

基隆河員山子分洪計畫
工程基本設計報告

主辦機關：經濟部水利署

執行機關：經濟部水利署水利規劃試驗所

中華民國九十一年五月



目 錄

	頁次
目 錄	I
表 目 錄	VII
圖 目 錄	XIII
摘 要	1
第一章 前言	1-1
1.1 計畫緣起與目的	1-1
1.2 委託工作範圍與內容	1-2
1.3 本次工作項目與內容	1-2
第二章 計畫背景	2-1
2.1 計畫沿革	2-1
2.2 計畫區特性	2-2
第三章 分洪隧道路線覆核及測量作業	3-1
3.1 分洪隧道路線覆核	3-1
3.2 外業測量	3-2
第四章 基隆河洪水量及輸砂量分析檢討	4-1
4.1 集水區概況	4-1
4.2 暴雨頻率分析	4-1
4.3 洪水量分析	4-4
4.4 分洪量檢討	4-8
4.5 基隆河輸砂量推估	4-8



第五章	分洪工程佈置及水理分析	5-1
5.1	分洪工程子結構範圍界定及設計準則	5-1
5.2	進水結構	5-2
5.3	攔河堰及分洪堰上游結構	5-5
5.4	分洪隧道	5-7
5.5	出水結構	5-12
5.6	進水結構物與分洪量敏感度分析	5-15
5.7	水工模型試驗	5-16
第六章	水工結構物設計及施工	6-1
6.1	主要範圍及設計考量	6-1
6.2	攔河堰及分洪堰上游結構	6-3
6.3	進水結構	6-7
6.4	出水結構	6-9
第七章	分洪隧道設計及施工	7-1
7.1	前言	7-1
7.2	隧道洞口基本設計	7-1
7.3	隧道標準斷面基本設計	7-4
7.4	隧道標準段支撐基本設計	7-5
7.5	隧道特殊段基本設計	7-9
7.6	隧道內襯砌基本設計	7-14
7.7	隧道施作工作面	7-16
7.8	隧道開挖工法評估	7-18
7.9	工期估算	7-20

7.10	土資場	7-23
7.11	施工道路	7-24
7.12	隧道施作環境影響說明	7-25
第八章	土石方資源堆置場規劃設計	8-1
8.1	土石方產生量	8-1
8.2	土資場場址勘選	8-1
8.3	土資場土地使用同意取得作業辦理情形	8-2
8.4	土資場規劃設計	8-3
8.5	土資場通達道路	8-3
8.6	替代方案	8-4
第九章	施工及維護道路規劃設計	9-1
9.1	施工道路	9-1
9.2	維護道路	9-2
第十章	防砂壩工程規劃設計	10-1
10.1	壩址勘選	10-1
10.2	壩址水文水理分析	10-2
10.3	壩型及壩高之選擇	10-2
10.4	防砂壩效果評估	10-3
10.5	工程範圍與經費概估	10-4
第十一章	九份溪改善規劃設計	11-1
11.1	現況描述	11-1
11.2	水文分析	11-1
11.3	河道水理分析	11-2



11.4	改善方案研擬及評估	11-4
11.5	工程費概估	11-6
第十二章	環境綠化工程及景觀設計	12-1
12.1	工程規劃範圍	12-1
12.2	綠化工程規劃設計	12-1
12.3	景觀設計	12-4
12.4	土資場綠美化工程	12-13
12.5	九份溪綠美化工程	12-14
第十三章	監控系統規劃設計	13-1
13.1	監控系統範圍之確定	13-1
13.2	監控系統硬體設施	13-3
13.3	軟體設施、資料庫	13-10
13.4	運轉作業方式及組織架構研擬	13-12
第十四章	工程經費評估	14-1
14.1	估價基準	14-1
14.2	發包工作費項目編估	14-2
14.3	其他相關費用	14-4
14.4	本計畫預算總額	14-5
14.5	施工進度	14-5
第十五章	水土保持計畫	15-1
第十六章	營運管理計畫	16-1
16.1	分洪工程概要	16-1
16.2	營運管理作業範圍	16-2

16.3	營運組織架構	16-3
16.4	營運操作維護規則	16-6
16.5	計畫效益評估	16-8
16.6	緊急應變措施	16-10
16.7	觀測試驗	16-12
16.8	施工規劃期間推廣活動	16-13
16.9	分洪構造物淤積清除	16-13
16.10	清淤費用概估	16-15
16.11	淤積物處置方式	16-20
第十七章	施工管理計畫	17-1
17.1	施工管理計畫	17-1
17.2	施工臨時設施計畫	17-2
17.2.1	供電計畫	17-3
17.2.2	給水計畫	17-3
17.2.3	通風排氣設備	17-5
17.2.4	通訊設備	17-8
17.2.5	材料堆置及加工場	17-8
17.2.6	修護場	17-8
17.2.7	爆材儲存設施	17-9
17.2.8	拌合場	17-9
17.2.9	其他設置	17-9
17.3	防災計畫	17-9
17.3.1	緊急災害處理	17-9



17.3.2	防火措施	17-10
17.3.3	防汛措施	17-11
17.3.4	緊急疏散計畫	17-12
第十八章	品質管制計畫	18-1
第十九章	監造計畫	19-1
第二十章	投標文件之研擬	20-1
20.1	工程發包文件之研擬	20-1
20.2	委託監造發包文件之研擬	20-11
參考文獻		
附件一	期初簡報審查意見處理情形	
附件二	第一次工作檢討會審查意見處理情形	
附件三	第一次期中報告審查意見處理情形	
附件四	主體工程資料審查意見處理情形	
附件五	基本設計報告初稿審查意見處理情形	
附錄一	日本專家對基隆河整體治理計畫之建議	
附錄二	員山子堰址短延時降雨量分析	
附錄三	水工結構物安定分析	
附錄四	分洪隧道外支撐數值分析	
附錄五	分洪隧道內襯砌應力分析	



表 目 錄

	頁次
表 1.1	工作項目與範圍概要 1-4
表 2.1	計畫區域附近介壽橋水文站 88 年及歷年平均 均流量概況 2-20
表 2.2	計畫區相關水體水文現況 2-21
表 2.3	計畫區域附近介壽橋水文站民國 88 年輸砂 量概況 2-22
表 2.4	計畫區域附近介壽橋水文站民國 84 至 88 年輸砂量概況 2-22
表 2.5	地下水位鑽探孔位位置分布表 2-23
表 2.6	鑽孔地下水位高程 2-23
表 2.7	台北縣瑞芳鎮已登記水權統計表 2-25
表 2.8	計畫區鄰近潮汐測站觀測記錄表 2-25
表 4.1	員山子攔河堰上游集水區雨量站及水位流 量站概況表 4-14
表 4.2	員山子攔河堰址歷年最大三日暴雨量 4-15
表 4.3	員山子攔河堰址不同重現期之三日暴雨量 4-16
表 4.4	歷年三日暴雨頻率分析成果表 4-17
表 4.5	員山子攔河堰址不同分析年限之三日暴雨 頻率分析成果表 4-18
表 4.6	員山子攔河堰址三日可能最大降雨量(元年 ~89 年) 4-19



表 4.7	基隆河流域員山子單位歷線	4-20
表 4.8	員山子堰址不同重現期之洪水量(單位歷線法)	4-21
表 4.9	集水區粗糙係數一覽表	4-22
表 4.10	渠道粗糙係數一覽表	4-23
表 4.11	員山子攔河堰址上游集水區水文演算基本資料(運動波法)	4-24
表 4.12	民國 85 年至 89 年 6 場颱風暴雨資料	4-26
表 4.13	HEC-1 模式計算洪峰流量與實測值比較表	4-27
表 4.14	員山子歷次洪水量分析成果比較表	4-27
表 4.15	員山子洪水量與附近流域比較表	4-28
表 4.16	基隆河員山子河段各斷面河床質平均粒徑與代表粒徑分析成果	4-29
表 4.17	築堰前各河段河床質載輸砂能力推算表	4-30
表 4.18	築堰後各河段河床質載輸砂能力推算表	4-30
表 4.19	築堰前各河段河床質載輸砂能力率定曲線	4-31
表 4.20	築堰後各河段河床質載輸砂能力率定曲線	4-31
表 4.21	築堰前各河段重現期河床質載輸砂量及平均年輸砂量	4-32
表 4.22	築堰後各河段重現期河床質載輸砂量及平均年輸砂量	4-32
表 4.23	懸浮質與推移質粒徑分界推算表	4-33
表 4.24	員山子攔河堰址各重現期之懸浮質濃度	4-33
表 4.25	員山子堰址各重現期各粒徑組成懸浮質濃	



	度	4-34
表 4.26	堰址於 $Q_{200}=1,620\text{cms}$, 分洪量 $1,310\text{cms}$ 進入 隧道之懸浮質濃度	4-35
表 4.27	堰址於 $Q_{100}=1,502\text{cms}$, 分洪量 $1,200\text{cms}$ 進入 隧道之懸浮質濃度	4-36
表 4.28	堰址於 $Q_{50}=1,375\text{cms}$, 分洪量 $1,083\text{cms}$ 進入 隧道之懸浮質濃度	4-37
表 4.29	堰址於 $Q_{20}=1,186\text{cms}$, 分洪量 909cms 進入 隧道之懸浮質濃度	4-38
表 4.30	堰址於 $Q_{10}=1,022\text{cms}$, 分洪量 760cms 進入 隧道之懸浮質濃度	4-39
表 4.31	堰址於 $Q_5=837\text{cms}$, 分洪量 593cms 進入隧 道之懸浮質濃度	4-40
表 4.32	堰址於 $Q_2=524\text{cms}$, 分洪量 318cms 進入隧 道之懸浮質濃度	4-41
表 4.33	堰址各重現期洪峰量分洪時懸移質粒徑分 佈	4-42
表 4.34	分洪隧道排放懸浮質年平均總量	43
表 5.1	分洪堰率定曲線	5-18
表 5.2	$Q=1,310\text{cms}$ 時束縮段水理條件	5-19
表 5.3	員山子堰址設計流量 $Q_{200}=1,620\text{cms}$ 時築堰 前後水理變化情形	5-20
表 5.4	攔河堰孔口率定曲線	5-21
表 5.5	排砂道率定曲線	5-21



表 5.6	隧道直徑 D 與 Q 之相關性	5-22
表 5.7	隧道漸變段末端流速及水深與流量關係	5-22
表 5.8	水舌進入消能池之沖擊水深與流量關係	5-22
表 5.9	員山子分洪結構象神颱風分洪過程表	5-23
表 7.1	岩體分類及支撐等級表	7-26
表 7.2	支撐系統參數表	7-27
表 7.3	分洪隧道開挖標準支撐表	7-28
表 7.4	III類支撐混凝土內襯砌應力檢核表	7-29
表 7.5	混凝土內襯砌比較表	7-31
表 7.6	TYPEI ~ IV岩體開挖工期進度表	7-32
表 7.7	TYPEV岩體開挖工期進度表	7-33
表 8.1	土石方產量表	8-5
表 9.1	施工道路詳表	9-3
表 10.1	員山子至介壽橋現況河道水理	10-5
表 10.2	員山子至介壽橋設置 2 座防砂壩(高 4.0m) 水理	10-5
表 10.3	員山子至介壽橋 2 座防砂壩淤滿後水理	10-5
表 10.4	員山子攔河堰上游設置 2 座防砂壩淤滿後 各河段輸砂能力推算表	10-6
表 10.5	員山子攔河堰上游設置 2 座防砂壩淤滿後 各河段河床質載輸砂能力率定曲線	10-6
表 10.6	員山子攔河堰上游設置 2 座防砂壩淤滿後 各河段重現期河床質載輸砂量及平均年輸 砂量	10-7



表 10.7	基隆河員山子分洪計畫防砂壩工程費用	10-8
表 11.1	瑞芳(2)雨量站暴雨資料表	11-7
表 11.2	九份溪不同重現期之暴雨量	11-8
表 11.3	九份溪可能最大暴雨量	11-9
表 11.4	九份溪流域一日暴雨連續 N 小時最大降雨 量及其發生延時表	11-10
表 11.5	九份溪流域一日暴雨連續 N 小時最大降雨 量及其百分比表	11-11
表 11.6	九份溪不同重現期之洪峰流量	11-12
表 11.7	九份溪現況河道水理演算成果	11-13
表 11.8	九份溪設置分洪隧道過河段後水理演算成 果	11-14
表 11.9	九份溪分洪隧道過河段上游淤滿後水理演 算成果	11-15
表 11.10	Stepped Siphway 設計經驗綜合表	11-16
表 11.11	基隆河員山子分洪計畫九份溪過河段階梯 消能溢流道工程費用	11-17
表 12.1	植物群落與植物種分佈表	12-15
表 12.2	植栽建議一覽表	12-16
表 12.3	遊憩資源特性分類	12-16
表 12.4	鄰近遊憩資源關係一覽表	12-16
表 14.1	員山子分洪工程分年工程經費表	14-6
表 14.2	員山子分洪工程施工進度表	14-7
表 16.1	員山子分洪計畫整體效益分析表	16-21



表 16.2 挖土機作業費用估計表 16-22

圖 目 錄

	頁次
圖 1.1	南湖大橋至介壽橋治理基本計畫區段圖 1-5
圖 2.1	基隆河員山子分洪工程地理位置圖 2-26
圖 2.2	分洪計畫地形地勢圖 2-27
圖 2.3	區域地質圖 2-28
圖 2.4	工程地質平面圖 2-29
圖 2.5	隧道工程地質剖面圖 2-30
圖 2.6	一號隧道進水口地質剖面示意圖 2-31
圖 2.7	一號隧道出水口地質剖面示意圖 2-32
圖 2.8	二號隧道進水口地質剖面示意圖 2-33
圖 2.9	二號隧道出水口地質剖面示意圖 2-34
圖 2.10	隧道沿線煤礦坑分布圖 2-35
圖 2.11	測線里程 0K+180~2K+650 地電阻影像剖面 圖 2-36
圖 2.12	隧道沿線地下水位分布圖 2-37
圖 2.13	侵台颱風路徑分類統計 2-38
圖 3.1	隧道沿線主要工程問題與處理對策示意圖 3-3
圖 3.2	分洪隧道路線平面圖 3-4
圖 3.3	工程用地範圍 3-5
圖 3.4	1/200 地形測量範圍 3-6
圖 4.1	員山子攔河堰址上游集水區範圍圖 4-44



圖 4.2	員山子堰址不同分析年限三日暴雨頻率分析成果圖	4-45
圖 4.3	平均值調整係數 A_x	4-46
圖 4.4	標準偏差的調整係數 A_s	4-46
圖 4.5	考慮記錄年限的調整係數圖	4-47
圖 4.6	排除極大事件的標準偏差數圖	4-48
圖 4.7	觀測時間調整係數圖	4-49
圖 4.8	集水區面積與降雨深度調整係數圖	4-50
圖 4.9	台灣及世界最大點雨量記錄	4-51
圖 4.10	員山子攔河堰址最大三日暴雨頻率關係曲線	4-52
圖 4.11	員山子單位歷線	4-53
圖 4.12	基隆河流域三日暴雨設計雨型	4-54
圖 4.13	員山子 HEC-1 集水區劃分示意圖	4-55
圖 4.14	賀伯颱風流量實測值與模式值之比較	4-56
圖 4.15	薩恩颱風流量實測值與模式值之比較	4-57
圖 4.16	溫妮颱風流量實測值與模式值之比較	4-58
圖 4.17	安珀颱風流量實測值與模式值之比較	4-59
圖 4.18	瑞伯颱風流量實測值與模式值之比較	4-60
圖 4.19	象神颱風流量實測值與模式值之比較	4-61
圖 4.20	實測五堵站歷年瞬時最大流量頻率分析結果	4-62
圖 4.21	基隆河流域流量與集水面積關係	4-63

圖 4.22	員山子三小時單位歷線比較圖	4-64
圖 4.23	基隆河流域三日暴雨設計雨型比較圖	4-65
圖 4.24	員山子攔河堰河段縱斷面及斷面位置圖	4-66
圖 4.25	基隆河介壽橋懸浮質輸砂率定曲線	4-67
圖 4.26	基隆河員山子堰址河床質級配累積曲線	4-68
圖 4.27	卡爾曼常數 K 與含砂量 Q_s 的關係	4-69
圖 4.28	石英球在空氣及水中的沉速	4-70
圖 5.1	阿公店水庫越域排洪道 - 平面	5-25
圖 5.2	阿公店水庫越域排洪道 - 溢流堰平面	5-26
圖 5.3	進水結構佈置圖	5-27
圖 5.4	分洪堰率定曲線	5-29
圖 5.5	進水結構束縮段水流特性	5-30
圖 5.6	員山子攔河堰上游迴水計算成果	5-31
圖 5.7	孔流式攔河堰放流量與水位高程關係	5-32
圖 5.8	建議攔河堰佈置圖	5-33
圖 5.9	分洪結構平面佈置圖	5-34
圖 5.10	攔河堰及排砂道佈置圖	5-35
圖 5.11	排砂道率定曲線	5-36
圖 5.12	員山子分洪結構入流量與分洪量關係圖	5-37
圖 5.13	管流特性曲線	5-38
圖 5.14	隧道直徑與流量關係圖	5-39
圖 5.15	渠道摻氣經驗曲線	5-40
圖 5.16	穴蝕指標與臨水面錯距關係圖	5-41



圖 5.17	穴蝕指標與臨水面錯距連接斜角關係圖	5-42
圖 5.18	出水口中心線斷面	5-43
圖 5.19	消能池佈置圖	5-44
圖 5.20	隧道漸變段末端流速及水深與流量關係	5-45
圖 5.21	消能池水舌軌跡與消能池結構關係圖	5-46
圖 5.22	消能池水舌衝擊深度及水深與流量關係	5-47
圖 5.23	Q=1,310cms 時，分洪堰至隧道出口水理計算	5-48
圖 5.24	進水口結構束縮段水流特性	5-49
圖 5.25	員山子分洪結構象神颱風分洪歷線圖	5-50
圖 6.1	攔河堰及進水結構位置圖	6-13
圖 6.2	攔河堰及進水結構平面圖	6-14
圖 6.3	攔河堰及排砂道設計圖(1/4)	6-15
圖 6.4	攔河堰及排砂道設計圖(2/4)	6-16
圖 6.5	攔河堰及排砂道設計圖(3/4)	6-17
圖 6.6	攔河堰及排砂道設計圖(4/4)	6-18
圖 6.7	施工圍堰及擋土排樁示意圖	6-19
圖 6.8	進水結構橫斷面圖(1/2)	6-20
圖 6.9	進水結構橫斷面圖(2/2)	6-21
圖 6.10	出水結構位置圖	6-22
圖 6.11	出水結構平面圖	6-23
圖 6.12	出水結構剖面圖	6-24
圖 6.13	出水結構設計圖(1/5)	6-25

圖 6.14	出水結構設計圖(2/5).....	6-26
圖 6.15	出水結構設計圖(3/5).....	6-27
圖 6.16	出水結構設計圖(4/5).....	6-28
圖 6.17	出水結構設計圖(5/5).....	6-29
圖 7.1	一號隧道入口平面圖	7-34
圖 7.2	一號隧道入口縱斷面圖	7-35
圖 7.3	九份溪過河段施作示意圖	7-36
圖 7.4	二號隧道出口平面圖	7-37
圖 7.5	二號隧道出口縱斷面圖	7-38
圖 7.6	管幕工法示意圖	7-39
圖 7.7	垂直界面錨栓示意圖	7-40
圖 7.8	分洪隧道標準斷面圖	7-41
圖 7.9	隧道分析網格圖	7-42
圖 7.10	I型支撐變形圖	7-43
圖 7.11	II型支撐變形圖	7-43
圖 7.12	III型支撐變形圖	7-44
圖 7.13	IV型支撐變形圖	7-44
圖 7.14	V型支撐變形圖	7-45
圖 7.15	I型支撐塑性區圖	7-45
圖 7.16	II型支撐塑性區圖	7-46
圖 7.17	III型支撐塑性區圖	7-46
圖 7.18	IV型支撐塑性區圖	7-47
圖 7.19	V型支撐塑性區圖	7-47



圖 7.20	I型支撐軸力及彎矩圖	7-48
圖 7.21	II型支撐軸力及彎矩圖	7-49
圖 7.22	III型支撐軸力及彎矩圖	7-50
圖 7.23	IV型支撐軸力及彎矩圖	7-51
圖 7.24	V型支撐軸力及彎矩圖	7-52
圖 7.25	隧道環狀排水示意圖	7-53
圖 7.26	臨時排水導坑示意圖	7-54
圖 7.27	熱瀝青灌漿示意圖	7-55
圖 7.28	錐體灌漿示意圖	7-56
圖 7.29	固結灌漿示意圖	7-57
圖 7.30	廢煤坑及煤層處理示意圖(一).....	7-58
圖 7.31	廢煤坑及煤層處理示意圖(二).....	7-59
圖 7.32	廢煤坑及煤層處理示意圖(三).....	7-60
圖 7.33	III類支撐混凝土內襯砌軸力圖	7-61
圖 7.34	III類支撐混凝土內襯砌彎矩圖	7-62
圖 7.35	一號施工橫坑平面及縱斷面圖	7-63
圖 7.36	二號施工橫坑平面及縱斷面圖	7-64
圖 8.1	瑞金公路土資場位置圖	8-6
圖 8.2	瑞金公路土資場平面圖	8-7
圖 8.3	瑞金公路土資場橫斷面圖(一).....	8-8
圖 8.4	瑞金公路土資場橫斷面圖(二).....	8-9
圖 8.5	瑞金公路土資場橫斷面圖(三).....	8-10
圖 8.6	瑞金公路土資場橫斷面圖(四).....	8-11



圖 8.7	瑞金公路土資場橫斷面圖(五).....	8-12
圖 8.8	瑞金公路土資場運棄路線圖	8-13
圖 8.9	民間合法土資場及其運棄路線圖	8-14
圖 9.1	分洪入口施工及維護道路平面圖	9-4
圖 9.2	分洪入口施工及維護道路縱斷面圖	9-5
圖 9.3	九份溪施工便道平面及縱斷面圖	9-6
圖 9.4	九份溪施工便道拓寬段平面及縱斷面圖	9-7
圖 9.5	分洪出口施工及維護道路平面及縱斷面圖	9-8
圖 10.1	員山子上游至介壽橋 1/5,000 航照圖	10-12
圖 10.2	員山子上游既設防砂壩(127.8)沖毀情形	10-13
圖 10.4	員山子上游右岸第二支流連續性固床工	10-13
圖 10.3	員山子上游右岸第一支流 2 座防砂壩現況 圖	10-14
圖 10.5	1 號防砂壩壩址現況圖	10-15
圖 10.6	2 號防砂壩壩址現況圖	10-15
圖 10.7	員山子至介壽橋現況河道水理	10-16
圖 10.8	員山子至介壽橋設置 2 座防砂壩(高 4.0m) 水理	10-17
圖 10.9	員山子至介壽橋 2 座防砂壩淤滿後水理	10-18
圖 10.10	1 號防砂壩規劃設計圖	10-19
圖 10.11	2 號防砂壩規劃設計圖	10-20
圖 11.1	九份溪集水區範圍圖	11-19
圖 11.2	台灣及世界最大點雨量記錄	11-20



圖 11.3	暴雨頻率關係圖	11-21
圖 11.4	九份溪一日暴雨雨型	11-22
圖 11.5	九份溪地形測量平面圖	11-23
圖 11.6	九份溪現況河道水理演算成果	11-24
圖 11.7	分洪隧道過河段工程佈置圖	11-25
圖 11.8	九份溪設置分洪隧道過河段水理演算成果	11-26
圖 11.9	九份溪分洪隧道過河段上游淤滿後水理演 算成果	11-27
圖 11.10	Baffle Chute Spillway 示意圖	11-28
圖 11.11	九份溪過河段消能墩陡槽佈置圖	11-29
圖 11.12	Emergy Dissipation for both Nappe and Skimming Flow Regimes	11-30
圖 11.13	水流經小階梯溢洪道示意圖	11-31
圖 11.14	九份溪過河段小階梯式消能溢流道佈置圖	11-32
圖 12.1	工程規劃範圍圖	12-17
圖 12.2	整體規劃構想圖	12-18
圖 12.3	進水口全區平面配置圖	12-18
圖 12.4	管理中心透視示意圖	12-19
圖 12.5	觀景平台示意圖	12-19
圖 12.6	分洪出海口處平面配置圖(1/2)	12-20
圖 12.7	分洪出海口處平面配置圖(2/2)	12-21
圖 12.8	休閒賞景區入口意象示意圖	12-22
圖 12.9	休閒賞景區平台示意圖	12-22

圖 12.10	觀海涼亭示意圖	12-23
圖 12.11	出海口停車場示意圖	12-23
圖 12.12	土資場美化區平面配置圖	12-24
圖 12.13	土資場登亭步道示意圖	12-25
圖 12.14	觀海木平台示意圖	12-25
圖 12.15	小丘賞海亭示意圖	12-26
圖 12.16	土資場入口意象廣場示意圖	12-26
圖 12.17	土資場停車場示意圖	12-27
圖 12.18	九份溪綠化平面配置圖	12-27
圖 13.1	監控系統架構圖	13-14
圖 13.2	監控系統水位計及攝影機佈置圖	13-15
圖 13.3	監控系統照景盤	13-16
圖 13.4	簡報系統架構圖	13-17
圖 13.5	管理中心設備佈置圖	13-18
圖 16.1	分洪措施平面佈置圖	16-23
圖 16.2	進水口結構分洪堰斷面圖	16-24
圖 16.3	消能池佈置圖	16-25
圖 16.4	第十河川局組織及人員配置	16-26
圖 16.5	員山子攔河堰管理中心組織架構	16-27
圖 16.6	水位觀測點位置圖	16-28
圖 16.7	攝影機觀測點位置圖	16-29
圖 17.1	分洪入口施工場地佈設示意圖	17-13
圖 17.2	九份溪過河段施工場地佈設示意圖	17-14



圖 17.3	分洪出口施工場地佈設示意圖	17-15
圖 17.4	緊急疏散路線圖	17-16

摘 要

一、導論

基隆河員山子分洪規劃可以追溯到民國 52 年及民國 59 年，由於當時係以治理淡水河為目標，故未予採行。

民國 76 年 10 月琳恩颱風帶來豪雨，造成台北市廣大地區遭受水患。前台灣省水利局規劃總隊重新研擬員山子築堰分洪之可行性。

政府為積極推動基隆河治理計畫，前行政院蕭院長於行政院院會指示由經濟部統合各權責單位辦理「基隆河整體治理計畫規劃工作」，前經濟部水利處乃於民國 89 年 4 月完成「基隆河整體治理計畫規劃總報告(草案)」及「基隆河整體治理方案」陳報行政院，行政院指示：「宜考量優先推動員山子分洪工程之可行性。」，並於民國 89 年 11 月前行政院張院長聽取「基隆河整體治理計畫」簡報會議後裁示，立即推動員山子分洪計畫相關工作。

聯合大地工程顧問股份有限公司與巨廷工程顧問股份有限公司自九十年六月下旬完成簽約後，即如期展開本工作之規劃設計，迄今已分別提送工作執行計畫書、工程布置簡報、期初簡報、第一次工作檢討會、第一次期中報告、主體工程發包文件等成果，本報告除將上述成果彙整外，並就合約規定內容如期提出本工程基本設計報告。

目前規劃之主要工程結構敘述如下：

- (一)攔河堰工程：攔河堰及分洪堰上游結構包括基隆河段、側流堰、攔河堰、排砂道及靜水池。
- (二)進水口結構：進水口結構包括分洪堰、束縮段、矩形進口段及矩形至圓形之漸變段。
- (三)分洪隧道：分洪工程自漸變段下游後進入山區，隧道分為兩座，上游段一號隧道長度 1,117 公尺，下游段二號隧道長度 1,308 公尺，縱坡 1/100，內徑 12 公尺之隧道。
- (四)出水口結構物：出水口結構包括漸變段及消能池，出水結構全



長 156 公尺。

二、計畫區域概況

本計畫工程位於台北縣瑞芳鎮境內，工程起點位於基隆河主流上游瑞芳鎮瑞柑新村旁，出口位置約位於台二線里程 84K+500。

本區域分布之地層以野柳群之大寮層及瑞芳群之南港層與石底層為主，並通過 魚坑斷層及番子澳斷層。

一號隧道最高覆蓋約 100 公尺，二號隧道最高覆蓋約 150 公尺，推估隧道沿線岩體分類百分比，第 II 類岩體長度 320 公尺占 13.1%，第 III 類岩體長度 1070 公尺占 43.6%，第 IV 類岩體長度 760 公尺占 31.0%，第 V 類岩體長度 302 公尺占 12.3%，唯目前岩體分類係根據本階段地質調查成果推估，隧道施工實際之岩體類別以現場地質師判斷為準。

本工程路線通過煤礦區，包括第 365、1299、2390、1301 號煤礦，以及第 37 與 38 號金礦，煤礦均已停採，但金礦目前仍維持礦權。分洪隧道開挖遭遇石底層之六層煤層，建議需注意瓦斯氣體可能蓄積於廢煤坑或採掘面。

據隧道沿線地電阻影像剖面，評估隧道開挖可能遭遇地下湧水區，其主要範圍為里程 0K+400、0K+970、1K+500、1K+700、1K+960 等。

三、分洪隧道路線覆核及測量作業

(一)分洪隧道路線覆核

主要進行下列項目評估：

- 1.路線平面線形檢核
- 2.路線縱斷面檢核
- 3.隧道沿線地質評估

根據上述項目之檢討，本路線進行微幅調整如第三章中所述。

(二) 外業測量

本項作業包含分洪工程攔河堰及其河道上、下游二百公尺，計約 8 公頃之 1/200 地形測量。

四、基隆河洪水量及輸砂量分析檢討

(一) 暴雨頻率分析

建議採用以民國元年至 89 年資料分析之結果，因其資料年限最長，並建議以對數皮爾遜 III 型分佈為洪水量分析之依據，因歷年之分析均採用對數皮爾遜 III 型，200 年重現期三日暴雨量為 855mm。

(二) 洪水量分析

本次以三種不同方法分析 200 年重現期洪峰流量之結果，比流量分別為單位歷線法 17.74 cms/km^2 、HEC-1 運動波法 19.75 cms/km^2 、實測流量法為 12.66 cms/km^2 ，依據與以往分析方法及與鄰近流域比流量之比較，建議採用本次以單位歷線法分析之成果，並取整數值為 1,620cms。

(三) 分洪量檢討

因基隆河整治係依整體治理計畫進行，即 200 年重現期洪峰流量在員山子分洪堰址為 1,090cms，但本次分析成果 200 年重現期洪峰流量為 1,620cms，因此分洪量應儘量加大，以減小對基隆河下游河段之衝擊，但分洪量之增加勢必加大分洪隧道之直徑，進而增加分洪工程之費用。經考慮隧道之直徑，分洪構造物之佈置及水理分析成果，當 200 年重現期洪峰流量為 1,620cms 時分洪量定為 1,310cms，攔河堰下游放流量為 310cms。

(四) 基隆河輸砂量推估

築堰前整個河段之平均輸砂量約 $50,000\text{m}^3$ ，築堰後初步估計攔河堰平均每年將有約 $40,000\text{m}^3$ 之河床質載淤積量。

攔河堰址各重現期年之懸浮質濃度由 2 年重現期洪水之 1,110ppm 增加至 200 年重現期洪水之 6,381ppm，分洪時之懸浮質最大粒徑 5.5mm，但懸浮質粒徑大於 2.0mm 者僅佔 1%，懸浮質年平



均排放量為 $1,130\text{m}^3$ 。

五、分洪工程佈置及水理分析

(一) 進水結構

本結構包括分洪堰、進水束縮段及隧道進口漸變段，設計之主要考量在於使水流順暢的流入隧道而避免水躍或不穩定流態。

1. 弧型分洪堰頂高程設定為 El. 63m，堰長 80m。
2. 束縮段長 85m，夾角 45.86° ，縱坡採 10%，使水流在束縮過程維持超臨界流，該坡度亦不超過隧道開挖出渣之容許坡度。
3. 漸變段為 $12\text{m(H)}\times 15\text{m(W)}$ 矩形隧道及矩形隧道及矩形隧道至直徑 12m 隧道進口。隧道直徑 12m，進口設置一 3m 直徑通氣管。

分洪堰率定曲線：採用阿公店水庫模型試驗成果， $Q=1.5637\times L\times(H-H_0)^{1.65955}$ ， $H-H_0$ =溢流水深，L：堰寬。在設計流量 1,310cms 時堰前水位高程為 El. 67.2m。

(二) 攔河堰及分洪堰上游結構

本結構包括攔河堰、側流堰及分洪靜水池，設計之主要考量為：

1. 降低分洪頻率並達到上游入流量 1,620cms 時，分洪量為 1,310cms。
2. 確保水流經分洪堰的橫向均勻性以利進水結構的流態。
3. 避免攔河堰受漂浮物的堵塞，並顧及攔河堰受輸砂之磨損。

1. 側流堰設計高程為 El. 62.5m 以攔阻卵塊石，避免其進入進水結構。
2. 攔河堰堰寬 30m，孔口面積 $45\text{m}^2[2\times 2.5\text{m(H)}\times 9.0\text{m(W)}]$ ，靜水池下游端尾檻高程為 El. 61m，並設置潛孔階梯式魚道。當基隆河水位 El. 63m 時(即不分洪)，孔口流量為 110cms。
3. 排砂道寬為 20m，其上游端設有二道閘門，該閘門以 on-off 方式操作，平時全開，若員山子流量達 210cms，即攔河堰前水位達 El. 63m 時即全關排砂道流量約 100 cms。排砂道下游靜水池下游尾檻高程為 El. 60.5m。

4. 攔河堰及排砂道頂部分別設定為 El. 68m 及 EL.69m。

5. 攔河堰上下游之基隆河段構築河岸保護措施，河岸保護措施長度為攔河堰上下游分別約為 300m 及 250m。

攔河堰水位在 El. 63m 時，分洪堰不分洪，孔口流量約 110cms。排砂道水位在 El. 63m 時，若閘門全開，排砂道流量約 100cms。

(三) 分洪隧道

本結構包括隧道全段，設計之主要考量在於選定適當的直徑、縱坡及平面線型，以維持穩定流態及避免 R.C 襯砌受到過度磨損。

1. 12m 直徑隧道全段長 2,452m。
2. $S=0.01$ 。
3. 設計流量 1,310cms。

在設計流量 1,310cms 情況下，隧道內之正常水深為 8.4m，流速為 15.52m/s。為避免水流可能封管而造成不穩定流態，於進水口、九份溪過河段及出水口設置通氣管，以穩定超出設計流量情況下之隧道壓力及流態。

(四) 出水結構

本結構必須穿越台二線底部，設計之主要考量在於消能並維持原海岸地貌以降低環境衝擊。

1. 出水結構涵蓋 12m 直徑至 12m(H)×12m(W) 及 12m(H)×12m(W) 至 12m(H)×25m(W) 的漸變段，前者長度為 10m，後者長度為 53m，此 53m 漸變段採 7° 的擴張角。
2. 消能池底部高程為 El. -6.0m。為減低消能池出口之溢流速度，池寬設計為 35m 以降低單位寬度之流量。
3. 考慮最高潮位 El.2.48m 及波浪 run-up 的作用，消能池出口底緣設定為 El. 4.0m。消能池頂部設置有一 3m 直徑通氣管。

消能池在 $Q=1,310\text{cms}$ 時水位為 El. 11.85m。消能池頂版下緣高程為 El. 15.42m 與水面約有 3.6m 的餘幅，此餘幅應足夠避免水舌或



海浪沖入而造成消能池封頂現象。

六、水工結構物設計及施工

(一) 主要範圍及設計考量

針對攔河堰、分洪靜水池、側流堰、分洪堰、束縮段、矩形段、漸變段及排砂道等水工結構物而言，水工結構物設計應考慮下列參數：地工條件、耐磨條件、建造方法、結構物之穩定性，各結構物之尺寸應以水理需求為設計原則，以水工模型試驗結果為最終依據。

設計荷重需考慮呆荷重(DL)、活荷重(LL)及地震力(EQ)等壓力。混凝土依 CNS1230 A46 製作，CNS1232 A48 檢驗，28 天齡期圓柱試體壓縮強度如下：

分洪靜水池 $fc' = 210 \text{kg/cm}^2$

分洪堰、束縮段、靜水池、尾檻

攔河堰、排砂道、側流堰 $fc' = 350 \text{kg/cm}^2$

進水結構之矩形段、漸變段 $fc' = 450 \text{kg/cm}^2$

無筋混凝土 $fc' = 140 \text{kg/cm}^2$

臨海面之水工構造物水泥需用 Portland Type II。

結構分析方式須符合下列條件要求：1.“中國土木水利工程師手冊”水利類第七篇。2.USBR “Design of Small Dams” 3rd edn. 1987 chapter 8。3.依據經濟部「蓄水庫安全評估規範之研擬(三)(水資局 87 年 6 月)之 7.2.8 及 7.2.9 節。4.本工程之”細部設計準則”。

(二) 攔河堰及分洪堰上游結構

本工程主要工作項目為土石方開挖、填土及混凝土澆注工作，工期應於枯水期展開，並於來年汛期前完成。工址聯外道路以北 37 線道及瑞柑新村聯外道路為主，本工程開挖之棄渣量估計約 15 萬立方公尺(鬆方)，利用北 37 線及瑞金公路為搬運路線。

攔河堰及部份側流堰工程利用施工導水圍堰將左側河道沿前述導水圍堰範圍封閉，河水經由導水圍堰由右側河道流至下游。左側

河道工區封閉後隨即展開相關水工結構物之施工，整段工期須控制在一個枯水期內完成。

排砂道及部份側流堰工程由較接近攔河堰段之側流堰接續往上游沿側流堰軸線方向延伸圍堰至上游右岸，將河水藉由導水圍堰沿左河道經由完成之攔河堰之孔口導至下游。工區內之排砂道(排砂道同攔河堰之澆築方式以孔口 El.62.5m 為分界分段施作)、尾檻、河道側導牆、側流堰未完成段及部分分洪靜水池等水工結構物，在工區圍堰封閉後即進行施工，但為配合相關銜接界面之相關工程，工期可分別於兩個枯水期內分別完成。

(三)進水結構

本工程主要項目包括圓弧型分洪堰、束縮段、矩形段及漸變段。工址聯外道路乃以北 37 線道及瑞柑新村聯外道路為主。工程開挖之棄方量估計約 13 萬立方公尺(鬆方)，利用北 37 線及瑞金公路為搬運路線。

施工方法利用員山子瑞柑新村附近於本工區範圍內之既有道路為擋水土堤兼施工道路，用以阻擋在工期中水位超過側流堰頂高程(EL62.5)之流量，於完成進水結構之相關構造物後再予拆除，並將分洪堰與側流堰間未完成之分洪靜水池連結。

束縮段工程(Sta 0K+065~Sta 0K+150) 施工時先植入擋土排樁於邊坡上再進行施工。矩形段與漸變段箱涵工程(Sta 0K+150~Sta 0K+200)本區段工程採用明挖方式進行，擋土措施則以擋土排樁搭配水平支撐(約分四層支撐)為開挖擋土方式，水平支撐之拆除須配合箱涵構築進度。分洪堰工程連接分洪隧道，在考慮隧道出碴及束縮段明渠與漸變段暗渠之棄碴搬運之情況下，須在前述工程完成後再進行分洪堰體之施工。

分洪靜水池工程因員山子瑞柑新村附近既有道路在設計範圍內，故施工前應先修築改線道路，原有道路於施工期間則充當擋水堤防及施工聯外道路。

(四)出水結構

施工時應先將改道路線相關工程先行完成後，再進行既有台二



線公路遷線及相關工程之施作，工程開挖之棄方量估計約 4.8 萬立方公尺(鬆方)，可藉由台二線公路經九濱公路運抵瑞金公路土資場。

出口漸變段工程為臨坡地側工程之首，須配合分洪隧道工程進度進行施作。陡槽段工程因陡槽部份用地與既有台二線公路重疊，須於台二線公路改道通車後方可進行施工。消能池工程需分兩部分施工，先將計畫改道之台二線與消能池交接部分之側壁以重力式混凝土橋台構築，再將既有台二線公路臨海側之消能池側壁及底板依序構築，但消能池與既有公路重疊處須待改道後之台二線公路通車後才可進行施工。放流工緊臨海面岩礁，開挖面臨海側岩面高程為 E1.4m 而最高高潮位為 E1.2.48m，故開挖時可免圍堰，但需設排水管線以防海水入滲時可迅速排水。

七、分洪隧道施工及設計

本工程隧道總長 2,452 公尺，九份溪以南為一號隧道(里程 0K+200 至 1K+317)，長約 1,117 公尺；橫越九份溪隧道為過河段(里程 1K+317 至 1K+344)，長約 27 公尺；二號隧道(里程 1K+344 至 2K+652)，長約 1,308 公尺。

(一)隧道洞口基本設計

1.一號隧道進水洞口：

由於本洞口外需連結一號隧道至矩形隧道之漸變段，受限於進水構造物的結構長度，綜合考量後，將一號隧道進水洞口設於里程 0K+200 處。

本洞口以基樁連接而成擋土牆穩定洞口邊坡，並以預力地錨增加邊坡安全性，如此便可以垂直開挖方式進行洞口開挖，減少開挖土方及開挖面積。

2.九份溪過河段臨時洞口

連接一號隧道與二號隧道的過河段位於九份溪河床中，本區洞口不受水工結構物影響，因此可以採淺覆蓋入洞方式施作，一號隧道出口以掛網噴凝土及岩栓進行邊坡保護，二號隧道入口保護工基本上與一號隧道出口相同。

3.二號隧道出水洞口

二號隧道出口里程 2K+652 處，為避免作太大的開挖擬以坡度 $V:H=1:0.2$ 進行開挖並以較長的岩栓及較厚的掛網噴凝土作為邊坡保護工，視需要打設水平排水管以洩降地下水壓。在洞口結構物完成後此洞口將以坡度 1:2 進行回填，坡面並以植生方式穩定和美化。

(二)隧道標準斷面基本設計

隧道斷面形狀大小之設計取決於三項需求：

- 1.使用機能
- 2.地質力學機制
- 3.開挖工法與施工作業

考慮上述因素，建議開挖時隧道斷面為馬蹄形，內淨空斷面則為圓形，淨斷面直徑為 12m。支撐襯砌分為兩層，外層為由噴凝土鋼支保及其他輔助構材所組成之開挖支撐，內層則為由鋼筋混凝土澆鑄而成之內襯砌。

(三)隧道標準段支撐基本設計

本工程隧道岩體之分類係考慮現場評分方式並輔以岩體之工程地質特性之分類方法，主要採用南非 CSIR(Bieniewsky)之 RMR(Rock Mass Rating)法。此分類法乃依據岩材強度、岩心品質指標、不連續面狀況、地下水狀況、節理方位等因素綜合評估而得。

本工程隧道標準段開挖支撐設計，將採用新奧工法觀念加以設計。即是在開挖過程中，儘早提供適當的支撐，並使支撐構件儘量接近開挖面進行，使岩體的鬆動很小，在破壞之前便已達到新的平衡，而使開挖穩定。

本隧道工程的施工方式為多階段開挖方式，前方開挖與後方工作面間會相互影響，須加以評估，因此採用 FLAC 程式進行分析，本程式可以建立各類岩體內開挖隧道的狀況，然後依據所規定之開挖支撐施工順序，模擬岩體及支撐系統的力學行為。分析結果如下所述：



1. 變形量

分析結果得各類岩盤開挖可能產生之最大變形量，由結果可知在岩體等級良好之 I 類岩盤其變形量約 2 公分，而後隨著岩體評分的降低，變形量也逐漸增加，到 V 類岩盤時，最大變形量增為 30 公分。

2. 塑性區

分析結果可得各類岩體開挖後之塑性範圍，I 類岩盤開挖後塑性範圍只有斷面週遭約 1 公尺範圍，II、III 類岩盤塑性範圍分別約為隧道週圍 3~4M，IV、V 類岩盤經管幕及適當的地改後，塑性範圍已控制在 1 倍隧道直徑範圍內，但由於仍超過岩栓長度範圍，需再進行支撐系統之應力檢核。

3. 支撐應力

分析結果可得各類岩體開挖後各支撐系統所受之軸力及彎矩，由於 I、II、III 類岩盤岩體得以適時發揮自持力，因此各支撐所受應力皆不大。IV、V 類岩盤塑性區範圍雖然較大，但其支撐承受軸力及彎矩後轉換之應力檢核仍屬安全範圍，應可支承預估之大地應力。

(四) 隧道特殊段基本設計

本案隧道工程依目前蒐集相關資料研判，因應本區地質將可能遭遇下列特殊狀況：

1. 斷層、破碎帶及湧水
2. 廢煤坑及煤層
3. 有害氣體

(五) 隧道施作工作面

本工程隧道預計共有四個主工作面分別是一號隧道入口、出口及二號隧道入口、出口，以下將針對工作面狀況加以說明：

1. 一號隧道入口工作面

本洞口位於基隆河畔瑞柑新村旁，建議隧道正面採直接

開挖入洞方式，不需施作工作坑，另外由於隧道坡度向下，因此必須以機械排水方式為之。施工道路則可配合北 37 線改線一起施作，且可視承包商分洪堰結構體施工時程而略作調整。

2.一號隧道出口工作面

本洞口位於九份溪上，本洞口施工擬採上半明挖工法並與二號隧道入口配合圍堰分階施工。

3.二號隧道入口工作面

本洞口同一號隧道出口條件，施工採上半明挖工法施作，惟本洞口邊坡為煤渣堆積處，施工開挖前應預先以其他工法改良或處理。

4.二號隧道出口工作面

本工作面緊臨台二線，因此洞口開挖需於台二線施工改道完成後配合新建公路橋樑同時施作，本隧道洞口將採用直接入洞的開挖方式，由於隧道開挖前進時坡度向上，因此可採用自然排水方式排水。

(六)隧道開挖工法評估

本節主要目的係針對一號及二號隧道開挖採用之施工方式做建議。本工程隧道長度分別為 1,117 公尺、1,308 公尺及過河段 27 公尺，隧道沿線工程地質多屬砂岩或砂頁岩互層之組成以及淺層覆蓋長度合計 2,452 公尺的開挖；在前期報告中已針對國內常用之傳統鑽炸工法、或國外應用相當成功，但於北宜高速公路雪山隧道卻遭遇相當困難之 TBM 工法、或其他機械開挖工法就其工期及工程施作進行評估及比較，期能選擇一較適用於本計畫特性之隧道開挖工法。經綜合評估結果，建議使用鑽炸法並配合挖土機等機械進行開挖，並需注意下列事項：

- 1.鑽炸法適用於任何地質條件，因此此工法將適合本工程之大部分範圍之隧道開挖。
- 2.挖土機、破碎機此類機械施工法將只用在土質或軟弱之岩盤。
- 3.若能再針對本法鑽孔及噴漿技術予以改進，如採用鑽堡及全自



動噴漿機，則更能減少作業時間及提高施工品質。

(七)工期估算

本計畫隧道地質以砂岩、頁岩及其互層為主，單壓強度約在 90 至 140kg/cm² 左右，本工程之主要要徑工期為二號隧道，故工期估算以二號隧道為主。二號隧道自橫坑於 1K+467 匯入主隧道，直至二號隧道出水洞口 2K+652，開挖全長 1,185m，預計隧道工程工期為 26 個月。

八、土石方資源堆置場規劃設計

本工程開挖之土石方由於數量約 97.2 萬方(鬆方)，水利署考慮土石方運送對鄰近環境之影響，故在規劃階段已先行勘選三處土石方資源堆置場(簡稱土資場)，經詳細評估後決定採用瑞金公路土資場。

本工程攔河堰及進水結構等分洪工程施築所產生之土石方量約為 28.0 萬方，隧道開挖(含一號及二號隧道)所產生之土石方量約為 43.3 萬方，出口結構工程所產生之土石方量約為 4.8 萬方，而施工便道及永久道路所產生之土石方量約為 4.9 萬方，總計本工剩餘土石方量約為 81 萬方(鬆方量約 97.2 萬方)

瑞金公路土資場位於瑞金公路側，約距瑞芳鎮八番坑下坡側 100 公尺處，場址地形係為一山凹處，早期為社區開發預定地，現為雜林地。規劃場址約 12.92 公頃，考量長久的穩定性及再利用，邊坡垂直與水平採 1:3 設計，依此原則設計即可容納約 109 萬方的土石方，並可產生近 4 公頃之台階，回填後配合景觀之規劃，有涼亭、健康步道、停車場、觀景台等設施，以供當地民眾或遊客使用。

九、維護及施工道路規劃設計

(一)施工道路

本工程施工改線、新闢或拓寬道路分別依工程進水口、九份溪及出水口三處加以說明：

1.北 37 線施工改道(工程進水口)

依據現有環境、地形、北 37 線道路等級(四級路)以及對瑞柑新村之影響，經詳細評估後，規劃於北 37 線沿山側開闢新設道路，總長約 720 公尺，道路寬度 10 公尺，最大縱坡 8%；同時為考量瑞柑新村之交通動線及流量，另規劃沿瑞柑新村周圍闢設一環型道路，總長約 350 公尺，道路寬度 7 公尺，最大縱坡 8.4%。

2.九份溪施工便道及拓寬道路

由於分洪隧道過河段及二座橫坑洞口均位於九份溪上游，距離既有道路約 300 至 500 公尺，因此擬沿九份溪沿岸設置一長 430 公尺之施工道路，路寬 6 公尺，最大縱坡 10%。另考慮分洪出口土石方運送至瑞金公路土資場，擬由北 35 線與台二線交會處約 300 公尺處沿北 35 線既有小路，拓寬一條長約 540 公尺之施工道路。

3.台二線施工改道(工程出水口)

本工程出口結構由於開挖深度及寬度達 25×30m，並且穿越台 2 線公路，因此本施工道路的規劃除了考慮施工性外，尚需解決台 2 線因施工而中斷的交通，因此擬於出口處先行闢建一條長約 745m 之雙向單車道，寬約 10m，最大縱坡約 1.6%之道路，並在道路施工同時，新建一座單跨約 40m 長之箱涵跨過出口結構，俟本橋樑及道路完成後，台二線即可改道從此新建道路行車。

(二)維護道路

本工程擬利用分洪入口及出口之施工道路，於施工完成後作為永久之維護道路，以供營運維護之用，分別說明如下：

1.分洪工程入口維護道路

利用北 37 線施工道路及瑞柑新村聯外道路作為營運期間之維護道路，北 37 線改道長度約 720 公尺，路寬 10 公尺，最大縱坡約 8%，瑞柑新村聯外道路長度約 350 公尺，路寬 10 公尺，最大縱坡約 8.4%。



2.分洪工程出口維護道路

利用台二線施工道路作為營運期間之維護道路，其長度約 745 公尺，路寬 10 公尺，最大縱坡約 1.6%。

十、防砂壩工程規劃設計

為防止基隆河員山子上游粗顆粒石塊及大型浮物阻塞員山子攔河堰潛孔及分洪隧道入口，進而降低分洪效果或造成堰址附近居民生命財產之損失。本計畫於攔河堰上游至介壽橋(No.129)間之河段設置 2 座高 4m 梳子壩，柱子與柱子之間隔 2m，以攔阻大型漂浮物並兼具穩定河床坡度減少上游之泥砂入流量。

1 號防砂壩選定於員山子攔河堰上游約 380m 位置，2 號防砂壩將設置於已被沖毀之既設防砂壩下游約 50m 處，距員山子攔河堰約 1,180m。1 號防砂壩淤滿後(淤積量約 $71,100\text{m}^3$)水位平均上升 0.6m，流速平均降低 0.2m/s；2 號防砂壩淤滿後(淤積量約 $45,300\text{m}^3$)水位平均上升 0.5m，流速平均降低 0.16m/s。當發生 200 年重現期洪水時，由於防砂壩的淤滿作用使得河道的輸砂能力降低，此時攔河堰上游之淤積量約為 $42,600\text{m}^3$ ，小於分洪靜水池及攔河堰至側流堰間容量約 $52,000\text{m}^3$ 。

十一、九份溪改善規劃設計

分洪隧道過河段頂部高出現況河床高程 9m，九份溪於過河段上游河道將因此而抬高水位，並造成部份地區淹沒，經長時間之演變後，上游段之河床將會因過河段前之淤積而變緩；九份溪於過河段下游河道，將因 9m 之水頭差對現況河道及分洪隧道產生安全之顧慮，故於過河段下游端之河道設置消能設施加以保護。

本計畫評估消能墩陡槽消能工及小階梯溢流道等 2 種方案消能工，經考慮施工之方便性、工程費及對環境之衝擊，建議採用小階梯溢流道消能。本計畫之小階梯溢流道設定寬 27m、各階高差 $h=1.0\text{m}$ 、 $L=2\text{m}$ ，以此設計水流在小階梯溢流道將形成 Skimming flow 的流態，且 $H_{dam}/d_c=9/0.41=22$ ，消能效果將達 90% 以上，於溢流

道下游端佈置固床工以消除殘餘之能量水頭並保護基腳。

十二、景觀規劃設計

(一)景觀發展目標

景觀規劃設計將配合現有環境以提供較佳之解說教育模式，便於寓教於樂，因此，本計畫除分洪功能外，更加入景觀美質、環境及文化資產之機能。在此原則下景觀發展目標為：1.發揮濱海公路一帶之遊憩據點特色，配合整體系統帶，形成一主要觀光重點。2.針對不同客層，滿足其遊憩需求。3.配合東北角及北海岸一帶遊憩資源成為豐富的觀光帶。4.資源特色的發揮，提供遊客體驗人文、地質地貌等遊憩多樣化之機會。5.土地利用同時考量環境保育，利用分區、限量觀念使資源能永續利用。

(二)綠化工程規劃設計

本區之植被分布，主要受東北季風、開礦及土壤質地影響，且多為迎風面，區域內可見陡峭的海岸、緩坡或平坦的岩岸、沙灘等各式各樣的地形外貌。本區域植物生長環境可區分為兩大類，即海岸及低海拔山地。

植栽樹種之選擇,背景植栽應選用本計畫區潛在植被樹種或原有林中生長狀況良好的樹種，以維護生態平衡；點景樹種應選取本地植物中樹型優美、生長快速之樹種，可以以生態綠化的原則及手法進行，並多利用鄉土樹種為原則。

(三)景觀規劃設計

整體規劃構想在於推動河域環境教育與發展親水活動空間。對於河川環境元素與水利工程的互動關係，推動全民環境，帶動一般民眾對河川治理與日常生活關連的興趣與認識。考量部分河段現況及特色，並整合周邊遊憩活動資源外，更應結合文化活動與文史資源，發展具地域特色與人文趣味的親水空間體驗序列。

計畫區雖有豐富之資源潛力，但其公共設施不足與品質不佳，為發展上的缺點，因此導入一些如管理服務中心、停車場、解說牌、



眺望涼亭等等公共設施，為基地發展之重要基本建設。

土資場利用本區為賞景觀海之優點，沿山坡地形著手進行景觀綠美化工程，除利用了距離極長階梯作為觀景的路徑，並沿途設置休憩涼亭，及觀海平台等，再至賞景高點廣場，除大型停車場周邊綠化工程外，並設置入口意象廣場，天然小丘，木步道及觀海涼亭等。

十三、監控系統規劃設計

本計畫監控系統之構成包含下列各項：

(一)資料收集系統

將本計畫所需之水位、流量、機器設備操作資訊作數位處理後送入管理中心電腦系統及水利署第十河川局防洪指揮中心。

(二)資料處理系統

將所蒐集之資訊及以往歷史資料作演算、加工、編輯，並綜理其他系統裝置需求，作必要之資料加工處理，並產生自動控制功能。

(三)顯示、紀錄系統

將資料處理系統加工及編輯的資料，經由各種資訊顯示方式提供給管理者，並且編製報表及各類表單，期能容易掌握整體狀況。

(四)檔案傳送整理系統

現場監控所得資訊必須上傳至第十河川局防洪指揮中心，並接收其緊急調度指令。

系統平時應為電腦自動化控制系統，電腦可依實際狀態反映來操作現場設備，一旦有警報或需維護狀態產生，電腦應自動警示外應接通指定之聯絡電話號碼或行動電話自動語音通知相關人員緊急應變，或啟動緊急通報喇叭通知附近居民或群眾疏散。分洪系統之洩洪啟動後於放流口設置之警示盤、動態顯示板、廣播喇叭，將自動啟動警示廣播語音，並顯示放流資訊。

為符合本監控系統功能需求，界定以下工程項目：

-
- (一) 攔河堰排砂道閘門機電設備之供電系統及發電機備源系統、控制盤與相關安裝工程與電氣管線工程。
 - (二) 電腦監控系統：將系統操作信號包括水位、閘門操作等信號納入電腦，透過電腦工作站之滑鼠操作完成硬體之動作或警報預警；經由圖控軟體建立即時資料庫以蒐集監控數據及歷史趨勢圖等所需資訊。
 - (三) 照景監控盤展示系統：在監控室牆面設立馬賽克照景盤展示相關監控數據與狀態。配合分洪系統簡報系統，以對來賓展示本工程之用。
 - (四) 本計畫工程之重要觀測點設立閉路電視系統攝影機，隨時監控現場狀態。監視即時畫面應有網路連線功能，將影像回傳至第十河川局淡水河流域之防洪指揮中心觀測。
 - (五) 成立緊急通報系統及洩洪警報系統。
 - (六) 本工程之監控資料庫必須為開放性架構，於淡水河流域防洪指揮中心亦裝設即時網路監控工作站，作監控同步存取 (Access)。權限分野以本地為主防洪指揮中心為輔切換，兩處各自儲存操作資料庫，控制功能則以管理中心為主。實際網路結構採用複連 (Duplex) 之實線數據線路及無線電網路同時運作方式進行，無線電網路部分係沿用水利署第十河川局現有洪水預報系統之通信系統。
 - (七) 完成本系統所需之電力系統設置，管理中心之裝潢與設備佈置。

十四、工程經費評估

本工程發包工作費約為 47 億元，再加上環境品質監測費 4 千萬元、空氣污染防制費 4 百萬元、細部設計審核費 3 千萬元、工程管理費 5 千萬元，和其他相關費用如：用地徵收補償費 2 億 3 千萬元、附屬工程費(上游二座防砂壩工程及九份溪過河段消能工程) 6 千 4 百萬元，故本工程預算總額合計共 51 億元。

本工程進度包括細部設計、道路工程、水工結構、隧道工程等，預計施工期限為 30 個月。

十五、水土保持計畫

本章節之擬定係依據「水土保持法」、「水土保持技術規範」及參考「水土保持計畫及規劃書格式撰寫範本」編撰。水土保持計畫已另行送審，其主要內容項目如下：

- (一)計畫目的
- (二)計畫範圍
- (三)目的事業開發或利用計畫內容概要
- (四)基本資料：地形、地質、土壤、水文、土壤流失量估算及環境水系等條件
- (五)開挖整地：整地工程及剩餘土石方處理
- (六)水土保持設施：水土保持設施配置、排水及滯洪設施、邊坡穩定設施、植生
- (七)開發期間之防災措施含施工中之臨時排水及攔砂設施、施工便道、監測系統、臨時性防災措施
- (八)預定施工方式包含施工順序及施工工期
- (九)水土保持計畫設施項目、數量及總工程造價

十六、營運管理計畫

(一)營運管理作業範圍

營運管理計畫內容包括下列各項：

- 1.營運操作維護規則。
- 2.計畫效益評估。
- 3.緊急應變措施。
- 4.觀測試驗研究。
- 5.施工規劃期間推廣活動。
- 6.分洪構造物淤積清除。

(二)營運組織架構

「員山子攔河堰管理中心」業務範圍如下：

1.分洪期間

- (1)排砂道閘門之啟閉。
- (2)攔河堰、排砂閘門、分洪堰、隧道入口及出口消能池水位之觀測，並即時提送淡水河流域防洪指揮中心。
- (3)攔河堰、側流堰、分洪堰、隧道入口及出口消能池影像之觀測，並即時提送淡水河流域防洪指揮中心。
- (4)攔河堰孔口流況觀測(是否有堵塞現象)。
- (5)緊急狀況時(洪水量超過設計洪水、分洪設施損壞、孔口阻塞、排砂道閘門無法關閉等)即時提報第十河川局。

2.不分洪期間

- (1)分洪構造物(包括攔河堰、側流堰、分洪靜水池、分洪堰、矩形段及漸變段隧道入口等)之安全檢查。
- (2)分洪隧道之檢查。
- (3)分洪出水口構造物(含魚道)之安全檢查。
- (4)周邊附屬構造物及環境檢查。
- (5)排砂道閘門之維修保養。
- (6)攔河堰上游之淤積清除。
- (7)分洪靜水池之淤積清除。
- (8)攔河堰上游防砂壩淤積之清除。
- (9)每次分洪後，提送觀測記錄及安全檢查報告。
- (10)遇有構造物或週邊環境損壞情況，提送修復需求報告，由第十河川局視業務由規劃課或工務課辦理。

(三)員山子攔河堰管理中心組織架構

依據業務範圍及職責在第十河川局設立員山子攔河堰管理中心並制訂營運操作維護規則，其位階與課室同等，負責分洪工程之營運管理及其他課室之協調事宜。管理中心設主任一人統籌管理中心



之業務，管理中心另設置三位專職人員。

(四) 緊急應變措施

1. 流路堵塞包括隧道堵塞、攔河堰潛孔堵塞將提早分洪時機、攔河堰及分洪堰前因洪水挾帶之泥砂淤積。其應變措施為由管理中心即時與上級單位聯繫，報告堵塞發生狀況，並遵循指示進行緊急應變作業。
2. 閘門無法操作包括排砂閘門無法關閉及排砂閘門無法開啟之情況。其應變措施為維持排砂道閘門開啟。
3. 洪峰流量：超過設計流量發生之情況下，其應變措施為即刻通報上級單位及淡水河流域防洪指揮中心，並遵循指示進行緊急應變作業。
4. 分洪設施損壞：分洪設施損壞包括攔河堰遭沖毀、分洪堰損壞、排砂道閘門損壞、出水口構造物損壞、分洪隧道損壞及設施側牆損壞。當發生上述之情形或相關分洪設施損壞，即應立即通知上級單位及淡水河流域防洪指揮中心，進入緊急應變狀態，以減輕居民生命財產之損失。

(五) 觀測試驗

觀測試驗包括水位、影像觀測、攔河堰前河道與分洪靜水池內之淤積量觀測及淤積物粒徑分析。

(六) 施工規劃期間推廣活動

本計畫施工規劃期間應透過媒體、文宣及舉辦地方說明會、研討會等附近居民、社會大眾及專家學者相互溝通進而獲取其支持。

(七) 分洪構造物淤積清除

1. 沉滓物理特性

(1) 上游防砂壩：第 1 號與第 2 號防砂壩在淤滿之情況下，直徑 0.5m 以下之石頭會被洪流帶入防砂壩之下游河段。因此防砂壩之淤積主要為大型卵塊石。

(2) 攔河堰：當基隆河發生 200 年重現期洪水時，10mm 至 0.5m

之間之河床質會在防砂壩與攔河堰間之河段沉澱。

(3)分洪靜水池：分洪靜水池中之淤積為 2mm 至 10mm 之砂及礫石。

2.淤積清除方法

(1)防砂壩清淤採用怪手鋪設便道直接駛入河床挖掘淤積物。

(2)攔河堰及分洪靜水池依規定在攔河堰及分洪靜水池淤積 1.0m 或每次洪水後必須清淤，建議以吊車將怪手吊入攔河堰前或靜水池中淤除淤積。

(八)清淤費用概估

攔河堰、分洪靜水池及防砂壩清淤費用概估為 281.94 元/m³，台北市政府九十年度議會審定工程預算單價，混凝土級配碎石及瀝青混凝土粗粒料之單價均為 600 元/m³。若以本計畫清淤之砂石經處理後出售，其售價約為生產成本之 2 倍，有足夠之誘因以標售之方式處理清除之砂石。

(九)淤積物處置方式

防砂壩前之淤積為大型卵塊石，攔河堰前淤積為卵石，而分洪靜水池內之淤積為砂及礫石，而細顆粒之細砂、粉土與黏土均隨分洪流量排入東海。該三處所清除之淤積物，因其粒徑甚大均可再利用。本計畫建議淤積清除以砂石標售之方式進行，即由廠商自備機具、人工，且淤積物清除後自行處理(再利用)。

十七、施工管理計畫

詳細內容請參閱「施工管理計畫」報告書，本計畫之內容包含下列各要項：

(一)工程概述：主要說明工程概要、工程內容、基本設計主要設計斷面、主要工程數量及工期預估。

(二)工地研判：包含區域地形、地質概況、工程材料來源、剩餘土石方運輸路線、鄰近交通狀況、工地動力來源、用水來源、施工道路及用地處理。



(三)工程施工方法：主要劃分六大工區，其分區如下：

- 1.攔河堰及進水結構：本工區應視需要再劃分為二處工區。
- 2.一號隧道進水口：本區域之重點在於採行長距離明挖覆蓋段之施工，或採行導坑入洞再予擴挖後進行隧道開挖；二種方式統包商應再詳加考量後施行。
- 3.九份溪過河段：由於過河段非要徑工期，故本工區施作較具彈性。
- 4.九份溪施工橫坑：本區域實為二處工區，分別進行主隧道之開挖。
- 5.二號隧道出水口：本區域施工之重點在於考量台二線交通營運之影響。
- 6.出口結構及跨越橋與管架橋：本區之重點在於考量各項工作之相互影響。

(四)施工臨時設施計畫：本節主要在說明工地之供電、給水、通風及排氣、通訊、後勤支援(材料堆置及加工廠、修護廠)、爆材儲存設施、拌合場等臨時設施之配置、來源及需求量。

(五)測量計畫

(六)施工預定進度

(七)施工編組

(八)品管計畫：包含文件、材料與設備、施工品質、計測等品質控制及品質計畫執行。

(九)工區安全計畫：包含交通安全維護計畫(含北 37 線、北 35 線、102 線及台 2 線)、工地安全衛生計畫、醫療計畫。

(十)施工環境保護計畫：內容包括大氣與空氣品質、噪音管制、振動管制、施工中導排水計畫、固體廢棄物、水土保持及環境監測等項目。

(十一)監控系統施工、景觀工程及控制中心等施作要點。

十八、品質管制計畫

本章係摘自「品質管制計畫書」報告之內容，詳細說明請參閱「品質管制計畫書」。品質管制計畫主要內容共分下列六大項：

- (一)品質管制範圍及定義：內容包含適用範圍、變更通知程序、改正行動及品質管制之名詞及定義。
- (二)工程品質管制組織：包含組織責任及各品管之作業流程說明。
- (三)施工要領、品管項目及標準：主要說明各主要工程項目各別之施工要領及檢驗與管理標準、檢驗時程。
- (四)材料及施工檢驗程序：以繪製檢驗流程圖為主。
- (五)不合格品之處理及矯正措施：包含各項不合格之處置措施及矯正措施之處理流程及表單製作。
- (六)文件管理：包含檔案、公文及文件資料之管理及編碼方式，另並編列工程施工自主檢查表。

十九、監造計畫

依據本工程之特性及需求加以擬定監造者所應執行之範圍、目標、本工程之特殊地質施作對策、人員需求、品質保證及管制作業。詳細之內容請另參閱監造計畫書，本章僅作概略之描述。

(一)基本資料說明

(二)監造範圍

本節主要說明項目有下列三大項：1.服務準則；2.服務項目；3.監造工作之認知。

(三)監造目標：四項管理方針及一項協調精神，其分別為品質管理、時程管理、成本管理、安全管理及協調配合之精神與對象。

(四)隧道施工及特殊地質處理：由於本工程中隧道施工為要徑工期且施工之困難度較高，故本節即詳細描述隧道施工及處理要點。

(五)監造工作內容：即就監造之四大執行項目內容詳細說明工作細項及注意要點。



- (六) 監造工作組織：本工作主要區分為品保組、安衛組、地質組、隧道組、水利結構組。
- (七) 品質保證及施工檢驗：提供確保工程之品質管制流程及自主檢查表。
- (八) 緊急事件處理流程及處理計畫。

二十、投標文件之研擬

(一) 工程發包文件之研擬

本工程基於儘速完成之條件下(民國 90 年 10 月底，政府承諾本工程將於民國 93 年底前完成)，擬尋求最合適的招標方式，以達成此一期望目標。

統包具有管理界面減少、縮短工期、降低成本的優點，在國外已經普遍的被採用。此外「行政院公共工程委員會」於民國八十七年十二月三十一日所發佈「統包實施辦法」中也提到統包較自行設計或委託其他廠商設計，可提供採購效率及確保採購品質，因此經初步評估後，擬以統包方式作為本工程之採購方式。為確保統包方式之可行性，分別進行下列之作業程序，擬定統包採購文件：

1. 資料收集

法令規定方面主要收集：政府採購法(含 91.02.08 之修訂)及施行細則、統包實施辦法、最有利標評選辦法、最有利標作業手冊、建築法(90.11.14)、共同投標辦法、商業法(91.02.08)、替代方案實施辦法、趕工獎金實施要點及範例、機關委託技術服務廠商評選及計費辦法、WTO 政府採購協定及入會議定書。

招標文件方面主要收集：公共工程委員會投標須知範本、國防部眷村改建採購文件、自來水公司採購文件。

契約方面主要收集：公共工程委員會工程契約範本、國防部眷村改建統包契約及一般條款、水利署工程契約、國際諮詢工程師聯合會(FIDIC)統包契約應用指南。

規範方面：公共工程委員會公共工程施工綱要規範、水利署施工補充說明書。

其他資料包含：國防部統包招標制度研究成果報告、高速鐵路工程部份文件、三義隧道統包部份文件、新竹市政府北二高工程部份招標文件、前水利處曾文越域引水隧道統包發包文件。

2. 招標制度規劃

(1) 基本設計階段準備文件

水利署進行統包工程發包前，必須完成下列之準備工作：a. 環境影響因應對策；b. 地質補充探查試驗；c. 用地徵收作業；d. 水土保持計畫書；e. 基本設計及工程預算書；f. 招標文件與契約；g. 設計規範與工程規範。

其中對於第 e 項，基本設計是整個工程設計文件的一部份，業主準備的設計圖說完成程度越高，業主的管制程度越高，但是相對的統包商對於未來的設計所能提供的服務與彈性越低。

業主所進行的設計程度，與業主的管理企圖、工程組織管理能力、賦予廠商設計彈性的意願、設計變易的接受程度等有相當大之關係。

(2) 招標流程

招標流程有以下的規劃，該規劃的先決條件，必須符合政府採購法的規定，包括統包、共同投標、最有利標等法令的規定。

招標文件準備→成立廠商評選委員會→招標公告→廠商備標→疑問回覆→廠商投標→廠商資格審查→合格廠商進行評選→最有利標→決標→訂約→開工興建。

(3) 招標文件內容

在招標前，水利署所應提供廠商以進行投標準備的資訊包括：



- a. 一般資料：(a)計畫內容；(b)資格審查時程；(c)廠商評選程序；(d)廠商評選標準；(e)工程預算。
- b. 基地資料：(a)基地概況；(b)地籍資料；(c)地質資料；(d)使用現況；(e)環評承諾事項。
- c. 工程需求：(a)工程摘要；(b)工程目標；(c)基本設計說明；(d)設計規範；(e)工程規範；(f)基本設計圖(僅為估算工程經費之用)。
- d. 設計與施工契約：(a)設計責任；(b)施工責任；(c)業主責任；(d)一般條款；(e)特殊條款。

這些資訊將編撰於下列文件：投標須知、設計規範、契約樣稿、價格文件格式、切結書及其他附屬文件。

(4) 廠商資格審查

規劃採用公開招標，以廣邀國內之各大廠商參與。

(5) 廠商資格審查標準

(6) 廠商結合形式

(7) 工程時程估算

(8) 設計規範編列

(9) 廠商應提出之投標內容

廠商所提供之競標文件包括：廠商履約記錄、設計說明書(包括設計圖、計畫)、施工計畫、品質管制、投標標價。

(10) 投標文件審查

(11) 決標

評選委員根據最有利標評選辦法作業規定，完成廠商評選作業。

最有利標評選方式根據政府採購法最有利標評選辦法的規定，共有下述方法：a.總評分法、b.評分單價法、c.評比排序法。

在綜合的考量下，採用評比排序法，同時將價格的

影響權重明確化，讓廠商有依循的標準。

(12) 品質管理與監造

統包係工程品質完全交由統包商負責，而業主則負責工程進行間的監督、稽查工作，並保留一份完整的品質記錄文件，所以其分工作業可以下表說明：

統包品管項目	品管作業分工	
	業主(監督、稽查)	承包商(品管檢驗)
品質稽查	○	—
材料測試、檢驗	—	○
施工檢驗	—	○
改正方案及行動	—	○
品質記錄文件	○	○

3. 招標文件說明

(1) 投標須知

本分文件旨在告知投標廠商的投標程序、廠商資格、投標人組成、計畫概要、投標文件內容、評選辦法、開標決標與簽約的步驟、其他聲明與注意事項等。

(2) 廠商資格審查文件

本文件主要是根據政府採購法規定，於辦理公開招標時辦理資格審查。由於本工程主要涉及的專業領域計有土木(隧道)工程顧問、水利工程顧問、建築師及營造廠，故本制度對於統包商的規範，即分別針對上述四類廠商進行資格的審查，其內容主要包含下列三項：

a. 廠商資格

b. 投標廠商組成：(a) 同業共同投標；(b) 異業共同投標；(c) 一家(或二家)廠商為主承包商，其餘廠商為分包商，主承包商必須為營造廠商。

c. 資格審查

(3) 廠商評選作業要點



(4)設計需求：a.一般說明與要求；b.設計規範；c.細部設計文件提送內容及摘要說明表

(5)統包工程契約

本研究訂定之統包工程契約主要內容說明如下：

a.工作內容：包括設計與施工、保固。承包商應提供完成本工程之設計、施工與保固所需之勞務、材料與設備。

b.履約期限

c.計價付款：(a)設計部份之計價階段；(b)施工之計價時間及計價方式。

d.履約保證：(a)預算之百分之十；(b)依進度分四次發還。

e.水利署與廠商之權責

f.對分包廠商之規定

g.變更設計：非甲方之理由，乙方付變更之成本、工期之責。

h.工程查驗：廠商自主品管，水利署抽查。

i.工程驗收：以水工模型試驗成果作為功能驗證之工具。

j.爭議處理：協調會、採購申訴審議委員會、仲裁協會、法院。

k.逾期罰款

(二)委託監造發包文件之研擬

委託監造發包擬定之內容包含第一冊委託監造技術服務投標文件及第二冊相關參考之技術文件。

投標文件主要內容：

(1)監造服務說明書

(2)投標須知

(3)規格標之詳細說明

(4)投標之各項附表擬定

(5) 委託監造技術服務契約之編撰

第一章 前言

1.1 計畫緣起與目的

基隆河員山子分洪規劃可以追溯到民國 52 年前台灣省水利局曾在台北地區防洪計畫中提出，而後民國 59 年時前經濟部水資源統一規劃委員會曾檢討此案，原規劃於基隆河主流員山子建築一高 20 公尺長 350 公尺之攔河堰，經由右岸直徑 16 公尺長 580 公尺之導水隧道匯入九份溪，再流入東海，由於當時係以治理淡水河為目標，故未予採行。

民國 76 年 10 月琳恩颱風帶來豪雨，造成台北市部份行政區及台北縣汐止、瑞芳兩鎮及基隆市等基隆河流域廣大地區遭受水患，損失不貲。前台灣省水利局規劃總隊奉上級指示重新研擬基隆河上游員山子築堰分洪之可行性，以期減低基隆河中、下游地區之洪水負擔，另選擇分洪地點為基隆河主流上游瑞芳鎮瑞柑新村旁，擬建一高 5 公尺長 75 公尺攔河堰，並於堰上游右側設一長 160 公尺溢流堤導洪至直徑 10 公尺隧道，出口擬定兩方案，甲案經西北方向從明德一號橋流入東海，全長約 2.0 公里，乙案經東北方向由基隆山西麓流入東海，全長約 2.9 公里，並於民國 78 年完成「基隆河員山子分洪規劃研究報告」，該報告結論為「分洪計畫於目前尚非實施之適當時機，但基隆河整治乃當前急務，故基隆河之整治，建議依照原規劃以頻率二百年之計畫流量採築堤禦洪方式為之」。

由於基隆河南湖大橋至候硯介壽橋間治理基本計畫已於民國 78 年及 82 年分段奉經濟部核定公告，但由於用地與橋樑改善等多項配合問題不易解決，故治理工程計畫無法順利實施，近年來基隆河兩岸及流域內土地過度開發利用，導致逕流增加，河道淤塞，因此河道兩岸低窪地區常遭洪水氾濫成災。如欲消除基隆河水患問題除本流主體工程外，尚需包括橋樑改善、支流排水治理、堤後排水改善及坡地整治等諸多配合措施之整體治理計畫始能達成(治理基本區段詳圖 1.1)，政府為積極推動基隆河治理計畫，前蕭院長於行政院 2603 次院會指示由經濟部統合各權責單位辦理「基隆河整體治理計畫規劃工作」，前經濟部水利處乃於民國 89 年 4 月完成「基隆河整體治理計畫規劃總報告(草案)」及「基隆河整體治理方案」陳報行政院，



行政院鑒於該項防洪經費高達 1,050 億元，且必須拆除數千戶民房，執行相當困難，因此指示：「宜考量優先推動員山子分洪工程之可行性。」，並於民國 89 年 11 月行政院張院長聽取「基隆河整治計畫」簡報會議後裁示，立即推動員山子分洪計畫相關工作。本計畫之目的係依據民國七十九年至民國九十年員山子分洪相關規劃與可行性評估報告成果及配合本案執行中之地質調查及地形測量等工作，進行員山子分洪設施工法、工程布置及設計等以作為後續設計及施工之遵循、引用與參考。

聯合大地工程顧問股份有限公司與巨廷工程顧問股份有限公司自九十年六月下旬完成簽約後，即如期展開本工作之規劃設計，迄今已分別提送工作執行計畫書、工程布置簡報、期初簡報、第一次工作會報、第一次期中報告、主體工程發包文件等成果，本報告除將上述成果彙整外，並就合約規定內容如期提出本工程基本設計報告。

1.2 委託工作範圍與內容

本工程工作範圍分為十三大項：一、外業測量；二、水文分析及水文量設計；三、工程佈置；四、設施工法及工程結構設計；五、水理分析；六、工程基本設計原則；七、工程費估計；八、營運管理計畫；九、施工管理計畫；十、品質管制計畫；十一、發包文件研擬；十二、施工管理、監造及委託文件研擬；十三、其他。詳細工作內容歸納如表 1.1。

1.3 本次工作項目與內容

本次報告內容應包含：路線覆核及測量作業、基隆河洪水量及分洪量分析檢討、工程布置及水理分析、水工結構物設計及施工、分洪隧道設計及施工、土石方資源堆置場規劃設計、施工及維護道路規劃設計、防砂壩工程規劃設計、九份溪改善規劃設計、環境綠化工程及景觀設計、監控系統規劃設計、工程經費評估、水土保持計畫、營運管理計畫、施工管理計畫、品質管制計畫、監造計畫、發包文件研擬等十八大項。

本報告中第三章為分洪隧道路線覆核及測量作業；基隆河洪水

量及分洪量分析檢討見第四章，分洪結構物工程布置及水理分析以及水工結構物設計及施工，則分別於第五章及第六章中說明；由於分洪隧道為本工程主要結構之一，且其施工較為複雜，需加以詳細評估，依此特闡述於第七章；第八章說明土石方資源堆置場之規劃設計；第九章則說明施工及維護道路之規劃設計；攔河堰上游防砂壩工程及九份溪改善之規劃設計則詳見第十章及第十一章；第十二章說明環境綠化工程及景觀設計；第十三章則說明監控系統之規劃設計；工程、用地及其他費用估算則詳見第十四章；第十五章水土保持計畫因涉及水土保持計畫審核，已另外提送水土保持計畫，故本章只做原則性之描述；施工完成後之營運管理計畫詳見第十六章；施工管理計畫、品質管制計畫及監造計畫因業主自行監造，將另外裝訂成三冊提送，故第十七、十八、十九章只做原則性之描述；第二十章則為發包文件之研擬。



表 1.1 工作項目與範圍概要

工作項目	工作內容及範圍
基本資料蒐集(其他)	1.既有資料收集與分析、2.現場勘查及調查
外業測量	1.分洪工程攔河堰及其河道上下游二百公尺，進水口附近及 NO.1 隧道入口，共約 8 公頃之 1/200 地形測量。 2.剩餘土方處理場 1/1000 地形測量，約 30 公頃。 *第 1 項 NO.1 隧道洞口與「基隆河員山子分洪計畫地質補充探查試驗」銜接。
水文分析及水文學	1.分洪工程攔河堰堰址、九份溪、隧道出口集水區、剩餘土方處理場、水土保持等地及防砂壩之水文學。 2.分洪工程攔河堰堰址可能發生之最大洪水量推估、排砂道之最大排砂量、隧道排洪之最小及最大分洪量設計。
工程佈置	1.覆核並定訂分洪隧道路線。 2.攔河堰工程。 3.分洪工程結構型式。 4.主、支流防砂壩工程型式規劃及檢討。 5.分洪設施監測系統之佈置及設計。 6.環境綠化工程及景觀設計。 7.維護道路規劃及設計。 8.水土保持計畫書及其他工程佈置及景觀設計。
水理分析	1.分洪工程前後水理分析。 2.攔河堰及分洪工程進、出口水理分析。 3.隧道入口、隧道、隧道出口及輸水暗渠等輸砂之水理分析及隧道出口水理對海岸影響。
設施工程及工程結構設計	1.攔河堰分洪工程 2.溢流堰至隧道入口間工程 3.隧道(含隧道工法之比較及選擇) 4.暗渠 5.出口暗渠、陡槽及消能設施 6.剩餘土方處理場之規劃及設計 7.其他相關工程
工程基本設計	1.本計畫各項工程之基本設計原則訂定。 2.隧道出口輸水暗渠排放洪水出水工方案研擬 3.流速對水工結構物之影響 4.剩餘土方處理場規劃設計並擬定其他可行之替代案
工程費估計	含工程基本設計工程費、用地費及其他配合措施估算編列
營運管理計畫	營運組織架構、營運操作維護規則擬定、計畫效益之評估、緊急應變措施、觀測試驗研究及施工規劃期間推廣活動。
施工管理計畫	本工程需推動事項、施工進度計畫、施工對水及對道路之處理、施行組織及其他配合措施。
品質管制計畫	施工品質檢驗控制、重要儀器檢驗、安裝之校核、內部品質稽核、品管作業文件及記錄處理。
發包文件研擬	本工程發包需要之基本資料、相關文件與契約之撰擬。
施工管理、監造及委託文件研擬	本工程有關委託或自辦施工管理、監件所需契約、費用及相關文件研擬。

圖 1.1 南湖大橋至介壽橋治理基本計畫區段圖



第二章 計畫背景

2.1 計畫沿革

- 一、民國 52 年前台灣省水利局於台北地區防洪計畫中曾提及員山子分洪工程方案，民國 59 年前經濟部水資會於台北地區防洪計畫檢討報告中亦重新檢討員山子分洪工程方案，因當時係以治理淡水河為目標，故分洪方案未予採行。
- 二、民國 77 年前台灣省水利局於基隆河治理規劃檢討報告中，又曾對員山子分洪方案進行勘查研究，經初步踏勘分析後尚屬可行，但需進一步規劃研究其可行性。遂於民國 78 年完成「基隆河員山子分洪規劃研究報告」，其係依據前階段之分洪規劃路線甲、乙兩案分洪隧道位置外 500 公尺為範圍進行二項因素之調查，一為分洪計畫對環境之影響，一為地質條件對工程計畫之影響。本階段之重要結論有三點：
 - (1)員山子分洪計畫對降低基隆河於分洪堰以下河段有相當助益，但若暴雨量集中於分洪堰下游，則無法達到本計畫預計分洪效果。
 - (2)乙案隧道可能遭遇地下水、瓦斯突出、甲烷、其他氣體及自燃與煤坑聚水體被鑿穿產生之高水壓，故在地質條件方面甲案優於乙案。
 - (3)甲、乙兩案在地質及環境影響問題上均有相當之影響，如以整體環境影響條件來說，乙案優於甲案，故在評估兩條分洪路線後，建議採用對環境影響較輕微之乙案，即現階段進行基本設計之方案。
- 三、自民國 87 年起前經濟部水利處即著手進行「基隆河員山子分洪計畫可行性檢討」，工作內容包括地表地質研究、環境影響調查及地質補充探查，除分別完成專題報告外，並於民國 89 年 4 月完成「基隆河整體治理計畫規劃總報告」，民國 90 年 1 月完成「基隆河整體治理計畫規劃工作－員山子分洪可行性規劃報



告」。該階段之調查、研究、規劃及評估之結果如下：

- (一)依地質條件評估，甲方案較乙方案(即本計畫)為優。
- (二)依環境影響程度評估，乙方案對環境之衝擊較輕微。
- (三)工程費甲案約需 33.6 億元，乙案約需 43.1 億元。
- (四)依基隆河整治(不含分洪方案)，工程內容除主體工程外，尚需包括橋樑改善、支流排水治理、堤後排水改善及坡地整治等，經費高達 1,050 億元。

2.2 計畫區特性

一、地理位置

本計畫工程位於台北縣瑞芳鎮境內，工程起點位於基隆河主流上游瑞芳鎮瑞柑新村旁，分洪路線往北偏東方向以隧道方式將基隆河上游集水區洪水排入東海，出口位置約位於台二線里程 84K+500 位置，如圖 2.1。

二、地形地勢

員山子分洪工程位於基隆山西側，東南面為基隆火山群，西南面為五分山群，西北面為大屯火山群，北面為東海，地形為由東、南、西三面向北傾斜之丘陵地形。基隆河分洪攔河堰處標高約 65m，向北約 200m 處標高即升至 100m，再向東北則地表起伏，標高介於 100m 至 200m 之間，至距東海 800m 處地面急遽下降至海平面。區內以基隆山最高，標高約 575m，分洪隧道沿線地形地勢如圖 2.2。

三、地質概況

(一)區域地質

本區域分布之地層以野柳群之大寮層及瑞芳群之南港層與石底層為主，區域地質概況見圖 2.3(摘自中央地質調查所雙溪地質圖幅)。本工程沿線主要之地層及構造概述如下：

1.大寮層(T1)

大寮層分佈於隧道入口，岩性以灰色至青灰色細粒至中粒硬

砂岩與灰色頁岩及粉砂岩為主。砂岩呈厚層或中層，部份為石灰質，質地堅硬，常形成高數公尺至數十公尺之懸崖；頁岩為灰黑色，間與薄層細砂岩及粉砂岩構成之互層，常夾於砂岩之間。本層之上部有一層石灰質砂岩出現，厚約 50 公尺，局部含 Ditrupa 化石，常造成明顯的同斜山脊，可作野外追蹤對比之指準層。

2. 石底層 (St)

石底層分佈於隧道中段，岩性主要為淺灰色至白色細至中粒砂岩、灰色砂岩、灰黑色頁岩以及白色粉砂岩或細砂岩與黑色頁岩所成之薄葉互層，並含煤層。本層上段主要由黑色頁岩、炭質頁岩、白色中粒砂岩及砂岩—粉砂岩—頁岩之薄頁互層所組成，並含五層可採煤層。下段最重要之特徵為含三厚層中粒至粗粒白砂岩，常構成懸崖峭壁，地形表現明顯，可作野外調查之追蹤指準層，最下一層白砂岩即為石底層之底部，其上常含下段唯一之煤層。石底層為本區域主要煤礦開採之地層，在沿海一帶往外海延伸，構成海底煤田。

3. 南港層 (Nk)

南港層分布於隧道出口兩側之濱海山地，岩性主要由青灰色厚層至薄層細至中粒石灰質砂岩及深灰色頁岩或粉砂岩構成。南港層之中部有一段厚約 250 公尺的塊狀淡青灰色砂岩，常構成懸崖峭壁，為一良好層位標誌。南港層的下部多由薄層至厚層青灰色硬砂岩與灰黑色頁岩或泥岩組成，其中常夾薄層或中層砂岩與頁岩之互層，砂岩厚度一般在 10 公尺以下。南港層之上部主要由深灰色頁岩及粉砂岩、厚至中層砂岩與頁岩互層所組成。在基隆山之山腰處及濱海沿岸，南港層之上覆蓋一層厚約 3 至 10 公尺之火山碎屑堆積。

4. 沖積層 (Qa)

在本區域內沖積層分佈於基隆河河床和濱海沿岸，由礫石、砂、粉砂、及土混雜堆積，淘選度差，為未固結沉積物，厚度無定。

5. 魚坑斷層



魚坑斷層於一號隧道里程 0K+630 附近經過，研判此斷層為左向橫移斷層，以位態 N70W/60N 通過隧道，由岩心鏽染現象，顯示斷層為地下水流通之管道，因未具封堵地下水之條件，故未蓄積大量地下水，本斷層自山側往海側傾斜與層面同向，評估本斷層對隧道開挖施工影響有限。

6. 番子澳斷層

番子澳斷層推測於二號隧道里程 1K+960 附近經過，番子澳斷層為本次調查中因鑽孔岩層無法相連而發現，配合地電阻影像剖面，推測斷層可能為左向橫移斷層，北側岩盤有逆衝位移，以位態 N30W/60N 通過隧道，根據目前調查資料，顯示番子澳斷層形成與石英安山岩侵入有關，並將地下水封堵於斷層南側，隧道開挖通過本區段時，可能遭遇斷層破碎帶及地下湧水問題，唯番子澳斷層之位置目前為推估結果，建議於細設階段或施工階段辦理詳細調查，以確定斷層確實位置，擬定施工處理對策。

(二) 工程沿線地質

本工程沿線經過地層包括中新世之大寮層、石底層與南港層，岩性主要為厚度不一之砂岩、頁岩及砂頁岩互層，隧道沿線地質平面見圖 2.4，地質剖面見圖 2.5，一號隧道最高覆蓋約 100 公尺，二號隧道最高覆蓋約 150 公尺，推估隧道 CSIR 岩體分類分布如下：

0k+150~0K+200 為第 V 類岩體，岩覆厚度小於 25 公尺，岩性為砂岩與頁岩互層，具節理，地下水為潮濕。

0K+200~0K+240 為第 IV 類岩體，岩覆厚度 25~50 公尺，岩性為砂岩與頁岩互層，具節理，地下水為乾燥。

0K+240~0K+260 為第 III 類岩體，岩覆厚度 50~100 公尺，岩性主要為塊狀砂岩，具節理，地下水為乾燥。

0K+260~0K+400 為第 II 類岩體，岩覆厚度 50~100 公尺，岩性主要為塊狀砂岩，偶夾頁岩，具節理，夾頁岩處開挖面頂拱靠

海側可能發生岩楔滑動，地下水為乾燥。

0K+400~0K+440 為第 III 類岩體，岩覆厚度 50~100 公尺，岩性主要為塊狀砂岩，具節理，若通過膠結不良砂岩段，可能遭遇地下湧水。

0K+440~0K+530 為第 IV 類岩體，岩覆厚度 50~100 公尺，岩性主要為頁岩，地下水為乾燥。

0K+530~0K+810 為第 III 類岩體，岩覆厚度 50~100 公尺，岩性為砂岩與頁岩互層，具節理，可能發生岩楔自頂拱掉落，於里程 0K+630 通過 魚坑斷層，開挖面斷層自山側往海側傾斜，與岩層同向，地下水為乾燥至潮濕。

0K+810~0K+900 為第 IV 類岩體，岩覆厚度 50~100 公尺，岩性主要為頁岩，具節理，地下水為乾燥。

0K+900~1K+020 為第 V 類岩體，岩覆厚度小於 50 公尺，岩性主要為頁岩與砂頁岩互層，具節理，於里程 0K+970 通過山溝下方，岩盤較破碎，並可能遭遇地下湧水。

1K+020~1K+040 為第 IV 類岩體，岩覆厚度 50~100 公尺，岩性主要為砂岩與頁岩互層，具節理，地下水為乾燥。

1K+040~1K+270 為第 III 類岩體，岩覆厚度 50~100 公尺，岩性主要為砂岩與頁岩互層，具節理，可能發生岩楔自頂拱掉落，施工橫坑於里程 1K+220 與主坑交會，地下水為乾燥至潮濕。

1K+270~1K+290 為第 IV 類岩體，岩覆厚度 50~100 公尺，岩性主要為砂岩與頁岩互層，具節理，地下水為乾燥。

1K+290~1K+420 為第 V 類岩體，岩覆厚度小於 25 公尺，包含一號隧道出水口、過河段、二號隧道進水口，岩性主要為砂岩，具節理，二號隧道進水口因邊坡有崩塌現象，岩體受擾動結構較鬆動，地下水為潮濕。

1K+420~1K+450 為第 IV 類岩體，岩覆厚度 25~50 公尺，岩性主要為砂岩，地下水為潮濕。

1K+450~1K+500 為第 IV 類岩體，岩覆厚度 50~100 公尺，岩



性主要為砂頁岩薄互層，施工橫坑於里程 1K+460 與主坑相交，岩盤較破碎，隧道開挖可能遭遇大量地下水，建議增加施工橫坑長度至岩盤較佳處。

1K+500~1K+960 為第 III 類岩體，岩覆厚度 50~150 公尺，岩性主要為砂岩，夾砂頁岩薄互層，含五層煤層，於里程 1K+700 遭遇本層煤有開採情形，於里程 1K+840 開挖至最上層煤時可能發生氣體突出，於里程 1K+710 隧道下方有斜坑通過距離約 17 公尺，本區段因煤層開採及廢煤坑蓄積大量地下水，隧道開挖可能遭遇地下湧水。

1K+960~2K+330 為第 IV 類岩體，岩覆厚度 50~150 公尺，岩性主要為砂岩與砂頁岩互層，於里程 1K+960 可能遭遇番子澳斷層，開挖面斷層自海側往山側傾斜，與岩層反向，可能遭遇斷層破碎帶與地下湧水，以及黏土化帶不規則變化情形。

2K+330~2K+350 為第 III 類岩體，岩覆厚度 50~100 公尺，岩性主要為塊狀砂岩，地下水為乾燥。

2K+350~2K+530 為第 II 類岩體，岩覆厚度 50~100 公尺，岩性主要為塊狀砂岩，夾頁岩處開挖面頂拱可能發生岩楔掉落，地下水為乾燥。

2K+530~2K+550 為第 III 類岩體，岩覆厚度 50~100 公尺，岩性主要為塊狀砂岩，地下水為乾燥。

2K+550~2K+600 為第 IV 類岩體，岩覆厚度 25~50 公尺，岩性主要為塊狀砂岩，夾頁岩處開挖面頂拱可能發生岩楔掉落，地下水為乾燥。

2K+600~2K+652 為第 V 類岩體，岩覆厚度小於 25 公尺，岩性主要為塊狀砂岩，地下水為乾燥。

統計隧道沿線岩體分類百分比，第 II 類岩體長度 320 公尺占 13.1%，第 III 類岩體長度 1070 公尺占 43.6%，第 IV 類岩體長度 760 公尺占 31.0%，第 V 類岩體長度 302 公尺占 12.3%，唯目前岩體分類係根據本階段地質調查成果推估，隧道施工實際之岩體類別以現場地質師判斷為準。

(三) 隧道洞口地質

一號隧道入口里程 0K+180，邊坡覆蓋為崩積層，厚度達 10 公尺，層面位態為 N50~80E/30~50N，節理位態為 N10E/72E 與 N73E/44S，隧道進洞後約 30 公尺方為岩盤，其地質剖面圖如圖 2.6 所示。

一號隧道出口里程 1K+305，洞口邊坡陡峭，岩盤出露，岩性為砂岩夾頁岩，部份含炭質，層面位態為 N52E/62N，節理位態為 N6E/52E，由邊坡穩定大圓投影分析，顯示洞口邊坡若開挖坡度達 45 度，則具有岩楔破壞之潛能，其地質剖面圖如圖 2.7 所示。

二號隧道入口里程 1K+380，洞口邊坡覆蓋煤渣堆，厚度達 5 公尺，地下水位在地面下 0.5 公尺，顯示煤渣堆容易蓄水飽和，發生邊坡不穩定情形，隧道洞口邊坡開挖需加強處理邊坡保護及排水設施，另隧道進洞後約 40 公尺方可遇堅實之岩盤，岩層位態約為 N40~70E/30~50N，其地質剖面圖如圖 2.8 所示。

二號隧道出口里程 2K+650，洞口邊坡覆蓋為火山碎屑堆積，惟厚度甚薄，岩盤以塊狀厚層砂岩為主，層面位態約為 N55~80E/8~40N，節理位態為 N35W/75W，由邊坡穩定大圓投影分析，隧道洞口無平面或岩楔滑動之潛能，邊坡為穩定狀態，其地質剖面圖如圖 2.9 所示。

(四) 煤礦坑分布

臺灣地區之煤礦開採均需向礦務局申請礦權，並記錄地下坑道之位置，惟目前採礦坑道均為光復後之記錄，早期由地表進行之開採坑道則無相關記錄。本工程分洪路線左右 500 公尺範圍內之煤礦分布見圖 2.10(函請礦務局套繪結果)，路線通過煤礦區包括第 365、1299、2390、1301 號煤礦，以及第 37 與 38 號金礦，煤礦均已停採，但金礦目前仍維持礦權，參考「台灣礦業史」分別說明各礦區情形如下。

第 365 號礦區為基山煤礦，位於台北縣瑞芳鎮海濱村地方；自民國 20 年 5 月設權開礦，至 11 月著煤，民國 34 年 5 月結束收坑，民國 45 年 9 月由現在位置開水平坑採最下層煤，民國 51



年 3 月開坑內斜坑，至 12 月因煤炭滯銷無法經營而停工；所採煤層為最下層煤，厚度 0.35 公尺，頗有變化；現留有坑內主斜坑一坑。

第 1299 號礦區為懷山煤礦股份有限公司，位於台北縣瑞芳鎮 子寮地方；民國 26 年 2 月由基隆炭礦以瑞芳一坑分坑名義開坑，民國 35 年 4 月由工礦公司接管，倪侯太以瑞芳二坑名義包採，民國 40 年 6 月倪侯太向工礦公司購買礦業權及一切設備，民國 47 年 1 月改組為懷山煤礦股份有限公司繼續經營；所採煤層為最上層煤，厚度 0.35 公尺，本層煤厚度 0.8 公尺，稍有變化；現留有主斜坑一坑，又斜坑一坑，再又斜坑一坑，斜昇二昇。礦坑口位於北 35 公路旁，高程 99.58 公尺，主斜坑以坡度 22 度往北，開挖 306 公尺降至高程-14.28 公尺，轉彎後又斜坑往東南方開挖 270 公尺至高程-12.39 公尺，再又斜坑以坡度 24 度往東北方降挖開採煤層，最深至高程-440.0 公尺。

第 2309 號礦區為大福煤礦，位於台北縣瑞芳鎮 子寮地方，開採石底層海底煤層，地層走向 N80E~80W，大致以東西向為主，傾角在上部為 15~60 度向北，至十一片時傾角小至 3 度接近向斜軸部。本礦東南有三傾向斷層略與煤層直交，降側為東側，落差在 20~30 公尺，本礦之東有基隆火山岩體，其北仍有煤層出露，煤層受到火山岩影響，深部煤層有薄化現象，基隆山火山岩與煤層接觸部有含水帶。主斜坑高程至-429 公尺，又斜坑往海底至高程-535 公尺。

第 1301 號礦區為福益煤礦，位於台北縣瑞芳鎮慶平里九份金瓜石地方；民國 36 年 8 月與工礦公司訂立租包契約開工，民國 42 年 10 月工礦公司移轉礦權；所採煤層為本層煤，厚度 0.4 公尺，下層煤厚度 0.3 公尺，較有變化；現留有主斜坑一坑。

第 37 與 38 號金礦為台陽礦業股份有限公司，位於台北縣瑞芳鎮慶平里 54 號，自民國 50 年起因經營困難逐漸縮減，至目前直營區域為九號洞與十號洞。

分洪隧道開挖遭遇石底層之六層煤層，里程 1K+290 為最下層煤、1K+610 為下層煤、1K+700 為本層煤、1K+760 為中層煤、

1K+800 為上層煤、1K+840 為最上層煤，由鑽孔資料顯示僅本層煤有開採現象，其餘煤層均未開採。

上階段 BH-1 鑽孔在深度 112.7~113.2 公尺鑽至最上層煤時發生氣體突出，本階段鑽孔未發現氣體突出現象，但建議需注意瓦斯氣體可能蓄積於廢煤坑或採掘面。

另懷山煤礦與福益煤礦主斜坑可能於里程 1K+620 附近降至高程約 32 公尺，與隧道同高，通過隧道山側距離中心線約 30 公尺，又斜坑於里程 1K+660 附近通過隧道下方約 17 公尺，再又斜坑於里程 1K+725 附近通過隧道下方約 45 公尺。

(五) 地下湧水

員山子分洪堰上游集水區之年平均降雨量約為 4500~5000 公厘，為台灣年平均降雨量 2500 公厘之兩倍，可提供豐沛之地下水來源，在本區域內有數家礦泉水工廠取水營業，即為明證。隧道開挖遭遇大量湧水之可能性相當大，為評估隧道可能發生地下湧水區段，需配合區域地質構造型式，一般而言，張裂性構造最易形成地下水流通之管道，橫移構造次之，擠壓性構造則不易形成。

據隧道沿線地電阻影像剖面(參見圖 2.11)，11 個水位觀測井地下水位量測，以及地質構造狀況，評估隧道沿線地下水位分布見圖 2.12，對於隧道開挖可能遭遇地下湧水區段說明如下。

一號隧道沿線有六個低電阻區(A~F)，A 區之低電阻反應可能為 AH-3 鑽孔深度 28.4~35.1 公尺出現膠結疏鬆砂岩影響地下水分布所致，隧道開挖於里程 0K+400 附近通過疏鬆砂岩區段時，開挖面可能有大量地下水，影響範圍 36 公尺；另 E 區之低電阻反應位於山溝下方，可能為地形效應影響，隧道開挖於里程 0K+970 通過山溝下方時，若發生大降雨量，開挖面可能發生湧水情形，影響範圍 95 公尺；其餘之低電阻區可能表示地下水較易流通管道，當發生高降雨量時，可能造成開挖面為滲水或滴水。

特別注意為 魚坑斷層位置，並未出現明顯低電阻區，顯示斷層雖為地下水流通管道，但未有封堵條件可蓄積地下水；另於台揚公司基地範圍內，接近地表有數處明顯低電阻反應，可能為



排水設施位置造成，對隧道施工無影響。

評估一號隧道位於地下水位以下，岩層為大寮層之砂岩、頁岩、及砂頁岩互層，岩盤透水性低，開挖面可保持乾燥至潮濕，隧道開挖於里程 0K+400 及 0K+970 可能遭遇地下湧水，預估湧水量可能大於 CSIR 岩體評分地下水情況最高標準 125L/min，水頭壓力預估為 $2\text{Kg}/\text{cm}^2$ 。

九份溪河谷下方亦表現出低電阻反應，可能為地形效應影響，隧道過河段開挖將遭遇地表水下滲問題，流量會隨降雨量而變化。

二號隧道沿線有七個低電阻區(H~N)，H 區之低電阻反應可能為 AH-16 鑽孔深度 151 公尺後發生之地下湧水，隧道開挖里程 1K+500，影響範圍 66 公尺，鑽孔孔口兩次量測水量分別為 120 L/min 及 200L/min，水壓力為 $2\text{Kg}/\text{cm}^2$ ，推估隧道開挖湧水量可能高於鑽孔量測水量十倍以上，預估達 1~2T/min，水頭壓力預估可達 $2\text{Kg}/\text{cm}^2$ 以上；I 區之低電阻反應可能為本層煤之採掘面與廢煤坑蓄積之地下水所致，隧道開挖里程 1K+700，影響範圍 59 公尺，本區顯示之電阻值最低，推估地下湧水量較大，預估隧道湧水量可能達 10T/min，水頭壓力預估達 $5\text{Kg}/\text{cm}^2$ ；J 區之低電阻反應，可能為番子澳斷層封堵之地下水體，隧道開挖里程 1K+960，影響範圍 69 公尺，預估隧道湧水量可能為 5T/min 左右，本區段之地下水壓可能為隧道沿線最高，岩覆高度約為 100 公尺，水頭壓力預估達 $10\text{Kg}/\text{cm}^2$ ；其餘之低電阻區可能表示地下水較易流通管道，當發生高降雨量時，可能造成開挖面為滲水或滴水。

(六) 土壤

本計畫區之土壤呈酸性反應，為有機質含量低的黃棕壤分布地區，其中之母岩層為砂岩及頁岩，有效土層為碎粒鬆軟母岩及中質地表土；由於基地之有效土層淺，大部份僅有 20~50cm，土中又多含有碎石及漂石，加上地勢崎嶇、雨水豐沛、沖刷嚴重及向北坡面之東北季風風害，使本區之土壤肥力差，不利農業進行。

四、氣象(本節摘自環境影響說明書)

本計畫區位於台北縣瑞芳鎮東側與九份之間，最近之氣象測站為中央氣象局基隆測站，環評單位(中興工程顧問公司)收集該測站自民國 79 年至民國 88 年共計 10 年的氣象資料結果，其主要各氣象因子說明如后。

(一)氣溫

歷年四季之平均氣溫變化不大，介於 13.3°C 至 24.5°C 之間，年平均氣溫約為 18.9°C。從 5 月底至 9 月，氣溫較為炎熱潮濕，溫度約為攝氏 20.4 度至 24.5 度；12 月至 2、3 月，氣候較冷，溫度約為攝氏 13.3 度至 15.2 度。全年各月份之平均氣溫以 7 月最高，而以 1 月份最低。

(二)相對濕度

年平均相對濕度約為 64.3%，其中以 3 月份之濕度最高，平均達 68.8%；而以 7 月份最低，平均約為 60.3%。

(三)降水量、降水日數及蒸發量

本地區全年降水量非常豐富，月降水量除 7 月及 8 月較低外，其餘均降雨豐沛，主要係夏末秋初易受颱風帶來之豪大雨所影響，春、冬兩季則受東北季風帶來之豐沛雨勢所影響。歷年平均之年降水日數約為 163.3 日。平均年蒸發量為 1065.1 公釐，遠小於月降水量；平均月蒸發量以 7 月 169.4 公釐最高，而以 2 月 41.9 公釐最低。

(四)日照時數

本地區平均年日照時數為 981.4 小時，月平均日照時數以 7 月份之 164.4 小時最高，而以 12 月份之 34.2 小時最低。

(五)風速與風向

本地區年平均風速為 2.4m/s，其中以 12 月份風速最大，為 2.9m/s，而以 5 及 6 月份風速最小，為 1.8m/s。主要之盛行風向為東北東風及東風，在春、秋及冬季非常明顯，夏季則以靜風佔最大比例。

(六)氣壓



本區歷年之月平均氣壓介於 773.0mb 至 849.1mb 之間，年平均氣壓在 842.5mb 左右，以 12 月份之氣壓最高，而以 5 月份之氣壓最低；整體而言，夏季氣候受熱帶低壓所主導，故平均氣壓值略低於受大陸性冷高壓所主導的冬季氣壓。

(七) 雲量

本地區之月平均雲量(以十分位劃分)為 6.4，各月份平均雲量介於 4.7 至 7.4 之間，變化不大，以 12 月至隔年 3 月間之雲量較多，7 月至 9 月雲量較少。

(八) 颱風

依中央氣象局統計 1897 年至 2000 年間所發生之颱風記錄，歷年侵襲台灣的颱風大致可分為七種路徑，如圖 2.13 所示，其中以第 3 種路徑發生之頻率最高，而對本計畫區影響較大之颱風路徑為第 4 種路徑；經統計平均每田約有 0.44 次颱風會影響本計畫區，約佔每年發生次數之 13%。

五、水文(本節摘自環境影響說明書)

(一) 地表水文

1. 流域水系概況

本計畫隧道入口屬基隆河上游員山子附近，1 號隧道及 2 號隧道間將穿越九份溪。

基隆河係淡水河三大支流之一，發源於台北縣平溪鄉青桐山，沿途流經平溪鄉、瑞芳鎮、基隆市、汐止市，由南港進入台北市後於關渡匯入淡水河，主流長度為 86.4 公里，流域面積為 491 平方公里，流域縱坡平均坡降 0.0047，其主要支流都為南北向，有南向北流之東勢坑溪、拔西猴溪、保長坑溪、茄苳溪、康誥坑溪、下寮溪；以及北向南流之大武崙溪、瑪陵坑溪、鹿寮溪、北港溪、叭噠溪、內溝溪等。本計畫分洪集水面積為 91.2 平方公里，佔全流域面積約 18.6%。

九份溪係屬天然小型排水路，發源於台北縣九份山區，穿越瑞芳鎮，由瑞濱附近流入深澳灣，主流長度約 2.32 公里，流域面積為 2.91 平方公里，流域坡度陡峭，四季流量有明顯變化。

2. 水文概況分析

經濟部水利署於淡水河流域設有多處水文測站，其中與本計畫相關河段較為相近者，為基隆河瑞芳鎮介壽橋測站。表 2.1 為根據前經濟部水利處民國 48~88 年間之長期水文觀測資料所整理之介壽橋測站民國 88 年各旬及歷年平均流量概況；此外，環評單位（中興工程顧問公司）亦針對隧道穿越之九份溪及未來分洪隧道之基隆河上、下游河段共三處地點，委託松喬環保科技公司進行河川水文水質檢測作業，其水文現況調查結果並整理於表 2.2。

(1) 河川流量

依據歷年水文資料及本評估工作之調查結果顯示，基隆河流域平均年逕流量為 1,723.8 百萬立方公尺(54.7CMS)，每年 9 月至隔年 3 月為較明顯的豐水期，此期間河川流量較大，其逕流量佔全年之 80%，4 月至 8 月為枯水期，其逕流量佔全年之 20%，其中以 7 月及 8 月最低。基隆河在員山子附近 2 年、5 年及 200 年重現期洪峰流量分別為 524CMS、837CMS 及 1,620CMS。本評估工作在基隆河攔河堰址及其上游處調查時，基隆河河床部分裸露，堰址上游流量平時為 0.7~5.1 CMS，堰址流量為 0.8~5.1CMS，僅為基隆河平均逕流量(54.7CMS)之 9.3%；另九份溪流量則為 0.3~1.0CMS。惟颱風過後一週，基隆河攔河堰址及其上游處流量暴增為 222.6~351.7CMS，為基隆河平均逕流量(54.7CMS)之 4.1~6.4 倍，而九份溪流量則為 2.7CMS，為平時流量(1.0CMS)之 2.7 倍。顯示基隆河及九份溪平日及颱風來臨後流量差異甚大。

(2) 水位、流速

本計畫預定攔河堰址上游及堰址基隆河段在平日期間，水深不及 1 公尺，流速 0.14~2.31m/s。九份溪河段水深約為 0.2~0.3 公尺，流速 0.2~0.4m/s。惟颱風過後一週，基隆河水深 2.7~3.0 公尺，流速 2.1~2.3m/s。九份溪河段水深約為 0.65 公尺，流速約 0.4m/s。

(3) 河川輸砂量

河川輸砂量可分為懸移質輸砂量與推移質輸砂量，本區域之



相關水文站每年均有監測懸移質輸砂量及流量記錄。本評估工作依據 84-88 年懸移質輸砂量實測資料推算計畫區附近基隆河段的年輸砂量，如表 2.3 及表 2.4 所示。其中 87 年 10 月因瑞伯颱風之影響，致使流量及含砂量較往年為高。

(4)流域雨量

基隆河流域因處於東北季風直接影響位置，其年雨量較台灣南部及中部區域為多，流域平均年降雨量高達 3,947 公厘，約為台灣地區年平均雨量之 1.6 倍，全年氣候之雨量特性與本計畫相關者可歸納如下：

a. 颱風侵襲

每年五月至十月間，為颱風季節，平均每年約有 2 至 3 次颱風來襲，颱風降雨強度大且範圍廣，經常造成大規模之災害。本計畫區歷年來承受之颱風災害無以計數，近年來造成較大災害之颱風有民國 76 年琳恩颱風、民國 87 年瑞伯颱風以及芭比絲颱風以及民國 89 年之象神颱風。此四場颱風皆發生於十月份，由於颱風氣流加上東北季風之作用，往往使降雨量特別高。

b. 雷陣雨

由於受夏季高溫之影響，經常造成低壓帶產生直流降水，即所謂雷陣雨，雷陣雨時間不長但降雨強度卻頗強，常造成低窪或排水不良地區淹水。

(5)基隆河地形及河道斷面

基隆河自河口至南湖大橋為下游段，其河床平均坡降約為 1/6,700；自南湖大橋起至八堵大華橋為中游段，其平均坡降約為 1/4,900；自大華橋以上至侯硐介壽橋為上游段，其平均坡降約為 1/250；侯硐介壽橋以上為山地河川。由於基隆河中、下游河道蜿蜒而平緩，加以河川兩岸土地高度開發，形成人與水爭地，而使河道窄縮，故其自然排洪條件不佳，每逢豪雨成災。依流域之地形、地勢狀況，歸納出本計畫區域之河道水理特性如下：

a. 感潮河段特性

基隆河感潮河段上溯至汐止附近，於低流量時受潮汐之影響

甚鉅。

b.河幅狹窄

基隆河上游段為地質堅硬之 U 型河槽，河道相當穩定。下游段地質鬆軟，兩岸土地高度開發使得河道窄縮，且沿河橋樑甚多，造成河道通水斷面不足。在瑞慶橋至侯硐介壽橋間河段(分洪隧道入口)，兩岸屬高岸，河槽明顯，河道較窄。為降低基隆河中、上游兩岸低窪之洪氾威脅，目前已完成十年重現期洪水保護標準之河道治理工程。

(6)現有水利設施

基隆河流域之水利設施主要有堤防及護岸、抽排水設施等。整理說明如下：

a.堤防及護岸

依據台北地區防洪計畫，基隆河南湖大橋下游 200 年重現期防洪標準之堤防大部分已興建完成；而在基隆河南湖大橋上游河段部份，前台灣省水利局已分別於民國 78 及 81 年完成南湖大橋至暖暖八堵橋河段及八堵橋至侯硐介壽橋河段之治理基本計畫。另前經濟部水利處第十河川局亦完成南湖大橋上游河段十年頻率洪水保護標準之治理工程，主要的工程針對河槽通洪斷面不足之河段（北山大橋（二）至保長坑溪出口段）先行疏浚；並配合疏浚河段，於兩岸設置護岸。

b.抽排水設施

根據「台北地區防洪計畫」中基隆河沿岸既有及計劃興建中之抽水站計有 38 座。

(7)洪患區域

基隆河河道蜿蜒而平緩，中、下游流經台北盆地，與淡水河主流匯集於低窪之台北盆地，由於其自然排洪條件不佳，經常每逢豪雨成災。民國 76 年 10 月琳恩颱風侵襲，造成基隆河兩岸一千多公頃土地受到淹沒，尤以八堵至南港地區最為嚴重。民國 87 年 10 月瑞伯颱風與芭比絲颱風的連續造訪亦造成汐止地區嚴重洪患，淹水持續長達十多小時，淹水深度最大達約 2.5 公尺，淹



水面積約 350 公頃，淹水深度平均約 0.9 公尺。民國 89 年 10 月底至 11 初之象神颱風更造成汐止與基隆地區嚴重洪患，淹水持續長達十多小時以上，淹水面積約 771 公頃，其淹水深度最大達約 2.5 公尺~7.5 公尺。

(二)地下水文

1.地下水層特性

本計畫區域位於台北縣瑞芳鎮，將穿越 魚坑斷層，據前經濟部水利處水利規劃試驗所於 89 年 4 月「基隆河員山子分洪可行性檢討計畫地質補充探查專題報告」運用地電阻影像可知，計畫路線與 魚坑斷層交會處為富水區域，隧道開挖時可能遭遇大量湧水。另經現場勘查發現，隧道出口附近可見大量地下水於火山堆積層與南港層砂岩界面滲出外無明顯地下水跡象，但由於部分野溪及舊坑口，於調查期間亦有水流存在，可知本區域之地下水十分豐沛。

2.地下水水位及流向

(1)地下水水位

依據本計畫於九十年七月至九月初進行地質鑽探，其中地下水水位鑽探位置及成果如表 2.5 和表 2.6。由上述資料可知，本計畫區以基隆河畔及番子澳斷層附近地下水水位較高。

(2)地下水流向

依據「基隆河員山子分洪可行性檢討計畫地質補充探查專題報告」及經濟部水利署相關資料，本計畫區域地下水流向由東及東北向西北及西南方向流動，大致與地形走向一致。

3.地下水資源使用現況

在整體地下水資源利用方面，由於瑞芳地區地表水源十分豐沛，經現場勘查及詢問鄰近居民，大多使用自來水或自行接管引山澗水使用，並無使用地下水情形；另查詢台北縣瑞芳鎮已登記之水權(截至 90 年 7 月)，除台灣省自來水公司及達永公司使用地下水外，其餘均使用地面水(詳表 2.7)。

目前台北縣瑞芳鎮已登記之地下水井屬自來水公司及達永公司所有，地下水年抽取水量分別為 1,209 及 52 公噸，皆距本計畫區有一定距離。

(三)海域水文

依照本計畫配置圖，未來排放口位於深澳灣與陰陽海之間，除這二個灣澳外，排放口附近海岸線大致成東、西向，海域水深線也大約與海岸線平行，坡度約為 1/20 至 1/15 之間屬岩岸性質。海域水文包括波浪、潮汐、潮流、漂砂及近岸流分述如下：

1.波浪

依八十八年全年及八十九年四月至九月間計畫區鄰近波浪觀測記錄，龍洞浮標測站觀測資料顯示，期間最大有義波高為 5.02 公尺，平均週期為 10 秒，發生於碧利絲颱風期間；88 年全年最大波高發生於 12 月 20 日 2 時之 4.50 公尺最高，其年平均波高為 1.20 公尺，年平均週期為 6.0 秒。

在進入夏季時期，除受微弱東北季風、鋒面颱風影響外，龍洞南口海域大部份時間浪級均屬於小浪，平均週期介於 4 秒-7 秒間。

2.潮汐

由計畫區鄰近潮汐觀測站觀測記錄(表 2.8)，可知基隆舊站及蘇澳港潮汐歷年最高高潮位(含歷年暴潮位)分別為 2.48 公尺及 2.33 公尺。

另外依照基隆港港灣污染整治規劃報告(1982)，平均高潮位+1.15 公尺，平均潮位+0.9 公尺，平均低潮位+0.67 公尺。與本計畫相關是颱風期間暴潮位，基隆站 1985 年尼爾森颱風觀測到 70 公分暴潮偏差，1996 年賀伯也觀測到 1 公尺暴潮偏差，颱風期間條件將作為本計畫分析之重要依據。

3.漂砂量、漂砂粒徑及漂砂方向

環評單位(中興工程顧問公司)進行一年四季之漂砂量、漂砂粒徑及漂砂方向調查評估，漂砂測站分別位於分別位於澳子崙鼻旁(深澳灣東側)(S1)、計畫路線出海口(S2)及水湳洞西側(S3)測



線之水深-3m~-7m 位置，第一季漂砂量調查日期為九十年六月二十八日至二十九日執行；第二季漂砂量為九十年十月五日至六日執行；第三季漂砂量為九十一年一月十日至十一日執行；第四季漂砂量為九十一年三月十三日至十四日執行。其成果綜合敘述如下：

- (1)三測站中以水湳洞西側(S3)測站之漂砂活動較活躍，澳子崙鼻旁(深澳灣東側)(S1)測站次之，計畫路線出海口(S2)測站較少，其原因乃水湳洞西側(S3)測站位處較開闊海域，風浪較無遮蔽之故。澳子崙鼻旁(深澳灣東側)(S1)測站則靠近深澳灣，其附近沙灘較為發達，故雖有半島之遮蔽，但其漂砂量仍較計畫路線出海口(S2)測站略多。
- (2)水湳洞西側(S3)測站漂砂量以春季大於秋季再大於冬季再大於夏季，其各方位漂砂量最大可達每一公尺寬 238.78 公斤/年，整體漂砂有往東北及正北移動之趨勢，不過其漂砂量每一公尺寬只約有 10 公斤/年而已，並不嚴重。計畫路線出海口(S2)測站漂砂則略有往東北及正西漂移之趨勢，但數量甚少，每一公尺寬每年約只有 2 公斤左右之漂砂量。澳子崙鼻旁(深澳灣東側)(S1)測站在夏季漂砂往東移，秋季往南移，冬季往東北及西北移，春季往南移，其每一公尺寬之淨漂砂量在冬季時為最大，約 60 公斤/年，呈輕微侵蝕現象(往外海帶走)，其餘各季漂砂量甚小，每公尺寬約只有 2~4 公斤/年而已。漂砂粒徑方面，各測站含砂量以計畫路線出海口(S2)測站之漂砂土樣含砂量較少，顆粒較大。
- (3)夏季漂砂中值粒徑 D_{50} 以澳子崙鼻旁(深澳灣東側)(S1)測站較大，介於 0.16~0.32mm 之間；水湳洞西側(S3)測站 D_{50} 介於 0.19~0.29mm 之間次之；計畫路線出海口(S2)測站 D_{50} 介於 0.15~0.26mm 之間較小。秋季其粒徑略有變化，但仍以 S1 測站大於 S3 測站。冬季漂砂中值粒徑 D_{50} 則以 $S3 > S1 > S2$ ，其計畫路線出海口(S2)測站 D_{50} 變成細小之顆粒，與風浪所揚起較多細小懸浮質有關。至春季其中值粒徑則以 S2 測站最大，S1 測站次之，S3 測站最小。漂砂方向及其粒徑呈現季節性之週期性現象。

(4)底質顆粒比重各季介於 2.38~2.59 之間，屬於正常石英砂及海岸土穰之正常比重範圍內。

表 2.1 計畫區域附近介壽橋水文站 88 年及歷年平均流量概況

單位：cms

時間		88 年		歷 年				
月	旬	每旬 流量	月平均 流量	最大月平均		最大月平均		月平均 流量
				流量	年度	流量	年度	
1 月	上	130.62	14.92	30.26	79	4.51	76	13.04
	中	249.60						
	下	82.30						
2 月	上	53.72	6.00	33.00	72	3.45	76	15.51
	中	30.88						
	下	83.32						
3 月	上	53.74	12.21	19.76	72	5.11	78	10.72
	中	168.57						
	下	156.24						
4 月	上	53.02	2.86	17.02	79	2.64	86	7.55
	中	18.85						
	下	13.80						
5 月	上	62.67	5.44	16.16	75	1.55	64	7.86
	中	38.52						
	下	67.30						
6 月	上	122.72	11.21	29.85	70	1.90	85	9.94
	中	145.33						
	下	68.19						
7 月	上	17.12	2.77	17.76	78	0.67	72	4.91
	中	22.45						
	下	46.34						
8 月	上	16.83	2.77	26.98	73	0.27	82	8.63
	中	26.73						
	下	42.26						
9 月	上	24.23	8.14	36.29	77	0.60	82	16.46
	中	41.45						
	下	178.43						
10 月	上	200.86	16.77	77.51	87	4.91	71	21.28
	中	264.21						
	下	54.90						
11 月	上	33.14	10.26	45.10	75	2.81	86	16.77
	中	39.23						
	下	235.39						
12 月	上	208.05	22.67	23.74	83	4.10	85	12.83
	中	424.91						
	下	69.92						

資料來源：台灣水文年報，經濟部水資源局。

表 2.2 計畫區相關水體水文現況

水體	名稱	項目	水流寬度 (m)	水深 (m)	平均流速 (m/s)	流量 (m ³ /s)
		日期				
基隆河	堰址上游	90.6.21	44.0	0.78	0.68	3.37
		90.7.23	37.0	0.66	0.14	0.73
		90.9.24	60.0	2.72	2.31	222.55
		90.12.11	17.3	1.10	0.62	5.07
	堰址處	90.6.21	35.0	0.58	0.44	3.23
		90.7.23	31.0	0.26	0.21	0.78
		90.9.24	79.0	3.04	2.12	351.73
		90.12.11	20.8	0.75	0.67	5.13
九份溪	穿越處	90.6.21	15.0	0.25	0.25	0.39
		90.7.23	14.0	0.20	0.20	0.27
		90.9.24	16.0	0.65	0.44	2.68
		90.12.11	12.0	0.34	0.41	0.97

資料來源：員山子分洪計畫環境影響說明書

表 2.3 計畫區域附近介壽橋水文站民國 88 年輸砂量概況

時間	流量(CMS)	含砂量(ppm)	輸砂量(MT/day)
1 月 27 日	4.81	20.00	8.31
2 月 24 日	5.77	18.00	8.97
3 月 22 日	65.10	100.00	562.46
4 月 26 日	0.90	41.00	3.19
5 月 26 日	1.34	49.00	5.67
6 月 28 日	2.29	32.00	6.33
7 月 26 日	8.99	60.00	46.60
9 月 26 日	0.46	51.00	2.03
9 月 23 日	10.60	165.00	151.11
10 月 26 日	2.81	37.00	8.98
11 月 17 日	1.92	55.00	9.12
12 月 16 日	16.20	31.00	43.39

資料來源：經濟部水文年報

表 2.4 計畫區域附近介壽橋水文站民國 84 至 88 年輸砂量概況

日期	流量(cms)	含砂量(ppm)	輸砂量(MT/day)
84 年	8.47	33.07	20.94
85 年	10.98	36.23	32.22
86 年	5.02	42.55	16.76
87 年	37.68	157.29	1605.57
88 年	10.10	54.92	71.35

資料來源：經濟部水文年報

表 2.5 地下水位鑽探孔位位置分布表

位置	鑽孔 編號	里程	橫座標	縱座標	孔口高程 (公尺)	孔向	深度 (公尺)
攔河堰附近	AH-2	0K+100	332,865	2,778,053	67	垂直	20
	AH-3	0K+380	332,924	2,778,308	148	垂直	110
1 號隧道	AH-4	1K+120	333,360	2,778,908	126	垂直	105
	AH-6	0K+980	333,273	2,778,797	83	垂直	50
2 號隧道	AH-7	1K+465	333,552	2,779,187	100	垂直	70
	AH-8	1K+620	333,645	2,779,317	102	垂直	63
	AH-9	1K+745	333,718	2,779,419	137	垂直	105
	AH-10	2K+040	333,930	2,779,634	166	垂直	154
	AH-11	2K+350	334,133	2,779,886	130	垂直	119
出海口附近	AH-12	2K+750	334,360	2,780,170	75	垂直	60
	AH-13	2K+900	334,450	2,780,270	15	垂直	30

資料來源：本計畫地質鑽探報告

表 2.6 鑽孔地下水位高程

單位：公尺

鑽孔編號	AH-2	AH-3	AH-4	AH-6	AH-7	AH-8	AH-9	AH-10	AH-11	AH-12	AH-13
孔口高程	67	148	126	83	100	102	137	166	130	73	15
地下水位深度	6.2	30.8	31.35	2.65	45.1	27.5	62.3	120.5	54.8	49	10.3
地下水位高程	60.8	117.2	94.65	80.35	54.9	74.5	74.7	45.5	75.2	24	4.7

資料來源：本計畫地質鑽探報告



表 2.7 台北縣瑞芳鎮已登記水權統計表

申請人姓名	水源類別	水權年限 (起)	水權年限 (止)	引水量 (公噸/年)
台灣省自來水公司	地下水	1996/1/1	2000/12/31	1,209
台糖公司	地面水	1994/3/2	1999/3/1	1,555
台糖公司	地面水	1994/4/1	1999/3/31	1,296
台電公司	地面水	1999/1/6	2004/1/5	864
台灣省自來水公司	地面水	1998/3/1	2000/2/28	103,680
周仁德	地面水	1996/8/1	1998/7/31	173
統一企業股份有限公司	地面水	1996/11/1	1998/10/25	259
統一企業股份有限公司	地面水	1997/10/26	1999/10/25	259
達永企業股份有限公司	地下水	1994/4/27	1997/4/26	52
台糖公司	地面水	1999/4/1	2004/3/31	1,296
台糖公司	地面水	1999/4/1	2004/3/31	1,555
統一企業、琦流股份有限公司	地面水	1999/10/26	2001/10/25	173

資料來源：經濟部水資源局網站，90年7月。

表 2.8 計畫區鄰近潮汐測站觀測記錄表

觀測站	基隆	蘇澳
觀測時間	35年~89年	70年~90年
歷年最高高潮位 (含暴潮位)(m)	2.48	2.33
歷年最低低潮位(m)	-0.25	-1.32
平均潮位(m)	0.92	0.78
最大潮差(m)	2.73	3.65

資料來源：中央氣象局



圖 2.1 基隆河員山子分洪工程地理位置圖

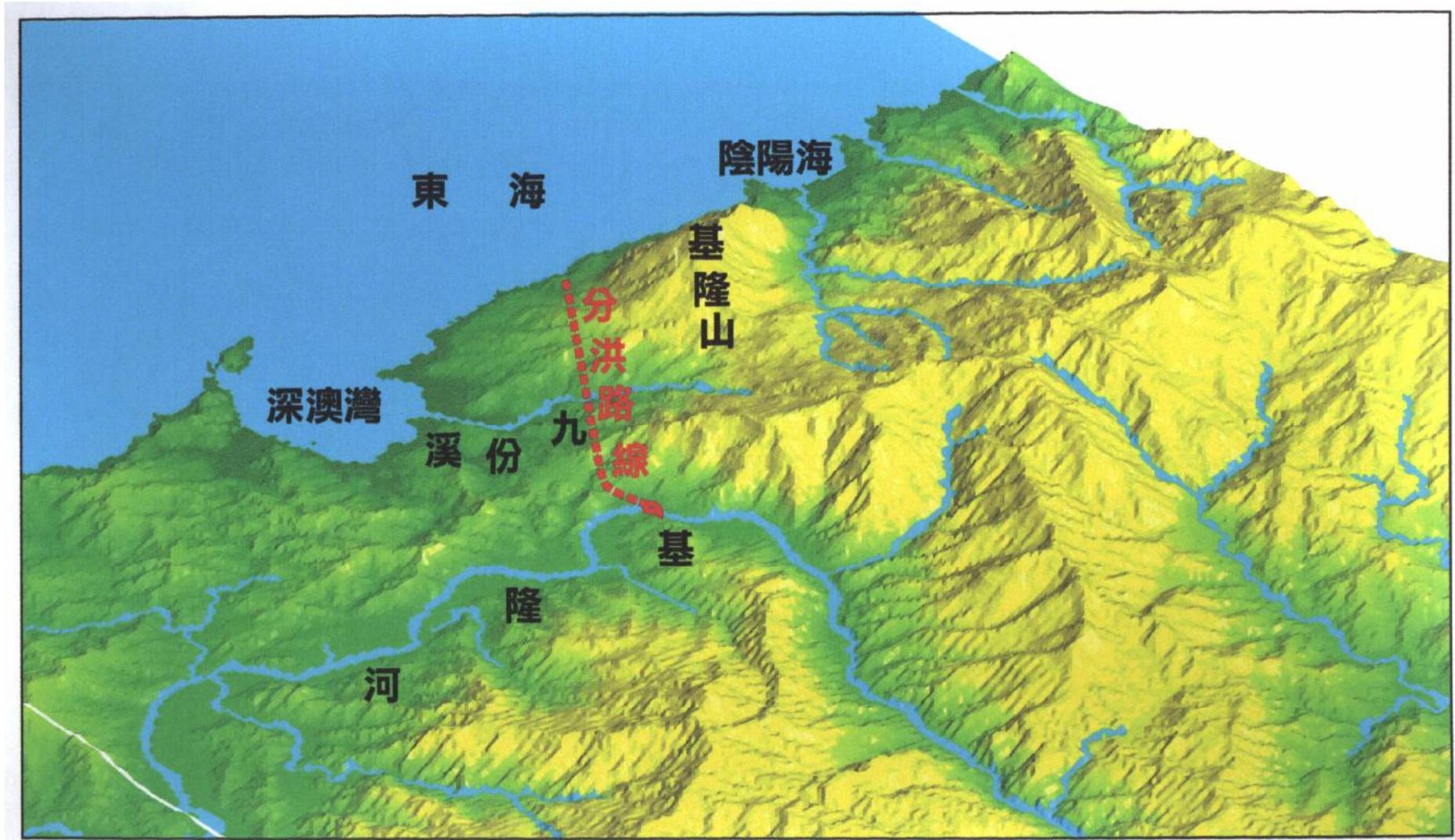


圖 2.2 分洪計畫地形地勢圖

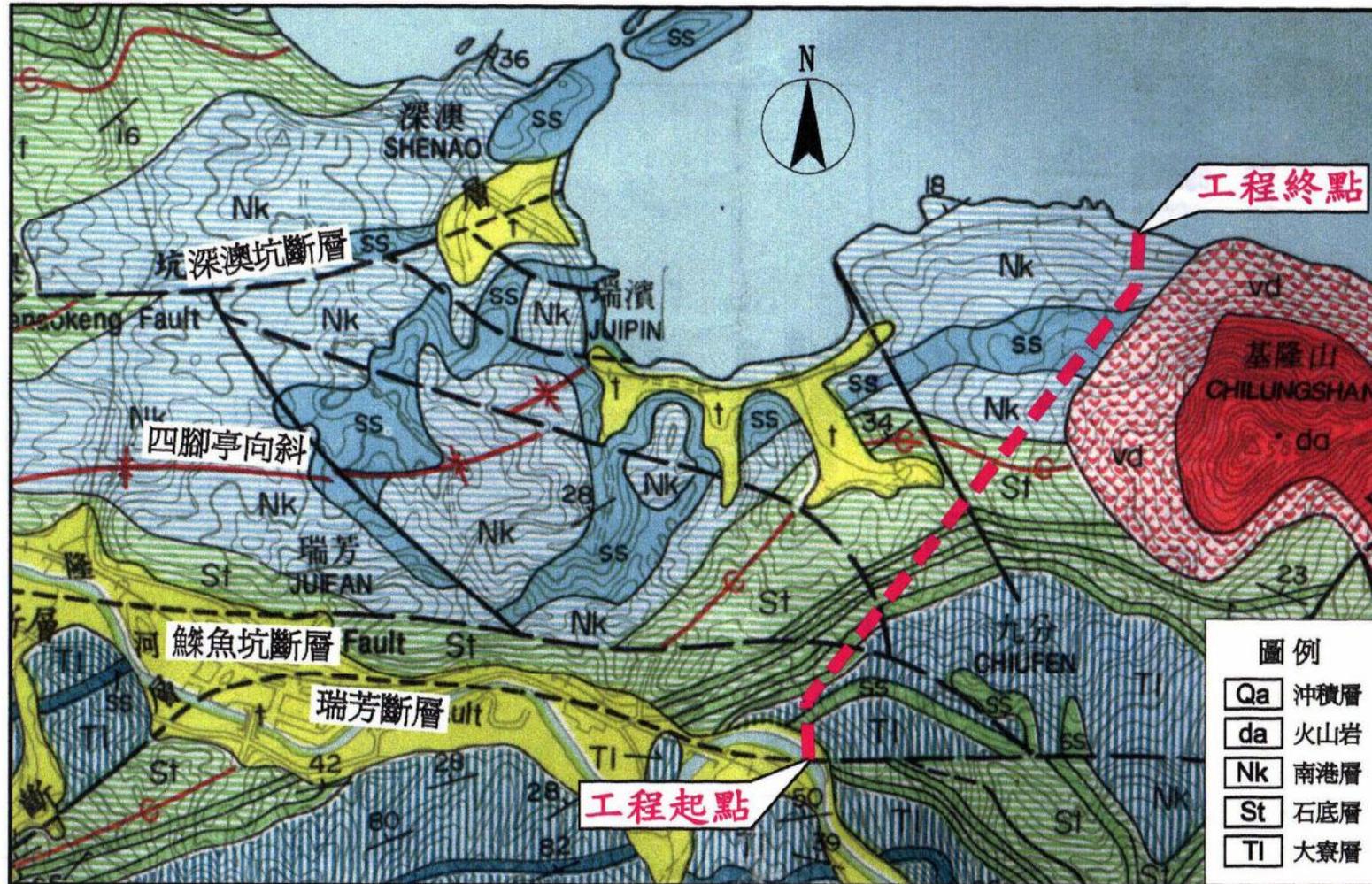


圖 2.3 區域地質圖

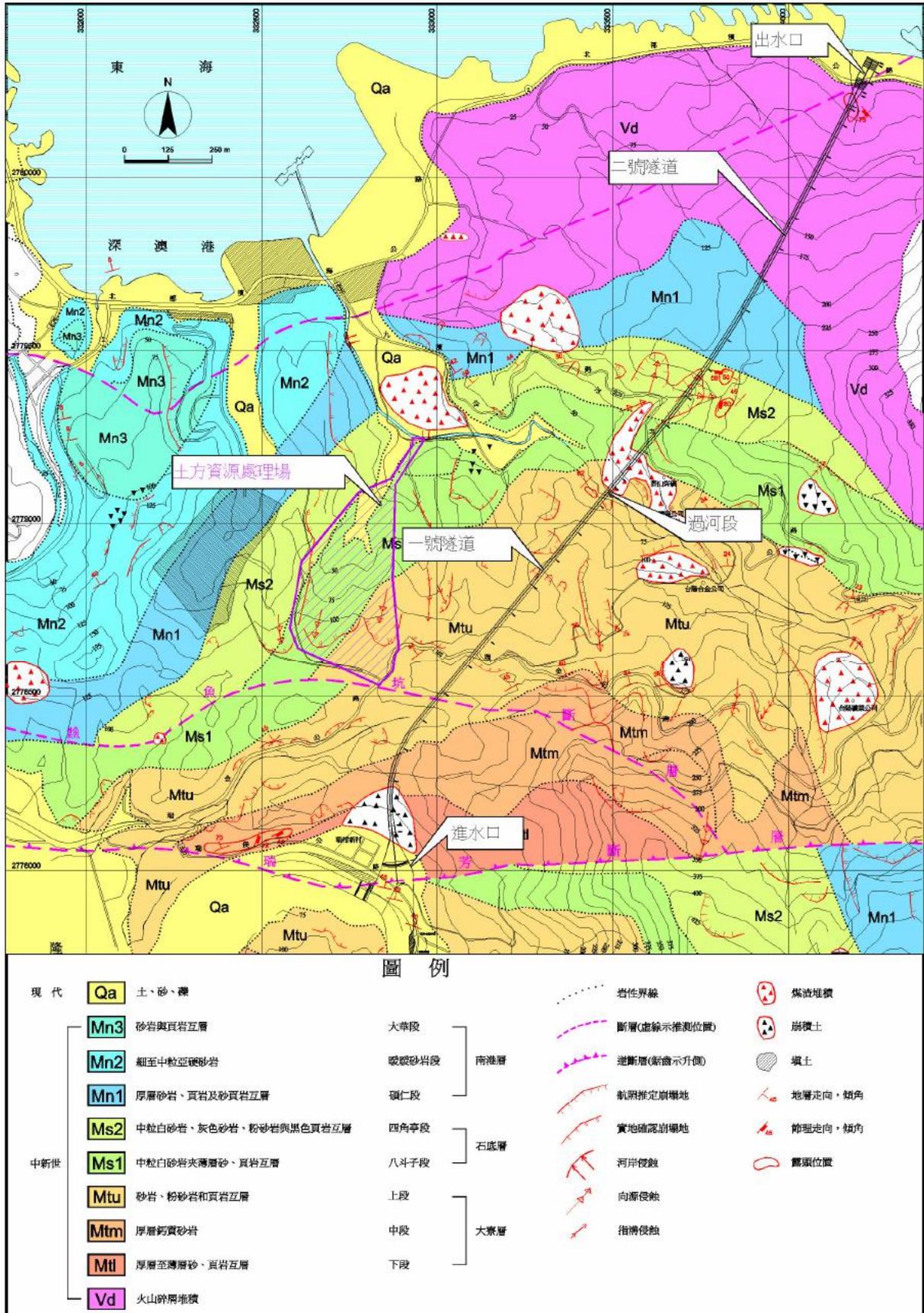


圖 2.4 工程地質平面圖



圖2.5 隧道工程地質剖面圖

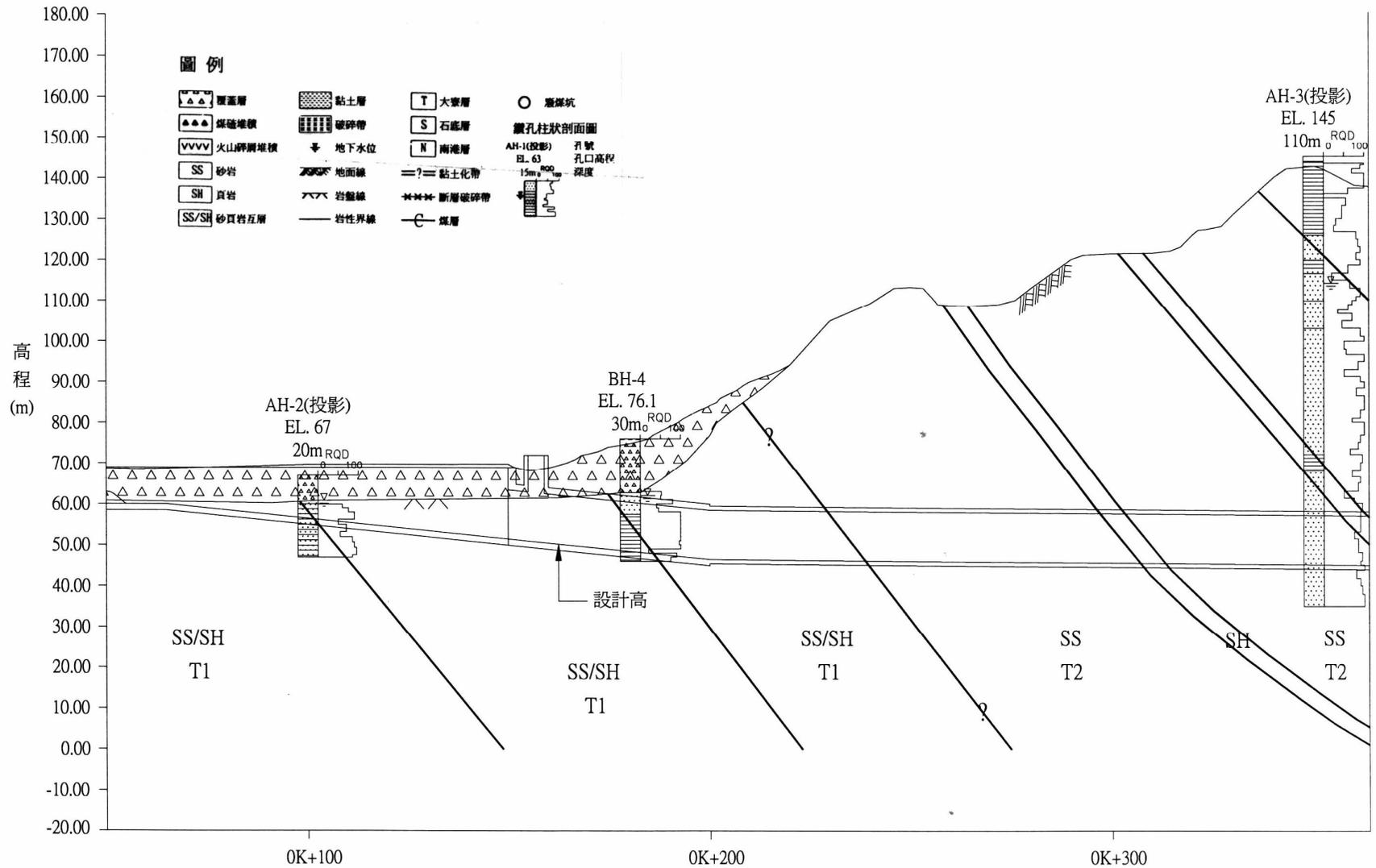


圖 2.6 一號隧道進水口地質剖面示意圖

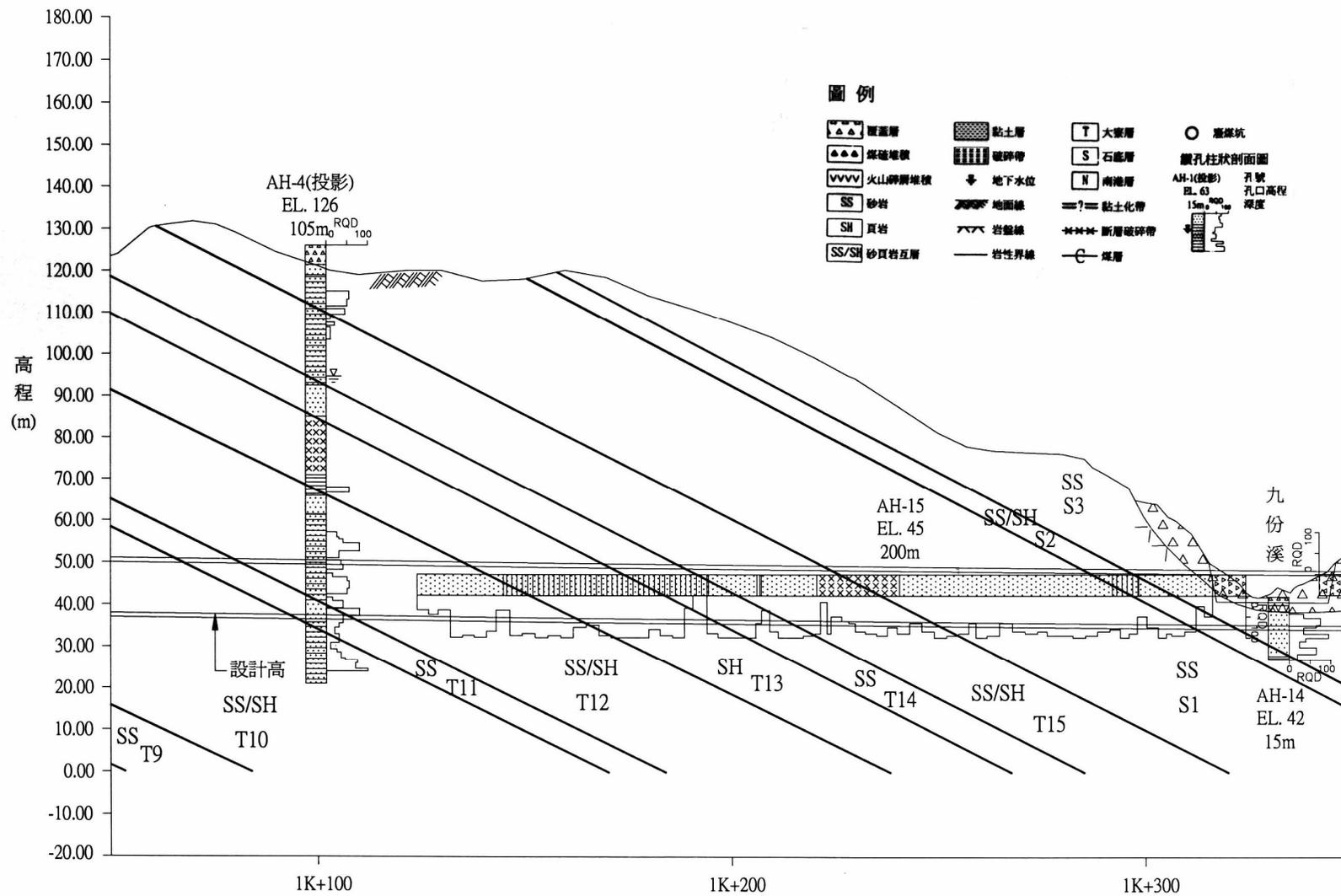


圖 2.7 一號隧道出水口地質剖面示意圖

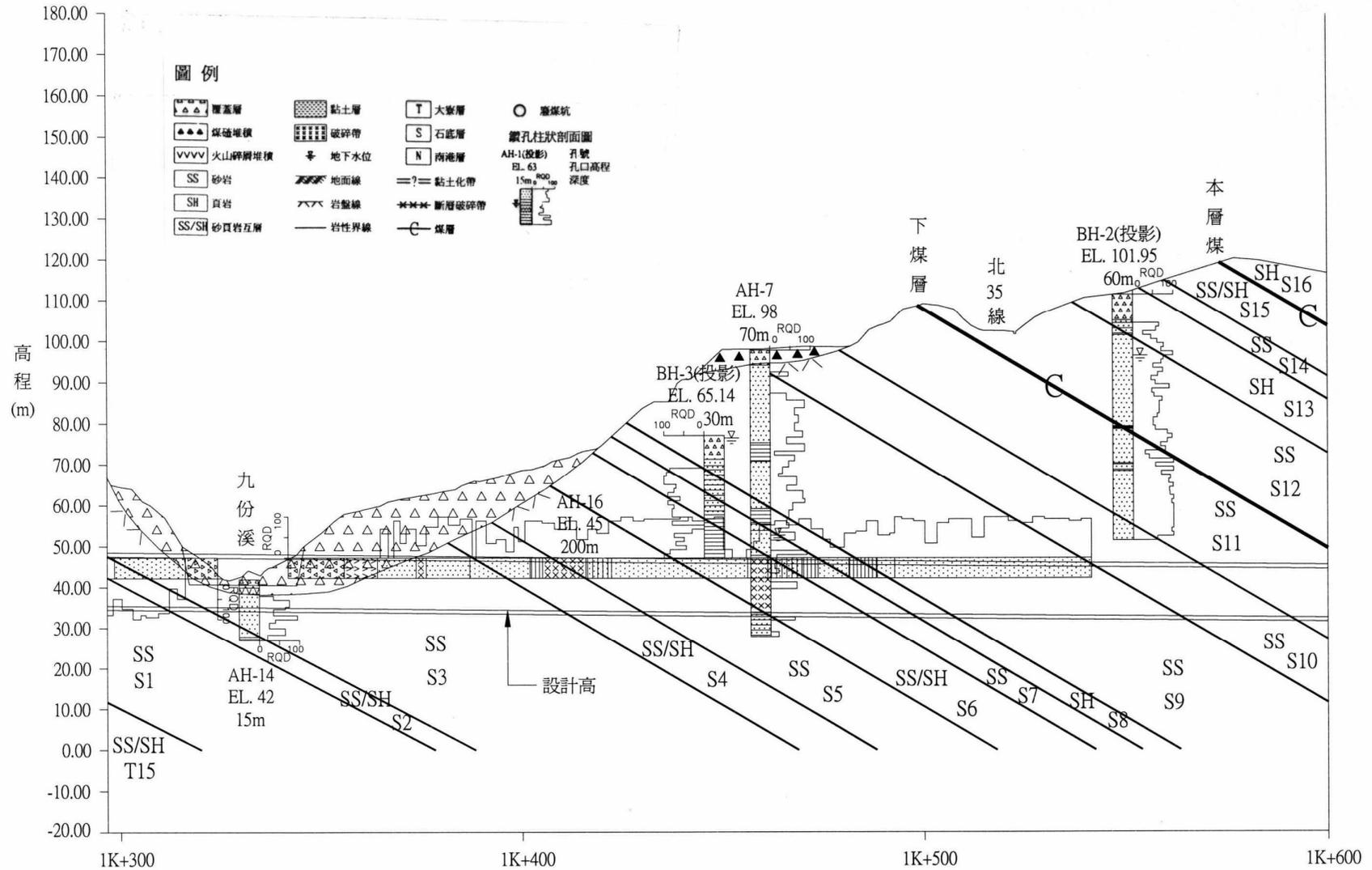


圖 2.8 二號隧道進水口地質剖面示意圖

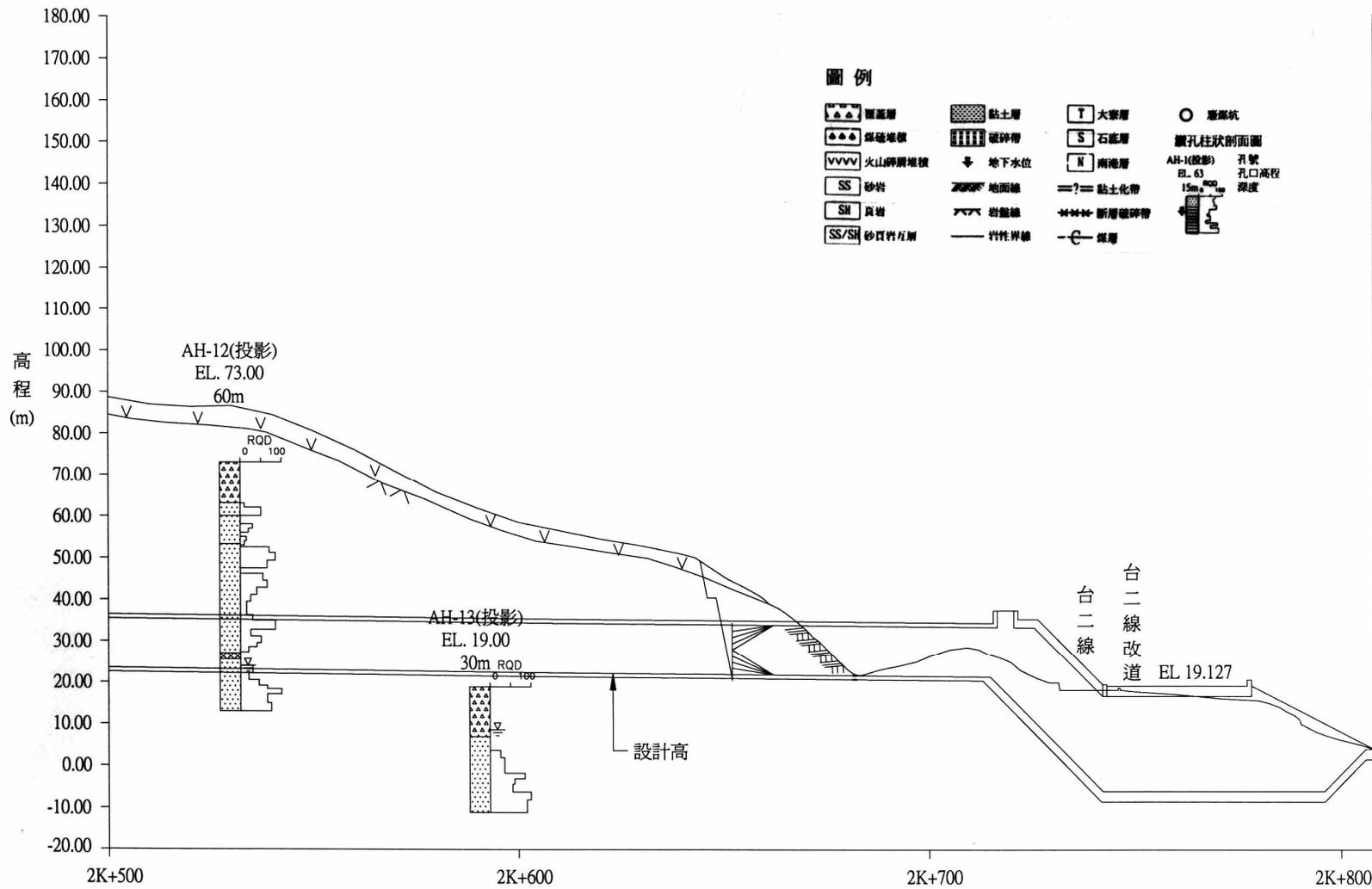


圖 2.9 二號隧道出水口地質剖面示意圖

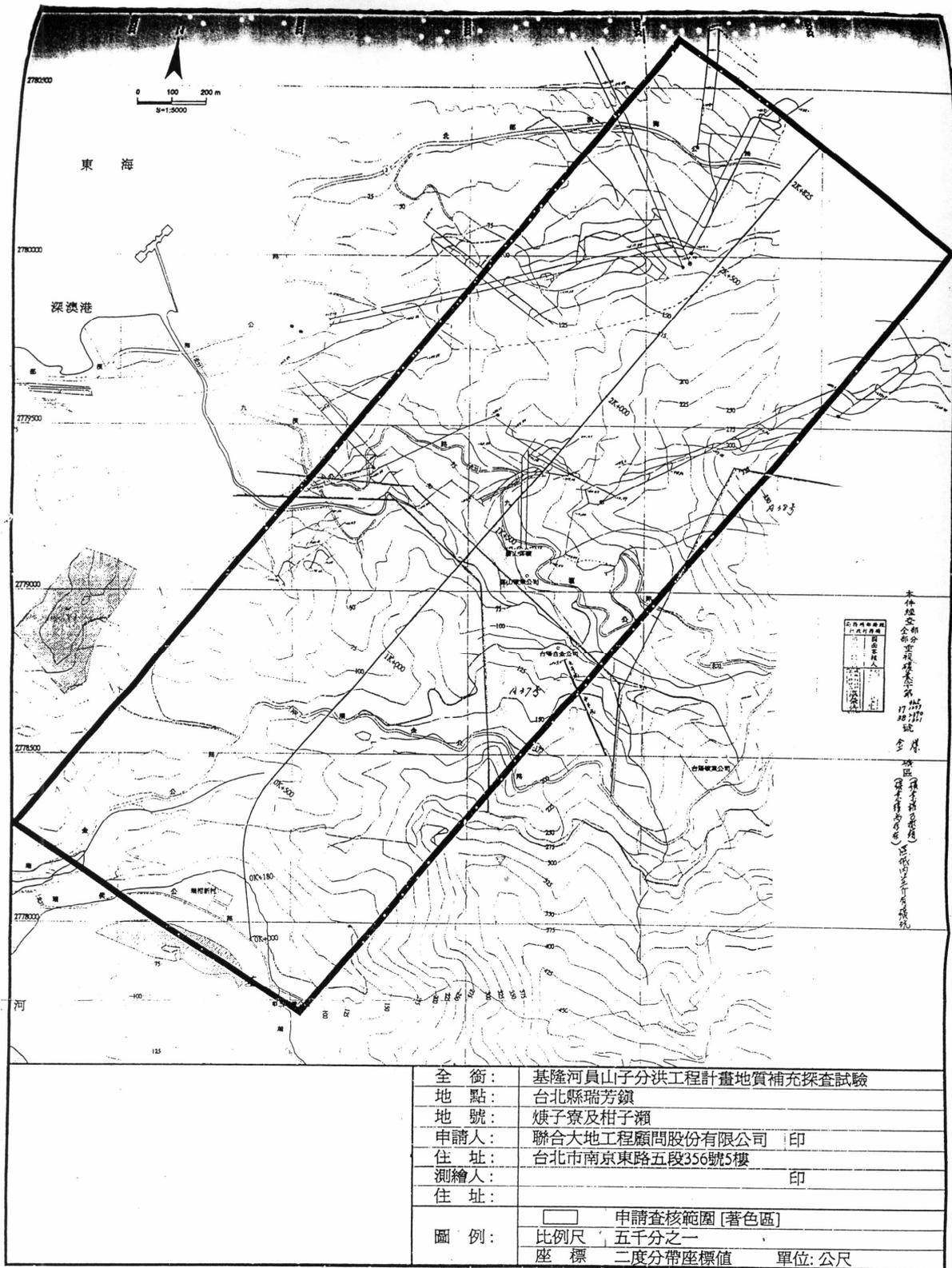
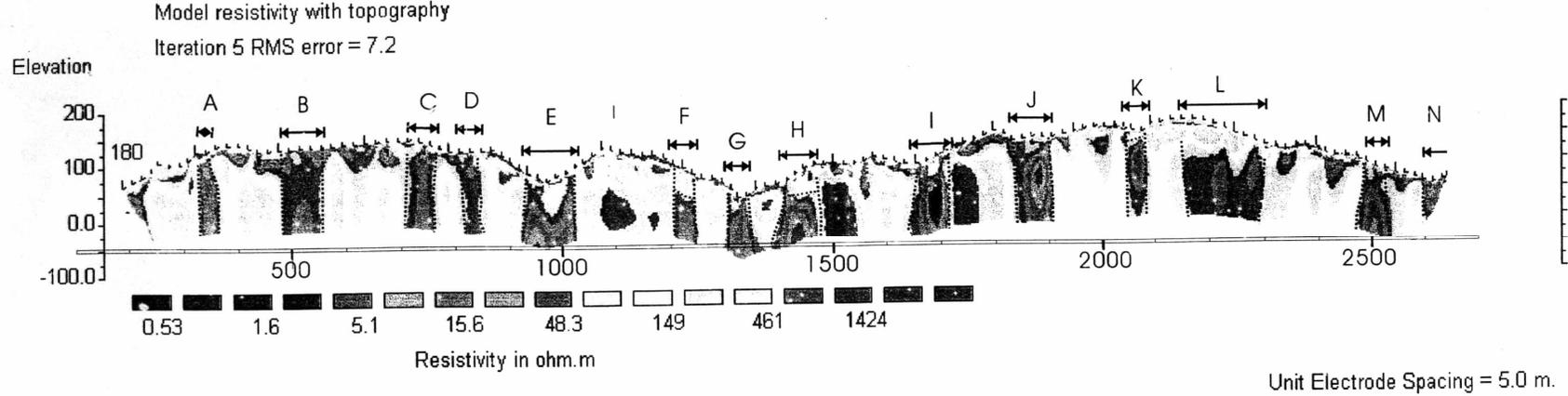


圖 2.10 隧道沿線煤礦坑分布圖

01203\cad\k102-3.dwg



Horizontal scale is 1.72 pixels per unit spacing
Vertical exaggeration in model section display = 1.00
First electrode is located at 180.0 m.
Last electrode is located at 2850.0 m.

圖 2.11 測線里程 0K+180~2K+650 地電阻影像剖面圖

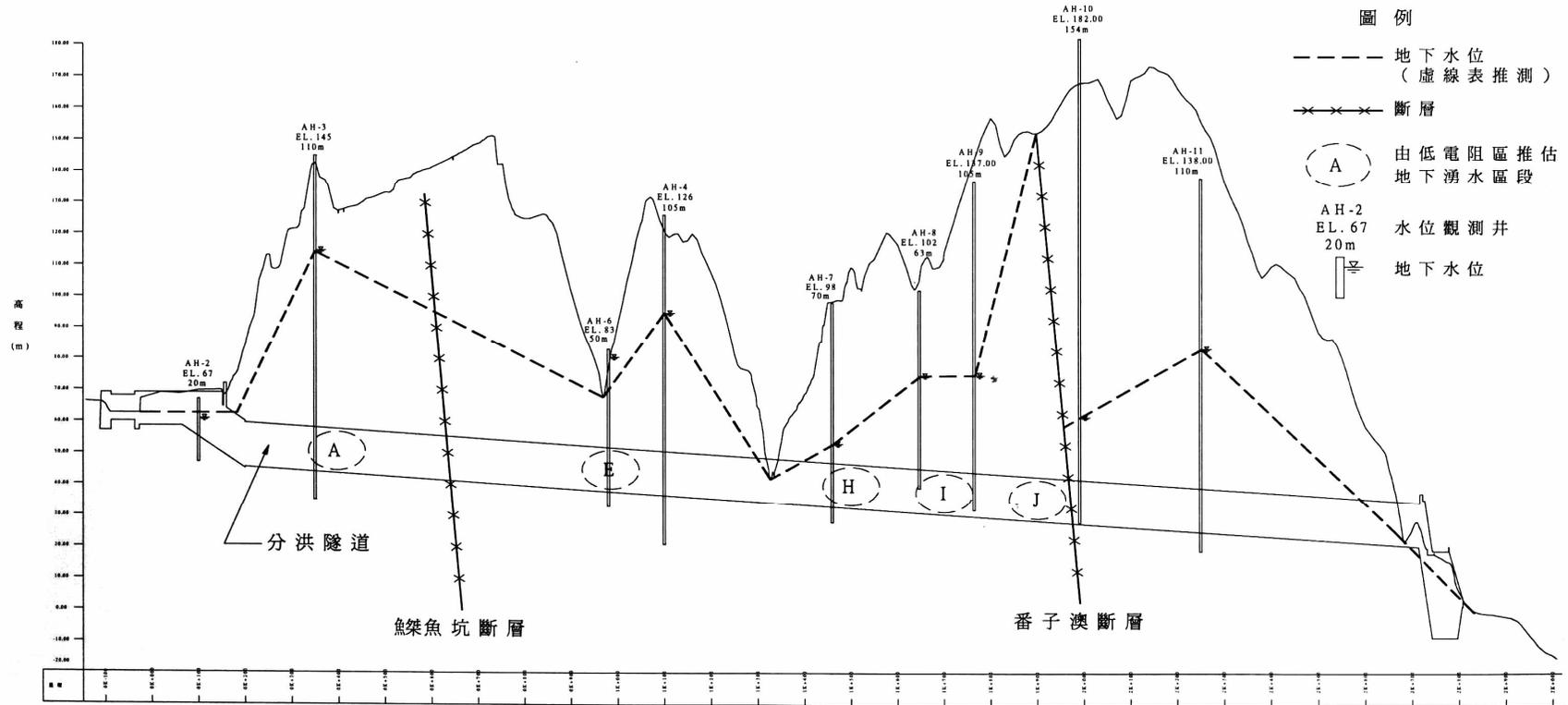
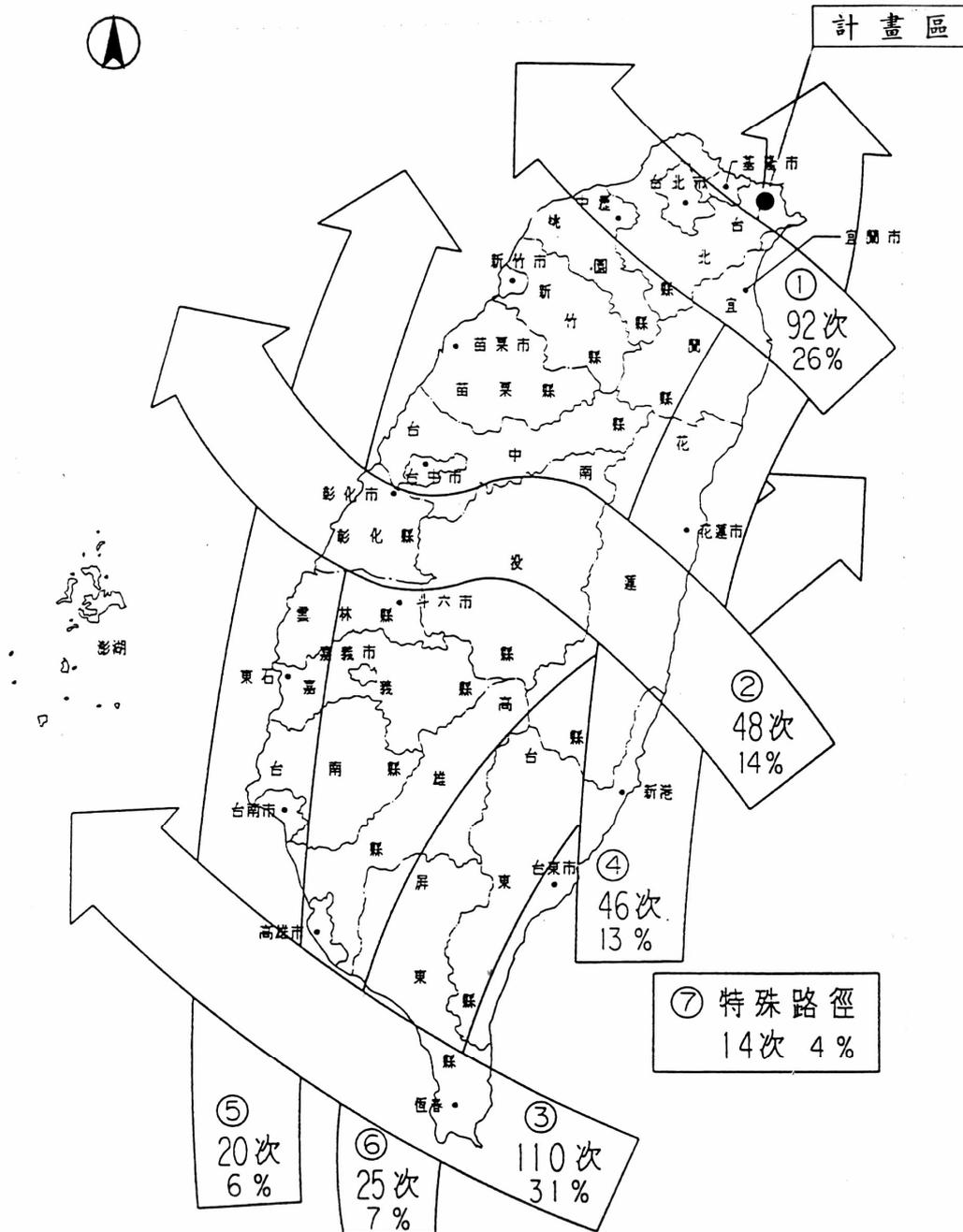


圖 2.12 隧道沿線地下水位分布圖



資料來源：中央氣象局

圖 2.13 侵台颱風路徑分類統計

第三章 分洪隧道路線覆核及測量作業

3.1 分洪隧道路線覆核

本節主要係本計畫 90.7.19 期初簡報及 90.9.20 第一次期中報告就規劃路線所作檢討之結果作一描述，檢討主要項目分述如下：

一、路線平面線形檢核

平面線形主要考量分洪出口對海域環境影響、線型曲率造成流水的改變以及地質條件的影響，因此在根據環評作業提供之海域生態分佈並考量深澳漁港之影響以及地質條件的綜合考量下，擬儘量將分洪出口往西側偏移；又依水理分析結果(詳見 5.4 節)，分洪路線以曲率半徑不小於 270m 較佳，故一號隧道曲率半徑為 350m，二號隧道曲率半徑為 3000m，均符合要求。

二、路線縱斷面檢核

本項主要考慮在最大分洪量時進水口高程、分洪隧道在九份溪過河段之處理方式、分洪出口結構對台二線之影響以及縱斷面坡度所造成水流流速的改變；依據本計畫 90.7.19 期初簡報之結論及第一次期中報告評估，分洪隧道過河段之處理以採隧道半露方式再以回填覆蓋方式處理。並依據水理分析結果之建議，隧道縱斷面坡度採 $S=0.01$ 。

三、隧道沿線地質

除考慮隧道沿線地質特性及處理外，尚應考慮原規劃路線里程 1K+500 處有民間之地下水取水點，故應考量地下水水質及水量改變之問題；為考量本工程沿線之地質特性，已研擬處理對策，詳見圖 3.1；地下水則考量施工時採預灌作業通過地下水取水點影響區段，永久則考慮採防水膜設計以避免影響地下水之長期滲漏。

根據上述項目之考量，本工程分洪路線如圖 3.2 所示。而工程用地範圍則如圖 3.3 所示。



3.2 外業測量

本項作業包含分洪工程攔河堰及其河道上、下游二百公尺，計約 8 公頃之 1/200 地形測量，由於本測量範圍須與本計畫之地質補充探查試驗隧道出入口 1/200 地形測量銜接，經協調後，完成 1/200 地形測量，如圖 3.4 所示，1/200 地形圖詳見測量成果報告。

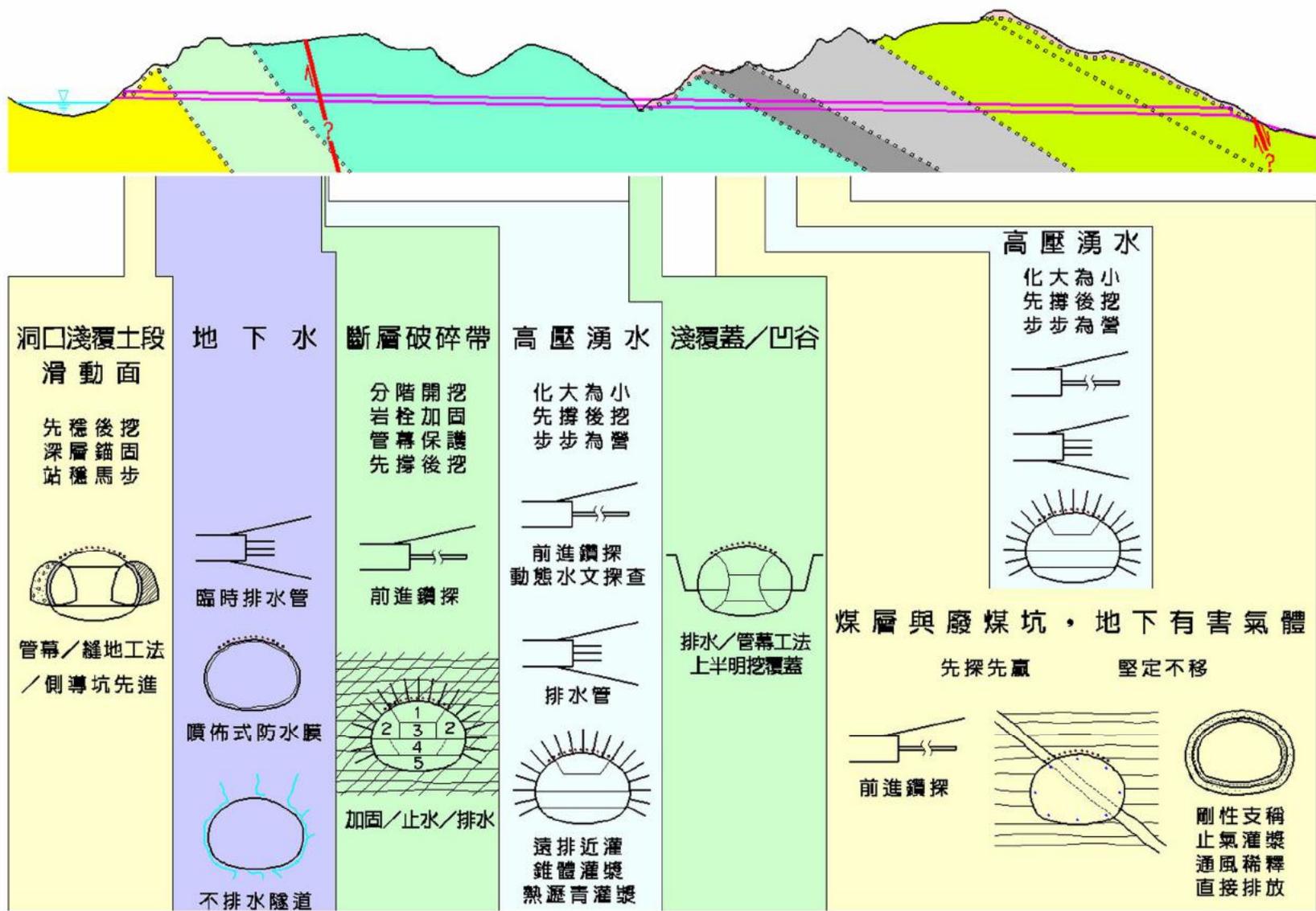


圖 3.1 隧道沿線主要工程問題與處理對策示意圖

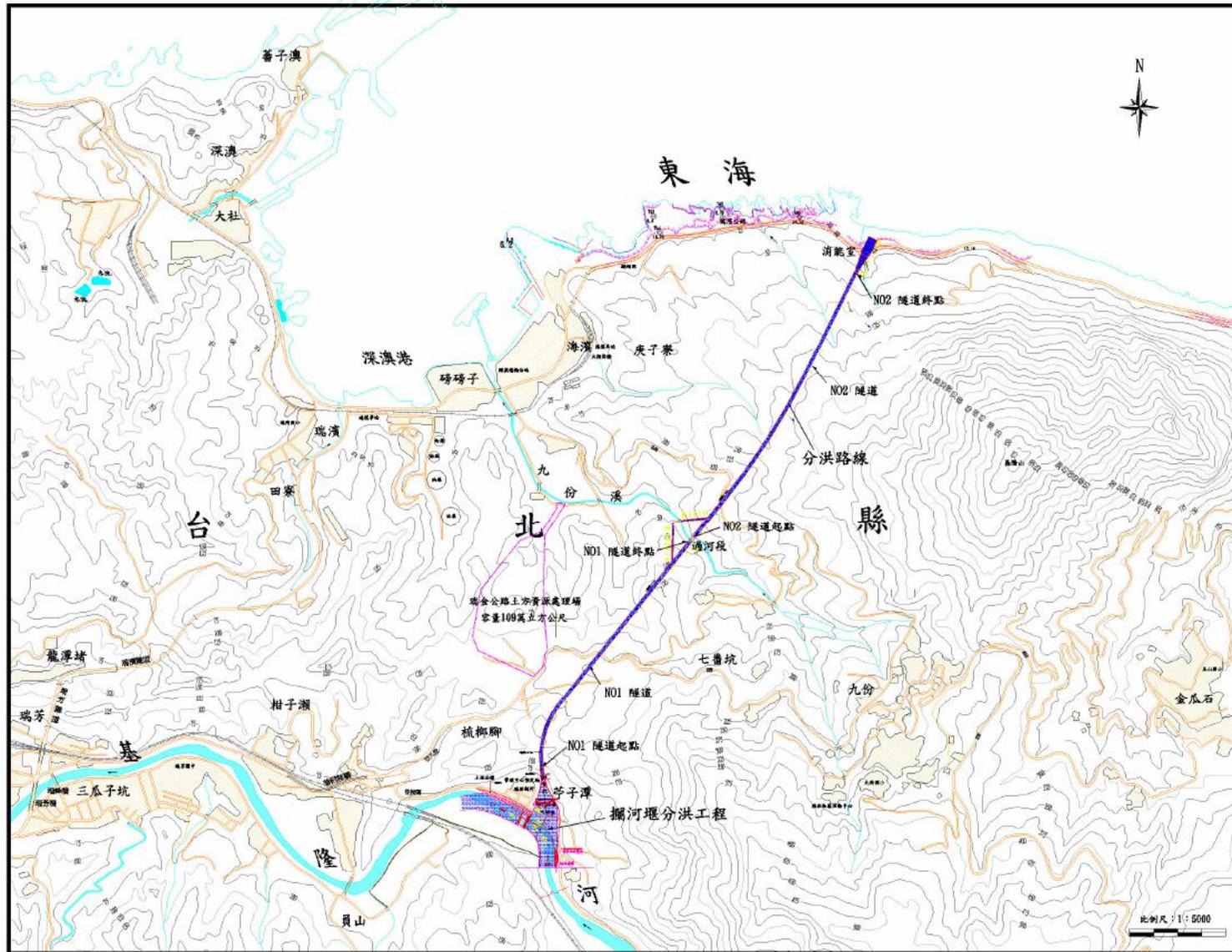


圖3.2 分洪隧道路線平面圖

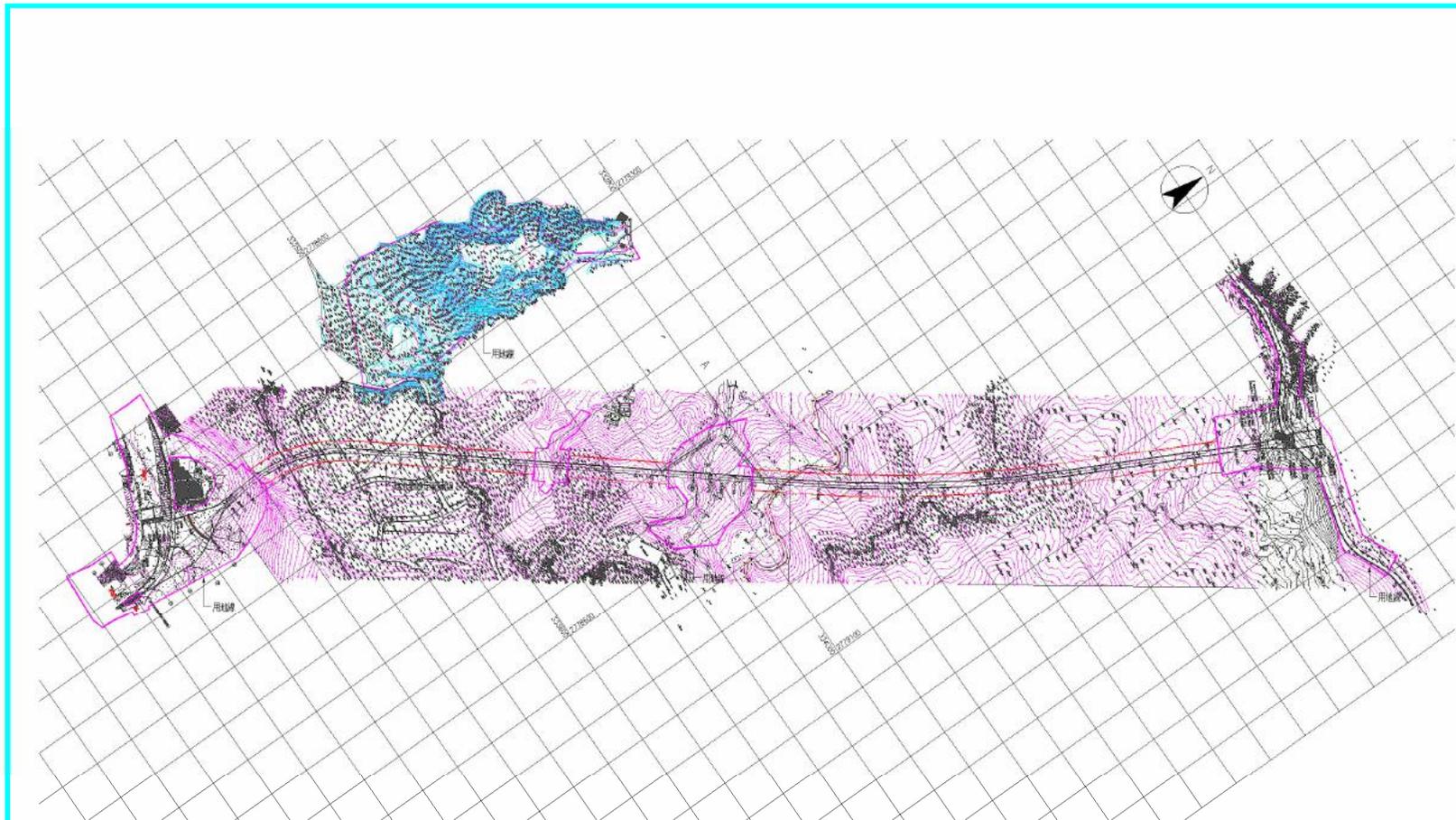


圖3.3 用地範圍總平面圖

K:\GP\01108\coord\LL-01.dwg

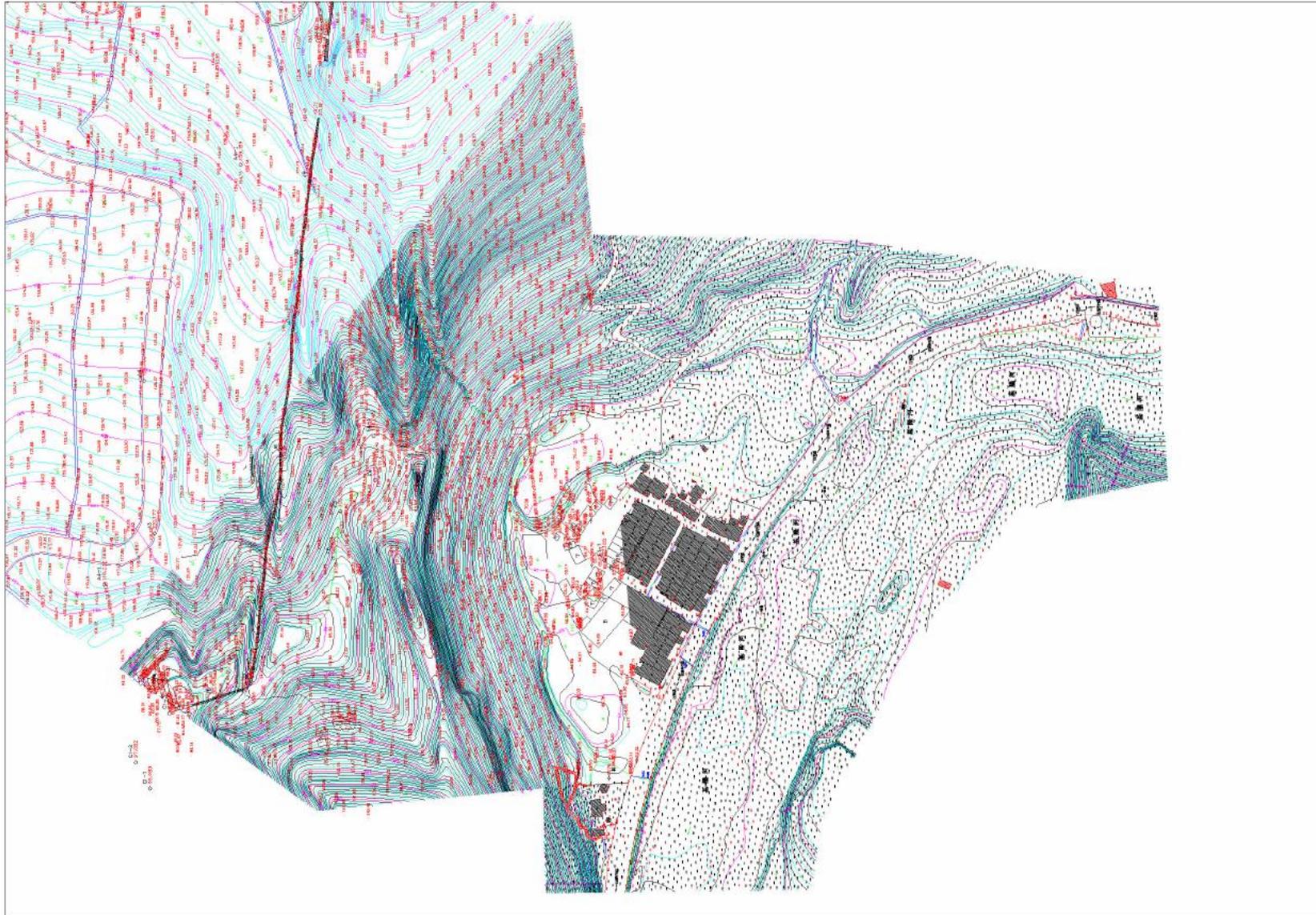


圖3.4 1/200地形測量範圍

GT\01108\CAD2\M000.dwg

第四章 基隆河洪水量及輸砂量分析檢討

4.1 集水區概況

本計畫分洪地點擇定於基隆河主流上游瑞芳鎮瑞柑里瑞柑新村旁，擬築攔河堰攔蓄員山子以上 91.2 平方公里集水區之洪水量，經分洪後進入隧道後排入東海。基隆河發源於台北縣平溪鄉菁桐山，自預定分洪堰址上游有新寮溪、灰窯溪及芋藁林溪等支流匯入，主流長約 19 公里，分洪堰址上游集水區範圍示如圖 4.1。集水區內地形變化複雜，除沿河兩岸有少數台地之外，餘均為高山及丘陵，植生相當茂密。分洪堰址上游河段之平均坡度約為 1/90，自灰窯以上河段坡度較陡，平均約 1/50，下游段坡度較緩約 1/160。

4.2 暴雨頻率分析

舉凡水利工程規劃設計一般係以當地集水區之洪水量為規劃設計之依據，並視工程之重要性而決定該採取何種保護標準，亦即一般所謂之“再發生年或重現期”(如 200 年重現期)。本計畫洪水量分析過程首先由規劃之集水區選出具代表性之雨量站，並利用雨量站記錄依其控制面積權重計算該集水區歷年來各年同一水文事件之加權平均最大降雨量後，經以統計方式分析該集水區各重現期降雨量。由以上可知採用不同年限雨量記錄分析所得之結果必不相同，而分析年限愈長則結果愈具有代表性。本計畫分析所採取之雨量記錄年限為民國元年至 89 年(最新資料)，共計 89 年，並以此分析成果與歷年分析成果比較後，建議一合理洪水量以為本工程規劃設計之依據。

一、雨量站與流量站

基隆河員山子攔河堰上游集水區附近之雨量站有火燒寮、瑞芳(2)及石碇(2)等三站，其中石碇(2)於民國 90 年之「員山子分洪可行性規劃報告」中指出，其對本集水區之控制面積僅約 2%，本計畫僅採用火燒寮及瑞芳(2)兩站之雨量資料供暴雨頻率分析之用。本集水區下游約 3 公里處之瑞芳介壽橋設有流量站一處，可供洪水量分析成果之比較。雨量站及流量站位置示於圖 4.1 中，測站概況則如表



4.1 所示。

二、平均降雨之推求

民國 87 年「基隆河員山子分洪計畫可行性檢討，環境影響調查專題報告」中，歷年平均最大三日暴雨量已分析至民國 86 年；民國 90 年「員山子分洪可行性規劃報告」中，另補充分析民國 87 年之最大三日暴雨量。本計畫以瑞芳(2)及火燒寮雨量站，採用徐昇氏法補充民國 88 年及 89 年之最大三日暴雨資料，其中瑞芳(2)控制面積佔 32%，火燒寮控制面積佔 68%。員山子攔河堰歷年最大三日暴雨量如表 4.2 所示。查歷年報告均採用最大三日暴雨量進行分析，且基隆河整體治理計畫亦以最大三日暴雨分析之結果推算洪水量，因此本計畫亦以相同之方法進行暴雨頻率分析以供比較。

三、頻率分析

本計畫採用表 4.2 中之暴雨量經以 χ^2 檢定結果，具 99%之可靠度。本計畫以二參數對數常態、三參數對數常態、皮爾遜 III 型分佈、對數皮爾遜 III 型分佈、極端值 I 型分佈，進行暴雨頻率分析，成果示如表 4.3。由表中成果顯示，以極端值 I 型分佈之 SSE 及 SE 值最小，而對數皮爾遜 III 型分佈之 SSE 及 SE 最大，表示極端值 I 型應為較佳之分佈。

四、分析成果檢討

(一)歷年暴雨頻率分析成果

員山子攔河堰址之暴雨頻率，自民國 74 年「基隆河治理規劃報告」至民國 90 年之「員山子分洪可行性規劃報告」，曾進行四次之分析，其成果比較於表 4.4 中。由表中資料顯示，民國 74 年(分析資料：元年~58 年)之分析結果明顯偏低，而民國 87 年(分析資料：元年~86 年)之分析果亦較其他二次稍低，經檢討結果原因如下：

1. 民國 58 年以前瑞芳(2)與火燒寮雨量站之記錄較民國 58 年以後之雨量為低。
2. 民國 87 年之分析係採用基隆河流域內 6 個雨量站資料，以徐昇氏法加權平均而得，因堰址下游地區之雨量較上游之雨

量少，經加權後雨量降低。

(二)雨量資料檢討

根據歷年暴雨頻率分析之成果顯示，民國 58 年以前之雨量顯然較 58 年以後為低，因瑞芳(2)之降雨資料自民國 52 年開始，本計畫乃將暴雨資料分成元年至 51 年及 52 年至 89 年二個年限以五種不同頻率分佈分析，其成果示如表 4.5，分析成果檢討如下：

- 1.以民國元年至 51 年之三日暴雨量分析，其成果與民國 74 年(元年至 58 年資料)分析之成果相近，其中以極端值 I 型分佈之 SSE 及 SE 值最小。
- 2.以民國 52 年至 89 年之三日暴雨量分析，其 200 年重現期三日暴雨量較民國元年至 51 年之分析成果約高出 60%，其中以極端值 I 型分佈之 SSE 及 SE 值最小。
- 3.以民國元年至 89 年之三日暴雨量分析，其中以對數皮爾遜 III 型分佈所得之 200 年重現期三日暴雨量較民國 90 年(元年至 87 年資料)分析之成果高出 39mm(約 4.8%)，究其因係民國 89 年有一場 806mm 之暴雨所致。但以對數皮爾遜 III 型分佈分析之成果皆較其他頻率分析為低，若以 SSE 及 SE 值研判，亦以極端值 I 型分佈最小。

五、暴雨頻率分析成果建議

- (一)以民國元年至 58 年資料分析之成果，因資料年限距今已有 31 年，以嫌老舊，建議不予採用。
- (二)以民國元年至 89 年資料分析之結果，其分析年限達 89 年，頗具可信度，但其資料於 50 年代前後有明顯差異，較難反映近年來氣候之變化。
- (三)以民國 52 年至 89 年資料分析之結果，可反映近年來之氣候變化，惟分析年限僅 38 年。
- (四)上述 3 種不同年限三日暴雨頻率分析成果示如圖 4.2。建議採用以民國元年至 89 年資料分析之結果，因其資料年限最長，並建議以對數皮爾遜 III 型分佈為洪水量分析之依據，因歷次分析均採用對數皮爾遜 III 型。



六、可能最大暴雨量分析

員山子攔河堰址之可能最大三日暴雨量係採用世界氣象組織(WMO)方法分析，演算步驟及成果示如表 4.6 表中所採用之係數分別如圖 4.3~圖 4.8 所示。可能最大三日暴雨量為 1,830.49mm，經與圖 4.9 中世界及台灣最大暴雨記錄比較，其三日暴雨量為 3,000mm，尚稱合理，經點繪於圖 4.10 顯示，可能最大三日暴雨量發生機率小於 0.0001。

4.3 洪水量分析

一、單位歷線法

(一)單位歷線

本計畫係採用民國 90 年「員山子分洪可行性規劃報告」中，以五堵流量站無因次歷線所推演之員山子降雨時間 1 小時，超滲雨量 10mm 之單位歷線，成果示如表 4.7 及圖 4.11。

(二)降雨分佈型態

本計畫採用民國 90 年「員山子分洪可行性規劃報告」中，以位序法推求而得之基隆河流域設計雨型，如圖 4.12 所示，其降雨峰值為 10.77%，發生在第 33 小時。

(三)洪水量推算

利用最大三日暴雨頻率分析結果之極端值 I 型及對數皮爾遜 III 型分佈(表 4.3)與設計雨型(圖 4.12)，以單位歷線法推算之洪峰流量示如表 4.8，推算時所採用之降雨損失為每小時 3.3mm。由表中資料顯示，200 年重現期洪峰流量，以極端值 I 型分佈暴雨量推算之洪峰為 1,939cms，比對數皮爾遜 III 型分佈暴雨量推算之成果 1,618cms 高出 321cms(19.8%)。

二、HEC-1 運動波法

HEC-1 水文分析模式係美國陸軍工程師團所發展，本計畫採用 HEC-1 中之運動波法(Kinematic Wave Method)，以實測流量資料進

行模式參數之檢定與驗證後，再藉以推演各頻率降雨量之洪流歷線。

(一) 模式參數之檢定與驗證

分洪堰址上游集水區係屬狹長形集水區，集水面積 91.2 平方公里，集水區長度約 19 公里，平均寬度約 5.6 公里，集水區最高點位於石碇鄉與坪林鄉交界之火燒寮山，高程 840 公尺；最低點位於員山子，高程約 60 公尺。由於流域內之地形與地表坡度之變化及其土地利用情形不一，在分析時為求參數之一致性，本計畫乃利用 1/25,000 之地形圖，依地形特性、土地利用狀況等將集水區劃分成 36 個小集水區如圖 4.13。各小集水區的幾何資料，如集水區面積、平均坡度、主支流渠道長度與渠道坡度等資料均由地形圖上量得；至於集水區粗糙係數、渠道形狀、底寬、兩岸邊坡與渠道粗糙係數等則估計而得。集水區粗糙係數與渠道粗糙係數之判定標準如表 4.9 及 4.10 所列，表 4.11 為本計畫所估計之各小集水區參數。

任何數值模式於應用前，必須以實測值來進行模式參數的檢定與驗證工作。員山子分洪堰下游約 3 公里處為瑞芳介壽橋自記式水位站，本計畫乃採用介壽橋站之實測流量資料做為檢定與驗證工作之依據。表 4.12 為本計畫模式檢定、驗證所採用民國 85 年至 89 年間 6 場颱風暴雨之體積與直接逕流量資料。暴雨體積係以該場暴雨瑞芳(2)與火燒寮站之加權平均降雨量乘上集水區面積而得，而逕流量體積則由水位站觀測資料換算而得。由表中所示，介壽橋站之直接逕流體積約為其上游總暴雨量之 64%~153%。由於各場暴雨之臨前土壤條件與入滲量之估計不易，又集水區內之地形狀況及防洪措施改善程度亦有異，因此本計畫乃將實測時雨量乘以直接逕流量對暴雨量之比值做為 HEC-1 運動波模式檢定與驗證時之輸入有效降雨。

本計畫先以民國 85 年賀伯颱風記錄作為模式參數之檢定，降雨損失採用每小時 3.3mm，圖 4.14 為該場颱風之檢定結果，經檢定後模式之輸入參數如表 4.11 所列。圖 4.15~4.19 則為 85 年至 89 年間各場颱風暴雨之驗證結果，一般而言，模擬之結果相當良好。模式計算之洪峰流量與實測值之比較如表 4.13 所示。

(二) 各暴雨重現期之洪峰流量推算



利用表 4.8 中對數皮爾遜 III 型之三日暴雨量與圖 4.12 之設計雨型，以上述經檢定及驗證後之 HEC-1 運動波法模式所推求之洪峰流量如表 4.14 所示。表中三日暴雨 200 年重現期之洪峰流量為 1,801cms。

三、實測洪峰流量法

因介壽橋流量站之瞬時最大流量記錄甚短，乃採用民國 90 年「員山子分洪可行性規劃報告」中，實測五堵站歷年瞬時最大流量頻率分析結果(圖 4.20)。經統計民國 77 年「基隆河治理規劃檢討報告」之分析成果，洪峰流量與面積之關係示如圖 4.21，即流量與面積之 0.7412 次方成正比。基隆河五堵站之集水面積為 204.41 平方公里，員山子攔河堰址之集水面積為 91.2 平方公里，經以面積比例推算，攔河堰址 200 年重現期洪峰流量為 1,155cms。

四、分析成果檢討

(一) 歷年洪水量分析成果

基隆河於員山子堰址歷年洪水量分析成果示如表 4.14，其中民國 90 年之報告中以民國元年至 87 年資料分析之 200 年重現期洪峰流量為 1,540cms，較以前分析之成果高出 41%，其主要差別之原因如下：

1. 歷年分析之降雨量均相似，差異有限，其中 74 年報告僅採用民國元年至 58 年資料，各重現期之雨量較其他年份為低。又民國 87 年報告係採用流域內 6 個雨量站，以徐昇氏法加權所得之三日暴雨量，因受下游雨量站之影響，分析成果稍低。
2. 民國 74 年、78 年及 87 年報告中均採用 3 小時單位歷線，而民國 90 年報告中係採用 1 小時單位歷線依 S 歷線方法轉換成 3 小時單位歷線，比較如圖 4.22 所示。由圖顯示民國 90 年報告中單位歷線之峰值約為民國 74 年、78 年及 87 年報告中所採用值之 2 倍。
3. 民國 74 年、78 年及 87 年報告中所採用之雨型呈現前進型之型態，民國 90 年報告中之雨型為集中型之型態，但降雨尖峰量則兩者相當(圖 4.23)。
4. 民國 90 年報告中之降水損失採用 3.3mm/hr，而以往報告中

之降水損失則採用 4mm/hr。在考慮流域開發，不透水面積比例增加之情況，民國 90 年報告所採用較低之降雨損失屬合理。

(二)本次分析成果

1. 本次分析採用單位歷線法之成果，200 年重現期洪峰流量為 1,618cms，較民國 90 年分析結果之 1,540cms 高出 78cms(約 5%)。本次分析所採用之單位歷線、設計雨型、降水損失等均與民 90 年報告相同，唯一不同者為本次分析之暴雨量增加民國 88 年及 89 年，其中民國 89 年之最大三日暴雨量達 806mm，以致 200 年重現期之三日暴雨量為 855mm 較民國 90 年報告中之 816mm 高出 39mm(約 4.8%)。
2. 本次分析採用 HEC-1 運動波法之成果，200 年重現期洪峰流量為 1,801cms，較民國 90 年分析結果之 1,540cms 高出 261cms(約 16.9%)。HEC-1 運動波法除採用較高之三日暴雨量 855mm 外，係依檢定過之 HEC-1 模式進行模擬之結果。
3. 本次分析採用實測洪峰流量法之成果，200 年重現期洪峰流量為 1,155cms，與歷年所採用之洪峰流量值 1,090cms 相近，但比採用單位歷線法及 HEC-1 運動波法推估之洪峰流量低。台灣河川雖設有水位站，但洪水量分析時甚少以實測記錄進行重現期分析，其原因為測站之流量係由水位依率定曲線換算而得，而洪水經過該水位站時，河床一般呈沖刷現象，測站之水位則由非洪水時期所測之斷面求得，一般而言水深較實際狀況為小，亦即洪峰流量一般皆有低估之現象。

五、洪水量分析成果建議

本次分析及歷年之成果綜合如表 4.15 所示，由表中資料顯示，基隆河治理基本計畫採用之 200 年重現期洪峰之比流量約為 12cms/km²，而附近之新店河流域之比流量為 17.41 cms/km² 至 27.70 cms/km²。本次以三種不同方法分析之結果，其比流量分別為單位歷線法 17.74 cms/km²、HEC-1 運動波法 19.75 cms/km²、實測流量法為 12.66 cms/km²，依據與以往分析方法之一致性及與鄰近流域比流量之比較，建議採用本次以單位歷線法分析之成果，並取整數值為



1,620cms。

六、可能最大洪水量分析

經採用可能最大三日暴雨量 1,830.49mm，以單位歷線法及 HEC-1 運動波法演算所得之可能最大洪水量分別為 3,562cms 及 4,276cms，為求與其他重現期洪峰流量之一致性，仍然採用以單位歷線法分析之結果並取整數為 3,560cms。

4.4 分洪量檢討

原規劃之員山子分洪工程，其 200 年重現期洪峰流量為 1,090 cms，分洪量定為 1,000cms。

基隆河治理基本計畫 200 年重現期洪峰流量在員山子攔河堰址為 1,090cms，但本次分析成果 200 年重現期洪峰流量為 1,620cms，因此分洪量應儘量加大，以減小對基隆河下游河段之衝擊，但分洪量之增加勢必加大分洪隧道之直徑，進而增加分洪工程之費用。本計畫經考慮隧道之直徑、分洪構造物之佈置及水理分析等檢討後，當 200 年重現期洪峰流量為 1,620cms 時分洪量定為 1,310cms，攔河堰下游放流量為 310cms(詳第五章)。

4.5 基隆河輸砂量推估

一、河床質載輸砂量(Bed Material Load)

河川總輸砂量為推移載與懸浮載(含沖洗載)之和，推移質依流況不同在水中以懸浮、跳躍及推移方式進行，而懸浮質中又包括沖洗質，沖洗質受限於集水區泥砂產量與河川水理因素關係甚小，一般於河道沖淤分析時不予考慮，僅考量推移載與懸浮載(不含沖洗載)。

基隆河之河床質載輸砂量推估之目的係提供員山子攔河堰構築前後，攔河堰附近河段之輸砂能力，藉以評估築堰後對下游河段沖淤平衡之影響，並評估堰前之淤積量供清淤時機之參考。茲將推估之步驟與方法敘述如下：

(一)基本資料

- 1.河床質粒徑分佈：採用水利規劃試驗所於民國 89 年及 90 年採樣分析結果(表 4.16)。
- 2.流量：本次以單位歷線法分析各重現期之洪水歷線(表 4.14)。
- 3.分析河段：自斷面 123(員山子攔河堰下游約 1,438m)至斷面 129(候硐介壽橋，基隆河治理計畫起點)，全長約 3,700 公尺，如圖 4.24 所示，斷面資料取自水利規劃試驗所實測斷面資料(民國 90 年)。

(二)推算步驟及成果

- 1.將各河段之坡度及單位寬度流量，於實際之上下限範圍內將其分成 20 個區間，並訂定各河段之流量上限，福祿數上限、河道粗糙係數、顆粒摩擦係數。
- 2.以 MPM 及 Einstein 公式依各河段之河床質粒徑分佈(表 4.16)，分別計算不同坡度及單位寬度流量下之推移載輸砂量(Bed load)與懸浮載(Suspended Load)輸砂量，經加總後得河床質載輸砂量。
- 3.將計算成果迴歸而得各河段之河床質載輸砂量推算式，築堰前成果如表 4.17，築堰後如表 4.18。
- 4.依各河段不同流量之水理因素，推估河床質載輸送率，進而推求各河段河床質載之輸砂率定曲線，築堰前後成果分別示如表 4.19 及 4.20。
- 5.由各河段之河床質載輸砂率定曲線及各重現期之洪水歷線，推求各河段在不同重現期下之河床質載輸砂量，及由概率加數計算各河段之河床質載年平均輸砂量，築堰前後成果分別示如表 4.21 及 4.22。

(三)推估成果檢討

1.築堰前

- (1)圖 4.24 為民國 90 年之實測資料，斷面 127.8 為既有之防砂壩(已於民國 90 年 9 月之納莉颱風沖毀)，其上游段因淤積而河床坡度較緩，因防砂壩已淤滿，其坡度相當穩



定，防砂壩上游河段之輸砂能力可視為其下游河段之輸砂入流量。

- (2) 由表 4.21 顯示，上游河段(第 6 河段)之平均年輸砂量為 $48,509\text{m}^3$ ，短期而言，第 1、3、4 河段呈淤積，而第 2、5 河段呈沖刷現象；長期而言，第 1、3 河段將呈淤積，而第 2、4、5 河段將沖刷而達穩定狀態。
- (3) 第 1 河段輸砂能力最小，因河道坡度平緩且河道較寬而致流速減小之故，據表 4.21 中之資料研判，整個河段之平均輸砂量約 $50,000\text{m}^3$ 。
- (4) 整個河段在一場 200 年重現期三日暴雨所造成之洪水量下，其平均輸砂量為 $220,000\text{m}^3$ 。

2. 築堰後

- (1) 攔河堰將構築於第 3 段及第 4 河段之交界。依分洪堰之佈置，200 年重現期洪峰 $1,620\text{cms}$ 時，分洪量為 $1,310\text{cms}$ ，僅有 310cms 流入基隆河下游河段，因此第 1、2、3 河段之年平均輸砂量將大量減少。
- (2) 由表 4.22 顯示，第 4 及 5 河段之輸砂能力減小，研判係因攔河堰之構築，抬高水位而減小流速所致，唯攔河堰之上游段(第 4 段)，築堰前後之輸砂能力僅減小 $2,462\text{m}^3/\text{yr}$ (約 4.5%)。
- (3) 比較表 4.22 中之第 3 與第 4 河段，築堰後該兩河段之輸砂能力差 $41,316\text{m}^3/\text{yr}$ ，初步估計攔河堰平均每年將有約 $40,000\text{m}^3$ 之河床質淤積量。
- (4) 整個河段在一場 200 年重現期三日暴雨所造成洪水情況下，其平均輸砂量約 $142,000\text{m}^3$ ，較築堰前減少約 35%。

二、懸浮質輸砂量

基隆河之懸浮質輸砂量推估之目的係用以推估分洪進入東海之輸砂濃度及輸砂量，供評估分洪對隧道磨損及輸砂濃度對海域影響之參考。茲將推估之步驟與方法敘述如下：

(一) 水理條件

-
- 1.基隆河於員山子流量為 210cms 時不分洪(詳第五章)。
 - 2.基隆河於員山子發生 200 年重現期洪水時，基隆河之流量為 1,620cms，分洪量為 1,310cms，攔河堰下游放流量為 310cms。
 - 3.以各重現期於員山子之洪水歷線做為入流量之邊界條件。
- (二)輸砂條件：因瑞芳介壽橋距員山子攔河堰下游僅 3 公里，故懸浮質載係利用員山子下游之瑞芳介壽橋懸浮質輸砂率定曲線(圖 4.25)做為上游懸浮質入流邊界條件。介壽橋所量取之懸浮質中包括懸浮之推移質及沖洗質。
- (三)河床質粒徑百分比：採用斷面 126-1 及 126-3 之粒徑平均值為演算之粒徑分配，粒徑分配曲線示如圖 4.26。
- (四)推估成果

懸浮質及推移質的粒徑採用 Rouse Number ($Z=w/ku^*$)為分界，愛因斯坦(Einstein)認為 $Z=5$ 時推移質佔大部份，與懸浮質比例為 4:1，若不考慮此機率問題，則單一粒徑在固定流況下運動時，不是懸浮質就是推移質，所以當 $Z>5$ 時則假設沒有懸浮質存在於水中，輸砂量完全為推移質。本計畫假設 $Z=5$ 的粒徑為推移質與懸浮質的分界粒徑參考數，另外，本計畫亦考慮泥砂濃度對 K (卡爾曼常數)之影響如圖 4.27。各重現期洪峰臨界粒徑如表 4.23 所示。推估成果如下：

1.分洪前堰址之懸浮質濃度

員山子攔河堰址各重現期之懸浮質濃度示如表 4.24，由 2 年頻率洪水之 1,110ppm 增加至 200 年重現期洪水之 6,381ppm。

2.進入分洪隧道之懸浮質濃度

圖 5.9 為員山子分洪工程佈置圖(詳第五章)，由圖中可知基隆河主流右岸設置一長 186m、高 2.5m 之側流堰，分洪堰位於側流堰下游弧長為 80m、高 3m，分洪靜水池平均長度為 128m、寬 100m。側流堰之功能為攔阻基隆河由上游挾帶下來之河床推移質；側流堰與分洪堰之間則形成一分洪靜水池，以期降低分洪量之懸浮質濃度，減低分洪時對東海海域環境之影響。

假設攔河堰前池與分洪堰前分洪靜水池中洪水之懸浮質濃



度相同，以圖 4.28 Rouse 之沉降速度圖與 Einstein 半衰期經驗公式推算沉砂池效率。

$$P = \left(1 - \frac{1}{e^X}\right) \cdot 100$$
$$X = \frac{1.055L \cdot W}{v \cdot h}$$

式中，P=沉砂效率(%)

L=沉砂平均長度(公尺)=128m

h=設計水深(公尺)

w=沉降速度(公尺/秒)，(圖 4.28)

v=流速(公尺/秒)

(1)各重現期洪水量懸浮濃度

分洪靜水池平均長 128m、寬 100m，側流堰高 2.5m，分洪堰高 3m，為保守估計分洪靜水池沉砂之效果，本計畫分洪靜水池之有效通水面積採用(溢流水深 H 減分洪堰高 3m)×(平均寬=100m)計，以此方法將增加洪水量於分洪靜水池之流速，降低分洪靜水池沉砂效果，增加排放至東海之懸浮濃度。

表 4.25 為堰址發生各重現期洪峰流量時，各粒徑組成之懸浮移質濃度。表 4.26~4.32 為堰址發生各重現期洪水量經分洪靜水池沉砂後進入隧道懸浮質濃度計算成果，表中之各粒徑區間濃度乃依圖 4.26 之分配推估。一般河床質採樣僅針對粒徑大於 0.074mm 以上之泥砂進行篩分析，由美國各州公路及交通官員協會(AASHTO)之粒徑分類系統指出粒徑小於 0.074mm 者屬於粉土及黏土，本計畫假設懸浮質中最小懸浮顆粒粒徑為 0.002mm(黏土)，並以此依據將表 4.26~4.32 中 $D < 0.5\text{mm}$ 之懸浮濃度區分為 $0.002\text{mm} < D < 0.074\text{mm}$ 及 $0.074\text{mm} < D < 0.5\text{mm}$ 2

組，表 4.33 即為依此分析之各重現期洪水量於分洪時懸移質粒徑分佈，由表中資料顯示，分洪時之懸浮質最大粒徑 5.5mm，但懸浮質粒徑大於 2.0mm 者僅佔 1%。

(2) 懸浮質排放量推估

依上一小節之假設，以各重現期洪水歷線進行各重現期懸浮質排放量之推估，再以概率加權計算年平均懸浮質排放量，計算結果如表 4.34 所示，該表顯示懸浮質年平均排放量為 1,130m³。



表 4.1 員山子攔河堰上游集水區雨量站及水位流量站概況表

其他 站名	隸屬機關	儀器	記錄年限(民國)
P69 火燒寮	水利署	自記	44~迄今
P105 瑞芳(2)	水利署	自記	51~迄今
P124 石碇(2)	水利署	自記	57~迄今
W78 介壽橋	水利署	自記	70~迄今

註：P 表示雨量站。

W 表示流量站。

表 4.2 員山子攔河堰址歷年最大三日暴雨量

年份 (民國)	最大三日暴雨 (mm)	年份 (民國)	最大三日暴雨 (mm)	年份 (民國)	最大三日暴雨 (mm)
1	225	31	210	61	302
2	330	32	340	62	569
3	210	33	190	63	422
4	310	34	130	64	329
5	145	35	41	65	183
6	305	36	255	66	675
7	428	37	270	67	600
8	210	38	83	68	341
9	380	39	300	69	294
10	186	40	118	70	269
11	230	41	190	71	278
12	331	42	320	72	218
13	410	43	58	73	340
14	450	44	200	74	323
15	760	45	354	75	456
16	160	46	250	76	970
17	280	47	156	77	627
18	260	48	200	78	512
19	420	49	360	79	400
20	370	50	166	80	424
21	430	51	375	81	380
22	275	52	300	82	190
23	410	53	120	83	383
24	210	54	260	84	219
25	117	55	415	85	407
26	265	56	750	86	367
27	178	57	545	87	641
28	220	58	692	88	259
29	280	59	325	89	806
30	122	60	384	-	-

表 4.3 員山子攔河堰址不同重現期之三日暴雨量

單位：mm

分析方法	分析年次 民國	重 現 期							SSE	SE
		200	100	50	25	20	10	2		
二參數對數常態	1年~89年	1043	923	807	695	659	551	293	51025	24.22
三參數對數常態	1年~89年	980	882	784	687	656	557	300	53924	25.04
皮爾遜三型分佈	1年~89年	976	884	789	694	662	562	297	54319	25.13
對數皮爾遜三型	1年~89年	855	797	733	662	638	556	306	102253	34.48
極端值一型分佈	1年~89年	1016	915	814	713	680	576	303	47866	23.46

表 4.4 歷年三日暴雨頻率分析成果表

單位：mm

項次	報告年次	分析資料年限	分析方法	重現期						
				200	100	50	20	10	5	2
1	74 年	元年~58 年	等雨量線法，Log Pearson Type III	750	700	640	550	480	400	264
2	78 年	元年~76 年	等雨量線法，Log Pearson Type III	815	758	697	605	527	438	289
3	87 年	元年~86 年	徐昇氏法(6 個雨量站加權) Log Pearson Type III	799	749	694	610	536	450	302
4	90 年	元年~87 年	等雨量線法，Log Pearson Type III	816	765	707	620	544	455	304
5	90 年	元年~89 年	Log Pearson Type III	855	797	733	662	638	556	306

- 註：1. 「基隆河治理規劃報告」，台灣省水利局，民國 74 年。
 2. 「基隆河員山子分洪規劃研究報告」，台灣省水利局，民國 78 年。
 3. 「基隆河員山子分洪計畫可行性檢討」，水利規劃試驗所，民國 87 年。
 4. 「員山子分洪可行性規劃報告」，水利規劃試驗所，民國 90 年。
 5. 本次分析結果，可能最大三日暴雨量 1,830mm，超過 10,000 年重現期。

表 4.5 員山子攔河堰址不同分析年限之三日暴雨頻率分析成果表

單位：mm

分析方法	分析年次民國	重現期							SSE	SE
		200	100	50	25	20	10	2		
二參數對數常態	52年~89年	1164	1045	929	815	779	666	383	33187	30.36
三參數對數常態	52年~89年	1087	994	899	803	772	671	393	34109	31.22
皮爾遜三型分佈	52年~89年	1082	993	902	807	776	674	390	31549	30.02
對數皮爾遜三型	52年~89年	1149	1040	931	822	787	675	386	26461	27.50
極端值一型分佈	52年~89年	1216	1099	982	865	827	706	391	18953	22.95
二參數對數常態	1年~89年	1043	923	807	695	659	551	293	51025	24.22
三參數對數常態	1年~89年	980	882	784	687	656	557	300	53924	25.04
皮爾遜三型分佈	1年~89年	976	884	789	694	662	562	297	54319	25.13
對數皮爾遜三型	1年~89年	855	797	733	662	638	556	306	102253	34.48
極端值一型分佈	1年~89年	1016	915	814	713	680	576	303	47866	23.46
二參數對數常態	1年~51年	760	680	601	525	500	425	239	49698	31.85
三參數對數常態	1年~51年	723	655	588	520	498	428	243	46025	30.97
皮爾遜三型分佈	1年~51年	720	656	590	523	501	431	241	48280	31.71
對數皮爾遜三型	1年~51年	580	555	525	488	475	428	255	61753	35.87
極端值一型分佈	1年~51年	775	700	625	549	525	447	245	41509	29.11

表 4.6 員山子攔河堰址三日可能最大降雨量(元年~89年)

單位：mm

基本資料及推求步驟	
(1)年最大三日平均降雨 X_n	330.9
(2)年最大三日降雨標準偏差 S_n	173.5
記錄年份中最大值(年份)	970(民國76年)
(3)扣除記錄年份中最大值之平均值 X_{n-m}	323.6
(4)扣除記錄年份中最大值之標準偏差 S_{n-m}	160.3
(5) X_{n-m}/X_n	0.9779
(6) S_{n-m}/S_n	0.9239
(7)由(5)查圖4.3得調整係數 A_x	0.997
(8)由(5)查圖4.4得調整係數 A_s	1
(9)考慮記錄期查圖4.5得調整係數 L_x	1
(10)考慮記錄期查圖4.5得調整係數 L_s	1
(11) $X'_n=(1)*(7)*(9)$	329.91
(12) $S'_n=(2)*(8)*(10)$	173.5
(13)考慮(11)查圖4.6頻率因子 K_m	9
(14)根據24小時資料,查圖4.7得調整係數 C_t	1.0055
(15)考慮集水面積與降雨深度關係,查圖4.8得調整係數 C_a	0.9625
$PMP=C_t*C_a*(X'_n+K_m*S'_n)$	1830.49



表 4.7 基隆河流域員山子單位歷線

時間 t (hr)	流量 Q (cms)	時間 t (hr)	流量 Q (cms)
0	0	11.73	0.07
0.56	0.38	12.28	0.04
1.12	9.24	12.84	0.03
1.68	37.6	13.4	0.02
2.23	68.3	13.96	0.01
2.79	80.9	14.52	0.01
3.35	74.7	15.08	0
3.91	59.1	15.63	0
4.47	42.3	16.19	0
5.03	28.3	16.75	0
5.58	18.2	17.31	0
6.14	11.3	17.87	0
6.7	6.9	18.43	0
7.26	4.16	18.98	0
7.82	2.49	19.54	0
8.38	1.48	20.1	0
8.93	0.88	20.66	0
9.49	0.53	21.22	0
10.05	0.31	21.78	0
10.61	0.19	22.33	0
11.17	0.11	22.89	0

資料來源：「員山子分洪可行性規劃報告」，水利規劃試驗所，民國 90 年。

表 4.8 員山子堰址不同重現期之洪水量(單位歷線法)

單位：cms

分析方法	分析年次民國	重現期						
		200	100	50	25	20	10	2
對數皮爾遜三型	1年~89年	1618	1502	1375	1233	1186	1022	524
極端值一型分佈	1年~89年	1939	1738	1536	1335	1269	1062	518



表 4.9 集水區粗糙係數一覽表

地表覆蓋情形	n
植生密佈	0.4~0.5
農牧地	0.3~0.4
草生地	0.2~0.3
草皮地覆蓋	0.2~0.5
草原(短草)	0.1~0.2
植生稀疏	0.05~0.13
無植生覆蓋之地表	0.01~0.03
混凝土/柏油(水深小於 0.6 公分)	0.10~0.15
混凝土/柏油(水深大於 0.6 公分)	0.05~0.10

資料來源：HEC-1 User's Manual。

表 4.10 渠道粗糙係數一覽表

渠床狀況及所用材料	粗糙係數 n
玻璃面、塑膠面、機器磨平之金屬面	0.010
刨平木材面，接縫磨平	0.011
鋸出之木板面，接縫不平	0.014
水泥膠沙摩面	0.011
混凝土、泥銖抹面	0.012
混凝土、木模型板拆去後未再抹面	0.014
噴鎗水泥面	0.015~0.017
磚砌工或平整之圬工材料面	0.014
塊石水泥砌面	0.017
土渠、光滑面、無水草	0.020
土渠、有石塊及水草存在	0.025
天然河渠	
淨潔平整之直段河渠	0.025~0.030
彎曲河流有深潭及淺灘	0.033~0.040
彎曲及叢生之雜草	0.075~0.150
淨潔平直之淤積河川 (d 之單位為呎，在粒配度曲線上大於此粒徑者之重量佔 75% 即 D-75%)	$0.31d^{1/6}$

資料來源：易任，「渠道力學，上冊」，國立編譯館出版，70年10月。



表 4.11 員山子攔河堰址上游集水區水文演算基本資料(運動波法)

集水區 編號	面積 (km ²)	渠道 長度 (m)	河川 坡度	河川 粗糙 係數	斷面 形狀	渠道 寬度 (m)	邊坡	左右次集水區參數			面積
								漫地流 長度(m)	平均 坡度	粗糙 係數	百分比 (%)
1	6.79	4310	0.0886	0.055	trap	10	2:1	L485	0.78	0.5	0.27
								R1089	0.35	0.5	0.73
2	8.60	5108	0.0382	0.055	trap	10	2:1	L1163	0.17	0.5	0.68
								R521	0.37	0.5	0.32
3	4.37	3352	0.0045	0.055	trap	20	2:1	L489	0.03	0.5	0.34
								R815	0.01	0.5	0.66
4	1.25	559	0.2398	0.055	trap	10	2:1	L949	0.14	0.5	0.40
								R1285	0.11	0.5	0.60
5	1.78	958	0.0209	0.055	trap	10	2:1	L1399	0.014	0.5	0.74
								R462	0.04	0.5	0.26
6	0.87	1756	0.1902	0.055	trap	10	2:1	L211	0.47	0.5	0.40
								R285	0.43	0.5	0.60
7	2.51	1916	0.0146	0.055	trap	20	2:1	L653	0.04	0.5	0.47
								R656	0.04	0.5	0.53
8	1.53	1916	0.094	0.055	trap	10	2:1	L376	0.47	0.5	0.44
								R423	0.42	0.5	0.56
9	1.43	958	0.0209	0.055	trap	20	2:1	L981	0.02	0.5	0.64
								R508	0.04	0.5	0.36
10	2.77	3193	0.1331	0.055	trap	10	2:1	L410	0.49	0.5	0.45
								R457	0.47	0.5	0.55
11	1.90	3352	0.1432	0.055	trap	10	2:1	L257	0.66	0.5	0.43
								R310	0.59	0.5	0.57
12	0.87	1117	0.0089	0.055	trap	25	2:1	L143	0.07	0.5	0.14
								R636	0.02	0.5	0.86
13	2.09	3113	0.1478	0.055	trap	10	2:1	L421	0.45	0.5	0.61
								R250	0.76	0.5	0.39
14	1.24	1836	0.0109	0.055	trap	20	2:1	L289	0.07	0.5	0.40
								R385	0.05	0.5	0.60
15	5.78	3991	0.096	0.055	trap	10	2:1	L779	0.49	0.5	0.52
								R669	0.57	0.5	0.48
16	2.10	3352	0.1298	0.055	trap	10	2:1	L176	0.68	0.5	0.25
								R450	0.22	0.5	0.75
17	4.45	2075	0.0048	0.05	trap	30	2.5:1	L1407	0.01	0.45	0.64
								R736	0.01	0.45	0.36
18	0.52	958	0.1253	0.05	trap	10	2.5:1	L219	0.55	0.45	0.37
								R328	0.37	0.45	0.63

表4.11 員山子攔河堰址上游集水區水文演算基本資料(運動波法) (續)

集水區 編號	面積 (km ²)	渠道 長度 (m)	河川 坡度	河川 粗糙 係數	斷面 形狀	渠道 寬度 (m)	邊坡	左右次集水區參數			面積 百分比 (%)
								漫地流 長度(m)	平均 坡度	粗糙 係數	
19	3.46	3272	0.0571	0.05	trap	10	2.5:1	L578	0.32	0.45	0.52
								R480	0.39	0.45	0.48
20	1.54	2075	0.0434	0.05	trap	10	2.5:1	L260	0.35	0.45	0.32
								R483	0.19	0.45	0.68
21	2.53	1277	0.0078	0.05	trap	30	2.5:1	L963	0.01	0.45	0.46
								R1016	0.01	0.45	0.54
22	4.47	2873	0.0682	0.05	trap	10	2.5:1	L428	0.46	0.45	0.24
								R1127	0.17	0.45	0.76
23	2.79	2315	0.0147	0.05	trap	30	2.5:1	L285	0.12	0.45	0.20
								R920	0.04	0.45	0.80
24	2.93	3033	0.0679	0.05	trap	10	2.5:1	L326	0.63	0.45	0.31
								R638	0.32	0.45	0.69
25	2.95	1197	0.0092	0.05	trap	40	2.5:1	L401	0.03	0.45	0.12
								R2061	0.01	0.45	0.88
26	1.66	2235	0.179	0.05	trap	10	2.5:1	L286	0.17	0.45	0.36
								R455	0.11	0.45	0.64
27	1.31	2235	0.1074	0.05	trap	10	2.5:1	L340	0.32	0.45	0.56
								R247	0.45	0.45	0.44
28	0.13	319	0.1566	0.05	trap	25	2.5:1	L125	0.4	0.45	0.28
								R269	0.19	0.45	0.72
29	2.63	2554	0.0685	0.05	trap	10	2.5:1	L505	0.35	0.45	0.47
								R526	0.33	0.45	0.53
30	0.06	319	0.0157	0.05	trap	40	2.5:1	L94	0.05	0.45	0.45
								R103	0.05	0.45	0.55
31	2.56	1596	0.0031	0.05	trap	40	2.5:1	L977	0.01	0.45	0.59
								R626	0.01	0.45	0.41
32	2.13	1756	0.1338	0.045	trap	10	3:1	L564	0.42	0.4	0.44
								R649	0.36	0.4	0.56
33	6.05	3352	0.0045	0.045	trap	50	3:1	L814	0.02	0.4	0.42
								R991	0.02	0.4	0.58
34	1.92	2474	0.1698	0.045	trap	10	3:1	L295	0.85	0.4	0.35
								R481	0.62	0.4	0.65
35	2.16	1756	0.0114	0.045	trap	50	3:1	L416	0.05	0.4	0.31
								R815	0.02	0.4	0.69
36	6.49	3500	0.0057	0.045	trap	50	3:1	L1320	0.34	0.4	0.71
								R534	0.24	0.4	0.29

表 4.12 民國 85 年至 89 年 6 場颱風暴雨資料

年	颱風名稱	採用時間 (月、日)	總暴雨體積介壽橋以上 (10^6m^3)	直接逕流體積 (10^6m^3)	直接逕流量與暴雨量比(%)
85	賀 伯	7.30~8.1	29.00	32.69	112.72
85	薩 恩	9.27~9.29	36.01	28.80	79.98
86	溫 妮	8.17~8~19	32.17	20.64	64.16
86	安 珀	8.28~8.30	34.12	23.77	69.67
87	瑞 伯	10.15~10.16	68.86	62.39	90.60
89	象 神	10.30~11.2	74.85	114.71	153.25

資料來源：前經濟部水利處。

表 4.13 HEC-1 模式計算洪峰流量與實測值比較表

颱風	計算洪峰流量(cms)	實測值(cms)	誤差(%)
賀伯	752	684	9.94
薩恩	288	333	-13.51
溫妮	496	647	-23.34
安珀	470	615	-23.58
瑞伯	999	1130	-11.59
象神	1747	1600	9.19

表 4.14 員山子歷次洪水量分析成果比較表

單位：cms

報告年次	分析方法	重現期						
		200	100	50	20	10	5	2
74年	單位歷線法	1000	900	820	710	620	560	340
78年	單位歷線法	1090	990	910	780	680	560	360
87年	單位歷線法	1070	1000	920	790	690	560	340
90年	單位歷線法	1540	1440	1330	1160	1010	840	540
本次分析(1)	單位歷線法	1618	1502	1375	1186	1022	837	524
本次分析(2)	HEC-1(運動波法)	1801	1661	1503	1286	1102	893	536

註：本次分析係採用民國元年至 89 年資料依對數皮爾遜 III 型分析之暴雨量。



表 4.15 員山子洪水量與附近流域比較表

流域	站別	集水面積 (km ²)	200年重現期 洪峰(cms)	比流量 (cms/km ²)	說明
基隆河	五堵	208.31	2,630	12.63	整體治理計畫採用資料
	暖暖	154.46	1,920	12.43	整體治理計畫採用資料
	深澳	113.20	1,380	12.19	整體治理計畫採用資料
	員山子	91.00	1,090	11.97	整體治理計畫採用資料
	員山子	91.20	1,540	16.92	90年規劃報告
	員山子	91.20	1,618	17.74	本次分析成果(單位歷線法)
	員山子	91.20	1,801	19.75	本次分析成果(HEC-1)
	員山子	91.20	1,155	12.66	本次分析成果(實測流量法)
新店溪	青潭	342.70	9,503	27.70	直潭壩安全評估，83年
北勢溪	翡翠水庫	303.00	5,275	17.41	翡翠水庫安全評估，83年
景美溪	匯流口	115.00	2,100	18.26	景美溪規劃報告，80年

表 4.16 基隆河員山子河段各斷面河床質平均粒徑與代表粒徑分析成果

採樣位置	平均粒徑(mm)	代 表 粒 徑 (mm)									最大石徑 (mm)	砂質含量 %	採樣 日期
		D10	D20	D30	D35	D40	D50	D65	D75	D90			
員山橋上游	139.59	3.50	15.00	28.00	39.00	54.00	97.00	175.00	221.00	310.00	680.00	12.80	89.12
A5 ~ A6	187.80	1.84	7.84	23.50	34.00	47.50	109.50	256.00	348.00	490.00	640.00	16.60	89.12
鐵路橋上游 125-1	169.84	2.75	14.20	28.00	42.00	60.00	120.00	244.00	325.00	418.00	485.00	12.60	89.12
B33 左岸	216.22	1.38	5.30	17.60	24.00	36.20	74.00	235.00	414.00	625.00	710.00	19.20	90.04
壩址	210.72	5.50	18.00	40.00	57.00	87.00	165.00	286.00	380.00	527.00	620.00	9.00	90.04
126-1 下游 40m	170.74	2.50	12.50	26.50	34.00	45.00	73.60	140.00	232.00	574.00	880.00	14.20	90.04
126-3	149.57	3.40	13.20	27.00	35.00	47.80	84.00	174.00	253.00	390.00	530.00	12.20	90.04

資料來源：水利規劃試驗所。



表 4.17 築堰前各河段河床質載輸砂能力推算表

河段編號	輸砂能力推算式	相關係數(R)	備註
1	$Q_s=4.908 \times 10^{-5} D^{-0.576} V^{3.969} B$	0.999	Q_s : 輸砂量(cms) D : 水力深度(m) V : 平均流速(m/s) B : 平均水面寬(m)
2	$Q_s=4.689 \times 10^{-5} D^{-0.414} V^{3.906} B$	0.991	
3	$Q_s=1.369 \times 10^{-5} D^{0.118} V^{4.003} B$	0.992	
4	$Q_s=3.152 \times 10^{-5} D^{-0.300} V^{3.928} B$	0.990	
5	$Q_s=4.793 \times 10^{-5} D^{-0.434} V^{3.889} B$	0.994	
6	$Q_s=4.090 \times 10^{-5} D^{-0.448} V^{3.948} B$	0.994	

表 4.18 築堰後各河段河床質載輸砂能力推算表

河段編號	輸砂能力推算式	相關係數(R)	備註
1	$Q_s=2.311 \times 10^{-5} D^{-0.417} V^{4.233} B$	0.998	Q_s : 輸砂量(cms) D : 水力深度(m) V : 平均流速(m/s) B : 平均水面寬(m)
2	$Q_s=1.568 \times 10^{-5} D^{-0.070} V^{4.124} B$	0.999	
3	$Q_s=6.387 \times 10^{-6} D^{-0.718} V^{3.942} B$	0.998	
4	$Q_s=3.128 \times 10^{-5} D^{-0.337} V^{3.960} B$	0.992	
5	$Q_s=4.793 \times 10^{-5} D^{-0.434} V^{3.889} B$	0.994	
6	$Q_s=4.090 \times 10^{-5} D^{-0.448} V^{3.948} B$	0.994	

表 4.19 築堰前各河段河床質載輸砂能力推算後線

單位：cms

河段編號	輸砂能力推算式	相關係數(R)
1	$Q_s=9.788 \times 10^{-5} Q^{1.446}$	0.997
2	$Q_s=2.714 \times 10^{-3} Q^{1.006}$	0.996
3	$Q_s=5.125 \times 10^{-5} Q^{1.640}$	0.999
4	$Q_s=1.625 \times 10^{-4} Q^{1.481}$	0.990
5	$Q_s=1.488 \times 10^{-3} Q^{1.202}$	0.999
6	$Q_s=1.205 \times 10^{-3} Q^{1.132}$	0.999

表 4.20 築堰後各河段河床質載輸砂能力推算後線

單位：cms

河段編號	輸砂能力推算式	相關係數(R)
1	$Q_s=1.033 \times 10^{-4} Q^{1.446}$	0.999
2	$Q_s=2.334 \times 10^{-4} Q^{1.462}$	0.999
3	$Q_s=1.012 \times 10^{-4} Q^{1.500}$	0.964
4	$Q_s=2.8599 \times 10^{-4} Q^{1.380}$	0.983
5	$Q_s=9.595 \times 10^{-4} Q^{1.256}$	0.993
6	$Q_s=1.205 \times 10^{-3} Q^{1.132}$	0.999

表 4.21 築堰前各河段重現期河床質載輸砂量及平均年輸砂量

單位: m^3

重現期 河段	200	100	50	20	10	5	2	1	年平均 (m^3 /year)
1	119,986	106,880	92,979	73,634	58,153	42,152	19,529	2,795	26,832
2	174,626	160,205	144,228	121,075	101,360	79,294	43,946	9,496	51,455
3	235,971	207,404	177,595	136,970	105,344	73,713	31,458	3,722	46,940
4	252,739	224,592	194,828	153,560	120,700	86,939	39,690	5,489	55,323
5	350,096	317,064	281,241	230,148	187,824	142,163	72,879	13,168	91,154
6	178,319	162,244	144,686	119,489	98,411	75,380	39,743	7,659	48,509

表 4.22 築堰後各河段重現期河床質載輸砂量及平均年輸砂量

單位: m^3

重現期 河段	200	100	50	20	10	5	2	1	年平均 (m^3 /year)
1	26,549	25,503	21,346	18,794	15,916	12,057	9,027	2,366	8,925
2	65,432	62,844	52,529	46,218	39,100	29,558	22,121	5,760	21,888
3	34,922	33,527	27,935	24,538	20,708	15,576	11,647	2,986	11,545
4	226,958	203,082	177,612	141,921	113,091	82,951	39,509	6,026	52,861
5	325,451	293,668	259,379	210,727	170,733	128,006	64,176	11,016	81,882
6	178,251	162,172	144,612	119,414	98,337	75,313	39,693	7,643	48,463

表 4.23 懸浮質與推移質粒徑分界推算表

洪峰流量 (cms)	含砂量 (kg/m ³)	卡爾曼 常數(k)	堰址處水力 半徑 R (m)	能量坡度 S _f	沉降速度 (m/s)	臨界粒徑 (mm)
1,620	6.38	0.24	7.20	0.003674	0.611	7.0
1,502	5.60	0.25	6.90	0.004061	0.655	7.5
1,375	4.84	0.27	6.70	0.004124	0.703	9.1
1,186	3.79	0.28	6.30	0.004110	0.706	9.2
1,022	2.99	0.30	6.00	0.003988	0.727	9.5
837	2.19	0.32	5.60	0.003990	0.749	10
524	1.11	0.36	4.80	0.003683	0.749	10

1. $Z = \frac{w}{k \cdot u_*}$, $u_* = \sqrt{gRS_f}$, 令 $Z = 5$, $w = 5 \cdot k \cdot u_*$ 。

2. 卡爾曼常數查圖 4.27。

3. 沉降速度查圖 4.28。

表 4.24 員山子攔河堰址各重現期之懸浮質濃度

重現期	200	100	50	20	10	5	2
尖峰流量(cms)	1,620	1,502	1,375	1,186	1,022	837	524
懸浮質濃度(ppm)	6,381	5,611	4,838	3,795	2,990	2,194	1,110

表 4.25 員山子堰址各重現期各粒徑組成懸浮質濃度

組 數	1	2	3	4	5	6
粒 徑 分 佈	D<0.5	0.5<D<1.0	1.0<D<2.0	2.0<D<3.0	3.0<D<5.5	5.5<D<10
Q ₂₀₀ =1,620cms 懸浮質濃度(ppm)	2,680	967	967	580	837	350
Q ₁₀₀ =1,500cms 懸浮質濃度(ppm)	2,351	848	848	509	735	307
Q ₅₀ =1,375cms 懸浮質濃度(ppm)	1,921	706	706	416	600	489
Q ₂₀ =1,186cms 懸浮質濃度(ppm)	1,190	438	438	258	372	302
Q ₁₀ =1,022cms 懸浮質濃度(ppm)	1,187	437	437	257	371	301
Q ₅ =837cms 懸浮質濃度(ppm)	475	172	172	103	149	152
Q ₂ =524cms 懸浮質濃度(ppm)	431	157	157	93	135	137

D : 泥砂粒徑 mm

表 4.26 堰址於 $Q_{200}=1,620\text{cms}$ ，分洪量 $1,310\text{cms}$ 進入隧道之懸浮質濃度

組 數	1	2	3	4	5	6
粒 徑 分 佈	$D<0.5$	$0.5<D<1.0$	$1.0<D<2.0$	$2.0<D<3.0$	$3.0<D<5.5$	$5.5<D<10.0$
幾何平均(mm)	0.19	0.71	1.41	2.45	4.06	6.20
$Q_{200} = 1,620\text{cms}$ 時，堰址懸浮質濃度(ppm)	2,679	972	972	569	850	338
靜水池有效水深h(m)	4.20	4.20	4.20	4.20	4.20	4.20
靜水池平均流速v(m/s)	3.12	3.12	3.12	3.12	3.12	3.12
沈降速度W(m/s)	0.03	0.11	0.23	0.37	0.42	0.59
半衰期指數X	0.31	1.13	2.37	3.81	4.33	6.08
沈砂效率(p%)	26.59	67.81	90.65	97.79	98.68	100
分洪量 $Q=1,310\text{cms}$ ，排放之懸移值濃度(ppm)	1,967	313	91	13	11	0
總排放濃度(ppm)						2,395
懸浮質粒徑分佈(%)	82.12	13.07	3.79	0.52	0.50	0

D：泥砂粒徑 mm

表 4.27 堰址於 $Q_{100}=1,502\text{cms}$ ，分洪量 $1,200\text{cms}$ 進入隧道之懸浮質濃度

組 數	1	2	3	4	5	6
粒 徑 分 佈	$D<0.5$	$0.5<D<1.0$	$1.0<D<2.0$	$2.0<D<3.0$	$3.0<D<5.5$	$5.5<D<10.0$
幾何平均(mm)	0.19	0.71	1.41	2.45	4.06	7.42
$Q_{100}=1,502\text{cms}$ 時，堰址懸浮質濃度(ppm)	2,321	842	842	493	736	377
靜水池有效水深h(m)	3.91	3.91	3.91	3.91	3.91	3.91
靜水池平均流速v(m/s)	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07
沈降速度W(m/s)	0.03	0.11	0.23	0.37	0.42	0.59
半衰期指數X	0.34	1.24	2.59	4.16	4.72	6.64
沈砂效率(p%)	28.64	70.99	92.48	98.44	9.11	100
分洪量 $Q=1,200\text{cms}$ ，排放之懸移值濃度(ppm)	1,656	244	63	8	7	0
總排放濃度(ppm)						1,978
懸浮質粒徑分佈(%)	83.71	12.35	3.20	0.39	0.35	0

D：泥砂粒徑 mm

表 4.28 堰址於 $Q_{50}=1,375\text{cms}$ ，分洪量 $1,083\text{cms}$ 進入隧道之懸浮質濃度

組 數	1	2	3	4	5	6
粒 徑 分 佈	$D<0.5$	$0.5<D<1.0$	$1.0<D<2.0$	$2.0<D<3.0$	$3.0<D<5.5$	$5.5<D<10.0$
幾何平均(mm)	0.19	0.71	1.41	2.45	4.06	6.20
$Q_{50}=1,375\text{cms}$ 時，堰址懸浮質濃度(ppm)	1,921	697	697	408	609	506
靜水池有效水深h(m)	3.67	3.67	3.67	3.67	3.67	3.67
靜水池平均流速v(m/s)	2.95	2.95	2.95	2.95	2.95	2.95
沈降速度W(m/s)	0.03	0.11	0.23	0.37	0.42	0.59
半衰期指數X	0.37	1.37	2.87	4.62	5.24	7.36
沈砂效率(p%)	31.22	74.64	94.32	99.01	99.47	100
分洪量 $Q=1,083\text{cms}$ ，排放之懸移值濃度(ppm)	1,321	177	40	4	3	0
總排放濃度(ppm)						1,545
懸浮質粒徑分佈(%)	85.51	11.44	2.56	0.26	0.23	0

D：泥砂粒徑(mm)

表 4.29 堰址於 $Q_{20}=1,186\text{cms}$ ，分洪量 909cms 進入隧道之懸浮質濃度

組 數	1	2	3	4	5	6
粒 徑 分 佈	$D<0.5$	$0.5<D<1.0$	$1.0<D<2.0$	$2.0<D<3.0$	$3.0<D<5.5$	$5.5<D<10.0$
幾何平均(mm)	0.19	0.71	1.41	2.45	4.06	6.20
$Q_{20}=1,186\text{cms}$ 時，堰址懸浮質濃度(ppm)	1,503	545	545	319	477	405
靜水池有效水深h(m)	3.30	3.30	3.30	3.30	3.30	3.30
靜水池平均流速v(m/s)	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75
沈降速度W(m/s)	0.03	0.11	0.23	0.37	0.42	0.59
半衰期指數X	0.45	1.64	3.42	5.51	6.25	8.78
沈砂效率(p%)	36.01	80.54	96.74	99.59	99.81	100
分洪量 $Q=909\text{cms}$ ，排放之懸移值濃度(ppm)	963	106	18	1	1	0
總排放濃度(ppm)						1,809
懸浮質粒徑分佈(%)	88.41	9.75	1.63	0.12	0.09	0

D：泥砂粒徑(mm)

表 4.30 堰址於 $Q_{10}=1,022\text{cms}$ ，分洪量 760cms 進入隧道之懸浮質濃度

組 數	1	2	3	4	5	6
粒 徑 分 佈	$D<0.5$	$0.5<D<1.0$	$1.0<D<2.0$	$2.0<D<3.0$	$3.0<D<5.5$	$5.5<D<10.0$
幾何平均(mm)	0.19	0.71	1.41	2.45	4.06	6.20
$Q_{10}=1,022\text{cms}$ 時，堰址懸浮質濃度(ppm)	1,177	427	427	250	373	337
靜水池有效水深h(m)	2.97	2.97	2.97	2.97	2.97	2.97
靜水池平均流速v(m/s)	2.56	2.56	2.56	2.56	2.56	2.56
沈降速度W(m/s)	0.03	0.11	0.23	0.37	0.42	0.59
半衰期指數X	0.53	1.95	4.09	6.57	7.46	10.48
沈砂效率(p%)	41.31	85.83	98.32	99.86	99.94	100
分洪量 $Q=760\text{cms}$ ，排放之懸移值濃度(ppm)	691	60	7	0	0	0
總排放濃度(ppm)						758
懸浮質粒徑分佈(%)	91.16	7.97	0.96	0	0	0

D：泥砂粒徑 mm

表 4.31 堰址於 $Q_5=837\text{cms}$ ，分洪量 593cms 進入隧道之懸浮質濃度

組 數	1	2	3	4	5	6
粒 徑 分 佈	$D<0.5$	$0.5<D<1.0$	$1.0<D<2.0$	$2.0<D<3.0$	$3.0<D<5.5$	$5.5<D<10.0$
幾何平均(mm)	0.19	0.71	1.41	2.45	4.06	6.20
$Q_5=837\text{cms}$ 時，堰址懸浮質濃度(ppm)	854	310	310	181	271	267
靜水池有效水深h(m)	2.56	2.56	2.56	2.56	2.56	2.56
靜水池平均流速v(m/s)	2.32	2.32	2.32	2.32	2.32	2.32
沈降速度W(m/s)	0.03	0.11	0.23	0.37	0.42	0.59
半衰期指數X	0.68	2.50	5.23	8.41	9.55	13.41
沈砂效率(p%)	49.45	91.80	99.46	100	100	100
分洪量 $Q=593\text{cms}$ ，排放之懸移值濃度(ppm)	432	25	2	0	0	0
總排放濃度(ppm)						459
懸浮質粒徑分佈(%)	94.09	5.54	0.37	0	0	0

D：泥砂粒徑 mm

表 4.32 堰址於 $Q_2=524\text{cms}$ ，分洪量 318cms 進入隧道之懸浮質濃度

組 數	1	2	3	4	5	6
粒 徑 分 佈	$D<0.5$	$0.5<D<1.0$	$1.0<D<2.0$	$2.0<D<3.0$	$3.0<D<5.5$	$5.5<D<10.0$
幾何平均(mm)	0.19	0.71	1.41	2.45	4.06	6.20
$Q_2=524\text{cms}$ 時，堰址懸浮質濃度(ppm)	432	157	157	92	137	135
靜水池有效水深h(m)	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76
靜水池平均流速v(m/s)	1.81	1.81	1.81	1.81	1.81	1.81
沈降速度W(m/s)	0.03	0.11	0.23	0.37	0.42	0.59
半衰期指數X	1.27	4.66	9.75	15.68	17.80	25.01
沈砂效率(p%)	71.97	99.06	100	100	100	100
分洪量 $Q=318\text{cms}$ ，排放之懸移值濃度(ppm)	121	1	0	0	0	0
總排放濃度(ppm)						122
懸浮質粒徑分佈(%)	98.78	1.22	0	0	0	0

D：泥砂粒徑 mm

表 4.33 堰址各重現期洪峰量分洪時懸移質粒徑分佈

基隆河流量 (cms)	分洪量 (cms)	分洪懸移質濃度 (ppm)	粒徑分配(%)					
			0.002<D<0.07 4	0.074<D<0.5	0.5<D<1.0	1.0<D<2.0	2.0<D<3.0	3.0<D<5.5
Q ₂₀₀ =1,620	1,310	2,395	53.38	28.74	13.06	3.79	0.52	0.50
Q ₁₀₀ =1,502	1,200	1,978	54.41	29.30	12.35	3.20	0.39	0.35
Q ₅₀ =1,375	1,083	1,545	55.58	29.93	11.44	2.56	0.26	0.23
Q ₂₀ =1,186	909	1,089	57.47	30.94	9.75	1.63	0.12	0.09
Q ₁₀ =1,022	768	758	59.15	31.85	7.97	0.96	0.00	0.00
Q ₅ =837	593	459	61.16	32.93	5.54	0.37	0.00	0.00
Q ₂ =524	318	122	64.21	34.57	1.22	0.00	0.00	0.00

註：1. D：泥砂粒徑 mm

2. 0.002mm 為黏土與粉土之分野(取自美國各州公路及交通官員協會，AASHTO)

表 4.34 分洪隧道排放懸浮質年平均總量



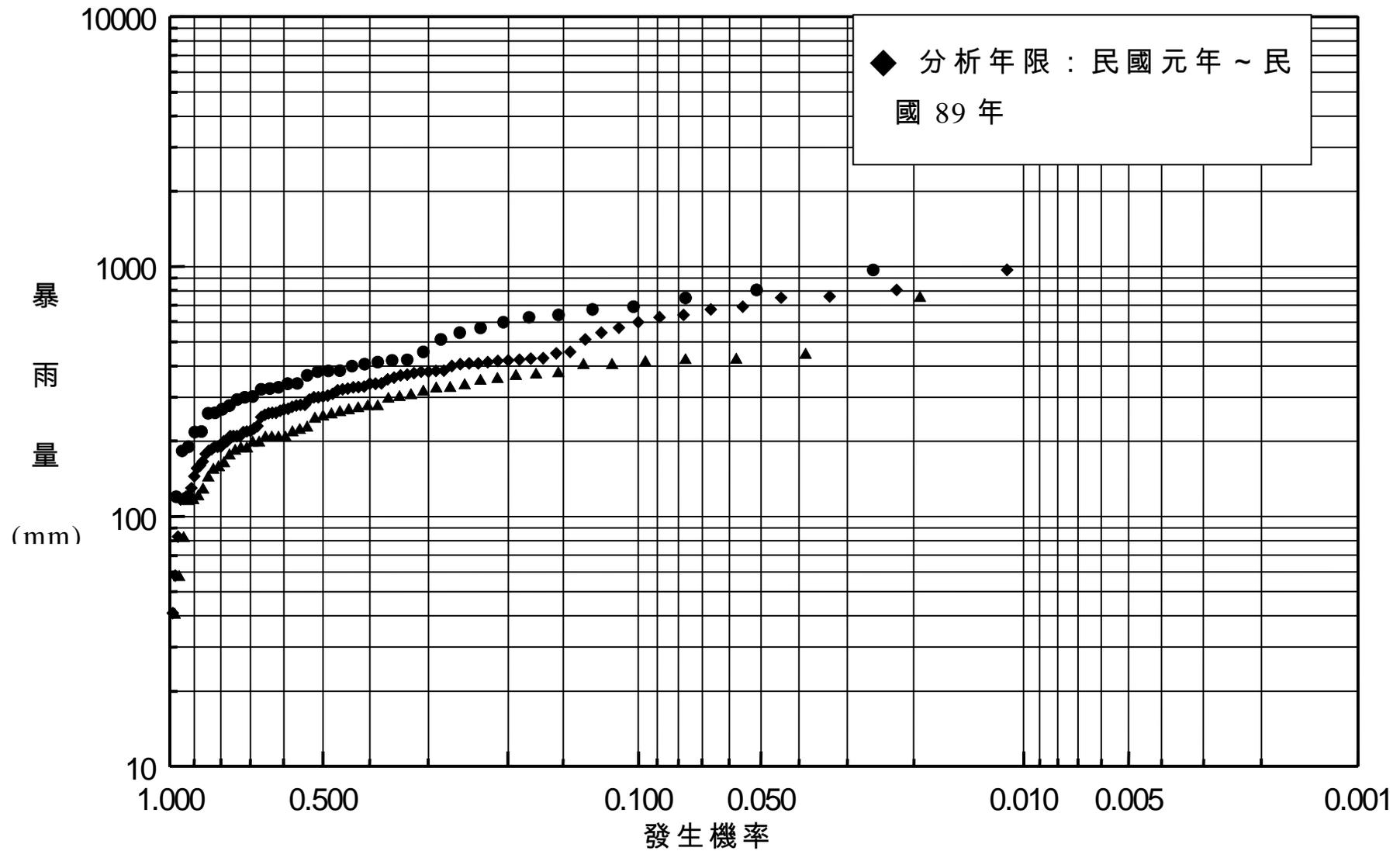


圖 4.2 員山子堰址不同分析年限三日暴雨頻率分析成果圖

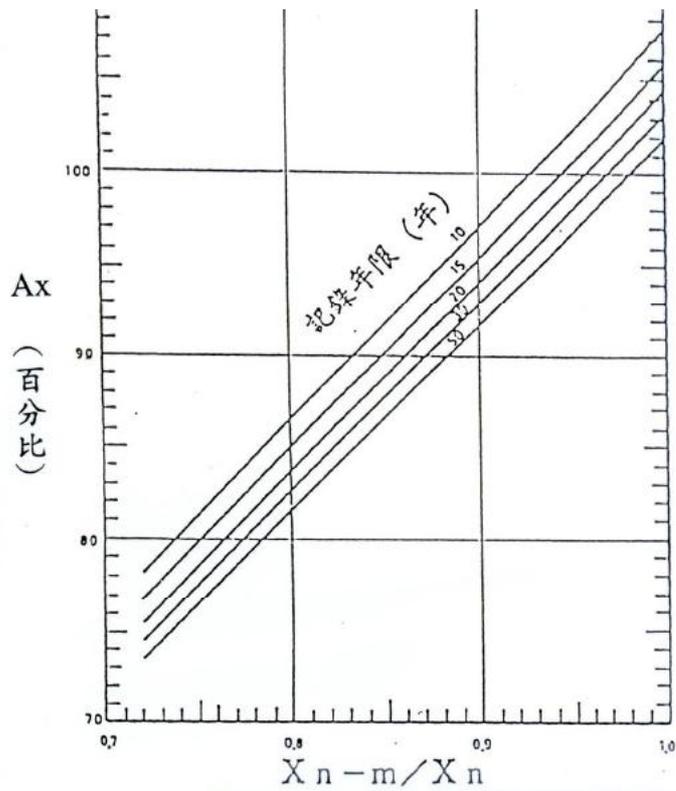


圖 4.3 平均值的調整係數Ax

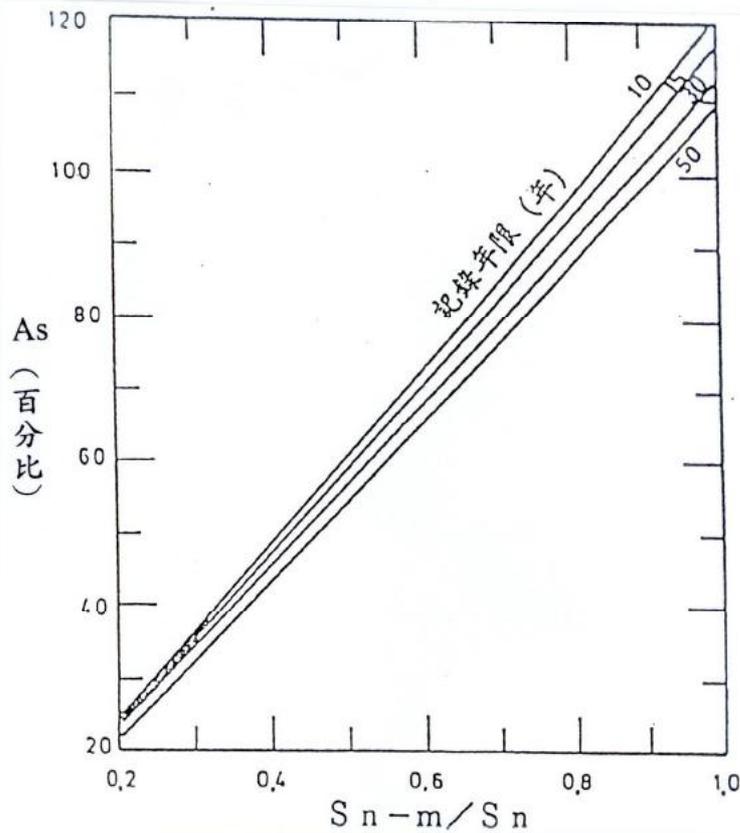


圖 4.4 標準偏差的調整係數As

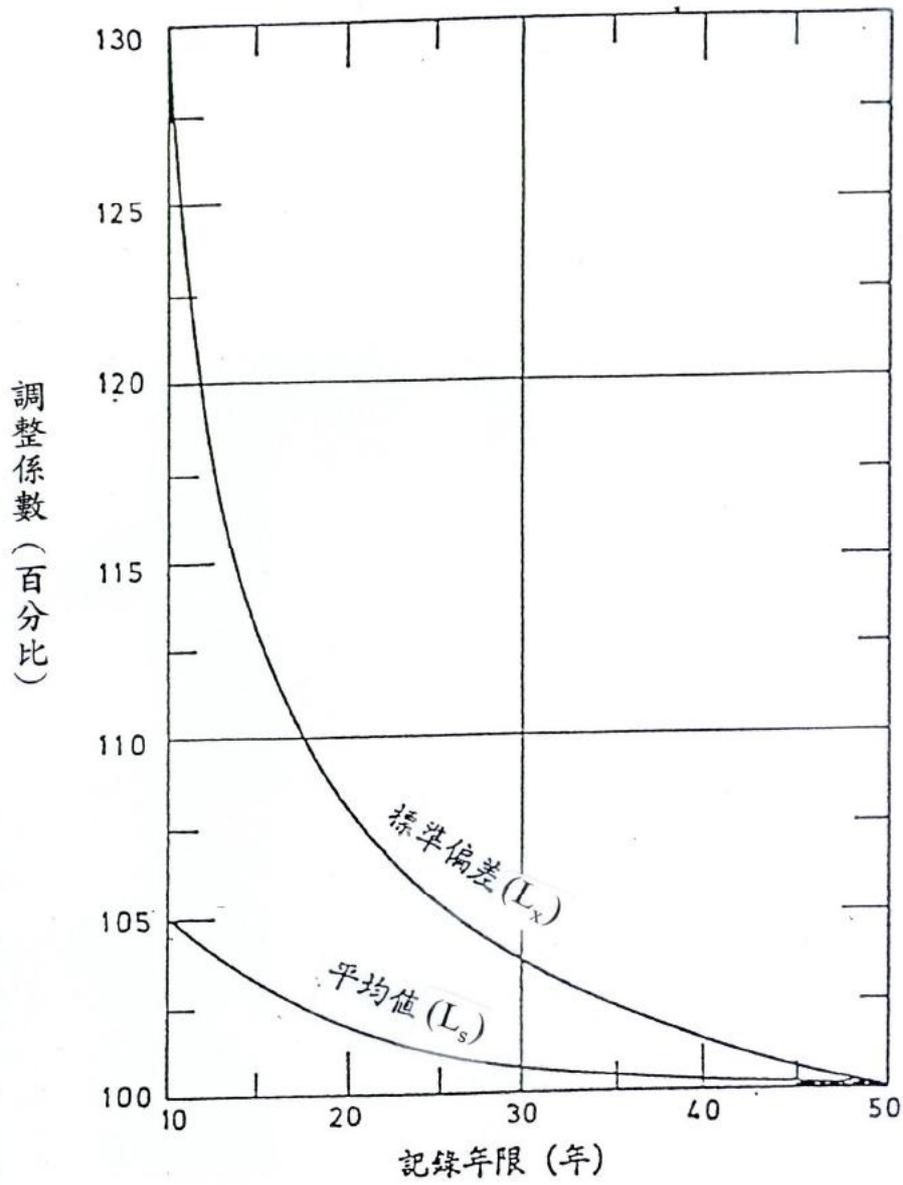
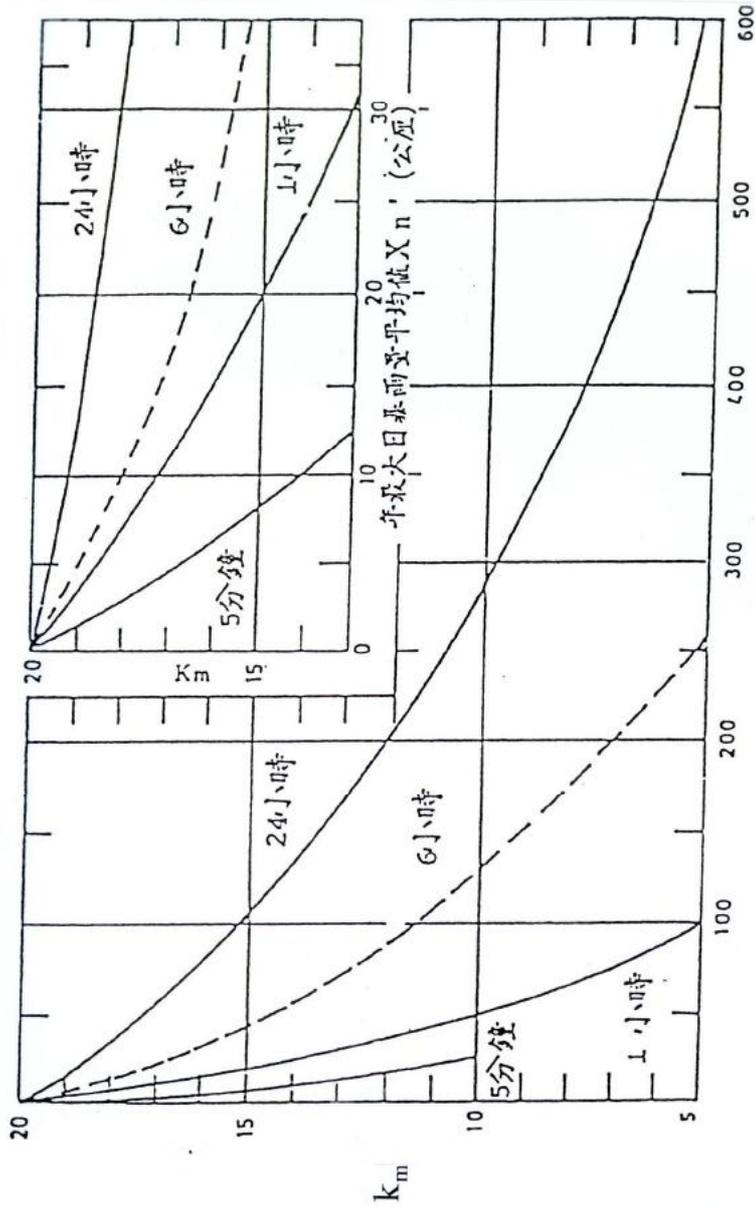


圖 4.5 考慮記錄年限的調整係數圖



修正後年最大日暴雨平均值 X_n' (公厘)

圖 4.6 排除極大事件的標準偏差數圖

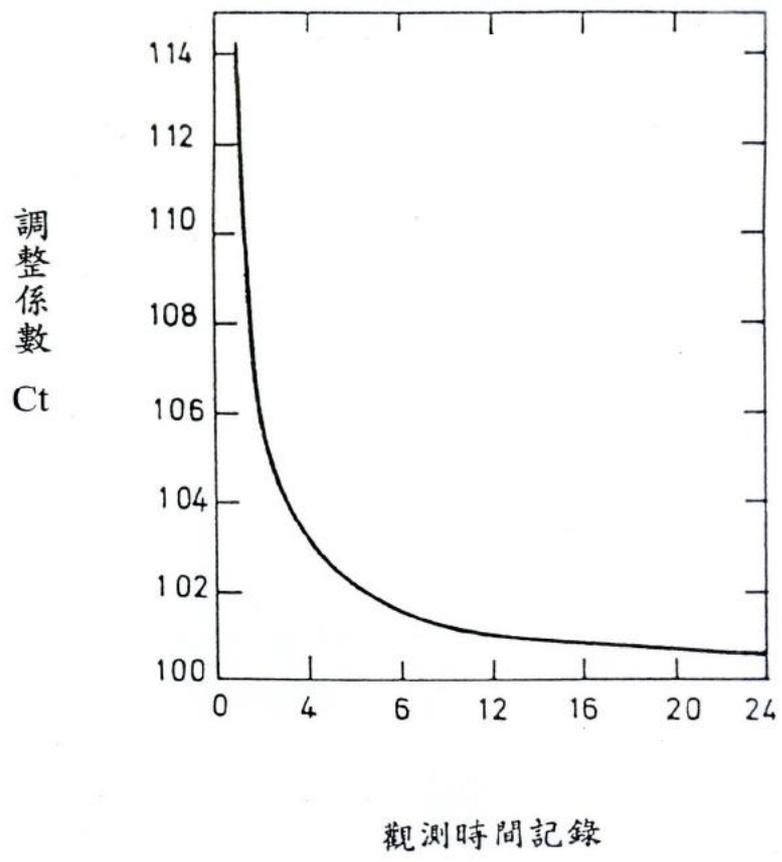


圖 4.7 觀測時間調整係數圖

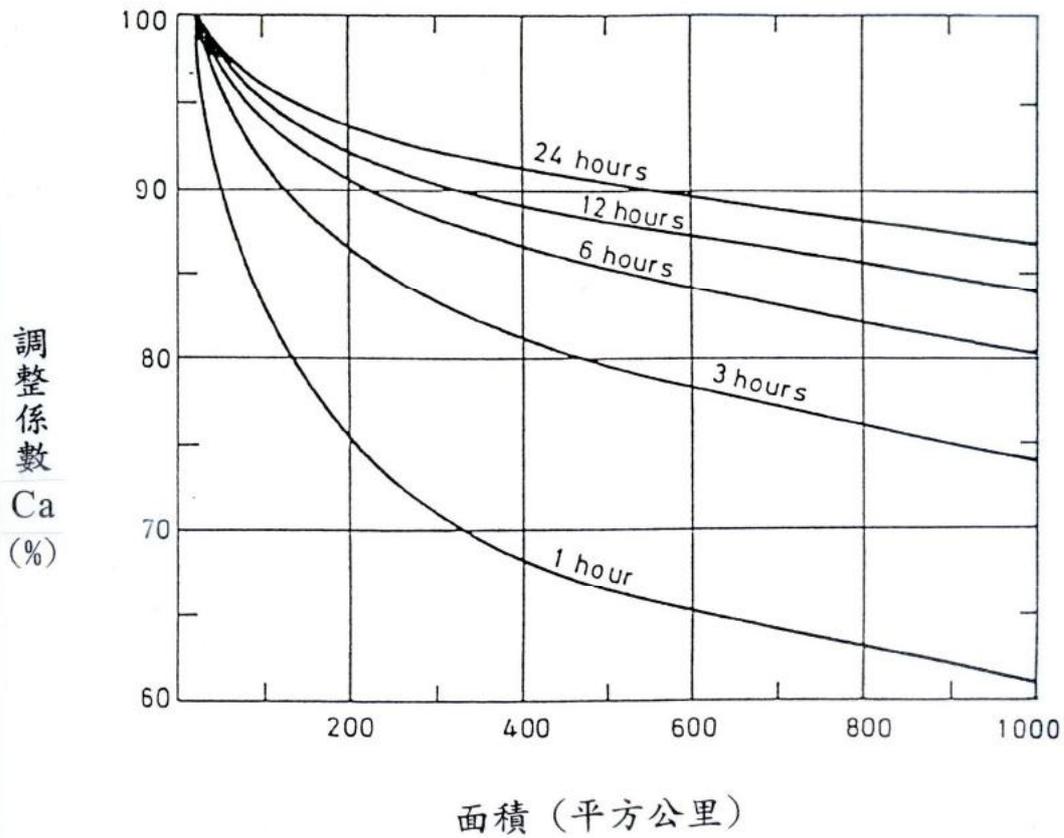


圖 4.8 集水區面積與降雨深度調整係數圖

圖 4.9 台灣及世界最大點雨量記錄



圖 4.10 員山子攔河堰址最大三日暴雨頻率關係曲線

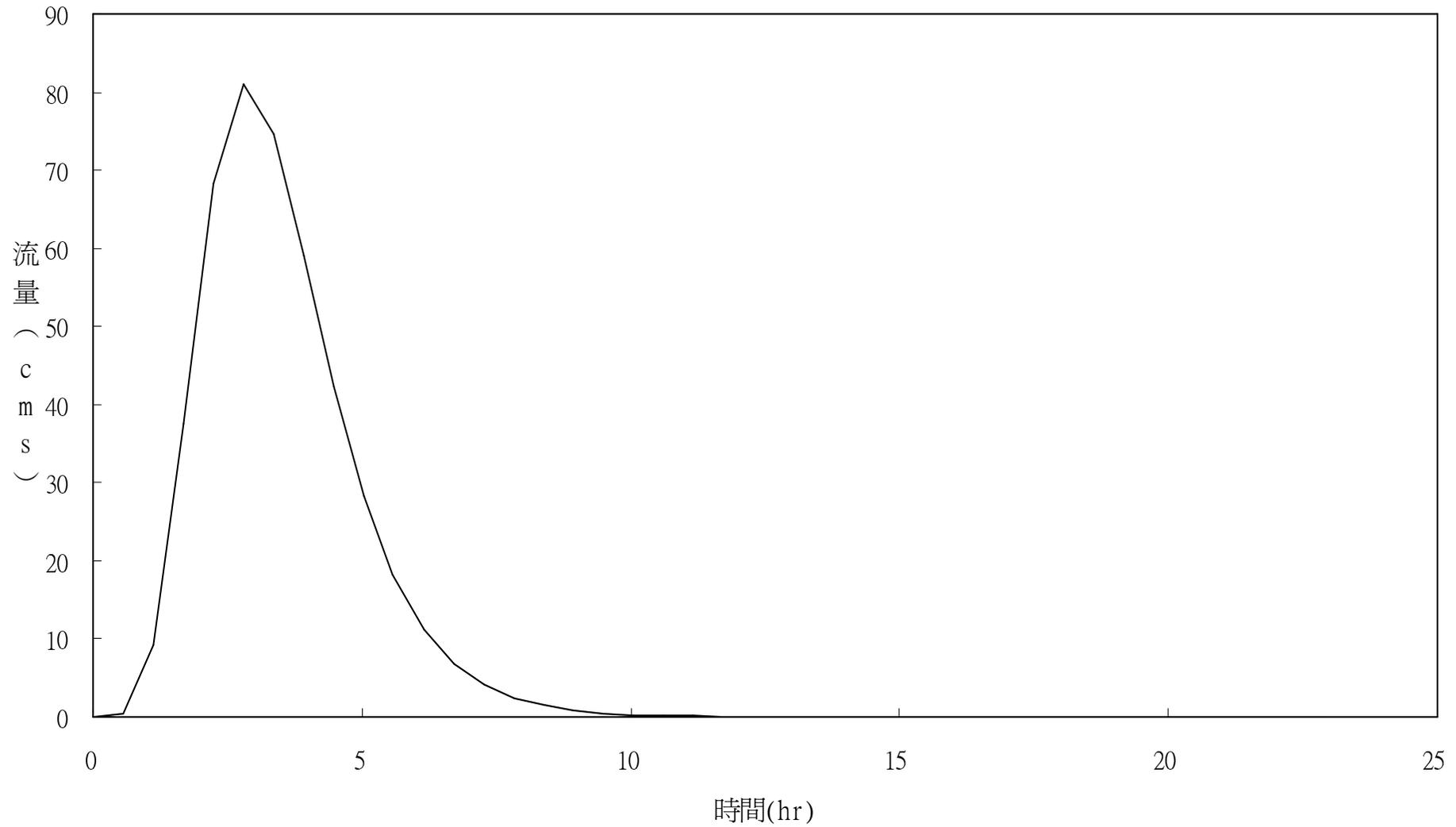


圖 4.11 員山子單位歷線(1hr-10mm)

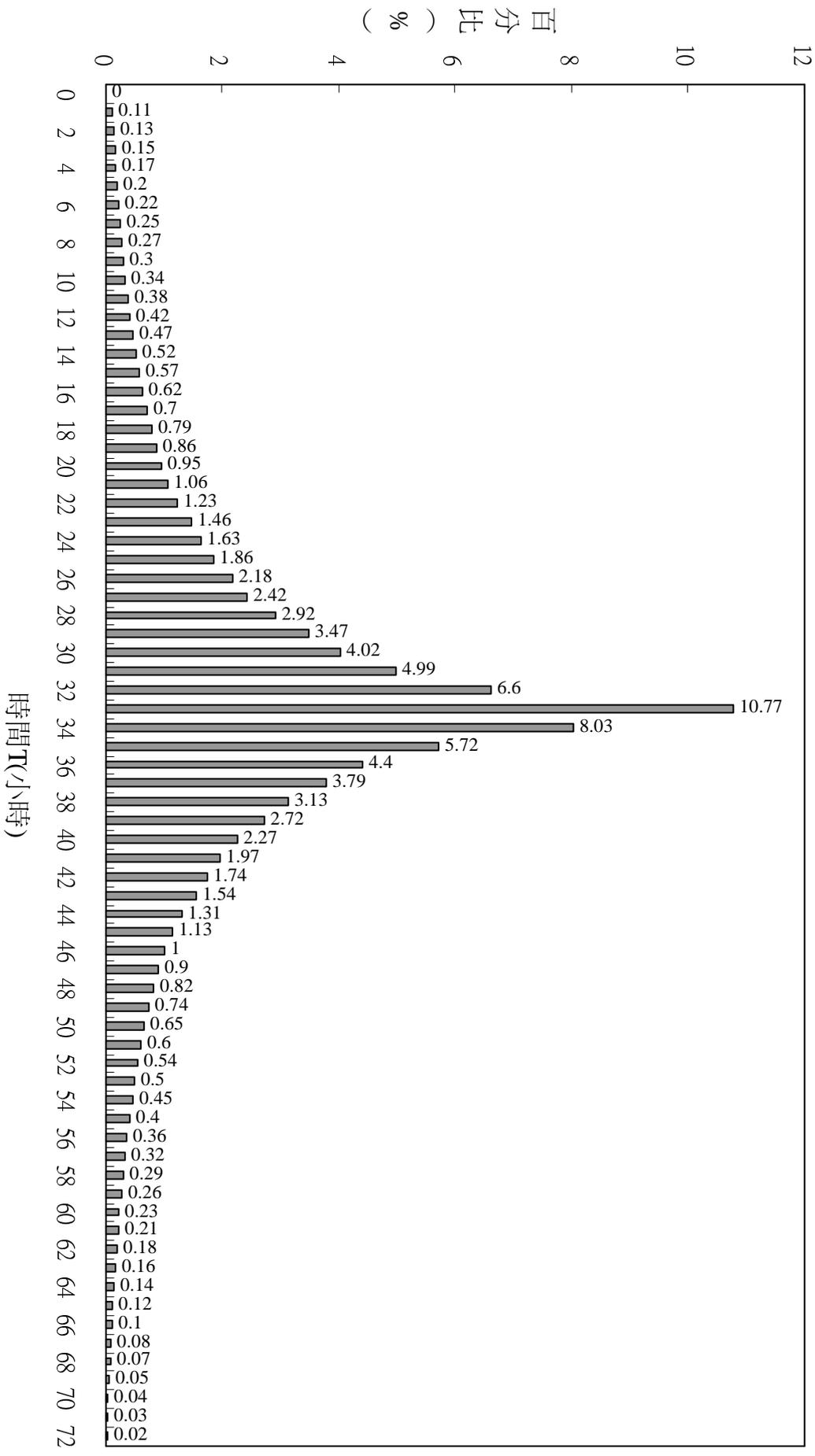


圖 4.12 基隆河流域三日暴雨設計雨型



PATH: D:\DMG-A\ASHA\REP-A\ PLOT DATE: 2011-10-18
FILE NAME: F-13.DWG PLOT TIME: 10:05:18

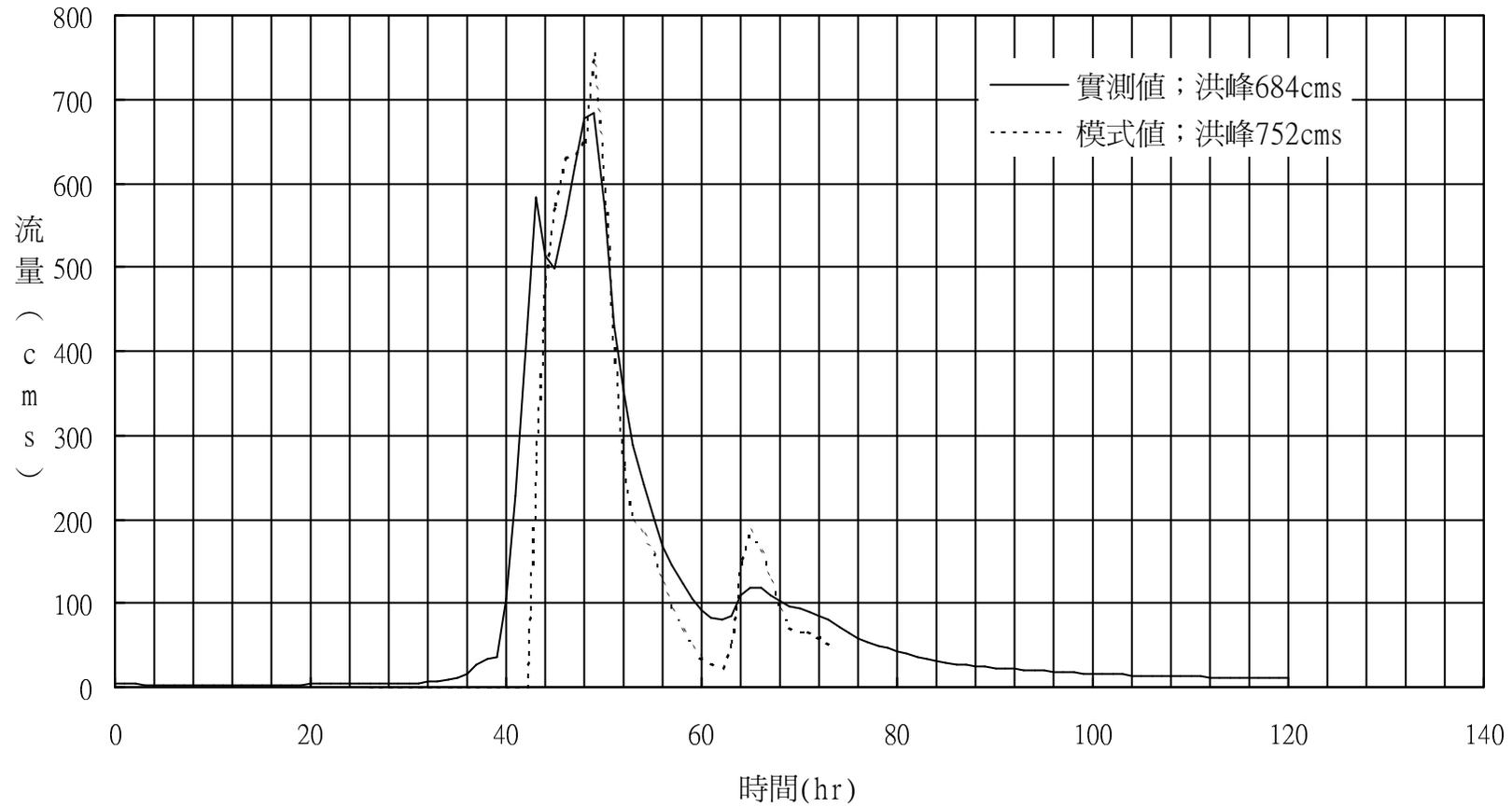


圖 4.14 賀伯颱風流量實測值與模式值之比較

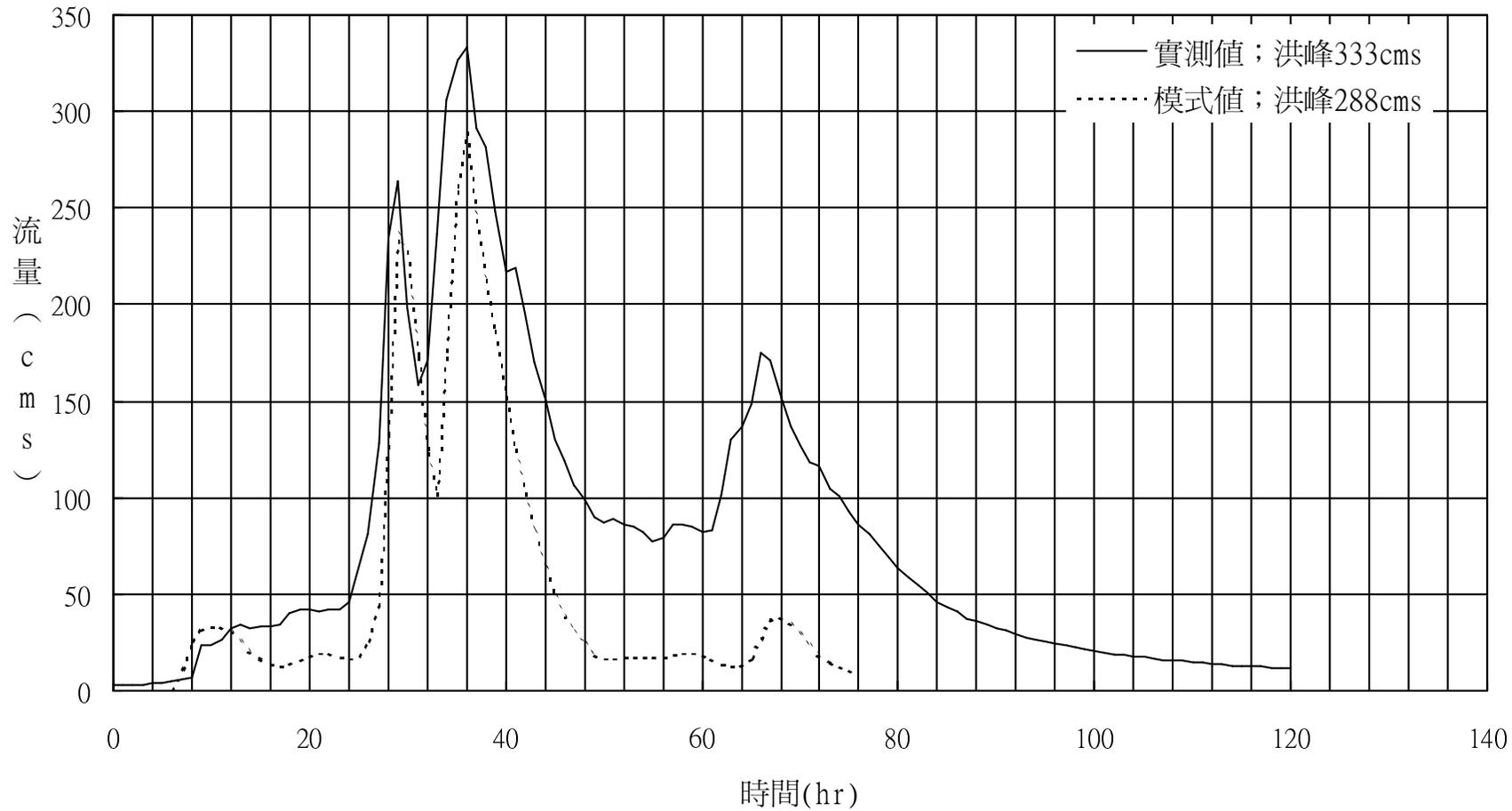


圖 4.15 薩恩颱風流量實測值與模式值之比較

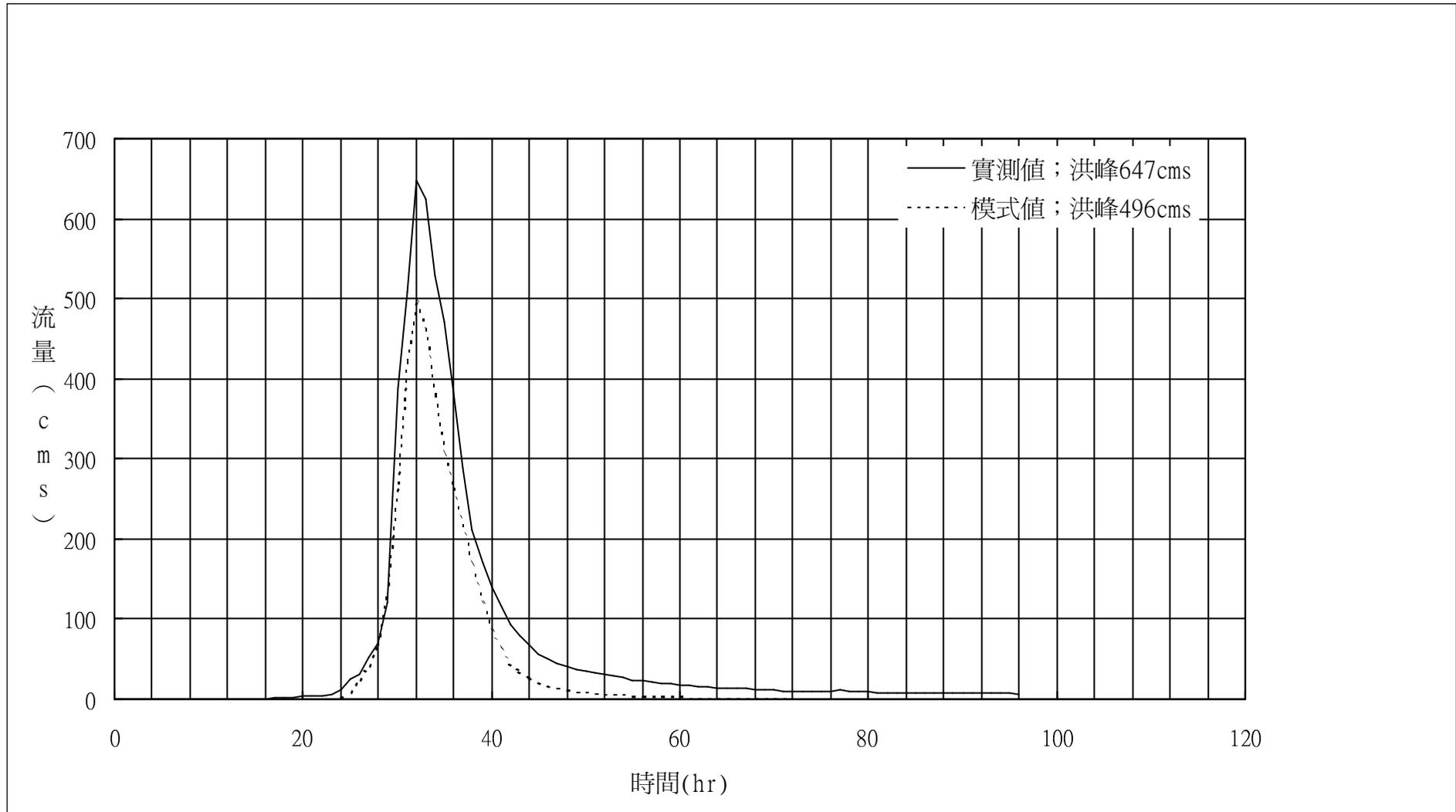


圖 4.16 溫妮颱風流量實測值與模式值之比較

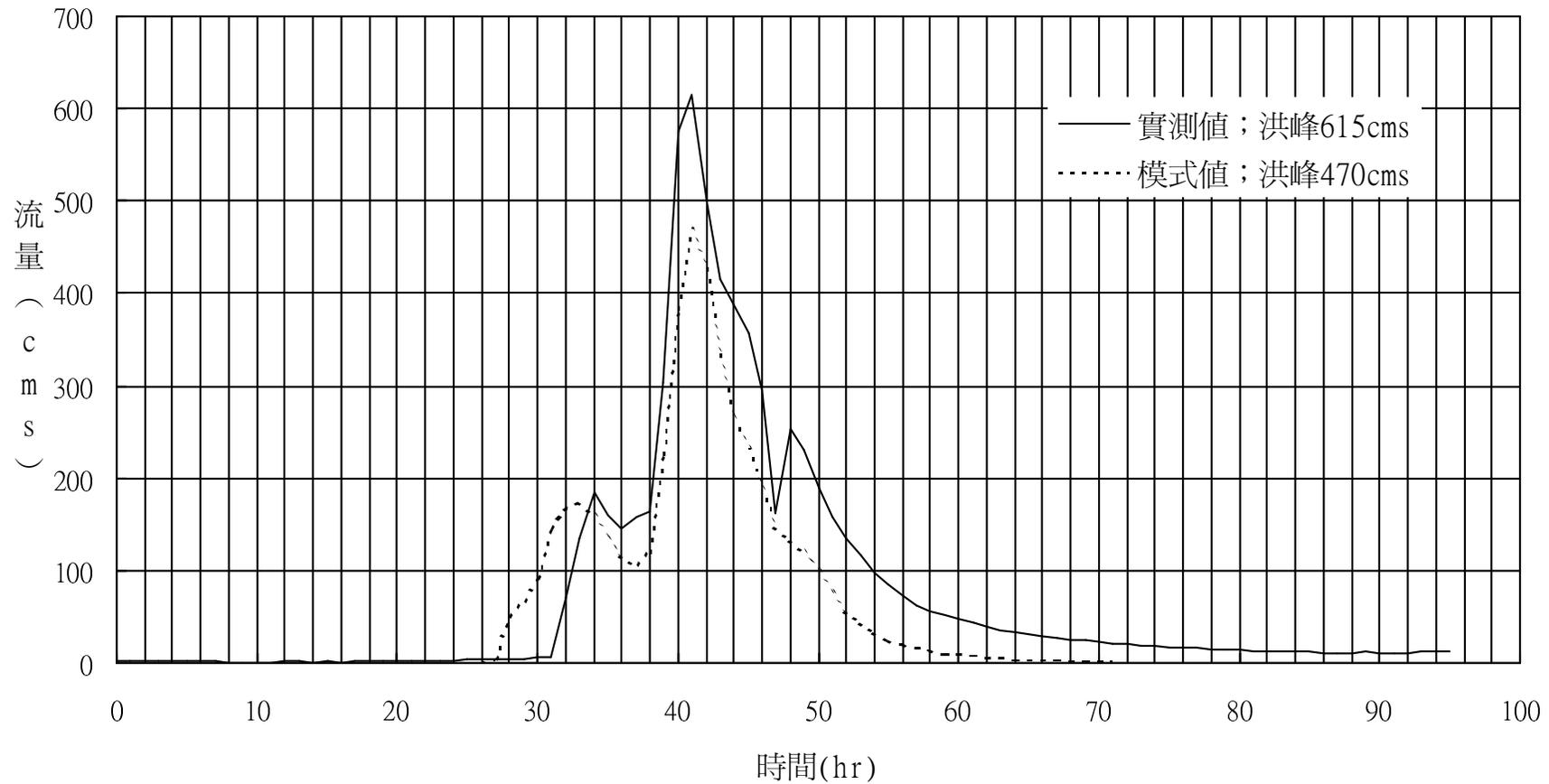


圖 4.17 賀伯颱風流量實測值與模式值之比較

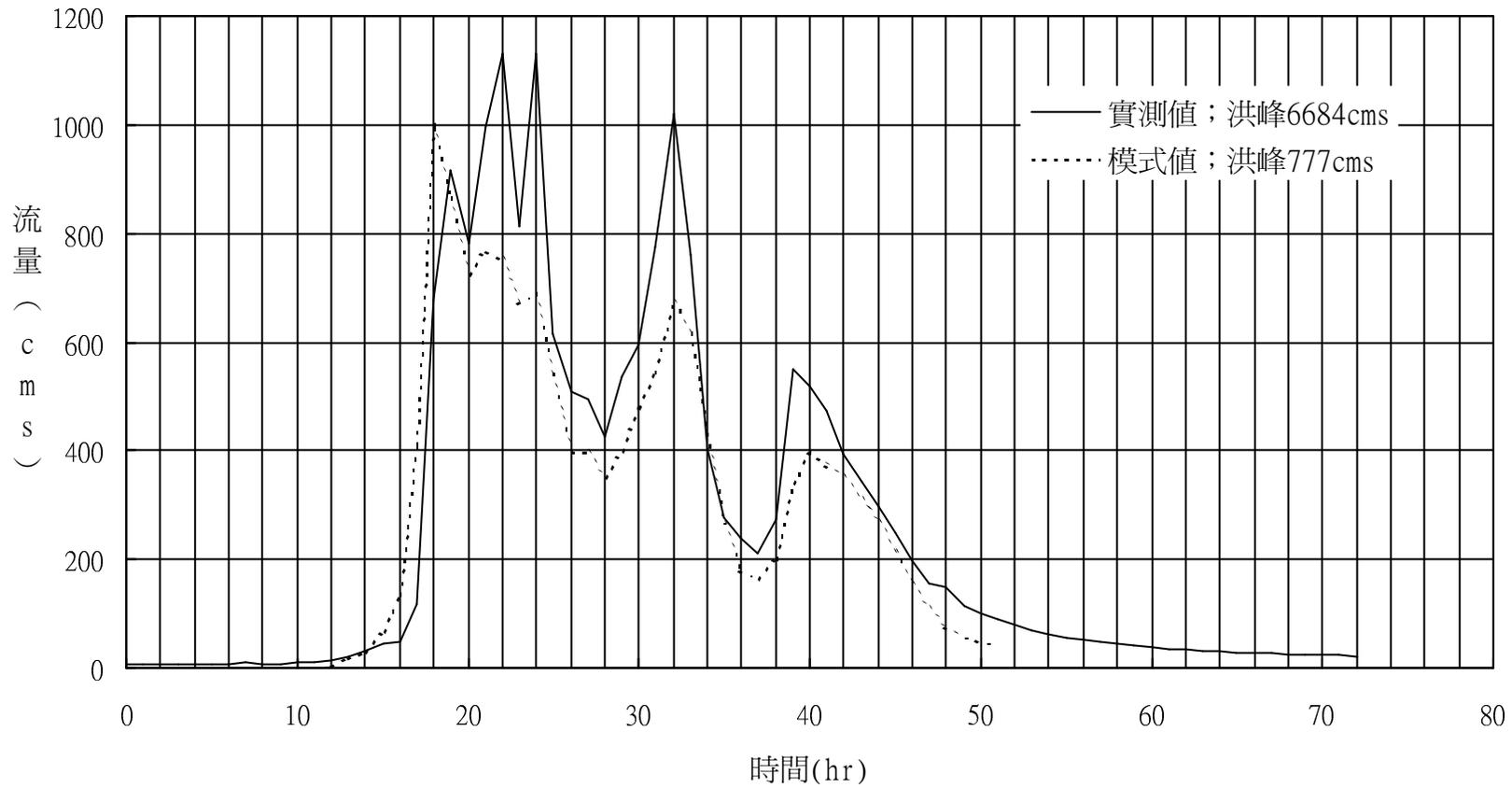


圖 4.18 賀伯颱風流量實測值與模式值之比較

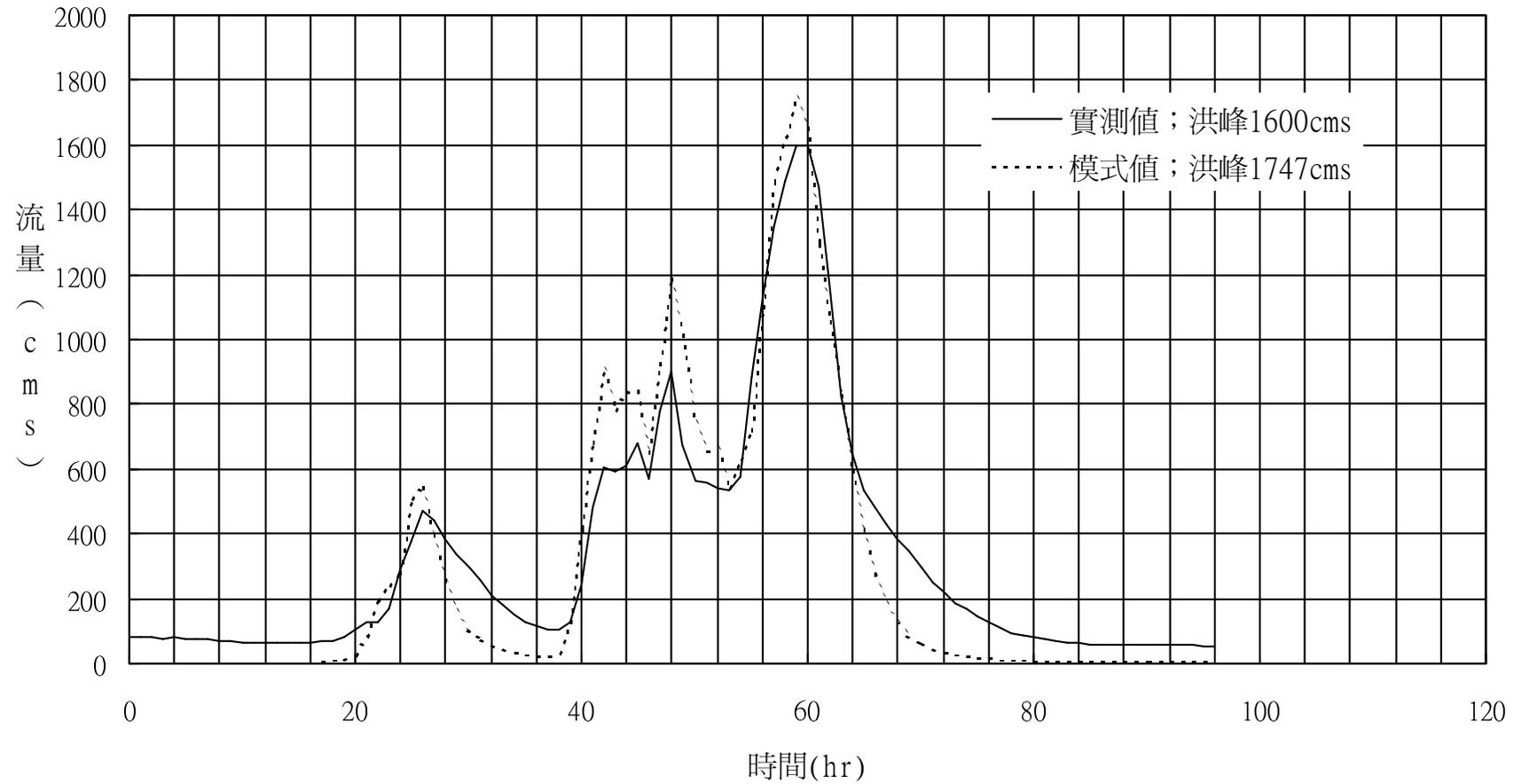


圖 4.19 賀伯颱風流量實測值與模式值之比較

圖 4.20 實測五堵站歷年瞬時最大流量頻率分析結果

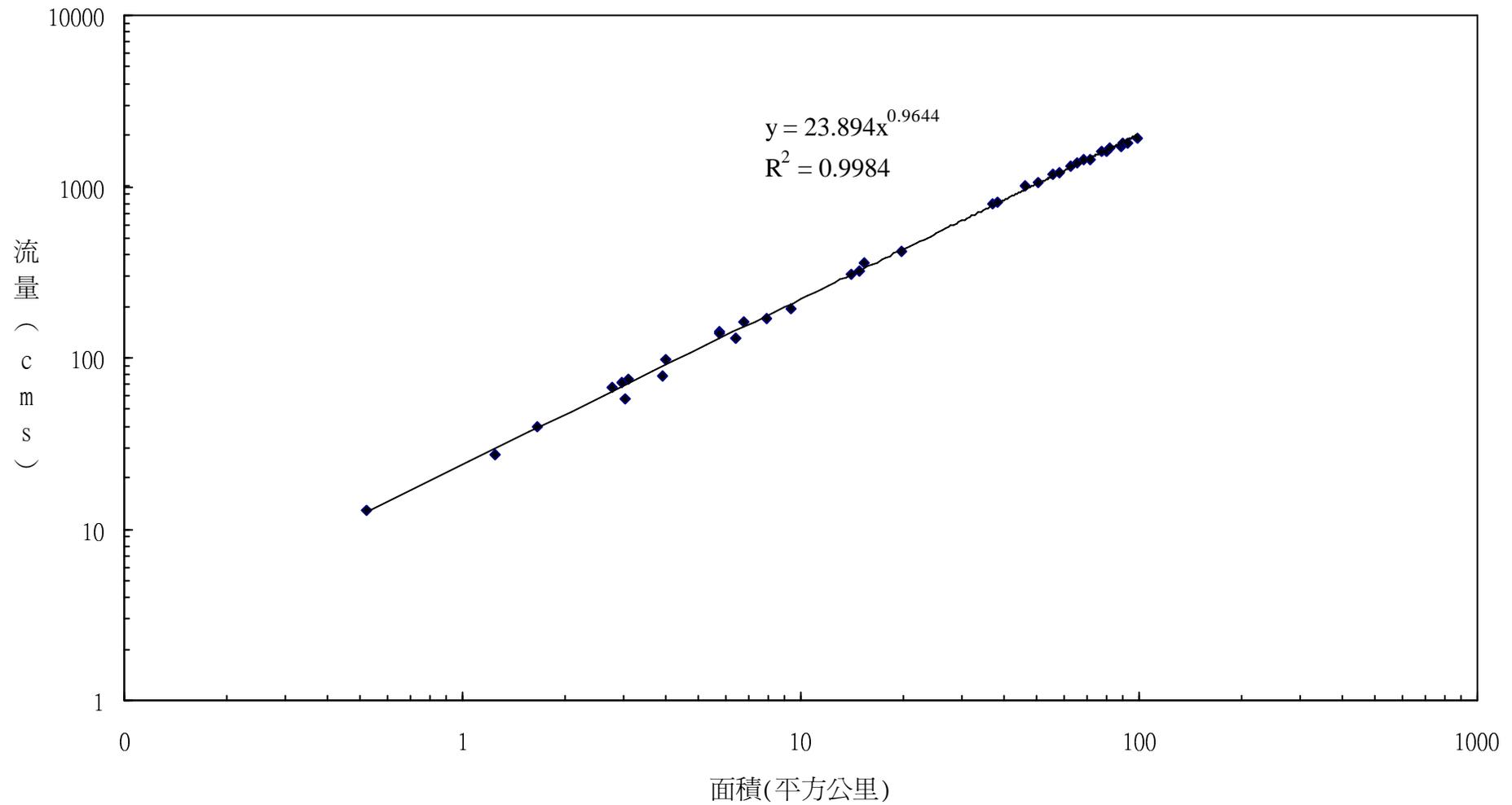
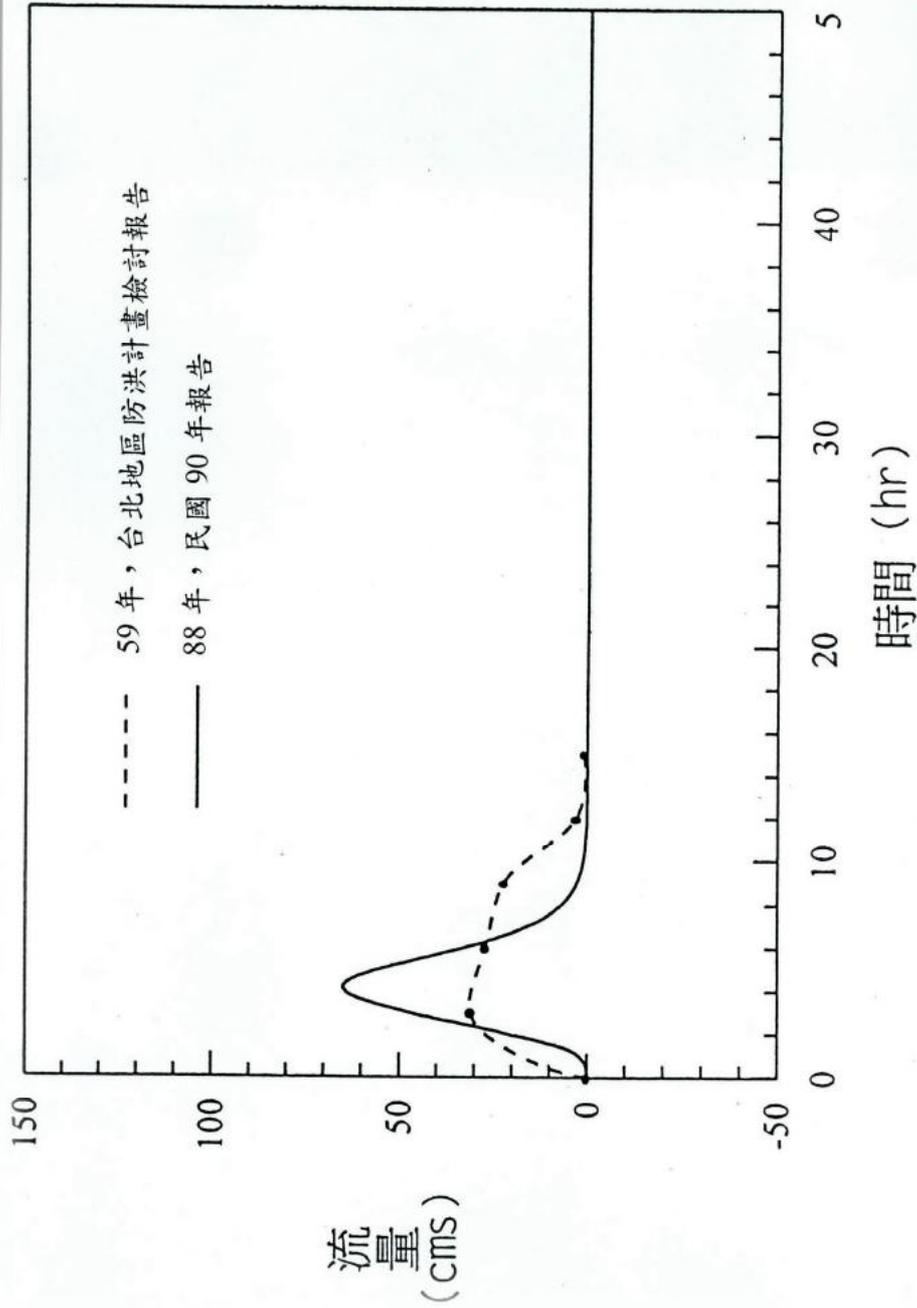
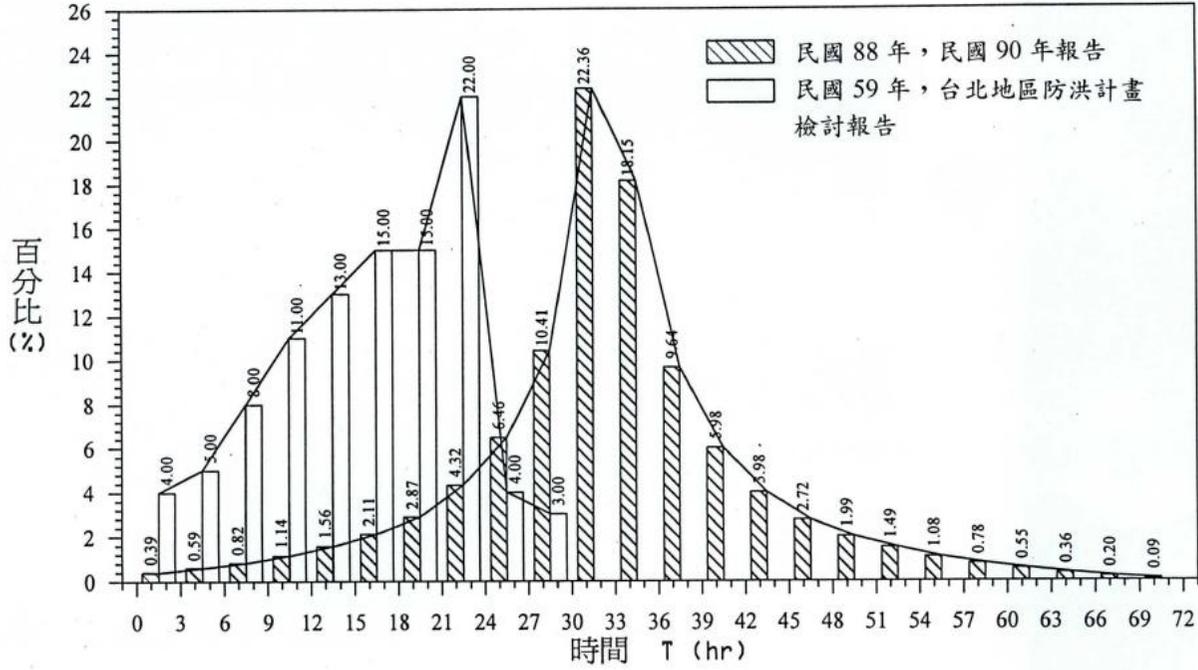


圖 4.21 基隆河流域流量與集水面積關係



資料來源：「員山子分洪可行性規劃報告」，水利規劃試驗所，民國90年。

圖 4.22 員山子三小時單位歷線比較圖



資料來源：「員山子分洪可行性規劃報告」，水利規劃試驗所，民國 90 年。

圖 4.23 基隆河流域三日暴雨設計雨型比較圖



圖 4.24 員山子攔河堰河段縱斷面及斷面位置圖

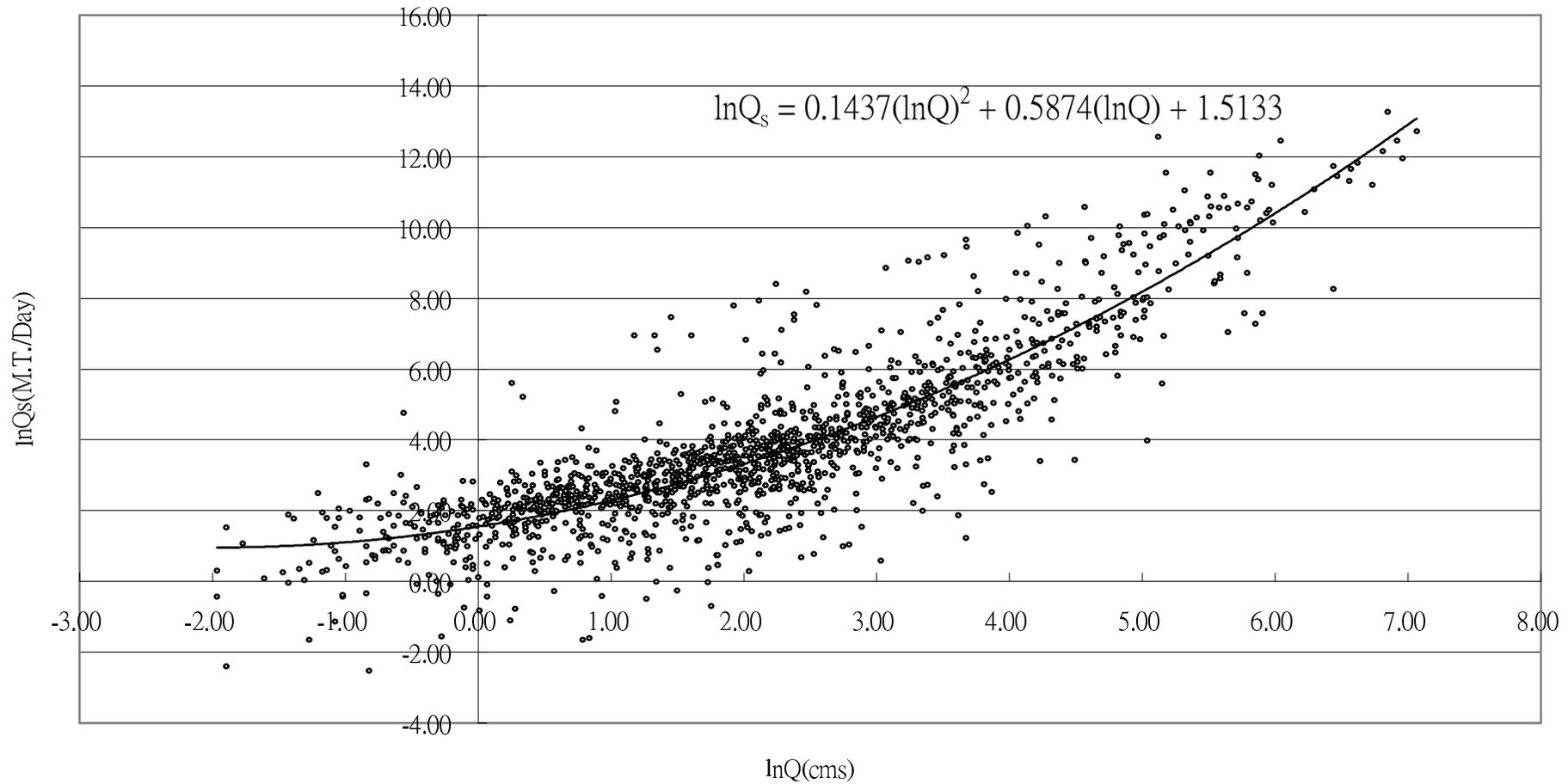


圖 4.25 基隆河介壽橋懸浮質輸砂率定曲線(民國70年至89年)

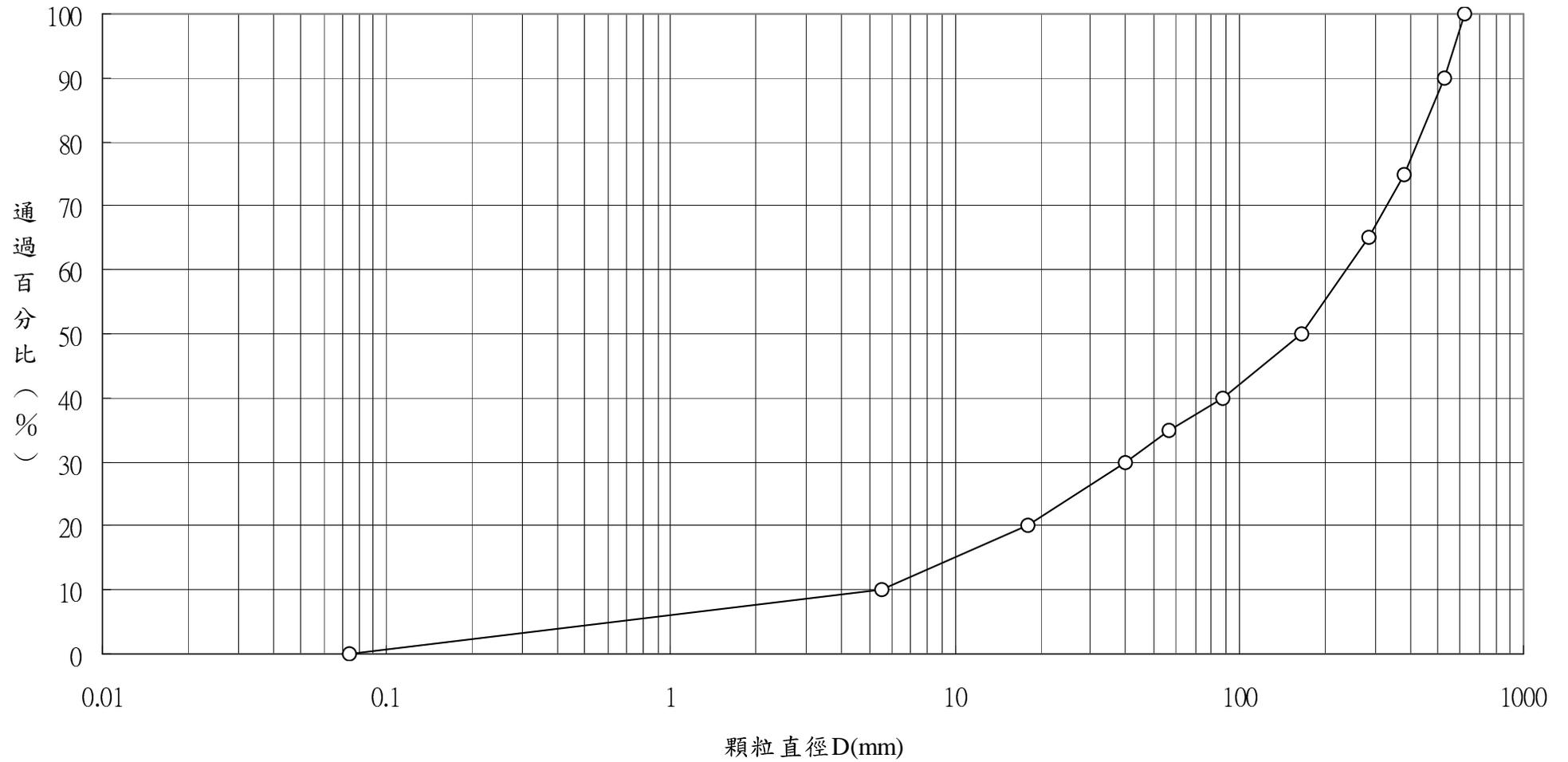


圖4.26 基隆河員山子堰址河床質級配累積曲線

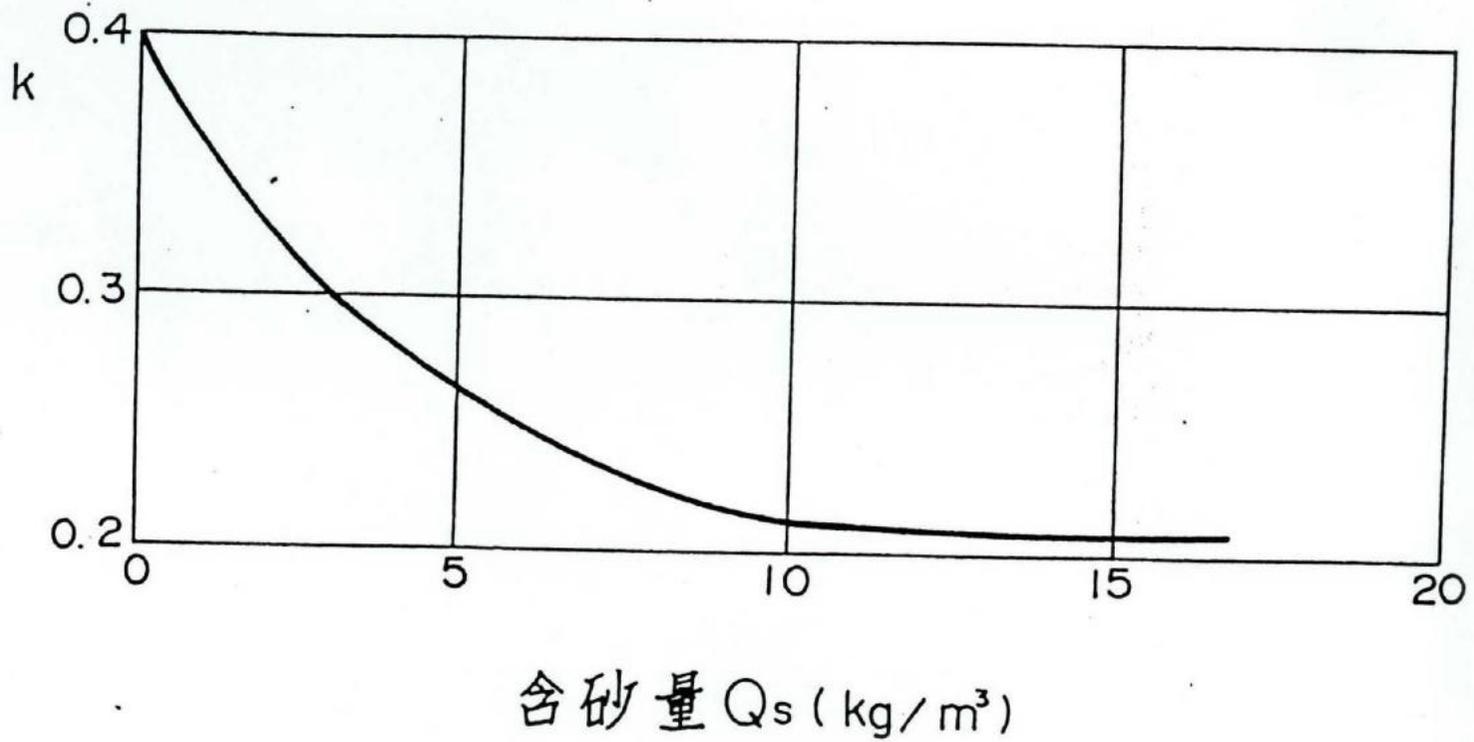


圖 4.27 卡爾曼常數 K 與含砂量 Q_s 的關係

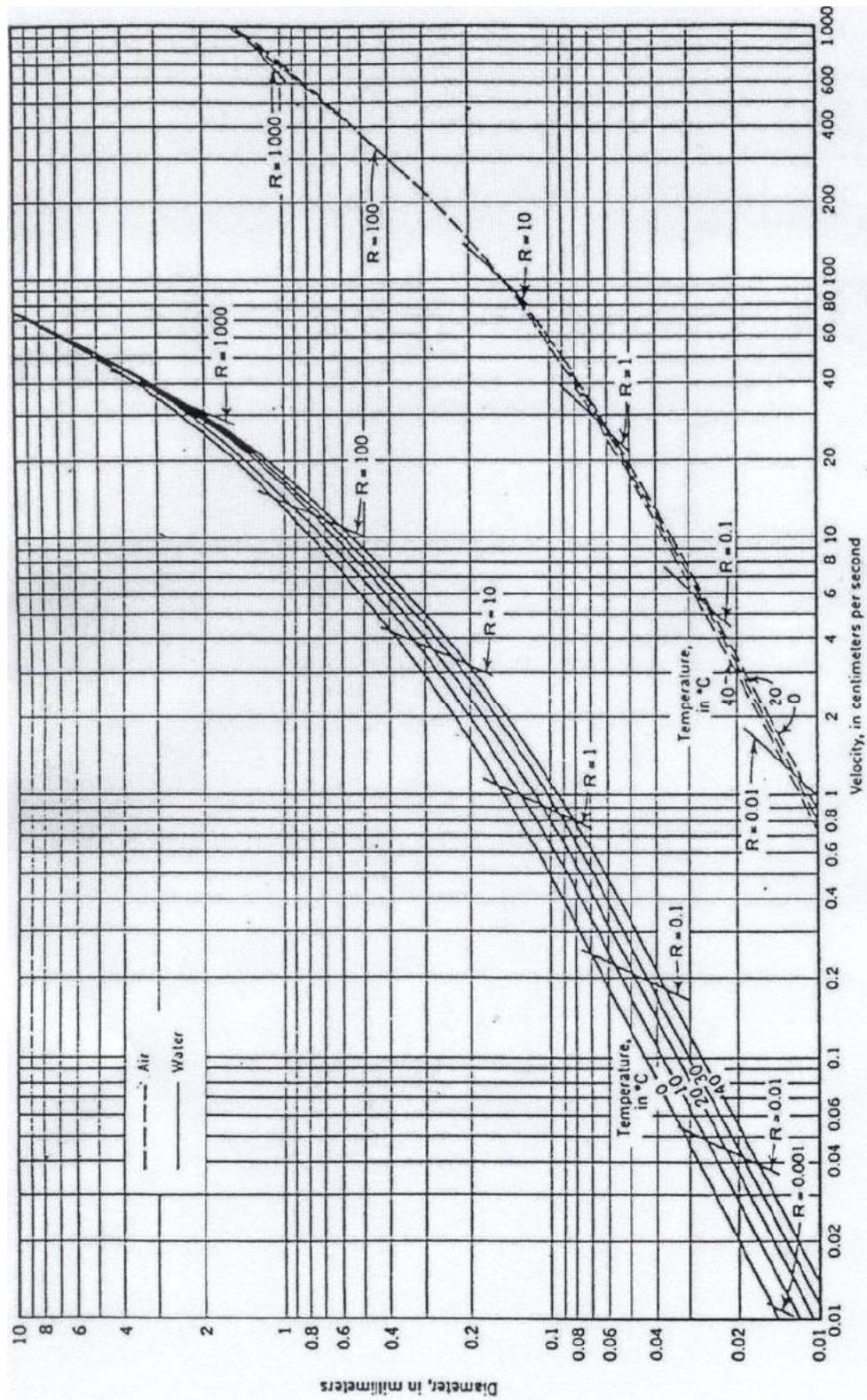


圖 4.28 石英球在空氣及水中的沈速 (Rouse, 1937)

第五章 分洪工程佈置及水理分析

5.1 分洪工程子結構範圍界定及設計準則

本分洪工程因流量大且進水口及出水口空間有限，又涉及重要交通動線，故結構佈置之困難度甚高，為便於討論及掌握水理問題的重點，本報告將整體分洪工程分為攔河堰及分洪堰上游結構、進水結構、分洪隧道及出水結構等四項子結構，設計原則敘述如下：

一、攔河堰及分洪堰上游結構

本結構包括攔河堰、魚道、側流堰、分洪靜水池及攔河堰上下游河道，設計之主要考量如下：

- (一)降低分洪頻率並達到上游入流量 1,620cms 時(200 年重現期洪峰流量)，分洪量為 1,310cms，攔河堰排放量為 310cms 之原則。
- (二)確保水流經分洪堰的橫向均勻性以利進水結構的流態。
- (三)避免攔河堰受漂浮物的堵塞，並顧及攔河堰受輸砂之磨損。
- (四)攔河堰必須提供水域魚類洄游路徑。

二、進水結構

本結構包括分洪堰、束縮段及隧道進口漸變段，設計之主要考量在於分洪時無需操作及使水流順暢的流入隧道及避免水躍或不穩定流態。

三、分洪隧道

本結構包括隧道全段，設計之主要考量在於選定適當的直徑、縱坡及平面線型，以維持穩定流態及避免 R.C 襯砌受到過度磨損。

四、出水結構

本結構必須穿越台二線底部，設計之主要考量在於消能並維持原海岸地貌以降低環境沖擊。

上述四項子結構之佈置實環環相扣，密不可分，但以平面空間及整體隧道縱坡考量，則以進水結構最為關鍵，因分洪水量必須能順利進入隧道，故佈置工作以確定進水結構之可行性為首要考量，其他結構則配合進水結構佈置以達到分洪的功能。以下各節將分別進行上述各子結構的工程佈置、水理分析及提出建議的水工模型試驗項目。

5.2 進水結構

進水結構涵蓋分洪堰、束縮段及隧道進口漸變段，本結構的功能是將分洪的流量引入分洪隧道。

本計畫擬將 1,310cms 的分洪水量引入一個直徑 12m 的圓型隧道，在水工結構上與阿公店水庫更新改善計畫中之越域排洪進水結構相似。阿公店水庫之設計越域排洪量為 431cms，設計之排洪隧道直徑為 8.6m。圖 5.1 為越域排洪結構平面佈置，該圖顯示旺來溪經一長 204m 的明渠段引至溢流堰。圖 5.2 為該溢流堰及束縮段之平面佈置，該溢流堰為一弧型結構，束縮段的平面佈置為：

- 一、堰體下游面直線寬度 32.0m。
- 二、束縮段側牆以 43.55° 的交角對稱束縮。
- 三、在 Sta 0+29.24 (Sta 以堰軸線上游端起算) 直線側牆以與 $R=55.964\text{m}$ 的圓弧相切，該圓弧止於 Sta 0+050。於 Sta 0+050 之渠道為正方形，高、寬各 8.6m。
- 四、Sta 0+050 至 Sta 0+070 維持正方形，高、寬各 8.6m。
- 五、Sta 0+070 至 Sta 0+090 由正方形漸變為圓型隧道，且縱坡由 0.0767 減為 0.006。

阿公店水庫越域排洪道於民國 82 年由前水利規劃總隊辦理水工模型試驗(參考文獻(1))，模型試驗成果顯示，當末端段陡坡 $S=0.06$ 、 0.07 、 0.08 、 0.09 或 0.10 ，束縮段都有二種穩定流態，其一為維持超臨界流，其二為經擾動後由超臨界流變為亞臨界流，然後於洞口前再由 S_2 水面線變成超臨界流，但此一現象當 $S=0.11$ 時即不存在，而只存超臨界流流態。

對員山子分洪進水結構而言，阿公店水庫越域排洪進水口束縮段的設計及水工模型之經驗是一個值得參考的「模型」，下列成果可應用於員山子分洪計畫：

- 一、採用圓弧型溢洪道，左右兩側水流與側牆無交角，可以降低該處交波之形成，減少束縮段水流擾動性。此外，溢洪道流量率定曲線 $Q=1.5637 \times L \times (H-H_0)^{1.65955}$ 可供為員山子分洪設計之參考。 $H-H_0$ 為溢流水深， L 為堰寬。
- 二、若束縮段之坡度大於阿公店水庫越域排洪工程，則有助於水流比能之提昇，增加流態之穩定性，但亦可能增加交波幅度，因此束縮段側牆之交角宜儘可能加大。
- 三、阿公店水庫越域排洪工程進水結構含 50m 長束縮段、20m 長 8.6m×8.6m 正方形段及 20m 漸變至 $D=8.6m$ 圓型隧道，此一結構佈置是將束縮段與漸變段以一正方形段隔離，如此可減輕因二漸變段擾動流態的重疊效應。

圖 5.3 為依據上述考量所佈置之進水結構，共涵蓋以下 5 個子結構：

- (一)分洪堰：圓弧型，弧型長 80m，堰址高程 El.60m，堰頂高程 El.63m。
- (二)束縮段：由分洪堰圓弧頂部計 100m 側牆以交角 45.86° 對稱束縮。為避免兩種流態之發生及基於施工上之考量，由分洪堰下游 15m 起縱坡採用施工時隧道出碴所容許之最大坡度 $S=0.10$ (故束縮段終點高程降低 8.5m)。
- (三)矩型段：長 20m、高 12m、寬 15m， $S=0.10$ 。
- (四)漸變段：15m(W)×12m(H)漸變為 12m ϕ ，長 30m， $S=0.10$ 。
- (五)隧道段：直徑 12m， $S=0.01$ 。

由圖 5.3 可見，若分洪堰下游端 Sta.0+065 之高程為 EL.60m，則由該點起算至漸變段終點之長度共計 135m，故漸變段終點之底緣高程為 EL.46.5m(分洪隧道起點)。

表 5.1 及圖 5.4 本工程分洪堰之率定曲線，由該圖可見在 $Q=1,310\text{cms}$ 情況下，堰前水位為 $\text{El.}67.2\text{m}$ ，此水位亦將為員山子攔河堰設計之依據。表 5.2 及圖 5.5 為以能量方程式計算之水位、流速及比能，由所計算的數據顯示，水流於束縮段並不會產生水躍，流態良好。

5.3 攔河堰及分洪堰上游結構

一、攔河堰及分洪堰上游結構

依據進水口結構之佈置，攔河堰必須在水位 $\text{El.}67.2\text{m}$ 情況下，排洪 310cms 。表 5.3 及圖 5.6 為設置攔河堰後採用實測河道斷面以 HEC-RAS 模擬之水面線，在 $Q_{200}=1,620\text{cms}$ 時之迴水範圍約 200m 。為提高低水位之不分洪流量，且能控制高水位時之流量，攔河堰必須採用孔口流方式。孔口設計作業程序如下：

- (一)以寬頂堰公式 $Q=C \cdot L \Delta H^{1.5}$ ($C=1.7$ ， L ：堰寬)計算護坦水位與流量之關係。
- (二)設定攔河堰孔口流之水頭損失係數。(入口及出口損失係數分別設定為 0.15 及 1.0 參考文獻(3))
- (三)計算在 $Q_0=310\text{cms}$ 情況下護坦水位。
- (四)堰前水位高程=護坦水位高程+速度損失水頭(速度損失水頭 $=1.15 \times \frac{V^2}{2g}$)。
- (五)由以上步驟決定 $Q_0=310\text{cms}$ 時，水流經孔口的流速 V_0 。
- (六)孔口面積 $A_0=Q_0/V_0$ ，調整 A_0 並取整數。
- (七)設定孔口高並由 A_0 計算孔口寬度。

攔河堰堰址河床高程 $\text{El.}60\text{m}$ ，考慮水流經孔口之消能，設定攔河堰護坦尾檻高程 $\text{El.}61\text{m}$ ，考慮尾檻溢流之均勻性以避免產生偏流現象，採用堰寬為 30m 。孔口高度需考量避免遭到巨石或樹木、貨櫃等大型漂浮物堵塞及清除堰前淤積時之便利性，採用高 2.5m 設計。表 5.4 及圖 5.7 為依以上步驟計算所得當攔河堰寬 30m 孔口面積為 45m^2 之率定曲線。當 $Q_{200}=1,620\text{cms}$ ，分洪量為 $1,310\text{cms}$ 時，

分洪堰與攔河堰前水位為 El.67.2m，攔河堰頂高程採用 El.68.m，當攔河堰前水位為 El.63m 時(即水位於分洪堰頂)，孔口流量為 110cms，即為不分洪流量。

圖 5.8 為攔河堰建議之佈置，如立面圖所示 45m²之潛孔分成 2.5m (H)×9m(W)雙孔，本佈置除取得相當均勻的護坦水流分佈外，其孔口亦可避免遭到樹木，貨櫃等大型漂浮物堵塞。此外，設置二道孔口亦有利於進行必要的結構物維修。

二、左岸防洪牆、右岸側流堰及分洪靜水池

攔河堰上游之左側防洪牆可依河道治理計畫線興建，右方側流堰之線型則因建議之攔河堰寬度僅 30m，而原河道寬約為 75m，為避免妨礙右岸現有之自來水公司侯硐加壓站，側流堰由加壓站下游側開始佈設，河道寬度則漸變至 30m，側流堰長約 186m 如圖 5.9 所示。

側流堰與分洪堰之間所形成之分洪靜水池面積約為 12,850m²，而分洪靜水池將有助於靜水池水流的橫向分佈及分洪堰水流之均勻性，此外，亦提高靜水池的沉砂效果並降低隧道受水流磨損之效應及排入東海之泥砂量。

側流堰的堰頂高程設定為 El.62.5m，此高程略低於分洪堰高程 El.63m，不致於形成控制斷面，但可阻攔推移質進入分洪靜水池，且可促使推移質經攔河堰孔口排至基隆河下游河段。

分洪靜水池的底部高程設定為 El.60m，此外其兩邊側牆在分洪堰上游端至少需約 20m 與分洪堰下游束縮段成直線，不應有折角，此乃確保分洪堰下游流態並降低束縮段交波產生之機率。

三、分洪靜水池排砂道

側流堰與分洪堰之間為分洪靜水池，供靜水及沉砂之用，於洪水過後必須清除分洪靜水池內之積水及淤砂。本計畫於分洪靜水池緊鄰攔河堰及側流堰設置排砂道(圖 5.9)，並設置閘門控制，其操作方式為平時全開，當分洪靜水池內之水位達 EL.63m 時則全部關閉，俟水位再降至 EL.63m 時再全部開啟。此種操作方式當洪水溢過側

流堰(EL.62.5m)但分洪靜水池水位未達 EL.63m 時，洪水量可經排砂道迴歸攔河堰下游之基隆河段，除減少分洪靜水池內之淤積外，亦可提高不分洪流量；當洪水水位超過 EL.63m 時，閘門呈關閉狀態，俟洪水過後再開啟閘門以利排水及排砂。經試算後，選定排砂道寬度為 20m，設置 6m 寬×3m 高孔口 2 處，並於其上游端設置閘門，攔河堰及排砂道之佈置如圖 5.10 所示，排砂道率定曲線則示如表 5.5 及圖 5.11。當分洪靜水池水位在 EL.63m 時，閘門全開之情況下，流量約為 100cms，而攔河堰之孔口排洪量約為 110cms，亦即在基隆河流量為 210cms 時不分洪。圖 5.12 為員山子分洪結構入流量與分洪量關係圖，由瑞芳介壽橋水位站之逐時統計資料顯示，自民國 70 年至 89 年間計有 61 場洪水事件之洪峰流量大於 210cms，所以平均每年約有 3 場洪水事件之洪峰流量大於員山子不分洪流量 210cms。

四、魚道

本河段主要魚種為台灣石斑，生殖季介於 3 月至 10 月間。由集集共同引水工程計畫對台灣石斑之魚道試驗指出，魚道坡度應避免大於 1/5，設計之水位差不超過 35cm 為原則，且應盡量避免使上下游水位差超過 55cm。由於本計畫攔河堰下游尾檻僅高 1m，將在尾檻下游設置潛孔階梯式魚道，魚道長 6m、寬 30m、階梯每階高差 0.25m 並順接至原河床如圖 5.10。

5.4 分洪隧道

一、管徑與縱坡之選擇

分洪隧道是本計畫最主要的工程，而影響隧道造價最重要的參數莫過於管徑，決定管徑的因子則包括分洪量、管壁的粗糙率、雷諾數、隧道坡度、流量及餘幅(free board)的需求等。以下將就粗糙度的選擇、縱坡的選擇及管徑的選擇作一討論與說明。

(一)“n”值之選擇

RC 內襯之 Rugosity E 之設計準則為：

1. 光滑(Smooth)：E=0.001ft.
2. 一般(Normal)：E=0.002ft.

3. 粗糙(Rough)：E=0.004ft.

本分洪隧道經長期運轉後終將遭到損磨而粗糙化，故設計上應採用粗糙面為準則，即 E=0.004ft，若隧道直徑 D=12m，則

$$\frac{E}{D} = \frac{0.004}{12 \times 3.28} = 0.0001$$

由 Moody Diagram 可查得 $f=0.012$ ，由 $R=0.25D=3.0\text{m}$ 及

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = \frac{1}{\sqrt{8g}} \frac{R^{1/6}}{n} = \frac{0.136}{n}$$

$$\text{得 } n=0.136\sqrt{f}=0.0149$$

採用 $n=0.015$

(二) 坡度之選擇

基於進水口與出水口高程之相關性建議隧道之縱斷面維持 $S=0.01$ 。

(三) 隧道直徑 D 與分洪量 Q 之相關性

圖 5.13 為管流流量特性曲線，由該圖可見正常水深 y_0 與隧道直徑 D 之比最好介於 0.70 與 0.75 之間。為瞭解隧道直徑 D 與分洪量之相關性，以 $n=0.015$ 及 $S=0.01$ 計算下列條件。

1. $y_0/D=0.70$ ：D=10m、11m 及 12m

2. $y_0/D=0.75$ ：D=10m、11m 及 12m

計算所得結果列如表 5.6 及圖 5.14，由所得結果建議採用隧道直徑 12m。

圖 5.14 亦顯示當 $Q=1,620\text{cms}$ 時， $y_0/D=0.853$ ，本隧道可承受基隆河在員山子設計流量的全部水流，但於更大流量情況下，水流可能“封管”成不穩定流態，於進水口、九份溪及出水口設置直徑 3m 通氣管，以穩定超出設計流量情況下之隧道壓力及流態。

二、曲率半徑之選擇

若選 $D=12\text{m}$ 、 $Q=1,310\text{cms}$ 、 $S=0.01$ ，則水流斷面 $A=0.5872D^2=84.41\text{m}^2$ 、流速 $V=15.52\text{m/s}$ ，此時正常水深 8.39m 之水面寬 $T=11\text{m}$ ，



$F = \frac{V}{\sqrt{gA/T}} = \frac{15.52}{\sqrt{9.81 \times 7.68}} = 1.79$ ，水流為超臨界流，在此情況下轉彎半徑之超高 ΔH 為

$$\Delta H = \frac{T}{R} \frac{V^2}{g}$$

若限制 $\Delta H \leq 1\text{m}$ 則

$$R_{\min} = \frac{T}{\Delta H} \frac{V^2}{g} = \frac{11}{1} \frac{(15.52)^2}{9.81} = 270\text{m}$$

本規劃採 $R=350\text{m}$ ，故 $\Delta H < 1\text{m}$ ，水理條件可以接受。

三、其他設計考量

(一) 摻氣

高流速水流之邊界層 (boundary layer) 發展至水流表面時由於水流的紊動性，可能因滲氣的效應而增加水深。圖 5.15 取自參考文獻(3)，圖中，若以 Q/T 代表 q 值，則所得 $S/q^{1/3} = 0.0025$ ，此值超出圖 5.15 之統計範圍，但亦顯示本計畫之 $S/q^{1/3}$ 偏小，即坡度小，水流與空氣接觸面積小等因素摻氣量將極為有限，並不影響餘幅的需求。

(二) 穴蝕

渠道中穴蝕形成的可能性可以穴蝕指標 (Cavitation index) σ_0 評估， σ_0 之定義為：

$$\sigma_0 = \frac{H_0 - H_v}{V_0^2 / 2g}$$

式中 H_0 = 基準壓 (m)

H_v = 蒸氣壓 (m)

g = 重力加速度 (m/s^2)

V_0 = 流速 (m/s)

σ_o 為設計系統流體的穴蝕參數，另定義結構起始穴蝕指標 σ_i ，若 $\sigma_o < \sigma_i$ 則表示該結構可能產生起始穴蝕。

在設計條件下 $H_o=8.39\text{m}$ ， $H_v=-10\text{m}$ ， $V_o=15.52\text{m/s}$ ，故 $\sigma_o = 18.39 / \left(\frac{15.52^2}{2 \times 9.8} \right) = 1.496$ 。而隧道中可能引起穴蝕的情況有三，一為

隧道施工導致臨水面產生孤立體；二為隧道由於磨損而產生均勻粗糙面；三為施工接縫產生之錯距。依據參考文獻(4)，前二者之 σ_i 為：

1. 孤立體

$$\sigma_i = 0.152 \left(\frac{k}{\delta} \right)^{0.361} \left(\frac{V_o \delta}{\nu} \right)^{0.196} \quad (1)$$

式中 k =錯距高度

δ =邊界層厚度

ν =水的運動粘滯係數

若採用 $\delta=8.39\text{m}$ (隧道內水深)， $V_o=15.52\text{m/s}$ ，則 $\frac{V_o \delta}{\nu} = 10^8$ ，

$$\text{並令 } \sigma_o = \sigma_i = 1.496, \text{ 則 Eq(1) 可求得 } \frac{K}{\delta} = \left[\frac{\left(\frac{1.496}{0.152} \right)^{1/0.361}}{36.98} \right] = 0.025。$$

即 $K=0.025 \times \delta = 0.025 \times 8.39 = 0.21\text{m}$ ，表示若隧道表面之孤立體小於 $K=0.21\text{m}$ 則在設計流量下不會產生本類型的起始穴蝕，因 0.21m 突出物相當大，若完工隧道予以合理的驗收並做必要的修復，則本隧道不致產生本類型的穴蝕。

2. 均勻粗糙面

$$\sigma_i = 16 \left(\frac{u_*}{V_o} \right)^2$$

式中 u_* =剪力速度

同樣設定 $\sigma_o = \sigma_i$



$$u_* = \sqrt{\frac{1.496}{16}} \times V_o = 0.3057 \times 15.52 = 4.75 \text{m/s} \quad (2)$$

即可容許之粗糙度而不產生啟始穴蝕的剪力速度為 4.75m/s。

在流體力學， u_* 之定義為

$$u_* = \sqrt{\frac{\tau}{\rho}} = \sqrt{\frac{f}{4} \frac{V^2}{2}} = V \sqrt{\frac{f}{8}} \quad (3)$$

將 $f=0.012$ ($n=0.015$)， $V=15.52\text{m/s}$ 代入 Eq(3)，可得 $u_*=0.60\text{m/s}$ ，表示在設計條件下，本計畫之隧道內面工亦不會因粗糙度而產生起始穴蝕。

3. 施工接縫錯距

依據參考文獻(5)，本計畫於設計條件下穴蝕參數 $\sigma_o = 1.496$ ，由圖 5.16 可知，臨水面之施工接縫錯距不得大於 0.35cm，另外，由圖 5.17 可知，如臨水面之施工接縫間產生一連接斜面，則連接角度不得大於 30° 。

(三) 磨損

本計畫分洪結構物在洪水期間將挾帶大量的泥砂，對結構物將造成磨損，影響磨損的因子包括：

1. 結構物的材質，包括硬度及強度。
2. 輸送固體的物理特性，包括顆粒大小、硬度、幾何形狀、比重及濃度等。
3. 流體特性，包括流速及其與結構物相對的流向。

基隆河上游主要為砂岩地質，洪水挾帶的泥砂為含矽量高的砂岩，因矽的硬度高故對隧道及相關結構產生的磨損及衍生效應不可忽視。

經估算，員山子於 $Q_{200}=1,620\text{cms}$ 時，分洪泥砂的濃度約為 2,395ppm，其分佈約為：

(1) 3mm 至 5.5mm：0.50%

(2) 2 至 3mm：0.52%

-
- (3)1 至 2mm：3.79%
 - (4)0.5 至 1mm：13.06%
 - (5)0.074mm 至 0.5mm：28.74%
 - (6)小於 0.074mm 53.38%

以隧道的流速而言，以上粒徑為懸浮質，故隧道段的磨損屬一種懸浮質的磨損型態。

水工結構物受懸浮質的磨損都發生在流速較高的情況下，依據大陸黃河小浪底壩(壩高 150m)設計所得資料顯示，黃河高濃度泥砂對三門峽大壩結構物在流速小於 12m/s 的情況下僅產生輕微的磨損，因黃土之含砂量達 90%，故 12m/s 可視為懸浮質對一般混凝土產生磨損的臨界流速。在設計流量 1,310cms 之情況下，隧道之流速為 15.52m/s。此流速雖大於上述黃河三門峽經驗的 12m/s 懸浮質磨損臨界流速，惟：

- (一)黃河三門峽大壩為長期性經常運轉的操作型態，而員山子分洪隧道為一低頻率且短暫性的運轉型態。
- (二)隧道受磨損後其內面粗糙度將提高，在相應的 n 值增加後，將有降低流速效果，故隧道之磨損效應不可能持續增加。

依上述之經驗研判，在 $S=0.01$ 而 $V_0=15.52\text{m/s}$ 的設計條件下，磨損的程度尚可容許。但為避免因磨損而造成經常維護，本結構物將建議採用精選的骨料及強度介於 350 至 450kg/cm² 的混凝土做襯砌，隧道進口段或出口段局部流速較高區段，將個別規範所需的混凝土強度。

5.5 出水結構

圖 5.18 為分洪隧道出水口段之縱斷面圖，由該圖可見台 2 線臨海側並無平台空間，此外，隧道採 $S=0.01$ 則接近台 2 線之底緣高程約為 EL.15m。原規劃之拋射戽斗消能工，由於文獻上對拋射作用之形成所需的流量或流速並未有明確的建議，惟拋射戽斗大多用於高壩結構，動能都相當可觀，拋射通常不成問題，但因本計畫採無人

為控制分洪，故中小流量情況是否能產生射流是個變數，基於上述原因，本計畫將採消能池之佈置，以消能池消能相當於戽斗式而將水舌平射落入消能池以消除水流之能量。

由於漸變段末端流速大，高程為 El.21.35m，欲使水流改變垂直流向，由隧道 $S=0.01$ 進入一適當的消能工，且穿越台二線底部必須有相當長的過渡段，而過渡段的高流速將造成其嚴重磨損(甚至穴蝕)及爾後維護問題。

消能池之佈置示如圖 5.19，採用之出水結構涵蓋 12m 直徑至 12m(H)×12m(W)及 12m(H)×12m(W)至 12m(H)×25m(W)的漸變段，前者長度為 10m，後者長度為 53m，此 53m 漸變段採 7° 的擴張角，由此可得

$$L = \frac{(25-12)/2}{\tan 7^\circ} = \frac{6.5}{0.123} \doteq 53\text{m}$$

水流於漸變段末端藉由其動能以水舌方式拋射入消能池消能，消能池需有足夠深度以避免對底板產生過大的沖擊力，設定消能池底部高程為 El.-6m，考慮消能池單位寬流量避免過大，造成流速過大破壞海岸地形，設定消能池寬為 35m。漸變段末端高程 El.21.35m 與消能池底部高程 El.-6m，相差 27.35m，漸變段末端以 45° 角，寬度由 25m 漸變至 35m 向下銜接消能池，寬度由 25m 至 35m 可避免水舌於拋射過程中因負壓而產生之背離現象。由基隆舊站 35~89 年潮汐統計資料顯示歷年最高高潮位為 2.48m，有義波高為 5.02m，最低低潮位 -0.25m，平均潮位 0.92m，消能池出口底緣設定為 El.4m，此高程高於最高高潮位 2.48m，在分洪時，由於波浪 run-up 的作用，出水口水流難免受到反相碎波的影響，但其影響有限，不致於明顯的抬高消能池水位。消能池在 $Q=1,310\text{cms}$ 水位為 El.11.85m，消能池頂版下緣高程為 El. 15.42m(路面高程 El. 19.28m)與水面約有 3.6m 的餘幅，此餘幅應足夠避免水舌沖入而造成消能池封頂現象。消能池頂部設置有一 3m 直徑通氣管。

表 5.7 及圖 5.20 為隧道漸變段末端水流流速及水深與流量之關係，由該圖可見在 $Q=1,310\text{cms}$ 時流速約為 18.43m/s，水深為 2.84m。

圖 5.21 為水舌拋射入消能池軌跡，與消能池斷面佈置圖。表 5.8 及圖 5.22 為水舌進入消能池之沖擊水深與流量關係，此成果乃依據參考文獻(6)計算，該文獻建議下列公式：

$$d_s = 1.5q^{0.6}H^{0.1}$$

式中

d_s ：最大沖刷深度(自水面量測)(m)

q ：跌水處單位寬度流量(cms/m)

H ：跌水高度(上下游水位高程差)(m)

雖然消能池寬度為 35m，但因水舌起點寬度僅 25m，本計算採水舌落入消能池之有效寬度為 30m，並以此寬度計算單寬流量 q 。

圖 5.22 中亦顯示設計之消能池水深 H_0 與流量之關係，由該圖可見若流量小於 1,150cms，消能池水深大於水舌沖擊深度但若流量大於 1,150cms 則略有不足，在設計流量 1,310cms 時 $H_0=17.86m$ 而 $d_s=18.59m$ 兩者相差約 0.7m，本設計考慮大流量發生之機率較低，消能池可不必作過渡的開挖。

圖 5.20、5.21 及 5.22 亦考慮 $Q=1,620cms$ 時的水理條件，消能池在 $Q=1,620cms$ 時流況有二個較不確定因素，其一為消能池平均水位為 El. 13.05m，水舌與沖入消能池之波浪相互作用下可能有局部封頂狀態，但此現象應是隨機而非全面性的；其二為水池深度與經驗公式所推估之沖刷平衡深度相差約 2.0m，表示消能池底部將面臨較大的沖擊力。

水流將挾帶細顆粒泥粒，因消能池之消能作用源自於水流的渦流而非水流與結構物間的作用，故判斷水流在消能池所產生的磨損作用有限。若水流挾帶大型漂浮物入消能池，則漂浮物對消能池之衝擊或破壞在所難免。

5.6 進水結構物與分洪量敏感度分析

圖 5.23 為進水結構於設計條件 $Q=1,310cms$ 時，水面線及能量

線演算成果，該圖顯示流態良好。本計畫之進水結構設計原則為基隆河員山子上游來水 $Q_{200}=1,620\text{cms}$ 時，分洪量為 $1,310\text{cms}$ 。本節將分別就員山子發生 500 年與 1000 年重現期洪水量時對進水結構之敏感度。

二、曲率 500 半徑之選擇水量

當員山子堰址發生 500 年重現期洪峰流量為 $1,757\text{cms}$ 時，攔河堰堰前水位為 67.35m ，攔河堰孔口排放量為 322cms ，分洪量為 $1,435\text{cms}$ 。圖 5.24 為進水口結構束縮段之水流特性，該圖顯水流於束縮段尚未發生水躍，水流進入隧道後之正常水深 $y_0=9.30\text{m}$ ， $y_0/D=0.775$ ，該值顯示水流於隧道中之流態尚穩定，消能池水位為 $\text{EL}.12.34$ 距改建後台二線底部高程約 3m 。

二、曲率 1,000 半徑之選擇水量

當員山子堰址發生 1,000 年重現期洪峰流量為 $1,855\text{cms}$ 時，理論上，攔河堰堰前水位為 67.52m ，攔河堰孔口排放量為 326cms ，分洪量為 $1,529\text{cms}$ 。經由計算發現，該流量受限於束縮段幾何形狀而形成“阻塞”之現象，水流將於束縮段終點(Sta.0+150)形成一控制斷面，此時分洪流量之大小將取決入口控制斷面與隧道出口之能量差，經試算，當入口控制斷面水位 $\text{EL}.67.41$ 時，分洪量約 $1,529\text{cms}$ ，但此一水位將造成分洪堰變成非控制斷面，研判堰前水位將會略為抬昇，以增加能量。分洪量 $1,529\text{cms}$ 小於 $1,620\text{cms}$ ，由 5.4 節之討論可知，該流量於隧道之流態摻氣、穴蝕等均為可接受範圍。

由以上之分析可知本進水口結構於發生 $Q_{500}=1,757\text{cms}$ 時，尚可利用明渠流方式將洪水量順利送入隧道，但當洪水量介於 500~1,000 年重現期時，則須利用壓力流方式送水進入隧道，所以本工程最大可容許洪水量應不超過員山子發生 1,000 年重現期之洪水事件。

三、象神颱風分擇過程

民國 90 年 9 月之納莉颱風為歷年來基隆河沿岸淹水最深之颱風，但尚無法取得員山子堰址下游介壽橋之時流量記錄，故以民國 89 年 10 月之象神颱風討論其分洪過程。介壽橋位於員山子下游約

3km，故以介壽橋站時流量視為員山子之時流量，表 5.9 及圖 5.25 為其分洪過程表及歷線圖。由表 5.9 可知象神颱風最大洪峰量發生在 89/11/1 為 1,600cms，相當於員山子堰址 200 年重現期之洪峰流量 1,620cms，最大分洪量為 1,291cms，攔河堰下游最大放流量為 309cms。圖 5.25 顯示分洪歷時約 42 小時，排砂道閘門啟閉共 4 次。由象神颱風之分洪過程顯示，本計畫設計員山子不分洪量 210cms 對於排砂閘門操作頻率尚可接受。

5.7 水工模型試驗

建議執行以下水工模型試驗

一、局部結構試驗

本階段目的在於利用較為簡易之模型進行試驗，以確定各局部結構可以達到設計功能，供初步結構改善及修訂之依據。建議之局部模型試驗包括：

(一)攔河堰及分洪結構

範圍涵蓋部份河道(攔河堰上游約 500 公尺，下游至鐵路橋約 100 公尺)、攔河堰及附屬設施、側流堰、靜水池及弧型分洪堰堰體，模型比例建議採用 1/50~1/60。

(二)進水結構

範圍涵蓋弧型分洪堰、束縮段、隧道進口及彎段，模擬比例建議採用 1/50~1/60。

(三)隧道及出水口結構

範圍涵蓋部份隧道末端、漸變段、陡槽段、消能室及局部出口地形，模型比例建議採用 1/50~1/60。

二、整體分洪結構試驗

本試驗於上述局部結構試驗完成後且定案後執行，在學理上本階段之模型不需涵蓋排洪隧道全段。因隧道自進水口附近的彎道後



下游全屬直線，在所建議的 $D=12.0\text{m}$ 的斷面下，隧道應有足夠的通風能力而不會產生流態上的變化。故此階段之模型可省略大部份直線段隧道以節省空間及造價。若實驗室有足夠設備建議採用不小於 $1/50$ 的比尺。模型範圍則涵蓋整體分洪結構，包括部份攔河堰上、下游河段及出水口至低潮位之地形。

表 5.1 分洪堰率定曲線

堰前水位高程H (m)	分洪量(cms)
63.00	0.00
63.50	39.60
64.00	125.10
64.50	245.17
65.00	395.20
65.50	572.33
66.00	774.55
66.50	1000.35
67.00	1248.51
67.20	1310.00
67.50	1518.04
67.90	1746.69
68.00	1808.09

註： $Q=1.5637 + (H-H_0)^{1.65955}$, H_0 : 堰頂高程 63m。

表 5.2 Q=1,310cms 時束縮段水理條件

里程 (m)	總能量 (m)	渠底高程 (m)	福祿數	臨界水深 (m)	比能 (m)	臨界比能 (Ec)	水深 (m)	速度 (m/s)	渠寬或隧 道半徑(m)
65	67.12	60.0	2.45	3.23	7.12	4.85	1.79	10.23	71.92
75	67.01	59.0	2.55	3.52	8.01	5.27	1.89	10.97	63.46
85	66.9	58.0	2.58	3.87	8.90	5.80	2.07	11.59	54.99
95	66.79	57.0	2.54	4.32	9.79	6.49	2.34	12.11	46.53
105	66.69	56.0	2.40	4.94	10.69	7.42	2.77	12.48	38.07
115	66.6	55.0	2.15	5.85	11.60	8.77	3.53	12.61	29.61
116	66.6	54.9	2.12	5.96	11.70	8.94	3.63	12.6	28.77
125	66.53	54.0	1.82	7.06	12.53	10.58	4.76	12.38	22.33
135	66.48	53.0	1.53	8.27	13.48	12.40	6.26	11.94	17.60
145	66.43	52.0	1.43	9.08	14.43	13.62	7.20	11.97	15.29
150	66.4	51.5	1.51	9.20	14.90	13.80	7.04	12.47	15.00
160	66.34	50.5	1.72	9.20	15.84	13.80	6.45	13.62	15.00
170	66.26	49.5	1.90	9.20	16.76	13.80	6.04	14.54	15.00
200	66.03	46.5	1.53	10.84	19.53	18.41	9.05	14.39	6.00
210	65.95	46.4	1.53	10.84	19.55	18.41	9.02	14.37	6.00
220	65.88	46.3	1.53	10.84	19.58	18.41	9.00	14.40	6.00
230	65.81	46.2	1.54	10.84	19.61	18.41	8.98	14.43	6.00
240	65.73	46.1	1.54	10.84	19.63	18.41	8.96	14.46	6.00

表 5.3 員山子堰址設計流量 $Q_{200}=1,620\text{cms}$ 時築堰前後水
理變化情形

斷面編號	河心距 (m)	底床最低點 (m)	築堰前水位 (m)	築堰前 流速 (m/s)	築堰後水位 (m)	築堰後 流速 (m/s)
125.1	35380	53.52	62.06	5.69	60.20	2.02
125.2	35518	57.95	63.90	4.81	60.59	3.24
125.5 (尾檻)	35663	61.00	65.35	6.09	64.33	3.10
125.6 (攔河堰)	35700	60.00	65.88	5.51	67.20	3.00
125.7	35900	60.00	67.64	2.83	67.55	2.86
126	36105	63.54	69.11	6.32	69.13	6.30
126.1	36261	64.88	71.29	6.13	71.27	6.16
126.2	36436	68.78	73.80	6.10	73.80	6.10
126.3	36607	71.55	76.39	5.43	76.39	5.43
127	36815	73.08	78.55	5.41	78.55	5.41
127.8	36925	76.31	80.25	5.88	80.25	5.88
128	37300	76.70	84.14	5.35	84.14	5.35
129 (侯硐介壽橋)	37935	82.12	89.97	4.63	89.97	4.63

註：築堰後斷面 125.1~125.5 演算流量為 310cms。



表 5.4 攔河堰孔口率定曲線

攔河堰放 流量(cms)	尾檻水位 (m)	流速(m/s)	損失水頭 (m)	堰前水位 (m)
0	61.00	0.00	0.00	61.00
2.5	61.13	0.06	0.00	61.13
5	61.21	0.11	0.00	61.21
10	61.34	0.22	0.00	61.34
25	61.62	0.56	0.02	61.64
50	61.99	1.11	0.07	62.06
110	62.66	2.42	0.34	63.00
144	63.00	3.20	0.60	63.60
150	63.05	3.33	0.65	63.70
200	63.49	4.44	1.16	64.64
250	63.89	5.56	1.81	65.69
300	64.26	6.67	2.61	66.86
310	64.33	6.89	2.78	67.20
350	64.61	7.78	3.55	68.16

表 5.5 排砂道率定曲線

攔河堰放 流量(cms)	尾檻水位 (m)	流速(m/s)	損失水頭 (m)	堰前水位 (m)
0	60.50	0.00	0.00	60.50
1	60.60	0.03	0.00	60.60
2.5	60.68	0.07	0.00	60.68
5	60.78	0.14	0.00	60.78
10	60.94	0.28	0.00	60.95
20	61.20	0.56	0.02	61.22
40	61.61	1.11	0.07	61.69
60	61.96	1.67	0.16	62.12
80	62.27	2.22	0.29	62.56
90	62.41	2.50	0.37	62.78
100	62.55	2.78	0.45	63.00
120	62.82	3.33	0.65	63.47
140	63.07	3.89	0.89	63.96
142	63.09	3.94	0.91	64.01
150	63.19	4.17	1.02	64.21

表 5.6 隧道直徑 D 與 Q 之相關性

y_0/D	流 量 (cms)		
	D=10m	D=11m	D=12m
0.70	810	1,044	1,316
0.75	882	1,122	1,415

註：n=0.015，S=0.01。



表 5.7 隧道漸變段末端流速及水深與流量關係

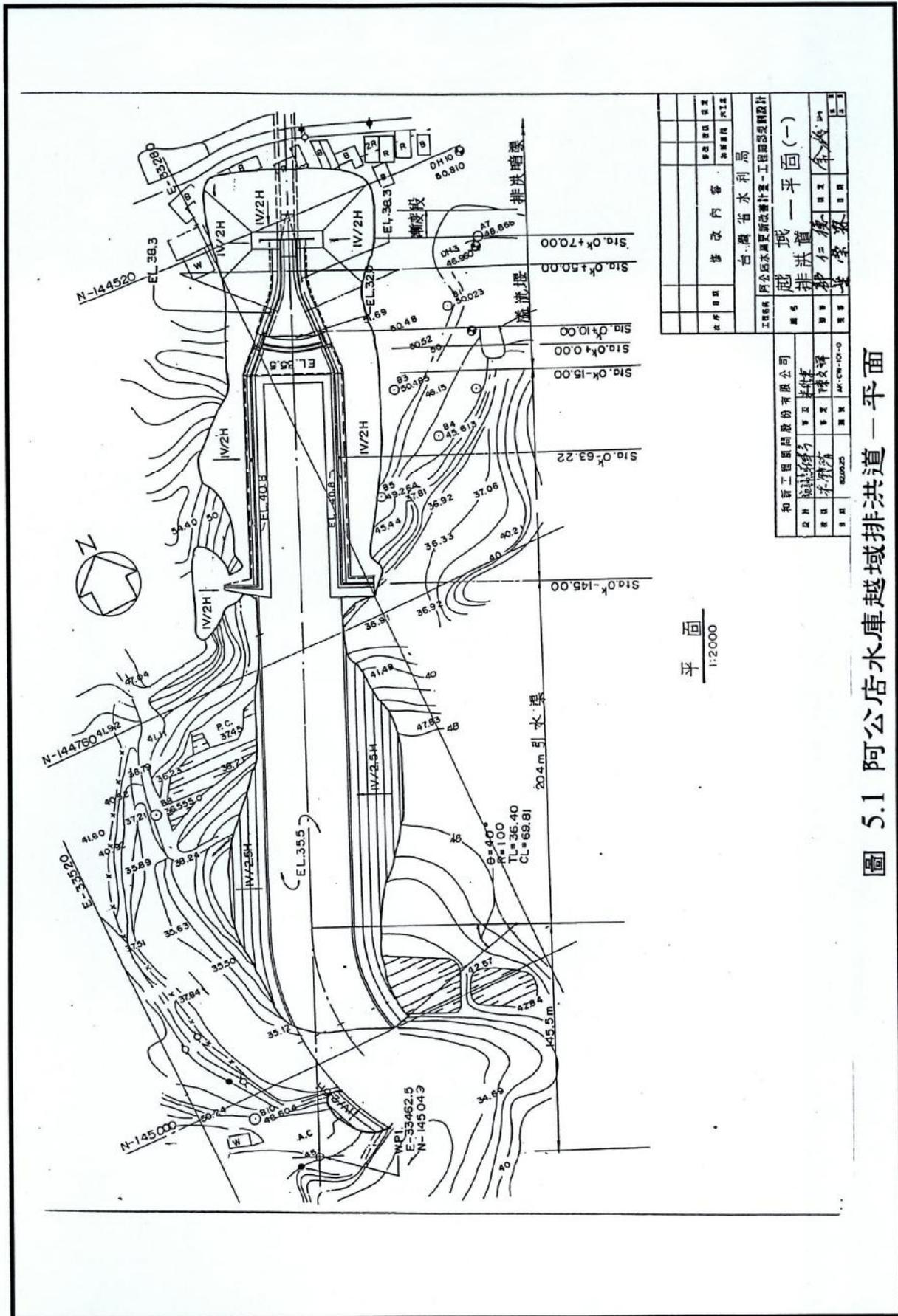
Q(cms)	流速 (m/s)	水深 (m)
1620	19.38	3.34
1310	18.43	2.84
1000	17.21	2.32
700	15.60	1.80
400	10.56	1.52
200	8.20	1.00
100	6.39	0.63
50	4.85	0.41

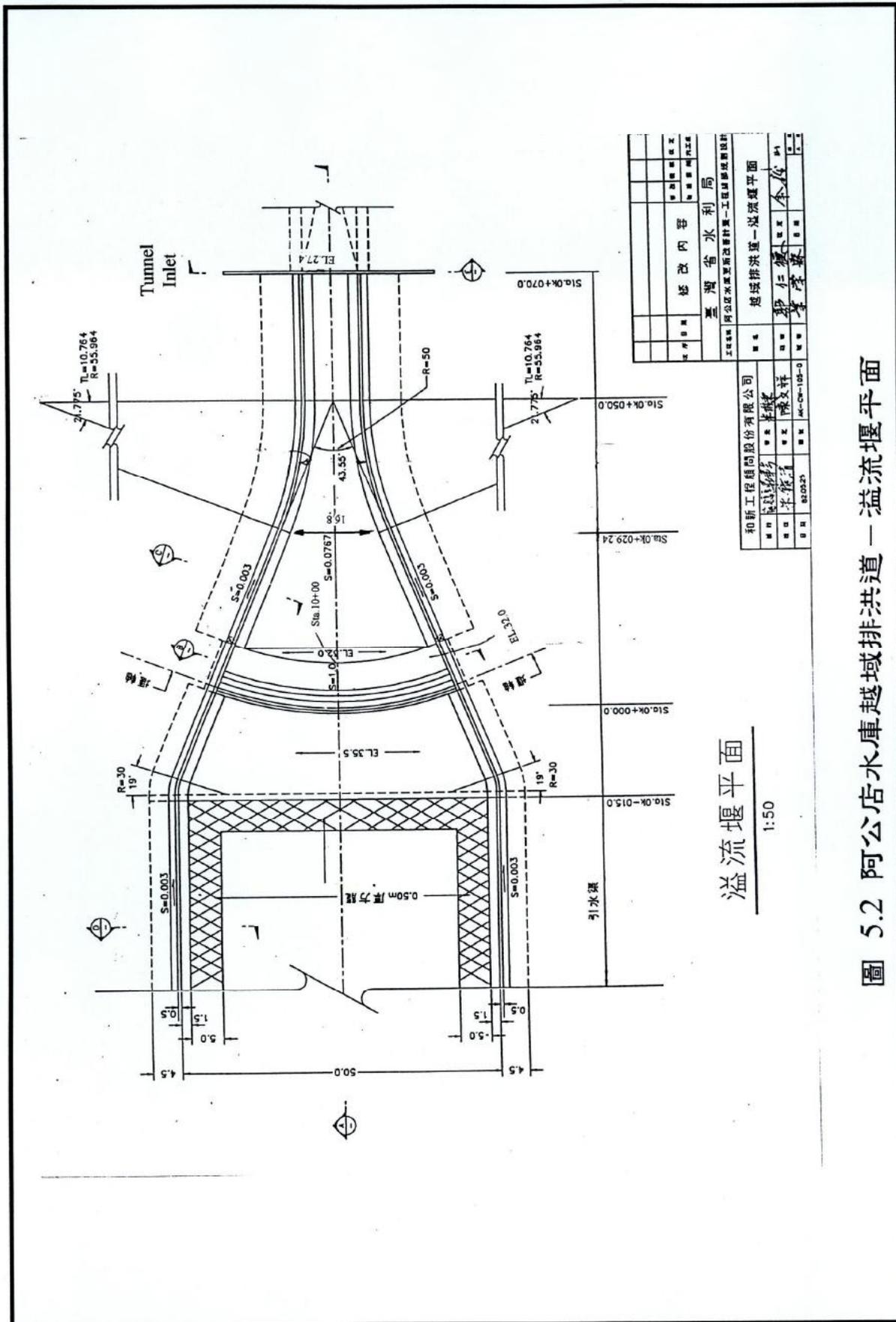
表 5.8 水舌進入消能池之沖擊水深與流量關係

流量 Q(cms)	單寬流量 q(cms)	漸變段末段 水位高程 (m)	消能池水 位高程 (m)	上下游水 位差 H(m)	水舌沖擊 深度 ds(m)	消能池底部 El.-6.0m時 之水深 (m)
1620	54.00	24.69	13.05	11.64	21.00	19.05
1310	43.67	24.19	11.86	12.33	18.59	17.86
1000	33.33	23.67	10.56	13.11	15.91	16.56
700	23.33	23.15	9.17	13.98	12.92	15.17
400	13.33	22.87	7.56	15.31	9.32	13.56
200	6.67	22.35	6.24	16.11	6.18	12.24
100	3.33	21.98	5.41	16.57	4.09	11.41
50	0.67	21.76	4.89	16.87	1.56	10.89

註：漸變段末端高程 EL.21.35m。

表 5.9 員山子分洪結構象神颱風分洪過程表



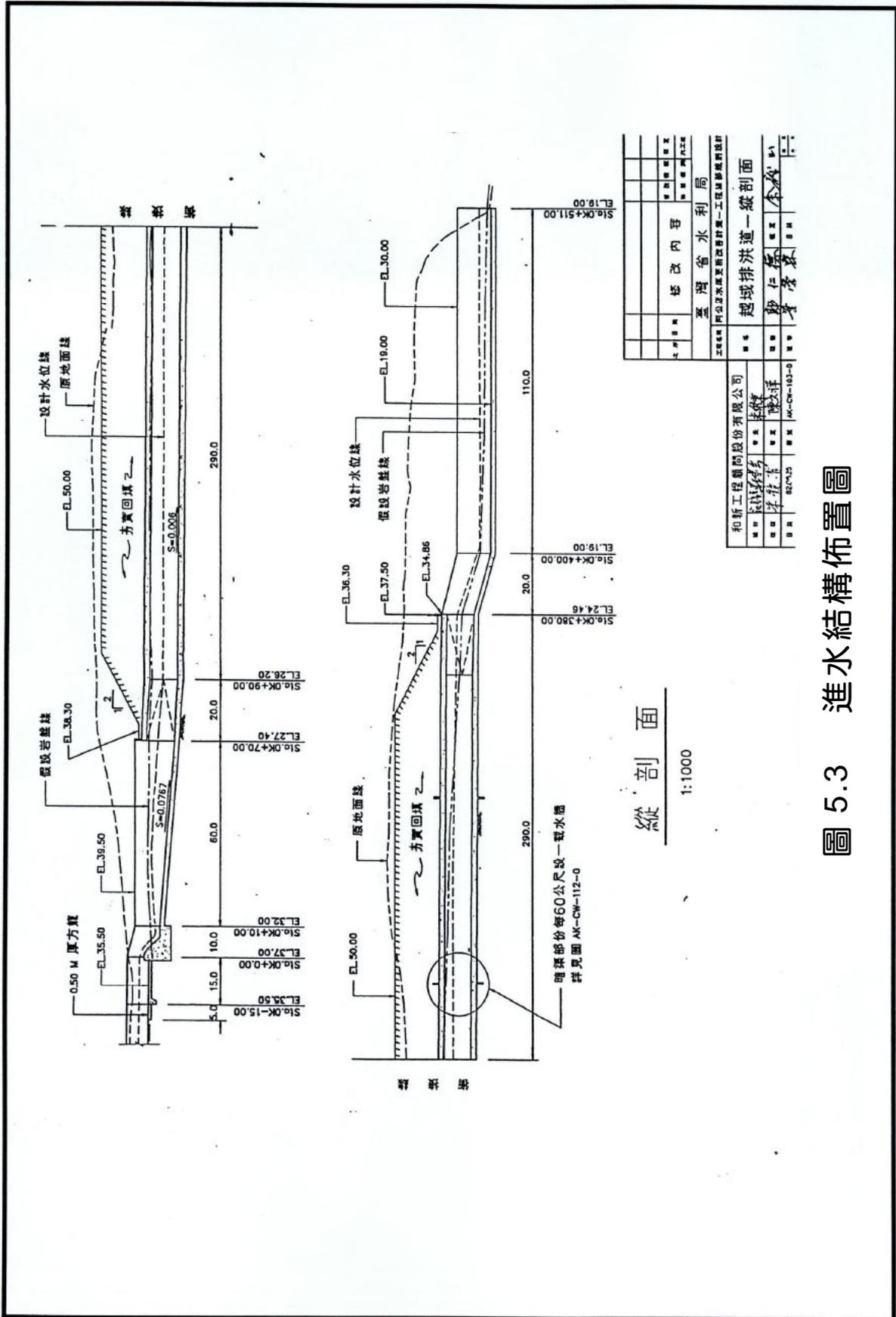


項目	內容	單位	數量
溢流堰	溢流堰	m	100
引水渠	引水渠	m	100
其他	其他	m	100

臺灣省水利局	
工程名稱	阿公店水庫溢流堰計畫第一工程溢流堰堰頂設計
圖名	越域排洪道—溢流堰平面
設計	郭仁傑
校核	李俊
日期	82.02.23
圖號	AK-CM-105-0

溢流堰平面
1:50

圖 5.2 阿公店水庫越域排洪道—溢流堰平面



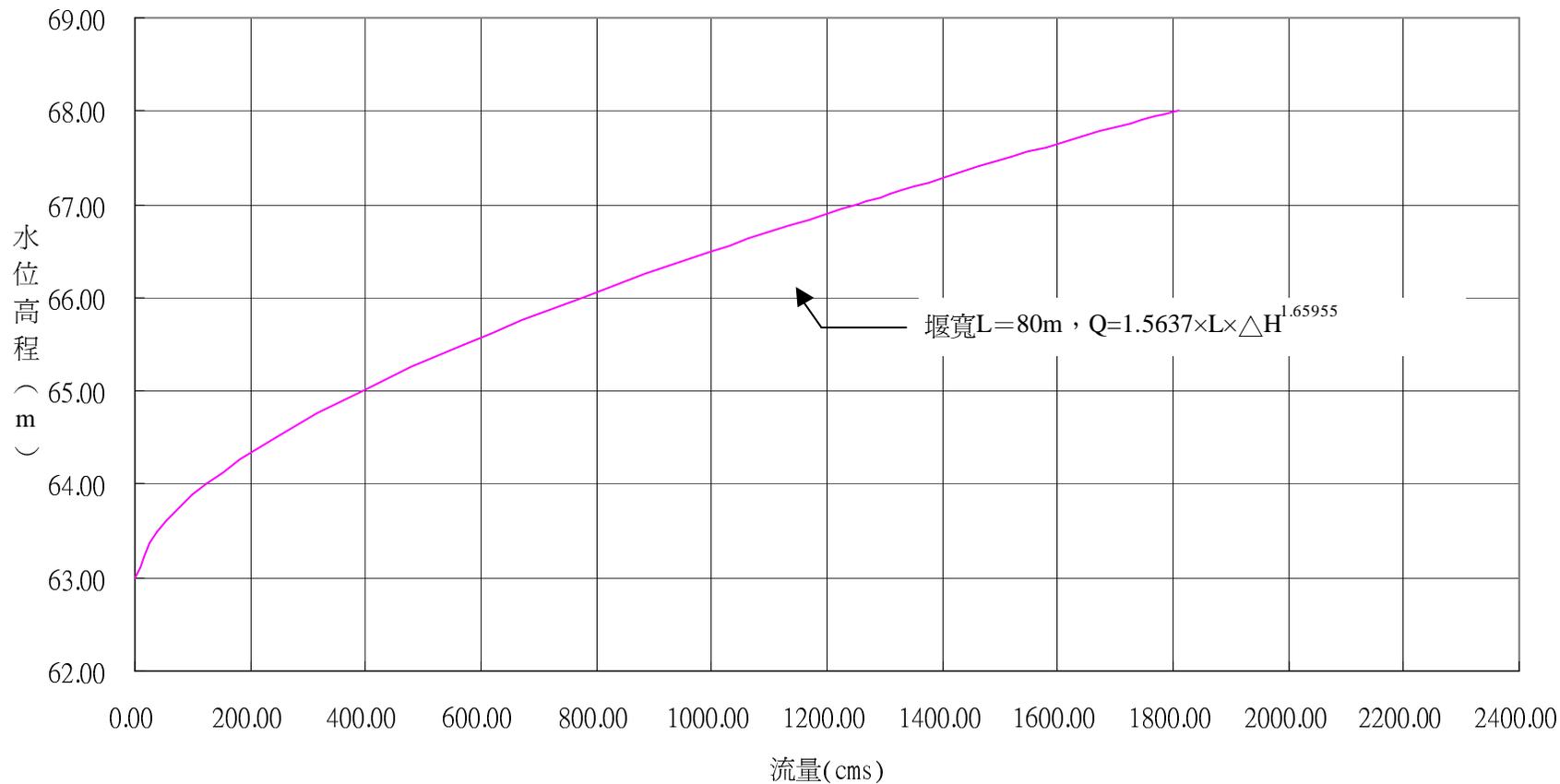


圖 5.4 分洪堰率定曲線

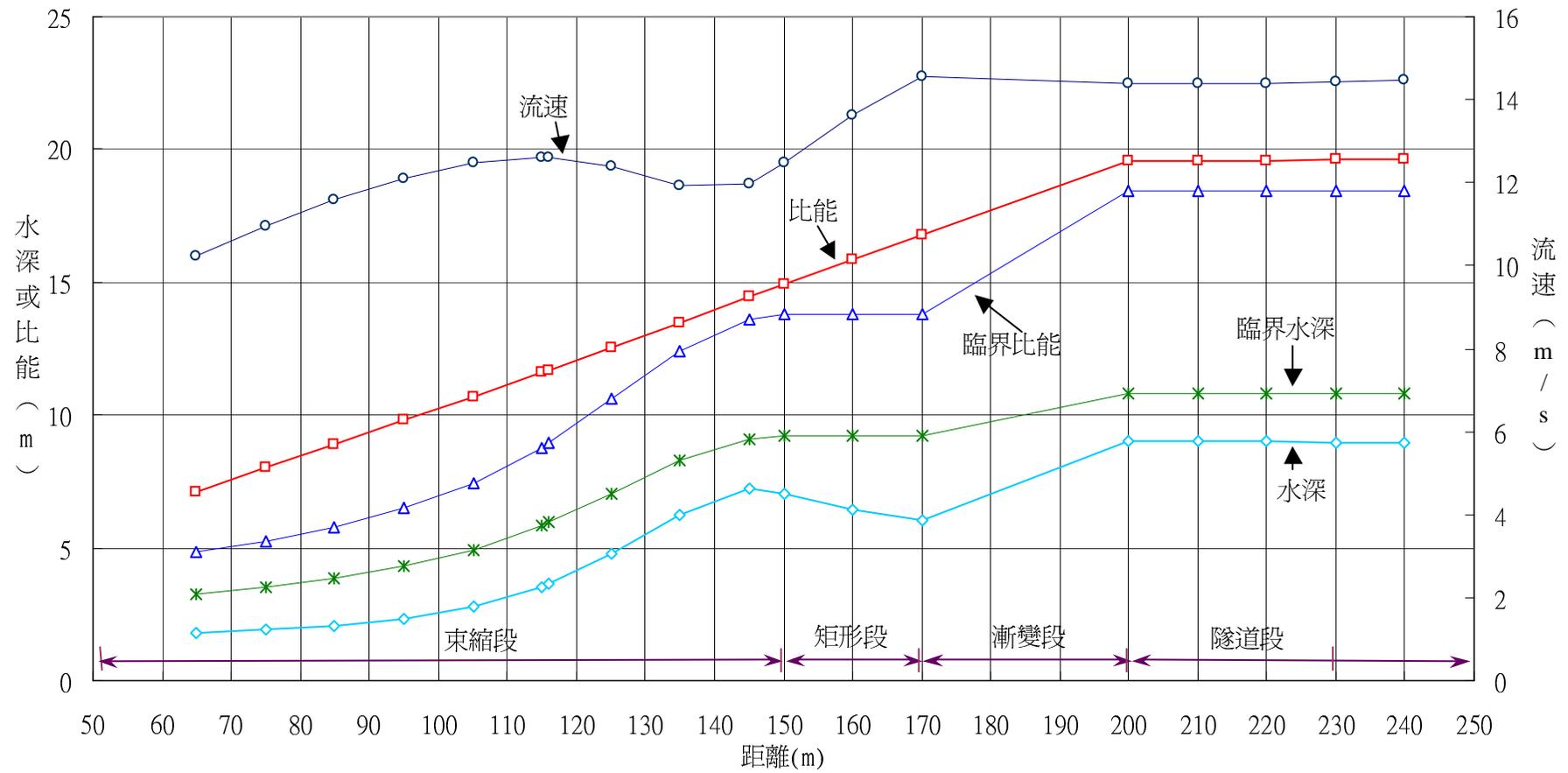


圖 5.5 進水結構束縮段水流特性(Q=1,310cms)

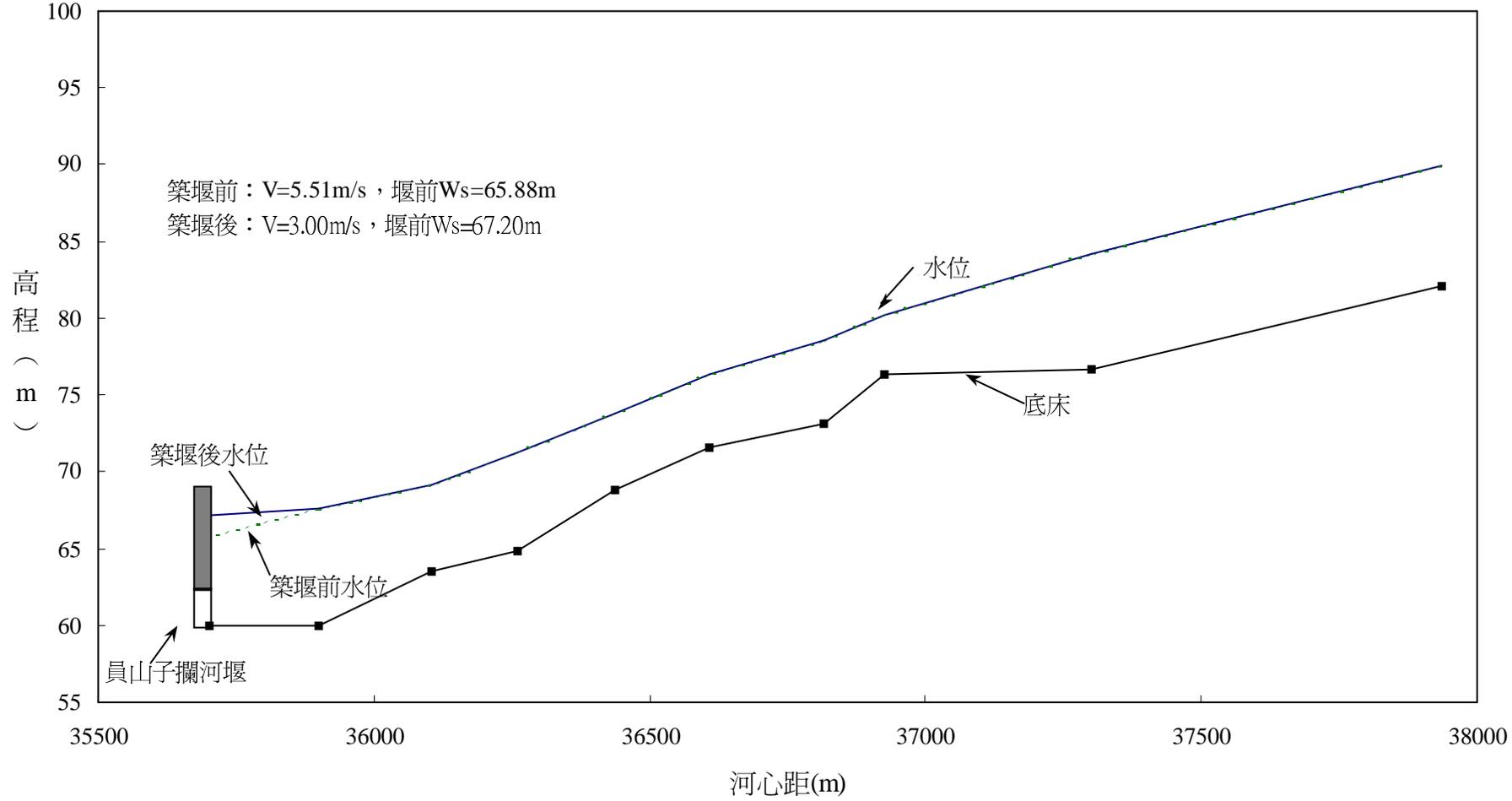


圖 5.6員山子攔河堰上游迴水計算成果(Q=1,620cms)

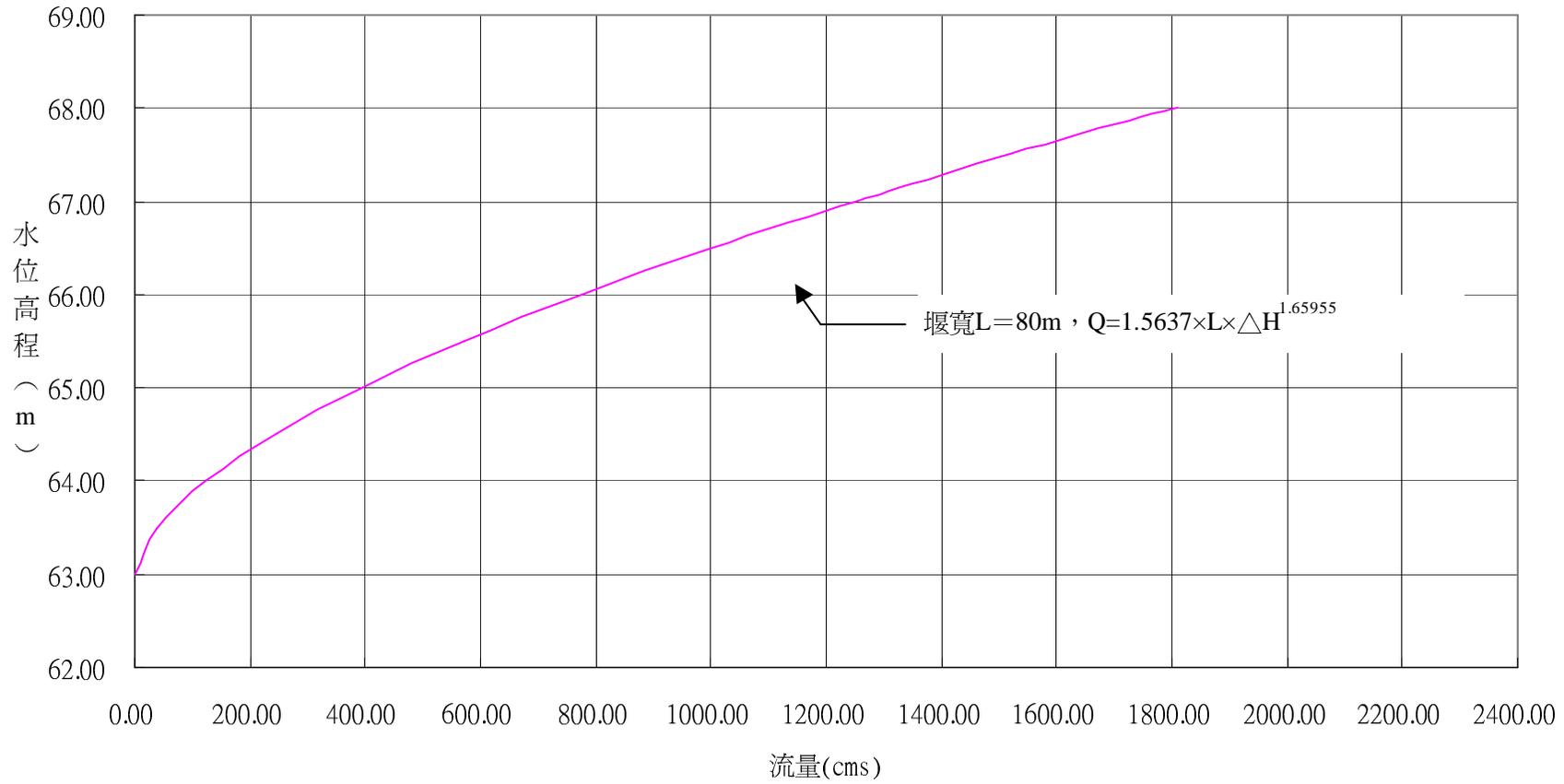
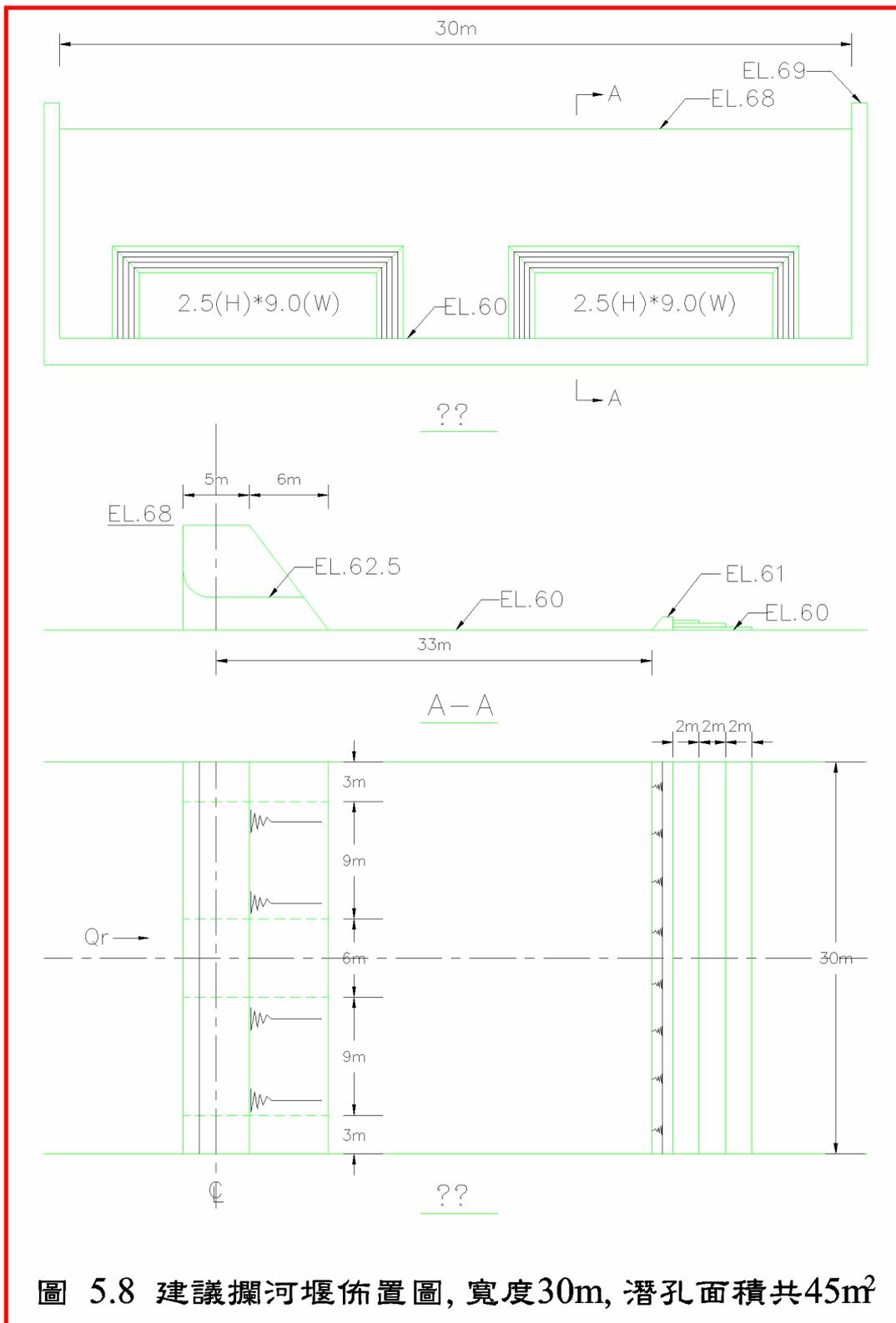


圖 5.4 分洪堰率定曲線



D:\DWG-5\6081\BPT-5\ PLOT -T\01057.dwg
 FILE NAME: P5=81016
 PLOT DATE: 2008-05-20
 PLOT TIME: 10:57

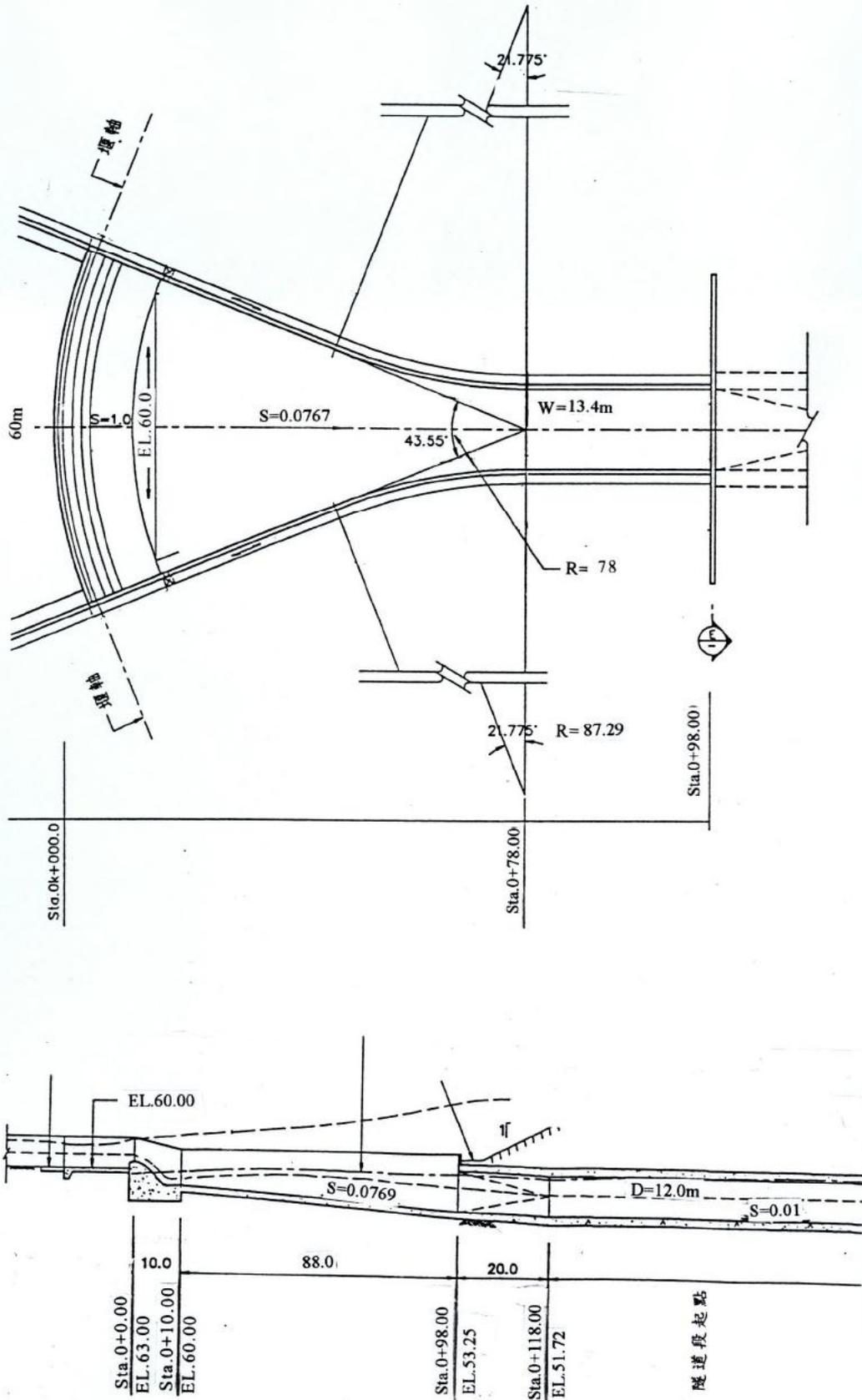


圖 5.9 進水結構方案 IA1 佈置圖(平面佈置取自參考文獻 (1)以 1.56 倍比尺放大)

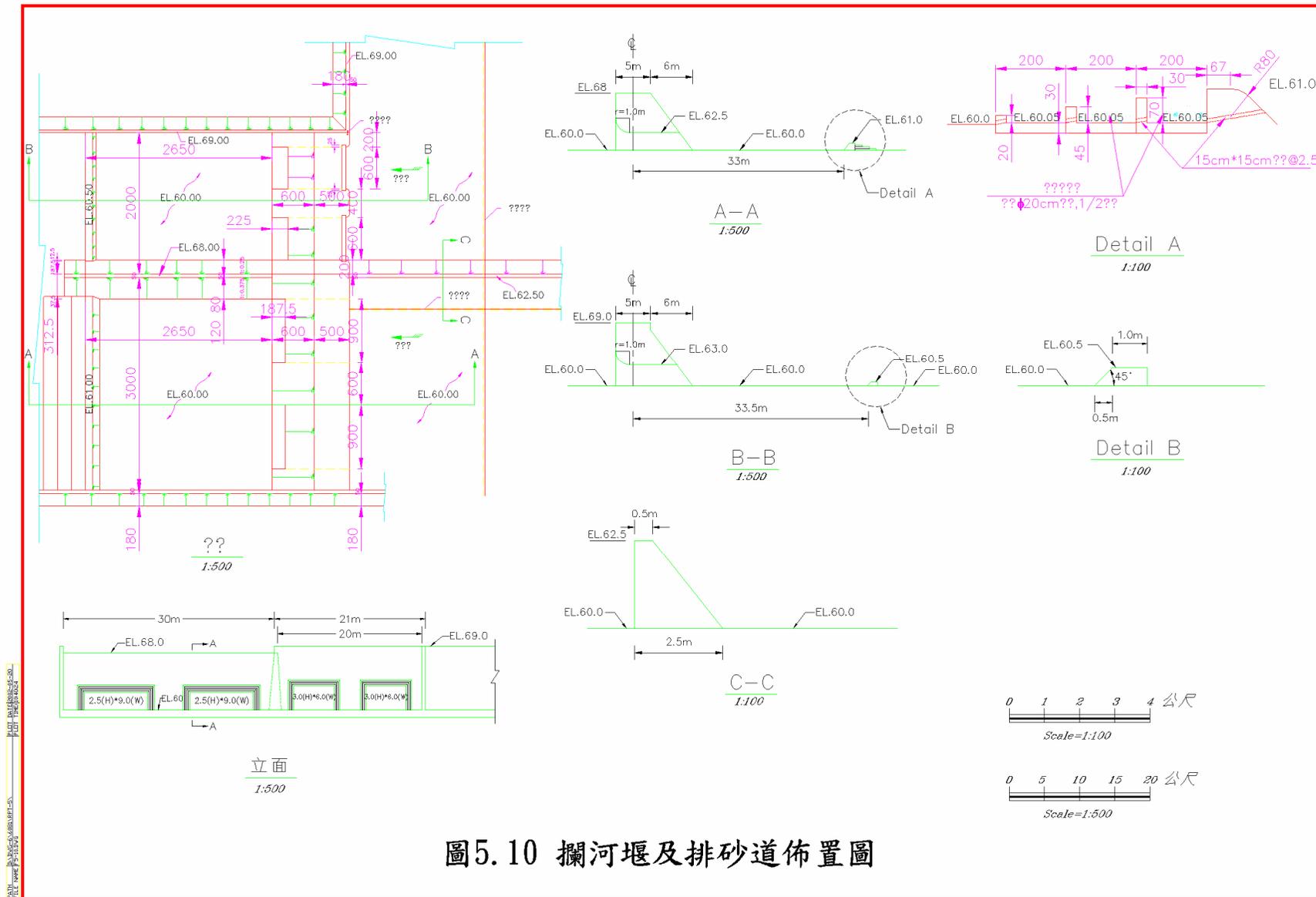


圖5.10 攔河堰及排砂道佈置圖

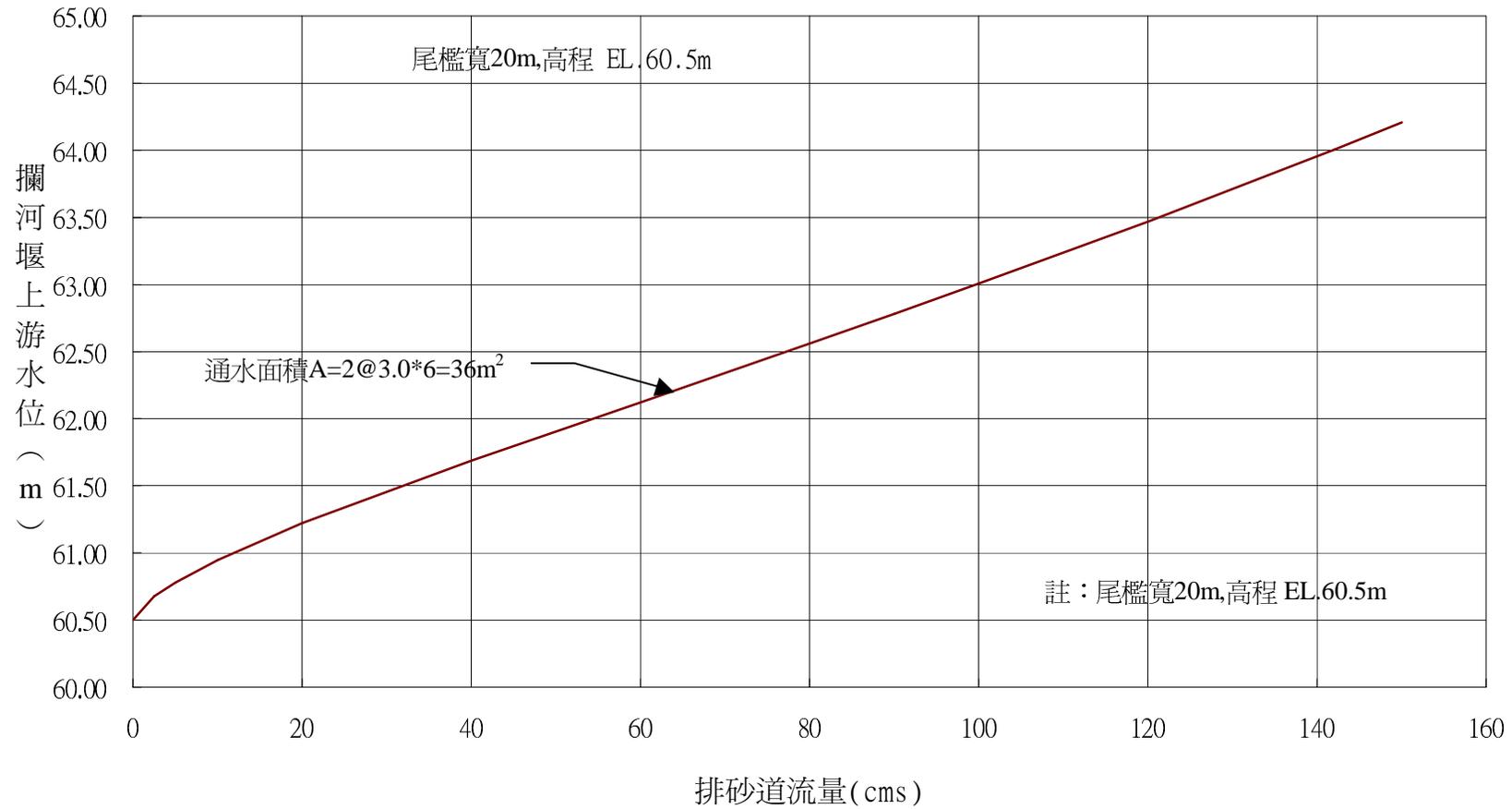


圖 5.11 排砂道率定曲線

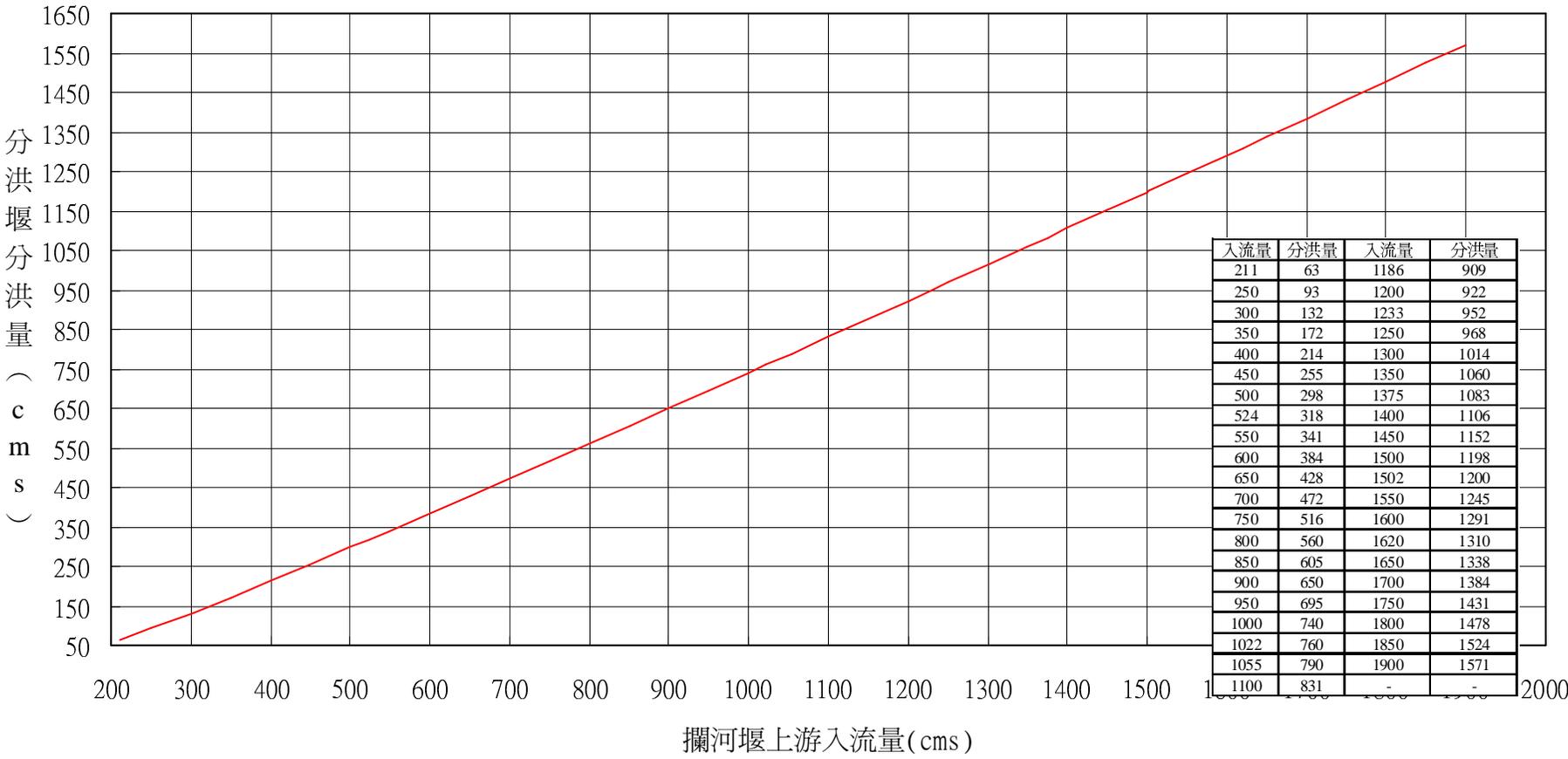


圖5.12 員山子分洪結構入流量與分洪量關係圖

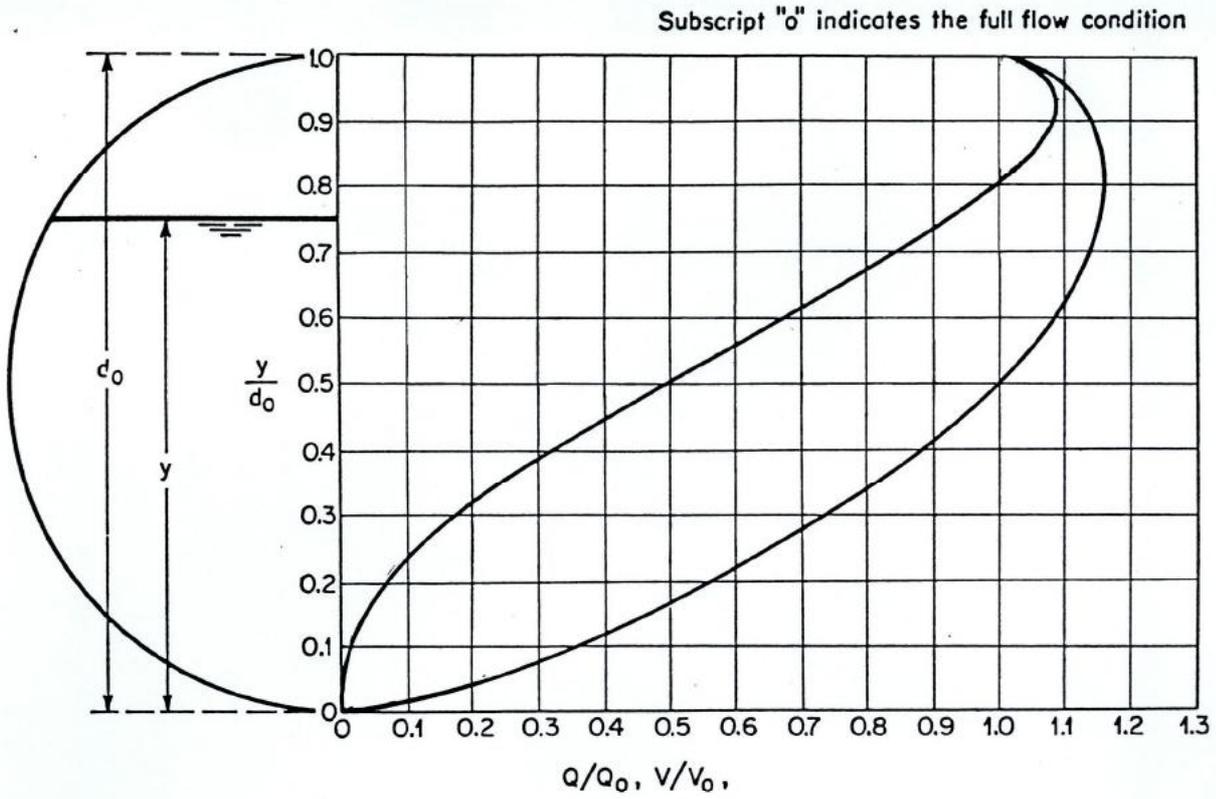


圖 5.13 管流特性曲線

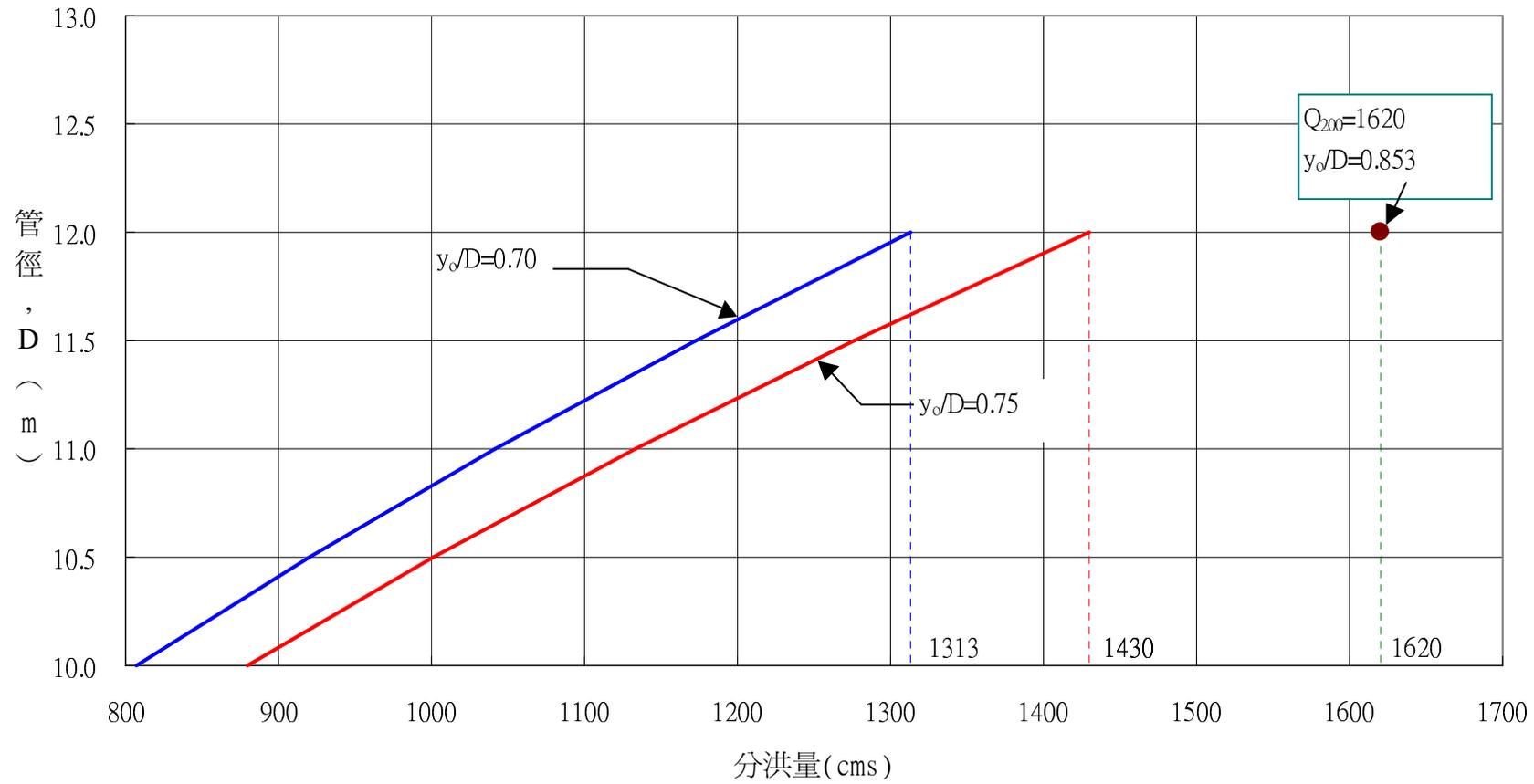
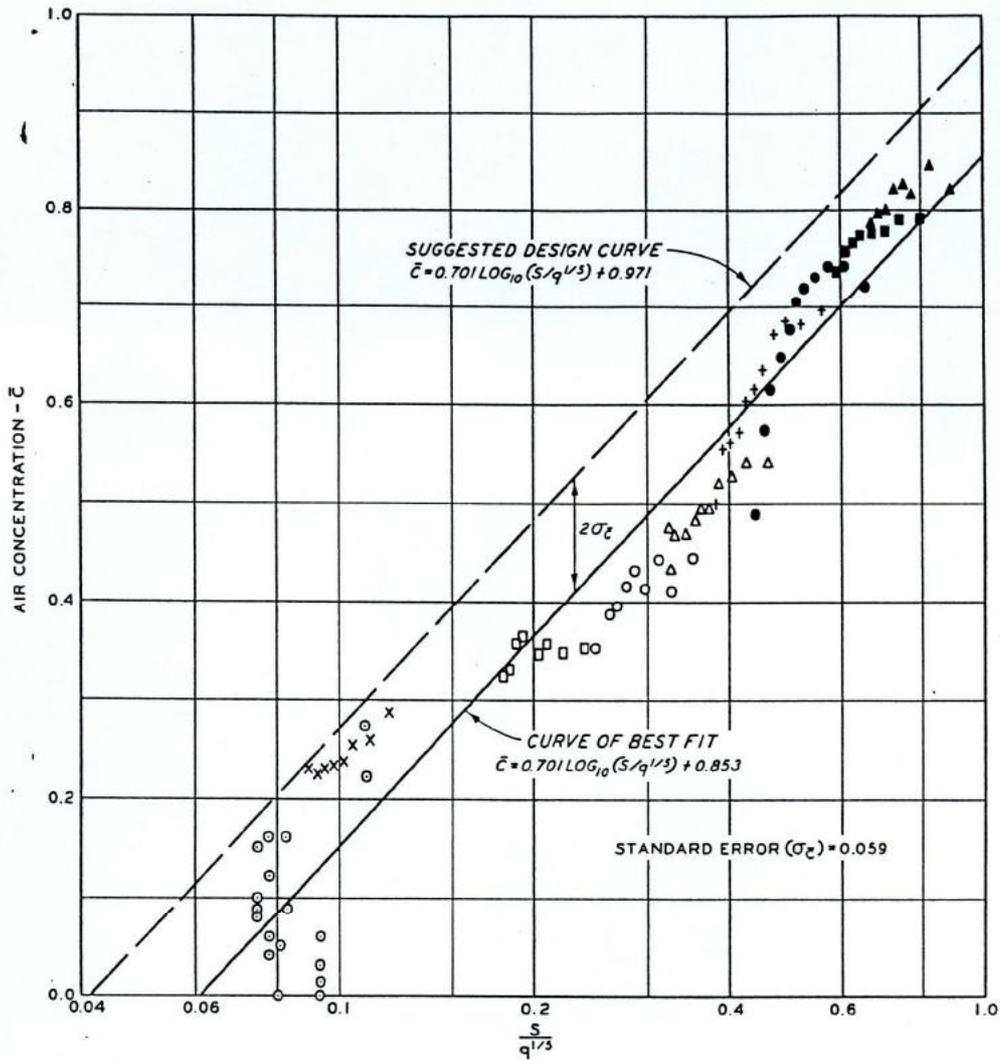


圖 5.14 隧道直徑與流量關係圖



NOTE: \bar{C} = RATIO OF AIR VOLUME TO AIR-PLUS-WATER VOLUME
 q = DISCHARGE PER UNIT WIDTH, CFS
 S = SINE OF ANGLE OF CHUTE INCLINATION

LEGEND

MINNESOTA DATA

x	S=0.13
□	S=0.26
○	S=0.38
Δ	S=0.50
+	S=0.61
●	S=0.71
■	S=0.87
▲	S=0.97

KITTITAS DATA

○	S=0.18
---	--------

**AIR ENTRAINMENT
 WIDE CHUTE FLOW
 CONCENTRATION (\bar{C}) VS $S/q^{1/5}$**

HYDRAULIC DESIGN CHART 050-3

圖 5.15 渠道摻氣經驗曲線

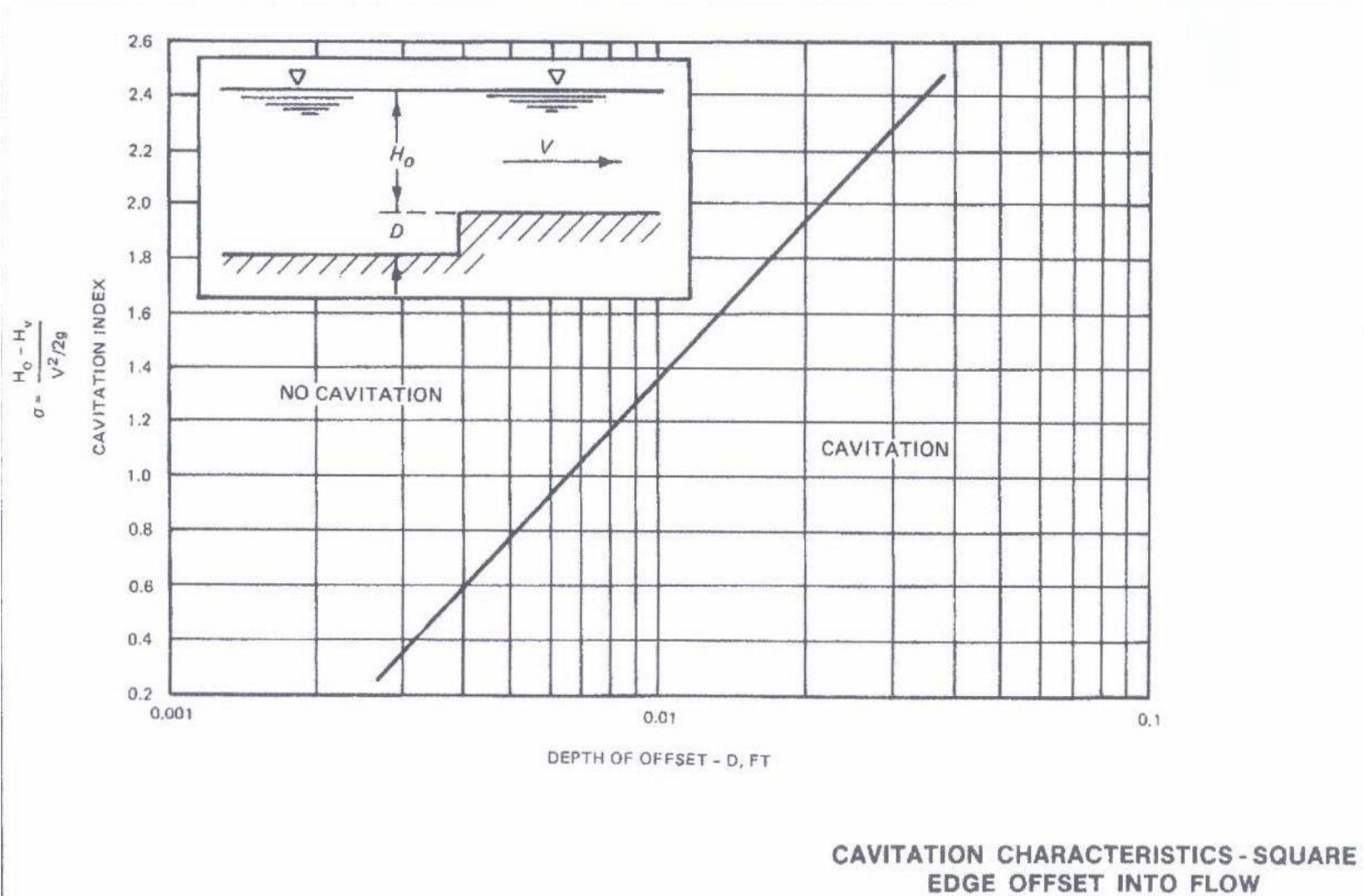
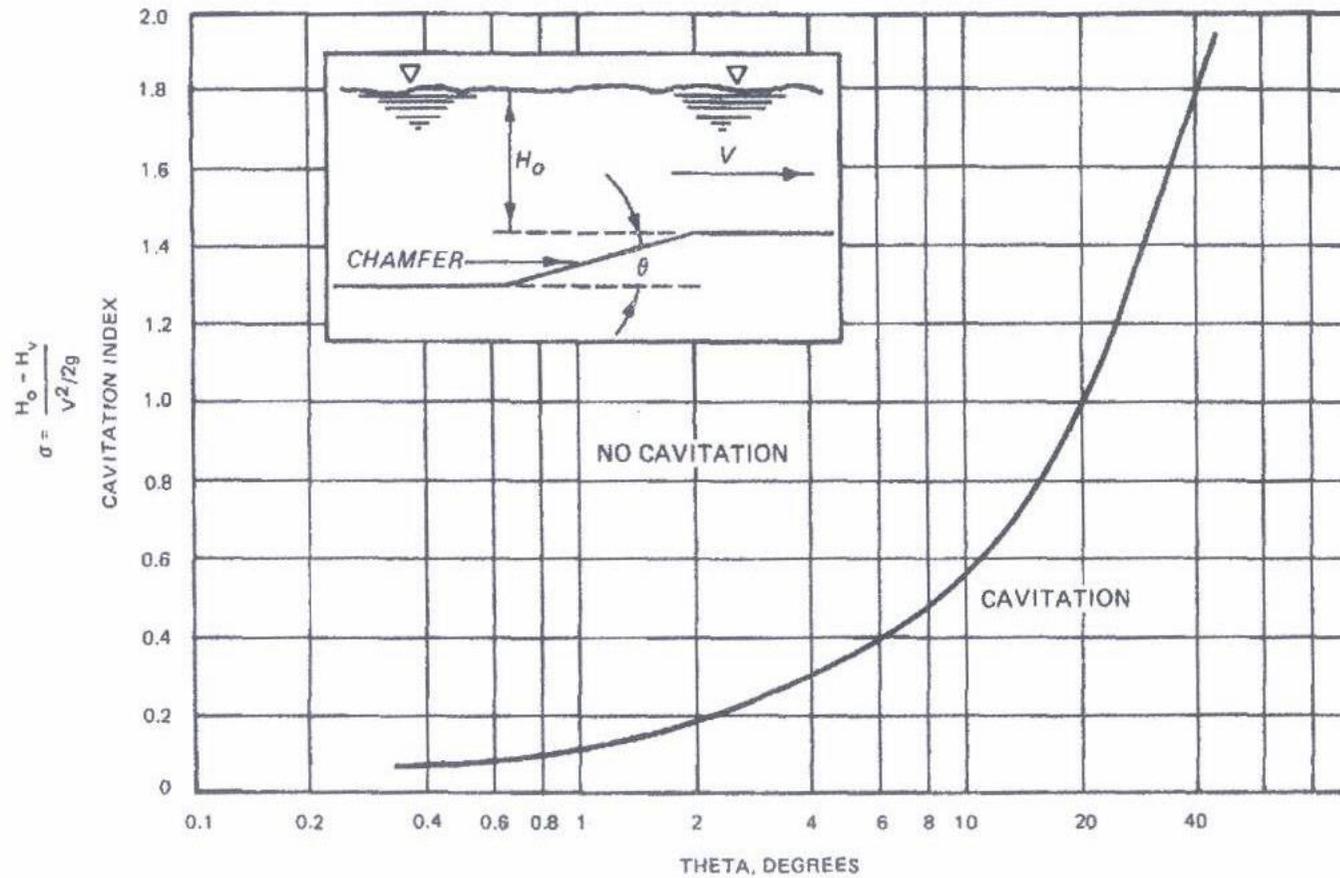


圖 5.16 穴蝕指標與臨水面錯距關係圖



CAVITATION CHARACTERISTICS - INTO FLOW CHAMFERS

圖 5.17 穴蝕指標與臨水面錯距連接斜角關係圖

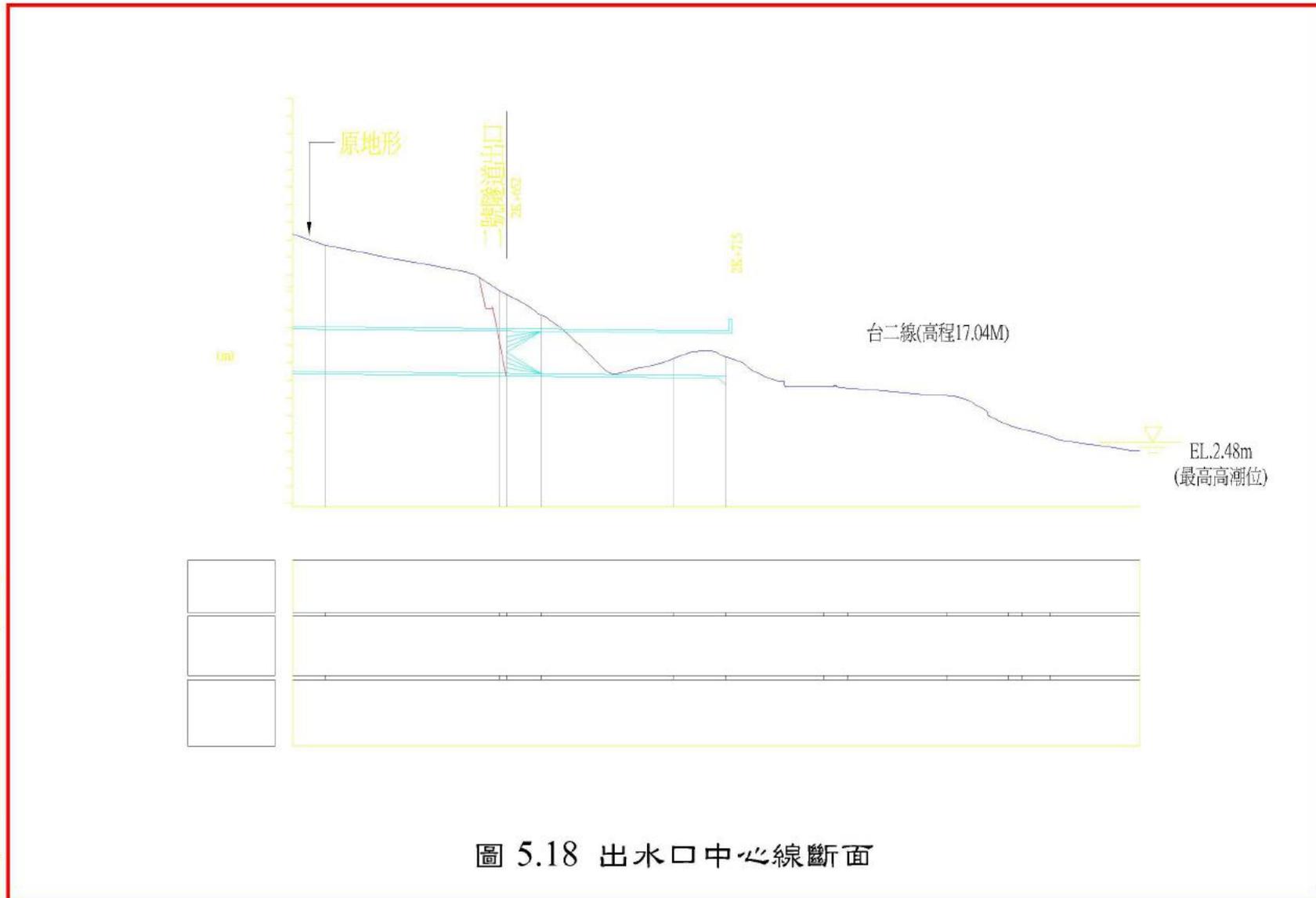


圖 5.18 出水口中心線斷面

圖號: 5091.1R17.5
 日期: 104.10.14
 設計: 104.10.14

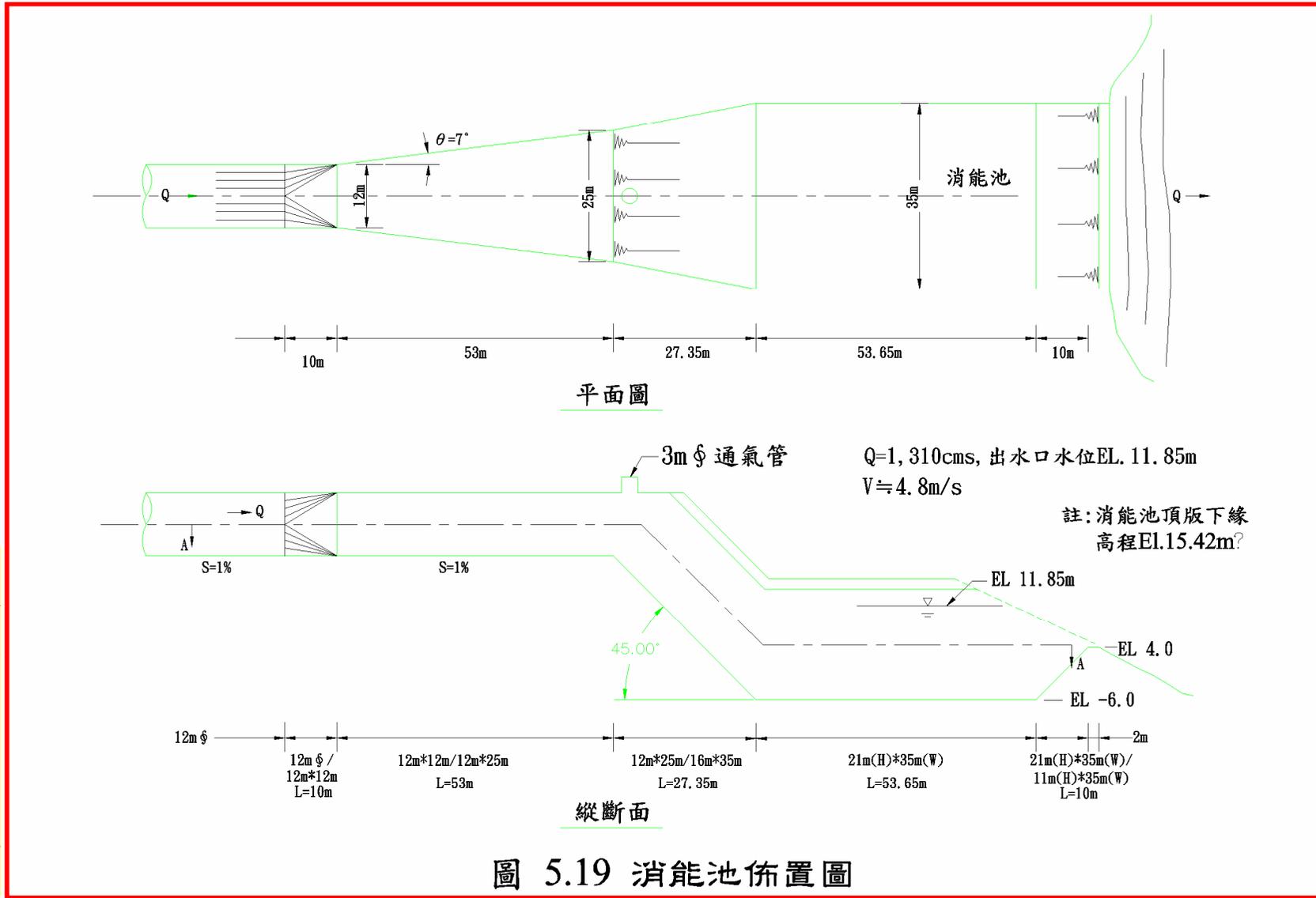


圖 5.19 消能池佈置圖

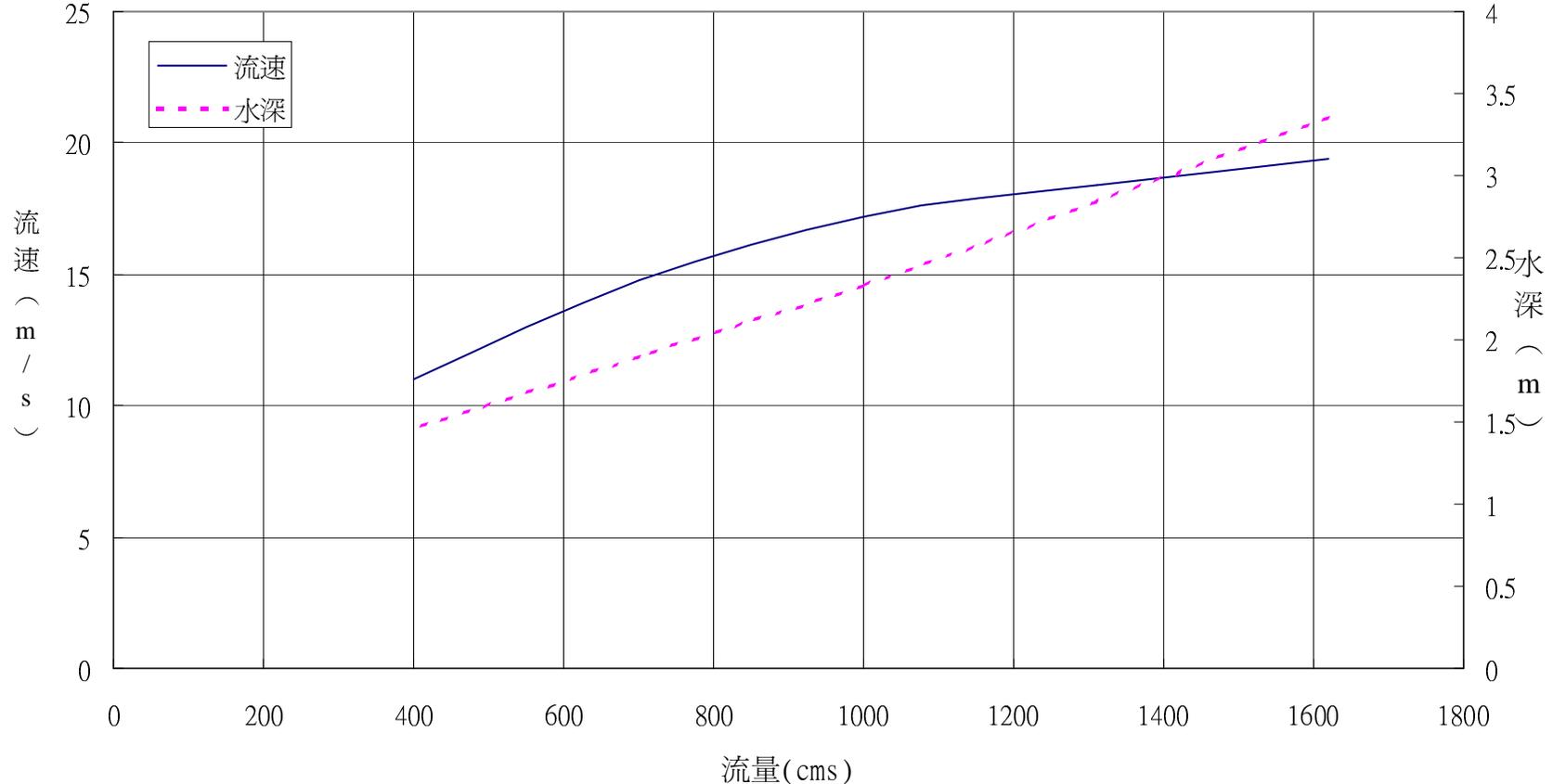
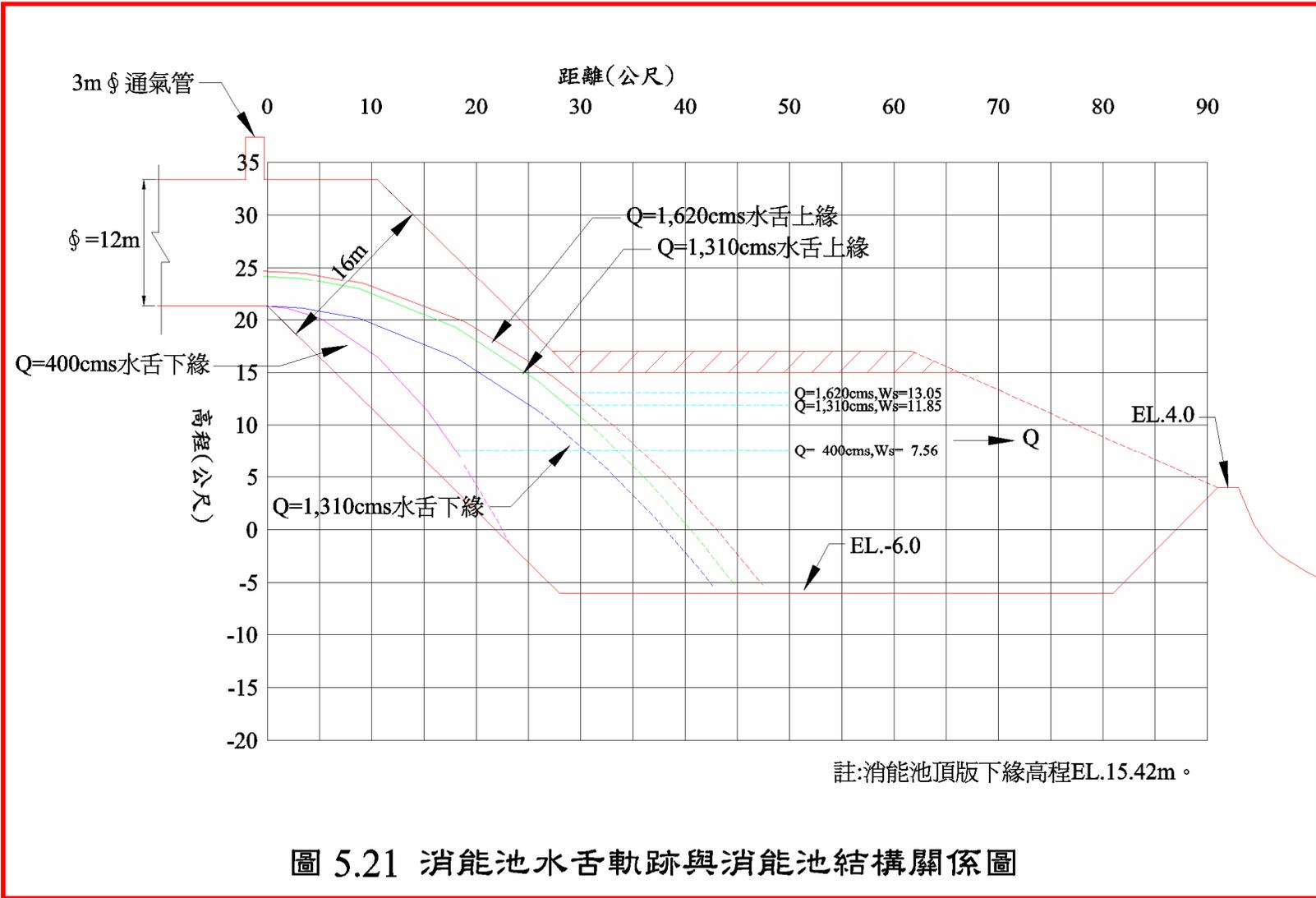


圖 5.20 隧道漸變段末端流速及水深與流量關係



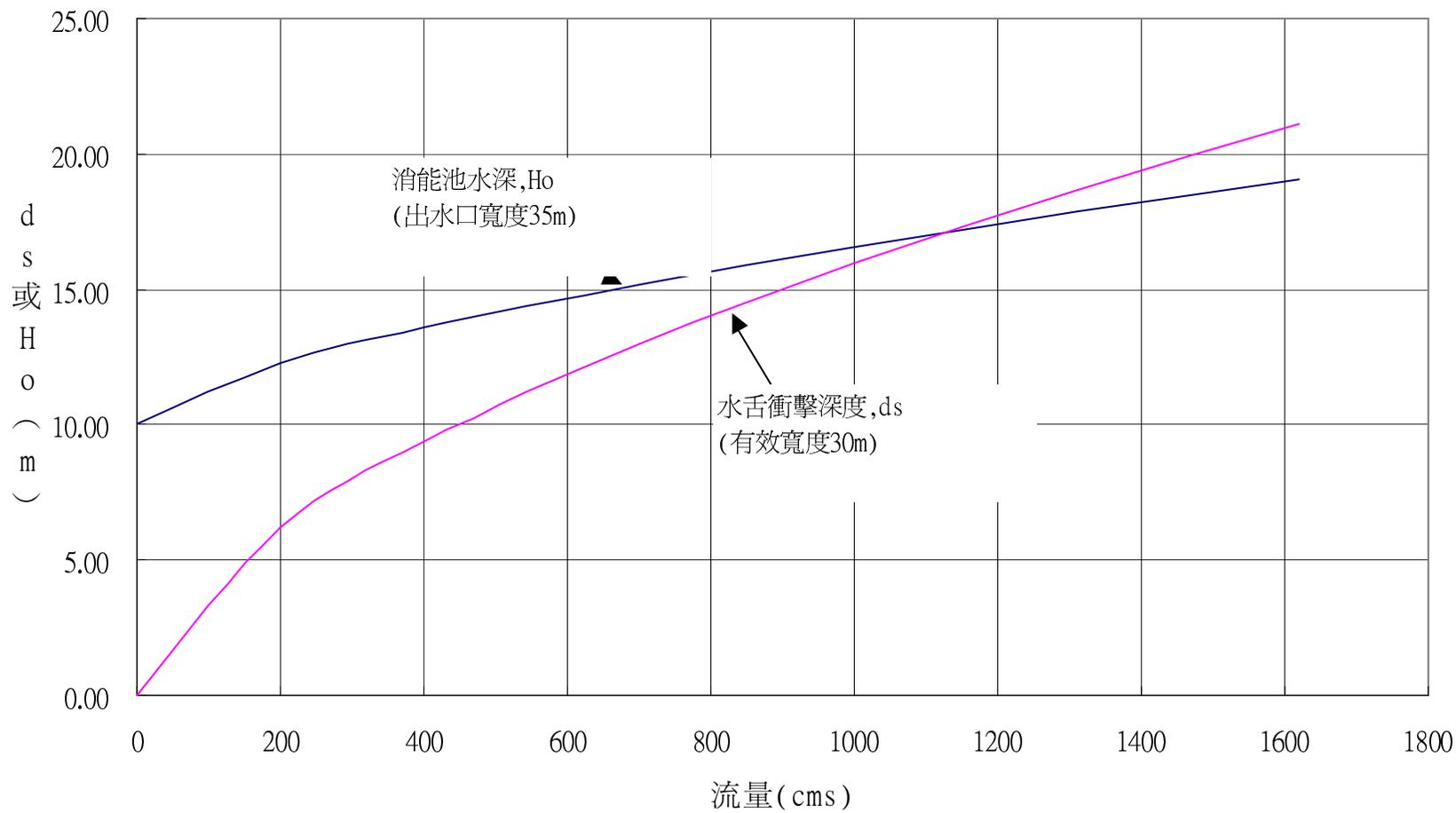


圖 5.22 消能池水舌衝擊深度及水深與流量關係

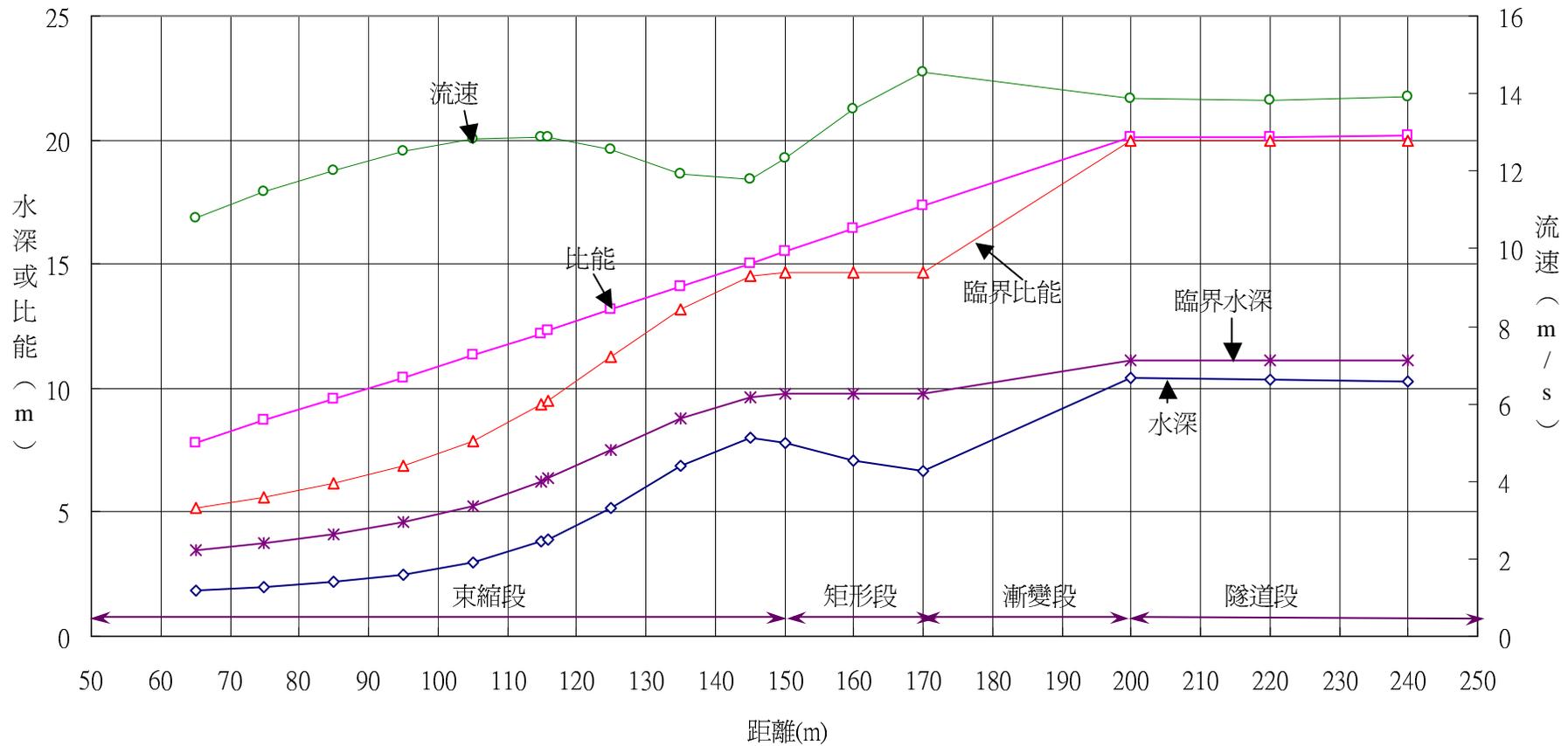


圖 5.24 進水結構束縮段水流特性(Q₅₀₀=1,435cms)

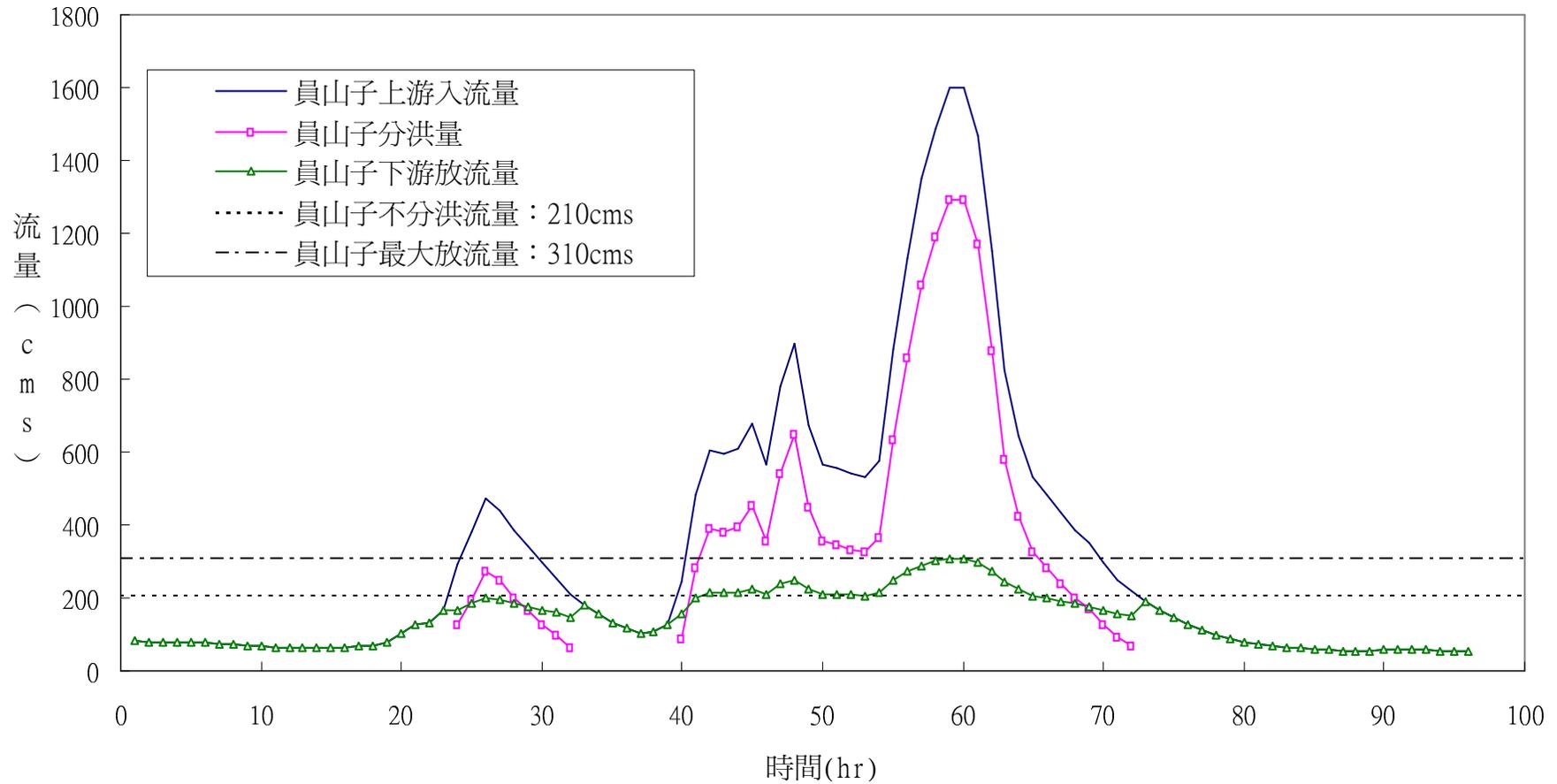


圖 5.25 員山子分洪結構入流量與分洪關係圖(2000/10/30~2000/11/02)

第六章 水工結構物設計及施工

6.1 主要範圍及設計考量

本節主要係針對攔河堰、分洪靜水池、側流堰、分洪堰、束縮段、矩型段、漸變段及排砂道等水工結構物而言。

一、功能性要求

水工結構物設計應考慮下列參數：

- (一)地工條件
- (二)耐磨條件
- (三)建造方法
- (四)結構物之穩定性

各結構物之尺寸應以水理需求為設計原則，以水工模型試驗結果為最終依據。

二、對於作用於構造物上之作用力分述如下：

(一)設計荷重

- 1. 呆荷重(DL)：如混凝土、水、岩石、回填土等。
- 2. 活荷重(LL)：如上頂力、車輛荷重、地表加載等。
- 3. 地震力(EQ)：如地震時構造物之慣性力、動水壓力、動土壓力。

(二)荷重組合

1. 水工構造物

參照 USBR “Design of Small Dam” 3rd edn, Chapter 8 規定

正常荷重 UL： $DL+HWL+SL+Uf+W_{tail}$

極端荷重 EXTL： $DL+HWL'+SL'+Uf+EQ$

其中，DL：堰體自重(含設備)(ton)



HWL：為高水位水壓力(ton)

HWL'：高水位動水壓力(ton)

SL：淤砂壓力(ton)

SL'：淤砂動土壓力(ton)

Uf：水壓上頂力(ton)

W_{tail}：尾水水壓力(ton)

EQ：地震力(ton)

三、材料容許應力

(一)混凝土

依 CNS1230 A46 製作，CNS1232 A48 檢驗，28 天齡期圓柱試體壓縮強度如下：

分洪靜水池	$f_c' = 210 \text{ kg/cm}^2$
分洪堰、束縮段、靜水池、尾檻	
攔河堰、排砂道、側流堰	$f_c' = 350 \text{ kg/cm}^2$
進水結構之矩形段、漸變段	$f_c' = 450 \text{ kg/cm}^2$
無筋混凝土	$f_c' = 140 \text{ kg/cm}^2$

臨海面之水工構造物水泥需用 Portland Type II。

(二)竹節鋼筋

依 CNS 560.A21 或 CNS 3300.A102 一般混凝土用鋼筋($\phi 19$ mm 以下使用 SD28， $\phi 19$ mm(含)以上使用 SD42)

降伏強度	SD42	$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
	SD28	$f_y = 2800 \text{ kg/cm}^2$
容許抗拉應力	SD42	$f_s = 1700 \text{ kg/cm}^2$
	SD28	$f_s = 1400 \text{ kg/cm}^2$

(三)結構用鋼料(包括型鋼、角鋼、鋼管及鋼板等)

依 CNS2473 G50 或 ASTM A36 或 SS41(依建築技術規則一構

造編第 247 條)。

降伏強度	$f_y=2530\text{kg/cm}^2(36,000\text{psi})$
極限抗拉強度	$f_u=4220\text{kg/cm}^2(60,000\text{psi})$
容許拉應力	$f_t=0.6f_y(0.45f_y \text{ 樞孔})$
容許剪應力	$f_v=0.4f_y$

四、結構分析設計要求

不限定分析方式，但須符合下列條件要求：

(一)主要參考規範

- 1.“中國土木水利工程師手冊”水利類第七篇。
- 2.USB “Design of Small Dams” 3rd edn. 1987 chapter 8。
- 3.依據經濟部「蓄水庫安全評估規範之研擬(三)(水資局 87 年 6 月)之 7.2.8 及 7.2.9 節。
- 4.本工程之”細部設計準則”。

(二)堰體穩定之安全係數分述如下：

安定分析安全係數要求表

項 目	正常荷重 UL	極端荷重 EXTL
傾倒 Overturning	1.5	1.0
滑動 Sliding	1.5	1.2
基礎承载力 Bearing	3.0	2.0

6.2 攔河堰及分洪堰上游結構

本結構包括攔河堰、側流堰、魚道及分洪靜水池，設計之主要考量如下：

- (一)降低分洪頻率並達到上游入流量 1,620cms 時(200 年重現期洪峰流量)，分洪量為 1,310cms，攔河堰排放量為 310cms 之原則。
- (二)確保水流經分洪堰的橫向均勻性以利進水結構的流態。



(三)避免攔河堰受漂浮物的堵塞，並顧及攔河堰受輸砂之磨損。

(四)攔河堰必須提供水域魚類洄游路徑。

分洪堰率定曲線採阿公店水庫水工模型試驗成果 $Q=1.5637 \times L \times (H-H_0)^{1.65955}$ 供設計之參考，即在設計流量 1,310 cms 時，攔河堰堰前水位為 El.67.2m，攔河堰孔口排洪量為 110cms。

為阻攔推移質進入分洪靜水池，且可促使推移質經攔河堰潛孔排至基隆河下游，進一步降低分洪靜水池及分洪過程分洪堰下游泥砂的粒徑及泥砂量並促使靜水池水流的橫向均勻分佈及分洪堰水流之均勻性，於基隆河河道與分洪堰間設置側流堰。另外，為提高員山子之不分洪流量降低分洪頻率及排除分洪靜水池內之淤砂與積水，於分洪靜水池左側設置排砂道及閘門。排砂道閘門於堰前水位 El.63m 時排洪量為 100cms，當水位大於 El.63m 則關閉。

攔河堰及分洪堰上游結構之平面佈置及基本設計詳圖 6.1~圖 6.6 所示，其主要工程數據如下：

一、構造物主要尺寸

(一)攔河堰

- 1.型式：混凝土重力式寬頂堰。
- 2.堰長：30m。
- 3.堰高：8m。
- 4.堰頂高程：El.68.0m。
- 5.堰體孔口：2×9m(W)×2.5m(H)，孔底高程 El.60.0m。
- 6.靜水池：26.5m(長)×30m(寬)、池底高程 El.60.0m。
- 7.尾檻：頂部高程 El.61.0m。
- 8.魚道：尾檻之下游面設置潛孔階梯式魚道。

(二)分洪堰上游結構

-
- 1.側流堰：混凝土重力式寬頂堰，堰長 186m，堰頂高程 El.62.5m。
 - 2.排砂道：2×6m(W)×3m(H)，自動閘門控制。排砂道胸牆高程 El.69.0m，靜水池 20m(寬)×26.50m(長)，池底高程 El.60.0m，尾檻高程 El.60.5m。
 - 3.分洪靜水池：由 130m 漸變至 80m 寬，平均池長 128m，池底高程 El.60m。

(三)魚道

- 1.型式：潛孔階梯式。
- 2.魚道長：6m。
- 3.魚道寬：30m。
- 4.隔板：三道，頂高分別為 El. 60.75m、El. 60.5m 及 El. 60.25m。
- 5.隔板間距：2m。
- 6.潛孔：0.15m×0.15m。

一、局部結構試驗結上游結構工程

(一)施工概述

本工程主要工作項目為土石方開挖、填土及混凝土澆注工作，將依降雨量多寡及河道水位高低決定工作天數，估計每年可施工日數應扣除施工機具定期維修日數及星期假日。故工期應於枯水期展開，並於來年汛期前完成。

(二)工程材料及其來源

本工程土木工程部份所使用之主要材料為水泥、骨材、飛灰、木材及鋼筋等，然因拌合場場地難覓，故建議採用預拌混凝土。承包商可就近向附近拌合場採購，但以車程一小時之內為運距限制。如此不僅可減少工程對環境之影響因素外，尚可刺激相關產業之繁榮。

(三)施工道路

為配合施工需要及確保工期，工址聯外道路以北 37 線道及



為配合施工需要及確保工期，工址聯外道路以北 37 線道及瑞柑新村聯外道路為主。工區內施工道路則利用現有高灘地稍作整理後配合使用，但仍以不影響施工導水圍堰及妨礙河道水流為原則。

(四)運輸路線

本工程開挖之棄碴量估計約 15 萬立方公尺(鬆方)，利用北 37 線及瑞金公路為運輸路線。

(五)施工方法

1.施工導水圍堰

利用鋼鈹樁內填河床料再以鋼索接固，為導水圍堰材料。而圍堰範圍係依設計側流堰軸線為圍堰範圍線(如圖 6.7)，沿側流堰軸線向下游至尾檻處為本工程圍堰將河道分左右兩道之分界線。

2.攔河堰及部分側流堰工程

利用施工導水圍堰將左側河道沿前述導水圍堰範圍封閉(如圖 6.7)，河水經由導水圍堰由右側河道流至下游。左側河道工區封閉後隨即展開攔河堰、魚道、部分側流堰及靜水池等水工結構物之開挖、組模、鋼筋組立、混凝土澆置及拆模等工作，整段工期須控制在一個枯水期內完成。而河道圍堰須先將工區內河床整理後方可拆除。

3.排砂道及部分側流堰工程

由較接近攔河堰段之側流堰接續往上游沿設計側流堰軸線方向延伸圍堰(如圖 6.7)至上游右岸，將河水藉由導水圍堰沿左河道經由完成之攔河堰之孔口導至下游。工區內之排砂道同攔河堰之澆築方式以孔口 El.62.5m 為分界分段施作，其他構造物如尾檻、河道側導牆、側流堰未完成段及部分分洪靜水池等水工結構物，在工區圍堰封閉後即進行施工，但為配合相關銜接界面之相關工程其工期可分別於兩個枯水期內分別完成。

(六)施工進度

主要工程開工前須先完成土地收購及水工模型試驗等工

作，需時約 1 年。準備工程包括施工房舍、施工道路及施工設施等，工期約半年，主工程包括土石方開挖、岩方開挖及各結構物混凝土澆置估計需時 2 年，合計除土地收購時間一年不計外工期為 2.5 年。

6.3 進水結構

進水結構涵蓋分洪堰、束縮段、矩形段及漸變段，本結構的功能是將分洪的流量引入排洪隧道。為維持設計分洪量處於超臨界流態，順利將洪水量以明渠流方式送入隧道，採用在施工時隧道出渣所容許的最大坡度，即 $S=0.10$ 。另外，為降低水流經束縮段與漸變段所產生擾動流態的重疊效應，以一長 20m 之矩型段銜接 30m 之漸變段。

進水結構之平面佈置及基本設計詳圖 6.1、圖 6.8 及圖 6.9 所示，其主要工程數據如下：

- (一)分洪堰：圓弧型，弧長 80m，堰高 3m，堰底高程 El.60m，堰頂高程 El.63m。
- (二)束縮段：以交角 45.86° 束縮，由分洪堰圓弧頂部計 100m，分洪堰下游端 15m 起縱坡 $S=0.10$ (故束縮段終點高程降低 8.5m)。
- (三)矩型段：15m(W)×12m(H)，長 20m， $S=0.10$ ，頂部設置一 3m 直徑通氣管。
- (四)漸變段：15m(W)×12m(H)漸變為 12m ϕ ，長 30m， $S=0.10$ 。
- (五)隧道段：直徑 12m， $S=0.01$ ，長 2,452m。

一、施工概述

本工程主要項目包括圓弧型分洪堰、束縮段、矩形段及漸變段。工作項目仍以土石挖填及混凝土工為主。但工期仍應配合排洪隧道工程進度，並須避開汛期趕在枯水期內完成主要工作項目。

二、工程材料及其來源

本工程土木工程部分所使用之主要材料為水泥、骨材、飛灰、



木材及鋼筋等，土木材料以國內採購為原則；然因拌合場場地難覓，故建議採用預拌混凝土。承包商可就近向附近拌合場採購，但以車程一小時之內為運距限制。如此不僅可減少工程對環境之影響因素外，尚可刺激相關產業之繁榮。

三、施工道路

為配合施工需求及確保工期，工址聯外道路乃以北 37 線及瑞柑新村聯外道路為主。工區內施工道路除了部分與施工道路交叉段須埋設 RCP 管以順利排除降雨積水外，其他施工道路則依施工進度調整路線。

四、運輸路線

本工程開挖之棄方量估計約 13 萬立方公尺(鬆方)，利用北 37 線及瑞金公路為運輸路線。

五、施工方法

(一)施工防水堤防

利用員山子瑞柑新村附近於本工區範圍內之既有道路為擋水土堤兼施工道路(如圖 6.7)，用以阻擋在工期中水位超過側流堰頂高程(EL62.5)之流量，但完成進水結構之相關構造物後再予拆除，並將分洪堰與側流堰間未完成之分洪靜水池連結。

(二)束縮段矩形明渠工程(Sta 0K+065~Sta 0K+150)

因本區段工程右側護岸側牆緊鄰山坡，故施工時先植入擋土排樁於邊坡上再進行開挖、組模、排筋、混凝土澆置及拆模等工程。

(三)矩形段與漸變段箱涵工程(Sta 0K+150~Sta 0K+200)

本區段工程採用明挖方式進行，擋土措施則以擋土排樁搭配水平支撐(約分四層支撐)為開挖擋土方式，水平支撐之拆除須配合箱涵構築進度。本工程尚須配合排洪隧道工程進度，故須預留 10 公尺為搭接段，在完成箱涵與隧道搭接後才可進行回填土方等工作。

(四)分洪堰工程

本區段工程連接排洪隧道，在考慮隧道出渣及束縮段明渠與漸變段暗渠之棄渣搬運之情況下，本工程須在前述工程完成後再進行分洪堰體之施工，以免妨礙前述工程之搬運工作。

(五)分洪靜水池工程

因員山子瑞柑新村附近既有道路在設計範圍內(如圖 6.7)，故施工前應先修築改線道路，原有道路於施工期間則充當擋水堤防及施工聯外道路。故分洪靜水池須配合分洪堰及分洪靜水池區段內既有道路之拆除再進行此二構造物之連結工作。

六、施工進度

主要工程開工前須先完成土地收購及水工模型試驗等工作，需時約 1 年。準備工程包括施工房舍、施工道路及施工設施等，工期約半年，主工程包括土石挖填方及各結構物之混凝土澆置，估計需時約 2 年以上(須配合隧道工程之進行)。

6.4 進水結構

一、工程概述

本結構必須穿越台二線底部，包括漸變段、陡槽段及消能池，設計之主要考量在於消能並維持原海岸地貌以降低環境衝擊。

水流於漸變段末端藉由其動能以水舌方式拋射入消能池消能，消能池需有足夠深度以避免對底板產生過大的沖擊力，消能池底部高程為 El.-6.0m。歷年來出水口附近海域之最高高潮位為 2.48m，最低低潮位-0.25m，平均潮位 0.92m，消能池出口底緣設定為 El. 4.0m，此高程高於最高高潮位，在分洪時，由於波浪 run-up 的作用，出水口水流難免受到反相碎波的影響，但其影響有限。消能池在 $Q=1,310\text{cms}$ 時水位為 El.11.85m，消能池頂版底緣高程 El. 15.42m 與水面約有 3.6m 的餘幅，此餘幅應足夠避免水舌及海浪沖入而造成消能池封頂現象。消能池頂部設置有一 3m 直徑通氣管。



出水結構之平面佈置及基本設計詳圖 6.10~6.17 所示，其主要工程數據如下：

- (一)漸變段：12m 直徑及 12m(H)×12m(W)至 12m(H)×25m(W)的漸變段，前者長度為 10m，後者長度為 53m，此 53m 漸變段採 7°的擴張角。
- (二)陡槽段：陡槽段起點高程 El.21.35m，以 45°銜接至消能池底部 El.-6.0m，水平長 27.35m，寬度由 25m 漸變至 35m。
- (三)消能池：寬 35m，長 53.65m，底部高程 El.-6.0m，出口高程 El.4.0m。

二、工程材料及其來源

本工程土木工程部分所使用之主要材料以水泥、骨材飛灰、木材及鋼筋等為主，故仍以國內採購為原則，然因本工程屬公共工程，為配合政策刺激國內相關產業繁榮，建議以預拌混凝土(臨海面水工結構物之水泥使用 Portland TyepII)施工，同時可解決工區之水源水質、砂石品質之選用及拌合場場地難覓等問題。

三、施工道路

因本工程工址有台二線經過，於施工時應先將改道路線相關工程先行完成後，再進行既有台二線公路遷線及相關工程之施作。原則上本工程聯外道路以台二線為主，工區內道路則依工程進度佈線，但於完工後須將施工臨時道路所佔用之地貌復舊。

四、運輸路線

本工程開挖之棄方量估計約 4.8 萬立方公尺(鬆方)且部分挖岩方可作為重力式混凝土工程之填充材料，所剩餘之棄渣可藉由台二線公路經九濱公路運抵瑞金公路土資場。

五、施工方法

因本工程會將既有台二線公路截斷，故施工時得先行興建改道公路以便掌控將來台二線公路改道通車之時效。本工程基本上以既

有台二線公路為界線，將工區分為臨海側及臨坡地側，此兩側工程同時進行並分述如下：

(一)出口漸變段工程

為臨坡地側工程之首，須配合排水隧道工程進度進行施作。因本區段工程地勢陡峻且以岩層居多，施工開挖時須由上而下依序開挖，並將棄碴堆置於坡腳台二線路旁之棄碴臨時堆置場三角形空地上，再由台二線公路將棄碴轉運抵瑞金公路土資場堆放。而棄碴中屬於岩質良好者可作為重力式橋台之骨材使用。致於混凝土工程得配合隧道洞口工程一併進行施作。

(二)漸擴段工程

本區段工程為接續出口漸變段工程施作。施工期間棄碴亦暫時堆放於坡腳之棄碴臨時堆置場三角形空地上，以便將來結構體混凝土澆鑄完成後作為回填整地用材料。

(三)陡槽段工程

因陡槽部份用地與既有台二線公路重疊，本工程須於台二線公路改道通車後方可進行施工，故本區段工程為出水結構工程最後施作之工程。本區段工程渠槽左側現有地勢低窪，右側地形則山勢陡峻以岩層為主，開挖後可利用左側空地臨時堆放棄碴亦可利用左側整地之回填材料。

(四)消能池工程

既有台二線公路會因本工程之興建而被迫改道，故本區段工程需分兩部分施工。首先將計畫改道之台二線與消能池交接部分之側壁以重力式混凝土橋台構築，再將既有台二線公路臨海側之消能池側壁及底版依序構築，但消能池與既有公路重疊處須待改道後之台二線公路通車後才可進行施工。

(五)放流工工程

因放流工緊臨海面岩礁，開挖面臨海側岩面高程為 $E1.4m$ 而最高高潮位為 $E1.2.48m$ ，故開挖時可免圍堰，但需設排水管線以防海水入滲時可迅速排水；本工程於岩石挖方及各結構物



之混凝土澆置構築完成後既告段落完成。

六、施工進度

主要工程開工前須先完成土地收購及水工模型試驗等工作，需時約 1 年。準備工程包括施工房舍、施工道路及施工設施等，工期約半年，主要工程包括土石挖方及各結構體之混凝土構築，估計需時約 1 年。

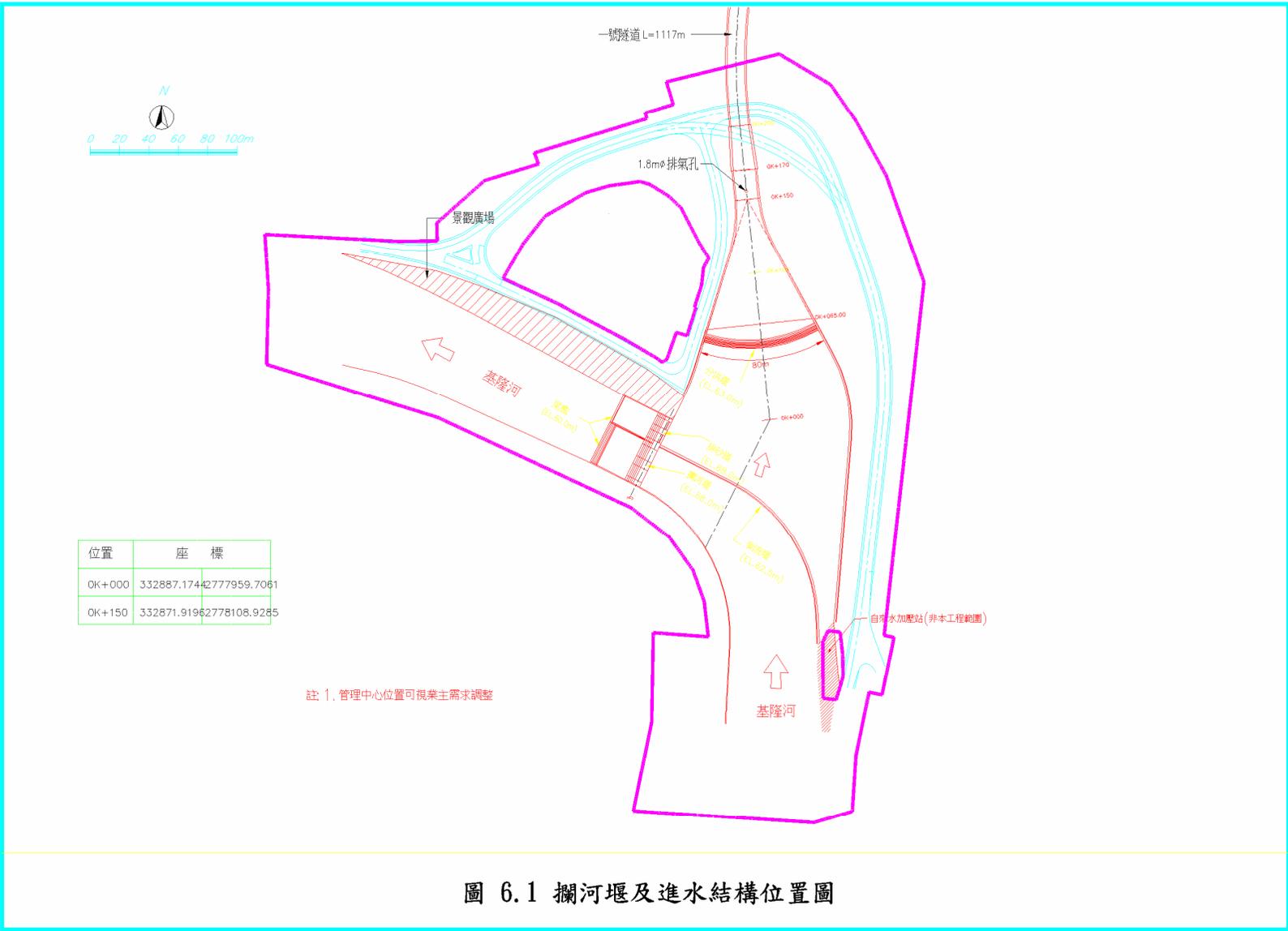


圖 6.1 攔河堰及進水結構位置圖

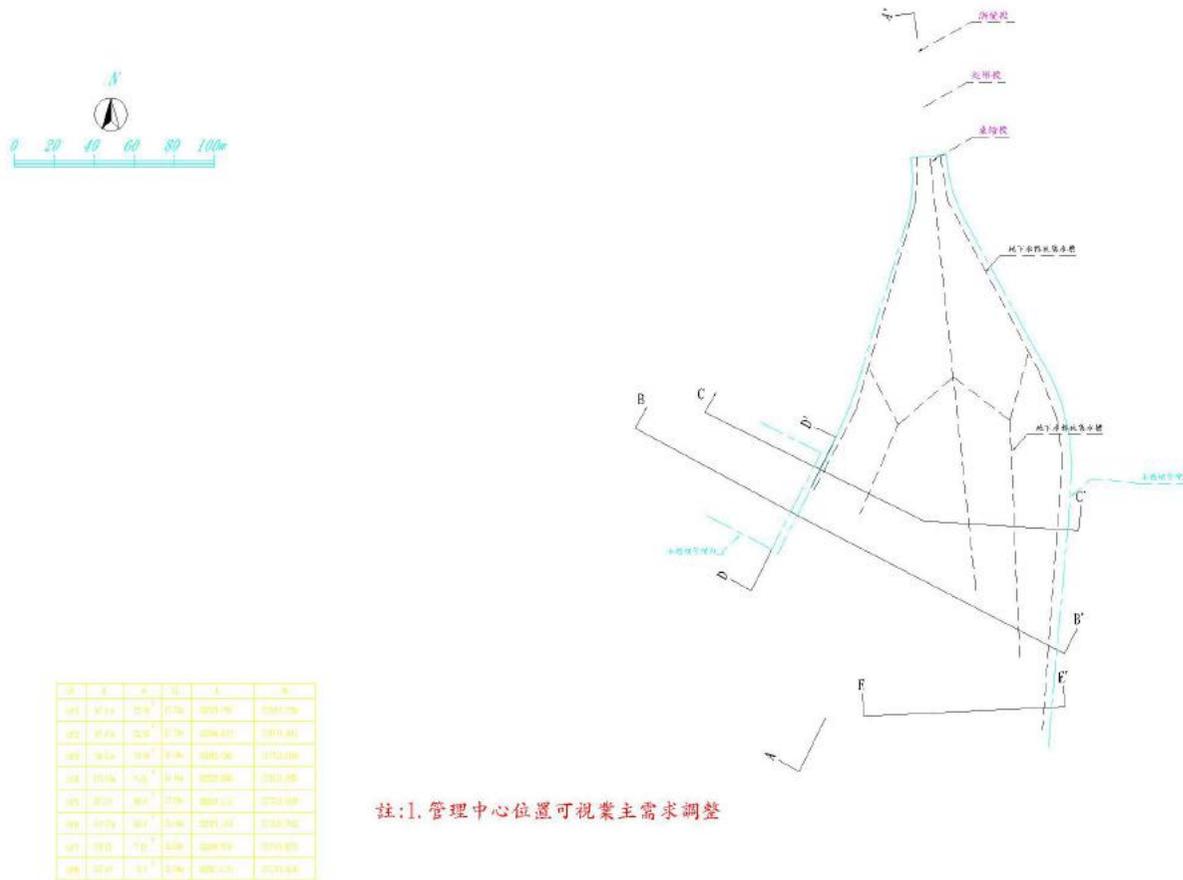


圖 6.2 攔河堰及進水結構平面圖

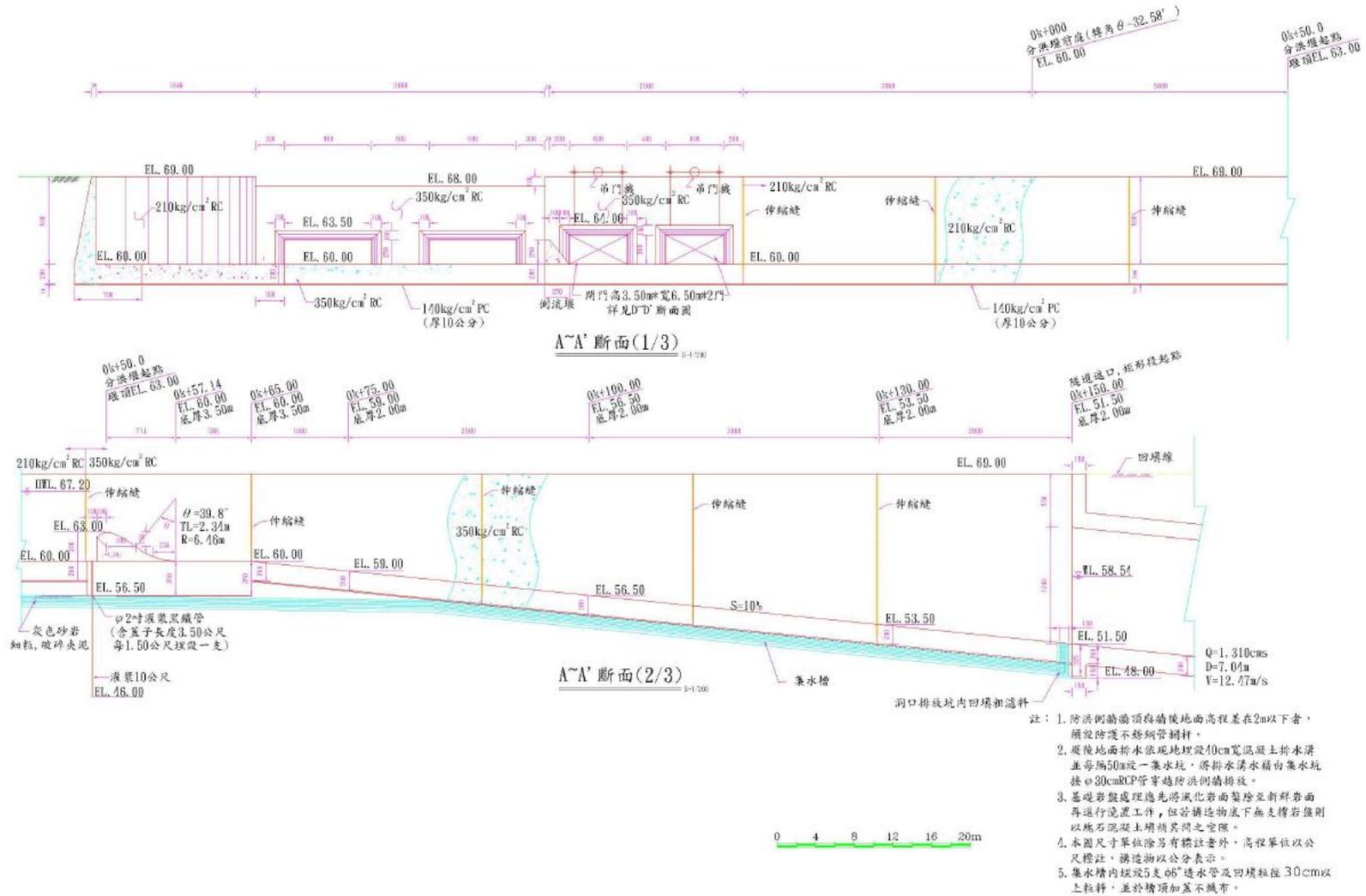


圖 6.3 攔河堰及排砂道設計圖(1/4)

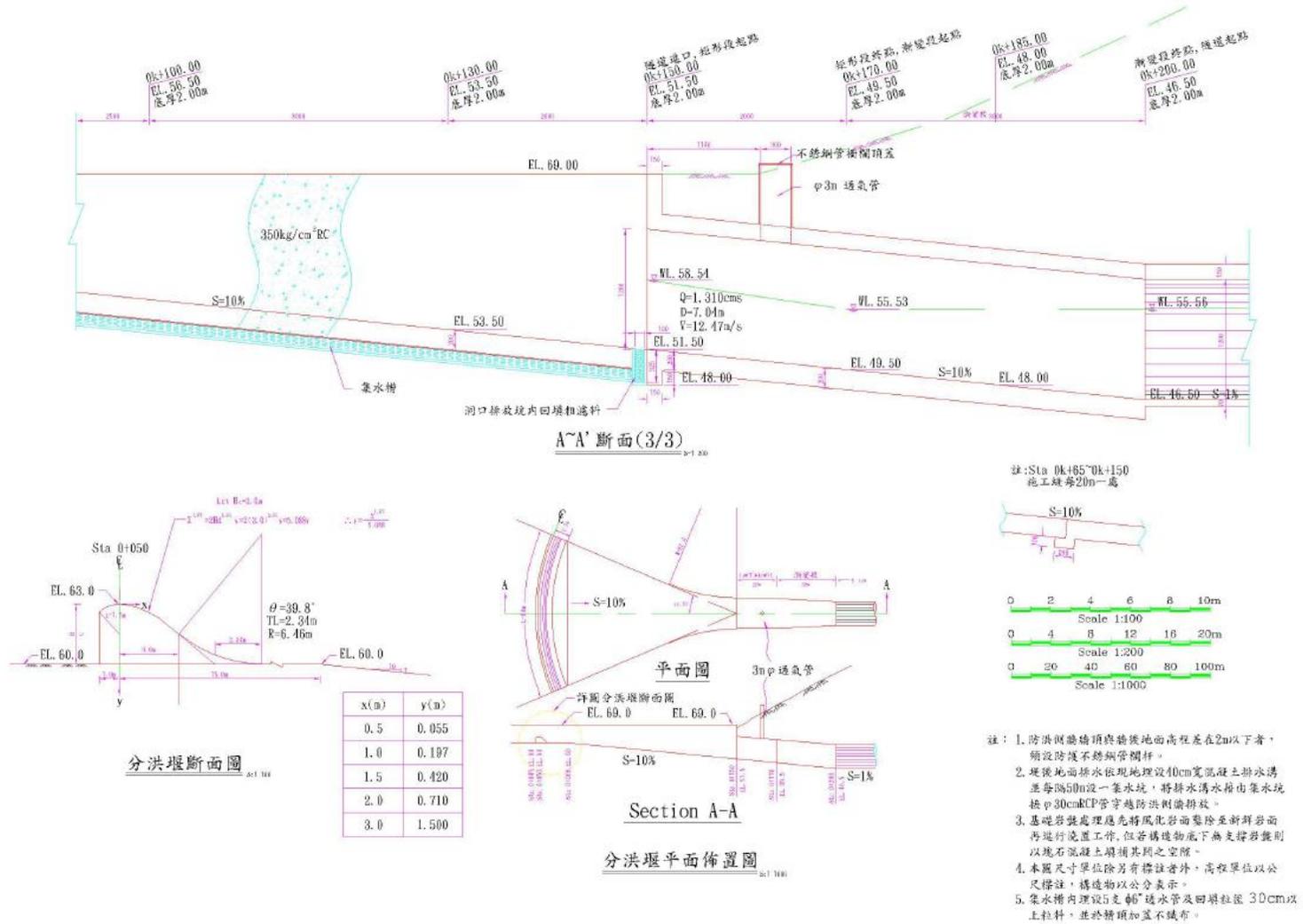


圖 6.4 攔河堰及排砂道設計圖(2/4)

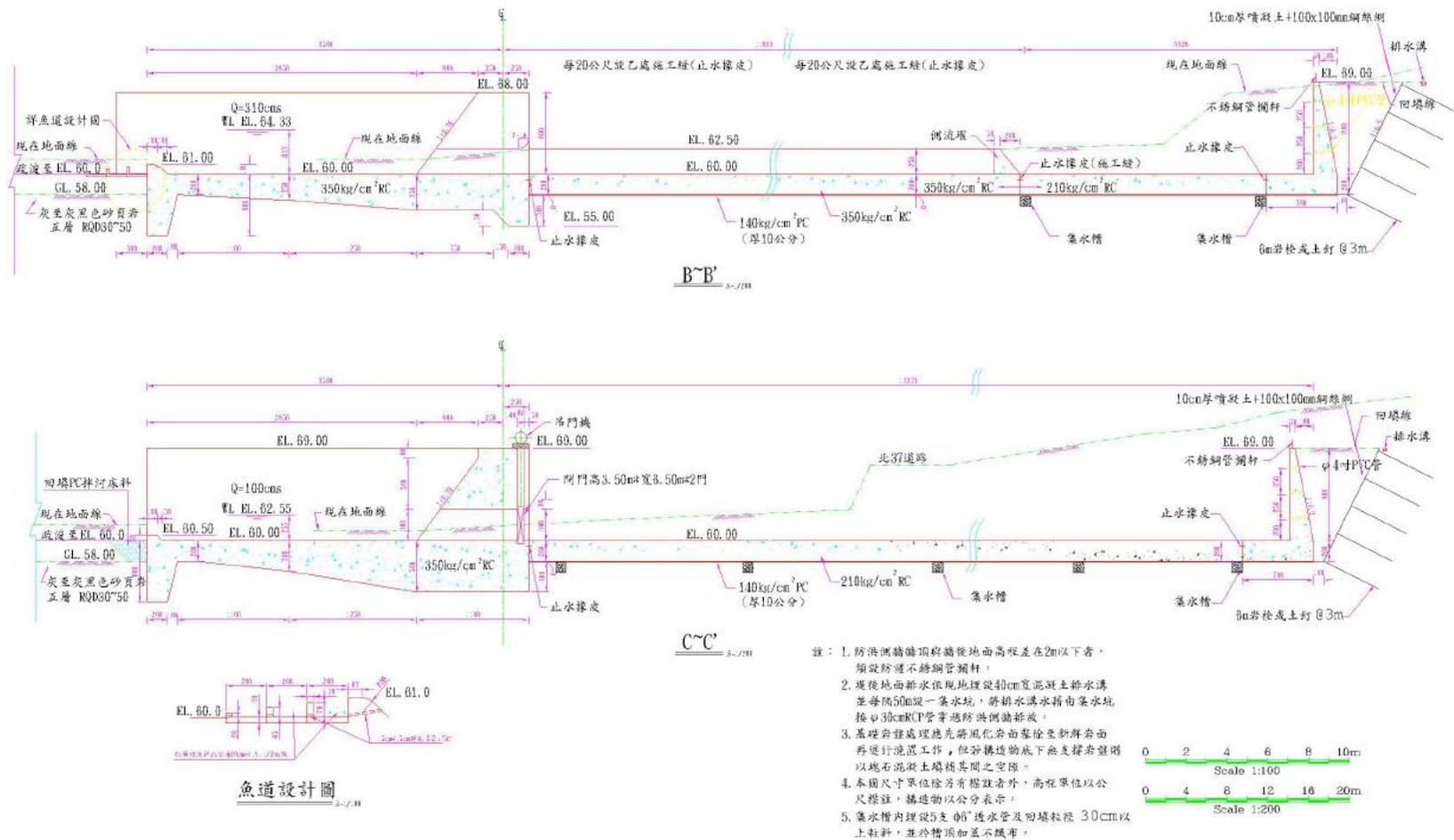


圖 6.5 攔河堰及排砂道設計圖(3/4)

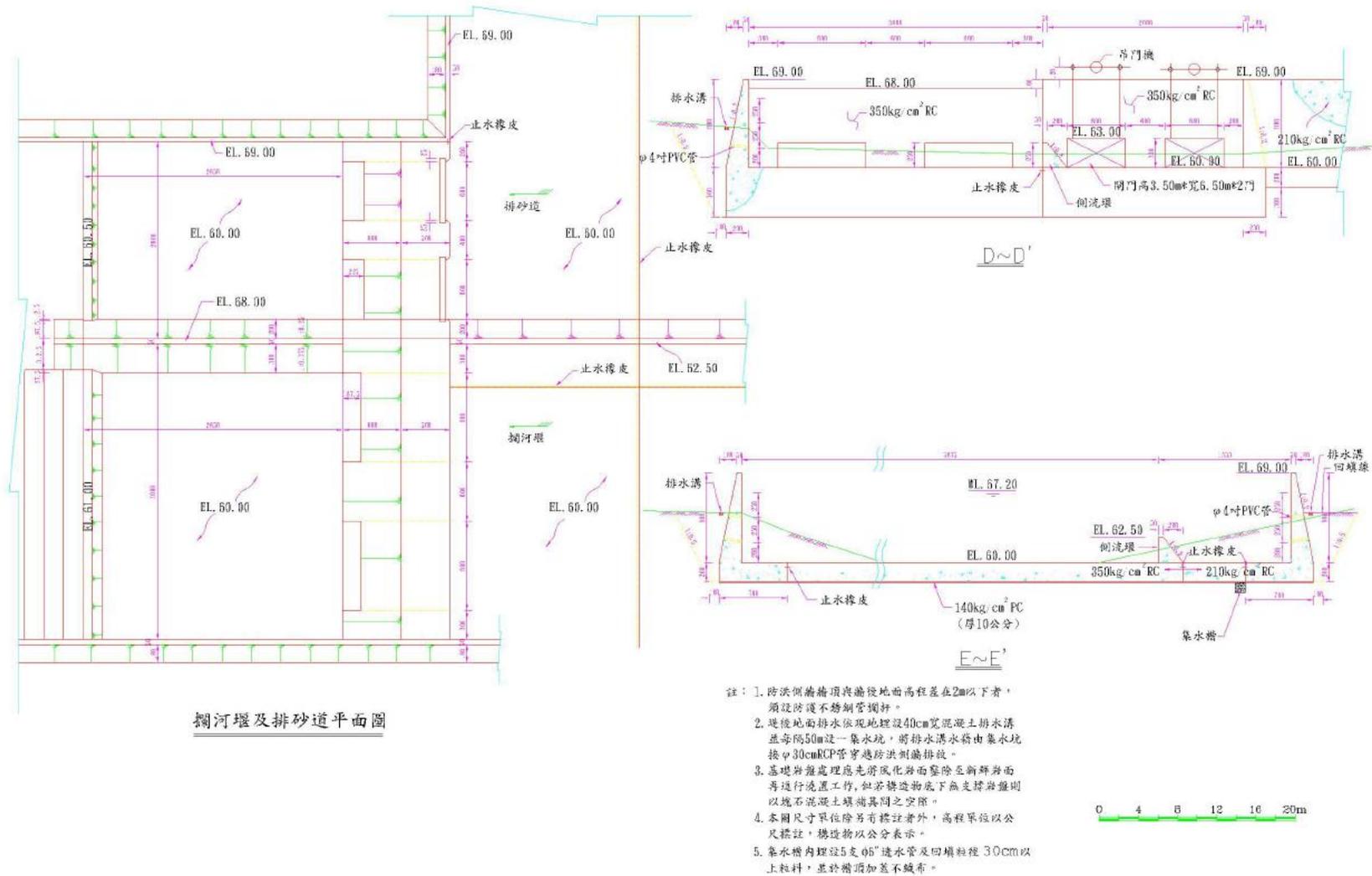


圖 6.6 欄河堰及排砂道設計圖 (4/4)

圖 6.7 施工圍堰及擋土排樁示意圖

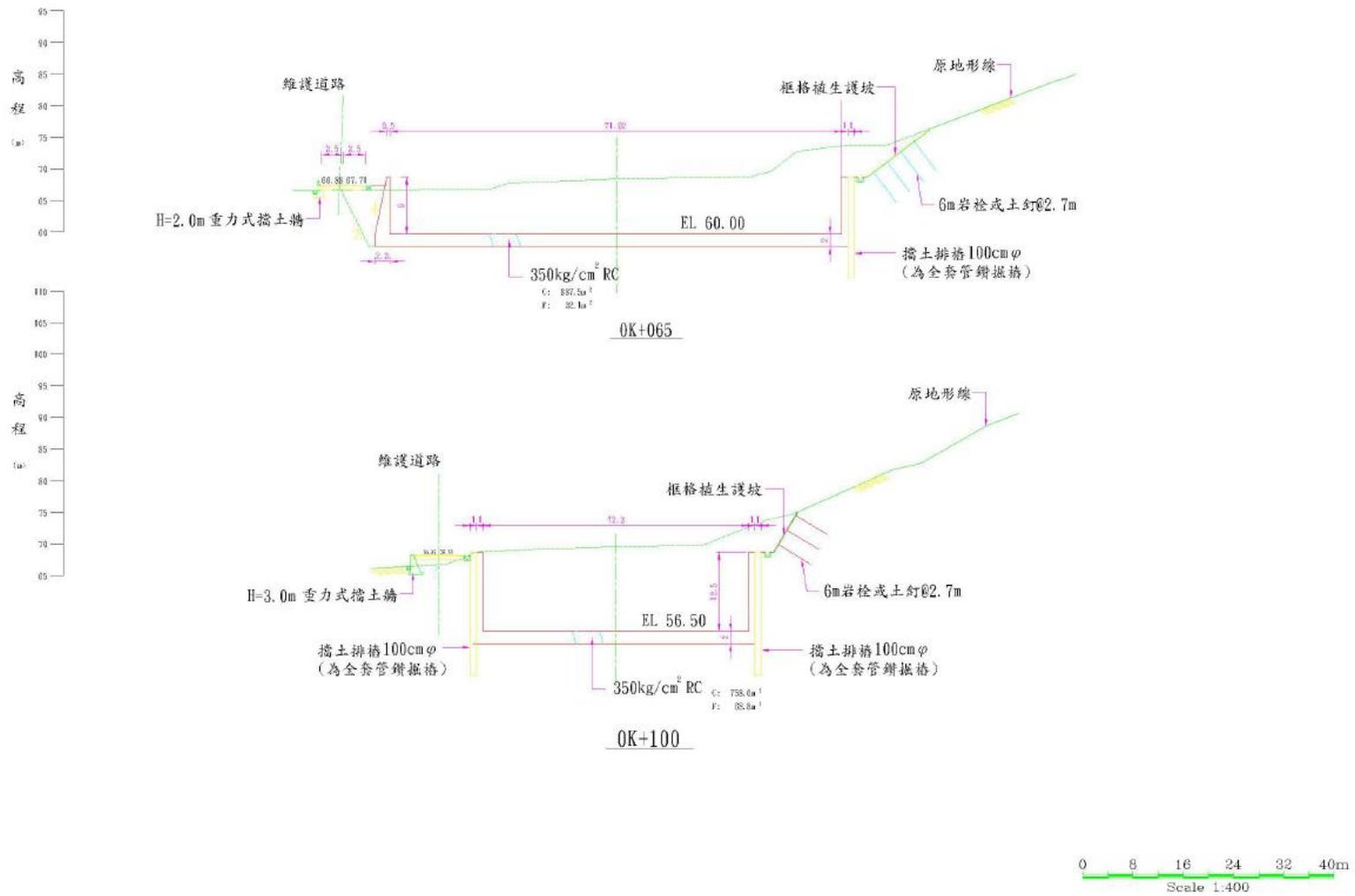


圖 6.8 進水結構橫斷面圖(1/2)

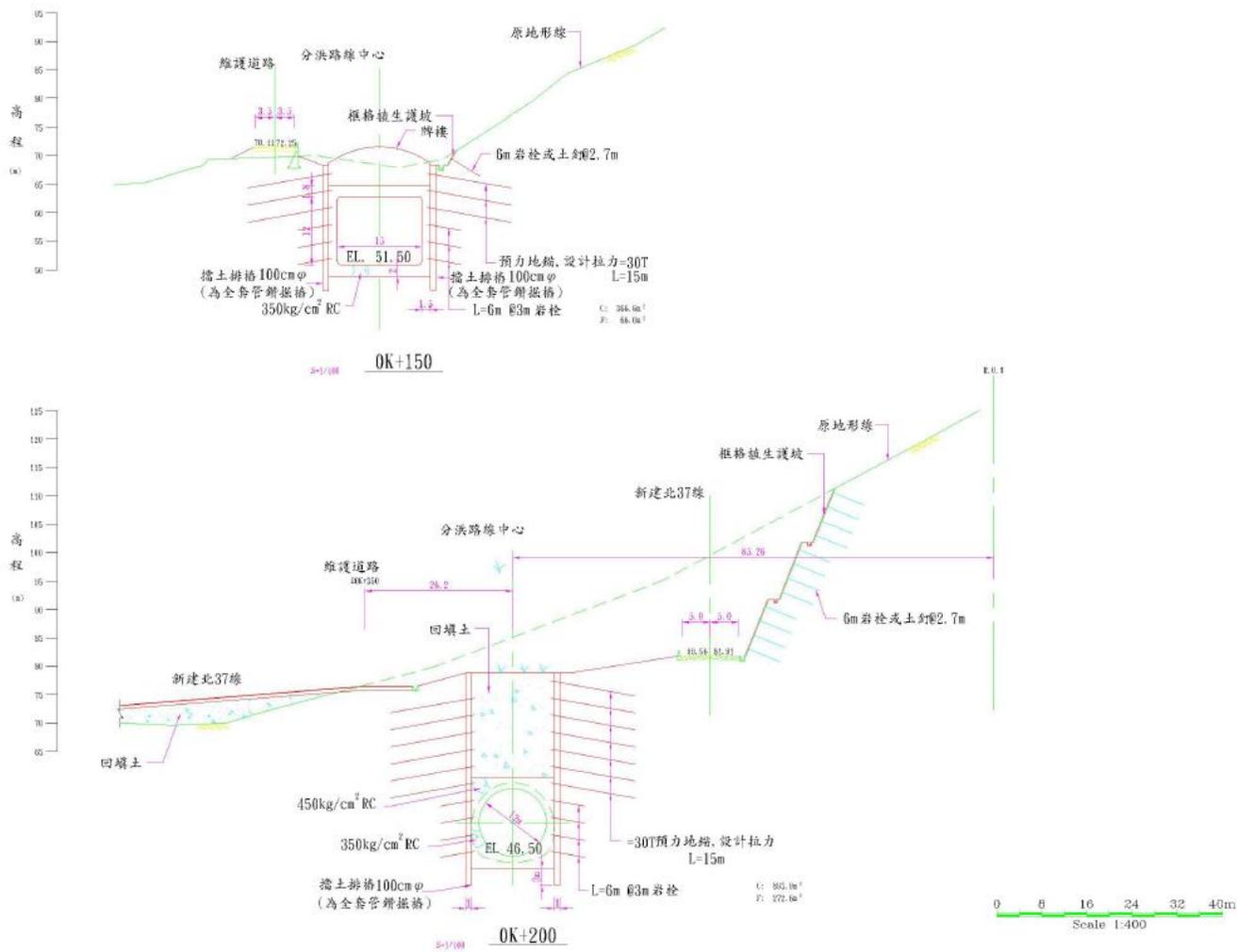


圖 6.9 進水結構橫斷面圖(2/2)

圖 6.10 出水結構位置圖

圖 6.11 出水結構平面圖

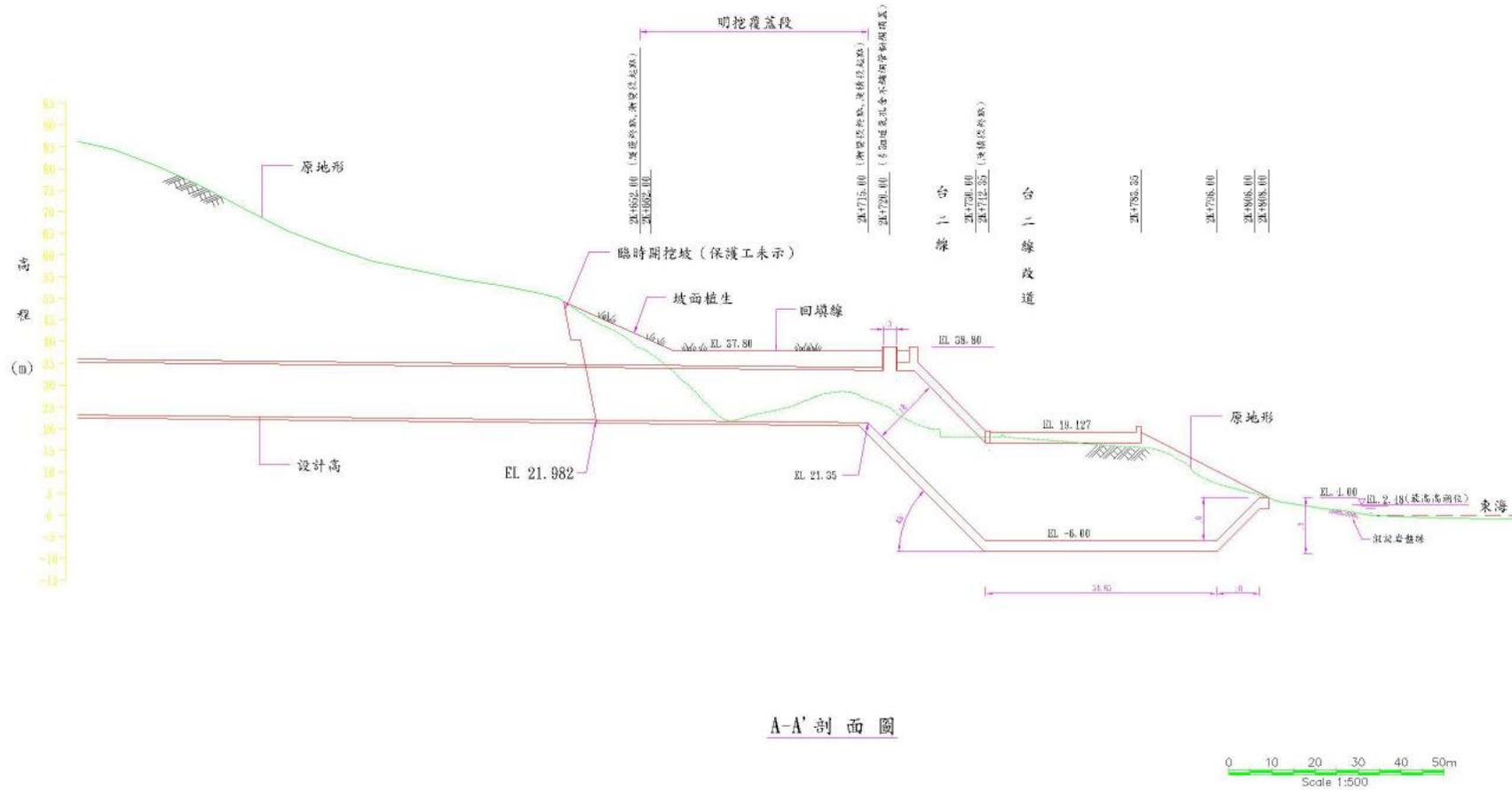


圖 6.12 出水結構縱剖面圖

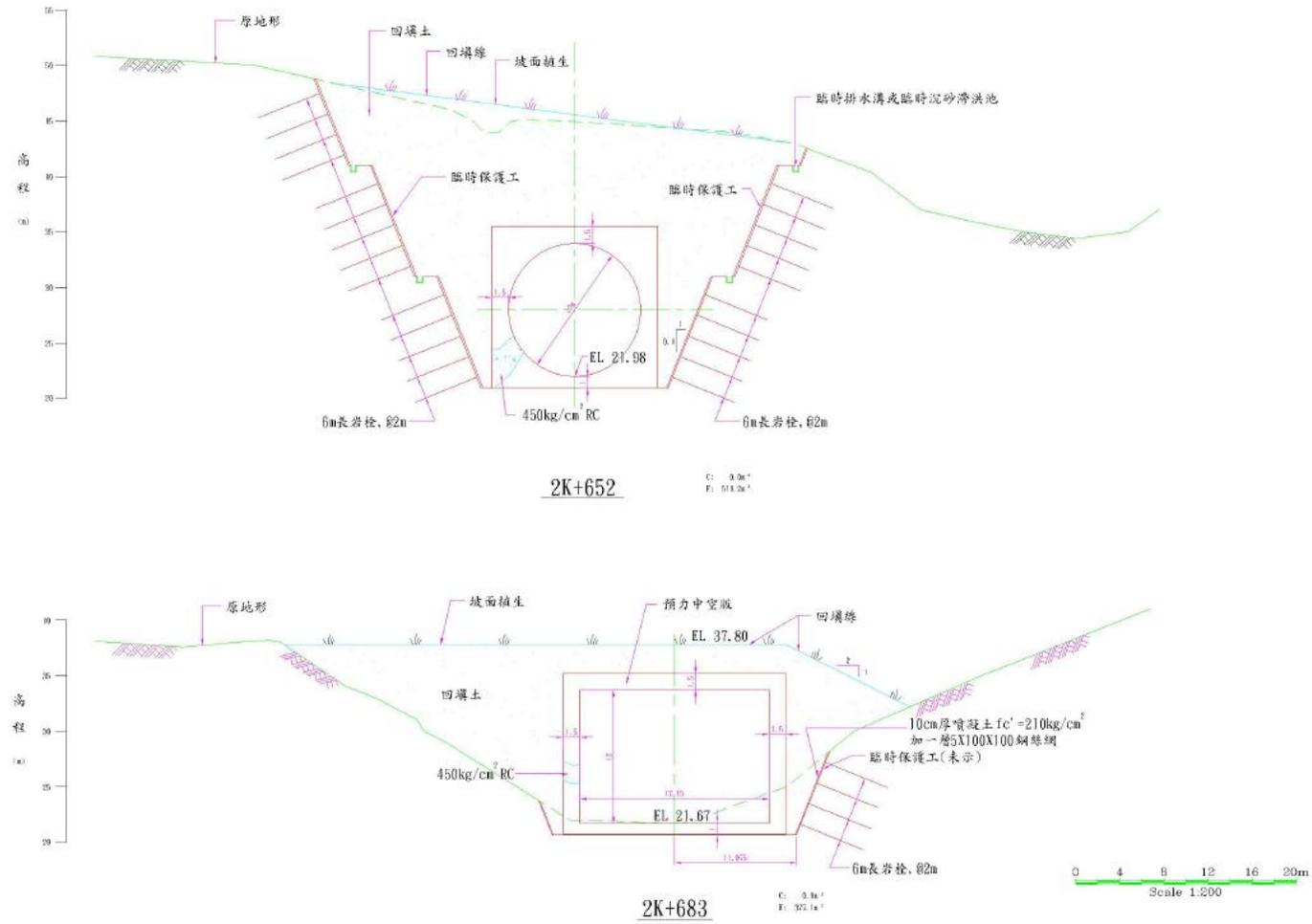


圖 6.13 出水結構設計圖(1/5)

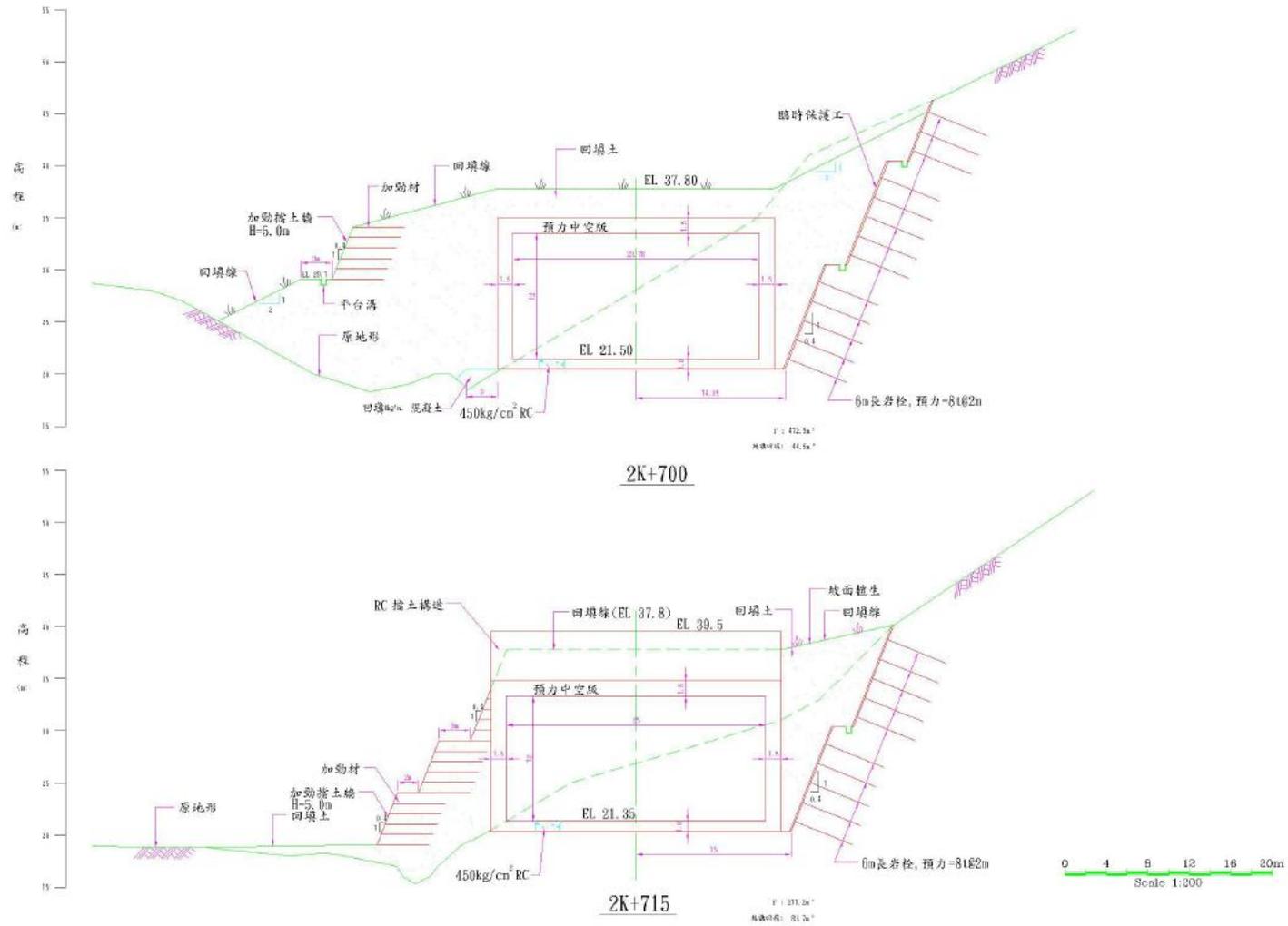


圖 6.14 出水結構設計圖(2/5)

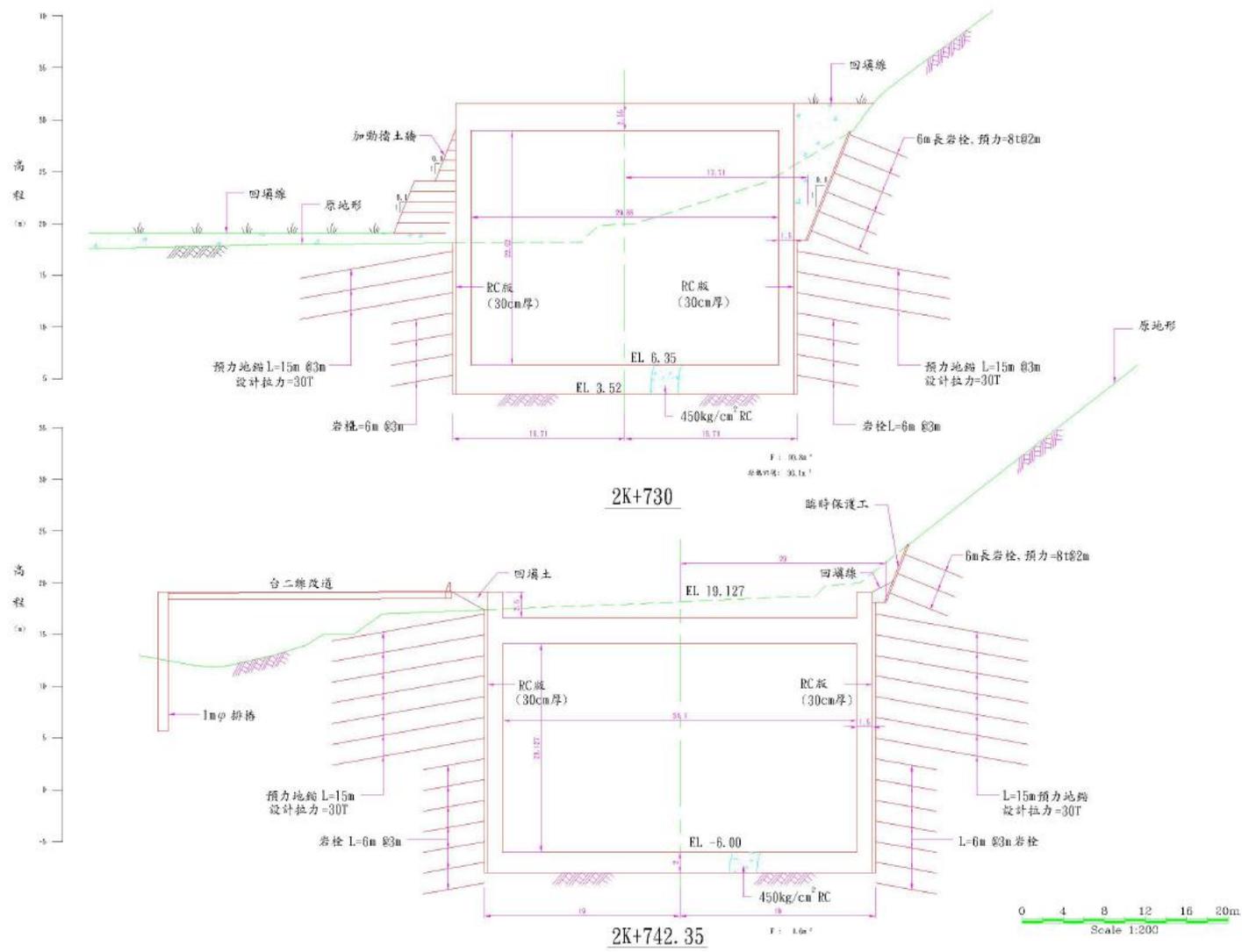


圖 6.15 出水結構設計圖(3/5)

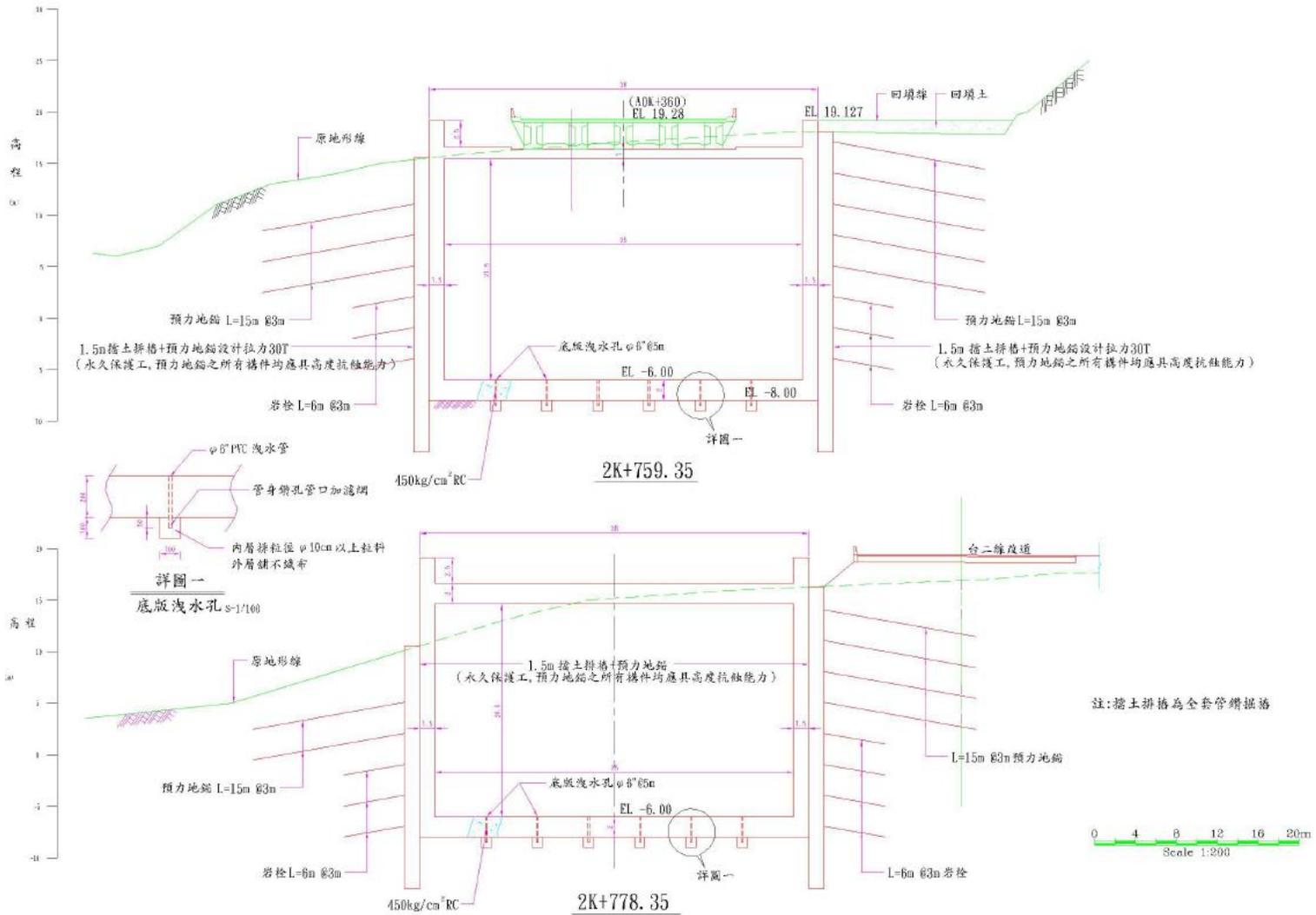


圖 6.16 出水結構設計圖(4/5)

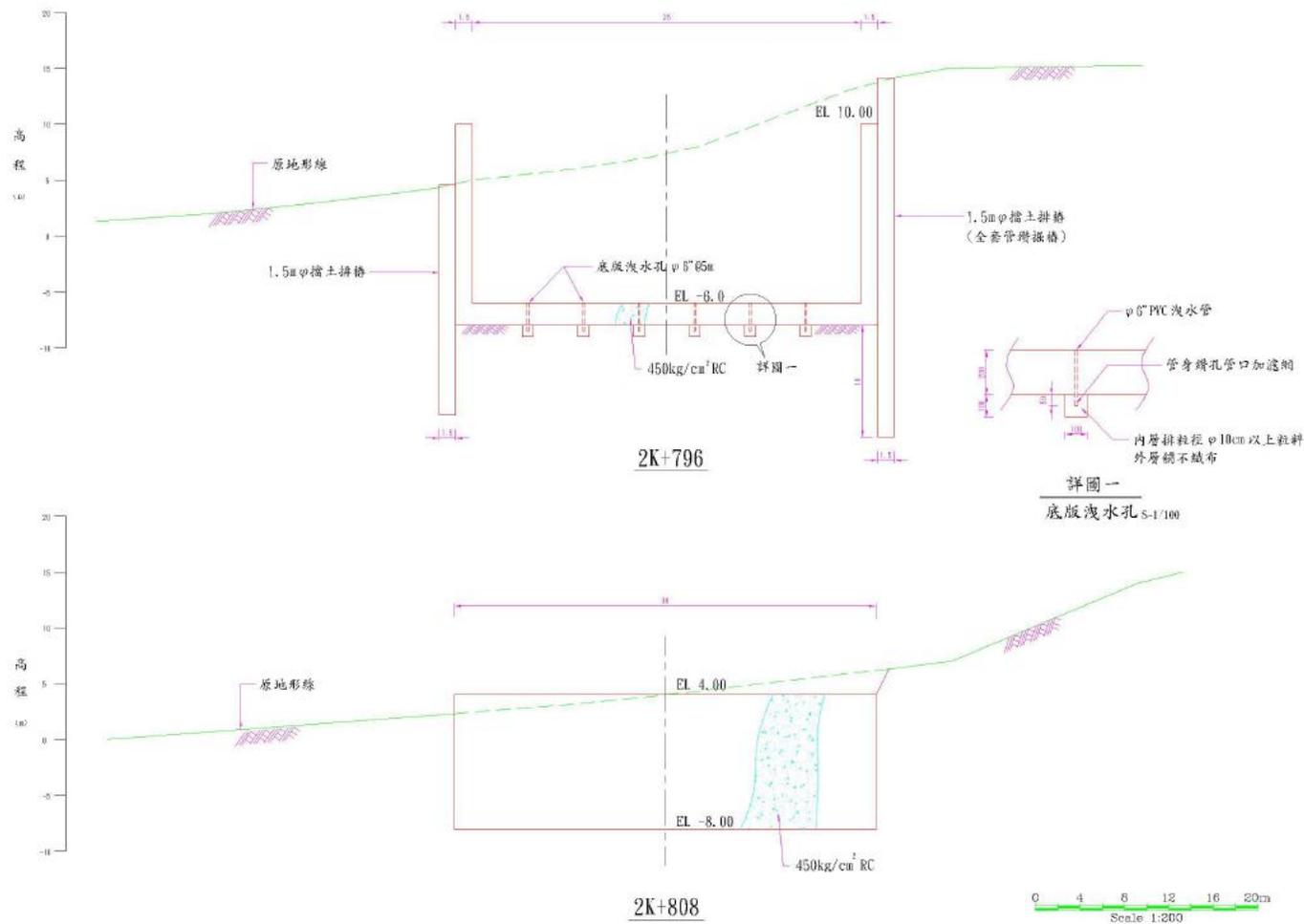


圖 6.17 出水結構設計圖(5/5)

第七章 分洪隧道設計及施工

7.1 前言

本工程隧道總長 2,452 公尺，九份溪以南為一號隧道(里程 0K+200 至 1K+317)，長約 1,117 公尺；橫越九份溪隧道為過河段(里程 1K+317 至 1K+344)，長約 27 公尺；二號隧道(里程 1K+344 至 2K+652)，長約 1,308 公尺。以下各節將就隧道設計及施工分別加以說明。

7.2 隧道洞口基本設計

一、隧道洞口及邊坡穩定基本設計

洞口是隧道工程與外界溝通的接口，不論是施工中或完工後，確保洞口通暢安全是隧道工程的最基本要求。然而由於隧道洞口是隧道工程中最接近地表面的結構，受地表水、氣象、地形、坡度的影響也最深，因此其附近的地形、地質大多呈不穩定之狀態，在此種不穩定狀態下進行開挖時，想防止因施工所產生之邊坡崩壞或因隧道開挖所造成之偏土壓作用，甚至因隧道開挖對地表面所造成之地層滑動發生，是一件相當困難的事。所以隧道洞口應儘可能依地形、地質條件，選擇避免大幅開挖擾動原有地層之位置。至於邊坡之設計應依據地形及挖填坡之地質狀況、邊坡可能之荷重加載以及地下水狀況，研判邊坡可能破壞模式，進行邊坡之穩定分析。必要時以降低地下水位，減緩坡度或邊坡保護工等措施，達到穩定邊坡之目的。以下將針對本工程各洞口邊坡保護工基本設計結果進行說明：

(一)一號隧道進水洞口

由於本洞口外需連結一號隧道至矩形隧道之漸變段、12m×15m 矩形隧道、隧道進口、束縮段、分洪堰等進水結構，這些進水構造物將需要相當的結構長度，而進水口又需在基隆河畔

之適當位置，無法做大幅改變，因此隧道洞口里程必須延後，入洞之覆土厚度也將相對大幅增加。原規劃將一號隧道進水洞口設於里程 0k+200 處，以直接入洞方式進洞；若要縮短明挖覆蓋段長度，可採導坑入洞後再擴挖成矩形斷面(如圖 7.1 所示)。

該處之設計高程為 EL46.50，而原地面高為 EL84.2，高度相差達 37.7 公尺，若在該區進行一般坡度之邊坡開挖進洞，則將造成相當大範圍的邊坡開挖與整治，洞口危險相對增加，因此本洞口以基樁連接而成擋土牆穩定洞口邊坡，基樁將佈於整個隧道開挖面四周並深入岩盤以維持穩定，並以預力地錨增加邊坡安全性，如此便可以垂直開挖方式進行洞口開挖，減少開挖土方及開挖面積，排樁配合預力地錨的保護方式如圖 7.2 所示。

(二)九份溪過河段臨時洞口

連接一號隧道與二號隧道的過河段位於九份溪河床中，該區岩性主要為砂岩夾頁岩，在一號隧道出口層面位態為 N52E/62N，節理為 N73E/44S，洞口邊坡陡峭，二號隧道入口處覆蓋煤炭渣，岩層位態約為 N40-70E/30-50N，由於位在河床旁邊，因此地下水位當高。

本區洞口不受水工結構物影響，因此可以採淺覆蓋入洞方式施作，目前研擬一號出口洞口里程為 1K+317，隧道頂拱以上覆土深約 4m，洞口正面邊坡擬以坡度 V:H=1:0.2 開挖，並以掛網噴凝土及岩栓進行邊坡保護，在噴凝土面上佈設洩水管以洩降坡面後的水壓。

二號隧道入口保護工基本上與一號隧道出口相同，即是以掛網噴凝土及岩栓進行保護，並以洩水管洩降水壓。但由於二號隧道入口處為煤炭渣覆蓋，地下水蓄積較高，因此將增設排水管，整個九份溪過河段洞口開挖平面圖如圖 7.3 所示。

(三)二號隧道出水洞口

二號隧道出口與一號隧道進水口狀況相似，即出口處需連接漸變段及消能池等出水結構位置及台二線公路的限制，洞口位置須向後移，無法選擇淺覆蓋進洞方式施作，經過仔細評估後，建議洞口位置設於里程 2K+652 處。

此處里程之設計高程為 EL22.00，而原地面高程為 EL45.52，高度相差約 23.5m，為避免作太大的開挖擬以坡度 V：H=1：0.2 進行開挖並以較長的岩栓及較厚的掛網噴凝土作為邊坡保護工，並打設水平排水管以洩降地下水壓。在洞口結構物完成後此洞口將以坡度 1：2 進行回填，坡面並以植生方式穩定並美化，本洞口開挖示意圖如圖 7.4 及 7.5 所示。

二、隧道洞口段開挖支撐基本設計

隧道開挖支撐設計洞口段和標準段兩種不同地段之設計，主要是以外圍地層是否足以產生地拱(Ground Arch)效應來區分。一般而言，隧道覆蓋厚度小於 1 至 2 倍隧道開挖直徑時，其地拱效應很難產生，該區間即所謂隧道洞口段。反之大於 1 至 2 倍隧道開挖直徑，即為存有地拱效應之隧道標準段。

洞口段之地層不像隧道標準段一樣能產生地拱承受其上岩壓，所以在開挖支撐設計上必須考量承受全部覆土荷重之影響；同時在洞口入洞正面的挖方邊坡作業以及隧道洞口段區間的挖掘作業極易使洞口段周邊地盤產生鬆動，誘發隧道洞口段頂部淺層邊坡崩壞，嚴重者甚至導致邊坡滑動破壞，因此慎重檢討與因應。

在本工程各洞口段開挖前，建議施作管幕以分擔覆土荷重。管幕工法 Tunnel Forepoling Method 簡稱 TFM 工法或 Pipe roof 工法)常見應用於隧道洞口淺覆蓋段或隧道內沿線遭遇崩積層、剪裂帶、斷層、卵礫石層或軟弱地盤等地層，或穿越既有鐵道、重要道路下方之箱涵工程，為目前較先進有效之輔助工法，在國內外逐漸為隧道工程界採用。其施工原理為以隧道管幕機於隧道頂拱區域鑽設水平孔，埋設較大口徑之前進鋼管並施以固結灌漿，使隧道頂拱預先形成一管幕強化之傘狀保護環。此構體之抗彎矩及抗剪力功能可有效承擔局部鬆弛之地盤荷重，適時提供隧道開挖後，而鋼支保、噴凝土及岩栓等支撐工尚未施作或發揮作用前空檔所需支撐力，使隧道開挖面得予穩定安全進而抑制岩盤之鬆弛。同時管幕鋼管可與鋼支保、鋼線網及噴凝土等連結在一起，形成格子狀之支撐系統，強化隧道縱剖面及橫剖面兩向之支承勁

度，達到三度空間支撐功能(如圖 7.6 所示)。

在洞口段範圍地盤強度太低，如九份溪過河段與二號隧道入口存在煤堆積之範圍，可以考慮使用垂直界面錨栓來增加地盤強度，本工法是由地表鑽直徑 100 至 200 公厘左右鑽孔，必要時以套管保護孔壁，先注入水泥漿或水泥砂漿以形成全面積接著型的柱體，然後在孔內插入鋼筋，最後將套管抽拔，如圖 7.7 所示。

7.3 隧道標準斷面基本設計

隧道斷面形狀大小之設計取決於三項需求，分別為使用機能，地質力學機制，以及開挖工法與施工作業。逐項探討說明如下：

一、使用機能

本計畫隧道係為分洪排水隧道，隧道淨空斷面形狀採取圓型，因為就水理條件而言，圓形斷面較佳。考慮流量需求隧道淨斷面之直徑為 12m，且因隧道流速高達 15.52m/s，對隧道表面將造成損耗，故內襯砌將考慮使用耐磨損之材料。

二、地質力學機制

就地質力學機制而言，新奧工法之原理為：隧道主要承載結構係利用周圍岩體自持力，各種人為支撐單元旨在提供約束作用，使岩體與人為支撐形成整體之拱作用，而形成壓力構材。因此，隧道斷面開挖斷面儘量設計接近圓形，或者以多心圓圓弧組合形狀作為隧道結構斷面，有效將外力轉換成壓力並可減少應力集中。

三、開挖工法與施工作業

本計畫一號及二號隧道長分別為 1,117 公尺及 1,308 公尺，屬中等長度隧道，隧道斷面之設計應能配合施工方案，考量開挖工法、棄渣方式、機械通風等空間，決定適當的斷面尺寸，兼顧造

價下更期能快速施工，合理縮短工期。因此就修正後斷面若採機械開挖或鑽炸工法施工時，均可符合需求。

考慮上述因素，建議開挖時隧道斷面為馬蹄形，內淨空斷面則為圓形，淨斷面直徑為 12m。支撐襯砌分為兩層，外層為由噴凝土鋼支保及其他輔助構材所組成之開挖支撐，內層則為由鋼筋混凝土澆鑄而成之內襯砌，內襯砌表面需光滑平整，使隧道內水流穩定。兩層襯砌間鋪設防水膜以防止滲水。隧道標準斷面如圖 7.8 所示。

7.4 隧道標準段支撐基本設計

一、岩體分類

本工程隧道岩體之分類係考慮現場評分方式並輔以岩體之工程地質特性之分類方法，主要採用南非 CSIR(Bieniewsky)之 RMR(Rock Mass Rating)法。此分類法乃依據岩材強度、岩心品質指標、不連續面狀況、地下水狀況、節理方位等因素綜合評估而得。根據本工程的地質特性，可將岩體分為 I 至 V 類，其中 I 類評分最高，代表岩體狀況最好，V 類評分最低，代表岩體狀況最差，各岩體相對應之 RMR 評分分數如表 7.1 所述。另有部分區段將遭遇特殊地質狀況，如：斷層破碎帶、隧道湧水、有害氣體、含煤層及廢煤坑等情況，針對上述特殊地段，將在下一節提出研判方式及因應方案。

依岩體狀況好壞分類之後，將就主要岩性砂岩及頁岩共同考量以決定設計參數；設計參數主要係依據 Strength of Rock Masses (Evert Hoek,1994) 推算岩盤參數,並根據中興顧問社 1997 年，針對台灣及大陸兩岸岩體彈性模數所作統計資料加以修正推估並配合後續鑽探及試驗結果加以修正。

二、隧道標準段開挖支撐工法

傳統隧道設計多採用採用重型鋼支保觀念，即依週遭岩盤性



質，研判岩盤開挖後可能形成之鬆動範圍，推估作用於隧道頂部之岩體荷重大小，進而設計支保大小及間距。然而由於岩體鬆弛之力學行為相當複雜，迄今仍無法準確預測或計算，故傳統鋼支保之設計常有偏差，如非不安全即過份保守浪費。所以近年來隧道設計已逐漸脫離傳統鋼支保(ASSM)觀念，進而採用新奧工法(英文簡稱 NATM)」的觀念進行設計及施工。由於這種工法的經濟性及施工安全性較高，因此目前已廣泛使用於世界各地。我國則是從東部鐵路自強隧道及南迴鐵路隧道開始採用新奧工法，而後逐漸為隧道界先進接受，而成為國內隧道設計與施工的主流。

一般而言，隧道開挖後，周圍力場平衡受到破壞，岩體便藉著逐漸變形而使受力重新分配，尋求新的力場平衡。隨著時間的流逝，岩體的鬆動區將逐漸擴大，若沒有適當的支撐，最後將導致坍塌而造成破壞。而新奧工法的理念便是在時間流逝的過程中，提供適當的支撐，並使支撐構件儘量接近開挖面進行，因此岩體的鬆動很小，開挖面周圍噴上噴凝土後，隧道內及地表面之變位即受到拘束，使岩體在破壞之前便已達到新的平衡，而使開挖穩定。在這個觀念中，週遭岩體也是支撐的一部份，所以所用的支撐可以是比較輕型的鋼支保及噴凝土，再輔以岩栓及其他保護措施便足以提供穩定岩體所需，不必再以重型支撐來承受全部岩體荷重，所以在經濟性及施工安全上都比傳統方法要好。

衡諸新奧工法目前在國內隧道界廣為應用之事實，本工程隧道標準段開挖支撐設計，將採用新奧工法一貫之觀念加以設計。

三、分析模式與方法

本隧道工程的施工方式並不是全斷面一次開挖完成，而是分成多階段開挖，前方開挖與後方工作面間會相互影響，因此計算岩體應力及變形需考慮相互影響所造成的非線性增量，較難以傳統力學方式進行計算，而必須借助電腦程式進行數值分析，以檢核岩體分類法支撐設計之安全性與經濟性。

本分析所採用的數值分析方法為顯性的有限差分法(explicit

finite difference method), 使用美國 ITASCA Consulting Group INC. 所發展的 FLAC 程式, 模擬在各類岩體內開挖隧道的狀況, 將按鑽探試驗結果所獲得之地層工程特性, 並綜合本公司以往類似地質與隧道工程之經驗, 加以評估研判合理的設計參數, 然後依據所規定之開挖支撐施工順序, 模擬岩體及支撐系統的力學行為, 建立二維平面應變元素, 以梁元素(Beam Element)模擬鋼支保及噴凝土, 以桿元素(Cable Element)模擬岩栓, 同時假設岩體為一均質均向的材料, 其組成模式為完全彈塑性(elastic-perfectly plastic)模式, 破壞準則採用 Mohr-Coulumb 準則, 且材料降伏後, 其塑性流符合非諧和流動準則。

分析步驟如下：

(一)分析岩類的選定

分析時尋找隧道沿線各岩類最具代表性覆土厚度之斷面作為分析的依據, 根據本區地質狀況將進行五類岩體分析, 即 I、II、III、IV、V 等各類岩體。

(二)分析範圍及格網建立

隧道數值分析法中, 分析範圍的選定乃決定分析是否正確的重要因素, 理論上所選的範圍為無限大時, 分析結果最為正確, 但實際上分析範圍選區太大時徒增電腦執行的負擔, 並不經濟。一般而言, 以離隧道中心 2~3 倍隧道直徑距離範圍內為其主要影響範圍(但並非絕對), 因此所選取的分析區域應至少大於隧道中心 2~3 倍隧道直徑距離範圍, 並盡量使分析邊界線上的格網元素未產生變形。

分析範圍決定後, 即依岩體分類、開挖斷面、開挖程序、支撐程序(鋼支保、岩栓、噴凝土等)等因數, 進行格網的劃分。原則上接近隧道的範圍即應力變化狀況較大的地方格網分割較密, 格網元素較小; 離隧道越遠或應力變化越小的地方, 則格網分割較疏, 格網元素較大。岩體分類之分析格網如圖 7.9 所示。

(三)開挖程序及支撐系統

由於本分析假設岩體為完全彈塑性材料, 因此岩體的變形與



應力路徑有關，也就是與實際施工開挖程序有關，在分析時考慮開挖程序的影響，將隧道分成上、下斷面及仰拱等三階段開挖，在 IV 類及 V 類岩盤時再將各階段開挖依計劃之斷面進行分割。

當各階段開挖後岩體內的初始應力會漸漸釋放，並產生變形，當隧道前進一輪之後，雖然儘速架設支撐，但在此之前，隧道已產生初始變形，因此在數值模擬時，需在變形到適當時機後再建構支撐，目前研擬之各類岩盤之支撐系統參數如表 7.2 所述。

在模擬各階段開挖時，須待前一階段開挖及支撐之應力及變形達到穩定後，再做下階段開挖，相當於實際施工時長台階開挖情形。經計算後各類岩盤開挖之標準支撐如表 7.3 所示。

四、分析結果

(一) 變形量

分析結果依各類岩盤開挖及標準支撐圖所求得之變形狀況如圖 7.10 至 7.14 所示，由此所推估之隧道施工可能產生之最大變形量如表 7.1 所示，由表中可知在岩體等級良好之 I 類岩盤其變形量約 2 公分，而後隨著岩體評分的降低，變形量也逐漸增加，到 V 類岩盤時，最大變形量增為 30 公分。

(二) 塑性區

分析結果各類岩體開挖後之塑性範圍如圖 7.15 至 7.19 所示，由此可知 I 類岩盤由於地質狀況良好，開挖後塑性範圍只有斷面週遭約 1 公尺範圍，應屬安全。II、III 類岩盤塑性範圍分別約為隧道週圍 3 及 4 公尺，與岩栓長度相當，灌漿岩栓得以充分發揮支撐效果。

IV、V 類岩盤經管幕及適當的地盤改良後，塑性範圍已控制在 1 倍隧道直徑範圍內，但由於仍超過岩栓長度範圍，需再進行支撐系統之應力檢核。

(三) 支撐應力

分析結果各類岩體開挖後各支撐系統所受之軸力及彎矩如圖 7.20 至 7.24 所示，由於 I、II、III 類岩盤岩體得以適時發揮自持力，因此各支撐所受應力皆不大。IV、V 類岩盤塑性區範圍雖

然較大，但其支撐承受軸力及彎矩後轉換之應力檢核仍屬安全範圍，應可支撐預估之大地應力。

7.5 隧道特殊段基本設計

本案隧道工程依目前蒐集相關資料研判，因應本區地質將可能遭遇三種特殊狀況需特別注意：(一)斷層、破碎帶及伴隨之湧水，(二)廢煤坑及煤層，(三)有害氣體。針對上述特殊地段，不論探測方式、處理方法、隧道開挖支撐及內襯砌結構皆必須有不同之考量及設計。以下針對這些特殊狀況分別加以說明：

一、斷層、破碎帶及隧道湧水

依據隧道施工經驗，遭遇斷層、破碎帶情況時，施工之難易度完全取決於湧水量之大小。因此，其施工基本概念，於預測之斷層接近，斷面未開挖前，以高速、高性能且可兼作排水的先進鑽孔，探查斷層帶走向、厚度、破碎程度及伴隨受壓水層之水壓與水量，以決定因應處理方式，如縮小開挖斷面、地盤改良、排水鑽孔或廊道之設施、採用重型支保與厚襯砌，並配合其它隧道補助工法進行保護。主要建議之施作步驟如下：

- (一)當開挖將接近先前地質調查時所推測之具危險性之破碎帶或斷層時，於頂拱開挖範圍利用隧道內震波探測或其他地球物理調查方法偵測斷層帶或破碎帶的位置。
- (二)繼續頂拱開挖至與斷層或破碎帶至相當距離鑽取水平前進探查孔以確認地質狀況，若遭遇地下水時則需量測研判出水狀況以決定是否進行後續相關的抽(排)水措施。
- (三)若研判需施作抽(排)水措施，則依出水量的大小進行抽排水。

目前研擬之可行方法如下所述：

1.環狀排水孔

於隧道側壁鑽設排水孔，長度可遠達 50~60m 外，實際位置及長度依現場狀況調整，其施作方式如圖 7.25 所示。



2. 排水導坑

若遭遇大量湧水時，於隧道工作面上施作斷面較小之排水導坑，使四周岩盤所蓄積的水壓從導坑中排出。導坑施作位置及斷面型式如圖 7.26 所示。

3. 熱瀝青止水灌漿

由於熱瀝青滲透性及粘著性相當良好，因此在處理大量湧水時可以滲入岩間孔隙及節理加以填補，而達到止水的目的，然而所使用的瀝青材料建議為無污染的材質。施作方法如圖 7.27 所示。

4. 繼續進行開挖至更近的距離，而後沿著隧道四周進行灌漿，使周圍岩體固結，強度增加，而增進開挖時的安全。灌漿所用的材料需為水泥系材料或無污染之虞的化學材料，灌漿施作方式詳圖 7.28 及 7.29 所示。

5. 開挖進入斷層或破碎帶，必要時繼續施作水平前進探查孔，及後續之止水及灌漿等措施，而到通過此特殊地質段。

6. 持續以後各階段開挖，並依現場地質師判定進行前進探查、止水、灌漿等措施。

二、廢煤坑及煤層處理

主要處理方式如下所述：

(一) 施工中煤層調查

由於地質調查過程中僅有少數之鑽孔直接鑽至煤層，因此無法完全正確無誤的推估煤層之走向，使得煤層與隧道相交之位置無法正確之預估，故隧道開挖過程中擬採用先進水平探查孔(取岩心)偵測煤層之位置。在煤層位置確定之處，在開挖面前 15 公尺開始打設先進探查孔，而在煤層位置不確定之處，在開挖工作面前至少 60 公尺處開始打設先進探查孔，且先進探查孔至少保持在開挖工作面前端至少 5 公尺。先進探查孔除了可以探查煤層及隧道前方之地質資料外，如果地層之中含有煤氣亦可在開挖前事先預知。

於鑽設先進探查時將指派一名專業地質師負責探查結果之記錄與研判，此記錄將包括煤層之位置(里程)、走向、厚度、狀況(破裂度、是否有水、煤氣及煤質等)，並提出建議之處理方式。

(二)煤層處理

此煤層處理主要針對未被開挖之煤層而言。在隧道開挖中遭遇煤層且需處理之狀況可分為三種型式分別敘述如下：

1.煤層出現在頂拱處

煤層出現在頂拱及側壁時，以岩盤支撐處理之。

2.煤層出現在仰拱處

若煤層底緣至隧道開挖面之距離小於 50 公分時此煤層全部挖除，若此距離大於 50 公分，則隧道斷面支撐型式應設置仰拱。

3.煤層出現在管線廊道下方

煤層底緣與廊道開挖面底緣距離小於 50 公分，此煤層挖除至新鮮岩盤，若此距離大於 50 公分，則大於 50 公分之部份不予挖除。

(三)煤層施工原則及注意事項

- 1.於預估煤層出現里程前 60 公尺，首先以先進探查孔，探查煤層之詳細資料。
- 2.在開挖工作面 30 公尺處裝設煤氣自動警報器，當煤氣濃度達一定標準時(約 0.5%至 1.0%)，警報器將自動發出警訊。此煤氣自動警報器在電力中斷情形下，將會發出警告。
- 3.安全值勤：於煤層段開挖時將指派專則人員負責本段之施工安全，此安全值勤人員之主要責任為：
 - (1)於每日或每班工作開始前，至工作面測試煤氣含量，並檢查煤氣警告器是否正常運作。
 - (2)開挖時在工作面負責偵測。
 - (3)當煤氣警告器觸發時下令工作人員撤離工作面。
 - (4)配備防護設備進入曾有煤氣逸出之工作面，檢查煤氣是否

已稀釋至法定標準內，以決定是否復工。

(5)督導有關人員進行所需之保養或設備檢驗及訓練所有工作人員逃生步驟及防護設備之使用。

- 4.於此煤層段開挖時設置輔助風扇以備通風設備故障時之用。
- 5.開挖煤層時將以人工為之，由於挖除之煤數量不多，將與一般之棄碴分開處理。
- 6.煤層出露時將即刻進行處理，且岩盤之支撐將於煤層處理後24小時內安裝完成。

調查方式建議採用3吋之取岩心鑽孔作為探查孔，其佈置如圖7.30，於上半斷面兩側各一孔，頂拱部份亦配置一孔，鑽孔方向向隧道外側斜30度，探查孔長度以15公尺為原則，在偵測到空洞時鑽孔應通過空洞5公尺以上。在探查過程中將指派一名專業地質師負責探查孔之地質記錄與研判，探查孔打設方向之建議。調查報告中將包括偵測得空洞之大小、形狀、位置、走向及空洞內之狀況(例如是否填充水或破碎岩體等)。

(四)廢煤坑處理

1.洞口區處理

- (1)若廢煤坑出露於洞口邊坡開挖時或洞口區地表之廢坑口影響開挖區之交通，或其內之積水可能影響開挖安全時，依工程司指示選擇回填材料，進行廢坑之回填封閉工作。
- (2)若岩錨鑽孔遭遇廢煤坑之空洞時，應利用此鑽孔進行此空洞之填充灌漿，再進行岩錨之施工。

2.工作面處理

廢煤坑可能以二種型式與隧道相交，一為主坑或通風坑與隧道相交，另一種則為煤面與隧道相交。

(1)隧道與主坑或通風坑相交

當偵測得隧道前方有主坑或通風坑存在時即停止開挖面之前進，進行廢煤坑之處理。首先鑽設排水孔，並從上半開挖面開挖1.4×2.5公尺之先進導坑前進至此空洞，

將空洞內之破碎岩體清除，必要時將此空洞重新安裝支撐；在處理範圍之邊界施築砂包或模板以免外圍之破碎岩體繼續流入。此界限應視地質條件而定。空洞內之物體清除後以 $140\text{kg}/\text{cm}^2$ 之混凝土回填至此空洞內。另外將安裝導水管將隧道上方坑內之積水導至隧道下方之坑道內，避免隧道上方之空洞有積水現象。

(2) 隧道與煤面相交

首先亦開挖一先進導坑至此煤面，但因煤面之厚度可能僅 50 至 70 公分左右無法直接進入處理，故亦開挖一先進導坑至隧道上方，再向隧道兩側沿煤面下挖，最後開挖隧道下方之導坑。此導坑必要時將安裝支撐。最後將此導坑以 $140\text{kg}/\text{cm}^2$ 混凝土回填，形成一環狀結構物支撐外來之載重。

(五) 隧道施工注意事項

1. 接近廢煤坑段時，隧道之開挖將謹慎為之，避免空洞突然出現在工作面，因空洞內若有大量積水或破碎岩體將造成難以收拾之情況。
2. 隧道支撐將緊隨工作面安裝。
3. 進入廢煤坑內處理填充物時應謹慎，必要時應加裝支撐，避免造成坍塌。

煤層及廢煤坑之處理方式如圖 7.30 至 7.32 所示。

三、有害氣體處理

主要處理方式如下所述：

(一) 加強通風

在預估通過有害氣體段時，該區段之通風能量應予增強，用以將氣體稀釋到安全程度或排出隧道外。

(二) 抽出有害氣體



當前進探查孔發現有害氣體的儲氣帶，或預估開挖面前有儲氣層存在，且其冒出量高出通風能量，以致不足以將之稀釋到安全程度時，以鑽孔連接排氣設備，將有害氣體直接抽至隧道外。

(三)化學灌漿

加強通風及以鑽孔抽出氣體後，有害氣體含量仍超過安全值時，則可輔以化學灌漿，亦即在隧道開挖面前方施作放射狀化學灌漿，以減少有害氣體溢出量，灌漿完成後再進行開挖，灌漿材料應為無毒性之化學材料。

(四)儘早完成襯砌

若有害氣體持續冒出時，亦可儘早完成襯砌，將氣體阻絕在外，使氣體不再冒出。

7.6 隧道內襯砌基本設計

隧道開挖經外襯砌支保工之施工後，岩體應力重新調整已達新的平衡狀態，並由開挖支撐與週遭岩體承受全部岩盤荷重，此時可施作混凝土之內襯砌，而內襯砌也將暫時不受地盤荷重。但考量潛變導致之後期岩壓、地震力及岩栓銹蝕軸力釋放之支保耐蝕性等無法預知之因素，設計上內襯砌仍須視岩體分類、隧道重要性及施工品質等因素，承受部份之岩壓。

在本工程中以有限元素分析程式 SAP2000 進行內襯砌受力計算，並以前面章節隧道分析程式 FLAC 分析之外襯砌各節點所受力量加以折減作為內襯砌分析時襯砌所受之外力，另外考量本隧道為不排水隧道，故需承受岩盤內之滲水壓力，隧道內部則考慮水流所造成之荷重，綜合分析後 III 類支撐內襯砌受力狀況如圖 7.33 和圖 7.34 所示，其餘數值輸出結果詳見附錄五。

內襯砌材料將採用鋼筋混凝土，考量耐磨損能力襯砌表面須採高強度、耐磨性高之混凝土襯砌。由上述受力分析結果可知，

內襯砌可以 80 公分厚、 $fc'=240\text{kg}/\text{cm}^2$ 混凝土+表面 20 公分厚 $fc'=450\text{kg}/\text{cm}^2$ 高強度混凝土施作(簡稱內襯砌方案一)；或者是澆鑄 70 公分厚、 $fc'=450\text{kg}/\text{cm}^2$ 之高強度混凝土(簡稱內襯砌方案二)。以下將針對此兩種方案進行比較，並整理於表 7.5：

一、開挖斷面及材料

- (一)開挖斷面及棄方：內襯砌方案一之襯砌厚度高達 1 公尺，而內襯砌方案二之襯砌厚度為 70 公分，由於水流所需淨空斷面相同，因此內襯砌方案一所造成的開挖斷面將較方案二厚 30 公分，所需開挖的土方及運氣的土方也將較方案二為多，經過計算後每公尺斷面將增加約 14 立方土方，而使開挖及土方處理費用增加約 20,000 元。
- (二)開挖支撐材料：由於內襯砌方案一所造成之開挖面積較方案二為大因此其支撐材料如噴凝土及防水膜等也將增加，經計算後發現隧道開挖每公尺約增加 2 平方公尺的噴凝土、鋼線網、防水膜及 1.5m 長之鋼支保，而使開挖支撐的費用增加 5,000 元。
- (三)內襯砌混凝土：內襯砌方案一的混凝土較厚，因此其所用混凝土數量較方案二為多，然而由於方案二所用的混凝土為高強度混凝土 ($fc'=450\text{kg}/\text{cm}^2$)，單價較方案一的混凝土 ($fc'=240\text{kg}/\text{cm}^2$) 為高，故經數量及單價計算後，方案一每公尺內襯砌混凝土價錢將較方案二少約 20,000 元。

整理上述可發現在開挖斷面及材料方面，80 公分厚、 $fc'=240\text{kg}/\text{cm}^2$ 混凝土+表面 20 公分厚 $fc'=450\text{kg}/\text{cm}^2$ 高強度混凝土之內襯砌方案一費用將較 70 公分厚、 $fc'=450\text{kg}/\text{cm}^2$ 之高強度混凝土之方案二高約 5,000 元。

二、鋼模數量

由於隧道內襯砌一般是以系統鋼模作為混凝土澆鑄時的模板，在每個工作面都需準備 1 套。而方案一為由兩種不同強度的混凝土組合而成，因此每個工作面需要兩組系統鋼模及兩倍鋼模組立費用，所以在內襯砌鋼模方面，方案一將較方案二高出一倍

的費用。

三、混凝土接合面處理

由於內襯砌方案一需接合兩種不同強度的混凝土，因此在 $fc'=450\text{kg/cm}^2$ 混凝土澆鑄前，需先對以澆鑄完成之 $fc'=240\text{kg/cm}^2$ 混凝土表面進行打毛處理，以利後續 $fc'=450\text{kg/cm}^2$ 混凝土與之結合，因此將較方案二增加混凝土接合面處理的費用。

四、工期

由於方案一之內襯砌需使用兩套鋼模施作，混凝土澆鑄時間將需兩倍，但其實兩套鋼模的工期可以部分重疊，因此在考慮鋼模前後交錯配置的距離、混凝土養護時間、以及混凝土接合面處理時間後，評估每個工作面的內襯砌澆鑄工期方案一將比方案二多 2 個月時間。

五、應力分析

因 III 類岩體佔全部岩體的 45% 以上，故以 III 類支撐為例，將有限元素分析程式 SAP2000 分析所得混凝土內襯砌所受之軸力和彎矩值，分別以不同襯砌厚度和混凝土強度進行應力檢核，如表 7.4 所示，由分析結果可知：採方案一有部分混凝土內襯砌會產生破壞，而採方案二其應力檢核均通過。

經上述開挖斷面及材料、鋼模數量、混凝土接合面處理、工期及應力分析等因素綜合考量後，建議本隧道工程內襯砌採用方案二，即以 70 公分厚、 $fc'=450\text{kg/cm}^2$ 之高強度混凝土進行施作。

7.7 隧道施作工作面

本工程隧道預計共有四個主工作面，分別是一號隧道入口、出口及二號隧道入口、出口，以下將針對工作面狀況加以說明：

一、一號隧道入口工作面

本洞口位於基隆河畔瑞柑新村旁(如圖 7.1 所示)，本隧道洞口開挖底部高程為 46.5m，與原路面高(約 65m)相差近 20m，而洞口位置與北 37 線相距約 200m，預估可施作施工道路直達洞口，故建議隧道正面採直接開挖入洞方式，不需施作工作坑，另外由於隧道坡度向下，因此難以自然排水方式排水，必須以抽水機採抽排水方式為之。施工道路則可配合北 37 線改線一起施作，且可視承包商分洪堰結構體施工時程而略作調整。

二、一號隧道出口工作面

本洞口位於九份溪上，故若由洞口直接開挖需考慮九份溪水入滲之影響，且隧道開挖原可採重力式排水，亦因九份溪水位之考量，必須改採機械排水。故本洞口施工擬採上半明挖工法並與二號隧道入口配合圍堰分階施工。同時為維持本隧道之工作面，擬闢設一施工橫坑(圖 7.35)，洞口高程 40m，橫坑長度 133m，斷面淨寬 6m，縱坡為 3%。

三、二號隧道入口工作面

本洞口同一號隧道出口條件，施工採上半明挖工法施作，惟本洞口邊坡為煤渣堆積處，施工開挖前應預先以其他工法改良或處理。主隧道開挖則擬於一號橫坑對岸開闢二號施工橫坑如圖 7.36，洞口高程 40m，橫坑長 95m，斷面寬度 6m，縱坡 1%。

四、二號隧道出口工作面

本工作面緊臨台二線，因此洞口開挖需於台二線施工改道完成後配合新建公路橋樑同時施作，初期洞口整地高程約 17.79m，隧道鑽掘段洞口位置位於里程 2K+652 位置，詳細平面圖如圖 7.4 所示。由於本洞口開挖高程接近附近台二線原路面高程，因此本隧道洞口將採用直接入洞的開挖方式，由於隧道開挖前進時坡度向上，因此可採用自然排水方式排水。



7.8 隧道開挖工法評估

在隧道工程中適當的開挖方式選擇，無論是對業主或承商而言均為一重要決定。開挖工法影響到整個工程的經費及工期，因此在規劃及設計階段即應針對開挖工法的影響因素加以考慮。

本節主要目的係針對一號及二號隧道開挖採用之施工方式做建議。本工程隧道長度分別為 1,117 公尺、1,308 公尺及過河段 27 公尺，隧道沿線工程地質多屬砂岩或砂頁岩互層之組成以及淺層覆蓋長度合計 2,452 公尺的開挖；在前期報告中已針對國內常用之傳統鑽炸工法、或國外應用相當成功，但於北宜高速公路雪山隧道卻遭遇相當困難之 TBM 工法、或其他機械開挖工法就其工期及工程施作進行評估及比較，期能選擇一較適用於本計畫特性之隧道開挖工法。經綜合評估結果，建議使用鑽炸法並配合挖土機等機械進行開挖，這兩種工法之特點如下所述：

一、鑽炸法

鑽炸法的使用已超過一世紀之久，其程序主要可分為三個程序施作，首先為鑽孔、裝藥，其次為爆破、通風，最後為出碴，若有需要應架設支撐。一般而言，鑽炸法對於斷層、剪裂帶或地盤強度差異性大者，有較佳之處理能力。其優缺點敘述如下：

優點：1.可適用於任何地質條件。

2.不受限於隧道斷面形狀、大小。

3.初期投資成本較低。

4.不需較大之組合場地。

5.不受限於最小轉彎半徑。

6.對地質狀況之應變較具彈性。

缺點：1.開挖速度較慢。

2.開挖面週邊擾動情形及超挖量大，支撐費用較高。

3. 勞工人力需求較大。
4. 環境影響，如噪音、震動、廢氣等較大。
5. 施工人員安全性較低。

另外，鑽炸法的分階作業對整個施作流程而言有著不利的影響，由於其每階段的機具、人員並不相同且各階段無法並行施作，因此，使得整個施工速率大為減低，若欲減少階段作業間之閒滯，則需著重於施工機械的改良及其共用性，以提高開挖速率。

鑽炸法如前述為一循環式作業，每一循環作業時間受到設備能力、人員、承商熟練度、地質狀況、開挖斷面情形等影響極大。一般隧道每一輪進之作業流程、時間及各單項作業佔每輪進時間之百分比，如下所述：

輪進作業	單項作業與輪進時間百分比
鑽孔、裝藥、爆破	20%至 22%
通風	2%至 3%
出碴	15%至 17%
鋼支保(鋼絲網組立)	7%至 11%
噴凝土	27%至 31%
岩栓組立	6%至 9%
放樣量測及準備	5%至 9%
其他	3%至 13%

註：其中鑽孔、裝藥、開炸、噴凝土、出碴約佔輪進時間之 2/3。

二、破碎機、挖土機等機械施工法

破碎機、挖土機等機械施工法較鑽炸法簡易，其程序主要可分為兩個程序施作，首先為開挖，然後出碴，若有需要應架設支撐。其優缺點如下所述：

- 優點：
1. 施工準備期間較短，初期資金投入遠低 TBM 及 RH 工法。
 2. 開挖對土層的擾動亦在可接受程度。
 3. 可與鑽炸法配合使用，克服地盤強度差異性大之岩盤，達



到縮短工期減少對岩盤的擾動。

缺點：1.開挖速度較 TBM 及 RH 工法慢。

2.機械耗損大並需常加以維修。

本報告建議使用鑽炸法並配合挖土機等機械進行開挖，並需注意下列事項：

- (一)鑽炸法適用於任何地質條件，對特殊地質狀況之應變較具彈性。而本隧道沿線將遭遇一正斷層、若干地質破碎帶、湧水帶和廢棄煤坑，因此，此工法較適合本工程之隧道開挖。
- (二)挖土機、破碎機此類機械施工法將只用在土質或軟弱之岩盤，尤其是遭遇膠結較差或遇水軟化之岩盤，因此並不完全用於本隧道全線，而是在部分特殊地質段採用。
- (三)鑽炸法於國內之使用技術已趨成熟，若能再針對本法鑽孔及噴漿技術予以改進，如採用鑽堡及全自動噴漿機，則更能減少作業時間及提高施工品質。
- (四)就經費而言鑽炸法不失為一最節省成本的工法。於工期而言若能藉由適當增加工作面並加強承包管理，進度亦能達到一定水準。在人力需求方面，勞力短缺為各先進國家所共同存在的問題，惟適逢經濟不景氣，人力需求可提供就業良機，故本計畫人力需求高未必無正面效益。

7.9 工期估算

本計畫隧道地質以砂岩、頁岩及其互層為主，單壓強度約在 90 至 140kg/cm² 左右，茲分別將不同開挖方式其預估鑽挖能力分述如下：

一、上半斷面

(一)施工條件估列如下：

- 1.全斷面積 163.4m²，其中上半斷面為 61.6m²，洞台及仰拱為 101.8m²

-
2. 平均每輪進行長度：1.75m
 3. 每輪出渣量： $61.6\text{m}^2 \times 1.75\text{m} \times 1.7(\text{鬆方係數}) \div 183.26\text{ m}^3/\text{round}$
 4. 鑽孔數：117 孔
 5. 每孔深度：2m
 6. 鑽堡鑽槍分擔孔長： $117\text{ 孔} \times 2\text{m}/\text{孔} \div 2(\text{鑽堡鑽槍數量}) = 117\text{m}$
 7. 鑽孔速度：1m/分
 8. 傾卸車裝渣能力： $12\text{m}^3(\text{傾卸車裝渣量}) \times 4\text{ 輛}/\text{hr} = 48\text{m}^3/\text{hr}$

(二) 開挖循環時間

1. 鑽孔： $117\text{m} \div 1\text{m}/\text{分} = 117\text{ 分} \div 1.95\text{hr}$
2. 裝藥及開炸(含通風)：2.0hr
3. 出渣： $183.26\text{m}^3 \div 48\text{m}^3/\text{hr} \div 3.82\text{hr}$
4. 支保工組立(含噴漿)：3.5hr
5. 測量及修挖：0.7hr
6. 準備及延遲：0.4hr
7. 岩栓施工平均：1hr

每循環時間 = $1.95 + 2.0 + 3.82 + 3.5 + 0.7 + 0.4 + 1 = 13.37\text{hr}$

(三) 隧道開挖進度：

$24\text{hr}/\text{日} \div 13.37\text{hr}/\text{輪} \times 1.75\text{m}/\text{輪} \div 3.14\text{m}/\text{日}$

每個月工作 25 日，則每月進度：

$3.14\text{m}/\text{日} \times 25\text{ 日}/\text{月} \div 79\text{m}/\text{月}$

二、洞台及仰拱

(一) 施工條件估列如下：

1. 全斷面積 163.4m^2 ，其中上半斷面為 61.6m^2 ，洞台及仰拱為 101.8m^2
2. 平均每輪進行長度：3.5m
3. 每輪出渣量： $101.8\text{m}^2 \times 3.5\text{m} \times 1.7(\text{鬆方係數}) \div 605.71\text{ m}^3/\text{round}$



4. 鑽孔數：76 孔
5. 每孔深度：3.7m
6. 鑽堡鑽槍分擔孔長： $76 \text{ 孔} \times 3.7\text{m} / \text{孔} \div 2 (\text{鑽堡鑽槍數量}) = 141\text{m}$
7. 鑽孔速度：1m/分
8. 傾卸車裝渣能力： $12\text{m}^3 (\text{傾卸車裝渣量}) \times 4 \text{ 輛/hr} = 48\text{m}^3/\text{hr}$

(二) 開挖循環時間：

1. 鑽孔： $141\text{m} \div 1\text{m/分} = 141 \text{ 分} \div 60 = 2.35\text{hr}$
2. 裝藥及開炸(含通風)：2.0hr
3. 出渣： $605.71\text{m}^3 \div 48\text{m}^3/\text{hr} \div 60 = 12.62\text{hr}$
4. 支保工組立(含噴漿)：3.5hr
5. 測量及修挖：0.7hr
6. 準備及延遲：0.4hr
7. 岩栓施工平均：1hr

每循環時間= $2.35+2.0+12.62+3.5+0.7+0.4+1=22.57\text{hr}$

(三) 隧道開挖進度：

$24\text{hr/日} \div 22.57\text{hr/輪} \times 3.5\text{m/輪} \div 60 = 3.72\text{m/日}$

每個月工作 25 日，則每月進度：

$3.72\text{m/日} \times 25 \text{ 日/月} \div 60 = 93\text{m/月}$

其餘各類岩體開挖進度詳表 7.6 及表 7.7 所示。

三、工期預估：

本工程之主要要徑工期為二號隧道，故工期估算以二號隧道為主。二號隧道自橫坑於 1K+467 匯入主隧道，直至二號隧道出水洞口 2K+652，預計開挖全長 1,185m，工期估算如以下所述：

(一) 一般段(上半斷面)

隧道全長=1,185m，工作面=2，其中 II 長約 180m、III 長約

500m、IV 長約 453m、V 長約 52m，II~V 類推估之施工月進度如表 7.6 及表 7.7，故工期為：

$$\text{工期}=(180/79+500/63+453/43+52/30)\div 2=11.2(\text{月})$$

(二)一般段(洞台及仰拱)

隧道全長=1,185m，工作面=2，其中 II 長約 180m、III 長約 500m、IV 長約 453m、V 長約 52m，II~V 類推估之施工月進度如表 7.6 及表 7.7，故工期為：

$$\text{工期}=(180/93+500/80+453/61+52/50)\div 2=8.3(\text{月})$$

上半斷面施工可與洞台及仰拱施工重疊施作，故推估在各工作面上半貫通後 2 個月內，洞台及仰拱貫通。

(三)特殊段

由於本區隧道可能遭遇煤層、湧水、有害氣體等特殊地質，需加以處理，估推估處理工期為 5 個月平均每工作面處理工期=5÷2=2.5 月。

小計 開挖工期=(1)+(2)+(3)=11.2+2+2.5÷16(月)。

(四)洞口前置作業工期為 2 個月，含施工便道、棄渣場整置及動員整備。

(五)洞口開挖或導坑施工之作業時間推估為 3 個月。

(六)襯砌

全線襯砌應距開挖面 100~150M 後同時進行，隧道貫通後襯砌施作時間約為 360m÷6m/天÷2(月)。

(七)整理及復原工期約為 3 個月。

$$\text{合計 工期}=(3)+(4)+(5)+(6)+(7)=16+2+3+2+3=26(\text{月})$$

7.10 土資場

本工程隧道開挖(含一號及二號隧道)所產生之土方量約為 43.3 萬方(鬆方量約 52 萬方)，一號隧道入口土石方擬由瑞候公路



(北 37 線)接瑞金公路(102 線)，即可到達瑞金公路土資場預定場址；九份溪過河段(一號隧道出口及二號隧道入口)土石方由九份溪施工便道(約 430 公尺)，銜接九份溪施工便道拓寬段(約 300 公尺)即可到達瑞金公路土資場；二號隧道出口土石方可利用台二線接九濱公路(北 35 線)約 100 公尺後，接九份溪施工便道拓寬段(約 540 公尺)即可到達瑞金公路土資場預定地。

7.11 施工道路

隧道工程之施工道路於一號隧道入口為北 37 線改道，九份溪過河段(一號隧道出口及二號隧道入口)為九份溪施工便道及拓寬道路，二號隧道出口則為台二線改道，現分別說明如下：

一、北 37 線改道(一號隧道入口)

本計畫規劃於北 37 線沿山側開闢新設道路，總長約 720 公尺，道路寬度 10 公尺，最大縱坡 8%；同時為考量瑞柑新村之交通動線及流量，另規劃沿瑞柑新村周圍闢設一環型道路，總長約 350 公尺，道路寬度 7 公尺，最大縱坡 8.4%。

二、九份溪施工便道及拓寬道路(一號隧道出口及二號隧道入口)

由於分洪隧道過河段及二座橫坑洞口均位於九份溪上游，因此擬沿九份溪沿岸設置一長 430 公尺之施工道路，路寬 6 公尺，最大縱坡 10%。另考慮分洪出口土石方運送至瑞金公路土資場，擬由北 35 線與台二線交會處約 300 公尺處沿北 35 線既有小路，拓寬一條長約 540 公尺之施工道路，其中並包含一座 10m 長之橋樑拓寬工程。

三、台二線改道(二號隧道出口)

本工程出口擬先行闢建一條長約 745m 之雙向單車道，寬約 10m，最大縱坡約 1.6%之道路，並在道路施工同時，新建一座單跨約 40m 長之箱涵跨過出口結構，俟本橋樑及道路完成後，台二線即可改道從此新建道路行車。又隧道出口則採增加局部邊坡開

挖作為施工平台與通道。

7.12 隧道施作環境影響說明

一、隧道施工

鑽炸法由於炸藥的大量使用，因此在安全的考量上，需將炸藥與雷管分開放置，並於存放周圍設防爆牆以免意外爆炸引致災害。炸藥引爆亦須監控其對地盤所引起的震動，於洞口處亦需設置防爆障礙，防止爆破岩塊四處飛散。

由於鑽孔時及開挖後所產生之粉塵為數極多，應於該作業施作時設置良好之通風設備及集塵設施。

施造之施工便道由於來往出入車輛均有可能沾附大量之泥砂應設置洗車裝置，避免工地之泥砂污染向外擴散。

二、隧道施工排水

隧道施工所產生之廢水，於隧道中應挖掘臨時水路，排放於洞口所設立之廢水處理設備。經由沉砂池、快混池、pH調整池、膠凝池及沉澱池等處理，將廢水處理至相關法令規定之放流標準，並將污泥曝曬後定期運棄掩埋或處理。

三、棄碴與運碴

由於國內並無可供大規模棄碴之場地，因此於設計階段即應考慮鄰近可供棄土之窪地，以避免承商無地可棄土而隨意倒置，造成鄰近之環境污染。

運碴過程中更應嚴格管制卡車之載運量。國內公路之大量損壞與卡車超載有著絕對之關係，尤其是鄰近各工地附近道路更為明顯。



表 7.1 岩體分類及支撐等級表

岩體分類	RMR	支撐等級	預估變形量
	80 以上		2cm
	60~80		4cm
	40~60		12cm
	20~40		25cm
	20 以下		30cm

表 7.2 支撐系統參數表

Type	I				
噴凝土					
	10cm	15cm	20cm	25cm	30cm
I(m ⁴ e-4)	0.833	2.813	6.667	13.021	22.5
A(m ²)	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3
E(GPa)	5	5	5	5	5
鋼支保					
	H100×100	H150×150	H200×200	H250×250	H250×250
I(m ⁴ e-4)	0.0383	0.164	0.472	1.08	1.08
A(m ²)	0.00219	0.004014	0.006353	0.009218	0.009218
E(GPa)	210	210	210	210	210
噴凝土+鋼支保					
I(m ⁴ e-4)	1.476	6.257	19.883	58.381	67.860
A(m ²)	0.137	0.234	0.378	0.637	0.687
E(GPa)	5	5	5	5	5
岩柱					
		L=3m@3m	L=4m@2m	L=6m@1.5m	L=6m@1.5m
Qu(Pa)		2.52E+06	1.13E+06	6.60E+05	4.40E+05
A(m ²)		5.07E-04	5.07E-04	5.07E-04	5.07E-04
E(GPa)		105	140	210	210
Yi(N)		1.06E+05	1.42E+05	2.13E+05	2.13E+05
Kb(N/m/m)		7.55E+10	1.01E+11	1.51E+11	1.51E+11
Sb(N/m)		7.57E+04	4.53E+04	3.97E+04	2.63E+04



表 7.3 分洪隧道開挖標準支撐表

表7.4 III類支撐混凝土內襯砌應力檢核表

type	3			
襯砌厚度	0.8 m	等值慣性矩	4.27E-02	m ⁴
		等值面積	0.8	m ²
		等值中性軸	0.4	m
混凝土強度	240 kg/cm ²	0.85fc'	2.04E+07	N/m ²
		2(fc') ^{0.5}	3.10E+06	N/m ²

Frame						
Elem	軸力(kg)	彎矩(kg-m)	軸力(N)	彎矩(N-m)	σ_{max}	check
1	-3.15E+05	1.82E+05	3.15E+06	1.82E+06	2.10E+07	NG
	-3.15E+05	1.93E+05	3.15E+06	1.93E+06	2.20E+07	NG
	-3.15E+05	1.85E+05	3.15E+06	1.85E+06	2.13E+07	NG
2	-3.17E+05	1.85E+05	3.17E+06	1.85E+06	2.13E+07	NG
	-3.17E+05	1.74E+05	3.17E+06	1.74E+06	2.03E+07	OK
	-3.17E+05	1.44E+05	3.17E+06	1.44E+06	1.75E+07	OK
3	-3.27E+05	1.44E+05	3.27E+06	1.44E+06	1.76E+07	OK
	-3.27E+05	1.35E+05	3.27E+06	1.35E+06	1.68E+07	OK
	-3.28E+05	9.93E+04	3.28E+06	9.93E+05	1.34E+07	OK
4	-3.34E+05	9.93E+04	3.34E+06	9.93E+05	1.35E+07	OK
	-3.35E+05	5.49E+04	3.35E+06	5.49E+05	9.33E+06	OK
	-3.36E+05	-4.87E+03	3.36E+06	-4.87E+04	4.66E+06	OK
5	-3.54E+05	-4.87E+03	3.54E+06	-4.87E+04	4.88E+06	OK
	-3.56E+05	-3.76E+04	3.56E+06	-3.76E+05	7.97E+06	OK
	-3.57E+05	-9.25E+04	3.57E+06	-9.25E+05	1.31E+07	OK
6	-3.68E+05	-9.25E+04	3.68E+06	-9.25E+05	1.33E+07	OK
	-3.69E+05	-1.21E+05	3.69E+06	-1.21E+06	1.60E+07	OK
	-3.71E+05	-1.57E+05	3.71E+06	-1.57E+06	1.93E+07	OK
7	-375834.34	-156834.76	3.76E+06	-1.57E+06	1.94E+07	OK
	-377516.17	-157210.71	3.78E+06	-1.57E+06	1.95E+07	OK
	-379198.01	-162431.73	3.79E+06	-1.62E+06	2.00E+07	OK
8	-375933.12	-162431.73	3.76E+06	-1.62E+06	1.99E+07	OK
	-377614.96	-139494	3.78E+06	-1.39E+06	1.78E+07	OK
	-379296.79	-124449.66	3.79E+06	-1.24E+06	1.64E+07	OK
9	-375623.39	-124449.66	3.76E+06	-1.24E+06	1.64E+07	OK
	-377305.22	-99218.18	3.77E+06	-9.92E+05	1.40E+07	OK
	-378987.05	-81438.22	3.79E+06	-8.14E+05	1.24E+07	OK
10	-374489.4	-81438.22	3.74E+06	-8.14E+05	1.23E+07	OK
	-376171.23	-50882.67	3.76E+06	-5.09E+05	9.47E+06	OK
	-377853.06	-23946.64	3.78E+06	-2.39E+05	6.97E+06	OK
11	-360469.22	23946.64	3.60E+06	2.39E+05	6.75E+06	OK
	-362151.05	-36554.64	3.62E+06	-3.66E+05	7.95E+06	OK
	-363832.88	-93605.42	3.64E+06	-9.36E+05	1.33E+07	OK
12	-268092.16	-93605.42	2.68E+06	-9.36E+05	1.21E+07	OK
	-269773.99	-102164.48	2.70E+06	-1.02E+06	1.30E+07	OK
	-271455.82	-107255.05	2.71E+06	-1.07E+06	1.34E+07	OK
13	-109053.58	-107255.05	1.09E+06	-1.07E+06	1.14E+07	OK
	-110735.42	-93246.13	1.11E+06	-9.32E+05	1.01E+07	OK
	-112417.25	-68055.6	1.12E+06	-6.81E+05	7.79E+06	OK
14	-123995.43	-68055.6	1.24E+06	-6.81E+05	7.93E+06	OK
	-125340.9	-49194.06	1.25E+06	-4.92E+05	6.18E+06	OK
	-126686.36	-18269.18	1.27E+06	-1.83E+05	3.30E+06	OK
15	-143930.13	-18269.18	1.44E+06	-1.83E+05	3.51E+06	OK
	-145107.41	3742.35	1.45E+06	3.74E+04	2.16E+06	OK
	-146284.7	28993.76	1.46E+06	2.90E+05	4.55E+06	OK
16	-154772.31	28993.76	1.55E+06	2.90E+05	4.65E+06	OK
	-155445.04	30106.77	1.55E+06	3.01E+05	4.77E+06	OK
	-156117.77	34374.09	1.56E+06	3.44E+05	5.17E+06	OK
17	-155483.99	34374.09	1.55E+06	3.44E+05	5.17E+06	OK
	-155820.36	26711.55	1.56E+06	2.67E+05	4.45E+06	OK
	-156156.73	21831.43	1.56E+06	2.18E+05	4.00E+06	OK
18	-156156.73	21831.43	1.56E+06	2.18E+05	4.00E+06	OK
	-156493.09	19733.74	1.56E+06	1.97E+05	3.81E+06	OK
	-156829.46	20418.48	1.57E+06	2.04E+05	3.87E+06	OK
19	-156478.39	20418.48	1.56E+06	2.04E+05	3.87E+06	OK
	-156646.57	16110.27	1.57E+06	1.61E+05	3.47E+06	OK
	-156814.76	14491.95	1.57E+06	1.45E+05	3.32E+06	OK
20	-156814.76	14491.95	1.57E+06	1.45E+05	3.32E+06	OK
	-156982.94	15563.51	1.57E+06	1.56E+05	3.42E+06	OK
	-157151.12	19324.97	1.57E+06	1.93E+05	3.78E+06	OK
21	-156051.52	19324.97	1.56E+06	1.93E+05	3.76E+06	OK
	-155883.34	10038.08	1.56E+06	1.00E+05	2.89E+06	OK
	-155715.15	3441.08	1.56E+06	3.44E+04	2.27E+06	OK
22	-155715.15	3441.08	1.56E+06	3.44E+04	2.27E+06	OK
	-155546.97	-466.03	1.56E+06	-4.66E+03	1.99E+06	OK
	-155378.79	-1683.26	1.55E+06	-1.68E+04	2.10E+06	OK

type	3			
襯砌厚度	0.7 m	等值慣性矩	2.86E-02	m ⁴
		等值面積	0.7	m ²
		等值中性軸	0.35	m
混凝土強度	450 kg/cm ²	0.85fc'	3.83E+07	N/m ²
		2(fc') ^{0.5}	4.24E+06	N/m ²

Frame						
Elem	軸力(kg)	彎矩(kg-m)	軸力(N)	彎矩(N-m)	σ_{max}	check
1	-3.15E+05	1.82E+05	3.15E+06	1.82E+06	2.10E+07	OK
	-3.15E+05	1.93E+05	3.15E+06	1.93E+06	2.20E+07	OK
	-3.15E+05	1.85E+05	3.15E+06	1.85E+06	2.13E+07	OK
2	-3.17E+05	1.85E+05	3.17E+06	1.85E+06	2.13E+07	OK
	-3.17E+05	1.74E+05	3.17E+06	1.74E+06	2.03E+07	OK
	-3.17E+05	1.44E+05	3.17E+06	1.44E+06	1.75E+07	OK
3	-3.27E+05	1.44E+05	3.27E+06	1.44E+06	1.76E+07	OK
	-3.27E+05	1.35E+05	3.27E+06	1.35E+06	1.68E+07	OK
	-3.28E+05	9.93E+04	3.28E+06	9.93E+05	1.34E+07	OK
4	-3.34E+05	9.93E+04	3.34E+06	9.93E+05	1.35E+07	OK
	-3.35E+05	5.49E+04	3.35E+06	5.49E+05	9.33E+06	OK
	-3.36E+05	-4.87E+03	3.36E+06	-4.87E+04	4.66E+06	OK
5	-3.54E+05	-4.87E+03	3.54E+06	-4.87E+04	4.88E+06	OK
	-3.56E+05	-3.76E+04	3.56E+06	-3.76E+05	7.97E+06	OK
	-3.57E+05	-9.25E+04	3.57E+06	-9.25E+05	1.31E+07	OK
6	-3.68E+05	-9.25E+04	3.68E+06	-9.25E+05	1.33E+07	OK
	-3.69E+05	-1.21E+05	3.69E+06	-1.21E+06	1.60E+07	OK
	-3.71E+05	-1.57E+05	3.71E+06	-1.57E+06	1.93E+07	OK
7	-375834.34	-156834.76	3.76E+06	-1.57E+06	1.94E+07	OK
	-377516.17	-157210.71	3.78E+06	-1.57E+06	1.95E+07	OK
	-379198.01	-162431.73	3.79E+06	-1.62E+06	2.00E+07	OK
8	-375933.12	-162431.73	3.76E+06	-1.62E+06	1.99E+07	OK
	-377614.96	-139494	3.78E+06	-1.39E+06	1.78E+07	OK
	-379296.79	-124449.66	3.79E+06	-1.24E+06	1.64E+07	OK
9	-375623.39	-124449.66	3.76E+06	-1.24E+06	1.64E+07	OK
	-377305.22	-99218.18	3.77E+06	-9.92E+05	1.40E+07	OK
	-378987.05	-81438.22	3.79E+06	-8.14E+05	1.24E+07	OK
10	-374489.4	-81438.22	3.74E+06	-8.14E+05	1.23E+07	OK
	-376171.23	-50882.67	3.76E+06	-5.09E+05	9.47E+06	OK
	-377853.06	-23946.64	3.78E+06	-2.39E+05	6.97E+06	OK
11	-360469.22	23946.64	3.60E+06	2.39E+05	6.75E+06	OK
	-362151.05	-36554.64	3.62E+06	-3.66E+05	7.95E+06	OK
	-363832.88	-93605.42	3.64E+06	-9.36E+05	1.33E+07	OK
12	-268092.16	-93605.42	2.68E+06	-9.36E+05	1.21E+07	OK
	-269773.99	-102164.48	2.70E+06	-1.02E+06	1.30E+07	OK
	-271455.82	-107255.05	2.71E+06	-1.07E+06	1.34E+07	OK
13	-109053.58	-107255.05	1.09E+06	-1.07E+06	1.14E+07	OK
	-110735.42	-93246.13	1.11E+06	-9.32E+05	1.01E+07	OK
	-112417.25	-68055.6	1.12E+06	-6.81E+05	7.79E+06	OK
14	-123995.43	-68055.6	1.24E+06	-6.81E+05	7.93E+06	OK
	-125340.9	-49194.06	1.25E+06	-4.92E+05	6.18E+06	OK
	-126686.36	-18269.18	1.27E+06	-1.83E+05	3.30E+06	OK
15	-143930.13	-18269.18	1.44E+06	-1.83E+05	3.51E+06	OK
	-145107.41	3742.35	1.45E+06	3.74E+04	2.16E+06	OK
	-146284.7	28993.76	1.46E+06	2.90E+05	4.55E+06	OK
16	-154772.31	28993.76	1.55E+06	2.90E+05	4.65E+06	OK
	-155445.04	30106.77	1.55E+06	3.01E+05	4.77E+06	OK
	-156117.77	34374.09	1.56E+06	3.44E+05	5.17E+06	OK
17	-155483.99	34374.09	1.55E+06	3.44E+05	5.17E+06	OK
	-155820.36	26711.55	1.56E+06	2.67E+05	4.45E+06	OK
	-156156.73	21831.43	1.56E+06	2.18E+05	4.00E+06	OK
18	-156156.73	21831.43	1.56E+06	2.18E+05	4.00E+06	OK
	-156493.09	19733.74	1.56E+06	1.97E+05	3.81E+06	OK
	-156829.46	20418.48	1.57E+06	2.04E+05	3.87E+06	OK
19	-156478.39	20418.48	1.56E+06	2.04E+05	3.87E+06	OK
	-156646.57	16110.27	1.57E+06	1.61E+05	3.47E+06	OK
	-156814.76	14491.95	1.57E+06	1.45E+05	3.32E+06	OK
20	-156814.76	14491.95	1.57E+06	1.45E+05	3.32E+06	OK
	-156982.94	15563.51	1.57E+06	1.56E+05	3.42E+06	OK
	-157151.12	19324.97	1.57E+06	1.93E+05	3.78E+06	OK
21	-156051.52	19324.97	1.56E+06	1.93E+05	3.76E+06	OK
	-155883.34	10038.08	1.56E+06	1.00E+05	2.89E+06	OK
	-155715.15	3441.08	1.56E+06	3.44E+04	2.27E+06	OK
22	-155715.15	3441.08	1.56E+06	3.44E+04	2.27E+06	OK
	-155546.97	-466.03	1.56E+06	-4.66E+03	1.99E+06	OK
	-155378.79	-1683.26	1.55E+06	-1.68E+04	2.10E+06	OK

表7.4 III類支撐混凝土內襯砌應力檢核表(續)

23	-154662.2	-1683.26	1.55E+06	-1.68E+04	2.09E+06	OK
	-154325.84	-7893.44	1.54E+06	-7.89E+04	2.67E+06	OK
	-153989.47	-11321.18	1.54E+06	-1.13E+05	2.99E+06	OK
24	-153989.47	-11321.18	1.54E+06	-1.13E+05	2.99E+06	OK
	-153653.11	-11966.5	1.54E+06	-1.20E+05	3.04E+06	OK
	-153316.74	-9829.39	1.53E+06	-9.83E+04	2.84E+06	OK
25	-152013.58	-9829.39	1.52E+06	-9.83E+04	2.82E+06	OK
	-151340.85	-19622.15	1.51E+06	-1.96E+05	3.73E+06	OK
	-150668.12	-26260.6	1.51E+06	-2.63E+05	4.35E+06	OK
26	-139007.65	-26260.6	1.39E+06	-2.63E+05	4.20E+06	OK
	-137830.37	-51977.35	1.38E+06	-5.20E+05	6.60E+06	OK
	-136653.09	-66544.23	1.37E+06	-6.65E+05	7.95E+06	OK
27	-125922.43	-66544.23	1.26E+06	-6.65E+05	7.81E+06	OK
	-124576.97	-88349.32	1.25E+06	-8.83E+05	9.84E+06	OK
	-123231.5	-101206.09	1.23E+06	-1.01E+06	1.10E+07	OK
28	-114169.24	-101206.09	1.14E+06	-1.01E+06	1.09E+07	OK
	-112487.41	-125359.25	1.12E+06	-1.25E+06	1.32E+07	OK
	-110805.57	-145960.8	1.11E+06	-1.46E+06	1.51E+07	OK
29	-270051.66	-145960.8	2.70E+06	-1.46E+06	1.71E+07	OK
	-268369.83	-151205.42	2.68E+06	-1.51E+06	1.75E+07	OK
	-266688	-152981.56	2.67E+06	-1.53E+06	1.77E+07	OK
30	-359866.46	-152981.56	3.60E+06	-1.53E+06	1.88E+07	OK
	-358184.63	-81990.09	3.58E+06	-8.20E+05	1.22E+07	OK
	-356502.8	-7548.12	3.57E+06	-7.55E+04	5.16E+06	OK
31	-379458.86	7548.12	3.79E+06	7.55E+04	5.45E+06	OK
	-377777.03	-33447.22	3.78E+06	-3.34E+05	7.86E+06	OK
	-376095.2	-78062.08	3.76E+06	-7.81E+05	1.20E+07	OK
32	-383315.15	-78062.08	3.83E+06	-7.81E+05	1.21E+07	OK
	-381633.32	-109960.66	3.82E+06	-1.10E+06	1.51E+07	OK
	-379951.49	-149310.76	3.80E+06	-1.49E+06	1.87E+07	OK
33	-386206.36	-149310.76	3.86E+06	-1.49E+06	1.88E+07	OK
	-384524.52	-176625.54	3.85E+06	-1.77E+06	2.14E+07	NG
	-382842.69	-208018.7	3.83E+06	-2.08E+06	2.43E+07	NG
34	-388154.64	-208018.7	3.88E+06	-2.08E+06	2.44E+07	NG
	-386472.8	-209044.22	3.86E+06	-2.09E+06	2.44E+07	NG
	-384790.98	-214914.82	3.85E+06	-2.15E+06	2.50E+07	NG
35	-381994.37	-214914.82	3.82E+06	-2.15E+06	2.49E+07	NG
	-380144.35	-185540.67	3.80E+06	-1.86E+06	2.21E+07	NG
	-378294.34	-163556.54	3.78E+06	-1.64E+06	2.01E+07	OK
36	-369470.86	-163556.54	3.69E+06	-1.64E+06	2.00E+07	OK
	-367789.03	-110648.59	3.68E+06	-1.11E+06	1.50E+07	OK
	-366107.2	-72929.89	3.66E+06	-7.29E+05	1.14E+07	OK
37	-344843.67	-72929.89	3.45E+06	-7.29E+05	1.11E+07	OK
	-343834.57	-4685.58	3.44E+06	-4.69E+04	4.74E+06	OK
	-342825.48	48298.07	3.43E+06	4.83E+05	8.81E+06	OK
38	-335850.2	48298.07	3.36E+06	4.83E+05	8.73E+06	OK
	-335009.28	92753.94	3.35E+06	9.28E+05	1.29E+07	OK
	-334168.37	110019.64	3.34E+06	1.10E+06	1.45E+07	OK
39	-320665.89	110019.64	3.21E+06	1.10E+06	1.43E+07	OK
	-320329.52	148554.37	3.20E+06	1.49E+06	1.79E+07	OK
	-319993.16	168031.55	3.20E+06	1.68E+06	1.98E+07	OK
40	-316562.64	168031.55	3.17E+06	1.68E+06	1.97E+07	OK
	-316394.46	184217.53	3.16E+06	1.84E+06	2.12E+07	NG
	-316226.27	181883.39	3.16E+06	1.82E+06	2.10E+07	NG

23	-1.55E+05	-1.68E+03	1.55E+06	-1.68E+04	2.09E+06	OK
	-1.54E+05	-7.89E+03	1.54E+06	-7.89E+04	2.67E+06	OK
	-1.54E+05	-1.13E+04	1.54E+06	-1.13E+05	2.99E+06	OK
24	-1.54E+05	-1.13E+04	1.54E+06	-1.13E+05	2.99E+06	OK
	-1.54E+05	-1.20E+04	1.54E+06	-1.20E+05	3.04E+06	OK
	-1.53E+05	-9.83E+03	1.53E+06	-9.83E+04	2.84E+06	OK
25	-1.52E+05	-9.83E+03	1.52E+06	-9.83E+04	2.82E+06	OK
	-1.51E+05	-1.96E+04	1.51E+06	-1.96E+05	3.73E+06	OK
	-1.51E+05	-2.63E+04	1.51E+06	-2.63E+05	4.35E+06	OK
26	-1.39E+05	-2.63E+04	1.39E+06	-2.63E+05	4.20E+06	OK
	-1.38E+05	-5.20E+04	1.38E+06	-5.20E+05	6.60E+06	OK
	-1.37E+05	-6.65E+04	1.37E+06	-6.65E+05	7.95E+06	OK
27	-1.26E+05	-6.65E+04	1.26E+06	-6.65E+05	7.81E+06	OK
	-1.25E+05	-8.83E+04	1.25E+06	-8.83E+05	9.84E+06	OK
	-1.23E+05	-1.01E+05	1.23E+06	-1.01E+06	1.10E+07	OK
28	-1.14E+05	-1.01E+05	1.14E+06	-1.01E+06	1.09E+07	OK
	-1.12E+05	-1.25E+05	1.12E+06	-1.25E+06	1.32E+07	OK
	-1.11E+05	-1.46E+05	1.11E+06	-1.46E+06	1.51E+07	OK
29	-2.70E+05	-1.46E+05	2.70E+06	-1.46E+06	1.71E+07	OK
	-2.68E+05	-1.51E+05	2.68E+06	-1.51E+06	1.75E+07	OK
	-2.67E+05	-1.53E+05	2.67E+06	-1.53E+06	1.77E+07	OK
30	-3.60E+05	-1.53E+05	3.60E+06	-1.53E+06	1.88E+07	OK
	-3.58E+05	-8.20E+04	3.58E+06	-8.20E+05	1.22E+07	OK
	-3.57E+05	-7.55E+03	3.57E+06	-7.55E+04	5.16E+06	OK
31	-3.79E+05	7.55E+03	3.79E+06	7.55E+04	5.45E+06	OK
	-3.78E+05	-3.34E+04	3.78E+06	-3.34E+05	7.86E+06	OK
	-3.76E+05	-7.81E+04	3.76E+06	-7.81E+05	1.20E+07	OK
32	-3.83E+05	-7.81E+04	3.83E+06	-7.81E+05	1.21E+07	OK
	-3.82E+05	-1.10E+05	3.82E+06	-1.10E+06	1.51E+07	OK
	-3.80E+05	-1.49E+05	3.80E+06	-1.49E+06	1.87E+07	OK
33	-3.86E+05	-1.49E+05	3.86E+06	-1.49E+06	1.88E+07	OK
	-3.85E+05	-1.77E+05	3.85E+06	-1.77E+06	2.14E+07	OK
	-3.83E+05	-2.08E+05	3.83E+06	-2.08E+06	2.43E+07	OK
34	-3.88E+05	-2.08E+05	3.88E+06	-2.08E+06	2.44E+07	OK
	-3.86E+05	-2.09E+05	3.86E+06	-2.09E+06	2.44E+07	OK
	-3.85E+05	-2.15E+05	3.85E+06	-2.15E+06	2.50E+07	OK
35	-3.82E+05	-2.15E+05	3.82E+06	-2.15E+06	2.49E+07	OK
	-3.80E+05	-1.86E+05	3.80E+06	-1.86E+06	2.21E+07	OK
	-3.78E+05	-1.64E+05	3.78E+06	-1.64E+06	2.01E+07	OK
36	-3.69E+05	-1.64E+05	3.69E+06	-1.64E+06	2.00E+07	OK
	-3.68E+05	-1.11E+05	3.68E+06	-1.11E+06	1.50E+07	OK
	-3.66E+05	-7.29E+04	3.66E+06	-7.29E+05	1.14E+07	OK
37	-3.45E+05	-7.29E+04	3.45E+06	-7.29E+05	1.11E+07	OK
	-3.44E+05	-4.69E+03	3.44E+06	-4.69E+04	4.74E+06	OK
	-3.43E+05	4.83E+04	3.43E+06	4.83E+05	8.81E+06	OK
38	-3.36E+05	4.83E+04	3.36E+06	4.83E+05	8.73E+06	OK
	-3.35E+05	9.28E+04	3.35E+06	9.28E+05	1.29E+07	OK
	-3.34E+05	1.10E+05	3.34E+06	1.10E+06	1.45E+07	OK
39	-3.21E+05	1.10E+05	3.21E+06	1.10E+06	1.43E+07	OK
	-3.20E+05	1.49E+05	3.20E+06	1.49E+06	1.79E+07	OK
	-3.20E+05	1.68E+05	3.20E+06	1.68E+06	1.98E+07	OK
40	-3.17E+05	1.68E+05	3.17E+06	1.68E+06	1.97E+07	OK
	-3.16E+05	1.84E+05	3.16E+06	1.84E+06	2.12E+07	OK
	-3.16E+05	1.82E+05	3.16E+06	1.82E+06	2.10E+07	OK

表 7.5 混凝土內襯砌比較表

項目	單位	內襯砌方案(一) 80cm 240kg/cm ² 混凝土 +20cm 450kg/cm ² 混凝土	內襯砌方案(二) 70cm 450kg/cm ² 混凝土	單價(元)	差價 (以方案一為主)
開挖岩方及棄方	m ³ /每 m	175.9	161.74	1,400	19,824
噴凝土(20cm 厚)	m ² /每 m	47.5	45.5	2,200	4,400
450kg/cm ² 混凝土	m ³ /每 m	7.65	39.5	2,414	-76,886
240kg/cm ² 混凝土	m ³ /每 m	35.75	0	1,607	57,450
				主材料差價(每 M)	4,788.35
襯砌鋼模	套	2	1	7,000,000	7,000,000
混凝土澆鑄工期		9 個月	7 個月		2 個月
不同混凝土接合面處理		需要	不需要		
應力檢核		N.G.	OK.		



表 7.6 TYPE I ~ IV 岩體開挖工期進度表

施工條件(上半斷面)				
岩體類別	I	II	III	IV
岩體長度(m)	0	315	1070	760
每輪進行長度(m)	2.25	1.75	1.35	0.875
每輪出渣量(m ³)	230.15	183.14	147.25	100.93
鑽孔數	114	117	121	128
孔深(m)	2.5	2	1.5	1
鑽保鑽槍分擔孔長(m)	142	117	91	64
鑽孔速度(m/分)	1	1	1	1
裝渣能力(m ³ /hr)	48	48	48	48
開挖循環時間				
鑽孔	2.37	1.94	1.52	1.07
裝藥及開炸	2.2	2	1.8	1.6
出渣	4.8	3.8	3.1	2.1
支保工組立(含噴漿)	3.6	3.5	3.4	3.2
測量及修挖	0.7	0.7	0.7	0.7
準備及延遲	0.3	0.4	0.4	0.4
岩栓施工	0	1	2	3
每輪循環時間	13.97	13.36	12.89	12.07
隧道開挖進度(m/月)	97	79	63	43
各類岩體所需開挖工期/單一工作面(月)	0.0	4.0	17.0	17.5
施工條件(洞台與仰拱)				
岩體類別	I	II	III	IV
岩體長度(m)	0	315	1070	760
每輪進行長度(m)	4.5	3.5	2.7	1.75
每輪出渣量(m ³)	765.69	606.19	483.19	327.37
鑽孔數	75	76	79	83
孔深(m)	4.7	3.7	3	2
鑽保鑽槍分擔孔長(m)	176	141	118	83
鑽孔速度(m/分)	1	1	1	1
裝渣能力(m ³ /hr)	48	48	48	48
開挖循環時間				
鑽孔	2.94	2.36	1.97	1.38
裝藥及開炸	2.2	2	1.8	1.6
出渣	16.0	12.6	10.1	6.8
支保工組立(含噴漿)	3.6	3.5	3.4	3.2
測量及修挖	0.7	0.7	0.7	0.7
準備及延遲	0.3	0.4	0.4	0.4
岩栓施工	0	1	2	3
每輪循環時間	25.69	22.58	20.34	17.10
隧道開挖進度(m/月)	105	93	80	61
各類岩體所需開挖工期/單一工作面(月)	0.0	3.4	13.4	12.4

表 7.7 TYPEV岩體開挖工期進度表

作業類別	施工輪進	工率估算
側導頂拱開挖及支撐	0.75M-1.0M	40M/月
側導坑洞台開挖及支撐	1.5M-2.0M	70M/月
中央土心上半斷面開挖及支撐	0.75M-1.0M	30M/月
中央土心洞台及仰拱開挖	1.5M-2.0M	50M/月

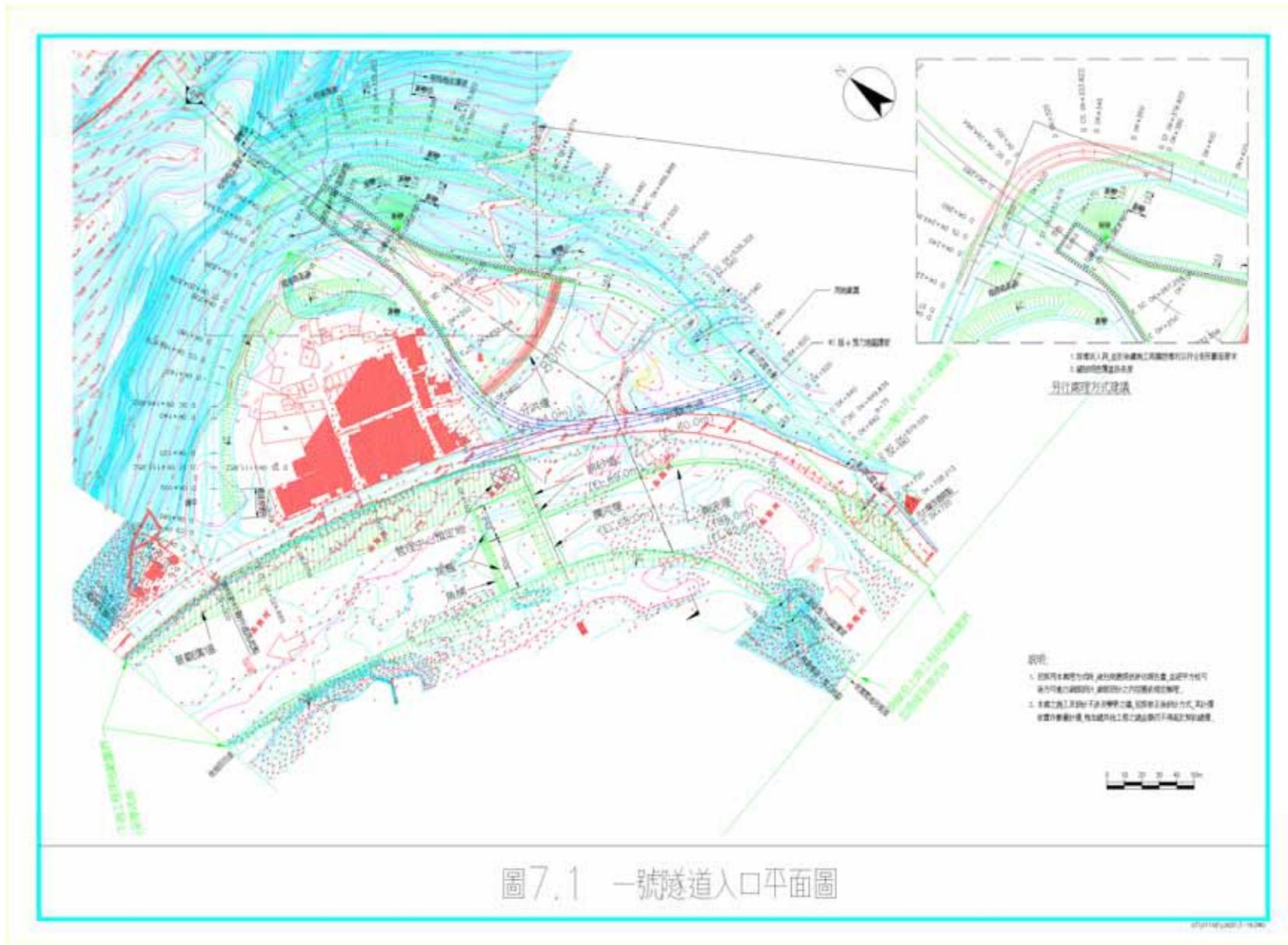
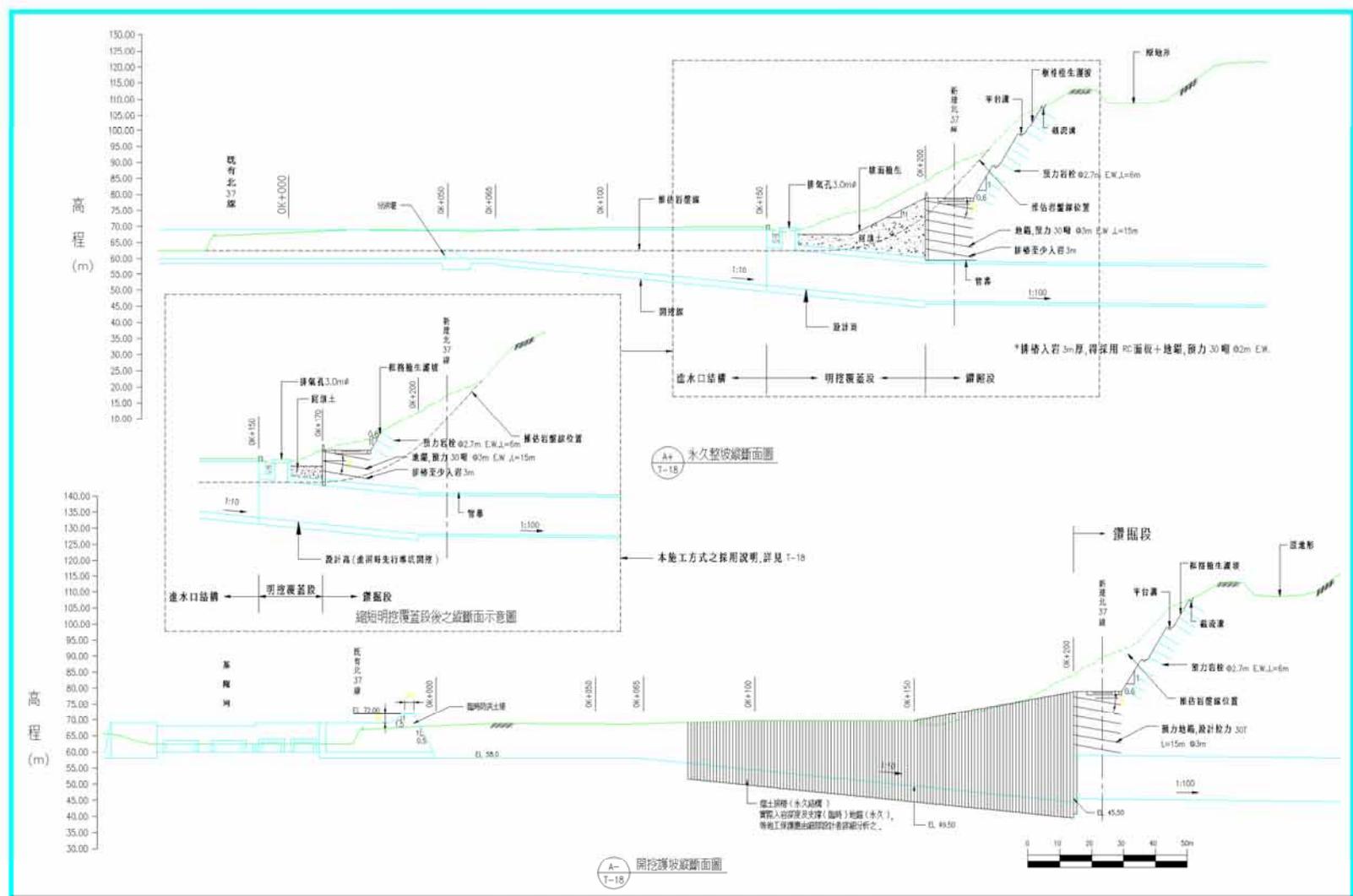


圖7.1 一號隧道入口平面圖

10/11/10/2013-10.26



07/01105/0405/T-19.DWG

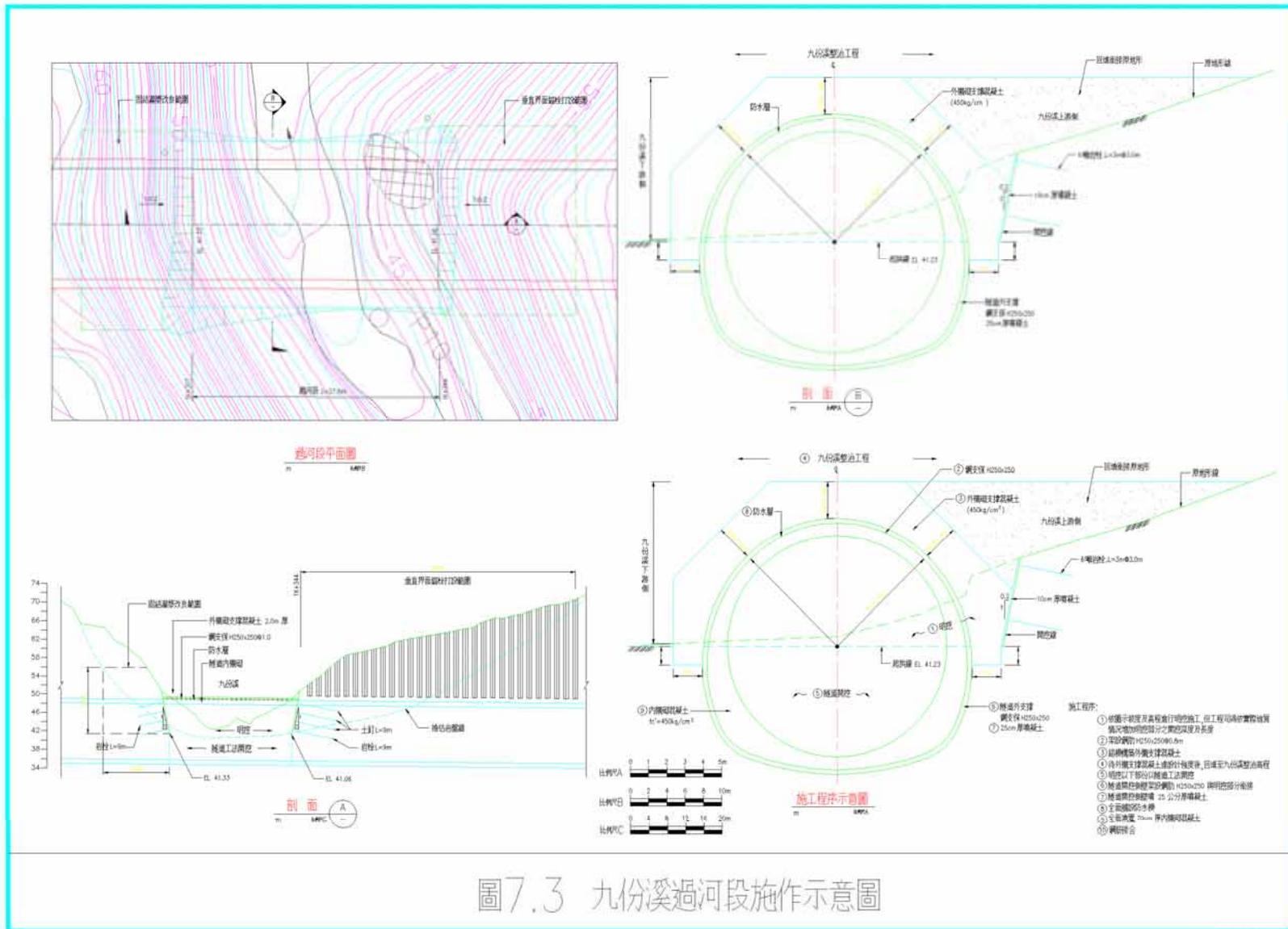
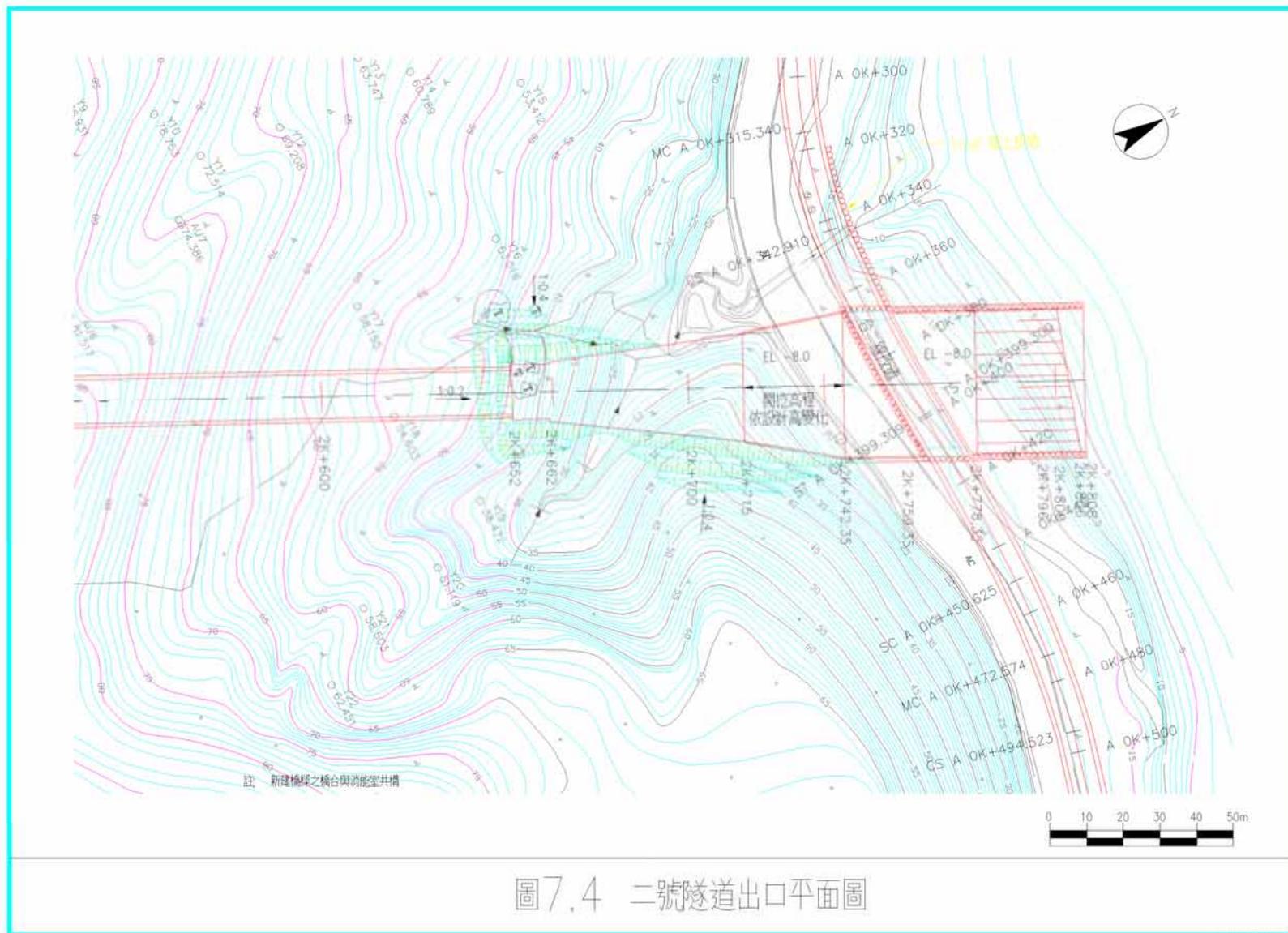


圖 7.3 九份溪過河段施作示意圖

07(11158-040)(1-22).DWG



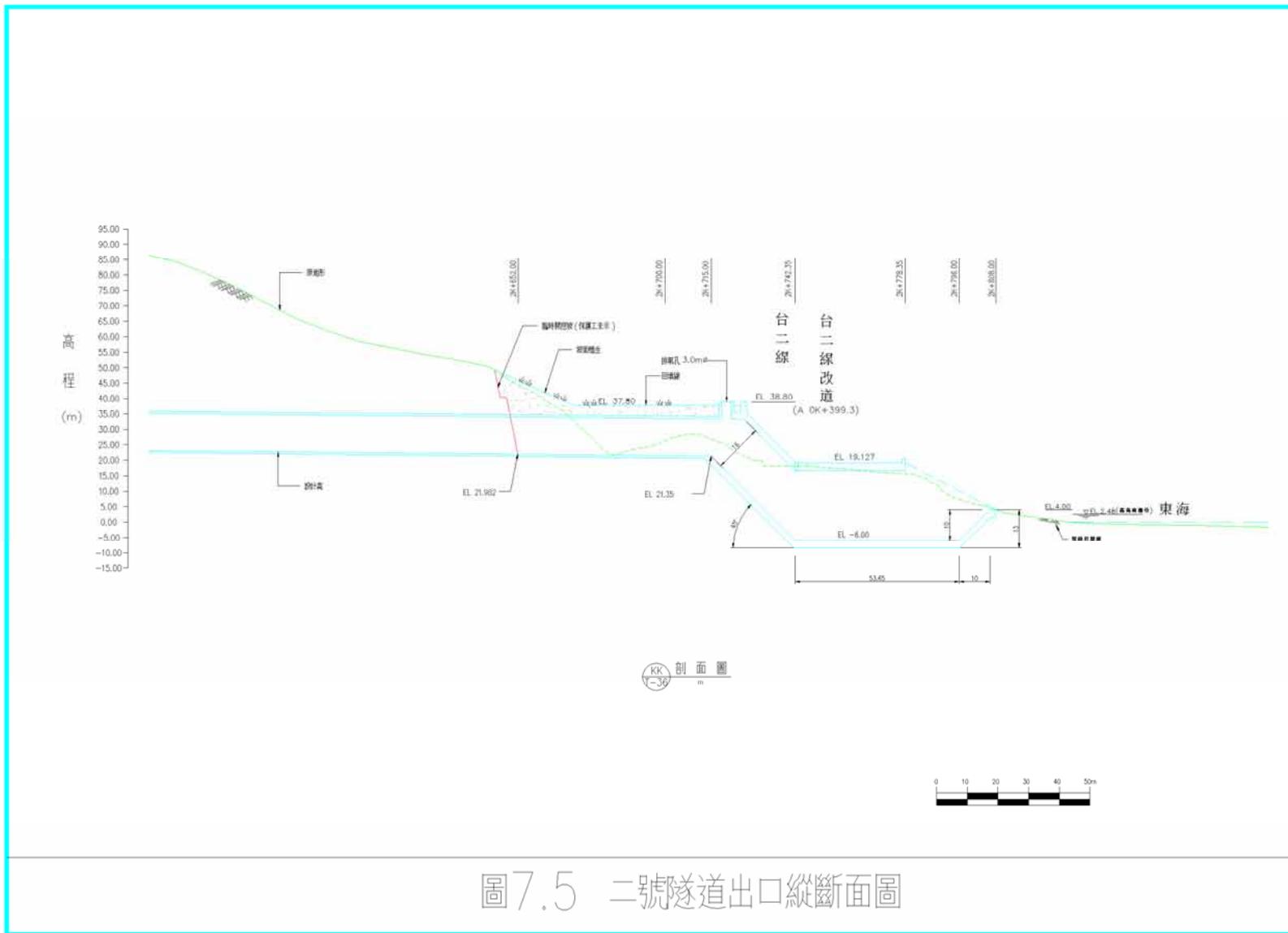


圖7.5 二號隧道出口縱斷面圖

07/01108/0405/T-37.DWG

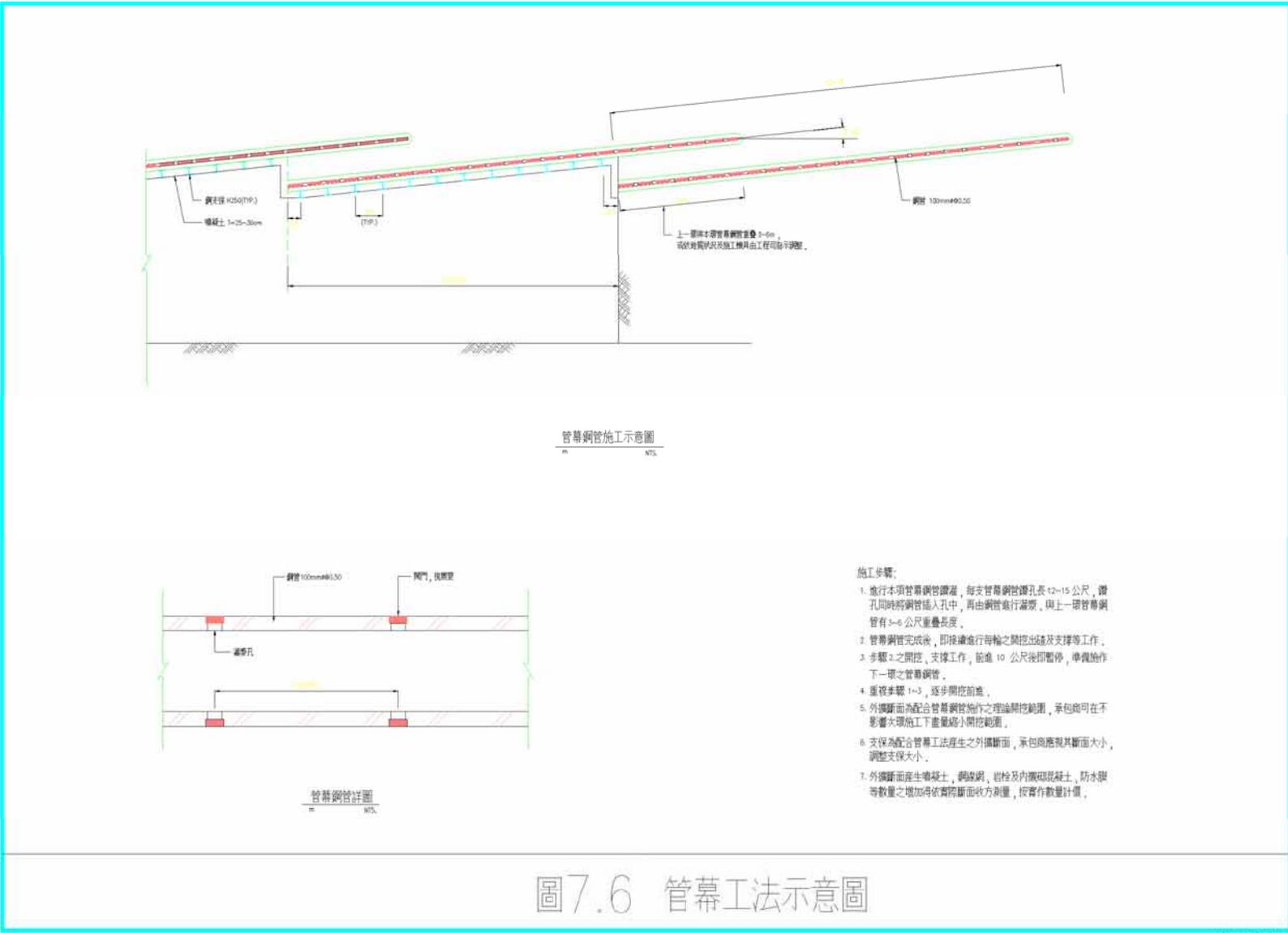


圖 7.6 管幕工法示意圖

EP/21109/246/1-12.DWG

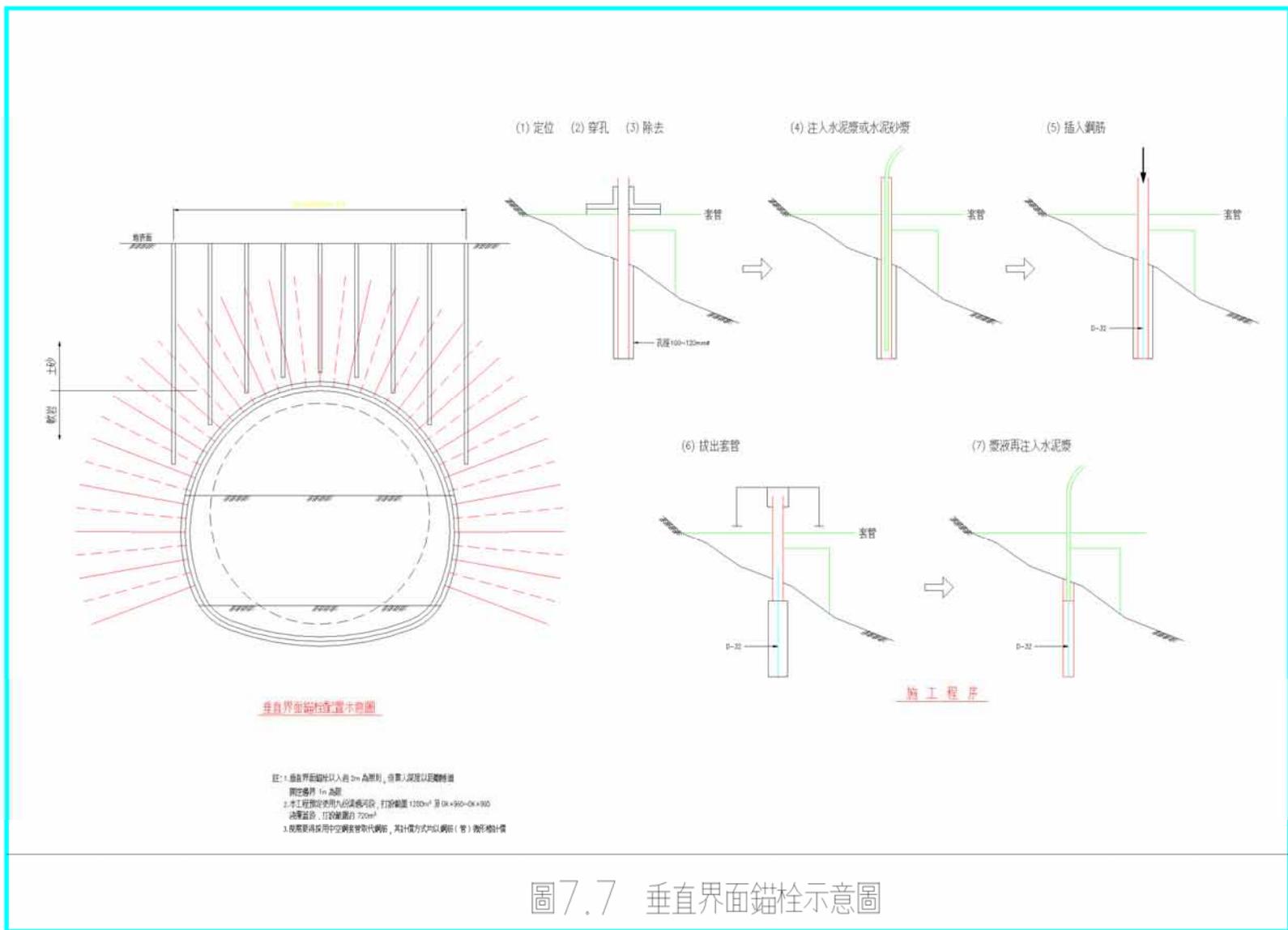


圖7.7 垂直界面錨栓示意圖

K:\DT\01108\env5\TR-10.dwg

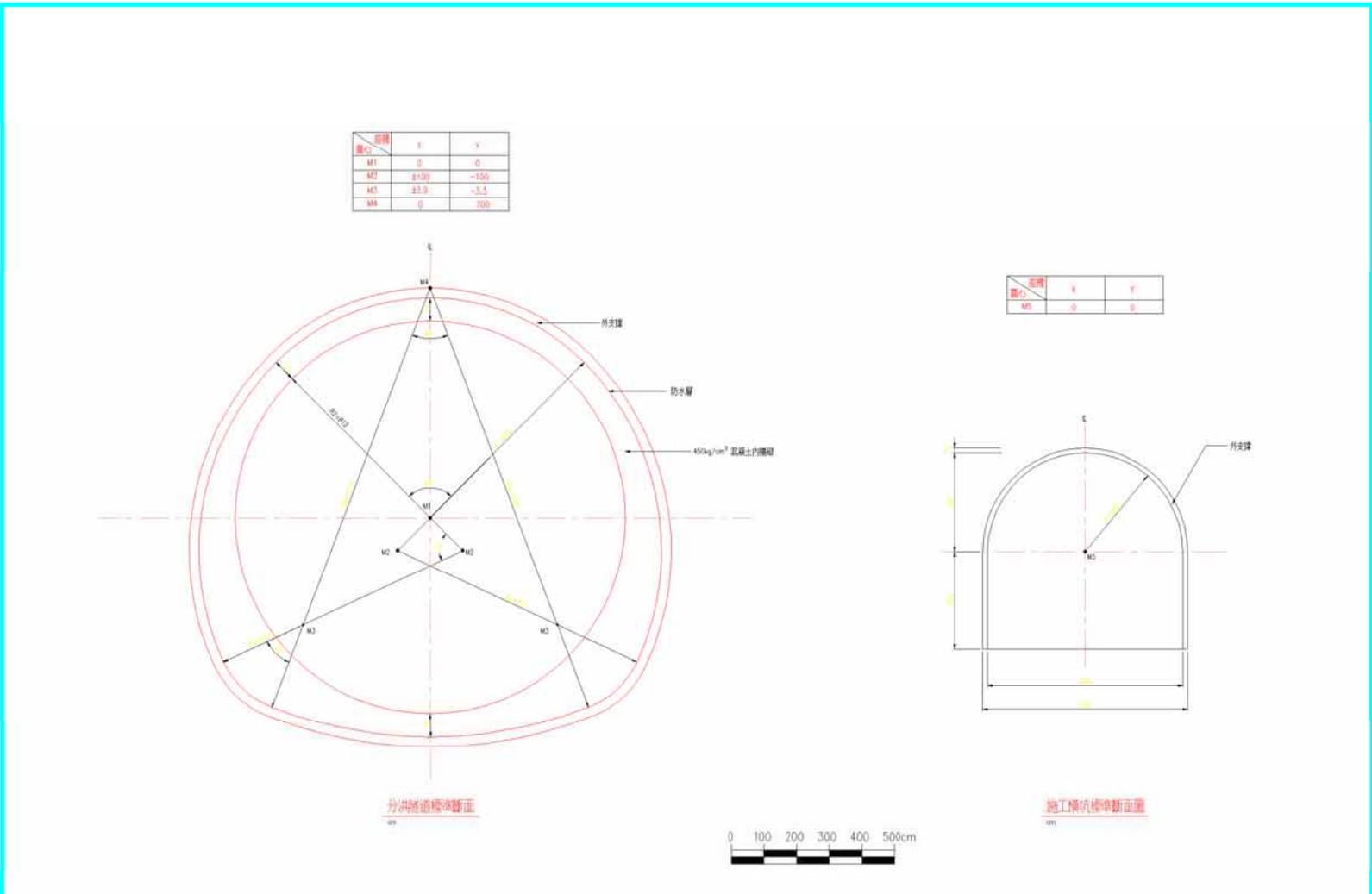
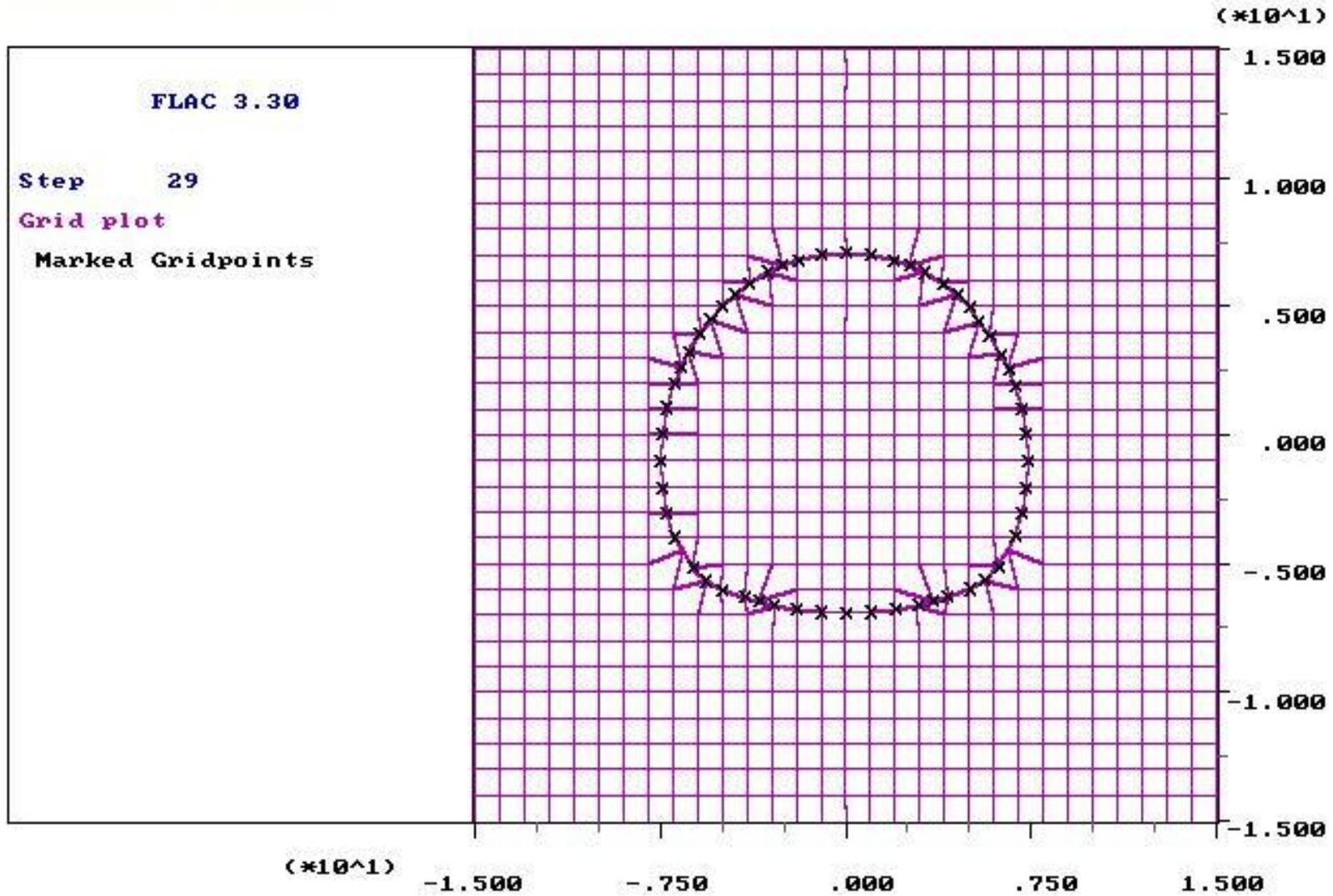


圖 7.8 分洪隧道及施工橫坑標準斷面圖

K:\GT\01108\post\1-01.dwg

Job Title : type 1
From File : 1-1.sav





Job Title : type 1
From File : 1-6.sav

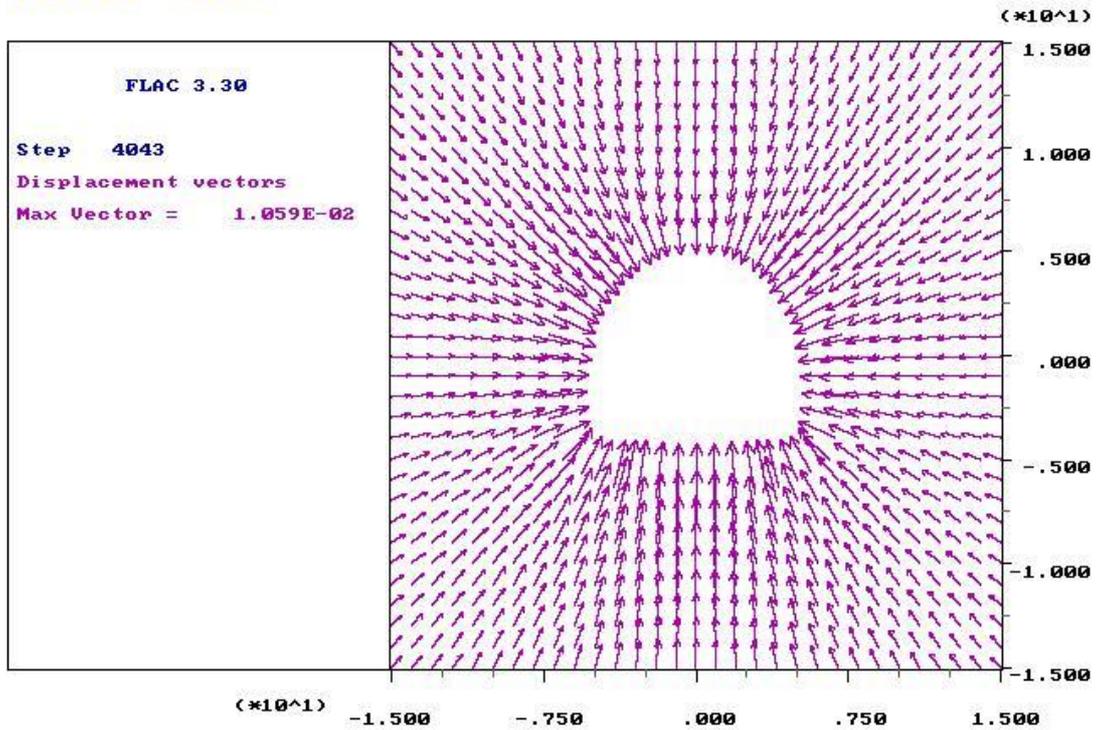


圖 7.10 I型支撐變形圖

Job Title : type 2
From File : 2-8.sav

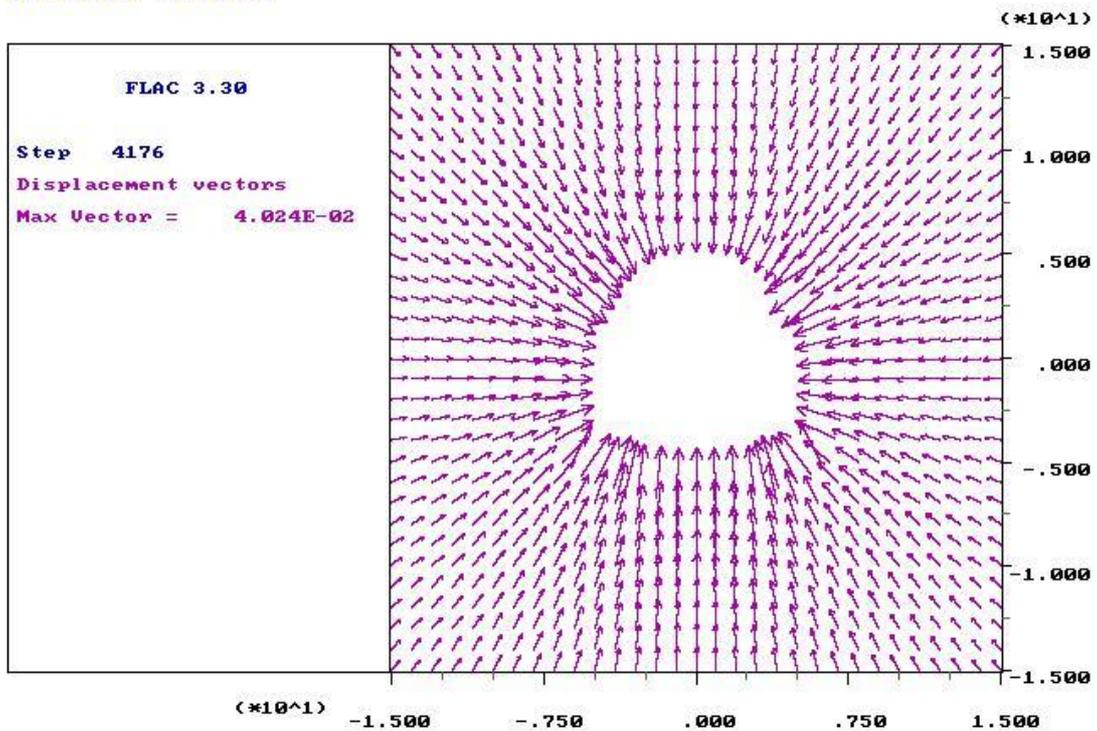


圖 7.11 II型支撐變形圖

Job Title : type 3
From File : 3-9.sav

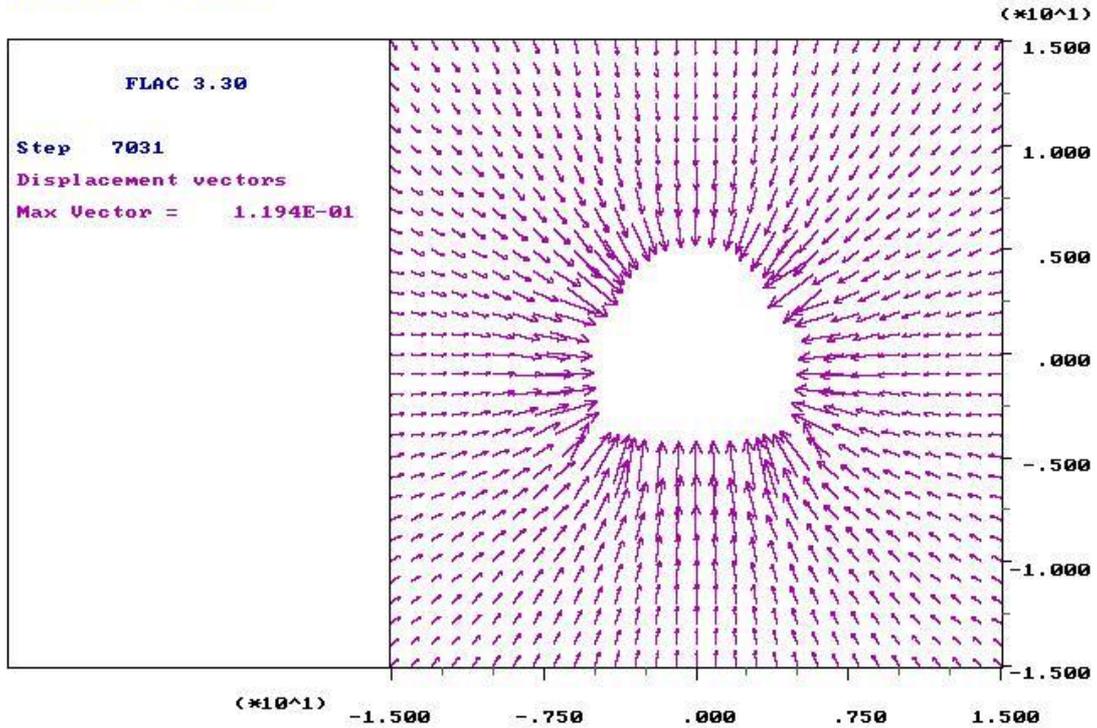


圖 7.12 III型支撐變形圖

Job Title : type 4
From File : 4-15.sav

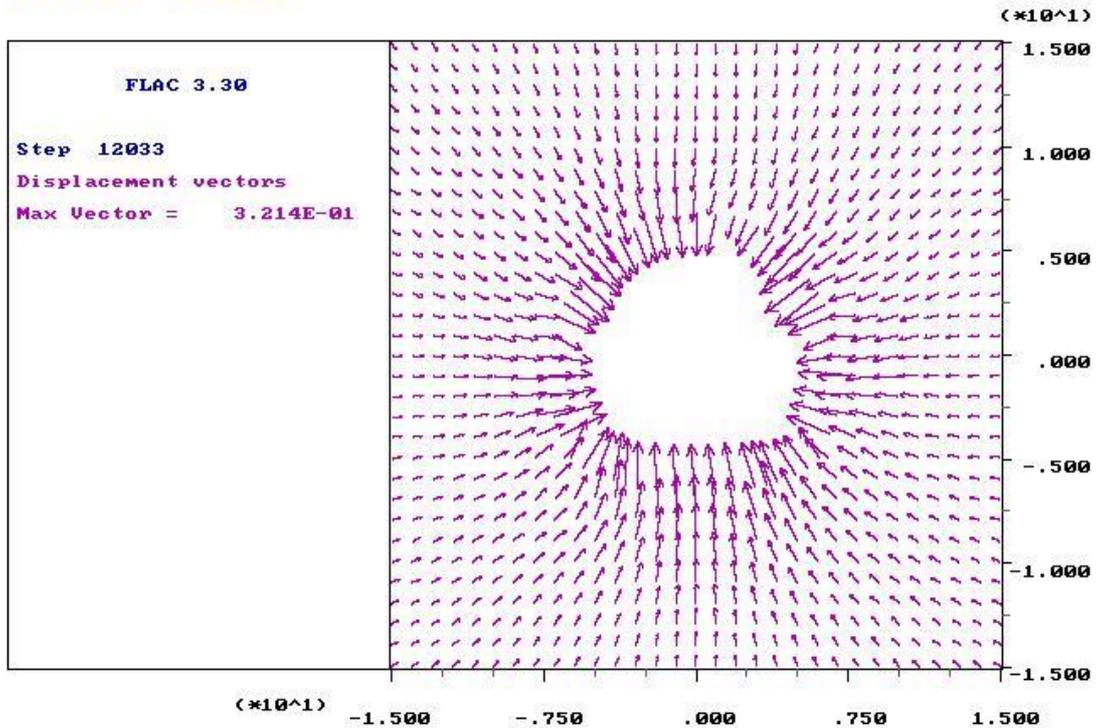


圖 7.13 IV型支撐變形圖



Job Title : type 5
From File : 5-21.sav

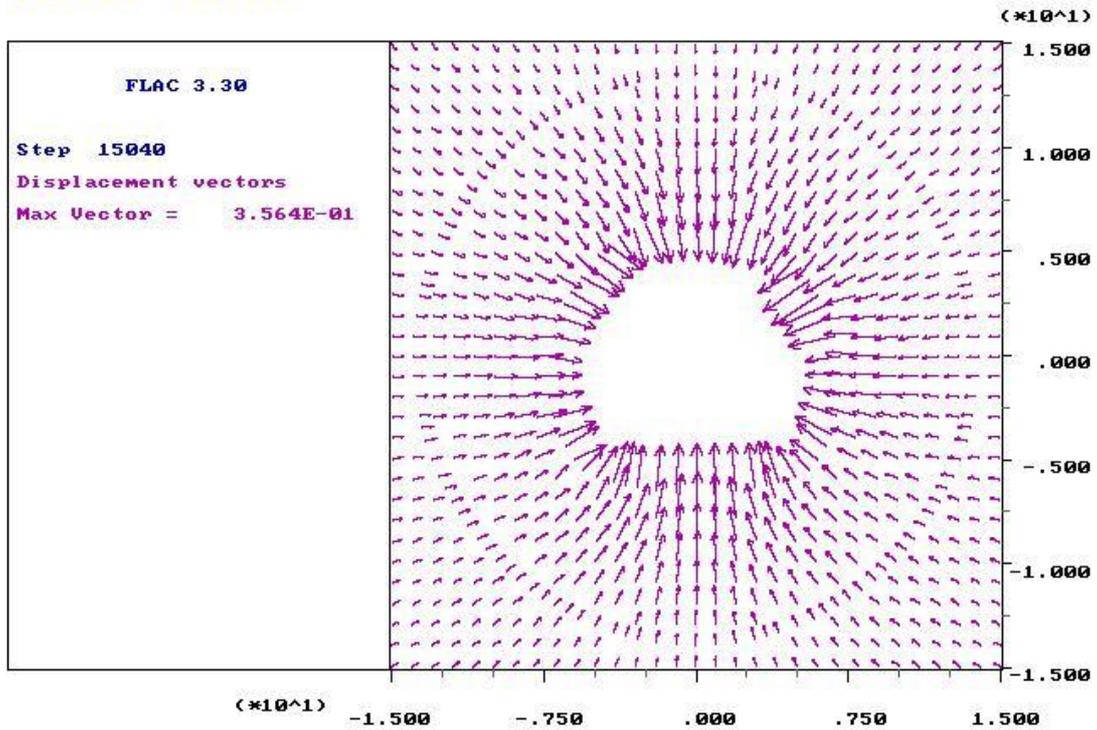


圖 7.14 V型支撐變形圖

Job Title : type 1
From File : 1-6.sav

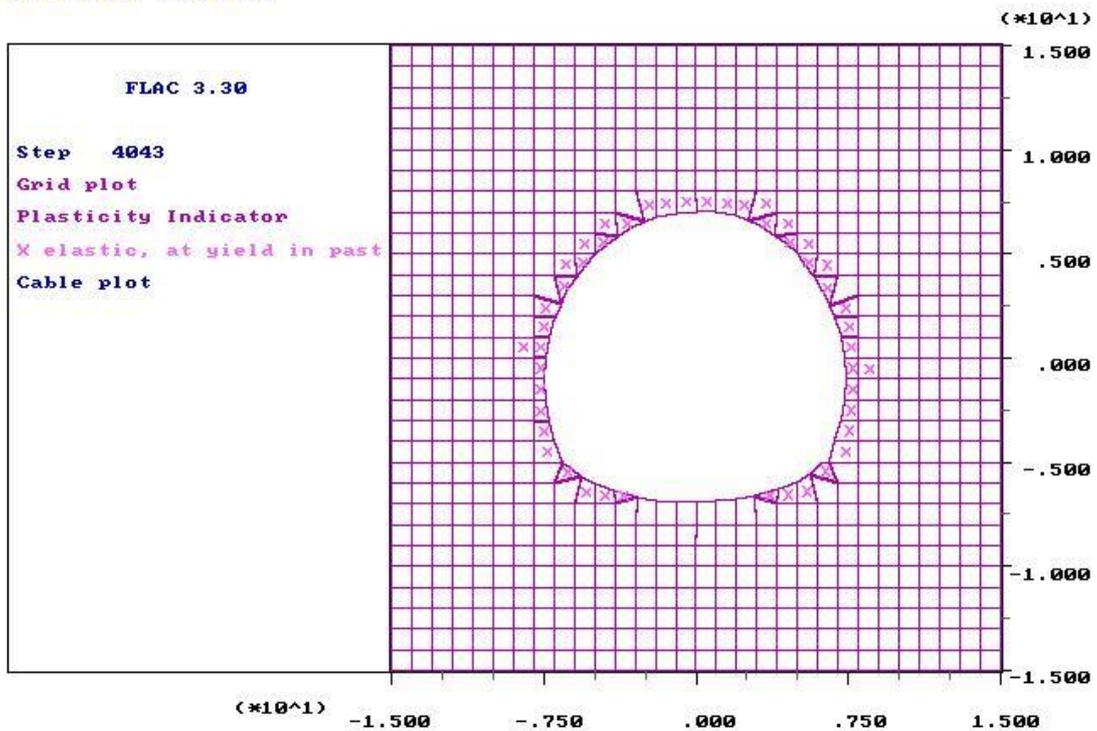


圖 7.15 I型支撐塑性區圖



Job Title : type 5
From File : 5-21.sav

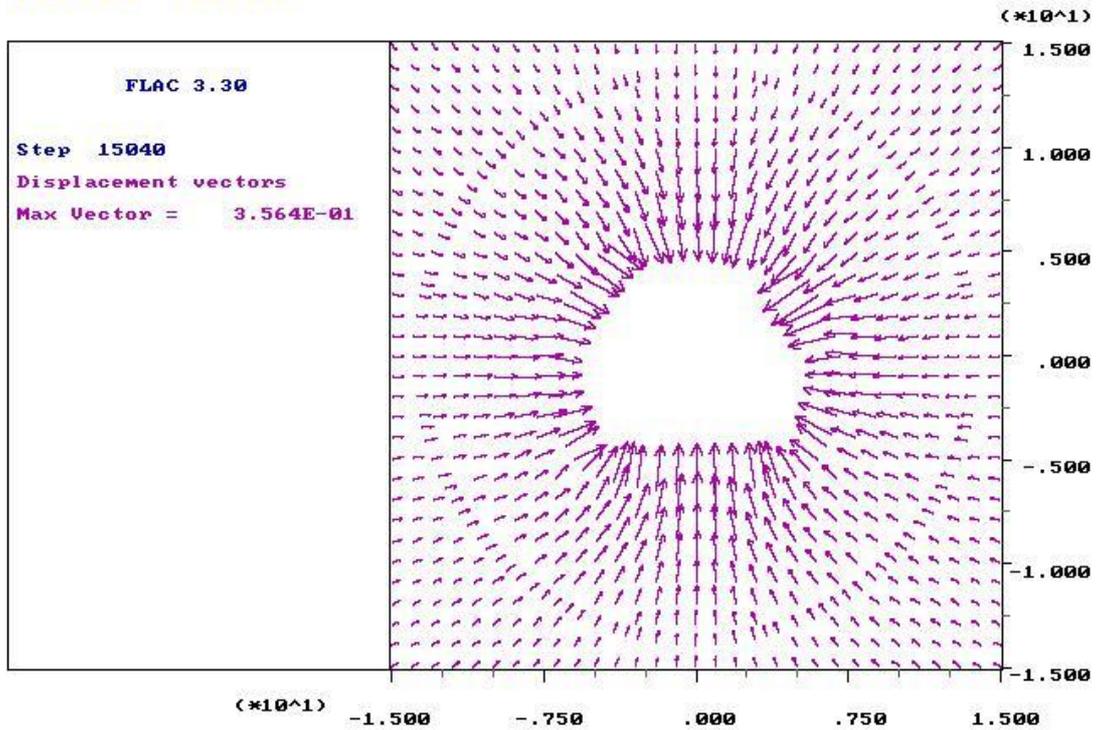


圖 7.14 V型支撐變形圖

Job Title : type 1
From File : 1-6.sav

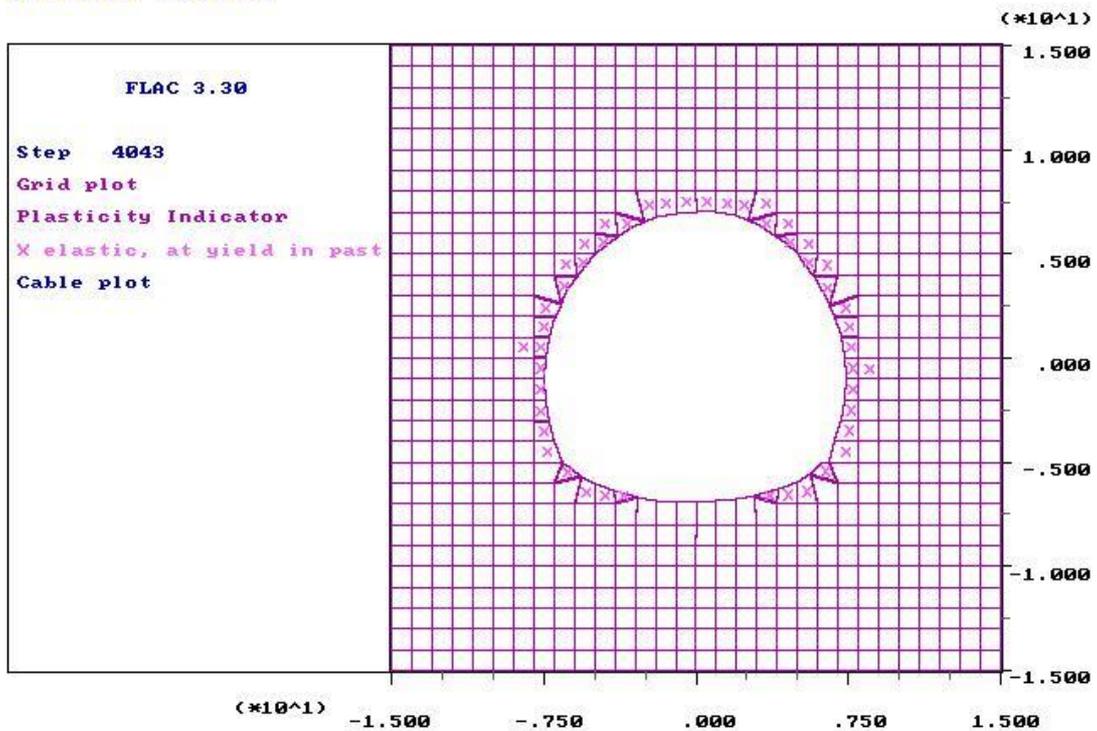


圖 7.15 I型支撐塑性區圖



Job Title : type 4
From File : 4-15.sav

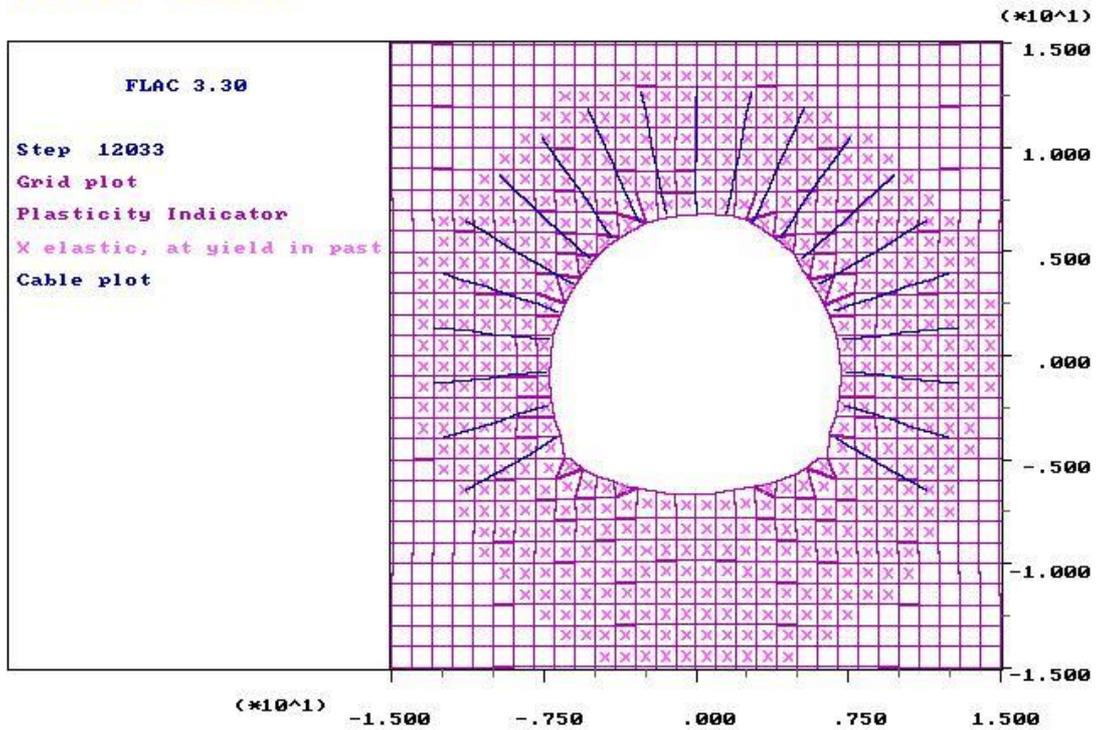


圖 7.18 IV型支撐塑性區圖

Job Title : type 5
From File : 5-21.sav

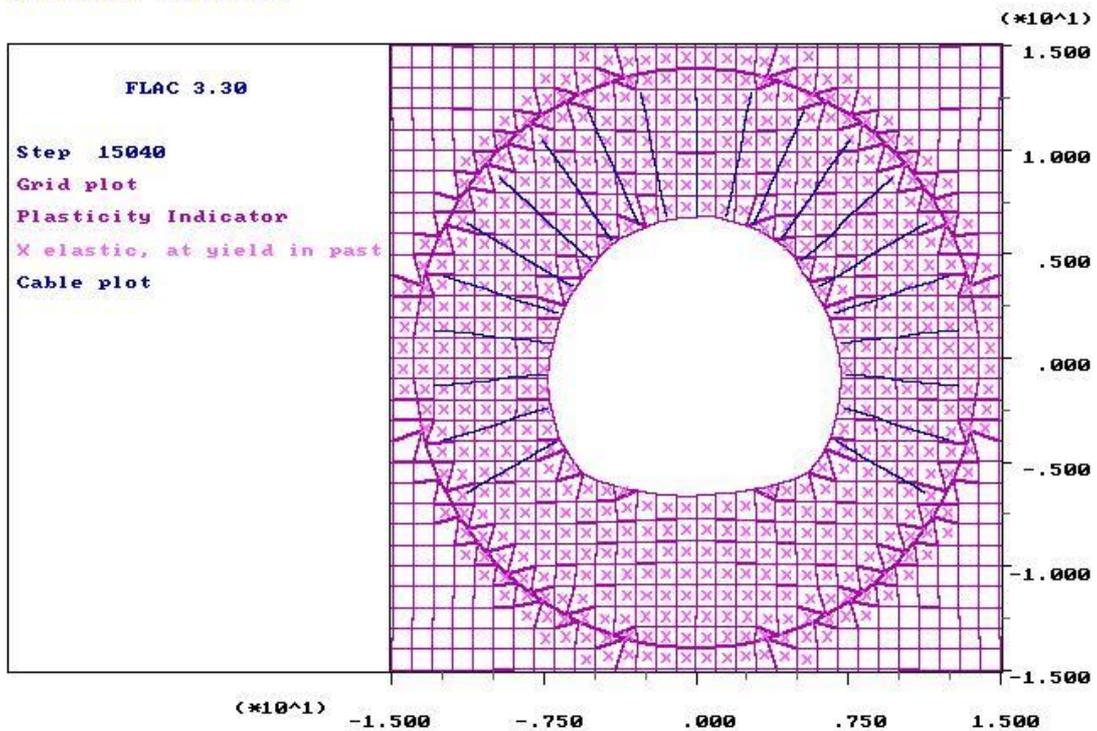
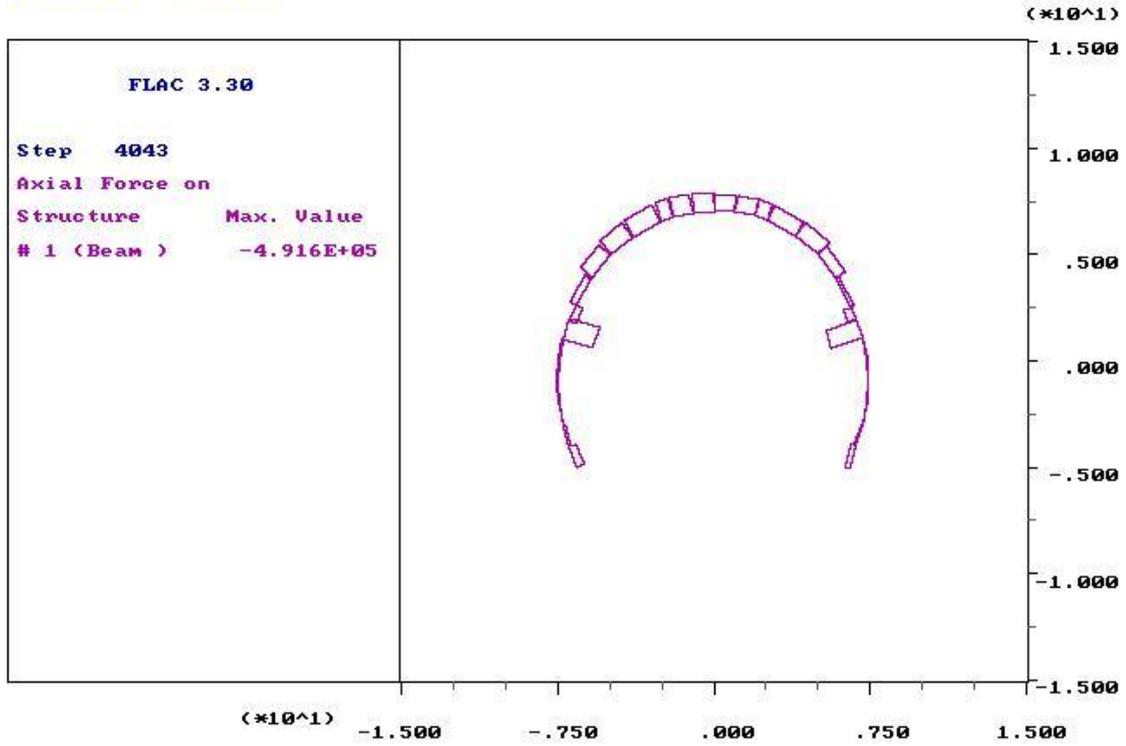


圖 7.19 V型支撐塑性區圖

Job Title : type 1
From File : 1-6.sav



Job Title : type 1
From File : 1-6.sav

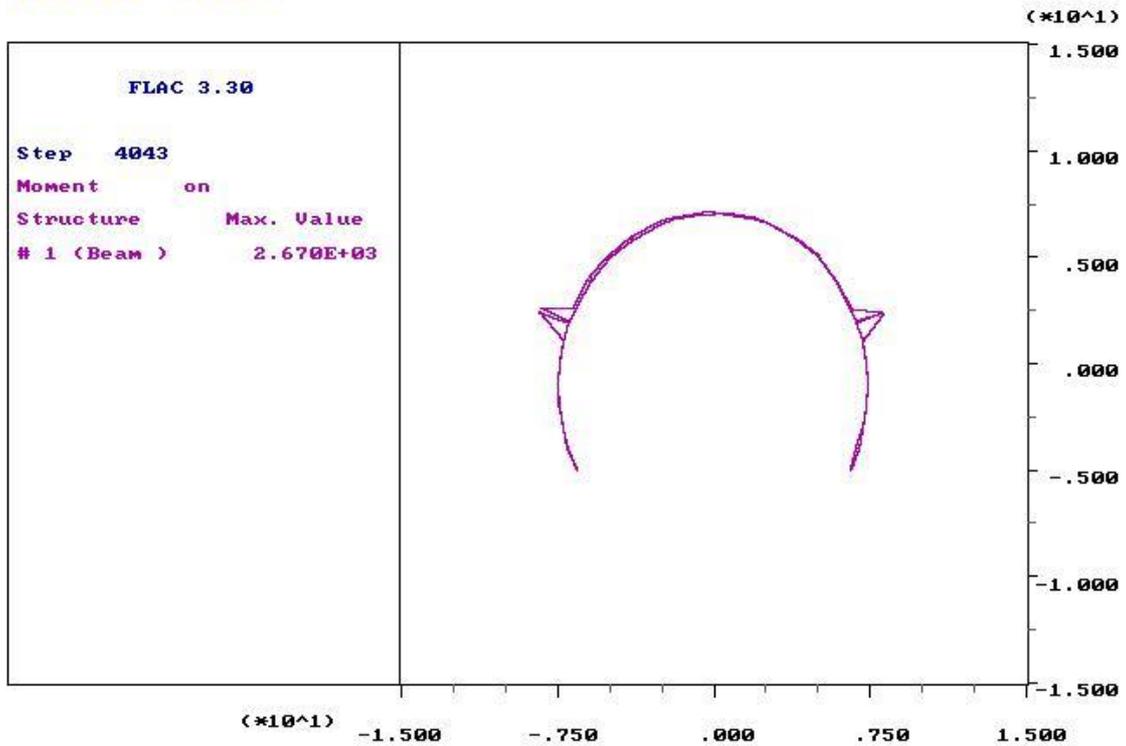
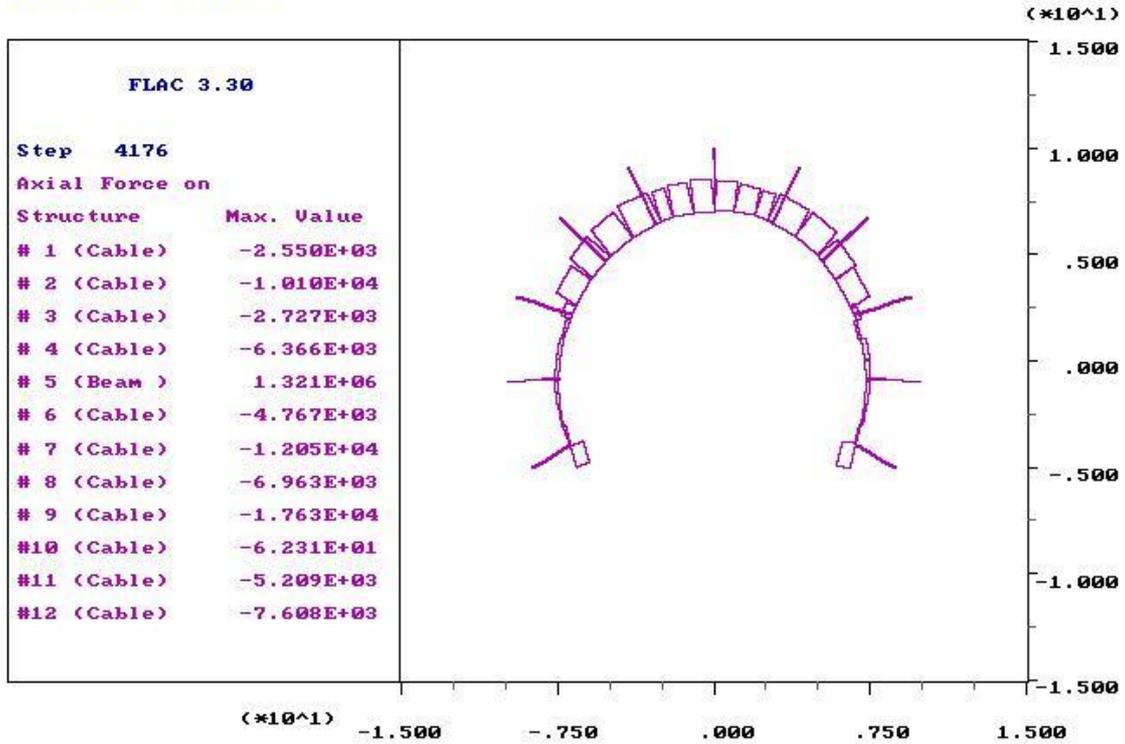


圖 7.20 I型支撐軸力及彎矩圖



Job Title : type 2
From File : 2-8.sav



Job Title : type 2
From File : 2-8.sav

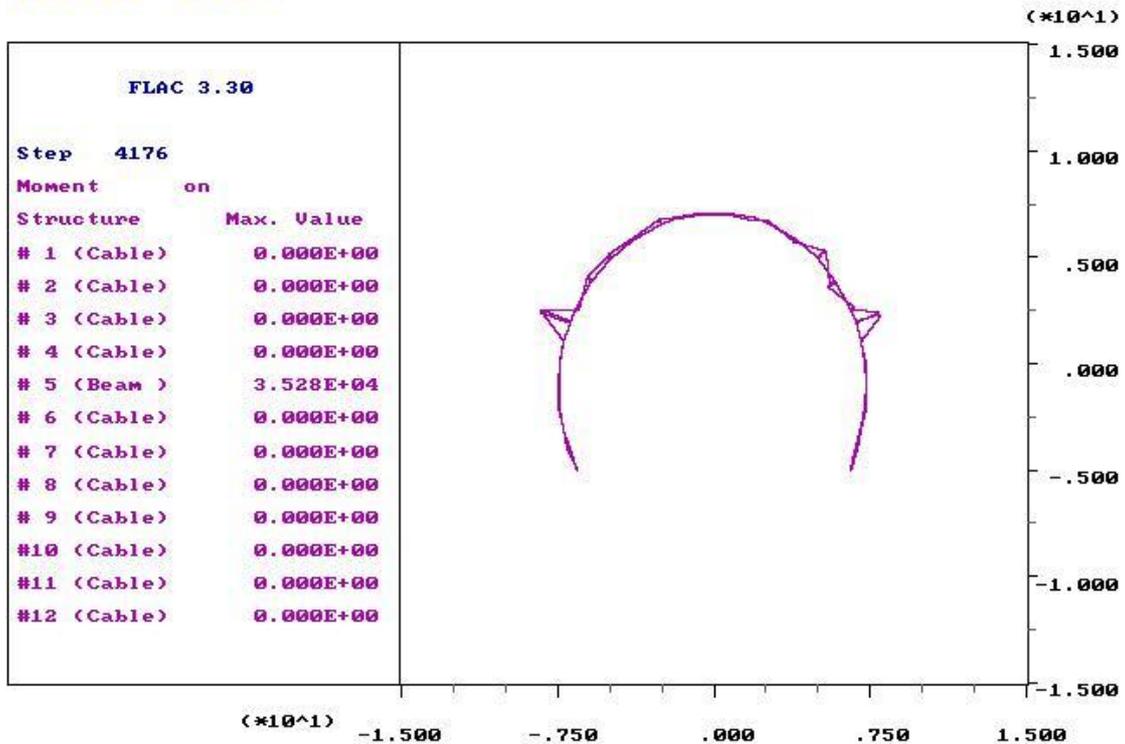
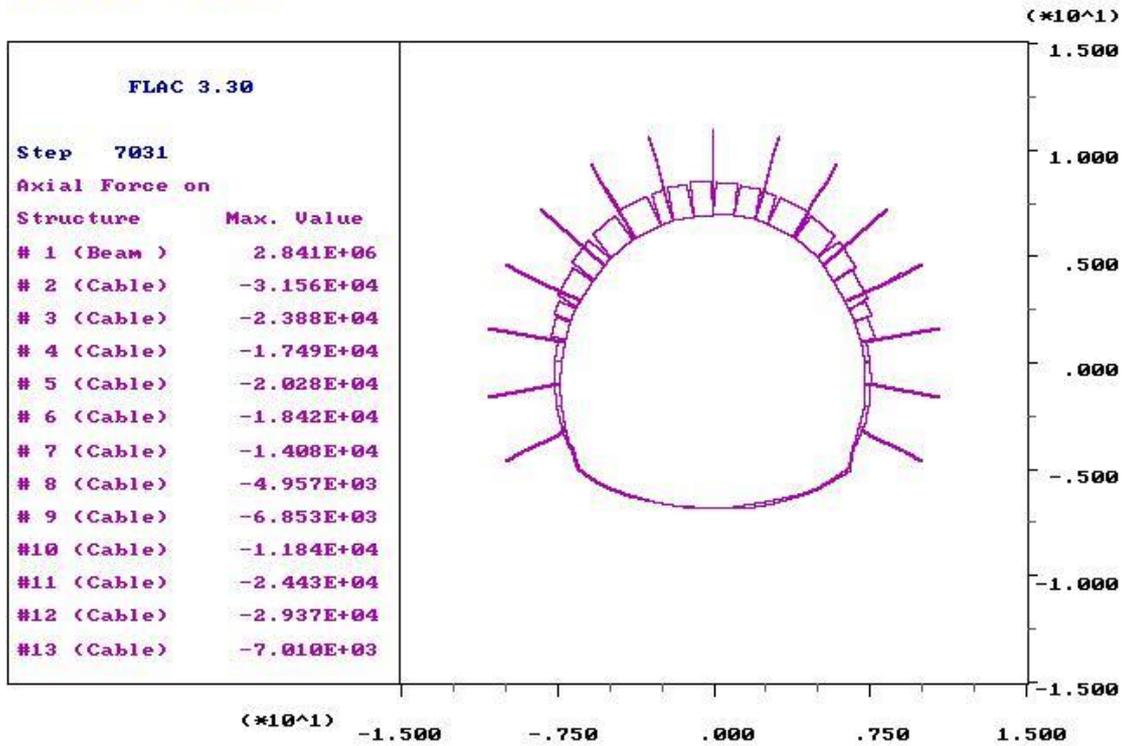


圖 7.21 II型支撐軸力及彎矩圖

Job Title : type 3
 From File : 3-9.sav



Job Title : type 3
 From File : 3-9.sav

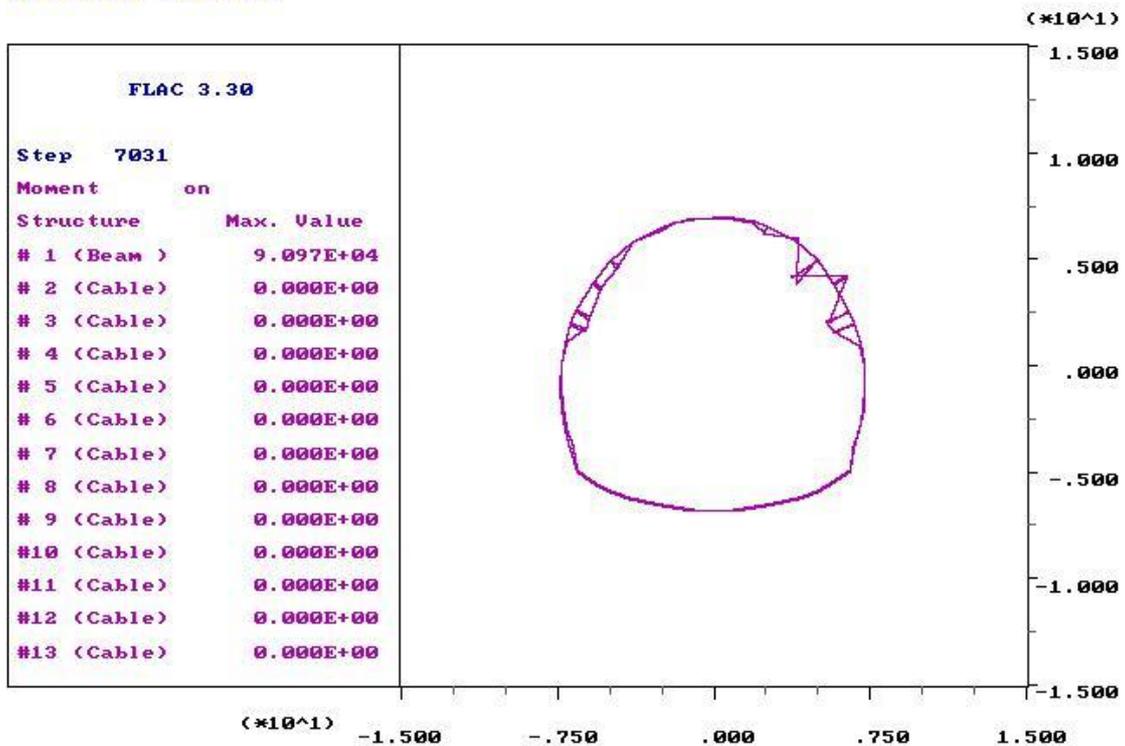
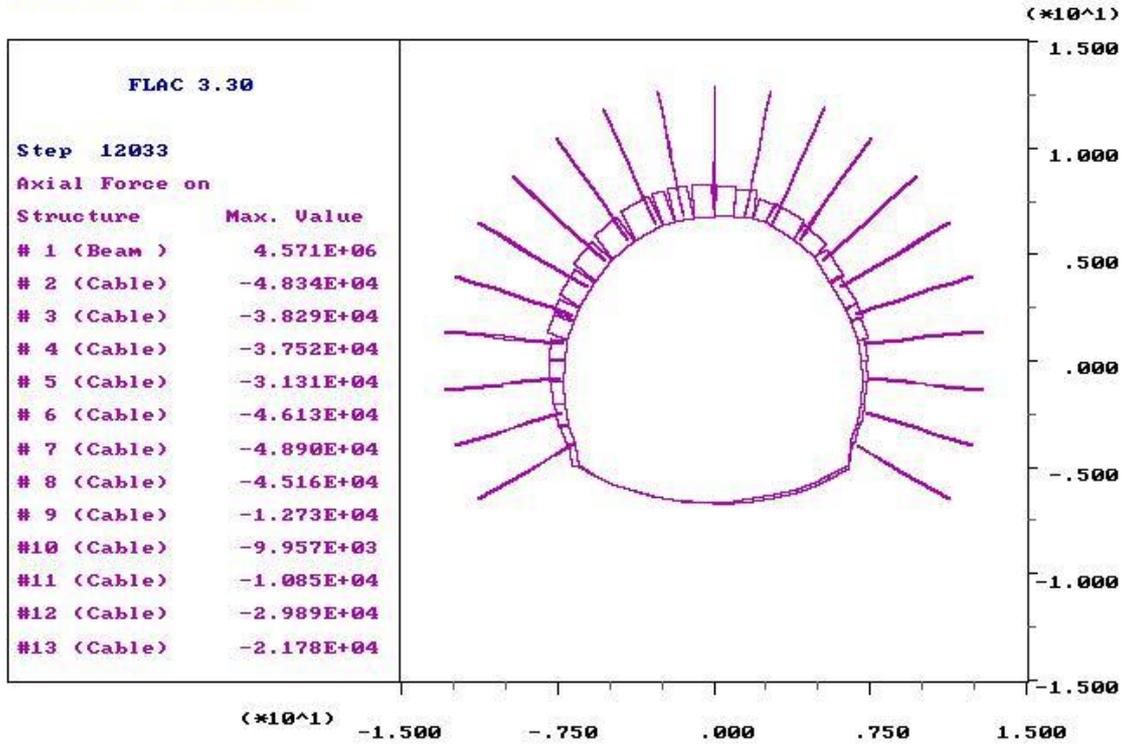


圖 7.22 III型支撐軸力及彎矩圖



Job Title : type 4
From File : 4-15.sav



Job Title : type 4
From File : 4-15.sav

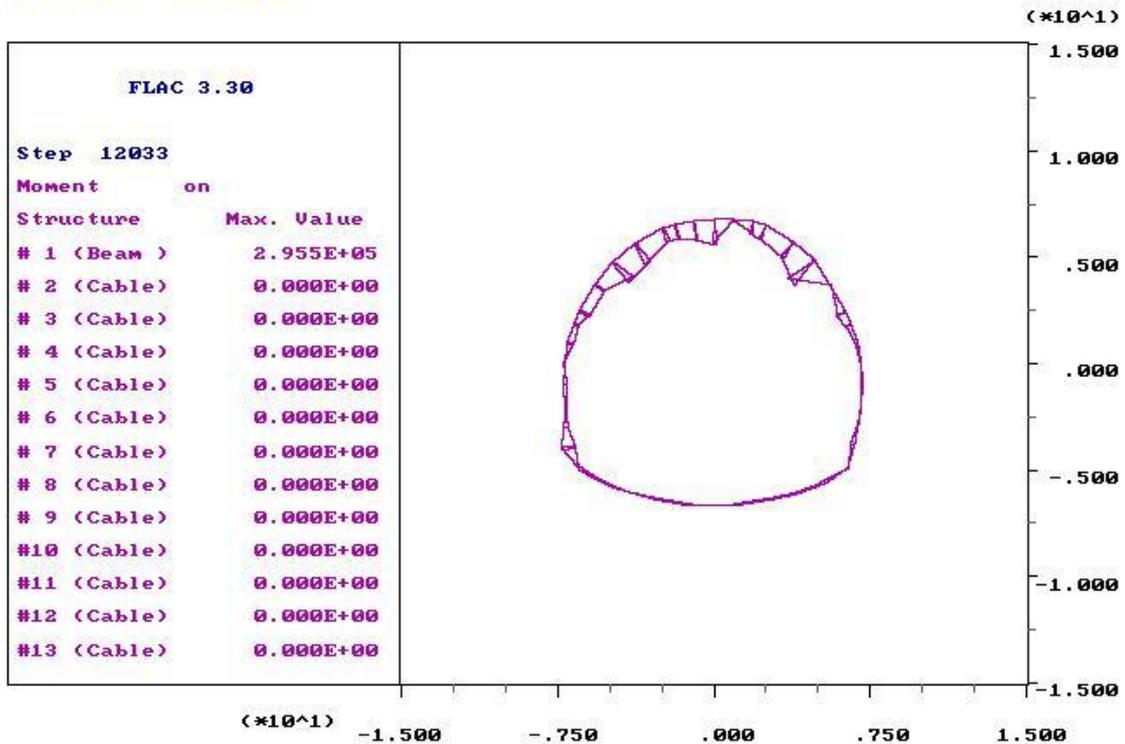
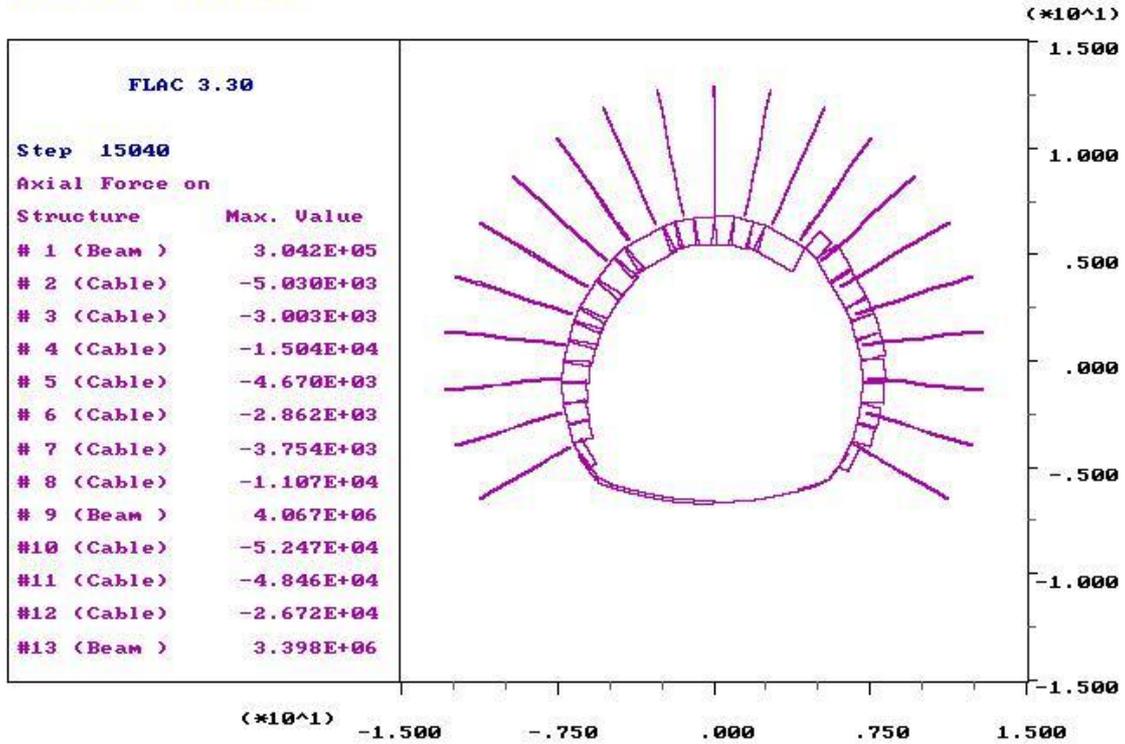


圖 7.23 IV型支撐軸力及彎矩圖

Job Title : type 5
 From File : 5-21.sav



Job Title : type 5
 From File : 5-21.sav

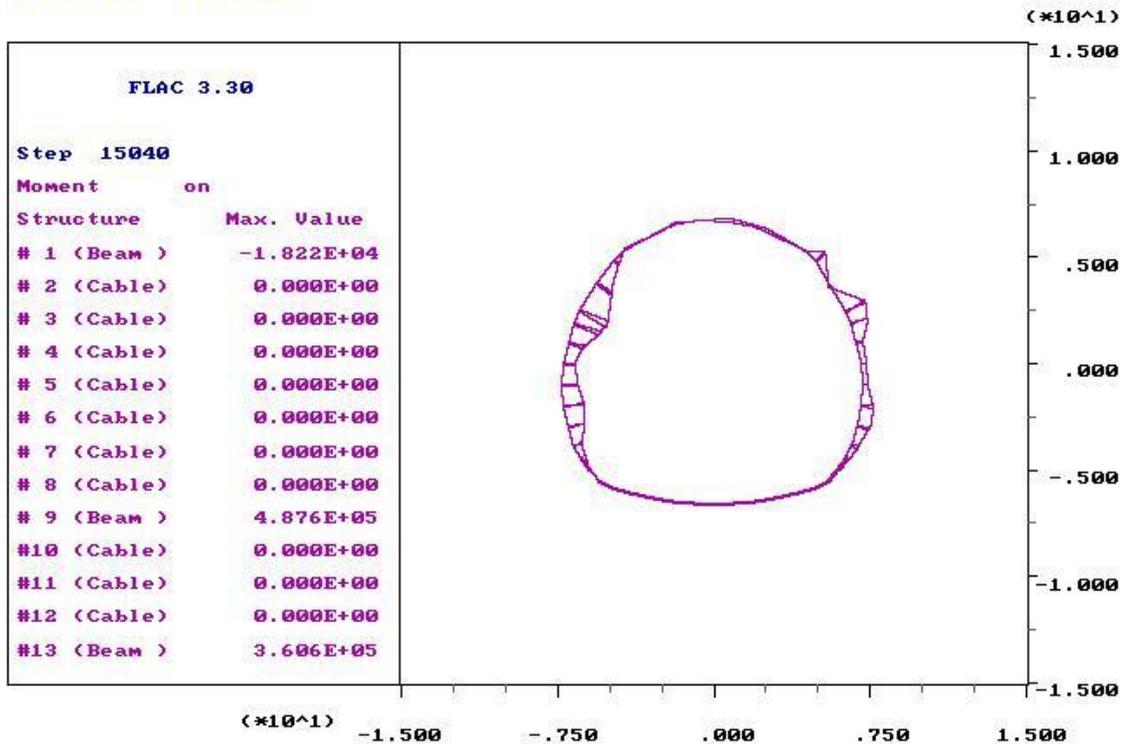


圖 7.24 V型支撐軸力及彎矩圖

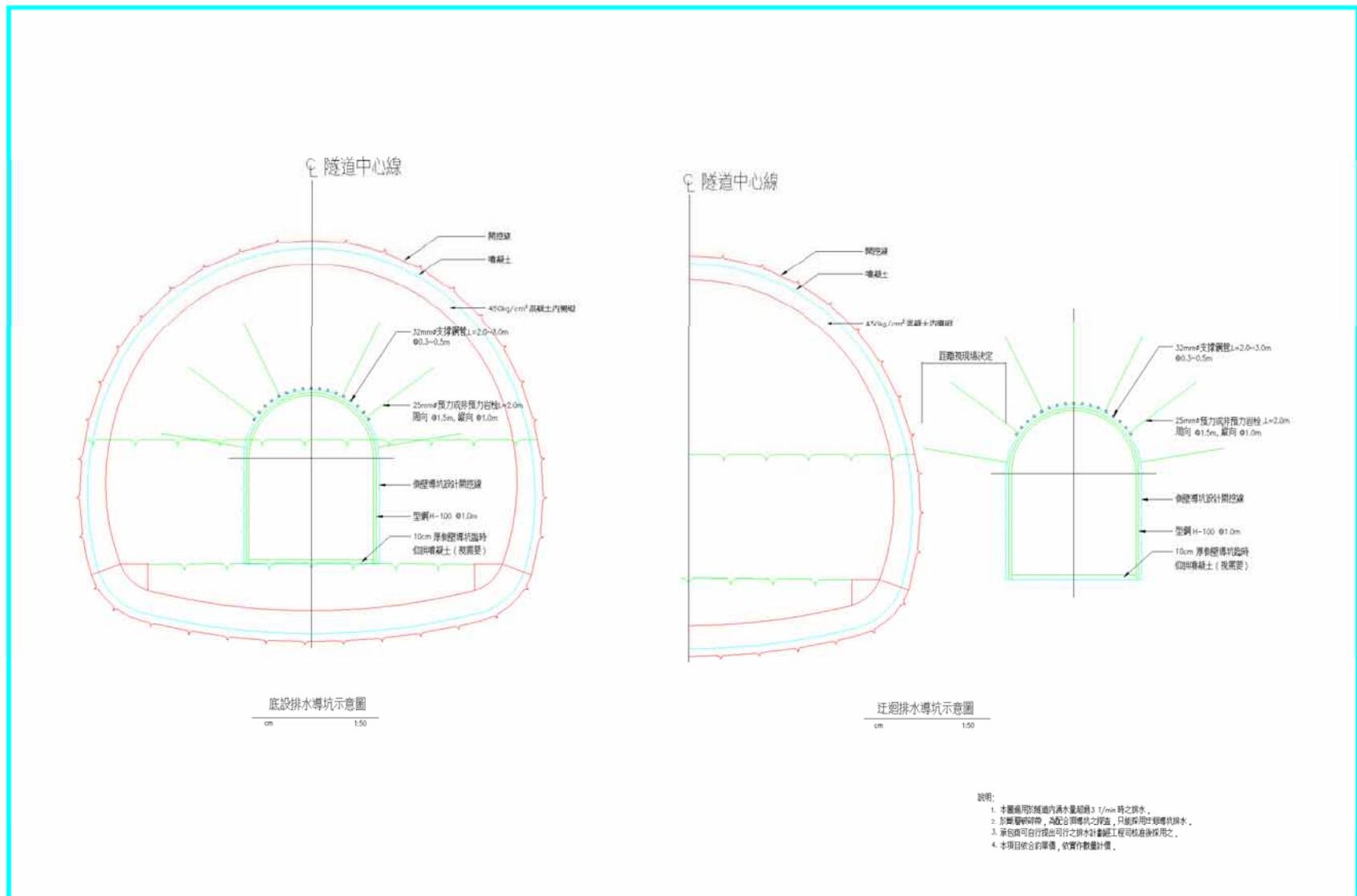
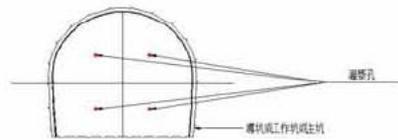
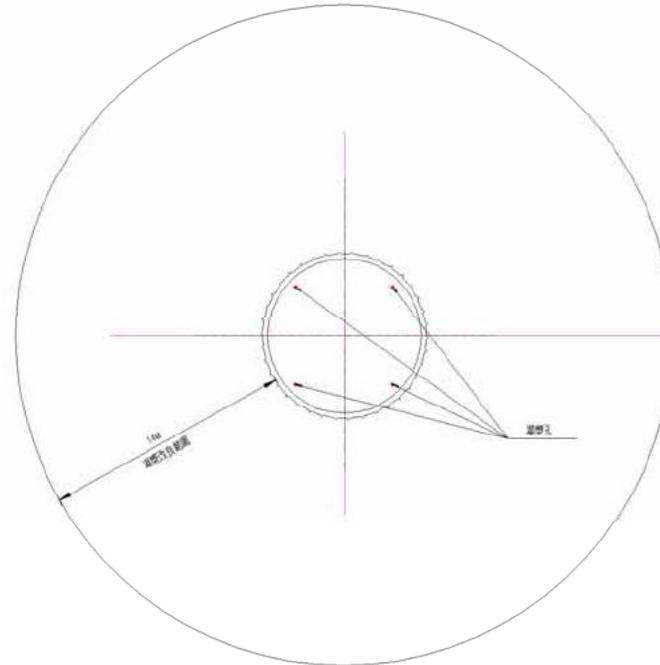


圖7.26 臨時排水導坑示意圖



開挖面熱溼清灌漿孔配置示意

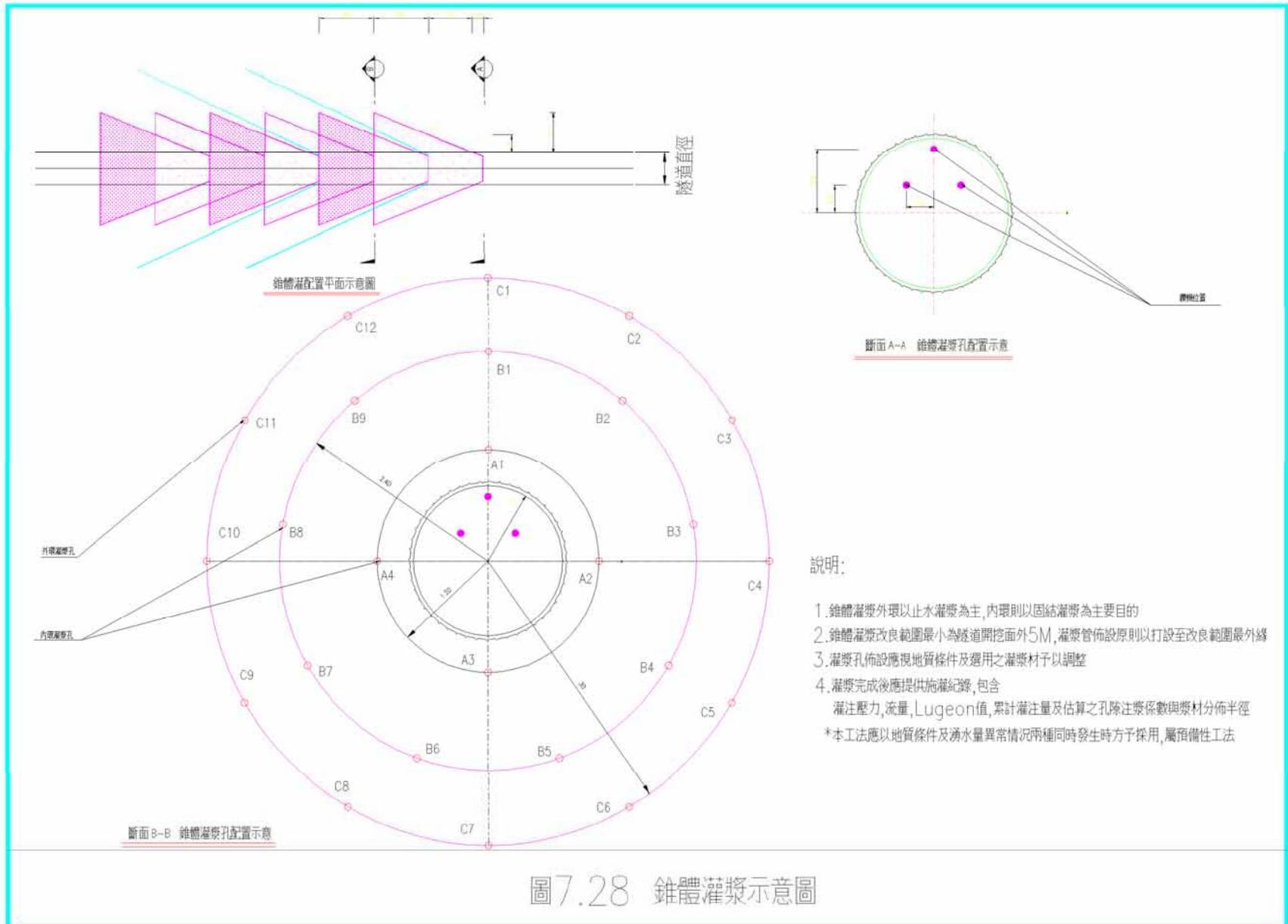


湧水段熱溼清灌漿孔配置示意

說明:

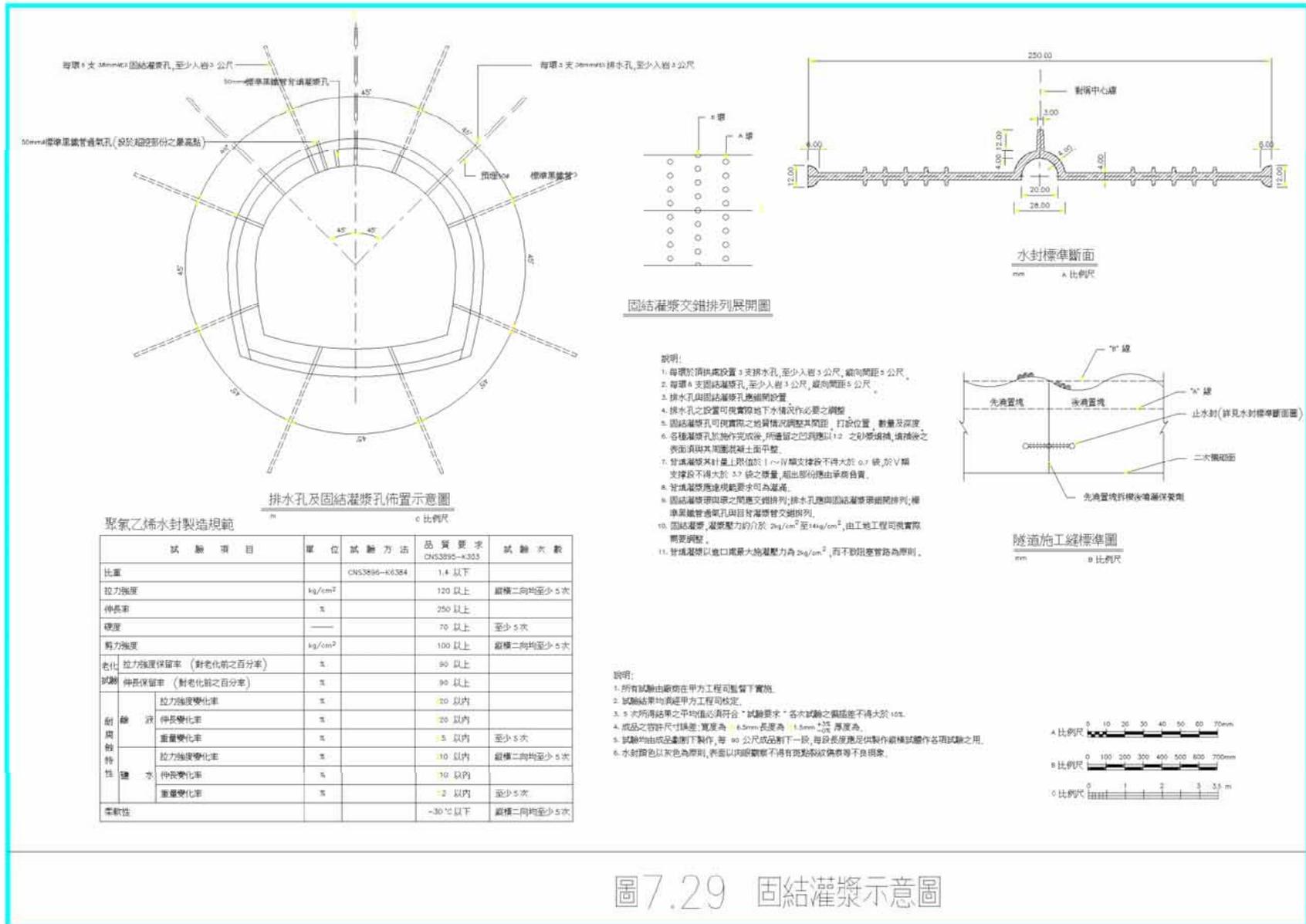
1. 熱溼清灌漿以主隧道之1.0D為改良範圍
2. 熱溼清灌漿以湧水層之止水灌漿為主, 隧道開挖時仍應輔以鉤體灌漿或其他輔助工法
3. 熱溼清灌漿完成後應提供施灌紀錄, 包含
灌注壓力, 流量, Lugeon值, 累計灌注量及估算之孔隙注漿係數與漿材分佈半徑
4. 隧道開挖之輔助工法有大口徑排水, 管幕工法, 玻璃纖維岩柱, 微形樁
5. 本灌漿工法須在其他工法均無法克服湧水條件下方能採用, 或工期迫切時地質困難之預先改良技術
6. 本工法可採水平或垂直鑽灌作業, 鑽灌距離20~2000公尺之間

圖7.27 熱溼清灌漿示意圖



說明：

1. 錐體灌漿外環以止水灌漿為主, 內環則以固結灌漿為主要目的
 2. 錐體灌漿改良範圍最小為隧道開挖面外5M, 灌漿管佈設原則以打設至改良範圍最外緣
 3. 灌漿孔佈設應視地質條件及選用之灌漿材料予以調整
 4. 灌漿完成後應提供施灌紀錄, 包含
 灌注壓力, 流量, Lugeon值, 累計灌注量及估算之孔隙注漿係數與漿材分佈半徑
- *本工法應以地質條件及湧水量異常情況兩種同時發生時方予採用, 屬預備性工法



聚乙烯水封製造規範

試驗項目	單位	試驗方法	品質要求 CNS3995-4.303	試驗次數
比重		CNS3995-4.304	1.4 以下	
拉力強度	kg/cm ²		120 以上	縱橫二向均至少 5 次
伸長率	%		250 以上	
硬度			70 以上	至少 5 次
剪力強度	kg/cm ²		100 以上	縱橫二向均至少 5 次
老化				
拉力強度保留率 (對老化前之百分率)	%		90 以上	
伸長保留率 (對老化前之百分率)	%		90 以上	
耐 久 性	拉力強度變化率	%	20 以內	
	伸長變化率	%	5 以內	至少 5 次
特 性	拉力強度變化率	%	10 以內	縱橫二向均至少 5 次
	伸長變化率	%	5 以內	
柔 軟 性	拉力強度變化率	%	10 以內	縱橫二向均至少 5 次
	伸長變化率	%	5 以內	至少 5 次
柔軟性			-30℃ 以下	縱橫二向均至少 5 次

圖 7.29 固結灌漿示意圖

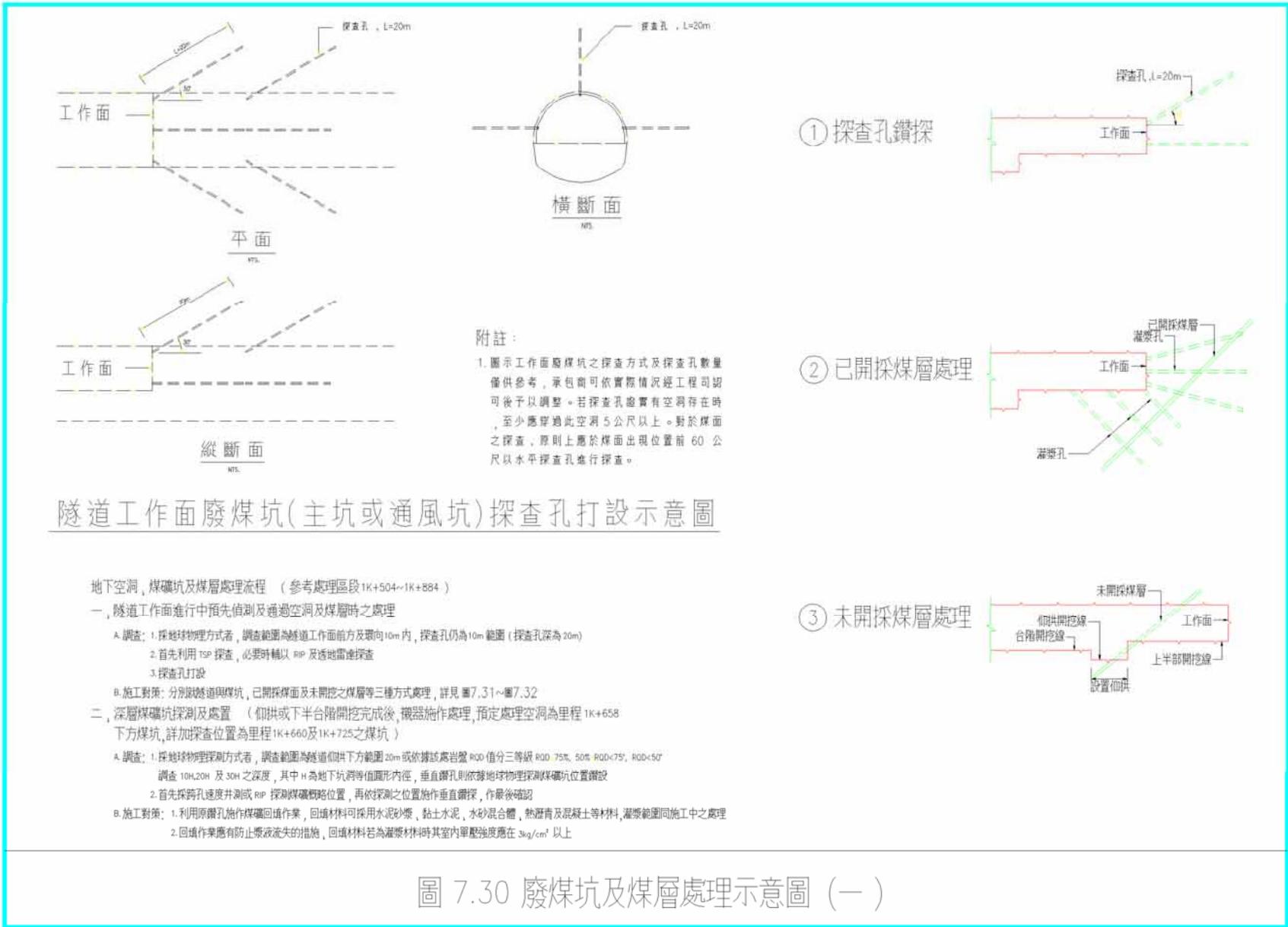


圖 7.30 廢煤坑及煤層處理示意圖 (一)

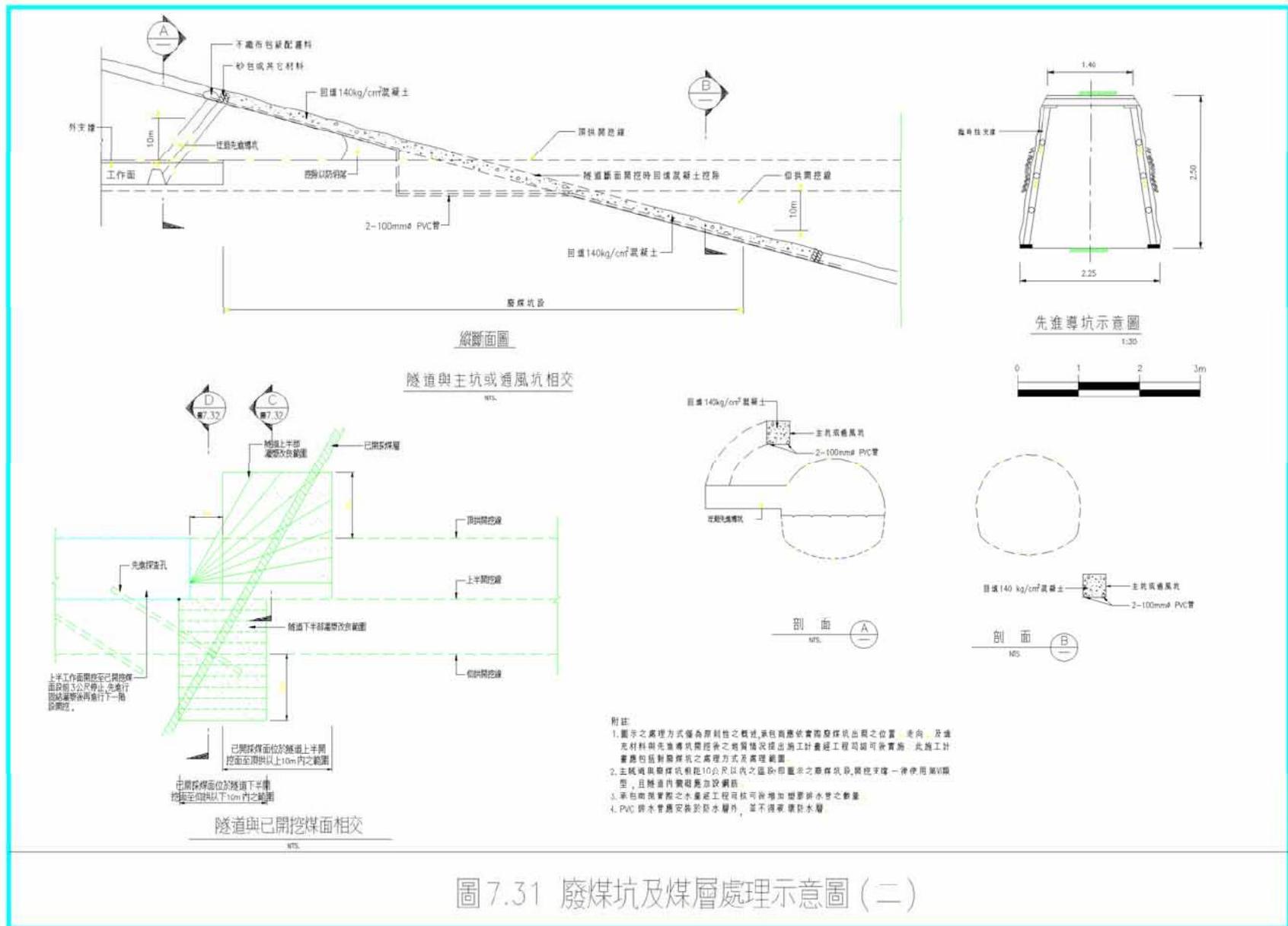


圖 7.31 廢煤坑及煤層處理示意圖 (二)

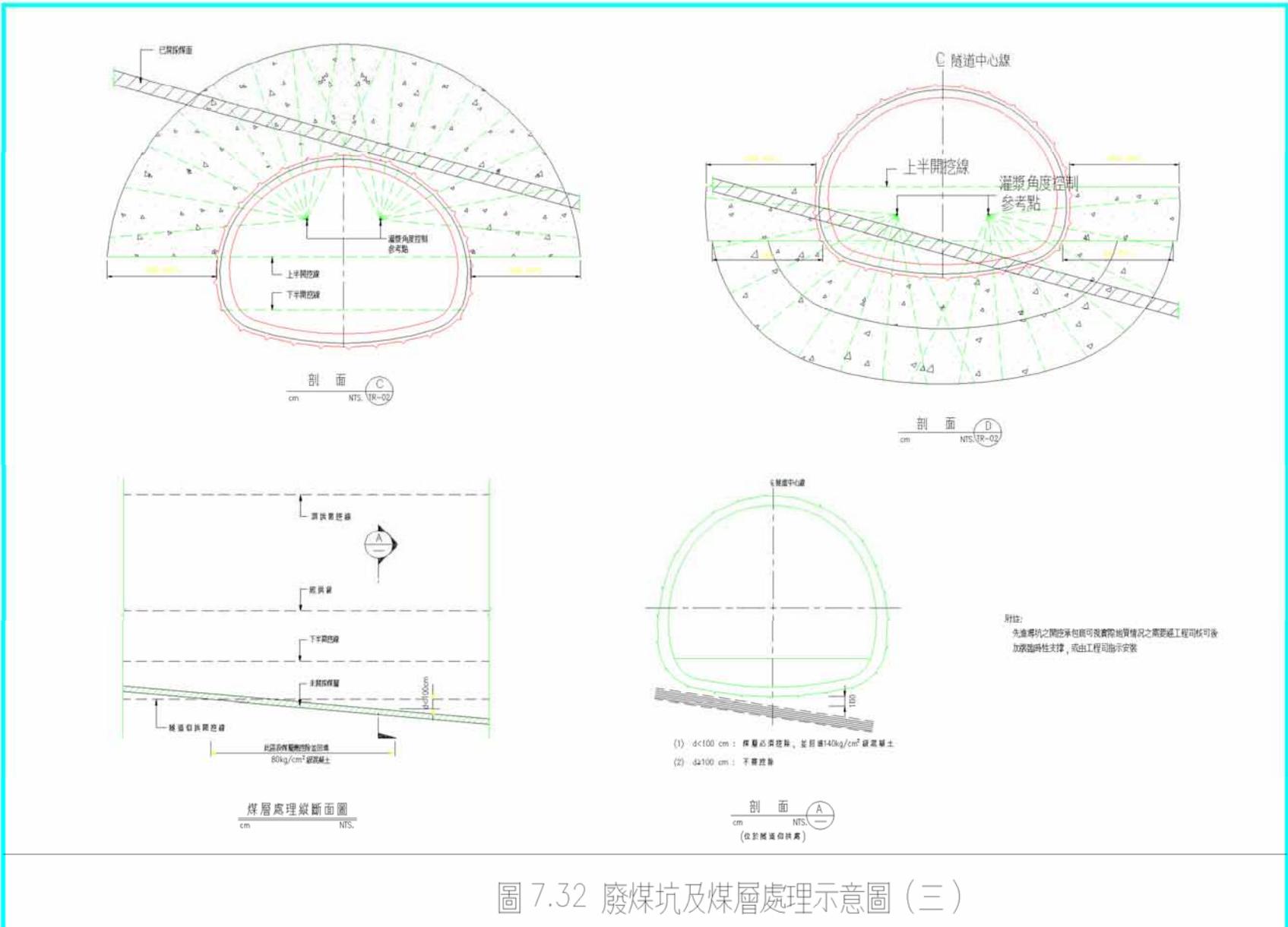


圖 7.32 廢煤坑及煤層處理示意圖 (三)



SAP2000

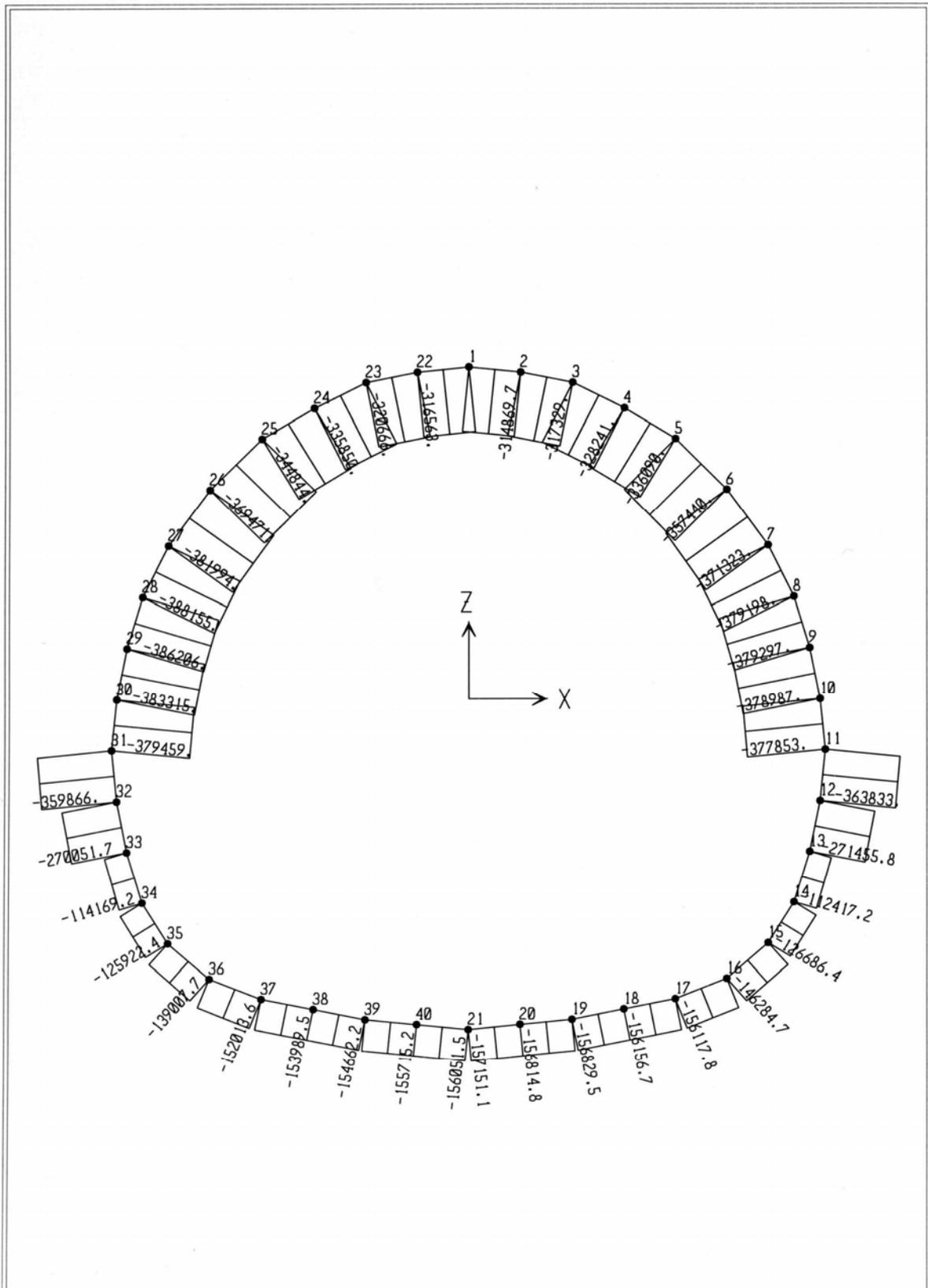
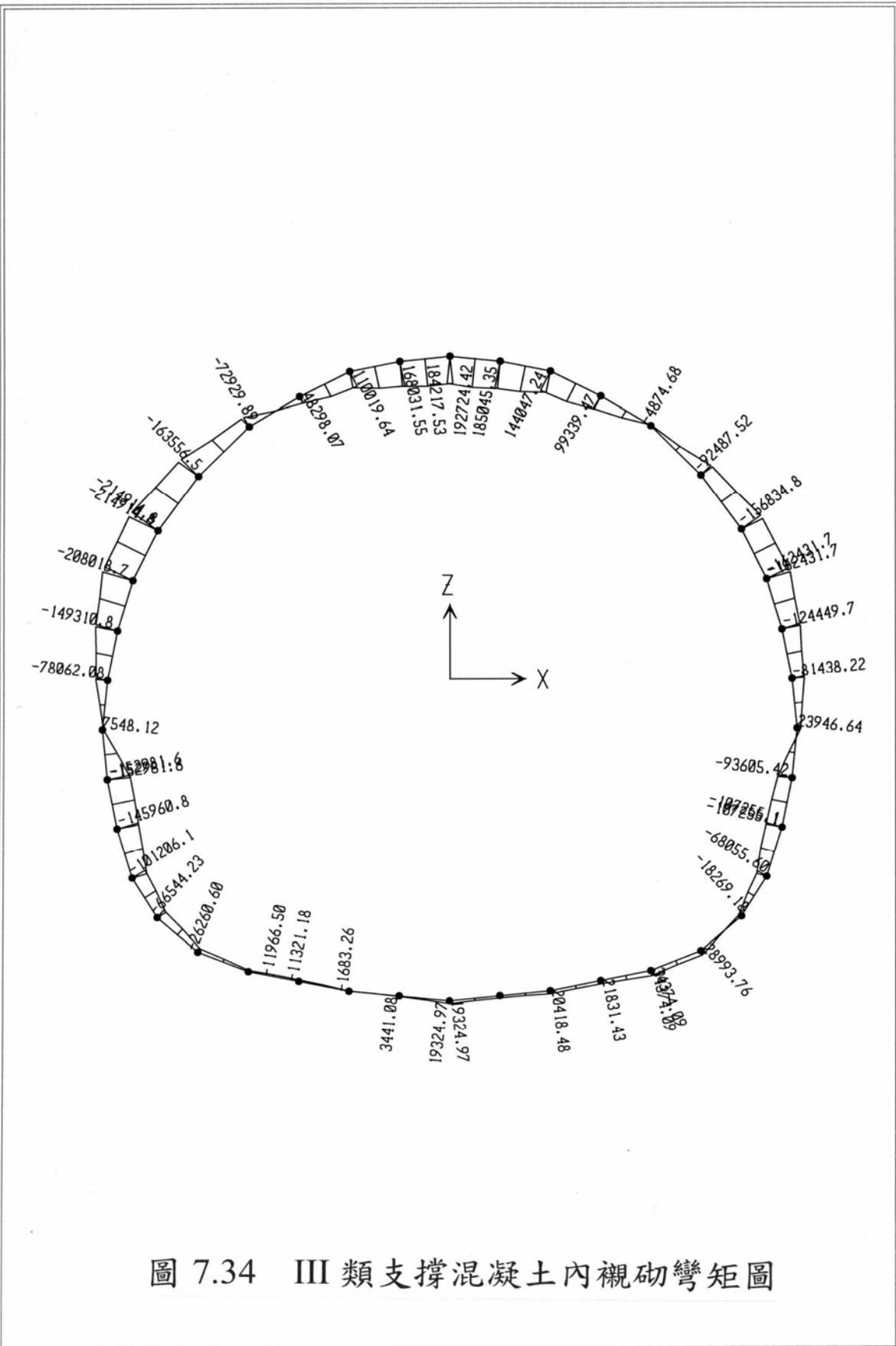


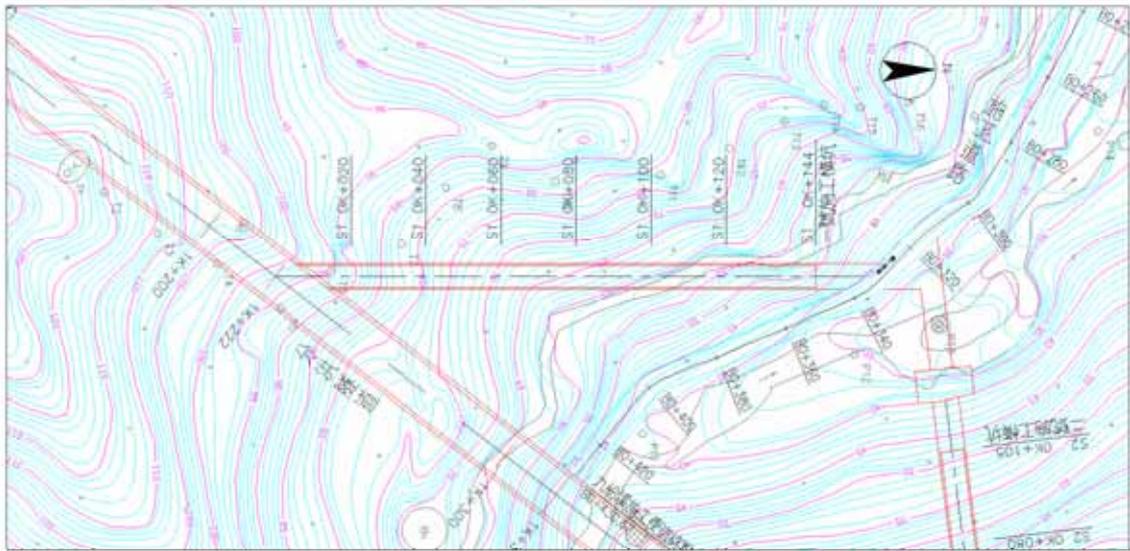
圖 7.33 III 類支撐混凝土內襯砌軸力圖

SAP2000 v7.40 - File:t3 - Axial Force Diagram (COMB1) - Kgf-m Units

SAP2000

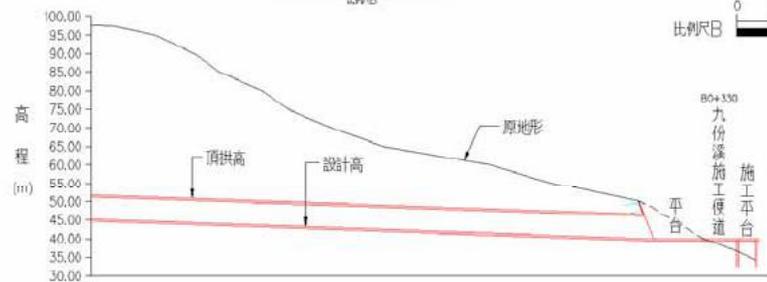


SAP2000 v7.40 - File:t3 - Moment 3-3 Diagram (COMB1) - Kgf-m Units



一號施工橫坑平面圖

比例尺A

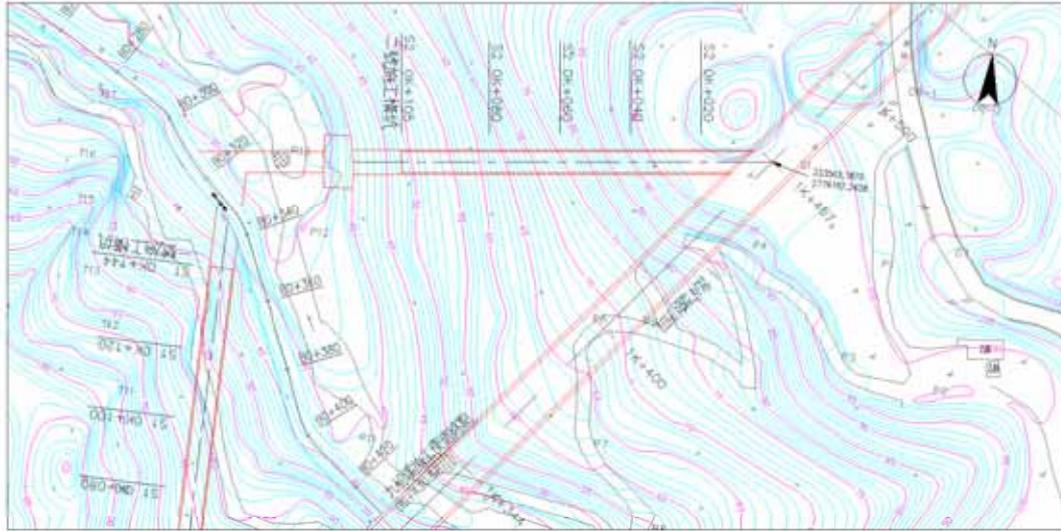


	S=3%											
	-53.50	-51.00	-46.32	-41.51	-36.86	-32.07	-27.42	-22.84	-18.68	-14.19	-9.00	-3.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	44	44	43.68	43.49	43.11	42.93	42.58	42.15	41.32	40.81	40.17	40.00
	97.5	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50	48
	+00.00	+011.00	+021.50	+028.00	+039.50	+046.50	+058.00	+072.00	+100.00	+117.00	+140.50	+144.00
											+149.00	+157.00
											+166.45	+171.30
	分洪隧道中心 1k+222	一號施工橫坑起點										一號施工橫坑終點

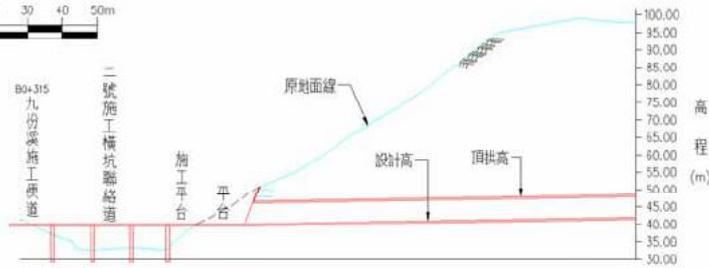
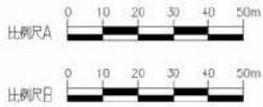
一號施工橫坑縱斷面圖

比例尺A
比例尺B

圖 7.35 一號施工橫坑平面及縱斷面圖



二號施工橫坑平面圖



Stationing	Original Ground Elevation (m)	Design Elevation (m)	Crown Elevation (m)	Ground Slope (%)
90+315	37.00	47.00	47.50	
32.5	33.5	43.5	44.0	
33.0	33.0	43.0	43.5	
40	40.0	50.0	50.5	
45	45.0	55.0	55.5	
48	48.0	58.0	58.5	
48.03	48.03	58.03	58.53	
55	40.15	50.15	50.65	
60	40.23	50.23	50.73	
65	40.31	50.31	50.81	
70	40.39	50.39	50.89	
75	40.48	50.48	50.98	
80	40.56	50.56	51.06	
85	40.62	50.62	51.12	
90	40.69	50.69	51.19	
95	40.76	50.76	51.26	
99	41.00	51.00	51.50	
1k+467	41.00	51.00	51.50	

二號施工橫坑縱斷面圖

圖 7.36 二號施工橫坑平面及縱斷面圖

K:\GT\01108\cad5\T-27.dwg

第八章 土石方資源堆置場規劃設計

本工程開挖之土石方由於數量約 97.2 萬方(鬆方)，水利署考慮土石方運送對鄰近環境之影響，故在規劃階段已先行勘選三處土石方資源堆置場(以下簡稱土資場)，經詳細評估後決定採用瑞金公路土資場，詳見圖 8.1，本章則就土石方產生量及土資場之規劃設計作一詳細說明。

8.1 土石方產生量

本工程攔河堰及進水結構等分洪工程施築所產生之土石方量約為 28.0 萬方，隧道開挖(含一號及二號隧道)所產生之土石方量約為 43.3 萬方，出口結構工程所產生之土石方量約為 4.8 萬方，而施工便道及永久道路所產生之土石方量約為 4.9 萬方，總計本工剩餘土石方量約為 81 萬方(鬆方量約 97.2 萬方)。各區之土石方量如表 8.1 所示。

8.2 土資場場址勘選

本作業在規劃階段已先行勘選三處土資場：基隆河土資場、九份溪土資場、瑞金公路土資場，除進行環境地質圖套繪外並派員至現場進行勘查後，初步判定原規劃之土資場並無坍塌或廢煤渣堆積之歷史；另就環評作業之調查報告，基隆河土資場係位於水質水量保護區內，若土資場設置於此應有完善之對策方為可行；又九份溪土資場則因位於溪側，施工回填是否造成水質污染亦為一大隱憂；而瑞金公路土資場則無上述之虞慮。

因本工程土資場預定地均鄰近工區，不僅可減少土方運棄造成之環境影響，亦有助於工程之推動及管理，因此經持續評估，發現三處預定場址除了瑞金公路土資場外其餘土資場均不可行，且瑞金公路土資場之環境影響評估亦已通過，因此決定採用瑞金公路土資場。

8.3 土資場土地使用同意取得作業辦理情形

為協助水利署辦理土資場預定地使用同意取得，自簽約完成後即進行一連串之作業，分別說明如下：

一、地籍圖申請及套繪

依據地政事務所繪製之地籍圖描繪為數化圖檔，並進行場址套繪。其中基隆河土資場用地共 53 個地號，瑞金公路土資場共 197 個地號及九份溪土資場共 22 個地號，其面積分別為 6.95 公頃、16.7 公頃及 7.41 公頃。

二、土地登記謄本申請及所有權人調查

依據前階段套繪範圍分別申請所有權人土地登記謄本，三處場址所有權人分別為 38 人、165 人及 11 人。為使所有權人瞭解場址之用途、使用面積及其受益條件，本公司依規劃內容將其用地規劃後之初步圖面及同意使用後受益內容造冊說明，寄送各所有權人。

三、土地使用同意意願調查及召開說明會

依據前二階段用地所有權人基本資料初步調查完成後，共發出 208 封土地使用意願調查問卷。並於九十年八月二十七日假瑞芳鎮公所三樓召開用地同意取得說明會，其中並邀請水利署派員列席指導，詳細之會議內容已做成會議記錄。(上述用地中因財政部國有財產局、鐵路管理局、北區農田水利會屬政府單位，故不在本次意願調查範圍)

四、土地使用同意調查初步成果

基隆河畔土資場截至九十年九月七日止，僅 1 人表達願意由政府徵收，佔調查人數 1/38，僅佔全部用地範圍 0.2%；瑞金公路土資場所有權人表達願意由政府租用或徵收或有條件租用或徵收者佔 36/165，佔全部用地範圍 35%；九份溪土資場 11 位所有權人均無人表達其意願。

綜合辦理過程並考量施工期間土石運輸對地方影響及與用地所有權人溝通之結果，經濟部水利署裁示：採徵收方式徵收瑞金公路

土資場土地使用權。

8.4 土資場規劃設計

瑞金公路土資場位於瑞金公路側，如圖 8.1，約距瑞芳鎮八番坑下坡側 100 公尺處，場址地形係為一山凹處，早期為社區開發預定地，現為雜林地。規劃場址約 12.92 公頃，考量長久的穩定性及再利用，邊坡垂直與水平採 1：3 設計，如圖 8.2 至圖 8.7 所示。

依上述原則設計即可容納約 109 萬方的土石方，並可產生近 4 公頃之台階，回填後配合景觀之規劃，有涼亭、健康步道、停車場、觀景台等設施，以供當地民眾或遊客使用。

8.5 土資場通達道路

本工程預計之剩餘土方處理場位於瑞金公路北側山谷，本處土資場可容納工程所有的土石方，故需考量四處土石方運棄路線。本區相關位置及其通達道路規劃如圖 8.8，茲分別說明如下：

攔河堰及一號隧道入口二處土石方，擬由瑞候公路(北 37 線)接瑞金公路(102 線)，即可到達瑞金公路土資場預定場址。

九份溪沿線為本工程施工主要土石方運出地點，由於橫坑或過河段位置距離既有道路約 300 至 500 公尺，因此首先需沿九份溪開設一施工便道(約 430 公尺)，銜接既有道路後，再利用既有道路即可到達瑞金公路土資場。

二號隧道出口由於濱臨台二線，因此利用台二線接九濱公路(北 35 線)約 100 公尺後，接九份溪施工便道拓寬段 (約 540 公尺)即可到達瑞金公路土資場預定地。

上述通達道路均以避免影響瑞芳鎮臨近交通量為主要之考量，其中因台二線緊臨工區，故勢必行經該道路，為避免影響交通營運過大，可於各交叉口處設置交管人員及臨時號誌；或於例假日及其他交通尖峰時段，限制工程及運土車輛於日間均不得運行。



8.6 替代方案

當上述之剩餘土方處理場均不可行時，必須經環評差異分析後方得使用其他合法之處理場。經調查後目前離工地較近之合法民間土資場有一處(位置詳圖 8.9)，乃基隆市信義區大水窟處理場，面積 53.2 公頃，容量約 2,103 萬方，運輸路線可由台 2 丁線接 102 線再接月眉路即可到達，運距約為 6~8 公里。

表 8.1 土石方產量表

工程項目	組成材料	土石方量(實方) (m ³)
攔河堰及進水口結構	沖積層—砂、礫石及黏土	279,755
一號隧道、二號隧道 及施工橫坑	大寮層—砂岩及砂頁岩互層 石底層—砂頁岩互層、南港層 及厚層砂岩	432,575
出口結構	南港層—厚層砂岩	48,442
施工便道、永久道路 及其他	大寮層、石底層、表土層	48,913
合 計		809,685

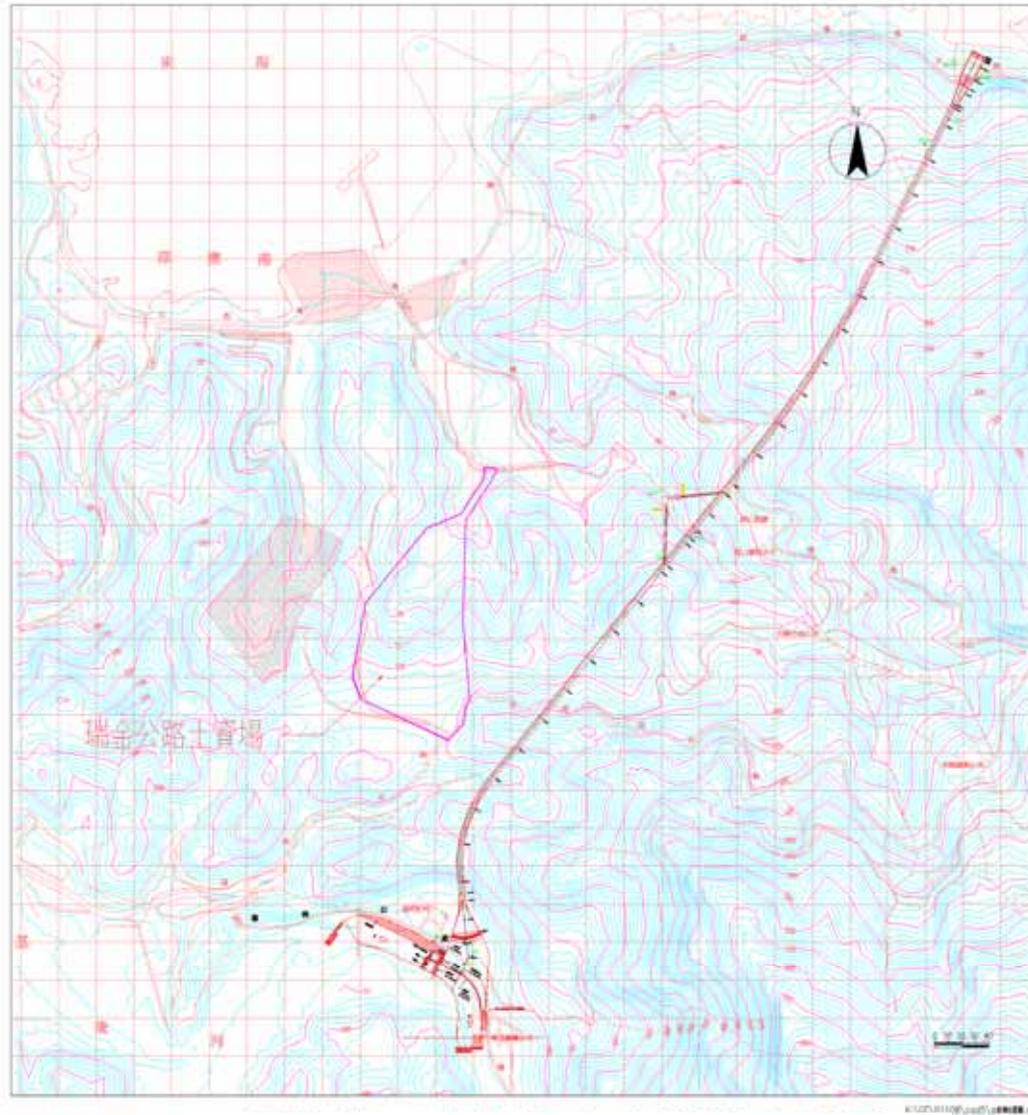


圖 8.1 瑞金公路土資場位置圖

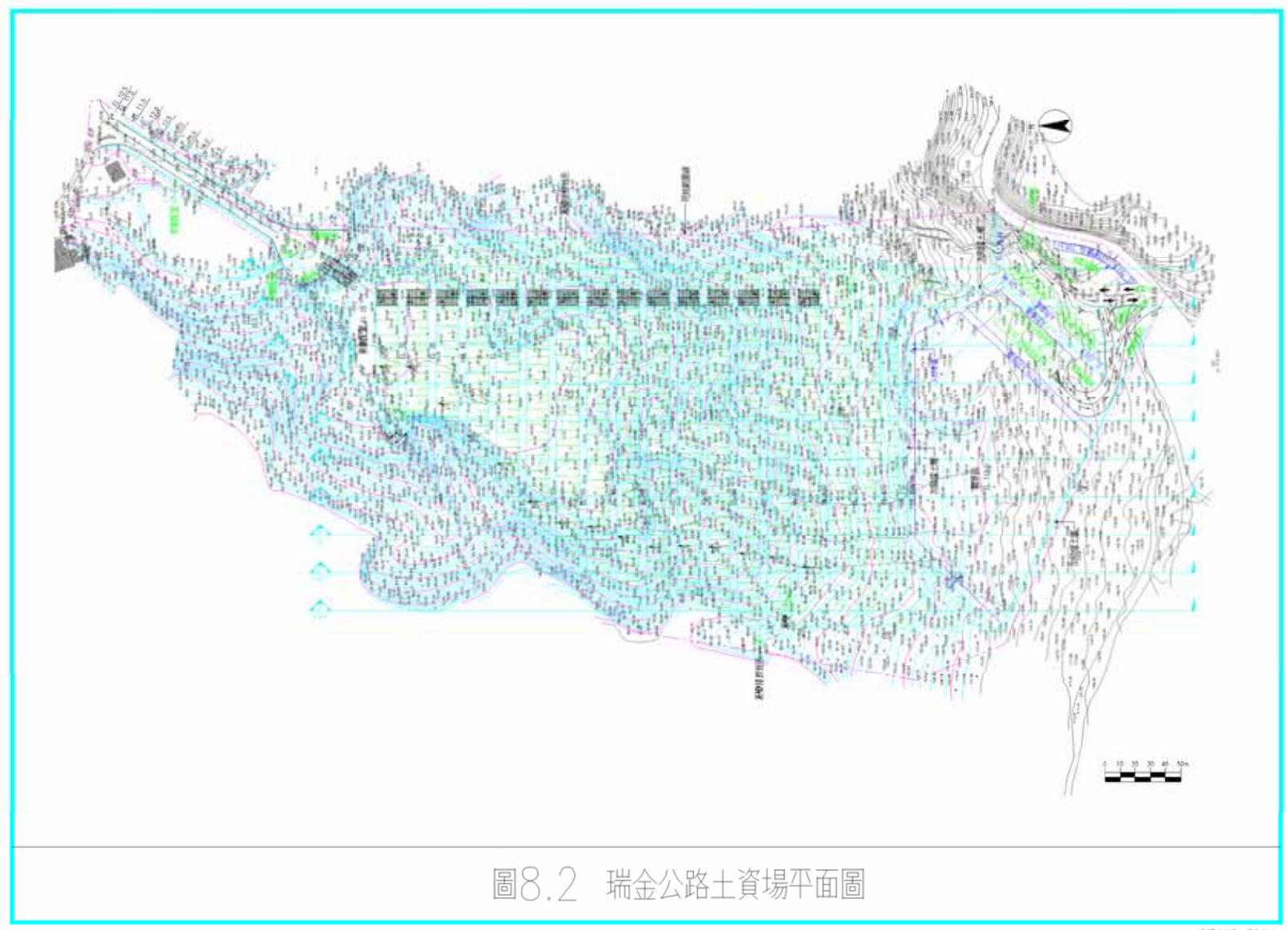


圖8.2 瑞金公路土資場平面圖

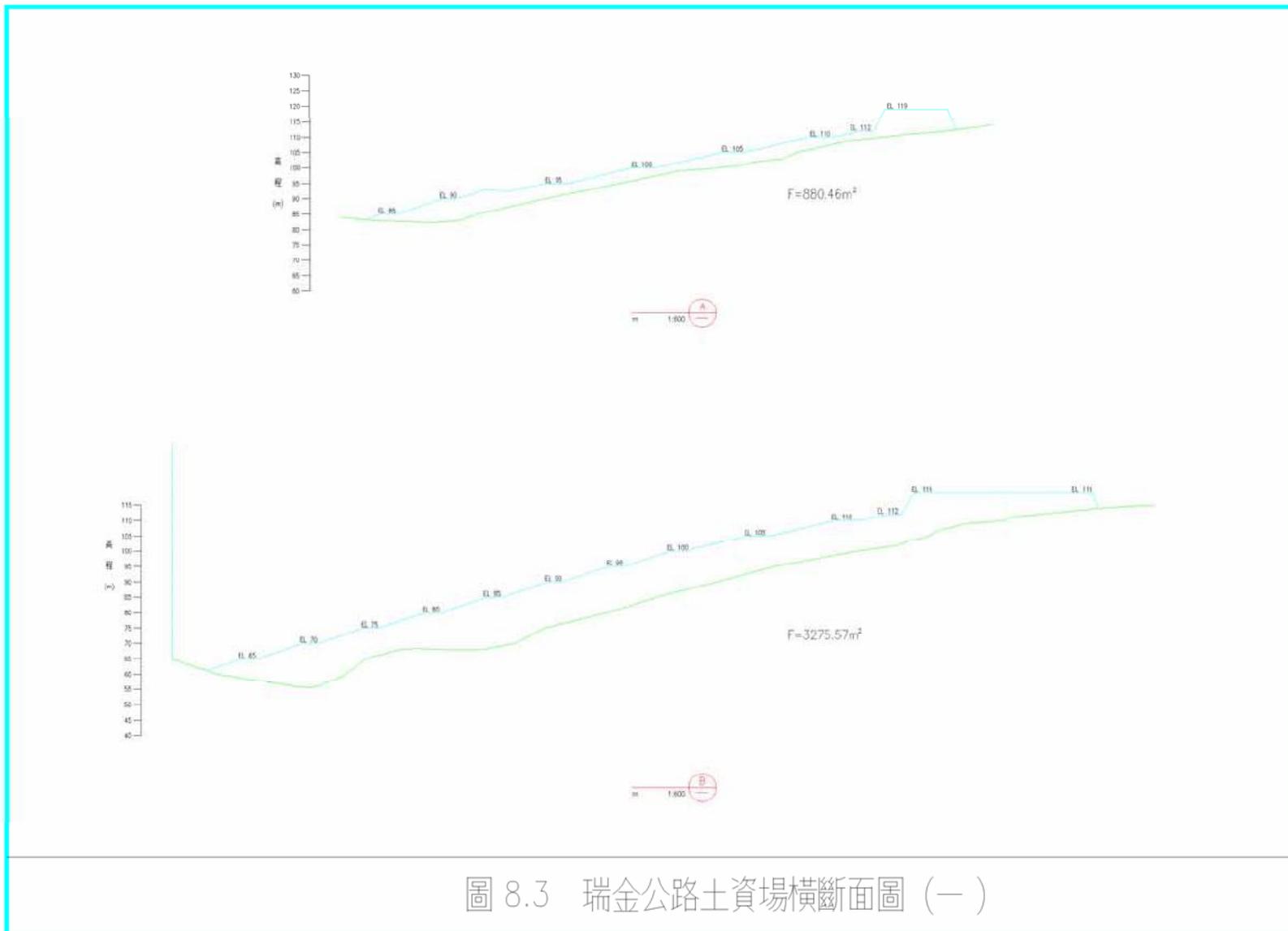


圖 8.3 瑞金公路土資場橫斷面圖 (一)

K:\DT\01108\cod5\F-02.dwg

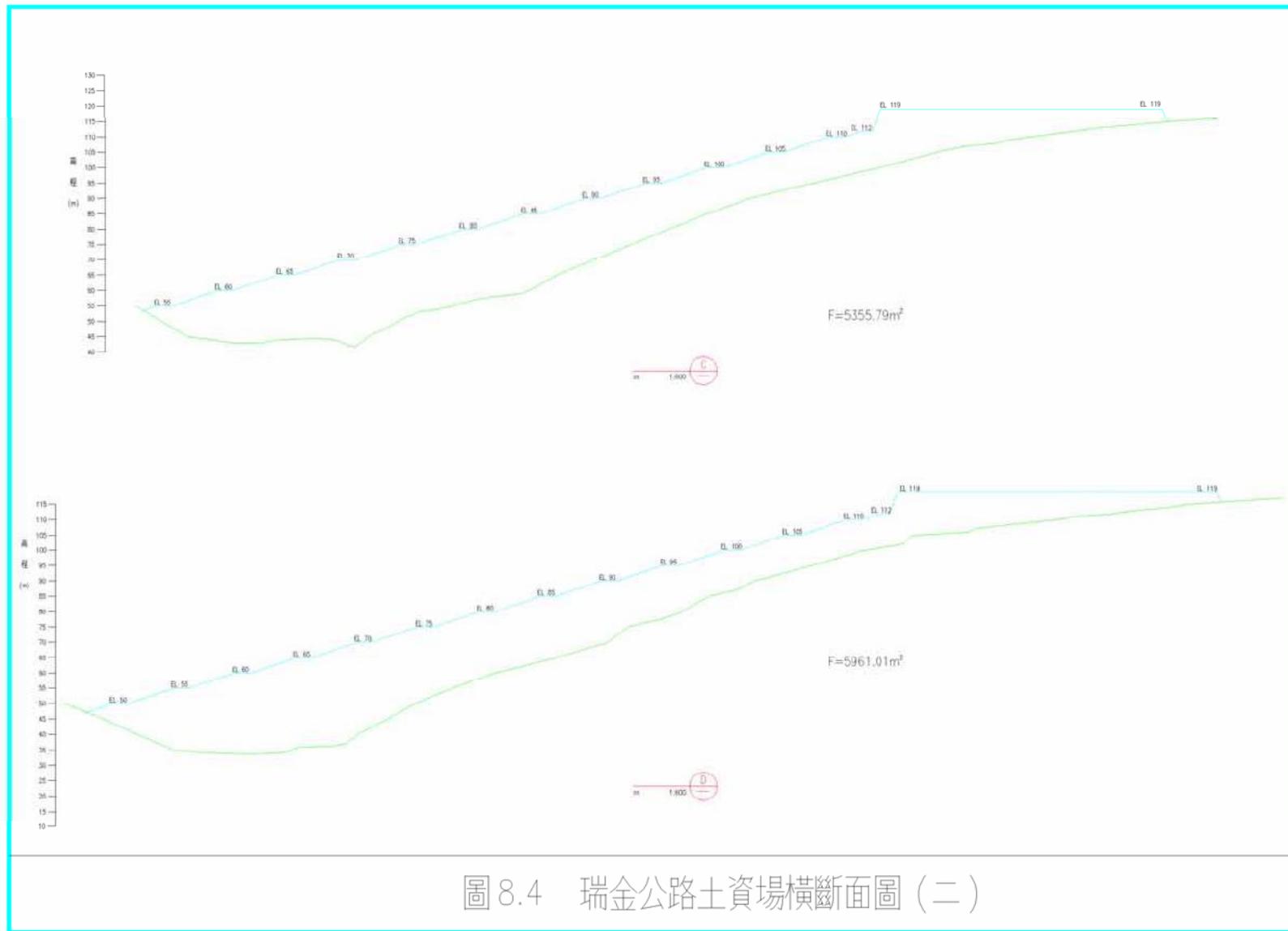


圖 8.4 瑞金公路土資場橫斷面圖 (二)

K:\GT\01106\cod\F-03.dwg

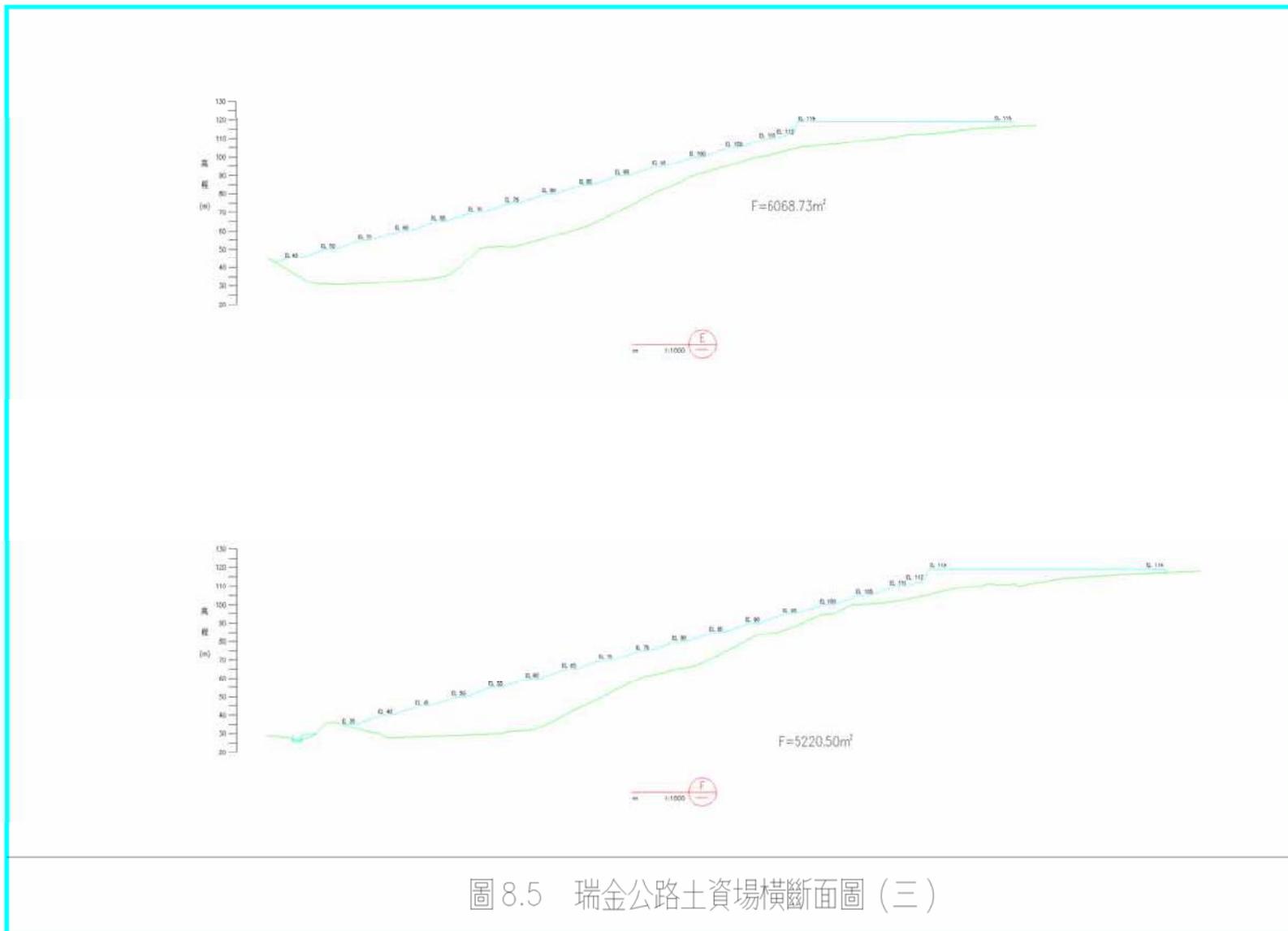


圖 8.5 瑞金公路土資場橫斷面圖 (三)

K:\GT\01106\cas5\F-04.dwg

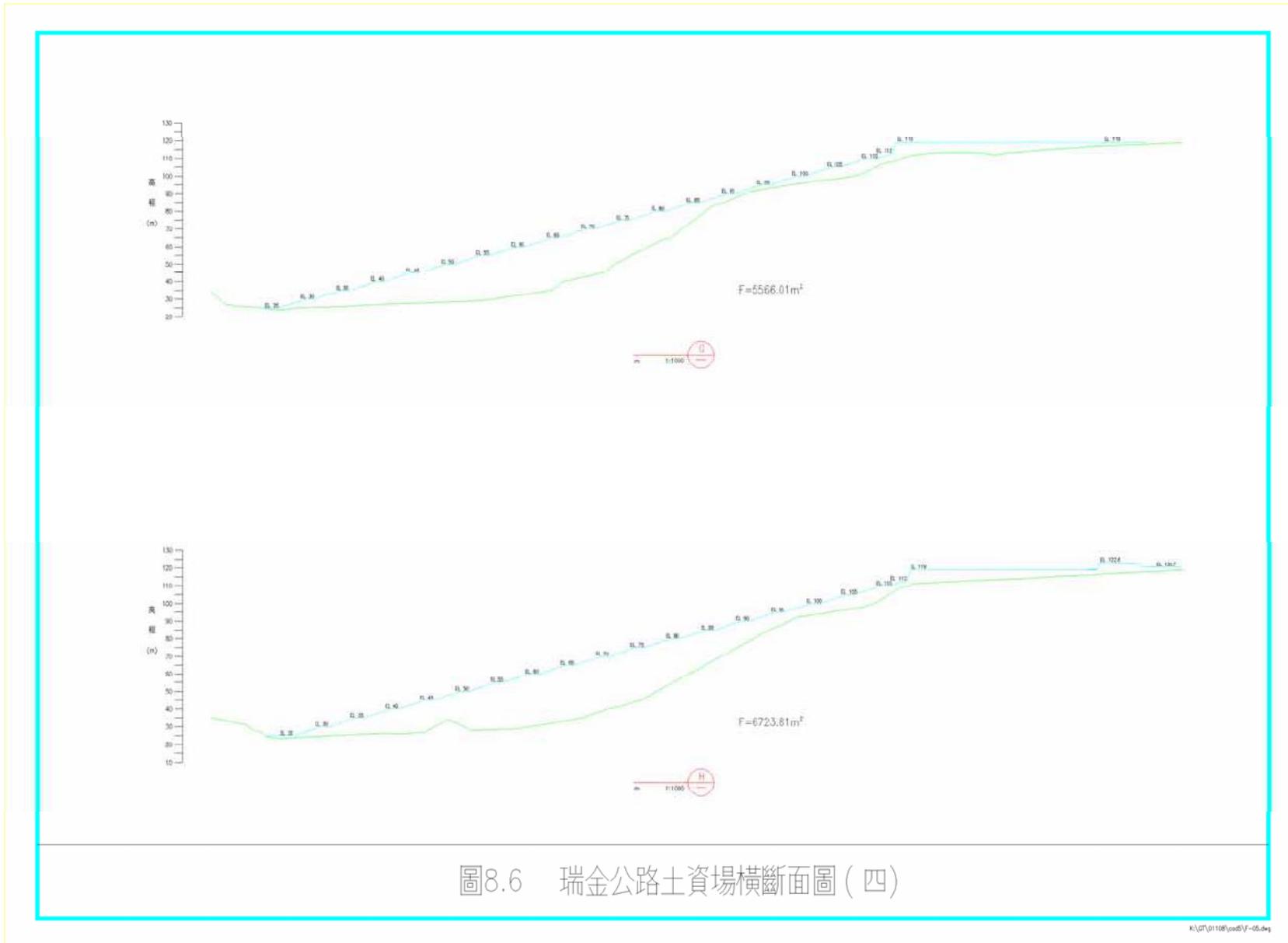


圖8.6 瑞金公路土資場橫斷面圖 (四)

K:\07\01108\cod5\1-05.dwg

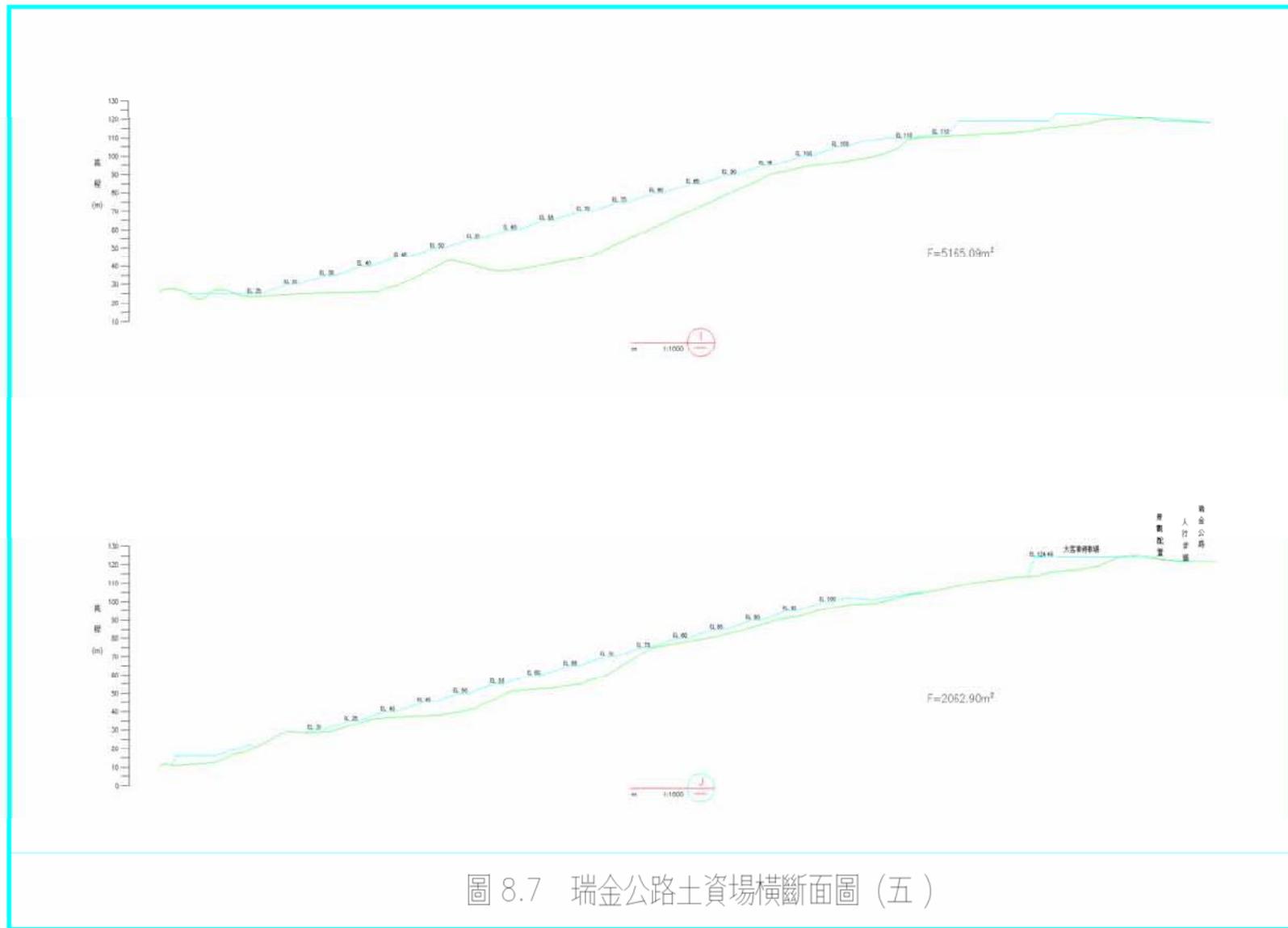


圖 8.7 瑞金公路土資場橫斷面圖 (五)

K:\GT\01108\cod5\F-06.dwg



圖 8.8 瑞金公路土資場運棄路線圖



▲ 民間合法土資場

■ 工程位置

圖 8.9 民間合法土資場及其運棄路線圖

第九章 施工及維護道路規劃設計

9.1 施工道路

施工道路為施工期間到達各隧道洞口施工場地之運輸道路，應儘可能利用現有道路加以改善，避免新闢道路，造成環境影響，惟某些工址無路可達，則須新闢道路。施工道路可分為僅供施工用之臨時性道路及完工後可留作維護用之永久性道路。臨時性道路須有碎石鋪面以防浸蝕及車輛滾壓泥濘，永久性道路則須有瀝青或混凝土路面。施工道路最大坡度應在 15% 至 20% 以下。

考量運土車之行進，施工道路採 6 公尺寬度設計，若施工道路與既有道路共用，則依既有路寬及設計標準設計，本工程施工改線、新闢或拓寬道路分別依工程進水口、九份溪及出水口三處加以說明：(詳見表 9.1)

(一)北 37 線施工改道(工程進水口)

本計畫分洪工程於側流堰施工時將阻斷北 37 線道路之營運，同時完成後亦須考量北 37 線道路是否新設橋樑或改道。依據現有環境、地形、北 37 線道路等級(四級路)以及對瑞柑新村之影響，經詳細評估後，規劃於北 37 線沿山側開闢新設道路，總長約 720 公尺，道路寬度 10 公尺，最大縱坡 8%；同時為考量瑞柑新村之交通動線及流量，另規劃沿瑞柑新村周圍闢設一環型道路，總長約 350 公尺，道路寬度 7 公尺，最大縱坡 8.4%，平、縱斷面圖詳圖 9.1 及圖 9.2。

(二)九份溪施工便道及拓寬道路

由於分洪隧道過河段及二座橫坑洞口均位於九份溪上游，距離既有道路約 300 至 500 公尺，因此擬沿九份溪沿岸設置一長 430 公尺之施工道路，路寬 6 公尺，最大縱坡 10%，詳見圖 9.3。另考慮分洪出口土石方運送至瑞金公路土資場，擬由北 35 線與台二線交會處約 300 公尺處沿北 35 線既有小路，拓寬一條長約 540 公尺之施工道路，其中並包含一座 10m 長之橋樑拓寬工程，平面圖詳



見圖 9.4。

(三)台二線施工改道(工程出水口)

本工程出口結構由於開挖深度及寬度達 25×30m，並且穿越台 2 線公路，因此本施工道路的規劃除了考慮施工性外，尚需解決台 2 線因施工而中斷的交通，因此擬於出口處先行闢建一條長約 745m 之雙向單車道，寬約 10m，最大縱坡約 1.6% 之道路，並在道路施工同時，新建一座單跨約 40m 長之箱涵跨過出口結構，俟本橋樑及道路完成後，台二線即可改道從此新建道路行車。分洪出口結構則可利用橋下施工，無礙於台二線之交通營運。又隧道出口則採增加局部邊坡開挖作為施工平台與通道，詳見圖 9.5 所示。

施工便道修築所開挖之邊坡，需做好臨時之排水設施，有效導引地面水流，以避免沖刷。

9.2 維護道路

本工程擬利用分洪入口及出口之施工道路，於施工完成後作為永久之維護道路，以供營運維護之用，分別說明如下：

一、分洪工程入口維護道路

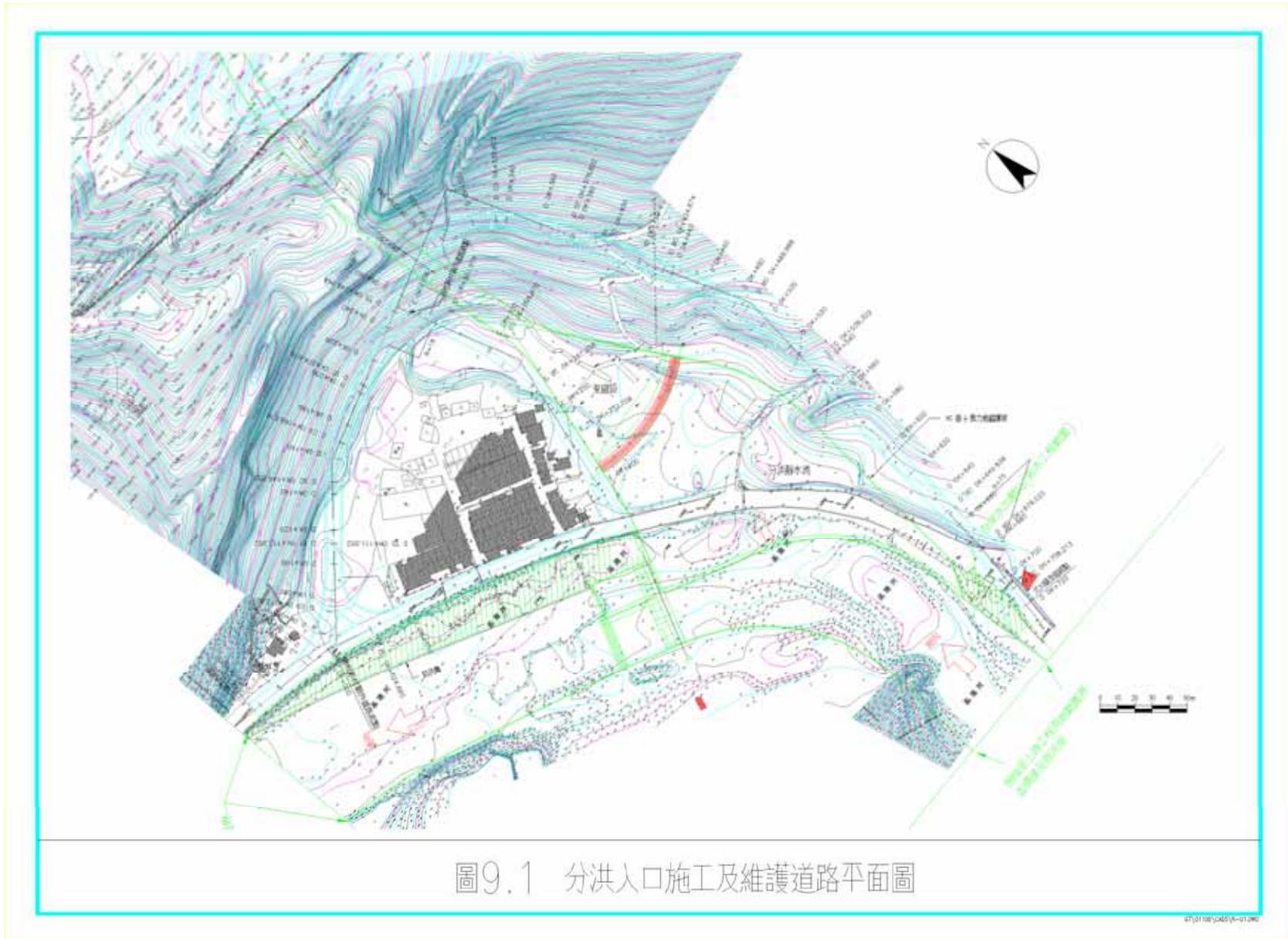
利用北 37 線施工道路及瑞柑新村聯外道路作為營運期間之維護道路，北 37 線改道長度約 720 公尺，路寬 10 公尺，最大縱坡約 8%，瑞柑新村聯外道路長度約 350 公尺，路寬 10 公尺，最大縱坡約 8.4%，平面圖如圖 9.1 所示。

二、分洪工程出口維護道路

利用台二線施工道路作為營運期間之維護道路，其長度約 745 公尺，路寬 10 公尺，最大縱坡約 1.6%，平面圖如圖 9.5 所示。

表 9.1 施工道路詳表

道路名稱	長度(m)	寬度(m)	最大縱坡	備註
北 37 線改道	720	10	8%	永久道路
瑞柑新村聯 外道路	350	7	8.4%	永久道路
九份溪施工 便道	430	6	10%	
九份溪施工 便道拓寬段	540	6	依原道路坡度	
台二線改道	745	10	1.6%	永久道路



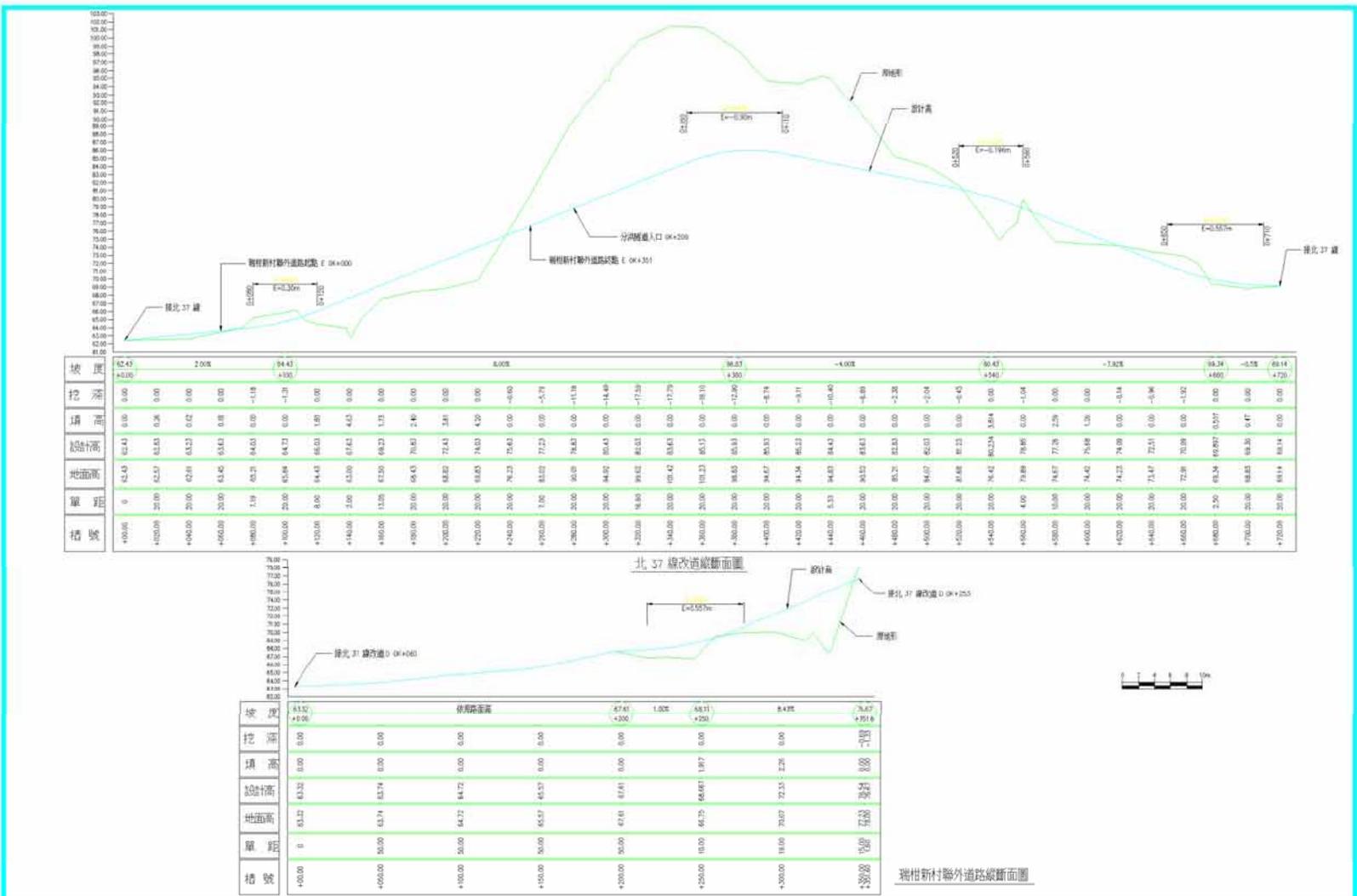


圖9.2 分洪入口施工及維護道路縱斷面圖

GT\01108\CAD5\B-02.DWG

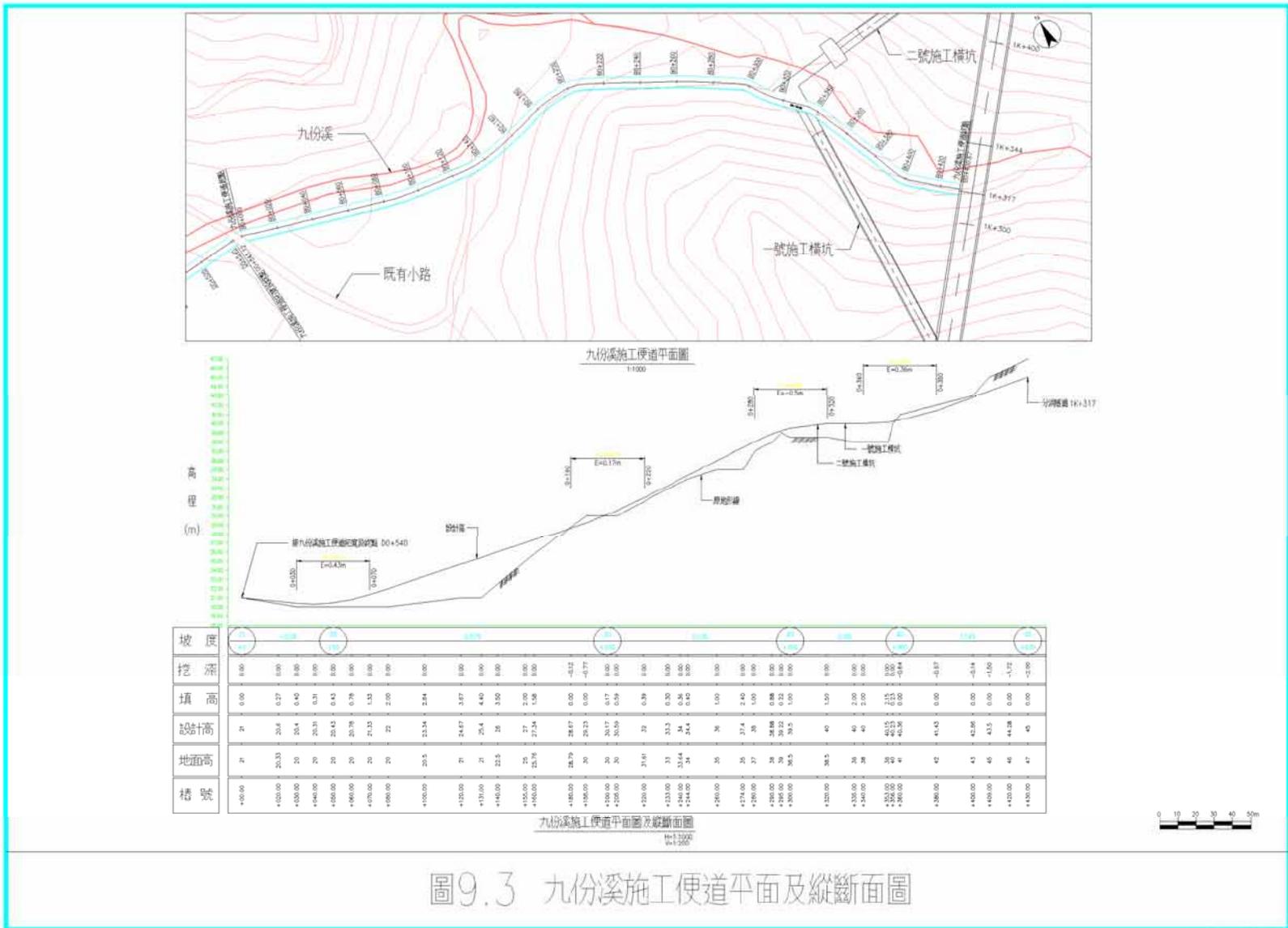


圖9.3 九份溪施工便道平面及縱斷面圖

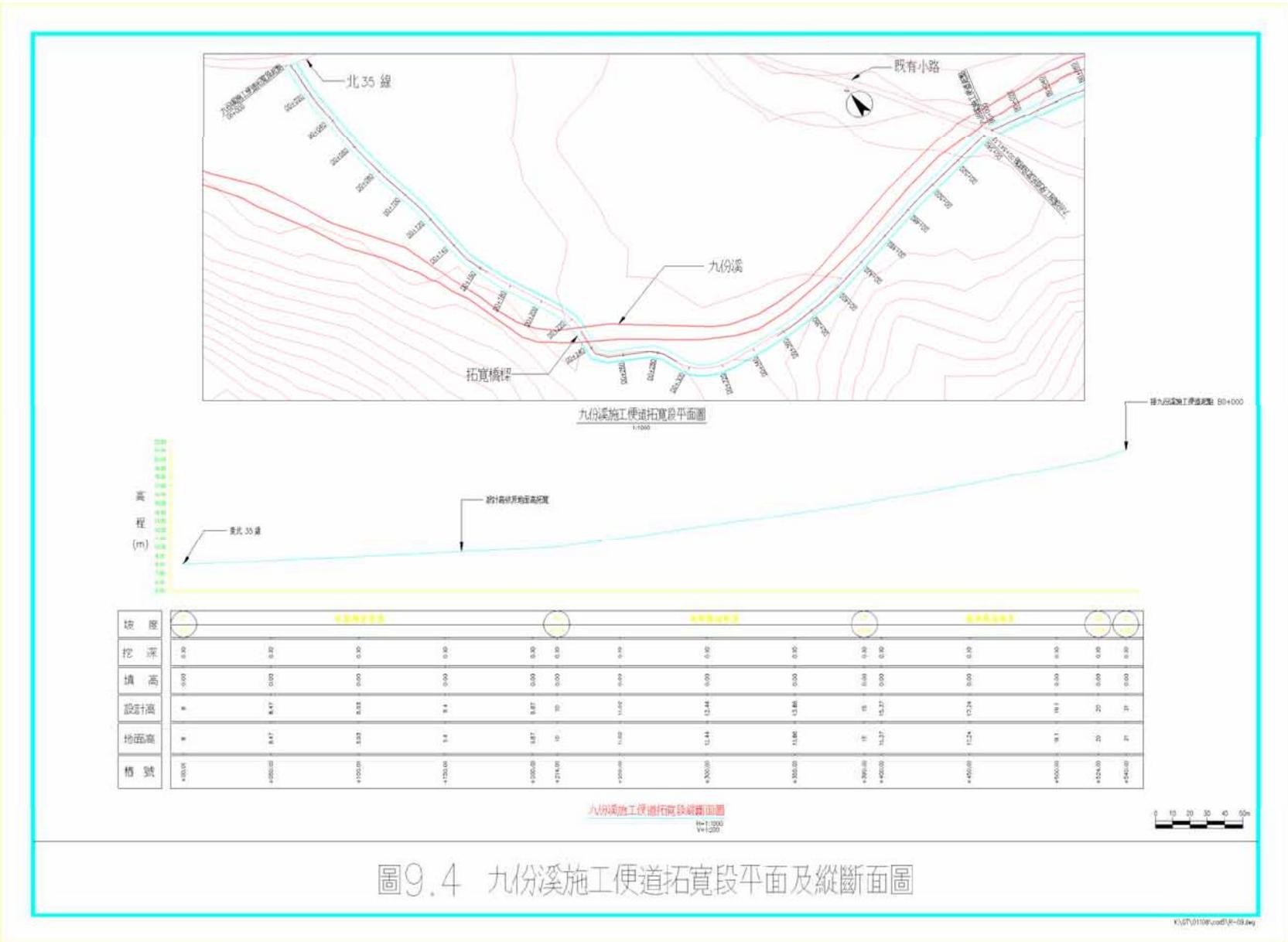


圖9.4 九份溪施工便道拓寬段平面及縱斷面圖

第十章 防砂壩工程規劃設計

10.1 壩址勘選

為防止基隆河員山子上游粗顆粒石塊及大型漂浮物阻塞員山子攔河堰孔口及分洪隧道入口，進而降低分洪效果或造成堰址附近居民生命財產之損失。本計畫將於攔河堰上游至介壽橋(No.129)間之主支流設置防砂壩，以穩定河床坡度減少上游之泥砂入流量，並攔阻大型漂浮物。

圖 10.1 為員山子上游至介壽橋之 1/5,000 航照圖，由圖可知員山子至介壽橋間共有 4 條支流匯入。計畫進行期間，工作小組多次前往現場勘查以覓得適當壩址位置，使其能夠發揮最大功效。

基隆河大斷面 127.8 為既設之防砂壩，但因納莉颱風所帶來的大量巨石而遭受沖毀，現況如圖 10.2 所示，於現勘過程中發現員山子攔河堰上游右岸第一條支流已設置 2 座防砂壩，且均已淤滿泥砂，現況如圖 10.3 所示，於更上游右岸第二條支流(侯硐國小對面)，目前正在施做連續性固床工，現況如圖 10.4。自員山子攔河堰上游至基隆河治理計畫起點(侯硐介壽橋)全長約 2,235m，共有 4 條支流匯入，由現場淤砂及工程佈置情形研判上述第 1 及第 2 支流所設置防砂壩及連續性固床工將會有效發揮其減少砂石進入基隆河主流之功效，所以本計畫考慮新設防砂壩之目的為攔阻另外 2 條支流及上游主流所產生之粗顆粒石塊及大型漂浮物。

考慮當防砂壩淤滿後將降低河床坡度進而減緩流速及降低河道泥砂輸送能力，可將較大型石塊淤積於上游之主流河段。本計畫初步決定設置 2 座防砂壩(以下分別稱為 1 號及 2 號防砂壩)。1 號防砂壩選定於員山子攔河堰上游約 380m 位置(即斷面 126 下游約 15m)，現況壩址如圖 10.5 所示，由圖中可知右壩座之岩盤已出露。2 號防砂壩將設置於已被沖毀之既設防砂壩下游約 50m 處，距員山子攔河堰約 1,180m。現況壩址如圖 10.6 所示，由圖中可知左壩座之岩盤亦已出露。



10.2 壩址水文水理分析

1、2 號防砂壩集水區面積分別為 90.64km^2 及 89.55km^2 與員山子攔河堰集水區面積 91.2km^2 差異不大，故 1、2 號防砂壩水文量將採用與員山子攔河堰水文條件一致(詳第四章)。本計畫以員山子攔河堰至上游介壽橋(No.129)為水理分析河段，並考慮設置防砂壩前後及防砂壩淤滿之情況，壩高配合現況河床與地面高程初步選定 4.0m。

一、設置防砂壩前後之水理

表 10.1 與 10.2 分別為員山子上游至介壽橋設置防砂壩前後水理。由表 10.1 與 10.2 可知 1 號防砂壩之設置將使壩址處 200 年重現期計畫洪水水位抬昇 2.3m，分析河段平均上昇 0.8m，流速平均降低 0.85m/s，迴水影響範圍約 500m。2 號防砂壩壩址之計畫洪水水位抬昇 1.5m，分析河段平均上昇 0.8m，流速平均降低 0.54m/s，迴水影響範圍約 430m。圖 10.7 與圖 10.8 為員山子上游河段發生 200 年重現期計畫水面線與防砂壩設置前後地面高程比較圖，由圖 10.7 顯示現況河道自斷面 125.9 至斷面 127 間之河段河岸高程均明顯不足 1~2.5m。

二、防砂壩淤滿後之水理

防砂壩上游淤滿砂後之坡度採原河床 1/2 計，表 10.3 及圖 10.9 為防砂壩淤滿後之水理計算成果。1 號防砂壩淤滿後水位平均上升 0.6m，流速平均降低 0.2m/s；2 號防砂壩淤滿後水位平均上升 0.5m，流速平均降低 0.16m/s。

10.3 壩型及壩高之選擇

由 10.1 節之分析可知，本計畫設置之防砂壩主要之功能在發生洪水時攔阻巨大石塊及大型浮物，避免其流入員山子分洪構造物，並非攔阻平時之河床推移載，所以壩型選擇梳子壩為主要考量。圖 10.10、10.11 為 1、2 號防砂壩規劃設計圖，茲將設計原則說明如下：

一、壩高(H)：依 10.2 節水理分析結果，採用 4.0m。

-
- 二、壩體開口寬度(b)：員山子攔河堰孔口高 2.5m，為避免阻塞孔口之危險，選擇開口寬度 $b=2.0\text{m}$ 。
- 三、壩寬(B)：依現況河寬設計，1 號防砂壩約 80m，2 號防砂壩約 70m。
- 四、緩衝材料：為防止石塊之衝擊，根據土石流調查、監測、宣導及防治之研究顯示於柱前設置輪胎或砂包可增長防砂壩之壽命，依此，本計畫於梳子壩上下游端設置輪胎加以保護，並於下游端設置混凝土固床工。
- 五、設計準則參考 6.1 節之規定。

10.4 防砂壩效果評估

本計畫之營運管理計畫，對於梳子壩將於洪水期來臨或洪水事件發生前後進行清淤，考慮以發生極端情形加以討論，亦即淤滿後之淤積量及淤滿後對河道輸砂能力變化。

一、梳子壩淤積量

1 號防砂壩上游原河床坡度約為 1.5%，計畫淤積坡度採原坡度 50% 計，為 0.75%，經與現況河床比較得淤砂長度約 474m，該河段平均河寬約 75m，所以計畫淤砂量約 $71,100\text{m}^3$ 。2 號防砂壩上游原河床坡度約為 1%，計畫淤積坡度為 0.5%，經與現況河床比較得淤砂長度約 453m，該河段平均河寬約 50m，所以計畫淤砂量約 $45,300\text{m}^3$ 。由上述可知 1、2 號防砂壩之總淤積量為 $116,400\text{m}^3$ 。

二、梳子壩淤滿後河道輸砂能力

本小節分析河道輸砂能力之理論已於 4.5 節說明，不在此詳述。由圖 4.26 可知員山子攔河堰位於 3、4 河段交界，1 號防砂壩位於第 4 河段，2 號防砂壩位於第 5 河段。表 10.4 及 10.5 分別為 2 座梳子壩淤滿後各河段輸砂能力推算表與輸砂能力率定曲線，表 10.6 為梳子壩淤滿後各河段年平均輸砂量之推估值。員山子攔河堰位於第 3、4 河段交界，比較表 10.6 中第 4 與第 5 河段，當發生一場 200 年重現期洪水時，攔河堰上游段之淤砂量約為 $42,600\text{m}^3$ ，分洪靜池容量約 $32,000\text{m}^3$ (以高程 62.5m 以下計算)，而側流堰與攔河堰間之



容量約 $20,000\text{m}^3$ ，總計 $52,000\text{m}^3$ ，由此可知當發生 200 年重現期洪水時，攔河堰及分洪靜水池尚不致淤滿。

以上一、二點之討論觀點均著重於梳子壩淤滿後，探討其防砂效果及河道之輸砂能力，但事實上，未來員山子攔河堰正式營運後，將針對梳子壩之淤積定期或不定期之清淤，所以清淤後在防砂壩未淤滿前，員山子攔河堰之泥砂入流量將減少，但依兩座防砂壩之淤砂量而言，一場大洪水即可淤滿，因此該兩座防砂壩除可攔阻顆粒塊石外，亦可使攔河堰上、下游河段幾達沖淤平衡狀態。

10.5 工程範圍與經費概估

一、工程範圍

於員山子上游河段距員山子攔河堰 380m 及 1,180m 處分別設置防砂壩，由於本計畫並無該位置之地形測量與地質鑽探資料，本計畫所規劃之防砂壩僅供細部設計參考，故未來須進行細部測量、鑽探及細部設計。由圖 10.7~圖 10.9 顯示，員山子上游河段河岸高程普遍不足，本計畫除於基隆河上游河段設置二座防砂壩外，亦建議於員山子上游至侯硐介壽橋設置防洪保護措施，考慮河川生態，除於員山子攔河堰上游至 1 號防砂壩上游 25m 及 2 號防砂壩上下游 25m 設混凝土堤防外，其餘石籠護岸。堤防及護岸高度須依細部設計實測斷面進行計畫洪水量水理演算後之水面高程加 1.5m 出水高，此外於進行細部設計時亦須考量基隆河水流進入員山子攔河堰的平順性，以期發揮員山子分洪工程之最大功能。另外為掌握基隆河上游河段之流量，規劃於侯硐介壽橋設置水位計並將訊號整合至員山子管理中心。

二、費用概估

本工程單價主要參考民國 90 年 9 月台灣營建研究院出版之營建物價，並依據經濟部水利署建議之格式估價(詳第 14 章)。本工程總工程費為 52,515,000 元，各項細目如表 10.7 所示。

表 10.1 員山子至介壽橋現況河道水理(Q₂₀₀=1,620cms)

斷面編號	河心距(m)	河床最底點	水面高程(m)	能量坡降	速度(m/s)	通水面積(m ²)	河寬(m)	福祿數
125.6	35700	60.00	67.20	0.001657	3.00	540.00	75.00	0.36
125.7	35900	60.00	67.55	0.001427	2.86	566.55	75.00	0.33
125.9	36090	64.36	70.03	0.13322	6.01	269.49	73.35	1.00
126	36105	64.12	70.84	0.007898	4.93	328.46	80.31	0.78
126.1	36261	65.00	72.28	0.017615	5.70	284.43	103.17	1.09
126.2	26436	69.00	75.41	0.015219	5.27	307.31	112.08	1.02
126.3	36607	71.00	77.93	0.007154	3.67	441.17	159.83	0.71
127	36815	71.67	79.05	0.008971	5.36	302.12	70.18	0.82
127.5	36860	72.01	79.17	0.013711	6.26	258.64	64.97	1.00
127.7	36875	72.01	80.04	0.007338	5.13	315.53	65.67	0.75
127.8	36925	73.00	81.19	0.001696	2.94	551.66	84.65	0.37
128	37300	76.70	83.03	0.012967	6.71	241.46	53.13	1.00
129	37935	82.12	90.51	0.003371	4.26	380.42	55.46	0.52

表 10.2 員山子至介壽橋設置 2 座防砂壩(高 4.0m)水理(Q₂₀₀=1,620cms)

斷面編號	河心距(m)	河床最底點	水面高程(m)	能量坡降	速度(m/s)	通水面積(m ²)	河寬(m)	福祿數
125.6	35700	60.00	67.20	0.001657	3.00	540.00	75.00	0.36
125.7	35900	60.00	67.55	0.001427	2.86	566.55	75.00	0.33
125.9	36090	64.36	70.03	0.013322	6.01	269.49	73.35	1.00
126	36105	64.12	73.08	0.001976	3.15	514.59	85.99	0.41
126.1	36261	65.00	73.36	0.006194	4.03	401.80	110.68	0.68
126.2	26436	69.00	75.39	0.015333	5.32	304.76	110.35	1.02
126.3	36607	71.00	77.94	0.007111	3.67	441.99	159.85	0.70
127	36815	71.67	79.05	0.008983	5.36	302.00	70.17	0.83
127.5	36860	72.01	79.17	0.013725	6.27	258.56	64.97	1.00
127.7	36875	72.01	81.5	0.003207	3.93	411.90	66.82	0.51
127.8	36925	73.00	82.11	0.001525	2.53	639.33	116.48	0.35
128	37300	76.70	83.05	0.012843	6.69	242.28	53.19	1.00
129	37935	82.12	89.38	0.005824	5.09	318.04	54.88	0.68

表 10.3 員山子至介壽橋 2 座防砂壩淤滿後水理($Q_{200}=1,620\text{cms}$)

斷面編號	河心距(m)	河床最低點	水面高程(m)	能量坡降	速度(m/s)	通水面積(m ²)	河寬(m)	福祿數
125.6	35700	60.00	67.20	0.003699	3.83	495.51	161.75	0.53
125.7	35900	60.00	67.90	0.001239	2.73	592.82	75.00	0.31
125.9	36090	64.36	70.03	0.013398	6.02	268.99	73.32	1.00
126	36105	68.12	71.86	0.013774	5.77	280.84	82.92	1.00
126.1	36261	69.29	74.28	0.005937	3.76	431.15	129.06	0.66
126.2	26436	70.60	75.55	0.014686	5.21	311.16	113.66	1.00
126.3	36607	71.00	77.98	0.006760	3.61	448.96	160.00	0.69
127	36815	71.67	79.03	0.009077	5.38	300.99	70.15	0.83
127.5	36860	72.01	79.17	0.013728	6.27	258.54	64.97	1.00
127.7	36875	76.01	80.32	0.013814	6.23	259.89	65.89	1.00
127.8	36925	76.26	82.14	0.004815	3.64	445.52	117.66	0.60
128	37300	77.00	83.83	0.010677	6.18	262.13	56.18	0.91
129	37935	82.12	89.40	0.005781	5.08	318.80	54.88	0.67

註：斷面 125.6 為員山子攔河堰，1 號防砂壩位於斷面 125.9~126 之間，2 號防砂壩位於斷面 127.5~127.7 之間。

表 10.4 員山子攔河堰上游設置 2 座防砂壩淤滿後各河段輸砂能力推算表

河段編號	輸砂能力推算式	相關係數(R)	備註
1	$Q_s=2.311 \times 10^{-5} D^{-0.417} V^{4.233} B$	0.998	Q_s : 輸砂量(cms) D : 水力深度(m) V : 平均流速(m/s) B : 平均水面寬(m)
2	$Q_s=1.568 \times 10^{-5} D^{-0.07} V^{4.124} B$	0.999	
3	$Q_s=6.387 \times 10^{-5} D^{-0.718} V^{3.942} B$	0.998	
4	$Q_s=2.880 \times 10^{-5} D^{-0.324} V^{3.982} B$	0.993	
5	$Q_s=5.603 \times 10^{-5} D^{-0.476} V^{3.863} B$	0.996	
6	$Q_s=4.689 \times 10^{-5} D^{-0.485} V^{3.924} B$	0.996	

表 10.5 員山子攔河堰上游設置 2 座防砂壩淤滿後各河段河床質載輸砂能力率定曲線

河段編號	輸砂能力推算式	相關係數(R)
1	$Q_s=1.033 \times 10^{-4} Q^{1.446}$	0.999
2	$Q_s=2.334 \times 10^{-4} Q^{1.462}$	0.999
3	$Q_s=1.012 \times 10^{-4} Q^{1.500}$	0.964
4	$Q_s=2.549 \times 10^{-4} Q^{1.327}$	0.997
5	$Q_s=7.188 \times 10^{-4} Q^{1.283}$	0.993
6	$Q_s=2.005 \times 10^{-4} Q^{1.326}$	0.999

表 10.6 員山子攔河堰上游設置 2 座防砂壩淤滿後各河段重現期河床質載輸砂量及平均年輸砂量

重現期 河段	200	100	50	20	10	5	2	1	年平均 (m ³ /年)
1	26549.	25503.	21346.	18794.	15916.	12057.	9027.	2366.	8925.
2	65432.	62844.	52529.	46218.	39100.	29558.	22121.	5760.	21888.
3	34922.	33527.	27935.	24538.	20708.	15576.	11647.	2986.	11545.
4	34609.	33285.	28140.	24902.	21253.	16348.	12268.	3372.	12069.
5	77267.	74343.	63085.	55931.	47873.	37029.	27810.	7779.	27310.
6	27101.	26065.	22037.	19502.	16645.	12805.	9610.	2642.	9453.

表 10.7 基隆河員山子分洪計畫防砂壩工程費用

工程名稱：基隆河員山子分洪計畫防砂壩工程

施工地點：台北縣瑞芳鎮

工 作 項 目	說 明	單位	數 量	單 價	總 價	附 註
(一)發包工作費						
第一號防砂壩工程		全	1	15,961,000	15,961,000	第一號明細表
第二號防砂壩工程		全	1	10,786,000	10,786,000	第二號明細表
水位計增設工程	侯硯介壽橋	全	1	1,863,000	1,863,000	第三號明細表
雜項工程		全	1	2,002,700	2,003,000	
勞工安全衛生費		全	1	42,000	42,000	
環境保護措施費		全	1	489,000	489,000	
廠商品質管制作業費		全	1	389,000	389,000	
承包商管理費		全	1	150,000	150,000	
合計					31,683,000	
營業稅		全	1	1,584,000	1,584,000	
工程保險費		全	1	370,000	370,000	
發包總價					33,637,000	
(二)空氣污染防制費						
空氣污染防制費		全	1	95,000	95,000	
(三)細部設計服務費						
細部設計服務費		全	1	961,000	961,000	
細部設計補充測量		全	1	462,000	462,000	
細部設計地質鑽探		全	1	600,000	600,000	
(四)工程管理費						
工程管理費		全	1	506,000	506,000	
(五)用地費						
用地徵收費		m ²	19,350	600	11,610,000	
用地補償費		m ²	7,740	600	4,644,000	
本工程預算總額					52,515,000	

表 10.7 基隆河員山子分洪計畫防砂壩工程費用(續)

工程名稱：基隆河員山子分洪計畫防砂壩工程

施工地點：台北縣瑞芳鎮

工作項目	說明	單位	數量	單價	總價	附註
第一號明細表 第一號防砂壩工程						
組合式活動圍籬		m	25.00	1,614	40,350	
止水橡皮		m	10.00	1,112	11,120	
挖方		m ³	160.00	176	28,160	
利用方回填		m ³	30.00	86	2,580	
結構回填		m ³	11.00	140	1,540	
廢方運棄		m ³	119.00	405	48,195	
鋼筋彎紮及組立		T	91.00	13,056	1,188,096	
140kg/cm ² 混凝土		m ³	30.00	1,568	47,040	
210kg/cm ² 混凝土		m ³	542.00	1,768	958,256	
普通模板製作及裝拆		m ²	185.00	453	83,805	
清水模板製作及裝拆		m ²	264.00	601	158,664	
臨時排水費		天	75.00	1,520	114,000	
圍堰及擋排水費		式	1.00	156,064	156,064	
緩衝型鋼輪胎組		式	1.00	46,504	46,504	
上下游混凝土堤防		m	290.00	31,474	9,127,460	
工區復舊費		式	1.00	180,178	180,178	
2T混凝土塊		塊	169.00	1,473	248,993	
石籠護岸		m	1,600.00	2,200	3,520,000	
合計					15,961,000	

表 10.7 基隆河員山子分洪計畫防砂壩工程費用(續)

工程名稱：基隆河員山子分洪計畫防砂壩工程

施工地點：台北縣瑞芳鎮

工 作 項 目	說 明	單 位	數 量	單 價	總 價	附 註
第一號明細表 第一號防砂壩工程						
組合式活動圍籬		m	23.00	1,614	37,122	
止水橡皮		m	10.00	1,112	11,120	
挖方		m ³	275.00	176	48,400	
利用方回填		m ³	18.00	86	1,548	
結構回填		m ³	13.00	140	1,820	
廢方運棄		m ³	244.00	405	98,820	
鋼筋彎紮及組立		T	92.00	13,056	1,201,152	
140kg/cm ² 混凝土		m ³	19.00	1,568	29,792	
210kg/cm ² 混凝土		m ³	548.00	1,768	968,864	
普通模板製作及裝拆		m ²	421.00	453	190,713	
清水模板製作及裝拆		m ²	242.00	601	145,442	
臨時排水費		天	65.00	1,520	98,800	
圍堰及擋排水費		式	1.00	112,171	112,171	
緩衝型鋼輪胎組		式	1.00	15,001	15,001	
上下游混凝土堤防		m	50.00	65,777	3,288,850	
工區復舊費		式	1.00	93,744	93,744	
2T混凝土塊		塊	208.00	1,473	306,453	
石籠護岸		m	1,880.00	2,200	4,136,000	
合計					10,786,000	

表 10.7 基隆河員山子分洪計畫防砂壩工程費用(續)

工程名稱：基隆河員山子分洪計畫防砂壩工程

施工地點：台北縣瑞芳鎮

工作項目	說明	單位	數量	單價	總價	附註
第三號明細表 水位計增設工程						
直接工程費						
監控系統設備費		式	1.00	934,800	934,800	
水位計		式	1.00	315,800	315,800	侯硐介壽橋
設備安裝與施工人工費		式	1.00	169,000	169,000	
與員山子分洪系統整合		式	1.00	310,000	310,000	
系統測試		式	1.00	50,000	50,000	
業主間接費用						
電信申請表單間接費用		式	1.00	4,000	4,000	
電力申請表間接費用		式	1.00	70,000	70,000	
數據專線一年話費		式	1.00	9,600	9,600	
合計					1,863,000	

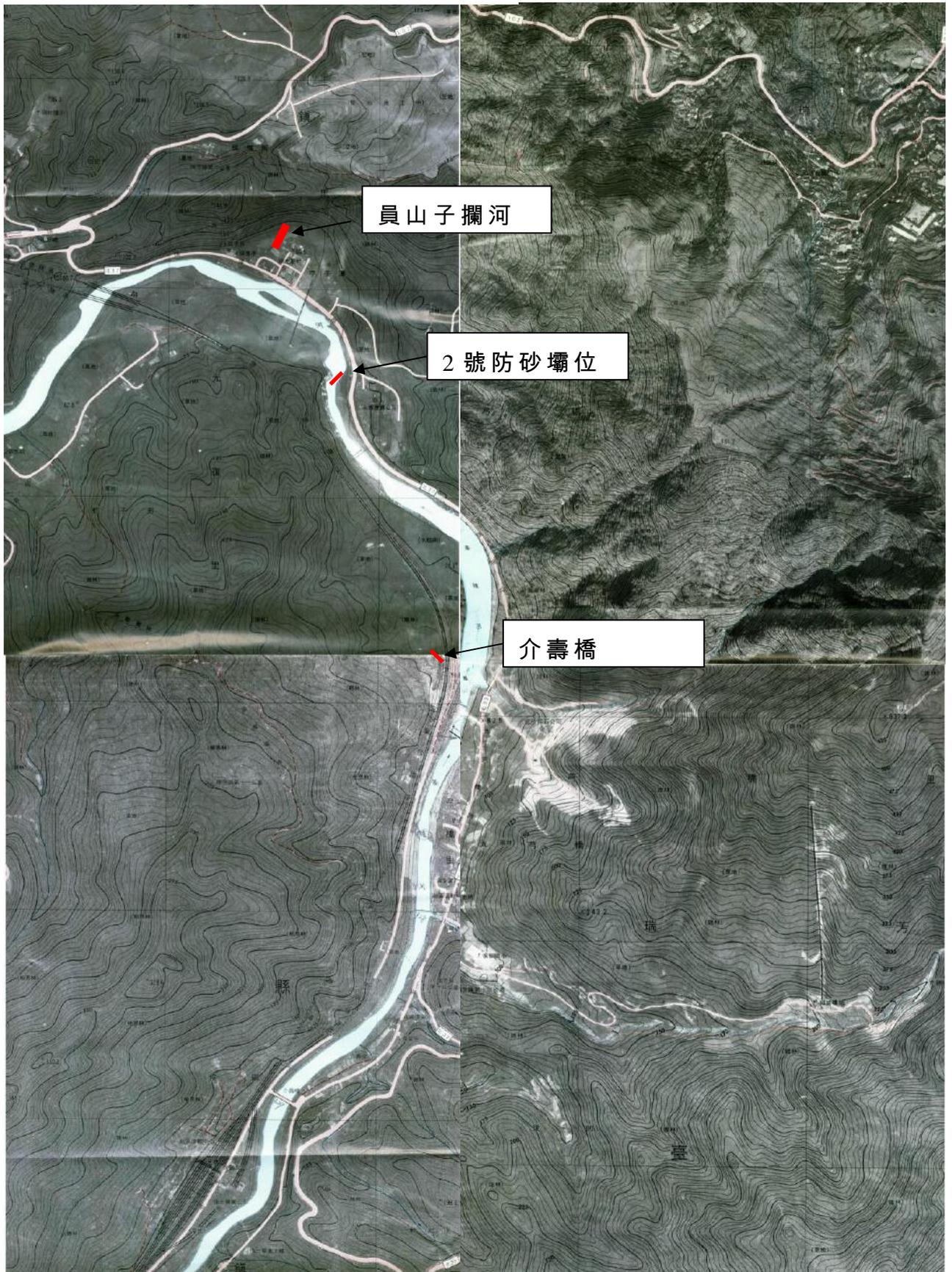


圖 10.1 員山子上游至介壽橋 1/5,000 航照圖



圖 10.2 員山子上游既設防砂壩(127.8)沖毀情形

圖 10.4 員山子上游右岸第二支流連續性固床工



圖 10.3 員山子上游右岸第一支流 2 座防砂壩現況圖



圖 10.5 1 號防砂壩壩址現況圖



圖 10.6 2 號防砂壩壩址現況圖

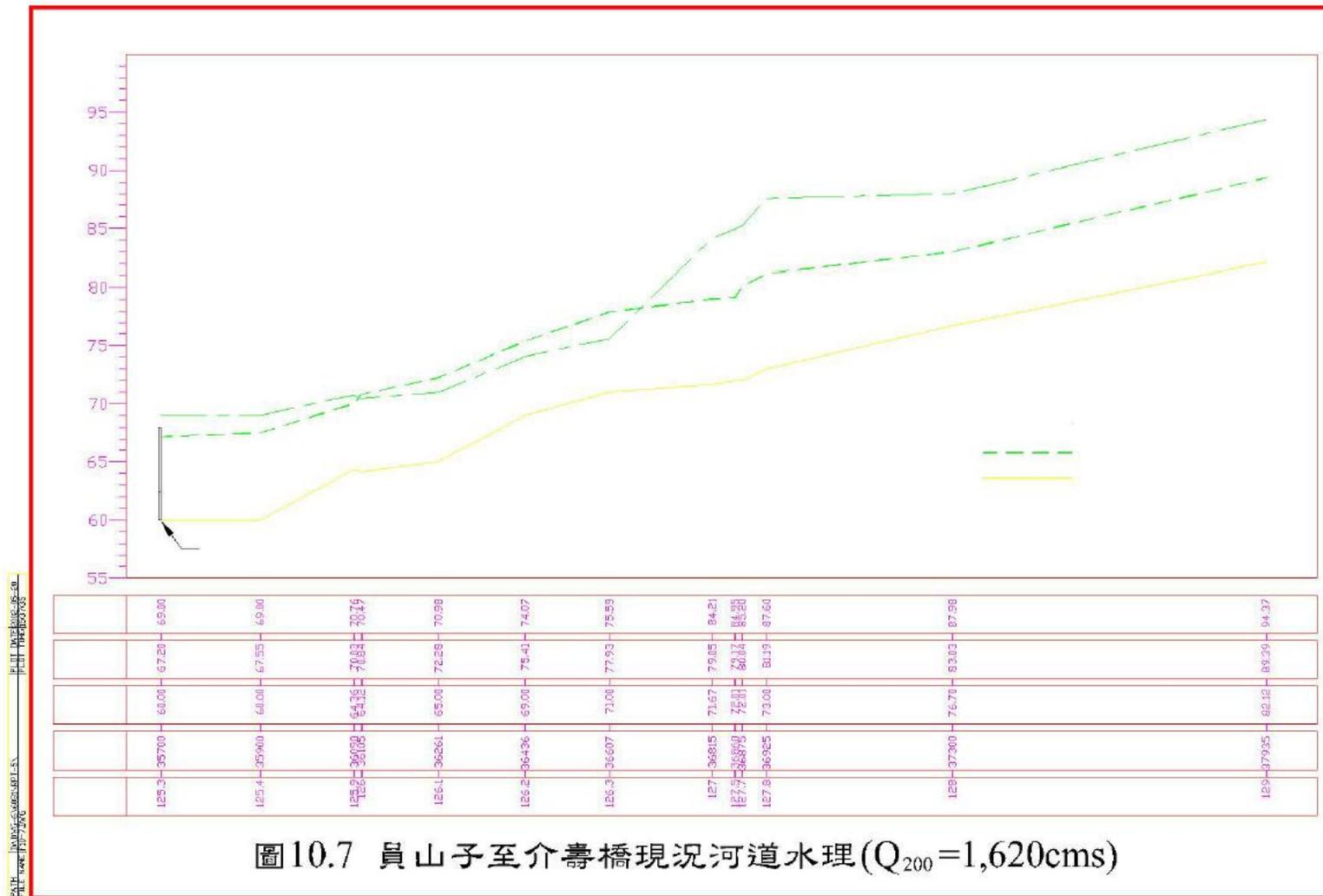
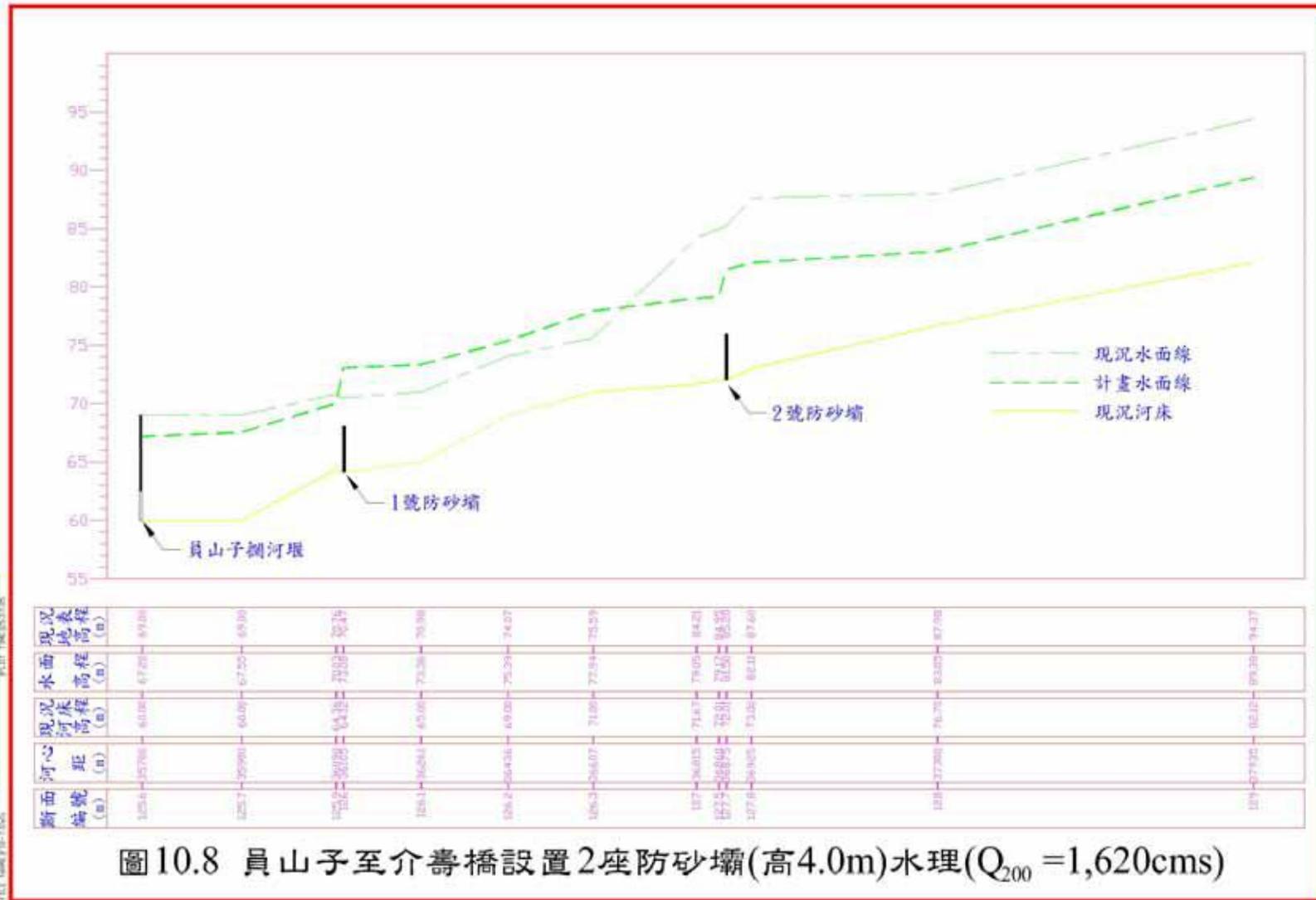


圖10.7 員山子至介壽橋現況河道水理(Q₂₀₀=1,620cms)



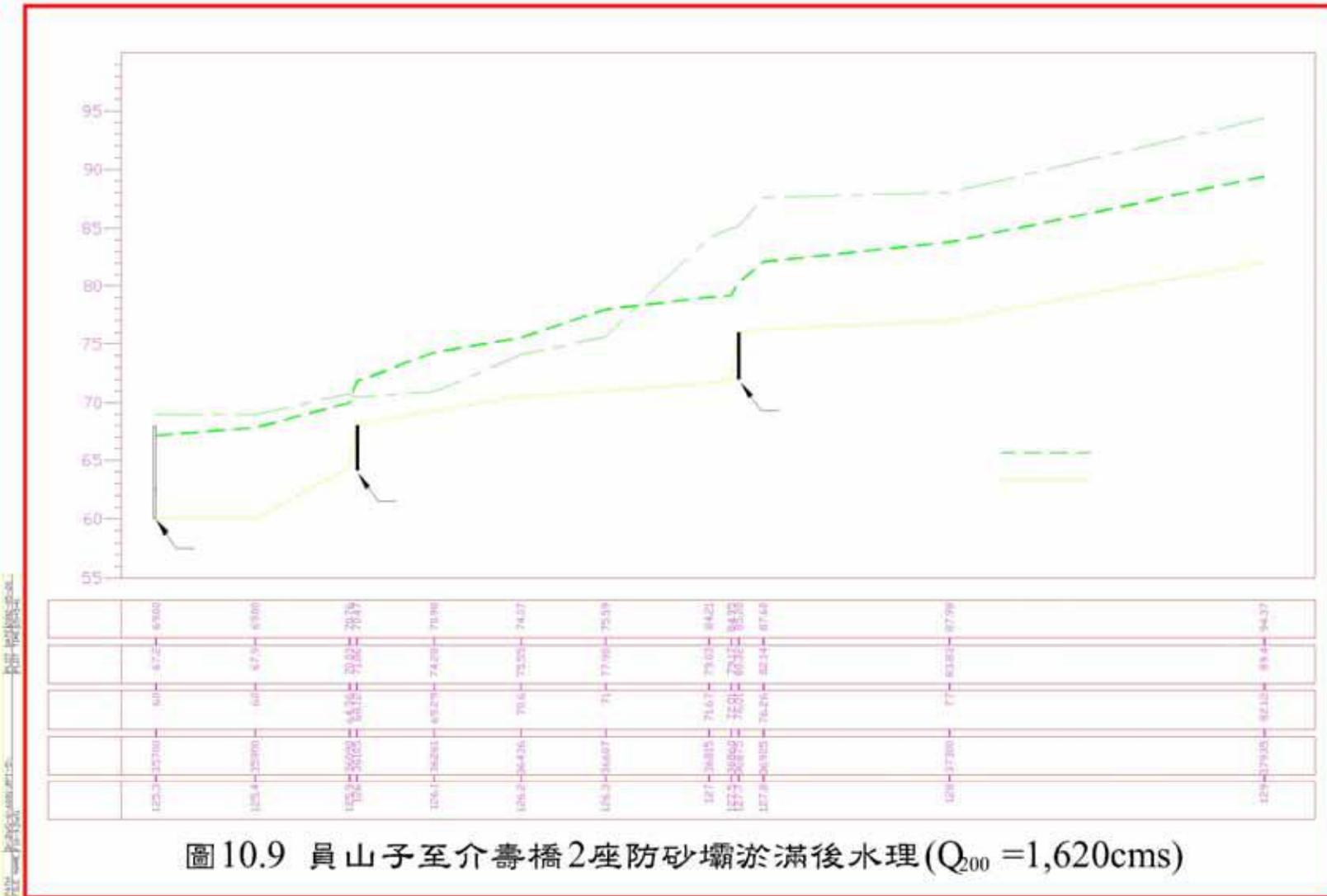


圖 10.9 員山子至介壽橋 2 座防砂壩淤滿後水理 ($Q_{200} = 1,620\text{cms}$)

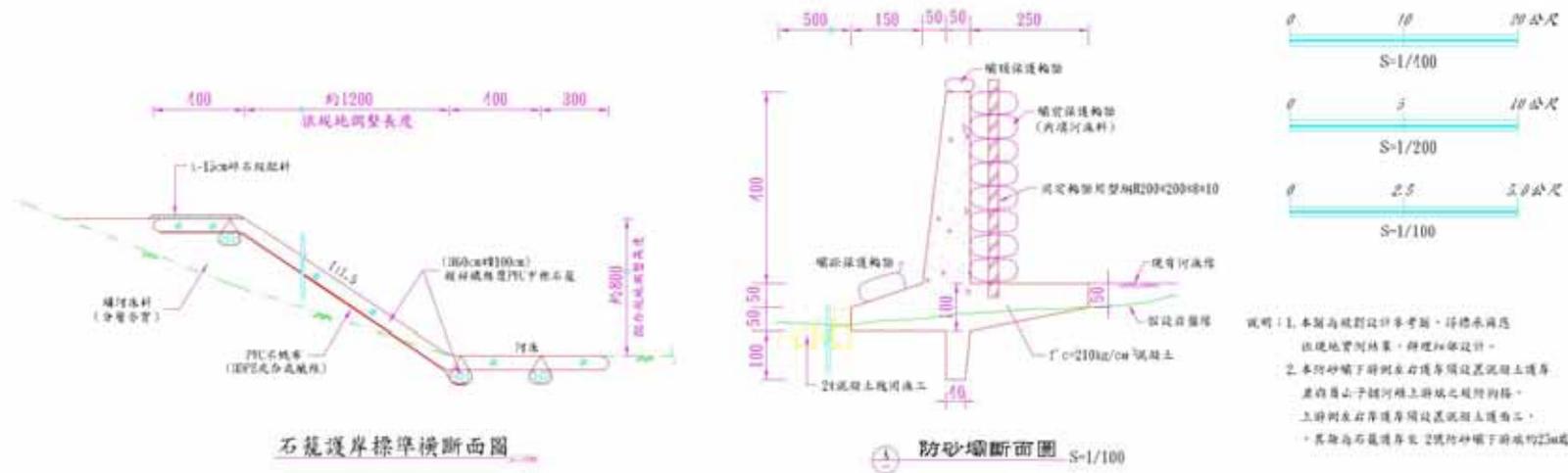
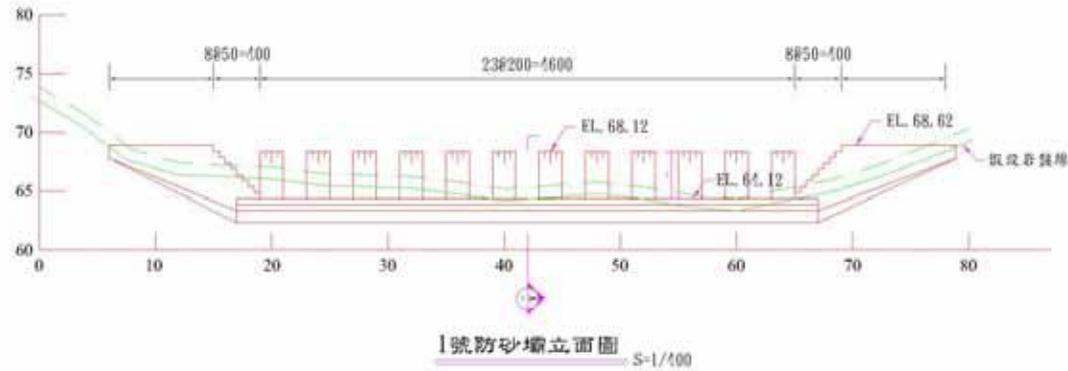
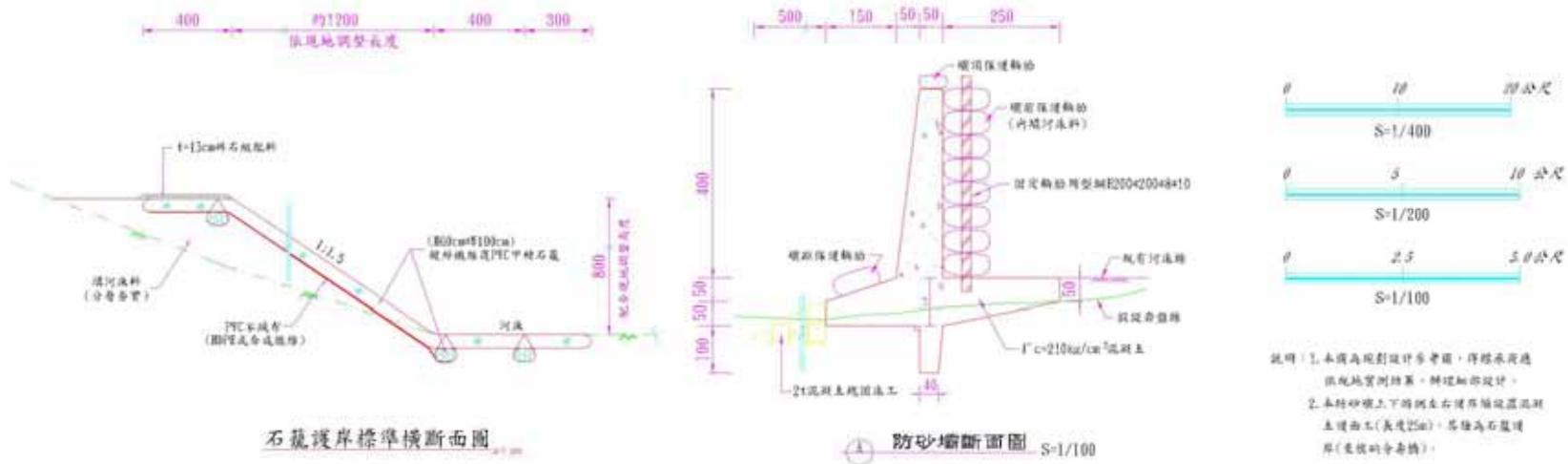
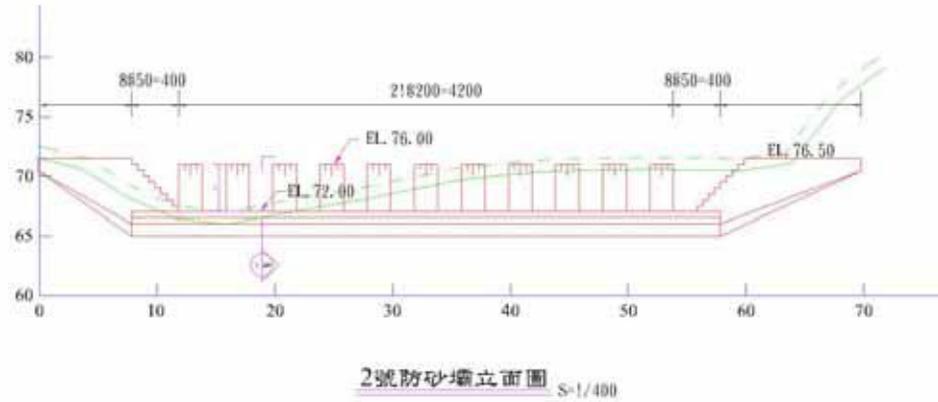


圖 10.10 1號防砂壩規劃設計圖



說明：1. 本圖為規劃設計參考圖，得經承造造
 依現地實測結果，辦理細部設計。
 2. 本防砂壩上下游側土石堆存應設置溢流
 土壩面工(長度25m)，各段為石籠護
 岸(長度叫命毒橋)。

圖 10.11 2號防砂壩規劃設計圖

第十一章 九份溪改善規劃設計

11.1 現況描述

九份溪位於台灣省北端，行政區屬台北縣瑞芳鎮。源自九份南側之山區，向北流經九份後轉向東北，於磅磅子流入深澳港(圖 11.1)。九份溪集水面積 3.01 平方公里，流長約 3,000 公尺，平均坡度 1/7.5，縣道北 35 上游段坡度較陡約 1/4.5，下游段較平緩，但坡度亦達 1/17.25，屬山區河川。

由圖 11.1 可知分洪隧道須橫越九份溪，並將九份溪分割成上下游 2 個河段。由分洪隧道過河段至地形測量終點之上游河段長約 266 公尺，平均河床坡度為 1/8.6，分洪隧道過河段至地形測量起點之下游河段長約 215 公尺，平均河床坡度為 1/11.5。地形測量起點上游集水區面積為 2.11km²，佔九份溪整個集水面積之 70%。

11.2 水文分析

一、雨量站之選用

本集水區並未設雨量站，而九份溪亦未設置流量站，經調查距本集水區最近之雨量站為瑞芳(2)，民國 52 年至 89 年之最大一日、二日及三日暴雨量列如表 11.1。本計畫係採用瑞芳(2)雨量站之暴雨資料進行水文分析。

二、暴雨頻率分析

本計畫採用水利規劃試驗所提供之瑞芳(2)民國 52 年至 87 年最大一日及三日暴雨量，並補充民國 88 年及 89 年之資料(表 11.1)，以皮爾遜 III 型、對數皮爾遜 III 型、極端值 I 型、二參數對數常態及三參數對數常態分佈，進行暴雨頻率分析，分析成果示如表 11.2。一日暴雨以極端值 I 型分佈較佳，而三日暴雨則以對數皮爾遜 III 型分佈較佳。

三、可能最大暴雨量分析



經採用世界氣象組織(WMO)方法分析，其演算步驟與成果示如表 11.3，可能最大日暴雨量為 1,233.99mm。經與圖 11.2 中世界及台灣地區最大暴雨量記錄比較，尚稱合理，圖 11.3 顯示，可能最大日暴雨量之再發生年超過 10,000 年。

四、洪水量分析

因九份溪之集水面積僅 3.01 平方公里，本計畫採用一日暴雨量進行洪水量推估。

- (一)雨型分析：以瑞芳(2)雨量站 10 場暴雨記錄，採用級序平均法分析降雨發生延時及其與最大降雨量之百分比，成果示如表 11.4 及 11.5。經依該 10 場暴雨之延時及與最大降雨量百分比之平均值，將各降雨量依延時排列，雨型如圖 11.4 所示。
- (二)洪水量分析：以表 11.2 中一日暴雨量極端值 I 分佈之分析結果，採用單位歷線法，降雨損失則採用基隆河流域歷年水文分析所用之每小時 3.3mm，分析結果示如表 11.6，200 年及 25 年重現期洪峰流量分別為 85.02cms 及 61.31cms。
- (三)可能最大洪水量：經採用可能最大暴雨量 1,238.99mm，並採用上述之雨型及降雨損失演算，可能最大洪水量為 165cms。

11.3 河道水理分析

一、輸入條件

本計畫採用 HEC-RAS 進行河道水理分析，茲將各參數說明如下：

- (一)河道斷面：以本計畫於九份溪河道地形測量擷取斷面，共 27 個斷面，全長約 481m。斷面位置詳圖 11.5。
- (二)粗糙係數：九份溪於分洪隧道過河段上下游河段植被良好，經參考周文德 "Open Channel Hydraulics"，粗糙係數採用 $n=0.035$ 。
- (三)演算流量：由於該河段僅 481m，採用單一流量演算。演算流量將以下游河段演算起點上游集水區面積與九份溪全流域面

積比換算(採用基隆河員山子上游之 HEC-1 演算成果 $Q=23.894A^{0.9644}$ 之關係式),各重現期之洪水量如表 11.6 所示。考慮對分洪隧道過河段之保護,本計畫將洪水量設計標準提高至 100 年重現期。

(四)水位邊界：該河段為陡坡，故上游水位設定為臨界水深。

二、河道水理演算成果分析

(一)現況河道

表 11.7 及圖 11.6 為現況河道演算成果，由表 11.7 可知該河段皆屬超臨界流態，最大流速為 7.81m/s，發生於 26 斷面。

(二)計畫河道

圖 11.7 為分洪隧過河段工程佈置圖。分洪隧道坡度 $S=1\%$ ，由隧道入口(Sta：0+200，E.L.46.50m)至九份溪(Sta：1k+317，E.L.35.33m)全長為 1,117m。分洪隧道過河段頂部最小高程為 E.L.50.33(35.33+12+1+2=50.33)高出現況河床高程(斷面 12,E.L.41.23m)約 9m，另外，分洪隧道過河段長度經與九份溪兩岸高程比較為 27m(Sta：1k+317~Sta：1k+344)。過河段之設置就如同於九份溪建置一 9m 高攔河堰，九份溪於過河段上游河道將因此而抬高水位，並造成部份地區淹沒，經長時間之演變後，上游段之河床將會因過河段前之淤積而變緩；九份溪於過河段下游河道，將因 9m 之水頭差對現況河道及分洪隧道產生安全之顧慮，故於過河段下游端之河道設置消能設施加以保護。進行水理演算時考慮分洪隧道過河段上游未淤積及淤滿泥砂 2 種情況。

1.情況 1：過河段上游未淤積

表 11.8 及圖 11.8 為過河段上游未淤積之河道演算成果。由表 11.7 及 11.8 可知，迴水影響長度約 80m，過河段上游水位 E.L.51.45m，淹沒範圍示於圖 11.5。由表 11.8 可知斷面 16~15 發生水躍，距離過河段約 40m，研判將不至於對分洪隧道之結構安全造成影響。

2.情況 2：過河段上游淤滿泥砂

上述情況 1 為初期之河道水理狀況，九份溪於過河段上游河

道經長期之演變，必因淤滿泥砂而改變其坡度。一般而言，淤砂坡度為原河床坡度 1/2 至 2/3，考慮採用淤砂坡度為原河床 1/2 計，經與現況斷面高程比對，淤砂之終點為斷面 19，長度約 100m，平均河寬為 15.5m，所以可淤積砂量為 $7,812\text{m}^3$ 。表 11.9 及圖 11.9 為淤砂後之水理演算成果，由表 11.9 可知，雖河床坡度變緩，但還是超臨界流態，建議過河段之外襯砌支撐混凝土採用高強度，以保護隧道之安全。斷面 13 為過河段上游端之斷面，發生計畫流量時流速為 3.87m/s，以此速度往下游河道拋射距離約 5.2m。

11.4 改善方案研擬及評估

一、消能墩陡槽消能工(Baffle Chute Spillway)

圖 11.10 為美國墾務局(USBR)早年發展的 Baffle Chute Spillway，此消能工通常適用於坡度緩於 2(H):1(V)之情況，且最大單寬流量小於 6.4cms/m。墾務局的設計規範如下：

(一)消能墩高度 $H=0.8\sqrt{\frac{q^2}{g}}$ ，其中 q 為單位寬流量； g 為重力加速度。

(二)槽高至少需為消能墩高度的 3 倍，但於此種高度情況下水槽高度並不能完全約束由紊動所形成之水流。

依據上述之設計原則，若槽寬為 27.0m 則 $q=2.03\text{cms/m}$ ，消能墩高度 $H=0.6\text{m}$ ，槽高為 2m，假設採取 2(H):1(V)之坡度，則該結構物尺寸為高 9m、寬 27m、底長 18m，消能工下游設置一長 10m 之靜水池，工程佈置圖如圖 11.11 所示。

二、小階梯溢流道(Stepped Spillway)

自輾壓混凝土(Roller Compacted Concrete)建壩技術應用於美國興建 Upper Stillwater 壩後，水利界開始應用輾壓混凝土在壩下游而形成的小階梯，做為溢洪道消能工之用。其理念為採用大部份的壩長為溢洪道，以減少單位寬流量，並藉由小階梯對水流產生的阻力，

達到消能之功能。如圖 11.12 所示，在此種溢洪道上有二種流態：其一當水平部份的階梯較大時為 nappe flow，此時水流以”跳躍”的方式下落，在每一階梯過程中消能；其二在某一種流量與階梯的關係下，水流流態為 skimming flow，即水流以”滾落”方式流動，經由階梯中滾流的形成亦達消能的目的。

H. Chanson (6)建議之 skimming flow 準則為：

$$\frac{d_c}{h} = 1.057 - 0.465 \frac{h}{L} \quad (1)$$

式中，h=階梯高度。

L=階梯長度。

d_c =臨界水深，當水流水深大於 d_c 時則為 skimming flow 流態。

Stepped spillway 在 skimming flow 情況下之所以達到消能功能乃來自於在階梯間所產生的旋渦對水流產生相當大的阻力。據 H. Chanson(7)之推斷，水流的摩擦係數相當於 Darcy friction factor f 值介於 0.5 至 4 之間，而其平均值約 1.3。

表 11.10 為 K.H. Frizell(8)統計 stepped spillway 應用之案例，由該表中可知，已有設計之單位寬流量介於 55.6cms/m 至 0.85 cms/m，而坡度可由 1(V)：0.32(H)減至 1(V)：2.75(H)，顯示此種消能工應用之範圍相當大，圖 11.13 為 J.A. Kells(9)所繪製之 stepped spillway 消能功率，由圖中可知若維持 skimming flow regime 則在落差 H_{dam} 與臨界水深 d_c 比值約 10 的情況下，消能達約 80%，若其比值為 30，消能可高達 95%。過河段溢流寬為 27m，水流在小階梯流動阻力相當於 Darcy $f=1.3$ ，則可估得水深 $y_0=0.68m$ (以 $\frac{4H}{L}=0.5=\frac{f}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$ 估算)。本計畫設定 $h=1.0m$ ， $L=2m$ ，得 $h/L=0.5$ ，代入公式(1)，可得 $d_c/h=0.8245$ ， $d_c=0.41(m)$ 。

因 $y_0 > d_c$ ，故可判斷水流在小階梯溢流道將形成 Skimming flow 的流態，且本方案之 $H_{dam}/d_c=9/0.41=22$ ，由圖 11.13 可知消能效果



將達 90% 以上，於溢流道下游端佈置固床工以消除殘餘之能量水頭並保護基腳。本方案之佈置如圖 11.14 所示。

三、方案評估

消能墩陡槽消能工之坡度應緩於 2(H)：1(V)，且該結構將產生大量水花及霧水，其適用性較差，且靜水池之尾水有可能形成死水，恐將對週遭環境產生不良影響，另外，考慮施工之方便性及工程費，故不建議使用。小階梯溢流道於國外有相當多成功之經驗，國內之桂山發電廠烏來分廠前池溢流道(單寬流量為 2.5cms/m，與本計畫 2.03 cms/m 相似)，亦採此種結構，且經由水工模型驗證，消能效果良好，建議採用此方案。

依生態調查報告及現勘結果，九份溪均有發現溪哥、蝦及烏龜之活動。惟生態調查地點位於九份溪過河段北 35 道路上游之深潭，文獻指出溪哥主要棲息於水流較緩慢之區域，依 11.3 節分析可知過河段上下游之可床坡度甚陡($S=1/7.5$)，流態為超臨界流不利於魚類活動。本計畫建議方案小階梯式消能溢流道兩側設置寬 60cm 之潛孔隔版式魚道，潛孔開口為 30cm×20cm 並以麻繩穿越潛孔，主要提供烏龜及蝦活動之用。詳圖 11.14 所示。

11.5 工程費概估

九份溪過河段消能設施工程單價分析主要參考民國 90 年 9 月台灣營建研究院出版之營建物價，並依據經濟部水利署建議之格式估價(詳第 14 章)。本工程總工程費約 12,038,000 元，如表 11.11 所示。

表 11.11 基隆河員山子分洪計畫九份溪過河段階梯消能溢流道工程費用

工程名稱：基隆河員山子分洪計畫九份溪過河段階梯消能溢流道工程

施工地點：台北縣瑞芳鎮

工作項目	說明	單位	數量	單價	總價	附註
(一)發包工作費						
九份溪過河段階梯消能溢流道工程		全	1	7,665,000	7,665,000	第一號明細表
環境復舊及綠美化工程		全	1	1,450,000	1,450,000	
雜項工程		全	1	536,550	537,000	
勞工安全衛生費		全	1	12,000	12,000	
環境保護措施費		全	1	812,000	812,000	
廠商品質管制作業費		全	1	152,000	152,000	
承包商管理費		全	1	150,000	150,000	
合計					10,778,000	
營業稅		全	1	539,000	539,000	
工程保險費		全	1	117,000	117,000	
發包總價		全	1		11,434,000	
(二)空氣污染防制費						
空氣污染防制費		全	1	32,000	32,000	
(三)細部設計服務費						
細部設計服務費		全	1	352,000	352,000	
(四)工程管理費						
工程管理費		全	1	220,000	220,000	
本工程預算總額					12,038,000	

表 11.2 九份溪不同重現期之暴雨量

單位：mm

延時	分析方法	分析年限民國	重現期						SSE	SE	
			200	100	50	25	20	10			2
一日暴雨	二參數對數常態	52年-89年	600	545	491	437	420	366	224	8163	15.06
	三參數對數常態	52年-89年	575	528	481	433	417	367	227	8056	15.17
	皮爾遜III型分佈	52年-89年	572	528	482	435	419	369	226	7781	14.9
	對數皮爾遜III型	52年-89年	602	548	495	442	424	370	225	6741	13.9
	極端值I型分佈	52年-89年	641	582	524	464	445	385	226	4393	11.1
三日暴雨	二參數對數常態	52年-89年	1209	1082	958	837	799	679	384	57233	39.87
	三參數對數常態	52年-89年	1162	1051	941	831	795	683	390	60127	41.45
	皮爾遜III型分佈	52年-89年	1157	1052	946	838	802	689	386	54257	39.4
	對數皮爾遜III型	52年-89年	1351	1177	1016	866	820	683	377	48331	37.2
	極端值I型分佈	52年-89年	1254	1133	1011	888	848	722	393	54091	38.8

表 11.3 九份溪可能最大暴雨量

雨量單位：mm

基本資料及推求步驟	
(1)年最大一日平均降雨 X_n	241.1
(2)年最大一日降雨標準偏差 S_n	95.5
記錄年份中最大值(年份)	543(民國76年)
(3)扣除記錄年份中最大值之平均值 X_{n-m}	232.9
(4)扣除記錄年份中最大值之標準偏差 S_{n-m}	82.4
(5) X_{n-m}/X_n	0.966
(6) S_{n-m}/S_n	0.8629
(7)由(5)查圖4.4得調整係數 A_x	0.985
(8)由(5)查圖4.5得調整係數 A_s	0.93
(9)考慮記錄期查圖4.6得調整係數 L_x	1
(10)考慮記錄期查圖4.6得調整係數 L_s	1
(11) $X'_n=(1)*(7)*(9)$	237.484
(12) $S'_n=(2)*(8)*(10)$	88.815
(13)考慮(11)查圖4.7頻率因子 K_m	11.2
(14)根據24小時資料,查圖4.8得調整係數 C_t	1.0055
(15)考慮集水面積與降雨深度關係,查圖得調整係數 C_a	1
$PMP=C_t*C_a*(X'_n+K_m*S'_n)$	1238.99

表 11.4 九份溪流域一日暴雨連續 N 小時最大降雨量及其發生延時表

場次	1小時		2小時		3小時		4小時		6小時		12小時		18小時		24小時	
	雨量 (mm)	延時 (hr)														
1	120.0	3.0	99.0	2.0	99.0	2.0	74.0	1.0	23.0	1.0	23.0	1.0	23.0	1.0	23.0	1.0
2	35.0	11.0	29.0	22.0	29.0	22.0	16.0	21.0	16.0	19.0	35.0	11.0	3.0	7.0	18.0	1.0
3	58.0	17.0	58.0	17.0	13.0	16.0	13.0	16.0	5.0	13.0	17.0	11.0	3.0	7.0	4.0	1.0
4	40.0	7.0	38.0	6.0	25.0	5.0	25.0	5.0	21.0	3.0	12.0	1.0	12.0	1.0	12.0	1.0
5	14.5	1.0	14.5	1.0	12.5	5.0	3.5	4.0	14.5	1.0	14.5	1.0	14.5	1.0	14.5	1.0
6	22.0	20.0	18.0	1.0	13.0	14.0	13.0	14.0	21.0	15.0	11.0	12.0	18.0	1.0	18.0	1.0
7	39.0	10.0	39.0	10.0	39.0	10.0	39.0	10.0	39.0	10.0	39.0	10.0	9.0	6.0	4.0	1.0
8	42.0	22.0	42.0	22.0	39.0	3.0	15.0	2.0	15.0	2.0	39.0	3.0	15.0	1.0	15.0	1.0
9	79.0	24.0	56.0	23.0	21.0	22.0	25.0	21.0	6.0	19.0	9.0	13.0	4.0	7.0	21.0	1.0
10	42.0	9.0	40.0	21.0	40.0	21.0	30.0	20.0	21.0	19.0	21.0	13.0	2.0	7.0	12.0	1.0
平均	49.2	12.4	43.4	12.5	33.1	12.0	25.4	11.4	18.2	10.2	22.1	7.6	10.4	3.9	14.2	1.0

表 11.5 九份溪流域一日暴雨連續 N 小時最大降雨量及其百分比表

場次	1小時		2小時		3小時		4小時		6小時		12小時		18小時		24小時	
	雨量 (mm)	百分比 (%)														
1	120.0	24.60	99.0	45.0	99.0	60.2	74.0	64.9	23.0	71.5	23.0	84.8	23.0	90.6	23.0	100.0
2	35.0	13.70	29.0	18.0	29.0	24.6	16.0	30.9	16.0	41.4	35.0	67.2	3.0	87.5	18.0	100.0
3	58.0	21.20	58.0	35.5	13.0	40.3	13.0	43.6	5.0	58.6	17.0	80.6	3.0	93.8	4.0	100.0
4	40.0	12.60	38.0	24.5	25.0	32.4	25.0	39.3	21.0	50.9	12.0	69.2	12.0	78.3	12.0	100.0
5	14.5	14.80	14.5	21.9	12.5	27.6	3.5	31.1	14.5	47.4	14.5	75.0	14.5	87.8	14.5	100.0
6	22.0	10.00	18.0	17.7	13.0	21.8	13.0	24.5	21.0	34.5	11.0	55.0	18.0	76.8	18.0	100.0
7	39.0	24.40	39.0	30.0	39.0	37.5	39.0	40.0	39.0	45.0	39.0	68.8	9.0	85.0	4.0	100.0
8	42.0	10.10	42.0	15.4	39.0	21.9	15.0	25.5	15.0	35.8	39.0	53.8	15.0	73.3	15.0	100.0
9	79.0	20.30	56.0	34.7	21.0	40.1	25.0	46.5	6.0	50.4	9.0	61.7	4.0	68.9	21.0	100.0
10	42.0	8.50	40.0	14.6	40.0	21.1	30.0	27.2	21.0	36.8	21.0	59.3	2.0	78.9	12.0	100.0
平均	49.2	16.0	43.4	25.7	33.1	32.8	25.4	37.4	18.2	47.2	22.1	67.5	10.4	82.1	14.2	100.0

表 11.6 九份溪不同重現期之洪峰流量

重現期	200	100	50	25	20	10	2
全流域 洪峰流量(cms)	85.02	77.12	69.35	61.31	58.77	50.73	29.44
分洪隧道過 河段洪峰流量(cms)	60.36	54.76	49.24	43.53	41.73	36.02	20.90

表 11.7 九份溪現況河道水理演算成果(Q₁₀₀=54.76cms)

斷面編號	河心距(m)	河床最低點(m)	水面高程(m)	能量坡降	流速(m/s)	通水面積(m ²)	河寬(m)	福祿數
1	0	23.48	24.53	0.079433	6.08	9	13.39	2.37
2	8	24	24.86	0.125259	7.06	7.76	13.13	2.93
3	20	26	26.96	0.051667	5.35	10.23	13.29	1.95
4	40	27	27.73	0.101235	6.83	8.02	11.59	2.62
5	60	28	29.22	0.081093	7.44	7.36	7.55	2.41
6	77	30	31.07	0.112246	7.15	7.66	11.46	2.79
7	94	33	33.88	0.051197	4.8	11.41	17.33	1.89
8	116	34	35	0.13135	6.29	8.71	17.26	2.82
9	136	36.85	37.61	0.054346	4.66	11.75	19.69	1.93
10	156	37.7	38.5	0.09302	6.01	9.12	15.74	2.52
11	176	40	40.53	0.113093	6.03	9.09	18.03	2.71
12	200	41.23	42.29	0.090929	7.43	7.37	8.43	2.54
13	215	43	43.92	0.095111	7.15	7.66	9.75	2.57
14	235	45	45.85	0.097761	7.14	7.67	10.12	2.62
15	253	47	48.04	0.142198	7.03	7.78	14.59	3.07
16	273	50	50.77	0.077887	6.12	8.95	12.8	2.34
17	293	52	52.53	0.183612	7.22	7.59	16.6	3.41
18	313	54	55.15	0.100477	7.29	7.51	9.44	2.61
19	327	56	57.25	0.075286	6.11	8.96	12.47	2.3
20	347	59	59.52	0.082729	5	10.95	22.86	2.31
21	362	60	60.52	0.192918	6.9	7.93	19.36	3.44
22	382	63	63.99	0.179442	7.39	7.41	14.91	3.35
23	402	66	66.89	0.111768	7.26	7.54	10.91	2.79
24	421	68	68.93	0.095952	7.18	7.63	9.97	2.62
25	441	70	70.93	0.100975	7.13	7.68	10.48	2.66
26	461	71	72.64	0.106727	7.81	7.01	8.54	2.75
27	481	74	75.89	0.012481	3.61	15.18	11.52	1

表 11.8 九份溪設置分洪隧道過河段後水理演算成果(Q₁₀₀=54.76cms)

斷面編號	河心距(m)	河床最低點(m)	水面高程(m)	能量坡降	流速(m/s)	通水面積(m ²)	河寬(m)	福祿數
1	0	23.48	24.53	0.079433	6.08	9	13.39	2.37
2	8	24	24.86	0.125259	7.06	7.76	13.13	2.93
3	20	26	26.96	0.051667	5.35	10.23	13.29	1.95
4	40	27	27.73	0.101235	6.83	8.02	11.59	2.62
5	60	28	29.22	0.081093	7.44	7.36	7.55	2.41
6	77	30	31.07	0.112246	7.15	7.66	11.46	2.79
7	94	33	33.88	0.051198	4.8	11.41	17.33	1.89
8	116	34	35	0.131359	6.29	8.71	17.26	2.82
9	136	36.85	37.61	0.054328	4.66	11.75	19.7	1.93
10	156	37.7	38.51	0.088727	5.91	9.26	15.79	2.46
11	176	40	40.47	0.168048	6.82	8.02	17.8	3.24
12(過河段下游端)	200	41.23	43.07	0.012726	3.71	14.77	10.66	1.01
13(過河段上游端)	215	50.33	51.45	0.000018	0.34	162.18	27.17	0.04
14	235	45	51.44	0.000039	0.44	125.1	27.75	0.07
15	253	47	51.43	0.000183	0.76	72.37	23.94	0.14
16	273	50	50.74	0.08828	6.37	8.59	12.72	2.48
17	293	52	52.53	0.183612	7.22	7.59	16.6	3.41
18	313	54	55.15	0.100477	7.29	7.51	9.44	2.61
19	327	56	57.25	0.075286	6.11	8.96	12.47	2.3
20	347	59	59.52	0.082729	5	10.95	22.86	2.31
21	362	60	60.52	0.192918	6.9	7.93	19.36	3.44
22	382	63	63.99	0.179442	7.39	7.41	14.91	3.35
23	402	66	66.89	0.111768	7.26	7.54	10.91	2.79
24	421	68	68.93	0.095952	7.18	7.63	9.97	2.62
25	441	70	70.93	0.100975	7.13	7.68	10.48	2.66
26	461	71	72.64	0.106727	7.81	7.01	8.54	2.75
27	481	74	75.89	0.012481	3.61	15.18	11.52	1

表 11.9 九份溪分洪隧道過可段上游淤滿後水理演算成果(Q₁₀₀=54.76cms)

斷面編號	河心距(m)	河床最低點(m)	水面高程(m)	能量坡降	流速(m/s)	通水面積(m ²)	河寬(m)	福祿數
1	0	23.48	24.53	0.079433	6.08	9.00	13.39	2.37
2	8	24.00	24.86	0.125259	7.06	7.76	13.13	2.93
3	20	26.00	26.96	0.051667	5.35	10.23	13.29	1.95
4	40	27.00	27.73	0.101235	6.83	8.02	11.59	2.62
5	60	28.00	29.22	0.081093	7.44	7.36	7.55	2.41
6	77	30.00	31.07	0.112246	7.15	7.66	11.46	2.79
7	94	33.00	33.88	0.051198	4.80	11.41	17.33	1.89
8	116	34.00	35.00	0.131359	6.29	8.71	17.26	2.82
9	136	36.85	37.61	0.054328	4.66	11.75	19.70	1.93
10	156	37.70	38.51	0.088727	5.91	9.26	15.79	2.46
11	176	40.00	40.47	0.168048	6.82	8.02	17.80	3.24
12(過河段下游端)	200	41.23	43.07	0.012726	3.71	14.77	10.66	1.01
13(過河段上游端)	215	50.33	50.85	0.075399	3.87	14.16	27.07	1.71
14	235	51.49	52.18	0.032590	3.04	18.02	26.88	1.18
15	253	52.53	52.96	0.124534	4.36	12.57	30.12	2.15
16	273	53.69	54.40	0.042186	4.17	13.12	21.71	1.71
17	293	54.85	55.37	0.058824	4.23	12.93	26.76	1.94
18	313	56.01	56.47	0.126987	5.81	9.42	21.54	2.80
19	327	56.86	57.76	0.059077	5.62	9.75	12.84	2.06
20	347	59.00	59.52	0.082729	5.00	10.95	22.86	2.31
21	362	60.00	60.52	0.192918	6.90	7.93	19.36	3.44
22	382	63.00	63.99	0.179442	7.39	7.41	14.91	3.35
23	402	66.00	66.89	0.111768	7.26	7.54	10.91	2.79
24	421	68.00	68.93	0.095952	7.18	7.63	9.97	2.62
25	441	70.00	70.93	0.100975	7.13	7.68	10.48	2.66
26	461	71.00	72.64	0.106727	7.81	7.01	8.54	2.75
27	481	74.00	75.89	0.012481	3.61	15.18	11.52	1.00

表 11.10 Stepped Sipllway 設計經驗綜合表

工程名稱	國家	上下游水頭差(m)	溢洪道寬度(m)	設計溢洪量(cms)	設計單寬流量(cms/m)	模型試驗最大單寬流量(cms/m)	坡度 V : H
New. Monksvill Dam	美國	36.6	61	366	6.00	13.94	1 : 0.78
Upper Stillwater	美國	61.6	183	2124	11.60	11.60	1 : 0.32-1 : 0.60
Stagecoach	美國	42.7	-	-	3.62	≥3.62	1 : 0.80
De Mist Kraal	南非	18.0	-	-	10.22	≥10.22	1 : 0.60
Zaaihoek	南非	36.5	-	-	5.11	-	1 : 0.62
Lower Chase	美國	18.0	-	-	3.34	-	1 : 0.70
Milltown Hill	美國	54.9	-	-	14.33	≥14.33	1 : 0.75
Kenellpoort	南非	43.1	-	-	8.37	-	1 : 0.60
Santa Cruz	美國	36.6	-	-	4.00	-	1 : 0.65
Bueca Weir	澳洲	11.9	-	-	55.60	≥55.60	1 : 0.50
Jequitai	巴西	36.2	-	-	9.19	≥9.19	1 : 0.80
Junction Falls Dam	美國	9.0	-	-	11.43	-	1 : 0.875
Les Olivettes	法國	31.5	-	-	7.25	-	1 : 0.75
Cedar Falls	美國	7.6	-	-	2.79	-	1 : 0.80
Lahouta	美國	33.5	-	-	6.32	-	1 : 2
Brownwood Country Club	美國	5.8	-	-	2.30	-	1 : 2
Kerryville	美國	6.4	-	-	31.13	-	1 : 0.80
McClure	美國	36.2	-	-	9.04	-	1 : 2.18
Spring Creek	美國	15.2	-	-	2.63	-	1 : 2.30-1 : 3.00
Goose Lake	美國	10.6	-	-	0.85	-	1 : 1.00
Upper Las Vegas Wash Retention Dam	美國	11.28	-	-	21.38	-	1 : 2.50
Ringtown No.5 Dam	美國	18.3	-	-	4.46	-	1 : 2.75

資料來源 : Frigell, K.H. ,“Hydraulics of Stepped Spillways for RCC Dam & Dam Rehabilitations”, ASCE RCC III 1991.

表 11.11 基隆河員山子分洪計畫九份溪過河段階梯消能溢流道工程費用

工程名稱：基隆河員山子分洪計畫九份溪過河段階梯消能溢流道工程

施工地點：台北縣瑞芳鎮

工作項目	說明	單位	數量	單價	總價	附註
(一)發包工作費						
九份溪過河段階梯消能溢流道工程		全	1	7,665,000	7,665,000	第一號明細表
環境復舊及綠美化工程		全	1	1,450,000	1,450,000	
雜項工程		全	1	536,550	537,000	
勞工安全衛生費		全	1	12,000	12,000	
環境保護措施費		全	1	812,000	812,000	
廠商品質管制作業費		全	1	152,000	152,000	
承包商管理費		全	1	150,000	150,000	
合計					10,778,000	
營業稅		全	1	539,000	539,000	
工程保險費		全	1	117,000	117,000	
發包總價		全	1		11,434,000	
(二)空氣污染防制費						
空氣污染防制費		全	1	32,000	32,000	
(三)細部設計服務費						
細部設計服務費		全	1	352,000	352,000	
(四)工程管理費						
工程管理費		全	1	220,000	220,000	
本工程預算總額					12,038,000	

表 11.11 基隆河員山子分洪計畫九份溪過河段階梯消能溢流道工程費用(續)

工程名稱：基隆河員山子分洪計畫九份溪過河段階梯消能溢流道工程

施工地點：台北縣瑞芳鎮

工作項目	說明	單位	數量	單價	總價	附註
第一號明細表 九份溪過河段階梯消能溢流道工程						
組合式活動圍籬		m	92.00	1,614	148,488	
止水橡皮		m	41.00	1,112	45,592	
挖方		m ³	2,248.00	176	395,648	
利用方回填		m ³	1,370.00	86	117,820	
結構回填		m ³	58.00	140	8,120	
廢方運棄		m ³	820.00	405	332,100	
鋼筋彎紮及組立		T	85.00	13,056	1,109,760	
140kg/cm ² 混凝土		m ³	89.00	1,568	139,552	
210kg/cm ² 混凝土		m ³	2,508.00	1,768	4,434,144	
普通模板製作及裝拆		m ²	123.00	453	55,719	
清水模板製作及裝拆		m ²	188.00	601	112,988	
臨時排水費		天	90.00	1,520	136,800	
2T混凝土塊		塊	118.00	1,473	173,853	
圍堰及擋排水費		式	1.00	340,902	340,902	
工區復舊費		式	1.00	113,272	113,272	
合計					7,665,000	



圖 11.1 九份溪集水區範圍圖

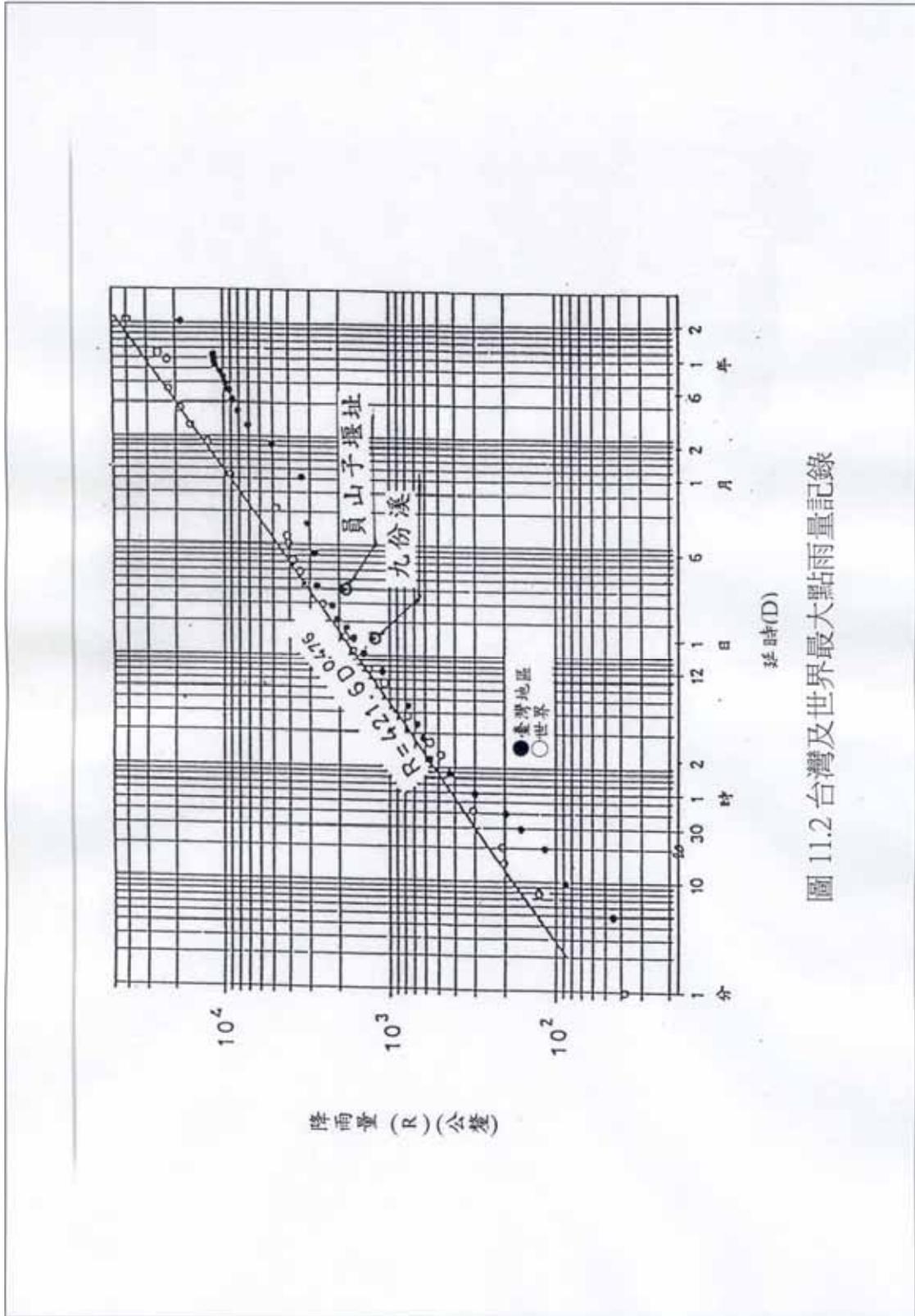


圖 11.2 台灣及世界最大點雨量記錄

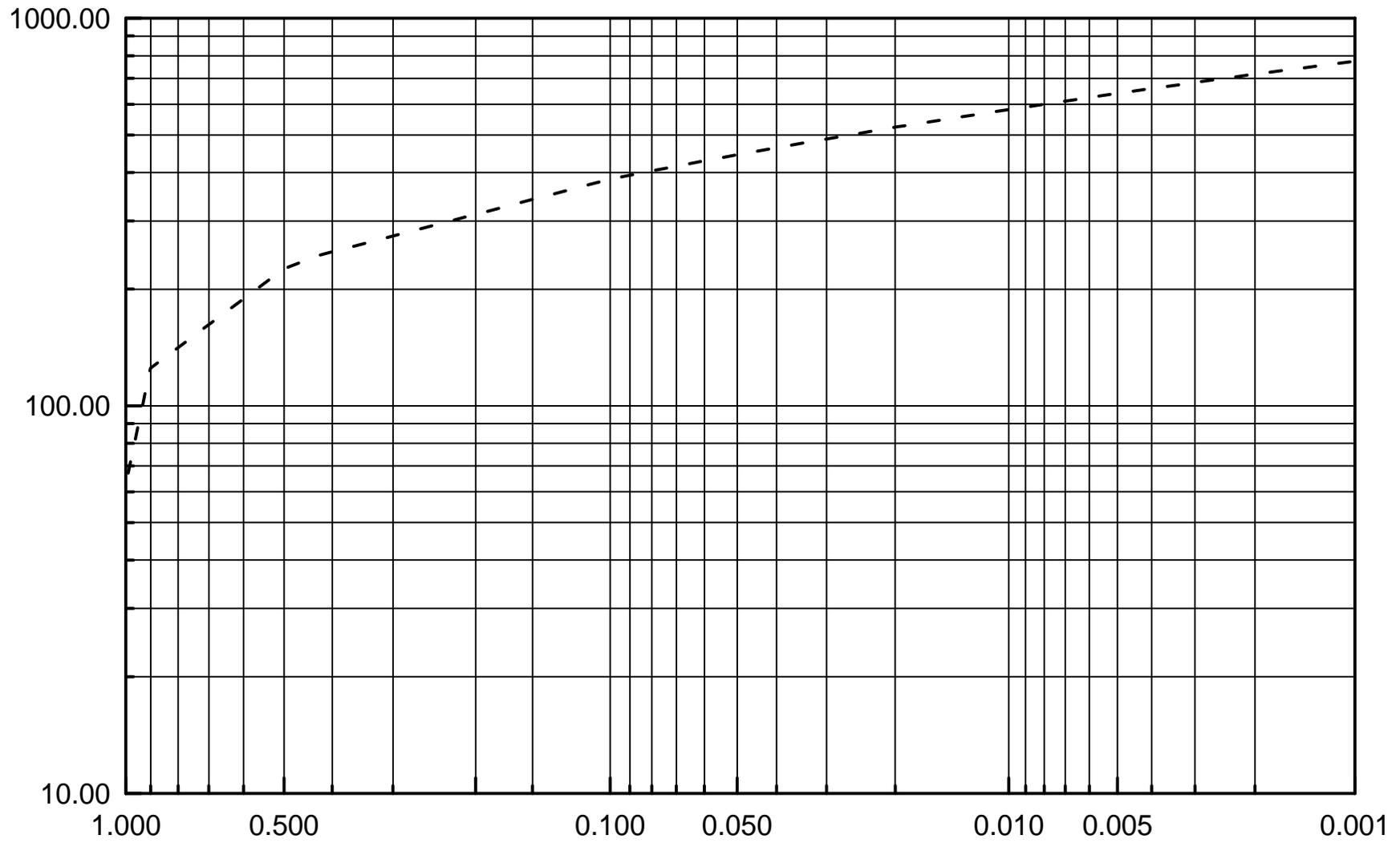


圖 11.3 暴雨頻率關係圖

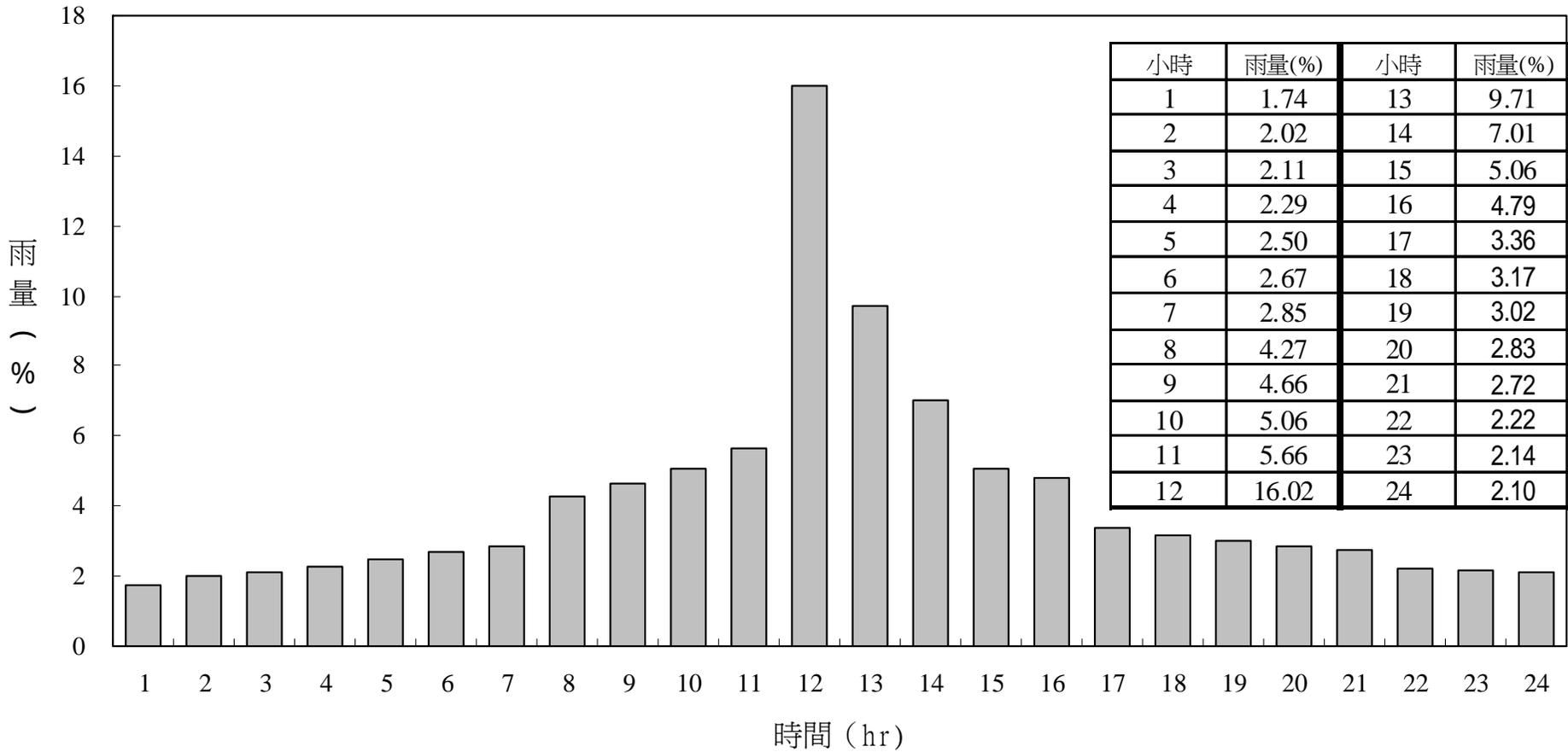


圖 11.4 九份溪一日暴雨雨型

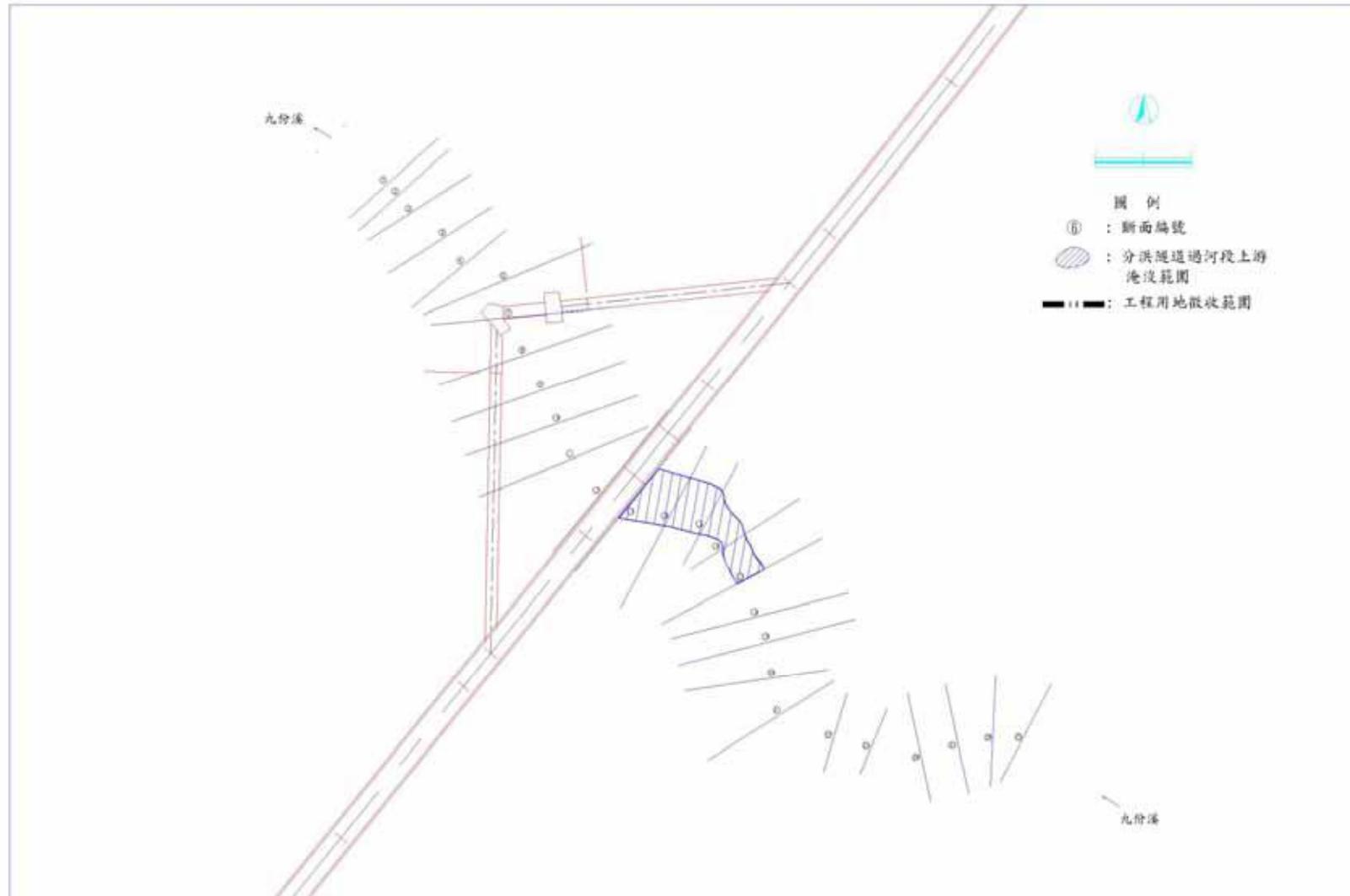


圖 11.5 九份溪地形測量平面圖

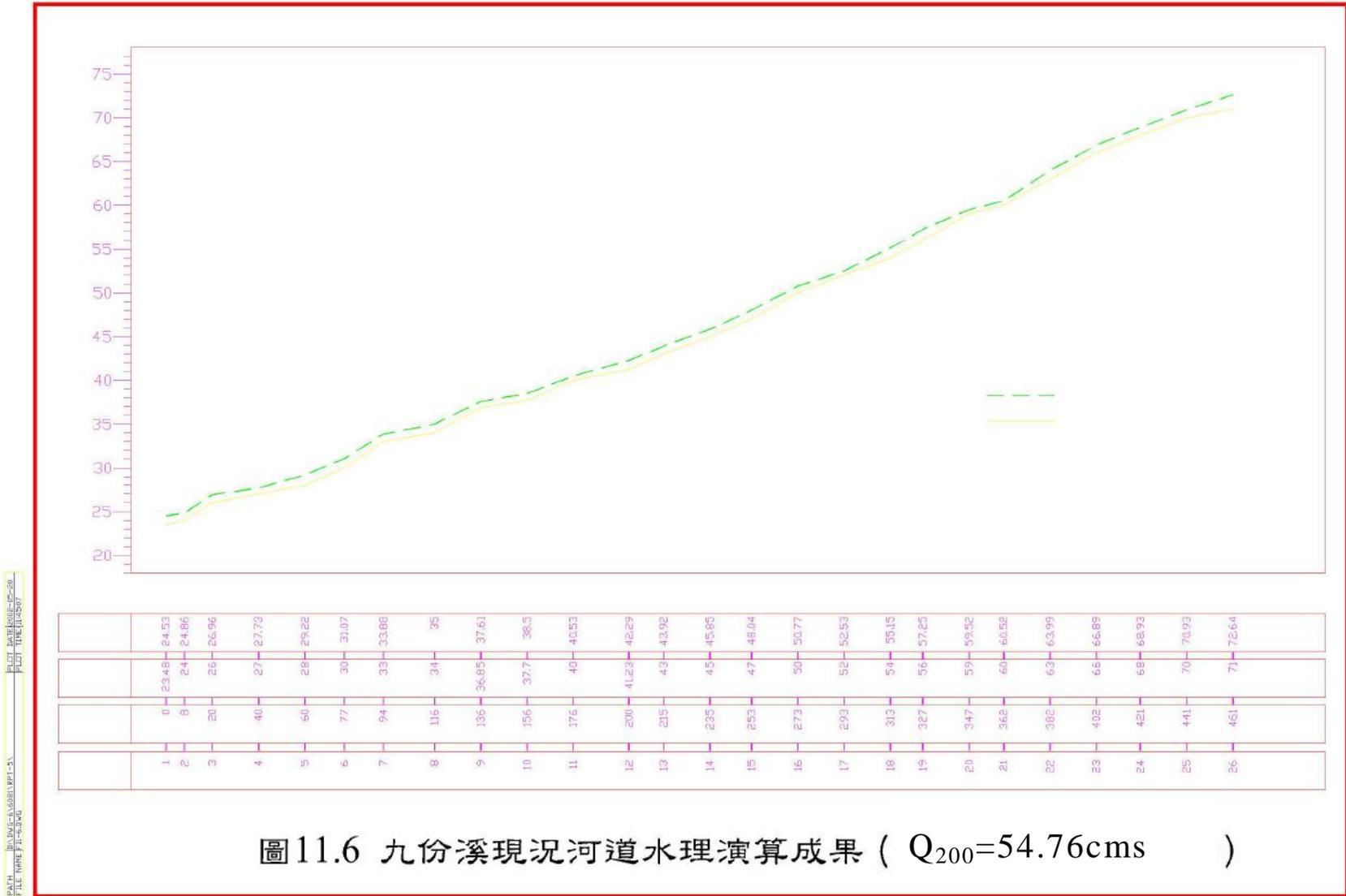
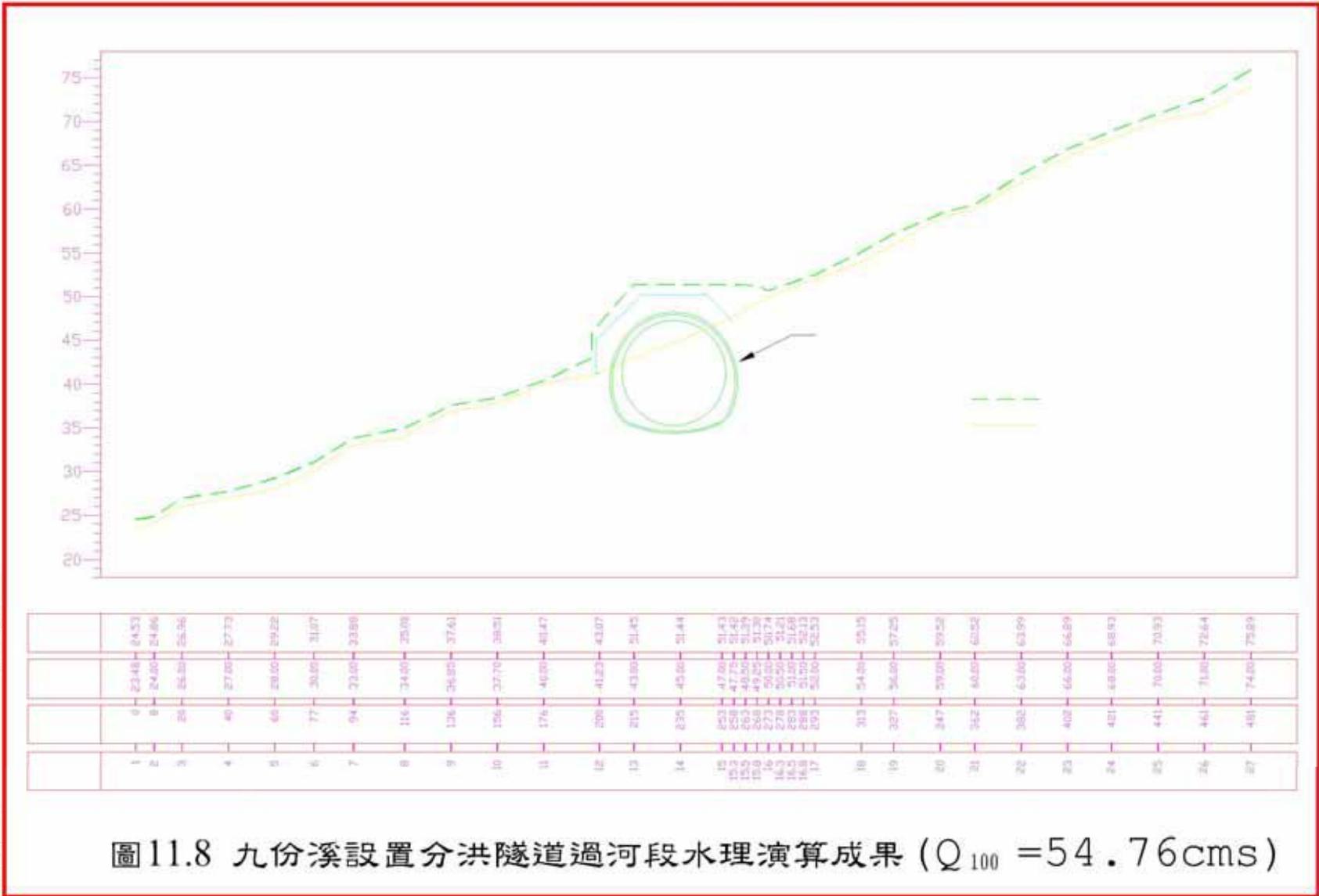


圖11.6 九份溪現況河道水理演算成果 ($Q_{200}=54.76\text{cms}$)

圖 11.7 分洪隧道過河段工程佈置圖



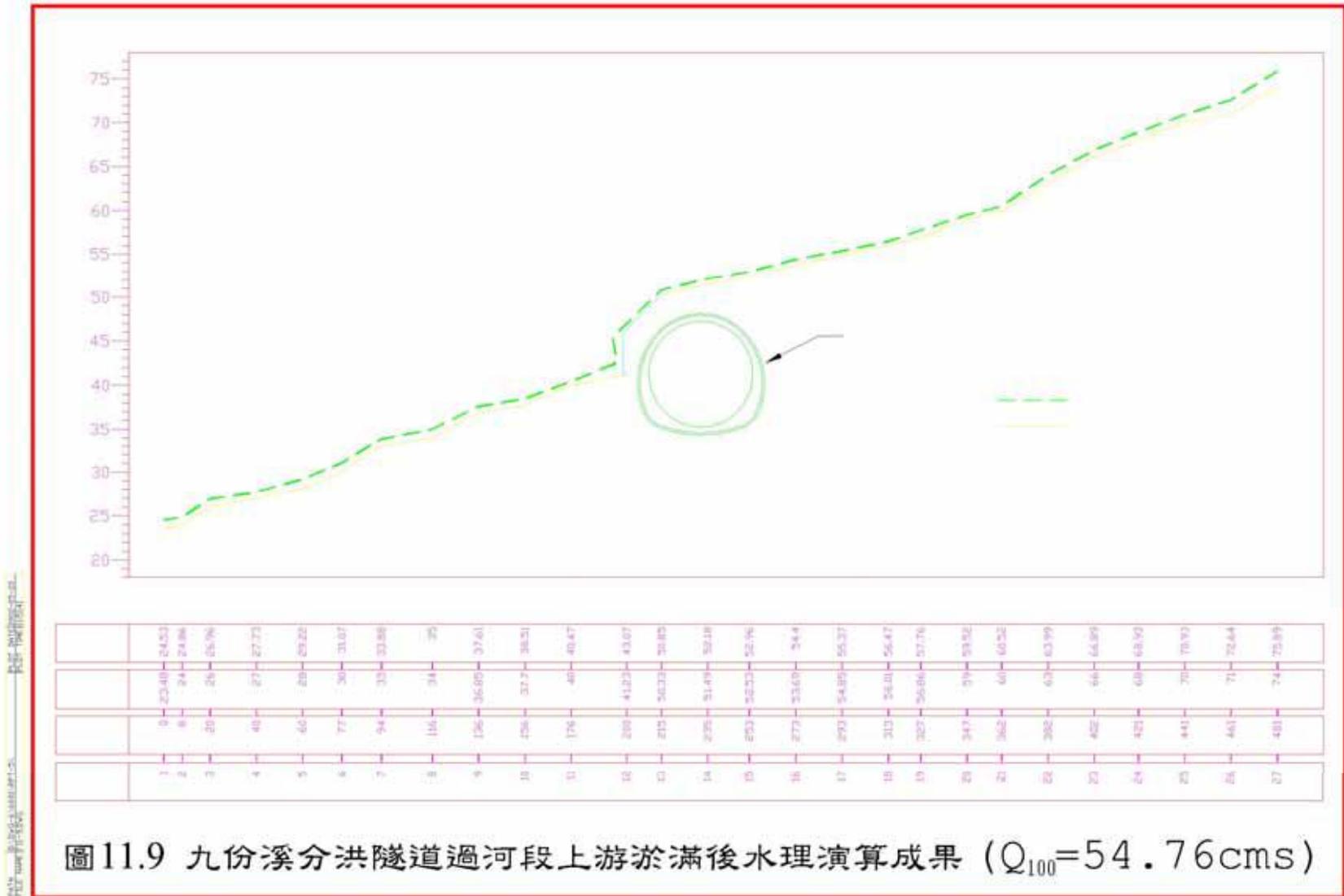


圖11.9 九份溪分洪隧道過河段上游淤滿後水理演算成果 (Q₁₀₀=54.76cms)

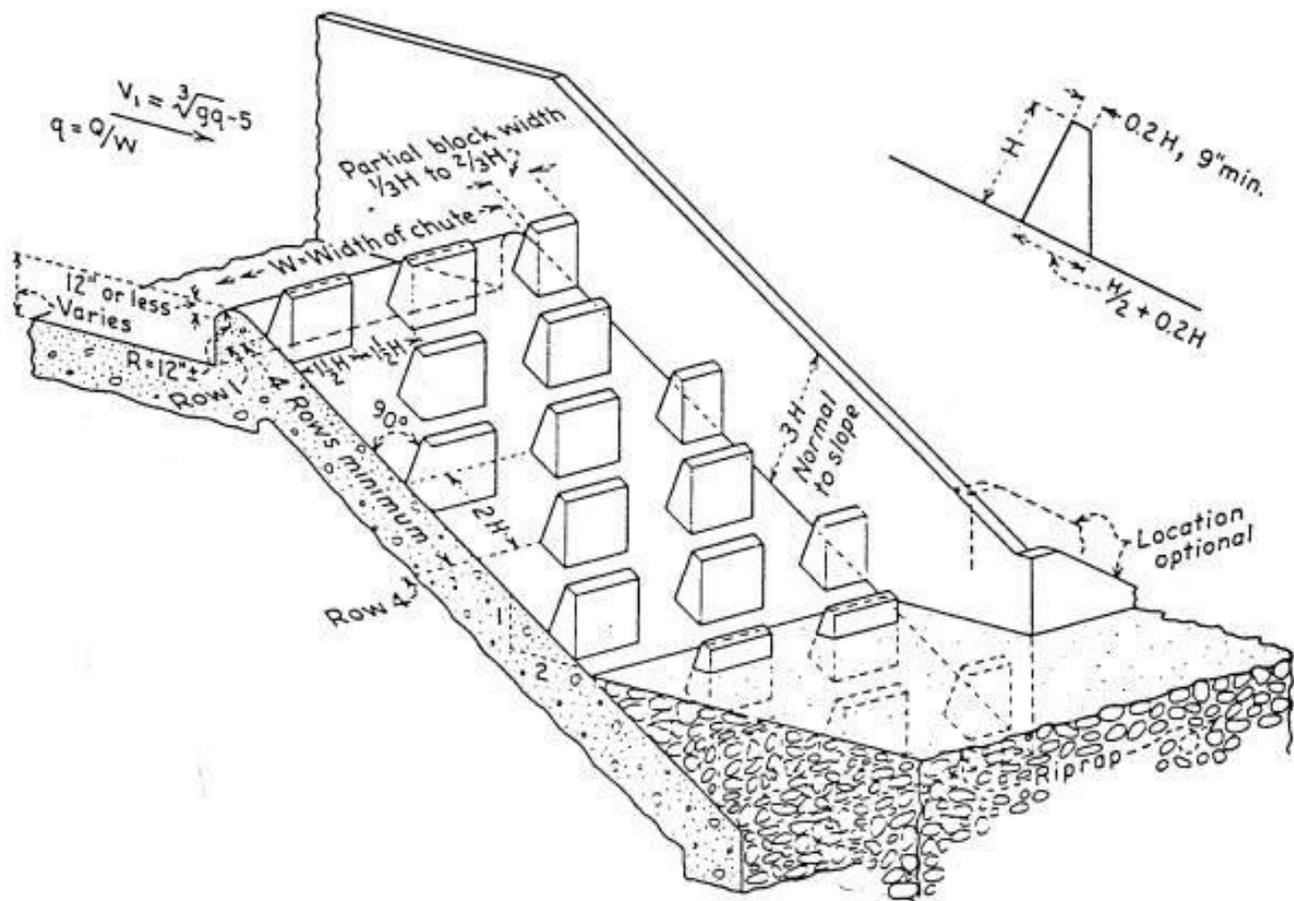


圖 11.10 Baffle Chute Spillway 示意圖

資料來源：”DESIGN OF SMALL DAMS”

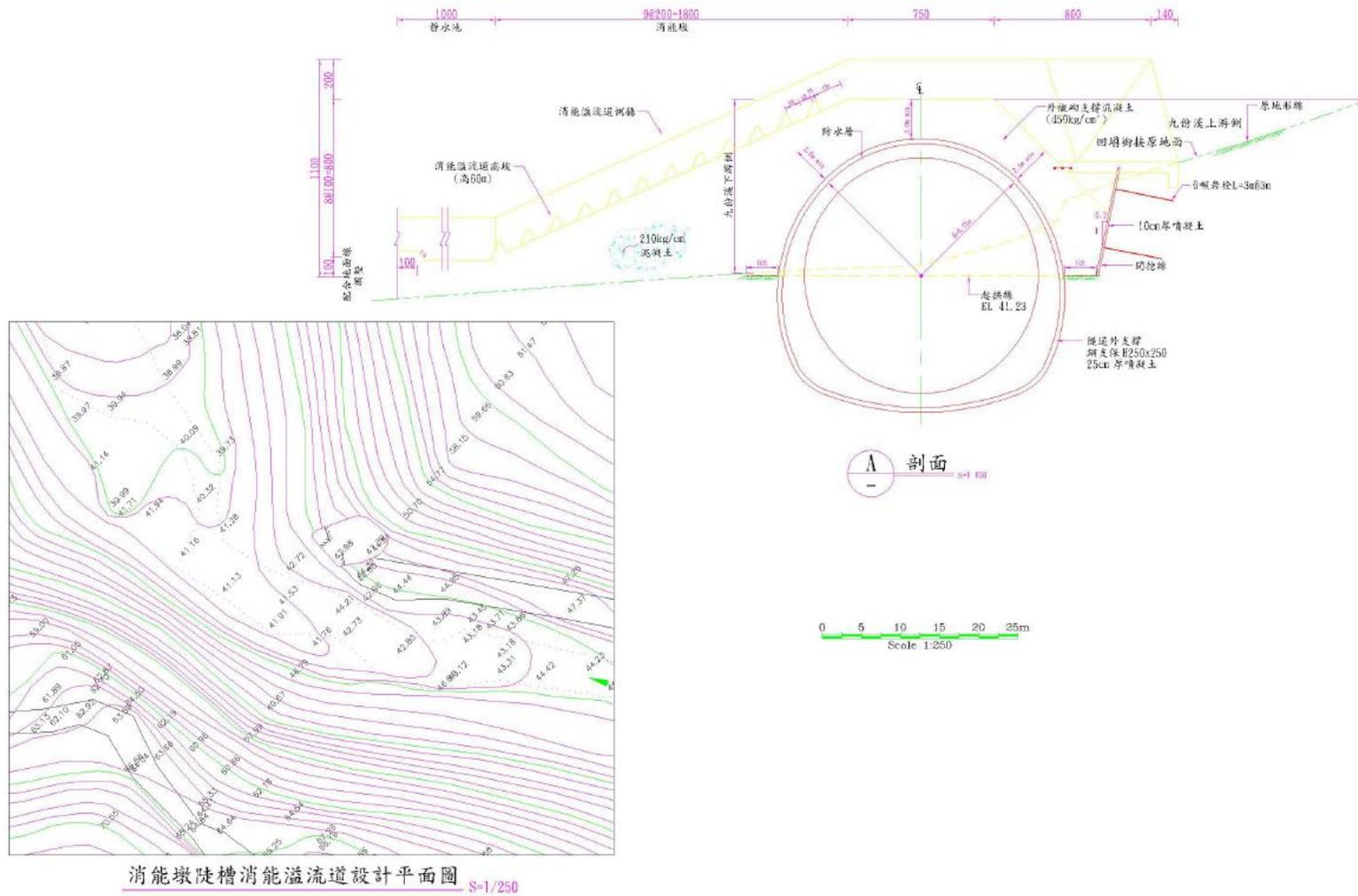
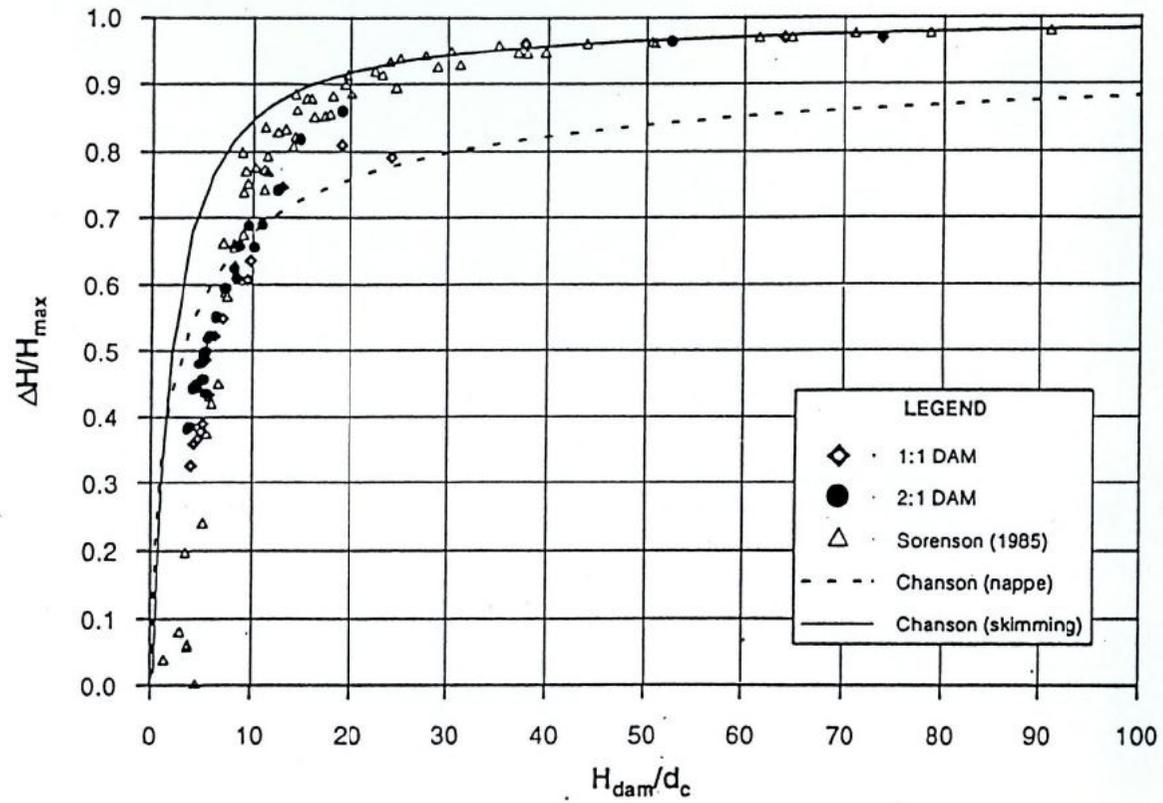


圖11.11 九份溪過河段消能墩陡槽佈置圖



資料來源."JOURNAL OF HYDRAULIC RESEARCH, VOL. 33, 1995,NO. 1"

圖 11.12 Energy Dissipation for both Nappe and Skimming Flow Regimes

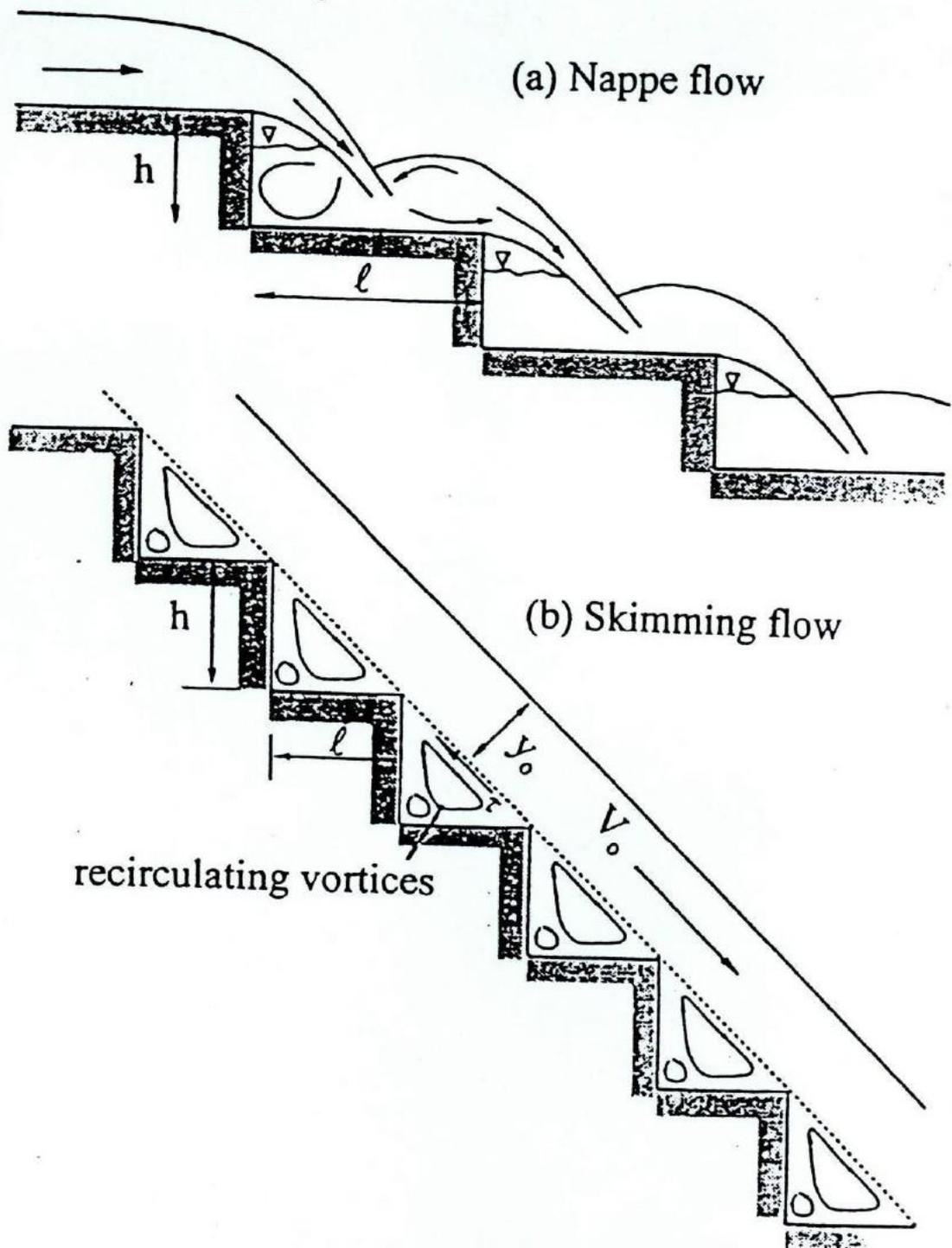


圖 11.13 水流經小階梯溢洪道示意圖

圖 11.14 九份溪過河段小階梯式消能溢流道佈置圖

第十二章 環境綠化工程及景觀設計

12.1 工程規劃範圍

本計畫之規劃範圍如圖 12.1 所示，於瑞芳鎮瑞柑新村的基隆河上游施築攔河堰，將洪水導入直徑 12m 的分洪隧道排入瑞濱外海。並在防洪需求為前提下，提供景觀休憩處，引導民眾親近了解水環境之空間及設施。

12.2 綠化工程規劃設計

一、周邊植生環境調查

本區之植被分布，主要受東北季風、開礦及土壤質地影響，且多為迎風面，區域內可見陡峭的海岸、緩坡或平坦的岩岸、沙灘等各式各樣的地形外貌，地形頗多變化，加上本區域的氣候提供了各種型式的植物生長環境。整體而言，本區域植物生長環境可區分為兩大類，即海岸及低海拔山地，再隨其所呈現各種的現地實際生長狀況可分為三大植物群落如表 12.1 所示，說明如下：

(一)濱海岩岸植物群

主要由岩石所構成，淺薄之土壤加上海風鹽霧之吹襲，植物之生長條件極差，只有少數草本植物能夠生存，主要的植物有濱排草、脈耳草、濱黃野菊、石板菜、防葵、百金、桔梗蘭、野百合、射干、麥門冬、天門冬、傅氏鳳尾蕨及闊片烏蕨等。

(二)高草地、灌草地及灌叢

山坡地帶的植被主要為高草地，植物以五節芒、懸勾子、姑婆芋、月桃、雙面刺、菝契、三葉五加等，部份地區散佈著灌木或喬木類植物的幼樹，形成灌草地，或聚集成較大面積的灌叢，主要植物種類有稜果榕、木槿、沙朴、樹杞、烏榕、小葉桑、灰木、牛奶榕、台灣胡頹子、柃木、錫蘭饅頭果、魯花樹、山葡萄等。



(三)海崖陡壁之植物群落

海岸陡壁主要由岩石構成，無土壤堆積且經常承受海風鹽霧吹襲，僅少數植物可生長其上，可見生長之植物則有台灣蘆竹、闊片烏蕨、石板、山欖、林投、草海桐等，但高度約僅一公尺左右，其他尚可見之植物有桔梗蘭、射干、麥門冬和爬藤植物之風藤、拎壁龍、薜荔等。

由現地的植被分析，得知可以適應地環境氣候的植物種類，可以做為日後植栽選取的依據。

二、植栽樹種之選擇

(一)植栽選擇原則

背景植栽應選用本計畫區潛在植被樹種或原有林相中生長狀況良好的樹種，以維護生態平衡。點景樹種應選取本地植物中樹型優美、生長快速之樹種，可以以生態綠化的原則及手法進行，並多利用台灣鄉土樹種為原則。

植栽選擇原則首要為考慮計畫區域內環境生態的協調性，其次再求綠美化的效果。非本土植物在採用時，應注意與本計畫中之景觀相互配合並考量日後維護管理上的便利性。海濱第一線的植栽選用，需經過植栽性的調查與分析，並配合現地的生長環境的調查，於其他的區域內則以景觀美化的原則為優先考量。

(二)原生植物栽植

外來種植物雖可帶來較為美觀的視覺感受但對於當地生態環境部份因其適應力弱容易生病蟲害，部分卻因天敵的缺乏而導致不正常的大量繁衍，造成無可彌補的生態浩劫；因此為強調地區性特色，並提供最自然的生存環境，建議在植栽的選擇上以原生植物優先，藉由其對當地環境的長久適應力，減低管理頻率，並可重現當地景觀。

(三)栽植食餌植物

針對鄰近區域的野生鳥類及蝶類等昆蟲調查資料，依據其生態習性，提供適當的食餌植物，由改善棲息環境品質，吸引

動物，塑造人與自然共存的生態公園。

三、植栽種類、分布與密度設計

(一)植栽種類

本計畫區之選取植栽，依據植栽選取原則，選取適地適種的種類，於入口處及土資場部份應考量現場環境選取適合本計畫區之植栽如表 12.2 所示。濱海第一線的綠化運用植物，建議以灌木及地被植物不同類型加以運用。

(二)分布與密度設計

1.生態式複層植栽

自然界經常需耗時甚久方可達致極盛相的樹林，而藉由人工方式，以生態手法造林，不僅可於短時間內達到穩定的生態系，亦可達成景觀上的美學要求，且因其多樣化的棲地環境養成，提供野生動植物棲息環境，使自然生機重現。



- (1)在臨海面處，建議每以交互種植方式栽植灌木群植物，栽植種類將以植物本生之耐性為考量，所以將不採用受風面較大的喬木類，而以耐性較強受風面積較小，又能兼具美觀的灌木類植物為考量。
- (2)在遊憩景觀林帶建議以複式栽種植物。
- (3)在入口景觀林帶建議以列植方式栽植。

12.3 景觀設計

一、基地附近遊憩景觀資源分析

(一) 遊憩資源分類

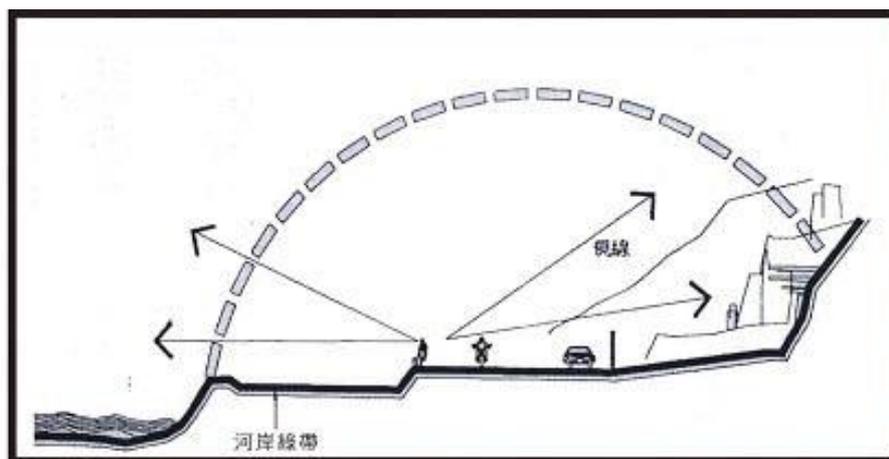
所謂景觀遊憩資源乃指土地、水域等組成之自然資源及人文歷史組成之人文資源，除了具景觀價值外，另具科學、生態、文化上之價值。根據此定義將計畫區之資源分為自然資源及人文資源兩大類，示如表 12.3。

(二) 鄰近遊憩資源整合分析

本計畫附近之鄰近遊憩系統包括海岸型之東北角系統及北海岸系統、文化及河域觀光型之平溪線鐵道系統，此些系統與本計畫區相鄰並有交通路線可串連，其在資源上具有互補或競爭之性質，其詳細關係如表 12.4 所示。

二、基地資源及需求分析

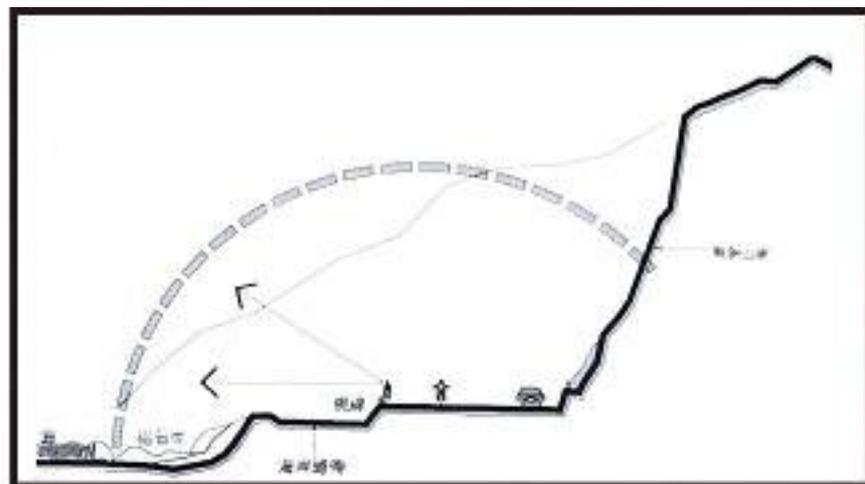
本計畫區之基地內景觀大多為依山傍海，自然景觀以海岸地質(海蝕平台、海景、陰陽海)為主，人文聚落則以漁港、廢鐵道、廢廠址及廢車站為較具特色的風貌，概況如下圖：



U型河岸型地貌--主體景觀有許多小山脈及內凹谷地及河岸組成,視覺焦點河岸及山凹處



位瑞柑新村旁之員山分洪道計畫起始點



L型海岸型地貌--主體景觀由基隆山及海灣沿岸組成,視覺焦點在海岸處



員山分洪道出海口--東海一景



位於北部濱海公路之環山景色

由於傳播媒體對鄰近聚落的宣傳，加上本計畫區位於北部重要遊憩系統中的主要通道，使得本計畫區中遊客過往的數量明顯增加，特別是假日時大量遊客湧入，造就另一股生機。

(一)遊客來源

本計畫區鄰近台北都會、基隆、宜蘭，因此此三處為遊客主要來源，遊客前來主要是藉由本計畫區，前往鄰近的傳統聚落（九份、金瓜石）、東北角風景特定區或北海岸風景區。由此可知遊客的來源以過渡形式，本計畫區並非目的型之休閒遊憩區域。

1.停留時間

根據現場調查及訪談居民，遊客停留的時間多在半日之內，除了從事漁釣活動的遊客會停留較久，大多為隨意停車而駐足賞景的居多，同時此區域內並無留宿之條件，未來旅遊應趨向中途休憩型式。

2.交通工具

進入本計畫區之民眾或遊客，以自用車為主。

3.活動

前往本計畫區遊客所從事的活動依次為中途休息、觀賞風景、登山健行及攝影等，而如何強化本區之資源特色，以提供遊客活動為重要課題。

三、景觀點的主題研擬

一個計畫區執行土地開發、遊憩利用、景觀改善，美化設計時，均需要對於執行範圍進行潛力與限制因子的評估與分析，以確立合理的開發模式，方能提供良好的旅遊品質與遊憩體驗；根據上述對本計畫區之分析，可在未來遊憩發展中進行可行性探討，而其發展潛力與限制之討論如下：

(一)發展潛力研擬

- 1.本區擁有豐富之海蝕地形及自然景觀資源，除了特有的東北角地質及地形外，依山傍水的風光景緻更是迷人。
- 2.本區之道路景觀及暫留的休憩點，提供了結合東北角及北海岸整體觀光遊憩動線，以形成完整觀光系統，使北部國民旅遊系統更完整化。

(二)限制因子評估與分析

- 1.道路景觀的元素與鄰近的遊憩點相近，無法突顯出自有的景觀特色。
- 2.沿線之道路車速快且腹地小，可供規劃為景點之處所不多。
- 3.氣候因素不利一般植栽之生長及美化。

四、發展目標

(一)發展原則

1.引入旅遊觀光、平衡地方發展

計畫區自從煉礦停止後，人口逐漸流失，惟有發展觀光旅遊，才能為地區注入新的生機，而本計畫期待導入旅遊活動後，不會對當地聚落居民生活及自然環境產生嚴重與不良衝擊如何尋求其中之平衡點將是最重要的原則。



2.加強地方自然與人文特質

計畫區之礦業歷史相關之鐵道、煉銅廠等之人文歷史資源，加上所擁有的自然特質，相當具有地方持





色，適當利用此資源，亦是發展觀光不可取代之優越條件，因此將這些特色加強為主要的規劃原則及手法。

3.發展由點而串連全區之導覽系統

由於本計畫區屬一長條狀範圍，不宜全區段進行規劃設計，而應採用中心據點式的發展模式，並規劃出不同特色的遊憩點，利用遊憩活動的串連來達到全面的導覽系統。



4.使觀光經驗成為學習與特殊經驗累積

本計畫所期待的旅遊行動並不僅是觀光行為，亦冀望具有積極學習與反省之效果，使民眾可以在本計畫區中體驗產業與歷史的知性旅遊。

(二)發展重點

1.自然資源與景觀保育

對於開發或活動導入，宜謹慎處理，可將其劃分為各種區域，便可將其擁有之豐富自然與景觀資源加以保存。

2.公共設施導入與解說系統之建立

由前述之分析發現，計畫區雖有豐富之資源潛力，但其公共設不足與品質不佳，為發展上的缺點，因此導入一些如停車場、解說牌、眺望亭等公共設施，為基地發展之重要基本建設。

此外本區內之解說導覽系統之建立亦是必需的，如此便可以使遊客自導式於計畫區內導覽每一項資源據點遊覽，並配合解說設施達到其解說教育的目標。

3.計畫區內遊憩資源及歷史遺跡充分利用

以主要的聚落及遊憩據點為遊憩核心，將人文遊憩資源與周邊之自然遊憩資源，串成以聚落據點為系統之導覽，以

使各項資源得以發揮應用。

4.道路景觀系統規劃

沿線風景秀麗，依初步構想而言，乃計畫進行道路景觀整體地標及意象美化建設，以使計畫區的景觀得以突顯出來。

(三)發展目標

一般景觀規劃均以造景為主，輔以景觀資源利用、遊憩機能之確立、空間機能之利用及改善。景觀規劃設計將配合現有環境以提供較佳之解說教育模式，便於寓教於樂，因此，本計畫除分洪功能外，更加入景觀美質、環境及文化資產之機能。在此原則下景觀發展目標為：

發揮濱海公路一帶之遊憩據點特色，配合整體系統帶，形成一主要觀光重點。

1.針對不同客層，滿足其遊憩需求。

(1)針對區域性民眾—進入中途休憩站。

- a.彈性而可提供多元化、多樣化的知性活動。
- b.全家性、親子共同參與的解說活動或空間設計。
- c.不同性質的空間提供—自然的、寧靜的、運動性的、教育性。
- d.遊憩活動的滿足—自由參與、花費少。

(2)針對外來遊客—以遊憩為主。

- a.遊憩活動的滿足—自由參與、花費少。
- b.不同於他處的所見所聞。
- c.特殊的遊憩體驗機會及人文洗禮。

1.配合東北角及北海岸一帶遊憩資源成為豐富的觀光帶。

2.資源特色的發揮，提供遊客體驗人文、地質地貌等遊憩多樣化之機會。



3.土地利用同時考量環境保育，利用分區、限量觀念使資源能永續利用。

(四)規劃準則

1.整體規劃原則

- (1)植栽設計應考量其機能及配合當地特色。
- (2)各土地分區之設計原則相同外，細部設計時，須表現出各自特色。
- (3)各分區入口意象塑造以雕塑、牌坊設施，並配合植栽美化以加強效果。
- (4)考量開發經費及其環境特質，開發利用宜作點狀性的部份開發，據點式的發展。
- (5)地區性的指標系統建立，使遊客進入本計畫區可以一目了然的進行觀光遊憩活動。
- (6)開發利用必須考量原有環境之保育。
- (7)提供遊客使用停車場，減少路邊停車的車輛，增加行車的安全。



2.公園綠地空間

- (1)避免活動使用上的重複。
- (2)考量與整體環境(區位、居民的收入居民的人口密度...)的配合度。
- (3)提供較多種類的活動場所。
- (4)應與周遭環境的動線系統相互配合。



緣石必須能明確的界定道路系統



公眾使用之樓梯傾斜度不可超過

-
- (5) 考量社交的公共空間與安全約休憩私密空間的留設。
 - (6) 要規劃便利大眾的設施，以增加公園的使用率及使用時間。
 - (7) 注意各活動使用與自然(半自然)地區的協調。
 - (8) 納入民眾的建議與需求，以凝結民眾的環境文化共識。
 - (9) 提出環境教育系統，讓鄰里公園也可以成為最好的環境學習資訊站。
 - (10) 成為一處凝聚地方意識，交流地方事務的最佳場所。
 - (11) 儘量避免大規模的開發整地，維持地方性生態、環境上的諧和。

3. 園路及鋪面設計原則

- (1) 配合各種不同使用分區及地形特色予以規劃。
- (2) 步道與車道兩者之間應利用高程變化、不同的鋪面材料及植栽分道適當的界定。
- (3) 應在交叉路上設立清楚易見的指標。
- (4) 通道或人行道之邊緣以不同材料或顏色強調之。
- (5) 顧及使用計畫與空間個性，針對使用計畫及鋪面材料的特性，選用適當的鋪面。
- (6) 鋪面材料之選取應考慮其透水性，減少地表逕流量。
- (7) 選擇鋪面式樣，應融合其它設計元素，包括相鄰步道、建築物、植物，燈光與綠籬。
- (8) 理想的園路路線，能提供遊客最佳的視野。
- (9) 園路應配置於穩定的土壤層上。

五、景觀規劃設計

(一) 整體規劃構想(詳圖 12.2 所示)

1. 推動河域環境教育

對於河川環境元素與水利工程的互動關係，推動全民環



境，帶動一般民眾對河川治理與日常生活關連的興趣與認識。

2.發展親水活動空間

考量部分河段現況及特色，並整合周邊遊憩活動資源外，發展具地域特色與人文趣味的親水空間體驗序列。

3.自然環境美化

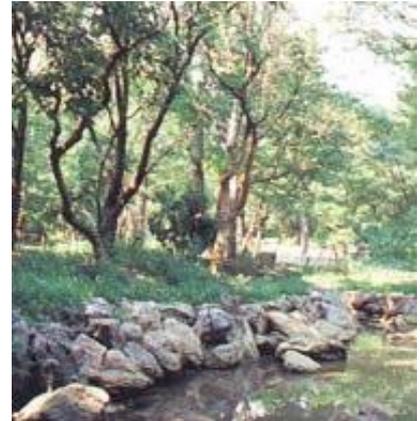
除了針對工程上所需整治部份，以綠美化加強外，更利用觀景、觀海之優點特性，為遊客及當地提供一個賞景兼健身的好去處。

4.自然永續

以取之自然必回歸自然的理念，進行環境綠化復育工程，儘可能的避免不必要的破壞，以確保大自然成本之耗損。

(二)重點規劃設計

計畫區雖有豐富之資源潛力，但其公共設施不足與品質不佳，為發展上的缺點，因此導入一些如管理服務中心、停車場、解說牌、眺望涼亭等等公共設施，為基地發展之重要基本建設。



本案分二部分，分述如下：

1.生態親水教育景觀設施(詳圖 12.3~12.5 所示)

本區除了分洪工程外，並配合週邊景觀加以美化。包括親水區、景觀區、休憩空間等等。除了讓人們有近一步親近水，甚至設置一管理中心，以闡述分洪工程的意義及展示為主，希冀藉此達到教育之目的。

2.休閒賞景設施(詳圖 12.6~12.11)

利用當地特殊海岸地形進行景觀設計予以綠美化，除了有紀念性並兼具良好之休憩景點。設計重點包括休憩涼亭、眺望平台、賞景台、紀念性指標及植栽綠美化等等。

12.4 土資場綠美化工程

良好的觀海視野及因工程因素而具獨特的坡度之長梯，都具其規劃設計所需考量的重點，以不破壞自然環境的方式著手，各項設施皆以天然的材質做為考量。植栽方面多將植入原生品種為第一考慮，作為本區規劃之重點。

景觀設計構想如圖 12.12~圖 12.17，說明如下：

一、入口廣場意象—以水的意象，柔和的造型牆面引導出與山水親近感。

二、好漢坡梯—利用工程因素的極高落差，特意塑造出好漢的意象型式。



三、休憩平台及涼亭—在經過好漢坡木階梯之路徑當中適時設置休憩平台及涼亭，提供了觀景者一個貼心的空間。

四、停車場綠美化—人行道鋪面的變化，及矮樹籬做為人與車之的安全屏障。

五、廣場入口意象—除停車空間的綠美化工程外，更加入小廣場區別人與車的各別空間。



六、高點觀海涼亭—一個無視野阻礙的觀景空間，適當的填土丘工程及植上草皮，讓原本較無起伏樂趣的路徑，更是增添除觀海功能外的一份感觸。





12.5 九份溪綠美化工程

圖 12.18 為九份溪綠化平面配置圖。植栽應選用本計畫區潛在植被樹種或原有林相中生長狀況良好的樹種，以維護生態平衡、生長快速之樹種，可以以生態綠化的原則及手法進行，並多利用本土鄉土樹種為原則。

表 12.1 植物群落與植物種分佈表

	植物群落分佈				
	濱海岩岸	高草地	灌草地	灌叢	海崖陡壁
喬木		筆筒樹		稜果榕 木槿 沙朴 樹杞 島榕 小葉桑 灰木 牛奶榕 台灣胡頹子 木 錫蘭饅頭果 魯花樹	山欖
灌木	防葵 射干	姑婆芋 月桃 雙面刺 菝契 三葉五加	青芋麻		林投 草海桐 射干
地被	濱排草 脈耳草 濱黃野菊 石板菜 百金 桔梗蘭 野百合 麥門冬 天門冬 傅氏鳳尾蕨 闊片烏蕨	五節芒 懸勾子			台灣蘆竹 闊片烏蕨 桔梗蘭 麥門冬
爬藤				山葡萄	風藤 拎壁龍 薜荔



表 12.2 植栽建議一覽表

類型	植物種類
喬木	大葉山欖、台灣海棗、黃槿、海桐、白水木、欖仁、海檬果、水黃皮、瓊崖海棠、台灣海桐
灌木	馬纓丹、草海桐、林投、刺裸實、文珠蘭、瓊麻、蔓荊、苦檻盤、黃金榕、海綠
地被	單花蟛蜞菊、雙花蟛蜞菊、天人菊、濱刀豆、馬鞍藤、水芫花

表 12.3 遊憩資源特性分類

	分類	細項內容
	自然資源	地形地質
水體		河川河口、海灣奇景
植物		草原、海灣奇景
動物		鳥類
氣象		四季變換
人文資源	文化遺跡	煉礦設施、廠房、鐵道車站、纜車
	廟宇碑文	寺廟、紀念碑、特殊文化
	聚落風貌	特色建築物、鐵路車站、眺景點亭台、漁港

表 12.4 鄰近遊憩資源關係一覽表

	東北角系統	平溪線鐵道系統	北海岸系統
遊憩資源	<ul style="list-style-type: none"> ■ 地質地形 ■ 海減資源 ■ 視覺景觀 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 地質地形 ■ 河域景觀 ■ 文化資產 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 地質地形 ■ 海岸景觀
系統主題	<ul style="list-style-type: none"> ■ 活動基地、室內休閒運動、海水浴場、公園、戶外夜生活 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 休閒渡假村 ■ 登山健行 ■ 遊賞瀑布 ■ 元宵放天燈 ■ 礦業聚落中心 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 遊艇型渡假區 ■ 專業海域活動 ■ 海岸公園 ■ 海水浴場 ■ 古步道健行
相連道路	<ul style="list-style-type: none"> ■ 濱海公路 ■ 102 甲縣道 ■ 102 縣道 ■ 宜蘭縣鐵路 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 平溪線鐵路 ■ 106 縣道 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 濱海公路 ■ 102 縣道 ■ 宜蘭接基隆鐵路
關係	<ul style="list-style-type: none"> ■ 可連成一系統 ■ 資源競爭 ■ 可再整合 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 可連成一系統資源互補 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 可連成一系統 ■ 資源競爭 ■ 可再整合

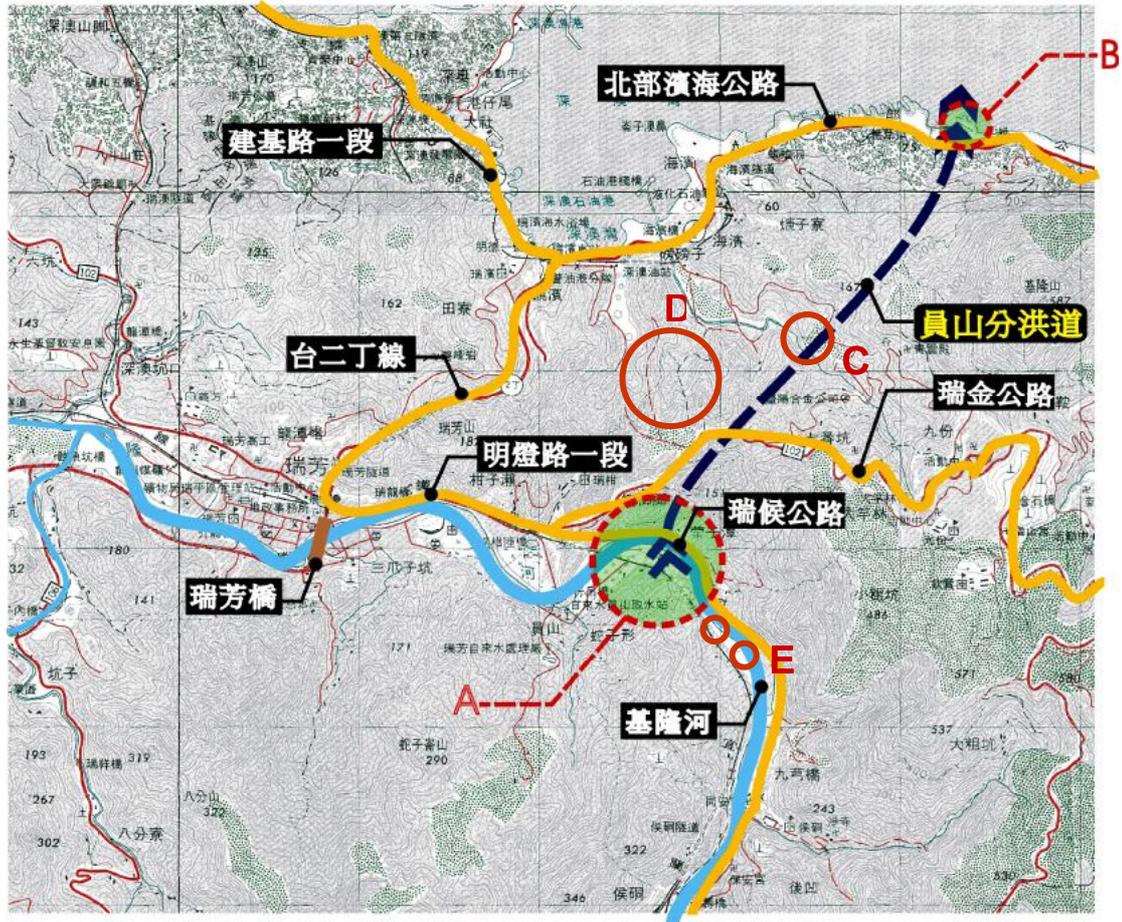


圖 12.1 工程規劃範圍圖

- A:進水結構
- B:出水結構
- C:隧道九份溪過河段
- D:土資場
- E:防砂壩

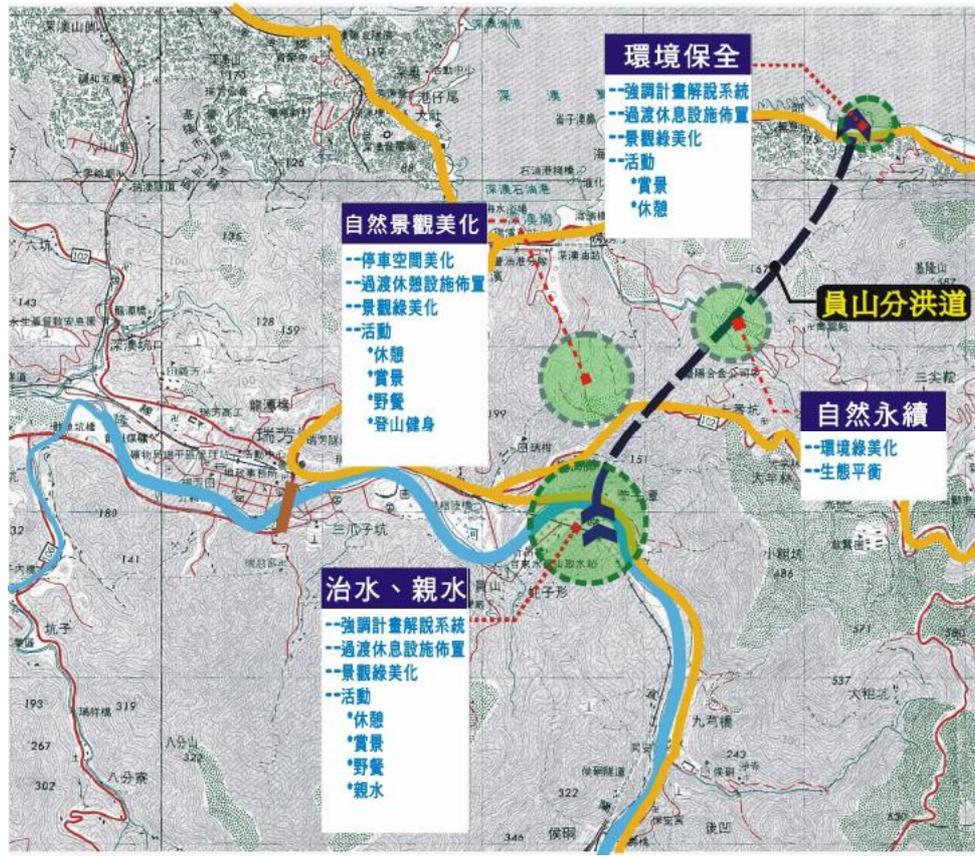


圖 12.2 整體規劃構想圖

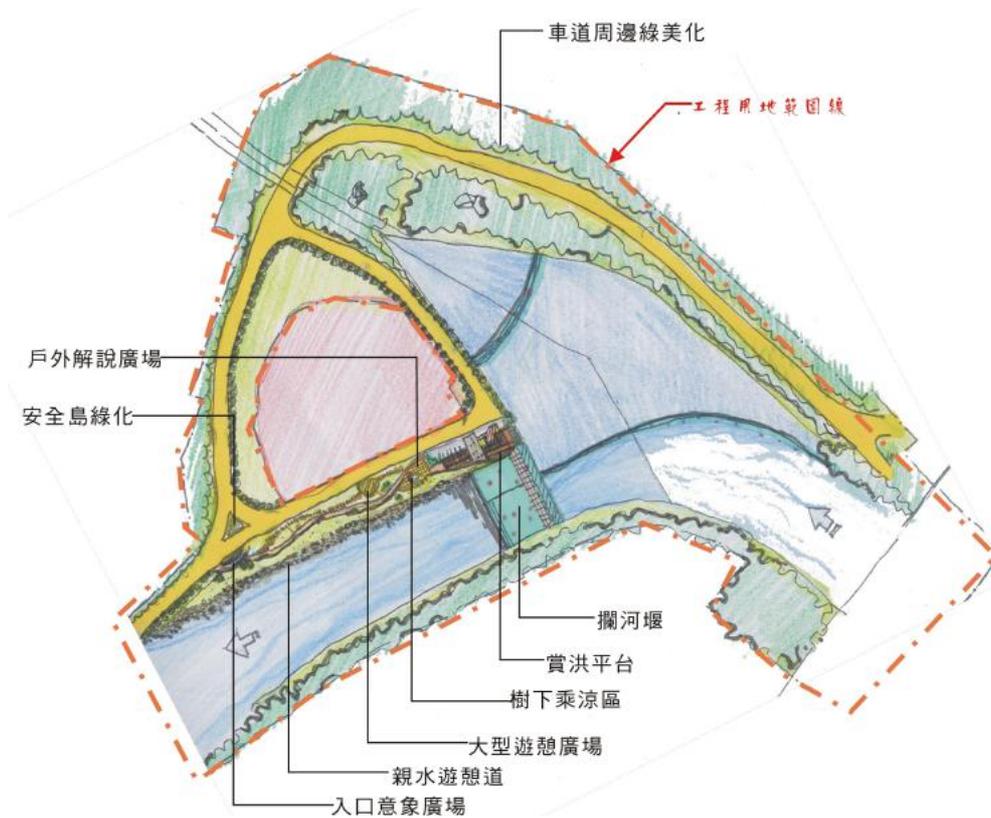


圖 12.3 進水口全區平面配置圖



觀景平台示意圖

圖 12.4 管理中心透視示意圖



管理服務中心透視示意圖

圖 12.5 觀景平台示意圖

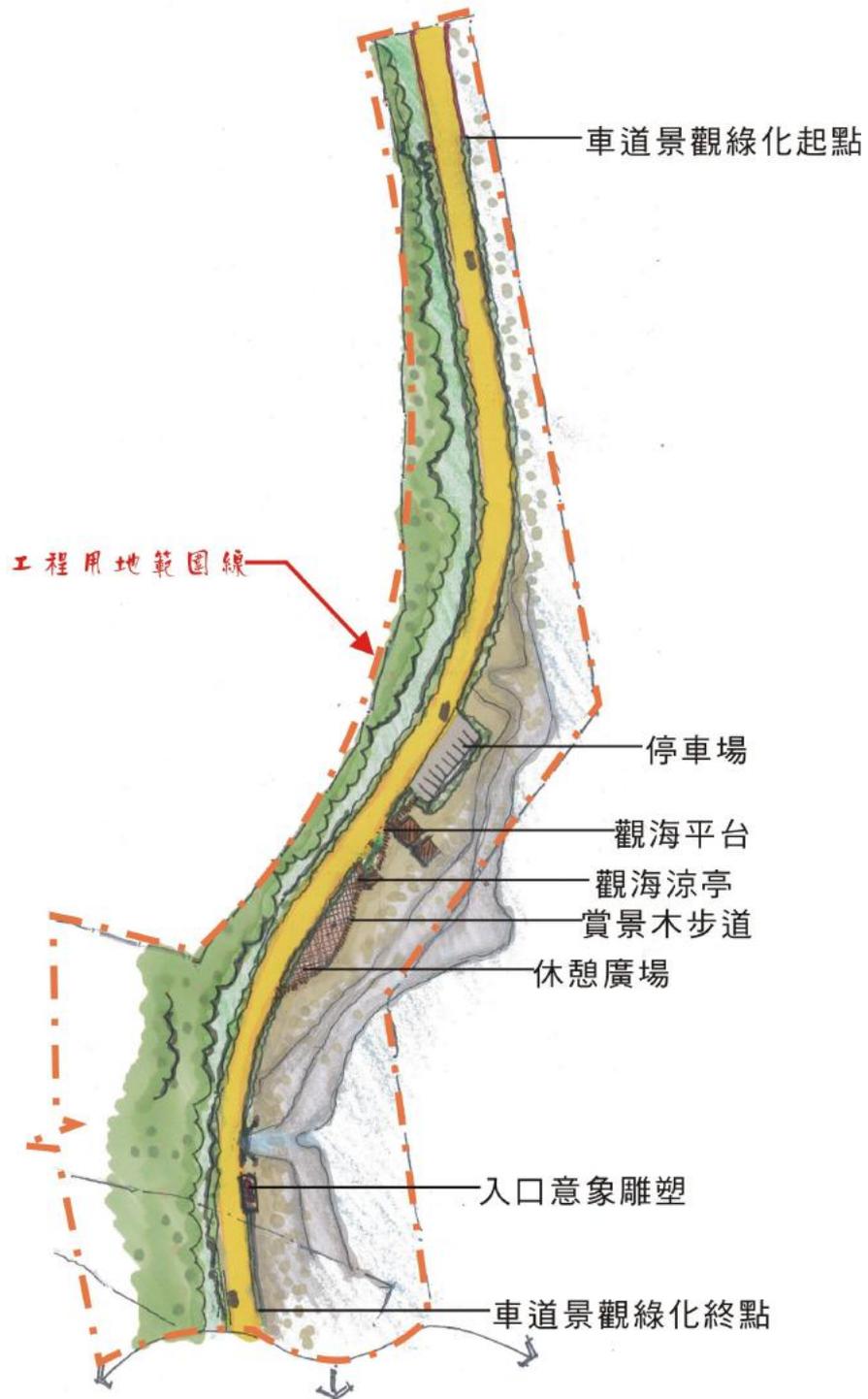


圖 12.6 分洪出海口處平面配置圖(1/2)

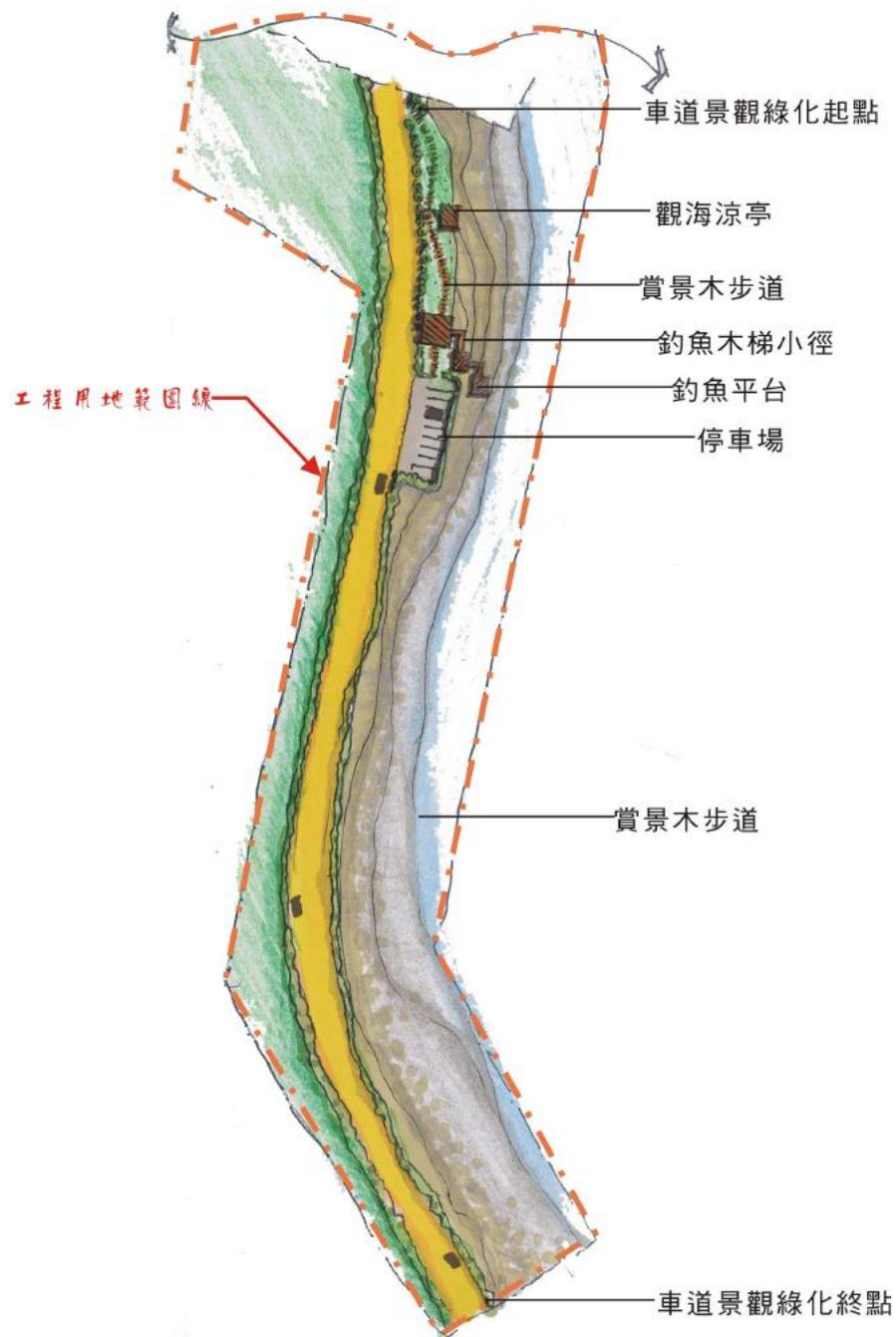
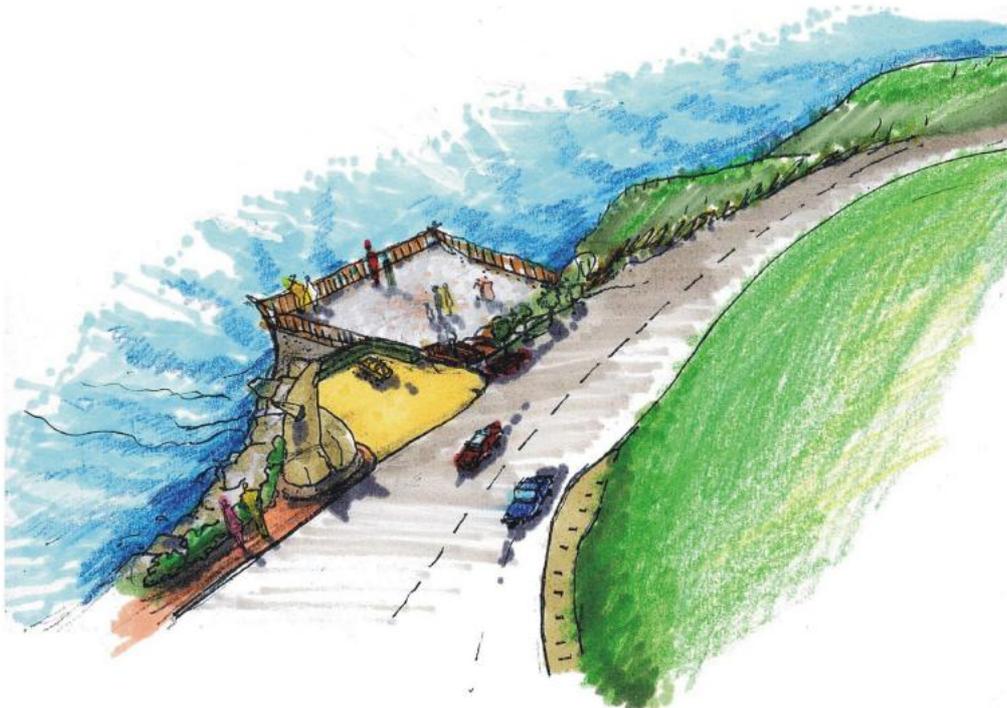


圖 12.7 分洪出海口處平面配置圖(2/2)



休閒賞景磯釣區入口意象示意圖

圖 12.8 休閒賞景區入口意象示意圖



休閒賞景磯釣區平台示意圖

圖 12.9 休閒賞景區平台示意圖



圖 12.10 觀海涼亭示意圖



休閒賞景磯釣區停車場示意圖

圖 12.11 出海口停車場示意圖

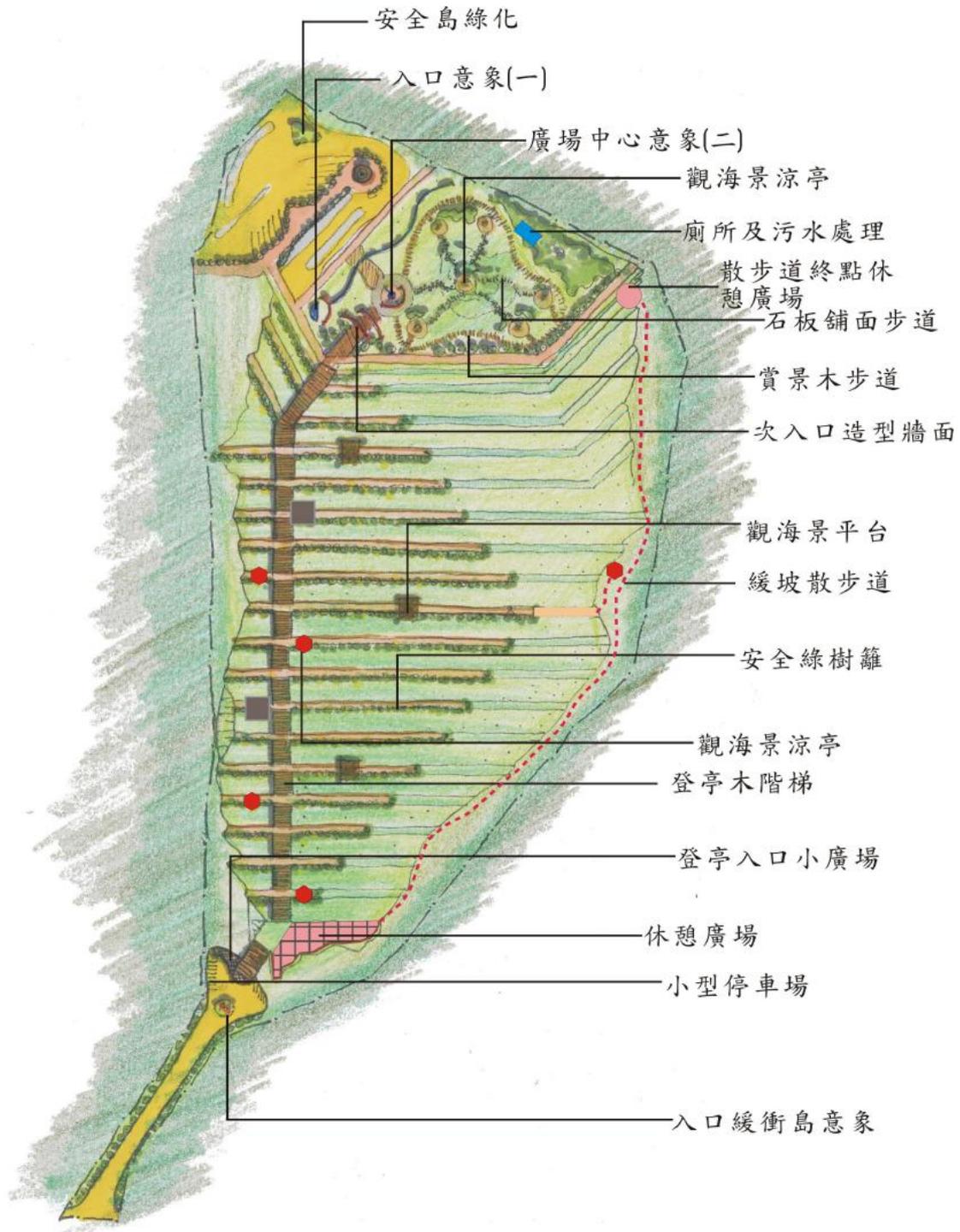


圖 12.12 土資場美化區平面配置圖

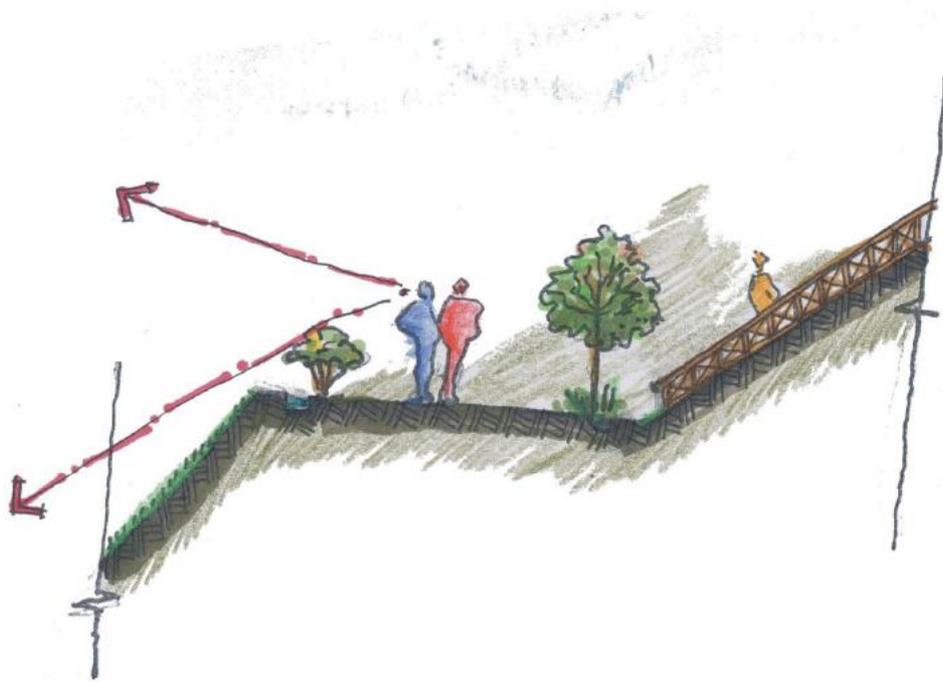


圖 12.13 土資場登亭步道示意圖



圖 12.14 觀海木平台示意圖



圖 12.15 小丘賞海亭示意圖

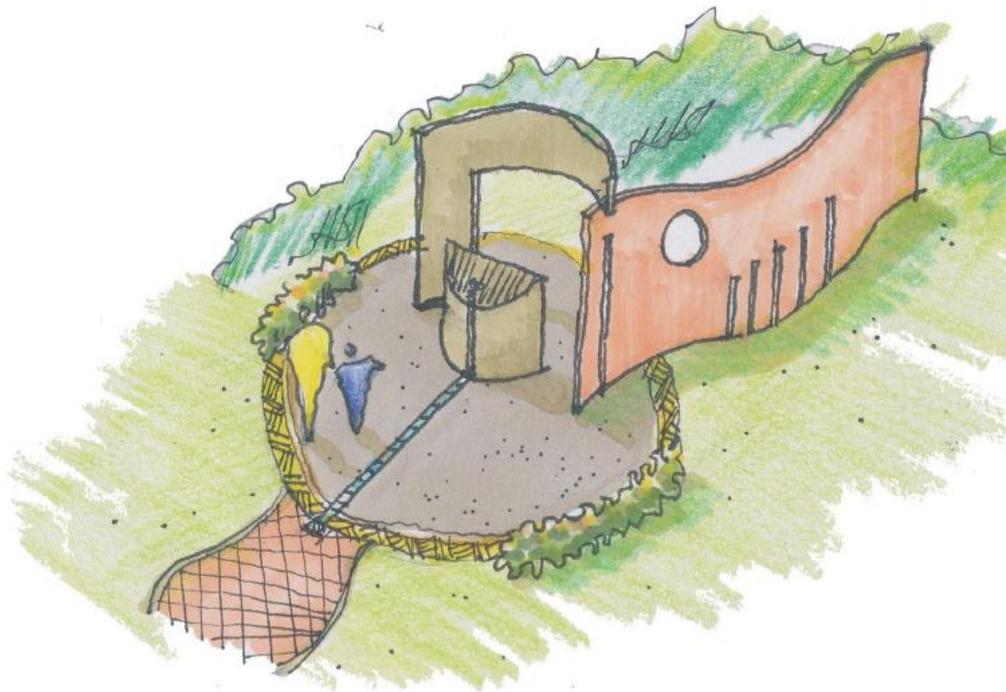


圖 12.16 土資場入口意象廣場示意圖



圖 12.17 土資場停車場示意圖

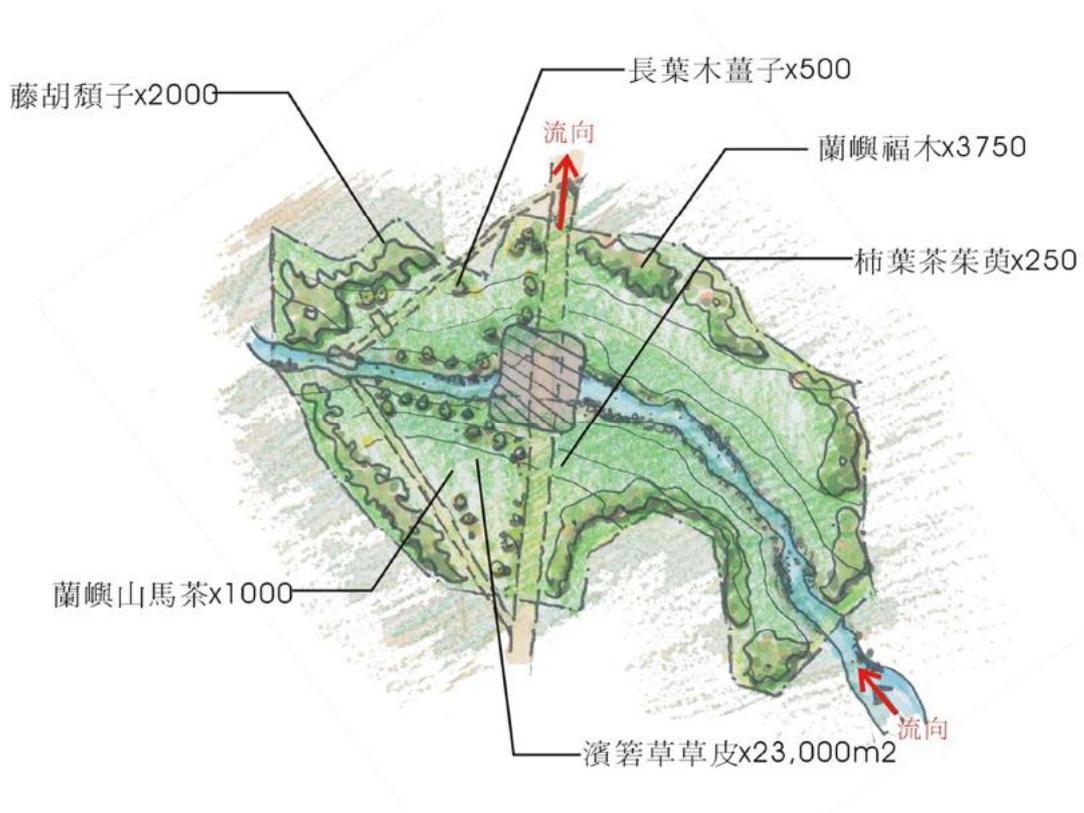


圖 12.18 九份溪綠化平面配置圖

第十三章 監控系統規劃設計

13.1 監控系統範圍之確定

本監控系統規劃設計之目的係為統合整體系統之操作功能，將本計畫中之所有機電設備集中監視與控制以精簡操作分工，發揮系統之最大效益。除供應優良穩定之操作電源系統以外，將在分洪結構相關位置設置水位計及閉路電視偵測系統，使操作人員於管理中心便能依水位、水量變化操作相關設備，並藉以應變做緊急通報或洩洪警報，為符合上述功能所需系統應包含以下幾項：

一、資料收集系統

將本計畫所需之水位、流量、機器設備操作資訊作數位處理後送入管理中心電腦系統及經濟部水利署第十河川局防洪指揮中心。

二、資料處理系統

將所蒐集之資訊及以往歷史資料作演算、加工、編輯，並綜理其他系統裝置需求，作必要之資料加工處理，並產生自動控制功能。

三、顯示、紀錄系統

將資料處理系統加工及編輯的資料，經由各種資訊顯示方式提供給管理者，並且編製報表及各類表單，期能容易掌握整體狀況。

四、檔案傳送整理系統

現場監控所得資訊必須上傳至第十河川局防洪指揮中心，並接收其緊急調度指令，為此目的現場資訊之包裝、彙整、定時傳送，使資料庫能即時無誤送達。



本監控系統之核心資料處理系統，建議採用小型而高度處理能力，已商業化可連續運轉之數位電腦化系統。人機介面採用工業級工作站電腦，現場資訊控制器採用資料收集器（Data Logger）或可程式控制器（PLC）；在管理中心對各種資料之顯示進行監控時，其顯示裝置有下列幾項：

- (一) 工作站畫面顯示螢幕。
- (二) 監控照景盤。
- (三) 印表機之列印報表。

本系統之顯示裝置，使用電腦顯示圖控畫面之動態變化來監控，同時將設備操作狀態、超過警戒水位等狀況發生時，即由監控照景盤來監控。此外並在重要位置裝置閉路電視攝影機作實際現況監視。

本系統平時應為電腦自動化控制系統，電腦可依實際狀態反映來操作現場設備，一旦有警報或需維護狀態產生，電腦應自動警示外應接通指定之聯絡電話號碼或行動電話自動語音通知相關人員緊急應變，或啟動緊急通報喇叭通知附近居民或群眾疏散。分洪系統之洩洪啟動後，於流口設置之警示盤、動態顯示板、廣播喇叭，將自動啟動警示廣播語音，並顯示放流資訊。

為符合以上監控功能之所需，界定以下工程項目：

- (一) 攔河堰排砂道閘門機電設備之供電系統及發電機備源系統、控制盤與相關安裝工程與電氣管線工程。
- (二) 電腦監控系統：將系統所需之系統操作信號包括水位、閘門操作等信號納入電腦，可透過電腦工作站之滑鼠操作完成硬體之動作或警報預警；經由圖控軟體建立即時資料庫以蒐集監控數據及歷史趨勢圖等所需資訊，供系統統計分析研判使用。
- (三) 照景監控盤展示系統：在監控室牆面設立馬賽克照景盤，以本系統整體工程分佈圖為背景，展示相關監控數據與狀態。馬賽克方塊構造須考慮未來系統變更必須為易拆卸換裝，在照景盤

相關設備位置裝設相關操作或設定儀器，可避免人為緊急操作時之判斷誤差，並配合完成分洪系統簡報系統，以對來賓展示本工程之用。

- (四)本計畫工程之重要觀測點設立閉路電視系統攝影機，隨時監視現場狀態，操作人員僅需在管理中心即可掌控現場實際狀況。監視即時畫面應有網路連線功能，將影像回傳至第十河川局淡水河流域之防洪指揮中心。
- (五)成立緊急通報系統及洩洪警報系統。
- (六)本工程之監控資料庫必須為開放性架構，並完成網路連線規劃，設計在淡水河流域之防洪指揮中心亦裝設即時網路監控工作站，作監控同步存取 (Access)；權限分野以管理中心為主防洪指揮中心為輔切換，兩處各自儲存操作資料庫，控制功能則以管理中心為主。實際網路結構採用複連 (Duplex) 之實線數據線路及無線電網路同時運作方式進行，無線電網路部分係沿用經濟部水利署第十河川局現有洪水預報系統之通信系統，故必須在原系統之下尋求擴充與連接。
- (七)完成本系統所需之電力系統設置，管理中心之裝潢與設備佈置。

13.2 監控系統硬體設施

一、攔河堰排砂道閘門之機電設備

- (一)排砂道閘門：本閘門系統採用電氣驅動閘門系統，閘門結構包括 3.5m 高，6.5m 寬之閘門 2 門及相關結構如吊門架、固定框架、螺栓等全套設備。材質以合金鋼或不銹鋼為原則。
- (二)電氣系統之取得與動力盤：本系統管理中心現址不提供電源，故必須向台電申請用電並提供規定所需之電源盤面，盤面之設計製作必須依據台電電工法規及國家標準等規定辦理，材質戶外以不銹鋼烤漆，戶內以鐵板烤漆為原則。考慮本系統因外來因素致台電系統斷電無法運作，需建立室外型高效率柴油發電機系統一套，並在正常電源斷電時立刻自動啟動切換備源，發電機系統應包含發電機、電池與自動充電設備、自動切換開關盤 (ATS) 及管線工程等所有機電工程；發電機系統至少需提



供 30KW 以上容量符合本系統電氣特性之長效型發電機，外附戶外型不銹鋼防音罩，柴油油箱容量至少應滿足全載運轉一週所需，為驗證本發電機之運轉能力，驗收最低標準必須安裝完成後以全載（至少 15KVA）運轉 12 小時以上不停機。ATS 盤、主動力盤箱體尺寸必須大於 2100mm(H)x800mm(W)x400mm(D)

本系統之大粗坑中繼站，計畫不提供台電電源，故必須設置太陽能直流供電系統，並以蓄電池充電備用，自有電力必須在無日照情況下提供三十天運轉。考慮太陽能板故障，裝設柴油發電機一部，除負載容量較小外，所有相關規定如上項內容所述，當太陽能系統故障時必須發出警訊通知管理中心，並自動切換發電機運轉。所有監控系統重要設備需提供線上型（On Line TYPE）不斷電系統（UPS），以避免台電斷電而發電機尚未啟動運轉穩定前之臨時應變用電。

(三) 閘門機電系統控制盤：提供排砂道閘門所需之電氣控制元件、保護線路及操作盤，盤面至少應包括以下功能：

1. 電腦/手動操作模式切換開關
2. 手動啟閉停止操作開關及指示信號
3. 配合電腦操作模式提供相關介面接點

箱體尺寸必須大於 2100mm(H)×800mm(W)×400mm(D)

二、電腦監控系統架構說明

如圖 13.1「監控系統架構圖」所示，系統由以下各組件組成：

- (一) 監控工作站二台，分設於淡水河流域防洪指揮中心與管理中心，其間以高速電腦專線數據網路及無線電網路連線，即時同步對現場機電設備信號監控之，並同步收集儲存歷史資訊供操控研判使用。
- (二) 監控主機盤，裝設於控制室內；內部裝設監控電腦控制器主機一台，對上直接連接高速電腦數位網路，隨時傳送與接收工作站所需之操作指令與資料庫資訊。對下以監控數位光纖網路及

無線電網路與各監控現場盤相連以擷取渠道各點水位信號。以硬體線路與既設排砂道閘門電氣控制盤相連，執行對閘門之實際動作監控。以硬體線路與監控狀態照景盤相連，將本系統之操作數值、狀態依實際位置隨時顯示監控。

- (三) 監控子機盤，裝設於現場之防洪牆附近；內部裝設監控電腦控制器或資料收集器一台，與監測該地水位計相連，除記錄水位歷史資料外，必須透過監控數位連線網路將即時資訊傳回監控主機盤作資訊處理。水位計位置及相關設備如圖 13.2 所示。
- (四) 監控狀態照景盤如圖 13.3 所示，裝設於控制室內，以硬體線路與監控電腦主機相連，針對每一位置裝設可設定之水位指示計一組，在相關背景關係圖中顯示該處水位，並可隨時設定預警水位高度，當水位超高時，裝設預警警報燈號一組，通知值班操作人員。
- (五) 監控電腦數位連線網路及其相關設備，區分為上層之高速電腦數位網路應採用符合經濟部水利署第十河川局現有洪水預報系統之通信系統結構，下層監控數位網路應採用市售成熟之控制器網路結構，控制器與子機距離較近者以光纖及無線電連線，負責將訊號送回監控主機盤，並可由監控工作站下載監控參數監控主機或監控子機。

三、電腦監控系統設備規範要求

(一) 水位計

型式：浮筒式、壓力式、超音波式為原則，應依現場實際狀況經業主判定後選擇之。

量測範圍：至少 1~20m

工作溫度：0~60°C

纜線長度：配合現場需要，最高可達 100m 以上

資料：分鐘資料需經現場取樣至少 30 個以上，並做平均值或標準差運算分析後篩除二倍以上標準差之取樣平均值

(二) 監控主機/子機電氣盤



材質：不銹鋼，側門 0.6mm 以上，正門 1.0mm 以上厚度，尺寸大小必須能容納所有物件外尚需預留維修空間，本盤體含組裝零附件。監控主機盤箱體尺寸必須大於

2100mm(H)x800mm(W)x400mm(D)

型式：戶外型必須為防水結構，戶內型可開視窗。

通風與散熱：配置強制風扇與不銹鋼過濾網。

電源：含 1KVA UPS 一台，與電源突波吸收器。

接地與避雷：必須配屬裝設電源避雷接地系統各一組(10 OHM 以下)。在電源側與現場側需裝設一對避雷器裝置並將接地引線連接至電源避雷接地系統。

基座：含水泥基座與盤體支架各一。

監控主機盤之盤面必須含以下操作功能：

1. 閘門手動模式及啟閉狀態指示燈，指示燈必須在閘門實際開啟或閉合時方亮燈。
2. 監控盤體電源指示燈。
3. 監控系統故障警示燈，必須由主機直接驅動，依據 CPU、通訊、輸出入卡狀態連續閃爍，當警示燈不閃時即代表電腦系統故障。

(三) 監控電腦控制器

機型：採用可程式控制器等數位型控制模組。

CPU：32 位元以上，附網路通訊功能。

電源模組：外接 AC 110V 或 AC 220V 60HZ。

類比輸出入卡：4~20mA 信號輸入，必須為光隔離型式。

數位輸入卡：8 點/卡，AC 110V 或 AC 220V 或 DC 24V 輸入，必須為光隔離型式。

數位輸出卡：8 點，16 點/卡，繼電器輸出，必須為光隔離型式。

光通訊模組：本機必須配合數位光纖通訊材質，採用光通訊模組、或光電轉換器，在控制盤之外即為光通訊狀態以避免雷擊。

無線電訊模組：本機必須配備標準無線電網路模組，供通信使用。

工作溫度：0~50℃。

(四) 監控電腦子機

機型：採用可程式控制器(PLC)或資料收集器(Data Logger)等數位型控制器機組。

CPU:32 位元以上，附網路通訊及無線電通訊功能。

記憶體：必須保證能儲存液位每 10 分鐘平均值三個月以上。

電源模組：外接 AC 110V 或 AC 220V 60HZ。

類比輸入卡：4 點/卡，4~20mA 信號輸入，必須為光隔離型式。

光通訊模組：本機必須配合數位光纖通訊材質，採用光通訊模組、或光電轉換器，使一出控制盤即為光通訊狀態以避免雷擊。

工作溫度：0~50℃。

(五) 監控狀態照景盤

箱體：鐵製烤漆。外型尺寸 2500mm(W)x2100(H)x750mm(D)。

照景盤畫面：馬賽克流程板材質，背景雕刻本計劃全景，必須呈送彩色細部圖經業主審核通過後方得製作。圖面板面積 2000mm(W)x2000mm(H)，正面鑲嵌型。

水位指示計：盤面安裝 D 型 4 1/2 可設定之指示錶，設定位數 BCD 4 位。

流量指示計：盤面安裝 D 型 4 1/2 之指示錶，指示進流量、放流量、分洪量。

電力指示計：顯示本電氣系統之相關電力、電壓、電流等相關參數。

水位預警指示燈：直徑 30mm 以上，由液面指示計驅動。

排砂閘門操作狀態指示及警示燈。

數位紀錄器：3 針式，以紀錄紙紀錄水量、水位等類比值。

(六) 分洪工程簡報系統



硬體設備：如圖 13.4 簡報系統架構圖所示，主機放大器、調諧器、光碟機、錄放影機。

投影設備：懸吊型 LCD 數位投影機。

簡報編輯系統：依據本計劃功能、規格、環境介紹、業主需求等相關資訊完成影音美工編輯製作成一系列之動畫簡報錄影帶及光碟片，時間以 10 分鐘為原則。

簡報投影螢幕：100 吋以上珠光螢幕，電動按鈕附遙控器。

簡報零附件：附雷射光筆及無線麥克風。

緊急戶外廣播喇叭：配合本簡報系統之廣播設備，在管理大樓屋頂、出海口各裝設戶外型號角喇叭一只，以備緊急狀況或分洪排水時通知當地居民及在場人員應變。管理中心喇叭之聲音驅動可自動由監控工作站以電腦語音自動依情況播放，或手動由人員廣播；出海口喇叭之聲音驅動則由監控子機控制以電腦語音自動依情況播放。出海口及 2 號省道兩側設置洩洪警告牌共三塊，含動態顯示盤顯示洩洪數據，以警告人員迅速通過物逗留。

(七) 監控工作站

等級：最新版 CPU 之個人電腦。

電腦主機系統必須為工業級外箱，適用環境至少必須符合操作環境溫度 0~40°C，操作環境溼度 0~95%RH 以上條件。

規格：符合電腦監控及圖控軟體所需之硬體架構。

軟體：提供正版監控所需之作業系統與圖控套裝軟體。

應用軟體：提供本監控軟體要求之圖面，並撰寫相關搭配控制器所需之監控程式及網路連線程式。

硬碟容量：為儲存分洪監控資訊，必須提供足夠硬碟容量，至少必須達二年以上所需。

印表機：A4 印表機一台，列印事件、警報、報表用。

緊急通報軟體：依據自動監控軟體之運作，在設定之警報狀態發生時，本軟體將自動依緊急等級挑選輸入之電話或手機號碼

通知相關人員作處置，如未接通或警報未即時處理，需設計緊急處理程序應變。

(八)網路設備：應提供監控網路所需之一切網路通訊設備，至少含光纖模組、數據機模組、網路伺服器、集線器等。

四、閉路電視系統架構說明

如圖 13.1「監控系統架構圖」所示，系統由以下各組件組成：在管理中心、淡水河流域防洪指揮中心各設置閉路電視系統工作站一台，攝影機觀測點位於攔河堰上游面、側流堰、分洪堰、隧道入口及出海口等五處。各攝影機以高速數位網路相連並與工作站相連成一系統，攝影機觀測重點需具備觀測攔河堰上游來水、側流堰及分洪堰之水流分佈、隧道入口之進水情形、出海口流態與背光處理及防鹽害為設計準則。

五、閉路電視系統設備規範

(一)數位式網路型攝影機

型式：CCD 數位型彩色攝影機，低照度。

室外防護罩：戶外固定式，充氮氣系統以防外氣進入，並提供氣體補償警示系統。

環境照明：攝影機旁設置紅外線自動補光照明，並可日夜自動切換。

網路功能：本攝影機應提供網路模組，使影像輸出信號可透過網際網路(INTERNET)直接存取。

(二)數位錄影閉路電視監視工作站

等級：最新版 CPU 之個人電腦。

電腦主機系統必須為工業級外箱，適用環境至少必須符合操作環境溫度 0~40℃，操作環境溼度 0~95%RH 以上條件。

規格：符合數位監視錄影軟體所需之硬體架構。

軟體：提供正版數位錄影所需之作業系統與套裝軟體，本錄影監視功能至少應含以下項目：



- 1.錄影監視功能。
- 2.畫面儲存，資訊顯示功能。
- 3.影像警報（Motion Detect）。
- 4.歷史畫面檢索存取。
- 5.網際網路連線功能。

硬碟容量：為儲存分洪監控資訊，必須提供足夠硬碟容量，至少必須達三個月以上所需。

本工程應包含網際網路相關設備與連線之申裝。

六、無線電通訊系統之中繼站建立與網路通訊

因監控系統之所需，並維持監控通訊網路之穩定度，應透過現有第十河川局之洪水預報系統之無線電網路傳輸資料，建議在大粗坑設置 15 公尺鐵塔一座安裝無線電中繼站，除供本系統通信聯繫使用外，並可提供未來其他防洪系統觀測站擴充使用。

本中繼站連線功能如下所示：

- (一)出海口監視攝影機及洩洪警訊資料庫與員山子管理中心之第二通訊網路。
- (二)員山子管理中心彙總監控資料庫透過大粗坑、五指山兩中繼站和防洪指揮中心做傳輸。

13.3 軟體設施、資料庫

一、電腦監控系統之圖控套裝軟體

採用成熟之數位圖控軟體系統（Graphic control）搭配適合之作業系統，使成為分洪系統之完整自動控制系統之人機介面，在正常操作狀況下使用者僅需透過管理中心或防洪指揮中心之工作站滑鼠，在設計完成之相關地理控制關係畫面中之控制點點選即可存取（Access）資料庫資訊，便可完成監控需求；相關資料庫內容略述如下：

-
- (一)網路及權限資料庫：規範管理中心、防洪指揮中心工作站之操作控制優先權。監控上層高速資訊網路、監控下層控制器網路聯繫介面入口地址及密碼資訊。
 - (二)圖控軟體與控制器監控資料庫與聯繫資料庫：建立控制所需及人機介面所需之控制點、監測點、警報點、極限值等參數個別數據資料庫；控制器與工作站之通訊聯繫（Handshaking）介面資料庫。
 - (三)長期歷史趨勢資料庫：提供人機介面長期觀測所需之曲線累積值。
 - (四)統計報表資料庫：配合資訊數據自動產生操作日報表、週報表、月報表，並可指定時間列印。
 - (五)事件/警報報表資料庫：電腦操作過程中，針對重要操控事件或警報資訊，電腦當即時列印記錄之，並可依時間或事件種類檢索歷史資訊。
 - (六)圖控軟體應用程式之撰寫係架構在以上各資料庫之資料（DATA）下完成。

二、閉路電視系統之數位錄影監視軟體

使用數位錄影監視系統之標準應用軟體，不但可對數位攝影機完成監視功能，僅使用滑鼠及鍵盤便可針對所需之參數作調整。相關資料庫略述如下：

- (一)攝影畫面之儲存資料庫：針對每一攝影畫面在本地或防洪中心工作站可各按需求提供儲存錄影功能，所儲存之資料庫可依指定容量作循環式儲存或以最大儲存空間作資料庫存滿警報；本錄影畫面可依指定日期或其他參數作檢索。
- (二)操控參數資料庫：相關操作、設定、警報等參數可在工作站畫面作指定修改。
- (三)網路參數資料庫：攝影機、工作站透過網路相連，相關數據、網路通訊方式存於此處。



13.4 運轉作業方式及組織架構研擬

本分洪監控系統控制中心如圖 13.5 「管理中心佈置圖」所示，其操作組織建議建立經常性人員駐站，主要成員必須配合經濟部水利署第十河川局防洪指揮中心系統之組織架構負擔以下任務：

一、平時

- (一)由其本身的自動電腦監控裝置收集水位及流量資料，以編成日報月報及相關操作報表，並呈報上級建檔參考。
- (二)做好系統設備之保養維護工作，以備緊急分洪需求時能發揮功效。隨儀器設施之使用狀況，負責的職員有計畫的實施檢查作業。不必做儀器之分解、調整或使用測定器之檢測，主要做外觀檢查及監視系統運轉狀況以便早日發現異常，並且檢查各種消耗品及補充備品。
- (三)針對專業性之定期保養及故障與修理，建議由熟練之專門知識與技術之廠商為宜，使用各種檢測器作詳細之儀器檢查。

二、颱風或洪水期

- (一)配合緊急應變組織之成立，調配充足臨時人力做有效運用與輪值。
- (二)收集水位、進水量、分洪量及上游資訊等資料。
- (三)收集氣象局預報中心發布之氣象動態、潮汐變化極大區域降雨預報資訊。
- (四)維持機電及監控系統之正常運作，並預習演練自動/手動操作模式。
- (五)遵循防洪警報指令，執行緊急通報及洩洪警報工作。

配合以上操作型態所提供之通訊型態含以下三種：

- (一)一般外線電話三線，提供工務聯絡及傳真機使用。
- (二)數據專線提供控制中心與防洪指揮中心第一網路連線，提供管理中心與出海口攝影機畫面傳輸、管理中心與防洪指揮中心之

畫面傳輸。

- (三)洪水預報系統之無線電通信系統，平常提供控制中心與防洪指揮中心第二網路連線，當災害狀況致有線網路斷線時，則應轉換監控系統之網路連線，透過多工器之選擇傳輸相關監控資訊、攝影機畫面及話務聲音。

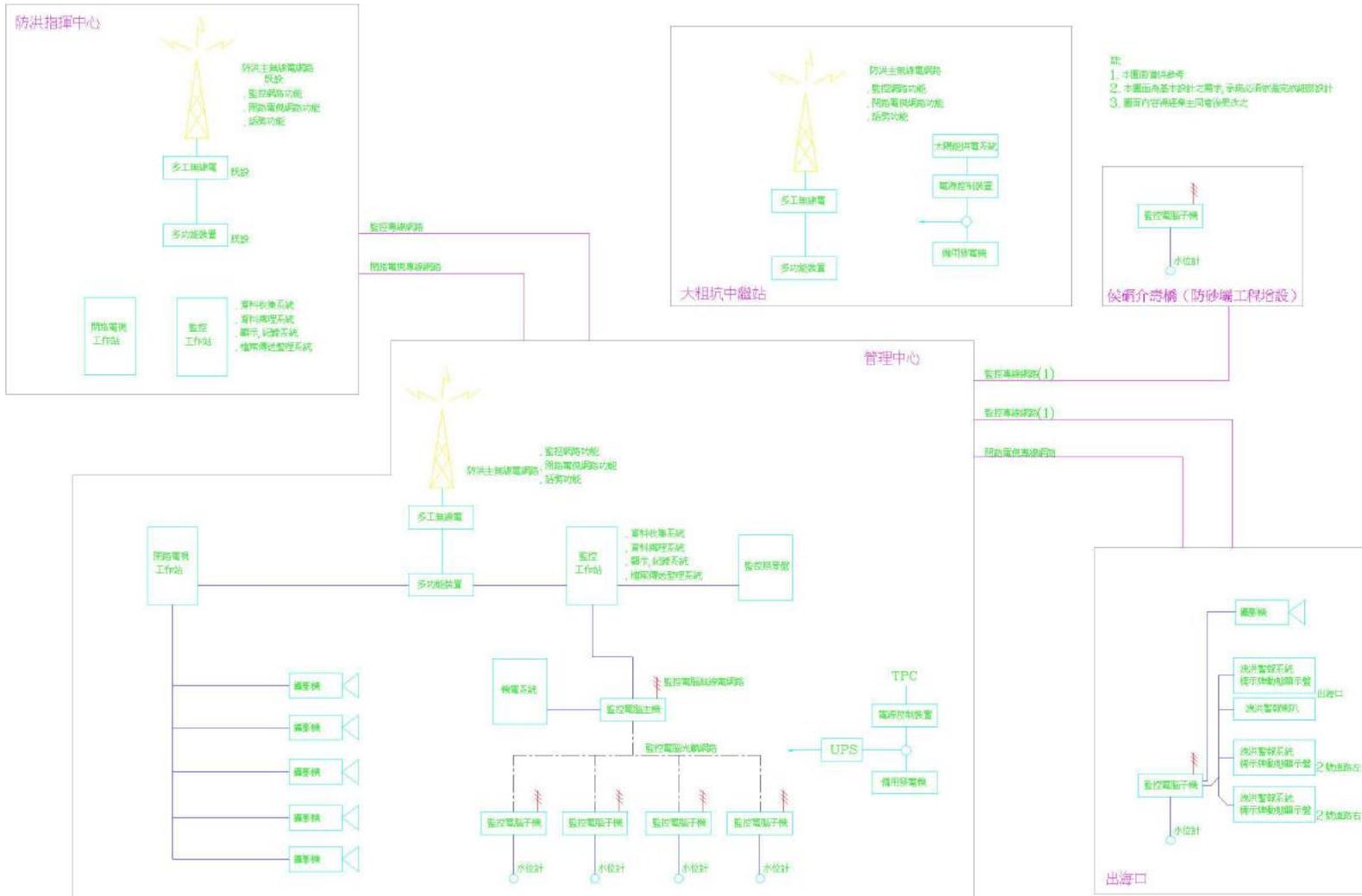


圖 13.1 監控系統架構圖

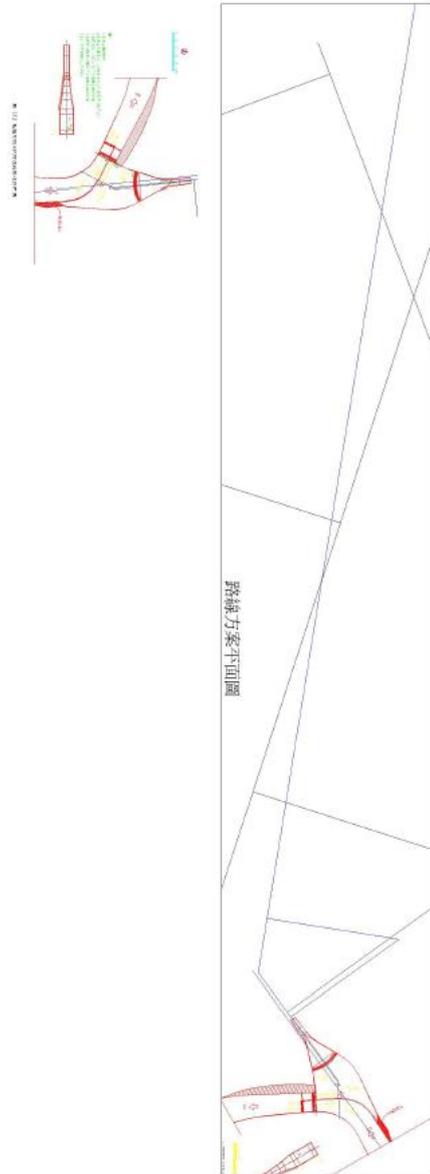
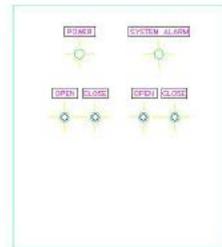


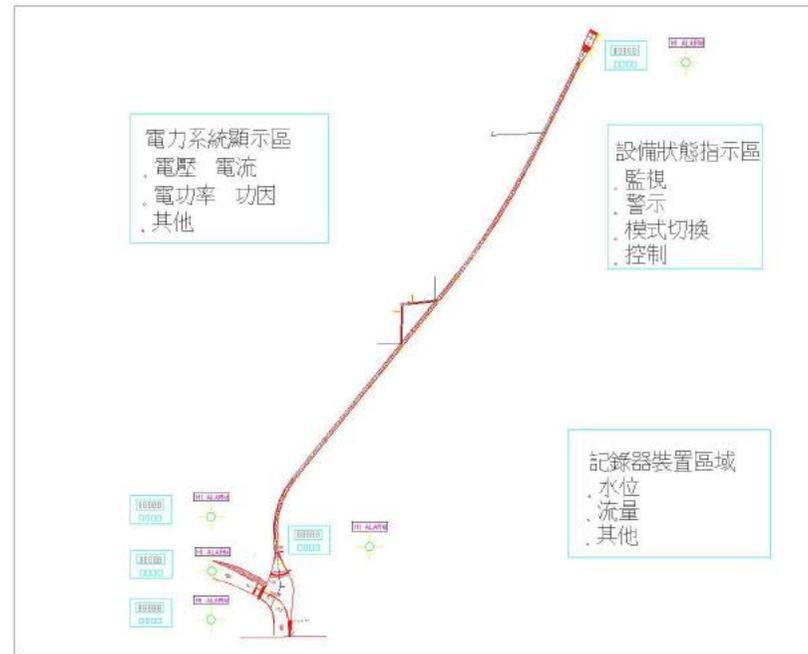
圖 13.2 監控系統水位計及攝影機佈置圖



監控主機盤 CP-0T



監控狀態照景盤 MMP-01



說明:

1. 箱體: 鐵製烤漆
2. 照景盤畫面: 馬賽克流程板, 正面鑲嵌型, 面積2000x2000mm, 雕刻必須呈送彩色細部圖經業主審核通過後製造
3. 水位指示計: 4 1/2 設定指示錶, 設定位數BCD 4位
4. 水位預警指示燈: 直徑30mm 以上, 由液面指示計驅動

圖 13.3 監控系統照景盤

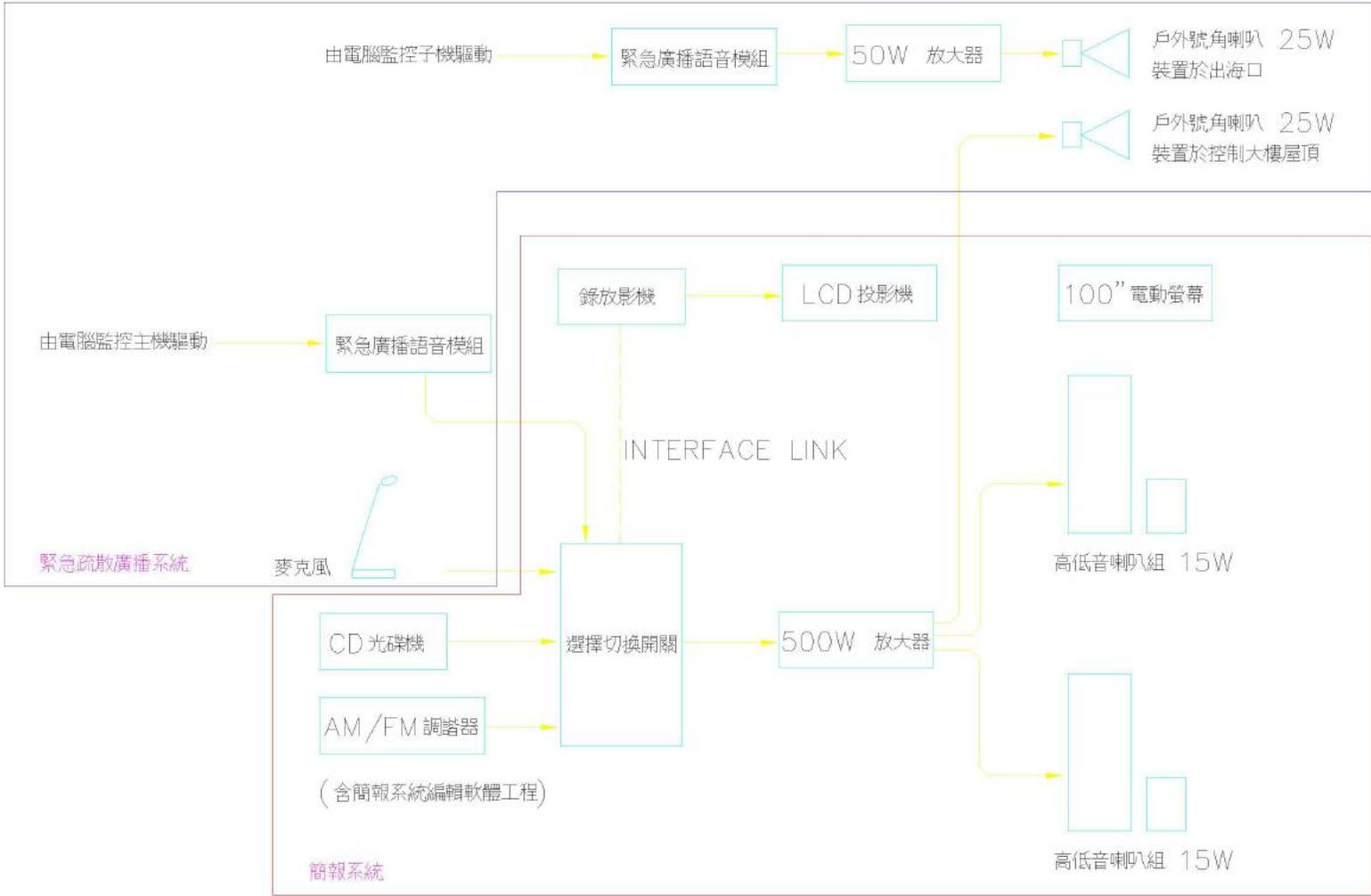


圖 13.4 簡報系統架構圖

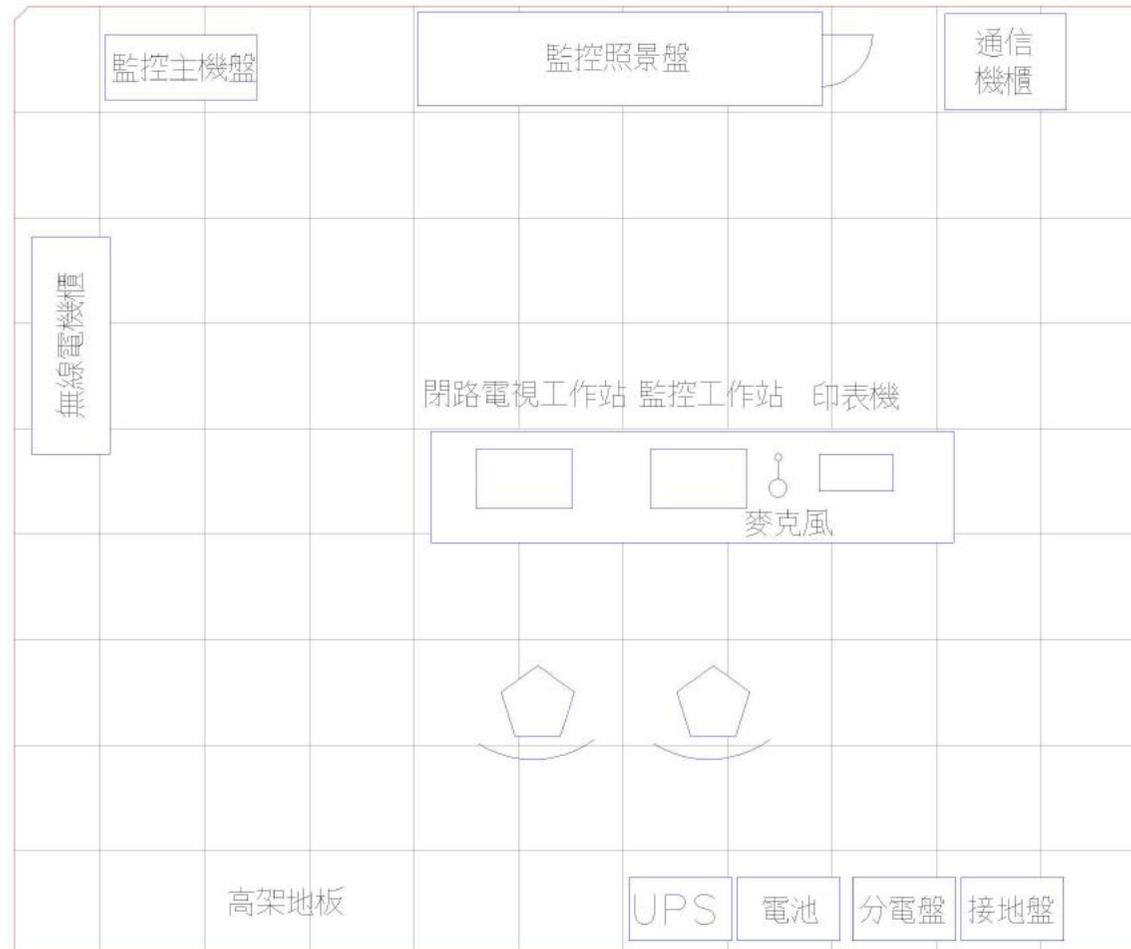


圖 13.5 管理中心設備佈置圖

第十四章 工程經費評估

14.1 估價基準

本工程單價分析主要參考民國 90 年 9 月台灣營建研究院出版之營建物價，並依據經濟部水利署建議之格式估價。

一、工資

領班	1,200 元/工
技工	900 元/工
作業手	900 元/工
大工	900 元/工
小工	700 元/工
普通工	700 元/工

二、基本材料

水泥		135 元/包
淨砂		780 元/m ³
清石子		620 元/m ³
鋼筋		9650 元/噸
預拌混凝土(一般型)	80 kg/cm ²	1350 元/m ³
	140 kg/cm ²	1500 元/m ³
	210 kg/cm ²	1700 元/m ³
	350 kg/cm ²	2150 元/m ³
	450 kg/cm ²	2450 元/m ³
預拌混凝土(抗硫型)	210 kg/cm ²	1950 元/m ³
	280 kg/cm ²	2160 元/m ³
	350 kg/cm ²	2400 元/m ³
	450 kg/cm ²	2700 元/m ³



三、施工機具

挖土機、推土機、噴漿機、鑽堡機、空壓機、傾卸卡車及一般性施工機具，按一般被接受之經濟壽命內折舊 100% 計。

依照上述原則，本工程主要施工機具每小時使用費率如下：

機具名稱	每小時使用費率(元)
挖土機	580
推土機	1,000
噴漿機	600
起重機	1,000
傾卸卡車	1,200

14.2 發包工作費項目編估

一、主體工程

主體工程包含：(A)攔河堰、分洪堰及進水結構，(B)洞口、過河段及出口結構，(C)鑽炸法隧道，(D)施工橫坑，(E)計測工程及地質研判，(F)施工及細部設計補充地質調查，(G)特殊段地質處理，(H)施工及細部設計補充地形測量，(I)永久道路，(K)排水工程及水土保持設施，(L)永久交通設施，(M)土資場工程，(O)景觀工程，(P)監控系統。

二、雜項工程

雜項工程依實際項目編列，包含：臨時用地租金、施工便道、施工便橋、舊有道路拓寬、分洪入口臨時排水費、攔河堰圍堰及擋排水費、過河段開挖圍堰導水及復舊、分洪出口抽排水費、組合式活動圍籬、動外電力設施、參觀工地所需設備、竣工圖及竣工結算書製作。

三、勞工安全衛生費

勞工安全衛生費依經濟部水利署水利工程勞工安全衛生設備管理費用編列標準，依實際項目編列。

四、環境保護措施費

環境保護費依實際項目編列，包含：隧道廢水處理設備費、隧道廢水處理運轉費、有害氣體檢測費、通風管出口檢測費、車輛沖洗及設備費、工地灑水費、工地清潔費、臨時排水清理、其他環保設施及管理維護費。

五、廠商品質管制作業費

廠商品質管制作業費依經濟部水利署廠商品質管制作業費編列標準，包含品質檢驗費及品管作業費，其中品質檢驗費按實際項目編列，而品管作業費則依下列公式估算：

$$(一+二) \div 1000 \times 4.4565 + 285,958$$

六、細部設計服務費

細部設計服務費按下列公式估算：

$$(一+二+三+四+五) \times 2\%$$

七、承包商管理費

承包商管理費依經濟部水利署承包商管理費編列標準，按下列公式估算：

$$(一+二+三+四+五+六) \times 0.0885 + 150,000$$

八、營業稅

營業稅按下列公式估算：

$$(一+二+三+四+五+六+七) \times 5\%$$

九、工程保險費



工程保險費依經濟部水利署工程保險費編列標準，按下列公式估算：

$$(一 + 二) \times (1.05\% + 0.16\%)$$

14.3 其他相關費用

員山子分洪計畫除統包工程(主體工程)之發包工作費外，還有附屬工程費(上游二座防砂壩工程及九份溪過河段消能工程)、漁業權和礦業權補償費等，分別敘述如下：

一、附屬工程費

附屬工程費包括上游二座防砂壩工程及九份溪過河段消能工程。上游二座防砂壩工程屬附屬工程，將另外發包，工程費為 5 千 2 百萬元，詳見第十章。九份溪過河段消能工程亦屬附屬工程，工程費為 1 千 2 百萬元，詳見第十一章。

二、漁業權補償費

因本計畫區出海口附近屬瑞芳區漁會專用漁業權所在，故分洪工程所可能造成之影響，將在環評通過後由專業公正單位進行漁業權補償作業。

三、礦業權補償費

基於礦業法第二十二條第三款和台灣地區礦業預防及處理辦法第二十條第一項之規，為避免鄰近坑道之開挖影響分洪隧道之穩定性，建議於隧道中心兩側各 150 公尺，深度由隧道高程以下 100 公尺及隧道頂拱高程 40 公尺範圍內，禁止各項礦業開採，並將依礦業法第八十一條第三項規定辦理礦業權補償。

14.4 本計畫預算總額

發包工作費為一至九項合計約 47 億元，再加上環境品質監測費 4 千萬元、空氣污染防制費 4 百萬元、細部設計審核費 3 千萬元、

工程管理費 5 千萬元，和其他相關費用如：用地徵收補償費 2 億 3 千萬元、附屬工程費(上游二座防砂壩工程及九份溪過河段消能工程) 6 千 4 百萬元，故本工程預算總額合計共 51 億元。分年工程經費詳見表 14.1。

14.5 施工進度

本工程進度包括細部設計、道路工程、水工結構、隧道工程等，預計施工期限為 30 個月，詳細施工進度詳見表 14.2。

表14.1 員山子分洪工程分年工程經費表

單位：新台幣萬元

成本項目		工程費	分 年 經 費			
			第一年	第二年	第三年	
一、用地取得及拆遷補償		23,160	23,160			
二、統包工作階段委託技術服務作業費用 詳細設計作業費		8,039	2,412	3,216	2,412	
三、工程 建 造 費	[一] 直接 工程 成本	A、攔河堰、分洪堰及進水結構	69,247	12,118	32,892	24,236
		B、洞口、過河段及出水結構	44,514	28,934	11,129	4,451
		C、鑽炸法隧道	186,197	-	139,648	46,549
		D、施工橫坑	2,705	2,705	-	-
		E、計測工程及地質研判	6,380	-	4,785	1,595
		F、施工及細部設計補充地質調查	4,217	-	3,163	1,054
		G、特殊段地質處理	18,362	551	16,526	1,285
		H、施工及細部設計補充地形測量	143	143	-	-
		I~K 永久道路、交通設施、排水工程	21,876	10,938	7,657	3,281
		N、土資場工程	12,744	1,912	7,646	3,186
		O、景觀工程	19,957	-	13,970	5,987
		P、監控系統	3,189	-	532	2,658
		其他(含雜項、品管、環境監測)	16,588	4,976	6,635	4,976
		包商管理費、保險費、營業稅	63,401	9,903	37,933	15,564
		小 計	469,520	72,180	282,516	114,824
		(統包施工及設計作業費用)		477,559	74,592	285,732
	[二] 間 接 工 程 成 本	(1)、工程管理費	5,710	892	3,416	1,402
(2)、細設審核作業費		3,693	1,108	1,478	1,108	
(3)、空氣污染防制費		400	61	240	98	
合 計		479,323	74,241	287,650	117,432	
四、附屬工程費		6,450		6,450		
五、總 計		516,972	99,813	297,316	119,844	

第十五章 水土保持計畫

本章節之擬定係依據「水土保持法」、「水土保持技術規範」及參考「水土保持計畫及規劃書格式撰寫範本」編撰。水土保持計畫已另行獨立送審，本章僅提出水土保持計畫撰寫架構；內容項目如下：

一、計畫目的

二、計畫範圍

三、目的事業開發或利用計畫內容概要

四、基本資料

(一)地形：含 1.地形地勢；2.坡度坡向

(二)地質：含 1.區域地質；2.地質構造；3.工程沿線地質；4. 隧道洞口地質

(三)土壤

(四)水文：含 1.降雨頻率與降雨強度分析；2.開發前後之逕流係數估測；3.地下水及湧水

(五)土壤流失量估算

(六)環境水系

五、開挖整地

(一)整地工程：含 1.開挖整地前、後之等高線地形；2.挖填土石方區位；3.開挖整地剖面圖；4.挖、填土石方量計算

(二)剩餘土石方處理

六、水土保持設施

(一)水土保持設施配置



(二)排水及滯洪設施：含 1.排水設施；2.滯洪設施；3.沉砂設施

(三)邊坡穩定設施

(四)植生

七、開發期間之防災措施

(一)施工中之臨時排水及攔砂設施

(二)施工便道

(三)監測系統

(四)臨時性防災措施

八、預定施工方式

(一)施工順序

(二)施工工期

九、水土保持計畫設施項目、數量及總工程造价

第十六章 營運管理計畫

16.1 分洪工程概要

基隆河員山子分洪工程主要包括攔河堰及分洪堰上游結構、進水結構、分洪隧道、出水結構等四大項，茲分述如下：

一、攔河堰及分洪堰上游結構

(一) 攔河堰(詳圖 16.1)

1. 型式：混凝土重力式寬頂堰。
2. 堰長：30m。
3. 堰高：8m。
4. 堰頂高程：EL.68m。
5. 堰體孔口：2×9m(W)×2.5m(H)，孔底高程 EL.60.0m。
6. 靜水池：30m 寬、26.5m 長、池底高程 EL.60m。
7. 尾檻：頂部高程 EL.61.0m。
8. 魚道：6m 長，寬 30m，隔板間距 2m。

(二) 分洪堰上游結構(詳圖 16.1)

1. 側流堰：混凝土重力式平頂堰，堰長 186m，堰頂高程 EL.62.5m。
2. 排砂道：2×6m(W)×3m(H)，自動閘門控制，靜水池寬 20m、長 26.5m，池底高程 EL.60.0m，尾檻高程 EL.60.5m。
3. 分洪靜水池：130m 漸變至 80m，池長 128m，池底高程 EL.60m。

二、進水結構(詳圖 16.2)

- (一) 分洪堰：圓弧型，弧長 80m、高 3m。



(二) 束縮段：交角 45.86° ，由圓弧頂部至矩形段共 100m，分洪堰下游 15m 起縱坡 $S=0.10$ 。

(三) 矩形段：長 20m、高 12m、寬 15m， $S=0.1$ 。

(四) 漸變段：15m(W) \times 12m(H)漸變為 12m ϕ ，長 30m， $S=0.1$ 。

三、分洪隧道

(一) 隧道：R=6.0m 之圓形斷面。

(二) 縱坡： $S=0.01$ 。

(三) 長度：2,452m。

(四) 設計流量：1,310cms。

四、出水結構(詳圖 16.3)

(一) 出口漸變段：由 12 ϕ 漸變為 12m(H) \times 12m(W)，長 10m， $S=0.0$ 。

(二) 漸擴段：由 12m \times 12m 漸擴為 12m(H) \times 25m(W)，長 53m， $S=0.01$ 。

(三) 陡槽段：由 25m 寬擴充至 35m 寬，長 27.35m。

(四) 消能池：21m(H) \times 35m(W)，長 53.65m，池底高程 EL.-6.0m。

(五) 溢流堰：堰頂高程 EL.4.0m，堰寬 35m。

16.2 營運管理作業範圍

基隆河員山子分洪計畫旨在分導洪水量至東海，以減少其下游河段之洪災損失，營運管理作業除分洪設施及其附屬設施之維護外，尚包括依規則營運操作，使分洪設施達其預期之功能。營運管理計畫內容包括下列各項，並分述於以下各節。

一、營運組織架構。

二、營運操作維護規則。

三、計畫效益評估。

四、緊急應變措施。

五、觀測試驗研究。

六、施工規劃期間推廣活動。

七、分洪構造物淤積清除。

16.3 營運組織架構

一、基隆河治理計畫分工

根據「基隆河整體治理計畫－計畫實施與維護管理」，基隆河整體治理計畫完成後，各有關機關應即進行維護管理及設施運轉工作，包括河川行水區利用與管理、員山子分洪堰及隧道維護管理、支流及排水設施、抽水站、堤防及附屬設施、水土保持、河道調查、洪水預報、淹水偵測及警報等九項，其中員山子分洪堰及隧道維護管理僅屬基隆河整體治理計畫維護管理之一環。基隆河整體治理計畫實施之分工如下：

- (一) 台北市為直轄市，有關基隆河台北市河段河川整治、水門抽水站興建、操作維護與管理，均由台北市政府依其權責自行籌措經費，並依據台北市地區防洪計畫建議方案及基隆河整體治理計畫之規定辦理。
- (二) 基隆河台北縣及基隆市河段主流整治及洪水預報系統更新與改善部份，由經濟部水利署依據基隆河治理基本計畫及基隆河整體治理計畫辦理。
- (三) 基隆河流域支流及排水改善，抽水站興建、操作維護與管理，由台北縣政府及基隆市政府辦理。

二、第十河川局組織及業務範圍

依上述之計畫實施分工方式，基隆河員山子分洪堰及隧道屬基隆河主流整治，由經濟部水利署辦理，又基隆河台北市轄區外之河段屬水利署第十河川局管轄，因此員山子分洪堰及隧道之營運管理事宜屬第十河川局負責，目前第十河川局之組織架構示如圖 16.4，編制人員共計 55 人，技術課室之業務範圍如下：

- (一) 工務課



1. 淡水河流域(含新店溪、大漢溪、基隆河、景美溪、三峽河)五條支流治理維修等工程計畫。
2. 工程發包契約訂立，監造等業務。

(二)規劃課

1. 淡水河流域防洪指揮中心(含洪水預報)及水文水理觀測等業務。
2. 淡水河流域地表、地下水文資料收集及分析等工作。
3. 中央管河川及排水治理規劃。

(三)管理課

1. 水利工程用地取得。
2. 公地撥用。
3. 河川浮地之處理。
4. 水利用地之管理。
5. 河川管理及區域排水管理。
6. 中央管河川申請使用河川公地種植案件。
7. 中央管河川一般申請案件。
8. 中央管河川及區域排水違法案件查報。
9. 中央管河川建造物附屬閘門管理。
10. 防汛宣導。
11. 其他。

三、員山子攔河堰管理中心職責

基隆河員山子分洪工程完工後，建議設立「員山子攔河堰管理中心」負責其營運、操作、維護及管理事宜，其業務範圍如下：

(一)分洪期間

1. 排砂道閘門之啟閉。
2. 攔河堰、排砂閘門、分洪堰、隧道入口、出口消能池及侯硯

-
- 介壽橋水位之觀測，並即時提送淡水河流域防洪指揮中心。
 3. 攔河堰、側流堰、分洪堰、隧道入口及出口消能池影像之觀測，並即時提送淡水河流域防洪指揮中心。
 4. 攔河堰孔口流況觀測(是否有堵塞現象)。
 5. 緊急狀況時(洪水量超過設計洪水、分洪設施損壞、孔口阻塞、排砂道閘門無法關閉等)即時提報第十河川局。

(二)不分洪期間

1. 分洪構造物(包括攔河堰、側流堰、分洪靜水池、分洪堰、矩形段及漸變段隧道入口等)之安全檢查。
2. 分洪隧道之檢查。
3. 分洪出水口構造物(含魚道)之安全檢查。
4. 周邊附屬構造物及環境檢查。
5. 排砂道閘門之維修保養(勞務外包)。
6. 攔河堰上游之淤積清除(詳 16.9 節)。
7. 分洪靜水池之淤積清除(詳 16.9 節)。
8. 攔河堰上游防砂壩淤積之清除(詳 16.9 節)。
9. 每次分洪後，提送觀測記錄及安全檢查報告。
10. 遇有構造物或週邊環境損壞情況，提送修復需求報告，由第十河川局視業務由規劃課或工務課辦理。

四、員山子攔河堰管理中心組織架構

依據上述之業務範圍及職責、管理中心之架構示如圖 16.5，即在第十河川局設立員山子攔河堰管理中心，其位階與課室同等，負責分洪工程之營運管理及其他課室之協調事宜。管理中心設主任一人統籌管理中心之業務，管理中心另設置三位專職人員分別負責下列事項：

- (一)分洪及排砂閘門之操作，兼辦攔河堰、分洪靜水池及防砂壩淤積清除事宜。



- (二)分洪觀測及分洪構造物安全檢查，兼辦水位及影像資料之記錄與提報淡水河流域防洪指揮中心，及分洪構造物維修之提報與協調。
- (三)設施巡查及環境維護，兼辦隧道及出口構造物之安全檢查及維修之提報與協調。

16.4 營運操作維護規則

第一章 總則

第一條：經濟部水利署為維護員山子分洪工程之正常功能，訂定本營運操作維護規則。

第二章 分洪操作

第二條：員山子分洪工程為無閘門控制之分洪設施，當基隆河於攔河堰前之水位為 EL.63.0m 時不分洪(其相對流量約 110cms)，基隆河之流量均由攔河堰之孔口流往下游河道。

第三條：為排除分洪靜水池內之積水及淤砂，於其左側設 6m(W)×3m(H)之排砂道兩孔，並設置閘門。平時閘門應全部開啟，俟分洪靜水池內之水位達 EL.62.9m 且持續上昇時，排砂道閘門全程關閉，當分洪靜水池水位降低至 EL.63.0m 時，排砂道閘門全程開啟。

第四條：當排砂閘門處於開啟狀態時，其最大流量約 100 cms，綜合攔河堰孔口與排砂道之流量為 210cms，即基隆河於員山子之流量為 210cms 時不分洪。

第五條：於關閉排砂道閘門同時，由各電視台、收音機發佈分洪消息，並以擴音機喊話請分洪設施及出口結構物附近居民及遊客疏散。

第六條：當操作閘門之電源中斷時，應以手動方式關閉閘門。

第三章 排砂閘門之維護

第七條：排砂閘門每週至少要試轉一次，轉動機件、注油、養護、零件保養應隨時注意，遇有短缺或損壞時應即補充修復。

第八條：排砂閘門除平時之試運轉、注油、修繕及非常之緊急處理外，工作人員不得任意啟閉之。

第四章 分洪工程之管理

第九條：攔河堰、側流堰、魚道、分洪靜水池、分洪堰、隧道入口漸變段、出口消能池及防砂壩結構等應經常檢查，於每次分洪後，應即施行安全檢查並記錄備查。

第十條：分洪隧道及出水工每旬應巡視一次，於每次分洪後，應即施行安全檢查並記錄備查。

第十一條：攔河堰、分洪靜水池、分洪堰、隧道入口、出水口消能池及侯硯介壽橋均設有自動水位計，在洪水期間應隨時觀測各處水位，並將資料提報淡水河流域防洪指揮中心，在關閉排砂道閘門時應立即通知上級單位以便發佈分洪之訊息。

第十二條：攔河堰上游、側流堰、分洪堰、隧道入口及出水口消能池均設有閉路電視系統，在洪水期間應隨時觀測各處影像，並將資料提報淡水河流域防洪指揮中心。

第十三條：攔河堰前及分洪靜水池內之淤積應定期清除，並將清除之泥砂依規定妥善處置。清淤時機為攔河堰前及分洪靜水池內淤積達 1.0m 時實施之，但每次有洪水通過後，不論有無分洪，攔河堰之孔口及魚道必須疏濬維持水流通暢及魚類洄游路徑。

第十四條：攔河堰上游之防砂壩應定期清淤，並將清淤之泥砂依規定妥善處置。清淤時機為洪水期來臨前及每次颱風事件前後，以維持防砂壩之功能。

第十五條：分洪工程構造物包括進水及出水結構周邊環境應



隨時維持其景觀，應經常巡防管理取締妨礙環境美觀及設施安全之行為。

第十六條：每年汛期前應預先計畫配置警戒人員，並準備材料及其他備用品以備應用。

第十七條：遇有分洪設施損壞必須修復之情況，應即提報上級單位處理。

第十八條：管理中心應全天候有工作人員駐守。

第五章 緊急狀況處理

第十九條：颱風時電信設備發生故障，如有緊急事宜應即派員連絡。

第二十條：工作人員應常與管理中心及防洪指揮中心取得密切聯繫，如遇颱風或其他緊急事故時，雖屬服務時間外，亦應隨時出勤服務。

第二十一條：如遇管理中心無法掌控之情況，應即與上級單位聯繫派員及調配機具設備支援，以防災害發生。

16.5 計畫效益評估

員山子分洪計畫整體效益評估如表 16.1 所示，其中本計畫之益本比為 1.43。此外，本計畫完成後並無法完全杜絕基隆河下游之洪患，但配合基隆河整體治理計畫可減少洪患面積及平均降低下游基隆河水位 1~2 公尺，並可減少基隆河整體治理計畫民眾拆遷補償費約新台幣 500 億元；同時亦可間接促進地方繁榮，使淹水區域房屋增值約 29 億元，及保障人民生命財產安全，提昇人民信心，具有正面之無形效益，主要之負面影響則有出海口附近之漁業權補償及計畫路線穿越之礦業權補償。故本計畫整體而言，仍屬正面效益。

本計畫實施後年計直接效益概估為新台幣 4.18 億元。間接效益如土地增值，促進地方繁榮，保障人民生命，財產安全等可視為間接效益，其估計價值採直接效益之 20% 本計畫年計間接效益

為新台幣 0.836 億元。台北防洪計畫於估計效益時，對未來發展情形之洪災損失亦列入考量，以利率 6% 換算為現值，則將來 50 年之平均損失為現況之估數為 $N=1.78$ ，所以本計畫在基隆河治理工程初期計畫實施完成後之年計效益為 $(4.18+0.836) \times 1.78$ ，共計新台幣 8.93 億元。

$$\text{而 } N = \frac{\left[1 + \left(\frac{1+R}{1+i} \right) \dots \dots \dots + \left(\frac{1+R}{1+i} \right)^{50} \right]}{\left[1 + \left(\frac{1}{1+i} \right) \dots \dots \dots + \left(\frac{1}{1+i} \right)^{50} \right]}$$

式中： R =增加率，依據 70~86 年物價指數統計結果年採用 3.6%

i =年利率，採用 6% 得 $N=1.78$

一、計畫總投資額

本計畫總投資額 63 億元以施工年期 5 年，利率 6% 估算，得計畫總投資額為 89.29 億元。

二、年計成本

- (一) 年利息：以總投資額之 6% 計算，得年利息為 4.33 億元。
- (二) 年償基金：為工程投資攤還基金，依經濟分析年限 50 年計算，年利率以 6% 複利計算，得年償基金為 0.248 億元。
- (三) 年中期換新準備基金：以建造費之 0.038% 計算，得 0.021 億元。
- (四) 年運轉及維護費：以建造工程費 3% 計算，得 1.64 億。

三、益本比

根據前述之分析成果，於基隆河初期治理計畫完成前，員山子分洪之年計效益為 8.93 億元，員山子分洪工程年計成本為 6.239 億元，其益本比為 $\frac{8.93}{6.239} = 1.43$



16.6 緊急應變措施

員山子分洪工程可能發生之緊急狀況包括流路堵塞、閘門無法操作、洪峰大於設計流量及分洪設施損壞無法發揮功能等，茲分述如下：

一、流路堵塞

(一) 隧道堵塞：分洪隧道因溢流堰及分洪堰皆遭損壞，而致河道中之粗顆粒河床質或巨石流入隧道而堵塞，此種堵塞發生之機率甚微。一旦分洪隧道遭受堵塞，則分洪量銳減，洪水將越過攔河堰流入下游河段，若洪水較大時，將越過堤防造成氾濫。應變措施如下：

1. 由管理中心即時與上級單位聯繫，報告堵塞發生狀況。
2. 持續記錄攔河堰前之水位及其上昇之速率，並即時通報淡水河流域防洪指揮中心，並遵循防洪指揮中心之指示進行緊急應變作業。

(二) 攔河堰孔口堵塞將提早分洪時機，若潛孔完全堵塞而排砂道閘門全開之情況下，基隆河入流量 100cms 時不分洪。而 200 年重現期洪峰來臨時，若排砂道閘門關閉，則 1,620cms 將全部導入溢洪隧道，在此情況下應變措施如下：

1. 維持排砂道閘門開啟，排放約 253cms 至基隆河下游河道，隧道可通過 1,367cms 而不致造成滿流現象，此時堰前水位 EL.67.22m，攔河堰不致溢流。
2. 潛孔堵塞可能因巨石、貨櫃車或浮木所致，因 200 年重現期洪水發生時，攔河堰並無溢流，除通報上級單位外，在情況允許下，盡量排除堵塞物，但必須顧及人員機具之安全。

(三) 攔河堰及分洪堰前因洪水挾帶之泥砂淤積：在此情況下，孔口面積將減小或全部堵塞，且分洪堰之堰流係數將改變，因此改變分洪流量。攔河堰與分洪堰前之淤積於洪水期間無法清除，但其可能發生之狀況為排砂道閘門口亦遭堵塞，泥砂淤積至堰頂，在此情況下，經以流量 1,620cms 於分洪堰頂發生臨界流

時，其水深為 3.47m，流速水頭為 1.74m，則堰前能量高程為 68.21m，攔河堰將有溢流現象，而隧道入口產生壓力流狀況，但洪水不致溢堤而造成災害。在上述情況發生時，應即時通報淡水河流域防洪指揮中心，並遵循防洪指揮中心之指示進行緊急應變作業。

二、閘門無法操作

- (一) 在排砂閘門無法關閉之情況下，堰址上游水流除由潛孔流至下游外，亦將持續經由溢流堰進入分洪靜水池而經排砂道流至下游河段。當 200 年重現期洪峰抵達時，分洪量將減少而下游河道之流將由 310cms 增加至 530cms。此情況之發生並不影響分洪之操作，惟下游流量之增加必須即時通報上級單位及淡水河流域防洪指揮中心供因應之參考。
- (二) 在排砂閘門無法開啟之情況，因閘門係於洪水過後始開啟供排除分洪靜水池內之積水與淤砂，可將池內之積水抽乾後進行閘門之修復。

三、洪峰大於設計流量

員山子分洪工程係以 200 年重現期洪峰流量設計，其分洪量為 1,310cms，河道流量為 310cms。經檢驗分洪設施之通水能力，可通過約 1,855cms 之流量，即分洪 1,529cms，下游河道 326cms，該流量(1,855cms)相當於 1,000 年重現期洪峰流量。在超過設計流量發生之情況下，其應變措施為即刻通報上級單位及淡水河流域防洪指揮中心，所造成之損失應以天然災害處理。

四、分洪設施損壞

當分洪設施可能損壞而喪失其功能時，應即刻通報上級單位及淡水河流域防洪指揮中心，進入緊急應變狀態，以減輕居民生命財產之損失。分洪設施損壞包括下列情況：

- (一) 攔河堰遭沖毀，此時基隆河水位無法因攔河堰而壅高，分洪量勢必減小，堰址下游流量將增加。
- (二) 分洪堰損壞時，基隆河水深超過 2.5m 之流量將全部導至分洪



- 隧道，即分洪量將超過 1,310cms，但在 200 年重現期洪峰情況下應不會超過 1,500cms，通水不致產生問題，但洪流中之懸浮載未經分洪靜水池沉澱，出流之懸浮質濃度高達 6,380ppm。
- (三)排砂道閘門損壞時，若閘門已不存在則會增加下游河道流量，若閘門無法開啟，則會降低不分洪流量。
- (四)出水口構造物損壞時，可能造成出水流速增加，可能造成沿岸地形之沖蝕。
- (五)分洪隧道損壞時，將減少通水能力，並有造成地層坍塌之可能。
- (六)設施側牆損壞時，洪水將漫流造成淹水。
- (七)當發生上述之情形或相關分洪設施損壞，即應立即通知上級單位及淡水河流域防洪指揮中心。

16.7 觀測試驗

一、水位、影像觀測

為觀測並記錄分洪工程之運作實況，將設置 6 處水位計，示如圖 16.6，以量取侯硐介壽橋、攔河堰前、排砂道前、分洪堰前、隧道入口及出口消能池之水位。圖 16.7 則為攝影機位置圖，於分洪期間分別觀測基隆河上游、側流堰、分洪堰、隧道入口及出海口之流態。水位記錄及影像資料將傳輸至管理中心彙整。分洪量可由分洪堰前水位推估，而孔口流量則由攔河堰前水位計算，員山子入流量為分洪量與孔口流量之合，基隆河員山子上游河段之流量可由侯硐介壽橋水位站推估。

二、淤積量觀測

攔河堰前河道與分洪靜水池內之淤積量，必須定期量測，一般情況應於汛期前後各進行測量一次，若遇較大洪水時，洪水退後視淤積狀況進行測量。淤積量測量之目的係收集營運資料供淤積分佈及清淤時機與清淤數量之研判，並供往後規劃設計之參考。

三、淤積物粒徑分析

每次進行淤積量觀測時，應同時採取淤積土樣進行粒徑分析，以檢驗側流堰、分洪靜水池及防砂壩之功能，並研判淤積物再利用之適用性，在不必要迴歸基隆河下游河道時，可供其他工程用途。

16.8 施工規劃期間推廣活動

本計畫之可行性除必須克服技術層面之問題外，亦需爭取附近居民與社會大眾之認同，尤其是水利與環工界之專家學者。本計畫施工規劃期間應進行下列推廣活動：

一、附近居民

- (一)經常與瑞芳鎮行政長官及民意代表溝通，使其瞭解本計畫之目標及其效益，進而支持計畫之進行。
- (二)舉辦地方說明會，消除居民對本計畫之各項疑慮。
- (三)非正式與居民溝通，聽取民眾之意見。

二、社會大眾：經媒體之報告及宣導手冊之散發，闡述本計畫之功能與效益，務必使社會大眾瞭解本計畫之內容及所必須克服之困難。

三、專家學者：經環評審查會或舉辦工程研討會，使專家學者提供對本計畫之改善意見，進而獲取其支持。

16.9 分洪構造物淤積清除

分洪構造物於攔河堰前、分洪靜水池內及上游防砂壩，因流速減緩均會產生淤積。依本章第 16.4 節之營運操作維護規則第十三條及第十四條之規定，淤積必須定期清除，並依規定妥善處置。茲將有關分洪構造物淤積清除事宜敘述如下：

一、沉滓物理特性

(一) 上游防砂壩

攔河堰上游防砂壩設置之目的係攔阻基隆河上河段隨洪



流挾帶而下之巨型卵塊石。於洪水期間若防砂壩已淤滿，在淤滿後之河床坡降為原坡度 1/2 之假設情況下，第 1 號與第 2 號防砂壩上游河段之平均流速分別為 4.77m/s 及 4.94m/s(詳第十章，表 10.3，迴水範圍內之平均流速)。依 Yang Incipient Motion，

$$\frac{V_{cr}}{W}=2.05，\text{剪力流速雷諾指數 } R^*>70$$

式中， V_{cr} ：顆粒起動之臨界流速(m/s)

W ：沉降速度(m/s)

當顆粒直徑大於 2mm 時，沉降速度可以下式估計

$$W=3.32D^{1/2}$$

$$\text{即 } D=0.0216V_{cr}^2$$

將防砂壩上游流速代入上式，可得被帶動之顆粒直徑在第 1 號與第 2 號防砂壩分別為 0.49m 及 0.53m，表示該兩座防砂壩在淤滿之情況下，直徑 0.5m 以下之石頭會被洪流帶入防砂壩之下游河段。因此防砂壩之淤積主要為大型卵塊石。

(二) 攔河堰

由上游防砂壩下移之沉滓，在 Rouse Number $Z=5$ 為懸浮質分界之假設情況下，當基隆河發生 200 年重現期洪水時，於攔河堰前水中懸浮質最大粒徑為 10mm，即 10mm 至 0.5m 之間之河床質會在防砂壩與攔河堰間之河段沉澱。因此攔堰前之淤積積大部份為卵石。

(三) 分洪靜水池

攔河堰前之水位必須高於側流堰頂(高程 El. 62.5m)時，洪水始進入分洪靜水池。經第四章對懸浮質運移之推估，經分洪堰(堰頂高程 El. 63.0m)流入隧道之懸浮質中 99% 小於 2mm，即分洪靜水池中之淤積為 2mm 至 10mm 之砂及礫石。

二、淤積清除方法

因防砂壩與攔河堰前之淤積均屬大顆粒之沉滓，而分洪靜水池所設置之排砂道因其流速不足以沖刷池內之淤積，因此該三處之清淤均建議於洪水過後或淤積至規定深度後，以機械式清除淤積。

(一) 防砂壩清淤

因兩處防砂壩均為 4m 高，其右岸為道路且無堤防或防洪牆之設置。可採用怪手鋪設便道直接駛入河床挖掘淤積物。而靠近右岸之淤積俟怪手清除其他區域淤積後，於岸上將剩餘之淤積挖除。

(二) 攔河堰及分洪靜水池

依規定在攔河堰及分洪靜水池淤積 1.0m 或每次洪水後必須清淤，而攔河堰與分洪靜水池周邊均為混凝土結構物，為避免以怪手直接駛入挖除淤積，建議以吊車將怪手吊入攔河堰前或靜水池中淤除淤積。但攔河堰及分洪靜水池側牆之高程為 El.69.0m，而底部高程僅為 El. 60.0m，為使淤積物得以順利送到岸邊，必須採用長臂之怪手。分洪靜水池之排砂道為 6m(w)×3m(w)，清淤機械亦可由排砂道進入分洪靜水池執行清淤作業。

16.10 清淤費用概估

一、清淤範圍

本計畫清淤範圍計有 1、2 號防砂壩、員山子攔河堰及分洪靜水池等 4 處。

二、清淤時機

依據 16.4 節「營運操作維護規則」第十三、十四條規定，各構造物清淤時機如下：

(一)攔河堰及分洪靜水池內淤積達 1m 時實施之，但每次有洪水通過後，不論有無分洪攔河堰之孔口及魚道必須疏浚維持水流通暢及魚類洄游路徑。

(二)1、2 號防砂壩於洪水期來臨前及每次颱風事件前後實施之。



三、清淤量估算

為方便評估清淤量及清淤費用，本計畫擬以年平均淤積量加以評估，各構造物年平均淤積量及清淤次數說明如下：

(一) 攔河堰及分洪靜水池

由表 4.34 可知分洪靜水池年平均懸浮質淤積量約 $4,068\text{m}^3$ ，另由表 10.6 可知，第 3 河段(攔河堰位於第 3、4 河段交界)與第 5 河段之年平均河床質輸砂量差為 $16,000\text{m}^3$ ，亦即年平均淤積量為 $16,000\text{m}^3$ 。分洪靜水池面積約 $12,850\text{m}^2$ ，攔河堰上游河道面積約 $8,000\text{m}^2$ (以迴水長度 200m 及平均河寬 40m 估算)，故攔河堰及分洪靜水池年平均淤積高度分別為 2.00m 及 0.32m，如依上述之清淤時機而言，攔河堰及分洪靜水池每年平均清淤 2 次及 0.3 次，清淤量平均每年約 $20,000\text{m}^3$ 。

(二) 防砂壩

由瑞芳介壽橋水位站之逐時統計資料中顯示，自民國 70 年至 89 年之 20 年間計有 61 場洪水事件大於 210cms(員山子不分洪流量)，但小流量時防砂壩不致淤滿，擬於洪水期前後各清淤一次，計兩次，假設兩座防砂壩淤滿後淤積量 $116,400\text{m}^3$ 為年清淤量。

(三) 總清淤量

由防砂壩、攔河堰及分洪靜水池估計每年清淤量為 $136,400\text{m}^3$ 。

四、費用估算

本計畫參考基隆河治理工程初期實施計畫—汐止段第一工區工程之河道疏浚工程，挖方費用為 $26\text{元}/\text{m}^3$ 、棄方費用為 $670\text{元}/\text{m}^3$ ，即每立方公尺 696 元，每年清淤費用約為 9,500 萬元。

淤積於防砂壩、攔河堰及分洪靜水池砂石可供再利用，可以河道砂石採取方式估計其成本。砂石生產成本係指砂石由河川挖掘運至砂石廠經洗選、篩選、碎解等過程而至成品所負擔之費用，

包括進料費、砂石廠機具費、用電費、人工費、環保支付費、辦公雜支費、工地安全費、砂石廠用地費等。茲分述如下：

(一) 進料費

進料費係指挖土機將河川中砂石挖掘放置於卡車，再由卡車運至砂石廠所需負擔之費用。

1. 挖土機作業費用

- (1) 為減少卡車裝載對道路之影響，擬以 6m^3 容量之卡車作為運輸工具，其每次裝滿所需時間依挖土機大小而異。
- (2) 挖土機每小時工作量以每小時作業 50 分鐘為準。
- (3) 挖土機每小時費率係參考「台北市政府工務局工料分析手冊」及「台北市政府工務局九十年度議會審定工程單價」而得。
- (4) 挖土機作業手費用以每日 2,000 元計。
- (5) 每立方公尺挖土機作業費為每立方公尺機具費加上每立方公尺作業手費用而得，詳見表 16.2。
- (6) 為保守估計，建議採用 0.7m^3 容量之挖土機，每日工作量 545m^3 ，清除 $136,400\text{m}^3$ 共需 250 天，約 8 個月，合計挖土機作業用為 $14.97 \text{元}/\text{m}^3$ 。

2. 卡車作業費用

- (1) 運輸所需卡車量隨著運距增加而增多，本計畫自攔河堰至第 2 號防砂壩距離約 1.8km，若將砂石廠設於中間，則運距以 1.0km 計，經參考台北市工務局「工料分析手冊」中之資料估計卡車數量，卡車每小時理想考量為 35.75m^3 ，每日 8 小時為 286m^3 ，計要 2 部卡車。
- (2) 卡車費率係參考台北市工務局「工料分析手冊」中，載重 12T、總重 19.5T 傾卸卡車所需費率為 690 元/小時。
- (3) 每日卡車機具費用以每日工作 8 小時計算。
- (4) 卡車作業手費用以每日 1,800 元計算。



(5)每立方公尺卡車作業費用為每日卡車機具費用加上每日作業手費用，再除以每日砂石生產量而得，即 $[2 \times 8 \times 690 + 2 \times 1,800] / 545 = 26.86$ 元/ m^3 。

(二) 砂石廠機具費

砂石廠機具費包括設備折舊費、利息及保險費、維修費、潤滑油等項目，因各砂石廠設備係依日產量多寡而設計，其設備亦不盡相同。

- 1.本計畫假設每月有 17,000 立方公尺之生產量，其設備費約 5,000 萬元。
- 2.設備折舊費以 8 年限期分攤，為 30.64 元/ m^3 。
- 3.利息及保險費以設備費年利率 10% 計算，為 24.51 元/ m^3 。
- 4.維修費以折舊費 90% 計算，為 27.58 元/ m^3 。
- 5.潤滑油以折舊費 5% 計算，為 1.53 元/ m^3 。
- 6.以上總和為砂石廠機具費，為 84.26 元/ m^3 。

(三) 砂石廠用電費及人工費

由花蓮縣砂石公會提供之資料：

- 1.每月生產 20,000 立方公尺之用電費約 15 萬元，即用電費約為 7.5 元/ m^3 。
- 2.僱用人數為 8 人，每月平均薪資以 40,000 元計，則 $8 \times 40,000 / 20,000 = 16$ 元/ m^3 。
- 3.砂石廠用電費及人工費共計為 23.5 元/ m^3 。

(四) 環保支付費、辦公雜支費及工地安全費

1. 環保支付費

砂石採取作業對環境品質可能造成之衝擊有水質污染、空氣污染、噪音污染、環境整潔與生態破壞等，故應支付道路柏油鋪設、例行清掃、機動灑水、污水處理等負擔，本項費用約為投資金額每年 5% 計算，即 $[50,000,000 \times 0.05 / (17,000 \times 12)] = 12.25$ 元/ m^3 。

2. 辦公雜支費

本項費用包括辦公用品、書報、差旅費及交際費等，依花蓮縣砂石公會估算約 1 元/m³。

3. 工地安全費

本項費用依花蓮縣砂石公會估算約為投資金額每年 3% 計算，即 $[50,000,000 \times 0.03 / (17,000 \times 12)] = 7.35$ 元/m³。

4. 上述三項總和為 20.6 元/m³。

(五) 砂石廠用地費

根據花蓮縣砂石公會提供之資料，月產量 20,000 立方公尺砂石廠約需 1.5 公頃之廠區面積。假設本計畫月產量 17,000 立方公尺亦須用地 1.5 公頃，土地價格以每公頃 2,000 萬元計，則用地費為 3,000 萬元，若以租用方式每年租金為地價之 5% 計，則每年租金為 1,500,000 元，或用地費為 7.35 元/m³。

(六) 生產成本

1. 挖土機作業費 14.97 元/m³。

2. 卡車作業費 26.86 元/m³。

3. 砂石廠機具費 84.26 元/m³。

4. 砂石廠用電費 7.5 元/m³。

5. 砂石廠人工費 16 元/m³。

6. 環保支付費 12.25 元/m³。

7. 辦公雜支費 1.00 元/m³。

8. 工地安全費 7.35 元/m³。

9. 砂石廠用地費 7.35 元/m³。

10. 合計 177.54 元/m³。

11. 挖出之砂石假設 85% 可再利用，而 15% 必須運棄，則生產成本為 $177.54 + 0.15 \times 696 = 281.94$ 元/m³。



16.11 淤積物處置方式

依前述之推估，防砂壩前之淤積為大型卵塊石，攔河堰前淤積為卵石，而分洪靜水池內之淤積為砂及礫石，細顆粒之細砂、粉土與黏土均隨分洪流量排入東海。該三處所清除之淤積物，因其粒徑甚大均可再利用，如大型卵塊石可輾碎供骨材或級配，卵石、礫石及砂則可供骨材之用。本計畫建議淤積清除以砂石標售之方式進行，即由廠商自備機具、人工，且淤積物清除後自行處(再利用)。

依台北市政府九十年度議會審定工程預算單價，混凝土級配碎石及瀝青混凝用粗粒料之單價均為 600 元/m³，若以本計畫清淤之砂石經處理後出售，其售價約為生產成本之 2 倍，有足夠之誘因以標售之方式處理清除之砂石。

表 16.1 員山子分洪計畫整體效益分析表

一、正面效益	(一)有形效益			
	1.年計直接效益		41,800 萬元	
	2.年計間接效益		8,360 萬元	
	3.年計效益 $((1+2)*1.78)$		89,285 萬元	
	(二)投資金額			
	1.總經費		630,000 萬元	
	2.總投資額(考量每年利率 6%)		721,987 萬元	
	3.年計成本	(1)年利息 (總投資額之 6%)		43,319 萬元
		(2)年償債積金(總投資額之 0.344%)		2,484 萬元
		(3)年中期換新準備金(總經費 0.038%)		207 萬元
		(4)年運轉及維護費 (總經費之 3%)		16,351 萬元
		(5)小計 $((1)+(2)+(3)+(4))$		62,361 萬元
	(三)益本比(年計效益/年計成本)			1.43
	(四)無形效益		促進地方繁榮及保障人民生命財產安全，提昇民眾對政府之向心力及信心。	
(五)對基隆河整體治理計畫之效益		減少洪患面積，同時降低基隆河中下游水位 1-2 公尺，可減少民眾拆遷補償費約新台幣 500 億元，使基隆河整體計畫總經費降至新台幣 900 億元。		
(六)淹水區域房屋增值			293,670 萬元	
二、負面效益		將對基隆河員山子分洪計畫出海口鄰近漁業經濟及計畫路線穿越之礦業權造成影響。本計畫除將減少分洪量及分洪頻率、設置防砂壩及分洪靜水池等措施降低其影響外，另將於環評後進行漁業權及礦業權補償作業。		

資料來源：「基隆河員山子分洪計畫環境影響評估報告」，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 91 年。

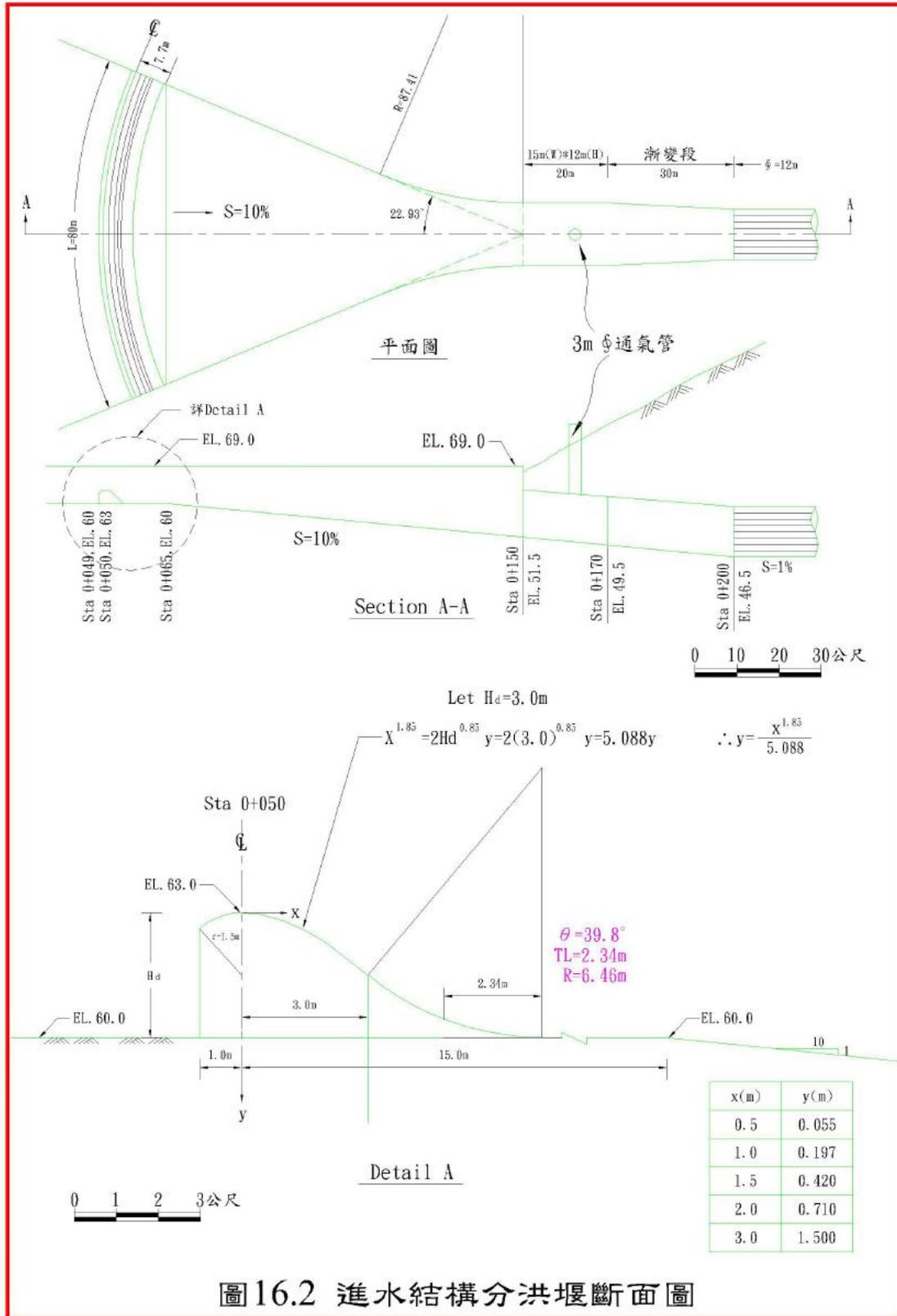


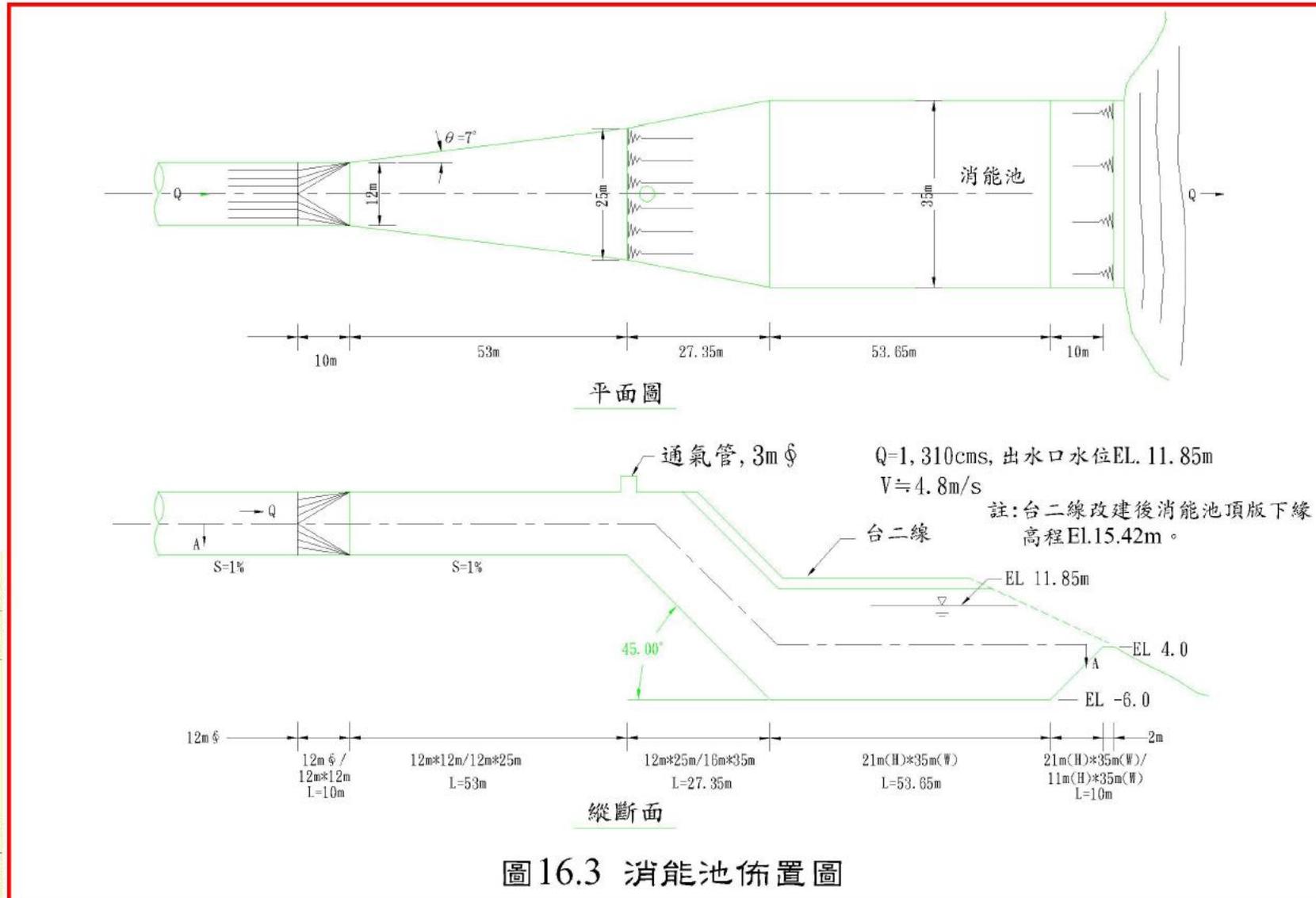
表 16.2 挖土機作業費用估計表

項目	挖土機挖土容量(立方公尺)	
	0.7	1.0
每裝 6 立方公尺容量卡車所需時間(分)	4.4	3.5
每小時工作量(立方公尺/小時)	68.2	85.7
每日工作量(立方公尺/日)	545	686
每小時挖土機費率(元/小時)	770	970
每立方公尺機具費(元/立方公尺)	11.30	11.31
每立方公尺作業手費用(元/立方公尺)	3.67	2.92
合計挖土機作業費(元/立方公尺)	14.97	14.23



圖 16-1 分洪措施平面佈置圖

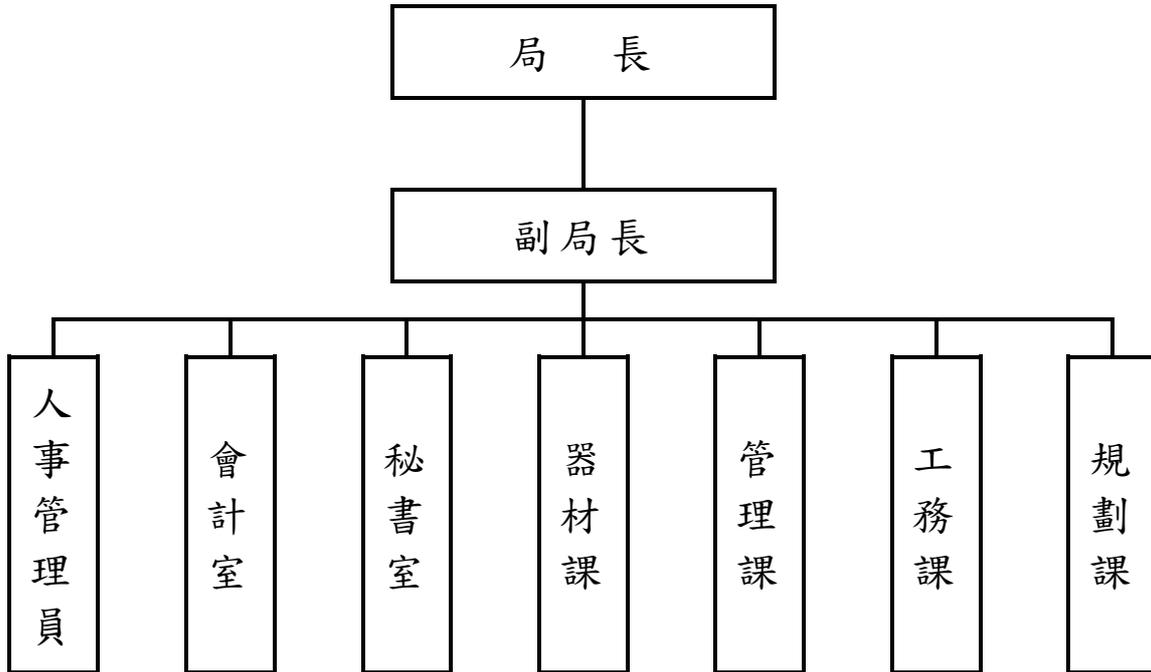




PATH: B:\DWG\CAD\PROJECTS\19
 FILE: NAME: 16-3.DWG
 PLOT TIME: 10:07:35



圖 16.4 第十河川局組織及人員配置



會計室	秘書室	器材課
主任：1 課員：1 計：2員	主任：1 課員：2 辦事員：1 計：4員	主任：1 課員：1 辦事員：1 計：3員
管理課	工務課	規劃課
課長(正工程司兼):1 正工程司：2 副工程司：4 工程員：4 計：11員	課長(正工程司兼):1 正工程司：3 副工程司：5 工程員：11 計：20員	課長(正工程司兼):1 正工程司：2 副工程司：4 工程員：5 計：12員
人事管理員		
計：1員		

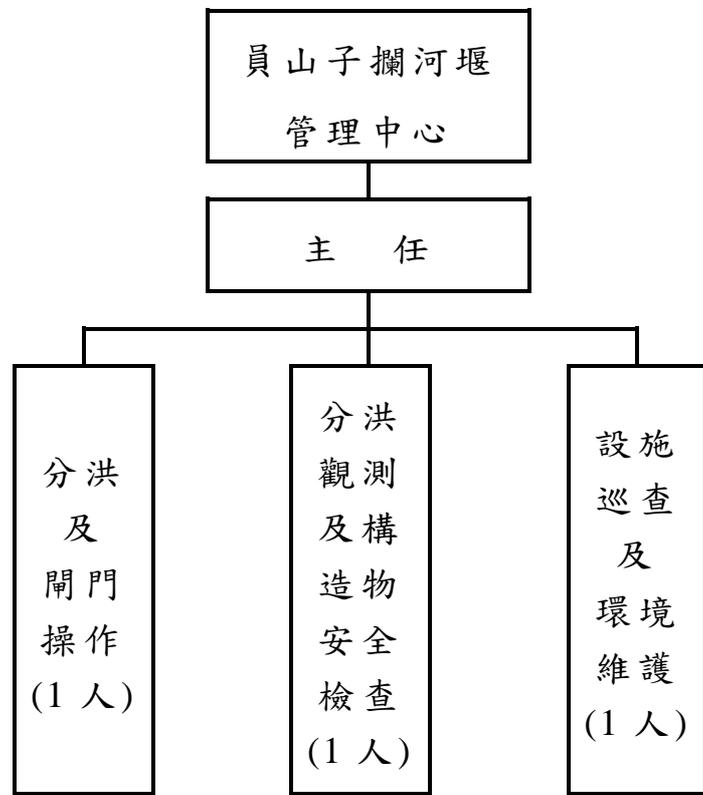
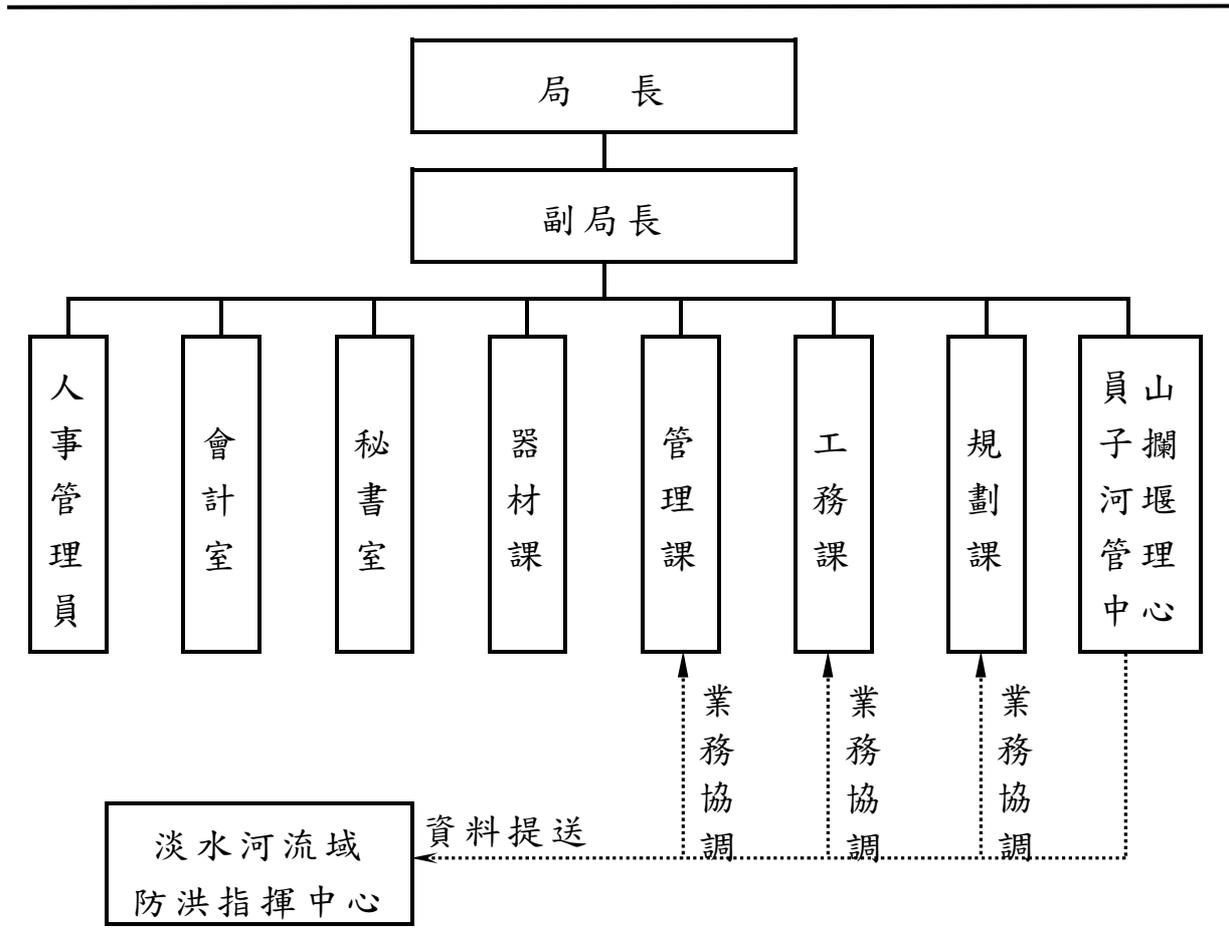
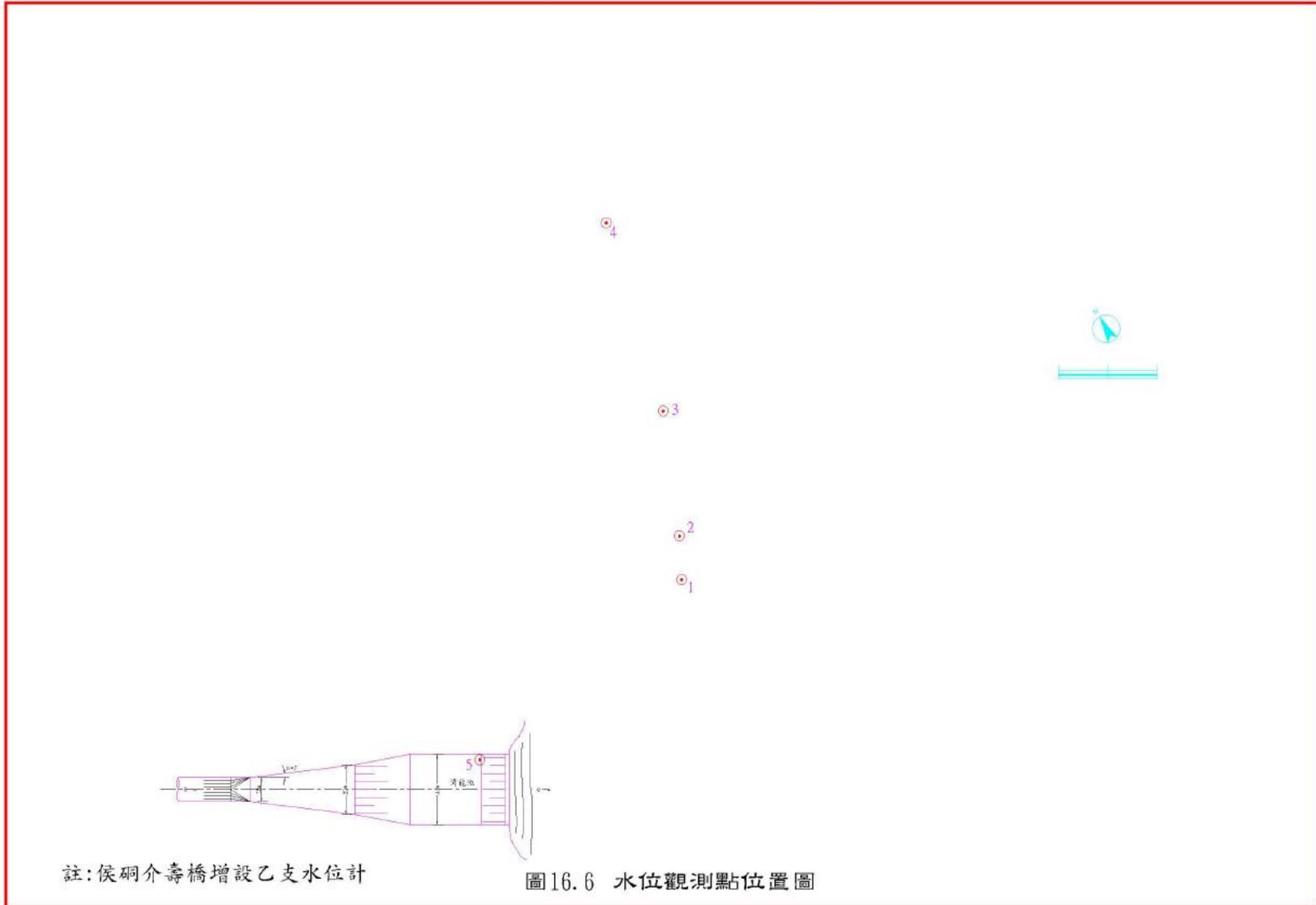


圖 16.5 員山子攔河堰管理中心組織架構



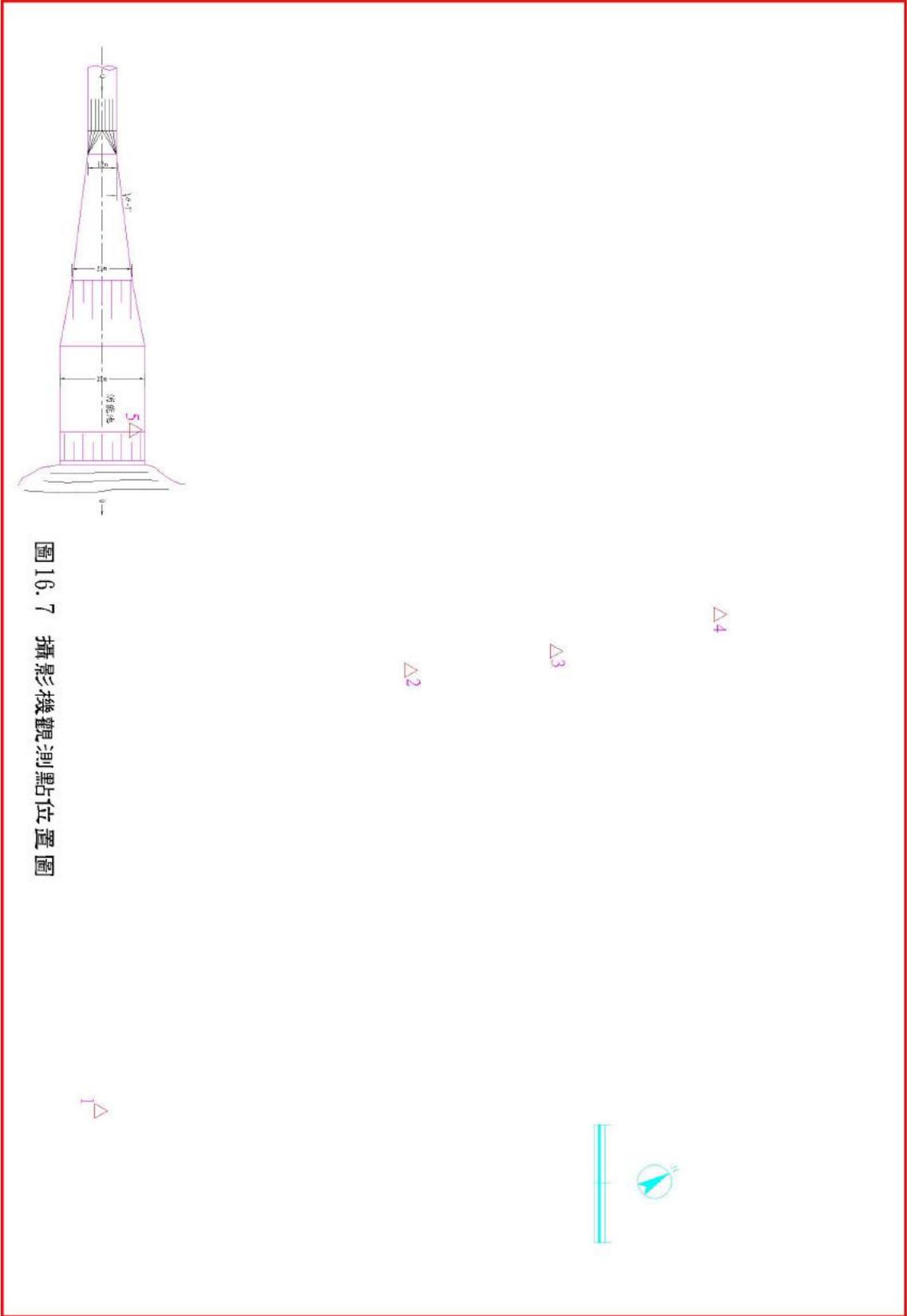


圖 16.7 攝影機觀測點位置圖

第十六章 營運管理計畫

本工程已編撰「施工管理計畫」報告，詳細內容請參閱該報告書，本章僅就基本架構作一敘述。

17.1 施工管理計畫

本計畫之內容包含下列各要項：

- 一、工程概述：主要說明工程概要、工程內容、基本設計主要設計斷面、主要工程數量及工期預估。
- 二、工地研判：包含區域地形、地質概況、工程材料來源、剩餘土石方運輸路線、鄰近交通狀況、工地動力來源、用水來源、施工道路及用地處理。
- 三、工程施工方法：

主要劃分六大工區，其分區如下：

- (一)攔河堰及進水結構工區：本工區應視需要再劃分為二處工區。
- (二)一號隧道進水口洞口工區：本區域之重點在於採行長距離明挖覆蓋段之施工，或採行導坑入洞再予擴挖後進行隧道開挖；二種方式統包商應再詳加考量後施行。
- (三)九份溪過河段工區：由於過河段非要徑工期，故本工區施作較具彈性。
- (四)九份溪施工橫坑工區：本區域分為二處工區，分別進行主隧道之開挖。



(五)二號隧道出水口洞口工區：本區域施工之重點在於考量台二線交通營運之影響。

(六)出口結構及跨越橋與管架橋工區：本區之重點在於考量各項工作之相互影響。

四、施工臨時設施計畫：本節主要在說明工地之供電、給水、通風及排氣、通訊、後勤支援(材料堆置及加工廠、修護廠)、爆材儲存設施、拌合場等臨時設施之配置、來源及需求量。

五、測量計畫

六、施工預定進度

七、施工編組

八、品管計畫：包含文件、材料與設備、施工品質、計測等品質控制及品質計畫執行。

九、工區安全計畫：包含交通安全維護計畫(含北 37 線、北 35 線、102 線及台 2 線)、工地安全衛生計畫、醫療計畫。

十、施工環境保護計畫：內容包括大氣與空氣品質、噪音管制、振動管制、施工中導排水計畫、固體廢棄物、水土保持及環境監測等項目。

十一、監控系統施工、景觀工程及控制中心等施作要點。

17.2 施工臨時設施計畫

本節主要摘錄自施工管理計畫第四章之施工臨時設施計畫。

17.2.1 一、計畫

- 一、承包商必須自備緊急柴油發電機，以備停電之需或作為施工初期尚未供電前之施工電源。
- 二、一號隧道進水口所需用電，承包商須配合工區的用電需求向台電申請，自北 37 線公路台電現有線路引接架設適用之配電線路至工區內施工用電變電站，俾供施工機具設備之用。
- 三、九份溪過河段及一、二號隧道橫坑所需用電，承包商須配合工區的用電需求向台電申請，由北 35 線公路台電現有線路引接或自備定置式發電機發電。
- 四、二號隧道出水口所需用電，承包商須配合工區的用電需求向台電申請，由台 2 線公路台電現有線路引接或自備定置式發電機發電。
- 五、各工區之現場變電站應設置於安全地區且不妨礙施工進行，變電站周圍應設圍籬及防護措施，避免閒雜人進入。

17.2.2 總投計資

一、給水系統

引用基隆河及九份溪之溪水，應儘量選擇靠近上游，遠離工區處，再抽取並導入蓄水池，並依施工用水之用途選擇不同揚程度及流量之加壓泵浦，經由各別輸水管線以供應施工機具所需之冷卻水、混凝土拌合場用水、道路填築用水及級配粒料用水等。

二、水量需求

(一)施工機具用水

主要包括鑽堡、鑽岩機、噴漿機等施工機具用水，施工機具之用水量為 250L/min。若以使用率 50% 計算，每日用水量為 $250\text{L}/\text{min} \times 60\text{min}/\text{hr} \times 24\text{hr}/\text{day} \times 50\% = 180\text{TONS}$ 。

(二)噴凝土每日用水量 86TONS。



(三)生活用水(若臨時自來水管線無法或尚未申請前採用下式計算)

設施人數為 100 人，每人每日用水量為 350L，則每日生活用水總量為 $350\text{L/man} \times 100\text{man} = 35\text{TONS}$ 。

(四)蓄水池容量

每日總用水量 = $180 + 86 + 35 = 301\text{TONS}$

蓄水池容量 = 每日總用水量 $\times 30\%$

= $301\text{TONS} \times 30\%$

$\approx 90\text{TONS}$

三、泵浦規格

(一)抽水泵浦

抽水量：650L/min

揚程：60m

馬達：15HP

數量：1 台

(二)加壓泵浦

(1)供應機具用水

抽水量：250L/min

揚程：25m

馬達：5HP

數量：1 台

(2)供應噴凝土

抽水量：200L/min

揚程：18m

馬 達：3HP

17.2.3 通風排氣設備

隧道施工通風，於鑽炸法開挖擬於隧道口及各橫坑洞口處設置風機，經由風管輸送新鮮空氣至開挖面。

一、通風量

隧道通風需求主要得考慮下列三項

- (一)開炸後隧道換氣量。
- (二)作業人員之需求。
- (三)施工機械之需求。

1.通風量

(1)開炸後隧道換氣量(以上半斷面為主要考量)

每輪開炸方數 $61.6 \text{ m}^3/\text{m} \times 1.75\text{m} \doteq 107.8\text{m}^3$

使用炸藥量 $107.8 \text{ m}^3 \times 1.1\text{kg}/\text{m}^3 \doteq 118.6\text{kg}$

CO 產生量 $P=118.6\text{kg} \times 0.008\text{m}^3/\text{kg} \doteq 1.0\text{m}^3$

換氣時間 20 min

$Q=0.368 \times P / (R \times T)$

註：R 為煤煙濃度，依日本道路公團對隧道開炸之建議標準值取 40% 為煤煙透過率，並採二氧化碳濃度為煤煙濃度的 50 倍換算

$=0.368 \times 1.0 / (0.4 \times 50 \times 10^{-6} \times 20)$

$\doteq 920\text{m}^3/\text{min}$

(2)作業之需求

同一時間在隧道工作人數最多為 45 人（開挖、支撐相關作業 30 人，襯砌 15 人）



$$3\text{m}^3/\text{min} \cdot \text{人} \times 45 \text{ 人} = 135\text{m}^3/\text{min}$$

(3) 施工機械需求

使用機具	規格	台數	每一台空氣需要量 m ³ /min	需求量 m ³ /min
鑽堡	油壓 30kw×2	1	60	60
裝載機	4.0m ³ 50kw	1	230	230
抽水機	60kw	1	60	60
傾卸卡車	11tons 190kw	2	425	850
其他				210
合 計				1410

2. 通風機

根據 1 項通風量之計算結果所需通風機大小及數量如下：

$$(2)+(3)\text{項 爲 } 1545\text{m}^3/\text{min} < 2000\text{m}^3/\text{min} \quad \text{OK}$$

以 1545m³/min 為需求風量

∴ 每工作面採用一套直徑 1.5m，若超過 1000m 增設一套，送風量 2000m³/min，為可行。

3. 送風機組數

$$\text{風管斷面積} = A = 1/4 \times \pi \times 1.5^2 = 1.767\text{m}^2$$

$$\text{風 速} = 2000\text{m}^3/\text{min} \div 60\text{sec}/\text{min} \div 1.767\text{m}^2 = 18.86\text{m}/\text{sec}$$

風管內風壓損失：

$$h_o = \lambda \times (L/D) \times (V^2/2g) \times r$$

式中：λ = 壓力損失係數，0.018

L=風管長度(M)

D=風管直徑(M)

g=重力加速度，9.8m/sec²

r=空氣比重，1.2kg/m³

V=風速(m/sec)

若風管採 1.5m ϕ ，每 100m 之風壓損失為

$$h=0.018 \times 100 / 1.5 \times 18.86^2 / (2 \times 9.8) \times 1.2 = 26.1 (\text{mmAq}/100\text{m})$$

風機全壓 500mmAq 之送風機可送風距離為

$$500 / 26.1 \times 100 = 1916\text{m}$$

若考慮漏氣等因素，送風距離以 75% 計算，則送風距離為

$$1916 \times 75\% = 1437\text{m} > 1000\text{m} \quad \text{OK}$$

由前計算結果，送風管路之設計為：

- (1)直徑 1.5m 纖維補強軟式風管 2 套，以送風方式供給。
- (2)每一工作面洞口配置一套，其為 192kw，軸流式送風機一台，附消音器，送風量 2000m³/min，全壓 500mmAq，直徑 1.5m，超過 1000m 加設一套。

17.2.4 通訊設備

工地現場及工房應設置適當之通訊系統，俾供聯絡之用，如為有線電話須向當地電信局申請，如為無限電通應向有關單位申請核可。

17.2.5 材料堆置及加工場

本工程之材料堆置場及加工場之設置詳見施工場地佈置圖 17.1 至 17.3。

17.2.6 修護場

修護場之平面位置圖詳見施工場地佈置圖 17.1 至 17.3。



17.2.7 爆材儲存設施

由本工程承包自行租用適宜之地點做為隧道炸藥儲存庫之用，但須依相關之法令規定辦理。

17.2.8 拌合場

一、噴凝土拌合場

本工程區擬於一號隧道進水洞口及九份溪過河段附近施工場地各設置乙座噴凝土拌合場，主要為供應隧道外觀砌之用。

二、水泥混凝土拌合場

本工程採預拌混凝土，不採自設水泥混凝土拌合場。

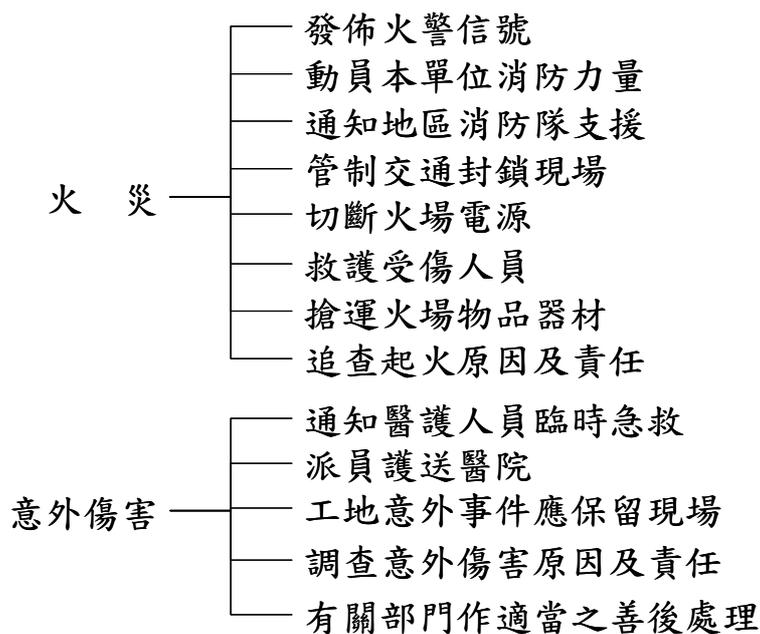
17.2.9 其他設置

為維護施工區周遭人員及交通安全，於各施工房舍、廠房、庫房、材料堆置場等施工地區之周圍設置 2m 高固定式圍籬、工區出入口則設置移動式圍籬。

17.3 防災計畫

17.3.1 緊急災害處理

所謂緊急災害係指火災、水災、震災及意外災害(支撐折斷，岩石崩落)，其應採措施如下：



水災：水災之緊急災害處理詳見 17.3.3 節防汛措施。

震災：凡遭遇四級以上地震，需先撤離所有施工人員，待確認隧道主體無安全之顧慮後，再派員檢測所有之施工設備與隧道內之支撐架設、岩盤龜裂及其滲水或湧水狀況，最後依檢測結果增加支撐或灌漿補強。

工地需設有工地重大事故聯合處理小組組織，其通報決策系統應非常迅捷，並依重大事故處理要點或標準作業程序採取緊急救援行動。

17.3.2 防火措施

- 一、於炸藥庫、辦公室、宿舍區、隧道坑道、材料場及修護區等全面裝設滅火器、消防水管及消防沙等設備。
- 二、與鄰近消防隊隨時保持連絡。
- 三、每年舉辦二次消防演習，訓練與認識使用消防器材，加強員工對火災處理能力。
- 四、油、電、炸藥等地區嚴禁煙火，並商請當地警察機關列為巡邏重點地區，經常巡邏。



17.3.3 防汛措施

工程施工期間，為防範颱風及豪雨等所引起之災害，造成財務損失及人員傷亡，並為使災後迅速復工，承包商應依下列措施執行相關之保護工作：

- 一、中央氣象局發佈海上颱風警報及豪雨特報，工地應立即成立防汛中心。所有存放或裝置於低窪地區有被積水淹沒及沖失可能或易崩塌地點之工程器材及施工設備等，應即撤離搬運至安全地帶予以牢固，以防被強風吹損或洪水流失。所有工地工作人員須保持鎮定，注意颱風方向及警戒範圍，並從速完成防汛之必要措施。
- 二、防汛期來臨前及每年六月底前，須檢查屋頂鐵皮或瓦片、門窗牆壁及施工鷹架等，若有不安全之處應即設法補救，工區內之排水溝，應保持暢通以免積水。
- 三、颱風及豪雨侵襲期間，應隨時提高警覺、加強戒備，並注意收聽警報消息，密切注意颱風及豪雨動態，除非必要工作人員外，應避免外出以策安全，同時應成立救護中心，如有傷亡事故，不分甲、乙雙方人員均須予以適當之急救。
- 四、乙方駐工地代表，應迅速通知所有工程處所，隨時注意颱風威力及水位漲勢，以備工作人員及時搶救或撤離，同時注意四周環境有無沉陷，坍塌及房屋倒塌之危險。
- 五、防汛期應準備手提收音機、照明用具，並儲存足夠之飲水、食物與燃料，以防斷電、停水、交通阻斷或缺糧，此外應檢查不必要之電源是否關閉、電線有無斷落，並嚴防火災發生。
- 六、所有駐在工地之乙方工作人員，必要時得由甲方徵召參與防汛及復舊工作，所需車輛、施工機具、器材等，亦得由甲方統一調配及指揮。
- 七、颱風及豪雨過後，乙方應立即調查災情報告甲方，甲方得視需要決定復修程序，動員乙方所有工作人員迅速辦理復舊工作，工地人員如有不足，應由乙方儘快招募，以應需要。
- 八、乙方所蓋之房屋，務須顧慮安全實用，並具有適當之防汛設

備。

九、本條款之各項措施均已包含於總價中，統包商不得要求額外之費用。

17.3.4 緊急疏散計畫

本計畫於攔河堰施作前或破堤前應先訂定一定之水位高度為疏散通告時間，其水位高之訂定應參酌本工區過往之歷史加以研訂；攔河堰施作中、破堤後或完成時應施作臨時之防汛措施，並訂定三階段水位分別作為警戒、通知疏散、危險之訊息發佈基準。建議瑞柑新村居民之疏散地點有二處，一為瑞柑新村東側約 300 公尺處永周瀝青公司；另一處則為瑞柑新村西側 900 公尺處之瑞柑國小，詳見圖 17.4。

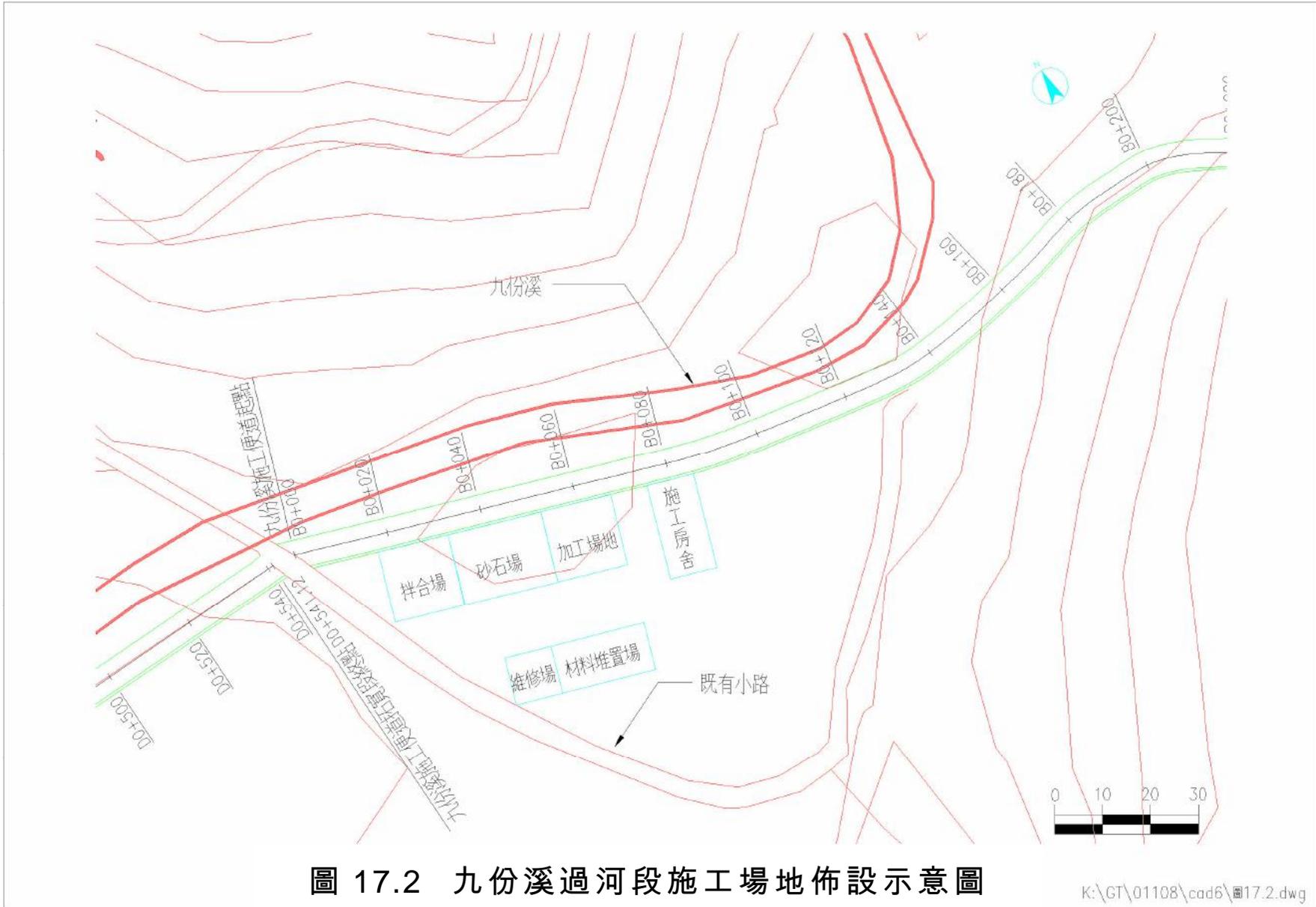


備。

九、本條款之各項措施均已包含於總價中，統包商不得要求額外之費用。

17.3.4 緊急疏散計畫

本計畫於攔河堰施作前或破堤前應先訂定一定之水位高度為疏散通告時間，其水位高之訂定應參酌本工區過往之歷史加以研訂；攔河堰施作中、破堤後或完成時應施作臨時之防汛措施，並訂定三階段水位分別作為警戒、通知疏散、危險之訊息發佈基準。建議瑞柑新村居民之疏散地點有二處，一為瑞柑新村東側約 300 公尺處永周瀝青公司；另一處則為瑞柑新村西側 900 公尺處之瑞柑國小，詳見圖 17.4。



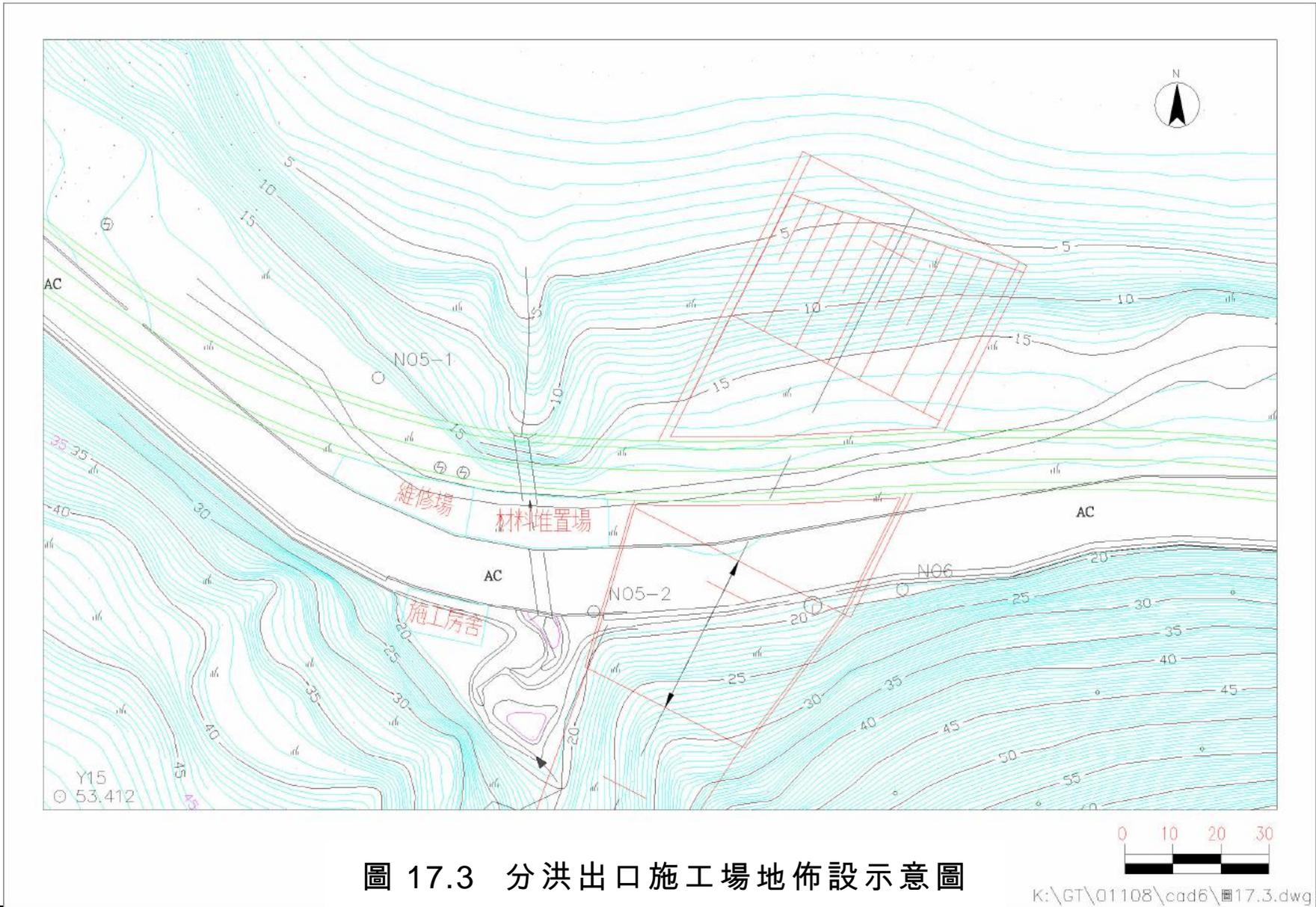




圖 17.4 緊急疏散路線圖

第十六章 營運管理計畫

本章係摘自「品質管制計畫書」報告之內容，僅作概略性描述，詳細說明請參閱「品質管制計畫書」。品質管制計畫主要內容共分下列六大項：

- 一、品質管制範圍及定義：內容包含適用範圍、變更通知程序、改正行動及品質管制之名詞及定義。
- 二、工程品質管制組織：包含組織責任及各品管之作業流程說明。
- 三、施工要領、品管項目及標準：主要說明各主要工程項目各別之施工要領及檢驗與管理標準、檢驗時程。
- 四、材料及施工檢驗程序：以繪製檢驗流程圖為主。
- 五、不合格品之處理及矯正措施：包含各項不合格之處置措施及矯正措施之處理流程及表單製作。
- 六、文件管理：包含檔案、公文及文件資料之管理及編碼方式，另並編列工程施工自主檢查表。

第十九章 監造計畫

依據本工程之特性及需求加以擬定監造者所應執行之範圍、目標、本工程之特殊地質施作對策、人員需求、品質保證及管制作業。詳細之內容請另參閱監造計畫書，本章僅作概略之描述。

一、基本資料說明

主要說明本計畫執行之範圍及重點，並就地形及地質條件作摘要說明。

二、監造範圍

本節主要說明項目有下列三大項：

- (一)服務準則：說明監造工程司應遵守之規定，包含水利署與統包訂定合約及相關附件、設計圖、施工規範、施工計畫、環保實施計畫、安全衛生計畫、施工進度網圖、材料規範及其他依工程習慣執行之規定。
- (二)服務項目：包含四大項，分別為測量工作、品管工作、監造及工程行政以及隧道地質服務等工作。
- (三)監造工作之認知：提供各項工作執行所應具備之觀念。

三、監造目標：四項管理方針及一項協調精神，其分別為品質管理、時程管理、成本管理、安全管理及協調配合之精神與對象。

四、隧道施工及特殊地質處理：由於本工程中隧道施工為要徑工期且施工之困難度較高，故本節即詳細描述隧道施工及處理要點。

五、監造工作內容：即就監造之四大執行項目內容詳細說明工作細項及注意要點。



六、監造工作組織：本工作主要區分為品保組、安衛組、地質組、隧道組、水利結構組。

七、品質保證及施工檢驗：提供確保工程之品質管制流程及自主檢查表。

八、緊急事件處理流程及處理計畫。

第二十章 投標文件之研擬

本章將就施工及監造投標文件研擬之依據、參考資料、重要考量及其項目作一說明，詳細之文件內容請詳閱統包工程採購文件；依合約規定，本工程之招標文件應就監造作業及工程施工之發包文件進行研擬，惟依據水利署於 91 年元月 20 日召開之發包文件討論會議中，已明確指示本工程監造作業由甲方自行執行。故本章節在委託監造投標文件內容將僅就提送之報告摘要敘述。

20.1 工程發包文件之研擬

本工程基於儘速完成之條件下(民國 90 年 10 月底，政府承諾本工程將於民國 93 年底前完成)，擬尋求最合適的招標方式，以達成此一期望目標。

而在招標方式，主要有總包及統包等二種方式辦理。其中總包為傳統之發包方式，即工程設計完成後，再由總承包商承包整體工程。統包則是整合設計及施工、安裝於同一採購契約。

統包具有管理界面減少、縮短工期、降低成本的優點，在國外已經普遍的被採用。此外「行政院公共工程委員會」於民國八十七年十二月三十一日所發佈「統包實施辦法」中也提到統包較自行設計或委託其他廠商設計，可提供採購效率及確保採購品質，因此經初步評估後，擬以統包方式作為本工程之採購方式。為確保統包方式之可行性，本公司分別進行下列之作業程序，擬定統包採購文件：

一、資料收集

法令規定方面主要收集：政府採購法(含 91.02.08 之修訂)及施行細則、統包實施辦法、最有利標評選辦法、最有利標作業手冊、建築法(90.11.14)、共同投標辦法、商業法(91.02.08)、替代方案實



施辦法、趕工獎金實施要點及範例、機關委託技術服務廠商評選及計費辦法、WTO 政府採購協定及入會議定書。

招標文件方面主要收集：公共工程委員會投標須知範本、國防部眷村改建採購文件、自來水公司採購文件。

契約方面主要收集：公共工程委員會工程契約範本、國防部眷村改建統包契約及一般條款、水利署工程契約、國際諮詢工程師聯合會(FIDIC)統包契約應用指南。

規範方面：公共工程委員會公共工程施工綱要規範、水利署施工補充說明書。

其他資料包含：國防部統包招標制度研究成果報告、高速鐵路工程部份文件、三義隧道統包部份文件、新竹市政府北二高工程部份招標文件、前水利處曾文越域引水隧道統包發包文件。

二、招標制度規劃

雖然目前政府工程發包已有一般招標程序規定，統包工程的發包方式有相當多的變化形式，考量的內容包括業主的需求、現有法令制度環境、廠商能力、團隊組成、專案特性等因素。各國的統包制度執行方法有相當不同的規劃、不同的單位對此制度應用有不同的詮釋。雖然如此，其招標精神卻是一致的，即負責設計與施工的單位可以在設計階段即可加以整合，以達成整體資源運用效率提高之目的。以下就基隆河員山子分洪工程規劃議題提出討論，說明發包文件的研擬構想。

(一)基本設計階段準備文件

水利署進行統包工程發包前，必須完成下列之準備工作：

- 1.環境影響因應對策
- 2.地質補充探查試驗
- 3.用地徵收作業

-
- 4.水土保持計畫書
 - 5.基本設計及工程預算書
 - 6.招標文件與契約
 - 7.設計規範與工程規範

其中對於第 5 項，基本設計是整個工程設計文件的一部份，業主準備的設計圖說完成程度越高，業主的管制程度越高，但是相對的統包商對於未來的設計所能提供的服務與彈性越低。

業主所進行的設計程度，與業主的管理企圖、工程組織管理能力、賦予廠商設計彈性的意願、設計變易的接受程度等有相當大之關係。

(二)招標流程

招標流程有以下的規劃，該規劃的先決條件，必須符合政府採購法的規定，包括統包、共同投標、最有利標等法令的規定。

招標文件準備→成立廠商評選委員會→招標公告→廠商備標→疑問回覆→廠商投標→廠商資格審查→合格廠商進行評選→最有利標→決標→訂約→開工興建。

(三)招標文件內容

在招標前，水利署所應提供廠商以進行投標準備的資訊包括：

- 1.一般資料
 - (1)計畫內容
 - (2)資格審查時程
 - (3)廠商評選程序
 - (4)廠商評選標準
 - (5)工程預算
- 2.基地資料
 - (1)基地概況



- (2)地籍資料
- (3)地質資料
- (4)使用現況
- (5)環評承諾事項

3.工程需求

- (1)工程摘要
- (2)工程目標
- (3)基本設計說明
- (4)設計規範
- (5)工程規範
- (6)基本設計圖(僅為估算工程經費之用)

4.設計與施工契約

- (1)設計責任
- (2)施工責任
- (3)業主責任
- (4)一般條款
- (5)特殊條款

這些資訊將編撰於下列文件：投標須知、設計規範、契約樣稿、價格文件格式、切結書及其他附屬文件。

(四)廠商資格審查

進行廠商資格審查的目的在於挑選出具有能力的廠商。廠商可將資格文件與其他投標文件同時送達一次開標，也可以規定其分次送達分階段辦理資格、規格、價格之開標(採購法 42 條)，或者採用選擇招標，先進行廠商資格審查，符合資格的廠商再進行投標。規劃採用公開招標，以廣邀國內之各大廠商參與。

(五)廠商資格審查標準

統包契約相當需要一個互相信賴的環境。廠商的技術能力、

經營能力、用心的程度，是整個信心建立的基礎，為了挑選一個健全的廠商，應考量下列事項：

1. 參與廠商的團對成員，包括營造廠商、土木工程及水利工程顧問、建築師需分別訂定資格條件。
2. 工程為巨大特殊工程，所以訂定基本與特定資格。
3. 對於廠商的組合方式應該有原則性規範，如團隊中應包括營造廠商、土木工程及水利工程顧問、建築師、團隊的組合方式有共同投標及承包商與分包商關係兩種。
4. 資格門檻不可以過高，不然無法得到較高的競爭程度，又不可以過低，以致競爭人數過多，導致廠商負擔過高，業主審查費時。

(六) 廠商結合形式

參與統包工程的團隊將包括：營造廠商、土木工程顧問、水利工程顧問、建築師、工程專業技師以及其他下包廠商。統包的基本精神在於業主可以藉由與單一的團隊所簽訂的工程契約而達成本身工程需求，而這個團隊，一般土木或水利工程是以營造廠商為首，而其他廠商或專業技術人員，則藉由分包、委託的方式，達成計畫目標。但是另一個考量是，由廠商自行組成其團隊。因此政府採購法中，對於顧問機構、建築師、營造廠商統稱為廠商，延續此精神，對於單一廠商的承攬方式，由廠商自行決定是由誰擔任主承包商，其他則擔任分包廠商，擔任主承包商者，必須面對業主，負有整個契約的責任，有較高的風險，廠商應自行評估。對於業主而言，契約執行階段，主承包商與分包商的組成，或共同投標(共同承攬)的組合，業主皆視為是一個契約主體履行契約之義務，都可以達成業主與單一團隊進行契約委託的目的。

其他廠商以分包的方式成為工程下包、供應商或技術服務廠商，分包商則須經業主同意方可任用。

(七) 工程時程

本統包工程視其需求計畫時程、工程規模，於本階段(基本設計)已可以評估出一個概略的工程時程，該時程將成為廠商提案的



工程計畫最長時程限制。如果廠商能夠提出更短的計畫時間，將可以在評選的時候獲得較佳的評分。

估算工程時程其內容包括設計時間、施工時間。

(八)設計規範

由於已完成本工程之環境影響評估、補充地質探查及基本設計，業主可依據上述各項成果提供統包商明確的功能需求，統包商執行設計以符合業主的需要。業主對於分洪工程的需求於設計需求、工程規範中呈現。

功能需求與工程規範所表示的是業主對於本工程的最低需求標準，廠商將依業主所提出的需求，提供符合要求的成品，更高品質的成本將涉及極高的營建成本，若決標是以最低價得標，業主只能期待所得只是符合其需求的成品。

但是，各類規範對於基本設計未編列之項目的設計無法一一規定，若是廠商只是以符合業主規範、降低造價的方式進行設計，業主所得到的設計可能是低於一般設計水準的成品，業主必須避免這種情況發生。採取的方式是：1.要求其設計須詳細說明或解釋。2.較佳設計給予較高的得標機會。3.較佳的施工及品質管制計畫給予較高評分。

(九)廠商應提出之投標內容

廠商資格審查階段，廠商所需提出的文件內容為如上文(五)的說明，基本上以資格文件為要素。廠商所提供之競標文件包括：廠商履約記錄、設計說明書(包括設計圖、計畫)、施工計畫、品質管制、投標標價。

(十)投標文件審查

為進行審標作業，必須成立廠商評選委員會。統包審標作業包括各類文件審查、技術審查以審查廠商所提文件符合招標規定與規範，其工作量相當繁重，所以建議成立廠商評選工作小組。該小組所作的審查將提供評選委員會決定該廠商的提案是否可以被接受之參考。該審查工作將針對廠商提供的設計圖說與文件檢查每一處皆符合規範的要求。

評選委員根據技術審查小組報告，依其符合招標規定與規範的情形，決定該廠商的提案為可以接受的提案。技術審查的結果，若是廠商的提案不符合規定或規範的程度並不嚴重，則仍可以由評選委員接受，並進行下一階段的評比。但是廠商於得標之後應完全符合規定並予以修正。

(十一) 決標

評選委員根據最有利標評選辦法作業規定，完成廠商評選作業。

評選的目的在挑選出最佳的提案，依據評審標準，就廠商投標以最有利標的方式決標。評選委員在完成甄審作業之後，撰寫甄審報告交由主席，由主席評定最後得標者。

最有利標評選方式根據政府採購法最有利標評選辦法的規定，共有下述方法：

1. 總評分法：決定評選項目與比重、子項配分、合格門檻分數、加權分數最高者，或加權總分較高者經綜合評選過半數同意者，評定為最有利標。
2. 評分單價法：價格不列評分，評選項目評分總分為分母，價格為分子，得商數為評分單價，最低評分單價者為最有利標。
3. 評比排序法：標示評選項目之重要性排序，評選出較佳序位之廠商進行綜合評選，序位最優先者為最有利標。

在綜合的考量下，採用評比排序法，同時將價格的影響權重明確化，讓廠商有依循的標準。

(十二) 品質管理與監造

統包商應負全部工程設計與施工品質的確保與整合之責，其範圍涵蓋工程之細部設計(部份工程項目涵括規劃及初步設計)、施工、保固等階段。統包工程應將其工程品質完全交由統包商負責，而業主則負責工程進行間的監督、稽查工作，並保留一份完整的品質記錄文件，所以其分工作業可以下表說明：



統包品管項目	品管作業分工	
	業主(監督、稽查)	承包商(品管檢驗)
品質稽查	○	—
材料測試、檢驗	—	○
施工檢驗	—	○
改正方案及行動	—	○
品質記錄文件	○	○

雖然水利署進行統包工程的監督與稽查相較於傳統監造工作較為減少，但若是將工程計價、施工進度管理及專業領域一併考量，仍然須要相當多的作業人力，考量執行單位人力現況，建議水利署將部份工程技術(尤其為隧道及地下結構工程之設計審核與施工)的工作委託專業顧問公司進行上述部份之工作。

三、招標文件說明

順應前述之制度規劃，依本計畫招標時所需之文件，進行文件之研擬。這些文件對於本工程招標所需之行政程序、工程設計需求、工程所需材料品質規格、廠商資格與設計之審查等進行完整規定。本計畫所完成之招標文件可分為五大類，分別為投標須知、廠商資格審查文件、廠商評審作業要點、設計需求、契約，分別說明如下，詳細之內容請參閱統包工程採購文件第一冊及第二冊。

(一)投標須知

本份文件旨在告知投標廠商的投標程序、廠商資格、投標人組成、計畫概要、投標文件內容、評選辦法、開標決標與簽約的步驟、其他聲明與注意事項等，有關廠商資格、投標人組成則於第(二)節說明，評選辦法則於第(三)節說明。

(二)廠商資格審查文件

本文件主要是根據政府採購法規定，於辦理公開招標時辦理資格審查。由於本工程主要涉及的專業領域計有土木(隧道)工程顧問、水利工程顧問、建築師及營造廠，故本制度對於統包商的

規範，即分別針對上述四類廠商進行資格的審查，其內容主要包含下列三項。

1. 廠商資格

主要針對上述四類廠商進行資格審查。

2. 投標廠商組成

統包商之投標廠商組成有三種：

- (1) 同業共同投標。
- (2) 異業共同投標。
- (3) 一家(或二家)廠商為主承包商，其餘廠商為分包商，主承包商必須為營造廠商。

3. 資格審查

主要是規定投標廠商不得參與資格審查的情形，以及在何種情況下均不可補正。

(三) 廠商評選作業要點

廠商評選作業要點，包括評選的程序、項目、標準、工作小組與評選委員會的組成與權責等事項。評選辦法的訂定已與資格審查、投標須知中廠商應繳交的文件內容及綜合評選項目與配分決標辦法等事項結合。

(四) 設計需求

在制訂設計需求時，必須考量本需求須符合分洪水理要求。對於滿足功能需求後，則依基本設計範圍及內容訂定各項配置之設計要求與標準。

本設計需求包含下列三個部份，其說明如下：

1. 第一部份：一般說明與要求

要求承攬廠商必須於本工程專案組織下，選派專業技術人員負責設計工作。承攬廠商應製定設計管制制度，包括合約審查、設計輸入與輸出資訊管制、設計審查、設計查證、設計確認、設計變更管制、文件與記錄管制等。針對上述管制制度，承攬廠商



應分別訂定基本要求。

2. 第二部份：設計規範

主要提供廠商進行細部設計時須遵守之設計規範，於投標階段所提供之基本設計僅可做為廠商估算成本與造價之依據。設計規範含括隧道工程、水利工程、地下結構、邊坡保護及監測系統與其他公共設施等。

3. 第三部份：細部設計文件提送內容及摘要說明表

本文件為廠商完成細部設計，所需提送之文件內容，並包含各摘要說明。

(五) 統包工程契約

本文件之訂定，以彙整相關資料為主要進行方式，參考水利署之契約範本、公共工程委員會之契約範本內容與國外具有統包制度執行經驗之工程契約，進行整合。對於提請投標廠商對水工模型試驗未完成前之影響加以評估，以及鑽探或其他不確定風險因素充份考量，並明確規範甲方於規劃、設計、施工全程應有充分之審查、修正、督導、考核暨變更設計管制權責，並在合理合法範圍內充分考慮維護甲方之權益。

在契約修訂的考量下，將以公共工程委員會目前的工程契約範本以及水利署之一般工程契約為主體，進行修改，以適合統包工程的需求。同時要考量目前政府採購法對於契約要項的規定，以及國外實施的一些研究報告，擬定較適用於台灣的統包契約。

本研究訂定之統包工程契約主要內容說明如下：

1. 工作內容：

包括設計與施工、保固。承包商應提供完成本工程之設計、施工與保固所需之勞務、材料與設備。

2. 履約期限

3. 計價付款：

(1) 設計部份之計價階段

(2) 施工之計價時間及計價方式

4.履約保證：

(1)預算之百分之十

(2)依進度分四次發還

5.水利署與廠商之權責

6.對分包廠商之規定

7.變更設計

非甲方之理由，乙方付變更之成本、工期之責。

8.工程查驗

廠商自主品管，水利署抽查。

9.工程驗收

以水工模型試驗成果作為功能驗證之工具。

10.爭議處理

協調會、採購申訴審議委員會、仲裁協會、法院。

11.逾期罰款

20.2 委託監造發包文件之研擬

委託監造發包擬定之內容包含第一冊委託監造技術服務投標文件及第二冊相關參考之技術文件。

投標文件主要內容：

(一)監造服務說明書

說明本工程緣由、範圍、主要工程內容、監造服務範圍、監造人員組織規定、技術支援事項。

(二)投標須知

其主要在於建議採行公開召標並分資格、規格與價格標等一次投標分段開標。並考量工程規模建議廠商之基本資格及特定資格。



(三)規格標之詳細說明

說明服務建議書撰寫內容、格式及廠商評比標準。

(四)投標之各項附表擬定

(五)委託監造技術服務契約之編撰

本項之內容係以前述服務範圍並依據公共工程委員會之勞務契約範本進行編修，並建議其服務費之計價方式(投標時費用計算係採成本加公費法計算)。

參考文獻

1. 「阿公店水庫更新改善計畫先期作業規劃專題報告，五、水工模型試驗」，台灣省水利局規劃總隊，水工模型研究報告第五十四號，民國 82 年 9 月。
2. *Hydraulic Design of Flow Control Channel*, Department of The Army Corps of Engineers, Office of The Chief of Engineers, EM1110-2-1601, July 1970.
3. *Hydraulic Design Criteria*, Corps of Engineer, May 1989.
4. 「高速水流設計」國立台灣大學水工實驗所，民國 89 年 8 月。
5. *Hydraulic Design of Spillways*, Department of The Army Corps of Engineers, EM1110-2-1603, Jan 1990.
6. Martins, R.B., “Contribution to the knowledge on the Scour Action of Jet on Rocky River Bed”, 11th ICOLD, Madrid, 1973, Q41, R44.
7. Chanson , H., “Comparison of Energy Dissipation Nappe and Skimming Flow Regimes on Stepped Chutes”, IAHR Journal of Hydraulic Research, Vol. 32, No.2, 1994, PP.213-218.
8. Frizell, K.H., “Hydraulics of Stepped Spillways for RCC Dams and Dam Rehabilitations”, ASCE RCC III, 1991.
9. Kells J.A., Discussion of “Comparison of Energy Dissipation Between Nappe and Skimming Flow Regimes on Steeped Chutes:”, IAHR Journal of Hydraulics Research, Vol.33, No.1, 1995, PP.132.

附件一 期初簡報審查意見處理情形

(一)開會時間：民國九十年七月十九日(星期五)上午九時三十分

(二)開會地點：本所二樓會議室

(三)主持人：謝所長 勝彥

紀錄：吳益裕

(四)結論：

- 1.本委託研究計畫期初簡報會議，原則認可。
- 2.隧道平面路線圖依顧問公司所提之方案，修正為直線。
- 3.分洪入口佈設及漸變段應提出詳細之水理演算、隧道入口段之深度不宜降至 EL. 41 m 及通過九份溪隧道縱斷面之坡降等問題，請顧問公司 10 日內再提詳細計算及分析，並於第一次工作檢討會中(約八月上旬)進行討論。
- 4.請研擬隧道入口段若未採人工控制時，其隧道出口水之跳躍問題？
- 5.各專家學者之意見，請貴公司參考修訂或補充辦理，並於第一次期中簡報(約九月中旬)時進行討論。

審查意見	處理情形
行政院經濟建建委員會彭紹博技正	
1.本案時程請盡量縮短。	遵照辦理，詳細評估結果將於合約規定時程提出。
2.隧道沿線廢礦坑及地下水之狀況，建議精確地管理及掌控。	遵照辦理，將以環評及地質調查結果作為本設計之重要參考。
3.九份溪渡槽或隧道宜請詳加考量。	遵照辦理，將於後續工作中提出。
4.隧道入口處下降後成為靜水池，泥砂淤積之影響請詳加考量？並請納入水工模型試驗，採不同洪水重現期進行模擬。	遵照辦理，將於後續工作中提出。
5.隧道出口處拋射陡槽之保護工，離海相當近，在環評上及消波塊問題應予考量。	出口型式將於期中報告提出，有關環評問題將詳加考量。
6.分洪路線由台 2 線下穿過，應考慮自動監測管理系統。	遵照辦理，詳細之設計將於營運管理計畫提出。
內政部營建署張梓榕先生	
1.建議本計畫攔河堰、防砂壩等工程的設置，應考量其對雨水下水道出口、既有排水溝匯入基隆河相關介面	遵照辦理，並將於後續基本設計配置定案後詳加考量。

附件一 期初簡報審查意見處理情形

審查意見	處理情形
<p>之影響。</p> <p>2.請考量臨近工區雨水下水道在攔河堰設置後之影響。</p> <p>經濟部水資源局林元鵬工程司</p> <p>1.本工程基本設計建議辦理地方聽證會。</p> <p>2.員山子分洪計畫含本基本設計(聯合大地公司承辦)、環境影響評估(中興顧問公司承辦)、地質補充調查(聯合大地公司承辦)及貴所辦理之水工模型試驗等四項子計畫分工進行,未來計畫間之整合及時程配合問題,委辦機關應妥善辦理。</p> <p>3.本計畫於推動時應儘量尊重及採納地方意見,以避免施工時之工程抗爭,本計畫於期中及期末簡報時,建議邀請瑞芳鎮公所與會。</p> <p>4.分洪入口之沈砂池之清淤問題,應儘量採自然排砂方式,如以機械方式清除應考量其操作性。</p> <p>5.基隆河之 200 年重現期設計洪峰流量,因近年來過度開發,確實有低估之情形,建議修正並整體考量。</p> <p>農委會漁業署林國平技正</p> <p>1.在環境影響評估上,宜確定拋射陡槽型式,出海口位置,洪水量、洪水對海域之衝擊力,洪水重現期、輸砂量等資料,以供辦理環境影響評估,建議中興公司評估本工程對當地海域水質(懸浮微粒、鹽度等)、海底底質、漂砂等長及短期影響,並進而評</p>	<p>遵照辦理。</p> <p>若舉行地方聽證會,本公司將協助提供本案基本設計範圍內所需資料。敬悉。</p> <p>配合水規所指示辦理。</p> <p>於基本設計階段列入考量。</p> <p>遵照辦理,後續階段將詳細計算 200 年重現期洪峰流量。</p> <p>拋射陡槽為原規劃之出口方式,後續工作將評估分洪出口方式,並考慮對海域之影響。</p>

附件一 期初簡報審查意見處理情形

審查意見	處理情形
<p>估本工程對海域施工及完工後之確實影響範圍。</p> <p>2.倘出海口確定東移，其位置應仍位於瑞芳區漁會專用漁業權範圍內，故仍需由經濟部依漁業法規定申請漁業權撤銷事宜。</p> <p>3.出海口型式是否確定排除海洋放流方式，東移之出海處距陰陽海多遠？對其鄰近之小型漁港之影響如何？</p> <p>4.倘未來有漁業權補償費，宜考量納入本工程之成本中。</p>	<p>敬請水利署辦理。</p> <p>出口型式及位置將於後續定案後提供水利署及環評公司，提請環評公司考量評估出口型式及位置。</p> <p>遵照辦理，並請環評公司提供漁業權之影響範圍及漁獲損失程度，同時尚請水利署提供漁業損失補償計價基準，本公司將依據前述編列相關預算。</p>
<p>經濟部水利署河川組周建森工程司</p>	
<p>1.本案工作項目如隧道路線覆核，起始分洪量入口堰採取方式、出流方式等應儘早定案，俾利環評工作、水工模試驗工作之進行。</p> <p>2.本案原規劃 200 年重現期洪峰流量於堰址處為 1,090 cms 並非 1,540 cms 請修正或說明。</p> <p>3.員山子分洪計畫為目前正推動之重大工程計畫之一，對期程之掌握甚為重要，因此本案基本設計應與其他分項計畫如環評、水工模型、棄土場設置等充分配合。</p>	<p>分洪工程詳見本報告第五章。</p> <p>200 年重現期洪峰流量詳見本報告 4.2 節說明。</p> <p>敬悉。</p>
<p>經濟部水利署河川組莊曜成工程司</p>	
<p>1.工作執行計畫第四章計畫執行請加強：</p> <p>(1)將圖 4.1 流程圖及圖 4.3 互動圖整合以網狀要徑圖表示，訂出要徑、</p>	<p>遵照辦理，修正如工作執行計畫書圖 4.4。</p>

附件一 期初簡報審查意見處理情形

審查意見	處理情形
<p>工作期限。</p> <p>(2)表 4.1 應就各工作項目，逐一訂出開始、完成日期，並將重要報告、圖說提出日期(如測量成果圖、水土保持計畫書等)。</p> <p>(3)P4-4 對甲方各階段成果要求之因應方案應提出。</p> <p>(4)圖 4.2 工作小組成員負責工作應訂出，其協調彙整機制或內部控管作業程序(如會議)案，請敘明。</p>	<p>遵照辦理，修正如工作執行計畫書表 4.1。</p> <p>遵照辦理，修正各階段成果及內容說明，並說明配合甲方需求之修正對應方式，詳如工作執行計畫書 4.3 節。</p> <p>遵照辦理，修正如圖 4.2。</p>
<p>2.簽約後各項簡報工作項目內容順序請儘量依合約項目，請勿遺漏。</p>	<p>遵照辦理。</p>
<p>3.有關基隆河本流及九份溪河道(沖刷)問題進行研擬，納入設計。</p>	<p>遵照辦理，將於相關調查完成後提出。</p>
<p>4.工期、單價請依據公共建設工程經費估算編列手冊編定。</p>	<p>遵照辦理。</p>
<p>5.入口開挖增加土方應納入考量，另日後回淤清理，建議事項提出。</p>	<p>遵照辦理。</p>
<p>6.隧道型式之選擇決定應有說明，攔河堰決定之原則，報告內應有說明。</p>	<p>遵照辦理，隧道型式及攔河堰相關原則，詳見第五章說明。</p>
<p>7.本案 4 個子計畫，3 項為顧問公司負責執行，建議成立專案小組，統合各廠商間之相互協調。</p>	<p>敬悉。</p>
<p>台北縣政府工務局林宏政技正</p>	
<p>1.自設棄土場其申請辦法，請先洽台北縣政府工務局養工課瞭解，以利日後申設。</p>	<p>遵照辦理，將於土資場使用同意取得後，再行請益。</p>
<p>2.本案工程日後棄土問題提供另一方式供參考，即由業主先行問合法土資場(棄土場)購買所需土方量，供承包</p>	<p>敬悉。</p>

附件一 期初簡報審查意見處理情形

審查意見	處理情形
<p>廠商來處理棄土方。</p> <p>水利署第十河川局劉駿明局長</p> <p>1.目前所有對外簡報資料，在員山子 Q200 為 1,090 cms，本次報告則高至 1,540 cms 增加百分五十左右，宜再詳細演算，分析增加之原因，請提出合理說明，並建請及早定案，俾利基隆河整體處理計畫之參考。</p> <p>2.十河局負責用地取得，本次會議提出隧道修正方案之路線是否確定？為使分洪計畫能順利施工，自設棄土場有其必要性，以避免轉設棄土場假日不收棄土，進而影響完工期程。</p> <p>3.顧問公司建議採用分洪計畫方案三，在本流以 2.5M×3.2 M 五個潛流孔，寬度僅六、二公尺，易被流木阻塞，是否可將孔數減少以增加寬度因應，又河床淤積量及其控制方法宜研究，以避免清淤維護困難。</p> <p>4.基隆河治理工程初期實施計畫，在防洪工程部份總進度已達 99.32%，除基隆市七堵百福北區堤防完成二百年重現期保護標準外，其他堤防僅完成十年重現期，十年重現期堤頂大多與地面同高，依五堵原資料顯示分洪 1,000 cms 後 Q200 降為 1,820 cms，與 Q10 之 1,650 cms 相若。則堤防加高有限不會造成景觀及親水問題，故水文重新分析宜慎審，不宜過度保守。</p>	<p>遵照辦理，詳細分析詳見本報告 4.2 節。</p> <p>1.依據本次會議結論，路線方案已確定。</p> <p>2.土資場本公司儘力協助 貴所取得用地使用同意，辦理情形詳見本報告 7.5 節說明。</p> <p>詳細之配置詳見 5.3 節說明。</p> <p>遵照辦理，詳細分析詳見 4.2 節說明。</p>

附件一 期初簡報審查意見處理情形

審查意見	處理情形
<p>水利署第十河川局李戎威課長</p>	
<p>1.員山子Q200計畫洪水量變更為1,540 cms之依據為何？其分流後對下游河道之影響，應另加評估，以供下游堤防興建及橋樑改建之依據。</p>	<p>計畫洪水量本公司將依據歷年來之降雨重新分析並提請水利署裁核，詳見本報告4.2節。</p>
<p>2.隧道分流時其穴蝕現象(cavitation)如何？請計算穴蝕指數以供研判。</p>	<p>詳細計算及說明詳見5.4節說明。</p>
<p>3.隧道滲流水排除方式如何？</p>	<p>初步規劃在施工中採預灌作業防止，少量之滲漏，將採抽水泵或重力排水排出，永久部份因考量採防水膜則不需考慮滲流水。</p>
<p>4.攔河堰靜水池請考量採用高標準。</p>	<p>敬悉。</p>
<p>5.營運管理計畫研擬，請考量下列項目：</p> <p>(1)管理房舍及控制中心設備規劃。</p> <p>(2)整體監控設施規劃，包括水位計、傾斜儀、滲流量測計、水壓計、監視系統、警報廣播系統、流量觀測設備。</p> <p>(3)營運管理組織及人力需求。</p> <p>(4)緊急應變計畫。</p>	<p>遵照辦理，詳見本報告第十二章。</p>
<p>6.隧道出口明渠段，請考量台二線的保護措施。</p>	<p>遵照辦理，詳細之防護措施將於期末報告提出。</p>
<p>7.隧道維修閘門請考量。</p>	<p>遵照辦理。</p>
<p>成功大學水利及海洋學系蔡教授長泰</p>	
<p>1.攔河堰上游淤積，不同的淤積高程對分洪量是否有影響？</p>	<p>遵照辦理。</p>
<p>2.側流堰之溢流水理現象為變積流(spatial varied flow)，側流堰之設計當考慮不同的攔河堰上游水位時之溢流現象。</p>	<p>遵照辦理。</p>

附件一 期初簡報審查意見處理情形

審查意見	處理情形
3.分洪佈置方案三，攔河堰若採五個潛孔，但上游來水不會平均分配，可能造成攔河堰下游河床之沖淤問題；再者，若有潛孔靠近岸壁，則應考慮下游岸壁的保護。	詳細之配置詳見本報告 5.3 節。
4.防砂壩兩側構築魚道以維護生態環境甚為需要，但請注意避免防砂壩上游是否會發生引流向岸壁沖刷的問題。	詳細之配置將於後續報告中提出。
5.排水工程 5 年之重現期設計，建議考慮提高至 25 年保護標準。	為考量本案屬重大工程，本設計將依現行法規中較嚴格之標準設計。
6.最大洪水超過設計值時，造成壓力流之放流如何考慮。	詳細之措施將於後續報告中提出。
7.九份溪宜有固床工或攔砂壩，以防沖刷而造成河床下降，危及隧道之安全。	遵照辦理，九份溪初步整治，詳見本報告第八章。
成功大學水利及海洋學系許教授時雄	
1.近年來本區暴雨量增大，土石流異常，九份溪覆蓋層薄，如何保護隧道安全，對於九份溪未來河床可能變動與排洪之安全，請多加注意研究。	敬悉。
2.本案入口段水流流況相當複雜，請多加注意，應儘速進行水工模試驗以尋求解決。	敬悉。
3.據所知地方可能已有反對聲音，應加強與瑞芳地方民意進行溝通，請多加注意並儘量對地方有「正面」之回饋，以利本案之執行。	敬悉。
中興工程顧問有限公司王志遠專案經理	
1.環評與基本設計期中報告相差一個月，請基本設計顧問公司提供可能規	本公司在合約期程內將儘可能配合及提供環評所需內容。

附件一 期初簡報審查意見處理情形

審查意見	處理情形
<p>劃的方式及構想，本公司要求提供 10 大項，僅能提供 4 項規劃，內容不足請儘速提供。</p> <p>水利署水利規劃試驗所蔡副所長正男</p> <p>1.請聯合大地公司統合水工、地質等相關問題，以利本案順利完成。</p> <p>2.統一礦泉水，水質水量要有量測數據。</p> <p>3.工作執行時程應提出實際日期，並改成幾月幾日可完成之項目。</p> <p>4.開始分洪量用 370 cms 請說明原因及計算過程。</p> <p>5.隧道可否作為道路之用，建請加以研擬。</p> <p>6.靜水池泥砂之清除，採用人力是否改成自然排砂方式，請評估？</p> <p>水利署水利規劃試驗所河川規劃組</p> <p>1.溢流堰隧道入口長 80 公尺及寬度 66 公尺不足時，如何改善交叉波之影響？</p> <p>2.EL 48 再下降 7 公尺流速高達 20 m/s 是否造成隧道內襯砌之裂損？進口段的磨損應詳加考量。</p> <p>3.方案二靜水池 EL 41 流速過大，是否有靜池之功能？</p> <p>4.方案三潛流孔 370 cms 是否能準確分洪？</p> <p>5.確定初步路線應詳細考慮對環境生態之影響？</p> <p>6.請 貴公司調查或分析攔河堰上游集水區之泥砂來源，儘速提供懸浮質</p>	<p>遵照辦理。</p> <p>敬請環評作業提供本公司量測數據，以作為後續基本設計依據。</p> <p>遵照辦理，修正詳如工作執行計畫書表 4.1。</p> <p>詳細之計算將於第一次工作會報提出。</p> <p>將於後續報告中提出。</p> <p>將於後續報告中提出。</p> <p>將於期中報告詳細說明。</p> <p>入口相關配置研擬詳見本報告 5.2 節。</p> <p>入口相關配置詳見本報告 5.2 節。</p> <p>有關攔河堰詳細配置詳見本報告 5.2 節。</p> <p>請環評作業列入評估。</p> <p>已於 7 月 31 日提供初步成果。</p>

附件一 期初簡報審查意見處理情形

審查意見	處理情形
<p>之數據(至少二組資料)給中興顧問公司，以利本案相關計畫環說第一階段之審查。</p> <p>7.三個環評土資場需確定那些場址，並請依契約書規定提出該地主使用同意書？</p> <p>8.土資場選定、基本設計及水土保持計畫書，請 貴公司提供原則性設計圖說，以供中興顧問公司辦理環評之參考？</p> <p>9.方案二隧道平面入口段漸縮距離相當短，易產生阻塞(chock)現象應予考慮？</p> <p>10.方案二隧道入口段縱斷圖，其坡降由陡坡轉變為緩坡，於中低流量時易產生水躍現象？若流量高達1,000 cms 時是否會造成壓力水流之現象？</p> <p>11.請說明隧道路線配置後，施工期之擬定。</p> <p>12.請確定土資場容量是否足夠？</p> <p>13.確定整個初步構想後，應儘速提供景觀工程或防砂壩工程之細部工程設計圖，以因應第一階環評通過之工程施作。</p>	<p>本公司已依合約規定辦理中，辦理情形詳見本報告 7.5 節。</p> <p>初步規劃請參見本報告第六章及第七章。</p> <p>遵照辦理。</p> <p>詳細說明請詳見本報告 5.2 節。</p> <p>詳初步時程評估請詳見本報告 6.4 節。</p> <p>依據初估結果選定之最大場址符合本工程需求，詳細估算應視測量後地形方能確認，初步規劃請詳本報告第七章。</p> <p>本意見由於涉及合約時程及工程型式之核定問題，建請是否由本公司與 貴所研商後再行處置。</p>

附件二 第一次工作檢討會審查意見處理情形

(一)開會時間：民國九十年八月三日(星期五)下午一時三十分

(二)開會地點：本所二樓會議室

(三)主 持 人：謝所長 勝彥 紀錄：吳益裕

(四)結 論：

- 1.水水量決定採用 Q200 洪峰流量 1,618cms，對於基本計畫需配合修訂，請由下游堤防高度(出水高 1.5 公尺)反推可通過之洪水量應為多少，以此衡量應分洪量。
- 2.分洪堰入口段至分洪隧道漸變段之角度，請再詳細檢討評估。
- 3.隧道出口型式依顧問公司所提之方案，修正為水躍式消能池。
- 4.隧道斷面之決定，在經費允許下原則上以愈大愈佳，惟仍應以滿足結論 1 之應分洪量或更大為宜。
- 5.隧道入口段上游流量決定採用非人工控制。
- 6.本工作檢討會之意見，請 貴公司參考修訂或補充辦理，並第一次期中簡報(約九月中旬)時進行討論。

審查意見	處理情形
<p>水利署河川組曹華平組長</p>	
1.目前基隆河之橋樑及下游水位均已依 Q200 洪水重現期 1,090cms 訂出，若 Q200 增加到 1,540cms，恐怕下游河段配合上有問題。	1. Q200 洪峰流量依本次分析結果決定採用 1,620cms，將檢討下游河段之洪水量及保護標準。
2.隧道型式決定採用圓型隧道？隧道縱向坡度不宜過陡採 1/100 較佳。	2.隧道縱向坡度維持在 1/100。
3.隧道入口段流量之控制應設無人為操作較為妥當。	3.隧道入口段採無人為操作型式。
4.水工模型試驗可否依各種不同形狀，分別完成進口段、出口段等試驗，再將較好分洪案結合起來。	4.請水工模型試驗能配合。
5.分洪量請依 12 公尺隧道之斷面積來決定。	5.第一次期中報告已採用 12 公尺之隧道斷面，分洪量為 1,310cms。
6.請將山本教授的建議列入報告中。	6.已列入第一次期中報告第五章中。

附件二 第一次工作檢討會審查意見處理情形

審查意見	處理情形
<p>水利署第十河局劉駿明局長</p>	
<p>1.根據 78 年洪水量分析報告中 Q200 為 1,090cms、90 年水利規劃試驗所再分析 Q200 已增至 1,540cms，本次報告係採用五種分析方法，Q200 更高達至 1,939cms(極端值所分析之結果)，若採用五種分析方法之平均值亦高達 1,855cms，故所採用流量對下游已設堤防(如基隆市百福北區按原設計二百年重現期已建好防洪牆)令使沿岸百姓懷疑保護安全標準問題，故建議不宜過度保守，目前已見諸資料所採用係同一方法，即單位歷線法 Q200 為 1,618cms。</p>	<p>1.水文水量已決定採用 Q200 洪峰流量 1,620cms(由分析成果 1,618cms 取整數而得)。</p>
<p>2.原計畫 Q200 分洪 1,000cms，本流 90cms，若按 Q200 洪水重現期 1,540 cms 分析每年分洪次數高達 96.8 次，目前所分析流量必增加分洪次數，分洪量究應多少才合理？對外說明要有一定標準，建議按 Q200 洪水重現期 1,618cms 所分析之初步資料，Q100 洪水重現期 1,502cms、Q50 洪水重現期 1,375cms，分洪流量以 502cms、1,375cms 及現有下游河槽，尤以基隆河治理工程初期實施計畫，汐止工區有四棟大樓已侵入水道治理計畫線之寬度等三個方案，進行分析比較。</p>	<p>2.依水利規劃試驗所分析員山子下游河段各座橋樑之通水能力，在不影響橋樑現況通水能力之情況下，Q200 為 1,620cms 時本流流量可達 310cms，因此採用分洪量 1,310 cms。</p>
<p>3.水躍式消能池出海口角度增加水流速度，恐影響台二線省道之安危。</p>	<p>3.由於設計流量增為 1,310cms 已不適合水躍式方案，建議採用小階梯溢流道消能室方式，以增加出口寬度，降低出口流速減少對出口地形可能產生之沖刷。</p>

附件二 第一次工作檢討會審查意見處理情形

審查意見	處理情形
<p>水利署第十河局李戎威課長</p>	
1.員山子分洪起始流量之選擇，建議以現況河段不發生洪水氾濫為原則。	1.水利署已決定採分洪 1,310cms，非分洪量 310cms。
2.隧道出口採用圖 5.4 水躍式消能池折角甚多，請考量水流衝擊力是否會造成隧道頂部破壞、底部沖蝕現象之發生。	2.由於設計流量之提高，已不採用水躍式消能工。
3.出口底版高程為 4 公尺，將造成 9 公尺的水池，在設計流量情況下，將造成水躍現象，其水躍後高度是否造成出口滿管情況，進而減少流量？	3.如 2.之說明，另消能室將不會造成封頂現象。
<p>中興工程顧問有限公司許勝聖</p>	
1.出海口原先設計拋射式入海，目前改為水躍式入海，其出海之流速變慢且拋射距離較短，易使懸浮固體對鄰近海域環境造成影響，請再詳加評估。	1.拋射戽斗之設計必須搭配人為操作，在決定不採人為分洪操作的原則下，必須為其他出口方案。
2 再一次重申，分洪基本設計圖之進度請加快，大方針需儘速訂出，以免影響環境說明書製作。	2.遵照辦理。
<p>水利規劃試公所水工試驗組張耀澤組長</p>	
1.有關河道輸砂量，請補充河道現況輸砂能力之演算。	1.已補充於第一次期中報告第四章。
2.有關先行製作檢易模型以驗證出入口水理情況乙項，請巨廷工程顧問公司提出較詳細之設計圖及水理演算，以供製作模型及上、下游邊界條件控制之依據。	2.於第一次期中報告第五章中提供。
3.簡易模型可行但需詳細水理資料及	3.第一次期中報告中提供工程佈置及

附件二 第一次工作檢討會審查意見處理情形

審查意見	處理情形
<p>設計圖，而模型尺度一比四十恐有困難，因受場地之限制。</p>	<p>初步設計圖，模型尺度可視場地允許變更之。</p>
<p>水利規劃試驗所河川組梁政聰</p>	
<p>1.原基隆河整治防洪經費高達1,050億元，加以高樓拆除執行困難，高速公路橋必須改建，八堵鐵橋因地勢關係無法改建故有員山子分洪計畫案。若員山子分洪目前洪峰流量(Q200)由1,090cms 增至 1,618cms，其分洪量僅分 1,000cms 那下游之水位並無相對減少，針對上述四項問題則恐又回到原點。</p>	<p>1.分洪量增加為 1,310cms，本流流量為 310cms。</p>
<p>2.建議將分洪量增加，較易解決上述四項之問題。</p>	<p>2.分洪量已增加至 1,310cms。</p>
<p>水利規劃試驗所河川組彭壽奇</p>	
<p>1.關於表 1.8 其標準偏差，建議採用 F 檢定或 X^2 檢定，以確保資料之可靠性。</p>	<p>1.資料已採用 F 檢定及 X^2 檢定，其可靠性甚高。</p>
<p>2.九份溪面積不大，建議採用合理化公式計算該區之水文量。</p>	<p>2.採用合理化公式恐高估洪峰流量，本計畫採用單位歷線法。</p>
<p>水利規劃試驗所大地組程運達</p>	
<p>1.建議可否增建二條分洪隧道。</p>	
<p>水利規劃試驗所河川組陳春宏</p>	
<p>1.每年分洪次數(表 2.7)單位有問題，請再詳查。</p>	<p>1.已重新計算，並於第一次期中報告中修正。</p>
<p>2.山本教授所提之建議是否考慮？</p>	<p>2.於第一次期中報告第五章中討論。</p>
<p>水利規劃試驗所河川組洪信彰</p>	
<p>1.採用五種暴雨頻率分析結果直接平均，其標準偏差值直接平均無理論根</p>	<p>1.第一次期中報告已刪除平均值。</p>

附件二 第一次工作檢討會審查意見處理情形

審查意見	處理情形
<p>據，請說明。</p> <p>2.水躍式消能池出口處高程，應考量暴潮位。</p> <p>3.出口型式對臨近海域懸浮固體物擴散所造成之影響請加以考慮。</p> <p>4.跨越九份溪之結構物，可否多考量一些自然工法之方案，儘量減少對九份溪現況環境之衝擊。</p> <p>5.隧道入口段，僅分析一維模式是否合理。</p>	<p>2.本海岸暴潮位約低於 El.2.00 公尺，目前設計出口底線高程 El.4.00 公尺。</p> <p>3.判斷懸浮固體擴散之主要機制為海流出口型式僅有小區域影響。</p> <p>4.於九份溪規劃設計時列入考量。</p> <p>5.束縮水流除有產生 shock wave 實接近一維流態，水理分析工作主要在確保穩定的超臨界流，一維分析應可勝任此設計要求。</p>
<p>水利規劃試驗所河川組吳益裕</p>	
<p>1.史脫克定律存於清水試驗且雷諾數相當低之下，求得泥砂之終端速度，由於分洪隧道入口段寬度由 66 公尺漸縮於 10 公尺，加以漸變段之長度僅 80 公尺，在 Q200 之流量下泥砂運移相當不穩定，運用上述公式求得靜水池內之懸移質，該資料是否太過於樂觀？建議參考有混水試驗之資料，並考量泥砂形狀因子再進一步分析懸移質。</p> <p>2.建議隧道入口束縮段終點處之側向邊壁設計成流線型，在地形允許下請將寬度及長度增大，以減少形狀阻力之發生，進而減緩交叉波進入隧道而產生孔蝕現象。</p>	<p>1.第一次期中報告中已考慮混水中沉降速度之修正係數。</p> <p>2.第一次期中報告第五章中已將分洪進水結構修正。</p>

附件三 第一次期中報告審查意見處理情形

審查意見	處理情形
<p>(二)能否用近年來(例如民國 50 年以後)有時雨量記錄的情形，分析年最大 3 小時、6 小時、12 小時、18 小時、24 小時及 48 小時之頻率(復現期)? 探討 100 年復現期之 3 小時雨量及 6 小時雨量之尖流量會不會比三日雨量之尖峰流量大?</p> <p>5. P4-6 及 P4-56 圖 4-15 :</p> <p>(一)圖 4-15 僅應用到約 100 km²。是否可應用到 204 km²?</p> <p>(二)204 km² 及 100 km² 的面積平均雨量是否相同? 雨量站數目是否相同? 是否會與二所述之雨量強度情形有不一致之現象?</p> <p>6. P4-19 表 4-6 中,「查圖待調整係數 Ax, As...」及「查圖頻率因子 km」等之圖未列於文中。</p> <p>7.分洪堰、攔河堰及隧道中之水理現象建議進行水理演算,特別是實例演算,包括隧道中之水面線。</p> <p>成大海洋及水利工程系許時雄教授</p> <p>1.利用 HEC-1 分析洪水量增加至 1,800 cms 數據一變再變參數設定說不過去,應有更多說明為何切成 36 塊小集水區。</p> <p>2.日本貯蓄函數法在應用上已有相當之成果,可參考該公式計算本地區降雨逕流之關係,並利用幾場颱風加以驗證。</p> <p>3.工程布置整體上比上次好,隧道入口進水可靠度較高,本次利用阿公店水</p>	<p>採用民國 74 年規劃報告分析結果推求流量與面積關係,面積涵蓋 91.2 km² 至 490.77km²,詳圖 4.21。</p> <p>已補充,詳圖 4.4~圖 4.9。</p> <p>已補充,詳圖 5.38。</p> <p>詳本文 4.3 節洪水量分析說明。</p> <p>將於第二次期中報告補充。</p> <p>遵照辦理。</p>

附件三 第一次期中報告審查意見處理情形

審查意見	處理情形
<p>庫模擬並布置漸變段，其理想設置仍須藉由水工模型試驗加以探討整體布置之可靠性。</p> <p>4. 隧道施工部分，圖 6-4、圖 6-5 施工分洪道出口橫開挖，對於海岸景觀衝擊大應詳加考量。</p> <p>5. 棄土場之問題，由於瑞芳地區缺乏平地，建議水利署與顧問公司多與地方人士溝通，找到好地方棄土以減少阻力。</p> <p>6. 瑞芳鎮為分洪而設置分洪隧道，對基隆河中下游水位之下降有相當助益，建議水利署提供適當回饋給當地民眾。</p> <p>7. 本次桃芝颱風來襲造成瑞芳鎮淹水，有些地區高達三層樓，藉由此次淹水經驗配合本分洪工程之興建與當地居民進行溝通，其時機上相當好。</p> <p>8. 施工單位將來進行隧道工程開挖時，可聘請瑞芳當地約 100 位左右之礦工，其經驗相當豐富亦可增加當地居民工作之機會。</p>	<p>由於隧道出口之地質條件不良且對環境衝擊頗大，經本公司審慎評估後，已將新隧道出口位置於 10 月 8 日發函，建請 貴所裁示。</p> <p>本公司將盡力與地方溝通，惟與瑞芳鎮之溝通，仍需請水利署邀地方主管當面協調。</p> <p>敬悉。</p> <p>敬悉。</p> <p>將於合約中註明統包商需聘請一定比例之有相關工程經驗之當地居民。</p>
<p>中興土木工程系閻嘉義教授</p>	
<p>1. 瑞侯公路以橋樑設計連接，以單跨方式之拱橋（cable stay bridge）考慮成為地標，對大地之衝擊較小，距離亦短很多。</p> <p>2. 攔阻浮木「大石塊」之柵欄，在設計前應妥為調查，上游地區是否有土石</p>	<p>已補充單跨拱橋之方案於第一次期中報告，其優劣點比較詳第八章。</p> <p>遵照辦理。</p>

附件三 第一次期中報告審查意見處理情形

審查意見	處理情形
<p>流之可能性，上游之地質資料，植物種類等，以便於作合理之設計(對集水區之地文調查及描述應加強)。另攔阻構造物應設於何處，請選擇之。</p> <p>淡大水資源暨環境工程系許中杰教授</p> <p>1.都江堰輸砂狀況，本案之設計可參考。</p> <p>2.基隆河本流攔河堰應儘量往下游設置，致使下游福祿數降低並使水位提高，將有助益側流堰之分洪。</p> <p>3.出口設計成潛孔堰可能於下游處產生射流，消能效果可能不彰。</p> <p>4.進口段應考慮輸砂阻塞潛孔堰。</p> <p>經濟部水利署河川組施進村課長</p> <p>1. P 76 頁側流堰方案於攔河堰下游防洪牆施設河道中，且原右岸有填土之疑，如此束縮河道是否造成民眾疑慮，宜酌。另上游側流堰施設河道中，與施設於計畫堤線，二者對下游靜水池之功能影響如何，建請顧問公司能有較具體之分析，俾利研判。</p> <p>2.水工模型試驗建議由建議方案中擇二可行方案做模型試驗後比較分析確立方案，再就所選定方案做不同尺寸水工模型試驗，以爭取時效。另整體水工模型試驗，宜納入本次水工模型試驗一併辦理。</p> <p>3.本次員山子分河段所採用之 Q200 為 1,620 cms，比原規劃 Q200 為 1,000 cms 大，惟下游南湖大橋河段之</p>	<p>遵照辦理。</p> <p>承蒙許教授熱心協助，已於淡江大學建造一約 1/230 的簡易模型，顯示建議側流堰之方案流態良好。</p> <p>已於下 30m 處設置 1m 高之尾檻。</p> <p>遵照辦理，將於營運管理計畫中提出解決方案。</p> <p>遵照辦理。</p> <p>請水試所研辦。</p> <p>遵照辦理，於第二次期中簡報補充。</p>

附件三 第一次期中報告審查意見處理情形

審查意見	處理情形
<p>Q200 卻仍採用 3,200 cms 似不合理，因既然目前所採用之兩型及基隆河下游段之土地利用與七十六年規劃時不同，故建員山子以下至南湖大橋河段 Q200 之洪峰流量宜再重新檢討，並將成果提供水規所參考。</p>	
<p>4. 隧道位置之變動，宜將對環境之衝擊納入考量。另隧道工法之選擇，亦應將地質條件對施工可行性納入考量。</p>	<p>1. 對環境之衝擊已建請環評單位評估。 2. 已將地質條件對施工可行性補充於第一次期中報告第六章。</p>
<p>5. 請將施工工期及經費納入報告。</p>	<p>1. 施工工期如圖 6.10 所示。 2. 經費依合約時程於第二次期中報告中提出。</p>
<p>6. 攔河堰潛口阻塞防止有否納入考量。</p>	<p>擬於攔河堰上游設置二處攔河堰，以避免大型流物或石塊阻塞。</p>
<p>經濟部水利署河川組周建森工程司</p>	
<p>1. 本案基本設計已有完成期中報告成果，其中 1/200 地形測量如已完成，應將成果儘速檢送第十河川局配合辦理用地取得先期作業。</p>	<p>遵照辦理。</p>
<p>2. 本案施工計畫、工期之研擬應儘速提供給環評作業單位，俾利 10 月提出環評說明書。工作界面之連繫應密切。尤其與地方(瑞芳)先作先期溝通。</p>	<p>相關作業本公司將於規定時程內儘早完成。</p>
<p>3. 本案檢討調整分洪量已確定為 1,310 cms，對下游計畫水位之變動，應儘速檢送計畫水位成果通知相關橋樑單位及支流排水，提供排水單位配合調整，俾利基隆河整體計畫之彙整。</p>	<p>遵照辦理。</p>
<p>4. 如果本分洪計畫完成，以納莉颱風之水文條件分洪之效果如何？建議在</p>	<p>遵照辦理，將於第二次期中報告補充。</p>

附件三 第一次期中報告審查意見處理情形

審查意見	處理情形
<p>水文分析之章節補充資料說明。</p> <p>經濟部水利署河川組莊曜成工程司</p> <p>1.建議以不要施做入口及出口之橫坑，改以先不同步進行攔河堰或出口工程，再進行四個工作面的隧道開挖，惟入口及出口之工作面進行至某一程度，即停止隧道開挖，改進行攔河堰及出水工，剩餘之隧道工程改由九份溪之二個工作面同步推進完成，請顧問公司評估其成本及工期。</p> <p>經濟部水利署第十河川局李戎威課長</p> <p>1.工程用地範圍請提供本局進行用地先期作業。</p> <p>2.分洪堰水理分析及安定分析，滲流分析等尚缺。</p> <p>3.營運管理計畫請具體研擬。</p> <p>4.北 37 線新建橋樑 P8-6 請考量造型及景觀設計。</p> <p>5.施工道路用地如何取得？</p> <p>6.隧道進口及出口的水理分析、安定分析尚缺。</p> <p>中興工程顧問有限公司王志遠專案經理</p> <p>1.本次攔河堰約 110 cms 即分洪，分洪頻率過高，建議降低分洪頻率。</p> <p>2.分洪懸浮質濃度缺乏大於 0.07 mm 分布，一般而言，大於 0.2 mm 之砂</p>	<p>初步評估若不開挖橫坑雖經費較低，但因動口施工場地不足且動線不良，水利工程與隧道工程將互相干擾，將導致工期延長，詳細之評估將於第二次期中報告提出。</p> <p>遵照辦理，惟出口路線需俟核定後方能確定，故用地範圍將於 貴處路線核定後提送。</p> <p>分洪堰水理分析詳本文第五章，安定分析及滲流分析將於下一階段工程基本設計進行。</p> <p>詳本文第十一章說明。</p> <p>已補充於第一次期中報告第八章，詳見圖 8.1 至圖 8.4。</p> <p>於編列預算時將編列施工道路用地租金，由統包商自行向地主租用。</p> <p>分洪堰水理分析詳本文第五章，安定分析及滲流分析將於下一階段工程基本設計進行。</p> <p>已增設排砂道起始分洪量已提高至 210cms。</p> <p>現階段採用之粒徑分佈並無小於 0.07mm 之資料，將採取懸浮質並試驗</p>

附件三 第一次期中報告審查意見處理情形

審查意見	處理情形
<p>粒易沉降，影響不大，主要需提供大於 0.07 mm 之粒徑分佈，因其不易沉降，對環境影響大，以供環評作業。</p>	0.07mm 以下之含量。
<p>3. 本次期中報告，分洪量由期初之 1,000 cms 提高至 1,310 cms 分洪濃度亦由 950 ppm 提高至 2,212 ppm，對環境影響將增加約 1.6 倍；故建議詳細提供分洪量與分洪時間之歷時曲線，以供環評詳細評估實際分洪影響，並請分別依 2 年、5 年、10 年及 200 年洪水重現期分列。</p>	已提供給環評單位。
<p>4. 棄土量需將施工便道及施工橫坑之土方量計入。</p>	施工便道及施工橫坑之土方量已補充於第一次期中報告第七章。
<p>5. 台 2 省道因應施工時，對自來水 1,000cms 之供應措施應擬定。</p>	詳細之施工措施將於第二次期中報告提出。
<p>6. 土資場水保設施及施工便道細部規劃，請於第二次期中報告補充。</p>	遵照辦理。
<p>7. 基本設計無法定案，將衍生後續環境差異分析問題。</p>	敬悉。
<p>水利署水利規劃試驗所蔡正男副所長</p>	
<p>1. 請經濟部水利署召開協調會針對土資場資料請備妥。</p>	敬悉。
<p>2. 環境影響評估中遭受瑞芳區漁會反對，其基本資料亦請準備。</p>	敬悉。
<p>3. 隧道出口地質問題不甚理想，路線是否修改，應儘早提出。</p>	由於隧道出口之地質條件不良且對環境衝擊頗大，經本公司審慎評估後，已將新隧道出口位置於 10 月 8 日發函，建請 貴所裁示。
<p>4. 設計分洪量 1,310 cms 設定為最高分洪量，隧道入口若超過設計容量之影</p>	當 Q=1,310cms 時，水流可順利進入隧道，但分洪量大於 1,310cms 時束縮

附件三 第一次期中報告審查意見處理情形

審查意見	處理情形
<p>響為何？請評估。</p> <p>水利規劃試驗所大地組彭瑞國組長</p> <p>1. 施工橫坑之佈置請地質調查部門配合辦理補充調查工作及評估其必要性。</p> <p>2. P 8-8 圖 8.5 之出口位置似乎與定案之出口位置 P9.9 不同，請確實查明後修正，測量及地質調查亦請一併配合辦理。</p> <p>3. 請將定案之分洪工程主要構造物之起迄點以座標表示，以利地質調查與測量成果之查驗工作。</p> <p>4. 攔河堰上游攔砂壩之設計請慎重考慮該功能，以免類似貨櫃等大型漂流物堵塞隧道入口之可能性。</p> <p>水利署水利規劃試驗所張耀澤組長</p> <p>1. 攔河堰及分洪堰上游結構部分，側流堰採方案二時，河寬由 75 m 縮減為 30 m，河道平均流速約增加二倍，有否評估流況變化之負面影響及流木雜物被高速水流沖進側流堰下游(分洪隧道)之可能性及防制之道。</p> <p>2. 出水結構部分，小階梯溢流消能室設計，階梯溢流道入口應考量流態作臥箕堰設計促使水舌貼沿頂層階梯順流而下，以防高流量對水舌拋射出去，以頂端階梯未發生消能直接作用或衝擊到下游隧道頂危險性。</p> <p>水利署水利規劃試驗所河川組陳春宏</p>	<p>段將會形成入口控制斷面，詳本文 5.6 節說明。</p> <p>遵照辦理。</p> <p>已確實查明無誤。</p> <p>已補充於第一次期中報告第三章，詳見圖 3.3 至圖 3.5。</p> <p>遵照辦理。</p> <p>遵照辦理。築堰前 $Q=1,620\text{cms}$ 時，堰前水位為 EL.65.88m，平均流速為 5.51m/s，築堰後水位提高至 EL.67.2m，流速則為 3.0m/s，迴水長度約 200m。</p> <p>遵照辦理。出水結構已改為消能室，詳本文 5.5 節說明。</p>

附件三 第一次期中報告審查意見處理情形

審查意見	處理情形
<p>1.有關環境影響評估期中報告內容截取部分請說明。</p> <p>2.若上游洪水量超出 1,620 cms 或更大時,設計之攔河堰及分洪結構物有何因應設備或措施,水流於分洪隧道會產生之現象應於文章中說明。</p> <p>3.分洪隧道施工及設計之佈置應與水理分析建議案相配合。</p> <p>4.隧道形狀應儘早訂定。</p> <p>5.土方處理場平面佈置圖應依貴公司規劃為主,圖請修正。</p> <p>6.第十二章請再加強。</p> <p>7.補充參考文獻。</p> <p>水利署水利規劃試驗所河川組吳益裕</p>	<p>遵照辦理。</p> <p>已補充,詳本文 5.6 節說明。</p> <p>遵照辦理。</p> <p>經本公司審慎評估後,開挖斷面將採馬蹄形,而內淨空斷面將採圓形,以符合施工及水理之條件。</p> <p>遵照辦理。</p> <p>遵照辦理。由於水土保持計畫需另外提送,故第十二章營運管理已改為第十一章。</p> <p>已補充,詳本文第五章。</p>
<p>1.隧道入口至出口段請增加水理演算。</p> <p>2.本次規劃階梯式溢洪道其相對能量損失 $\frac{E_L}{E_1} = ?$ 為何請評估。</p> <p>3.本次報告內容依契約書規定,須包含環境綠美化工程之規劃設計、營運管理計畫、攔河堰下游靜水池、固床工、排砂道、魚道等請補充辦理。</p> <p>4.水土保持計畫書請儘速送交相關單位審查,以利環評說明書之作業。</p>	<p>遵照辦理。詳圖 5.8。</p> <p>出水結構已變更為消能池方案。</p> <p>已補充詳各章節。</p> <p>由於本工程尚有許多方案尚未定案(出口位置、土資場等),水土保持計畫書中之排水工程無法設計,且必須檢附環境影響評估審查結果,因此俟上述疑慮澄清後,本公司將在合約時</p>

附件三 第一次期中報告審查意見處理情形

審查意見	處理情形
<p>5.工程基本設計第一次期中報告測量成果附圖報告書,請詳列全測區索引目錄並請測量技師簽證,以利於先期工程用地範圍之作業。</p> <p>6.攔河堰由 75 m 縮減至 30 m, 其上游水位壅高情況更加顯著,若遭受流木或塊石等阻塞,下游射流易造成消能設施沖擊,請說明因應之方法。</p>	<p>程內,儘速送交相關單位審查。遵照辦理。</p> <p>擬於攔河堰上游增設二處攔砂壩。</p>

附件四 主體工程資料審查意見處理情形

(一)開會時間：民國九十一年二月六日(星期三)上午十時整

(二)開會地點：本所四樓會議室

(三)主持人：謝所長 勝彥 紀錄：吳益裕

(四)結 論：

- 1.本主體工程資料審查簡報會議，原則認可。
- 2.各單位及專家學者之意見，請聯合大地工程顧問有限公司補充修正或辦理，並請於「基隆河員山子分洪計畫工程基本設計」總報告(初稿)中修訂，主體工程基本設計圖請於91年(本年度)二月二十二日前將修正後報告定稿本，儘速函送本所核定。

審查意見	處理情形
成大水利及海洋系蔡長泰教授	
一、平均年輸砂量及平均年懸移質等，推算有其必要性，但因大洪水的輸砂量甚大(例如第四段及第五段之五年至二百年之輸砂量為平均年輸砂量之1.6至4倍)，年平均輸砂量，應考量一場大洪水之輸砂量較為重要，應就大洪水來進行分析沉載輸移現象。	各重現期洪水之輸砂量依河段比較於表4.22中。工程完工後，第1號攔河壩因迴水影響200年重現期洪水之輸砂量由350,096m ³ (表21)減少為77,267m ³ (表10.6)而攔河堰下游河段之輸砂能力為34,922m ³ ，淤積量為42,345m ³ ，約淤積至高程E1.62.5m。
二、分洪靜水池容量約3.2萬立方公尺(側流堰頂以下)，側流堰與攔河堰間之容量約二萬立方公尺(側流堰頂以下)，易使五年、十年的洪水淤滿或至少部分淤滿，進而	考慮極端情形，當分洪靜水池淤滿時，攔河堰孔口亦遭阻塞，此時Q ₂₀₀ =1,620cms之洪水量將全部由分洪堰排至隧道，由5章之分析可知本分洪結構物尚可承受。

附件四 主體工程資料審查意見處理情形

審查意見	處理情形
影響分洪水理現象。	
三、有關輸砂計算，各項名詞宜一致，相互之關係應為總輸砂量=河床載+懸浮載(含沖洗載)。	已統一相關名詞。輸砂之相關性為：河床質載=推移載+懸浮載、總輸砂量=推移載+懸浮載(含沖洗載)
四、消能池之尾檻高程 4 公尺，最大潮位為 2.4 公尺，但最大暴潮位之波高及波長(頻率僅數秒或十秒)，則越頂水量對消能室之水理現象，應請海岸專家學者再作進一步數值計算。	消能池於設計洪水量 $Q=1,310\text{cms}$ 時之水位 $\text{El.}11.85\text{m}$ ，距消能池頂版底緣高程 $\text{El.} 15.42\text{m}$ ，尚有 3.6m 之餘幅，出海口之有義波高約 $\text{El.}5\text{m}$ ，由於波浪之影響會使水位抬昇，但不會影響排水之功能。
經濟部水利署河川組施科長 進村	
一、施工管理計畫書及統包、土資場分年所需經費，請聯合大地工程顧問公司併同發包文件，於本年二月廿二日前送水利署。	統包(含土資場)分年經費已於 91 年 2 月 22 日先行電傳 貴處承辦人，施工管理計畫書因採購文件併同修正，故擬請於採購文件提送後再行修正。(原施工管理計畫書已於 90 年 12 月 20 日合併委託監造文件提送)
二、分洪設施方面： 1.水工結構物宜附水理及結構計算書。 2.排砂道請顧問公司表示主要在排水，因此有無必要設置人為控制之閘門，請再參酌評估。 3.如何防止攔河堰潛孔阻	1.水理計算詳第五章。 2.排砂道之主要功能為提高基隆河不分洪流量並在分洪時提高分洪之流量，故須以人為閘門控制方式方能達成。 3.為防止攔河堰孔口阻塞，於攔河堰上游設置 2 座梳子壩以防

附件四 主體工程資料審查意見處理情形

審查意見	處理情形
<p>塞，宜在設計準則上做適當規範。另潛孔堰阻塞，其洪災風險如何請評估。</p> <p>4.魚梯採用每 25 公分一階，魚類有無能力上溯，宜酌。建請魚梯設置於河流兩側，將緩坡每階高約 10 公分，每階平台設一休息地，以利魚類洄游。</p> <p>隧道工程方面：</p> <p>1.入口段明挖最大深度達 27 公尺，其施工可行性及施工程序如何，宜請再審慎評估。</p> <p>2.本工程地質條件相當差，可能會遇到廢礦坑、斷層、瓦斯，故如只以 NATM 工法規範日後施工工法，是否周延？日後是否會造成執行性爭議。</p> <p>3.襯砌採 70 公分及 450 kg/m² 混凝土一般較少採用，其施工規範如何，該如何防治伸縮裂縫，均請檢討評估。</p>	<p>止大型流物或巨石阻塞潛孔，梳子壩之規劃設計詳第 10 章說明。潛孔阻塞之風險評估說明於第 16 章 16.6 節緊急應變措施。</p> <p>4.針對本河段主要餘種台灣石魚寶之特性，於攔河堰尾檻下游端設置長 6m 潛孔階梯式魚道以供洄遊。</p> <p>1.由於本工程係屬統包方式發包，故已於設計圖中提供導坑開挖方式供統包商自行研判後再行細部設計。</p> <p>2.各種特殊地質處理，均已考慮處理之費用及方式，且就本統包工程已於工程契約、需求計畫中均再三強調地質風險為統包商報價所應考量之項目。</p> <p>3.需求計畫書已明列 450kg/cm² 混凝土之最低要求，因考量隧道施工性，故本項目坍度、水灰比等條件建議由統包商自行評估後再由細部設計審核者進行審核。另 70cm 混凝土襯砌因</p>

附件四 主體工程資料審查意見處理情形

審查意見	處理情形
<p>4.台 2 線路線部分變更，請水試所於基本設計完成後與公路局協商。</p> <p>景觀綠美化方面：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.景觀規劃請儘量配合當地自然及人文環境設計。 2.維護管理(排砂)設置管理中心，有關流木應於防砂壩前設置攔防柵。 3.攔河堰潛孔是否會阻塞應有防制設施。 	<p>非屬統包商不可變更之項目，故亦無須就此項目加以規範。防制裂縫機制已於需求計畫書中說明應至少採最低配筋量。</p> <p>4.敬悉。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.景觀規劃已配合當地自然及人文環境兩點引入設計理念。 2.本計畫之防砂壩設計主要考量在於防止巨石及大型流物阻塞攔河堰孔口，採用梳子型設計，並建議設置管理中心負責營運、操作、維護及管理。 3.潛孔阻塞之風險評估說明於第 16 章 16.6 節緊急應變措施。
經濟部水利署第十河川局李課長 戎威	
<p>一、本案基本設計圖所訂定之各部尺寸須有設計分析，包括水文、水理(含穴蝕、水躍、水位流速等)、滲流分析、隧道應力、擋土牆、防洪牆應力、邊坡安定分析等，計算過程及成因應於規劃設計報告中詳列。</p>	<p>水文分析詳第四章、水理分析詳第五章；隧道應力分析詳見第七章。</p>
<p>二、建議於細部設計圖審查時，</p>	<p>敬悉。</p>

附件四 主體工程資料審查意見處理情形

審查意見	處理情形
可委託專業顧問機構負責審圖。	
三、其他意見詳如本局另案函送之審查意見，請參酌。	敬悉。
中興工程顧問有限公司專案經理 志遠	
一、請具體推估本計畫沈砂量，並研訂有效清理措施。	詳第十六章說明。
二、上游設置二座防砂壩之機制，宜作系統性之水理分析，而非以攔阻砂石，流木應考慮之。	本計畫之防砂壩設計主要考量在於防止巨石及大型流物阻塞攔河堰孔口，採用梳子型設計。防砂壩之水理分析詳第 10 章。
三、報告中之沈降計算採用之許多公式是否正確？(如 Rouse 及 Einstein 半衰期驗公式等)，計算值是否有加以檢定、驗證？	Rouse 沈降速度圖及 Einstein 半衰期經驗式均為試驗公式，故有其可靠性，建議水試所於水工模型試驗時，進行該部分之驗證。
四、請補充本計畫歷年來所做水工模型試驗說明，及未來設計階段將做水工模型之說明，(如淡江大學的水工模擬是如何運作？其相關數據，請補充)。	淡江大學許教授純屬義務性幫忙，其試驗係採簡易設備，主要為觀察現階段之進水結構佈置水流進入隧道之流況，並未實際資料。
五、依第一次期中報告審查意見處理情形中(附三-7)，現階段採用之粒徑將採取懸浮質並試驗 0.07 mm 以下之含	已補充懸浮質於粒徑 0.074mm 以下之濃度分佈，詳表 4.33。

附件四 主體工程資料審查意見處理情形

審查意見	處理情形
量，至今未見提供。	
六、本計畫進出口及土資場請考量低密度開發及進行原生樹種植栽，有關各部份土壤壓密方式請予以說明。	就本計畫進出口及土資場，皆已考量採低密度開發及進行原生樹種植栽種植。
七、有關瑞金公路土資場面積報告中為 16.7 公頃，而簡報中則為 12.9 公頃，請予以說明（包括詳細配置）。	應為 12.9 公頃，後續報告將予修正。
八、棄土場因時程無法配合，請推估外運量及時程，且其量不應超出原量之 1/10 以符合環評之要求。	敬悉。
九、有關本計畫「第十河川局組織及人員配置」及「員山子分洪工程管理中心組織架構」於報告中未見，請予以補充。	詳圖 16.4 及圖 16.5。
十、管理服務中心高度請避免過高，以免影響景觀。	管理中心之高度將配合防洪牆之高度及考慮景觀加以設計。
十一、設計攔河堰及防砂壩魚梯時，請考量當地魚種及蟹類，(原設計為斜曲面，報告中卻使用隔梯式，且各階梯高 0.25 公尺)。	防砂壩係採梳子型設計壩底與河床等高，故無須設置魚道。攔河堰尾檻下游設置潛孔階梯式魚道以供洄遊。
十二、本計畫出水口結構及設計	已修正詳圖 5.16。

附件四 主體工程資料審查意見處理情形

審查意見	處理情形
為消能池，非小階梯溢流道，部份設計圖有誤請修正。	
水利規劃試驗所大地課彭課長 瑞國	
一、本委託案工作項目包括施工管理計畫、品質管制計畫、營運管理計畫，但報告中均無具體交待請補正。	營運管理計畫詳 16 章。
二、隧道工程之設計與措施內容相當完整，但有關入口段包括攔河堰側流堰及分洪靜水池等及出口結構之設計與施工均無具體內容，請補充特別是靜水池與瑞柑新村相鄰不到 10 公尺之房子，如何安全地進行深開挖與施工請特別予以敘說。	入口段及出口段之設計與施工詳第 6 章。與瑞柑新村相鄰之開挖係採行排樁作為臨時保護工程(其中最接近之房舍約 9m 之距離)。
三、基本設計圖內之總平面圖遷移道路請一併繪入。	遵照辦理。
水利署水利規劃試驗所水工課張課長 耀澤	
一、分洪排砂池與排砂閘門銜接方式對排砂效率不佳，將來除砂方式如以機械排砂處理，應考慮鏟土機、運砂車由排砂門進出之可行性以利排砂達維護運轉功效。	遵照辦理，分洪靜水池之淤砂將以機械式處理，排砂閘門高 3.0 寬 6.0m 可供清淤機械由下游靜水池出入。
二、攔河堰下游階梯式混凝土消	已於攔河堰尾檻下游端設置長

附件四 主體工程資料審查意見處理情形

審查意見	處理情形
<p>能工，採同高程設計。宜考量枯水期之溪流流量大小，採不同高程，設計水深以滿足魚類之溯游深度，以利魚類能順利通過攔河堰上溯。</p>	<p>6m 之潛孔階梯式魚道以供洄遊。</p>
<p>三、出水口結構漸變段末端以 45 度向下游銜接消能池，水舌會產生水躍分離流狀況，對結構物相當不利應加以改善。</p>	<p>漸變段末端以 45° 角，寬度由 25m 漸變至 35m 向下銜接消能池，寬度由 25m 至 35m 可避免水舌於拋射過程中因負壓而產生之背離現象。</p>
<p>四、圖 9.13 棄土場之場址美化區平面配置圖，階梯設計由標高 25 公尺至標高 125 公尺，高差 100 公尺之階梯設計，無法滿足一般大眾之適應，尤以年老、婦幼甚為明顯。建請考量由側邊設計緩坡迂迴式之道路，供民眾爬山至觀景台觀景，以滿足當地居民休閒活動。</p>	<p>1. 土資場之場址美化區平面配置圖，已採評審提供之意見，為考量其一般大眾、及老、幼、婦等適應情況，以由側邊設計緩坡式登山步道，詳圖 12.13。 2. 就提供設置觀景台，在原有圖面已增設多處可供民眾休憩及觀賞之休息涼亭及觀景平台，而數量上已足夠滿足當地民眾之需求，所以不需在增設。</p>
<p>水利署水利規劃試驗所河川規劃課陳正工程司 春宏</p>	
<p>一、攔河堰施作段上游河道岸須興建防洪牆，長度為何？</p>	<p>攔河堰迴水長度約 200m，防洪牆設置將由攔河堰上游至工程用地範圍，長度約 300m。</p>
<p>二、計算沉砂效率採用 Stoke's Law 或圖 4.30 Rouse 沉降速度圖與 Einstein 半經驗公式</p>	<p>Stoke's Law 沉降速度適用於雷諾數極低之之情況，故不適合於本計畫。本計畫所採用之沉降速度乃根據 Rouse 於 1937 年之試驗圖。</p>

附件四 主體工程資料審查意見處理情形

審查意見	處理情形
來推估，本河段沉砂效率利用 Stokes Law 來比較是否合理。	
三、隧道出口設消波塊，此未經評估，建議先刪除。	遵照辦理。
四、自來水加壓站之處理方式為何？	侯峒加壓站位於攔河堰上游約 190m，本計畫於攔河堰上游之防洪牆於加壓站之臨水側，並不影響加壓站且長度約 300，可保護加壓站不受迴水影響。
五、攔河堰施作後，攔河堰上游淤積時，將清除淤砂迴歸下游河道，以推持沖淤平衡，如何操作及淤砂置放下游何處？	攔河堰上游之淤積屬卵石，將以機械方式挖除，並以標售方式由廠商自行處理再利用。
六、棄土方利用合法土場量比自設土資大。	預算書之項目相反，已依據主體工程發包文件審查會議意見修正。
水利署水利規劃試驗所河川規劃課吳益裕	
一、本次降雨逕流分析中尖峰流量係採用 HEC-1 運動波模式，其模式中雨型是否採固定或者是採 IDF 來進行分析？	為求一致性，本計畫雨型採用基隆河流域 3 日暴雨設計雨型。
二、第四章 page 4-4 中，圖 3~圖 10 文章內均未說明，請補充。	已補充。
三、第五章分洪工程佈置各方案經評估擇定後，建請不要一	遵照辦理，詳第五章。

附件四 主體工程資料審查意見處理情形

審查意見	處理情形
再比較，以後請採用已擇定方案進行撰寫。	
四、本分洪工程之隧道長度於地質補充調查報告、主體工程報告及水理計算分析中均各不相同，建請顧問公司統一 NO1.隧道及 NO2.隧道各里程數。	遵照辦理。
五、page 5-12 曼寧糙度係數 n 計算值有誤，請修正。	經查無誤。
六、NO1.隧道入口段及 NO2.隧道出口處尚缺北 37 線及台 2 線橋樑佈置圖，請補充。	遵照辦理。
七、隧道內軸力圖及彎矩分配圖中，尚缺詳細比例尺，請補充。	遵照辦理。
八、圖 7.8 土資場及土資場通達道路平面圖中，NO1.隧道出土後運輸路線太長了，其棄土路線是否能再重新考量運輸路線。	本路線應採用環境影響說明書之建議路線，故擬於環境影響說明書定稿後參照修正。
九、海工模型試驗業已轉移本所水工課施作，請將相關工程經費刪除。	遵照辦理。
十、表 11.6 員山子分洪工程統包工程進度表中，隧道出口段	遵照辦理。

附件四 主體工程資料審查意見處理情形

審查意見	處理情形
尚缺消能室預定進度表，請補充。	

附件五 基本設計報告初稿審查意見處理情形

(一)開會時間：民國九十一年三月十四日(星期四)下午十時整

(二)開會地點：本所二樓會議室

(三)主持人：謝所長 勝彥 紀錄：吳益裕

(四)結 論：

- 1.本報告書初稿原則認可。
- 2.請工程顧問公司將本案相關水理計算，整理成「基隆河員山子分洪計畫水理計算報告書」，以利相關單位（或人員）查閱。
- 3.本報告書之內容請再詳細校閱，尚有不明之處，請儘速修訂。
- 4.各單位及專家學者之意見作修訂後，請納入「基隆河員山子分洪計畫工程基本設計報告書」定稿本中

審查意見	處理情形
成功大學水利及海洋學系蔡教授 長泰：	
一、圖 4-12 最大六小時雨量佔 60 % 依 855 公厘之三日雨量，則六小時及 12 小時各為 340 公厘及 510 公厘，建議應用頻率分析此二雨量之重現期。	依員山子上游集水區內火燒寮及瑞芳(2)站之雨量資料，經加權平均後，經以對數皮爾遜III型分佈分析，其 200 年重現期之 6hr 與 12hr 暴雨量分別為 282mm 及 469mm。圖 4.12 中最大 6hr 雨量為 340mm 及最大 12hr 雨量 510mm 均較短延時降雨 6hr 及 12hr 之 200 年重現期為高，但因雨型分佈之不同，短延時降雨 12hr 之洪峰流量較三日暴雨之洪峰流量大。(詳附錄二)
二、圖 2-24 及圖 2-25 (P4-67) 中分洪前流量之分析基礎與分洪後流量之分析基礎是否一致，請再予說明。	圖 2-24 及圖 2-25 之分析係採舊有之流量為基礎，經檢討後，予以刪除。
三、圖 5-20(P5-44)及圖 5-21(P5-45)	由於分洪堰至隧道為一束縮段，

附件五 基本設計報告初稿審查意見處理情形

審查意見	處理情形
<p>之水理計算成果，顯示分洪堰至隧道起點間之流況並不穩定，此段平面佈置及地形應再配合模型試驗詳作分析。</p>	<p>且水流為超臨界流所以產生“choke”現象，但水流仍然維持超臨界流，惟仍應待水工模型試驗成果再予以檢討。</p>
<p>四、分洪靜水池平面水流較不規則，其流場淤砂分佈亦應配合模型試驗，詳作分析。</p>	<p>請水工模型配合。</p>
<p>五、攔河堰上游，側流堰左側之河道，左排洪時為空間變積流（spatial varied flow），應依空間變積流理論並配合模型試驗檢討分析。</p>	<p>基隆河攔河堰上游為一轉彎段（圖 5.9），所以流心較靠近攔河堰之上游端並非均勻分佈，流場型態接近二維，須配合水工模型試驗結果檢討分析。</p>
<p>六、營運管理之觀測試驗部份（P16-13），水位觀測之位置建議至少增加一號防砂壩上游面，因此處之水位觀測可用於建立水位流量率定曲線以獲得洪水流量過程及洪峰流量。</p>	<p>為恐防砂壩淤積後影響水理條件，本計畫建議於侯硐介壽橋設置水位流量站，以獲得基隆河員山子上游河段之水位流量記錄。</p>
<p>成功大學海洋及水利工程學系許教授 時雄：</p>	
<p>一、一、二號隧道將原有九份溪切成兩半、上段形成人工堰塞湖、下段大跌水，完全破壞原有河川荒溪河性，建請在細部設計時，更嚴謹審慎的分析檢討。</p>	<p>本計畫於規劃階段於一、二隧道銜接介面處規劃 2 個方案；一為通過九份溪河床下方，另一為目前設計方案，通過九份溪河床。第一方案需於一、二隧道間設置一跌水工，但由於考慮隧道之水理條件而決定採用本方案。</p>
<p>二、整體分洪水流狀況建請儘速以水工模型試驗驗證。尤以出口構造，水流是否能確如預期之流況呈現？又洩洪流與波浪颱風之入會時狀況如何？建請再進一步檢討。</p>	<p>依水工模型試驗結果檢討分析。</p>

附件五 基本設計報告初稿審查意見處理情形

審查意見	處理情形
<p>三、施工安全令人擔心，建議能於招標文件中加以規範儘量利用瑞芳平溪兩地之有經驗礦工參與施工，以降低災害風險。</p>	<p>招標文件中已要求統包商應聘請當地曾參與採礦之人員為顧問或直接參與本工作；惟礙於法令規定並無明定聘請人數。</p>
<p>四、本計畫對景觀遊憩著墨甚多令人佩服，因觀光遊憩未來將是瑞芳鎮最重視之發展項目（如九份、金瓜石金礦博物館、太子賓館、茶壺山、黃金拱橋：：等）本計畫將可加強成為另一以「水利工程教學」為主之稀有特點予以串聯，建議開挖回填植生等儘量能與原有山貌海景融和。</p>	<p>本案已結合原有之瑞芳沿海之遊憩相關設施進行規劃設計，並於進水口處管理中心內部大廳規劃解說系統等相關設施。</p>
<p>淡江大學水資源暨環境工程學系許教授 中杰：</p>	
<p>一、下游出海口之景觀是否涉及交通部觀光局管轄範圍，請詳查。</p>	<p>已查明出海口之景觀並非交通部觀光局管轄範圍。</p>
<p>二、九份溪若整治則必須注意其陡坡引起之 chute Flow 之現象宜慎重。</p>	<p>小階梯溢流道上游漸進段為一水平段構造，所以水流進入小階梯溢流道應不至於會產生 Chute Flow。</p>
<p>三、Stepped Spillway 之公式應用請注意其限制，該公式是用於下游 Momentum 與本設計不同應加以注意。</p>	<p>同上，所以本公式應用經查無誤。</p>
<p>四、進水口之側流堰及排砂口分洪靜水池之水理計算應注意其是否產生 Vortex 及 Eddy 若產生則宜事先有解決方案。</p>	<p>請水工模型配合。</p>
<p>五、表目錄編排有誤，請修正。</p>	<p>遵照辦理。</p>
<p>六、請預留休閒空間之規劃，以減少</p>	<p>已於進水口處規劃休憩空間，出</p>

附件五 基本設計報告初稿審查意見處理情形

審查意見	處理情形
瑞芳鎮民怨。	海口亦規劃兩處休憩點。
七、報告中請勿提 200 年頻率。	遵照辦理，已將本報告相關名詞統一修正成「重現期」一詞。
內政部營建署張技正 梓榕：	
一、有關土資場規劃設計部分，本工程剩餘土石方約 81 萬方，初步評估選定之瑞金公路土資場，目前又有用地徵收問題待克服，建請主辦單位，剩餘土石方朝資源化、回收、再利用的目標進一步考量規劃。	遵照辦理。
二、土資場、施工場地建請加強落實水土保持工作，並對其進出道路的交通維持、污染防治之工作一併妥為考量，以減輕對環境所造成之衝擊。	遵照辦理，水土保持工程請詳見”水土保持計畫”報告；施工期間之交通維持及污染防治工作請詳見”施工管理計畫”報告。
經濟部水利署河川組第二課莊工程司 曜成：	
一、P.1 摘要中之（三）分洪隧道應為直徑 12 公尺「圓型」隧道，請修正。	遵照辦理。
二、部分內容已列入員山子分洪工程（統包工程）辦理公開閱覽，請配合公告後修正該內容。	遵照辦理。
三、第十四章工程經費除員山子分洪工程（統包工程）部份外，應包括其他基本設計範圍項目經費、包括漁業權、礦業權補償、設定地上權、防砂壩、後續每年營建經費、保全監控及其他規費等。	遵照辦理，詳見本報告第十四章工程經費。
四、上游防砂壩二處是否足夠、上游是否有崩塌地、是否須於支流設	由第十章之防砂壩淤砂效果分析可知，目前所設置 2 座防砂壩應

附件五 基本設計報告初稿審查意見處理情形

審查意見	處理情形
防砂壩、建議補充說明。另防砂壩下游面是否須有消能工，亦請酌。另防砂壩是否有私地（包括護岸）請查明。	足夠。本計畫防砂壩設置之範圍將依基隆河治理計畫線執行，並編列土地徵收費，以方便未來細部設計之執行。
五、第十六章 P.16-9 有關中山橋於員山子分洪後其 200 年流量阻擋於 74 年分析之 250 年重現期乙節，易造成誤解，請刪除。P.16-10 現況損失如何估出恐無定論，建議修改為僅說明可減少損失金額即可，另比照台北防洪換算效益為 8.93 萬元可能有誤是否單位為億元，請修正。另員山子分洪後仍需配合下游其他設施才能防止水患，應予註明。	(1)遵照辦理。 (2)已補充至 16.5 節。
經濟部水利署第十河川局李課長 戎威：	
一、攔河堰下游水迴線須列表說明，以研判下游護坦長度是否足夠？下游河道左右岸堤防高度及布置是否足夠？	已補充，詳表 5.3 所示。
二、攔河堰之滲流分析、安定分析及上游左右岸堤防安定分析尚缺。	已補充，詳附錄三。
三、第五章有穴蝕指標之公式、計算、評估方法及改善方法請依據美國陸軍工兵團“Hydraulic Design of spillways”，第 2-15 頁~2-16 頁~及 PLATE 2-6~2-9 之說明辦理。	已補充，詳 5.4 節及圖 5.16、圖 5.17。
四、P7-29 隧道襯砌應力檢核表之“Check”欄位之評估方式為何？請說明。	已補充於表 7.4 混凝土內襯砌應力檢核表。
五、監控系統之意見：	(1)以無線電及光纖網路複連

附件五 基本設計報告初稿審查意見處理情形

審查意見	處理情形
<p>(1) 攔河堰水位計傳輸系統為何？。</p> <p>(2) 市電配電室宜與發電機室合併，並以兩部熱機待命為原則。</p>	<p>(Duplicate)方式和監控主機連線。</p> <p>(2) 本規劃即考慮合併，請細部設計廠商辦理。本規劃已要求需提供長效型發電機，以便提供有效率連續運轉。並要求發電機驗收條件最低標準必須全載運轉 12hr 以上，當可符合可靠度要求，亦請細設廠商檢討。</p>
<p>經濟部台灣省自來水公司簡燈燦 先生：</p>	
<p>依本日之簡報及報告書內容，對本公司第一區管理處所提意見，並未作說明，故重提先前之意見：</p>	
<p>一、本公司第一區管理處參加第十河川局 91.1.29 召開之「基隆河員山子分洪非都市土地用變更編造的需書圖及文件資料相關會議」之意見。本計畫主要為分洪功能外，建議是否加設自來水取水口。在平時能供本公司取水量，以替代在下游約 600 公尺之簡易攔水設施，除可穩定取水外，並可增加取水量，則更能發揮攔河堰之功能。</p>	<p>有關貴公司永久取水口之設置，請貴公司斟酌本次會議主席說明辦理「請提供永久取水方案評估後再由本署與貴公司協調處理」。由於此一事項未納入本工作範圍，建請自來水公司逕洽水利署。</p>
<p>二、堰址在員山子水源上游在施工前應先作好相關設施，所需經費應由施工單位負擔，除不影響該水源取水量及水區外，對於攔河堰完成營運時，亦不得影響該水源取水量及水質。(如因流向改變導致取不到水之問題)。</p>	<p>本工程已設置臨時取水管線，並要求施工時應配合貴公司需求予以配置；施工期間並將依環評要求施作減少水質影響之措施(如臨時圍堰)；水量之控制則已於基本設計階段，根據貴公司之</p>

附件五 基本設計報告初稿審查意見處理情形

審查意見	處理情形
	用水量納入設計考量。
三、本公司第一區管理處參加第十河川局 91.2.7 辦理基隆河員山子分洪工程計畫現勘所提意見，分洪隧道路線經過濱海公路部份，有本公司 1,000 公厘輸水幹管，主要供應基隆地區需求 6.5 萬 CMD，在施工之前，應先完成替代管線(經費由施工單位負擔)，以免影響基隆地區供水。	遵照辦理。
交通部公路局景美工務段嚴恩華 先生：	
一、本案之分洪工程出水口位於台二線北濱公路 86 K 附近，為配合出水口施工，擬設道路長度長 745 公尺，寬 10 公尺，而北濱公路與本案相關現有寬度約為 9~12 公尺之間，請考量。	經現場測量顯示，與本案相關之北濱公路現有寬度為 10 公尺，故改道亦依現有道路寬度(10 公尺)和道路等級設計，已符合公路局道路設計標準。
台北縣政府環保局李技士 長金：	
一、本案之環境影響因應對策經行政院環保署有條件通過，施工及營運期間請依「定稿本」內容確實執行若涉及變更請依規定逕向行政院環保署辦理。	遵照辦理。
二、淤積物處置方式以標售方式進行，即由廠商自備機具、人工、並自行處理、惟若無廠商標售，是否有可行之替代方案。	本計畫所提之方案係指廠商清除淤砂，若是棄土方則運棄置合法土資場，若是為可利用砂石方，則採取標售方式，所以本方案原則上較為彈性。
三、除已列之土資場外，請一併將其他環評所承諾環境影響之因應對策相關施工列於施工設計中。以管制承包廠商。	已將環評所承諾環境影響之因應對策相關施工明列於”施工管理計畫”報告中。

附件五 基本設計報告初稿審查意見處理情形

審查意見	處理情形
瑞芳區漁會呂總幹事 萬和：	
一、員山子分洪出水口在海域，尤其分洪流入海域之水質，都是含有砂泥等，因之損害漁業資源，是以建議於工程未施工前擬補償方案，與漁業主管、有關機關、漁民協調達成共識並於補償、以免施工後招來漁民抗爭影響工程進度。	已建請環評單位擬定漁業權補償方案。
二、防砂壩之設施、請考量上游流來之廢棄物、竹、木等防堵措施，以免流入攔河堰至流入隧道內堵塞水道。	本計畫所設置防砂壩已考慮以上因素，所以壩型上選擇梳子壩。
中興工程顧問股份有限公司許工程師 勝聖：	
一、有關本計畫相關水土保持措施(如滯洪池及沉砂池)，基本設計報告與原環境影響因應對策內容有極大差異，若需依基本設計報告修正，恐造成環評報告定稿困難；此外，部分區域未設置沉砂滯洪池即排放，亦不符合環保署 90 年 6 月 29 日公告之逕流廢水污染削減計畫需削減百分之八十污染物之原則，將造成未來該計畫審核困難，請考量。	已依環保署逕流廢水污染削減計畫設置施工期間之臨時滯洪沉砂池，詳見”水土保持計畫”報告。
二、土地使用面積及權屬迄今尚未完成，恐影響環境影響因應對策定稿本提送之時間，請儘速提供。	已提供土地使用面積及權屬給第十河川局辦理土地使用權變更及徵收事宜。
三、依基本設計報告指出，本計畫施工期程由 91 年 5 月至 93 年底，除環境影響因應對策需定稿外，有關施工前需完成施工環保執行計畫、施工前環境監測、逕流廢水污染削減計畫；請規劃設計單	依據水利署於主體發包文件審查內容，有關本意見之事項執行均由水利署另行委辦發包，不納入統包文件。

附件五 基本設計報告初稿審查意見處理情形

審查意見	處理情形
位考量納入於統包文件內。	
四、有關泥砂清淤方式，基本設計報告建議由廠商自備機具、人工且淤積物清除後，自行處理再利用，是否造成下游輸砂量減少，如何因應。	本計畫因分洪之效應而造成下游輸砂量之減少屬自然現象。且目前基隆河亦辦理河道疏浚計畫，換言之，員山子下游河段為淤積型河川，所以目前堰前之淤砂不宜貿然迴歸下游，須俟未來員山子營運後，檢討基隆河沖淤情形再行評估泥砂迴歸可行性。
五、有關入口生成之剩、土石方運輸路線，基本設計報告建議由 102 縣道經台二丁省道、九份溪施工便道到達土資場，路途過長且影響瑞芳鎮市區，請妥為考量。	已修正分洪入口土石方運輸路線，擬由北 37 縣道接 102 縣道至土資場預定地，詳見本報告第八章土石方資源堆置場規劃設計。
六、相關規劃設計報告之定案資料，請於 91 年 3 月 25 日前提提供，俾利環境影響因應對策定稿時程。	已於 91 年 3 月 25 日提送基本設計報告(初稿)修正版。
七、九份溪過河段規劃設計單位建議採用小階梯溢流道，然未說明對九份溪生態維護及減少衝擊之方式，請補充。	由生態調查資料及現勘過程中均有發現溪哥及烏龜等生物，故本計畫於小階梯溢流道 2 側設置魚道以供利用。
八、有關進水口景觀配置，請參酌瑞柑新村當地居民之意見。	已參酌瑞芳新村居民提供景觀及遊憩紀念性場所。
水利規劃試驗所蔡副所長 正男：	
一、封面應加列英文報告名稱。	遵照辦理。
二、請將歷次簡報、工作會報、會議記錄、各國內外專家指導報告與資料補充列於附錄中。	遵照辦理。
三、由於發包文件相關圖說因應要求	遵照辦理。

附件五 基本設計報告初稿審查意見處理情形

審查意見	處理情形
提前作業，請再核對如有與本報告內容不符之處應速修訂。	
四、各工程基本設計圖均應經合格技師簽證。	遵照辦理，然基本設計報告考量其用途並未採簽名圖面，但其內容均取自己簽証之圖面。
水利規劃試驗所大地試驗課彭課長 瑞國：	
一、報告內對於各項工程敘述之編排順序不太一致、建議調整，內文有關「本公司」之文字請刪除。	第五章之工程編排順序與水理條件有關，故其編排順序與其他章節略有不同，內文有關「本公司」之文字已刪除。
二、P2-7 對於隧道入口里程不一致請查明修正。	遵照辦理。
三、報告內對於假設工程例如用水、用電、施工機具材料置放、拌合場、施工、燈具及房舍等，於報告內均無具體內容建議補充。	假設工程已補充於第十七章施工管理計畫，其餘詳見”施工管理計畫”報告。
四、P14-33 有關攔河堰工段之構築預定在第二年構築完成，但其下游工程則需於第三年完成，可能會因一場洪水而危及其臨近瑞柑新村之安全建議檢討修正。	攔河堰工段之構築順序已調整，基礎部分 (E1.63m 以下) 先行完成，胸牆部分則配合隧道工期完成，詳見表 14.2 施工進度表。
五、緊急應變措施建議補充施工期間之應變計畫及瑞柑新村住民之緊急疏散計畫。	已補充於第十七章。
六、P20-1 根據採購法規定，招標方式似乎沒有所謂的「配套」之方式請查明。	本項刪除。
水利規劃試驗所水工試驗課張課長 耀澤：	
一、有關魚道設計，根據報告員山子河段，主要魚種為台灣石賓，其溯游習性以巡航、突進、跳躍為主，而本魚道設計係於階梯式混凝土塊設 15 cm×15 cm 潛孔、長	本計畫之魚道為潛孔階梯式，潛孔乃提供蝦、蟹或鱸鰻等生物活動之用，台灣石魚賓主要由階梯跳躍而上。

附件五 基本設計報告初稿審查意見處理情形

審查意見	處理情形
6 m 之潛孔階梯式魚道，是否合適？另提供日本靜岡縣清水市於興津川之和田島堰階段式固床工之魚道設計案供參考。	
二、有關水工模型試驗係分為二年處理，第一年試驗預計於本年（九十一年）五月底提出試驗成果報告，第二年計畫試驗工作包括攔河堰及分洪結構、進水口結構、分洪隧道及出水口結構等，預定本年（九十一年）九月底提出試驗成果報告。如原設計案之水理不佳，即須再辦理修正案試驗，屆時請工程顧問公司能即時配合提供修正案設計圖，以供模型塑造及試驗，以趕時效。	本公司將遵照合約規定辦理；惟考量時程配合程度，建請貴所是否屆時以細部設計廠商為主要設計修正廠商，本公司擔任配合及協助之角色。尚請貴所再酌。
水利規劃試驗所河川規劃課陳正工程師 春宏：	
一、有關攔河堰上游泥砂清淤問題，仍應有所交代？是否迴歸下游？或是如處理情形以標售方式，由廠商自行處理利用？是否會造成下游沖淤不平衡現象？	本計畫因分洪之效應而造成下游輸砂量之減少屬自然現象。且目前基隆河亦辦理河道疏浚計畫，亦即代表員山子下游河段為淤積型河川，所以目前堰前之淤砂不宜貿然迴歸下游，須俟未來員山子營運後，檢討基隆河沖淤情形再行評估泥砂迴歸可行性。
二、出口漸變段，漸擴變之工程施工棄碴臨時堆置於坡腳之三角形空地上是否會妨害台二線交通(台二線未改道)。	施工臨時棄碴量應以不防害台二線交通為原則。
三、工程剖面圖未標示剖視方向部份，請以水流方向來剖視。	已修正，詳第六章。
四、出口景觀是乎未將公路橋納入，	由於台二線公路橋長度僅約

附件五 基本設計報告初稿審查意見處理情形

審查意見	處理情形
請公路局提供意見以便景觀與工程相互配合。	40m，未避免過度之人工造景影響駕駛人之視覺而影響行車安全，且為維持現有海岸景觀，故不建議於該橋進行景觀布置。
五、九份溪改善規劃設計，採用小階梯溢流道每個階一公尺，是否於兩側設計較為平滑坡道供生物活動。	小階梯溢流道 2 側設置魚道以供利用，詳第十一章說明。
六、有關監造計畫、施工管理計畫，水土保持計畫、品質管制計畫等應同四月份報告定稿本一併附上。	遵照辦理。
水利規劃試驗所河川規劃課吳益裕：	
一、施工前若本所水工模型(含海工模型)尚未完成驗證，承包商是否依設計圖施工？	水工模型試驗依貴署之意係為統包工程驗證之工具，承包商無論水工模型試驗是否完成，承包商若確認所提設計可符合功能要求，其均可依其設計施工，意即基本設計圖僅供統包商參考之用。
二、台二線 NO.2 隧道出口消能室上方設置為橋樑永久改道段，至今尚未完成公地撥用事宜，請儘速與交通部公路局及相關工務段協商，以利分洪工程施工。	遵照辦理。
三、投標文件時程上是否仍適用 W.T.O ？。	本投標文件未適用 W.T.O 文件。
四、應變措施應含介壽橋上游貨櫃屋於大洪水時流入隧道內，並考量施工前、中及後防汛期時，瑞柑新村緊急應變計畫。	(1)緊急應變措施請詳第十六章。 (2)緊急應變計畫已補充於第十七章。

附件五 基本設計報告初稿審查意見處理情形

審查意見	處理情形
五、圖 P5.42 及圖 P5.40 通氣管裝置位置不相同，請修正。	已修正，詳圖 5.19 及圖 5.21。
六、台二線橋樑永久改道段達 750 公尺太長了，建請修短，以因應交通部公路局土地撥用之時效。	本路線長度係考量台二線道路等級，分洪出口結構設置等條件；初步設計已評估改道長度若欲縮短，其可能性為台二線再向海側偏移，且需增加橋跨長度，改道總長約 650 公尺，惟此改道需考量道路長期受海水淘刷及破壞海岸地形等之安全性與環境影響等問題，故建議仍以原改道為較佳方案。

附錄一 日本專家對基隆河整體治理計畫之建議

壹、山本 晃一(財團法人河川環境管理財團研究總括職)

此次台灣行程，勞駕各位在現場調查工作上之大力協助下，對於台灣河川之特性有進一步瞭解，尤其比對日本河川水文、社會條件及河川整體計畫技術等方面之差異，經驗更是難能可貴。

關於基隆河之治理計畫，筆者就發現之問題，在此直接地提出建言。世界各國因地形、氣候與社會狀況之差異，其治水計畫亦具有獨特的技術觀點。不過對於不明瞭台灣情況的筆者而言，若是提出不恰當的評論，請多多原諒與包涵。

一、洪水流量計畫— 200 年重現期洪水流量的算法

對於台灣以流域平均 3 日雨量來作為推算降雨頻率之方法，洪水到達時間(集流時間)只需 10 小時，由於原本應以一日雨量來推算的，此若用於推演降雨分佈型態，則將會產生問題。針對基隆河整體治理計畫降雨雨型分析的方法，導致洪峰流量為 10 小時雨量的重現期小於 1/200 年，筆者認為實際上應以流量低於 $5200\text{m}^3/\text{s}$ 之重現期考慮。此外，對於員山子流量採 $1620\text{m}^3/\text{s}$ 的方式，情形相同。特別是員山子洪水集流時間 2~3 小時，而山區降雨強度大於平地降雨強度，故應以流量低於 $1620\text{m}^3/\text{s}$ 的重現期考量，並以此為前提來設計渠道與分水構造物。

二、滯洪區計畫(遊水地計畫)

因滯洪區之貯水量小，降低洪峰流量之設計的效果不彰。可是考慮基隆河附近之都市開發狀況，對於河川週遭空間以都市公園之空間利用，是一項很好的設計構想，不僅顧及防洪對策考量，也積極地全盤考量都市發展政策。而且加強減低洪峰流量之效果，運用滯洪區溢流壩壩高之設計，可降低下游災害發生之流量。

三、排水設施堵塞問題

對於將明渠(重力)改為管路(壓力)之地點，必有垃圾及樹枝之淤積。因此，設計管路流速可將此淤積物沖到河川主流，亦或檢討將其攔截而讓洪水溢流。對於泵浦排水而言，除污設備及裝置應評估淤積量，切勿將所攔截之淤積物，再度排入水路中。

四、員山子分洪

(一)推移質與懸浮質之年間泥沙流出量之推算方法有所錯誤，在檢討會中曾經提出。評估以 200 年洪水重現期之員山子流入土砂量、洪水水力沖砂法。由於流砂量公式之準確度並不是特別高，原本需以動床模型和河床變動狀況來考慮，但需耗費約 2 年時間，故現今用流砂量與河床變動計算即可。

(二)就計畫而言，對於超過計畫流量之洪水，應以排水路協助洩洪，惟可能難以得到當地漁民的同意，在此提出說明。

(三)對於考慮在主流中設置攔截樹枝與淤積之設

施，常有堵塞之情況發生，若以流入主流後之排放流量零為前提，設計排水道的容量(水道斷面積)，並以上述第 1 點也納入考慮，以設計較大的容量。

(四)滯洪池之泥砂淤積問題：滯洪池及主流之排砂計畫應加以考量。在上游附近建造防砂壩來排放淤砂，若以 2 米落差之設計，將不久後會發生滿砂狀況。

(五)員山子分洪之出口構造：是以流速 10m/s，沿著 45 度斜面排放洪水嗎？可能不穩定。水會以拋物線狀潰賤出去，是否會濺到道路，則需加以調查，且下游處 Shell 之功效不彰。在管路內以水躍為目的，水位是否為 EL11.86m？抑是無水躍現象排放洪水？請加以詳查。以水力學方法而言，探討其可能性，並建議做水工模型試驗。

五、海域環境評估

以水理計算推估海域流況及細粒物質的淤砂量外，由於對於海域周遭環境條件設定方式不明瞭，故無法評估。無論如何，對於排入海中之洪水情況，將與水理模型的結果有所不同。就流況而言，因海水與洪水比重的差異，故浮力的影響很大，加上粉土、粘土與海水的接觸，產生凝聚作用。(Flocculation)。另外還要考慮細粒物質隨海浪而再度移動，筆者認為若無建立正確的評估方法，建議參考台灣東部河川下游河口附近狀況來推估。

六、其他

現場調查而言，經常可見採用鐵線製之蛇籠的護岸工法。在泥砂量多之河川下游處宜考慮適當工法(在 20 年內，會因生鏽而使鐵絲斷裂，而綁在蛇籠內石頭散落，造成河岸防護工法的障礙)。在山區若以相同工法，則有危險之虞，如山區落石也會切斷鐵絲造成危害。

貳、土層 進(財團法人河川整備中心專務理事)

法(九十)年十二月底在 貴國從事基隆河實地調查時，承蒙多方照顧，至為感謝。由於期間短暫，未能充分理解，茲補充討論會席上未曾說明事項，煩請轉報黃金山局長。

一、降雨及洪水流量分析與計畫構想

對於降雨分析、洪水流出分析、流量分配計畫及河道改修計畫之構想，台灣與日本雖有不同之處，但關於河流急湍、谷底平野等卻有許多類似處。建議應早日採取適當措施，進一步探討資料分析及計畫之手法。

二、及早進行觀測與相關資料調查

現地之觀測結果，為分析工法之基本，在 貴國也應是如此。在日本，早就重點實施相關資料之觀測，如雨量、水位、洪水痕跡水位、河床變動、河床材料等之調查。因為我們認為分析結果與現場河川之洪水實績是否符合，特別重要，必須予以驗證。

三、關於員山子分洪水路

(一)1 號隧道與 2 號隧道之間的九份溪屬暗渠構造，建議先行採取若九份溪因洪水而荒廢，發生河床降低時之對策。

(二)預定設置於員山子分洪隧道入口部上游側的攔砂壩及攔河堰，可能會因流木及土石而閉塞，

影響其上游側的道路、鐵路、部落等，須研擬對策妥為因應。

(三)日本尚未在這種急流河川開挖大規模隧道放水路之經驗，建議先進行水理模型實驗後，再付諸實施。

以上所述均為基本事項。由於各國國情不同，且我離開行政現場已超過四年，難免有未臻理解之處。

(經濟部水資源局謝副工程司明昌整理)

附錄二 員山子堰址短延時降雨量分析

本次分析短延時係指降雨延時 6 小時及 12 小時。員山子堰址短延時降雨量分析採用火燒寮及瑞芳(2)兩站之雨量資料供暴雨頻率分析之用。雨量站採瑞芳(2)控制面積佔 32%，火燒寮控制面積佔 68%，分析年限為民國 62 年至 89 年。

附表 2.1 為降雨延時 6 小時及 12 小時之歷年最大降雨量，附表 2.2 為經頻率分析後各重現期之暴雨量。由附表 2.2 可知最大 6 小時暴雨以對數皮爾遜 III 型分佈較佳，而最大 12 小時暴雨則以極端值 I 型分佈較佳。由附表 2.2 可知降雨延時為 6 小時及 12 小時之 200 年重現期暴雨量分別為 282mm 及 469mm。由於納莉颱風造成基隆河歷年最大之洪災，為探討短延時降雨與 3 日降雨之暴雨量，本分析以納莉颱風之時雨量作探討，附圖 2.1 為員山子堰址納莉時雨量分佈圖（採瑞芳(2)與火燒寮時雨量權重），由圖可知，該場颱風連續 6 小時最大暴雨量為 282mm 發生於第 19hr~24hr，連續 12 小時最大暴雨量為 428mm 發生於第 13hr~24hr，連續三日暴雨量為 972mm，若以此雨量對應附表 2.2 及表 4.4 之分析成果，則納莉颱風連續 6 小時最大暴雨量 282mm 約為 200 年重現期，連續 12 小時最大暴雨量 428mm 約為 100 年重現期，連續三日暴雨量 972mm 約 1,000 年重現期(974mm)。

一.設計規範

- (1) “中國土木水利工程師手冊” 水利類第七篇
- (2) USBR “Design of Small Dams” 3rd edn. 1987 chapter 8
- (3) 依據經濟部「蓄水庫安全評估規範之研擬(三)(水資局87年6月)之7.2.8及7.2.9節

二.設計條件

地震水平震度 $K_h = 0.12$	假設基礎岩石容許承載力 $q_a = 35.00$ ton/m ²
地震垂直震度 $K_v = 0.06$	滑動面內摩擦係數 $\tan\phi = 0.60$
水單位重量 $W_w = 1.00$ ton/m ³	混凝土單位重量 $W_c = 2.30$ ton/m ³
假設土壤內摩擦角 $\phi = 28.00$ °	基礎底邊寬 $B = 7.70$ m
$\delta = 9.33$ °	河道單寬流量 $Q = 1.00$ cms
假設土壤單位重量 $W_s = 2.10$ ton/m ³	堰堤軸向帶寬 $S_p = 1.00$ m
設計上游水位 $HWL = 65.00$ m	基礎底慣性矩 $I = (S*B^3)/12 = 38.04$ m ⁴
設計下游水位 $TWL = 60.00$ m	
下游底版高程 $EL = 60.00$ m	堤頂高程 $EL = 69.00$ m
設計基礎高程 $EL = 58.00$ m	導流牆高程 $EL = 0.00$ m
被動土壓力係數 $K_p = 2.78$	主動土壓力係數 $K_a = (1 - \sin\phi)/(1 + \sin\phi) = 0.36$
水中淤壓力 $P_s = 1/2(W_s - 1)H^2 * K_a$	
地震時依Mononobe-Rankine主動土壓力係數	
$\theta = \tan^{-1}[K_h/(1 - K_v)] = 7.28$ °	上游堰堤與垂直面夾角 $\epsilon = 0.00$ °
$K_{az} = \cos^2(\phi - \epsilon - \theta) / (\cos\theta \cos^2\epsilon \cos(\phi + \epsilon + \theta) [1 + (((\sin(\phi + \delta)\sin(\phi - \beta - \theta)) / (\cos(\epsilon - \beta)\cos(\epsilon + \delta + \theta)))^{1/2})]^2)$	
$= 0.5$	
故地震時動土壓力 $P_{se} = 1/2 * (1 - K_v)(W_s - 1)H^2 * K_{ae} * S$	
依Westergard地震時動水壓力 $P_{we} = 7/12 * K_h W_w H^2 * S$	
Creep Ratio (by Bligh Formula) $C = (\Sigma H + \Sigma L) / \Delta H = 6.44$	> 4.0 (礫石含砂) O.K.
	若選用 $C = 4$
plift $U_x = (h + \Delta H * (\Sigma L_i - X_i) / \Sigma L_i + d) W_w$	
$L_1 = 4.9$ m	
$L_2 = 2.3$ m	$X_1 = 6.33$ m $U_1 = 4.68$ ton/m ²
$L_3 = 1.9$ m	$X_2 = 5.47$ m $U_2 = 4.29$ ton/m ²
$L_4 = 1.1$ m	$X_3 = 5.43$ m $U_3 = 3.77$ ton/m ²
淨水池最少長度 (by Bligh formula) $L = 0.6 * C * (\Delta H * Q)^{0.5} = 2.73$ m	

二. 堤防安定分析

(一) 正常荷重狀態時 UL

力別	V ton	H ton	X m	Y m	M _r ton-m	M _d ton-m
1 1.8*9*1*2.3/2	-18.63	0.00	5.97	0.00	111.22	0.00
2 0.5*9*1*2.3	-10.35	0.00	4.95	0.00	51.23	0.00
3 2*7*1*2.3	-32.20	0.00	3.50	0.00	112.70	0.00
Ua (U ₁ +U ₂)/2*(X ₂ -X ₁)*S _p	3.89	0.00	1.81	0.00	0.00	7.04
Ub (U ₃ +U ₂)/2*X ₃ *S _p	0.13	0.00	-0.02	0.00	0.00	0.00
W 1.0*H/2*S _p	0.00	20.50	0.00	3.00	0.00	61.50
S W _s *K _a *H/2*S _p	0.00	16.04	1.83	3.00	0.00	48.12
合計	-57.16	36.54			275.15	116.66

(1) 傾倒校核

$$SF = \Sigma M_r / \Sigma M_d = 2.36 > 1.5 \quad \text{O.K.}$$

$$\Sigma M_0 = \Sigma M_r - \Sigma M_d = 1.6E+02 \text{ ton-m} \quad X_0 = M_0 / \Sigma V = 2.77 \text{ m}$$

$$e = B/2 - X_0 = 1.08 \text{ m} < B/3 = 2.57 \text{ m} \quad \text{O.K.}$$

(2) 滑動校核

$$SF = (CA + \Sigma V \tan \phi) / \Sigma H = 5.36 > 1.5 \quad \text{O.K.}$$

(3) 支承應力校核

$$q = \Sigma V / A + \Sigma M_0 / I = 11.59 \text{ ton/m}^2 \quad SF = q_u / q = 3.02$$

$$> 3.0 \quad \text{O.K.}$$

(二) 極端荷重狀態時 EXTL

力別	V ton	H & He ton	Ve ton	X m	Y m	M _r ton-m	M _d ton-m
1 1.8*9*1*2.3/2	-18.63	2.24	1.12	5.97	5.00	111.22	17.89
2 0.5*9*1*2.3	-10.35	1.24	0.62	4.95	6.50	51.23	11.13
3 2*7*1*2.3	-32.20	3.86	1.93	3.50	1.00	112.70	10.62
Ua (U ₁ +U ₂)/2*(X ₁ +X ₂)*S _p	-3.89	0.00	0.00	1.81	0.00	0.00	-7.04
Ub (U ₃ +U ₂)/2*X ₃ *S _p	-0.13	0.00	0.00	-0.02	0.00	0.00	0.00
w+we 1.0*H ² /2*S _p +7/12*K _h W _w H ² *S	0.00	26.25	0.00	0.00	3.00	0.00	78.75
S+se W _s *(K _a +K _{az})*H ² /2*S _p	0.00	38.31	0.00	1.83	3.00	0.00	114.93
合計	-65.20	71.90	3.67			275.15	226.28

(1) 傾倒校核

$$\Sigma M_0 = \Sigma M_r - \Sigma M_d = 4.9E+01 \text{ ton-m}$$

$$SF = \Sigma M_r / \Sigma M_d = 1.22 > 1.0 \quad \text{O.K.}$$

$$X_0 = M_0 / \Sigma (V + V_e) = 0.79 \text{ m}$$

$$e = B/2 - X_0 = 3.06 \text{ m} < 2/3B = 5.13 \text{ m} \quad \text{O.K.}$$

(2) 滑動校核

$$SF = (CA + \Sigma V \tan \phi) / \Sigma H = 2.76 > 1.0 \quad \text{O.K.}$$

(3) 支承應力校核

$$q = \Sigma (V + V_e) / B + \Sigma M_0 / I = 10.23 \text{ ton/m}^2$$

$$SF = q_u / q = 3.42 > 1.0 \quad \text{O.K.}$$

附錄四 分洪隧道外支撐數值分析

分析軟體：FLAC 3.3

基本條件：(1)初始應力：取最大覆土深度 H=300m。

(2)岩體力學參數：依據 Hoek & Brown 等學者發展之經驗公式
並配合鑽探試驗結果加以修正。

(3)支撐系統參數：詳表 7.2。

分析結果：

第 I 型支撐

x displ.	(multiply values below by 10 ⁻³)											unit=m
I 30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	J
50	3.048	3.091	3.102	3.070	2.981	2.823	2.581	2.243	1.803	1.264	.649	-.009
49	3.342	3.427	3.482	3.493	3.444	3.317	3.089	2.737	2.228	1.598	.838	-.004
48	3.650	3.787	3.900	3.973	3.987	3.917	3.734	3.389	2.845	2.138	1.110	.012
47	3.964	4.165	4.352	4.510	4.611	4.634	4.529	4.425	3.661			
46	4.272	4.545	4.823	5.088	5.313	5.466	5.590	5.078				
45	4.557	4.907	5.286	5.681	6.077	6.629	6.319					
44	4.803	5.224	5.705	6.250	7.289	7.092						
43	4.996	5.474	6.024	6.674	7.597							
42	5.128	5.661	6.277	6.999	8.718							
41	5.183	5.771	6.492	7.400	8.708							
40	5.131	5.735	6.484	7.395	8.398							
39	4.959	5.525	6.229	7.107	7.868							
38	4.675	5.156	5.745	6.493	7.422							
37	4.322	4.685	5.108	5.621	6.722							
36	3.944	4.187	4.433	4.665	4.963	4.219						
35	3.591	3.744	3.870	3.954	3.896	4.004	3.236	2.462	2.064			
34	3.285	3.384	3.460	3.498	3.489	3.292	2.950	2.389	1.739	1.169	.595	.015
33	3.025	3.094	3.143	3.162	3.124	2.979	2.689	2.271	1.751	1.179	.595	.005
32	2.801	2.848	2.876	2.874	2.818	2.677	2.428	2.069	1.619	1.107	.560	-.001
31	2.601	2.631	2.640	2.618	2.546	2.404	2.176	1.860	1.463	1.006	.511	-.003
30	2.420	2.434	2.426	2.387	2.303	2.159	1.946	1.660	1.307	.900	.457	-.004

x displ.	(multiply values below by 10 ⁻³)									unit=m
I 42	43	44	45	46	47	48	49	50	J	
50	-.669	-1.283	-1.819	-2.253	-2.585	-2.822	-2.977	-3.065	-3.099	
49	-.851	-1.616	-2.231	-2.746	-3.093	-3.315	-3.441	-3.490	-3.481	
48	-1.091	-2.133	-2.867	-3.401	-3.739	-3.919	-3.989	-3.979	-3.907	
47			-3.637	-4.463	-4.559	-4.655	-4.632	-4.529	-4.369	
46				-5.062	-5.665	-5.546	-5.367	-5.125	-4.850	
45					-6.632	-6.860	-6.144	-5.725	-5.318	
44						-7.268	-7.426	-6.281	-5.731	

43 -7.735-6.689-6.043
 42 -8.710-6.972-6.273
 41 -8.778-7.342-6.462
 40 -8.571-7.364-6.459
 39 -8.188-7.057-6.204
 38 -7.619-6.485-5.731
 37 -6.938-5.605-5.090
 36 -4.152-4.931-4.622-4.401
 35 -2.060-2.502-3.279-4.018-3.857-3.910-3.831
 34 -.567-1.148-1.732-2.392-2.951-3.284-3.467-3.462-3.423
 33 -.587-1.174-1.749-2.270-2.683-2.967-3.104-3.133-3.110
 32 -.562-1.109-1.620-2.067-2.421-2.665-2.800-2.849-2.848
 31 -.517-1.011-1.466-1.859-2.171-2.394-2.530-2.596-2.615
 30 -.465 -.907-1.311-1.660-1.942-2.150-2.288-2.368-2.404

y displ. (multiply values below by 10⁻²) unit=m

	I 30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
J												
50	-.301	-.332	-.366	-.403	-.443	-.483	-.524	-.563	-.598	-.625	-.642	-.647
49	-.295	-.328	-.367	-.409	-.455	-.503	-.554	-.603	-.651	-.688	-.712	-.720
48	-.284	-.320	-.362	-.410	-.463	-.521	-.583	-.648	-.766	-.794	-.837	-.852
47	-.268	-.306	-.351	-.404	-.464	-.532	-.608	-.715	-.753			
46	-.246	-.284	-.332	-.389	-.457	-.531	-.625	-.687				
45	-.217	-.254	-.301	-.361	-.435	-.534	-.591					
44	-.182	-.215	-.259	-.318	-.405	-.474						
43	-.140	-.168	-.204	-.259	-.345							
42	-.093	-.113	-.140	-.172	-.241							
41	-.041	-.052	-.067	-.078	-.105							
40	.013	.013	.012	.010	.002							
39	.067	.079	.091	.101	.110							
38	.118	.139	.164	.189	.219							
37	.161	.191	.227	.272	.323							
36	.196	.231	.275	.325	.466	.636						
35	.224	.261	.307	.367	.451	.674	.777	.885	.936			
34	.244	.283	.329	.389	.473	.591	.716	.839	.977	1.023	1.051	1.059
33	.260	.298	.345	.403	.478	.571	.671	.767	.848	.908	.943	.953
32	.272	.310	.354	.409	.474	.550	.631	.709	.775	.825	.856	.865
31	.281	.317	.359	.409	.466	.529	.595	.658	.712	.754	.779	.787
30	.287	.321	.360	.405	.454	.508	.562	.613	.657	.691	.712	.719

y displ. (multiply values below by 10⁻²) unit=m

	I 42	43	44	45	46	47	48	49	50
J									
50	-.640	-.620	-.590	-.553	-.514	-.474	-.434	-.396	-.361
49	-.711	-.682	-.642	-.592	-.542	-.492	-.445	-.401	-.361
48	-.829	-.789	-.760	-.634	-.568	-.508	-.453	-.402	-.356
47			-.742	-.700	-.588	-.516	-.454	-.396	-.345
46				-.665	-.594	-.513	-.445	-.381	-.326
45					-.554	-.523	-.422	-.353	-.296
44						-.467	-.398	-.310	-.254

43 -1.205-1.660-1.956
 42 -1.198-1.518-1.790
 41 -.625-1.139-1.565
 40 -.236 -.756-1.360
 39 -.286 -.808-1.401
 38 -.614-1.134-1.709
 37 -.850-1.827-2.229
 36 -2.864-2.783-2.878
 35 -6.588-3.784-3.635-3.429
 34 -5.872-6.061-5.865-4.257-4.295-3.907-3.732
 33 -5.496-5.554-5.614-5.461-4.956-4.580-4.118-3.973-3.849
 32 -5.540-5.514-5.388-5.131-4.815-4.449-4.167-4.007-3.914
 31 -5.477-5.389-5.229-4.996-4.717-4.438-4.211-4.066-3.974
 30 -5.375-5.273-5.113-4.907-4.675-4.449-4.261-4.127-4.035

yy stress (multiply values below by 10⁶) unit=Pa

	I 30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	
J	50	-3.546	-3.433	-3.289	-3.113	-2.905	-2.668	-2.413	-2.144	-1.898	-1.720	-1.629	-1.631
	49	-3.686	-3.570	-3.417	-3.220	-2.977	-2.687	-2.357	-1.986	-1.612	-1.350	-1.202	-1.193
	48	-3.858	-3.751	-3.595	-3.385	-3.113	-2.767	-2.323	-1.704	-1.158	-.804	-.689	-.603
	47	-4.068	-3.980	-3.833	-3.622	-3.337	-2.938	-2.386	-1.960				
	46	-4.316	-4.266	-4.147	-3.937	-3.697	-3.313	-2.962					
	45	-4.595	-4.605	-4.543	-4.382	-4.014	-4.221						
	44	-4.886	-4.990	-5.032	-4.897	-4.802							
	43	-5.160	-5.379	-5.559	-5.553								
	42	-5.396	-5.687	-6.291	-6.114								
	41	-5.611	-5.970	-6.536	-5.909								
	40	-5.759	-6.151	-6.444	-6.660								
	39	-5.786	-6.165	-6.546	-6.962								
	38	-5.685	-6.069	-6.506	-7.057								
	37	-5.476	-5.808	-6.355	-6.939								
	36	-5.202	-5.440	-5.694	-7.206								
	35	-4.930	-5.052	-5.348	-5.243	-5.533							
	34	-4.712	-4.775	-4.831	-4.919	-3.814	-2.874	-1.390	-.661				
	33	-4.548	-4.559	-4.546	-4.368	-3.772	-2.828	-1.892	-.990	-.543	-.355	-.260	-.262
	32	-4.414	-4.384	-4.294	-4.065	-3.594	-2.931	-2.217	-1.585	-1.123	-.845	-.724	-.729
	31	-4.300	-4.236	-4.109	-3.872	-3.490	-2.989	-2.445	-1.942	-1.547	-1.288	-1.165	-1.171
	30	-4.204	-4.119	-3.977	-3.754	-3.438	-3.046	-2.624	-2.227	-1.903	-1.679	-1.570	-1.576

yy stress (multiply values below by 10⁶) unit=Pa

	I 42	43	44	45	46	47	48	49	50	
J	50	-1.736	-1.938	-2.204	-2.480	-2.730	-2.953	-3.145	-3.306	-3.440
	49	-1.363	-1.658	-2.061	-2.439	-2.766	-3.033	-3.251	-3.431	-3.575
	48	-.718	-1.342	-1.733	-2.436	-2.874	-3.175	-3.410	-3.602	-3.749
	47			-2.012	-2.566	-3.086	-3.400	-3.637	-3.835	-3.975
	46				-3.255	-3.564	-3.747	-3.945	-4.147	-4.258
	45					-4.416	-3.950	-4.399	-4.542	-4.592
	44						-4.780	-4.860	-5.011	-4.960

43 -5.524-5.494-5.321
 42 -6.218-6.088-5.611
 41 -6.050-6.438-5.876
 40 -6.687-6.352-6.060
 39 -6.904-6.436-6.092
 38 -6.903-6.420-6.013
 37 -6.723-6.322-5.776
 36 -7.320-5.644-5.417
 35 -5.721-5.373-5.355-5.039
 34 -.736-1.491-2.910-3.902-5.038-4.867-4.782
 33 -.363 -.565-1.040-1.963-2.888-3.852-4.450-4.593-4.580
 32 -.862-1.155-1.636-2.276-2.987-3.654-4.124-4.338-4.410
 31 -1.306-1.579-1.986-2.494-3.039-3.541-3.920-4.147-4.262
 30 -1.697-1.931-2.263-2.665-3.088-3.480-3.793-4.010-4.144

第 II 型支撐

x displ.	(multiply values below by 10 ⁻²)											unit=m
I	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
J												
50	.939	.949	.949	.935	.904	.850	.771	.664	.529	.369	.188	-.002
49	1.026	1.048	1.060	1.058	1.037	.988	.909	.795	.644	.455	.238	.000
48	1.120	1.155	1.183	1.197	1.193	1.156	1.073	.945	.791	.645	.349	.006
47	1.218	1.271	1.318	1.353	1.367	1.355	1.355	1.419	1.315			
46	1.318	1.393	1.467	1.532	1.584	1.732	1.931	1.813				
45	1.416	1.517	1.624	1.736	1.970	2.740	2.516					
44	1.507	1.636	1.776	1.944	2.736	2.833						
43	1.583	1.738	1.918	2.175	2.912							
42	1.634	1.812	2.025	2.431	3.276							
41	1.654	1.845	2.076	2.608	3.395							
40	1.637	1.830	2.072	2.679	3.390							
39	1.584	1.764	1.994	2.583	3.328							
38	1.502	1.655	1.844	2.287	3.149							
37	1.403	1.525	1.668	1.866	2.784							
36	1.295	1.386	1.486	1.584	1.825	1.488						
35	1.188	1.249	1.309	1.368	1.445	2.126	1.763	1.243	.886			
34	1.088	1.126	1.155	1.162	1.119	1.006	.893	.717	.552	.413	.219	.007
33	.999	1.023	1.035	1.031	1.008	.949	.842	.714	.552	.361	.184	.006
32	.922	.937	.942	.936	.913	.862	.775	.656	.512	.350	.176	.004
31	.855	.863	.864	.853	.827	.778	.700	.594	.466	.321	.165	.004
30	.795	.798	.794	.779	.750	.700	.629	.534	.420	.290	.149	.003

x displ.	(multiply values below by 10 ⁻²)								unit=m	
I	42	43	44	45	46	47	48	49	50	
J										
50	-.193	-.373	-.533	-.667	-.772	-.850	-.904	-.934	-.947	
49	-.241	-.459	-.647	-.798	-.910	-.989	-1.037	-1.057	-1.057	
48	-.348	-.643	-.792	-.947	-1.077	-1.159	-1.194	-1.195	-1.179	
47				-1.331	-1.467	-1.364	-1.361	-1.365	-1.347	-1.313
46					-1.626	-1.745	-1.671	-1.562	-1.523	-1.465

45 -2.862-3.136-1.982-1.748-1.633
 44 -2.940-2.722-1.966-1.792
 43 -2.900-2.170-1.932
 42 -3.208-2.389-2.028
 41 -3.356-2.546-2.073
 40 -3.370-2.598-2.070
 39 -3.352-2.525-1.998
 38 -3.177-2.266-1.851
 37 -2.858-1.873-1.677
 36 -1.511-1.846-1.592-1.490
 35 -.895-1.301-1.885-2.265-1.442-1.366-1.306
 34 -.205 -.398 -.538 -.694 -.862 -.984-1.101-1.147-1.144
 33 -.172 -.348 -.535 -.695 -.825 -.934 -.994-1.015-1.022
 32 -.167 -.339 -.501 -.645 -.764 -.851 -.902 -.923 -.929
 31 -.157 -.313 -.458 -.586 -.692 -.770 -.818 -.843 -.852
 30 -.143 -.283 -.414 -.528 -.622 -.694 -.742 -.770 -.784

y displ. (multiply values below by 10⁻²) unit=m
 I 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41

J
 50 -.965-1.067-1.181-1.305-1.438-1.576-1.712-1.838-1.947-2.030-2.079-2.093
 49 -.947-1.057-1.183-1.324-1.481-1.648-1.815-1.974-2.117-2.226-2.291-2.311
 48 -.915-1.034-1.170-1.328-1.512-1.720-1.923-2.144-2.571-2.664-2.826-2.881
 47 -.869 -.992-1.139-1.312-1.519-1.788-2.084-2.621-2.636
 46 -.803 -.929-1.082-1.266-1.492-1.925-2.365-2.562
 45 -.717 -.840 -.991-1.183-1.409-2.287-2.233
 44 -.607 -.722 -.862-1.032-1.405-2.153
 43 -.474 -.573 -.707 -.817-1.280
 42 -.320 -.396 -.495 -.645 -.855
 41 -.149 -.195 -.267 -.345 -.531
 40 .030 .021 -.005 -.021 -.030
 39 .208 .241 .269 .333 .504
 38 .375 .445 .538 .661 1.062
 37 .521 .622 .754 .950 1.478
 36 .643 .764 .921 1.104 1.712 2.881
 35 .740 .871 1.035 1.246 1.512 2.961 3.277 3.719 3.666
 34 .814 .947 1.110 1.315 1.559 2.010 2.426 2.902 3.571 3.735 3.824 3.848
 33 .868 .998 1.154 1.342 1.580 1.906 2.229 2.523 2.805 3.021 3.140 3.176
 32 .907 1.032 1.179 1.355 1.569 1.825 2.088 2.329 2.532 2.686 2.782 2.812
 31 .934 1.053 1.191 1.352 1.539 1.749 1.962 2.161 2.330 2.458 2.539 2.566
 30 .951 1.063 1.191 1.337 1.499 1.674 1.850 2.013 2.153 2.260 2.326 2.348

y displ. (multiply values below by 10⁻²) unit=m
 I 42 43 44 45 46 47 48 49 50

J
 50 -2.073-2.018-1.931-1.818-1.690-1.556-1.419-1.286-1.164
 49 -2.284-2.213-2.097-1.949-1.789-1.626-1.460-1.303-1.164
 48 -2.815-2.644-2.548-2.110-1.889-1.699-1.488-1.303-1.150
 47 -2.630-2.599-2.015-1.775-1.489-1.280-1.117
 46 -2.501-2.172-1.929-1.442-1.230-1.062

45 -1.909-2.522-1.313-1.151 -.973
 44 -2.494-1.293-1.001 -.846
 43 -1.203 -.794 -.693
 42 -.816 -.648 -.487
 41 -.502 -.336 -.274
 40 -.023 -.032 -.021
 39 .474 .295 .242
 38 .978 .605 .505
 37 1.329 .901 .717
 36 3.012 1.559 1.051 .884
 35 3.672 3.726 3.342 3.057 1.421 1.197 1.000
 34 3.816 3.719 3.547 2.877 2.410 1.977 1.502 1.270 1.076
 33 3.134 3.010 2.792 2.509 2.209 1.873 1.537 1.302 1.121
 32 2.778 2.680 2.522 2.315 2.067 1.796 1.534 1.320 1.148
 31 2.536 2.452 2.320 2.147 1.943 1.723 1.510 1.322 1.163
 30 2.323 2.254 2.144 2.000 1.832 1.652 1.474 1.311 1.167

xx stress (multiply values below by 10⁶) unit=Pa

I 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41

J

50 -3.444-3.555-3.702-3.892-4.123-4.386-4.665-4.947-5.204-5.399-5.504-5.505
 49 -3.353-3.462-3.614-3.824-4.104-4.422-4.772-5.146-5.523-5.806-6.001-6.029
 48 -3.232-3.333-3.482-3.694-4.021-4.472-4.885-4.974-5.001-5.137-5.203-5.197
 47 -3.075-3.161-3.303-3.531-3.828-3.969-3.809-3.571
 46 -2.874-2.921-3.044-3.245-3.275-2.929-2.582
 45 -2.627-2.602-2.613-2.449-2.126-1.647
 44 -2.345-2.246-2.072-1.655-1.179
 43 -2.055-1.826-1.531-1.040
 42 -1.795-1.460 -.966 -.639
 41 -1.623-1.168 -.731 -.265
 40 -1.576-1.064 -.525 -.137
 39 -1.693-1.129 -.545 -.115
 38 -1.973-1.518 -.806 -.209
 37 -2.347-2.051-1.568 -.596
 36 -2.735-2.594-2.303-2.048
 35 -3.108-3.093-3.178-2.873-3.613
 34 -3.430-3.527-3.685-3.919-3.344-3.656-2.983-2.647
 33 -3.665-3.803-4.053-4.536-5.110-5.069-5.057-3.997-3.379-3.318-3.283-3.287
 32 -3.813-3.939-4.119-4.315-4.644-5.029-5.214-5.372-5.331-5.017-4.910-4.914
 31 -3.907-4.008-4.134-4.301-4.565-4.873-5.145-5.368-5.528-5.616-5.605-5.602
 30 -3.980-4.065-4.178-4.334-4.551-4.806-5.050-5.252-5.404-5.501-5.545-5.545

xx stress (multiply values below by 10⁶) unit=Pa

I 42 43 44 45 46 47 48 49 50

J

50 -5.402-5.203-4.941-4.657-4.381-4.121-3.888-3.698-3.555
 49 -5.815-5.524-5.153-4.764-4.422-4.106-3.816-3.607-3.464
 48 -5.180-5.066-5.014-4.921-4.473-4.011-3.670-3.474-3.342
 47 -3.670-3.790-3.921-3.761-3.497-3.319-3.187
 46 -2.902-3.133-3.406-3.361-3.114-2.959

45 -1.445-2.102-2.504-2.631-2.609
 44 -.913-1.483-2.001-2.199
 43 -1.011-1.466-1.766
 42 -.738 -.968-1.451
 41 -.254 -.820-1.210
 40 -.152 -.581-1.134
 39 -.149 -.587-1.151
 38 -.232 -.809-1.514
 37 -.565-1.539-2.019
 36 -1.916-2.265-2.558
 35 -3.585-2.750-3.147-3.082
 34 -2.764-2.945-3.486-3.263-3.984-3.710-3.549
 33 -3.330-3.404-3.987-5.035-5.146-5.175-4.585-4.110-3.842
 32 -5.025-5.323-5.371-5.231-5.051-4.659-4.327-4.148-3.970
 31 -5.607-5.521-5.367-5.154-4.883-4.564-4.302-4.145-4.026
 30 -5.500-5.405-5.255-5.054-4.808-4.548-4.331-4.181-4.074

yy stress (multiply values below by 10⁶) unit=Pa
 I 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41

J
 50 -3.552-3.427-3.263-3.052-2.798-2.516-2.226-1.947-1.709-1.548-1.475-1.482
 49 -3.698-3.576-3.403-3.162-2.852-2.497-2.129-1.751-1.411-1.178-1.070-1.080
 48 -3.877-3.767-3.602-3.342-2.943-2.509-1.931-1.363-1.016 -.772 -.580 -.580
 47 -4.094-4.006-3.864-3.641-3.113-2.378-1.642-1.489
 46 -4.352-4.303-4.210-4.052-3.136-1.913-1.892
 45 -4.650-4.675-4.634-4.456-2.285-2.018
 44 -4.968-5.085-5.278-3.493-2.007
 43 -5.307-5.412-5.660-3.168
 42 -5.618-5.949-5.095-3.546
 41 -5.886-6.186-5.250-2.973
 40 -6.060-6.524-4.972-2.928
 39 -6.126-6.669-5.137-2.793
 38 -6.022-6.648-5.628-2.856
 37 -5.789-6.223-6.319-3.277
 36 -5.483-5.765-5.754-4.893
 35 -5.163-5.284-5.557-4.447-2.896
 34 -4.864-4.904-4.902-4.768-3.020-1.602 -.850 -.261
 33 -4.625-4.586-4.472-4.429-3.631-2.203-1.354 -.649 -.308 -.212 -.160 -.161
 32 -4.448-4.380-4.274-4.065-3.468-2.625-1.865-1.263 -.821 -.571 -.490 -.492
 31 -4.314-4.230-4.090-3.833-3.373-2.764-2.171-1.676-1.289-1.020 -.883 -.885
 30 -4.207-4.106-3.947-3.695-3.323-2.864-2.400-1.990-1.663-1.430-1.308-1.308

yy stress (multiply values below by 10⁶) unit=Pa
 I 42 43 44 45 46 47 48 49 50

J
 50 -1.567-1.741-1.990-2.273-2.556-2.828-3.079-3.287-3.446
 49 -1.194-1.445-1.806-2.193-2.544-2.878-3.192-3.434-3.596
 48 -.782-1.029-1.418-2.038-2.557-2.953-3.387-3.646-3.789
 47 -1.549-1.790-2.428-3.105-3.728-3.924-4.017
 46 -2.138-1.996-3.165-4.248-4.246-4.286

45 -2.193-2.132-4.788-4.599-4.647
 44 -1.863-3.665-5.232-5.048
 43 -3.350-5.619-5.361
 42 -3.913-5.053-5.867
 41 -2.960-5.591-6.040
 40 -2.997-5.261-6.418
 39 -2.950-5.363-6.558
 38 -3.025-5.747-6.571
 37 -3.334-6.404-6.167
 36 -5.047-5.725-5.753
 35 -2.939-4.628-5.587-5.290
 34 -.304 -.867-1.509-3.038-5.039-4.936-4.916
 33 -.217 -.318 -.657-1.317-2.214-3.753-4.583-4.534-4.603
 32 -.576 -.823-1.258-1.862-2.654-3.560-4.170-4.341-4.411
 31 -1.021-1.287-1.675-2.181-2.800-3.440-3.909-4.149-4.266
 30 -1.430-1.663-1.995-2.416-2.898-3.374-3.753-3.997-4.142

第Ⅲ型支撐

x displ.	(multiply values below by 10 ⁻¹)											unit=m
I	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
J												
50	.199	.200	.199	.195	.188	.176	.160	.140	.113	.079	.040	.000
49	.218	.222	.223	.222	.218	.215	.208	.191	.155	.109	.058	.002
48	.239	.245	.250	.253	.257	.277	.281	.257	.240	.195	.106	-.001
47	.260	.271	.280	.290	.319	.372	.389	.423	.377			
46	.281	.295	.312	.338	.405	.519	.592	.539				
45	.301	.320	.353	.404	.540	.842	.787					
44	.320	.351	.412	.496	.785	.846						
43	.337	.387	.483	.585	.830							
42	.350	.420	.536	.663	.807							
41	.357	.436	.572	.756	.949							
40	.357	.432	.589	.821	1.010							
39	.351	.411	.563	.816	1.026							
38	.339	.381	.491	.726	.988							
37	.325	.353	.412	.530	.884							
36	.307	.329	.362	.406	.456	.366						
35	.288	.305	.324	.363	.419	.602	.497	.334	.210			
34	.269	.281	.291	.299	.307	.304	.288	.245	.171	.125	.064	-.002
33	.250	.258	.266	.272	.279	.296	.291	.271	.222	.146	.072	-.001
32	.231	.237	.241	.242	.240	.236	.229	.207	.174	.127	.065	.000
31	.213	.216	.217	.215	.210	.200	.185	.165	.136	.097	.052	.000
30	.195	.196	.195	.192	.185	.174	.158	.135	.107	.075	.039	.001

x displ.	(multiply values below by 10 ⁻¹)									unit=m
I	42	43	44	45	46	47	48	49	50	
J										
50	-.040	-.079	-.113	-.139	-.160	-.176	-.188	-.195	-.198	
49	-.058	-.114	-.163	-.198	-.211	-.216	-.218	-.222	-.223	
48	-.110	-.198	-.241	-.255	-.275	-.273	-.255	-.253	-.250	

47 -.422 -.495 -.425 -.389 -.316 -.290 -.280
46 -.504 -.540 -.500 -.395 -.339 -.311
45 -.873 -.954 -.547 -.414 -.355
44 -.839 -.779 -.504 -.414
43 -.813 -.580 -.479
42 -.794 -.645 -.525
41 -.931 -.725 -.554
40 -1.002 -.784 -.567
39 -1.024 -.787 -.544
38 -.989 -.709 -.479
37 -.894 -.524 -.409
36 -.371 -.460 -.407 -.360
35 -.217 -.350 -.516 -.620 -.413 -.360 -.322
34 -.067 -.129 -.177 -.249 -.290 -.306 -.307 -.298 -.290
33 -.075 -.148 -.224 -.273 -.291 -.295 -.278 -.271 -.265
32 -.066 -.127 -.174 -.207 -.229 -.235 -.239 -.241 -.240
31 -.051 -.096 -.135 -.164 -.184 -.200 -.209 -.214 -.215
30 -.037 -.074 -.106 -.134 -.157 -.173 -.184 -.190 -.194

y displ. (multiply values below by 10⁻¹) unit=m
I 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41

J
50 -.205 -.225 -.247 -.270 -.296 -.325 -.362 -.402 -.438 -.467 -.483 -.488
49 -.202 -.224 -.248 -.274 -.301 -.349 -.413 -.479 -.535 -.574 -.595 -.604
48 -.196 -.220 -.246 -.274 -.307 -.394 -.495 -.589 -.745 -.761 -.791 -.787
47 -.187 -.213 -.241 -.271 -.313 -.466 -.596 -.761 -.771
46 -.175 -.202 -.235 -.264 -.318 -.553 -.706 -.750
45 -.158 -.186 -.227 -.247 -.303 -.672 -.668
44 -.136 -.164 -.214 -.215 -.292 -.607
43 -.107 -.136 -.186 -.185 -.250
42 -.073 -.098 -.142 -.157 -.192
41 -.035 -.049 -.089 -.102 -.103
40 .005 .004 -.016 -.014 .021
39 .043 .055 .072 .090 .156
38 .077 .097 .146 .202 .304
37 .107 .131 .182 .271 .472
36 .131 .158 .201 .268 .449 .755
35 .151 .180 .215 .271 .352 .797 .893 1.024 1.027
34 .166 .194 .228 .269 .321 .470 .623 .795 1.039 1.092 1.121 1.129
33 .177 .204 .235 .271 .309 .401 .520 .639 .757 .844 .891 .906
32 .185 .210 .239 .271 .304 .355 .429 .511 .587 .653 .697 .711
31 .190 .213 .240 .268 .299 .333 .375 .427 .478 .520 .548 .558
30 .192 .214 .238 .263 .290 .319 .349 .379 .407 .432 .450 .456

y displ. (multiply values below by 10⁻¹) unit=m
I 42 43 44 45 46 47 48 49 50

J
50 -.482 -.464 -.434 -.398 -.358 -.322 -.292 -.267 -.244
49 -.599 -.577 -.533 -.473 -.409 -.346 -.296 -.271 -.245
48 -.799 -.770 -.751 -.572 -.478 -.391 -.298 -.271 -.243

47 -.788 -.793 -.557 -.467 -.299 -.270 -.238
46 -.759 -.604 -.541 -.296 -.266 -.230
45 -.540 -.718 -.275 -.253 -.220
44 -.697 -.256 -.217 -.206
43 -.227 -.182 -.178
42 -.174 -.157 -.133
41 -.102 -.104 -.085
40 .023 -.019 -.018
39 .156 .083 .063
38 .293 .194 .133
37 .435 .263 .168
36 .775 .414 .258 .192
35 1.029 1.021 .900 .810 .330 .264 .208
34 1.122 1.094 1.039 .790 .621 .464 .309 .262 .222
33 .891 .844 .756 .638 .517 .395 .301 .265 .230
32 .697 .653 .587 .510 .426 .349 .298 .266 .234
31 .548 .520 .477 .425 .372 .328 .294 .263 .235
30 .450 .432 .406 .376 .346 .315 .286 .259 .233

xx stress (multiply values below by 10⁶) unit=Pa

 I 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41
J

50 -3.494-3.651-3.849-4.084-4.415-4.640-4.631-4.327-4.074-3.946-3.880-3.895
49 -3.360-3.517-3.713-4.004-4.152-4.003-3.486-3.369-3.251-3.222-3.268-3.268
48 -3.172-3.308-3.495-3.576-3.430-2.968-2.850-2.686-2.731-2.862-2.918-2.918
47 -2.925-3.041-3.097-2.970-2.519-2.222-2.109-1.875
46 -2.666-2.643-2.511-2.156-1.855-1.655-1.373
45 -2.380-2.262-1.912-1.580-1.165 -.773
44 -1.993-1.773-1.434 -.874 -.683
43 -1.635-1.280 -.865 -.626
42 -1.288 -.891 -.593 -.451
41 -1.063 -.657 -.463 -.525
40 -.992 -.565 -.375 -.099
39 -1.117 -.585 -.246 -.079
38 -1.362 -.814 -.264 -.071
37 -1.701-1.245 -.662 -.113
36 -2.110-1.817-1.223 -.702
35 -2.547-2.355-1.997-1.303-1.428
34 -2.878-2.883-2.836-2.510-1.342-1.337-1.174-1.128
33 -3.177-3.305-3.363-3.230-3.144-2.395-2.133-1.631-1.430-1.450-1.442-1.442
32 -3.421-3.504-3.630-3.712-3.471-3.158-2.538-2.350-2.187-1.954-1.930-1.932
31 -3.645-3.771-3.961-4.236-4.405-4.205-3.835-3.344-3.035-2.891-2.726-2.730
30 -3.844-3.988-4.184-4.413-4.734-5.043-5.002-4.708-4.350-4.080-4.004-4.000

xx stress (multiply values below by 10⁶) unit=Pa

 I 42 43 44 45 46 47 48 49 50
J
50 -3.990-4.124-4.348-4.661-4.655-4.421-4.092-3.861-3.660
49 -3.219-3.258-3.397-3.469-3.989-4.144-3.996-3.730-3.525
48 -2.872-2.748-2.698-2.930-3.032-3.491-3.597-3.511-3.310

47 -1.895-2.083-2.224-2.517-3.007-3.095-3.043
 46 -1.525-1.808-1.989-2.149-2.521-2.660
 45 -.596-1.019-1.593-1.932-2.246
 44 -.619 -.786-1.357-1.730
 43 -.590 -.846-1.235
 42 -.506 -.574 -.894
 41 -.553 -.496 -.671
 40 -.125 -.413 -.606
 39 -.087 -.282 -.631
 38 -.075 -.287 -.864
 37 -.100 -.696-1.253
 36 -.685-1.222-1.843
 35 -1.419-1.277-2.033-2.353
 34 -1.172-1.163-1.279-1.317-2.569-2.847-2.903
 33 -1.450-1.434-1.623-2.112-2.408-3.173-3.228-3.361-3.297
 32 -1.963-2.197-2.358-2.552-3.181-3.497-3.733-3.632-3.506
 31 -2.897-3.034-3.343-3.845-4.231-4.421-4.234-3.966-3.776
 30 -4.069-4.341-4.707-5.014-5.053-4.734-4.413-4.188-3.993

yy stress (multiply values below by 10⁶) unit=Pa

I 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41

J

50 -3.524-3.378-3.217-3.025-2.726-2.187-1.689-1.324-1.128-1.006 -.943 -.951
 49 -3.687-3.537-3.368-3.243-2.650-1.840-1.251-1.021 -.879 -.791 -.755 -.755
 48 -3.891-3.736-3.593-3.335-2.290-1.228 -.979 -.762 -.763 -.632 -.563 -.563
 47 -4.135-3.979-3.815-3.130-1.577 -.885 -.689 -.926
 46 -4.454-4.167-3.890-2.481-1.075 -.578-1.003
 45 -4.818-4.178-3.654-1.841 -.549 -.772
 44 -5.104-3.929-3.379 -.928 -.758
 43 -5.160-3.666-2.841 -.877
 42 -5.055-3.372-2.592 -.910
 41 -5.043-3.191-2.348-1.747
 40 -5.173-3.241-2.377-1.262
 39 -5.568-3.498-2.112-1.297
 38 -5.854-3.964-2.130-1.294
 37 -5.973-4.360-2.769-1.249
 36 -5.772-4.830-3.159-1.953
 35 -5.427-4.945-3.868-2.103-1.153
 34 -5.006-4.873-4.142-3.160-1.288 -.580 -.299 -.098
 33 -4.692-4.572-4.247-3.444-2.412 -.999 -.537 -.241 -.116 -.093 -.077 -.077
 32 -4.466-4.308-4.046-3.697-2.882-1.736 -.915 -.570 -.361 -.226 -.196 -.197
 31 -4.263-4.088-3.852-3.670-3.125-2.300-1.511 -.936 -.640 -.485 -.392 -.394
 30 -4.104-3.931-3.724-3.488-3.180-2.596-2.004-1.441-1.049 -.810 -.710 -.710

yy stress (multiply values below by 10⁶) unit=Pa

I 42 43 44 45 46 47 48 49 50

J

50 -1.027-1.161-1.356-1.726-2.226-2.778-3.068-3.238-3.391
 49 -.797 -.900-1.074-1.299-1.865-2.720-3.312-3.378-3.548
 48 -.630 -.765 -.789-1.043-1.258-2.370-3.428-3.580-3.749

47 -.951 -.772 -.920-1.607-3.300-3.754-4.013
46 -1.097 -.671-1.103-2.646-3.814-4.242
45 -.715 -.535-2.051-3.496-4.300
44 -.748-1.014-3.358-4.002
43 -.948-2.873-3.733
42 -1.081-2.527-3.554
41 -1.808-2.407-3.316
40 -1.354-2.460-3.414
39 -1.314-2.241-3.682
38 -1.341-2.236-4.199
37 -1.289-2.921-4.524
36 -2.041-3.220-5.035
35 -1.165-2.187-4.012-5.061
34 -.116 -.308 -.541-1.291-3.349-4.224-4.955
33 -.093 -.119 -.244 -.522-1.000-2.506-3.578-4.312-4.622
32 -.229 -.365 -.567 -.910-1.761-2.977-3.801-4.094-4.350
31 -.488 -.640 -.934-1.518-2.346-3.206-3.744-3.898-4.125
30 -.809-1.048-1.445-2.029-2.644-3.242-3.544-3.768-3.965

第IV型支撐

x displ.	(multiply values below by 10 ⁻¹)											unit=m
I 30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	
J												
50	.420	.424	.431	.450	.470	.477	.453	.387	.285	.136	-.042	-.203
49	.460	.470	.495	.543	.596	.632	.624	.574	.457	.288	.069	-.212
48	.502	.521	.568	.646	.738	.809	.822	.781	.754	.625	.375	.042
47	.549	.578	.647	.762	.901	1.028	1.055	1.079	.951			
46	.611	.655	.750	.918	1.151	1.336	1.405	1.358				
45	.684	.750	.863	1.091	1.449	1.986	1.891					
44	.767	.862	.981	1.293	2.004	2.141						
43	.861	1.002	1.130	1.329	2.048							
42	.942	1.140	1.290	1.410	1.711							
41	.986	1.244	1.501	1.738	2.430							
40	.980	1.285	1.680	2.108	2.450							
39	.928	1.223	1.715	2.276	2.625							
38	.842	1.078	1.500	2.160	2.739							
37	.755	.905	1.152	1.589	2.684							
36	.688	.776	.888	.995	1.105	.818						
35	.638	.695	.772	.849	.930	1.433	1.058	.481	.098			
34	.596	.626	.656	.680	.686	.606	.481	.299	.024	-.072	-.184	-.316
33	.566	.592	.615	.623	.628	.670	.587	.500	.358	.178	.007	-.160
32	.530	.553	.587	.617	.635	.642	.626	.534	.422	.278	.106	-.069
31	.489	.501	.518	.540	.561	.577	.550	.493	.391	.267	.127	-.025
30	.450	.456	.459	.461	.465	.464	.448	.399	.326	.227	.113	-.008

x displ.	(multiply values below by 10 ⁻¹)									unit=m
I 42	43	44	45	46	47	48	49	50		
J										
50	-.274	-.279	-.308	-.327	-.359	-.384	-.390	-.386	-.385	

49 -.438 -.423 -.405 -.423 -.454 -.482 -.477 -.454 -.436
 48 -.454 -.449 -.594 -.635 -.692 -.710 -.666 -.588 -.524
 47 -1.145-1.249-1.177-1.130 -.960 -.793 -.661
 46 -1.509-1.592-1.541-1.315-1.038 -.833
 45 -2.391-2.543-1.716-1.279 -.993
 44 -2.536-2.408-1.508-1.144
 43 -2.389-1.553-1.312
 42 -1.953-1.594-1.470
 41 -2.448-1.814-1.624
 40 -2.464-2.117-1.732
 39 -2.618-2.235-1.717
 38 -2.641-2.071-1.488
 37 -2.464-1.538-1.173
 36 -1.152-1.310-1.056 -.936
 35 -.810-1.010-1.267-1.443-1.046 -.922 -.836
 34 -.462 -.607 -.726 -.812 -.870 -.872 -.858 -.803 -.753
 33 -.326 -.490 -.654 -.768 -.818 -.841 -.783 -.734 -.689
 32 -.237 -.394 -.518 -.608 -.674 -.684 -.666 -.637 -.607
 31 -.175 -.306 -.416 -.501 -.551 -.571 -.565 -.551 -.535
 30 -.129 -.240 -.336 -.409 -.457 -.477 -.482 -.479 -.475

y displ. (multiply values below by 10⁻¹) unit=m

	I 30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
J												
50	-.452	-.487	-.525	-.597	-.711	-.864	-1.025	-1.170	-1.282	-1.340	-1.317	-1.184
49	-.448	-.482	-.527	-.621	-.772	-.988	-1.210	-1.422	-1.615	-1.732	-1.767	-1.674
48	-.443	-.475	-.521	-.631	-.823	-1.123	-1.410	-1.702	-2.211	-2.281	-2.399	-2.433
47	-.438	-.463	-.504	-.622	-.863	-1.285	-1.625	-2.074	-2.220			
46	-.430	-.449	-.474	-.586	-.912	-1.498	-1.871	-2.038				
45	-.413	-.434	-.425	-.516	-.904	-1.859	-1.761					
44	-.384	-.413	-.380	-.360	-1.186	-1.642						
43	-.336	-.386	-.341	-.218	-.999							
42	-.261	-.332	-.320	-.191	-.854							
41	-.157	-.243	-.265	-.174	-.372							
40	-.043	-.089	-.140	-.041	.065							
39	.072	.089	.102	.164	.351							
38	.167	.239	.368	.452	.709							
37	.228	.333	.507	.717	1.235							
36	.266	.367	.536	.716	1.155	2.192						
35	.290	.376	.522	.679	.894	2.278	2.495	2.745	2.631			
34	.309	.374	.485	.608	.766	1.325	1.719	2.099	2.589	2.697	2.771	2.799
33	.326	.379	.457	.553	.666	1.022	1.409	1.724	2.021	2.233	2.350	2.382
32	.341	.387	.452	.531	.627	.857	1.152	1.434	1.654	1.835	1.947	1.979
31	.353	.394	.447	.510	.584	.738	.947	1.160	1.347	1.484	1.573	1.604
30	.359	.399	.442	.490	.545	.642	.784	.942	1.085	1.198	1.268	1.292

y displ. (multiply values below by 10⁻¹) unit=m

	I 42	43	44	45	46	47	48	49	50
J									
50	-1.029	-.946	-1.019	-1.000	-.924	-.800	-.681	-.605	-.555

49 -1.360-1.010-1.094-1.102-1.051 -.909 -.736 -.627 -.566
 48 -2.370-1.268-1.374-1.309-1.237-1.084 -.816 -.649 -.574
 47 -1.612-1.756-1.464-1.300 -.887 -.652 -.564
 46 -1.788-1.709-1.497 -.933 -.615 -.525
 45 -1.577-1.967 -.893 -.529 -.453
 44 -1.912-1.159 -.339 -.386
 43 -.948 -.166 -.327
 42 -.765 -.127 -.281
 41 -.358 -.122 -.219
 40 .157 -.010 -.112
 39 .459 .174 .108
 38 .752 .417 .353
 37 1.098 .629 .490
 36 1.711 1.109 .639 .542
 35 2.455 2.336 2.051 1.835 .883 .652 .546
 34 2.777 2.693 2.547 2.008 1.619 1.242 .813 .635 .536
 33 2.334 2.211 1.998 1.708 1.406 1.062 .755 .618 .522
 32 1.934 1.812 1.629 1.415 1.163 .902 .697 .589 .503
 31 1.570 1.478 1.342 1.165 .969 .781 .641 .557 .486
 30 1.270 1.203 1.096 .963 .819 .688 .593 .529 .474

xx stress (multiply values below by 10⁶) unit=Pa

I 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41
 J

50 -3.406-3.433-3.303-3.031-2.839-2.706-2.609-2.460-2.482-2.445-2.580-2.572
 49 -3.121-3.006-2.761-2.588-2.497-2.397-2.303-2.226-2.104-2.176-2.012-2.080
 48 -2.735-2.548-2.377-2.265-2.267-2.123-1.905-2.020-1.693-1.408-1.366-1.270
 47 -2.359-2.177-2.088-2.090-1.825-1.659-1.788 -.828
 46 -2.110-1.984-1.832-1.536-1.384-1.418 -.753
 45 -1.733-1.544-1.324-1.186 -.998 -.604
 44 -1.404-1.147-1.063 -.722 -.660
 43 -1.073 -.953 -.694 -.711
 42 -.880 -.673 -.641 -.658
 41 -.709 -.623 -.510 -.649
 40 -.691 -.515 -.444 -.248
 39 -.664 -.467 -.282 -.178
 38 -.718 -.466 -.199 -.128
 37 -.985 -.555 -.276 -.084
 36 -1.259 -.979 -.510 -.205
 35 -1.611-1.249-1.053 -.559 -.971
 34 -2.154-1.822-1.413-1.268 -.505 -.774 -.678 -.650
 33 -2.503-2.353-2.124-1.747-1.862-1.055-1.163 -.916 -.836 -.841 -.838 -.836
 32 -2.626-2.518-2.432-2.179-1.595-1.800-1.235-1.314-1.204-1.103-1.082-1.076
 31 -3.044-2.869-2.660-2.529-2.406-1.911-1.955-1.577-1.549-1.491-1.426-1.426
 30 -3.482-3.457-3.272-2.997-2.751-2.648-2.245-2.202-1.990-1.946-1.939-1.948

xx stress (multiply values below by 10⁶) unit=Pa

I 42 43 44 45 46 47 48 49 50
 J
 50 -2.622-2.922-2.774-2.986-3.148-3.333-3.530-3.708-3.745

49 -2.212-1.929-2.711-2.913-2.936-2.976-3.093-3.219-3.378
 48 -1.348-2.391-2.250-1.933-2.128-2.324-2.455-2.711-2.880
 47 -.576-1.617-1.525-1.645-1.919-2.055-2.321
 46 -.526-1.136-1.204-1.304-1.608-1.801
 45 -.409 -.664 -.938-1.020-1.269
 44 -.437 -.446 -.781 -.890
 43 -.421 -.474 -.687
 42 -.383 -.368 -.500
 41 -.493 -.326 -.462
 40 -.143 -.368 -.379
 39 -.083 -.227 -.396
 38 -.078 -.183 -.469
 37 -.044 -.352 -.605
 36 -.406 -.646-1.126
 35 -.907 -.699-1.176-1.308
 34 -.703 -.717 -.775 -.624-1.408-1.509-1.692
 33 -.842 -.838 -.926-1.157-1.163-1.740-1.574-1.742-1.909
 32 -1.074-1.166-1.238-1.227-1.642-1.613-1.933-2.111-2.302
 31 -1.503-1.545-1.613-1.888-1.920-2.228-2.369-2.566-2.819
 30 -1.960-2.039-2.206-2.297-2.585-2.740-2.960-3.210-3.432

yy stress (multiply values below by 10⁶) unit=Pa

I 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41
 J

50 -3.520-3.379-2.798-2.119-1.620-1.265-1.056 -.903 -.891 -.835 -.788 -.703
 49 -3.654-3.258-2.445-1.853-1.430-1.121 -.897 -.827 -.798 -.851 -.654 -.584
 48 -3.636-2.975-2.166-1.676-1.260 -.941 -.775 -.735 -.925 -.702 -.619 -.474
 47 -3.542-2.662-1.977-1.548-1.017 -.761 -.759 -.479
 46 -3.388-2.413-1.944-1.259 -.789 -.672 -.545
 45 -3.169-2.304-1.731-1.089 -.518 -.626
 44 -2.966-2.114-1.739 -.630 -.750
 43 -2.688-2.137-1.403 -.721
 42 -2.615-1.902-1.435 -.752
 41 -2.443-1.993-1.234-1.223
 40 -2.632-1.836-1.389 -.827
 39 -2.741-1.959-1.241 -.784
 38 -2.916-2.130-1.195 -.791
 37 -3.267-2.221-1.481 -.725
 36 -3.377-2.637-1.679-1.067
 35 -3.619-2.746-2.043-1.717 -.729
 34 -3.847-3.041-2.230-2.510 -.559 -.334 -.183 -.072
 33 -4.025-3.296-2.704-2.142-1.610 -.354 -.305 -.148 -.083 -.068 -.060 -.061
 32 -4.157-3.504-2.949-2.521-1.616 -.981 -.378 -.326 -.223 -.155 -.137 -.137
 31 -4.241-3.709-3.131-2.659-2.128-1.169 -.794 -.437 -.360 -.291 -.246 -.246
 30 -4.175-3.860-3.362-2.880-2.380-1.658-1.014 -.741 -.516 -.439 -.405 -.408

yy stress (multiply values below by 10⁶) unit=Pa

I 42 43 44 45 46 47 48 49 50
 J
 50 -.724 -.891 -.901-1.001-1.203-1.611-2.171-2.721-3.045

49 -.628 -.623 -.776 -.870-1.030-1.323-1.801-2.450-3.003
 48 -.560 -.749 -.604 -.550 -.758-1.114-1.517-2.137-2.837
 47 -.229 -.410 -.545 -.800-1.339-1.827-2.604
 46 -.315 -.348 -.618-1.029-1.693-2.310
 45 -.423 -.277 -.917-1.445-2.166
 44 -.471 -.456-1.503-1.965
 43 -.506-1.231-2.007
 42 -.513-1.269-1.846
 41 -1.071-1.138-1.884
 40 -.747-1.439-1.698
 39 -.788-1.289-1.878
 38 -.838-1.212-2.110
 37 -.725-1.572-2.155
 36 -1.119-1.637-2.619
 35 -.708-1.173-2.205-2.609
 34 -.081 -.195 -.330 -.605-1.952-2.224-2.852
 33 -.072 -.087 -.157 -.307 -.439-1.414-1.881-2.462-2.998
 32 -.151 -.223 -.325 -.430 -.931-1.530-2.201-2.610-3.183
 31 -.294 -.361 -.466 -.778-1.173-1.882-2.367-2.813-3.416
 30 -.444 -.536 -.737-1.019-1.544-2.130-2.590-3.062-3.636

第 V 型支撐

x displ.	(multiply values below by 10 ⁻¹)												unit=m
I 30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41		
J													
50	.583	.565	.624	.657	.698	.724	.731	.717	.686	.526	.333	.130	
49	.608	.652	.685	.716	.748	.775	.772	.765	.663	.543	.394	.150	
48	.667	.694	.717	.736	.773	.804	.815	.822	1.086	.857	.471	.109	
47	.704	.724	.749	.782	.814	.836	.819	1.057	.853				
46	.752	.802	.879	.984	1.135	1.333	2.192	2.160					
45	.832	.918	1.049	1.247	1.588	2.410	2.240						
44	.920	1.037	1.209	1.533	2.288	2.399							
43	1.008	1.152	1.350	1.689	2.267								
42	1.078	1.239	1.410	1.658	2.308								
41	1.117	1.300	1.474	1.635	2.018								
40	1.108	1.309	1.542	1.776	2.118								
39	1.056	1.258	1.542	1.904	2.166								
38	.962	1.154	1.414	1.849	2.383								
37	.859	.998	1.242	1.490	2.234								
36	.773	.844	.990	1.183	2.096	2.048							
35	.743	.767	.788	.817	.828	1.177	1.260	.836	.497				
34	.728	.768	.805	.825	.853	.819	.829	.712	.365	.259	.129	.002	
33	.674	.730	.776	.813	.846	.888	.866	.859	.735	.497	.289	.070	
32	.654	.639	.709	.747	.797	.833	.858	.819	.723	.563	.324	.074	
31	.590	.617	.597	.652	.673	.701	.696	.672	.594	.454	.272	.052	
30	.540	.549	.573	.543	.576	.570	.559	.522	.448	.340	.192	.026	

x displ.	(multiply values below by 10 ⁻¹)								unit=m
I 42	43	44	45	46	47	48	49	50	

J

50	-.092	-.318	-.502	-.572	-.621	-.643	-.645	-.628	-.606												
49	-.109	-.317	-.512	-.651	-.701	-.738	-.733	-.706	-.673												
48	-.262	-.654	-.890	-.750	-.806	-.824	-.814	-.780	-.740												
47		-.638	-.844	-.764	-.821	-.831	-.820	-.785													
46			-1.286	-1.526	-1.288	-1.188	-1.035	-.908													
45				-2.739	-2.918	-1.935	-1.461	-1.132													
44					-2.944	-2.858	-1.874	-1.361													
43						-2.901	-2.051	-1.541													
42							-2.915	-1.956	-1.602												
41								-2.231	-1.823	-1.645											
40									-2.317	-1.907	-1.684										
39										-2.304	-1.983	-1.645									
38											-2.407	-1.877	-1.504								
37												-2.208	-1.536	-1.298							
36													-1.778	-1.878	-1.205	-1.017					
35														-.539	-.849	-1.149	-1.120	-.862	-.840	-.810	
34	-.137	-.296	-.430	-.732	-.838	-.826	-.851	-.824	-.799												
33	-.161	-.397	-.659	-.803	-.828	-.853	-.817	-.789	-.760												
32	-.178	-.424	-.596	-.707	-.764	-.765	-.754	-.728	-.702												
31	-.170	-.357	-.507	-.599	-.645	-.669	-.661	-.650	-.609												
30	-.142	-.294	-.410	-.494	-.542	-.564	-.577	-.555	-.584												

y displ. (multiply values below by 10⁻¹) unit=m

I 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41

J

50	-.420	-.431	-.488	-.551	-.668	-.831	-.974	-1.130	-1.414	-1.705	-1.845	-1.896
49	-.397	-.435	-.486	-.559	-.699	-.893	-1.044	-1.257	-1.729	-2.012	-2.247	-2.368
48	-.390	-.427	-.488	-.570	-.734	-.961	-1.128	-1.394	-2.499	-2.674	-2.841	-2.921
47	-.379	-.428	-.497	-.597	-.793	-1.072	-1.185	-1.506	-2.362			
46	-.372	-.433	-.505	-.635	-.912	-1.251	-1.421	-1.519				
45	-.359	-.414	-.471	-.625	-.903	-1.263	-1.604					
44	-.328	-.366	-.398	-.507	-.905	-1.383						
43	-.273	-.303	-.295	-.299	-.810							
42	-.200	-.227	-.196	-.119	-.591							
41	-.110	-.139	-.122	-.037	-.459							
40	-.013	-.033	-.029	.036	.019							
39	.081	.086	.112	.171	.276							
38	.171	.194	.271	.390	.588							
37	.228	.295	.385	.542	.873							
36	.262	.330	.487	.542	1.239	1.006						
35	.274	.345	.452	.559	.799	1.196	1.891	2.533	2.663			
34	.292	.356	.450	.542	.727	1.023	1.300	1.983	2.694	2.904	3.049	3.122
33	.299	.368	.452	.533	.676	.913	1.183	1.581	2.082	2.441	2.644	2.734
32	.336	.356	.452	.527	.651	.842	1.063	1.364	1.678	1.989	2.194	2.249
31	.345	.390	.418	.512	.612	.766	.934	1.140	1.377	1.582	1.727	1.786
30	.357	.392	.446	.473	.565	.690	.817	.966	1.118	1.265	1.363	1.393

y displ. (multiply values below by 10⁻¹) unit=m

I 42 43 44 45 46 47 48 49 50

J

50 -1.851-1.698-1.418-1.171-1.039 -.901 -.744 -.616 -.540
 49 -2.309-2.108-1.807-1.351-1.167-1.009 -.809 -.645 -.545
 48 -2.937-2.842-2.712-1.570-1.320-1.121 -.880 -.675 -.549
 47 -2.530-1.767-1.427-1.251 -.955 -.715 -.549
 46 -1.797-1.788-1.563-1.104 -.778 -.553
 45 -1.648-2.046-1.137 -.769 -.508
 44 -1.974-1.244 -.552 -.396
 43 -1.080 -.219 -.232
 42 -.626 .051 -.085
 41 -.305 .149 .016
 40 .153 .207 .114
 39 .532 .336 .231
 38 .867 .521 .360
 37 1.165 .632 .464
 36 1.262 1.321 .636 .539
 35 2.680 2.492 1.864 1.314 .862 .631 .515
 34 3.123 3.003 2.795 2.041 1.376 1.084 .794 .611 .509
 33 2.670 2.485 2.128 1.638 1.247 .975 .737 .593 .502
 32 2.193 1.989 1.686 1.380 1.093 .878 .693 .573 .497
 31 1.723 1.575 1.373 1.146 .948 .787 .643 .551 .460
 30 1.357 1.255 1.110 .963 .821 .704 .593 .508 .486

xx stress (multiply values below by 10⁶) unit=Pa

I 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41

J

50 -3.030-3.015-3.330-2.823-2.622-2.484-2.599-2.087-2.624-2.133-2.278-2.292
 49 -2.883-3.059-2.699-2.528-2.386-2.451-2.153-2.792-1.947-2.254-2.247-2.248
 48 -2.744-2.549-2.398-2.208-2.205-1.952-2.479-1.774-2.204-2.199-2.231-2.214
 47 -2.427-2.187-1.892-1.902-1.661-1.826-1.016-1.844
 46 -2.011-1.680-1.657-1.455-1.555-1.514-2.239
 45 -1.539-1.480-1.310-1.314-1.132 -.720
 44 -1.345-1.158-1.059 -.866 -.654
 43 -1.139 -.970 -.883 -.609
 42 -1.010 -.865 -.693 -.539
 41 -.936 -.749 -.574 -.645
 40 -.880 -.683 -.574 -.589
 39 -.888 -.660 -.524 -.344
 38 -.827 -.728 -.395 -.183
 37 -1.329 -.538 -.630 -.051
 36 -1.320-1.392 -.260 -.673
 35 -2.210-1.442-1.821 -.306-1.162
 34 -2.383-2.334-1.509-2.146 -.514-1.451 -.820 -.674
 33 -2.725-2.347-2.256-1.717-2.214 -.799-1.531 -.984 -.846 -.855 -.855 -.853
 32 -2.888-3.015-2.492-2.356-1.874-2.287-1.370-1.631-1.339-1.160-1.126-1.125
 31 -3.112-3.130-3.410-2.786-2.592-2.108-2.396-1.811-1.837-1.659-1.517-1.521
 30 -3.351-3.548-3.431-3.834-3.310-2.999-2.544-2.731-2.377-2.324-2.304-2.302

xx stress (multiply values below by 10⁶) unit=Pa

I 42 43 44 45 46 47 48 49 50

J

50 -2.199-2.705-2.225-2.721-2.617-2.733-2.895-3.389-3.000
 49 -2.266-2.003-2.868-2.268-2.513-2.462-2.603-2.728-3.148
 48 -2.179-2.207-1.844-2.600-2.138-2.366-2.345-2.458-2.550
 47 -1.739 -.942-1.916-1.843-2.131-2.145-2.287
 46 -2.286-1.529-1.609-1.532-1.818-1.921
 45 -.538 -.849-1.199-1.238-1.569
 44 -.422 -.613 -.931-1.081
 43 -.407 -.714 -.848
 42 -.426 -.549 -.668
 41 -.488 -.453 -.567
 40 -.499 -.393 -.529
 39 -.397 -.467 -.527
 38 -.169 -.413 -.637
 37 -.059 -.558 -.591
 36 -.521 -.330-1.352
 35 -1.100 -.337-1.731-1.680
 34 -.690 -.831-1.374 -.616-2.136-1.766-2.209
 33 -.854 -.849 -.993-1.501 -.934-2.157-1.809-2.189-2.360
 32 -1.160-1.337-1.604-1.433-2.229-1.943-2.340-2.516-3.033
 31 -1.664-1.834-1.872-2.394-2.195-2.607-2.845-3.440-3.165
 30 -2.329-2.422-2.733-2.621-3.054-3.417-3.879-3.479-3.512

yy stress (multiply values below by 10⁶) unit=Pa

I 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41

J

50 -3.864-3.518-3.386-2.434-1.860-1.431-1.396-1.165-1.212 -.867 -.858 -.837
 49 -3.972-3.780-2.848-2.186-1.632-1.394-1.095-1.393 -.784 -.835 -.763 -.727
 48 -4.107-3.289-2.681-1.929-1.567-1.083-1.473 -.794 -.991 -.738 -.602 -.567
 47 -3.869-3.106-2.324-1.902-1.275-1.522 -.691-1.062
 46 -3.705-2.703-2.352-1.517-1.475 -.748-2.200
 45 -3.444-2.742-2.041-1.598-1.121 -.809
 44 -3.404-2.702-1.920-1.446 -.788
 43 -3.293-2.617-2.070-1.093
 42 -3.225-2.691-1.950 -.958
 41 -3.270-2.544-1.911 -.887
 40 -3.331-2.555-1.783 -.928
 39 -3.481-2.650-1.836 -.861
 38 -3.299-2.978-1.830 -.865
 37 -4.332-2.295-2.490 -.724
 36 -3.629-3.922-1.172-2.395
 35 -4.879-2.612-3.956 -.553-2.681
 34 -4.590-3.832-2.766-2.744 -.928-1.506 -.373 -.069
 33 -5.067-3.775-3.422-2.306-2.085 -.684 -.946 -.226 -.092 -.074 -.064 -.062
 32 -4.692-4.461-3.369-2.884-1.878-1.547 -.746 -.654 -.306 -.178 -.151 -.149
 31 -4.661-4.129-3.975-3.013-2.392-1.518-1.309 -.735 -.581 -.380 -.283 -.282
 30 -4.214-4.175-3.684-3.576-2.735-1.976-1.367-1.159 -.778 -.623 -.531 -.528

yy stress (multiply values below by 10⁶) unit=Pa

I 42 43 44 45 46 47 48 49 50

J

50 -.829-1.185-1.228-1.447-1.434-1.828-2.347-3.202-3.233
49 -.749 -.714-1.375-1.148-1.387-1.599-2.127-2.708-3.525
48 -.623 -.820 -.686-1.453-1.102-1.531-1.905-2.533-3.090
47 -.983 -.541-1.551-1.216-1.852-2.267-2.946
46 -.2173 -.590-1.360-1.422-2.220-2.740
45 -.758 -.755-1.544-1.823-2.758
44 -.636-1.242-1.799-2.502
43 -.935-1.903-2.410
42 -.988-1.723-2.277
41 -1.181-1.565-2.153
40 -1.483-1.425-2.217
39 -1.023-1.656-2.294
38 -.802-1.804-2.664
37 -.698-2.320-2.412
36 -2.054-1.334-3.702
35 -2.606 -.630-3.614-2.951
34 -.073 -.344-1.369-1.009-2.706-2.756-3.739
33 -.070 -.086 -.216 -.869 -.752-2.079-2.403-3.231-3.798
32 -.174 -.299 -.624 -.776-1.549-1.969-2.837-3.333-4.277
31 -.376 -.569 -.756-1.311-1.591-2.430-2.998-3.891-3.974
30 -.619 -.795-1.162-1.429-2.023-2.798-3.487-3.592-4.004

附錄四 分洪隧道外支撐數值分析

分析軟體：SAP 2000

基本條件：(1)內襯砌外力：取 FLAC 外襯砌各節點所受力量加以折減。

(2)內襯砌內力：考慮水流之荷重。

分析結果：

第 I 類岩體

SAP2000 v7.40 File: T1 Kgf-m Units PAGE 1

FRAME ELEMENT FORCES

FRAME	LOAD	LOC	P	V2	M3
1	COMB1				
	0.00	-67722.27	-42753.95	-7735.85	
	5.0E-01	-67890.45	1137.36	2720.19	
	1.00	-68058.64	45028.66	-8878.88	
2	COMB1				
	0.00	-59723.71	-37957.10	-8878.88	
	5.1E-01	-60060.08	-582.14	946.74	
	1.02	-60396.44	36792.83	-8285.21	
3	COMB1				
	0.00	-43615.85	-56996.72	-8285.21	
	5.6E-01	-44456.76	-531.22	7794.33	
	1.12	-45297.68	55934.28	-7691.29	
4	COMB1				
	0.00	-32858.40	-28756.67	-7691.29	
	5.8E-01	-33867.50	5578.49	-933.75	
	1.17	-34876.60	39913.65	-14196.87	
5	COMB1				
	0.00	-25177.54	-55645.67	-14196.87	
	7.1E-01	-26859.38	-4466.36	7055.94	
	1.41	-28541.21	46712.94	-7880.48	
6	COMB1				
	0.00	-26318.15	-76596.98	-7880.48	
	6.8E-01	-28168.16	916.72	17853.59	
	1.36	-30018.18	78430.42	-9127.35	
7	COMB1				

書 名：基隆河員山子分洪計畫工程基本設計報告
著 者：經濟部水利署水利規劃試驗所
出版機關：經濟部水利署水利規劃試驗所
地 址：台中縣霧峰鄉吉峰村中正路 1340 號
網 址：<http://www.wrap.gov.tw>
電 話：(04) 2330- 4788
出版年月：民國九十一年五月
版 次：第一版
工 本 費：700 元
展 售 處：同出版機關

GPN：1009101594