廉潔、效能、便民

經濟部水利署南區水資源局
曾文辦公區
地址：臺南市楠西區密枝里70號
總機：(06)5753251
傳真：(06)5752814

燕巢辦公區
地址：高雄市燕巢區西燕里工程路1號
總機：(07)6166137
傳真：(07)6166391

曾文南化聯通管工程計畫 基本設計報告 經濟部水利署南區水資源局 中華民國107年11月

經濟部

MOEAWRA1060447

曾文南化聯通管工程計畫
Zengwen/Nanhua Reservoir Interconnecting Pipeline Project

基本設計報告
Basic Design Report

主辦機關：經濟部水利署南區水資源局
執行單位：巨廷工程顧問股份有限公司
中華民國　107　年　11　月

經濟部

MOEAWRA1060447

曾文南化聯通管工程計畫
Zengwen/Nanhua Reservoir Interconnecting Pipeline Project

基本設計報告
Basic Design Report

主辦機關：經濟部水利署南區水資源局

執行單位：巨廷工程顧問股份有限公司

中華民國　107　年　11　月

廉潔、效能、便民

經濟部水利署南區水資源局
曾文辦公區
地址：臺南市楠西區密枝里70號
總機：(06)5753251
傳真：(06)5752814

燕巢辦公區
地址：高雄市燕巢區西燕里工程路1號
總機：(07)6166137
傳真：(07)6166391

經濟部

曾文南化聯通管工程計畫

Zengwen/Nanhua Reservoir

Interconnecting Pipeline Project

基本設計報告

Basic Design Report

主辦機關：經濟部水利署南區水資源局

設計單位：巨廷工程顧問股份有限公司

中　華　民　國　１０７　年　１１　月

曾文南化聯通管工程　基本設計報告

基本設計階段審查提送文件自主檢核表

編號	文件名稱	是	否	備註(文件未檢附理由)
(1)	計畫工程目的說明(含緣由、核准文號)	√		第一章
(2)	基本資料及周圍環境分析(如水理資料、工址現況資料、相關調查、試驗或勘測報告)	√		第二章
(3)	設計規劃理念說明(概要描述）	√		第 5.1 節
(4)	工程內容說明(含空間利用或使用壽年)	√		第七章
(5)	法令分析(相關法令、要點或規範)	√		第 3.2 節
(6)	設計準則與綱要規範	√		第 5.2 及 5.3 節
(7)	工程圖說(含平面佈置圖、縱橫斷面圖、重要結構安定分析及機電系統等)	√		基本設計圖
(8)	建造成本經費估算、經費籌措及分配年度(應考慮物價波動風險)	√		第十一章
(9)	工期分析	√		第 10.2 節
(10)	採購策略	√		第 12.2 節
(11)	用地取得(辦理情形及時程一併說明)	√		第 3.1 節
(12)	歷次相關審查意見辦理情形	√		附錄一
(13)	再生能源設備或綠色內涵之設計規劃	√		第九章

目　錄

目　錄 I
表目錄 V
圖目錄 IX
基本重要成果數據 XV
第一章　工程目的 ..... 1 - 1
1.1 計畫緣由 ..... 1 - 1
1.2 核准文號 ..... 1 - 2
1.3 規劃理念 ..... 1 - 2
1.4 工程目的 ..... 1 - 2
第二章　基地及周圍環境分析 ..... 2 - 1
2.1 南部地區水源供需情勢 ..... 2 - 1
2.2 台南及高雄地區水源運用現況 ..... 2 - 3
2.3 與本計畫相關聯設施 2-11
2.3.1 曾文水庫取出水設施 2-11
2.3.2 南化水庫與高屏溪攔河堰聯通管路工程 2-16
2.4 南化淨水場複線工程 2-18
2.5 曾文南化聯通管工程環境敏感區位 2-19
2.6 既有管線調查 2-22
2.7 環境背景監測調查 2-28
第三章　用地取得情形及相關法令分析 ..... 3 - 1
3.1 用地取得情形 ..... 3 - 1
3.2 相關法令分析 3-15
3.2.1 環評作業之關聯性 3-15
3.2.2 相關設施之水土保持檢討 3-17
3.2.3 地質敏感區法規檢討 3-19
第四章　原規劃方案檢討 ..... 4 - 1
4.1 原規劃方案概述 ..... 4 - 1

4.2 原規劃方案檢討 ..... 4 - 7
4.2.1 功能及定位檢討 ..... 4 - 7
4.2.2 工程內容檢討 ..... 4 - 7
4.2.3 施工方式及管材檢討 4-26
4.3 補充地形測量 4-28
4.4 補充地質調查 4-37
第五章 基本設計理念、準則與條件 ..... 5 - 1
5.1 基本設計理念 ..... 5 - 1
5.2 設計準則與條件 ..... 5 - 1
5.3 設計規範 ..... 5 - 4
第六章 工程方案選擇與評估 ..... 6 - 1
6.1 前言 ..... 6 - 1
6.2 消能設施段方案評估 ..... 6 - 1
6.3 玉井區域輸水管段方案評估 6-10
6.4 南化輸水管段方案評估 6-12
6.5 平壓管段方案評估 6-14
第七章 基本設計成果與檢核 ..... 7 - 1
7.1 管路工程佈置與設計 ..... 7 - 1
7.1.1 庫區內管段 ..... 7 - 9
7.1.2 庫區外管段 7-27
7.1.3 與南化淨水場銜接方式 7-41
7.1.4 退水平壓管段設計 7-41
7.2 閥類及計量設備 7-52
7.2.1 閥類佈設原則 7-52
7.2.2 制水閥佈設 7-52
7.2.3 排泥閥 7-54
7.2.4 排氣閥 7-54
7.2.5 流量計 7-54
7.3 監控及電氣系統 7-54

7.3.1 監控系統設計 7-54
7.3.2 電氣系統設計 7-62
7.4 管線水理分析.....7-68
7.4.1 穩定流分析.....7-69
7.4.2 暫態流分析.....7-77
7.4.3 曾文南化聯通管與電廠輸水關聯分析 7-83
7.4.4 管線試水壓擬訂.....7-83
7.5 管橋河川水理分析.....7-89
7.6 相關構造物結構分析 7-91
7.6.1 供水豎井結構分析 7-91
7.6.2 Baffle drop 消能豎井結構分析 7-94
7.6.3 調整池穩定分析.....7-98
7.6.4 開挖隧道與既有隧道安全分析.....7-100
7.6.5 #2 導水隧道通氣之影響評估.....7-106
7.7 剩餘土石方去化 7-107
第八章 營運操作規劃 .....8 - 1
8.1 營運維護管理方式及操作時機與策略檢討 .....8 - 1
8.2 營運維護組織及人力需求.....8 - 2
8.3 系統運轉程序.....8 - 3
8.3.1 充水作業 .....8 - 3
8.3.2 輸水作業 .....8 - 4
8.3.3 放空作業 .....8 - 6
第九章 再生能源設備及綠色內涵之設計規劃.....9 - 1
第十章 施工進度安排與工期分析.....10-1
10.1 施工進度.....10-1
10.2 工期分析.....10-2
第十一章 工程費估算與分年經費需求分析 11-1
11.1 經費來源.....11-1
11.2 計算基準.....11-1

11.3 工程費估算 11-1
11.4 分年經費需求.....11-11
第十二章　分標方式與採購策略.....12-1
12.1 工程分標.....12-1
12.2 採購策略.....12-7
12.2.1 本計畫工程特性.....12-7
12.2.2 統包招標適用性分析.....12-7
12.2.3 招標方式、決標方式與廠商資格.....12-11
附錄一　歷次審查意見及辦理情形
附錄二　供水潛能與水源運用方案檢討
附錄三　基地地質安全評估
附錄四　地質補充調查試驗成果
附錄五　環評作業公文
附錄六　結構計算書
附錄七　南化淨水場銜接管段工程
附錄八　公共工程生態檢核自評表
附錄九　上級機關核准本計畫項下3標工程採最有利標決標公文
附錄十　行政院公共工程委員會審議同意文件

表目錄

表 2.2-1　曾文－烏山頭水庫歷年營運統計表.....2 - 7
表 2.2-2　台南及高雄主要水源設施民國 101~105 年旬平均營運統計表.....2 - 8
表 2.2-3　南化水庫歷年營運統計表.....2-10
表 2.2-4　高屏攔河堰歷年營運統計表.....2-10
表 2.6-1　各分區管線概述表.....2-27
表 2.7-1　環境背景監測調查成果表.....2-29
表 3.1-1　用地調查情形表(1/2).....3 - 2
表 3.1-1　用地調查情形表(2/2).....3 - 3
表 3.2-1　曾文南化聯通管工程內容與環評適用檢討表.....3-16
表 3.2-2　本計畫構造物所涉及國內相關法規彙整表(1/2).....3-18
表 3.2-2　本計畫構造物所涉及國內相關法規彙整表(2/2).....3-19
表 3.2-3　環境敏感區位及特定目的區位之法規限制及因應對策(1/2) 3-20
表 3.2-3　環境敏感區位及特定目的區位之法規限制及因應對策(2/2) 3-21
表 4.1-1　前期規劃之曾文南化聯通管-閥室下游輸水管路綜合資料...4 - 4
表 4.2-1　本計畫與原規劃方案取水管段檢討.....4 - 7
表 4.2-2　本計畫與原規劃方案消能設施檢討.....4-10
表 4.2-3　本計畫與原規劃方案輸水管段路線檢討內容.....4-13
表 4.2-4　楠西段原規劃及本計畫方案比較表.....4-13
表 4.2-5　南化段原規劃及本計畫方案比較表.....4-13
表 4.2-6　木瓜園至內門減壓池輸水路暫態流分析之模擬情境.....4-22
表 4.2-7　曾水文庫木瓜園至內門減壓池新設管路(木瓜園至新北寮橋動水壓力及最大水錘壓力.....4-23
表 4.2-8　曾水文庫木瓜園至內門減壓池既有管路(新北寮橋至東平橋)動水壓力及最大水錘壓力.....4-23
表 4.3-1　本計畫補充地形測量辦理項目一覽表.....4-28
表 4.3-2　基樁埋設位置表.....4-35

表 4.4-1　本計畫鑽探深度及試驗數量表.....4-44
表 4.4-2　岩石一般物性試驗結果.....4-45
表 4.4-3　岩石單軸壓縮試驗結果.....4-45
表 4.4-4　岩石弱面直剪試驗結果.....4-46
表 6.2-1　消能設施方案表比較表.....6-10
表 6.3-1　玉井段各方案內容表.....6-10
表 6.4-1　南化段各方案內容表.....6-12
表 6.5-1　木瓜園至內門減壓池輸水路暫態流分析之模擬情境.....6-14
表 6.5-2　曾水文庫木瓜園至內門減壓池新設管段(木瓜園至新北寮橋)動水壓力及最大水錘壓力.....6-15
表 6.5-3　曾水文庫木瓜園至內門減壓池既有管段(新北寮橋至東平橋)動水壓力及最大水錘壓力.....6-15
表 7.1-1　台灣地區 A、B 岩類隧道標準支撐建議表(16m 隧道跨度 10m，最大覆蓋≤ 400m).....7-20
表 7.1-2　台灣地區 A、B 岩類隧道標準支撐建議表(隧道跨度 10m，最大覆蓋≤ 400m).....7-20
表 7.1-3　取水隧道開挖支撐等級表.....7-21
表 7.1-4　聯通管管材及工作井座數綜彙表.....7-48
表 7.2-1　曾文南化聯通管新建管路制水閥及洩壓閥水力條件綜合表 7-53
表 7.2-2　聯通管里程閥類機械設備統計一覽表(1/5).....7-55
表 7.2-2　聯通管里程閥類機械設備統計一覽表(2/5).....7-56
表 7.2-2　聯通管里程閥類機械設備統計一覽表(3/5).....7-57
表 7.2-2　聯通管里程閥類機械設備統計一覽表(4/5).....7-58
表 7.2-2　聯通管里程閥類機械設備統計一覽表(5/5).....7-59
表 7.3-1　曾文南化聯通管監控系統操作參數一覽表.....7-65
表 7.4-1　曾文電廠取水口至木瓜園消能井閥前設計流量 80 萬 CMD 之水理計算表.....7-69
表 7.4-2　木瓜園調整池至內門減壓池設計流量 80 萬 CMD 之水理計算表.....7-72

表 7.4-3　木瓜園豎井消能工至東平橋設計流量 60 萬 CMD 之水理計算表 7-72
表 7.4-4　木瓜園調整池至南化淨水場設計流量 80 萬 CMD 之水理計算表 7-73
表 7.4-5　固定錐型閥開啟度 100%時之水庫水位輸水至內門減壓池流量計算.....7-74
表 7.4-6　固定錐型閥開啟度 100%時之水庫水位輸水至南化淨水場流量計算.....7-76
表 7.4-7　木瓜園至內門減壓池輸水路暫態流分析之模擬情境.....7-81
表 7.4-8　曾水文庫木瓜園至內門減壓池新設管段(木瓜園至新北寮橋)動水壓力及最大水錘壓力 7-81
表 7.4-9　各管段管材及試水壓力彙整表(1/2) 7-86
表 7.4-9　各管段管材及試水壓力彙整表(2/2) 7-87
表 7.5-1　管橋水理分析成果 7-90
表 7.5-2　管橋橋墩影響分析成果 7-90
表 7.6-1　台灣地區 A、B 岩類隧道標準支撐建議表 (隧道跨度 10m，最大覆蓋≤400m).....7-92
表 7.6-2　RMR 岩體評分標準 7-92
表 7.6-3　供水豎井開挖支撐等級表.....7-94
表 7.6-4　C 岩類隧道標準支撐建議表(隧道跨度 10m，最大覆蓋≤100m).....7-96
表 7.6-5　C 岩類之岩體分級標準表.....7-96
表 7.6-6　Baffle drop 消能豎井開挖支撐等級表.....7-98
表 8.2-1　木瓜園操作室常態性營運人力需求表 .....8 - 3
表 10.1-1　計畫預定進度表.....10-1
表 11.3-1　第一管段工程(0k+000~3k+519.64)直接工程費估算表 11-3
表 11.3-2　第二管段工程(3k+519.64~6k+470)直接工程費估算表 11-4
表 11.3-3　第三管段工程(6k+470~11k+054.38)直接工程費估算表 11-5
表 11.3-4　第四管段工程(11k+054.38~15k+702.74)直接工程費

估算表 ..... 11 - 6
表 11.3-5 第五管段工程(15k+702.74~20k+442.54)直接工程費
估算表 ..... 11 - 7
表 11.3-6 第六管段工程(20k+442.54~24k+805.99 及平壓管段)
直接工程費估算表 ..... 11 - 8
表 11.3-7 聯通管路機電監控工程直接工程費估算表 ..... 11 - 9
表 11.3-8 曾文南化聯通管總工程經費估算表 11-10
表 11.4-1 曾文南化聯通管工程建造費分年經費表 11-11
表 12.1-1 曾文南化聯通管明挖、推進及水管橋數量表 ..... 12 - 3
表 12.1-2 曾文南化聯通管各標別基設統包費 ..... 12 - 4
表 12.2-1 本工程各標段採購策略彙整表 12-12

圖目錄

圖 2.1-1　南部地區水源供需情形 .....2 - 1
圖 2.1-2　南部地區自來水系統供需情勢.....2 - 2
圖 2.2-1　台南地區現況供水架構 .....2 - 4
圖 2.2-2　高雄地區現況供水架構 .....2 - 5
圖 2.2-3　台南及高雄地區 105 年供水調配示意圖 .....2 - 6
圖 2.3-1　取出水設施整體平面圖及導水隧道平縱剖面圖 2-12
圖 2.3-2　PRO 進出通道及通氣隧道平面圖.....2-13
圖 2.3-3　電廠水路佈置圖 2-14
圖 2.3-4　防淤隧道工程平面布置圖 2-15
圖 2.3-5　南化高屏聯通管工程平面布置圖 2-17
圖 2.5-1　木瓜園地號 949-6 範圍與地質敏感區相關位置圖 2-20
圖 2.5-2　木瓜園台地地質平面圖 2-20
圖 2.5-3　本工程供水豎井邊坡地質剖面圖 2-21
圖 2.5-4　本工程調整池邊坡地質剖面圖.....2-21
圖 2.5-5　本工程消能豎井邊坡地質剖面圖 2-22
圖 2.6-1　透地雷達測線位置圖(1/7) 2-23
圖 2.6-1　透地雷達測線位置圖(2/7) 2-24
圖 2.6-1　透地雷達測線位置圖(3/7) 2-24
圖 2.6-1　透地雷達測線位置圖(4/7) 2-25
圖 2.6-1　透地雷達測線位置圖(5/7) 2-25
圖 2.6-1　透地雷達測線位置圖(6/7) 2-26
圖 2.6-1　透地雷達測線位置圖(7/7) 2-26
圖 2.7-1　環境背景監測調查位置 2-30
圖 3.1-1　木瓜園台地用地範圍.....3 - 4
圖 3.1-2　曾文一號橋北端用地範圍.....3 - 4
圖 3.1-3　曾文一號橋南端用地範圍.....3 - 5
圖 3.1-4　楠西橋南端用地範圍.....3 - 5

圖 3.1-5　竹圍橋北端用地範圍.....3 - 6
圖 3.1-6　竹圍橋南端用地範圍.....3 - 6
圖 3.1-7　高陵橋用地範圍.....3 - 7
圖 3.1-8　沙田橋用地範圍.....3 - 7
圖 3.1-9　三埔橋北半用地範圍.....3 - 8
圖 3.1-10　三埔橋南半用地範圍.....3 - 8
圖 3.1-11　四埔橋用地範圍.....3 - 9
圖 3.1-12　新北寮橋用地範圍 .....3 - 9
圖 3.1-13　平壓管段沿線用地範圍 3-10
圖 3.1-14　水利用地取得撥用作業流程 3-11
圖 3.1-15　水利用地取得徵收/價購作業流程 3-12
圖 3.1-16　水利用地取得辦理公聽會作業流程.....3-13
圖 3.1-17　都市計畫變更作業流程 3-14
圖 4.1-1　前期規劃之曾文南化聯通管工程路線圖 .....4 - 2
圖 4.1-2　前期規劃之曾文南化聯通管工程各標段示意圖 .....4 - 3
圖 4.1-3　前期規劃之曾文南化聯通管—水庫至控制閥室管段佈置圖 4 - 5
圖 4.2-1　興建大型閥室管中消能平面圖.....4 - 8
圖 4.2-2　大型閥室控制閥佈置示意圖 .....4 - 9
圖 4.2-3　BAFFLE-DROP 結構示意圖 4-10
圖 4.2-4　調整池/消能豎井(BAFFLE-DROP)消能方案設計縱斷面圖 4-11
圖 4.2-5　消能豎井(BAFFLE-DROP STRUCTURE)佈置圖 4-12
圖 4.2-6　楠西段原規劃及本計畫方案路線 4-14
圖 4.2-7　南化段原規劃及本計畫方案路線 4-15
圖 4.2-8　曾文南化聯通管輸水工程平壓管段位置圖 4-18
圖 4.2-9　東平橋消能設施平面佈置圖 4-19
圖 4.2-10　東平橋多噴孔套筒閥流量特性曲線.....4-20
圖 4.2-11　東平橋控制蝶閥流量特性曲線.....4-21
圖 4.2-12　80 萬 CMD 有無平壓管段之最高水力高程圖 4-24
圖 4.2-13　60 萬 CMD 有無平壓管段之最高水力高程圖 4-25

圖 4.2-14　本計畫輸水路主要路口現況照片圖.....4-27
圖 4.3-1　本計畫補充地形測量範圍圖.....4-29
圖 4.3-2　測量地形圖圖幅接合圖.....4-30
圖 4.3-3　地籍套繪圖幅接合圖.....4-31
圖 4.3-4　曾文一號橋測量斷面成果.....4-32
圖 4.3-5　曾文二號橋測量斷面成果.....4-32
圖 4.3-6　曾文三號橋測量斷面成果.....4-33
圖 4.3-7　楠西橋測量斷面成果.....4-33
圖 4.3-8　竹圍橋測量斷面成果.....4-34
圖 4.3-9　新北寮橋測量斷面成果.....4-34
圖 4.3-10　鏡面二號橋測量斷面成果.....4-35
圖 4.3-11　基樁埋設完成圖.....4-36
圖 4.4-1　本計畫區域地質圖.....4-38
圖 4.4-2　曾文水庫壩址地質圖.....4-40
圖 4.4-3　本計畫補充調查鑽孔位置圖.....4-43
圖 4.4-4　木瓜園台地地質鑽孔位置圖.....4-46
圖 4.4-5　174 市道楠西北橋地質鑽孔位置圖.....4-47
圖 4.4-6　玉井市區及大成路地質鑽孔位置圖.....4-47
圖 4.4-7　174 市道楠西北橋地質剖面圖.....4-54
圖 4.4-8　玉井市區地質剖面圖.....4-55
圖 4.4-9　大成路地質剖面圖.....4-55
圖 5.1-1　曾文南化聯通管與南化淨水場及南化高屏聯通管系統關聯性示意圖.....5 - 2
圖 5.2-1　明挖覆蓋標準示意圖.....5 - 3
圖 5.2-2　推進管斷面示意圖.....5 - 3
圖 6.2-1　消能設施段配合三座控制閥平面佈置圖.....6 - 3
圖 6.2-2　消能設施段配合三座控制閥縱橫斷面圖.....6 - 4
圖 6.2-3　消能設施段配合消能井及固定錐形閥平面佈置圖.....6 - 6
圖 6.2-4　消能設施段配合消能井及固定錐形閥縱橫斷面圖.....6 - 7

圖 6.2-5　調整池前端消能井平剖面圖 .....6 - 9
圖 6.3-1　玉井段各方案路線平面圖.....6-11
圖 6.4-1　南化段各方案路線圖.....6-13
圖 6.5-1　80 萬 CMD 平壓管段 D=2.6m 或 D=3.0m 之最高水力高程圖 6-16
圖 6.5-2　60 萬 CMD 平壓管段 D=2.6m 或 D=3.0m 之最高水力高程圖 6-17
圖 7.1-12　輸水管位於#2 導水隧道橫斷面圖.....7-24
圖 7.1-13　#2 導水隧道出口輸水路及相關設施佈置圖 7-25
圖 7.1-14　#2 導水隧道出口跨河段平縱斷面圖 7-28
圖 7.1-15　木瓜園消能段平縱佈置圖.....7-29
圖 7.1-16　進木瓜園區消能段平縱斷面圖.....7-30
圖 7.1-17　出木瓜園區消能段平縱斷面圖.....7-31
圖 7.1-18　明挖直埋管線斷面示意圖.....7-32
圖 7.1-19　庫區道路(局部)段平縱斷面圖.....7-33
圖 7.1-20　曾文四號水管橋平立斷面圖 7-34
圖 7.1-21　曾文三號水管橋平立斷面圖 7-35
圖 7.1-22　曾文二水管橋平立面圖 7-36
圖 7.1-23　曾文一號水管橋平立斷面圖 7-38
圖 7.1-24　楠西橋推進管段平縱斷面圖 7-39
圖 7.1-25　竹圍橋推進管段平縱斷面圖 7-40
圖 7.1-26　高陵橋段平縱斷面圖.....7-42
圖 7.1-27　沙田橋段平縱斷面圖.....7-43
圖 7.1-28　三埔橋段平縱斷面圖.....7-44
圖 7.1-29　四埔橋段平縱斷面圖.....7-45
圖 7.1-30　北寮加油站旁排水路推進管段平縱斷面圖 7-46
圖 7.1-31　新北寮橋推進管段平縱斷面圖.....7-47
圖 7.1-32　曾文南化聯通管與南化淨水場銜接方式布置圖 7-49
圖 7.1-33　平壓管段連接管平面及縱斷面圖(1/2).....7-50

圖 7.1-33　平壓管段連接管平面及縱斷面圖(2/2).....7-51
圖 7.3-1　曾文南化聯通管監控系統架構圖 7-60
圖 7.3-2　監控系統程序控制 P&I 圖 7-64
圖 7.4-1　本計畫豎井消能工起始水位於 80 萬 CMD 及 60 萬 CMD 穩定流之水力坡降線圖 7-70
圖 7.4-2　模型試驗標準套筒閥之消能係數 7-74
圖 7.4-3　曾文水庫水位與輸水至內門減壓池流量關係圖 7-75
圖 7.4-4　曾文水庫水位與輸水至南化淨水場流量關係圖 7-76
圖 7.4-5　東平橋消能設施平面佈置圖 7-78
圖 7.4-6　東平橋多噴孔套筒閥流量特性曲線.....7-79
圖 7.4-7　東平橋控制蝶閥流量特性曲線.....7-80
圖 7.4-8　本工程輸水量 80 及 60 萬 CMD 之最高水力高程圖.....7-82
圖 7.4-9　各情境電廠暫態流分析成果圖.....7-84
圖 7.4-10　本工程取水段各情境之最高水力高程圖.....7-85
圖 7.4-11　曾文南化聯通管輸水 80 萬 CMD 水力坡降線圖.....7-88
圖 7.6-1　供水豎井開挖支撐(覆土層) 7-93
圖 7.6-2　供水豎井開挖支撐(岩盤).....7-95
圖 7.6-3　Baffle drop 消能豎井開挖支撐(覆土層) 7-97
圖 7.6-4　Baffle drop 消能豎井開挖支撐(岩盤).....7-99
圖 7.6-5　調整池地質剖面圖 7-100
圖 7.6-6　調整池配置剖面圖 7-101
圖 7.6-7　地盤應力與開挖距離之關係 7-102
圖 7.6-8　本計畫新建取水鋼管配置平面圖 7-103
圖 7.6-9　本計畫新建取水鋼管與相關既有設施剖面圖 7-104
圖 7.6-10　曾文大壩壩址地質平面圖.....7-105
圖 7.6-11　#2 導水隧道通氣斷面比較圖.....7-106
圖 7.7-1　暫置場預定地位置圖.....7-108
圖 7.7-2　溪畔遊樂區暫置場預定地.....7-109
圖 7.7-3　曾文二號橋北端暫置場預定地.....7-109

圖 7.7-4　新北寮橋南端暫置場預定地 7-110
圖 8.2-1　經濟部水利署南區水資源局組織架構圖 .....8 - 3
圖 8.3-1　曾文水庫至南化淨水場輸水運轉啟動流程圖 .....8 - 4
圖 8.3-2　曾文水庫至內門減壓池輸水運轉啟動流程圖 .....8 - 5
圖 8.3-3　曾文南化聯通管停水運轉流程圖 .....8 - 6
圖 11.3-1　第一管段平面圖.....11-3
圖 12.1-1　曾文南化聯通管工程分標示意圖 12-2

基本設計成果重要數據

參數			說明	備註
設計流量			80 萬 CMD	
聯通管總長度			25,614 m	含平壓管段，不含南化淨水場銜接段
取水管段	里程長度		910m	
	管徑		2.2m	
跨河管段	長度		401 m	
	管徑		2.2m	
消能設施段	里程長度		503 m	
	供水豎井	直徑	2.2m	
		高度	60m (EL.121m~ EL.181m)	
	消能井	尺寸	7m(W)*7m(L)*14.45m(H)	
	調整池	尺寸	20m(W)* 60m(L)*11m(H)	
		底部高程	EL.172m	
		最高水位	EL.182m	
	消能豎井	直徑	7.6m	
		高度	63m (EL.120m~ EL.183m)	
輸水管段	里程長度		22,993m	不含南化淨水場銜接段
	管徑		2.6m	
平壓管段管段	里程長度		593 m	
	管徑		2.6m	
球閥數量	口徑 2.2m		1	
	口徑 2.6m		6	
蝶閥數量	口徑 2.2m		2	
	口徑 2.6m		3	
固定錐形閥數量	口徑 1.5m		1	

第一章　工程目的

1.1 計畫緣由

臺灣南部地區雨量豐枯比 9:1 為全台灣之最，枯水季長(10 月至隔年 5 月)，近年極端氣候旱澇雨極及用水成長等情境下，既有供水設施及調度系統已無法滿足跨區調度支援需求，相較台灣其他地區，南部地區整體缺水風險高。

依 105 年統計資料，台南地區公共用水平均約 89.8 萬噸/日，全仰賴水庫供給，約有 40%來自於曾文-烏山頭水庫，卻有約 60%來自南化水庫。目前曾文水庫有效蓄水量 4 億 5,373 萬立方公尺、烏山頭水庫 7,828 萬立方公尺，南化水庫因莫拉克風災之後淤積嚴重，有效蓄水量為 9,338 萬立方公尺，曾文-烏山頭水庫總有效蓄水量為南化水庫有效蓄水量之 5.7 倍，換言之，南化水庫有效蓄水量僅為曾文-烏山頭水庫兩水庫庫容之 17.65%，卻需負擔較多的公共用水；此外，目前台南地區於枯旱時期除提前預警及調度管理外，依不同階段加強工業用水節水、收取耗水費及民生節水等措施，農田水利會亦配合水利署及南區水資源局供水協調會議，提前採行加強灌溉管理，將水蓄存於曾文水庫，以盡可能延長供水期程。

若以民國 104 年枯旱事件為例，當年 4 月 22 日曾文-烏山頭水庫尚有 1 億 3,221 萬噸水量，而南化水庫蓄水量仍僅剩 2,100 萬噸，即使在嚴密的管控出水情形下，仍需實施第二階段限水，如當年曾文南化聯通管已完成，可彈性調度曾文水庫蓄水，南部地區限水風險確可大為降低。

此外，高雄地區 105 年公共用水平均約 157 萬噸/日，近 7 成之供水來自高屏溪攔河堰，惟川流水豐枯水期水量變化相當懸殊，無蓄豐濟枯之大型蓄水設施，另若遭遇濁度太高超過淨水場處理能力或水質污染等緊急事件則無法供水，目前在此期間主要仰賴南化水庫經由既有南化高屏聯通管輸送每日最大約 50 萬噸原水備援高雄，由南高清水幹管支援約每日最大 20 萬噸清水以及其他調度管理措施，以盡可能維持供水穩定，由此可見，南化水庫除了負擔台南地區約 60%公共用水外，尚需支援高雄，供水負擔相當沉重。

基此，完備彈性的水源調度與管理機制，為降低缺水風險必要方法之一，故考量未來氣候變遷導致旱澇加劇下彈性調度能力、既有管路路線現況、影響供水之緊急事件等因素，期透過曾文南化聯通管之建設，使曾文水庫及南化水庫能彼此支援調度，以提升南部地區供水穩定，進一步確保民生安定及經濟發展。

1.2 核准文號

台南高雄供水系統係整體聯合調度區，為因應氣候變遷所帶來穩定供水挑戰，健全此區域之整體供水備援系統，以盡早提升抗限缺水風險之能力，基於前瞻基礎建設計畫「晚作不如早作好」之精神，推動曾文南化聯通管工程計畫已刻不容緩且為台南高雄兩直轄市基本用水穩定之重要計畫。

為增實國家水源調度效能，提高用水穩定供給，使產業發展用水無虞，行政院已於民國 106 年 4 月 5 日院臺經字第 1060009184 號函核定通過「前瞻基礎建設計畫」，其中水環境建設下之「水與發展：不缺水、喝好水」項目已編列曾文南化聯通管工程，計畫經費 120 億元，爰依「行政院所屬各機關中長程個案計畫編審要點」研提本計畫書，並由行政院於民國 107 年 6 月 11 日之院台經字第 1070020685 號函核定之，俾為計畫推動依據。

1.3 規劃理念

為減緩南部地區用水調度壓力，在緊急狀況時，能將曾文水庫之蓄水支援南化水庫及高屏供水系統，本計畫規劃之曾文南化聯通管主管段自嘉義縣大埔鄉之曾文水庫起始，銜接電廠壓力鋼管，經臺南市東山區、楠西區及玉井區，至南化區北寮里，與南化高屏聯通管銜接，並於四埔地區設置分管段，連接至南化淨水場，此外，另於鏡面水庫設置平壓管連接南化高屏聯通管。本計畫僅包含主管段及平壓管段之基本設計，分管段另由自來水公司自行發包設計。

1.4 工程目的

由 1.1 節可知，南部地區供水現況風險甚高，主要由於用水調度具有下列限制：

一、用水成長及氣候變遷等因素影響，導致公共用水吃緊。

二、南化水庫淤積嚴重，庫容大減，卻又負擔過大，易有缺水風險。

三、水源供水方式單一，缺乏備援系統，水資源調度彈性不足，遇緊急事件時，將使供水系統停擺。

故為減緩上述用水調度限制，供水系統應具有雙迴路之概念，當主要供水系統因緊急不可抗力情況而失去功能時，能依賴備援系統使各水庫水源互相支援，提升用水調度能力，藉此降低缺水風險，減輕民生經濟損失。

以曾文-烏山頭水庫為例，該水庫供應水源為單一出口，若烏山頭水庫遇緊急事件導致供水系統迴路中斷，倘有曾文南化聯通管作為備用供水迴路，曾文水庫之水源便可藉由聯通管進行供水，不致發生水庫有水，卻無法供水之狀況發生。

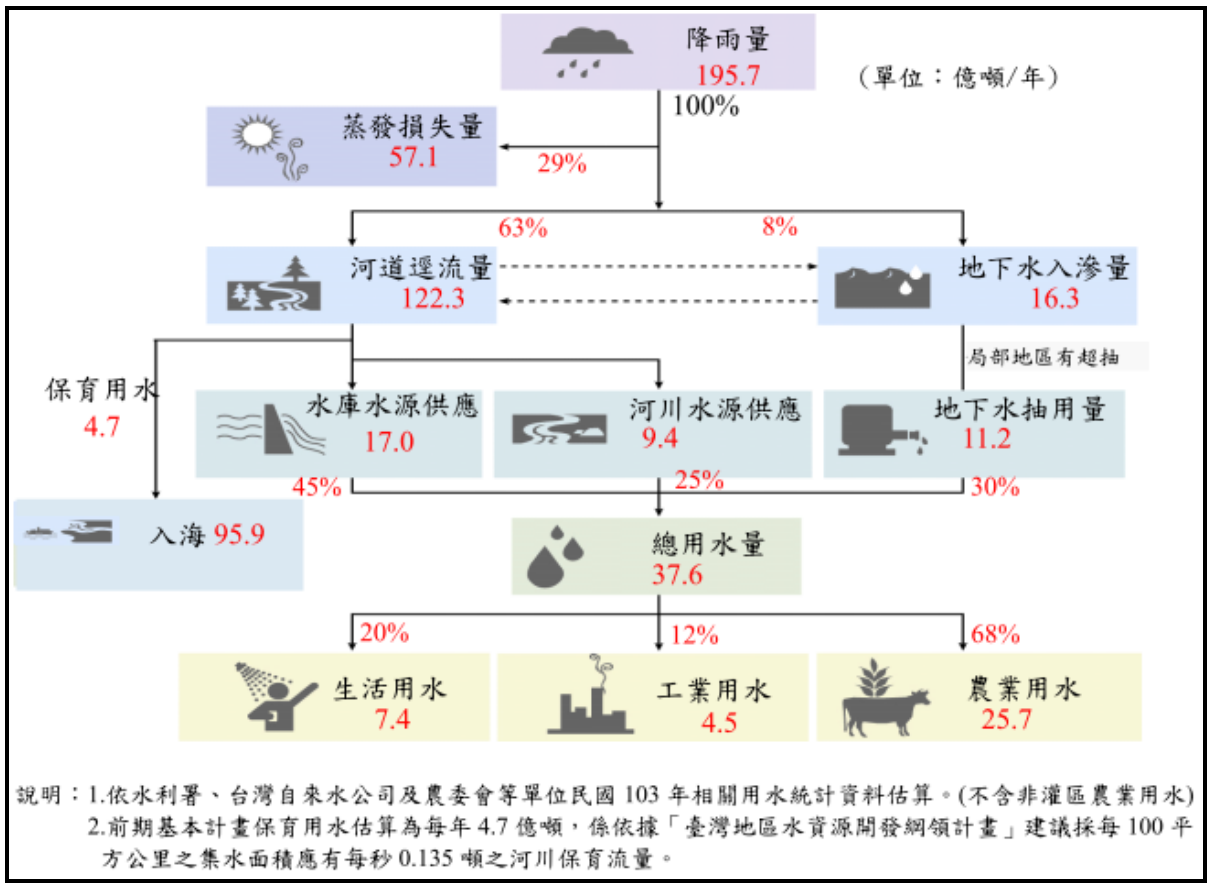
本計畫曾文南化聯通管即為供水系統雙迴路之一環，使曾文水庫與南化水庫，及南化水庫與高屏攔河堰能互相支援，並作為曾文-烏山頭水庫之備用供水出口，健全南部地區水資源調度及備援能力。

第二章　基地及周圍環境分析

2.1 南部地區水源供需情勢

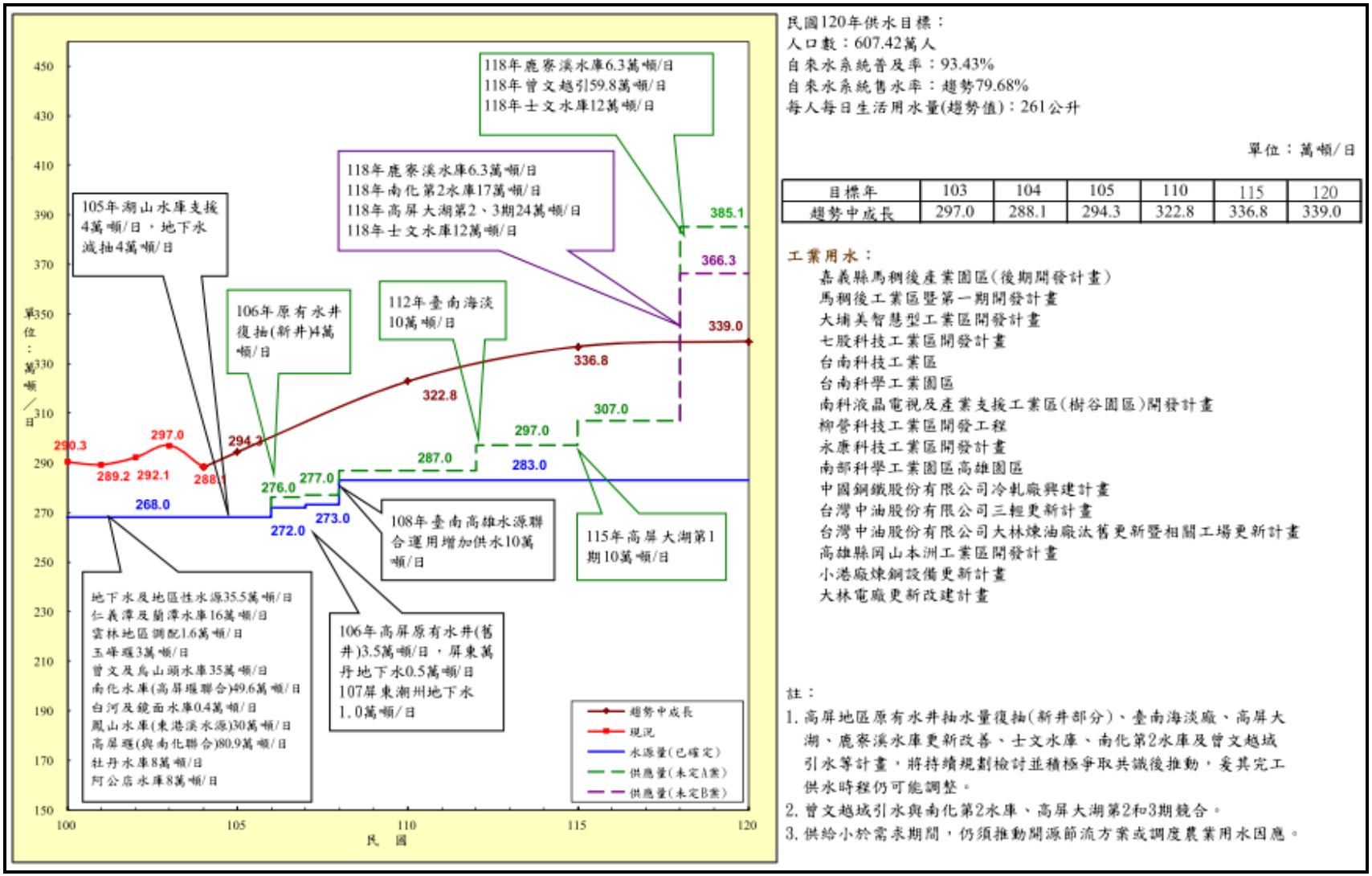
依據民國 106 年 3 月之「臺灣南部區域水資源經理基本計畫(第 1 次檢討)」(核定本)，南部地區水源供需情勢如圖 2.1-1 所示，總需水量約 37.6 億噸/年，其中生活用水佔 20%，工業用水佔 12%，農業用水佔 68%；供應部分水庫水源 45%，河川水源 25%，地下水 30%。

自來水系統用水供需情勢請參酌圖 2.1-2，由圖中顯示，目前自來水供應能力約 276 萬 CMD，較需求量 295 萬 CMD 約不足 19 萬 CMD，目前預期需水量將持續成長，預計需至民國 118 年供水能力始能滿足用水需求。



資料來源：「臺灣南部區域水資源經理基本計畫(第1次檢討)」(核定本)，民國106年3月。

圖 2.1-1　南部地區水源供需情形



民國120年供水目標：
人口數：607.42萬人
自來水系統普及率：93.43%
自來水系統售水率：趨勢79.68%
每人每日生活用水量(趨勢值)：261公升

單位：萬噸/日

目標年	103	104	105	110	115	120
趨勢中成長	297.0	288.1	294.3	322.8	336.8	339.0

工業用水：

嘉義縣馬稠後產業園區(後期開發計畫)
馬稠後工業區暨第一期開發計畫
大埔美智慧型工業區開發計畫
七股科技工業區開發計畫
台南科技工業區
台南科學工業園區
南科液晶電視及產業支援工業區(樹谷園區)開發計畫
柳營科技工業區開發工程
永康科技工業區開發計畫
南部科學工業園區高雄園區
中國鋼鐵股份有限公司冷軋廠興建計畫
台灣中油股份有限公司三輕更新計畫
台灣中油股份有限公司大林煉油廠汰舊更新暨相關工場更新計畫
高雄縣岡山本洲工業區開發計畫
小港廠煉鋼設備更新計畫
大林電廠更新改建計畫

註：
1. 高屏地區原有水井抽水量復抽(新井部分)、臺南海淡廠、高屏大湖、鹿寮溪水庫更新改善、士文水庫、南化第2水庫及曾文越域引水等計畫，將持續規劃檢討並積極爭取共識後推動，爰其完工供水時程仍可能調整。
2. 曾文越域引水與南化第2水庫、高屏大湖第2和3期競合。
3. 供給小於需求期間，仍須推動開源節流方案或調度農業用水因應。

資料來源：「臺灣南部區域水資源經理基本計畫(第1次檢討)」(核定本)，民國106年3月。

圖 2.1-2　南部地區自來水系統供需情勢

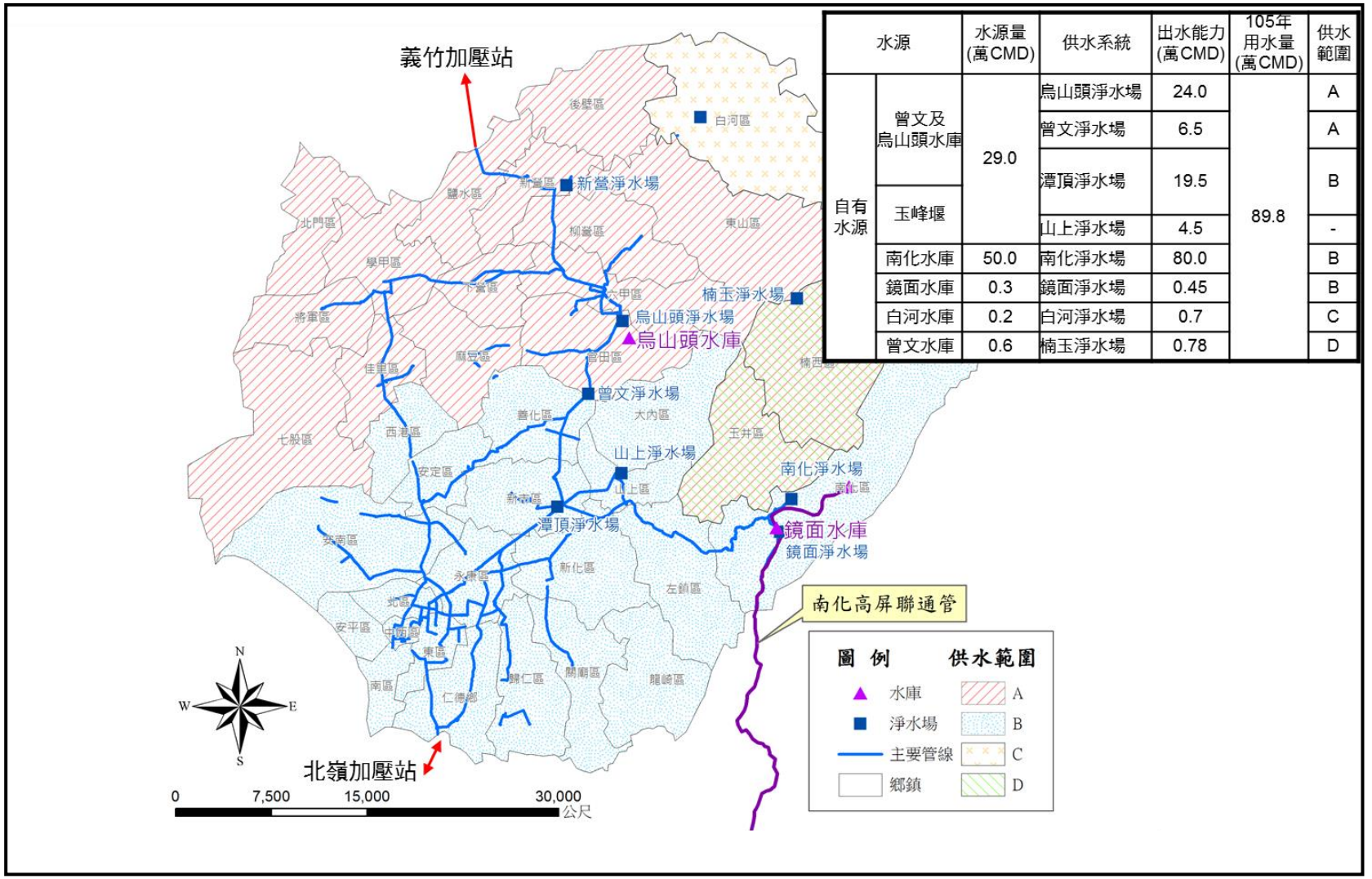
行政院民國 104 年 1 月核定「曾文南化烏山頭水庫治理及穩定南部地區供水計畫(第 2 次修正)」時，為因應南部地區水資源供需缺口持續擴大之衝擊，指示經濟部應持續檢討未來南部地區整體水資源供需情勢，加強區域與各標的間水源調度及積極推動新興水源方式，以降低缺水風險。因此應加強南部地區水源調配能力，以面對未來氣候變遷及都市發展之挑戰。

2.2 台南及高雄地區水源運用現況

現況台南及高雄地區現況供水系統架構如圖 2.2-1 及 2.2-2 所示，105 年水源調配示意如圖 2.2-3 所示，簡述主要水源設施系統運用概況如下。

一、曾文水庫及烏山頭水庫

統整民國 80～105 年曾文水庫營運紀錄如表 2.2-1 及表 2.2-2 所示，民國 101~105 年平均資料顯示，曾文水庫年平均進水量約為 12.44 億立方公尺，雖大於烏山頭水庫之年平均總放水量 7.22 億立方公尺，但受限於水文豐枯變異特性，東口堰引水量約 7.78 億立方公尺，仍有溢流量 3.75 億立方公尺；若從各旬次判斷，東口堰第 29 旬至隔年第 12 旬引水量較水庫入流量大，其加總水量差異約 3.5 億立方公尺，即由曾文水庫庫容調蓄曾文溪豐水期水源；而東口堰溢流量則集中於第 16～27 旬。烏山頭水庫年平均灌溉、工業及公共放水量分別為 5.61、0.23 及 1.41 億立方公尺，其中公共給水已超過核定之 1.2 億立方公尺；而農業用水依水文、水源動態及配合整體調度支援，以施行間歇灌溉、減少甘蔗、什作等減供水措施之情況，故實際供水量 5.61 億立方公尺與計畫需求 9.0 億立方公尺差異甚大。另由統計年限中最枯年民國 92 年進流量僅 5.15 億立方公尺，已小於近年平均放水量，顯示曾文－烏山頭水庫系統如遇枯水年則無法滿足平均放水量。而以民國 101~105 年營運資料分析水庫運用次數，其中供水量採用東口堰引水量 7.78 億立方公尺，庫容採用民國 105 年量測高程 230m 以下之蓄水量為 5.24 億立方公尺，水庫運用次數為 1.48 次。

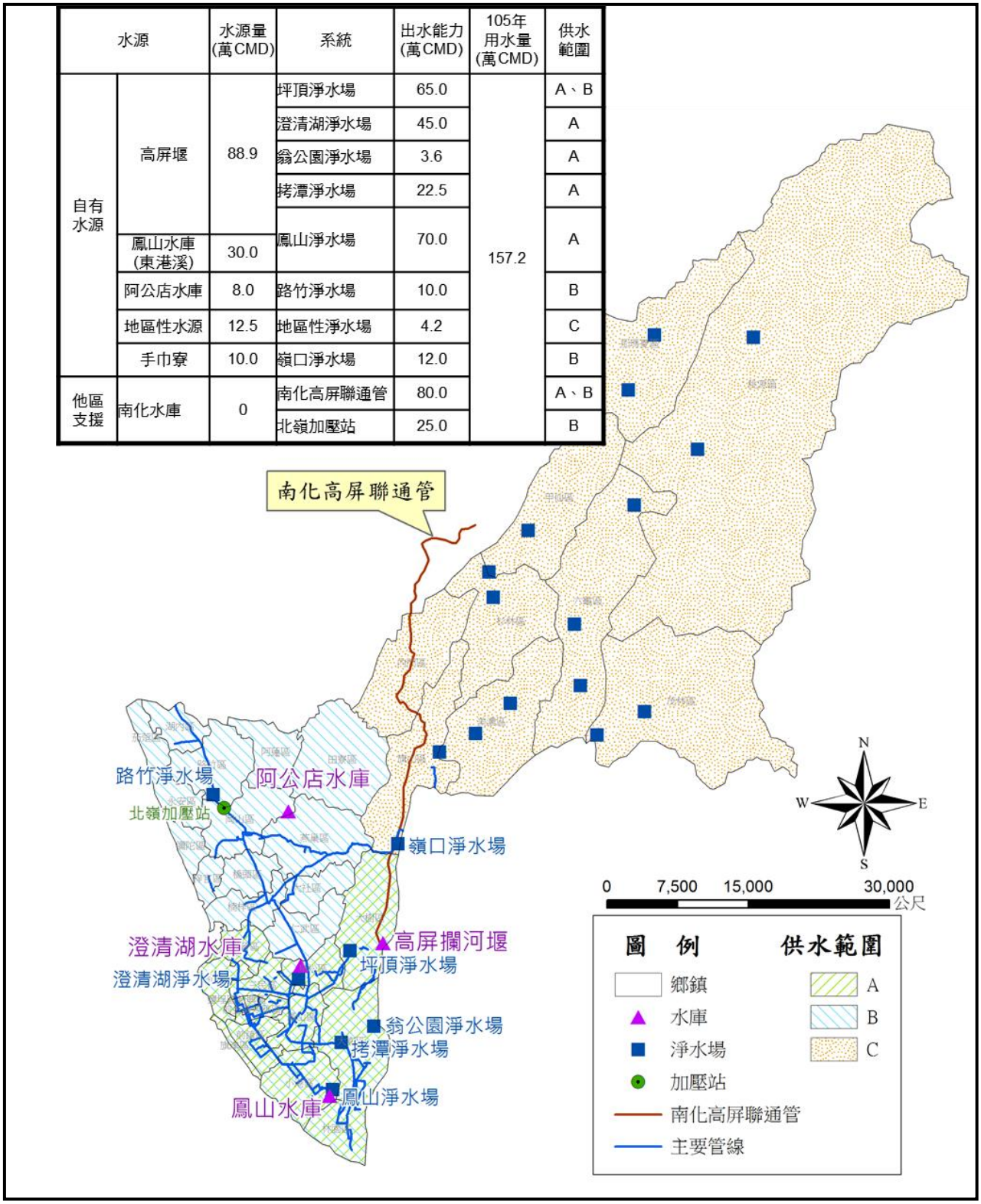


水源		水源量(萬CMD)	供水系統	出水能力(萬CMD)	105年用水量(萬CMD)	供水範圍
自有水源	曾文及烏山頭水庫	29.0	烏山頭淨水場	24.0	89.8	A
			曾文淨水場	6.5		A
			潭頂淨水場	19.5		B
	玉峰堰		山上淨水場	4.5		-
	南化水庫	50.0	南化淨水場	80.0		B
	鏡面水庫	0.3	鏡面淨水場	0.45		B
	白河水庫	0.2	白河淨水場	0.7		C
	曾文水庫	0.6	楠玉淨水場	0.78		D

資料來源：本計畫彙整。

圖 2.2-1　台南地區現況供水架構

水源		水源量(萬CMD)	系統	出水能力(萬CMD)	105年用水量(萬CMD)	供水範圍
自有水源	高屏堰	88.9	坪頂淨水場	65.0	157.2	A、B
			澄清湖淨水場	45.0		A
			翁公園淨水場	3.6		A
			拷潭淨水場	22.5		A
	鳳山水庫(東港溪)	30.0	鳳山淨水場	70.0		A
	阿公店水庫	8.0	路竹淨水場	10.0		B
	地區性水源	12.5	地區性淨水場	4.2		C
	手巾寮	10.0	嶺口淨水場	12.0		B
他區支援	南化水庫	0	南化高屏聯通管	80.0		A、B
			北嶺加壓站	25.0		B



資料來源：本計畫彙整。

圖 2.2-2　高雄地區現況供水架構

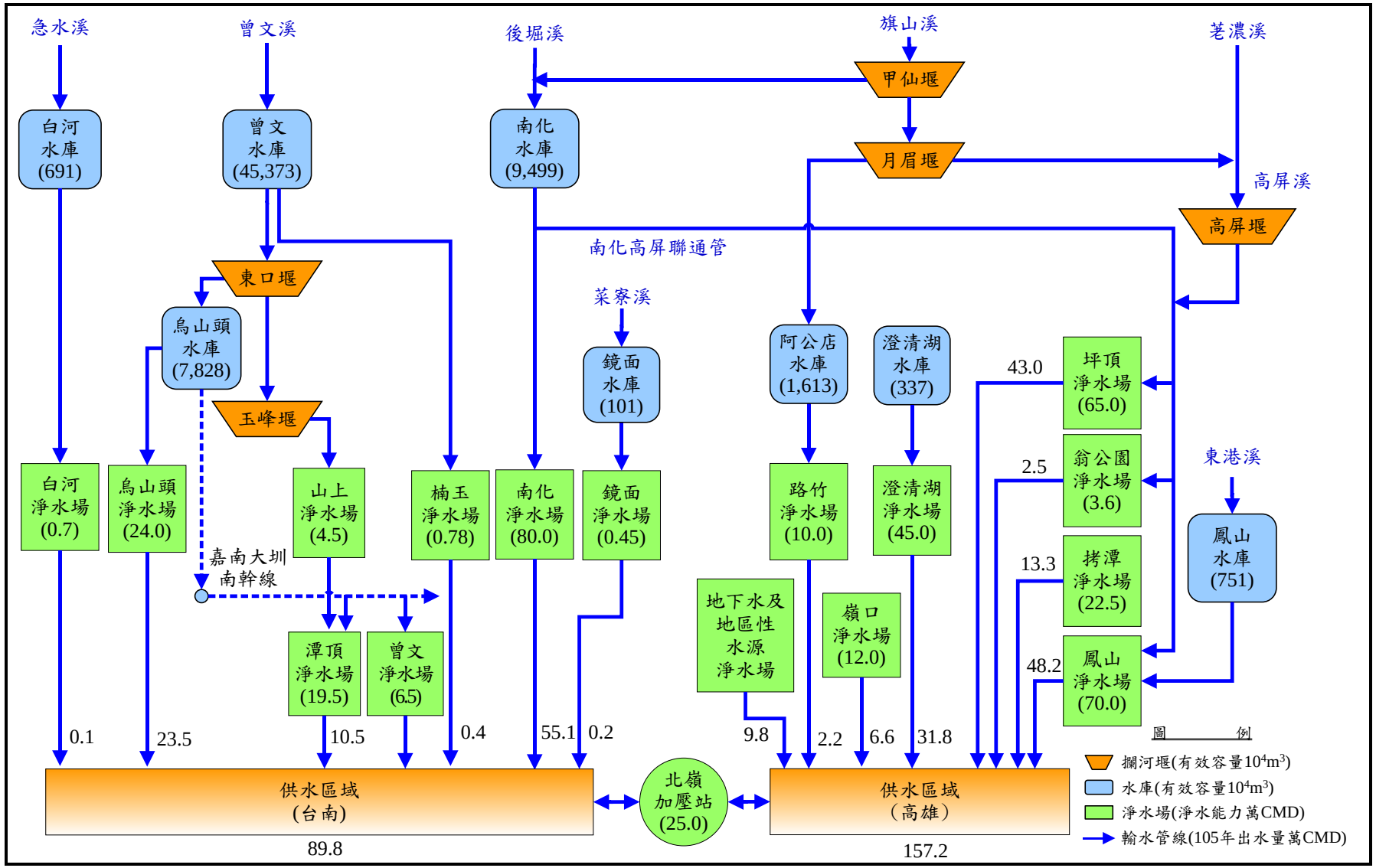


圖 2.2-3　台南及高雄地區 105 年供水調配示意圖

表 2.2-1　曾文－烏山頭水庫歷年營運統計表

單位：萬立方公尺

年份	曾文水庫				東口堰		烏山頭水庫放水量			
	進水量	發電放水量	河道放水口放水量	溢洪道放水量	引水量	溢流量	灌溉用水	工業用水	公共給水	合計
80 年	65,524	93,828	2,708	-	96,457	23	67,025	1,588	9,320	77,933
81 年	134,537	64,994	2,034	26,144	59,406	33,682	41,281	2,105	12,610	55,996
82 年	47,983	92,083	7	-	90,304	1,715	62,025	2,317	19,359	83,701
83 年	112,869	69,492	4,332	3,127	64,249	12,687	43,442	2,090	17,701	63,234
84 年	53,412	87,496	-	-	87,460	-	57,464	2,523	16,275	76,262
85 年	103,715	61,716	5,025	1,133	59,689	8,186	38,750	2,525	15,762	57,037
86 年	99,775	95,699	2,387	1,344	91,760	7,670	61,383	2,991	13,818	78,191
87 年	117,491	85,097	162	16,400	77,547	24,112	53,794	2,959	13,088	69,842
88 年	84,723	97,278	1,278	5,281	92,046	11,792	66,319	2,775	13,604	82,697
89 年	75,681	78,633	39	-	78,672	-	50,411	2,798	14,624	67,834
90 年	140,559	80,738	2,528	37,281	73,109	47,438	48,627	2,928	14,438	65,993
91 年	56,747	89,538	25	-	89,563	-	59,979	2,496	12,990	75,465
92 年	51,474	60,215	1,973	-	62,188	-	39,052	2,421	12,994	54,467
93 年	111,169	63,596	5,949	6,898	65,093	11,350	41,621	3,133	12,641	57,395
94 年	224,755	98,749	5,355	120,332	81,794	142,642	64,050	2,632	14,614	81,297
95 年	170,625	104,449	9,480	56,650	90,220	80,359	70,537	2,649	14,060	87,246
96 年	164,220	96,304	11,712	46,337	89,776	64,578	68,430	2,553	14,268	85,250
97 年	199,010	100,054	16,554	84,001	90,682	109,928	70,144	2,234	13,627	86,004
98 年	162,221	80,974	22,801	77,080	87,055	93,800	67,532	1,950	14,196	83,678
99 年	100,979	47,697	24,885	10,872	69,278	14,176	45,697	2,073	14,531	62,301
100 年	79,700	52,717	30,244	-	82,488	473	57,810	2,136	13,315	73,261
101 年	163,972	49,271	38,744	80,388	83,623	84,779	59,280	2,025	12,960	74,265
102 年	141,652	85,652	6,489	45,900	84,258	53,747	58,770	1,934	13,982	74,685
103 年	72,177	75,725	18	-	74,861	882	53,897	1,951	14,360	70,209
104 年	109,762	70,695	3,975	23,778	67,076	31,372	49,192	1,642	14,612	65,446
105 年	134,397	83,518	9,840	37,233	79,373	51,219	62,095	1,250	13,086	76,430
80~105 平均	**114,582**	**79,470**	**8,021**	**26,161**	**79,539**	**34,100**	**56,100**	**2,334**	**14,109**	**72,543**
101~105 平均	**124,392**	**72,972**	**11,813**	**37,460**	**77,838**	**44,400**	**56,647**	**1,760**	**13,800**	**72,207**

註：99年及104年一期稻作停灌，雜作加強灌溉管理措施

資料來源：本計畫彙整。

表 2.2-2　台南及高雄主要水源設施民國 101~105 年旬平均營運統計表

單位：萬立方公尺

旬	曾文-烏山頭水庫系統						南化水庫						高屏堰	
	曾文水庫進水量	東口引水量	東口溢流量	灌溉用水	工業用水	合計	水庫進水量	越域引水量	合計進水量	溢流量	公共給水原水量	聯通管引水量	入流量	取水量
1	359	688	0	38	36	495	36	46	82	0	426	0	2,144	1,052
2	333	1,206	0	285	49	528	35	96	131	0	425	3	2,136	1,048
3	490	3,948	0	2,305	56	595	107	228	335	0	466	12	2,480	1,115
4	477	3,523	0	2,697	45	549	54	168	222	0	406	16	2,279	1,057
5	381	3,949	0	2,868	45	570	19	30	49	0	412	16	2,104	1,033
6	285	3,430	3	2,641	37	479	22	71	93	0	351	8	1,667	870
7	259	4,966	0	2,885	59	545	10	10	20	0	438	18	1,727	1,021
8	633	2,908	0	1,707	58	592	50	7	57	0	447	35	2,490	979
9	720	2,139	0	1,551	61	595	72	14	86	0	490	10	2,783	1,082
10	798	1,672	0	1,283	60	543	134	270	404	0	456	10	2,490	988
11	1,474	2,064	31	1,203	68	546	315	161	476	0	462	61	4,697	924
12	1,181	1,883	0	1,673	59	547	72	275	347	0	458	22	3,374	928
13	2,325	1,620	0	1,174	56	526	237	526	763	0	471	40	5,013	979
14	4,359	1,760	98	1,267	56	518	1242	545	1,787	0	483	151	15,946	880
15	10,180	2,067	272	1,375	69	560	1867	389	2,256	16	568	366	42,188	759
16	13,444	2,755	2,280	1,142	64	401	1144	280	1,424	0	567	282	25,905	824
17	20,272	1,055	13,985	449	75	386	2794	180	2,974	1,177	575	341	124,156	641
18	4,573	1,591	1,466	1,339	69	382	353	114	467	170	578	291	39,903	738
19	2,332	2,355	1,719	2,189	53	322	610	33	643	13	599	282	15,864	780
20	6,766	2,660	90	3,203	47	286	1558	174	1,732	404	597	367	24,774	736
21	5,073	3,555	0	3,624	53	318	1055	267	1,322	0	661	384	24,917	798
22	9,693	3,794	2,247	3,163	46	279	1975	59	2,034	335	614	397	35,274	636
23	5,803	2,991	833	2,470	47	278	1057	225	1,282	24	607	371	18,130	589
24	15,570	2,957	11,380	1,857	59	323	2953	237	3,190	1,583	675	491	22,262	601
25	8,046	2,569	3,582	2,048	50	276	1446	328	1,774	572	621	385	19,324	676
26	4,002	2,771	1,468	2,678	58	285	766	158	924	235	623	366	37,249	653
27	11,650	2,087	9,785	2,482	58	304	2310	509	2,819	1,554	611	287	63,322	744
28	2,896	2,565	789	2,136	53	320	316	295	611	41	586	260	17,849	824
29	1,239	3,671	17	2,397	56	341	161	415	576	0	564	88	8,690	924
30	790	2,961	0	2,315	57	373	142	239	381	0	602	73	7,434	1,018
31	477	2,535	0	1,227	50	391	54	157	211	0	495	9	3,550	1,015
32	424	2,881	0	1,719	47	426	59	147	206	0	458	7	2,722	1,050
33	416	1,807	0	1,047	52	429	50	162	212	0	453	7	2,829	1,036
34	414	618	0	24	22	409	53	232	285	0	426	7	2,510	1,205
35	339	78	24	20	19	399	47	155	202	0	436	24	2,199	1,025
36	276	464	0	36	33	476	15	37	52	0	477	6	2,030	1,152
總計	138,747	86,545	50,069	62,519	1,881	15,591	23,192	7,239	30,431	6,124	18,584	5,493	594,410	32,380

資料來源：本計畫彙整。

二、南化水庫

統整民國 83~105 年南化水庫營運紀錄如表 2.2-3 及表 2.2-4 所示，其中南化水庫自民國 88 年開始越域引水，而南化高屏聯通管自民國 96 年管線改善後才正常啟用。民國 101~105 年平均進水量、越引水量、溢流水量分別為 2.32、0.72、061 億立方公尺，公共給水年平均放水量為 1.86 億立方公尺，聯通管年平均引水量為 0.55 億立方公尺，其中溢流量亦集中於第 16～27 旬。由近 5 年公共給水及聯通管供水量 2.41 億立方公尺及 105 年量測有效庫容 0.95 億立方公尺分析，水庫運用次數為 2.54 次。

三、高屏攔河堰

統整民國 97~105 年高屏堰營運紀錄如表 2.2-2 及表 2.2-4 所示，平均流量為 83.39 億立方公尺，公共給水實際取水量約 3.32 億立方公尺。高屏堰於豐水期 6~10 月因高屏溪原水濁度過高，雖有豐沛水量卻無法充分利用，反而需要南化水庫支援，與南化高屏聯通管供水旬數相吻合。

四、本計畫聯通管操作機制

曾文南化聯通管定位為亢旱及緊急備援，原則上啟動時機為枯旱調度備援、高屏溪高濁度時期、未來南化水庫防淤操作時期、緊急事件及其他突發狀況有供水之虞期間等四種情境，然實際啟動前由水利署南區水資源局依時效性邀集嘉南農田水利會及台水公司等各相關單位開會協商後啟動；本聯通管完成後與南化淨水場及既有南化高屏聯通管聯合運用，依不同備援情境操作機制原則如下：

(一)枯旱調度備援時期

由曾文水庫送至南化淨水場，供給台南地區供水，高雄地區則可視需要經由南化高屏聯通管支援，作為伏流水、東港溪前處理...等備援措施之外之備援調度方案。

(二)高屏溪高濁度時期

循現有機制經由南化高屏聯通管支援高雄地區。

表 2.2-3　南化水庫歷年營運統計表

單位：萬立方公尺

年份	總進水量(萬立方公尺)			總放水量(萬立方公尺)				
	河道進水	越域引水	合計	水權及排水	溢洪道排洪	公共給水	聯通管引水	合計
83	21,598	-	21,598	674	10,952	7,980	-	19,606
84	7,930	-	7,930	765	-	10,411	-	11,176
85	18,717	-	18,717	853	-	9,265	-	10,118
86	20,397	-	20,397	531	7,070	13,998	-	21,599
87	22,010	-	22,010	145	1,945	18,075	-	20,165
88	17,061	5,759	22,820	105	4,081	20,474	-	24,661
89	10,280	19,678	29,958	119	5,377	22,466	-	27,962
90	26,171	4,329	30,501	411	6,984	23,869	-	31,264
91	10,994	8,403	19,396	136		20,045	-	20,181
92	9,002	11,922	20,924	132	786	17,628	43	18,589
93	15,554	6,495	22,049	842	2,138	19,934	811	23,725
94	45,819	4,588	50,407	9,118	28,674	22,657	1,956	62,404
95	28,974	4,613	33,587	91	13,061	21,764	-	34,916
96	37,515	10,981	48,496	108	23,218	19,837	4,264	47,426
97	42,850	5,910	48,760	1,524	24,666	19,284	2,210	47,684
98	35,594	8,718	44,312	2,034	24,919	17,678	461	45,092
99	23,098	8,402	31,500	486	7,961	16,473	4,447	29,367
100	14,632	10,772	25,404	566	1,617	17,956	4,284	24,424
101	25,744	4,766	30,510	902	7,249	18,155	5,373	31,679
102	23,813	7,204	31,017	806	8,417	18,150	5,379	32,752
103	14,413	9,699	24,112	540	-	18,419	5,024	23,982
104	20,977	6,731	27,708	428	4,239	17,727	4,596	26,990
105	31,011	7,795	38,806	267	10,714	20,467	7,096	38,545
83~105 平均	**24,496**	**8,294**	**32,791**	**1,089**	**10,626**	**19,559**	**2,703**	**33,352**
101~105 平均	**23,192**	**7,239**	**30,431**	**589**	**6,124**	**18,584**	**5,493**	**30,789**

資料來源：本計畫彙整。

表 2.2-4　高屏攔河堰歷年營運統計表

單位：萬立方公尺

民國	97	98	99	100	101	102	103	104	105	97-105 年平均
流量	1,569,875	954,940	885,012	591,183	1,253,305	593,384	267,675	392,571	997,221	833,907
取水量	38,502	36,686	32,275	32,142	31,211	31394	33,698	31,393	31,393	33,188

資料來源：本計畫彙整。

(三)未來南化水庫防淤操作時期

未來南化水庫防淤操作期間若有致供水之虞時，由南區水資源局召開會議決議啟動本聯通管，以備援供水缺口。

(四)緊急事件及其他突發狀況有供水之虞期間

若發生地震、停電、水質污染...等緊急事件導致有供水之虞時，優先由南化高屏聯通管支援高雄地區，本聯通管送水至南化淨水場；若南化高屏聯通管自茅埔減壓池至新北寮橋處有需維修或其他致無

法正常使用且高雄地區有供水之虞、急待支援等期間，則由本聯通管自曾文水庫輸水匯入既有南化高屏聯通管。

2.3 與本計畫相關聯設施

2.3.1 曾文水庫取出水設施

曾文水庫取出水設施包括永久河道放水道及電廠，其整體平面佈置如圖 2.3-1，茲分別說明如下。

一、永久河道放水道

永久河道放水道(PRO)係在電廠停止運轉或水庫水位低於發電水位時放水以供灌溉或公共用水之需；另一功能為大壩或其他結構物之安全受到威脅時可緊急放水，儘量降低水庫水位。現已改建可兼俱排砂功能。

PRO 輸水路可分為進水口、壓力鋼管、導水隧道及進出通道，其中部份進出通道將與本計畫之取水管共構，進出通道平面如圖 2.3-2 所示。

二、電廠

曾文水庫之發電廠為地下式，發電設備、導水隧道及進水道工程都建於左岸山腹中，輸電設施設在大壩下游面之下，有通達隧道可進出電廠。電廠水輪機為豎軸法蘭西式，設計水頭 101m，額定流量 56cms，額定出力為 70,000 馬力。

如圖 2.3-3，電廠進水道全長 289m，其中 6m 為喇叭型入口，283m 為內徑 3.8m 之壓力鋼管。進水道之進水口中心標高為 165m。電廠尾水道之前 142m 段為寬 6m、高 4.5m 之修正馬蹄型隧道，後段則利用一號導水隧道之下游段，長約 730m，尾水道與一號導水隧道銜接。

三、防淤隧道

防淤隧道工程進水口位於大壩左壩座，於曾文溪#1 導水隧道下游出水，全長 1,235.2m，工程佈置如圖 2.3-4 所示。主要工程內容包括象鼻引水鋼管段(φ10m，L=60m)，進水口隧道段(L=58.2m)，閘門豎井段、隧道段(φ9m，L=862.8m)，消能池及出水口段。防淤隧道工程進水口中心 EL.175m，水庫水位 EL.230m 時設計排洪量 995cms。

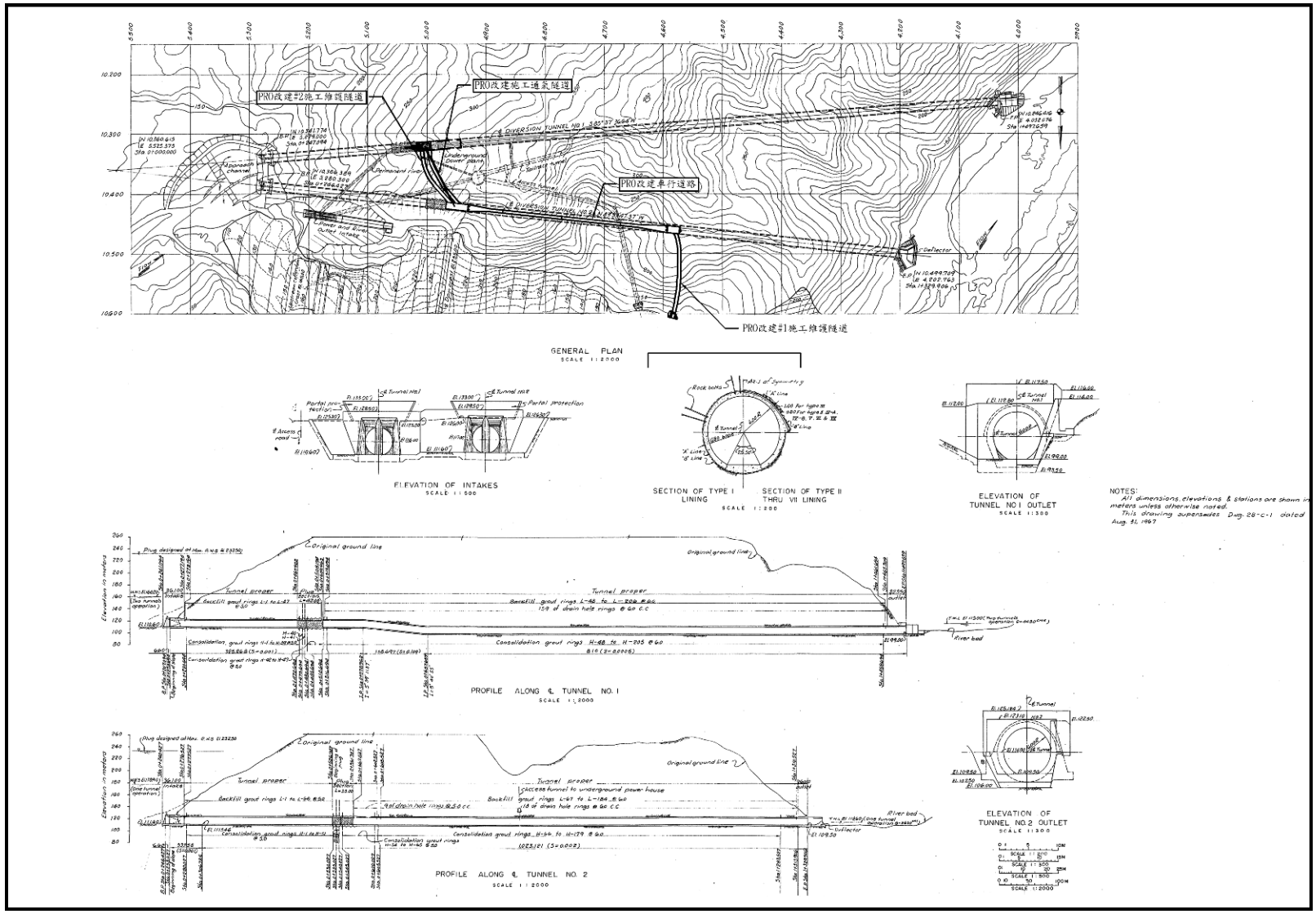


圖 2.3-1　取出水設施整體平面圖及導水隧道平縱剖面圖

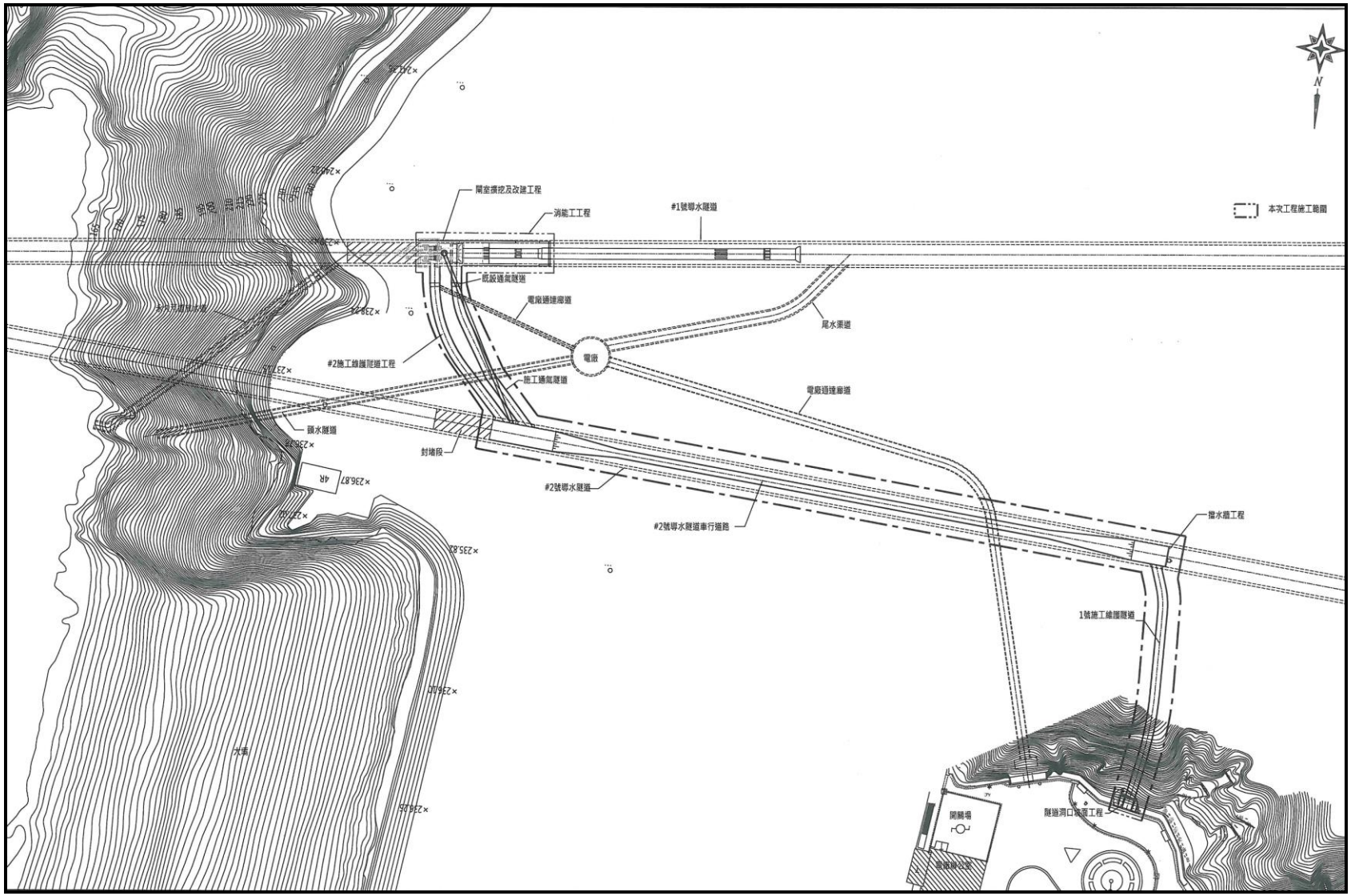


圖 2.3-2　PRO 進出通道及通氣隧道平面圖

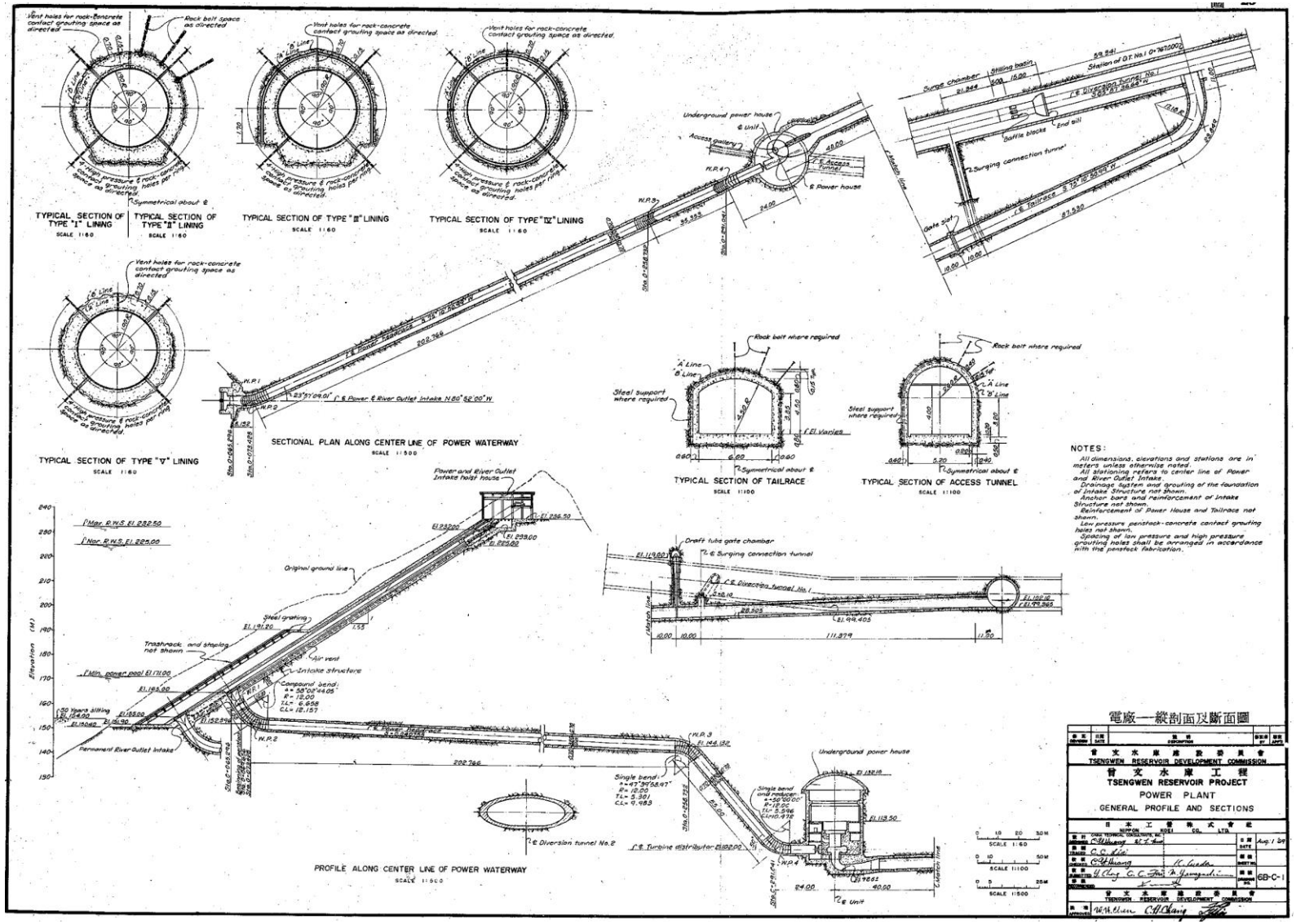


圖 2.3-3　電廠水路佈置圖

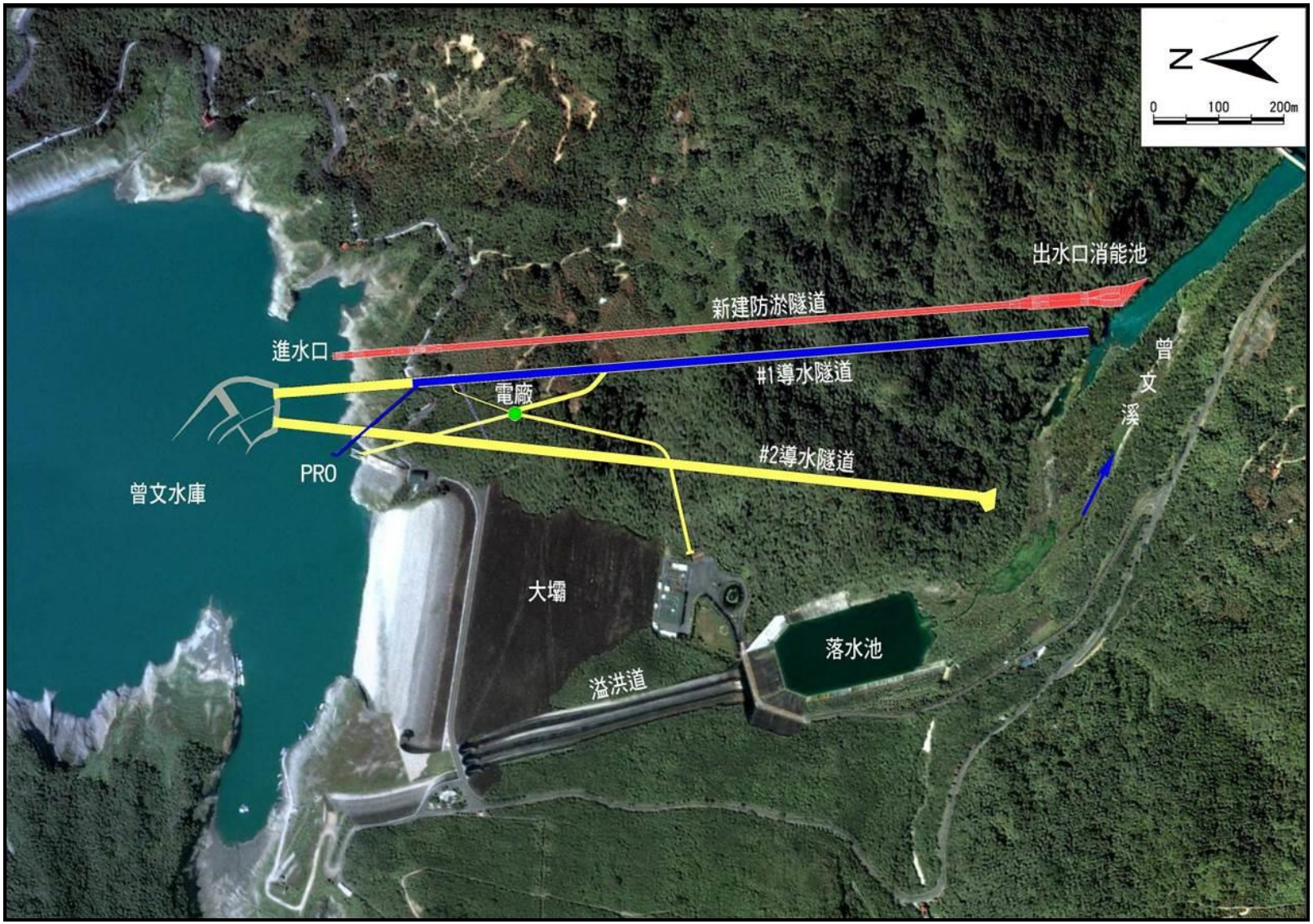


圖 2.3-4　防淤隧道工程平面布置圖

2.3.2 南化水庫與高屏溪攔河堰聯通管路工程

一、工程概要

南化水庫與高屏溪攔河堰聯通管路(以下簡稱南化高屏聯通管路)橫越台南市及高雄市之南化區、內門區、旗山區、大樹區等四區，其主要功能係引取南化水庫之原水至高雄市大樹區坪頂淨水場處理,作為大高雄地區公共自來水之用，此管路在北寮已預留三叉管，可供本計畫聯通管銜接。南化高屏聯通管路自南化水庫取排水工隧道分歧管(ϕ2,600mm)下游約 100m 處銜接取水，繞經抽水站及北寮里茅埔社區外側水管路轉至茅埔減壓池，經減壓後沿台 20 線埋設至北寮國小後方約 75m 處，穿越後堀溪沿河川地埋設至新北寮橋南側，再順沿台 3 線埋設經南化區、內門區至內門區與旗山區交界實踐大學附近之內門減壓池。減壓後沿台 3 線經旗山堤防內側水防道路至新旗尾橋後，沿台 21 線埋設至嶺口觀月橋前 50m 後改走高屏溪高灘地低窪護岸後方通過南二高斜張橋下方至高屏溪攔河堰址廠內道路及抽水站場內道路,至大樹橋南行約 1,100m 處銜接入ϕ3,200mm 既設高屏溪攔河堰抽水站至坪頂淨水場間導水幹管。南化高屏聯通管平面布置如圖 2.3-5。

南化高屏聯通管路設計流量為 800,000CMD，總長約 58km，係利用地形高差以重力方式送水,其管徑分別為南化水庫分歧管至茅埔減壓池及茅埔減壓池至南化淨水場分叉管處為ϕ3,000mm，南化淨水場分叉管至新北寮橋南側銜接點為ϕ2,800mm，新北寮橋側銜接點至大樹橋南下 110m 處與既設管路銜接點之管徑為ϕ2,600mm。管路沿線設有 24 處監控站，並有茅埔減壓池、內門減壓池及大樹等 3 處監控中心。

二、操作營運方式

南化高屏聯通管路於民國 93 年 2 月 1 日正式營運輸水，此管路原採下游端操作方式，然輸水期間經歷民國 93 年 5 月及 94 年 7 月兩次爆管後，改採上游端操作方式，目前係以東平橋主制水閥(高流量)及新設之多噴孔減壓閥(低流量)做為控制點。

圖 2.3-5　南化高屏聯通管工程平面布置圖

2.4 南化淨水場複線工程

依據台水公司民國 106 年 2 月「南化場至豐德配水池複線送水幹管工程(南化場至左鎮段)」第二次修正工程計畫書，南化複線送水幹管上游段(南化場至左鎮段)擬埋設於台 20 線，其路線如圖 2.4-1 及表 2.4-2 所示，其中 b-c 段往北沿台 3 線與台 20 線共構段經玉井市區，而曾文南化聯通管將經玉井往南沿台 3 線與台 20 線共構段，顯示兩者將共用台 3 線路廊埋設。該報告考量未來配合曾文南化聯通管埋設之 ϕ2,600mm 原水管，亦由南化場至台 3 線(a-b 段)之路線進入南化場，建議 3,000mm 送水管於道路北側(即 a→b 順向)、ϕ2,600mm 原水管於道路南側(即 a→b 逆向)。

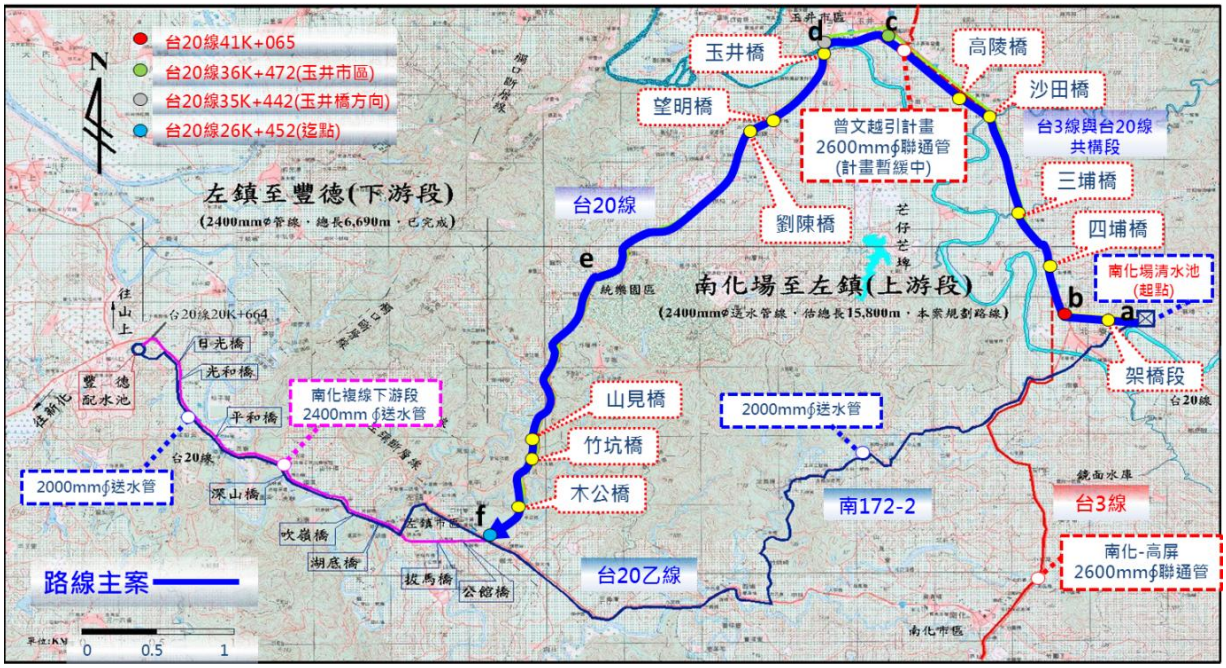


圖 2.4-1　南化複線送水幹管上游段規劃路線圖

表 2.4-1　南化複線送水幹管上游段管徑及管長一覽表

路段別		管徑(mm)	長度(m)	備註
上游段	a-b	3,000	1,450	南化場內清水池南池→場內中間宿圍籬(水管橋 108m)→私有地(推進 300m)→未天宮旁→沿台 3 線與台 20 線共構線
	b-c	2,400	4,918	沿台 3 線與台 20 線共構段→四埔橋、三埔橋、沙田橋及高陵橋→玉井市區
	c-d	2,400	930	玉井市區→沿台 20 線→玉井橋
	d-e	2,400	5,561	玉井橋→沿台 20 線→望明橋、陳劉橋→愛文山→統樂園區
	e-f	2,400	3,319	統樂園區→沿台 20 線→山見橋→竹坑橋→木公溪→與台 20 乙線交會處(左鎮)→續接複線下游段管線
合計			16,178	

2.5 曾文南化聯通管工程環境敏感區位

本工程於曾文水庫下游曾文溪右岸木瓜園台地規劃消能設施，經套繪中央地質調查所於民國 103 年 12 月 31 日公告台南市山崩與地滑地質敏感區，結果木瓜園台地所在土地為台南市東山區下南勢段 949-6 號，位於地質敏感區範圍內如圖 2.5-1，依地質法第八條規定：「土地開發行為基地有全部或一部位於地質敏感區內者，應於申請土地開發前，進行基地地質調查及地質安全評估」，今完成基地地質調查及地質安全評估成果報告如附錄三，根據地表地質調查及鑽孔資料繪製地質圖如圖 2.5-2，以及供水豎井、調整池、消能豎井邊坡地質剖面分如圖 2.5-3~2.5-5，摘要成果說明如下。

本工作位置木瓜園台地位於曾文溪右岸邊坡，地表高程約 175~200m，地勢平坦，曾庫公路高程約 125m，曾文溪河床高程約 107m，坡向朝東南，坡度約 30 度；根據 5 鑽孔資料顯示不同基盤高程，評估木瓜園台地下方應有古河道通過，地表覆蓋最深達 18m，最上為崩積材料覆蓋厚度約 6~9m，中間為一未固結砂層厚度約 4m，最下為古河道卵礫石厚度約 6m，其下為基盤分佈，岩性包括糖恩山砂岩之泥質砂岩，以及鹽水坑頁岩之頁岩。

根據歷年遙測影像判釋結果，木瓜園台地於 2009 年莫拉克颱風及 2016 年梅姬颱風並未發生邊坡崩塌情形，顯示木瓜園台地保持穩定狀況，未具歷史災害紀錄，木瓜園台地上下邊坡為順向坡，惟木瓜園台地因地勢平坦未形成順向坡，圈繪山崩與地滑地質敏感區範圍時，可能考量木瓜園台地上下邊坡為順向坡之原則，將順向坡範圍外擴一併將木瓜園台地圈繪成為地質敏感區。

根據安全評估結果，木瓜園台地未具有山崩或地滑發生潛勢，亦未具有順向坡重力作用潛移變形之不穩定潛能，且無位於大規模潛在崩塌範圍，顯示木瓜園台地保持穩定狀況，不致影響本工程規劃消能設施之安全；本工程供水豎井、調整池及消能豎井之開發行為皆位於木瓜園台地平坦地形，並不致發生順向坡砍腳情形，對坡地穩定性不致造成影響，故無需進行工程處理對策。

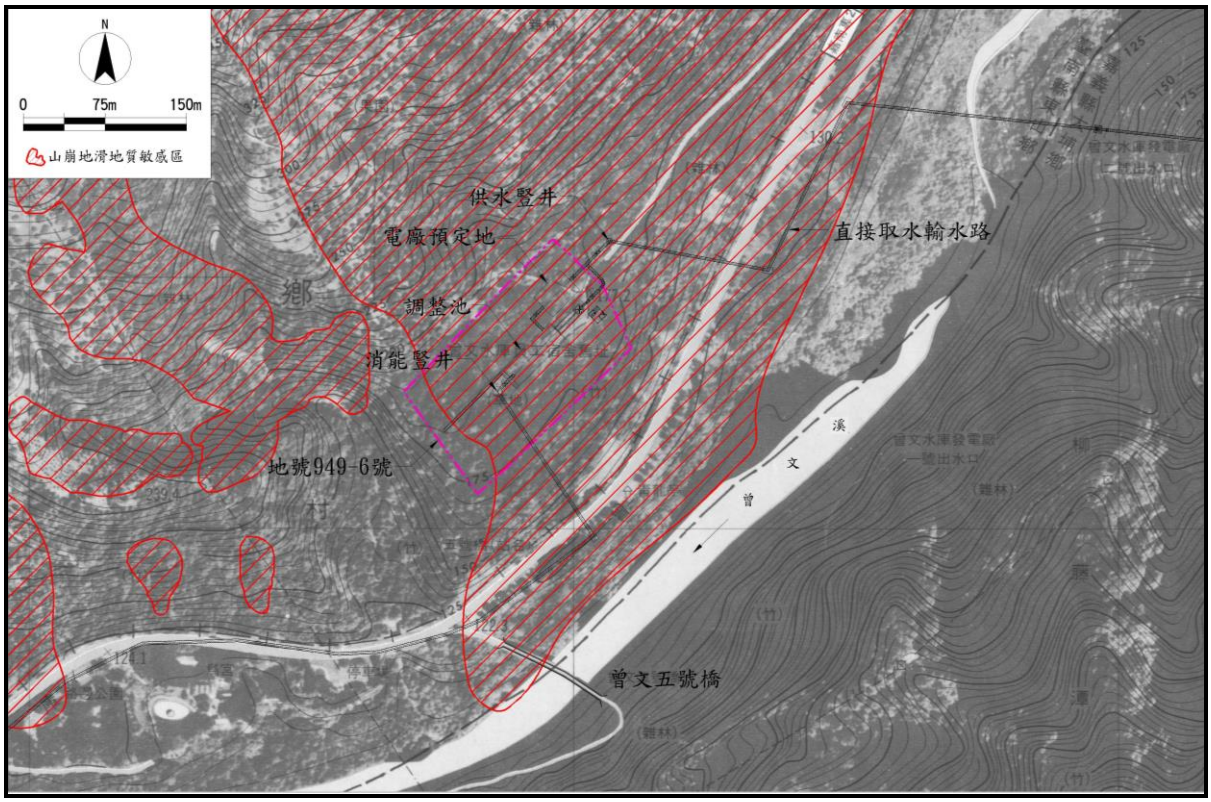


圖 2.5-1　木瓜園地號 949-6 範圍與地質敏感區相關位置圖

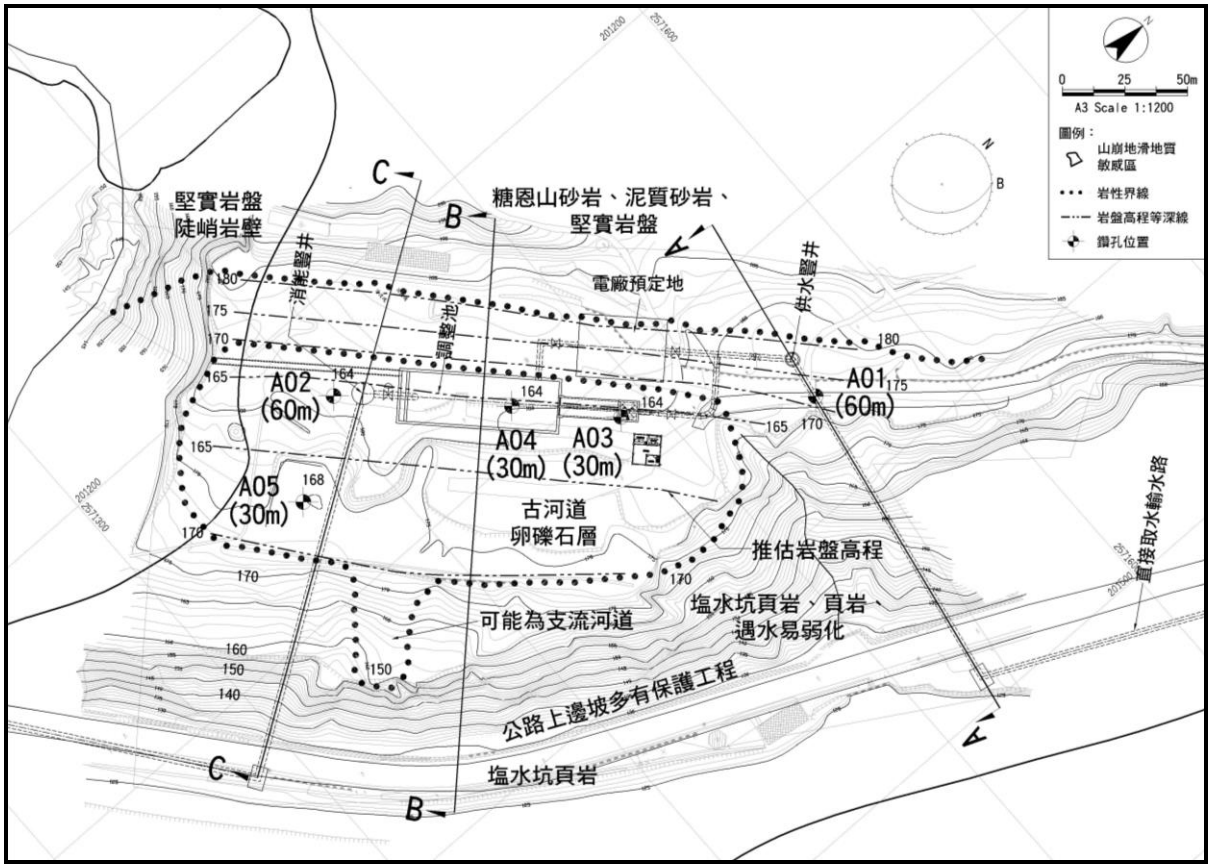


圖 2.5-2　木瓜園台地地質平面圖

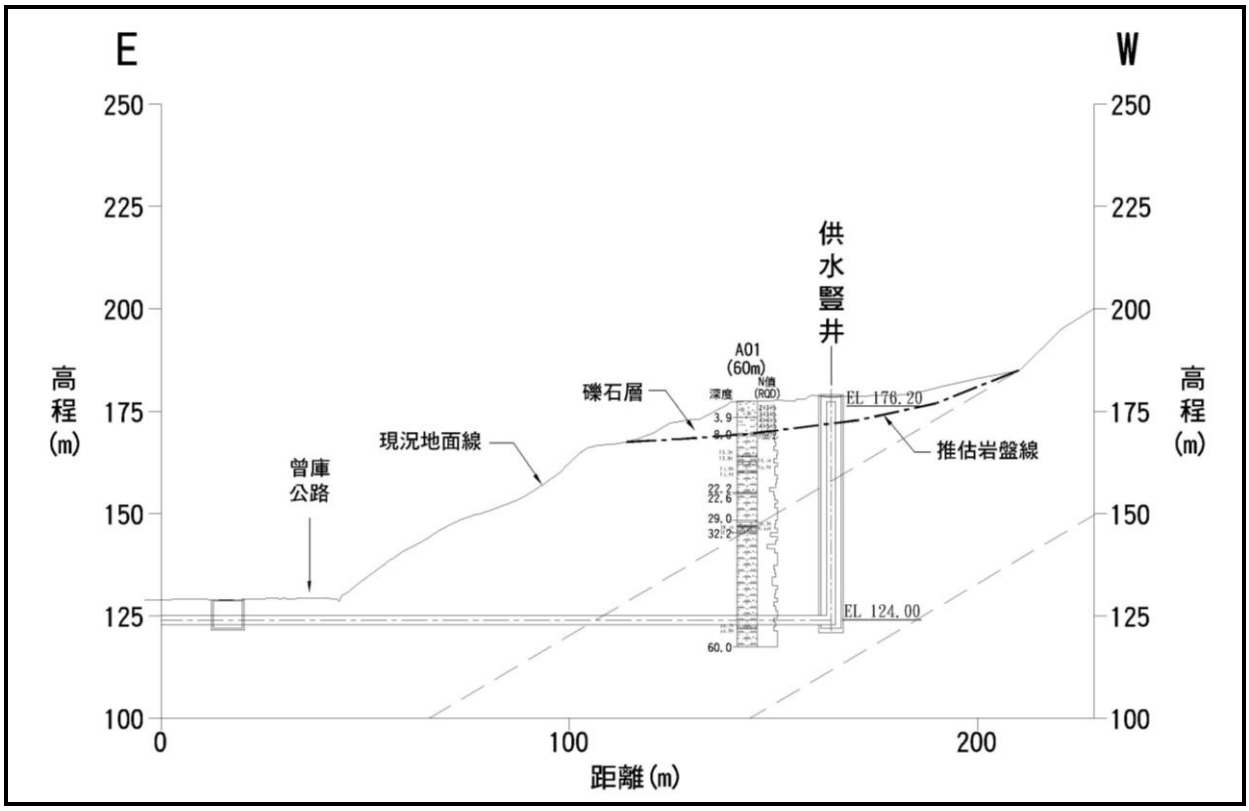


圖 2.5-3　本工程供水豎井邊坡地質剖面圖

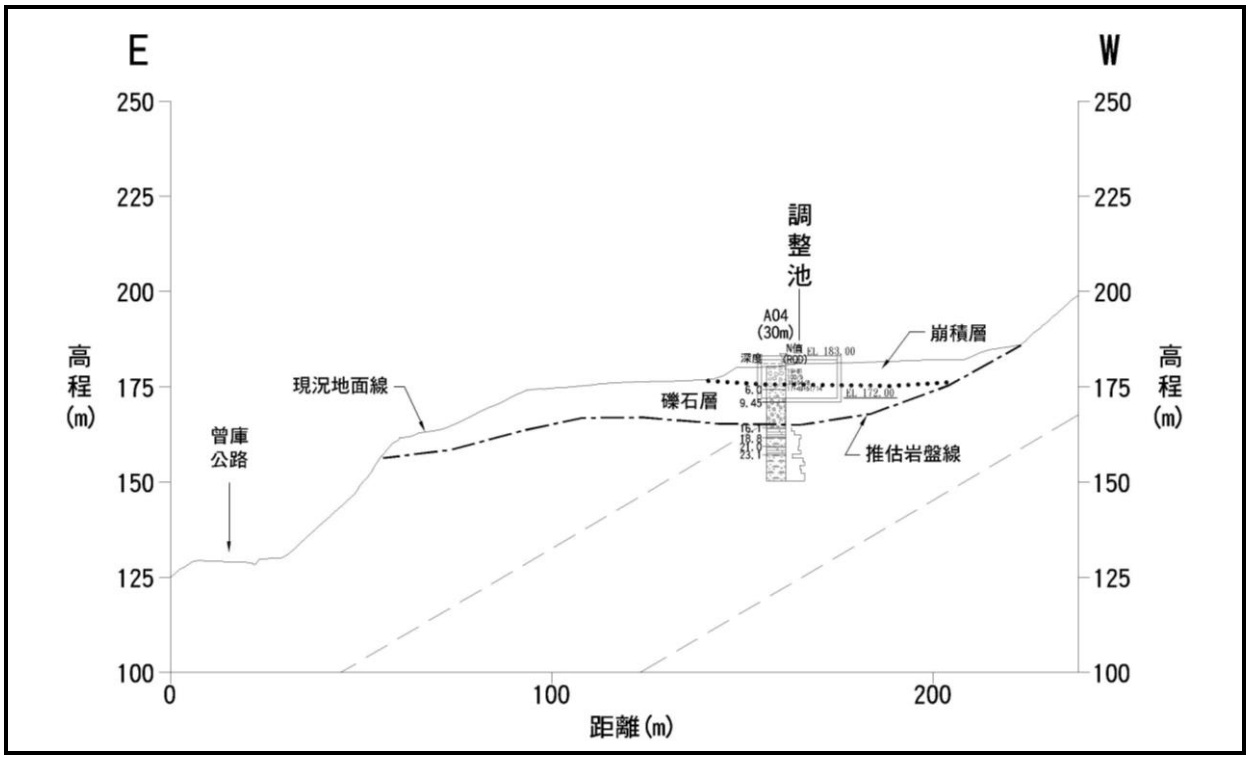


圖 2.5-4　本工程調整池邊坡地質剖面圖

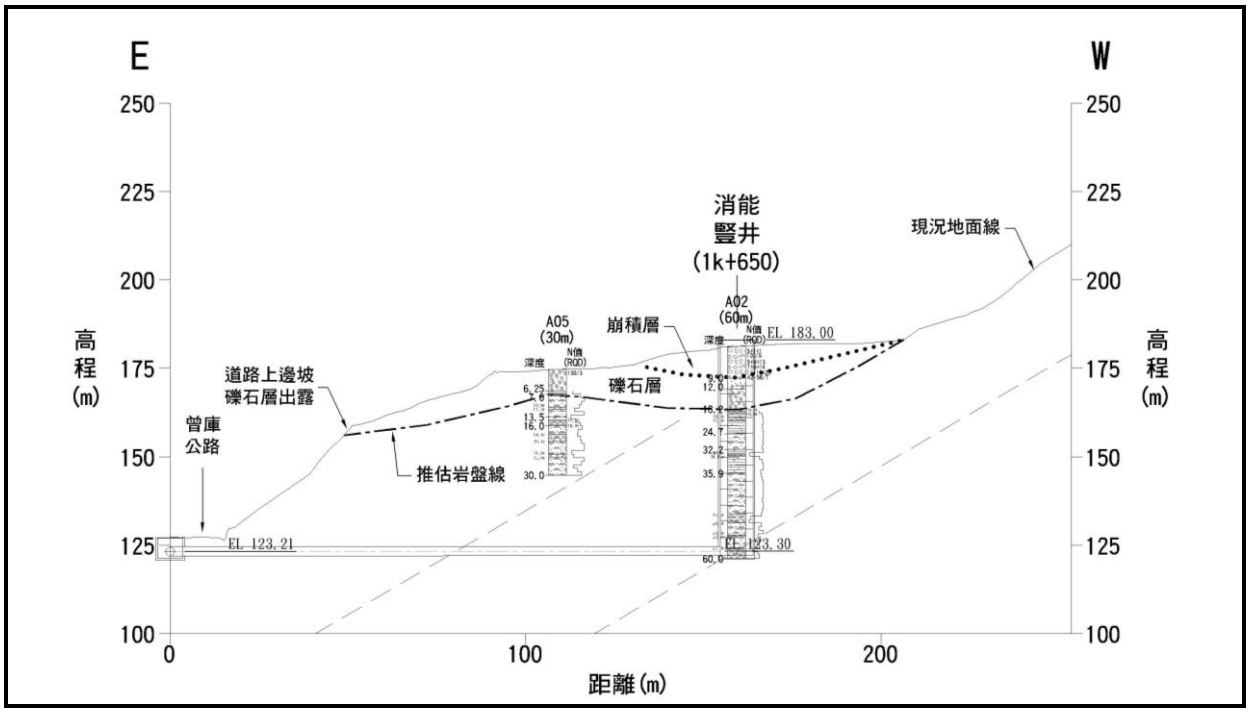


圖 2.5-5　本工程消能豎井邊坡地質剖面圖

2.6 既有管線調查

一、既有管線調查範圍及成果

本計畫曾於民國 95 年完成管線調查，於民國 98 年完成管線調查總長度為 1,227m，概要說明調查成果如下。

(一) 民國 95 年調查成果

民國 95 年管線調查透地雷達探測範圍為曾文水庫至北寮地區公路段，總長度為 18,310m。探測成果顯示，路線範圍之地下管線主要為電信(配管及幹管)管線、自來水管線以及橫交管涵。自來水管線屬於金屬材質，一般埋設深度大約在 2m 之內，解析效果最佳；電信管線大多屬於群管形式，群管中大多使用 3～4 支 PVC 管線，其餘預留管則空置待未來線路擴增之用，深度約 1m；橫交管涵多為 RC 強固結構，埋設之鋼筋會對深層資料形成屏蔽效果，對於管涵頂部的解析較為明確，但難以確認管涵底部的深度。

(二) 民國 98 年調查成果

民國 98 年管線調查透地雷達探測範圍為曾文四號橋至曾文二號橋之曾庫公路段及鏡面水庫附近之公路段，總長度為 1,227m。依現

地勘察、現地人孔分布及透地雷達成果，曾文四號橋起點至曾文三號橋，除曾文四號橋北邊及曾文三號橋旁管線較複雜外，管線大多分布於道路兩側(靠近水溝)；曾文三號橋至曾庫公路靠近南水局處，除曾庫公路靠近南水局處管線較複雜外，其他區域管線大致分布於道路中央及道路兩側；曾庫公路靠近南水局處至曾庫公路靠近曾文活動中心處，此區管線較多且密集；鏡面水庫附近除台 3 線管較多且密集，其他區域管線大多分布於道路兩側(靠近水溝)。

二、本次補充管線調查範圍及成果

本計畫調查成果已於民國 107 年 3 月 27 日提送補充地質調查成果報告定稿本，成果摘述如后。

本計畫調查作業使用透地雷達主機為 SIR- 3000，搭配 400MHz 之天線，依每公里施作長度 200m 為原則，共計施作 97 條測線，測線方向均由東往西，完成總長度為 2,118m，總探勘距離約 10.59km，各測線位置如圖 2.6-1。

圖 2.6-1　透地雷達測線位置圖(1/7)

圖 2.6-1　透地雷達測線位置圖(2/7)

圖 2.6-1　透地雷達測線位置圖(3/7)

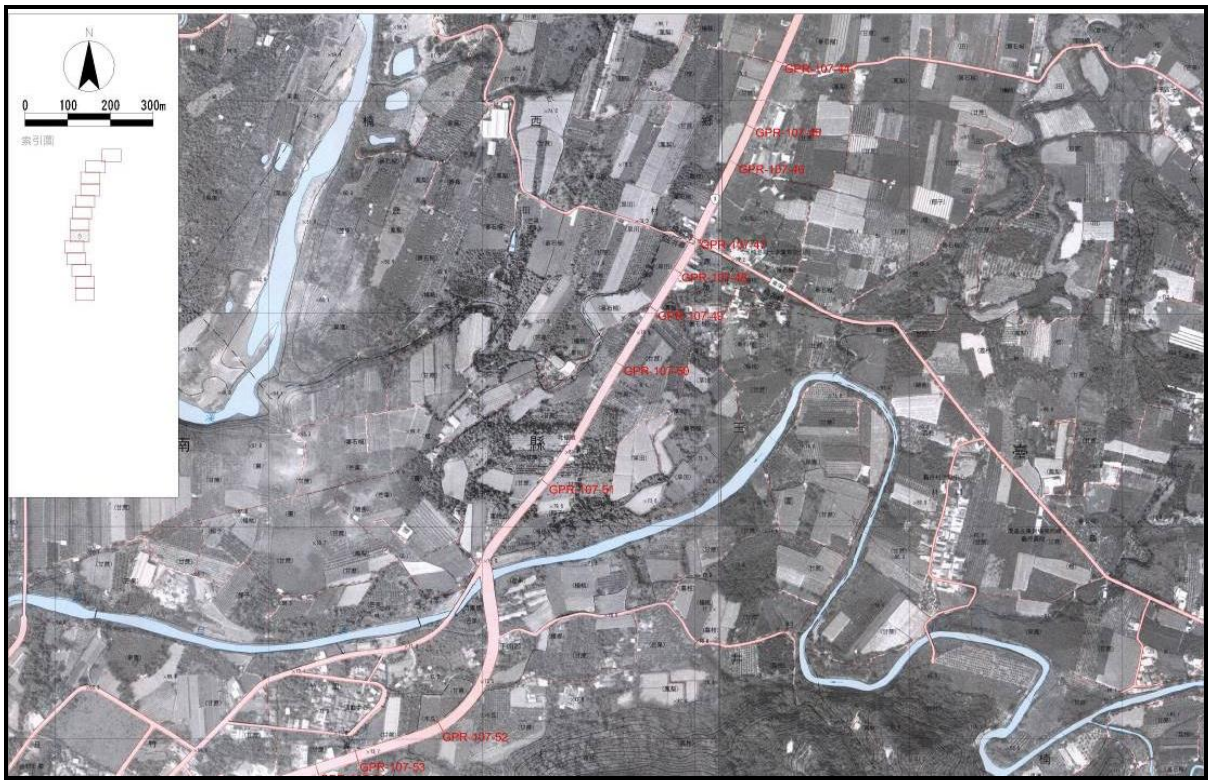


圖 2.6-1　透地雷達測線位置圖(4/7)

圖 2.6-1　透地雷達測線位置圖(5/7)

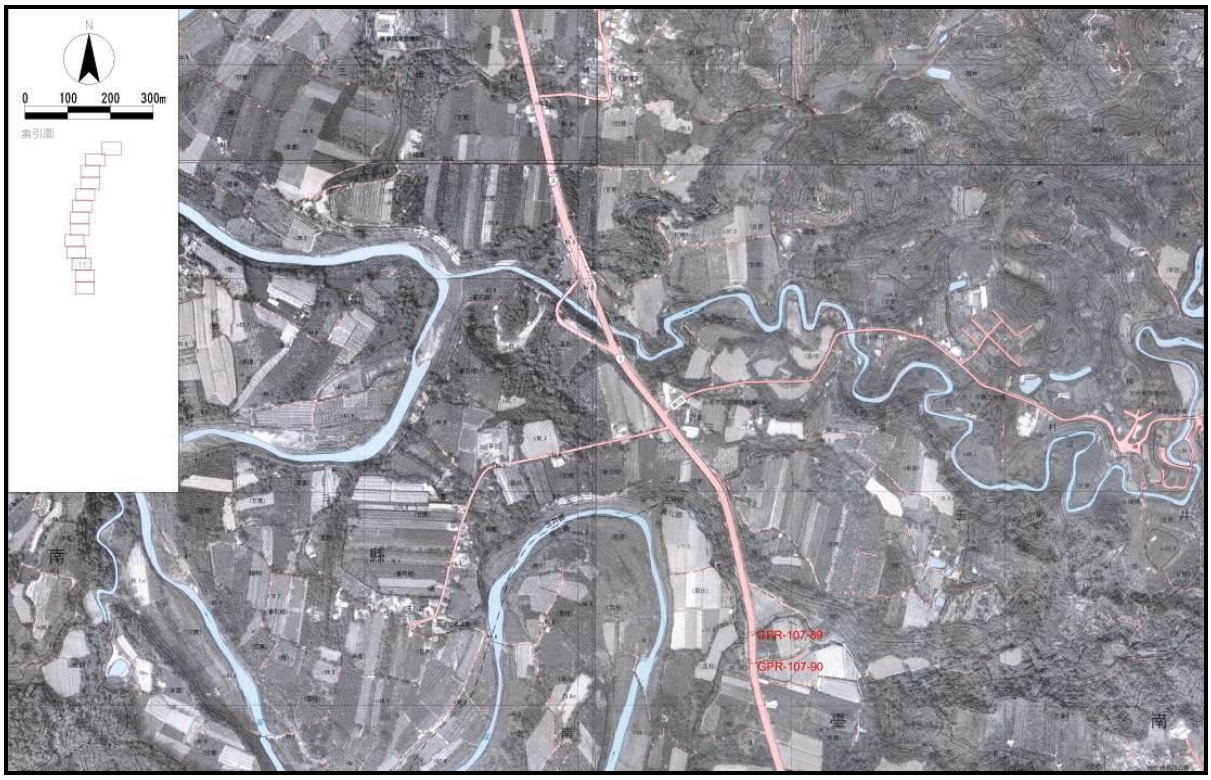


圖 2.6-1　透地雷達測線位置圖(6/7)

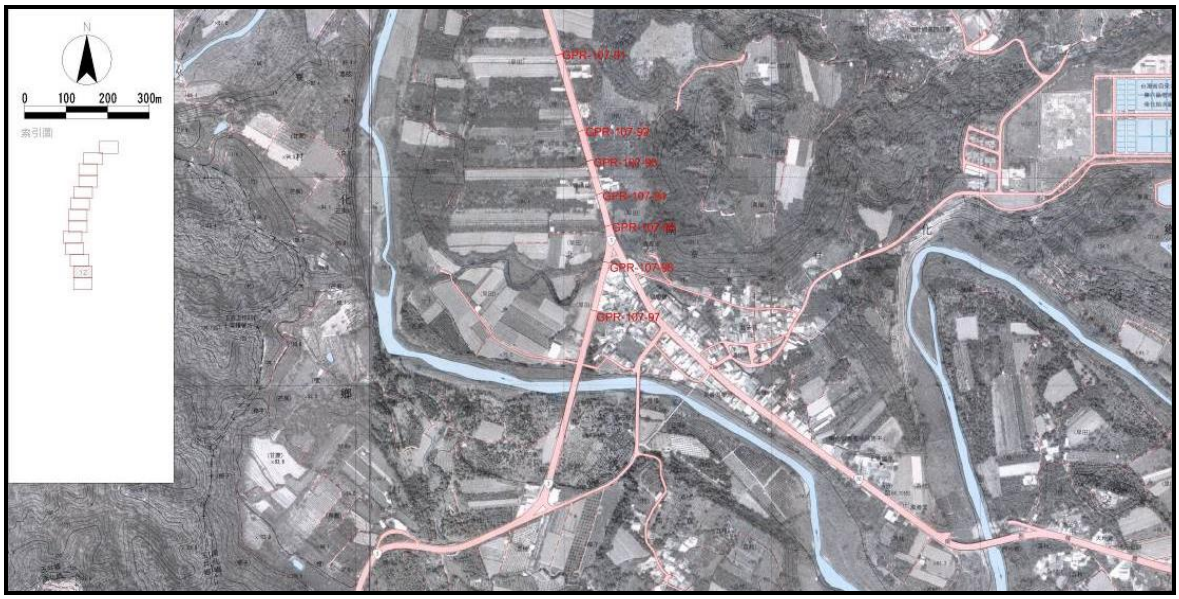


圖 2.6-1　透地雷達測線位置圖(7/7)

本計畫於民國 106 年補充管線調查工作範圍分為三段：(1)174 市道段：於 174 市道自曾文一號橋南側約 200m 處開始至台 3 線與中興路交叉口；(2)台 3 線北段：自台 3 線與中興路交叉口至玉井市區台 3 線與大成路南側交叉口往南約 400m 處為止;(3)台 3 線南段則自南 178 路口南側 100m 處開始至新北寮橋前為止。各段調查成果彙整如表 2.6-1。

另外建議於工程發包時，於施工計畫書中明訂探管工作，並載明不明管線之處理方式。

表 2.6-1　各分區管線概述表

分區	管線名稱	管線特性
174 市道段(自曾文一號橋南側約 200m 處開始至台 3 線與中興路交叉口)	自來水管線	大多分布於道路兩側下方(道路外側至水溝)，埋設深度一般在 2.5m 內。現場人孔也多位於道路外側。
	電信管線	大多分布於道路兩側下方(道路外側至水溝)，埋設深度一般在 1.5m 內。現場人孔也多位於道路外側。
	電力管線	一般分布於道路西側下方(道路外側至水溝)，埋設深度一般在 1m 內。近台 3 線與中興路交叉口時轉靠東側。現場僅發現電箱位於道路外側。
	不明管線	僅於曾文一號橋南側道路下方局部出現。
台 3 線北段(自台 3 線與中興路交叉口至台 3 線與大成路南側交叉口往南約 400m 處為止)	自來水管線	大多分布於道路兩側下方(道路外線車道至人行道)，埋設深度一般在 2.5m 內。與現場人孔位置大致相符。現場人孔也多位於道路外線車道至人行道間。
	電信管線	大多分布於道路兩側下方(道路外線至人行道)，埋設深度一般在 1.5m 內。現場人孔也多位於道路外線車道至人行道間。
	電力管線	僅台 3 線與中興路交叉口附近道路下方出現(埋設深度一般在 1m 內)。
	交通號誌管線	在台 3 線竹圍橋起至台 3 線與大成路南側交叉口往南處道路下方全段出現(靠道路中線分隔島處，埋設深度一般在 1m 內)。與現地資料相符。
	雨水下水道	楠西地區：箱涵於台 3 線與茄拔路交叉口橫跨台 3 線 玉井地區：台 3 線大成路北側交叉口往南分別沿台 3 線及大成路通過，台 3 線部分至中正路交叉口繼續前進並超過探測範圍，大成路部分則至忠孝街(位置大致靠道路下方中央，埋設深度一般在 2m 以下)。現場人孔也多位於道路中央。
	不明管線	本路段道路下方多有出現(位置不定)。
台 3 線南段(自南 178 路口南側 100m 處開始至新北寮橋前為止)	自來水管線	大多分布於道路兩側下方(道路外側至水溝)，埋設深度一般在 2.0m 內。與現場人孔位置大致相符。
	電信管線	大多分布於道路兩側下方(道路外側至水溝)，埋設深度一般在 1.0m 內。與現場人孔位置大致相符。
	不明管線	本路段道路下方局部出現(位置不定)。

2.7 環境背景監測調查

本計畫主要監測類別為空氣品質、噪音振動、河川水質、地下水質、土壤、交通流量、陸域生態、水域生態、文化遺址及古蹟調查、景觀遊憩等。物化類別調查作業委託行政院環境保護署認可之檢測機構進行檢測；生態、文化及景觀遊憩調查委託專門調查公司進行。各調查項目類別之監測項目頻率及地點如表 2.7-1 所示，調查位置如圖 2.7-1 所示。

一、空氣品質

(一) 監測位置

1. 曾文二號橋收費站
2. 楠西(7-11 楠西門市附近)
3. 玉井(台 3 線與大成路附近)
4. 北寮(北寮加油站附近)
5. 剩餘土方運輸路線 1 處(台 20 線與台 84 線交界近玉井工商)

(二) 調查項目

監測項目包括風速、風向、氣溫、相對濕度、落塵量、總懸浮微粒(TSP)、細懸浮微粒(PM_{10}、$PM_{2.5}$)、二氧化硫(SO_2)、一氧化氮(NO)、二氧化氮(NO_2)、一氧化碳(CO)、臭氧(O_3)、鉛(Pb)等。

(三) 調查成果

計畫沿線測值皆符合空氣品質標準。

二、噪音振動(含低頻噪音)

(一) 監測位置

1. 曾文二號橋收費站
2. 楠西(7-11 楠西門市附近)
3. 玉井(台 3 線與大成路附近)
4. 北寮(北寮加油站附近)
5. 剩餘土方運輸路線 1 處(台 20 線與台 84 線交界近玉井工商)

表 2.7-1　環境背景監測調查成果表

項目	調查項目	調查結果
空氣品質	風速、風向、氣溫、相對濕度、落塵量、總懸浮微粒(TSP)、細懸浮微粒(PM10、PM2.5)、二氧化硫(SO2)、一氧化氮(NO)、二氧化氮(NO2)、一氧化碳(CO)、臭氧(O3)、鉛(Pb)	計畫沿線測值皆符合空氣品質標準
噪音振動	噪音(Lmax、Leq、Lx、L 日、L 晚、L 夜)、振動(L_{vmax}、L_{veq}、L_{v10}、$L_{v日}$、$L_{v夜}$)及低頻噪音：$L_{日,LF}$、$L_{晚,LF}$、$L_{夜,LF}$、$L_{dn,LF}$	1.各噪音背景值與環境噪音管制標準比較，各地區均符合第 2 類管制區內緊鄰 8m 以上之道路噪音管制標準。 2.各測站之日間及夜間振動值皆符合參考之「日本振動規制法」第 1 種區域振動基準值。 3.低頻噪音背景值除曾文二號橋及玉井 L 晚符合營建工程第二類噪音管制標準外，其餘皆超出管制標準，研判原因為人為活動干擾影響。
河川水質	流量、流速、水位、水溫、pH 值、溶氧(DO)、生化需氧量(BOD)、化學需氧量(COD)、懸浮固體(SS)、比導電度、硝酸鹽氮、氨氮、總磷、大腸桿菌群、重金屬(銅、汞、鉛、鋅、鎘、鎳、鉻、砷)	計畫區域附近河段以 RPI 值來判斷，呈現未(稍)受污染等級。
地下水質	水位、水溫、pH 值、化需氧量(BOD)、化學需氧量(COD)、懸浮固體(SS)、比導電度、硫酸鹽、硝酸鹽、氨氮、氯鹽、鐵、錳、大腸桿菌群、重金屬(銅、汞、鉛、鋅、鎘、鎳、鉻、砷)、總有機碳	監測值皆符合第二類地下水污染監測標準值，無受到污染之情形。
土壤重金屬	表土及裏土之 pH 值、銅(Cu)、汞(Hg)、鉛(Pb)、鋅(Zn)、砷(As)、鎘(Cd)、鎳(Ni)、鉻(Cr)含量	各項重金屬含量均低於土壤污染監測標準及土壤污染管制標準，無受到污染之情形。
交通流量	車輛類型及數目、道路現況說明、道路服務水準	假日各路段交通量介於 132～8,428PCU/日；平日交通量介於 123～6,809.5PCU/日。車種組成以小型車居多，機車次之。
陸域生態	植物生態及動物生態(鳥類、哺乳、蝴蝶、兩生、爬蟲類)	植物 1.環保署《植物生態評估技術規範》稀特有植物：牛樟" 2.《台灣維管束植物紅皮書初評名錄》受脅種類：蘭嶼羅漢松、竹柏、大葉羅漢松、菲島福木、牛樟、光葉魚藤、水茄苳、蒲葵、台東漆樹、土肉桂動物 1.第二級保育類：鳳頭蒼鷹、大冠鷲、黃嘴角鴞、領角鴞、台灣畫眉、台灣野山羊 2.第三級保育類：白尾鴝、紅尾伯勞、臺灣山羌
水域生態	魚類、蝦蟹螺貝、浮游植物、附著性藻類、浮游動物、水生昆蟲、蜻蛉目成蟲	1.魚類-(1)臺灣特有種：粗首鱲、台灣馬口魚及斑帶吻鰕虎；(2)外來種：吳郭魚及高體四鬚鮀 2.蝦蟹螺貝類-(1)優勢種：日本沼蝦；(2)臺灣特有種：黃綠澤蟹及拉氏清溪蟹 3.水生昆蟲-(1)優勢種：紋石蛾；(2)臺灣特有種：短腹幽蟌 4.浮游植物：布紋藻 5.浮游動物：四膜蟲 6.附著性藻類：分散菱形藻
文化遺址及古蹟調查	1.古蹟、遺址、古物、歷史建築、聚落、文化景觀、民俗及有關文物、特殊建築物(含歷史性、紀念性建築物)、紀念物、其他具有保存價值之建築物暨其周邊景物。 2.水下文化資產文獻蒐集(水域範圍）。	1.歷史建築物：楠西龜丹石造土地公廟、鹿陶洋江家宗祠 2.聚落：鹿陶洋江家聚落 3.無形文化資產：楠西宋江陣
景觀遊憩	娛樂觀光設施、地形景觀、地理景觀、自然現象景觀、生態景觀、人文景觀及視覺景觀、遊憩現況分析及現有觀景點	1.除玉井及楠西聚落多為人為建物景觀外，其他地區環境組成元素較為自然單純，景觀美質良好 2.計畫鄰近主要遊憩系統：烏山頭遊憩系統、關子嶺遊憩系統、虎頭埤遊憩系統、曾文遊憩系統

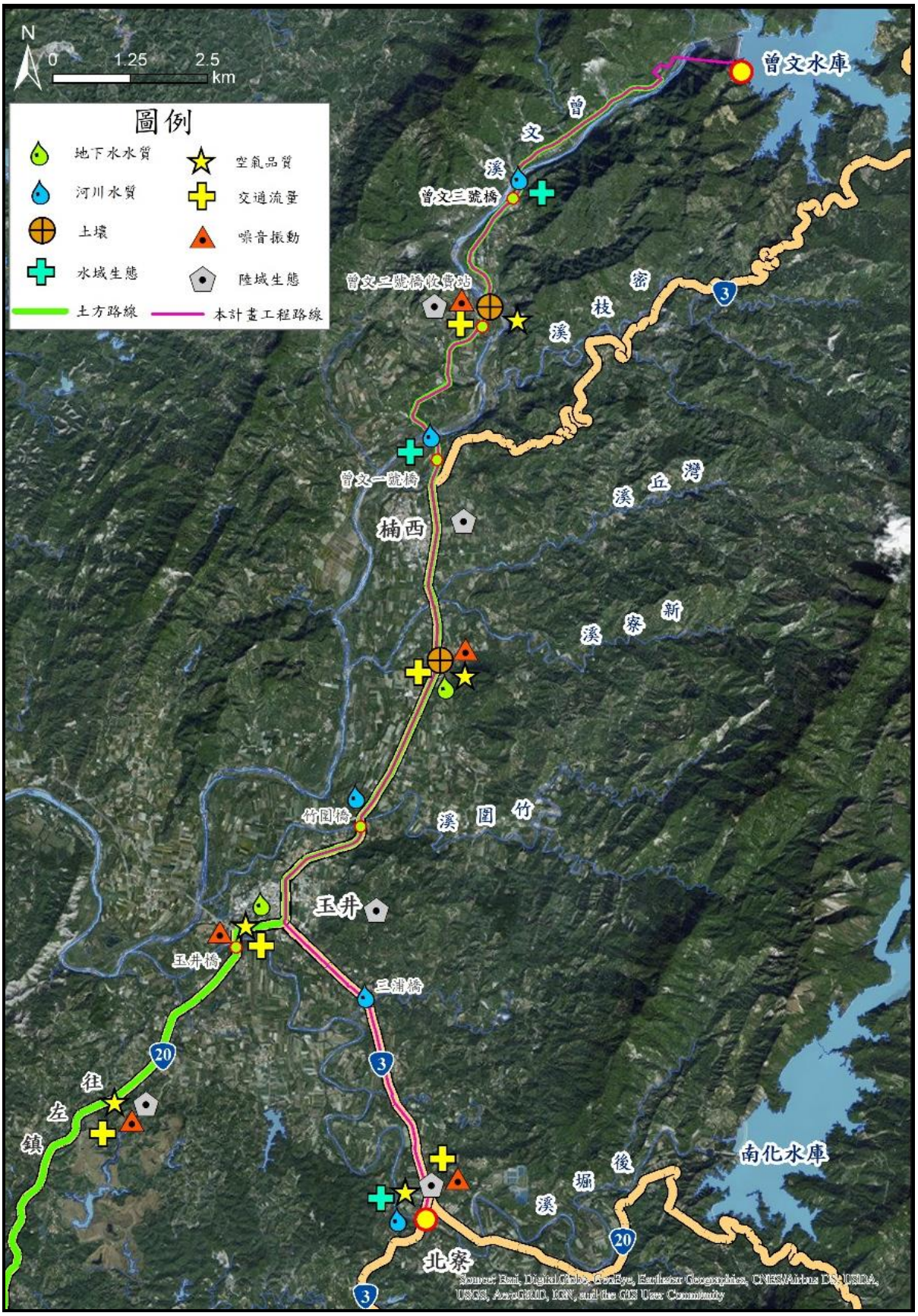


圖 2.7-1　環境背景監測調查位置

(二) 調查項目

監測項目包括噪音(Lmax、Leq、Lx、L 日、L 晚、L 夜)、振動(L_{vmax}、L_{veq}、L_{v10}、$L_{v日}$、$L_{v夜}$)及低頻噪音：$L_{日,LF}$、$L_{晚,LF}$、$L_{夜,LF}$、$L_{dn,LF}$ 等。

(三) 調查成果

本計畫開發場址座落位置及鄰近地區均劃設為第 2 類噪音管制區。目前各噪音背景值與環境噪音管制標準比較，各地區均符合第 2 類管制區內緊鄰 8m 以上之道路噪音管制標準。另我國振動管制法規尚屬草案階段，故有關環境振動管制法規乃參酌日本「振動規制法」之規定，作為本計畫背景振動評估基準，各測站之日間及夜間振動值皆符合參考之「日本振動規制法」第 1 種區域振動基準值。低頻噪音背景值除曾文二號橋及玉井 $L_{晚}$ 符合營建工程第二類噪音管制標準外，其餘皆超出管制標準，研判原因為人為活動干擾影響。

三、河川水質

(一) 監測位置

1. 曾文三號橋
2. 曾文一號橋
3. 竹圍橋
4. 三埔橋(合約指定之玉井橋點位依工程方案路線移至三埔橋)
5. 台三線新北寮橋

(二) 調查項目

監測項目包括流量、流速、水位、水溫、pH 值、溶氧(DO)、生化需氧量(BOD)、化學需氧量(COD)、懸浮固體(SS)、比導電度、硝酸鹽氮、氨氮、總磷、大腸桿菌群、重金屬(銅、汞、鉛、鋅、鎘、鎳、鉻、砷)等。

(三) 調查成果

調查結果顯示，計畫區域附近河段以 RPI 值來判斷，呈現未(稍)受污染等級。

四、地下水質

(一) 監測位置

本計畫監測站位置規劃於玉井區及楠西區合適之地下水源共兩處地點進行調查。

(二) 調查項目

監測項目包括水位、水溫、pH 值、化需氧量(BOD)、化學需氧量(COD)、懸浮固體(SS)、比導電度、硫酸鹽、硝酸鹽、氨氮、氯鹽、鐵、錳、大腸桿菌群、重金屬(銅、汞、鉛、鋅、鎘、鎳、鉻、砷)、總有機碳。

(三) 調查成果

監測值皆符合第二類地下水污染監測標準值，無受到污染之情形。

五、土壤重金屬

(一) 監測位置

本計畫監測站位置規劃於計畫範圍內一處(曾文溪二號橋)及剩餘土方運輸路線一處(楠西往玉井台 3 線中間)共兩處地點。

(二)調查項目

監測項目包括表土及裏土之 pH 值、銅(Cu)、汞(Hg)、鉛(Pb)、鋅(Zn)、砷(As)、鎘(Cd)、鎳(Ni)、鉻(Cr)含量。

(三) 調查成果

檢測結果顯示，各項重金屬含量均低於土壤污染監測標準及土壤污染管制標準，無受到污染之情形。

六、交通流量

(一) 監測位置

1. 曾文二號橋
2. 楠西(7-11 楠西門市附近)
3. 玉井(台 3 線與大成路附近)
4. 北寮(北寮加油站附近)
5. 剩餘土方運輸路線 1 處(台 20 線與台 84 線交界近玉井工商)

(二) 調查項目

監測項目包括車輛類型及數目、道路現況說明、道路服務水準等。

(三) 調查成果

假日各路段交通量介於 132～8,428PCU/日；平日交通量介於 123～6,809.5PCU/日。車種組成以小型車居多，機車次之。

七、陸域生態

(一) 監測位置

1. 曾文溪二號橋
2. 楠西
3. 玉井
4. 北寮
5. 剩餘土方運輸路線一處(台 20 與台 84 交界處附近)

(二) 調查項目

監測項目包括植物生態及動物生態(鳥類、哺乳、蝴蝶、兩生、爬蟲類)。

(三) 調查成果

計畫路線調查範圍內發現 1 種環保署《植物生態評估技術規範》中訂定為稀特有植物"牛樟"，屬於《台灣維管束植物紅皮書初評名錄》訂定之受脅種類共發現 10 種(蘭嶼羅漢松、竹柏、大葉羅漢松、菲島福木、牛樟、光葉魚藤、水茄苳、蒲葵、台東漆樹、土肉桂)，未發現符合《臺南市珍貴樹木保護自治條例》之珍貴樹木，因計畫路線位於既有道路下，已遠離上述稀特有植物，本計畫開發不會影響當地稀特有種植物族群。

動物物種記錄珍貴稀有之第二級保育類 6 種(鳳頭蒼鷹、大冠鷲、黃嘴角鴞、領角鴞、台灣畫眉、台灣野山羊)及其他應予保育之第三級保育類 3 種(白尾鴝、紅尾伯勞、臺灣山羌)。

八、水域生態

(一) 監測位置

1. 曾文三號橋

2. 曾文一號橋

3. 台三線新北寮橋

(二) 調查項目

監測項目包括魚類、蝦蟹螺貝、浮游植物、附著性藻類、浮游動物、水生昆蟲、蜻蛉目成蟲等。

(三) 調查成果

水域調查結果，魚類發現 3 種臺灣特有種(粗首鱲、台灣馬口魚及斑帶吻鰕虎)，2 種外來種(吳郭魚及高體四鬚鮕)。蝦蟹螺貝類以日本沼蝦為優勢種，黃綠澤蟹及拉氏清溪蟹為臺灣特有種。水生昆蟲以紋石蛾為優勢種。蜻蛉目成蟲發現 1 種臺灣特有種(短腹幽蟌)。浮游植物以布紋藻為優勢種；浮游動物則以四膜蟲數量最多。附著性藻類優勢種為分散菱形藻。因本計畫非於天然河道新增設施抽引水或增加天然河道引水量，不影響下游既有天然河道及其環境生態。

九、文化遺址及古蹟調查

(一) 監測位置

包含本計畫範圍內之計畫路線及其沿線地區(附近 500m 範圍內)。

(二) 調查項目

1. 古蹟、遺址、古物、歷史建築、聚落、文化景觀、民俗及有關文物、特殊建築物(含歷史性、紀念性建築物)、紀念物、其他具有保存價值之建築物暨其周邊景物。

2. 水下文化資產文獻蒐集(水域範圍）。

(三) 調查成果

檢視歷史文獻的記載與實地調查的結果，在本計畫路線周遭五百 m 範圍內有 2 處歷史建築物(楠西龜丹石造土地公廟、鹿陶洋江家宗祠)、1 處聚落(鹿陶洋江家聚落)、1 項無形文化資產(楠西宋江陣)，雖不至於直接受工程的衝擊，但施工過程中應注意避免造成衝擊。

十、景觀遊憩

(一) 監測位置

包含計畫路線範圍及影響範圍地區。

(二) 調查項目

監測項目包括現有娛樂觀光設施、地形景觀、地理景觀、自然現象景觀、生態景觀、人文景觀及視覺景觀、遊憩現況分析及現有觀景點等。

(三) 調查成果

計畫路線周邊景觀主要為聚落、河川、農田、水庫及山地丘陵等，除玉井及楠西聚落多為人為建物景觀外，其他地區環境組成元素較為自然單純，景觀美質良好。另在計畫鄰近主要遊憩系統有烏山頭遊憩系統、關子嶺遊憩系統、虎頭埤遊憩系統、曾文遊憩系統等 4 種。

十一、小結

藉由執行適當的環境監測，以瞭解本路段開發過程中對附近環境之影響程度，掌握開發過程中各環境品質變化，以符合相關環保規定，避免因本計畫開發使環境逾越相關環境品質標準。其監測結果亦可作為其他類似開發案之參考，以利後續開發案推動順遂。為保障當地居民之權益及對生態之影響，建議持續進行自主監測

第三章　用地取得情形及相關法令分析

3.1 用地取得情形

一、用地劃設原則

本計畫用地範圍為聯通管線及其相關閥件設施可能佔用非道路用地或需要進行用地變更之範圍。本聯通管路主要功能為亢旱或救急之「備援輸水設施」，為降低既有水源設施無法供水風險，促進區域水資源調度運用能力，其設置有其必要性，並考量公益性，用地劃設以公有地為優先，惟因工程因素無法使用公有地時，方考量私有地，且私有地之劃設以最小化或不產生畸零地為原則，降低影響地主權益。

二、用地調查

本計畫用地範圍彙整如表 3.1-1 及圖 3.1-1~3.1-13 所示。調查結果位於本計畫用地範圍內共有 93 筆土地，包含公有地 35 筆，本計畫用地範圍面積約 45,770 平方公尺；私有地 38 筆，本計畫用地範圍面積 7,023 平方公尺；未登錄地 20 筆，本計畫用地範圍面積 2,946 平方公尺。

三、用地取得

(一) 公有地及未登錄地

本計畫用地範圍共涉及 35 筆公有土地，其中位於木瓜園台地 6 筆，用地範圍面積 36,638 平方公尺，管理機關為南區水資源局，無需辦理用地取得；另 29 筆土地管理機關分別為國產署、玉井區公所及公路總局，用地範圍面積約 9,132 平方公尺，需辦理撥用取得。此外尚有未登錄地 20 筆，用地範圍面積約 2,946 平方公尺，擬視情況需要辦理。撥用作業流程如圖 3.1-14 所示。

(二) 私有地

本計畫用地範圍共涉及 38 筆私有地，用地範圍面積約 7,023 平方公尺，需辦理協議價購或徵收取得。徵收/價購及辦理公聽會之作業流程如圖 3.1-15 及 3.1-16 所示。

表 3.1-1　用地調查情形表(1/2)

用地位置	鄉鎮市區	段	地號	土地面積 (m²)	公私有地	本計畫用地面積 (m²)	使用分區及使用地類別	都市計畫
木瓜園台地	東山區	下南勢段	949-6	24605	公有	24605	旅館區	
	東山區	下南勢段	949-2	1672	公有	1672	停車場用地	
	東山區	下南勢段	949-4	4681	公有	4681	公園用地	
	東山區	下南勢段	949-1	4081	公有	4081	公園用地	
	東山區	下南勢段	946-22	179	公有	179	公園用地	
	東山區	下南勢段	949-3	1420	公有	1420	道路用地	
曾文一號橋北	楠西區	芊菜宅段	131-5	1634	公有	221	綠地	曾文水庫特定區計畫
	楠西區	芊菜宅段	131-9	1030	公有	221	農業區	
	楠西區	芊菜宅段	17-25	246	公有	19	農業區	
曾文一號橋南	楠西區	楠西段	1-13	5184	公有	506	農業區	
	楠西區	楠西段	1-22	425	公有	388	綠地	
	楠西區	楠西段	1-5	468	私有	468	農業區	
楠西橋南	楠西區	新鹿田段	11	9435	公有	132	一般農業區農牧用地	
	楠西區	新鹿田段	10	107	公有	107		
	楠西區	新鹿田段	29	246	公有	34		
	楠西區	新鹿田段	28	157	私有	30	一般農業區交通用地	
	楠西區	新鹿田段	27	289	私有	12	一般農業區農牧用地	
竹圍橋北	玉井區	玄天段	148	2814	公有	85		
	玉井區	玄天段	152	2335	私有	329	一般農業區農牧用地	
竹圍橋南	玉井區	佛聖段	102	663	私有	101	一般農業區農牧用地	
	玉井區	佛聖段	107	711	私有	74	農業區	玉井都市計畫
	玉井區	佛聖段	103	7091	私有	134	農業區	
高陵橋	玉井區	沙坑段	376	2879	私有	274	山坡地保育區農牧用地	
	玉井區	沙坑段	375	2522	公有	297		
	玉井區	沙坑段	370	1234	私有	156	山坡地保育區農牧用地	
	玉井區	沙坑段	372	315	私有	144	山坡地保育區農牧用地	
沙田橋	玉井區	沙坑段	402	6174	私有	636	山坡地保育區農牧用地	
	玉井區	沙子田段	260-4	2225	私有	273	山坡地保育區農牧用地	
	玉井區	沙子田段	-	24192	未登錄	862		
三埔橋	玉井區	三埔段	252	180	私有	180	山坡地保育區農牧用地	
	玉井區	三埔段	254-7	252	私有	46	山坡地保育區農牧用地	
	玉井區	三埔段	299-2	198	私有	198	山坡地保育區農牧用地	
	玉井區	三埔段	299-17	60	公有	60	山坡地保育區農牧用地	
	玉井區	三埔段	299-9	16	公有	16	山坡地保育區交通用地	
	玉井區	三埔段	299-16	7	公有	7	山坡地保育區交通用地	
	玉井區	三埔段	299-8	54	私有	54	山坡地保育區交通用地	
	玉井區	三埔段	299-7	236	公有	236	山坡地保育區交通用地	
	玉井區	三埔段	299-11	645	公有	645	山坡地保育區交通用地	
	玉井區	三埔段	299-10	245	私有	245	山坡地保育區交通用地	
	玉井區	三埔段	299-4	274	公有	274	山坡地保育區交通用地	
	玉井區	三埔段	299-12	2190	公有	1131	山坡地保育區交通用地	
	玉井區	三埔段	448-10	650	公有	650	山坡地保育區交通用地	
	玉井區	三埔段	448-12	1494	公有	1494	山坡地保育區交通用地	
	玉井區	三埔段	448-9	281	私有	281	山坡地保育區交通用地	

表 3.1-1　用地調查情形表(2/2)

用地位置	鄉鎮市區	段	地號	土地面積(m²)	公私有地	本計畫用地面積(m²)	使用分區及使用地類別	都市計畫
三埔橋	玉井區	三埔段	448-7	238	私有	238	山坡地保育區交通用地	
	玉井區	三埔段	9301	2192	未登錄	5		
	玉井區	三埔段	9321	225	未登錄	56		
	玉井區	三埔段	9322	1850	未登錄	891		
	玉井區	三埔段	9324	3498	未登錄	333		
	玉井區	三埔段	9335	84	未登錄	84		
	玉井區	三埔段	9336	1	未登錄	1		
	玉井區	三埔段	9340	102	未登錄	102		
	玉井區	三埔段	9341	40	未登錄	40		
	玉井區	三埔段	9342	277	未登錄	22		
	玉井區	三埔段	9344	1570	未登錄	83		
	玉井區	三埔段	9346	103	未登錄	103		
	玉井區	三埔段	9347	110	未登錄	13		
	玉井區	三埔段	9349	678	未登錄	101		
	玉井區	三埔段	9351	395	未登錄	372		
	玉井區	三埔段	9353	24	未登錄	24		
	玉井區	三埔段	9354	7	未登錄	7		
	玉井區	三埔段	9386	281	未登錄	141		
四埔橋	玉井區	三埔段	426-6	73	私有	73	山坡地保育區交通用地	
	玉井區	三埔段	426-14	16683	私有	90	山坡地保育區林業用地	
	南化區	北寮段	321-3	199	私有	199	山坡地保育區交通用地	
	南化區	北寮段	321-4	85	私有	85	山坡地保育區交通用地	
	南化區	北寮段	321-5	33	私有	33	山坡地保育區交通用地	
	南化區	北寮段	321-14	18	公有	18	山坡地保育區農牧用地	
	南化區	北寮段	322-6	1098	公有	341	山坡地保育區交通用地	
	玉井區	三埔段	-	5894	未登錄	101		
新北寮橋	南化區	北寮段	252-12	3482	私有	295	山坡地保育區農牧用地	
	南化區	北寮段	252-27	269	私有	269	山坡地保育區林業用地	
	南化區	北寮段	252-8	4310	私有	898	山坡地保育區農牧用地	
	南化區	北寮段	863-19	212	公有	212	山坡地保育區農牧用地	
	南化區	北寮段	863-13	387	公有	387	山坡地保育區農牧用地	
	南化區	北寮段	863-21	226	公有	226	山坡地保育區林業用地	
	南化區	北寮段	863-23	1411	公有	1411	山坡地保育區農牧用地	
平壓管段沿線	南化區	南化段	765	180	私有	180	山坡地保育區農牧用地	
	南化區	南化段	765-2	315	私有	56	山坡地保育區交通用地	
	南化區	南化段	765-3	374	私有	56	山坡地保育區農牧用地	
	南化區	南化段	765-13	894	私有	67	山坡地保育區農牧用地	
	南化區	南化段	1606	349	公有	349	山坡地保育區林業用地	
	南化區	南化段	771	427	私有	62	山坡地保育區農牧用地	
	南化區	南化段	771-1	1610	私有	99	山坡地保育區農牧用地	
	南化區	南化段	1538-3	18	公有	18	山坡地保育區林業用地	
	南化區	南化段	772	1900	私有	129	山坡地保育區農牧用地	
	南化區	南化段	773	858	私有	326	山坡地保育區農牧用地	
	南化區	南化段	1538	22160	公有	143	山坡地保育區林業用地	
	南化區	南化段	1426-8	854	公有	60	山坡地保育區暫未編定	
	南化區	南化段	750-2	39	私有	39	山坡地保育區農牧用地	
	南化區	南化段	749	1105	私有	102	山坡地保育區農牧用地	
	南化區	南化段	748	1293	私有	92	山坡地保育區農牧用地	
	南化區	南化段	9454	158594	未登錄	64		

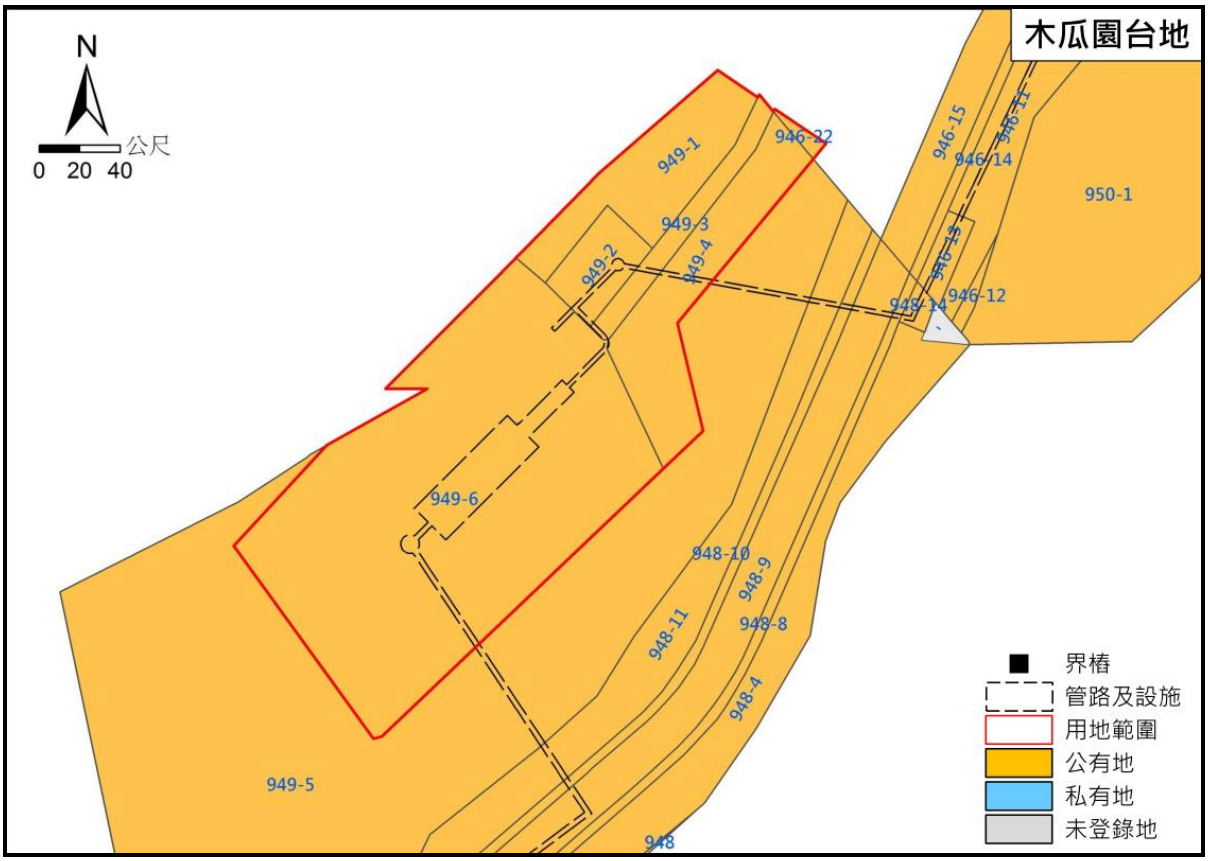


圖 3.1-1　木瓜園台地用地範圍

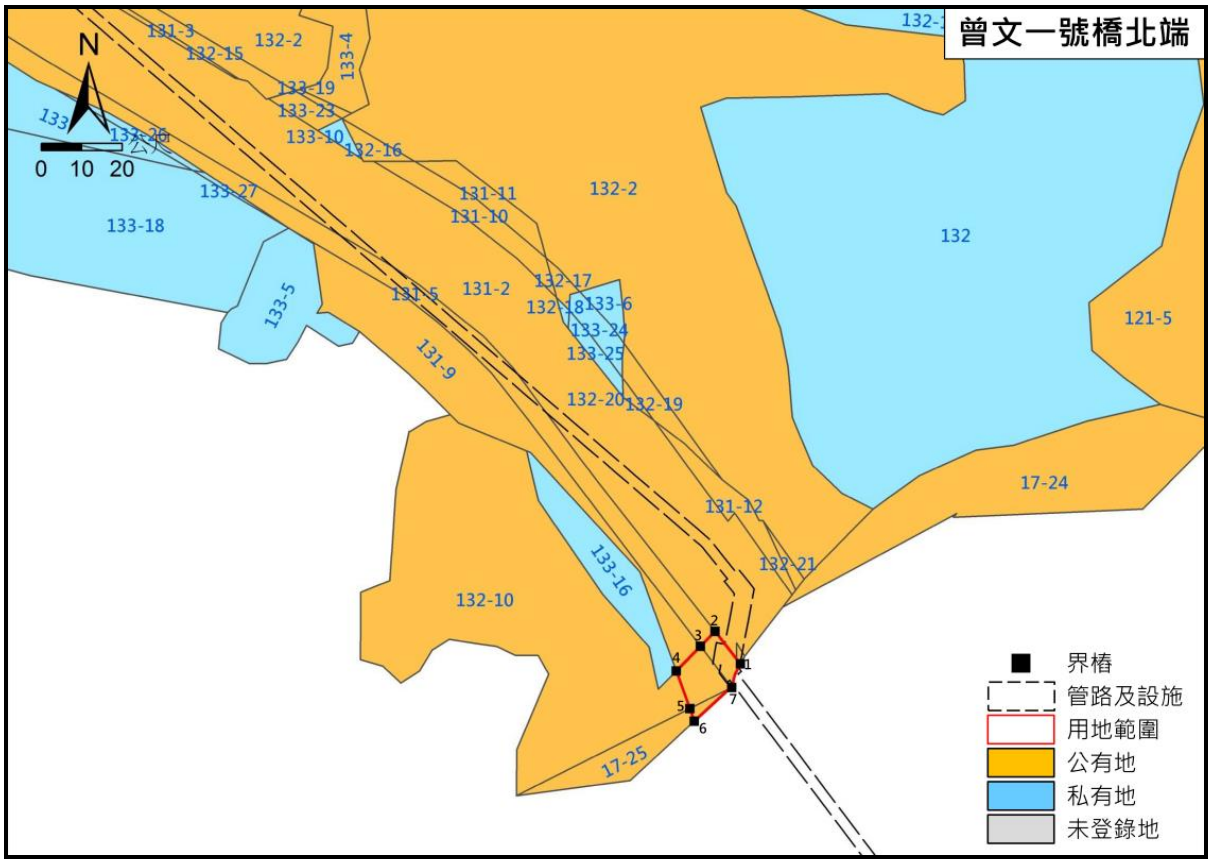


圖 3.1-2　曾文一號橋北端用地範圍

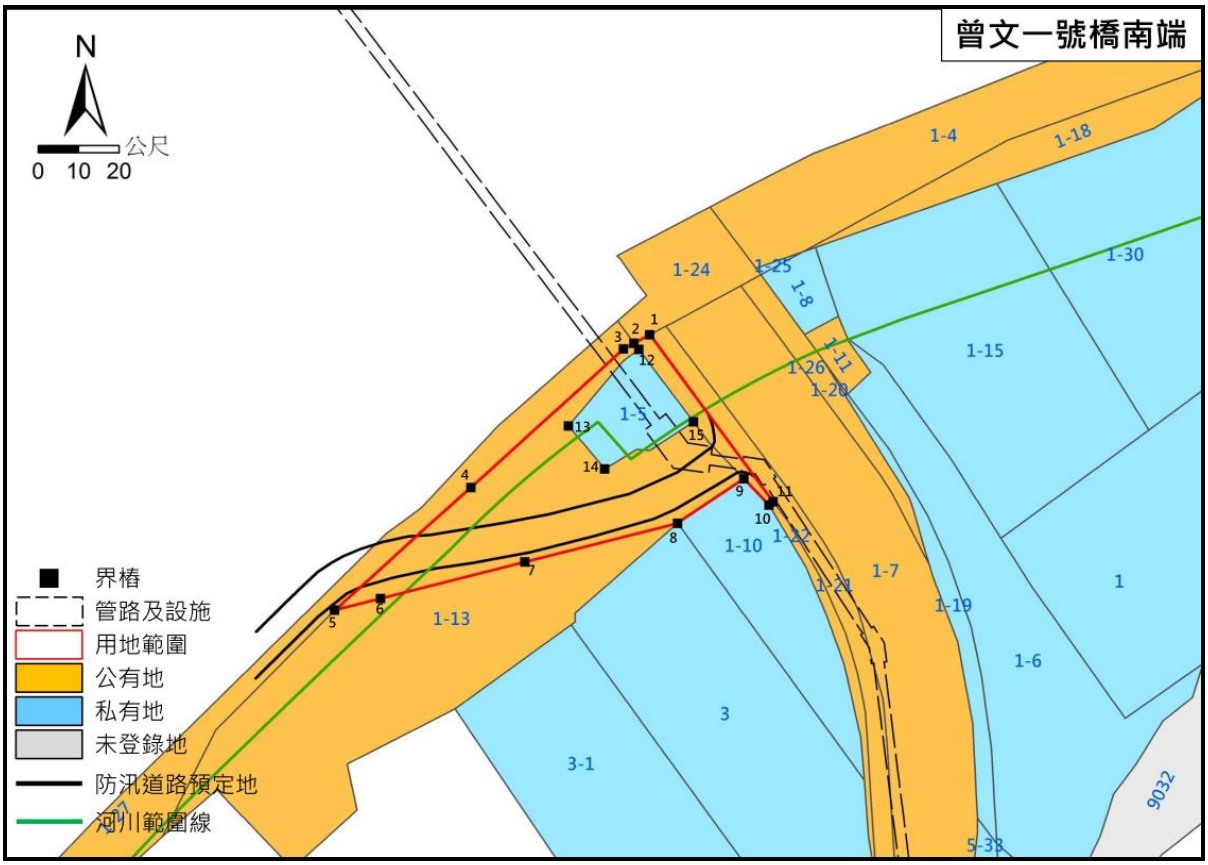


圖 3.1-3　曾文一號橋南端用地範圍

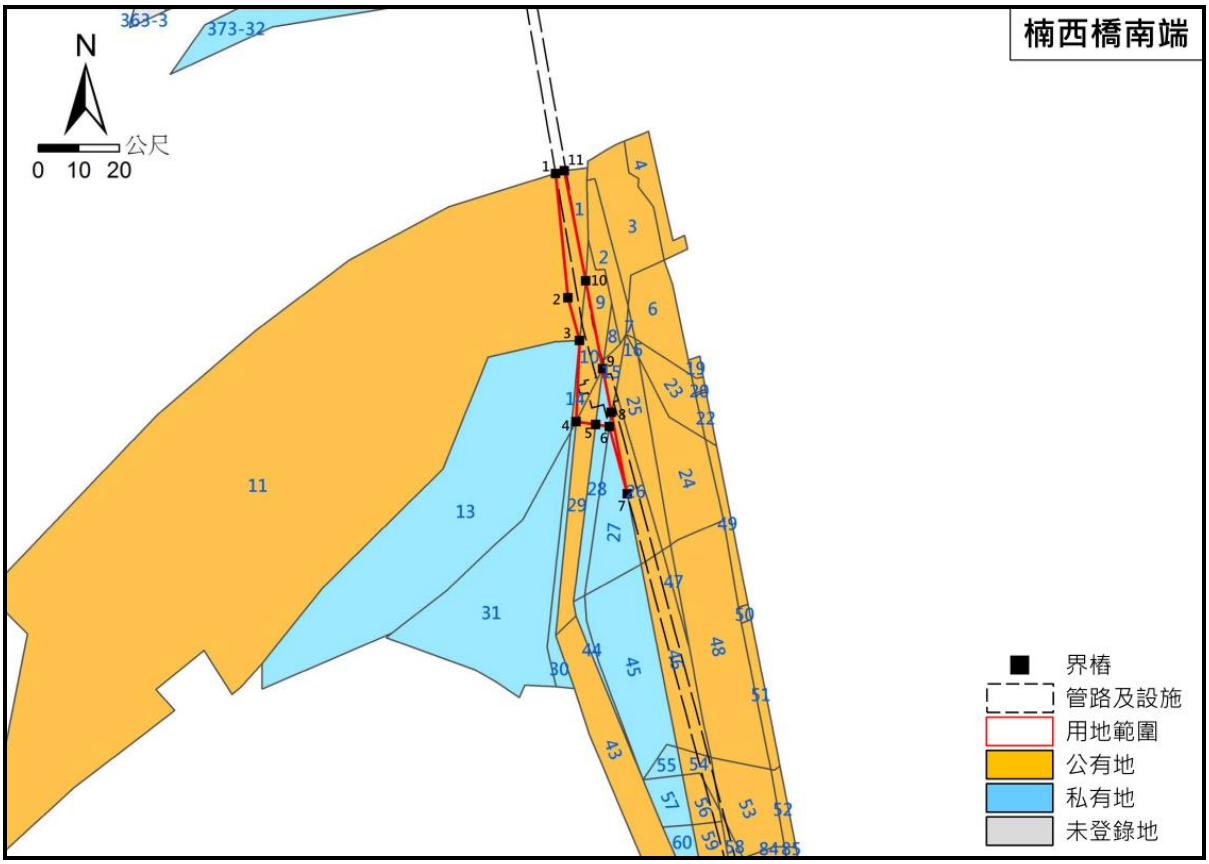


圖 3.1-4　楠西橋南端用地範圍

圖 3.1-5　竹圍橋北端用地範圍

圖 3.1-6　竹圍橋南端用地範圍

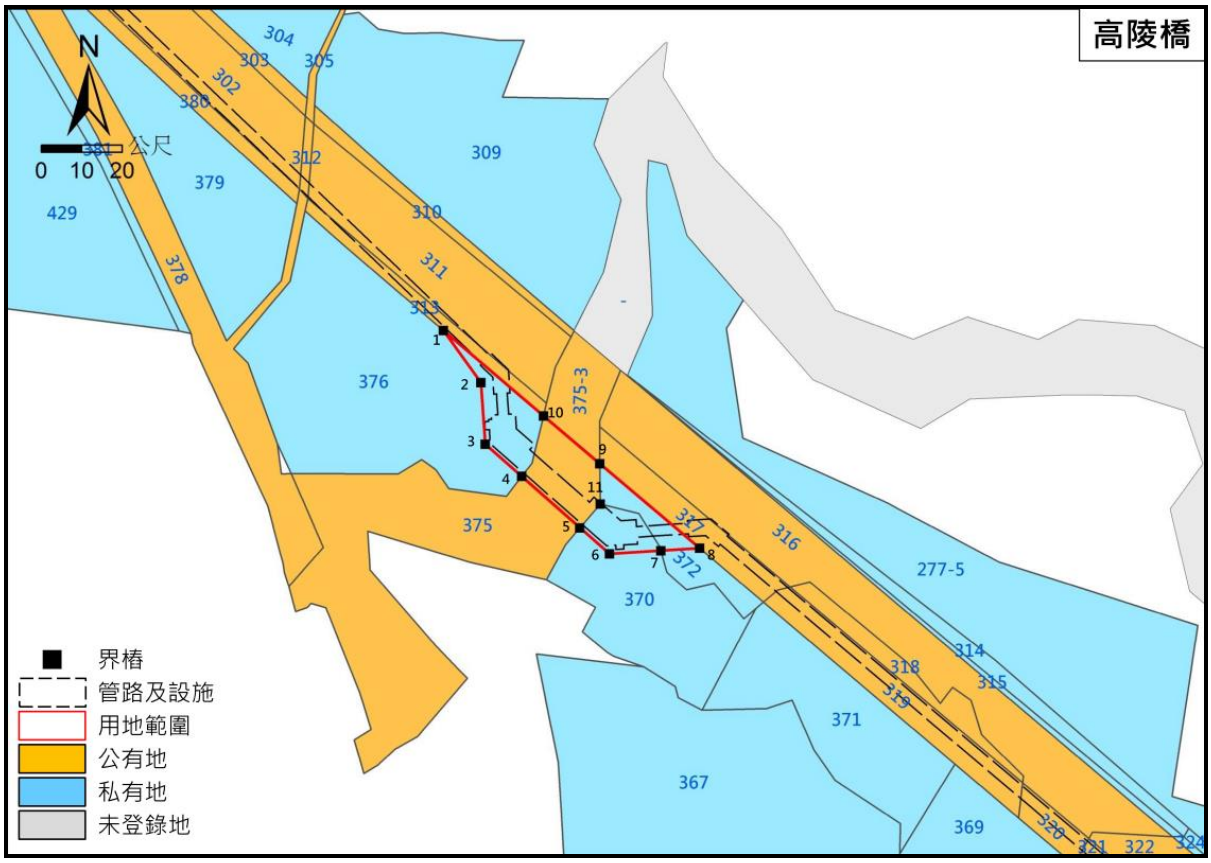


圖 3.1-7　高陵橋用地範圍

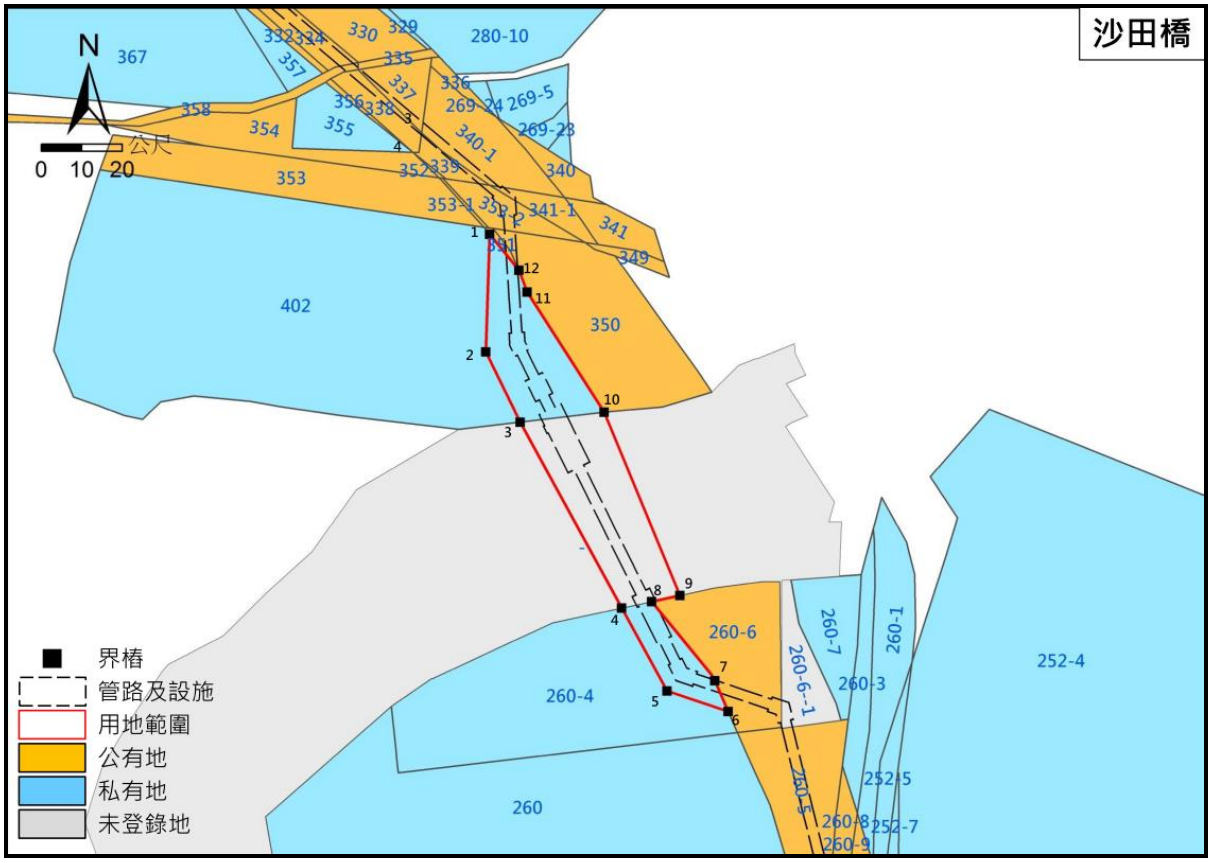


圖 3.1-8　沙田橋用地範圍

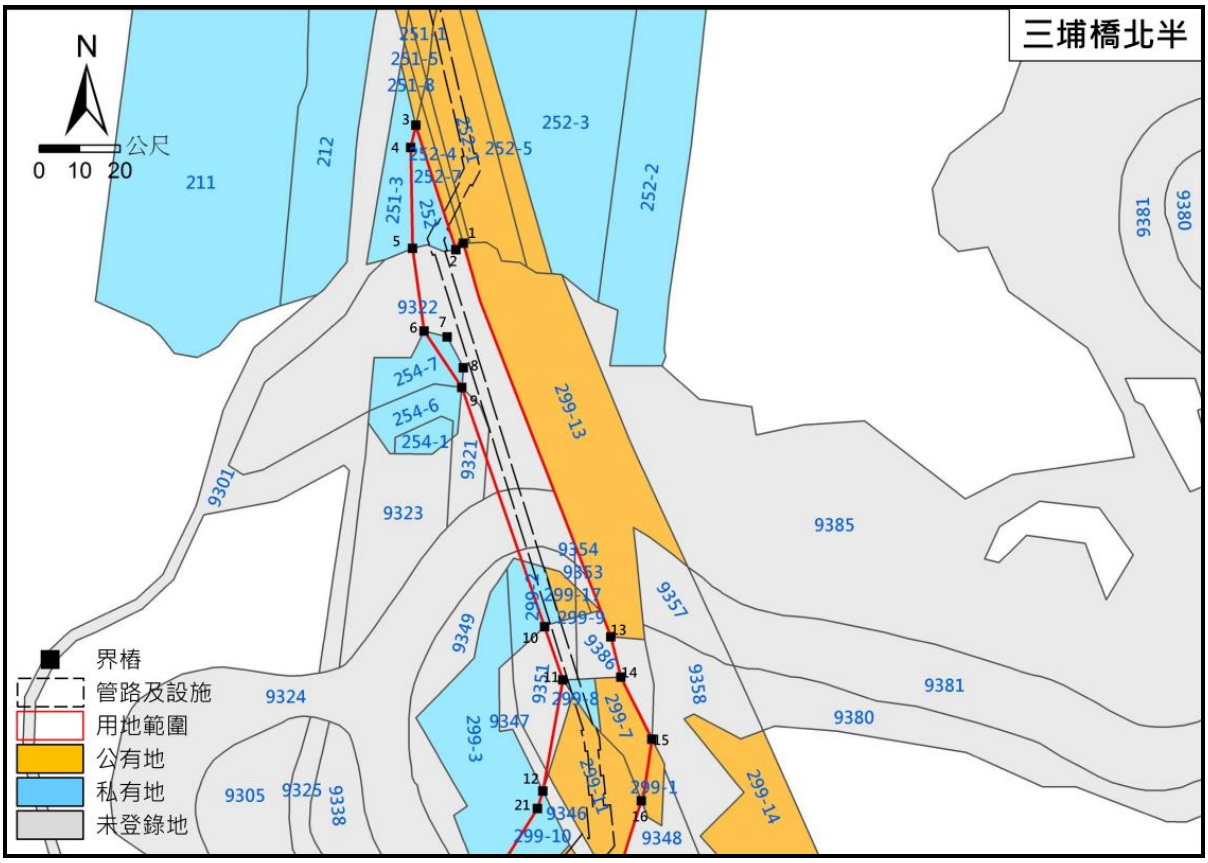


圖 3.1-9　三埔橋北半用地範圍

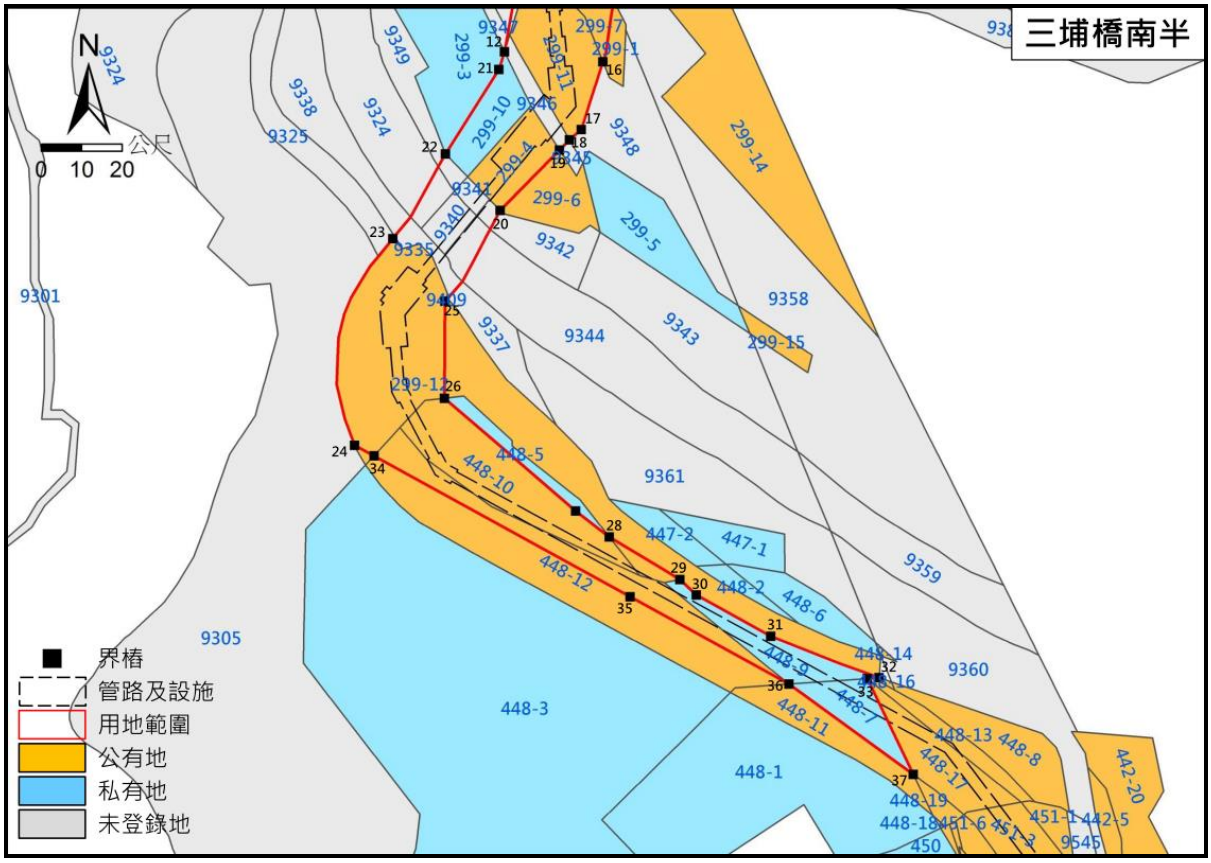


圖 3.1-10　三埔橋南半用地範圍

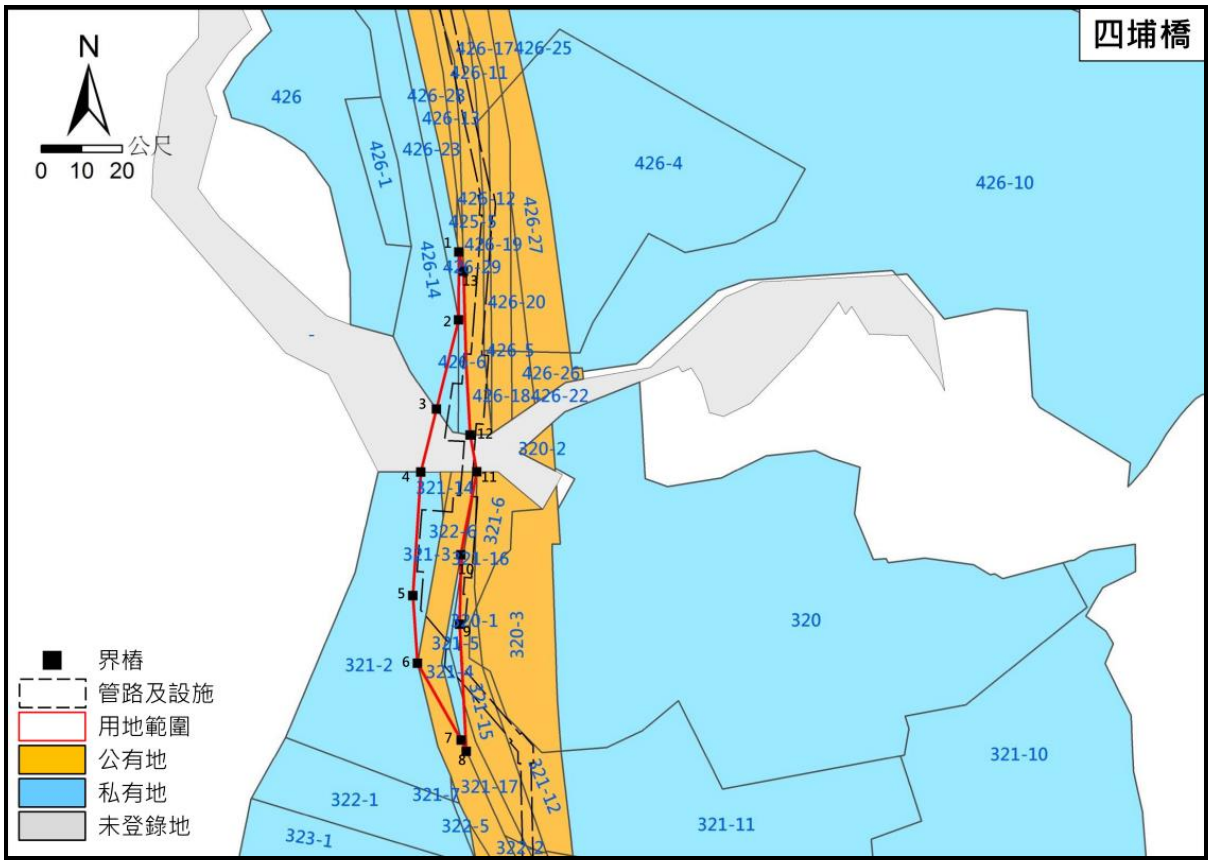


圖 3.1-11　四埔橋用地範圍

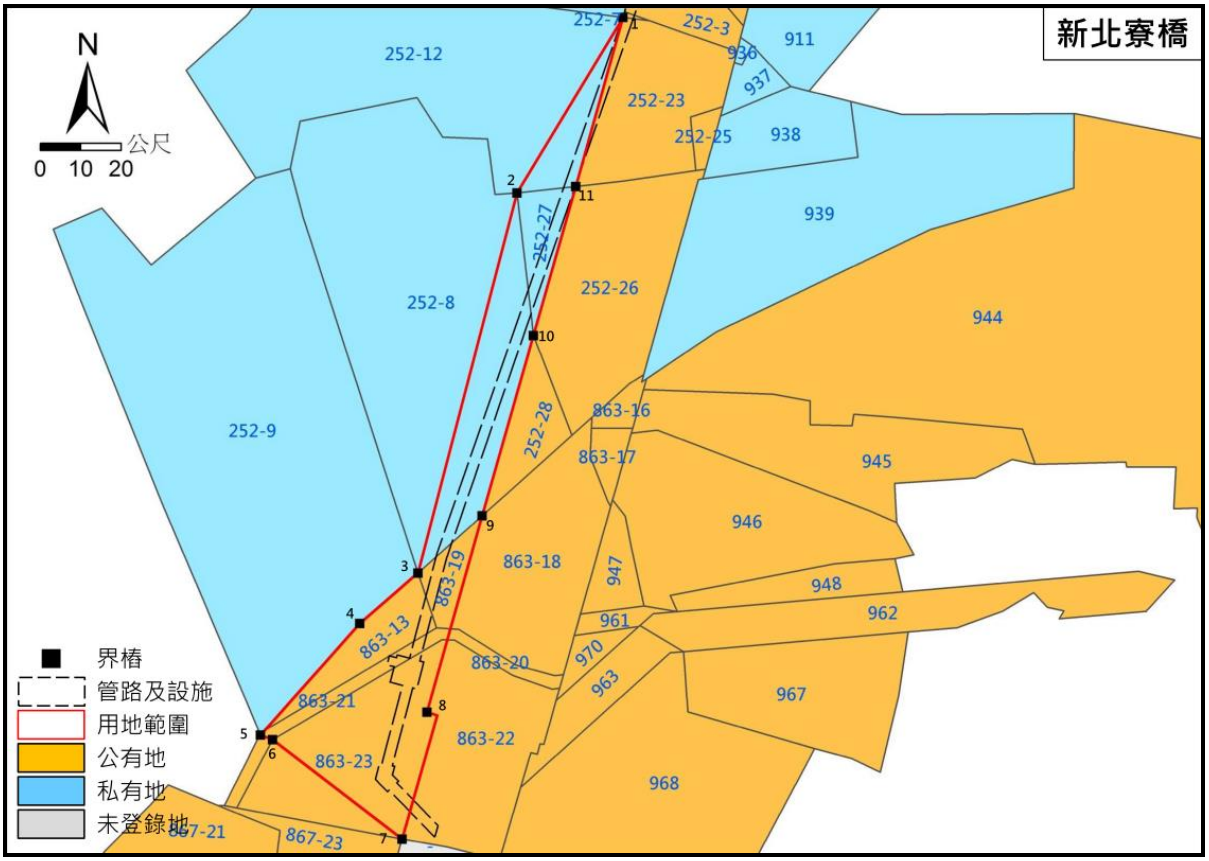


圖 3.1-12　新北寮橋用地範圍

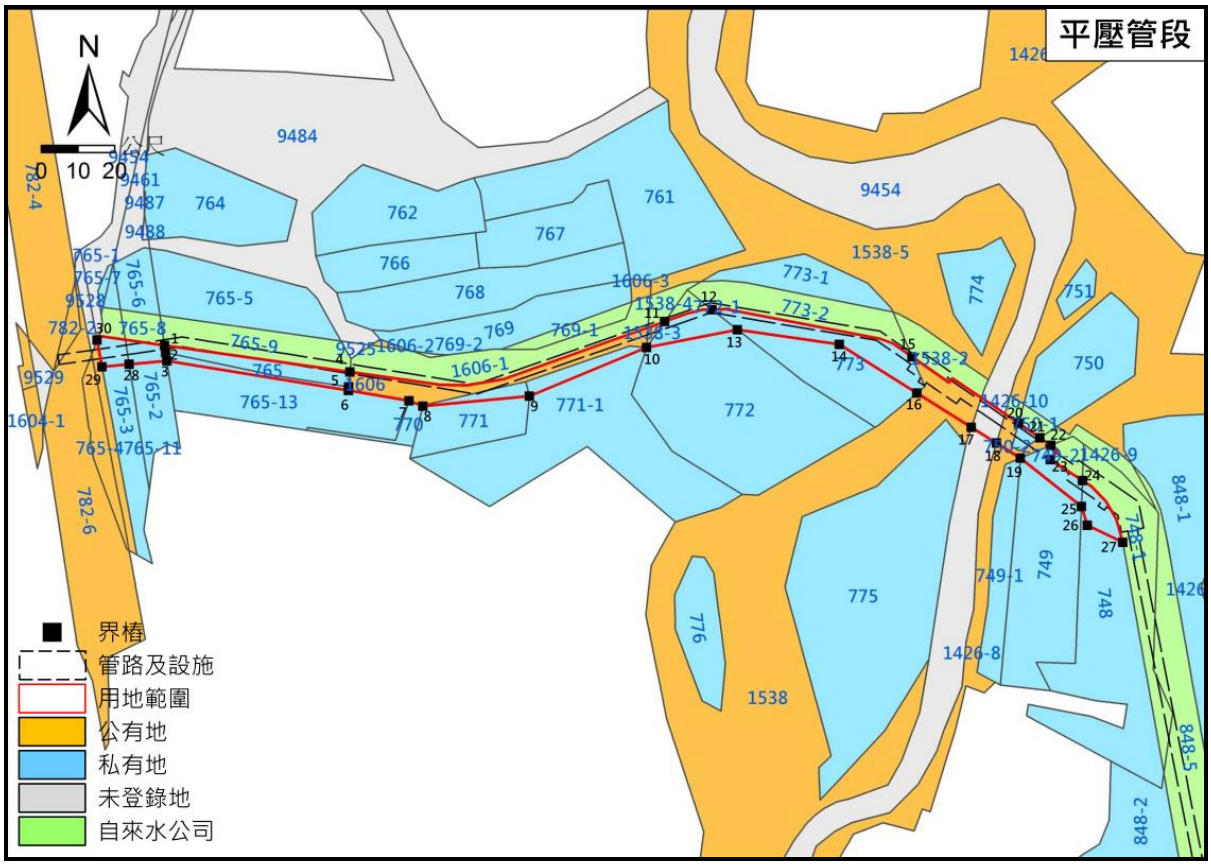


圖 3.1-13　平壓管段沿線用地範圍

四、都市計畫變更

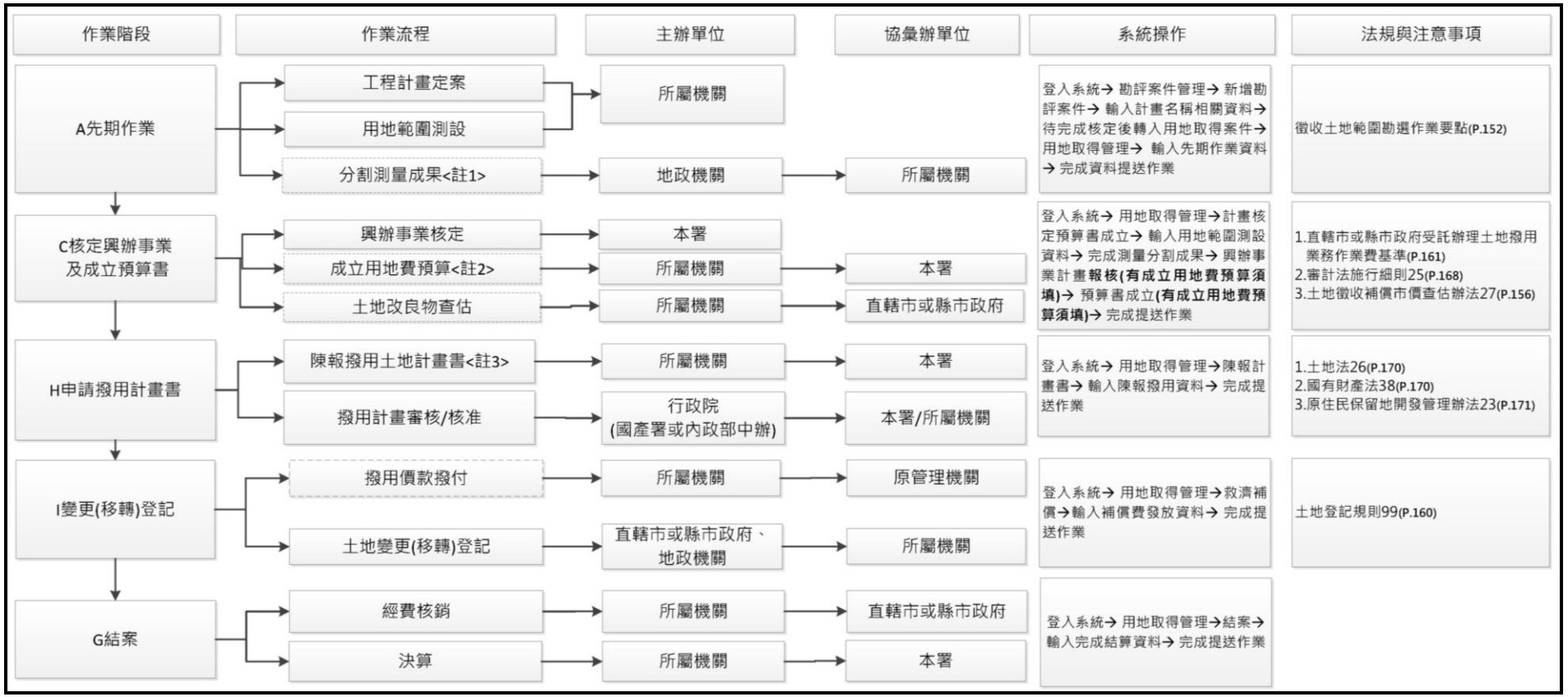
本計畫用地範圍涉及曾文水庫特定區計畫及玉井都市計畫等 2 處都市計畫區，共有 11 筆公有地及 3 筆私有地，分述如下：

(一)木瓜園

本計畫擬於木瓜園台地上設置消能設施，欲使用曾文水庫特定區計畫內 6 筆公有土地，管理機關為南水局，現分區為旅館區等用地，本無需經過用地變更作業，惟民國 104 年之變更曾文水庫特定區計畫(配合水庫治理及穩定供水書圖重製暨專案通盤檢討)草案擬將此 6 筆土地變更為保護區，故本計畫遂配合本次通盤檢討一併提案將此 6 筆土地改變更為水利設施用地。

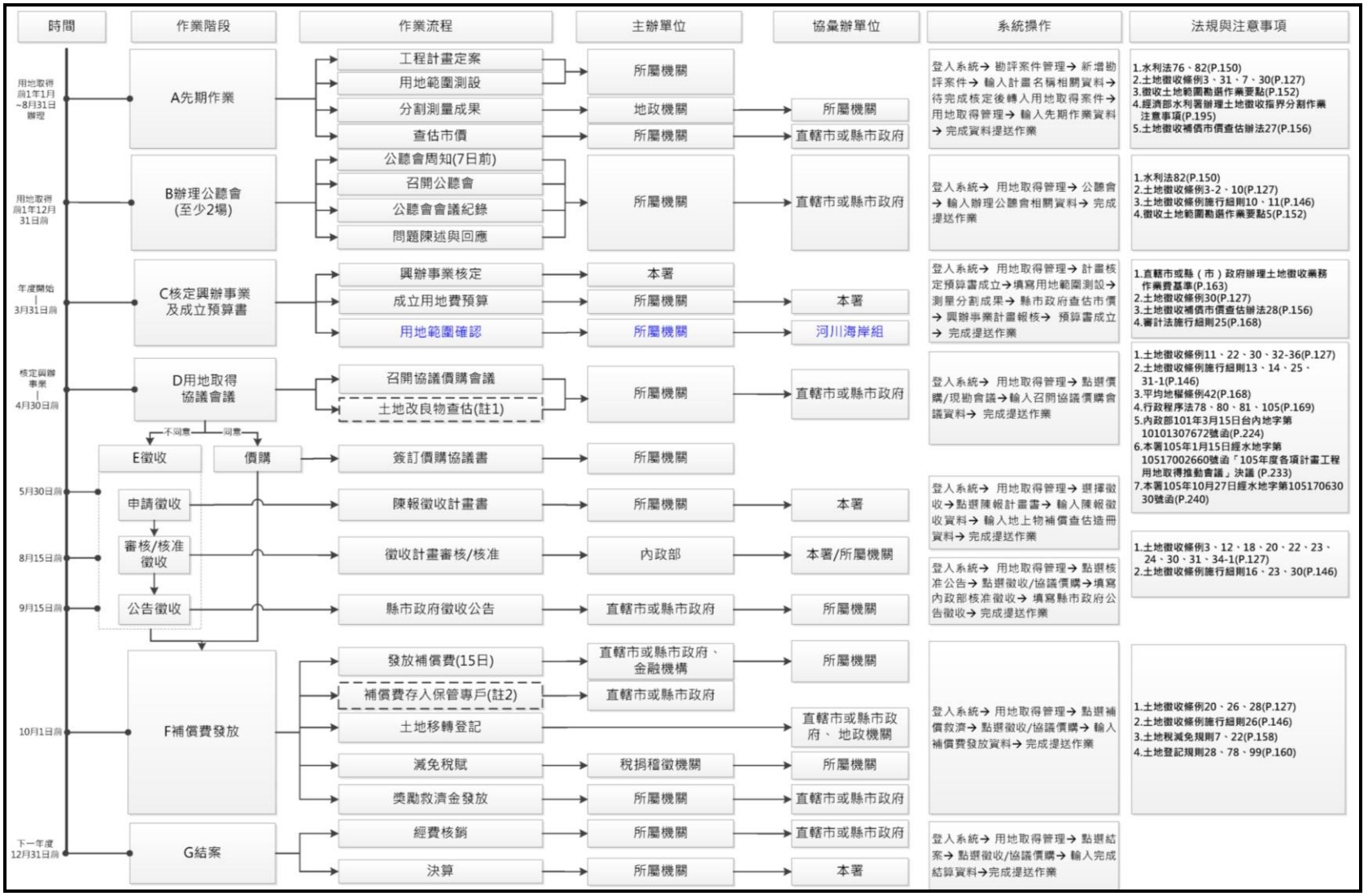
(二)曾文一號橋兩端

曾文一號橋兩端之用地範圍位於曾文水庫特定區計畫內，包括 1 筆私有地及 5 筆國產署經管之公有地，現分區為農業區及綠地，需辦理變更為水利設施用地，已配合本次通盤檢討提案變更，經評估尚不致影響本計畫施工期程。



資料來源：水利工程用地取得標準作業程序書。

圖 3.1-14　水利用地取得撥用作業流程



資料來源：水利工程用地取得標準作業程序書。

圖 3.1-15　水利用地取得徵收/價購作業流程

資料來源：水利工程用地取得標準作業程序書。

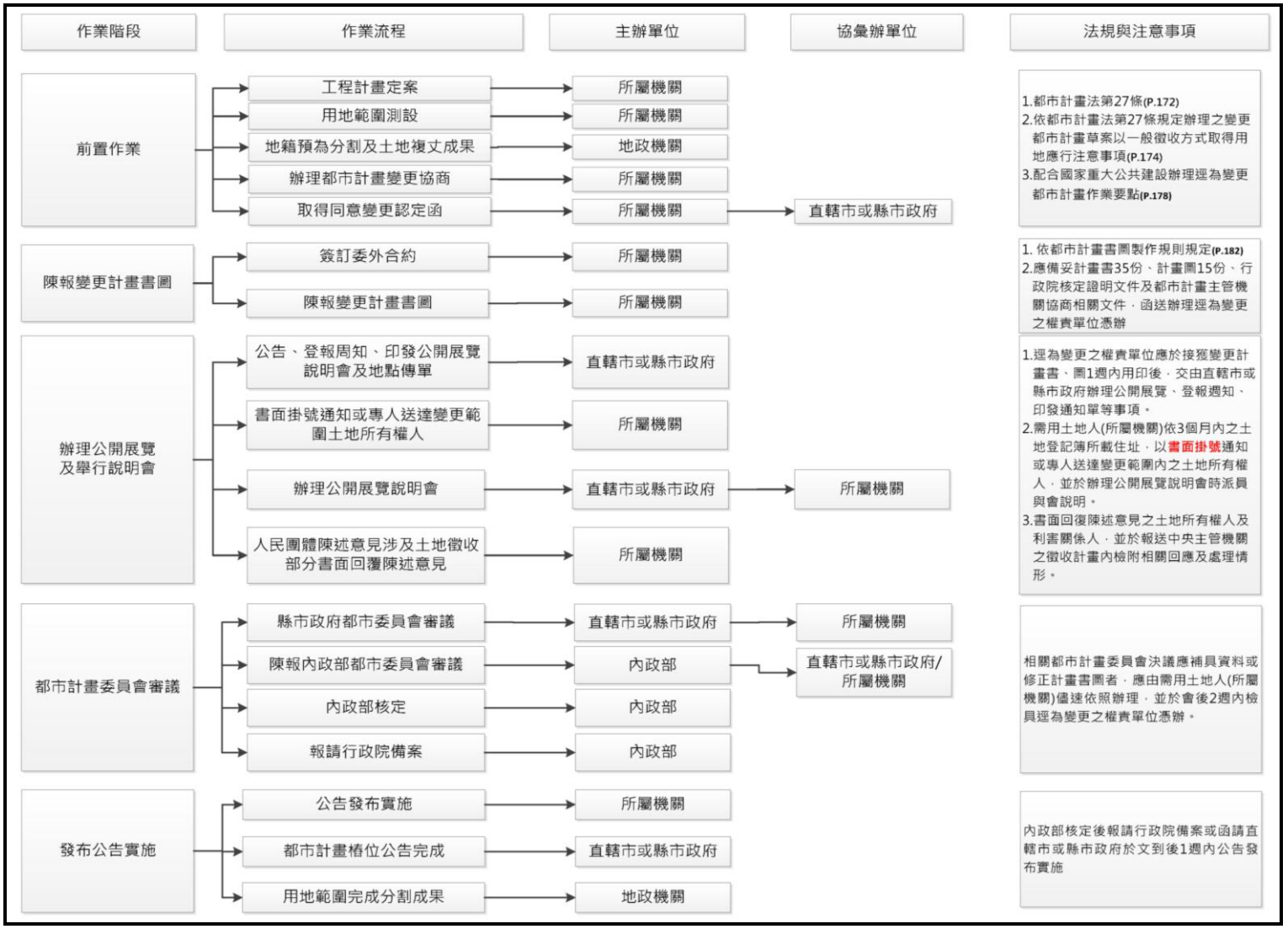
圖 3.1-16　水利用地取得辦理公聽會作業流程

(三)竹圍橋南端

竹圍橋之用地範圍共包含 2 筆私有地位於玉井都市計畫區中，因該 2 筆土地皆為農業區，且本計畫聯通管為從地下推管通過，依據都市計畫變更作業中相關容許管制規定，可不進行用地變更作業，惟需向有關單位提出申請。

五、土地取得期程

本計畫預定自民國 108 年 1 月至 109 年 5 月辦理用地取得前置作業及公聽會，自 107 年 8 月至 109 年 12 月陸續取得用地並進行拆遷補償作業，詳見第十章。



資料來源：水利工程用地取得標準作業程序書。

圖 3.1-17　都市計畫變更作業流程

3.2 相關法令分析

3.2.1 環評作業之關聯性

一、計畫背景

目前南部地區主要水庫蓄水量，曾文水庫有效蓄水量 4 億 6,261 萬立方公尺、烏山頭水庫 7,828 萬立方公尺，南化水庫為 9,500 萬立方公尺，曾文-烏山頭水庫總有效蓄水量為南化水庫有效蓄水量之 5.7 倍，106 年 9 月以後曾文水庫滿水位高程將由 227 公尺提升至 230 公尺，增加約 5,000 萬立方公尺蓄水容量，可支援南化水庫日漸緊湊之用水。依近年統計資料，台南地區公共用水平均約 88 萬噸/日，主要仰賴水庫供給，約有 40%來自於曾文-烏山頭水庫，卻有約 60%來自南化水庫。因現況曾文水庫須透過烏山嶺隧道輸送至烏山頭水庫供水，若烏山頭水庫遭逢不可抗力因素使曾文水庫無法供水，將衍生台南及部分嘉義地區公共及農業用水停水問題，且其水源無法輸送至南化淨水場，導致南化與曾文水庫水源間調配支援能力不足，使南部地區整體水資源調度運用能力受限，缺水風險高。

二、法規探討

本工程計畫開發行為與「開發行為應實施環境影響評估細目及範圍認定標準」(以下簡稱「認定標準」)之第十三條第一項第一款規定，抽水、引水工程其抽、引取地面水抽水量 2 秒立方公尺以上者，應實施環境影響評估，其適用檢討評估，如表 3.2-1 所示。

本案係利用曾文水庫大壩之既設鋼管取水，並未於壩上游或河道內新設取水構造物，水量非取自天然河道。輸水出口段，是銜接既有南化高屏聯通管北寮段，亦非排放至天然河道。故為兩既有水源設施間之輸水聯通運用，其行為與自來水管線聯通輸水相同，係為「輸水工程」，非屬抽、引水等會影響該處地面水系統環境平衡情形，亦即無「認定標準」第十三條第一項第一款所明列之適用情形。

表 3.2-1　曾文南化聯通管工程內容與環評適用檢討表

計畫規模	取水端	銜接曾文大壩前既有電廠壓力鋼管，非於河道新設引水設施，其功能係供抗旱或救急等備援時期提供另一管道聯通輸水至既有水利設施，不影響下游既有天然河道與地下水水體及其環境生態。
	輸水管	輸水隧道約 0.2km，其餘輸水管段沿既有道路埋設，總長 25km。
	出水端	銜接至南化淨水場調節池及既有南化高屏聯通管，均非排入天然河道，不影響天然河道及其環境生態。
	輸水量	輸水能力最大 80 萬噸/日(9.26cms)。
剩餘土方量		22 萬 m^3(土方交換平台去化，設置暫置場，或以有價材料折讓)
環評依據		1.在南部地區有缺水之虞等須供亢旱或救急等備援時期，提供曾文水庫另一管道聯通輸水至既有水利設施，不改變水庫常態操作。 2.為既有水利設施之間聯通，無新設設施額外引水等會改變既定地表水流態之引水行為，本聯通管輸水行為同自來水管線聯通；且管線沿既有道路埋設，不致改變河道水體及道路兩旁既存的環境生態。無「開發行為應實施環境影響評估細目及範圍認定標準」明列或適用等開發行為。

三、計畫定位

故本聯通管路主要功能定位為亢旱或救急之「備援輸水設施」，最大可輸送水量約每日 80 萬噸(約台南地區一日公共用水之 90%)，並提供曾文水庫另一輸水通道，以銜接曾文溪水系既有水利設施的水源聯通運用。不僅可增加曾文水庫輸水通道，降低既有水源設施無法供水等風險，並可促進區域水資源調度運用，靈活運用既有水資源。

管線預定自曾文水庫壩前既設壓力鋼管開始，沿曾庫公路、台三線等既有道路底下埋設，終點銜接既有南化淨水場及既有南化高屏聯通管，全程重力輸水，預估總長約 25km，完工後即恢復現狀，並無衍生空氣污染、噪音振動干擾及交通量等等問題。本計畫備援啟動時機有二，分述如下：

(一) 枯水時期

經由水源分析模擬結果，曾文南化聯通管具備調度曾文水庫蓄水量支援南化淨水場及高雄坪頂淨水場功能。依實際歷年營運統計資料及水源模擬分析成果，即使在枯水期啟用聯通管路支援南化淨水場或高雄坪頂淨水場，仍能遵循曾文水庫既有的操作放水機制，亦即原經由電廠之放水量仍循原機制進入曾文溪至東口堰後經烏山

嶺隧道流入烏山頭水庫；由於平均之月支援水量相較於曾文水庫月平均發電放水量影響輕微，因此曾文南化聯通管啟動亢旱備援期間，應不致改變曾水水庫電廠出口至東口既有天然河道環境生態。

(二)颱洪時期

在颱洪期間曾文水庫啟動防洪操作時(含調節性放水或洩洪等)，係將原本僅經由大壩溢洪道或緊急排洪道排放之水流，另藉由本工程輸送至既有南化淨水場，作為下游公共給水所需，且皆屬曾文溪流域，非取自他流域進行水資源調配運用，非屬「開發行為應實施環境影響評估及範圍認定標準」第 12 條之越域引水工程；另颱洪備援時期可減輕該河道原有之洪水負擔，對其周邊生態亦朝正向友善環境發展，創造多贏

綜上，本聯通管係供亢旱或救急等備援時期，提供曾文水庫另一通道輸水，聯通管起終點均為既有設施且埋設於既成道路下，僅為聯通輸水，其輸水行為與綿密的自來水管線相同，不致影響聯通管週遭水文及生態環境，並非於天然河道新增設施抽引水或增加天然河道引水量；此外，經由水庫實際歷年統計資料及水源分析模擬量化數據顯示，本聯通管啟用備援輸水期間係遵循原來曾文水庫操作運轉機制，並不致於對河道生態新增負面影響。

依據經濟部 107 年 3 月 31 日經水字第 10702603980 號函(如附錄五)，本計畫係屬臨時救急之亢旱救旱工程，同意依「開發行為應實施環境影響評估細目及範圍認定標準」第 13 條第 3 項規定，免實施環境影響評估。

3.2.2 相關設施之水土保持檢討

為完成本計畫相關構造物佈置之適法性，初步彙整國內相關法規如表 3.2-2，說明如下。

一、本計畫跨河水管橋之架設，屬水利法第 78 條之一應經許可行為，如位於河川區域內，須向第六河川局提送「施設跨河建造物使用河川許可申請書」。

表 3.2-2　本計畫構造物所涉及國內相關法規彙整表(1/2)

法規名稱	條文	對策及做法
水利法(103年1月29日修正)	第 78-1 條河川區域內之下列行為應經許可： 一、施設、改建、修復或拆除建造物。 二、排注廢污水或引取用水。 三、採取或堆置土石。 四、種植植物。 五、 挖掘、埋填或變更河川區域內原有形態之使用行為。 六、圍築魚塭、插、爺蚵或飼養牲畜。 七、 其他經主管機關公告與河川管理有關之使用行為。	1.水管橋之架設範圍及用途須合法。
河川管理辦法(102年12月27日修正)	第 28 條 申請本法第七十八條之一第七款所稱其他與河川管理有關之使用行為如下： 一、土石採取法第三條第一項第一款採取少量土石供自用者。 二、原住民族基本法第十九條第一項第三款規定之行為。 三、跨越河川區域上空或穿越河川區域地下一定範圍之使用行為。 四、許可使用行為所必需之附屬施設或其他使用行為。 五、以臨時性非固定設施或就地整平使用等，未變更河川原有形態而於固定地點之長期使用行為。 六、大型活動、救難演習等臨時使用行為。	1.相關水管橋設置，將向第六河川局提送「施設跨河建造物使用河川許可申請書」。
水土保持法(92年12月17日修正)	第 8 條 下列地區之治理或經營、使用行為，應經調查規劃，依水土保持技術規範實施水土保持之處理與維護： 一、集水區之治理。 二、農、林、漁、牧地之開發利用。 三、探礦、採礦、鑿井、採取土石或設置有關附屬設施。 四、修建鐵路、公路、其他道路或溝渠等。 五、 於山坡地或森林區內開發建築用地，或設置公園、墳墓、遊憩用地、運動場地或軍事訓練場、堆積土石、處理廢棄物或其他開挖整地。 六、 防止海岸、湖泊及水庫沿岸或水道兩岸之侵蝕或崩塌。 七、沙漠、沙灘、沙丘地或風衝地帶之防風定砂及災害防護。 八、都市計畫範圍內保護區之治理。 九、其他因土地開發利用，為維護水土資源及其品質，或防治災害需實施之水土保持處理與維護。 前項水土保持技術規範，由中央主管機關公告之。 第 12 條 水土保持義務人於山坡地或森林區內從事下列行為，應先擬具水土保持計畫，送請主管機關核定，如屬依法應進行環境影響評估者，並應檢附環境影響評估審查結果一併送核： 一、從事農、林、漁、牧地之開發利用所需之修築農路或整坡作業。 二、探礦、採礦、鑿井、採取土石或設置有關附屬設施。 三、修建鐵路、公路、其他道路或溝渠等。 四、開發建築用地、設置公園、墳墓、遊憩用地、運動場地或軍事訓練場、堆積土石、處理廢棄物或其他開挖整地。 前項水土保持計畫未經主管機關核定前，各目的事業主管機關不得逕行核發開發或利用之許可。 第一項各款行為申請案依區域計畫相關法令規定，應先報請各區域計畫擬定機關審議者，應先擬具水土保持規劃書，申請目的事業主管機關送該區域計畫擬定機關同級之主管機關審核。水土保持規劃書得與環境影響評估平行審查。 第一項各款行為，屬中央主管機關指定之種類，且其規模未達中央主管機關所定者，其水土保持計畫得以簡易水土保持申報書代替之；其種類及規模，由中央主管機關定之。	行政院農業委員會 100 年 7 月 11 日農授水保字第 1001817061 號函主旨：貴廠函詢有關「德基水庫排洪隧道口清淤工程」擬放淤所轄青山壩水庫蓄水範圍，涉及水土保持法疑義案，復請　查照。 說明： 一、 復本會水土保持局案陳　貴廠，100 年 6 月 29 日 D 大甲字第 10006001531 號函。 二、 依本會 95 年 5 月 2 日農授水保字第 0951843117 號函說明二「於水利法第 78 條之 1 及第 78 條之 3 第 2 項已明文規定於河川、排水等水道內採取土石之行為，應經水利主管機關許可，其許可要件除須具備申請書件外，更需考量河川之穩定及地形變遷，不影響水流、通水斷面等因素，以維護水道之安全，應可取代水土保持法第 8 條及第 12 條所定應擬具之水土保持計畫及許可程序，...，開發行為如位於水道範圍內，宜由水利主管機關依水利法管理，故水土保持法修法後於水道內之採取土石行為將由水利主管機關依水利法規定辦理。」，合先敘明。 三、 貴廠前開函所述「開挖清淤」及「暫置」行為，如確實位屬本會前開函所稱之「水道」範圍並符合其相關要件，應優先適用水利法，可取代水土保持法第 8 條及第 12 條規定。

表 3.2-2　本計畫構造物所涉及國內相關法規彙整表(2/2)

法規名稱	條文	對策及做法
水土保持法施行細則(95年5月1日修正)	第四條 本法第六條所定水土保持之處，理與維護在中央主管機關指定規模以上者，其規模如下： 一、 本法第八條第一項第一款、第六款至第八款所定之治理或經營、使用行為：其水土保持之處理與維護費用在新臺幣二千萬元以上。 二、 本法第八條第一項第二款至第五款所定之治理或經營、使用行為：符合本法第十二條第一項應擬具水土保持計畫之行為，其種類及規模非屬同條第四項得以簡易水土保持申報書代替者。 三、 本法第八條第一項第九款所定之治理或經營、使用行為：其開挖整地面積在二千平方公尺以上或挖填土石方之挖方及填方加計總和在五千立方公尺以上。 直轄市或縣（市）主管機關得視轄區環境特性或需要，擬訂較前項嚴格之條件，報請中央主管機關核定後實施。	1.本計畫木瓜園消能設施開發規模，均大於簡易水土保持申報書之適用範圍，因此應擬具水土保持計畫，報請中央主管機關核定後實施。

二、依水土保持法及水土保持法施行細則之規定，整地面積在 2,000 平方公尺以上或挖方及填方加計總和在 5,000 立方公尺以上，應擬具水土保持計畫，報請中央主管機關核定後實施。本計畫木瓜園消能設施開發規模大於該規定之數量，故需辦理水土保持計畫。

3.2.3 地質敏感區法規檢討

依據行政院環境保護署「開發行為環境影響評估作業準則」所載之「環境敏感區位及特定目的區位限制調查表」，經現行公告資料查詢結果，本計畫具有 10 項的敏感區位，其位屬情形、法規限制及因應對策詳表 3.2-3。本計畫僅在施工期間有部分影響，完工後為埋設地下之輸水管線一切恢復原狀，不會對地面環境造成影響。本計畫完成之地質安全評估報告詳見附錄三。

表 3.2-3　環境敏感區位及特定目的區位之法規限制及因應對策(1/2)

敏感區位	法規限制	因應對策
自來水水質水量保護區	◆ 依「自來水法」第 11 條規範水質水量保護區之劃定及水質水量保護區內之禁止行為。如禁止行為，為居民生活或地方公共建設所必要，且經主管機關核准者，不在此限。	本計畫全線分別位於曾文水庫自來水水質水量保護區及曾文溪自來水水質水量保護區： ◆ 施工前報請主管機關核准後動工。 ◆ 妥善處理施工期間產生之廢棄物及廢(污)水。
飲用水水源水質水量保護區	◆ 依「飲用水管理條例」第 5 條規範，飲用水水源水質保護區，不得有污染水源水質之行為；如禁止行為，為居民生活必要，且經主管機關核准者，不在此限。	本計畫從規劃起點約 1.19km 範圍鄰近飲用水水源水質水量保護區範圍： ◆ 施工前報請主管機關核准後動工。 ◆ 施工期間，同時做好水質相關監測及維護管理工作，使飲用水水質符合標準。
國家風景區	◆ 依「風景特定區管理規則」第 9 條規範，申請在風景特定區內興建任何設施計畫者，應填具申請書，送請該管主管機關會商各目的事業主管機關審查同意。 ◆ 依「風景特定區管理規則」第 13 條及第 14 條規範，列舉在風景特定區內不得有之行為及非經該管主管機關許可或同意不得有之行為。	本計畫全線均位於西拉雅國家風景區範圍： ◆ 施工前提送風景特定區設施興建申請書送主管機關審核通過後動工。 ◆ 妥善處理施工期間產生之廢棄物及廢(污)水。
保安林地範圍	◆ 依「森林法」第 30 條規範，非經主管機關核准或同意，不得於保安林伐採、傷害竹、木、開墾、放牧，或為土、石、草皮、樹根之採取或採掘。除前項外，主管機關對於保安林之所有人，得限制或禁止其使用收益，或指定其經營及保護之方法。違反前二項規定，主管機關得命其造林或為其他之必要重建行為。	本計畫於起點跨越曾文溪之管段位於保安林範圍內： ◆ 施工前，經主管機關會同有關機關實地勘查同意後，依指定施工界限施工。
河川區域	◆ 依「水利法」第 78 條規範，河川區域內，禁止下列行為： 1. 填塞河川水路。 2. 毀損或變更河防建造物、設備或供防汛、搶險用之土石料及其他物料 。 3. 啟閉、移動或毀壞水閘門或其附屬設施。 4. 建造工廠或房屋。 5. 棄置廢土或其他足以妨礙水流之物。 6. 在指定通路外行駛車輛。 7. 其他妨礙河川防護之行為。 ◆ 依「水利法」第 78-1 條規範，河川區域內之下列行為應經許可： 1. 施設、改建、修復或拆除建造物。 2. 排注廢污水或引取用水。 3. 採取或堆置土石。 4. 種植植物。 5. 挖掘、埋填或變更河川區域內原有形態之使用行為。 6. 圍築魚塭、插、吊蚵或飼養牲畜。 7. 其他經主管機關公告與河川管理有關之使用行為。	本計畫共有 5 處跨河之水管橋或推進段橫跨曾文溪河川區域線： ◆ 應由興辦水利事業人備具詳細計畫圖樣及說明書，申請主管機關核准後開發。
地質敏感區	• 依「地質法」第 8 條規範，土地開發行為基地有全部或一部位於地質敏感區內者，應於申請土地開發前，進行基地地質調查及地質安全評估。 • 依「地質法」第 9 條規範，依前條第一項規定進行基地地質調查及地質安全評估者，應視情況就下列方法擇一行之： 1. 由現有資料檢核，並評估地質安全。 2. 進行現地調查，並評估地質安全。	本計畫從規劃起點至曾文二號橋，木瓜園台地及部分曾庫公路段位於地質敏感區： ◆ 依法進行基地地質調查及地質安全評估，並檢附地質安全評估報告書。

表 3.2-3　環境敏感區位及特定目的區位之法規限制及因應對策(2/2)

敏感區位	法規限制	因應對策
空氣污染防制區	依「空氣污染防制法」第 6 條規範，三級防制區內，既存之固定污染源應削減污染物排放量；新增或變更之固定污染源污染物排放量達一定規模者，應採用最佳可行控制技術，污染物排放量經模式模擬證明不超過污染源所在地之防制區及空氣品質同受影響之鄰近防制區污染物容許增量限值。 前項污染物排放量規模二、三級防制區污染物容許增量限值、空氣品質模式模擬規範及最佳可行控制技術，由中央主管機關定之。	本計畫全線均位屬空氣污染三級防制區： ◆ 施工期間，依據「營建工程空氣污染防制設施管理辦法」設置各項空氣污染防制設施，以降低施工衍生空氣污染物對環境之影響。 ◆ 完工後即恢復現狀，並無衍生空氣污染。
噪音管制區	• 依「噪音管制法」第 9 條規範，噪音管制區內之下列場所、工程及設施，所發出之聲音不得超出噪音管制標準： 1. 工廠(場)。 2. 娛樂場所。 3. 營業場所。 4. 營建工程。 5. 擴音設施。 6. 其他經主管機關公告之場所、工程及設施。 前項各款噪音管制之音量及測定之標準，由中央主管機關定之。	本計畫大部分位屬第二類噪音管制區： ◆ 施工期間，加強營建工地噪音管制工作。 ◆ 完工後即恢復現狀，並無衍生噪音干擾。
水污染管制區	• 依「水污染防治法」第 30 條規範，水污染管制區內，不得有下列行為： 1. 使用農藥或化學肥料，致有污染主管機關指定之水體之虞。 2. 在水體或其沿岸規定距離內棄置垃圾、水肥、污泥、酸鹼廢液、建築廢料或其他污染物。 3. 使用毒品、藥品或電流捕殺水生物。 4. 主管機關指定之水體或其沿岸規定距離內飼養家禽、家畜。 5. 其他經主管機關公告禁止足使水污染之行為。	本計畫全線均位屬曾文溪流域-水污染管制區： ◆ 施工前，提送「營建工地逕流廢水污染削減計畫」報主管機關核備後據以實施，避免水體污染。 ◆ 設置預鑄式污水處理槽，將施工期間計畫區所衍生之廢(污)水處理至符合放流水標準後始得排放。並設置水質監測設施。
山坡地	• 依「水土保持法」第 12 條規範，水土保持義務人於山地或森林區內從事下列行為，應先擬具水土保持計畫，送請主管機關核定；如屬依法應進行環境影響評估者，並應檢附環境影響評估審查結果一併送核： 1. 從事農、林、漁、牧地之開發利用所需之修築農路或整坡作業。 2. 探礦、採礦、鑿井、採取土石或設置有關附屬設施。 3. 修建鐵路、公路、其他道路或溝渠等。 4. 開發建築用地、設置公園、墳墓、遊憩用地、運動場地或軍事訓練場、堆積土石、處理廢棄物或其他開挖整地。	本計畫大部分位在山坡地範圍： ◆ 施工前，提送水土保持計畫送主管機關審核通過後動工。 ◆ 施工期間，做好水土保持措施。

第四章　原規劃方案檢討

4.1 原規劃方案概述

依據水利規劃試驗所民國 102 年 12 月完成之「曾文南化水庫聯通管輸水工程可行性分析」報告，曾文南化聯通管由曾文水庫至既有南化高屏聯通管北寮銜接點輸水管線全長共約 24,882.4m(含平壓管段 574.9m)，管線佈置如圖 4.1-1 所示；預定分為 8 標進行施工，其中第 8 標為監控標，其餘各標段示意圖如圖 4.1-2。管線主要埋設於既有公路，非埋設於公路者則包括曾文水庫至控制閥室及 4 個新設輸水管專用道管段，控制閥室下游管路綜合資料如表 4.1-1。說明如下：

一、曾文水庫至控制閥室

本段全長約 1,414m，如圖 4.1-3 所示，可分為下列區段：

(一) 既有電廠壓力隧道段：本段長度共 100m，其中 8m 為喇叭型入口，其餘為內徑 3.8m 之壓力鋼管；進水道之進水口中心標高為 165.0m，高度 5.0m，寬度 3.2m，具有一固定輪式閘門，以油壓卿筒式吊機操作，自本工程取水點至電廠機組之管路長度共 181m。

(二) 新建隧道段：長度約 205.4m。

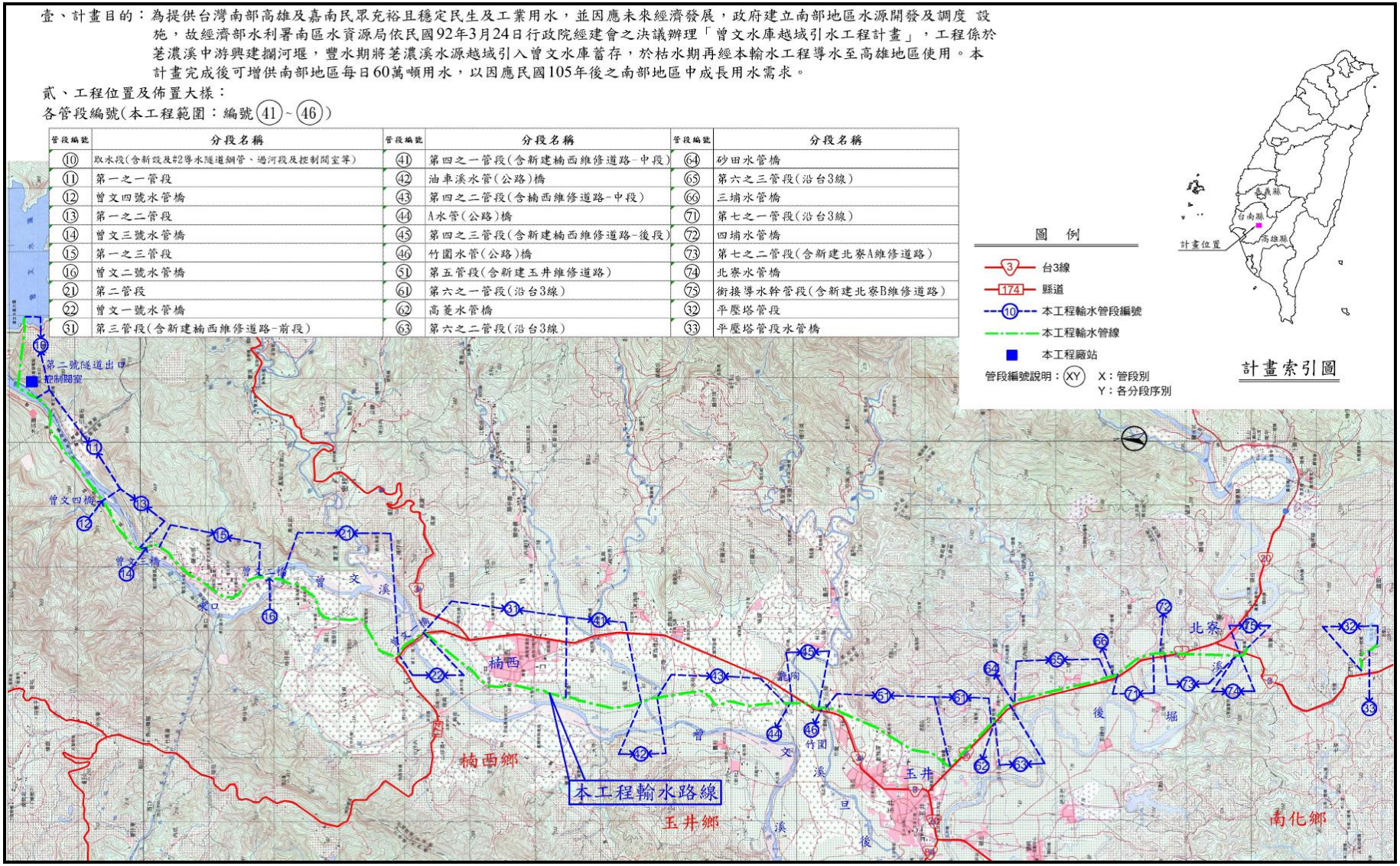
(三) 2 號導水隧道段：長度約 688.3m。

(四) 跨河段：長度約 290.2m。

(五) 閥室段：長度約 130m。

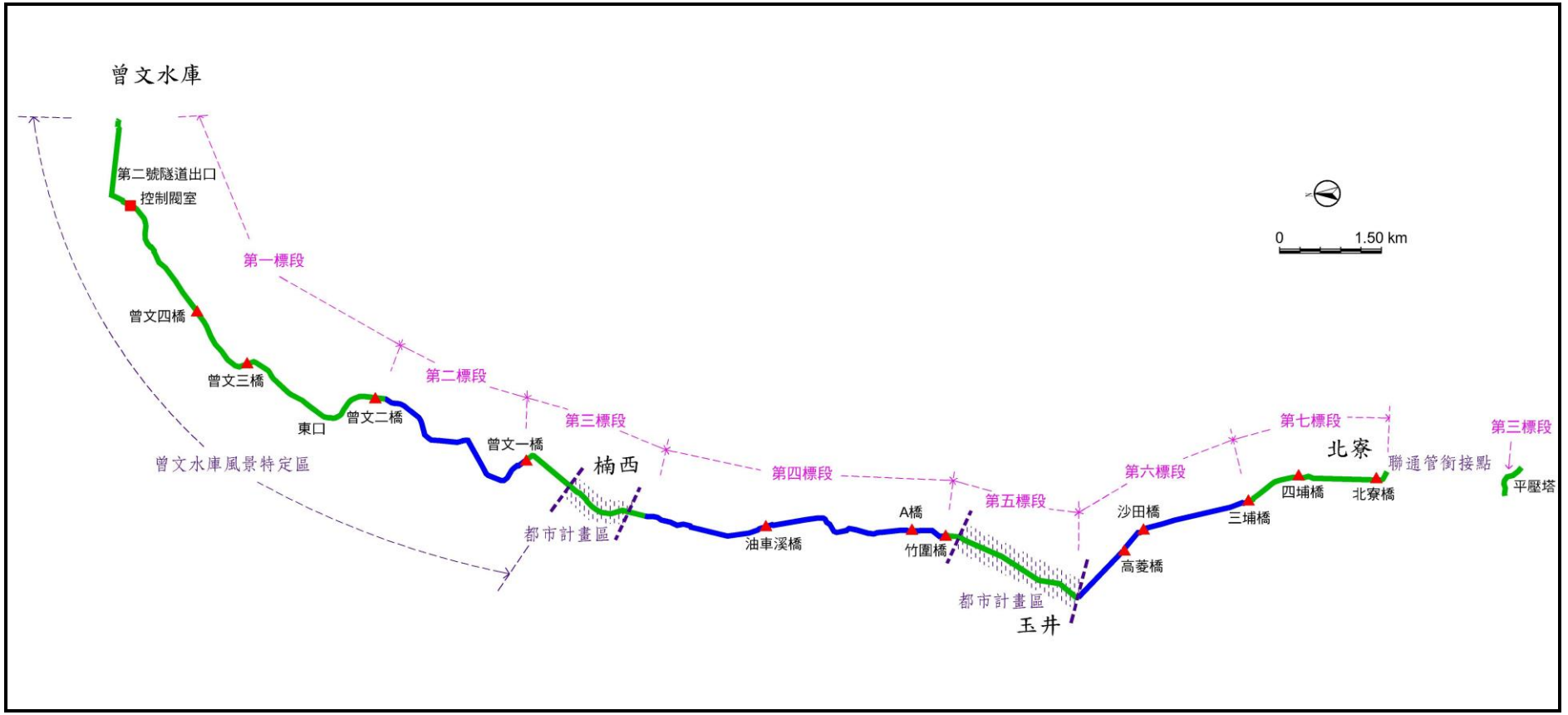
二、控制閥室至曾文二號橋

控制閥室至曾文二號橋管段將沿曾庫公路鋪設，全線長度約 5,707.8m，沿線經過曾文四號橋及曾文三號橋。



資料來源：「曾文南化水庫聯通管輸水工程可行性分析」，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國102年12月。

圖 4.1-1　前期規劃之曾文南化聯通管工程路線圖



資料來源：「曾文南化水庫聯通管輸水工程可行性分析」，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國102年12月。

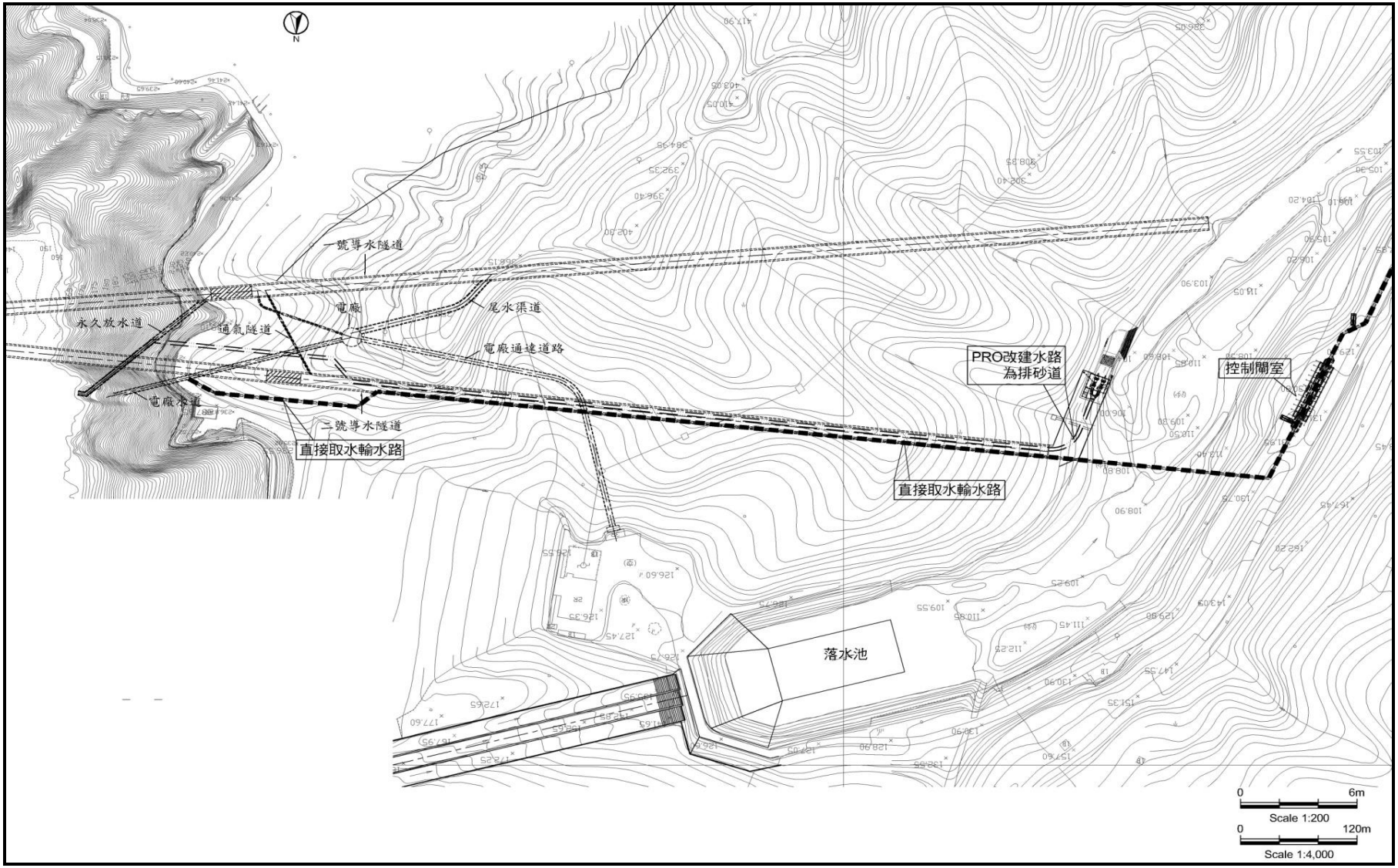
圖 4.1-2　前期規劃之曾文南化聯通管工程各標段示意圖

表 4.1-1　前期規劃之曾文南化聯通管-閥室下游輸水管路綜合資料

標段	管　段　名　稱	長度(m)	施工方法	地調成果	計畫分區	用地屬性	800,000CMD 運轉壓力(m)	管段說明
1	第一之一至一之三管段	5,415.9	明挖	1. 管路承載力依現有鑽探資料顯示無軟弱土層 2. 無 PH＜4 管段	曾文水庫風景特定區都市計畫	河川地、公路	63.9	沿曾庫公路埋設
	曾文二號管橋	291.9	水管橋			河道	66.3	—
2	第二之一管段	1,508.6	明挖			公路	67.5	由曾文二號橋收費沿曾庫公路
	第二之二管段	450	明挖			公路	44.8	沿曾庫公路埋設
	第二之三管段	696.1	明挖			公路	48.0	由沿曾庫公路及 174 市道至曾文一號橋
	曾文一號水管橋	272.9	水管橋			河道	73.2	—
3	第三管段	1,750	明挖		曾文水庫風景特定區、楠西都市及非都市計畫	農地	72.9~86.5	由曾文一號橋南橋台沿現有農路至油車溪北岸
4	第四之一管段	1,990.5	明挖					
	油車溪水管橋	273.3	水管橋		非都市計畫	河道	88.5	—
	第四之二管段	2,113.8	明挖			農地	91.6	由油車溪南岸沿現有農地至 A 號水管橋北橋台
	A 號水管橋	100	水管橋		非都市計畫	河道	77.8	—
	第四之三管段	434	明挖			農地	78.9	A 號水管橋台沿現有農地接台 3 線至竹圍橋北橋台
						公路		
	竹圍水管橋	99	水管橋		玉井都市及非都市計畫	河道	79.2	—
5	第五管段	2,149	明挖			計畫道路	79.4	由竹圍橋南橋台沿台 3 線接計畫玉井外環道
6	第六之一管段	941			非都市計畫	公路		台 3 線至高菱橋北橋台
	高菱水管橋	90	水管橋			河道	75.6	—
	第六之二管段	340.8	明挖			公路	74.8	由高菱橋南橋台沿台 3 線至沙田橋北橋台
	沙田水管橋	75	水管橋			河道	76.7	—
	第六之三管段	1,501.4	明挖			公路	79.1	由沙田橋南橋台沿台 3 線至三埔橋北橋台
	三埔水管橋	226.5	水管橋			河道	64.7	—
7	第七之一管段	740.8	明挖	1. 管路承載力依現有鑽探資料顯示無軟弱土層 2. 無 PH＜4 管段	非都市計畫	公路	57.6	沿三埔橋南橋台沿台 3 線至四埔水管橋北岸
	四埔水管橋	81.3	水管橋		非都市計畫	河道	69.9	—
	第七之二管段	672.4	明挖			農地	70.7	由四埔水管橋南岸沿現有農地至北寮水管橋北岸
	北寮水管橋	679.3	水管橋			河道	65.2	—
3	平壓管段	574.9	明挖及水管橋		非都市計畫	農地及山坡地	38.5	由台線至鏡面水庫
合計		23,568.5						

註：不含閥室上游輸水管線

資料來源：「曾文南化水庫聯通管輸水工程可行性分析」，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國102年12月。



資料來源：「曾文南化水庫聯通管輸水工程可行性分析」，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國102年12月。

圖 4.1-3　前期規劃之曾文南化聯通管—水庫至控制閥室管段佈置圖

三、曾文二號橋至曾文一號橋

本段將沿曾庫公路及南 174 市道興建，全長約 2,927.5m。

四、曾文一號橋至竹圍橋(含楠西管路專用道)

本段管全長約 6,760m，除埋設於台 3 線外，自曾文一號橋起沿曾文溪邊既有農路與農地另闢 12m 寬楠西管路專用道，管路埋設於道路下方，終點為玉井竹圍橋前約 180m 處並接入台 3 線，專用道長約 6,418m，含油車溪橋與 A 公路橋兩座新設橋樑。惟本路線行經玄空法寺，該段位處山坡地，採下邊坡設擋土牆方式拓寬道路埋管，對管線長期穩定性有檢討空間

五、玉井外環道段

本段總長約 2,149m，包含玉井市區外專用道，其起點位於台 3 線距竹圍橋約 300m 處，轉入玉井市區計畫外環道路計劃範圍線內興建，終點位於玉井區第一公墓附近並接入台 3 線，專用道長約 1,838m。惟建議評估改走台 3 號，應較無私有地問題且可降低工程經費，惟仍需以民意為考量。

六、玉井至三埔橋段

本段沿台 3 線興建，全段長約 3,175m。

七、三埔橋至聯通管銜接點段(含北寮管路專用道)

本段總長約 2,174m，於三埔橋南方沿台 3 線埋設至四埔橋後，以北寮專用道直線穿越農地至後堀溪北側，跨越後堀溪後銜接既設之南化／高屏聯通管。北寮專用道計有 A、B 兩段，A 段起於四埔橋下游約 100m 處至後堀溪右岸轉入台 3 線，全長約 1,095m；B 段起位於後堀溪左岸之管路末端，全長約 170m。

八、鏡面水庫平壓管段

本輸水工程與南化水庫／高屏攔河堰聯通管茅埔減壓池至內門減壓池間管段之安全裝置設於聯通管與鏡面水庫聯外道路口在七苓橋南下 600m 處聯接一長約 562.7m 之 3.0m 直徑管路及至鏡面水庫右山脊線高程標高 150.0m 處之溢流水池放水工長約 12.2m，由平壓管段溢流之水將由跌水工進入鏡面水庫。

4.2 原規劃方案檢討

4.2.1 功能及定位檢討

民國 102 年原規劃方案係基於民國 105 年後之中成長用水需求，為達供應高雄地區之用水目標，進而進行水源聯合運用潛能分析，是否可因應常態用水需求，足以減少長期調用農業用水量，評估推動曾文南化水庫聯通管之水源潛能增供效益。

然經民國 99 年莫拉克颱風之侵襲，曾文水庫及南化水庫因颱風帶來之淤積，有效庫容大減，原本相對不穩定之南部地區用水，於調度用水時更顯嚴峻，兼之極端氣候旱澇兩極、用水成長及無新增水源等情境影響下，南部地區整體缺水風險實難完全掌握。故本計畫基於完備彈性的水源調度與管理機制，以降低水風險，由亢旱或救急之「備援輸水設施」之定位出發，使曾文水庫與南化水庫，及南化水庫與高屏攔河堰能互相支援，儘快完成建置「雙迴路」供水系統，以健全南部地區水資源調度及備援能力，穩定民生供水，及早因應外在環境條件影響供水之不確定性。

4.2.2 工程內容檢討

一、取水管段檢討

取水管路之範圍係自銜接電廠壓力鋼管起，至銜接消能設施止，本計畫為降低施工困難及提升安全性，檢討內容如表 4.2-1 所示。

表 4.2-1　本計畫與原規劃方案取水管段檢討

管段名稱	原規劃方案		本計畫檢討	
	管徑 (m)	主要內容	管徑 (m)	主要內容
新建隧道段	2.2	●以機械由#2 導水隧道開挖一線長約 146m，4m(W)×4.5m(H)門型隧道至約 EL.150 與電廠壓力鋼管相接，新隧道中心線與#2 導水隧道中心線相距 23m ●隧道安裝 2.2m 鋼管，外圍回填混凝土 ●與#2 導水隧道最小水平距離相距 23m	2.2	●電廠壓力鋼管起點及與#2 導水隧道銜接處位置維持不變，但採均勻坡度，降低傾斜管的坡度至 1(V)：6.23(H)及施工困難度 ●與#2 導水隧道最小水平距離相距 30m，以提升兩隧道安全距離，降低影響
#2 導水隧道段	2.2	●設有固定台，隔離閥，檢視人孔，基座及拉桿伸縮接頭	2.2	●本段與 PRO 改建進出通道有相關性，但彼此可相容，故維持原案
跨河段	2.2	●以推進工法橫跨曾文溪 ●以明挖及推進工法將取水管與沿曾文公路東側的控制閥室銜接	2.2	●以推進工法橫跨曾文溪長約 231.45m ●以推進工法沿曾文公路東側埋設長約 170m

二、消能方案檢討

(一)原規劃方案

原規劃採用大型閥室管中消能方案，興建大型閥室管中消能設計條件為內政部1等1水準系統水庫最高水位EL.231.28m (曾文高程系統水庫最高水位 EL.230.0m)，輸水流量 100,000~800,000 CMD。在低輸水量情況下管路損失量約0.64m及東平橋水力控制高程144m，聯通管的上游端需消耗高達231.28-0.64-144=86.64m的水頭。考慮閥門消能必須控制穴蝕(cavitation)的發生，該設計採三條平行的管線如圖 4.2-1 所示，供低、中、高流量操作，雖操作複雜但可避免閥體穴蝕現象。

原規劃方案擬定閥室控制閥之佈置如圖 4.2-2 所示，每條線的隔離閥將採蝶閥，其尺寸之選擇以每條線之設計流速不超過約4.0m/s 為原則，故低、中、高流量線之隔離閥分別選為D=1,200mm、1,500mm及2,200mm。

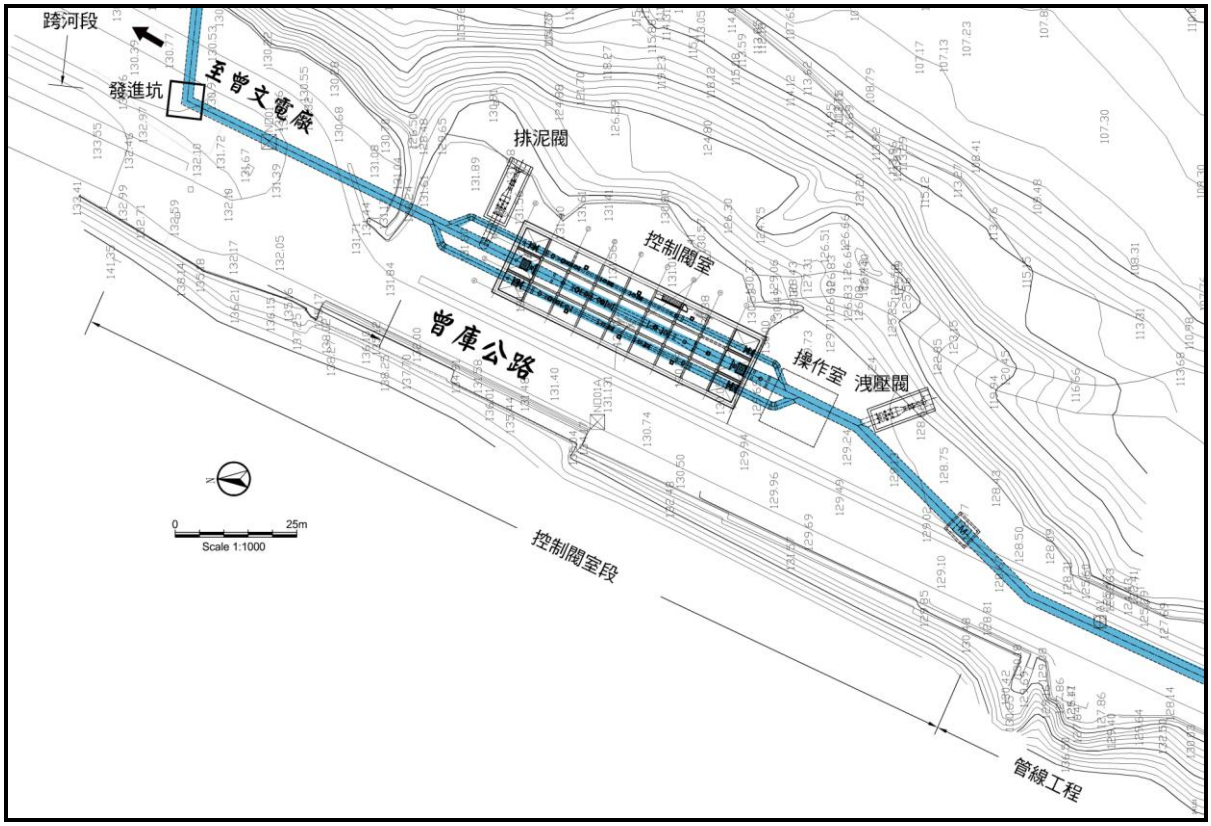


圖 4.2-1　興建大型閥室管中消能平面圖

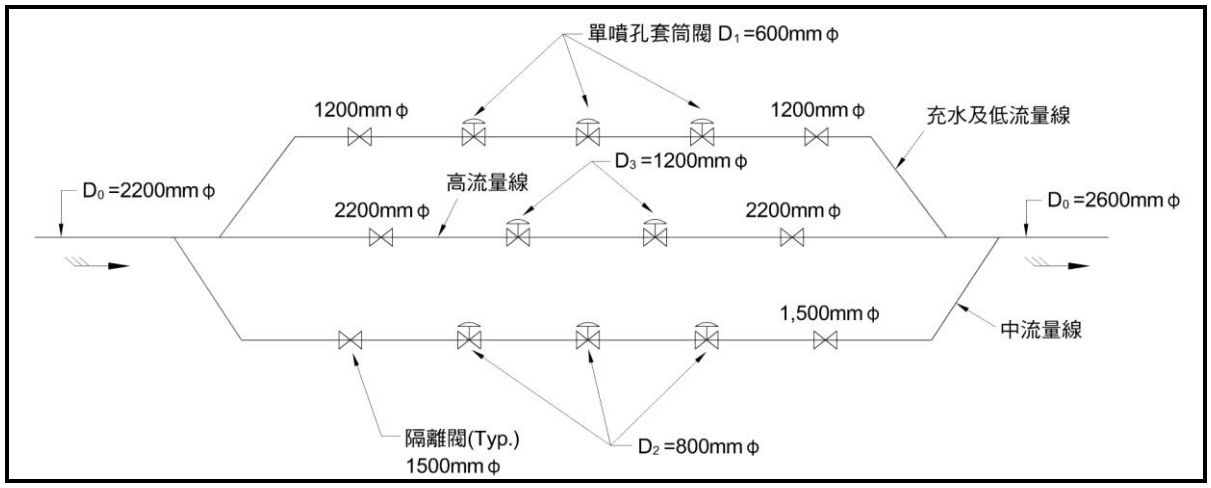


圖 4.2-2　大型閥室控制閥佈置示意圖

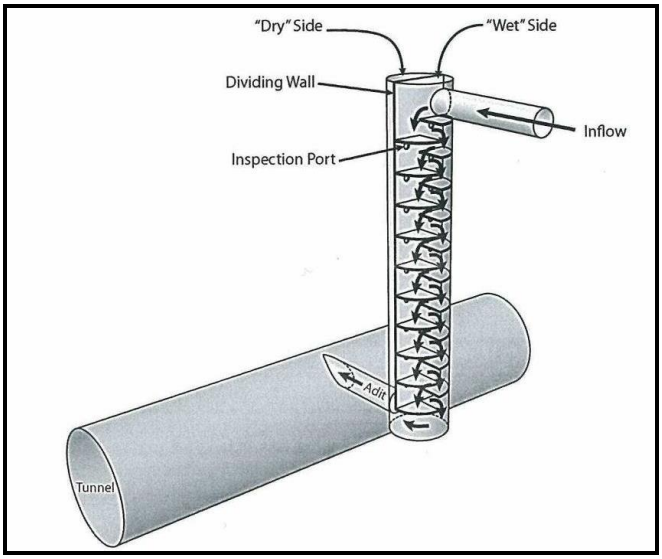
(二) 本計畫檢討

原規劃方案閥室依據流量之高低採用三條平行管線，操作複雜，本計畫進行消能方案檢討時，發現曾庫公路西側上邊坡有俗稱木瓜園之台地，此台地高程介於 EL.175~200m 之間，高程適中，且屬國有地，由南水局管轄。故本計畫建議消能設施改採調整池/消能豎井(Baffle-drop)方案，於木瓜園台地興建一調整池進行第一階段消能，並設計調整池水位使得有足夠能量輸送 800,000CMD 至南化淨水場及內門減壓池；第二階段消能利用近年來美國愛荷華水利學院(Iowa Institute of Hydraulic Research)開發的 Baffle-drop structure(如圖 4.2-3)，做為調整池及下游輸水管段之媒介，此結構優點在於底部輸水管壓力的變化反應於消能豎井中水位的高低，因之由水池至出水端無需人為操作。操作時只需確保進出入水池的流量平衡，維持水池水位即可。設計內容如圖 4.2-4 及 4.2-5 所示。與原規劃方案比較如表 4.2-2 所示。另外建議未來將教育訓練作業納入工程發包文件中辦理。

三、輸水管段路線檢討

輸水管段可分為曾庫公路段、楠西段、玉井段及南化段，檢討內容如表 4.2-3 所示，其中曾庫公路段及玉井段同原規劃方案之建議，楠西段及南化段方案比較如表 4.2-4~4.2-5 所示，路線佈置比較如圖 4.2-6 及 4.2-7。

楠西段原規劃方案需配合都市計畫變更及用地徵收作業，時程會大幅順延，且施工經費亦較高，且基於最新土地徵收條例 3-1 條不擾民之原則，以本計畫沿台 3 線方案較佳；南化段之原規劃方案牽涉用地徵收，推動時程較難掌握，整體經費較高，且基於最新土地徵收條例 3-1 條不擾民之原則，以本計畫沿台 3 線方案較佳。



資料來源："Baffle-Drop Drop Structure Design Relationship" by A. Jacob Odgaard.

圖 4.2-3　Baffle-drop 結構示意圖

表 4.2-2　本計畫與原規劃方案消能設施檢討

比較項目	原規劃方案 大型控制閥室消能	本計畫檢討方案 調整池/消能豎井(Baffle-drop)
施工費	3.81 億元	3.77 億元
維護費	機械維護較土木維護費高，且因輪班需耗費較多人力	低
運轉操作	於不同流量時需於三處控制閥操作不同區間開度，人為疏失機率較高	僅需操作一處錐形閥開度控制流量，人為疏失機率較低
既有構造物影響	既有輸泥管影響工程進出	無
環境影響	水流聲音大，對環境影響衝擊大	在高地水流聲音較小，對環境影響衝擊小
防洪影響	緊鄰河岸，風險較高	遠離河岸，風險較低
交通因素	在曾庫公路旁，交通便利	車輛能到達，但須注意安全
工期因素	可在預定期限內完成，因需製作設備多，工程進度不易掌握	可在預定期限內完成，因一般土木設施多，工程進度較易掌握

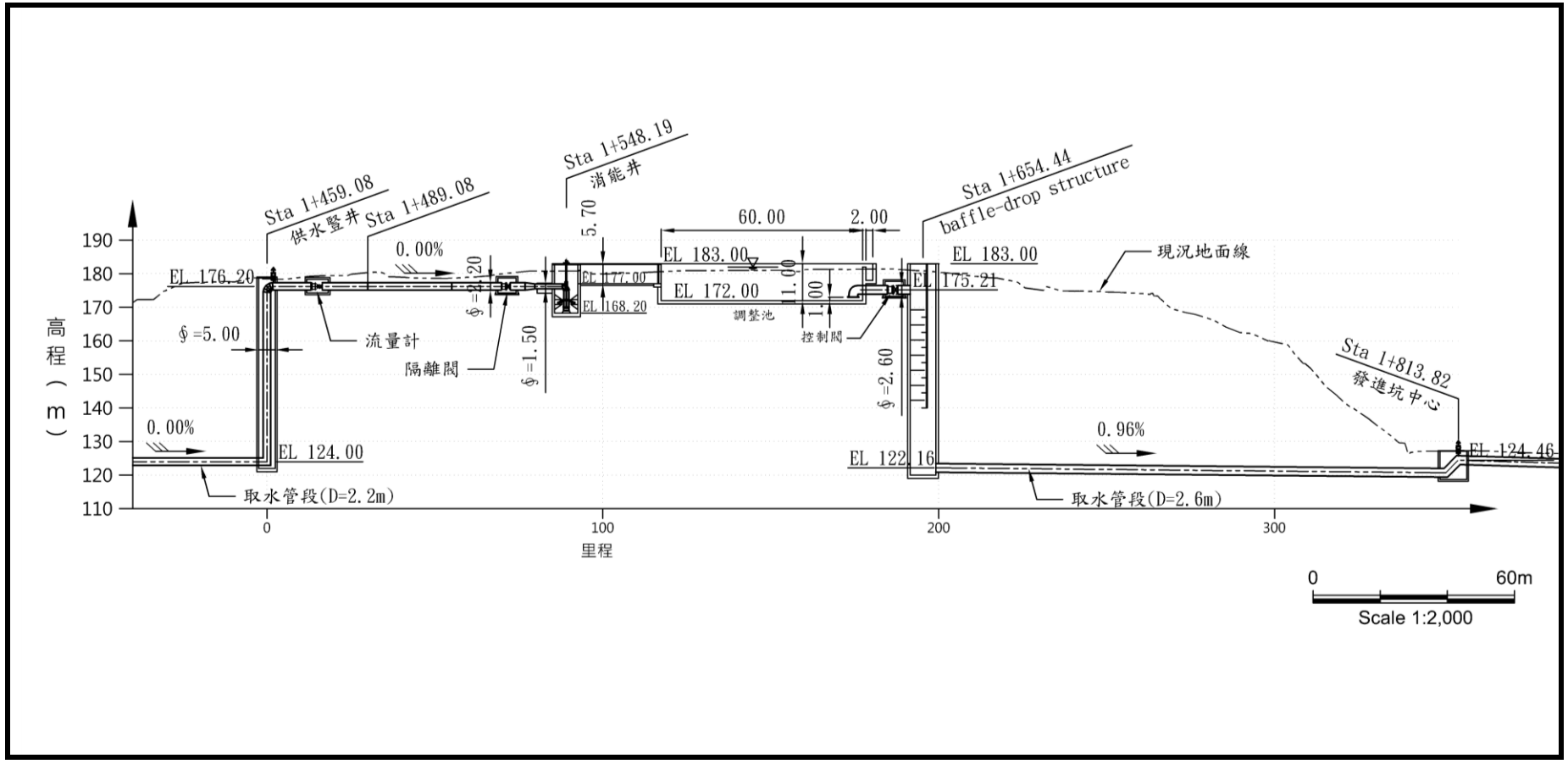


圖 4.2-4　調整池/消能豎井(Baffle-drop)消能方案設計縱斷面圖

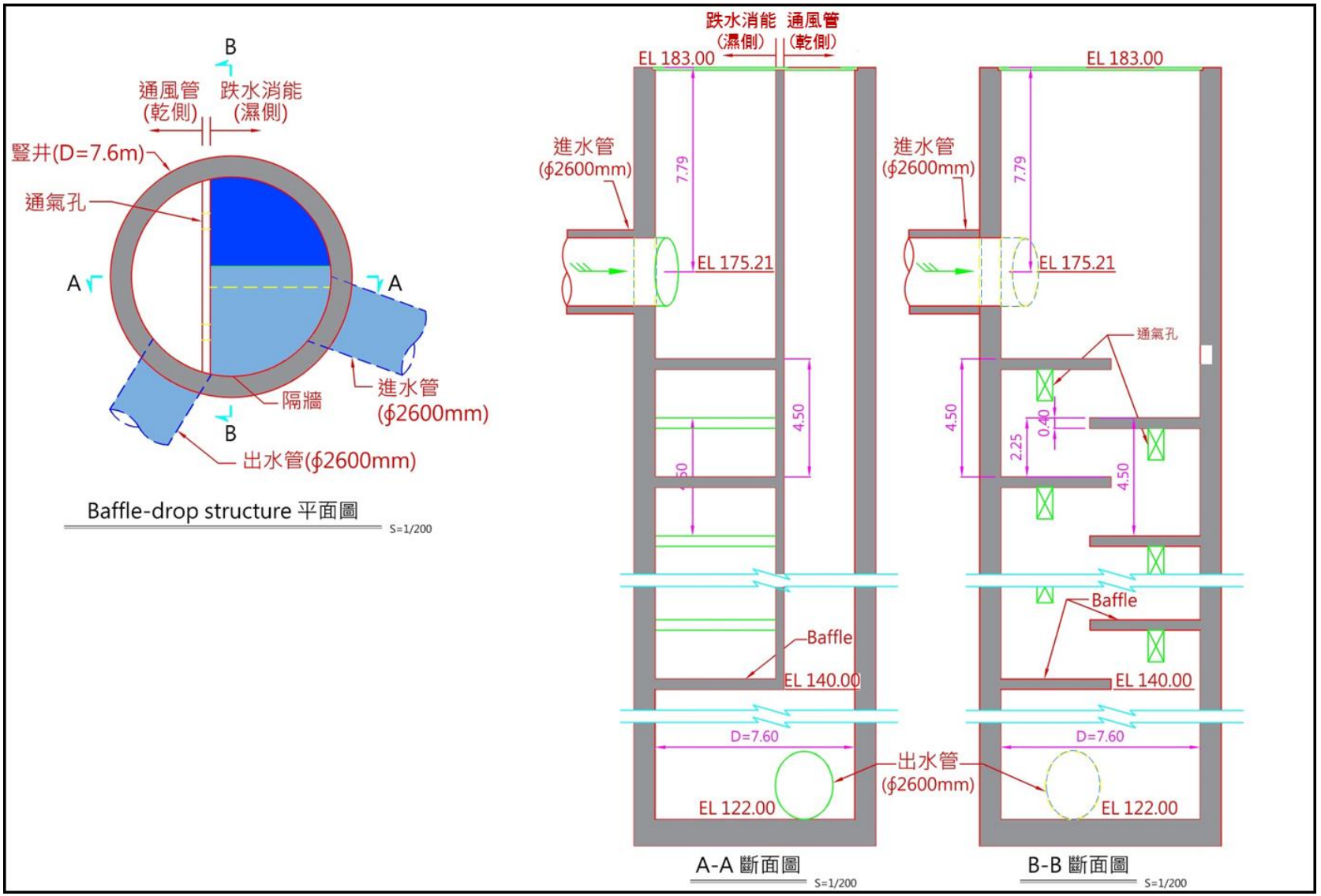


圖 4.2-5　消能豎井(Baffle-drop structure)佈置圖

表 4.2-3　本計畫與原規劃方案輸水管段路線檢討內容

管段名稱	原規劃方案	本計畫檢討方案
曾庫公路段	◆銜接消能設施，沿曾庫公路及174縣道至曾文一號橋	◆維持原規劃方案
楠西段	◆自曾文一號橋起沿曾文溪邊既有農路與農地埋設管路 ◆竹圍橋前約180m處並接入台3線	◆通過曾文一號橋後沿台3線至竹圍橋
玉井段	◆計畫以沿虎頭山下路線進行分析，最後建議沿台3線	◆同原規劃方案，建議沿台3線
南化段	◆通過四埔橋後，穿越農地埋設管路，跨越後堀溪後銜接既有南化高屏聯通管	◆通過四埔橋後，沿台3線至新北寮橋北側，通過新北寮橋下游側後銜接既有南化高屏聯通管

表 4.2-4　楠西段原規劃及本計畫方案比較表

因　子	原規劃方案	本計畫檢討方案
推動時程	◆土地徵收預估需2年作業時間 ◆配合都市計畫變更預估需2年作業時間	◆屬公有地，僅作路權申請即可直接推動
政府財政	◆施工費用約14.2億元，用地徵收費用依楠西地區土地市值估算約5.46億元，共需19.66億元	◆施工費用約16.5億元，僅需徵收零星用地
環境影響	◆新闢道路將改變原耕地植被環境，對生物棲息環境影響較大，且施工期間對溪邊生態容易產生污染	◆沿既有道路埋設，於已開發之範圍施工，對周邊環境影響較小
對民眾生活影響	◆施工期間對交通及商業影響較小 ◆需徵收多筆私有地，對原依賴種植農作物維生之居民需另覓收入來源	◆無需徵收多筆私有地，維持不擾民原則 ◆施工期間暫時影響鄰近居民交通及商業行為
施工難易度	◆埋設管線屬一般工程，施工困難度低 ◆既有進出農路難以提供施工機具進出，需進行施工便道修築	◆埋設管線屬一般工程，施工困難度低 ◆需進行管線遷移及做好交維工作

表 4.2-5　南化段原規劃及本計畫方案比較表

因　子	原規劃方案	本計畫檢討方案
推動時程	◆土地徵收預估需1年作業時間	◆屬公有地，僅作路權申請即可直接推動
政府財政	◆施工費用約3.4億元，用地徵收費用依南化地區土地市值估算約0.53億元，合計3.93億元	◆施工費用約3.59億元，僅需徵收零星用地
環境影響	◆新闢道路將改變原耕地植被環境，對生物棲息環境影響較大	◆沿既有道路埋設，於已開發之範圍施工，對周邊環境影響較小
對民眾生活影響	◆施工期間對交通及商業影響較小 ◆需徵收多筆私有地，對原依賴種植農作物維生之居民需另覓收入來源	◆無需徵收多筆私有地，維持不擾民原則 ◆施工期間暫時影響鄰近居民交通及商業行為
施工難易度	◆埋設管線屬一般工程，施工困難度低 ◆目前既有進出農路難以提供施工機具進出，需進行施工便道修築 ◆需破壞道路擋土牆，與既設南化高屏聯通管銜接	◆埋設管線屬一般工程，施工困難度低 ◆需進行管線遷移及做好交維工作 ◆需破壞道路擋土牆，與既設南化高屏聯通管銜接

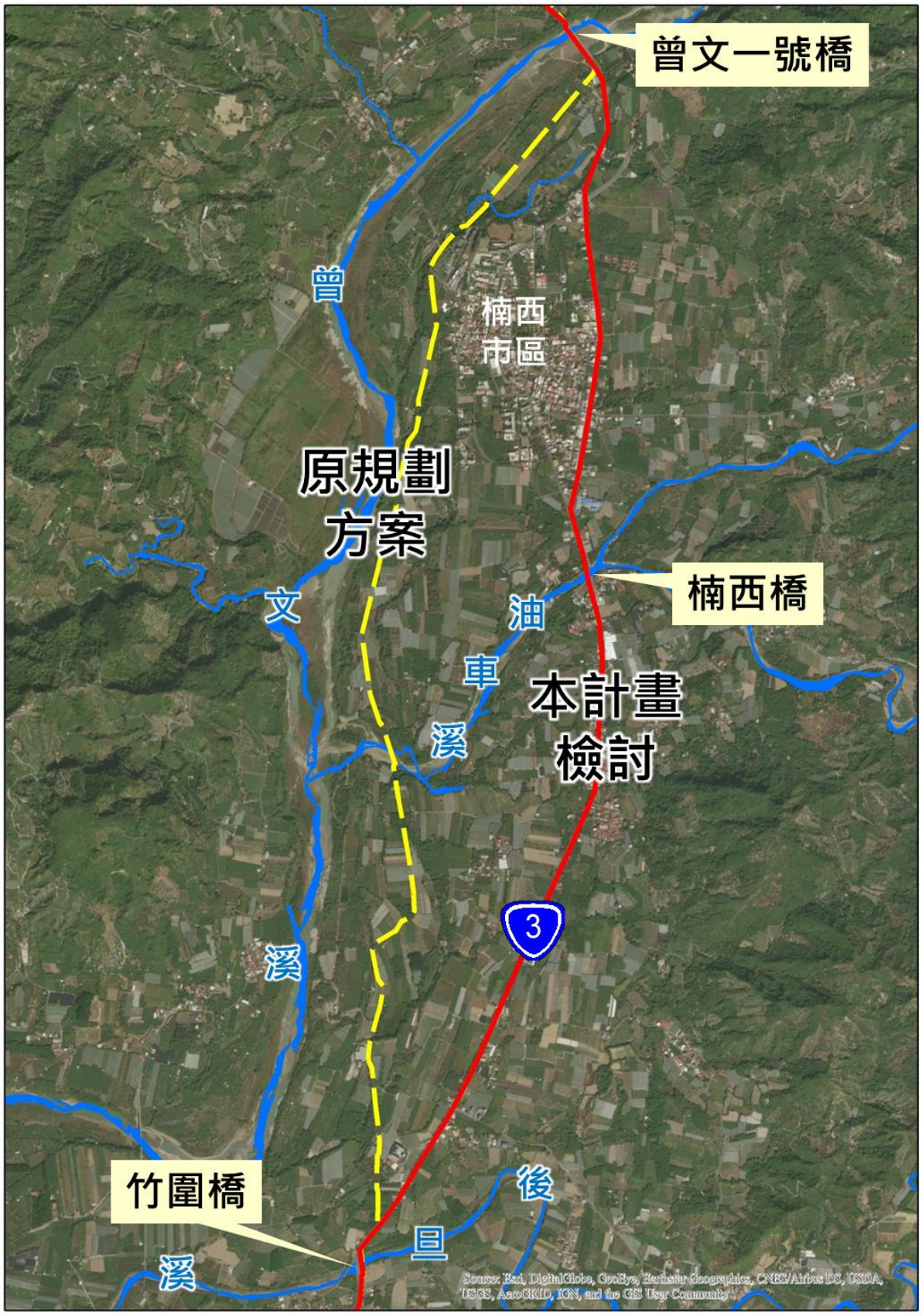


圖 4.2-6　楠西段原規劃及本計畫方案路線

圖 4.2-7　南化段原規劃及本計畫方案路線

四、平壓管段檢討

(一) 原規劃方案

原規劃方案考量溢流水再利用，將平壓管段設置於鏡面水庫山脊線高程 EL.150.0m 處。鏡面水庫位於台南市南化區小崙里附近之曾文溪支流菜寮溪上游，集水面積為 2.73km^2，水庫滿水位 EL.143m，竣工後總蓄水量為 115 萬立方公尺，有效蓄水量為 98.7 萬立方公尺，目前實測總蓄水量為 106.7 萬立方公尺，呆容量為 6.5 萬立方公尺，有效蓄水量為 100.2 萬立方公尺(民國 105 年 11 月實測)，主要供應南化區家用及公共用水，年計畫供水量為 115.2 萬立方公尺。鏡面水庫設施包含大壩、自由溢流溢洪道、底孔溢洪道兼排砂道、落水池(消能池)、副壩、取水工等主要設施及其附屬之水工機械與機電設備。其中自由溢流溢洪道位於大壩中間之溢流段，共有 1 孔，總長 80m，淨寬 8m，屬自由溢流式，設計排洪量為 15.5cms 大於本工程聯通管輸水能力 9.26cms。

平壓管段連接點位於台 3 線上南化高屏聯通管七苓橋往南約 600m 處，如圖 4.2-8 所示。平壓管與南化高屏聯通管採 T 型銜接，在公路旁裝設隔離閥，隔離閥下游端採 3m 之 SP 管路，連接鏡面水庫右山脊設置 6m(W)×6m(L)×6m(H)調節池及階梯式溢流設施。

(二) 本計畫檢討

本節將針對原計畫設置平壓管段對聯通管路之必要性進行檢討。本計畫聯通管銜接南化高屏聯通管，由木瓜園調整池至內門減壓池全長約 45.8km，本水路的運轉擬由東平橋的消能閥維持其上游的水力坡降線，並由水庫出口的消能閥控制系統流量及相應壓力，本節之目的在於模擬東平橋消能閥萬一關閉對管路壓力可能造成的衝擊，並分析於管路中增設平壓管段對降低暫態流之水錘壓力的效應。

東平橋消能設施的佈置如圖 4.2-9，該設計共有二條水路，在流量小於 60 萬 CMD 的情況下流經 D=1.8m 支管及 D=1.5m 多噴孔套

筒閥予以消能，流量大於 60 萬 CMD 時則流經 D=2.6m 裝有蝶閥的母管。

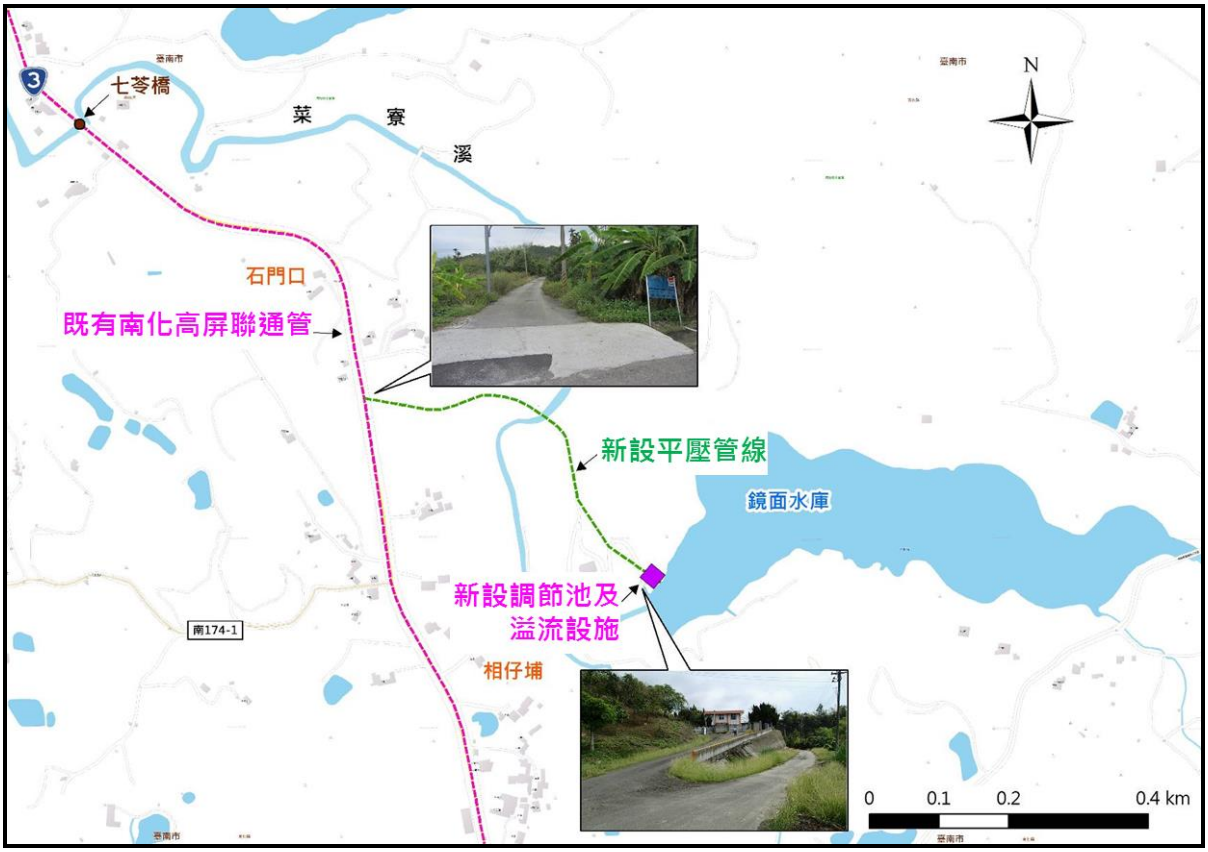


圖 4.2-8　曾文南化聯通管輸水工程平壓管段位置圖

1. 模擬方法

本計畫採用 Bentley 公司之 Hammer 模式進行水錘分析，Hammer 模式利用特性法(MOC，Method of Characteristics)模擬壓力波的傳遞及增減，可計算管線沿程的水理，精確掌握極端壓力發生的時間及地點；Hammer 模式採用圖形化介面，使工程師可快速建置由管線、水池、抽水機及水錘控制裝置組成的複雜管網，此模式可模擬完整的暫態現象(包括停泵水錘及水柱分離等)，並有 20 種以上水錘控制設備可供選擇，工程師藉由不同水錘控制設備及操作之組合，可進行各種降低水錘方案之模擬。

2. 閥門資料

(1) 流量係數與開度關係

多噴孔套筒閥流量係數與行程開度的關係曲線如圖 4.2-10 所示，蝶閥水頭損失係數與開度之關係曲線如圖 4.2-11 所示。

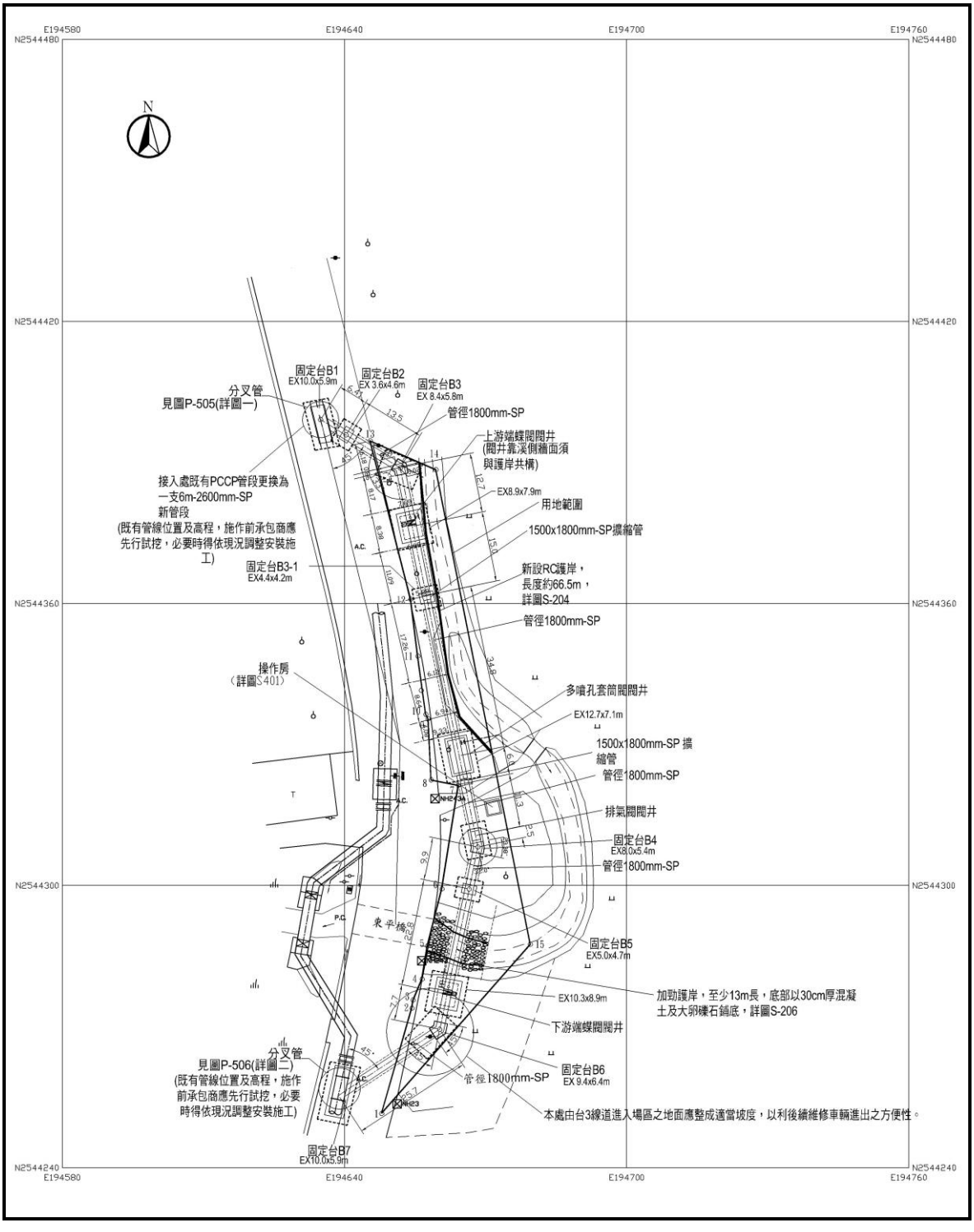


圖 4.2-9　東平橋消能設施平面佈置圖

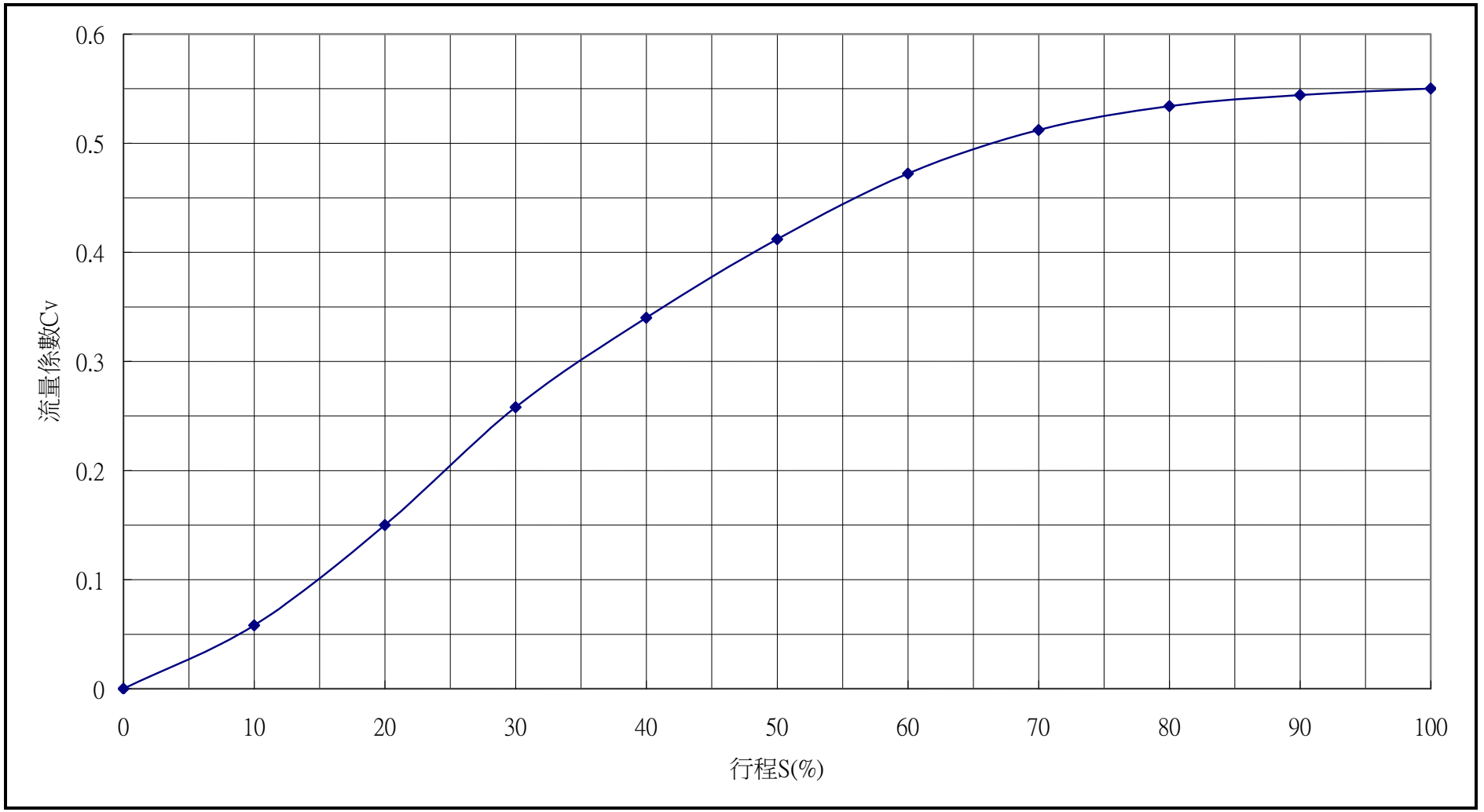


圖 4.2-10　東平橋多噴孔套筒閥流量特性曲線

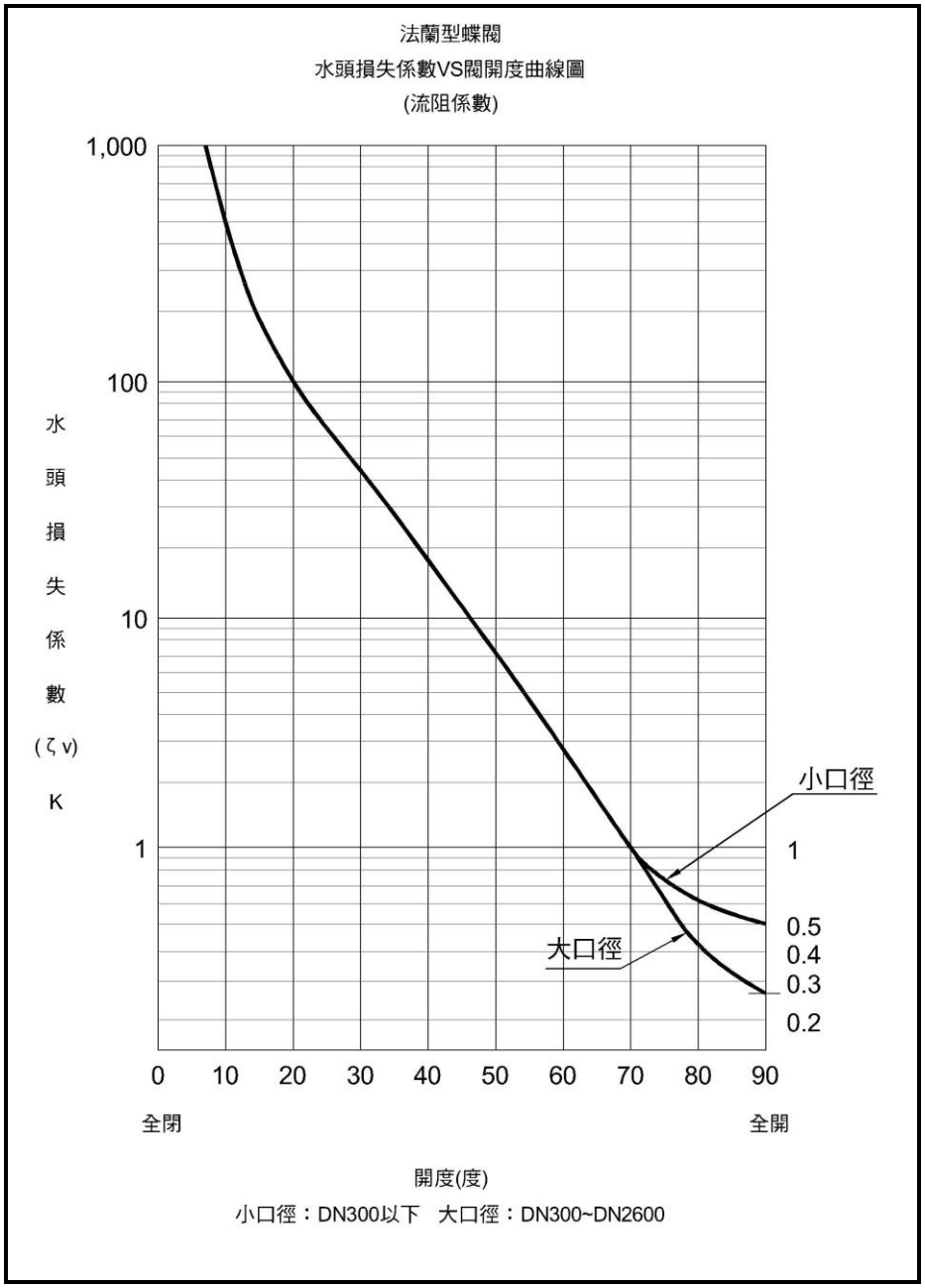


圖 4.2-11 東平橋控制蝶閥流量特性曲線

(2)全程關閉時間

- 多噴孔套筒閥單行程時間為 21 分 14 秒。
- 蝶閥單行程時間為 29 分鐘。

3. 模擬條件

本計畫模擬運轉在 60 或 80 萬 CMD 情況下，考量無平壓管段與有平壓管段時共 4 種情境之暫態流分析，模擬情境列如表 4.2-6 所示。

表 4.2-6　木瓜園至內門減壓池輸水路暫態流分析之模擬情境

情境	輸水量 (萬 CMD)	有無平壓管段	平壓管段管徑(m)	木瓜園豎井水位 (WL.m)	東平橋控制閥	模擬關閉(初始/關閉)	模擬時間
1	80	無	-	180	ϕ2.6m 蝶閥 29 分	100/0	29 分
2	60	無	-	172	ϕ1.5m 蝶閥 21 分 14 秒	68/0	14 分 26 秒
3	80	有	3	180	ϕ2.6m 蝶閥 29 分	100/0	29 分
4	60	有	3	172	ϕ1.5m 蝶閥 21 分 14 秒	68/0	14 分 26 秒

4. 模擬成果

東平橋消能閥在穩定運轉下關閉的暫態流分析成果，並以探討新設管路(木瓜園至新北寮橋)及既有管路(新北寮橋至東平橋)之動水壓力與最大水錘壓力如表 4.2-7、表 4.2-8 及圖 4.2-12~圖 4.2-13，成果說明如下：

(1) 輸水量 80 萬 CMD 時，如圖 4.2-12。當無平壓管段時，新設管路動水壓力為 99m，最大水錘壓力為 127.62m；既有管路動水壓力為 51.36m，最大水錘壓力為 96.80m 大於該管段設計壓力 70m。當有平壓管段時，新設管路最大水錘壓力降為 103.93m;既有管路最大水錘壓力降為 64.28m 小於該管段設計壓力 70m。故有平壓管段時於新設管路可降低 23.69m 之水錘壓力，亦可有效降低既有管路水錘壓力 32.52m 或小於該管段設計壓力 70m。

(2) 輸水量 60 萬 CMD 時，如圖 4.2-13。當無平壓管段時，新設管路動水壓力為 99.76m，最大水錘壓力為 124.10m；既有管路動水壓力為 57.03m，最大水錘壓力為 95.68m 大於該管段設計壓力 70m。當有平壓管段時，新設管路最大水錘壓力降為 102.14m；既有管路最大水錘壓力降為 65.03m 小於該管段設計壓力 70m。故有平壓管段時於新設管路可降低 21.96m 之水錘壓力，亦可有效降低既有管路水錘壓力 30.65m 或小於該管段設計壓力 70m。

表 4.2-7　曾水文庫木瓜園至內門減壓池新設管路(木瓜園至新北寮橋)動水壓力及最大水錘壓力

情境	輸水量 (萬 CMD)	有無平壓管段	平壓管段管徑 (m)	管中心高程(EL.m)	穩定流		暫態流	
					水力高程 (EL.m)	動水壓力 (m)	最高水力高程 (EL.m)	最大水錘壓力(m)
1	80	無	-	55.25	154.25	99.00	182.87	127.62
2	60	無	-	55.25	155.01	99.76	179.35	124.10
3	80	有	3.0	55.25	154.25	99.00	159.18	103.93
4	60	有	3.0	55.25	155.01	99.76	157.39	102.14

表 4.2-8　曾水文庫木瓜園至內門減壓池既有管路(新北寮橋至東平橋)動水壓力及最大水錘壓力

情境	輸水量 (萬 CMD)	有無平壓管段	平壓管段管徑 (m)	管中心高程 (EL.m)	穩定流		暫態流		新北寮橋至東平橋管段設計壓力 (m)
					水力高程 (EL.m)	動水壓力 (m)	最高水力高程 (EL.m)	最大水錘壓力 (m)	
1	80	無	-	87.30	138.66	51.36	184.10	96.80	70
2	60	無	-	87.30	144.33	57.03	182.98	95.68	70
3	80	有	3.0	87.30	138.66	51.36	151.58	64.28	70
4	60	有	3.0	87.30	144.33	57.03	152.33	65.03	70

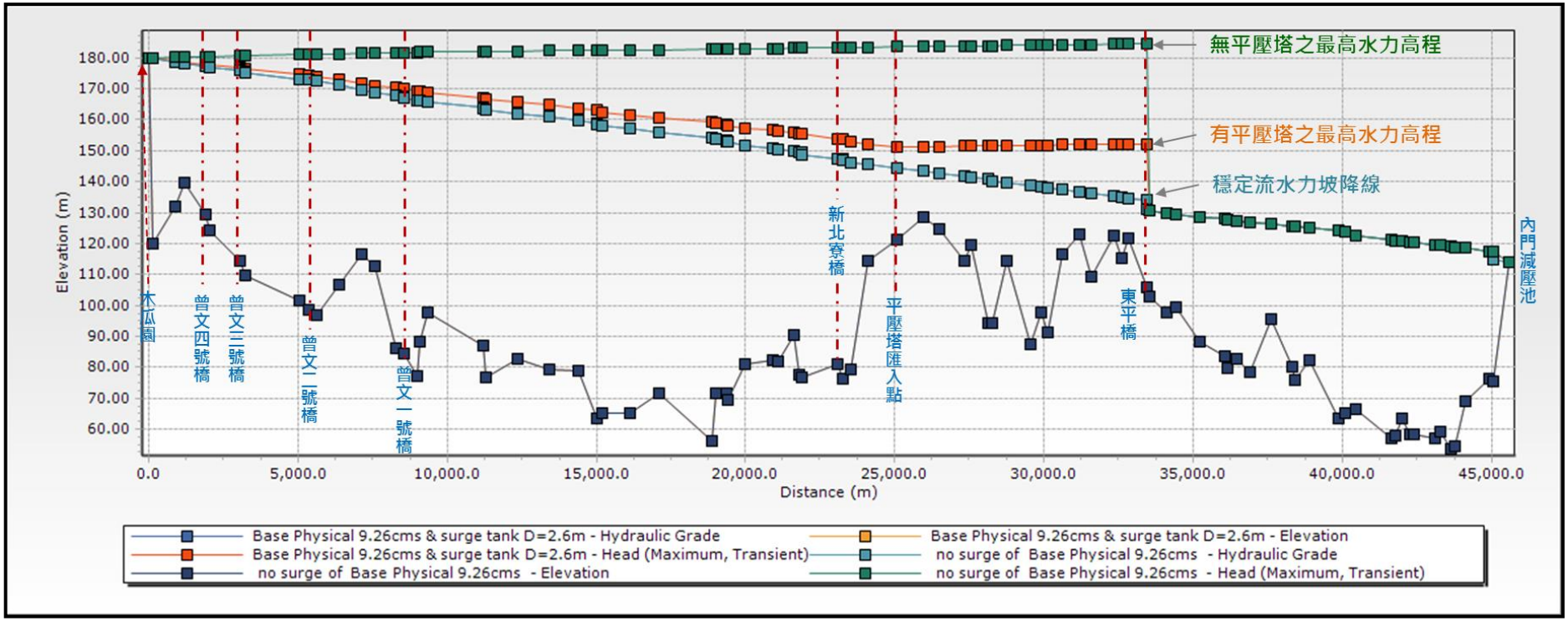
5. 結論與建議

(1) 曾文南化聯通管利用消能井之錐形閥控制流量，屬上游控制。

(2) 當輸水量 80 萬 CMD 或 60 萬 CMD 時，有平壓管段可有效降低既有管路(新北寮橋至東平橋)32.52m 或 30.65m 之水錘壓力或小於該管段設計壓力 70m，而對新設管路(木瓜園至新北寮橋)可降低 23.69m 或 21.96m 之水錘壓力，故有平壓管段可保護既有管路及新設管路。

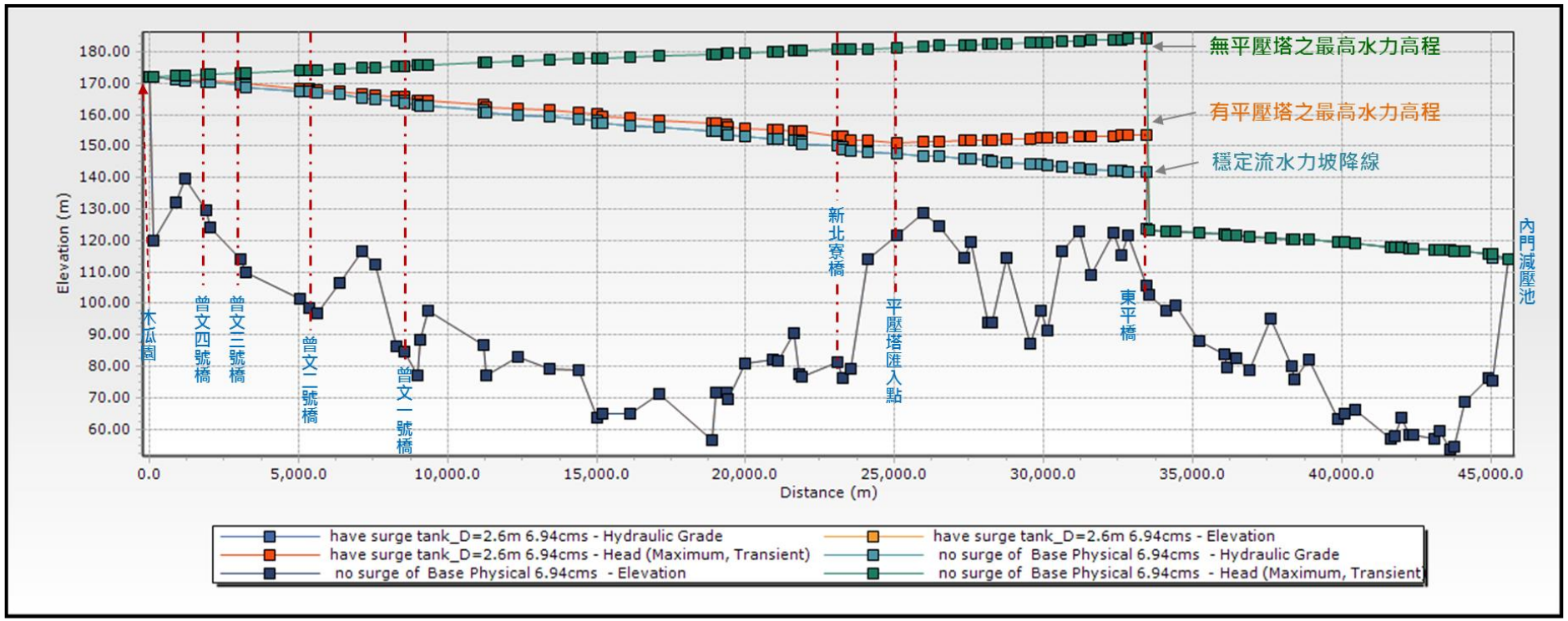
(3) 南化高屏聯通管茅埔減壓池至內門減壓池距離為約 28km，本工程輸水路長度自木瓜園至內門減壓池全長約 45.8km，東平橋控制閥為維持上游水力坡降之樞紐，東平橋閥門即使在穩定運轉下關閉，因木瓜園水位高達 182m，該靜水壓力將影立方公尺響既有南化高屏聯通管之安全。

(4) 若因緊急事件需關閉東平橋控制閥時產生水錘現象，由既有閥類設備單行程時間及閥類特性曲線(全開或全閉)，經暫態流分析，顯示水錘壓力大於既有南化高屏聯通管 2、3 管段設計壓力 70m。



資料來源：本計畫分析。

圖 4.2-12　80 萬 CMD 有無平壓管段之最高水力高程圖



資料來源：本計畫分析。

圖 4.2-13　60 萬 CMD 有無平壓管段之最高水力高程圖

(5) 若以單行程啟閉時間為 60 分鐘之閥類設備進行模擬，分析顯示僅能較現況降低 5m 水頭，相較有設置平壓管段方案可降低管路水錘壓力為 21.96m~23.69m，效果相當有限。

(6) 現況 2.6m 蝶閥之閥體單行程啟閉時間為 29 分鐘已屬相當緩慢，若再增加啟閉時間，則發生緊急事件時，將導致反應延遲，故不建議增加閥體單行程啟閉時間。

(7) 本計畫針對平壓管段之檢討，研判平壓管段對聯通管路之降壓有其必要性，且效果高於延長閥體開關時間，建議維持原計畫平壓管段方案。

4.2.3 施工方式及管材檢討

一、施工方式檢討

原規劃方案皆以明挖方式建置管線，本計畫為降低對聯通管佈設沿線居民日常生活影響，於人口密集及交通往來要道處如圖 4.2-14 所示改採用推進工法，包含：(1)曾文二號橋南端至楠西區鹿田派出所；(2)玉井市區；(3)三埔地區；(4)北寮地區。詳細施工位置及內容請見第七章。

二、管材檢討

原規劃方案之輸水管段，除水管橋採用 SP 外，皆採用 PCCP 做為聯通管之管材，本計畫考量管路內水壓及外荷重壓力，為提升管路安全性，管材選用原則如下：各管段採用管材之詳細位置及內容請見第七章。

1. 明挖埋設，且壓力大於 10kg/cm^2，採用 SP 管。
2. 明挖埋設，且壓力小於 10kg/cm^2，採用 DIP 管。
3. 推進管段，且壓力大於 10kg/cm^2，採用 WSP 管。
4. 推進管段，且壓力小於 10kg/cm^2，採用 DIP 管。
5. 水管橋採用 SP 管。

曾庫公路往木瓜園(消能豎井預定地)路口現況照片	曾庫公路段現況照片
曾庫公路與南174市道交接處現況照片	南174市道曾文一號橋前現況照片
台3線與南174市道交接處現況照片 (進楠西)	台3線與楠西中正路交接處現況照片 (出楠西)
台3線與玉井中正路交接處現況照片 (進玉井)	台3線與台20交接處現況照片 (出玉井)
台3線與台20線交接處現況照片 (進南化北寮)	台3線過北寮橋接水點現況照片 (路面制水閥孔下方)

圖 4.2-14　本計畫輸水路主要路口現況照片圖

4.3 補充地形測量

一、測量工作範圍

檢視本計畫管路區域過往地形測量成果，依據本計畫之管線路徑，辦理補充地形測量，測量範圍及項目如表 4.3-1 及圖 4.3-1 所示。測量工作內容包含地形測量面積約 48 公頃(實際測量面積約 68 公頃)，河川斷面 7 處及基樁埋設 8 座。

表 4.3-1　本計畫補充地形測量辦理項目一覽表

地形測量比例尺	1/500
地形測量面積	48 公頃
地形測量範圍	1.木瓜園 7.8 公頃
	2.自曾文一號橋至台 3 線竹圍橋間路段約 6.5km，帶寬約 35m，測量面積約 22.8 公頃
	3.台 3 線自竹圍橋至玉井第一公墓前路段約 3km，帶寬約 35m，測量面積約 10.5 公頃；大成路約 1km，帶寬約 20m，測量面積約 2 公頃
	4.台 3 線自四埔橋至南化高屏聯通管銜接點約 1.4km，帶寬約 35m，測量面積約 4.9 公頃
地籍圖套繪及土地使用清冊(含界樁佈設)	地籍圖套繪及清冊製作以全路線範圍辦理，暫以原設計方案路線範圍面積估算，面積為 125 公頃
河川斷面測量 7 處	曾文溪：3 處 (曾文 1 號橋、曾文 2 號橋、曾文 3 號橋)
	油車溪：1 處 (楠西橋)
	後旦溪：1 處 (竹圍橋)
	菜寮溪：1 處 (平壓管段)
	後堀溪：1 處 (新北寮橋)
基樁埋設及測量 8 座	依內政部一等或二等水準點引測至規劃區埋設水準基樁，每 1 幹線至少設置 1 支

二、測量成果

本計畫地形補充測量成果已於民國 107 年 2 月 5 日提送補充地形測量成果定稿本，成果內容摘述如后。

(一) 1/500 數值地形測量

本計畫地形測量範圍包含以下四段：木瓜園、曾文一號橋至台 3 線竹圍橋間路段、台 3 線自竹圍橋至玉井第一公墓前路段、台 3 線自四埔橋至南化高屏聯通管銜接點。測繪成果之圖幅接合圖共 45 幅，如圖 4.3-2 所示

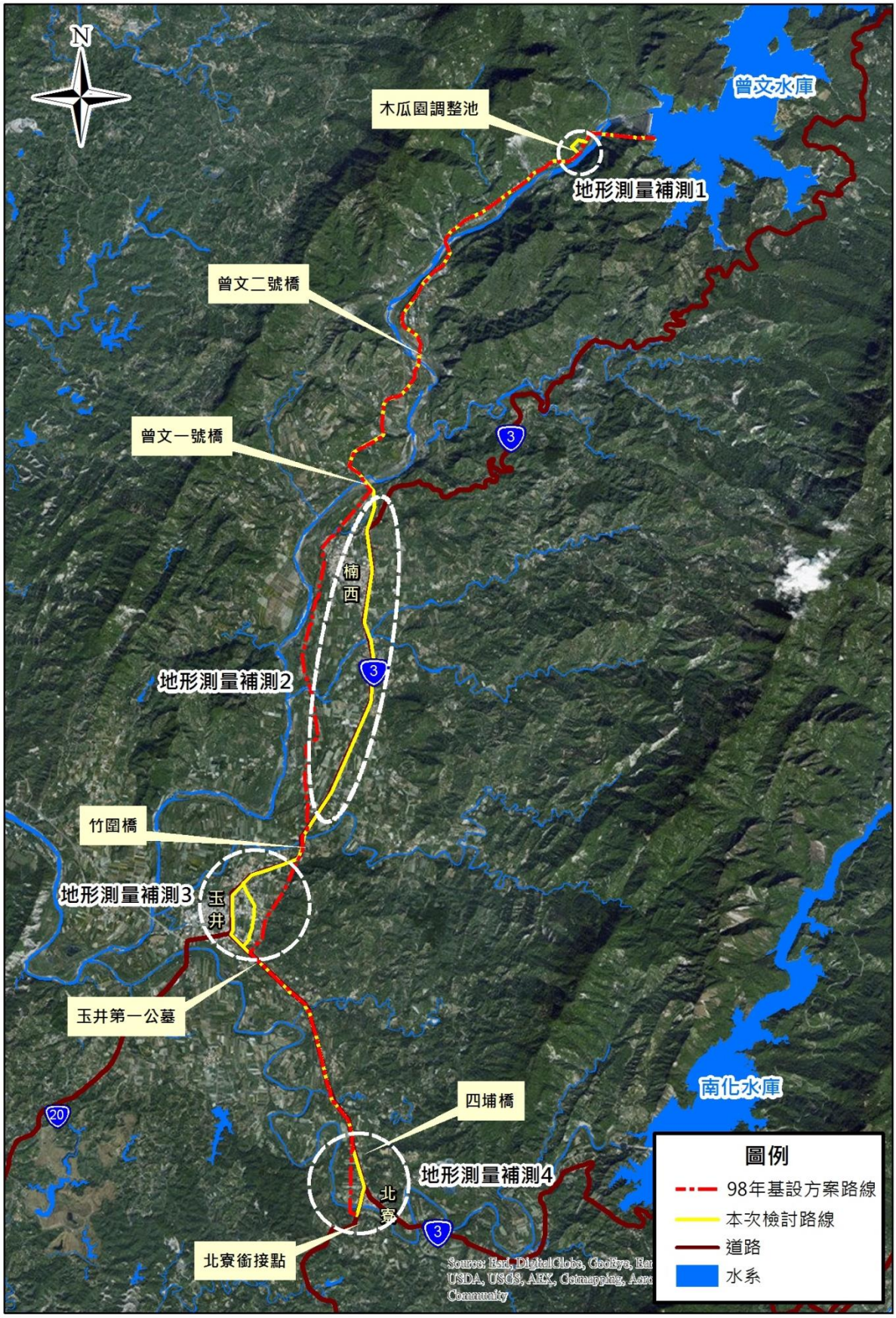


圖 4.3-1　本計畫補充地形測量範圍圖

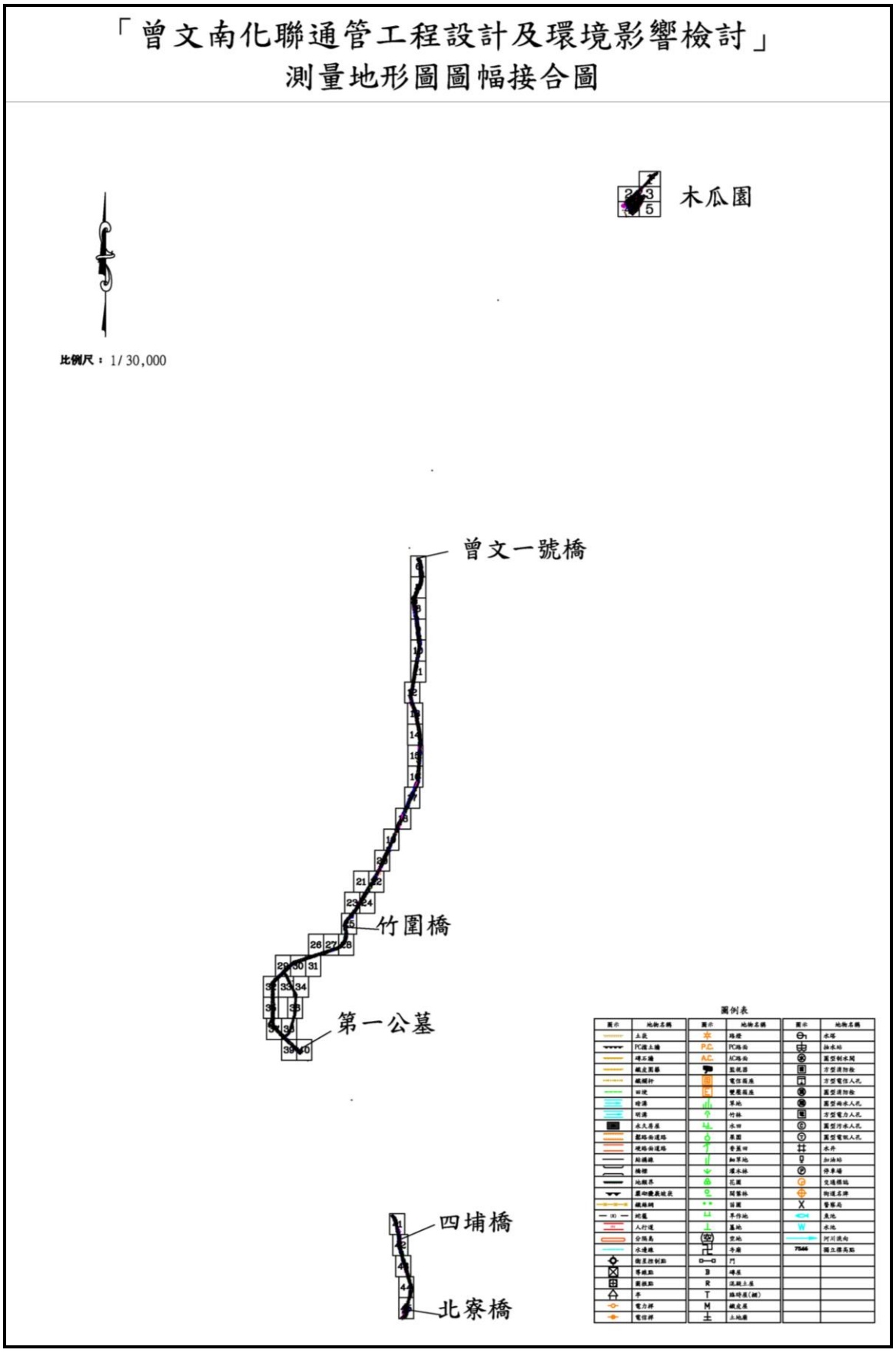


圖 4.3-2　測量地形圖圖幅接合圖

(二) 地籍套繪

本計畫路線地籍套繪成果共 46 幅，如圖 4.3-3 所示。

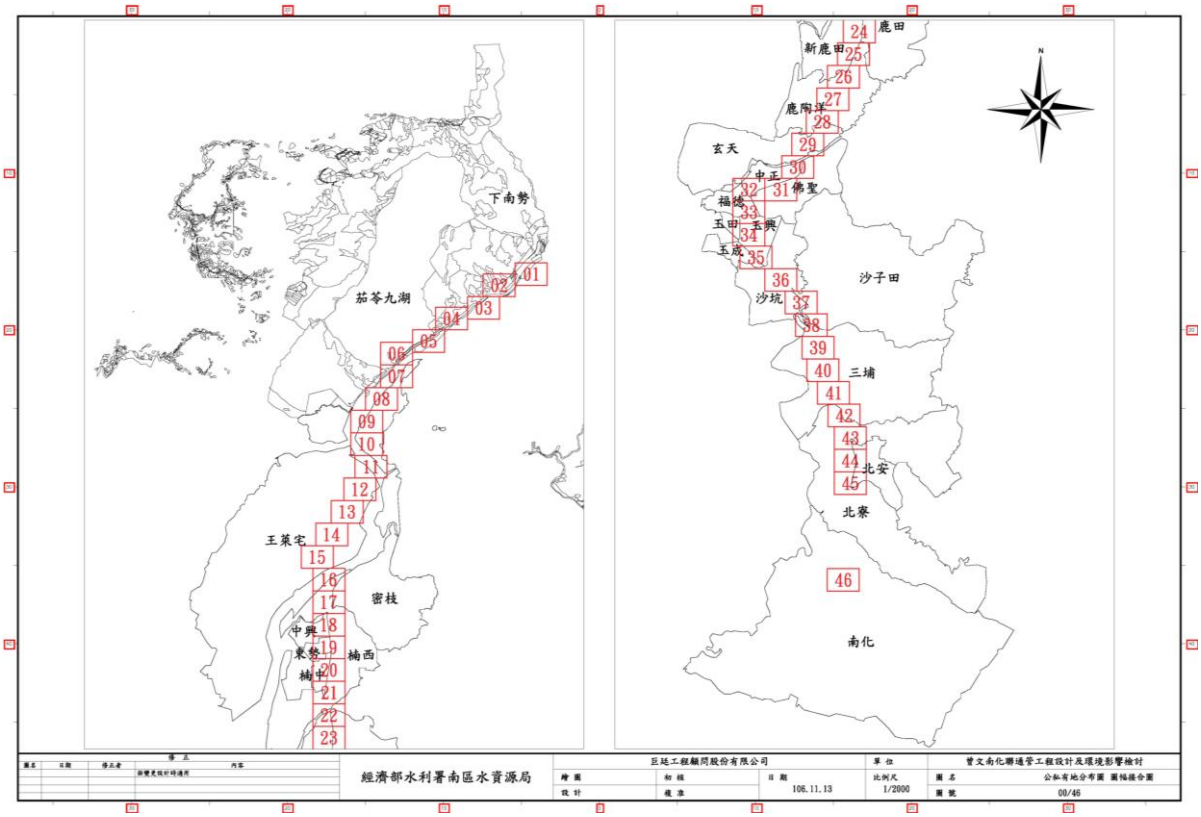


圖 4.3-3　地籍套繪圖幅接合圖

(三) 河道斷面測量

本案施測河道大斷面 7 處，分別為曾文溪之曾文一號橋、曾文二號橋、曾文三號橋，油車溪之楠西橋，後旦溪之竹圍橋，菜寮溪之平壓管橋以及後堀溪之新北寮橋，如圖 4.3-4~4.3-10 所示。

(四)基樁埋設

依工作項目共埋設八支基樁，如表 4.3-2 及圖 4.3-11 所示。

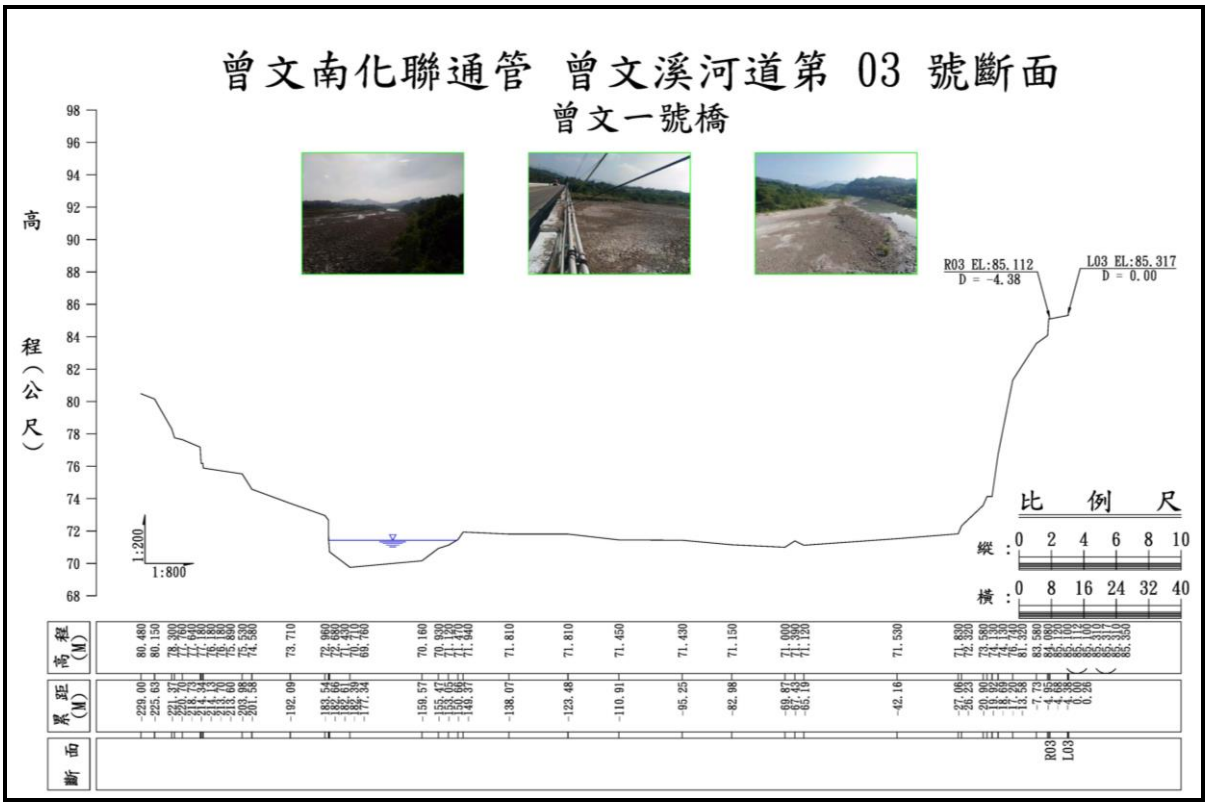


圖 4.3-4　曾文一號橋測量斷面成果

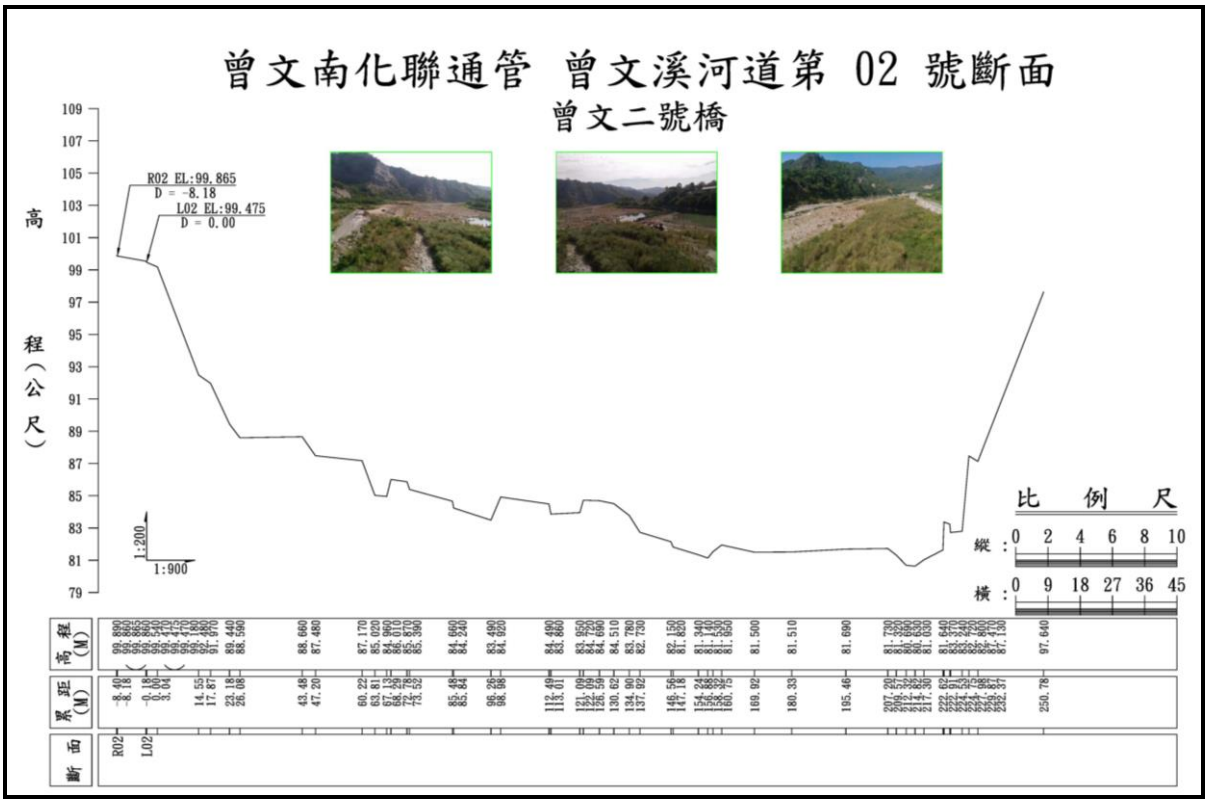


圖 4.3-5　曾文二號橋測量斷面成果

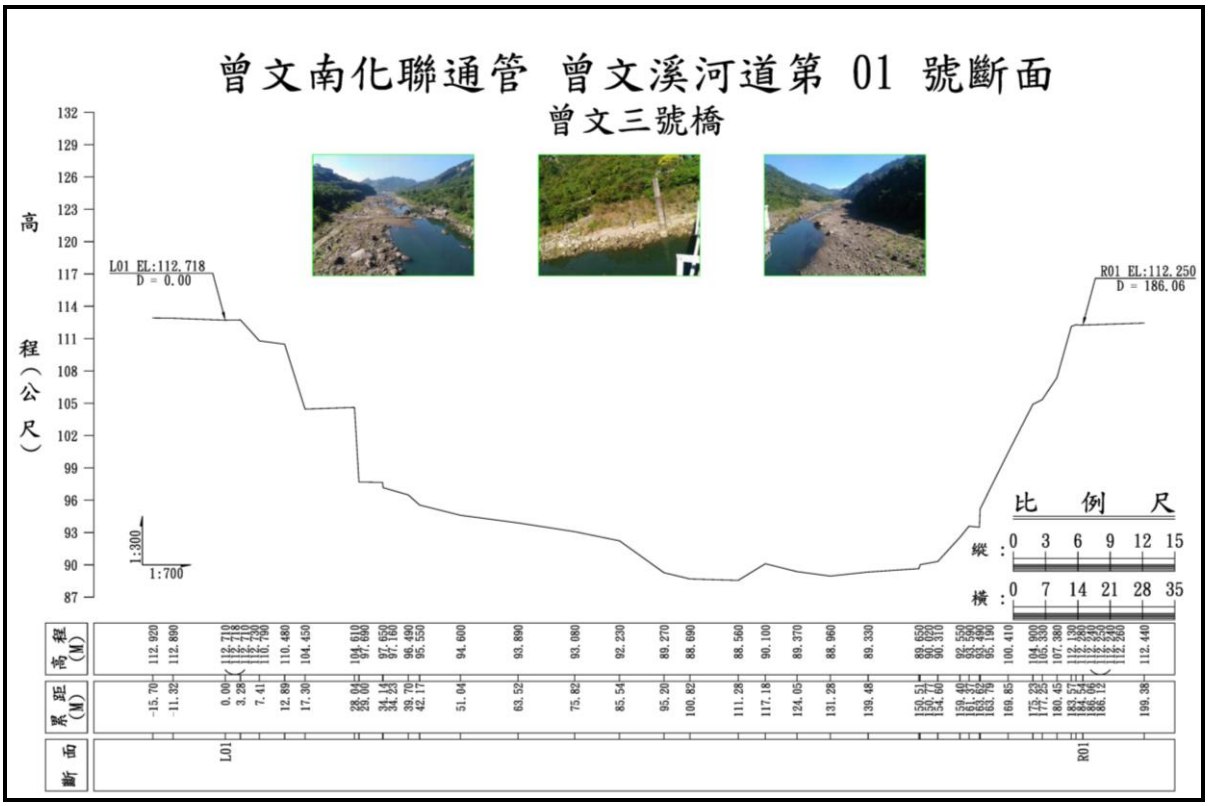


圖 4.3-6　曾文三號橋測量斷面成果

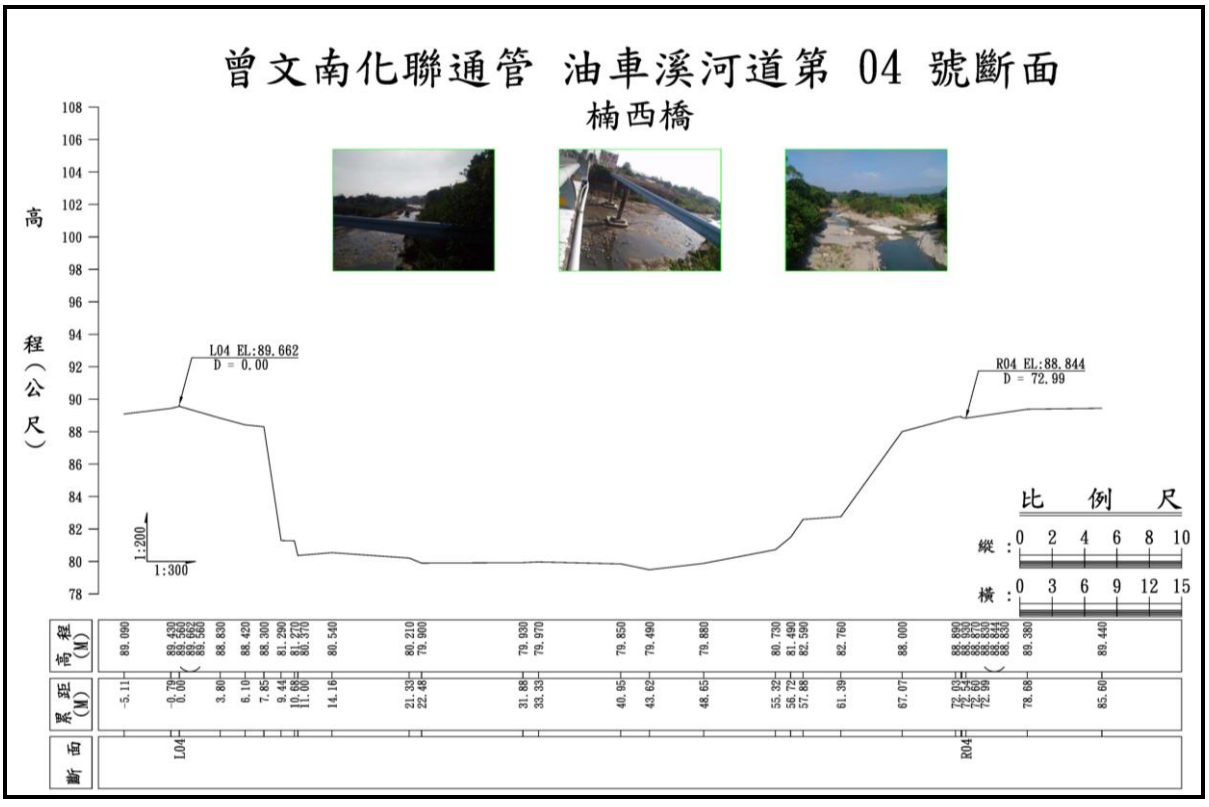


圖 4.3-7　楠西橋測量斷面成果

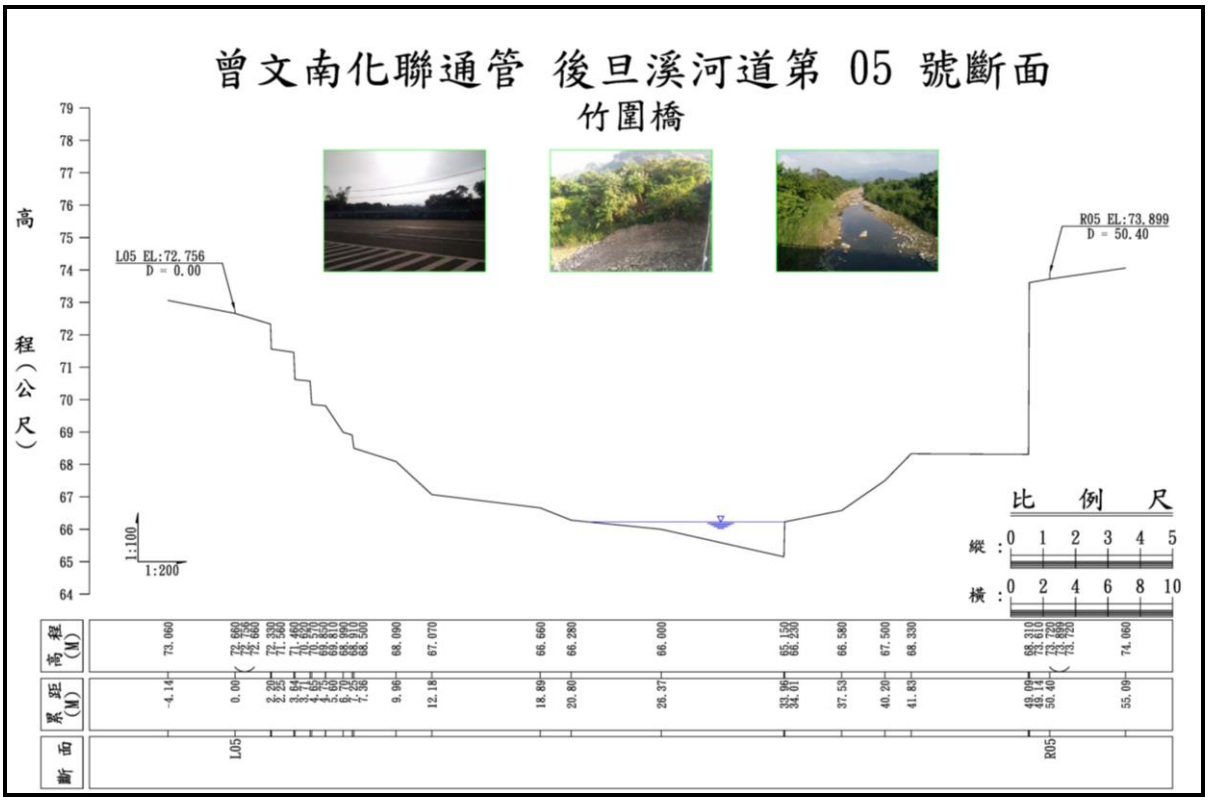


圖 4.3-8　竹圍橋測量斷面成果

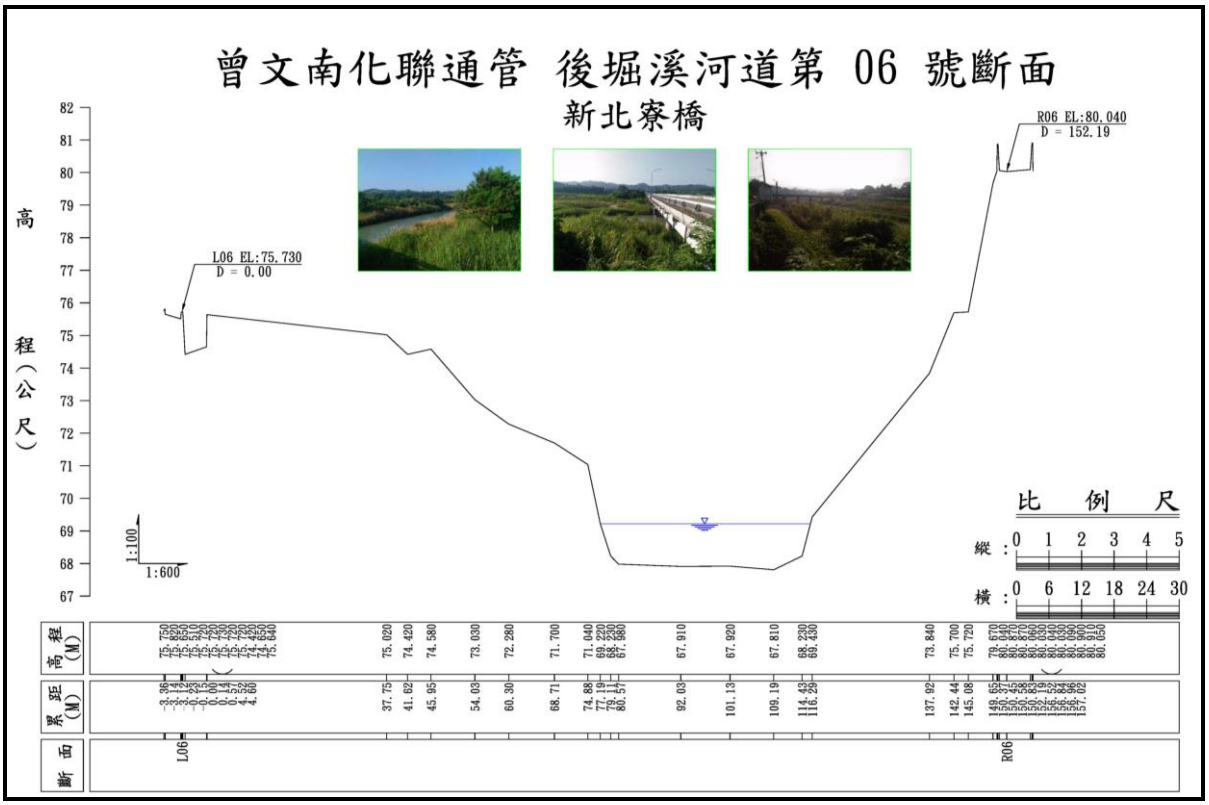


圖 4.3-9　新北寮橋測量斷面成果

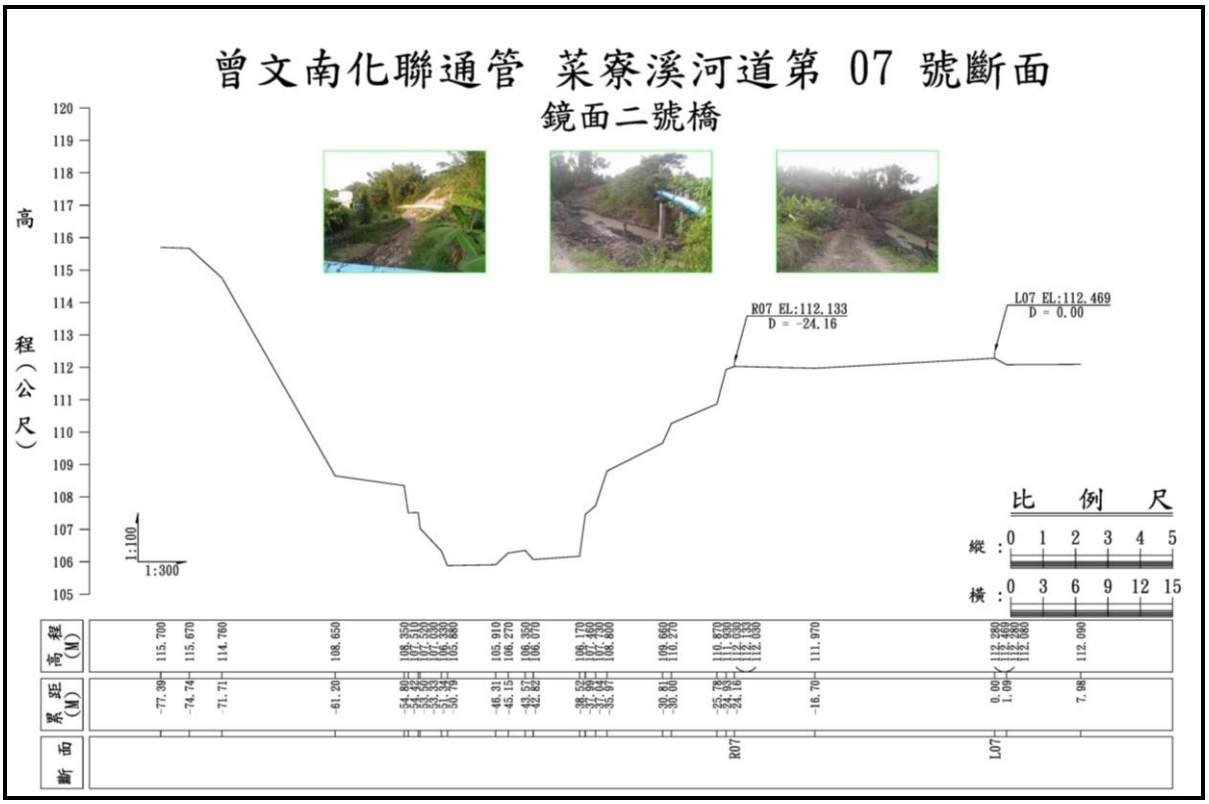


圖 4.3-10　鏡面二號橋測量斷面成果

表 4.3-2　基樁埋設位置表

樁號	TWD97 座標		樁位交通說明
	X	Y	
NO01	201526.988	2571636.083	位於曾庫公路旁，曾文發電廠水泥招牌岔路附近
NO02	199050.830	2569808.077	位於曾庫公路曾文三橋附近，於右岸橋頭上游路邊
NO03	197954.885	2566972.712	位於曾庫公路往水庫方向，遇興北里車站站牌後約 150m 處，於道路左側排水護欄邊
NO04	197688.123	2562850.734	行台 3 線內山公路過台 3 線南西區 7-11 約 80m，遇縣道南 19 交叉口，於台三線交叉口另一側路邊
NO05	196515.738	2559133.606	行台 3 線內山公路往楠西方向，遇上慶汽車後約前行 500m，於道路右側人行道邊
NO06	196615.753	2556490.887	位於台 3 線里程 337K 路牌處路邊
NO07	197561.141	2553178.309	行台 3 線往南化市區方向，過於台 20 線共線之岔路右行台 3 線後，沿台 3 線續行 200m，於右側護欄外
NO08	197415.562	2551079.177	台 3 線轉進鏡面淨水場內道路後，續行約 350m，於路旁

NO01	NO02
NO03	NO04
NO05	NO06
NO07	NO08

圖 4.3-11　基樁埋設完成圖

4.4 補充地質調查

一、區域地質概況

本計畫輸水管路路線為曾文水庫以南，沿曾庫公路與台 3 線及其周邊土地，經楠西、玉井至北寮，區域地質概況如圖 4.4-1。

(一) 地層

本路線沿線主要經過台地堆積層、鏡面砂岩、隘寮腳層、鹽水坑頁岩及糖恩山砂岩，各地層之組成特性說明如下：

1. 台地堆積層(t)

本區台地堆積層由未膠結之礫石、砂及泥組成，礫石直徑可由數公分至一公尺以上，砂泥層則以凸鏡體分佈，此台地堆積層分佈於曾文溪左岸曾文新村，及平壓管段台 3 線附近。

2. 鏡面砂岩(Pcm)

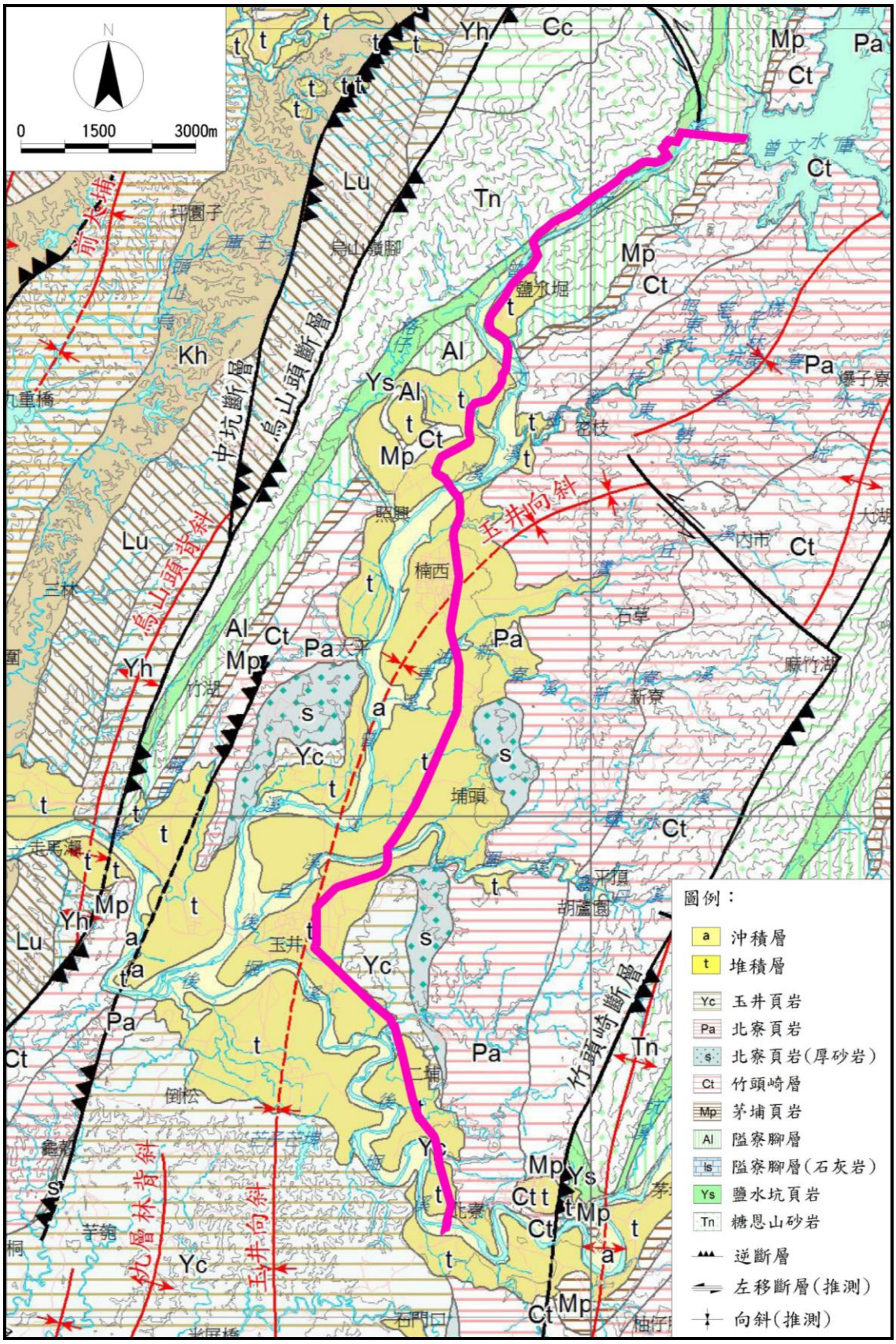
岩性為厚層砂岩，呈淺灰色，細粒，膠結疏鬆，常形成峭壁，層厚由數公尺到數十公尺，但向兩端尖滅而無延續性，出露於玉井頁岩底部，可作為玉井頁岩與北寮頁岩間的分界層準，這一砂岩段局部名叫鏡面砂岩。

3. 隘寮腳層 (Al)

岩性以薄層的深灰色頁岩和白色砂岩或粉砂岩所造成的條帶狀薄葉層。本層的下部有很多灰色、細粒、層厚一到二公尺的砂岩，很具特徵。本層中常見到炭質碎片、砂棒、和波痕，全地層的厚度約有 400 到 500m。

4. 鹽水坑頁岩(Ys)

岩性以深灰色頁岩主，偶夾有凸鏡狀的粉砂岩和砂岩，通常以本層的下部比較多。因為缺乏頁理面，所以頁岩的大部很像泥岩，富於石灰質的頁岩中含有較多的化石。粉砂岩中含有不少紅色鐵質結核和小的方解石脈。本層的全厚約 200 到 250m。



資料來源：曾文溪流域地質圖，中央地質調查所，民國102年

圖 4.4-1　本計畫區域地質圖

5. 糖恩山砂岩(Tn)

主要岩性為淡青灰色細粒砂岩，砂岩呈塊狀，具有不規則的節理，時常形成陡崖或深谷，層理不清晰。砂岩屬於亞混濁砂岩或混濁砂岩，含有不少泥質，所以有時成為泥質砂岩或砂質泥岩。砂岩常夾有許多厚層的深灰色頁岩和灰色砂質頁岩，全層厚度為 450 到 500m。

(二) 地質構造

地質構造方面，本計畫路線全線皆未通過斷層，另於楠西地區通過玉井向斜，為本計畫於此段為埋深較淺之輸水管線，因此向斜構造對本工程管線並無直接影響。

二、既有地質調查成果

本計畫路線範圍過往曾進行地質調查及管線調查，概述如下。

(一) 民國 93 年既有調查成果

地質鑽探位置包含：攔河堰、曾文二號橋、曾文一號橋、楠西橋、竹圍橋、高陵橋、砂田橋、三埔橋、四埔橋、北寮橋及加壓站。

鑽探調查結果顯示過水橋兩岸地表覆蓋深度較深，深度多超過 6m，基礎開挖需注意地工保護措施；河床覆蓋深度 2~10m，岩盤地質良好，可為良好承載層。

(二) 民國 95 年調查成果

地質鑽探位置包含：東口抽水站及取水口、曾文二號橋旁檢查哨、楠西區沿溪邊農地、玉井區虎頭山腳、北寮調整池及加壓站、北寮里農地、曾庫公路局部高地、曾文二號橋下游右側河道旁高灘地。

鑽探調查結果顯示調查區域地表覆蓋主要為台地堆積層及河床沖積層，由未固結之礫石、砂、泥組成，基盤岩性主要為泥質砂岩或泥岩，岩層傾角平緩，約在 20 度左右，岩盤完整，預估為良好承載層。

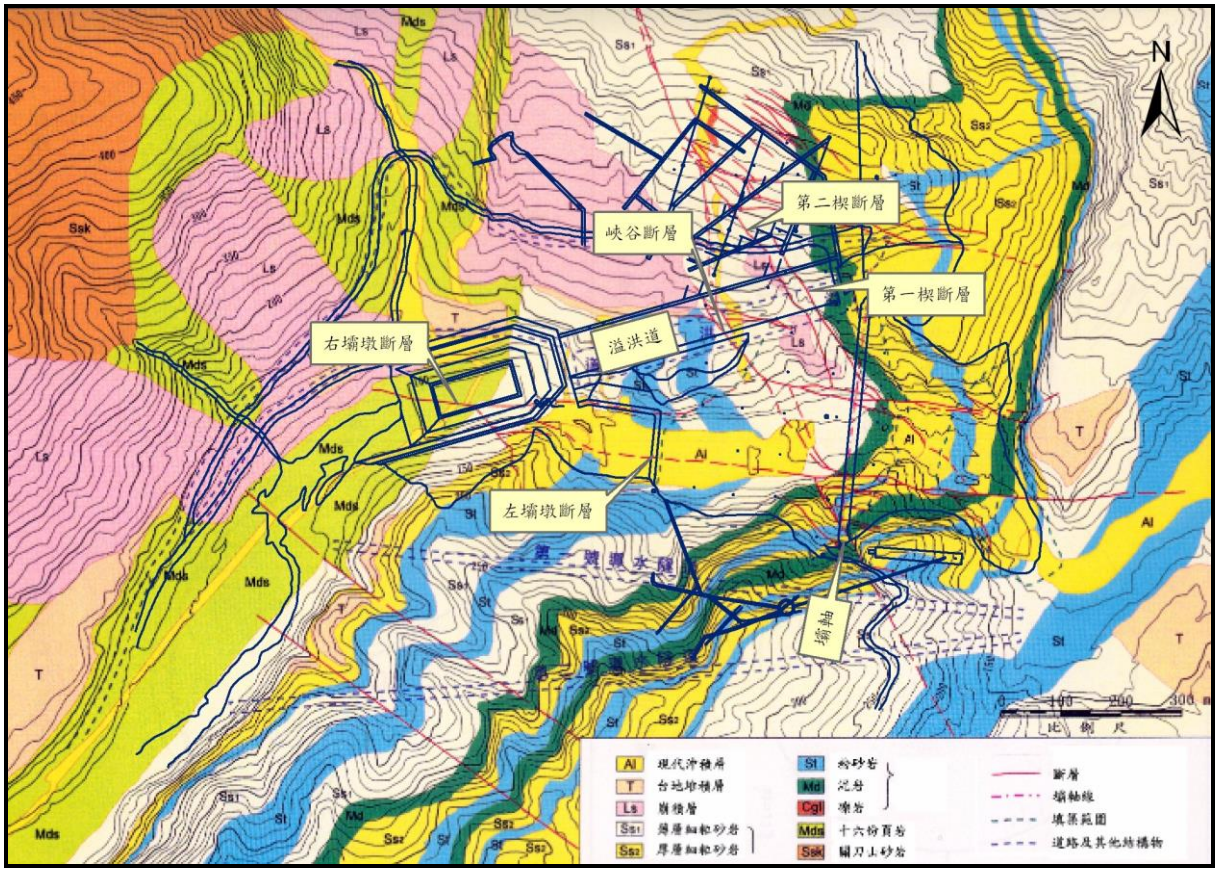
(三) 民國 98 年調查成果

地質鑽探位置包含：木瓜園台地旁曾庫公路、曾文四號橋北側、曾文三號橋兩側、鏡面一號橋兩側、鏡面水庫西側、鏡面水庫通達道路邊坡。

鑽孔調查結果顯示庫區內路段覆蓋深度 4.0～16.0m，岩盤地質良好，除曾文三號橋岩盤相對較破碎，而鏡面水庫周圍覆蓋深度 0.4～4.5m，岩盤地質良好，可為良好承載層。

(四) 曾文水庫壩址調查成果

依據曾文水庫電廠防淤改善工程規劃設計報告(南區水資源局，民國 103 年)，曾文壩址附近之地層以大窩細砂岩層(隘寮腳層)為主，可細分為砂岩、粉砂岩、泥岩及頁岩，曾文水庫施工時，曾詳細測繪與記錄各開挖區域之地質狀況，為瞭解壩址地質狀況之重要資料。壩址所在地之開挖紀錄及露頭調查成果如圖 4.4-2，壩址地層位態為北 30 度東，傾斜向東南 39 度，即地層向上游傾斜，其地層位態有利於水庫水密性。



資料來源：曾文水庫越域引水工程計畫－蓄水位提高至標高230m大壩溢洪道及附屬設施改善先期作業計畫。

圖 4.4-2　曾文水庫壩址地質圖

壩址附近的斷層多為斷面近垂直的平移斷層，且依其走向明顯的分為兩組：一組走向約為 N30°~50°W，以峽谷斷層及第一、第二斷層為代表；另二組走向則約為東西向，以左、右壩墩斷層為代表。在節理方向，亦大致可區分為甲乙兩組，甲組節理走向 N30°~50°W，約與第二組斷層之走向相當；乙組節理之走向則為 N60°~70°W。

大壩及溢洪道基礎之岩性均為大窩細砂岩層(隘寮腳層)之厚層砂岩、薄層砂岩、粉砂岩、泥岩及頁岩等，其中在壩址上游端有一富含鈣質之厚層砂岩，由於具有較高之強度與抗侵蝕力，大壩未興建前即於河道中形成一狹隘峽谷，大壩興建時則被選擇做為大壩之基礎。

大壩右山脊組成之岩性為層狀砂岩，層面位態為 N30°E/32°S，右山脊邊坡位於溢洪道開挖邊坡之下游部分為河床堆積層及崖錐料所組成，其厚度最深達 60m，開挖坡面高達 150m，為右山脊邊坡中安定性較低之部分。而此區岩楔主要由層面及 9 組垂直之斷層(N32°~60°W/90°)所構成，依據設計報告及第三次安全評估可能岩楔滑動分析結果，顯示坡面皆較岩楔之滑動方向為緩，因此並無產生岩楔滑動之疑慮。

大壩左岸主要出露之岩性為青灰色砂岩及層狀砂岩，層面位態為 N20°~25°E/30°~35°E，有兩組主要節理 N50°W/65°W 及 N80°E/70°N 節理延展不佳，依據建設誌資料及現地觀察結果，邊坡易受到風化及崩解作用影響產生岩塊崩落，且靠近電廠及開關場附近邊坡容易產生崩塌，邊坡上方為一沖蝕溝山溝，下方已興建沉砂池及排水溝，惟上方有三座電塔通過，通過之處植被差，豪雨後易沖刷崩積物形成土石流堵塞排水系統。

另外位於電廠下游處之陡峭邊坡亦在過去發生過淺層崩塌情形，目前均以經噴漿處理保護，而距電廠洞口 100m 處為小型蝕溝，目前以設置數階石籠減緩坡度，並抑制土石流。

壩址下游右岸支流梧棲溝地層係由十六份頁岩(鹽水坑頁岩)及崩積層所構成，較易發生邊坡破壞，左右兩岸皆為舊有崩塌地，目前邊坡尚無明顯滑動現象。

三、本計畫地質鑽探成果

本計畫於民國 106 年進行補充地質調查，總共完成 21 鑽孔，總深度 382.6m，已於民國 107 年 3 月 27 日提送補充地質調查成果定稿本，摘述如后，試驗成果詳見附錄四。

計畫地質鑽探位置主要分為 3 區，包括木瓜園台地、174 市道楠西北橋、以及玉井市區台 3 線與大成路等位置，本次補充調查鑽孔位置如圖 4.4-3，鑽孔資料及試驗數量如表 4.4-1，總計完成土壤一般物性試驗 58 組，岩石一般物性試驗 13 組結果如表 4.4-2，岩石單軸壓縮試驗 13 組結果如表 4.4-3，岩石弱面直剪試驗 13 組結果如表 4.4-4。

本次補充調查鑽孔依據木瓜園台地規劃消能設施位置，分別於供水豎井及消能豎井(Baffle-drop)各佈置 1 鑽孔深度 60m，另配合地質敏感區調查規定，鄰近消能豎井(Baffle-drop)佈置 1 鑽孔深度 30m，及調整池區域佈置 2 鑽孔深度 30m，總計於木瓜園台地完成 5 鑽孔，鑽孔編號 A01~A05，鑽孔位置如圖 4.4-4；於 174 市道楠西北橋兩端各鑽設 1 鑽孔深度 15m，鑽孔編號 B01~B02，鑽孔位置如圖 4.4-5；於玉井市區及大成路段因無前期鑽孔資料，因此共佈置 14 鑽孔深度 10m，以平均分佈為原則，鑽孔編號 C01~C14，鑽孔位置如圖 4.4-6；各鑽孔岩心地質描述如下。

(一) 鑽孔 A01：位於供水豎井位置，深度 60m。深度 0~3.9m 為黃棕色粉土質砂土，疏鬆，偶夾小岩塊；深度 3.9~8m 為灰黑色粉土質砂夾黏土，疏鬆；深度 8~22.2m 為灰色軟弱砂質粉砂岩，厚層塊狀膠結疏鬆，局部剪裂夾泥；深度 22.2~22.6m 為黑灰色砂質頁岩，軟弱，膠結不良；深度 22.6~29.0m 為黑灰色軟弱砂質粉砂岩，厚層塊狀，膠結疏鬆，無明顯弱面；深度 29.0~32.2m 為黑灰色軟弱砂質頁岩，膠結不良，局部剪裂夾泥；深度 32.2~60m 為黑灰色軟

弱砂質粉砂岩，厚層塊狀，膠結疏鬆，無明顯弱面。

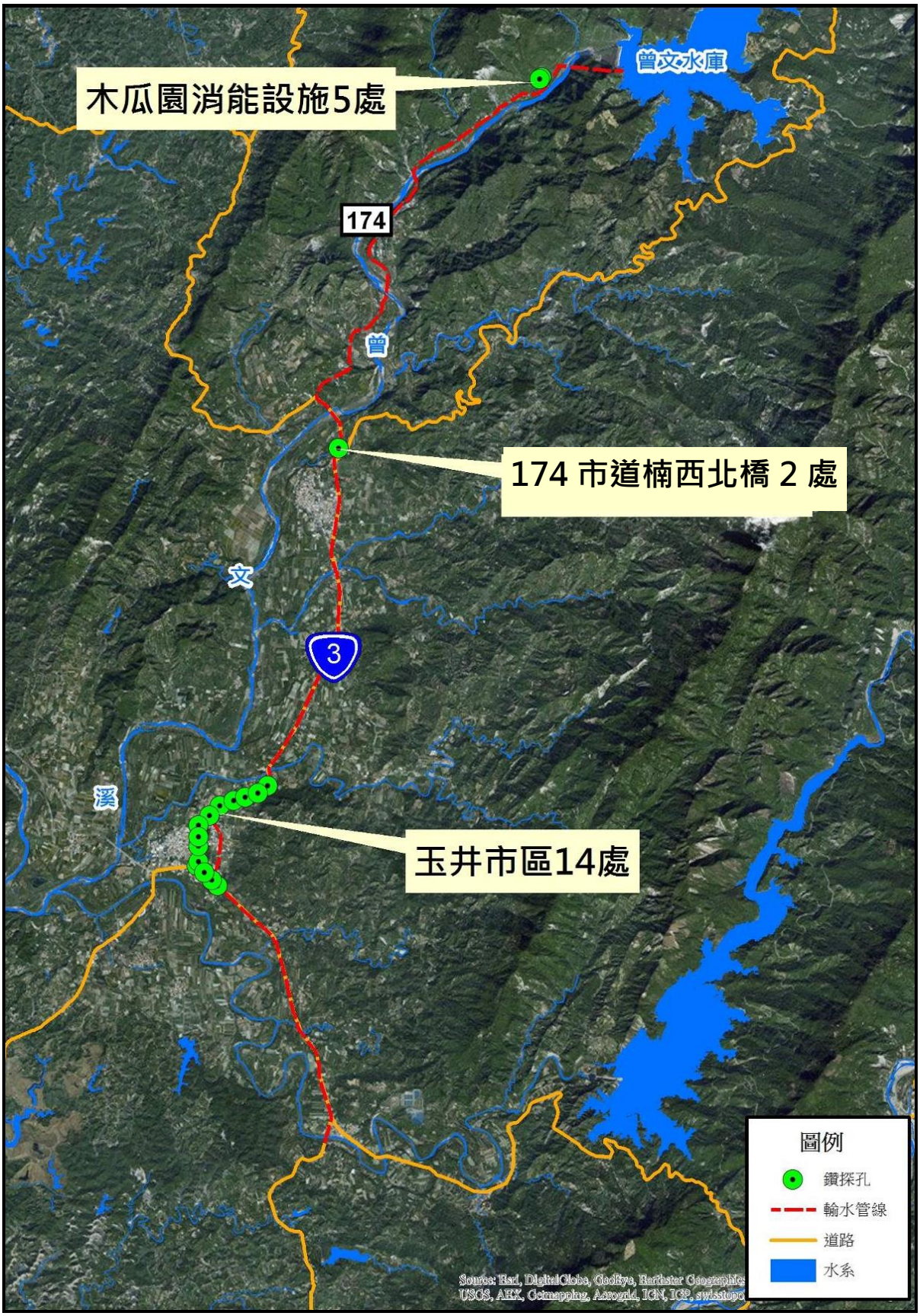


圖 4.4-3　本計畫補充調查鑽孔位置圖

表 4.4-1　本計畫鑽探深度及試驗數量表

鑽孔編號	孔位座標 (97 系統)		孔口高程	土層(卵礫石層)進尺	岩層進尺	預定鑽孔深度	實際深度	岩心箱	標準貫入及取樣	土壤一般物性試驗	岩石一般物性試驗	岩石單軸壓縮試驗	岩石弱面直剪試驗
	X	Y	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(箱)	(組)	(組)	(組)	(組)	(組)
A01	201361	2571551	176	8.1	52	60	60.1	15	6	5	3	3	2
A02	201234	2571406	181	18.3	41.8	60	60.1	15	6	3	3	3	3
A03	20316	2571487	179	16.2	14	30	30.2	8	4	0	2	2	2
A04	201284	2571457	180	16.3	13.9	30	30.2	8	4	1	2	2	2
A05	201258	2571369	175	6.55	23.75	30	30.3	8	1	0	2	2	2
B01	197753	2565042	90	5.1	10	15	15.1	4	4	1	1	1	1
B02	197720	2564998	90	7.1	8.1	15	15.2	4	2	0			1
C01	196311	2559011	73	10.1		10	10.1	3	6	3			
C02	196096	2558942	72	10.2		10	10.2	3	6	4			
C03	195902	2558875	72	10.2		10	10.2	3	6	1			
C04	195623	2558775	68	10.1		10	10.1	3	6	3			
C05	195472	2558631	67	10.1		10	10.1	3	6	4			
C06	195311	2558474	66	10.1		10	10.1	3	6	3			
C07	195304	2558078	66	10		10	10	3	6	2			
C08	195319	2557858	66	10		10	10	3	6	3			
C09	195410	2557602	68	10.1		10	10.1	3	6	4			
C10	195538	2557474	70	10.1		10	10.1	3	6	3			
C11	195604	2558420	69	10.1		10	10.1	3	6	2			
C12	195676	2558259	72	10.1		10	10.1	3	6	6			
C13	195681	2557943	72	10.1		10	10.1	3	6	4			
C14	195601	2557647	71	10.1		10	10.1	3	6	6			
	總計			**219.05**	**163.55**	**380**	**382.6**	**104**	**111**	**58**	**13**	**13**	**13**

表 4.4-2　岩石一般物性試驗結果

孔號	深度	岩芯描述	單位重 γ_t(t/立方公尺)	含水量 Wn(%)	比重 Gs	e
A01	8.70-9.00	灰色砂岩	2.57	4.37	2.70	0.096
A01	45.75-46.00	灰色砂岩	2.41	2.23	2.71	0.150
A01	58.00-59.00	灰色砂岩	2.55	2.59	2.71	0.090
A02	46.00-46.50	灰色泥岩	2.34	9.39	2.72	0.270
A02	46.75-46.80	灰色泥岩	2.32	8.06	2.73	0.274
A02	50.50-50.85	灰色砂岩	2.48	2.73	2.71	0.121
A03	9.40-9.90	灰色砂岩	2.49	4.38	2.70	0.133
A03	46.00-26.40	灰色頁岩	2.40	4.69	2.73	0.191
A04	18.00-18.20	灰色砂岩	2.54	2.98	2.72	0.103
A04	29.00-30.00	灰色頁岩	2.32	5.93	2.74	0.250
A05	21.00-22.00	灰色砂岩	2.52	4.79	2.73	0.135
A05	25.50-25.60	灰色泥岩	2.41	8.63	2.72	0.227
B01	9.60-10.00	灰色砂岩	2.47	3.65	2.72	0.141

表 4.4-3　岩石單軸壓縮試驗結果

孔號	深度(m)	岩心描述	含水量 Wn(%)	含水量* Wn(%)	單壓強度 qu (kg/cm^2)
A01	8.70-9.00	灰色砂岩	3.79	4.37	109.20
A01	45.75-46.00	灰色砂岩	1.98	2.23	206.33
A01	58.00-59.00	灰色砂岩	3.00	2.59	94.35
A02	46.00-46.50	灰色泥岩	9.29	9.39	17.92
A02	46.50-46.75	灰色泥岩	8.95	-	5.75
A02	50.50-50.85	灰色砂岩	2.93	2.73	41.41
A03	9.40-9.90	灰色砂岩	4.59	4.38	119.07
A03	26.00-26.40	灰色頁岩	5.63	4.69	4.33
A04	18.00-18.20	灰色砂岩	3.08	2.98	92.24
A04	29.00-30.00	灰色頁岩	5.54	5.93	4.46
A05	21.00-2.00	灰色砂岩	3.77	4.79	61.47
A05	5.80-26.00	灰色泥岩	6.74	-	4.39
B01	9.60-10.00	灰色砂岩	4.28	3.65	73.29

註：*表示為一般物理性質試驗之含水量

表 4.4-4　岩石弱面直剪試驗結果

孔號	深度 (m)	Cp (kg/cm^2)	Φp (度)	Cr (kg/cm^2)	Φr (度)	岩性
A01	8.70-9.00	0.20	29.9	0.16	25.1	灰色砂岩
A01	58.00-59.00	0.23	25.7	0.09	24.5	灰色砂岩
A02	46.00-46.50	0.57	14.7	0.56	14.3	灰色泥岩
A02	46.80-47.00	0.33	17.3	0.32	16.3	灰色泥岩
A02	50.50-50.85	0.47	30.9	0.38	26.5	灰色砂岩
A03	9.40-9.90	0.20	28.5	0.08	24.2	灰色砂岩
A03	22.00-23.00	0.41	16.9	0.34	16.5	灰色泥岩
A04	18.00-18.20	0.32	27.8	0.19	26.6	灰色砂岩
A04	29.90-30.00	0.31	16.4	0.29	14.5	灰色頁岩
A05	21.00-22.00	0.48	28.9	0.09	28.1	灰色砂岩
A05	25.60-25.80	0.83	19.6	0.67	17.5	灰色泥岩
B01	9.60-10.00	0.43	28.8	0.02	25.6	灰色砂岩
B02	9.18-9.50	0.24	15.4	0.04	15.3	灰色泥岩

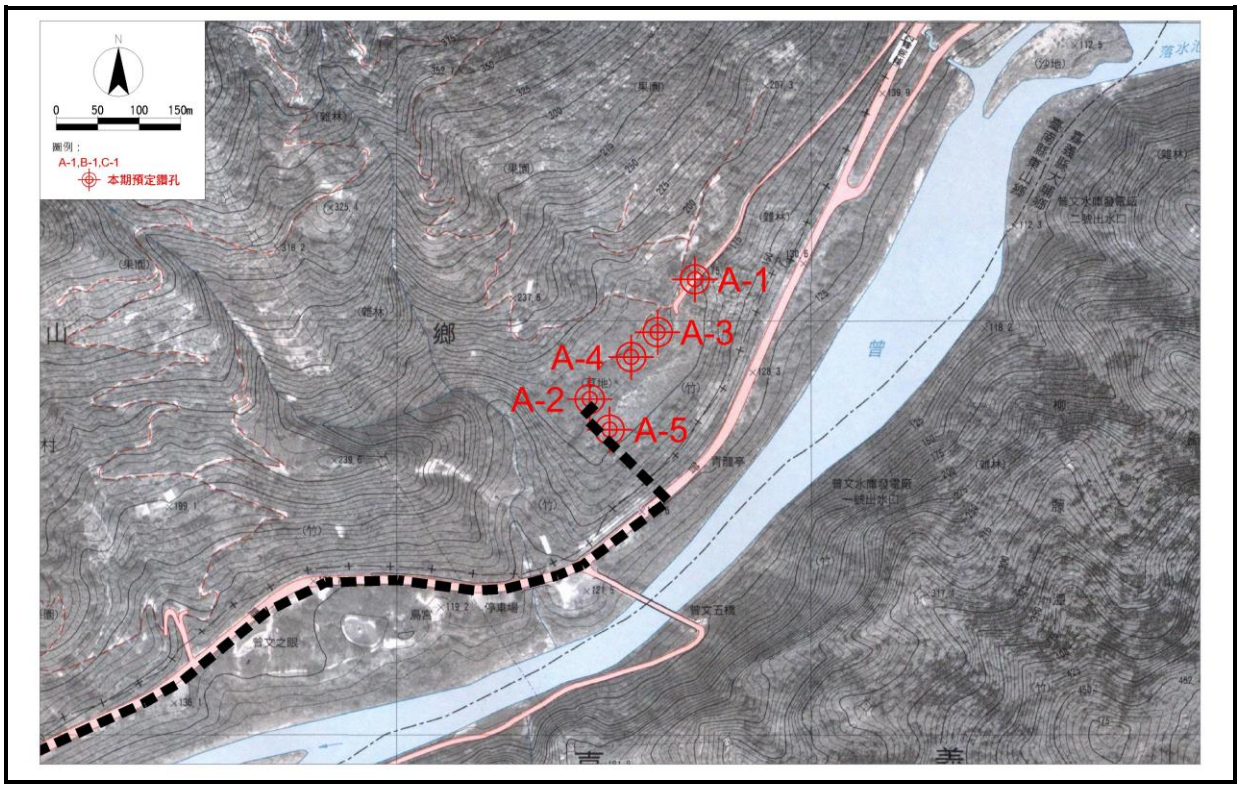


圖 4.4-4　木瓜園台地地質鑽孔位置圖

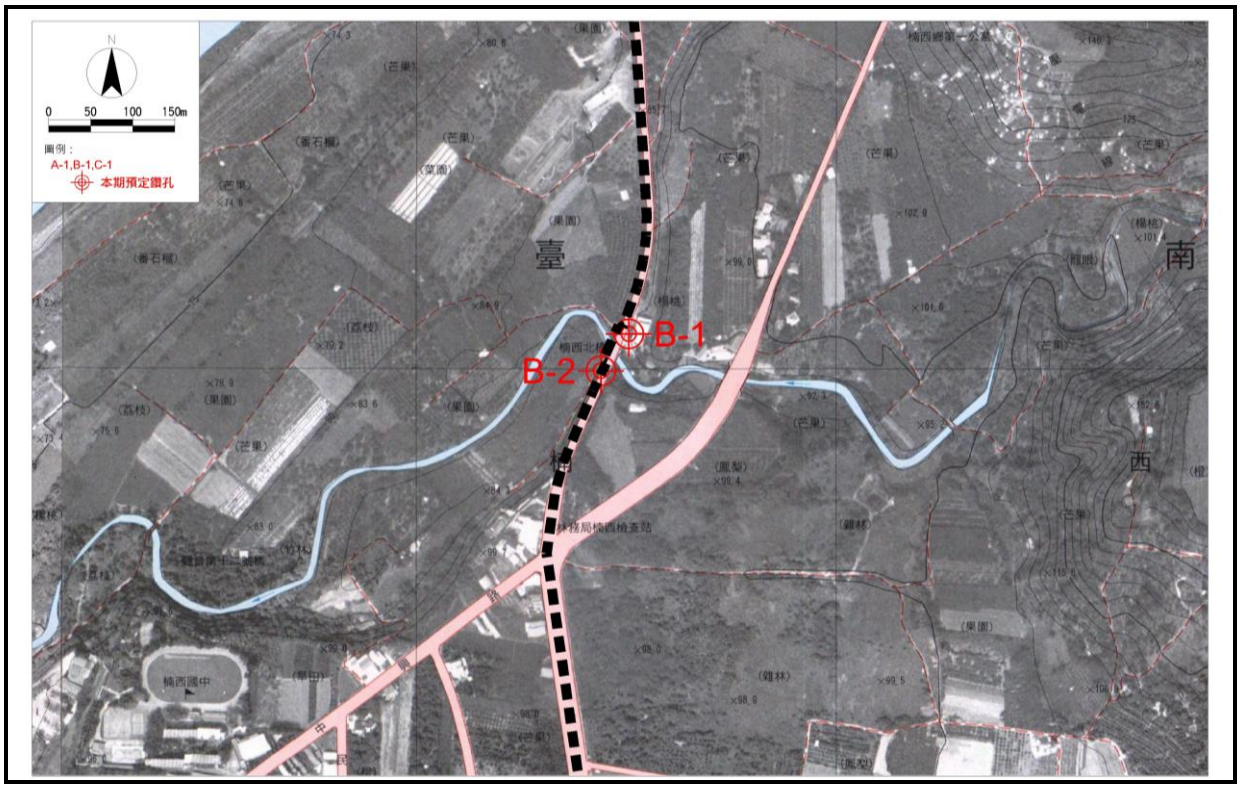


圖 4.4-5　174 市道楠西北橋地質鑽孔位置圖

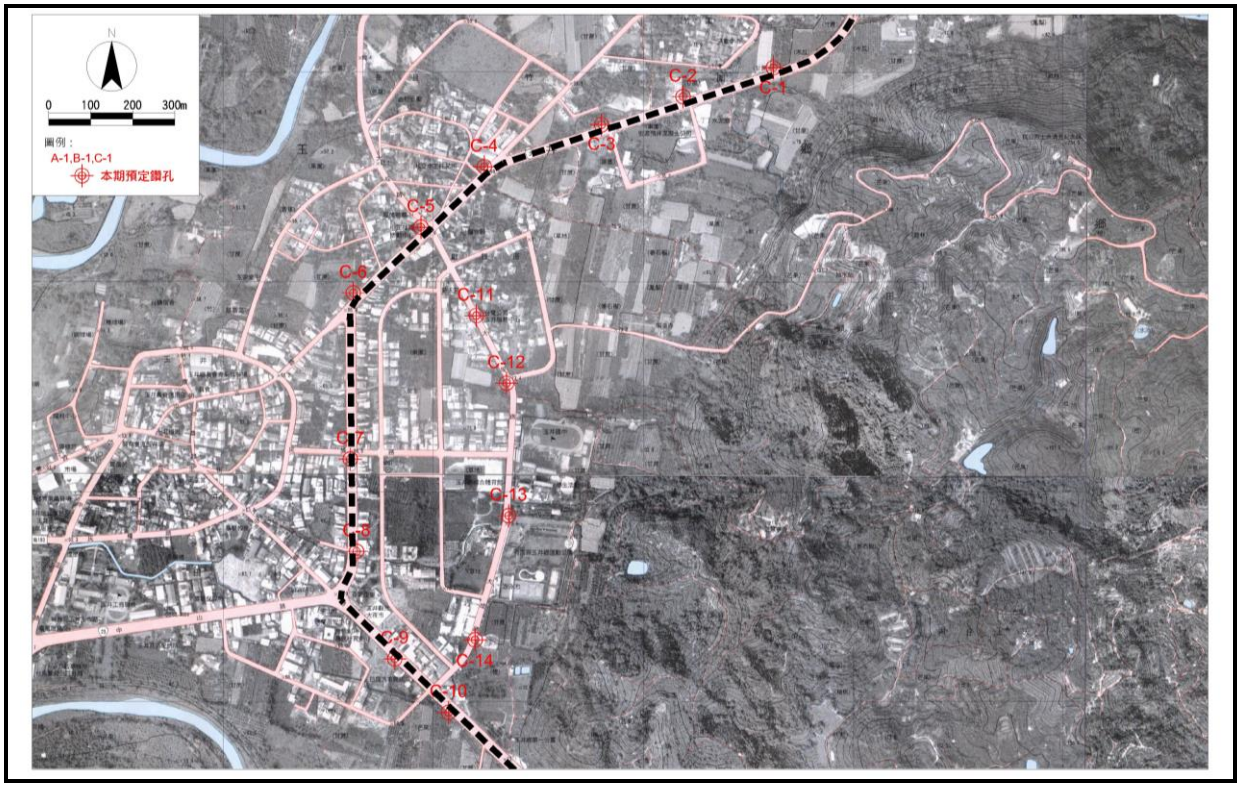


圖 4.4-6　玉井市區及大成路地質鑽孔位置圖

(二) 鑽孔 A02：位於消能豎井(Baffle-drop)位置，深度 60m。深度 0~9.0m 為崩積層，黃棕色至黃灰色粉土質砂土夾大小岩塊，岩塊粒徑約 1~5 cm，角礫為主，局部夾 30-50 cm 孤石，深度 3 m 有紅磚；深度 9.0-12m 為黃棕色及灰黑色砂土層夾小圓礫，粒徑約 1-5 cm，其中 10.5~12m 為灰黑色疏鬆砂，水平沈積夾薄層碳質物；深度 12~18.2m 為大小圓礫，小圓礫粒徑約 1~5 cm，最大礫石粒徑 50~70 cm，砂岩為主，基質為灰黑色砂土；深度 18.2~24.7m 為淺灰色至深灰色砂質頁岩，18.2~19&20~21m 有剪裂現象；深度 24.7~29.1m 為淺灰色砂質粉砂岩，厚層塊狀，無明顯弱帶；深度 29.1~35.9m 為深灰色砂質頁岩，厚層塊狀，局部略破碎；深度 35.9~60m 為深灰色至淺灰色砂質粉砂岩，厚層塊狀，岩心大多完整，局部偶有剪裂破碎。

(三) 鑽孔 A03：位於調整池位置，深度 30m。深度 0~7.9m 為崩積層，黃棕色砂土夾大小角礫狀岩塊，中等至緊密，平均粒徑 1~3 cm；深度 7.9~16m 為深灰色至灰白色大小圓礫夾灰黑色疏鬆砂土和泥，小圓礫約 3~5 cm，大礫石粒徑約 10~30 cm，最大孤石為深度 8.2~9.9 m。深度 16~20m 為淺灰色至深灰色塊狀粉砂質砂岩，局部略破碎；深度 20~27m 為深灰色塊狀砂質粉砂岩，局部略破碎；深度 27~30m 為淺灰色塊狀粉砂質砂岩，29.7m 以下漸變為頁岩且破碎夾泥。

(四) 鑽孔 A04：位於調整池位置，深度 30m。深度 0~6m 為崩積層，黃棕色砂土夾大小岩塊，多為角礫，粒徑約 1~5 cm，大孤石粒徑約 15~70 cm，含量大；深度 6-9.45m 為灰黑色疏鬆砂土夾小圓礫，約 1~3 cm；深度 9.45~16.1m 為大小圓礫夾疏鬆砂土，大孤石粒徑約 50~70 cm，多為堅硬砂岩；深度 16.1~18.8m 為深灰色至淺灰色塊狀砂質頁岩；深度 18.8~21m 為淺灰色塊狀砂質粉砂岩，層理不明顯；深度 21~23.1m 為深灰色塊狀砂質頁岩；23.1~30m 為深灰色至淺灰色塊狀砂質粉砂岩，層理不明顯。

(五) 鑽孔 A05：鄰近消能豎井(Baffle-drop)，深度 30m。深度 0~6.25m 為黃棕色砂土夾大小圓礫，孤石含量大，粒徑約 30c m~1 m 以上；深度 6.25~7m 為深灰色砂質頁岩，完整塊狀；深度 7~13.5m 為淺灰色塊狀砂質粉砂岩，層理不明顯，局部略破碎；深度 13.5~16m 為深灰色塊狀砂質頁岩，層理不明顯，局部高角度節理夾薄泥；深度 16~30m 為深灰色塊狀砂質粉砂岩，局部略破碎。

(六) 鑽孔 B01：位於 174 市道楠西北橋附近，深度 15m。深度 0~5m 為黃棕色岩塊夾砂土和泥，2.3m 以上岩塊含量少，地層疏鬆，2.3m 以下岩塊含量較多，屬極緊密地層；深度 5~13m 為深灰色至淺灰色塊狀砂質粉砂岩；深度 13~15m 為深灰色砂頁岩薄互層，砂頁岩轉換均為漸變，層理不明顯。

(七) 鑽孔 B02：位於 174 市道楠西北橋附近，深度 15m。深度 0~6.9m 為黃棕色粉土質砂土夾岩塊及高度風化孤石，2.6m 以上岩塊含量少，地層疏鬆，2.6m 以下孤石含量較多，屬極緊密地層；深度 6.9~7.8m 為黃灰色中至高度風化細粒砂岩夾頁岩，銹染嚴重；深度 7.8~15m 為深灰色砂頁岩薄互層，砂頁岩轉換均為漸變，層理不明顯，局部略破碎。

(八) 鑽孔 C01：位於玉井市區台 3 線，深度 10m。深度 0-5m 為黃棕色粉土質砂土，偶夾小礫石，極疏鬆；深度 5-10m 為黃棕色至黃灰色極緊密砂土質礫石，粒徑約 2~7cm。

(九) 鑽孔 C02：位於玉井市區台 3 線，深度 10m。深度 0~7.73m 為黃棕色粉土質砂土，偶夾小礫石，極疏鬆；深度 7.73~10m 為黃棕色至黃灰色極緊密砂土質礫石，粒徑約 2~15cm。

(十) 鑽孔 C03：位於玉井市區台 3 線，深度 10m。深度 0~1.05m 為混凝土及回填料；深度 1.05~4m 為黃棕色粉土質砂土，偶夾小礫石及風化岩塊，緊密至極緊密；深度 4~10m 為黃棕色至黃灰色極緊密砂土質礫石，粒徑約 2~20cm。

(十一) 鑽孔 C04：位於玉井市區台 3 線，深度 10m。深度 0-0.65m 為瀝青及回填料；深度 0.65-4.5m 為黃棕色粉土質砂土，偶夾小礫石，極疏鬆；深度 4.5~10m 為黃棕色至黃灰色極緊密砂土質礫石，粒徑約 2~12cm。

(十二) 鑽孔 C05：位於玉井市區台 3 線，深度 10m。深度 0~0.6m 為混凝土；深度 0.6~5.6m 為黃棕色粉土質砂土，偶夾小礫石，極疏鬆；深度 5.6~10m 為黃棕色至黃灰色極緊密砂土質礫石，夾岩塊，粒徑約 2-15cm，其中 6.8~7.8m 礫石含量少，為極疏鬆粉土質砂土。

(十三) 鑽孔 C06：位於玉井市區台 3 線，深度 10m。深度 0~1m 為混凝土及回填料；深度 1~4.83m 為黃棕色粉土質砂土，偶夾小礫石，極疏鬆；深度 4.83~10m 為黃棕色至黃灰色極緊密砂土質礫石夾岩塊，粒徑約 2~25cm。

(十四) 鑽孔 C07：位於玉井市區台 3 線，深度 10m。深度 0~2m 為混凝土及回填料；深度 2~5.7m 為黃棕色粉土質砂土，偶夾小礫石，極疏鬆；深度 5.7~10m 為黃棕色至黃灰色極緊密砂土質礫石夾岩塊，粒徑約 3-25cm，其中 9~9.7m 礫石含量少。

(十五) 鑽孔 C08：位於玉井市區台 3 線，深度 10m。深度 0~1m 為混凝土及回填料；深度 1~4.8m 為黃棕色粉土質砂土，偶夾小礫石，極疏鬆；深度 4.8-6.6m 為黃棕色礫質砂土，疏鬆至極緊密；深度 6.6-10m 為黃棕色至黃灰色極緊密砂土質礫石，粒徑約 3-20cm。

(十六) 鑽孔 C09：位於玉井市區台 3 線，深度 10m。深度 0~1m 為混凝土及回填料；深度 1~7m 為黃棕色粉土質砂土，偶夾小礫石，極疏鬆；深度 7~10m 為黃棕色至黃灰色極緊密砂土質礫石夾岩塊，粒徑約 2~12cm，局部礫石含量少。

(十七) 鑽孔 C10：位於玉井市區台 3 線，深度 10m。深度 0~0.5m 為回填料；深度 0.5~7.3m 為黃棕色粉土質砂土，偶夾小礫石，疏鬆至緊密，6-6.3m 小礫石較多；深度 7.3-10m 為黃棕色至黃灰

色極緊密砂土質礫石，粒徑約 2~15cm。

(十八) 鑽孔 C11：位於玉井市區大成路上，深度 10m。深度 0-0.8m 為回填料；深度 0.8-3.25m 為黃棕色粉土質砂土，偶夾小礫石，極疏鬆；深度 3.25-10m 為黃棕色至黃灰色極緊密砂土質礫石夾岩塊，粒徑約 3-18cm。

(十九) 鑽孔 C12：位於玉井市區大成路上，深度 10m。深度 0~1m 為瀝青及回填料；深度 1~9.5m 為黃棕色粉土質砂土，偶夾小礫石，疏鬆至中等緊密；深度 9.5~10m 為黃灰色極緊密砂土質礫石夾岩塊，粒徑約 2~17cm。

(二十) 鑽孔 C13：位於玉井市區大成路上，深度 10m。深度 0-1m 為混凝土及回填料；深度 1~2.4m 為黃棕色至黃灰色極緊密砂土質礫石夾岩塊，粒徑約 7~15cm；深度 2.4~8.4m 為黃棕色粉土質砂土，偶夾小礫石，極疏鬆；深度 8.4~10m 為黃棕色至黃灰色極緊密砂土質礫石夾岩塊，粒徑約 2~6cm。

(二十一) 鑽孔 C14：位於玉井市區大成路上，深度 10m。深度 0~0.8m 為回填料；深度 0.8~8.8m 為黃棕色粉土質砂土，偶夾小礫石，疏鬆；深度 8.8~10m 為黃棕色至黃灰色砂土質礫石夾岩塊，緊密至極緊密，粒徑約 2~18cm。

四、本計畫地質評估

(一) 木瓜園台地

根據現地調查及鑽孔資料繪製木瓜園地質平面如圖 4.4-2，以及供水豎井、調整池、消能豎井(Baffle-drop)地質剖面分別如圖 4.4-3~圖 4.4-5，將地質分佈說明如下。

木瓜園台地位於曾文溪右岸邊坡，目前作為暫堆置場所，於台地上游側(鑽孔 A01)基盤為糖恩山砂岩，岩性為泥質砂岩，與台地下游側蝕溝於地形測量範圍觀察到堅實岩盤形成之陡峭岩壁可相連，台地面(鑽孔 A02～A05)基盤為鹽水坑頁岩，岩性主要為頁岩；台地面經整地裸露，明顯有卵礫石分佈，邊坡覆蓋崩積材料，無岩

盤露頭可供觀察；沿西側(下游側)蝕溝進行觀察，臨公路之溝谷多堆積深厚崩積材料間夾卵礫石，直至地形測量範圍始觀察到溝谷為堅實岩盤形成之陡峭岩壁；台地下邊坡為曾庫公路上邊坡，公路沿線上邊坡多施作護坡工程亦無岩盤出露，僅於防淤隧道新設觀景台下游側距離約 140m 處施作格框護坡上方明顯出現卵礫石分佈。

另參考「曾文水庫防淤隧道工程計畫基本設計檢討補充地質調查報告」(南區水資源局，民國 102)，因防淤隧道工程出水口位於曾文溪左岸，正為木瓜園台地對面河岸，故利用出水口二處露頭地表地質調查成果，層面位態為 N40E/30SE，代表本工作不連續面之特性。

根據鑽孔得到之基盤高程，評估木瓜園台地下方應有古河道通過，可能平行岩層走向，主要通過鑽孔 A02～A04 位置，另鑽孔 A01 及鑽孔 A05 則位於古河道兩側，古河道卵礫石層分佈高程約從 164 至 170m，於古河道卵礫石層上方堆積疏鬆砂層夾小圓礫，則於 5 處鑽孔皆可觀察到，分佈高程約從 170 至 174m，於疏鬆砂層上方則為崩積層覆蓋，於鑽孔 A-01 厚度較薄約 4m，台地面鑽孔 A02～A05 厚度較厚約 6～9m；另於曾庫公路上邊坡出現卵礫石位置，因分佈高程約 150m 明顯較低，推估可能為古河道支流位置；惟目前僅能根據 5 個鑽孔資料作為大致推估之基礎，實際分佈情形及台地形成原因，尚需進一步取得更多地下調查資料，才能更精確的分析評估。

木瓜園台地地表覆蓋分為崩積層、未固結砂層及卵礫石層，崩積層於上游側(鑽孔 A01)厚度較薄約 4m，台地面(鑽孔 A02～A05)厚度較厚約 6～9m，均為疏鬆材料；未固結砂層間夾小圓礫，分布於古河道卵礫石層之上，厚度約 4m，為疏鬆材料；卵礫石層應為古河道堆積，於上游側(鑽孔 A01)未見出現，於台地面分佈厚度約 6m，為巨石、卵石及礫石組成，夾灰黑色疏鬆砂土，巨石粒徑最大可達 1m，屬顆粒接觸，N>100，可作為承載層。

木瓜園台地基盤層面傾角約 30～40 度，局部具高角度節理，於上游側鑽孔 A01 岩性為泥質砂岩，基盤高程約 170m，於深度 14.7～15.4m 剪裂夾泥約 0.5～3cm，17.0～17.4m 剪裂夾泥，30.7～31.7m 剪裂破碎夾泥；台地面鑽孔 A02～A05 岩性主要為頁岩，鑽孔 A02～A04 基盤高程約 164m，鑽孔 A05 基盤高程約 168m，鑽孔 A02 深度 18.2～19m 及 20～21m 有明顯剪裂現象，47.5～50.0m 及 57.0～60.0m 有明顯剪裂破碎夾泥，及鑽孔 A05 於深度 14.6～16.0m 明顯剪裂夾泥。

木瓜園台地根據鑽孔施工階段之地下水位量測資料，於上游側(鑽孔 A01)之地下水位深度約為 0.6m，於台地面(鑽孔 A02～ A05)之地下水位深度約 4～8m。

岩石試驗結果，砂岩單壓強度約為 50～100 kg/cm^2，凝聚力 Cp 約 0.2～0.5 kg/cm^2，Cr 約 0.02～0.2 kg/cm^2，摩擦角 Φp 約 28～30 度，Φr 約 24～26 度；泥岩因含水量較高(約 5.54～9.63%)，其單壓強度約為 4.5～18kg/cm^2，凝聚力 Cp 0.2～0.5kg/cm^2，Cr 0.04～0.3 kg/cm^2，摩擦角 Φp 15～17 度，Φr 14～16 度。

岩石強度評估結果，糖恩山砂岩岩性為泥質砂岩，由台地上游側(鑽孔 A01)可相連至台地下游側蝕溝地形測量範圍之陡峭岩壁，評估單壓強度約 100～200 kg/cm^2，屬弱岩等級；台地面(鑽孔 A02～A05)基盤為鹽水坑頁岩，岩性主要為頁岩，單壓強度差異較大介於 5～100 kg/cm^2，經檢視強度低於 10 kg/cm^2 者深度接近孔底且含水量明顯較高，顯示頁岩有浸水軟化強度降低現象，評估頁岩整體強度仍為 50～100 kg/cm^2，屬於弱岩等級。

(二) 174 市道楠西北橋區域

根據 B01～B02 等 2 孔位於 174 市道楠西北橋兩端，綜合岩心井錄分析，本區域表土厚度約 5～7m，約 2.5m 以上由疏鬆之砂土夾少量岩塊所組成，其下則為岩塊含量較多之極緊密地層。表土以下由塊狀之粉砂岩及漸變之砂頁岩薄互層所組成，層理傾角平緩，層理不明顯，無明顯地質弱帶通過，地質剖面如圖 4.4-7。

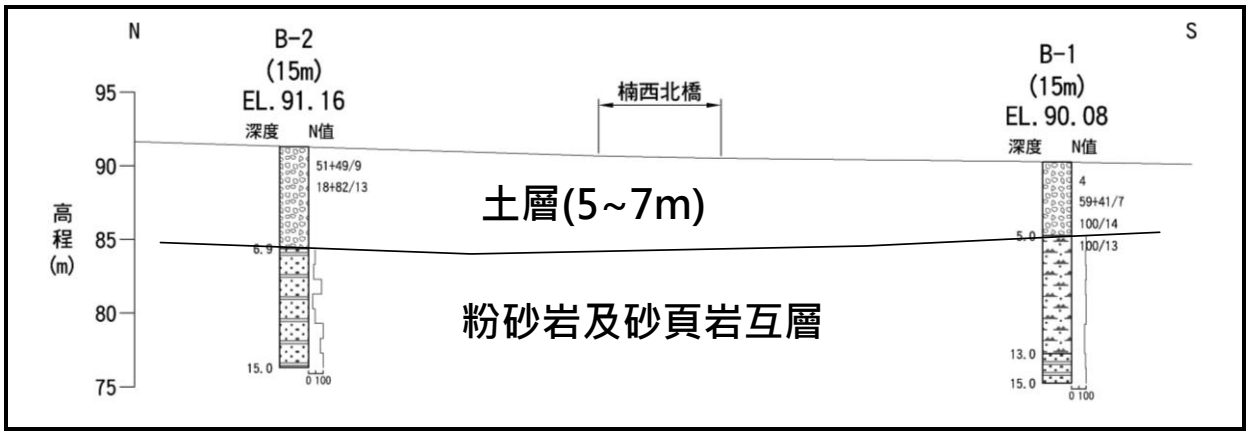


圖 4.4-7　174 市道楠西北橋地質剖面圖

岩石試驗結果，砂岩單壓強度為 73.29kg/cm^2，凝聚力 Cp 0.43 kg/cm^2，Cr 0.02 kg/cm^2，磨擦角 ϕp 28.8 度，ϕr 25.6 度；泥岩凝聚力 Cp 0.24 kg/cm^2，Cr 0.04 kg/cm^2，磨擦角 ψp 15.4 度，ϕr 15.3 度。

(三) 玉井市區及大成路

根據 C01～C10 等 10 孔位於玉井市區台 3 線上，綜合各孔岩心井錄分析，本區域表層有厚度不等之地表鋪面及回填料，其下為一層極疏鬆之粉土質砂土，偶夾小礫石，局部緊密，本層下限深度在 4～7m 左右;再往下則出現砂土質礫石,粒徑約 2～25cm,SPT-N 值多大於 100，屬極緊密地層，因各鑽孔均未鑽穿此層，厚度無法確定，但於部分鑽孔中厚度超過 6m，推估本層應屬良好之承載層，地質剖面如圖 4.4-8。

根據 C11～C14 等 4 孔位於玉井市區大成路上，綜合各孔岩心井錄分析，本區域地層狀況與台 3 線等各孔約略相似，亦由極疏鬆之粉土質砂土及極緊密之砂土質礫石所組成，但局部略有變化，且較疏鬆之粉土質砂土層較厚；整體地質狀況與台 3 線各孔差異不大，地質剖面如圖 4.4-9。

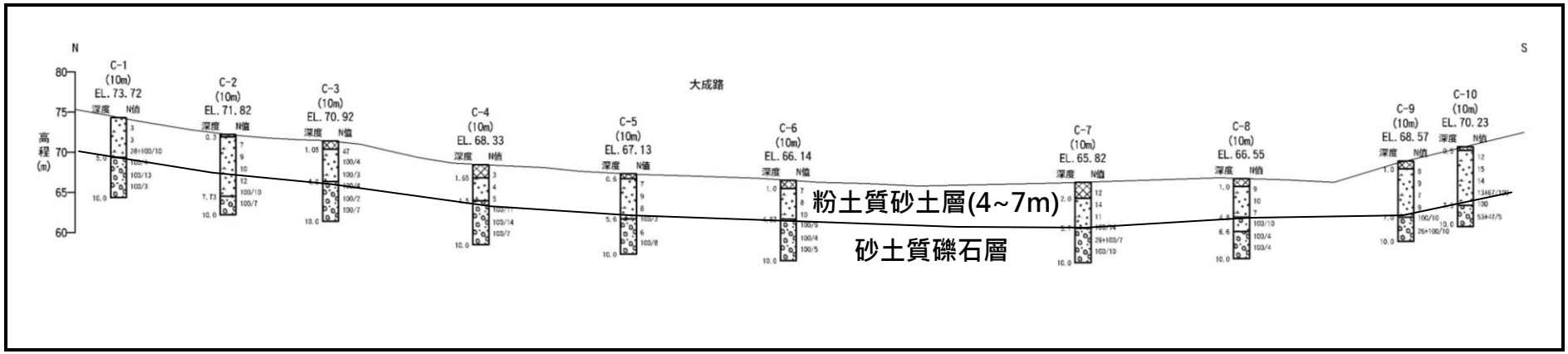


圖 4.4-8　玉井市區地質剖面圖

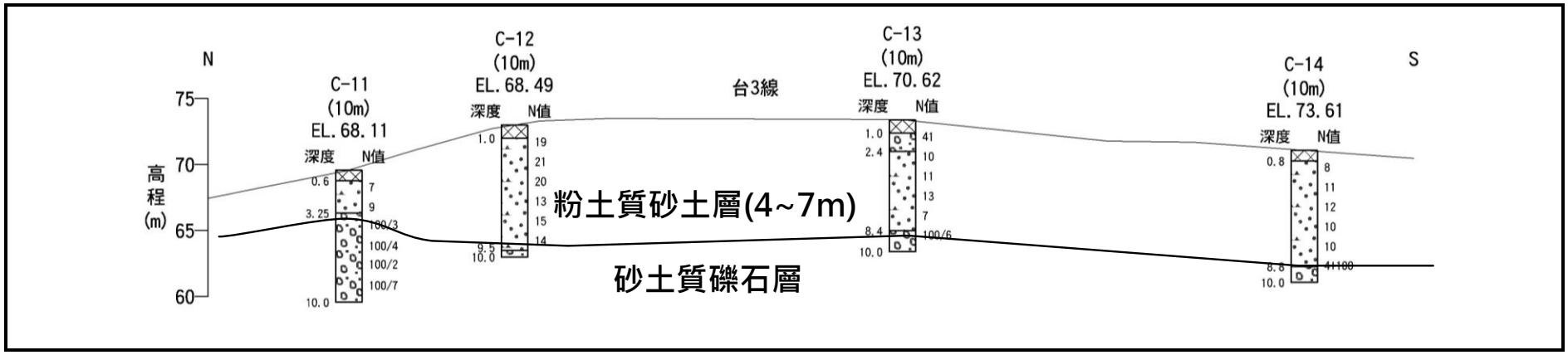


圖 4.4-9　大成路地質剖面圖

(四)路線地質分析

本工程規劃於木瓜園台地佈設供水豎井、調整池、消能豎井，經地質調查評估後完成地質剖面分別如圖 2.5-3~圖 2.5-5，顯示供水豎井位置地表為崩積層覆蓋厚度約 4m，其下為未固結砂層厚度約 4m，再下基盤岩性為泥質砂岩，單壓強度約 100~200 kg/cm^2，屬弱岩；消能豎井地表為崩積層覆蓋厚度約 6~9m，其下為未固結砂層厚度約 4m，再下為古河道卵礫石層厚度約 6m，基盤為頁岩，單壓強度約 50~100kg/cm^2，屬弱岩；調整池依深度基礎將座落於古河道卵礫石層上，為良好之承載層。

本工程路線於 174 市道通過楠西北橋，經地質調查評估後完成地質剖面如圖 4.4-7，依管線深度將通過岩盤，由塊狀粉砂岩及砂頁岩薄互層所組成，單壓強度約 75kg/cm^2，屬弱岩。

本工程路線沿台 3 線通過玉井市區，經地質調查評估後完成地質剖面如圖 4.4-8，依管線深度於台 3 線與中正路交會口，管線通過極疏鬆之粉土質砂土層，偶夾小礫石，局部緊密，之後管線於玉井市區至大成路南側交會口，管線通過砂土質礫石層，屬極緊密地層，為良好之承載層。

另外建議未來於工程發包文件中應於契約中載明地質風險之處理方式，以及以工程手法強化推進段之結構，降低影響當地住戶之可能性。

第五章　基本設計理念、準則與條件

5.1 基本設計理念

曾文南化聯通管定位為備援系統，如圖 5.1-1 所示；當有備援台南地區需求時，曾文水庫水源將經由曾文南化聯通管輸送至南化淨水場調節池，原水由南化淨水場處理後送往台南地區；當有備援高雄地區需求時，曾文水庫水源將經由曾文南化聯通管輸送至北寮銜接點進入南化高屏聯通管，經過內門減壓池再送往高雄地區淨水場處理。本工程設計理念如下：

一、本計畫設計僅包含主管段，不含銜接南化淨水場分管段。

二、設計流量應能滿足備援南化淨水場及南化高屏聯通管需求。

三、取水管段應避免影響既有設施安全及其使用。

四、消能設施設置地點應考量現地地形及地質條件，消能設施構造應能自動調節下游輸水管能量需求。

五、輸水管路線應儘量減少徵收土地。

六、應儘量減少土石開挖。

5.2 設計準則與條件

一、在內政部 1 等 1 水準系統曾文水庫水位 196.28m(曾文高程系統水庫水位 195m)以上可輸送 80 萬 CMD 至內門減壓池或南化淨水場，且水位 186.28m(曾文高程系統水庫水位 185m)以上可輸送 50 萬 CMD 至內門減壓池或南化淨水場。

二、曾文南化聯通管設計輸水能力為 80 萬 CMD，消能設施上游輸水路為降低輸送能量，採 D=2.2m，下游輸水路為提升輸送能量，採 D=2.6m。

三、南化高屏聯通管於新北寮橋至東平橋既有管段設計壓力 70m，本工程設置後暫態流分析之水錘壓力不高於此值。

四、管線埋設方法：管線埋設方式以明挖覆蓋為主(如圖 5.2-1)，深度以管頂距路面 1.5m 為原則；穿越一般結構物採降挖工法時，原則應與吊掛或復舊之結構物間距 0.4 m 以上；穿越重要設施或結構物採推進工法時(如圖 5.2-2)，原則應保留 2 倍管徑之淨空；降挖穿越主要溪流時，管頂應距計畫渠底或床底工 2m 以上。

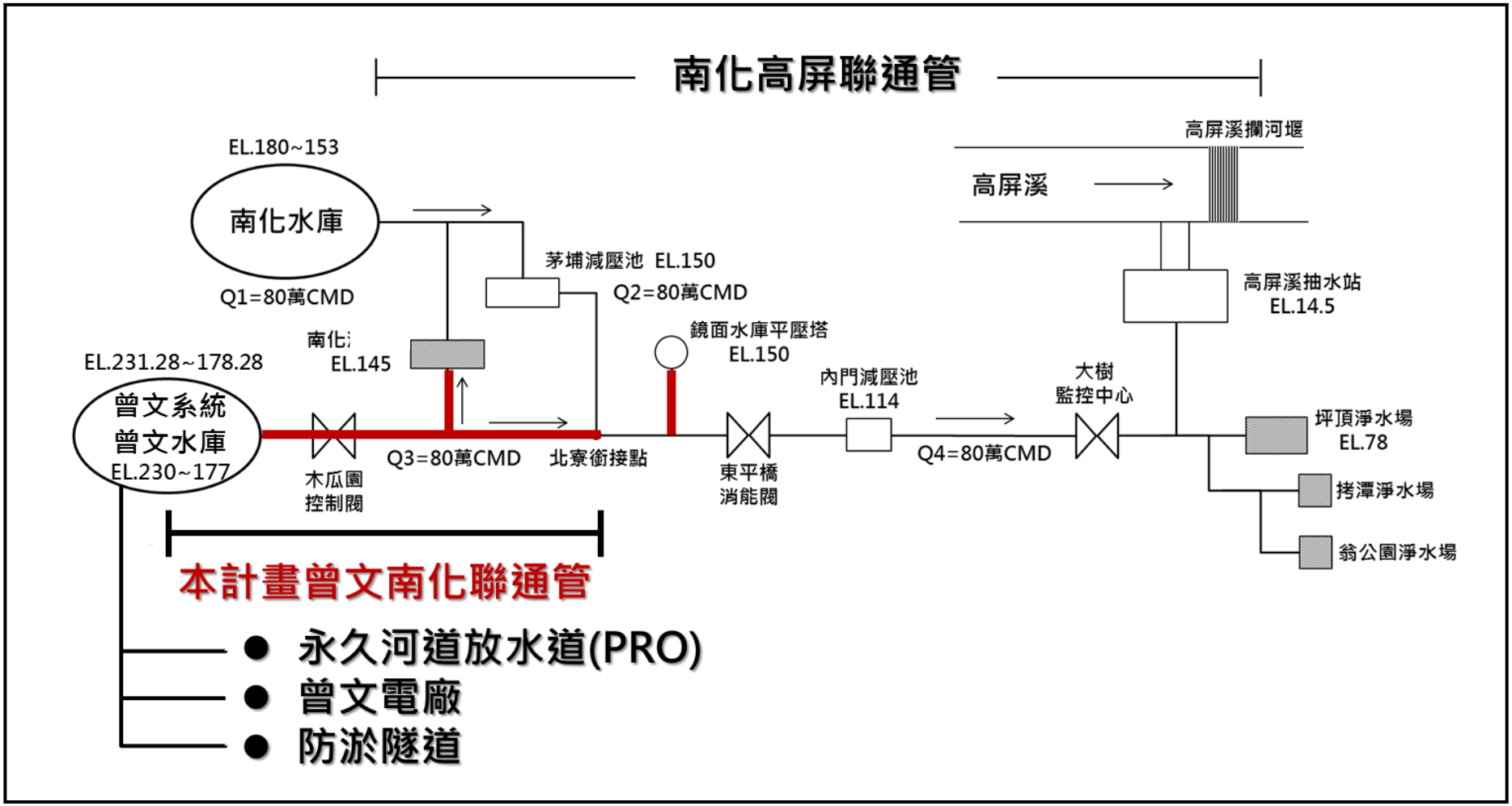


圖 5.1-1　曾文南化聯通管與南化淨水場及南化高屏聯通管系統關聯性示意圖

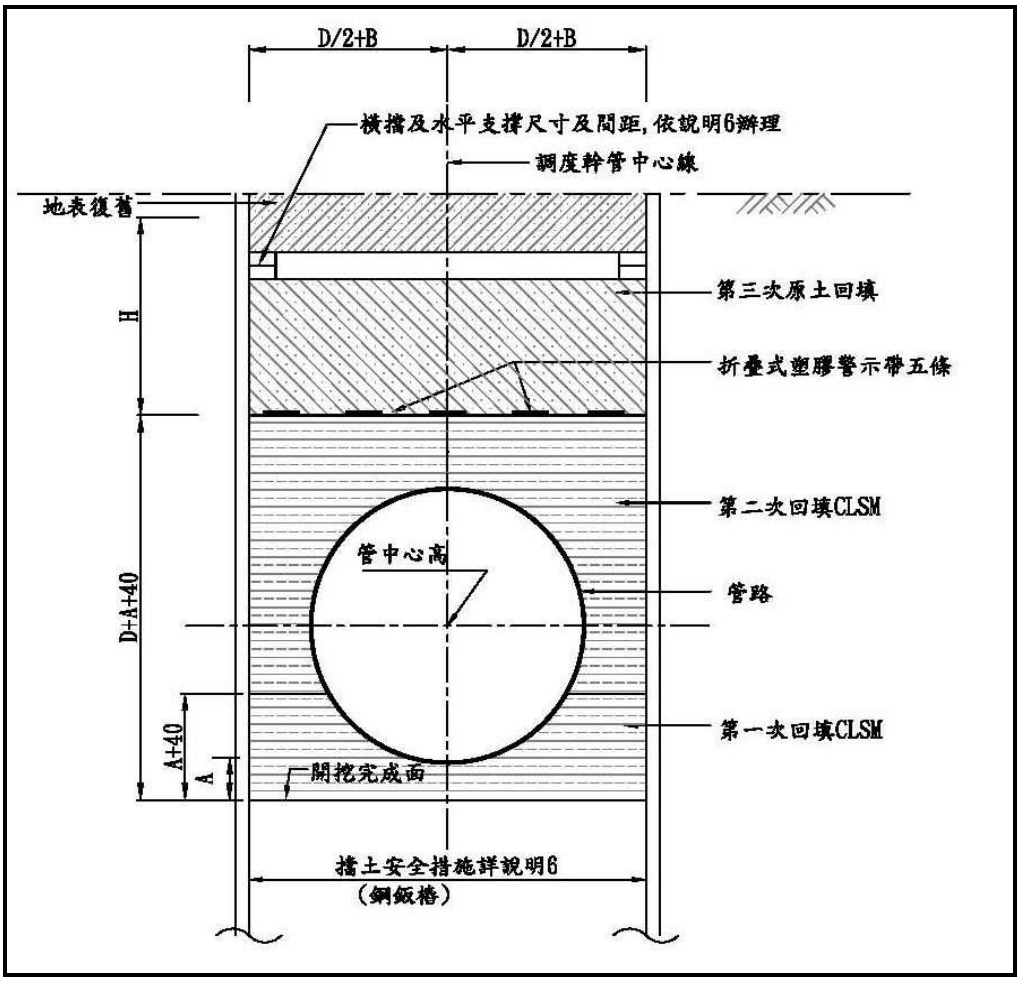


圖 5.2-1　明挖覆蓋標準示意圖

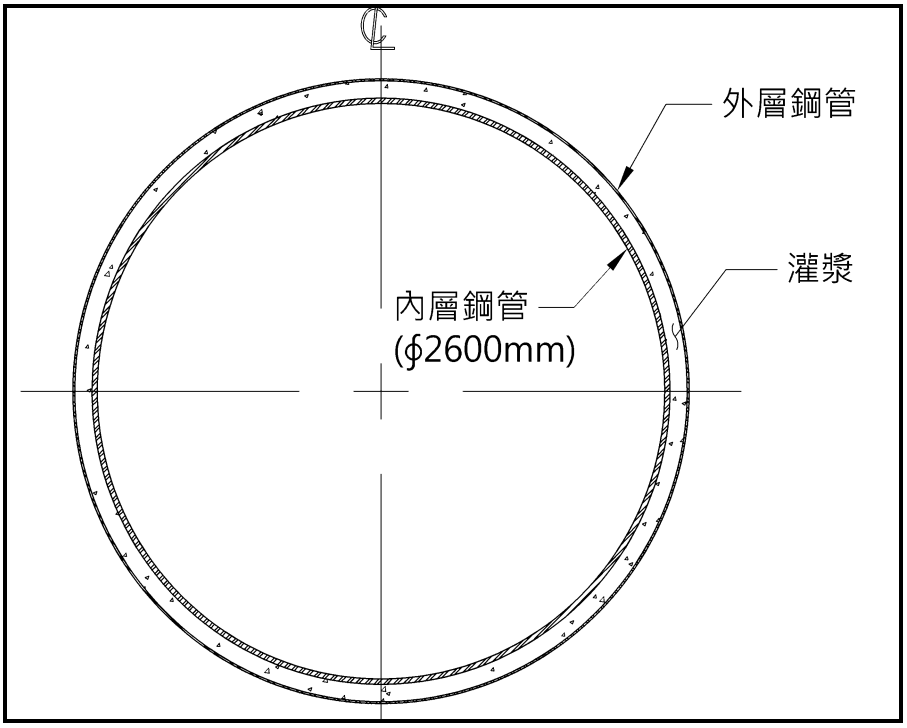


圖 5.2-2　推進管斷面示意圖

五、水管橋設計管底高程將高於最新公告河川計畫洪水位加出水高。

六、過河管段設計原則：管線通過溪流處，原則以水管橋為佳；若溪流兩岸為私有地，基於公益性，採用推進方式佔用之土地較少，亦較不妨礙出入。

七、人口密集地區為降低交通影響，將採推進方式辦理。

八、管材選用

管材受現場接頭試水壓力及水庫水位限制，研擬壓力小於 10kgf/cm^2 採用 DIP，其餘採用 SP，以降低水路損失。

(一)明挖埋設，且壓力≧10kg/cm^2，採用 SP 管。

(二)明挖埋設，且壓力<10kg/cm^2，採用 DIP 管。

(三)推進管段，且壓力≧10kg/cm^2，採用 WSP 管。

(四)推進管段，且壓力<10kg/cm^2，採用 DIP 管。

(五)水管橋採用 SP 管。

5.3 設計規範

本計畫管路、水管橋、豎井池槽等構造物及隧道等構造物及機電與儀控之參考規範如下：

一、管路

(一)SP 鋼管

1. Manual of STEEL CONSTRUCTION, Allowable Stress Design.
2. AWWA Manual MII 3rd Edition, Steel Pipe-A Guide for Design and Installation, 1998.
3. 輸水用塗覆鋼管，中華民國國家標準 CNS 6568 G3129。
3. 輸水用塗覆鋼管之管件，中華民國國家標準 CNS 6666 G313。

(二)DIP 延性鑄鐵管

1.延性鑄鐵管，中華民國國家標準 CNS 10808 G3219。

2.延性鑄鐵管之管件，中華民國國家標準 CNS 13272 G3253。

(三)WSP 水道用推進鋼管

1.參考日本水道協會 WSP 設計標準

二、水管橋

1. AWWA Manual MII 3rd Edition, Steel Pipe-A Guide for Design and Installation, 1998.
2. 自來水設施耐震設計指南及解說(2013 年版)。

三、豎井池槽及隧道等構造物

1. 自來水設施耐震設計指南及解說(2013 年版)。
2. 內政部「建築物基礎構造設計規範」(民國 106 年 2 月)。
3. 內政部「建築物耐震設計規範及解說」(民國 100 年 1 月 19 日)。
4. 中國土木水利工程學會「混凝土工程設計規範與解說(土木 401-100)」。

四、隧道

1.「山岳隧道工程技術準則及解說」(1999 年 8 月科技出版社)
2.「公路隧道設計規範」(民國 106 年 12 月交通部頒布)。

五、機電與儀控

1. 中國國家標準(CNS)。
2. 建築技術規則(CBC)。
3. 各類場所消防安全設備設置標準。
4. 台灣電力公司營業規則。
5. 屋內線路裝置規則及屋外供電線路裝置規則(經濟部)。
6.美國國家電氣法規(NEC)。
7. 美國國家標準協會(ANSI)。
8. 國際電氣安全法規(NESC)。
9. 美國電機電子工程師協會(IEEE)。
10.國際電子技術委員會(IEC)。
11.美國電機製造業協會(NEME)。
12.美國防火協會(NFPA)。

13.美國保險業實驗所(UL)。

14.美國材料試驗協會(ASTM)。

15.美國銲接工程協會(AWS)。

16.國際電工標準委員會(IEC)。

17.美國科學裝置製造者協會(SAMA)。

18.絕緣電纜工程師協會(ICEA)。

第六章　工程方案選擇與評估

6.1 前言

本計畫聯通管路線共分為取水段(包含新建隧道段及#2 導水隧道段)、消能設施段、輸水管段、南化淨水場銜接段及平壓管段，除南化銜接段由自來水公司設計，工程經費由自來水公司及水利署平均分擔，不包含於本計畫外，其餘各管段皆已於第四章與原規劃方案進行檢討比較，提出本計畫建議之工程方案。

以下本計畫針對消能設施段、玉井區域輸水管段及南化區域輸水管段等部分提出不同方案並進行評估，以下分別說明各管段之設計內容及方案評估內容。

6.2 消能設施段方案評估

本計畫於第四章中建議以調整池/消能豎井(Baffle-drop)取代大型閥室管中消能，本計畫將調整池/消能豎井(Baffle-drop)又分為兩種佈置方案進行評估比較：

一、調整池及消能豎井(Baffle-drop)配合三座控制閥

(一)跨越曾庫公路至木瓜園台地

本管段分為水平與垂直段二部份：水平段擬以推進工法施工，初步建議採用 WSP 管(二層鋼管內夾水泥砂漿)，推管距離約 150m；垂直段則開挖一直徑 5m 供水豎井，內安裝 2.2m 鋼管，周邊回填混凝土。

(二)調整池及消能豎井(Baffle-drop)

初步工程佈置如圖 6.2-1 及圖 6.2-2，初步構想為於台地 EL.175.0~EL.180.0 之間興建一 11m(高)×30m(寬)×40m(長)體積共 12,000 立方公尺的調整池作為引水管與輸水管的介面，調整池頂部高程 EL.183.0m，最高水位擬設定為 EL.182.0m，調整池之出水口則銜接一 Baffle-drop structure 的消能豎井，其底部為高程約 EL.123.0m。

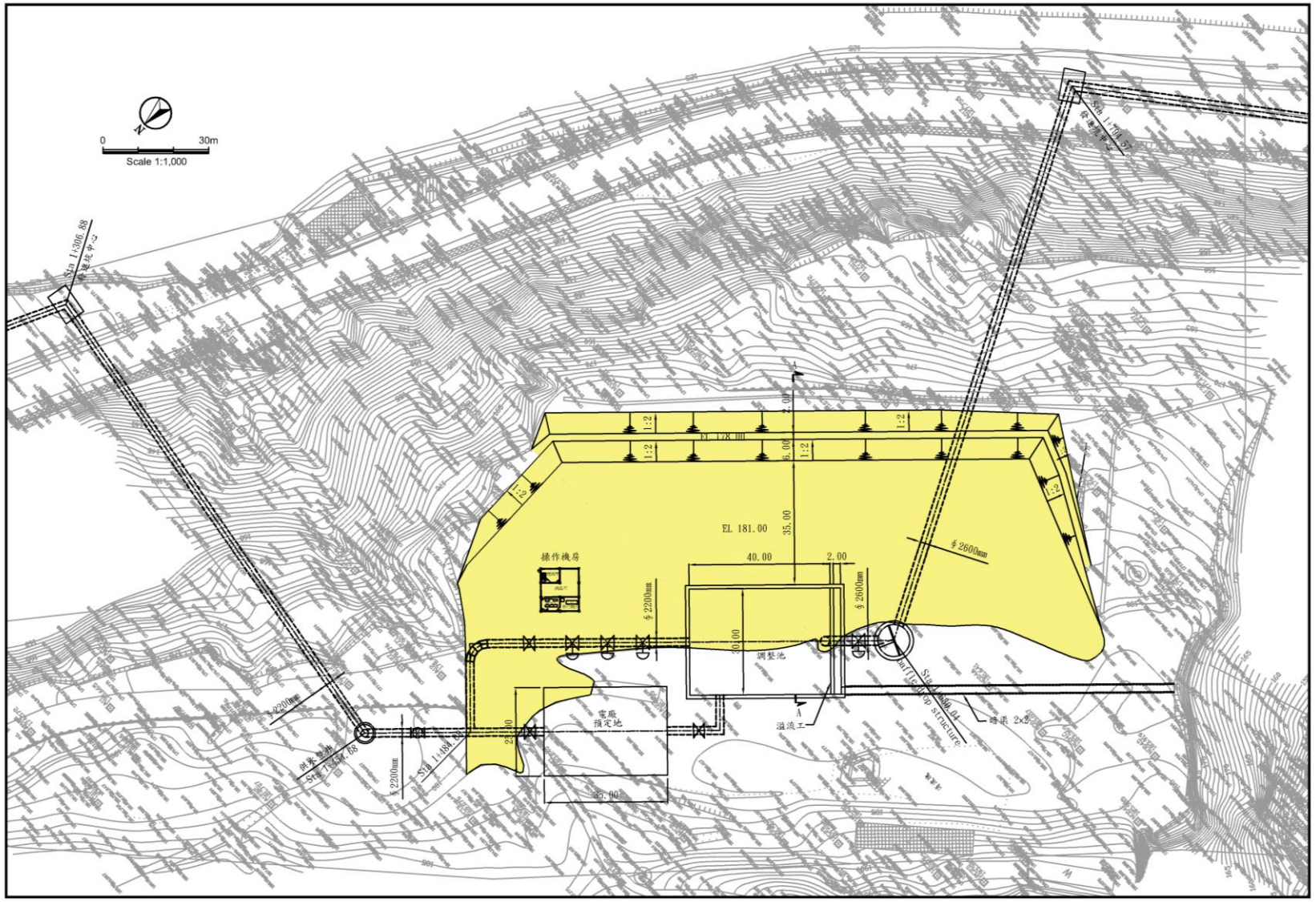


圖 6.2-1　消能設施段配合三座控制閥平面佈置圖

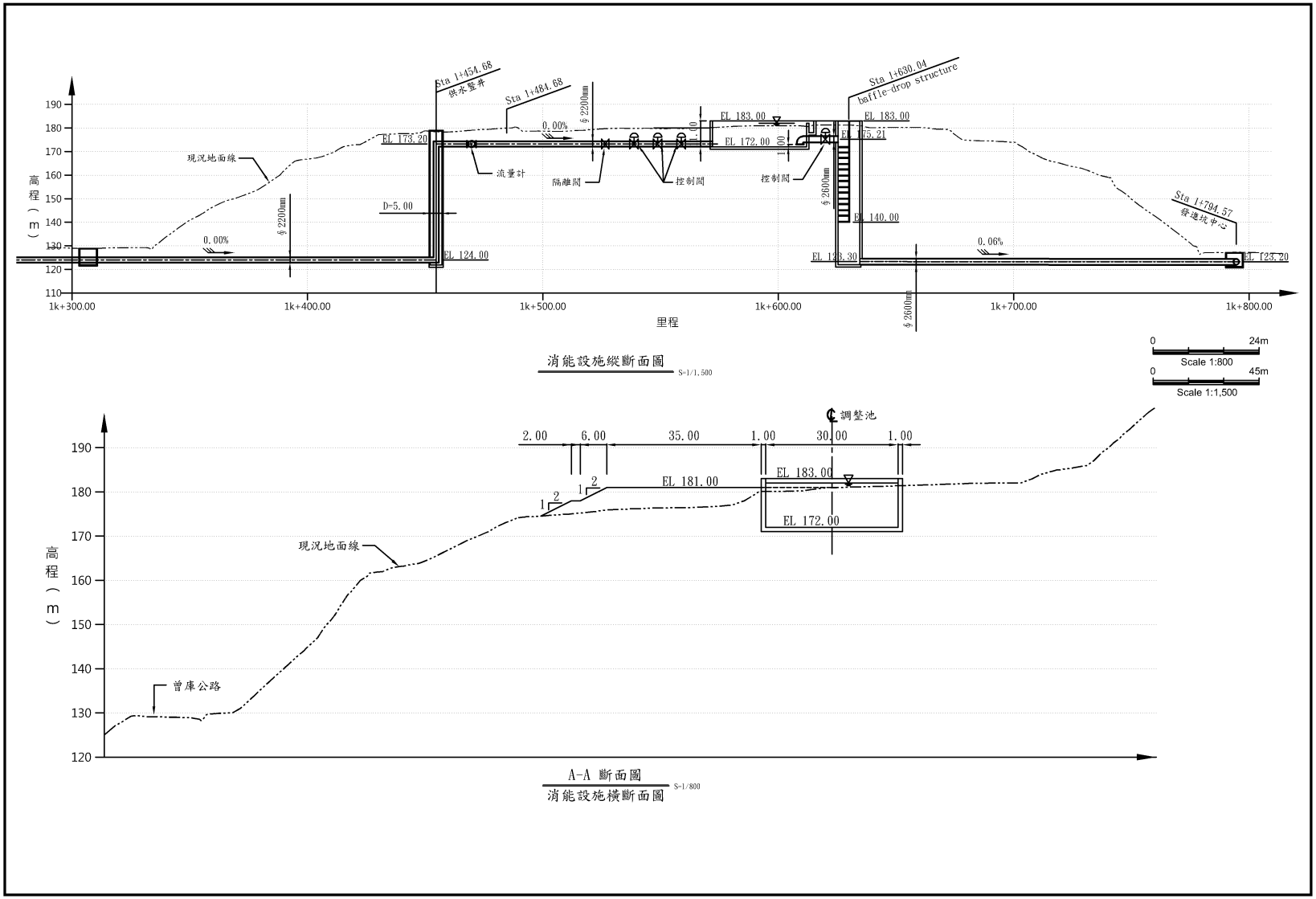


圖 6.2-2　消能設施段配合三座控制閥縱橫斷面圖

(三)控制閥

由於水流流入調整池之前有必要消耗水庫水位與調整池之間落差約 50m 的水頭，故必須考慮消能可能造成的破壞性穴蝕的問題，唯亦必須同時考慮水庫在低水位時輸水量的需求,在平衡二種要求情況下，本方案控制閥採用全斷面且結構較佳的球閥(ball valve 或 spherical valve)，初步估算採用穴蝕指數(cavitation index)σ=1.8 為可容許標準。

若閥門安裝在 EL.173.2m 的高程，則需三道串聯控制閥方能達到安全消能的目的，估算三道ϕ1,800mm 閥門的消能量分別是上游 24.1m，中游 15.6m，下游 10m，合計 49.7m。此外，亦需裝置一道隔離閥，此閥門可採用蝶閥，初步佈置之閥門位置如圖 6.2-2，原則上閥門之間距採 8m。

二、調整池及消能豎井(Baffle-drop)配合一座消能井及固定錐型閥

(一)跨越曾庫公路至木瓜園台地

本管段分為水平與垂直段二部份：水平段擬以推進工法施工，初步建議採用 WSP 管(二層鋼管內夾水泥砂漿)，推管距離約 150m；垂直段則開挖一直徑 5m 供水豎井，內安裝 2.2m 鋼管，周邊回填混凝土。

(二)調整池及消能豎井(Baffle-drop)

初步工程佈置如圖 6.2-3 及圖 6.2-4，初步構想為於台地 EL.175.0~EL.180.0 之間興建一 11m(高)×20m(寬)×60m(長)體積共 12,000 立方公尺的調整池作為引水管與輸水管的介面，調整池頂部高程 EL.183.0m，最高水位擬設定為 EL.182.0m，調整池之出水口則銜接一 Baffle-drop structure 的消能豎井，其底部為高程約 EL.123.0m。

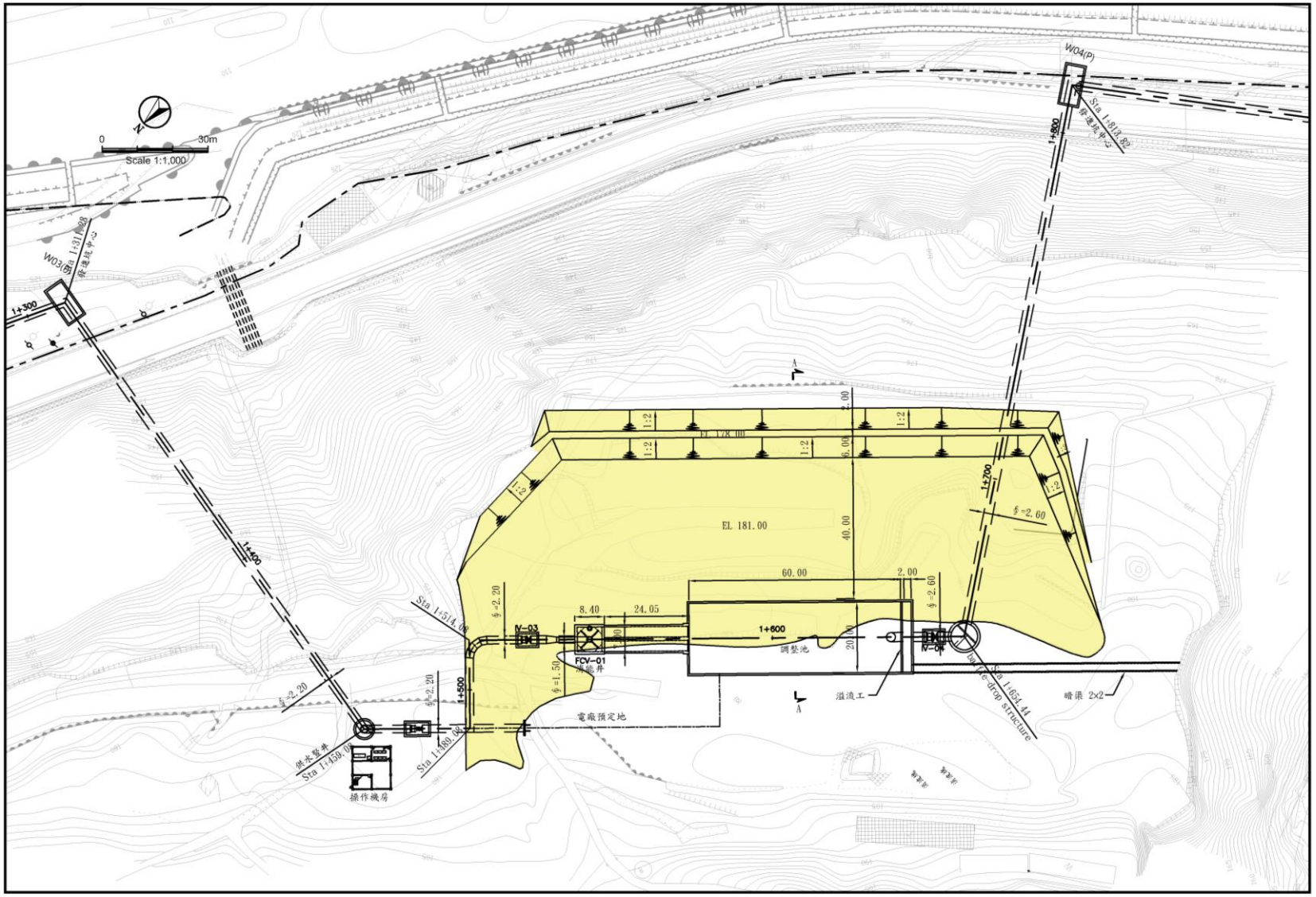


圖 6.2-3　消能設施段配合消能井及固定錐形閥平面佈置圖

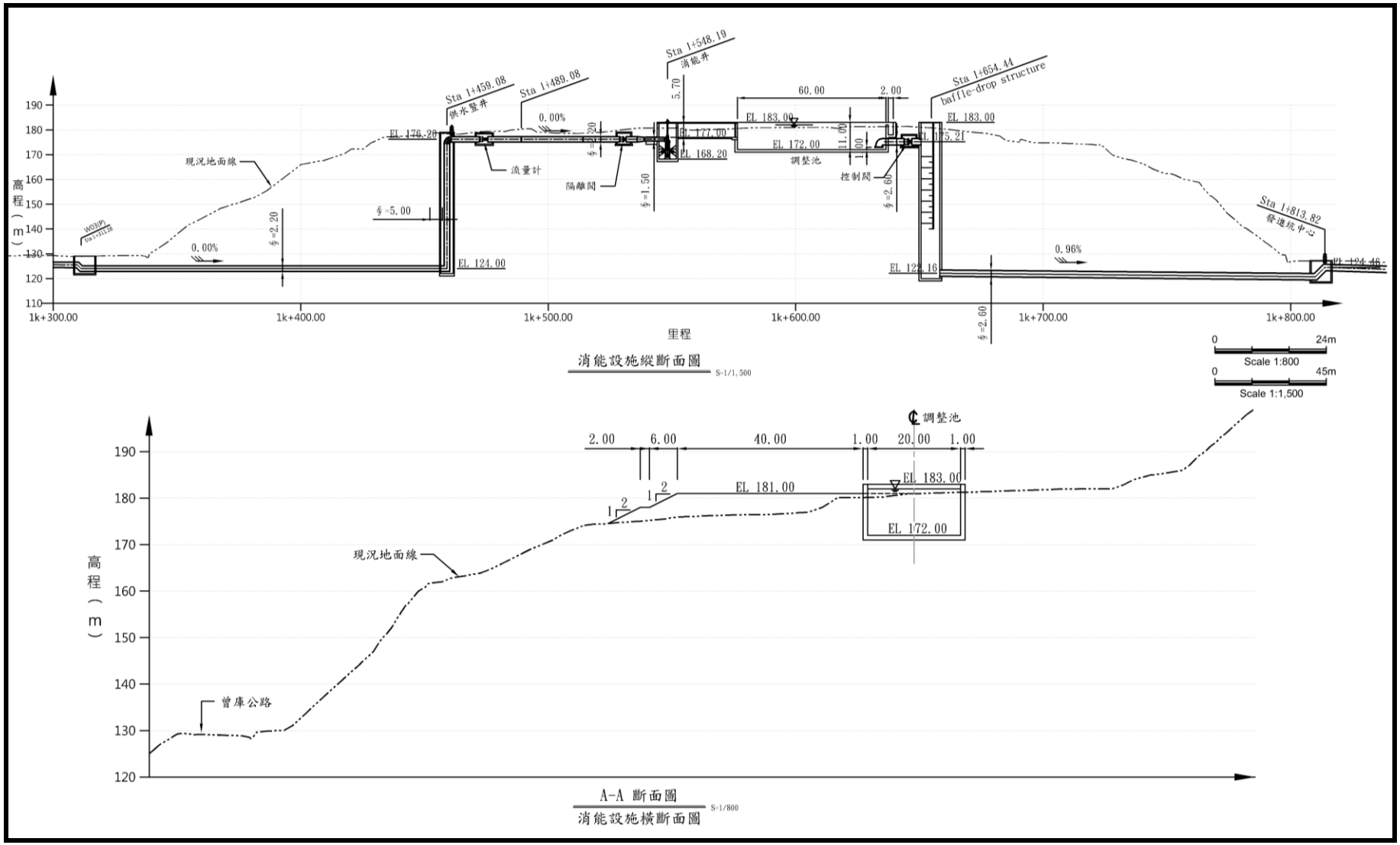


圖 6.2-4　消能設施段配合消能井及固定錐形閥縱橫斷面圖

(三)消能井及固定錐型閥

由於水流流入調整池之前有必要消耗水庫水位與調整池之間落差約 50m 的水頭，故必須考慮消能可能造成的破壞性穴蝕的問題，唯亦必須同時考慮水庫在低水位時輸水量的需求，本工程採用美國墾務局開發並廣為應用的"Vertical Sleeve Valve Stilling Well"。該方案將上游來水經由垂直式套筒閥引入消能井中心，以消能井為消能工，尾水則進入一明渠往下游輸送，消能井將使下游渠道的湧浪微小，不對該渠道產生沖刷作用。

依據 Burgi, P.H. "Hydraulic Design of Vertical Stilling Wells". ASCE Journal of Hydraulic Division, July, 1975, pp.801-816.所載標準套筒閥之能量消耗與開度的關係，套筒閥在全開情況下，閥門的損失係數 k=1.84。為確保在低水位 195m(曾文高程系統)能輸送 80 萬 CMD，本計畫之套筒閥直徑建議採用 D=1.5m。

依據 Burgi, P.H. Hydraulic Design of Vertical Stilling Wells. ASCE Journal of Hydraulic Division, July, 1975, pp.801-816.所載之消能井最佳尺寸，本計畫木瓜園調整池前端消能井之尺寸之訂定如下，如圖 6.2-5 所示。

- 消能井寬 b=D/0.22=1.5/0.22=6.82m，採 7.0m
- 消能井深 d=1.5b=1.5×7.0=10.5m
- 填角距消能井底部 c=0.1b=0.1×7=0.70m
- 閥出口距消能井底部 a=0.5D=0.5×1.5=0.75m
- 填角寬度 k=0.417b=0.417×7=2.92m
- 填角坡度 Z=1.4
- 填角外側高度 J=0.210b=0.210×7=1.47m

三、消能設施方案比較

上述消能設施段方案比較如表 6.2-1 所示，兩方案工程經費、對既有構造物及環境之影響、工期等因素相當，惟配合消能井及錐形閥方案之運轉操作難易度更加簡易，減少人為操作風險，估建議採用配合消能井及固定錐形閥之方案。

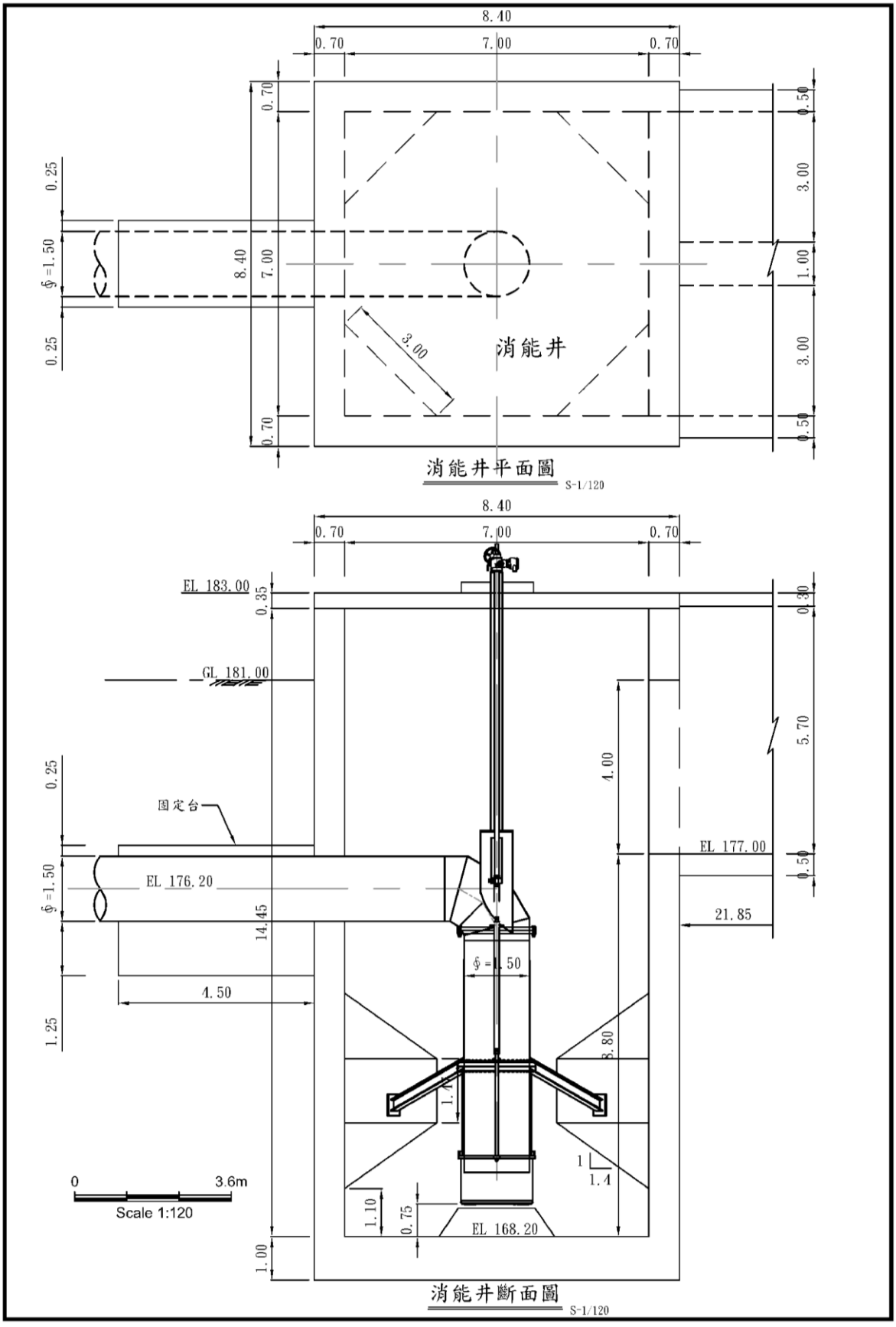


圖 6.2-5　調整池前端消能井平剖面圖

表 6.2-1　消能設施方案表比較表

比較項目	配合三座控制閥	配合一座消能井及固定錐形閥
施工費	3.77 億元	**3.65 億元**
運轉操作	操作簡單	操作簡單，**疏失機率較左方案低**
既有構造物影響	無	無
環境影響	在高地水流聲音較小，對環境影響衝擊小	
工期因素	相同	
建議方案		◎

6.3 玉井區域輸水管段方案評估

本計畫之玉井區域管段採用 102 年原方案規劃路線建議，沿台 3 線埋設，經檢視，大成路亦有做為聯通管路線通過玉井市區之可能性，與台 3 線方案評估比較如下。

本計畫通過玉井市區方案包含：(1)通過竹圍橋後，一路沿台 3 線通過玉井市區至玉井第一公墓前；(2) 通過竹圍橋後，沿台 3 線至台 3 線與大成路口北端交叉路口，轉向南沿大成路佈設管路，至台 3 線與大成路口南端交叉路口鳩回台 3 線，至玉井第一公墓前。兩方案輸水管徑皆採 2.6m，採用 SP 管材明挖及 WSP 管推進，方案比較內容如表 6.3-1，路線如圖 6.3-1 所示。

表 6.3-1　玉井段各方案內容表

條件	沿大成路方案	沿台 3 線方案
路線差異內容	通過竹圍橋後，往南沿台 3 線-大成路-台 3 線佈設管線至玉井第一公墓前	通過竹圍橋後，往南沿台 3 線-佈設管線至玉井第一公墓前
差異段長度	2,457m	2,542m
道路寬度	**既有道路約 10m 寬**	**既有道路約 25m 寬**
經過私有土地	無	無
人口稠密程度	中	高
既有地下管線	沿路路邊有電信及自來水管線，及**雨水下水道約 450m**(道路中央)	沿路路邊有電信及自來水管線，部分路段有電力管線，及**雨水下水道約 270m**(道路中央)
直接工程經費	7 億元	7.4 億元
推動時程	直接推動	直接推動
交通衝擊	車流量較小，但路幅寬度較窄，較無替代車道	車流量較大，但路幅寬度較寬，有替代車道
建議方案		◎

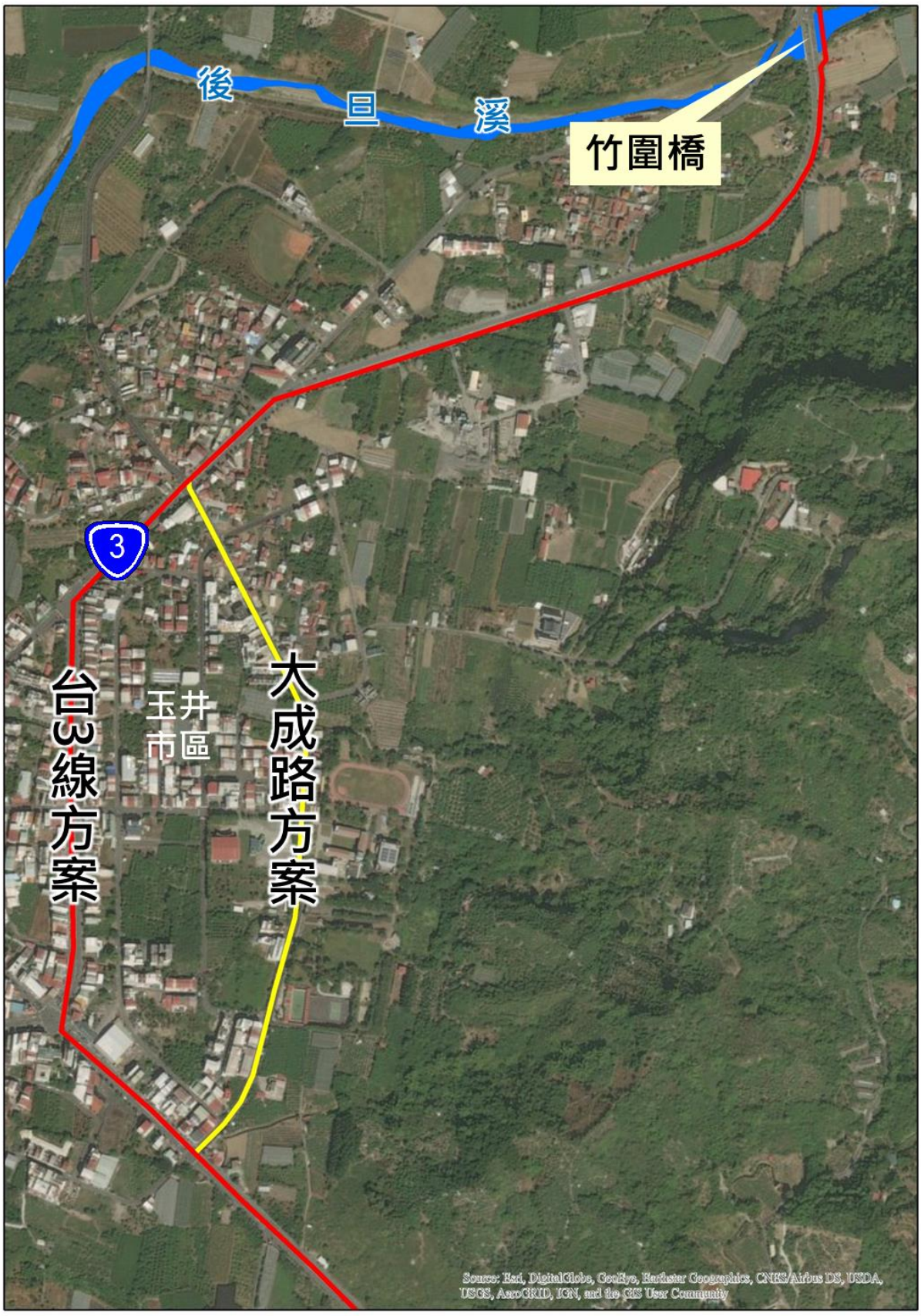


圖 6.3-1　玉井段各方案路線平面圖

大成路經費雖較低，惟考量雨水下水道影響工程佈設及對當地居民的影響，因大成路較窄，施工範圍會佔用多數車道，對交通影響大，施工上較為不便，且途經玉井國中附近，居民在意施工期間對學生上課及上下學之影響，施工條件限制較多，故建議採沿台 3 線方案。

6.4 南化輸水管段方案評估

南化輸水管段經第四章檢討，由原規劃方案之穿越農地改為沿台 3 線佈設，本節進一步評估比較管線沿台 3 線穿越後堀溪時之方案

本計畫擬定南化輸水管段通過後堀溪方案為(1)經新北寮橋下游側；(2)經新北寮橋上游側。兩方案管徑皆為 2.6m，採用 SP 管材明挖及 WSP 管推進，方案比較內容如表 6.4-1，路線如圖 6.4-1 所示。

兩案路線差異不大，對環境影響、對民眾生活影響、經費皆相當，惟經過新北寮橋上游側方案之土地持分複雜，且屬建築用地，須先取得全部所有權人共識及進行土地分區變更，無法即時推動，故建議採經過新北寮橋下游側之方案。

表 6.4-1　南化段各方案內容表

條件	新北寮橋下游	新北寮橋上游
路線差異內容	通過四埔橋，沿台 3 線佈設管線至後堀溪右岸時，通過新北寮橋下游側，於台 3 線西側銜接南化高屏聯通管既設分歧口。	通過四埔橋，沿台 3 線佈設管線至後堀溪右岸時，通過新北寮橋新北寮橋上游側，於台 3 線東側銜接南化高屏聯通管既設管線，
差異段長度	約 1,357m	約 1,312m
道路寬度	既有道路約 15m 寬	既有道路約 15m 寬
經過私有土地	無	**土地持分複雜，且屬建築用地**
人口稠密程度	中	中
既有地下管線	沿路路邊有電信及自來水管線	沿路路邊有電信及自來水管線
直接工程經費	3.59 億元	3.45 億元
推動時程	直接推動	**須先取得全部所有權人共識**
交通衝擊	管路佈置路線相同	管路佈置路線相同
建議方案	◎	

圖 6.4-1　南化段各方案路線圖

6.5 平壓管段方案評估

本計畫於第四章中已評估平壓管段之必要性，本節進一步評估原規劃管徑 3.0m 進一步優化之可能性。模擬方法及條件與第四章相同，同樣模擬在 60 萬或 80 萬 CMD 情況下，不同管徑之暫態流分析，模擬情境列如表 6.5-1 所示。

表 6.5-1　木瓜園至內門減壓池輸水路暫態流分析之模擬情境

情境	輸水量 (萬 CMD)	有無平壓管段	平壓管段管徑(m)	木瓜園豎井水位 (WL.m)	東平橋控制閥	模擬關閉(初始/關閉)	模擬時間
1	80	有	D=3m	180	ϕ2.6m 蝶閥 29 分	100/0	29 分
2	60	有	D=3m	172	ϕ1.5m 蝶閥 21 分 14 秒	68/0	14 分 26 秒
3	80	有	D=2.6m	180	ϕ2.6m 蝶閥 29 分	100/0	29 分
4	60	有	D=2.6m	172	ϕ1.5m 蝶閥 21 分 14 秒	68/0	14 分 26 秒

四、模擬成果

東平橋消能閥在穩定運轉下關閉的暫態流分析成果，並以探討新設管段(木瓜園至新北寮橋)及既有管段(新北寮橋至東平橋)之動水壓力與最大水錘壓力如表 6.5-2、表 6.5-3 及圖 6.5-1~圖 6.5-2，成果說明如下：

(一) 當輸水量 80 萬 CMD 時，如圖 6.5-1。D=2.6m 相較於 D=3.0m 之最大水錘壓力於新設管段僅增加 0.12m，於既有管段增加 0.14m，故 D=2.6m 或 D=3.0m 時發生最大水錘壓力時差異不大。

(二) 當輸水量 60 萬 CMD 時，如圖 6.5-2。D=2.6m 相較於 D=3.0m 之最大水錘壓力於新設管段僅增加 0.09m，於既有管段增加 0.10m，故 D=2.6m 或 D=3.0m 時最大發生水錘壓力時差異不大。

(三) 當輸水量 80 萬 CMD 時，在平壓管段 D=2.6m 情況下之溢流量為 12,513.84 立方公尺；在平壓管段 D=3.0m 情況下之溢流量為 12,546.53 立方公尺。當輸水量 60 萬 CMD 時，在平壓管段 D=2.6m 情況下之溢流量為 12,346.43 立方公尺；在平壓管段 D=3.0m 情況

下之溢流量為 12,374.17 立方公尺。故 D=2.6m 或 D=3.0m 時溢流量約 12,500 立方公尺。

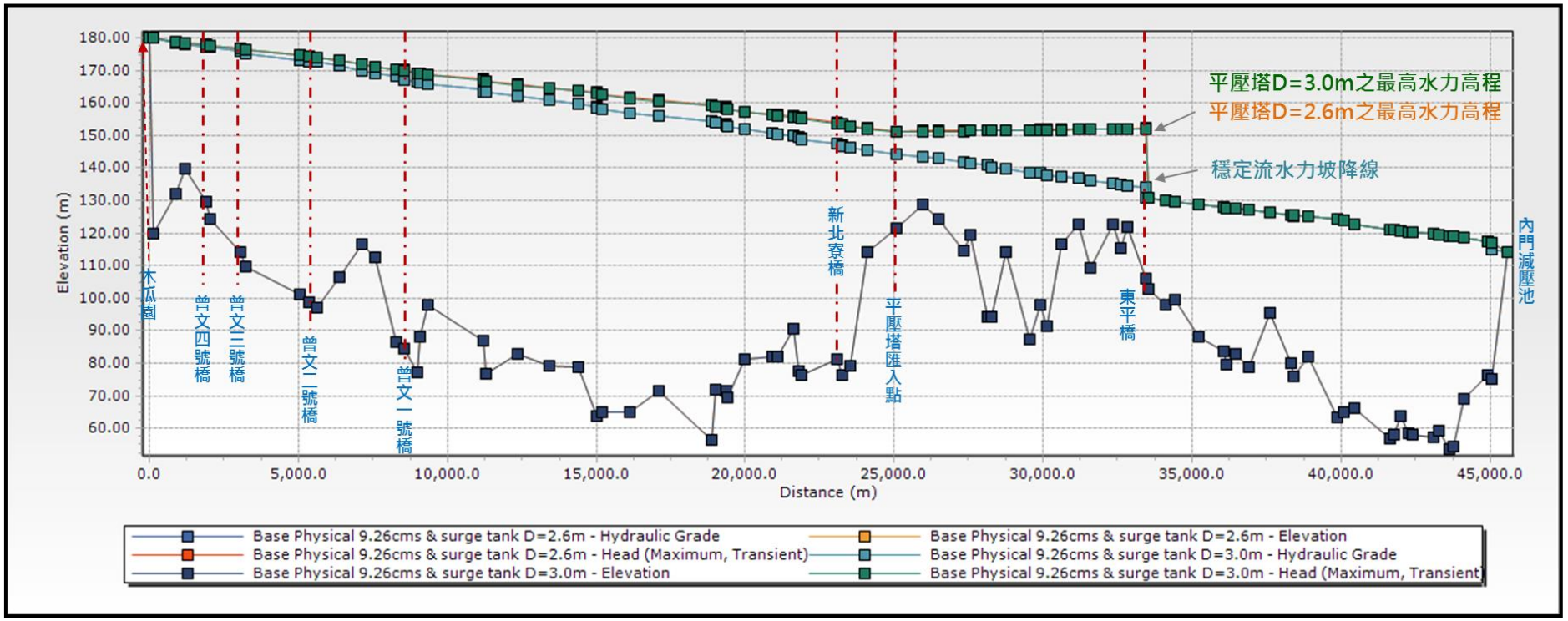
綜上所述，平壓管段 D=2.6m 或 D=3.0m 對於新設管段及既有管段發生之最大水錘壓力差異不大，且溢流量相當皆約 12,500 立方公尺，故建議平壓管段採用 D=2.6m，以節省經費。

表 6.5-2　曾水文庫木瓜園至內門減壓池新設管段(木瓜園至新北寮橋)動水壓力及最大水錘壓力

情境	輸水量 (萬 CMD)	有無平壓管段	平壓管段管徑 (m)	管中心高程 (EL.m)	穩定流		暫態流	
					水力高程 (EL.m)	動水壓力 (m)	最高水力高程 (EL.m)	最大水錘壓力 (m)
1	80	有	3.0	55.25	154.25	99.00	159.18	103.93
2	60	有	3.0	55.25	155.01	99.76	157.39	102.14
3	80	有	2.6	55.25	154.25	99.00	159.30	104.05
4	60	有	2.6	55.25	155.01	99.76	157.48	102.23

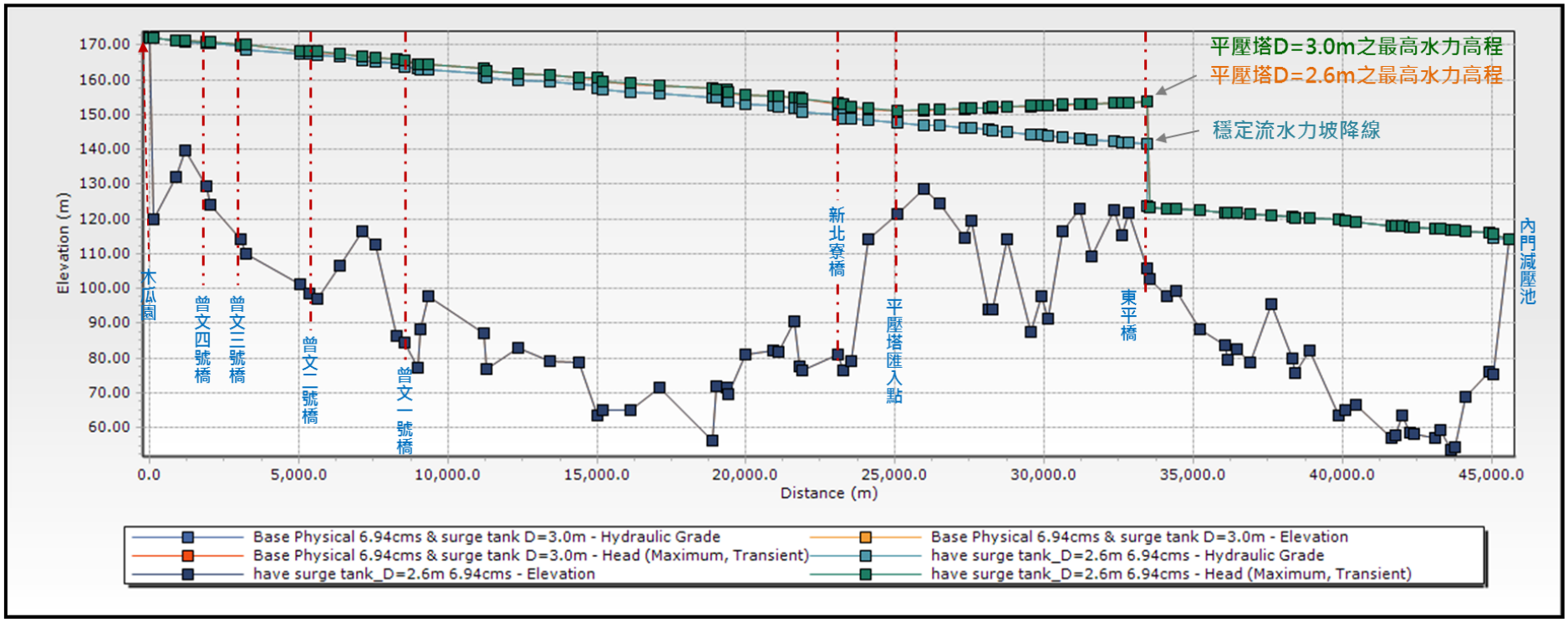
表 6.5-3　曾水文庫木瓜園至內門減壓池既有管段(新北寮橋至東平橋)動水壓力及最大水錘壓力

情境	輸水量(萬 CMD)	有無平壓塔	平壓塔管徑 (m)	管中心高程 (EL.m)	穩定流		暫態流		新北寮橋至東平橋管段設計壓力 (m)
					水力高程 (EL.m)	動水壓力 (m)	最高水力高程 (EL.m)	最大水錘壓力 (m)	
1	80	有	3.0	87.30	138.66	51.36	151.58	64.28	70
2	60	有	3.0	87.30	144.33	57.03	152.33	65.03	70
3	80	有	2.6	87.30	138.66	51.36	151.72	64.42	70
4	60	有	2.6	87.30	144.33	57.03	152.43	65.13	70



資料來源：本計畫分析。

圖 6.5-1　80 萬 CMD 平壓管段 D=2.6m 或 D=3.0m 之最高水力高程圖



資料來源：本計畫分析。

圖 6.5-2　60 萬 CMD 平壓管段 D=2.6m 或 D=3.0m 之最高水力高程圖

第七章　基本設計成果與檢核

7.1 管路工程佈置與設計

曾文南化聯通管工程定案路線如圖 7.1-1 及 7.1-2 所示，主要輸水結構為 φ2,600mm 管線，施工項目有明挖覆蓋、推進及水管橋。其主要工程設計依據及分析原則如下所述：

一、設計壓力

(一) 內壓(滿管時)

1. 設計內壓：10～15kg/cm^2。

2. 試水壓力：10～15kg/cm^2。

(二) 外壓(空管時)

1. 靜載重：如覆土、地下水壓。

2. 活載重：車輛輪壓(以 AASHTO HS20-44 公路載重輪壓計算)。

(三) 材料強度

1. 鋼管(SP)

依 CNS 6568 之 STW 400 抗拉強度≧400 N/mm^2(≧41 kgf/mm^2)，降伏強度≧225N/mm^2(≧23 kgf/mm^2)。

2.延性鑄鐵管(DIP)

依 CNS 10808 之 FCD (420-10)抗拉強度≧420 MPa(≧42kgf/mm^2)。

二、管設計

(一) 明挖覆蓋部分

目前國內 φ2,600mm 壓力輸水管材有鋼管(SP)及延性鑄鐵管(DIP)等。

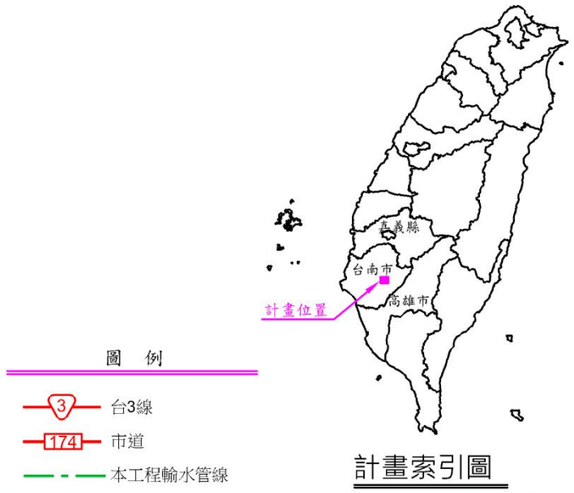
1. 鋼管(SP)

設計準則：依 CNS 6568 之 φ2,200mm 及 φ2,600mm 鋼管壁厚度加計腐蝕裕度 4mm 厚。

壹、計畫目的：南部地區供水現況風險甚高，除了用水成長及氣候變遷等因素影響，導致公共用水吃緊，而南化水庫淤積嚴重，庫容大減，卻又負擔過大，易有缺水風險，且現況水源供水方式單一，缺乏備援系統，故本計畫規劃建置曾文南化聯通管，做為供水系統雙迴路之一環，使曾文水庫與南化水庫，及南化水庫與高屏攔河堰能互相支援，並作為曾文-烏山頭水庫之備用供水出口，健全南部地區水資源調度及備援能力。

貳、工程位置及佈置大樣：(各管段編號及範圍)

管段/標段編號	管段名稱	管段起迄範圍	管段起迄樁號
(1)	取水消能設施管段	電廠壓力鋼管銜接點 ~ 曾文四橋北端	0k+000.00~3k+519.64
(2)	庫區管段	曾文四橋北端 ~ 曾文二橋北端(6k+470)	3k+519.64~6k+470.00
(3)	曾庫公路管段	曾文二號橋北端(6k+470) ~ 174市道及台3線銜接點南邊(11k+040)	6k+470.00~11k+054.38
(4)	楠西管段	174市道及台3線銜接點南邊(11k+040) ~ 楠西/玉井區界	11k+054.38~15k+702.74
(5)	玉井管段	楠西/玉井區界 ~ 高陵橋北端	15k+702.74~20k+442.54
(6)	南化管段	高陵橋北端 ~ 北寮銜接點(含平壓管段)	20k+442.54~24k+805.99
(7)	機電監控	全管段監控系統及機電設備	-



計畫索引圖

圖　例

- 台3線
- 市道
- 本工程輸水管線

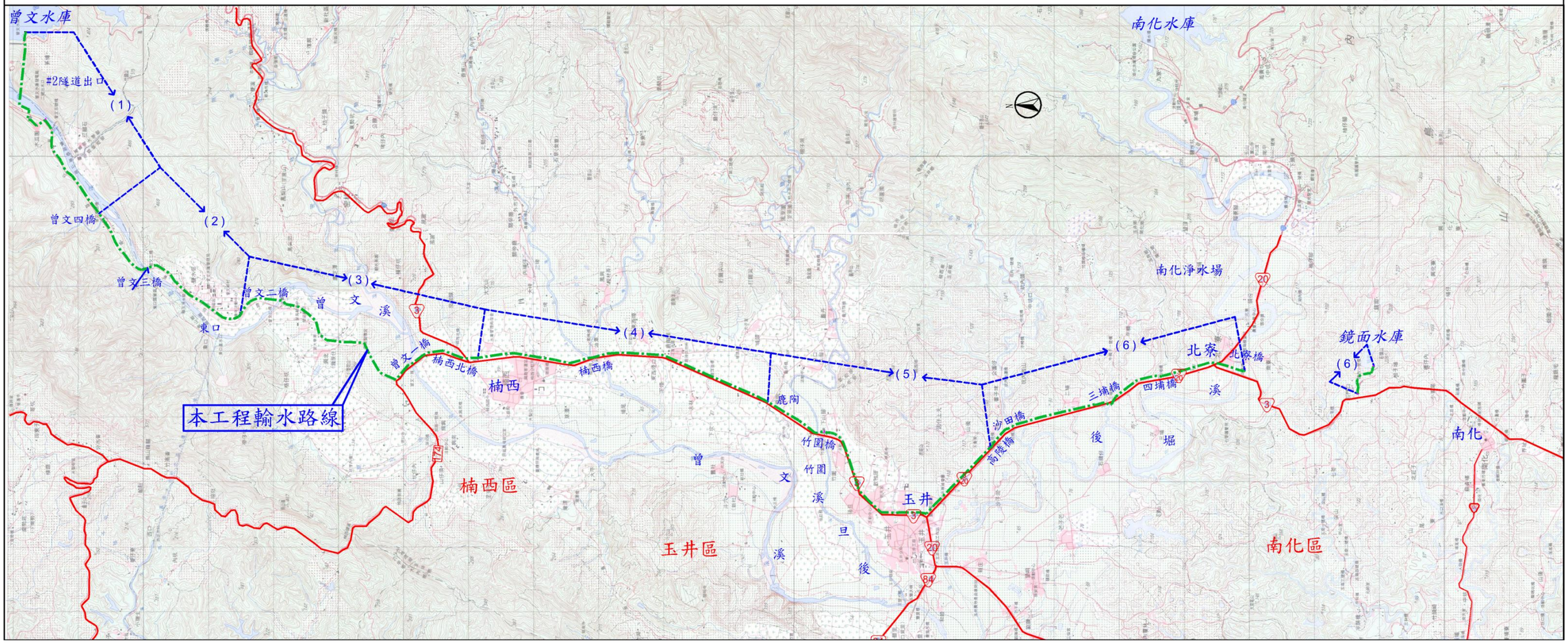
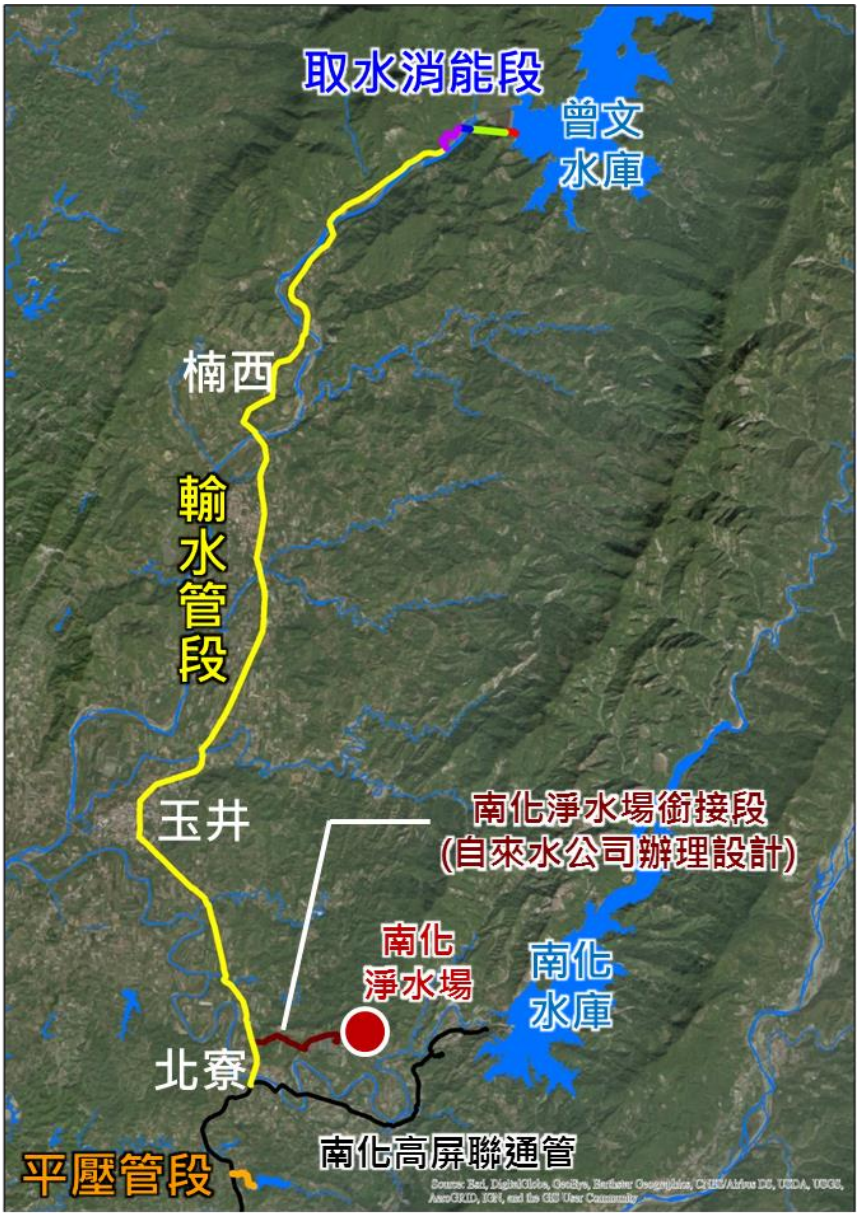
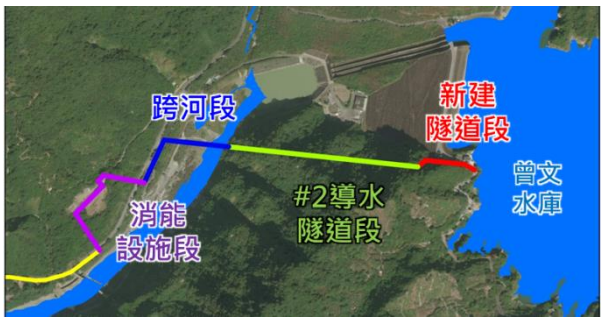


圖 7.1-1　曾文南化聯通管工程定案路線圖



(a)管路全圖



(b)取水消能段

(c)平壓管段

圖 7.1-2　曾文南化聯通管工程管段佈置圖

(1) 內壓造成之軸向應變

地下埋設鋼管在軸向變形受到束制

$$\varepsilon_{Ii} = \frac{P_i(\mathrm{D} - 2t)}{2tE} v$$

其中

ε_{Ii}：內壓造成之管軸方向應變

v：柏松比(鋼=0.3)

P_i：內壓(10~15kgf/cm^2)

D：鋼管的外徑(cm)

t：管壁厚度(cm)

E：鋼管的彈性係數($2.0 \times 10^6 kgf/cm^2$)

(2) 車輛荷重造成之軸向應變

車輛荷重造成之埋設管的軸向應變，

$$\varepsilon_{10} = \frac{0.322 W_m}{ZE} \sqrt{\frac{EI}{K_V D}}$$

ε_{10}：車輛依管軸方向應變

$\mathrm{W_m}$：車輛荷重(kgf/cm^2)

D：鋼管的外徑(cm)

$\mathrm{K_V}$：垂直向地盤反力係數(1.0kgf/cm^3)

E：鋼管的彈性係數($2.1 \times 10^6 \mathrm{kgf/cm^2}$)

Z：鋼管斷面係數(cm^3)

I：鋼管斷面二次矩(cm^4)

但是，車輛荷重 $\mathrm{W_m}$

$$W_m = \frac{2P_m D}{275(a + 2h\ \tan\theta)} \cdot (I + i)$$

其中

$\mathrm{P_m}$：車輛後輪 1 輪之相當荷重(10,000kgf/輪)

a：接地輪寬(20cm)

h：最小覆土厚度(150cm)

θ：荷重分佈角(45°)

i：衝擊係數(1.5≦h≦6.5)

(3)溫度變化造成之軸向應變

鋼管因溫度變化造成之軸向應變可依下式求之。

$$\varepsilon_{1t} = a \cdot \Delta t$$

其中

ε_{1t}：溫度變化造成之軸向應變

a：鋼的線膨脹係數(1.2×10^{-5})

Δt：溫度變化(±20°C)

直管製造標準：CNS 6568－G3129〝輸水用塗覆裝鋼管〞。

管件製造標準：CNS 6666 – G3130〝輸水用塗覆裝鋼管之管件。

接頭形式：現場對口焊接

2. 延性鑄鐵管(DIP)

設計準則：自來水設施耐震設計指南及解說(2013 年版)。

製造標準：CNS 10808-G3219〝延性鑄鐵管〞，另外建議於工程發包文件中增加壓扁試驗。

管種規格：φ2,600mm(外徑約 268.4cm)K 型 D_2 DIP。

接頭形式：承插式接頭。

管體應力：

(1) 內壓造成之軸向應力σ_{pi}

$$\sigma_{pi} = v \cdot \frac{P_i(D - t)}{2 \cdot t}$$

其中

σ_{pi}：內壓造成之軸方向應力(kgf/cm^2)

v：柏松比(採 0.28)

P_i：內壓($10kgf/cm^2$)

D：外徑(cm)

t：由標稱管厚減法去鑄造公差即為管厚

(2) 車輛荷重造成之軸向應力

$$\sigma_{\mathrm{po}} = \frac{0.322 \cdot W_m}{\mathrm{Z}_p} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_p}{K_V \cdot D}}$$

其中

W_m：車輛荷重(kgf/cm)

K_V：垂直方向地盤反力係數(採 1.0 kgf/cm^3)

E：彈性係數(採 1.6×10^6 kgf/cm^2)

I_p：斷面慣性矩($I_p = \pi \cdot \{D^4 - (D-2t)^4\}/64$)

Z_p：斷面係數($\mathrm{Z}_p = 2 \cdot I_P/D$)

(3) 管體應力

$$\sigma_{\mathrm{L}} = \frac{\pi \cdot D \cdot \tau \cdot l}{2 \cdot \mathrm{A}_0}$$

其中

σ_{L}：管軸方向應力(kgf/cm)

D：延性鑄鐵管之外徑(cm)

τ：管體與地盤之摩擦力(0.1kgf/cm^2)

l：管長(cm)

A_0：斷面積(cm^2)

(4) 依車輛荷重計算之接頭伸縮量(e_0)

$$e_0 = \frac{\mathrm{l} \cdot \sigma_{p0}}{\mathrm{E}}$$

其中

e_0：依車輛荷重計算之接頭伸縮量(cm)

σ_{p0}：車輛荷重造成之管體應力(kgf/cm^2)

(5) 溫度變化造成之伸縮量(e_t)

$$e_t = a \cdot \Delta T \cdot l$$

e_t：溫度變化造成之接頭伸縮量(cm)

a：線膨脹係數(1.0×10^{-5}/°C)

ΔT：溫度變化(20°C)

(二) 水管橋

水管橋跨距較大，一般都使用鋼管，公共工程委員會施工規範第 0253 章之第 2.2.3 節之水管橋用鋼管表規定φ2,600mm 鋼管橋最小管厚為 28mm。

設計準則：AWWA M11 第 7.2 節

跨距中心最大容許變形量：$y = 0.013 \times \frac{W \times L^3}{E \times I}$

y：跨距中心最大變形量(cm)

W：跨距內管橋全部載重(kgf)

L：跨距(m)

E：鋼管彈性係數=2,100,000kg/cm^2

I：鋼管斷面慣性矩(cm^4)

環梁承受最大應力：700kg/cm^2

環梁底座支撐角：120°

溫度差引起鋼管伸縮量：$\Delta L = 1.2 \times 10^{-5} \times L \times \Delta t$

ΔL：伸縮量(mm)

L：跨徑(mm)

Δt：溫度差(°C)

溫度差引起鋼管縱向應力增量：$\Delta S = E \times \varepsilon \times \Delta t$

ΔS：應力變化(kg/mm^2)

E：鋼管彈性係數=21,000kg/mm^2

ε：鋼材每°C 膨脹係數=1.2×10^{-5}

Δt：溫度差(°C)

(三) 推進管

目前國內φ2,600mm 推進管依管材主要分為延性鑄鐵管(推管用 U 型 DIP)及水道用推進鋼管(WSP)兩大類。

設計準則：

1. 延性鑄鐵管(推管用 U 型 DIP)參考日本延性鑄鐵管協會 JDPA 設計標準。
2. 水道用推進鋼管(WSP)日本水道協會 WSP 設計標準。

製造標準：

1.延性鑄鐵管(推管用 U 型 DIP)需符合 CNS 10808-G3219 標準，另外建議於工程發包文件中增加壓扁試驗。

2.水道用推進鋼管(WSP)內層鋼管需符合 CNS 6568 標準，外層鋼襯管需配合施工廠商設備推力設計需求鋼管。

管種規格：延性鑄鐵管採 φ2,600mm(外徑約 268.4cm)U 型 D_2 DIP。推進鋼管(WSP)採 φ2,600mm(內層鋼管厚度，t ≥24mm / 外層鋼襯管厚度，t ≥9mm)SP。

接頭形式:延性鑄鐵管(推管用 U 型 DIP)及水道用推進鋼管(WSP)均使用承插式接頭。

結構分析除考慮明挖覆蓋所有載重因素外,尚需計算油壓推力油壓推力採用日本下水道協會公式如下：

$$F = F_0 + [(\pi \times D_0 \times q + m) \times u' + \pi \times D_0 \times C'] \times L$$

F：推進力(t)

F_0：初期抵抗力(t) = $1.32 \times \pi \times D_0 \times N$

N：由標準貫入試驗所得之 N 值

D_0：外裝管外徑(m)

q：管外均佈載重(t/m^2)

m：推進管自重(t/m)

u'：推進管及土壤間摩擦係數=Tan$\frac{\varphi}{2}$

φ：土壤內摩擦角(度)

C'：推進管與土壤間粘著力(t/m^2)

L：推進長度(m)

推進坑設計除考慮土壤外壓尚需計算千斤頂之反作用力反作用力分析採用下列公式：

$$R = \alpha \times B \times (\gamma_s \times H^2 \times \frac{K_p}{2} + 2 \times C \times H \times \sqrt{K_p} + \gamma_s \times h \times H \times K_p)$$

R：反作用力(t)

B：反力牆寬(m)

γ_s：土壤單位重(t/m^3)

K_p：被動土壓係數=$Tan^2(45°+\frac{\theta}{2})$

φ：土壤內摩擦角

C：土壤粘著力(t/m^2)

α：係數=1.5~2.5，一般採用 2

H：反力牆高度(m)

h：反力牆頂至地面高度(m)

φ2,600mm 推進管所需推進坑內寬≧5m、內長≧7.5m〔含約 1m 厚反力牆〕

推進工法穿越河川時管頂距河床面至少 5m 或 2D 之原則。

三、操作基本限制

(一) 最低操作流量建議 10 萬 CMD。

(二) 最高操作容許濁度建議 2,000NTU。(參考南化淨水場停場濁度)

7.1.1 庫區內管段

本管段各分段工程包括取水隧道、#2 導水隧道、跨河段、消能段、及庫區道路直埋段等，其主要工程設計及佈置分述如下：

一、新建取水隧道設計

(一) 取水隧道佈置

圖 7.1-3 顯示新建隧道段平面及縱剖面圖，可見本壓力隧道以 45°的交角與既有電廠壓力隧道及#2 導水隧道相銜接，因考量後段之電廠壓力鋼管坡度較大，較不宜銜接取水，且該處另有 PRO 通氣隧道，既有結構物較多，故於前端較平緩段進行銜接，使隧道不會互相影響。內襯之鋼管內徑採 φ2,200mm，各轉彎處皆以 11.25° 折角之斜切彎管(蝦管 miter bend)方式佈置，在縱斷面方面，由於原曾文水庫高程系統較現行內政部 1 等 1 水準低約 1.28m，圖 7.1-3 所示縱斷面高程採現行內政部水準高程並以括弧表示原曾文系統之高程。可見本管段中心線與電廠壓力鋼管及與#2 導水隧道相交之高程分別為 EL.150.52(149.24)及 EL.115.46 (114.18)。

1. 沿線地質

取水隧道主要出露岩層為大窩細砂岩之厚層細砂岩、砂頁岩互層、泥岩及粉砂岩等層，岩層走向約為北 30 度西向東南方傾斜約 30 度。由相關區域之資料推估其單壓強度在 100~240kg/cm^2。

RMR 岩體評分需考量岩石之單壓強度、岩石品質指標 RQD、節理間距、節理面性質及地下水滲水情況，由以往鑽探資料初步判斷之，取水隧道岩體評分、支撐等級及地質剖面如圖 7.1-4 及圖 7.1-5 所示。實際之評分需由隧道施工時，現場地質師依據開挖時之岩體現況做正確之評分。

2. 隧道開挖支撐

取水隧道淨寬 4.6m，隧道內按裝 φ2,200mm 鋼管。隧道採用機械開挖，以避免因鑽炸而擾動曾文大壩壩體。

取水隧道沿線地層一般段以厚層砂岩為主，其間夾有砂頁岩互層，岩體分類屬 TYPE-I～TYPE-IV，隧道支撐採用新奧工法，並依行政院公共工程委員會所建置之 PCCR-System 標準支撐建議表配置支撐斷面；必要時先行實施錐體固結灌漿以確保隧道開挖作業之安全，取水隧道支撐等級、開挖及支撐標準圖如圖 7.1-6～圖 7.1-9。取水隧道佈設計測斷面，以藉由計測結果瞭解隧道內空變位及周圍岩盤鬆動情形，做為必要時調整支撐配置之依據，取水隧道計測斷面如圖 7.1-10 所示。

隧道結構設計則依據行政院公共工程委員會之「山岳隧道工程技術準則及解說」有關岩盤類別劃分，是將台灣全區地質材料劃分為 A、B、C、D 四種岩盤類別，其初步判定是採用地層為基本劃分單位，取水隧道岩盤主要屬於中新世至上新世大窩細砂岩，歸屬於 B 岩類，該準則對於 A、B 岩類之隧道支撐建議如表 7.1-1 及表 7.1-2 所示。

取水口隧道開挖跨度依支撐等級之不同，其支撐設計適用表 7.1-2 隧道跨度小於 10m 之狀況，依據該表配置取水隧道支撐等

級 TYPE I～TYPEIV 如表 7.1-3 所示。取水隧道必要時實施錐體固結灌漿以固結地盤或止水。

3. 鋼襯及回填

直徑 φ2,200mm 鋼襯原則上採用長 6m、厚 20mm 鋼管，由洞口推至定位後進行 X 形內開槽焊接。鋼襯與隧道間有 1.2m 空隙以 210kg/cm^2 混凝土回填，回填時頂部預留 φ2"黑鐵管作為未來回填灌漿用。

(二) 內襯鋼管結構設計

取水隧道內襯 φ2,200mm 鋼管，其承受最大內壓為 15kg/cm^2，鋼管與隧道內面為回填 210kg/cm^2 混凝土並進行固結及回填灌漿，故外壓亦採用 5kg/cm^2 分析。鋼管材質為 STW400(抗拉強度為 4,100kg/cm^2 以上)。依據 CNS 6568, G 3129 及台灣自來水公司「自來水用鋼管」一般水管用規格規定最小管厚為 20mm。

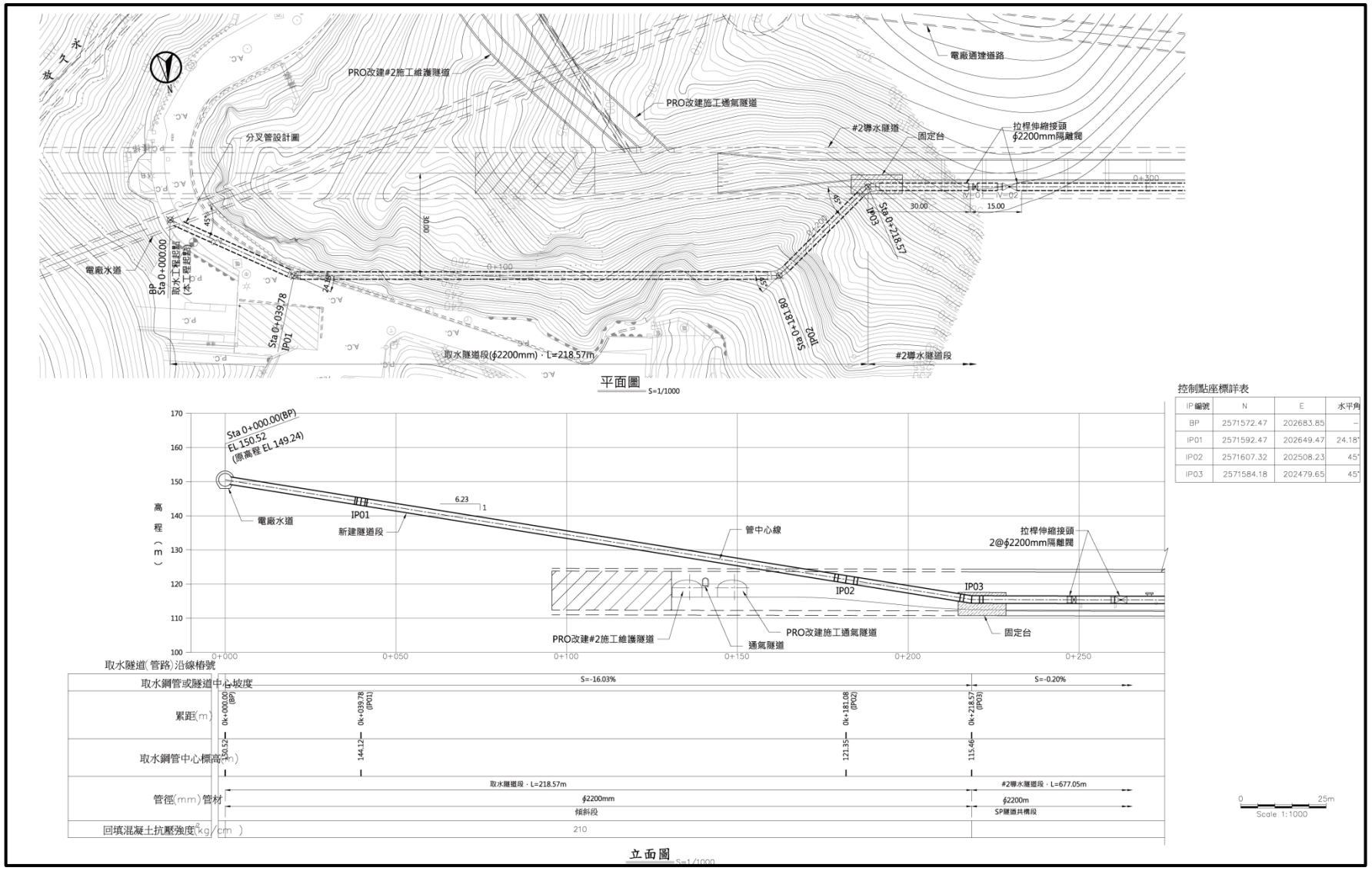
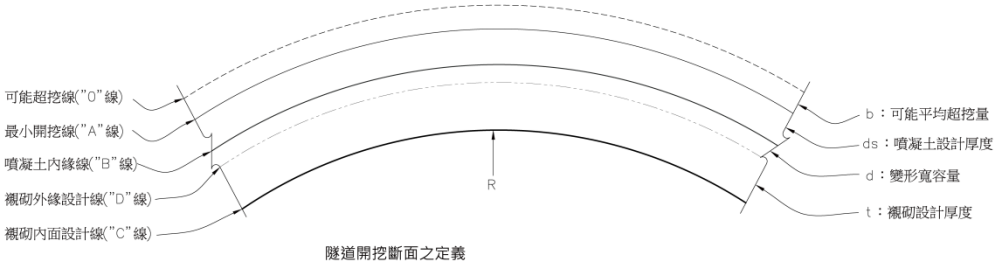


圖 7.1-3　取水隧道平縱斷面圖

台灣地區岩體類別劃分基準

岩盤類別	劃分基準
A岩類	包括台灣地區所有的變質岩類及亞變質岩類、火成岩類中除火山角礫岩的岩層、沈積岩類中具高強度者。大致可以岩心單壓強度高於25MPa為劃分參考基準。
B岩類	泛指西部麓山帶西緣丘陵區沈積岩中，強度較低之已固結岩層。大致可以岩心單壓強度界於5~25MPa為劃分參考基準。
C岩類	包括中南部西部麓山帶晚上新世至更新世、東部海岸山脈帶膠結不佳之沉積岩或混同層。大致可以單壓強度小於5MPa為劃分參考基準。此外，亦涵蓋所有粗顆粒含量少於50%，力學行為受控於細粒料之複合材料地層。
D岩類	泛指粗顆粒含量超過50%，膠結程度不拘之複合地質材料；包含一般所謂之礫石層岩體、火山角礫岩、火山集塊岩等等。弱面多寡以及含水量高低對於整體岩體強度所造成的影響程度大小，係隨個案而異。

註：分類標準採用公共工程委員會所建置之PCCR-System岩體分類法。



隧道開挖斷面之定義

變形寬容量 d	
TYPE－Ⅰ	d=4cm
TYPE－Ⅱ	d=6cm
TYPE－Ⅲ	d=9cm
TYPE－Ⅳ	d=13cm
計價	計價尺寸
開挖 (m^3)	"A"線(R+t+d+ds)
噴凝土 (m^2)	"A"線(R+t+d+0.5ds)
混凝土 (m^3)	"B"線(R+t+0.4d)

隧道開挖支撐等級表

支撐型式	TYPE－Ⅰ	TYPE－Ⅱ	TYPE－Ⅲ	TYPE－Ⅳ
岩體分類	A岩類 RMR≧41 B岩類 RMR≧61	A岩類 RMR21～40 B岩類 RMR41～60	A岩類 RMR11～20 B岩類 RMR21～40	A岩類 RMR≦10 B岩類 RMR≦20 斷層剪裂帶等特殊困難地質
噴凝土	頂拱及側壁10cm	頂拱及側壁15cm	頂拱、側壁及仰拱20cm (開挖鏡面5cm，視需要)	頂拱、側壁及仰拱20cm (開挖鏡面8cm)
鋼支保	H100x100x6x8@2.0m (視需要)	H125x125x6.5x9@1.25m	H150x150x7x10@1.0m	H150x150x7x10@0.8m
岩栓	25mm ϕ，L=4.0m， 8支@1.5mx1.5m	25mm ϕ，L=4.0m， 8支@1.5mx1.25m	25mm ϕ，L=4.0m， 10支@1.1mx1.0m	25mm ϕ，L=4.0m， 10支@1.1mx0.8m
先撐保護	—	—	先撐鋼管	先撐鋼管(或管幕鋼管)
輔助工法	—	—	固結灌漿、降水或止水	固結灌漿、降水或止水、地盤改良 (長度、位置及數量經甲方核可)

隧道開挖支撐說明：

1.本隧道開挖支撐主要係根據公共工程委員會PCCR-System所訂定，甲方工程司得視實際地質情形指示調整各型支撐工之數量、位置或採取必要之應變措施。
2.岩栓型式應採用全面錨定類型之預力樹脂岩栓，每支岩栓之破壞拉拔力不得少於16T或甲方工程司指示值。
3.岩栓打設距開挖面不得超過3m。
4.噴凝土單價包括不可避免地質因素造成超挖之加噴量，施噴厚度5或10cm者加噴量5cm，施噴厚度15或20cm者加噴量10cm (仰拱除外)。
5.噴凝土單價已包括反彈量之損耗(仰拱除外)。
6.變形寬容量係包括地質變形寬容量與施工寬容量，該值僅供隧道內空斷面控制、工程數量及預算編列之參考，施工廠商應採取適當措施俾控制隧道變形在此範圍內，施工階段應配合現場監測數據進行回饋分析，並視需要進行調整。
7.施工期間隧道仰拱裝設排水管，並採適當排水措施，以利工進。
8.岩體分類之判定應由具有應用地質技師資格且至少三年以上之隧道工程經驗者擔任。

圖 7.1-4　取水隧道支撐等級圖

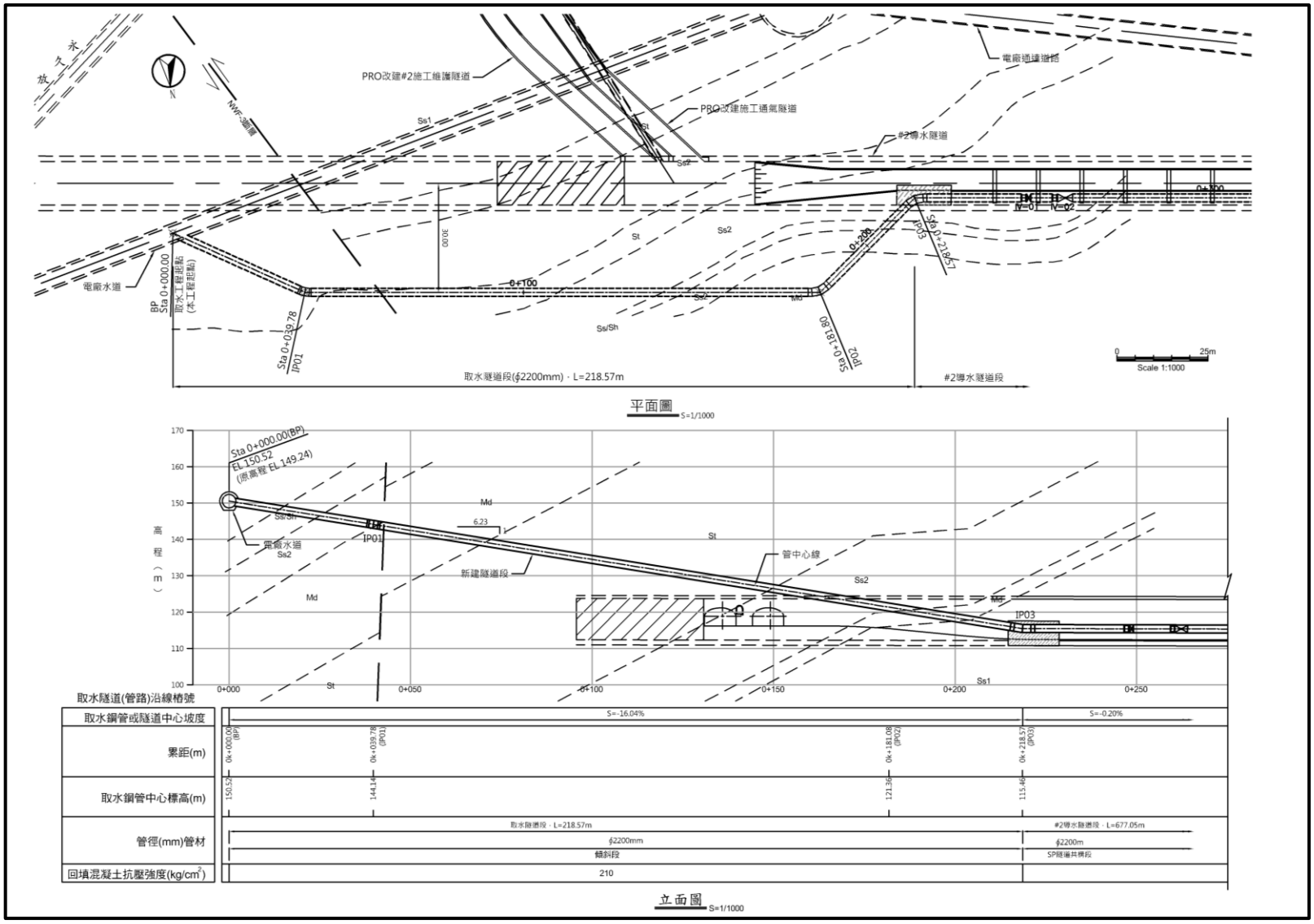
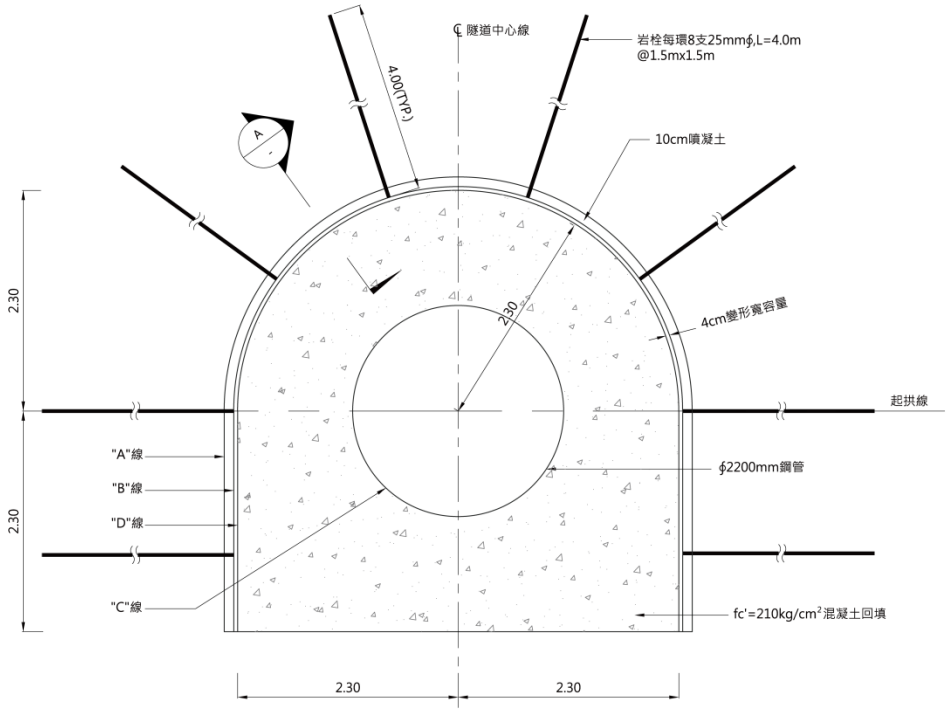
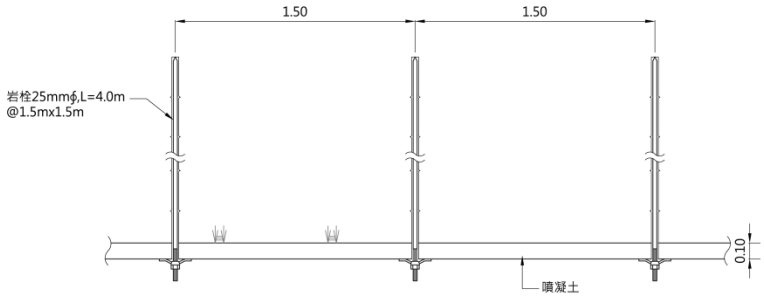


圖 7.1-5　取水隧道地質剖面圖



TYPE Ⅰ支撐標準圖

1:50



A — 剖面圖

N.T.S

TYPE Ⅰ支撐每公尺開挖及支撐數量表

項 目	說 明	位 置	單 位	估計數量/m	備 註
開挖			m^3	20.58	
噴凝土	ds=10cm	頂拱及側壁	m^2	12.11	
岩栓	ϕ=25mm,L=4.0m		支	5.33	@1.5mx1.5m
鋼支保	H100x100x6x8		m	6.054	@2.0m (必要時仰拱加鋼支保)

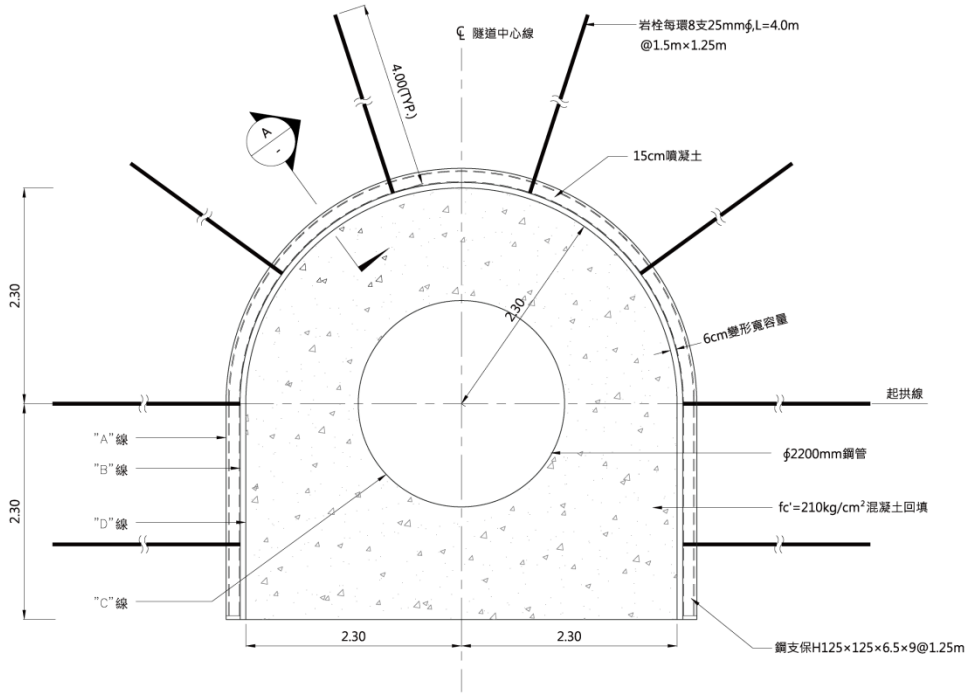
附註：

1.本圖各部尺寸除另有註明者外，均以m為單位。
2.隧道開挖禁止採用開炸，須採用機械開挖，承包商可採用挖土機附破碎機或掘削機(Road header)等機械開挖。
3.預力岩栓應在安裝完成 2小時以內，以氣動或扭力板手施預力至4T，每支岩栓之破壞抗拔力不得小於16T或甲方工程司指示值。
4.在隧道開挖之岩盤面上，如屬需要或特殊地點(如大量滲水處)，經甲方工程司之核可得使用排水帶，將地下水導入排水管，集中之滲水應以塑膠管接至隧道洞口排水系統。

0 1 2m

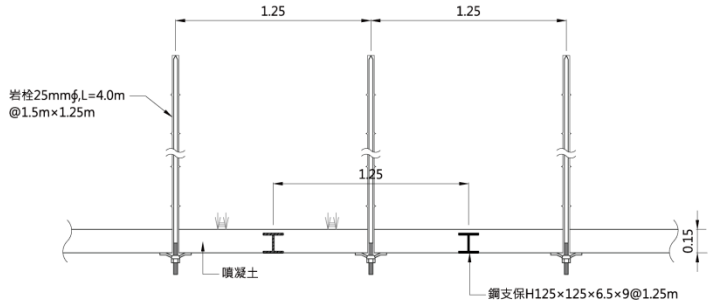
Scale 1:50

圖 7.1-6　取水隧道 TYPE I 支撐標準斷面圖



TYPE Ⅱ支撐標準圖

1:50



TYPE Ⅱ支撐每公尺開挖及支撐數量表

項　目	說　明	位　置	單 位	估計數量/m	備　註
開挖			m^3	21.44	
噴凝土	ds=15cm	頂拱及側壁	m^2	12.25	
岩栓	ϕ=25mm,L=4.0m		支	6.40	@1.5m×1.25m
鋼支保	H125×125×6.5×9		m	9.800	@1.25m （必要時仰拱加鋼支保

附註：

1.本圖各部尺寸除另有註明者外，均以m為單位。

2.隧道開挖禁止採用開炸，須採用機械開挖，承包商可採用挖土機附破碎機或掘削機(Road header)等機械開挖。

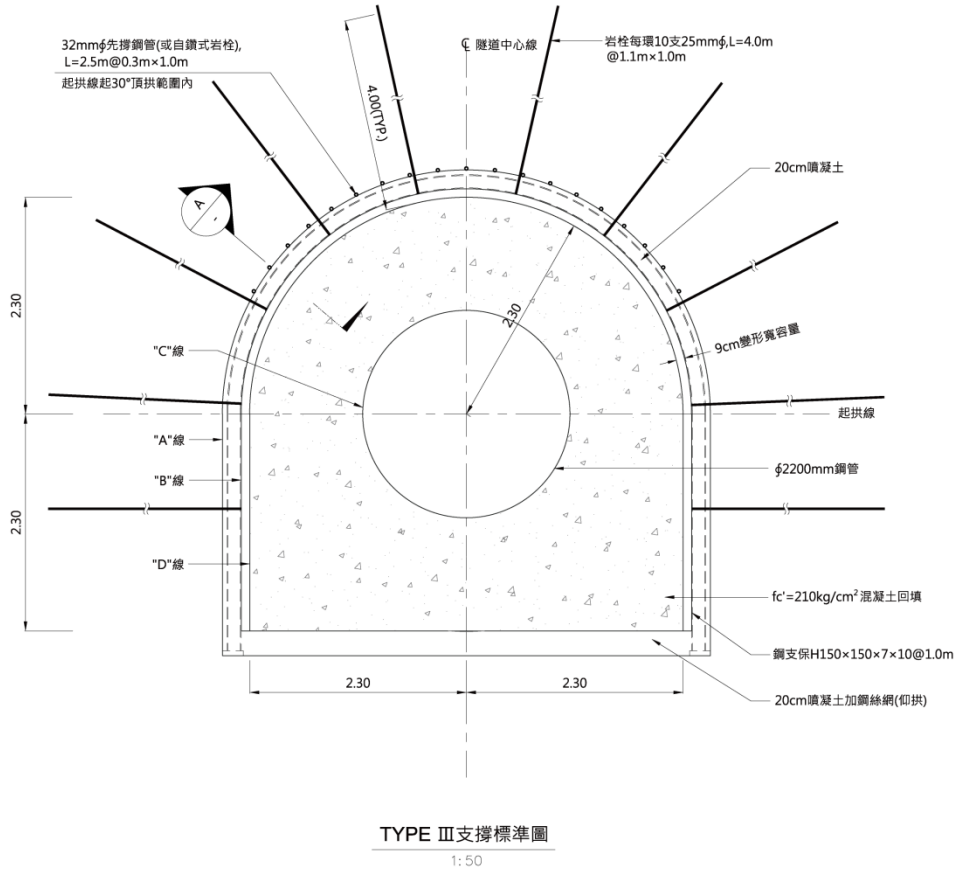
3.預力岩栓應在安裝完成 2小時以內，以氣動或扭力板手施預力至4T，每支岩栓之破壞抗拔力不得小於16T或甲方工程司指示值。

4.在隧道開挖之岩盤面上，如屬需要或特殊地點(如大量滲水處)，經甲方工程司之核可得使用排水帶，將地下水導入排水管，集中之滲水應以塑膠管接至隧道洞口排水系統。

0　1　2m

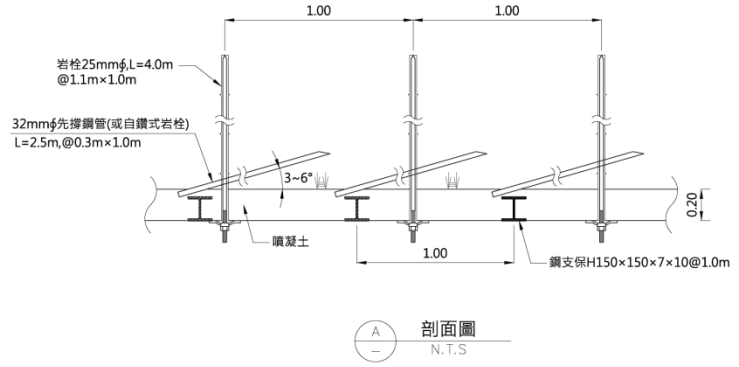
Scale 1:50

圖 7.1-7　取水隧道 TYPE II 支撐標準斷面圖



TYPE Ⅲ支撐標準圖

1:50



剖面圖

N.T.S

TYPE Ⅲ支撐每公尺開挖及支撐數量表

項 目	說 明	位 置	單 位	估計數量 /m	備 註
開挖			m^3	23.49	
噴凝土	ds=20cm	頂拱、側壁及仰拱	m^2	17.60	開挖鏡面噴凝土 t=5cm,視需要
岩栓	ϕ25mm,L=4.0m		支	10.00	@1.1m×1.0m
鋼支保	H150×150×7×10		m	12.823	@1.0m （必要時仰拱加鋼支保）
先撐鋼管	ϕ32mm,L=2.5m	頂拱	m	47.50	或自鑽式岩栓
輔助工法	固結灌漿、降水或止水				照指示

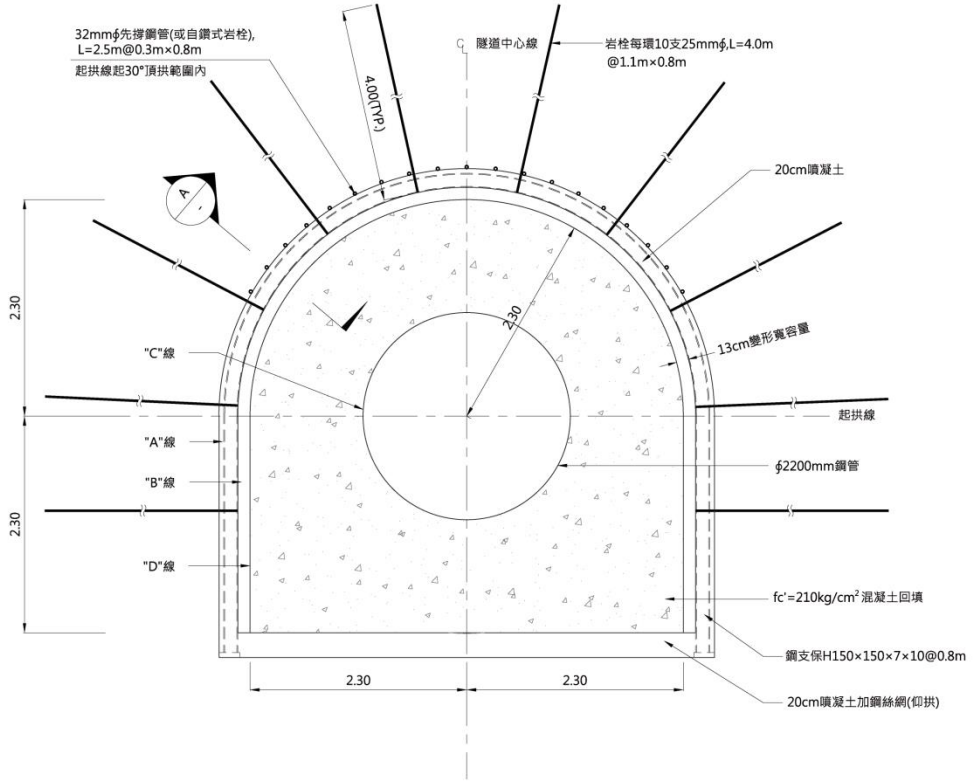
附註：

1.本圖各部尺寸除另有註明者外，均以m為單位。
2.隧道開挖禁止採用開炸，須採用機械開挖，承包商可採用挖土機附破碎機或掘削機(Road header)等機械開挖。
3.預力岩栓應在安裝完成 2小時以內，以氣動或扭力板手施預力至4T，每支岩栓之破壞抗拔力不得小於16T或甲方工程司指示值。
4.在隧道開挖之岩盤面上，如屬需要或特殊地點(如大量滲水處)，經甲方工程司之核可得使用排水帶，將地下水導入排水管，集中之滲水應以塑膠管接至隧道洞口排水系統。
5.先撐鋼管之間距視現場地質狀況可酌予調整。

0 1 2m

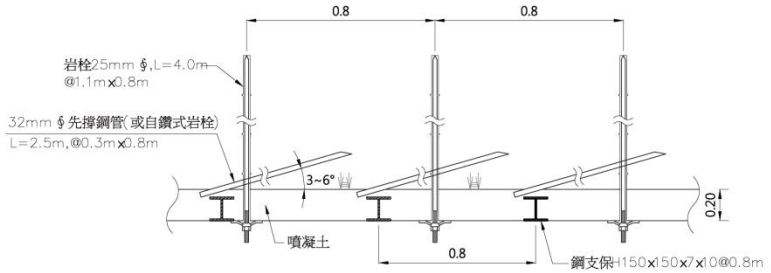
Scale 1:50

圖 7.1-8　取水隧道 TYPE III 支撐標準斷面圖



TYPE IV支撐標準圖

1:50



A — A

剖面圖

N.T.S

TYPE IV支撐每公尺開挖及支撐數量表

項 目	說 明	位 置	單 位	估計數量 /m	備 註
開挖			m^3	24.02	
噴凝土	ds=20cm	頂拱、側壁及仰拱	m^2	17.81	開挖鏡面噴凝土 t=8cm
岩栓	ϕ25mm,L=4.0m		支	12.50	@1.1m×0.8m
鋼支保	H150×150×7×10		m	16.185	@0.8m （必要時仰拱加鋼支保）
先撐鋼管	ϕ32mm,L=2.5m	頂拱	m	59.38	或自鑽式岩栓
輔助工法	固結灌漿、降水或止水、地盤改良				照指示

附註：

1.本圖各部尺寸除另有註明者外，均以m為單位。

2.隧道開挖禁止採用開炸，須採用機械開挖，承包商可採用挖土機附破碎機或掘削機(Road header)等機械開挖。

3.預力岩栓應在安裝完成 2小時以內，以氣動或扭力板手施預力至4T，每支岩栓之破壞抗拔力不得小於16T或甲方工程司指示值。

4.在隧道開挖之岩盤面上，如屬需要或特殊地點(如大量滲水處)，經甲方工程司之核可得使用排水帶，將地下水導入排水管，集中之滲水應以塑膠管接至隧道洞口排水系統。

5.先撐鋼管之間距視現場地質狀況可酌予調整。

6.特殊困難地質除依照本圖經認可作地質改良處理措施外，乙方得依照規範規定另提施工計畫書，經甲方認可後據以施工。

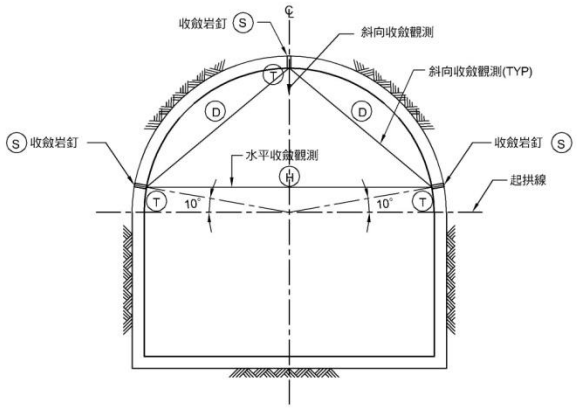
7.本圖所示開挖斷面、支撐材料及輔助工法之各種組合僅供參考，乙方可依所遭遇特殊地質之特性，選擇適當處理方法相互搭配組合，乙方應提出施工計畫書，經甲方認可後施工。

8.隧道開挖到推估剪裂帶、破碎帶或湧水地層前10m以上或依甲方工程司指示處，乙方應以 N×孔徑由前進開挖面鑽取岩心或衝擊式鑽孔不取岩心，鑽孔深度或方向由甲方工程司指示，甲方工程司依所鑽心或迴水情形，指示剪裂帶、破碎帶或湧水地層處理之範圍。

0 1 2m

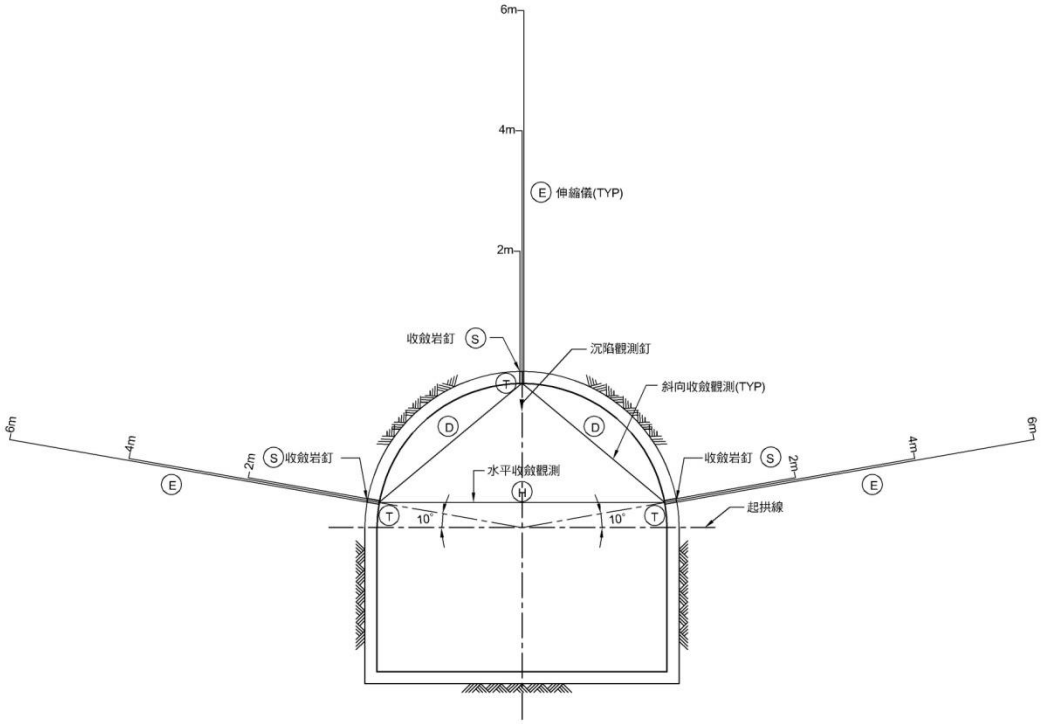
Scale 1:50

圖 7.1-9　取水隧道 TYPE IV 支撐標準斷面圖



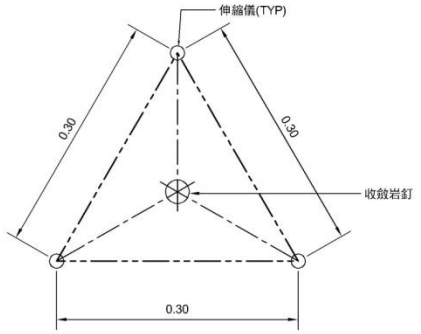
A類型計測斷面示意圖

N.T.S



B類型計測斷面示意圖

N.T.S



伸縮儀及收斂岩釘佈置圖

N.T.S

計測項目及數量表

計測種類	計測項目	埋設物	計測距離
A類型	(H)(D)(T)(S)	收斂岩釘 沉陷觀測岩釘	約10~50m或照指示
B類型	(H)(D)(T)(S)(E)	收斂岩釘 沉陷觀測岩釘 伸縮儀	約100~150m或照指示

附註：

1.隧道收斂觀測可採用收斂儀或光學經緯量測

2. (H)：收斂儀之水平拉尺
   (D)：收斂儀之斜拉尺
   (T)：反射稜鏡
   (S)：沉陷釘
   (E)：伸縮儀

3.各種計測斷面之安裝位置及間距，得視現地開挖之地質情況，依甲方工程司之指示酌予調整。

4.計測斷面應以 A類型為主， B類型視需要依甲方工程司指示設置

圖 7.1-10　取水隧道計測斷面示意圖

表 7.1-1　台灣地區 A、B 岩類隧道標準支撐建議表(16m ≥ 隧道跨度 ≥ 10m，最大覆蓋≤ 400m)

A 岩類	B 岩類	岩體級別		開挖工法	噴凝土厚度 (cm)	鋼支保		岩栓		
						尺寸	間距(m)	長度(m)	縱距(m)	橫距(m)
RMR ≥ 81		I	very good	台階工法	5 ~ 10	—	—	4 (視需要)	—	—
RMR 80～61	RMR ≥ 81	II	good							
RMR 60～41	RMR 80～61	III	fair	台階工法	15	H100x100 (視需要)	—	4 ~ 6	1.5 ~ 2.0	1.5 ~ 2.0
RMR 40～21	RMR 60～41	IV	poor	台階工法	15 ~ 20	H125x125	1.2 ~ 1.5	4 ~ 6	1.2 ~ 1.5	1.5 ~ 2.0
RMR 20～11	RMR 40～21	V	very poor	台階工法或側導坑工法	25	H125x125	1.0 ~ 1.5	6 ~ 9	1.0 ~ 1.5	1.5 ~ 2.0
RMR ≤ 10	RMR ≤ 20	VI	extremely poor	台階工法或側導坑工法	25	≥ H150x150	0.8 ~ 1.2	6 ~ 9	0.8 ~ 1.2	1.0 ~ 1.5

表 7.1-2　台灣地區 A、B 岩類隧道標準支撐建議表(隧道跨度 ＜10m，最大覆蓋≤ 400m)

A 岩類	B 岩類	岩體級別		開挖工法	噴凝土厚度 (cm)	鋼支保		岩栓		
						尺寸	間距(m)	長度(m)	縱距(m)	橫距(m)
RMR ≥ 81		I	very good	全斷面開挖或台階工法	5	—	—	4 (視需要)	—	—
RMR 80～61	RMR ≥ 81	II	good							
RMR 60～41	RMR 80～61	III	fair	全斷面開挖或台階工法	10	H100x100 (視需要)	—	4	1.5 ~ 2.0	1.5 ~ 2.0
RMR 40～21	RMR 60～41	IV	poor	台階工法	15	H125x125	1.5 ~ 2.0	4 ~ 6	1.5 ~ 2.0	1.5 ~ 2.0
RMR 20～11	RMR 40～21	V	very poor	台階工法	20 ~25	≥ H150x150	1.0 ~ 1.5	4 ~ 6	1.0 ~ 1.5	1.2 ~ 2.0
RMR ≤ 10	RMR ≤ 20	VI	extremely poor							

附註：表中噴凝土及鋼支保，均得依個案評估結果，視需要以鋼纖維噴凝土或桁型鋼支保替代。

表 7.1-3　取水隧道開挖支撐等級表

支撐等級	TYPE-I	TYPE-II	TYPE-III	TYPE-IV
岩體分類	A 岩類 RMR41-60 B 岩類 RMR61-80	A 岩類 RMR≧41 B 岩類 RMR≧61	A 岩類 RMR11-20 B 岩類 RMR21-40	A 岩類 RMR≦10 B 岩類 RMR≦20 斷層剪裂帶等特殊困難地質
噴凝土	頂拱及側壁 10cm	頂拱及側壁 15cm	頂拱、側壁及仰拱 20cm (開挖鏡面 5cm，視需要)	頂拱、側壁及仰拱 20cm (開挖鏡面 8cm)
鋼支保	H100x100x6x8@2.0m (視需要)	H125x125x6.5x9@1.25m	H150x150x7x10@1.0m	H150x150x7x10@0.8m
岩栓	25mmφ，L=4m ，8 支@1.5mx1.5m	25mmφ，L=4m， 8 支@1.5mx1.25m	25mmφ，L=4m， 10 支@1.1mx1.0m	25mmφ，L=4m， 10 支@1.1mx0.8m
先撐保護	—	—	先撐鋼管	先撐鋼管或管幕鋼管
輔助工法	—	—	固結灌漿、降水或止水	固結灌漿、降水或止水、地盤改良(長度、位置及數量經甲方核可)

二、#2 導水隧道段

本段之平面與縱剖面如圖 7.1-11，φ2,200mm 壓力鋼管之中心線高程為 EL.115.46m，本壓力鋼管擬與#2 導水隧道仰拱平行以 S=0.002 的坡度向#2 導水隧道出口傾斜。

本段設計下列設施：

(一) 上游水平彎管固定台

位於輸水路與#2 導水隧道銜接處由於 45°轉角的存在，必須於導水隧道中興建固定台以穩定該管路，平面佈置如圖 7.1-11。

(二) 隔離閥

本管路於#2 導水隧道為架空段且由曾文溪河床低部以倒虹吸方式跨至曾文溪右岸，為利後續維護管理，於#2 導水隧道上游端約於彎管下游處裝置各一座 φ2,200mm 蝶閥及球型閥，其中下游球型閥為隔離閥，該閥門可由閥室遙控啟閉，且每次輸水操作完成後將予以關閉以避免下游管段至控制閥空間的淤積，上游蝶閥則為本隔離閥之維修閥門。

(三) 檢視人孔

於隔離閥下游約 10m 處擬設置一 80cm 人孔供鋼管之檢視。

(四) 管路基座

圖 7.1-12 顯示輸水管位於#2 導水隧道橫斷面圖，可見，本輸水管位於#2 導水隧道的北側，管中心隧道偏中心線北側 4m。圖 7.1-12 為本混凝土基座，其高度為 1.75m，寬度 4.2m，基座間距 12m(受制於鋼管製造及搬運每支長度為 6m，再於隧道對口銲接為 12m 吊裝)。

(五) 拉桿伸縮接頭

本段管路將以架空方式興建，故需裝置拉桿伸縮接頭以因應隧道內溫度變化所產生的熱膨冷縮，並利於管線安裝。

(六) 隧道出口垂直彎管固定台

輸水路於#2 導水隧道出口之佈置如圖 7.1-13，輸水路必須向下入土並以倒虹吸方式跨越曾水溪，因之必須興建一固定台以克服垂直反力，為避免該固定台影響入口通道空間。

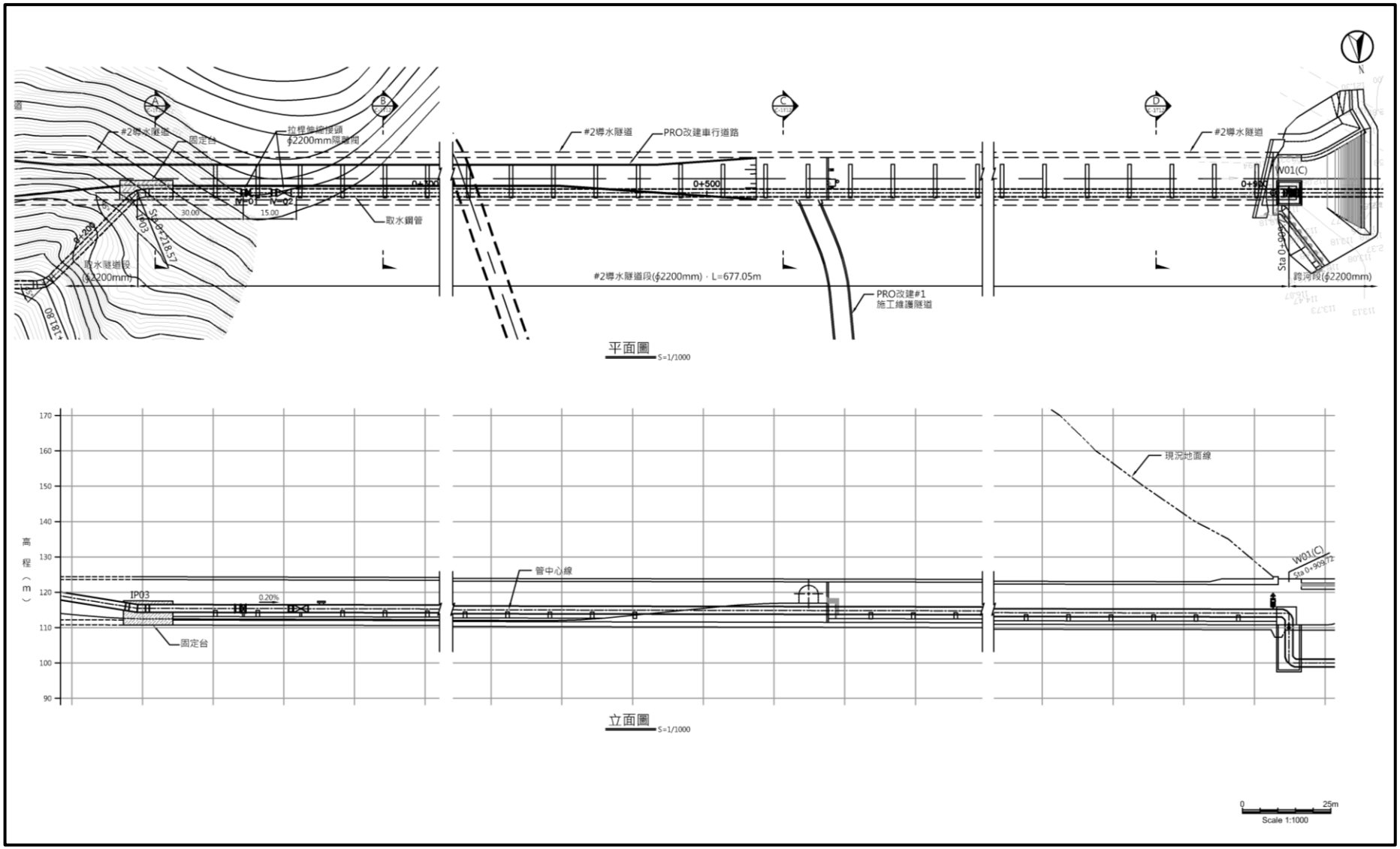


圖 7.1-11　#2 導水隧道段取水鋼管平縱斷面圖

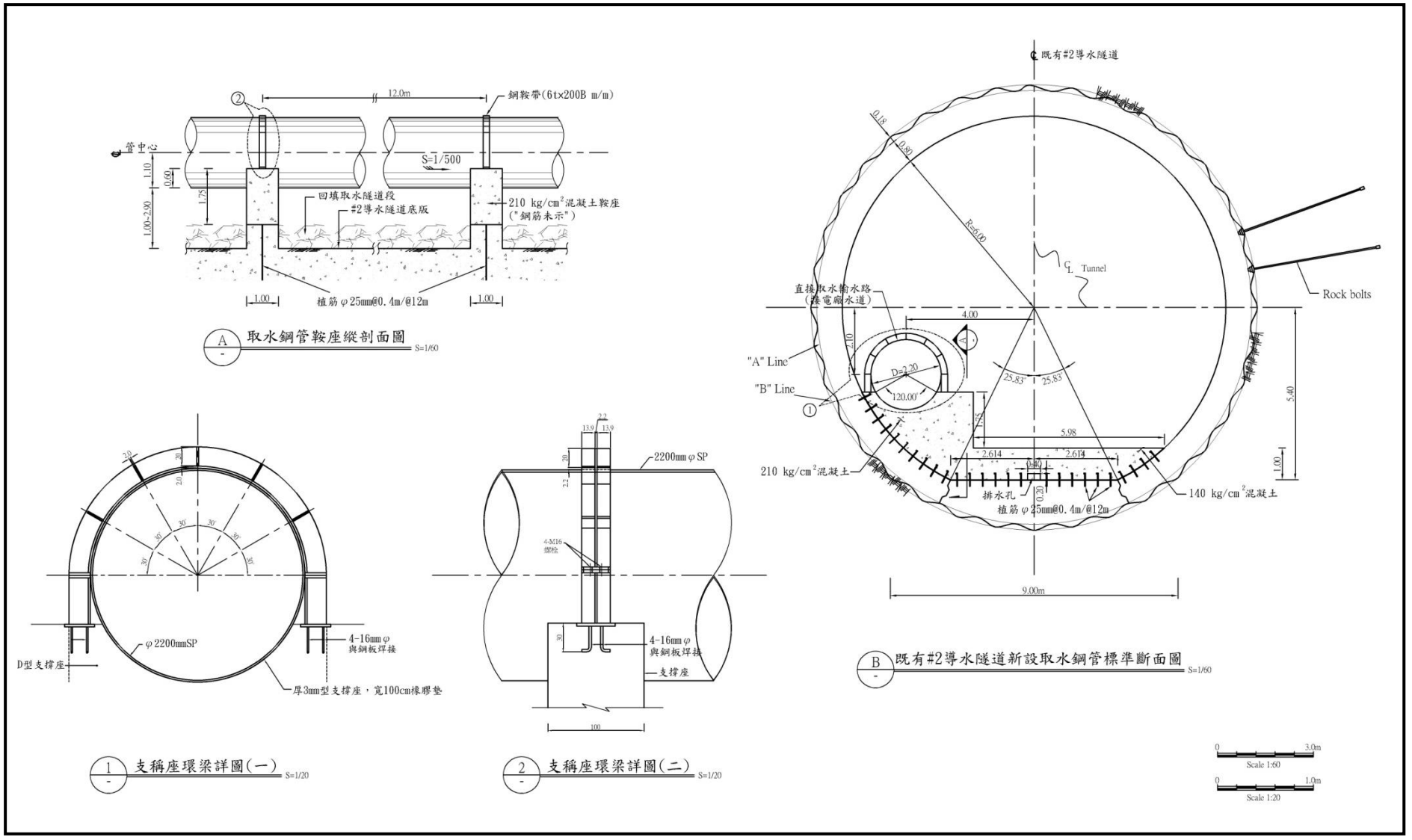


圖 7.1-12　輸水管位於#2 導水隧道橫斷面圖

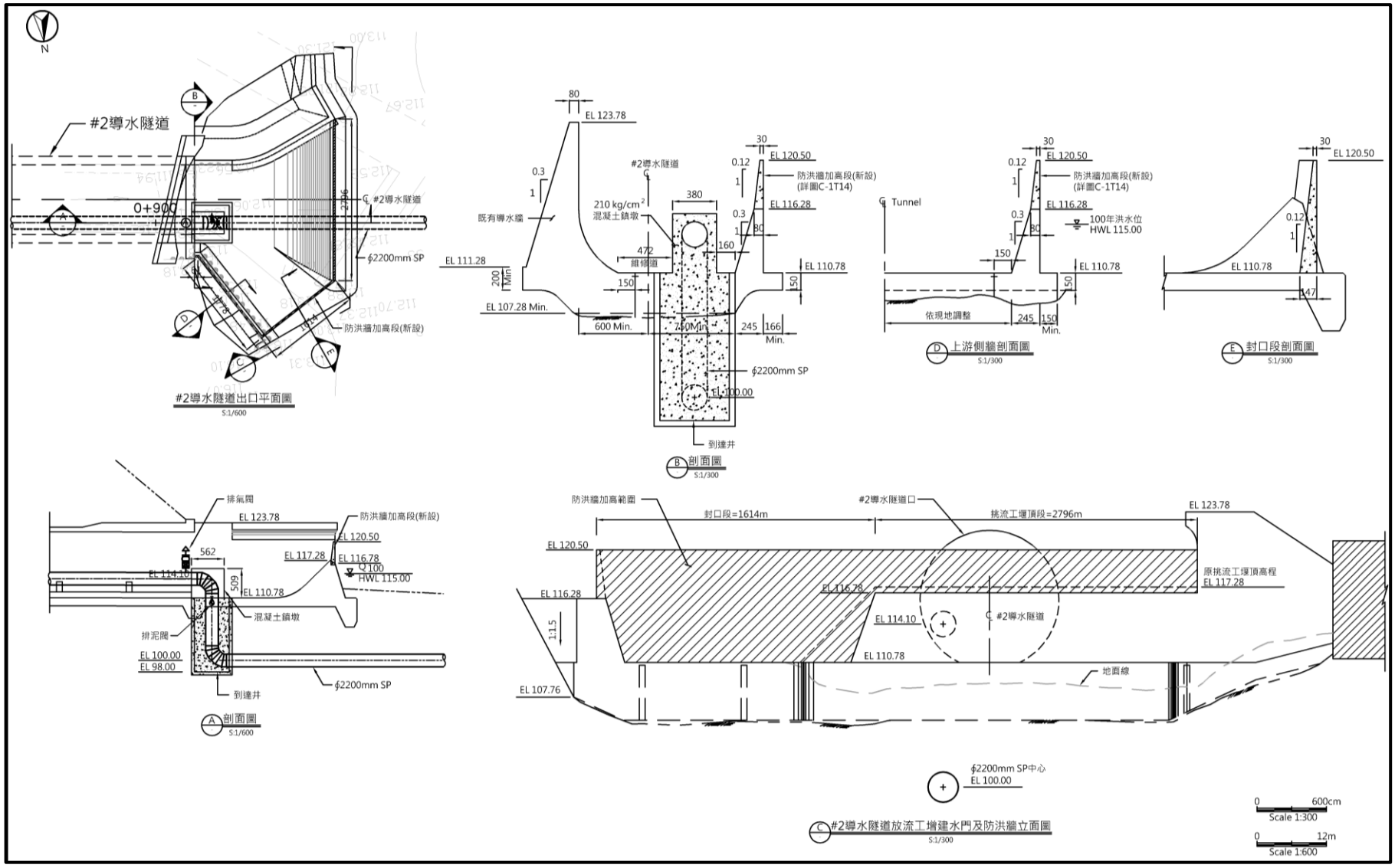


圖 7.1-13　#2 導水隧道出口輸水路及相關設施佈置圖

三、跨河段

本計畫根據民國 103 年 7 月曾文溪治理計畫檢討報告之曾文溪主流斷面 177 處計畫河床高程為 104.8m，考量管線穿越河床安全，又因本管段位處水庫落水池下游為水庫清淤工程之淤泥暫置區，由現場顯示河底地質為岩盤，可採推進工法於河道兩岸設置推進工作井推管施作(本管段輸水管採 φ2,200mm WSP)，現況曾文溪河床高程約 108.5m，須以計畫河床高程為 104.8m 下 2 倍半管徑為跨河段管中心高程佈置，故管中心高程採104.8-2.2x2.5m≒100m,計畫管頂高程將為100+2.2/2≒101.1m 低於計畫河床高，跨河段佈置詳圖如圖 7.1-14。又本計畫，#2 導水隧道出口至曾文溪右岸之推管段河床地形,在民國 98 年莫拉克風災時曾文水庫洩洪量 7000cms 以上之歷程約 11 小時洩洪沖刷,經檢視民國 98 年莫拉克前及民國 101 年地形測量本段因岩盤裸露無沖刷跡象。故本工程埋管深度距河床約 7.4m，其管路安全應無慮。

四、消能段

本管段主要設施包括供水豎井(內襯 φ2,200mmSP，H=61m)、消能井(7mx7m，H=14.45m)、調整池(20mWx60mLx11mH)、Baffle Drop 消能豎井(φ7.6m RC，H=61m)等平縱佈置如圖 7.1-15，將於 7.6 節說明構造物穩定分析，連接本管段與過河段及推進工作井採 φ2,200mm SP 以明挖直埋方式施作，另進出木瓜園區消能段(佈置詳圖如圖 7.1-16 及圖 7.1-17)。為避免坡地過度開挖，採推進工法以 φ2,200mm WSP 連接跨河段及庫區道路段之推進工作井。

五、庫區道路段

本管段主要以庫區道路路廊範圍，平時車流甚少，擬採較經濟且快速之明挖直埋方式施作(參見圖 7.1-18)，埋設 φ2,600mm DIP K 型 D2 輸水管。由於道路沿線有數處既有橫向排水路，管線需局部加深通過(參見圖 7.1-19)，隨道路彎曲管線需於彎折處設置固定台，沿道路佈設局部區段需跨越溪河，由於本計畫管徑頗大無法附掛於既有橋樑，管線需於既有橋樑下游側架設水管橋，水管橋橋墩落墩位置需配合既有橋樑墩座設置，水管橋兩岸設置鋼筋混凝土橋台，水管橋橋

墩及橋台均以全套管基樁為基礎構建。本管段水管橋由上游往下游依序為曾文四號水管橋(如圖 7.1-20)及曾文三號水管橋(如圖 7.1-21)，並於進入曾管中心前設置一樣ϕ600mm 丁字管。另明挖直埋管段長約 4,318m。

庫區內管段自電廠壓力鋼管接水點起包括取水隧道、#2 導水隧道、跨河段、消能段、跨越溪河水管橋及庫區道路直埋段等，長約 6,470m。

7.1.2 庫區外管段

本管段原則上以既有道路路廊為管線佈設範圍，但受限於現地地形地貌、路幅寬度、沿線道路兩側住戶進出、車流量及地下管線等因素，無法以單一施作方式埋設，初擬管線之埋設方式將依行經之聚落區段，由上游往下游方向依序說明楠西、玉井、南化等三個區段佈置及施設方式：

一、楠西管段

此管段佈線於曾文二號橋以北約 480m 與庫區內管段銜接，並在曾文二號橋上游約 310m 處預留叉管以便未來施作南化反向東口或曾文放流東口輸水工程銜接，再沿曾庫公路往 174 市道方向前進，於與 174 市道交會點折向台 3 線往玉井方向佈設，沿線各分段佈置及施設方式分述如下：

(一) 曾庫公路段：曾文水庫收費閘道口以內既有路幅較寬(約 16m 寬)，平時車流甚少，擬採較經濟且快速之明挖直埋方式施作(參見圖 7.1-18)，埋設 φ2,600mm DIP K 型 D2 輸水管長約 583m。跨越曾文溪水管橋為曾文二號水管橋(長約 292m，佈置詳圖如圖 7.1-22)。收費閘道口以外既有路幅寬度約 8m，如以明挖直埋方式施作，則因管廊開挖範圍已佔道路一半以上，又施工機械須隨側施作，道路交通中斷在所難免。為避免此窘境，本區段管線自曾文水庫收費閘道前 45m 起至與 174 市道交會點之小圓環長約 2,269m，擬以推進工法施作 φ2600mm DIP U 型 D2 輸水管。並以每間隔 200m~270m，選擇道路彎折且路幅較寬或路旁有公有空地設置推進工作井 7 座，到達工作井 5 座，將曾庫公路段管線施工之影響範圍由帶狀縮減為點狀，以維持曾庫公路段管線施工期間道路交通。

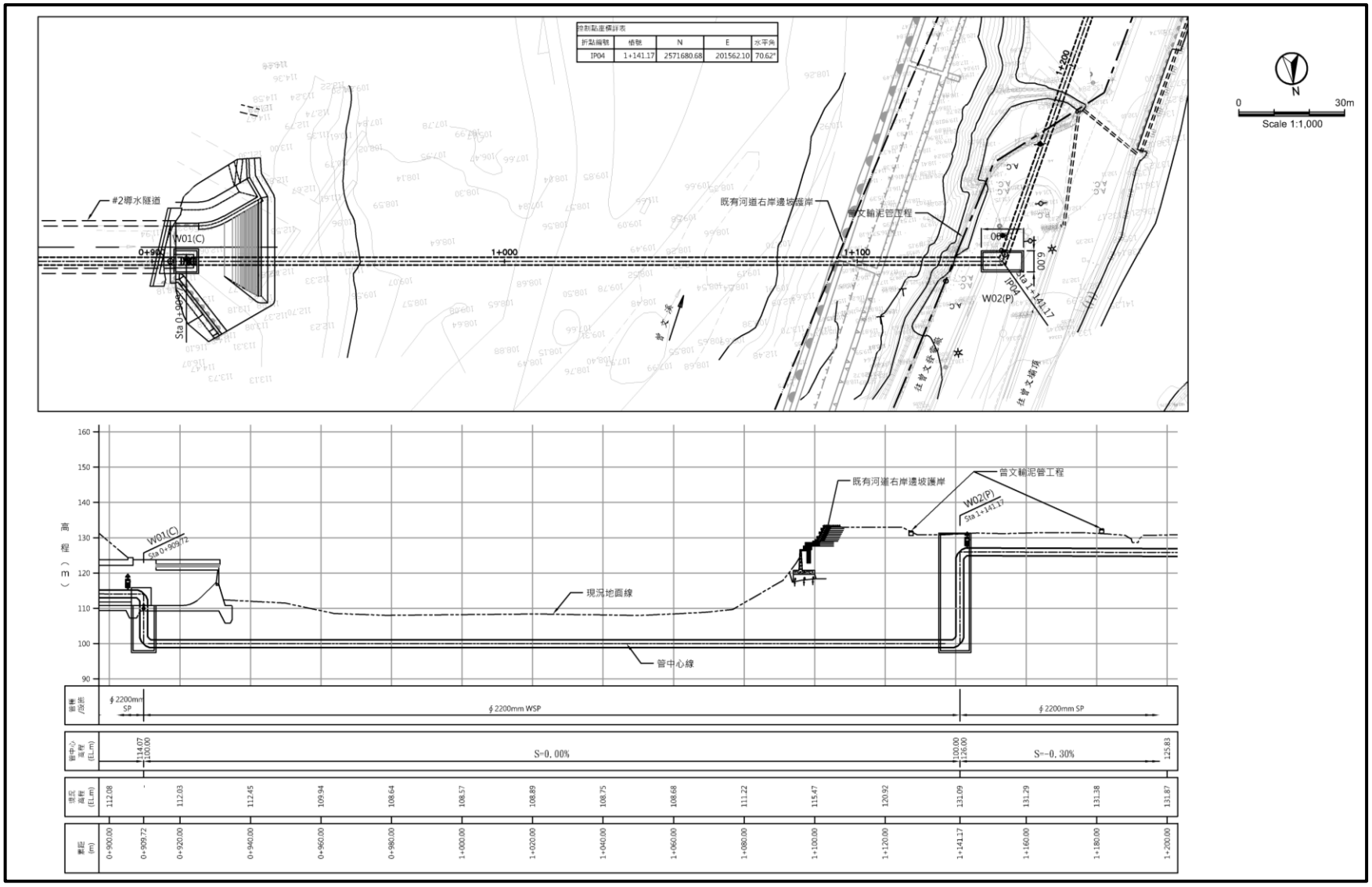


圖 7.1-14　#2 導水隧道出口跨河段平縱斷面圖

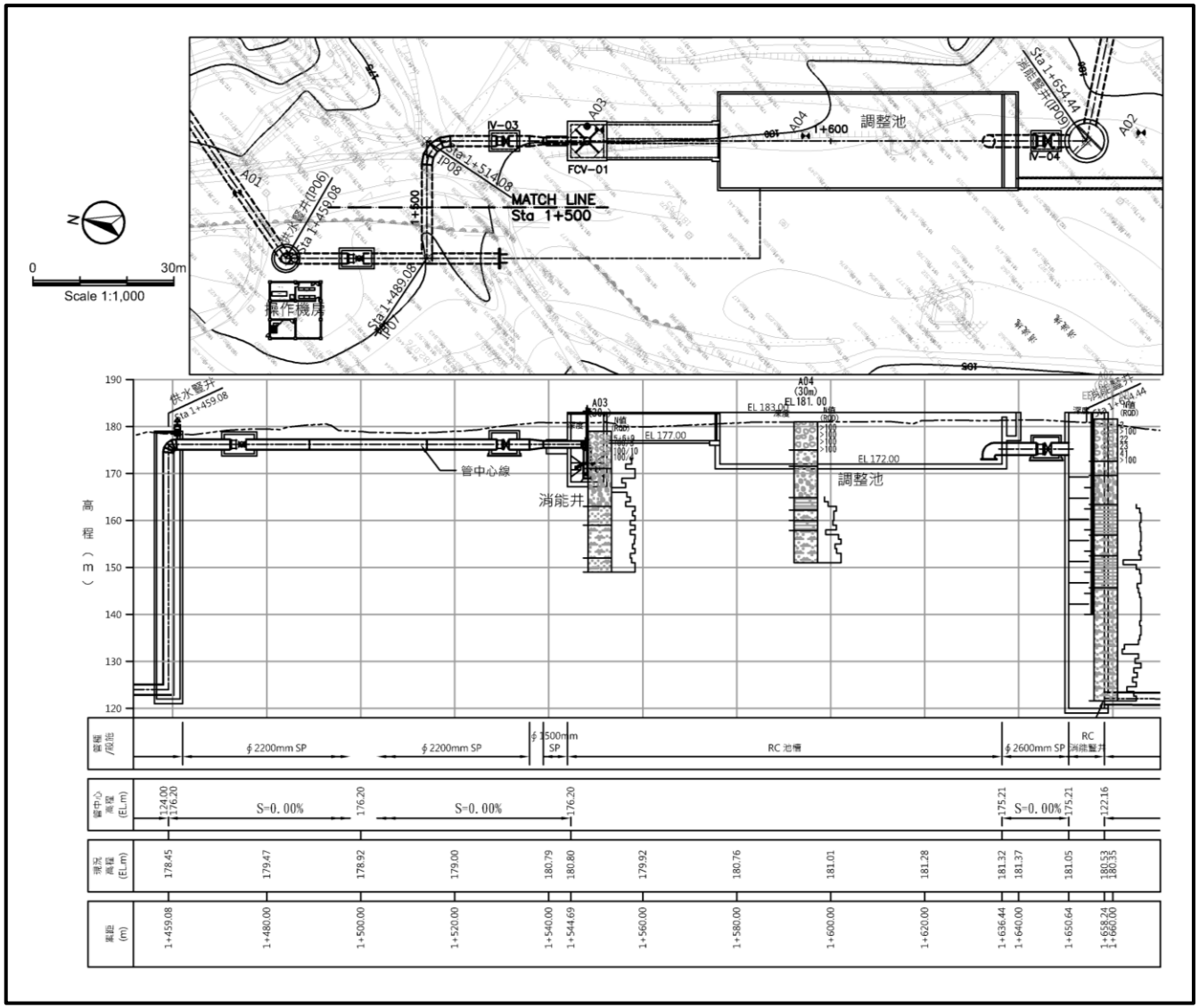


圖 7.1-15　木瓜園消能段平縱佈置圖

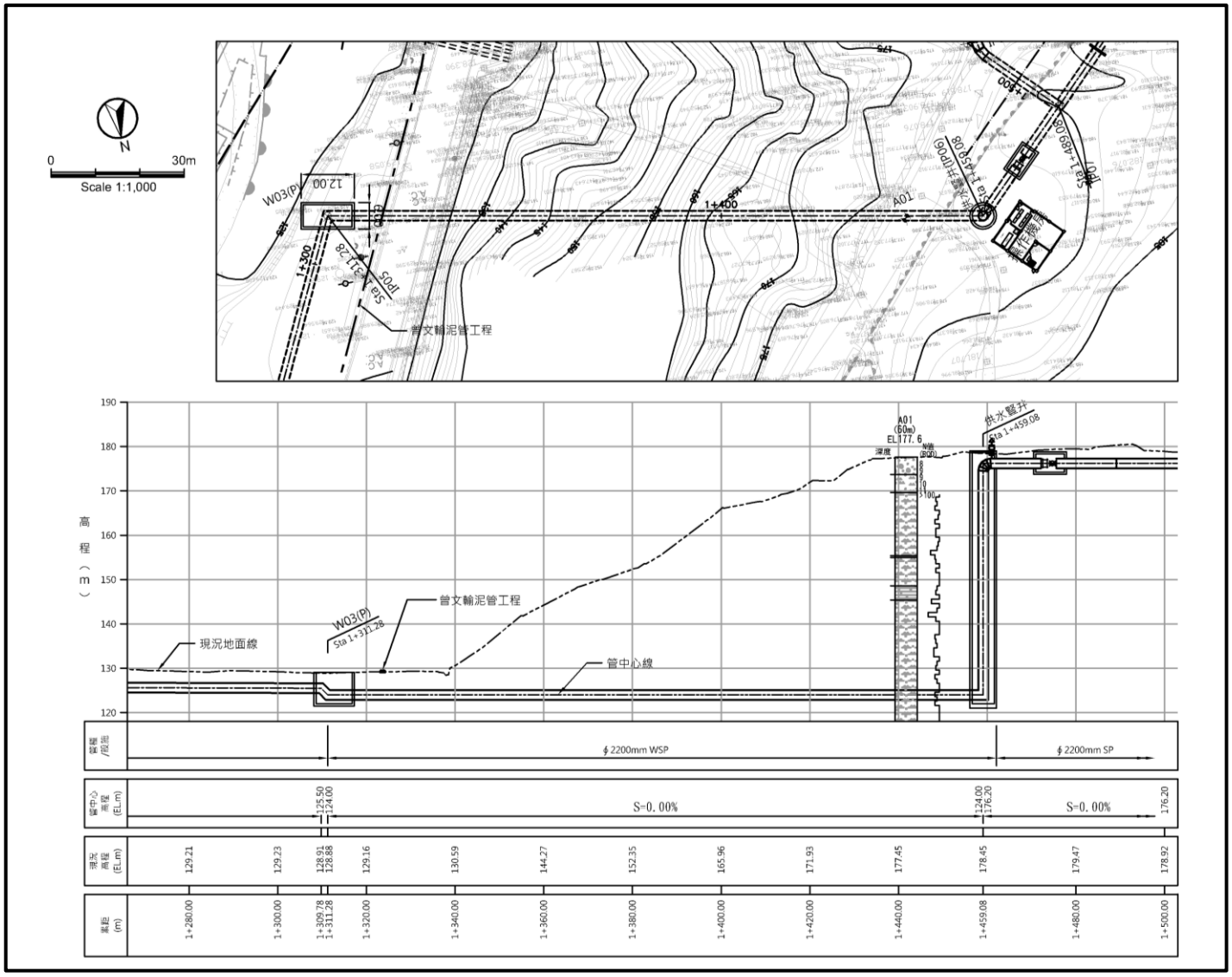


圖 7.1-16　進木瓜園區消能段平縱斷面圖

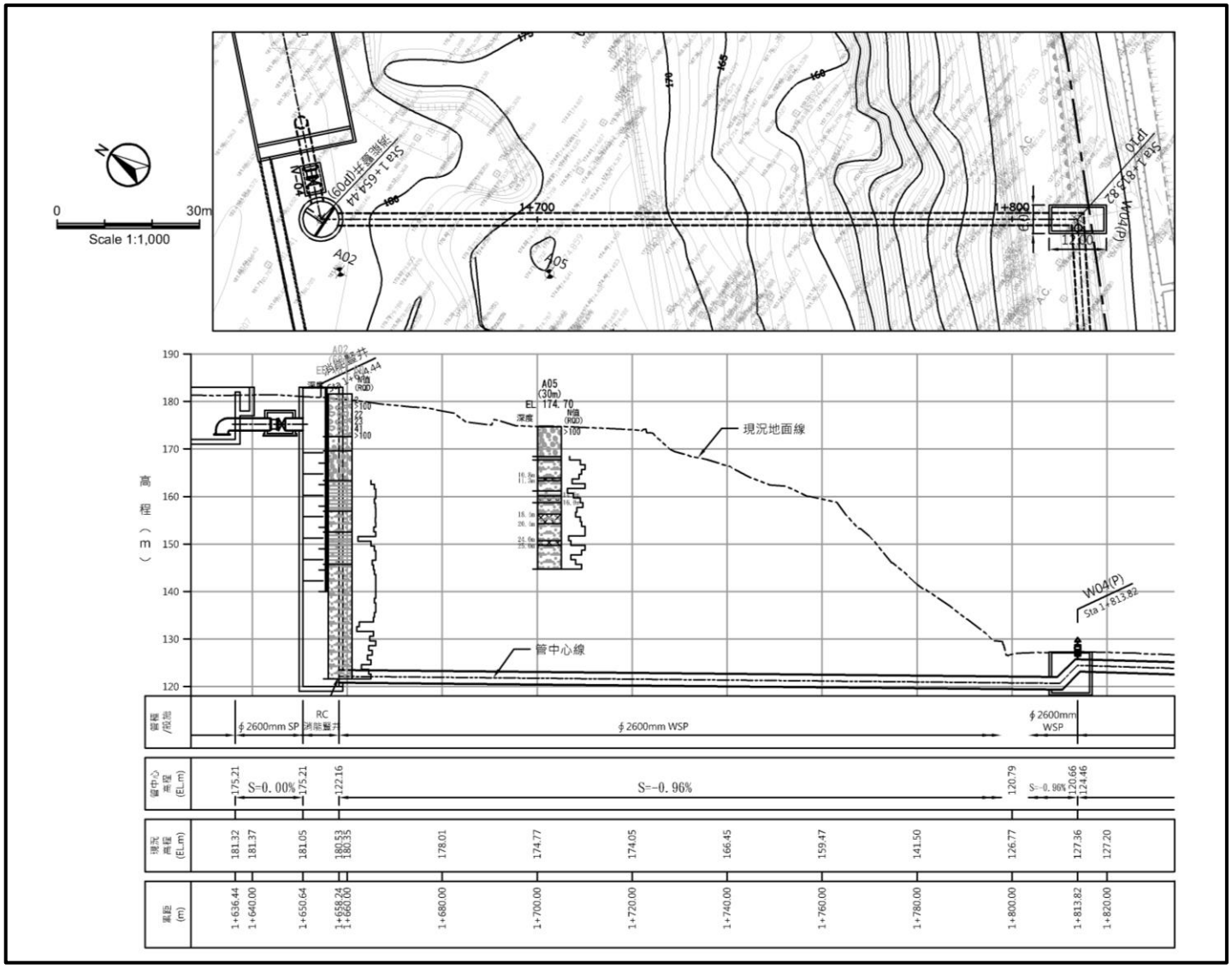


圖 7.1-17　出木瓜園區消能段平縱斷面圖

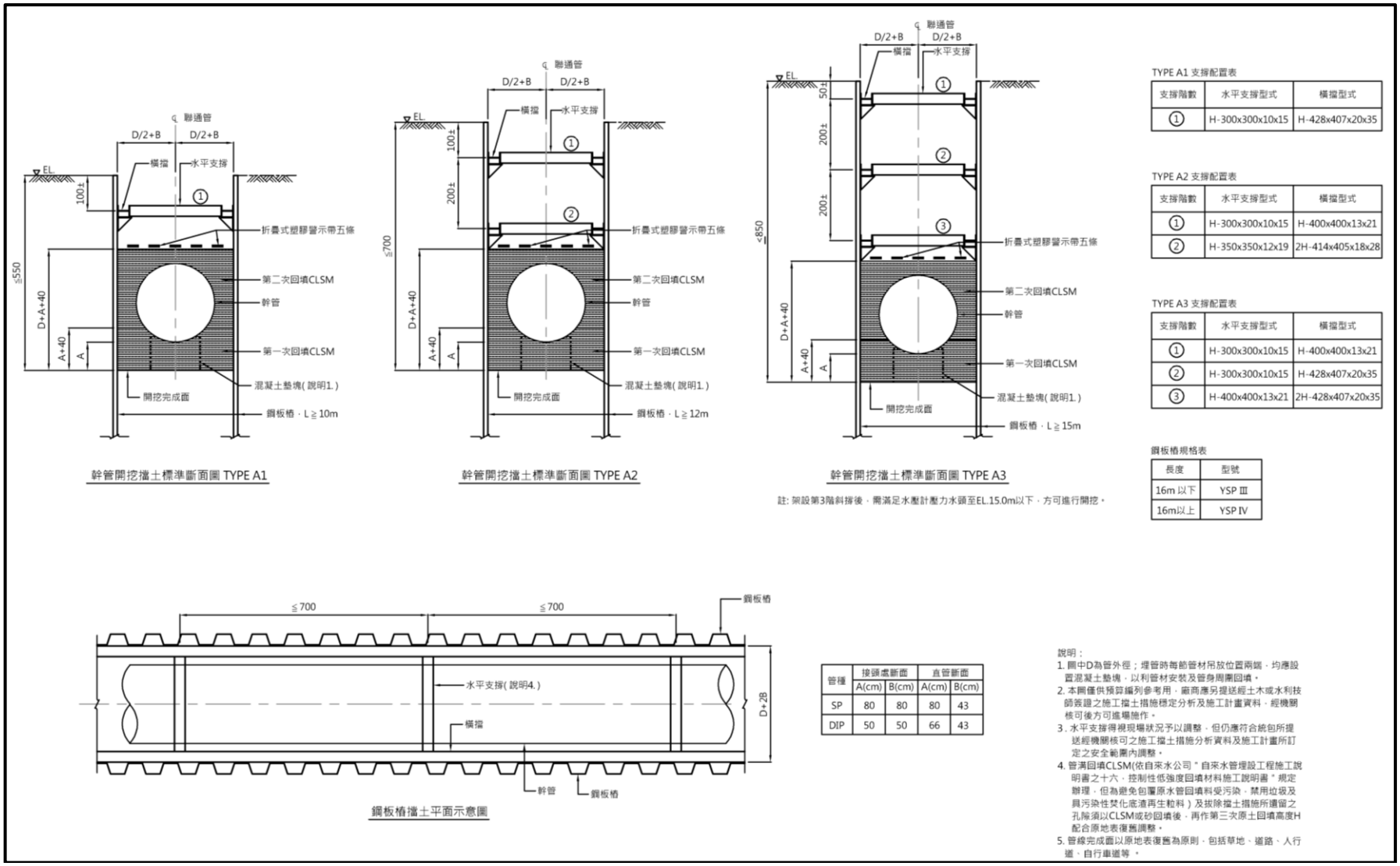


圖 7.1-18　明挖直埋管線斷面示意圖

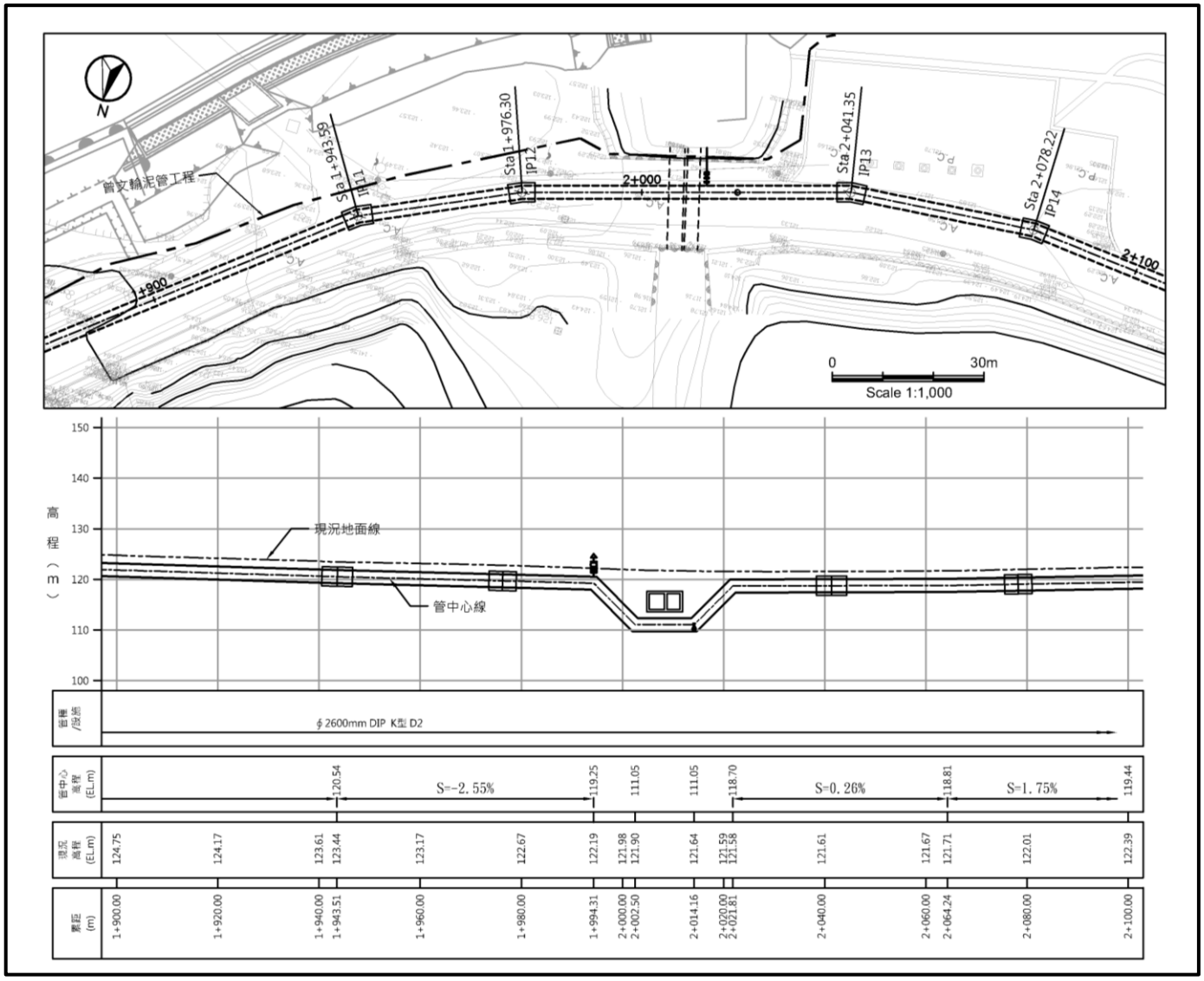


圖 7.1-19　庫區道路(局部)段平縱斷面圖

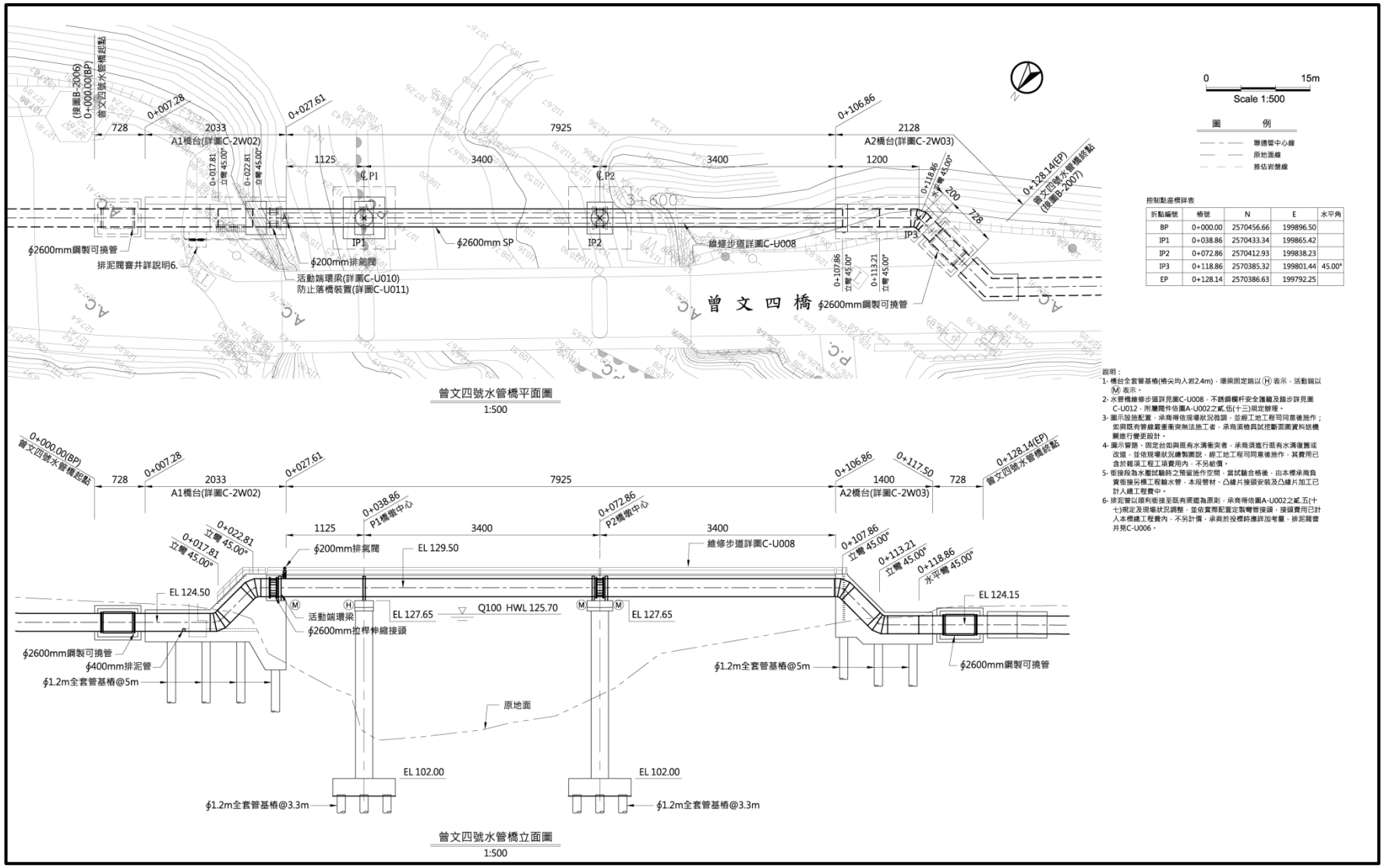
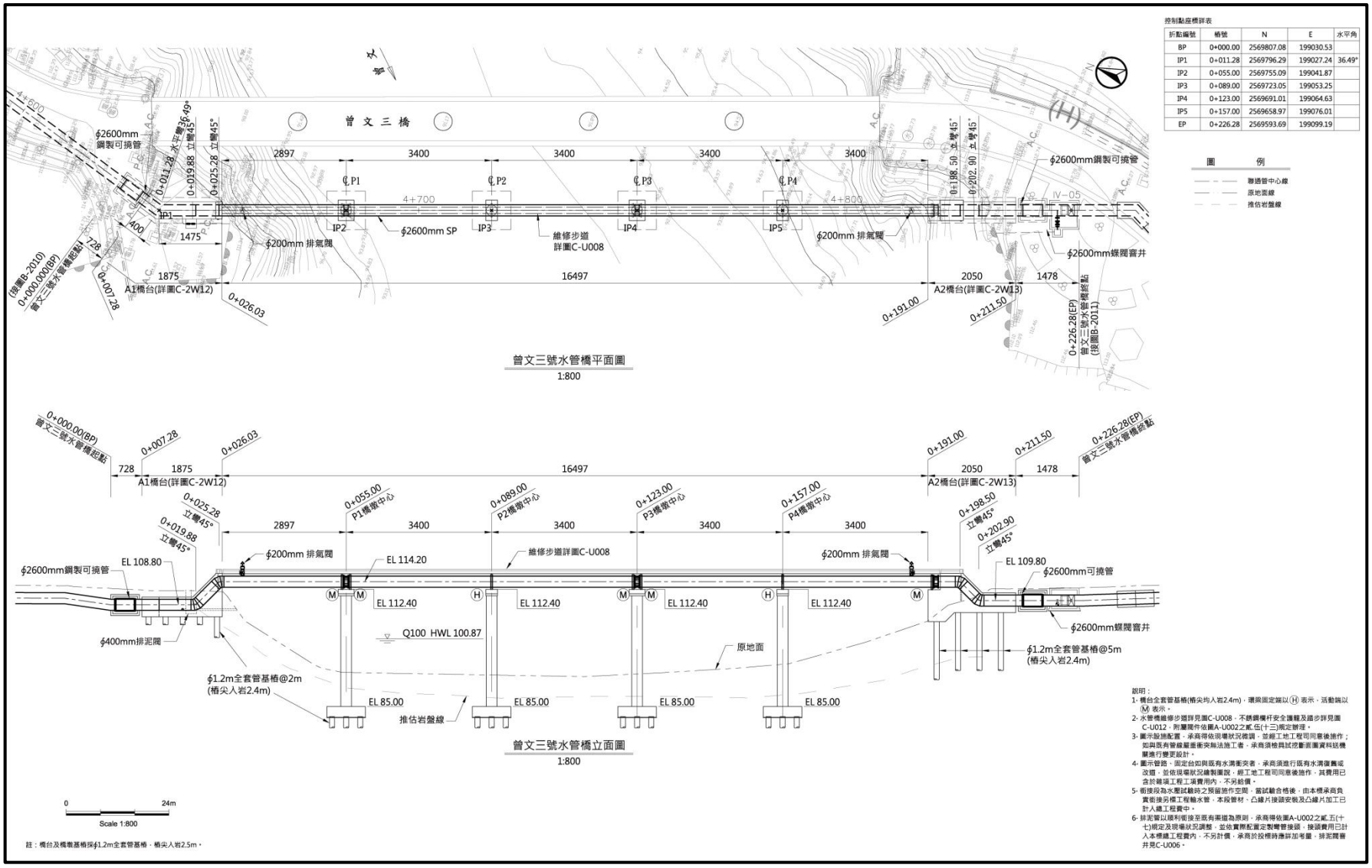


圖 7.1-20　曾文四號水管橋平立斷面圖



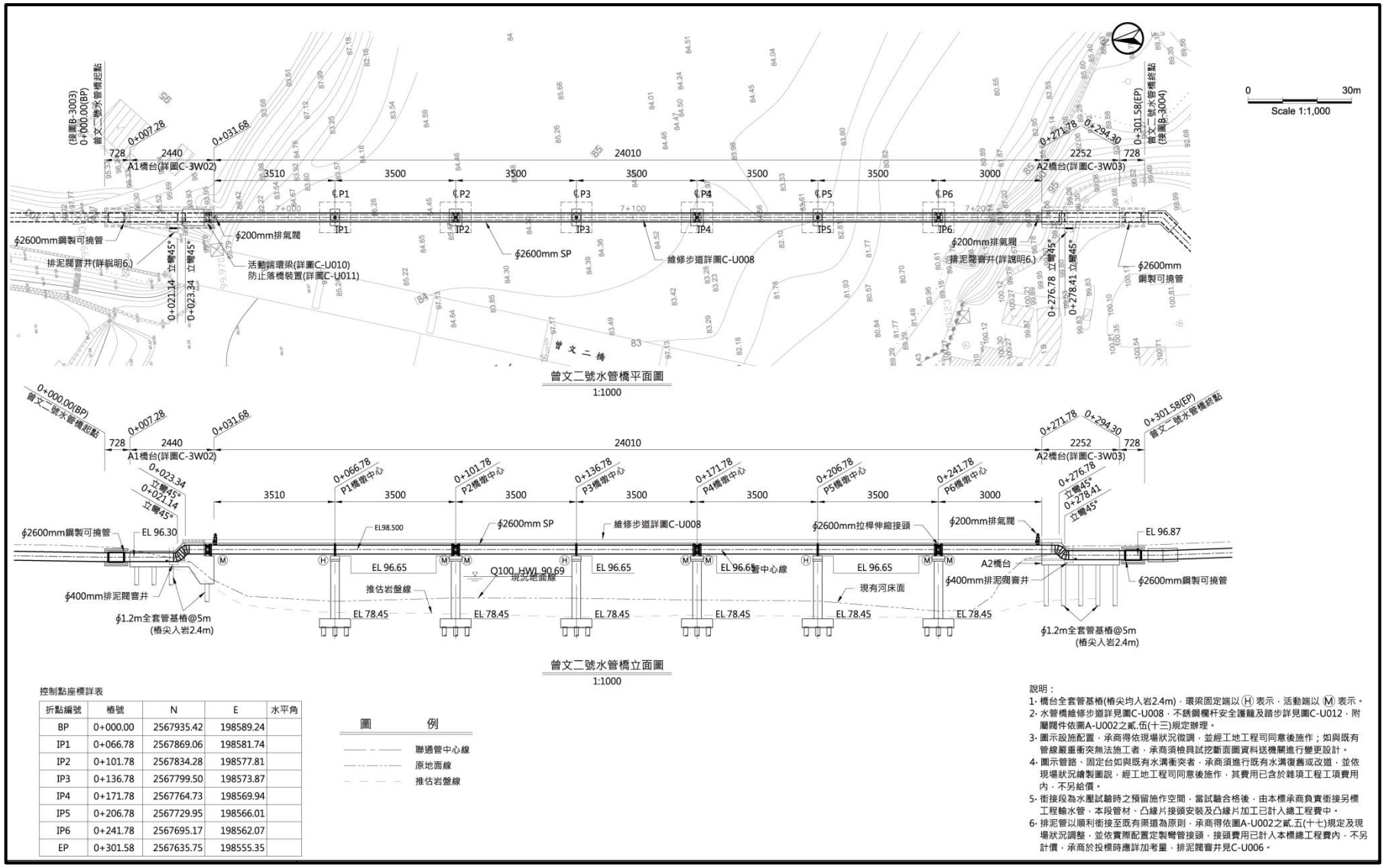
控制點座標詳表

折點編號	樁號	N	E	水平角
BP	0+000.00	2569807.08	199030.53	
IP1	0+011.28	2569796.29	199027.24	36.49°
IP2	0+055.00	2569755.09	199041.87	
IP3	0+089.00	2569723.05	199053.25	
IP4	0+123.00	2569691.01	199064.63	
IP5	0+157.00	2569658.97	199076.01	
EP	0+226.28	2569593.69	199099.19	

圖例：聯通管中心線 / 原地面線 / 推估岩盤線

說明：
1. 橋台全套管基樁(樁尖均入岩2.4m)，選擇固定錨以Ⓗ表示，活動錨以Ⓜ表示。
2. 水管橋維修步道詳見圖C-U008，不銹鋼欄杆安全護籬及踏步詳見圖C-U012，附屬開作依圖A-U002之貳伍(十三)規定辦理。
3. 圖示設施配置，承商得依現場狀況微調，並經工地工程司同意後施作；如與既有管線屬重衝突無法施工者，承商須檢具試挖斷面圖資料送機關進行變更設計。
4. 圖示管路、固定台如與既有水溝衝突者，承商須進行既有水溝復舊或改道，並依現場狀況繪製圖說，經工地工程司同意後施作，其費用已含於雜項工程工項費用內，不另給價。
5. 銲接設為水電試驗時之預留放作空間，露試驗合格後，由本標承商負責銜接另標工程輸水管，本段管材、凸緣片接頭安裝及凸緣片加工已計入鐵工程費中。
6. 排泥管以順利銜接至既有渠道為原則，承商得依圖A-U002之貳.五(十七)規定及現場狀況調整，並依實際配置定製彎管接頭，接頭費用已計入本標鐵工程費內，不另計價，承商於投標時應詳加考量，排泥閥窗井見C-U006。

圖 7.1-21　曾文三號水管橋平立斷面圖



控制點座標詳表

折點編號	樁號	N	E	水平角
BP	0+000.00	2567935.42	198589.24	
IP1	0+066.78	2567869.06	198581.74	
IP2	0+101.78	2567834.28	198577.81	
IP3	0+136.78	2567799.50	198573.87	
IP4	0+171.78	2567764.73	198569.94	
IP5	0+206.78	2567729.95	198566.01	
IP6	0+241.78	2567695.17	198562.07	
EP	0+301.58	2567635.75	198555.35	

圖例
- 聯通管中心線
- 原地面線
- 推估岩盤線

說明：
1. 橋台全套管基樁(樁尖均入岩2.4m)，環梁固定端以Ⓗ表示，活動端以Ⓜ表示。
2. 水管橋維修步道詳見圖C-U008，不銹鋼欄杆安全護籠及踏步詳見圖C-U012，附屬閥件依圖A-U002之貳.伍(十三)規定辦理。
3. 圖示設施配置，承商得依現場狀況微調，並經工地工程司同意後施作；如與既有管線嚴重衝突無法施工者，承商須檢具試挖斷面圖資料送機關進行變更設計。
4. 圖示管路、固定台如與既有水溝衝突者，承商須進行既有水溝復舊或改道，並依現場狀況繪製圖說，經工地工程司同意後施作，其費用已含於雜項工程工項費用內，不另給價。
5. 銜接段為水壓試驗時之預留施作空間，當試驗合格後，由本標承商負責銜接另標工程輸水管，本段管材、凸緣片接頭安裝及凸緣片加工已計入總工程費中。
6. 排泥管以順利銜接至既有渠道為原則，承商得依圖A-U002之貳.五(十七)規定及現場狀況調整，並依實際配置定製彎管接頭，接頭費用已計入本標總工程費內，不另計價，承商於投標時應詳加考量，排泥閥竇井見C-U006。

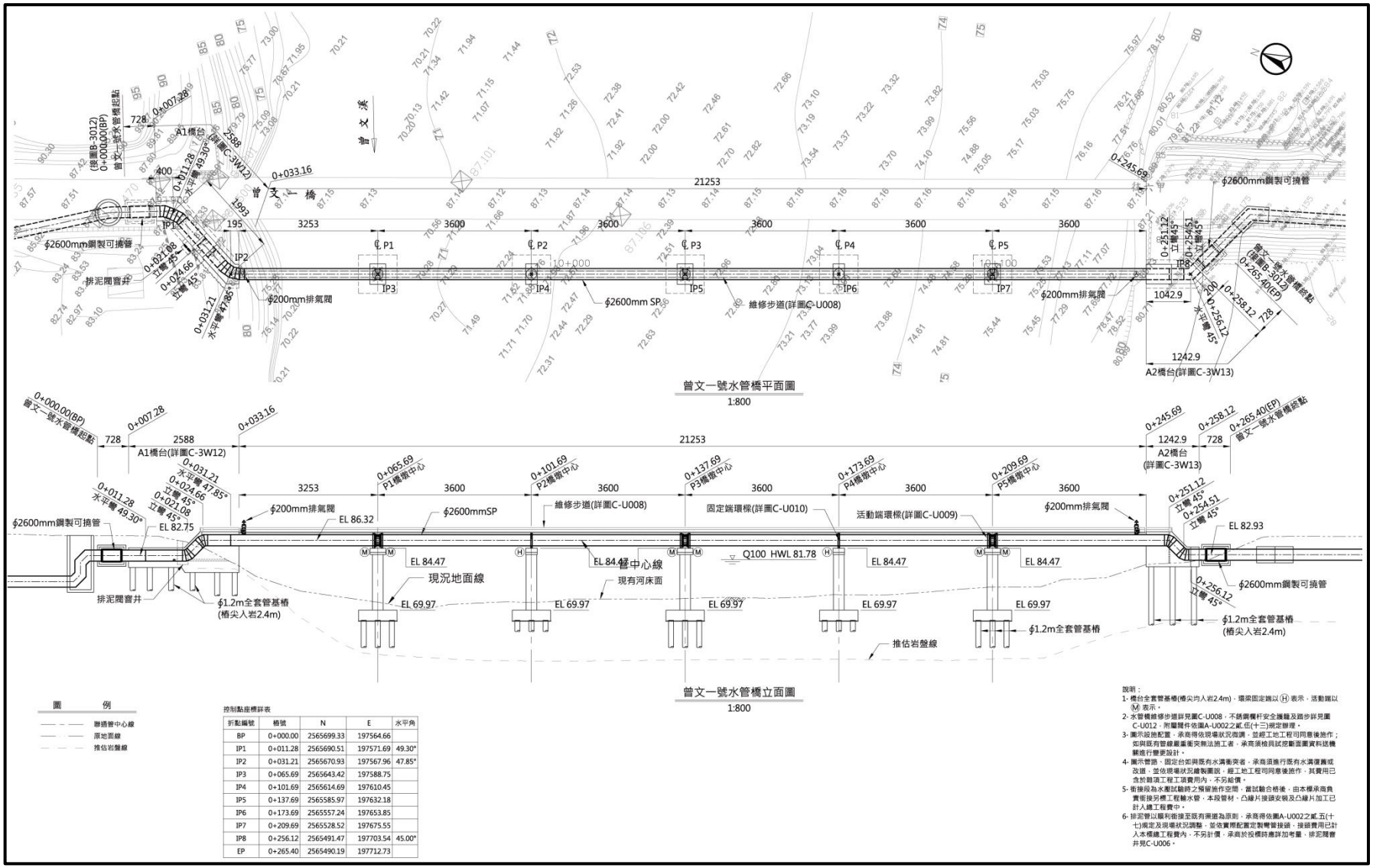
圖 7.1-22　曾文二水管橋平立面圖

(二) 174 市道段：既有路幅寬度約 8m，施工環境條件如前述曾庫公路段，本區段管線自曾庫公路段與 174 市道交會點之小圓環至與台 3 線交會點長約 1,452m，此管段管內壓力較高，擬採 φ2,600mm WSP 輸水管以推進工法施作 (包含跨越曾文溪之曾文一號水管橋長約 273m，圖 7.1-23 所示)。擬以推進工法施作，以每間隔 200m~270m，選擇道路彎折且路幅較寬或路旁有公有空地設置推進工作井 3 座，到達工作井 4 座，將 174 市道段管線施工之影響範圍由帶狀縮減為點狀，以維持 174 市道管線施工期間道路交通。

(三) 台 3 線道路段：由 174 市道銜接台 3 線後，改於中央內線車道埋設至楠西與玉井行政區交接處即台 31 南 186 縣道交叉處附近，至竹圍橋前，長約 4,800m，其間通過道路兩側房舍密集段或古蹟段，為降低施工影響環境，擬以推進工法施作 φ2,600mm DIP U 型 D2 及 WSP 輸水管至鹿田派出所旁長約 3,233m。跨越油車溪段因楠西橋已有其他既有水管橋，故採 φ2,600mm WSP 推進方式以低於河道主深槽 2.5 倍管徑深度，加深通過楠西橋下游側(如圖 7.1-24 所示)。其他通過道路兩側如為農田或果園段(自鹿田派出所旁到楠西/玉井行政區交界處)，採明挖直埋方式施作，埋設 φ2,600mm DIP K 型 D2 及 SP 輸水管，長約 1,469m。

二、玉井管段

本管段雖沿既有道路佈設，但仍應依現地調整施工方式。跨越後旦溪段因竹圍橋都市計畫用地問題，採用ϕ2,600mm WSP 推進方式施作(如圖 7.1-25 所示)，於城區外圍兩側房舍住戶較分散區段，擬採較經濟且快速之明挖直埋方式施作，埋設 φ2,600mm SP 輸水管長約 2,950m。城區段兩側房舍住戶較密集交通流量較大區段，擬以推進工法施作 ϕ2,600mm WSP 輸水管長約 1,806m。並以每間隔 200m~270m，選擇道路彎折且路幅較寬且無地下管障或路旁有公有空地設置推進工作井 6 座，到達工作井 3 座，將經玉井市區道路管線施工之影響範圍由帶狀縮減為點狀，以維持玉井市區道路段管線施工期間道路交通。



折點編號	樁號	N	E	水平角
BP	0+000.00	2565699.33	197564.66	
IP1	0+011.28	2565690.51	197571.69	49.30°
IP2	0+031.21	2565670.93	197567.96	47.85°
IP3	0+065.69	2565643.42	197588.75	
IP4	0+101.69	2565614.69	197610.45	
IP5	0+137.69	2565585.97	197632.18	
IP6	0+173.69	2565557.24	197653.85	
IP7	0+209.69	2565528.52	197675.55	
IP8	0+256.12	2565491.47	197703.54	45.00°
EP	0+265.40	2565490.19	197712.73	

1- 橋台全套管基樁(樁尖均入岩2.4m)，環梁固定踏以Ⓗ表示，活動踏以Ⓜ表示。
2- 水管橋維修步道詳見圖C-U008，不銹鋼欄杆安全護籠及踏步詳見圖C-U012，附屬開件依圖A-U002之貳.伍(十二)規定辦理。
3- 圖示設施配置，承商得依現場狀況微調，並經工地工程司同意後施作；如與既有管線嚴重衝突無法施工者，承商須檢具試挖斷面圖資料送機關進行變更設計。
4- 圖示管路、固定台如與既有水溝衝突者，承商須進行既有水溝覆蓋或改道，並依現場狀況繪製圖說，經工地工程司同意後施作，其費用已含於雜項工程工項費用內，不另給價。
5- 銜接段為水壓試驗時之獨留施作空間，當試驗合格後，由本標承商負責銜接另標工程輸水管，本段管材、凸緣片接頭安裝及凸緣片加工已計入總工程費中。
6- 排泥管以順利銜接至既有渠道為原則，承商得依圖A-U002之貳.五(十七)規定及現場狀況調整，並依實際配置定製彎管接頭，接頭費用已計入本標總工程費內，不另計價，承商於投標時應詳加考量，排泥閥竇井見C-U006。

圖 7.1-23　曾文一號水管橋平立斷面圖

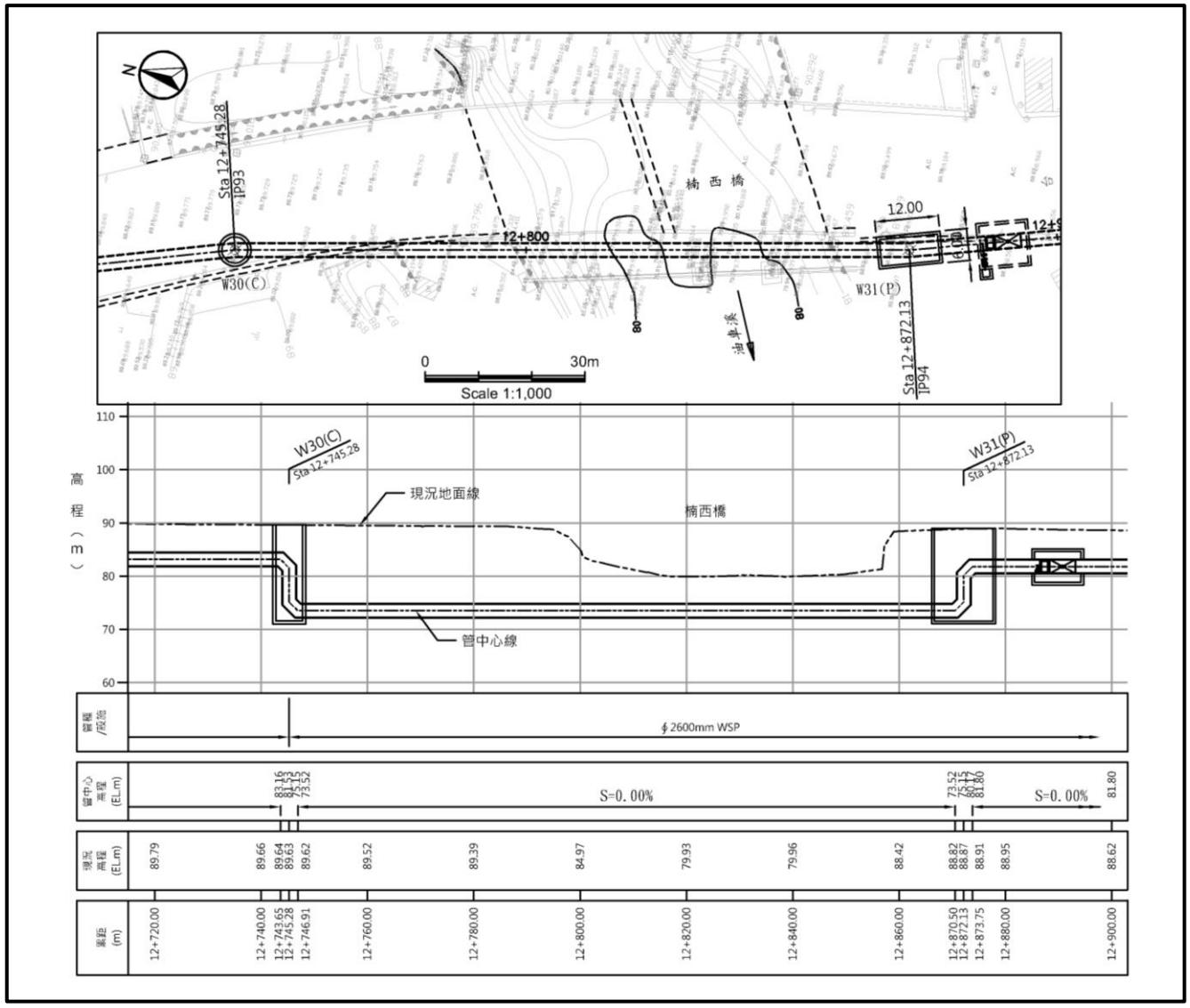


圖 7.1-24　楠西橋推進管段平縱斷面圖

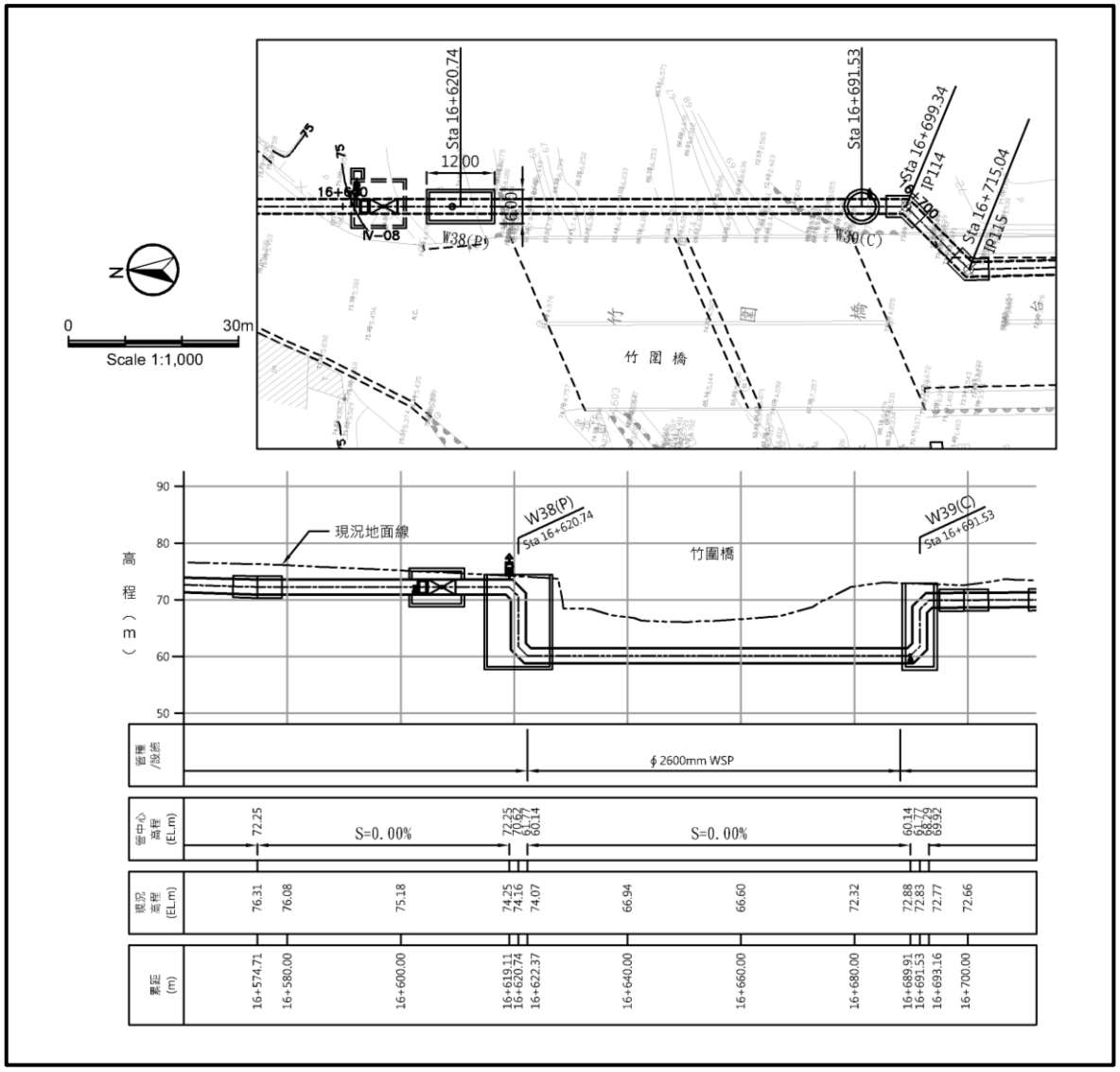


圖 7.1-25　竹圍橋推進管段平縱斷面圖

三、南化管段

本管段雖既有道路沿線兩側房舍住戶佈設鬆散，但仍應依現地調整施工方式。於兩側均為農地區段，擬採較經濟且快速之明挖直埋方式施作，埋設φ2,600mm SP 輸水管長約 2,840m，其間尚需跨越溪河段須架設水管橋或推進穿越，由北而南方向依序為高陵、沙田、三埔及四埔等四座水管橋、北寮加油站旁排水路推進管段及北寮橋推進管段(分別如圖 7.1-26~圖 7.1-31 所示)。兩側房舍住戶較密集或交通流量較大區段，擬以推進工法施作 φ2,600mm WSP，輸水管長約 1,231m。並以每間隔 200m~270m，選擇道路彎折且路幅較寬且無地下管障或路旁有公有空地設置推進工作井 9 座，將道路管線施工之影響範圍由帶狀縮減為點狀，以維持道路段管線施工期間道路交通。

本聯通管管材及工作井座數綜彙表如表 7.1-4，聯通管總長(含平壓管段)約 25,644m，其中 SP(含 WSP)及 DIP(K 型及 U 型)分別約為 14,617m 及 11,027m。推進工作井共 54 座。

7.1.3 與南化淨水場銜接方式

由 2.4 節可知，南化複線送水幹管上游段沿台三線埋設往北，故建議曾文南化聯通管輸水至南化淨水場之管路銜接點設置於台 3 線約 378.8 公里處，如圖 7.1-32 所示。因曾文水庫下游木瓜園調整池至南化淨水場原水調整池之管線長度約 23.9km，若因南化淨水場原水調整池需調節進水量操作時，為保護管線安全，建議於原水調整池前之控制閥上游端設置 φ1,800mm 之分岐管跨越池頂排放至原水調整池。依民國 106 年 10 月 27 日會議決議，本計畫曾文南化聯通管南化淨水場銜接管段由台水公司南區工程處主辦，其經費由台水公司事業預算分擔該項經費之一半。

7.1.4 退水平壓管段設計

本管段涵蓋南化高屏聯通管與鏡面水庫平壓管段之聯接管，長約 593m，含一調節池 6m(W)×6m(L) ×6m(H)及一階梯式溢流設施，圖 7.1-33 顯示設計之平壓管段聯接管平面及縱斷面圖，在聯接管的上游側為－φ2,600mm 管路，該管路上裝設一 φ2,600 隔離閥，管路跨越菜寮溪採單跨 31.2m 水管橋，管中心標高 EL.114.5m 佈設，其下游段亦為 φ2.6 m 管路直至高程 EL.145.0 銜接調節池，調節池頂部 EL.150.0m，設計階梯式溢流工，其溢流量 9.26cms。而鏡面水庫溢洪道設計排洪量 15.5cms，且堰頂高程 EL.143m 至設計洪水位 WL.144m 約有 11.7 萬立方公尺調節容量，本計畫模擬時間 2,500sec 時平壓管段溢流水量約 12,500 立方公尺，故研判對鏡面水庫影響甚微。

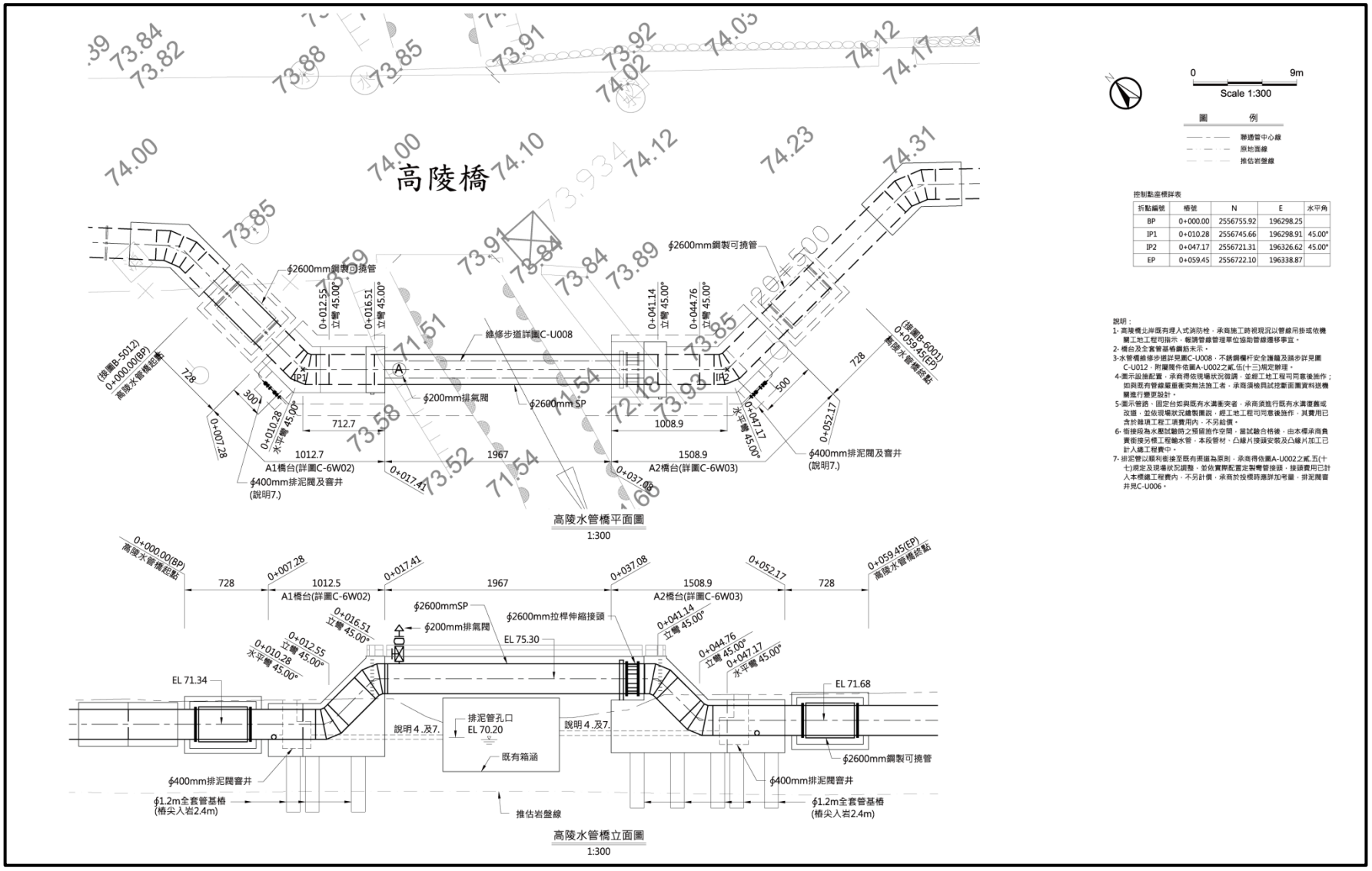


圖 7.1-26　高陵橋段平縱斷面圖

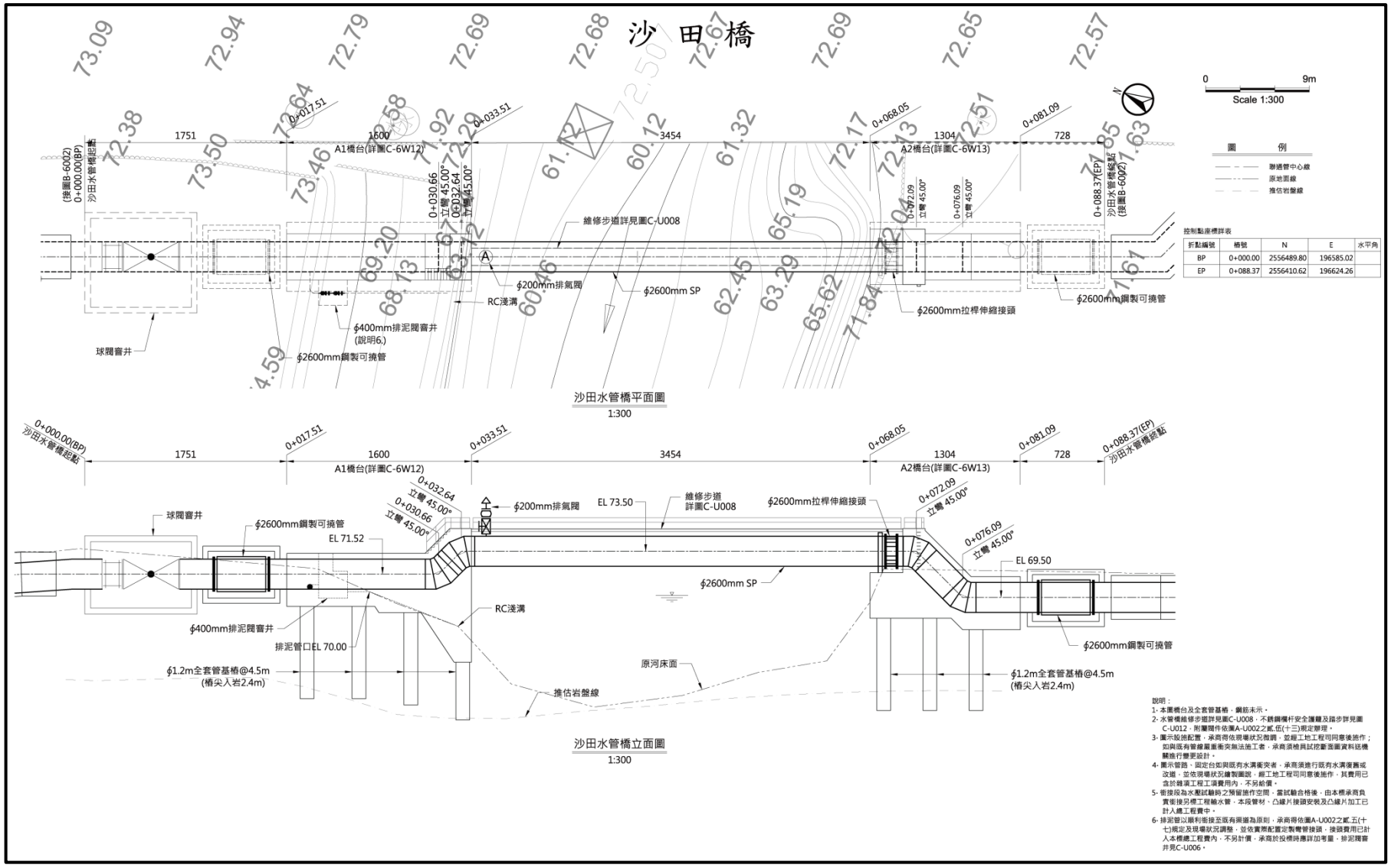


圖 7.1-27　沙田橋段平縱斷面圖

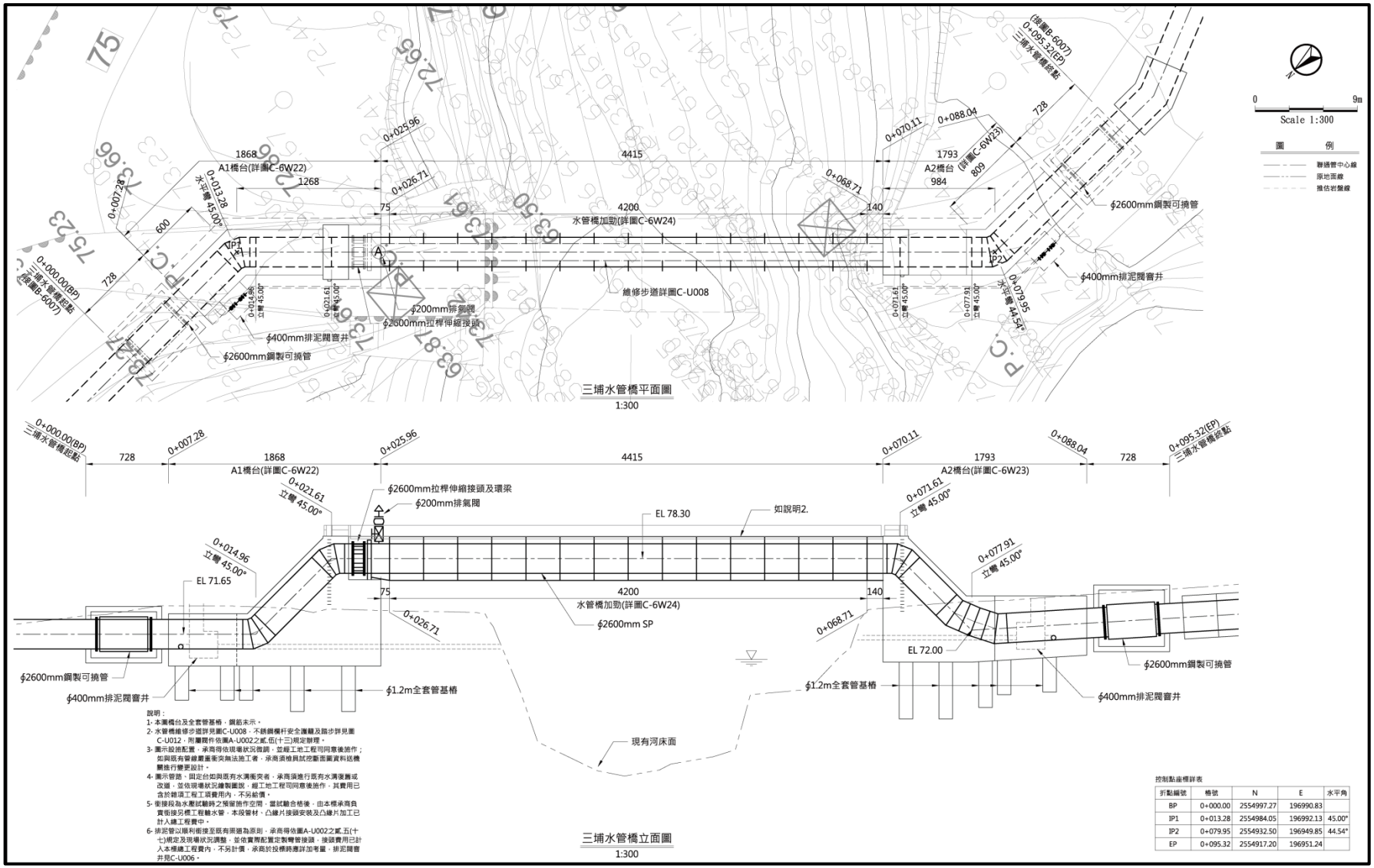


圖 7.1-28　三埔橋段平縱斷面圖

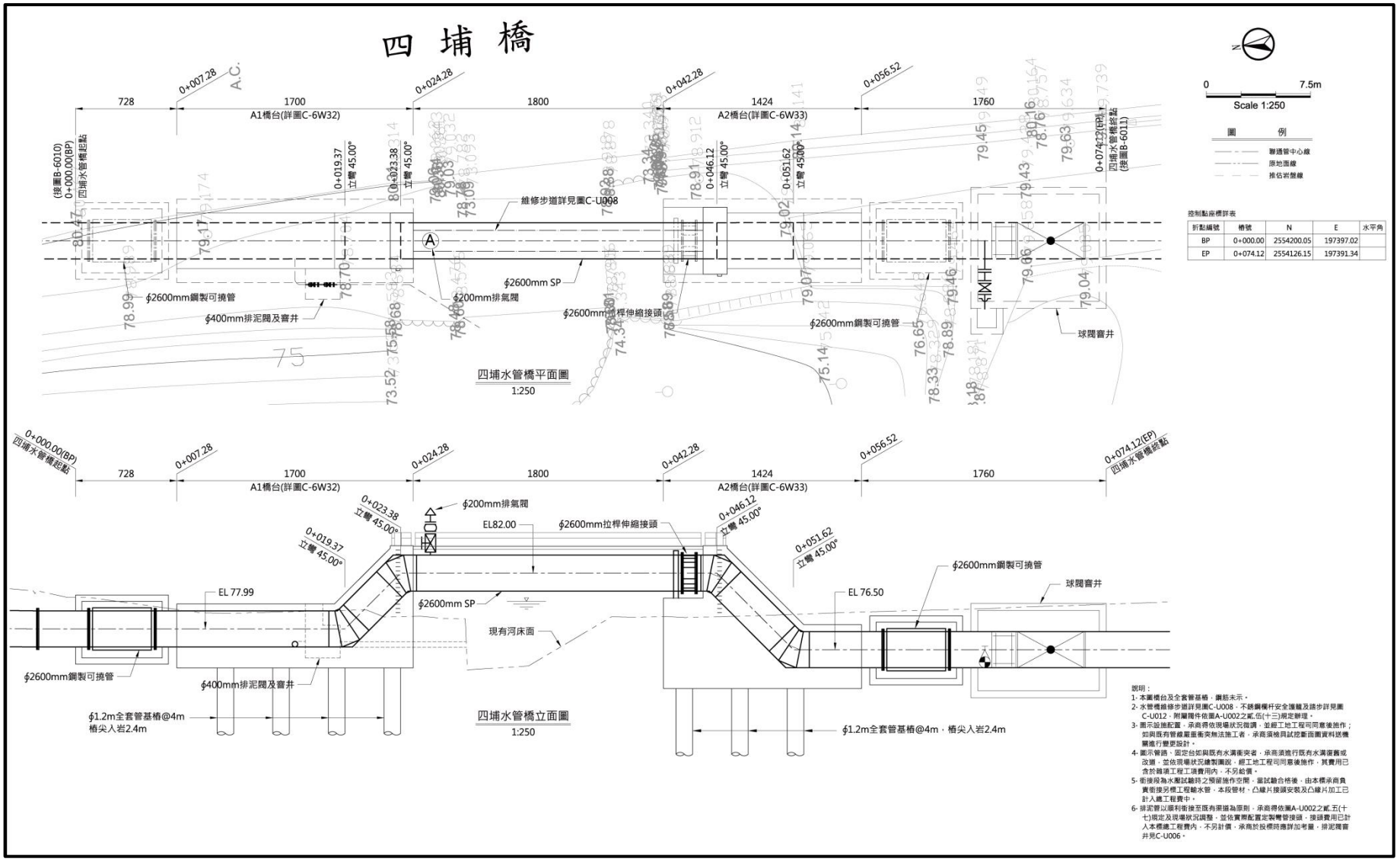


圖 7.1-29　四埔橋段平縱斷面圖

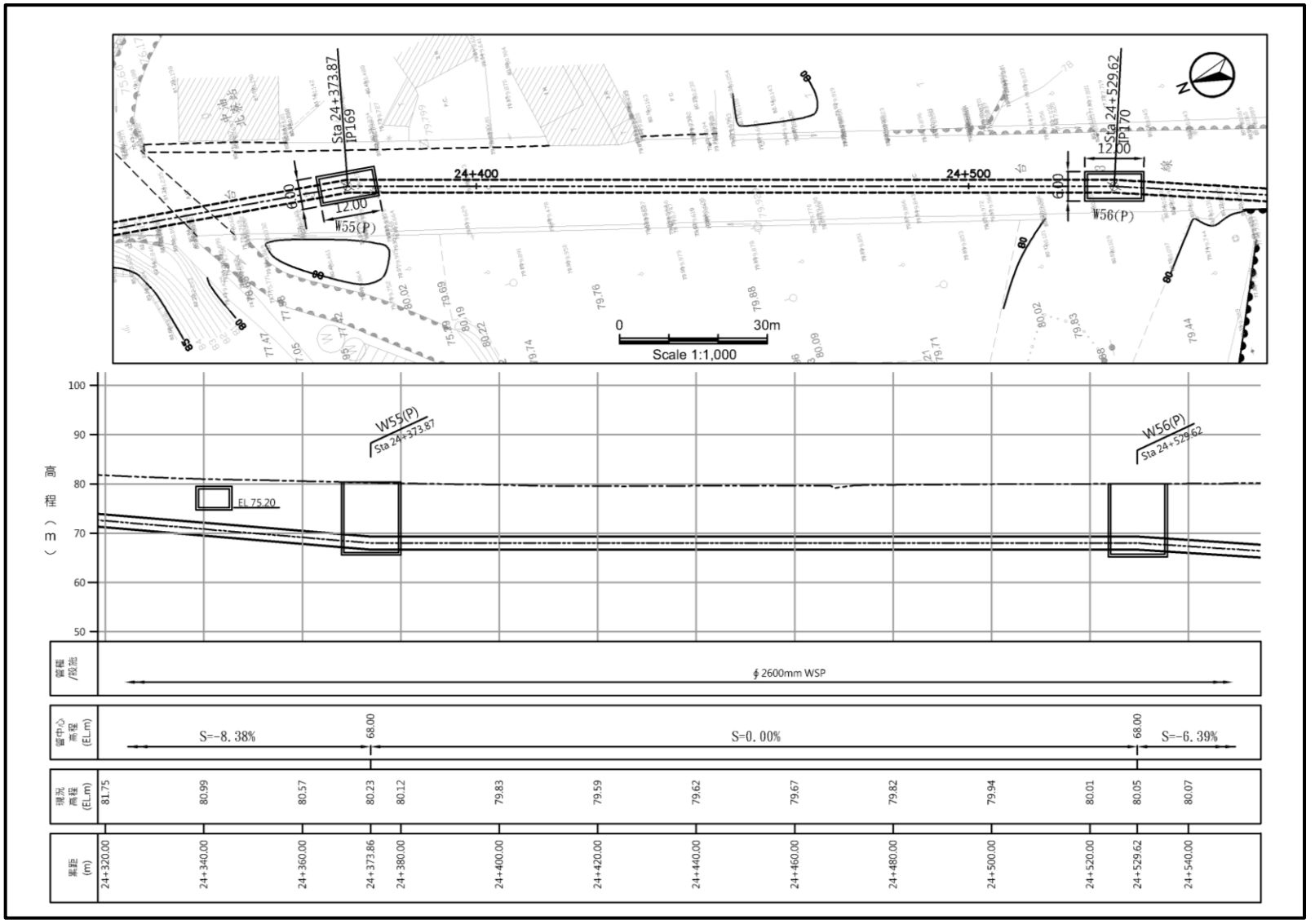


圖 7.1-30　北寮加油站旁排水路推進管段平縱斷面圖

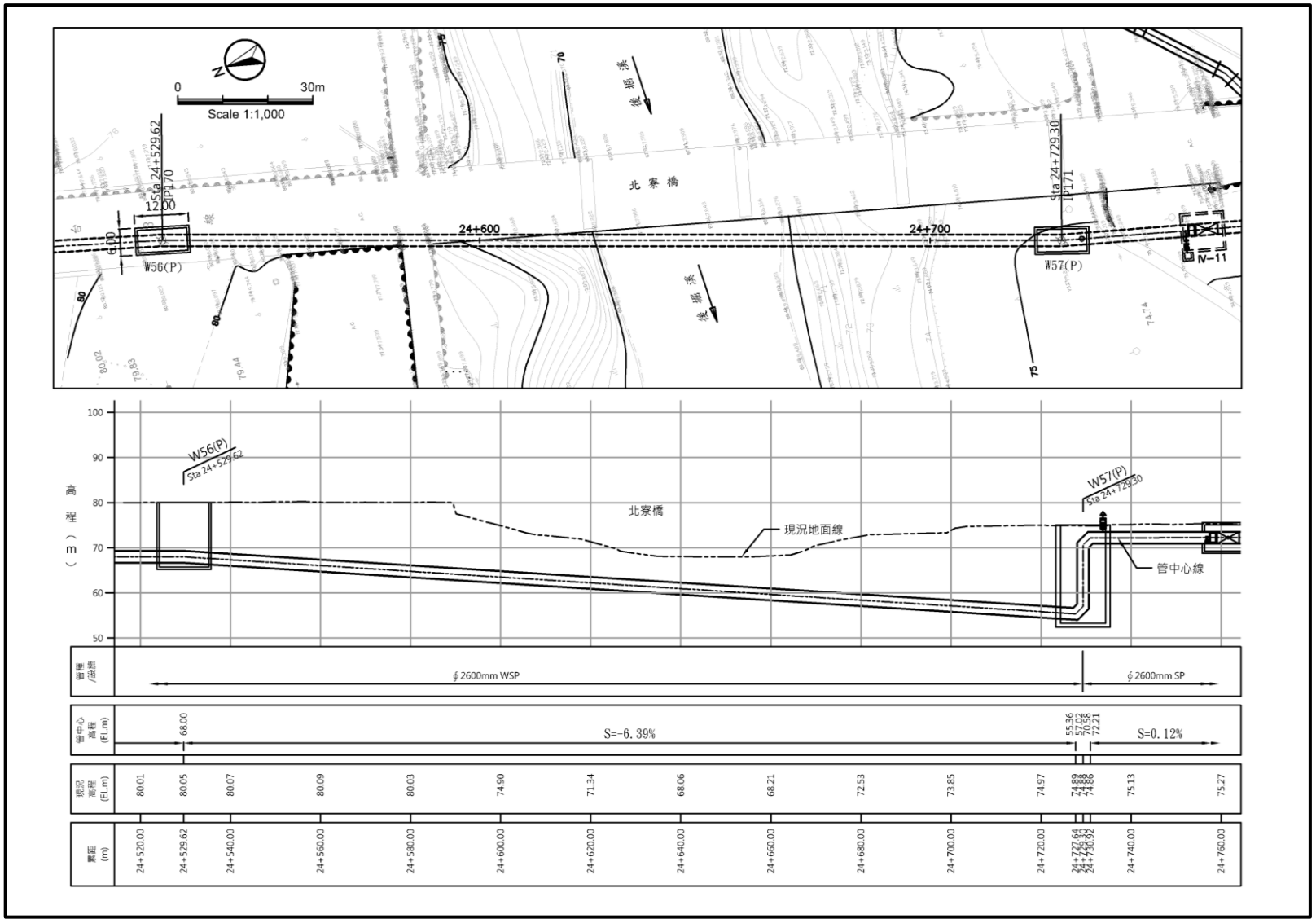


圖 7.1-31　新北寮橋推進管段平縱斷面圖

表 7.1-4　聯通管管材及工作井座數綜彙表

管段名稱	分段名稱	工程里程	Φ1500mm SP (m)	Φ2200mm SP (m)	Φ2200mm WSP 推進管(m)	Φ2600mm SP (m)	Φ2600mm SP 水管橋 (m)	Φ2600mm WSP 推進管(m)	Φ2600mm DIP K 型 D2 (m)	Φ2600mm DIP U 型 D2 推進管(m)	Φ2200mm 推進工作井(座)	Φ2600mm 推進工作井(座)
一	取水隧道	0k+000~0K+218.57		218.57								
	#2 導水隧道	0k+218.57~0k+909.72		691.15								
	跨河段	0k+909.72~1k+311.28		205.11	231.45						2.00	
	消能段	1k+311.28~1k+813.82	5.85	161.00	147.80	14.20		159.38			1.00	1.00
	庫區道路	1k+813.82~3k+519.64							1,707.82			
二	庫區道路	3k+519.64~6k+470.00					354.42		2,609.94			
三	曾庫公路	6k+470.00~11k+054.38				97.55	570.95	729.85	582.76	2,716.27		16.00
四	楠西	11k+054.38~15k+702.74				893.73		756.42	75.13	2,476.68		16.00
五	玉井	15k+702.74~20k+442.54				2,950.24		1,806.56				9.00
六	南化	20k+442.54~24k+805.99				2,839.96	317.25	1,230.83				9.00
	平壓管段	0k+000~0k+593.40				153.53	81.67		358.20			
小計			5.85	1,275.83	379.25	6,949.21	1,324.29	4,683.04	5,833.85	5,192.95	3.00	51.00

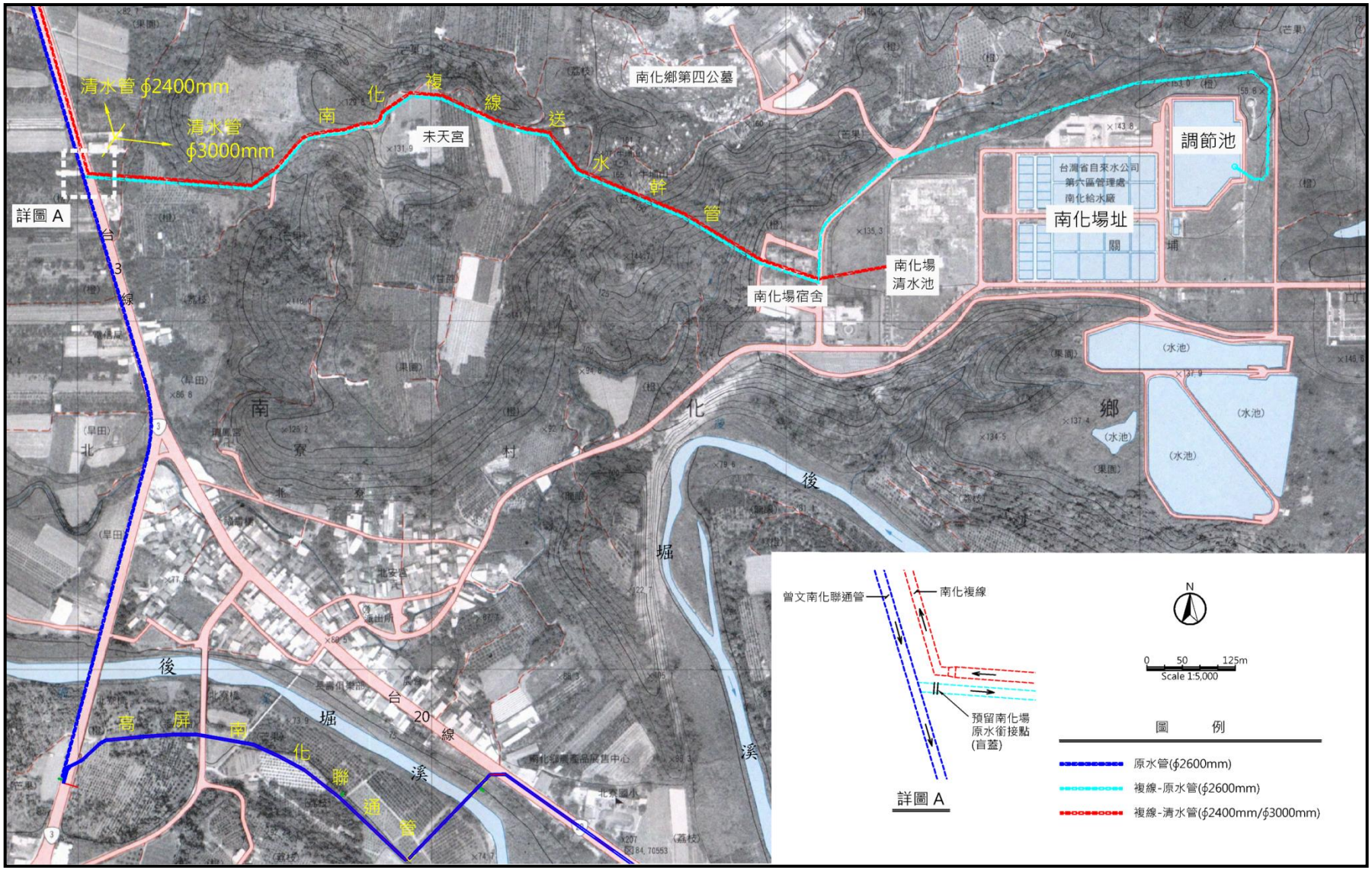
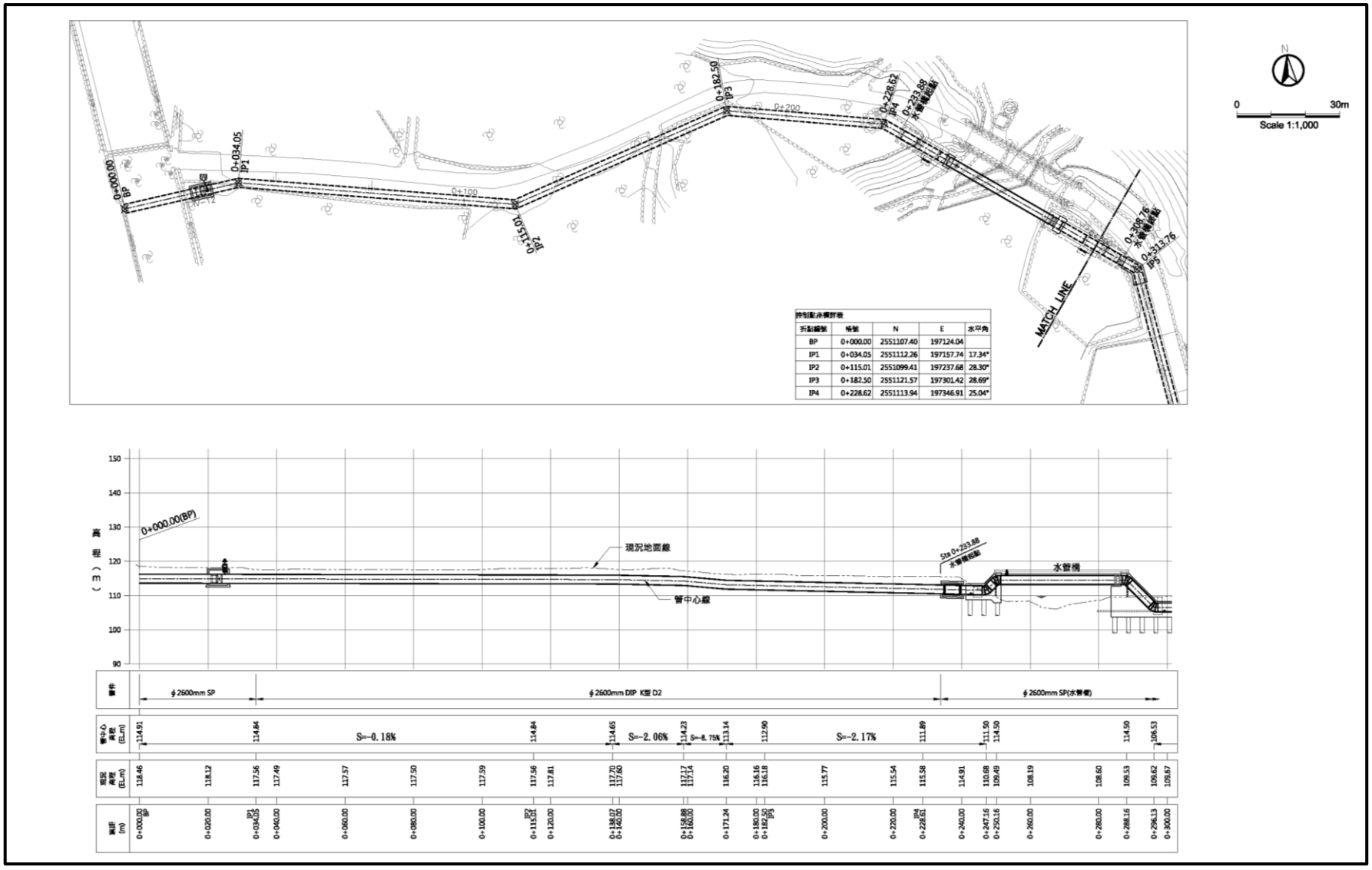


圖 7.1-32　曾文南化聯通管與南化淨水場銜接方式布置圖



控制點座標計算表				
折點編號	樁號	N	E	水平角
BP	0+000.00	2551107.40	197124.04	
IP1	0+034.05	2551112.26	197157.74	17.34°
IP2	0+115.01	2551099.41	197237.68	28.30°
IP3	0+182.50	2551121.57	197301.42	28.69°
IP4	0+228.62	2551113.94	197346.91	25.04°

圖 7.1-33　平壓管段連接管平面及縱斷面圖(1/2)

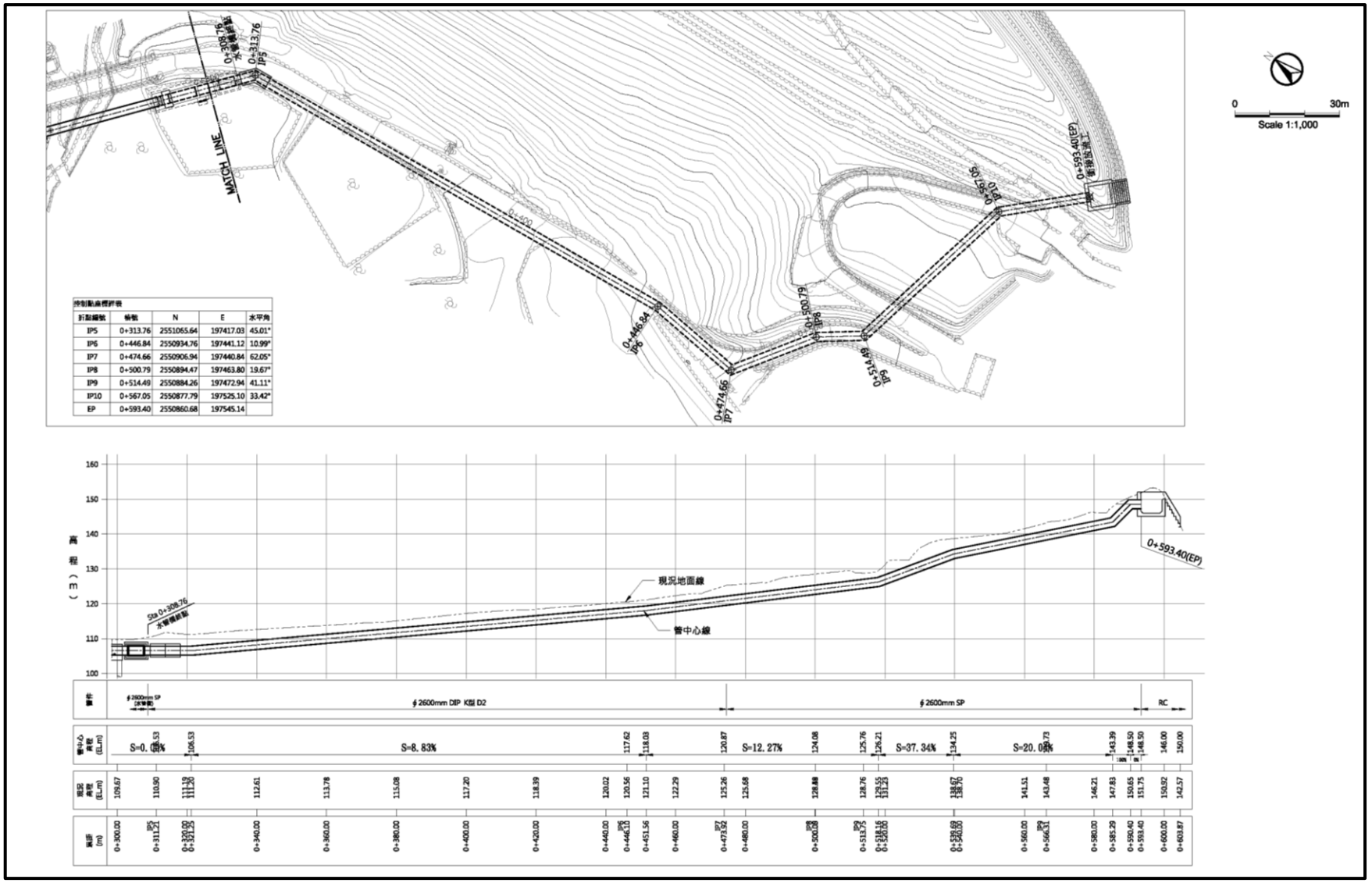


圖 7.1-33　平壓管段連接管平面及縱斷面圖(2/2)

7.2 閥類及計量設備

7.2.1 閥類佈設原則

本工程主要採用閥類依其型式有蝶閥、球型閥、固定錐型閥、可撓管、排氣閥及排泥閥等，佈置原則加下：

一、球型閥/蝶閥

(一) 設置地點:丁字管、叉管處或預留管線銜接處及部份水管橋上下游。管線為單向通水時，採用蝶閥；管線為雙向通水時，採用球型閥。

(二) 型式：16K-φ2,200mm 電動、10K-φ2,200mm 電動、16K-φ2,600mm 電動、10K-φ2,600mm 電動。

二、固定錐型閥。

(一) 設置地點：木瓜園消能井用於控制流量。

(二) 型式：10K-φ1,500mm。

三、可撓管

橡膠製可撓管易老化需增設窨井以供維修之用，因此所需經費與鋼製可撓管相差有限，故建議使用鋼製可撓管以減少維護次數。

(一) 設置地點：水管橋起終點處或地質變化較大處。

(二) 型式：φ2,600mm 鋼製，拉伸/收縮量 140/100mm，可撓角 6 度。

四、排氣閥組

(一) 設置地點：管線局部高點或水管橋。

(二) 型式：φ200mm 複合式排氣閥。

五、排泥閥

(一) 設置地點：管線最低點並有排放處或適宜之處。

(二) 型式：10K 及 16K 型 φ400mm 彈性座封偏心旋塞閥。

7.2.2 制水閥佈設

本工程之制水閥綜合於表 7.2-1，以下說明本工程制水閥設置地點、功能、尺寸及型式：

表 7.2-1　曾文南化聯通管新建管路制水閥及洩壓閥水力條件綜合表

編號	位置	功能	閥門型式	閥門口徑 (mm)	設計流量 (CMD)	設計壓力 (m)	備註
IV-01	＃2 導水隧道上游	隔離	電動蝶閥	2,200	800,000	150	新建管路
IV-02	＃2 導水隧道上游	隔離	電動球閥	2,200	800,000	150	
IV-03	木瓜園消能井上游	隔離	電動蝶閥	2,200	800,000	100	
FCV-01	木瓜園消能井	流量控制	固定錐型閥	1,500	800,000	100	
IV-04	木瓜園調整池下游	隔離	電動蝶閥	2,600	800,000	100	
IV-05	曾文三號橋	隔離	電動蝶閥	2,600	800,000	100	
IV-06	曾文一號橋	隔離	電動球閥	2,600	800,000	100	
IV-07	楠西橋	隔離	電動球閥	2,600	800,000	100	
IV-08	竹圍橋	隔離	電動球閥	2,600	800,000	150	
IV-09	沙田橋	隔離	電動球閥	2,600	800,000	150	
IV-10	四埔橋下游	隔離	電動球閥	2,600	800,000	150	
IV-11	北寮銜接點上游	隔離	電動球閥	2,600	800,000	150	
IV-12	平壓管段管路上游	隔離	電動蝶閥	2,600	800,000	100	

一、#2 導水隧道上游端隔離閥(IV-01~02)：1@φ2,200mm 蝶閥及 1@φ2,200mm 球型閥，在輸水路停止運轉時，下游之隔離 IV-02 將關閉以避免閥門下游至木瓜園消能井之間的管段產生淤泥之淤積，採用球型閥,在設計流量 80 萬 CMD 之情況下該閥門之平均流速為 2.43m/s，其上游之 IV-01 採蝶閥，平常將處於全開狀態，將做為維護 IV-02 時之隔離閥。

二、木瓜園消能井流量控制閥(FCV-01)及隔離閥(IV-03)

流量控制閥採用固定錐型閥以降低穴蝕影響，而其上游隔離閥採 1@φ2,200mm 蝶閥佈設，其平常將處於全開狀態將做為維護 FCV-01 時之隔離閥。

三、管中隔離閥

為利於本管路系統之放空、檢視，於除木瓜園調整池下游、曾文三號橋各裝設 1@φ2,600mm 蝶閥外，其餘曾文一號橋、楠西橋、竹圍橋、沙田橋、四埔橋下游及北寮橋南岸各裝設 1@φ2,600mm 球型閥為隔離閥作為雙向供水功能，管中隔離閥分別代號 IV-04 至 IV-11。

四、平壓管段管路隔離閥

本隔離閥(IV-13)位於平壓管段管路上游，供平壓管段水路檢視與必要之維護，採 1@φ2,600mm 蝶閥。

7.2.3 排泥閥

本工程排泥閥設置地點如表 7.2-2，皆採口徑 400mm 之偏心旋塞閥，且每座排泥閥上游設置有同型之隔離閥，以利排泥閥之維修。

7.2.4 排氣閥

本工程排氣閥組設置地點如表 7.2-2，皆採口徑 200mm 複合式排氣閥(Combination air release Valve)，其下方有彈性座封閘閥及緩衝塞。

7.2.5 流量計

本工程分別於木瓜園供水豎井及四埔橋下游側裝置有超音波流量計各 1 組，其口徑分別為 φ2,200mm 及 φ2,600mm。

7.3 監控及電氣系統

7.3.1 監控系統設計

一、本工程監控系統規劃

曾文南化聯通管監控系統架構如圖 7.3-1 所示，為曾文南化聯通管路自壓力鋼管、隔離閥開始針對閥體相關設備之監視、控制與遠端連線作業為構成本監控系統之主體，本計畫在木瓜園調整池鄰近設置操作室監控中心掌管本系統全線監控資訊，並利用 ADSL 有線通訊與大樹主監控中心相互聯通得以擷取該系統的必要資料，並將流量及操作重點訊號送往南區水資源局曾管中心、嘉南農田水利會東口工作站、台水公司第六區管理處、南化淨水場監視與存查，以方便記錄與應變。

表 7.2-2　聯通管里程閥類機械設備統計一覽表(1/5)

里程	φ2,200mm 蝶閥	φ2,600mm 蝶閥	φ2,200mm 球閥	φ2,600mm 球閥	φ1,500mm 固定錐型閥	φ2,600mm 可撓管	φ400mm 排泥閥	φ200mm 排氣閥
第一管段								
0K+250	1							
0K+260			1					
0K+906								1
0K+910							1	
1K+141								1
1K+459								1
1K+531	1							
1K+548					1			
1K+646		1						
1K+813								1
2K+019								1
2K+013							1	
2K+273								1
2K+279							1	
2K+447								1
2K+718								1
2K+724							1	
2K+967								1
3K+036								1
3K+238								1
3K+448								1
小計	2	1	1	0	1	0	4	12
第二管段								
3K+523						1		
3K+533							1	
3K+547								1
3K+644						1		

表 7.2-2　聯通管里程閥類機械設備統計一覽表(2/5)

里程	φ2,200mm 蝶閥	φ2,600mm 蝶閥	φ2,200mm 球閥	φ2,600mm 球閥	φ1,500mm 固定錐型閥	φ2,600mm 可撓管	φ400mm 排泥閥	φ200mm 排氣閥
3K+699								1
3K+700							1	
3K+991								1
4K+140								1
4K+332							1	
4K+455								1
4K+631						1		
4K+645							1	
4K+659								1
4K+815								
4K+843						1		
4K+849							1	
4K+853		1						
5K+289								1
5K+579								1
6K+037								1
小計	0	1	0	0	0	4	5	9
第三管段								
6K+950						1		
6K+965							1	
6K+979								1
7K+217								1
7K+228							1	
7K+245						1		
7K+321								1
7K+516								1
7K+716								1
7K+877								1
8K+083								1

表 7.2-2　聯通管里程閥類機械設備統計一覽表(3/5)

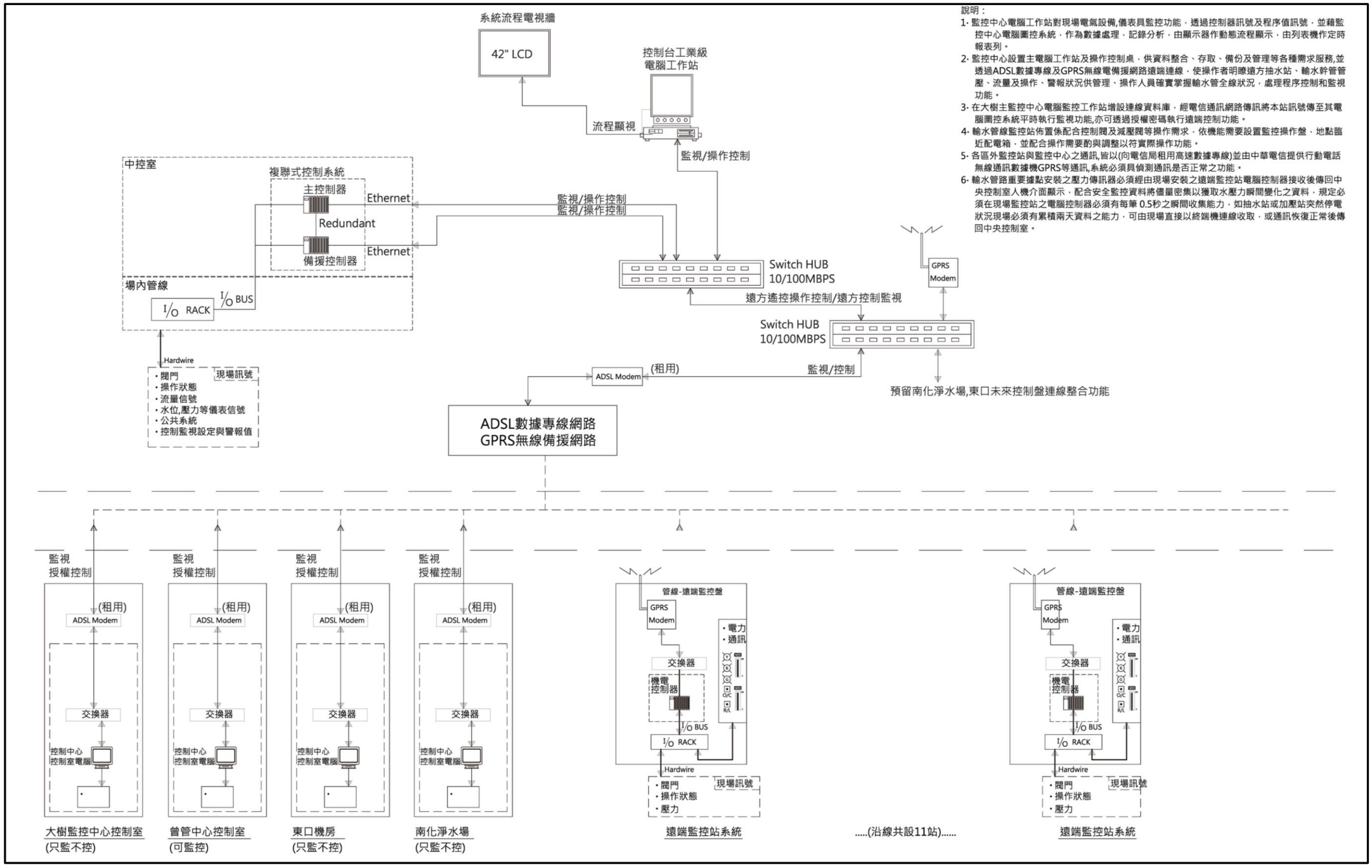
里程	φ2,200mm 蝶閥	φ2,600mm 蝶閥	φ2,200mm 球閥	φ2,600mm 球閥	φ1,500mm 固定錐型閥	φ2,600mm 可撓管	φ400mm 排泥閥	φ200mm 排氣閥
8K+228							1	
8K+632								1
9K+000								1
9K+325								1
9K+892						1		
9K+907							1	
9K+923								1
10K+132								1
10K+151						1		
10K+237				1				
10K+254							1	
10K+692								1
10K+844								1
小計	0	0	0	1	0	4	5	14
第四管段								
11K+817								1
11K+821							1	
12K+030								1
12K+886							1	
12K+891				1				
13K+940								1
14K+244								1
小計	0	0	0	1	0	0	2	4
第五管段								
16K+602							1	
16K+607				1				
16K+619								1
16K+693							1	

表 7.2-2　聯通管里程閥類機械設備統計一覽表(4/5)

里程	φ2,200mm 蝶閥	φ2,600mm 蝶閥	φ2,200mm 球閥	φ2,600mm 球閥	φ1,500mm 固定錐型閥	φ2,600mm 可撓管	φ400mm 排泥閥	φ200mm 排氣閥
17K+090								1
17K+856								1
19K+431							1	
19K+432								1
19K+593								1
小計	0	0	0	1	0	0	3	5
第六管段								
20K+446						1		
20K+450							1	
20K+461								1
20K+492							1	
20K+499						1		
20K+858				1				
20K+866						1		
20K+872							1	
20K+887								1
20K+937						1		
21K+920								1
22K+268								1
22K+419						1		
22K+424							1	
22K+441								1
22K+500							1	
22K+507						1		
22K+667								1
22K+671							1	
23K+087								1
23K+398						1		
23K+410							1	

表 7.2-2　聯通管里程閥類機械設備統計一覽表(5/5)

里程	φ2,200mm 蝶閥	φ2,600mm 蝶閥	φ2,200mm 球閥	φ2,600mm 球閥	φ1,500mm 固定錐型閥	φ2,600mm 可撓管	φ400mm 排泥閥	φ200mm 排氣閥
23K+413								1
23K+420								
23K+455						1		
23K+460							1	
23K+465				1				
23K+748								1
23K+756							1	
24K+116								1
24K+734								1
24K+757							1	
24K+762				1				
平 0K+023		1						
0K+025								1
0K+237						1		
0K+243							1	
0K+253								1
0K+299							1	
0K+350						1		
小計	0	1	0	3	0	10	12	13
總計	2	3	1	6	1	18	31	57



說明：

1. 監控中心電腦工作站對現場電氣設備,儀表具監控功能，透過控制器訊號及程序值訊號，並藉監控中心電腦圖控系統，作為數據處理，記錄分析，由顯示器作動態流程顯示，由列表機作定時報表列。
2. 監控中心設置主電腦工作站及操作控制桌，供資料整合、存取、備份及管理等各種需求服務,並透過ADSL數據專線及GPRS無線電備援網路遠端連線，使操作者明瞭遠方抽水站、輸水幹管管壓、流量及操作、警報狀況供管理、操作人員確實掌握輸水管全線狀況，處理程序控制和監視功能。
3. 在大樹主監控中心電腦監控工作站增設連線資料庫，經電信通訊網路傳訊將本站訊號傳至其電腦圖控系統平時執行監視功能,亦可透過授權密碼執行遠端控制功能。
4. 輸水管線監控站佈置係配合控制閥及減壓閥等操作需求，依機能需要設置監控操作盤，地點臨近配電箱，並配合操作需要酌與調整以符實際操作功能。
5. 各區外監控站與監控中心之通訊,皆以(向電信局租用高速數據專線)並由中華電信提供行動電話無線通訊數據機GPRS等通訊,系統必須具偵測通訊是否正常之功能。
6. 輸水管路重要據點安裝之壓力傳訊器必須經由現場安裝之遠端監控站電腦控制器接收後傳回中央控制室人機介面顯示，配合安全監控資料將儘量密集以獲取水壓力瞬間變化之資料，規定必須在現場監控站之電腦控制器必須有每筆 0.5秒之瞬間收集能力，如抽水站或加壓站突然停電狀況現場必須有累積兩天資料之能力，可由現場直接以終端機連線收取，或通訊恢復正常後傳回中央控制室。

圖 7.3-1　曾文南化聯通管監控系統架構圖

本系統包括現場電腦控制台工作站為基本操作用人機介面工作站，並將訊號送往系統流程電視牆以縱觀全系統之操作狀況，系統流程電視牆展示全系統管路之設備信號操作狀態，方便操作人員對遙遠之管路設備全面掌握。現場管路沿線配合設備安裝位置設置有 10 處遠方監控站，經由行動電話無線通訊數據網路 GPRS 等將製程操作信號回傳中央監控中心，使操作人員僅需在監控室便能做全系統操作與監控。

有關機電控制器之使用型式，因為本設備安裝於室外長久曝曬故必須考慮控制器之環境溫度耐受度必須大於 90℃，另本設備單一使用之輸出入點數不多，因此建議使用遠端控制氣系統(RTU Remote Terminal Unit)，室外型配電盤則採用不銹鋼材質並附足夠之通風系統。

二、信號傳輸

儀控系統採用市售成熟性監控系統產品，因此監控連線網路亦將為目前最新普遍採用之數位通訊網路系統，以免造成網路設備之替代性不高導致維修困難之缺點與顧慮，因此監控網路共區分為四個等級：

- 木瓜園區域使用機電控制器與輸出入點之連線網路
- 機電控制器與控制台電腦工作站之連線網路
- 輸水管線外站遠端監控站之連線網路
- 控制台電腦工作站與大樹監控中心、南區水資源局曾管中心、嘉南農田水利會東口工作站、台水公司第六區管理處、南化淨水場之連線網路

依據基本設計資料與結論完成系統傳輸效率計算與評估，做最佳之考慮，（一）機電控制器與輸出入點之連線網路，現場訊號之動作將於最低 0.324 秒時間即可由控制器接收與傳送完畢，符合監控需求。（二）機電控制器與控制台電腦工作站之連線網路，現場設備訊號之反應至工作站操作人員之畫面接收到共需 1.4 秒，應符合監控功能需求。（三）輸水管線遠端監控站、大樹監控中心、曾管中心、東口嘉南農田水利會、南化淨水場之連線網路，本系統在遠方資訊傳輸方面，正常工作時建議利用租用之 ADSL 數據傳輸專線有線傳輸，可得較佳之傳輸效率共需

1.57 秒，符合監控需求。(四)輸水管路外站監控站信號傳回監控參數，建議採用行動電話無線數據網路 GPRS 等通訊作為遠端通訊系統，監控站設備狀態變化之反應至工作站操作人員之畫面接收到共需 2.436 秒，符合監控需求。

有關製程設備之操作狀態請參考圖 2 室監控系統程序控制 P&I 圖內容所示，針對所需規劃之細部輸出入點之擷取互鎖、警報等信號均已列舉，方便爾後承商據以施工，其中除木瓜園調整池需求之輸出入點外，尚包括輸水管路沿線 10 處之電動設備訊號、及直接必須與大樹監控中心監控資料庫直接擷取之原輸水管線監控站內部信號（包括抽水機、水位警示等所有需求信號）三類，本系統必須完成所有監控資料庫之整合與互鎖，來管制送水策略與操作管制，使本輸水管路與原輸水管路做選擇性運轉之原則能順利進行，另必須包含現場配電盤開門警報回傳至控制室。木瓜園及遠端監控站監控系統操作參數及位置如表 7.3-1 所示。

本系統除系統外必須預留南化淨水場及未來東口連接用之電動閥等之連線功能之能力，預計以 ADSL 數據機直接做連線功能，惟操作工作站之圖控軟體容量必須足夠。

木瓜園操作室位於調整池高地，公用系統尚未達到該地，因此本系統所需之通訊網路及光纖必須自行建置 1 公里之自設線路至山下適當位置供電信公司界接使用，並應將自備線路作為申請通訊網路之要件。

7.3.2 電氣系統設計

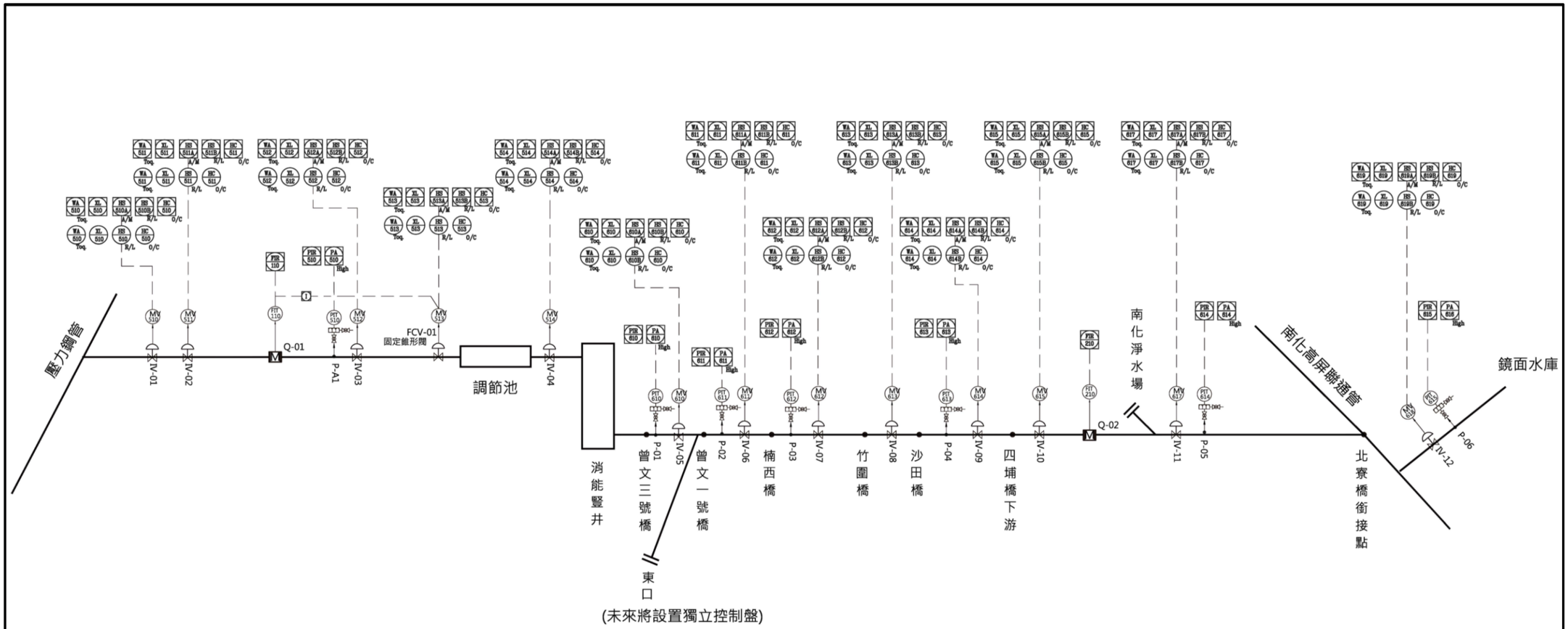
一、電力系統

(一) 一般說明

電氣及機電系統依據工程，必須完成木瓜園調整池操作室之供電系統、整體輸水管路系統之供電及監控系統。

請參考操作室機房電氣昇位圖及單線圖所示，每一系統將依據閥室機組選用型式來提供電力上之需求。並設置緊急電源發電機組來供使用(含消防設備需要及所有廠內設備之緊急電源發電機組仍然設置)來達成匹配運轉之效益。

輸水管路沿線除閘閥操作機房之 10 遠端監控站之電源系統，各該沿線電動設備規格請參考各設備規範所示，電動設備安裝完成後承商必須自行準備臨時用電試車，待本標完成永久電源設置後由本標切換供電，並做整合測試，如測試過程判定為原供應廠商介面功能有誤，仍需由原承商依據保固責任整修。



編號	位置	功能	閥門型式	閥門口徑(mm)	設計流量(CMD)	設計壓力(m)	備註
IV-01	#2導水隧道上游	隔離	電動蝶閥	2200	800,000	150	新建管路
IV-02	#2導水隧道上游	隔離	電動球閥	2200	800,000	150	
IV-03	木瓜園消能井上游	隔離	電動蝶閥	2200	800,000	100	
FCV-01	木瓜園消能井	流量控制	固定錐型閥	1500	800,000	100	
IV-04	木瓜園調整池下游	隔離	電動蝶閥	2600	800,000	100	
IV-05	曾文三號橋下游	隔離	電動蝶閥	2600	800,000	100	
IV-06	曾文一號橋下游	隔離	電動球閥	2600	800,000	100	
IV-07	楠西橋下游	隔離	電動球閥	2600	800,000	100	
IV-08	竹圍橋	隔離	電動球閥	2600	800,000	150	
IV-09	沙田橋下游	隔離	電動球閥	2600	800,000	150	
IV-10	四埔橋下游	隔離	電動球閥	2600	800,000	150	
IV-11	北寮銜接點上游	隔離	電動球閥	2600	800,000	150	
IV-12	平壓塔管路上游	隔離	電動蝶閥	2600	800,000	100	

圖 7.3-2　監控系統程序控制 P&I 圖

表 7.3-1　曾文南化聯通管監控系統操作參數一覽表

編號	位置	功能	閥門型式	閥門口徑(mm)	設計流量(CMD)	使用地點
IV-01	＃2 導水隧道上游	隔離	電動蝶閥	2,200	800,000	外站
IV-02	＃2 導水隧道上游	隔離	電動球閥	2,200	800,000	外站
IV-03	木瓜園消能井上游	隔離	電動蝶閥	2,200	800,000	木瓜園
FCV-01	木瓜園消能井	流量控制	固定錐型閥	1,500	800,000	木瓜園
IV-04	木瓜園調整池下游	隔離	電動蝶閥	2,600	800,000	木瓜園
IV-05	曾文三號橋	隔離	電動蝶閥	2,600	800,000	外站
IV-06	曾文一號橋	隔離	電動球閥	2,600	800,000	外站
IV-07	楠西橋下游	隔離	電動球閥	2,600	800,000	外站
IV-08	竹圍橋	隔離	電動球閥	2,600	800,000	外站
IV-09	沙田橋下游	隔離	電動球閥	2,600	800,000	外站
IV-10	四埔橋下游	隔離	電動球閥	2,600	800,000	外站
IV-11	北寮銜接點上游	隔離	電動球閥	2,600	800,000	外站
IV-12	平壓管段管路上游	隔離	電動蝶閥	2,600	800,000	外站

(二) 閘閥操作機房電力負載計算

操作室用電總量如下所示：

盤名	電力容量(KVA)	用途	備註
MR PANEL	10KVA	插座照明盤	
MP PANEL	33.6KVA	主電力盤	

總電力負載合計=43.6KVA×0.5 需量率=21.8KVA

緊急發電機容量=21.8KVA÷0.85÷0.9=28.5KW

選擇 30KW 緊急柴油發電機組，並設計三天之油料箱。

(三) 遠端監控站電力負載計算

負載名稱	電力容量(KVA)	用途	備註
電動閥	3.5KW	操作用設備	
監控系統	3KVA=2.5KW	電腦設備	
路燈	100W	照明	

總電力負載合計=6.6KW×0.7 需量率=4.6KW

目前單線圖設計以台電供電方式供應電源,建議依實際電源需求量在每一單站體聲請單相三線供電、或選擇三相系統供電；當實際電源需求量超過 30Kw 在架空區建議選擇三相三線 220V(供應契約容量上限 100kw)可無須提供台電公司配電場所、在地下配電區則建議選擇三相四線 380/220V 可有容量較高之裕度(供應契約容量上限 500kw)。

木瓜園操作室位於調整池高地，公用系統尚未達到該地，因此本系統所需之電力系統必須自行建置1公里之自設線路至山下適當位置供台電公司界接使用，並應將自備線路作為申請供電之要件。

二、相關機電配合工程

(一) 閘閥操作機房照明計畫

1. 提供國家標準照度須求,提供舒適性光源,擺設光線良好均勻度，提供安全性最佳之燈光與無反射效果(眩光)之燈具。
2. 人工照明以日光燈為主要光源，設計內容與燈具品質以節約能源與光線品質為考量。
3. 辦公室除主光源外，尚預留部份燈光電源以配合景觀照景與室內裝修，提供不同種之光源。
4. 不同種之光源以高效率美觀耐用防濕防潮為主考量，並配合燈光控制系統達到自動化目的。
5. 辦公室，機房，公共區，提供電力來源為插座或天花板上之預留容量，設置方式以符合設備區及辦公桌椅之調整。
6. 考慮未來擴充設備或新科技產品加入提供預留插座容量與電源容量。管線預留，電源供應，天花板出線，插座安裝位置等均依彈性法則配置以符合未來調整。

(二) 閘閥操作機房消防安全設備系統計畫

依據中華民國九十三年四月六日 台內消字第 09300905595 號各類場所消防安全設備設置標準執行本計劃案設計施工,各類場所消防安全設備應有如下項目配合建築物設計選定設備：

各類場所消防安全設備	
滅火設備 一、滅火器、消防砂。 二、室內消防栓設備。 三、室外消防栓設備。 四、自動撒水設備。 五、水霧滅火設備。 六、泡沫滅火設備。 七、二氧化碳滅火設備。 八、乾粉滅火設備。	**避難逃生設備** 一、標示設備：出口標示燈、避難方向指示燈、避難指標。 二、避難器具：指滑臺、避難梯、避難橋、救助袋、緩降機、避難繩索、滑杆及其他避難器具。 三、緊急照明設備。
警報設備 一、火警自動警報設備。 二、手動報警設備。 三、緊急廣播設備。 四、瓦斯漏氣火警自動警報設備。	**消防搶救上之必要設備** 一、連結送水管。 二、消防專用蓄水池。 三、排煙設備（緊急昇降機間、特別安全梯間排煙設備、室內排煙設備）。 四、緊急電源插座。 五、無線電通信輔助設備。

(三) 閘閥操作機房空調設備系統計畫

小面積空間（如：會議室、辦公室等）：採用小型分離式空調機系統，以符合各室獨立操作運轉的功能，可節省能源。

(四) 衛生給排水系統計畫

本計畫之閘閥室係以水利設施性質興建,操作室則有申請建築執照之需求,因此污廢水系統應依照建管單位建築法規及環保單位環保法規等有關規定辦理之，污排水管,管徑 3"以下者(含 3"),排水坡度須有 1/50 以上.3"以上者,須有 1/100 以上之排水坡度。依據操作室環境需求設置不銹鋼自來水管，PVC 雨水管及污水管，以合乎環境規格之標準作排放。

木瓜園操作室位於調整池高地，公用系統尚未達到該地，因此本系統所需之給水系統係吸取調整池原水經過濾系統濾除雜質後供應衛生設備使用，因本操作室以平時無人進駐為設計原則，因此並未提供飲用水規格設計。

三、避雷系統

本系統將截引閃電，將電流導入地下，能在一定的範圍內保護建築物或設備免受雷電破壞的金屬物，常用的材質為銅。避雷的原理是利用

尖端放電現象，讓被保護的建築或設備上的由雷雲感應出的電荷及時地釋放進入大氣，避免其過分的積累而引發巨大的雷電擊中事故。同時，在雷電發生時，避雷針還能吸引雷電的放電通道，讓雷電電流從避雷針流入大地，避免巨大的電流對建築或設備造成破壞。

避雷針保護的區域為錐形，其地面範圍的半徑約為避雷針到地面的距離。避雷針不能完全避免被保護的建築或設備被雷電擊中，只能降低被擊中的機率。同時因為大地電阻的存在，避雷針被雷電擊中時會抬高其附近地面的電勢，所以，在雷雨天氣時不能靠近避雷針，避免發生觸電事故。

本工程計畫執行如下列各系統設施：

(一) 於建物至高點設置放電式避雷針涵蓋保護全區建築物。

(二) 完整的避雷系統須考慮的重點有三：

1. 防止建築物的直接雷擊設備避雷針。

2. 靈敏度較高之電器產品裝置電源避雷器、信號避雷器。

3. 良好的接地系統加土壤改良計劑，避雷接地電纜採雙路且專用型。

(三) 電源避雷器(突波吸收器)

以並聯的電容器來吸收雷電流的能量。裝設突波吸收器之目的為限制及吸收線路上之異常電壓或雷擊突波，以避免機器設備受損。

7.4 管線水理分析

聯通管工程由電廠水道取水，經壓力鋼管取水段及木瓜園消能設施(上游至下游依序為供水豎井、消能井固定錐型閥、調整池及消能豎井)後進入輸水管路，而輸水管路終點包含南化淨水場及南化高屏聯通管(至內門減壓池)兩種情形，以下分別針對上游之電廠取水口至木瓜園消能設施之消能井，以及下游之木瓜園調整池至內門減壓池、東平橋控制閥前或南化淨水場進行管線水理分析計算。

7.4.1 穩定流分析

一、曾文水庫至木瓜園消能井閥前管段(80 萬 CMD)

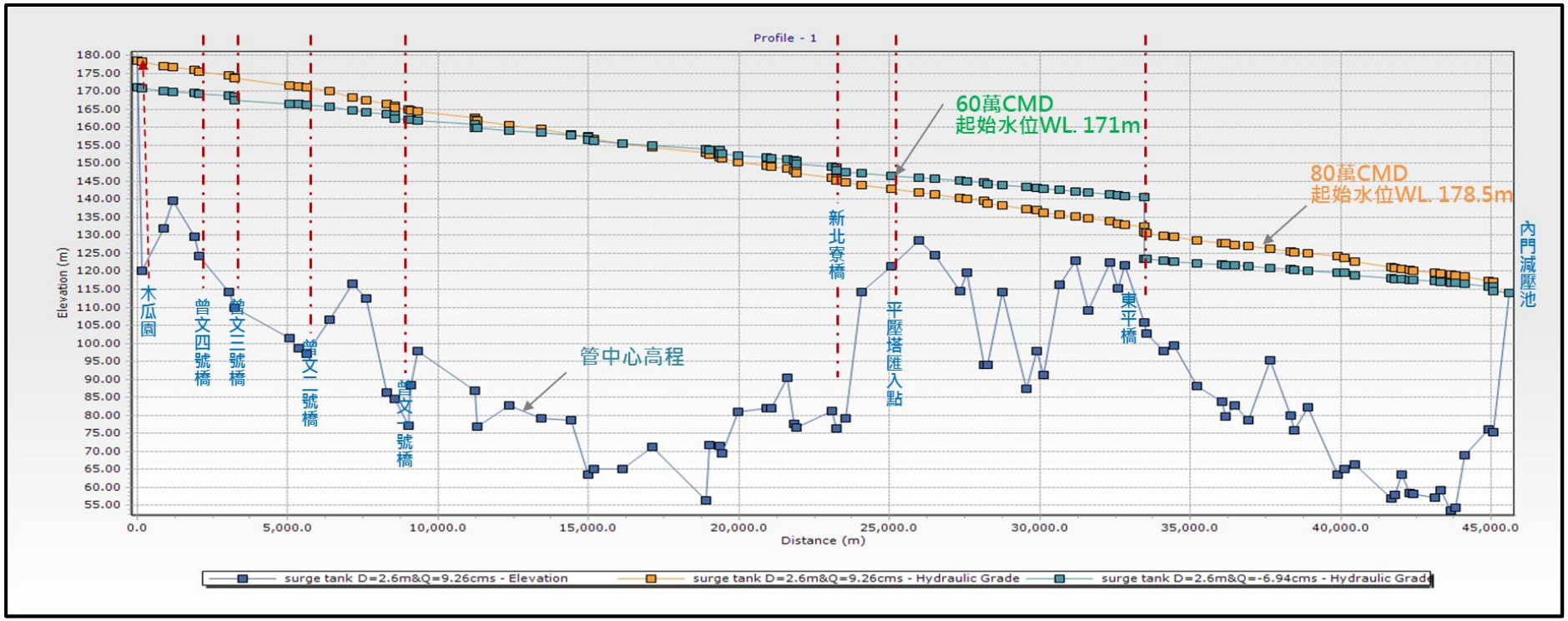
自曾文電廠取水口至木瓜園消能井閥前管段總長約 1,773.0m，管徑 1.5~3.8m，光滑管 Darcy f 採 0.0106~0.012，粗糙管 Darcy f 採 0.0115~0.0144，光滑管摩擦係數 k_w=f×L/D 為 0.14~6.91，粗糙管摩擦係數 k_w=f×L/D 為 0.17~8.28，彎管係數 k_b 為 0.6~7.78，流速 2.44~5.76m/s，光滑管能量損失合計 7.9m，粗糙管能量損失合計 8.42m，水理計算詳表 7.4-1 所示。

表 7.4-1 曾文電廠取水口至木瓜園消能井閥前設計流量 80 萬 CMD 之水理計算表

項目	曾文電廠取水口至木瓜園消能井前			
	電廠取水口至壓力鋼管預設銜接點	壓力鋼管銜接點至上游隔離閥	上游隔離閥至木瓜園隔離閥	木瓜園隔離閥至消能井固定錐型閥
長度(m)	100	221.4	1,434	17.5
管徑(m)	3.8	2.2	2.2	1.5
光滑管 Darcy f	0.0115	0.0106	0.0106	0.012
粗糙管 Darcy f	0.0115	0.0127	0.0127	0.0144
光滑管摩擦係數 Kw	0.3	1.07	6.91	0.14
粗糙管摩擦係數 Kw	0.3	1.28	8.28	0.17
彎管係數 kb	0.66	1.44	7.78	0.6
消能損失係數合計(光滑管)	0.96	2.51	14.69	0.74
消能損失係數合計(粗糙管)	0.96	2.72	16.06	0.77
流量(萬 CMD)	563.84	80	80	80
流速(m/s)	5.76	2.44	2.44	5.24
流速水頭(m)	1.693	0.304	0.304	1.401
能量損失(光滑管)(m)	1.63	0.76	4.47	1.04
能量損失(粗糙管)(m)	1.63	0.83	4.88	1.08
能量損失合計(光滑管)(m)	7.9			
能量損失合計(粗糙管)(m)	8.42			

二、木瓜園調整池至南化/高屏聯通管

南化高屏聯通管於東平橋時在流量小於60 萬CMD 的情況下流經D=1.5 多噴孔套筒閥，其閥前水力控制高程約 144m，本計畫以 80 萬 CMD 及 60 萬 CMD 模擬豎井消能工在穩定流下之水力坡降狀態，如圖 7.4-1 所示。



資料來源：本計畫分析。

圖 7.4-1　本計畫豎井消能工起始水位於 80 萬 CMD 及 60 萬 CMD 穩定流之水力坡降線圖

(一) 80 萬 CMD(內門減壓池)

本段長度共 45,732m，管徑採 2.6m 及 2.5m，光滑管 Darcy f 採 0.0100~0.0145，粗糙管 Darcy f 採 0.0120~0.0168，光滑管摩擦係數 k_w=f×L/D 為 5.42~64.11，粗糙管摩擦係數 k_w=f×L/D 為 6.51~74.28，彎管係數 k_b 為 64.78 及 84.83，流速 1.75~1.89m/s，光滑管木瓜園調整池水位 WL.171.82m，粗糙管木瓜園調整池水位 WL.178.01m，光滑管能量損失合計 57.82m，粗糙管能量損失合計 64.01m，水理計算詳表 7.4-2 所示。

(二) 60 萬 CMD(東平橋)

本段長度共 33,580m，管徑採 2.6m 及 2.5m，光滑管 Darcy f 採 0.0100~0.0145，粗糙管 Darcy f 採 0.0120~0.0168，光滑管摩擦係數 k_w=f×L/D 為 0.54~58.47，粗糙管摩擦係數 k_w=f×L/D 為 0.65~68.42，彎管係數 k_b 為 84.83 及 30.36，流速 1.31~1.42m/s，光滑管木瓜園消能豎井水位 WL.167.83m，粗糙管木瓜園消能豎井水位 WL.170.39m，光滑管能量損失合計 23.83m，粗糙管能量損失合計 26.39m，水理計算詳表 7.4-3 所示。

三、木瓜園調整池至南化淨水場

本段長度共 25,011m，管徑採 2.6m，光滑管 Darcy f 採 0.0100~0.0141，粗糙管 Darcy f 採 0.0120~0.0165，光滑管摩擦係數 k_w=f×L/D 為 0.62~58.47，粗糙管摩擦係數 k_w=f×L/D 為 0.74~68.42，彎管係數 k_b 為 0.59~43.69，流速 1.75m/s，南化淨水場調整池正常水位 NWL.145m，光滑管木瓜園調整池水位 WL.177.75m，粗糙管木瓜園調整池水位 WL.181.06m，光滑管能量損失合計 32.75m，粗糙管能量損失合計 36.06m，水理計算詳表 7.4-4 所示。

表 7.4-2　木瓜園調整池至內門減壓池設計流量 80 萬 CMD 之水理計算表

項目	木瓜園調整池至內門減壓池段				
	木瓜園至南化高屏聯通管新設銜接點採 SP	木瓜園至南化高屏聯通管新設銜接點採 DIP	南化高屏聯通管北寮銜接點至內門減壓池 PCCP	南化高屏聯通管第 2、3 管段改善工程採 SP	南化高屏聯通管第 4、5 及 6 管段水管橋採 SP
長度(m)	12,605	10,782	11,495	9,440	1,410
管徑(m)	2.6	2.6	2.6	2.5	2.6
光滑管 Darcy f	0.0100	0.0141	0.0145	0.0101	0.01
粗糙管 Darcy f	0.0120	0.0165	0.0168	0.0121	0.012
光滑管摩擦係數 Kw	48.48	58.47	64.11	38.14	5.42
粗糙管摩擦係數 Kw	58.18	68.42	74.28	45.69	6.51
彎管係數 kb	84.83		64.78		
消能損失係數合計(光滑管)	133.31	58.47	128.89	38.14	5.42
消能損失係數合計(粗糙管)	143.01	68.42	139.06	45.69	6.51
流量(萬 CMD)	80	80	80	80	80
流速(m/s)	1.75	1.75	1.75	1.89	1.75
流速水頭(m)	0.156	0.156	0.156	0.182	0.156
能量損失(光滑管)(m)	20.8	9.12	20.11	6.94	0.85
能量損失(粗糙管)(m)	22.31	10.67	21.69	8.32	1.02
能量損失合計(光滑管)(m)	57.82				
能量損失合計(粗糙管)(m)	64.01				
內門水力高程(m)	114				
木瓜園調整池水位(m)(光滑管)	171.82				
木瓜園調整池水位(m)(粗糙管)	178.01				
木瓜園調整池設計水位(m)	182.00				
餘裕水頭(m)	3.99				

表 7.4-3　木瓜園豎井消能工至東平橋設計流量 60 萬 CMD 之水理計算表

項目	木瓜園調整池至東平橋段				
	木瓜園至南化高屏聯通管新設銜接點採 SP	木瓜園至南化高屏聯通管新設銜接點採 DIP	南化高屏聯通管北寮銜接點至東平橋 PCCP	南化高屏聯通管第 2、3 管段改善工程採 SP	南化高屏聯通管第 2、3 水管橋採 SP
長度(m)	12,605	10,782	612	9,440	141
管徑(m)	2.6	2.6	2.6	2.5	2.6
光滑管 Darcy f	0.01000	0.01410	0.0145	0.01010	0.01000
粗糙管 Darcy f	0.01200	0.01650	0.0168	0.01210	0.01200
光滑管摩擦係數 Kw	48.48	58.47	3.41	38.14	0.54
粗糙管摩擦係數 Kw	58.18	68.42	3.95	45.69	0.65
彎管係數 kb	84.83		30.36		
消能損失係數合計(光滑管)	133.31	58.47	33.77	38.14	0.54
消能損失係數合計(粗糙管)	143.01	68.42	34.31	45.69	0.65
流量(萬 CMD)	60	60	60	60	60
流速(m/s)	1.31	1.31	1.31	1.42	1.31
流速水頭(m)	0.088	0.088	0.088	0.103	0.088
能量損失(光滑管)(m)	11.73	5.15	2.97	3.93	0.05
能量損失(粗糙管)(m)	12.58	6.02	3.02	4.71	0.06
能量損失合計(光滑管)(m)	23.83				
能量損失合計(粗糙管)(m)	26.39				
東平橋控制水力高程(m)	144				
木瓜園調整池水位(m)(光滑管)	167.83				
木瓜園調整池水位(m)(粗糙管)	170.39				
木瓜園調整池設計水位(m)	182				
餘裕水頭(m)	11.61				

表 7.4-4　木瓜園調整池至南化淨水場設計流量 80 萬 CMD 之水理計算表

項目	木瓜園至南化淨水場			
	木瓜園至四埔橋下游銜接點採 SP	木瓜園至四埔橋下游銜接點採 DIP	四埔橋銜接點至南化淨水場採 DIP	四埔橋銜接點至南化淨水場採 SP
長度(m)	11,749	10,782	2,320	160
管徑(m)	2.6	2.6	2.6	2.6
光滑管 Darcy f	0.0100	0.0141	0.0141	0.0100
粗糙管 Darcy f	0.0120	0.0165	0.0165	0.0120
光滑管摩擦係數 Kw	45.19	58.47	12.58	0.62
粗糙管摩擦係數 Kw	54.23	68.42	14.72	0.74
彎管係數 kb	43.69	40.09	8.63	0.59
消能損失係數合計(光滑管)	88.88	98.56	21.21	1.21
消能損失係數合計(粗糙管)	97.92	108.51	23.35	1.33
流量(萬 CMD)	80	80	80	80
流速(m/s)	1.75	1.75	1.75	1.75
流速水頭(m)	0.156	0.156	0.156	0.156
能量損失(光滑管)(m)	13.87	15.38	3.31	0.19
能量損失(粗糙管)(m)	15.28	16.93	3.64	0.21
能量損失合計(光滑管)(m)	32.75			
能量損失合計(粗糙管)(m)	36.06			
南化淨水場調整池水位 NWL	145			
木瓜園調整池水位(光滑管)(m)	177.75			
木瓜園調整池水位(粗糙管)(m)	181.06			
木瓜園調整池設計水位(m)	182.00			
餘裕水頭(m	0.94			

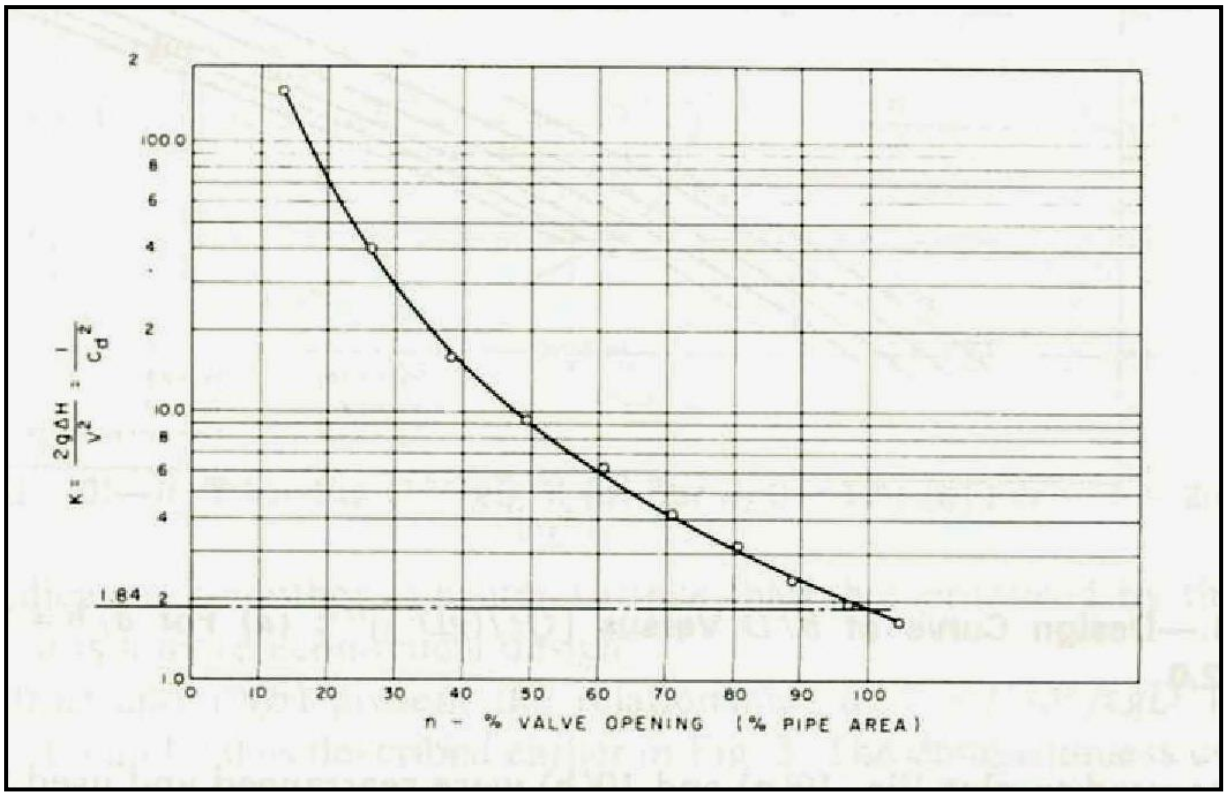
四、消能井控制閥流量率定曲線計算

水庫水流經消能井控制閥之流量與閥之前後差壓有關，閥前上游壓力為水庫水位減去上游取水路水頭損失，而閥後下游壓力為為消能井下游渠道水位。消能井下游渠道水位則受渠底高程及下游輸水路水頭損失及末端水池(內門減壓池或南化淨水場)水位之影響。

圖 7.4-2 為參考 Hydraulic Design of Vertical Stilling Wells 所載標準套筒閥之能量消耗與開度的關係，可見在控制閥全開情況下，閥門的損失係數 k=1.84，固定錐型閥閥徑採 1.5m，為確保在曾文水庫低水位時仍能輸送 80 萬 CMD 及 60 萬 CMD，以下進行控制閥全開時，消能井控制閥流量與水庫水位率定曲線計算。

(一) 曾文水庫輸水至南化/高屏聯通管之流量率定曲線計算

以圖 7.4-2 計算固定錐型閥開啟度 100%時之水庫水位輸水至南化淨水場流量如表 7.4-5 及圖 7.4-3 所示。



資料來源：Burgi, P.H. “Hydraulic Design of Vertical Stilling Wells”. ASCE Journal of Hydraulic Division, July, 1975, pp.801-816.

圖 7.4-2　模型試驗標準套筒閥之消能係數

表 7.4-5　固定錐型閥開啟度 100%時之水庫水位輸水至內門減壓池流量計算

曾文系統水庫水位(m)	內政部系統水庫水位(m)	流量 (10^4CMD)	上游水頭損失△H1(m)	下游邊界水位 WL.(m)	消能水頭 H(m)	流速(m/s)	水庫蓄水量 (10^4m^3)
230.0	231.28	80.0	8.42	178.01	44.85	17.59	51,802.6
189.13	190.41	80.0	8.42	178.01	3.98	5.24	3,543.5
189.0	190.28	79.7	8.39	177.94	3.96	5.23	3,488.1
188.0	189.28	76.1	7.77	177.91	3.61	4.99	3,080.8
187.0	188.28	72.4	7.14	177.88	3.26	4.75	2,692.2
186.0	187.28	68.3	6.53	177.85	2.91	4.48	2,319.8
185.0	186.28	64.1	5.91	177.81	2.56	4.20	1,969.3
184.0	185.28	59.6	5.30	177.77	2.21	3.91	1,654.2
183.0	184.28	54.8	4.68	177.73	1.87	3.59	1,358.3
182.0	183.28	49.5	4.07	177.68	1.53	3.25	1,072.7
181.0	182.28	43.7	3.46	177.63	1.19	2.87	801.4
180.0	181.28	37.1	2.86	177.56	0.86	2.43	559.0
179.0	180.28	29.3	2.27	177.48	0.53	1.92	351.0
178.0	179.28	19.1	1.69	177.36	0.23	1.25	218.2
177.0	178.28	0.0	1.21	177.00	0.00	0.00	158.5

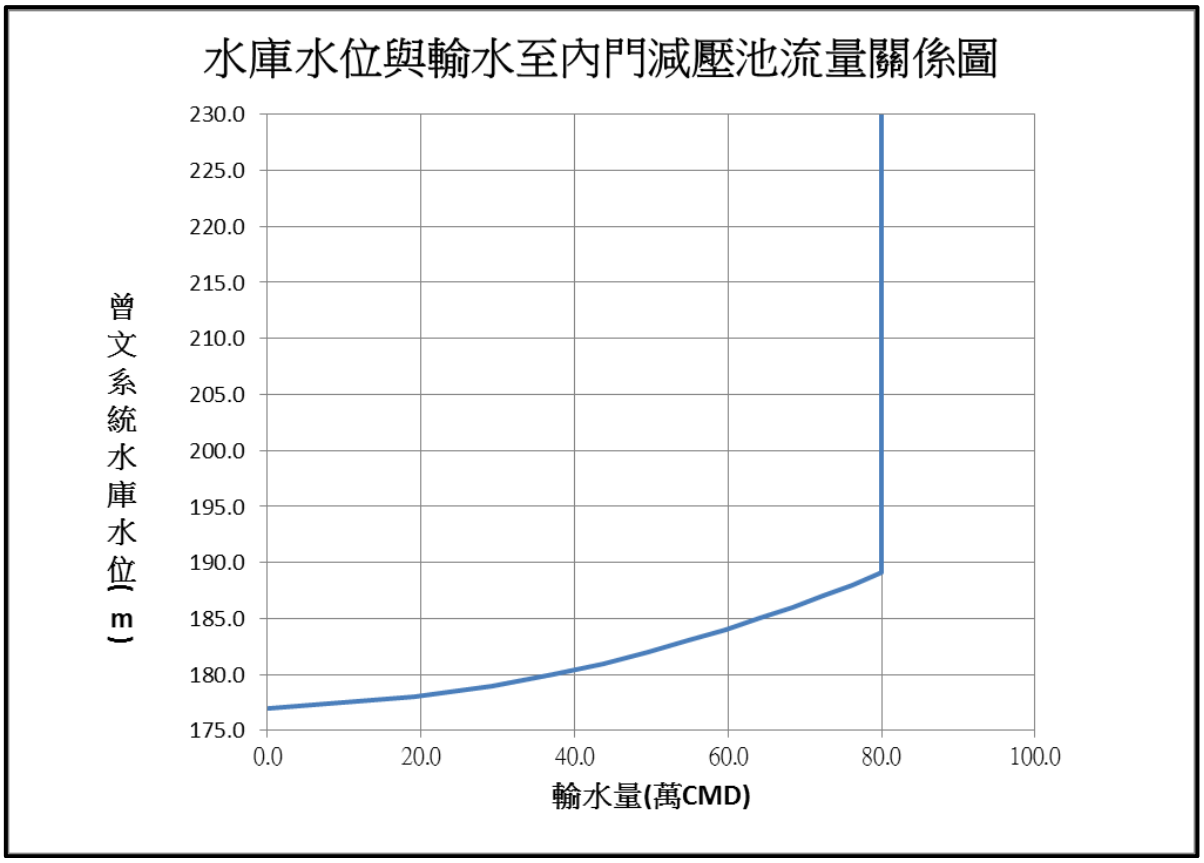


圖 7.4-3　曾文水庫水位與輸水至內門減壓池流量關係圖

1. 設計流量：Q=80 萬 CMD 或 9.26cms

2. 設計消能量

(1) 水庫操作水位：EL.177.0m~EL.230.0m(曾文系統高程)

(2) 流量 80 萬 CMD 時木瓜園調整池水位：EL.178.01m

(3) 流量 60 萬 CMD 時木瓜園消能豎井水位：EL.170.39m

(4) 木瓜園至內門減壓池水路水頭損失：64.01m

(5) 內門減壓池水位 NWL：WL.114m

(6) 木瓜園至東平橋控制閥水路水頭損失：26.39m(Q=60 萬 CMD)

(7) 東平橋控制閥前壓力高程：EL.144m

(8) 電廠壓力鋼管銜接點至調整池前消能工水路水頭損失：8.42m

(9) 設計消耗水頭：ΔH_{max}=(230+1.28)-8.42-178.01=44.85m。

(二) 曾文水庫輸水至南化淨水場之流量率定曲線計算

以圖 7.4-2 計算固定錐型閥開啟度 100%時之水庫水位輸水至南化淨水場流量如表 7.4-6 及圖 7.4-4 所示。

表 7.4-6　固定錐型閥開啟度 100%時之水庫水位輸水至南化淨水場流量計算

曾文系統 水庫水位(m)	內政部系統 水庫水位(m)	流量 (10^4CMD)	上游水頭 損失△H1(m)	下游邊界 水位 WL.(m)	消能水頭 H(m)	流速(m/s)	水庫蓄水量 (10^4m^3)
230.0	231.28	80.0	8.42	181.06	41.81	16.99	51,802.6
192.2	193.46	80.0	8.42	181.06	3.99	5.25	4,907.5
192.0	193.28	79.9	8.39	180.92	3.97	5.24	4,821.2
191.0	192.28	79.1	8.24	180.14	3.90	5.19	4,359.2
190.0	191.28	78.2	8.09	179.39	3.80	5.12	3,914.3
189.0	190.28	77.3	7.94	178.62	3.71	5.06	3,488.1
188.0	189.28	76.1	7.77	177.91	3.60	4.99	3,080.8
187.0	188.28	72.3	7.15	177.88	3.26	4.74	2,692.2
186.0	187.28	68.3	6.53	177.85	2.91	4.48	2,319.8
185.0	186.28	64.2	5.91	177.81	2.57	4.21	1,969.3
184.0	185.28	59.6	5.30	177.77	2.21	3.91	1,654.2
183.0	184.28	54.8	4.68	177.73	1.87	3.59	1,358.3
182.0	183.28	49.5	4.07	177.68	1.53	3.25	1,072.7
181.0	182.28	43.7	3.46	177.63	1.19	2.87	801.4
180.0	181.28	37.1	2.86	177.56	0.86	2.43	559.0
179.0	180.28	29.3	2.27	177.48	0.53	1.92	351.0
178.0	179.28	19.1	1.69	177.36	0.23	1.25	218.2
177.0	178.28	0.0	1.21	177.00	0.00	0.00	158.5

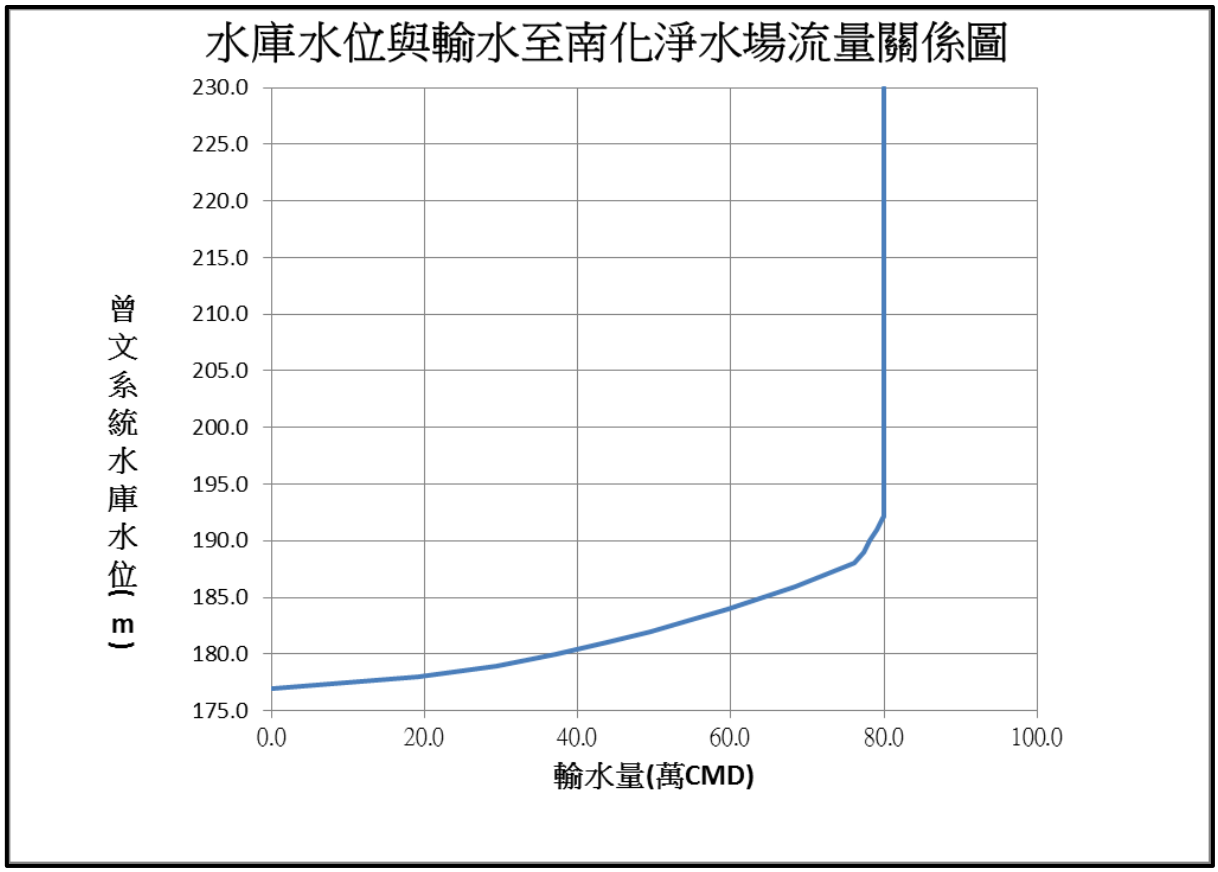


圖 7.4-4　曾文水庫水位與輸水至南化淨水場流量關係圖

1. 設計流量：Q=80 萬 CMD 或 9.26cms。

2. 設計消能量

(1) 水庫操作水位：EL.177.0m~EL.230.0m(曾文系統高程)。

(2) 流量 80 萬 CMD 時木瓜園調整池水位：EL.181.06m。

(3) 電廠壓力鋼管銜接點至調整池前消能工水路水頭損失：8.42m。

(4)設計消耗水頭：ΔHmax=(230+1.28)-8.42-181.06=41.8m。

7.4.2 暫態流分析

本輸水路由木瓜園調整池至內門減壓池全長約 45.8 公里，本水路的運轉擬由東平橋的消能閥維持其上游的水力坡降線使管線處於滿管狀態，並由水庫出口的消能井控制閥控制系統流量及消能豎井自動調節下游管線相應壓力，本節之目的在於模擬東平橋消能閥萬一關閉對管路壓力可能造成的衝擊。

東平橋消能設施的佈置如圖 7.4-5，該設計共有二條水路，在流量小於 60 萬 CMD 的情況下流經 D=1.8m 支管及 D=1.5m 多噴孔套筒閥予以消能，流量大於 60 萬 CMD 時則流經 D=2.6m 裝有蝶閥的母管。

一、模擬方法

本計畫採用 Bentley 公司之 Hammer 模式進行水錘分析，Hammer 模式利用特性法(MOC，Method of Characteristics)模擬壓力波的傳遞及增減，可計算管線沿程的水理，精確掌握極端壓力發生的時間及地點；Hammer 模式採用圖形化介面，使工程師可快速建置由管線、水池、抽水機及水錘控制裝置組成的複雜管網，此模式可模擬完整的暫態現象(包括停泵水錘及水柱分離等)，並有 20 種以上水錘控制設備可供選擇，工程師藉由不同水錘控制設備及操作之組合，可進行各種降低水錘方案之模擬。

二、閥門資料

(一) 流量係數與開度關係

多噴孔套筒閥流量係數與行程開度的關係曲線如圖 7.4-6 所示，蝶閥水頭損失係數與開度之關係曲線如圖 7.4-7 所示。

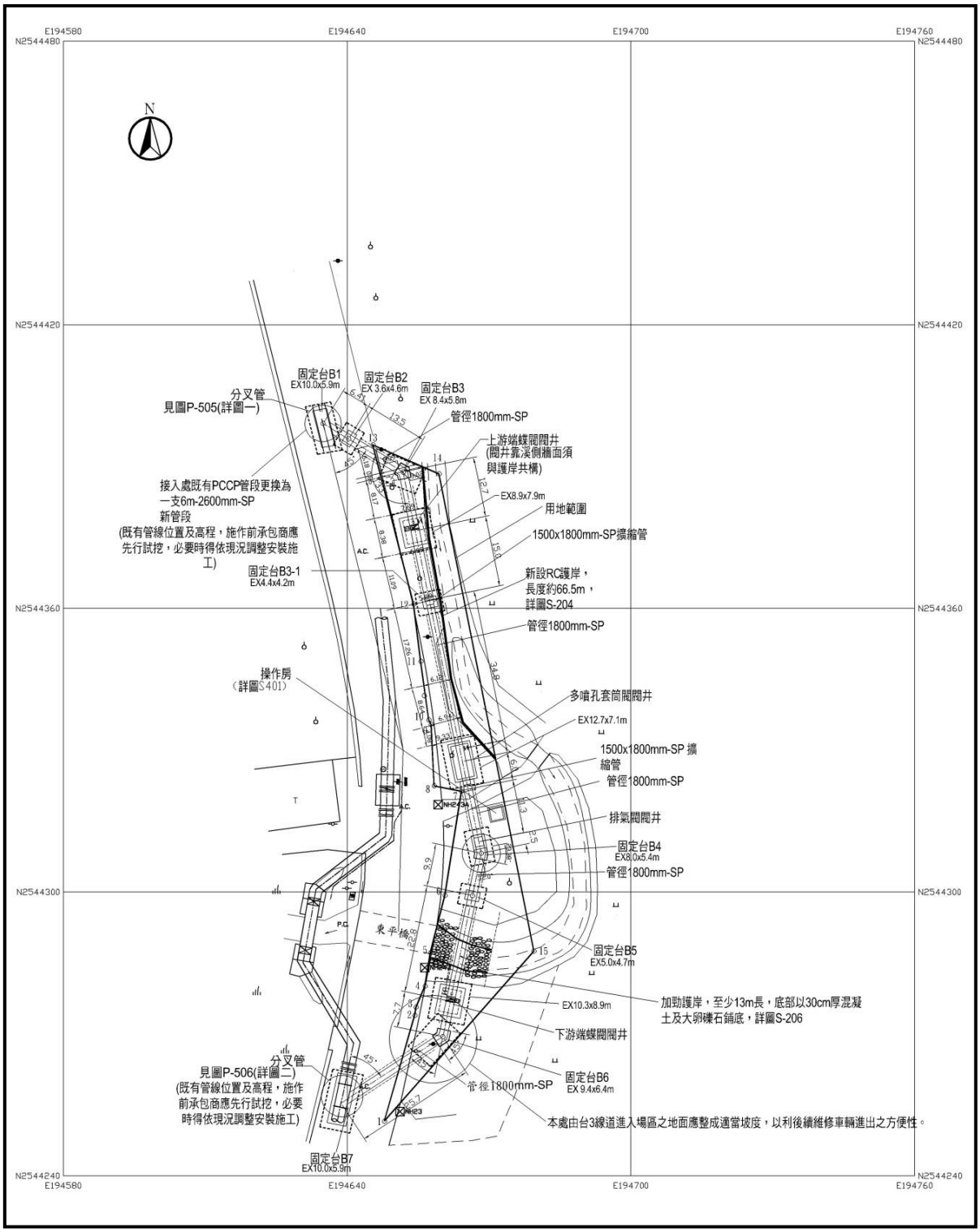


圖 7.4-5　東平橋消能設施平面佈置圖

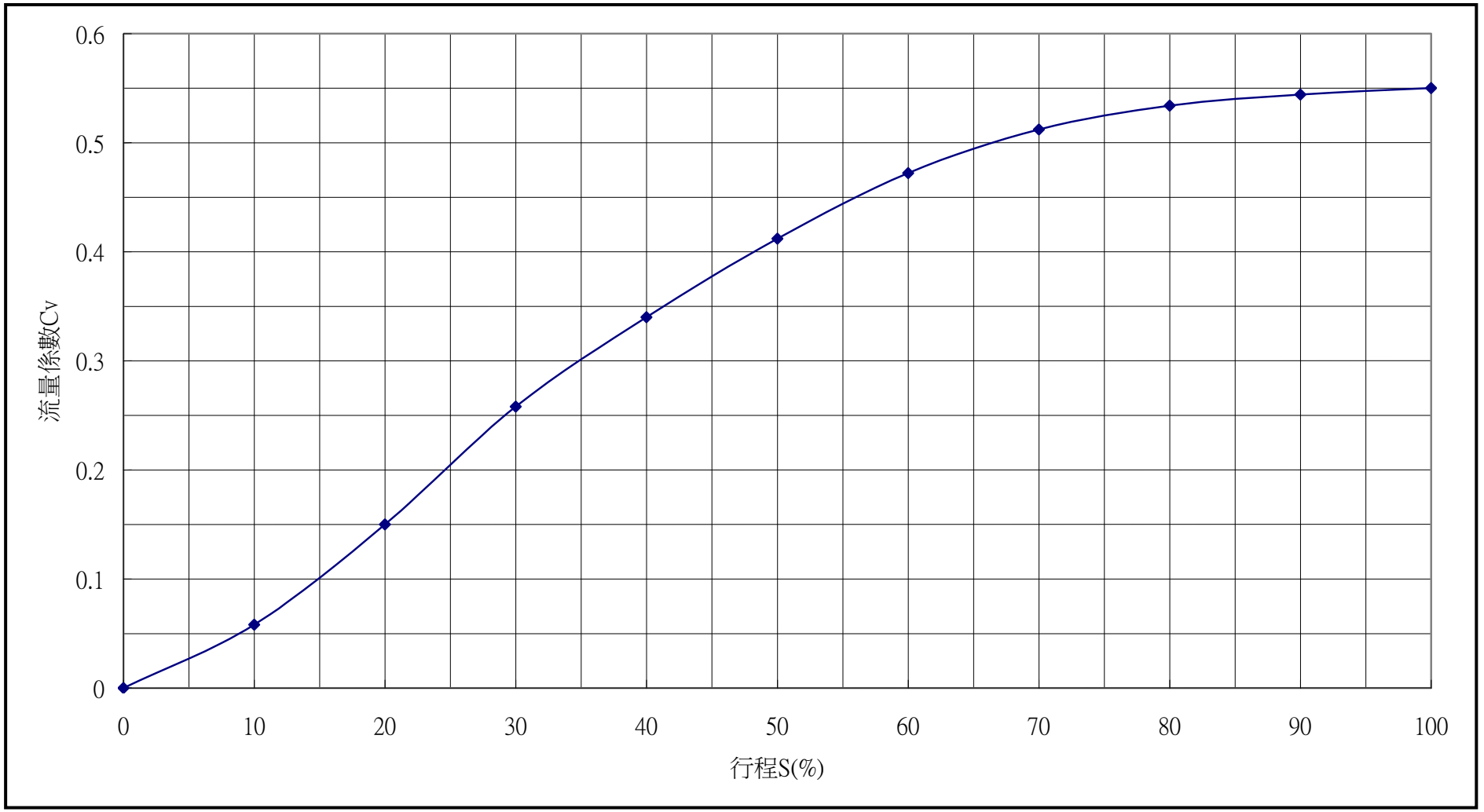


圖 7.4-6　東平橋多噴孔套筒閥流量特性曲線

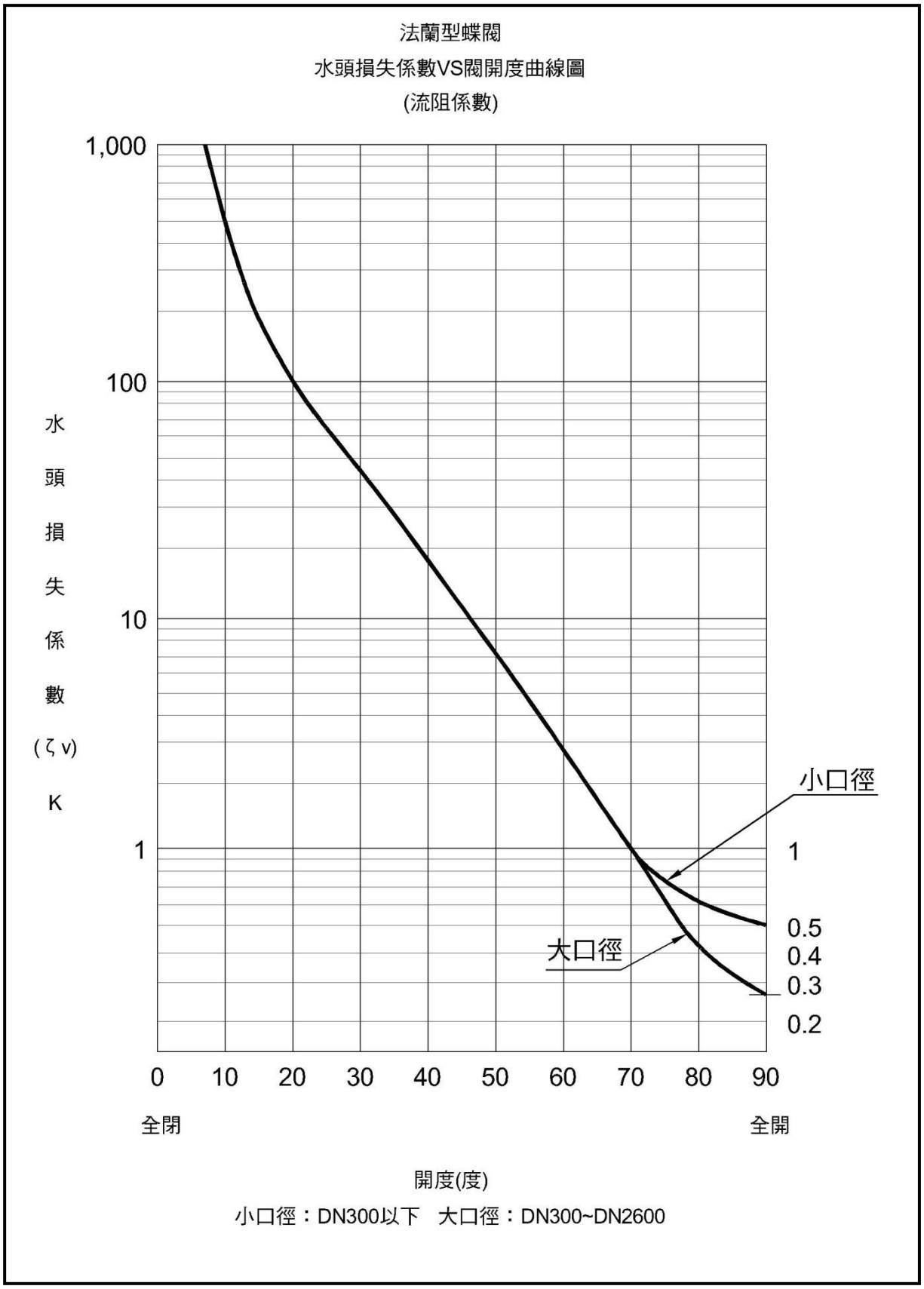


圖 7.4-7　東平橋控制蝶閥流量特性曲線

(二) 全程關閉時間

1. 多噴孔套筒閥單行程時間為 21 分 14 秒

2. 蝶閥單行程時間為 29 分鐘

三、模擬條件

本計畫模擬運轉在 60 或 80 萬 CMD 情況下東平橋控制閥關閉兩種情境之暫態流分析，模擬情境列如表 7.4-7 所示。

表 7.4-7　木瓜園至內門減壓池輸水路暫態流分析之模擬情境

情境	輸水量 (萬 CMD)	平壓管段管徑(m)	木瓜園豎井水位 (WL.m)	東平橋控制閥	模擬關閉 (初始/關閉)	模擬時間
1	80	D=2.6m	178.5	ϕ2.6m 蝶閥 29 分	100/0	29 分
2	60	D=2.6m	171.0	ϕ1.5m 多噴孔套筒閥 21 分 14 秒	68/0	14 分 26 秒

四、模擬成果

東平橋控制閥在穩定運轉下關閉的暫態流分析成果，並以探討新設管段(木瓜園至新北寮橋)之動水壓力與最大水錘壓力如表 7.4-8 及圖 7.4-8，成果說明如下：

(一) 情境 1 輸水量 80 萬 CMD 最大動水壓力 99m，最大水錘壓力約 104.05m，其增幅僅 5.1%。

(二) 情境 2 輸水量 60 萬 CMD 最大動水壓力 99.76m，最大水錘壓力約 102.23m，其增幅僅 2.5%。

表 7.4-8　曾水文庫木瓜園至內門減壓池新設管段(木瓜園至新北寮橋)動水壓力及最大水錘壓力

情境	輸水量 (萬 CMD)	平壓管段管徑 (m)	管中心高程(EL.m)	穩定流		暫態流	
				水力高程 (EL.m)	動水壓力 (m)	最高水力高程 (EL.m)	最大水錘壓力(m)
1	80	2.6	55.25	154.25	99	159.30	104.05
2	60	2.6	55.25	155.01	99.76	157.48	102.23

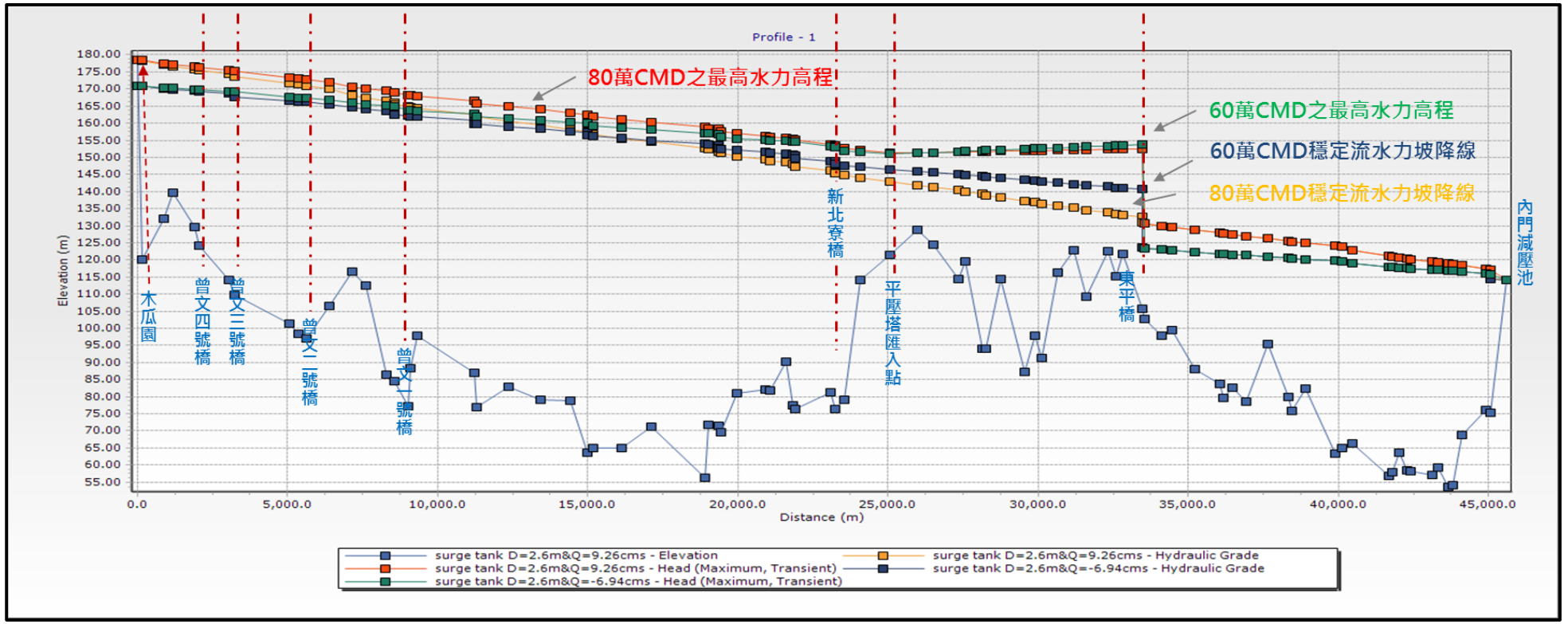


圖 7.4-8　本工程輸水量 80 及 60 萬 CMD 之最高水力高程圖

(三) 本工程採上游端消能並調節水位，下游端作水力高程控制以達滿管線兩管流操作，而兩種情境暫態分析水錘壓力之水力高程皆小於木瓜園調整池最高水位 HWL.182m，故本工程設計壓力為調整池最高水位減去管中心高程。

7.4.3 曾文南化聯通管與電廠輸水關聯分析

為探討曾文南化聯通管與電廠運轉之暫態流影響，根據民國 63 年 6 月曾文水庫建設誌下冊，曾文電廠進水道長度約 290m，直徑 3.8m，水輪機導翼由全開至全閉時間之關閉時間為 8.5 秒，而新設管段距電廠進水口約 100m，其管路長度約 1,773m，管徑依序分別 3.8m、2.2m 及 1.5m。本工程模擬消能井之固定錐型閥由全開至全閉之關閉時間為 5 分鐘，本計畫以 Hammer 模式進行暫態流分析，模擬水庫水位 E.L.230m(曾文系統高程)條件下，各情境暫態流產生水錘現象對電廠處之壓力值分析，成果如圖 7.4-9，分別說明如下。

一、情境 A：現況既有電廠跳機產生水錘壓力約 166.4m。

二、情境 B：既有電廠跳機及聯通管運轉產生水錘壓力約 166.4m。

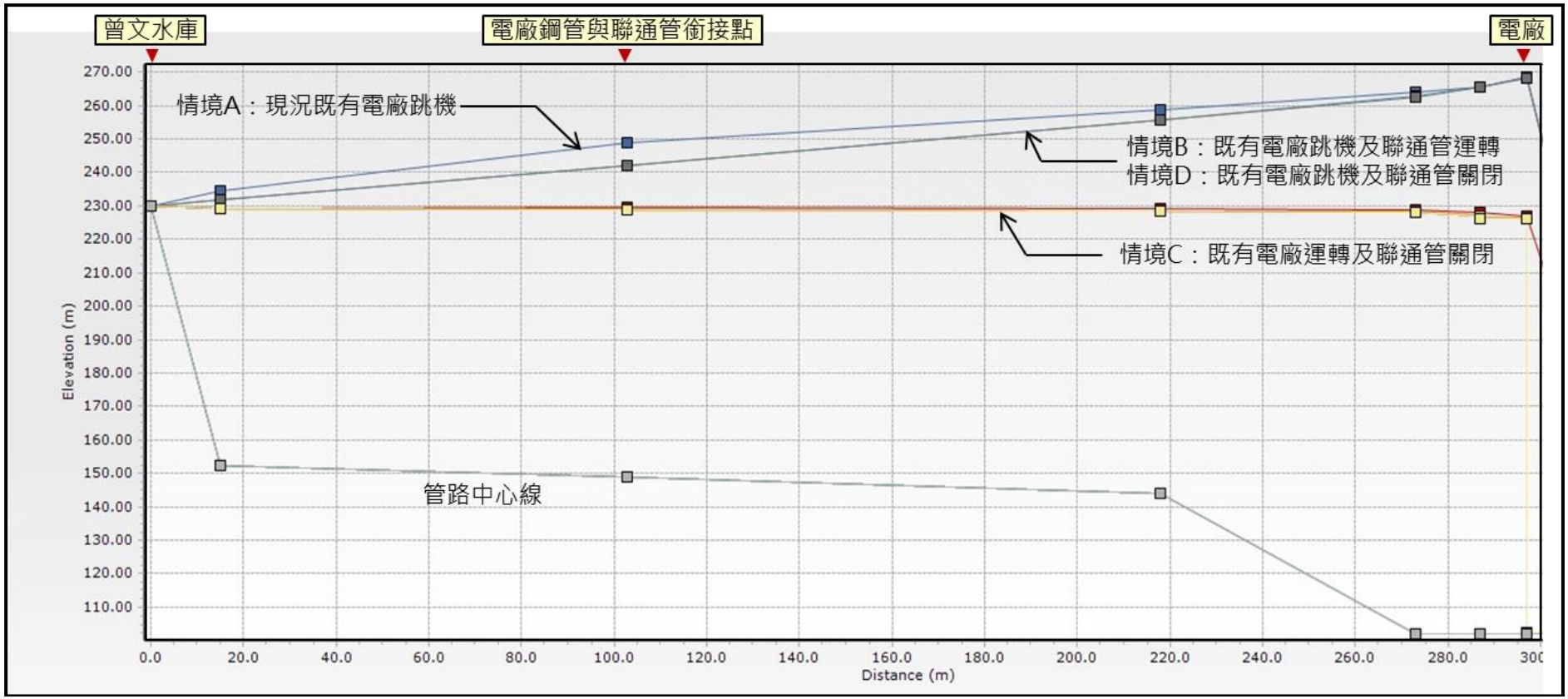
三、情境 C：既有電廠運轉及聯通管關閉產生水錘壓力約 125.0m。

四、情境 D：既有電廠跳機及聯通管關閉產生水錘壓力約 166.5m。

由以上模擬分析成果顯示，曾文南化聯通管對電廠輸水應無影響。而本工程取水段在情境 B、C 及 D 之暫態流產生水錘現象成果如圖 7.4-10 所示。取水管段設計壓力為取水段最高水力高程約 250m 減去本管段最低管中心高程 100m，故本取水管段設計壓力為採用 150m(15kg)。

7.4.4 管線試水壓擬訂

本聯通管可行分為取水管段及輸水管段，取水管段為曾文電廠壓力鋼管新設銜接點至木瓜園消能井固定錐型閥前長約 1,655.4m，其中壓力鋼管新設銜接點至#2 導水隧道內隔離閥前長約 220m，此段採用鋼管施作，鋼管現場每口焊道需 100%X-Ray 檢查。鋼管以混凝土包覆且新設銜接點無法設置固定台，研判本段漏水機率低，且對結構安全無影響，故建議本段不作現場試水壓測試。輸水管段由消能豎井至新北寮橋銜接點長約 23,387m，其中消能豎井至曾庫公路之約 156m 推進段已採用 WSP 管材，WSP 施作過程每個接頭需測試水壓且消能豎井內設置試水固定台困難度高，研判本推進段漏水機率低，且對結構安全無影響，故建議本段不作現場試水壓測試。除上述說明外，其餘各段試水壓建議如表 7.4-9 及圖 7.4-11 所示。



資料來源：本計畫分析。

圖 7.4-9　各情境電廠暫態流分析成果圖

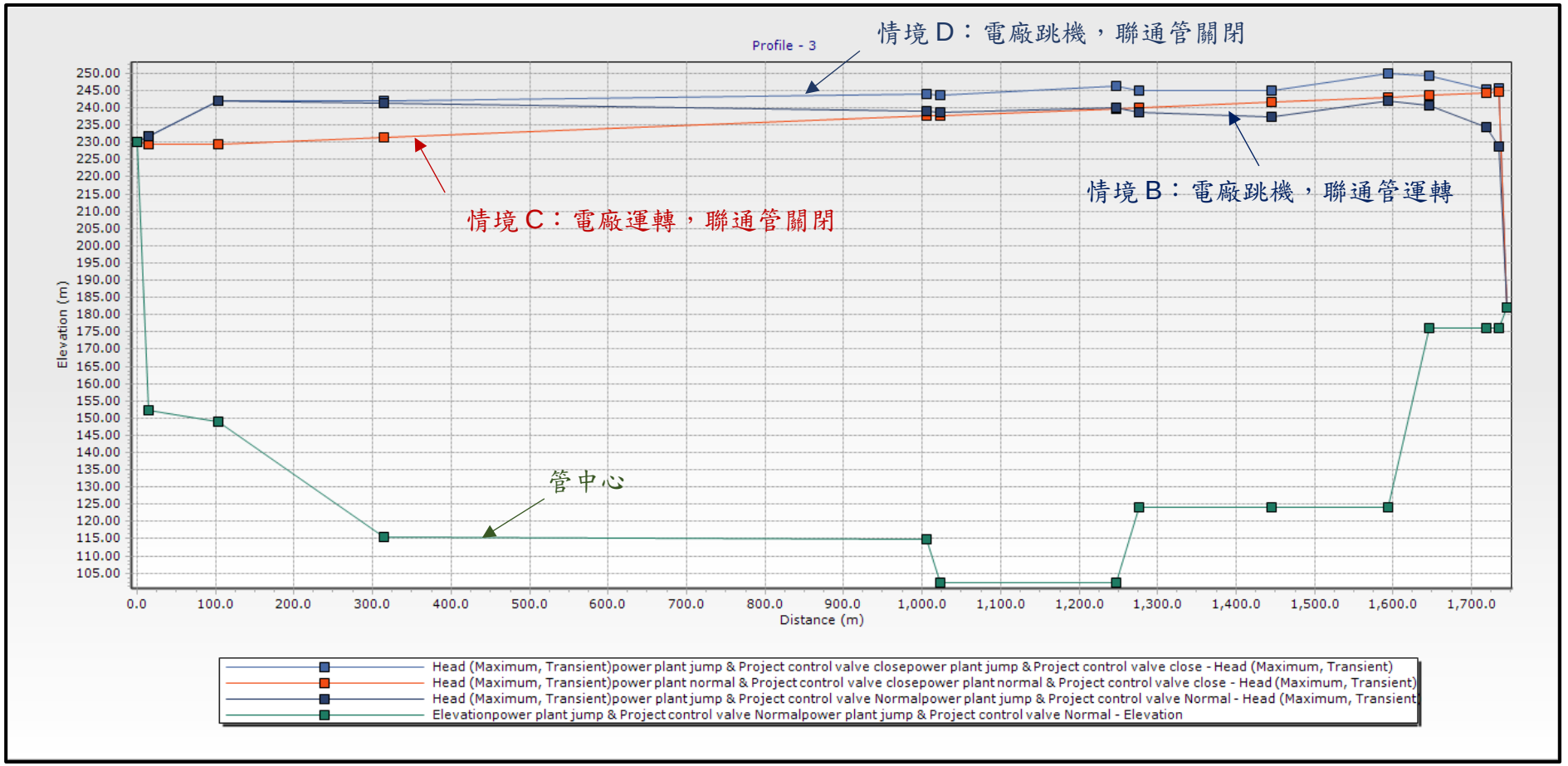


圖 7.4-10　本工程取水段各情境之最高水力高程圖

表 7.4-9　各管段管材及試水壓力彙整表(1/2)

管段	起點		終點		管材	施工方式	試水壓力
第一管段	0K+000	電廠鋼管銜接點	0K+250	導水隧道隔離閥	SP	隧道開挖	-
	0K+250	導水隧道隔離閥	0K+910	導水隧道終點(W01)	SP	#2 導水隧道內架管	15.0kg
	0K+910	導水隧道終點(W01)	1K+141	W02 推進井	WSP	推進	
	1K+141	W02 推進井	1K+311	W03 推進井	SP	明挖	
	1K+311	W03 推進井	1K+459	供水豎井	WSP	推進	
	1K+459	供水豎井	1K+531	木瓜園隔離閥	SP	明挖	
	1K+531	木瓜園隔離閥	1K+654	消能豎井 Baffle-drop	RC 調整池	明挖	-
	1K+654	消能豎井 Baffle-drop	1K+813	W04 推進井	WSP	推進	
	1K+813	W04 推進井	3K+520	曾文四號水管橋起點	DIP	明挖	10.0kg
第二管段	3K+520	曾文四號水管橋起點	3K+644	曾文四號水管橋終點	SP	水管橋	10.0kg
	3K+644	曾文四號水管橋終點	4K+628	曾文三號水管橋起點	DIP	明挖	
	4K+628	曾文三號水管橋起點	4K+854	曾文三號水管橋終點	SP	水管橋	
	4K+854	曾文三號水管橋終點	6K+470	曾文二號橋以北 480m	DIP	明挖	
第三管段	6K+470	曾文二號橋以北 480m	6K+947	曾文二號水管橋起點	DIP	明挖	10.0kg
	6K+947	曾文二號水管橋起點	7K+248	曾文二號水管橋終點	SP	水管橋	
	7K+248	曾文二號水管橋終點	7K+324	W05 推進井	DIP	明挖	
	7K+324	W05 推進井	9K+593	W16 推進井	DIP	推進	
	9K+593	W16 推進井	9K+889	曾文一號水管橋起點	WSP	推進	12.5kg
	9K+889	曾文一號水管橋起點	10K+154	曾文一號水管橋終點	SP	水管橋	
	10K+154	曾文一號水管橋終點	10K+252	W18 到達井	SP	明挖	
	10K+252	W18 到達井	10K+690	楠西北橋南端	WSP	推進	
	10K+690	楠西北橋南端	11K+054	台 3 及 174 市道銜接點以南約 150m	DIP	推進	10.0kg

表 7.4-9　各管段管材及試水壓力彙整表(2/2)

管段	起點		終點		管材	施工方式	試水壓力
第四管段	11K+054	台 3 及 174 市道銜接點以南約 150m	12K+745	楠西橋北端	DIP	推進	10.0kg
	12K+745	楠西橋北端	13K+495	W34 到達井	WSP	推進	12.5 kg
	13K+495	W34 到達井	14K+242	W37 推進井	DIP	推進	10.0kg
	14K+242	W37 推進井	14K+811	南 186 縣道以北約 890m	DIP	明挖	
	14K+811	南 186 縣道以北約 890m	15K+703	南 186 縣道	SP	明挖	12.5kg
第五管段	15K+703	南 186 縣道	16K+621	竹圍橋北端(W38)	SP	明挖	
	16K+621	竹圍橋北端(W38)	16K+692	竹圍橋南端(W39)	WSP	推進	
	16K+692	竹圍橋南端(W39)	17K+859	中山及中正路口(W40)	SP	明挖	
	17K+859	中山及中正路口	19K+592	玉井第一公墓前(W48)	WSP	推進	
	19K+592	玉井第一公墓前(W48)	20K+443	高陵水管橋起點	SP	明挖	
第六管段	20K+443	高陵水管橋起點	20K+502	高陵水管橋終點	SP	水管橋	12.5kg
	20K+502	高陵水管橋終點	20K+856	沙田水管橋起點	SP	明挖	
	20K+856	沙田水管橋起點	20K+940	沙田水管橋終點	SP	水管橋	
	20K+940	沙田水管橋終點	22K+415	三埔水管橋起點	SP	明挖	
	22K+415	三埔水管橋起點	22K+511	三埔水管橋終點	SP	水管橋	
	22K+511	三埔水管橋終點	22K+669	W49 推進井	SP	明挖	
	22K+669	W49 推進井	23K+287	W52 推進井	WSP	推進	
	23K+287	W52 推進井	23K+395	四埔水管橋起點	SP	明挖	
	23K+395	四埔水管橋起點	23K+469	四埔水管橋終點	SP	水管橋	
	23K+469	四埔水管橋終點	24K+118	W53 推進井	SP	明挖	
	24K+118	W53 推進井	24K+729	新北寮橋南端(W57)	WSP	推進	
	24K+729	新北寮橋南端(W57)	24K+806	北寮銜接點	SP	明挖	

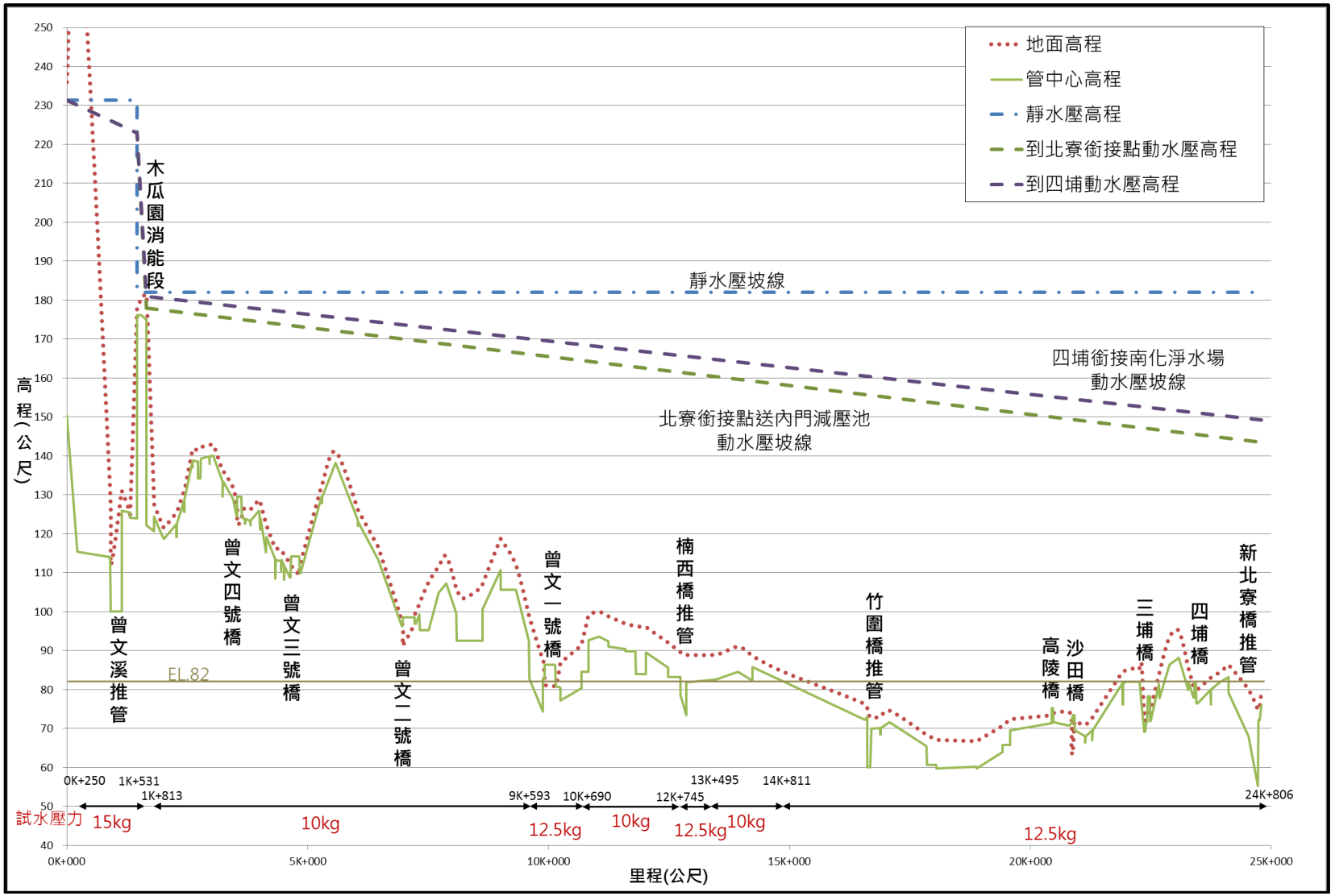


圖 7.4-11　曾文南化聯通管輸水 80 萬 CMD 水力坡降線圖

一、取水管段採用 15kg 試水壓力。

二、輸水管段在曾文一號橋至楠西北橋段、楠西橋推管段及南 186 縣道以北約 1.7 公里里程 14k+811 至北寮橋銜接點等三處管段採用 12.5kg 試水壓力。

三、除上述外其餘管段採用 10kg 試水壓力。

7.5 管橋河川水理分析

一、水理分析原則

為確保管橋安全及向主管機關申請施設跨河建造物，本計畫將針對跨越重要河川(已公告治理計畫)之管橋進行河川水理分析，以確認管橋梁底高度充足，並評估對河道通洪能力之影響。

HEC-RAS 為美國陸軍工程師團(Hydrologic Engineering Center)所發展之河川分析系統，基本演算過程為求解一維能量公式，能量損失係以磨擦損失(採用曼寧公式)及束縮/擴張損失(以流速水頭之變化量乘以一係數)估算；而在水面剖線急速變化如(如水躍)、橋梁水理演算及匯流口之情況下則採用動量公式演算。水理演算過程亦包括阻水結構如橋梁、箱涵、堰堤及洪氾區內之構造物，提供評估因河道改善及堤防構築所造成水面剖線變化之功能。

FESWMS 模式為美國運輸部公路局(Federal Highway Administration, U.S Department of Transport)所發展之二維水理模式「水面有限元素法模擬系統」。模式依據 Galerkin 有限元素法理論將二維水深平均模式對整個求解區域離散化，利用連續方程式與動量方程式架構配合 Newton-Raphson 法疊代求解以獲知各有限元素節點所代表河道中位置之水位及流速。模式主要可模擬河川中設置橋墩等跨河構造物對所跨越之河道水理所產生之影響，尤其是河川洪水位因受橋墩設置而壅高之影響程度及橋墩附近局部流場之變化情形。分析成果將可比較結構物設置後對水流、河道之影響。

二、分析成果

本計畫依據水利署第六河川局提供各河川最新之河道大斷面測量資料，以及各河川最新之計畫洪水量，參酌各治理計畫(規劃)報告各河段採用之曼寧粗糙係數，利用 HEC-RAS 模式進行一維水理分析如表 7.5-1 及表 7.5-2 所示。

油車溪(楠西橋)、後旦溪(竹圍橋)及後堀溪(新北寮橋)係採自河道底床下方推進通過，橫跨菜寮溪之平壓管段水管橋不落墩，對河道無影響，其他水管橋梁底高程均高於計畫洪水位，尚有充足之出水高。橋梁通水面積遮斷率部分均符合 8%內之規定。

表 7.5-1　管橋水理分析成果

溪流	水管橋名稱	斷面編號	河心距 (m)	斷面說明	樑底高程 (EL.m)	洪水位(EL.m)	
						計畫	增設管橋
曾文溪 (Q100)	曾文一橋水管橋	158	70,240	下游	84.47	78.16	78.16
		159	70,747	上游(曾文 1 號橋下游)		80.45	80.68
	曾文二橋水管橋	166	73,260	下游	96.65	87.12	87.12
		167	73,689	上游(曾文 2 號橋下游)		90.59	91.26
	曾文三橋水管橋	171	75,490	下游	112.40	98.39	98.39
		172	76,050	上游(曾文 3 號橋下游)		102.68	103.30
油車溪 (Q25)	楠西過河段 (推進)	5	1,809	下游	-	82.47	-
		6	1,999	上游(楠西橋下游)		83.56	-
後旦溪 (Q25)	竹圍過河段 (推進)	19	3,122	下游(竹圍橋上游)	-	70.83	-
		20	3,244	上游		70.93	-
後堀溪 (Q100)	新北寮過河段 (推進)	40.1	12,254	下游(新北寮橋上游)	79.45	76.18	-
		41	12,388	上游(北寮橋下游)		76.02	-
菜寮溪 (Q50)	平壓管段水管橋 (不落墩)	138.1	40,419	下游(鏡面一號橋)	110.00	108.72	-
		138.2	40,610	上游		111.30	-

表 7.5-2　管橋橋墩影響分析成果

溪流	橋梁名稱	通水面積 (m2)	水面高程 (m)	平均底床高程(m)	最大可能投影橋墩數	橋墩投影直徑(m)	遮斷率 (%)
曾文溪	曾文一橋水管橋	1,798.71	80.11	67.46	5	2.2	5.66
	曾文二橋水管橋	1,373.95	89.64	79.14	6	2.2	6.45
	曾文三橋水管橋	1,264.36	100.73	88.96	4	2.2	6.63

7.6 相關構造物結構分析

7.6.1 供水豎井結構分析

一、工程說明

供水豎井位於木瓜園台地東北側，依據本計畫補充地質調查成果報告，供水豎井鑽孔 A-01 柱狀圖顯示，0~8.0m 為覆土層，屬粉土質砂土偶夾小岩塊；8.0~60.0m 為砂質粉砂岩、砂質頁岩，岩石單壓強度為 94.35~206.33kgf/cm^2，單壓強度介於 50~250 kgf/cm^2 屬 B 岩類。鑽探時所量測地下水位為地表下 0.6m。

供水豎井內徑 4.2m，豎井上方屬土層部分之混凝土襯砌厚度 0.7m，襯砌外徑為 5.6m；豎井下方屬岩盤部分之混凝土襯砌厚度 0.4m，襯砌外徑為 5.0m。豎井高度約 60.0m，豎井內部完成混凝土襯砌並安裝 φ2,200mm 取水管後即予回填。

二、設計依據

豎井上方屬土層部分之開挖支撐設計，採用 H 型鋼加強環及浪形組合式鋼襯鈑作為土層開挖支撐，支撐外緣一圈以高壓噴射灌漿補強。

豎井下方屬岩盤部分之開挖支撐設計與隧道之設計方式相同，採用標準支撐系統設計法，依據行政院公共工程委員會「山岳隧道工程技術準則及解說」之 A、B 岩類支撐建議表(跨度<10m)進行設計，如表 7.6-1 所示。表內之 A 岩類為岩心單壓強度高於 250kgf/cm^2 者，B 岩類為岩心單壓強度介於 50~250kgf/cm^2 者。

表 7.6-1 內之 RMR 指南非 CSIR 之 Rock Mass Rating，其岩體評分標準如表 7.6-2 所示。

三、開挖支撐設計

豎井地表土層範圍，採用 H200*200@1.0m 加強環及浪形組合式鋼襯鈑(t=4.5mm)作為土層開挖支撐，支撐外緣一圈以樁徑 1.0m@0.8m 高壓噴射灌漿補強，如圖 7.6-1 所示。

表 7.6-1　台灣地區 A、B 岩類隧道標準支撐建議表

(隧道跨度<10m，最大覆蓋≤400m)

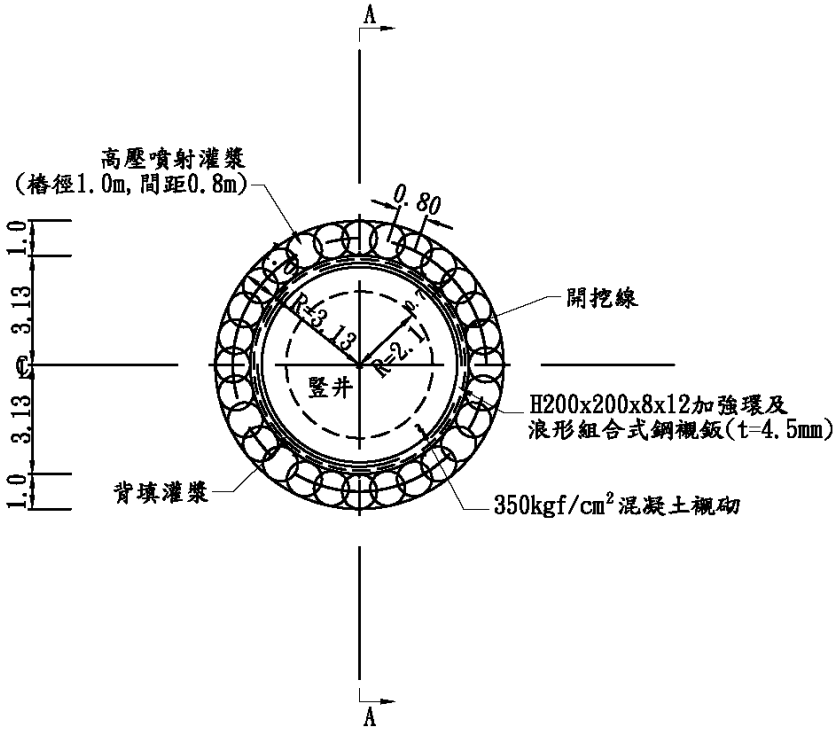
A 岩類	B 岩類	岩體級別		開挖工法	噴凝土厚度(cm)	鋼支保		岩栓		
						尺寸	間距(m)	長度(m)	縱距(m)	橫距(m)
RMR ≥ 81		Ⅰ	very good	全斷面開挖或台階工法	5	—	—	4 (視需要)	—	—
RMR 80～61	RMR ≥ 81	Ⅱ	good							
RMR 60～41	RMR 80～61	Ⅲ	fair	全斷面開挖或台階工法	10	H100x100 (視需要)	—	4	1.5 ~ 2.0	1.5 ~ 2.0
RMR 40～21	RMR 60～41	Ⅳ	poor	台階工法	15	H125x125	1.5 ~ 2.0	4 ~ 6	1.5 ~ 2.0	1.5 ~ 2.0
RMR 20～11	RMR 40～21	Ⅴ	very poor	台階工法	20 ~25	≥ H150x150	1.0 ~ 1.5	4 ~ 6	1.0 ~ 1.5	1.2 ~ 2.0
RMR ≤ 10	RMR ≤ 20	Ⅵ	extremely poor							

附註：表中噴凝土及鋼支保，均得依個案評估結果，視需要以鋼纖維噴凝土或桁型鋼支保替代。

資料來源：行政院公共工程委員會「山岳隧道工程技術準則及解說」，民國92年12月。

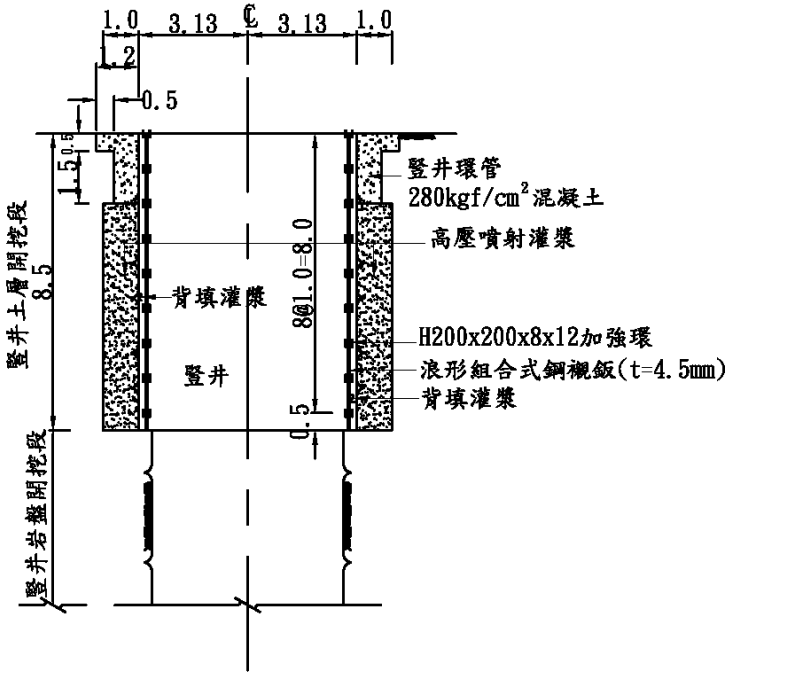
表 7.6-2　RMR 岩體評分標準

1	材料強度	點荷重指數 MPa	> 10	4-10	2-4	1-2	此強度範圍內以單壓強度為準		
		單壓強度 MPa	> 250	100-250	50-100	25-50	5-25	1-5	< 1
	評分		+15	+12	+7	+4	+2	+1	0
2	RQD %		90-100	75-90	50-75	25-50	< 25		
	評分		+20	+17	+13	+8	+3		
3	節理間距		> 2m	0.6-2m	200-600mm	60-200mm	< 60mm		
	評分		+20	+15	+10	+8	+5		
4	節理情況		不連續，緊閉岩壁甚粗糙堅硬	開口< 1mm 岩壁略粗糙，輕度風化	開口> 1mm 岩壁略粗糙，高度風化	連續，擦痕或含泥 <5mm 或開口 1-5mm	連續，含泥>5mm 或開口>5mm		
	評分		+30	+25	+20	+10	0		
5	地下水位情況	10m 長隧道之流量	0	< 10ℓ/min	< 25ℓ/min	25-125ℓ/min	> 125ℓ/min		
		節理水壓/主應力(σ1)	0	0	0-0.2	0.2-0.5	> 0.5		
		一般滲水情況	全乾	潮	濕	滴水	流水		
	評分		+15	+10	+7	+4	0		
6	節理位態(走向、傾角)		很有利	有利	可	不利	很不利		
	評分	隧道	0	-2	-5	-10	-12		
		基礎	0	-2	-7	-15	-25		
		岩坡	0	-5	-25	-50	-60		



竖井開挖支撐(土層)平面圖

S=1:200/Unit:m



竖井開挖支撐(土層)A-A剖面圖

S=1:200/Unit:m

註：鋼襯鈑安裝後應按規定進行背填灌漿。即每一鋼襯鈑安裝妥後，應於適當距離由灌漿孔以水泥砂漿灌滿鋼襯鈑與開挖處之裂隙。

圖 7.6-1　供水竖井開挖支撐(覆土層)

豎井下方岩盤部分之開挖支撐採用新奧工法(NATM)施作。依據前述標準支撐建議表，供水豎井開挖支撐設計，對於不同岩體級別研擬對應之支撐型式，如表 7.6-3 及圖 7.6-2 所示。對於豎井湧水地段，視需要採用錐體固結灌漿或其他輔助工法止水。

表 7.6-3　供水豎井開挖支撐等級表

支撐等級	Ⅱ (RMR ≥ 81)	Ⅲ (RMR 80～61)	Ⅳ (RMR 60～41)	Ⅴ (RMR 40～21)
開挖程序	全斷面開挖	全斷面開挖	全斷面開挖	全斷面開挖
輪進長度	2.0m~2.5m	1.5m~2.0m	1.2~1.5m	1.0m~1.2m
噴凝土	5cm	10cm	15cm	20cm
25mm φ灌漿岩栓	L=4m，橫距 2.0m，縱距 2.0m	L=4m，橫距 1.5m，縱距 1.5m	L=4m，橫距 1.5m，縱距 1.5m	L=4m，橫距 1.2m，縱距 1.0m
H 型(或桁型)鋼支保	-	H100(或 G100)@2.0m (視需要)	H125(或 G125)@1.5m	H150(或 G150)@1.0m
輔助工法	固結灌漿 (視需要)-	固結灌漿 (視需要)-	先撐鋼管、固結灌漿 (視需要)	先撐鋼管、固結灌漿 (視需要)

7.6.2 Baffle drop 消能豎井結構分析

一、工程說明

Baffle drop 消能豎井位於木瓜園台地西南側，為豎井內部設置階梯式水平擋板消能結構之設施。依據本計畫補充地質調查成果報告，Baffle drop 消能豎井鑽孔 A-02 柱狀圖顯示，0~18.2m 為覆土層，屬砂土夾岩塊及礫石；18.2~60.0m 為砂質頁岩、砂質粉砂岩，岩石單壓強度為 5.75~41.41kgf/cm^2，單壓強度小於 50 kgf/cm^2 屬 C 岩類。鑽探時所量測地下水位為地表下 7.6m。

Baffle drop 消能豎井內徑 7.6m，豎井上方屬土層部分之混凝土襯砌厚度 1.2m，襯砌外徑為 10.0m；豎井下方屬岩盤部分之混凝土襯砌厚度 1.0m，襯砌外徑為 9.6m。豎井高度約 63.0m。

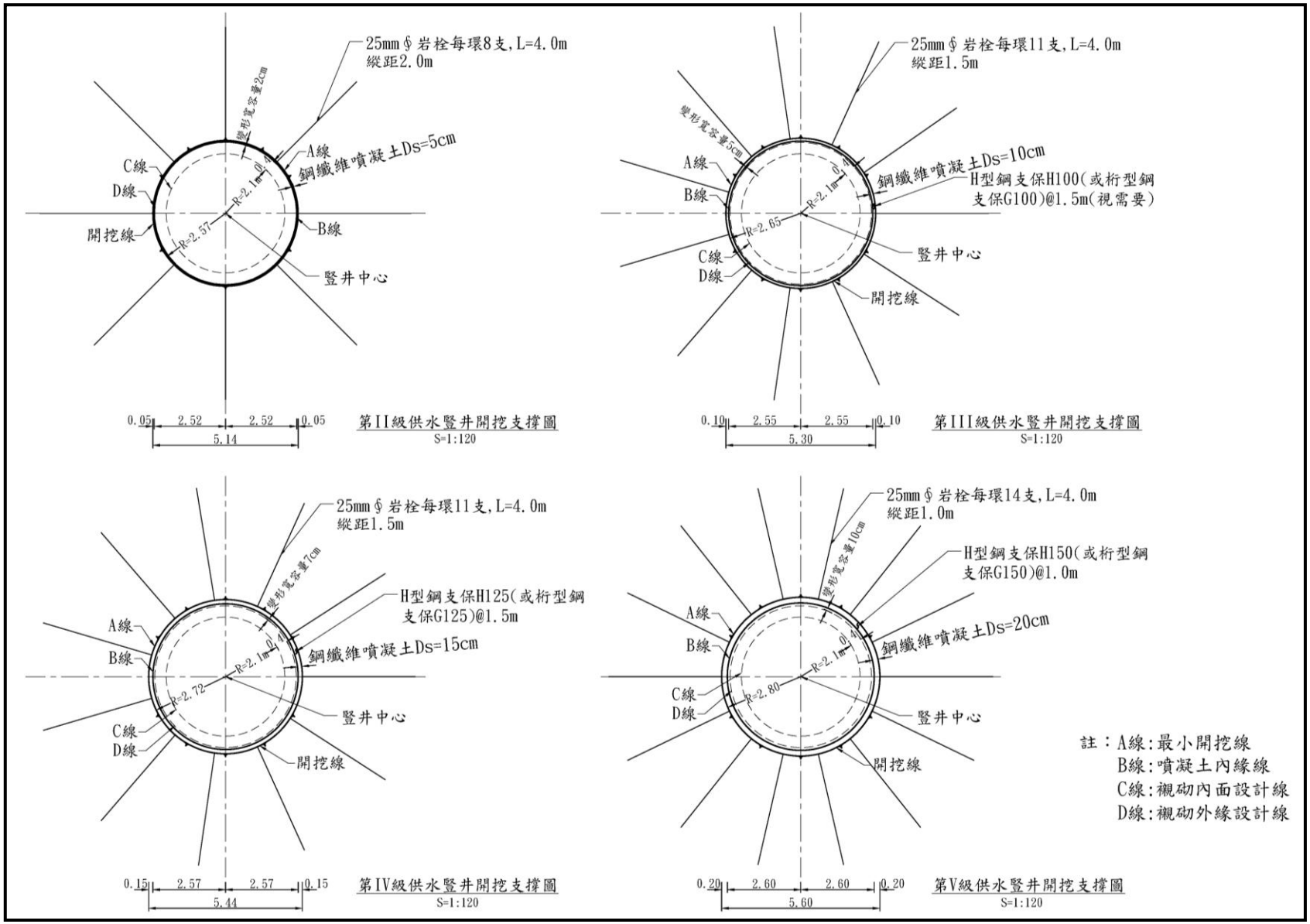


圖 7.6-2　供水竪井開挖支撐(岩盤)

二、設計依據

豎井上方屬土層部分之開挖支撐設計，採用 H 型鋼加強環及浪形組合式鋼襯鈑作為土層開挖支撐，支撐外緣一圈以高壓噴射灌漿補強。

豎井下方屬岩盤部分之開挖支撐設計與隧道之設計方式相同，採用標準支撐系統設計法，依據行政院公共工程委員會「山岳隧道工程技術準則及解說」之 C 岩類支撐建議表(跨度<10m)進行設計，如表 7.6-4 所示。表內之 C 岩類為岩心單壓強度小於 50kgf/cm^2 者，C 岩類之岩體分級標準如表 7.6-5 所示。

表 7.6-4　C 岩類隧道標準支撐建議表(隧道跨度<10m，最大覆蓋≤100m)

岩體級別	支撐型式	開挖工法	噴凝土厚度(cm)	鋼支保		岩栓		
				尺寸	間距(m)	長度(m)	縱距(m)	橫距(m)
$C_{I(c)}$	I	台階工法或全斷面工法	15	H100x100 或 H125x125	1.0 ~1.5	4~6	1.2~1.5	1.2~1.5
$C_{I(mix)}$	I							
$C_{I(s)}$	鋼支保基腳保護工(視需要)							
$C_{II(c)}$	II	台階工法或全斷面工法	15 ~ 20	H150x150	0.8 ~1.2	視需要	–	–
$C_{II(mix)}$	鋼支保基腳保護工							
$C_{II(s)}$	先撐保護工(視需要)							

附註：表中噴凝土及鋼支保，均得依個案評估結果，視需要以鋼纖維噴凝土或桁型鋼支保替代；岩栓則建議選用傘狀擴座式成效較佳。

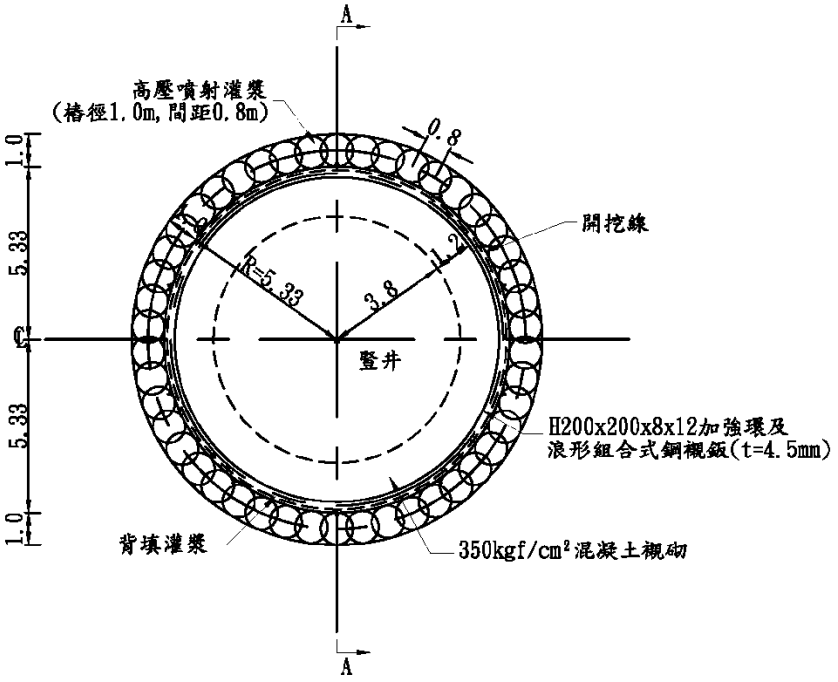
資料來源：行政院公共工程委員會「山岳隧道工程技術準則及解說」，民國92年12月。

表 7.6-5　C 岩類之岩體分級標準表

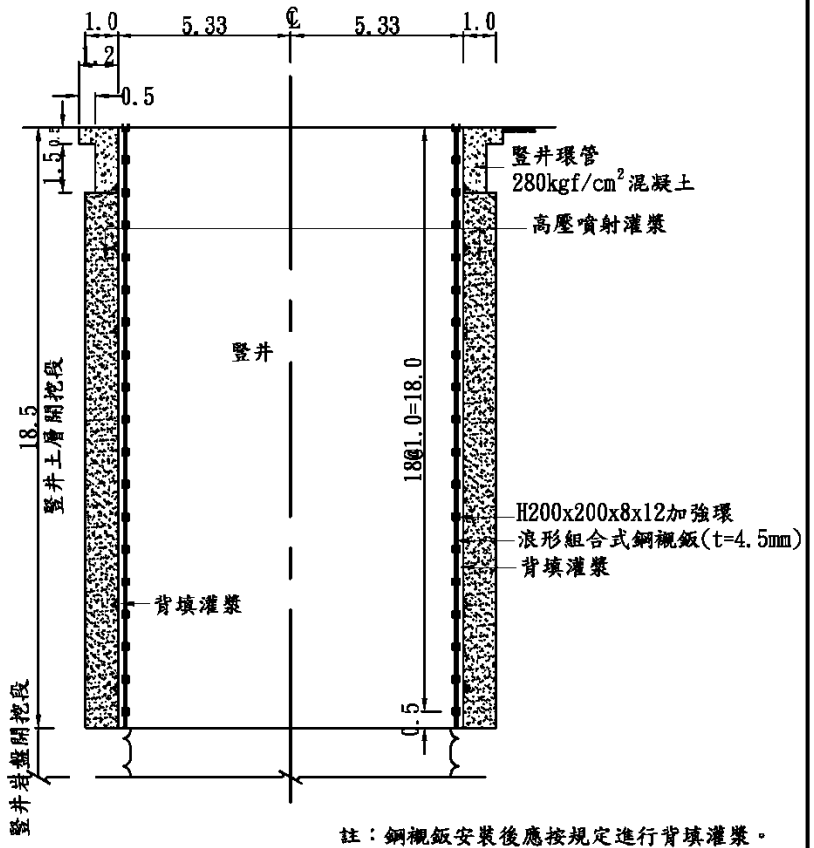
岩體級別		分級標準	
		膠結程度	地質材料組成
C 岩類	$C_{I(C)}$	膠結程度良好或尚可(大拇指無法壓出凹痕)	沉泥、黏土含量>50%
	$C_{I(MIX)}$		砂、沉泥、黏土、礫石交雜個別含量均未超過 50%
	$C_{I(S)}$		砂含量>50%
	$C_{II(C)}$	膠結程度不佳或疏鬆(大拇指可壓出凹痕)	沉泥、黏土含量>50%
	$C_{II(MIX)}$		砂、沉泥、黏土、礫石交雜個別含量均未超過 50%
	$C_{II(S)}$		砂含量>50%

三、開挖支撐設計

豎井地表土層範圍，採用 H200*200@1.0m 加強環及浪形組合式鋼襯鈑(t=4.5mm)作為土層開挖支撐，支撐外緣一圈以樁徑 1.0m@0.8m 高壓噴射灌漿補強，如圖 7.6-3 所示。



豎井開挖支撐(土層)平面圖
S=1:200/Unit:m



註：鋼襯鈑安裝後應按規定進行背填灌漿。
即每一鋼襯鈑安裝妥後，應於適當距離
由灌漿孔以水泥砂漿灌滿鋼襯鈑與開挖
處之裂隙。

豎井開挖支撐(土層)A-A剖面圖
S=1:200/Unit:m

圖 7.6-3　Baffle drop 消能豎井開挖支撐(覆土層)

豎井下方岩盤部分之開挖支撐採用新奧工法(NATM)施作。依據前述標準支撐建議表，Baffle drop 消能豎井開挖支撐設計，對於不同岩體級別研擬對應之支撐型式，如表 7.6-6 及圖 7.6-4 所示。對於豎井湧水地段，視需要採用錐體固結灌漿或其他輔助工法止水。

表 7.6-6　Baffle drop 消能豎井開挖支撐等級表

支撐等級	C_I	C_{II}
開挖程序	全斷面開挖	全斷面開挖
輪進長度	1.0m~1.2m	1.0m~1.2m
鋼纖維噴凝土	15cm	20cm
25mm φ 灌漿岩栓	L=6m，橫距 1.2m， 縱距 1.2m	L=6m，橫距 1.2m， 縱距 1.2m
H 型(或桁型)鋼支保	H125(或 G125)@1.0m -	H150(或 G150)@0.8m
輔助工法	先撐鋼管、固結灌漿 (視需要)-	先撐鋼管、固結灌漿 (視需要)-

7.6.3 調整池穩定分析

調整池位於木瓜園區內之平緩區段，距下邊坡最近距離亦大於 50m，計畫池槽尺寸為 60Ml×20mW×11mH，池槽短向單位 m 帶寬自重量約 Wd=156.72t，水重約 Ww=200t，依本計畫補充地質調查鑽探結果顯示，計畫池槽底版位置土層為古河道卵礫石層(如圖 7.6-5 所示)，距底下灰色砂岩尚有 10m 深，依實驗室試驗結果頁岩石單壓強度為 qu=92.24kg/cm^2，為避免池槽底版古河道卵礫石層下層頁岩遇水軟化(頁岩石單壓強度會降低，約 qu≒50kg/cm^2)影響池槽穩定，因此池槽底版下方頁岩石單壓強度採 qu≒50kg/cm^2 估算池槽基礎承載力較保守，並考量空池時地下水之上頂力，池槽側牆以懸臂式擋土牆模式分析設計池體，初步佈設調整池設計圖，如圖 7.6-6 所示。

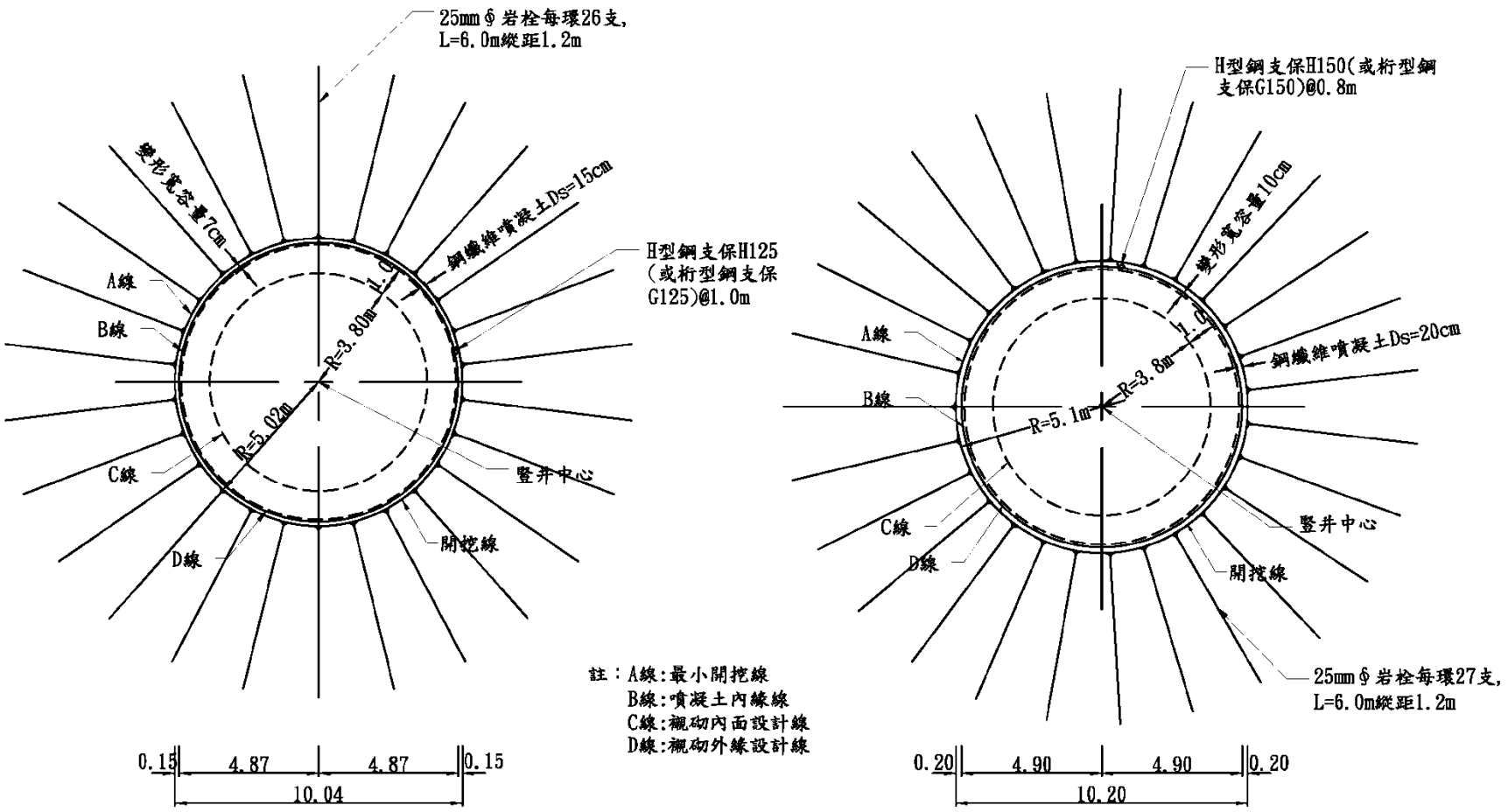


圖 7.6-4　Baffle drop 消能豎井開挖支撐(岩盤)

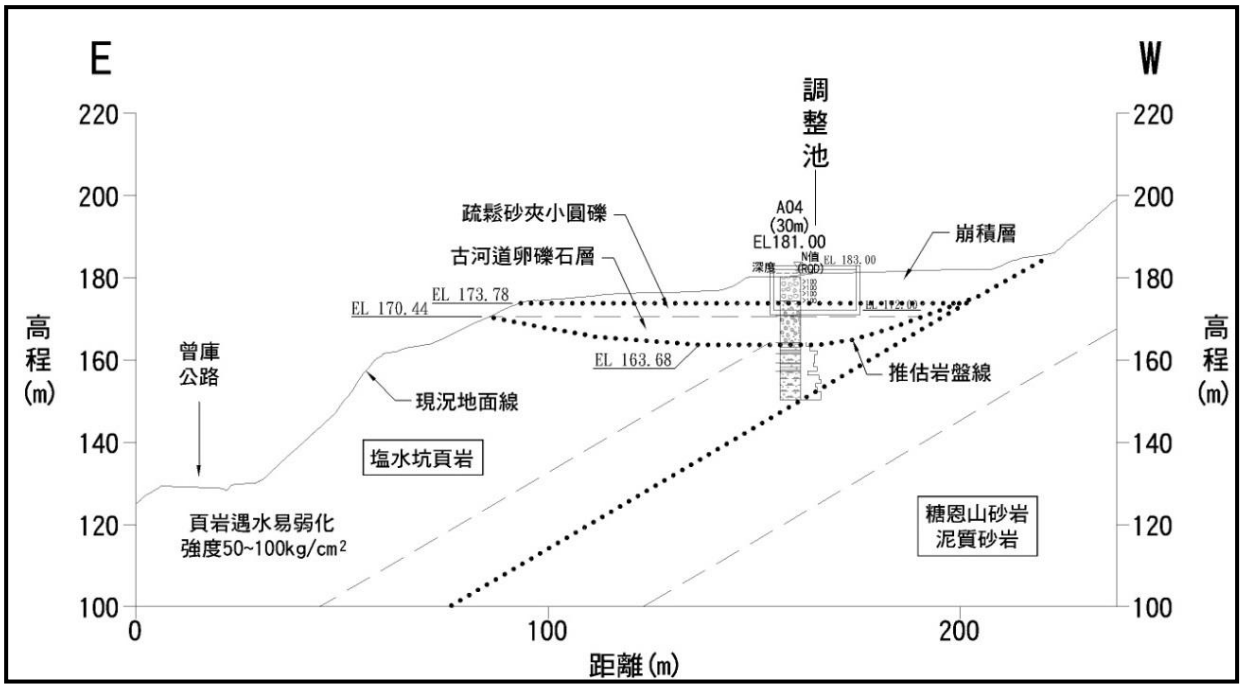


圖 7.6-5　調整池地質剖面圖

7.6.4 開挖隧道與既有隧道安全分析

依 Underground Excavations 一書作者 Hoek & Brown 所提之岩力理論係根據 Kirsch equation 所導出之推論：其論點分兩部分；一部份為垂直向，另一部份為水平向。垂直向方面，指出某一圓形開挖斷面在上下垂直中心線，距中心點 1.87a(a 為斷面半徑)範圍內之地盤應力為張應力狀態，超出此範圍為壓應力，故開挖面上方需有足夠的深度方能產生拱作用，若深度不足，則除上方地盤的重量將全部落在隧道之上方，而其下方亦因在張力狀態下，隧道因無承載力而容易發生較大的變形。因此上下兩隧道之安全距離為 $D=1.87\times (a_1+a_2)\times F.S$(安全係數)。在水平向方面，如圖 7.6-7 中所示，距圓形開挖斷面兩側距中心點 2.5a 倍距離時之地盤其所受之應力與原開挖無關，故在水平向兩側之兩隧道之安全距離為 $D=2.5\times(a_1+a_2)\times F.S$。

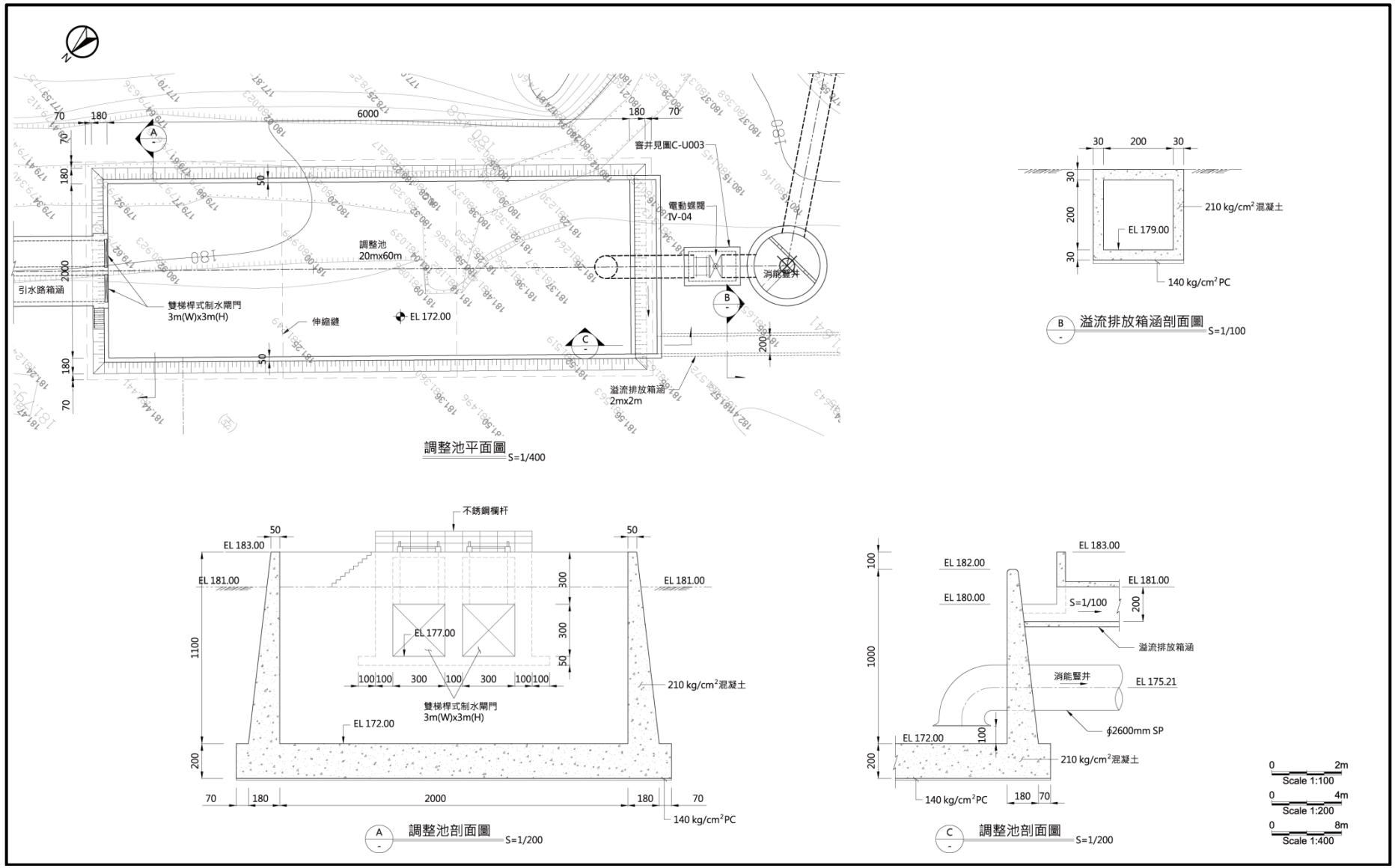


圖 7.6-6　調整池配置剖面圖

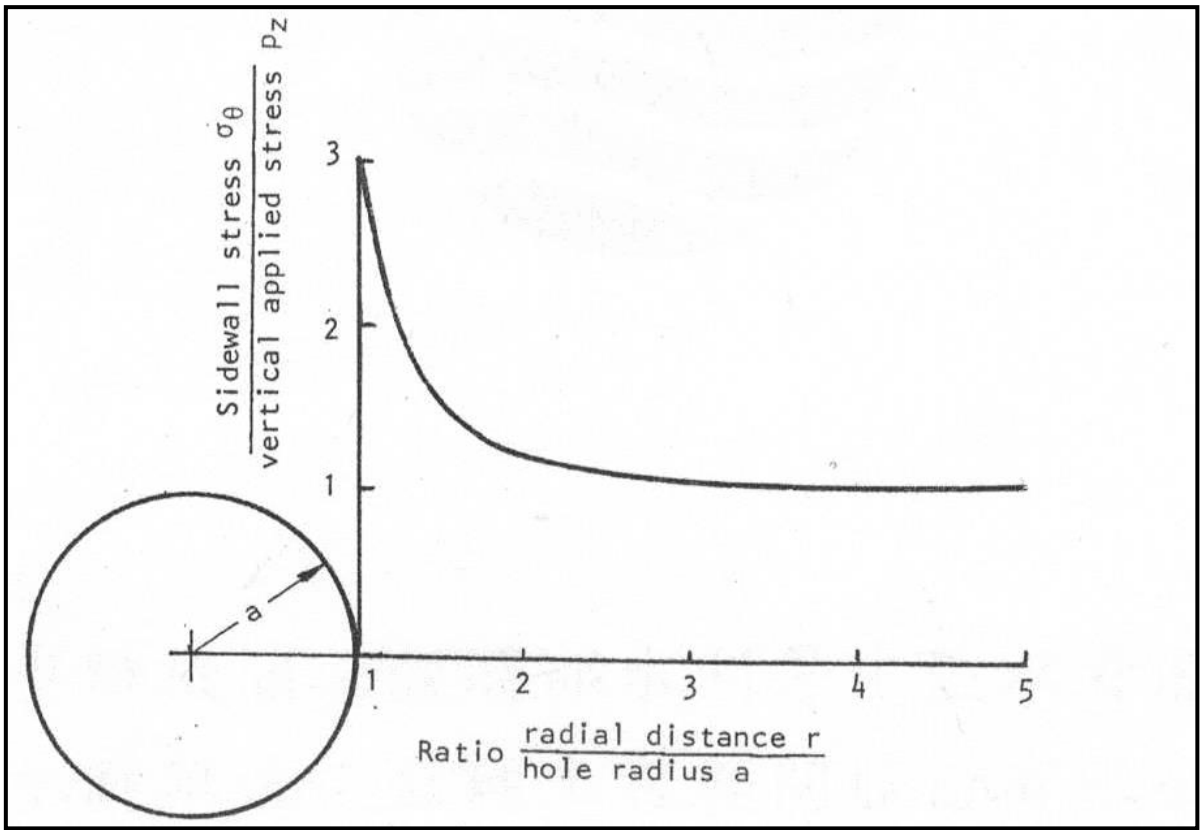


圖 7.6-7　地盤應力與開挖距離之關係

由圖 7.6-8 及圖 7.6-9 可見，本段開挖後之鋼襯隧道為寬 4.6m 之門型隧道與#2 導水隧道直徑 12m，最小之水平距離為 30m，此距離為(#2 導水隧道半徑 6m 加上方開挖隧道半徑 2.3m)乘 2.5 值之 1.45 倍，故既使不考慮#2 導水隧道 0.8m 至 1.0m 之襯砌效應亦可判斷鋼襯隧道之開挖將不影響既有#2 導水隧道之應力分佈。本計畫蒐集曾文大壩壩址地質平面圖如圖 7.6-10 所示，由該圖可見，本短隧道屬粉砂岩地質，路線並不經斷層，路線的地質良好且位於已建 12mφ$^{\#}$2 導水隧道的右側。就安全性而言，須考慮的議題是開挖隧道對既有結構物可能造成的影響，為避免使用炸藥可能引發的不確定性，本計畫擬規定以機械方式開挖，至於在 45°交會段之局部區位則將採地質改良方式以增加強度抵抗應力集中之現象。

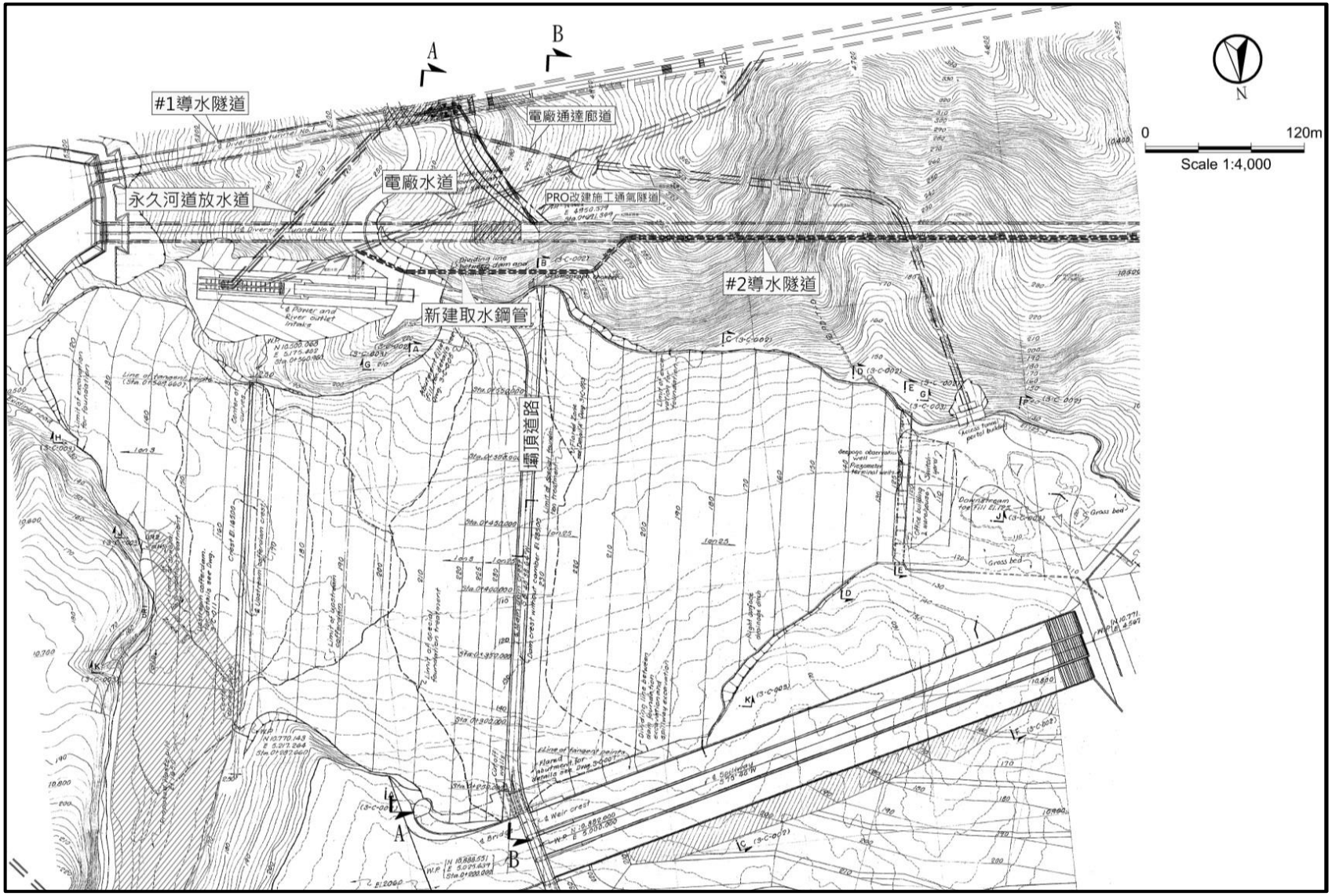


圖 7.6-8　本計畫新建取水鋼管配置平面圖

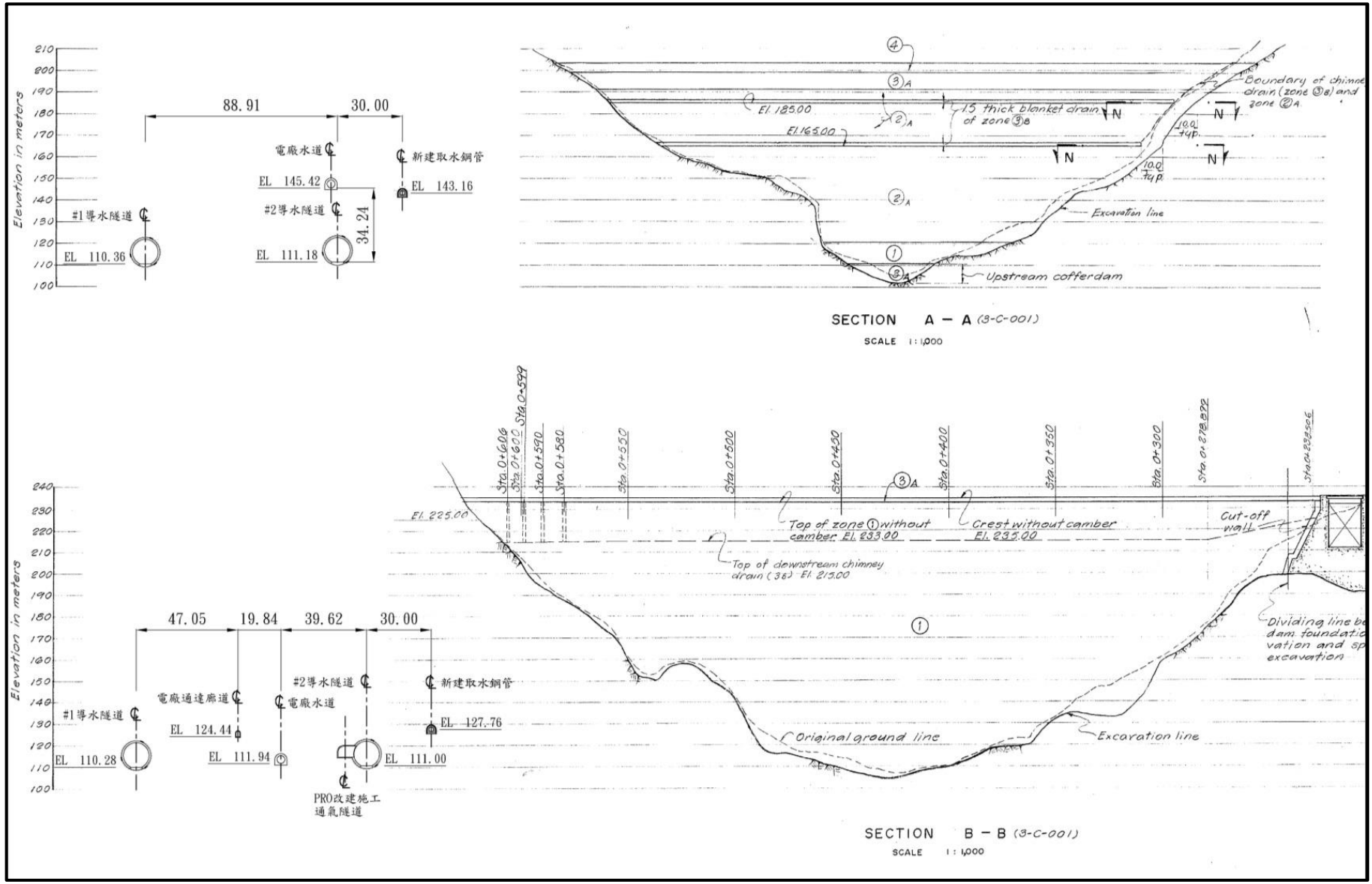


圖 7.6-9　本計畫新建取水鋼管與相關既有設施剖面圖

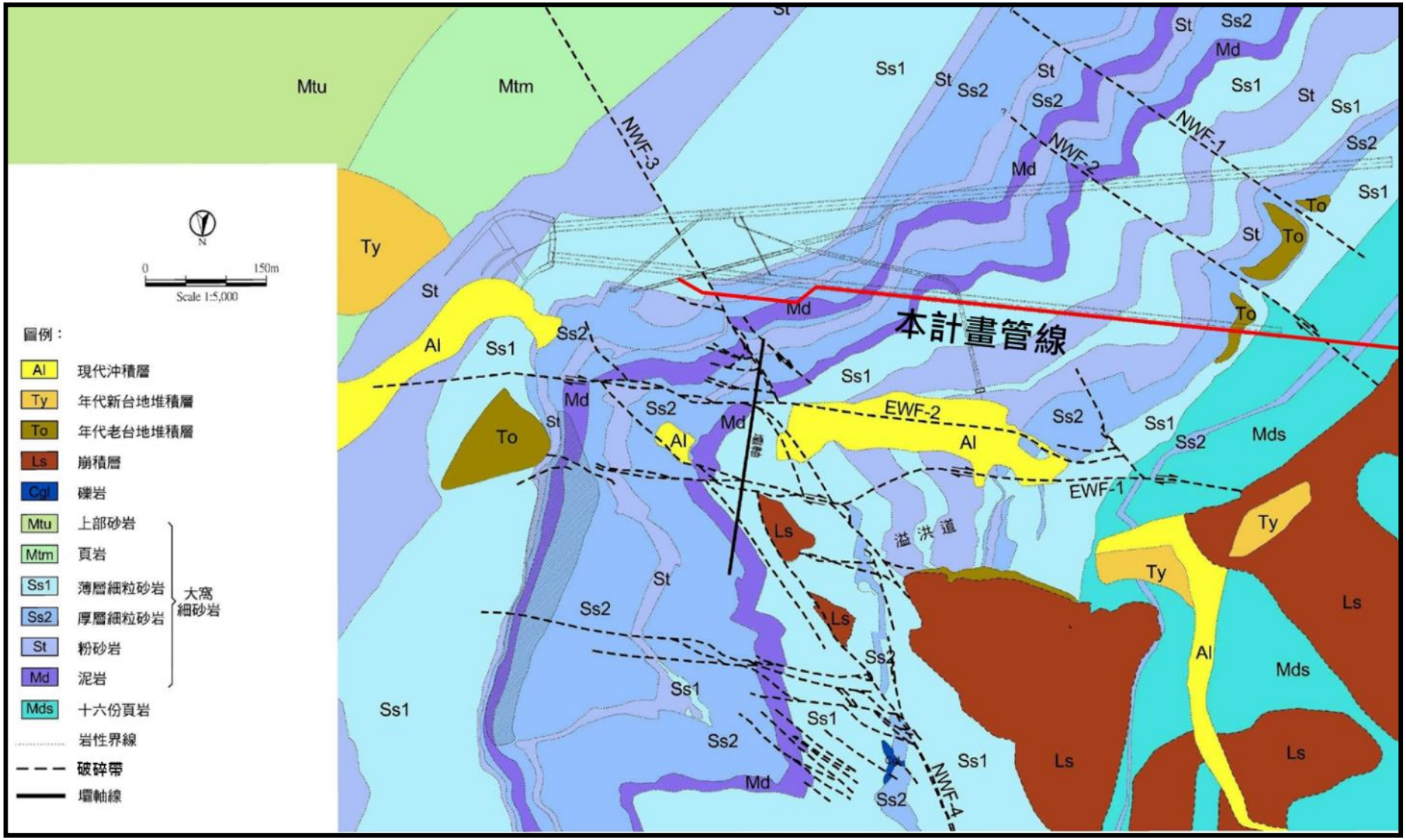


圖 7.6-10　曾文大壩壩址地質平面圖

7.6.5 #2 導水隧道通氣之影響評估

經洽詢曾文防淤隧道施工單位，PRO 通氣隧道及#2 導水隧道目前遭遇之問題為風速過大，曾於 PRO 通氣隧道及#2 導水隧道交叉口量測風速大於 40m/s，而#2 導水隧道下游處因無明顯感受到風速太大，並未量測風速。經查 PRO 設計圖，PRO 通氣隧道通氣斷面積為 22.39m^2；#2 導水隧道距通氣隧道出口 10m 處(如圖 7.6-11 之 A-A 斷面處)，通氣斷面積為 74m^2。

本計畫聯通管取水段將於#2 導水隧道距離通氣隧道出口 70m 處接入#2 導水隧道(如圖 7.6-11 之 B-B 斷面處)，此處為聯通管影響通氣斷面積最大處；本計畫聯通管施作前通氣斷面積為 109.51m^2；聯通管施作後通氣斷面積為 88.75m^2。綜上所述，本計畫聯通管設置於#2 導水隧道內對通氣風速之影響不大。

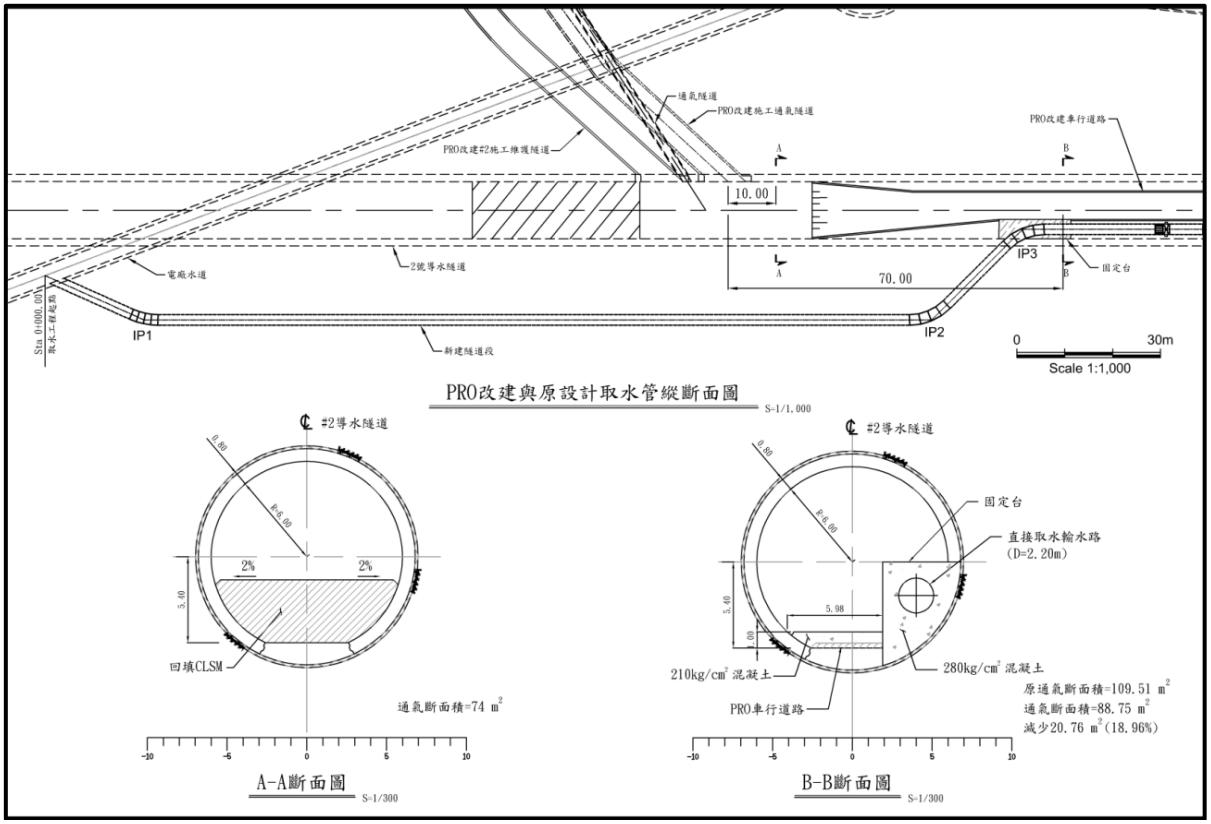


圖 7.6-11　#2 導水隧道通氣斷面比較圖

7.7 剩餘土石方去化

本工程埋設段約 14.1 公里，每公尺土方量約 10.6 立方公尺，埋設段土方量共 149,460 立方公尺；推進段約 10.2 公里，每公尺土方量約 7.1 立方公尺，推進段土方量共 72,420 立方公尺；水管橋共 9 座，每座土方量約 828 立方公尺，水管橋土方量共 7,452 立方公尺；合計約有 22.9 萬立方公尺土石方須去化。

本計畫於庫區內所產生之剩餘土石方，將留置曾文水庫內，俾提供曾管中心未來施作土堤之用。庫區外所產生之土石方則建議納入南水局與地方政府之土方交換平台去化土石方以有效利用，或參考水公司現階段採行有價材料折讓方式辦理，本計畫每立方公尺折讓費用建議採用 60 元。

本計畫規劃一處暫置場，以放置庫區內所產生之剩餘土石方，並考量土方交換平台可能產生延遲，另規劃兩座暫置場，放置庫區外所產生之剩餘土石方，做為土方去化調度使用，三座暫置場位置如圖 7.7-1 所示，各土方暫置場皆為公有地或未登錄地，分述如下。

一、溪畔暫置場

位於曾文水庫溪畔遊樂區旁，暫置場面積約 10,436m^2，預定置放曾文水庫庫區內工程所產生之剩餘土石方，如圖 7.7-2 所示。

二、曾文二號橋北端暫置場

位於曾文二號橋北端東側，暫置場面積約 5,530m^2，可暫時置放楠西區域工程土方所產生之剩餘土石方，如圖 7.7-3 所示。

三、新北寮橋南端暫置場

位於新北寮橋南端兩側，暫置場面積約 6,974m^2，可置放玉井及南化區域工程所產生之剩餘土石方，如圖 7.7-4 所示。

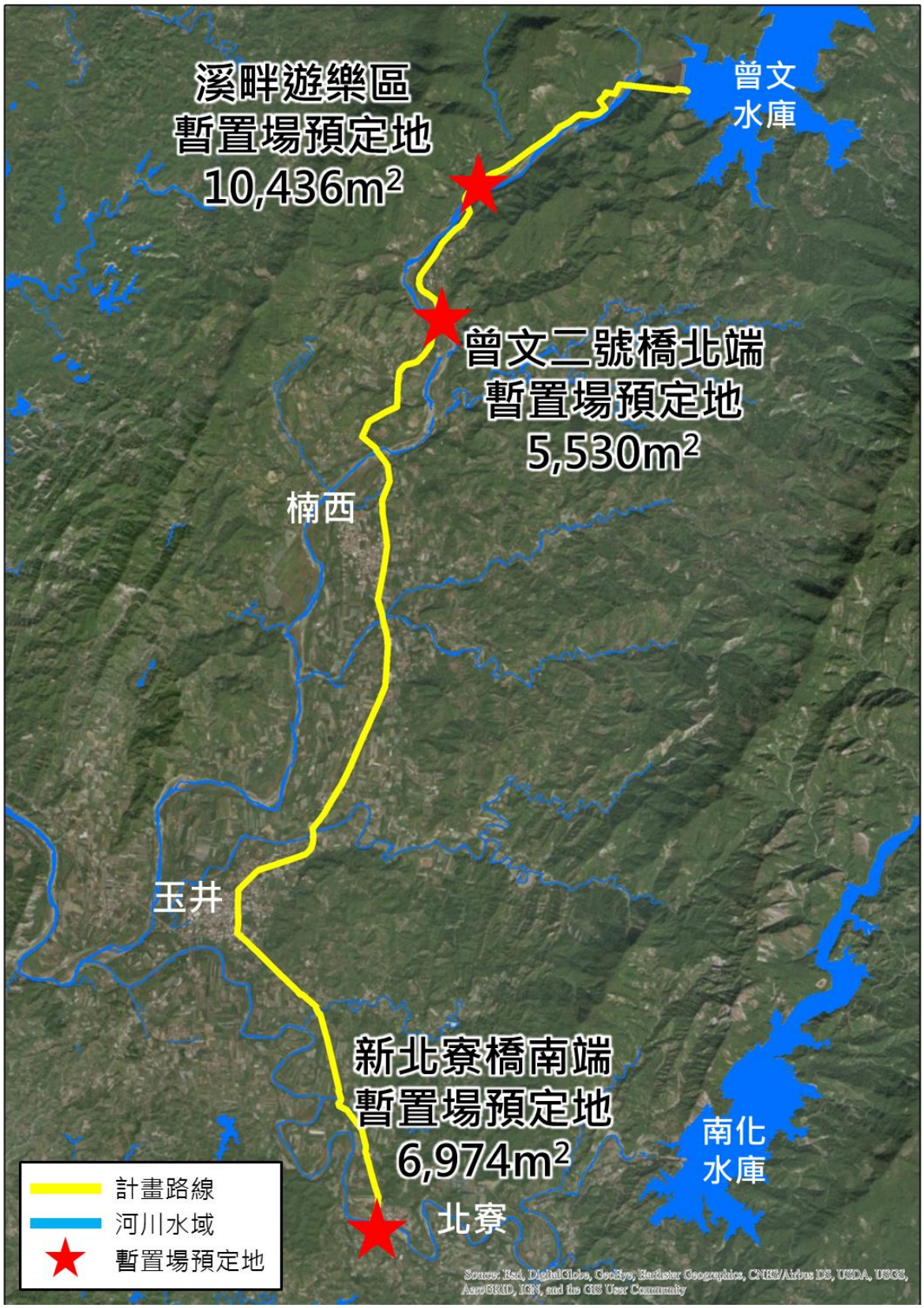


圖 7.7-1　暫置場預定地位置圖

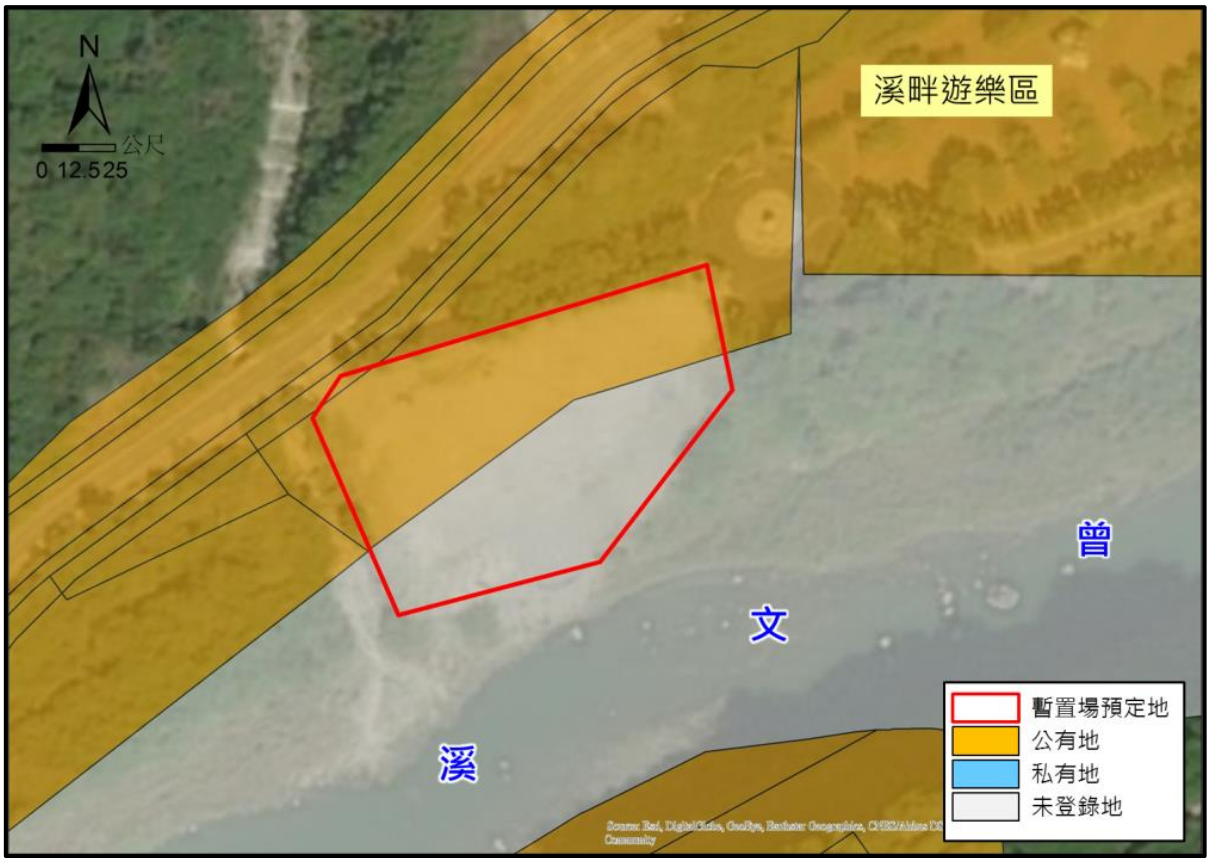


圖 7.7-2　溪畔遊樂區暫置場預定地

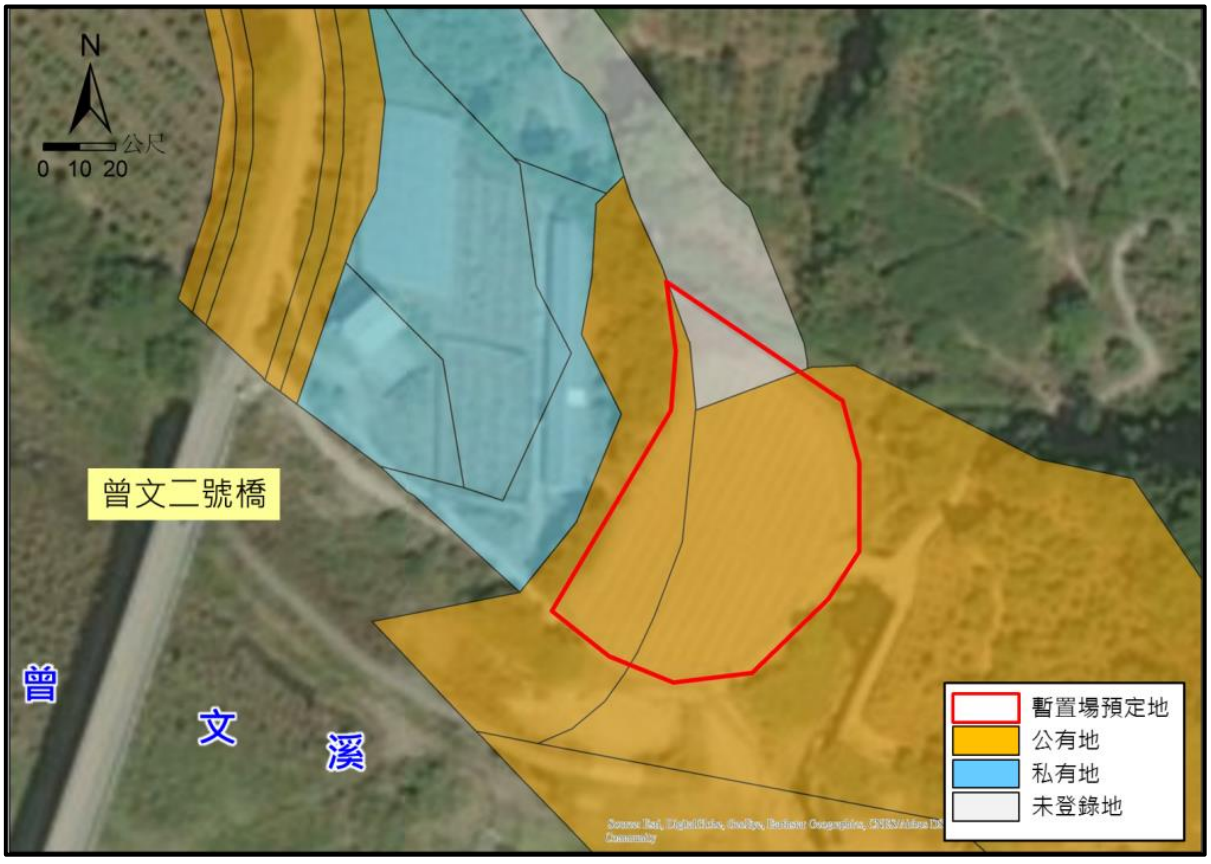


圖 7.7-3　曾文二號橋北端暫置場預定地

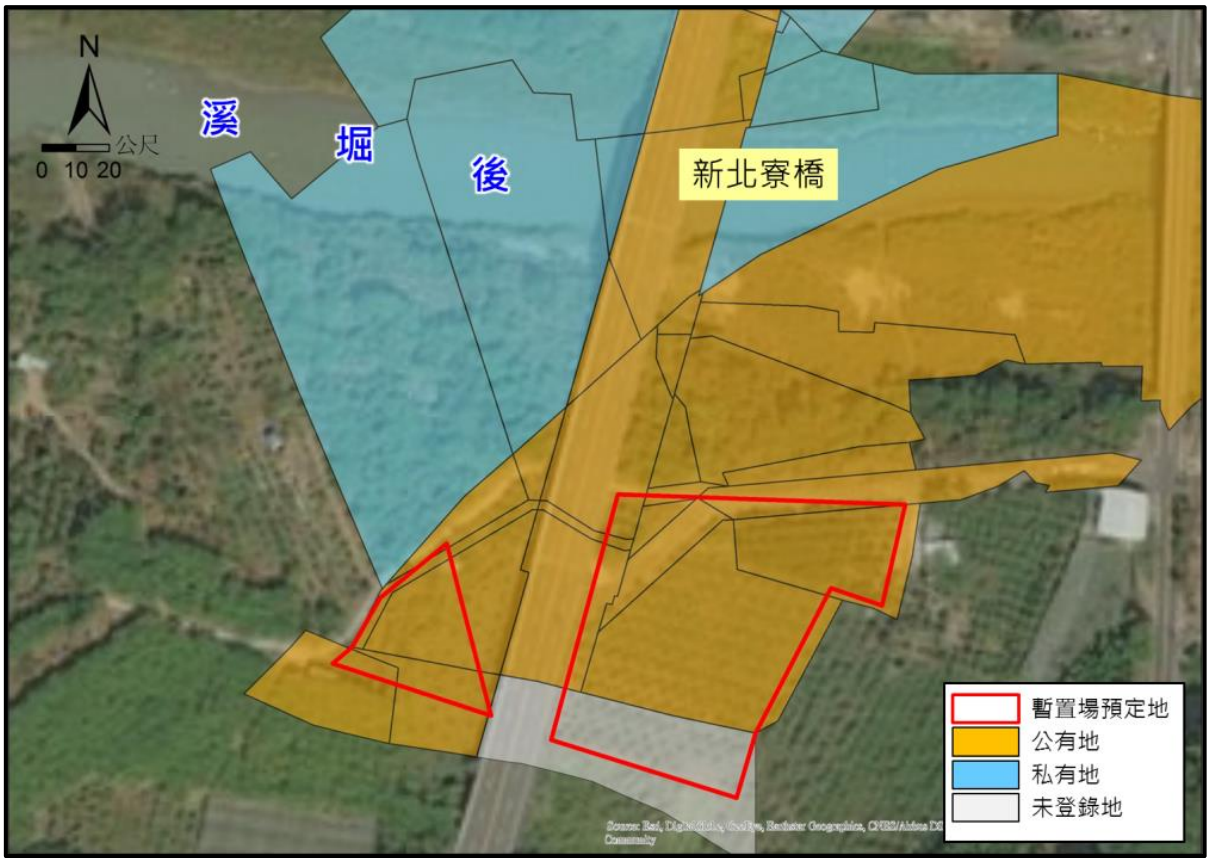


圖 7.7-4　新北寮橋南端暫置場預定地

第八章　營運操作規劃

8.1 營運維護管理方式及操作時機與策略檢討

一、營運維護管理方式

本計畫於民國 107 年 3 月 1 日召開「研商曾文南化聯通管操作機制原則及相關事宜會議」，因本計畫屬曾文水庫下游管線，曾文南化聯通管原則由南水局操作維運，而聯通管與南化淨水場銜接段則由台水公司操作維運。

惟因本案操作維運涉及實際執行面等諸多細節，後續於工程完工前再由南水局、台水公司及嘉南農田水利會協調並依實際狀況滾動檢討定案。

有關未來經由曾文南化聯通管供應公共用水之水量及水價計算方式，仍循既有曾文水庫供水契約、運用要點及歷年相關協調結果計算，後續並依時空演進再另協調處理。

二、操作時機與策略檢討

曾文南化聯通管定位為抗旱及緊急備援，依據民國 107 年 3 月 1 日「研商曾文南化聯通管操作機制原則及相關事宜會議」，原則上啟動時機為枯旱調度備援、高屏溪高濁度時期、未來南化水庫防淤操作時期、緊急事件及其他突發狀況有供水之虞期間等四種情境，然實際啟動前由水利署南區水資源局邀集嘉南農田水利會及台水公司等各相關單位開會協商後啟動；本聯通管完成後與南化淨水場及既有南化高屏聯通管聯合運用，依不同備援情境操作機制原則如下：

(一) 枯旱調度備援時期

由曾文水庫送至南化淨水場，供給台南地區供水，高雄地區則可視需要經由南化高屏聯通管支援，作為伏流水、東港溪前處理…等備援措施外之備援調度方案。

(二) 高屏溪高濁度時期

循現有機制經由南化高屏聯通管支援高雄地區。

(三) 未來南化水庫防淤操作時期

南化水庫防淤操作期間若有導致供水之虞時,由南區水資源局召開會議決議啟動本聯通管，以備援供水缺口。

(四) 緊急事件及其他突發狀況有供水之虞期間

若發生地震、停電、水質污染...等緊急事件導致有供水之虞時，優先由南化高屏聯通管支援高雄地區,本聯通管送水至南化淨水場；若南化高屏聯通管自茅埔減壓池至新北寮橋處有需維修或其他致無法正常使用且高雄地區有供水之虞、急待支援等期間,則由本聯通管自曾文水庫輸水匯入既有南化高屏聯通管。

8.2 營運維護組織及人力需求

本聯通管工程俱有抗旱及緊急備援之水源彈性調度功能，若於枯水期或主要水源設施災損時，可藉由移撥曾文水庫農業用水作緊急供應，俱有穩定南部水資源利用供水功效，而相關移撥農業用水費用建議依現行移用機制。

南區水資源局組織架構如圖 8.2-1 所示，共有 11 個課室及 5 個水源管理中心。

雖然由第 7.3 節所述之監控系統,本聯通管工程於曾庫公路右岸木瓜園台地設置木瓜園操作室監控中心，但基於調度的重要性及曾文水庫管理中心就近之便，建議以木瓜園操作室為本系統運轉的樞紐，以利因應突發狀況。

本輸水系統定位為備援,故其運轉為間歇性的,且主要於枯水期運轉，因之人員之運用將是一大挑戰,建議在人員上的應用以圖 8.2-1 中所列管理中心的操作人員為一團隊整體調派，以降低人力的需求。

若本輸水系統未來轉換為常態時，其運轉人力如表 8.2-1 所示，白天班機電人員 2 人，其中 1 人負責監控室之操作，另一人負責機電及監控設備的檢視及日常性維護。此外亦需有土木人員 1 人，負責管線及相關設備的檢視及日常性維護，假設因本系統採取 3 班運轉，則白天以外的二班各需有監控系統操作人員 1 人，以上合計共 5 人。

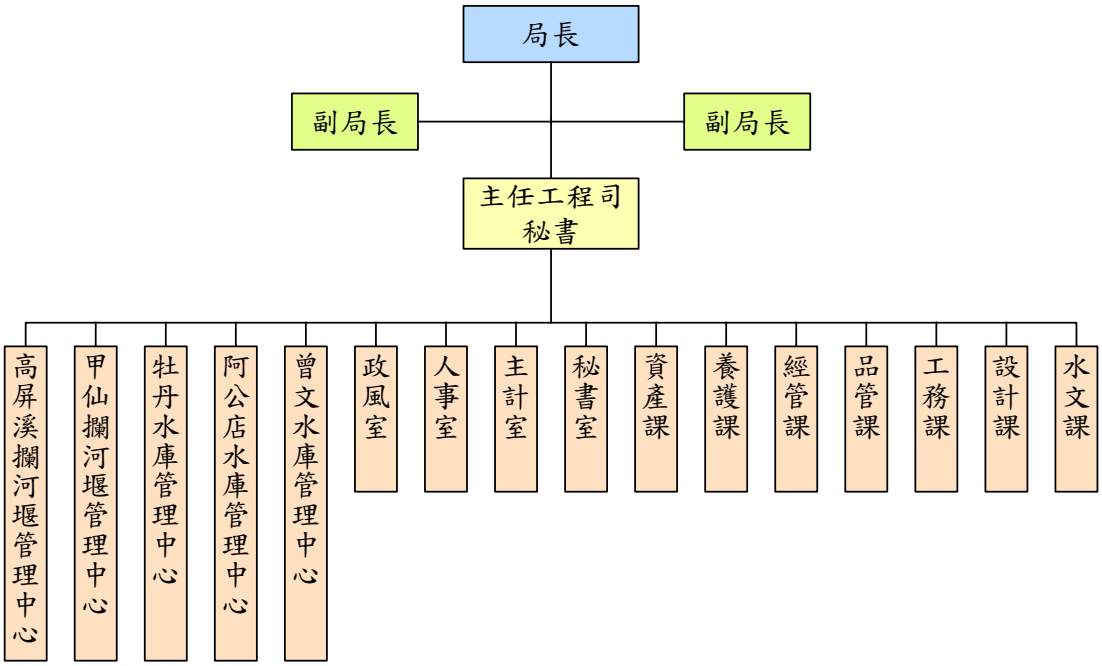


圖 8.2-1　經濟部水利署南區水資源局組織架構圖

表 8.2-1　木瓜園操作室常態性營運人力需求表

站名	專業背景	白天班	小夜班	大夜班
木瓜園操作室	機電	2 人	1 人	1 人
	土木	1 人	0	0
合計		5 人		

8.3 系統運轉程序

8.3.1 充水作業

輸水管路在完工或放空後的空管(或部份空管)的情況下，必須經充水程序使管路飽水後始能進行運轉，管路之充水作業必須予以適當的控制以避免不良的水錘效應。由曾文水庫至內門減壓池管路長度約 46.6km，充水流量以不超過 100,000 CMD (1.157cms)進行，此充水速率在管中的平均流速約 0.2m/s，可能產生水鎚效應將輕微，充水至全線滿管約需 65 小時以上。而由曾文水庫至南化淨水場調整池管路長度約 26.4km，則充水至全線滿管約需 37 小時以上。充水作業程序如下：

一、確定電廠進水口為全開狀態，電廠壓力鋼管銜接點至木瓜園消能井之管線閥門為全關。

二、上游隔離閥(#2 導水隧道內蝶閥及球形閥)啟動開度約 5%~10%緩緩充水，同時巡檢排氣閥是否有故障情形。

三、上游隔離閥至消能井錐形閥管段充水完成後，將管段內隔離閥由下游至上游依序啟動至全開狀態並鎖定。

四、依水庫水位決定消能井錐形閥開度，開啟閥門對下游輸水管路進行充水。

8.3.2 輸水作業

輸水作業必須歷經啟動及關閉(或減量)流程，分別說明於后：

一、輸水運轉啟動流程

(一) 曾文水庫至南化淨水場調整池

建議之流程如圖 8.3-1，原則為：

1. 在啟動前必須確定整體系統由曾文水庫至南化淨水場已處於系統運轉的狀態。
2. 由上游端木瓜園操作室依曾文水庫水位選定消能井內流量控制閥操作所需開度之系統輸水量。

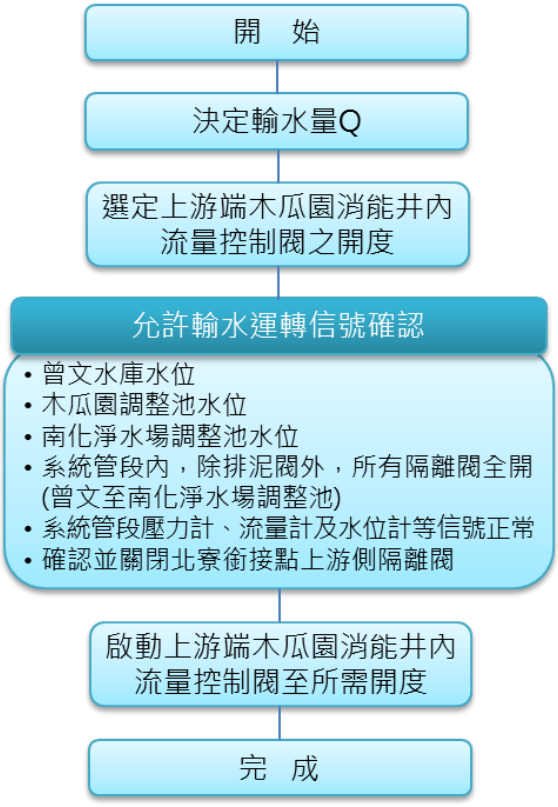


圖 8.3-1　曾文水庫至南化淨水場輸水運轉啟動流程圖

(二) 曾文水庫至內門減壓池送水至高雄

建議之流程如圖 8.3-2，原則為：

1. 在啟動前必須確定整體系統由曾文水庫至大樹已處於系統運轉的狀態。
2. 在系統尚未增加流量前，位於東平橋控制閥開啟度先調至上游端木瓜園消能井內流量控制閥啟動後之適當開啟度。
3. 最後由上游端木瓜園操作室依曾文水庫水位選定消能井內流量控制閥組操作所需開度之系統輸水量。

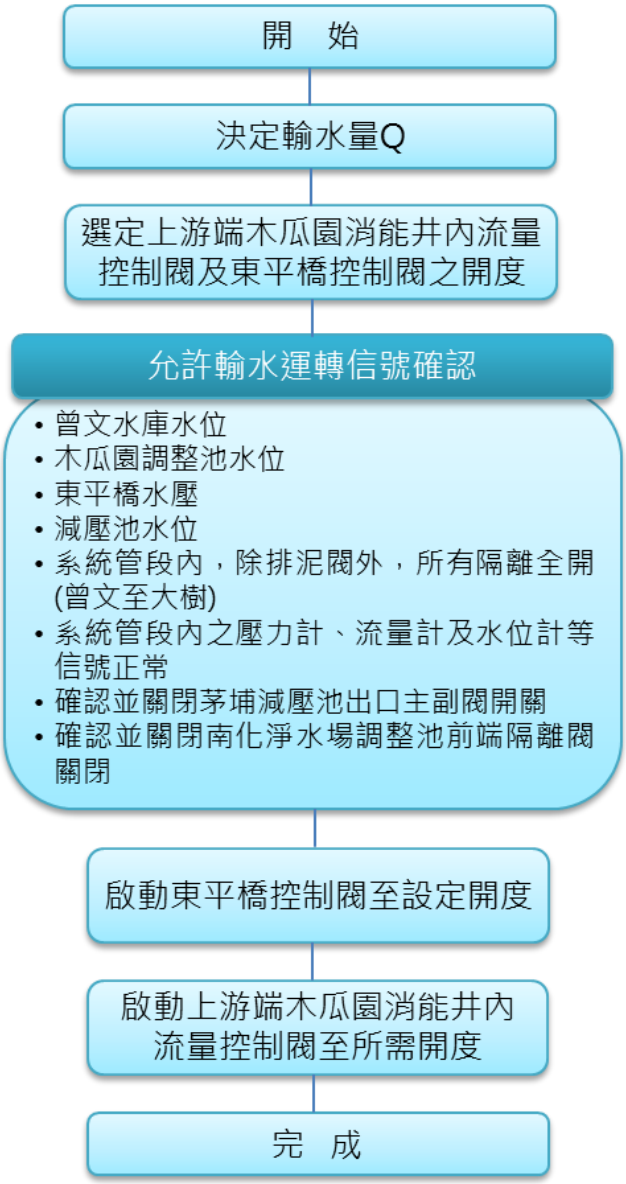


圖 8.3-2　曾文水庫至內門減壓池輸水運轉啟動流程圖

二、停水運轉流程

建議之流程如圖 8.3-3，原則為：

(一) 先關閉上游端木瓜園消能井內流量控制閥。

(二) 若需改由南化水庫輸水至高雄或曾文水庫輸水至南化淨水場，則再關閉北寮末端銜接點隔離閥。

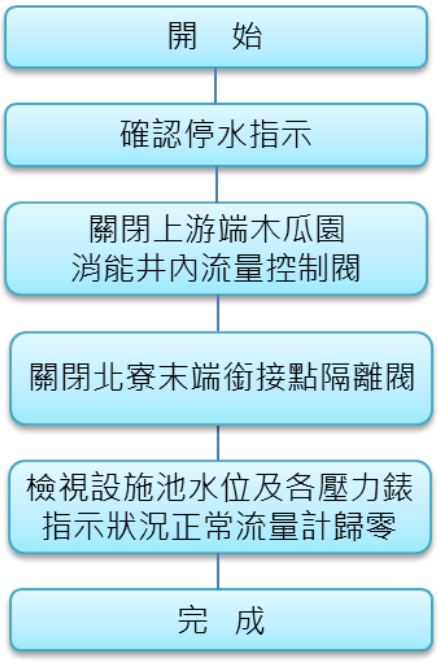


圖 8.3-3　曾文南化聯通管停水運轉流程圖

8.3.3 放空作業

管路之放空作業僅在無輸水情況下執行，視需要宜利用管中ϕ2,600 mm 的隔離閥作隔離，並利用已設定之排泥閥為之。

第九章　再生能源設備及綠色內涵之設計規劃

為符合節能減碳方向，本計畫未來於設計、施工及營運階段內採用綠色工法比例至少達 10%以上之措施，具體節能減碳之構想如下：

一、利用 Baffle-drop 結構逐階自動消能

前期規劃採用大型閥室分三條平行水路供低、中及高流量運轉，所需的閥室造價高，操作上亦較為複雜。

為簡化人力及操作，本計畫於木瓜園台地興建一座調整池做第一階段消能，並於調整池下游設置 Baffle-drop 結構做為調整池與下游輸水管間的第二階段消能，Baffle-drop 豎井中的消能以階梯方式為之，故豎井中的水位將依下游輸水管的能量需求自動調整，無需人為操控，可達節能減碳之效。

二、預留小水力發電廠址

本計畫研擬之消能方案於木瓜園台地調整池旁預留小水力電廠廠址，水庫在中高水位時，水庫與調整池間的落差可作水力發電，發電後的水流可回到調整池供輸水的能源。當水庫處於低水位，則可繞過水力電廠直接進入調整池供水。

曾文南化聯通管定位為備援，以現有南化水庫庫容(9,500 萬噸)及過去 58 年水文資料模擬分析成果，南化水庫發生空庫年時，平均約有 40 天缺水，平均日缺水量約 44 萬 CMD(5.1cms)，該水量由本聯通管支援，若平均水庫水位為 EL.210 m，估計發電水頭為 26.5m，則電廠裝置容量為 P= 9.81×5.1×26.5×0.8= 1,060kw，此規劃符合目前再生能源開發的趨勢。

三、輸水管採用管材

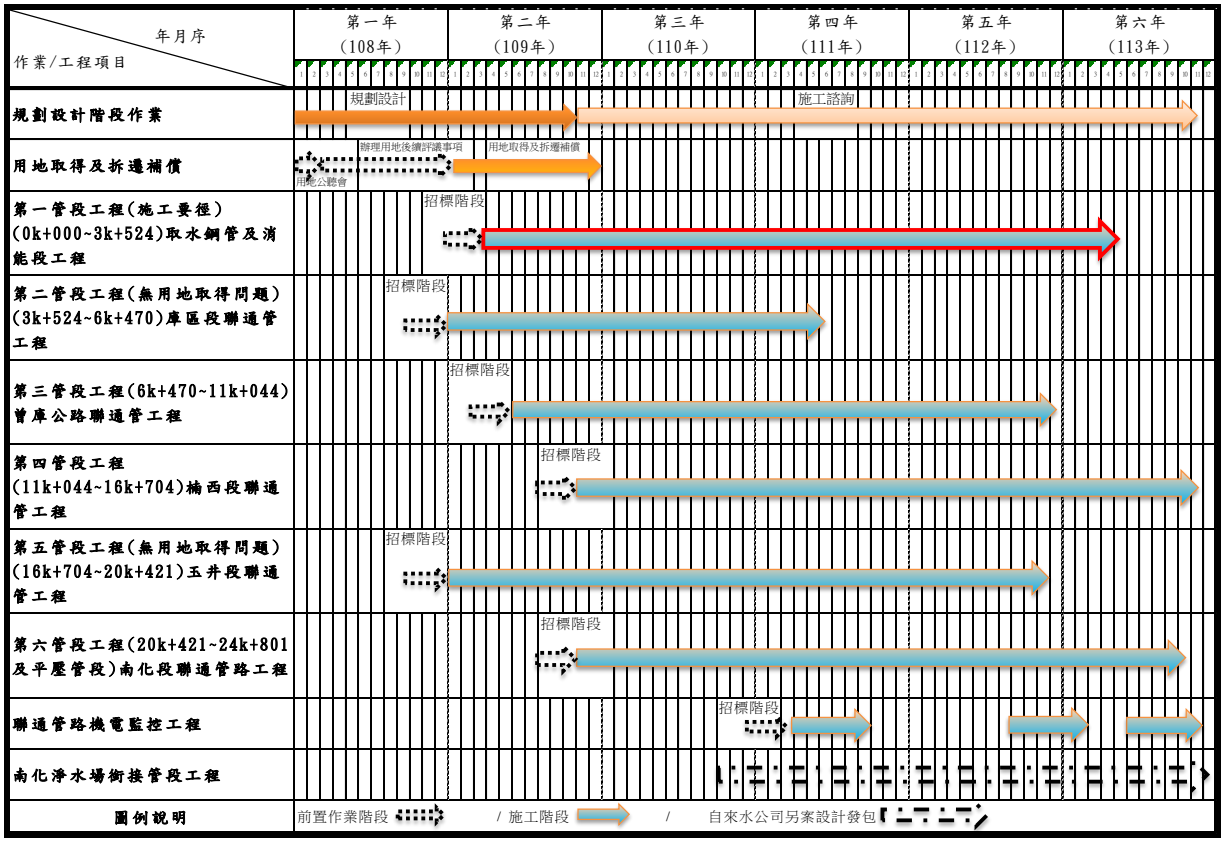
輸水管線均為預鑄，多數為 DIP 管(延性鑄鐵管)，部分彎管及水管橋段採 SP 管，可降低施工過程中所排放的二氧化碳。另 DIP 管抗腐蝕較佳，普遍而言，其使用年限可長達 50 年，可減少後續維修或更新施工時開挖時開挖道路之次數，延長使用年限，能節省資源及碳排放量。

第十章　施工進度安排與工期分析

10.1 施工進度

本計畫輸水管線佈置路線主要沿既有公路埋設，除了部份區段受限於橫交河道，需偏離公路橋梁架設水管橋或以推管方式跨穿越河道所設置之水管橋台或推管工作井可能涉及使用路權線以外之私有地，須於工程發包前辦理公聽會，並用地取得及拆遷補償相關事宜。另外於規劃設計階段即需就本計畫推動時所涉及之環境、水保、交通等問題，擬定預定計畫進度，如表 10.1-1 所示，包括前置作業之規劃設計階段作業及用地取得及拆遷補償，及工程施工階段。

表 10.1-1　計畫預定進度表



10.2 工期分析

一、分段目的

本工程管路分佈成帶狀、相當長遠，工程施工加以分段，其目的為：

(一) 可避免工區過度集中，造成當地居民生活環境及交通之衝擊。

(二) 各分段可同時進行施工，縮短工期。

(三) 將可避免施工中遭遇局部問題，而造成全面停工。

二、分段作業

本工程各段依行政區域、推動期程、環境需求、土地取得考慮等分區施工，以尋求最佳工程施工狀況。初擬分區施工分段如下：

(一) 第一管段工程(取水消能段 0k+000~3k+519.64)：

1. 工程內容

(1) 取水隧道段由電廠壓力鋼管銜接點至#2 導水隧道長約 219m。

(2) #2 導水隧道內鋼管架設，長約 691m。

(3) 跨河φ2,200mm WSP 推管段，長約 232m 及消能段曾庫公路旁推進井銜接點φ2,200mm SP 明挖，長約 205m。

(4) 包括供水豎井、消能井及相關閥件、調整池、Baffle-drop 豎井消能工、調整池周邊隔離控制閥及操作機房等土建工程。

(5) 消能段曾庫公路旁銜接點至供水豎井之推管段，長約 148m。

(6) Baffle-drop 豎井消能工至曾庫公路旁輸水管銜接點，長約 160m。

(7) 沿曾庫公路輸水管明挖段(由曾文五號橋往大壩方向 130m 為起點至曾文四號橋北端)，長約 1,708m。

2. 工期(各分項工程可同時展開再配合連結，積極爭取於 109 年 4 月開工，預定 113 年 4 月完工，工期共約 49 個月)

(1) 銜接電廠壓力鋼管段之隧道打設及回填段，工率約為 1m/日，故臨時隧道打設段約需 219 日工期(其中貫通電廠壓力鋼管需配合電廠歲修保養期間施作)；#2 導水隧道鋼管架設需等

隧道打設完成後再施作，以免影響隧道出碴及施工動線。本段鋼管架設因受限於隧道內侷限空間施作，故以 6m/支鋼管運抵隧道內對口焊接(一組工作人員作業工率約 1 口/日)，以 6m/支組成 12m/支後，再吊裝對口焊模式，以 3 組作業，此段工期=〔219m/(1m/日)〕+(鋼管架設 RC 基座構築 30 日/區段x3 區段)+〔鋼管架設(含對口焊接)691m/(12m/2 日x3 組人)〕≒219+90+39=348 日(或 11.5 個月)。

(2) 跨河段(由曾庫公路側工作井往#2 導水隧道口推)

本段作業包括φ2,200mm WSP 推管之 RC 沉箱式推進(到達)工作井構建約需 90 日，WSP 推管 232m/(4m/日，礫石層)約需 58 日；同時銜接跨河段與消能段工作井之φ2,200mm SP 明挖段可同時施作 205mx(1 日/6m)≒35 月，本段工期以推管為要徑約為=90 日+58 日=148 日(或 4.7 個月)。

(3) 消能段

本段構造物可同時展開，並以工期最長者為本段工期估算，各構造物工期分述如下：

A.供水豎井：

豎井開挖 60m/(2m/日)+φ2,200mm SP 焊接組立 55m/(6m/日)+混凝土回填 60m/(2.5m/日)≒63 日(或約 2 個月)。

B.消能井、調整池及相關設施(含開挖、組筋、組模、養護拆模)約需 120 日(或 4 個月)。

C.豎井消能工(Baffle-drop)

(豎井開挖及側壁構築 63m/(0.5m/日)+豎井 RC 隔板結構構築 13 層x14 日/層≒308 日(或 10 個月)

D.進出消能段之推管

取輸水管進出消能段，於曾庫公路旁設置推進工作井二座，分別推進φ2,200mm WSP(長約 148m)連接供水豎井，與φ2,600mm WSP(長約 160m)連接豎井消能工

(Baffle-drop)，本段推進工作井構建約需 90 日，推管工作可同時分別不同位置進行，以 4m/日工率估算，本段含推進工作井構建約需 90 日+40 日=130 日(或 4.3 個月)。

E.庫區道路管段

本段採φ2,600mm DIP K 型 D2 明挖方式埋設，單一工作面施工工率約 2 支/日×6m/支=12m/日，以明挖段長 1,708m 估算約需 142 日(或 4.8 個月)。

因此消能段應以豎井消能工(Baffle-drop)建構工期 308 日(或 10 個月)為施工要徑。

(二) 第二管段工程(庫區道路段 3k+519.64~6k+470)

1. 工程內容

(1) 沿曾庫公路輸水管埋設 (由曾文四號橋北端為起點至曾文二號橋以北 480m)，長約 2,610m。

(2) 曾文四號水管橋(含橋台長約 124m)及曾文三號水管橋(含橋台長約 226m)

2. 工期(各分段工程可同時展開再配合連結，積極爭取於 109 年 1 月開工，預定 111 年 6 月完工，工期共約 30 個月)

(1) 明挖段

本段輸水管採φ2,600mm DIP K 型明挖方式埋設，單一工作面施工工率約 2 支/日×6m/支=12m/日，以明挖段長約 2,610m 估算，約需 218 日(約 8 個月)，本段位於曾庫公路庫區段，道路平時交通流量甚低，可考量多開工作面以縮減工期。

(2) 水管橋段

本管段受限於地理條件，尚有兩處需架設水管橋跨越溪流。其中曾文四號水管橋建構包括基樁打設(需 45 日)+水管橋台(支墩)RC 結構(含組筋、組模、澆置、養護、拆模約 90 日)+鋼管吊裝銲接工率 12m/日估(約需 10 日)≒145 日。曾文三號水管橋因跨長及水管橋支墩數均較曾文四號水管橋多，因此

基樁打設(約需 90 日)+水管橋台(支墩)RC 結構(約需 180 日)+鋼管吊裝銲接(約需 20 日)≒290 日(約 10 個月)。

因此本管段應以曾文三號水管橋建構工期 290 日(或約 10 個月)為施工要徑。

(三) 第三管段工程(曾庫公路段 6k+470~11k+054.38)曾庫公路聯通管工程

1. 工程內容

本管段範圍由曾文二號橋以北 480m 為起點(與第二管段銜接處)沿曾庫公路接 174 市道(小圓環)，由 174 市道轉往台 3 線交會點過路旁梅花餐廳後沿台 3 線往楠西市區方向約 500m 處，本段長約 4,584m，各分段埋架設方式分述如下：

(1) 明挖段

包括銜接曾文二號水管橋之φ2,600mm DIP K 型 D_2 管長約 553m(Sta 6k+470~ Sta 6k+947 及 Sta 7k+248~Sta 7k+324)，本段採明挖埋設。另於曾文一號水管橋後段，因需銜接水管橋及較深管段推管，受限於設計管壓需求採φ2,600mm SP 明挖埋設(長約 98m)。

(2) 推管段

因曾庫公路庫區外及 174 市道幅寬度僅 8m，不宜採用明挖，以免施工影響週邊環境及交通。因以選用推管方式將工作面由帶狀縮減為點狀(工作井出入口可選於沿線路旁空地降低對道路交通之影響)。本段推管由曾文水庫收費站附近沿曾庫公路至小圓環(Sta 7k+324~ Sta 9k+593)及過楠西北橋至本管段終點(Sta 10k+690~ Sta 11k+054)屬淺推，管頂覆土厚約 1.5D~2D(約 3.9m~5.2m 間)採用φ2,600mm DIP U 型 D_2 管。另於小圓環至曾文一號水管橋(Sta 9k+593~Sta 9k+889)及過曾文一號水管橋至過楠西北橋段(Sta 10k+252~Sta 10k+690)因受限需穿越溪溝，需加深通過，設計管壓較大，故採用φ2,600mm WSP 推管。

(3) 水管橋段

本管段有二處需跨越曾文溪，分別既有橋梁下游側，橋墩柱系配合既有橋梁跨度(約 36m)設置。曾文二號水管橋含橋台 2 處及橋墩 6 處，共長約 292m；曾文一號水管橋含橋台 2 處及橋墩 5 處，共長約 274m。均以φ2,600mm SP 架設水管橋。

2. 工期(各分段工程可同時展開再配合連結，積極爭取於 109 年 6 月開工，預定 112 年 12 月完工，工期共約 42.5 個月)

(1)明挖段

φ2,600mm DIP K 型 D_2 管長 553m，以前述明挖埋設工率 12m/日估算約需 47 日。另φ2,600mm SP 明挖埋設，因受現地鋼管對口銲接較費時，以 6m/日工率估算，工期約 17 日。

(2)推管段

淺推段採φ2,600mm DIP U 型 D_2 長約 2,716m，推管工率約 6m/日，並搭配較省時之鋼鈑樁工作井 12 處，每處設置需 30 日/處。另深推段因地質條件屬礫石層且設計管壓亦較大，故以φ2,600mm WSP 推管，長約 730m，工率約 4m/日且因工作井深度≧20m，採用 RC 沉箱式工作井 4 處，每處設置約需 90 日/處。本管段以 2 工作面同時施展估算，每個工作面施作工期約 23 個月(工作井 8 個月，推管 15 個月)。

(3)水管橋段

因本管段水管橋架設長度均較前述曾文三號水管橋長一至二跨(每跨跨長約 36m)，初估曾文一號水管橋工期約需 14 個月，曾文二號水管橋工期約需 18 個月。

(四) 第四管段工程(楠西段 11k+054.38~15k+702.74)

1. 工程內容

本管段需穿越溪河，惟受限既有設施及用地條件改採推管方式施作，本管段施設方式為明挖及推管，其分佈情形分述如下：

(1) 推管段

自銜接第三管段起至楠西橋前(Sta 11k+054~Sta

12k+745)及過楠西橋至鹿田派出所旁(Sta 13k+495~Sta 14k+242)，本段因受道路交通問題及地方民眾生計要求，採φ2,600mm DIP U 型 D_2 淺推，長約 2,477m。另穿越溪河段計有楠西橋段(Sta 12k+745~Sta 13k+495)選用φ2,600mm WSP 施作，長約 750m。

(2) 明挖段

自鹿田派出所旁推管段工作井銜接(Sta 14k+242~Sta 14k+811 L_1≒569m)採φ2,600mm DIP K 型 D_2 埋設，另於 Sta 14k+811~Sta 15k+703(L_2≒892m)區段因設計管壓需求以φ2,600mm SP 佈設。

2. 工期(各分段工程可同時展開再配合連結，積極爭取於 109 年 12 月開工，預定 112 年 11 月完工，工期共約 48 個月)

(1) 推管段

承前所述淺推段 2,477m，以工率 6m/日估算約需 413 日，另需設置推進工作井 12 處，每處設置約需 30 日/處，另深推段約 750m 以工率 4m/日需設工作井 4 處，每處設置需 90 日/處。本管段以 2 工作面同時施展估算，每個工作面施作工期約需 22.5 個月。

(2) 明挖段

φ2,600mm DIP K 型 D_2 管長 569m，埋設工率 12m/日估約需 47 日(或 2 個月)，φ2,600mm SP 承前述對口銲接較費時以 6m/日估，工期約 150 日(約 5 個月)。

本管段應以推管為施工要徑，必要時以加開工作面縮減工期。

(五) 第五管段工程(玉井段 15k+702.74~20k+442.54)

1. 工程內容

(1) 明挖段

輸水管自南 186 縣道至過竹圍橋推管段(Sta 15k+703~Sta 16k+621)後沿台 3 線至玉井中正路口段(Sta

16k+692~Sta 17k+859)及沿台 3 線第一公墓至高陵橋段(Sta 19k+592~Sta 20k+443)採φ2,600mm SP 明挖埋設。

(2) 推管段

本管段在竹圍橋(Sta 16k+621~Sta 16k+692)及台 3 線玉井中正路叉路口至第一公墓前(Sta 17k+859~Sta 19k+592)因設計管內壓力較大(管中心高程低於 EL.82.0)採用φ2,600mm WSP 施作。

2. 工期(各分段工程可同時展開再配合連結，積極爭取於 109 年 1 月開工，預定 112 年 11 月完工，工期共約 47 個月)

(1) 明挖段

本管段明挖部分長約 2,950m，因設計管壓較大，採用φ2,600mm SP 埋設，其工率約 6m/日，估算工期約 492 日(約 16.5 個月)。

(2) 推管段

本管段行經竹圍橋及玉井市區，交通量較大路段於管線彎折處設置工作井，以管頂覆土深度而言，本管段屬淺推管，可選用建構時間較短之鋼鈑樁工作井(建構工率約 30 日/處)，本管段推管長約 1,807m，需建構工作井 9 處，以推管工率 4m/日推估本管段單一工作面施展工期約 24 個月。

本管段應以推管為施工要徑，必要時以加開工作面縮減工期。

(六) 第六管段工程(南化及玉井段 20k+442.54~24k+805.99 及平壓管段)

1. 工程內容

本管段受限於佈設沿線地形起伏較大，除平壓管段外配合設計管內壓力對於管種之選用採用 WSP 及 SP，佈設方式約可分為以下三種方式：

(1) 水管橋段

包括高陵水管橋(Sta 20k+443~Sta 20k+502)、沙田水管橋 (Sta 20k+856~Sta 20k+940) 、三埔水管橋 (Sta

22k+415~Sta 22k+511)及四埔水管橋(Sta 23k+395~Sta 23k+469)及銜接鏡面水庫平壓管段(Sta 0k +234~Sta 0k +309)均採φ2,600mm SP 架設水管橋單跨越溪河。

(2) 明挖段

上述水管橋間於台 3 線佈設之管線為φ2,600mm SP。明挖埋設長度約 2,840m，另外銜接鏡面水庫平壓管段則有φ2,600mm SP(長約 154m)及φ2,600mm DIP K 型 D(長約 358m)。

(3) 推管段

包括三埔台地(22k+669~23k+287)及北寮段(Sta 24k+118~Sta 24k+729)，因設計管壓較大，且部分區段需加深通過既有河道(加後堀溪)採φ2,600mm WSP 施作(長度約 1,231m)，沿線需佈設工作井計 9 處。

2. 工期(各分段工程可同時展開再配合連結，積極爭取於 109 年 11 月開工，預定 113 年 11 月完工，工期共約 48.5 個月)

(1)水管橋段

因全數水管橋均為單跨跨越河道，主要以主建構建需時較久。包括基樁打設(需 30 日)+水管橋台 RC 結構(含組筋、組模、澆置、養護拆模約需 90 日)，各水管橋土建部分需時約 4 個月，另外鋼管吊裝銲接因工率約 12m/日，故各水管橋鋼管吊裝需時約 2~5 日。

(2)明挖段

若為φ2,600mm SP 因工地對口銲接工率約 6m/日，以南化台 3 線段長 2,840m 單一工作面需 475 日，平壓管段 154m(約需 26 日)，另以φ2,600mm DIP K 型 D_2 明挖埋設之平壓管段工率約 12m/日，長 358m 需 30 日。初估單一工作面施作需時約 21.5 個月。

(3)推管段

本管段因需加深通過河槽，屬深推，工作井深度≧20m

以 RC 沉箱式工作井施作共 9 處，每處建構約需 90 日/處，推管工率約 4m/日，若以 3 組分 3 區段同時進行估算，工作井(9 處/3x3 個月)+(推管 1,231m/(4m/日x30 日)÷3≒12.4 個月。

(七) 聯通管路機電監控工程

1. 工程內容

(1)輸水管路沿線監控站建置

(2)監控室監控系統建置

(3)輸水管網系統整合

2. 工期：配合各管段完成，進行系統建置及整合(約分 3 階段，每階段約 6 個月，共 18 個月)。

(八) 南化淨水場銜接管段工程(由台灣自來水公司辦理，並以該公司實際提出為主)

1. 工程內容

(1) 輸水管線埋設路線由台 3 線四埔附近銜接至南化淨水場，長約 1,870m

(2) 水管橋架設(長約 160m)

(3) 以 ϕ2600mm WSP 或 DIP 管推進施工，長約 450m

2. 工期：由台灣自來水公司辦理，並以該公司實際提出為主，預估工期約 39 個月。

第十一章　工程費估算與分年經費需求分析

11.1 經費來源

本計畫總經費 120 億元，其中由台灣自來水公司分擔南化淨水場銜接管段工程所需經費之 50%，其餘經費由前瞻基礎建設計畫特別預算項下支應，至於 110 年 9 月以後經費另循預算程序辦理。

11.2 計算基準

本計畫工程費估算係依據「公共建設工程經費估算編列手冊」及相關規定，並參考相關案例及國內外廠商報價資料，以確定估價標準及主要成本編估項目與比例，再依本計畫各工程項目估算數量及工程費。有關估價標準說明如下：

本工程所需之相關設備機具或資材，主要基本單價參考下列資料來源進行估算：

(一) 行政院公共工程委員會價格資料庫(南區；第 54 期)

(二)「營建物價」雜誌(第 122 期 106 年 11 月版)

(三) 行政院公共工程委員會重要資材趨勢調查(南區；106 年 10 月 25 版)

(四) 工率：土建依經濟部水利署「水利工程工資、工率分析手冊」編列。

11.3 工程費估算

本計畫工程主要成本編估、工程費用說明如下：

(一) 設計階段作業費：

以直接工程費約 3%估算，約需經費新台幣 2.85 億元。

(二) 用地取得及拆遷補償費：

本工程以盡量減少使用私有地為原則，工程實際用地狀況需俟設計完成後方能確定；本項費用包括用地取得費、拆遷補償及遷移費(含調整費) 、委託第三方單位查估及辦理上述業務之作業費，概估約需新台幣 2.23 億元。

(三) 直接工程費

本工程施工費管線直線段管材採用 DIP，其餘管段管材採用 SP(如彎管、推進管段、跨河段及高壓段)，直接工程費共計 100.68 億元，分別估算各管段工程費，說明如下：

1. 第一管段工程(0k+000~3k+519.64)工程

包含興闢輸水隧道、電廠壓力鋼管銜接段鋼管埋架設、供水豎井、消能井及相關閥件、調整池、Baffle-drop 豎井消能工、調整池周邊隔離控制閥及操作機房等工作項目，約需新台幣 11.79 億元(見圖 11.3-1 平面圖及表 11.3-1 所示)。

2. 第二管段工程(3k+519.64~6k+470)

包含φ2,600mm 輸水管及工地安裝埋設、水管橋及橋台架設、AC 路面修護等工作項目，約需新台幣 6.48 億元(見表 11.3-2 所示)。

3. 第三管段工程(6k+470~11k+054.38)

包含φ2,600mm 輸水管及工地安裝埋設、WSP 管及推進施工及推進管工作井構築、水管橋及橋台架設、AC 路面修護等工作項目，約需新台幣 23.31 億元(見表 11.3-3 所示)。

4. 第四管段工程(11k+054.38~15k+702.74)

包含φ2,600mm 輸水管及工地安裝埋設、WSP 管及推進施工及推進管工作井構築、AC 路面修護等工作項目，約需新台幣 21.04 億元(見表 11.3-4 所示)。

5. 第五管段工程(15k+702.74~20k+442.54)

包含φ2,600mm 輸水管及工地安裝埋設、WSP 管及推進施工及推進管工作井構築、水管橋及橋台架設、AC 路面修護等工作項目，約需新台幣 14.27 億元(見表 11.3-5 所示)。

6. 第六管段工程(20k+442.54~24k+805.99 及平壓管段)

包含φ2,600mm 輸水管及工地安裝埋設、水管橋及橋台架設、接水點φ2,600mm 丁字管及安裝、AC 路面修護等工作項目，約需新台幣 15.10 億元(見表 11.3-6 所示)。

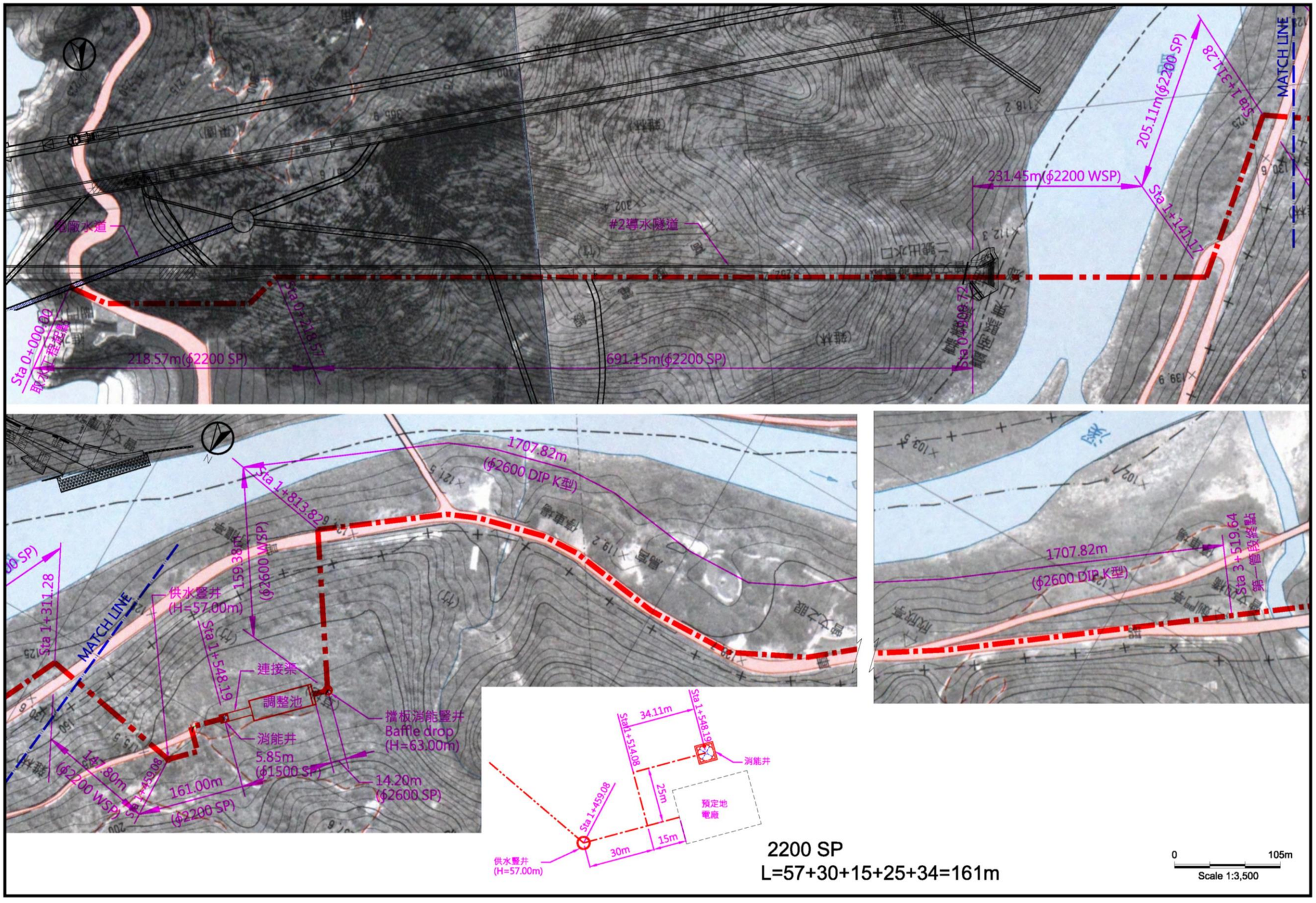


圖 11.3-1 第一管段平面圖

表 11.3-1　第一管段工程(0k+000~3k+519.64)直接工程費估算表

項次	工　程　項　目	說　明	單位	數　量	單 價（元）	複 價(元)
第一管段工程(0k+000~3k+519.64)						
1.	取水隧道工程	含隧道機械開挖、支撐、回填及接觸灌漿費	m	219	176,000	38,544,000
2.	取水隧道段鋼管及安裝§2200mm SP	含工地焊接	m	219	70,000	15,330,000
3.	導水隧道段鋼管及安裝§2200mm SP	含工地焊接、鋼環梁及基座費	m	691	100,000	69,100,000
4.	§2200mmWSP 管及推進施工	跨河段*[註一]+消能管段	m	380	380,000	144,400,000
5.	§2200mm 推進管工作井	跨河段+消能管段	處	3	2,600,000	7,800,000
6.	§2200mm SP 輸水管及工地安裝埋設	跨河段+消能管段	m	366	70,000	25,620,000
7.	§2600mmWSP 管及推進施工	消能管段	m	159	370,000	58,830,000
8.	§2600mm 推進管工作井	消能管段	處	1	3,000,000	3,000,000
9.	供水豎井土建	含隧道機械開挖、支撐、餘方搬運費	m	57	640,000	36,480,000
10.	消能井土建		m^3	1,500	1,930	2,895,000
11.	調整池土建	含全套管樁基礎	m^3	13,200	2,931	38,689,200
12.	Baffle-drop 消能豎井土建	含豎井開挖、襯砌、支撐搭架、餘方搬運至洞口費	m	63	2,320,000	146,160,000
13.	§2600mm SP 輸水管及工地安裝埋設	消能管段	m	14	104,995	1,469,930
14.	§2600mm DIP K 型 D2 輸水管及工地安裝埋設	庫區道路	m	1,708	133,681	228,327,148
15.	§1500mm SP 輸水管及工地安裝埋設	庫區道路	m	6	110,000	643,500
16.	挖方(機械)		m^3	57,069	40	2,282,760
17.	近運利用回填方[運距 100m]		m^3	18,827	56	1,054,312
18.	餘方運移處理[卡車 35t,運距 40km 以上]		m^3	46,423	476	22,097,348
19.	控制性低強度回填材料	CLSM	m^3	17,152	1,046	17,940,992
20.	§2200mm 蝶閥及工地安裝測試		組	2	2,152,800	4,305,600
21.	§2600mm 蝶閥及工地安裝測試		組	1	3,857,100	3,857,100
22.	§2200mm 球閥及工地安裝測試		組	1	32,292,000	32,292,000
23.	§1500mm 固定錐形流量控制閥及工地安裝測試		組	1	11,033,100	11,033,100
24.	§1500mm 雙拉桿伸縮接頭及工地安裝		組	1	506,177	506,177
25.	§2200mm 雙拉桿伸縮接頭及工地安裝		組	3	1,345,500	4,036,500
26.	§2600mm 雙拉桿伸縮接頭及工地安裝		組	1	1,835,262	1,835,262
27.	§400mm 排泥閥及工地安裝		組	4	265,512	1,062,048
28.	§400mm 雙拉桿伸縮接頭及工地安裝		組	4	107,640	430,560
29.	§200mm 緩衝塞閥及彈性座封閥，含工地安裝		組	12	77,142	925,704
30.	§200mm 排氣閥及工地安裝		組	12	143,520	1,722,240
31.	10cmAC 路面修護		m^2	13,696	570	7,806,720
	小計					930,477,201
	雜項工程費(含地下管線探挖)	（施工費項)x10%	式	1	93,047,720	93,047,720
	勞工安全衛生費	（施工費項)x1%	式	1	9,304,772	9,304,772
	環境保護措施費	（施工費項)x1%	式	1	9,304,772	9,304,772
	廠商品質管制作業費	（施工費項)x0.8%	式	1	7,443,818	7,443,818
	小計					119,101,082
	承包商管理費	費率約 6.5%計	式	1	64,636,018	64,636,018
	工程保險費	按年費率 0.8%計	式	1	8,188,199	8,188,199
	營業稅	按 5%計	式	1	55,710,715	55,710,715
	發包工程費					1,178,113,215
	外線補助費用及規費		式	1	386,785	386,785
	直接工程費					1,178,500,000

註一：出#2 導水隧道之輸水管為直徑 D2,200mm 的 WSP，因過河段地質條件為岩盤裸露，附近單壓強度約為 400kgf/cm^2，考量推進機盤磨耗較大且工作井深約 32m，影響出土效率。

表 11.3-2　第二管段工程(3k+519.64~6k+470)直接工程費估算表

項次	工　程　項　目	說　明	單位	數　量	單 價（元）	複 價(元)
第二管段工程(3k+519.64~6k+470)						
1.	§2600mm DIP K 型 D2 輸水管及工地安裝埋設	庫區道路	m	2,610	133,681	348,907,410
2.	§2600mm SP 水管橋(橋墩台)及工地安裝	庫區道路	m	355	300,000	106,500,000
3.	挖方(機械)		m^3	43,587	40	1,743,480
4.	近運利用回填方[運距 100m]		m^3	13,703	56	767,368
5.	餘方運移處理[卡車 35t,運距 40km 以上]		m^3	29,884	476	14,224,784
6.	控制性低強度回填材料	CLSM	m^3	11,667	1,046	12,203,682
7.	§2600mm 蝶閥及工地安裝測試		組	1	3,857,100	3,857,100
8.	§2600mm 雙拉桿伸縮接頭及工地安裝		組	1	1,835,262	1,835,262
9.	§2600mm 鋼製可撓管及工地安裝		組	4	3,931,551	15,726,204
10.	§400mm 排泥閥及工地安裝		組	5	265,512	1,327,560
11.	§400mm 雙拉桿伸縮接頭及工地安裝		組	5	107,640	538,200
12.	§200mm 緩衝塞閥及彈性座封閥，含工地安裝		組	9	77,142	694,278
13.	§200mm 排氣閥及工地安裝		組	9	143,520	1,291,680
14.	10cmAC 路面修護		m^2	46,980	570	26,778,600
施工費小計						509,617,008
	雜項工程費(含地下管線探挖)	（施工費項)x10%	式	1	50,961,701	50,961,701
	勞工安全衛生費	（施工費項)x1%	式	1	5,096,170	5,096,170
	環境保護措施費	（施工費項)x1%	式	1	5,096,170	5,096,170
	廠商品質管制作業費	（施工費項)x0.8%	式	1	4,076,936	4,076,936
	小計					65,230,977
	承包商管理費	費率 6.5%計	式	1	37,280,106	37,280,106
	工程保險費	按年費率 0.8%計	式	1	4,484,630	4,484,630
	營業稅	按 5%計	式	1	30,606,405	30,606,405
	發包工程費					647,219,126
	外線補助費用及規費		式	1	280,874	280,874
	直接工程費					647,500,000

表 11.3-3　第三管段工程(6k+470~11k+054.38)直接工程費估算表

項次	工　程　項　目	說　明	單位	數　量	單 價（元）	複 價(元)
第三管段工程(6k+470~11k+054.38)						
1.	§2600mm DIP K 型 D2 輸水管及工地安裝埋設		m	583	133,681	77,936,023
2.	§2600mm SP 水管橋(橋墩台)及工地安裝		m	571	300,000	171,300,000
3.	§2600mm SP 輸水管及工地安裝埋設		m	98	104,995	10,289,510
4.	§2600mmWSP 管及推進施工		m	730	370,000	270,100,000
5.	§2600mm DIP U 型 D2 管及推進施工		m	2,717	440,000	1,195,480,000
6.	§2600mm 推進管工作井		處	16	3,000,000	48,000,000
7.	挖方(機械)		m^3	32,839	40	1,313,560
8.	近運利用回填方[運距 100m]		m^3	4,299	56	240,744
9.	餘方運移處理[卡車 35t,運距 40km 以上]		m^3	28,540	476	13,585,040
10.	控制性低強度回填材料	CLSM	m^3	5,960	1,046	6,234,160
11.	§2600mm 球閥及工地安裝測試		組	1	21,528,000	21,528,000
12.	§2600mm 雙拉桿伸縮接頭及工地安裝		組	1	1,835,262	1,835,262
13.	§2600mm 鋼製可撓管及工地安裝		組	4	3,931,551	15,726,204
14.	§400mm 排泥閥及工地安裝		組	5	265,512	1,327,560
15.	§400mm 雙拉桿伸縮接頭及工地安裝		組	5	107,640	538,200
16.	§200mm 緩衝塞閥及彈性座封閥，含工地安裝		組	13	77,142	1,002,846
17.	§200mm 排氣閥及工地安裝		組	13	143,520	1,865,760
18.	AC 路面修護		m^2	15,714	570	8,956,980
施工費小計						1,847,259,849
	雜項工程費(含地下管線探挖)	（施工費項)×10%	式	1	184,725,985	184,725,985
	勞工安全衛生費	（施工費項)×1%	式	1	18,472,598	18,472,598
	環境保護措施費	（施工費項)×1%	式	1	18,472,598	18,472,598
	廠商品質管制作業費	（施工費項)×0.8%	式	1	14,778,079	14,778,079
	小計					236,449,260
	承包商管理費	費率 6%計	式	1	119,990,591	119,990,591
	工程保險費	按年費率 0.8%計	式	1	16,255,887	16,255,887
	營業稅	按 5%計	式	1	110,184,985	110,184,985
	發包工程費					2,330,140,572
	外線補助費用及規費		式	1	859,428	859,428
	直接工程費					2,331,000,000

表 11.3-4　第四管段工程(11k+054.38~15k+702.74)直接工程費估算表

項次	工　程　項　目	說　明	單位	數　量	單 價（元）	複 價(元)
第四管段工程(11k+054.38~15k+702.74)						
1.	§2600mm SP 輸水管及工地安裝埋設		m	894	104,995	93,865,530
2.	§2600mm DIP K 型 D2 輸水管及工地安裝埋設		m	575	133,681	76,866,575
3.	§2600mmWSP 管及推進施工		m	757	370,000	280,090,000
4.	§2600mm DIP U 型 D2 管及推進施工		m	2,477	440,000	1,089,880,000
5.	§2600mm 推進管工作井		處	16	3,000,000	48,000,000
6.	挖方(機械)		m^3	52,288	40	2,091,520
7.	近運利用回填方[運距 100m]		m^3	18,646	56	1,044,176
8.	餘方運移處理[卡車 35t,運距 40km 以上]		m^3	33,642	476	16,013,592
9.	控制性低強度回填材料	CLSM	m^3	14,681	1,046	15,356,326
10.	§2600mm 球閥及工地安裝測試		組	1	21,528,000	21,528,000
11.	§2600mm 雙拉桿伸縮接頭及工地安裝		組	1	1,835,262	1,835,262
12.	§400mm 排泥閥及工地安裝		組	3	265,512	796,536
13.	§400mm 雙拉桿伸縮接頭及工地安裝		組	3	107,640	322,920
14.	§200mm 緩衝塞閥及彈性座封閥，含工地安裝		組	5	77,142	385,710
15.	§200mm 排氣閥及工地安裝		組	5	143,520	717,600
16.	AC 路面修護		m^2	29,898	570	17,041,860
施工費小計						1,665,835,607
	雜項工程費(含地下管線探挖)	（施工費項)×10%	式	1	166,583,561	166,583,561
	勞工安全衛生費	（施工費項)×1%	式	1	16,658,356	16,658,356
	環境保護措施費	（施工費項)×1%	式	1	16,658,356	16,658,356
	廠商品質管制作業費	（施工費項)×0.8%	式	1	13,326,685	13,326,685
	小計					213,226,958
	承包商管理費	費率 6%計	式	1	109,105,136	109,105,136
	工程保險費	按年費率 0.8%計	式	1	14,659,353	14,659,353
	營業稅	按 5%計	式	1	99,408,385	99,408,385
	發包工程費					2,102,235,439
	外線補助費用及規費		式	1	1,764,561	1,764,561
	直接工程費					2,104,000,000

表 11.3-5　第五管段工程(15k+702.74~20k+442.54)直接工程費估算表

項次	工　程　項　目	說　明	單位	數　量	單 價（元）	複 價(元)
1.	§2600mm SP 輸水管及工地安裝埋設		m	2,951	104,995	309,840,245
2.	§2600mmWSP 管及推進施工		m	1,807	370,000	668,590,000
3.	§2600mm 推進管工作井		處	9	3,000,000	27,000,000
4.	挖方(機械)		m^3	83,081	40	3,323,240
5.	近運利用回填方[運距 100m]		m^3	25,133	56	1,407,448
6.	餘方運移處理[卡車 35t,運距 40km 以上]		m^3	57,948	476	27,583,248
7.	控制性低強度回填材料	CLSM	m^3	32,473	1,046	33,966,758
8.	§2600mm 球閥及工地安裝測試		組	1	21,528,000	21,528,000
9.	§2600mm 雙拉桿伸縮接頭及工地安裝		組	1	1,835,262	1,835,262
10.	§400mm 排泥閥及工地安裝		組	1	265,512	265,512
11.	§400mm 雙拉桿伸縮接頭及工地安裝		組	1	107,640	107,640
12.	§200mm 緩衝塞閥及彈性座封閥，含工地安裝		組	4	77,142	308,568
13.	§200mm 排氣閥及工地安裝		組	4	143,520	574,080
14.	AC 路面修護		m^2	55,062	570	31,385,340
施工費小計						1,127,715,341
	雜項工程費(含地下管線探挖)	（施工費項)×10%	式	1	112,771,534	112,771,534
	勞工安全衛生費	（施工費項)×1%	式	1	11,277,153	11,277,153
	環境保護措施費	（施工費項)×1%	式	1	11,277,153	11,277,153
	廠商品質管制作業費	（施工費項)×0.8%	式	1	9,021,723	9,021,723
	小計					144,347,563
	承包商管理費	費率 6%計	式	1	76,817,920	76,817,920
	工程保險費	按年費率 0.8%計	式	1	9,923,895	9,923,895
	營業稅	按 5%計	式	1	67,444,041	67,444,041
	發包工程費					1,426,248,760
	外線補助費用及規費		式	1	751,240	751,240
	直接工程費					1,427,000,000

表 11.3-6　第六管段工程(20k+442.54~24k+805.99 及平壓管段)

直接工程費估算表

項次	工　程　項　目	說　明	單位	數　量	單 價（元）	複 價(元)
第六管段工程(20k+442.54~24k+805.99 及平壓管段)						
1.	§2600mm DIP K 型 D2 輸水管及工地安裝埋設		m	358	133,681	47,857,798
2.	§2600mm SP 水管橋(橋墩台)及工地安裝		m	400	300,000	120,000,000
3.	§2600mm SP 輸水管及工地安裝埋設		m	2,994	104,995	314,355,030
4.	§2600mmWSP 管及推進施工		m	1,231	370,000	455,470,000
5.	§2600mm 推進管工作井		處	9	3,000,000	27,000,000
6.	挖方(機械)		m^3	91,504	40	3,660,160
7.	近運利用回填方[運距 100m]		m^3	22,695	56	1,270,920
8.	餘方運移處理[卡車 35t,運距 40km 以上]		m^3	68,809	476	32,753,084
9.	控制性低強度回填材料	CLSM	m^3	35,494	1,046	37,126,724
10.	§2600mm 球閥及工地安裝測試		組	3	21,528,000	64,584,000
11.	§2600mm 雙拉桿伸縮接頭及工地安裝		組	4	1,835,262	7,341,048
12.	§2600mm 鋼製可撓管及工地安裝		組	8	3,931,551	31,452,408
13.	§2600mm 蝶閥及工地安裝測試		組	1	3,857,100	3,857,100
14.	§400mm 排泥閥及工地安裝		組	12	265,512	3,186,144
15.	§400mm 雙拉桿伸縮接頭及工地安裝		組	12	107,640	1,291,680
16.	§200mm 緩衝塞閥及彈性座封閥,含工地安裝		組	13	77,142	1,002,846
17.	§200mm 排氣閥及工地安裝		組	13	143,520	1,865,760
18.	AC 路面修護		m^2	69,200	570	39,444,000
	施工費小計					1,193,518,702
	雜項工程費(含地下管線探挖)	（施工費項)×10%	式	1	119,351,870	119,351,870
	勞工安全衛生費	（施工費項)×1%	式	1	11,935,187	11,935,187
	環境保護措施費	（施工費項)×1%	式	1	11,935,187	11,935,187
	廠商品質管制作業費	（施工費項)×0.8%	式	1	9,548,150	9,548,150
	小計					152,770,394
	承包商管理費	費率 6%計	式	1	80,766,122	80,766,122
	工程保險費	按年費率 0.8%計	式	1	10,502,965	10,502,965
	營業稅	按 5%計	式	1	71,352,761	71,352,761
	發包工程費					1,508,910,944
	外線補助費用及規費		式	1	1,089,056	1,089,056
	直接工程費					1,510,000,000

7. 聯通管路機電監控工程

含與既設監控系統整合、監控室監控系統構建、輸水管路沿線監控站、其他監控站監控系統、閉路電視系統等工作項目，約需新台幣 0.68 億元(見表 11.3-7 所示)。

8. 南化淨水場銜接管段工程

含φ2,600mm 輸水管及工地安裝埋設、WSP 管及推進施工及推進管工作井構築、水管橋及橋台架設、AC 路面修護等工作項目。此管段交由台灣自來水公司辦理執行，經費由台灣自來水公司及水利署平均分擔，約需新台幣 6.47 億元，詳附錄七。

表 11.3-7　聯通管路機電監控工程直接工程費估算表

項次	工　程　項　目	說　明	單位	數　量	單　價(元)	複　價(元)
聯通管路機電監控工程						
1.	操作室與閥室水電工程		式	1	7,882,900	7,882,900
2.	閥室製程操作用機電系統		式	1	5,313,700	5,313,700
3.	電腦自動控制監控系統		式	1	13,200,000	13,200,000
4.	遠端監控站機電系統		式	1	21,736,000	21,736,000
施工費小計						48,132,600
	雜項工程費	(施工費項)x10%	式	1	4,813,260	4,813,260
	勞工安全衛生費	(施工費項)x1%	式	1	481,326	481,326
	環境保護措施費	(施工費項)x1%	式	1	481,326	481,326
	廠商品質管制作業費	(施工費項)x0.8%	式	1	385,061	385,061
	小計					6,160,973
	承包商管理費	費率 6.5%計	式	1	7,283,619	7,283,619
	工程保險費	按年費率 0.8%計	式	1	423,567	423,567
	營業稅	按 5%計	式	1	3,078,860	3,078,860
	發包工程費					65,079,619
	電力外線補助費用及規費		式	1	346,381	346,381
	契約容量與電費(年)		式	1	2,350,000	2,350,000
	監控連線費(年)		式	1	224,000	224,000
	直接工程費					68,000,000

(四) 間接工程費

約以直接工程費 5%估計，約需經費新台幣 4.96 億元。

(五) 工程預備費

約以直接工程費 3.5%估計，約需經費新台幣 3.47 億元。

(六) 物價調整費

以各年度預計支出之直接工程費、間接工程費及工程預備費合計之值，按預估之物價年平均上漲率採 1.8%複利分年估列，共約需經費新台幣 3.89 億元。

(七) 其他費用

包含周邊環境改善經費(以直接工程費 3%計)，視需要補助受本計畫執行期間影響之縣(市)政府及鄉(鎮、市、區)公所辦理周邊環境改善工程，以爭取民眾認同及減少計畫執行阻力，另辦理生態檢核、公民參與、資訊公開、環境教育等相關工作，以及研究發展費及公共藝術設置費等(以直接工程費 0.5%計)，總共約以直接工程費 3.5%計算，需經費新台幣 3.47 億元。

(八) 總工程經費

包含規劃設計與施工諮詢費、用地取得及拆遷補償費、直接工程費、間接工程費、工程預備費、物價調整費及其他費用等，總工程經費為新台幣 120 億元(見表 11.3-8 所示)。

表 11.3-8　曾文南化聯通管總工程經費估算表

成本項目		單位	數量	單價（元）	工程費（元）	附　註
壹、設計階段作業費		式	1	285,540,000	285,540,000	直接工程費×2.88%
貳、用地取得及拆遷補償費		式	1	223,000,000	223,000,000	
參、工程建造費						
一、直接工程費						
(一)	第一管段工程(0k+000~3k+519.64)	式	1	1,178,500,000	1,178,500,000	
(二)	第二管段工程(3k+519.64~6k+470)	式	1	647,500,000	647,500,000	
(三)	第三管段工程(6k+470~11k+054.38)	式	1	2,331,000,000	2,331,000,000	
(四)	第四管段工程(11k+054.38~15k+702.74)	式	1	2,104,000,000	2,104,000,000	
(五)	第五管段工程(15k+702.74~20k+442.54)	式	1	1,427,000,000	1,427,000,000	
(六)	第六管段工程(20k+442.54~24k+806 及平壓管段)	式	1	1,510,000,000	1,510,000,000	
(七)	聯通管路機電監控工程	式	1	68,000,000	68,000,000	
(八)	南化淨水場銜接管段工程	式	1	647,000,000	647,000,000	
	直接工程費小計				9,913,000,000	
二、	間接工程費	式	1	495,650,000	495,650,000	直接工程費×5%
三、	工程預備費	式	1	346,744,658	346,744,658	直接工程費×3.5%
四、	物價調整費	式	1	389,320,684	389,320,684	(一~三項合計)以1.8%複利法分年估列
五、	其他費用	式	1	346,744,658	346,744,658	含周邊環境改善等配合工程
	工程建造費(一~五)小計				11,491,460,000	
	總工程經費(壹~參)合計				12,000,000,000	

11.4 分年經費需求

為增加曾文水庫出水管道，健全供水網絡，有效提升南部地區水資源整體備援及彈性應變能力。本計畫有執行期程緊迫工程使命，計畫工期含規劃設計、用地取得與拆遷補償及計畫接力並進，計畫工期約需 72 個月內辦理完成，總工程費約需 120 億元，計畫分年經費需求分析如下：

一、「規劃設計」與「用地取得拆遷補償」：本階段工作包括協助機關召開地方說明會，評估考量民眾意願，研擬最佳路線方案，以利計畫工程分段同時推展；另包含細部設計及施工諮詢費用，另用地取得拆遷補償工期初估約 22 個月，此階段分年經費估算，如表 11.4-1 所示。

二、「工程建造費」：本工作內容包含南區水資源局主辦之組管段工程(內容為第一管段至第六管段及聯通管路機電監控工程)，與由台灣自來水公司辦理之「南化淨水場銜接管段工程」，計畫工程分段同時陸續進場施作(無地取得拆遷補償問題者，於完成設計後先進場施作)，推估工期約 65 個月，工程建造費如表 11.4-1 所示。

表 11.4-1　曾文南化聯通管工程建造費分年經費表

工作項目			經費(百萬元)	分年經費（百萬元）					
				第一年(108)	第二年(109)	第三年(110)	第四年(111)	第五年(112)	第六年(113)
一、設計階段作業費			286	9	34	51	57	60	74
二、用地取得及拆遷補償費			223	3	45	175			
三、工程建造費	(一)	1.第一管段工程	1,179		22	412	354	271	119
	直接工程費	2.第二管段工程	648	19	29	275	324		
		3.第三管段工程	2,331		48	874	501	908	
		4.第四管段工程	2,104			842	631	421	210
		5.第五管段工程	1,427		39	571	459	215	143
		6.第六管段工程	1,510		214	616	302	227	151
		7.聯通管路機電監控工程	68			7	20	14	27
		8.南化淨水場銜接管段工程	647	5	44	82	150	249	117
		小計	**9,913**	**24**	**397**	**3,679**	**2,742**	**2,305**	**767**
	(二)、間接工程費		496	1	20	184	137	115	38
	(三)、工程預備費		347	1	14	129	96	81	27
	(四)、物價調整費		389		10	72	108	137	62
	(五)、其他費用		347	1	14	129	96	81	27
	合計		11,492	27	455	4,192	3,179	2,719	920
總工程費(一 ~三項合計)			**12,000**	**39**	**534**	**4,418**	**3,236**	**2,779**	**994**

第十二章　分標方式與採購策略

12.1 工程分標

一、分標目的

本工程範圍長遠，分佈成帶狀，故工程施工加以分標，理由包含：

(一) 可避免工區過度集中，造成當地居民生活環境及交通之衝擊。

(二) 各分標可同時進行施工，縮短工期。

(三) 將可避免施工中遭遇局部問題，而造成全面停工。

二、分標原則

本工程各標依工程位置、推動期程、環境需求、土地取得、行政區域等因素進行分區施工，以尋求最佳工程施工狀況。本計畫擬分為三標，各標段範圍如圖 12.1-1 所示，將滾動檢討依實調整，依招標公告為主，各標段之管材與發包費用整理分別如表 12.1-1 及表 12.1-2，說明如后。

(一) 第 A1 標

1. 工程範圍

由取水點至曾文二號橋以北 480m 處，由第一管段(0k+000~3k+519.64)包含取水隧道段、#2 導水隧道段、跨河段、消能設施段、部份輸水管段、第二管段(3k+519.64~6k+470.0)及機電監控工程等組合，本標段位於庫區內。

2. 工程內容

(1)銜接電廠壓力鋼管之隧道段打設及填縫。

(2) #2 導水隧道內鋼管架設

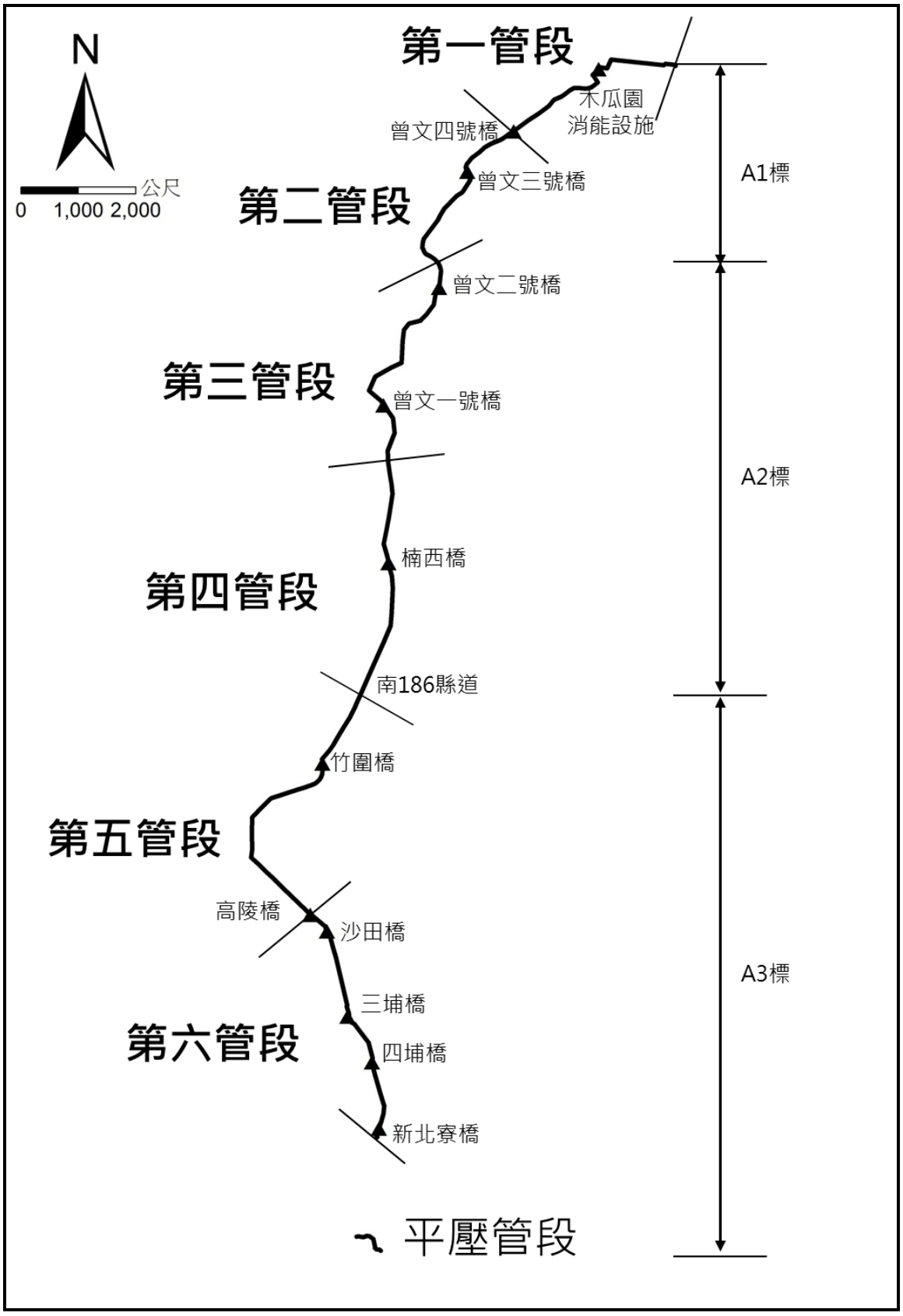
(3) 推管通過曾文溪及曾庫公路至供水豎井。

(4) 消能設施：包含供水豎井、消能井及相關閥件、調整池、消能豎井 Baffle-drop、調整池周邊隔離控制閥及操作機房等土建工程。

(5) 由消能豎井 Baffle-drop 推管至曾庫公路旁輸水管銜接點。

(6) 架設曾文四號橋水管橋通過野溪。

(7) 由曾文四號橋南端沿曾庫公路明挖埋設至曾文三號橋北端。



註：各工程標將滾動檢討依實調整，後續於招標階段公告。

圖 12.1-1　曾文南化聯通管工程分標示意圖

表 12.1-1　曾文南化聯通管明挖、推進及水管橋數量表

標別	管段	分段名稱	工程里程	明挖段					推進段				Φ2600 SP 水管橋 (m)	合計
				Φ1500 SP (m)	Φ2200 SP (m)	Φ2600 SP (m)	Φ2600 DIP K 型 (m)	小計	Φ2200 WSP (m)	Φ2600 WSP (m)	Φ2600 DIP U 型 (m)	小計		
一	一	取水隧道	0k+000~0K+218.57		218.57			218.57				0.00		218.57
		#2 導水隧道	0k+218.57~0k+909.72		691.15			691.15				0.00		691.15
		跨河段	0k+909.72~1k+311.28		205.11			205.11	231.45			231.45		436.56
		消能段	1k+311.28~1k+813.82	5.85	161.00	14.20		181.05	147.80	159.38		307.18		488.23
		庫區道路	1k+813.82~3k+519.64				1,707.82	1,707.82				0.00		1,707.82
	二	庫區道路	3k+519.64~6k+470.00				2,609.94	2,609.94				0.00	354.42	2,964.36
	小計			5.85	1,275.83	14.20	4,317.76	5,613.64	379.25	159.38	0.00	538.63	354.42	6,506.69
二	三	曾庫公路	6k+470.00~11k+054.38			97.55	552.76	650.31		729.85	2,716.27	3,446.12	570.95	4,667.38
	四	楠西	11k+054.38~15k+702.74			893.73	575.13	1,468.86		756.42	2,476.68	3,233.10		4,701.96
	小計			0.00	0.00	991.28	1,127.89	2,119.17	0.00	1,486.27	5,192.95	6,679.22	570.95	9369.34
三	五	玉井	15k+702.74~20k+442.54			2,950.24		2,950.24		1,806.56		1,806.56		4,756.80
	六	南化	20k+442.54~24k+805.99			2,839.96		2,839.96		1,230.83		1,230.83	317.25	4,388.04
		平壓塔	0k+000~0k+593.40			153.53	358.20	511.73				0.00	81.67	593.40
	小計			0.00	0.00	5,943.73	358.20	6,301.93	0.00	3,037.39	0.00	3,037.39	398.92	9,738.24
總計				5.85	1,275.83	6,949.21	5,803.85	14,034.74	379.25	4,683.04	5,192.95	10,255.24	1,324.29	25,614.27
				14,034.74					10,255.24				1,324.29	25,614.27

表 12.1-2　曾文南化聯通管各標別基設統包費

標別	管段	工程里程	細部設計費(元)	直接工程費(元)	基設統包費(元)
A1:庫區段	一	0k+000.00~3k+519.64	47,350,000	1,178,500,000	1,941,350,000
	二	3k+519.64~6k+470.00		647,500,000	
	機電監控			68,000,000	
	小計		47,350,000	1,894,000,000	
A2:楠西段	三	6k+470.00~11k+054.38	88,700,000	2,331,000,000	4,523,700,000
	四	11k+054.38~15k+702.74		2,104,000,000	
	小計		88,700,000	4,435,000,000	
A3:玉井/南化段	五	15k+702.74~20k+442.54	58,740,000	1,427,000,000	2,995,740,000
	六(含平壓塔段)	20k+442.54~24k+805.99		1,510,000,000	
		平 0k+000~0k+593.40			
	小計		58,740,000	2,937,000,000	
合計			194,790,000	9,266,000,000	9,460,790,000

註：各工程標預算將滾動檢討依實調整，後續於招標階段公告。

(8) 架設曾文三號橋水管橋通過曾文溪。

(9) 由曾文三號橋南端沿曾庫公路埋設至曾文二號橋以北 480m。

(10) 輸水管路沿線監控站建置、監控室監控系統建置、監測自動回饋系統建置、輸水管網系統整合。

3. 管線長度：約 6,507m。

4. 直接工程費：約 18.94 億元。

5. 細部設計費：本標工程複雜且介面多故採直接工程費x2.5%估列約 0.47 億元。

6. 發包費：4+5 項合計約 19.41 億元。

(三) 第 A2 標

1. 工程範圍

由曾文二號橋以北 480m 處至楠西/玉井區界(台 3 與南 186 縣道交叉處)之輸水管段，本管段由庫區至通過楠西市區。

2. 工程內容

(1) 由曾文二號橋以北 480m 處沿曾庫公路埋設至曾文二號橋北端。

(2) 架設曾文二號橋水管橋通過曾文溪。

(3) 由曾文二號南端沿曾庫公路埋設至曾文二橋公車站前。

(4) 由曾文二橋公車站前沿曾庫公路推管至曾文一號橋北端。

(5) 架設曾文一號橋水管橋通過曾文溪(含曾文一號橋兩端橋頭農路銜接改善)。

(6) 由曾文一號橋南端沿曾庫公路推管至曾庫公路及 174 市道銜接點，再沿及台 3 線推管至 174 市道與台 3 銜接點往南約 150m 處。

(7) 由 174 市道與台 3 銜接點南方沿台 3 線推管至鹿田派出所前，其中以推管方式通過油車溪(楠西橋)。

(8) 自鹿田派出所前台 3 線埋設至台 3 與南 186 縣道路口處之行政區界。

3. 管線長度：約 9,369m。

4. 直接工程費：約 44.35 億元。

5. 細部設計費：採直接工程費x2%估列約 0.89 億元。

6. 發包費：4+5 項合計約 45.24 億元。

(三) 第 A3 標

1.工程範圍

(1) 由台 3 與南 186 縣道路口處沿台 3 線至南化高屏聯通管北寮銜接點之輸水管段，本管段通過玉井區及南化區。

(2) 台 3 線至鏡面水庫之平壓管段。

2.工程內容

(1) 由台 3/南 186 縣道路口至竹圍橋北端。

(2) 竹圍橋採推進穿越後旦溪。

(3) 由竹圍橋南端沿台 3 線埋設至中山路及中正路口。

(4)由中山路及中正路口沿台 3 線推管至玉井第一公墓前。

(5)由玉井第一公墓前埋設至高陵橋北端。

(6) 架設高陵橋水管橋通過後堀溪支流。

(7) 由高陵橋南端沿台 3 線埋設至沙田橋北端。

(8) 架設沙田橋水管橋通過坑內溝。

(9) 由沙田橋南端沿台 3 線埋設至三埔橋北端，轉向舊台 3 線至牛稠溪前。

(10) 架設三埔橋水管橋通過牛稠溪。

(11) 沿舊台 3 線埋設，於三埔橋南端銜接台 3 線至四埔橋北端，其中部份地形局部高點及交通要道處以推管通過。

(12) 架設四埔橋水管橋通過後堀溪支流。

(13) 由四埔橋南端沿台 3 線埋設至台 3 線及台 20 線銜接點北方。

(14) 由台 3 線及台 20 線銜接點北方沿台 3 線推管至與南化高屏聯通管銜接點，其中以推管方式通過後堀溪(新北寮橋)。

(15) 由台 3 線沿鏡面水庫出入道路埋設平壓管至菜寮溪前。

(16) 架設水管橋通過菜寮溪。

(17) 通過菜寮溪後繼續沿鏡面水庫出入道路埋設平壓管段至鏡面水庫。

3. 管線長度：

(1) 輸水管段：約 9,738m。

(2) 平壓管段：約 593m。

4. 直接工程費：約 29.37 億元。

5. 細部設計費：採直接工程費x2%估列約 0.59 億元。

6. 發包費：4+5 項合計約 29.96 億元

12.2 採購策略

12.2.1 本計畫工程特性

曾文南化聯通管工程分為 3 標，各標工程特性說明如下：

一、第 A1 標

本管段工程內容包括隧道工程、管線推進工程、管線明挖埋設工程、豎井工程、水池工程、建築工程、機電監控工程等，具備諸多高難度異質工項，說明如下：

(一) 於左壩座山體內以機械開挖隧道。

(二) 過河段約 230m 長距離推進。

(三) 兩座深度達 60m 以上之豎井，其中 Baffle-drop 結構之自動消能構造物，為本工程引進之最新技術。

二、第 A2 標及第 A3 標

工程內容包括管線推進工程、管線明挖埋設工程、水管橋工程等。

12.2.2 統包招標適用性分析

一、定義

機關得基於效率及品質之要求，將工程或財務採購中之設計與施工、供應、安裝或一定期間之維修等併於同一採購契約辦理，此為政府採購法第 24 條之明文，為統包之定義，亦為國內工程採統包興建之法源依據。

FIDIC 在 1995 年出版設計建造及統包工程採購契約(Conditions Contract for Design-Build and Turnkey)前言，說明統包主要在於將設計權交由承包商行使，而承包商須盡設計之義務，對設計負責。

二、統包優劣分析

(一) 統包優點

層面	統包契約優點
管理效率	1.減少界面 業主只需面對一家承包商，直接溝通，自設計、施工、設備採購、安裝至試運轉，均由一家承包商辦理，減少多家承包商或設計者與承包商間之界面。
	2.減少紛爭 因承包商自辦設計與施工，設計及施工間之界面糾紛必然相對減少，承包商沒有藉口責怪或歸責設計者，減少設計施工界面之問題與紛爭，業主可更專注於工程目標的管控與達成。
	3.簡化管理 因界面減少，主辦機關可不必設置龐大之監督單位，簡化管理層級，增加管理效率。
	4.變更設計機率的減少，且設計較能及時修正 讓承包商結合設計顧問廠商整合設計與施工，傳統發包圖說、規範等設計的缺失不再是業主的責任，排除設計變更的爭執，同時亦有助於小修改的有效執行。
	5.專業施工者及供應商能提早參與設計階段整合 統包商可提早召集專業施工及供應商，參與設計工作的資料提供與討論，有助於新技術、新工法、新材料的引用，亦有助於設計之最佳化。
	6.設計風險的移轉 統包契約得要點就是，讓統包商有設計權利，亦有設計責任，移轉傳統發包設計上的疏忽由業主承擔的風險。
工期節省	1.招標時程的縮減 省去傳統發包設計廠商招標作業及契約簽訂時間，及須俟設計全部完成再辦理施工招標時間。
	2.作業項目的併行 統包商可在假設工程圖說製作及施工時，併行辦理設計圖說之製作，有效縮短整體工作之要徑時程。
成本控制	1.有助於預算的控制 授與統包商設計權，使其發揮設計與施工的整合優勢，以工法替代方案作有效率的運用，讓統包商本其專業追求利潤。對業主而言，則採固定費用，去除傳統發包工法變更、數量增加、變更設計等費用之追加，有助於預算的控制。
	2.承包商責任加重 承包商(獨自或共同投標)承辦之工作，包括設計、施工、甚至設備供應安裝，承擔最大比例之成敗關鍵，故統包商必須是有經驗、有組織、有信譽、有業績、財務健全、無不良紀錄者。
品質控制	1.設計與施工的整合 統包在於能針對施工工法、設備、材料之運用等加以設計，設計有針對性，其品質無虞，而施工時所依據之設計圖，亦已充分考量自身資源及外在情況，施工品質亦自然隨之提高。
	2.業主專注於最終產品品質的要求 承包商需提出一套設計與施工之品質保證計畫，說明品質管制之標準程序。業主可專注於品質稽查，並致力於最終產品品質的要求。

(二) 統包缺點

層面	統包契約缺點
工程管理	·有礙一般性工程之市場競爭 統包契約有其適用性，若一般性工程，工程技術、材料皆具普遍性，且工程規模亦不大，統包契約就不適用，強加使用，就會造成市場競爭受到限制，而有被少數廠商競爭寡占之虞。
成本控制	·業主機能需求契約變更代價較大 若業主統包需求計畫書不明確或者有變更功能需求時，須與統包商作變更契約之協議，因統包商承辦包括設計、施工、設備供應安裝等工作，承擔了最大比例之成敗關鍵，故業主為此所需付出之代價亦相對較傳統發包高。
品質控制	·採用較低設計與施工標準 承包商可能基於成本考量，選用較低標準之材料及設備同等品，採用仍符合規範之最低功能要求，而較經濟的方案。

三、本計畫第 A1 標可否採統包招標之綜合分析

本計畫第 A1 標工程不但有其特殊性及複雜性，且深具異質性，包含隧道開挖、既有壓力鋼管銜接、豎井開挖及明挖及推進管段等，亦屬巨額採購，建議以統包招標為宜，並依統包實施辦法第二條之規定，評估其實施理由為：

(一) 採購效率之提昇

從發包角度來看，統包招標可看成設計與施工一次發包，可減少業主再發包作業與介面管理的時間及人力，同時由於招標的合併從而次數的減少，以及變更設計機率的降低，皆有助於減少業主行政作業的負荷，對採購效率確有所助益。

統包在招標文件的準備與評選過程顯然較傳統發包複雜，但水利署擁有基隆河員山子分洪統包工程、曾文越域引水計畫統包工程及曾文水庫防淤隧道統包工程、南化水庫防淤隧道工程等辦理經驗，其中後 3 者均為南水局執行，隨著招標標準作業程序的建立與經驗的累積，效率會有效提高。因此，業主關於時間的節省與行政作業量的減少等採購效率的提升是優於傳統發包的。

(二) 採購品質之提升

傳統發包講求的是按圖施工，設計權皆在業主這方，當設計圖未能有效將複雜多變之地質與水位等施工條件納入精確考慮，或者設計圖說無法明確訂定新技術之規範下，按圖施工的契約在無圖可

依循下，需求變更將層出不窮，衍生預算追加、工期展延等契約變更之問題，業主將面臨須作好預算控制與不得不追加預算的矛盾，有時甚至須花費很多的精力，以調解仲裁方式解決紛爭，不可不慎，這是本計畫第 A1 標不採用傳統發包根本性的理由。

而統包工程因讓承包商有設計權，讓承包商結合設計顧問廠商，針對施工限制條件、新技術引進，隧道、土木、水利、機械工程之設計整合等，使得設計與施工權責單一，其他尚有減少紛爭、簡化管理、變更設計機率的減少、設計較能及時修正、設計風險移轉等優勢，若能發包與管理得宜，將使工程取得縮短期程、預算有效控制等根本性的好處，皆有助於採購品質的提昇。

惟在統包招標執行過程有下列事項將予密切注意：

1. 統包商亦可能降低設計與施工標準，致增加營運成本與不便之虞，對此，將以製作一套完備妥適之契約文件，讓統包商之工作執行能有所本，其中又以統包需求計畫書，應於發包前力促詳加研訂，以作好明確、公平、合理契約文件，讓統包商沒有任何降低標準之機可乘，確保工程順利完成。
2. 須讓統包商有充足備標時間，否則成本與風險估算不足，影響工程之進行。

(三) 縮減工期

「基設統包」模式下，由於細設之主導權已移轉至統包商，故其在備標階段，即能就其最有利之工法及機具進行備標，並基於競爭性考量而提出最有利於業主之工期。

(四) 無增加經費之虞

讓統包商有設計權，使其發揮設計與施工的整合優勢，以工法替代方案作有效率的運用，讓統包商有依專業追求利潤的空間。另一方面，亦透過從設計、施工、設備採購、安裝、試運轉全皆由統包商承攬管理，權責單一化，相關義務與責任亦很清楚由統包商承擔。在上述架構下，對業主而言，則採總包價，排除傳統發包工法

變更、數量增加、變更設計等費用之追加，有助於預算的控制，故無增加經費之虞。

除上述契約型態根本性的規劃外，有下列事項在執行層面將以加強，以避免經費的增加：

1. 一套公平、合理契約文件以及清楚、明確的統包需求計畫書。
2. 完整、符合實際運作需求的審查作業權限與程序。
3. 服務建議書內容指針，讓統包商有充足備標時間，將應辦內容、責任、工期、費用等承諾事項，具體說明展現。
4. 招標文件廠商資格之擬訂，評估廠商資格的限制門檻，避免無適當家數，造成僅極少數廠家具備資格而礙市場競爭，影響價格的合理性。

四、本計畫第 A2 及 A3 標可否採統包招標之綜合分析

第三~六管段若採一標辦理統包招標，則經費高達 73.72 億元；若按各管段辦理基設統包發包，經費最低管段僅 6.48 億元，經費最高管段為 23.31 億元，差異甚大；建議各標之工程規模應相近，則第三及第四管段可結合成 A2 標，第五及第六管段可結合成 A3 標，如下表所示。

標別	管段	分段名稱	明挖段長度(m)	推進段長度(m)	水管橋長度(m)	合計長度(m)	直接工程費(仟元)
A2	三	曾庫公路	2,119.17	6,679.22	570.95	9,369.34	4,435,000
	四	楠西					
A3	五	玉井	6,301.93	3,037.39	398.92	9,738.24	2,937,000
	六	南化					
		平壓管段					

曾文南化聯通工程已納入前瞻計畫，統包發包將設計與施工一次發包可提升採購效率，又可分管段邊設計邊施工，故可縮減工期；且主辦機關亦將另案成立細部設計審查及施工諮詢委託服務案，可確實掌控統包設計品質。近年來台灣自來水公司辦理自來水管推進工程多採用基設統包發包方式招標(例如板新二期工程計畫)，顯示推進工程之工程技術及材料已具備普遍性。綜合以上考量，建議第 A2 標及第 A3 標宜採基設統包發包。

12.2.3 招標方式、決標方式與廠商資格

本計畫各標段採購策略彙整於表 12.2-1，說明如下：

一、招標方式

依政府採購法第 18 條之規定，採購之招標方式，分為公開招標、選擇性招標及限制性招標。

經檢視採購法第 20 條之規定，本計畫因不符合經常性採購、須費時長久始能完成投標文件審查、廠商準備投標需高額費用者、廠商資格條件複雜者、研究發展事項等條件，不適合採用選擇性招標。經檢視採購法第 22 條內容之規定，本計畫亦不適合採用限制性招標。綜上所述，建議本計畫第 A1、A2、A3 標均採公開招標方式辦理統包招標作業。

表 12.2-1　本工程各標段採購策略彙整表

標別	管段	分段名稱	發包方式	決標方式	廠商資格限制
A1	一	取水隧道	統包發包	最有利標	1.本採購允許廠商異業共同投標，亦得單獨投標。 2.廠商資格為甲等綜合營造業、甲等自來水承裝業或地下管線工程專業營造業、甲級電器承裝業及工程顧問公司。 3.需具有相當財力。 4.需有相當經驗與實績。
		#2 導水隧道			
		跨河段			
		消能段			
		庫區道路			
	二	庫區道路			
		機電監控工程			
A2	三	曾庫公路	統包發包	最有利標	1.本採購允許廠商異業共同投標，亦得單獨投標。 2.廠商資格為甲等綜合營造業及甲等自來水承裝業或地下管線工程專業營造業。 3.需具有相當財力。 4.需有相當經驗與實績。
	四	楠西			
A3	五	玉井	統包發包	最有利標	1.本採購允許廠商異業共同投標，亦得單獨投標。 2.廠商資格為甲等綜合營造業及甲等自來水承裝業或地下管線工程專業營造業。 3.需具有相當財力。 4.需有相當經驗與實績。
	六	南化			
		平壓管段			

二、決標方式

(一)法令規定

行政院公共工程委員會於民國 105 年 9 月 23 日公告「**機關巨額工程採購採最有利標作業要點**」，該作業要點重要條文說明如下：

1. 第一條

行政院公共工程委員會為協助各機關依政府採購法(以下簡稱本法)規定辦理巨額工程採購，採最有利標決標，選擇有履約能力之優質廠商，以提升採購效率及品質，特訂定本要點。

2. 第二條

(1)第一項：「機關辦理巨額工程採購，依本法第五十二條規定，綜合考量廠商履約能力、工作項目、技術規格、施工方法、進度、品質、界面管理等事項於不同廠商間之差異，不宜採最低標決標者，以採最有利標決標為原則。」

(2)第二項：前項工程採購採最低標決標者，應於招標前分析如何確保廠商具備履約能力、工程品質及進度，並於招標文件妥為訂定相關規定。

3. 第四條

招標文件所定評選項目，應依個案特性擇定下列事項：

(1) 工程專案組織成員及其學經歷、相關專業證照及過去承辦案件資歷。

(2) 近五年內履約績效優劣情形，例如有無發生重大職業災害事件或獲得政府機關頒發有關職業安全衛生、工程品質進度優良獎項、施工查核紀錄、逾期履約或提前完工紀錄、有無減價收受等。

(3) 就影響民眾生活之關鍵工程或工項，提出可提升施工安全、交通維持、減少民眾抗爭、縮短工期之措施。

(4) 施工計畫及關鍵課題與因應對策，包括施工方法、施工機具、施工團隊組織、施工程序、施工動線、進度管理、界面整合、測試運轉、主要材料及設備選用、依本法第四十三條第一款使用在地建材程度、植栽工項之移植及養護計畫等。

(5)品質管理及安全衛生計畫。

(6)環境保護及節能減碳措施；人文藝術及在地環境相容程度。

(7)廠商財務狀況及目前於各公私機關(構正履行中之契約執行情形。

(8)價格之合理性、正確性、完整性，並得視個案需要包含全生命週期成本、價值工程方案。

(9)以統包辦理之工程採購，其與設計有關之事項，例如辦理競圖。

(10)簡報及詢答。

4.第七條

各採購稽核小組及工程施工查核小組對於採最低標決標之巨額工程採購，發現其未訂定與履約能力有關之投標廠商資格、決標標價偏低、履約進度明顯落後或大幅變更契約者，應加強稽核、查核。

(二) 決標方式之建議

由上述「**機關巨額工程採購採最有利標作業要點**」可知，巨額採購以採最有利標為宜，本計畫第 A1、A2、A3 標之工程費均在 2 億元以上，屬於巨額採購，建議採最有利標決標且價格納入評比。

(三) 廠商資格之建議

1. 第 A1 標：本管段採統包方式招標，依工作內容建議廠商資格為甲等綜合營造業、甲等自來水承裝業或地下管線工程專案營造業、甲級電器承裝業及工程顧問公司，並要求需具有相當財力及需有相當經驗與實績。
2. 第 A2 標：依工作內容建議廠商資格為甲等綜合營造業及甲等自來水承裝業或地下管線工程專案營造業，並要求具有相當財力及需有相當經驗與實績。
3. 第 A3 標：依工作內容建議廠商資格為甲等綜合營造業及甲等自來水承裝業或地下管線工程專案營造業，並要求具有相當財力及需有相當經驗與實績。

附錄一　歷次審查意見及辦理情形

「曾文南化聯通管工程」基本設計報告
審查意見及辦理情形(1/14)

壹、日期：107 年 8 月 29 日上午 10 時

貳、地點：本署第一會議室

參、主持人：林副總工程司元鵬

肆、記錄人：林雅谷

伍、會議紀錄

審查意見	辦理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
一、楊專家豐榮			
1. 報告第二章「基地及周圍環境分析」之第 2.6 節(補充地形測量)、第 2.7 節(補充地質調查)，建議改放置在第四章「原規劃方案檢討」之第 4.3 節，邏輯上比較合理。	1. 遵照辦理。	4.3 節及 4.4 節	P.4-26 及 P.4-35
2. 第一管段工程跨河段以推進工法過河，請特別注意以下三點：			
(1) 該處管中高程 EL.100m，當水庫滿水時 EL.230m，該段水壓約 13kg/m^2，請檢討設計管材可承受之安全壓力。	(1) 感謝指導。本計畫上游段鋼管厚度採用 20mm 依 CNS-6568 輸水用塗覆裝鋼管，其可承受 25kgf/cm^2 內壓，管路安全係數約為 1.9 倍，故可確保本工程管路安全。	-	-
(2) 該處為堅硬岩盤，一般經驗上只能以鑽炸法或岩石鑽掘機開挖，本計畫建議以推進工法，然而推進是以前頭刀環並配合油壓方式推進，一般僅適用於土砂地質，能適用於岩盤嗎？請再檢討，以免影響工進。	(2) 感謝指導。參考國內案例如台中市大里區美群路雨水下水道工程，其工區岩石抗壓強度介於 2,150~2,900kgf/cm^2，採 ϕ2.4m 連動式直線推進總長 711.74m，其面盤刀刃設計強度採 2,500~3,000kgf/cm^2；另通霄電廠更新擴建計畫天然氣輸道系統工程以ϕ2.0m 穿越砂、礫石、卵石、巨石、岩盤、泥層及黏土層等約總長 730m，採一次單段超長距離推進；本工程穿越曾文溪推進長度約 232m，管徑 2.2m，參考曾文水庫防淤隧道工程補充地質調查報告，防淤隧道出口處岩石單壓強度約 400kgf/cm^2，承商將於施工前	-	-

「曾文南化聯通管工程」基本設計報告
審查意見及辦理情形(2/14)

審查意見	辦理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
	完成地質調查探測工區岩石抗壓強度，並選用適合之機頭面盤刀刃設計強度，故國內推進技術應可勝任。		
(3) 該河段位置在水庫消能池或隧道出口下游，請檢討河床沖刷的深度。	(3) 感謝指導。本計畫，#2 導水隧道出口至曾文溪右岸之推管段河床地形，在民國 98 年莫拉克風災時曾文水庫洩洪量 7000cms 以上之歷程約 11 小時洩洪沖刷，經檢視民國 98 年莫拉克前及民國 101 年地形測量，本段因岩盤裸露無沖刷跡象。故本工程埋管深度距河床約 7.4 公尺，其管路安全應無慮。	7.1.1 節	P.7-25
3. 管線通過東口前，請預留一放流口，以便可供東口攔河堰取水之需求，降低農田水利會之疑慮。	3. 感謝指導。本計畫已於曾文二號橋前 310m 設有一處分叉管預留口，除可作為未來南化水庫反送東口外，亦可作為本計畫放流東口時使用，故聯通管功能應可降低農田水利會之疑慮。	7.1.2 節	P.7-26
4. 簡報 P46，管路沿線有幾處管壓特別高，要注意管材的安全承受壓力，必要時請加設洩壓閥。	4. 感謝指導。本計畫因屬上游自動調節水位，有效降低人為操作所產生管路水錘壓力，且管路沿線較低處(最大壓力約 12.5kgf/cm^2)已採用耐高壓之鋼管設計，其可承受 25kgf/cm^2，管路安全係數為 2.0，將再檢討設置需求。	-	-
5. 楠西段、玉井段改走台 3 線，對用地取得、施工方便性、工程經濟性等均有提昇，但仍請南水局和規劃公司務必掌握施工可行性、可能之民意及對環境的影響等問題，預為防範因應。	5. 遵照辦理。	-	-

「曾文南化聯通管工程」基本設計報告
審查意見及辦理情形(3/14)

審查意見	辦理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
二、林專家連山			
1. 本計畫經費約 120 億元，相關環評程序有無完整？建議應有所確認。	1. 本計畫係屬臨時救急之亢旱救旱工程，依「開發行善應實施環境影響評估細目及範圍認定標準」第 13 條第 3 項規定辦理，已經經濟部 107 年 3 月 31 日函同意免實施環境影響評估。	-	-
2. 木瓜園台地位於公告地質敏感區，相關法規限制應確認，並做好因應對策，施作時水土保持及邊坡穩定要做好，確保木瓜園台地之相關設施安全無虞。	2. 感謝指導。本計畫附錄三基地地質安全評估已針對地質敏感區作分析，顯示木瓜園台地目前保持穩定狀況，評估未具有山崩或地滑發生潛勢，依地質法地質安全評估可併基本設計審查其他相關審查即可，本案併基本設計審查作業進行。	-	-
3. 第一章工程目的有關農業用水所佔用水量百分比，請再釐清，並且以客觀、中性的語氣來敘述。	3. 遵照辦理。已刪除曾文水庫年基準分配水量之敘述，避免與第 2.1 節之實際供水不同。	1.1 節	P.1-1
4. 聯通管起點段開挖處，位在曾文大壩底下的岩盤且目前已有二條隧道正在使用，由於該地點已有甚多隧道且近電廠，因此，施作時應慎選開挖工法，避免影響現有隧道安全。	4. 感謝指導。聯通管開挖隧道位於#2 導水隧道右側，已避開左側之多處隧道，而避免開挖影響大壩，本計畫採用機械開挖方式辦理，並依 Underground Excavations 一書作者 Hoek & Brown 所提之岩力理論 Kirsch equation 所導出之推論評估與最靠近的既有#2 導水隧道間距之安全係數為 1.45，應屬安全。	7.6.4 節	P.7-98
5. 管路約 10 公里採用推進工法辦理，由於該工法費用高、進度慢、漏水潛能大(接頭處)且施工期間仍須於推進井處進行開挖，故宜就此工法與明挖之優缺點予以比較，建議多採明挖工法。	5. 感謝指導。本計畫於民國 107 年 4 月 10、11 日及 13 日進行楠西、玉井及南化地方說明會，強調會優先考量並盡可能降低周遭居民之生活及交通衝擊而採用推進工法;後續將檢討有無縮短推管長度可行性。	-	-

「曾文南化聯通管工程」基本設計報告
審查意見及辦理情形(4/14)

審查意見	辦理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
6. 台三線路面下方已埋設之管線有無調查？	6. 感謝指導。民國 95、98 年及 107 年有做透地雷達探測工作，後續於工程發包時，於施工計畫書中明訂需作探管工作，以確保開挖安全。	2.6 節	P.2-27
7. 第一管段(0K+000~3K+524)擬採統包發包之緣由應再強化，另採用統包發包後，是否需再另行發包審查統包商設計圖？	7. 遵照辦理，未來將另案辦理設計審查委辦案，以遴選廠商協助施工諮詢工作及細設審查。	-	-
8. 曾文南化聯通管將來操作方式及操作單位(目前南化~高屏聯通管由台水公司操作)建議儘量統一，避免界面混淆。	8. 敬悉;未來將滾動檢討。	-	-
三、陳專家英本			
1. 第四章，第 4.1 節之曾文水庫至控制閥室，本段全長約 1,414 公尺，分別為既有電廠壓力隧道段 100 公尺、新建隧道段 205.4 公尺、2 號導水隧道段 688.3 公尺、跨河段 290.2 公尺及閥室段 130 公尺，合計 1,413.9 公尺，未包括進水道長度 181 公尺，請註明或說明不列入計算原因，以免混淆。	1. 感謝指導，該段 181m 係指本工程取水點至電廠機組之管路長度。	4.1 節	P.4-1
2. 第四章，表 4.1-1 之 80 萬 CMD 運轉壓力，係引用 102 年 12 月水規所的可行性分析資料，惟查第 4.2 節原規劃方案檢討，將大型閥室控制閥消能改為調整池/消能豎井，並且楠西段及南化段路線亦有變更，針對前開變更表 4.1-1 之 80 萬 CMD 運轉壓力有無變更，應有說明，建議將表 7.4-9 增列設計壓力及運轉壓力，作為試水壓力之參考，如運轉壓力亦有變更，請更新表 4.1-1。	2. 感謝指導。本工程因動水壓力加水錘壓力如圖 7.4-8 所示，皆小於靜水壓，故保守採設計壓力與試水壓一致，詳圖 7.4-11 所示。而表 4.1-1 係為原閥室方案，其路線與本工程略有差異，故維持原計畫成果。	圖 7.4-8 及 圖 7.4-11	P.7-80 P.7-86

「曾文南化聯通管工程」基本設計報告
審查意見及辦理情形(5/14)

審查意見	辦理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
3. 第四章，表 4.2-2，大型閥室控制閥消能與調整池/消能豎井，比較項目無消能功能及效率，應補充說明。	3. 感謝指導。兩種消能方式皆可達功能需求，惟考量本聯通管後續操作簡易性及節省維護管理費用等原則，操作方式以豎井消能方案為佳，其可因應不同送水流量所需消能水頭不同而自動調節位能，無須複雜的技術人力。	4.2-3 節	P.4-25
4. 第四章，第 4.2-3 節施工方式如採推進工法，有地下物阻礙風險，如何防止？	4. 感謝指導。國內推進如台灣省台北近郊污水下水道建設計劃第二工程、特二幹線工程(五標)在有蛇籠、垃圾、消坡塊、輪胎、棉線、砂、黏土、鋼筋(#10)等土層複雜情況下每段推進長250m，推進總長度 1,500m。故依目前國內推進技術應可克服地下物阻礙之風險，其應對策如開挖臨時豎坑，用人工從機頭前端取出或搗碎強行通過等作法。	-	-
5. 第五章，第 5.2 節設計準則及第 5.3 節設計規範有關 SP、DIP、WSP 管埋設地下，建議考慮陰極防蝕設計。	5. 感謝指導。本工程位於公路上，沿線並無迷失電流來源且本工程埋管以鹼性低強度高流動性混凝土回填且以增加鋼管厚度因應，故目前無需陰極防蝕設計。	-	-
6. 第七章，第 7.1 節設計壓力之內壓滿管時，其設計內壓及試水壓力皆為 10~15kg/cm^2，是否正確？各管徑是否有不同的設計內壓？建議列表顯示各管段的設計內壓及相對應的試水壓力。	6. 感謝指導。本工程因動水壓力加上水錘壓力如圖 7.4-8 所示，皆小於靜水壓故保守計設計壓力與試水壓力一致。而ϕ2.2m 管材設計壓力採 15kgf/cm^2，ϕ2.6m 管材設計壓力 10kgf/cm^2 及 12.5kgf/cm^2 設計，試水壓力以管中心高程訂定，管中心高程 EL:82m 以上採 10kgf/cm^2 及以下則採 12.5kgf/cm^2 試水壓。	圖 7.4-8	P.7-80

「曾文南化聯通管工程」基本設計報告
審查意見及辦理情形(6/14)

審查意見	辦理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
7. 第八章，第 8.1 節操作時機與策略檢討，因曾文南化聯通管定位為抗旱及緊急備援，平常時間未能使用，則平常維護保養更形重要，實有必要說明將來如何維護保養策略與方法。因此第 8.2 節營運維護組織及人力需求，是否考慮將維護保養、定期檢查、不定期檢查等工作委外辦理	7. 感謝指導。人力需求係預估常態性營運人力需求，而本計畫為抗旱及緊急備援使用，故以機關調派人員運作，而平時維護保養預計將委外辦理。未來管路之維護保養頻率內容將責由施工廠商提出，經機關後同意實施。	-	-
8. 第十一章，各管段直接工程費估算表，皆列有雜項工程費，則雜項工程內容為何，另以施工費 10%估算，是否偏高？	8. 感謝指導。雜項費用包括公路埋設或推進探測、試挖工作、臨時租用土地、既有管線臨時遷移費，工地試水作業設備費、工地清理及拆除…等費用，本階段為基設預算編列採寬列估算，將於發包文件時再詳列明細估算。		
9. 第十一章，南化淨水場銜接管段工程經費約 4.47 億元，無工程費估算表，建請補充。	9. 遵照辦理。已蒐集補充於附錄七。	附錄七	P.附 7-1
10. 第十二章，表 12.2-1 本工程各標段採購策略彙整表內分統包發包與細設發包兩種，則第十一章的各管段的直接工程費估算表發包工程費內容應有不同，統包發包內應有細部設計費，細設發包的細部設計費應包括在監造顧問費內。	10. 感謝指導。第十一章工程費估算主要表示本計畫工程建造成本之用，而若採用基設統包發包方式則直接工程費須包括細部設計費。目前為基本設計階段，未來若在分標作業與發包方式時如採基設統包會將細設費用列入發包工程費中。	表 12.1-2	P.12-4
11. 第十二章，本報告建議第二、三管段合成一標，第四管段自成一標，第五、六管段合成一標，如下表所示。但下表中有誤，請確認：	11. 感謝指導。本計畫已修正第一管段、第二管段及機電儀控標併為第 A1 標，第三管段及第四管段併為第 A2 標，第五管段及第六管段併為第 A3 標。	12.1 節	P.12-1
(1) 標別二，第二、三、四管段合成一標，與上開敘述不一致，另直接工程費總金額	(1) 感謝指導;已修正。	表 12.1-2	P.12-4

「曾文南化聯通管工程」基本設計報告
審查意見及辦理情形(7/14)

審查意見	辦理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
2,333,950 仟元，與第十一章直接工程費估算表，第二、三、四管段合計 5,264,488 仟元不一致。			
(2) 標別三，第五、六管段合成一標，直接工程費總金額 2,773,710 仟元，與第十一章直接工程費估算表，第五、六管段合計 2,713,343 仟元不一致。	(2) 感謝指導;已修正。	表 12.1-2	P.12-4
12. 附錄六結構計算書管線內外壓檢核只列 SP 管及 DIP 管，未列 WSP 管，建議補充？管線需要設置管墩處是否需作強度計算？	12. 感謝指導。WSP 為雙層鋼管，內鋼管厚度 24mm，能承受 25kgf/cm^2 以上之水壓力 WSP 推進鋼管分析詳附錄六，而管線轉彎處設有固定台以避免壓力衝擊土壤。	附錄六	P.附 6-82
四、本署水利規劃試驗所 石副工程司振洋			
1. 聯通管路主要功能定位為抗旱或救急之備援輸水設施，以維持現況供水潛能或降低衝擊為目標。附錄二、因應烏山頭水庫無法出水情境之供水能力為 165.6 萬 CMD 高於現況 103.4 萬 CMD，係擴大南化淨水場出水能力達 130 萬 CMD 以上方能達成，建議於附表 2-18 補充說明。	1. 感謝指導;已補充說明。	附表 2-18	P.附 2-29
五、台灣自來水股份有限公司 謝工程師榮哲			
1. P5-4，管材選用部分，建議補充說明各管段選用不同管材之理由，例如 P7-1 SP 與 PIP 之抗拉強度差不多，為何管壓大於 10kg/m^2 採 SP，小於 10kg/m^2 採 PIP？應有詳細說明，以確保管材選用的合理性。	1. 感謝指導;已補充，管材受現場接頭試水壓力及水庫水位限制，研擬壓力小於 10kgf/cm^2 採用 DIP，其餘採用 SP，以降低水路損失。	5.2 節	P.5-4
2. 經查部分管段管徑超過 2,500mm，依據「專業營造業之資本主要及其專任工程人員資歷人數標準表」，地下自來水管直徑 2,500mm 以上之幹管工程	2. 遵照辦理，檢討修正。	表 12.2-1	P.12-12

「曾文南化聯通管工程」基本設計報告
審查意見及辦理情形(8/14)

審查意見	辦理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
為「地下管線工程專業營造業」之承攬範圍，爰建議 P12-11 及表 12.2-1 參考上開內容，並修正廠商基本資格。			
3. P10-10，南化淨水場銜接管段工程，係由本公司設計，擬採 DIP 或 SP 推進施工，建議修正。	3. 遵照辦理，檢討修正。	10.2 節	P.10-10
4. P8-1，營運維護管理方式(第二段)：「惟因本案…且台水公司具有南化高屏通管操作經驗，故建議可考量將曾文南化聯通管委由台水公司代操作…」，與簡報 P49 曾文南化聯通管原則由南水局操作維運不一致，建議依簡報內容修正，或將該段文字刪除。	4. 感謝指導;已刪除。	8.1 節	P.8-1
5. 本案需提送工程會審議，建議報告內容參考「政府公共工程計畫與經費查審議作業要點」規定辦理並補附基本設計圖。	5. 遵照辦理。	-	-
六、台灣自來水股份有限公司第六區管理處 陳工程師維瑜			
1. 建議在曾管中心或楠玉淨水廠附近增設 1 處Φ600 三通管，以利供應原水至楠玉淨水廠，再供應曾管中心及周邊區域，以避免發生因水庫洩洪或排泥，造成下游河道水混濁無法抽水送淨水廠，導致上述地區停水之困境。	1. 遵照辦理。	7.1.1 節	P.7-25
2. P8-1，第 8.2 節第二段有關聯通管營運管理單位與簡報 P49 內容不同，建請依歷次會議結論，由南水局操作維護。	2. 感謝指導;已刪除。	8.2 節	P.8-1
七、本署工程事務組 涂副工程司冠宇			
1. 本工程發包作業及施工階段，請依本署工務處理要點規定辦理。	1. 遵照辦理。	-	-

「曾文南化聯通管工程」基本設計報告
審查意見及辦理情形(9/14)

審查意見	辦理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
八、本署水源經營組 簡組長振源			
1. 目前曾文水庫水位採用之高程與內政部水準高程不同，水理分析時採用之高程基準請統一，後續各標案採用之高程基準亦請明確列出以利設計階段參據。	1. 感謝指導; 曾文水庫高程系統較內政部 1 等水準高程約低1.28m，水理分析係採用與南化/高屏聯通管之內政部系統一致，未來而各標案高程基準皆採用內政部地政司之一等水準點高程。	7.1.1 節 7.4 節	P.7-9 P.7-66
2. 本案後續之操作基本限制，如最低流量、最高操作容許濁度等建議補充。	2. 遵照辦理。	7.1 節	P.7-8
3. 機電監控系統部分，建請於設計階段預為考量避免如 105 年莫蘭蒂颱風因停電造成南化高屏聯通管通訊中斷無法操作之案例發生。	3. 遵照辦理。	-	-
4. 針對壓力鋼管銜接部分建請於後續統包需知要求需避免對供水產生影響。	4. 感謝指導;將於統包需知內敘明。	-	-
5. 工期安排部分所列第一管段為施工要徑，惟第四、六管段完工時間反而較第一管段為後，建請考量第四、六管段提前發包以利保留彈性。	5. 遵照辦理; 後續用地徵收作業將依規定積極辦理，而目前採購策略為採基設統包，並將規定統包廠商就無用地問題之管段先行施作，以利工進。	表 10.1-1	P10-1
九、本署水源經營組 林副工程司雅谷			
1. 設計單位(顧問公司)於次頁呈現，缺次頁請再補正。	1. 已補正。	-	-
2. P4-23，南化高屏聯通管設計壓力為 7 kg/m^2，而曾文南化聯通管設計壓力約 10 kg/m^2,故設置平壓塔，是否就能確保兩管聯合操作時安全。	2. 感謝指導;平壓塔設置目的為降低聯通管路內壓在靜水狀態下受木瓜園水池水位影響及管路產生水錘現象時之自然洩壓方式，以增加管路安全性。	-	-
3. 第六章消能設施方案評估之方案一，以物理消能方式亦優於原規劃機械式消能方式為佳及安全可靠，為調整池前所設置各閥體(包含流量計蝶閥球閥	3. 感謝指導;敬悉。	-	-

「曾文南化聯通管工程」基本設計報告
審查意見及辦理情形(10/14)

審查意見	辦理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
等)應特別注意閥體之間距大小(一般應大於 4~5 倍管徑大小)，避免閥體作動水流沖擊時造成振動過大進而影響閥體安全。			
4. 消能井前蝶閥之作用為何?係為制水閥或維修時使用? 另消能段以上管徑採 2.2m，以下採 2.6m，主要考量為何？另消能豎井(baffle-drop)方式是否比直接落潭消能方式更佳，消能豎井內平板亦請考慮抗摩問題，另是否會施作維修孔及設置觀測儀器。	4. 感謝指導。消能井前蝶閥係作隔離閥使用，主要用於消能井內固定錐型閥維護時關閉，上游管段採用ϕ2.2m 係主要考量為#2 導水隧道交通空間需求及上游銜接點施作難易度。另依目前水工模型初步試驗結果，經目視消能豎井較投潭消能所產生之氣泡約能減少 60~70%，而消能豎井內水平隔板之流速不大於 10m/s，故無抗磨需求，計畫將在井頂以隔柵欄加蓋並設置維修孔及於乾側裝設水壓計。	-	-
5. P6-1-P6-9，消能設施方案評估之方案二，採用調整池及消能豎井及配合一座消能井及固定錐形閥之布設，並未說明如何消除上游之 50m 水頭差或消能效果，僅以說明採用美國墾務局開發方案，建請詳述消能方式。另閥體發生穴蝕常發生於高水位低流量時，其穴蝕之評估時之流量為多少?有無評估計算?另最後方案一與方案二之優缺點比較說明過於簡略及採用方案二，本內容應加強描述，以利說服各單位確認方案二係為優選方案。	5. 感謝指導。消能井內固定錐型閥僅作為水流流向改變，並無閥體消能作用，故無閥體穴蝕問題，而水流消能主要靠消能井內壁體結構物作消能。方案一為三道閥類消能須考量閥體穴蝕問題進而在操作上調整每道閥體適用開度，故方案一操作上極為複雜，因此本計畫採用單座控制閥操作較為便利。	-	-
6. P6-2，興建 10 m × 30 m × 40 m 體積…，與前面所述 11 m × 20 m × 60 m 不一致，請確認。	6. 感謝指導;已修正。	6.2 節	P.6-4

「曾文南化聯通管工程」基本設計報告
審查意見及辦理情形(11/14)

審查意見	辦理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
7. P6-3，套筒閥直徑建議採用 D = 1.5m 之依據或考量為何？	7. 感謝指導。考量曾文水庫在低水位 EL.195m 閥門全開條件下尚能輸送 80 萬 CMD，故採用 ϕ 1500mm 固定錐型閥。	-	-
8. P7-26 庫區外管路布設尚屬合宜，管路埋設時採用鋼板樁+橫檔支撐系統座為擋土設施，為鋼板樁於岩盤或卵礫石層將無法施工，應以多種支撐方案來供選擇，例如鋼軌樁 H 型鋼+木板支撐系統，或以沖洗鑽孔等方式進行布設。	8.感謝指導。臨時開挖支撐係假設工程目前採用之擋土設施係為估價用，將由承商依現地土壤條件提施工計畫進行施作。	-	-
9. P7-37 管路楠西段台 3 線銜接 174 線擬採用推進工法長達 3,238 公尺，及玉井段推管長度亦相當長，預期增加工期與經費，影響民眾時間亦會拉長，建請詳查各路段仍可採用明挖方案之區段，以降低推管工法之總長度。	9.感謝指導。本計畫於民國 107 年 4 月 10、11 日及 13 日進行楠西、玉井及南化地方說明會，強調會優先考量並盡可能降低周遭居民之生活及交通衝擊而採用推進工法。後續將檢討推進長度有無縮短之可行性。	-	-
10. P7-37，高陵、沙田、三埔、四埔、北寮加油站旁排水路推進管段及北寮橋推進管段等四座水管橋，惟上述後面兩段非水管橋，建請文字再酌修。	10. 感謝指導;已修正。	7.1-2 節	P.7-40
11. P7-38，聯通管長 25,642m，惟基本數據表為 25,394 m，請確認。	11. 感謝指導;已修正。	-	-
12. P10-1，表 10.1-1，用地取得作業預計在 109 年 12 月完成，表圖請再修正。	12. 感謝指導;已修正。	表 10.1-1	P.10-1
13. P10-2，導水隧道鋼管長約 906 m 與基本數據表 910m 不一致，請確認。	13. 感謝指導;已修正。	10.2 節	P.10-2
14. P11-2，第 1 管段工程經費為 11.96 億元，惟上次版本為 11.86 億元，差異為何？	14. 感謝指導;因經滾動檢討更新機械閥類費用。	11.3 節	P.11-2

「曾文南化聯通管工程」基本設計報告
審查意見及辦理情形(12/14)

審查意見	辦理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
15. P11-2，第 2 管段工程費 6.54 億元，P12-4 第 2 管段工程費 6.53 億元，請統一。	15. 感謝指導;已統一。	11.3 節	P.11-2
16. P11-11，表 11.4-1 分年經費表，各分年經費縱向合計有誤，請確認。另目前 108 年經費編列 3,900 萬元，109 年編列 5 億 3,400 萬元，請一併修正。	16. 遵照辦理。	表 11.4-1	P.11-11
17. P12-11，表中各標別之各管段，其明挖段長度、推進段長度、水管橋長度及直接工程費等與 P12-3 表 12.1-1 之數值加總後不一致，請確認並修正。	17. 已重新調整標案作修改。	表 12.1-1	P.12-13
18. P12-11，表 12.2-1，有關廠商資格限制允許廠商異業共同投標之內容，建議補充說明允許共同投標廠商家數上限。	18. 感謝指導;後續檢討修正	表 12.2-1	P.12-12
19. P12-14，決標方式之建議，本段文敘有關機電標建議最有利標辦理之內容部分，僅說明基於品質要求建議最有利標辦理，建議就異質性方面再做補強論述。	19. 遵照辦理。	12.2.3 節	P.12-14
19. P12-14，決標方式之建議，本段文敘有關機電標建議最有利標辦理之內容部分，僅說明基於品質要求建議最有利標辦理，建議就異質性方面再做補強論述。	19. 遵照辦理。	12.2.3 節	P.12-14
20. 本計畫雖於設計前已進行既有管線之調查並利用透地雷達進行探查，惟並無法完全確認地下之管線所有情形，爰請於細設階段仍應設置試挖勘查項目，以確保施工安全。	20. 遵照辦理。	2.6 節	P.2-27

「曾文南化聯通管工程」基本設計報告
審查意見及辦理情形(13/14)

審查意見	辦理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
21. 閥體之布設原則妥適，球閥逆向承壓能力佳用於雙向供水屬較佳選擇，鋼製可饒管可增加管路伸縮量並可增加空間變位方向，閥體系統布設數量甚多，建請將所有閥類布設系統繪製一系統圖，以利了解整體系統布設及後續操作原則之訂定。	21. 感謝指導。主要閥類系統圖請詳圖 7.3-2 監控系統程序控制 P&I 圖。	圖 7.3-2	P.7-62
22. 監控系統應可考慮布設光纖網路以節省後續系統費用，並以無線系統做為備援系統，並於設計時考慮系統升級之可行，避免設備淘汰後無法使用或更新。	22. 感謝指導，未來將檢討納入。	-	-
十、結論			
1. 本工程之 baffle-drop 豎井消能工為國內首次採用，經南水局和設計單位討論後，運用在本工程理論上具可行性，水規所亦有辦理水工模型試驗作為驗證，但為慎重起見，仍請南水局收集國外成功案例作為佐證，並補充操作時是否有受泥砂影響的相關問題，及檢討有無其他替代方案。	1. 遵照辦理。已委由 Baffle-drop 消能豎井創辦人 A. Jacob Odgaard 協助蒐集相關案例之尺寸及流量等資料，又該設施曾用於英國倫敦、美國俄亥俄州東北部、加拿大多倫多-約克地區、克利夫蘭市及日本東京都下水道局等地區。由於曾文水庫為大型沉砂池，在平常時或乾旱期間原水水質濁度低，初步研判泥砂淤積問題不嚴重，惟若於颱風暴雨事件過後操作時，建議水質濁度高於 2,000NTU 時暫停輸水(參考南化淨水場停場濁度)。原規劃係大型閥室透過三條鋼管與多個閘體進行不同流量消能因其操作過程容易產生錯誤且後續維護費用高，故建議仍以本計畫 Baffle-drop 消能豎井方案做為本案消能設施。	-	-

「曾文南化聯通管工程」基本設計報告
審查意見及辦理情形(14/14)

審查意見	辦理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
2. 依行政院指示本計畫執行以撙節經費為原則，爰請南水局針對本工程採推進工法路段(約10 公里)之交通流量、地下管線、地質條件、施工期程及經費等再做通盤檢討，並儘可能改採明挖施作，以節省公帑。另第一管段之跨河段以推進工法過河，請再確認可行性及安全性。	2. 感謝指導。本計畫於民國 107 年 4 月 10、11 日及 13 日進行楠西、玉井及南化地方說明會，強調會優先考量並盡可能降低周遭居民之生活及交通衝擊而採用推進工法，後續將再檢討推管長度。又第一管段工程跨河段國內已有岩層推進案例故為可行性，而推進位置河床裸露岩盤經民國 98 年莫拉克颱風並無沖刷跡象故初步評估應安全應無疑。	-	-
3. 南水局簡報所提採購策略原則尊重，惟各工程採購如欲採最有利標決標者，請依政府採購法相關規定辦理，並敘明理由報本署憑辦。	3. 遵照辦理。	12.2 節	P.12-7
4. 本工程庫區用地範圍(木瓜園台地)涉及臺南市政府都市計畫變更(曾文水庫特地區)，南水局表示不影響工程之推動，惟請再南水局確認後續通盤檢討是否會影響工進或用地取得。	4. 遵照辦理。	-	-
5. 請南水局依本會議結論並參酌委員及各單位意見修正本次基本設計報告後，於 107 年 9 月 28 日前送本署辦理後續陳報事宜。	5. 遵照辦理。	-	-

經濟部召開本部「曾文南化聯通管工程計畫」基本設計審查會議審查意見及辦理情形(1/8)

審查意見	辦理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
一、林委員鎮洋			
1. 本聯通管計畫符合南部水資源聯合運用理念，具必要性。	1. 感謝支持。	-	-
2. 環評主管機關是否肯認免環評？	2. 依 107 年 1 月 3 日環署綜字第 1070000628 號函(詳附錄五)說明二及五，本計畫係為亢旱或救急等備援目的，若目的事業主管機關認定適用認定標準第 13 條第 3 項規定，則依該規定辦理；經濟部復於 107 年 3 月 31 日經水字第 10702603980 號函覆行政院環保署同意本案依該項規定辦理，免實施環境影響評估(詳附錄五)。	-	-
3. 輸水管路線以埋設既有公路為主，其交通衝擊宜審慎評估。	3. 本案於規劃設計階段即依「開發行為環境影響評估作業準則」附表六所列監測項目，自主辦理環境背景監測，其中含空氣品質、噪音振動及交通流量等項，基於盡量降低對環境與生態的影響，採取以既有道路埋設本聯通管之方案；後續於施工前及施工期間另編列預算持續進行環境監測。 本案有關施工期間道路之交通維持等事項，將優先考量民眾通行便利並於契約中明訂相關規定，要求施工廠商確實辦理。	-	-
4. 目前基設大致依技術規範辦理，建議多參考本區域下水道工程經驗，回饋本設計。	4. 本案已蒐集並納入所經各區之雨水下水道等相關管路圖資，另查該區域內尚未有汙水下水道工程。	-	-
5. 目前生態檢核自評表略顯制式，未來應審慎因應。	5. 本工程計畫目前生態檢核表係依行政院公共工程委員會 106 年 4 月 25 日工程技字第 10600124400 號函規定，於計畫核定階段辦理，並參考「水庫集水區工程生態檢核執行參考手冊」且依本案工程特性予以調整；後續已編列預算將於設計階段及施工期間持續執行生態檢核及環境監測。	-	-

經濟部召開本部「曾文南化聯通管工程計畫」基本設計審查會議審查意見及辦理情形(2/8)

審查意見	辦理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
二、謝委員世傑			
1. 本計畫業經行政院 107 年 6 月 11 日核定，定位亢旱及緊急備援功能，涉南部區域水資源供需，請再檢視做合理嚴謹的呈現，例南部區域水資源經理基本計畫，圖 2.1-2 供需圖，106 年高屏原有水井復抽 3.5 萬噸/日，已有調整。	1. 本計畫小部分內容參考行政院於 106 年 3 月 10 日院臺經字第 1060003380 號函核定之臺灣南部區域水資源經理基本計畫(第一次檢討)，然因該等內容係說明常態供水滿足供需缺口之相關計畫，與本計畫係屬緊急備援性質不同，故未納入該供需圖。	-	-
2. 木瓜園台地佈置消能設施，位山崩及地滑敏感區，申請開發前應確實進行地質調查及地質安全評估。	2. 本案已依地質法等相關規定完成木瓜園地質調查及地質安全評估報告(詳附錄三)，並納入本基本設計報告中審查。	-	-
3. 木瓜園台地設置 baffle-drop 豎井消能工，請再評估提供案例及資料，確保設計及施工之優異性。如採統包施工，廠商是否可提價值工程及替代方案，做比較再進行方案選擇。	3. baffle-drop 豎井消能設施發展已有數十年並被廣泛應用，於英國倫敦、美國俄亥俄州東北部、加拿大多倫多-約克地區、克利夫蘭市及日本東京都下水道局等地均有實例，本局亦委託水利署水利規劃試驗所辦理水工模型試驗，顯示其消能及減少夾氣效果良好，相關之優劣分析比較已納入本基本設計報告第 4.2 節。 本案屬基本設計統包方式辦理後續招標作業，豎井消能工為基本設計方案，為機關需求，施工廠商須依機關需求書與基本設計方案進行後續之細部設計與施工。	4.2 節	P4-7
4. 預定埋管路段，仍有多處未調查既有管線，應確實調查及探管，並與相關單位進行協商。	4. 本計畫已蒐集其他計畫之期管線調查資料，並已邀集各管線單位會勘，確認既有管線位置及套繪相關圖資，為增加資料完整性，再辦理地下管線探管調查共 2,118 公尺。後續將於契約中編列相關調查費用，責請廠商於施工前再補充地下探管及調查工作，以降低未來施工階段對既有管線影響。	-	-

經濟部召開本部「曾文南化聯通管工程計畫」基本設計審查會議審查意見及辦理情形(3/8)

審查意見	辦理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
5. 第一管段跨河 170m 採推進工法，位水庫下游河道，請檢討河道沖刷特性，維護推進管路安全。	5. 本計畫#2 導水隧道出口至曾文溪右岸推管段之河床地形，於民國 98 年莫拉克風災時曾歷經曾文水庫洩洪量 7000cms 以上歷程約 11 小時之洩洪沖刷，經檢視民國 98 年莫拉克前及民國 101 年地形測量，本河段屬砂岩無刷深跡象，且該埋管深度距河床約 7.4 公尺，其管路安全應無慮。	-	-
6. 本計畫屬備援供水，枯水期或濁度高時進行輸水操作，如遇豐水年，或不需調度時，宜訂有操作規定，維護輸水系統之正常運轉及功能正常。	6. 本計畫為抗旱及緊急備援使用，惟平時維護保養亦相當重要，有關本聯通管操作維護管理手冊，亦將於聯通管完成前邀集各相關單位研商後據以實施。	-	-
7. 推進管段約 10 公里，經費高工期亦有不確定性，請再進行評估做好溝通協調，施工更順暢。	7. 本局於民國 107 年 4 月 10、11 日及 13 日進行楠西、玉井及南化地方說明會，位於人口密集區域以推進工法降低周遭居民之生活及交通衝擊，後續施工階段將持續於民眾溝通協調，並於施工前責成廠商辦理施工說明會，以降低民眾疑慮。	-	-
8. 本計畫 110 年~113 年每年約 30 億工程規模，與自來水公司 10 年管線汰舊換新計畫每年約 70 億工程費之施工期重疊，宜先評估營造業界承載能量，妥適安排。	8. 遵照辦理。 本計畫後續將評估目前營造業施工能量，並做妥適安排，以利工程順利推動。	-	-
9. 深開挖埋管段，支撐設施應有周延設計及考慮，以維施工安全。	9. 本案基本設計階段深開挖之穩定分析經以 Torsa 3 程式分析(地工技術研究發展基金會之深開挖擋土結構分析軟體)，模擬施工過程組折撐土支撐對開挖面及週邊土壤應力應變行為並檢覈其安全性。本計畫預計分 3 標採基本設計統包方式招標，得標廠商需辦理細部設計並研提施工計畫，相關分析成果亦須由相關技師簽證，經本局審查核可後方可施工，以周延設計與施工安全。	-	-

經濟部召開本部「曾文南化聯通管工程計畫」基本設計審查會議審查意見及辦理情形(4/8)

審查意見	辦理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
三、凌委員邦暉			
1. P.1-4，排版誤植請刪除。	1. 感謝指正，已修正。	-	P1-4
2. 地質敏感區法規檢討，有關本計畫之地質安全評估報告，水利署依法有審查權，但仍應依規定需配合目的事業之開發內容進行安全評估，若審查核可應有核定文件以利後續開發計畫執行之所需。	2. 本計畫已於行政院 107 年 6 月 11 日函核定前，依地質法第 8 條規定辦理木瓜園台地地質敏感區調查與評估(詳附錄三)，顯示目前保持穩定狀況，未具山崩或地滑發生潛勢；另依地質法第 10 條及 11 條第 1 項規定，地質安全評估應納入相關送審書圖中，納入調查及評估結果，並由相關執業技師審查。本案該地質安全評估為本基本設計報告一部分，歷經本局與水利署審查在案，出席審查委員部分為相關科系之執業技師，符合該法條規定。	-	-
3. 木瓜園消能設施開發及土方堆置區等範圍依法均應擬具水土保持計畫，其啟動時機及所需內容應於統包作業中要求，以利工進。	3. 本計畫未來將採基本設計統包方式招標，考量降低未來施工廠商之水土保持計畫之變更衍生之行政程序，本工程水土保持計畫將由統包廠商辦理細部設計時，依規定辦理送審。	-	-
4. P.4-7，表 4.2-1 中新建隧道段傾斜管坡度 1(V):6.11(H)，與設計圖 B1001 中所示 1:6.23 及簡報資料 1:6.24 均不一致；表中跨河段推進工法長長度約 170M，比對圖 B-1001 中里程 909.72~1141.17 經計算長度約為 231.45M，與表中所示不同，請確認。	4. 表 4.2-1 已依設計圖 B-1001 修正相關數據。	表 4.2-1 及 設計圖號 B-1001	P4-7
5. 圖 4.2-4 中各設施之里程與基本設計圖中縱斷面圖不一致，請校核。	5. 遵照辦理。 圖 4.2-4 已配合設計圖里程樁號修正。	圖 4.2-4	P4-11

經濟部召開本部「曾文南化聯通管工程計畫」基本設計審查會議審查意見及辦理情形(5/8)

審查意見	辦理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
6. 本計畫消能設施改採於木瓜園台地以調整池+消能豎井方案本人原則同意，但請補充國內外案例及後續維護管理之標準作業流程。	6. 遵照辦理。 該設施曾用於英國倫敦、美國俄亥俄州東北部、加拿大多倫多-約克地區、克利夫蘭市及日本東京都下水道局等地區。由於入庫泥砂大部分已沉積於曾文水庫中，故平時時或乾旱期間原水水質濁度低，初步研判豎井內淤積問題不嚴重，惟仍將要求廠商提出設施維護管理手冊經機關同意實施。	-	-
7. 有關楠西段及南化段改採台 3 路線，本人原則同意；但因本計畫管徑大且部分埋深深，請注意地下管線之調查，以免影響未來施工期程之推進。	7. 本計畫已蒐集其他計畫之管線調查資料，並已邀集各管線單位會勘，確認既有管線位置及套繪相關圖資，為增加資料完整性，再辦理地下管線探管調查共 2,118 公尺。後續將於契約中編列相關調查費用，責請廠商於施工前再補充地下探管及調查工作，以降低未來施工階段對既有管線影響。	-	-
8. 本計畫管線之工法包含明挖段及推進段，明挖部分開挖深度達 8.5M 以上，於道路施工將加深施工及交通維持之困難度；推進部分目前多以直線推進為設計依據，是否可考量曲線推進之可行性，以減少工作井之設置，以上施工工法之要求建議應於統包招標文作詳細載明以利合約要求與執行；另請於基本設計圖中標示各段工程建議採用為明挖或推進工法。	8. 局部明挖段開挖深度≧8.5m 者係位於郊區，兩側為農田或果園，車流量較少之路段，施工車輛作業較易停靠，車道調撥較易調整。 本計畫管路屬高壓送水管，推進段均採直推，以避免曲推節塊膠圈因擠壓不均產生高壓滲漏水。 相關施工重點，將於未來統包招標文件中明定。設計圖 B-T001 已將明挖及推進所用管材管種依工程里程樁號標示。	-	-
9. 過河段之設計標準以管頂距計畫渠底或底床工 2 公尺以上，是否足夠，請配合河道沖淤特性及上、下游一定距離之水工建造物等條件綜合檢討其合理埋深。	9. 本工程主要穿越河川有上游曾文溪、油車溪、復旦溪及後堀溪等處，河床現況為岩盤或礫石層，初步研判沖刷情況並不明顯，惟考量推管安全，後續將明定管頂距河床面至少 5m 之原則。	-	-

經濟部召開本部「曾文南化聯通管工程計畫」基本設計審查會議審查意見及辦理情形(6/8)

審查意見	辦理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
四、行政院工程會			
1. 政府目前推動循環經濟，本件工程有使用大量的CLSM，未來台南市府應會要求CLSM配合使用垃圾焚化底渣，請工程主辦機關應先行了解材料特性，以為因應。	1. 本聯通管係為輸送飲用水源之用，依本次會議主席裁示，為避免水質受回填料CLSM之拌合料受汙染，將參考台水公司現行機制，於工程招標階段之發包文件明定拌合料標準。	-	-
2. 本案管線施工回填採用全CLSM回填，建議加強說明管線施工中檔土鋼板樁拔除後之空隙，如何要求回填施工，以確保壓實度。	2. 有關擋土措施拔除後孔隙回填，後續發包文件將明定倘若以細砂回填，回填過程須配合澆注清水，以提高回填密實度。詳設計圖B-U001。	設計圖B-U001	-
3. 管線施工設計之擋土水平支撐採每7米設置一處，DIP管線管材為每6米一支，每擺放一支管材將產生1米間隙，需另推動管材才能使其接密，請詳加考慮管線佈設施工可行性。	3. 對於明挖擋土措施相關規定，於設計圖B-U001加註說明水平支撐設置原則及現地調整依據供參。	設計圖B-U001	-
4. 本案未來將採統包施工，對於管線施工擋土設計(如水平支撐擺設間距密度)，是否適當開放由統包商因地制宜及視實際施工需要，設計施工。	4. 管溝開挖擋土措施屬假設工程，統包商應另提送經相關技師簽證之擋土措施穩定分析及施工計畫經機關核可後，方可進場施作。相關規定已加註於設計圖B-U001說明。	-	-
5. 管線施工佈設應詳加考慮實際道路交通需求，儘量將交通影響層面降至最低。	5. 遵照辦理。	-	-

經濟部召開本部「曾文南化聯通管工程計畫」基本設計審查會議審查意見及辦理情形(7/8)

審查意見	辦理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
五、王技監瑞德			
1. 木瓜園台地的都市計畫通盤檢討進度為何?有無可能影響本工程進度。	1. 木瓜園台地本局經管土地6筆，目前分區為旅館區等，因曾文水庫特定區計畫104年通盤檢討草案擬變更為保護區，故本計畫配合目前通盤檢討一併提案改變更為水利設施用地，並經106年12月臺南市都委會專案小組會議審議同意；市府業管單位表示通盤檢討未完成前仍為旅館區，仍可供施設建造物使用，不影響本工程計畫之進行。	-	-
2. 本案後續是否有專案管理團隊?如專案管理團隊與設計單位不同，未來應有充分設計理念之溝通。	2. 本案採購策略擬分標採統包方式辦理，並另案辦理細部設計審查及施工諮詢委託案，後續並將做好溝通工作，以利整體計畫推動。	-	-
3. 有關CLSM使用焚化底渣一節，因考量自來水管材及用水安全，本部目前有內部協調機制(與台電公司煤灰交換去化使用)，未來本工程如確因地方政府要求使用焚化底渣，請先洽貴署工務組了解相關推動作法。	3. 遵照辦理。	-	-
六、國營會			
1. 報告書採購分標策略內容P12-1 表12.1-2列有”基設統包費”是否有誤?(統包商工作含基本設計?)。	1. 本工程係由機關提供基本設計成果，統包商進行細部設計及施工，故該費用包含細部設計費與直接工程費。	-	-
2. 所供生態檢核表中，提有後續檢核作業(施工階段)將逐年編列費用辦理，惟目前預算架構似未明顯呈現，建議可於其他費用中明確納入。	2. 有關生態檢核工作將依行政院公共工程委員會106年4月25日工程技字第10600124400 號函規定辦理。本計畫除已於計畫核定前辦理外，將依計畫進程於細部設計及施工階段另案持續辦理，故未於基本設計報告中呈現。未來水利署亦將納入各項管控機制中進行控管，另相關費用明細亦納入行政院107年6月11日核定之個案計畫書中敘明，並公開於網路。	-	-

經濟部召開本部「曾文南化聯通管工程計畫」基本設計審查會議審查意見及辦理情形(8/8)

審查意見	辦理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
七、會議結論			
1. 本案屬行政院核定之前瞻基礎建設計畫-水環境建設-「曾文南化聯通管工程計畫」，於院會與本部有其進度管控，經各委員與工程會提示及主辦機關之說明，本案基本設計報告支架構及方向，具有可行性，原則同意辦理，請積極趕辦。	1. 遵照辦理，本計畫秉持前瞻計畫之精神，全力積極辦理，以盡早發揮本計畫效益。	-	-
2. 本案基本設計報告審查資料，各委員與相關單位所提之意見，請水利署(南水局)檢討補正並說明。	2. 遵照辦理。	-	-
3. 請水利署完成本報告書修正作業後，依程序送本部核轉行政院公共工程委員會審議。	3. 遵照辦理。	-	-

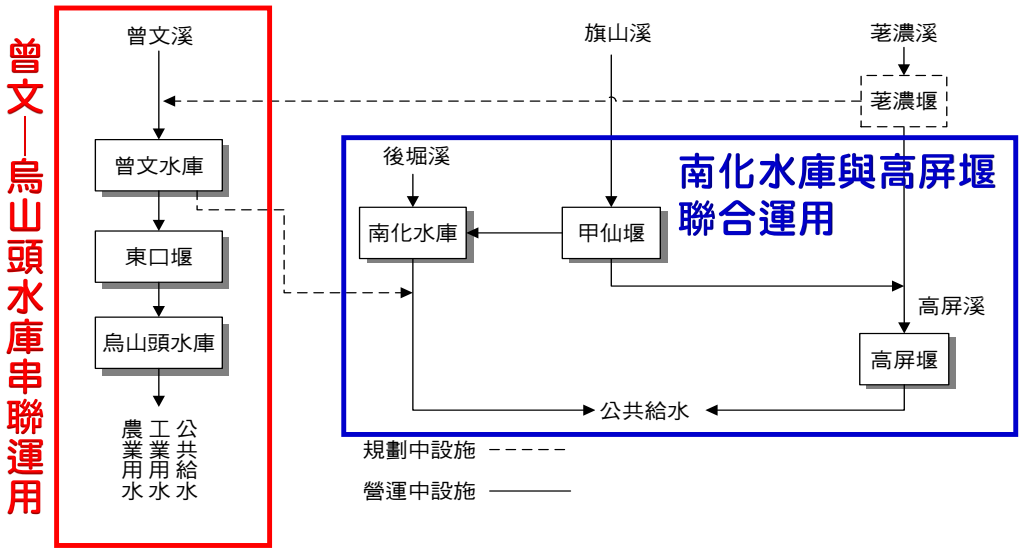
附錄二　供水潛能與水源運用方案檢討

壹、水源運用模式

曾文南化聯通管將於抗旱或緊急備援時供水，其啟動可因應台南高雄地區枯旱調度、高雄地區高濁度供水、烏山頭水庫長期無法供水、南化水庫防淤操作等供水情境進行模擬。本章節將優先進行現況設施水源運用供水潛能，再分析上述抗旱或緊急狀況時，增加曾文南化聯通管後對供水之影響。

本計畫利用 GTSPM 模式分析曾文溪及高屏溪相關水源設施供水能力，GTSPM 模式係採用長時間序列模擬法建立之水資源運用模式，已於水規所 102 年度「曾文南化水庫聯通管輸水工程可行性分析」執行使用，GTSPM 模式-曾文溪及高屏溪水源運用模組簡介、各設施運用原則及基本資料詳附錄三，已將相關運用分析原則及條件調整至最新規定。

本計畫水源運用範圍系統架構如附圖 2-1 所示，現況設施包含曾文水庫、烏山頭水庫、南化水庫、東口堰、甲仙堰、高屏堰、南化高屏聯通管等設施。配合本計畫分析需要，水源運用架構中已包含擬增設之曾文南化聯通管。



附圖 2-1　曾文溪及高屏溪水源運用分析架構圖

貳、現況供水潛能分析

考量曾文南化聯通管施設前後曾文溪與高屏溪各水源設施運用情況，供水潛能分析情境列可分為曾文-烏山頭水庫串聯運用(曾文系統)、南化水庫與高屏堰聯合運用(南化系統)，實務上則兩大供水系統併聯運用，茲將現況分析成果綜合如附表 2-1 所示，以下依各供水情境說明水源運用邏輯及分析成果。

附表 2-1 現況供水潛能分析成果

供水情境			公共給水(萬CMD)			農業用水(億m^3/年)
			嘉南	高雄	合計	分配水量
聯通管增設前 供水能力 （現況供水潛能）	單獨運用	曾文系統	32.9	0	32.9	7.81
		南化系統	48.6	16.7	65.3	–
	曾文與南化系統併聯		86.7	16.7	103.4	7.81

一、曾文-烏山頭水庫串聯運用(曾文系統)

(一)運用概況

用水標的包括生活、農業及工業用水，水源主要來自曾文溪本流。兩水庫串聯運用流程為由曾文水庫發電廠依用水需求發電放水，經東口堰引水至烏山頭水庫調蓄。公共用水主要由自來水公司烏山頭給水廠抽水供應，部份經水利會嘉南大圳南、北幹線送水至新港、水上及潭頂淨水場處理供給需求，少量由楠玉淨水場抽用。農業用水則由水利會依灌溉需求，由烏山頭水庫統一放水供給。

(二)分析原則

1. 依民國 106 年 8 月「曾文水庫運用要點」之運轉規線進行蓄水利用運轉。蓄水量在下限以上時，依各標的基準供水量供應。蓄水量在下限與嚴重下限之間時，家用及公共給水按基準供水量供應，農業及工業用水則按基準供水量 75%供應。蓄水量在嚴重下限以下時，家用及公共給水按基準供水量 80%供應，農業及工業用水則按基準供水量 50%供應。

2. 曾文水庫正常滿水位：自 5 月上旬至 8 月下旬為標高 228 公尺，9 月為標高 229 公尺，10 月上旬至次年 4 月下旬為 230 公尺。
3. 東口堰至烏山頭水庫之引水量為 56 cms，可引水量含曾文水庫放流量、曾文水庫至東口堰間集水區側流量。
4. 依民國 89 年「曾文－烏山頭水庫串聯運用引水量蒸發、滲漏及輸水損失問題探討改善研究」，曾文放水口至東口堰輸水損失採用 5.3%，東口堰至烏山頭水庫輸水損失採用 3.4%。

(三)分析成果

依最新庫容及基準分配水量模擬歷年水文狀況下之歷年供水量如附表 2-2、各旬次平均供水量如附表 2-3 所示，平均缺水率 12.4%；各旬次均可能缺水，6～14 旬為缺水較嚴重，而水庫發生洩洪放水時期主要在 17～28 旬。年總供水量約 9.19 億立方公尺，其中灌溉、工業、公共用水供水量分別為 7.81、0.23、1.14 億立方公尺，公共給水供水量約 32.9 萬 CMD。模擬供水量較實際供水量大，此乃實際灌溉之耕作面積與計畫用水量之耕作面積有差異，且灌區降雨時減少灌溉供水所致。而模擬 48~105 年共 58 年水文年中，曾文水庫有 19 年並無洩洪放水量，顯示平均 3 年發生 1 次無法滿庫情況；若從 98~105 年共 8 年期間，有 3 年無洩洪放水量，亦約平均 3 年發生 1 次無法滿庫情況。

二、南化水庫與高屏攔河堰聯合運用(南化系統)

(一)運用概況

南化水庫除蓄存後堀溪水源外，亦自高屏溪支流旗山溪甲仙堰越域引水。水庫運轉係與高屏溪攔河堰聯合運用，供水標的主要為公共給水。水源供給上，南化水庫水源係經南化淨水場處理後供給台南地區用水需求，並可經北嶺加壓站透過南高一線支援高雄地區用水；南化水庫與高屏堰聯通管可另將原水輸送至坪頂淨水場，高屏溪攔河堰水源亦送至坪頂淨水場處理後供給需求，跨區支援上同樣可透過南高一線回送清水至台南。

附表 2-2　曾文-烏山頭水庫串聯運用歷年供水量模擬成果

水量單位：萬立方公尺

民國年	曾文水庫				烏山頭水庫				供水量				缺水分析			
	入流量	溢流量	放水量	年末蓄水量	入流量	東口堰引水量	溢流量	年末蓄水量	農業用水	工業用水	公共給水	總供水量	基準分配量	模擬供水量	缺水量	缺水率(%)
48	144,347	55,502	98,459	35,438	13,956	89,522	459	5,613	90,000	2,700	12,000	104,700	104,700	104,700	0	0.0
49	126,729	31,555	92,890	36,655	12,252	86,559	0	5,793	83,901	2,512	11,915	98,328	105,254	98,328	6,925	6.6
50	86,331	0	87,713	34,346	8,347	82,810	0	4,518	78,031	2,428	11,722	92,181	104,700	92,181	12,519	12.0
51	85,394	0	84,695	34,126	8,256	79,803	0	4,402	74,164	2,282	11,491	87,938	104,700	87,938	16,762	16.0
52	103,582	19,725	79,511	37,596	10,014	74,903	0	5,919	69,803	2,174	11,185	83,162	104,700	83,162	21,538	20.6
53	63,887	0	80,673	19,937	6,177	75,787	0	2,711	71,682	2,090	11,178	84,951	105,254	84,951	20,303	19.3
54	96,102	4,541	79,546	31,025	9,291	76,712	0	5,012	70,346	2,072	11,032	83,450	104,700	83,450	21,250	20.3
55	122,883	34,787	88,547	29,455	11,881	83,543	1,120	4,839	79,934	2,371	11,837	94,141	104,700	94,141	10,559	10.1
56	70,853	0	79,741	19,635	6,850	75,065	0	2,707	70,632	2,010	11,165	83,807	104,700	83,807	20,893	20.0
57	116,428	16,094	82,457	36,378	11,256	78,827	0	5,659	73,384	2,167	11,254	86,804	105,254	86,804	18,449	17.5
58	100,662	2,129	94,848	38,999	9,732	90,119	0	5,568	85,199	2,554	11,897	99,649	104,700	99,649	5,051	4.8
59	58,451	0	75,589	21,066	5,651	70,976	0	2,822	66,257	1,994	10,925	79,176	104,700	79,176	25,524	24.4
60	90,261	162	70,257	40,097	8,727	67,002	0	5,318	60,405	1,894	10,725	73,024	104,700	73,024	31,676	30.3
61	189,689	94,716	99,812	33,953	18,339	88,598	1,194	5,429	90,506	2,709	12,039	105,254	105,254	105,254	0	0.0
62	90,648	0	94,415	29,164	8,764	89,087	0	3,918	84,581	2,507	12,000	99,087	104,700	99,087	5,613	5.4
63	114,236	9,502	89,938	42,836	11,044	86,034	0	6,559	79,783	2,385	11,953	94,122	104,700	94,122	10,578	10.1
64	138,828	38,577	99,063	42,761	13,422	92,615	964	6,564	90,000	2,700	12,000	104,700	104,700	104,700	0	0.0
65	132,119	37,266	99,210	37,176	12,773	92,702	583	5,842	90,506	2,709	12,039	105,254	105,254	105,254	0	0.0
66	173,993	80,522	95,804	33,653	16,822	87,105	2,129	5,376	87,292	2,614	12,000	101,905	104,700	101,905	2,795	2.7
67	131,593	24,227	99,069	40,756	12,722	93,197	0	6,254	90,000	2,700	12,000	104,700	104,700	104,700	0	0.0
68	102,082	10,185	95,433	36,160	9,869	90,673	0	5,670	86,283	2,609	11,938	100,830	104,700	100,830	3,870	3.7
69	43,166	0	66,053	12,627	4,173	61,827	0	1,773	57,868	1,787	10,081	69,736	105,254	69,736	35,518	33.7
70	152,596	53,278	73,514	37,544	14,753	67,960	1,493	5,883	64,899	1,928	10,031	76,857	104,700	76,857	27,843	26.6
71	104,749	10,391	96,258	34,547	10,127	91,610	0	5,481	87,216	2,612	12,000	101,827	104,700	101,827	2,873	2.7
72	100,490	4,486	98,704	30,564	9,715	94,311	0	4,621	89,841	2,668	12,000	104,509	104,700	104,509	191	0.2
73	74,003	0	83,645	19,931	7,155	78,743	0	2,751	74,039	2,138	11,336	87,512	105,254	87,512	17,741	16.9
74	116,797	16,280	80,542	38,848	11,292	76,654	0	6,048	71,183	2,108	11,066	84,357	104,700	84,357	20,343	19.4
75	94,178	0	99,836	32,033	9,105	94,160	0	4,294	90,000	2,700	12,000	104,700	104,700	104,700	0	0.0
76	97,154	0	96,388	31,777	9,393	90,701	0	4,084	85,497	2,546	12,000	100,042	104,700	100,042	4,658	4.4
77	99,332	946	87,243	41,938	9,603	83,340	0	5,998	76,605	2,374	11,790	90,768	105,254	90,768	14,485	13.8
78	110,847	16,843	94,956	39,952	10,717	89,539	0	6,214	85,286	2,609	11,861	99,756	104,700	99,756	4,944	4.7
79	160,520	64,407	98,991	35,776	15,519	91,313	2,340	5,625	90,000	2,700	12,000	104,700	104,700	104,700	0	0.0
80	65,524	0	79,854	20,560	6,335	75,005	0	2,781	70,966	2,049	10,944	83,960	104,700	83,960	20,740	19.8
81	134,537	29,028	88,876	36,117	13,007	83,293	122	5,725	78,995	2,360	11,591	92,946	105,254	92,946	12,308	11.7
82	47,983	0	78,646	4,656	4,639	73,531	0	799	69,861	2,050	10,989	82,899	104,700	82,899	21,801	20.8
83	112,869	15,707	65,570	35,493	10,912	62,956	0	5,579	57,874	1,771	9,221	68,866	104,700	68,866	35,834	34.2
84	53,412	0	78,114	9,986	5,164	73,175	0	1,480	69,180	2,032	11,034	82,245	104,700	82,245	22,455	21.4
85	103,715	20,023	64,194	28,768	10,027	61,099	0	4,719	56,281	1,728	9,664	67,673	105,254	67,673	37,580	35.7
86	101,376	4,778	90,882	33,411	9,801	86,989	0	5,296	81,476	2,431	12,000	95,907	104,700	95,907	8,793	8.4
87	117,343	4,279	98,984	46,170	11,345	95,419	0	6,972	90,000	2,700	12,000	104,700	104,700	104,700	0	0.0
88	84,731	1,422	96,497	31,902	8,192	91,992	0	4,899	87,302	2,648	12,000	101,950	104,700	101,950	2,750	2.6
89	75,701	0	84,356	22,375	7,319	79,465	0	3,039	74,251	2,237	11,930	88,418	105,254	88,418	16,835	16.0
90	140,916	38,590	82,668	40,956	13,624	76,727	543	6,301	72,700	2,207	11,348	86,254	104,700	86,254	18,446	17.6
91	56,747	0	83,930	12,903	5,486	78,607	0	1,852	74,947	2,188	11,192	88,326	104,700	88,326	16,374	15.6
92	51,474	0	53,345	10,439	4,977	50,341	0	1,527	45,649	1,302	8,557	55,508	104,700	55,508	49,192	47.0
93	111,169	22,491	63,719	34,584	10,748	60,558	0	5,475	56,335	1,708	9,063	67,107	105,254	67,107	38,147	36.2
94	224,755	121,852	96,203	40,060	21,729	87,216	5,800	6,135	87,497	2,626	12,000	102,123	104,700	102,123	2,577	2.5
95	170,625	75,825	97,314	36,321	16,496	89,069	2,168	5,733	88,772	2,660	12,000	103,431	104,700	103,431	1,269	1.2
96	164,220	64,795	90,301	44,423	15,877	83,181	2,274	6,704	81,252	2,485	11,786	95,524	104,700	95,524	9,176	8.8
97	198,959	98,620	99,560	44,023	19,235	90,679	4,387	6,637	90,506	2,709	12,039	105,254	105,254	105,254	0	0.0
98	162,221	79,329	94,596	31,249	15,684	86,613	3,344	5,066	85,710	2,617	11,888	100,215	104,700	100,215	4,486	4.3
99	100,979	0	89,960	41,269	9,763	85,223	0	5,383	80,122	2,439	11,837	94,397	104,700	94,397	10,303	9.8
100	79,700	0	91,087	28,934	7,705	85,648	0	3,811	80,453	2,419	11,816	94,688	104,700	94,688	10,013	9.6
101	164,029	65,767	91,313	34,681	15,858	83,113	822	5,434	81,721	2,445	12,013	96,178	105,254	96,178	9,076	8.6
102	141,652	44,513	96,145	34,541	13,695	90,252	2,215	5,461	86,778	2,608	12,000	101,386	104,700	101,386	3,314	3.2
103	72,177	0	85,974	19,784	6,978	80,805	0	2,712	76,671	2,213	11,408	90,291	104,700	90,291	14,409	13.8
104	109,762	9,956	77,335	41,290	10,612	73,566	0	6,053	67,751	2,025	10,807	80,583	104,700	80,583	24,117	23.0
105	134,397	30,334	100,376	43,691	12,993	93,964	795	6,599	90,506	2,709	12,039	105,254	105,254	105,254	0	0.0
長期平均	111,619	23,335	87,303	—	10,791	81,901	565	—	78,081	2,340	11,442	91,862	104,843	91,862	12,981	12.4
近10年平均	132,809	39,331	91,665	—	12,840	85,304	1,384	—	82,147	2,467	11,763	96,377	104,866	96,377	8,489	8.1

附表 2-3　曾文-烏山頭水庫串聯運用旬平均供水量模擬成果

水量單位：萬立方公尺

旬次	曾文水庫				烏山頭水庫				供水量				缺水分析			
	入流量	溢流量	放水量	旬末蓄水量	入流量	東口堰引水量	溢流量	旬末蓄水量	農業用水	工業用水	公共給水	總供水量	計畫供水量	模擬供水量	缺水量	缺水率(%)
1	300	0	397	32,257	29	373	0	4,847	0	76	342	418	441	418	23	5.2
2	260	0	545	31,949	25	508	0	4,799	153	77	344	574	612	574	38	6.2
3	325	0	2,611	29,638	31	2,410	0	4,482	2,288	84	378	2,751	3,045	2,751	294	9.7
4	296	0	3,439	26,471	29	3,171	0	4,048	3,174	76	378	3,627	4,076	3,627	448	11.0
5	367	0	3,587	23,230	36	3,309	0	3,599	3,338	75	375	3,787	4,324	3,787	537	12.4
6	294	0	3,496	20,011	28	3,223	0	2,939	3,540	60	307	3,907	4,572	3,907	665	14.5
7	348	0	2,787	17,548	34	2,573	0	2,615	2,547	72	305	2,924	3,446	2,924	522	15.2
8	442	0	2,456	15,511	43	2,270	0	2,342	2,210	70	300	2,579	3,129	2,579	550	17.6
9	589	0	2,477	13,598	57	2,293	0	2,083	2,199	76	328	2,604	3,172	2,604	569	17.9
10	579	0	3,454	10,701	56	3,192	0	1,691	3,266	66	303	3,634	4,553	3,634	919	20.2
11	790	0	3,117	8,355	76	2,887	0	1,365	2,930	61	294	3,285	4,406	3,285	1,122	25.5
12	861	0	2,012	7,187	83	1,872	0	1,194	1,768	60	295	2,123	2,873	2,123	750	26.1
13	1,024	0	2,091	6,106	99	1,949	0	1,031	1,854	59	294	2,207	2,858	2,207	651	22.8
14	1,772	0	2,021	5,843	171	1,903	0	972	1,786	57	287	2,130	2,858	2,130	728	25.5
15	4,958	0	1,373	9,412	479	1,385	0	1,395	1,031	72	333	1,437	1,669	1,437	232	13.9
16	8,958	210	2,172	15,966	866	2,232	0	2,229	1,878	59	322	2,260	2,434	2,260	174	7.1
17	8,308	1,605	2,850	19,793	803	2,781	12	2,830	2,578	60	326	2,964	3,145	2,964	181	5.7
18	4,730	496	3,445	20,554	457	3,263	2	2,953	3,210	58	320	3,588	3,936	3,588	347	8.8
19	5,490	790	2,808	22,412	531	2,738	4	3,283	2,593	58	277	2,927	3,278	2,927	351	10.7
20	6,624	1,491	3,228	24,281	640	3,041	89	3,498	3,031	57	278	3,367	3,789	3,367	423	11.2
21	8,605	1,373	3,920	27,551	832	3,676	18	3,892	3,717	63	306	4,085	4,611	4,085	525	11.4
22	12,046	4,158	2,533	32,873	1,165	2,437	91	4,753	2,331	59	250	2,640	2,897	2,640	257	8.9
23	8,803	3,099	2,625	35,915	851	2,451	79	5,222	2,428	62	255	2,744	2,897	2,744	154	5.3
24	9,545	3,362	2,889	39,167	923	2,796	70	5,832	2,679	68	280	3,027	3,187	3,027	160	5.0
25	6,833	2,388	3,452	40,117	661	3,140	62	5,933	3,301	61	262	3,624	3,853	3,624	229	5.9
26	6,515	2,093	2,847	41,647	630	2,668	47	6,179	2,671	60	261	2,992	3,215	2,992	223	6.9
27	4,528	1,649	2,261	42,221	438	2,118	53	6,292	2,058	60	260	2,378	2,575	2,378	197	7.7
28	2,619	587	3,251	40,962	253	3,020	39	6,092	3,017	60	345	3,422	3,731	3,422	309	8.3
29	1,342	24	2,801	39,440	130	2,608	0	5,869	2,547	59	343	2,949	3,245	2,949	296	9.1
30	917	11	1,962	38,342	89	1,827	0	5,707	1,625	64	376	2,065	2,275	2,065	210	9.2
31	615	0	1,534	37,393	59	1,426	0	5,570	1,205	57	353	1,615	1,775	1,615	160	9.0
32	554	0	962	36,956	54	899	0	5,501	603	57	353	1,013	1,103	1,013	90	8.2
33	429	0	1,472	35,884	41	1,365	0	5,349	1,140	57	353	1,550	1,702	1,550	152	8.9
34	347	0	2,547	33,660	34	2,352	0	5,044	2,269	72	341	2,683	2,977	2,683	295	9.9
35	294	0	1,454	32,476	28	1,345	0	4,879	1,119	71	341	1,532	1,706	1,532	175	10.2
36	313	0	430	32,333	30	403	0	4,852	0	77	376	453	479	453	26	5.4
合計	111,619	23,335	87,303	43,691	10,791	81,901	565	6,599	78,081	2,340	11,442	91,862	104,843	91,862	12,981	12.4

(二)分析原則

1. 優先利用高屏堰川流水供應高雄地區分配水量及北送台南地區用水，不足水量由南化水庫蓄水供應；南化水庫滿庫時供應台南地區用水以減少高屏堰北送水量。
2. 高雄地區分配水量係南化水庫與高屏堰聯合運用較南化水庫單獨運用(無甲仙堰引水)增加供水能力之一半。
3. 南化水庫依民國 100 年 5 月「南化水庫運用要點」之原則進行蓄水利用運轉。除蓄存集水區水源量外，可自旗山溪甲仙堰引水蓄存利用。南化水庫集水區水源需放流下游各標的水權量。
4. 甲仙攔河堰依「甲仙攔河堰運用要點」營運操作，取水優先保留下游水權及生態基流量；為避免引水後造成南化水庫洩洪浪費，5~8 月引水使南化水庫蓄水至總蓄水量 95%，9 月至次年 4 月使南化水庫蓄水至滿庫。且為避免引取高濁度水量，依規定於泥砂濃度超過 1,200NTU 時暫停引水，經分析此含砂濃度之流量約 300 cms。
5. 高屏溪攔河堰依「高屏溪攔河堰運用要點」營運操作，取水優先保留下游水權及生態基流量，惟水源不足依各標的用水水權比例供水水量為高雄區自有水源不列入分析。為充分利用高屏溪水源，1～4 月僅於水權內取水，5～12 月則能儘量引取剩餘水量。且為避免引取高濁度水量，依規定水源泥砂濁度超過 12,000 NTU 時不取水，經分析此含砂濃度之流量約 2,000 cms。

(三)分析成果

本計畫分析南化水庫單獨運用供水能力為 31.9 萬 CMD，納入甲仙堰及高屏堰聯合運用後供水能力為 65.3 萬 CMD。其中分配高雄水量為 16.7 萬 CMD〔(65.3-31.9)/2=16.7〕，分配台南地區水量為 48.6 萬 CMD(65.3-16.7=48.6)；演算成果統計如附表 2-4 及附表 2-5 所示，缺水發生於枯水期間，其中 8～15 旬為缺水最為嚴重時期。而模擬 48~105 年共 58 年水文年中，南化水庫僅有 3 年無發生溢流，顯示南化水庫(含甲仙堰)尚有相當剩餘水量可供利用(如南化水庫進行排砂或反向回供至烏山頭水庫蓄存利用)。

附表 2-4　南化水庫與高屏堰聯合運用歷年供水量模擬成果

水量單位：萬立方公尺

民國年	甲仙堰				南化水庫						高屏堰					聯合運用(公共給水)			
	入流量	實際保留量	引水量	未利用量	入流量	下游保留量	溢流量	供高雄水量	供台南水量	年末蓄水量	入流量	實際保留量	放流量	供台南水量	供高雄水量	計畫供水量	模擬供水量	缺水量	缺水率(%)
48	126,380	38,846	8,755	78,778	27,017	1,171	18,161	1,831	13,519	5,762	1,138,350	88,372	1,043,947	2,384	3,647	23,846	21,381	2,465	10.3
49	151,057	38,481	7,838	104,739	24,801	1,163	15,072	2,274	14,018	5,533	929,277	84,638	838,997	2,049	3,593	23,911	21,934	1,978	8.3
50	99,987	43,430	9,051	47,507	19,559	1,110	10,709	1,937	14,009	6,029	722,843	89,810	626,733	2,333	3,967	23,846	22,245	1,601	6.7
51	94,739	39,515	5,971	49,253	13,948	1,091	2,465	1,848	13,213	7,037	698,876	81,621	611,551	2,131	3,573	23,846	20,765	3,081	12.9
52	79,468	30,181	2,816	46,471	20,298	1,064	6,943	1,872	13,079	6,883	670,024	82,272	582,301	2,039	3,412	23,846	20,402	3,444	14.4
53	67,391	39,535	8,176	19,680	13,555	1,179	4,294	1,497	14,414	6,856	427,478	90,742	329,957	2,417	4,361	23,911	22,688	1,223	5.1
54	121,115	40,225	8,725	72,166	18,022	1,191	8,667	1,899	13,940	7,529	944,358	84,126	853,783	2,618	3,831	23,846	22,287	1,559	6.5
55	198,339	42,320	6,252	149,766	26,223	1,174	14,364	2,011	15,092	6,952	1,223,198	90,495	1,125,959	2,658	4,084	23,846	23,846	0	0
56	81,768	38,690	5,313	37,766	12,772	1,065	1,849	1,663	13,741	6,349	620,997	88,657	525,900	2,472	3,968	23,846	21,844	2,002	8.4
57	165,881	45,284	7,065	113,533	12,727	1,281	1,501	596	14,939	7,395	906,508	98,446	799,685	2,860	5,517	23,911	23,911	0	0
58	131,629	37,672	8,741	85,216	16,942	1,150	8,380	1,791	13,953	7,428	791,466	87,956	697,062	2,561	3,887	23,846	22,192	1,654	6.9
59	87,011	38,779	11,342	36,889	10,614	1,094	4,290	1,803	14,216	7,617	427,364	88,970	331,515	2,820	4,059	23,846	22,897	948	4
60	108,885	35,064	5,525	68,296	18,396	1,159	6,288	1,831	13,896	7,996	578,331	89,403	482,304	2,614	4,010	23,846	22,351	1,495	6.3
61	216,435	42,665	6,119	167,651	39,592	1,269	29,316	699	14,905	7,053	1,283,032	98,976	1,175,749	2,894	5,413	23,911	23,911	0	0
62	108,711	41,269	8,792	58,649	20,833	1,191	11,488	1,449	14,539	7,634	825,549	92,760	725,710	2,600	4,479	23,846	23,068	778	3.3
63	143,468	43,023	7,465	92,980	25,620	1,258	15,001	1,351	14,730	7,963	1,051,353	97,382	946,207	3,020	4,744	23,846	23,846	0	0
64	149,821	48,692	8,124	93,005	31,614	1,308	22,952	128	14,770	8,074	894,616	99,090	786,578	2,980	5,968	23,846	23,846	0	0
65	120,162	42,258	5,986	71,918	24,661	1,195	12,978	2,730	16,111	5,289	861,628	86,681	769,877	1,688	3,382	23,911	23,911	0	0
66	142,589	40,190	3,174	99,225	41,234	1,108	26,511	1,632	12,564	7,537	1,289,901	76,850	1,206,917	2,560	3,574	23,846	20,330	3,515	14.7
67	122,195	44,708	8,824	68,663	20,642	1,313	12,206	438	14,710	7,878	831,861	98,949	724,214	3,040	5,658	23,846	23,846	0	0
68	86,710	40,015	8,013	38,682	21,373	1,201	12,293	2,314	15,011	6,052	602,870	88,934	508,176	2,160	3,600	23,846	23,085	761	3.2
69	38,392	25,894	2,407	10,092	5,508	937	0	2,329	10,544	0	182,104	81,705	97,340	988	2,071	23,911	15,933	7,979	33.4
70	126,999	41,915	7,428	77,655	26,003	1,169	15,600	200	8,975	7,206	995,120	88,952	899,116	2,816	4,237	23,846	16,228	7,618	31.9
71	100,069	36,202	6,688	57,180	31,137	1,160	20,358	2,185	14,380	6,551	775,686	79,818	689,352	2,787	3,729	23,846	23,081	765	3.2
72	103,458	38,111	8,393	56,954	15,591	1,250	6,899	1,173	15,536	5,200	588,261	90,911	490,214	2,214	4,922	23,846	23,846	0	0
73	71,965	37,304	8,134	26,527	16,751	1,088	7,655	1,720	13,576	5,684	386,050	73,902	305,895	2,443	3,811	23,911	21,550	2,361	9.9
74	109,859	41,584	8,692	59,584	17,865	1,143	7,597	2,330	14,537	6,258	617,912	77,590	534,818	2,038	3,465	23,846	22,371	1,475	6.2
75	97,929	42,196	4,810	50,923	22,546	1,182	9,453	2,078	14,079	6,438	569,626	76,529	487,382	2,199	3,516	23,846	21,872	1,974	8.3
76	84,521	43,149	11,242	30,130	14,355	1,181	5,564	2,294	15,142	7,492	552,758	74,427	472,057	2,506	3,768	23,846	23,710	136	0.6
77	85,694	38,484	6,760	40,449	18,286	1,280	6,178	2,471	15,348	6,873	603,639	81,959	515,836	2,254	3,591	23,911	23,663	248	1
78	94,860	39,881	9,840	45,140	22,548	1,222	13,049	2,691	15,665	6,237	633,142	79,284	548,367	2,085	3,405	23,846	23,846	0	0
79	174,050	42,166	4,516	127,368	24,783	1,259	10,153	1,847	14,828	7,011	1,222,693	84,448	1,131,073	2,923	4,249	23,846	23,846	0	0
80	63,764	34,750	3,423	25,591	21,066	1,061	4,968	2,890	15,541	6,649	586,783	81,824	500,427	1,544	2,989	23,846	22,963	883	3.7
81	132,360	47,402	9,006	75,952	34,104	1,324	25,604	889	15,534	5,924	890,396	98,127	784,781	2,265	5,224	23,911	23,911	0	0
82	69,813	36,441	10,282	23,090	4,769	898	0	2,661	14,923	2,165	319,849	83,808	231,596	1,452	2,993	23,846	22,029	1,817	7.6
83	113,611	44,901	12,006	56,704	22,358	994	16,128	1,489	11,408	6,197	895,066	90,267	798,929	2,338	3,531	23,846	18,766	5,079	21.3
84	54,675	37,873	7,644	9,159	7,931	1,092	0	2,176	14,684	3,482	359,338	86,128	268,259	1,528	3,423	23,846	21,810	2,036	8.5
85	108,448	35,200	9,916	63,332	18,717	1,080	11,189	1,257	12,362	5,887	745,115	83,927	654,611	2,657	3,920	23,911	20,197	3,715	15.5
86	100,201	41,604	7,802	50,795	20,397	1,120	10,228	1,173	15,337	5,820	677,780	96,697	573,747	2,414	4,922	23,846	23,846	0	0
87	128,217	45,441	9,927	72,849	22,011	1,338	12,146	448	14,790	8,555	802,595	98,000	695,987	2,960	5,647	23,846	23,846	0	0
88	102,203	42,819	9,168	50,216	17,219	1,090	9,960	1,308	14,710	7,444	938,529	96,508	834,193	3,040	4,788	23,846	23,846	0	0
89	89,376	43,143	10,736	35,496	13,121	743	6,887	961	14,819	7,459	818,140	96,489	713,519	2,980	5,151	23,911	23,911	0	0
90	120,757	39,832	6,367	74,557	26,368	1,120	14,555	1,739	15,150	7,217	1,332,799	92,197	1,233,767	2,498	4,338	23,846	23,724	121	0.5
91	53,810	30,504	7,007	16,299	11,018	931	3,370	2,673	15,088	2,834	398,404	86,982	306,894	1,483	3,044	23,846	22,289	1,557	6.5
92	59,281	30,715	8,475	20,091	9,037	1,056	410	1,052	10,497	7,054	578,893	85,286	488,125	2,072	3,410	23,846	17,031	6,814	28.6
93	131,038	35,219	3,892	91,927	15,623	1,015	2,465	2,121	14,025	6,595	823,826	88,043	729,988	2,300	3,494	23,911	21,939	1,972	8.2
94	205,151	43,180	7,903	154,068	45,851	1,203	35,151	1,531	15,509	6,525	2,208,717	95,764	2,106,147	2,241	4,565	23,846	23,846	0	0
95	183,073	43,575	8,087	131,411	28,988	1,132	17,740	2,420	14,936	6,983	2,345,047	91,416	2,247,381	2,600	3,650	23,846	23,606	240	1
96	142,910	40,861	8,901	93,149	37,597	1,025	28,231	2,235	14,087	7,535	1,683,752	92,577	1,585,371	2,227	3,577	23,846	22,126	1,720	7.2
97	161,388	41,877	7,333	112,178	42,880	1,084	31,744	2,299	14,339	7,901	1,568,451	91,837	1,470,874	2,262	3,477	23,911	22,378	1,534	6.4
98	75,392	29,528	4,878	40,986	35,620	989	22,642	3,531	16,292	4,584	809,748	81,571	724,541	1,157	2,479	23,846	23,460	386	1.6
99	97,075	51,349	12,755	32,971	23,098	1,150	12,754	2,973	15,841	7,284	881,081	77,104	798,945	1,909	3,123	23,846	23,846	0	0
100	72,540	35,508	7,279	29,753	14,632	1,146	2,854	2,304	14,406	8,134	594,701	84,423	504,525	2,308	3,446	23,846	22,463	1,383	5.8
101	131,842	40,628	7,394	83,820	25,744	1,158	15,261	2,501	15,449	6,469	1,250,739	88,621	1,156,157	2,350	3,611	23,911	23,911	0	0
102	106,095	34,570	6,296	65,228	23,813	1,096	11,784	2,484	15,813	4,996	594,292	87,479	501,265	1,937	3,611	23,846	23,846	0	0
103	72,810	34,024	4,593	34,192	20,312	846	6,512	2,920	14,974	4,286	263,083	83,561	175,399	1,202	2,921	23,846	22,017	1,829	7.7
104	72,064	29,637	4,379	38,048	21,266	1,078	7,838	2,104	12,473	6,115	388,271	75,249	308,623	1,596	2,804	23,846	18,977	4,869	20.4
105	99,534	44,199	6,833	48,502	31,489	1,194	19,750	853	15,292	6,872	990,389	97,744	884,878	2,507	5,260	23,911	23,911	0	0
平均	111,017	39,526	7,470	64,021	21,911	1,130	11,697	1,826	14,315	—	837,804	87,695	743,853	2,310	3,946	23,863	22,397	1,466	6.1

附表 2-5　南化水庫與高屏堰聯合運用旬平均供水量模擬成果

水量單位：萬立方公尺

旬次	甲仙堰				南化水庫						高屏堰供水量					聯合運用(公共給水)			
	入流量	實際保留量	引水量	未利用量	入流量	下游保留量	溢流量	供高雄水量	供台南水量	旬末蓄水量	入流量	實際保留量	放流量	供台南水量	供高雄水量	計畫供水量	實際供水量	缺水量	缺水率(%)
1	428	396	31	0	18	8	0	100	478	5,849	2,436	2,046	324	0	66	653	645	8.8	1.4
2	389	373	16	0	13	8	0	127	478	5,257	2,223	1,883	304	0	37	653	642	11.1	1.7
3	438	410	28	0	26	8	0	144	526	4,625	2,312	1,945	331	0	37	719	706	12.4	1.7
4	398	359	36	3	15	7	0	136	471	4,053	1,923	1,691	207	0	26	653	633	20.4	3.1
5	503	366	110	27	20	7	0	125	465	3,578	2,333	1,673	625	0	35	653	625	28.2	4.3
6	452	327	115	10	16	6	0	99	381	3,217	1,976	1,372	572	0	32	540	512	27.2	5.0
7	564	406	124	34	20	7	0	130	450	2,765	2,157	1,605	526	0	27	653	607	46.0	7.0
8	665	380	161	123	17	6	0	122	442	2,367	3,156	1,529	1,595	0	32	653	595	58.1	8.9
9	805	477	173	155	38	8	1	113	460	1,989	3,568	1,793	1,728	0	47	719	619	99.3	13.8
10	815	497	181	138	49	8	4	87	387	1,726	3,038	1,695	1,290	0	53	653	527	126.7	19.4
11	1,056	506	205	345	101	9	24	73	349	1,570	4,374	1,715	2,604	0	55	653	476	177.1	27.1
12	1,047	556	229	262	210	10	45	45	300	1,605	4,940	1,795	3,074	0	71	653	416	237.5	36.4
13	1,303	671	424	208	210	12	1	32	217	1,973	6,206	2,012	4,026	90	78	653	416	237.8	36.4
14	2,014	761	629	624	336	15	4	26	228	2,660	12,008	2,254	9,538	117	100	653	471	182.6	27.9
15	5,196	1,001	1,149	3,046	846	22	71	20	294	4,239	31,598	2,856	28,414	177	150	719	641	77.7	10.8
16	9,505	1,857	1,155	6,493	1,612	57	544	15	286	6,094	60,827	2,699	57,814	170	143	653	615	38.2	5.9
17	9,163	1,949	874	6,341	1,562	58	794	20	300	7,346	71,099	2,719	68,065	171	143	653	634	19.1	2.9
18	5,626	1,928	437	3,261	946	57	456	7	291	7,904	38,664	2,743	35,577	187	157	653	642	11.1	1.7
19	5,495	2,035	171	3,289	1,063	57	507	8	479	8,073	39,664	2,759	36,747	0	158	653	644	9.2	1.4
20	5,419	1,999	143	3,278	1,520	58	818	14	482	8,349	47,920	2,759	45,008	0	153	653	649	4.6	0.7
21	6,970	2,221	187	4,562	1,798	64	1,019	20	527	8,688	63,143	3,034	59,947	0	162	719	709	9.9	1.4
22	9,956	1,971	89	7,897	2,763	60	1,882	18	483	9,084	78,477	2,953	75,376	0	149	653	650	3.5	0.5
23	7,812	2,055	47	5,710	1,949	62	1,353	12	486	9,153	62,595	2,958	59,482	0	155	653	653	0.0	0
24	7,998	2,255	48	5,695	2,002	68	1,317	9	535	9,259	64,143	3,253	60,715	0	175	719	718	0.4	0.1
25	6,364	2,020	121	4,223	1,454	62	995	6	486	9,271	52,006	2,918	48,928	0	161	653	653	0.0	0
26	5,451	1,954	118	3,378	1,303	61	883	6	486	9,241	47,348	2,918	44,270	0	161	653	653	0.0	0
27	4,670	1,943	131	2,596	992	61	612	6	486	9,186	41,422	2,918	38,343	0	161	653	653	0.0	0
28	3,107	1,496	123	1,488	534	58	309	4	291	9,167	27,282	2,944	23,979	195	163	653	653	0.0	0
29	2,077	1,384	91	602	187	53	50	3	290	9,035	16,532	2,934	13,238	196	164	653	653	0.0	0
30	1,443	1,243	47	153	103	51	6	5	324	8,785	12,484	3,214	8,880	211	179	719	719	0.0	0
31	948	872	42	33	56	27	0	14	313	8,519	7,925	2,795	4,804	174	153	653	653	0.0	0
32	809	751	12	46	46	24	4	30	330	8,181	6,296	2,747	3,254	157	138	653	653	0.0	0
33	643	637	3	3	31	21	0	33	331	7,819	4,910	2,716	1,905	155	134	653	653	0.0	0
34	550	541	9	0	24	13	0	58	367	7,405	4,205	2,657	1,320	119	109	653	653	0.0	0
35	465	463	2	0	16	11	0	70	377	6,958	3,469	2,576	694	105	96	653	647	6.4	1
36	473	467	6	0	13	10	0	91	440	6,427	3,143	2,617	351	86	90	719	706	12.4	1.7
合計	111,017	39,526	7,470	64,021	21,911	1,130	11,697	1,826	14,315	6,872	837,804	87,695	743,853	2,310	3,946	23,863	22,397	1,465.7	6.1

三、曾文與南化系統併聯運用分析

(一)運用概念

曾文與烏山頭水庫及南化水庫之各旬次公共給水分配量合計值應相同。而曾文與烏山頭水庫串聯運用係依基準分配量分配，其中公共給水各旬次分配水量不同，主要為枯水期較多、豐水期較少(第 1、19 旬次分配量分別為 354.83、290.32 萬立方公尺)，故實務操作上南化水庫於豐水期之出水量會較大，使公共給水各旬次出水量一致，為現今台水公司操作模式，因此形成曾文系統與南化系統併聯運用。

(二)分析原則

於曾文系統與南化系統運用基礎上，公共給水優先利用高屏堰川流水供應高雄地區分配水量及北送台南地區用水，而後納入曾文系統公共給水，最後由南化水庫蓄水補充，進行公共給水供水能力分析，缺水指標採用缺水指數 1.0(缺水指數為美國陸軍工兵團所創，用以評估缺水嚴重性與發生頻率，其以缺水率平方做為缺水之評估準則；現行水規所分析南部區域水源設施供水能力均採用 1.0)。

(三)分析成果

本計畫分析曾文系統與南化系統併聯運用供水能力為 103.4 萬 CMD，其中分配高雄高雄水量維持 16.7 萬 CMD，分配嘉南地區水量為 86.7 萬 CMD，較曾文系統與南化系統各自運用增加 5.2 萬 CMD 供水能力，演算成果統計如附表 2-6 及附表 2-7 所示，歷年平均缺水率 6.4%，缺水發生於枯水期間，其中 8～15 旬為缺水最為嚴重時期。模擬成果可知，曾文系統及高屏堰不增加出水量，而增加南化水庫豐水期出水量情況下，可增加供水能力且不影響曾文系統農業用水供水量。

附表 2-6　曾文系統與南化系統現況併聯運用歷年供水量模擬成果

水量單位：萬立方公尺

民國年	南化系統															曾文系統												聯合運用(公共給水)			
	甲仙堰				南化水庫						高屏堰供水量					曾文水庫				烏山頭水庫										
	入流量	實際保留量	引水量	未利用量	入流量	下游保留量	溢流量	供高雄水量	供台南水量	年末蓄水量	入流量	實際保留量	放流量	供台南水量	供高雄水量	入流量	溢流量	放水量	年末蓄水量	入流量	東口堰引水量	溢流量	年末蓄水量	農業用水	工業用水	公共給水	總供水量	計畫供水量	模擬供水量	缺水量	缺水率(%)
48	126,380	38,846	9,475	78,059	27,017	1,171	17,575	1,797	15,104	5,520	1,137,631	88,372	1,043,227	2,384	3,647	144,347	55,502	98,459	35,438	13,956	89,522	459	5,613	90,000	2,700	12,000	104,700	37,734	34,933	2,801	7.4
49	151,057	38,481	7,944	104,633	24,801	1,163	13,973	2,207	15,268	5,322	929,171	84,638	838,891	2,049	3,593	126,729	31,555	92,890	36,655	12,252	86,559	0	5,793	83,901	2,512	11,915	98,328	37,837	35,031	2,806	7.4
50	99,987	43,430	9,647	46,910	19,559	1,110	9,810	1,870	15,526	5,870	722,246	89,810	626,136	2,333	3,967	86,331	0	87,713	34,346	8,347	82,810	0	4,518	78,031	2,428	11,722	92,181	37,734	35,418	2,316	6.1
51	94,739	39,515	6,953	48,271	13,948	1,091	2,365	1,756	14,401	6,880	697,894	81,621	610,568	2,131	3,573	85,394	0	84,695	34,126	8,256	79,803	0	4,402	74,164	2,282	11,491	87,938	37,734	33,352	4,382	11.6
52	79,468	30,181	3,152	46,135	20,298	1,064	6,356	1,756	14,159	6,699	669,688	82,272	581,965	2,039	3,412	103,582	19,725	79,511	37,596	10,014	74,903	0	5,919	69,803	2,174	11,185	83,162	37,734	32,551	5,183	13.7
53	67,391	39,535	8,858	18,998	13,555	1,179	3,740	1,363	16,541	5,927	426,795	90,742	329,275	2,417	4,361	63,887	0	80,673	19,937	6,177	75,787	0	2,711	71,682	2,090	11,178	84,951	37,837	35,860	1,977	5.2
54	121,115	40,225	9,381	71,509	18,022	1,191	7,943	1,481	14,997	7,370	943,702	84,126	853,127	2,618	3,831	96,102	4,541	79,546	31,025	9,291	76,712	0	5,012	70,346	2,072	11,032	83,450	37,734	33,960	3,774	10.0
55	198,339	42,320	6,630	149,389	26,223	1,174	13,045	1,961	16,867	6,778	1,222,820	90,495	1,125,582	2,658	4,084	122,883	34,787	88,547	29,455	11,881	83,543	1,120	4,839	79,934	2,371	11,837	94,141	37,734	37,407	327	0.9
56	81,768	38,690	5,462	37,617	12,772	1,065	951	1,598	15,600	5,438	620,848	88,657	525,751	2,472	3,968	70,853	0	79,741	19,635	6,850	75,065	0	2,707	70,632	2,010	11,165	83,807	37,734	34,803	2,931	7.8
57	165,881	45,284	9,958	110,639	12,727	1,281	991	596	17,612	7,254	903,614	98,446	796,791	2,860	5,517	116,428	16,094	82,457	36,378	11,256	78,827	0	5,659	73,384	2,167	11,254	86,804	37,837	37,837	0	0.0
58	131,629	37,672	9,517	84,440	16,942	1,150	7,918	1,677	15,322	7,279	790,690	87,956	696,286	2,561	3,887	100,662	2,129	94,848	38,999	9,732	90,119	0	5,568	85,199	2,554	11,897	99,649	37,734	35,344	2,390	6.3
59	87,011	38,779	12,970	35,261	10,614	1,094	4,003	1,686	16,730	6,998	425,737	88,970	329,888	2,820	4,059	58,451	0	75,589	21,066	5,651	70,976	0	2,822	66,257	1,994	10,925	79,176	37,734	36,220	1,514	4.0
60	108,885	35,064	6,364	67,457	18,396	1,159	5,659	1,471	15,245	7,880	577,492	89,403	481,464	2,614	4,010	90,261	162	70,257	40,097	8,727	67,002	0	5,318	60,405	1,894	10,725	73,024	37,734	34,066	3,668	9.7
61	216,435	42,665	6,529	167,241	39,592	1,269	27,908	699	16,792	6,873	1,282,622	98,976	1,175,339	2,894	5,413	189,689	94,716	99,812	33,953	18,339	88,598	1,194	5,429	90,506	2,709	12,039	105,254	37,837	37,837	0	0.0
62	108,711	41,269	9,096	58,345	20,833	1,191	10,600	1,315	15,830	7,503	825,245	92,760	725,406	2,600	4,479	90,648	0	94,415	29,164	8,764	89,087	0	3,918	84,581	2,507	12,000	99,087	37,734	36,223	1,511	4.0
63	143,468	43,023	8,433	92,012	25,620	1,258	14,039	1,351	16,656	7,847	1,050,385	97,382	945,239	3,020	4,744	114,236	9,502	89,938	42,836	11,044	86,034	0	6,559	79,783	2,385	11,953	94,122	37,734	37,725	9	0.0
64	149,821	48,692	9,123	92,006	31,614	1,308	22,070	128	16,659	7,956	893,617	99,090	785,579	2,980	5,968	138,828	38,577	99,063	42,761	13,422	92,615	964	6,564	90,000	2,700	12,000	104,700	37,734	37,734	0	0.0
65	120,162	42,258	6,733	71,170	24,661	1,195	12,207	2,663	17,747	5,130	860,880	86,681	769,130	1,688	3,382	132,119	37,266	99,210	37,176	12,773	92,702	583	5,842	90,506	2,709	12,039	105,254	37,837	37,520	318	0.8
66	142,589	40,190	3,527	98,872	41,234	1,108	25,574	1,555	13,927	7,386	1,289,549	76,850	1,206,565	2,560	3,574	173,993	80,522	95,804	33,653	16,822	87,105	2,129	5,376	87,292	2,614	12,000	101,905	37,734	33,617	4,118	10.9
67	122,195	44,708	9,885	67,602	20,642	1,313	11,348	438	16,599	7,762	830,800	98,949	723,153	3,040	5,658	131,593	24,227	99,069	40,756	12,722	93,197	0	6,254	90,000	2,700	12,000	104,700	37,734	37,734	0	0.0
68	86,710	40,015	8,720	37,975	21,373	1,201	11,701	2,197	16,511	5,860	602,164	88,934	507,470	2,160	3,600	102,082	10,185	95,433	36,160	9,869	90,673	0	5,670	86,283	2,609	11,938	100,830	37,734	36,407	1,327	3.5
69	38,392	25,894	2,407	10,092	5,508	937	0	1,959	10,744	0	182,104	81,705	97,340	988	2,071	43,166	0	66,053	12,627	4,173	61,827	0	1,773	57,868	1,787	10,081	69,736	37,837	25,843	11,995	31.7
70	126,999	41,915	7,881	77,202	26,003	1,169	14,769	176	10,460	7,034	994,667	88,952	898,662	2,816	4,237	152,596	53,278	73,514	37,544	14,753	67,960	1,493	5,883	64,899	1,928	10,031	76,857	37,734	27,719	10,015	26.5
71	100,069	36,202	6,980	56,888	31,137	1,160	19,491	2,069	15,848	6,194	775,394	79,818	689,060	2,787	3,729	104,749	10,391	96,258	34,547	10,127	91,610	0	5,481	87,216	2,612	12,000	101,827	37,734	36,433	1,301	3.4
72	103,458	38,111	9,179	56,168	15,591	1,250	5,839	1,173	17,424	4,807	587,476	90,880	489,459	2,214	4,922	100,490	4,486	98,704	30,564	9,715	94,311	0	4,621	89,841	2,668	12,000	104,509	37,734	37,734	0	0.0
73	71,965	37,304	8,518	26,143	16,751	1,088	6,880	1,596	15,450	4,713	385,666	73,902	305,511	2,443	3,811	74,003	0	83,645	19,931	7,155	78,743	0	2,751	74,039	2,138	11,336	87,512	37,837	34,636	3,202	8.5
74	109,859	41,584	9,098	59,177	17,865	1,143	6,810	1,945	15,352	6,087	617,505	77,590	534,411	2,038	3,465	116,797	16,280	80,542	38,848	11,292	76,654	0	6,048	71,183	2,108	11,066	84,357	37,734	33,867	3,868	10.2
75	97,929	42,196	5,241	50,492	22,546	1,182	8,591	1,978	15,468	6,279	569,195	76,529	486,951	2,199	3,516	94,178	0	99,836	32,033	9,105	94,160	0	4,294	90,000	2,700	12,000	104,700	37,734	35,162	2,573	6.8
76	84,521	43,149	11,644	29,729	14,355	1,181	4,849	2,166	16,545	7,188	552,356	74,427	471,656	2,506	3,768	97,154	0	96,388	31,777	9,393	90,701	0	4,084	85,497	2,546	12,000	100,042	37,734	36,985	749	2.0
77	85,694	38,484	7,401	39,809	18,286	1,280	5,385	2,396	16,727	6,718	602,999	81,959	515,196	2,254	3,591	99,332	946	87,243	41,938	9,603	83,340	0	5,998	76,605	2,374	11,790	90,768	37,837	36,757	1,080	2.9
78	94,860	39,881	10,249	44,730	22,548	1,222	11,444	2,691	17,693	6,083	632,732	79,284	547,958	2,085	3,405	110,847	16,843	94,956	39,952	10,717	89,539	0	6,214	85,286	2,609	11,861	99,756	37,734	37,734	0	0.0
79	174,050	42,166	5,186	126,698	24,783	1,259	8,964	1,847	16,716	6,834	1,222,023	84,448	1,130,403	2,923	4,249	160,520	64,407	98,991	35,776	15,519	91,313	2,340	5,625	90,000	2,700	12,000	104,700	37,734	37,734	0	0.0
80	63,764	34,750	4,723	24,292	21,066	1,061	4,432	2,773	18,013	5,964	585,484	81,824	499,128	1,544	2,989	65,524	0	79,854	20,560	6,335	75,005	0	2,781	70,966	2,049	10,944	83,960	37,734	36,263	1,472	3.9
81	132,360	47,402	11,134	73,824	34,104	1,324	24,866	899	17,869	5,765	888,268	98,043	782,747	2,265	5,213	134,537	29,028	88,876	36,117	13,007	83,293	122	5,725	78,995	2,360	11,591	92,946	37,837	37,837	0	0.0
82	69,813	36,441	10,499	22,873	4,769	898	0	2,549	17,151	131	319,632	83,808	231,379	1,452	2,993	47,983	0	78,646	4,656	4,639	73,531	0	799	69,861	2,050	10,989	82,899	37,734	35,133	2,601	6.9
83	113,611	44,901	12,410	56,300	22,358	994	15,035	972	11,584	6,018	894,661	90,267	798,526	2,338	3,530	112,869	15,707	65,570	35,493	10,912	62,956	0	5,579	57,874	1,771	9,221	68,866	37,734	27,645	10,089	26.7
84	54,675	37,873	8,456	8,346	7,931	1,092	0	2,101	16,901	1,992	358,526	86,128	267,446	1,528	3,423	53,412	0	78,114	9,986	5,164	73,175	0	1,480	69,180	2,032	11,034	82,245	37,734	34,986	2,748	7.3
85	108,448	35,200	9,916	63,332	18,717	1,080	9,639	823	13,560	5,212	745,115	83,927	654,611	2,657	3,920	103,715	20,023	64,194	28,768	10,027	61,099	0	4,719	56,281	1,728	9,664	67,673	37,837	30,624	7,213	19.1
86	100,201	41,604	8,419	50,178	20,397	1,120	8,650	1,173	17,151	5,552	677,163	96,697	573,130	2,414	4,922	101,376	4,778	90,882	33,411	9,801	86,989	0	5,296	81,476	2,431	12,000	95,907	37,734	37,661	73	0.2
87	128,217	45,441	10,749	72,026	22,011	1,338	10,911	448	16,679	8,459	801,772	98,000	695,165	2,960	5,647	117,343	4,279	98,984	46,170	11,345	95,419	0	6,972	90,000	2,700	12,000	104,700	37,734	37,734	0	0.0
88	102,203	42,819	10,393	48,990	17,219	1,090	9,366	1,308	16,599	7,287	937,303	96,508	832,968	3,040	4,788	84,731	1,422	96,497	31,902	8,192	91,992	0	4,899	87,302	2,648	12,000	101,950	37,734	37,734	0	0.0
89	89,376	43,143	12,048	34,184	13,121	743	6,389	961	16,816	7,126	816,828	96,489	712,207	2,980	5,151	75,701	0	84,356	22,375	7,319	79,465	0	3,039	74,251	2,237	11,930	88,418	37,837	37,837	0	0.0
90	120,757	39,832	6,652	74,272	26,368	1,120	13,582	1,472	16,525	7,057	1,332,515	92,197	1,233,482	2,498	4,338	140,916	38,590	82,668	40,956	13,624	76,727	543	6,301	72,700	2,207	11,348	86,254	37,734	36,180	1,554	4.1
91	53,810	30,504	7,239	16,068	11,018	931	2,862	2,556	17,263	1,374	398,173	86,982	306,663	1,483	3,044	56,747	0	83,930	12,903	5,486	78,607	0	1,852	74,947	2,188	11,192	88,326	37,734	35,538	2,196	5.8
92	59,281	30,715	9,673	18,894	9,037	1,056	0	682	11,722	6,368	577,695	85,286	486,927	2,072	3,410	51,474	0	53,345	10,439	4,977	50,341	0	1,527	45,649	1,302	8,557	55,508	37,734	26,443	11,291	29.9
93	131,038	35,219	5,147	90,673	15,623	1,015	2,049	1,742	15,605	6,408	822,571	88,043	728,734	2,300	3,494	111,169	22,491	63,719	34,584	10,748	60,558	0	5,475	56,335	1,708	9,063	67,107	37,837	32,205	5,633	14.9
94	205,151	43,180	8,251	153,719	45,851	1,203	33,576	1,531	17,397	6,381	2,208,368	95,764	2,105,798	2,241	4,565	224,755	121,852	96,203	40,060	21,729	87,216	5,800	6,135	87,497	2,626	12,000	102,123	37,734	37,734	0	0.0
95	183,073	43,575	8,477	131,021	28,988	1,132	16,717	2,322	16,493	6,801	2,344,657	91,416	2,246,990	2,600	3,650	170,625	75,825	97,314	36,321	16,496	89,069	2,168	5,733	88,772	2,660	12,000	103,431	37,734	37,066	668	1.8
96	142,910	40,861	9,379	92,671	37,597	1,025	27,306	2,135	15,540	7,413	1,683,274	92,577	1,584,893	2,227	3,577	164,220	64,795	90,301	44,423	15,877	83,181	2,274	6,704	81,252	2,485	11,786	95,524	37,734	35,265	2,470	6.5
97	161,388	41,877	7,414	112,097	42,880	1,084	30,573	2,182	15,701	7,794	1,568,370	91,837	1,470,793	2,262	3,477	198,959	98,620	99,560	44,023	19,235	90,679	4,387	6,637	90,506	2,709	12,039	105,254	37,837	35,662	2,176	5.7
98	75,392	29,528	4,927	40,937	35,620	989	21,887	3,401	17,767	3,952	809,699	81,571	724,491	1,157	2,479	162,221	79,329	94,596	31,249	15,684	86,613	3,344	5,066	85,710	2,617	11,888	100,215	37,734	36,692	1,042	2.8
99	97,075	51,349	14,335	31,392	23,098	1,150	11,809	2,973	17,893	7,142	879,502	77,104	797,366	1,909	3,123	100,979	0	89,960	41,269	9,763	85,223	0	5,383	80,122	2,439	11,837	94,397	37,734	37,734	0	0.0
100	72,540	35,508	8,502	28,530	14,632	1,146	2,530	2,204	16,009	8,048	593,477	84,423	503,301	2,308	3,446	79,700	0	91,087	28,934	7,705	85,648	0	3,811	80,453	2,419	11,816	94,688	37,734	35,782	1,953	5.2
101	131,842	40,628	7,979	83,235	25,744	1,158	14,235	2,501	17,363	6,088	1,250,154	88,621	1,155,572	2,350	3,611	164,029	65,767	91,313	34,681	15,858	83,113	822	5,434	81,721	2,445	12,013	96,178	37,837	37,837	0	0.0
102	106,095	34,570	7,372	64,153	23,813	1,096	11,098	2,436	17,490	4,761	593,217	87,479	500,190	1,937	3,611	141,652	44,513	96,145	34,541	13,695	90,252	2,215	5,461	86,778	2,608	12,000	101,386	37,734	37,474	260	0.7
103	72,810	34,024	4,909	33,876	20,312	846	5,498	2,820	16,896	3,567	262,767	83,561	175,083	1,202	2,921	72,177	0	85,974	19,784	6,978	80,805	0	2,712	76,671	2,213	11,408	90,291	37,734	35,247	2,488	6.6
104	72,064	29,637	4,415	38,012	21,266	1,078	6,593	1,829	13,490	5,951	388,236	75,249	308,587	1,596	2,804	109,762	9,956	77,335	41,290	10,612	73,566	0	6,053	67,751	2,025	10,807	80,583	37,734	30,526	7,208	19.1
105	99,534	44,199	7,886	47,450	31,489	1,194	18,899	853	17,179	6,728	989,336	97,744	883,825	2,507	5,260	134,397	30,334	100,376	43,691	12,993	93,964	795	6,599	90,506	2,709	12,039	105,254	37,837	37,837	0	0.0
平均	111,017	39,526	8,163	63,328	21,911	1,130	10,884	1,710	15,951	6,728	837,111	87,693	743,163	2,310	3,946	111,619	23,335	87,303	43,691	10,791	81,901	565	6,599	78,081	2,340	11,442	91,862	37,761	35,360	2,401	6.4

附表 2-7　曾文系統與南化系統現況併聯運用旬平均供水量模擬成果

水量單位：萬立方公尺

旬次	南化系統															曾文系統												聯合運用(公共給水)			
	甲仙堰				南化水庫						高屏堰供水量					曾文水庫				烏山頭水庫										
	入流量	實際保留量	引水量	未利用量	入流量	下游保留量	溢流量	供高雄水量	供台南水量	旬末蓄水量	入流量	實際保留量	放流量	供台南水量	供高雄水量	入流量	溢流量	放水量	旬末蓄水量	入流量	東口堰引水量	溢流量	旬末蓄水量	農業用水	工業用水	公共給水	總供水量	計畫供水量	模擬供水量	缺水量	缺水率(%)
1	428	396	31	0	18	8	0	98	506	5,482	2,436	2,046	324	0	66	300	0	397	32,257	29	373	0	4,847	0	76	342	418	1,034	1,013	21.2	2.0
2	389	373	16	0	13	8	0	124	501	4,870	2,223	1,883	304	0	37	260	0	545	31,949	25	508	0	4,799	153	77	344	574	1,034	1,007	27.2	2.6
3	438	410	28	0	26	8	0	137	537	4,234	2,312	1,945	331	0	37	325	0	2,611	29,638	31	2,410	0	4,482	2,288	84	378	2,751	1,137	1,089	48.1	4.2
4	398	359	36	3	15	7	0	130	451	3,689	1,923	1,691	207	0	26	296	0	3,439	26,471	29	3,171	0	4,048	3,174	76	378	3,627	1,034	985	49.3	4.8
5	503	366	110	27	20	7	0	121	450	3,233	2,333	1,673	625	0	35	367	0	3,587	23,230	36	3,309	0	3,599	3,338	75	375	3,787	1,034	981	53.1	5.1
6	452	327	115	10	16	6	0	97	371	2,885	1,976	1,372	572	0	32	294	0	3,496	20,011	28	3,223	0	2,939	3,540	60	307	3,907	854	807	46.7	5.5
7	564	406	124	34	20	7	0	128	505	2,381	2,157	1,605	526	0	27	348	0	2,787	17,548	34	2,573	0	2,615	2,547	72	305	2,924	1,034	966	67.7	6.5
8	665	380	165	119	17	6	0	118	490	1,943	3,152	1,529	1,591	0	32	442	0	2,456	15,511	43	2,270	0	2,342	2,210	70	300	2,579	1,034	939	94.6	9.2
9	805	477	195	133	38	8	1	102	479	1,579	3,546	1,792	1,708	0	47	589	0	2,477	13,598	57	2,293	0	2,083	2,199	76	328	2,604	1,137	956	181.1	15.9
10	815	497	198	120	49	8	3	72	375	1,362	3,021	1,695	1,273	0	53	579	0	3,454	10,701	56	3,192	0	1,691	3,266	66	303	3,634	1,034	803	230.7	22.3
11	1,056	506	213	337	101	9	23	49	298	1,291	4,366	1,715	2,596	0	55	790	0	3,117	8,355	76	2,887	0	1,365	2,930	61	294	3,285	1,034	696	337.5	32.6
12	1,047	556	237	254	210	10	39	31	287	1,367	4,932	1,795	3,067	0	71	861	0	2,012	7,187	83	1,872	0	1,194	1,768	60	295	2,123	1,034	685	349.3	33.8
13	1,303	671	425	208	210	12	0	21	218	1,746	6,205	2,012	4,026	90	78	1,024	0	2,091	6,106	99	1,949	0	1,031	1,854	59	294	2,207	1,034	700	334.0	32.3
14	2,014	761	633	620	336	15	1	22	255	2,416	12,005	2,253	9,535	117	100	1,772	0	2,021	5,843	171	1,903	0	972	1,786	57	287	2,130	1,034	781	252.7	24.4
15	5,196	1,001	1,192	3,004	846	22	53	18	346	4,006	31,556	2,856	28,372	177	150	4,958	0	1,373	9,412	479	1,385	0	1,395	1,031	72	333	1,437	1,137	1,024	113.2	10.0
16	9,505	1,857	1,177	6,471	1,612	57	506	15	334	5,872	60,805	2,699	57,792	170	143	8,958	210	2,172	15,966	866	2,232	0	2,229	1,878	59	322	2,260	1,034	985	48.5	4.7
17	9,163	1,949	933	6,282	1,562	58	764	20	350	7,164	71,040	2,719	68,006	171	143	8,308	1,605	2,850	19,793	803	2,781	12	2,830	2,578	60	326	2,964	1,034	1,009	24.4	2.4
18	5,626	1,928	498	3,199	946	57	434	7	348	7,749	38,603	2,743	35,515	187	157	4,730	496	3,445	20,554	457	3,263	2	2,953	3,210	58	320	3,588	1,034	1,019	15.1	1.5
19	5,495	2,035	211	3,250	1,063	57	481	8	575	7,887	39,624	2,759	36,707	0	158	5,490	790	2,808	22,412	531	2,738	4	3,283	2,593	58	277	2,927	1,034	1,018	16.2	1.6
20	5,419	1,999	185	3,236	1,520	58	770	14	571	8,165	47,878	2,759	44,965	0	153	6,624	1,491	3,228	24,281	640	3,041	89	3,498	3,031	57	278	3,367	1,034	1,016	18.0	1.7
21	6,970	2,221	223	4,526	1,798	64	934	20	632	8,521	63,107	3,034	59,911	0	162	8,605	1,373	3,920	27,551	832	3,676	18	3,892	3,717	63	306	4,085	1,137	1,120	17.3	1.5
22	9,956	1,971	152	7,834	2,763	60	1,752	18	612	8,981	78,414	2,953	75,312	0	149	12,046	4,158	2,533	32,873	1,165	2,437	91	4,753	2,331	59	250	2,640	1,034	1,028	5.5	0.5
23	7,812	2,055	74	5,683	1,949	62	1,247	12	608	9,062	62,568	2,958	59,455	0	155	8,803	3,099	2,625	35,915	851	2,451	79	5,222	2,428	62	255	2,744	1,034	1,029	4.5	0.4
24	7,998	2,255	78	5,666	2,002	68	1,196	9	671	9,182	64,114	3,253	60,686	0	175	9,545	3,362	2,889	39,167	923	2,796	70	5,832	2,679	68	280	3,027	1,137	1,135	2.3	0.2
25	6,364	2,020	166	4,178	1,454	62	923	6	605	9,192	51,962	2,918	48,883	0	161	6,833	2,388	3,452	40,117	661	3,140	62	5,933	3,301	61	262	3,624	1,034	1,034	0.0	0.0
26	5,451	1,954	172	3,324	1,303	61	831	6	606	9,148	47,295	2,918	44,216	0	161	6,515	2,093	2,847	41,647	630	2,668	47	6,179	2,671	60	261	2,992	1,034	1,034	0.0	0.0
27	4,670	1,943	189	2,538	992	61	572	6	607	9,069	41,365	2,918	38,286	0	161	4,528	1,649	2,261	42,221	438	2,118	53	6,292	2,058	60	260	2,378	1,034	1,034	0.0	0.0
28	3,107	1,496	151	1,460	534	58	299	4	326	9,054	27,254	2,944	23,951	195	163	2,619	587	3,251	40,962	253	3,020	39	6,092	3,017	60	345	3,422	1,034	1,034	0.0	0.0
29	2,077	1,384	110	584	187	53	47	3	328	8,906	16,514	2,934	13,220	196	164	1,342	24	2,801	39,440	130	2,608	0	5,869	2,547	59	343	2,949	1,034	1,034	0.0	0.0
30	1,443	1,243	50	149	103	51	6	5	367	8,617	12,481	3,214	8,877	211	179	917	11	1,962	38,342	89	1,827	0	5,707	1,625	64	376	2,065	1,137	1,137	0.0	0.0
31	948	872	44	32	56	27	0	14	340	8,326	7,924	2,795	4,802	174	153	615	0	1,534	37,393	59	1,426	0	5,570	1,205	57	353	1,615	1,034	1,034	0.0	0.0
32	809	751	13	46	46	24	3	30	358	7,961	6,295	2,747	3,254	157	138	554	0	962	36,956	54	899	0	5,501	603	57	353	1,013	1,034	1,034	0.0	0.0
33	643	637	3	3	31	21	0	33	356	7,574	4,910	2,716	1,905	155	134	429	0	1,472	35,884	41	1,365	0	5,349	1,140	57	353	1,550	1,034	1,031	2.8	0.3
34	550	541	9	0	24	13	0	55	396	7,134	4,205	2,657	1,320	119	109	347	0	2,547	33,660	34	2,352	0	5,044	2,269	72	341	2,683	1,034	1,021	12.9	1.3
35	465	463	2	0	16	11	0	68	411	6,655	3,469	2,576	694	105	96	294	0	1,454	32,476	28	1,345	0	4,879	1,119	71	341	1,532	1,034	1,021	12.9	1.3
36	473	467	6	0	13	10	0	91	481	6,083	3,143	2,617	351	86	90	313	0	430	32,333	30	403	0	4,852	0	77	376	453	1,137	1,123	14.2	1.3
合計	111,017	39,526	8,163	63,328	21,911	1,130	10,884	1,710	15,951	6,728	837,111	87,693	743,163	2,310	3,946	111,619	23,335	87,303	43,691	10,791	81,901	565	6,599	78,081	2,340	11,442	91,862	37,761	35,360	2,401	6.4

參、聯通管完成後因應台南及高雄地區枯旱供水分析

一、背景條件

台南區用水主要由曾文及南化系統併聯運用供水，供水能力不足以滿足目標年 120 年用水需求，需由曾文系統烏山頭水庫系列淨水場調度農業用水因應，另曾文及南化系統水量尚需分配高雄及嘉義地區用水。而調度農業用水量係由烏山頭水庫系列淨水場處理，有其最大量，因此需探討系列淨水場最大出水量。

(一)目標年 120 年用水供需評估

依據民國 106 年「臺灣南部區域水資源經理基本計畫(第 1 次檢討)」，台南地區民國 120 年用水需求為 112.3 萬 CMD、曾文-烏山頭水源調配嘉義 5.2 萬 CMD、南化系統需調配高雄 16.7 萬 CMD。

曾文南化系統併聯運用供水能力為 103.4 萬 CMD，其中分配嘉義、台南、高雄地區水量分別為 5.2、81.5、16.7 萬 CMD，而台南地區民國 120 年需求為 112.3 萬 CMD，因此尚需調度農業用水或系統擴大供水量因應。

(二)台南地區公共用水調度農業用水量

1. 曾文及南化系統併聯運用供水能力不足以滿足目標年 120 年用水需求，因此需要曾文系統除年調配 1.2 億立方公尺公共給水外，尚需調度曾文系統農業用水。
2. 依據水利署「105 年度用水計畫書查核服務」成果報告，「南科液晶電視及產業支援工區(樹谷園區)開發計畫」之終期(111 年)用水為 4.2 萬 CMD，其中水公司承諾供應 1.1 萬 CMD，則需調度農業用水量為 3.1 萬 CMD。
3. 依據水利署「105 年度用水計畫書查核服務」成果報告，「南科管理局台南園區用水計畫書」用水需求為 25 萬 CMD，水公司承諾供水 9.93 萬 CMD，故需調度農業用水量為 15.07 萬 CMD。
4. 依據水公司與嘉南水利會供水協議，水公司現況調度農業用水協議水量 800 萬噸(2.19 萬 CMD)。

5. 需調度農業用水量為(樹谷園區調度量+台南科學園區調度量)/售水率+現況調度協議水量，其中售水率依據 106 年「臺灣南部區域水資源經理基本計畫(第 1 次檢討)」為 0.83，故需調度農業用水量為 24.1 萬 CMD〔(3.1+15.07)/0.83+2.19=24.1〕。

(三)烏山頭水庫系列淨水場最大出水量

1. 各淨水場出水能力包含烏山頭淨水場 24.0 萬 CMD、潭頂淨水場 19.5 萬 CMD、曾文淨水場 13.5 萬 CMD、水上淨水場 10.0 萬 CMD，合計約 67.0 萬 CMD(最大日用水)，若考慮平均日用水約 58.3 萬 CMD(另，最大日為平均日 1.15 倍)。
2. 依「曾文水庫與烏山頭水庫各標的年基準分配水量」，1 月份公共給水分配量為 35.5 萬 CMD，若加計移用農業用水 24.1 萬 CMD，合計出水量需達 59.6 萬 CMD。
3. 各淨水場之平均日用水出水能力總合約 58.3 萬 CMD，而出水量需達 59.6 萬 CMD，故初步估算淨水場能力略有不足，建議未來淨水場尚需擴建滿足此需求，故本計畫設定未來枯旱年需調度農業用水時，自烏山頭水庫系列淨水場最大出水量設定為 60 萬 CMD。

二、現況設施因應枯旱僅採調度曾文系統農業用水方式之缺水風險分析

(一) 運用概念

以民國 120 年需水量分配嘉義、台南、高雄地區用水各 5.2、112.3、16.7 萬 CMD，合計為 134.2 萬 CMD 進行分析，其中需自烏山頭水庫農業用水中調度 24.1 萬 CMD。當現況設施因應枯旱年公共給水缺水時，僅利用烏山頭水庫系列淨水場調度農業用水。分析此情境下公共給水缺水風險。

(二)分析原則

公共給水取用水源順序如下：

1. 高屏堰供應高雄地區用水 16.7 萬 CMD，有剩餘水量時北送台南區用水 20 萬 CMD(5~6 月、10~12 月)。
2. 曾文南化系統依曾文南化水庫串聯運用分配之公共給水，平均 32.87 萬 CMD。

3. 公共給水自烏山頭水庫調度農業用水 24.1 萬 CMD(第 1、2、36 旬次農業用水無分配量，由烏山頭水庫蓄水量供應)。
4. 南化水庫補充不足水量(約 40~60 萬 CMD)。
5. 前述 4 順序無法滿足公共給水需求量(134.2 萬 CMD)時，再由烏山頭水庫額外調度農業用水，惟受限於淨水場限制，烏山頭水庫系列淨水場總出水量需小於 60 萬 CMD。

(三)分析成果

本計畫分析枯旱年公共給水缺水時期可由烏山頭水庫系列淨水場再調度農業用水,聯合運用演算成果統計如附表 2-8 及附表 2-9 所示，缺水指數為 0.91，歷年平均缺水率為 7.0%，分析年數 58 年(民國 48~105 年)年缺水率大於 5%之年數有 35 年，發生機率為 35/58*100%=60%。

四、增設聯通管後調度曾文系統農業用水之缺水風險分析

(一) 運用概念

因應枯旱年公共給水缺水時，可利用烏山頭水庫系列淨水場調度農業用水，惟受限於烏山頭水庫系列淨水場出水能力，仍有高度缺水風險；聯通管施設後，可將曾文系統農業用水調度至南化淨水場處理供水，以降低缺水風險。

(二) 分析原則

公共給水取用水源順序同現況設施調度曾文系統農業用水，公共給水仍有缺水時，可調度曾文系統農業用水至南化淨水場處理，惟受限於南化淨水場處理能力、聯通管送水能力 80 萬 CMD。

(三) 分析成果

本計畫分析枯旱年公共給水缺水時期可由烏山頭水庫系列淨水場及南化淨水場調度農業用水，聯合運用演算成果統計如附表 2-10 及附表 2-11 所示,缺水指數為 0.21,歷年平均缺水率為 1.5%,經由聯通管調度水量平均每年 2,675 萬立方公尺，調度水量集中在 8~14 旬次。

附表 2-8　曾文與南化系統併聯運用歷年供水量下模擬目標年成果(枯旱期自烏山頭水庫系列淨水場調度農業用水)

水量單位：萬立方公尺

民國年	南化系統												曾文系統												曾文系統調度水量		聯合運用(公共給水)			
	甲仙堰			南化水庫					高屏堰供水量				曾文水庫				烏山頭水庫								烏山頭系列淨水場	南化淨水場(經聯通管)	計畫供水量	模擬供水量	缺水量	缺水率(%)
	入流量	引水量	未利用量	入流量	溢流量	供高雄水量	供台南水量	年末蓄水量	入流量	放流量	供台南水量	供高雄水量	入流量	溢流量	放水量	年末蓄水量	入流量	東口堰引水量	溢流量	年末蓄水量	農業用水（調度前）	工業用水	公共給水	總供水量						
48	126,380	10,082	77,451	27,017	17,179	1,680	16,879	4,876	1,137,023	1,042,620	2,384	3,647	144,347	55,234	98,731	35,437	13,956	89,830	459	5,350	90,000	2,700	12,000	104,700	8,948	0	48,983	45,539	3,444	7.0
49	151,057	8,019	104,558	24,801	13,150	1,956	16,416	4,698	929,096	838,816	2,049	3,593	126,729	31,573	92,872	36,654	12,252	86,546	0	5,530	83,348	2,496	11,901	97,745	9,164	0	49,117	45,080	4,038	8.2
50	99,987	10,476	46,082	19,559	9,620	1,636	16,685	5,359	721,417	625,308	2,333	3,967	86,331	0	87,716	34,342	8,347	82,813	0	4,253	77,488	2,411	11,716	91,615	9,043	0	48,983	45,379	3,604	7.4
51	94,739	7,471	47,753	13,948	2,297	1,577	15,177	6,377	697,376	610,051	2,131	3,573	85,394	0	84,702	34,116	8,256	79,810	0	4,137	73,624	2,271	11,478	87,373	9,436	0	48,983	43,372	5,611	11.5
52	79,468	3,220	46,067	20,298	5,867	1,496	15,071	6,122	669,620	581,897	2,039	3,412	103,582	19,725	79,502	37,594	10,014	74,895	0	5,655	69,250	2,163	11,170	82,583	9,712	0	48,983	42,899	6,084	12.4
53	67,391	9,228	18,628	13,555	3,301	1,075	17,758	5,258	426,425	328,905	2,417	4,361	63,887	0	80,673	19,938	6,177	75,787	0	2,447	71,169	2,075	11,139	84,383	9,049	0	49,117	45,799	3,319	6.8
54	121,115	10,142	70,749	18,022	7,629	1,235	16,175	6,860	942,941	852,366	2,618	3,831	96,102	4,228	79,879	31,017	9,291	77,025	0	4,731	70,097	2,053	10,978	83,128	9,413	0	48,983	44,250	4,733	9.7
55	198,339	6,912	149,107	26,223	12,246	1,711	18,262	6,227	1,222,538	1,125,300	2,658	4,084	122,883	34,786	88,539	29,453	11,881	83,547	1,120	4,575	79,389	2,345	11,824	93,557	8,931	0	48,983	47,469	1,514	3.1
56	81,768	5,753	37,326	12,772	449	1,348	16,816	4,735	620,557	525,460	2,472	3,968	70,853	0	79,800	19,574	6,850	75,119	0	2,433	70,126	1,989	11,146	83,260	9,247	0	48,983	44,997	3,987	8.1
57	165,881	11,208	109,390	12,727	780	546	18,909	6,787	902,365	795,542	2,860	5,517	116,428	16,091	82,403	36,377	11,256	78,800	0	5,396	72,755	2,152	11,207	86,115	9,011	0	49,117	48,050	1,067	2.2
58	131,629	9,957	84,000	16,942	7,350	1,565	16,479	6,796	790,250	695,846	2,561	3,887	100,662	2,129	94,849	38,996	9,732	90,120	0	5,301	84,657	2,537	11,890	99,083	9,054	0	48,983	45,436	3,547	7.2
59	87,011	13,991	34,240	10,614	3,906	1,436	18,096	6,542	424,715	328,866	2,820	4,059	58,451	0	75,733	20,926	5,651	71,108	0	2,540	65,849	1,981	10,925	78,755	8,904	0	48,983	46,239	2,744	5.6
60	108,885	7,169	66,653	18,396	5,443	1,238	16,457	7,485	576,688	480,660	2,614	4,010	90,261	162	70,120	40,096	8,727	66,875	0	5,055	59,844	1,857	10,568	72,269	9,343	0	48,983	44,231	4,752	9.7
61	216,435	7,609	166,161	39,592	26,710	699	19,252	6,310	1,281,543	1,174,260	2,894	5,413	189,689	94,257	100,274	33,952	18,339	89,166	1,194	5,165	90,506	2,709	12,039	105,254	8,820	0	49,117	49,117	0	0.0
62	108,711	9,344	58,098	20,833	9,873	1,182	16,835	7,067	824,998	725,159	2,600	4,479	90,648	0	94,419	29,158	8,764	89,090	0	3,652	84,026	2,496	12,000	98,521	8,948	0	48,983	46,045	2,938	6.0
63	143,468	8,977	91,468	25,620	13,340	1,323	17,897	7,465	1,049,841	944,695	3,020	4,744	114,236	9,424	90,013	42,835	11,044	86,122	0	6,295	79,319	2,370	11,908	93,598	8,901	0	48,983	47,793	1,190	2.4
64	149,821	10,185	90,944	31,614	20,722	128	19,112	7,543	892,555	784,517	2,980	5,968	138,828	38,086	99,560	42,760	13,422	93,183	964	6,300	90,000	2,700	12,000	104,700	8,795	0	48,983	48,983	0	0.0
65	120,162	7,446	70,458	24,661	11,817	2,396	19,241	4,614	860,168	768,417	1,688	3,382	132,119	36,768	99,713	37,175	12,773	93,270	583	5,578	90,506	2,709	12,039	105,254	8,878	0	49,117	47,624	1,493	3.0
66	142,589	3,761	98,638	41,234	24,741	1,338	15,200	6,894	1,289,314	1,206,330	2,560	3,574	173,993	80,492	95,837	33,652	16,822	87,161	2,129	5,112	86,818	2,600	11,974	101,393	9,045	0	48,983	43,691	5,292	10.8
67	122,195	12,047	65,440	20,642	10,982	438	19,052	7,361	828,638	720,991	3,040	5,658	131,593	23,835	99,466	40,755	12,722	93,637	0	5,990	89,877	2,696	12,000	104,573	8,795	0	48,983	48,983	0	0.0
68	86,710	9,420	37,275	21,373	11,456	1,931	17,940	5,263	601,464	506,770	2,160	3,600	102,082	10,113	95,509	36,159	9,869	90,760	0	5,407	85,822	2,594	11,933	100,349	8,900	0	48,983	46,463	2,520	5.1
69	38,392	2,407	10,092	5,508	0	1,592	10,535	0	182,104	97,340	988	2,071	43,166	0	66,055	12,623	4,173	61,830	0	1,429	57,319	1,775	10,072	69,166	10,526	0	49,117	35,784	13,334	27.1
70	126,999	8,437	76,647	26,003	14,372	176	11,958	6,490	994,111	898,107	2,816	4,237	152,596	53,278	73,519	37,543	14,753	67,964	1,493	5,619	64,133	1,912	9,932	75,978	9,530	0	48,983	38,649	10,334	21.1
71	100,069	7,326	56,542	31,137	18,910	1,801	17,230	5,484	775,048	688,714	2,787	3,729	104,749	10,408	96,242	34,545	10,127	91,603	0	5,217	86,660	2,597	11,993	101,250	8,897	0	48,983	46,438	2,545	5.2
72	103,458	10,912	54,436	15,591	5,146	1,181	19,878	4,070	585,743	487,768	2,214	4,914	100,490	4,057	99,135	30,562	9,715	94,879	0	4,357	89,841	2,668	12,000	104,509	8,795	0	48,983	48,983	0	0.0
73	71,965	8,995	25,666	16,751	6,417	1,325	16,658	3,996	385,189	305,034	2,443	3,811	74,003	0	83,586	19,986	7,155	78,688	0	2,490	73,421	2,114	11,329	86,864	9,093	0	49,117	44,659	4,458	9.1
74	109,859	9,595	58,680	17,865	6,387	1,678	16,387	5,544	617,008	533,914	2,038	3,465	116,797	16,331	80,547	38,846	11,292	76,666	0	5,784	70,633	2,088	10,999	83,719	9,484	0	48,983	44,050	4,933	10.1
75	97,929	5,549	50,184	22,546	7,846	1,780	16,705	5,767	568,886	486,643	2,199	3,516	94,178	0	100,100	31,775	9,105	94,403	0	3,986	89,752	2,668	12,000	104,420	8,956	0	48,983	45,157	3,826	7.8
76	84,521	11,782	29,591	14,355	4,154	1,910	17,841	6,492	552,218	471,518	2,506	3,768	97,154	0	96,172	31,736	9,393	90,502	0	3,815	84,712	2,522	12,000	99,234	8,891	0	48,983	46,915	2,068	4.2
77	85,694	7,633	39,577	18,286	4,617	2,104	17,853	6,215	602,767	514,964	2,254	3,591	99,332	853	87,326	41,909	9,603	83,330	0	5,662	76,120	2,354	11,783	90,258	9,003	0	49,117	46,588	2,530	5.2
78	94,860	10,504	44,475	22,548	9,959	2,607	19,540	5,586	632,477	547,703	2,085	3,405	110,847	16,462	95,319	39,951	10,717	89,925	0	5,950	85,051	2,605	11,849	99,505	8,831	0	48,983	48,318	665	1.4
79	174,050	5,741	126,143	24,783	8,144	1,636	18,381	6,277	1,221,468	1,129,848	2,923	4,249	160,520	63,905	99,496	35,774	15,519	91,880	2,340	5,361	90,000	2,700	12,000	104,700	8,834	0	48,983	48,022	961	2.0
80	63,764	5,539	23,476	21,066	4,100	2,539	19,360	5,462	584,668	498,312	1,544	2,989	65,524	0	79,855	20,558	6,335	75,005	0	2,518	70,413	2,031	10,945	83,390	8,945	0	48,983	46,321	2,662	5.4
81	132,360	12,712	72,246	34,104	23,908	899	20,428	5,249	886,690	781,169	2,265	5,213	134,537	28,918	88,985	36,116	13,007	83,421	122	5,462	78,613	2,330	11,492	92,434	8,820	0	49,117	49,117	0	0.0
82	69,813	10,772	22,600	4,769	0	2,125	17,490	0	319,359	231,106	1,452	2,993	47,983	0	78,654	4,646	4,639	73,538	0	460	69,309	2,033	10,989	82,330	9,141	0	48,983	44,190	4,793	9.8
83	113,611	12,621	56,089	22,358	14,259	939	13,114	5,381	894,451	798,316	2,338	3,530	112,869	15,707	65,563	35,492	10,912	62,950	0	5,316	57,286	1,758	9,125	68,169	8,692	0	48,983	37,737	11,246	23.0
84	54,675	9,190	7,612	7,931	0	1,967	17,949	1,200	357,792	266,712	1,528	3,423	53,412	0	78,129	9,969	5,164	73,189	0	1,216	68,644	2,013	11,034	81,690	9,061	0	48,983	44,962	4,021	8.2
85	108,448	9,916	63,332	18,717	8,823	623	14,701	4,308	745,115	654,611	2,657	3,920	103,715	20,023	64,183	28,766	10,027	61,088	0	4,455	55,690	1,711	9,560	66,960	8,616	0	49,117	40,077	9,040	18.4
86	100,201	8,595	50,002	20,397	7,973	1,044	17,938	4,881	676,987	572,954	2,414	4,922	101,376	4,665	90,997	33,409	9,801	87,108	0	5,033	81,009	2,418	11,987	95,415	8,931	0	48,983	47,236	1,747	3.6
87	128,217	12,399	70,376	22,011	9,737	448	19,132	8,168	800,122	693,514	2,960	5,647	117,343	3,734	99,531	46,169	11,345	95,984	0	6,708	90,000	2,700	12,000	104,700	8,795	0	48,983	48,983	0	0.0
88	102,203	11,712	47,672	17,219	8,787	1,280	18,773	6,773	935,985	831,649	3,040	4,788	84,731	1,478	96,451	31,898	8,192	91,949	0	4,632	86,724	2,637	11,983	101,344	8,820	0	48,983	48,683	300	0.6
89	89,376	13,242	32,991	13,121	5,360	961	19,269	6,412	815,634	711,013	2,980	5,151	75,701	0	84,373	22,352	7,319	79,481	0	2,772	73,702	2,225	11,936	87,863	8,820	0	49,117	49,117	0	0.0
90	120,757	7,064	73,861	26,368	12,979	1,347	17,491	6,547	1,332,103	1,233,071	2,498	4,338	140,916	38,419	82,821	40,955	13,624	76,867	510	6,037	72,307	2,196	11,311	85,814	9,230	0	48,983	46,214	2,769	5.7
91	53,810	7,239	16,068	11,018	2,303	2,306	18,500	460	398,173	306,663	1,483	3,044	56,747	0	83,985	12,852	5,486	78,658	0	1,582	74,463	2,173	11,180	87,816	8,951	0	48,983	45,464	3,519	7.2
92	59,281	9,797	18,769	9,037	0	503	12,391	5,103	577,571	486,803	2,072	3,410	51,474	0	53,304	10,435	4,977	50,303	0	1,265	44,983	1,281	8,429	54,693	8,929	0	48,983	35,733	13,250	27.1
93	131,038	5,850	89,969	15,623	1,831	1,425	16,191	5,820	821,868	728,030	2,300	3,494	111,169	22,491	63,720	34,583	10,748	60,559	0	5,211	55,800	1,691	8,962	66,453	8,278	0	49,117	40,651	8,467	17.2
94	205,151	9,297	152,673	45,851	32,076	1,531	19,851	5,911	2,207,322	2,104,752	2,241	4,565	224,755	121,892	96,163	40,059	21,729	87,212	5,800	5,871	86,940	2,609	12,000	101,549	8,795	0	48,983	48,983	0	0.0
95	183,073	8,780	130,718	28,988	15,840	2,114	18,001	6,231	2,344,353	2,246,687	2,600	3,650	170,625	75,877	97,264	36,320	16,496	89,054	2,168	5,470	88,204	2,644	12,000	102,847	8,872	0	48,983	47,237	1,746	3.6
96	142,910	9,624	92,425	37,597	26,465	1,868	16,780	6,976	1,683,028	1,584,648	2,227	3,577	164,220	64,790	90,306	44,422	15,877	83,190	2,274	6,440	80,716	2,468	11,779	94,964	9,071	0	48,983	45,302	3,681	7.5
97	161,388	7,857	111,655	42,880	29,900	1,924	17,001	7,452	1,567,928	1,470,350	2,262	3,477	198,959	98,097	100,091	44,022	19,235	91,246	4,387	6,373	90,506	2,709	12,039	105,254	8,981	0	49,117	45,685	3,433	7.0
98	75,392	5,137	40,727	35,620	21,575	3,146	19,126	3,055	809,489	724,281	1,157	2,479	162,221	78,971	94,952	31,259	15,684	86,940	3,283	4,804	85,551	2,602	11,882	100,034	8,900	0	48,983	46,691	2,293	4.7
99	97,075	16,458	29,269	23,098	11,273	2,973	20,159	6,679	877,378	795,243	1,909	3,123	100,979	0	89,954	41,283	9,763	85,217	0	5,119	79,568	2,419	11,837	93,824	8,836	0	48,983	48,836	147	0.3
100	72,540	9,556	27,476	14,632	2,257	1,956	17,383	7,806	592,423	502,247	2,308	3,446	79,700	0	91,254	28,787	7,705	85,802	0	3,528	80,075	2,409	11,809	94,292	8,920	0	48,983	45,822	3,161	6.5
101	131,842	8,349	82,865	25,744	13,122	2,435	19,416	5,364	1,249,784	1,155,202	2,350	3,611	164,029	65,694	91,245	34,680	15,858	83,104	822	5,170	81,137	2,430	11,973	95,540	8,889	0	49,117	48,672	445	0.9
102	106,095	8,044	63,481	23,813	10,583	2,171	18,877	4,125	592,544	499,517	1,937	3,611	141,652	44,414	96,245	34,539	13,695	90,371	2,215	5,197	86,341	2,596	12,000	100,937	8,869	0	48,983	47,465	1,518	3.1
103	72,810	5,554	33,231	20,312	5,089	2,591	18,129	2,998	262,122	174,438	1,202	2,921	72,177	0	85,993	19,763	6,978	80,822	0	2,442	76,139	2,198	11,408	89,744	9,031	0	48,983	45,281	3,702	7.6
104	72,064	4,477	37,951	21,266	5,709	1,644	14,612	5,400	388,174	308,525	1,596	2,804	109,762	9,956	77,323	41,289	10,612	73,554	0	5,789	67,212	2,007	10,694	79,914	9,479	0	48,983	40,829	8,154	16.6
105	99,534	9,620	45,715	31,489	18,103	853	19,639	6,259	987,602	882,091	2,507	5,260	134,397	29,842	100,873	43,690	12,993	94,421	686	6,335	90,506	2,709	12,039	105,254	8,820	0	49,117	49,117	0	0.0
平均	111,017	8,805	62,686	21,911	10,291	1,540	17,386	6,259	836,469	742,521	2,310	3,946	111,619	23,227	87,414	43,690	10,791	82,024	561	6,335	77,654	2,326	11,417	91,397	9,012	0	49,018	45,611	3,407	7.0

附表 2-9　曾文與南化系統併聯運用旬平均供水量模擬成果(枯旱期自烏山頭水庫系列淨水場調度農業用水)

水量單位：萬立方公尺

旬次	南化系統												曾文系統												曾文系統調度水量		聯合運用(公共給水)			
	甲仙堰			南化水庫					高屏堰供水量				曾文水庫				烏山頭水庫								烏山頭系列淨水場	南化淨水場(經聯通管)	計畫供水量	模擬供水量	缺水量	缺水率(%)
	入流量	引水量	未利用量	入流量	溢流量	供高雄水量	供台南水量	旬末蓄水量	入流量	放流量	供台南水量	供高雄水量	入流量	溢流量	放水量	旬末蓄水量	入流量	東口堰引水量	溢流量	旬末蓄水量	農業用水（調度前）	工業用水	公共給水	總供水量						
1	428	31	0	18	0	97	565	4,876	2,436	324	0	66	300	0	400	32,240	29	375	0	4,342	0	75	341	416	244	0	1,342	1,314	28	2.1
2	389	16	0	13	0	120	551	4,219	2,223	304	0	37	260	0	552	31,925	25	514	0	4,214	152	76	343	571	242	0	1,342	1,294	48	3.6
3	438	28	0	26	0	135	601	3,522	2,312	331	0	37	325	0	2,640	29,585	31	2,437	0	3,943	2,271	84	377	2,732	271	0	1,476	1,420	56	3.8
4	398	36	3	15	0	129	509	2,920	1,923	207	0	26	296	0	3,480	26,378	29	3,209	0	3,570	3,152	75	377	3,605	245	0	1,342	1,286	56	4.2
5	503	110	27	20	0	119	505	2,412	2,333	625	0	35	367	0	3,615	23,108	36	3,335	0	3,182	3,306	74	373	3,753	245	0	1,342	1,277	65	4.9
6	452	115	10	16	0	96	417	2,020	1,976	572	0	32	294	0	3,505	19,881	28	3,231	0	2,563	3,507	60	307	3,874	202	0	1,108	1,054	54	4.9
7	564	124	34	20	0	117	521	1,512	2,157	526	0	27	348	0	2,807	17,397	34	2,591	0	2,288	2,519	71	304	2,894	251	0	1,342	1,220	122	9.1
8	665	165	119	17	0	89	421	1,175	3,152	1,591	0	32	442	0	2,447	15,369	43	2,262	0	2,060	2,163	68	297	2,528	252	0	1,342	1,090	252	18.8
9	805	225	103	38	0	71	388	967	3,516	1,678	0	47	589	0	2,460	13,474	57	2,278	0	1,844	2,145	74	326	2,545	280	0	1,476	1,111	365	24.7
10	815	202	117	49	3	33	250	921	3,017	1,269	0	53	579	0	3,458	10,572	56	3,196	0	1,505	3,220	65	301	3,585	258	0	1,342	894	448	33.4
11	1,056	226	323	101	15	23	218	980	4,352	2,582	0	55	790	0	3,125	8,219	76	2,894	0	1,224	2,894	60	293	3,247	262	0	1,342	851	491	36.6
12	1,047	268	223	210	26	19	247	1,154	4,901	3,035	0	71	861	0	2,020	7,044	83	1,879	0	1,080	1,750	59	294	2,103	266	0	1,342	897	445	33.2
13	1,303	426	206	210	0	20	236	1,518	6,204	4,025	90	78	1,024	0	2,081	5,973	99	1,940	0	945	1,821	58	292	2,171	260	0	1,342	974	368	27.4
14	2,014	638	615	336	0	20	283	2,169	12,000	9,529	117	100	1,772	0	2,015	5,717	171	1,897	0	907	1,762	56	284	2,103	265	0	1,342	1,070	272	20.3
15	5,196	1,250	2,946	846	36	17	402	3,779	31,498	28,314	177	150	4,958	0	1,372	9,286	479	1,384	0	1,339	1,023	72	332	1,427	276	0	1,476	1,355	121	8.2
16	9,505	1,217	6,431	1,612	456	15	397	5,674	60,765	57,752	170	143	8,958	204	2,175	15,845	866	2,237	0	2,182	1,874	59	322	2,255	246	0	1,342	1,293	49	3.6
17	9,163	956	6,258	1,562	737	20	415	6,952	71,016	67,983	171	143	8,308	1,589	2,852	19,686	803	2,788	12	2,793	2,576	60	325	2,962	245	0	1,342	1,320	23	1.7
18	5,626	545	3,153	946	412	7	414	7,540	38,556	35,469	187	157	4,730	495	3,445	20,447	457	3,263	2	2,920	3,206	58	320	3,584	243	0	1,342	1,328	14	1.1
19	5,495	257	3,204	1,063	465	8	638	7,677	39,578	36,661	0	158	5,490	773	2,800	22,330	531	2,732	4	3,255	2,582	57	277	2,916	245	0	1,342	1,326	17	1.2
20	5,419	226	3,195	1,520	724	14	633	7,980	47,837	44,925	0	153	6,624	1,482	3,227	24,210	640	3,039	89	3,472	3,028	57	278	3,363	247	0	1,342	1,324	18	1.3
21	6,970	278	4,471	1,798	858	20	704	8,393	63,053	59,856	0	162	8,605	1,373	3,921	27,479	832	3,678	18	3,870	3,715	63	306	4,084	269	0	1,476	1,461	15	1.0
22	9,956	192	7,794	2,763	1,688	18	678	8,891	78,374	75,272	0	149	12,046	4,132	2,533	32,827	1,165	2,443	90	4,739	2,330	59	250	2,639	242	0	1,342	1,337	5	0.4
23	7,812	96	5,661	1,949	1,178	12	673	8,998	62,546	59,434	0	155	8,803	3,100	2,625	35,868	851	2,452	79	5,210	2,428	62	255	2,744	243	0	1,342	1,338	5	0.3
24	7,998	95	5,649	2,002	1,132	9	744	9,126	64,097	60,669	0	175	9,545	3,350	2,888	39,133	923	2,795	70	5,819	2,678	68	280	3,026	266	0	1,476	1,474	2	0.1
25	6,364	203	4,141	1,454	881	6	672	9,148	51,924	48,845	0	161	6,833	2,387	3,452	40,084	661	3,141	62	5,922	3,301	61	262	3,624	241	0	1,342	1,342	0	0.0
26	5,451	198	3,298	1,303	799	6	673	9,095	47,269	44,190	0	161	6,515	2,084	2,846	41,624	630	2,669	46	6,171	2,669	60	261	2,990	241	0	1,342	1,342	0	0.0
27	4,670	216	2,511	992	553	6	675	8,996	41,337	38,258	0	161	4,528	1,638	2,260	42,209	438	2,116	51	6,284	2,057	60	260	2,377	241	0	1,342	1,342	0	0.0
28	3,107	182	1,429	534	282	4	393	8,960	27,223	23,920	195	163	2,619	587	3,251	40,950	253	3,020	39	6,085	3,017	60	345	3,422	241	0	1,342	1,342	0	0.0
29	2,077	141	553	187	43	3	395	8,781	16,483	13,189	196	164	1,342	24	2,803	39,426	130	2,610	0	5,862	2,549	59	343	2,951	241	0	1,342	1,342	0	0.0
30	1,443	59	141	103	5	5	441	8,427	12,472	8,868	211	179	917	10	1,962	38,328	89	1,830	0	5,703	1,625	64	376	2,065	265	0	1,476	1,476	0	0.0
31	948	49	27	56	0	14	408	8,073	7,919	4,797	174	153	615	0	1,534	37,380	59	1,427	0	5,565	1,205	57	353	1,615	241	0	1,342	1,342	0	0.0
32	809	15	44	46	1	30	424	7,646	6,293	3,252	157	138	554	0	962	36,943	54	899	0	5,496	603	57	353	1,013	241	0	1,342	1,342	1	0.0
33	643	4	2	31	0	31	415	7,204	4,910	1,905	155	134	429	0	1,472	35,871	41	1,365	0	5,345	1,140	57	353	1,550	242	0	1,342	1,330	12	0.9
34	550	9	0	24	0	55	462	6,698	4,205	1,320	119	109	347	0	2,547	33,646	34	2,352	0	5,040	2,269	72	341	2,683	242	0	1,342	1,329	13	1.0
35	465	2	0	16	0	68	475	6,156	3,469	694	105	96	294	0	1,453	32,463	28	1,344	0	4,875	1,118	71	341	1,530	243	0	1,342	1,327	15	1.1
36	473	6	0	13	0	88	541	5,527	3,143	351	86	90	313	0	431	32,319	30	404	0	4,582	0	77	376	452	268	0	1,476	1,448	28	1.9
合計	111,017	8,805	62,686	21,911	10,291	1,540	17,386	6,259	836,469	742,521	2,310	3,946	111,619	23,227	87,414	43,690	10,791	82,024	561	6,335	77,654	2,326	11,417	91,397	9,012	0	49,018	45,611	3,407	7.0

附表 2-10　曾文與南化系統併聯運用歷年供水量模擬成果(枯旱期可由南化淨水場調度曾文系統農業用水)

水量單位：萬立方公尺

民國年	南化系統													曾文系統												調度農業用水		聯合運用(公共給水)			
	甲仙堰			南化水庫					高屏堰供水量					曾文水庫				烏山頭水庫								烏山頭系列淨水場	南化淨水場(經聯通管)	計畫供水量	模擬供水量	缺水量	缺水率(%)
	入流量	引水量	未利用量	入流量	溢流量	供高雄水量	供台南水量	年末蓄水量	入流量	放流量	供台南水量	供高雄水量	入流量	溢流量	放水量	年末蓄水量	入流量	東口堰引水量	溢流量	年末蓄水量	農業用水（調度前）	工業用水	公共給水	總供水量							
48	126,380	10,082	77,451	27,017	17,179	1,680	16,879	4,876	1,137,023	1,042,620	2,384	3,647	144,347	55,234	98,731	35,437	13,956	89,830	459	5,350	90,000	2,700	12,000	104,700	8,948	3,444	48,983	48,983	0	0.0
49	151,057	8,019	104,558	24,801	13,150	1,956	16,416	4,698	929,096	838,816	2,049	3,593	126,729	31,573	92,872	36,654	12,252	86,546	0	5,530	83,348	2,496	11,901	97,745	9,164	4,038	49,117	49,117	0	0.0
50	99,987	10,476	46,082	19,559	9,620	1,636	16,685	5,359	721,417	625,308	2,333	3,967	86,331	0	87,716	34,342	8,347	82,813	0	4,253	77,488	2,411	11,716	91,615	9,043	3,604	48,983	48,983	0	0.0
51	94,739	7,471	47,753	13,948	2,297	1,577	15,177	6,377	697,376	610,051	2,131	3,573	85,394	0	84,702	34,116	8,256	79,810	0	4,137	73,624	2,271	11,478	87,373	9,436	5,012	48,983	48,384	599	1.2
52	79,468	3,220	46,067	20,298	5,867	1,496	15,071	6,122	669,620	581,897	2,039	3,412	103,582	19,725	79,502	37,594	10,014	74,895	0	5,655	69,250	2,163	11,170	82,583	9,712	5,404	48,983	48,303	680	1.4
53	67,391	9,228	18,628	13,555	3,301	1,075	17,758	5,258	426,425	328,905	2,417	4,361	63,887	0	80,673	19,938	6,177	75,787	0	2,447	71,169	2,075	11,139	84,383	9,049	2,982	49,117	48,780	337	0.7
54	121,115	10,142	70,749	18,022	7,629	1,235	16,175	6,860	942,941	852,366	2,618	3,831	96,102	4,228	79,879	31,017	9,291	77,025	0	4,731	70,097	2,053	10,978	83,128	9,413	4,577	48,983	48,827	156	0.3
55	198,339	6,912	149,107	26,223	12,246	1,711	18,262	6,227	1,222,538	1,125,300	2,658	4,084	122,883	34,786	88,539	29,453	11,881	83,547	1,120	4,575	79,389	2,345	11,824	93,557	8,931	1,514	48,983	48,983	0	0.0
56	81,768	5,753	37,326	12,772	449	1,348	16,816	4,735	620,557	525,460	2,472	3,968	70,853	0	79,800	19,574	6,850	75,119	0	2,433	70,126	1,989	11,146	83,260	9,247	3,975	48,983	48,971	12	0.0
57	165,881	11,208	109,390	12,727	780	546	18,909	6,787	902,365	795,542	2,860	5,517	116,428	16,091	82,403	36,377	11,256	78,800	0	5,396	72,755	2,152	11,207	86,115	9,011	1,067	49,117	49,117	0	0.0
58	131,629	9,957	84,000	16,942	7,350	1,565	16,479	6,796	790,250	695,846	2,561	3,887	100,662	2,129	94,849	38,996	9,732	90,120	0	5,301	84,657	2,537	11,890	99,083	9,054	3,474	48,983	48,910	73	0.1
59	87,011	13,991	34,240	10,614	3,906	1,436	18,096	6,542	424,715	328,866	2,820	4,059	58,451	0	75,733	20,926	5,651	71,108	0	2,540	65,849	1,981	10,925	78,755	8,904	2,744	48,983	48,983	0	0.0
60	108,885	7,169	66,653	18,396	5,443	1,238	16,457	7,485	576,688	480,660	2,614	4,010	90,261	162	70,120	40,096	8,727	66,875	0	5,055	59,844	1,857	10,568	72,269	9,343	3,785	48,983	48,016	967	2.0
61	216,435	7,609	166,161	39,592	26,710	699	19,252	6,310	1,281,543	1,174,260	2,894	5,413	189,689	94,257	100,274	33,952	18,339	89,166	1,194	5,165	90,506	2,709	12,039	105,254	8,820	0	49,117	49,117	0	0.0
62	108,711	9,344	58,098	20,833	9,873	1,182	16,835	7,067	824,998	725,159	2,600	4,479	90,648	0	94,419	29,158	8,764	89,090	0	3,652	84,026	2,496	12,000	98,521	8,948	2,938	48,983	48,983	0	0.0
63	143,468	8,977	91,468	25,620	13,340	1,323	17,897	7,465	1,049,841	944,695	3,020	4,744	114,236	9,424	90,013	42,835	11,044	86,122	0	6,295	79,319	2,370	11,908	93,598	8,901	1,190	48,983	48,983	0	0.0
64	149,821	10,185	90,944	31,614	20,722	128	19,112	7,543	892,555	784,517	2,980	5,968	138,828	38,086	99,560	42,760	13,422	93,183	964	6,300	90,000	2,700	12,000	104,700	8,795	0	48,983	48,983	0	0.0
65	120,162	7,446	70,458	24,661	11,817	2,396	19,241	4,614	860,168	768,417	1,688	3,382	132,119	36,768	99,713	37,175	12,773	93,270	583	5,578	90,506	2,709	12,039	105,254	8,878	1,493	49,117	49,117	0	0.0
66	142,589	3,761	98,638	41,234	24,741	1,338	15,200	6,894	1,289,314	1,206,330	2,560	3,574	173,993	80,492	95,837	33,652	16,822	87,161	2,129	5,112	86,818	2,600	11,974	101,393	9,045	5,292	48,983	48,983	0	0.0
67	122,195	12,047	65,440	20,642	10,982	438	19,052	7,361	828,638	720,991	3,040	5,658	131,593	23,835	99,466	40,755	12,722	93,637	0	5,990	89,877	2,696	12,000	104,573	8,795	0	48,983	48,983	0	0.0
68	86,710	9,420	37,275	21,373	11,456	1,931	17,940	5,263	601,464	506,770	2,160	3,600	102,082	10,113	95,509	36,159	9,869	90,760	0	5,407	85,822	2,594	11,933	100,349	8,900	2,520	48,983	48,983	0	0.0
69	38,392	2,407	10,092	5,508	0	1,592	10,535	0	182,104	97,340	988	2,071	43,166	0	66,052	11,389	4,173	61,826	0	1,425	57,319	1,775	10,072	69,166	10,526	10,454	49,117	46,237	2,880	5.9
70	126,999	8,437	76,647	26,003	14,372	176	11,959	6,490	994,111	898,107	2,816	4,237	152,596	53,278	70,977	37,543	14,753	65,626	1,493	5,619	62,230	1,850	9,558	73,638	9,382	5,071	48,983	43,198	5,785	11.8
71	100,069	7,326	56,542	31,137	18,910	1,801	17,230	5,484	775,048	688,714	2,787	3,729	104,749	10,408	96,242	34,545	10,127	91,603	0	5,217	86,660	2,597	11,993	101,250	8,897	2,545	48,983	48,983	0	0.0
72	103,458	10,912	54,436	15,591	5,146	1,181	19,878	4,070	585,743	487,768	2,214	4,914	100,490	4,057	99,135	30,562	9,715	94,879	0	4,357	89,841	2,668	12,000	104,509	8,795	0	48,983	48,983	0	0.0
73	71,965	8,995	25,666	16,751	6,417	1,325	16,658	3,996	385,189	305,034	2,443	3,811	74,003	0	83,586	19,986	7,155	78,688	0	2,490	73,421	2,114	11,329	86,864	9,093	4,458	49,117	49,117	0	0.0
74	109,859	9,595	58,680	17,865	6,387	1,678	16,387	5,544	617,008	533,914	2,038	3,465	116,797	16,331	80,547	38,846	11,292	76,666	0	5,784	70,633	2,088	10,999	83,719	9,484	4,769	48,983	48,820	163	0.3
75	97,929	5,549	50,184	22,546	7,846	1,780	16,705	5,767	568,886	486,643	2,199	3,516	94,178	0	100,100	31,775	9,105	94,403	0	3,986	89,752	2,668	12,000	104,420	8,956	3,826	48,983	48,983	0	0.0
76	84,521	11,782	29,591	14,355	4,154	1,910	17,841	6,492	552,218	471,518	2,506	3,768	97,154	0	96,172	31,736	9,393	90,502	0	3,815	84,712	2,522	12,000	99,234	8,891	2,068	48,983	48,983	0	0.0
77	85,694	7,633	39,577	18,286	4,617	2,104	17,853	6,215	602,767	514,964	2,254	3,591	99,332	853	87,326	41,909	9,603	83,330	0	5,662	76,120	2,354	11,783	90,258	9,003	2,514	49,117	49,101	16	0.0
78	94,860	10,504	44,475	22,548	9,959	2,607	19,540	5,586	632,477	547,703	2,085	3,405	110,847	16,462	95,319	39,951	10,717	89,925	0	5,950	85,051	2,605	11,849	99,505	8,831	665	48,983	48,983	0	0.0
79	174,050	5,741	126,143	24,783	8,144	1,636	18,381	6,277	1,221,468	1,129,848	2,923	4,249	160,520	63,905	99,496	35,774	15,519	91,880	2,340	5,361	90,000	2,700	12,000	104,700	8,834	961	48,983	48,983	0	0.0
80	63,764	5,539	23,476	21,066	4,100	2,539	19,360	5,462	584,668	498,312	1,544	2,989	65,524	0	79,855	20,558	6,335	75,005	0	2,518	70,413	2,031	10,945	83,390	8,945	2,662	48,983	48,983	0	0.0
81	132,360	12,712	72,246	34,104	23,908	899	20,428	5,249	886,690	781,169	2,265	5,213	134,537	28,918	88,985	36,116	13,007	83,421	122	5,462	78,613	2,330	11,492	92,434	8,820	0	49,117	49,117	0	0.0
82	69,813	10,772	22,600	4,769	0	2,125	17,490	0	319,359	231,106	1,452	2,993	47,983	0	78,650	3,749	4,639	73,535	0	456	69,309	2,033	10,989	82,330	9,141	4,581	48,983	48,771	212	0.4
83	113,611	12,621	56,089	22,358	14,259	939	13,114	5,381	894,451	798,316	2,338	3,530	112,869	15,707	63,135	35,492	10,912	60,717	0	5,316	55,421	1,714	8,804	65,939	8,474	2,648	48,983	39,846	9,137	18.7
84	54,675	9,190	7,612	7,931	0	1,967	17,949	1,200	357,792	266,712	1,528	3,423	53,412	0	78,129	9,969	5,164	73,189	0	1,216	68,644	2,013	11,034	81,690	9,061	4,021	48,983	48,983	0	0.0
85	108,448	9,916	63,332	18,717	8,823	623	14,701	4,308	745,115	654,611	2,657	3,920	103,715	20,023	63,790	28,766	10,027	60,727	0	4,455	55,389	1,702	9,509	66,599	8,557	3,753	49,117	43,720	5,397	11.0
86	100,201	8,595	50,002	20,397	7,973	1,044	17,938	4,881	676,987	572,954	2,414	4,922	101,376	4,665	90,997	33,409	9,801	87,108	0	5,033	81,009	2,418	11,987	95,415	8,931	1,747	48,983	48,983	0	0.0
87	128,217	12,399	70,376	22,011	9,737	448	19,132	8,168	800,122	693,514	2,960	5,647	117,343	3,734	99,531	46,169	11,345	95,984	0	6,708	90,000	2,700	12,000	104,700	8,795	0	48,983	48,983	0	0.0
88	102,203	11,712	47,672	17,219	8,787	1,280	18,773	6,773	935,985	831,649	3,040	4,788	84,731	1,478	96,451	31,898	8,192	91,949	0	4,632	86,724	2,637	11,983	101,344	8,820	300	48,983	48,983	0	0.0
89	89,376	13,242	32,991	13,121	5,360	961	19,269	6,412	815,634	711,013	2,980	5,151	75,701	0	84,373	22,352	7,319	79,481	0	2,772	73,702	2,225	11,936	87,863	8,820	0	49,117	49,117	0	0.0
90	120,757	7,064	73,861	26,368	12,979	1,347	17,491	6,547	1,332,103	1,233,071	2,498	4,338	140,916	38,419	82,821	40,955	13,624	76,867	510	6,037	72,307	2,196	11,311	85,814	9,230	2,769	48,983	48,983	0	0.0
91	53,810	7,239	16,068	11,018	2,303	2,306	18,500	460	398,173	306,663	1,483	3,044	56,747	0	83,985	12,852	5,486	78,658	0	1,582	74,463	2,173	11,180	87,816	8,951	3,519	48,983	48,983	0	0.0
92	59,281	9,797	18,769	9,037	0	503	12,391	5,103	577,571	486,803	2,072	3,410	51,474	0	52,297	10,435	4,977	49,376	0	1,265	44,239	1,255	8,274	53,768	8,739	5,438	48,983	40,826	8,157	16.7
93	131,038	5,850	89,969	15,623	1,831	1,425	16,191	5,820	821,868	728,030	2,300	3,494	111,169	22,491	63,720	34,583	10,748	60,559	0	5,211	55,800	1,691	8,962	66,453	8,278	476	49,117	41,127	7,991	16.3
94	205,151	9,297	152,673	45,851	32,076	1,531	19,851	5,911	2,207,322	2,104,752	2,241	4,565	224,755	121,892	96,163	40,059	21,729	87,212	5,800	5,871	86,940	2,609	12,000	101,549	8,795	0	48,983	48,983	0	0.0
95	183,073	8,780	130,718	28,988	15,840	2,114	18,001	6,231	2,344,353	2,246,687	2,600	3,650	170,625	75,877	97,264	36,320	16,496	89,054	2,168	5,470	88,204	2,644	12,000	102,847	8,872	1,746	48,983	48,983	0	0.0
96	142,910	9,624	92,425	37,597	26,465	1,868	16,780	6,976	1,683,028	1,584,648	2,227	3,577	164,220	64,790	90,306	44,422	15,877	83,190	2,274	6,440	80,716	2,468	11,779	94,964	9,071	3,681	48,983	48,983	0	0.0
97	161,388	7,857	111,655	42,880	29,900	1,924	17,001	7,452	1,567,928	1,470,350	2,262	3,477	198,959	98,097	100,091	44,022	19,235	91,246	4,387	6,373	90,506	2,709	12,039	105,254	8,981	3,433	49,117	49,117	0	0.0
98	75,392	5,137	40,727	35,620	21,575	3,146	19,126	3,055	809,489	724,281	1,157	2,479	162,221	78,971	94,952	31,259	15,684	86,940	3,283	4,804	85,551	2,602	11,882	100,034	8,900	2,293	48,983	48,983	0	0.0
99	97,075	16,458	29,269	23,098	11,273	2,973	20,159	6,679	877,378	795,243	1,909	3,123	100,979	0	89,954	41,283	9,763	85,217	0	5,119	79,568	2,419	11,837	93,824	8,836	107	48,983	48,942	41	0.1
100	72,540	9,556	27,476	14,632	2,257	1,956	17,383	7,806	592,423	502,247	2,308	3,446	79,700	0	91,254	28,787	7,705	85,802	0	3,528	80,075	2,409	11,809	94,292	8,920	3,161	48,983	48,983	0	0.0
101	131,842	8,349	82,865	25,744	13,122	2,435	19,416	5,364	1,249,784	1,155,202	2,350	3,611	164,029	65,694	91,245	34,680	15,858	83,104	822	5,170	81,137	2,430	11,973	95,540	8,889	445	49,117	49,117	0	0.0
102	106,095	8,044	63,481	23,813	10,583	2,171	18,877	4,125	592,544	499,517	1,937	3,611	141,652	44,414	96,245	34,539	13,695	90,371	2,215	5,197	86,341	2,596	12,000	100,937	8,869	1,518	48,983	48,983	0	0.0
103	72,810	5,554	33,231	20,312	5,089	2,591	18,129	2,998	262,122	174,438	1,202	2,921	72,177	0	85,993	19,763	6,978	80,822	0	2,442	76,139	2,198	11,408	89,744	9,031	3,702	48,983	48,983	0	0.0
104	72,064	4,477	37,951	21,266	5,709	1,644	14,612	5,400	388,174	308,525	1,596	2,804	109,762	9,956	77,323	41,289	10,612	73,554	0	5,789	67,212	2,007	10,694	79,914	9,479	6,778	48,983	47,607	1,376	2.8
105	99,534	9,620	45,715	31,489	18,103	853	19,639	6,259	987,602	882,091	2,507	5,260	134,397	29,842	100,873	43,690	12,993	94,421	686	6,335	90,506	2,709	12,039	105,254	8,820	0	49,117	49,117	0	0.0
平均	111,017	8,805	62,686	21,911	10,291	1,540	17,386	6,259	836,469	742,521	2,310	3,946	111,619	23,227	87,304	43,690	10,791	81,922	561	6,335	77,571	2,323	11,401	91,296	9,001	2,675	49,018	48,259	758	1.5

附表 2-11　曾文與南化系統併聯運用旬平均供水量模擬成果(枯旱期可由南化淨水場調度曾文系統農業用水)

水量單位：萬立方公尺

旬次	南化系統												曾文系統												調度農業用水		聯合運用(公共給水)			
	甲仙堰			南化水庫					高屏堰供水量				曾文水庫				烏山頭水庫								烏山頭系列淨水場	南化淨水場(經聯通管)	計畫供水量	模擬供水量	缺水量	缺水率(%)
	入流量	引水量	未利用量	入流量	溢流量	供高雄水量	供台南水量	旬末蓄水量	入流量	放流量	供台南水量	供高雄水量	入流量	溢流量	放水量	旬末蓄水量	入流量	東口堰引水量	溢流量	旬末蓄水量	農業用水（調度前）	工業用水	公共給水	總供水量						
1	428	31	0	18	0	97	565	4,876	2,436	324	0	66	300	0	400	32,175	29	375	0	4,342	0	75	341	416	244	28	1,342	1,342	0	0.0
2	389	16	0	13	0	120	551	4,219	2,223	304	0	37	260	0	552	31,815	25	514	0	4,214	152	76	343	571	242	46	1,342	1,340	2	0.2
3	438	28	0	26	0	135	601	3,522	2,312	331	0	37	325	0	2,639	29,475	31	2,436	0	3,942	2,271	84	377	2,732	271	56	1,476	1,476	0	0.0
4	398	36	3	15	0	129	509	2,920	1,923	207	0	26	296	0	3,447	26,302	29	3,178	0	3,568	3,127	75	373	3,575	242	46	1,342	1,325	17	1.3
5	503	110	27	20	0	119	505	2,412	2,333	625	0	35	367	0	3,605	23,043	36	3,325	0	3,179	3,298	74	372	3,744	244	52	1,342	1,326	16	1.2
6	452	115	10	16	0	96	417	2,020	1,976	572	0	32	294	0	3,503	19,816	28	3,230	0	2,560	3,507	60	307	3,874	202	48	1,108	1,102	7	0.6
7	564	124	34	20	0	117	521	1,512	2,157	526	0	27	348	0	2,799	17,340	34	2,584	0	2,284	2,514	71	303	2,888	250	97	1,342	1,315	27	2.0
8	665	165	119	17	0	89	421	1,175	3,152	1,591	0	32	442	0	2,426	15,334	43	2,242	0	2,056	2,146	68	293	2,507	250	184	1,342	1,268	74	5.5
9	805	225	103	38	0	71	388	967	3,516	1,678	0	47	589	0	2,426	13,473	57	2,246	0	1,843	2,118	73	320	2,511	277	275	1,476	1,378	99	6.7
10	815	202	117	49	3	33	250	921	3,017	1,269	0	53	579	0	3,458	10,572	56	3,195	0	1,505	3,219	65	301	3,584	258	360	1,342	1,254	88	6.6
11	1,056	226	323	101	15	23	218	980	4,352	2,582	0	55	790	0	3,125	8,219	76	2,894	0	1,224	2,894	60	293	3,247	262	396	1,342	1,246	96	7.1
12	1,047	268	223	210	26	19	247	1,154	4,901	3,035	0	71	861	0	2,020	7,044	83	1,879	0	1,080	1,750	59	294	2,103	266	373	1,342	1,270	72	5.4
13	1,303	426	206	210	0	20	236	1,518	6,204	4,025	90	78	1,024	0	2,081	5,973	99	1,940	0	945	1,821	58	292	2,171	260	297	1,342	1,272	70	5.2
14	2,014	638	615	336	0	20	283	2,169	12,000	9,529	117	100	1,772	0	2,015	5,717	171	1,897	0	907	1,762	56	284	2,103	265	215	1,342	1,285	58	4.3
15	5,196	1,250	2,946	846	36	17	402	3,779	31,498	28,314	177	150	4,958	0	1,372	9,286	479	1,384	0	1,339	1,023	72	332	1,427	276	46	1,476	1,401	75	5.1
16	9,505	1,217	6,431	1,612	456	15	397	5,674	60,765	57,752	170	143	8,958	204	2,175	15,845	866	2,237	0	2,182	1,874	59	322	2,255	246	35	1,342	1,328	14	1.0
17	9,163	956	6,258	1,562	737	20	415	6,952	71,016	67,983	171	143	8,308	1,589	2,852	19,686	803	2,788	12	2,793	2,576	60	325	2,962	245	20	1,342	1,339	3	0.2
18	5,626	545	3,153	946	412	7	414	7,540	38,556	35,469	187	157	4,730	495	3,445	20,447	457	3,263	2	2,920	3,206	58	320	3,584	243	7	1,342	1,335	7	0.6
19	5,495	257	3,204	1,063	465	8	638	7,677	39,578	36,661	0	158	5,490	773	2,800	22,330	531	2,732	4	3,255	2,582	57	277	2,916	245	9	1,342	1,334	8	0.6
20	5,419	226	3,195	1,520	724	14	633	7,980	47,837	44,925	0	153	6,624	1,482	3,227	24,210	640	3,039	89	3,472	3,028	57	278	3,363	247	13	1,342	1,337	5	0.4
21	6,970	278	4,471	1,798	858	20	704	8,393	63,053	59,856	0	162	8,605	1,373	3,921	27,479	832	3,678	18	3,870	3,715	63	306	4,084	269	5	1,476	1,466	10	0.7
22	9,956	192	7,794	2,763	1,688	18	678	8,891	78,374	75,272	0	149	12,046	4,132	2,533	32,827	1,165	2,443	90	4,739	2,330	59	250	2,639	242	1	1,342	1,338	5	0.3
23	7,812	96	5,661	1,949	1,178	12	673	8,998	62,546	59,434	0	155	8,803	3,100	2,625	35,868	851	2,452	79	5,210	2,428	62	255	2,744	243	5	1,342	1,342	0	0.0
24	7,998	95	5,649	2,002	1,132	9	744	9,126	64,097	60,669	0	175	9,545	3,350	2,888	39,133	923	2,795	70	5,819	2,678	68	280	3,026	266	2	1,476	1,476	0	0.0
25	6,364	203	4,141	1,454	881	6	672	9,148	51,924	48,845	0	161	6,833	2,387	3,452	40,084	661	3,141	62	5,922	3,301	61	262	3,624	241	0	1,342	1,342	0	0.0
26	5,451	198	3,298	1,303	799	6	673	9,095	47,269	44,190	0	161	6,515	2,084	2,846	41,624	630	2,669	46	6,171	2,669	60	261	2,990	241	0	1,342	1,342	0	0.0
27	4,670	216	2,511	992	553	6	675	8,996	41,337	38,258	0	161	4,528	1,638	2,260	42,209	438	2,116	51	6,284	2,057	60	260	2,377	241	0	1,342	1,342	0	0.0
28	3,107	182	1,429	534	282	4	393	8,960	27,223	23,920	195	163	2,619	587	3,251	40,950	253	3,020	39	6,085	3,017	60	345	3,422	241	0	1,342	1,342	0	0.0
29	2,077	141	553	187	43	3	395	8,781	16,483	13,189	196	164	1,342	24	2,803	39,426	130	2,610	0	5,862	2,549	59	343	2,951	241	0	1,342	1,342	0	0.0
30	1,443	59	141	103	5	5	441	8,427	12,472	8,868	211	179	917	10	1,962	38,328	89	1,830	0	5,703	1,625	64	376	2,065	265	0	1,476	1,476	0	0.0
31	948	49	27	56	0	14	408	8,073	7,919	4,797	174	153	615	0	1,534	37,380	59	1,427	0	5,565	1,205	57	353	1,615	241	0	1,342	1,342	0	0.0
32	809	15	44	46	1	30	424	7,646	6,293	3,252	157	138	554	0	962	36,943	54	899	0	5,496	603	57	353	1,013	241	0	1,342	1,342	0	0.0
33	643	4	2	31	0	31	415	7,204	4,910	1,905	155	134	429	0	1,472	35,871	41	1,365	0	5,345	1,140	57	353	1,550	242	6	1,342	1,336	6	0.5
34	550	9	0	24	0	55	462	6,698	4,205	1,320	119	109	347	0	2,547	33,646	34	2,352	0	5,040	2,269	72	341	2,683	242	13	1,342	1,342	0	0.0
35	465	2	0	16	0	68	475	6,156	3,469	694	105	96	294	0	1,453	32,455	28	1,344	0	4,875	1,118	71	341	1,530	243	15	1,342	1,342	0	0.0
36	473	6	0	13	0	88	541	5,527	3,143	351	86	90	313	0	431	32,283	30	404	0	4,582	0	77	376	452	268	28	1,476	1,476	0	0.0
合計	111,017	8,805	62,686	21,911	10,291	1,540	17,386	6,259	836,469	742,521	2,310	3,946	111,619	23,227	87,304	43,690	10,791	81,922	561	6,335	77,571	2,323	11,401	91,296	9,001	2,675	49,018	48,259	758	1.5

肆、聯通管完成後因應高雄地區供水高濁度分析

一、運用概念

高雄地區取用高屏溪水源供應公共給水，當水源濁度過高(12,000 NTU)超過淨水場處理能力時，無法供水，現況由南化水庫水源補充。惟考量南化水庫庫容小，恐影響整體供水能力，因此透過聯通管由曾文水庫補充，分析其對整體供水能力之影響。

二、分析原則

(一)現況高屏溪水源高濁度時，不論南化水庫蓄水位高低均須支援高雄地區用水，同現況併聯運用原則。

(二)聯通管增設後，當高屏溪水源高濁度時，為避免影響整體供水能力，當南化水庫蓄水位低於 EL.175m 時由聯通管調度曾文水庫，高於 EL.175m 時則仍由南化水庫供水。

三、分析成果

本計畫依聯通管施設後分析原則進行水源運用模擬成果如附表 2-12 及附表 2-13 所示，供水能力仍為 103.4 萬 CMD，其中曾文水庫透過聯通管支援高雄地區年平均水量為 17.3 萬立方公尺，調度水量小，顯示高屏溪水源高濁度時，南化水庫蓄水位亦位於高水位。

附表 2-12　曾文與南化系統併聯運用歷年供水量模擬成果(因應高雄地區高濁度供水)

水量單位：萬立方公尺

民國年	南化系統												曾文系統											曾文系統調度水量		聯合運用(公共給水)			
	甲仙堰			南化水庫					高屏堰供水量				曾文水庫				烏山頭水庫							烏山頭系列淨水場	高濁度備援高雄（經聯通管）	計畫供水量	模擬供水量	缺水量	缺水率(%)
	入流量	引水量	未利用量	入流量	溢流量	供高雄水量	供台南水量	年末蓄水量	入流量	放流量	供台南水量	供高雄水量	入流量	溢流量	放水量	年末蓄水量	入流量	東口堰引水量	溢流量	年末蓄水量	農業用水（調度前）	工業用水	公共給水	總供水量						
48	126,380	9,458	78,075	27,017	17,575	1,781	15,104	5,520	1,137,647	1,043,244	2,384	3,647	144,347	55,486	98,458	35,438	13,956	89,522	459	5,613	90,000	2,700	12,000	104,700	0	16.7	37,734	34,933	2,801	7
49	151,057	7,944	104,633	24,801	14,007	2,173	15,268	5,321	929,171	838,891	2,049	3,593	126,729	31,524	92,888	36,655	12,252	86,559	0	5,793	83,901	2,512	11,915	98,328	0	33.4	37,837	35,031	2,806	7
50	99,987	9,648	46,910	19,559	9,810	1,870	15,526	5,870	722,246	626,136	2,333	3,967	86,331	0	87,713	34,346	8,347	82,810	0	4,518	78,031	2,428	11,722	92,181	0	0.0	37,734	35,418	2,316	6
51	94,739	6,903	48,321	13,948	2,365	1,706	14,401	6,880	697,944	610,618	2,131	3,573	85,394	0	84,691	34,080	8,256	79,800	0	4,398	74,164	2,282	11,491	87,938	0	50.1	37,734	33,352	4,382	12
52	79,468	3,102	46,185	20,298	6,356	1,706	14,159	6,698	669,738	582,015	2,039	3,412	103,582	19,678	79,463	37,596	10,014	74,861	0	5,919	69,766	2,173	11,178	83,118	0	50.1	37,734	32,544	5,190	14
53	67,391	8,858	18,998	13,555	3,740	1,363	16,541	5,927	426,795	329,275	2,417	4,361	63,887	0	80,673	19,937	6,177	75,787	0	2,711	71,682	2,090	11,178	84,951	0	0.0	37,837	35,860	1,977	5
54	121,115	9,381	71,509	18,022	7,943	1,481	14,997	7,370	943,702	853,127	2,618	3,831	96,102	4,541	79,546	31,025	9,291	76,712	0	5,012	70,346	2,072	11,032	83,450	0	0.0	37,734	33,960	3,774	10
55	198,339	6,630	149,389	26,223	13,078	1,928	16,867	6,778	1,222,820	1,125,582	2,658	4,084	122,883	34,754	88,546	29,455	11,881	83,543	1,120	4,839	79,934	2,371	11,837	94,141	0	33.4	37,734	37,407	327	1
56	81,768	5,462	37,617	12,772	967	1,582	15,592	5,445	620,848	525,751	2,472	3,968	70,853	0	79,744	19,615	6,850	75,068	0	2,705	70,630	2,010	11,172	83,812	0	16.7	37,734	34,803	2,931	8
57	165,881	9,935	110,663	12,727	991	579	17,612	7,254	903,638	796,815	2,860	5,517	116,428	16,058	82,457	36,378	11,256	78,830	0	5,659	73,384	2,167	11,254	86,804	0	16.7	37,837	37,837	0	0
58	131,629	9,517	84,440	16,942	7,918	1,677	15,322	7,279	790,690	696,286	2,561	3,887	100,662	2,129	94,848	38,999	9,732	90,119	0	5,568	85,199	2,554	11,897	99,649	0	0.0	37,734	35,344	2,391	6
59	87,011	12,970	35,261	10,614	4,003	1,686	16,731	6,998	425,737	329,888	2,820	4,059	58,451	0	75,589	21,066	5,651	70,976	0	2,822	66,257	1,994	10,925	79,176	0	0.0	37,734	36,220	1,514	4
60	108,885	6,364	67,457	18,396	5,659	1,471	15,245	7,880	577,492	481,464	2,614	4,010	90,261	162	70,257	40,097	8,727	67,002	0	5,318	60,405	1,894	10,725	73,024	0	0.0	37,734	34,066	3,668	10
61	216,435	6,529	167,241	39,592	27,908	699	16,792	6,873	1,282,622	1,175,339	2,894	5,413	189,689	94,716	99,812	33,953	18,339	88,598	1,194	5,429	90,506	2,709	12,039	105,254	0	0.0	37,837	37,837	0	0
62	108,711	9,096	58,345	20,833	10,600	1,315	15,830	7,503	825,245	725,406	2,600	4,479	90,648	0	94,415	29,164	8,764	89,087	0	3,918	84,581	2,507	12,000	99,087	0	0.0	37,734	36,223	1,511	4
63	143,468	8,433	92,012	25,620	14,039	1,351	16,656	7,847	1,050,385	945,239	3,020	4,744	114,236	9,502	89,938	42,836	11,044	86,034	0	6,559	79,783	2,385	11,953	94,122	0	0.0	37,734	37,725	9	0
64	149,821	9,123	92,006	31,614	22,070	128	16,659	7,955	893,617	785,579	2,980	5,968	138,828	38,577	99,063	42,761	13,422	92,615	964	6,564	90,000	2,700	12,000	104,700	0	0.0	37,734	37,734	0	0
65	120,162	6,683	71,220	24,661	12,207	2,613	17,747	5,130	860,930	769,180	1,688	3,382	132,119	37,219	99,207	37,176	12,773	92,702	583	5,842	90,506	2,709	12,039	105,254	0	50.1	37,837	37,520	318	1
66	142,589	3,527	98,872	41,234	25,624	1,505	13,927	7,386	1,289,549	1,206,565	2,560	3,574	173,993	80,473	95,803	33,653	16,822	87,105	2,129	5,376	87,292	2,614	12,000	101,905	0	50.1	37,734	33,617	4,118	11
67	122,195	9,885	67,602	20,642	11,348	438	16,599	7,762	830,800	723,153	3,040	5,658	131,593	24,227	99,069	40,756	12,722	93,197	0	6,254	90,000	2,700	12,000	104,700	0	0.0	37,734	37,734	0	0
68	86,710	8,720	37,975	21,373	11,701	2,197	16,511	5,860	602,164	507,470	2,160	3,600	102,082	10,185	95,433	36,160	9,869	90,673	0	5,670	86,283	2,609	11,938	100,830	0	0.0	37,734	36,407	1,327	4
69	38,392	2,407	10,092	5,508	0	1,959	10,744	0	182,104	97,340	988	2,071	43,166	0	66,053	12,627	4,173	61,827	0	1,773	57,868	1,787	10,081	69,736	0	0.0	37,837	25,843	11,995	32
70	126,999	7,865	77,219	26,003	14,769	159	10,460	7,033	994,683	898,679	2,816	4,237	152,596	53,262	73,512	37,544	14,753	67,959	1,491	5,883	64,899	1,928	10,031	76,857	0	16.7	37,734	27,719	10,015	27
71	100,069	6,980	56,888	31,137	19,491	2,069	15,848	6,194	775,394	689,060	2,787	3,729	104,749	10,391	96,258	34,547	10,127	91,610	0	5,481	87,216	2,612	12,000	101,827	0	0.0	37,734	36,433	1,302	3
72	103,458	9,179	56,168	15,591	5,839	1,173	17,425	4,807	587,475	489,458	2,214	4,922	100,490	4,486	98,704	30,564	9,715	94,311	0	4,621	89,841	2,668	12,000	104,509	0	0.0	37,734	37,734	0	0
73	71,965	8,518	26,143	16,751	6,880	1,595	15,450	4,713	385,666	305,511	2,443	3,811	74,003	0	83,645	19,931	7,155	78,743	0	2,751	74,039	2,138	11,336	87,512	0	0.0	37,837	34,635	3,202	9
74	109,859	9,098	59,177	17,865	6,810	1,945	15,352	6,087	617,505	534,411	2,038	3,465	116,797	16,280	80,542	38,848	11,292	76,654	0	6,048	71,183	2,108	11,066	84,357	0	0.0	37,734	33,867	3,868	10
75	97,929	5,241	50,492	22,546	8,591	1,978	15,468	6,279	569,195	486,951	2,199	3,516	94,178	0	99,836	32,033	9,105	94,160	0	4,294	90,000	2,700	12,000	104,700	0	0.0	37,734	35,162	2,573	7
76	84,521	11,644	29,729	14,355	4,849	2,166	16,545	7,188	552,356	471,656	2,506	3,768	97,154	0	96,388	31,777	9,393	90,701	0	4,084	85,497	2,546	12,000	100,042	0	0.0	37,734	36,985	749	2
77	85,694	7,401	39,809	18,286	5,385	2,396	16,727	6,718	602,999	515,196	2,254	3,591	99,332	946	87,243	41,938	9,603	83,340	0	5,998	76,605	2,374	11,790	90,768	0	0.0	37,837	36,757	1,080	3
78	94,860	10,249	44,730	22,548	11,444	2,691	17,693	6,083	632,732	547,958	2,085	3,405	110,847	16,843	94,956	39,952	10,717	89,539	0	6,214	85,286	2,609	11,861	99,756	0	0.0	37,734	37,734	0	0
79	174,050	5,186	126,698	24,783	8,964	1,847	16,716	6,834	1,222,023	1,130,403	2,923	4,249	160,520	64,407	98,991	35,776	15,519	91,313	2,340	5,625	90,000	2,700	12,000	104,700	0	0.0	37,734	37,734	0	0
80	63,764	4,723	24,292	21,066	4,432	2,773	18,013	5,964	585,484	499,128	1,544	2,989	65,524	0	79,854	20,560	6,335	75,005	0	2,781	70,966	2,049	10,944	83,960	0	0.0	37,734	36,262	1,472	4
81	132,360	11,134	73,824	34,104	24,866	899	17,869	5,765	888,268	782,747	2,265	5,213	134,537	29,028	88,876	36,117	13,007	83,293	122	5,725	78,995	2,360	11,591	92,946	0	0.0	37,837	37,837	0	0
82	69,813	10,499	22,873	4,769	0	2,549	17,151	131	319,632	231,378	1,452	2,993	47,983	0	78,646	4,656	4,639	73,531	0	799	69,861	2,050	10,989	82,899	0	0.0	37,734	35,133	2,601	7
83	113,611	12,410	56,300	22,358	15,035	972	11,584	6,018	894,661	798,526	2,338	3,530	112,869	15,707	65,570	35,493	10,912	62,956	0	5,579	57,874	1,771	9,221	68,866	0	0.0	37,734	27,645	10,089	27
84	54,675	8,456	8,346	7,931	0	2,101	16,901	1,992	358,525	267,446	1,528	3,423	53,412	0	78,114	9,986	5,164	73,175	0	1,480	69,180	2,032	11,034	82,245	0	0.0	37,734	34,986	2,748	7
85	108,448	9,916	63,332	18,717	9,639	823	13,560	5,212	745,115	654,611	2,657	3,920	103,715	20,023	64,194	28,768	10,027	61,099	0	4,719	56,281	1,728	9,664	67,673	0	0.0	37,837	30,624	7,213	19
86	100,201	8,419	50,178	20,397	8,650	1,173	17,151	5,552	677,163	573,130	2,414	4,922	101,376	4,778	90,882	33,411	9,801	86,989	0	5,296	81,476	2,431	12,000	95,907	0	0.0	37,734	37,661	74	0
87	128,217	10,749	72,026	22,011	10,911	448	16,679	8,459	801,772	695,165	2,960	5,647	117,343	4,279	98,984	46,170	11,345	95,419	0	6,972	90,000	2,700	12,000	104,700	0	0.0	37,734	37,734	0	0
88	102,203	10,393	48,990	17,219	9,366	1,308	16,599	7,287	937,303	832,968	3,040	4,788	84,731	1,422	96,497	31,902	8,192	91,992	0	4,899	87,302	2,648	12,000	101,950	0	0.0	37,734	37,734	0	0
89	89,376	11,998	34,234	13,121	6,389	911	16,816	7,126	816,878	712,257	2,980	5,151	75,701	0	84,350	22,331	7,319	79,460	0	3,034	74,251	2,237	11,930	88,418	0	50.1	37,837	37,837	0	0
90	120,757	6,586	74,339	26,368	13,582	1,405	16,525	7,057	1,332,581	1,233,549	2,498	4,338	140,916	38,553	82,595	40,956	13,624	76,661	541	6,301	72,638	2,205	11,341	86,184	0	66.8	37,734	36,174	1,561	4
91	53,810	7,239	16,068	11,018	2,862	2,556	17,263	1,373	398,173	306,663	1,483	3,044	56,747	0	83,930	12,903	5,486	78,607	0	1,852	74,947	2,188	11,192	88,326	0	0.0	37,734	35,538	2,196	6
92	59,281	9,607	18,960	9,037	0	615	11,722	6,368	577,761	486,994	2,072	3,410	51,474	0	53,245	10,471	4,977	50,249	0	1,532	45,553	1,300	8,557	55,411	0	66.8	37,734	26,443	11,291	30
93	131,038	5,097	90,723	15,623	2,049	1,692	15,605	6,408	822,621	728,784	2,300	3,494	111,169	22,441	63,751	34,584	10,748	60,588	0	5,475	56,364	1,709	9,068	67,142	0	50.1	37,837	32,210	5,627	15
94	205,151	8,251	153,719	45,851	33,592	1,514	17,397	6,381	2,208,368	2,105,798	2,241	4,565	224,755	121,836	96,203	40,060	21,729	87,216	5,800	6,135	87,497	2,626	12,000	102,123	0	16.7	37,734	37,734	0	0
95	183,073	8,477	131,021	28,988	16,833	2,205	16,493	6,801	2,344,657	2,246,990	2,600	3,650	170,625	75,710	97,312	36,321	16,496	89,069	2,168	5,733	88,772	2,660	12,000	103,431	0	116.9	37,734	37,066	668	2
96	142,910	9,285	92,765	37,597	27,306	2,035	15,546	7,413	1,683,368	1,584,987	2,227	3,577	164,220	64,804	90,193	44,423	15,877	83,077	2,274	6,704	81,157	2,484	11,780	95,420	0	100.2	37,734	35,265	2,470	7
97	161,388	7,414	112,097	42,880	30,623	2,132	15,701	7,794	1,568,370	1,470,793	2,262	3,477	198,959	98,574	99,556	44,023	19,235	90,679	4,387	6,637	90,506	2,709	12,039	105,254	0	50.1	37,837	35,662	2,176	6
98	75,392	4,894	40,970	35,620	21,887	3,368	17,767	3,952	809,732	724,525	1,157	2,479	162,221	79,299	94,593	31,249	15,684	86,610	3,342	5,066	85,710	2,617	11,888	100,215	0	33.4	37,734	36,692	1,042	3
99	97,075	14,285	31,442	23,098	11,809	2,923	17,893	7,142	879,551	797,416	1,909	3,123	100,979	0	89,955	41,225	9,763	85,218	0	5,378	80,122	2,439	11,837	94,397	0	50.1	37,734	37,734	0	0
100	72,540	8,468	28,564	14,632	2,530	2,170	16,009	8,048	593,511	503,335	2,308	3,446	79,700	0	91,084	28,861	7,705	85,645	0	3,803	80,453	2,419	11,816	94,688	0	33.4	37,734	35,782	1,953	5
101	131,842	7,979	83,235	25,744	14,228	2,501	17,370	6,088	1,250,154	1,155,572	2,350	3,611	164,029	65,763	91,245	34,681	15,858	83,050	822	5,434	81,659	2,443	12,006	96,108	0	0.0	37,837	37,837	0	0
102	106,095	7,355	64,170	23,813	11,098	2,419	17,490	4,761	593,233	500,206	1,937	3,611	141,652	44,498	96,144	34,541	13,695	90,252	2,215	5,461	86,778	2,608	12,000	101,386	0	16.7	37,734	37,474	260	1
103	72,810	4,909	33,876	20,312	5,498	2,820	16,896	3,567	262,767	175,083	1,202	2,921	72,177	0	85,974	19,784	6,978	80,805	0	2,712	76,671	2,213	11,408	90,291	0	0.0	37,734	35,246	2,488	7
104	72,064	4,415	38,012	21,266	6,609	1,812	13,491	5,951	388,236	308,587	1,596	2,804	109,762	9,941	77,334	41,290	10,612	73,565	0	6,051	67,751	2,025	10,807	80,583	0	16.7	37,734	30,526	7,208	19
105	99,534	7,886	47,450	31,489	18,899	853	17,179	6,728	989,336	883,825	2,507	5,260	134,397	30,333	100,377	43,691	12,993	93,965	795	6,599	90,506	2,709	12,039	105,254	0	0.0	37,837	37,837	0	0
平均	111,017	8,151	63,339	21,911	10,890	1,693	15,951	6,728	837,123	743,174	2,310	3,946	111,619	23,325	87,297	43,691	10,791	81,895	565	6,599	78,075	2,340	11,442	91,856	0	17.3	37,761	35,360	2,401	6

附表 2-13　曾文與南化系統併聯運用旬平均供水量模擬成果(因應高雄地區高濁度供水)

水量單位：萬立方公尺

旬次	南化系統												曾文系統												曾文系統調度水量		聯合運用(公共給水)			
	甲仙堰			南化水庫					高屏堰供水量				曾文水庫				烏山頭水庫								烏山頭系列淨水場	高濁度備援高雄（經聯通管）	計畫供水量	模擬供水量	缺水量	缺水率(%)
	入流量	引水量	未利用量	入流量	溢流量	供高雄水量	供台南水量	旬末蓄水量	入流量	放流量	供台南水量	供高雄水量	入流量	溢流量	放水量	旬末蓄水量	入流量	東口堰引水量	溢流量	旬末蓄水量	農業用水（調度前）	工業用水	公共給水	總供水量						
1	428	31	0	18	0	98	506	5,482	2,436	324	0	66	300	0	397	32,254	29	373	0	4,847	0	76	342	418	0	0	1,034	1,013	21	2.0
2	389	16	0	13	0	124	501	4,870	2,223	304	0	37	260	0	545	31,946	25	508	0	4,799	153	77	344	574	0	0	1,034	1,007	27	2.6
3	438	28	0	26	0	137	537	4,234	2,312	331	0	37	325	0	2,611	29,634	31	2,410	0	4,482	2,288	84	378	2,751	0	0	1,137	1,089	48	4.2
4	398	36	3	15	0	130	451	3,689	1,923	207	0	26	296	0	3,439	26,468	29	3,171	0	4,048	3,174	76	378	3,627	0	0	1,034	985	49	4.8
5	503	110	27	20	0	121	450	3,233	2,333	625	0	35	367	0	3,587	23,227	36	3,309	0	3,599	3,338	75	375	3,787	0	0	1,034	981	53	5.1
6	452	115	10	16	0	97	371	2,885	1,976	572	0	32	294	0	3,496	20,008	28	3,223	0	2,939	3,540	60	307	3,907	0	0	854	807	47	5.5
7	564	124	34	20	0	128	505	2,381	2,157	526	0	27	348	0	2,787	17,544	34	2,573	0	2,614	2,547	72	305	2,924	0	0	1,034	966	68	6.5
8	665	165	119	17	0	118	490	1,943	3,152	1,591	0	32	442	0	2,456	15,507	43	2,271	0	2,342	2,210	70	300	2,580	0	0	1,034	939	95	9.2
9	805	195	133	38	1	102	479	1,579	3,546	1,708	0	47	589	0	2,477	13,595	57	2,293	0	2,083	2,199	76	328	2,604	0	0	1,137	956	181	15.9
10	815	198	120	49	3	72	375	1,362	3,021	1,273	0	53	579	0	3,454	10,697	56	3,192	0	1,691	3,266	66	303	3,634	0	0	1,034	803	231	22.3
11	1,056	213	337	101	23	49	298	1,291	4,366	2,596	0	55	790	0	3,117	8,351	76	2,887	0	1,365	2,930	61	294	3,285	0	0	1,034	696	338	32.7
12	1,047	237	254	210	39	31	287	1,367	4,932	3,067	0	71	861	0	2,011	7,185	83	1,871	0	1,193	1,767	60	295	2,122	0	0	1,034	685	349	33.8
13	1,303	425	208	210	0	21	218	1,746	6,205	4,026	90	78	1,024	0	2,090	6,104	99	1,948	0	1,031	1,853	59	294	2,206	0	0	1,034	700	334	32.3
14	2,014	633	620	336	1	21	255	2,417	12,005	9,535	117	100	1,772	0	2,021	5,841	171	1,903	0	972	1,786	57	287	2,130	0	1.2	1,034	781	253	24.4
15	5,196	1,191	3,004	846	53	13	346	4,011	31,556	28,373	177	150	4,958	0	1,373	9,405	479	1,385	0	1,395	1,031	72	333	1,437	0	4.3	1,137	1,024	113	10.0
16	9,505	1,176	6,472	1,612	510	11	334	5,877	60,806	57,793	170	143	8,958	208	2,172	15,958	866	2,232	0	2,228	1,878	59	322	2,260	0	4.0	1,034	985	49	4.7
17	9,163	932	6,283	1,562	764	16	350	7,171	71,041	68,007	171	143	8,308	1,604	2,849	19,783	803	2,780	12	2,829	2,577	60	326	2,963	0	3.7	1,034	1,009	25	2.4
18	5,626	497	3,200	946	434	7	348	7,756	38,604	35,517	187	157	4,730	495	3,445	20,544	457	3,263	2	2,953	3,210	58	320	3,588	0	0.6	1,034	1,019	15	1.5
19	5,495	209	3,251	1,063	482	7	575	7,892	39,626	36,709	0	158	5,490	787	2,808	22,403	531	2,738	4	3,282	2,593	58	277	2,927	0	0.9	1,034	1,018	16	1.6
20	5,419	185	3,236	1,520	770	12	571	8,171	47,878	44,966	0	153	6,624	1,490	3,228	24,273	640	3,040	89	3,498	3,031	57	278	3,367	0	1.2	1,034	1,016	18	1.7
21	6,970	222	4,527	1,798	934	19	632	8,526	63,108	59,912	0	162	8,605	1,373	3,917	27,545	832	3,673	18	3,892	3,713	63	306	4,082	0	1.2	1,137	1,120	17	1.5
22	9,956	150	7,836	2,763	1,753	18	612	8,984	78,416	75,314	0	149	12,046	4,156	2,533	32,867	1,165	2,437	91	4,752	2,331	59	250	2,640	0	0.3	1,034	1,028	6	0.5
23	7,812	72	5,685	1,949	1,247	12	608	9,063	62,570	59,458	0	155	8,803	3,100	2,624	35,909	851	2,451	79	5,222	2,428	62	255	2,744	0	0	1,034	1,029	5	0.4
24	7,998	78	5,666	2,002	1,196	9	671	9,183	64,114	60,686	0	175	9,545	3,362	2,889	39,162	923	2,796	70	5,831	2,679	68	280	3,027	0	0	1,137	1,135	2	0.2
25	6,364	166	4,178	1,454	923	6	605	9,193	51,962	48,883	0	161	6,833	2,388	3,451	40,112	661	3,140	62	5,932	3,301	61	262	3,624	0	0	1,034	1,034	0	0.0
26	5,451	172	3,324	1,303	831	6	606	9,149	47,295	44,216	0	161	6,515	2,092	2,846	41,644	630	2,667	47	6,179	2,669	60	261	2,990	0	0	1,034	1,034	0	0.0
27	4,670	189	2,538	992	572	6	607	9,071	41,365	38,286	0	161	4,528	1,648	2,261	42,219	438	2,118	53	6,292	2,058	60	260	2,378	0	0	1,034	1,034	0	0.0
28	3,107	151	1,460	534	299	4	326	9,055	27,254	23,951	195	163	2,619	587	3,251	40,960	253	3,020	39	6,092	3,017	60	345	3,422	0	0	1,034	1,034	0	0.0
29	2,077	108	585	187	47	3	328	8,906	16,515	13,221	196	164	1,342	24	2,803	39,436	130	2,609	0	5,869	2,549	59	343	2,951	0	0	1,034	1,034	0	0.0
30	1,443	50	149	103	6	5	367	8,617	12,481	8,877	211	179	917	11	1,962	38,339	89	1,827	0	5,707	1,625	64	376	2,065	0	0	1,137	1,137	0	0.0
31	948	44	32	56	0	14	340	8,326	7,924	4,802	174	153	615	0	1,534	37,390	59	1,426	0	5,569	1,205	57	353	1,615	0	0	1,034	1,034	0	0.0
32	809	13	46	46	3	30	358	7,961	6,295	3,254	157	138	554	0	962	36,953	54	899	0	5,500	603	57	353	1,013	0	0	1,034	1,034	0	0.0
33	643	3	3	31	0	33	356	7,574	4,910	1,905	155	134	429	0	1,472	35,881	41	1,365	0	5,349	1,140	57	353	1,550	0	0	1,034	1,031	3	0.3
34	550	9	0	24	0	55	396	7,134	4,205	1,320	119	109	347	0	2,547	33,657	34	2,352	0	5,044	2,269	72	341	2,683	0	0	1,034	1,021	13	1.3
35	465	2	0	16	0	68	411	6,655	3,469	694	105	96	294	0	1,454	32,473	28	1,345	0	4,879	1,119	71	341	1,532	0	0	1,034	1,021	13	1.3
36	473	6	0	13	0	91	481	6,083	3,143	351	86	90	313	0	430	32,330	30	403	0	4,852	0	77	376	453	0	0	1,137	1,123	14	1.3
合計	111,017	8,151	63,339	21,911	10,890	1,693	15,951	6,728	837,123	743,174	2,310	3,946	111,619	23,325	87,297	43,691	10,791	81,895	565	6,599	78,075	2,340	11,442	91,856	0	17.3	37,761	35,360	2,401	6.4

伍、聯通管完成後因應烏山頭水庫無法出水

一、運用概念

曾文水庫水源利用係透過東口堰引水至烏山頭水庫，再由烏山頭水庫調配至各標的用水，現況當烏山頭水庫無法出水時，曾文水庫水源無法供應至各標的用水。聯通管施設後，曾文水庫水源可送至南化淨水場處理後供應公共給水，然為因應此供水情境，南化淨水場與下游清水管路送水能力應適度擴建。

二、分析原則

公共給水取用水源順序如下：

(一) 高屏堰供應高雄地區用水 16.7 萬 CMD，有剩餘水量時北送台南區用水 20 萬 CMD(5~6 月、10~12 月)。

(二) 曾文水庫蓄水透過聯通管供水至南化淨水場，最大送水量為 80.0 萬 CMD，當水位低於 EL.194.3m 時，依蓄水位與聯通管送水量關係決定送水量。

(三) 南化水庫補充不足水量，為分析供水潛能，南化淨水場處理能力並未限制。

三、分析成果

本計畫依聯通管施設後分析烏山頭水庫無法出水情境，水源運用模擬成果如附表 2-14 及附表 2-15 所示，整體出水能力 165.5 萬 CMD。由分析成果顯示，曾文水庫歷年平均逕流量達 11.1 億立方公尺，當其水源無法由烏山頭水庫送水時，公共給水仍可由聯通管送水至南化淨水場處理後供水，每日最高可輸送 80 萬立方公尺之水量，全年輸送水量平均可達 29,221 萬噸。

附表 2-14　曾文與南化系統併聯運用歷年供水量模擬成果(因應烏山頭水庫無法出水)

水量單位：萬立方公尺

民國年	南化系統												曾文系統												曾文系統調度水量		聯合運用(公共給水)			
	甲仙堰			南化水庫					高屏堰供水量				曾文水庫				烏山頭水庫								烏山頭系列淨水場	南化淨水場（經聯通管）	計畫供水量	模擬供水量	缺水量	缺水率(%)
	入流量	引水量	未利用量	入流量	溢流量	供高雄水量	供台南水量	年末蓄水量	入流量	放流量	供台南水量	供高雄水量	入流量	溢流量	放水量	年末蓄水量	入流量	東口堰引水量	溢流量	年末蓄水量	農業用水（調度前）	工業用水	公共給水	總供水量						
48	126,380	10,121	77,413	27,017	16,671	1,530	18,631	3,836	1,136,985	1,042,581	2,384	3,647	144,347	113,609	0	46,356	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,200	60,399	55,392	5,007	8
49	151,057	8,044	104,533	24,801	12,583	1,606	17,374	3,664	929,071	838,791	2,049	3,593	126,729	95,151	0	47,200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,280	60,564	53,901	6,663	11
50	99,987	11,037	45,520	19,559	9,650	1,319	17,391	4,487	720,856	624,746	2,333	3,967	86,331	55,427	0	47,451	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,200	60,399	54,210	6,189	10
51	94,739	7,753	47,472	13,948	2,263	1,252	15,815	5,529	697,095	609,769	2,131	3,573	85,394	54,548	0	47,653	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,200	60,399	51,971	8,428	14
52	79,468	3,290	45,997	20,298	5,751	1,146	15,753	5,151	669,550	581,827	2,039	3,412	103,582	72,477	0	48,120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,200	60,399	51,549	8,850	15
53	67,391	9,492	18,364	13,555	3,251	676	17,923	4,864	426,162	328,641	2,417	4,361	63,887	33,273	0	47,979	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,280	60,564	54,657	5,907	10
54	121,115	10,857	70,034	18,022	7,602	1,097	17,533	5,998	942,226	851,651	2,618	3,831	96,102	65,139	0	48,281	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,200	60,399	54,279	6,119	10
55	198,339	7,097	148,921	26,223	11,720	1,480	19,298	5,302	1,222,352	1,125,114	2,658	4,084	122,883	95,357	0	45,146	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,200	60,399	56,721	3,678	6
56	81,768	6,244	36,834	12,772	404	988	17,326	4,220	620,066	524,968	2,472	3,968	70,853	39,723	0	45,632	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,200	60,399	53,954	6,445	11
57	165,881	12,147	108,451	12,727	675	546	20,252	5,989	901,426	794,603	2,860	5,517	116,428	82,853	0	48,453	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,280	60,564	58,455	2,110	4
58	131,629	10,269	83,688	16,942	6,897	1,215	17,644	5,972	789,938	695,534	2,561	3,887	100,662	69,301	0	49,146	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,200	60,399	54,507	5,892	10
59	87,011	14,298	33,933	10,614	3,886	1,136	18,210	6,258	424,408	328,559	2,820	4,059	58,451	27,921	0	49,005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,200	60,399	55,424	4,974	8
60	108,885	7,617	66,205	18,396	5,479	1,095	17,574	6,650	576,240	480,212	2,614	4,010	90,261	58,631	0	49,964	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,200	60,399	54,494	5,905	10
61	216,435	9,330	164,439	39,592	26,304	666	21,559	5,365	1,279,821	1,172,538	2,894	5,413	189,689	161,106	0	47,761	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,280	60,564	59,812	752	1
62	108,711	9,646	57,795	20,833	9,430	815	17,777	6,320	824,695	724,856	2,600	4,479	90,648	59,631	0	48,108	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,200	60,399	54,871	5,528	9
63	143,468	9,604	90,841	25,620	12,887	1,087	19,153	6,804	1,049,213	944,068	3,020	4,744	114,236	82,259	0	49,410	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,200	60,399	57,204	3,194	5
64	149,821	10,800	90,329	31,614	18,421	128	22,123	6,813	891,940	783,902	2,980	5,968	138,828	107,547	0	50,002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,200	60,399	60,399	0	0
65	120,162	8,135	69,769	24,661	11,649	2,045	20,622	3,738	859,479	767,728	1,688	3,382	132,119	101,744	0	49,606	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,280	60,564	57,018	3,546	6
66	142,589	3,883	98,516	41,234	24,061	1,021	16,309	6,046	1,289,192	1,206,209	2,560	3,574	173,993	143,431	0	49,486	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,200	60,399	52,664	7,735	13
67	122,195	14,999	62,488	20,642	10,827	438	22,063	6,643	825,686	718,039	3,040	5,658	131,593	100,161	0	50,219	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,200	60,399	60,399	0	0
68	86,710	10,002	36,693	21,373	11,473	1,665	19,089	4,254	600,882	506,188	2,160	3,600	102,082	74,304	0	47,317	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,200	60,399	55,714	4,685	8
69	38,392	2,407	10,092	5,508	0	1,191	9,947	0	182,104	97,340	988	2,071	43,166	13,572	0	46,197	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,280	60,564	43,476	17,088	28
70	126,999	8,956	76,127	26,003	14,268	180	13,501	5,568	993,592	897,592	2,816	4,232	152,596	119,889	0	48,248	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,200	60,399	49,930	10,469	17
71	100,069	7,473	56,395	31,137	18,363	1,451	18,439	4,424	774,901	688,567	2,787	3,729	104,749	74,991	0	47,338	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,200	60,399	55,606	4,793	8
72	103,458	13,281	52,067	15,591	4,523	1,185	22,892	3,002	583,374	485,405	2,212	4,910	100,490	70,835	0	46,300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,200	60,399	60,399	0	0
73	71,965	9,221	25,441	16,751	5,928	974	17,132	3,535	384,964	304,808	2,443	3,811	74,003	42,041	0	47,515	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,280	60,564	53,640	6,924	11
74	109,859	10,110	58,165	17,865	6,268	1,527	17,648	4,619	616,493	533,399	2,038	3,465	116,797	84,138	0	49,500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,200	60,399	53,879	6,520	11
75	97,929	5,790	49,943	22,546	7,300	1,466	17,791	4,882	568,645	486,401	2,199	3,516	94,178	62,703	0	50,285	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,200	60,399	54,172	6,227	10
76	84,521	11,801	29,571	14,355	3,599	1,495	19,029	5,436	552,199	471,499	2,506	3,768	97,154	67,816	0	48,925	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,200	60,399	55,997	4,402	7
77	85,694	7,857	39,353	18,286	4,278	1,705	18,637	5,367	602,543	514,739	2,254	3,591	99,332	66,710	0	50,777	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,280	60,564	55,466	5,098	8
78	94,860	10,726	44,254	22,548	9,563	2,290	20,497	4,746	632,256	547,481	2,085	3,405	110,847	80,541	0	50,388	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,200	60,399	57,477	2,922	5
79	174,050	6,203	125,681	24,783	7,631	1,296	19,829	5,332	1,221,006	1,129,386	2,923	4,249	160,520	132,736	0	47,478	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,200	60,399	57,496	2,903	5
80	63,764	5,873	23,142	21,066	3,988	2,172	19,563	5,151	584,334	497,977	1,544	2,989	65,524	33,218	0	49,131	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,200	60,399	55,467	4,932	8
81	132,360	13,939	71,019	34,104	23,227	899	22,907	4,375	885,463	779,942	2,265	5,213	134,537	106,244	0	46,647	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,280	60,564	60,564	0	0
82	69,813	10,887	22,485	4,769	0	1,691	17,192	0	319,244	230,990	1,452	2,993	47,983	21,297	0	42,691	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,200	60,399	52,528	7,871	13
83	113,611	12,677	56,033	22,358	13,784	939	14,685	4,343	894,395	798,260	2,338	3,530	112,869	76,604	0	48,314	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,200	60,399	50,692	9,707	16
84	54,675	9,680	7,122	7,931	0	1,715	17,934	944	357,302	266,222	1,528	3,423	53,412	25,911	0	45,156	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,200	60,399	53,800	6,599	11
85	108,448	9,916	63,332	18,717	8,739	556	15,708	3,201	745,115	654,611	2,657	3,920	103,715	72,332	0	45,813	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,280	60,564	52,121	8,444	14
86	100,201	8,815	49,782	20,397	7,617	770	18,758	3,831	676,767	572,734	2,414	4,922	101,376	70,383	0	46,145	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,200	60,399	56,064	4,335	7
87	128,217	15,316	67,459	22,011	9,116	448	22,143	7,667	797,205	690,598	2,960	5,647	117,343	82,734	0	50,055	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,200	60,399	60,399	0	0
88	102,203	12,379	47,004	17,219	8,624	967	20,314	5,903	935,317	830,982	3,040	4,788	84,731	55,490	0	48,623	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,200	60,399	58,309	2,090	4
89	89,376	13,924	32,309	13,121	4,854	961	20,705	5,346	814,952	710,332	2,980	5,151	75,701	46,121	0	47,442	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,280	60,564	59,077	1,487	3
90	120,757	7,494	73,431	26,368	12,652	1,091	18,332	5,677	1,331,673	1,232,640	2,498	4,338	140,916	108,404	0	49,281	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,200	60,399	55,458	4,941	8
91	53,810	7,562	15,744	11,018	2,251	1,960	18,725	112	397,849	306,340	1,483	3,044	56,747	31,236	0	44,130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,200	60,399	54,412	5,987	10
92	59,281	9,797	18,769	9,037	0	439	12,606	4,609	577,571	486,803	2,072	3,410	51,474	17,176	0	47,795	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,200	60,399	47,727	12,672	21
93	131,038	5,987	89,833	15,623	1,810	1,275	17,016	4,821	821,731	727,894	2,300	3,494	111,169	82,280	0	45,955	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,280	60,564	53,365	7,200	12
94	205,151	9,951	152,019	45,851	31,680	1,510	20,759	5,117	2,206,668	2,104,098	2,241	4,565	224,755	191,124	0	48,914	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,200	60,399	58,275	2,124	4
95	183,073	8,990	130,508	28,988	15,208	1,792	19,352	5,275	2,344,144	2,246,478	2,600	3,650	170,625	141,718	0	47,150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,200	60,399	56,594	3,805	6
96	142,910	9,846	92,204	37,597	25,910	1,501	17,733	6,236	1,682,807	1,584,426	2,227	3,577	164,220	131,092	0	49,615	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,200	60,399	54,237	6,161	10
97	161,388	8,125	111,387	42,880	29,322	1,591	18,170	6,747	1,567,659	1,470,082	2,262	3,477	198,959	168,242	0	49,571	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,280	60,564	54,781	5,784	10
98	75,392	5,137	40,727	35,620	21,301	2,778	20,200	1,949	809,489	724,281	1,157	2,479	162,221	134,890	0	46,226	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,200	60,399	55,814	4,585	8
99	97,075	17,022	28,705	23,098	11,024	2,973	20,712	5,896	876,815	794,679	1,909	3,123	100,979	66,306	0	50,233	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,200	60,399	57,916	2,482	4
100	72,540	10,577	26,455	14,632	2,207	1,609	18,452	7,398	591,402	501,226	2,308	3,446	79,700	48,344	0	50,900	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,200	60,399	55,015	5,384	9
101	131,842	8,660	82,553	25,744	12,692	2,151	21,122	4,300	1,249,472	1,154,890	2,350	3,611	164,029	136,566	0	47,589	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,280	60,564	58,513	2,051	3
102	106,095	8,726	62,799	23,813	10,307	1,794	20,211	3,087	591,862	498,836	1,937	3,611	141,652	112,457	0	46,113	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,200	60,399	56,753	3,646	6
103	72,810	5,941	32,845	20,312	4,697	2,249	18,648	2,580	261,735	174,052	1,202	2,921	72,177	41,155	0	46,478	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,200	60,399	54,220	6,179	10
104	72,064	4,544	37,884	21,266	5,173	1,536	15,861	4,453	388,107	308,458	1,596	2,804	109,762	76,648	0	48,932	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,200	60,399	50,997	9,402	16
105	99,534	10,705	44,630	31,489	16,039	853	22,665	5,463	986,516	881,005	2,507	5,260	134,397	103,063	0	49,478	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,280	60,564	60,564	0	0
平均	111,017	9,327	62,164	21,911	9,928	1,309	18,539	5,463	835,948	742,000	2,310	3,946	111,619	80,872	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,221	60,442	55,324	5,118	9

附表 2-15　曾文與南化系統併聯運用旬平均供水量模擬成果(因應烏山頭水庫無法出水)

水量單位：萬立方公尺

旬次	南化系統												曾文系統												曾文系統調度水量		聯合運用(公共給水)			
	甲仙堰			南化水庫					高屏堰供水量				曾文水庫				烏山頭水庫								烏山頭系列淨水場	南化淨水場（經聯通管）	計畫供水量	模擬供水量	缺水量	缺水率(%)
	入流量	引水量	未利用量	入流量	溢流量	供高雄水量	供台南水量	旬末蓄水量	入流量	放流量	供台南水量	供高雄水量	入流量	溢流量	放水量	旬末蓄水量	入流量	東口堰引水量	溢流量	旬末蓄水量	農業用水（調度前）	工業用水	公共給水	總供水量						
1	428	31	0	18	0	96	654	4,023	2,436	324	0	66	300	0	0	47,409	0	0	0	0	0	0	0	0	0	800	1,655	1,615	39	2.4
2	389	16	0	13	0	119	642	3,277	2,223	304	0	37	260	0	0	46,841	0	0	0	0	0	0	0	0	0	800	1,655	1,598	57	3.4
3	438	28	0	26	0	135	703	2,479	2,312	331	0	37	325	0	0	46,255	0	0	0	0	0	0	0	0	0	880	1,820	1,755	66	3.6
4	398	36	3	15	0	126	621	1,770	1,923	207	0	26	296	0	0	45,722	0	0	0	0	0	0	0	0	0	800	1,655	1,573	82	5.0
5	503	110	27	20	0	107	571	1,211	2,333	625	0	35	367	0	0	45,260	0	0	0	0	0	0	0	0	0	800	1,655	1,512	143	8.6
6	452	115	10	16	0	72	403	858	1,976	572	0	32	294	0	0	44,869	0	0	0	0	0	0	0	0	0	661	1,367	1,168	199	14.5
7	564	124	34	20	0	71	357	564	2,157	526	0	27	348	0	0	44,379	0	0	0	0	0	0	0	0	0	800	1,655	1,255	400	24.2
8	665	165	119	17	0	29	208	502	3,152	1,591	0	32	442	46	0	43,938	0	0	0	0	0	0	0	0	0	800	1,655	1,069	586	35.4
9	805	233	95	38	0	18	191	555	3,508	1,670	0	47	589	63	0	43,542	0	0	0	0	0	0	0	0	0	880	1,820	1,136	684	37.6
10	815	227	91	49	0	14	177	631	2,992	1,244	0	53	579	63	0	43,214	0	0	0	0	0	0	0	0	0	800	1,655	1,043	612	37.0
11	1,056	237	313	101	8	17	197	735	4,341	2,571	0	55	790	193	0	42,967	0	0	0	0	0	0	0	0	0	800	1,655	1,069	586	35.4
12	1,047	283	208	210	22	16	232	946	4,887	3,021	0	71	861	267	0	42,717	0	0	0	0	0	0	0	0	0	800	1,655	1,119	536	32.4
13	1,303	449	183	210	0	19	244	1,327	6,181	4,002	90	78	1,024	668	0	42,230	0	0	0	0	0	0	0	0	0	800	1,655	1,229	426	25.7
14	2,014	649	605	336	0	20	308	1,965	11,989	9,519	117	100	1,772	562	0	42,596	0	0	0	0	0	0	0	0	0	800	1,655	1,344	311	18.8
15	5,196	1,302	2,893	846	30	17	456	3,580	31,445	28,262	177	150	4,958	2,094	0	44,532	0	0	0	0	0	0	0	0	0	880	1,820	1,680	141	7.7
16	9,505	1,266	6,381	1,612	395	15	473	5,509	60,716	57,703	170	143	8,958	6,043	0	46,600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	800	1,655	1,601	54	3.2
17	9,163	1,000	6,214	1,562	683	20	495	6,806	70,972	67,939	171	143	8,308	6,942	0	47,120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	800	1,655	1,629	26	1.6
18	5,626	580	3,117	946	384	7	489	7,383	38,521	35,434	187	157	4,730	3,603	0	47,400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	800	1,655	1,640	15	0.9
19	5,495	285	3,175	1,063	448	8	671	7,533	39,550	36,632	0	158	5,490	4,411	0	47,625	0	0	0	0	0	0	0	0	0	800	1,655	1,637	18	1.1
20	5,419	240	3,181	1,520	693	14	667	7,846	47,823	44,911	0	153	6,624	5,531	0	47,863	0	0	0	0	0	0	0	0	0	800	1,655	1,634	21	1.2
21	6,970	310	4,439	1,798	825	20	743	8,287	63,020	59,824	0	162	8,605	7,571	0	47,957	0	0	0	0	0	0	0	0	0	880	1,820	1,804	16	0.9
22	9,956	211	7,774	2,763	1,652	18	683	8,835	78,355	75,253	0	149	12,046	11,156	0	48,003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	800	1,655	1,650	5	0.3
23	7,812	115	5,642	1,949	1,154	12	683	8,974	62,528	59,415	0	155	8,803	7,937	0	48,026	0	0	0	0	0	0	0	0	0	800	1,655	1,650	5	0.3
24	7,998	103	5,641	2,002	1,121	9	754	9,112	64,089	60,661	0	175	9,545	8,527	0	48,115	0	0	0	0	0	0	0	0	0	880	1,820	1,818	3	0.1
25	6,364	212	4,132	1,454	871	6	688	9,137	51,915	48,836	0	161	6,833	4,431	0	49,669	0	0	0	0	0	0	0	0	0	800	1,655	1,655	0	0.0
26	5,451	206	3,291	1,303	792	6	688	9,085	47,261	44,183	0	161	6,515	5,537	0	49,799	0	0	0	0	0	0	0	0	0	800	1,655	1,655	0	0.0
27	4,670	223	2,504	992	547	6	688	8,984	41,331	38,252	0	161	4,528	3,623	0	49,856	0	0	0	0	0	0	0	0	0	800	1,655	1,655	0	0.0
28	3,107	224	1,388	534	263	4	493	8,910	27,181	23,879	195	163	2,619	919	0	50,712	0	0	0	0	0	0	0	0	0	800	1,655	1,655	0	0.0
29	2,077	178	516	187	38	3	492	8,676	16,446	13,152	196	164	1,342	405	0	50,805	0	0	0	0	0	0	0	0	0	800	1,655	1,655	0	0.0
30	1,443	71	129	103	3	5	545	8,232	12,460	8,856	211	179	917	160	0	50,634	0	0	0	0	0	0	0	0	0	880	1,820	1,820	0	0.0
31	948	53	23	56	0	14	514	7,775	7,915	4,794	174	153	615	60	0	50,355	0	0	0	0	0	0	0	0	0	800	1,655	1,655	0	0.0
32	809	22	36	46	0	29	529	7,252	6,286	3,244	157	138	554	58	0	50,018	0	0	0	0	0	0	0	0	0	800	1,655	1,652	3	0.2
33	643	5	1	31	0	31	521	6,705	4,909	1,904	155	134	429	5	0	49,608	0	0	0	0	0	0	0	0	0	800	1,655	1,641	14	0.8
34	550	9	0	24	0	55	557	6,105	4,205	1,320	119	109	347	0	0	49,126	0	0	0	0	0	0	0	0	0	800	1,655	1,640	15	0.9
35	465	2	0	16	0	66	562	5,478	3,469	694	105	96	294	0	0	48,592	0	0	0	0	0	0	0	0	0	800	1,655	1,628	27	1.6
36	473	6	0	13	0	88	645	4,746	3,143	351	86	90	313	0	0	47,993	0	0	0	0	0	0	0	0	0	880	1,820	1,788	32	1.8
合計	111,017	9,327	62,164	21,911	9,928	1,309	18,539	5,463	835,948	742,000	2,310	3,946	111,619	80,872	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,221	60,442	55,324	5,118	8.5

陸、聯通管完成後因應南化水庫防淤操作

一、運用概念

南化水庫正在興建防淤隧道，未來將進行防淤操作減少水庫淤積，惟取水口前淤積無法透過防淤隧道排除。而南化水庫出水工包含排水道，可配合防淤操作期間開啟排水道排除取水口前淤積，惟此時南化水庫水源無法送水至南化淨水場，因此需由曾文水庫水源利用聯通管送水至南化淨水場處理後供水以免影響用水。

二、分析原則

(一)依據民國 102 年「南化水庫防淤隧道工程計畫-基本設計檢討報告」防淤隧道操作時機為南化水庫水位高於 EL.175m，且日流量大於 150cms。

(二)當南化水庫進行防淤操作時，排水道配合操作排除取水工前淤積，南化淨水場水源改由曾文水庫水源，透過聯通管送水。

三、分析成果

本計畫依聯通管施設後分析南化水庫防淤操作情境，水源運用模擬成果如附表 2-16 及附表 2-17 所示，曾文南化聯通管年平均輸水量約為 135 萬立方公尺。整體供水能力為 103.4 萬 CMD，維持現況併聯運用整體供水能力。因此聯通管施設可協助南化水庫防淤操作且不影響整體供水能力。

附表 2-16　曾文與南化系統併聯運用歷年供水量模擬成果(因應南化水庫防淤操作)

水量單位：萬立方公尺

民國年	南化系統												曾文系統											曾文系統調度水量		聯合運用(公共給水)			
	甲仙堰			南化水庫					高屏堰供水量				曾文水庫				烏山頭水庫							烏山頭系列淨水場	南化淨水場（經聯通管）	計畫供水量	模擬供水量	缺水量	缺水率(%)
	入流量	引水量	未利用量	入流量	溢流量	供高雄水量	供台南水量	年末蓄水量	入流量	放流量	供台南水量	供高雄水量	入流量	溢流量	放水量	年末蓄水量	入流量	東口堰引水量	溢流量	年末蓄水量	農業用水（調度前）	工業用水	公共給水	總供水量						
48	126,380	9,474	78,059	27,017	17,757	1,797	14,920	5,521	1,137,631	1,043,228	2,384	3,647	144,347	55,320	98,459	35,438	13,956	89,522	459	5,613	90,000	2,700	12,000	104,700	0	182	37,731	34,930	2,800	7
49	151,057	7,944	104,633	24,801	14,218	2,207	15,023	5,322	929,171	838,892	2,049	3,593	126,729	31,312	92,890	36,655	12,252	86,559	0	5,793	83,901	2,512	11,915	98,328	0	244	37,834	35,030	2,804	7
50	99,987	9,646	46,911	19,559	9,993	1,870	15,343	5,870	722,247	626,137	2,333	3,967	86,331	0	87,702	34,177	8,347	82,799	0	4,508	78,031	2,428	11,722	92,181	0	182	37,731	35,417	2,314	6
51	94,739	6,892	48,332	13,948	2,425	1,756	14,279	6,881	697,955	610,630	2,131	3,573	85,394	0	84,555	33,978	8,256	79,675	0	4,391	74,038	2,280	11,491	87,809	0	121	37,731	33,351	4,379	12
52	79,468	3,152	46,135	20,298	6,537	1,758	13,976	6,699	669,688	581,965	2,039	3,412	103,582	19,545	79,364	37,596	10,014	74,768	0	5,919	69,662	2,172	11,183	83,016	0	180	37,731	32,547	5,183	14
53	67,391	8,858	18,999	13,555	3,741	1,363	16,540	5,928	426,796	329,276	2,417	4,361	63,887	0	80,673	19,937	6,177	75,787	0	2,711	71,682	2,090	11,178	84,951	0	0	37,834	35,859	1,975	5
54	121,115	9,380	71,510	18,022	8,065	1,481	14,874	7,371	943,703	853,128	2,618	3,831	96,102	4,420	79,546	31,025	9,291	76,712	0	5,012	70,346	2,072	11,032	83,450	0	122	37,731	33,958	3,772	10
55	198,339	6,629	149,389	26,223	13,385	1,961	16,526	6,778	1,222,821	1,125,583	2,658	4,084	122,883	34,450	88,544	29,455	11,881	83,543	1,120	4,839	79,934	2,371	11,837	94,141	0	339	37,731	37,406	325	1
56	81,768	5,461	37,617	12,772	951	1,598	15,598	5,439	620,849	525,751	2,472	3,968	70,853	0	79,741	19,635	6,850	75,065	0	2,707	70,632	2,010	11,165	83,807	0	0	37,731	34,801	2,929	8
57	165,881	9,955	110,643	12,727	992	596	17,608	7,255	903,618	796,795	2,860	5,517	116,428	16,094	82,457	36,378	11,256	78,827	0	5,659	73,384	2,167	11,254	86,804	0	0	37,834	37,834	0	0
58	131,629	9,517	84,440	16,942	8,134	1,679	15,104	7,280	790,690	696,286	2,561	3,887	100,662	1,921	94,843	38,997	9,732	90,114	0	5,563	85,199	2,554	11,897	99,649	0	215	37,731	35,342	2,389	6
59	87,011	12,970	35,262	10,614	4,069	1,686	16,664	6,999	425,737	329,888	2,820	4,059	58,451	0	75,590	20,999	5,651	70,977	0	2,818	66,257	1,994	10,925	79,176	0	65	37,731	36,219	1,512	4
60	108,885	6,261	67,560	18,396	5,739	1,471	15,062	7,881	577,595	481,568	2,614	4,010	90,261	75	70,114	40,075	8,727	66,790	0	5,263	60,280	1,888	10,696	72,864	0	187	37,731	34,041	3,689	10
61	216,435	6,527	167,243	39,592	28,252	699	16,446	6,874	1,282,624	1,175,341	2,894	5,413	189,689	94,310	99,853	33,953	18,339	88,653	1,194	5,429	90,506	2,709	12,039	105,254	0	343	37,834	37,834	0	0
62	108,711	9,096	58,346	20,833	10,601	1,315	15,828	7,504	825,245	725,407	2,600	4,479	90,648	0	94,415	29,164	8,764	89,087	0	3,918	84,581	2,507	12,000	99,087	0	0	37,731	36,222	1,509	4
63	143,468	8,432	92,013	25,620	14,074	1,351	16,621	7,848	1,050,385	945,240	3,020	4,744	114,236	9,470	89,937	42,836	11,044	86,034	0	6,559	79,783	2,385	11,953	94,122	0	33	37,731	37,723	7	0
64	149,821	9,121	92,008	31,614	22,254	128	16,472	7,956	893,619	785,581	2,980	5,968	138,828	38,395	99,063	42,761	13,422	92,615	964	6,564	90,000	2,700	12,000	104,700	0	183	37,731	37,731	0	0
65	120,162	6,732	71,172	24,661	12,441	2,663	17,511	5,131	860,882	769,131	1,688	3,382	132,119	37,033	99,209	37,176	12,773	92,702	583	5,842	90,506	2,709	12,039	105,254	0	234	37,834	37,518	316	1
66	142,589	3,527	98,873	41,234	25,969	1,555	13,532	7,387	1,289,549	1,206,565	2,560	3,574	173,993	80,130	95,802	33,653	16,822	87,105	2,129	5,376	87,292	2,614	12,000	101,905	0	394	37,731	33,615	4,116	11
67	122,195	9,882	67,605	20,642	11,470	438	16,473	7,763	830,803	723,156	3,040	5,658	131,593	24,105	99,069	40,756	12,722	93,197	0	6,254	90,000	2,700	12,000	104,700	0	122	37,731	37,731	0	0
68	86,710	8,719	37,976	21,373	11,885	2,197	16,327	5,861	602,164	507,470	2,160	3,600	102,082	10,003	95,432	36,160	9,869	90,673	0	5,670	86,283	2,609	11,938	100,830	0	183	37,731	36,405	1,326	4
69	38,392	2,407	10,092	5,508	0	1,959	10,744	0	182,104	97,340	988	2,071	43,166	0	66,053	12,627	4,173	61,827	0	1,773	57,868	1,787	10,081	69,736	0	0	37,834	25,843	11,991	32
70	126,999	7,880	77,203	26,003	15,067	176	10,160	7,034	994,667	898,663	2,816	4,237	152,596	52,982	73,512	37,544	14,753	67,958	1,491	5,883	64,899	1,928	10,031	76,857	0	298	37,731	27,717	10,013	27
71	100,069	6,979	56,888	31,137	19,607	2,069	15,731	6,195	775,394	689,060	2,787	3,729	104,749	10,279	96,255	34,547	10,127	91,610	0	5,481	87,216	2,612	12,000	101,827	0	115	37,731	36,431	1,300	3
72	103,458	9,177	56,170	15,591	5,840	1,173	17,421	4,808	587,478	489,461	2,214	4,922	100,490	4,486	98,704	30,564	9,715	94,311	0	4,621	89,841	2,668	12,000	104,509	0	0	37,731	37,731	0	0
73	71,965	8,518	26,143	16,751	6,881	1,597	15,447	4,714	385,666	305,511	2,443	3,811	74,003	0	83,645	19,931	7,155	78,743	0	2,751	74,039	2,138	11,336	87,512	0	0	37,834	34,634	3,200	9
74	109,859	9,098	59,177	17,865	6,864	1,945	15,298	6,088	617,505	534,412	2,038	3,465	116,797	16,229	80,539	38,848	11,292	76,654	0	6,048	71,183	2,108	11,066	84,357	0	53	37,731	33,865	3,865	10
75	97,929	5,240	50,492	22,546	8,592	1,978	15,467	6,280	569,195	486,951	2,199	3,516	94,178	0	99,836	32,033	9,105	94,160	0	4,294	90,000	2,700	12,000	104,700	0	0	37,731	35,160	2,571	7
76	84,521	11,643	29,729	14,355	4,850	2,166	16,543	7,189	552,356	471,657	2,506	3,768	97,154	0	96,388	31,777	9,393	90,701	0	4,084	85,497	2,546	12,000	100,042	0	0	37,731	36,983	747	2
77	85,694	7,400	39,810	18,286	5,507	2,396	16,604	6,719	603,000	515,197	2,254	3,591	99,332	827	87,273	41,906	9,603	83,257	0	5,916	76,605	2,374	11,790	90,768	0	122	37,834	36,756	1,078	3
78	94,860	10,249	44,731	22,548	11,559	2,691	17,577	6,083	632,732	547,958	2,085	3,405	110,847	16,703	94,948	39,952	10,717	89,538	0	6,214	85,213	2,608	11,855	99,676	0	118	37,731	37,731	0	0
79	174,050	5,185	126,699	24,783	9,073	1,847	16,606	6,835	1,222,023	1,130,404	2,923	4,249	160,520	64,303	98,989	35,776	15,519	91,313	2,340	5,625	90,000	2,700	12,000	104,700	0	107	37,731	37,731	0	0
80	63,764	4,668	24,346	21,066	4,490	2,773	17,900	5,965	585,538	499,182	1,544	2,989	65,524	0	79,845	20,460	6,335	74,996	0	2,772	70,966	2,049	10,944	83,960	0	111	37,731	36,261	1,470	4
81	132,360	11,146	73,813	34,104	24,988	899	17,759	5,766	888,257	782,736	2,265	5,213	134,537	28,885	88,799	36,117	13,007	83,225	122	5,725	78,937	2,355	11,577	92,869	0	121	37,834	37,834	0	0
82	69,813	10,499	22,873	4,769	0	2,549	17,149	132	319,632	231,379	1,452	2,993	47,983	0	78,646	4,656	4,639	73,531	0	799	69,861	2,050	10,989	82,899	0	0	37,731	35,132	2,599	7
83	113,611	12,410	56,300	22,358	15,154	972	11,464	6,019	894,662	798,527	2,338	3,530	112,869	15,677	65,482	35,493	10,912	62,869	0	5,579	57,789	1,769	9,221	68,779	0	119	37,731	27,644	10,086	27
84	54,675	8,455	8,347	7,931	0	2,101	16,900	1,994	358,527	267,447	1,528	3,423	53,412	0	78,114	9,986	5,164	73,175	0	1,480	69,180	2,032	11,034	82,245	0	0	37,731	34,985	2,746	7
85	108,448	9,916	63,332	18,717	9,759	823	13,440	5,213	745,115	654,611	2,657	3,920	103,715	19,905	64,194	28,768	10,027	61,099	0	4,719	56,281	1,728	9,664	67,673	0	119	37,834	30,623	7,211	19
86	100,201	8,419	50,178	20,397	8,709	1,173	17,093	5,553	677,163	573,130	2,414	4,922	101,376	4,720	90,883	33,411	9,801	86,989	0	5,296	81,476	2,431	12,000	95,907	0	58	37,731	37,660	71	0
87	128,217	10,746	72,029	22,011	10,966	448	16,622	8,459	801,775	695,167	2,960	5,647	117,343	4,226	98,984	46,170	11,345	95,419	0	6,972	90,000	2,700	12,000	104,700	0	53	37,731	37,731	0	0
88	102,203	10,393	48,991	17,219	9,430	1,308	16,534	7,288	937,304	832,968	3,040	4,788	84,731	1,361	96,502	31,897	8,192	91,986	0	4,893	87,302	2,648	12,000	101,950	0	61	37,731	37,731	0	0
89	89,376	12,046	34,187	13,121	6,451	961	16,751	7,127	816,830	712,210	2,980	5,151	75,701	0	84,357	22,309	7,319	79,466	0	3,034	74,251	2,237	11,930	88,418	0	61	37,834	37,834	0	0
90	120,757	6,652	74,273	26,368	13,758	1,472	16,348	7,058	1,332,515	1,233,483	2,498	4,338	140,916	38,424	82,594	40,956	13,624	76,660	540	6,301	72,638	2,205	11,341	86,184	0	175	37,731	36,172	1,558	4
91	53,810	7,239	16,068	11,018	2,923	2,556	17,200	1,375	398,173	306,663	1,483	3,044	56,747	0	83,925	12,847	5,486	78,603	0	1,848	74,947	2,188	11,192	88,326	0	61	37,731	35,537	2,194	6
92	59,281	9,672	18,895	9,037	0	682	11,721	6,369	577,696	486,929	2,072	3,410	51,474	0	53,291	10,439	4,977	50,291	0	1,527	45,601	1,301	8,551	55,453	0	0	37,731	26,436	11,295	30
93	131,038	5,146	90,674	15,623	2,049	1,742	15,604	6,409	822,572	728,734	2,300	3,494	111,169	22,491	63,719	34,584	10,748	60,558	0	5,475	56,335	1,708	9,063	67,107	0	0	37,834	32,203	5,631	15
94	205,151	8,251	153,720	45,851	34,079	1,531	16,894	6,382	2,208,369	2,105,799	2,241	4,565	224,755	121,353	96,203	40,060	21,729	87,216	5,800	6,135	87,497	2,626	12,000	102,123	0	500	37,731	37,731	0	0
95	183,073	8,476	131,022	28,988	16,940	2,322	16,269	6,802	2,344,657	2,246,991	2,600	3,650	170,625	75,604	97,313	36,321	16,496	89,069	2,168	5,733	88,772	2,660	12,000	103,431	0	222	37,731	37,064	667	2
96	142,910	9,378	92,672	37,597	27,713	2,135	15,132	7,413	1,683,275	1,584,894	2,227	3,577	164,220	64,389	90,300	44,423	15,877	83,181	2,274	6,704	81,252	2,485	11,786	95,524	0	407	37,731	35,263	2,467	7
97	161,388	7,414	112,098	42,880	30,985	2,182	15,289	7,795	1,568,370	1,470,793	2,262	3,477	198,959	98,210	99,559	44,023	19,235	90,679	4,387	6,637	90,506	2,709	12,039	105,254	0	411	37,834	35,660	2,174	6
98	75,392	4,927	40,938	35,620	22,069	3,401	17,583	3,953	809,699	724,492	1,157	2,479	162,221	79,147	94,596	31,249	15,684	86,613	3,344	5,066	85,710	2,617	11,888	100,215	0	183	37,731	36,691	1,040	3
99	97,075	14,331	31,395	23,098	11,870	2,973	17,829	7,143	879,505	797,369	1,909	3,123	100,979	0	89,958	41,211	9,763	85,221	0	5,381	80,122	2,439	11,837	94,397	0	60	37,731	37,731	0	0
100	72,540	8,501	28,531	14,632	2,592	2,205	15,944	8,048	593,479	503,303	2,308	3,446	79,700	0	91,079	28,826	7,705	85,641	0	3,801	80,453	2,419	11,816	94,688	0	61	37,731	35,780	1,951	5
101	131,842	7,978	83,235	25,744	14,505	2,501	17,092	6,089	1,250,154	1,155,572	2,350	3,611	164,029	65,493	91,206	34,681	15,858	83,014	822	5,434	81,621	2,443	12,006	96,070	0	274	37,834	37,834	0	0
102	106,095	7,371	64,154	23,813	11,400	2,438	17,185	4,762	593,217	500,191	1,937	3,611	141,652	44,214	96,143	34,541	13,695	90,252	2,215	5,461	86,778	2,608	12,000	101,386	0	301	37,731	37,472	258	1
103	72,810	4,851	33,935	20,312	5,499	2,820	16,837	3,568	262,825	175,142	1,202	2,921	72,177	0	85,969	19,732	6,978	80,801	0	2,707	76,671	2,213	11,408	90,291	0	58	37,731	35,245	2,486	7
104	72,064	4,415	38,013	21,266	6,720	1,830	13,362	5,952	388,236	308,587	1,596	2,804	109,762	9,833	77,282	41,290	10,612	73,517	0	6,051	67,710	2,023	10,799	80,531	0	126	37,731	30,516	7,214	19
105	99,534	7,883	47,452	31,489	19,074	853	17,002	6,729	989,338	883,827	2,507	5,260	134,397	30,163	100,373	43,691	12,993	93,961	791	6,599	90,506	2,709	12,039	105,254	0	173	37,834	37,834	0	0
平均	111,017	8,157	63,333	21,911	11,016	1,711	15,814	6,729	837,117	743,168	2,310	3,946	111,619	23,215	87,288	43,691	10,791	81,885	565	6,599	78,066	2,339	11,440	91,846	0	135	37,757	35,357	2,400	6

附表 2-17　曾文與南化系統併聯運用旬平均供水量模擬成果(因應南化水庫防淤操作)

水量單位：萬立方公尺

旬次	南化系統												曾文系統												曾文系統調度水量		聯合運用(公共給水)			
	甲仙堰			南化水庫					高屏堰供水量				曾文水庫				烏山頭水庫								烏山頭系列淨水場	南化淨水場（經聯通管）	計畫供水量	模擬供水量	缺水量	缺水率(%)
	入流量	引水量	未利用量	入流量	溢流量	供高雄水量	供台南水量	旬末蓄水量	入流量	放流量	供台南水量	供高雄水量	入流量	溢流量	放水量	旬末蓄水量	入流量	東口堰引水量	溢流量	旬末蓄水量	農業用水（調度前）	工業用水	公共給水	總供水量						
1	428	31	0	18	0	98	506	5,482	2,436	324	0	66	300	0	397	32,242	29	372	0	4,844	0	76	342	418	0	0	1,034	1,013	21	2.0
2	389	16	0	13	0	124	501	4,871	2,223	304	0	37	260	0	545	31,934	25	508	0	4,796	153	77	344	574	0	0	1,034	1,007	27	2.6
3	438	28	0	26	0	137	537	4,235	2,312	331	0	37	325	0	2,610	29,624	31	2,409	0	4,479	2,287	84	378	2,750	0	0	1,137	1,089	48	4.2
4	398	36	3	15	0	130	451	3,690	1,923	207	0	26	296	0	3,440	26,457	29	3,172	0	4,045	3,174	76	378	3,627	0	0	1,034	985	49	4.8
5	503	110	27	20	0	121	450	3,234	2,333	625	0	35	367	0	3,587	23,216	36	3,309	0	3,596	3,338	75	375	3,787	0	0	1,034	981	53	5.1
6	452	115	10	16	0	97	371	2,886	1,976	572	0	32	294	0	3,493	20,000	28	3,221	0	2,938	3,536	60	307	3,903	0	0	854	807	47	5.5
7	564	124	34	20	0	128	505	2,382	2,157	526	0	27	348	0	2,787	17,536	34	2,572	0	2,614	2,547	72	305	2,924	0	0	1,034	966	68	6.5
8	665	165	119	17	0	118	490	1,943	3,152	1,591	0	32	442	0	2,456	15,499	43	2,270	0	2,341	2,210	70	300	2,579	0	0	1,034	939	95	9.1
9	805	195	133	38	1	102	479	1,580	3,546	1,708	0	47	589	0	2,477	13,587	57	2,293	0	2,082	2,199	76	328	2,604	0	0	1,137	956	181	15.9
10	815	199	120	49	3	72	375	1,363	3,021	1,273	0	53	579	0	3,453	10,690	56	3,191	0	1,690	3,265	66	303	3,633	0	0	1,034	803	231	22.3
11	1,056	213	337	101	23	49	299	1,291	4,366	2,596	0	55	790	0	3,115	8,346	76	2,885	0	1,364	2,928	61	294	3,283	0	0	1,034	697	337	32.6
12	1,047	237	254	210	40	31	287	1,367	4,933	3,067	0	71	861	0	2,012	7,178	83	1,872	0	1,193	1,768	60	295	2,123	0	1	1,034	685	349	33.8
13	1,303	425	208	210	0	21	218	1,746	6,205	4,026	90	78	1,024	0	2,089	6,099	99	1,947	0	1,030	1,852	59	294	2,204	0	0	1,034	700	334	32.3
14	2,014	633	620	336	1	22	255	2,416	12,005	9,535	117	100	1,772	0	2,021	5,836	171	1,903	0	971	1,786	57	287	2,130	0	0	1,034	781	253	24.4
15	5,196	1,192	3,004	846	53	18	346	4,006	31,556	28,372	177	150	4,958	0	1,372	9,406	479	1,384	0	1,394	1,030	72	333	1,436	0	0	1,137	1,024	114	10.0
16	9,505	1,177	6,471	1,612	515	15	326	5,873	60,805	57,792	170	143	8,958	210	2,172	15,953	866	2,232	0	2,228	1,878	59	322	2,260	0	8	1,034	985	49	4.7
17	9,163	933	6,282	1,562	776	20	338	7,164	71,040	68,007	171	143	8,308	1,590	2,849	19,783	803	2,781	12	2,829	2,578	60	326	2,964	0	12	1,034	1,009	25	2.4
18	5,626	497	3,200	946	437	7	344	7,750	38,604	35,516	187	157	4,730	494	3,445	20,542	457	3,263	2	2,952	3,210	58	320	3,588	0	4	1,034	1,019	15	1.5
19	5,495	211	3,250	1,063	487	8	569	7,888	39,624	36,707	0	158	5,490	781	2,807	22,404	531	2,737	4	3,282	2,591	57	277	2,926	0	6	1,034	1,018	16	1.6
20	5,419	185	3,236	1,520	779	14	562	8,166	47,878	44,965	0	153	6,624	1,485	3,226	24,272	640	3,039	89	3,498	3,030	57	278	3,365	0	9	1,034	1,016	18	1.7
21	6,970	221	4,528	1,798	946	20	617	8,522	63,109	59,913	0	162	8,605	1,367	3,920	27,533	832	3,676	18	3,892	3,717	63	306	4,085	0	15	1,137	1,120	17	1.5
22	9,956	150	7,836	2,763	1,777	18	586	8,981	78,416	75,314	0	149	12,046	4,140	2,533	32,846	1,165	2,437	91	4,752	2,331	59	250	2,640	0	25	1,034	1,028	6	0.5
23	7,812	74	5,683	1,949	1,263	12	592	9,062	62,568	59,456	0	155	8,803	3,087	2,624	35,885	851	2,451	79	5,221	2,428	62	255	2,744	0	16	1,034	1,029	5	0.4
24	7,998	78	5,666	2,002	1,209	9	658	9,182	64,114	60,686	0	175	9,545	3,344	2,889	39,143	923	2,795	70	5,830	2,679	68	280	3,027	0	13	1,137	1,135	2	0.2
25	6,364	166	4,178	1,454	932	6	596	9,192	51,962	48,883	0	161	6,833	2,381	3,450	40,094	661	3,139	62	5,932	3,299	61	262	3,623	0	8	1,034	1,034	0	0.0
26	5,451	172	3,324	1,303	841	6	597	9,148	47,295	44,216	0	161	6,515	2,084	2,847	41,624	630	2,668	47	6,179	2,671	60	261	2,992	0	9	1,034	1,034	0	0.0
27	4,670	189	2,538	992	579	6	600	9,070	41,365	38,286	0	161	4,528	1,633	2,261	42,207	438	2,115	53	6,288	2,058	60	260	2,378	0	7	1,034	1,034	0	0.0
28	3,107	151	1,460	534	300	4	324	9,054	27,254	23,951	195	163	2,619	585	3,251	40,947	253	3,020	39	6,088	3,017	60	345	3,422	0	2	1,034	1,034	0	0.0
29	2,077	109	584	187	47	3	328	8,906	16,514	13,220	196	164	1,342	24	2,801	39,425	130	2,608	0	5,865	2,547	59	343	2,949	0	0	1,034	1,034	0	0.0
30	1,443	50	149	103	6	5	367	8,618	12,481	8,877	211	179	917	11	1,962	38,327	89	1,827	0	5,704	1,625	64	376	2,065	0	0	1,137	1,137	0	0.0
31	948	44	32	56	0	14	340	8,326	7,924	4,802	174	153	615	0	1,534	37,378	59	1,427	0	5,566	1,205	57	353	1,615	0	0	1,034	1,034	0	0.0
32	809	13	46	46	3	30	357	7,961	6,295	3,254	157	138	554	0	962	36,941	54	899	0	5,497	603	57	353	1,013	0	0	1,034	1,034	0	0.0
33	643	3	3	31	0	33	356	7,575	4,910	1,905	155	134	429	0	1,472	35,869	41	1,365	0	5,345	1,140	57	353	1,550	0	0	1,034	1,031	3	0.3
34	550	9	0	24	0	55	396	7,135	4,205	1,320	119	109	347	0	2,547	33,645	34	2,352	0	5,041	2,269	72	341	2,683	0	0	1,034	1,021	13	1.2
35	465	2	0	16	0	68	411	6,656	3,469	694	105	96	294	0	1,454	32,461	28	1,345	0	4,876	1,119	71	341	1,532	0	0	1,034	1,021	13	1.3
36	473	6	0	13	0	91	481	6,084	3,143	351	86	90	313	0	430	32,318	30	403	0	4,849	0	77	376	453	0	0	1,137	1,123	14	1.3
合計	111,017	8,157	63,333	21,911	11,016	1,711	15,814	6,729	837,117	743,168	2,310	3,946	111,619	23,215	87,288	43,691	10,791	81,885	565	6,599	78,066	2,339	11,440	91,846	0	135	37,757	35,357	2,400	6.4

柒、小結

茲將各備援情境於聯通管施設前後供水情況彙整如附表 2-18 所示，並針對聯通管操作上建議如下。

一、於枯旱備援情境，可透過本計畫聯通管，由南化淨水場擴大調度農業用水。與無聯通管之情境相較，缺水指數可由 0.91 降為 0.21；歷年平均缺水率由 7.0%降為 1.5%；一般而言，當缺水率小於 5%時，尚可透過加強灌溉管理之操作以彌補水量不足之問題，故若以 5%缺水率做為枯旱發生判斷標準，，過往 58 年缺水率大於 5%之年數可由原本 35 年，透過聯通管調度用水降低為 6 年；聯通管年平均輸送水量為 2,675 萬立方公尺；整體而言，聯通管施設後可大幅降低枯旱年缺水風險。

二、當高屏溪濁度過高時，曾文水庫可透過本計畫聯通管支援高雄地區。惟年平均調度水量僅 17.3 萬立方公尺，顯示高屏溪水源高濁度時，南化水庫蓄水位亦位於高水位。

三、於烏山頭水庫無法出水之緊急狀況，本計畫聯通管每日最高可輸送 80 萬立方公尺之水量由曾文水庫至南化淨水場。另為因應民國 120 年台南地區用水 112.3 萬 CMD，南化淨水場淨水能力及下游清水送水能力須擴建至 130 萬 CMD 以上。

四、未來南化水庫進行防淤操作期間(水位 175m 以上且達日流量 150cms 時啟動)，本計畫聯通管施設可在不影響整體供水能力的情形下，由曾文水庫輸送年平均 135 萬立方公尺水量至南化淨水場，替代南化淨水場之水源。

附表 2-18　聯通管因應各種備援情境供水情形

備援情境	樹通管	供水情況
因應台南及高雄地區民國 120 年枯旱供水	施設前	1.台南地區因應 120 年用水需求，平時需調度 24.1 萬 CMD 農業用水，枯旱時由烏山頭系列淨水場況大調度農業用水(烏山頭水庫系列淨水場最大出水量 60 萬 CMD)
		2.曾文與南化系統供水 134.2 萬 CMD 時，缺水指數 0.91，歷年平均缺水率 7.0%，年缺水率大於 5% 有 35 年(共分析 58 年)
	施設後	1.相較於施設前，枯旱缺水時可利用聯通管擴大調度曾文系統農業用水
		2.曾文與南化系統供水 134.2 萬 CMD 時，缺水指數 0.21，歷年平均缺水率 1.5%，年缺水率大於 5% 有 6 年(共分析 58 年)
		3.聯通管年平均輸送水量為 2.675 萬 m^3
因應高雄地區水源高濁度	施設前	1.現況高雄地區水源高濁度時，由南化水庫支援
		2.曾文與南化系統併聯運用供水能力 103.4 萬 CMD
	施設後	1.高雄地區水源高濁度，且南化水庫水位低於 EL.175m 時，改由曾文水庫水源支援
		2.曾文與南化系統併聯運用供水能力維持 103.4 萬 CMD
		3.聯通管年平均輸送水量為 17 萬 m^3
因應烏山頭水庫無法出水	施設前	1.曾文溪水源無法利用
		2.南化系統供水能力 65.3 萬 CMD
	施設後	1.曾文水庫水源經由聯通管輸送至南化淨水場與南化系統聯合運用
		2.整體供水能力提高為 165.6 萬 CMD(假設南化淨水場出水能力達 130 萬 CMD 條件下)
		3.聯通管年平均輸送水量為 29,221 萬 m^3
因應南化水庫防淤操作	施設前	1.南化水庫需供水至南化淨水場，無法實施進水口排砂措施
		2.曾文與南化系統併聯運用供水能力 103.4 萬 CMD
	施設後	1.南化水庫水位高於 EL.175m 且日流量大於 150cms 時，進行進水口排砂(啟動時機同南化水庫防淤隧道)，南化淨水場改用曾文水庫水源
		2.曾文與南化系統併聯運用供水能力維持 103.4 萬 CMD
		3.聯通管年平均輸送水量為 135 萬 m^3

附錄三　基地地質安全評估

地質敏感區查詢結果

正 本

發文方式：郵寄

檔　　號：
保存年限：

經濟部中央地質調查所　函

機關地址：23568新北市中和區華新街109巷2號
承辦人：梁嘉宏
電話：02-29462793#250
電子信箱：chliang@moeacgs.gov.tw

114
臺北市內湖區瑞光路583巷21號5樓

受文者：陳佳芬 君

發文日期：中華民國106年11月20日
發文字號：經地企字第10600069410號
速別：普通件
密等及解密條件或保密期限：
附件：

裝

主旨：臺端申請查詢臺南市東山區下南勢段949-6地號土地，是否位屬已公告之地質敏感區內一案，復如說明，請查照。

說明：

一、復臺端106年11月13日申請表。

二、本案請臺端提供相關土地具法效性之界址坐標表或GIS坐標檔(圖解地籍圖數值化成果檔.dxf)，以利協助辦理地質敏感區查詢事宜。

三、有關土地相關資料可向土地所在之地方政府地政事務所申請。

訂

正本：陳佳芬 君(114臺北市內湖區瑞光路583巷21號5樓)
副本：

線

所長江崇榮

臺南市網路申領地政電子謄本申請明細

地政電子謄本收件號 **106**年白河電謄字**027664**號

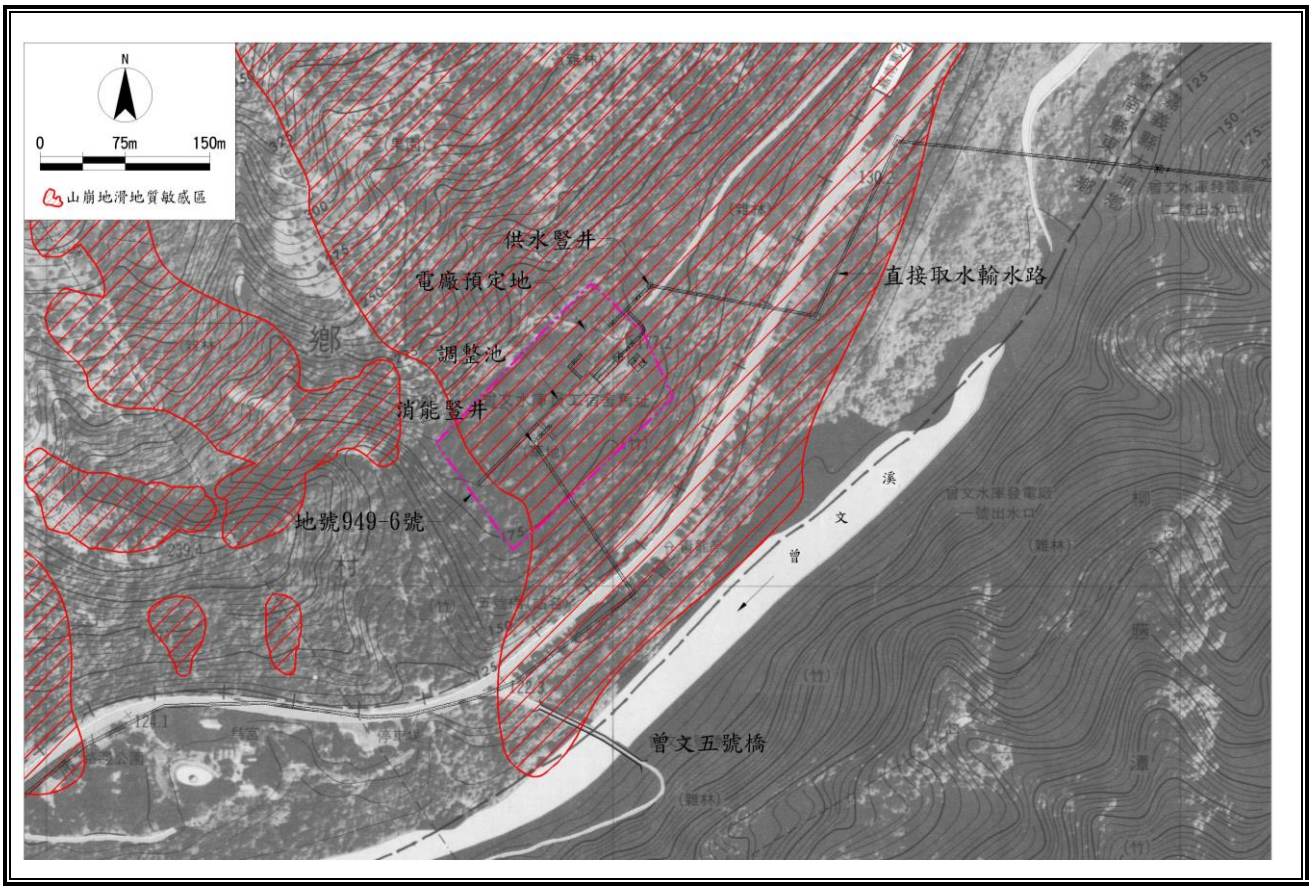
申請謄本種類	地／建號	筆數	棟數	張數
登記謄本 (已下載)	下南勢段09490006地號	1	0	1
地價謄本		0	0	0
地籍圖 (產製失敗)	下南勢段09490006地號	0	0	0
建物測量成果圖		0	0	0
異動索引		0	0	0
異動清冊		0	0	0
土地/建物參考資訊		0	0	0
人工登記謄本新簿		0	0	0
人工登記謄本舊簿		0	0	0
總計		1	0	1

地號 949-6 查詢地質敏感區範圍結果

(無數值地籍圖可供地調所套繪查詢)

一、前言

經濟部水利署南區水資源局為提升南部地區供水穩定，進一步確保民生安定及經濟發展，辦理「曾文南化水庫聯通管工程」(以下簡稱本工程)，路線由曾文水庫以南沿曾庫公路與台 3 線經楠西、玉井至北寮，本工程規劃於曾文水庫下游曾文溪右岸木瓜園台地設置消能設施，經套繪中央地質調查所於民國 103 年 12 月 31 日公告台南市山崩與地滑地質敏感區，結果木瓜園台地所在土地為台南市東山區下南勢段 949-6 號，位於地質敏感區範圍內如附圖 3-1，依地質法第八條規定：「土地開發行為基地有全部或一部位於地質敏感區內者，應於申請土地開發前，進行基地地質調查及地質安全評估」，由聯合大地工程顧問公司(以下簡稱本公司)辦理基地地質調查及地質安全評估(以下簡稱本工作)，完成成果報告如后。



附圖 3-1　本工程消能設施土地 949-6 號與地質敏感區重疊相關位置圖

經查詢中央地質調查所地質敏感區查詢系統，本工程消能設施位置木瓜園台地所在土地為台南市東山區下南勢段 949-6 號，與山崩與地滑地質敏感區重疊，根據該地號面積約 2.4 公頃，依「地質敏感區基地地質調查及地質安全評估作業準則」，完成區域調查及細部調查地質鑽孔 5 孔總長 210 公尺，鑽孔數量及深度均符合規定，本工作之區域調查範圍與細部調查範圍如附圖 3-2 所示。

附圖 3-2　本工作區域調查及細部調查範圍圖

二、區域調查成果

(一)環境狀況

1、土地使用狀況

本工作位置木瓜園台地位於曾文水庫下游曾文溪右岸邊坡，所在土地屬台南市東山區下南勢段 949-6 地號，該地號面積約 2.4 公頃，屬國有地，由南水局管轄，由曾庫公路有通達道路通至木瓜園台地，目前土地使用狀況作為暫時堆置場所，靠山坡

處有養蜂業者放置許多蜂箱，現地空拍照片如附圖 3-3 所示。

2、植生狀況

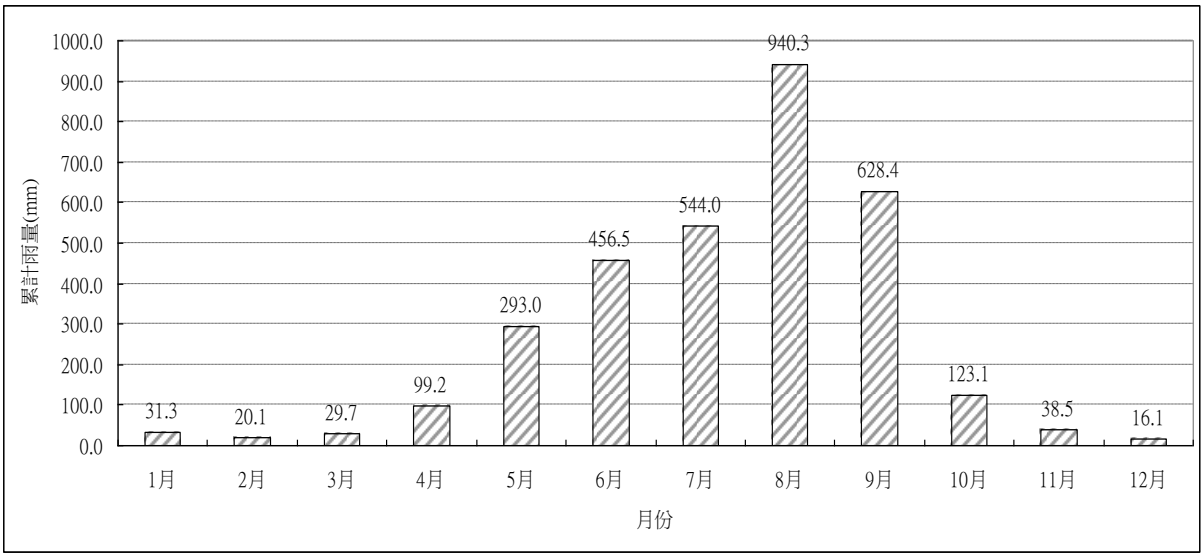
本工作位置木瓜園台地位於曾文溪右岸邊坡，地表因作為暫時堆置場所局部整地裸露，上邊坡植生茂密，無崩塌現象，下邊坡為曾庫公路上邊坡，公路沿線多有施作邊坡保護工程，現地植生狀況如附圖 3-3 所示。

UAV 拍攝日期：2017/09/20。

附圖 3-3　本工作位置木瓜園台地現地空拍照片

3、降雨紀錄

根據中央氣象局曾文雨量站 2007~2016 年雨量資料，統計每月平均雨量如附圖 3-4，年平均雨量約 3200 公釐，全年有雨，豐水期(4 月至 10 月)與枯水期(11 月至翌年 3 月)明顯，高降雨主要受夏季颱風的影響。



資料來源：中央氣象局，曾文雨量站，2007~2016。

附圖 3-4　本工作位置木瓜園台地月平均雨量

4、水系與蝕溝分佈

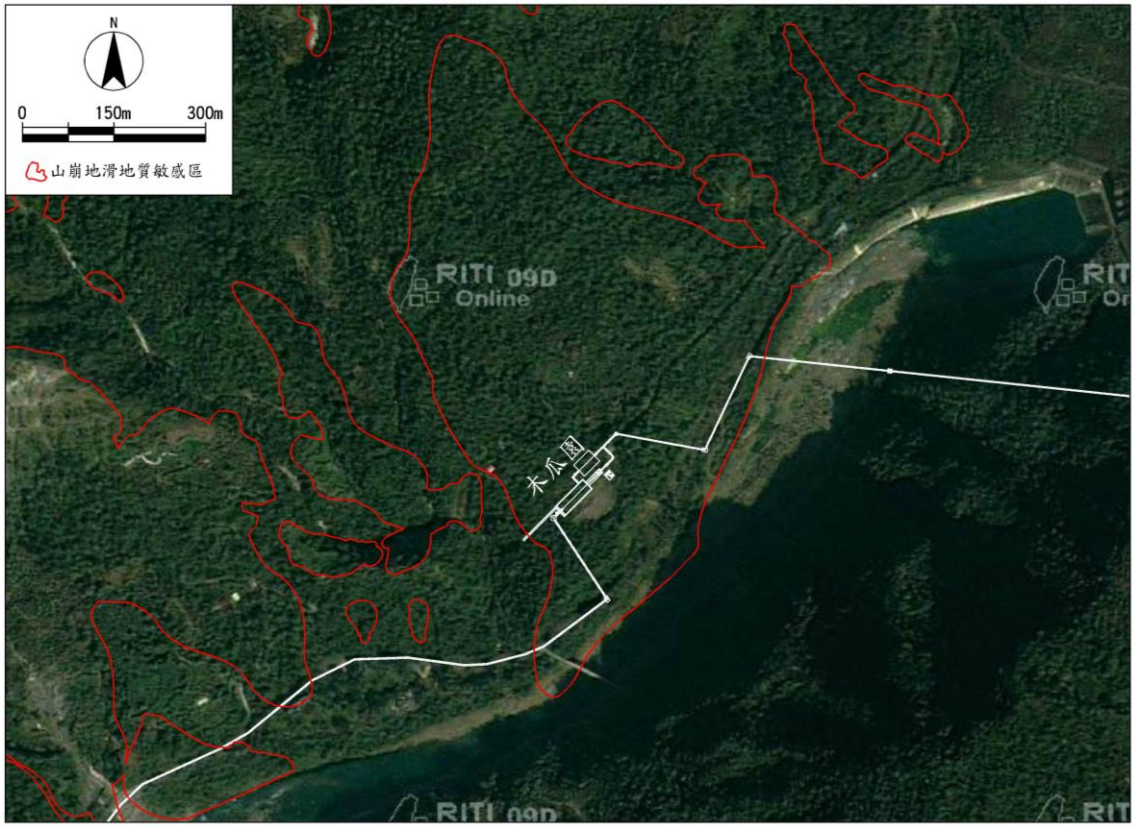
本工作位置木瓜園台地位於曾文溪右岸邊坡，觀察實測地形等高線分佈如附圖 3-5，木瓜園台地有蝕溝發育，東側(上游側)蝕溝發育於台地上邊坡，顯示發育年代較新，西側(下游側)蝕溝由台地上邊坡延伸至曾文溪岸，為深切溝谷，顯示發育年代較老。

5、坡地災害歷史

本工作蒐集歷年遙測影像如附圖 3-5，配合 1960~2017 台南氣象站颱風總雨量統計前 10 名如附表 3-1 所列，顯示 2009 年莫拉克颱風總雨量為第一名，其帶來豐沛雨量發生八八水災造成南臺灣受災慘重，於曾文溪右岸邊坡亦引發多處崩塌，但木瓜園台地並無發生崩塌情形，至 2016 年梅姬颱風總雨量為第五名，亦未發生崩塌情形，顯示木瓜園台地保持穩定狀況。

附表 3-1　1960~2017 台南雨量站颱風總雨量統計前 10 名

排名	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
年份	2009	2005	1994	1977	2016	1982	1962	2004	1992	1965
名稱	莫拉克	海棠	凱特琳	賽洛瑪	梅姬	安迪	凱蒂	敏督利	寶莉	瑪麗
總雨量 (mm)	753	621	587.5	407.7	363	311.5	307.8	298.2	295.3	283.1

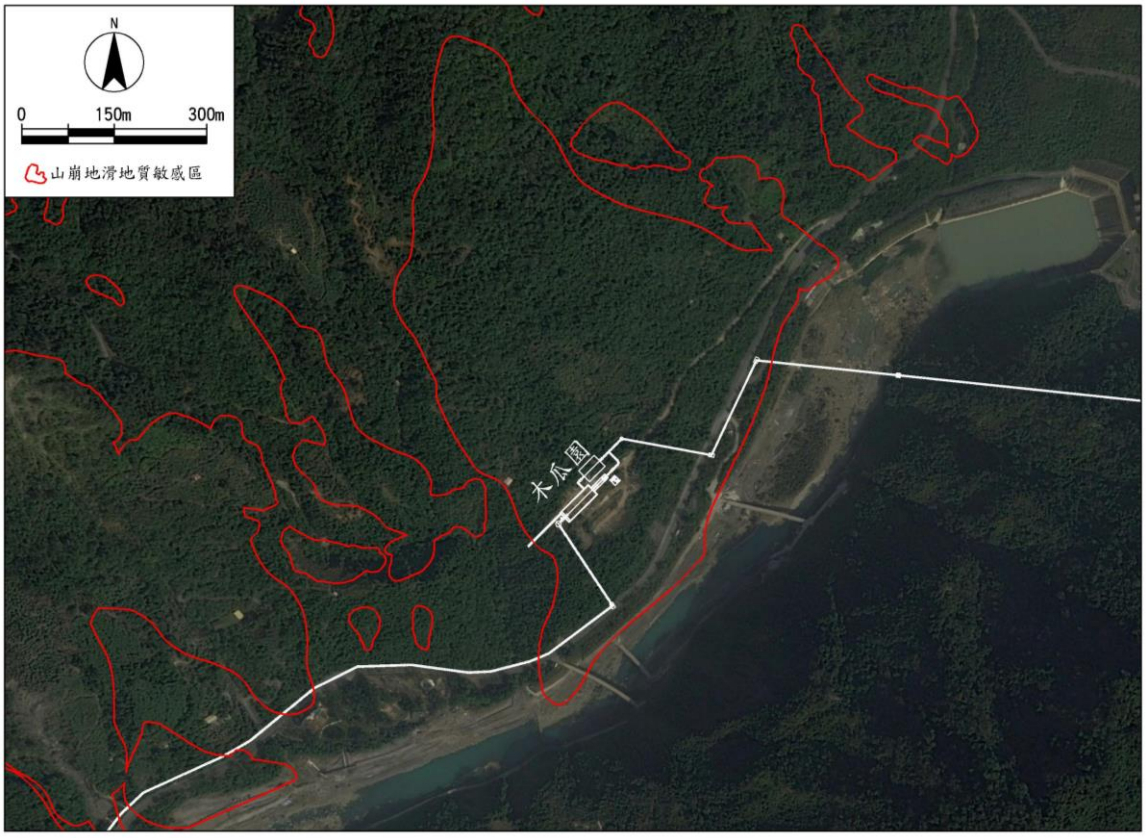


(a) 2008 年(福衛 2 號衛星影像 by RiTi online)

(b) 2009 年莫拉克風災前(福衛 2 號衛星影像 by RiTi online)

附圖 3-5　本工作位置木瓜園台地歷年航照影像(1/2)

(c) 2010 年莫拉克風災後(福衛 2 號衛星影像 by RiTi online)



(d) 2016 年(by Google earth Pro)

附圖 3-5　本工作位置木瓜園台地歷年航照影像(2/2)

(二)地質特性

1、地形

本工作位置木瓜園台地位於曾文溪右岸邊坡，地表高程約175~200 公尺，坡向朝向東南，略呈凸坡狀，曾文溪由北東向西南流，於木瓜園台地下方亦略彎向東南，河床高程約 120 公尺。

2、地層分佈

根據中央地質調查所出版「都會區及周緣地區環境地質資料庫圖集(南部地區)密枝圖幅」(民國 93 年調查)，其中岩性組合如附圖 3-6 (a)，本工作位置木瓜園台地位於曾文溪右岸邊坡，地層為糖恩山砂岩，台地下方至曾文溪河床兩岸為鹽水坑頁岩，於曾文溪左岸邊坡為隘寮腳層，各地層岩性分別說明如下(摘自新化地質圖幅說明書，民國 94 年)。

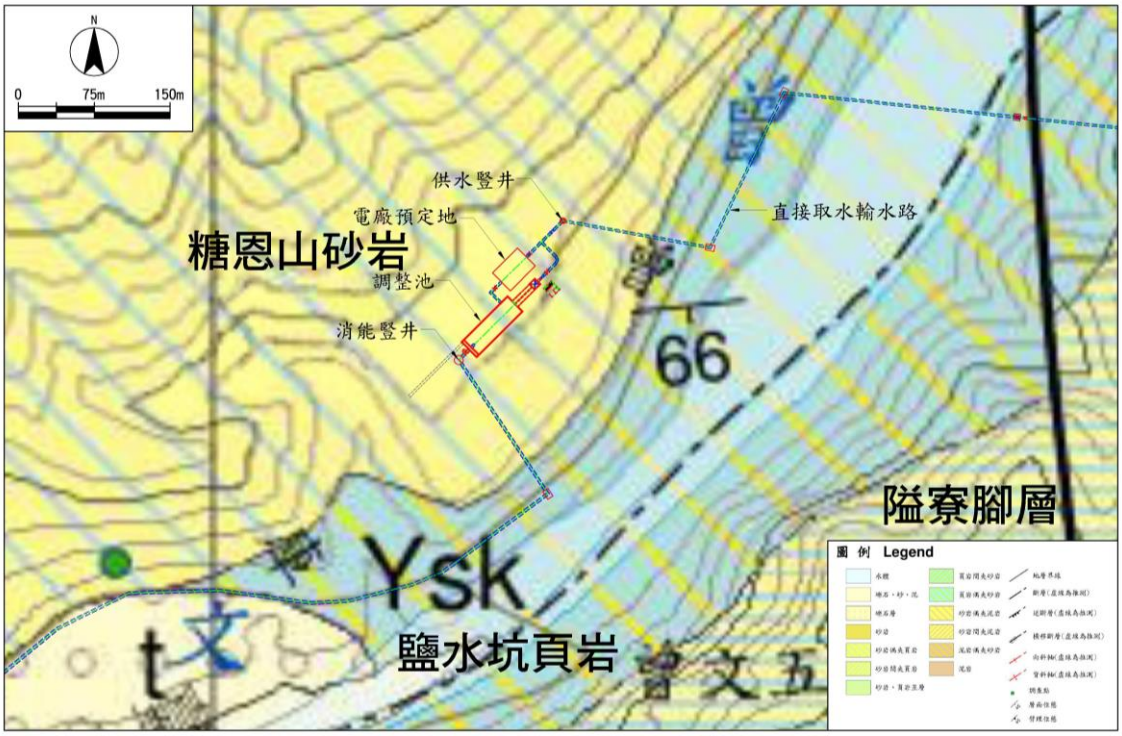
(1)糖恩山砂岩：岩性以青灰色細粒緻密砂岩與泥質砂岩為主，夾有深灰色頁岩及砂質頁岩，因岩性較上下地層堅硬，相對抗風化性大，地形常凸出成為稜線，分布於曾文溪右岸，於本工作位置木瓜園台地岩性以泥質砂岩與頁岩互層為主。

(2)鹽水坑頁岩：岩性以深灰色頁岩或砂質頁岩為主，偶夾薄層至厚層粉砂岩凸鏡狀，分佈於曾文溪河床兩岸。

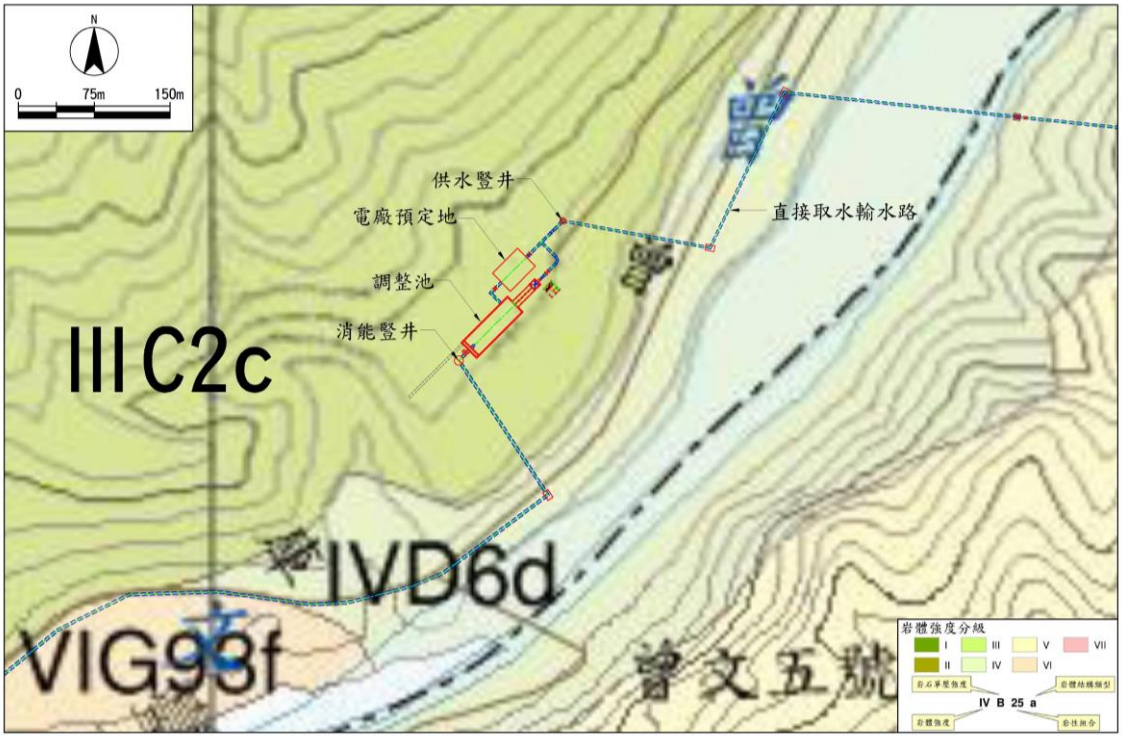
(3)隘寮腳層：岩性為灰色細粒砂岩或泥質砂岩與暗灰色頁岩組成厚薄不一之互層，屢含炭質碎片、砂棒、與漣痕等，分佈於曾文溪左岸。

3、地質構造

本工作位置木瓜園台地未有區域性斷層及褶皺構造通過，距離較近斷層為口霄里斷層，呈北東走向通過曾文溪左岸，可能為一背向逆斷層(摘自新化地質圖幅說明書，民國 94 年)，距離木瓜園台地約 1 公里，非屬中央地質調查所 2012 公告之活動斷層，對木瓜園台地地質分佈不致造成影響。



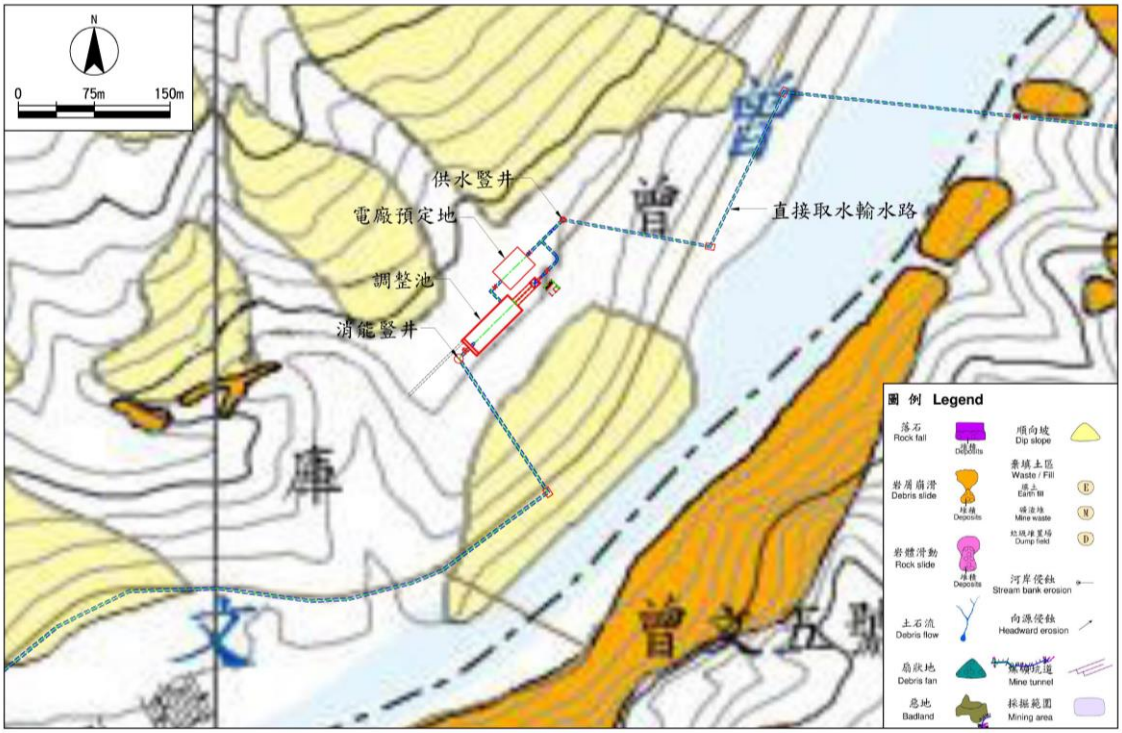
(a)岩性組合圖



(b)岩體強度分級圖

資料來源：中央地質調查所，都會區及周緣地區環境地質資料庫圖集(南部地區)密枝圖幅，民國 93 年。

附圖 3-6　本工作位置木瓜園台地地質概況(1/2)



(c)環境地質基本圖

(d)地質災害潛勢圖

資料來源：中央地質調查所，都會區及周緣地區環境地質資料庫圖集(南部地區)密枝圖幅，民國 93 年。

附圖 3-6　本工作位置木瓜園台地地質概況(2/2)

4、順向坡特性

根據中央地質調查所出版「都會區及周緣地區環境地質資料庫圖集(南部地區)密枝圖幅」(民國 93 年)，其中環境地質如附圖 3-6 (c)，本工作位置木瓜園台地區域岩層位態為北東走向傾向東南，整體而言曾文溪右岸邊坡為東南坡向形成順向坡，圖面顯示木瓜園台地上下邊坡均為順向坡，惟木瓜園台地因地勢平坦未形成順向坡。

5、山崩與地滑徵兆

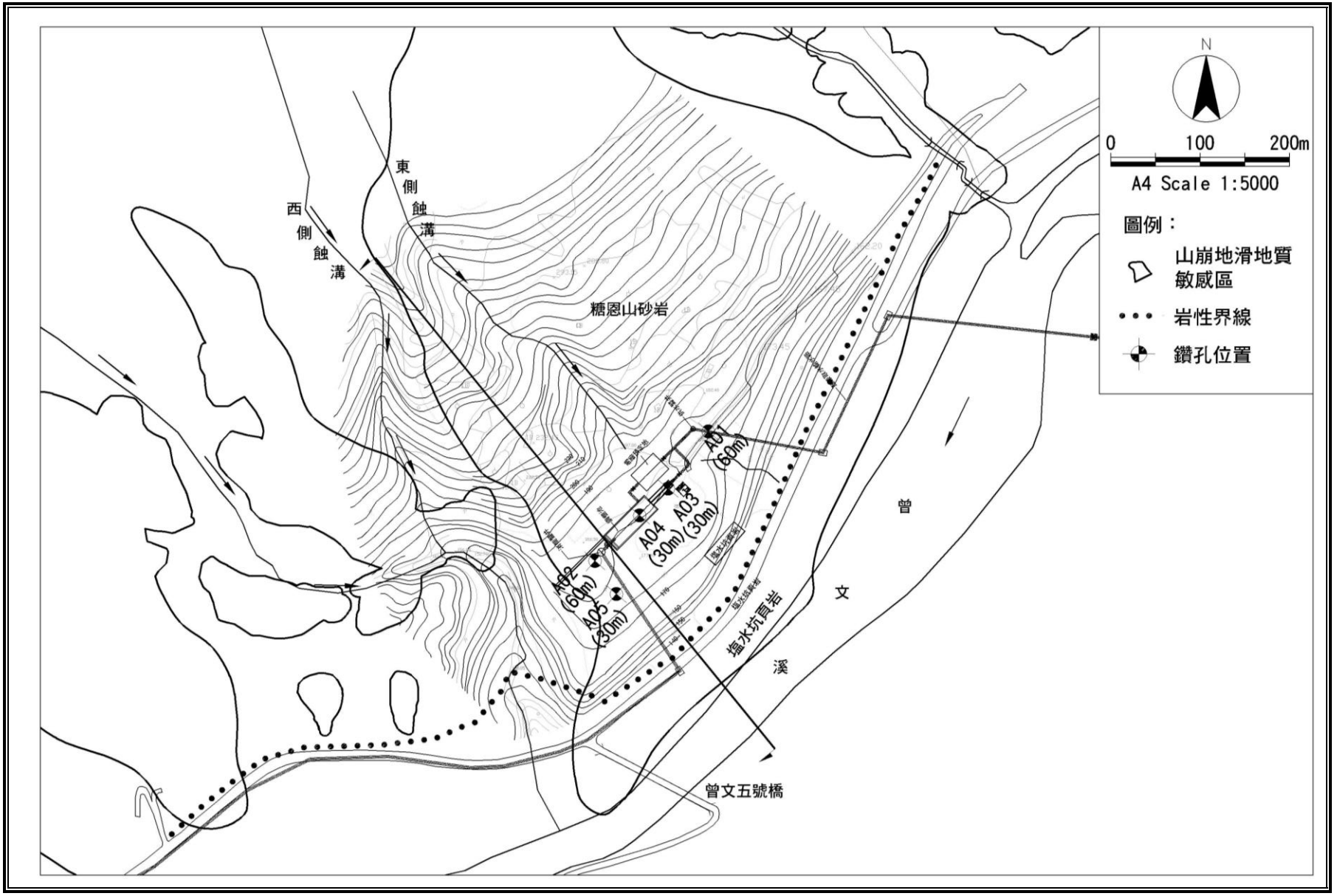
根據中央地質調查所出版「都會區及周緣地區環境地質資料庫圖集(南部地區)密枝圖幅」(民國 93 年)，其中岩體強度如附圖 3-6 (b)，本工作位置木瓜園台地基盤岩體強度分級為第三類岩體，岩石強度約 250~500 kg/m^2，岩性組合為砂岩偶夾頁岩，岩體結構為塊狀裂隙結構，根據歷年遙測影像(如附圖 3-5)，於 2009 年莫拉克颱風及 2016 年梅姬颱風，木瓜園台地上下邊坡皆未發生崩塌情形，顯示木瓜園台地並未具有山崩與地滑徵兆。

6、不穩定土體及岩體之分佈與特性

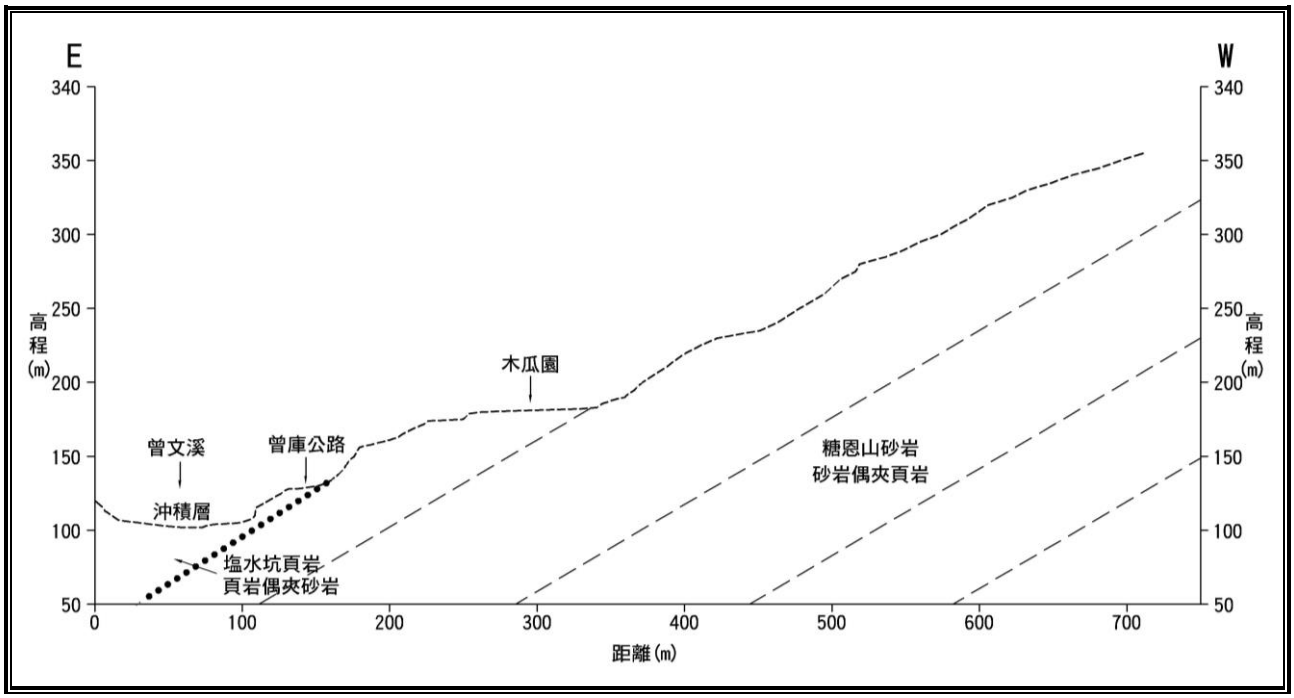
根據中央地質調查所出版「都會區及周緣地區環境地質資料庫圖集(南部地區)密枝圖幅」(民國 93 年)，其中地質災害潛勢如附圖 3-6 (d)，本工作位置木瓜園台地上下邊坡為岩體滑動中潛勢區，木瓜園台地為岩屑崩滑低潛勢區，東側(上游側)蝕溝為土石流低潛勢區及西側(下游側)蝕溝為中潛勢區，但非為水保局公告土石流潛勢溪流，顯示木瓜園台地並無不穩定土體及岩體分佈。

7、區域調查地質圖

本工作根據「地質敏感區基地質調查及地質安全評估作業準則」第 18 條規定，完成區域調查地質平面如附圖 3-7，區域地質剖面如附圖 3-8，圖面包含項目有：地形、水系、地層、坡地環境狀況、基地與其所在地質敏感區範圍、鑽探孔位及剖面位置，比例尺約為 1/5,000，符合比例尺不小於 1/50,000 之規範，綜合區域調查結果小結如下。



附圖 3-7　本工作區域調查地質平面圖



附圖 3-8　本工作區域調查地質剖面圖

(1)本工作位置木瓜園台地位於曾文水庫下游曾文溪右岸邊坡，地層為糖恩山砂岩，往下至曾文溪河床為鹽水坑頁岩，未有區域性斷層及褶皺構造通過。

(2)2009 年莫拉克颱風造成曾文溪右岸邊坡發生多處崩塌，但木瓜園台地並無發生崩塌情形，至 2016 年梅姬颱風亦未發生崩塌情形，顯示木瓜園台地保持穩定狀況，未具歷史災害紀錄。

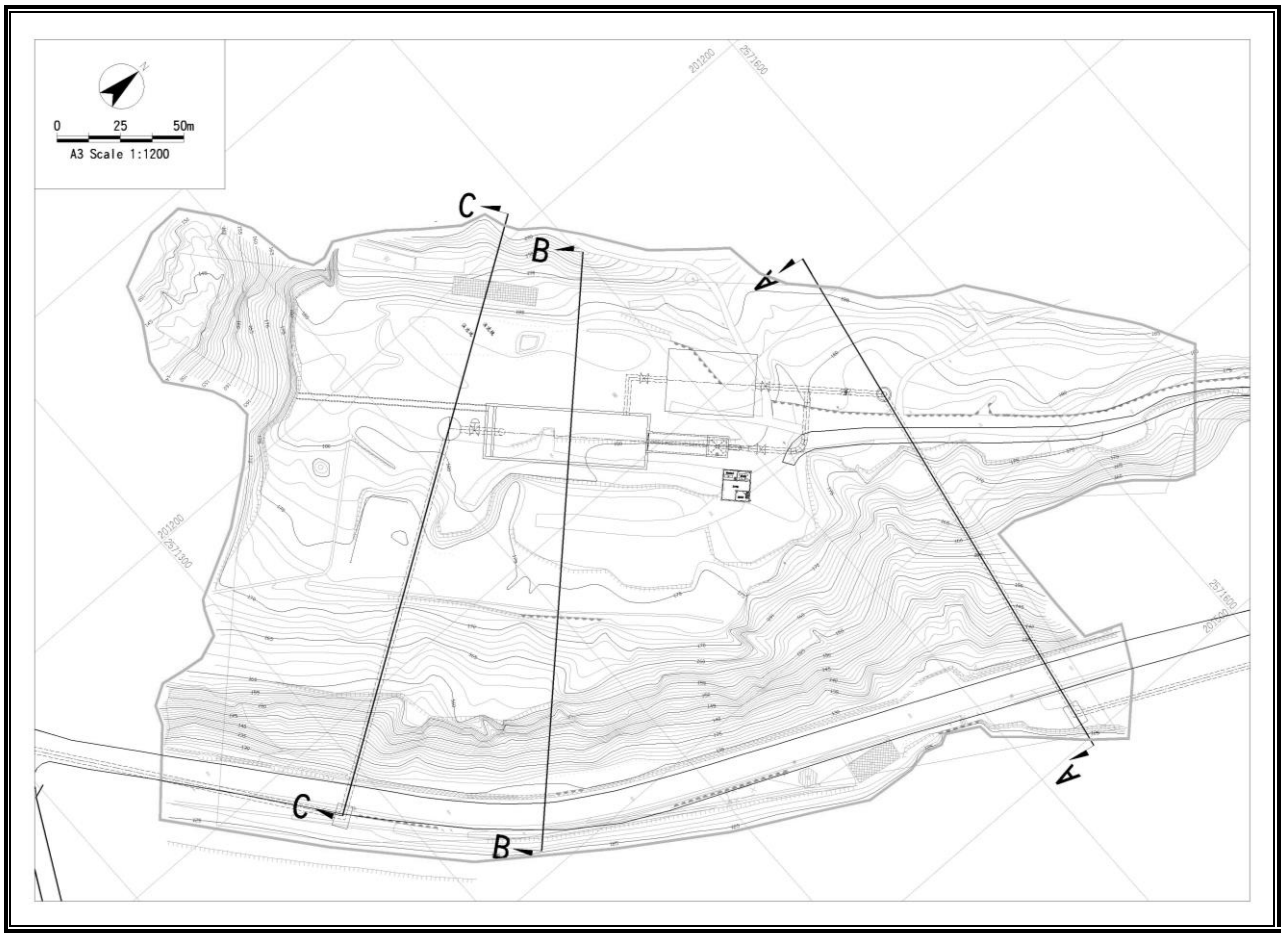
(3)整體而言曾文溪右岸為東南坡向形成順向坡，木瓜園台地上下邊坡為順向坡，惟木瓜園台地因地勢平坦未形成順向坡，圈繪山崩與地滑地質敏感區範圍時，可能考量木瓜園台地上下邊坡為順向坡之原則，將順向坡範圍外擴一併將木瓜園台地圈繪成為地質敏感區。

三、細部調查成果

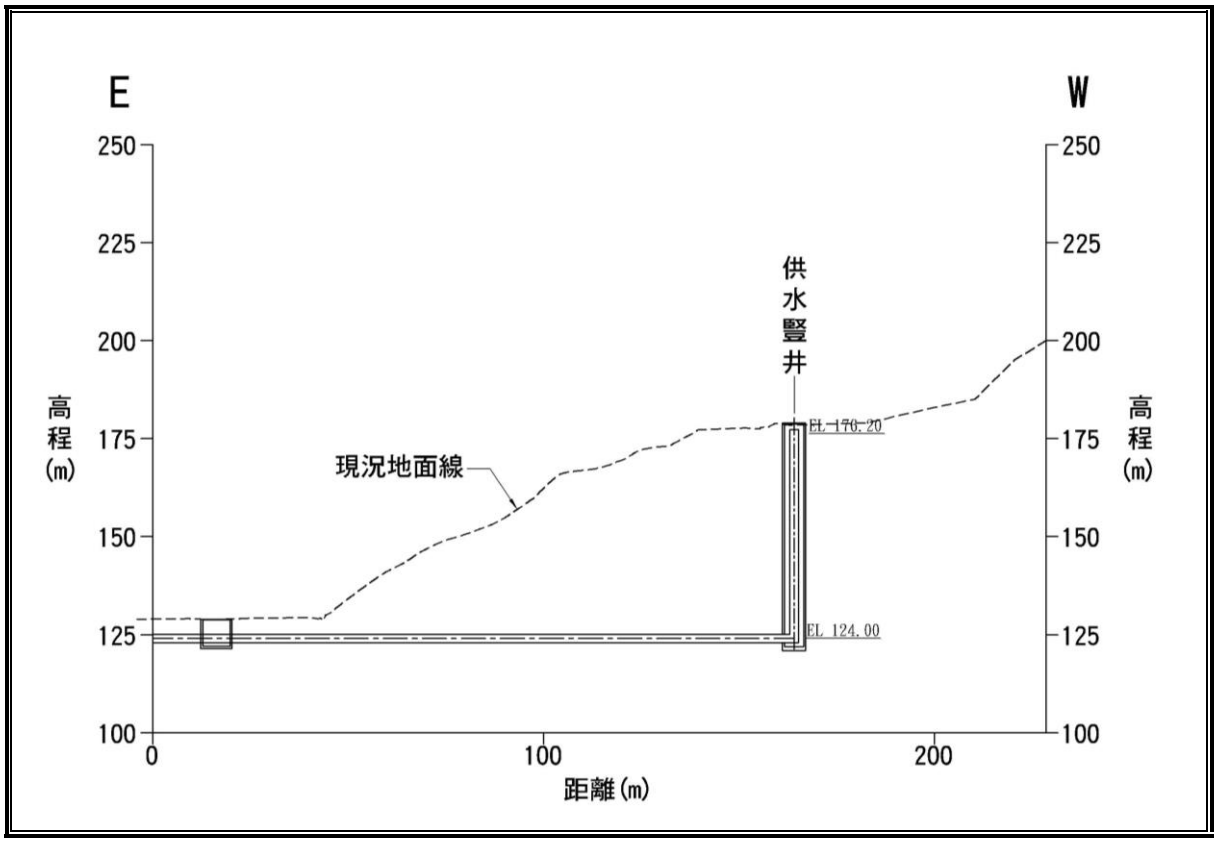
(一)工程地質特性

1、坡度與坡向

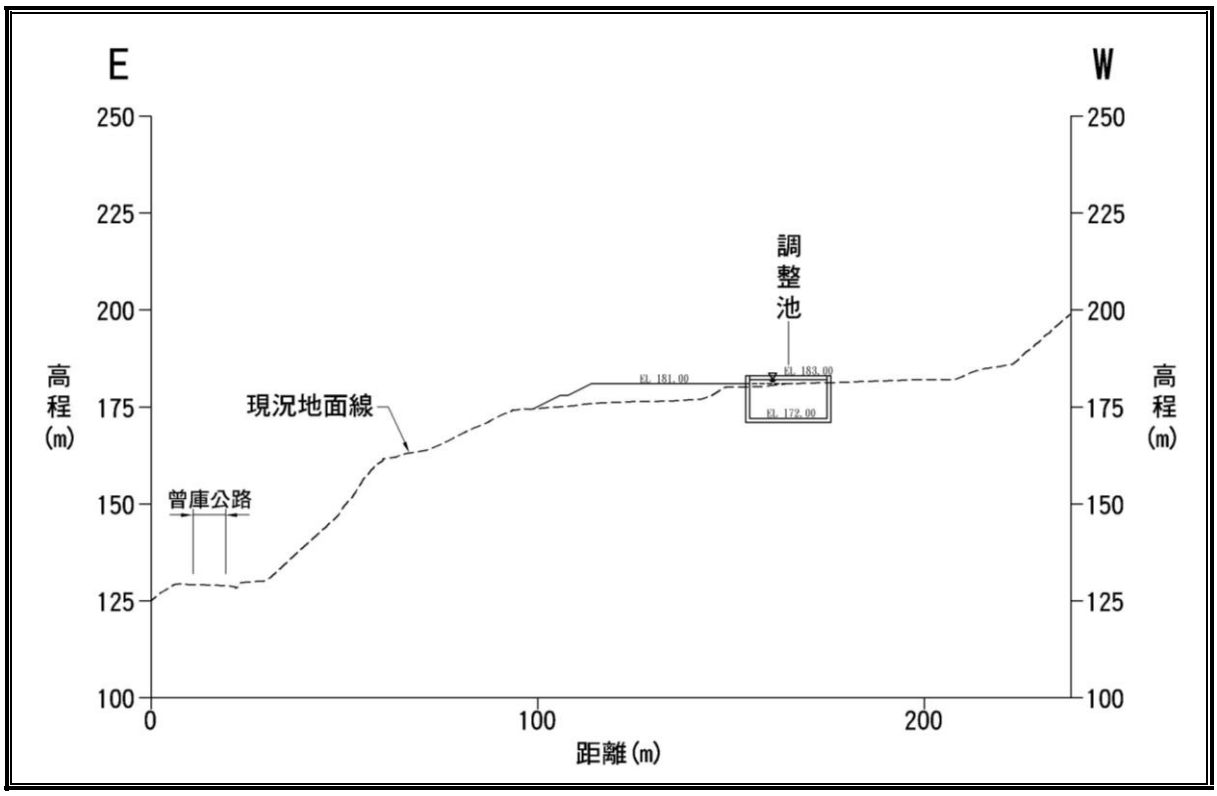
本工作位置木瓜園台地位於曾文溪右岸邊坡，台地面高程約175~200 公尺，曾庫公路高程約 125 公尺，曾文溪河床高程約120 公尺，實測地形如附圖 3-9，根據本工程規劃輸水路線及消能設施位置，供水豎井位置如 A 之邊坡地形剖面如附圖 3-10，調整池位置如 B 之邊坡地形剖面如附圖 3-11，消能豎井位置如 C 之邊坡地形剖面如附圖 3-12，顯示本工程規劃位置均位於木瓜園台地之平坦台地面，整體邊坡為東南坡向，坡度約 30 度。



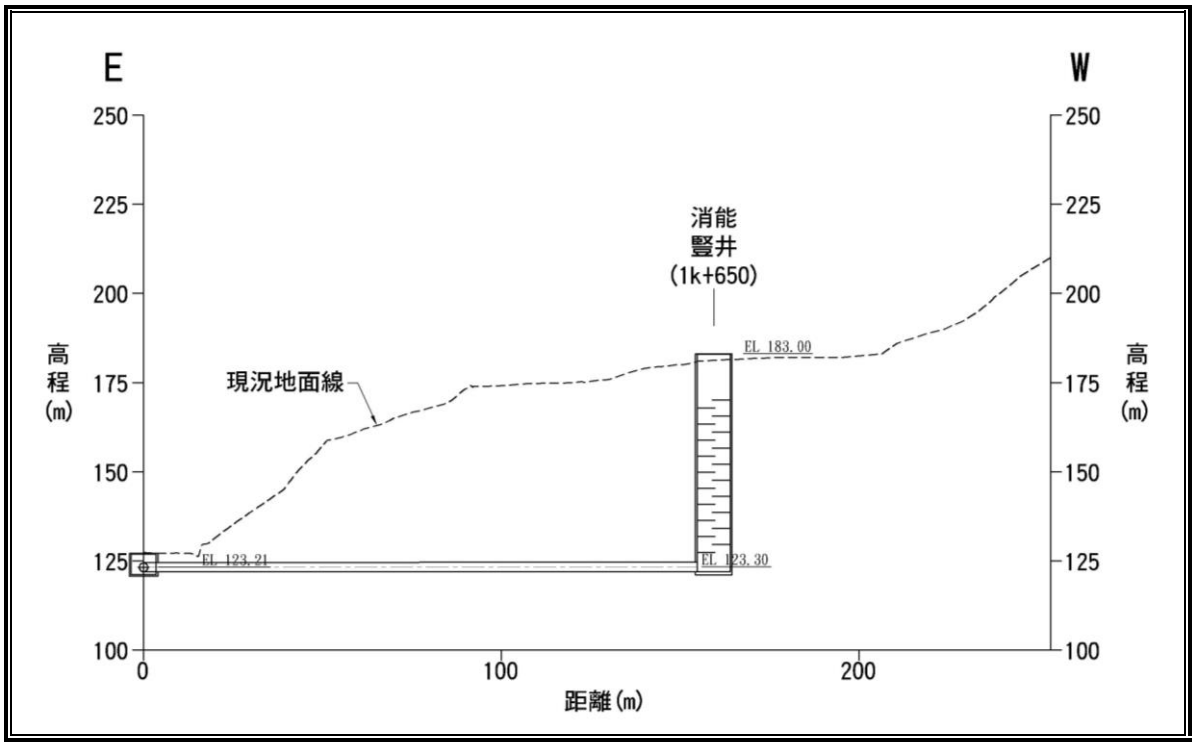
附圖 3-9　本工作位置木瓜園台地實測地形圖



附圖 3-10　本工程供水豎井邊坡地形剖面圖



附圖 3-11　本工程調整池邊坡地形剖面圖



附圖 3-12　本工程消能豎井邊坡地形剖面圖

2、不連續面或地質弱面之特性

本工作位置木瓜園台地位於曾文溪右岸邊坡，目前作為暫時堆置場所，地表經整地裸露，明顯可見卵礫石，鄰近邊坡覆蓋崩積材料，無發現岩盤露頭可供觀察；沿西側(下游側)蝕溝溯源進行調查，靠近曾庫公路之溝谷多堆積深厚崩積材料間夾卵礫石，一直前進至地形測量工作範圍，終於觀察到溝谷為堅實岩盤形成之陡峭岩壁；台地下邊坡為曾庫公路上邊坡，公路沿線多施作邊坡保護工程，亦無發現岩盤出露，僅於防淤隧道新設觀景台往下游側距離約 140 公尺處，一處施作格框護坡上方明顯發現卵礫石分佈，露頭照片如附圖 3-13 (a)。

另參考「曾文水庫防淤隧道工程計畫基本設計檢討補充地質調查報告」(南水局，102 年 3 月)，因防淤隧道工程出水口位於曾文溪左岸，正為木瓜園台地對面河岸，曾文溪左岸為陡峭岩壁，有連續露頭可供觀察，故蒐集當時出水口二處露頭 TWAH-01 &TWAH-02 地表地質調查資料，代表本工作岩盤不連續面特性，摘錄調查成果如下。

(a)木瓜園台地及曾庫公路邊坡之卵礫石分佈

(b)曾文溪左岸露頭 TWAH-01

(c)曾文溪左岸露頭 TWAH-02

資料來源：曾文水庫防淤隧道工程計畫基本設計檢討補充地質調查報告，南水局，102 年 3 月。

附圖 3-13　本工作位置附近地表露頭照片

露頭 TWAH-01 座標為(2571296，201531)，範圍約 80×60 公尺，露頭 TWAH-02 座標為(2571340，201573)，範圍約 80×40 公尺，岩壁上方為灰色厚層砂岩，下接厚約 15 公尺灰黑色砂頁岩互層，其次為厚約 6~8 公尺灰色砂岩，最後至施工便道為厚約 6~8 公尺灰黑色砂頁岩互層，岩質完整新鮮，中強岩石，粒度為細粒至中粒，層面位態為 N40E/30SE，層面間距約 20~60 公分，持續性高，不含軟弱夾心，有三組主要節理，其位態分別為 N30W/70SW、N38E/40NW、N20W/72NE，節理間距 20~60 公分，持續性低，內寬 0.1~1 公分，不含軟弱夾心，頁岩具有球粒狀風化外觀，互層層理較為凌亂，局部有褶曲等現象，砂岩延伸良好，具有沉積構造，二處露頭照片分別如附圖 3-13 (b)及(c)。

3、土壤與岩石之工程特性

(1)土壤工程特性

本工作位置木瓜園台地位於曾文溪右岸邊坡，根據鑽孔資料顯示不同岩盤深度，評估應有古河道通過台地下方，地表覆蓋最深達 18 公尺，最下為古河道之卵礫石，其上堆積一層未固結砂，最上為崩積材料覆蓋；於台地面崩積層厚度約 6~9 公尺，均為疏鬆材料，未固結砂層間夾小圓礫，厚度約 4 公尺，亦為疏鬆材料，卵礫石層厚度約 6 公尺，為巨石、卵石及礫石組成，夾灰黑色疏鬆砂土，巨石最大粒徑可達 1 公尺，屬顆粒接觸，強度高，可作為承載層。

(2)岩石工程特性

本工作位置木瓜園台地位於曾文溪右岸邊坡，於台地上游側岩盤可與台地下游側蝕溝觀察到堅實岩盤形成之陡峭岩壁相連，應屬糖恩山砂岩，岩性為泥質砂岩，依據岩石單壓試驗結果單壓強度約 100~200 kg/cm^2，屬弱岩等級；台地面岩盤為鹽水坑頁岩，岩性主要為頁岩，依據岩石單壓試驗結果單壓強度差異較大介於 5~100 kg/cm^2，經檢視強度低於 10 kg/cm^2 者取樣深度接近孔底且含水量明顯較高，顯示頁岩有浸水軟化強度降低現象，評估台地面岩盤之頁岩整體強度仍可達 50~

100 kg/cm^2，屬於弱岩等級。

4、地下水水位或水壓

本工作位置木瓜園台地位於曾文溪右岸邊坡，根據鑽孔施工階段量測地下水位資料，於台地面之地下水位深度約 4~8 公尺。

5、既有擋土或排水設施狀況

本工作位置木瓜園台地位於曾文溪右岸邊坡，目前使用狀況作為暫時堆置場所，現地發現留有宿舍及所作擋土牆與排水溝，現地排水主要沿木瓜園台地兩側蝕溝，另連接曾庫公路之通達道路旁擋土牆及排水溝亦保持正常功能。

(二)地下地質特性

本工作位置木瓜園台地位於曾文溪右岸邊坡，所在土地為台南市東山區下南勢段 949-6 號，該地號面積約 2.4 公頃，依「地質敏感區基地地質調查及地質安全評估作業準則」，細部調查需完成地質鑽探 5 孔，本工作依據消能設施規劃位置，分別於供水豎井及消能豎井佈置 1 鑽孔深度各為 60 公尺，以及於調整池位置佈置 3 鑽孔深度各為 30 公尺，總計鑽探 5 孔，編號 A-01~A-05，均為垂直孔，總深度 210 公尺，鑽孔數量及深度均符合規定，鑽孔位置如附圖 3-17，鑽孔資料及完成室內試驗整理如附表 3-2。

附表 3-2　本工作細部調查地質鑽孔資料及完成室內試驗數量表

孔號	位置	孔口座標 (X,Y)	孔口高程 (m)	鑽孔深度 (m)	土壤一般物性試驗 (組)	岩石一般物性試驗 (組)	岩石單軸壓縮試驗 (組)	岩石弱面直剪試驗 (組)
A-01	供水豎井	201351,2571552	178.65	60	5	3	3	2
A-02	消能豎井	201226,2571385	182.15	60	3	3	3	3
A-03	調整池	201319,2571484	180.10	30	0	2	2	2
A-04	調整池	201252,2571418	178.89	30	1	2	2	2
A-05	調整池	201282,2571385	177.26	30	0	2	2	2
合 計				**210**	**9**	**12**	**12**	**11**

鑽探過程為連續取樣，取得岩心尺寸為 HQ，配合施作標準貫入試驗進行劈管取樣，取得岩心依序放置於岩心箱中，鑽探岩心判釋紀錄利用「國土資訊系統地質探勘資料庫」電腦軟體 Geo 2010 處理，製成地質鑽探岩心柱狀圖，將各鑽孔成果說明如下。

1、鑽孔 A-01

位於供水豎井位置，深度 60 公尺；深度 0~3.9 公尺為黃棕色粉土質砂，偶夾小岩塊，N 值為 8~9，疏鬆；深度 3.9~8.0 公尺為灰黑色粉土質砂夾黏土，N 值為 9~11，疏鬆；深度 8.0~22.2 公尺為黑灰色砂質粉砂岩，厚層塊狀，膠結不良，14.7~15.4 公尺剪裂夾泥約 0.5~3 公分，17.0~17.4 公尺剪裂夾泥，RQD 為 60~100，岩體大致完整；深度 22.2~22.6 公尺為黑灰色砂質頁岩，膠結不良；深度 22.6~29.0 公尺為黑灰色砂質粉砂岩，厚層塊狀，膠結不良，RQD 為 85~100，岩體大致完整，無明顯弱面；深度 29.0~32.2 公尺為黑灰色砂質頁岩，膠結不良，30.3~30.55 公尺剪裂夾泥約 2 公分，傾角約 70 度，30.7~31.7 公尺剪裂破碎夾泥，RQD 為 85~100，岩體大致完整；深度 32.2~60 公尺為黑灰色砂質粉砂岩，厚層塊狀，膠結不良，無明顯弱面，RQD 為 50~100，岩體大致完整。

2、鑽孔 A-02

位於消能豎井位置，深度 60 公尺；深度 0~9.0 公尺為崩積層，黃棕色至黃灰色粉土質砂土夾大小岩塊，角礫為主，粒徑約 1~5 公分，局部夾 30~50 公分孤石，深度 3 公尺夾紅磚屑，N 值為 2，極疏鬆，其下 N 值為 22~100，中等緊密至極緊密；深度 9.0~12.0 公尺為黃棕色及灰黑色疏鬆砂土夾小圓礫，粒徑約 1~5 公分，砂土層為水平沈積夾薄層碳質物；深度 12.0~18.2 公尺為大小圓礫夾灰黑色砂土，小圓礫粒徑約 1~5 公分，大圓礫粒徑約 50~70 公分；深度 18.2~24.7 公尺為淺灰色至深灰色砂質頁岩，18.2~19 公尺及 20~21 公尺有明顯剪裂現象，RQD 為 80~100，岩體大致完整；深度 24.7~29.1 公尺為淺灰色砂質粉

砂岩，厚層塊狀，無明顯弱帶，RQD 為 90~100，岩體完整；深度 29.1~35.9 公尺為深灰色砂質頁岩，厚層塊狀，RQD 為 25~100，岩體大致完整；深度 35.9-60 公尺為深灰色至淺灰色砂質粉砂岩，厚層塊狀，岩心大致完整，47.5~50.0 公尺及 57.0~60.0 公尺有明顯剪裂破碎夾泥，RQD 為 20~100，岩體大致完整。

3、鑽孔 A-03

位於調整池位置，深度 30 公尺；深度 0~7.9 公尺為崩積層，黃棕色砂土夾大小角礫狀岩塊，平均粒徑 1~3 公分，N 值為 15~100，中等緊密至極緊密；深度 7.9~16.0 公尺為深灰色至灰白色大小圓礫夾灰黑色疏鬆砂土，小圓礫粒徑約 3~5 公分，大圓礫粒徑約 10~30 公分，8.2~9.9 公尺為大巨石；深度 16.0~20.0 公尺為淺灰色至深灰色粉砂質砂岩，厚層塊狀，RQD 為 80~100，岩體大致完整；深度 20.0~27.0 公尺為深灰色砂質粉砂岩，厚層塊狀，RQD 為 80~100，岩體大致完整；深度 27.0~30 公尺為淺灰色粉砂質砂岩，厚層塊狀，RQD 為 85~100，岩體大致完整。

4、鑽孔 A-04

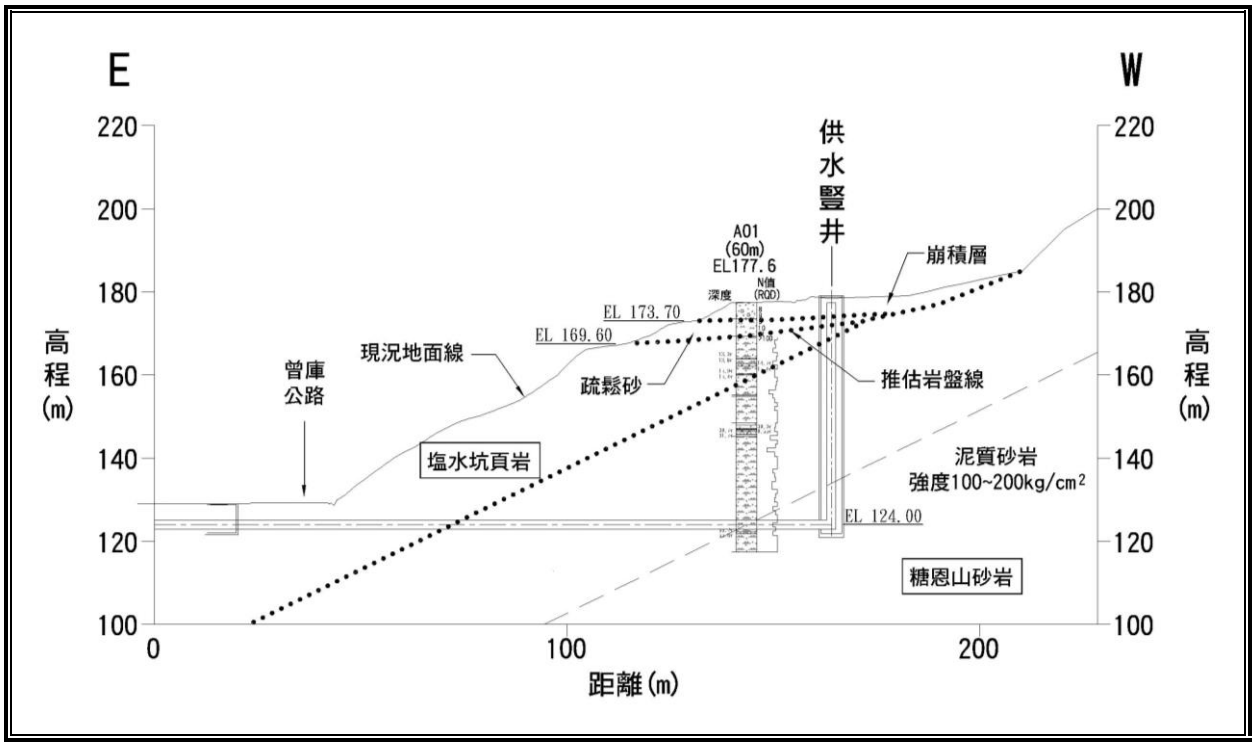
位於調整池位置，深度 30 公尺；深度 0~6.0 公尺為崩積層，黃棕色砂土夾大小岩塊，多為角礫粒徑約 1~5 公分，大孤石粒徑約 15~70 公分，N 值為 100，極緊密；深度 6.0~9.45 公尺為灰黑色疏鬆砂土夾小圓礫，粒徑約 1~3 公分；深度 9.45~16.1 公尺為大小圓礫夾疏鬆砂土，大巨石粒徑約 50~70 公分，多為堅硬砂岩；深度 16.1~18.8 公尺為深灰色至淺灰色砂質頁岩，厚層塊狀，RQD 為 30~80，岩體大致完整；深度 18.8~21.0 公尺為淺灰色砂質粉砂岩，塊狀，層理不明顯，RQD 為 65~80，岩體大致完整；深度 21.0~23.1 公尺為深灰色砂質頁岩，塊狀，層理不明顯，RQD 為 65~80，岩體大致完整；23.1~30 公尺為深灰色至淺灰色砂質粉砂岩，塊狀，層理不明顯，RQD 為 35~100，岩體大致完整。

5、鑽孔 A-05

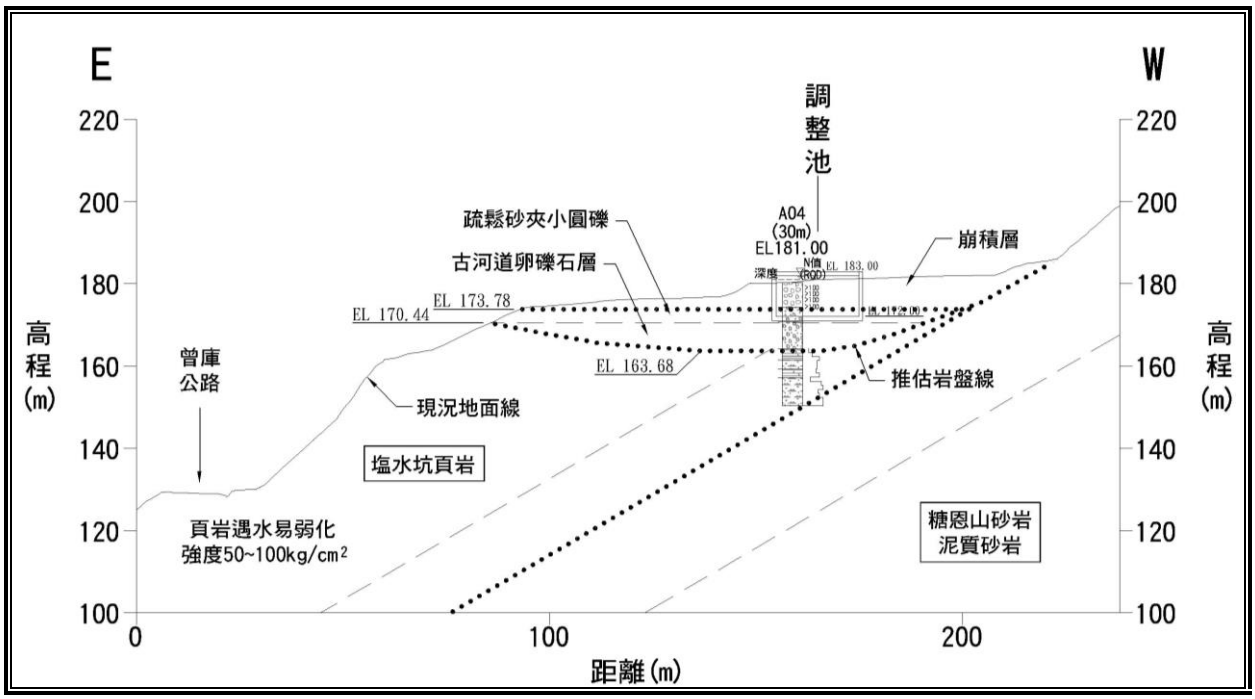
鄰近消能豎井，深度 30 公尺；深度 0~6.25 公尺為黃棕色砂土夾大小圓礫，巨石粒徑大於 30 公分含量多，最大達 1 公尺以上，N 值為 100，極緊密；深度 6.25~7.0 公尺為深灰色砂質頁岩，完整塊狀，RQD 為 35；深度 7.0~13.5 公尺為淺灰色塊狀砂質粉砂岩，層理不明顯，10.8~11.3 公尺略破碎，RQD 為 45~100，岩體大致完整；深度 13.5~16.0 公尺為深灰色塊狀砂質頁岩，層理不明顯，14.6~16.0 公尺明顯剪裂夾泥，RQD 為 25~80，岩體大致完整；深度 16.0~30 公尺為深灰色塊狀砂質粉砂岩，完整塊狀，RQD 為 30~100，岩體大致完整。

本工作根據地質鑽孔資料顯示不同岩盤深度，推估木瓜園台地下方岩盤高程分佈如附圖 3-17 所示，綜合地表地質調查結果，評估應有古河道通過台地下方，推測古河道可能平行岩層走向，主要通過鑽孔 A-02~A-04 位置，另鑽孔 A-01 及鑽孔 A-05 則位於古河道兩側，古河道高程約 164 公尺，古河道卵礫石層分佈高程約從 164~ 170 公尺，於卵礫石層上方堆積疏鬆砂層夾小圓礫分佈高程約從 170~174 公尺，於疏鬆砂層上方則為崩積層覆蓋至地表高程約 180 ~181 公尺，另於曾庫公路上邊坡出現卵礫石高程約 150 公尺，明顯較古河道高程為低，推估可能為古河道支流位置。

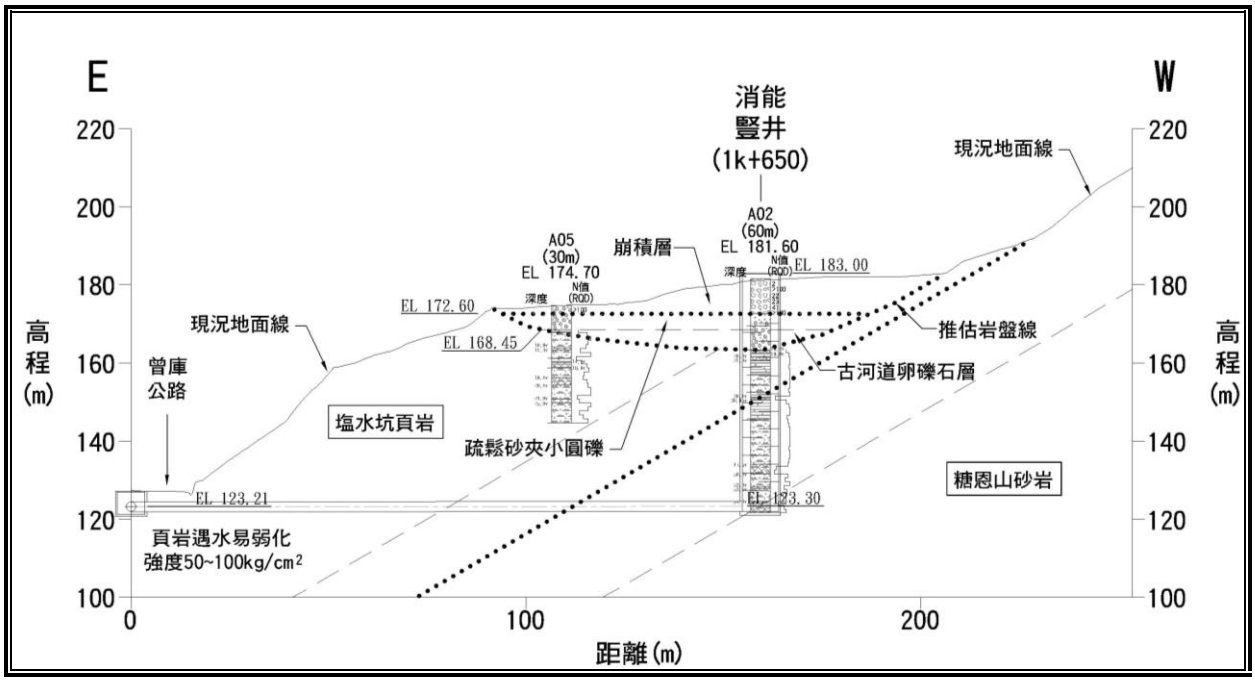
根據地質平面圖如附圖 3-17，繪製供水豎井位置如 A 之地質剖面如附圖 3-14，調整池位置如 B 之地質剖面如附圖 3-15，消能豎井位置如 C 之地質剖面如附圖 3-16，將坡面地質分佈情形說明如下。



附圖 3-14　本工程供水豎井邊坡地質剖面圖



附圖 3-15　本工程調整池邊坡地質剖面圖



附圖 3-16　本工程消能豎井邊坡地質剖面圖

1、未固結地質材料之分布與厚度

本工作位置木瓜園台地位於曾文溪右岸邊坡，根據鑽孔資料顯示不同岩盤深度，評估應有古河道通過台地下方，地表覆蓋最深達 18 公尺，最下為古河道之卵礫石，其上堆積一層未固結砂，最上為崩積材料覆蓋；崩積層於台地上游側鑽孔 A-01 厚度較薄約 4 公尺，台地面鑽孔 A-02~A-05 厚度較厚約 6~9 公尺，均為疏鬆材料；未固結砂層於 5 鑽孔均有出現，厚度約 4 公尺，由砂層間夾小圓礫組成，亦為疏鬆材料；卵礫石層於上游側鑽孔 A-01 未見出現，於台地面鑽孔 A-02~A-05 厚度約 6 公尺，為巨石、卵石及礫石組成，夾灰黑色疏鬆砂土，巨石最大粒徑可達 1 公尺，屬顆粒接觸，強度高，可作為承載層。

2、岩層之特性

本工作位置木瓜園台地位於曾文溪右岸邊坡，根據鑽孔資料顯示不同岩盤深度，評估應有古河道通過台地下方，於上游側鑽孔 A-01 未見古河道卵礫石，基盤高程約 170 公尺，岩性為泥質砂岩；於台地面鑽孔 A-02~A-05 出現古河道卵礫石，於鑽孔 A-02~A-04 基盤高程約 164 公尺，於鑽孔 A-05 基盤高程約 168

公尺，岩性主要為頁岩。

3、不連續面或地質弱面之特性

本工作位置木瓜園台地岩盤，根據地質鑽探結果顯示層面傾角約 30~40 度，局部具高角度節理，局部出現明顯剪裂現象，於台地上游側鑽孔 A-1 深度 14.7~15.4 公尺剪裂夾泥約 0.5~3 公分，17.0~17.4 公尺剪裂夾泥，30.7~31.7 公尺剪裂破碎夾泥；於台地面鑽孔 A-2 深度 18.2~19 公尺及 20~21 公尺有明顯剪裂現象，47.5~50.0 公尺及 57.0~60.0 公尺有明顯剪裂破碎夾泥，以及於台地面鑽孔 A-5 於深度 14.6~16.0 公尺明顯剪裂夾泥。

4、室內試驗結果

總計土壤一般物性試驗 9 組結果整理如附表 3-3，岩石一般物性試驗 12 組結果整理如表 3-4，岩石單軸壓縮試驗 12 組及岩石弱面直剪試驗 11 組結果整理如附表 3-5，其中含水量包括單壓試驗以及一般物性試驗所得之含水量成果。

附表 3-3　土壤一般物性試驗結果

孔號 Hole	深度 (m)	N 值	含水量 W(%)	比重 Gs	液性限度 LL(%)	塑性指數 PI(%)	粒徑分析(%)				分類符號	孔隙比 e	單位重 γ_t (t/m^3)
							礫石	砂	粉土	黏土			
A-1	1.05~1.50	8	6.9	2.67	--	NP	43	41	16	0	GM	0.49	1.91
A-1	2.55~3.00	9	6.5	2.67	--	NP	37	43	20	0	SM	0.36	2.09
A-1	4.05~4.50	9	17.2	2.71	24	6	0	12	72	16	CL-ML	0.53	2.08
A-1	5.55~6.00	10	22.8	2.70	25	4	0	21	67	12	CL-ML	0.74	1.90
A-1	7.05~7.50	11	22.7	2.70	25	4	0	28	60	12	CL-ML	0.78	1.86
A-2	4.05~4.50	20	18.6	2.71	25	7	0	23	62	15	CL-ML	0.56	2.05
A-2	5.55~6.00	23	18.8	2.71	26	7	0	24	59	17	CL-ML	0.59	2.02
A-2	7.05~7.50	41	22.5	2.72	29	10	0	20	60	20	CL	0.63	2.05
A-4	5.55~5.99	>100	6.4	2.68	--	NP	10	40	44	6	SM	0.31	2.18

附表 3-4　岩石一般物性試驗結果

孔　號	深　度	濕密度 (t/m^3)	含水量 (%)	比重 Gs	孔隙比 e	岩心描述
A-1	8.70~9.00	2.57	4.37	2.70	0.096	灰色砂岩
A-1	45.75~46.00	2.41	2.23	2.71	0.150	灰色砂岩
A-1	58.00~59.00	2.55	2.59	2.71	0.090	灰色砂岩
A-2	46.00~46.50	2.34	9.39	2.72	0.270	灰色泥岩
A-2	46.75~46.80	2.32	8.06	2.73	0.274	灰色泥岩
A-2	50.50~50.85	2.48	2.73	2.71	0.121	灰色砂岩
A-3	9.40~9.90	2.49	4.38	2.70	0.133	灰色砂岩
A-3	26.00~26.40	2.40	4.69	2.73	0.191	灰色頁岩
A-4	18.00~18.20	2.54	2.98	2.72	0.103	灰色砂岩
A-4	29.00~30.00	2.32	5.93	2.74	0.250	灰色頁岩
A-5	21.00~22.00	2.52	4.79	2.73	0.135	灰色砂岩
A-5	25.50~25.60	2.41	8.63	2.72	0.227	灰色泥岩

附表 3-5　岩石單軸壓縮及弱面直剪試驗結果

孔號	深度 (m)	含水量 Wn (%)	單壓強度 qu (Kg/cm^2)	弱面直剪尖峰值		弱面直剪殘餘值		岩性描述
				凝聚力 Cp (Kg/cm^2)	摩擦角 ϕp (deg)	凝聚力 C'p (Kg/cm^2)	摩擦角 ϕ'p (deg)	
A-1	8.70~9.00	3.79 4.37*	109.20	0.20	29.9	0.16	25.1	灰色砂岩
A-1	45.75~46.00	1.98 2.23*	206.33					灰色砂岩
A-1	58.00~59.00	3.00 2.59*	94.35	0.23	25.7	0.09	24.5	灰色砂岩
A-2	46.00~46.50	9.29 9.39*	17.92	0.57	14.7	0.56	14.3	灰色泥岩
A-2	46.50~46.75	8.95	5.75					灰色泥岩
A-2	46.80~47.00			0.33	17.3	0.56	14.3	灰色泥岩
A-2	50.50~50.85	2.93 2.73*	41.41					灰色砂岩
A-3	9.40~9.90	4.59 4.38*	119.07	0.20	28.5	0.08	24.2	灰色砂岩
A-3	22.00~23.00			0.41	16.9	0.34	16.5	灰色泥岩
A-3	26.00~26.40	5.63 4.69*	4.33					灰色頁岩
A-4	18.00~18.20	3.08 2.98*	92.24	0.32	27.8	0.19	26.6	灰色砂岩
A-4	29.00~30.00	5.54 5.93*	4.46	0.31	16.4	0.29	14.5	灰色頁岩
A-5	21.00~22.00	3.77 4.79*	61.47	0.48	28.9	0.09	28.1	灰色砂岩
A-5	25.60~25.80			0.83	19.6	0.67	17.5	灰色泥岩
A-5	25.80~26.00	6.74	4.39					灰色泥岩

註：*表示為岩石一般物性試驗含水量成果。

5、細部調查地質圖與地質剖面圖

根據「地質敏感區基地地質調查及地質安全評估作業準則」第 18 條規定，完成細部調查地質平面如附圖 3-17，圖面包含項目有：地形、水系、岩層之空間分佈、坡地環境狀況、基地與其所在地質敏感區範圍、鑽探孔位及剖面位置，本圖以 A3 版面輸出時，比例尺約為 1/1,200，符合比例尺不小於 1/1,200 之規範，綜合細部調查結果小結如下。

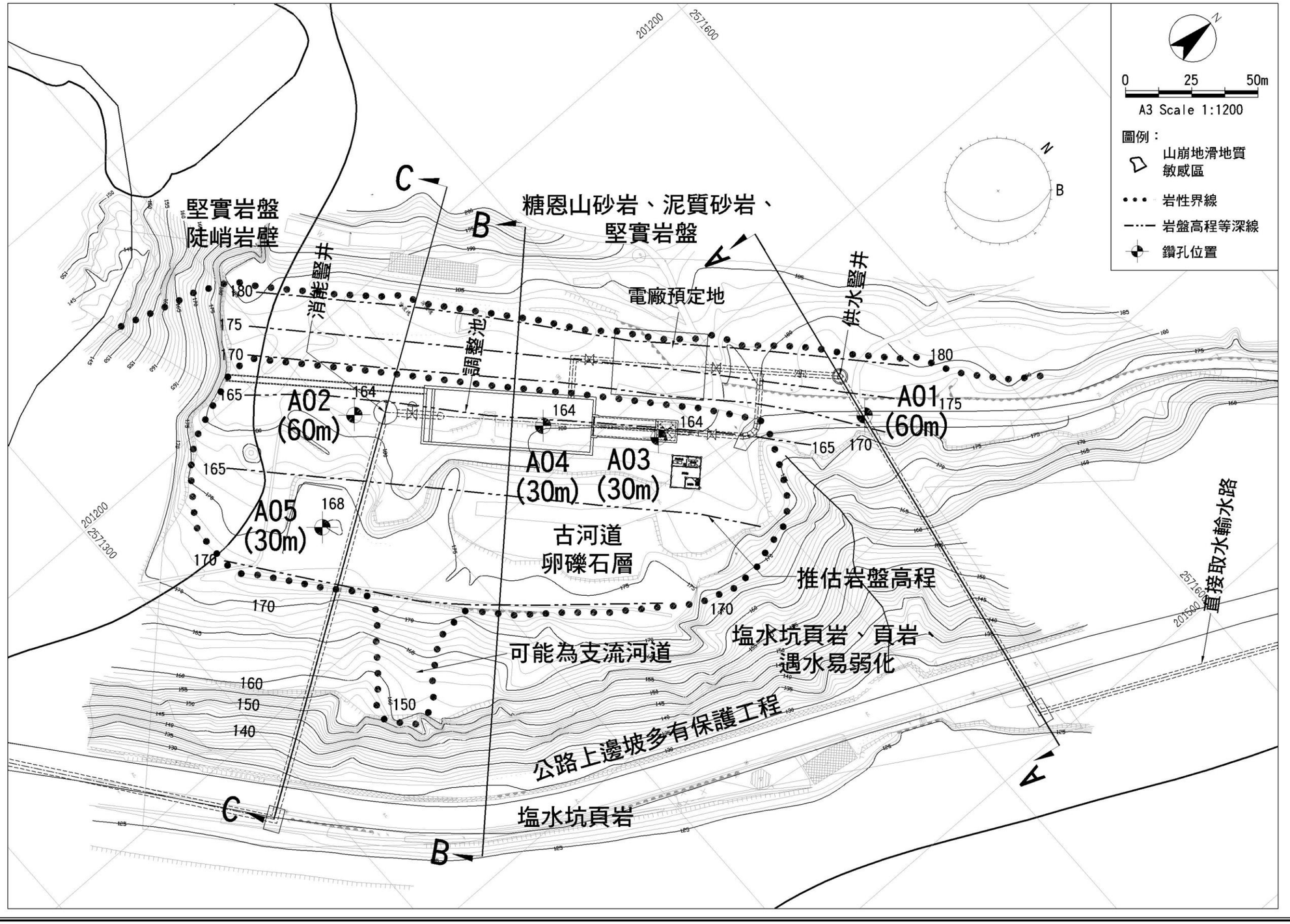
(1)本工作位置木瓜園台地位於曾文溪右岸邊坡，台地面高程約 175~200 公尺，曾庫公路高程約 125 公尺，曾文溪河床高程約 120 公尺，整體邊坡為東南坡向，坡度約 30 度。

(2)木瓜園台地地表明顯可見卵礫石，鄰近邊坡均覆蓋崩積層，無發現岩盤露頭可供觀察，根據曾文溪左岸露頭顯示層面位態為 N40E/30SE。

(3)根據鑽孔資料顯示不同基盤高程，評估木瓜園台地下方應有古河道通過，可能平行岩層走向，台地面地表覆蓋最深達 18 公尺，最下為古河道卵礫石厚度約 6 公尺，其上堆積一層未固結砂厚度約 4 公尺，最上為崩積材料覆蓋厚度約 6~9 公尺。

(4)木瓜園台地上游側岩盤可與台地下游側蝕溝觀察到堅實岩盤形成之陡峭岩壁相連，應屬糖恩山砂岩，岩性為泥質砂岩，單壓強度約 100~200 kg/cm^2，屬於弱岩等級，台地面下方岩盤為鹽水坑頁岩，岩性為頁岩，單壓強度約 50~100 kg/cm^2，屬於弱岩等級。

(5)目前僅根據木瓜園台地 5 個鑽孔資料評估古河道可能分佈位置，實際位置及台地形成原因，尚需進一步辦理全面性調查如地電阻探測及鑽探調查，取得更多之地下調查資料，才能精確的分析評估。



附圖 3-17　本工作細部調查地質平面圖

四、地質安全評估

(一)山崩或地滑發生潛勢及其對基地之影響

1、山崩或地滑發生潛勢

本工作位置木瓜園台地位於曾文水庫下游曾文溪右岸邊坡，為評估木瓜園台地是否具有發生山崩或地滑潛勢，首先觀察木瓜園台地鄰近地形分佈情形，發現具有特殊地形位置如附圖 3-18 所示，分別說明如下。

① 木瓜園台地所在邊坡與下方曾文溪河道均以圓弧狀凸向東南方向，且本處河道寬度明顯較上下游略窄。

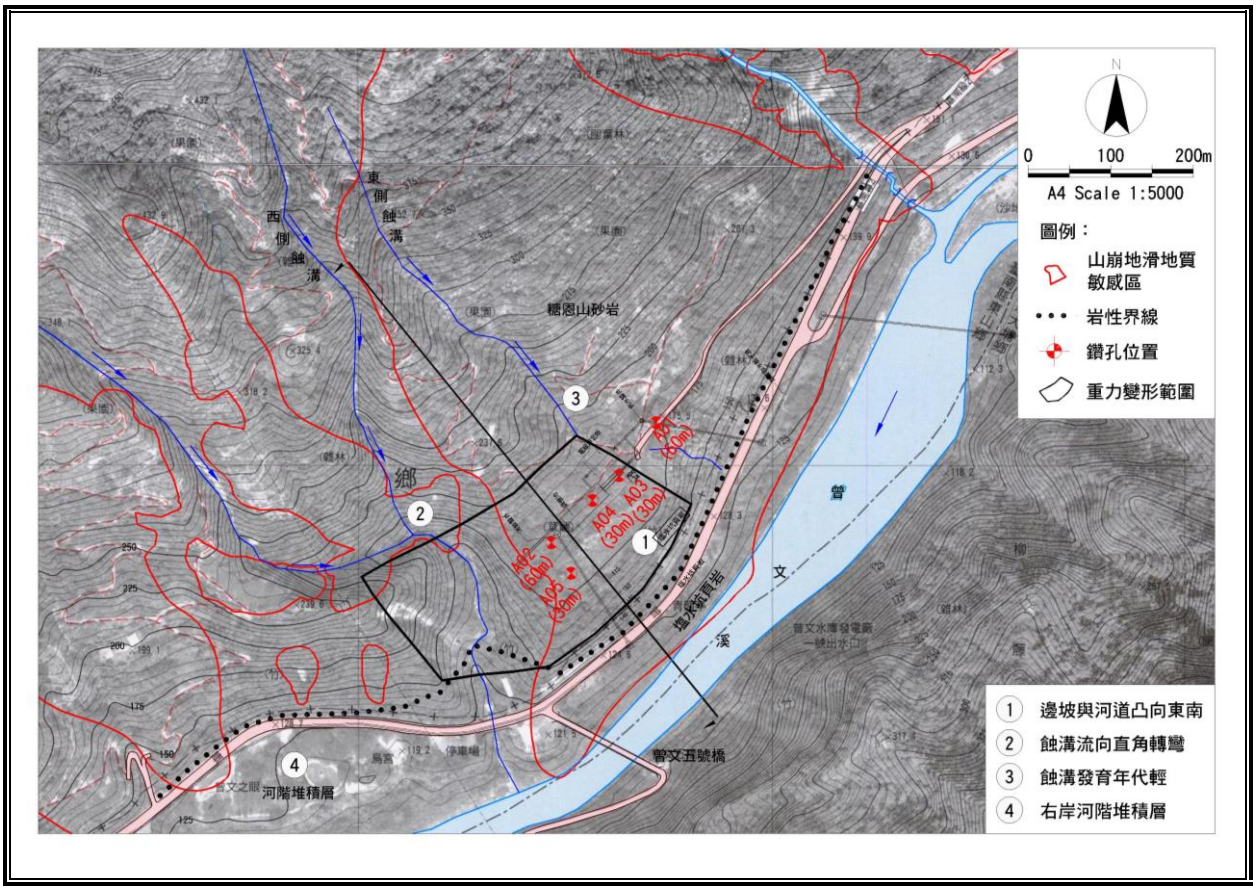
② 木瓜園台地西側(下游側)蝕溝由上邊坡順著坡向以東南流向流入曾文溪河道，顯示發育年代較老，形成深切溝谷，有特殊地形之處為再下游側之蝕溝，以東南流向至高程約 200 公尺明顯以近直角轉彎成為北東流向至高程約 150 公尺，匯入木瓜園台地西側(下游側)蝕溝，此高程似與台地面高程相近。

③ 木瓜園台地東側(上游側)蝕溝明顯發育於高程約 200 公尺以上之台地上邊坡，顯示發育年代較新。

④ 木瓜園台地下游側曾文溪右岸有河階堆積層分佈，另曾文溪左岸三角石地區於高程約 170 公尺亦有河階礫石層分佈。

這些木瓜園台地鄰近特殊地形現象，似表示曾文溪自古至今可能多次發生河道變遷情形，後因地殼上升及河流下切，造成古河道之卵礫石留在目前河谷邊坡成為階地堆積層。

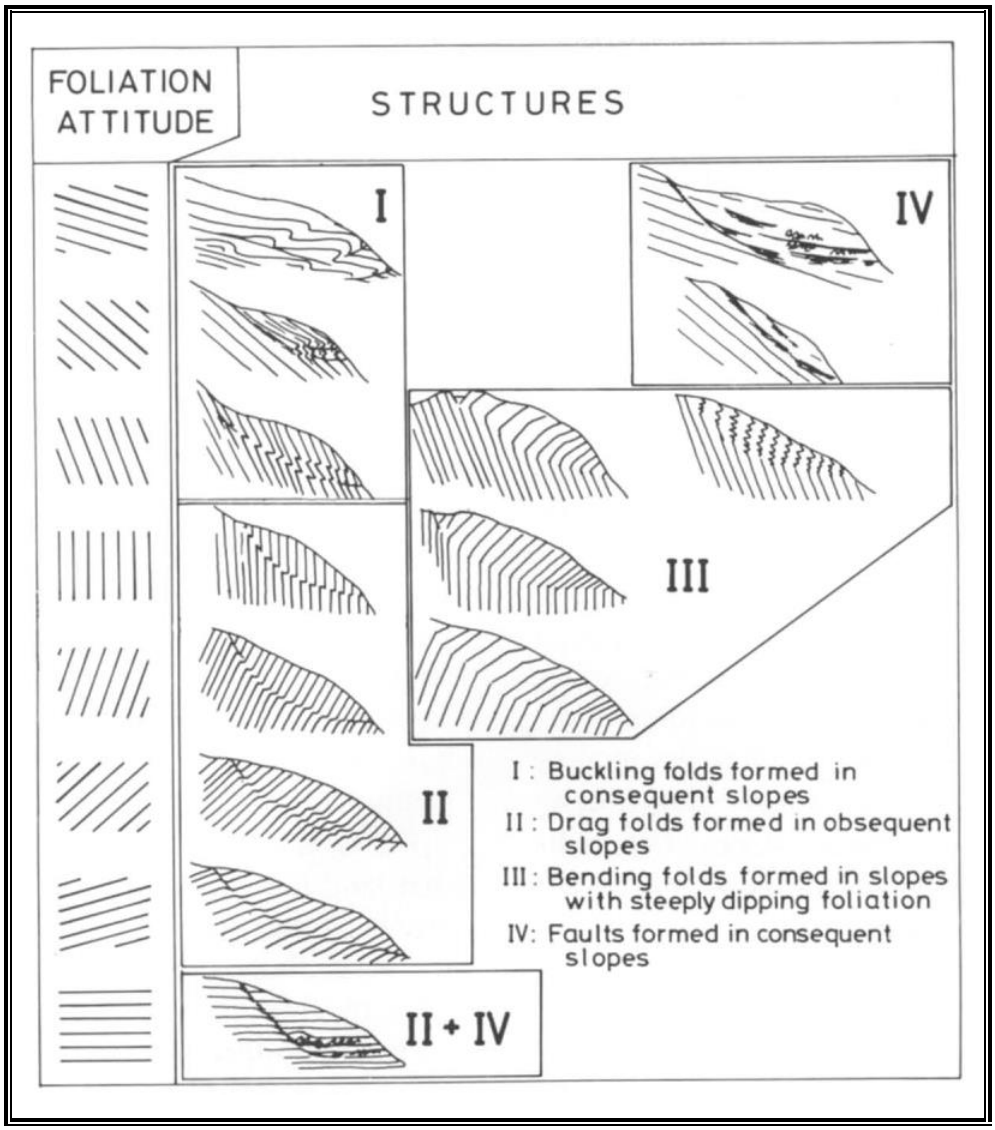
整體而言曾文溪右岸為東南坡向形成順向坡，木瓜園台地上下邊坡為順向坡，惟木瓜園台地因地勢平坦未形成順向坡，根據歷年遙測影像判釋結果，顯示 2009 年莫拉克颱風及 2016 年梅姬颱風並未於木瓜園台地造成崩塌情形，顯示木瓜園台地目前保持穩定狀況，評估未具有山崩或地滑發生潛勢。



附圖 3-18　本工作位置木瓜園台地鄰近特殊地形分佈圖

另考量曾文溪右岸為順向坡，為評估木瓜園台地是否具有重力作用潛移變形之不穩定潛能，參考 Chigira(1992)對邊坡長時間因重力影響發生岩體潛變行為之研究成果，將邊坡岩體受重力作用，依葉理位態分成四種變形類型，類型 I 為順向坡彎折褶皺型(Buckling folds)，類型 II 為斜交坡拖曳褶皺型(Drag folds)，類型 III 為高角度傾倒褶皺型(Bending folds)，類型 IV 為順向坡斷裂型(Fault)，如附圖 3-19 所示。

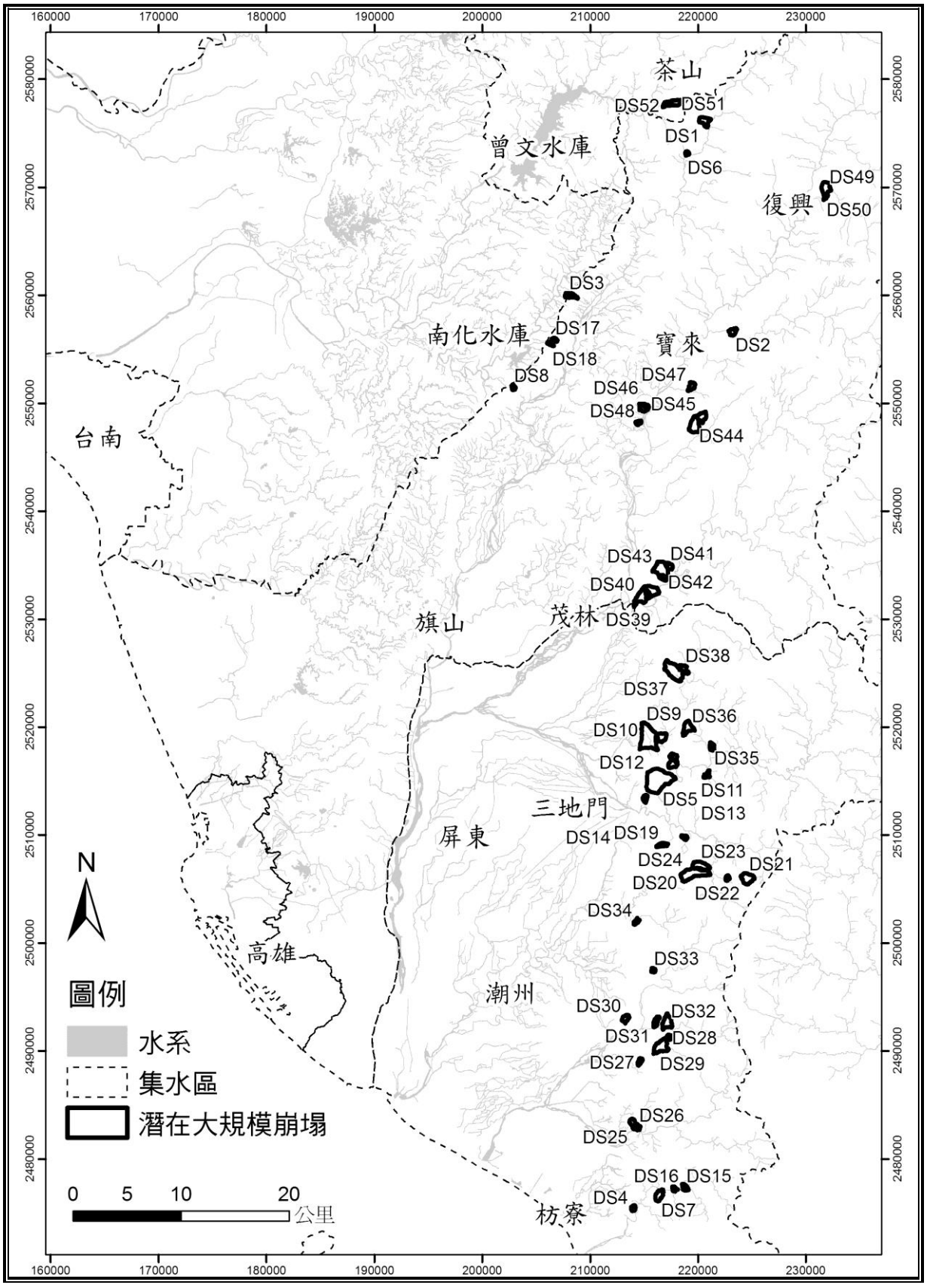
木瓜園台地上下邊坡為順向坡，惟木瓜園台地因地勢平坦未形成順向坡，目前曾文溪右岸順向坡岩體長期重力作用，會集中於木瓜園台地上邊坡坡腳位置，惟因坡腳不致發生砍腳或解壓情形，可能發生順向坡斷裂型潛移變形之可能性較低，評估木瓜園台地未具有順向坡重力作用潛移變形之不穩定潛能。



Masahiro Chigira, Long-trem gravitation deformation of rocks by mass rock creep, 1992, Engineering Geology, 32, 157-184。

附圖 3-19　邊坡重力變形機制分類圖

中央地質調查所於莫拉克颱風之後利用空載光達(LiDAR)影像進行大規模潛在崩塌的判釋，定義為面積大於 10 公頃、崩塌體積超過 10 萬立方米、深度在 10 公尺以上者，其中南部區域潛在大規模崩塌區位分布如附圖 3-20 所示，顯示木瓜園台地並無位於大規模潛在崩塌範圍。



資料來源：莫拉克災區潛在大規模崩塌地區分析報告，中央地質調查所，民國 101 年。

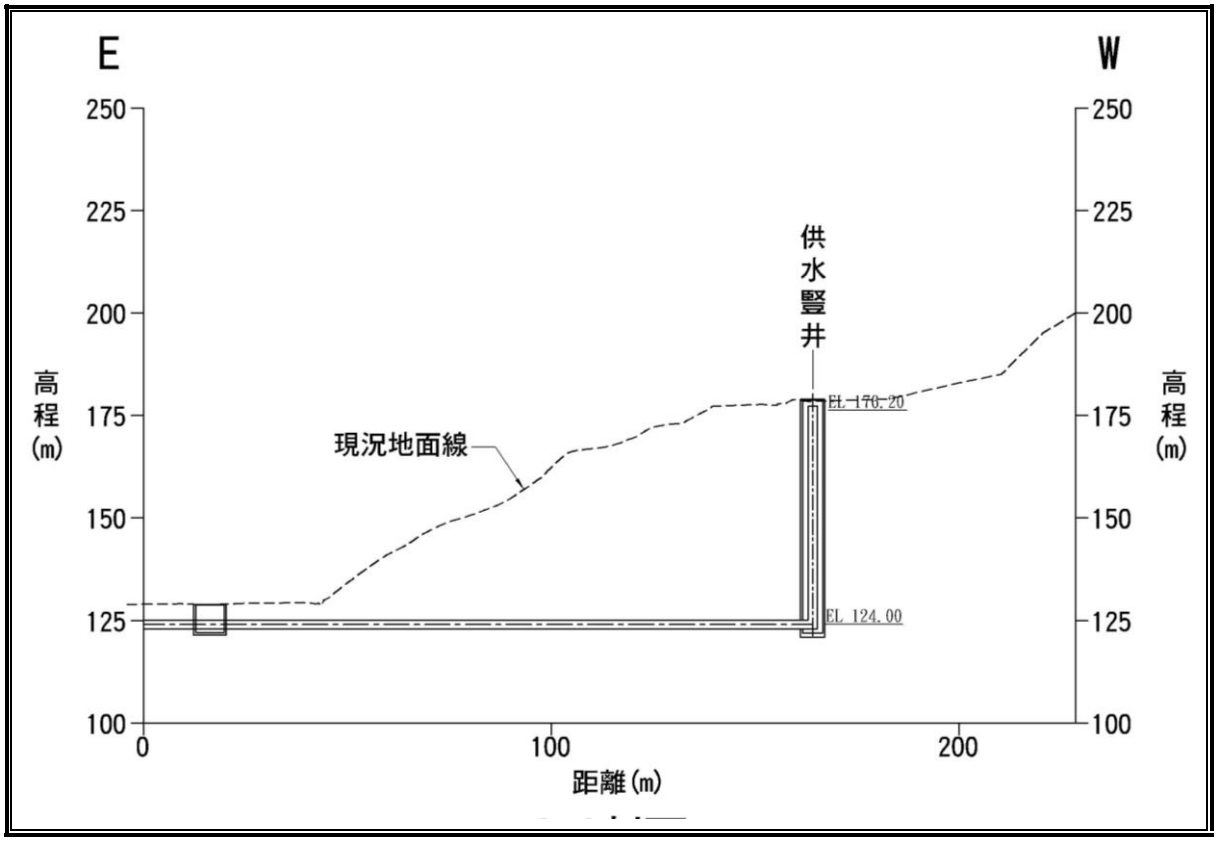
附圖 3-20　莫拉克災區之南部區域潛在大規模崩塌區位分布圖

2、影響範圍評估

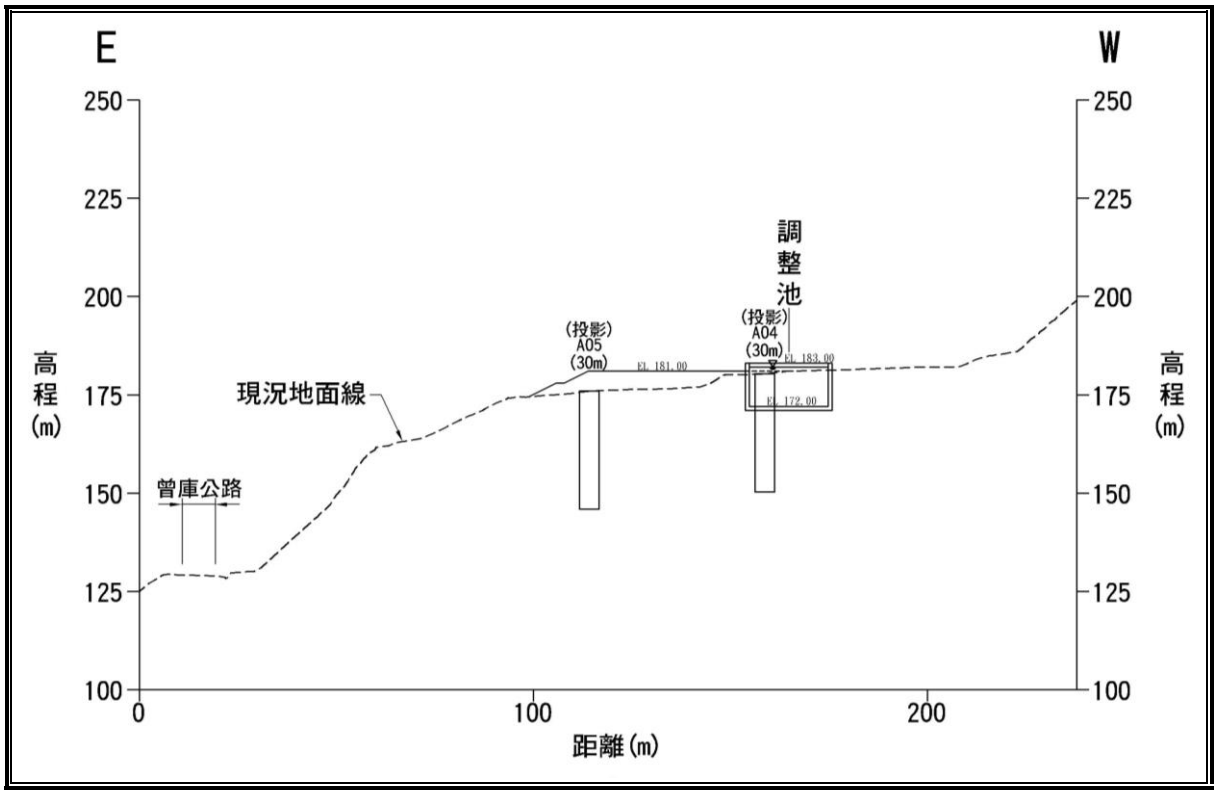
如前節對於木瓜園台地評估未具有山崩或地滑發生潛勢，亦未具有順向坡重力作用潛移變形之不穩定潛能，且無位於大規模潛在崩塌範圍，顯示木瓜園台地目前保持穩定狀況，不致影響本工程規劃消能設施之安全。

(二)開發行為對坡地穩定性之影響

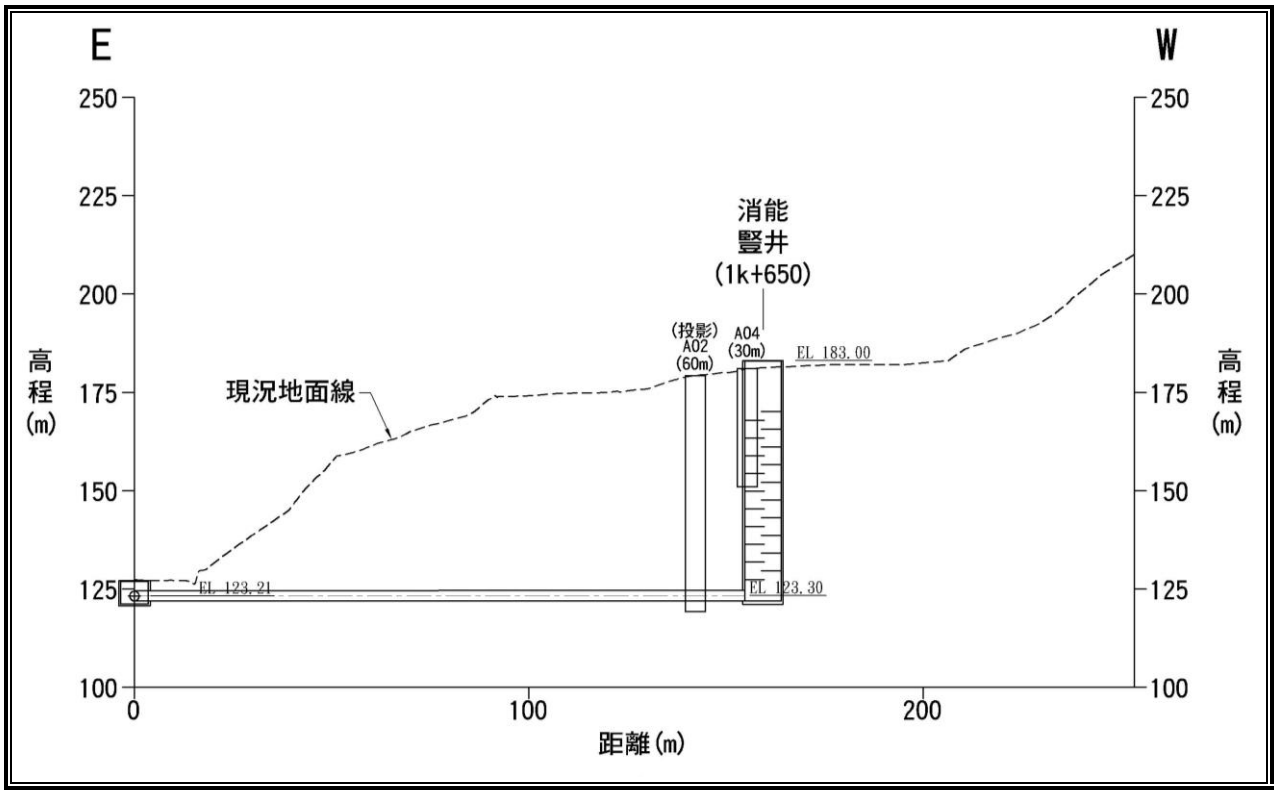
本工程於曾文水庫下游曾文溪右岸的木瓜園台地規劃消能設施，根據工程設計成果，供水豎井佈置剖面如附圖 3-21，調整池佈置剖面如附圖 3-22，消能豎井佈置剖面如附圖 3-23，顯示本工程供水豎井、調整池及消能豎井之開發行為皆位於木瓜園台地平坦地形，並不致發生順向坡砍腳情形，評估本工程整體開發行為對於坡地穩定性不致造成影響。



附圖 3-21　本工程供水豎井佈置剖面圖



附圖 3-22　本工程調整池佈置剖面圖



附圖 3-23　本工程消能豎井佈置剖面圖

(三)處理對策

本工程於曾文水庫下游曾文溪右岸的木瓜園台地規劃消能設施，根據本工作調查結果，木瓜園台地上下邊坡為順向坡，惟木瓜園台地因地勢平坦未形成順向坡，圈繪山崩與地滑地質敏感區範圍時，可能考量木瓜園台地上下邊坡為順向坡之原則，將順向坡範圍外擴一併將木瓜園台地圈繪成為地質敏感區，安全評估結果木瓜園台地未具有山崩或地滑發生潛勢，亦未具有順向坡重力作用潛移變形之不穩定潛能，且無位於大規模潛在崩塌範圍，顯示木瓜園台地目前保持穩定狀況，不致影響本工程規劃消能設施之安全，另本工程供水豎井、調整池及消能豎井之開發行為皆位於木瓜園台地平坦地形，並不致發生順向坡砍腳情形，對坡地穩定性不致造成影響，故無需進行工程處理對策。

五、結語

(一) 經濟部水利署南區水資源局辦理「曾文南化水庫聯通管工程」，於曾文水庫下游曾文溪右岸木瓜園台地規劃消能設施，經套繪台南市山崩與地滑地質敏感區，結果木瓜園土地所在為台南市東山區下南勢段 949-6 號位於地質敏感區範圍內，緣依地質法辦理本基地地質調查及地質安全評估工作。

(二) 根據本工作調查結果，木瓜園台地地表高程約 175~200 公尺，地勢平坦，坡向朝東南，坡度約 30 度，根據 5 鑽孔資料顯示不同基盤高程，評估木瓜園台地下方應有古河道通過，地表覆蓋最深達 18 公尺，由上而下包括崩積材料覆蓋厚度約 6~9 公尺，未固結砂層厚度約 4 公尺，古河道卵礫石層厚度約 6 公尺，其下為岩盤。

(三) 根據歷年遙測影像判釋結果，木瓜園台地於 2009 年莫拉克颱風及 2016 年梅姬颱風並未發生邊坡崩塌情形，顯示木瓜園台地保持穩定狀況，未具歷史災害紀錄。

(四) 木瓜園台地上下邊坡為順向坡，惟木瓜園台地因地勢平坦未形成順向坡，圈繪山崩與地滑地質敏感區範圍時，可能考量木瓜園台地上

下邊坡為順向坡之原則，將順向坡範圍外擴一併將木瓜園台地圈繪成為地質敏感區。

(五) 根據安全評估結果，木瓜園台地未具有山崩或地滑發生潛勢，亦未具有順向坡重力作用潛移變形之不穩定潛能，且無位於大規模潛在崩塌範圍，顯示木瓜園台地保持穩定狀況，不致影響本工程規劃消能設施之安全。

(六) 本工程供水豎井、調整池及消能豎井之開發行為皆位於木瓜園台地平坦地形，並不致發生順向坡砍腳情形，對坡地穩定性不致造成影響，故無需進行工程處理對策。

附錄四　地質補充調查試驗成果

經濟部中央地質調查所

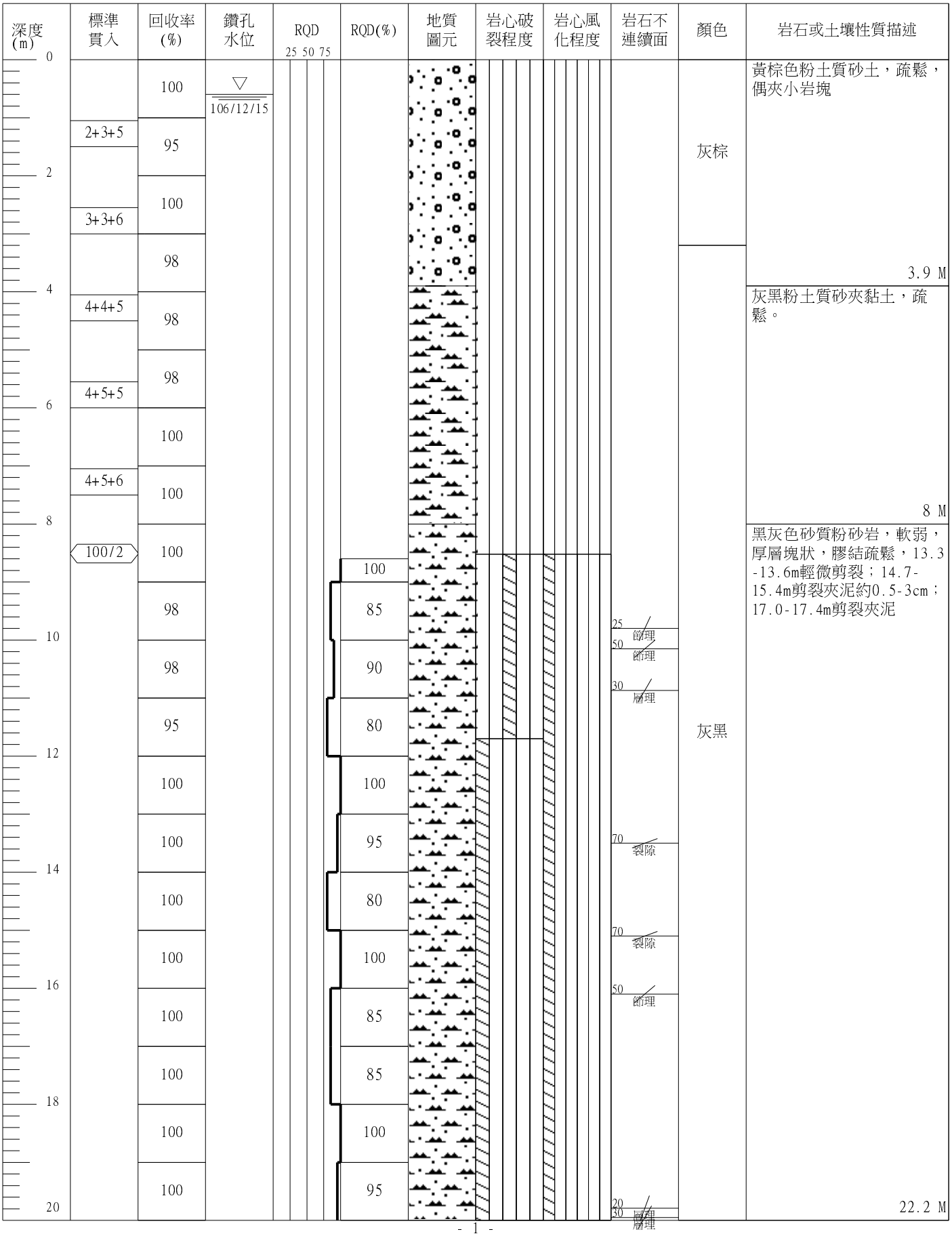
鑽孔地質柱狀圖

工程名稱：曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討補充地質調查

地點：曾文水庫木瓜園　　日　　期：~

鑽孔編號：A01　　鑽孔標高：178.65　M　地下水位：0.60　M　　專業技師：.　　輸入人員：李彪

深　　度：60.00　M　座標系統：TW97　　座　標 N：2571551.00座　標 E：201361.00　鑽探公司：



經濟部中央地質調查所

鑽孔地質柱狀圖

工程名稱：曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討補充地質調查

地點：曾文水庫木瓜園　　日　　期：~

鑽孔編號：A01　　鑽孔標高：178.65　M　地下水位：0.60　M　　專業技師：.　　輸入人員：李彪

深　　度：60.00　M　座標系統：TW97　　座　標 N：2571551.00座　標 E：201361.00　鑽探公司：

深度(m)	標準貫入	回收率(%)	鑽孔水位	RQD (25 50 75)	RQD(%)	地質圖元	岩心破裂程度	岩心風化程度	岩石不連續面	顏色	岩石或土壤性質描述
20		100			90					灰黑	黑灰色砂質粉砂岩，軟弱，厚層塊狀，膠結疏鬆，13.3-13.6m輕微剪裂；14.7-15.4m剪裂夾泥約0.5-3cm；17.0-17.4m剪裂夾泥
		100			60				25 層理		
22		100			80				40 節理		22.2 M 黑灰色砂質頁岩，新鮮，軟弱，膠結不良　22.6 M
		100			85						黑灰色砂質粉砂岩，軟弱，厚層塊狀，膠結疏鬆，無明顯弱面
24		100			100						
		100			85						
26		100			100						
		100			100				30 層理		
28		100			100						29 M
		100			90						黑灰色砂質頁岩，新鮮，軟弱，膠結不良；30.3-30.55m剪裂夾泥約2cm，傾角約70度；30.7-31.7m剪裂破碎夾泥
30		100			85				50 層理 75 裂隙		
		100			100						
		100			65						32.2 M 黑灰色砂質粉砂岩，軟弱，厚層塊狀，膠結疏鬆，無明顯弱面；55.2-55.6m剪裂破碎
32		100			100						
		100			90						
34		100			50				50 節理		
		100			85						
36		100			100						
		100			100						
38		100			100						
		100			100						
40											60 M

經濟部中央地質調查所

鑽孔地質柱狀圖

工程名稱：曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討補充地質調查

地點：曾文水庫木瓜園　　日　　期：~

鑽孔編號：A01　　鑽孔標高：178.65　M　地下水位：0.60　M　　專業技師：.　　輸入人員：李彪

深　　度：60.00　M　座標系統：TW97　　座　標 N：2571551.00座　標 E：201361.00　鑽探公司：

深度(m)	標準貫入	回收率(%)	鑽孔水位	RQD 25 50 75	RQD(%)	地質圖元	岩心破裂程度	岩心風化程度	岩石不連續面	顏色	岩石或土壤性質描述
40		100			80					灰黑	黑灰色砂質粉砂岩，軟弱，厚層塊狀，膠結疏鬆，無明顯弱面；55.2-55.6m剪裂破碎
		100			85						
42		100			90				20 節理		
		100			75				50 節理		
44		100			75				20 節理		
		100			100						
46		100			90						
		100			85						
48		100			100						
		100			80				30 層理 50 層理		
50		100			90				45 層理 33 層理 45 節理		
		100			100				50 層理		
52		100			100				45 節理		
		100			80				50 節理		
54		100			90				45 節理		
		100			80				20 層理		
56		100			100				20 層理		
		100			100						
58		100			100						
		100			100				15 層理		60 M
60											

經濟部中央地質調查所

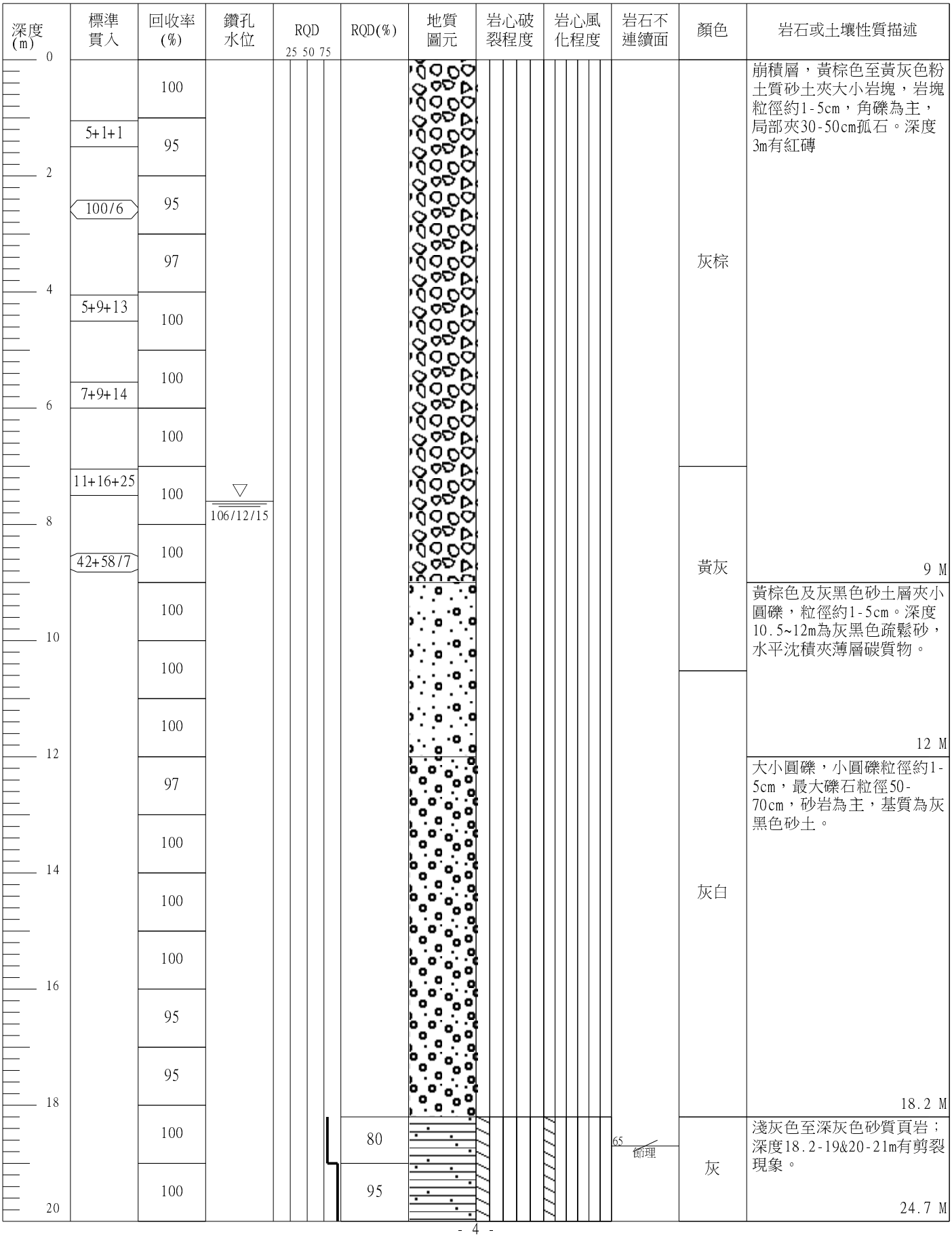
鑽孔地質柱狀圖

工程名稱：曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討補充地質調查

地點：曾文水庫木瓜園　　日　　期：~

鑽孔編號：A02　　鑽孔標高：182.15　M　地下水位：7.60　M　　專業技師：.　　輸入人員：李彪

深　　度：60.00　M　座標系統：TW97　　座　標 N：2571406.00座　標 E：201234.00　鑽探公司：



經濟部中央地質調查所

鑽孔地質柱狀圖

工程名稱：曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討補充地質調查

地點：曾文水庫木瓜園　　日　　期：~

鑽孔編號：A02　　鑽孔標高：182.15　M　地下水位：7.60　M　　專業技師：.　　輸入人員：李彪

深　　度：60.00　M　座標系統：TW97　　座　標 N：2571406.00座　標 E：201234.00　鑽探公司：

深度(m)	標準貫入	回收率(%)	鑽孔水位	RQD (25 50 75)	RQD(%)	地質圖元	岩心破裂程度	岩心風化程度	岩石不連續面	顏色	岩石或土壤性質描述
20		100			100					灰	淺灰色至深灰色砂質頁岩；深度18.2-19&20-21m有剪裂現象。
		100			100						
22		100			95				60 節理		
		100			98						
24		100			100						24.7 M
		100			100				15 節理		淺灰色砂質粉砂岩，厚層塊狀，無明顯弱帶
26		100			98						
		100			100						
28		100			92				30 節理		29.1 M
		100			100				40 層理 60 節理		深灰色砂質頁岩，厚層塊狀，30.4-30.95m略破碎
30		100			25				50 節理		
		100			80						
32		100			95				45 層理 40 層理	灰	
		100			100				40 層理		
34		100			100						
		100			85				55 節理		35.9 M
36		100			90						深灰色至淺灰色砂質粉砂岩，厚層塊狀，岩心大多完整；44.1-45.0m及47.35-47.8m夾亞濁砂岩；47.5-50m剪裂破碎夾泥；53.3-53.7m略破碎；57.0-60.0m略破碎夾泥；50-52.2m&55-56m為灰白色堅硬砂岩
		100			95				40 節理		
38		100			100						
		100			100						
40											60 M

經濟部中央地質調查所

鑽孔地質柱狀圖

工程名稱：曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討補充地質調查

地點：曾文水庫木瓜園　　日　　期：~

鑽孔編號：A02　　鑽孔標高：182.15　M　地下水位：7.60　M　　專業技師：.　　輸入人員：李彪

深　　度：60.00　M　座標系統：TW97　　座　標 N：2571406.00座　標 E：201234.00　鑽探公司：

深度(m)	標準貫入	回收率(%)	鑽孔水位	RQD (25 50 75)	RQD(%)	地質圖元	岩心破裂程度	岩心風化程度	岩石不連續面	顏色	岩石或土壤性質描述
40		100			100				50 節理	灰	深灰色至淺灰色砂質粉砂岩，厚層塊狀，岩心大多完整；44.1-45.0m及47.35-47.8m夾亞濁砂岩；47.5-50m剪裂破碎夾泥；53.3-53.7m略破碎；57.0-60.0m略破碎夾泥；50-52.2m&55-56m為灰白色堅硬砂岩
		100			100						
42		100			100						
		100			95				65 裂隙		
44		100			100						
		100			100						
46		100			95						
		100			90						
48		95			30				45 節理 40 節理		
		100			20						
50		100			90				25 節理 15 節理		
		100			75						
52		100			100						
		100			70				70 節理		
54		100			85						
		100			65						
56		100			80				30 節理		
		100			40						
58		100			70						
		100			80						60 M
60											

經濟部中央地質調查所

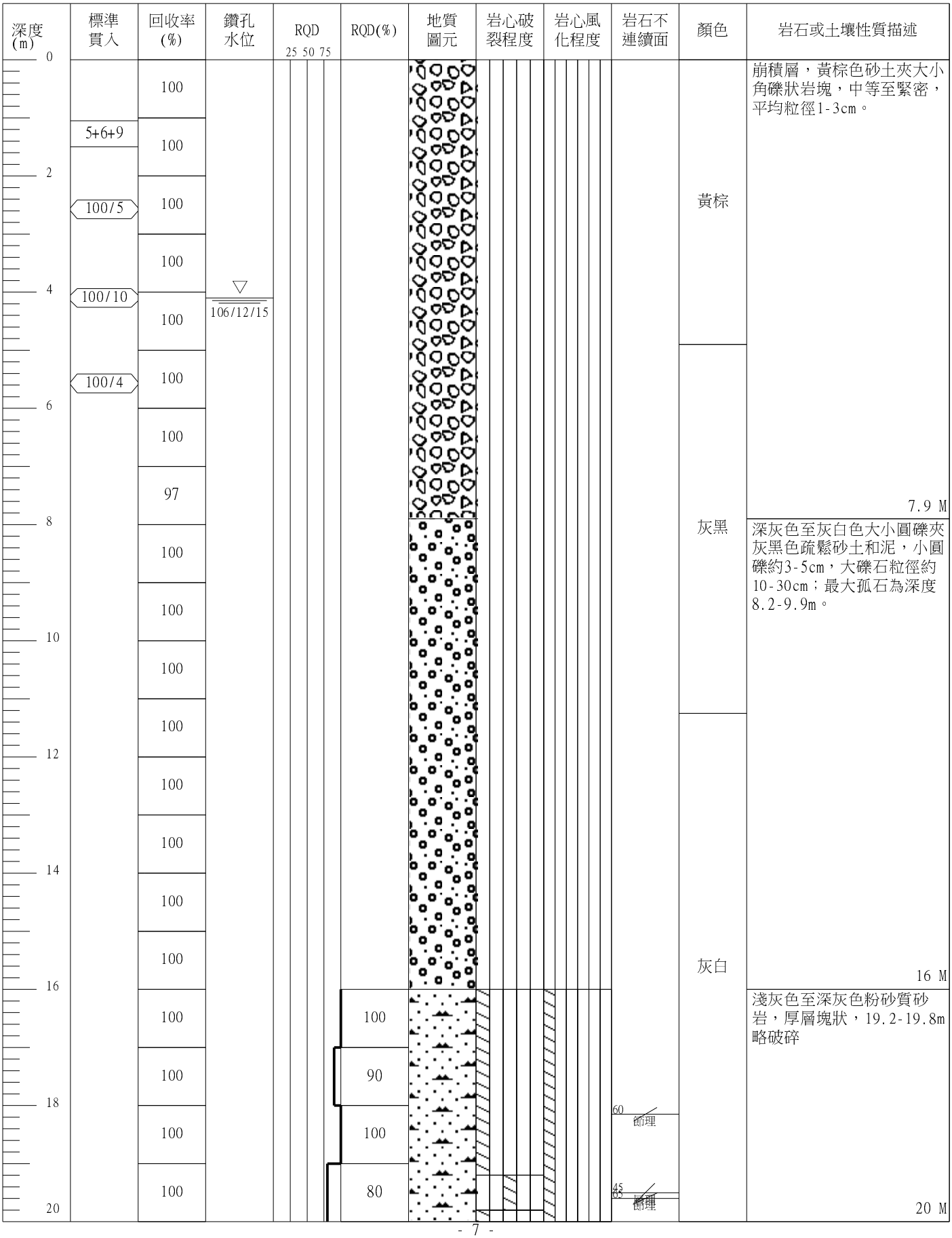
鑽孔地質柱狀圖

工程名稱：曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討補充地質調查

地點：曾文水庫木瓜園　　日　　期：~

鑽孔編號：A03　　鑽孔標高：180.10　M　地下水位：4.10　M　　專業技師：.　　輸入人員：.

深　　度：30.00　M　座標系統：TW97　　座　標 N：2571487.00座　標 E：201316.00　鑽探公司：



經濟部中央地質調查所

鑽孔地質柱狀圖

工程名稱：曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討補充地質調查

地點：曾文水庫木瓜園　　日　　期：~

鑽孔編號：A03　　鑽孔標高：180.10　M　地下水位：4.10　M　　專業技師：.　　輸入人員：.

深　　度：30.00　M　座標系統：TW97　　座　標 N：2571487.00座　標 E：201316.00　鑽探公司：

深度(m)	標準貫入	回收率(%)	鑽孔水位	RQD (25 50 75)	RQD(%)	地質圖元	岩心破裂程度	岩心風化程度	岩石不連續面	顏色	岩石或土壤性質描述
20		100			100					灰黑	深灰色砂質粉砂岩，厚層塊狀，無明顯弱帶，24.65-24.80m略破碎
		100			80				80 裂隙 15 層理		
22		100			100						
		100			97				70 節理		
24		100			90						
		100			100				15 層理		
26		100			80						27 M
		100			85				40 層理		淺灰色粉砂質砂岩，厚層塊狀，29.7m以下漸變為粉砂質頁岩，29.85m以下破碎夾泥
28		100			100				30 層理		
		100			100				30 節理		30 M
30											
32											
34											
36											
38											
40											

經濟部中央地質調查所

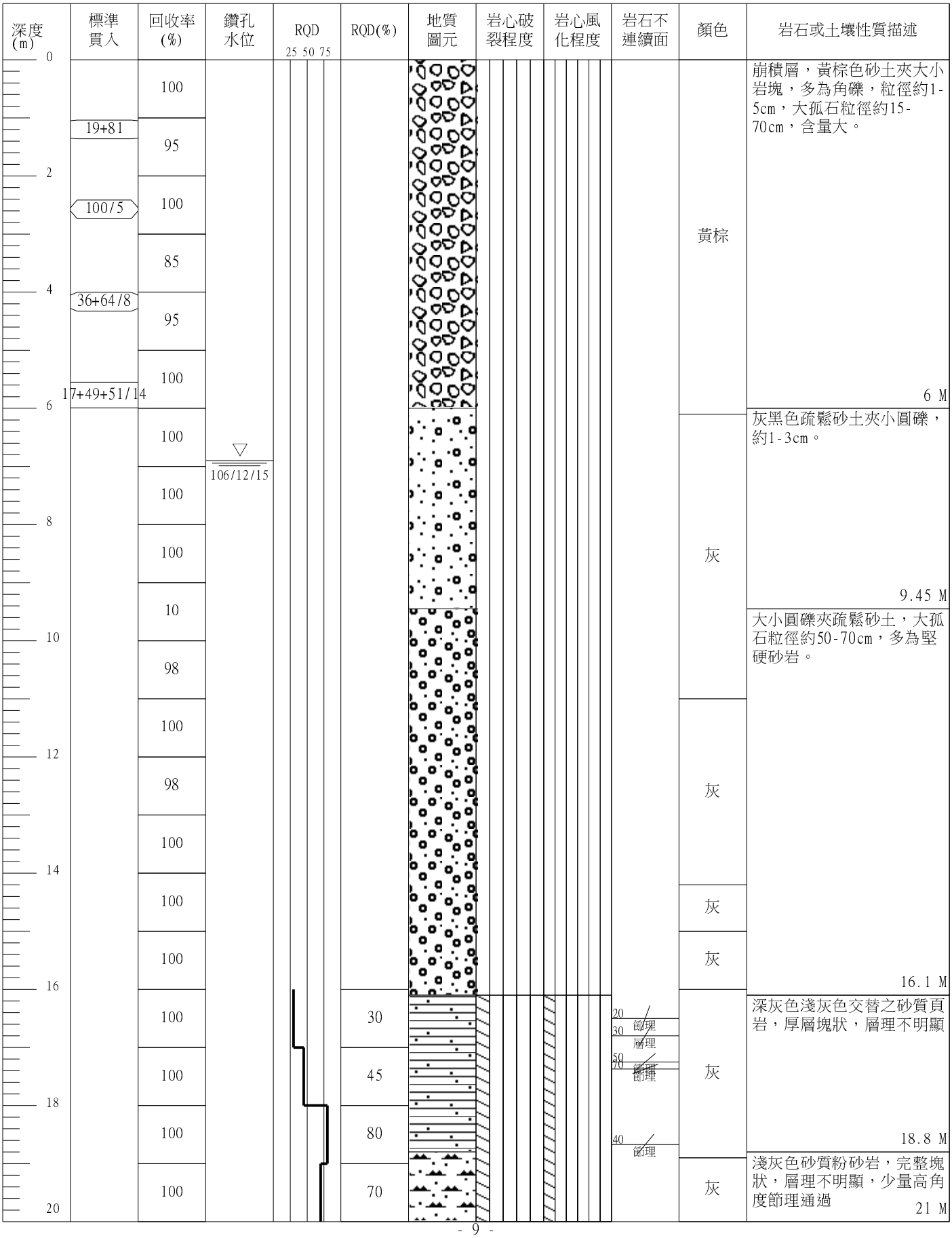
鑽孔地質柱狀圖

工程名稱：曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討補充地質調查

地點：曾文水庫木瓜園　　日　　期：~

鑽孔編號：A04　　鑽孔標高：179.89　M　地下水位：6.90　M　　專業技師：.　　輸入人員：李彪

深　　度：30.00　M　座標系統：TW97　　座　標 N：2571457.00座　標 E：201284.00　鑽探公司：



經濟部中央地質調查所

鑽孔地質柱狀圖

工程名稱：曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討補充地質調查

地點：曾文水庫木瓜園　　日　　期：~

鑽孔編號：A04　　鑽孔標高：179.89　M　地下水位：6.90　M　　專業技師：.　　輸入人員：李彪

深　　度：30.00　M　座標系統：TW97　　座　標 N：2571457.00座　標 E：201284.00　鑽探公司：

深度(m)	標準貫入	回收率(%)	鑽孔水位	RQD (25 50 75)	RQD(%)	地質圖元	岩心破裂程度	岩心風化程度	岩石不連續面	顏色	岩石或土壤性質描述
20		100			70				45 節理 75 節理 70 節理 25 節理	灰	淺灰色砂質粉砂岩，完整塊狀，層理不明顯，少量高角度節理通過　21 M
		100			65					灰	深灰色砂質頁岩，完整塊狀，層理不明顯
22		100			80						23.1 M
		100			35				45 節理 60 節理	灰	深灰色淺灰色交替砂質粉砂岩，完整塊狀，層理不明顯；28.2-29.0m夾亞濁砂岩；28.6m層面約20度。
24		100			90				50 節理 15 節理 15 節理		
		100			100					灰	
26		98			75				25 節理 45 層理		
		98			92					灰	
28		98			100				25 層理		
		100			100					灰	
30											30 M
32											
34											
36											
38											
40											

經濟部中央地質調查所

鑽孔地質柱狀圖

工程名稱：曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討補充地質調查

地點：曾文水庫木瓜園　　日　　期：~

鑽孔編號：A05　　鑽孔標高：177.26　M　地下水位：4.60　M　　專業技師：.　　輸入人員：李彪

深　　度：30.00　M　座標系統：TW97　　座　標 N：2571369.00座　標 E：201258.00　鑽探公司：

深度(m)	標準貫入	回收率(%)	鑽孔水位	RQD (25 50 75)	RQD(%)	地質圖元	岩心破裂程度	岩心風化程度	岩石不連續面	顏色	岩石或土壤性質描述
0		95								黃棕	黃棕色砂土夾大小圓礫，孤石含量大，粒徑約30cm-1m以上
	100/3	90									
2		95									
		97									
4		100	▽ 106/12/15								
		97									
6		97			35					灰	6.25 M 深灰色砂質頁岩，完整塊狀 7 M
		97			80				20 節理	灰	淺灰色砂質粉砂岩，完整塊狀，層理不明顯，10.8-11.3m略破碎
8		100			100						
		100			85						
10		100			75						
		100			45				70 節理		
12		97			100						
		100			25				45 節理		13.5 M
14		100			50				45 節理 65 節理	灰	深灰色砂質頁岩，完整塊狀，層理不明顯，14.6-16m高角度節理剪裂夾薄泥。
		100			80				65 節理 45 節理		16 M
16		97			90				45 層理		深灰色偶夾淺灰色砂質粉砂岩，完整塊狀，層理不明顯，24-25m減裂夾泥，18.4m、20.4m破碎
		100			65				45 層理		
18		100			60				40 節理 45 節理		
		100			80				25 層理 45 節理		30 M
20											

經濟部中央地質調查所

鑽孔地質柱狀圖

工程名稱：曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討補充地質調查

地點：曾文水庫木瓜園　　日　　期：~

鑽孔編號：A05　　鑽孔標高：177.26　M　地下水位：4.60　M　　專業技師：.　　輸入人員：李彪

深　　度：30.00　M　座標系統：TW97　　座　標 N：2571369.00座　標 E：201258.00　鑽探公司：

深度(m)	標準貫入	回收率(%)	鑽孔水位	RQD (25 50 75)	RQD(%)	地質圖元	岩心破裂程度	岩心風化程度	岩石不連續面	顏色	岩石或土壤性質描述
20		100			85				20 節理	灰	深灰色偶夾淺灰色砂質粉砂岩，完整塊狀，層理不明顯，24-25m減裂夾泥，18.4m、20.4m破碎
		100			100				20 節理		
22		100			100						
		100			30				40 節理 40 節理		
24		100			40				70 裂隙		
		100			100						
26		100			85				15 節理		
		97			40				15 節理 20 節理		
28		100			60						
		100			85				40 節理		30 M
30											
32											
34											
36											
38											
40											

經濟部中央地質調查所

鑽孔地質柱狀圖

工程名稱：曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討補充地質調查

地點：174縣道無名橋　　日　　期：~

鑽孔編號：B01　　鑽孔標高：90.08　M　地下水位：0.00　M　專業技師：.　　輸入人員：李彪

深　　度：15.00　M　座標系統：TW97　　座　標 N：2565042.00座　標 E：197753.00　鑽探公司：

深度(m)	標準貫入	回收率(%)	鑽孔水位	RQD (25 50 75)	RQD(%)	地質圖元	岩心破裂程度	岩心風化程度	岩石不連續面	顏色	岩石或土壤性質描述
0		100								黃棕	黃棕色岩塊夾砂土和泥，2.3m以上岩塊含量少，疏鬆；2.3m以下岩塊多，極緊密，粒徑約3-30cm
	1+1+2	95									
2		100									
	59+41/7										
		100									
4											5 M
	100/14	100									
		100			100					灰	深灰色至淺灰色砂質粉砂岩，完整塊狀，節理少
	100/13								10 層理		
6		100			97						
		100			100				10 層理		
8		100			97				10 層理		
		100			100				10 層理		
10		100			100				10 層理		
		100			90				10 層理		
12		100			90						
		100			95						13 M
14		100			100					灰	深灰色砂頁岩薄互層，完整塊狀
											15 M
16											
18											
20											

經濟部中央地質調查所

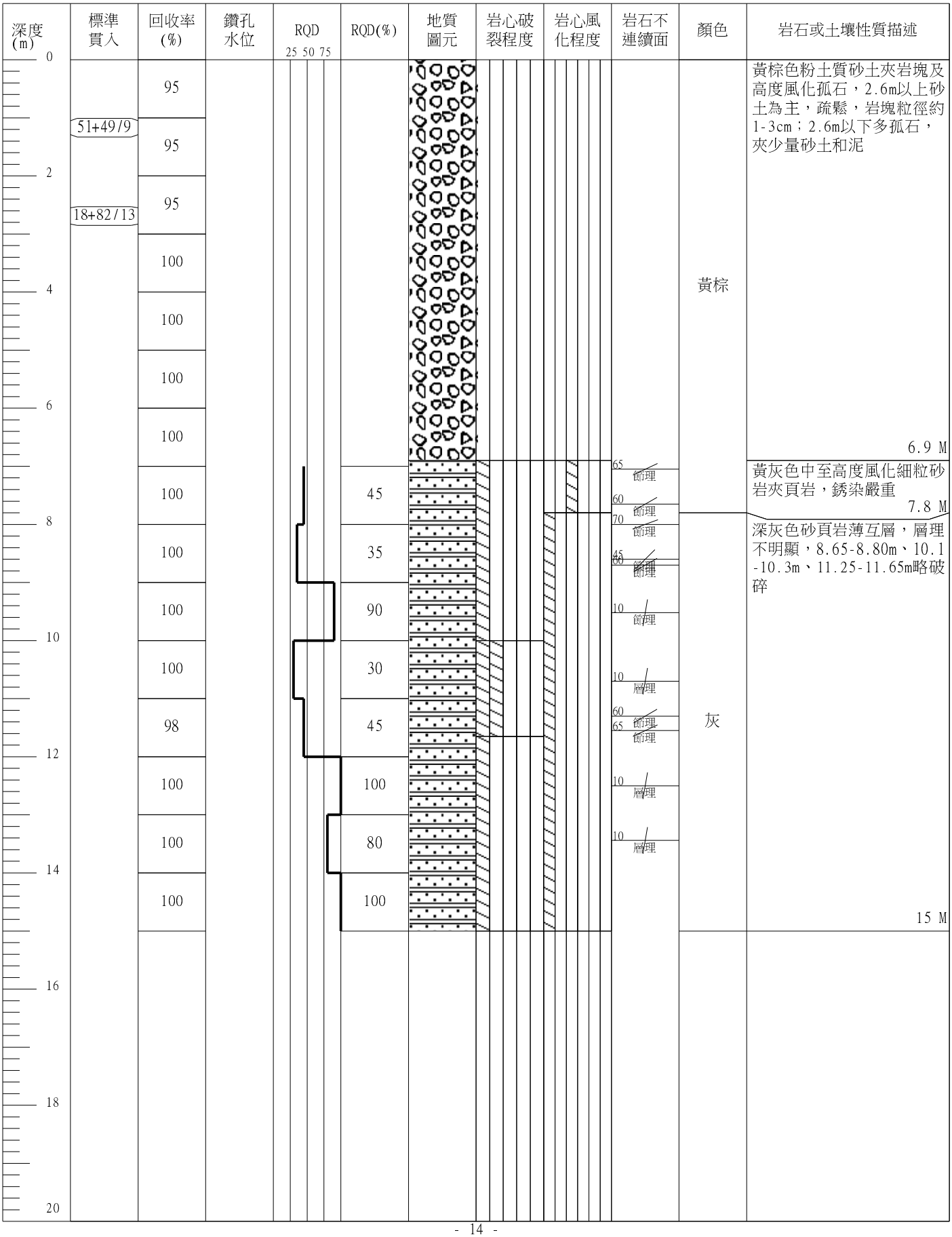
鑽孔地質柱狀圖

工程名稱：曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討補充地質調查

地點：174縣道無名橋　　日　　期：~

鑽孔編號：B02　　鑽孔標高：91.16　M　地下水位：0.00　M　專業技師：.　　輸入人員：李彪

深　　度：15.00　M　座標系統：TW97　　座　標 N：2564998.00座　標 E：197720.00 鑽探公司：



經濟部中央地質調查所

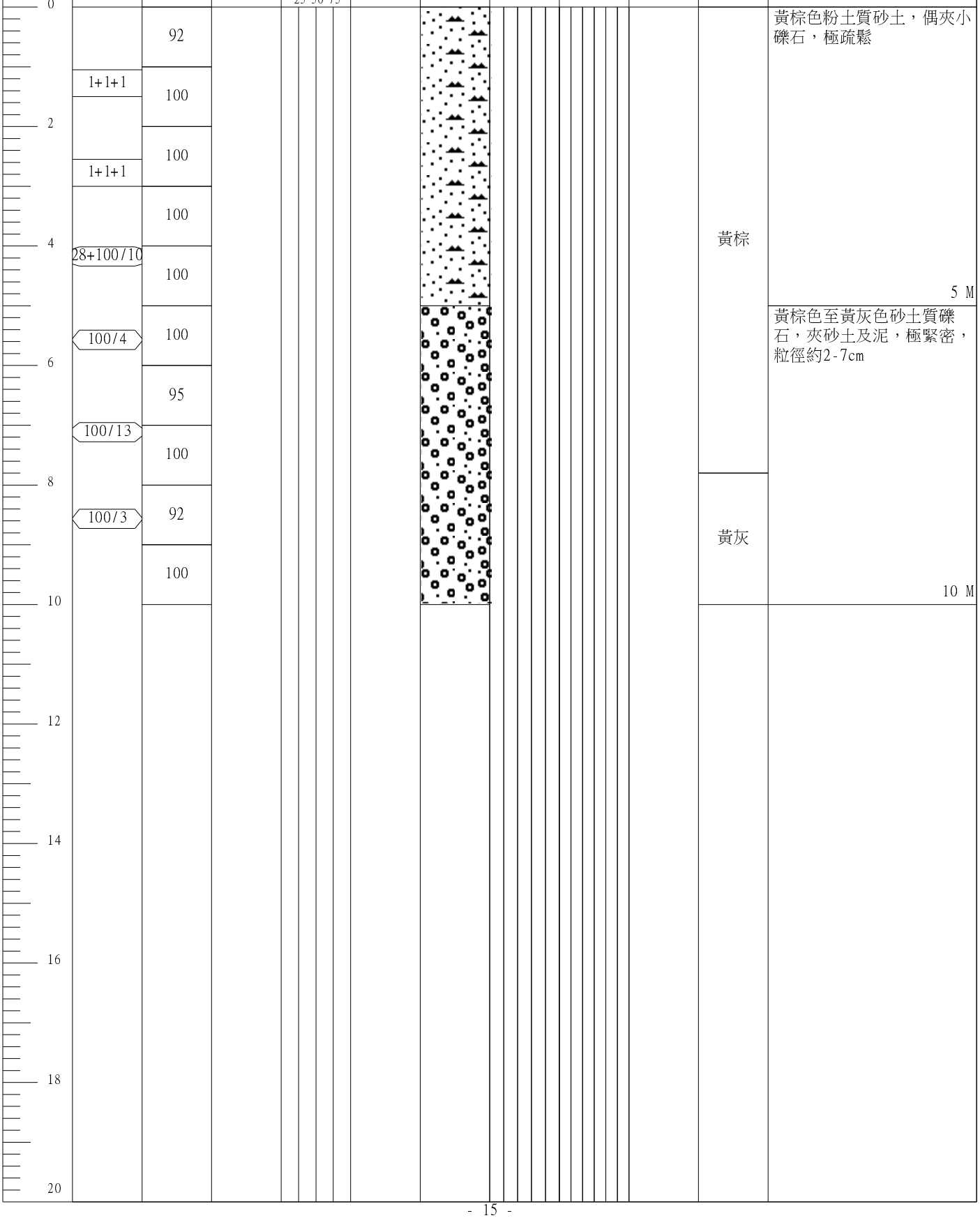
鑽孔地質柱狀圖

工程名稱：曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討補充地質調查

地點：玉井市區　　日　　期：~

鑽孔編號：C01　　鑽孔標高：73.72　M　地下水位：0.00　M　專業技師：.　　輸入人員：李彪

深　　度：10.00　M　座標系統：TW97　　座　標 N：2559011.00座　標 E：196311.00　鑽探公司：



經濟部中央地質調查所

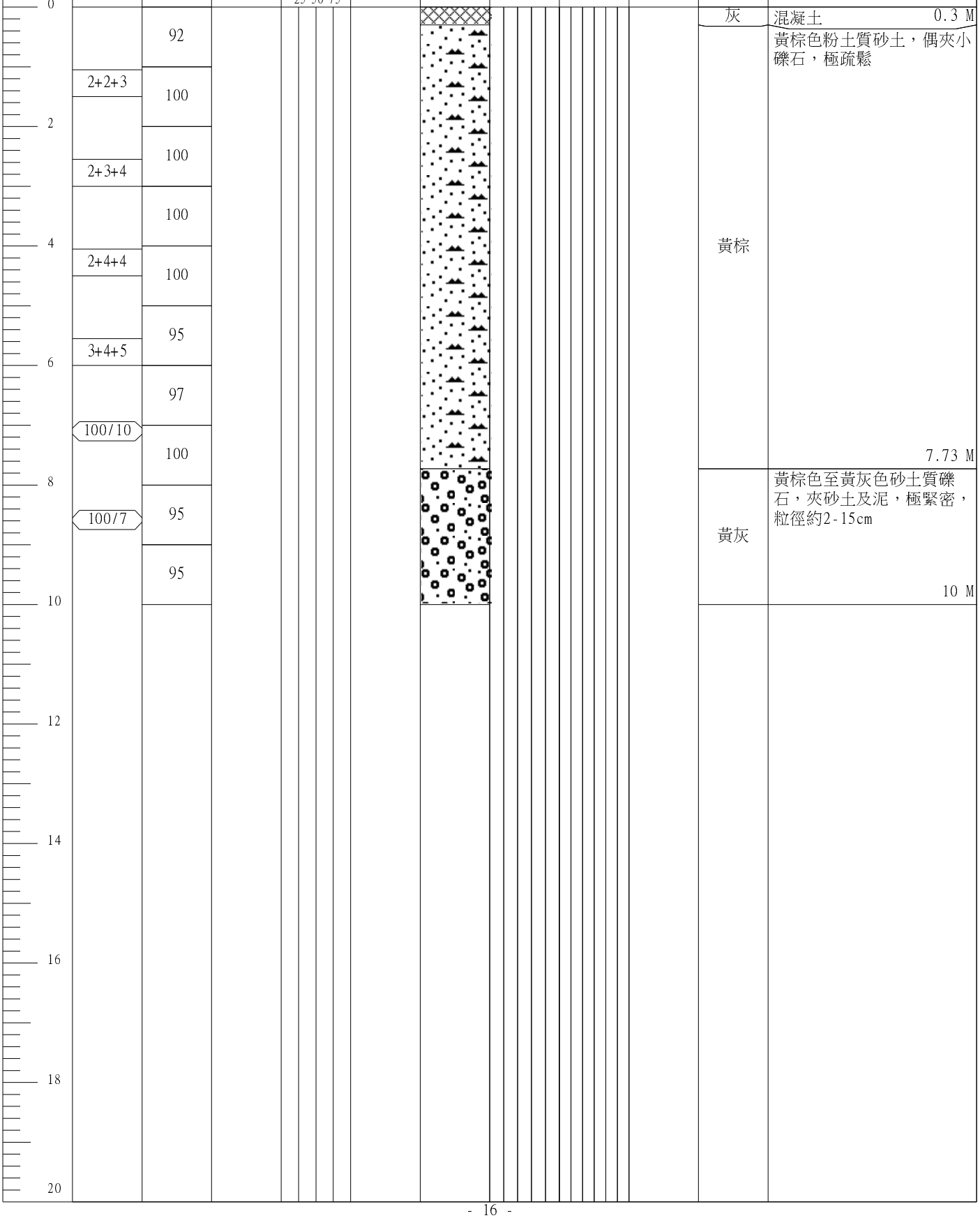
鑽孔地質柱狀圖

工程名稱：曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討補充地質調查

地點：玉井市區　　日　　期：~

鑽孔編號：C02　　鑽孔標高：71.82　M　地下水位：0.00　M　專業技師：.　　輸入人員：李彪

深　　度：10.00　M　座標系統：TW97　　座　標 N：2558942.00座　標 E：196096.00　鑽探公司：



經濟部中央地質調查所

鑽孔地質柱狀圖

工程名稱：曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討補充地質調查

地點：玉井市區　　日　　期：~

鑽孔編號：C03　　鑽孔標高：70.92　M　地下水位：0.00　M　專業技師：.　　輸入人員：李彪

深　　度：10.00　M　座標系統：TW97　　座　標 N：2558875.00座　標 E：195902.00 鑽探公司：

深度(m)	標準貫入	回收率(%)	鑽孔水位	RQD (25 50 75)	RQD(%)	地質圖元	岩心破裂程度	岩心風化程度	岩石不連續面	顏色	岩石或土壤性質描述
0		95								灰	
	12+16+19	100									地表混凝土及回填料 1.05 M
2	100/4	100								黃棕	黃棕色粉土質砂土，偶夾小礫石及風化岩塊，緊密至極緊密
		100									4 M
4	100/3	95									黃棕色至黃灰色砂土質礫石，夾岩塊、砂土及泥，極緊密，粒徑約2-20cm
	100/4	100									
6		100								黃灰	
	100/2	100									
8		100									
	100/7	98									10 M
10											
12											
14											
16											
18											
20											

經濟部中央地質調查所

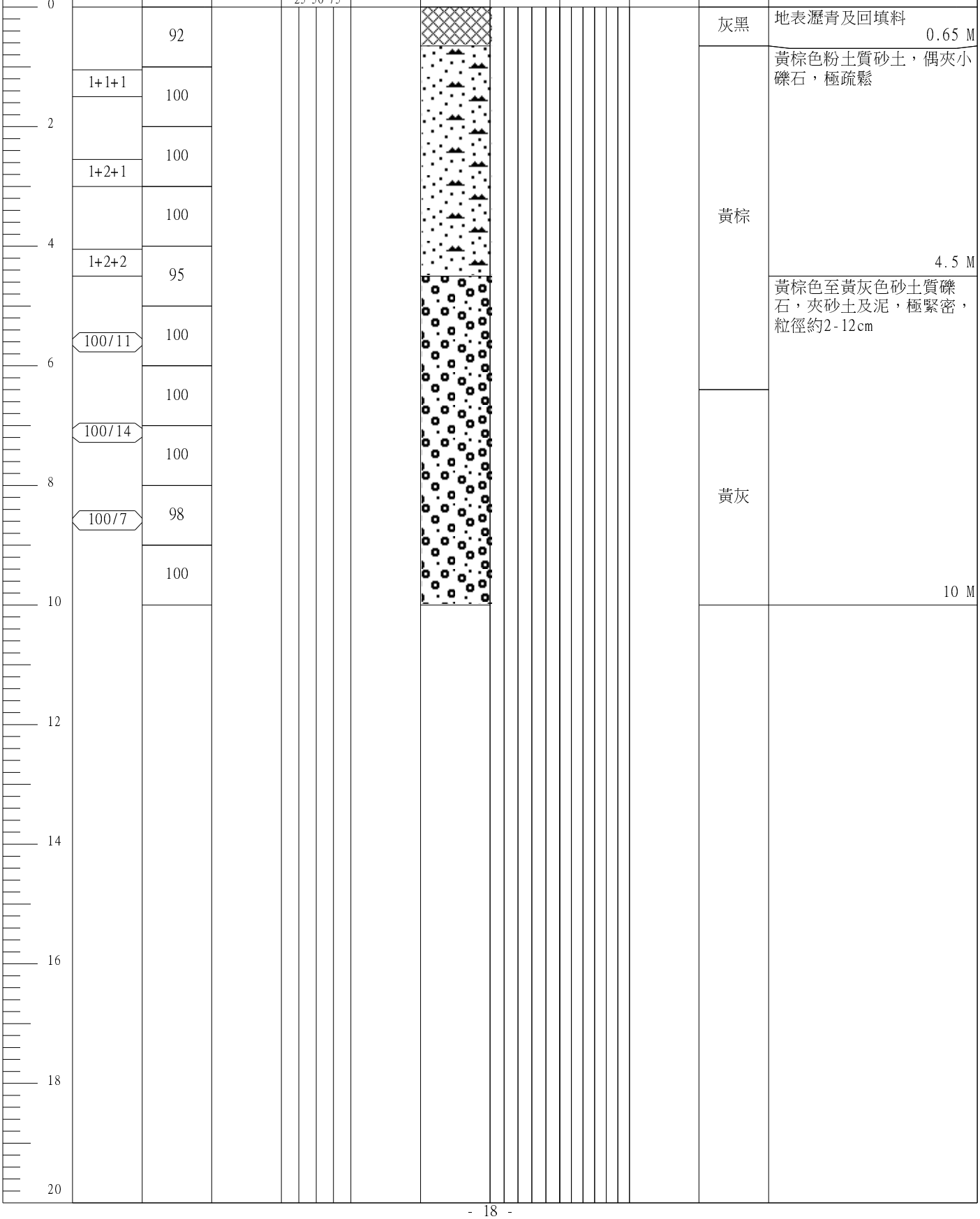
鑽孔地質柱狀圖

工程名稱：曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討補充地質調查

地點：玉井市區　　日　　期：~

鑽孔編號：C04　　鑽孔標高：68.33　M　地下水位：0.00　M　專業技師：.　　輸入人員：李彪

深　　度：10.00　M　座標系統：TW97　　座　標 N：2558775.00座　標 E：195623.00　鑽探公司：



經濟部中央地質調查所

鑽孔地質柱狀圖

工程名稱：曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討補充地質調查

地點：玉井市區　　日　　期：~

鑽孔編號：C05　　鑽孔標高：67.13　M　地下水位：0.00　M　專業技師：.　　輸入人員：李彪

深　　度：10.00　M　座標系統：TW97　　座　標 N：2558631.00座　標 E：195472.00　鑽探公司：

深度(m)	標準貫入	回收率(%)	鑽孔水位	RQD (25 50 75)	RQD(%)	地質圖元	岩心破裂程度	岩心風化程度	岩石不連續面	顏色	岩石或土壤性質描述
0		65								灰	地表混凝土，0.3-0.6m空洞 0.6 M
	2+2+3	95								黃棕	黃棕色粉土質砂土，偶夾小礫石，極疏鬆
2		100									
	2+3+4										
		100									
4	2+3+3	100									
	100/3	100									5.6 M
6		95								黃灰	黃棕色至黃灰色砂土質礫石，夾岩塊、砂土及泥，極緊密，粒徑約2-15cm，6.8-7.8m夾粉土質砂土，礫石含量少，極疏鬆
	2+2+2	95									
8	100/8	100									
		92									10 M
10											
12											
14											
16											
18											
20											

經濟部中央地質調查所

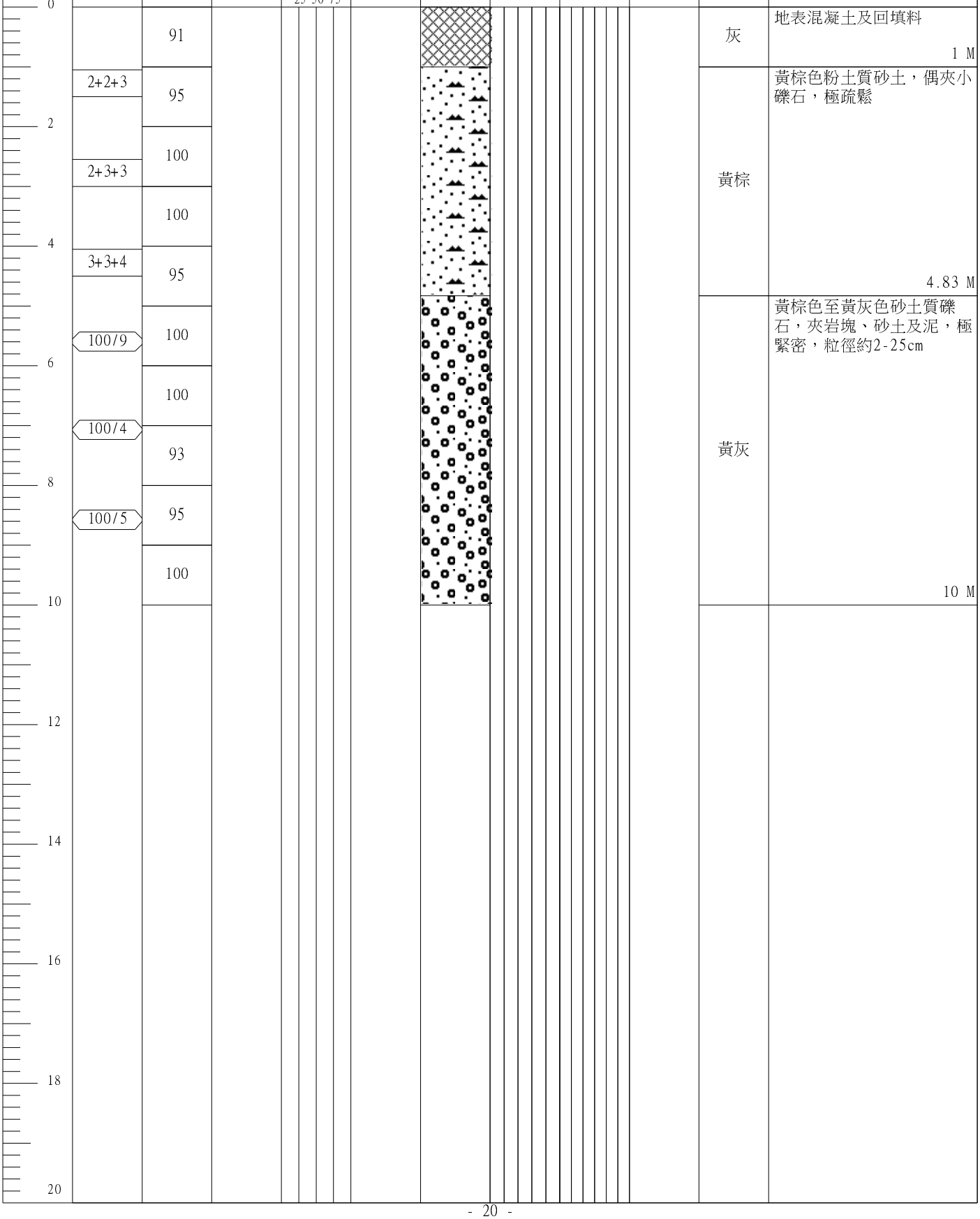
鑽孔地質柱狀圖

工程名稱：曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討補充地質調查

地點：玉井市區　　日　　期：~

鑽孔編號：C06　　鑽孔標高：66.14　M　地下水位：0.00　M　專業技師：.　　輸入人員：李彪

深　　度：10.00　M　座標系統：TW97　　座　標 N：2558474.00座　標 E：195311.00　鑽探公司：



經濟部中央地質調查所

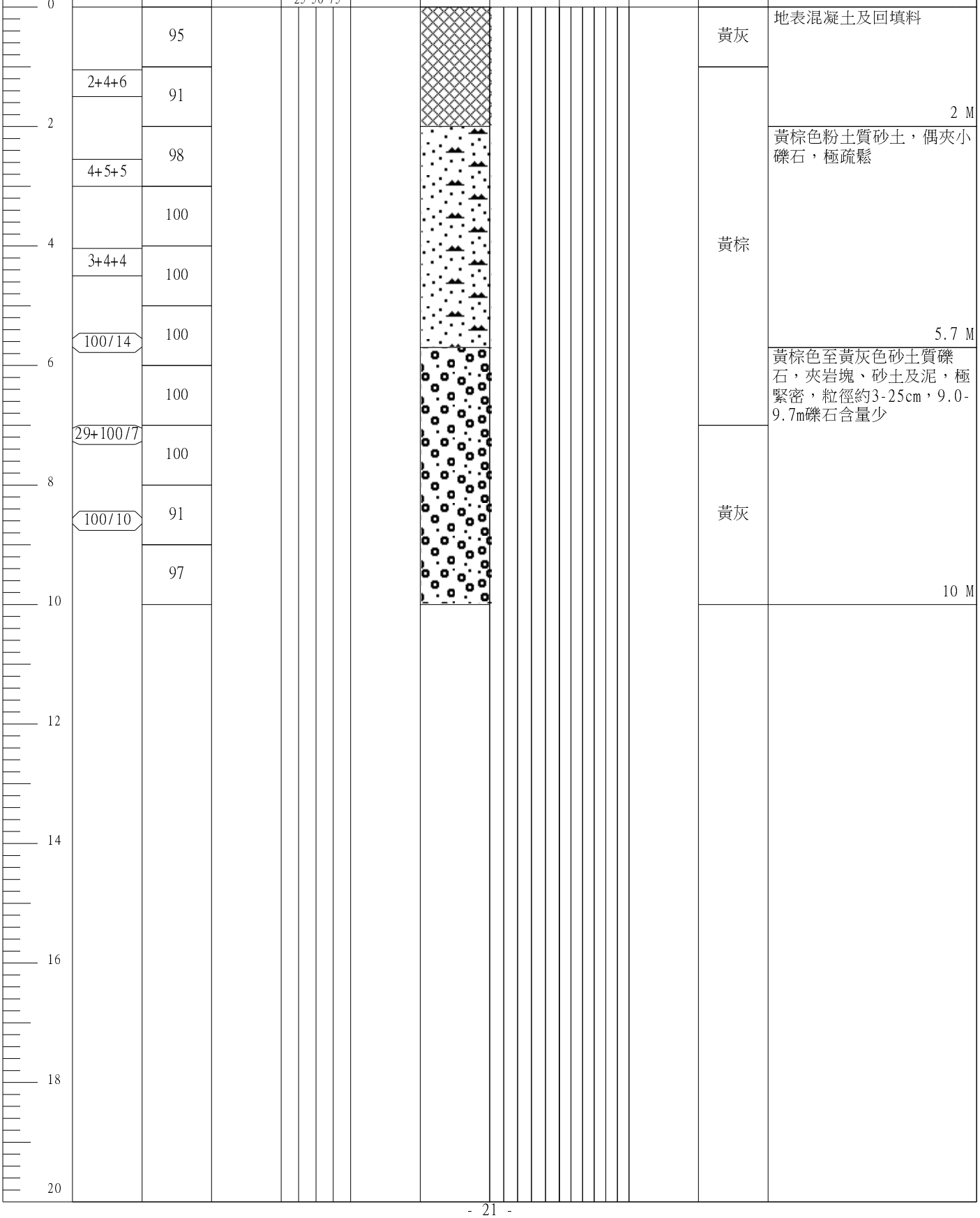
鑽孔地質柱狀圖

工程名稱：曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討補充地質調查

地點：玉井市區　　日　　期：~

鑽孔編號：C07　　鑽孔標高：65.82　M　地下水位：0.00　M　專業技師：.　　輸入人員：李彪

深　　度：10.00　M　座標系統：TW97　　座　標 N：2558080.00座　標 E：195294.00　鑽探公司：



經濟部中央地質調查所

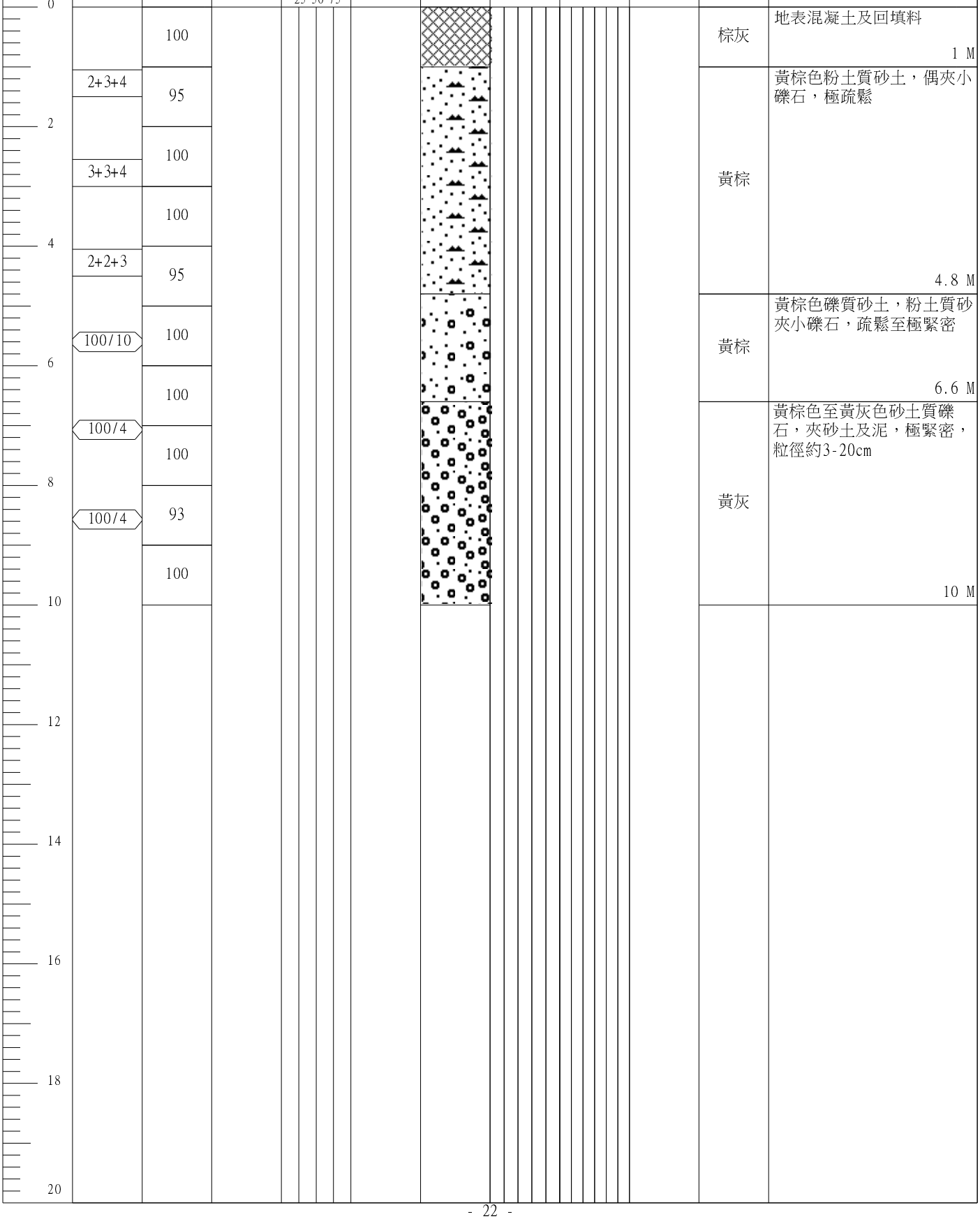
鑽孔地質柱狀圖

工程名稱：曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討補充地質調查

地點：玉井市區　　日　　期：~

鑽孔編號：C08　　鑽孔標高：66.55　M　地下水位：0.00　M　專業技師：.　　輸入人員：李彪

深　　度：10.00　M　座標系統：TW97　　座　標 N：2557858.00座　標 E：195319.00　鑽探公司：



顏色	岩石或土壤性質描述
棕灰	地表混凝土及回填料 1 M
黃棕	黃棕色粉土質砂土，偶夾小礫石，極疏鬆 4.8 M
黃棕	黃棕色礫質砂土，粉土質砂夾小礫石，疏鬆至極緊密 6.6 M
黃灰	黃棕色至黃灰色砂土質礫石，夾砂土及泥，極緊密，粒徑約3-20cm 10 M

經濟部中央地質調查所

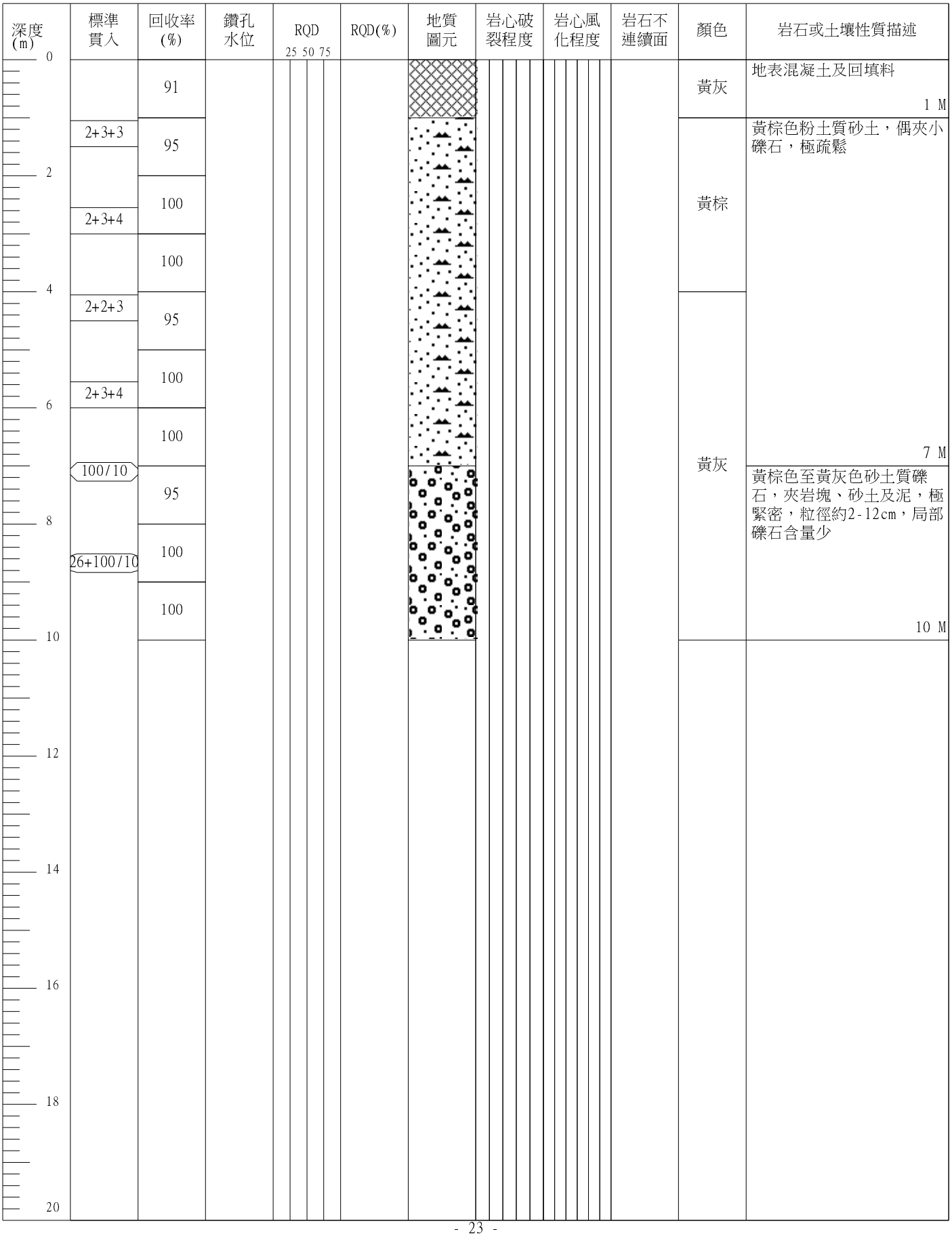
鑽孔地質柱狀圖

工程名稱：曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討補充地質調查

地點：玉井市區　　日　　期：~

鑽孔編號：C09　　鑽孔標高：68.57　M　地下水位：0.00　M　專業技師：.　　輸入人員：李彪

深　　度：10.00　M　座標系統：TW97　　座　標 N：2557601.00座　標 E：195408.00　鑽探公司：



經濟部中央地質調查所

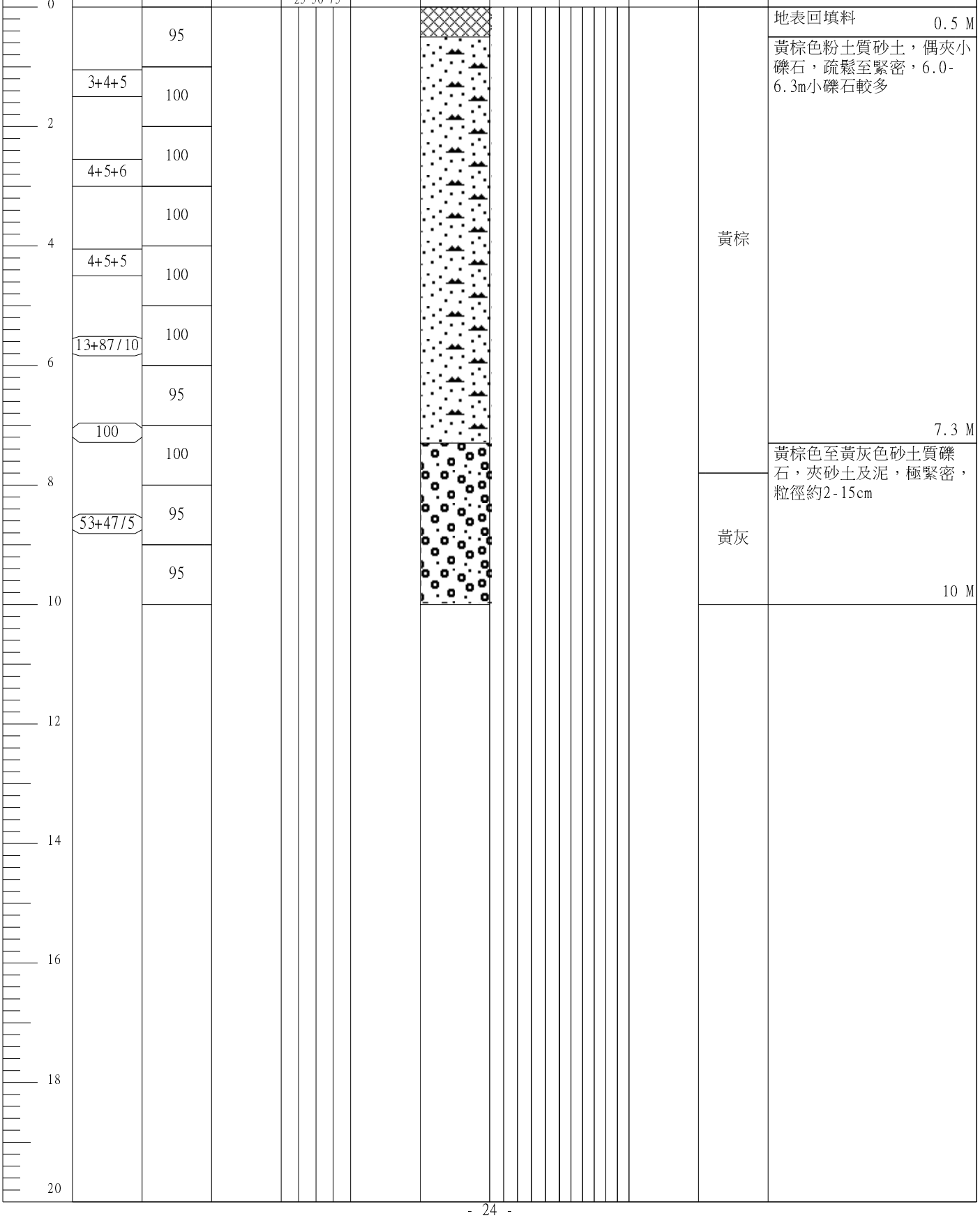
鑽孔地質柱狀圖

工程名稱：曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討補充地質調查

地點：玉井市區　　日　　期：~

鑽孔編號：C10　　鑽孔標高：70.23　M　地下水位：0.00　M　專業技師：.　　輸入人員：李彪

深　　度：10.00　M　座標系統：TW97　　座　標 N：2557474.00座　標 E：195538.00　鑽探公司：



經濟部中央地質調查所

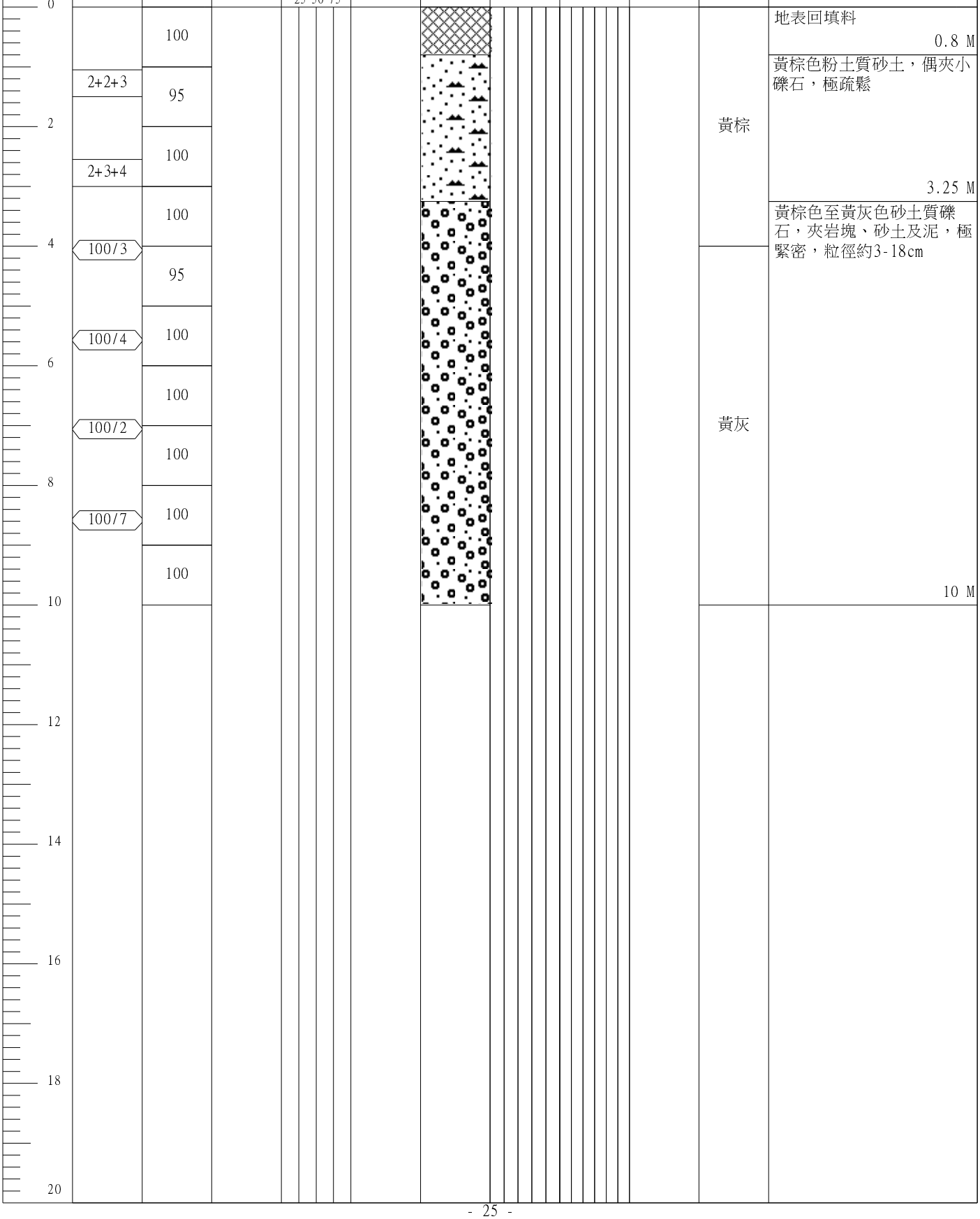
鑽孔地質柱狀圖

工程名稱：曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討補充地質調查

地點：玉井市區　　日　　期：~

鑽孔編號：C11　　鑽孔標高：68.11　M　地下水位：0.00　M　專業技師：.　　輸入人員：李彪

深　　度：10.00　M　座標系統：TW97　　座　標 N：2558420.00座　標 E：195604.00　鑽探公司：



經濟部中央地質調查所

鑽孔地質柱狀圖

工程名稱：曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討補充地質調查

地點：玉井市區　　日　　期：~

鑽孔編號：C12　　鑽孔標高：68.49　M　地下水位：0.00　M　專業技師：.　　輸入人員：李彪

深　　度：10.00　M　座標系統：TW97　　座　標 N：2558259.00座　標 E：195676.00　鑽探公司：

深度(m)	標準貫入	回收率(%)	鑽孔水位	RQD (25 50 75)	RQD(%)	地質圖元	岩心破裂程度	岩心風化程度	岩石不連續面	顏色	岩石或土壤性質描述
0		100									地表瀝青及回填料 1 M
	6+6+7	95									黃棕色粉土質砂土，偶夾小礫石，疏鬆至中等緊密
2		100									
	6+7+8										
		100									
4	6+7+7	95								黃棕	
		95									
6	4+4+5										
		100									
	4+5+6	95									
8		100									
	5+4+5										
		100									9.5 M
10										黃灰	黃灰色砂土質礫石，夾岩塊、砂土及泥，極緊密，粒徑約2-17cm 10 M
12											
14											
16											
18											
20											

經濟部中央地質調查所

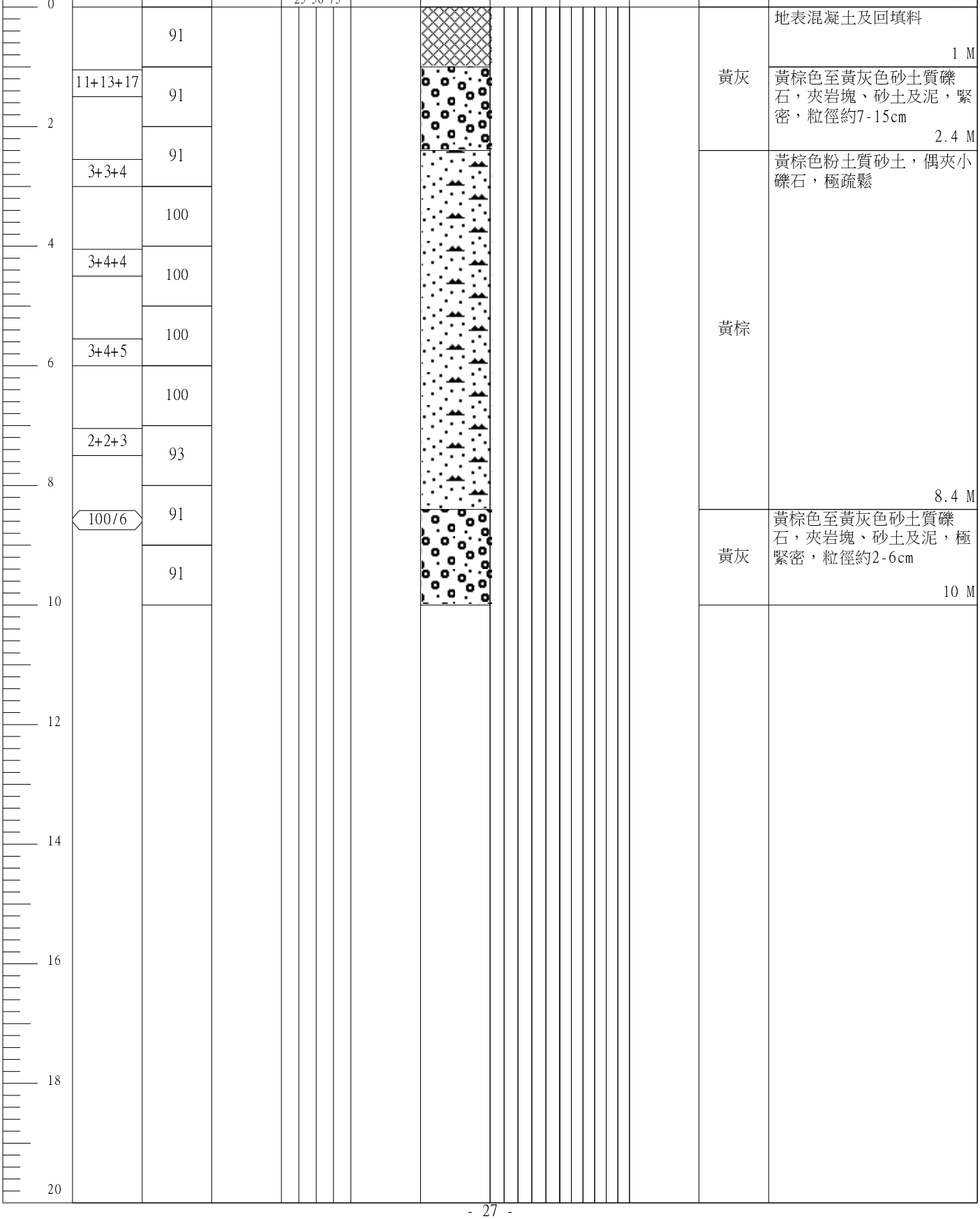
鑽孔地質柱狀圖

工程名稱：曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討補充地質調查

地點：玉井市區　　日　　期：~

鑽孔編號：C13　　鑽孔標高：70.62　M　地下水位：0.00　M　專業技師：.　　輸入人員：李彪

深　　度：10.00　M　座標系統：TW97　　座　標 N：2557943.00座　標 E：195681.00　鑽探公司：



深度(m)	標準貫入	回收率(%)	鑽孔水位	RQD (25 50 75)	RQD(%)	地質圖元	岩心破裂程度	岩心風化程度	岩石不連續面	顏色	岩石或土壤性質描述
0		91									地表混凝土及回填料 1 M
	11+13+17	91								黃灰	黃棕色至黃灰色砂土質礫石，夾岩塊、砂土及泥，緊密，粒徑約7-15cm 2.4 M
2		91									
	3+3+4									黃棕	黃棕色粉土質砂土，偶夾小礫石，極疏鬆
		100									
4	3+4+4	100									
		100									
	3+4+5										
6		100									
	2+2+3	93									
8		91									8.4 M
	100/6									黃灰	黃棕色至黃灰色砂土質礫石，夾岩塊、砂土及泥，極緊密，粒徑約2-6cm 10 M
10		91									
12											
14											
16											
18											
20											

經濟部中央地質調查所

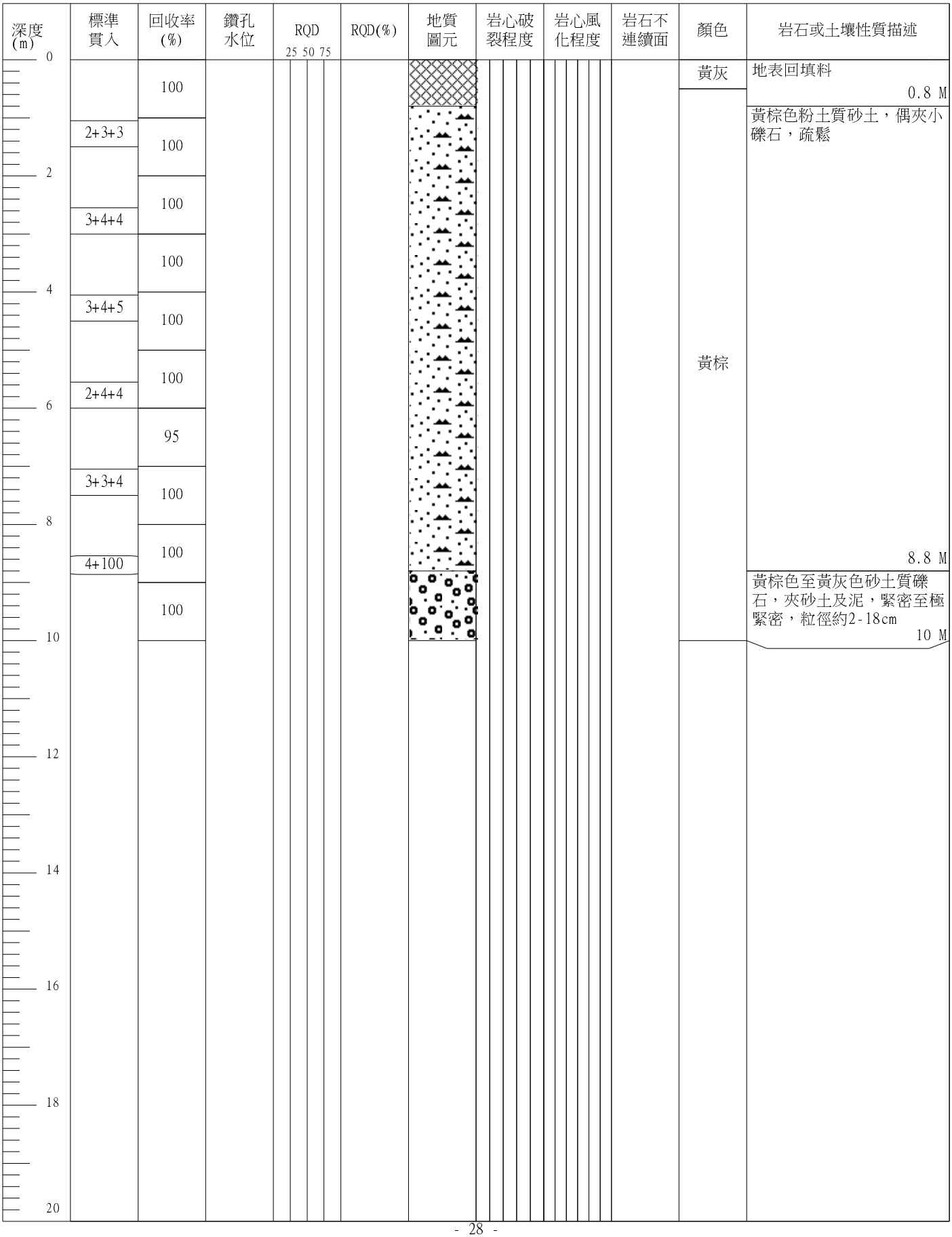
鑽孔地質柱狀圖

工程名稱：曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討補充地質調查

地點：玉井市區　　日　　期：~

鑽孔編號：C14　　鑽孔標高：73.61　M　地下水位：0.00　M　專業技師：.　　輸入人員：李彪

深　　度：10.00　M　座標系統：TW97　　座　標 N：2557647.00座　標 E：195601.00　鑽探公司：



委 辦 試 驗 報 告 書

工程名稱：「曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討」補充地質調查

送樣單位：展鴻工程有限公司

委託單位：展鴻工程有限公司

委託內容：

項次	試 驗 項 目	數量	試驗編號	頁次	備　註
1	土壤一般物理性試驗	58	256M	-	
	以下空白				

中測科技股份有限公司 中測土壤試驗報告 專用章 TEL:02-2213-37

執行單位：中測科技股份有限公司

報告書編號：CMC10612256

中測科技股份有限公司

C & M Hi-Tech Engineering CO.,LTD.

土壤實驗室

TEL:(02)22133773

E Mail- lab@mail.cuc.com.tw

FAX:(02)22132362

新北市新店區黎明路11號B2

土壤一般物理性質試驗報告

委託單位:展鴻工程有限公司　　收件編號: CMC10612256

工程名稱:「曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討」補充地質調查　　收件日期: 106.12.05、12.14

試驗方法:CNS12387試驗法(1988年版)執行。　　試驗日期: 106.12.06-12.26

測　試　結　果

編號	孔號 Hole	樣號 Sample	深度 Depth M	N值	含水量 W(%)	比重 Gs	液性限度 LL(%)	塑性指數 PI(%)	粒徑分析(%)				分類符號	孔隙比 e	單位重 γt (t/m³)	土壤描述
									礫石	砂	粉土	黏土				
001	AH-1	S-1	1.05-1.50	8	6.9	2.67	--	NP	43	41	16	0	GM	0.49	1.91	黃棕色含砂之粉土質礫石
002	AH-1	S-2	2.55-3.00	9	6.5	2.67	--	NP	37	43	20	0	SM	0.36	2.09	黃棕色含礫石之粉土質砂
003	AH-1	S-3	4.05-4.50	9	17.2	2.71	24	6	0	12	72	16	CL-ML	0.53	2.08	灰棕色粉土質黏土夾砂質粉土
004	AH-1	S-4	5.55-6.00	10	22.8	2.70	25	4	0	21	67	12	CL-ML	0.74	1.90	灰棕色含砂之粉土質黏土
005	AH-1	S-5	7.05-7.50	11	22.7	2.70	25	4	0	28	60	12	CL-ML	0.78	1.86	灰棕色含砂之粉土質黏土
006	AH-2	S-3	4.05-4.50	20	18.6	2.71	25	7	0	23	62	15	CL-ML	0.56	2.05	黃棕色含砂之粉土質黏土
007	AH-2	S-4	5.55-6.00	23	18.8	2.71	26	7	0	24	59	17	CL-ML	0.59	2.02	黃棕色含砂之粉土質黏土
008	AH-2	S-5	7.05-7.50	41	22.5	2.72	29	10	0	20	60	20	CL	0.63	2.05	黃棕色含砂之低塑性黏土
009	AH-4	S-4	5.55-5.99	>100	6.4	2.68	--	NP	10	40	44	6	SM	0.31	2.18	黃棕色粉土質砂夾礫石
010	BH-1	S-1	1.05-1.50	3	20.6	2.70	36	17	0	9	60	31	CL	0.62	2.01	黃棕色低塑性黏土
011	C-1	S-1	1.05-1.50	2	26.5	2.69	25	9	11	22	47	20	CL	0.74	1.95	黃棕色砂質低塑性黏土夾礫石
012	C-1	S-2	2.55-3.00	2	28.0	2.69	25	7	0	15	68	17	CL-ML	1.00	1.72	黃棕色含砂之低塑性黏土
013	C-1	S-3	4.05-4.30	>100	15.9	2.66	--	NP	41	43	16	0	SM	0.44	2.14	黃棕色含礫石之粉土質砂
014	C-2	S-1	1.05-1.50	5	22.3	2.72	35	16	0	5	63	32	CL	0.62	2.05	黃棕色低塑性黏土
015	C-2	S-2	2.55-3.00	7	18.1	2.70	24	6	0	8	76	16	CL-ML	0.93	1.65	黃棕色粉土質黏土
016	C-2	S-3	4.05-4.50	8	23.9	2.68	--	NP	0	33	57	10	ML	0.70	1.95	黃棕色砂質粉土

附註: 本試件由委託者自行取樣，所列記錄僅對樣品負責。

中測科技股份有限公司

C & M Hi-Tech Engineering CO.,LTD.

土壤實驗室

土壤一般物理性質試驗報告

TEL:(02)22133773
FAX:(02)22132362
E Mail- lab@mail.cuc.com.tw
新北市新店區黎明路11號B2

委託單位:展鴻工程有限公司　　收件編號: CMC10612256

工程名稱:「曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討」補充地質調查　　收件日期: 106.12.05、12.14

試驗方法:CNS12387試驗法(1988年版)執行。　　試驗日期: 106.12.06-12.26

測　試　結　果

編號	孔號 Hole	樣號 Sample	深度 Depth M	N值	含水量 W(%)	比重 Gs	液性限度 LL(%)	塑性指數 PI(%)	粒徑分析(%)				分類符號	孔隙比 e	單位重 γt (t/m³)	土壤描述
									礫石	砂	粉土	黏土				
017	C-2	S-4	5.55-6.00	9	28.3	2.66	--	NP	0	77	20	3	SM	0.77	1.93	黃棕色粉土質砂
018	C-3	S-1	1.05-1.50	35	16.7	2.65	--	NP	69	15	16	0	GM	0.47	2.10	黃棕色含砂之粉土質礫石
019	C-4	S-1	1.05-1.50	2	20.2	2.68	25	8	0	34	52	14	CL	0.59	2.02	黃棕色砂質低塑性黏土
020	C-4	S-2	2.55-3.00	3	20.8	2.68	27	10	0	24	57	19	CL	0.56	2.07	黃棕色含砂之低塑性黏土
021	C-4	S-3	4.05-4.50	4	17.9	2.67	--	NP	0	61	34	5	SM	0.70	1.85	黃棕色粉土質砂
022	C-5	S-1	1.05-1.50	5	21.6	2.71	30	10	0	15	64	21	CL	0.64	2.01	黃棕色含砂之低塑性黏土
023	C-5	S-2	2.55-3.00	7	21.4	2.70	--	NP	0	26	65	9	ML	0.66	1.97	黃棕色含砂之粉土
024	C-5	S-3	4.05-4.50	6	18.1	2.70	--	NP	0	27	64	9	ML	0.84	1.73	黃棕色含砂之粉土
025	C-5	S-5	7.05-7.50	4	29.3	2.72	30	12	0	6	68	26	CL	0.86	1.89	黃棕色低塑性黏土
026	C-6	S-1	1.05-1.50	5	23.9	2.72	31	14	0	7	64	29	CL	0.68	2.00	黃棕色低塑性黏土
027	C-6	S-2	2.55-3.00	6	32.1	2.71	33	14	0	10	68	22	CL	0.98	1.81	黃棕色低塑性黏土
028	C-6	S-3	4.05-4.50	7	21.8	2.69	--	NP	0	37	53	10	ML	0.71	1.92	黃棕色砂質粉土
029	C-7	S-2	2.55-3.00	10	22.3	2.71	29	11	0	5	64	31	CL	0.71	1.93	黃棕偶夾灰色低塑性黏土
030	C-7	S-3	4.05-4.50	8	22.7	2.69	--	NP	0	30	62	8	ML	0.73	1.91	黃棕偶夾灰色砂質粉土
031	C-8	S-1	1.05-1.50	7	19.7	2.68	--	NP	0	29	57	14	ML	0.60	2.00	黃棕色砂質粉土
032	C-8	S-2	2.55-3.00	7	19.0	2.68	--	NP	0	33	58	9	ML	0.67	1.91	黃棕色砂質粉土

附註: 本試件由委託者自行取樣，所列記錄僅對樣品負責。

中測科技股份有限公司

C & M Hi-Tech Engineering CO.,LTD.

土壤實驗室

E Mail- lab@mail.cuc.com.tw

新北市新店區黎明路11號B2

TEL:(02)22133773

FAX:(02)22132362

土壤一般物理性質試驗報告

委託單位:展鴻工程有限公司　　收件編號: CMC10612256

工程名稱:「曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討」補充地質調查　　收件日期: 106.12.05、12.14

試驗方法:CNS12387試驗法(1988年版)執行。　　試驗日期: 106.12.06-12.26

測　試　結　果

編號	孔號 Hole	樣號 Sample	深度 Depth M	N值	含水量 W(%)	比重 Gs	液性限度 LL(%)	塑性指數 PI(%)	粒徑分析(%)				分類符號	孔隙比 e	單位重 γt (t/m³)	土壤描述
									礫石	砂	粉土	黏土				
033	C-8	S-3	4.05-4.50	5	25.3	2.69	--	NP	0	38	51	11	ML	0.75	1.92	黃棕色砂質粉土
034	C-9	S-1	1.05-1.50	6	20.4	2.71	29	10	0	24	56	20	CL	0.65	1.97	黃棕色含砂之低塑性黏土
035	C-9	S-2	2.55-3.00	7	21.1	2.69	25	6	0	19	64	17	CL-ML	0.65	1.97	黃棕色含砂之粉土質黏土
036	C-9	S-3	4.05-4.50	5	24.6	2.66	--	NP	0	60	34	6	SM	0.97	1.68	黃棕色粉土質砂
037	C-9	S-4	5.55-6.00	7	20.2	2.68	28	11	0	26	50	24	CL	0.59	2.03	黃棕色含砂之低塑性黏土
038	C-10	S-1	1.05-1.50	9	20.6	2.71	31	14	0	5	67	28	CL	0.66	1.96	黃棕色低塑性黏土
039	C-10	S-2	2.55-3.00	11	19.2	2.71	26	8	0	11	64	25	CL	0.60	2.01	黃棕色低塑性黏土
040	C-10	S-3	4.05-4.50	10	26.3	2.68	--	NP	19	41	36	4	SM	0.71	1.98	黃棕色含礫石之粉土質砂
041	C-11	S-1	1.05-1.50	5	20.8	2.71	34	16	0	4	67	29	CL	0.70	1.93	黃棕色低塑性黏土
042	C-11	S-2	2.55-3.00	7	26.3	2.65	--	NP	44	35	19	2	GM	0.74	1.92	黃棕色含砂之粉土質礫石
043	C-12	S-1	1.05-1.50	13	20.3	2.72	37	17	0	7	59	34	CL	0.68	1.95	黃棕色低塑性黏土
044	C-12	S-2	2.55-3.00	15	27.6	2.70	30	13	0	2	73	25	CL	0.75	1.96	黃棕色低塑性黏土
045	C-12	S-3	4.05-4.50	14	22.7	2.69	26	7	0	17	63	20	CL-ML	0.65	2.00	黃棕色含砂之粉土質黏土
046	C-12	S-4	5.55-6.00	9	22.9	2.72	35	17	0	10	59	31	CL	0.67	2.01	黃棕色低塑性黏土
047	C-12	S-5	7.05-7.50	11	22.3	2.69	27	8	0	8	75	17	CL	0.72	1.92	黃棕色低塑性黏土
048	C-12	S-6	8.55-9.00	10	23.1	2.70	31	12	0	2	68	30	CL	0.68	1.97	黃棕色低塑性黏土

附註: 本試件由委託者自行取樣，所列記錄僅對樣品負責。

中測科技股份有限公司

C & M Hi-Tech Engineering CO.,LTD.

土壤實驗室

TEL:(02)22133773

E Mail- lab@mail.cuc.com.tw

FAX:(02)22132362

新北市新店區黎明路11號B2

土壤一般物理性質試驗報告

委託單位:展鴻工程有限公司　　收件編號: CMC10612256

工程名稱:「曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討」補充地質調查　　收件日期: 106.12.05、12.14

試驗方法:CNS12387試驗法(1988年版)執行。　　試驗日期: 106.12.06-12.26

測　試　結　果

編號	孔號 Hole	樣號 Sample	深度 Depth M	N值	含水量 W(%)	比重 Gs	液性限度 LL(%)	塑性指數 PI(%)	粒徑分析(%)				分類符號	孔隙比 e	單位重 γt (t/m³)	土壤描述
									礫石	砂	粉土	黏土				
049	C-13	S-2	2.55-3.00	7	26.7	2.70	--	NP	0	23	66	11	ML	0.74	1.97	黃棕色含砂之粉土
050	C-13	S-3	4.05-4.50	8	27.8	2.71	28	9	0	1	77	22	CL	1.21	1.57	黃棕色低塑性黏土
051	C-13	S-4	5.55-6.00	9	26.6	2.67	--	NP	0	60	35	5	SM	0.89	1.79	黃棕色粉土質砂
052	C-13	S-5	7.05-7.50	5	24.8	2.67	--	NP	0	57	38	5	SM	0.92	1.73	黃棕色粉土質砂
053	C-14	S-1	1.05-1.50	6	25.3	2.70	--	NP	0	24	69	7	ML	0.82	1.86	黃棕色含砂之粉土
054	C-14	S-2	2.55-3.00	8	22.6	2.68	--	NP	0	62	34	4	SM	0.80	1.82	黃棕色粉土質砂
055	C-14	S-3	4.05-4.50	9	21.8	2.68	--	NP	0	26	65	9	ML	0.74	1.88	黃棕色含砂之粉土
056	C-14	S-4	5.55-6.00	8	21.4	2.68	--	NP	0	15	76	9	ML	0.70	1.92	黃棕色含砂之粉土
057	C-14	S-5	7.05-7.50	7	19.8	2.66	--	NP	8	51	37	4	SM	0.69	1.88	黃棕色粉土質砂夾礫石
058	C-14	S-6	8.55-8.85	>100	18.7	2.66	--	NP	12	58	28	2	SM	0.64	1.93	黃棕色粉土質砂夾礫石
以下空白																

附註: 本試件由委託者自行取樣，所列記錄僅對樣品負責。

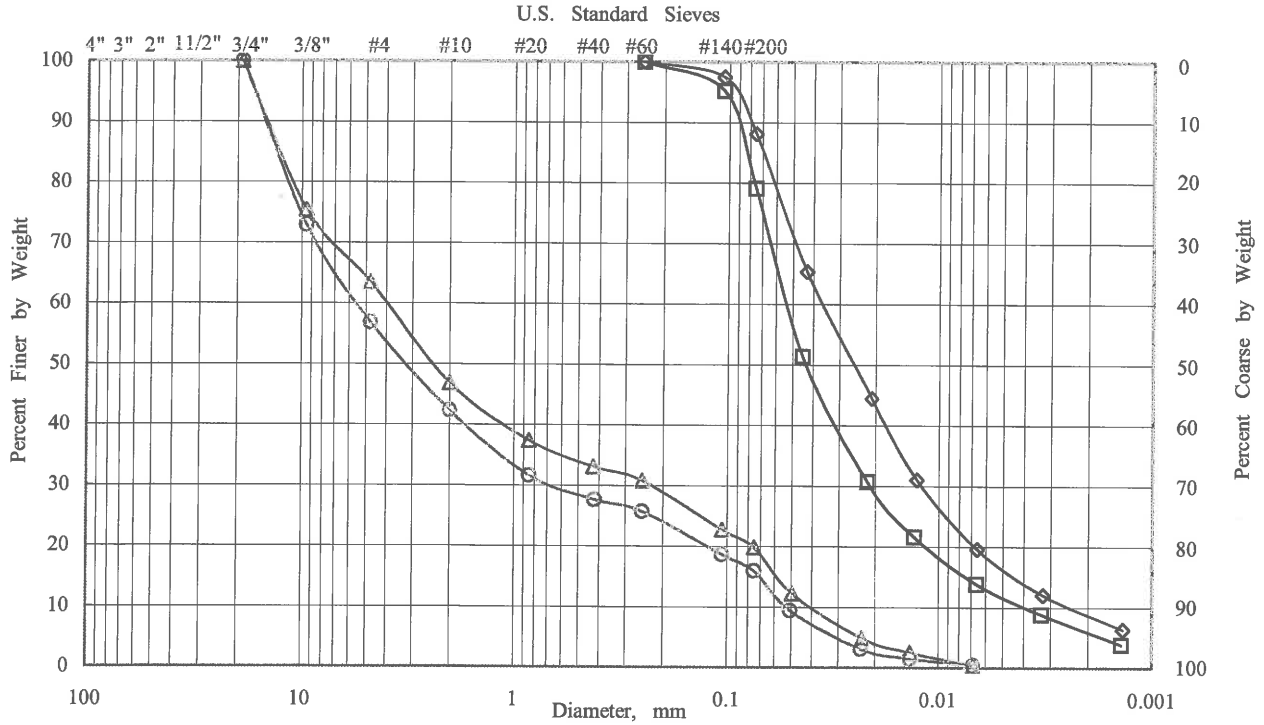
中測科技股份有限公司

C & M Hi-Tech Engineering CO.,LTD.

Grain Size Analyses

Project Name	「曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討」補充地質調查

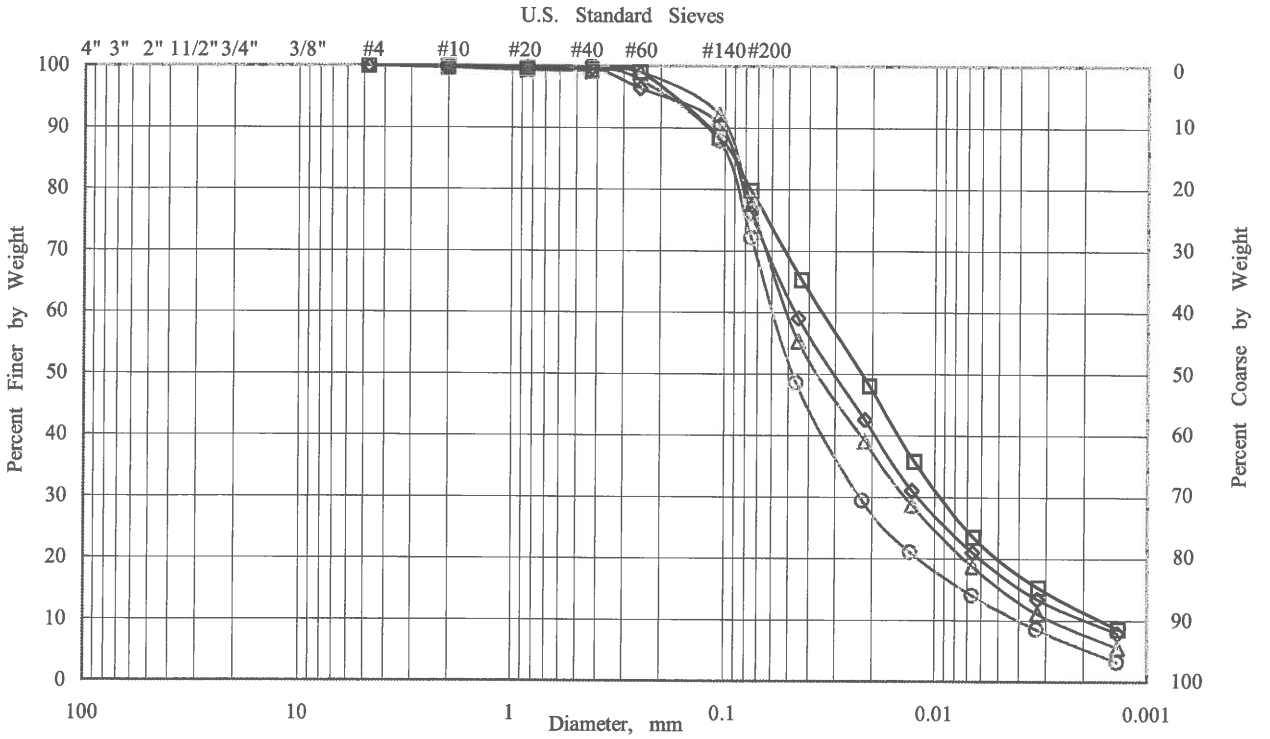
Gravel	Co. Sand	Med. Sand	Find Sand	Silt	Clay



Mark	Boring No.	Sample No.	Depth (m)	D50	Cu
○	AH-1	S-1	1.05-1.50	3.3104	103.9
△	AH-1	S-2	2.55-3.00	2.3611	92.4

Mark	Boring No.	Sample No.	Depth (m)	D50	Cu
◇	AH-1	S-3	4.05-4.50	0.0255	14.3
□	AH-1	S-4	5.55-6.00	0.0428	13.6

Gravel	Co. Sand	Med. Sand	Find Sand	Silt	Clay



Mark	Boring No.	Sample No.	Depth (m)	D50	Cu
○	AH-1	S-5	7.05-7.50	0.0474	14.7
△	AH-2	S-3	4.05-4.50	0.0380	18.2

Mark	Boring No.	Sample No.	Depth (m)	D50	Cu
◇	AH-2	S-4	5.55-6.00	0.0302	22.0
□	AH-2	S-5	7.05-7.50	0.0224	20.0

中測科技股份有限公司

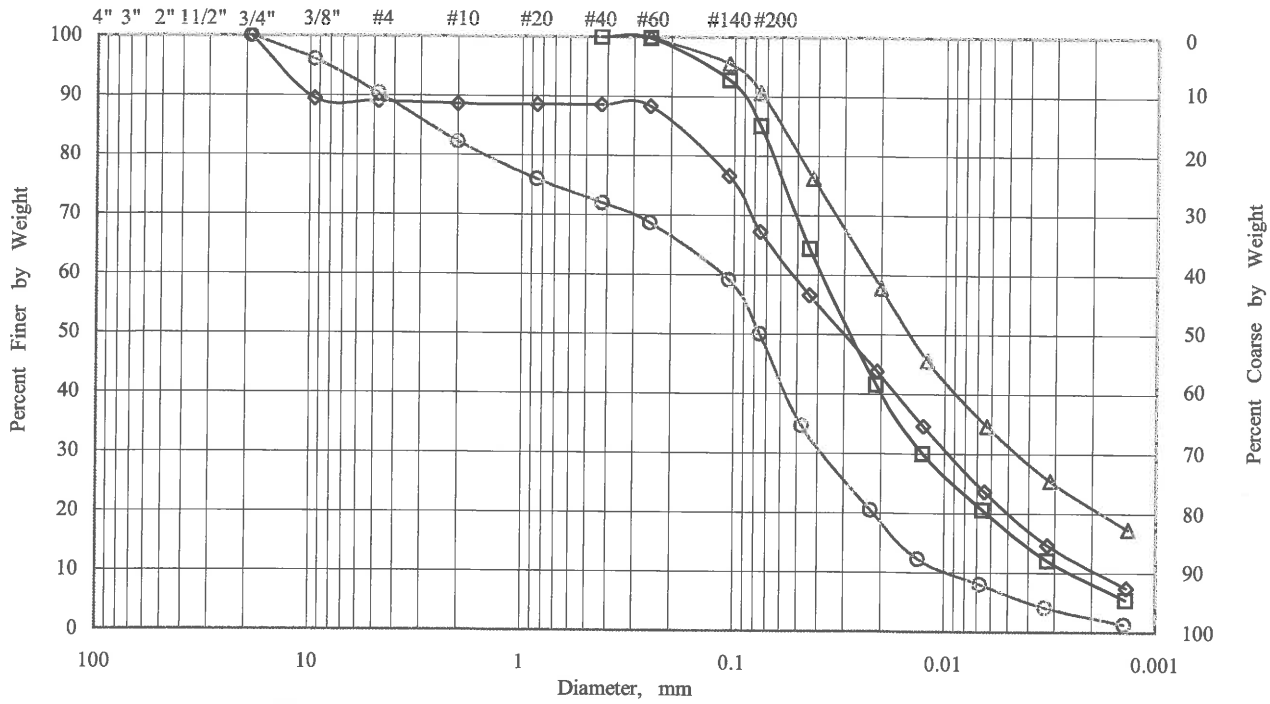
C & M Hi-Tech Engineering CO.,LTD.

Grain Size Analyses

Project Name	「曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討」補充地質調查

Gravel	Co. Sand	Med. Sand	Find Sand	Silt	Clay

U.S. Standard Sieves

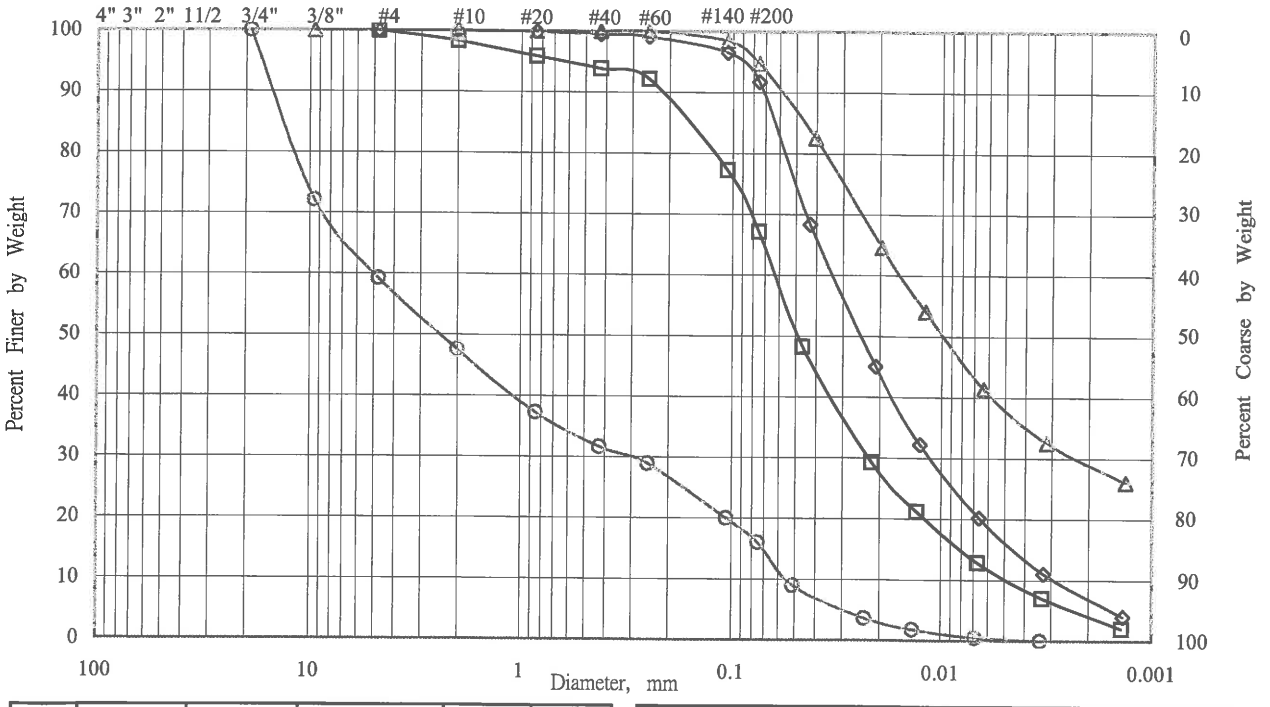


Mark	Boring No.	Sample No.	Depth (m)	D50	Cu
○	AH-4	S-4	5.55-5.99	0.0750	12.2
△	BH-1	S-1	1.05-1.50	0.0148	-

Mark	Boring No.	Sample No.	Depth (m)	D50	Cu
◇	C-1	S-1	1.05-1.50	0.0298	26.1
□	C-1	S-2	2.55-3.00	0.0286	14.4

Gravel	Co. Sand	Med. Sand	Find Sand	Silt	Clay

U.S. Standard Sieves



Mark	Boring No.	Sample No.	Depth (m)	D50	Cu
○	C-1	S-3	4.05-4.30	2.4331	91.9
△	C-2	S-1	1.05-1.50	0.0098	-

Mark	Boring No.	Sample No.	Depth (m)	D50	Cu
◇	C-2	S-2	2.55-3.00	0.0248	11.8
□	C-2	S-3	4.05-4.50	0.0485	12.3

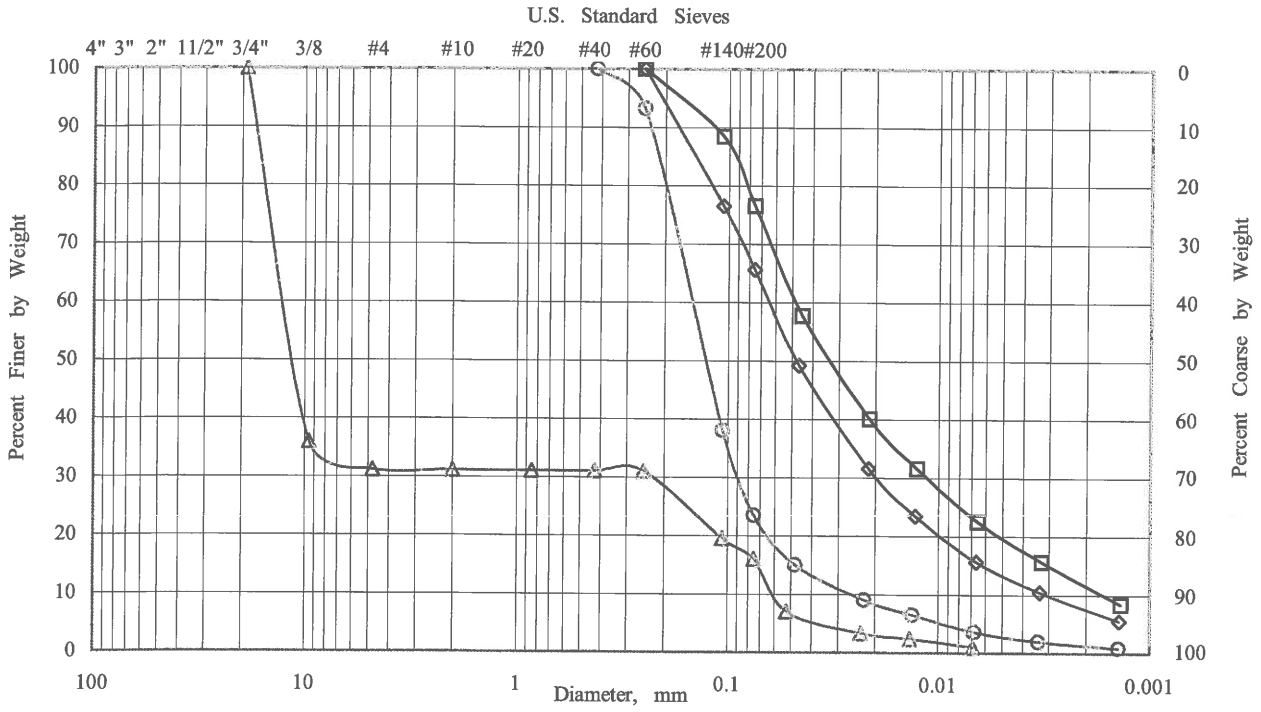
中測科技股份有限公司

C & M Hi-Tech Engineering CO.,LTD.

Grain Size Analyses

Project Name	「曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討」補充地質調查

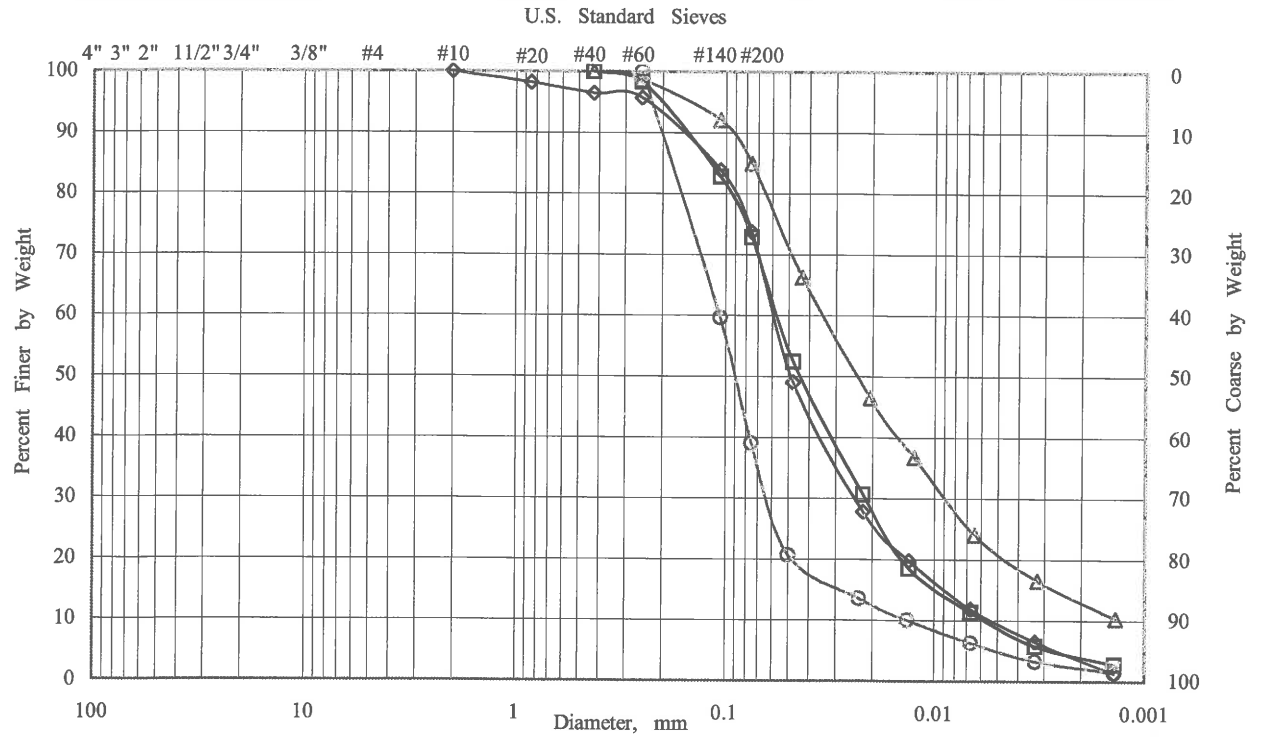
Gravel	Co. Sand	Med. Sand	Find Sand	Silt	Clay



Mark	Boring No.	Sample No.	Depth (m)	D50	Cu
○	C-2	S-4	5.55-6.00	0.1330	6.1
△	C-3	S-1	1.05-1.50	11.8652	221.2

Mark	Boring No.	Sample No.	Depth (m)	D50	Cu
◇	C-4	S-1	1.05-1.50	0.0474	20.5
□	C-4	S-2	2.55-3.00	0.0342	28.1

Gravel	Co. Sand	Med. Sand	Find Sand	Silt	Clay



Mark	Boring No.	Sample No.	Depth (m)	D50	Cu
○	C-4	S-3	4.05-4.50	0.0898	8.0
△	C-5	S-1	1.05-1.50	0.0235	-

Mark	Boring No.	Sample No.	Depth (m)	D50	Cu
◇	C-5	S-2	2.55-3.00	0.0486	10.8
□	C-5	S-3	4.05-4.50	0.0439	9.9

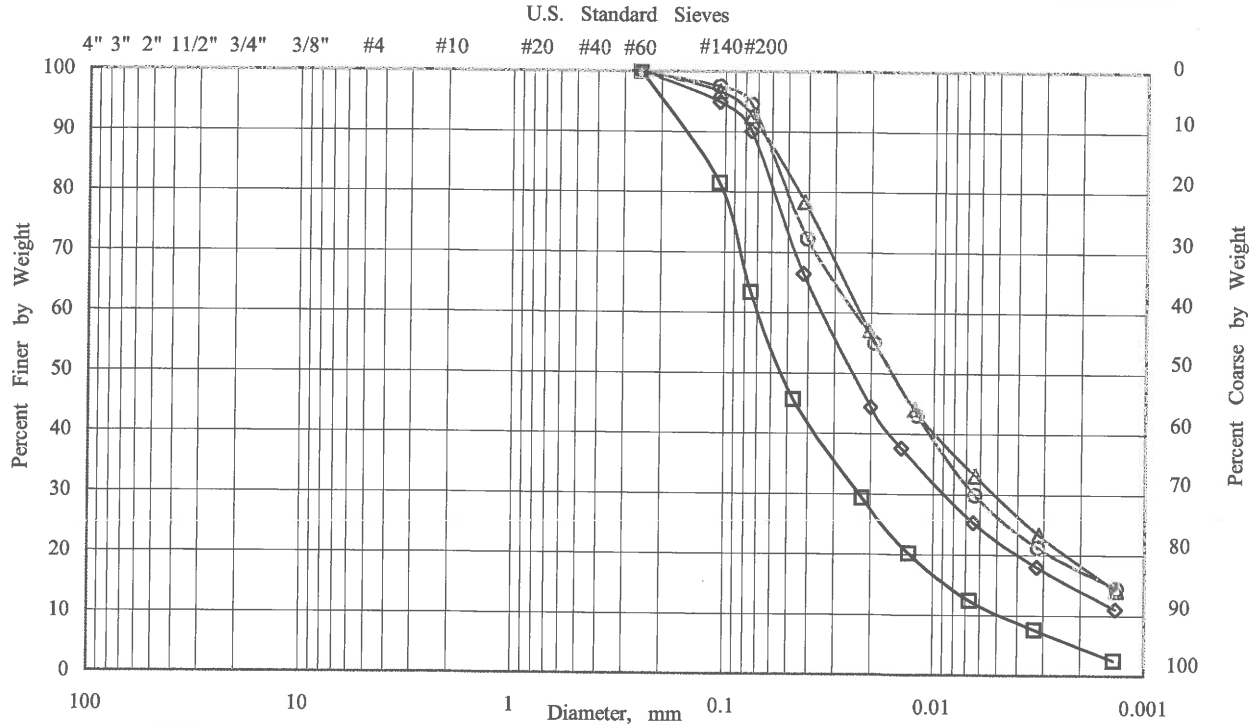
中測科技股份有限公司

C & M Hi-Tech Engineering CO.,LTD.

Grain Size Analyses

Project Name	「曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討」補充地質調查

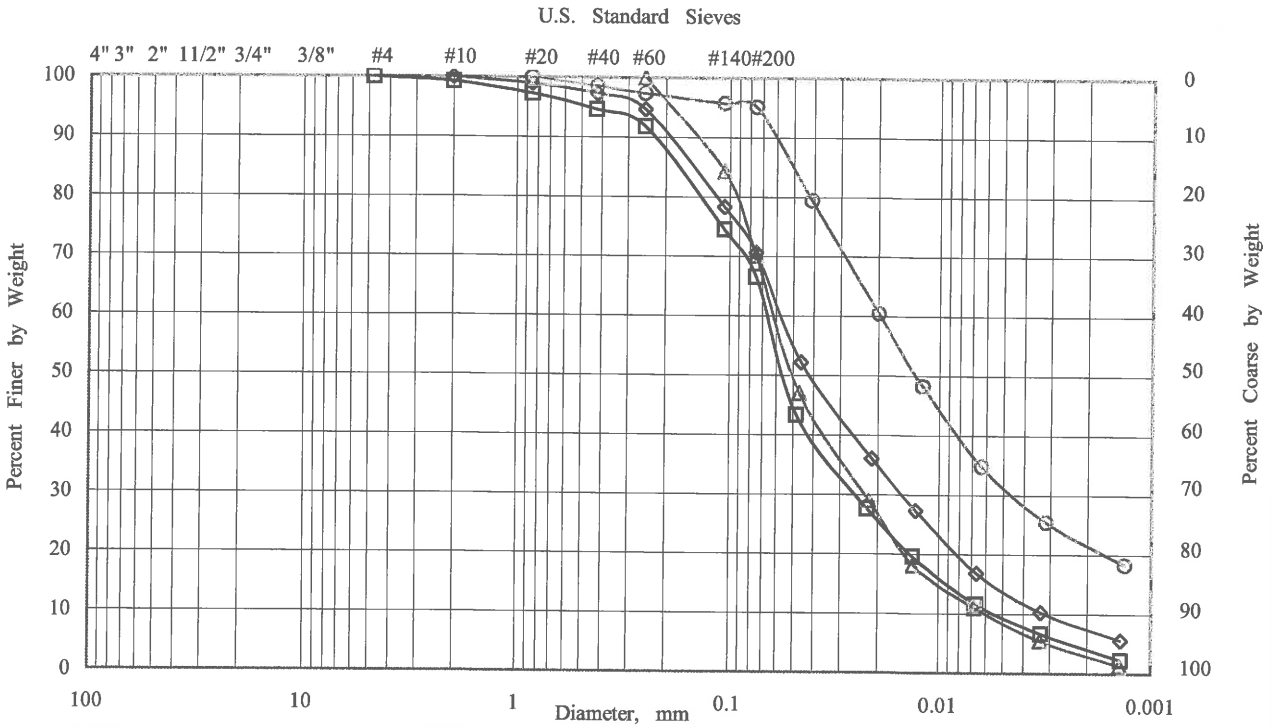
Gravel	Co. Sand	Med. Sand	Find Sand	Silt	Clay



Mark	Boring No.	Sample No.	Depth (m)	D50	Cu
○	C-5	S-5	7.05-7.50	0.0158	-
△	C-6	S-1	1.05-1.50	0.0159	-

Mark	Boring No.	Sample No.	Depth (m)	D50	Cu
◇	C-6	S-2	2.55-3.00	0.0251	-
□	C-6	S-3	4.05-4.50	0.0535	13.7

Gravel	Co. Sand	Med. Sand	Find Sand	Silt	Clay



Mark	Boring No.	Sample No.	Depth (m)	D50	Cu
○	C-7	S-2	2.55-3.00	0.0129	-
△	C-7	S-3	4.05-4.50	0.0498	10.1

Mark	Boring No.	Sample No.	Depth (m)	D50	Cu
◇	C-8	S-1	1.05-1.50	0.0414	18.4
□	C-8	S-2	2.55-3.00	0.0561	11.5

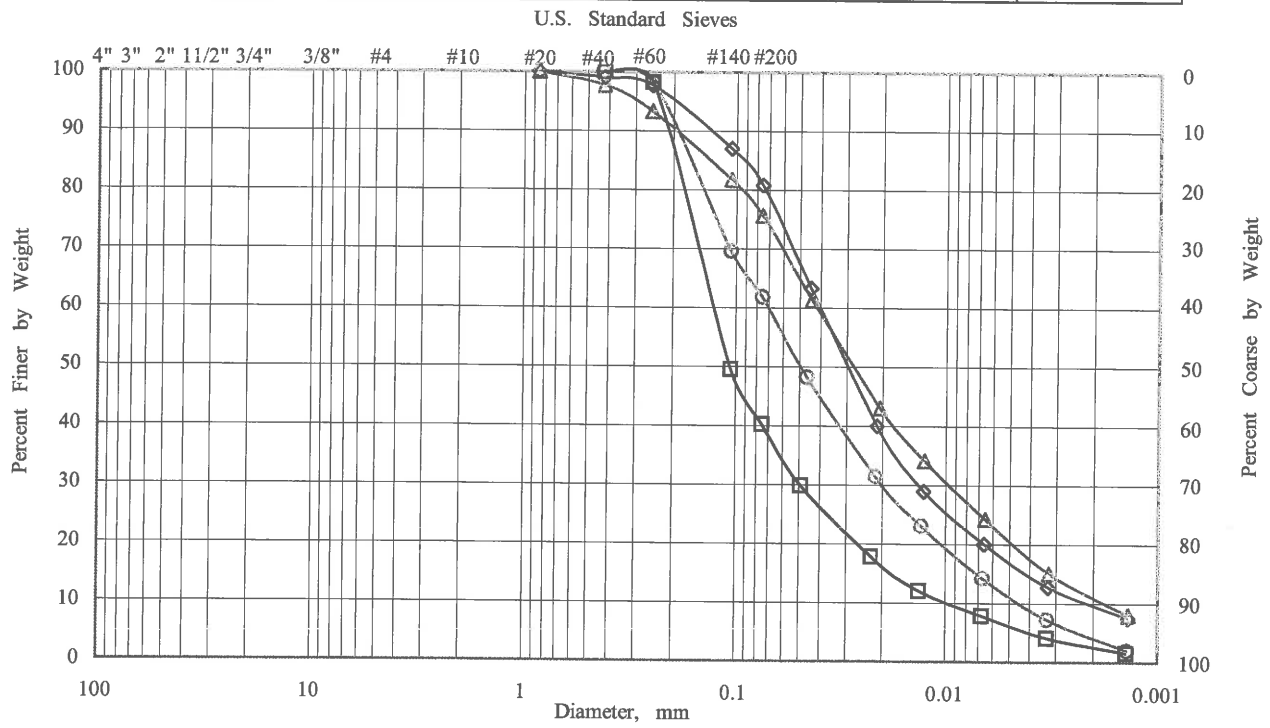
中測科技股份有限公司

C & M Hi-Tech Engineering CO.,LTD.

Grain Size Analyses

Project Name	「曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討」補充地質調查

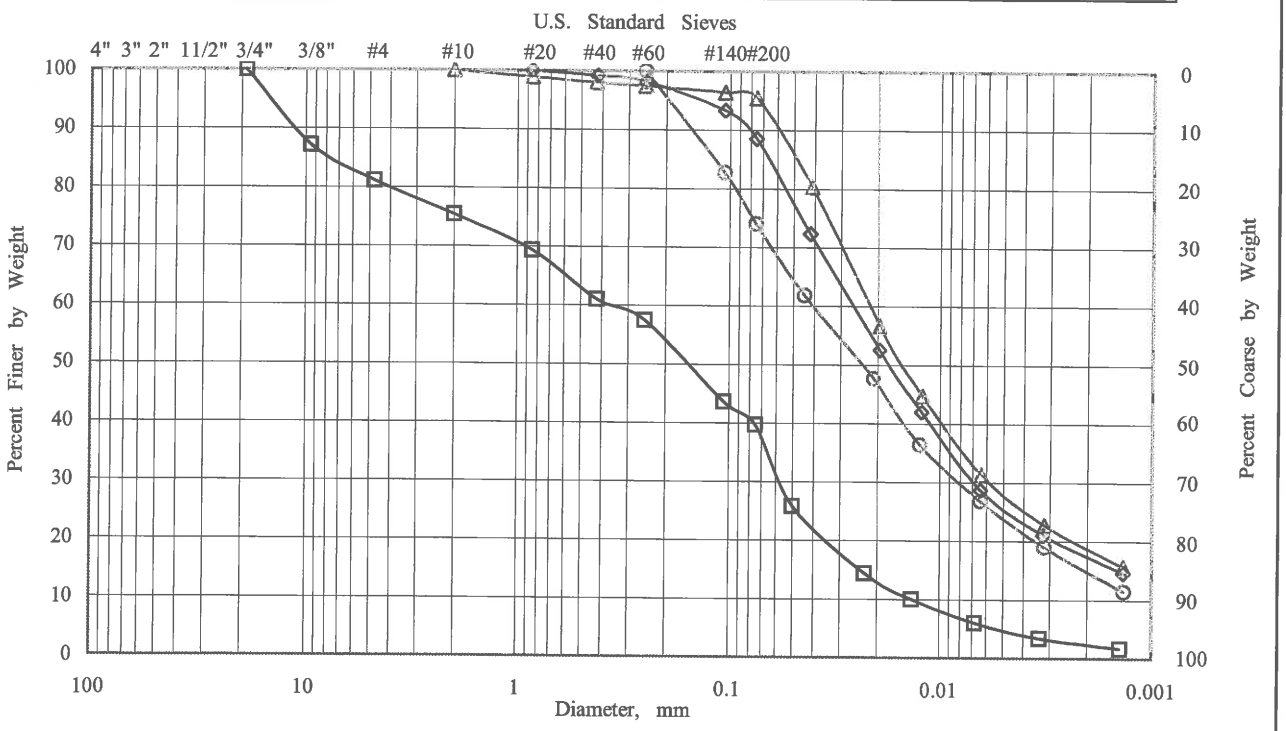
Gravel	Co. Sand	Med. Sand	Find Sand	Silt	Clay



Mark	Boring No.	Sample No.	Depth (m)	D50	Cu
○	C-8	S-3	4.05-4.50	0.0493	15.5
△	C-9	S-1	1.05-1.50	0.0284	22.1

Mark	Boring No.	Sample No.	Depth (m)	D50	Cu
◇	C-9	S-2	2.55-3.00	0.0303	17.5
□	C-9	S-3	4.05-4.50	0.1069	13.1

Gravel	Co. Sand	Med. Sand	Find Sand	Silt	Clay



Mark	Boring No.	Sample No.	Depth (m)	D50	Cu
○	C-9	S-4	5.55-6.00	0.0238	-
△	C-10	S-1	1.05-1.50	0.0151	-

Mark	Boring No.	Sample No.	Depth (m)	D50	Cu
◇	C-10	S-2	2.55-3.00	0.0176	-
□	C-10	S-3	4.05-4.50	0.1648	27.8

中測科技股份有限公司

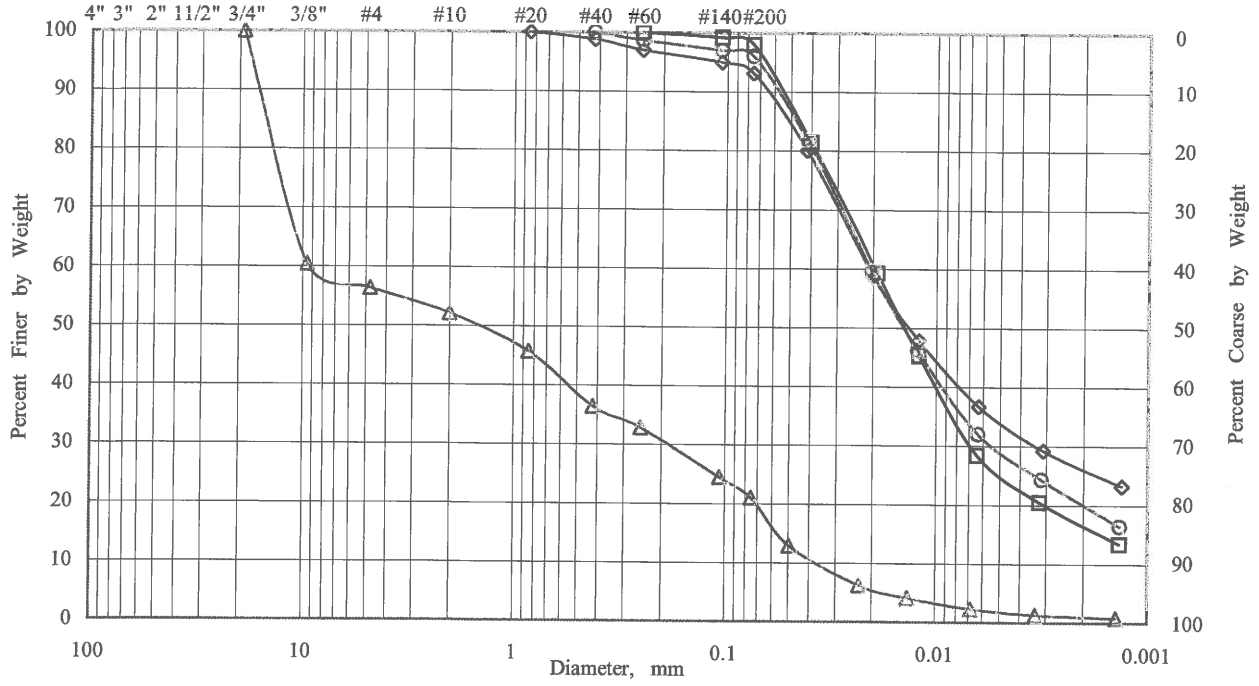
C & M Hi-Tech Engineering CO.,LTD.

Grain Size Analyses

Project Name	「曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討」補充地質調查

Gravel	Co. Sand	Med. Sand	Find Sand	Silt	Clay

U.S. Standard Sieves

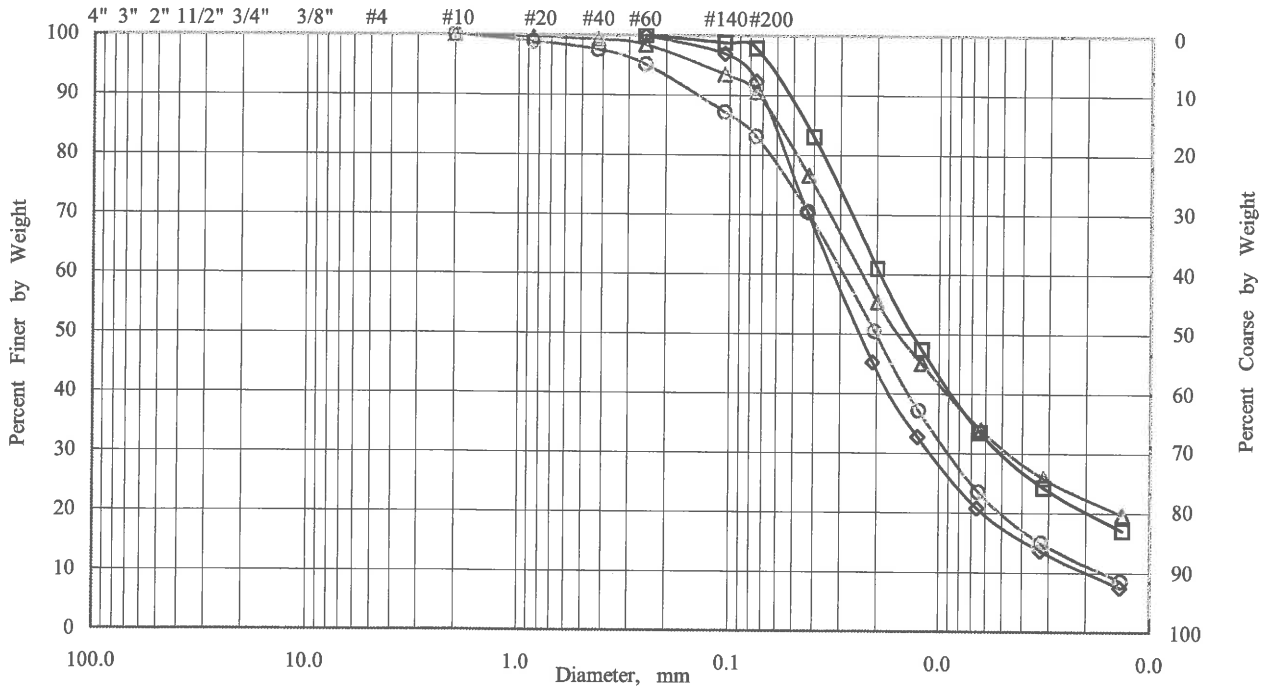


Mark	Boring No.	Sample No.	Depth (m)	D50	Cu
○	C-11	S-1	1.05-1.50	0.0143	-
△	C-11	S-2	2.55-3.00	1.4626	218.4

Mark	Boring No.	Sample No.	Depth (m)	D50	Cu
◇	C-12	S-1	1.05-1.50	0.0135	-
□	C-12	S-2	2.55-3.00	0.0142	-

Gravel	Co. Sand	Med. Sand	Find Sand	Silt	Clay

U.S. Standard Sieves



Mark	Boring No.	Sample No.	Depth (m)	D50	Cu
○	C-12	S-3	4.05-4.50	0.0202	16.4
△	C-12	S-4	5.55-6.00	0.0155	-

Mark	Boring No.	Sample No.	Depth (m)	D50	Cu
◇	C-12	S-5	7.05-7.50	0.0240	15.5
□	C-12	S-6	8.55-9.00	0.0133	-

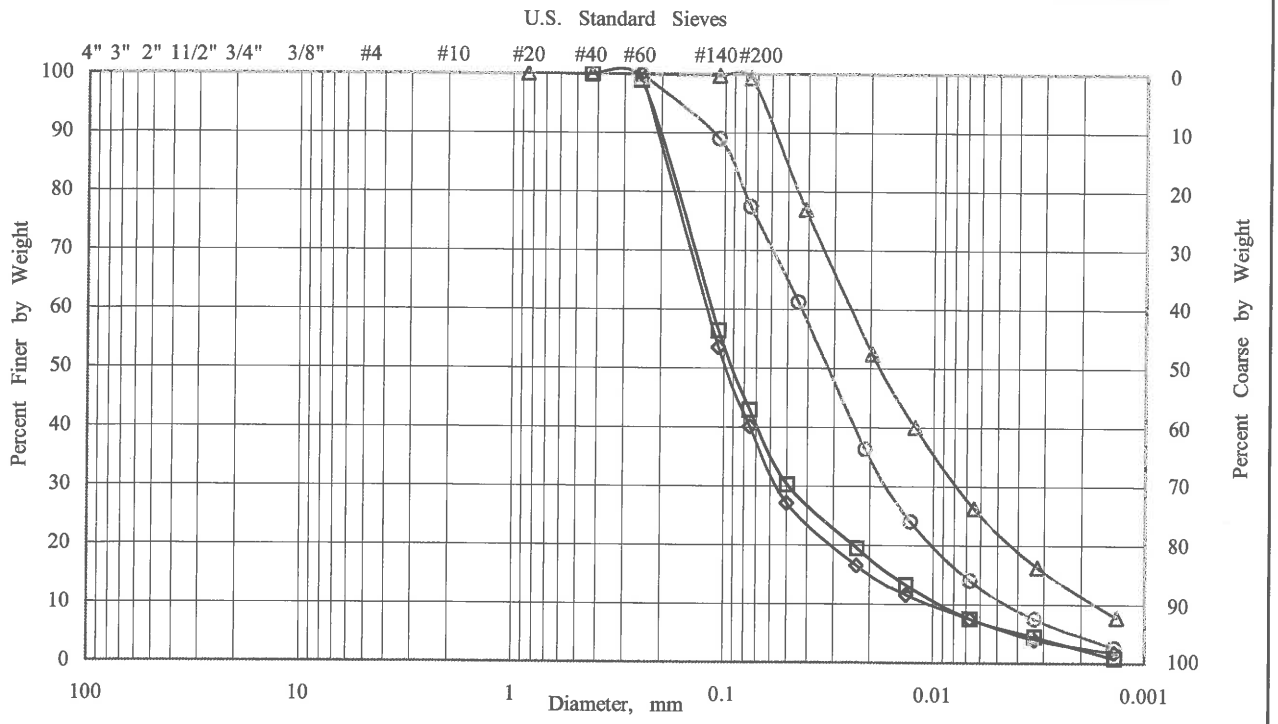
中測科技股份有限公司

C & M Hi-Tech Engineering CO.,LTD.

Grain Size Analyses

Project Name	「曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討」補充地質調查

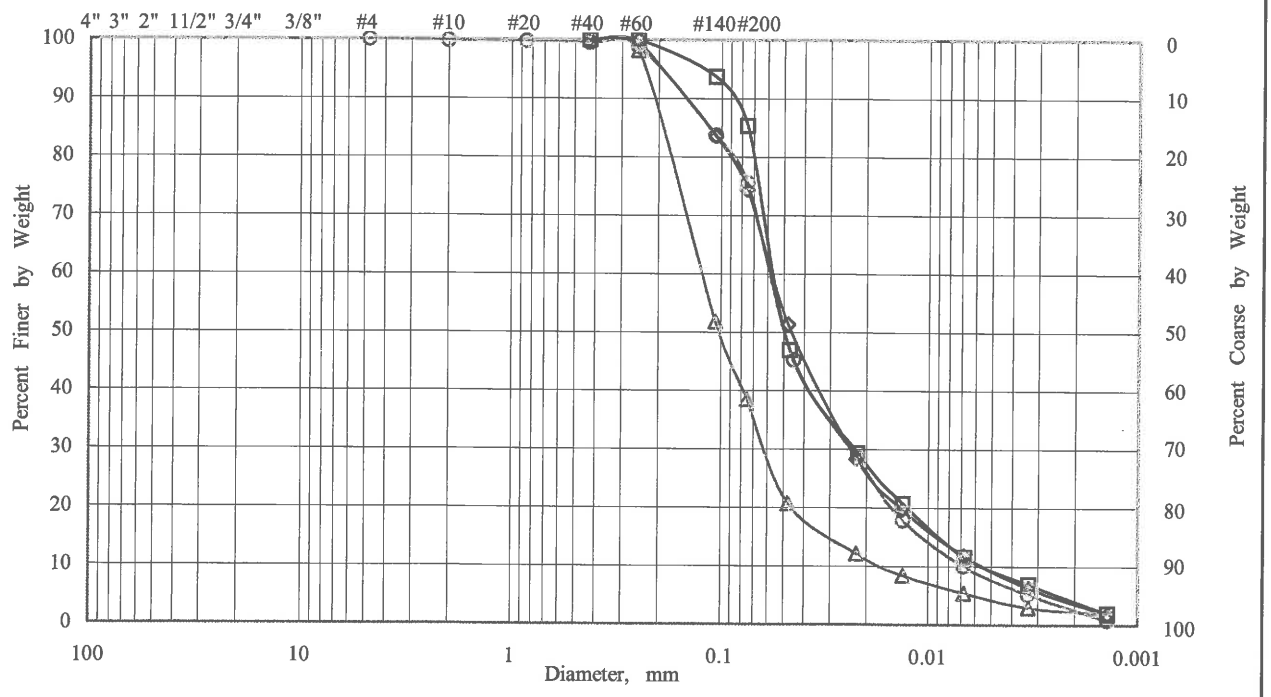
Gravel	Co. Sand	Med. Sand	Find Sand	Silt	Clay



Mark	Boring No.	Sample No.	Depth (m)	D50	Cu
○	C-13	S-2	2.55-3.00	0.0316	9.6
△	C-13	S-3	4.05-4.50	0.0179	13.9

Mark	Boring No.	Sample No.	Depth (m)	D50	Cu
◇	C-13	S-4	5.55-6.00	0.0975	11.2
□	C-13	S-5	7.05-7.50	0.0906	12.0

Gravel	Co. Sand	Med. Sand	Find Sand	Silt	Clay



Mark	Boring No.	Sample No.	Depth (m)	D50	Cu
○	C-14	S-1	1.05-1.50	0.0486	8.8
△	C-14	S-2	2.55-3.00	0.1013	7.3

Mark	Boring No.	Sample No.	Depth (m)	D50	Cu
◇	C-14	S-3	4.05-4.50	0.0458	10.3
□	C-14	S-4	5.55-6.00	0.0487	9.9

中測科技股份有限公司

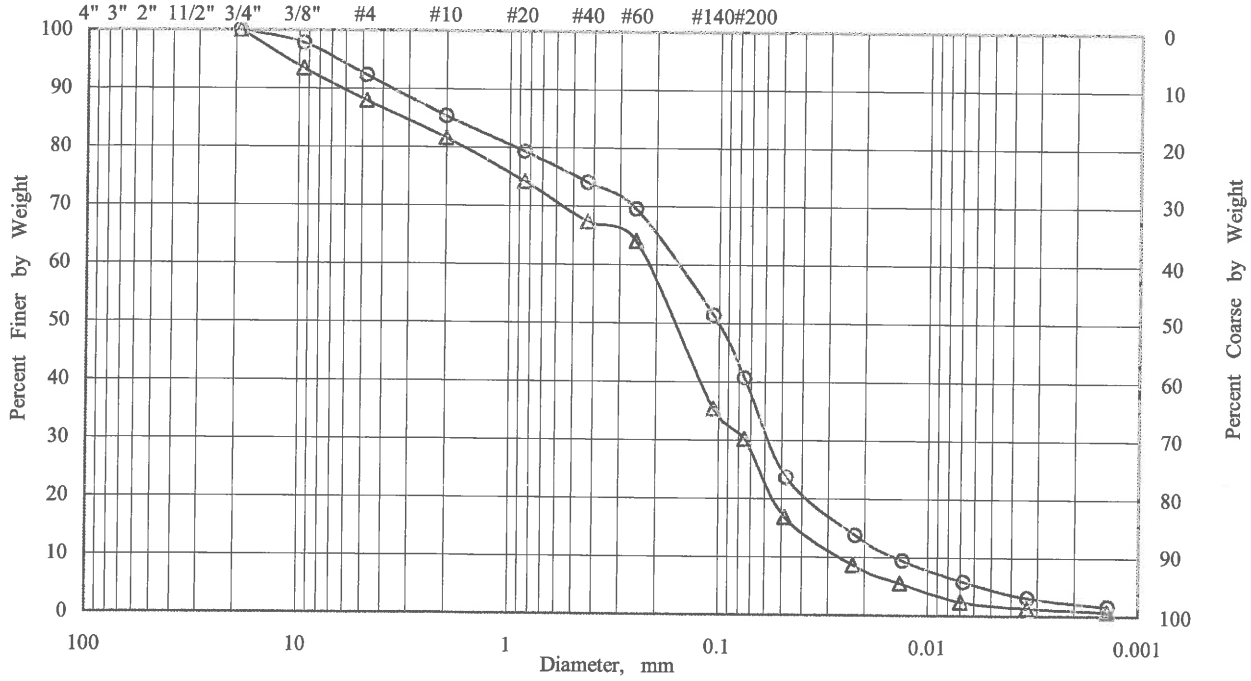
C & M Hi-Tech Engineering CO.,LTD.

Grain Size Analyses

Project Name	「曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討」補充地質調查

Gravel	Co. Sand	Med. Sand	Find Sand	Silt	Clay

U.S. Standard Sieves

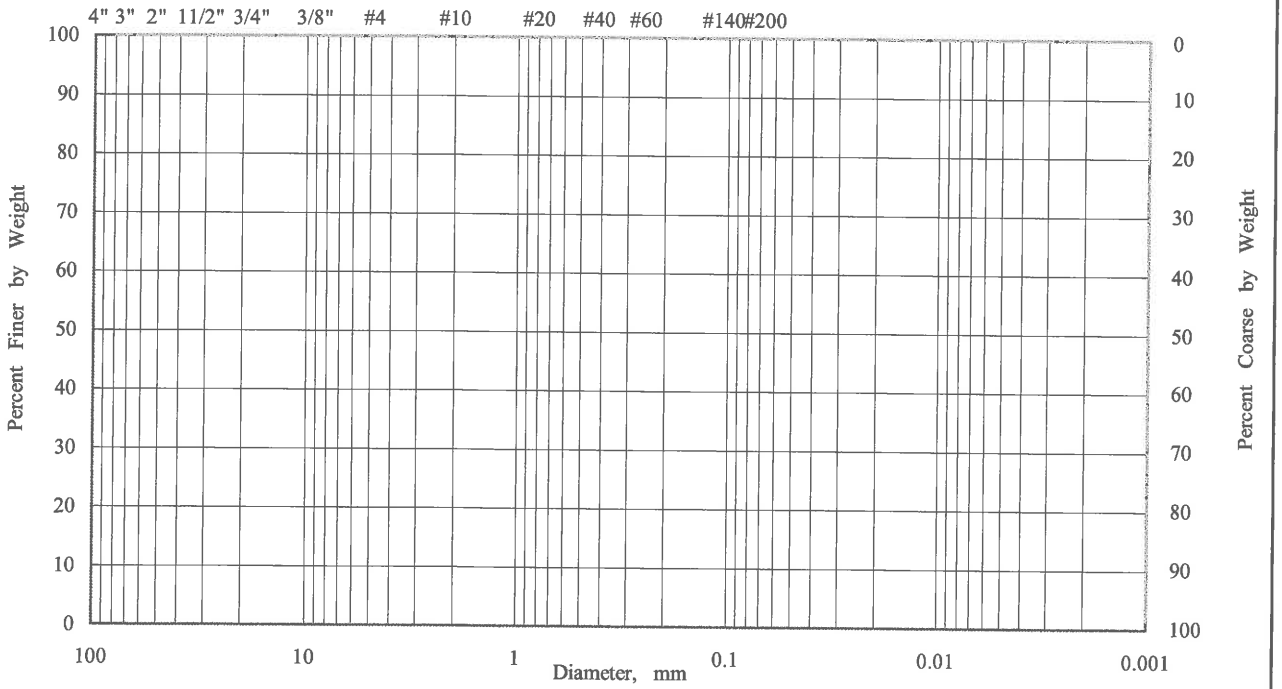


Mark	Boring No.	Sample No.	Depth (m)	D50	Cu
○	C-14	S-5	7.05-7.50	0.1014	10.5
△	C-14	S-6	8.55-8.85	0.1481	8.5

Mark	Boring No.	Sample No.	Depth (m)	D50	Cu

Gravel	Co. Sand	Med. Sand	Find Sand	Silt	Clay

U.S. Standard Sieves



Mark	Boring No.	Sample No.	Depth (m)	D50	Cu

Mark	Boring No.	Sample No.	Depth (m)	D50	Cu

委 辦 試 驗 報 告 書

工程名稱：「曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討」補充地質調查

報告書編號：CUC1061124-GL608

送樣單位：展鴻工程有限公司

委託單位：展鴻工程有限公司

委託日期：106.11.24、12.05

報告日期：106.12.13

委託內容：

項次	試 驗 項 目	數量	試驗編號	頁次	備　註
1	岩心物性試驗	13	608RM	-	
2	岩心單壓試驗	13	608RQUA~M	-	
3	岩心弱面剪力試驗	13	608RDSA~M	-	
	以下空白				

中聯工程顧問股份有限公司 中聯土壤實驗室 試驗報告 專用章 CHINA UNITED SOIL LABORATORY

備註：1.本試樣由委託者自行取樣，報告所列紀錄僅對樣品負責。

2.本試驗報告不得塗改及摘錄複製，除非獲得本試驗室書面同意。

工程名稱：「曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討」補充地質調查

試驗編號：608RM　　試驗日期：106.11.29　　

孔號 No.	樣號 No.	深度 m	濕密度 t/m^3	含水量 %	Gs	e	岩體描述
A01	-	8.70-9.00	2.57	4.37	2.70	0.096	灰色砂岩
A01	-	45.75-46.00	2.41	2.23	2.71	0.150	灰色砂岩
A01	-	58.00-59.00	2.55	2.59	2.71	0.090	灰色砂岩
A02	-	46.00-46.50	2.34	9.39	2.72	0.270	灰色泥岩
A02	-	46.75-46.80	2.32	8.06	2.73	0.274	灰色泥岩
A02	-	50.50-50.85	2.48	2.73	2.71	0.121	灰色砂岩
A03	-	9.40-9.90	2.49	4.38	2.70	0.133	灰色砂岩
A03	-	26.00-26.40	2.40	4.69	2.73	0.191	灰色頁岩
A04	-	18.00-18.20	2.54	2.98	2.72	0.103	灰色砂岩
A04	-	29.00-30.00	2.32	5.93	2.74	0.250	灰色頁岩
A05	-	21.00-22.00	2.52	4.79	2.73	0.135	灰色砂岩
A05	-	25.50-25.60	2.41	8.63	2.72	0.227	灰色泥岩
B01	-	9.60-10.00	2.47	3.65	2.72	0.141	灰色砂岩

岩心物理性試驗

試驗者：*China United Soil Laboratory*

中聯工程顧問股份有限公司
CHINA UNITED ENGINEERING CONSULTANT CO., LTD.
CUC

岩 石 力 學 試 驗 總 表

工程名稱：「曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討」補充地質調查　　試驗編號:GL608

孔號 Hole No.	樣號 Sample No.	深度 Depth m	單軸	岩心直接剪力試驗				岩心弱面剪力試驗				岩心敘述 Rock Description
			qu kg/cm^2	Cp kg/cm^2	φp 度	Cr kg/cm^2	φr 度	Cp kg/cm^2	φp 度	Cr kg/cm^2	φr 度	
A01	-	8.70~9.00	109.20					0.20	29.9	0.16	25.1	灰色砂岩，岩質弱
A01	-	45.75~46.00	206.33									灰色砂岩，岩質弱
A01	-	58.00~59.00	94.35					0.23	25.7	0.09	24.5	灰色砂岩，岩質弱
A02	-	46.00~46.50	17.92					0.57	14.7	0.56	14.3	灰色泥岩，岩質甚弱
A02	-	46.50~46.75	5.75									灰色砂質泥岩，岩質極弱
A02	-	46.80~47.00						0.33	17.3	0.32	16.3	灰色泥岩
A02	-	50.50~50.85	41.41					0.47	30.9	0.38	26.5	灰色砂岩，岩質甚弱
A03	-	9.40~9.90	119.07					0.20	28.5	0.08	24.2	灰色砂岩，岩質弱
A03	-	22.00~23.00						0.41	16.9	0.34	16.5	灰色泥岩
A03	-	26.00~26.40	4.33									灰色頁岩，岩質極弱
A04	-	18.00~18.20	92.24					0.32	27.8	0.19	26.6	灰色砂岩，岩質弱
A04	-	29.00~30.00	4.46					0.31	16.4	0.29	14.5	灰色頁岩，岩質極弱
A05	-	21.00~22.00	61.47					0.48	28.9	0.09	28.1	灰色砂岩，岩質弱

岩 石 力 學 試 驗 總 表

工程名稱：「曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討」補充地質調查　　試驗編號:GL608

孔號 Hole No.	樣號 Sample No.	深度 Depth m	單軸	岩心直接剪力試驗				岩心弱面剪力試驗				岩心敘述 Rock Description
			qu kg/cm^2	Cp kg/cm^2	φp 度	Cr kg/cm^2	φr 度	Cp kg/cm^2	φp 度	Cr kg/cm^2	φr 度	
A05	-	25.60~25.80						0.83	19.6	0.67	17.5	灰色泥岩
A05	-	25.80~26.00	4.39									灰色泥岩，岩質極弱
B01	-	9.60~10.00	73.29					0.43	28.8	0.02	25.6	灰色砂岩，岩質弱
B02	-	9.18~9.50						0.24	15.4	0.04	15.3	灰色泥岩

中聯工程顧問股份有限公司　　*CHINA UNITED SOIL LABORATORY*

中聯工程顧問股份有限公司
CHINA UNITED ENGINEERING CONSULTANT CO., LTD.

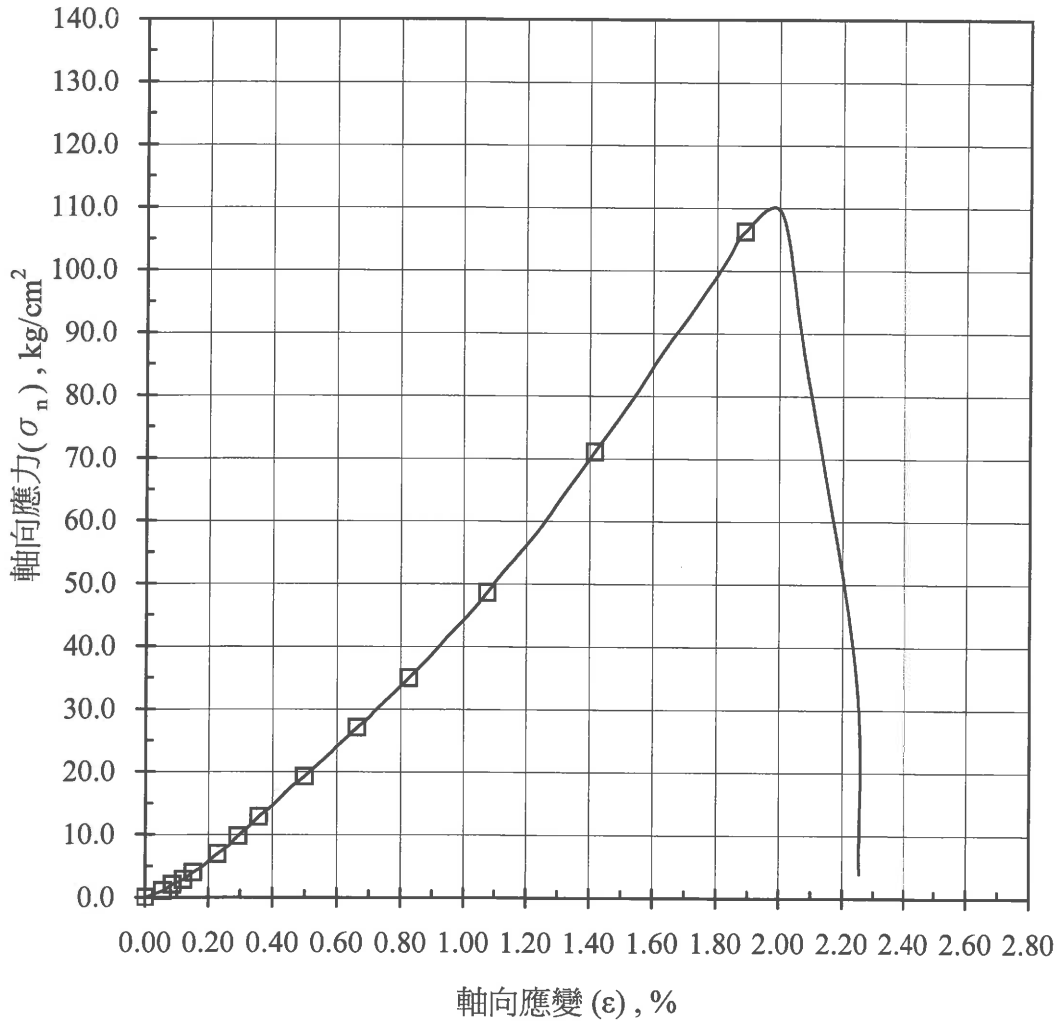
岩心單軸壓縮強度試驗

計畫名稱：「曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討」補充地質調查

計畫編號：608RQUA　　試驗日期：106.11.29

鑽孔編號	A01	樣號	-	取樣深度	8.70-9.00
岩心分類	SS	岩心描述	灰色砂岩，岩質弱		

試體編號	代表符號	試體狀態		破壞應變量 (ε_f) %	彈性係數 (Es_{50}) kg/cm^2	岩心單壓強度 (q_u) kg/cm^2
		含水量 (W) %	乾密度 (γ_d) g/cm^3			
1	□	3.79	2.43	2.01	4670.15	109.20

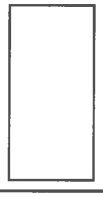


破壞狀況

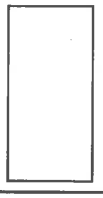
試體編號：1

試體編號：

試體編號：



試體編號：



中聯工程顧問股份有限公司
CHINA UNITED ENGINEERING CONSULTANT CO., LTD.

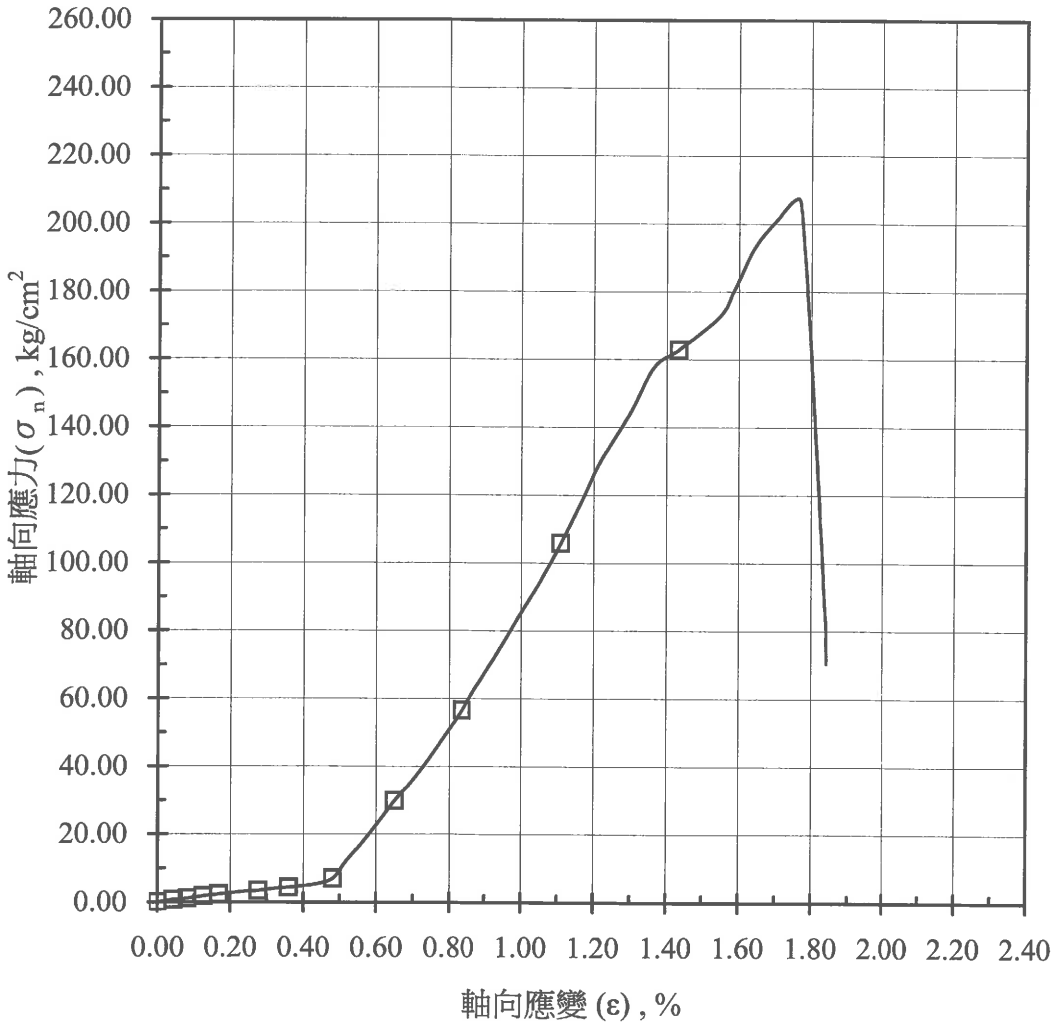
岩心單軸壓縮強度試驗

計畫名稱：「曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討」補充地質調查

計畫編號：608RQUB　　試驗日期：106.11.29

鑽孔編號	A01	樣號	-	取樣深度	45.75-46.00
岩心分類	SS	岩心描述	灰色砂岩，岩質弱		

試體編號	代表符號	試體狀態		破壞應變量 (ε_f) %	彈性係數 (Es_{50}) kg/cm^2	岩心單壓強度 (q_u) kg/cm^2
		含水量 (W) %	乾密度 (γ_d) g/cm^3			
1	□	1.98	2.35	1.77	9536.59	206.33



破壞狀況

試體編號：1

試體編號：

試體編號：

試體編號：

中聯工程顧問股份有限公司
CHINA UNITED ENGINEERING CONSULTANT CO., LTD.

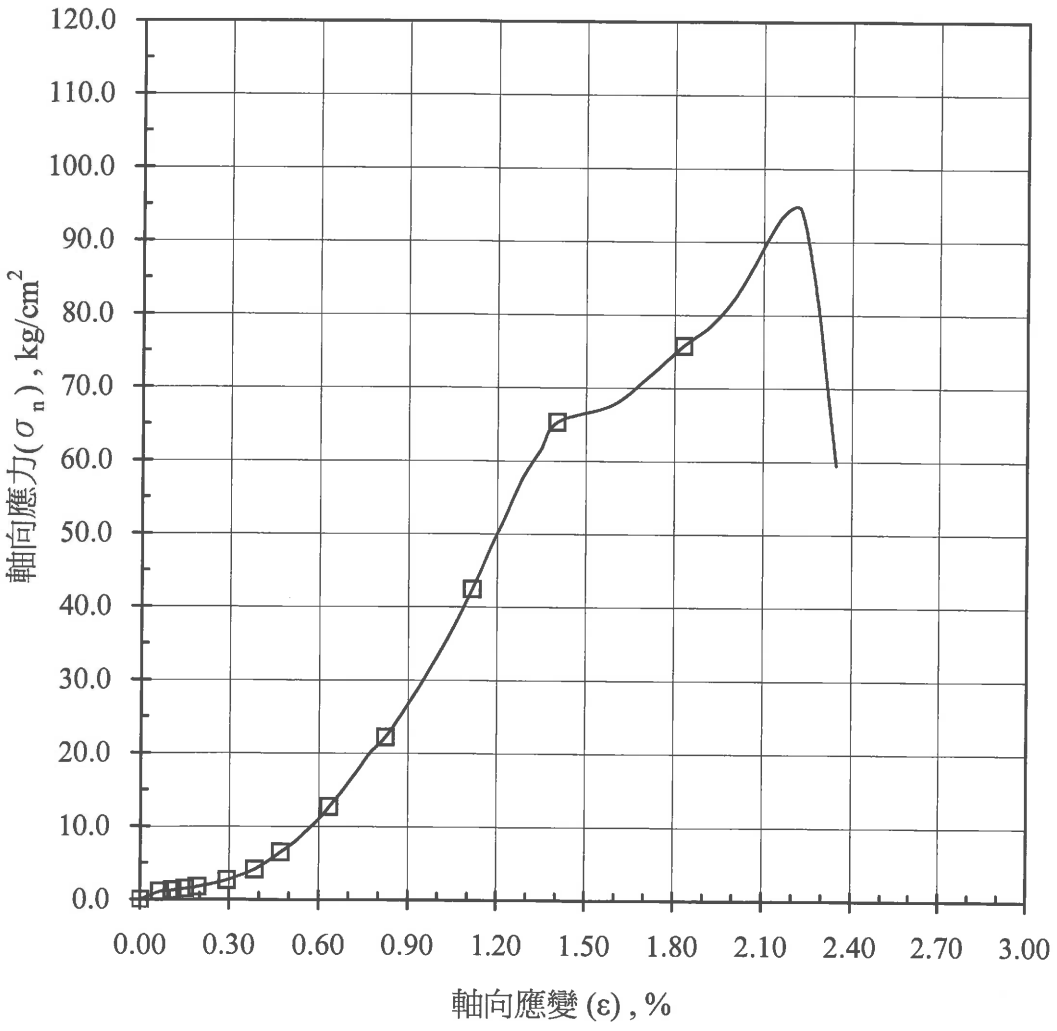
岩心單軸壓縮強度試驗

計畫名稱：「曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討」補充地質調查

計畫編號：608RQUC　　試驗日期：106.11.29

鑽孔編號	A01	樣號	-	取樣深度	58.00-59.00
岩心分類	SS	岩心描述	灰色砂岩，岩質弱		

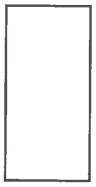
試體編號	代表符號	試體狀態		破壞應變量 (ε_f) %	彈性係數 (Es_{50}) kg/cm^2	岩心單壓強度 (q_u) kg/cm^2
		含水量 (W) %	乾密度 (γ_d) g/cm^3			
1	□	3.00	2.43	2.23	4056.05	94.35



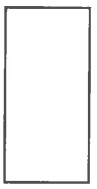
破壞狀況

試體編號：1

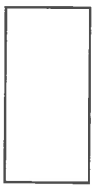
試體編號：



試體編號：



試體編號：



中聯工程顧問股份有限公司
CHINA UNITED ENGINEERING CONSULTANT CO., LTD.

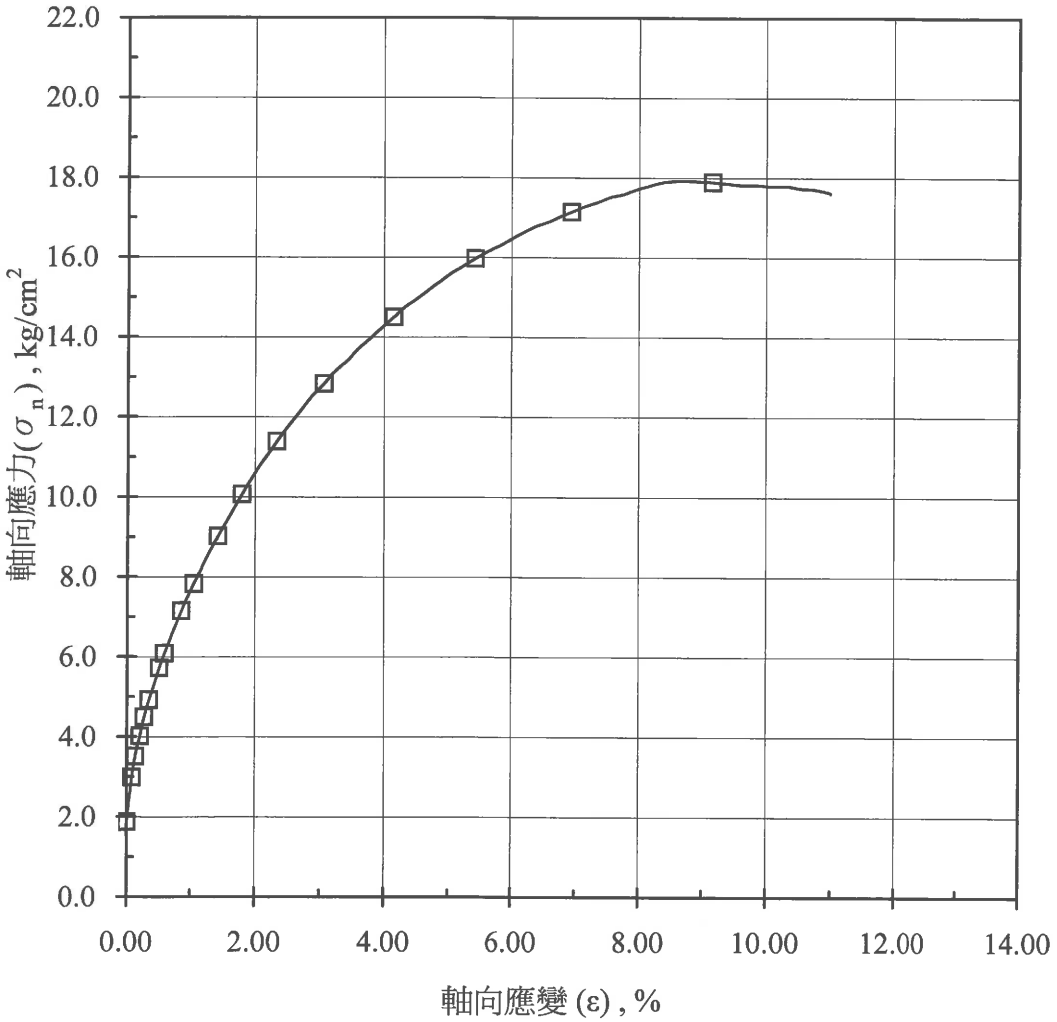
岩心單軸壓縮強度試驗

計畫名稱：「曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討」補充地質調查

計畫編號：608RQUD　　試驗日期：106.11.29

鑽孔編號	A02	樣號	-	取樣深度	46.00-46.50
岩心分類	MS	岩心描述	灰色泥岩，岩質甚弱		

試體編號	代表符號	試體狀態		破壞應變量 (ε_f) %	彈性係數 (Es_{50}) kg/cm^2	岩心單壓強度 (q_u) kg/cm^2
		含水量 (W) %	乾密度 (γ_d) g/cm^3			
1	□	9.29	2.15	8.73	634.22	17.92

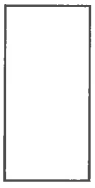


破壞狀況

試體編號：1

試體編號：

試體編號：



試體編號：

中聯工程顧問股份有限公司
CHINA UNITED ENGINEERING CONSULTANT CO., LTD.

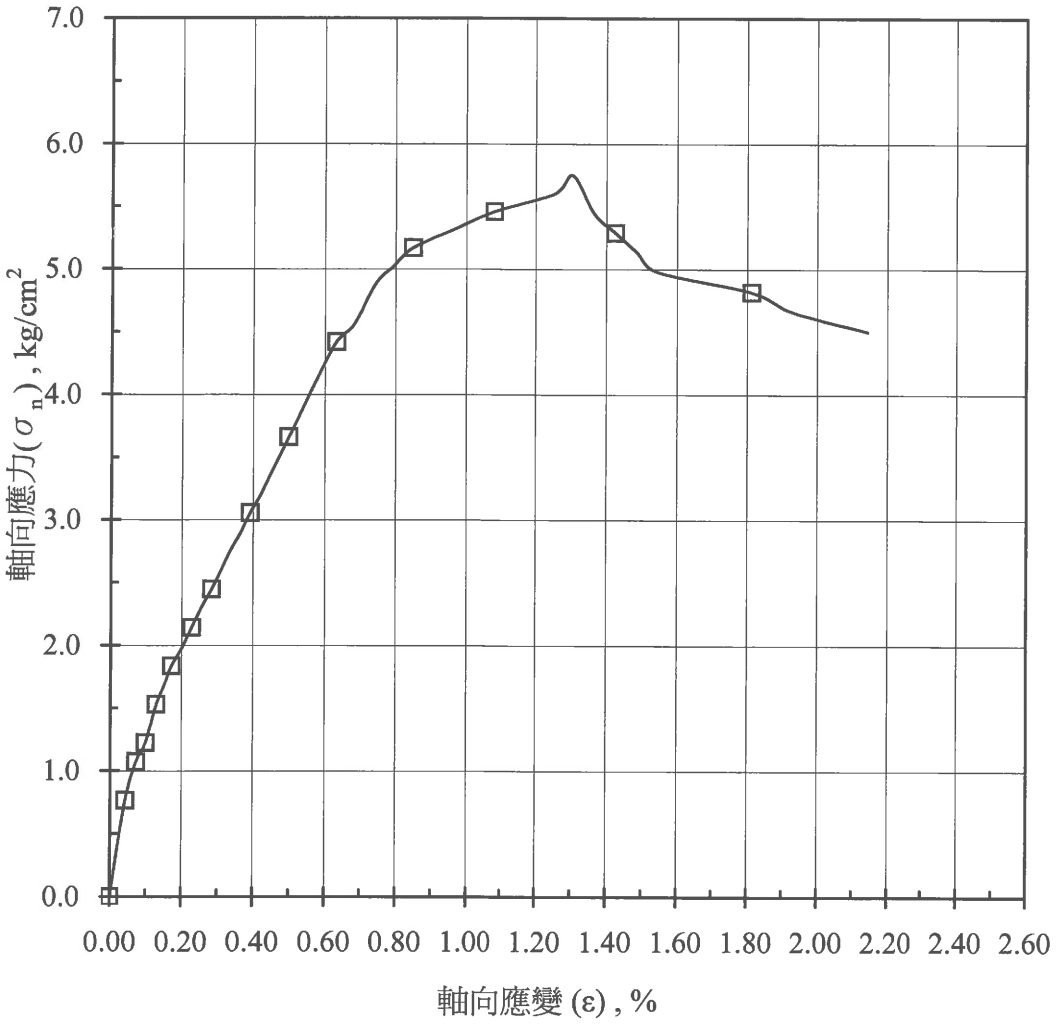
岩心單軸壓縮強度試驗

計畫名稱：「曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討」補充地質調查

計畫編號：608RQUM　　試驗日期：106.12.11

鑽孔編號	A02	樣號	-	取樣深度	46.50-46.75
岩心分類	MSs	岩心描述	灰色砂質泥岩，岩質極弱		

試體編號	代表符號	試體狀態		破壞應變量 (ε_f) %	彈性係數 (Es_{50}) kg/cm^2	岩心單壓強度 (q_u) kg/cm^2
		含水量 (W) %	乾密度 (γ_d) g/cm^3			
1	□	8.95	2.09	1.30	792.58	5.75

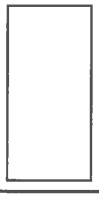


破壞狀況

試體編號：1

試體編號：

試體編號：



試體編號：

中聯工程顧問股份有限公司
CHINA UNITED ENGINEERING CONSULTANT CO., LTD.

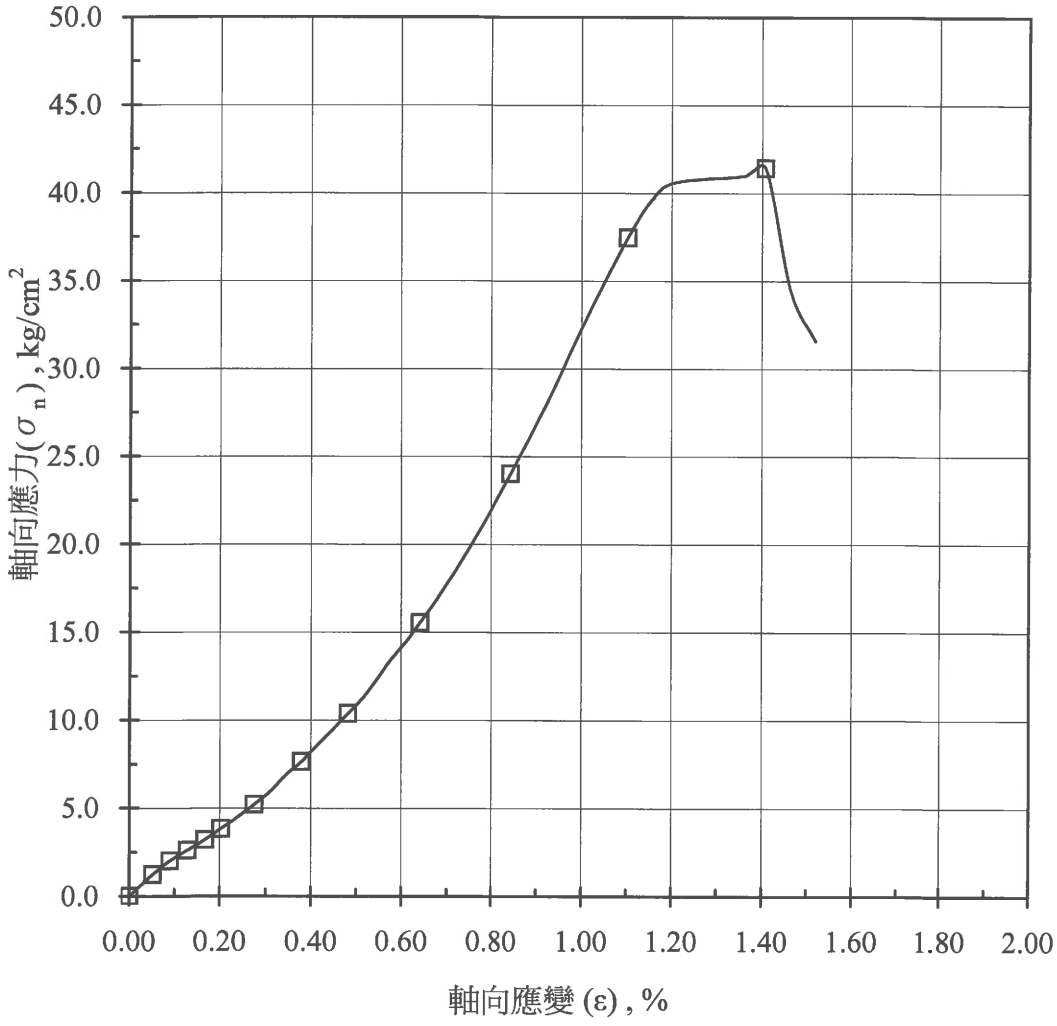
岩心單軸壓縮強度試驗

計畫名稱：「曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討」補充地質調查

計畫編號：608RQUE　　試驗日期：106.11.29

鑽孔編號	A02	樣號	-	取樣深度	50.50-50.85
岩心分類	SS	岩心描述	灰色砂岩，岩質甚弱		

試體編號	代表符號	試體狀態		破壞應變量 (ε_f) %	彈性係數 (Es_{50}) kg/cm^2	岩心單壓強度 (q_u) kg/cm^2
		含水量 (W) %	乾密度 (γ_d) g/cm^3			
1	□	2.93	2.39	1.41	2720.41	41.41



破壞狀況

試體編號：1

試體編號：

試體編號：

試體編號：

中聯工程顧問股份有限公司
CHINA UNITED ENGINEERING CONSULTANT CO., LTD.

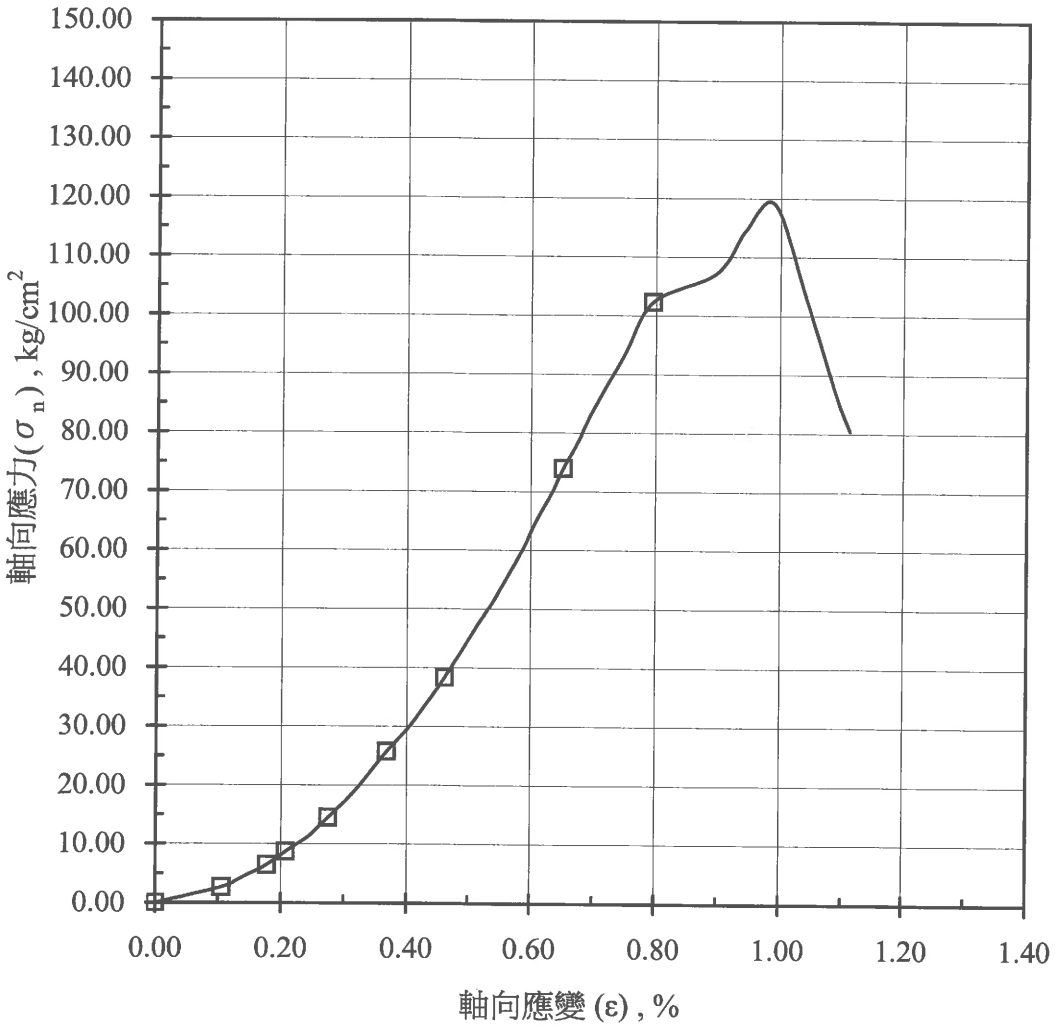
岩心單軸壓縮強度試驗

計畫名稱：「曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討」補充地質調查

計畫編號：608RQUF　　試驗日期：106.11.29

鑽孔編號	A03	樣號	-	取樣深度	9.40-9.90
岩心分類	SS	岩心描述	灰色砂岩，岩質弱		

試體編號	代表符號	試體狀態		破壞應變量 (ε_f) %	彈性係數 (Es_{50}) kg/cm^2	岩心單壓強度 (q_u) kg/cm^2
		含水量 (W) %	乾密度 (γ_d) g/cm^3			
1	□	4.59	2.35	0.99	10258.03	119.07



破壞狀況

試體編號：1

試體編號：

試體編號：

試體編號：

中聯工程顧問股份有限公司
CHINA UNITED ENGINEERING CONSULTANT CO., LTD.

CUC

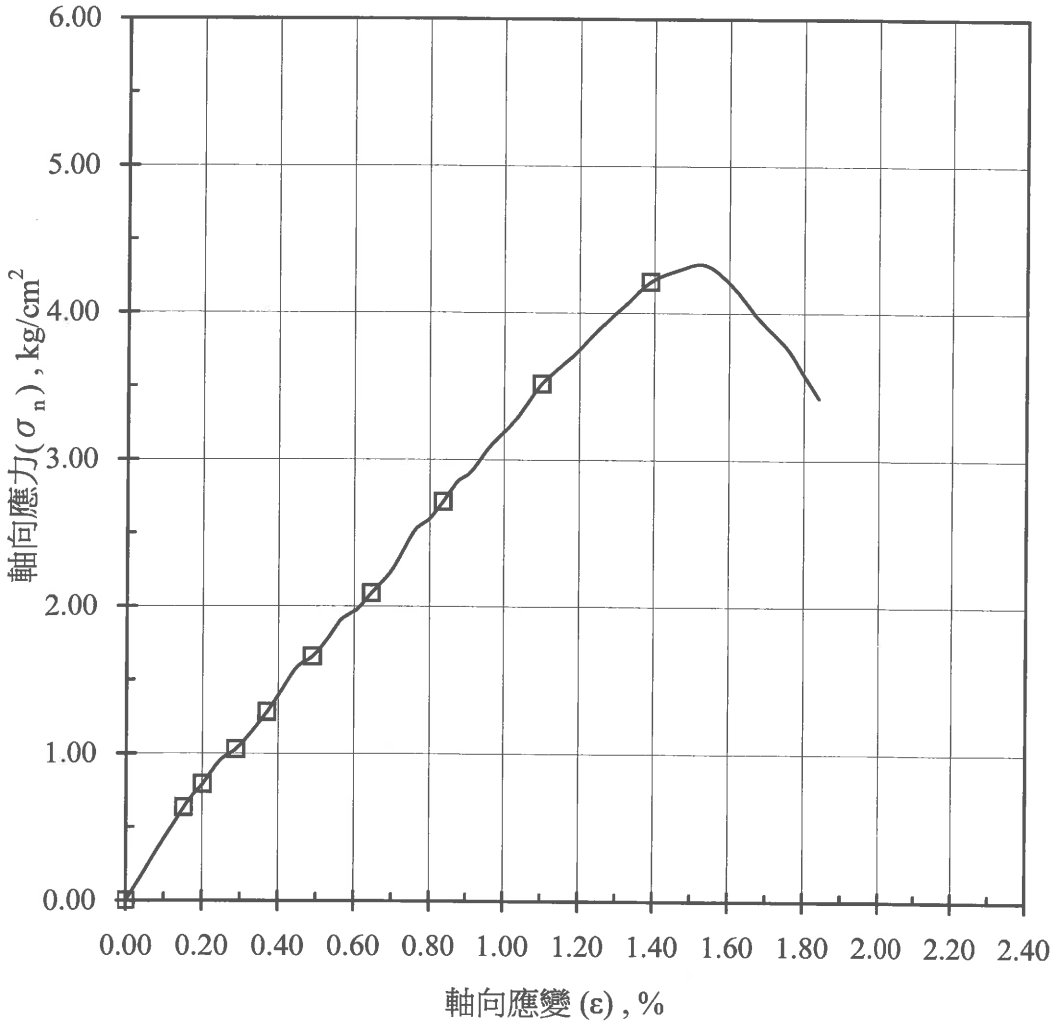
岩心單軸壓縮強度試驗

計畫名稱：「曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討」補充地質調查

計畫編號：608RQUG　　試驗日期：106.11.29

鑽孔編號	A03	樣號	-	取樣深度	26.00-26.40
岩心分類	SH	岩心描述	灰色頁岩，岩質極弱		

試體編號	代表符號	試體狀態		破壞應變量 (ε_f) %	彈性係數 (Es_{50}) kg/cm^2	岩心單壓強度 (q_u) kg/cm^2
		含水量 (W) %	乾密度 (γ_d) g/cm^3			
1	□	5.63	2.27	1.54	320.21	4.33

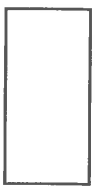


破壞狀況

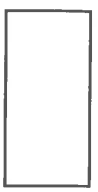
試體編號：1

試體編號：

試體編號：



試體編號：



中聯工程顧問股份有限公司
CHINA UNITED ENGINEERING CONSULTANT CO., LTD.

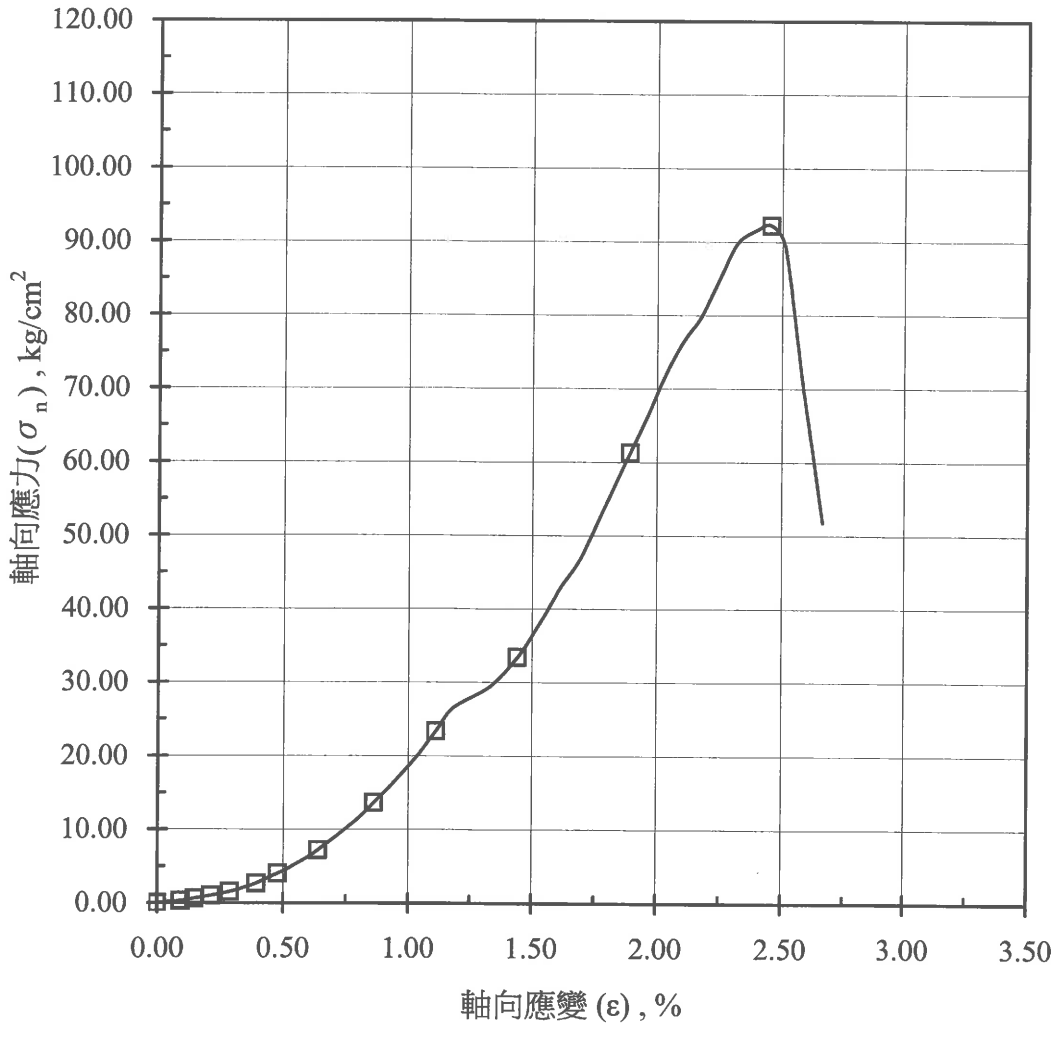
岩心單軸壓縮強度試驗

計畫名稱：「曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討」補充地質調查

計畫編號：608RQUH　　試驗日期：106.11.29

鑽孔編號	A04	樣號	-	取樣深度	18.00-18.20
岩心分類	SS	岩心描述	灰色砂岩，岩質弱		

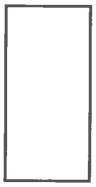
試體編號	代表符號	試體狀態		破壞應變量 (ε_f) %	彈性係數 (Es_{50}) kg/cm^2	岩心單壓強度 (q_u) kg/cm^2
		含水量 (W) %	乾密度 (γ_d) g/cm^3			
1	□	3.08	2.50	2.46	2756.28	92.24



破壞狀況

試體編號：1

試體編號：



試體編號：

試體編號：

中聯工程顧問股份有限公司
CHINA UNITED ENGINEERING CONSULTANT CO., LTD.

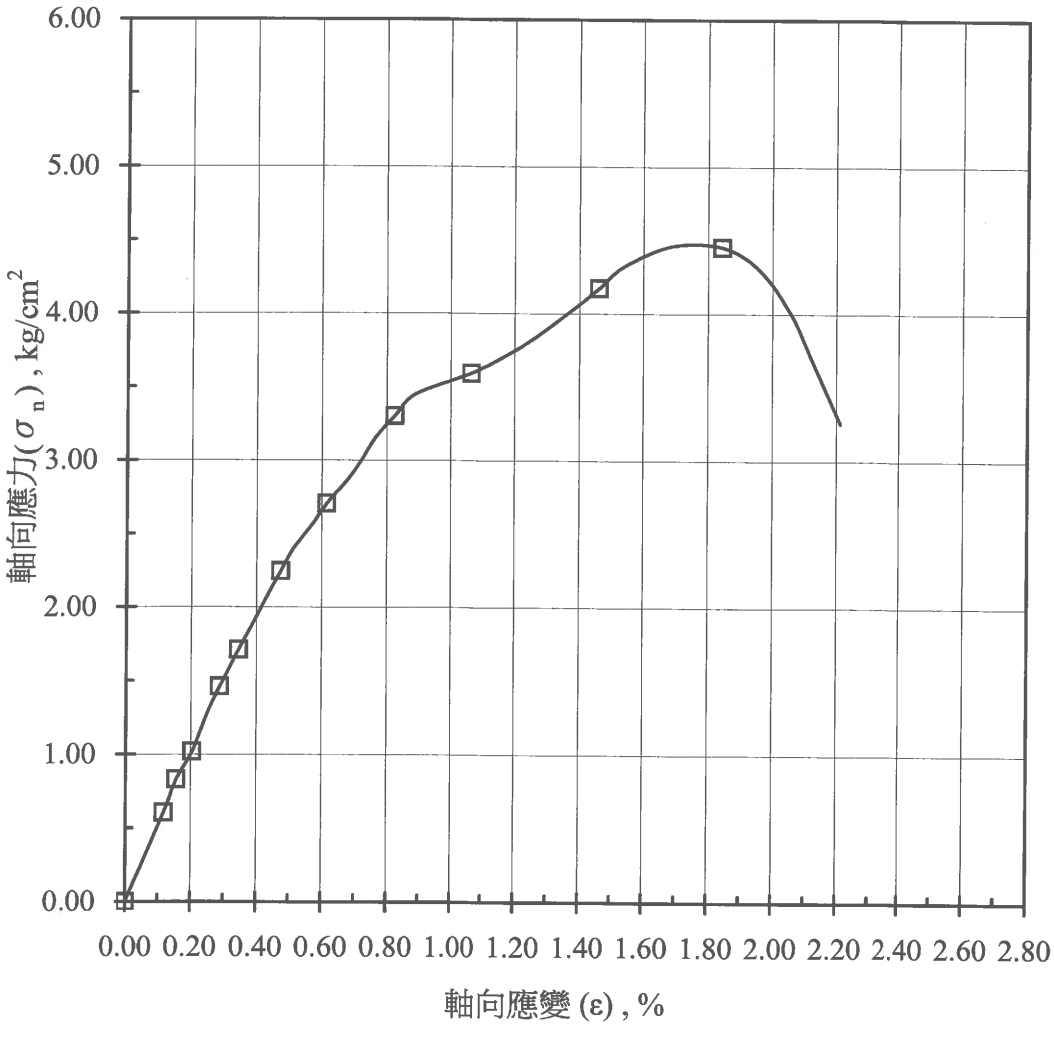
岩心單軸壓縮強度試驗

計畫名稱：「曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討」補充地質調查

計畫編號：608RQUI　　試驗日期：106.11.29

鑽孔編號	A04	樣號	-	取樣深度	29.00-30.00
岩心分類	SH	岩心描述	灰色頁岩，岩質極弱		

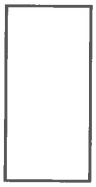
試體編號	代表符號	試體狀態		破壞應變量 (ε_f) %	彈性係數 (Es_{50}) kg/cm^2	岩心單壓強度 (q_u) kg/cm^2
		含水量 (W) %	乾密度 (γ_d) g/cm^3			
1	□	5.54	2.11	1.69	472.87	4.46



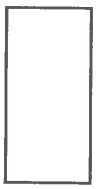
破壞狀況

試體編號：1

試體編號：



試體編號：



試體編號：

中聯工程顧問股份有限公司
CHINA UNITED ENGINEERING CONSULTANT CO., LTD.

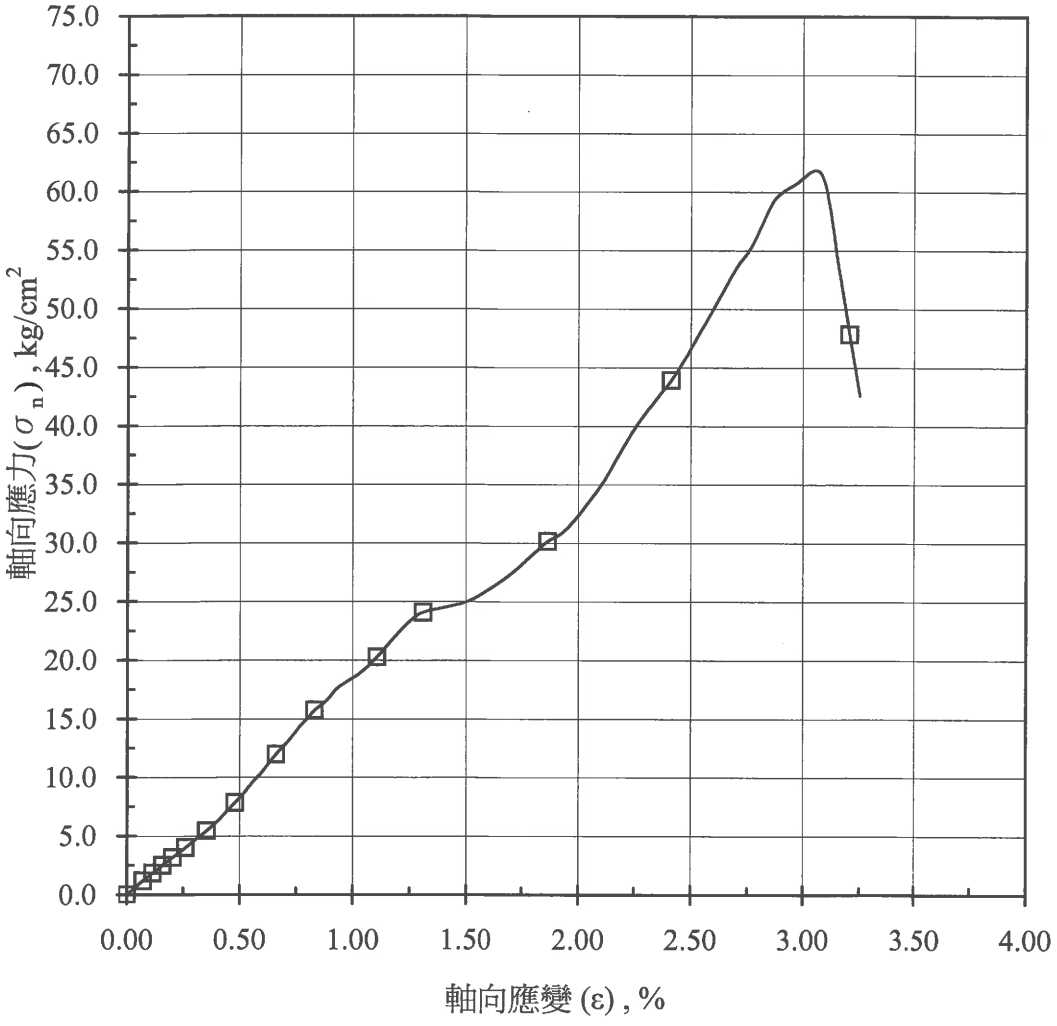
岩心單軸壓縮強度試驗

計畫名稱：「曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討」補充地質調查

計畫編號：608RQUJ　　試驗日期：106.11.29

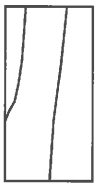
鑽孔編號	A05	樣號	-	取樣深度	21.00-22.00
岩心分類	SS	岩心描述	灰色砂岩，岩質弱		

試體編號	代表符號	試體狀態		破壞應變量 (ε_f) %	彈性係數 (Es_{50}) kg/cm^2	岩心單壓強度 (q_u) kg/cm^2
		含水量 (W) %	乾密度 (γ_d) g/cm^3			
1	□	3.77	2.42	3.08	1599.85	61.47



破壞狀況

試體編號：1



試體編號：

試體編號：

試體編號：

中聯工程顧問股份有限公司
CHINA UNITED ENGINEERING CONSULTANT CO., LTD.

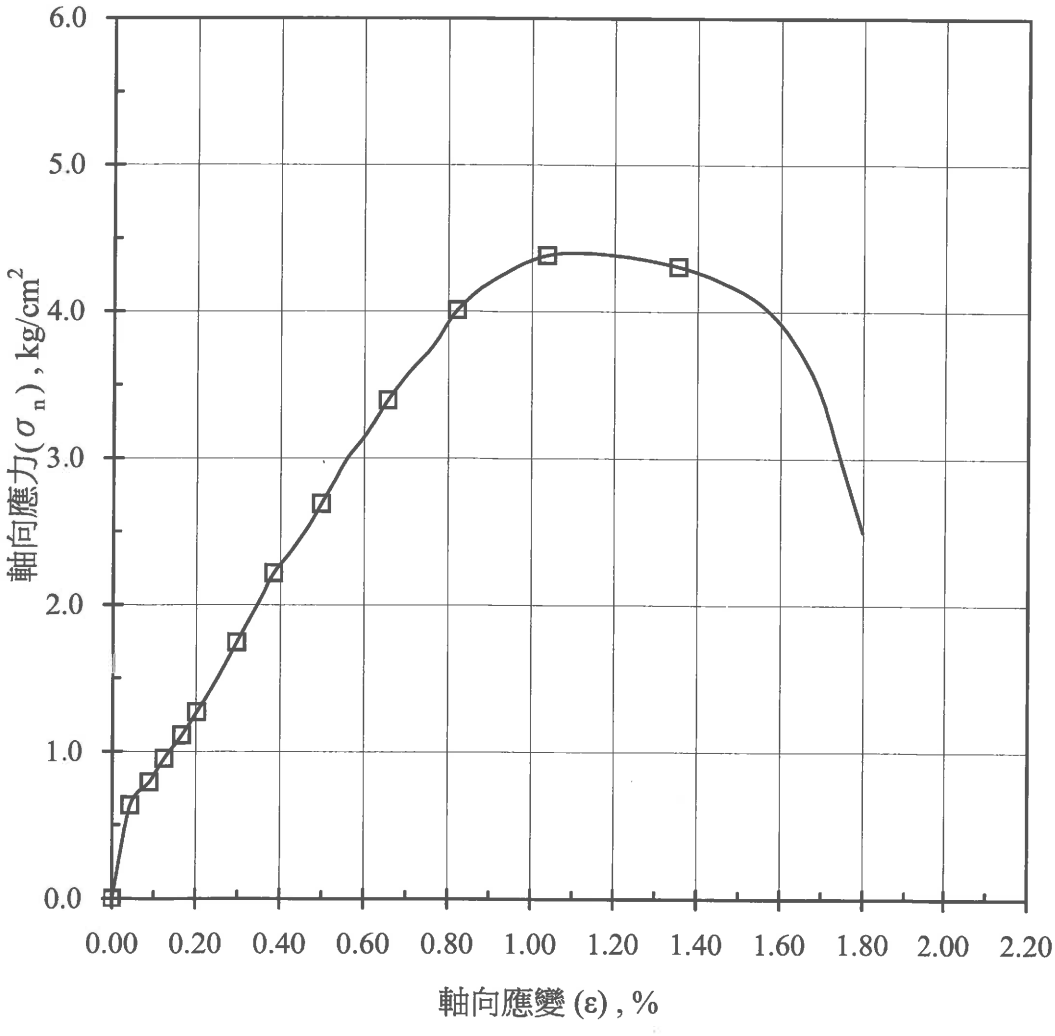
岩心單軸壓縮強度試驗

計畫名稱：「曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討」補充地質調查

計畫編號：608RQUL　　試驗日期：106.12.11

鑽孔編號	A05	樣號	-	取樣深度	25.80-26.00
岩心分類	MS	岩心描述	灰色泥岩，岩質極弱		

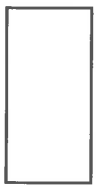
試體編號	代表符號	試體狀態		破壞應變量 (ε_f) %	彈性係數 (Es_{50}) kg/cm^2	岩心單壓強度 (q_u) kg/cm^2
		含水量 (W) %	乾密度 (γ_d) g/cm^3			
1	□	6.74	2.26	1.19	576.36	4.39



破壞狀況

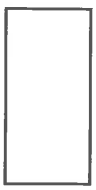
試體編號：1

試體編號：



試體編號：

試體編號：



中聯工程顧問股份有限公司
CHINA UNITED ENGINEERING CONSULTANT CO., LTD.

CUC

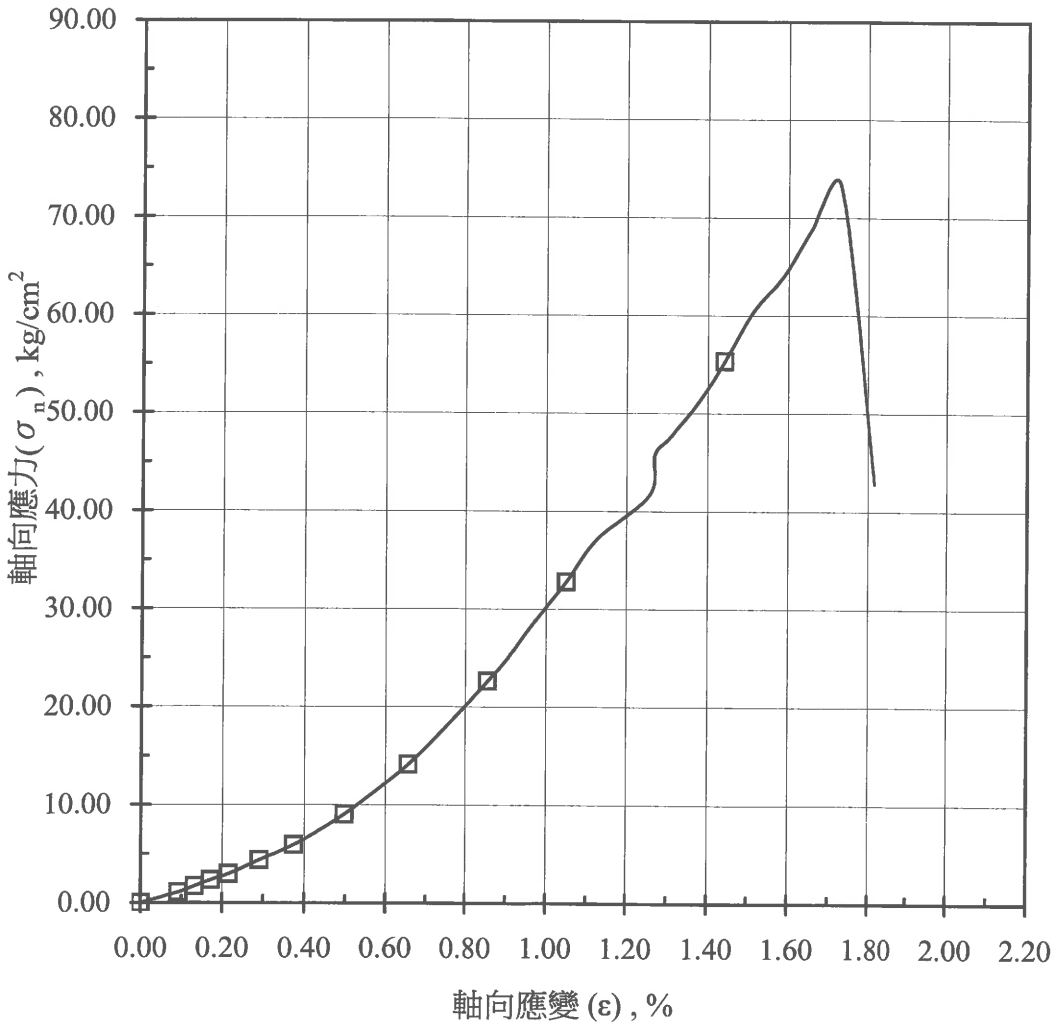
岩心單軸壓縮強度試驗

計畫名稱：「曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討」補充地質調查

計畫編號：608RQUK　　試驗日期：106.11.29

鑽孔編號	B01	樣號	-	取樣深度	9.60-10.00
岩心分類	SS	岩心描述	灰色砂岩，岩質弱		

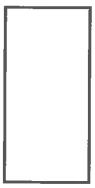
試體編號	代表符號	試體狀態		破壞應變量 (ε_f) %	彈性係數 (Es_{50}) kg/cm^2	岩心單壓強度 (q_u) kg/cm^2
		含水量 (W) %	乾密度 (γ_d) g/cm^3			
1	□	4.28	2.39	1.73	3298.40	73.29



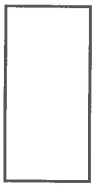
破壞狀況

試體編號：1

試體編號：



試體編號：



試體編號：

中聯工程顧問股份有限公司
CHINA UNITED ENGINEERING CONSULTANT CO., LTD.

岩心直接剪力試驗

工程名稱：「曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討」補充地質調查

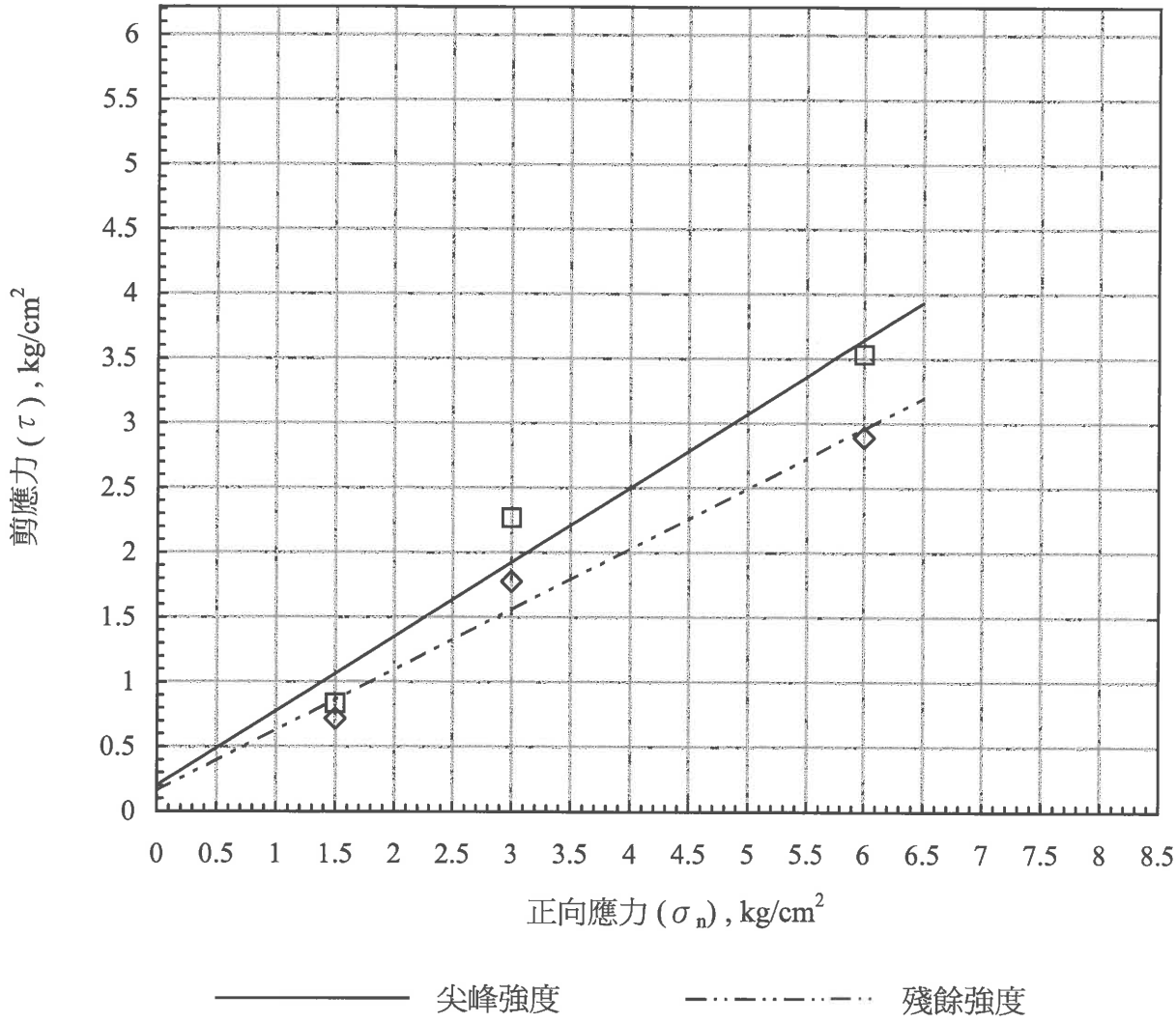
報告編號：608RDSA　　試驗日期：106.12.01

鑽孔編號	A01	樣號	-	取樣深度	8.70~9.00
岩心分類	SS	岩心描述	灰色砂岩		

直剪型式	□ 基本角	■ 弱面直剪	□ 直接剪力

** 破壞包絡線 **

C_p (kg/cm²)	0.20	$Ø_p$ (°)	29.9	C_r (kg/cm²)	0.16	$Ø_r$ (°)	25.1



中聯工程顧問股份有限公司
CHINA UNITED ENGINEERING CONSULTANT CO., LTD.
CUC

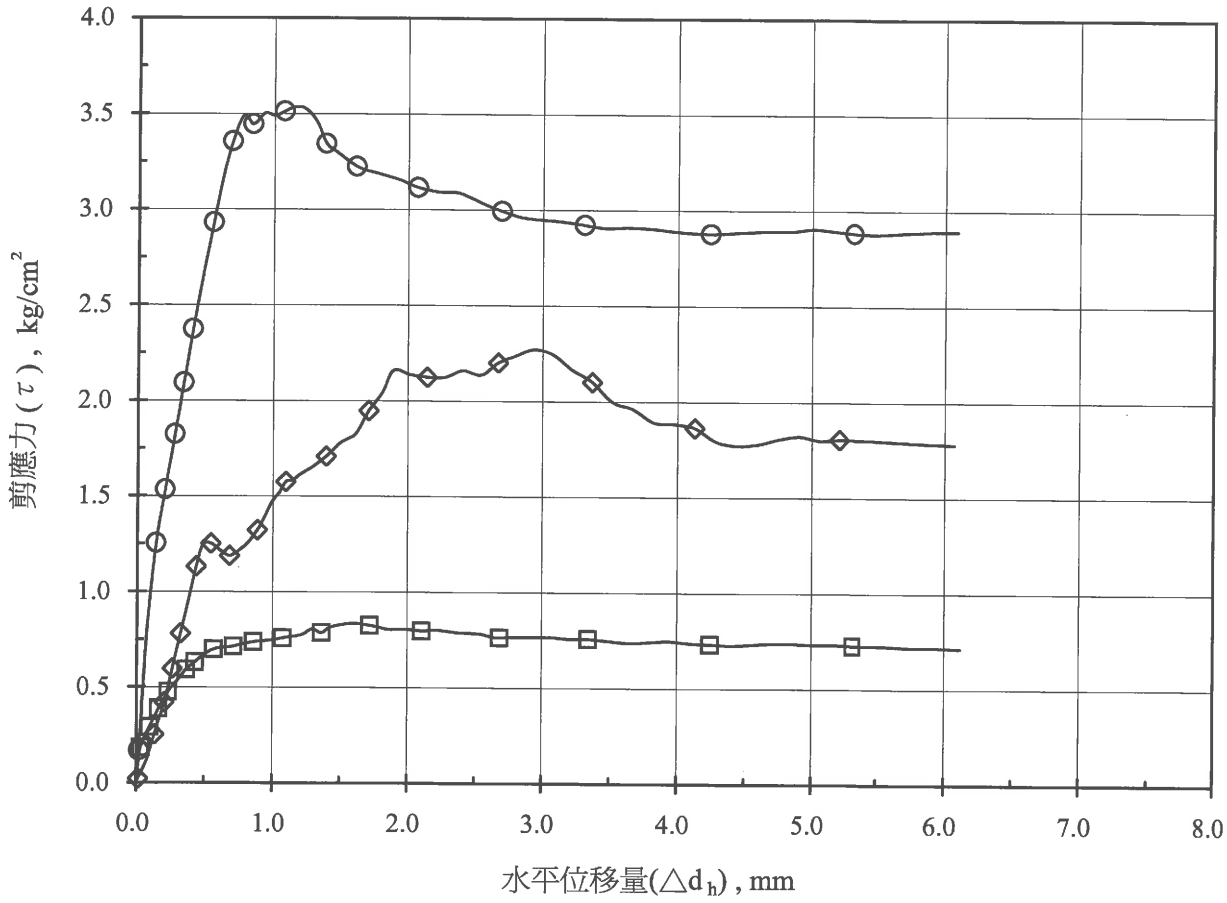
岩心直接剪力試驗

工程名稱：「曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討」補充地質調查

報告編號：608RDSA　　試驗日期：106.12.01

鑽孔編號	A01	樣號	-	取樣深度	8.70~9.00
岩心分類	SS	岩心描述	灰色砂岩		

試體編號	代表符號	試體狀態		尖峰強度 (τ_p) kg/cm^2	殘餘強度 (τ_r) kg/cm^2	正向應力 (σ_n) kg/cm^2
		含水量 (W) %	乾密度 (γ_d) g/cm^3			
1	□	4.58	2.28	0.83	0.72	1.50
2	◇	4.58	2.24	2.27	1.78	3.00
3	○	4.58	2.31	3.53	2.89	6.00



中聯工程顧問股份有限公司
CHINA UNITED ENGINEERING CONSULTANT CO., LTD.

CUC

岩心直接剪力試驗

工程名稱：「曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討」補充地質調查

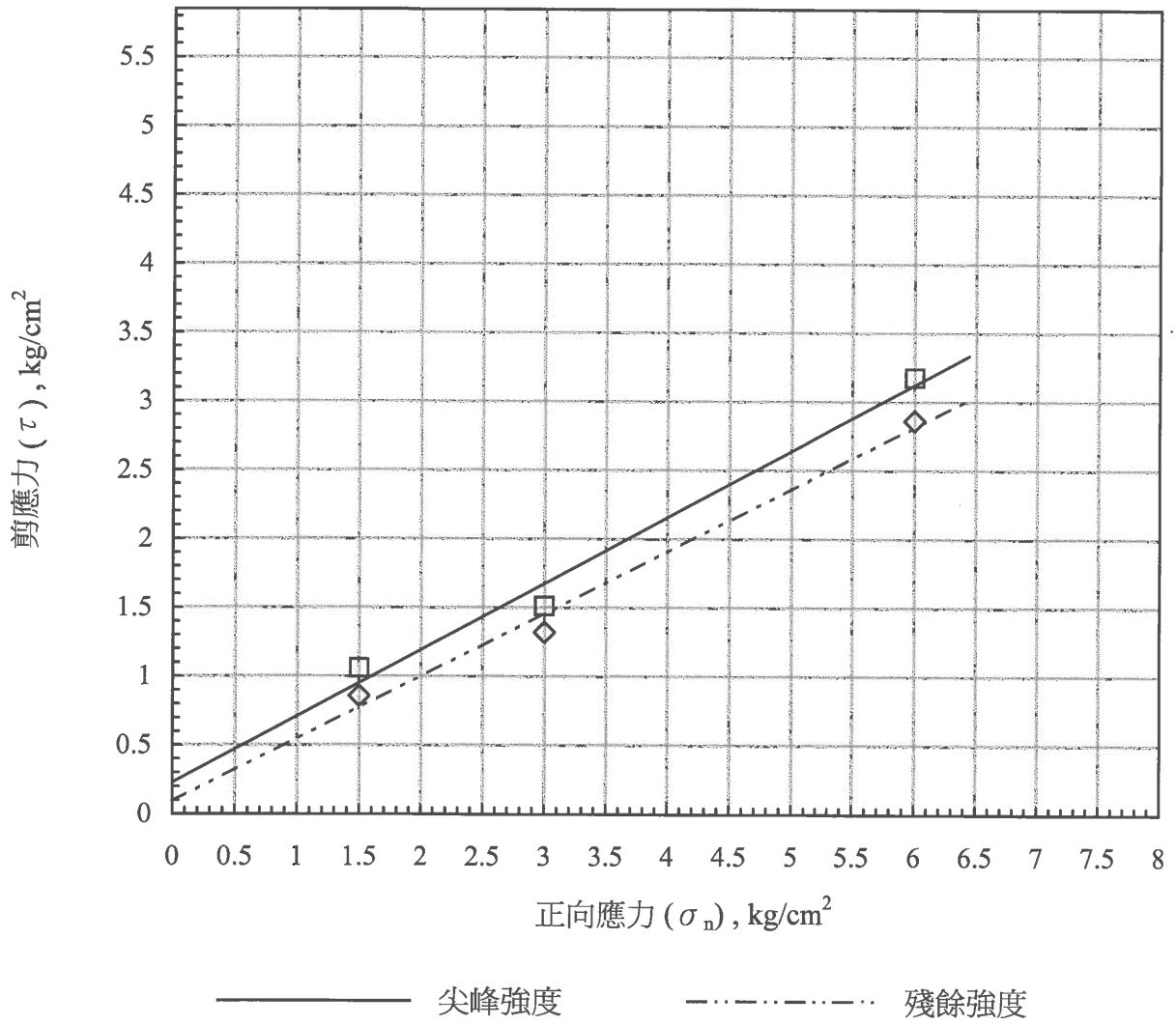
報告編號： 608RDSB　　試驗日期： 106.12.01

鑽孔編號	A01	樣號	-	取樣深度	58.00~59.00
岩心分類	SS	岩心描述	灰色砂岩		

直剪型式	□ 基本角	■ 弱面直剪	□ 直接剪力

** 破壞包絡線 **

C_p (kg/cm²)	0.23	$Ø_p$ (°)	25.7	C_r (kg/cm²)	0.09	$Ø_r$ (°)	24.5



中聯工程顧問股份有限公司
CHINA UNITED ENGINEERING CONSULTANT CO., LTD.
CUC

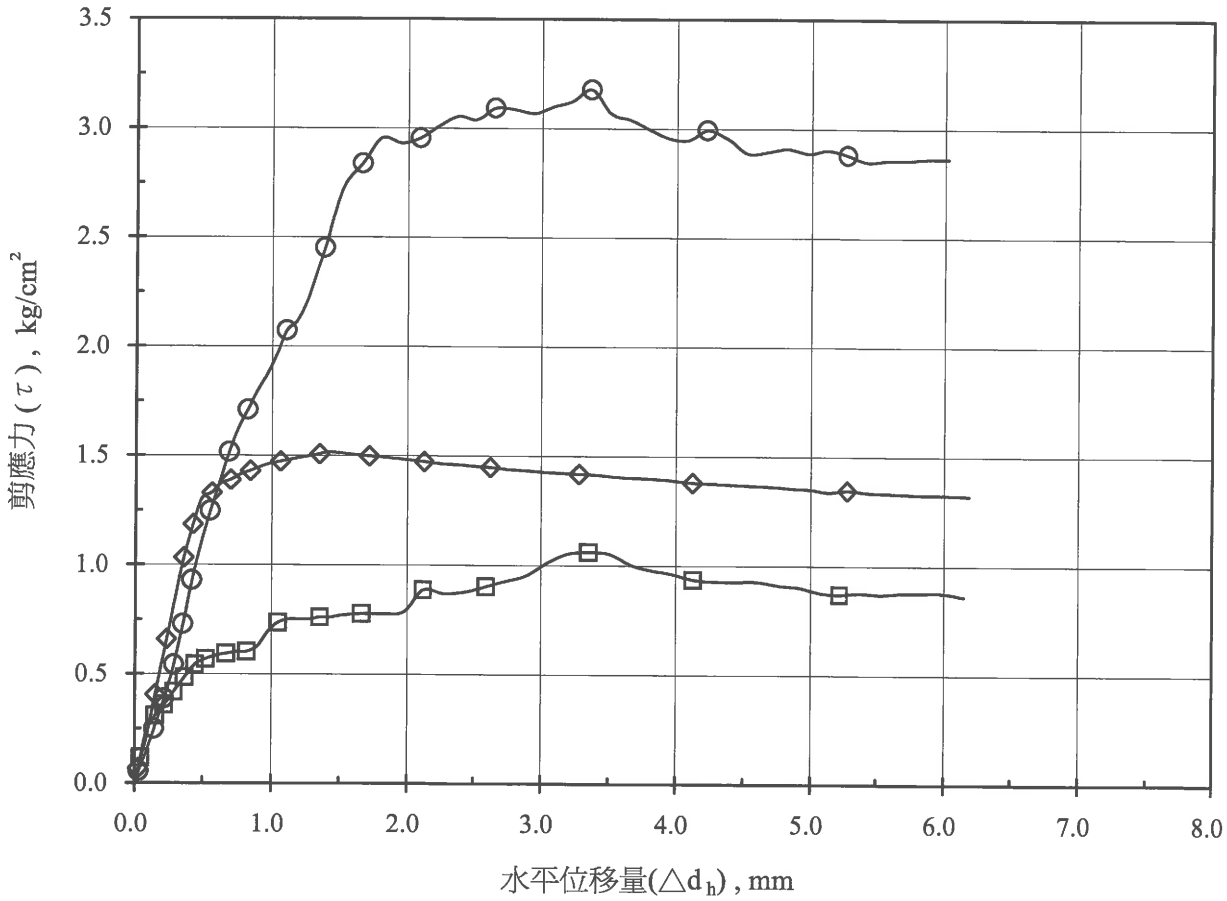
岩心直接剪力試驗

工程名稱：「曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討」補充地質調查

報告編號：608RDSB　　試驗日期：106.12.01

鑽孔編號	A01	樣號	-	取樣深度	58.00~59.00
岩心分類	SS	岩心描述	灰色砂岩		

試體編號	代表符號	試體狀態		尖峰強度 (τ_p) kg/cm^2	殘餘強度 (τ_r) kg/cm^2	正向應力 (σ_n) kg/cm^2
		含水量 (W) %	乾密度 (γ_d) g/cm^3			
1	□	2.56	2.31	1.06	0.86	1.50
2	◇	2.56	2.37	1.51	1.32	3.00
3	○	2.56	2.24	3.18	2.86	6.00



中聯工程顧問股份有限公司
CHINA UNITED ENGINEERING CONSULTANT CO., LTD.

CUC

岩心直接剪力試驗

工程名稱：「曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討」補充地質調查

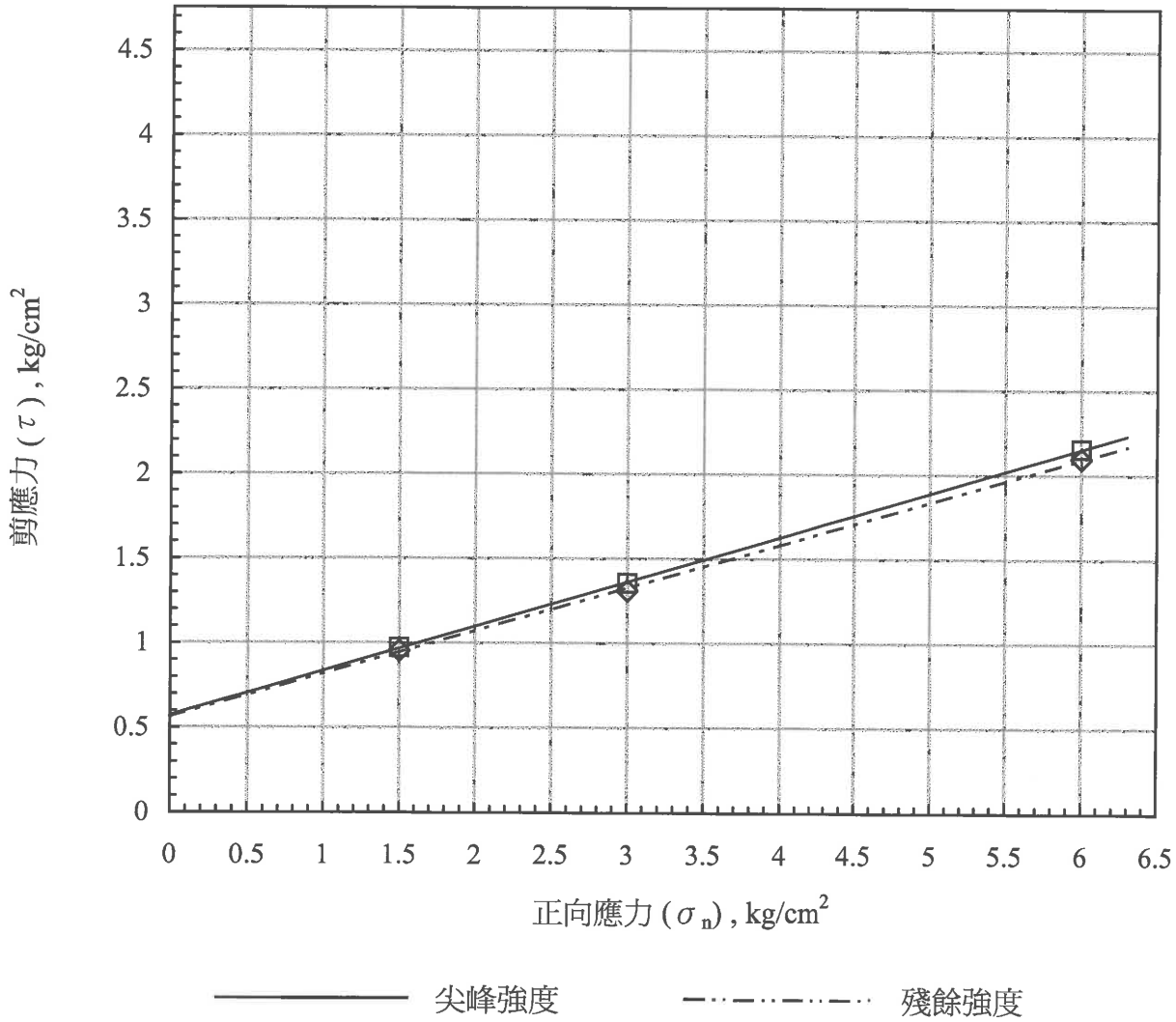
報告編號：608RDSC　　試驗日期：106.12.01

鑽孔編號	A02	樣號	-	取樣深度	46.00~46.50
岩心分類	MS	岩心描述	灰色泥岩		

直剪型式	□ 基本角	■ 弱面直剪	□ 直接剪力

** 破壞包絡線 **

C_p (kg/cm²)	0.57	$Ø_p$ (°)	14.7	C_r (kg/cm²)	0.56	$Ø_r$ (°)	14.3



中聯工程顧問股份有限公司
CHINA UNITED ENGINEERING CONSULTANT CO., LTD.
CUC

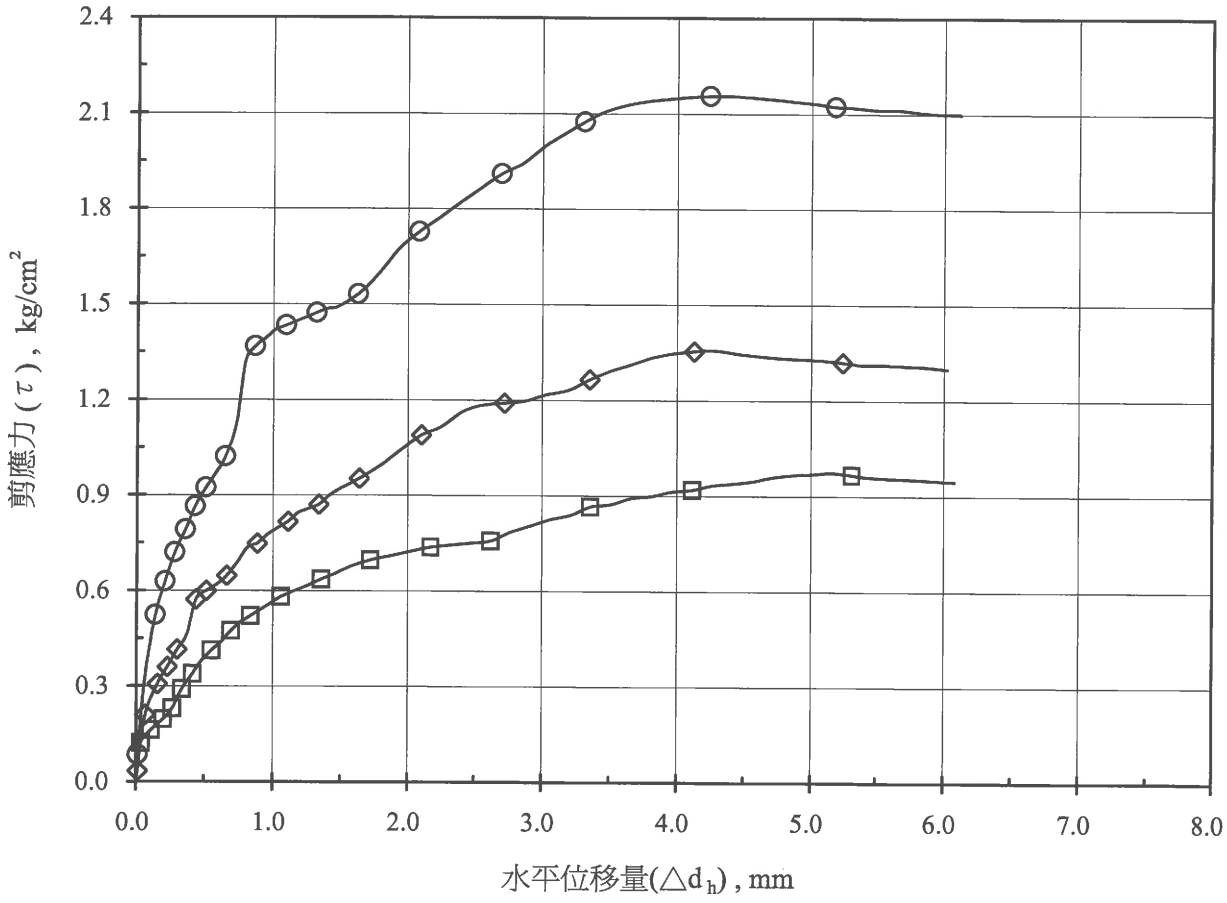
岩心直接剪力試驗

工程名稱：「曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討」補充地質調查

報告編號：608RDSC　　試驗日期：106.12.01

鑽孔編號	A02	樣號	-	取樣深度	46.00~46.50
岩心分類	MS	岩心描述	灰色泥岩		

試體編號	代表符號	試體狀態		尖峰強度 (τ_p) kg/cm^2	殘餘強度 (τ_r) kg/cm^2	正向應力 (σ_n) kg/cm^2
		含水量 (W) %	乾密度 (γ_d) g/cm^3			
1	□	9.05	2.12	0.97	0.96	1.50
2	◇	9.05	2.16	1.36	1.31	3.00
3	○	9.05	2.04	2.15	2.10	6.00



中聯工程顧問股份有限公司
CHINA UNITED ENGINEERING CONSULTANT CO., LTD.

CUC

岩心直接剪力試驗

工程名稱：「曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討」補充地質調查

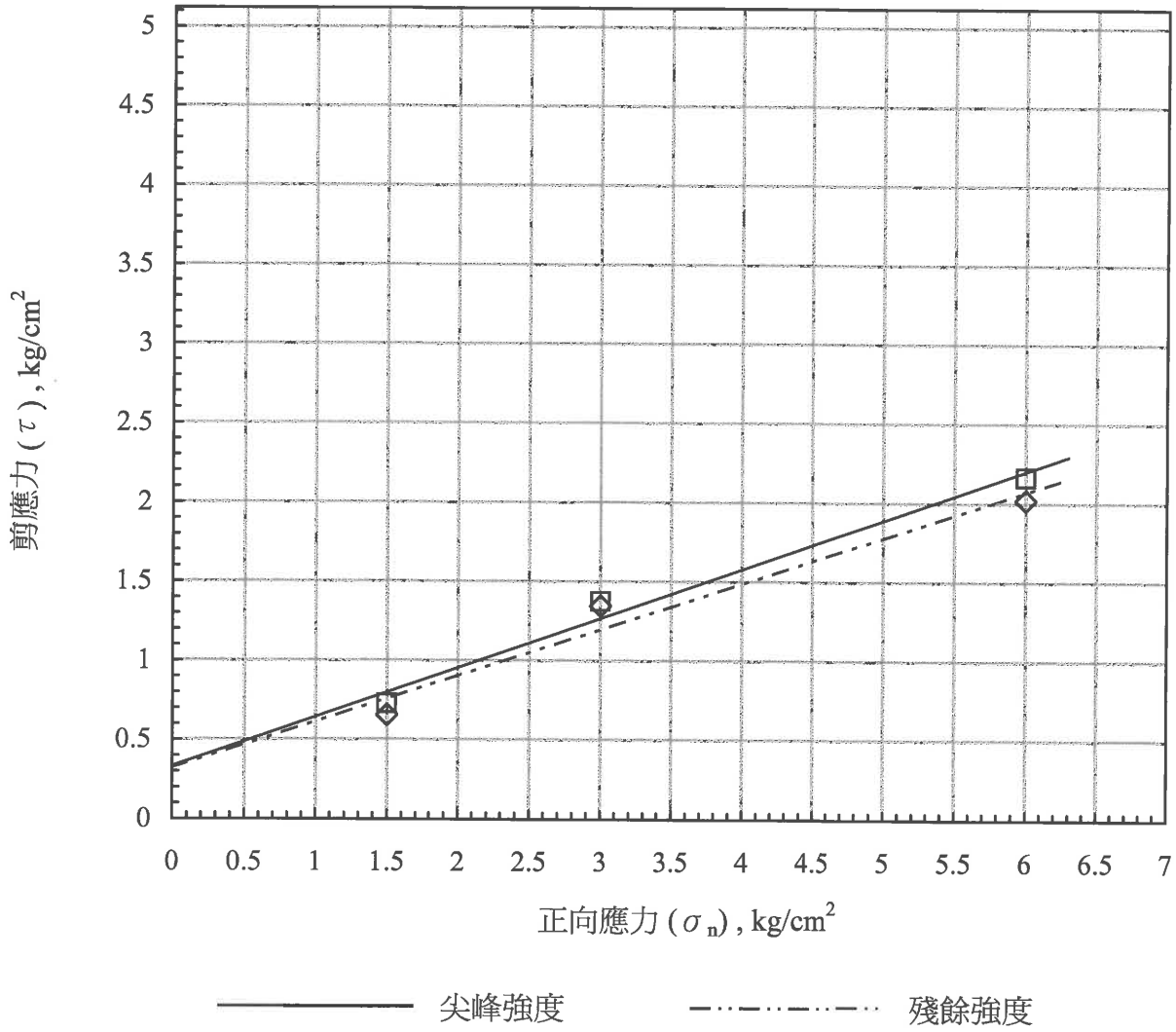
報告編號：608RDSM　　試驗日期：106.12.11

鑽孔編號	A02	樣號	-	取樣深度	46.80~47.00
岩心分類	MS	岩心描述	灰色泥岩		

直剪型式	□ 基本角	■ 弱面直剪	□ 直接剪力

** 破壞包絡線 **

C_p (kg/cm²)	0.33	$Ø_p$ (°)	17.3	C_r (kg/cm²)	0.32	$Ø_r$ (°)	16.3



中聯工程顧問股份有限公司
CHINA UNITED ENGINEERING CONSULTANT CO., LTD.
CUC

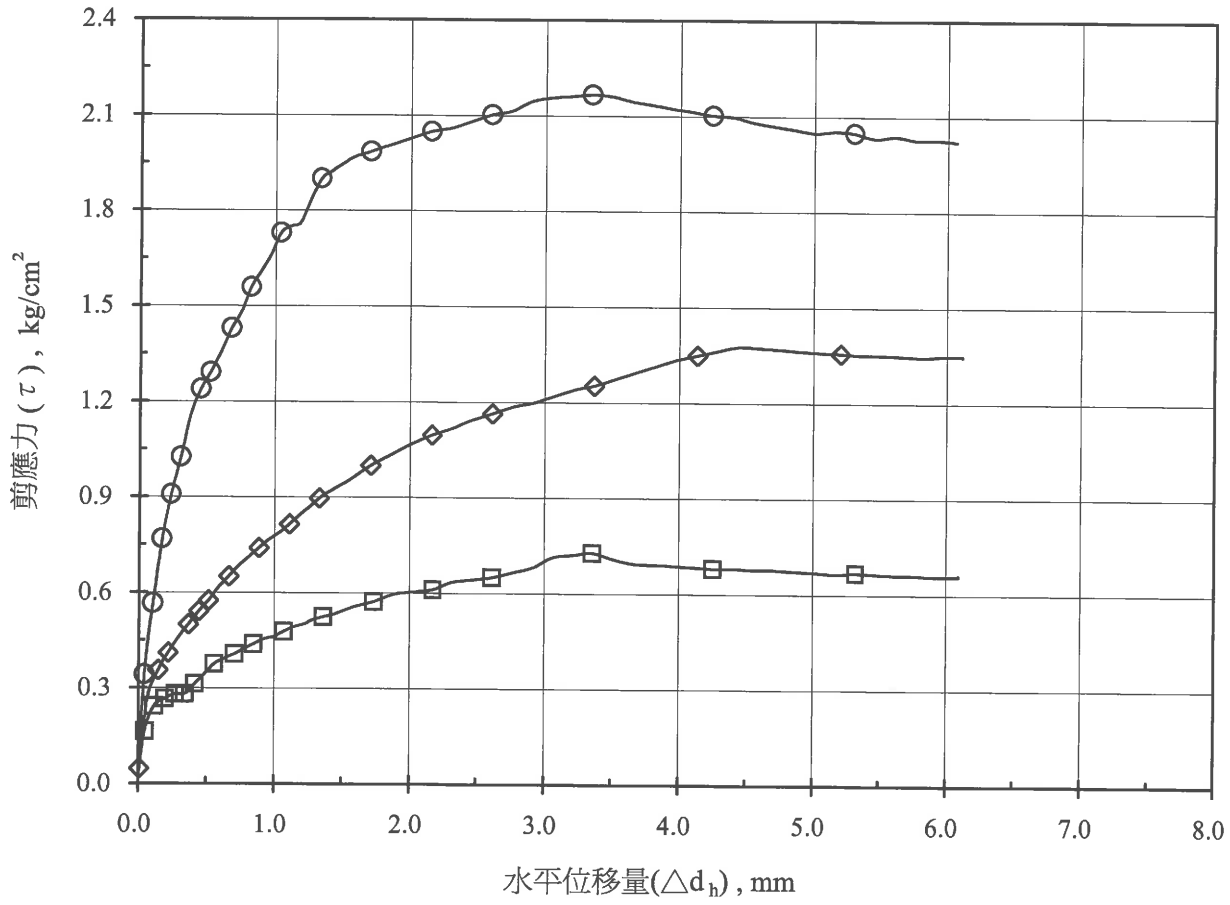
岩心直接剪力試驗

工程名稱：「曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討」補充地質調查

報告編號：608RDSM　　試驗日期：106.12.11

鑽孔編號	A02	樣號	-	取樣深度	46.80~47.00
岩心分類	MS	岩心描述	灰色泥岩		

試體編號	代表符號	試體狀態		尖峰強度 (τ_p) kg/cm^2	殘餘強度 (τ_r) kg/cm^2	正向應力 (σ_n) kg/cm^2
		含水量 (W) %	乾密度 (γ_d) g/cm^3			
1	□	8.42	2.07	0.73	0.66	1.50
2	◇	8.42	2.11	1.38	1.35	3.00
3	○	8.42	2.12	2.17	2.02	6.00



中聯工程顧問股份有限公司
CHINA UNITED ENGINEERING CONSULTANT CO., LTD.

CUC

岩心直接剪力試驗

工程名稱：「曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討」補充地質調查

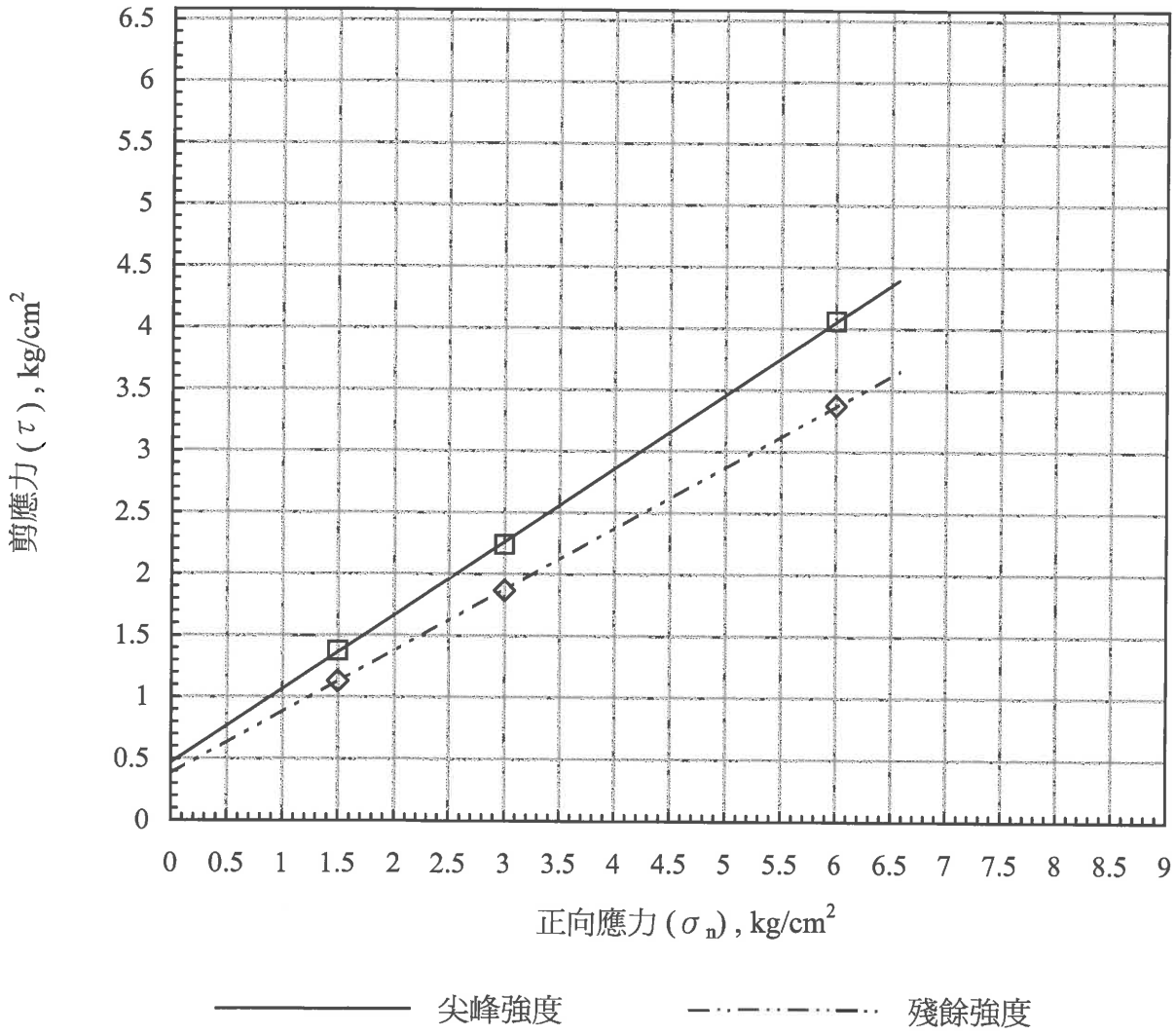
報告編號：608RDSD　　試驗日期：106.12.01

鑽孔編號	A02	樣號	-	取樣深度	50.50~50.85
岩心分類	SS	岩心描述	灰色砂岩		

直剪型式	□ 基本角	■ 弱面直剪	□ 直接剪力

** 破壞包絡線 **

C_p (kg/cm²)	0.47	$Ø_p$ (°)	30.9	C_r (kg/cm²)	0.38	$Ø_r$ (°)	26.5



中聯工程顧問股份有限公司
CHINA UNITED ENGINEERING CONSULTANT CO., LTD.
CUC

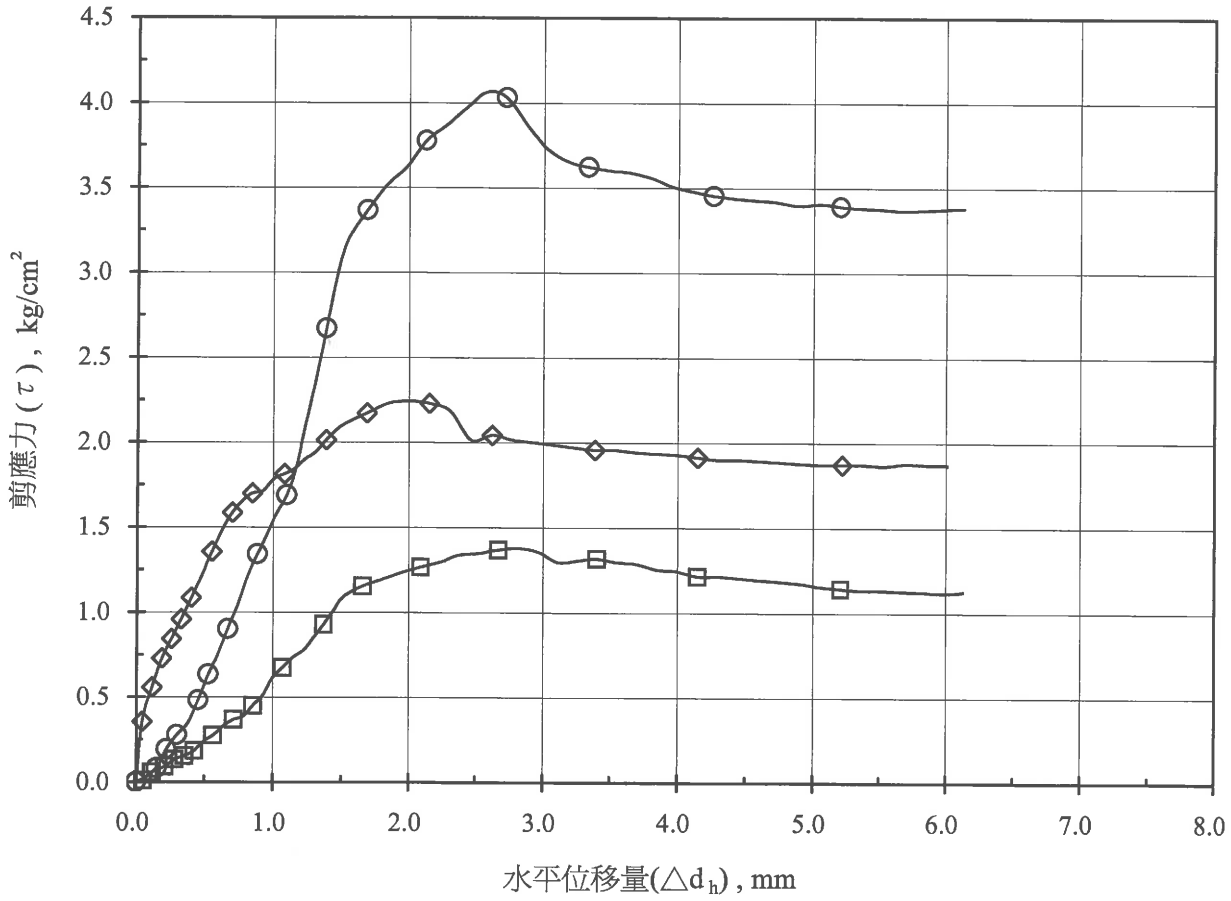
岩心直接剪力試驗

工程名稱：「曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討」補充地質調查

報告編號：608RDSD　　試驗日期：106.12.01

鑽孔編號	A02	樣號	-	取樣深度	50.50~50.85
岩心分類	SS	岩心描述	灰色砂岩		

試體編號	代表符號	試體狀態		尖峰強度 (τ_p) kg/cm^2	殘餘強度 (τ_r) kg/cm^2	正向應力 (σ_n) kg/cm^2
		含水量 (W) %	乾密度 (γ_d) g/cm^3			
1	□	1.56	2.32	1.38	1.13	1.50
2	◇	1.56	2.28	2.24	1.87	3.00
3	○	1.56	2.40	4.06	3.38	6.00



中聯工程顧問股份有限公司
CHINA UNITED ENGINEERING CONSULTANT CO., LTD.

CUC

岩心直接剪力試驗

工程名稱：「曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討」補充地質調查

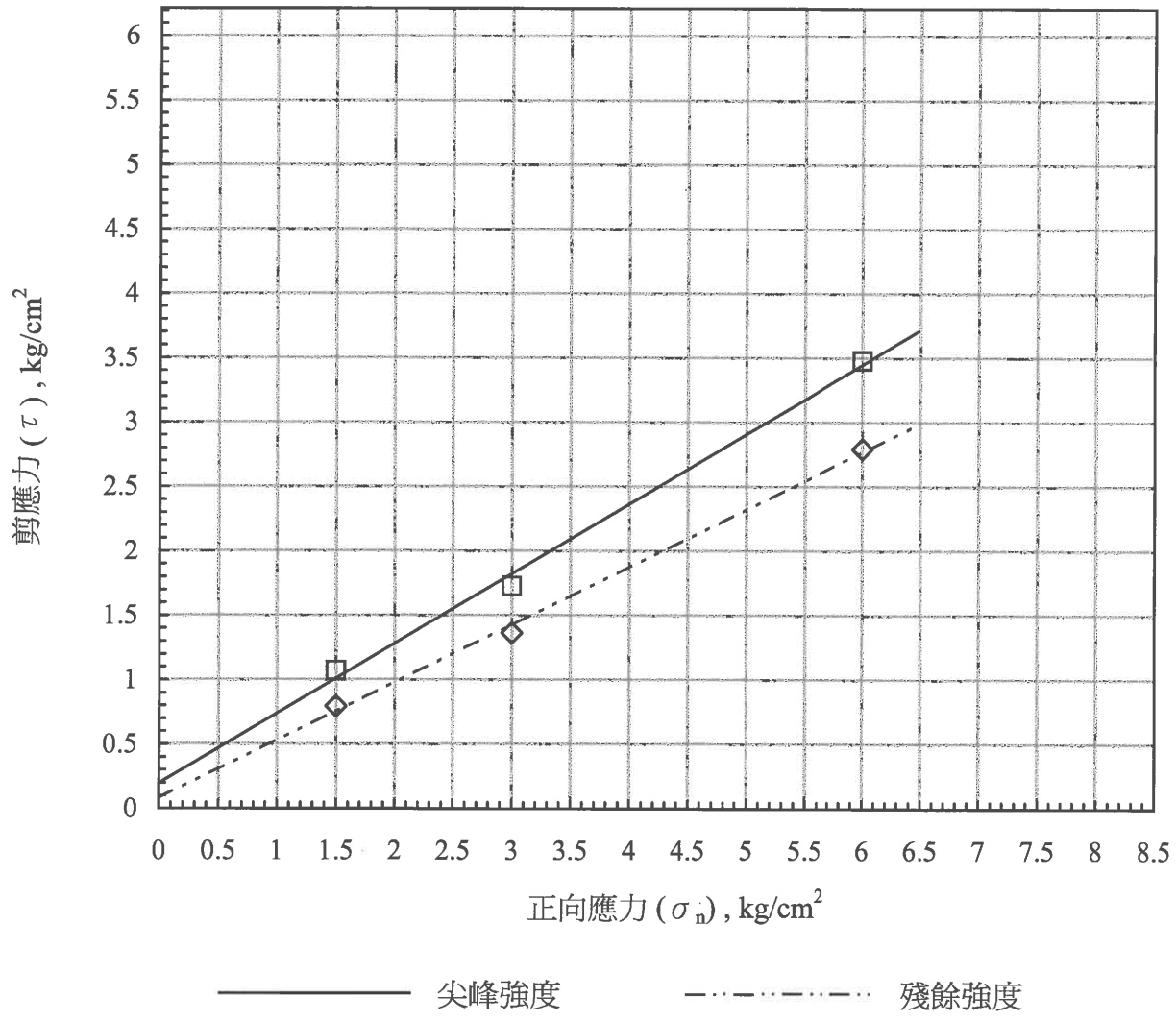
報告編號：608RDSE　　試驗日期：106.12.01

鑽孔編號	A03	樣號	-	取樣深度	9.40~9.90
岩心分類	SS	岩心描述	灰色砂岩		

直剪型式	□ 基本角	■ 弱面直剪	□ 直接剪力

** 破壞包絡線 **

C_p (kg/cm²)	0.20	$Ø_p$ (°)	28.5	C_r (kg/cm²)	0.08	$Ø_r$ (°)	24.2



中聯工程顧問股份有限公司
CHINA UNITED ENGINEERING CONSULTANT CO., LTD.

CUC

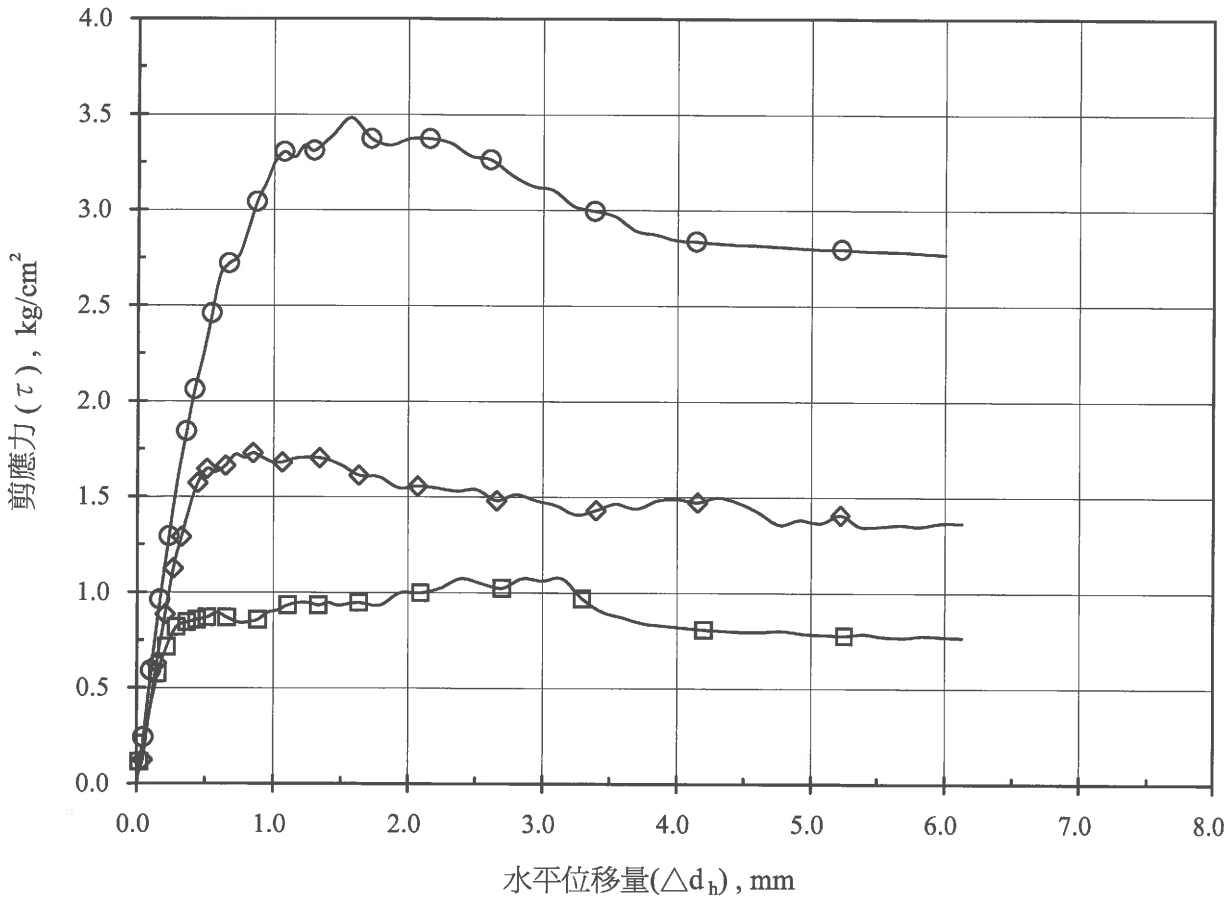
岩心直接剪力試驗

工程名稱：「曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討」補充地質調查

報告編號：608RDSE　　試驗日期：106.12.01

鑽孔編號	A03	樣號	-	取樣深度	9.40~9.90
岩心分類	SS	岩心描述	灰色砂岩		

試體編號	代表符號	試體狀態		尖峰強度 (τ_p) kg/cm^2	殘餘強度 (τ_r) kg/cm^2	正向應力 (σ_n) kg/cm^2
		含水量 (W) %	乾密度 (γ_d) g/cm^3			
1	□	4.64	2.31	1.07	0.80	1.50
2	◇	4.64	2.28	1.73	1.36	3.00
3	○	4.64	2.22	3.48	2.79	6.00



中聯工程顧問股份有限公司
CHINA UNITED ENGINEERING CONSULTANT CO., LTD.

CUC

岩心直接剪力試驗

工程名稱：「曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討」補充地質調查

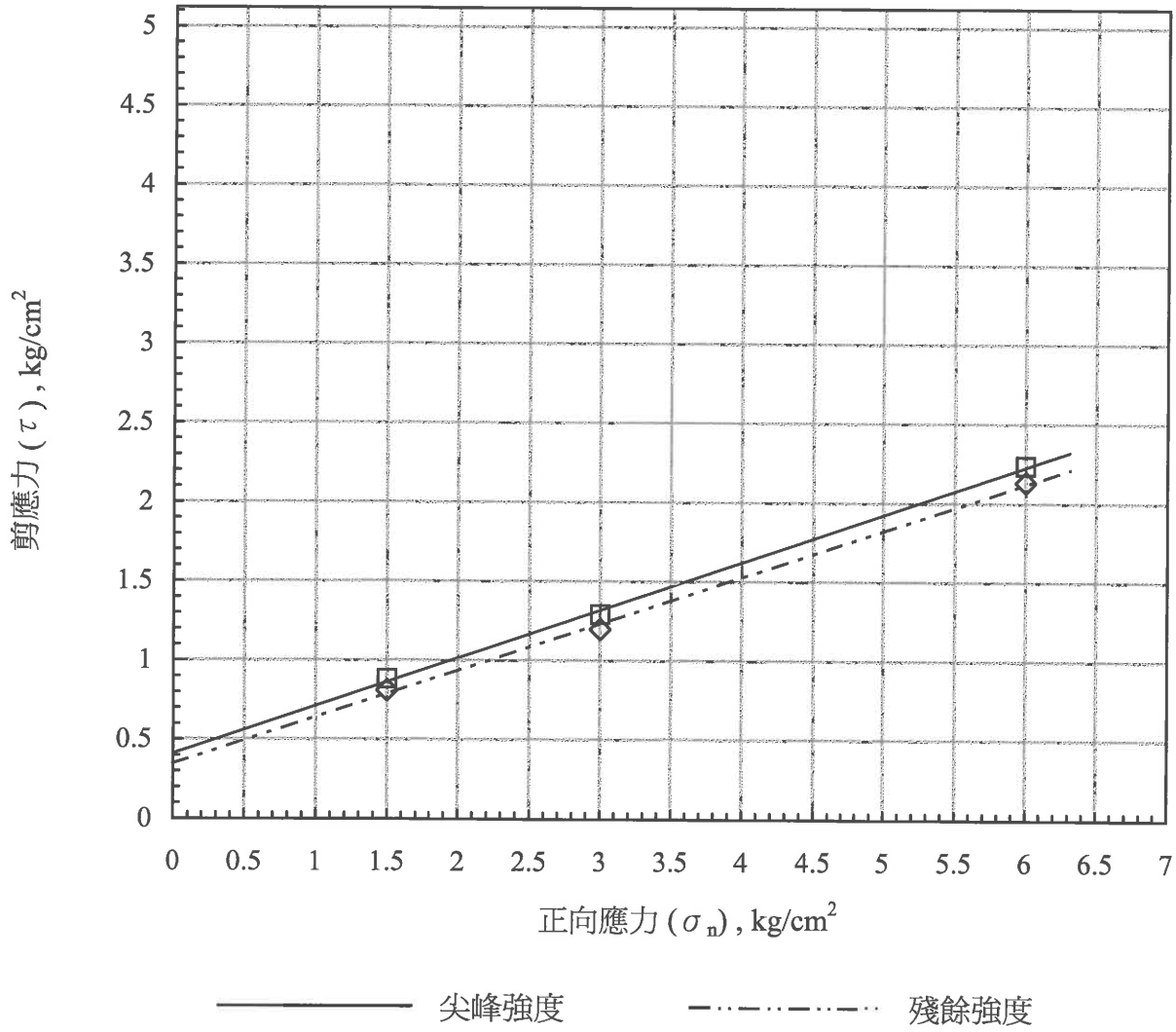
報告編號：608RDSF　　試驗日期：106.12.01

鑽孔編號	A03	樣號	-	取樣深度	22.00~23.00
岩心分類	MS	岩心描述	灰色泥岩		

直剪型式	□ 基本角	■ 弱面直剪	□ 直接剪力

** 破壞包絡線 **

C_p (kg/cm²)	0.41	$Ø_p$ (°)	16.9	C_r (kg/cm²)	0.34	$Ø_r$ (°)	16.5



中聯工程顧問股份有限公司
CHINA UNITED ENGINEERING CONSULTANT CO., LTD.
CUC

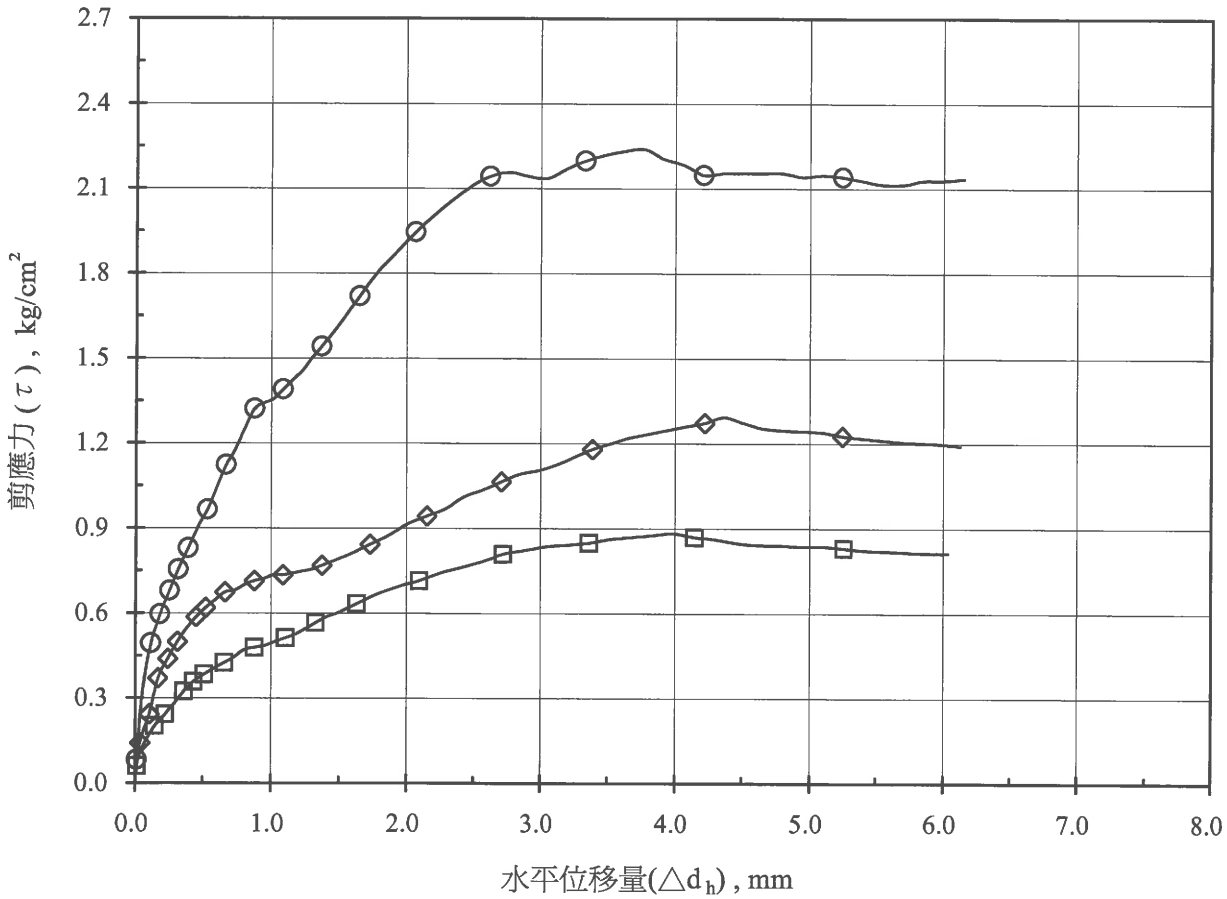
岩心直接剪力試驗

工程名稱：「曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討」補充地質調查

報告編號： 608RDSF　　試驗日期： 106.12.01

鑽孔編號	A03	樣號	-	取樣深度	22.00~23.00
岩心分類	MS	岩心描述	灰色泥岩		

試體編號	代表符號	試體狀態		尖峰強度 (τ_p) kg/cm^2	殘餘強度 (τ_r) kg/cm^2	正向應力 (σ_n) kg/cm^2
		含水量 (W) %	乾密度 (γ_d) g/cm^3			
1	□	8.36	2.06	0.88	0.81	1.50
2	◇	8.36	2.08	1.29	1.20	3.00
3	○	8.36	2.08	2.24	2.13	6.00



中聯工程顧問股份有限公司
CHINA UNITED ENGINEERING CONSULTANT CO., LTD.

CUC

岩心直接剪力試驗

工程名稱：「曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討」補充地質調查

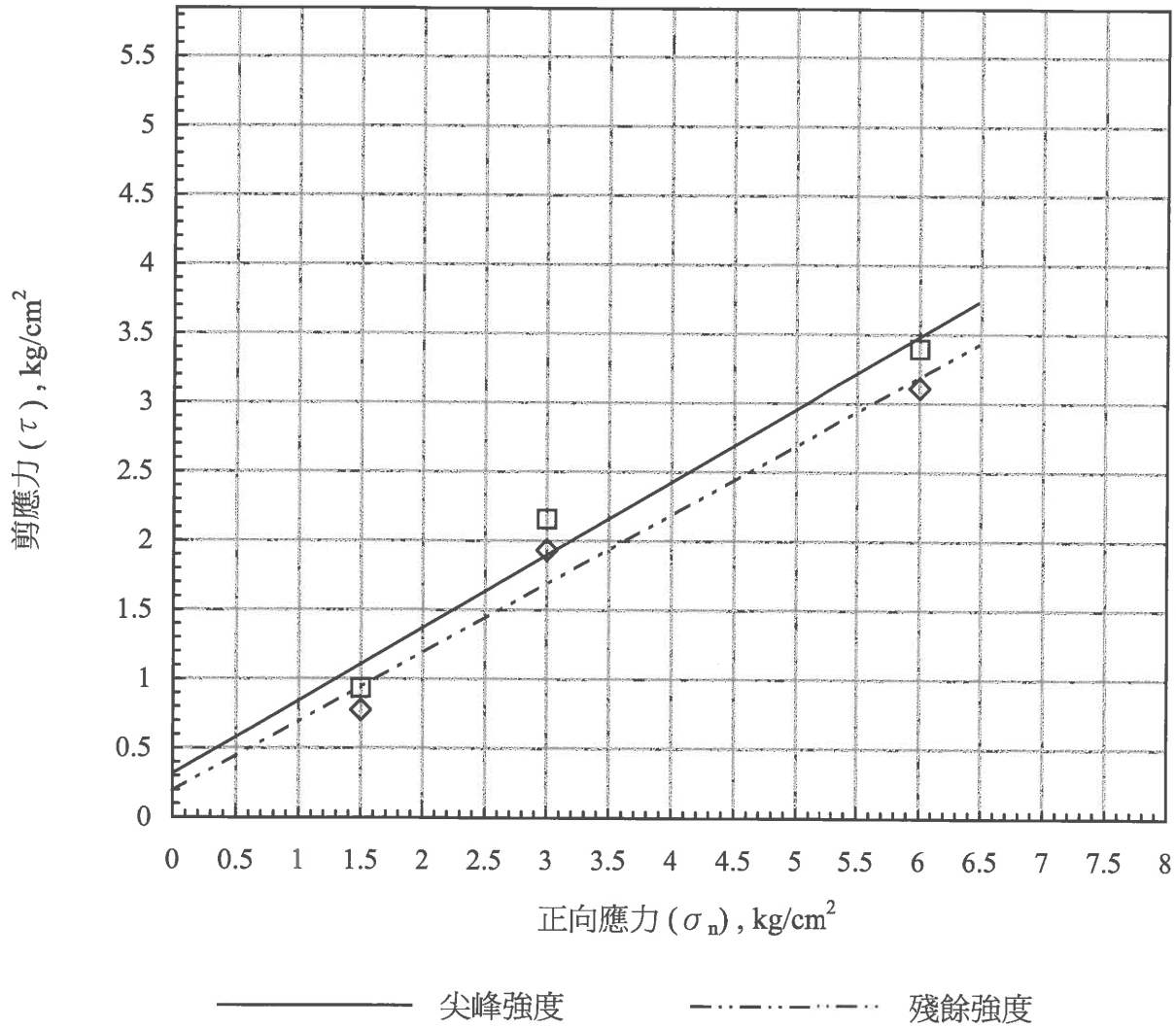
報告編號：608RDSG　　試驗日期：106.12.01

鑽孔編號	A04	樣號	-	取樣深度	18.00~18.20
岩心分類	SS	岩心描述	灰色砂岩		

直剪型式	□ 基本角	■ 弱面直剪	□ 直接剪力

** 破壞包絡線 **

C_p (kg/cm²)	0.32	$Ø_p$ (°)	27.8	C_r (kg/cm²)	0.19	$Ø_r$ (°)	26.6



中聯工程顧問股份有限公司
CHINA UNITED ENGINEERING CONSULTANT CO., LTD.
CUC

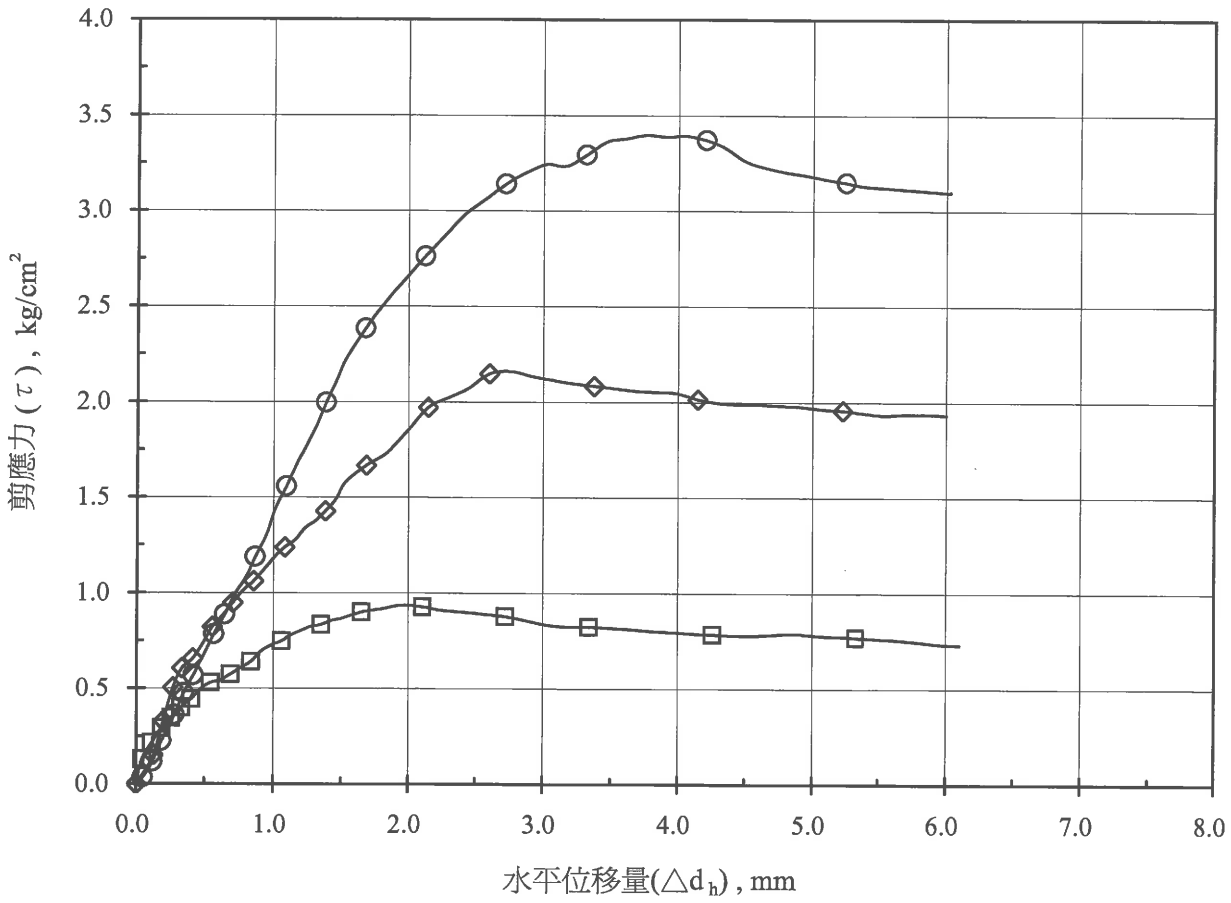
岩心直接剪力試驗

工程名稱：「曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討」補充地質調查

報告編號：608RDSG　　試驗日期：106.12.01

鑽孔編號	A04	樣號	-	取樣深度	18.00~18.20
岩心分類	SS	岩心描述	灰色砂岩		

試體編號	代表符號	試體狀態		尖峰強度 (τ_p) kg/cm^2	殘餘強度 (τ_r) kg/cm^2	正向應力 (σ_n) kg/cm^2
		含水量 (W) %	乾密度 (γ_d) g/cm^3			
1	□	3.24	2.29	0.93	0.78	1.50
2	◇	3.24	2.22	2.16	1.94	3.00
3	○	3.24	2.29	3.40	3.11	6.00



中聯工程顧問股份有限公司
CHINA UNITED ENGINEERING CONSULTANT CO., LTD.

CUC

岩心直接剪力試驗

工程名稱：「曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討」補充地質調查

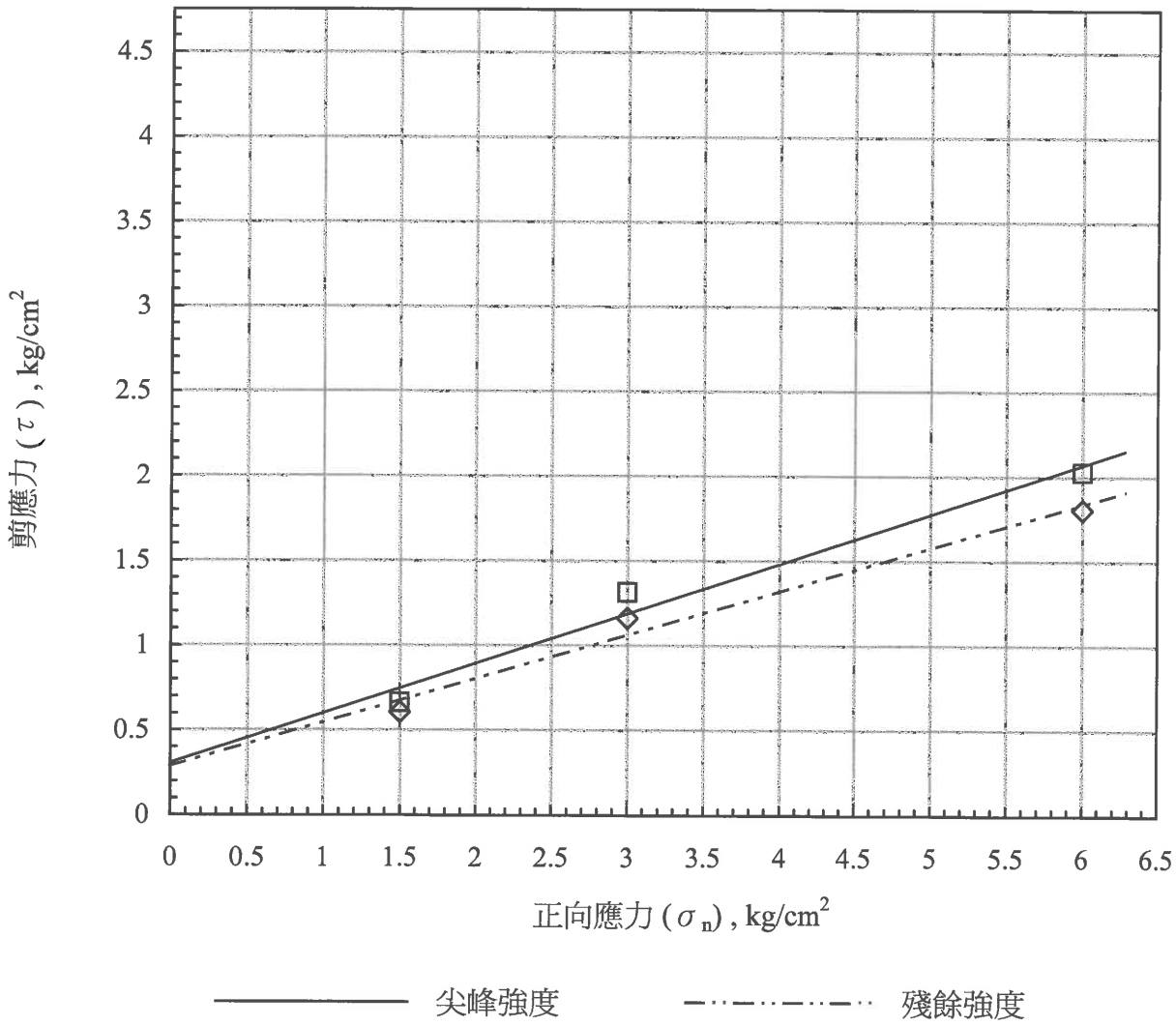
報告編號： 608RDSH　　試驗日期： 106.12.04

鑽孔編號	A04	樣號	-	取樣深度	29.00~30.00
岩心分類	SH	岩心描述	灰色頁岩		

直剪型式	□ 基本角	■ 弱面直剪	□ 直接剪力

** 破壞包絡線 **

C_p (kg/cm²)	0.31	$Ø_p$ (°)	16.4	C_r (kg/cm²)	0.29	$Ø_r$ (°)	14.5



中聯工程顧問股份有限公司
CHINA UNITED ENGINEERING CONSULTANT CO., LTD.
CUC

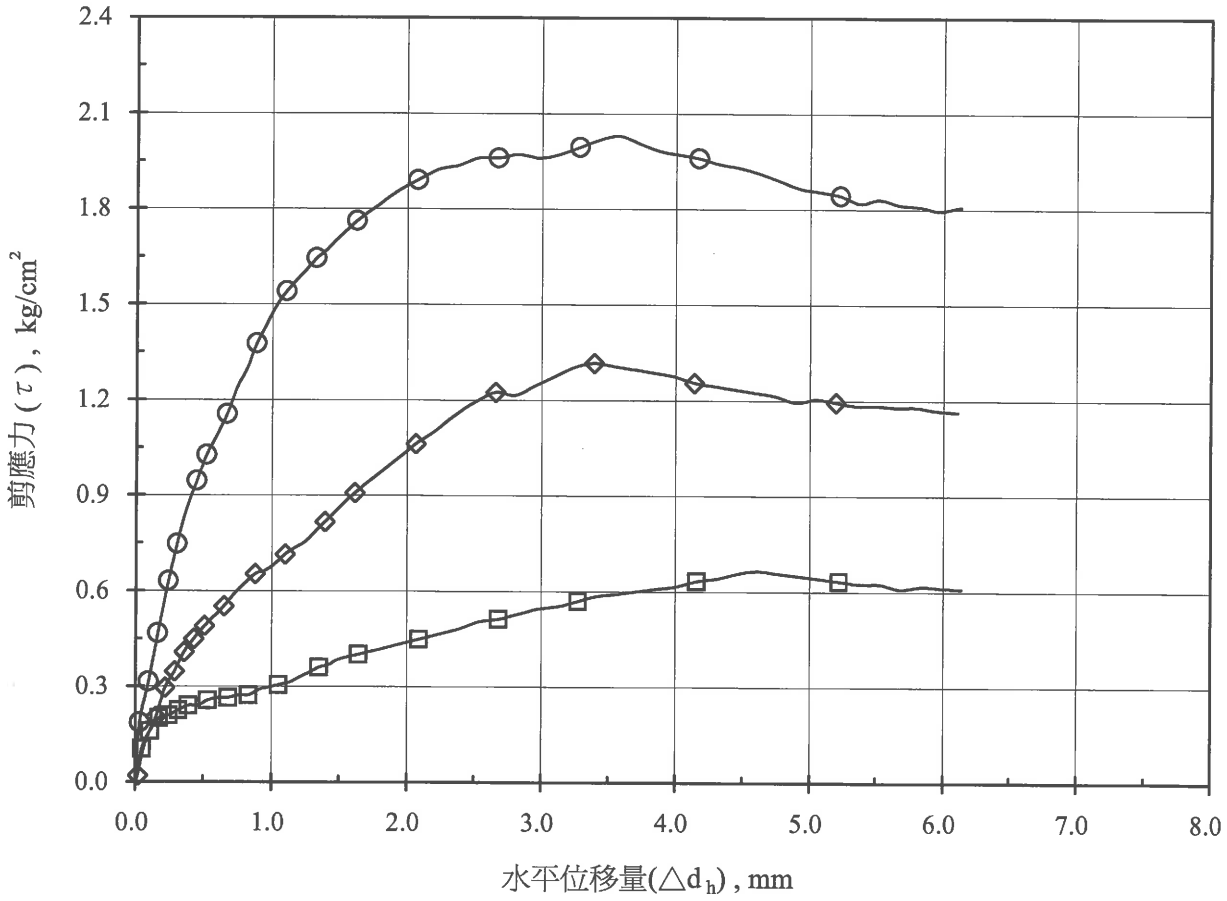
岩心直接剪力試驗

工程名稱：「曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討」補充地質調查

報告編號：608RDSH　　試驗日期：106.12.04

鑽孔編號	A04	樣號	-	取樣深度	29.00~30.00
岩心分類	SH	岩心描述	灰色頁岩		

試體編號	代表符號	試體狀態		尖峰強度 (τ_p) kg/cm^2	殘餘強度 (τ_r) kg/cm^2	正向應力 (σ_n) kg/cm^2
		含水量 (W) %	乾密度 (γ_d) g/cm^3			
1	□	5.22	1.97	0.66	0.61	1.50
2	◇	5.22	2.01	1.32	1.16	3.00
3	○	5.22	2.01	2.03	1.81	6.00



中聯工程顧問股份有限公司
CHINA UNITED ENGINEERING CONSULTANT CO., LTD.

CUC

岩心直接剪力試驗

工程名稱：「曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討」補充地質調查

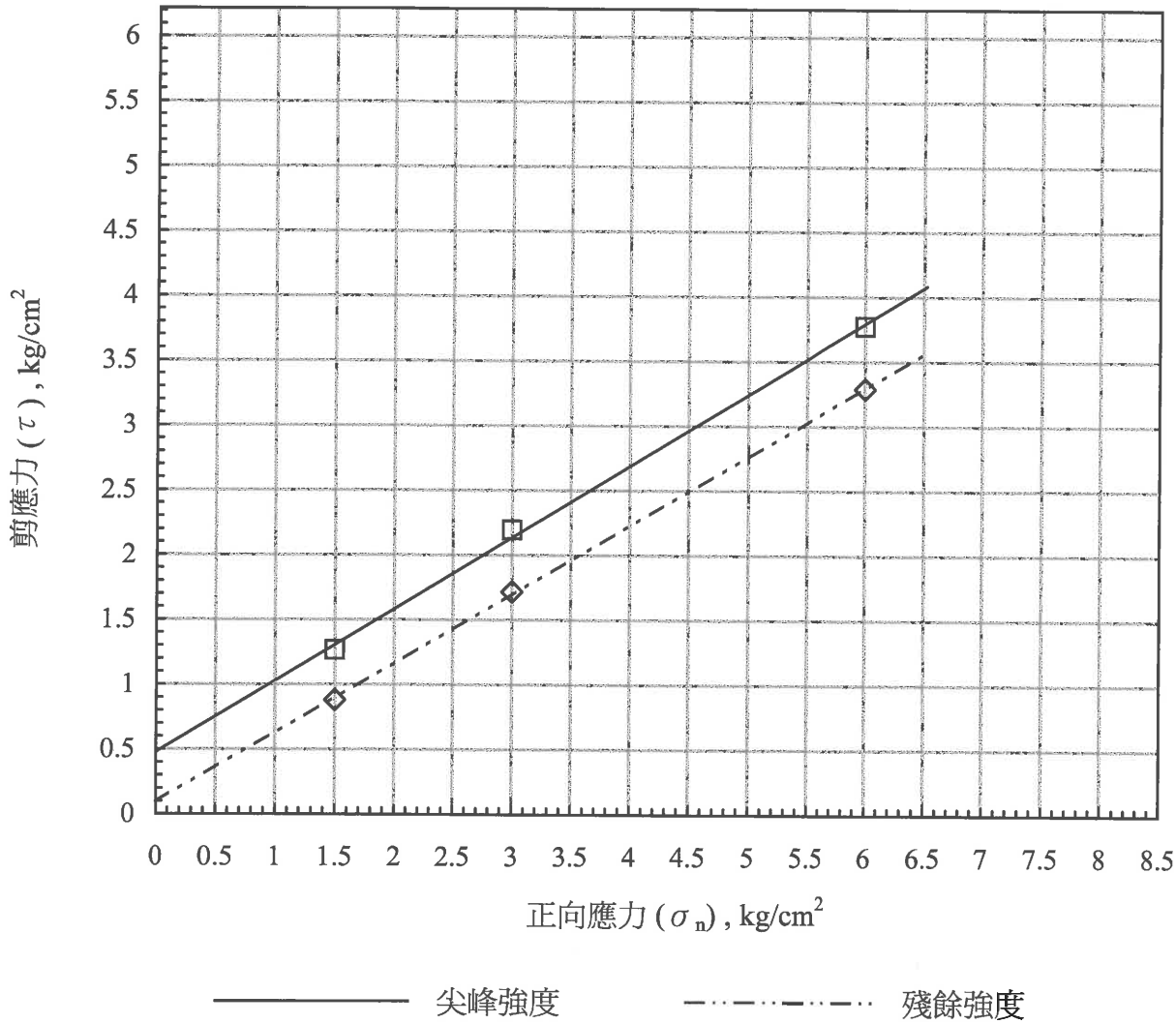
報告編號：608RDSI　　試驗日期：106.12.04

鑽孔編號	A05	樣號	-	取樣深度	21.00~22.00
岩心分類	SS	岩心描述	灰色砂岩		

直剪型式	□ 基本角	■ 弱面直剪	□ 直接剪力

** 破壞包絡線 **

C_p (kg/cm²)	0.48	$Ø_p$ (°)	28.9	C_r (kg/cm²)	0.09	$Ø_r$ (°)	28.1



中聯工程顧問股份有限公司
CHINA UNITED ENGINEERING CONSULTANT CO., LTD.
CUC

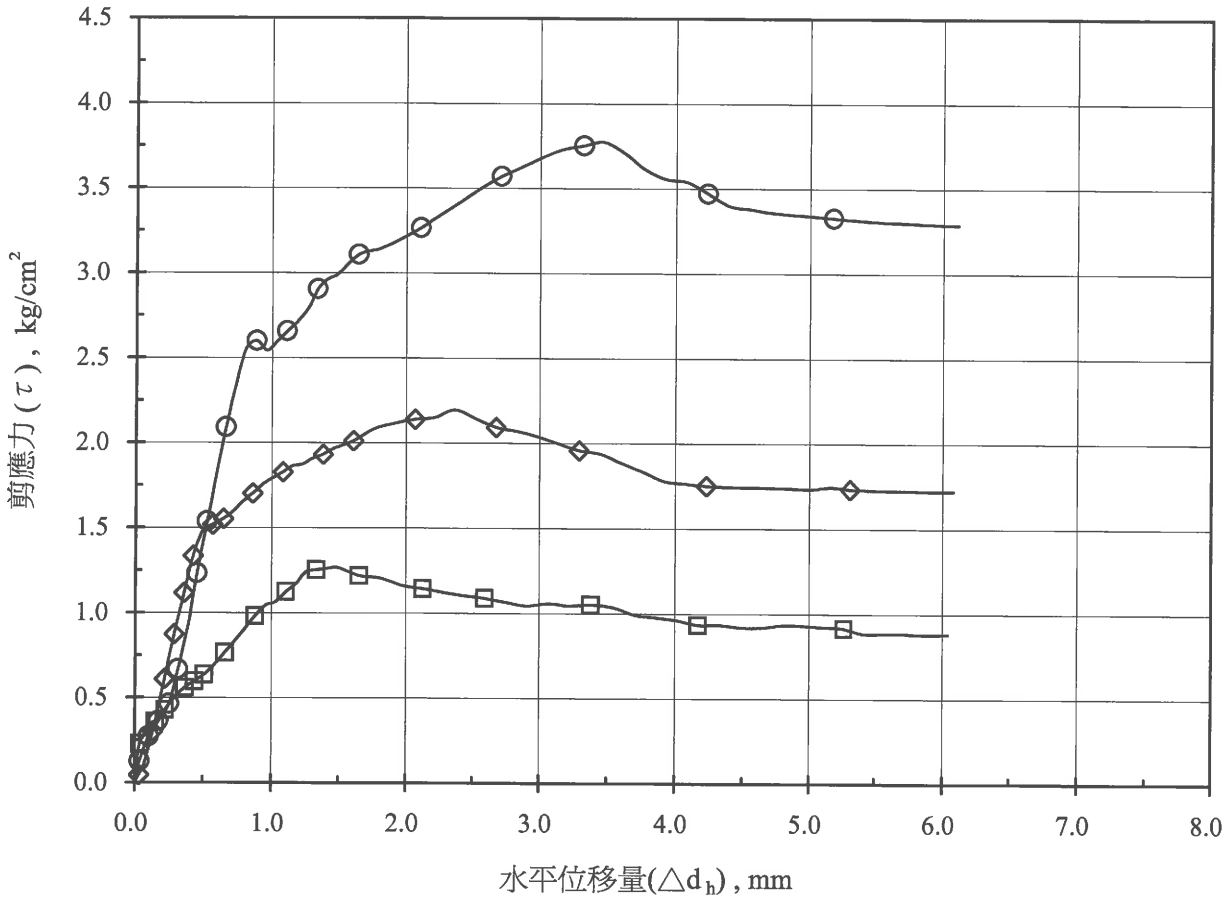
岩心直接剪力試驗

工程名稱：「曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討」補充地質調查

報告編號：608RDSI　　試驗日期：106.12.04

鑽孔編號	A05	樣號	-	取樣深度	21.00~22.00
岩心分類	SS	岩心描述	灰色砂岩		

試體編號	代表符號	試體狀態		尖峰強度 (τ_p) kg/cm^2	殘餘強度 (τ_r) kg/cm^2	正向應力 (σ_n) kg/cm^2
		含水量 (W) %	乾密度 (γ_d) g/cm^3			
1	□	4.56	2.27	1.27	0.88	1.50
2	◇	4.56	2.28	2.19	1.72	3.00
3	○	4.56	2.25	3.77	3.29	6.00



中聯工程顧問股份有限公司
CHINA UNITED ENGINEERING CONSULTANT CO., LTD.

CUC

岩心直接剪力試驗

工程名稱：「曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討」補充地質調查

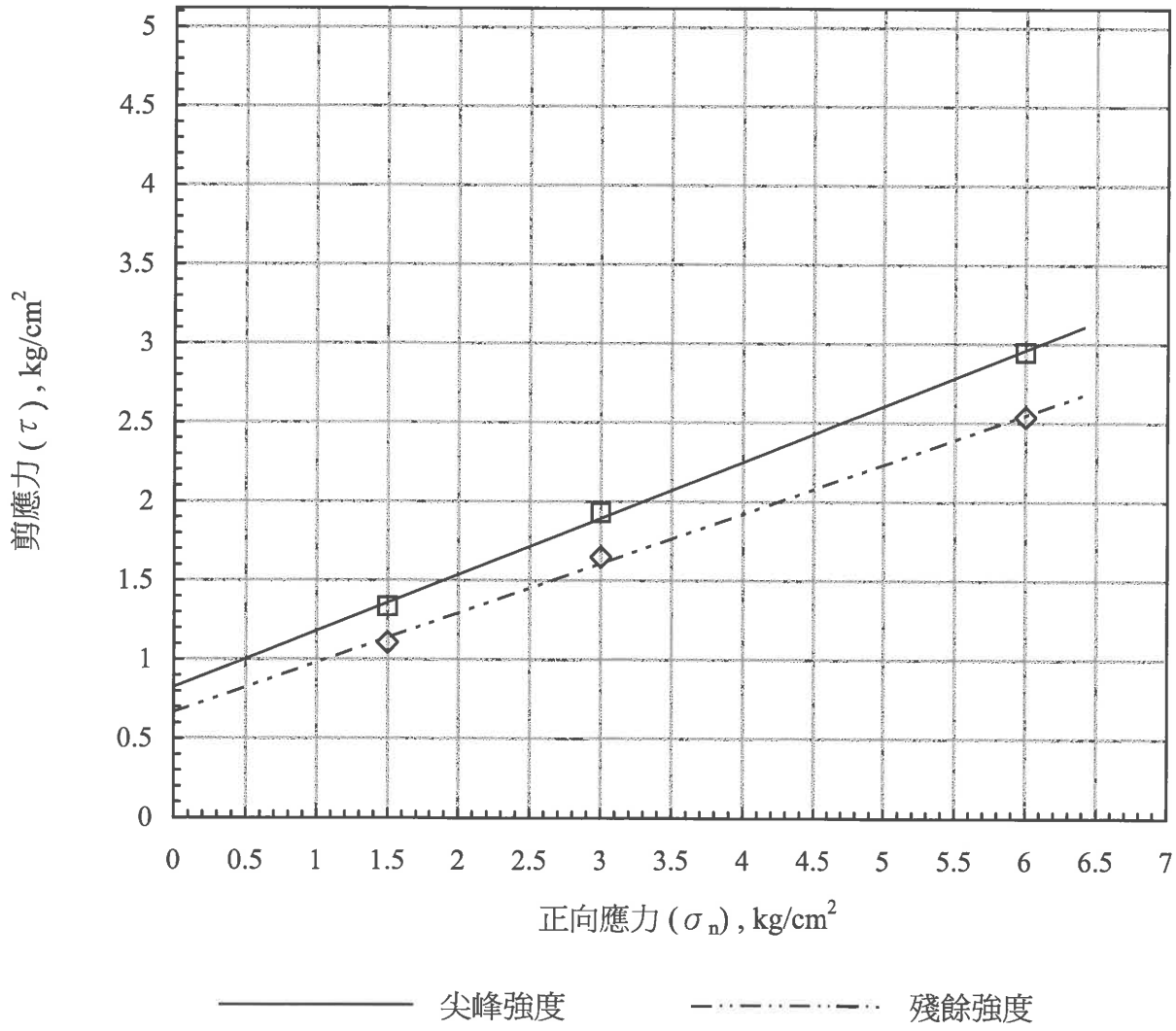
報告編號：608RDSL　　試驗日期：106.12.11

鑽孔編號	A05	樣號	-	取樣深度	25.60~25.80
岩心分類	MS	岩心描述	灰色泥岩		

直剪型式	□ 基本角	■ 弱面直剪	□ 直接剪力

** 破壞包絡線 **

C_p (kg/cm²)	0.83	$Ø_p$ (°)	19.6	C_r (kg/cm²)	0.67	$Ø_r$ (°)	17.5



中聯工程顧問股份有限公司
CHINA UNITED ENGINEERING CONSULTANT CO., LTD.
CUC

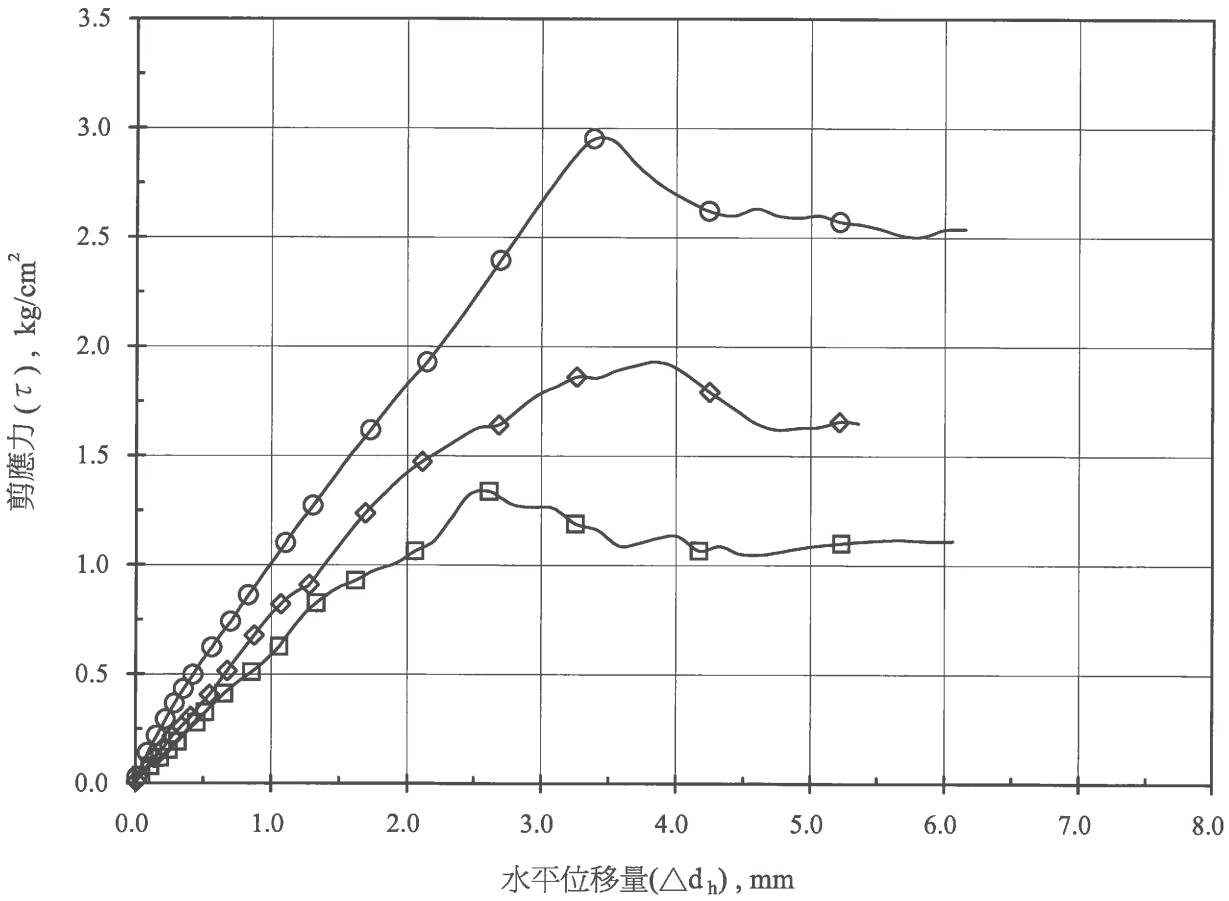
岩心直接剪力試驗

工程名稱：「曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討」補充地質調查

報告編號：608RDSL　　試驗日期：106.12.11

鑽孔編號	A05	樣號	-	取樣深度	25.60~25.80
岩心分類	MS	岩心描述	灰色泥岩		

試體編號	代表符號	試體狀態		尖峰強度 (τ_p) kg/cm^2	殘餘強度 (τ_r) kg/cm^2	正向應力 (σ_n) kg/cm^2
		含水量 (W) %	乾密度 (γ_d) g/cm^3			
1	□	6.95	2.21	1.34	1.11	1.50
2	◇	6.95	2.24	1.93	1.65	3.00
3	○	6.95	2.25	2.95	2.54	6.00



中聯工程顧問股份有限公司
CHINA UNITED ENGINEERING CONSULTANT CO., LTD.

CUC

岩心直接剪力試驗

工程名稱：「曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討」補充地質調查

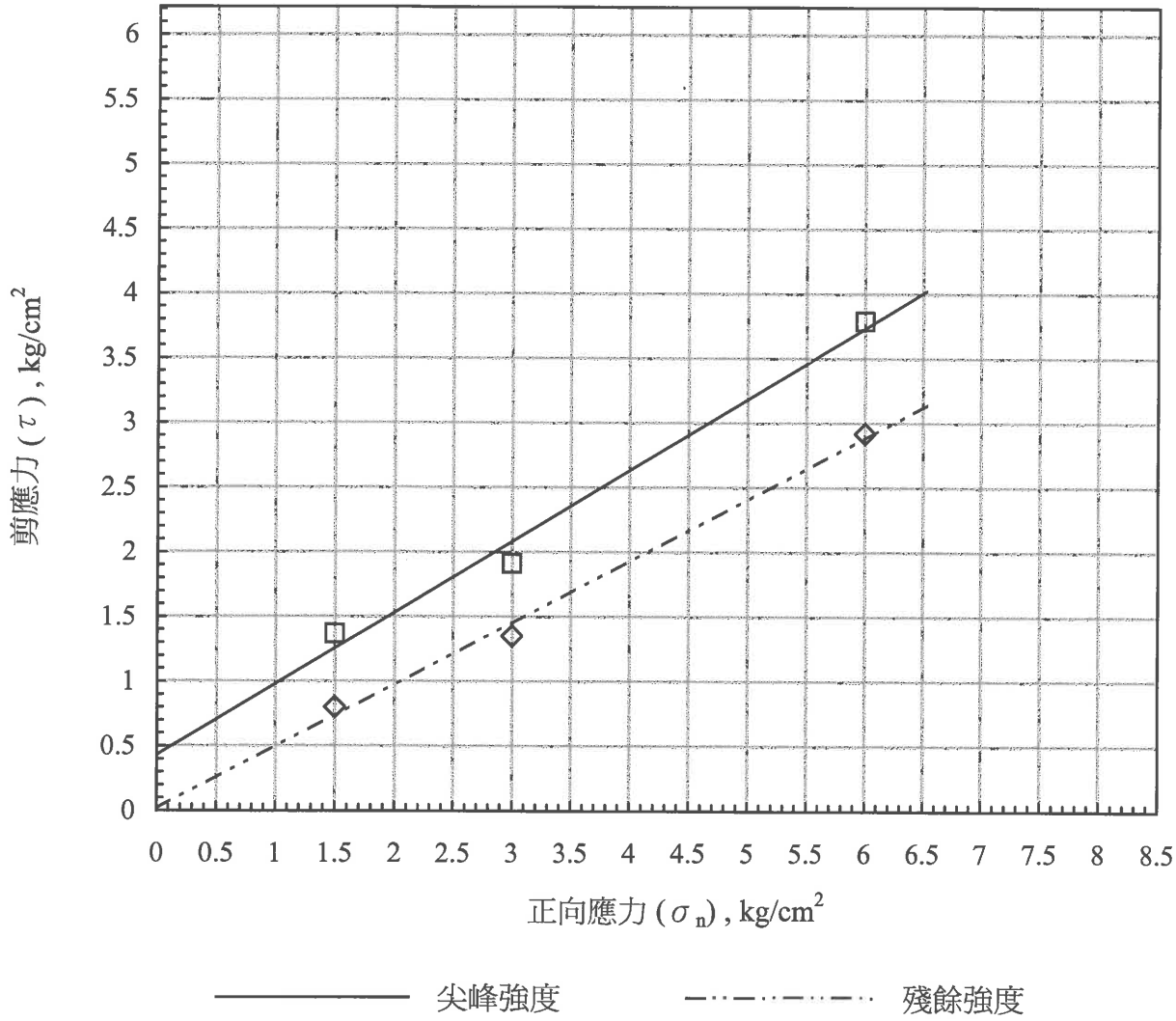
報告編號：608RDSJ　　試驗日期：106.12.04

鑽孔編號	B01	樣號	-	取樣深度	9.60~10.00
岩心分類	SS	岩心描述	灰色砂岩		

直剪型式	□ 基本角	■ 弱面直剪	□ 直接剪力

** 破壞包絡線 **

C_p (kg/cm²)	0.43	$Ø_p$ (°)	28.8	C_r (kg/cm²)	0.02	$Ø_r$ (°)	25.6



中聯工程顧問股份有限公司
CHINA UNITED ENGINEERING CONSULTANT CO., LTD.
CUC

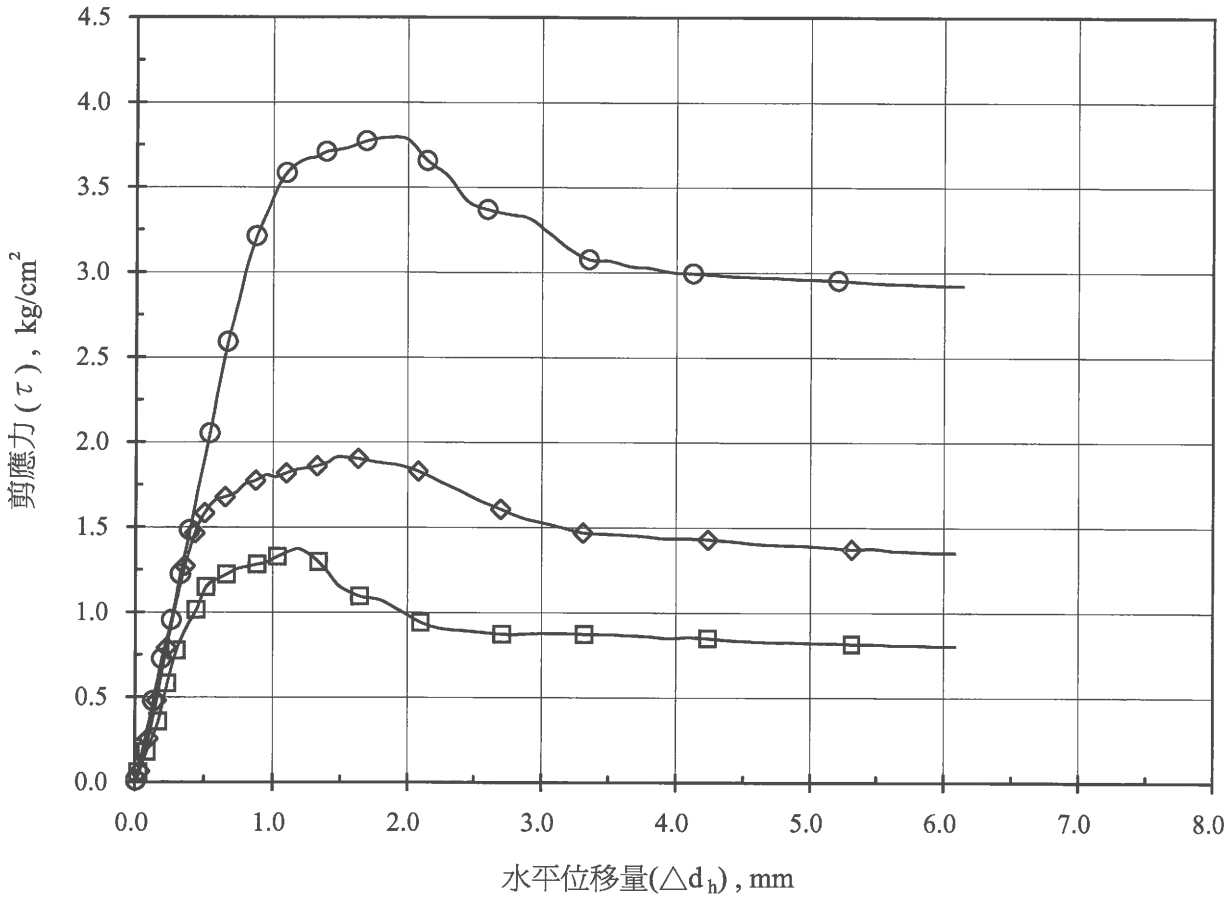
岩心直接剪力試驗

工程名稱：「曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討」補充地質調查

報告編號： 608RDSJ　　試驗日期： 106.12.04

鑽孔編號	B01	樣號	-	取樣深度	9.60~10.00
岩心分類	SS	岩心描述	灰色砂岩		

試體編號	代表符號	試體狀態		尖峰強度 (τ_p) kg/cm^2	殘餘強度 (τ_r) kg/cm^2	正向應力 (σ_n) kg/cm^2
		含水量 (W) %	乾密度 (γ_d) g/cm^3			
1	□	4.00	2.35	1.37	0.80	1.50
2	◇	4.00	2.30	1.91	1.35	3.00
3	○	4.00	2.37	3.79	2.92	6.00



中聯工程顧問股份有限公司
CHINA UNITED ENGINEERING CONSULTANT CO., LTD.

CUC

岩心直接剪力試驗

工程名稱：「曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討」補充地質調查

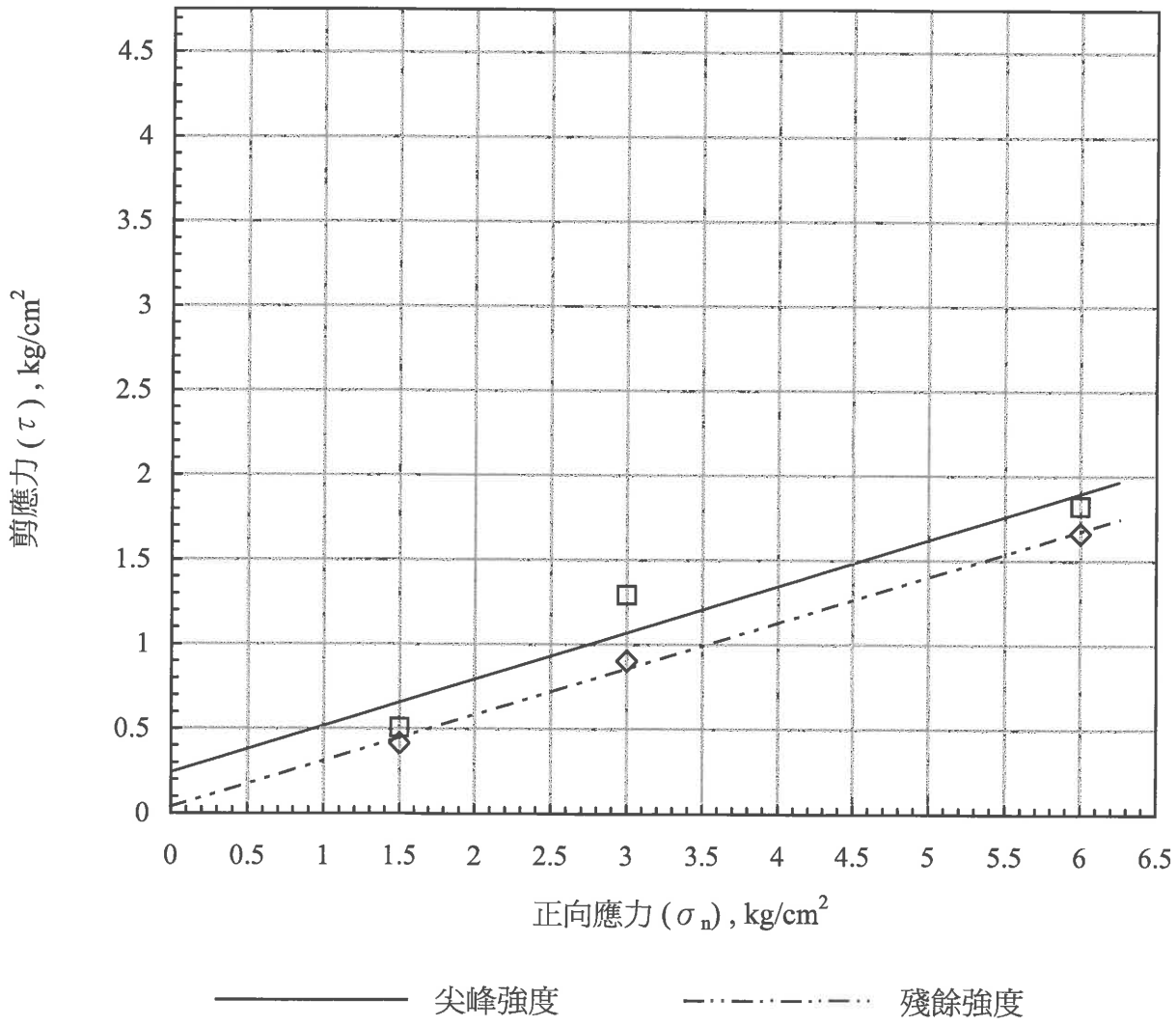
報告編號：608RDSK　　試驗日期：106.12.04

鑽孔編號	B02	樣號	-	取樣深度	9.18~9.50
岩心分類	MS	岩心描述	灰色泥岩		

直剪型式	□ 基本角	■ 弱面直剪	□ 直接剪力

** 破壞包絡線 **

C_p (kg/cm²)	0.24	$Ø_p$ (°)	15.4	C_r (kg/cm²)	0.04	$Ø_r$ (°)	15.3



中聯工程顧問股份有限公司
CHINA UNITED ENGINEERING CONSULTANT CO., LTD.
CUC

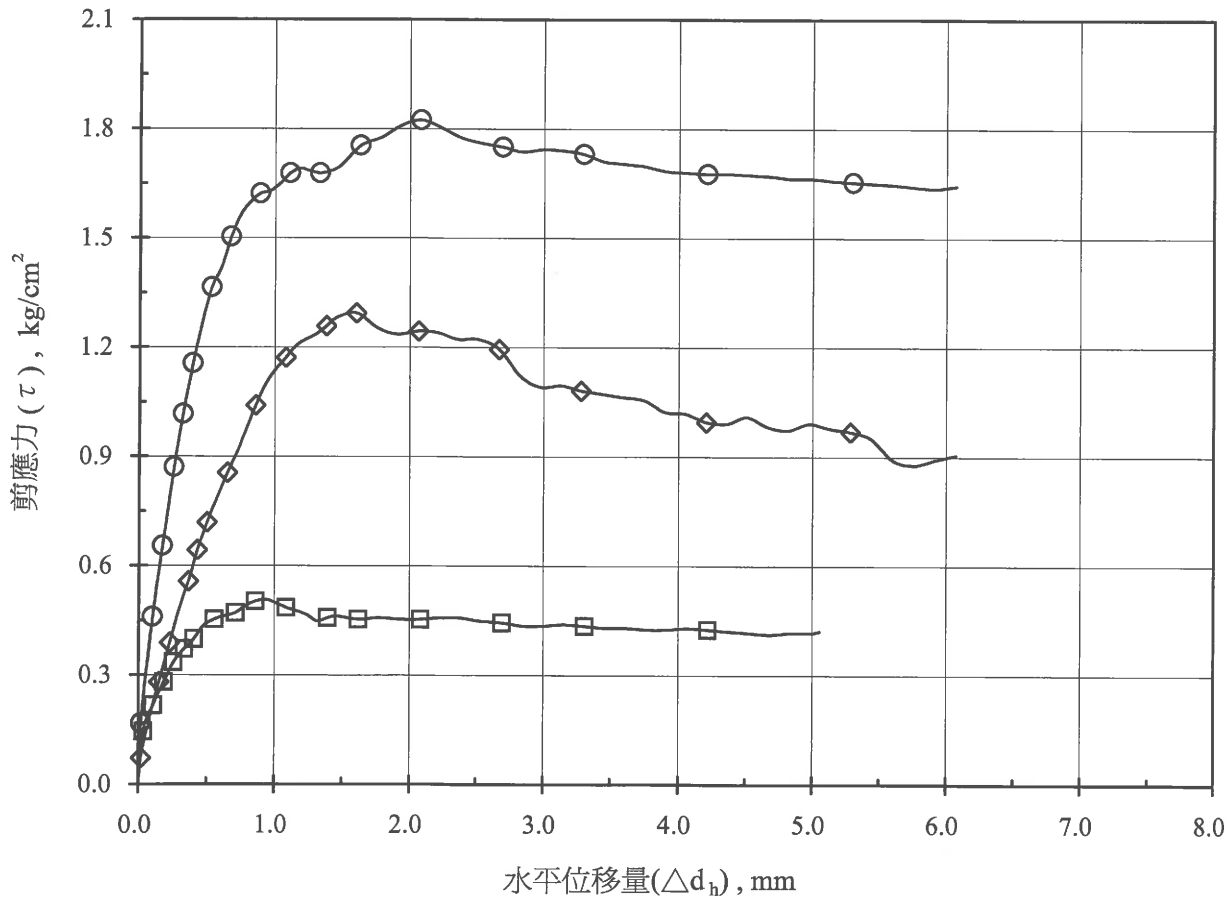
岩心直接剪力試驗

工程名稱：「曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討」補充地質調查

報告編號： 608RDSK　　試驗日期： 106.12.04

鑽孔編號	B02	樣號	-	取樣深度	9.18~9.50
岩心分類	MS	岩心描述	灰色泥岩		

試體編號	代表符號	試體狀態		尖峰強度 (τ_p) kg/cm^2	殘餘強度 (τ_r) kg/cm^2	正向應力 (σ_n) kg/cm^2
		含水量 (W) %	乾密度 (γ_d) g/cm^3			
1	□	5.07	2.27	0.51	0.42	1.50
2	◇	5.07	2.27	1.29	0.90	3.00
3	○	5.07	2.26	1.82	1.66	6.00



附錄五　環評作業公文

經濟部水利署電子收文

行政院環境保護署　函

機關地址：10042 臺北市中正區中華路1段83號
聯絡人：陳彥男
電話：(02)2311-7722 #2730
傳真：(02)23754262
電子郵件：ynchen@epa.gov.tw

受文者：經濟部水利署

發文日期：中華民國107年1月3日
發文字號：環署綜字第1070000628號
速別：普通件
密等及解密條件或保密期限：
附件：

裝

主旨：貴署函詢前瞻基礎建設項下「曾文南化聯通管工程計畫」應否實施環境影響評估案，復如說明，請查照。

說明：

一、依據貴署106年10月3日經水源字第10653217080號函及106年11月27日經水源字第10615108600號函辦理。

訂

二、開發行為應否實施環境影響評估，應依以開發單位向目的事業主管機關申請許可之開發行為內容，依申請時之「開發行為應實施環境影響評估細目及範圍認定標準」（以下簡稱「認定標準」）及本署依環境影響評估法第5條第1項第11款公告規定認定。上開認定標準第13條第1項第1款第1目規定，抽、引地面水、伏流水每秒抽水量2立方公尺以上，應實施環境影響評估，但抽取海水供冷卻水或養殖用水使用者，或引水供農業灌溉使用者，不在此限。同條第3項規定：「第1項第1款屬臨時救急之亢旱救旱抽水、引水工程，經目的事業主管機關同意者，免實施環境影響評估。」

線

三、依貴署來函及附件資料說明，「曾文南化聯通管工程計畫」內容摘要如下：

(一)本計畫係沿台3線等既有道路埋設重力式輸水管線，採直接串連曾文水庫大壩壓力鋼管、南化淨水場及南化水庫至高屏堰聯通管等既有水利設施方式輸水，...，本計畫主要用於旱災水源調度或高濁度影響供水等緊急備援使用，係利用既有水

經濟部水利署 收件
1075300219

庫設施串聯成備援輸水系統，未改變曾文水庫下游河道環境。

(二)「曾文南化聯通管工程」銜接曾文大壩前既有電廠壓力鋼管，非於河道新設引水設施，功能係供亢旱或救急等備援時期提供另一管道聯通輸水至既有水利設施。輸水隧道約0.2公里，其餘輸水管段沿既有道路埋設，總長25公里，輸水能力最大約每日80萬噸(即9.26cms)。

四、另貴署就本計畫與「翡翠原水管工程」及「大安大甲溪水源聯合運用輸水工程」之比較：

(一)翡翠原水管工程：於翡翠水庫大壩下游、北勢溪二號橋上游約400公尺之北勢溪新設攔河堰之引水設施，影響河道水體(最大31.25cms)，輸水隧道總長2.8公里。

(二)大安大甲溪水源聯合運用輸水工程：由石岡壩既有第一取水口分流引水，影響地表水體（增加河道引水量最大11.57cms），屬常態取水。

(三)曾文南化聯通管工程：銜接曾文大壩前既有電廠壓力鋼管，非於河道新設引水設施，其功能係供亢旱或救急等備援時期提供另一管道聯通輸水至既有水利設施，不影響下游既有天然河道與地下水水體及其環境生態。

五、參照前述相關計畫內容之比較，「曾文南化聯通管工程」之引水方式與「大安大甲溪水源聯合運用輸水工程」目前規劃方案之引水方式尚無不同，應認定屬引水工程，依認定標準第13條第1項第1款第1目規定，應實施環境影響評估。另因貴署來函說明本計畫係為亢旱或救急等備援目的，若目的事主管機關認定適用認定標準第13條第3項規定，則依該規定辦理。

六、另本署89年11月1日修正「認定標準」，已納入引水工程應實施環境影響評估之規定，修正對照表並已說明本標準之引水含輸水工程。貴署所提本署89年10月5日函復之「南化水庫與高屏溪攔河堰聯通管路計畫」案例，係適用認定標準89年11月1日修正前之規定，併予澄明。

正本：經濟部水利署

經濟部　函

機關地址：10015 臺北市福州街15號
承辦人：蔡明道
電話：04-22501185 #185
傳真：04-22501609
電子信箱：a620220@wra.gov.tw

受文者：經濟部水利署

發文日期：中華民國107年03月31日
發文字號：經水字第10702603980號
速別：普通件
密等及解密條件或保密期限：
附件：

主旨：關於「曾文南化聯通管工程計畫」係屬臨時救急之亢旱救旱工程，同意依「開發行為應實施環境影響評估細目及範圍認定標準」第13條第3項規定，免實施環境影響評估，請查照。

說明：

一、依據本部水利署案陳貴署107年1月3日環署綜字第1070000628號函及該署南區水資源局107年1月22日水南設字第10715001920號函辦理。

二、旨揭計畫前經貴署107年1月3日函釋屬引水工程，依「開發行為應實施環境影響評估細目及範圍認定標準」第13條第1項第1款第1目規定，應實施環境影響評估；惟若屬臨時救急之亢旱救旱工程，並經目的事業主管機關同意者，免實施環境影響評估。

三、旨揭計畫內容、功能及使用時機說明如下：

（一）計畫係沿曾庫公路、台三線等既有道路底下埋設輸水管路，銜接曾文水庫、南化淨水場及南化高屏聯通管，全程採重力輸水(最大輸水能力約每日80萬噸)，預估總長約25公里，主要功能為強化曾文水庫與南化水庫水源聯合調度運用，作為亢旱救旱或臨時緊急狀況備援輸水設施。

（二）於枯旱時須調度備援、南化水庫或高屏溪高濁度、南化水庫防淤操作、緊急事件及其他突發狀況有供水之虞等情境下

，可啟動調度曾文水庫蓄水量支援南化淨水場及高雄坪頂淨水場，以提供公共給水所需，避免臺南、高雄地區遭受限水或缺水風險。

（三）在全球氣候變遷下，為加速提升區域供水穩定，增加臺南、高雄地區因應氣候變遷之彈性與韌性，減少人民受極端乾旱或降雨致臨時發生缺水之苦（符合臨時亢旱救急用途），有其施作必要性與急迫性。

四、綜上，旨揭計畫係屬臨時救急之亢旱救旱工程，本部同意依「開發行為應實施環境影響評估細目及範圍認定標準」第13條第3項規定，免實施環境影響評估。

正本：行政院環境保護署
副本：臺南市政府環境保護局、經濟部水利署

附錄六 結構計算書

(含消能井及調整池安定分析、管線開挖擋土措施安全檢核、管線內外壓檢核、水管橋上部鋼結構及下部及 WSP 推進鋼管分析)

消能井結構安定分析

一、設計條件

(一)地盤條件

消能井位置以 A03 鑽孔地質柱狀圖(孔口地面高程為 EL.180.1m，地下水距孔口約 4.1m，為黃棕色砂土夾雜小礫石土層，消能井版底基礎土壤為灰黑色砂土夾雜小礫石土層，除地表層 2m 厚之 N 值為 15，其餘各層 N 值均大於 100，岩石單壓強度 qu =119.07(kg/cm^2)，地盤容許承載力 qa=qu/3≒396.9(t/m^2)

(二)荷重條件

1. 地表超載重 (W_1)　　W_1 = 1.5tf/m^2

2. 結構體重量 (D)　　$D=A*r_c$ (tf/m)

其中 A: 結構體設計斷面積(m^2)

r_c :鋼筋混凝土單位體積重量 (r_c =2.4tf/m^3)

3. 土壓(P_h)　　$P_h=K_a-(r*h+W_1)$

其中 K_a: 靜止土壓力係數(K_a=0.5)

r_t :土壤單位體積重量(r_t =2.49tf/m^3)

4. 水壓(P_w)　　$P_w=r_w*h$

其中 r_w: 水單位體積重量(r_w =1.0tf/m^3)

h : 水的深度 (m)

5. 上頂力(水浮力 U_f)　　$U_f=r_w* h_g$

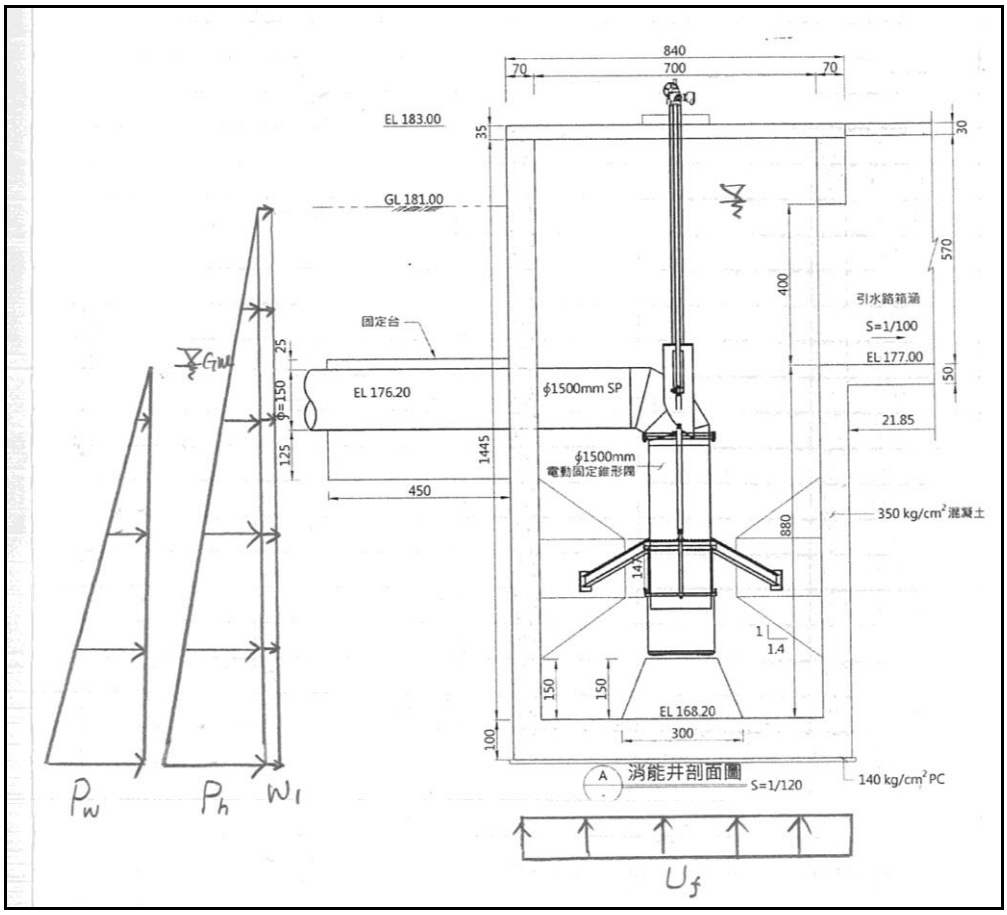
其中 r_w: 水單位體積重量(r_w =1.0tf/m^3)

h_g : 地下水位至構造物底部的高度 (m)

(三)使用材料

混凝土強度 f_c'=350 kgf/cm^2，

鋼筋抗拉降伏強度: f_y=4200kgf/cm^2



二、結構安定分析

(一) 基礎承載力

結構體自重

D=(0.7*14.5*2+(1+0.35)*8.4+(1.8*1.8/2*1.47+1.8*1.8*1.6/3*2)*4+(2+3)*1.5/2*2.5)*2.4/8.4=18.39(tf/m^2)

結構體內操作時水重 W=(8.8+4)*1.0=12.8(tf/m^2)

基礎承載力安全系數 F.S.= q_a/(D+W)= 396.9/(18.39+12.8)≒12.7>3 OK

(二) 基礎上頂力

結構體自重

D=(0.7*14.5*2+(1+0.35)*8.4+(1.8*1.8/2*1.47+1.8*1.8*1.6/3*2)*4+(2+3)*1.5/2*2.5)*2.4/8.4=18.39(tf/m^2)

地下水所引起之上頂力 U_f=(181-4.1-168.2+1)*1.0=9.7(tf/m^2)

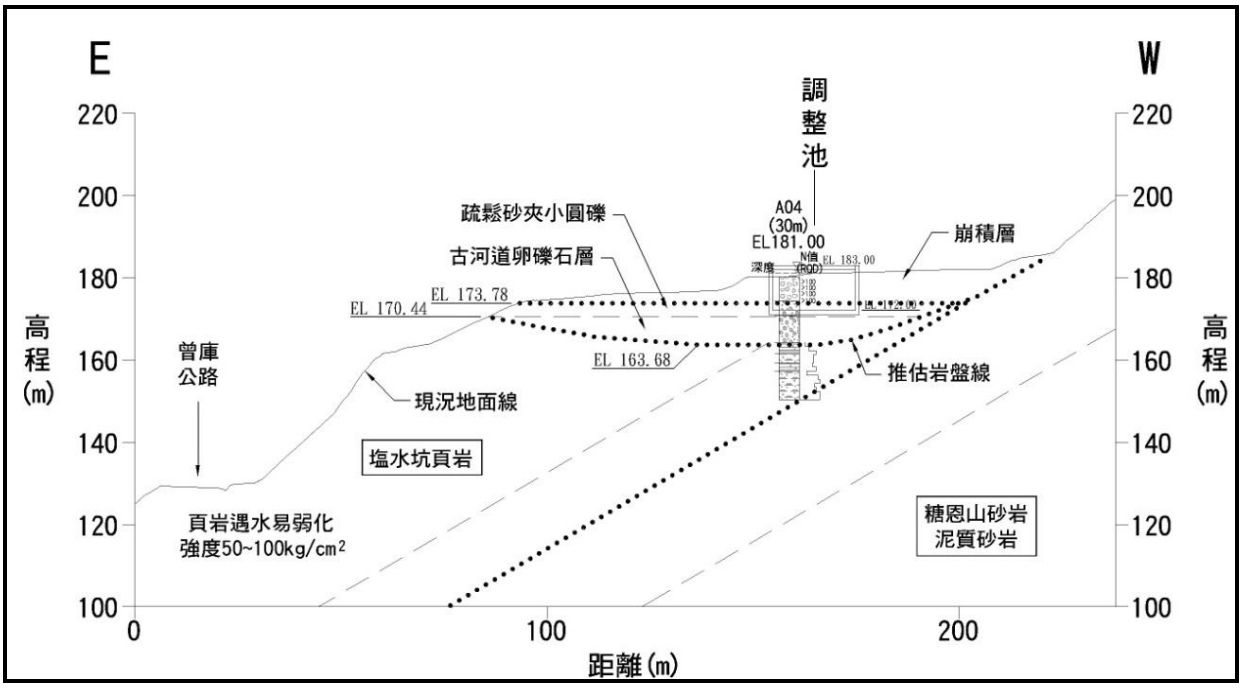
基礎上頂力安全系數 F.S.= D/U_f= 18.39/9.7≒1.2>1.1　OK

調整池結構安定分析

一、設計條件

(一)地盤條件

由調整池地質剖面圖(如圖 1 所示)，其地質調查鑽孔編號為 NO.A04，依地質柱狀圖(孔口地面高程為 EL.179.89m，地下水距孔口約 6.9m，表層為黃棕色砂土夾雜小礫石土層，調整池版底基礎土層為古河道卵礫石層(灰黑色砂土夾雜小礫石土層)，各層 N 值均大於 100，其下為砂質頁岩層，岩石單壓強度 q_u =92.24(kg/cm^2)，但岩層浸水後岩石單壓強度會降低約 $q_u \fallingdotseq 50$(kg/cm^2)，設計採較低岩壓強度估算地盤容許承載力以 $q_a=q_u/3=50*10/3 \fallingdotseq 166.7$(t/m^2)估算。



調整池地質剖面圖

(二)荷重條件

1. 地表超載重 (W_1)　　W_1 = 1.5tf/m^2

2. 結構體重量 (D)　　$D=A*r_c$ (tf/m)

其中 A: 結構體設計斷面積(m^2)

r_c :鋼筋混凝土單位體積重量 (r_c =2.4tf/m^3)

3. 土壓(P_h)　　$P_h=K_a-(r*h+W_1)$

其中 K_a: 靜止土壓力係數(K_a=0.5)

r_t :土壤單位體積重量(r_t =2.54tf/m^3)

4. 水壓(P_w)　　$P_w=r_w*h$

其中 r_w: 水單位體積重量(r_w =1.0tf/m^3)

h : 水的深度 (m)

5. 上頂力(水浮力 U_f)　　$U_f=r_w*h_g$

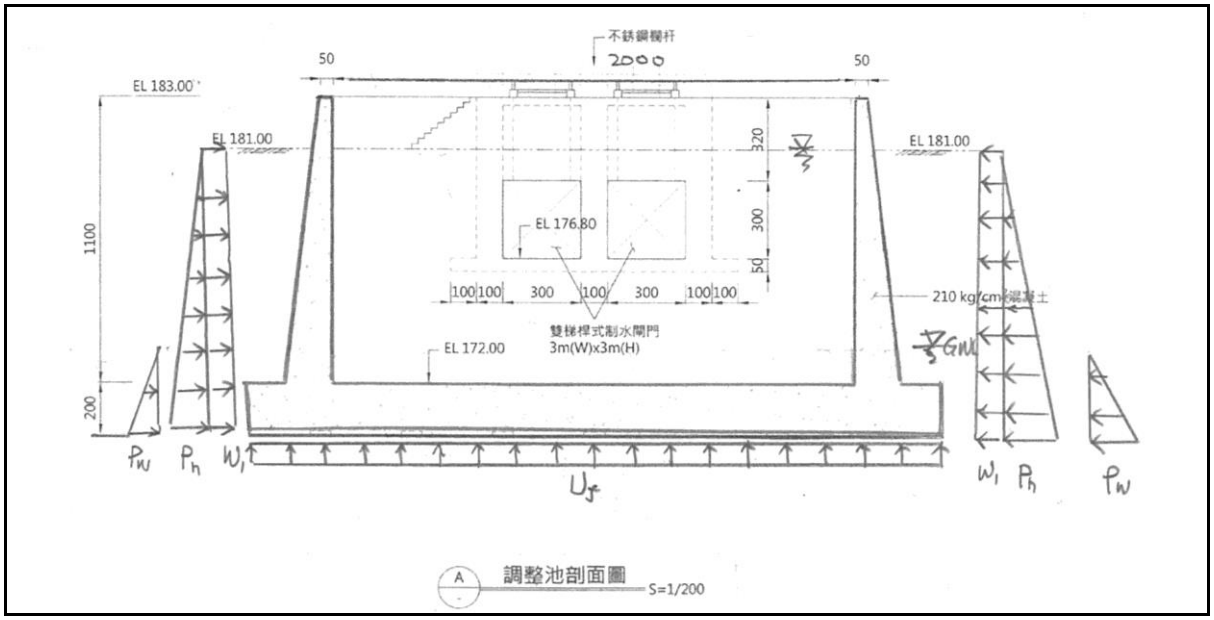
其中 r_w: 水單位體積重量(r_w =1.0tf/m^3)

h_g : 地下水位至構造物底部的高度 (m)

(三)使用材料

混凝土強度 f_c'=210 kgf/cm^2，

鋼筋抗拉降伏強度: f_y=4200kgf/cm^2



二、結構安定分析

(一)基礎承載力檢核

結構體自重 D=((0.5+1.8)*11/2*2+2*25)*2.4=180.72(tf/m)

結構體內操作時水重 W=(181-172)*20=180(tf/m)

基礎版底壓應力 q=(D+W)/基礎版長=(180.72+180)/25=14.43(tf/m^2)

池底版位於古河道卵礫石層(N 值均大於 100，q_a>50tf/m^2)，基礎之古

河道卵礫石層承載力安全系數 $F.S.=q_a/(q)=50/14.43\fallingdotseq 3.47>3$ OK

古河道卵礫石層底重單位重 $q_1=2.54*(173.78-163.68)=25.65(tf/m^2)$

基礎頁岩層承載力安全系數 $F.S.=q_a/(q+q_1)= 166.7/(14.43+25.65)\fallingdotseq 4.16>3$ OK

(二)基礎上頂力

結構體自重 $D=((0.5+1.8)*11/2*2+2*25)*2.4=180.72(tf/m)$

基礎版底壓應力 $q=D/$基礎版長$=180.72/25=14.43(tf/m^2)$

地下水所引起之上頂力 $U_f=(179.89-6.9-172+2)*1.0=2.99(tf/m^2)$

基礎上頂力安全系數 $F.S.= D/U_f=14.43/2.99\fallingdotseq 4.83>1.1$ OK

管線開挖擋土措施安全檢核

一、C1 鑽探孔採 TypeA1

(一)基本資料

- 擋土結構：

  鋼版樁(YSP-III)，深度=10 m。

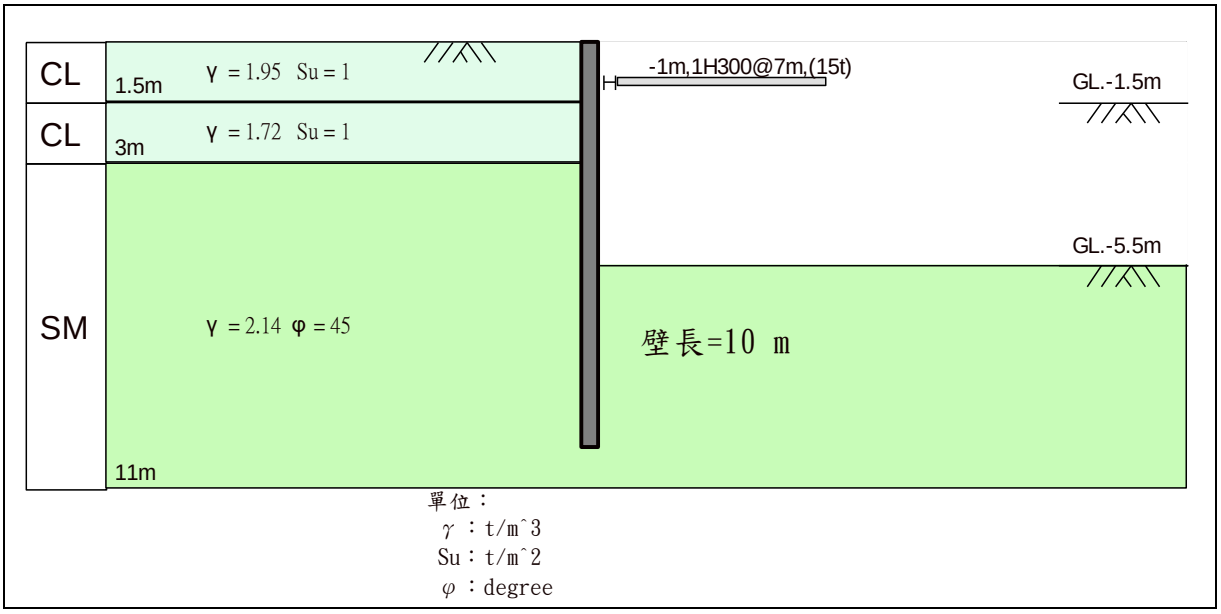
- 支撐系統：

層序	位置	支撐型號	水平夾角(度)	間距(m)	預壓(t/支)	圍苓型號
1	GL.-1m	H300×300×10×15mm	-	7	15	H300×300×10×15mm

- 地層參數：

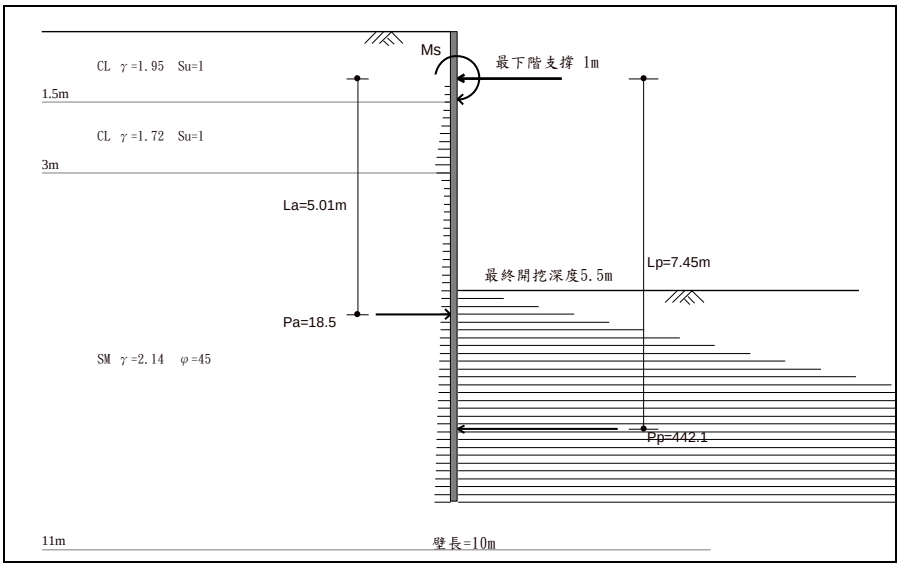
深度(m)	地層描述		N ($N_{avg.}$)	γ_t (t/m^3)	Su (t/m^2)	ϕ (deg.)	Su/σ_v'	Kh (t/m^3)	Kh/σ_v' (1/m)
1.5	1	CL	2	1.95	1	0	0	300	0
3	2	CL	2	1.72	1	0	0	300	0
11	3	SM	50	2.14	0	45	0	4000	0

- 地下開挖剖面示意圖：



(二)開挖穩定分析

1、內擠檢核

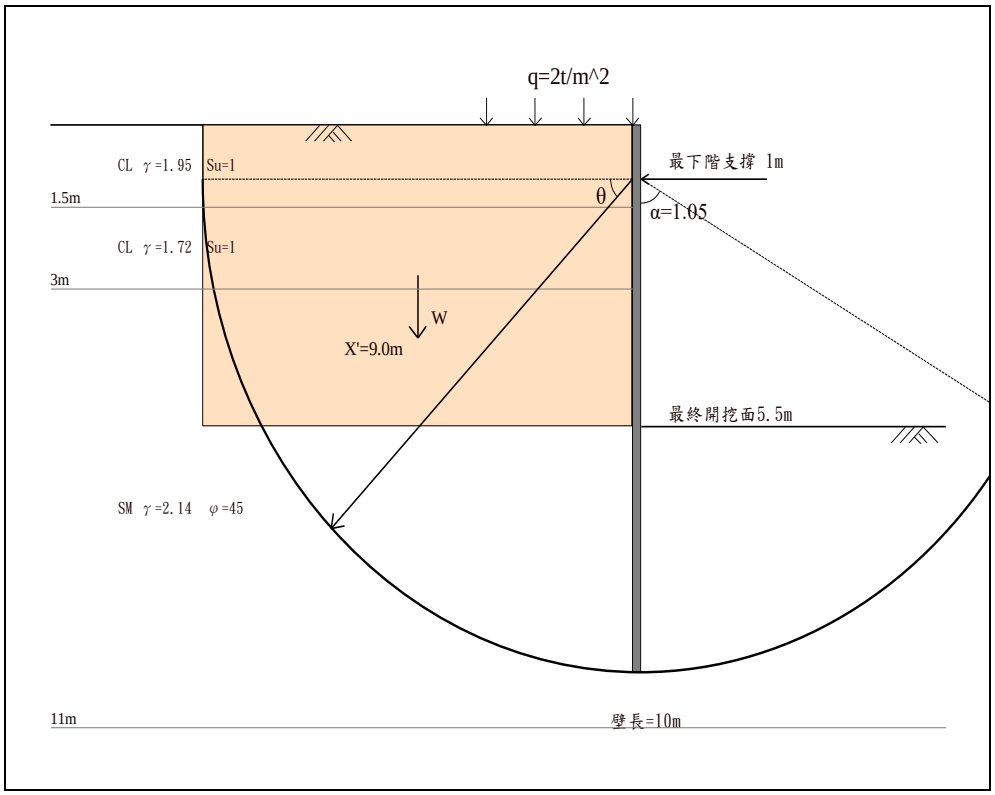


$$FS = \frac{P_P * L_P + M_S}{P_A * L_A} \geq 1.5$$

在不計連續壁容許抗彎強度 M_s 的情形下，

安全係數 FS =3292 / 92.71 = 35.51 > 1.5　　OK

2、隆起檢核



$$FS = \frac{M_r}{M_d} = \frac{X' \int_0^{\frac{\pi}{2}+\alpha} s_u (X' d\theta)}{W * \frac{X'}{2}} \geq 1.2$$

安全係數 FS =2243 / 520 = 4.31 > 1.2　　OK

(三)開挖擋土分析

1、分析所需之結構勁度計算

(1)鋼版樁(YSP-III)勁度

k =　EI　　=0.7

Es =2.04×10^7 t/m^2　　I = 16400×10^{-8} m^4

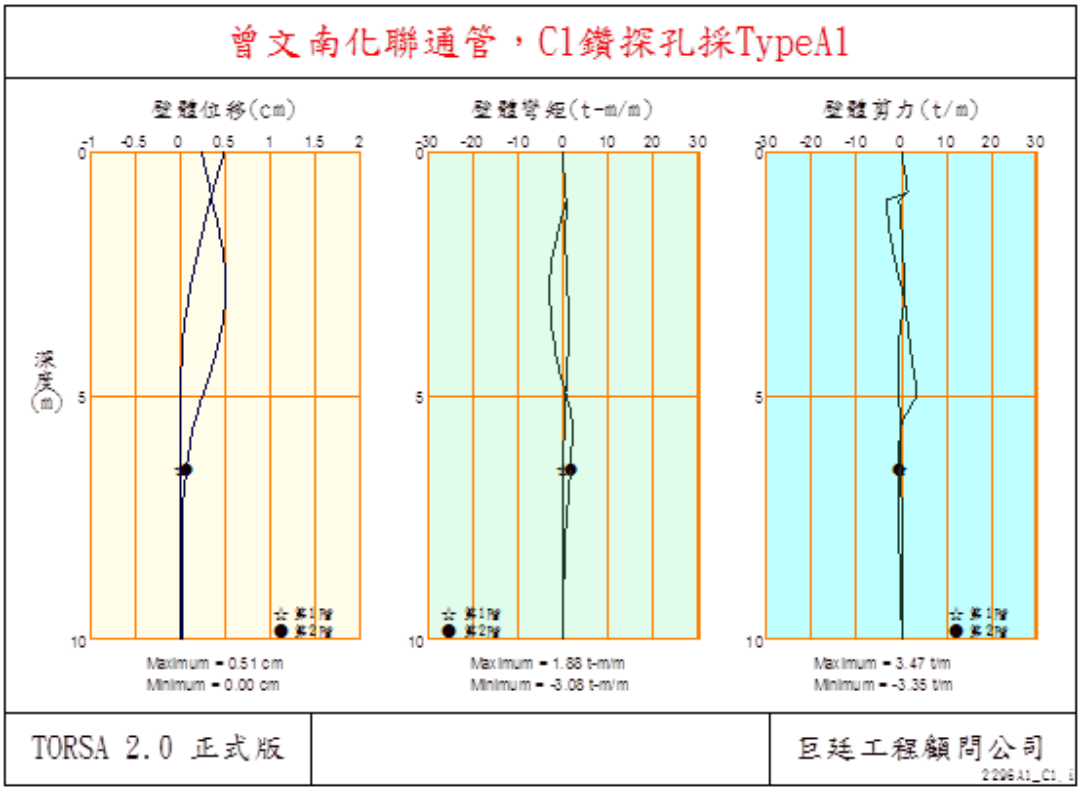
k =0.7×2.04E+07×0.000164 = 2342 t-m^2/m

(2)支撐勁度

L=4m　　Es =2.04×10^7 t/m^2

層序	位置	支撐型號	As(cm^2)	k_L = $E_S A_S$ / (L/2) (t/m)
1	GL.-1m	H300×300×10×15mm	1×118	84252

2、擋土結構應力應變分析結果



二、C2 鑽探孔採 TypeA2

(一)基本資料

- 擋土結構：

  鋼版樁(YSP-III)，深度=12 m。

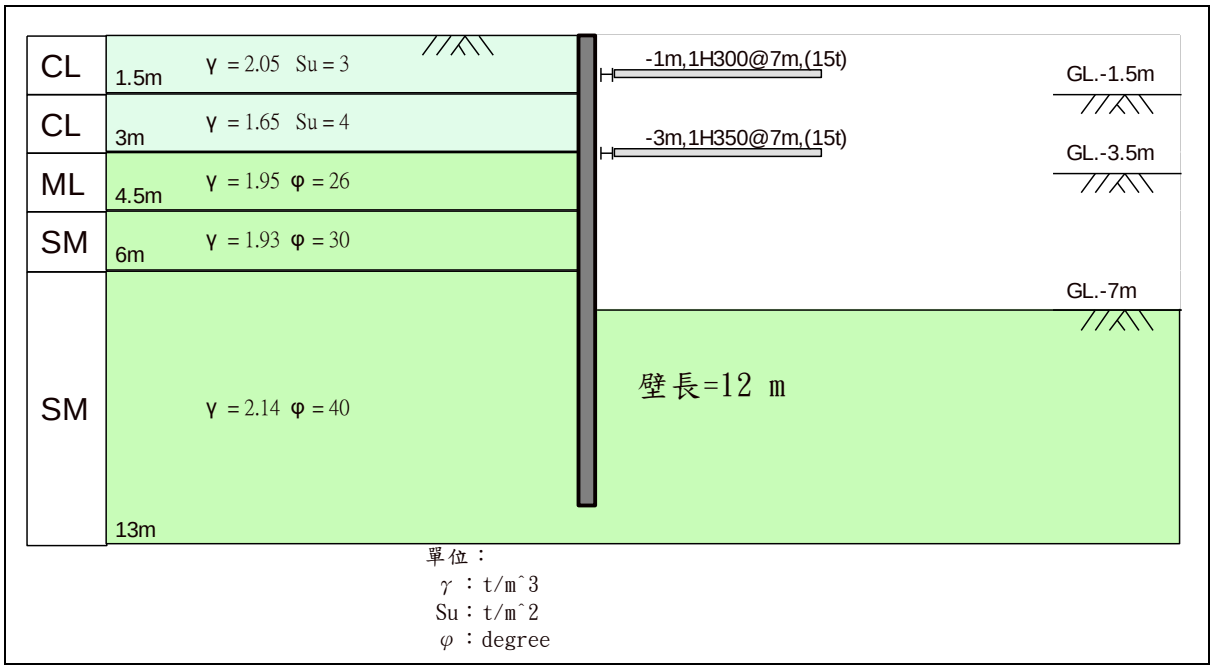
- 支撐系統：

層序	位置	支撐型號	水平夾角(度)	間距(m)	預壓(t/支)	圍苓型號
1	GL.-1m	H300×300×10×15mm	-	7	15	H300×300×10×15mm
2	GL.-3m	H350×350×12×19mm	-	7	15	H350×350×12×19mm

- 地層參數：

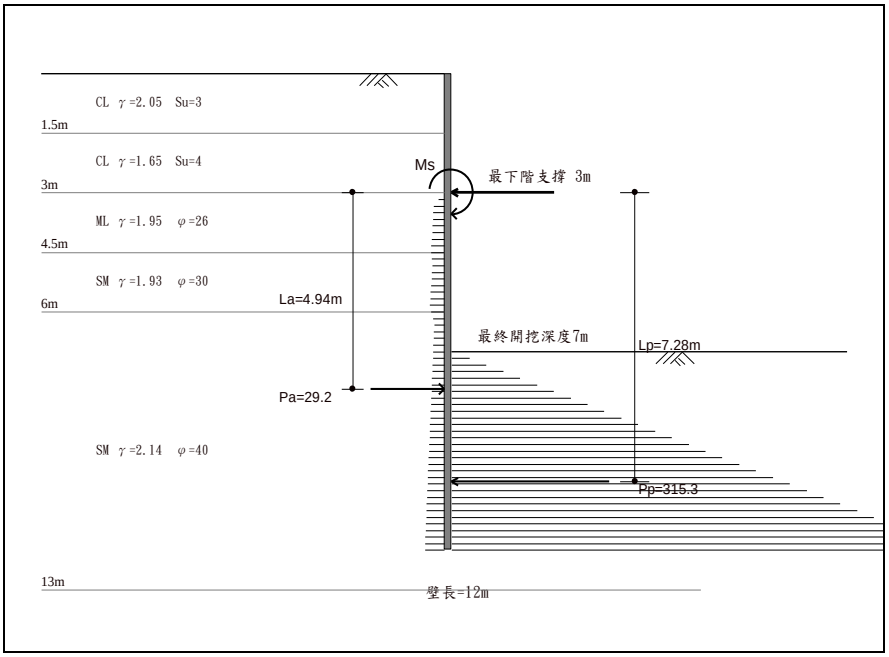
深度(m)	地層描述		N ($N_{avg.}$)	γ_t (t/m^3)	Su (t/m^2)	ϕ (deg.)	Su/σ_v'	Kh (t/m^3)	Kh/σ_v' (1/m)
1.5	1	CL	5	2.05	3	0	0	700	0
3	2	CL	7	1.65	4	0	0	1000	0
4.5	3	ML	8	1.95	0	26	0	1400	0
6	4	SM	9	1.93	0	30	0	1125	0
13	5	SM	50	2.14	0	40	0	4000	0

- 地下開挖剖面示意圖：



(二)開挖穩定分析

1、內擠檢核

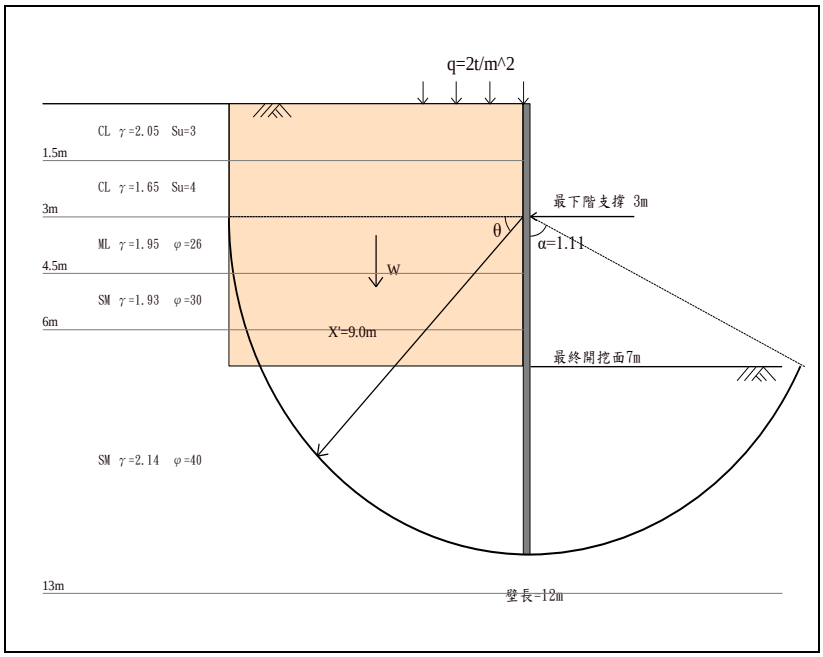


$$FS = \frac{P_P * L_P + M_S}{P_A * L_A} \geq 1.5$$

在不計連續壁容許抗彎強度 M_s 的情形下

安全係數 FS =2295 / 144.5 = 15.89 > 1.5　　OK

2、隆起檢核



$$FS = \frac{M_r}{M_d} = \frac{X' \int_0^{\frac{\pi}{2}+\alpha} s_u (X' d\theta)}{W * \frac{X'}{2}} \geq 1.2$$

安全係數 FS =2329 / 627.9 = 3.71 > 1.2　　OK

(三)開挖擋土分析

1、分析所需之結構勁度計算

(1)鋼版樁(YSP-III)勁度

k =　EI　　=0.7

Es =2.04×10^7 t/m^2　　I = 16400×10^{-8} m^4

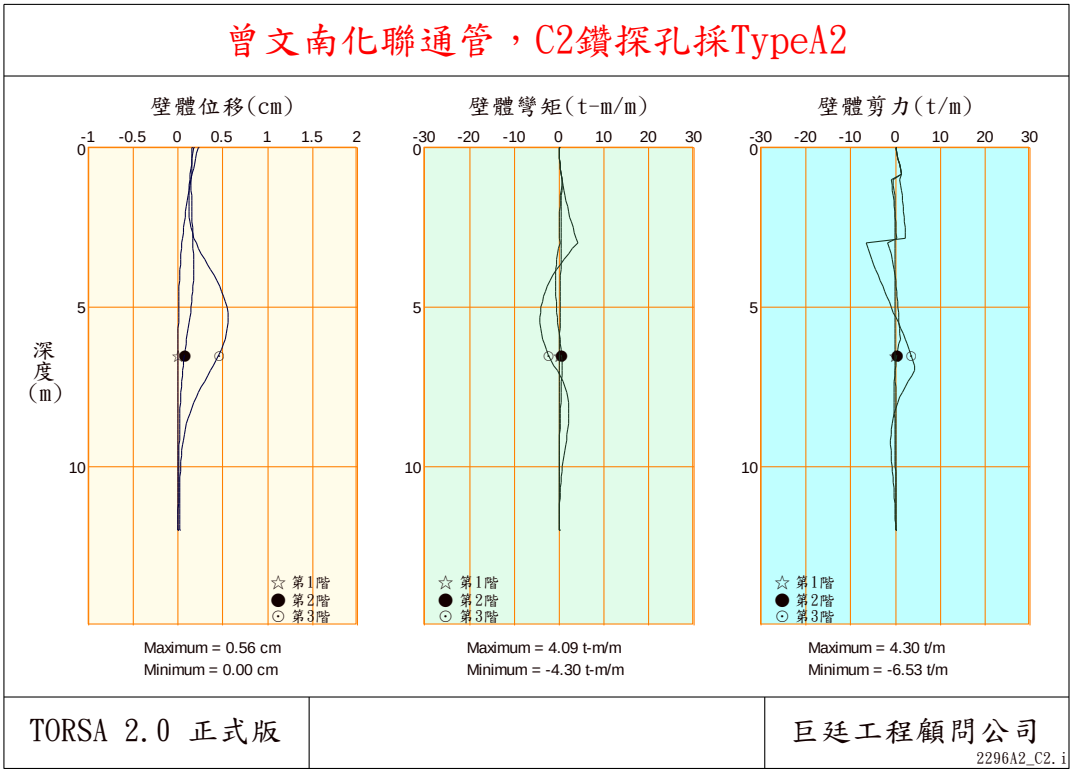
k =0.7×2.04E+07×0.000164 = 2342 t-m^2/m

(2)支撐勁度

L=4m　　Es =2.04×10^7 t/m^2

層序	位置	支撐型號	As(cm^2)	k_L　$E_S A_S$ / (L/2) (t/m)
1	GL.-1m	H300×300×10×15mm	1×118	84252
2	GL.-3m	H350×350×12×19mm	1×172	122808

2、擋土結構應力應變分析結果



三、C3 鑽探孔採 TypeA3

(一)基本資料

- 擋土結構：

  鋼版樁(YSP-IV)，深度=15 m。

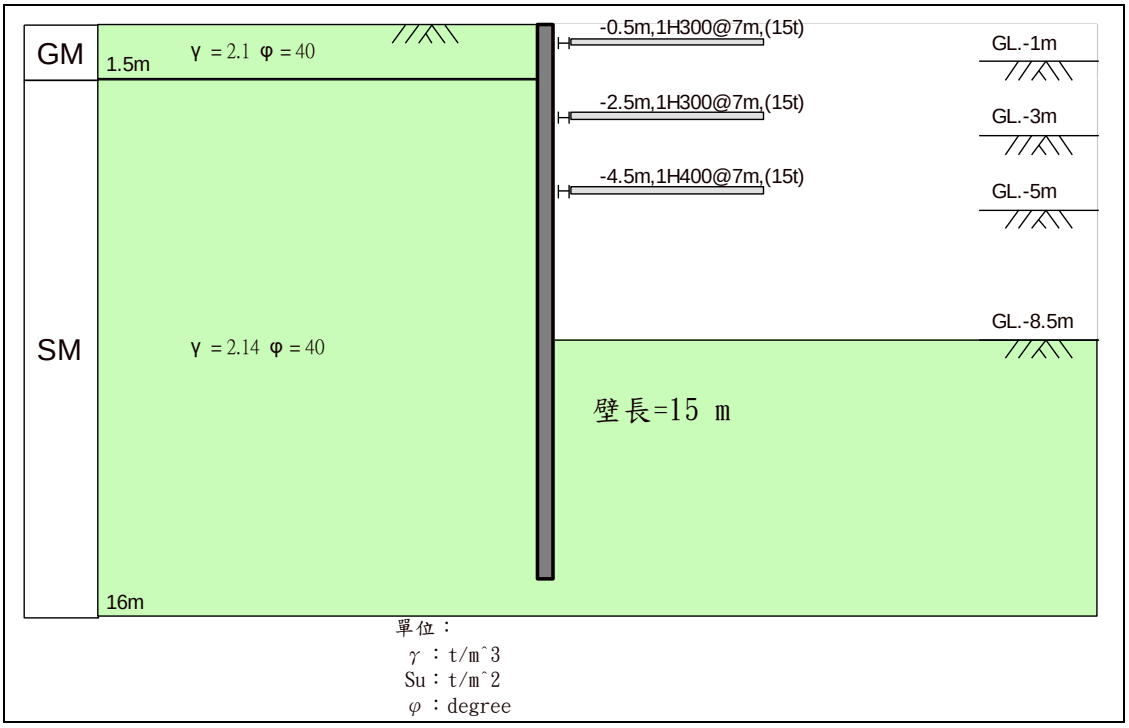
- 支撐系統：

層序	位置	支撐型號	水平夾角(度)	間距(m)	預壓(t/支)	圍苓型號
1	GL.-0.5m	H300×300×10×15mm	-	7	15	H300×300×10×15mm
2	GL.-2.5m	H300×300×10×15mm	-	7	15	H300×300×10×15mm
3	GL.-4.5m	H400×400×13×21mm	-	7	15	H400×400×13×21mm

- 地層參數：

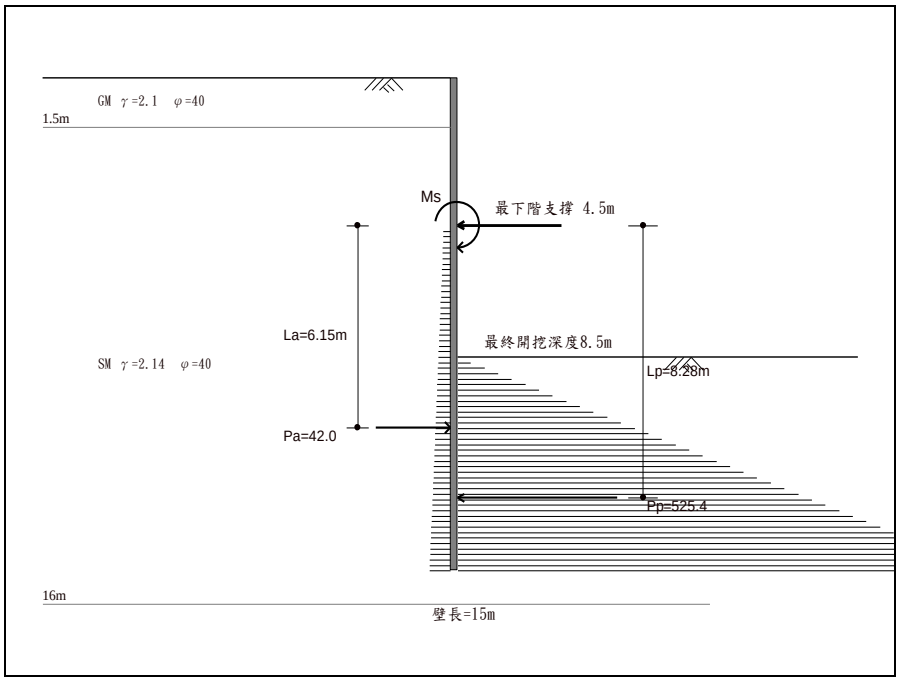
深度(m)	地層描述		N ($N_{avg.}$)	γ_t (t/m^3)	Su (t/m^2)	ϕ (deg.)	Su/σ_v'	Kh (t/m^3)	Kh/σ_v' (1/m)
1.5	1	GM	35	2.1	0	40	0	600	0
16	2	SM	50	2.14	0	40	0	4000	0

- 地下開挖剖面示意圖：



(二)開挖穩定分析

1、內擠檢核

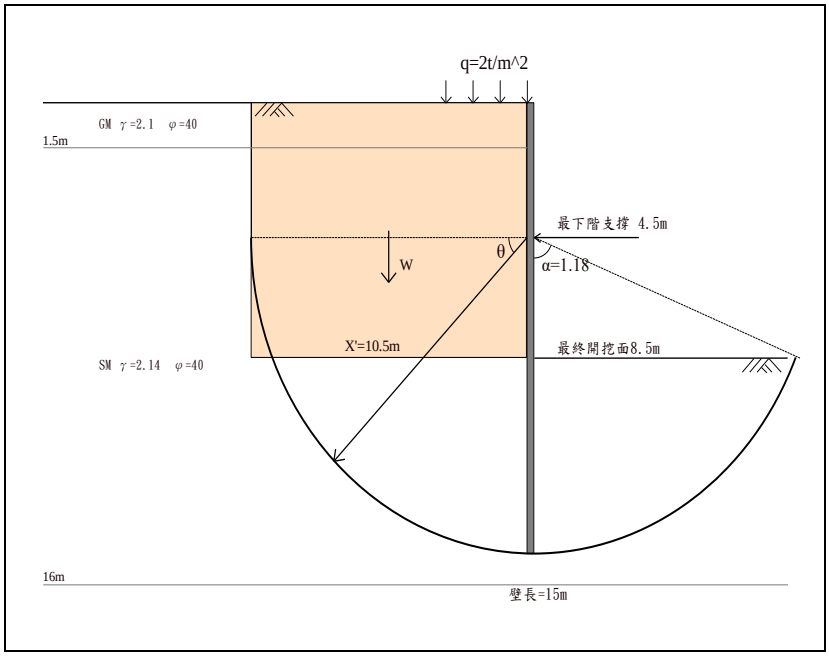


$$FS = \frac{P_P * L_P + M_S}{P_A * L_A} \geq 1.5$$

在不計連續壁容許抗彎強度 M_s 的情形下

安全係數 FS =4350 / 258.3 = 16.84 > 1.5　　OK

2、隆起檢核



$$FS = \frac{M_r}{M_d} = \frac{X' \int_0^{\frac{\pi}{2}+\alpha} s_u (X' d\theta)}{W * \frac{X'}{2}} \geq 1.2$$

安全係數 FS =4500 / 1109 = 4.06 > 1.2　　OK

(三)開挖擋土分析

1、分析所需之結構勁度計算

(1)鋼版樁(YSP-IV)勁度

k =　EI　　=0.7

Es =2.04×10^{7} t/m^2　　I = 31900×10^{-8} m^4

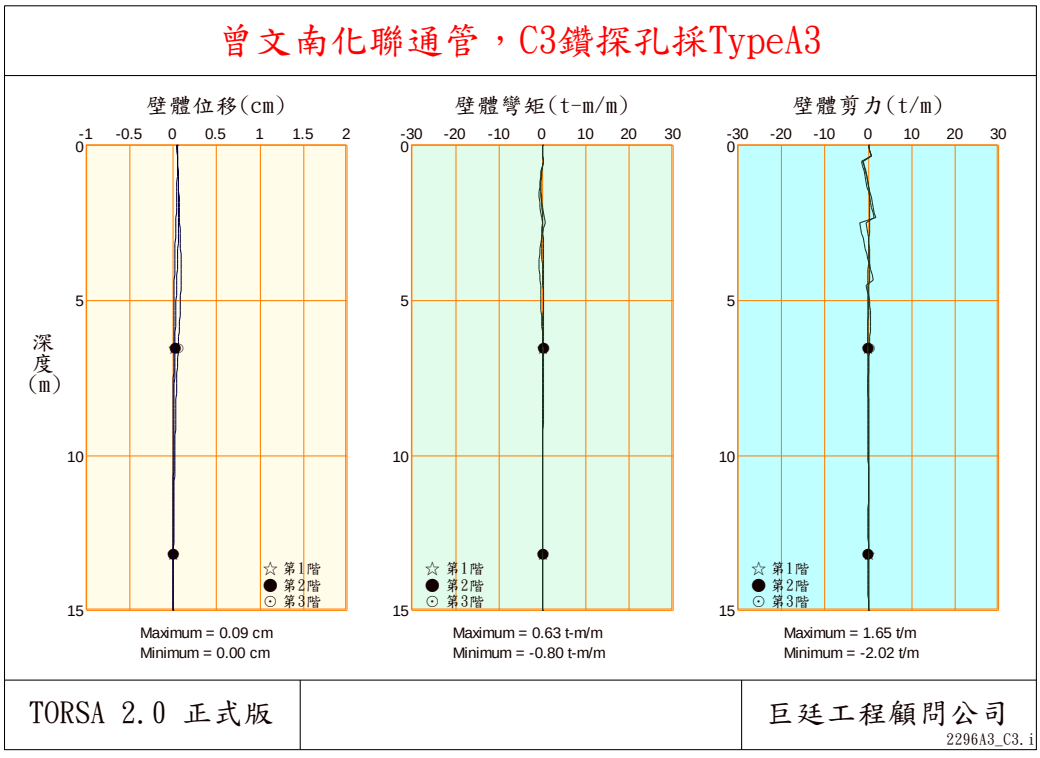
k =0.7×2.04E+07×0.000319 = 4555 t-m^2/m

(2)支撐勁度

L=4m　　Es =2.04×10^{7} t/m^2

層序	位置	支撐型號	As(cm^2)	k_L = $E_S A_S$ / (L/2) (t/m)
1	GL.-0.5m	H300×300×10×15mm	1×118	84252
2	GL.-2.5m	H300×300×10×15mm	1×118	84252
3	GL.-4.5m	H400×400×13×21mm	1×218.69	156145

2、擋土結構應力應變分析結果



四、C4 鑽探孔採 TypeC2

(一)基本資料

- 擋土結構：

  鋼版樁(YSP-IV)，深度=21 m。

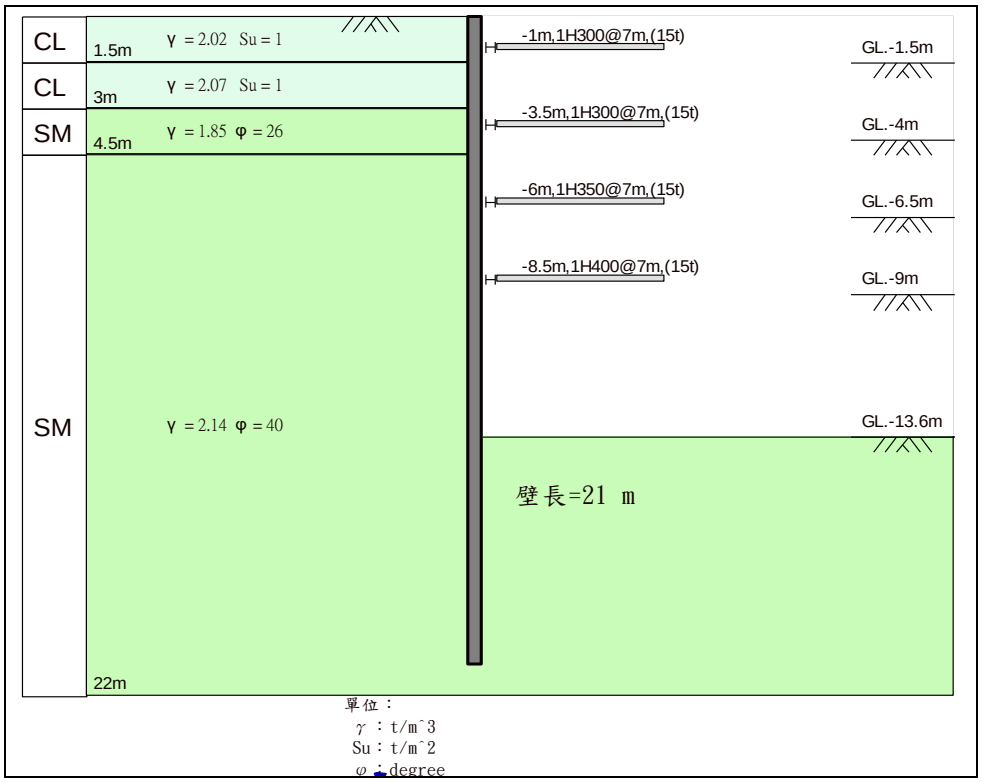
- 支撐系統：

層序	位置	支撐型號	水平夾角(度)	間距(m)	預壓(t/支)	圍苓型號
1	GL.-1m	H300×300×10×15mm	-	7	15	H300×300×10×15mm
2	GL.-3.5m	H300×300×10×15mm	-	7	15	H300×300×10×15mm
3	GL.-6m	H350×350×12×19mm	-	7	15	H350×350×12×19mm
4	GL.-8.5m	H400×400×13×21mm	-	7	15	H400×400×13×21mm

- 地層參數：

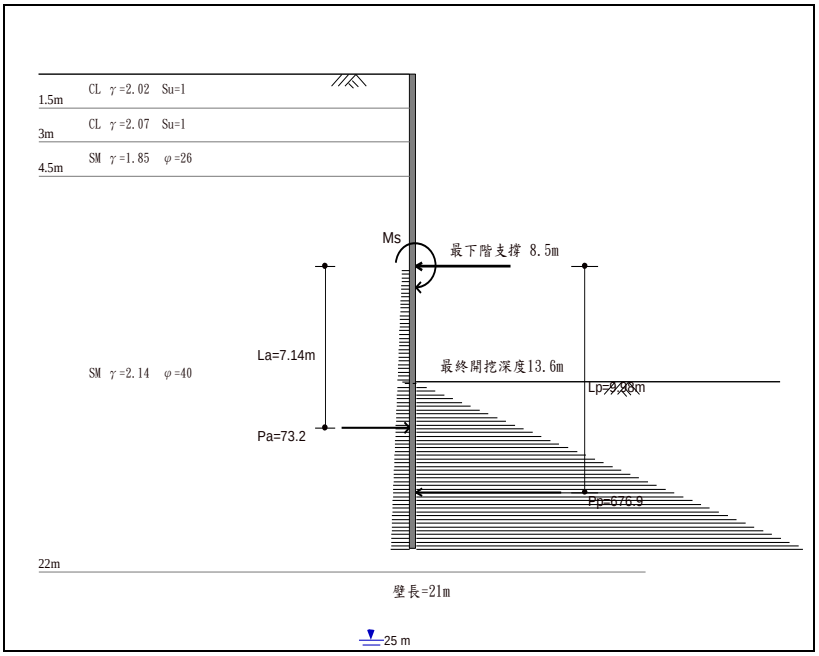
深度(m)	地層描述		N ($N_{avg.}$)	γ_t (t/m^3)	Su (t/m^2)	ϕ (deg.)	Su/σ_v'	Kh (t/m^3)	Kh/σ_v' (1/m)
1.5	1	CL	2	2.02	1	0	0	300	0
3	2	CL	3	2.07	1	0	0	400	0
4.5	3	SM	4	1.85	0	26	0	400	0
22	4	SM	50	2.14	0	40	0	4000	0

- 地下開挖剖面示意圖：



(二)開挖穩定分析

1、內擠檢核

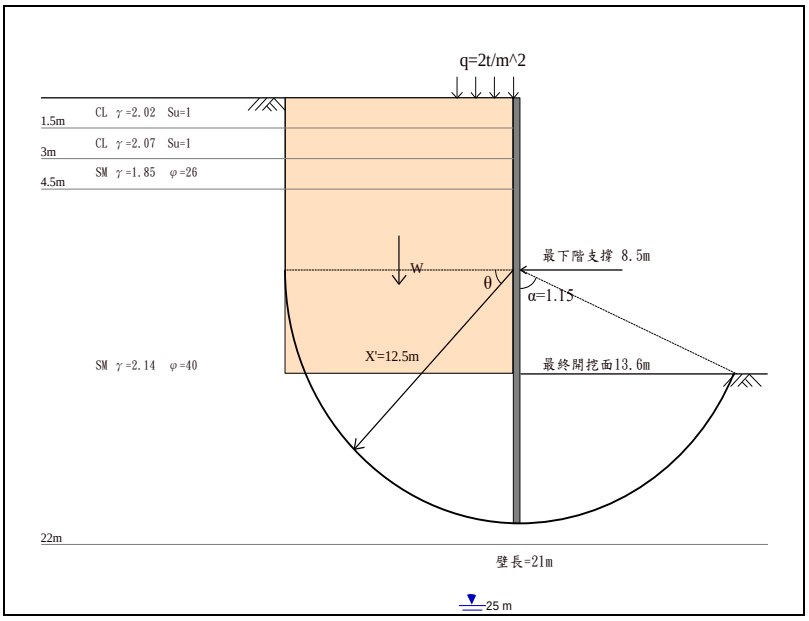


$$FS = \frac{P_P * L_P + M_S}{P_A * L_A} \geq 1.5$$

在不計連續壁容許抗彎強度 Ms 的情形下

安全係數 FS =6755 / 522.4 = 12.93 > 1.5　　OK

2、隆起檢核



$$FS = \frac{M_r}{M_d} = \frac{X' \int_0^{\frac{\pi}{2}+\alpha} s_u (X' d\theta)}{W * \frac{X'}{2}} \geq 1.2$$

安全係數 FS =8721 / 2373 = 3.68 > 1.2　　OK

(二)開挖擋土分析

1、分析所需之結構勁度計算

(1)鋼版樁(YSP-IV)勁度

k =　EI　　=0.7

Es =2.04×10^{7} t/m^2　　I = 31900×10^{-8} m^4

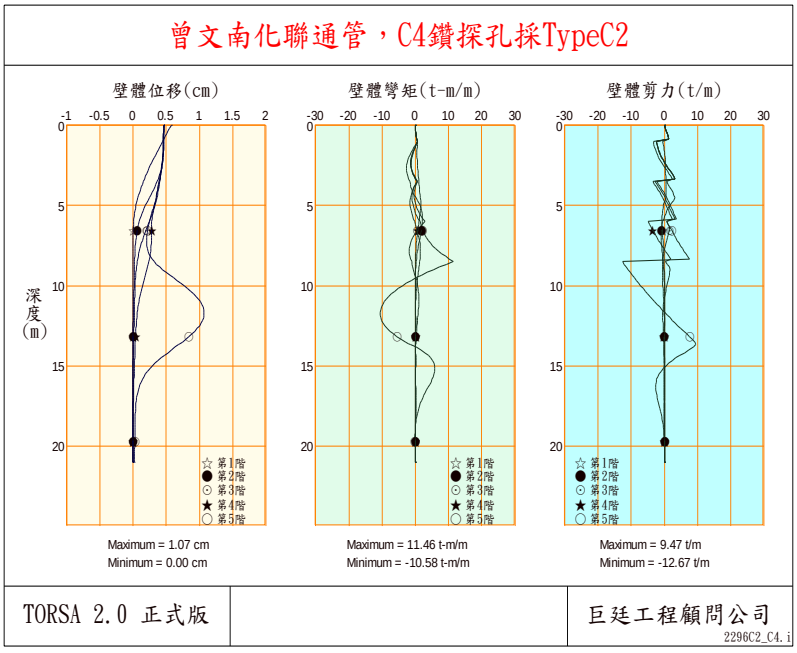
k =0.7×2.04E+07×0.000319 = 4555 t-m^2/m

(2)支撐勁度

L=4m　　Es =2.04×10^{7} t/m^2

層序	位置	支撐型號	As(cm^2)	k_L = $E_S A_S$ / (L/2) (t/m)
1	GL.-1m	H300×300×10×15mm	1×118	84252
2	GL.-3.5m	H300×300×10×15mm	1×118	84252
3	GL.-6m	H350×350×12×19mm	1×172	122808
4	GL.-8.5m	H400×400×13×21mm	1×218.69	156145

2、擋土結構應力應變分析結果



五、C5 鑽探孔採 TypeC3

(一)基本資料

- 擋土結構：

  鋼版樁(YSP-IV)，深度=21 m。

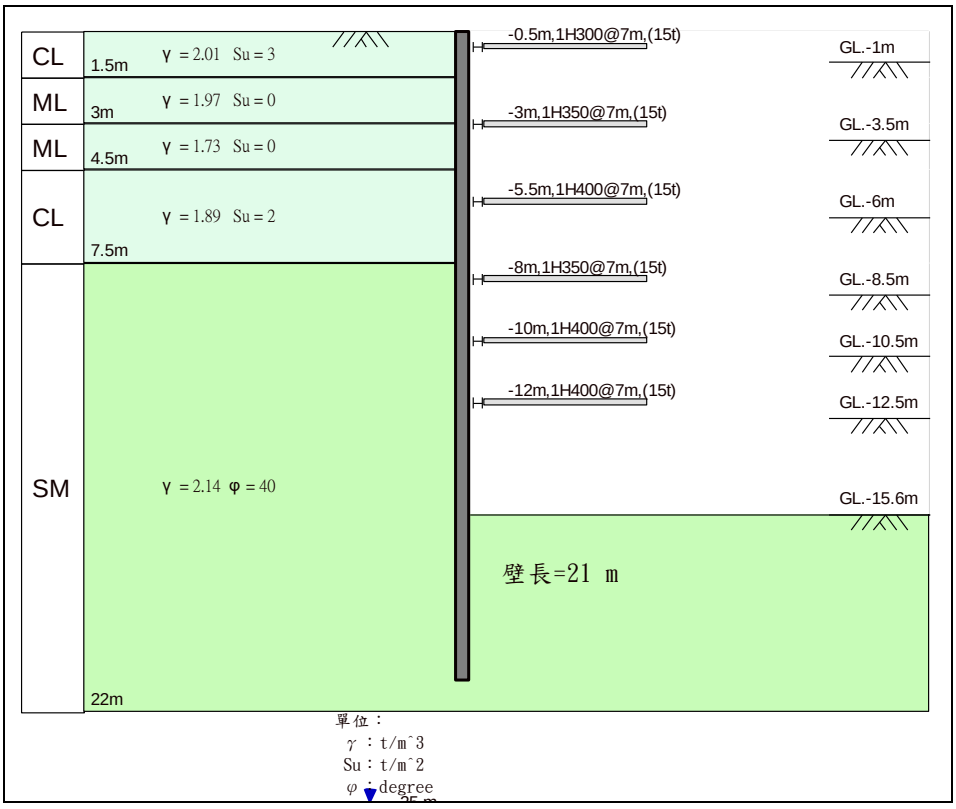
- 支撐系統：

層序	位置	支撐型號	水平夾角(度)	間距(m)	預壓(t/支)	圍令型號
1	GL.-0.5m	H300×300×10×15mm	-	7	15	H300×300×10×15mm
2	GL.-3m	H350×350×12×19mm	-	7	15	H350×350×12×19mm
3	GL.-5.5m	H400×400×13×21mm	-	7	15	H400×400×13×21mm
4	GL.-8m	H350×350×12×19mm	-	7	15	H350×350×12×19mm
5	GL.-10m	H400×400×13×21mm	-	7	15	H400×400×13×21mm
6	GL.-12m	H400×400×13×21mm	-	7	15	H400×400×13×21mm

- 地層參數：

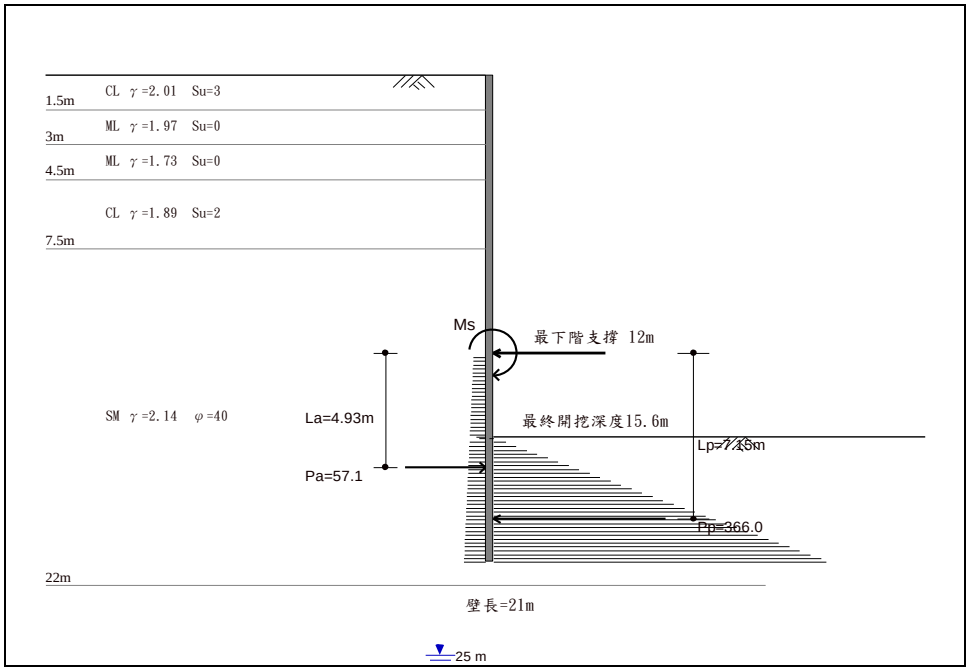
深度(m)	地層描述		N ($N_{avg.}$)	γ_t (t/m^3)	Su (t/m^2)	ϕ (deg.)	Su/σ_v'	Kh (t/m^3)	Kh/σ_v' (1/m)
1.5	1	CL	5	2.01	3	0	0	700	0
3	2	ML	7	1.97	0	26	0	1200	0
4.5	3	ML	6	1.73	0	26	0	1000	0
7.5	4	CL	4	1.89	2	0	0	600	0
22	5	SM	50	2.14	0	40	0	4000	0

- 地下開挖剖面示意圖：



(二)開挖穩定分析

1、內擠檢核

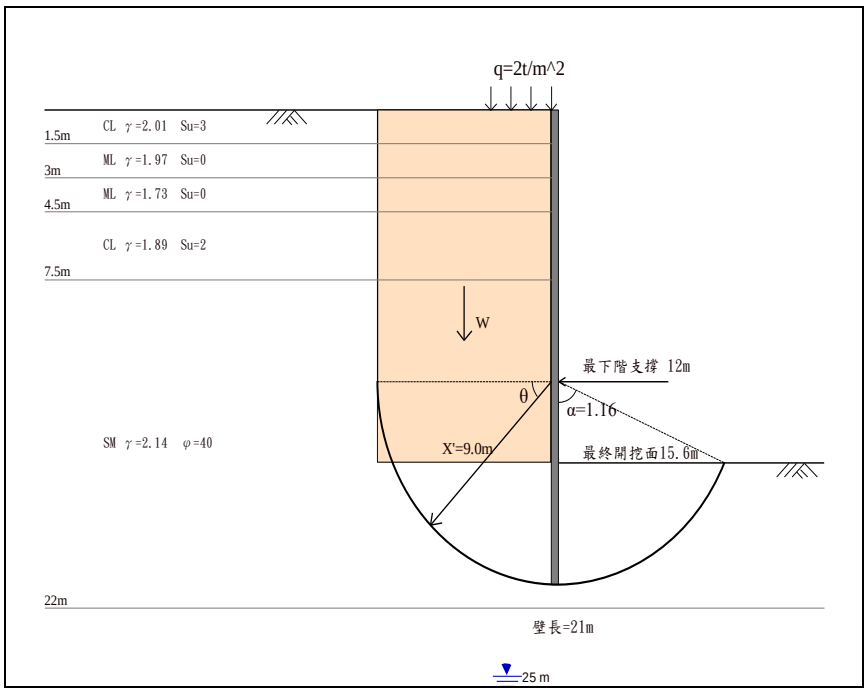


$$FS = \frac{P_P * L_P + M_S}{P_A * L_A} \geq 1.5$$

在不計連續壁容許抗彎強度 Ms 的情形下

安全係數 FS =2616 / 281.4 = 9.30 > 1.5　　OK

2、隆起檢核



$$FS = \frac{M_r}{M_d} = \frac{X' \int_0^{\frac{\pi}{2}+\alpha} s_u (X' d\theta)}{W * \frac{X'}{2}} \geq 1.2$$

安全係數 FS =4481 / 1359 = 3.30 > 1.2　　OK

(三)開挖擋土分析

1、分析所需之結構勁度計算

(1)鋼版樁(YSP-IV)勁度

k =　EI　　=0.7

Es =2.04×10^{7} t/m^2　　I = 31900×10^{-8} m^4

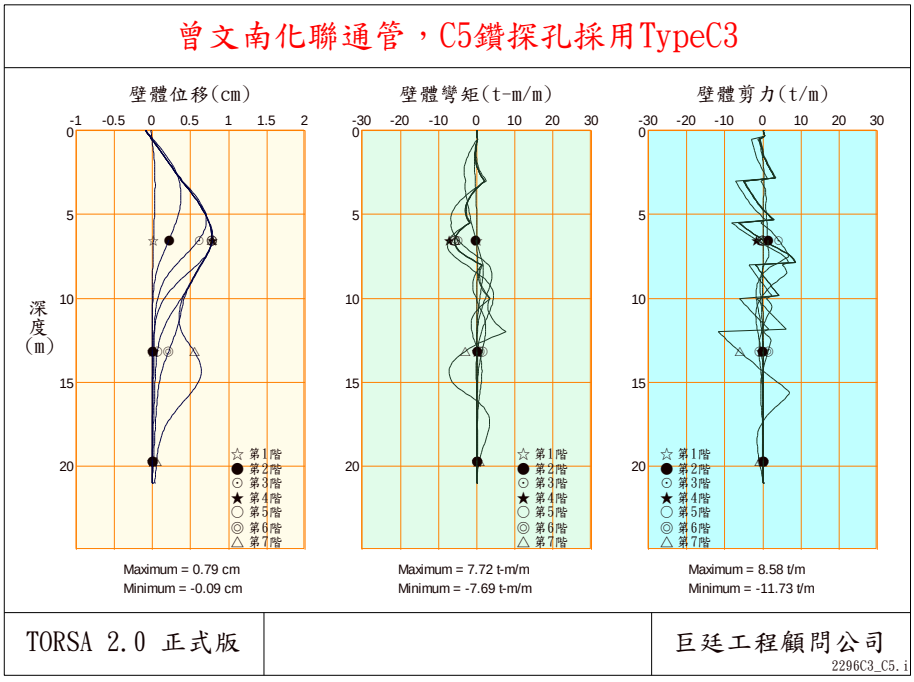
k =0.7×2.04E+07×0.000319 = 4555 t-m^2/m

(2)支撐勁度

L=4m　　Es =2.04×10^{7} t/m^2

層序	位置	支撐型號	As(cm^2)	k_L = $E_S A_S$ / (L/2) (t/m)
1	GL.-0.5m	H300×300×10×15mm	1×118	84252
2	GL.-3m	H350×350×12×19mm	1×172	122808
3	GL.-5.5m	H400×400×13×21mm	1×218.69	156145
4	GL.-8m	H350×350×12×19mm	1×172	122808
5	GL.-10m	H400×400×13×21mm	1×218.69	156145
6	GL.-12m	H400×400×13×21mm	1×218.69	156145

2、擋土結構應力應變分析結果



六、C6 鑽探孔採 TypeC2

(一)基本資料

- 擋土結構：

  鋼版樁(YSP-IV)，深度=21 m。

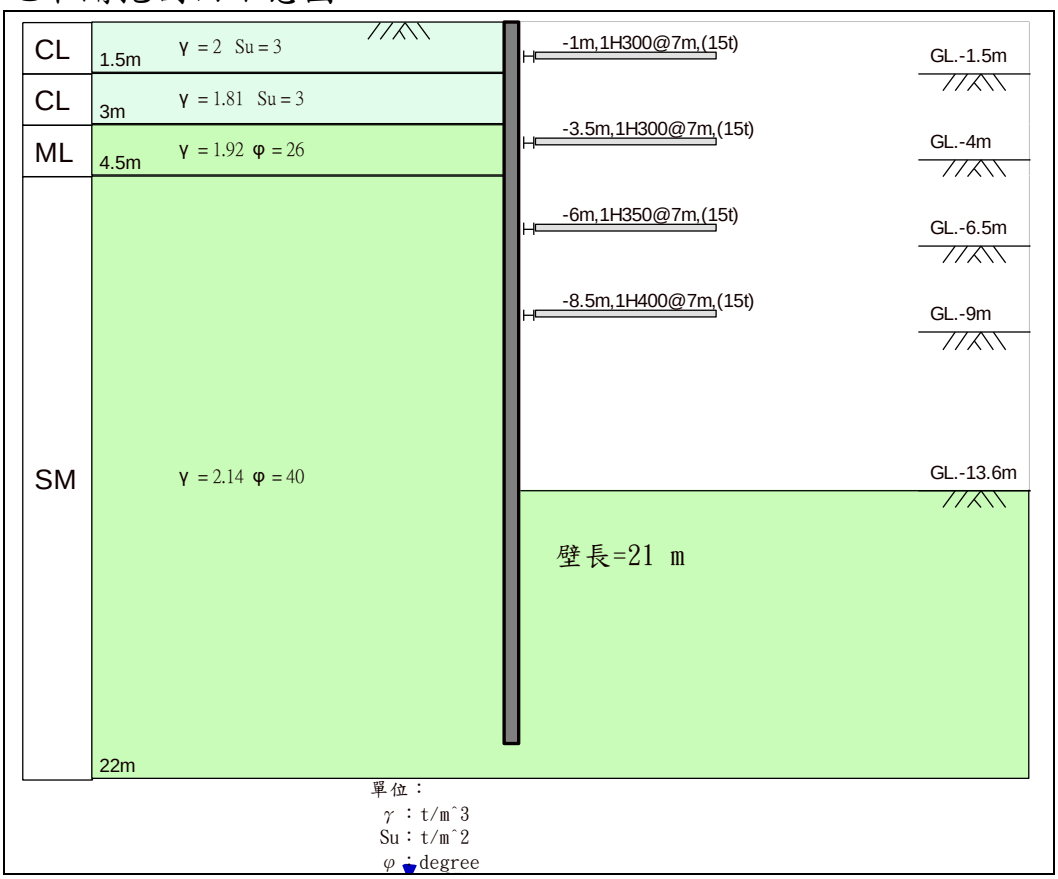
- 支撐系統：

層序	位置	支撐型號	水平夾角(度)	間距(m)	預壓(t/支)	圍苓型號
1	GL.-1m	H300×300×10×15mm	-	7	15	H300×300×10×15mm
2	GL.-3.5m	H300×300×10×15mm	-	7	15	H300×300×10×15mm
3	GL.-6m	H350×350×12×19mm	-	7	15	H350×350×12×19mm
4	GL.-8.5m	H400×400×13×21mm	-	7	15	H400×400×13×21mm

- 地層參數：

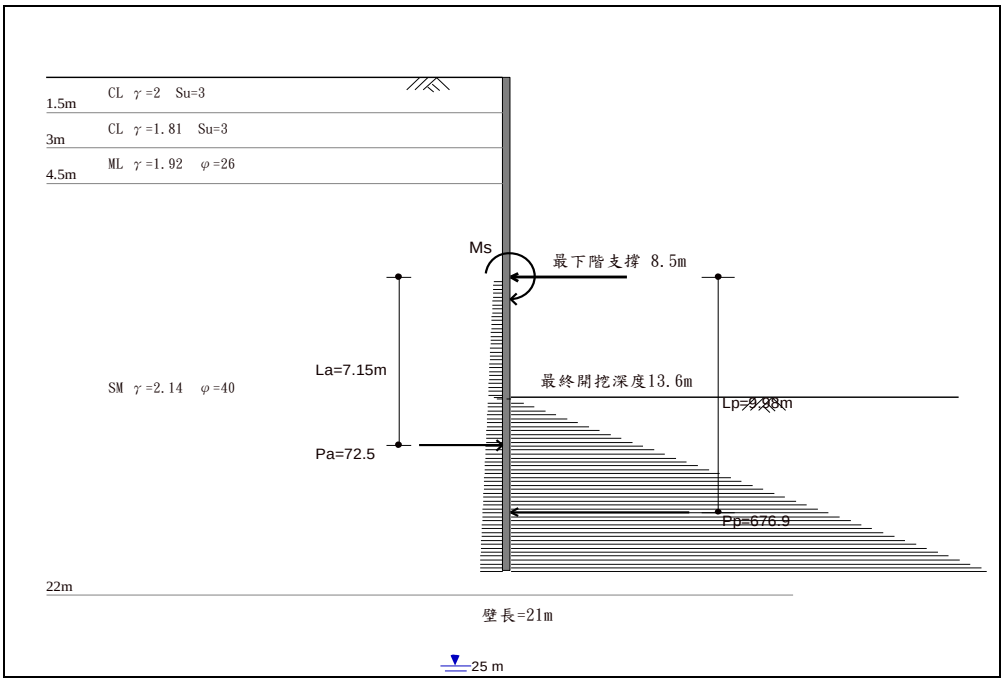
深度(m)	地層描述		N ($N_{avg.}$)	γ_t (t/m^3)	Su (t/m^2)	ϕ (deg.)	Su/σ_v'	Kh (t/m^3)	Kh/σ_v' (1/m)
1.5	1	CL	5	2	3	0	0	700	0
3	2	CL	6	1.81	3	0	0	900	0
4.5	3	ML	7	1.92	0	26	0	1200	0
22	4	SM	50	2.14	0	40	0	4000	0

- 地下開挖剖面示意圖：



(二)開挖穩定分析

1、內擠檢核

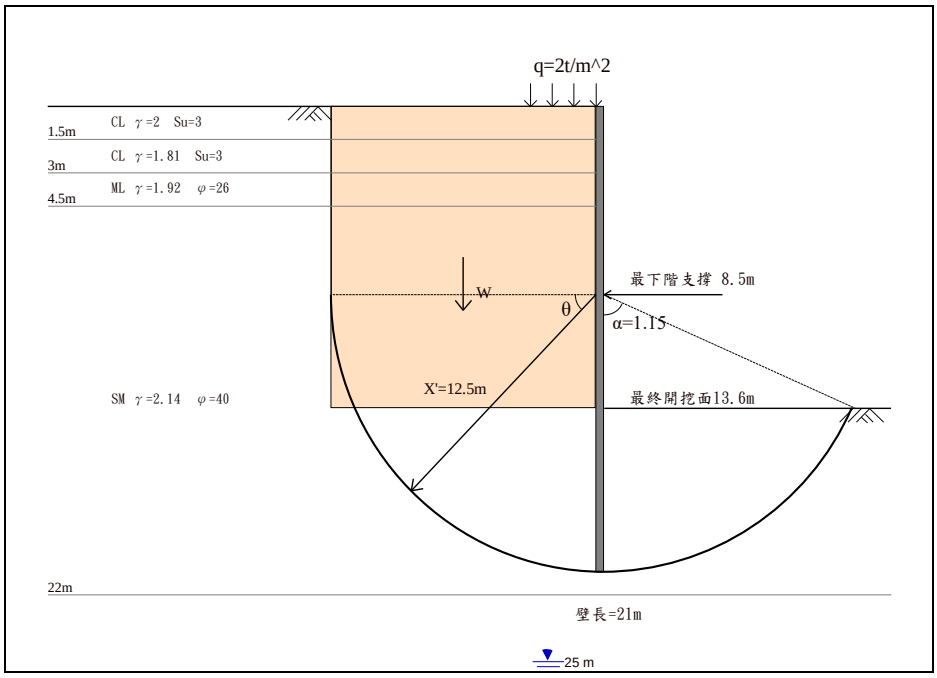


$$FS = \frac{P_P * L_P + M_S}{P_A * L_A} \geq 1.5$$

在不計連續壁容許抗彎強度 Ms 的情形下

安全係數 FS =6755 / 517.8 = 13.05 > 1.5　　OK

2、隆起檢核



$$FS = \frac{M_r}{M_d} = \frac{X' \int_0^{\frac{\pi}{2}+\alpha} s_u (X' d\theta)}{W * \frac{X'}{2}} \geq 1.2$$

安全係數 FS =8656 / 2348 = 3.69 > 1.2　　OK

(三)開挖擋土分析

1、分析所需之結構勁度計算

(1)鋼版樁(YSP-IV)勁度

k =　EI　　=0.7

Es =2.04×10^{7} t/m^2　　I = 31900×10^{-8} m^4

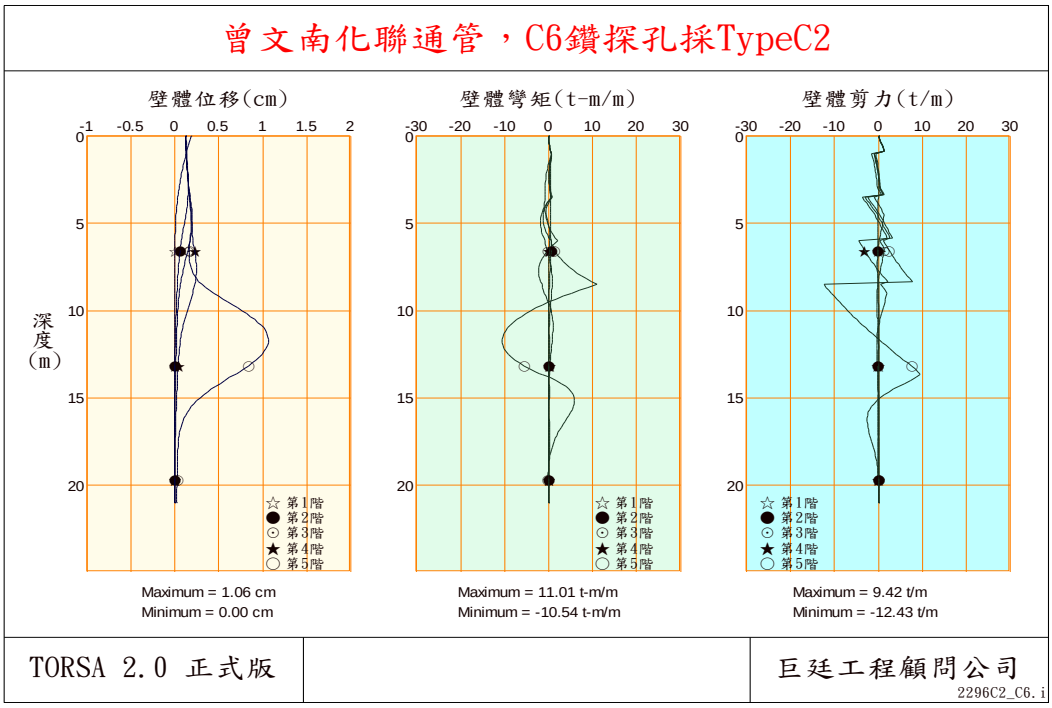
k =0.7×2.04E+07×0.000319 = 4555 t-m^2/m

(2)支撐勁度

L=4m　　Es =2.04×10^{7} t/m^2

層序	位置	支撐型號	As(cm^2)	k_L = $E_S A_S$ / (L/2) (t/m)
1	GL.-1m	H300×300×10×15mm	1×118	84252
2	GL.-3.5m	H300×300×10×15mm	1×118	84252
3	GL.-6m	H350×350×12×19mm	1×172	122808
4	GL.-8.5m	H400×400×13×21mm	1×218.69	156145

2、擋土結構應力應變分析結果



七、C7 鑽探孔採 TypeC2

(一)基本資料

- 擋土結構：

  鋼版樁(YSP-IV)，深度=21 m。

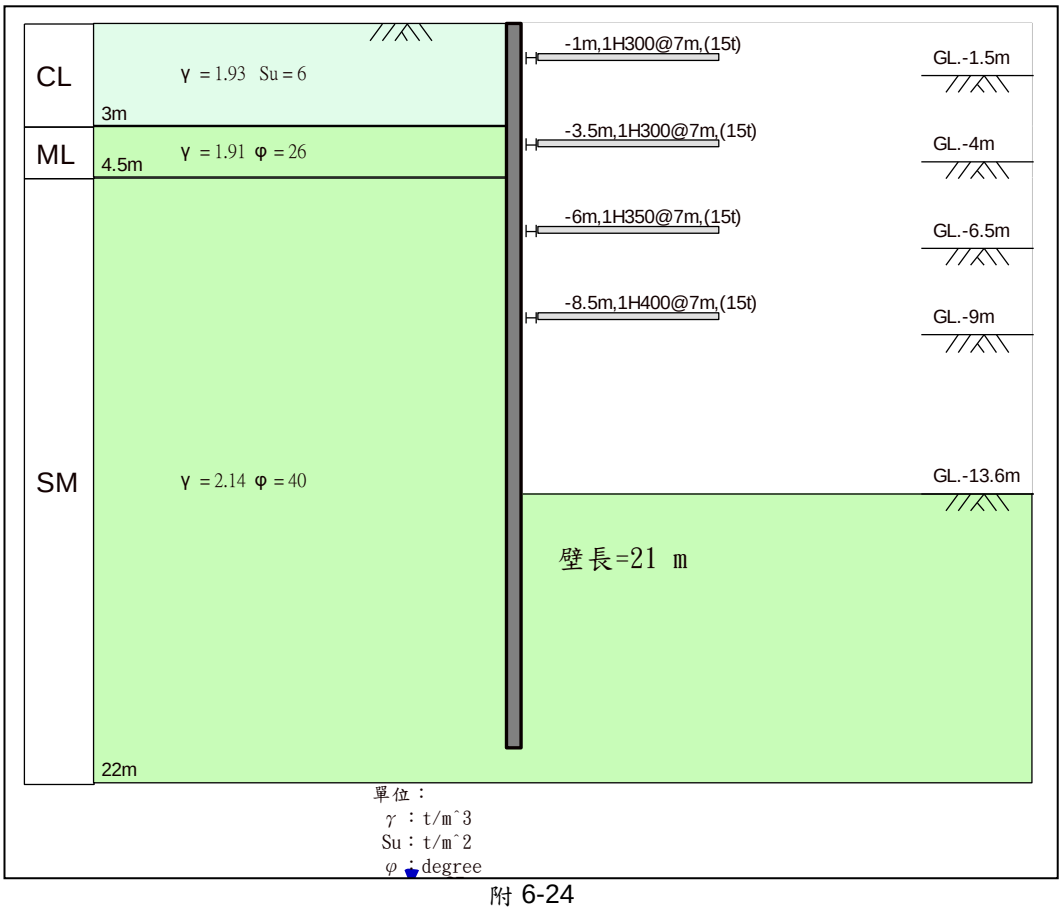
- 支撐系統：

層序	位置	支撐型號	水平夾角(度)	間距(m)	預壓(t/支)	圍苓型號
1	GL.-1m	H300×300×10×15mm	-	7	15	H300×300×10×15mm
2	GL.-3.5m	H300×300×10×15mm	-	7	15	H300×300×10×15mm
3	GL.-6m	H350×350×12×19mm	-	7	15	H350×350×12×19mm
4	GL.-8.5m	H400×400×13×21mm	-	7	15	H400×400×13×21mm

- 地層參數：

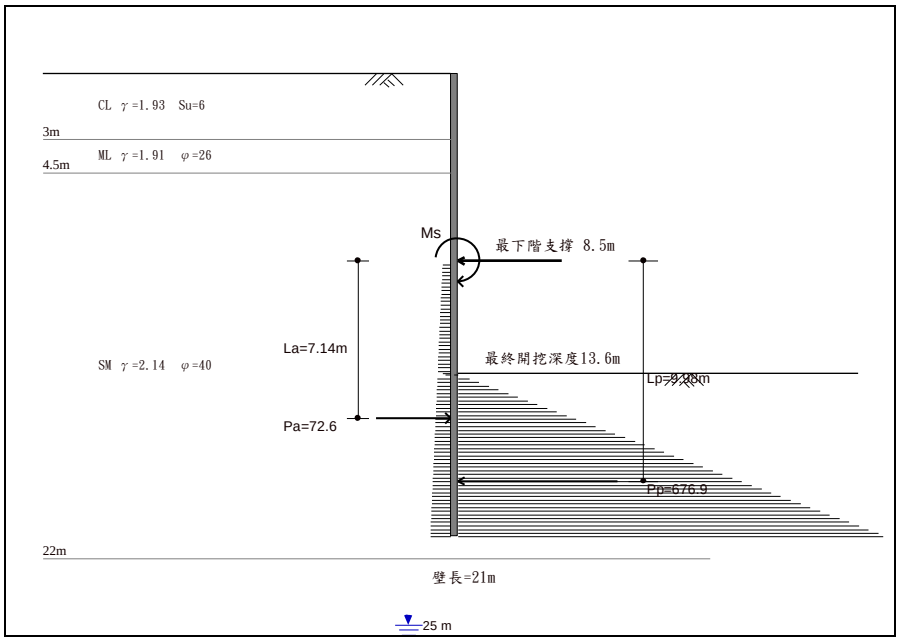
深度(m)	地層描述		N ($N_{avg.}$)	γ_t (t/m^3)	Su (t/m^2)	ϕ (deg.)	Su/σ_v'	Kh (t/m^3)	Kh/σ_v' (1/m)
3	1	CL	10	1.93	6	0	0	1500	0
4.5	2	ML	8	1.91	0	26	0	1400	0
22	3	SM	50	2.14	0	40	0	4000	0

- 地下開挖剖面示意圖：



(二)開挖穩定分析

1、內擠檢核

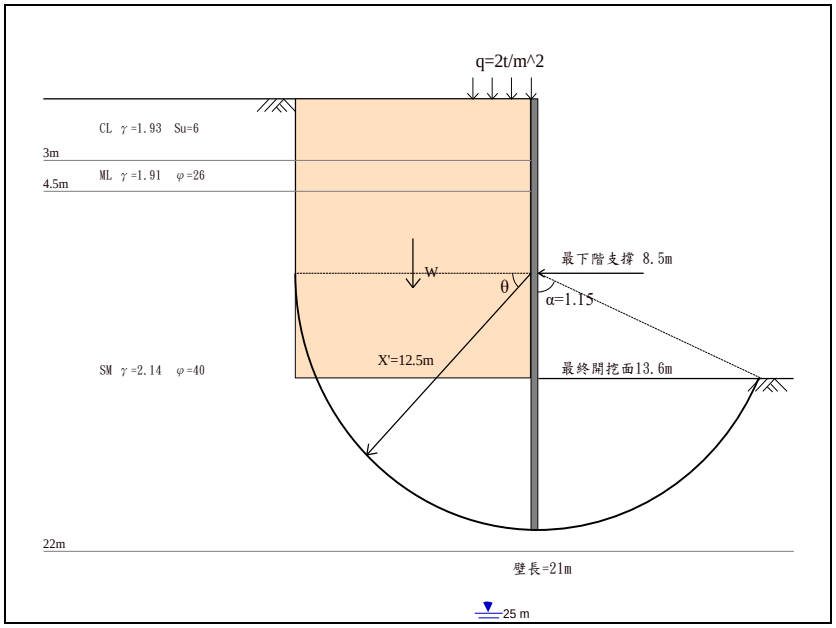


$$FS = \frac{P_P * L_P + M_S}{P_A * L_A} \geq 1.5$$

在不計連續壁容許抗彎強度 Ms 的情形下

安全係數 FS =6755 / 518.6 = 13.03 > 1.5　　OK

2、隆起檢核



$$FS = \frac{M_r}{M_d} = \frac{X' \int_0^{\frac{\pi}{2}+\alpha} s_u (X' d\theta)}{W * \frac{X'}{2}} \geq 1.2$$

安全係數 FS =8668 / 2352 = 3.69 > 1.2　　OK

(三)開挖擋土分析

1、分析所需之結構勁度計算

(1)鋼版樁(YSP-IV)勁度

k =　EI　　=0.7

Es =2.04×10^7 t/m^2　　I = 31900×10^{-8} m^4

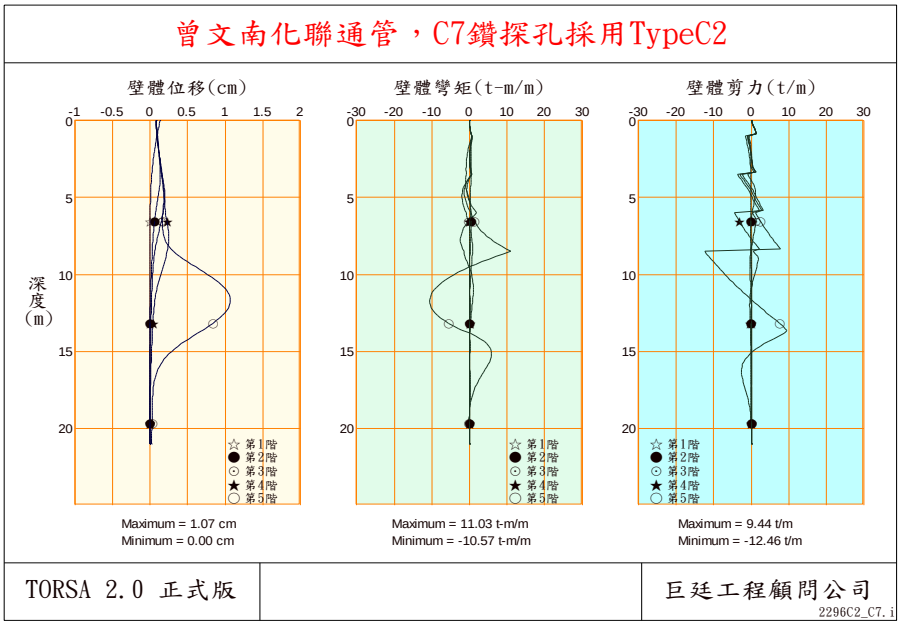
k =0.7×2.04E+07×0.000319 = 4555 t-m^2/m

(2)支撐勁度

L=4m　　Es =2.04×10^7 t/m^2

層序	位置	支撐型號	As(cm^2)	k_L = $E_S A_S$ / (L/2) (t/m)
1	GL.-1m	H300×300×10×15mm	1×118	84252
2	GL.-3.5m	H300×300×10×15mm	1×118	84252
3	GL.-6m	H350×350×12×19mm	1×172	122808
4	GL.-8.5m	H400×400×13×21mm	1×218.69	156145

2、擋土結構應力應變分析結果



八、C8 鑽探孔採 TypeD2

(一)基本資料

- 擋土結構：

  鋼版樁(YSP-IV)，深度=19 m。

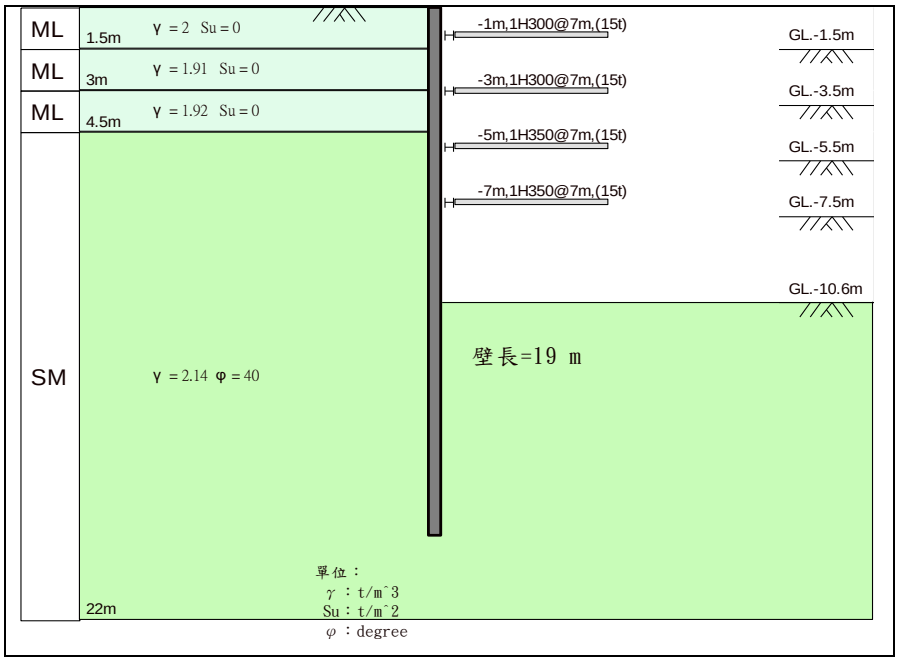
- 支撐系統：

層序	位置	支撐型號	水平夾角(度)	間距(m)	預壓(t/支)	圍苓型號
1	GL.-1m	H300×300×10×15mm	-	7	15	H300×300×10×15mm
2	GL.-3m	H300×300×10×15mm	-	7	15	H300×300×10×15mm
3	GL.-5m	H350×350×12×19mm	-	7	15	H350×350×12×19mm
4	GL.-7m	H350×350×12×19mm	-	7	15	H350×350×12×19mm

- 地層參數：

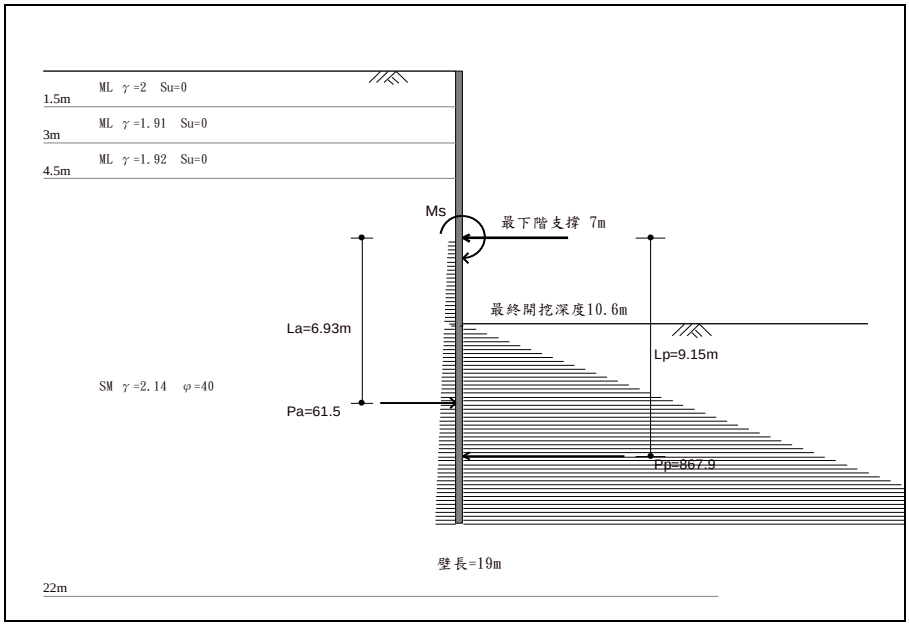
深度(m)	地層描述		N ($N_{avg.}$)	γ_t (t/m^3)	Su (t/m^2)	ϕ (deg.)	Su/σ_v'	Kh (t/m^3)	Kh/σ_v' (1/m)
1.5	1	ML	7	2	0	26	0	1200	0
3	2	ML	7	1.91	0	26	0	1200	0
4.5	3	ML	5	1.92	0	26	0	800	0
22	4	SM	50	2.14	0	40	0	4000	0

- 地下開挖剖面示意圖：



(二)開挖穩定分析

1、內擠檢核

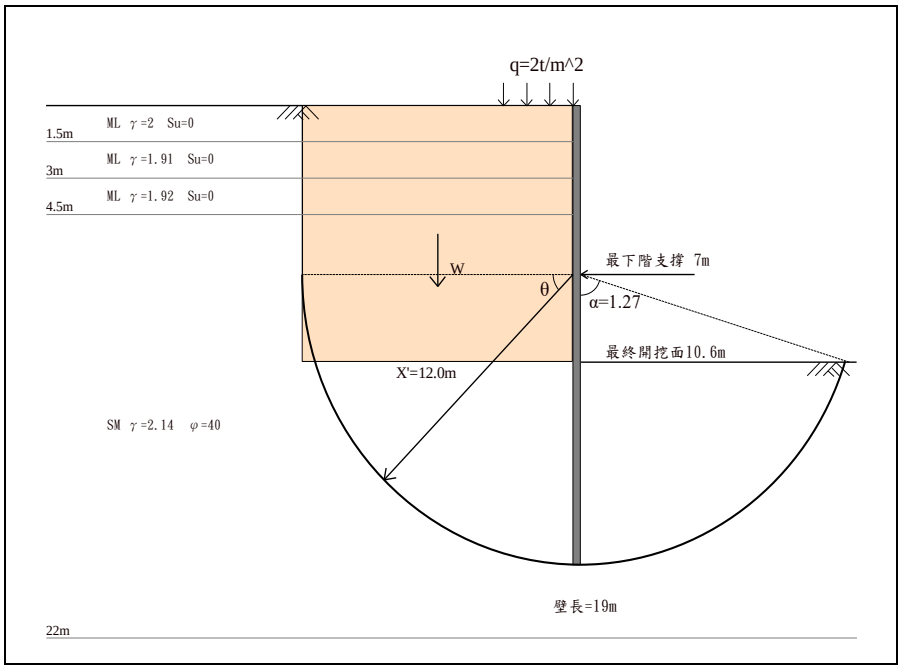


$$FS = \frac{P_P * L_P + M_S}{P_A * L_A} \geq 1.5$$

在不計連續壁容許抗彎強度 Ms 的情形下

安全係數 FS =7938 / 426.5 = 18.61 > 1.5　　OK

2、隆起檢核



$$FS = \frac{M_r}{M_d} = \frac{X' \int_0^{\frac{\pi}{2}+\alpha} s_u (X' d\theta)}{W * \frac{X'}{2}} \geq 1.2$$

安全係數 FS =7618 / 1713 = 4.45 > 1.2　　OK

(三)開挖擋土分析

1、分析所需之結構勁度計算

(1)鋼版樁(YSP-IV)勁度

k =　EI　　=0.7

Es =2.04×10^7 t/m^2　　I = 31900×10^{-8} m^4

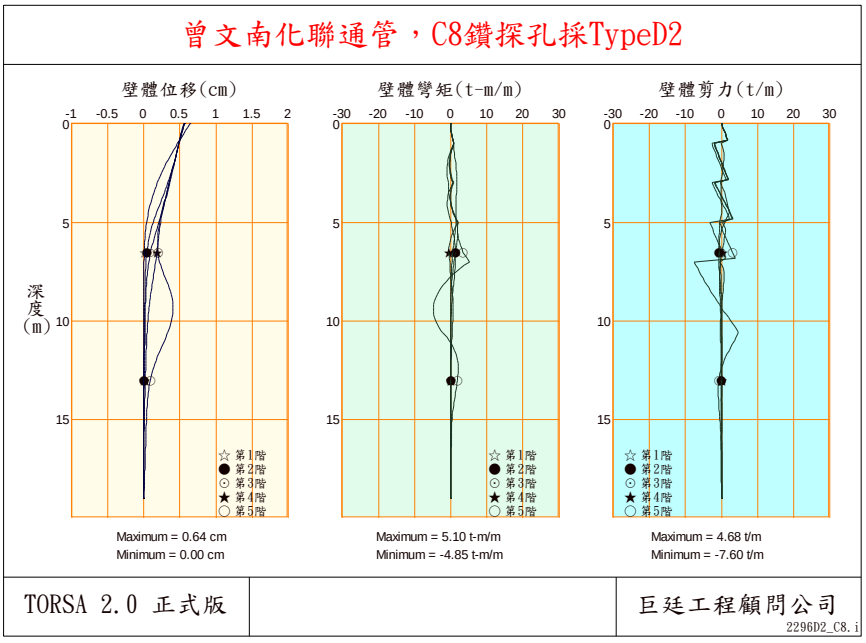
k =0.7×2.04E+07×0.000319 = 4555 t-m^2/m

(2)支撐勁度

L=4m　　Es =2.04×10^7 t/m^2

層序	位置	支撐型號	As(cm^2)	k_L = $E_S A_S$ / (L/2) (t/m)
1	GL.-1m	H300×300×10×15mm	1×118	84252
2	GL.-3m	H300×300×10×15mm	1×118	84252
3	GL.-5m	H350×350×12×19mm	1×172	122808
4	GL.-7m	H350×350×12×19mm	1×172	122808

2、擋土結構應力應變分析結果



九、C9 鑽探孔採用 TypeC3

(一)基本資料

- 擋土結構：

  鋼版樁(YSP-IV)，深度=21 m。

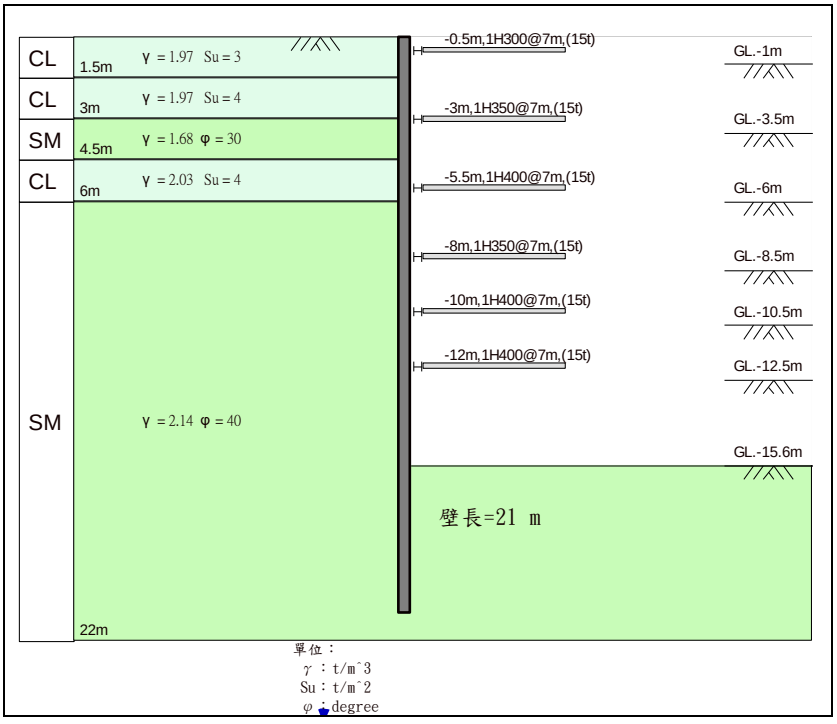
- 支撐系統：

層序	位置	支撐型號	水平夾角(度)	間距(m)	預壓(t / 支)	圍苓型號
1	GL.-0.5m	H300×300×10×15mm	-	7	15	H300×300×10×15mm
2	GL.-3m	H350×350×12×19mm	-	7	15	H350×350×12×19mm
3	GL.-5.5m	H400×400×13×21mm	-	7	15	H400×400×13×21mm
4	GL.-8m	H350×350×12×19mm	-	7	15	H350×350×12×19mm
5	GL.-10m	H400×400×13×21mm	-	7	15	H400×400×13×21mm
6	GL.-12m	H400×400×13×21mm	-	7	15	H400×400×13×21mm

- 地層參數：

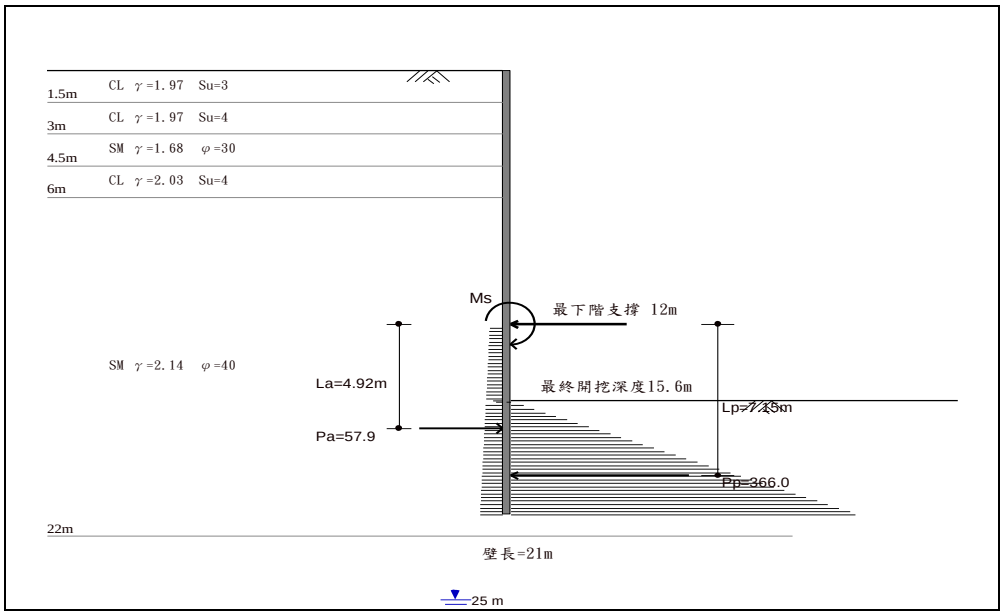
深度(m)	地層描述		N ($N_{avg.}$)	γ_t (t/m^3)	Su (t/m^2)	ϕ (deg.)	Su/σ_v'	Kh (t/m^3)	Kh/σ_v' (1/m)
1.5	1	CL	6	1.97	3	0	0	900	0
3	2	CL	7	1.97	4	0	0	1000	0
4.5	3	SM	5	1.68	0	30	0	500	0
6	4	CL	7	2.03	4	0	0	1000	0
22	5	SM	50	2.14	0	40	0	4000	0

- 地下開挖剖面示意圖：



(二)開挖穩定分析

1、內擠檢核

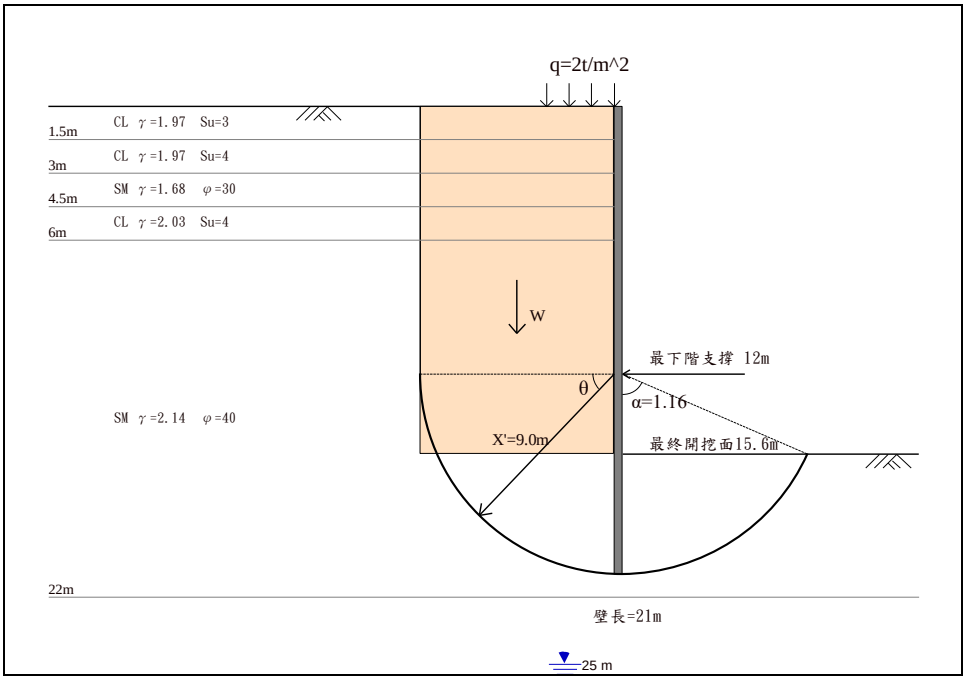


$$FS = \frac{P_P * L_P + M_S}{P_A * L_A} \geq 1.5$$

在不計連續壁容許抗彎強度 M_S 的情形下

安全係數 FS =2616 / 284.8 = 9.19 > 1.5　　OK

2、隆起檢核



$$FS = \frac{M_r}{M_d} = \frac{X' \int_0^{\frac{\pi}{2}+\alpha} s_u (X' d\theta)}{W * \frac{X'}{2}} \geq 1.2$$

安全係數 FS =4529 / 1377 = 3.29 > 1.2　　OK

(三)開挖擋土分析

1、分析所需之結構勁度計算

(1)鋼版樁(YSP-IV)勁度

k =　EI　　=0.7

Es =2.04×10^7 t/m^2　　I = 31900×10^{-8} m^4

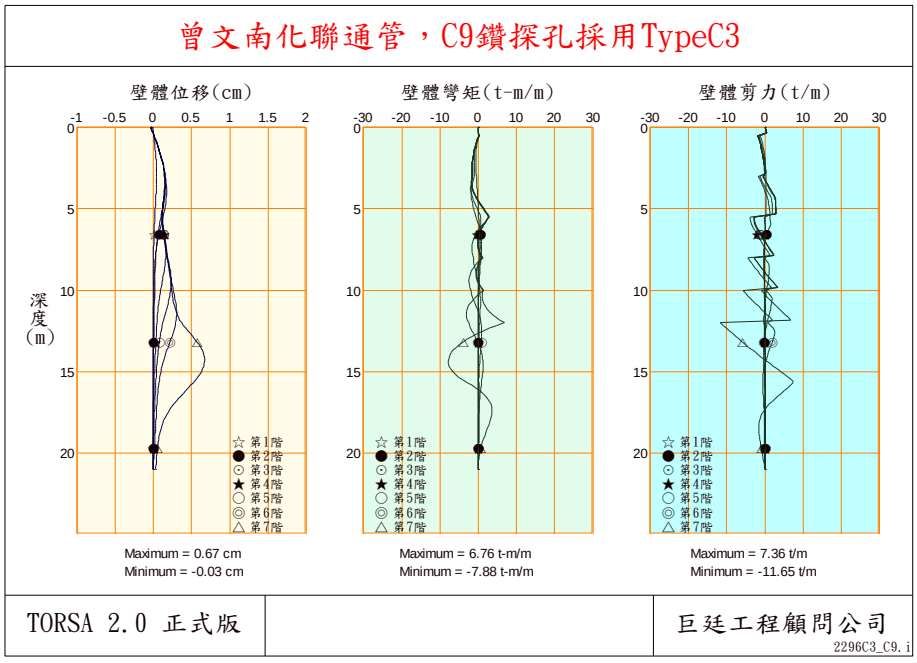
k =0.7×2.04E+07×0.000319 = 4555 t-m^2/m

(2)支撐勁度

L=4m　　Es =2.04×10^7 t/m^2

層序	位置	支撐型號	As(cm^2)	k_L = $E_S A_S$ / (L/2) (t/m)
1	GL.-0.5m	H300×300×10×15mm	1×118	84252
2	GL.-3m	H350×350×12×19mm	1×172	122808
3	GL.-5.5m	H400×400×13×21mm	1×218.69	156145
4	GL.-8m	H350×350×12×19mm	1×172	122808
5	GL.-10m	H400×400×13×21mm	1×218.69	156145
6	GL.-12m	H400×400×13×21mm	1×218.69	156145

2、擋土結構應力應變分析結果



十、C10 鑽探孔採 TypeD1

(一)基本資料

- 擋土結構：

  鋼版樁(YSP-III)，深度=12 m。

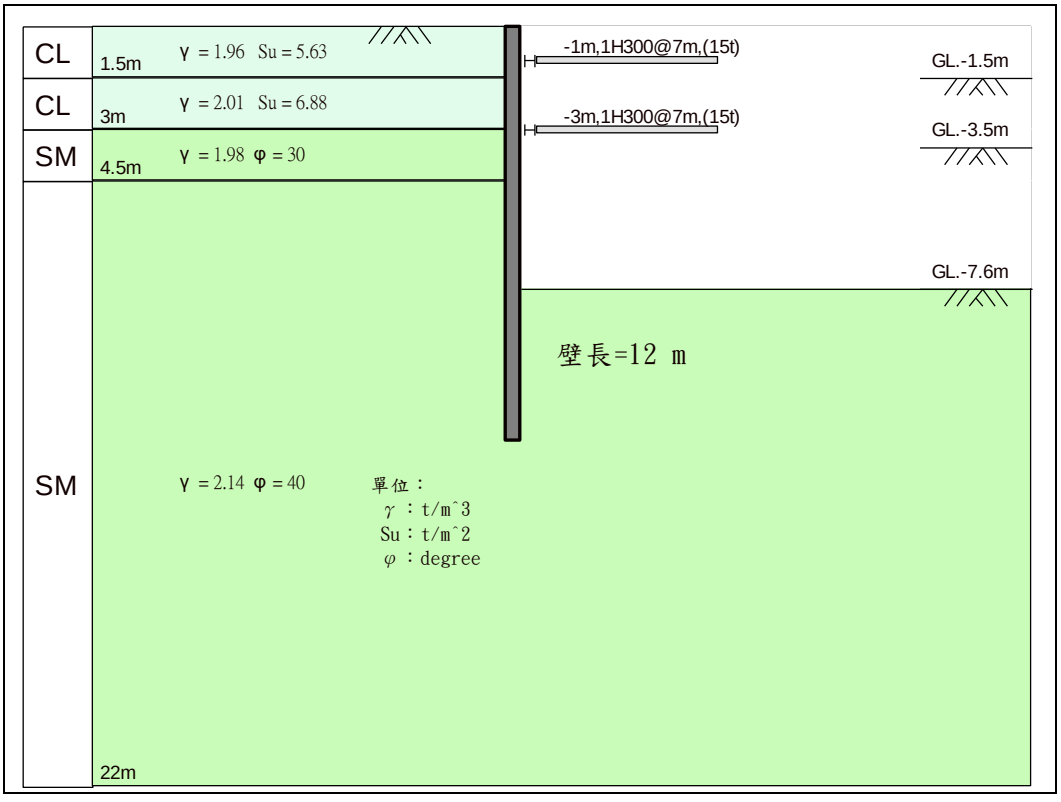
- 支撐系統：

層序	位置	支撐型號	水平夾角(度)	間距(m)	預壓(t/支)	圍苓型號
1	GL.-1m	H300×300×10×15mm	-	7	15	H300×300×10×15mm
2	GL.-3m	H300×300×10×15mm	-	7	15	H300×300×10×15mm

- 地層參數：

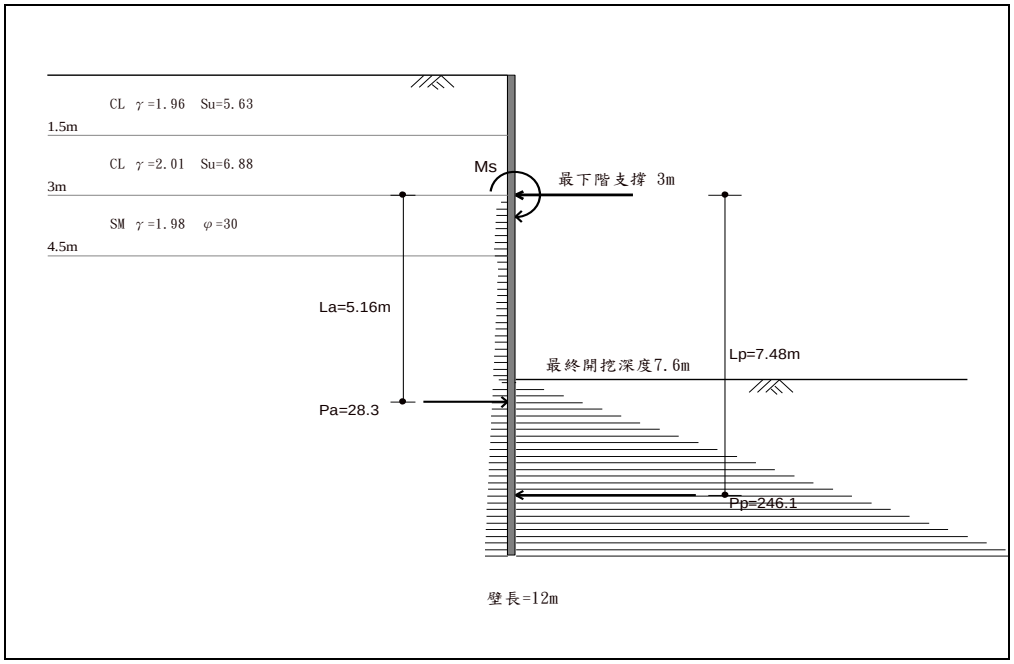
深度(m)	地層描述		N ($N_{avg.}$)	γ_t (t/m^3)	Su (t/m^2)	ϕ (deg.)	Su/σ_v'	Kh (t/m^3)	Kh/σ_v' (1/m)
1.5	1	CL	9	1.96	5.63	0	0	1400	0
3	2	CL	11	2.01	6.88	0	0	1700	0
4.5	3	SM	10	1.98	0	30	0	1000	0
22	4	SM	50	2.14	0	40	0	4000	0

- 地下開挖剖面示意圖：



(二)開挖穩定分析

1、內擠檢核

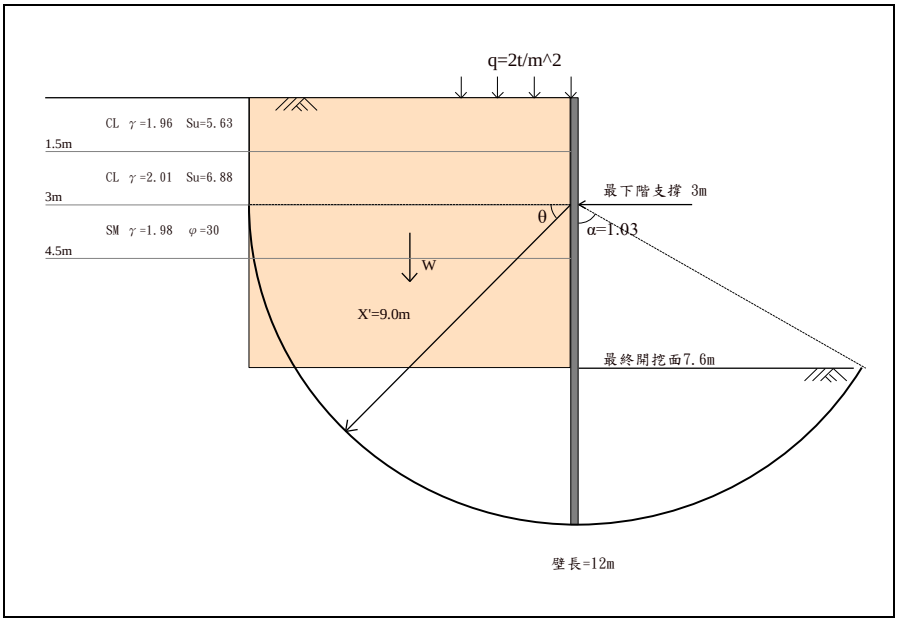


$$FS = \frac{P_P * L_P + M_S}{P_A * L_A} \geq 1.5$$

在不計連續壁容許抗彎強度 M_s 的情形下

安全係數 FS =1841 / 146 = 12.61 > 1.5　　OK

2、隆起檢核



$$FS = \frac{M_r}{M_d} = \frac{X' \int_0^{\frac{\pi}{2}+\alpha} s_u (X' d\theta)}{W * \frac{X'}{2}} \geq 1.2$$

安全係數 FS =2358 / 710.5 = 3.32 > 1.2　　OK

(三)開挖擋土分析

1、分析所需之結構勁度計算

(1)鋼版樁(YSP-III)勁度

k =　EI　　=0.7

Es =2.04×107 t/m2　　I = 16400×10-8 m4

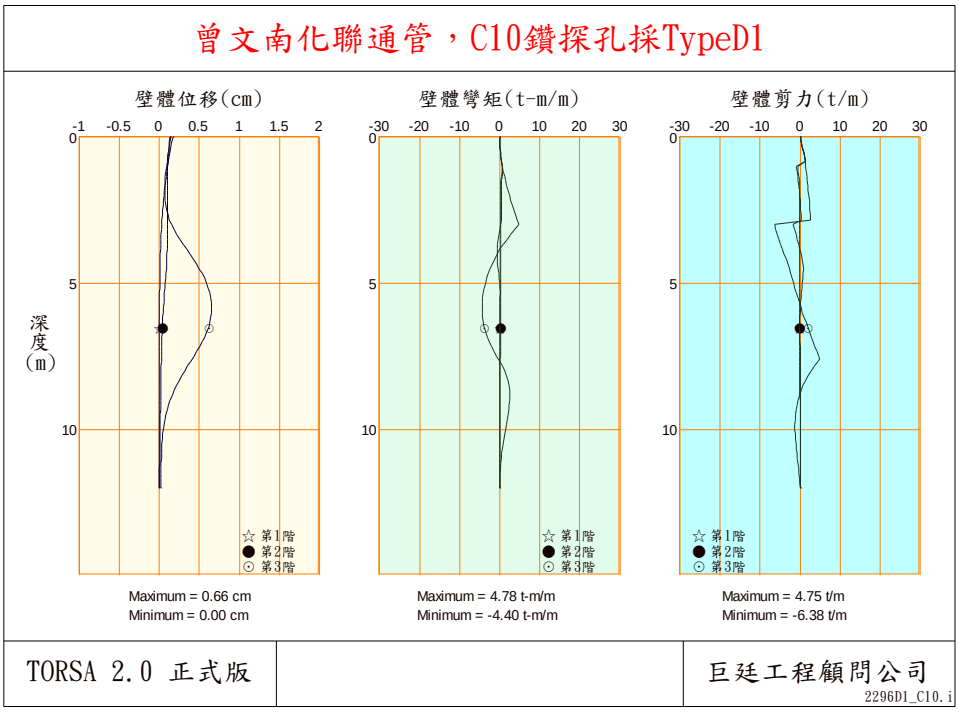
k =0.7×2.04E+07×0.000164 = 2342 t-m^2/m

(2)支撐勁度

L=4m　　Es =2.04×10^7 t/m^2

層序	位置	支撐型號	As(cm^2)	$k_L = E_S A_S / (L/2)$ (t/m)
1	GL.-1m	H300×300×10×15mm	1×118	84252
2	GL.-3m	H300×300×10×15mm	1×118	84252

2、擋土結構應力應變分析結果



十一、C10 鑽探孔採 TypeD3

(一)基本資料

- 擋土結構：

  鋼版樁(YSP-IV)，深度=21 m。

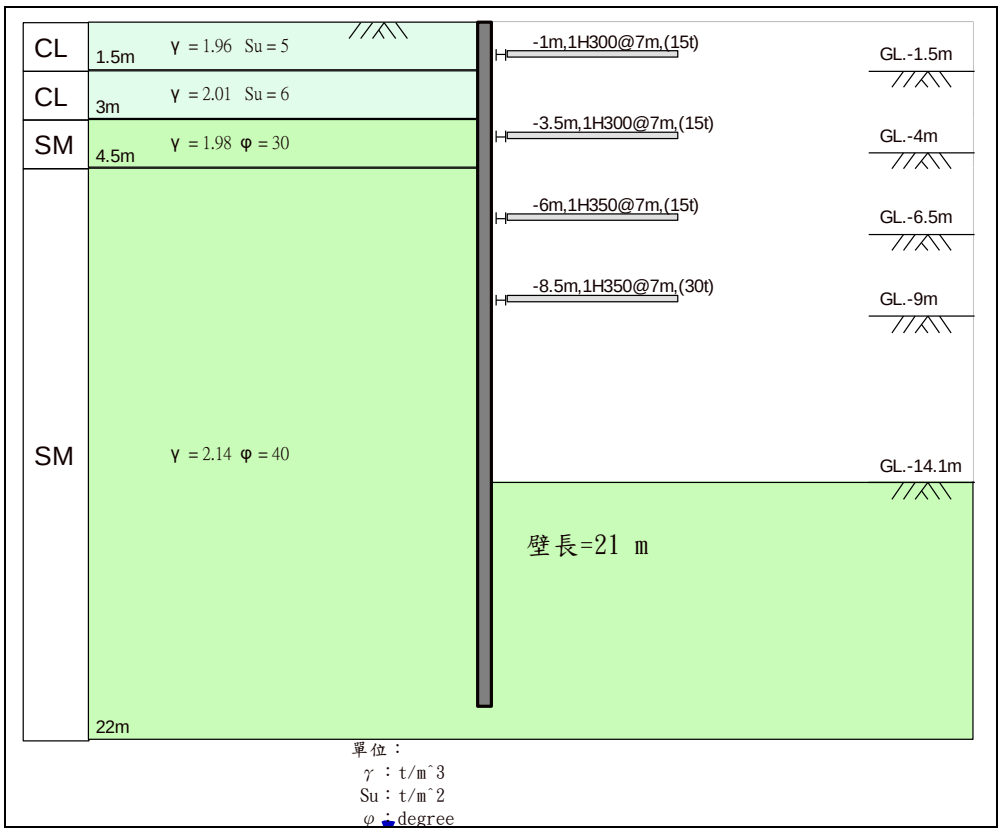
- 支撐系統：

層序	位置	支撐型號	水平夾角(度)	間距(m)	預壓(t / 支)	圍苓型號
1	GL.-1m	H300×300×10×15mm	-	7	15	H300×300×10×15mm
2	GL.-3.5m	H300×300×10×15mm	-	7	15	H300×300×10×15mm
3	GL.-6m	H350×350×12×19mm	-	7	15	H350×350×12×19mm
4	GL.-8.5m	H350×350×12×19mm	-	7	30	H350×350×12×19mm

- 地層參數：

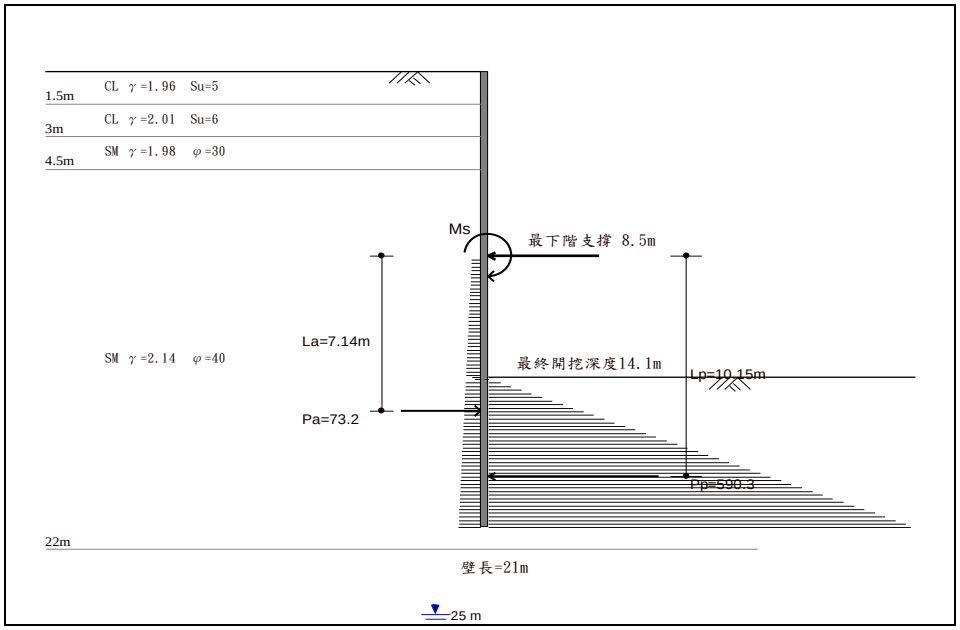
深度(m)	地層描述		N ($N_{avg.}$)	γ_t (t/m^3)	Su (t/m^2)	ϕ (deg.)	Su/σ_v'	Kh (t/m^3)	Kh/σ_v' (1/m)
1.5	1	CL	9	1.96	5	0	0	1400	0
3	2	CL	11	2.01	6	0	0	1700	0
4.5	3	SM	10	1.98	0	30	0	1000	0
22	4	SM	50	2.14	0	40	0	4000	0

- 地下開挖剖面示意圖：



(二)開挖穩定分析

1、內擠檢核

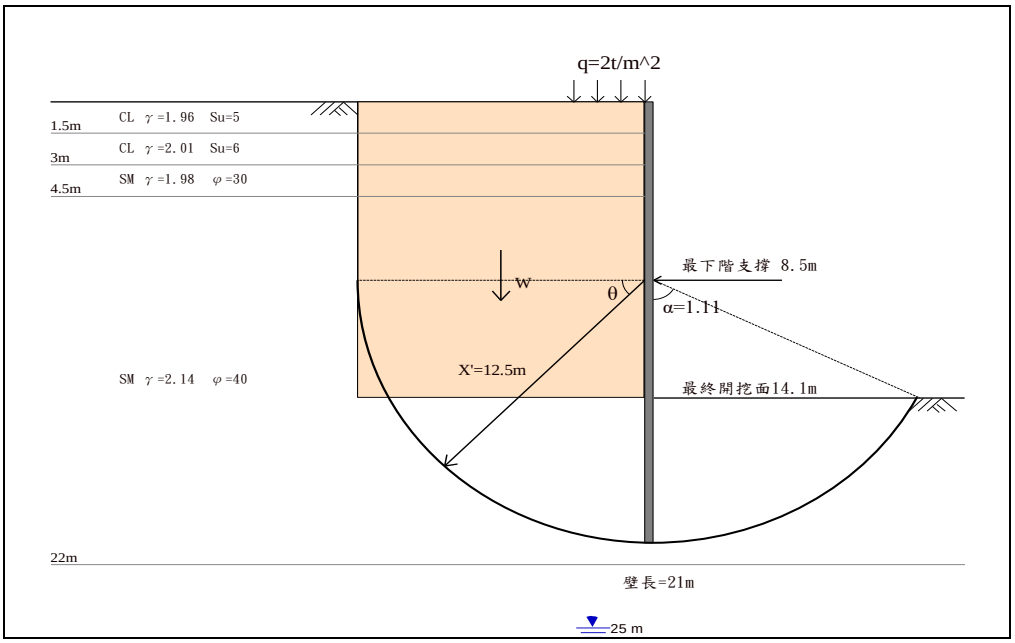


$$FS = \frac{P_P * L_P + M_S}{P_A * L_A} \geq 1.5$$

在不計連續壁容許抗彎強度 M_S 的情形下

安全係數 FS =5990 / 522.6 = 11.46 > 1.5　　OK

2、隆起檢核



$$FS = \frac{M_r}{M_d} = \frac{X' \int_0^{\frac{\pi}{2}+\alpha} s_u (X' d\theta)}{W * \frac{X'}{2}} \geq 1.2$$

安全係數 FS =8565 / 2457 = 3.49 > 1.2　　OK

(三)開挖擋土分析

1、分析所需之結構勁度計算

(1)鋼版樁(YSP-IV)勁度

k =　EI　　=0.7

Es =2.04×10^7 t/m^2　　I = 31900×10^{-8} m^4

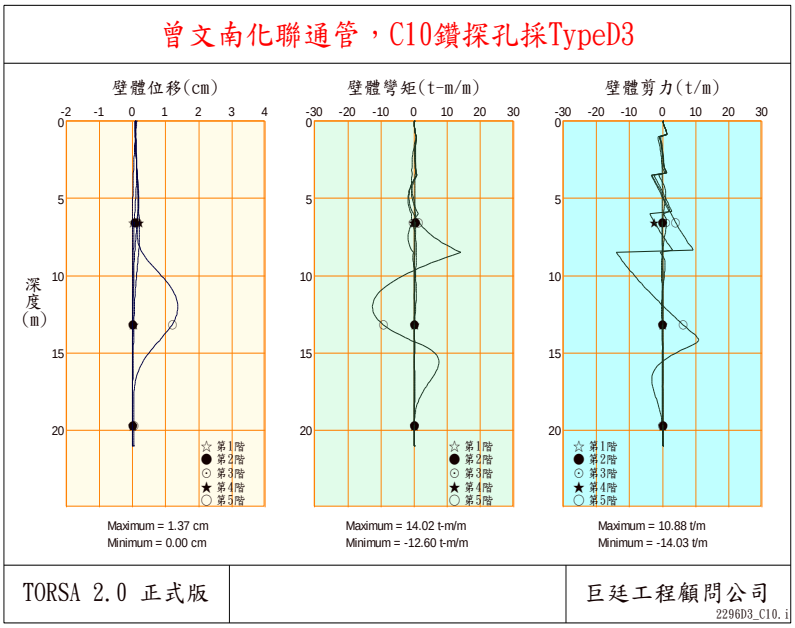
k =0.7×2.04E+07×0.000319 = 4555 t-m^2/m

(2)支撐勁度

L=4m　　Es =2.04×10^7 t/m^2

層序	位置	支撐型號	As(cm^2)	k_L = $E_S A_S$ / (L/2) (t/m)
1	GL.-1m	H300×300×10×15mm	1×118	84252
2	GL.-3.5m	H300×300×10×15mm	1×118	84252
3	GL.-6m	H350×350×12×19mm	1×172	122808
4	GL.-8.5m	H350×350×12×19mm	1×172	122808

2、擋土結構應力應變分析結果



管線內外壓檢核

(一)SP 內壓檢核

1.內壓造成之軸向應變

地下埋設鋼管在軸向變形受到束制

$$\varepsilon_{Ii} = \frac{P_i(d-2t)}{2tE}v$$

ε_{Ii}：內壓造成之管軸方向應變

v：柏松比(鋼=0.3)

P_i：內壓(10~15kgf/cm^2)

d：鋼管的外徑(cm)

t：管壁厚度(cm)

E：鋼管的彈性係數$(2.0\times10^6 kgf/cm^2)$

鋼管應力 σ =ε_{Ii}*E

依 CNS 6568 之 STW 400 抗拉強度≧400 N/mm^2(≧4,100 kgf/cm^2)，降伏強度≧225N/mm^2(fy≧2,300 kgf/cm^2)。

管徑 (mm)	外徑(cm)	設計內壓 (kgf/cm^2)	管壁厚 (cm)	σ=ε_{Ii} *E (kgf/cm^2)	σ≦0.6fy (kgf/cm^2)	檢核結果
2200	223.52	15	2	987.84	≦1,380	OK
2600	264.16	12.5	2.8	1357.44	≦1,380	OK

2.外壓造成之軸向應變

車輛荷重 Wm

$$W_m = \frac{2P_mD}{275(a+2h\ \tan\theta)}\cdot(I+i)$$

其中

P_m：車輛後輪 1 輪之相當荷重(14,515kgf/輪)

a：接地輪寬(cm)

h：最小覆土厚度(150cm)

θ：荷重分佈角(45°)

i：衝擊係數(1.5≦h≦6.5)

車輛荷重 Wm

管徑 (mm)	外徑 (cm)	車輛後輪 1 輪之荷重 Pm (kgf/輪)	接地輪寬 a (cm)	最小覆土厚度 h (cm)	衝擊係數 i	$W_m = \frac{2P_m D}{275(a+2h\ \tan\theta)} \cdot (I+i)$ (kgf/cm^2)
2200	223.52	14515	51	150	5	403.34
2600	264.16	14515	51	150	5	476.68

車輛荷重造成之埋設管的軸向應變，

$$\varepsilon_{10} = \frac{0.322W_m}{ZE}\sqrt{\frac{EI}{K_V D}}$$

ε_{10}：車輛依管軸方向應變

W_m：車輛荷重(kgf/cm^2)

D：鋼管的外徑(101.6cm)

K_V：垂直向地盤反力係數(1.00kgf/cm^3)

E：鋼管的彈性係數$(2.1\times10^6 \text{kgf/cm}^2)$

Z：鋼管斷面係數(cm^3)

I：鋼管斷面二次矩(cm^4)

鋼管應力 $\sigma_0 = \varepsilon_{10} * E$

管徑 (mm)	外徑 (cm)	管壁厚 (cm)	鋼管斷面係數 Z (cm^3)	鋼管斷面二次矩 I (cm^4)	Wm (kgf/cm^2)	$\sigma_0=\varepsilon_{10}$ *E (kgf/cm^2)	$\sigma_0 \leqq$ 0.6fy (kgf/cm^2)	檢核結果
2200	223.52	2	76397.25	8538156.47	403.34	481.49	1380	OK
2600	264.16	2.8	148644.23	19632930.25	476.68	407.95	1380	OK

(二) DIP 內外壓檢核

1.內壓造成之軸向應力σ_{pi}

$$\sigma_{pi} = v \cdot \frac{P_i(D-t)}{2\cdot t}$$

其中

σ_{pi}：內壓造成之軸方向應力(kgf/cm^2)

v：柏松比(採 0.28)

P_i：內壓(10kgf/cm^2)

D：外徑(cm)

t：由標稱管厚減法去鑄造公差即為管厚

依 CNS 10808 之 FCD (420-10)抗拉強度≧420 MPa(≧42kgf/mm^2)。

車輛荷重 Wm

管徑(mm)	外徑 D (cm)	設計內壓 Pi (kgf/cm^2)	管壁厚 t (cm)	柏松比 v	σ_{pi} (kgf/cm^2)	FCD (kgf/cm^2)	檢核結果
2600 K 型	268.4	10	1.13	0.28	331.13	4200	OK
2600 U 型	268.4	10	1.7	0.28	219.64	4200	OK

2.車輛荷重造成之軸向應力

$$\sigma_{po} = \frac{0.322 \cdot W_m}{Z_p} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_p}{K_V \cdot D}}$$

其中

W_m：車輛荷重(kgf/cm)

K_V：垂直方向地盤反力係數(採 1.0 kgf/cm^3)

E：彈性係數(採 1.6×10^6 kgf/cm^2)

I_p：斷面慣性矩($I_p = \pi \cdot \{D^4 - (D-2t)^4\}/64$)

Z_p：斷面係數($Z_p = 2 \cdot I_p/D$)

車輛荷重 Wm

$$W_m = \frac{2P_m D}{275(a + 2h\ \tan\theta)} \cdot (I + i)$$

其中

P_m：車輛後輪 1 輪之相當荷重(14,515kgf/輪)

a：接地輪寬(cm)

h：最小覆土厚度(150cm)

θ：荷重分佈角(45°)

i：衝擊係數(1.5≦h≦6.5)

車輛荷重 Wm

管徑 (mm)	外徑 (cm)	車輛後輪 1 輪之荷重 Pm (kgf/輪)	接地輪寬 a (cm)	最小覆土厚度 h (cm)	衝擊係數 i	$W_m = \frac{2P_m D}{275(a+2h\ \tan\theta)} \cdot (I+i)$ (kgf/cm^2)
2600	268.4	14515	51	150	5	484.33

DIP 管應力 σ_{po}

管徑 (mm)	外徑 (cm)	管壁厚 (cm)	鋼管斷面係數 Z (cm3)	鋼管斷面二次矩 I (cm4)	Wm (kgf/cm2)	σ_{po} (kgf/cm2)	FCD (kgf/cm2)	檢核結果
2600	268.4	3.4	185180.56	24851231.18	484.33	324.15	1380	OK

水管橋上部鋼結構計算

第一管段

一、直徑 2600mm 跨徑 34m 曾文三、四號鋼管橋結構分析

本程式係依據 AWWA M11 chapter7 sec7.2 之規定計算

本程式適用於連續跨梁鋼管橋

1・輸入數據			
輸入跨徑	L=	34.0	m
輸入鋼管外徑	D=	2.6416	m
輸入鋼管厚度	t=	0.028	m
輸入鋼管自重	W_S=	1.800	T/m
輸入活重	W_L=	0.10	T/m^2
輸入環梁支撐角	A=	120.0	度
輸入設計水頭	h=	100.0	m
輸入管內流體單位重	q=	1000.0	kg/m^3
輸入環梁加強板厚	t_w=	2.8	cm
輸入環梁加強板高	d=	30.0	cm
輸入環梁設計翼寬	C=	35.0	cm
輸入鋼材容許拉應力	f_s=	1925.0	kg/cm^2
輸入鋼材彈性模數	E=	2.1E+06	kg/cm^2
輸入震區係數	Z_0=	0.6	
輸入組構係數	K=	1.0	
輸入環梁基座頂至鋼管中心高	h_1=	1.821	m
輸入用途係數	I_1=	1.00	
輸入環梁基礎螺栓與管中心水平距	L_1=	1.750	m
容許變形量	Y_a=L/360=	58.3	mm
環梁形心至鋼管中心距	R=[$t_w$xdx(D+d)/2+(C-t_w)xt_wx (D+t_w)/2]/[$t_w$xd+(C-t_w)xt_w]=	138.59	cm
環梁形心至鋼管外徑距	R_1=[t_wxd^2/2+(C-t_w)xt_w^2/2]/ [$t_w$xd+(C-t_w)xt_w]=	7.96	cm
環梁斷面對於形心之慣性距	I_2=Cxt_wx(3xR_1^2+0.25xt_w^2)/3+ t_w^3x(d+t_w)/3=	6502.43	cm^4
環梁斷面係數	Z=I_2/R_1=	816.9	cm^3
2・鋼管結構分析			
環梁最小翼寬	C_1=1.56x(0.5xDxt)$^{1/2}$+t_w=	32.80	cm
(C_1=32.8cm)<(C=35cm) O.K.			
環梁支撐環面積	A_r=(C+d)xt_w=	182.00	cm^2

	$k=0.02-0.00012x(A-90)=$	0.02	
管內流體總重	$W_W=qx3.1416x(D-2xt)^2/4=$	5.25	T/m
總載重	$W_T=W_S+DxW_L+W_W=$	7.31	T/m
鋼管斷面慣性矩	$I=0.049087x[D^4-(D-2xt)^4]=$	0.20	m^4
鋼管最大變形量	$Y=1.302xW_TxL^4/(ExI)$	30.9	mm
$(Y=30.9mm)<(Y_a=100mm)$ O.K.			
鋼管單位面積載重(不含流體重)	$w=(W_T-W_W)/(Dx3.1416)=$	248.73	kg/m^2
鋼管最大環向拉應力	$f_r=Dx(w+qxh)/(2xt)=$	472.9	kg/cm^2
鋼管最大縱向拉應力	$f_L=L^2/(4xt)x[(2xw/D)+(q/2)]\times2/3=$	473.6	kg/cm^2
	$K_1=1.82x(A_r-Cxt)=$	152.9	cm^2
	$K_2=A_r+1.56xtx(0.5xDxt)^{1/2}=$	266.0	cm^2
鋼管最大環梁外輪拉應力	$f_b=K_1xf_r/K_2=$	271.8	kg/cm^2
鋼管最大縱向合成拉應力	$f_{sp}=f_L+f_b=$	745.4	kg/cm^2
$(f_{sp}=745.4kg/cm^2)<(f_s=1400kg/cm^2)$ O.K.			
3・螺栓結構分析			
橋墩頂至管頂高	$h_2=(D/2+h_1)=$	3.142	m
基本震動周期	$T=0.085h_2^{3/4}=$	0.20	
震力係數	$C_2=0.125/(T^{1/2})=$	0.28	
支點反力	$W_0=Lx(W_S+W_W)/2=$	31.08	T
地震力	$V=Z_0xKxC_2xI_1xW_0=$	5.20	T
地震對基面之力矩	$M_E=0.5xVxh_2=$	8.17	T-m
螺栓所受拉力	$F=M_E/(2xL_1)=$	2.34	T
螺栓所需面積	$A_S=Fx1000/f_s=$	1.67	cm^2
使用直徑 30 公釐螺栓〔$A_S=11.3cm^2$)			
4・環梁結構分析			
環梁支點反力	$Q=W_T/2=$	3.66	T
環梁最大力距	$M=0.01xQxR=$	5,068.79	kg-cm
環梁本身最大拉應力	$f_1=M/Z=$	6.20	kg/cm^2
剪力引起最大拉應力	$f_2=Q/(4xA_r)=$	5.02	kg/cm^2
	$k_3=qxhx(D/2)/A_r=$	7.26	kg/cm^3
	$k_4=(C+C_1)x(A_r-Cxt)=$	5,695.21	cm^3
軸力引起最大拉應力	$f_3=k_3xk_4/k_2=$	155.38	kg/cm^2
環梁最大合成拉應力	$f_{bd}=f_1+f_2+f_3=$	166.6	kg/cm^2
$(f_{bd}=166.7kg/cm^2)<(f_s/2=700kg/cm^2)$ O.K.			

連續跨梁承受最大力矩 $M_P=(W_s+D*W_L+W_W)*L^2/8=1697.88$ t-m

簡支梁承受最大剪力 $V_P=(W_s+D*W_L+W_W)*L/2=399.50$ t

鋼管斷面係數 $Z=0.098*(D^4-(D-2t)^4)/D=0.15m^3$ 斷面積

$A_p=0.785*(D^2-(D-2t)^2)=0.23m^2$

鋼管承受最大拉應力 $S=M_P/(10*Z)=1593.55$ kg/cm^2 $fs\geq S$ O.K.

鋼管承受最大剪應力 $V=V_P/(10*A_p)=173.70$ kg/cm^2

鋼管容許承受剪應力 $V_a=0.4*f_s=770.0kg/cm^2$ $V_a\geq V$ O.K.

二、直徑 2600mm 跨徑 34m 曾文四號鋼管橋橋台 A 結構分析

輸入鋼管內徑 (mm)	D_i=	2593.6
輸入鋼管外徑 (mm)	D_o=	2641.6
輸入設計壓力 (kg/cm^2)	Pw=	10.0
輸入試水壓力 (kg/cm^2)	S=	10.0
輸入彎管角度 (度)	A=	45.0
輸入土壤容許承壓力〔kg/cm^2〕詳表五	C=	2.0
每公尺長鋼管長重 (t)	W_P=	1.5
設計壓力時軸向推力 (t)	$T_w=P_w x 0.7854 x D_i^2 x Sin(A/2)$	202.2
設計壓力時垂直向分力 (t)	$T_{wv}=T_w x Sin(A)$	143.0
設計壓力時水平向分力 (t)	$T_{wh}=T_w x Cos(A)$	143.0
試水壓力時軸向推力 (t)	$T_s=P_s x 0.7854 x D_j^2 x Sin(A/2)$	252.7
試水壓力時垂直向分力 (t)	$T_{sv}=T_s \times Sin(A)$	178.7
試水壓力時水平向分力 (t)	$T_{sh}=T_s x Cos(A)$	178.7
每公尺長管內水重 (t)	$W_w=0.7854 x D_i^2$=	5.3
輸入橋台設計体積〔m〕	V_B=	162.7
橋台設計重量〔t〕	$W_E=2.4 \times V_E$=	390.4
輸入橋台設計長度〔m〕	L_1=	22.0
輸入橋設計寬度〔m〕	L_2=	4.8
鋼管及水重量〔t〕	$W_S=(W_p+W_w) \times L_1$=	150.3
設計壓力時垂直向下力量總合〔t〕	$W_{T1}=W_B+W_S+T_{wv}$=	683.7
設計壓力時土壤承壓力〔kg/cm^2〕	$C_1=W_{T2}/(10 \times L_1 \times L_2)$=	0.65
$1.5 \times C_1 \leqq C$ O.K.		
試水壓力時垂直向下力量總合〔t〕	$W_{T2}=W_B+W_S+T_{sv}$=	719.4
試水壓力時土壤承壓力〔kg/cm^2〕	$C_2=W_{T2}/(10 \times L_1 \times L_2)$=	0.68
$C_2 \leqq C$ O.K.		
輸入土壤摩擦係數	$f=Tan30^o$=	0.58
設計壓力時橋台抗摩擦力〔t〕	$F_1=W_{T1} \times f$=	394.7
$F_1 > 1.5 \times T_{wh}$ O.K.		
試水壓力時橋台抗摩擦力〔t〕	$F_2=W_{T2} \times f$=	415.4
$F_2 > T_{sh}$ O.K.		

三、直徑 2600mm 跨徑 34m 曾文四號鋼管橋橋台 B 結構分析

輸入鋼管內徑 (mm)	D_i=	2593.6
輸入鋼管外徑 (mm)	D_o=	2641.6
輸入設計壓力 (kg/cm^2)	Pw=	10.0
輸入試水壓力 (kg/cm^2)	S=	10.0
輸入彎管角度 (度)	A=	45.0
輸入土壤容許承壓力〔kg/cm^2〕詳表五	C=	2.0
每公尺長鋼管長重 (t)	W_P=	1.5
設計壓力時軸向推力 (t)	$T_w=P_w x0.7854 x D_i^2 x Sin(A/2)$	202.2
設計壓力時垂直向分力 (t)	$T_{wv}=T_w x Sin(A)$	143.0
設計壓力時水平向分力 (t)	$T_{wh}=T_w x Cos(A)$	143.0
試水壓力時軸向推力 (t)	$T_s=P_s x0.7854 x D_j^2 x Sin(A/2)$	252.7
試水壓力時垂直向分力 (t)	$T_{sv}=T_s \times Sin(A)$	178.7
試水壓力時水平向分力 (t)	$T_{sh}=T_s x Cos(A)$	178.7
每公尺長管內水重 (t)	$W_w=0.7854 x D_i^2$=	5.3
輸入橋台設計体積〔m〕	V_B=	202.1
橋台設計重量〔t〕	$W_E=2.4 \times V_E$=	485.1
輸入橋台設計長度〔m〕	L_1=	15.5
輸入橋設計寬度〔m〕	L_2=	4.0
鋼管及水重量〔t〕	$W_S=(W_p+W_w) \times L_1$=	105.9
設計壓力時垂直向下力量總合〔t〕	$W_{T1}=W_B+W_S+T_{wv}$=	733.9
設計壓力時土壤承壓力〔kg/cm^2〕	$C_1=W_{T2}/(10 \times L_1 \times L_2)$=	1.18
$1.5 \times C_1 \leqq C$ O.K.		
試水壓力時垂直向下力量總合〔t〕	$W_{T2}=W_B+W_S+T_{sv}$=	769.7
試水壓力時土壤承壓力〔kg/cm^2〕	$C_2=W_{T2}/(10 \times L_1 \times L_2)$=	1.24
$C_2 \leqq C$ O.K.		
輸入土壤摩擦係數	$f=Tan30^o$=	0.58
設計壓力時橋台抗摩擦力〔t〕	$F_1=W_{T1} \times f$=	423.7
$F_1>1.5 \times T_{wh}$ O.K.		
試水壓力時橋台抗摩擦力〔t〕	$F_2=W_{T2} \times f$=	444.4
$F_2>T_{sh}$ O.K.		

四、直徑 2600mm 跨徑 34m 曾文三號鋼管橋橋台 A 結構分析

輸入鋼管內徑 (mm)	D_i=	2593.6
輸入鋼管外徑 (mm)	D_o=	2641.6
輸入設計壓力 (kg/cm^2)	Pw=	10.0
輸入試水壓力 (kg/cm^2)	S=	10.0
輸入彎管角度 (度)	A=	45.0
輸入土壤容許承壓力〔kg/cm^2〕詳表五	C=	2.0
每公尺長鋼管長重 (t)	W_P=	1.5
設計壓力時軸向推力 (t)	$T_w=P_w x 0.7854 x D_i^2 x Sin(A/2)$	202.2
設計壓力時垂直向分力 (t)	$T_{wv}=T_w x Sin(A)$	143.0
設計壓力時水平向分力 (t)	$T_{wh}=T_w x Cos(A)$	143.0
試水壓力時軸向推力 (t)	$T_s=P_s x 0.7854 x D_j^2 x Sin(A/2)$	252.7
試水壓力時垂直向分力 (t)	$T_{sv}=T_s \times Sin(A)$	178.7
試水壓力時水平向分力 (t)	$T_{sh}=T_s x Cos(A)$	178.7
每公尺長管內水重 (t)	$W_w=0.7854 x D_i^2$=	5.3
輸入橋台設計体積〔m〕	V_B=	162.7
橋台設計重量〔t〕	$W_E=2.4 \times V_E$=	390.4
輸入橋台設計長度〔m〕	L_1=	20.0
輸入橋設計寬度〔m〕	L_2=	4.0
鋼管及水重量〔t〕	$W_S=(W_p+W_w) \times L_1$=	136.6
設計壓力時垂直向下力量總合〔t〕	$W_{T1}=W_B+W_S+T_{wv}$=	670.0
設計壓力時土壤承壓力〔kg/cm^2〕	$C_1=W_{T2}/(10 \times L_1 \times L_2)$=	0.84
$1.5 \times C_1 \leqq C$ O.K.		
試水壓力時垂直向下力量總合〔t〕	$W_{T2}=W_B+W_S+T_{sv}$=	705.8
試水壓力時土壤承壓力〔kg/cm^2〕	$C_2=W_{T2}/(10 \times L_1 \times L_2)$=	0.88
$C_2 \leqq C$ O.K.		
輸入土壤摩擦係數	$f=Tan30^o$=	0.58
設計壓力時橋台抗摩擦力〔t〕	$F_1=W_{T1} \times f$=	386.8
$F_1 > 1.5 \times T_{wh}$ O.K.		
試水壓力時橋台抗摩擦力〔t〕	$F_2=W_{T2} \times f$=	407.5
$F_2 > T_{sh}$ O.K.		

五、直徑 2600mm 跨徑 34m 曾文三號鋼管橋橋台 B 結構分析

輸入鋼管內徑 (mm)	D_i=	2593.6
輸入鋼管外徑 (mm)	D_o=	2641.6
輸入設計壓力 (kg/cm^2)	Pw=	10.0
輸入試水壓力 (kg/cm^2)	S=	10.0
輸入彎管角度 (度)	A=	45.0
輸入土壤容許承壓力〔kg/cm^2〕詳表五	C=	2.0
每公尺長鋼管長重 (t)	W_P=	1.5
設計壓力時軸向推力 (t)	$T_w=P_w x 0.7854 x D_i^2 x Sin(A/2)$	202.2
設計壓力時垂直向分力 (t)	$T_{wv}=T_w x Sin(A)$	143.0
設計壓力時水平向分力 (t)	$T_{wh}=T_w x Cos(A)$	143.0
試水壓力時軸向推力 (t)	$T_s=P_s x 0.7854 x D_j^2 x Sin(A/2)$	252.7
試水壓力時垂直向分力 (t)	$T_{sv}=T_s \times Sin(A)$	178.7
試水壓力時水平向分力 (t)	$T_{sh}=T_s x Cos(A)$	178.7
每公尺長管內水重 (t)	$W_w=0.7854 x D_i^2$=	5.3
輸入橋台設計体積〔m〕	V_B=	202.1
橋台設計重量〔t〕	$W_E=2.4 \times V_E$=	485.1
輸入橋台設計長度〔m〕	L_1=	21.6
輸入橋設計寬度〔m〕	L_2=	4.8
鋼管及水重量〔t〕	$W_S=(W_p+W_w) \times L_1$=	147.6
設計壓力時垂直向下力量總合〔t〕	$W_{T1}=W_B+W_S+T_{wv}$=	775.6
設計壓力時土壤承壓力〔kg/cm^2〕	$C_1=W_{T2}/(10 \times L_1 \times L_2)$=	0.75
$1.5 \times C_1 \leqq C$ O.K.		
試水壓力時垂直向下力量總合〔t〕	$W_{T2}=W_B+W_S+T_{sv}$=	811.3
試水壓力時土壤承壓力〔kg/cm^2〕	$C_2=W_{T2}/(10 \times L_1 \times L_2)$=	0.78
$C_2 \leqq C$ O.K.		
輸入土壤摩擦係數	$f=Tan30^o$=	0.58
設計壓力時橋台抗摩擦力〔t〕	$F_1=W_{T1} \times f$=	447.8
$F_1 > 1.5 \times T_{wh}$ O.K.		
試水壓力時橋台抗摩擦力〔t〕	$F_2=W_{T2} \times f$=	468.4
$F_2 > T_{sh}$ O.K.		

六、直徑 2600mm 跨徑 35m 曾文二號鋼管橋結構分析

本程式係依據 AWWA M11 chapter7 sec7.5 之規定計算

本程式適用於連續跨支梁鋼管橋

1・輸入數據			
輸入跨徑	L=	35.0	m
輸入鋼管外徑	D=	2.6416	m
輸入鋼管厚度	t=	0.028	m
輸入鋼管自重	W_S=	1.800	T/m
輸入活重	W_L=	0.10	T/m^2
輸入環梁支撐角	A=	120.0	度
輸入設計水頭	h=	100.0	m
輸入管內流體單位重	q=	1000.0	kg/m^3
輸入環梁加強板厚	t_w=	2.8	cm
輸入環梁加強板高	d=	30.0	cm
輸入環梁設計翼寬	C=	35.0	cm
輸入鋼材容許拉應力	f_s=	1925.0	kg/cm^2
輸入鋼材彈性模數	E=	2.1E+06	kg/cm^2
輸入震區係數	Z_0=	0.6	
輸入組構係數	K=	1.0	
輸入環梁基座頂至鋼管中心高	h_1=	1.821	m
輸入用途係數	I_1=	1.00	
輸入環梁基礎螺栓與管中心水平距	L_1=	1.750	m
容許變形量	Y_a=L/360=	100.0	mm
環梁形心至鋼管中心距	$R=[t_w x d x (D+d)/2+(C-t_w)x t_w x (D+t_w)/2]/[t_w x d+(C-t_w)x t_w]$=	138.59	cm
環梁形心至鋼管外徑距	$R_1=[t_w x d^2/2+(C-t_w)x t_w^2/2]/[t_w x d+(C-t_w)x t_w]$=	7.96	cm
環梁斷面對於形心之慣性距	$I_2=C x t_w x (3x R_1^2+0.25x t_w^2)/3+t_w^3 x (d+t_w)/3$=	6502.43	cm^4
環梁斷面係數	$Z=I_2/R_1$=	816.9	cm^3
2・鋼管結構分析			
環梁最小翼寬	$C_1=1.56x(0.5xDxt)^{1/2}+t_w$=	32.80	cm
(C_1=32.8cm)<(C=35cm) O.K.			
環梁支撐環面積	$A_r=(C+d)x t_w$=	182.00	cm^2
	k=0.02-0.00012x(A-90)=	0.02	
管內流體總重	$W_W=qx3.1416x(D-2xt)^2/4$=	34.7	T/m

總載重	$W_T=W_S+DxW_L+W_W=$	7.31	T/m
鋼管斷面慣性矩	$I=0.049087x[D^4-(D-2xt)^4]=$	0.20	m^4
鋼管最大變形量	$Y=1.302xW_TxL^4/(ExI)$	34.7	mm
$(Y=34.7mm)<(Y_a=100mm)$ O.K.			
鋼管單位面積載重(不含流體重)	$w=(W_T-W_W)/(Dx3.1416)=$	248.73	kg/m^2
鋼管最大環向拉應力	$f_r=Dx(w+qxh)/(2xt)=$	472.9	kg/cm^2
鋼管最大縱向拉應力	$f_L=L^2/(4xt)x[(2xw/D)+(q/2)]\times2/3=$	501.9	kg/cm^2
	$K_1=1.82x(A_r-Cxt)=$	152.9	cm^2
	$K_2=A_r+1.56xtx(0.5xDxt)^{1/2}=$	266.0	cm^2
鋼管最大環梁外輪拉應力	$f_b=K_1xf_r/K_2=$	271.8	kg/cm^2
鋼管最大縱向合成拉應力	$f_{sp}=f_L+f_b=$	773.7	kg/cm^2
$(f_{sp}=773.7kg/cm^2)<(f_s=1400kg/cm^2)$ O.K.			
3・螺栓結構分析			
橋墩頂至管頂高	$h_2=(D/2+h_1)=$	3.142	m
基本震動周期	$T=0.085h_2^{3/4}=$	0.20	
震力係數	$C_2=0.125/(T^{1/2})=$	0.28	
支點反力	$W_0=Lx(W_S+W_W)/2=$	31.99	T
地震力	$V=Z_0xKxC_2xI_1xW_0=$	5.36	T
地震對基面之力矩	$M_E=0.5xVxh_2=$	8.42	T-m
螺栓所受拉力	$F=M_E/(2xL_1)=$	2.40	T
螺栓所需面積	$A_S=Fx1000/f_s=$	1.72	cm^2
使用直徑 30 公釐螺栓〔$A_S=11.3cm^2$)			
四・環梁結構分析			
環梁支點反力	$Q=W_T/2=$	3.66	T
環梁最大力距	$M=0.01xQxR=$	5,068.79	kg-cm
環梁本身最大拉應力	$f_1=M/Z=$	6.20	kg/cm^2
剪力引起最大拉應力	$f_2=Q/(4xA_r)=$	5.02	kg/cm^2
	$k_3=qxhx(D/2)/A_r=$	7.26	kg/cm^3
	$k_4=(C+C_1)x(A_r-Cxt)=$	5,695.21	cm^3
軸力引起最大拉應力	$f_3=k_3xk_4/k_2=$	155.38	kg/cm^2
環梁最大合成拉應力	$f_{bd}=f_1+f_2+f_3=$		kg/cm^2
$(f_{bd}=166.7kg/cm^2)<(f_s/2=700kg/cm^2)$ O.K.			

連續跨梁承受最大力矩　$M_P=(W_s+D*W_L+W_W)*L^2/8=1799.22$　t-m

連續跨承受最大剪力　VP=(Ws+D*WL+WW)*L/2=411.25 t

鋼管斷面係數 $Z=0.098*(D^4-(D-2t)^4)/D=0.15m^3$ 斷面積

$A_p=0.785*(D^2-(D-2t)^2)=0.23m^2$

鋼管承受最大拉應力　$S=M_P/(10*Z)=1661.41\ kg/cm^2$　　fs≥ S　O.K.

鋼管承受最大剪應力　$V=V_P/(10*A_p)=178.08kg/cm^2$

鋼管容許承受剪應力　$V_a=0.4*f_s=770.0kg/cm^2$　　$V_a\geq V$　O.K.

七、直徑 2600mm 跨徑 36m 曾文二號鋼管橋橋台 A 結構分析

輸入鋼管內徑 (mm)	D_i=	2593.6
輸入鋼管外徑 (mm)	D_o=	2641.6
輸入設計壓力 (kg/cm^2)	Pw=	10.0
輸入試水壓力 (kg/cm^2)	S=	12.5
輸入彎管角度 (度)	A=	45.0
輸入土壤容許承壓力〔kg/cm^2〕詳表五	C=	2.5
每公尺長鋼管長重 (t)	W_P=	1.5
設計壓力時軸向推力 (t)	$T_w=P_w x0.7854 x D_i^2 x Sin(A/2)$	202.2
設計壓力時垂直向分力 (t)	$T_{wv}=T_w x Sin(A)$	143.0
設計壓力時水平向分力 (t)	$T_{wh}=T_w x Cos(A)$	143.0
試水壓力時軸向推力 (t)	$T_s=P_s x0.7854 x D_j^2 x Sin(A/2)$	252.7
試水壓力時垂直向分力 (t)	$T_{sv}=T_s \times Sin(A)$	178.7
試水壓力時水平向分力 (t)	$T_{sh}=T_s x Cos(A)$	178.7
每公尺長管內水重 (t)	$W_w=0.7854 x D_i^2$=	5.3
輸入橋台設計体積〔m〕	V_B=	230.7
橋台設計重量〔t〕	$W_E=2.4 \times V_E$=	553.6
輸入橋台設計長度〔m〕	L_1=	23.5
輸入橋設計寬度〔m〕	L_2=	4.8
鋼管及水重量〔t〕	$W_S=(W_p+W_w) \times L_1$=	160.6
設計壓力時垂直向下力量總合〔t〕	$W_{T1}=W_B+W_S+T_{wv}$=	857.1
設計壓力時土壤承壓力〔kg/cm^2〕	$C_1=W_{T2}/(10 \times L_1 \times L_2)$=	0.76
$1.5 \times C_1 \leqq C$ O.K.		
試水壓力時垂直向下力量總合〔t〕	$W_{T2}=W_B+W_S+T_{sv}$=	892.8
試水壓力時土壤承壓力〔kg/cm^2〕	$C_2=W_{T2}/(10 \times L_1 \times L_2)$=	0.79
$C_2 \leqq C$ O.K.		
輸入土壤摩擦係數	$f=Tan30^o$=	0.58
設計壓力時橋台抗摩擦力〔t〕	$F_1=W_{T1} \times f$=	494.8
$F_1 > 1.5 \times T_{wh}$ O.K.		
試水壓力時橋台抗摩擦力〔t〕	$F_2=W_{T2} \times f$=	515.5
$F_2 > T_{sh}$ O.K.		

八、直徑 2600mm 跨徑 30m 曾文二號鋼管橋橋台 B 結構分析

輸入鋼管內徑 (mm)	D_i=	2593.6
輸入鋼管外徑 (mm)	D_o=	2641.6
輸入設計壓力 (kg/cm^2)	Pw=	10.0
輸入試水壓力 (kg/cm^2)	S=	12.5
輸入彎管角度 (度)	A=	45.0
輸入土壤容許承壓力〔kg/cm^2〕詳表五	C=	2.5
每公尺長鋼管長重 (t)	W_P=	1.5
設計壓力時軸向推力 (t)	$T_w=P_w x0.7854xD_i^2xSin(A/2)$	202.2
設計壓力時垂直向分力 (t)	$T_{wv}=T_w xSin(A)$	143.0
設計壓力時水平向分力 (t)	$T_{wh}=T_w xCos(A)$	143.0
試水壓力時軸向推力 (t)	$T_s=P_s x0.7854xD_j^2xSin(A/2)$	252.7
試水壓力時垂直向分力 (t)	$T_{sv}=T_s \times Sin(A)$	178.7
試水壓力時水平向分力 (t)	$T_{sh}=T_s xCos(A)$	178.7
每公尺長管內水重 (t)	$W_w=0.7854xD_i^2$=	5.3
輸入橋台設計体積〔m〕	V_B=	186.1
橋台設計重量〔t〕	$W_E=2.4\times V_E$=	446.7
輸入橋台設計長度〔m〕	L_1=	22.5
輸入橋設計寬度〔m〕	L_2=	4.0
鋼管及水重量〔t〕	$W_S=(W_p+W_w)\times L_1$=	153.7
設計壓力時垂直向下力量總合〔t〕	$W_{T1}=W_B+W_S+T_{wv}$=	743.4
設計壓力時土壤承壓力〔kg/cm^2〕	$C_1=W_{T2}/(10\times L_1\times L_2)$=	0.83
$1.5\times C_1 \leqq C$ O.K.		
試水壓力時垂直向下力量總合〔t〕	$W_{T2}=W_B+W_S+T_{sv}$=	779.1
試水壓力時土壤承壓力〔kg/cm^2〕	$C_2=W_{T2}/(10\times L_1\times L_2)$=	0.87
$C_2 \leqq C$ O.K.		
輸入土壤摩擦係數	$f=Tan30^o$=	0.58
設計壓力時橋台抗摩擦力〔t〕	$F_1=W_{T1}\times f$=	429.2
$F_1>1.5\times T_{wh}$ O.K.		
試水壓力時橋台抗摩擦力〔t〕	$F_2=W_{T2}\times f$=	449.8
$F_2>T_{sh}$ O.K.		

第二管段

一、直徑 2600mm 跨徑 36m 曾文一號鋼管橋結構分析

本程式係依據 AWWA M11 chapter7 sec7.5 之規定計算

本程式適用於連續跨梁鋼管橋

1・輸入數據			
輸入跨徑	L=	36.0	m
輸入鋼管外徑	D=	2.6416	m
輸入鋼管厚度	t=	0.028	m
輸入鋼管自重	W_S=	1.800	T/m
輸入活重	W_L=	0.10	T/m^2
輸入環梁支撐角	A=	120.0	度
輸入設計水頭	h=	100.0	m
輸入管內流體單位重	q=	1000.0	kg/m^3
輸入環梁加強板厚	t_w=	2.8	cm
輸入環梁加強板高	d=	30.0	cm
輸入環梁設計翼寬	C=	35.0	cm
輸入鋼材容許拉應力	f_s=	1925.0	kg/cm^2
輸入鋼材彈性模數	E=	2.1E+06	kg/cm^2
輸入震區係數	Z_0=	0.6	
輸入組構係數	K=	1.0	
輸入環梁基座頂至鋼管中心高	h_1=	1.821	m
輸入用途係數	I_1=	1.00	
輸入環梁基礎螺栓與管中心水平距	L_1=	1.750	m
容許變形量	Y_a=L/360=	58.3	mm
環梁形心至鋼管中心距	$R=[t_w x d x (D+d)/2+(C-t_w)x t_w x (D+t_w)/2]/[t_w x d+(C-t_w)x t_w]$=	138.59	cm
環梁形心至鋼管外徑距	$R_1=[t_w x d^2/2+(C-t_w)x t_w^2/2]/[t_w x d+(C-t_w)x t_w]$=	7.96	cm
環梁斷面對於形心之慣性距	$I_2=C x t_w x(3x R_1^2+0.25x t_w^2)/3+t_w^3 x(d+t_w)/3$=	6502.43	cm^4
環梁斷面係數	$Z=I_2/R_1$=	816.9	cm^3
2・鋼管結構分析			
環梁最小翼寬	$C_1=1.56x(0.5xDxt)^{1/2}+t_w$=	32.80	cm
(C_1=32.8cm)<(C=35cm) O.K.			
環梁支撐環面積	$A_r=(C+d)x t_w$=	182.00	cm^2
	k=0.02-0.00012x(A-90)=	0.02	

管內流體總重	$W_W=qx3.1416x(D-2xt)^2/4=$	5.25	T/m
總載重	$W_T=W_S+DxW_L+W_W=$	7.31	T/m
鋼管斷面慣性矩	$I=0.049087x[D^4-(D-2xt)^4]=$	0.20	m^4
鋼管最大變形量	$Y=1.302xW_TxL^4/(ExI)$	38.8	mm
$(Y=38.8mm)<(Y_a=100mm)$ O.K.			
鋼管單位面積載重(不含流體重)	$w=(W_T-W_W)/(Dx3.1416)=$	248.73	kg/m^2
鋼管最大環向拉應力	$f_r=Dx(w+qxh)/(2xt)=$	472.9	kg/cm^2
鋼管最大縱向拉應力	$f_L=L^2/(4xt)x[(2xw/D)+(q/2)]\times2/3=$	531.0	kg/cm^2
	$K_1=1.82x(A_r-Cxt)=$	152.9	cm^2
	$K_2=A_r+1.56xtx(0.5xDxt)^{1/2}=$	266.0	cm^2
鋼管最大環梁外輪拉應力	$f_b=K_1xf_r/K_2=$	271.8	kg/cm^2
鋼管最大縱向合成拉應力	$f_{sp}=f_L+f_b=$	802.8	kg/cm^2
$(f_{sp}=802.8kg/cm^2)<(f_s=1400kg/cm^2)$ O.K.			
3・螺栓結構分析			
橋墩頂至管頂高	$h_2=(D/2+h_1)=$	3.142	m
基本震動周期	$T=0.085h_2^{3/4}=$	0.20	
震力係數	$C_2=0.125/(T^{1/2})=$	0.28	
支點反力	$W_0=Lx(W_S+W_W)/2=$	32.9	T
地震力	$V=Z_0xKxC_2xI_1xW_0=$	5.51	T
地震對基面之力矩	$M_E=0.5xVxh_2=$	8.66	T-m
螺栓所受拉力	$F=M_E/(2xL_1)=$	2.47	T
螺栓所需面積	$A_S=Fx1000/f_s=$	1.77	cm^2
使用直徑 30 公釐螺栓〔$A_S=11.3cm^2$)			
4・環梁結構分析			
環梁支點反力	$Q=W_T/2=$	3.66	T
環梁最大力距	$M=0.01xQxR=$	5,068.79	kg-cm
環梁本身最大拉應力	$f_1=M/Z=$	6.20	kg/cm^2
剪力引起最大拉應力	$f_2=Q/(4xA_r)=$	5.02	kg/cm^2
	$k_3=qxhx(D/2)/A_r=$	7.26	kg/cm^3
	$k_4=(C+C_1)x(A_r-Cxt)=$	5,695.21	cm^3
軸力引起最大拉應力	$f_3=k_3xk_4/k_2=$	155.38	kg/cm^2
環梁最大合成拉應力	$f_{bd}=f_1+f_2+f_3=$	166.6	kg/cm^2
$(f_{bd}=166.7kg/cm^2)<(f_s/2=700kg/cm^2)$ O.K.			

連續跨梁承受最大力矩　$M_P=(W_s+D*W_L+W_W)*L^2/8=1903.50$ t-m

連續跨梁承受最大剪力　$V_P=(W_s+D*W_L+W_W)*L/2=423.0$ t

鋼管斷面係數 $Z=0.098*(D^4-(D-2t)^4)/D=0.15m^3$ 斷面積

$A_p=0.785*(D^2-(D-2t)^2)=0.23m^2$

鋼管承受最大拉應力　$S=M_P/(10*Z)=1730.80\ kg/cm^2$　　fs≥ S　　O.K.

鋼管承受最大剪應力　$V=V_P/(10*A_p)=183.91\ kg/cm^2$

鋼管容許承受剪應力　$V_a=0.4*f_s=770.0kg/cm^2$　　$V_a\geq V$　O.K.

二、直徑 2600mm 跨徑 34.48m 曾文一號鋼管橋橋台 A 結構分析

輸入鋼管內徑 (mm)	D_i=	2593.6
輸入鋼管外徑 (mm)	D_o=	2641.6
輸入設計壓力 (kg/cm^2)	Pw=	10.0
輸入試水壓力 (kg/cm^2)	S=	12.5
輸入彎管角度 (度)	A=	45.0
輸入土壤容許承壓力〔kg/cm^2〕詳表五	C=	7.5
每公尺長鋼管長重 (t)	W_P=	1.5
設計壓力時軸向推力 (t)	$T_w=P_w x 0.7854 x D_i^2 x Sin(A/2)$	202.2
設計壓力時垂直向分力 (t)	$T_{wv}=T_w x Sin(A)$	143.0
設計壓力時水平向分力 (t)	$T_{wh}=T_w x Cos(A)$	143.0
試水壓力時軸向推力 (t)	$T_s=P_s x 0.7854 x D_j^2 x Sin(A/2)$	252.7
試水壓力時垂直向分力 (t)	$T_{sv}=T_s \times Sin(A)$	178.7
試水壓力時水平向分力 (t)	$T_{sh}=T_s x Cos(A)$	178.7
每公尺長管內水重 (t)	$W_w=0.7854 x D_i^2$=	5.3
輸入橋台設計体積〔m〕	V_B=	162.7
橋台設計重量〔t〕	$W_E=2.4 \times V_E$=	390.4
輸入橋台設計長度〔m〕	L_1=	26.9
輸入橋設計寬度〔m〕	L_2=	4.6
鋼管及水重量〔t〕	$W_S=(W_p+W_w) \times L_1$=	183.6
設計壓力時垂直向下力量總合〔t〕	$W_{T1}=W_B+W_S+T_{wv}$=	717.0
設計壓力時土壤承壓力〔kg/cm^2〕	$C_1=W_{T2}/(10 \times L_1 \times L_2)$=	0.58
$1.5 \times C_1 \leqq C$ O.K.		
試水壓力時垂直向下力量總合〔t〕	$W_{T2}=W_B+W_S+T_{sv}$=	752.8
試水壓力時土壤承壓力〔kg/cm^2〕	$C_2=W_{T2}/(10 \times L_1 \times L_2)$=	0.61
$C_2 \leqq C$ O.K.		
輸入土壤摩擦係數	$f=Tan30^o$=	0.58
設計壓力時橋台抗摩擦力〔t〕	$F_1=W_{T1} \times f$=	414.0
$F_1 > 1.5 \times T_{wh}$ O.K.		
試水壓力時橋台抗摩擦力〔t〕	$F_2=W_{T2} \times f$=	434.6
$F_2 > T_{sh}$ O.K.		

三、直徑 2600mm 跨徑 36m 曾文一號鋼管橋橋台 B 結構分析

輸入鋼管內徑 (mm)	D_i=	2593.6
輸入鋼管外徑 (mm)	D_o=	2641.6
輸入設計壓力 (kg/cm^2)	Pw=	10.0
輸入試水壓力 (kg/cm^2)	S=	12.5
輸入彎管角度 (度)	A=	45.0
輸入土壤容許承壓力〔kg/cm^2〕詳表五	C=	6.3
每公尺長鋼管長重 (t)	W_P=	1.5
設計壓力時軸向推力 (t)	$T_w=P_w x0.7854 x D_i^2 x Sin(A/2)$	202.2
設計壓力時垂直向分力 (t)	$T_{wv}=T_w x Sin(A)$	143.0
設計壓力時水平向分力 (t)	$T_{wh}=T_w x Cos(A)$	143.0
試水壓力時軸向推力 (t)	$T_s=P_s x0.7854 x D_j^2 x Sin(A/2)$	252.7
試水壓力時垂直向分力 (t)	$T_{sv}=T_s \times Sin(A)$	178.7
試水壓力時水平向分力 (t)	$T_{sh}=T_s x Cos(A)$	178.7
每公尺長管內水重 (t)	$W_w=0.7854 x D_i^2$=	5.3
輸入橋台設計体積〔m〕	V_B=	202.1
橋台設計重量〔t〕	$W_E=2.4 \times V_E$=	485.1
輸入橋台設計長度〔m〕	L_1=	21.7
輸入橋設計寬度〔m〕	L_2=	4.6
鋼管及水重量〔t〕	$W_S=(W_p+W_w) \times L_1$=	148.3
設計壓力時垂直向下力量總合〔t〕	$W_{T1}=W_B+W_S+T_{wv}$=	776.3
設計壓力時土壤承壓力〔kg/cm^2〕	$C_1=W_{T2}/(10 \times L_1 \times L_2)$=	0.78
$1.5 \times C_1 \leqq C$ O.K.		
試水壓力時垂直向下力量總合〔t〕	$W_{T2}=W_B+W_S+T_{sv}$=	812.0
試水壓力時土壤承壓力〔kg/cm^2〕	$C_2=W_{T2}/(10 \times L_1 \times L_2)$=	0.81
$C_2 \leqq C$ O.K.		
輸入土壤摩擦係數	$f=Tan30^o$=	0.58
設計壓力時橋台抗摩擦力〔t〕	$F_1=W_{T1} \times f$=	448.2
$F_1>1.5 \times T_{wh}$ O.K.		
試水壓力時橋台抗摩擦力〔t〕	$F_2=W_{T2} \times f$=	468.8
$F_2>T_{sh}$ O.K.		

四、2600mmΦ、10kg/cm^2 水平彎管 11.25 度固定台計算

輸入管內徑 (mm)	D_i=	2600.0
輸入鋼管外徑 (mm)	D_o=	2688.0
輸入覆土深 (mm)	B=	1200.0
輸入土壤單位重 (t/m^3)	R_s=	1.9
輸入設計壓力 (kg/cm^2)	Pw=	10.0
輸入試水壓力 (kg/cm^2)	S=	12.5
輸入彎管角度 (度)	A=	11.25
輸入土壤容許承壓力〔kg/cm^2〕詳表五	C=	6.3
輸入設計混凝土強度〔kg/cm^2〕	F_c=	210.0
混凝土抗壓強度 (kg/cm2)	F_w=0.45xF_c=	94.5
混凝土抗剪強度 (kg/cm2)	F_s=0.29x(F_c)$^{1/2}$=	4.2
每公尺長鋼管長重 (t)	W_P=	1.6
設計壓力時軸向推力 (t)	T_w=P_wx0.7854xD_i^2xSin(A/2)=	52.0
試水壓力時軸向推力 (t)	T_s=P_sx0.7854xD_i^2xSin(A/2)=	65.1
每公尺長覆土重 (t)	W_r=R_sxD_oxB=	6.1
每公尺長管內水重 (t)	W_w=0.7854xD_i^2=	5.3
鎮墩需要面積〔m^2〕	A_B=L_BxH_B=T_W/C=	2.6
輸入鎮墩設計高度〔m〕	H_B=	3.84
鎮墩單邊最小需要長度〔m〕	L_B=A_B/H_B=	0.7
輸入鎮墩單邊設計長度〔m〕	L_B=	3.0
鎮墩最小需要厚度〔m〕	D_B=T_w/(L_BxF_s)=	0.4
輸入鎮墩設計厚度〔m〕	D_B=	1.56

第六管段

一、直徑 2600mm 跨徑 21m 高陵鋼管橋結構分析

本程式係依據 AWWA M11 chapter7 sec7.2 之規定計算

本程式適用於單跨簡支梁鋼管橋

1・輸入數據			
輸入跨徑	L=	21.0	m
輸入鋼管外徑	D=	2.6416	m
輸入鋼管厚度	t=	0.028	m
輸入鋼管自重	W_S=	1.800	T/m
輸入活重	W_L=	0.10	T/m^2
輸入環梁支撐角	A=	120.0	度
輸入設計水頭	h=	100.0	m
輸入管內流體單位重	q=	1000.0	kg/m^3
輸入環梁加強板厚	t_w=	2.8	cm
輸入環梁加強板高	d=	30.0	cm
輸入環梁設計翼寬	C=	35.0	cm
輸入鋼材容許拉應力	f_s=	1925.0	kg/cm^2
輸入鋼材彈性模數	E=	2.1E+06	kg/cm^2
輸入震區係數	Z_0=	0.6	
輸入組構係數	K=	1.0	
輸入環梁基座頂至鋼管中心高	h_1=	1.821	m
輸入用途係數	I_1=	1.00	
輸入環梁基礎螺栓與管中心水平距	L_1=	1.750	m
容許變形量	Y_a=L/360=	58.3	mm
環梁形心至鋼管中心距	R=[$t_w$xdx(D+d)/2+(C-t_w)xt_wx(D+t_w)/2]/[$t_w$xd+(C-t_w)xt_w]=	138.59	cm
環梁形心至鋼管外徑距	R_1=[t_wxd^2/2+(C-t_w)xt_w^2/2]/[$t_w$xd+(C-t_w)xt_w]=	7.96	cm
環梁斷面對於形心之慣性距	I_2=Cxt_wx(3xR_1^2+0.25xt_w^2)/3+t_w^3x(d+t_w)/3=	6502.43	cm^4
環梁斷面係數	Z=I_2/R_1=	816.9	cm^3
2・鋼管結構分析			
環梁最小翼寬	C_1=1.56x(0.5xDxt)$^{1/2}$+t_w=	32.80	cm
(C_1=32.8cm)<(C=35cm) O.K.			
環梁支撐環面積	A_r=(C+d)xt_w=	182.00	cm^2
	k=0.02-0.00012x(A-90)=	0.02	
管內流體總重	W_W=qx3.1416x(D-2xt)^2/4=	5.25	T/m
總載重	W_T=W_S+DxW$_L$+W_W=	7.31	T/m
鋼管斷面慣性矩	I=0.049087x[D^4-(D-2xt)^4]=	0.20	m^4
鋼管最大變形量	Y=1.302xW_TxL^4/(ExI)	4.5	mm
(Y=4.5mm)<(Y_a=100mm) O.K.			
鋼管單位面積載重(不含流體重)	w=(W_T-W_W)/(Dx3.1416)=	248.73	kg/m^2

鋼管最大環向拉應力	$f_r=Dx(w+qxh)/(2xt)=$	472.9	kg/cm^2
鋼管最大縱向拉應力	$f_L=L^2/(4xt)x[(2xw/D)+(q/2)]=$	271.0	kg/cm^2
	$K_1=1.82x(A_r-Cxt)=$	152.9	cm^2
	$K_2=A_r+1.56xtx(0.5xDxt)^{1/2}=$	266.0	cm^2
鋼管最大環梁外輪拉應力	$f_b=K_1xf_r/K_2=$	271.8	kg/cm^2
鋼管最大縱向合成拉應力	$f_{sp}=f_L+f_b=$	542.8	kg/cm^2
$(f_{sp}=542kg/cm^2)<(f_s=1400kg/cm^2)$ O.K.			
3・螺栓結構分析			
橋墩頂至管頂高	$h_2=(D/2+h_1)=$	3.142	m
基本震動周期	$T=0.085h_2^{3/4}=$	0.20	
震力係數	$C_2=0.125/(T^{1/2})=$	0.28	
支點反力	$W_0=Lx(W_S+W_W)/2=$	19.19	T
地震力	$V=Z_0xKxC_2xI_1xW_0=$	3.21	T
地震對基面之力矩	$M_E=0.5xVxh_2=$	5.05	T-m
螺栓所受拉力	$F=M_E/(2xL_1)=$	1.44	T
螺栓所需面積	$A_S=Fx1000/f_s=$	1.03	cm^2
使用直徑 30 公釐螺栓〔$A_S=11.3cm^2$)			
4・環梁結構分析			
環梁支點反力	$Q=W_T/2=$	3.66	T
環梁最大力距	$M=0.01xQxR=$	5,068.79	kg-cm
環梁本身最大拉應力	$f_1=M/Z=$	6.20	kg/cm^2
剪力引起最大拉應力	$f_2=Q/(4xA_r)=$	5.02	kg/cm^2
	$k_3=qxhx(D/2)/A_r=$	7.26	kg/cm^3
	$k_4=(C+C_1)x(A_r-Cxt)=$	5,695.21	cm^3
軸力引起最大拉應力	$f_3=k_3xk_4/k_2=$	155.38	kg/cm^2
環梁最大合成拉應力	$f_{bd}=f_1+f_2+f_3=$	166.6	kg/cm^2
$(f_{bd}=167kg/cm^2)<(f_s/2=700kg/cm^2)$ O.K.			

簡支梁承受最大力矩　$M_P=(W_s+D*W_L+W_W)*L^2/8=403.23t\text{-}m$

簡支梁承受最大剪力　$V_P=(W_s+D*W_L+W_W)*L/2=76.81t$

鋼管斷面係數 $Z=0.098*(D^4-(D-2t)^4)/D=0.15m^3$ 斷面積

$A_p=0.785*(D^2-(D-2t)^2)=0.23m^2$

鋼管承受最大拉應力　$S=M_P/(10*Z)=271.3\ kg/cm^2$　　$fs\geq S$　O.K.

鋼管承受最大剪應力　$V=V_P/(10*A_p)=33.4\ kg/cm^2$

鋼管容許承受剪應力　$V_a=0.4*f_s=770.0kg/cm^2$　　$V_a\geq V$　O.K.

二、直徑 2600mm 跨徑 21m 高陵鋼管橋橋台 A 結構分析

輸入鋼管內徑 (mm)	D_i=	2593.6
輸入鋼管外徑 (mm)	D_o=	2641.6
輸入設計壓力 (kg/cm^2)	Pw=	10.0
輸入試水壓力 (kg/cm^2)	S=	12.5
輸入彎管角度 (度)	A=	45.0
輸入土壤容許承壓力〔kg/cm^2〕詳表五	C=	2.0
每公尺長鋼管長重 (t)	W_P=	1.5
設計壓力時軸向推力 (t)	$T_w=P_w x0.7854 x D_i^2 x Sin(A/2)$	202.2
設計壓力時垂直向分力 (t)	$T_{wv}=T_w x Sin(A)$	143.0
設計壓力時水平向分力 (t)	$T_{wh}=T_w x Cos(A)$	143.0
試水壓力時軸向推力 (t)	$T_s=P_s x0.7854 x D_j^2 x Sin(A/2)$	252.7
試水壓力時垂直向分力 (t)	$T_{sv}=T_s \times Sin(A)$	178.7
試水壓力時水平向分力 (t)	$T_{sh}=T_s x Cos(A)$	178.7
每公尺長管內水重 (t)	$W_w=0.7854 x D_i^2$=	5.3
輸入橋台設計体積〔m〕	V_B=	162.7
橋台設計重量〔t〕	$W_E=2.4 \times V_E$=	390.4
輸入橋台設計長度〔m〕	L_1=	12.1
輸入橋設計寬度〔m〕	L_2=	4.0
鋼管及水重量〔t〕	$W_S=(W_p+W_w) \times L_1$=	82.9
設計壓力時垂直向下力量總合〔t〕	$W_{T1}=W_B+W_S+T_{wv}$=	616.2
設計壓力時土壤承壓力〔kg/cm^2〕	$C_1=W_{T2}/(10 \times L_1 \times L_2)$=	1.27
$1.5 \times C_1 \leqq C$ O.K.		
試水壓力時垂直向下力量總合〔t〕	$W_{T2}=W_B+W_S+T_{sv}$=	652.0
試水壓力時土壤承壓力〔kg/cm^2〕	$C_2=W_{T2}/(10 \times L_1 \times L_2)$=	1.34
$C_2 \leqq C$ O.K.		
輸入土壤摩擦係數	$f=Tan30^o$=	0.58
設計壓力時橋台抗摩擦力〔t〕	$F_1=W_{T1} \times f$=	355.8
$F_1>1.5 \times T_{wh}$ O.K.		
試水壓力時橋台抗摩擦力〔t〕	$F_2=W_{T2} \times f$=	376.4
$F_2>T_{sh}$ O.K.		

三、直徑 2600mm 跨徑 21m 高陵鋼管橋橋台 B 結構分析

輸入鋼管內徑 (mm)	D_i=	2593.6
輸入鋼管外徑 (mm)	D_o=	2641.6
輸入設計壓力 (kg/cm^2)	Pw=	10.0
輸入試水壓力 (kg/cm^2)	S=	12.5
輸入彎管角度 (度)	A=	45.0
輸入土壤容許承壓力〔kg/cm^2〕詳表五	C=	2.0
每公尺長鋼管長重 (t)	W_P=	1.5
設計壓力時軸向推力 (t)	$T_w=P_w x0.7854 x D_i^2 x Sin(A/2)$	202.2
設計壓力時垂直向分力 (t)	$T_{wv}=T_w x Sin(A)$	143.0
設計壓力時水平向分力 (t)	$T_{wh}=T_w x Cos(A)$	143.0
試水壓力時軸向推力 (t)	$T_s=P_s x0.7854 x D_j^2 x Sin(A/2)$	252.7
試水壓力時垂直向分力 (t)	$T_{sv}=T_s \times Sin(A)$	178.7
試水壓力時水平向分力 (t)	$T_{sh}=T_s x Cos(A)$	178.7
每公尺長管內水重 (t)	$W_w=0.7854 x D_i^2$=	5.3
輸入橋台設計体積〔m〕	V_B=	202.1
橋台設計重量〔t〕	$W_E=2.4 \times V_E$=	485.1
輸入橋台設計長度〔m〕	L_1=	15.0
輸入橋設計寬度〔m〕	L_2=	4.0
鋼管及水重量〔t〕	$W_S=(W_p+W_w) \times L_1$=	102.5
設計壓力時垂直向下力量總合〔t〕	$W_{T1}=W_B+W_S+T_{wv}$=	730.5
設計壓力時土壤承壓力〔kg/cm^2〕	$C_1=W_{T2}/(10 \times L_1 \times L_2)$=	1.22
$1.5 \times C_1 \leqq C$ O.K.		
試水壓力時垂直向下力量總合〔t〕	$W_{T2}=W_B+W_S+T_{sv}$=	766.2
試水壓力時土壤承壓力〔kg/cm^2〕	$C_2=W_{T2}/(10 \times L_1 \times L_2)$=	1.28
$C_2 \leqq C$ O.K.		
輸入土壤摩擦係數	$f=Tan30^o$=	0.58
設計壓力時橋台抗摩擦力〔t〕	$F_1=W_{T1} \times f$=	421.8
$F_1>1.5 \times T_{wh}$ O.K.		
試水壓力時橋台抗摩擦力〔t〕	$F_2=W_{T2} \times f$=	442.4
$F_2>T_{sh}$ O.K.		

四、直徑 2600mm 跨徑 36m 沙田鋼管橋結構分析

本程式係依據 AWWA M11 chapter7 sec7.2 之規定計算

本程式適用於單跨簡支梁鋼管橋

1・輸入數據			
輸入跨徑	L=	36.0	m
輸入鋼管外徑	D=	2.6416	m
輸入鋼管厚度	t=	0.028	m
輸入鋼管自重	W_S=	1.800	T/m
輸入活重	W_L=	0.10	T/m^2
輸入環梁支撐角	A=	120.0	度
輸入設計水頭	h=	100.0	m
輸入管內流體單位重	q=	1000.0	kg/m^3
輸入環梁加強板厚	t_w=	2.8	cm
輸入環梁加強板高	d=	30.0	cm
輸入環梁設計翼寬	C=	35.0	cm
輸入鋼材容許拉應力	f_s=	1925.0	kg/cm^2
輸入鋼材彈性模數	E=	2.1E+06	kg/cm^2
輸入震區係數	Z_0=	0.6	
輸入組構係數	K=	1.0	
輸入環梁基座頂至鋼管中心高	h_1=	1.821	m
輸入用途係數	I_1=	1.00	
輸入環梁基礎螺栓與管中心水平距	L_1=	1.750	m
容許變形量	Y_a=L/360=	100.0	mm
環梁形心至鋼管中心距	$R=[t_w x dx(D+d)/2+(C-t_w)xt_w x (D+t_w)/2]/[t_w xd+(C-t_w)xt_w]$=	138.59	cm
環梁形心至鋼管外徑距	$R_1=[t_w xd^2/2+(C-t_w)xt_w^2/2]/[t_w xd+(C-t_w)xt_w]$=	7.96	cm
環梁斷面對於形心之慣性距	$I_2=Cxt_w x(3xR_1^2+0.25xt_w^2)/3+t_w^3 x(d+t_w)/3$=	6502.43	cm^4
環梁斷面係數	$Z=I_2/R_1$=	816.9	cm^3
2・鋼管結構分析			
環梁最小翼寬	$C_1=1.56x(0.5xDxt)^{1/2}+t_w$=	32.80	cm
(C_1=32.8cm)<(C=35cm) O.K.			
環梁支撐環面積	$A_r=(C+d)xt_w$=	182.00	cm^2
	k=0.02-0.00012x(A-90)=	0.02	
管內流體總重	$W_W=qx3.1416x(D-2xt)^2/4$=	5.25	T/m
總載重	$W_T=W_S+DxW_L+W_W$=	7.31	T/m

鋼管斷面慣性矩	$I=0.049087x[D^4-(D-2xt)^4]=$	0.20	m^4
鋼管最大變形量	$Y=1.302xW_TxL^4/(ExI)$	38.8	mm
$(Y=38.8mm)<(Y_a=100mm)$ O.K.			
鋼管單位面積載重(不含流體重)	$w=(W_T-W_W)/(Dx3.1416)=$	248.73	kg/m^2
鋼管最大環向拉應力	$f_r=Dx(w+qxh)/(2xt)=$	472.9	kg/cm^2
鋼管最大縱向拉應力	$f_L=L^2/(4xt)x[(2xw/D)+(q/2)]=$	796.5	kg/cm^2
	$K_1=1.82x(A_r-Cxt)=$	152.9	cm^2
	$K_2=A_r+1.56xtx(0.5xDxt)^{1/2}=$	266.0	cm^2
鋼管最大環梁外輪拉應力	$f_b=K_1xf_r/K_2=$	271.8	kg/cm^2
鋼管最大縱向合成拉應力	$f_{sp}=f_L+f_b=$	1068.3	kg/cm^2
$(f_{sp}=1068kg/cm^2)<(f_s=1400kg/cm^2)$ O.K.			
3・螺栓結構分析			
橋墩頂至管頂高	$h_2=(D/2+h_1)=$	3.142	m
基本震動周期	$T=0.085h_2^{3/4}=$	0.20	
震力係數	$C_2=0.125/(T^{1/2})=$	0.28	
支點反力	$W_0=Lx(W_S+W_W)/2=$	32.90	T
地震力	$V=Z_0xKxC_2xI_1xW_0=$	5.51	T
地震對基面之力矩	$M_E=0.5xVxh_2=$	8.66	T-m
螺栓所受拉力	$F=M_E/(2xL_1)=$	2.47	T
螺栓所需面積	$A_S=Fx1000/f_s=$	1.77	cm^2
使用直徑 30 公釐螺栓〔$A_S=11.3cm^2$)			
四・環梁結構分析			
環梁支點反力	$Q=W_T/2=$	3.66	T
環梁最大力距	$M=0.01xQxR=$	5,068.79	kg-cm
環梁本身最大拉應力	$f_1=M/Z=$	6.20	kg/cm^2
剪力引起最大拉應力	$f_2=Q/(4xA_r)=$	5.02	kg/cm^2
	$k_3=qxhx(D/2)/A_r=$	7.26	kg/cm^3
	$k_4=(C+C_1)x(A_r-Cxt)=$	5,695.21	cm^3
軸力引起最大拉應力	$f_3=k_3xk_4/k_2=$	155.38	kg/cm^2
環梁最大合成拉應力	$f_{bd}=f_1+f_2+f_3=$	166.7	kg/cm^2
$(f_{bd}=166.7kg/cm^2)<(f_s/2=700kg/cm^2)$ O.K.			

連續跨梁承受最大力矩　$M_P=(W_s+D*W_L+W_W)*L^2/8=1903.50$ t-m

連續跨承受最大剪力　$V_P=(W_s+D*W_L+W_W)*L/2=423.00$t

鋼管斷面係數 $Z=0.098*(D^4-(D-2t)^4)/D=0.15m^3$ 斷面積

$A_p=0.785*(D^2-(D-2t)^2)=0.23m^2$

鋼管承受最大拉應力　$S=M_P/(10*Z)=1730.80\ kg/cm^2$　　fs≥ S　O.K.

鋼管承受最大剪應力　$V=V_P/(10*A_p)=183.91\ kg/cm^2$

鋼管容許承受剪應力　$V_a=0.4*f_s=770.0kg/cm^2$　　V_a≥ V　O.K.

五、直徑 2600mm 跨徑 36m 沙田鋼管橋橋台 A 結構分析

輸入鋼管內徑 (mm)	D_i=	2593.6
輸入鋼管外徑 (mm)	D_o=	2641.6
輸入設計壓力 (kg/cm^2)	Pw=	10.0
輸入試水壓力 (kg/cm^2)	S=	12.5
輸入彎管角度 (度)	A=	45.0
輸入土壤容許承壓力〔kg/cm^2〕詳表五	C=	2.5
每公尺長鋼管長重 (t)	W_P=	1.5
設計壓力時軸向推力 (t)	$T_w=P_w x0.7854 x D_i^2 x Sin(A/2)$	202.2
設計壓力時垂直向分力 (t)	$T_{wv}=T_w x Sin(A)$	143.0
設計壓力時水平向分力 (t)	$T_{wh}=T_w x Cos(A)$	143.0
試水壓力時軸向推力 (t)	$T_s=P_s x0.7854 x D_j^2 x Sin(A/2)$	252.7
試水壓力時垂直向分力 (t)	$T_{sv}=T_s \times Sin(A)$	178.7
試水壓力時水平向分力 (t)	$T_{sh}=T_s x Cos(A)$	178.7
每公尺長管內水重 (t)	$W_w=0.7854 x D_i^2$=	5.3
輸入橋台設計体積〔m〕	V_B=	230.7
橋台設計重量〔t〕	$W_E=2.4 \times V_E$=	553.6
輸入橋台設計長度〔m〕	L_1=	12.2
輸入橋設計寬度〔m〕	L_2=	4.0
鋼管及水重量〔t〕	$W_S=(W_p+W_w) \times L_1$=	83.4
設計壓力時垂直向下力量總合〔t〕	$W_{T1}=W_B+W_S+T_{wv}$=	779.9
設計壓力時土壤承壓力〔kg/cm^2〕	$C_1=W_{T2}/(10 \times L_1 \times L_2)$=	1.60
$1.5 \times C_1 \leqq C$ O.K.		
試水壓力時垂直向下力量總合〔t〕	$W_{T2}=W_B+W_S+T_{sv}$=	815.6
試水壓力時土壤承壓力〔kg/cm^2〕	$C_2=W_{T2}/(10 \times L_1 \times L_2)$=	1.67
$C_2 \leqq C$ O.K.		
輸入土壤摩擦係數	$f=Tan30^o$=	0.58
設計壓力時橋台抗摩擦力〔t〕	$F_1=W_{T1} \times f$=	450.3
$F_1 > 1.5 \times T_{wh}$ O.K.		
試水壓力時橋台抗摩擦力〔t〕	$F_2=W_{T2} \times f$=	470.9
$F_2 > T_{sh}$ O.K.		

六、直徑 2600mm 跨徑 36m 沙田鋼管橋橋台 B 結構分析

輸入鋼管內徑 (mm)	D_i=	2593.6
輸入鋼管外徑 (mm)	D_o=	2641.6
輸入設計壓力 (kg/cm^2)	Pw=	10.0
輸入試水壓力 (kg/cm^2)	S=	12.5
輸入彎管角度 (度)	A=	45.0
輸入土壤容許承壓力〔kg/cm^2〕詳表五	C=	2.5
每公尺長鋼管長重 (t)	W_P=	1.5
設計壓力時軸向推力 (t)	$T_w=P_w x0.7854 x D_i^2 x Sin(A/2)$	202.2
設計壓力時垂直向分力 (t)	$T_{wv}=T_w x Sin(A)$	143.0
設計壓力時水平向分力 (t)	$T_{wh}=T_w x Cos(A)$	143.0
試水壓力時軸向推力 (t)	$T_s=P_s x0.7854 x D_j^2 x Sin(A/2)$	252.7
試水壓力時垂直向分力 (t)	$T_{sv}=T_s \times Sin(A)$	178.7
試水壓力時水平向分力 (t)	$T_{sh}=T_s x Cos(A)$	178.7
每公尺長管內水重 (t)	$W_w=0.7854 x D_i^2$=	5.3
輸入橋台設計体積〔m〕	V_B=	186.1
橋台設計重量〔t〕	$W_E=2.4 \times V_E$=	446.7
輸入橋台設計長度〔m〕	L_1=	13.0
輸入橋設計寬度〔m〕	L_2=	4.0
鋼管及水重量〔t〕	$W_S=(W_p+W_w) \times L_1$=	88.8
設計壓力時垂直向下力量總合〔t〕	$W_{T1}=W_B+W_S+T_{wv}$=	678.5
設計壓力時土壤承壓力〔kg/cm^2〕	$C_1=W_{T2}/(10 \times L_1 \times L_2)$=	1.30
$1.5 \times C_1 \leqq C$ O.K.		
試水壓力時垂直向下力量總合〔t〕	$W_{T2}=W_B+W_S+T_{sv}$=	714.2
試水壓力時土壤承壓力〔kg/cm^2〕	$C_2=W_{T2}/(10 \times L_1 \times L_2)$=	1.37
$C_2 \leqq C$ O.K.		
輸入土壤摩擦係數	$f=Tan30^o$=	0.58
設計壓力時橋台抗摩擦力〔t〕	$F_1=W_{T1} \times f$=	391.7
$F_1>1.5 \times T_{wh}$ O.K.		
試水壓力時橋台抗摩擦力〔t〕	$F_2=W_{T2} \times f$=	412.4
$F_2>T_{sh}$ O.K.		

七、直徑 2600mm 跨徑 18m 四埔鋼管橋結構分析

本程式係依據 AWWA M11 chapter7 sec7.5 之規定計算

本程式適用於單跨簡支梁鋼管橋

1・輸入數據			
輸入跨徑	L=	18.0	m
輸入鋼管外徑	D=	2.6416	m
輸入鋼管厚度	t=	0.028	m
輸入鋼管自重	W_S=	1.800	T/m
輸入活重	W_L=	0.10	T/m^2
輸入環梁支撐角	A=	120.0	度
輸入設計水頭	h=	100.0	m
輸入管內流體單位重	q=	1000.0	kg/m^3
輸入環梁加強板厚	t_w=	2.8	cm
輸入環梁加強板高	d=	30.0	cm
輸入環梁設計翼寬	C=	35.0	cm
輸入鋼材容許拉應力	f_s=	1925.0	kg/cm^2
輸入鋼材彈性模數	E=	2.1E+06	kg/cm^2
輸入震區係數	Z_0=	0.6	
輸入組構係數	K=	1.0	
輸入環梁基座頂至鋼管中心高	h_1=	1.821	m
輸入用途係數	I_1=	1.00	
輸入環梁基礎螺栓與管中心水平距	L_1=	1.750	m
容許變形量	Y_a=L/360=	50.0	mm
環梁形心至鋼管中心距	$R=[t_w x d x (D+d)/2+(C-t_w)x t_w x (D+t_w)/2]/[t_w x d+(C-t_w)x t_w]$=	138.59	cm
環梁形心至鋼管外徑距	$R_1=[t_w x d^2/2+(C-t_w)x t_w^2/2]/[t_w x d+(C-t_w)x t_w]$=	7.96	cm
環梁斷面對於形心之慣性距	$I_2=C x t_w x (3x R_1^2+0.25x t_w^2)/3+t_w^3 x (d+t_w)/3$=	6502.43	cm^4
環梁斷面係數	$Z=I_2/R_1$=	816.9	cm^3
2・鋼管結構分析			
環梁最小翼寬	$C_1=1.56x(0.5xDxt)^{1/2}+t_w$=	32.80	cm
(C_1=32.8cm)<(C=35cm) O.K.			
環梁支撐環面積	$A_r=(C+d)x t_w$=	182.00	cm^2
	k=0.02-0.00012x(A-90)=	0.02	
管內流體總重	$W_W=qx3.1416x(D-2xt)^2/4$=	5.25	T/m

總載重	$W_T=W_S+DxW_L+W_W=$	7.31	T/m
鋼管斷面慣性矩	$I=0.049087x[D^4-(D-2xt)^4]=$	0.20	m^4
鋼管最大變形量	$Y=1.302xW_TxL^4/(ExI)$	2.4	mm
$(Y=2.4mm)<(Y_a=100mm)$ O.K.			
鋼管單位面積載重(不含流體重)	$w=(W_T-W_W)/(Dx3.1416)=$	248.73	kg/m^2
鋼管最大環向拉應力	$f_r=Dx(w+qxh)/(2xt)=$	472.9	kg/cm^2
鋼管最大縱向拉應力	$f_L=L^2/(4xt)x[(2xw/D)+(q/2)]=$	199.1	kg/cm^2
	$K_1=1.82x(A_r-Cxt)=$	152.9	cm^2
	$K_2=A_r+1.56xtx(0.5xDxt)^{1/2}=$	266.0	cm^2
鋼管最大環梁外輪拉應力	$f_b=K_1xf_r/K_2=$	271.8	kg/cm^2
鋼管最大縱向合成拉應力	$f_{sp}=f_L+f_b=$	470.9	kg/cm^2
$(f_{sp}=470.9kg/cm^2)<(f_s=1400kg/cm^2)$ O.K.			
3・螺栓結構分析			
橋墩頂至管頂高	$h_2=(D/2+h_1)=$	3.142	m
基本震動周期	$T=0.085h_2^{3/4}=$	0.20	
震力係數	$C_2=0.125/(T^{1/2})=$	0.28	
支點反力	$W_0=Lx(W_S+W_W)/2=$	16.45	T
地震力	$V=Z_0xKxC_2xI_1xW_0=$	2.76	T
地震對基面之力矩	$M_E=0.5xVxh_2=$	4.33	T-m
螺栓所受拉力	$F=M_E/(2xL_1)=$	1.24	T
螺栓所需面積	$A_S=Fx1000/f_s=$	0.88	cm^2
使用直徑 30 公釐螺栓〔$A_S=11.3cm^2$)			
4・環梁結構分析			
環梁支點反力	$Q=W_T/2=$	3.66	T
環梁最大力距	$M=0.01xQxR=$	5,068.79	kg-cm
環梁本身最大拉應力	$f_1=M/Z=$	6.20	kg/cm^2
剪力引起最大拉應力	$f_2=Q/(4xA_r)=$	5.02	kg/cm^2
	$k_3=qxhx(D/2)/A_r=$	7.26	kg/cm^3
	$k_4=(C+C_1)x(A_r-Cxt)=$	5,695.21	cm^3
軸力引起最大拉應力	$f_3=k_3xk_4/k_2=$	155.38	kg/cm^2
環梁最大合成拉應力	$f_{bd}=f_1+f_2+f_3=$	166.7	kg/cm^2
$(f_{bd}=166.7kg/cm^2)<(f_s/2=700kg/cm^2)$ O.K.			

簡支梁承受最大力矩　$M_P=(W_s+D*W_L+W_W)*L^2/8=475.88t\text{-}m$

簡支梁承受最大剪力　$V_P=(W_s+D*W_L+W_W)*L/2=211.50t$

鋼管斷面係數 $Z=0.098*(D^4-(D-2t)^4)/D=0.15m^3$ 斷面積

$A_p=0.785*(D^2-(D-2t)^2)=0.23m^2$

鋼管承受最大拉應力　$S=M_P/(10*Z)=642.39\ kg/cm^2$　　$fs\geq S$　O.K.

鋼管承受最大剪應力　$V=V_P/(10*A_p)=91.96\ kg/cm^2$

鋼管容許承受剪應力　$V_a=0.4*f_s=770.0kg/cm^2$　　$V_a\geq V$　O.K.

八、直徑 2600mm 跨徑 18m 四埔鋼管橋橋台 A 結構分析

輸入鋼管內徑 (mm)	D_i=	2593.6
輸入鋼管外徑 (mm)	D_o=	2641.6
輸入設計壓力 (kg/cm^2)	Pw=	10.0
輸入試水壓力 (kg/cm^2)	S=	12.5
輸入彎管角度 (度)	A=	45.0
輸入土壤容許承壓力〔kg/cm^2〕詳表五	C=	2.5
每公尺長鋼管長重 (t)	W_P=	1.5
設計壓力時軸向推力 (t)	$T_w=P_w x 0.7854 x D_i^2 x Sin(A/2)$	202.2
設計壓力時垂直向分力 (t)	$T_{wv}=T_w x Sin(A)$	143.0
設計壓力時水平向分力 (t)	$T_{wh}=T_w x Cos(A)$	143.0
試水壓力時軸向推力 (t)	$T_s=P_s x 0.7854 x D_j^2 x Sin(A/2)$	252.7
試水壓力時垂直向分力 (t)	$T_{sv}=T_s \times Sin(A)$	178.7
試水壓力時水平向分力 (t)	$T_{sh}=T_s x Cos(A)$	178.7
每公尺長管內水重 (t)	$W_w=0.7854 x D_i^2$=	5.3
輸入橋台設計体積〔m〕	V_B=	162.7
橋台設計重量〔t〕	$W_E=2.4 \times V_E$=	390.4
輸入橋台設計長度〔m〕	L_1=	17.0
輸入橋設計寬度〔m〕	L_2=	4.8
鋼管及水重量〔t〕	$W_S=(W_p+W_w) \times L_1$=	116.1
設計壓力時垂直向下力量總合〔t〕	$W_{T1}=W_B+W_S+T_{wv}$=	649.5
設計壓力時土壤承壓力〔kg/cm^2〕	$C_1=W_{T2}/(10 \times L_1 \times L_2)$=	0.96
$1.5 \times C_1 \leqq C$ O.K.		
試水壓力時垂直向下力量總合〔t〕	$W_{T2}=W_B+W_S+T_{sv}$=	685.3
試水壓力時土壤承壓力〔kg/cm^2〕	$C_2=W_{T2}/(10 \times L_1 \times L_2)$=	1.01
$C_2 \leqq C$ O.K.		
輸入土壤摩擦係數	$f=Tan30^o$=	0.58
設計壓力時橋台抗摩擦力〔t〕	$F_1=W_{T1} \times f$=	375.0
$F_1 > 1.5 \times T_{wh}$ O.K.		
試水壓力時橋台抗摩擦力〔t〕	$F_2=W_{T2} \times f$=	395.6
$F_2 > T_{sh}$ O.K.		

九、直徑 2600mm 跨徑 18m 四埔鋼管橋橋台 B 結構分析

輸入鋼管內徑 (mm)	D_i=	2593.6
輸入鋼管外徑 (mm)	D_o=	2641.6
輸入設計壓力 (kg/cm^2)	Pw=	10.0
輸入試水壓力 (kg/cm^2)	S=	12.5
輸入彎管角度 (度)	A=	45.0
輸入土壤容許承壓力〔kg/cm^2〕詳表五	C=	2.5
每公尺長鋼管長重 (t)	W_P=	1.5
設計壓力時軸向推力 (t)	$T_w=P_w x 0.7854 x D_i^2 x Sin(A/2)$	202.2
設計壓力時垂直向分力 (t)	$T_{wv}=T_w x Sin(A)$	143.0
設計壓力時水平向分力 (t)	$T_{wh}=T_w x Cos(A)$	143.0
試水壓力時軸向推力 (t)	$T_s=P_s x 0.7854 x D_j^2 x Sin(A/2)$	252.7
試水壓力時垂直向分力 (t)	$T_{sv}=T_s \times Sin(A)$	178.7
試水壓力時水平向分力 (t)	$T_{sh}=T_s x Cos(A)$	178.7
每公尺長管內水重 (t)	$W_w=0.7854 x D_i^2$=	5.3
輸入橋台設計体積〔m〕	V_B=	202.1
橋台設計重量〔t〕	$W_E=2.4 \times V_E$=	485.1
輸入橋台設計長度〔m〕	L_1=	14.4
輸入橋設計寬度〔m〕	L_2=	4.8
鋼管及水重量〔t〕	$W_S=(W_p+W_w) \times L_1$=	98.4
設計壓力時垂直向下力量總合〔t〕	$W_{T1}=W_B+W_S+T_{wv}$=	726.4
設計壓力時土壤承壓力〔kg/cm^2〕	$C_1=W_{T2}/(10 \times L_1 \times L_2)$=	1.05
$1.5 \times C_1 \leqq C$ O.K.		
試水壓力時垂直向下力量總合〔t〕	$W_{T2}=W_B+W_S+T_{sv}$=	726.4
試水壓力時土壤承壓力〔kg/cm^2〕	$C_2=W_{T2}/(10 \times L_1 \times L_2)$=	1.05
$C_2 \leqq C$ O.K.		
輸入土壤摩擦係數	$f=Tan30^o$=	0.58
設計壓力時橋台抗摩擦力〔t〕	$F_1=W_{T1} \times f$=	419.4
$F_1 > 1.5 \times T_{wh}$ O.K.		
試水壓力時橋台抗摩擦力〔t〕	$F_2=W_{T2} \times f$=	440.0
$F_2 > T_{sh}$ O.K.		

十、〔表五〕土壤容許承壓力

Allowable soil pressure			
SOIL TYPE	MIN	MAX	
Quicksand, alluvia soil	0.49	0.98	kg/cm^2
Soft clay	0.98	1.95	kg/cm^2
Wet clay, soft wet sand	0.98	1.95	kg/cm^2
Moderately dry sand, fine sand, clean and dry	1.95	2.93	kg/cm^2
Clay and sand in alternate layers	1.95	2.93	kg/cm^2
Firm and dry loam or clay, hard dry clay or fine sand	1.95	4.88	kg/cm^2
Compact coarse sand, stiff gravel	2.93	5.86	kg/cm^2
Coarse gravel, stratified stone and clay, rock interior to best brick masonry	4.88	7.81	kg/cm^2
Gravel and sand well cemeted	5.86	39.10	kg/cm^2
Good hardpan or hard shale	5.86	39.10	kg/cm^2
Good hardpan or hard shale unexpected to air, frost, or water	9.78	14.66	kg/cm^2
Very hard native bedrock	14.66	19.55	kg/cm^2
Very hard native bedrock, in thick layers under caisson	29.33		kg/cm^2

下部結構計算書

壹、設計條件

1.1 結構系統

本工程橋梁包含水管橋及公路橋，各橋之橋長及橋跨配置如下：

第二管段_曾文四號水管橋：12.0M+2@34M=80M

第二管段_曾文三號水管橋：29.72M+4@34M=156M

第三管段_曾文二號水管橋：36M+5@35M+30M=241M

第三管段_曾文一號水管橋：34.48M+5@36M=214.48M

水管橋每兩跨設置一拉桿伸縮接頭；橋梁架設地點位於台灣地震分區中之地震甲區，地盤種類採用第二類地盤（保守），屬於國道、省市重要道路及地震後，仍須維持機能之重要性橋梁。橋跨配置

1.2 設計規範

一、交通部「公路橋梁設計規範」(2015 年 4 月)

二、交通部「公路橋梁耐震設計規範」(2009 年 6 月)

三、內政部「建築物基礎構造設計規範」(民國 106 年 2 月)

四、中國土木水利工程學會「混凝土工程設計規範與解說(土木 401-100)」

1.3 材料強度

一、混凝土

結構體及基礎工程 ，$fc'=280\ kg/cm^2$

墊底混凝土 ，$fc'=140\ kg/cm^2$

二、鋼筋

D10（#3）至 D16（#5） 採用 SD280W， $fy=2800\ kg/cm^2$

D19（#6）至 D36（#11）採用 SD420W， $fy=4200\ kg/cm^2$

三、鋼鈑

ASTM A36 ，$Fy=2500\ kg/cm^2$

ASTM A572 GRADE50 ，$Fy=3500\ kg/cm^2$

1.4 設計載重

一、靜載重 D：

靜載重為整個結構之重量，包括鋼管、橋墩等。

鋼管：2600mmψx28mm　　1776 kg/m

橋墩：2400 kg/m^3

二、附加靜載重 ADL：150 kg/m（假設）

附加靜載重包括附掛在鋼管上之管線及其他設施等。

三、活載重 L：

1.水重

π×2.6^2/4=5309 kg/m，使用 5350 kg/m

水質量：5309/9.81=541.2 kg/m，使用 550 kg/m

四、風力 W：

下部結構設計：

（一）由上部結構傳達之風力：390 kg/m^2

（二）由下部結構傳達之風力：310 kg/m^2

五、溫度力 T：

由溫度變化所產生應力及移動應予顧及，溫度升降範圍大致如下：

金屬結構　　溫度升 25℃~降 25℃

混凝土結構　　溫度 20℃~降 20℃

六、地震力 EQ 及 EQe：

（一）設計地震力 EQ

1. 設計規範:公路橋梁耐震設計規範
2. 工址水平加速度係數 Z: .33
3. 工址垂直加速度係數 Zv: .22
4. 用途係數 I: 1.2
5. 地盤種類:TYPE II
6. 結構系統特性係數(縱向) Rs_L: 3
7. 結構系統特性係數(橫向) Rs_T: 3
8. 結構系統特性係數(垂直向) Rs_V: 2
9. 起始降伏地震力放大倍數 αy: 1.65
10. 修正之加速度反應譜係數 SPCm(縱向): 1.1

11. 修正之加速度反應譜係數 SPCm(橫向): 1.1

12. 修正之加速度反應譜係數 SPCm(垂直向): 1.2

13. 設計地震反應譜

SPEC

A=0 S=9.806 D=0.05

0.01	0.2000	0.2000	0.1333
0.03	0.2000	0.2000	0.1333
0.05	0.2200	0.2200	0.1600
0.07	0.2200	0.2200	0.1600
0.09	0.2200	0.2200	0.1600
0.11	0.2200	0.2200	0.1600
0.13	0.2200	0.2200	0.1600
0.15	0.2200	0.2200	0.1600
0.17	0.2200	0.2200	0.1600
0.19	0.2200	0.2200	0.1600
0.21	0.2200	0.2200	0.1600
0.23	0.2200	0.2200	0.1600
0.25	0.2200	0.2200	0.1600
0.27	0.2200	0.2200	0.1600
0.29	0.2200	0.2200	0.1600
0.31	0.2200	0.2200	0.1600
0.33	0.2200	0.2200	0.1600
0.35	0.2200	0.2200	0.1600
0.37	0.2200	0.2200	0.1600
0.39	0.2200	0.2200	0.1600
0.41	0.2200	0.2200	0.1600
0.43	0.2200	0.2200	0.1600
0.45	0.2200	0.2200	0.1600
0.47	0.2200	0.2200	0.1600
0.49	0.2200	0.2200	0.1600
0.56	0.2200	0.2200	0.1600
0.63	0.2041	0.2041	0.1600
0.70	0.1903	0.1903	0.1600
0.77	0.1786	0.1786	0.1600
0.84	0.1685	0.1685	0.1555
0.91	0.1597	0.1597	0.1474
0.98	0.1520	0.1520	0.1403
1.05	0.1452	0.1452	0.1340

1.12	0.1391	0.1391	0.1284
1.19	0.1336	0.1336	0.1233
1.26	0.1286	0.1286	0.1187
1.33	0.1240	0.1240	0.1145
1.40	0.1199	0.1199	0.1106
1.47	0.1160	0.1160	0.1071
1.54	0.1125	0.1125	0.1038
1.61	0.1092	0.1092	0.1015
1.68	0.1061	0.1061	0.1015
1.75	0.1033	0.1033	0.1015
1.82	0.1006	0.1006	0.1015
1.89	0.1000	0.1000	0.1015
1.96	0.1000	0.1000	0.1015
2.03	0.1000	0.1000	0.1015
2.10	0.1000	0.1000	0.1015
2.17	0.1000	0.1000	0.1015
2.24	0.1000	0.1000	0.1015

（二）彈性地震力 EQe

1.設計規範:公路橋梁耐震

2.工址水平加速度係數 Z: .33

3.工址垂直加速度係數 Zv: .22

4.用途係數 I: 1.2

5.地盤種類:TYPE II

6.結構系統特性係數(縱向) Rs_L: 3

7.結構系統特性係數(橫向) Rs_T: 3

8.結構系統特性係數(垂直向) Rs_V: 2

9.彈性地震反應譜

SPEC

A=0	S=9.806	D=0.05	
0.01	0.3960	0.3960	0.2640
0.03	0.3960	0.3960	0.2640
0.05	0.4950	0.4950	0.3960
0.07	0.5940	0.5940	0.5280
0.09	0.6930	0.6930	0.6600
0.11	0.7920	0.7920	0.7260
0.13	0.8910	0.8910	0.7260
0.15	0.9900	0.9900	0.7260
0.17	0.9900	0.9900	0.7260

0.19	0.9900	0.9900	0.7260
0.21	0.9900	0.9900	0.7260
0.23	0.9900	0.9900	0.7260
0.25	0.9900	0.9900	0.7260
0.27	0.9900	0.9900	0.7260
0.29	0.9900	0.9900	0.7260
0.31	0.9900	0.9900	0.7260
0.33	0.9900	0.9900	0.7260
0.35	0.9900	0.9900	0.7260
0.37	0.9900	0.9900	0.7260
0.39	0.9900	0.9900	0.7260
0.41	0.9900	0.9900	0.7175
0.43	0.9900	0.9900	0.6951
0.45	0.9900	0.9900	0.6744
0.47	0.9826	0.9826	0.6551
0.49	0.9557	0.9557	0.6371
0.56	0.8743	0.8743	0.5829
0.63	0.8083	0.8083	0.5389
0.70	0.7534	0.7534	0.5023
0.77	0.7071	0.7071	0.4714
0.84	0.6672	0.6672	0.4448
0.91	0.6325	0.6325	0.4217
0.98	0.6021	0.6021	0.4014
1.05	0.5750	0.5750	0.3833
1.12	0.5508	0.5508	0.3672
1.19	0.5290	0.5290	0.3526
1.26	0.5092	0.5092	0.3395
1.33	0.4912	0.4912	0.3274
1.40	0.4746	0.4746	0.3164
1.47	0.4595	0.4595	0.3063
1.54	0.4454	0.4454	0.2969
1.61	0.4324	0.4324	0.2904
1.68	0.4203	0.4203	0.2904
1.75	0.4090	0.4090	0.2904
1.82	0.3985	0.3985	0.2904
1.89	0.3960	0.3960	0.2904
1.96	0.3960	0.3960	0.2904
2.03	0.3960	0.3960	0.2904
2.10	0.3960	0.3960	0.2904
2.17	0.3960	0.3960	0.2904
2.24	0.3960	0.3960	0.2904

七、載重組合：

COMBO1A U=1.3(D+ADL)
COMBO1B U=1.3（D+ADL+1.67L）
COMBO2A U=1.3(D+ADL+Wx)
COMBO2B U=1.3(D+ADL-Wx)
COMBO2C U=1.3(D+ADL+Wy)
COMBO2D U=1.3(D+ADL-Wy)
COMBO3A U=1.3(D+ADL+L+0.3Wx)

COMBO3B U=1.3(D+ADL+L-0.3Wx)
COMBO3C U=1.3(D+ADL+L+0.3Wy)
COMBO3D U=1.3(D+ADL+L-0.3Wy)
COMBO4A U=1.3(D+ADL+T^+)
COMBO4B U=1.3(D+ADL+T^-)
COMBO5A U=1.25(D+ADL+Wx+T^+)
COMBO5B U=1.25(D+ADL+Wx+T^-)
COMBO5C U=1.25(D+ADL-Wx+T^+)
COMBO5D U=1.25(D+ADL-Wx+T^-)
COMBO5E U=1.25(D+ADL+Wy+T^+)
COMBO5F U=1.25(D+ADL+Wy+T^-)
COMBO5G U=1.25(D+ADL-Wy+T^+)
COMBO5H U=1.25(D+ADL-Wy+T^-)
COMBO6A U=1.25(D+ADL+L+0.3Wx+T^+)
COMBO6B U=1.25(D+ADL+L+0.3Wx+T^-)
COMBO6C U=1.25(D+ADL+L-0.3Wx+T^+)
COMBO6D U=1.25(D+ADL+L-0.3Wx+T^-)
COMBO6E U=1.25(D+ADL+L+0.3Wy+T^+)
COMBO6F U=1.25(D+ADL+L+0.3Wy+T^-)
COMBO6G U=1.25(D+ADL+L-0.3Wy+T^+)
COMBO6H U=1.25(D+ADL+L-0.3Wy+T^-)
COMBO7 U=1.3(D+ADL+EQ)
COMBO8 U=1.3(D+ADL)+EQe【僅供基礎設計使用】
COMBO9 U=D+ADL+L【僅供 Mp 計算使用】

貳、結構分析及校核

2.1 結構分析程式

一、結構分析：採用 SAP2000 程式分析

二、分析方法：強度設計法

2.2 結構分析

2.2.1 結構之模擬

橋梁結構之模擬乃依「公路橋梁耐震設計規範」中 2.9 節結構之模擬一節所敘述之方式模擬，於端點、重心位置，斷面變化處皆設立節點，柱頂設置剛性元素，為上部結構重心至支承高度，以便將梁中心線抬高至上部結構重心高度。

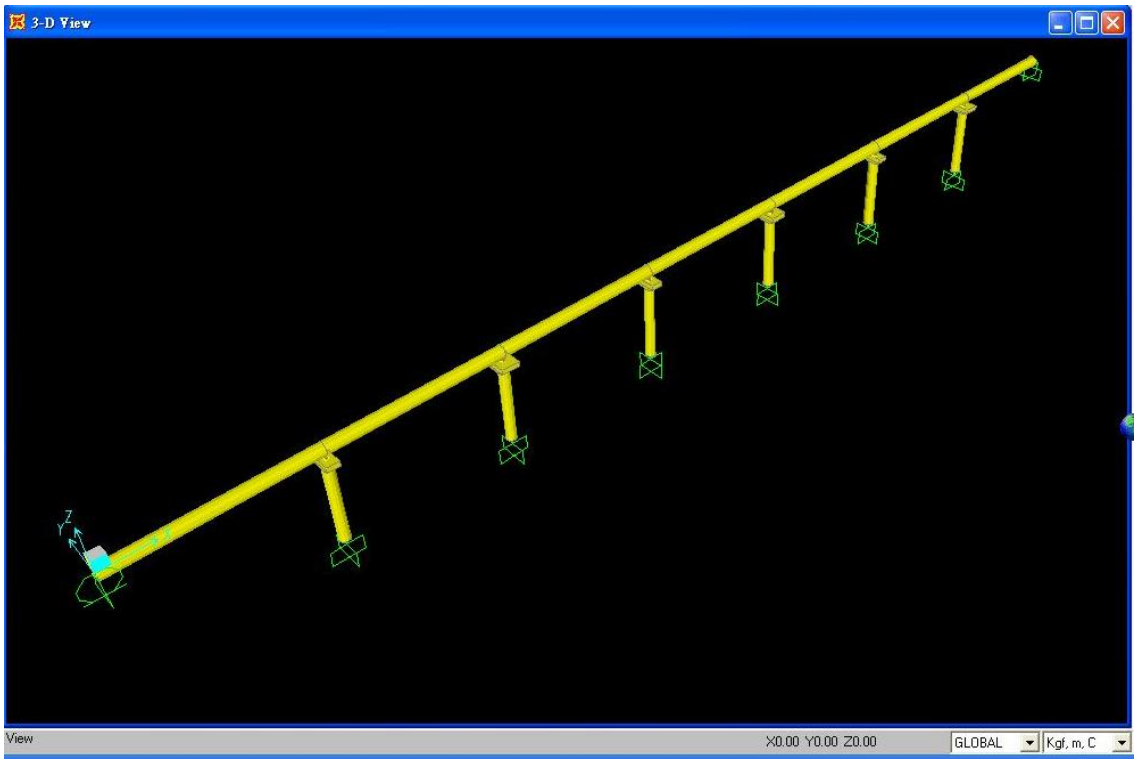
為考慮上部結構鋼管環梁固定支承及活動支承效應，分析時將上部結構端部之束制條件分別釋放其位移或轉角，以求接近二種支承之實際狀況。

質量分佈及斷面性質之模擬，均依實際構造力求正確之模擬，以使分析結果近似於原結構物行為。

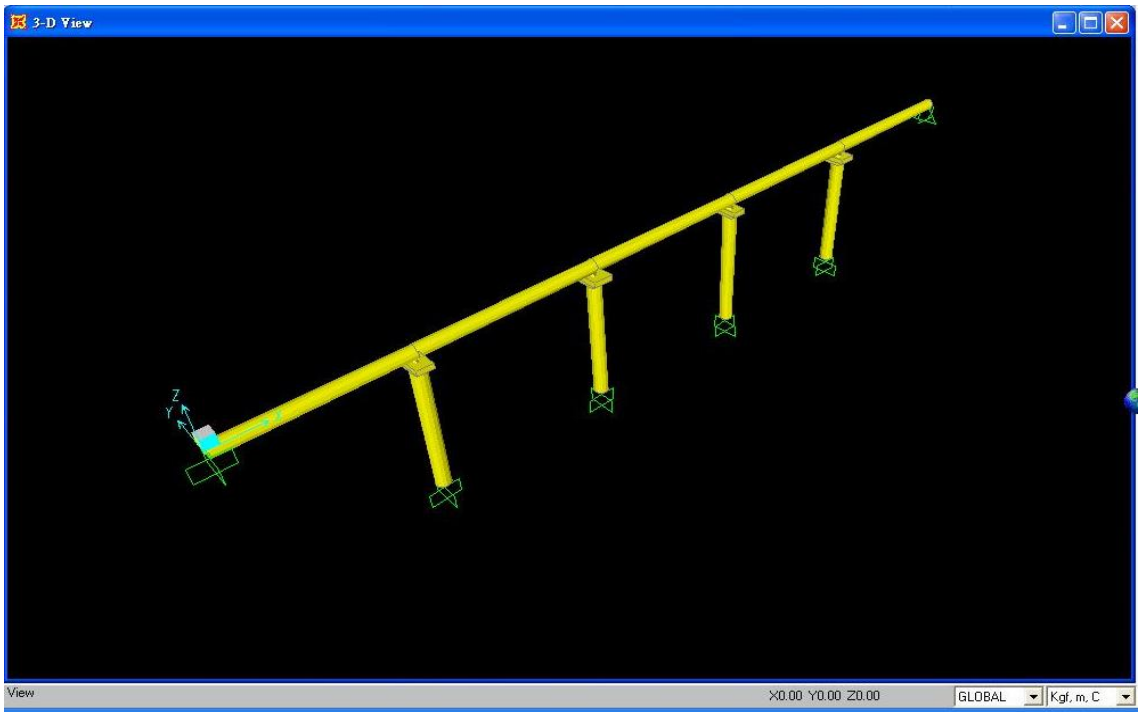
結構動力分析所考慮的振態數目不少於跨度數目的三倍，且滿足軸向及橫向之有效質量何均超過橋樑質量之 90%。

2.2.2 結構分析模型

一、曾文二號水管橋：36M+5@35M+30M=241M

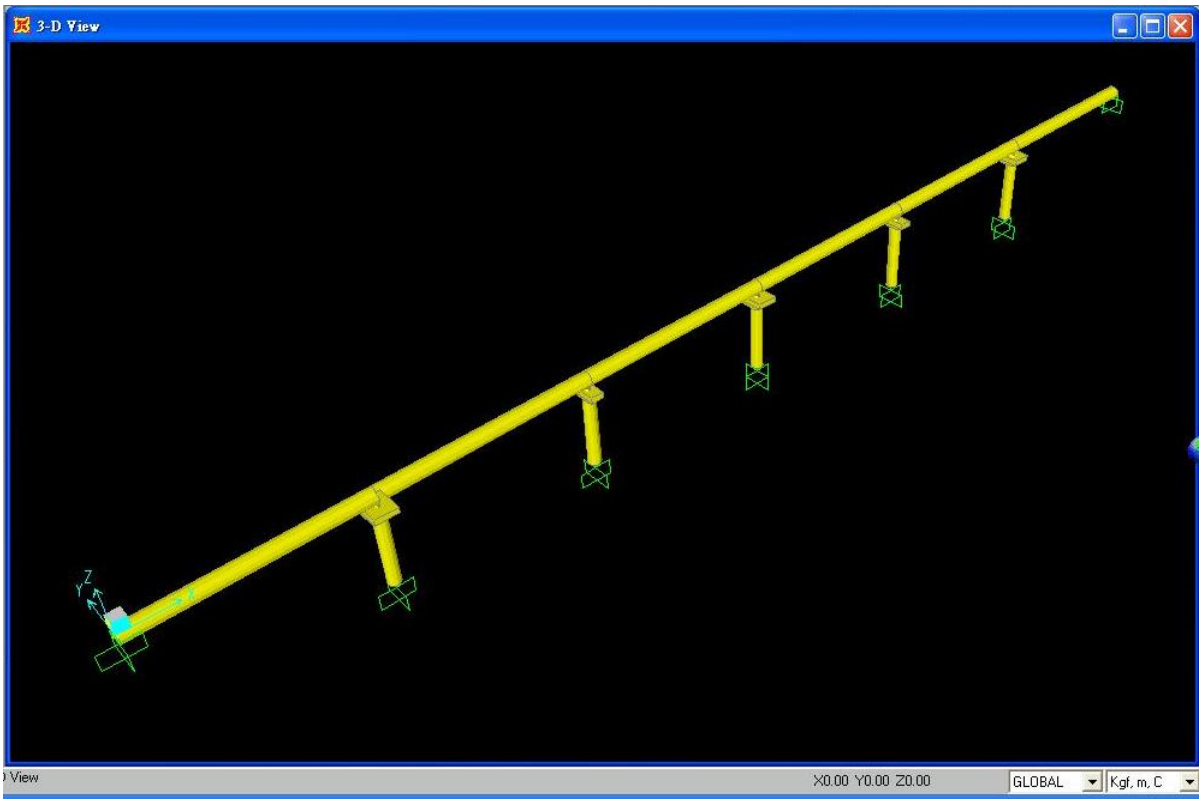


二、曾文三號水管橋：29.72M+4@34M=156M



三、曾文四號水管橋：12.0M+2@34M=80M

四、曾文一號水管橋：34.48M+5@36M=214.48M



2.3 結構校核

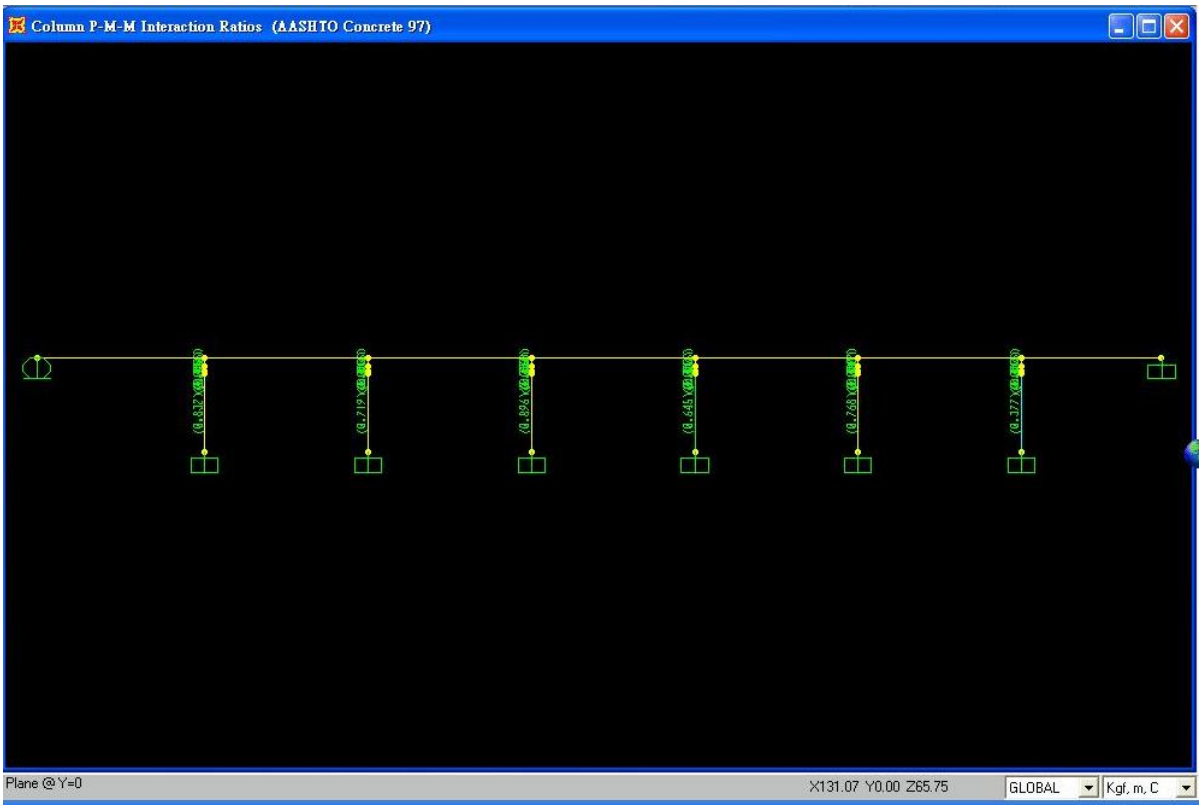
一、橋墩配筋

橋梁名稱	橋墩直徑(m)	配筋
曾文四號水管橋	2.5	48-2D29
曾文三號水管橋	2.7	56-2D29
曾文二號水管橋	2.2	44-2D29
曾文一號水管橋	2.2	56-2D29

二、SAP 程式橋墩配筋校核

橋墩強度比(Capacity RATIO)皆小於 1.0，OK！

(一)曾文二號水管橋



(二)曾文三號水管橋

(三)曾文四號水管橋

(四)曾文一號水管橋

Column P-M-M Interaction Ratios (AASHTO Concrete 97)
Z
X
(0.421)
(0.582)
(0.764)
(0.587)
(0.434)
Plane @ Y=0
X27.50 Y0.00 Z67.52
GLOBAL
Kgf, m, C

附錄七 南化淨水場銜接管段工程

附錄七　南化淨水場銜接管段工程

南化淨水場銜接管段工程直接工程費估算表

項次	工　程　項　目	說　明	單位	數　量	單 價（元）	複 價(元)
南化淨水場銜接管段工程						
1.	§2600mm 輸水管及工地安裝埋設	DIP K 型管	m	1,815	135,000	245,025,000
2.	§2600mm 輸水管及推進施工		m	450	390,280	175,626,000
3.	§2600mm 推進管工作井		處	4	3,000,000	12,000,000
4.	§2600mm 水管橋及橋台	含 sp 管吊裝架設	m	132	300,000	39,600,000
5.	AC 路面修護		m^2	23,595	1,560	36,808,200
施工費小計						509,059,200
	雜項工程費(含地下管線探挖)	（施工費項)x10%	式	1	50,905,920	50,905,920
	勞工安全衛生費	（施工費項)x1%	式	1	5,090,592	5,090,592
	環境保護措施費	（施工費項)x1%	式	1	5,090,592	5,090,592
	廠商品質管制作業費	（施工費項)x0.8%	式	1	4,072,474	4,072,474
	小計					65,159,578
	承包商管理費	費率 6.5%計	式	1	37,243,848	37,243,848
	工程保險費	按年費率 0.8%計	式	1	4,479,721	4,479,721
	營業稅	按 5%計	式	1	30,573,131	30,573,131
	發包工程費					646,515,478
	外線補助費用及規費		式	1	484,522	484,522
	直接工程費					647,000,000

附錄八 公共工程生態檢核自評表

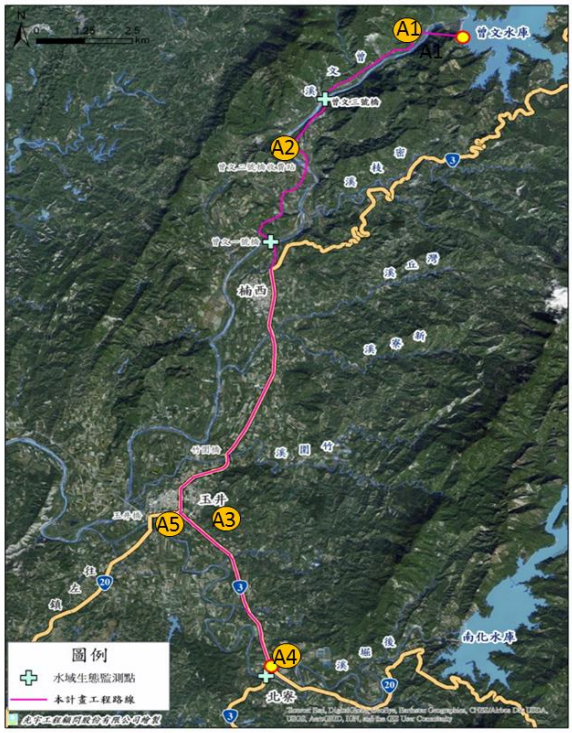
公共工程生態檢核自評表

<table>
<tr><td rowspan="8">工程基本資料</td><td>計畫及工程名稱</td><td colspan="2">曾文南化聯通管工程計畫</td><td>設計單位</td><td></td></tr>
<tr><td>工程期程</td><td colspan="2">民國 108 年~113 年</td><td>監造廠商</td><td></td></tr>
<tr><td>主辦機關</td><td colspan="2">主管段(曾文水庫至南化高屏聯通管)：
經濟部水利署南區水資源局
分管段(南化區四埔至南化淨水場)：
台灣自來水股份有限公司</td><td>營造廠商</td><td></td></tr>
<tr><td>基地位置</td><td colspan="2">地點：
自嘉義縣大埔鄉經台南市楠西區/玉井區至南化區北寮里
TWD97 座標：
起點：(202684，2571570)
終點：(197484，2552850)</td><td>工程預算/經費（千元)</td><td>12,000,000</td></tr>
<tr><td>工程目的</td><td colspan="4">強化曾文水庫與南化水庫水源聯合調度運用，作為亢旱救旱或臨時緊急狀況備援輸水設施，以增加臺南、高雄地區因應氣候變遷之彈性與韌性，減少人民受極端乾旱或降雨致臨時發生缺水之苦。</td></tr>
<tr><td>工程類型</td><td colspan="4">□交通、□港灣、■水利、□環保、□水土保持、□景觀、□其他</td></tr>
<tr><td>工程概要</td><td colspan="4">1.沿曾庫公路、台三線等既有道路底下埋設輸水管路，銜接曾文水庫、南化淨水場及南化高屏聯通管，全程採重力輸水(最大輸水能力約每日 80 萬噸)，預估總長約 25 公里。
2.主要功能為強化曾文水庫與南化水庫水源聯合調度運用，作為亢旱救旱或臨時緊急狀況備援輸水設施。</td></tr>
<tr><td>預期效益</td><td colspan="4">1.增加曾文水庫緊急備援供水管道。
2.提升南部地區水源聯合調度運用彈性。
3.降低南部地區民眾於極端乾旱或降雨時之限水缺水等風險。</td></tr>
<tr><td>階段</td><td>檢核項目</td><td>評估內容</td><td colspan="2">檢核事項</td></tr>
<tr><td rowspan="2">工程計畫核定階段</td><td>一、
專業參與</td><td>生態背景人員</td><td colspan="2">是否有生態背景人員參與，協助蒐集調查生態資料、評估生態衝擊、擬定生態保育原則？
■是
本計畫生態調查委託專業生態調查公司(民翔環境生態研究公司)執行進行蒐集調查生態資料及評估生態衝擊。
□否</td></tr>
<tr><td>二、
生態資料蒐集調查</td><td>地理位置</td><td colspan="2">區位：
■法定自然保護區：西拉雅國家風景區
□一般區
(法定自然保護區包含自然保留區、野生動物保護區、野生動物重要棲息環境、國家公園、國家自然公園、國有林自然保護區、國家重要濕地、海岸保護區...等。）</td></tr>
</table>

階段	檢核項目	評估內容	檢核事項
工程計畫核定階段	二、 生態資料蒐集調查	關注物種及重要棲地	(一)是否有關注物種，如保育類動物、特稀有植物、指標物種、老樹或民俗動植物等？ ■是 生態調查樣站位置詳見附圖 1 1.植物： 環保署《植物生態評估技術規範》訂定為稀特有植物 (1) 牛樟：於曾文二號橋、楠西、玉井、北寮及剩餘土方路線(台 20 線與台 84 線交界處)發現。 《台灣維管束植物紅皮書初評名錄》訂定之受脅種類 (1) 牛樟：於曾文二號橋、楠西、玉井、北寮及剩餘土方路線(台 20 線與台 84 線交界處)發現。 (2) 蘭嶼羅漢松：於玉井發現。 (3) 竹柏：於曾文二號橋發現。 (4) 大葉羅漢松：於楠西發現。 (5) 菲島福木：於曾文二號橋、楠西、玉井及剩餘土方路線(台 20 線與台 84 線交界處)發現。 (6) 光葉魚藤：於北寮發現。 (7) 水茄苳：於玉井及剩餘土方路線(台 20 線與台 84 線交界處)發現。 (8) 蒲葵：於曾文二號橋、楠西及剩餘土方路線(台 20 線與台 84 線交界處)發現。 (9) 台東漆樹：於曾文二號橋發現。 (10) 土肉桂:於剩餘土方路線(台 20 線與台 84 線交界處)發現。 2.動物： 動物物種記錄珍貴稀有之第二級保育類 (1) 鳳頭蒼鷹：於楠西發現。 (2) 大冠鷲：於曾文二號橋及楠西發現。 (3) 黃嘴角鴞：於楠西發現。 (4) 領角鴞：於楠西發現。 (5) 台灣畫眉：於曾文二號橋及楠西發現。 (6) 台灣野山羊：於楠西發現。 (7) 白鼻心：於曾文二號橋及楠西發現。 應予保育之第三級保育類 (1) 白尾鴝：於玉井發現。 (2) 紅尾伯勞：於曾文二號橋、楠西及玉井發現。 (3) 台灣獼猴：於曾文二號橋及楠西發現。 (4) 臺灣山羌：於曾文二號橋、楠西及玉井發現。

階段	檢核項目	評估內容	檢核事項
工程計畫核定階段	二、生態資料蒐集調查	關注物種及重要棲地	3.水域調查： 臺灣特有種 (1) 粗首鱲：於曾文三號橋發現。 (2) 台灣馬口魚：於曾文一號橋發現。 (3) 斑帶吻鰕虎：於曾文三號橋發現。 (4) 黃綠澤蟹：於曾文三號橋及一號橋發現。 (5) 拉氏清溪蟹：於曾文三號橋發現。 (6) 短腹幽螅：於曾文三號橋發現。 □否 (二)工址或鄰近地區是否有森林、水系、埤塘、濕地及關注物種之棲地分佈與依賴之生態系統？ ■是 全線均位於西拉雅國家風景區、從規劃起點約 5 公里範圍位於或緊鄰保安林範圍、從規劃起點約 10 公里範圍緊鄰曾文溪河川區域。 □否
	三、生態保育原則	方案評估	是否有評估生態、環境、安全、社會、經濟等層面之影響，提出對生態環境衝擊較小的工程計畫方案？ ■是 經評估各種路線之可行性，雖然於曾文溪畔農地新闢道路方案埋管，於施工期間對於當地民眾日常生活較無影響，然而沿既有道路埋管方案對於環境、生態影響小，且計畫期程短，可盡早發揮功能以提升對社會及經濟等正面效益，故基於迴避、減輕、縮小對環境負面影響等原則，整體評估以沿既有道路埋管方案對生態環境衝擊最小，此方案之工程位置多數位於已開發區位，可減輕對生態環境衝擊。 □否
		採用策略	針對關注物種及重要生物棲地，是否採取迴避、縮小、減輕或補償策略，減少工程影響範圍？ ■是 經評估各種路線之可行性，決議方案之計畫路線位於既有道路下，迴避新闢道路方案對稀特有植物的影響，另經過曾文溪河川區域亦採用於地底下推管之方式，避免影響河床生態，本計畫開發行將對當地稀特有植物族群之影響降到最低。此外，本計畫並非於天然河道新增設施抽引水或增加天然河道引水量，不影響曾文水庫下游既有天然河道及其環境生態。 □否

階段	檢核項目	評估內容	檢核事項
工程計畫核定階段	三、 生態保育原則	費編列	是否有編列生態調查、保育措施、追蹤監測所需經費？ ■是 南區水資源局於106年12月至107年2月比照環評所需項目等級自主辦理環境背景監測一季次，納入動植物生態調查及保育對策評估，亦於工程計畫經費逐年編列環境監測及生態檢核經費。
	四、 民眾參與	現場勘查	是否邀集生態背景人員、相關單位、在地民眾與關心相關議題之民間團體辦理現場勘查，說明工程計畫構想方案、生態影響、因應對策，並蒐集回應相關意見？ ■是 1.106年10月6日「曾文水庫及曾文溪流域共學圈」平台說明交流本工程計畫必要性及採取對環境影響最小的方案，參與者多為在地NGO、流域沿線居民或關心水資源議題之公民，當場多表贊同基於水資源環境風險妥善管理的立場，確實應該闢建曾文南化聯通管，並表示應多多辦理此類課程，讓更多人瞭解。 2.106年12月5日本工程規劃楠西地方說明會，參加的部份民眾提出對本聯通管路線於楠西地區應採新闢道路方式辦理，以促進地方觀光發展、創造雙贏，並表達沿台三線埋管之安全疑慮。經濟部水利署南區水資源局於會中說明本工程路線規劃原則係基於盡量減少使用私有土地、降低擾民程度之原則辦理，通過市區或交通繁忙路段則檢討改在地下深處以推進或潛盾工法埋設並採用安全性高之管材，可大幅度降低對周邊民眾生活與交通所造成之不便，並將秉持尊重在地居民的聲音，再度召開地方說明會，以爭取共識與支持。 3.107年4月10日、11日及13日分別於本聯通管工程預計行經之玉井區、南化區及楠西區辦理共3場地方說明會，向當地民眾說明本工程沿既有道路埋設之設計原則，惟仍將持續溝通。
	五、 資訊公開	計畫資訊公開	是否主動將工程計畫內容之資訊公開？ ■是 詳經濟部水利署及所屬南區水資源局全球資訊網「前瞻基礎建設計畫」專區網頁 □否



Location

曾文南化聯通管工程設計及環境影響檢討

圖例

計畫區範圍　陸域樣站

A1 楠西　A2 曾文溪二號橋　A3 玉井　A4 北寮　A5 剩餘土方路線

附圖 1 陸域生態調查樣站與水域測站位置圖

附錄九　上級機關核准本計畫項下3標工程採最有利標決標公文

經濟部水利署南區水資源局　函

承辦單位：歸檔／申請歸檔展期　天
收文字號：
機關地址：臺南市楠西區密枝里70號
聯 絡 人：許秀真
聯絡電話：(07)6166137　#1217
電子郵件：hchsu@wrasb.gov.tw
傳　　真：(07)6166261
會辦單位：

受文者：如行文單位

發文日期：中華民國107年10月19日
發文字號：水南設字第10715030230號
速別：普通件
密等及解密條件或保密期限：
附件：曾文南化聯通管採購策略及決標原則評估說明

主旨：本局辦理「曾文南化聯通管工程(主管段及平壓管段)」，擬依政府採購法等各相關規定採統包方式採購及最有利標決標，陳如說明，請鑒核。

說明：

一、曾文南化聯通管工程計畫經費達新台幣120億元，並肩負未來南部地區用水緊急應變調度及抗旱備援之功能，本工程如能及早完成，可提早發揮南部地區抗旱救急供水調度之公眾利益。

二、依鈞署107年9月4日經水源字第10715089650號函囑，該工程計畫項下第一類工程授權由本局擔任主辦機關辦理採購作業，本局依政府採購法第24條，擬將旨揭工程分為三標，經檢討採統包方式有助於提升採購效率、品質、及早發揮工程效益，本局107年10月16日召開機關採購審查小組同意本計畫三標工程依政府採購法第24條第1項規定以統包方式辦理採購。

三、因前述3標預估經費均達巨額以上，依「機關巨額工程採購採最有利標決標作業要點」第2點規定，經分別綜合考量各工程標案之廠商履約能力、工作項目、技術規格、施工方法、進度、品質、界面管理等事項於不同廠商間之差異，確有採最有利標之需要，如以最

低標決標尚難妥適達成採購需求。經前揭採購審查小組會議決議，同意該三件工程標案將採公開招標，並以政府採購法第52條第1項第3款等相關規定之最有利標決標。

四、檢陳旨案擬採統包方式採購及最有利標決標評估說明資料(詳附件)，依據政府採購法第56條第3項規定，陳請鈞署同意旨案3標工程採統包方式辦理採購，並以最有利標方式決標。

正本：經濟部水利署
副本：本局政風室、設計課
抄本：

經濟部水利署　函

機關地址：臺中市南屯區黎明路2段501號
聯 絡 人：林雅谷
聯絡電話：04-22501197　#197
電子信箱：a620210@wra.gov.tw
傳　　真：04-22501610

受文者：經濟部水利署南區水資源局

發文日期：中華民國107年11月1日
發文字號：經水源字第10753261110號
速別：普通件
密等及解密條件或保密期限：
附件：

主旨：所報「曾文南化聯通管工程計畫」項下3標工程採購案，同意採最有利標方式決標，至採統包方式採購一節，請本權責辦理，復請查照。

說明：復貴局107年10月19日水南設字第10715030230號函。

正本：經濟部水利署南區水資源局
副本：本署工程事務組、本署水源經營組

附錄十　行政院公共工程委員會審議同意文件

行政院公共工程委員會　函

機關地址：11010 臺北市信義區松仁路3號9樓
承辦人：盧泰宏
電話：02-87897672
傳真：02-87897800
E-Mail：hong@mail.pcc.gov.tw

受文者：經濟部水利署南區水資源局

發文日期：中華民國107年11月26日
發文字號：工程技字第1070042114號
速別：普通件
密等及解密條件或保密期限：
附件：

主旨：有關貴部檢送水利署辦理「曾文南化聯通管工程計畫」基本設計報告書、圖及基本設計審議要項表一案，本會審議意見如說明，請查照。

說明：

一、依據貴部107年11月9日經授營字第10720376070號函、貴部水利署南區水資源局107年11月22日水南設字第10715034410號函暨行政院頒「政府公共工程計畫與經費審議作業要點」辦理。

二、旨揭計畫前奉行政院107年6月11日函核定，計畫總經費120 億元，其中由台灣自來水公司分擔南化淨水場銜接管段工程所需經費之50%，其餘經費由前瞻基礎建設計畫特別預算項下支應，合先敘明。

三、主辦機關輸水管線部分規劃採先設計再分3標，並採最有利標決標且價格納入評比方式辦理，本會審議意見如下：

(一)本案函報總經費120億元，同意如數核列（前瞻基礎建設計畫特別預算116.29億元，台水公司事業預算3.71億元）。

(二)部分輸水管線係沿既有公路採明挖（臨時擋土設施採打設鋼板樁）埋設，管材四周回填以控制性低強度材料（CLSM）包覆，輸水管線上方土方回填滾壓分層夯實後鋼板樁拔除後，CLSM與原土壤間將形成縫隙，如未有效妥善處理，日後恐將

造成道路局部沉陷，建議主辦機關應要求施工廠商確實依核定施工計畫書辦理。

(三)本案含瀝青刨除工項，請依本會107年2月6日工程技字第10700039540號函，於辦理工程規劃設計時，應儘量以「刨用平衡」為原則，以減少賸餘瀝青混凝土挖（刨）除料。如仍有剩餘瀝青混凝土挖（刨）除料時，應依個案特性，確實訪價釐清市場行情後編列折價；若已不具市場行情者，則應妥善規劃挖（刨）除料去處，並編列合理處理費用。

(四)為促進循環經濟發展，後續請主辦機關於兼顧安全、耐用原則下，優先考量使用轉爐石及爐碴等材料，並採用減廢規劃設計及再生或環保材料。

(五)其他事項請查察本會訂定之「基本設計審議通案事項」(公布於本會網站http://www.pcc.gov.tw工程技術>公共工程經費審議>工程計畫審議>基本設計審議通案事項)。

正本：經濟部

副本：行政院交通環境資源處、經濟部水利署、經濟部水利署南區水資源局