機關需求書

目 錄

目 錄 ……I
表 目 錄 ……II
圖 目 錄 ……III
第壹章　機關需求說明 …… 1
第貳章　現地調查需求 ……15
第參章　大地、隧道工程設計準則 ……17
第肆章　管路設計需求 ……25
第伍章　閥類設計需求 ……34
第陸章　試壓及檢視需求 ……39
第柒章　監控及電力設計需求 ……41
第捌章　整體功能試運轉 ……46

表 目 錄

表 3-1　安全係數規定……21
表 5-1　新建管路制水閥水力條件綜合表……37
表 5-2　里程閥類機械設備統計一覽表……38
表 7-1　本工程監控系統操作參數及位置……43
表 7-2　遠端監控站總電力負載……44
表 8-1　本計畫整體功能試運轉之任務編組表……49

圖 目 錄

圖 1-1　石門水庫至新竹聯通管路工程路線圖 …… 4
圖 1-2　工程分標示意圖 …… 5
圖 1-3　本工程基本設計路線平縱剖面圖(0K-022.27~2K+400) ……10
圖 1-4　本工程基本設計路線平縱剖面圖(2K+400~3K+400)……11
圖 1-5　本工程基本設計路線平縱剖面圖(3K+400~4K+600)……12
圖 1-6　本工程基本設計路線平縱剖面圖(4K+600~5K+844.14)……13
圖 4-1　石門水庫至新竹聯通管輸水 30 萬 CMD 水力坡降線示意圖 …….33
圖 7-1　本計畫監控系統架構示意圖……45

第壹章　機關需求說明

本「機關需求」(以下簡稱本需求)規範「石門水庫至新竹聯通管工程計畫」(以下簡稱本計畫)項下「石門水庫至新竹聯通管－隧道銜接段工程」(以下簡稱本工程)之興建目的、工程範圍、設計需求及其他需求，統包商須辦理現地調查、細部設計、施工、測試等，其成果應符合本需求所訂定之效能保證標準。

統包商須完成本工程之細部設計及建造工作，包含聯通管輸水管路(含相關閥件)、隧道、明挖、道路(復舊)、交通維持、試水壓、試運轉、訓練等相關各項工程工作。舉凡為完成本工程各項工作所需工程協調(含地下管線遷移)、細部設計(含強度設計)、材料設備供應及人力機具使用、相關許可及計畫文件準備及送審、施(竣)工圖繪製、工程施工、設備試運轉及系統整合、操作維護教育訓練等均屬本工程工作範圍。

一、工程概述

(一) 工程興建背景與目的

本計畫為水資源經營管理上位計畫「臺灣各區水資源經理基本計畫」(110 年 8 月核定本)項下「打造西部廊道供水管網」重點工作，且屬「珍珠串計畫」重要環節之一，順利推動將能發揮強化水資源利用及維持新竹地區供水穩定等功能。目前北部區域已完成包括臺北支援基隆及板新(板二計畫)、大漢溪水源南調桃園及桃園支援新竹幹管等調度管線，提升北部區域水源調度能力，惟新竹地區於 110 年上半年旱象期間，其主要供水水源-寶山第二水庫之蓄水率最低僅餘約 2.6%，供水情勢極度吃緊，考量新竹地區為我國產業重鎮，必須進一步強化新竹地區整體水資源供應之穩定性及備援率，以維持民生及產業供水穩定。

「石門水庫至新竹聯通管工程計畫」奉行政院於 111 年 5 月 5 日同意辦理(行政院院臺經字第 1110012505 號函)核定，使石門水庫原水可支援新竹寶山-寶二水庫及竹東圳，提升原水調度與備援能力，未來配合板

二計畫供水調度能力提升及南北桃聯通管等清水系統改善，將可透過原水及清水北水南送，達到整體水資源聯合運用之效果。

本工程目標為提升石門水庫原水備援新竹地區每日 30 萬噸，計畫期程自 111 年起至 115 年止。本計畫管路行經桃園市龍潭區、新竹縣關西鎮、橫山鄉及竹東鎮，管路主要沿既有道路埋設，管路全長約 25 公里。

本計畫由經濟部水利署北區水資源局(以下簡稱本局)主辦，衡酌本計畫之工作內容、施工能量、工程區域與地理位置，以及增加統包商競爭等因素，預計分為三件工程標案（如圖 1-1），復經本局檢討採統包方式有助於提升採購效率、品質、及早發揮本計畫效益，爰依政府採購法第 24 條第 1 項規定，以統包方式辦理本工程。

(二) 工程名稱

石門水庫至新竹聯通管－隧道銜接段工程。

(三) 主辦機關

經濟部水利署北區水資源局。

(四) 工程經費

新台幣約 31.74 億元。

(五) 工程位置及範圍

本標工程（如圖 1-2），工程範圍、內容如下：

1. 工程範圍

石門水庫分層取水工分岐中線鋼管銜接點，至新竹縣關西區鎮竹 28-1 與台 3 線交叉口止。

2. 工程內容

管線總長度：0K-22.27~5K+844.14，約 5,866.41 公尺。

(1) 隧道段(內置 K 型 DIP §2,000mm)長度約 3,382.3 公尺。

(2) 明挖段：K 型 DIP 三種管 §2,000mm，總長度約 2,484.11 公尺。

(3) 閥類：§2,000mm 蝶型閥 2 座、§2,000mm 緊急遮斷閥 1 座、§

2,000mm 單噴孔錐形控制閥 1 座，其餘詳第伍章。

(4) 其他：水土保持工程、三屯圳環境改善工程、監控及電力工程、雜項工程等。

(六) 水理條件及輸水能力

本計畫所有工程全部完工後，在石門水庫水位 EL.226.0m 以上時，具有輸送 30 萬 CMD 原水至寶二水庫引水渠道之能力。

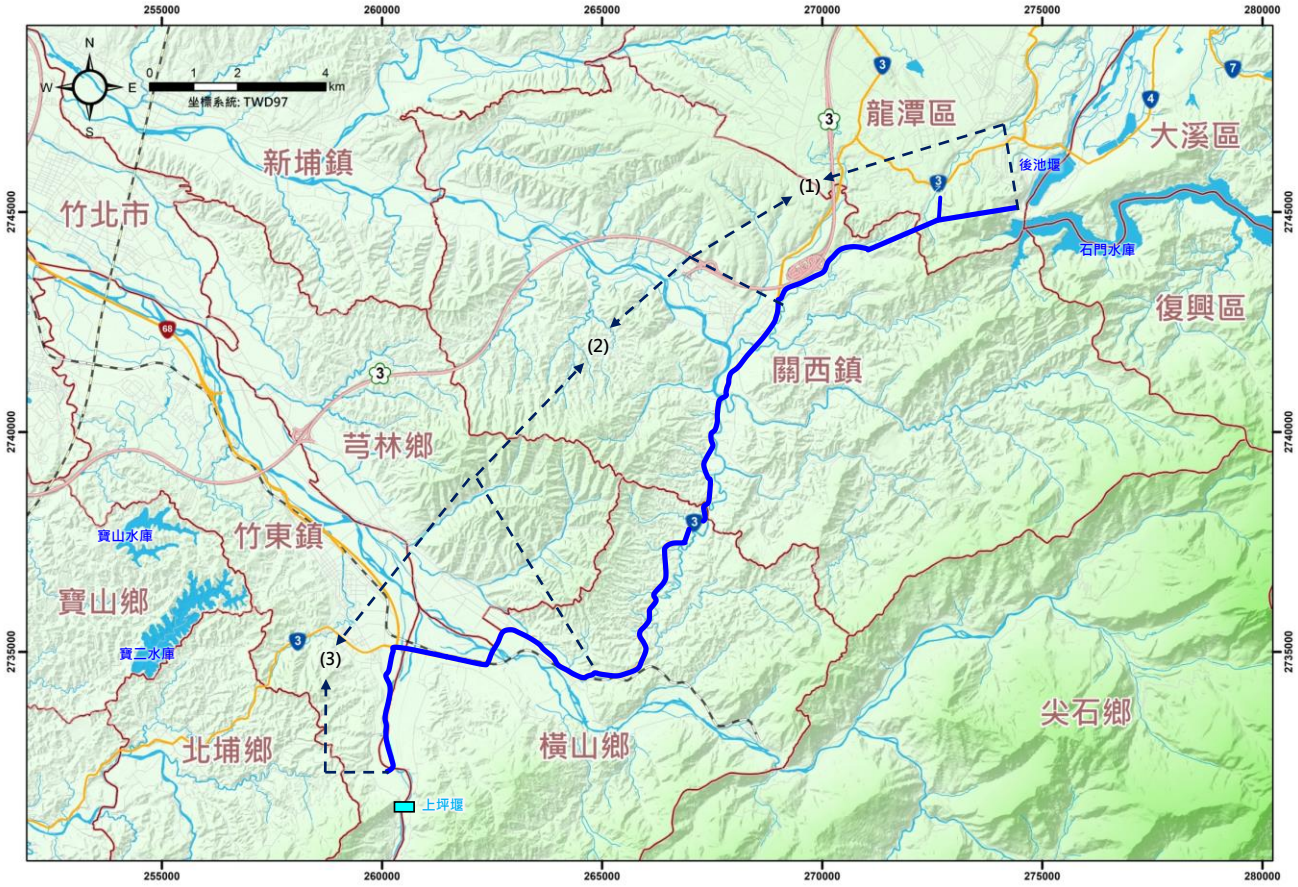


圖 1-1　石門水庫至新竹聯通管路工程路線圖

壹、計畫目的：

本計畫整體目標為穩定新竹地區枯旱期間供水能力，以大幅減少新竹地區缺水風險，並透過供水操作提升整體用水之穩定性，增加產業投資意願，促進產業發展，維護民眾生活品質。

貳、工程位置及布置大樣：

標別	里程	路線說明	長度(m)
隧道銜接段	0k-22.27~5k+844.14	中線鋼管-竹28-1	5,866.41
道路埋設段	5k+844.14~17k+000	台3線-橫山鄉	11,155.86
跨河放水段	17k+000~25k+210.8	橫山鄉-上坪溪左岸高灘地-寶二水庫引水渠道	8,210.8

圖例

計畫路線

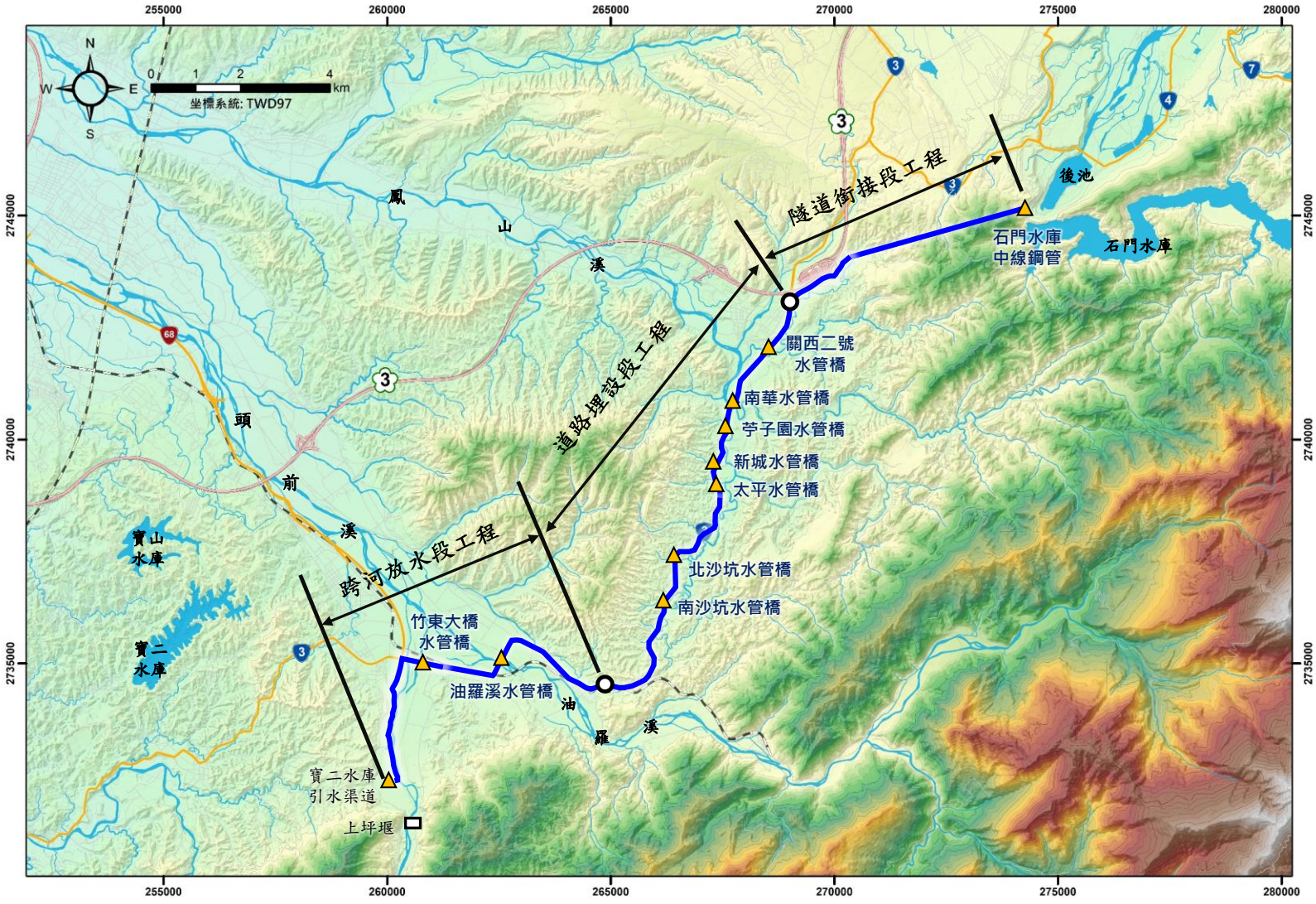

255000
260000
265000
270000
275000
280000
2745000
2740000
2735000
N
W
E
S
0 1 2 4
km
坐標系統: TWD97
鳳山溪
頭前溪
隧道銜接段工程
道路埋設段工程
跨河放水段工程
石門水庫
中線鋼管
後池
石門水庫
關西二號
水管橋
南華水管橋
苧子園水管橋
新城水管橋
太平水管橋
北沙坑水管橋
南沙坑水管橋
竹東大橋
水管橋
油羅溪水管橋
油羅溪
寶山
水庫
寶二
水庫
寶二水庫
引水渠道
上坪堰
68
3
4
7

圖 1-2　工程分標示意圖

二、工作範圍

統包商之工作項目，包括完成本工程所必需之資料蒐集及分析、現場調查、設計、材料採購、製造、檢驗、運送、施工安裝以及相關之品管、保險、保固、安全衛生及法令規定必要之施工等項目。包含但不限於下列各項：

(一) 工程設計

1. 現地調查。
2. 工程細部設計。
3. 展示模型及 3D 動畫製作。
4. 統包商依工程特性辦理細部設計所需之數值模擬結果，如水理分析、2D 或 3D 關鍵岩塊分析(2D or 3D Rock Kinematic Analysis)、結構穩定安全分析、計算流體動力學(CFD, Computational Fluid Dynamics)…等分析文件。

(二) 文件提送及許可申請

1. 本工程所需計畫書及相關文件提送。
2. 本工程施工計畫及所需相關許可申請，如道路挖掘申請、丁類危險性工作場所安全評估審查計畫、水土保持計畫等(不限於)。

(三) 工程施工

1. 輸水管線及閥類工程、隧道工程、邊坡工程、道路工程、監控及電力工程之施工與安裝、雜項及假設工程及相關之品管、保險、安全衛生及法令規定之必要項目。
2. 管線試壓。

(四) 試運轉(詳第捌章)

1. 無水試運轉：無水功能試運轉僅為本標工程範圍內管線自行測試，完成本標工程所有閥類、機電及監控單機設備測試並於工地安裝完成後，

確認所有閥類位置、全開全關及中間開度檢視及試操作正常。本試運轉應包括現場控制試運轉、模擬遠方控制試運轉。

2. 整體功能試運轉：本工程為「石門水庫至新竹聯通管工程計畫」之一部份，未來本計畫項下全部工程皆完成後，統包商須辦理本計畫整體功能試運轉，並配合辦理必要之改善。

(五) 土地使用

除基本設計工程範圍內之土地外，未經機關同意，施工範圍不得再涉及其他公、私有地，若需臨時租用則由統包商自行負責。

三、主辦機關需求

(一) 施工及設計人員資歷

主要施工及設計人員相關資歷需求詳履約補充說明書第十一條規定。

(二) 設計準則、標準與規則

統包商應遵循本工程之設計準則進行細部設計，其設計準則詳見本需求書第參～柒章。

(三) 主辦機關之設計圖樣

主辦機關已提供基本設計圖樣作為本需求之附件，統包商應據以發展細部設計圖樣，並提請主辦機關審定，說明如下：

1. 本工程主體工程為輸水管路工程，基本設計路線平縱剖面如圖 1-3～圖 1-6 所示，除發生情事變更外，本工程管路布設路線須依本需求書辦理，惟管路及相關設施之高程與平面投影位置得依現地地形地質、既有構造物或施工障礙物、交通影響等現地狀況及細部設計水理計算成果酌予調整。統包商需依機關需求、現地調查結果、設計準則、技術規範等，提出設計圖樣，經細部設計審查單位審查認可及機關核定後據以執行。

2. 本工程為採基本設計發包之統包工程，統包商得於總契約金額設限之原則下，提出新技術、新材料(直管管材除外)、新工法以提升效率、品質或降低水庫營運、交通、環境等影響衝擊，報機關同意後進行設計施工。
3. 開工後，基於地方需求、公眾利益或道路交通等因素，輸水管路得依機關指示改變施工方式。
4. 本工程橫坑屬施工中臨時設施，統包商得依施工規範第 0123A 章提出履約階段替代方案，經細部設計審查單位審查認可及機關核定後據以執行。

(四)預留他標銜接點

本工程需考量預留與他標(道路埋設段工程)銜接之設計、施工方式，若他標工程未能即時銜接，則需有保護措施。

(五)工地即時監控系統

在本工程重要施工地點裝設攝影機，監控位置應可配合機關需求及施工進度調整，攝影機須選用能 24 小時全時錄影，也需將攝影機之即時影像回傳至工務所及指定處所，以提供監看及影像儲存，同時需將影像傳送至網際網路，以供相關人員或一般民眾可以直接上網瀏覽工地即時影像。

(七)建立 GIS 圖資

於本工程完工後，將竣工圖依機關需求建立 GIS 圖資，提供機關收執並登載於桃園市、新竹縣政府或道路主管機關等相關道路挖掘資訊平台，GIS 圖資格式依前述資訊平台要求辦理。

(八)提供機關使用之設施

統包商應提供工地辦公室供執行及展示中心使用，工地辦公室設置詳見履約補充說明書第十六條所示。

(九)生態檢核

統包商於細部設計與施工期間，須依據行政院公共工程委員會訂定

之「公共工程生態檢核機制」辦理生態檢核作業，並落實生態保育措施。

(十)節能減碳

統包商設計及施工需充分考量節能減碳及綠色內涵，並依據經濟部水利署頒定之「水利工程節能減碳規劃設計參考原則」進行設計及施工。

(十一)其他

統包商應依本工程特性及實際需要，與機關確認功能需求、進行技術分析、現地環境調查分析，契約執行期間，統包商應配合機關與當地民眾溝通。

本工程施工期間需降低對周圍居民之交通衝擊，並保有沿線居民及車輛可通行之需求；明挖段統包商應依並配合自來水管延管需求，於本標明挖段範圍內埋設自來水管。上述相關費用已納入契約單價或總價內。

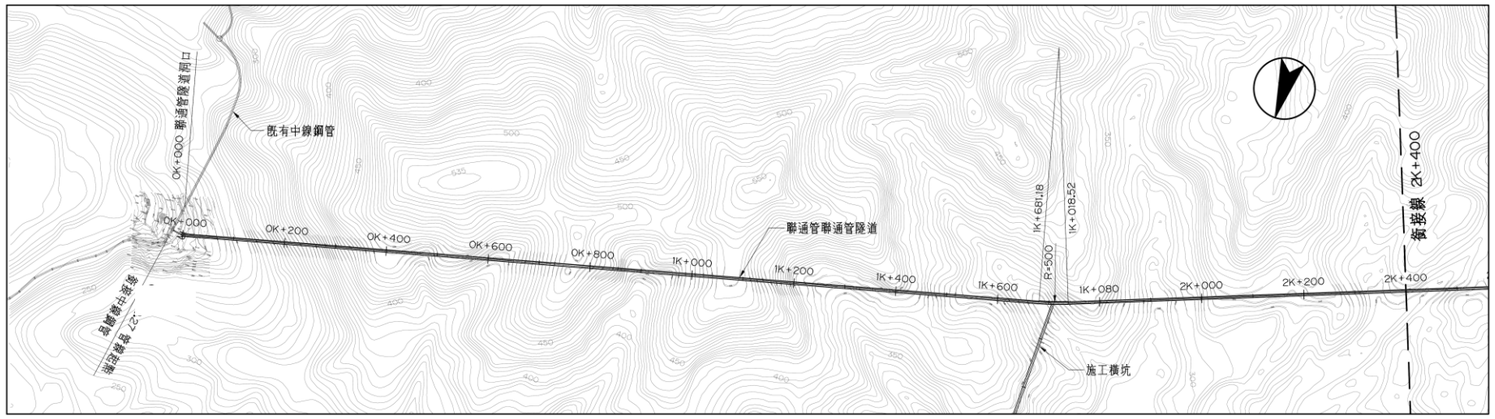
四、水庫正常營運需求

為維持石門水庫正常營運需求，衡諸本工程施工風險及限制，說明如下：

(一) 石門水庫分層取水工為水庫重要之供水設施，如本工程與中線鋼管銜接處施工不當，將造成石門水庫無法正常供水。統包商應完成妥善設計及施工規劃，施工時避免影響石門分層取水工之營運操作。

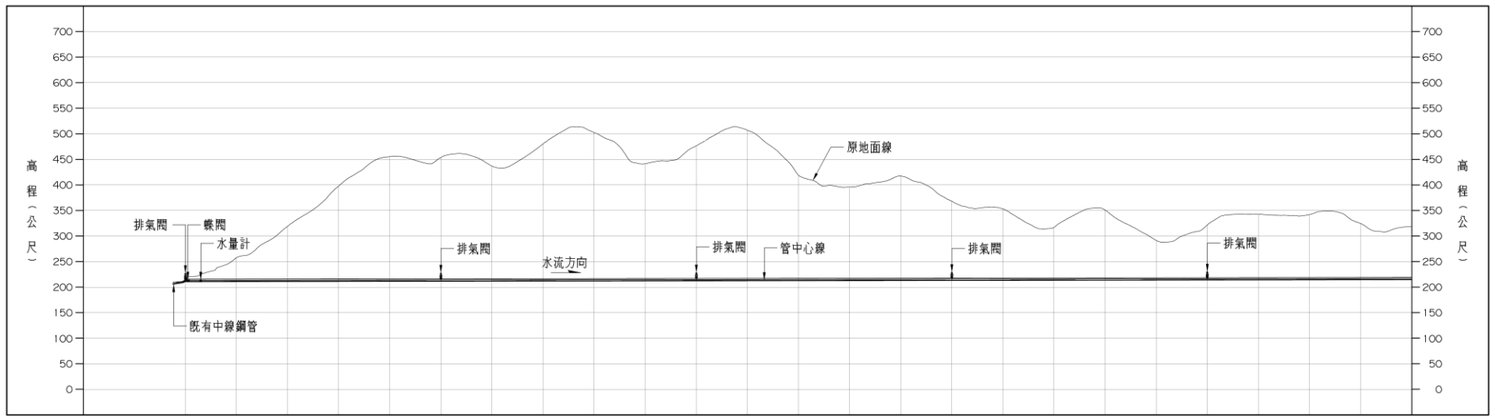
(二) 本工程與中線鋼管銜接處位於石門水庫中線道路，本道路為石門水庫重要之聯絡通道，統包商應妥善進行施工規劃，施工時以保有車輛及行人可通行為原則，或提出相關施工計畫經機關核可後施工。

(三) 統包商需依據機關後續維護管理之需求，設置適當之隧道洞口人員管制設施。



平面圖

A1 1:5000
A3 1:10000



管種/設施	ø2000mm DIP-K3
管中心高程（EL.m）	210.24 212.20 212.35 212.50 212.64 212.791 212.94 213.09 213.23 213.38 213.53 213.68 213.83 213.97 214.12 214.27 214.42 214.57 214.71 214.71 214.73 214.86 215.01 215.16 215.30 215.45 215.60
原地面高程（EL.m）	210.24 215.88 257.74 319.05 397.96 455.49 453.60 437.00 480.11 502.44 441.42 476.42 506.88 418.87 395.80 417.72 368.16 353.26 316.96 323.60 350.88 391.61 321.71 342.45 342.10 324.76 318.38
里程樁號	0K-22.27 0K+000 0K+100 0K+200 0K+300 0K+400 0K+500 0K+600 0K+700 0K+800 0K+900 1K+000 1K+100 1K+200 1K+300 1K+400 1K+500 1K+600 1K+700 1K+708.54 1K+800 1K+900 2K+000 2K+100 2K+200 2K+300 2K+400

縱剖面圖

A1 1:5000
A3 1:10000

圖例：

水管橋
排泥閥
排氣閥
蝶 閥
流量計
緊急遮斷閥
單噴孔錐形控制閥(減壓用)
壓力計
路面線
聯通管中心線

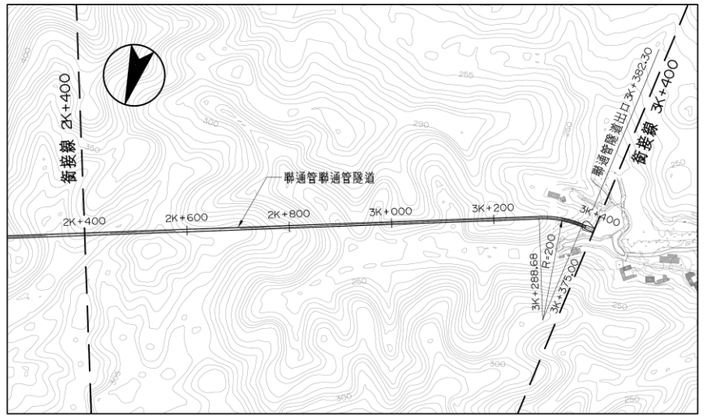
比例尺：

0 100 200 300 400 m
A1 1:5000 A3 1:10000

中興工程顧問股份有限公司
Sinotech Engineering Consultants, Ltd.

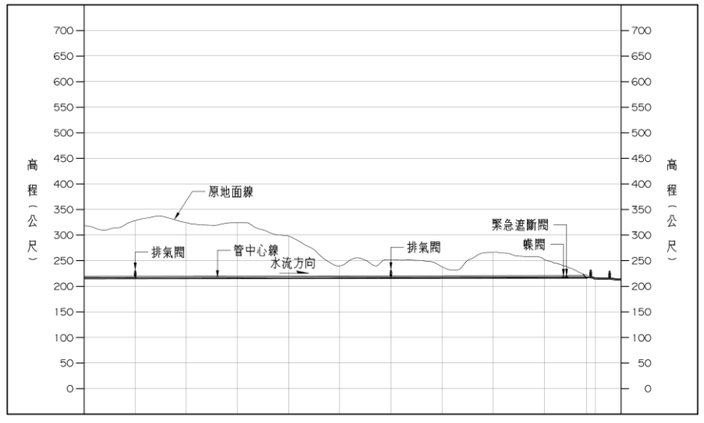
圖名	聯通管平縱斷面暨沿線地質圖（1/19）		
繪圖		審核	
設計		批准	
校核		技師簽證	
日期	年 月	圖號	BA-011

圖 1-3　本工程基本設計路線平縱剖面圖(0K-022.27~2K+400)



平面圖

A1 1:5000
A3 1:10000



管種/設施	ø2000mm DIP-K3										
管中心高程（EL.m）	215.60	215.75	215.90	216.04	216.19	216.34	216.49	216.63	216.78	216.93	217.20 215.04
原地面高程（EL.m）	318.38	328.12	324.25	324.04	298.10	246.00	251.73	238.12	266.36	252.31	221.64 215.04
里程樁號	2K+400	2K+500	2K+600	2K+700	2K+800	2K+900	3K+000	3K+100	3K+200	3K+300	3K+382.30 3K+400

縱剖面圖

A1 1:5000
A3 1:10000

圖例：

水管橋
排泥閥
排氣閥
蝶 閥
流量計
緊急遮斷閥
車嘴孔錐形控制閥(減壓用)
壓力計
路面線
聯通管中心線

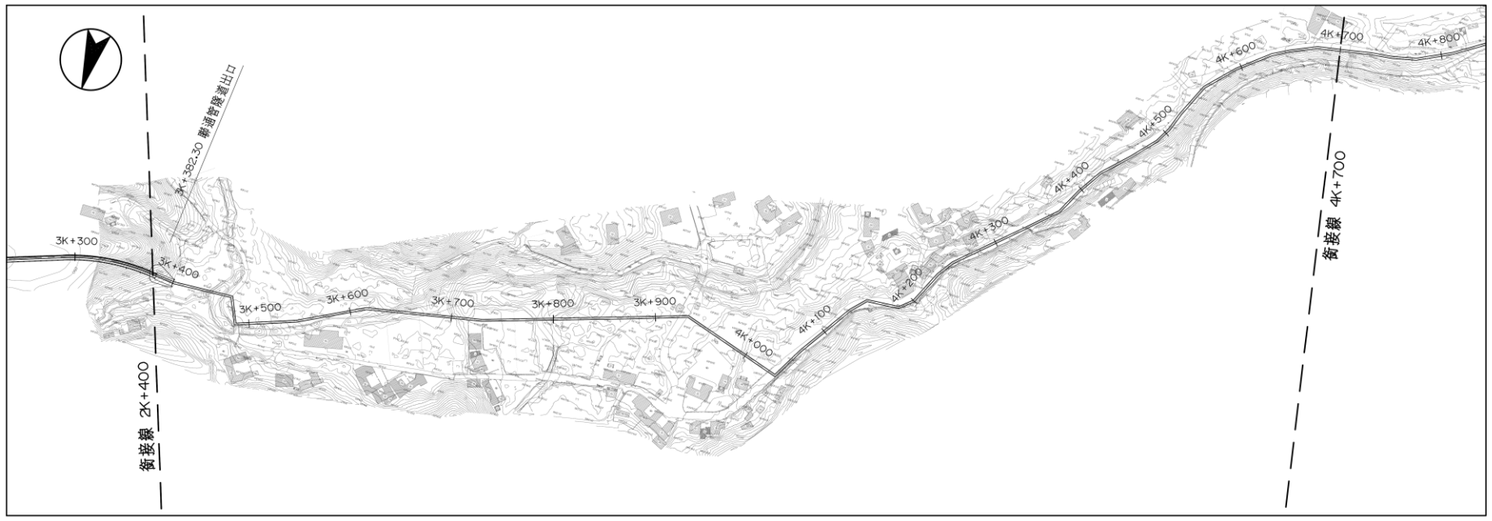
比例尺：

0 100 200 300 400 m
A1 1:5000 A3 1:10000

中興工程顧問股份有限公司
Sinotech Engineering Consultants, Ltd.

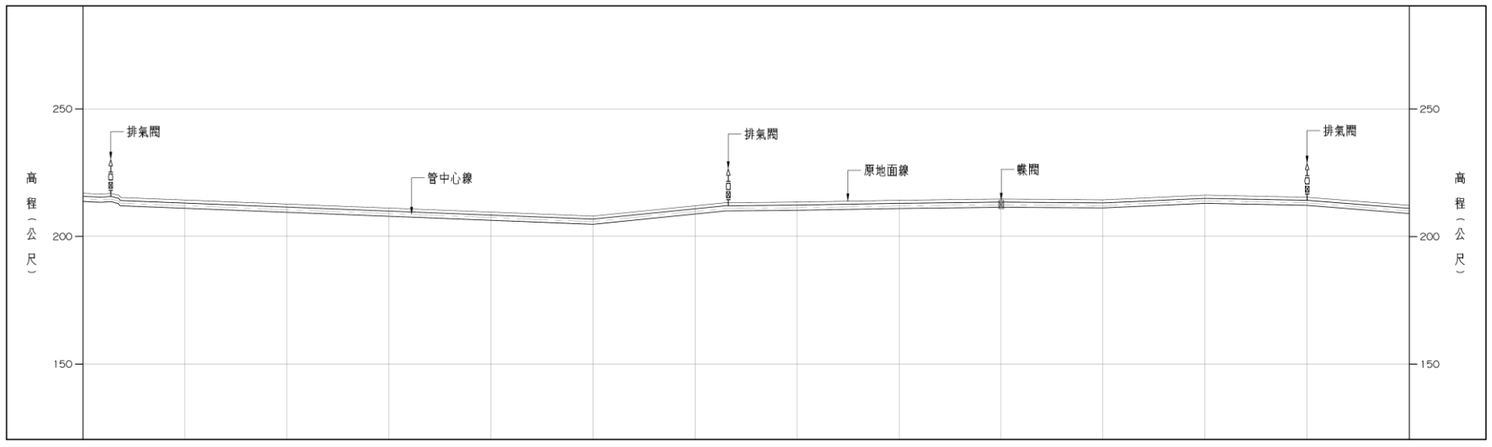
圖名	聯通管平縱斷面暨沿線地質圖（2/19）		
繪圖		審核	
設計		批准	
校核		技師簽證	
日期	年 月	圖號	BA-012

圖 1-4　本工程基本設計路線平縱剖面圖(2K+400~3K+400)



平面圖

H A1 1:2500 A3 1:5000
V A1 1:1000 A3 1:2000



管種/設施	ø2000mm DIP-K3												
管中心高程（EL.m）	217.20	213.64	212.07	210.50	208.94	207.37	205.80	209.80	211.27	211.94	212.46	212.16	213.95	213.18	210.02
原地面高程（EL.m）	221.64	216.93	214.27	212.70	211.14	209.57	208.30	212.00	213.47	214.14	214.66	214.36	216.15	215.38	212.22
里程樁號	3K+382.30	3K+400	3K+500	3K+600	3K+700	3K+800	3K+900	4K+000	4K+100	4K+200	4K+300	4K+400	4K+500	4K+600	4K+700

縱剖面圖

H A1 1:2500 A3 1:5000
V A1 1:1000 A3 1:2000

圖例：

- 水管橋
- 排泥閥
- 排氣閥
- 蝶 閥
- Ⓜ 流量計
- 緊急遮斷閥
- 噴孔錐形控制閥(減壓用)
- Ⓟ 壓力計
- 路面線
- 聯通管中心線

比例尺：

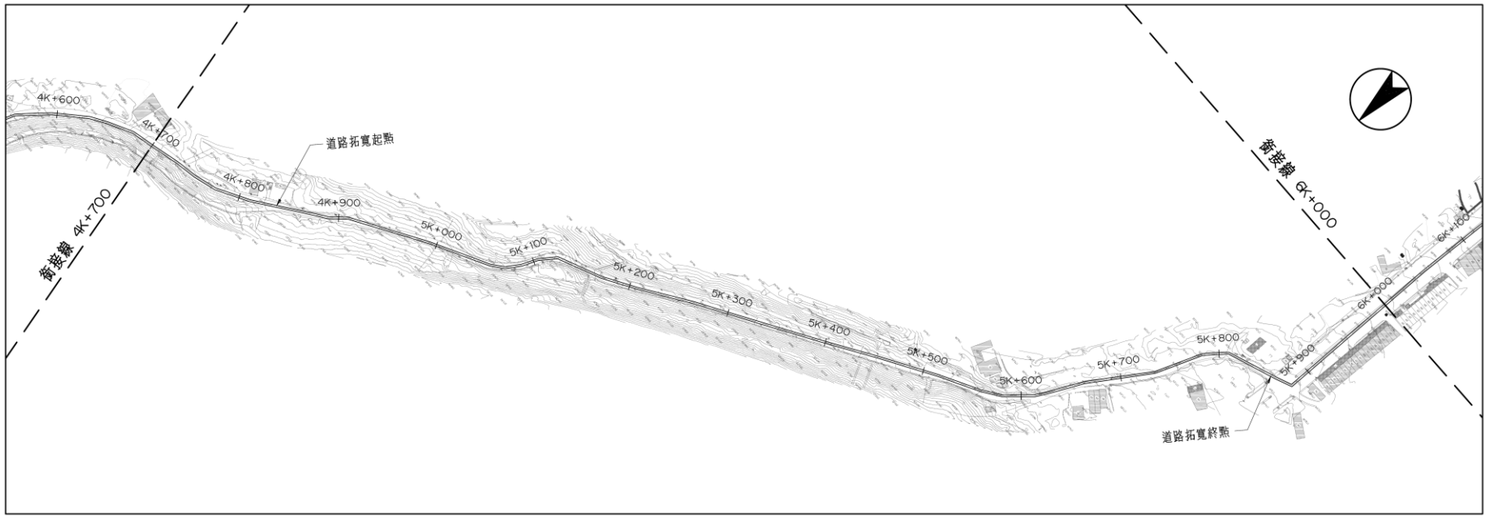
0 10 20 30 40 50 60 70 m
A1 1:1000 A3 1:2000

0 50 100 150 200 m
A1 1:2500 A3 1:5000

中興工程顧問股份有限公司
Sinotech Engineering Consultants, Ltd.

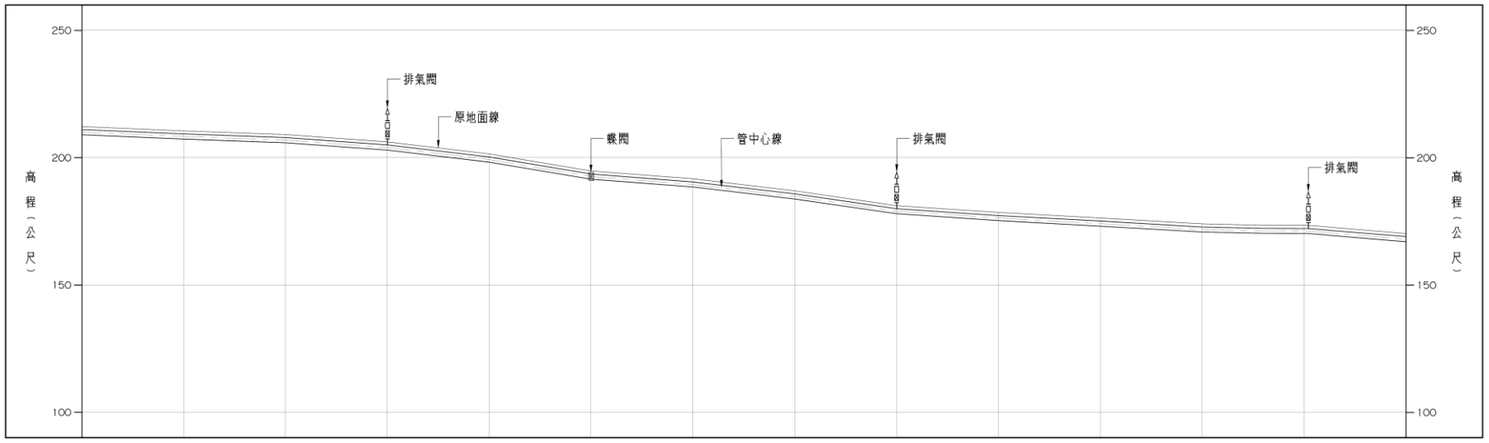
圖名	聯通管平縱斷面暨沿線地質圖 (3/19)		
繪圖		審核	
設計		批准	
校核		技師簽證	
日期	年 月	圖號	BA-013

圖 1-5 本工程基本設計路線平縱剖面圖(3K+400~4K+600)



平面圖

H A1 1:2500 A3 1:5000
V A1 1:1000 A3 1:2000



縱剖面圖

H A1 1:2500 A3 1:5000
V A1 1:1000 A3 1:2000

圖例：

- 水管橋
- 排泥閥
- 排氣閥
- 蝶 閥
- 流量計
- 緊急遮斷閥
- 車噴孔錐形控制閥(減壓用)
- 壓力計
- 路面線
- 聯通管中心線

比例尺：

0 10 20 30 40 50 60 70 m
A1 1:1000 A3 1:2000

0 50 100 150 200 m
A1 1:2500 A3 1:5000

中興工程顧問股份有限公司 Sinotech Engineering Consultants, Ltd.			
圖名	聯通管平縱斷面暨沿線地質圖（4/19）		
繪圖		審核	
設計		批准	
校核		技師簽證	
日期	年 月	圖號	BA-014

圖 1-6　本工程基本設計路線平縱剖面圖(4K+600~5K+844.14)

五、主辦機關提供資料

(一)「石門水庫至新竹聯通管工程基本設計報告」，經濟部水利署北區水資源局，111 年 12 月。

(二)「石門水庫至新竹聯通管-隧道銜接段工程基本設計圖」，經濟部水利署南區水資源局，111 年 12 月。

(三) 其他本局擁有與本工程相關之地形測量、地質調查、地下管線調查、設計階段風險評估等相關成果報告資料。

第貳章　現地調查需求

一、說明

完整的資料調查，有助於工程順利施工，故統包商得標後應先進行現地調查，除對基本設計階段工程地質之確認，其調查成果亦作為細部設計與施工因應對策之參考依據，藉此評估設計與施工之工法、材料、機具之選擇，以確保本工程建設之順利進行，且本機關所要求調查項目及數量為基本要求，如統包商認為完成本工程需要仍有不足，則統包商應補充調查。

二、相關規範及文獻

(一)「建築技術規則」，內政部營建署。

(二)「建築物基礎構造設計規範」，內政部營建署。

(三)「工址地盤調查準則」，內政部建築研究所。

(四)「大地工程調查作業準則」，交通部高速公路局。

三、現地調查需求

現地調查工作屬統包商責任，統包商應依據現地狀況自行評估加密補充調查頻率，倘所測繪資料不正確、欠完整，致影響工期、損壞既有管線或須再次變更設計，其一切損失及復舊費用概由統包商負責。

各項調查統包商視需要報請機關同意辦理，所需費用得於本工程契約價金總額設限原則下調整流用。

(一) 資料蒐集及調查

1. 相關法規影響分析及協助機關辦理許可程序

(1) 統包商應於開工前依行政院公共工程委員會訂頒重大公共工程開工管制條件統包商應辦事項檢核表，查填各項檢核項目，經監造單位審查後報請機關備查，並於開工後確實執行。

(2) 其他未列於檢核表之法規，如依規定有檢討必要時，仍應協助機關辦理。

2. 地形、水文與氣象等資料蒐集

(1) 於政府機關公開資訊中取得，機關得協助統包商申請，如有相關費用由統包商負擔。

(2) 如有政府機關未公開或統包商認為所需資料，由統包商自行以妥適方式或設備蒐集，相關費用已包含於總價內，不另給價。

(二) 地形測量

統包商視需要報請機關同意辦理。

(三) 地質調查

1. 鑽探調查：本工程鑽探孔數及深度應符合水土保持法之規定，至少鑽探 7 孔，鑽孔深度依統包商視規定及需求辦理。

2. 調查及工作項目至少應包括初步地質調查、地質鑽探、地下水位高程、標準貫入及取樣、土壤一般物性、岩石力學試驗、RQD、性質描述、地質調查成果報告(含技師簽證)等，並彙整成補充地質調查成果報告書(含技師簽證)提報機關核可。

(四) 地下管線調查

1. 蒐集既有資料：由統包商自行以妥適方式集，機關得協助統包商申請，如有相關費用由統包商負擔。

2. 統包商應先行試挖或免開挖管線探管（地下探測器、透地雷達探測）等方式，查勘地下埋設物位置深度，測繪地下物平面、縱斷面並簽章後，於施工前送監造單位備查。若統包商未及時測繪地下物資料，或所測繪資料不正確、欠完整，致影響工期或須再次變更設計，其一切損失概由統包商負責。

第參章　大地、隧道工程設計準則

一、說明

適用於本工程隧道工程、洞口邊坡、擋土牆及臨時擋土設施等工程之細部設計準則。

本工程之隧道段(長度約 3,382.3 公尺)開挖後設置 K 型 DIP 三級管§2,000mm，而隧道形式須滿足施工需求及基本設計圖之規定。

細部設計除需滿足基本設計圖之規定外，尚需考量施工性與特殊地質處理。

二、設計參考規範及文獻

(一) 行政院農業委員會民國 109 年修正之「水土保持技術規範」。

(二) 內政部營建署民國 90 年頒布之「建築物基礎構造設計規範」。

(三) 中國土木水利工程學會民國 90 年編修之「地錨設計與施工準則暨解說」(三版)。

(四) 交通部民國 107 年修訂之「公路隧道設計規範」。

(五) 交通部民國 100 年修訂之「公路路線設計規範」。

(六) 交通部民國 107 年修訂之「公路排水設計規範」。

(七) 經濟部水利署北區水資源局民國 111 年「石門水庫第五次安全評估」。

(八) 內政部營建署民國 110 年修正之「混凝土結構設計規範」。

(九) 內政部營建署民國 110 年修正之「結構混凝土施工規範」。

(十)中國土木水利工程學會民國 88 年編撰之「隧道工程設計準則與解說」。

(十一) 台灣自來水股份有限公司民國 111 年修正之「自來水管埋設工程施

工說明書」。

(十二) 中華民國自來水協會民國 95 年修正之「自來水工程設施標準解說」。

(十三) 內政部營建署民國 111 年修正之「市區道路及附屬工程設計規範」。

(十四) 內政部民國 110 年修正之「市區道路及附屬工程設計標準」。

三、外支撐

(一) 分析條件

不限定分析方式，但對於數值分析則應考慮下列條件：

1. 三向度問題可簡化為二向度分析(垂直於隧道長軸)。

2. 分析模式應考慮邊界條件的影響。

3. 地盤的支撐效應須考慮下列情況：

(1) 岩覆厚度及初始應力。

(2) 地質條件及大地性質。

(3) 岩盤的彈性及非彈性行為。

(4) 分階開挖之行為模擬。

(5) 地下水情況。

4. 岩楔破壞之位態及其相應之支撐設計。

(二) 設計荷重

1. 岩盤荷重

隧道開挖後所產生之岩壓主要與現地應力、岩體類別、開挖斷面大小、開挖方式及支撐類型等有關，且有相當大之不確定性。故得採用經驗公式、理論分析或數值模擬方式評估適當之岩盤荷重。

2. 活荷重

當覆土厚度小於隧道直徑時，應予考慮。

3. 靜水壓力

應依地下水條件予以適當考量。

(三) 分析與結果說明

應分析不同岩體類別參數、開挖程序及各階開挖可能之變化。分析結果應說明如下：

1. 地盤應力、應變及變形行為。

2. 外支撐構件之應力及變形。

3. 平衡條件下之岩體作用於外支撐之岩壓(P_i)。

四、內襯砌

(一) 說明

場鑄混凝土襯砌須滿足基本設計圖規定之強度及厚度需求，並須考量隧道沿線地質條件、荷重及水壓，以達到隧道結構長期穩定之需求下，進行隧道結構分析及配筋設計。

(二) 設計載重

1. 呆載重(D)

混凝土襯砌環自重。

2. 活載重(L)

考慮外支撐設計時之岩盤荷重部份分攤至內襯砌，其分攤比例依岩體分類而定，各類岩體其內支撐設計之岩壓荷重為 25~40%外支撐所承受岩壓；特殊地質應視情況另予考慮。

3. 水壓力(H)

依地下水條件予以適當考量。

4. 設計載重組合

採用 U.S.D 設計法，載重組合須依相關規定辦理。

5. 地震力

隧道洞口或岩覆(土層)小於 15 公尺者須考慮地震力。

(三) 配筋設計

混凝土襯砌應採用上述結構分析之結果予以配筋。其環向鋼筋比(ρ)不得低於 0.005，且縱向須配置溫度鋼筋，以達裂縫控制之目的。

五、計測系統設計

施工期間隧道於洞口地表及隧道內須設計計測儀器，並施作試驗、觀察、量測及記錄隧道開挖前後地層鬆動、變位及支撐系統應力分布等。

六、排水設計

隧道襯砌外需設置排水盲溝，隧道內須設計排水設施，以利營運階段人員進出維護。

七、隧道洞口邊坡

(一) 說明

隧道洞口挖方邊坡依地層材料之不同，又可區分為土質邊坡與岩石邊坡。邊坡之設計以安全穩定為首要考量，分析及設計所採用之土壤參數、岩體參數及地下水位等，應依現地邊坡調查、室內試驗結果及相關文獻資料等綜合考量後決定之，並應考慮當地生態環境，做最佳之配置設計。

(二) 設計載重

呆重：滑動體自重及其上之呆載重。

活重：滑動體上之活動載重。

地震力：邊坡在地震時可採仿靜態分析，其地震係數須依本局最新版之「石門水庫安全評估」成果相關規定辦理。

(三) 穩定分析法

檢討可能的破壞模式(如圓弧破壞、平面破壞、楔形破壞、翻倒破壞或複合型破壞模式)進行相應之穩定分析。岩石邊坡並應說明其為順向、逆向、斜交坡，及描述坡面之走向及傾角，必要時應以立體投影圖表示之。

(四) 安全係數

依邊坡之永久性或臨時性安全要求,其安全係數應符合表 3-1 規定。臨時性邊坡係指使用期間不超過三年之暫時性邊坡。

表 3-1　安全係數規定

永久性	常時	SF≧1.5
	地震時	SF≧1.1
	高水位時	SF≧1.2
臨時性	常時	SF≧1.2
	地震時	SF≧1.0

八、擋土牆

(一) 說明

擋土牆設計應依據其功能要求、行為機制、基地之地形、地質與環境條件,以及容許變位量等,充份檢討其整體穩定性與牆體結構安全性，並妥適評析擋土牆之景觀調和性及施工性。

(二) 設計載重

1. 呆重：牆背後與破壞面間之土體重、擋土牆重及地表靜加載重。
2. 活重：滑動體上之活動載重。
3. 地震力：擋土牆於考量地震時得採用仿靜態分析，其地震係數須依本局最新版之「石門水庫安全評估」成果相關規定辦理，但對於側向位移完全受限之情況，水平地震力係數則應採 K_h=1.5Z 辦理。

(三) 作用力

作用力計算依內政部營建署民國 90 年頒布之「建築物基礎構造設計規範」第七章相關規定辦理。

1. 主動土壓力係數

當牆往外移離開土體時，作用於牆體之最小土壓力計算，採用主動土壓力係數 K_A 值計算之。

(1) 於常時，採用 Coulomb 氏之係數。

(2) 地震時，採用 Mononobe-Okabe 氏之係數。

2. 被動土壓力係數

擋土牆內移時，作用於牆體之最大側向土壓力，需採用被動土壓力係數 K_P 值。

(1) 於常時，採用 Coulomb 氏之係數。

(2) 地震時，採用 Mononobe-Okabe 氏之係數。

3. 水壓力

擋土牆之背側應設置適當之排水設施。設計時應依據長期水位觀測資料、水文資料、排水條件及排水設施維護情況考慮牆背水壓力作用。考慮背排水系統可能因阻塞或設置不當而形成之滯水效應，任何狀況下設計地下水位均不得低於牆基礎底上方牆高之 1/3 處。地震時，牆背地下水所造成之動水壓力增量依 Westergaard (1933)公式計算之。

(四) 穩定分析

1. 牆體滑動

$$\text{安全係數} = \frac{\text{滑動抵抗力}}{\text{作用於牆背之側壓力}}$$

其安全係數，於常時應不小於 1.5，於地震時應不小於 1.2。抗滑能力不足時，得設置止滑樁。

2. 基礎容許支承力

擋土牆基礎應根據基地調查及土壤或岩石試驗之結果，依內政部

營建署民國 90 年頒布之「建築物基礎構造設計規範」第 4.3 節之淺基礎極限支承力公式計算之。其安全係數，於常時應不小於 3.0，地震時應不小於 2.0。

擋土牆之基礎若位於土壤之上，則其設計應使常時所有作用力之合力作用點位於基底中心 1/3 之範圍內，地震時所有作用力之合力作用點位於基底中心 2/3 之範圍內。

3. 牆體傾覆

$$安全係數=\frac{對牆前趾產生抵抗力距}{對牆前趾產生傾覆力距}$$

其安全係數，於常時應不小於 2.0，於地震時應不小於 1.5。計算安全係數時，地表加載所造成之抗傾覆力不得計入。

4. 整體穩定性

此穩定性之分析，需考慮牆底部深層滑動之穩定，其安全係數依表 3-1 之規定辦理。

九、其他規定

(一) 基礎開挖

開挖面穩定分析設計依據內政部營建署民國 90 年頒布之「建築物基礎構造設計規範」相關規定辦理。

(二) 地(岩)錨設計

參照中國土木水利工程學會民國 90 年編修之「地錨設計與施工準則暨解說」(三版)相關規定辦理。

(三) 施工安全監測

參照內政部營建署民國 90 年頒布之「建築物基礎構造設計規範」之相關規定及依據現地地形、地質條件及施工需求選擇適當方式辦理。

(四) 邊坡植生景觀

開挖邊坡植生設計須考量當地生態景觀，選用最佳材料配置設計，其相關規定詳見施工補充說明書貳、特殊規定第 11 點與施工技術規範第 02902、02920 章。

(五) 邊坡排水設計

邊坡開挖無論施工中或完工後，其排水工程設計皆應依照行政院農業委員會民國 109 年修正之「水土保持技術規範」相關規定辦理。

第肆章　管路設計需求

一、說明

本工程之管路包括：隧道段及明挖覆蓋段等兩部份，其施工範圍依第壹章辦理，管材、管徑及其他相關規定如下：

(一) 管材選用原則如下：

1. 本標隧道段設計壓力為 7.5 kgf/cm^2 (≦10kgf/cm^2)，採用 DIP 管。

2. 本標明挖覆蓋段設計壓力為 7.5 kgf/cm^2 (≦10kgf/cm^2)，採用 DIP 管。

(二)管徑：設計輸水能力為 30 萬 CMD，採 D=2.0m。

(三) 管路埋設原則：明挖覆蓋深度以管頂距路面 1.2 公尺為原則；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 公尺以上;穿越重要設施或結構物採推管時,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 2 公尺以上。

(四) 本工程管材、施工方式及試水壓力之彙整如表 4-1，水力坡降線示如圖 4-1 所示。

(五) 水頭損失要求:本工程管線設計應以獲得最低水頭損失為原則(例如：彎頭應減至最少，並採用較小角度之彎頭或$\frac{\rho}{D} \geq 1.2$，ρ：曲率半徑；D：管徑….等)。

二、設計規範

(一) 管路

1. SP 鋼管：輸水用塗覆裝鋼製圓形管。

(1) 輸水用塗覆鋼管，中華民國國家標準 CNS 6568 G3129。

(2) 輸水用塗覆鋼管之管件，中華民國國家標準 CNS 6666 G313。

2. DIP 延性鑄鐵管：輸水用球狀石墨鑄鐵製圓形管。

(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、管路工程布置與設計

主要輸水結構為§2,000mm 管線，施工項目有隧道及明挖覆蓋，其主要工程設計依據及分析原則如下所述：

(一) 設計壓力

1. 內壓(滿管時)

(1) 設計內壓：7.5kgf/cm^2。

(2) 試水壓力：10kgf/cm^2。

2. 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)。

3. 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

本工程施工方式為隧道及明挖覆蓋等兩部分，目前國內§2,000mm 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§2,000mm 鋼管壁厚度加計腐蝕裕度 2mm 厚。

A. 內壓造成之軸向應變

地下埋設鋼管在軸向變形受到束制

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

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(10kgf/cm^2)

d：鋼管的外徑(cm)

t：管壁厚度(cm)

E：鋼管的彈性係數($2.0 \times 10^6 kgf/cm^2$)

B. 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

W_m：車輛荷重(kgf/cm^2)

D：鋼管的外徑(cm)

K_V：垂直向地盤反力係數(1.0kgf/cm^3)

E：鋼管的彈性係數(2.1×10^6kgf/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 W_m

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

其中

P_m：車輛後輪 1 輪之相當荷重(10,000kgf/輪)

a：接地輪寬(20cm)

h：最小覆土厚度(120cm)

θ：荷重分布角(45°)

i：衝擊係數(1.5≦h≦6.5)

C. 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、凸緣接頭。

(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〞。

管種規格：ϕ2,000mm K 型 DIP　3 種管(D3)。

接頭形式：承插式接頭、凸緣接頭。

管體應力：

A. 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(7.5kgf/cm^2)

D：外徑(cm)

t：由標稱管厚減法去鑄造公差即為管厚

B. 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($Z_p = 2 \cdot I_P/D$)

C. 管體應力

$$\sigma_L = \frac{\pi \cdot D \cdot \tau \cdot l}{2 \cdot A_0}$$

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)

C. 依車輛荷重計算之接頭伸縮量(e_0)

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

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)

D. 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)

四、管路附屬設施與回填

(一) 窨井

1. 原則上窨井位置不凸出地面或路面，排氣閥窨井若高度凸出地面，則改採埋排氣管至堤防旁或道路，另設保護井保護閥體。
2. 窨井長、寬尺寸以閥體尺寸前、後、左、右至少各加大 80cm 以上，窨井高尺寸以閥體尺寸至少加高 80cm 以上為原則。
3. 窨井內部尺寸至少須滿足閥類、管材距離牆面≧80cm，結構體須符合車載重、土壓力、水壓力等相關規範要求。
4. 窨井須設置排水泵與泛水警報器，排水泵具自動抽水功能，泛水警報器具自動回傳監控中心功能。其他窨井得視情況設置排水泵與泛水警報。
5. 窨井內設置符合職業安全衛生相關規定之爬梯固定平台或維護固定

平台，供維護人員使用。

6. 本項含完成窨井所需一切工作，包括：開挖支撐、固結止水灌漿、抽水、補氣、照明等。

(二) 人孔

1. 於制水閥下游約 10m 或適當處設置一 80cm 人孔。

(三) 固定台

1. 本工程明挖覆蓋段之彎管、丁字管、分岐管、盲蓋處均需設置混凝土固定台，固定台應依據「自來水工程設施標準解說」之規定分析計算及設置。統包商必須提出本系統水鎚分析，以最大靜水壓力與水鎚壓力之合計及設計內壓(7.5kgf/cm^2)之較大者作為固定台設計壓力。

(四) 回填原則

1. 工作井與管溝開挖回填以控制性低強度回填材料(CLSM)或預拌土壤材料(RMSM)二選一為原則，須於實際施工前選定，且選定後除另有規定或機關指示或情事變更外，不得再隨意修改，以利施工效率及品質之管控。本工程回填材料暫以 CLSM 估算預算，未來統包商若選擇以 RMSM 回填，則須提數量及單價併施工預算書，報機關同意後據以辦理。

2. 工作井及明挖覆蓋管段開挖面回填至路基底。

3. 回填時，至少每節管材吊放位置兩端應設置混凝土墊塊，以利管材固定及管身周圍確實回填。

(五) 道路復舊

1. 道路修復之設計及施工，應參考「市區道路及附屬工程設計規範」、「市區道路及附屬工程設計標準」等規定及道路主管機關之要求辦理，以維持道路品質。

2. 道路復舊包含路基級配、瀝青混凝土及標線等，其設計、施工應參考道路主管機關之要求，以維持道路品質。

3. 道路完成刨鋪前，應以成型標線劃設，以維用路人安全。

表 4-1　管材、施工方式及試水壓力彙整表

項次	長度		P 設計壓力 (kgf/cm^2)	管種	凸緣 耐壓等級 (kgf/cm^2)	施工方式
	起點 里程	終點 里程				
1	0K-022.27	0K+000	P≦7.5	DIP	7.5	明挖
2	0K+000	3K+382	P≦7.5	DIP	7.5	隧道
3	3K+382	5K+844.14	P≦7.5	DIP	7.5	明挖

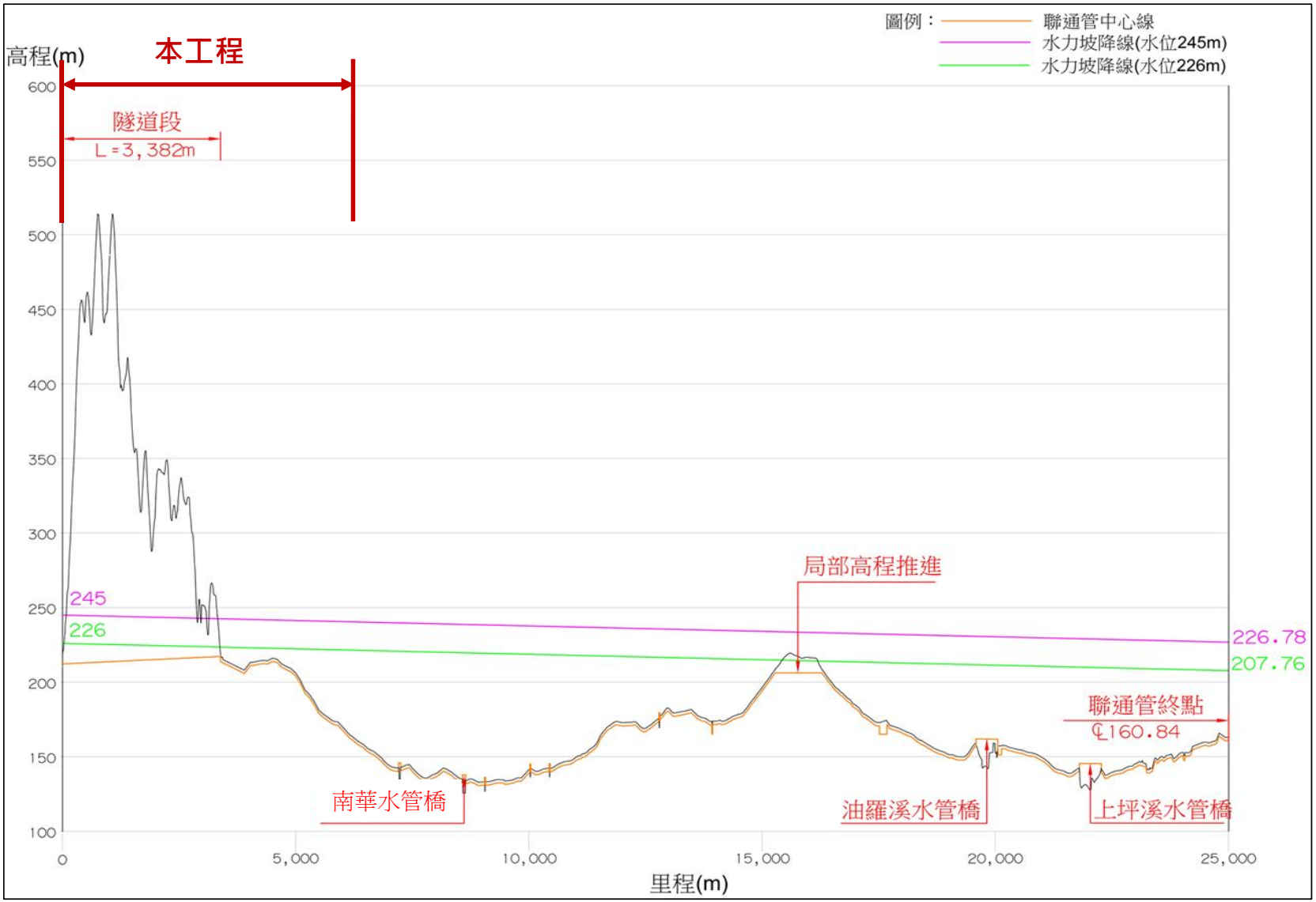


圖 4-1　石門水庫至新竹聯通管輸水 30 萬 CMD 水力坡降線示意圖

第伍章　閥類設計需求

一、閥類設計原則

本工程主要採用閥類依其型式有單噴孔控制閥、蝶閥、緊急遮斷閥、排氣閥(含彈性座封閘閥及緩衝塞閥)等，製作原則為閥類材質本體為球狀石墨鑄鐵，與水接觸部份為不銹鋼，設計原則、規格詳如下（可優於或同等品）:

(一) 單噴孔控制閥

1. 設置地點：隧道段進口，詳表 5-2。
2. 型式：7.5K-ϕ2,000mm 電動，流量控制用。統包商應依其所選用之電動單噴孔控制閥，重新率定其開度與流量關係，並納入「操作維護手冊」中。
3. 材質或規格：閥體製造及電動操作機規格等，依據本工程施工規範第 02517R 章辦理，統包商所提規格應不低於本章規範(或同等品)。

(二) 蝶閥

1. 設置地點：隧道段進口及隧道段終點前，詳表 5-2。
2. 型式：7.5-ϕ2,000mm 電動。
3. 材質或規格：閥體製造及電動操作機規格等，依據本工程施工規範第 025164 章辦理，統包商所提規格應不低於本章規範(或同等品)。

(三) 緊急遮斷閥

1. 設置地點：隧道段終點，詳表 5-2。
2. 型式：7.5-ϕ2,000mm 手動。
3. 材質或規格：閥體製造規格等，依據本工程施工規範第 025177 章辦理，統包商所提規格應不低於本章規範(或同等品)。

(四) 排氣閥組

1. 設置地點：管線局部高點，部分須配合現地狀況以連外鋼管銜接至路邊埋設，或設置排氣閥窨井，並應避開私有土地，詳表 5-2。
2. 型式：7.5-§200mm 複合式排氣閥，其下方有彈性座封閘閥及緩衝塞。
3. 材質或規格
   (1) 排氣閥：依據本工程施工規範第 02518 章辦理。
   (2) 手動彈性座封閘閥：依據本工程施工規範第 025161 章辦理。
   (3) 緩衝塞閥：依據本工程施工規範第 151102 章辦理。
   (4) 前述各項閥件，統包商所提規格應不低於相關規範(或同等品)。

(五) 可撓管

1. 設置地點：隧道段起點及終點等地質變化較大處，詳表 5-2。
2. 型式：短型 7.5K-§2,000mm 鋼製，拉伸/收縮量≧140/100mm，可撓角≧4 度。
3. 材質或規格:相關材質與規格依據本工程施工規範第 152211 章辦理，統包商所提規格應不低於本章規範(或同等品)。

(六) 雙拉桿伸縮接頭

1. 型式：7.5K-§2,000mm。
2. 材質或規格：依據本工程施工規範第 025181 章辦理，統包商所提規格應不低於相關規範(或同等品)。凸緣接頭需能承受本輸水管路工作壓力。
3. 設置地點：原則為超音波水量計、各制水閥、控制閥、緊急遮斷閥等處。

(七) 超音波水量計

1. 型式：7.5K-ϕ2,000mm。

2. 材質或規格：依據本工程施工規範第 134243 章辦理，統包商所提規格應不低於相關規範(或同等品)。量測範圍需能涵括本管路輸水量，凸緣接頭並需能承受本管路工作壓力。

3. 設置地點：隧道段進口，詳表 5-2。

(八) 壓力計

1. 設置地點：各主制水閥上下游，詳表 5-2。

2. 不銹鋼材質製造，依據本工程施工規範第 1344A 章辦理，能連續測定管中壓力變化並具有現場壓力指示裝置。

3. 量測範圍：至少 0 至 15 kgf/cm^2，可配合實際需要在量測範圍內任意設定。

4. 準確度：±2%以內。

5. 傳送器：IP67 屋外型。

6. 具有線及無線資訊傳輸設備，防水等級 IP67。

7. 指示器單位為 kgf/cm^2。

8. 需設置機械式壓力計與電子式壓力計聯通，以利訊號比對。

二、閥類布設原則

(一) 制水閥

本工程之制水閥詳表 5-1，本工程制水閥設置地點、功能、尺寸及型式說明如下：

為利於本管路系統之放空、檢視，隧道段起點附近(0K+005)裝設 1 組ϕ2,000mm 蝶閥(BV-01)為隔離閥，做為停水期間關閉使用及關閉維修單噴孔控制閥使用；隧道段終點前(3K+337)裝設 1 組ϕ2,000mm 蝶閥(BV-02)為隔離閥，做為停水期間關閉使用及關閉維修緊急遮斷閥使用。於隧道段起點附近(0K+005)裝設 1 套ϕ2,000mm 單噴孔控制閥(FCV-01)

作為流量控制閥使用，管中流量控制閥代號；隧道段終點(3K+343)裝設1組ϕ2,000mm緊急遮斷閥(BV-03)為隔離閥，作為管路輸水異常緊急關閉使用。

各主制水閥上、下游須設置壓力計，壓力計讀數須可現場觀看及回傳監控中心。

(二) 排氣閥

本工程採複合式排氣閥，設置地點如表5-2。

(三)其他

為監測未來輸水管路運轉水壓並即早發現問題與修復，應於主要制水閥類前後設置機械式及電子式壓力計各一組，以利訊號比對，其訊號須可自動回傳監控中心。

表 5-1　新建管路制水閥水力條件綜合表

編號	位置	功能	閥門型式	閥門口徑 (mm)	設計流量 (CMD)	設計壓力 (kgf/cm^2)
BV-01	0K+005	隔離	電動蝶閥	2,000	300,000	7.5
FCV-01	0K+005	流量控制	單噴孔控制閥	2,000	300,000	7.5
BV-02	3K+337	隔離	電動蝶閥	2,000	300,000	7.5
BV-03	3K+343	隔離	緊急遮斷閥	2,000	300,000	7.5

表 5-2　里程閥類機械設備統計一覽表

管路 里程	ϕ2,000mm 蝶閥	ϕ2,000mm 單噴孔控制閥	ϕ2,000mm 緊急遮斷閥	ϕ200mm 排氣閥	ϕ2,000mm 超音波水量計	ϕ2,000mm 可撓管	壓力計
0K-002						**1**	
0K+000 隧道段起點				**1**			
0K+005	**1**	**1**					**2**
0K+030					**1**		
0K+500				**1**			
1K+000				**1**			
1K+500				**1**			
2K+000				**1**			
2K+500				**1**			
3K+000				**1**			
3K+337	**1**						
3K+343 隧道段終點			**1**				
3K+378						**1**	
3K+390				**1**			
3K+427				**1**			
4K+033				**1**			
4K+600				**1**			
5K+000				**1**			
5K+500				**1**			
小 計	**2**	**1**	**1**	**13**	**1**	**2**	**2**

備註：表內管路里程為概估，細部設計得依現場地形酌調整。

第陸章　試壓及檢視需求

一、試壓

統包商於各管段施工完成後，應會同監造單位辦理分段管路試壓，或於本標工程全部管段施工完成後，辦理全段管路試壓。

統包商應依所施作之管路，自行備妥試壓設備，其試驗用之壓力計須經政府機構或公立學術機構或財團法人全國認證基金會(TAF)認可之公正第三人機構校正合格，其校正有效期限應以試壓日前 6 個月內者為限。

試壓前水管應沖洗清淨，以利施行水壓試驗並計算漏水量，並作成紀錄。本工程應依機關需求書第肆章規定之試水壓力施行水壓試驗，歷時 1 小時，其漏水量以不逾下列公式規定計算值為合格。

漏水量核驗：統包商應準備依下列公式規定計算值大一倍之量桶(量桶之刻度須經監造單位現場人員認可)，於其達施行水壓後並連續保持此施行壓力不變，於 1 小時內補充之水量不逾規定計算值為準。

$$L = \frac{ND\sqrt{P}}{600}$$

L：每小時容許漏水量，以公升計。
N：水管接頭數
D：水管標稱管徑，以公分計。
P：試水壓力，單位以 kgf/cm^2 計。

補充之水量如超過規定計算值應視為不合格，不合格之水管與接頭或管件應予換裝或改善至試驗合格為止，試壓後管線內之剩水或存水須按監造單位現場人員指定之地點排除之。

水管試壓時不得以制水閥、控制閥、止回閥等作為止水盲板試驗，應將其所有閥瓣開啟，並於管線末端加設臨時封口之盲板後試驗，管路試壓一切之工料費概由統包商負責，如契約另有規定，則依契約規定辦理。

水管試壓如有非屬歸責於統包商之事由，而導致無法辦理，經機關審查核可後，則該未能試壓段之試水費於結算時予以扣除並辦理驗收，並延長保固期限 1 年。

二、管路內部檢視

管路施工完成後，須辦理管內攝錄影檢視（例如 CCTV），以確認施工品質符合圖說，該攝錄影檔案須提供予機關與監造單位並可作為驗收依據。

第柒章　監控及電力設計需求

一、設計應提送文件

(一) 統包商應依據本需求書內容及相關基本設計圖說、規範等資料及業主指示進行細部設計，完成需求之圖件經提送審查核可後據以施工。

(二) 施工製造圖：標示每項設備的尺度與組件，顯示特製的結構固定與支持裝置、配件及連結之詳圖。

(三) 系統架構圖：標示機械/電氣/監控系統之連結結構方塊，並敘述各系統、子系統之功能及規範。

(四) 管線昇位圖：標示管線路徑關係，及高層規劃方式。

(五) 工作相關各項設備之接線圖、安裝圖、平面布置圖、管線配置圖、設備基礎等。

(六) 材料單：依據施工製造圖所列各項設備組件，列出零件編號。系統操作維護手冊及測試方式，步驟及表格。

(七) 設備型錄：須符合規範相關產品條文之認證資料。

二、監控系統設計內容說明與要求

(一) 監控系統規劃

本計畫監控系統規劃如圖 7-1 監控系統架構圖所示，石門水庫至新竹聯通管路自中線鋼管隔離閥開始，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，本計畫於石門電廠設置操作監控中心，以掌管本系統全線監控資訊，並將流量及操作重點訊號送往石管中心及寶管中心監視與存查，俾利記錄與應變。

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。另本計畫監控系統亦應包括警報功能(包括門禁、外

站盤體開啟入侵、閥門運轉…等警報)，並可設定電視牆螢幕顯示，蜂鳴聲響及簡訊告知等警示。遠方監控訊號需經由 ADSL 有線通訊(主要)及無線通訊數據(備援)網路相關操作信號回傳石門電廠監控中心，使操作人員僅需在監控室便能做全系統操作與監控。各遠方監控站因涉遠端操作，為避免駭客入侵惡意操作風險，應採封閉網路架構建置(如行動數據群組企業網路 MDVPN, Mobile Data Virtual Private Network)。

(二) 信號傳輸

本工程資通訊設備必須完全符合國家資安法等相關規定。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：

- 石門電廠監控中心使用機電控制器與輸出入點之連線網路，主控室應加設防火牆等資安設備，網路架構並應滿足關鍵基礎設施資安要求。
- 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石管中心及寶管中心之連線網路。

有關製程設備之操作狀態，統包商需依據機關需求，列舉細部輸出入點之擷取互鎖、警報等信號據以施工，其中除石門電廠需求之輸出入點外，尚包括輸水管路沿線 13 處(本標工程 4 處)之電動設備訊號及直接與石管中心及寶管中心監控資料庫擷取之原輸水管路監控站內部信號(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，使本計畫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。監控系統操作參數應該包括石門電廠監控中心及遠端監控站，本工程監控系統操作要件如表 7-1。輸水管路沿線各遠端監控站應以 ADSL 有線通訊(主要)及無線通訊(備援)雙迴路，惟必須先

接洽電信業者檢視各外站位置可否設置 ADSL 及無線通訊訊號狀況。

表 7-1　本工程監控系統操作參數及位置

編號	位置	功能	閥門型式	閥門口徑(mm)	設計流量(CMD)	使用地點
BV-01	0K+005	隔離	電動蝶閥	2,000	300,000	外站
FCV-01	0K+005	流量控制	單噴孔控制閥	2,000	300,000	外站
BV-02	3K+337	隔離	電動蝶閥	2,000	300,000	外站
BV-03	3K+343	隔離	緊急遮斷閥	2,000	300,000	外站

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器系統(RTU, Remote Terminal Unit)，室外型配電盤則採用不銹鋼材質並附足夠之溫控通風系統及加設隔熱設施，以確保盤內監控、通訊設備不因長久曝曬致功能異常。有關設備尺寸、箱體規格等由統包商於細部設計提出，經機關核可後辦理。

本計畫分三標工程發包施工，整體監控系統(設置於石門電廠監控中心或依機關指示)需於本標先行建置完成，以便將本標遠端監控站納入監控，後續他標需配合本標整合需求處理，因此必須特別注意施工界面之協調，統包商應提供監控系統所需輸出輸入介面點，配電盤要預留遠端通訊界面與監控等設備的空間，原則類比信號部分以 4~20mA、數位信號以乾接點為信號類型。通訊設備或模組的通訊協定，至少須提供 Modbus TCP/RTU 等一種以上之格式，以利相關設備連結。

二、電力系統設計內容說明與要求

(一) 一般說明

依據本工程輸水管路電氣及機電系統，必須完成石門電廠監控中心之供電系統、整體輸水管路系統之供電，依各設備需求用電設計，並依照台灣電力公司最新頒行之「用戶用電設備裝置規則及輸配電設備裝置規則」內有關之各項規定辦理。

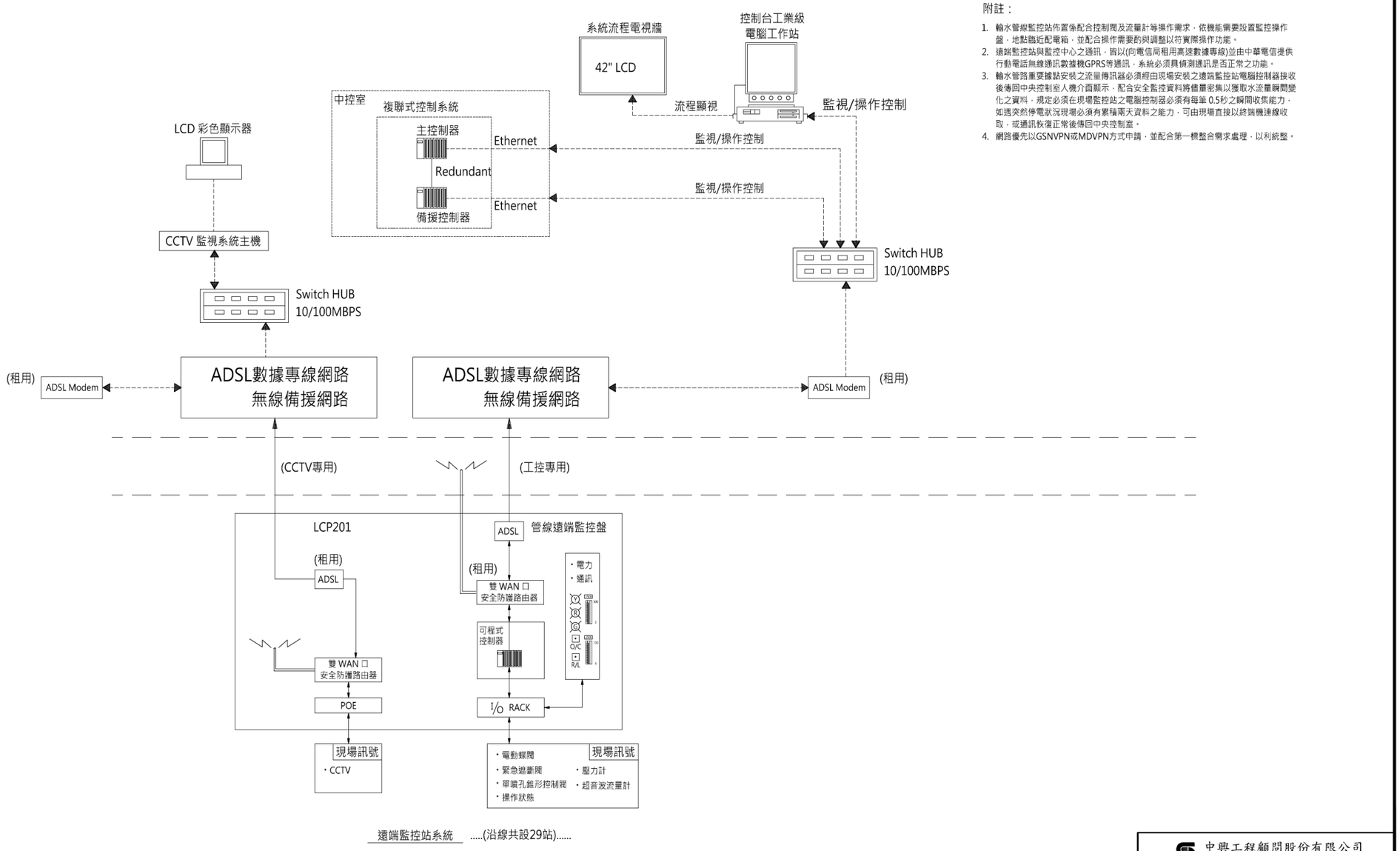
輸水管路沿線 13 處(本標工程 4 處)遠端監控站之電源系統，各該沿線電動設備規格請參考各設備規範所示，電動設備安裝完成後統包商必須自行準備臨時用電試車,待本標完成永久電源設置後由本標切換供電，並做整合測試，如測試過程判定為原供應廠商介面功能有誤，仍需由原承商依據保固責任整修。

(二) 遠端監控站電力負載計算

目前單線圖設計以台電供電方式供應電源，依實際電源需求量在每一單站體申請單相三線供電、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)，遠端監控站總電力負載如表 7-2。

表 7-2　遠端監控站總電力負載

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	



附註：

1. 輸水管線監控站佈置係配合控制閥及流量計等操作需求，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。
2. 遠端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。
3. 輸水管路重要據點安裝之流量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儲量密集以獲取水流量瞬間變化之資料，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，如遇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。
4. 網路優先以GSNVPN或MDVPN方式申請，並配合第一標整合需求處理，以利統整。

中興工程顧問股份有限公司 Sinotech Engineering Consultants, Ltd.			
圖名	監控系統架構圖		
繪圖		審核	
設計		批准	
校核		技師簽證	
日期	年 月	圖號	BE-021

圖 7-1　本計畫監控系統架構示意圖

第捌章　整體功能試運轉

一、總則

本工程為「石門水庫至新竹聯通管工程計畫」之一部份，未來本計畫項下全部工程皆完成後，統包商須辦理本計畫整體功能試運轉，並配合辦理必要之改善，整體功能試運轉所需時程已包含於契約工期內。

二、無水功能試運轉(整體功能試運轉前準備作業)

本工程在整體功能試運轉前需完成本標無水功能試運轉，並提送「無水功能試運轉成果報告」，相關規定如下：

(一) 無水功能試運轉前確認施工期間之試水壓力表應確實拆除、封鈑應確實切除，並將試水壓力錶拆除及封版切除前、中、後照片裝訂成冊送機關審查確認後，方可進行下一程序之整體功能試運轉。

(二) 完成所有閘閥類(蝶閥、固定錐型閥、排氣閥、排泥閥及各類閘閥)之無水功能試運轉，確認所有閥類位置、全開全關及中間開度檢視及試操作正常。無水功能試運轉應包括現場控制試運轉、遠方控制試運轉、現場/遠方控制權切換檢驗，並提出「無水功能試運轉記錄表」。

(三) 完成所有監控/監視設備、電力設備、通訊設備之試運轉，並提出「無水功能試運轉記錄表」。

(四)「無水功能試運轉成果報告」應提出乙式 15 份。

三、整體功能試運轉需求

整體功能試運轉包括充水功能試運轉及通水功能試運轉，整體功能試運轉前，各標段須先完成各標段無水功能試運轉及遠端監控站通訊控制設備之系統測試功能正常，再由本工程統包商負責整合本計畫之監控訊號，並進行機電整合至功能正常運作為止。整體功能試運轉過程，對各標段儀器之設備有任何異常、損壞需進行維修、校正，皆由各標段統包商妥善處

理。相關需求說明如后。

(一) 計畫書之審查及修正

1. 本工程統包商應彙整本計畫他標(道路埋設段工程及跨河放水段工程)竣工資料，於本工程竣工前 90 天提出「整體功能試運轉計畫」及「操作維護手冊」。

2. 統包商應依規定期程，將本工程「整體功能試運轉計畫」及「操作維護手冊」提出送審，依審查意見修訂之，送審修訂以 2 次為限。

3. 「整體功能試運轉計畫」應附充水功能及通水功能試運轉計畫(含自檢表、輸水量、通水時間...等，其中輸水量由機關視水資源運用及受水單位協調訂定，並將無水功能試運轉成果納入於計畫書附件。

(二)電氣及監控系統單元及整合測試

電氣系統、電腦監控系統整合測試後方可進行充水功能及通水功能試運轉，其中本計畫項下工程之監控站需提供訊號銜接點，讓本標施作訊號連網，訊號正確與否為本計畫項下工程各標段廠商責任。

統包商依據合約文件、施工說明書、規範內容之相關規定執行品質自我檢查後，報請機關進行充水功能及通水功能試運轉。並製作流程控制程序簡報，藉以介紹細部設計成果，並呈核機關操作單位對未來人機介面認同，並改善方便性。統包商不僅應通告機關外，更須通知統包商之職安、土木及管線人員共同配合執行，方能整合完成各項功能試運轉。

(三) 充水功能試運轉

1. 充水功能試運由本標段負責，於水資源損失最小原則下，統一規劃人力、時間及任務，並且須控制沖水速率，以避免水錘效應。

2.本聯通管工程合計充水量約 79,108 m^3。

3.充水功能試運轉操作原則

(1) 確定石門水庫水位為 EL.226m 以上。

(2) 中線鋼管分岐§2000mm 聯通管起點蝶閥以及終點－寶二水庫引

水渠道前蝶閥保持關閉，檢查聯通管至寶二水庫引水渠道間全線隔離蝶閥及排氣閥為全開、排泥閥為全關

(3) 終點－寶二水庫引水渠道前蝶閥維持關閉狀態，啟動中線鋼管分岐§2000mm 聯通管起點蝶閥，開度約 5%~10%緩慢充水，全時確認水壓計及流量計訊號正常，同時巡檢各排氣閥是否有故障情形。

(4) 聯通管管段充水完成後，關閉聯通管起點蝶閥

A.統包商需參考並提送§2,000mm 之單噴孔錐型控制閥開度與流量表，應將本工程所選用之單噴孔錐型控制閥開重新率定其開度與流量關係並製表，並納入「操作維護手冊」中。

B.充水功能試運轉之測試水量應由機關提供。

(四) 通水功能試運轉

1. 啟動原則：經機關協調，以不浪費水資源為原則，進行通水功能試運轉，得於水庫水位 EL.226m 以上，並考量水資源充足程度，且與受水單位協調完成後，方可辦理通水功能試運轉。

2. 通水作業將歷經啟動(或增量)及關閉(或減量)流程之作業程序，依送審核定之「整體功能試運轉計畫」與「操作維護手冊」操作，通水功能試車應以單噴孔錐形控制閥為主要消能機制及流量控制。

3. 本計畫於各標均設有壓力計，而各標段應於細部設計完成管線水理計算，並應於「整體功能試運轉計畫」內提出各監控站警報壓力上下限值之計算式及壓力設定，該壓力值應列表以作為試運轉之依據。

4.本工程通水功能試運轉各輸水量係由機關協調訂定之，原則輸水量為 30 萬 CMD，試運轉時水量由隧道起點單噴孔錐形控制閥選定開度操作。

(五) 統包商應依所提「整體功能運轉計畫書」人員，會同本局與相關單位，於其監督下辦理整體功能試運轉，於整體功能試運轉作業完成後，提出「整體功能試運轉成果報告」送機關核定。惟整體功能試運轉過程，對各標段儀器之設備有任何損壞或維修、校正，皆由各標段統包商妥

為改善處理，費用均攤算在合約內。

(六) 統包商於整體功能試運轉期間須辦理相關教育訓練，由機關、營運單位指派適當名額之相關人員參加，課程內容包含本計畫設備之操作、維修…等。

五、整體功能試運轉任務編組

整體功能試運轉之任務編組，應至少包括指揮組、企劃組、操作組、巡查組、交通組及緊急應變組等組，其工作內容如表 8-1 所示。指揮組應設總指揮及副總指揮各 1 人，其餘各組則均需設組長 1 人，並依各組工作內容安排組員若干人。

表 8-1　本計畫整體功能試運轉之任務編組表

組別	工作內容	備註
指揮組	1.通水作業統籌指揮 2.協調水源調配 3.狀況分析與研判	負責統包商內部縱向聯繫及與機關試運轉小組之橫向聯繫
企劃組	1.圖資提供 2.相關水位及水壓計位置圖 3.水錘計算 4.監控站上下值計算及設定	依輸水量修正水力分析
操作組	1.閥盒、窨井清理 2.閥類清理 3.閥類操作 4.水壓紀錄 5.水量紀錄 6.操作(監控)遠方監控站	新設調度幹管設置 1 只流量控制閥、12 只隔離閥及 31 只排泥閥，統包商應配置足夠人員配合觀測應變(開始操作時每 1 隔離閥及排泥閥至少 1 人，必要時試運轉小組得要求增加人員)
巡查組	1.路面凹陷龜裂巡查 2.排氣閥排氣檢視 3.排泥閥排水檢視 4.水壓觀察. 5.狀況回報	新設調度幹管之巡查至少以每 3 公里應安排 1 人
交通組	試運轉期間之交通管制	試運轉時可能影響當地交通之地點，派員指揮交通
緊急應變組	1. 試運轉時破管之搶修及事故之連繫處理 2. 配電及監控系統等設備故障之搶修 3. 發生漏水、破管、窨井蓋跳脫、路面凹陷及交通事件等之處理	試運轉前應備妥相關材料及機具設備