



大安大甲溪水源聯合運用輸水工程可行性規劃
Feasibility Planning for Water Transport Engineering of Water
Resources Conjunctive Use in the Ta-An and Ta-Chia River

總報告

Final Report



經濟部水利署中區水資源局

中華民國九十九年四月

合約名稱：「大安溪及大甲溪水源聯合運用輸水工程規劃」委託技術服務契約書

委託服務編號：WMS-095-01

委託單位：經濟部水利署中區水資源局

受託單位：黎明工程顧問股份有限公司

內容名稱：「大安大甲溪水源聯合運用輸水工程可行性規劃」
-總報告

黎明工程顧問股份有限公司：



技師：

周明坤

(簽章)



計畫主持人：

周明坤

(簽章)

大安大甲溪水源聯合運用輸水工程可行性規劃
Feasibility Planning for Water Transport Engineering of Water
Resources Conjunctive Use in the Ta-An and Ta-Chia River

總報告

Final Report

主辦機關：經濟部水利署中區水資源局

執行單位：黎明工程顧問股份有限公司

中華民國九十九年四月

目 錄

目 錄	I
表 目 錄	V
圖 目 錄	X
結論與建議	0-1
摘 要	0-4
Abstract	0-16
第一章 計畫背景及目的	1-1
1-1 台中地區供水問題檢討	1-1
1-2 「大台中地區公共用水穩定水源及供水方案」概述	1-5
1-3 計畫目標	1-8
第二章 計畫區概況	2-1
2-1 地理位置	2-1
2-2 地形與地質概況	2-2
2-2-1 地形	2-2
2-2-2 地質	2-2
2-3 流域特性及水資源利用	2-5
2-3-1 大甲溪流域概要及水源設施	2-5
2-3-2 大安溪流域概要及水源設施	2-10
2-3-3 計畫區域水資源利用的統計	2-14
2-4 社會經濟概況	2-16
第三章 大安大甲溪水源聯合運用原則研訂	3-1
3-1 水源現況分析原則	3-1
3-1-1 大甲溪水源現況運用演算模擬原則	3-2
3-1-2 大安溪水源現況運用演算模擬原則	3-10
3-2 天然流量之推估與分析	3-16
3-2-1 大安溪天然流量分析及補遺	3-16
3-2-2 大甲溪天然流量分析及推估	3-17
3-2-3 大安溪及大甲溪歷年流量比較	3-19

3-3	大甲溪剩餘水量推估.....	3-21
3-4	剩餘水量運用構想—建置水源聯合調度運用及備援系統.....	3-22
3-5	本計畫新增設施之水源運用原則.....	3-22
3-6	各情境水源聯合調配方案研擬.....	3-24
第四章	水源運用效益分析.....	4-1
4-1	供水潛能及效益分析.....	4-1
4-2	輸水管之輸水能力研訂.....	4-11
4-3	后里圳納入本計畫調配之附加效益評估.....	4-16
4-4	穩定中科三期初期用水水源規劃.....	4-22
4-4-1	水源方案研擬.....	4-22
4-4-2	初期水源方案規劃及評估分析.....	4-31
4-4-3	各方案工程經費估算.....	4-40
4-4-4	各方案工程經濟分析.....	4-45
4-4-5	各方案評估比較及選定.....	4-48
4-4-6	中科三期各期程水源方案.....	4-50
第五章	輸水工程規劃.....	5-1
5-1	大甲溪輸水路工程.....	5-1
5-1-1	輸水路路線規劃.....	5-1
5-1-2	取水口工程規劃.....	5-13
5-1-3	大甲溪輸水隧道工程規劃.....	5-36
5-1-4	原水配水池工程規劃.....	5-55
5-1-5	輸水管工程規劃.....	5-61
5-2	鯉魚潭水庫第二原水管工程規劃.....	5-78
5-2-1	第二原水管路線規劃.....	5-78
5-2-2	第二原水管工程規劃.....	5-89
5-3	隧道湧水及工法評估.....	5-120
5-4	調度中心及營運管理系統工程.....	5-122
5-4-1	調度中心.....	5-122
5-4-2	營運管理系統工程.....	5-124
第六章	用地調查.....	6-1

6-1	工程用地範圍	6-1
6-2	費用估算	6-3
第七章	工程費估算	7-1
7-1	估算原則	7-1
7-2	工程費估算	7-4
第八章	施工規劃	8-1
8-1	施工環境	8-1
8-2	施工佈置	8-2
8-2-1	工區劃分及施工佈置	8-2
8-2-2	各工區之概述	8-3
8-2-3	施工佈置	8-4
8-3	施工工期與預定進度	8-8
第九章	水源整體聯合營運管理計畫規劃	9-1
9-1	相關單位配合分工計畫	9-1
9-2	聯合營運管理組織架構及人力評估	9-4
9-3	聯合營運及管理計畫	9-5
9-4	財務計畫	9-15
9-5	鯉魚潭水庫與德基水庫運用規線檢討修訂	9-16
9-5-1	水庫規線操作方式	9-16
9-5-2	鯉魚潭水庫與德基水庫運用規線檢討	9-16
9-5-3	規線優選模式建立	9-17
9-6	鯉魚潭水庫及石岡壩運用要點之檢討與修訂	9-26
9-6-1	相關法規	9-26
9-6-2	運用要點基本內容	9-28
9-6-3	運用要點之檢討與修訂	9-29
第十章	經濟分析及財務分析	10-1
10-1	成本估算	10-1
10-2	效益評估	10-4
10-3	經濟分析	10-9
10-4	敏感度分析	10-12

10-5	財務計畫	10-13
第十一章	環境影響評估	11-1
11-1	環境敏感區位及特定目的區位限制調查	11-1
11-2	環境現況	11-4
11-3	環境影響預測及環境保護對策	11-8
11-4	節能減碳之落實	11-12
11-5	地方說明會	11-12
第十二章	替代方案	12-1
12-1	零方案	12-1
12-2	海水淡化方案	12-1
12-3	綜合評估	12-4
第十三章	可行性綜合評估	13-1

參考文獻

附錄一 大安大甲輸水工程計畫大事紀

附錄二 計畫分工協商紀錄及相關文件

附錄三 審查意見及辦理情形

附冊：

一、地質調查與鑽探專題報告

二、用地調查專題報告

三、測量成果專題報告

表 目 錄

表 1-1-1	台中地區各時程公共用水需求表	1-3
表 1-1-2	台中地區近年每人每日用水量及自來水抄見率表	1-3
表 2-2-1	計畫區域地層及其岩性	2-3
表 2-3-1	德基水庫高程-面積-容量數值表	2-6
表 2-3-2	石岡壩高程-面積-容量數值表	2-9
表 2-3-3	鯉魚潭水庫高程-面積-容量數值表	2-11
表 2-3-4	士林攔河堰高程-面積-容量數值表	2-13
表 2-3-5	台中地區生活用水量統計表	2-15
表 2-3-6	台中地區工業用水量統計表	2-15
表 2-3-7	台中地區農業用水量統計表	2-15
表 2-3-8	台中地區各用水標的用水量統計表	2-16
表 2-3-9	台中地區近年公共用水量統計表	2-16
表 3-1-1	德基水庫運用規線水位一覽表	3-3
表 3-1-2	石岡壩原水濁度與豐原淨水場處理能力關係表	3-5
表 3-1-3	大甲溪農業用水保留水量表(1/2)	3-8
表 3-1-3	大甲溪農業用水保留水量表(2/2)	3-9
表 3-1-4	大安溪各河段保留水量表(1/2)	3-14
表 3-1-4	大安溪各河段保留水量表(2/2)	3-15
表 3-2-1	鯉魚潭水庫與士林攔河堰流量推估式	3-16
表 3-2-2	大安溪流量站記錄年份統計表	3-16
表 3-2-3	大甲河流域比面積法係數分析成果表	3-18
表 3-2-4	大甲河流域側流量推估方式表	3-18
表 3-2-5	本計畫之推估大甲溪流量與蒐集資料記錄一覽表	3-19
表 4-1-1	本計畫系統供水潛能分析比較表(64~90 年)	4-3
表 4-1-2	本計畫系統供水潛能分析比較表(64~93 年)	4-4
表 4-1-3	本計畫納入特枯年之供水潛能模擬比較表	4-5
表 4-2-1	本計畫大甲溪於常態供水時各輸水路使用情形	4-11
表 4-2-2	本計畫於不同供水情境之供水能力分析彙整表	4-14
表 4-3-1	大安溪枯水期農業用水需求及天然流量比較表	4-17
表 4-3-2	大甲溪及大安溪灌區水源調度前後效益比較表	4-18

表 4-3-3	大甲溪水源枯旱調度支援大安溪農業用水分析	4-20
表 4-4-1	穩定中科三期初期用水可能水源方案特性說明	4-23
表 4-4-2	配合農業用水打折後自來水系統之供水能力評估	4-23
表 4-4-3	后里圳灌區保留水量	4-27
表 4-4-4	后里圳中游（含二支線）主要渠道灌溉面積明細表	4-27
表 4-4-5	大安溪后里圳及大甲溪內埔圳水源可交換量	4-27
表 4-4-6	內埔圳主要渠道與灌區明細表	4-28
表 4-4-7	中科台中基地三期（后里基地）用水時程表	4-29
表 4-4-9	大安溪剩餘流量缺水天數統計表	4-31
表 4-4-10	方案一（加強農業灌溉節約）成本估算	4-32
表 4-4-11	方案二工程概算表(1/2)	4-42
表 4-4-11	方案二工程概算表(2/2)	4-43
表 4-4-12	方案三（A）工程概算表(1/2)	4-43
表 4-4-12	方案三（A）工程概算表(2/2)	4-44
表 4-4-13	方案三（B）工程概算表(1/2)	4-44
表 4-4-13	方案三（B）工程概算表(2/2)	4-45
表 4-4-14	方案二效益分析表	4-47
表 4-4-15	方案三效益分析表	4-47
表 4-4-16	各方案評估比較	4-49
表 5-1-1	大甲溪輸水路工程可能方案初步評估表	5-11
表 5-1-2	價值工程之分數矩陣法評分例	5-12
表 5-1-3	大甲溪輸水路工程方案各評估因子權重研擬表	5-12
表 5-1-4	大甲溪輸水路工程各方案詳細評估表	5-13
表 5-1-5	大甲溪洪水期（94 年龍王颱風）原水懸浮質粒徑分析	5-14
表 5-1-6	「大甲溪輸水路」取水口方案評估比較表	5-24
表 5-1-7	石岡壩排洪時之水理分析表	5-29
表 5-1-8	隧道段砂粒啟動之粒徑與流速關係分析	5-34
表 5-1-9	標準馬蹄形輸水隧道不同計畫流量之水理計算結果	5-37
表 5-1-10	圓形輸水隧道不同計畫流量之水理計算結果	5-38
表 5-1-11	原水配水池工程方案詳細評比表	5-57
表 5-1-12	原水配水池退水路跌水工相關數據一覽表	5-58
表 5-1-13	大甲溪輸水路輸水管佈設位置一覽表	5-62

表 5-1-14	單管方案輸水管工程數據一覽表	5-64
表 5-1-15	雙管方案輸水管工程數據一覽表	5-66
表 5-1-16	輸水方案比較表	5-68
表 5-1-17	大甲溪輸水路共管段—公共用水管路之水理計算成果表	5-69
表 5-1-18	大甲溪輸水路共管段—調配用水管路之水理計算成果表	5-70
表 5-1-19	DIP、SP、PCCP 管材特性分析表(1/2).....	5-74
表 5-1-19	DIP、SP、PCCP 管材特性分析表(2/2).....	5-75
表 5-1-20	各管材機械性質比較.....	5-76
表 5-1-21	各管材可使用範圍	5-76
表 5-1-22	各管材單價說明	5-77
表 5-1-23	各管材年計成本比較.....	5-77
表 5-2-1	鯉魚潭水庫第二原水管可能路線一覽表	5-80
表 5-2-4	鯉魚潭水庫第二原水管水理計算表	5-92
表 5-2-5	鯉魚潭水庫第二原水管輸水隧道岩體分類	5-96
表 5-2-6	大安溪治理規劃斷面水理檢討表	5-105
表 5-2-7	水管橋橋墩基礎型式比較表	5-114
表 5-2-8	配合大安溪治理計畫研擬水管橋規模表	5-115
表 5-2-9	鯉魚潭水庫第二原水管跨越大安溪工程方案評比表	5-116
表 5-3-1	隧道各區段之最大滲水量.....	5-121
表 5-3-2	隧道施工常用之止排水工法	5-121
表 5-4-1	石岡壩管理中心空間佈置規劃表	5-123
表 6-1-1	本計畫工程用地之各分區範圍	6-1
表 6-1-2	本計畫工程用地分區土地權屬一覽表.....	6-2
表 6-2-1	本計畫工期敏感度分析表.....	6-5
表 6-2-2	本計畫工程用地徵收及補償費用表	6-5
表 7-2-1	總工程費估計表	7-5
表 7-2-2	本計畫直接工程成本明細表(1/6).....	7-6
表 7-2-2	本計畫直接工程成本明細表(2/6).....	7-7
表 7-2-2	本計畫直接工程成本明細表(3/6).....	7-8
表 7-2-2	本計畫直接工程成本明細表(4/6).....	7-9
表 7-2-2	本計畫直接工程成本明細表(5/6).....	7-10
表 7-2-2	本計畫直接工程成本明細表(6/6).....	7-11

表 7-2-3	本計畫分年工程經費表	7-12
表 8-1-1	本計畫全年可施工天數統計表	8-1
表 8-2-1	本計畫工程工區劃分及內容	8-2
表 8-2-2	本計畫臨近區域土資場調查成果表	8-8
表 8-3-1	大安大甲溪水源聯合運用輸水工程預定進度表	8-9
表 8-3-2	大安大甲溪水源聯合運用輸水工程預定施工進度表	8-10
表 9-1-1	本計畫設施營運管理分工表	9-2
表 9-2-1	大甲溪不同原水濁度之各淨水場水源運用順序	9-6
表 9-3-1	計畫區由節約農業用水可調度水量估算表	9-9
表 9-4-1	本計畫財務分析計算表	9-15
表 9-5-1	考量發電對水庫規線對供水效益之影響	9-17
表 9-5-2	優選規線值與原始規線之水位比較	9-25
表 9-5-3	優選規線與原始規線及無規線操作之比較	9-26
表 9-6-1	鯉魚潭水庫運用要點修訂說明	9-31
表 9-6-2	石岡壩運用要點修訂說明	9-37
表 10-1-1	本計畫各工程年計成本估算表	10-3
表 10-2-1	豐原淨水場連續 3 日原水濁度大於 3,000NTU 之統計表	10-7
表 10-2-2	本計畫年計效益綜合表	10-7
表 10-2-3	本計畫經濟分析綜合表	10-8
表 10-3-1	本計畫內生投資報酬率計算表	10-11
表 10-4-1	本計畫敏感度分析成果表	10-13
表 10-5-1	本計畫採不同貸款利率對應之原水售價表	10-14
表 10-5-2	本計畫合理原水售價分析表	10-15
表 11-1-1	本計畫環境敏感區位及特定目的區位限制調查成果表(1/2)	11-1
表 11-1-1	本計畫環境敏感區位及特定目的區位限制調查成果表(2/2)	11-2
表 11-3-1	預防及減輕開發行為對環境不良影響對策摘要表(1/4)	11-8
表 11-3-1	預防及減輕開發行為對環境不良影響對策摘要表(2/4)	11-9
表 11-3-1	預防及減輕開發行為對環境不良影響對策摘要表(3/4)	11-10
表 11-3-1	預防及減輕開發行為對環境不良影響對策摘要表(4/4)	11-11
表 11-4-1	本計畫有關節能減碳之評估指標一覽表	11-13
表 11-5-1	地方說明會民眾關心議題表	11-17
表 12-2-1	國內海水淡化廠現況表	12-3

表 12-3-1 本計畫與可能替代方案之比較 12-4

圖 目 錄

圖 1-1-1	台中地區自來水設施現況常態供水能力(大甲溪濁度<500NTU) ...	1-4
圖 1-1-2	台中地區自來水設施現況常態供水能力(大甲溪濁度>500NTU) ...	1-4
圖 1-1-3	台中各期程供水瓶頸示意圖	1-5
圖 2-1-1	計畫區域範圍圖	2-1
圖 2-2-1	計畫區域地形圖	2-2
圖 2-2-2	計畫區域地質圖	2-4
圖 2-3-1	大安溪及大甲河流域圖	2-6
圖 2-3-2	德基水庫高程-面積-容量曲線圖	2-7
圖 2-3-3	石岡壩高程-面積-容量曲線圖	2-9
圖 2-3-4	鯉魚潭水庫高程-面積-容量曲線圖	2-12
圖 2-3-5	士林攔河堰高程-面積-容量曲線圖	2-13
圖 3-1-1	德基水庫運轉規線圖	3-3
圖 3-1-2	921 地震後石岡壩之濁度與流量記錄率定關係圖	3-5
圖 3-2-1	大安溪(義里站)歷年流量統計	3-20
圖 3-2-2	大甲溪(石岡壩)歷年流量統計	3-20
圖 3-3-1	石岡壩及下游灌區用水系統	3-21
圖 3-3-2	大甲溪石岡壩入流量及民國 110 年用水需求推估比較圖	3-21
圖 3-5-1	台中地區新增供水設施與既有供水設施位置圖	3-23
圖 3-6-1	大甲溪獨立供水台中地區分配圖	3-24
圖 3-6-2	大安溪獨立供水台中地區分配圖	3-25
圖 4-1-1	大安溪及大甲溪水源聯合運用系統圖(現況)	4-6
圖 4-1-2	大安溪及大甲溪水源聯合運用系統圖(計畫)	4-7
圖 4-1-3	大甲溪輸水路分年輸水量模擬	4-8
圖 4-1-4	本計畫於大甲溪水源充沛時之供水架構	4-8
圖 4-1-5	本計畫供水系統備援模擬(1/3)—豐原場取出水中斷	4-9
圖 4-1-5	本計畫供水系統備援模擬(2/3)—后里場取出水中斷	4-9
圖 4-1-5	本計畫供水系統備援模擬(3/3)—鯉魚潭場取出水中斷	4-10
圖 4-1-6	本計畫於大甲溪高濁度期間之供水模擬	4-10
圖 4-2-1	本計畫最大輸水能力分析(水源分析)	4-15
圖 4-2-2	本計畫最大輸水能力分析(情境模擬)	4-15

圖 4-2-3	本計畫各管段最佳輸水能力分配.....	4-16
圖 4-3-1	大甲溪輸水路經后里圳延伸供灌內埔圳灌區之規劃佈置示意.....	4-21
圖 4-4-1	民國 100~103 年大甲溪及大安溪水源系統架構圖.....	4-24
圖 4-4-2	自大甲溪內埔圳調度原水至大安溪后里圳系統架構圖.....	4-25
圖 4-4-3	台中水利會所轄大安溪后里圳中、下游灌區.....	4-26
圖 4-4-4	台中水利會所轄大甲溪內埔圳灌溉區域.....	4-26
圖 4-4-5	大甲溪內埔圳溢流設施照片.....	4-28
圖 4-4-6	方案二輸水路線平面圖.....	4-34
圖 4-4-7	方案二輸水管線埋設斷面示意圖.....	4-34
圖 4-4-8	方案二輸水路沿線現況照片.....	4-35
圖 4-4-9	方案三 (A) 輸水路線圖.....	4-37
圖 4-4-10	方案三 (A) 輸水管埋設斷面.....	4-38
圖 4-4-11	方案三 (B) 輸水路線圖.....	4-40
圖 4-4-12	台中地區各期程公共用水水源計畫.....	4-50
圖 5-1-1	「大甲溪輸水路」路線方案一平面示意圖.....	5-2
圖 5-1-2	「大甲溪輸水路」路線方案二平面示意圖.....	5-3
圖 5-1-3	「大甲溪輸水路」路線方案三平面示意圖.....	5-4
圖 5-1-4	「大甲溪輸水路」路線方案一縱斷面圖.....	5-5
圖 5-1-5	「大甲溪輸水路」路線方案二縱斷面圖.....	5-7
圖 5-1-6	「大甲溪輸水路」路線方案三縱斷面圖.....	5-9
圖 5-1-7	「大甲溪輸水路」取水口方案一 (取水塔) 平面佈置圖.....	5-18
圖 5-1-8	「大甲溪輸水路」取水口方案一 (取水塔) 平面及斷面圖.....	5-19
圖 5-1-9	「大甲溪輸水路」取水口方案二 (鐘形取水口) 平面佈置圖.....	5-20
圖 5-1-10	「大甲溪輸水路」取水口方案二 (鐘形取水口) 平面及斷面圖.....	5-21
圖 5-1-11	「大甲溪輸水路」取水口方案三 (雙取水口) 平面佈置圖.....	5-22
圖 5-1-12	「大甲溪輸水路」取水口方案三 (雙取水口) 各斷面圖.....	5-23
圖 5-1-13	「大甲溪輸水路」能量線與地形比較圖.....	5-26
圖 5-1-14	石岡壩庫區歷年淤砂坡度縱剖面圖.....	5-27
圖 5-1-15	石岡壩之剩餘流量對應水位發生機率關係曲線.....	5-31
圖 5-1-16	石岡壩庫區取樣點斷面 02-1 之粒徑篩分析圖.....	5-34
圖 5-1-17	大甲溪輸水路取水口配合八寶堰計畫之平面佈置圖.....	5-35
圖 5-1-18	大甲溪輸水隧道平面及剖面圖(1/3).....	5-39

圖 5-1-18	大甲溪輸水隧道平面及剖面圖(2/3)	5-40
圖 5-1-18	大甲溪輸水隧道平面及剖面圖(3/3)	5-41
圖 5-1-19	橫坑 1 工程規劃圖	5-53
圖 5-1-20	橫坑 2 工程規劃圖	5-54
圖 5-1-21	原水配水池各方案平面佈置及剖面圖	5-59
圖 5-1-22	原水配水池退水路平面圖	5-60
圖 5-1-23	大甲溪輸水路輸水管路線示意圖	5-62
圖 5-1-24	大甲溪輸水路輸水管段平面圖	5-63
圖 5-1-25	單管方案之常態供水示意圖	5-65
圖 5-1-26	單管方案之備援供水示意圖	5-65
圖 5-1-27	雙管方案之常態供水示意圖	5-67
圖 5-1-28	雙管方案之備援供水示意圖	5-67
圖 5-1-29	輸水管路之標準圖	5-71
圖 5-2-1	大台中地區水資源供需架構圖	5-78
圖 5-2-2	鯉魚潭水庫第二原水管起點相關設施示意圖	5-79
圖 5-2-3	鯉魚潭水庫第二原水管終點相關設施示意圖	5-79
圖 5-2-4	鯉魚潭水庫第二原水管初勘可能路線示意圖 (五條路線)	5-81
圖 5-2-5	鯉魚潭水庫第二原水管路線一位置示意圖	5-82
圖 5-2-6	鯉魚潭水庫第二原水管路線二位置示意圖	5-83
圖 5-2-7	鯉魚潭水庫第二原水管路線三位置示意圖	5-84
圖 5-2-8	鯉魚潭水庫第二原水管路線四位置示意圖	5-85
圖 5-2-9	鯉魚潭水庫第二原水管路線五位置示意圖	5-86
圖 5-2-10	鯉魚潭水庫第二原水管與大甲溪輸水路佈置	5-91
圖 5-2-11	鯉魚潭水庫水位與第二原水管輸水量關係圖	5-91
圖 5-2-12	鯉魚潭水庫第二原水管輸水路線示意圖	5-94
圖 5-2-13	鯉魚潭第二原水管輸水隧道工程規劃圖(1/2)	5-99
圖 5-2-13	鯉魚潭第二原水管輸水隧道工程規劃圖(2/2)	5-100
圖 5-2-14	隧道入口施工規劃示意圖	5-101
圖 5-2-15	鯉魚潭水庫第二原水管明挖覆蓋段剖面示意圖	5-106
圖 5-2-16	鯉魚潭水庫第二原水管—泰安火車站北側埋管示意圖	5-109
圖 5-2-17	鯉魚潭水庫第二原水管—泰安火車站南側埋管示意圖	5-109
圖 5-2-18	鯉魚潭水庫第二原水管—斜坡段佈置及地質平面圖	5-110

圖 5-2-19	鯉魚潭水庫第二原水管一斜坡段佈設示意圖	5-110
圖 5-2-20	鯉魚潭水庫第二原水管與電纜廊道橫交段平面示意圖	5-111
圖 5-2-21	鯉魚潭水庫第二原水管與電纜廊道橫交段剖面示意圖	5-112
圖 5-2-22	鯉魚潭水庫第二原水管過河段平面位置圖	5-113
圖 5-2-23	鯉魚潭水庫第二原水管一過河段之水管橋方案	5-118
圖 5-2-24	鯉魚潭水庫第二原水管一過河段之倒虹吸工方案	5-119
圖 5-4-1	本計畫調度中心（含石岡壩管理中心改建）預定位置示意圖 ...	5-123
圖 8-2-1	大甲溪輸水路工程橫坑 1 洞口佈置示意圖	8-5
圖 8-2-2	大甲溪輸水路工程橫坑 2 洞口佈置示意圖	8-5
圖 8-2-3	鯉魚潭水庫第二原水管隧道入口施工佈置示意圖	8-7
圖 8-2-4	鯉魚潭水庫第二原水管隧道出口施工佈置示意圖	8-7
圖 9-1-1	本計畫運用輸水工程營管分工圖	9-3
圖 9-2-1	本計畫水源營運組織架構圖	9-6
圖 9-2-2	台中地區公共用水水源供應流程圖	9-7
圖 9-2-3	本計畫水源營運監控架構圖	9-8
圖 9-3-1	台中地區大安溪鯉魚潭水庫第一及第二原水管故障供水分配圖 .	9-10
圖 9-3-2	台中地區大甲溪石岡壩無法取水供水分配圖	9-11
圖 9-3-3	台中地區豐原淨水場供水系統故障供水分配圖	9-13
圖 9-3-4	台中地區鯉魚潭淨水場供水系統故障供水分配圖	9-13
圖 9-3-5	台中地區后里淨水場供水系統故障供水分配圖	9-14
圖 9-5-1	遺傳演算法演算流程圖	9-19
圖 9-5-2	遺傳演算法優選水庫規線流程圖	9-22
圖 9-5-3	修正後之操作規線與原始規線比較圖	9-24
圖 10-3-1	大甲溪輸水路原水售水價格與 IRR 值之關係圖	10-10
圖 11-1-1	本計畫敏感區域位置圖	11-3
圖 11-5-1	苗栗縣說明會現場相片	11-15
圖 11-5-2	台中縣說明會現場相片	11-16

結論與建議

一、結論

- (一)本計畫以「大安大甲溪水源聯合運用輸水工程」連接大安溪與大甲溪水源，配合下游自來水公司新建后里淨水場及送水管，將可有效達成兩水系之水源聯合運用。計畫完成後，平均供水能力可達每日193萬噸，較現況每日165萬噸增加28萬噸(含效能提升及增供水量)，亦即在不新設大型蓄水設施情況下，經由改善現況聯合運用瓶頸、充分利用既有設施，每年增加供水量約1.022億噸，大幅提升水源調度及備援能力，對大台中地區之公共用水穩定供應助益甚鉅。
- (二)本計畫完成後除提供台中地區公共用水成長之水源需求外，並可解決大甲溪高濁度期間水源備援能力不足並提升大甲溪水源利用率、增強供水系統因應濁度、災變及標的用水枯旱備援調度能力，對台中地區建構一套長遠穩健之水源調度、備援供水系統。
- (三)本計畫包含「大甲溪輸水路」及「鯉魚潭水庫第二原水管」兩項工程，其中大甲溪輸水路於石岡壩上游200公尺右岸新設取水口取水，計畫最大取水量每日150萬噸，可將大甲溪剩餘水量經由輸水隧道及輸水管送至后里淨水場、鯉魚潭淨水場及后里圳。另，鯉魚潭水庫第二原水管由「鯉魚潭水庫發電取水口設置備援出水工程」銜接取水，計畫輸水量為每日110萬噸，主要作為大甲溪高濁度期間由鯉魚潭水庫增加出水因應，並兼具既設原水管之設施備援功能。
- (四)大甲溪輸水路工程規劃延伸420公尺與台中水利會后里圳幹線串接，平時可將大甲溪剩餘水量調配至后里圳灌區，原供應后里圳之大安溪水源則引至鯉魚潭水庫蓄存，增加公共用水供水能力；另於枯早期，即使大甲溪無剩餘流量，亦可在台中水利會既有農業用水權益下，利用大甲溪輸水路將大甲溪灌溉節餘水量調度支援大安溪灌區，補充大安溪枯早期灌溉水源不足，俾利農業用水靈活調度。
- (五)本計畫之輸水隧道穿越台中及苗栗兩縣麓山帶，包括「大甲溪輸水路」及「鯉魚潭水庫第二原水管」之隧道段總長共計5,750公尺；沿線橫交地質構造有頂埔斷層、埤頭山斷層及三義斷層，地層岩性主要為砂岩(36%)、砂頁岩(44%)及礫石層(20%)，岩覆厚度約20~170公尺；由鑽孔觀測地下水變動小，水平鑽孔鑽及破碎帶時之最大出水量僅每分鐘

20公升；另推估本計畫隧道之最大滲水量小於每分鐘40公升，不至影響施工或造成隧道坍塌、地下水位顯著變動。

- (六)本計畫「大甲溪輸水路」及「鯉魚潭水庫第二原水管」兩輸水路均採重力輸水至淨水場；其主要工程項目包括取水口、輸水隧道、輸水管及相關附屬設施等，符合安全經濟之要求，為國內可勝任之工程技術，整體評估其工程可行。
- (七)本計畫總工程費估計需新台幣73.00億元，推算年計成本6.41億元，計畫完成後年淨增供水量為1.022億噸(含效能提升及增供水量)，並可於大甲溪高濁度時由鯉魚潭水庫增加出水以穩定供水，計畫之年計效益7.56億元，本計畫之整體益本比約為1.18，原水成本為6.27元/噸，相較其它大型水資源設施原水成本10~12元/噸而言，顯較具經濟性。

二、建議

- (一)本計畫屬工程可行性規劃階段，其中輸水隧道計畫路線之地下水文、地質等調查分析數量有限，設計階段宜再辦理必要之補充調查及試驗分析，以利進一步掌握地層條件並據以研擬對策。另有關大甲溪原水含砂量與水質濁度實測資料有限，建議宜於石岡壩上游至長庚橋間左右岸選擇適當位置長期取樣監測，並於高濁度時檢測懸浮顆粒粒徑組成，以利未來設計及營運操作之參考。
- (二)因計畫區用水需求迫切，且隧道工程規模大而相對可能變數較多，建議本計畫儘早推動，以期因應台中地區之用水需求。
- (三)為使本計畫完成後能如期如質發揮機能，建議台灣自來水公司配合本計畫完工後半年內完成興建后里第二淨水場及其下游送水管工程，俾利整體供水系統方案之功能揮發。
- (四)綜合整體水源供需情勢，因921大地震造成集水區大甲溪流域土石鬆軟情況，已因自然復育及地層壓密獲得改善，故「濁度影響」壓力較本計畫規劃初期之舒緩，如財務籌措困難，則建議本計畫優先興建「大甲溪輸水路工程」因應用水需求之成長，其工期約需四年，總工程費39.74億元，加計用地取得及設計等籌備作業，預計總期程共為五年。而「鯉魚潭水庫第二原水管工程」因須配合后里第二淨水廠興建期程，故列為第二優先，本項工程工期需四年，含用地取得及設計等籌備作業，預計總期程共為五年，總工程費共33.26億元。

- (五)本計畫屬水源工程，建議由政府興建投資。其中鯉魚潭水庫第二原水管屬備援性質，建議以投資自來水公司方式辦理，由水公司負責施工及營管。
- (六)因自來水價未能調整至合理範圍，售水效益相對較低，且本計畫屬水源調度及供水備援設施，故原水售價現階段僅規劃用水人負擔營運成本(OMR)。原水售價建議未來依設施實際使用及管理需求，由管理單位與用水人進一步協商研訂。
- (七)本計畫大甲溪輸水路取水口，係於石岡壩攔水蓄水機能正常下始可發揮取水機能，雖石岡壩經921地震受損後經歷年之安全評估及檢查結果，可知其目前仍屬堪用狀況，且根據921地震後石岡壩之修復經驗，若再次發生如921地震之災害時，要對其進行修復尚屬可行。建議未來仍應持續辦理石岡壩之監測維護工作，以掌握石岡壩實際使用狀況。另如石岡壩未來受天災影響至無法修復，建議優先儘速推動八寶攔河堰工程計畫，以穩定台中地區用水。

摘 要

一、計畫緣起

自民國91年「中部科學工業園區」一、二、三期進駐開發後，中科園區陸續開發，廠商進駐踴躍並產生中科效應帶動周邊產業群聚與經濟繁榮。然因產業與人口相繼移入，台中地區公共用水(含家用及公共給水、工業用水)水源主要來自大安溪鯉魚潭水庫及大甲溪石岡壩，由於鯉魚潭水庫受制於僅一出水口及原水送水管，供水能力受限；而於921地震後自來水管線漏水率升高，大甲溪每逢颱風溪水濁度飆升影響淨水場供水能力。因近年社會經濟發展快速，致用水需求快速成長，預估台中地區未來公共用水之水源水質水量供應，將面臨高濁度期間備援不足及長期水源不足供水問題，加上近年氣候變遷造成豐枯加劇，致使台中地區未來供水面臨嚴峻挑戰。

為解決台中地區高缺水風險並提供質優量穩之水源，水利署爰研提以提昇備援調度能力之「台中地區公共用水穩定水源及供水方案」，本計畫為該方案之水源計畫亦為后里第一、第二淨水廠之水源工程，為利供水方案後續之推動，爰辦理「大安大甲溪水源聯合運用輸水工程可行性規劃」(以下簡稱本計畫)。本工程規劃成果除本總報告外，另地質調查與鑽探專題報告、用地調查專題報告及測量成果專題報告等3冊專題報告補充說明。

二、計畫效能評估

本計畫完成後，台中地區供水系統在常態供水、水源調度及系統備援等三方面，將具備下列效能：

(一)供水能力提升

本計畫採民國64至93年水文紀錄模擬分析，兩水系於本計畫完成聯合運用前供水能力為165萬立方公尺/日(CMD)；本計畫完成後配合下游自來水公司一併興辦之后里淨水場及下游送水管工程，則聯合運用後之供水潛能為193萬CMD，如圖2所示，供水能力可提升28萬CMD(含增供水量及效能提升)，即每年平均增供水量約1.022億噸。

(二)增加水源調度彈性及靈活度

本計畫之大甲溪輸水路已規劃延伸420公尺輸水管至台中水利會之后里圳幹線串接，可調度大甲溪水源以替換后里圳在大安溪之農業用水轉存鯉魚潭水庫，提升水資源利用率；另於枯旱時，亦可利用大甲溪輸水路於台中水利會既有灌溉用水權益下，調度部分大甲溪灌溉節餘水量支援大安溪灌區，如圖3所示；即本計畫具備跨流域、多標的水源之調度效益，可落實大安溪與大甲溪之水資源聯合運用。

(三)設施備援能力提升

本計畫以「大甲溪輸水路」及「鯉魚潭水庫第二原水管」串接大甲溪與大安溪水源，台灣自來水公司配合增建后里淨水場(計畫80萬CMD)及送水管工程後可與豐原淨水場(現況90萬CMD)及鯉魚潭淨水場(現況110萬CMD)建構三套獨立且可互為備援之供水系統，如圖3所示；於高濁度時之備援能力估計可提升80萬CMD，將可有效解決台中地區颱風期大甲溪濁度升高影響供水問題。

三、工程規劃

本計畫輸水路配置如圖1所示，工程佈置內容概述如下：

(一)大甲溪輸水路工程

全程6,860m，計畫最大取輸水量為150萬CMD，其中最大可調度130萬CMD公共用水原水至鯉魚潭及后里淨水場，另最大可調度60萬CMD至台中水利會后里圳替換灌溉用水。主體工程包括取水工、輸水隧道及輸水管路等，其佈置如下：

- 1.取水工：取水口設於石岡壩右岸堰軸上游約200m凹岸處，取水量18cms，計畫取入水深0.9m，採鐘形入口形式，分設四道制水閘門，總寬23m，經10m漸變段銜接輸水隧道。計畫取水位EL.272.9m，底檻EL.271.0m上加1m活動插版，防止粗顆粒土砂進入，另於石岡壩庫區辦理清淤降低水位時，可移除插版，最低取水位EL.271.0m，維持正常取水機能。
- 2.輸水隧道工程：長4,250m送水至原水配水池，採重力自由流輸水

18.0cms(約150萬CMD)，內徑4m馬蹄形斷面，平均坡降1/2,000。
為縮短施工工期，分別於1k+973及3k+450兩處設置橫坑。

3.原水配水池：由隧道自由流至輸水管滿管流間，設原水配水池穩定流況，而原水配水池及分水點設置控制房或機房以利操作維護。

4.明挖段輸水管路工程

輸水管路部份全長共2,610m，區分為下列三段：

(1)共管段：由原水配水池閘閥室1至閘閥室2之共管段採150萬CMD規劃。為滿足輸水容量、管線老舊汰換、蝶閥控制問題及運轉維護情況時之備援，且須配合大安溪及大甲溪水源調配操作，以利穩定供水，故本管段採雙管併聯佈設，管徑各為2,400mm及2,000mm，管長皆為1,370m。

(2)鯉魚潭淨水場段：為增加水源調度之彈性，輸水量以供水末端需求量規劃，故閘閥室2至后里第一淨水場採130萬CMD規劃管徑3,000mm，管長300m。另，后里第一淨水場串聯鯉魚潭淨水場之輸水管則採鯉魚潭場之淨水能力110萬CMD規劃，管徑2,600mm，管長520m。

(3)農業用水管段：為滿足常態供水與緊急調度系統之功能，並且供應后里圳(60萬CMD)交換鯉魚潭水庫水源，閘閥室2至后里圳，管徑2,000mm，管長420m。

(二)鯉魚潭水庫第二原水管工程

本工程自「鯉魚潭水庫發電取水口備援出水工」之預留銜接口取水，輸送至大甲溪輸水路閘閥室2之銜接處止；計畫輸水能力為110萬CMD，送水標的為鯉魚潭及后里第一、第二淨水場。本工程區分為三部分規劃佈置如下：

1.輸水隧道內襯鋼管工程：隧道斷面考量施工需求採半徑2m之標準馬蹄形斷面，內襯管徑 ϕ 2,600mm鋼管俾利壓力流重力送水；隧道段長約1,500m，計畫坡降為1/60。

2.明挖段輸水管路工程：區分為大安溪左、右岸，長約4,154m，原則

上設置於既有道路、防汛道路或鄰近農地之地表下1.5~2.0公尺，原則上以打設鋼板樁(或鋼軌樁)擋土後明挖施作，底鋪厚1m砂層，再以低強度材料(CLSM)回填。各管段之佈置分述如下：

(1)大安溪右岸

由鯉魚潭水庫備援出水工銜接點起沿水庫後池左岸埋管至隧道入口；另隧道出口至過河段前(大安溪斷面28~30)，輸水管沿大安溪右岸高灘地或防汛道路埋設，其上游側(大安溪斷面29~30)因現況無堤防需配合新設置堤防保護。

(2)大安溪左岸

大安溪左岸之管段原則上既設防汛道路或鄉道埋管，至新縱貫山線鐵路時因既設路寬僅5~6m且橋墩為展式基礎，為安全起見，於鐵路東側另徵收私有地埋管。而管線至后里台地東北隅之台地崖，因崖坡約達33°又考量管線橫交后里圳及臨近台鐵八號隧道等既設構造物，故該斜坡段採明管配合止震墩固定設置。後段(6k+190~6k+220)與台電電纜廊道橫交，則以局部明管架高橫越電纜廊道上方。

3.水管橋工程：由大安溪河道流況評估，本管路工程選定於舊縱貫山線鐵路橋下游約200m處跨河(2k+580~3k+400m)，全長820m，基於第二原水管之重要性及可能災損搶修時效，採鋼拱水管橋規劃，設計9支墩柱分10跨，平均每跨距80m，輸水管採管徑2,600mm之鋼管。

(三)調度中心及營運管理系統

石岡壩既有管理中心自民國66年興建迄今，已逾30年，且經921地震影響，目前設施老舊且空間不足；為辦理前述水源調度及監控，計畫新建調度中心辦理台中地區水源調配之營運管理作業，並同時擴充既有石岡壩管理中心機能。新建調度中心於石岡壩既設管理中心旁覓地興建，其地上物總計3層半(各層樓面積約150坪，合計約525坪)。

四、聯合營運管理計畫

(一)營運管理計畫

本計畫完成後之營運管理，將納入現有「台中地區水源調度小組」辦理水源調度及用水協商，有關水源調配、水情評估及水源分析等幕僚作業則由中水局擔任。

本計畫新建設施之管理按工作屬性及其設施區位劃分權責，依水利署98年4月23日之會議紀錄(附錄二)，大甲溪輸水路之取水口操作、備援出水工等，直接與石岡壩或鯉魚潭水庫有關(含取水量、水位控制、排洪等)，故規劃由水利署中水局統籌管理。另輸水隧道為水力隧道，其後接原水配水池與取水之水位流量控制、排砂、退水等水利屬性且工程規模大，故規劃由水利署中水局轄管，俾與石岡壩整併，提高運轉維護效率。另依水源分析顯示，為提升水資源利用率，本計畫之大甲溪輸水路規劃延伸420公尺輸水管至台中水利會之后里圳幹線串接，在大甲溪水源充沛時，可調度大甲溪水源以替換后里圳在大安溪之農業用水轉存鯉魚潭水庫約0.35億噸，此農業用水部分係調度水源之用，為謀求其整體性協調及事權統一，故原水配水池出水口以下後管段，其餘管路及附屬設施均由台灣自來水公司負責營管，如表1所示。

表1 本計畫設施營運管理分工表

	設施項目	營運管理機關	備註
一	1.大甲溪輸水路—取水口 2.大甲溪輸水路—輸水隧道 3.大甲溪輸水路—原水配水池及退水路	水利署中水局	水源工程
二	1.大甲溪輸水路—輸水管 2.大甲溪輸水路—閘閥室1、閘閥室2 3.鯉魚潭水庫第二原水管	台灣自來水公司	輸水管線 水場側控制閘類

(二)大安溪及大甲溪水源聯合運用原則

為有效利用大安溪及大甲溪水資源並穩定滿足台中地區用水需求，達大安溪與大甲溪有效聯合運用為目標，本計畫在現有供水設施基礎上增設水源聯合運用輸水工串接兩水系(如圖1)；計畫完成後之供水策略係於平時優先利用大甲溪川流水，而大甲溪颱風期河水濁度升高時則反由鯉魚潭水庫滿載供應，其運用原則如下：

- 1.大甲溪石岡壩原水濁度低於3,000NTU時，於確保下游用水權益及生態放流量後，台中地區公共用水優先由石岡壩取水輸水至豐原淨水場、后里淨水場及鯉魚潭淨水場處理供應，如公共用水仍有不足，則再由鯉魚潭水庫或區域地下水水源處理供應；另石岡壩如仍有剩餘水量，則由右岸新建取水口取水經大甲溪輸水路供應后里圳，替換農業用水蓄存於鯉魚潭水庫。
- 2.大甲溪石岡壩原水濁度大於3,000NTU時，台中地區公共用水需求優先由鯉魚潭水庫滿載供應鯉魚潭淨水場及后里淨水場處理出水，如公共用水供水仍不足，則再由區域地下水源或石岡壩與食水料溪水源混合稀釋供應豐原淨水場處理供水補足。
- 3.枯水期如大安溪灌區灌溉水源吃緊，台中水利會可與中水局協商在既有用水權益下調度，利用大甲溪輸水路調度大甲溪灌區灌溉節餘水量因應。

五、用地調查及補償費估算

本計畫「大甲溪輸水路工程」之工程用地面積為12.04公頃，「鯉魚潭水庫第二原水管工程」之用地面積為5.46公頃，用地面積合計為17.50公頃。其土地權屬統計如表2所示。

依據國內現行條例辦理土地徵收及地上物補償調查及分析，土地徵收補償之總費用包括土地徵收費、地上物補償費、施工獎勵金、預備金、作業費等五項，總計為2億7,381萬元。

六、工程費估算

本計畫總工程費依工程內容、數量估算直接工程費，加計用地費、間接工程費、預備費等，總工程費為73.00億元，加計施工期間利息計約4.96億元，建造成本合計為新台幣77.96億元如表3所示。

七、經濟分析及財務計畫

本計畫年增供水量1.022億立方公尺(含年增供水量及提升效能)，經濟分析年限採50年，年利率以3%計，年計成本(含利息、償債積金、期中換新準備金、保險與稅捐、年運轉成本)約為6.41億元，運轉淘汰換新成本(含期中換新準備金、年運轉成本)為2.93元/噸。單以水源工程投資成本評估，其年效益為7.56億元，益本比約為1.18。

本計畫總工程費按五年度編列，分別為0.79億元、5.94億元、24.32億元、18.53億元、23.40億元。經費分擔原則採大甲溪輸水路自取水口至原水配水池(含退水路)部分由公務經費辦理；大甲溪輸水路原水配水池以下輸水路及閘閥、鯉魚潭水庫第二原水管以公務經費投資自來水公司方式興辦。

八、替代方案

為因應台中地區之未來水源供水問題，由區域內相關水源計畫檢討評估，作為本計畫之可能替代方案為海水淡化方案；經評估現階段仍以本計畫為較佳方案。

表2 本計畫各分區土地權屬統計表

分區 \ 項目		用地面積(公頃)					用地筆數(筆)	
		未登錄	已登錄			合計	公地	私地
			公地	私地	小計			
大甲溪 輸水路	取水口段	0.17	0.00	0.14	0.14	0.31	1	4
	隧道段(含橫坑)	0.42	0.15	5.36	5.51	5.93	2	119
	明挖覆蓋段(含原水 配水池與退水路)	0.30	1.32	4.18	5.50	5.80	29	63
	小計	0.89	1.47	9.68	11.15	12.04	32	186
鯉魚潭水 庫第二原 水管	輸水隧道段	0	0.35	1.89	2.24	2.24	12	9
	輸水管段	0.50	0.45	2.27	2.72	3.22	51	72
	小計	0.50	0.80	4.16	4.96	5.46	63	81
合計		1.39	2.27	13.84	16.11	17.50	95	267

表3 總工程經費估算表

工作項目	經費(仟元)	備註
一、設計階段工作費	299,700	
1.基本設計作業費	99,900	按直接工作費之2%
2.詳細設計作業費	199,800	按直接工作費之4%
二、用地取得	273,813	
1.土地徵收補償費	221,446	
2.配合施工獎勵金及救濟金、預備金及用地作業費	52,367	
三、工程建造費	6,726,487	(一)+(二)+(三)+(四)
(一)直接工作費	4,994,150	
1.大甲溪輸水路	2,191,014	
(1)取水口工程	111,205	
(2)輸水隧道工程	1,070,696	
(3)輸水管路工程	901,118	
(4)原水配水池及退水路工程	107,995	
2.鯉魚潭水庫第二原水管	1,995,944	
(1)輸水隧道工程	622,281	
(2)輸水管路工程	983,036	
(3)過河段水管橋工程	310,632	
(4)堤防工程	79,995	
3.調度中心及營運管理系統	134,512	
4.雜項工程	432,147	約1~2項和之10%
5.周邊環境改善工程	142,609	約1~4項和之3%
6.施工安全衛生及環保措施	97,925	約1~5項和之2%
(二)間接工作費	606,789	約直接工作費之12%
(三)工程預備費	898,082	約直接工作費之18%
(四)物價調整費	227,465	按年平均上漲3.5%計
四、總工程費	7,300,000	一+二+三
五、施工期間利息	495,894	
六、建造成本	7,795,894	四+五

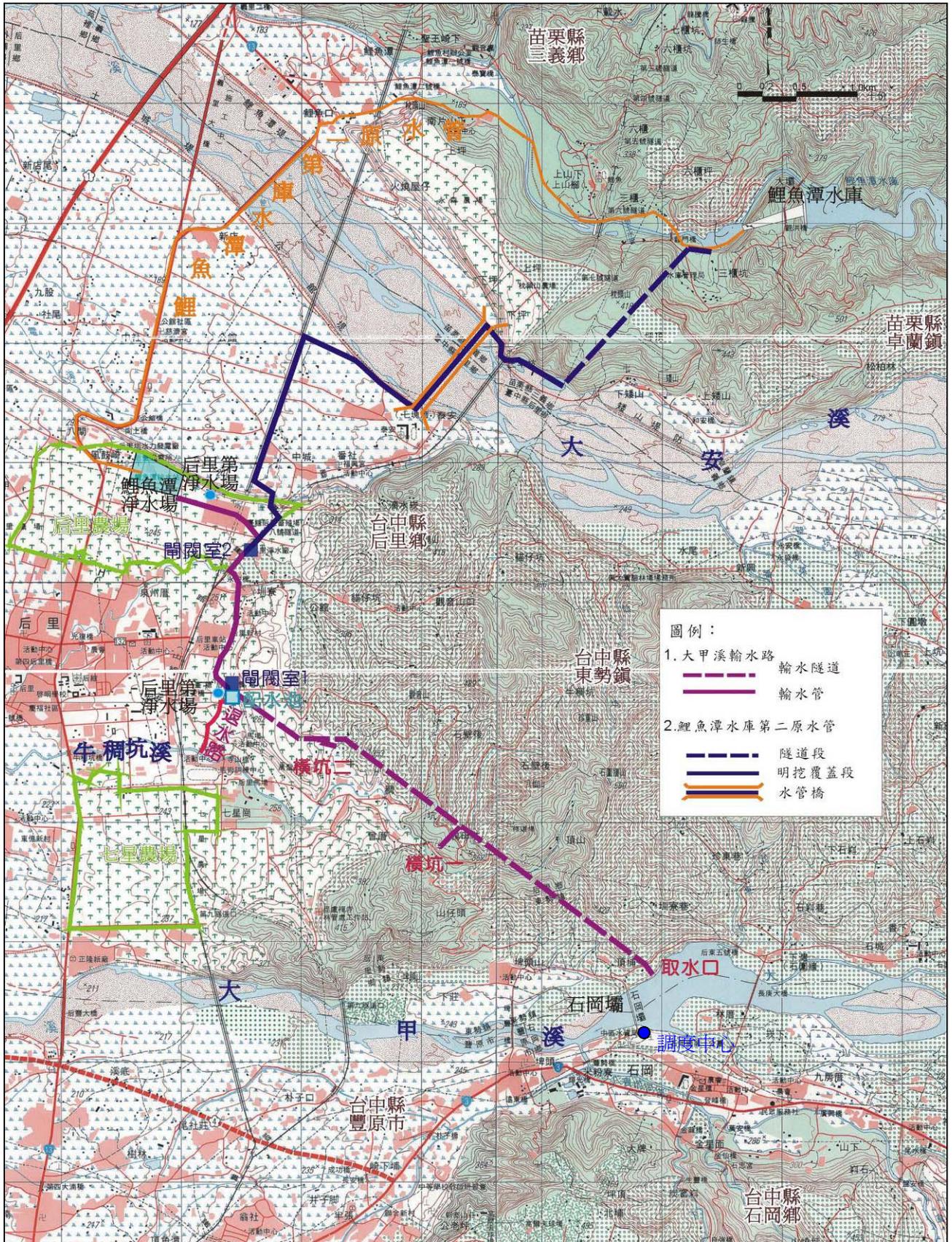


圖1 本計畫位置及主要設施配置圖

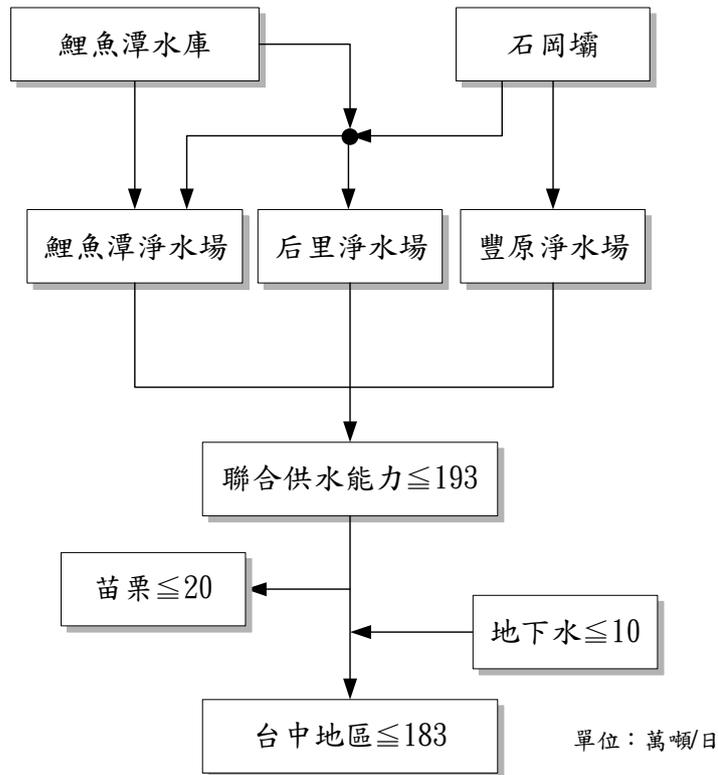


圖2 本計畫及下游自來水公司后里淨水場完成後台中地區供水示意圖

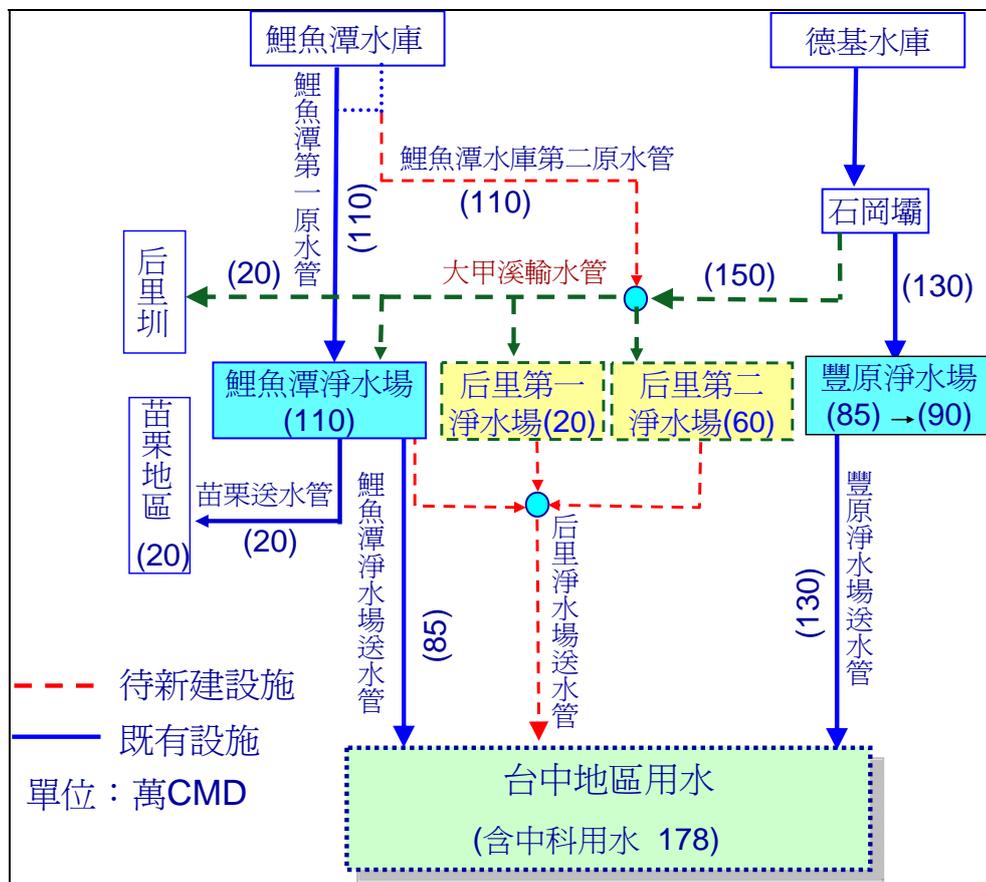


圖3 本計畫輸水新建工程與既有設施關係圖

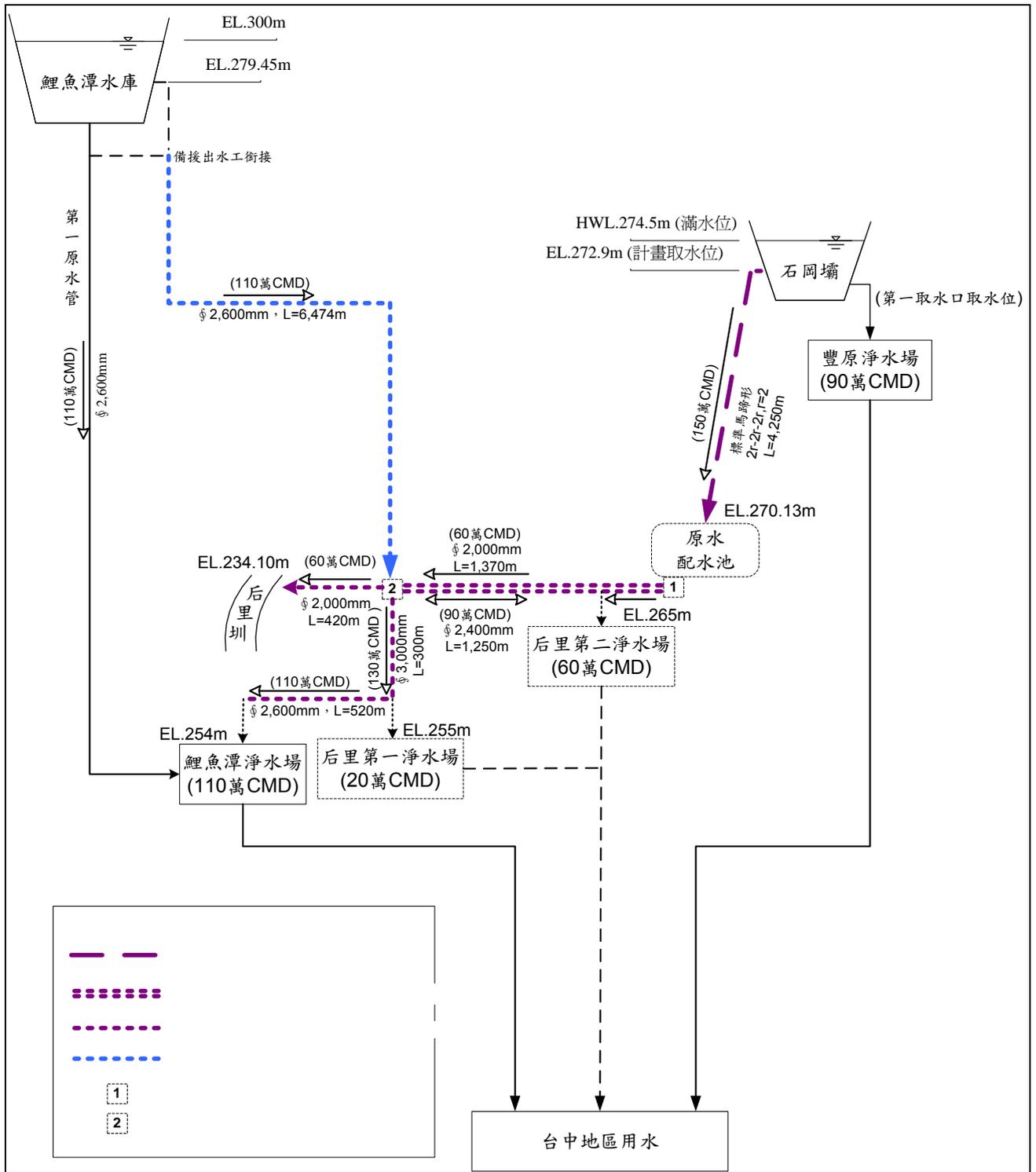


圖4 本計畫輸水系統及操作水位示意圖

Abstract

I. Project Origin

The main water sources of the public demand (including domestic, public water supply and industry use) in Taichung Metropolitan Area (TMA) belong to the Liyutan Reservoir (LYTR) in the Da-An River (DAR) and Shi Gang Dam (SGD) in the Da-Chia River (DCR). Moreover, the LYTR water supply capacity is restricted because of its only an outflow outlet and raw water supply pipeline (RWSP), the rapidly increased demand results from swift society and economy development, the leakage of water supply pipeline (WSP) has increased after the 921 Earthquake; water supply capacity for the treatment plant is affected by the abrupt increase of turbidity during typhoon and flood in the DCR. Thus, severe challenges of TMA water supply are to be encountered due to these above-mentioned facts.

This project is concerned by water sources which is under 「Plan for stable water sources and water supply for TMA public consumption」 for upgrading the ability of supplementary adjustment is studied to solve TMA high shortage risk and supply by Water Resources Agency (WRA) ; therefore, 「Feasibility Planning for Water Supply Engineering of Conjunctive Use of Water Sources in the DAR and DCR」 (abbreviated as this engineering as follows) is to be carried out for advantage on its promotion in next phase. In addition to such comprehensive report, planning results in this engineering also include 3 volumes of special branch topic report— pipeline engineering planning, geological survey and land use survey for supplementary information.

II. Project Efficiency Evaluation

After the completion of this engineering, benefits for 3 parts— enhance water sources supply, water sources adjustment and supplementary system, etc. This project water source supply systems are shown as follows :

(I) Upgrade of water supply ability

Potential water supply capacity (WSC) of both systems before and after their completion of conjunctive use are 1.65 and 1.93 millions CMD (also in match with merged construction of Hou Li Treatment Plant (HLTP) and water sources supply pipeline engineering (WSPE) in the downstream), respectively. Meanwhile, the available WSC is upgraded up to 0.28 million CMD (including WSC increase and efficiency improvement), i.e. 0.1022 billion ton/yr for the average annual WSC increase.

(II) Increase of flexibility and adjustment in water sources

The DCR WSP of this engineering has planned to install an extended 420 m WSP connected into the main of Hou Li Irrigation Channel (HLIC), Taichung Agricultural Irrigation Association (TAIA), which can adjust the DCR water sources in place of DAR agriculture demand with LYTR in order to increase the rate of water resources use. Moreover, under the priority of existing TAIA irrigation demand, the DCR WSP can also be used to adjust parts of DCR irrigation excess for the supplementary water supply in DAR irrigation area during drought.

(III) Improvement in the supplementary capacity of facility

「DCR WSP」 and 「LYTR 2nd RWP」 in this engineering are used to connect the water sources of DCR and DAR; after in match with reconstruction of HLTP (0.80 million CMD) and WSP, Taiwan Water Supply Corporation (TWSC), 3 sets of independent and mutually supplementary WSS also combining with Feng Yuan Treatment Plant (FYTP, 0.90 million CMD) and Liyutan Treatment Plant (LYTTP, 1.10 millions CMD) are to be carried out. Meanwhile, the estimated increase of supplementary capacity during high turbidity can be up to 0.80 million CMD; the relevant water supply problem on the influence of

DCR turbidity increase in TMA is to be solved during typhoon and flood.

III. Engineering Planning

The engineering planning layout are generally shown as follows :

(I) Water supply pipeline engineering in the Tachia River

Total length is 6,860 m and design maximum intake capacity (DMIC) is about 1.50 million CMD. Moreover, among such DMIC, adjustable 1.30 and 0.60 million CMD are used for public demand raw water discharged into LYTR and HLTP and replaced agriculture demand outflowing into TAIA HLIC, respectively. The main engineering includes intake engineering, water supply tunnel engineering, raw water adjustment pool and open excavation section of water supply pipeline engineering, etc..

(II) LYTR 2nd raw water pipeline engineering (RWPE)

Its DMIC is about 1.10 million CMD; planning layout in this engineering is divided into 3 parts – inner lining steel pipeline engineering for water supply tunnel, open excavation section of water supply engineering and pipeline bridge engineering.

IV. Conjunctive Operation and Management Plan

(I) Operation and Management Plan

According to the WRA meeting record on April 23, 2009 (shown in the appendix II), relevant assignment for new construction facility operation and management is based on work property and facility classification in this project and indicated in the Table 1.

Table 1 Assignment for facility operation and management in this project

Item No.	Facility Item	Operation and Management Units	Notes
I	1. Water supply pipeline (WSP) in the Ta Chia River (DCR) – intake inlet 2. DCR WSP – Water supply tunnel 3. DCR WSP – Raw water adjustment pool (RWAP) and deflood channel	Central Regional Water Resources Bureau (CRWRB), WRA, MOEA	Water sources engineering
II	1. DCR WSP – WSP 2. DCR WSP – Gate valve room (GVR) 1, GVR 2 3. The 2 nd raw water pipeline (RWP) of LYTR	Taiwan Water Supply Corporation (TWSC)	Types of lateral check valve of water supply pipeline in the water treatment plant

(II) Principles of water sources conjunctive use in the Da-An River and Da-Chia River

For the sake of making effective use of water resources in the DAR and DCR and stably meeting the TMA demand, the purpose of this project is based on the existing water supply facility to make both conjunctive use by means of increasing the installation of water supply work (WSW) to connect both water supply system. Moreover, water supply strategies after this project completion include the superior use of DCR in usual but inversely full water supply via the LYTR if DCR turbidity increases during typhoon and flood.

V. Land Use Survey and Compensation Estimate

In this project, the relevant areas of engineering land of the 「DCR WSP engineering」, 「LYTR 2nd RWP engineering」 and their total land use are 12.04, 5.46 and 17.50 hectares (ha). Furthermore, their total expropriation land compensation cost is up to 0.27381 billion New Taiwan Dollars (NTD).

VI. Engineering Cost Evaluation

Besides 0.496 billion NTD interest cost under construction in this project, its total engineering cost (TEC) and construction cost (CC) are 7.300 and 77.96 billions NTD, individually.

VII. Economical Analysis and Financial Plan

Annual increase water supply (AIWS) (including AIWS and upgrade efficiency) is 0.1022 billion cubic meters (BCM) in this project. Moreover, according to 50 years of economical analysis term and 3% annual interest rate (AIR), its annual cost (AC) and unit raw water cost (RWC) are about 6.41 billion NTD and 6.27 NTD/ton, respectively. Thus, only judging from the evaluation of investment cost (IC) of water sources engineering (WSE), its annual benefit (AB) is about 0.756 billion NTD, annual net benefit (ANB) is -0.084 billion NTD or so and the ratio of benefit to cost (B/C) is about 1.18.

If there is a 5 years construction term recommended in this project, then its TEC can be divided into 0.079, 0.594, 2.432, 1.853 and 2.340 billion NTD, respectively. Meanwhile, its budget allotments are carried out via the official duties cost (ODC) in the parts of DCR WSP from its intake inlet to the RWAP (including the deflood channel) and the type of the ODC invested into the TWSC for the WSP below the DCR RWAP, gate valve and the LYTR 2nd RWP, separately.

VIII. Alternative Plan

As a results of review and evaluation of the relevant water sources plans for solving the problem on water supply in TMA, the possible alternative plans include 2 cases—sea water desalination (SWD) and Taichung Artificial Lake (TAL) in this project. However, according as this planning objectives among these cases are the TMA water supply system (WSS) to be used for meeting the adjustment in disaster, drought and turbidity and supplementary capability; a set of

stable and long term WSS to be built up for ensuring TMA water supply stable and lessening the shortage risk, this project is still used as the better plan in the current phase if present demand urgency and relating demand bottle neck in need of solution.

IX. Conclusions and Recommendations

This project can not only meet the abrupt growth of TMA public demand but also solve problems such as insufficiently supplementary capacity of water sources during high turbidity and so on.

Due to urgent demand in project scope and tunnel engineering in large scale and with many unknowns, this engineering to be carried out is recommended in order to meet the TMA demand as soon as possible.

第一章 計畫背景及目的

1-1 台中地區供水問題檢討

自民國91年「中部科學工業園區」開發一、二、三期進駐台中地區後，廠商進駐踴躍並產生中科效應帶動周邊產業群聚與經濟繁榮。然因產業與人口相繼移入，預估台中地區未來產業及民生用水需求將大幅增加，預期既有供水系統將不足以穩定供應用水需求，而未來則將面臨自來水設施不足、備援能力不足、長期水源不足等三大嚴峻之供水挑戰。

台中地區之公共用水(含家用及公共給水、工業用水)現況係由大甲溪及大安溪供應，分別由石岡壩及鯉魚潭水庫取輸水至豐原淨水場及鯉魚潭淨水場處理供應。目前台中地區之供水於大甲溪無濁度問題時，係優先充份利用大甲溪川流水，不足時由鯉魚潭水庫補充供應；如石岡壩進水口遇濁度問題時，則反由鯉魚潭水庫滿載供應，不足量由石岡壩及食水崙溪供應；但整體供水系統仍受限於現況豐原淨水場及鯉魚潭淨水場後端供水系統瓶頸，且兩流域水源無聯通水路可資互補、聯合運用，致水資源利用率難以提昇。

在現有水源設施下，大甲溪及大安溪之供水潛能雖達193萬CMD，惟因鯉魚潭、豐原淨水場之設計處理能力僅500NTU，在此條件下，清水之常態供水能力僅165萬CMD，扣除初期保留苗栗10萬CMD及彰化8萬CMD，再加上地下水源10萬CMD，台中地區現況自來水能力僅有157萬CMD，如圖1-1-1所示。

豐原淨水場設計水質處理能力500NTU、水量處理能力130萬CMD(一廠40萬噸，二廠90萬噸)，惟因受921地震影響，目前實際最大出水能力僅85萬CMD，且目前實際處理能力易受大甲溪原水濁度影響而降低出水能力。依據自來水公司評估，豐原淨水場原水濁度即使於50NTU時，實際出水能力僅約有80萬CMD，超過50NTU時，其出水能力即逐漸降低，超過1,000NTU時，僅達55萬CMD，超過5,000NTU時即無法出水。目前因應方式係於大甲溪原水濁度大於1,000NTU時，由鯉魚潭淨水場滿載出水並啟動食水崙溪備用水源，如圖1-1-2所示。

台中地區目前公共用水需求現況為130萬CMD，以現有之水源及自來水系統供應尚能滿足；惟依據水利署核定之中部科學園區台中基地

一、二、三期用水計畫書，再加上台中其餘工業區及民生用水成長，預計至民國110年，以自來水供水系統抄見率60%計(台中地區自來水抄見率至民國94年底為54.8%，依台灣自來水公司計畫民國110年將改善至60%)，台中地區之公共需水總量將達每日202萬噸(表1-1-1)。現有系統將不敷供應，須另謀對策。

未來台中地區在配合提高供水率及節約用水之情況下(策略之執行除每人每日用水量應維持現況每人每日280公升不予成長外，自來水抄見率並必須進一步提升至全台平均之65%)，民國110年之用水量需求可由預估之202萬噸/日減少至178萬噸/日，惟仍超過台中地區現況自來水供水能力之157萬噸/日。

整合前述，台中地區現況及長期水資源供應面臨三大課題：

一、自來水設施供水能力不足

依前述，台中地區之供水主要仰賴大甲溪及大安溪，在石岡壩及鯉魚潭水庫聯合運用下，原水供應潛能雖可達193萬CMD，惟因受制於後端自來水設施能力，現況常態無受濁度影響時，台中地區之供水能力為157萬CMD，預估不敷民國98年後台中地區之用水需求，如於大甲溪高濁度期間，台中地區供水能力更僅為142萬CMD，無法穩定滿足96年後中科陸續營運成長用水，前述供水瓶頸與預估發生時程如圖1-1-3，故現有之自來水設施瓶頸亟須擴建改善，包括豐原淨水場高濁度期間處理效能提昇及處理能力(500NTU)皆須提昇、及其處理量(85萬CMD)必須擴建或新建淨水場、鯉魚潭淨水場下游之清水送水能力(85萬CMD)必須增加或新增清水管等。

二、備援能力不足

921地震以後，大甲溪濁度增加，且目前中科已開始營運，缺水風險相對提高，惟目前無論水源或自來水設施，均無任何備援設施，因此，除改善自來水設施瓶頸外，尚須增建備援系統，以因應天災氣候異常或設施出狀況時之調度。

三、自來水嚴重漏水及長程水源不足

台中地區自來水供水系統於921地震嚴重受創，自來水抄見率由原地震前約68.79%大幅降至53.72%(表1-1-2)，雖經台灣省自來水公

司進行改善，惟受限於經費，至94年底抄見率僅改善至54.8%，如以現況台中地區130萬噸/日之用水需求，漏水量即高達58萬噸/日，顯示現況自來水漏水相當嚴重且其供水率亟需克服提升。

台中地區自來水抄見率如依台灣自來水公司計畫民國110年時改善至60%，公共用水需求總量達202萬噸/日，即使前兩項課題能夠解決，用水需求仍超出台中地區水源供水能力183萬噸/日，尚有約19萬噸/日之水量缺口，須更進一步以提升自來水抄見率，降低用水需求以為因應。

表 1-1-1 台中地區各時程公共用水需求表

項目	年				備註
	98年	100年	105年	110年	
家用及公共給水(萬CMD)	116.5	122.0	128.4	134.9	1.至民國110年預估人口成長至283萬人，較96年底人口成長19.6萬人。 2.自來水普及率以96.5%估算。 3.每人每日用水量300公升(成長19公升)， 4.自來水抄見率以60.74%估算。
工業用水(萬CMD)	28.5	51.0	66.5	66.7	1.含中科一二三期用水28.2萬噸/日、大台中臨海工業區用水10.45萬噸/日、及仁化工業區、聚興工業區、精密機械園區、大台中經貿科學園區等用水1.37萬噸/日。 2.自來水抄見率以60%估算。
合計(萬CMD)	145.0	173.0	194.9	201.6	家用及公共給水、工業用水合計量

資料來源：1.「中部地區水資源利用整體檢討規劃」，水利署中區水資源局，95.01。

2.97年底用水需求為實際用水量。

表 1-1-2 台中地區近年每人每日用水量及自來水抄見率表

年份(民國)	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97
每人每日用水量(公升)	288	276	281	274	277	277	282	275	277	282
自來水抄見率(%)	68.79	53.72	55.74	56.57	54.46	51.81	54.8	58.50	59.77	60.47

註：民國88年資料僅統計至921地震前。

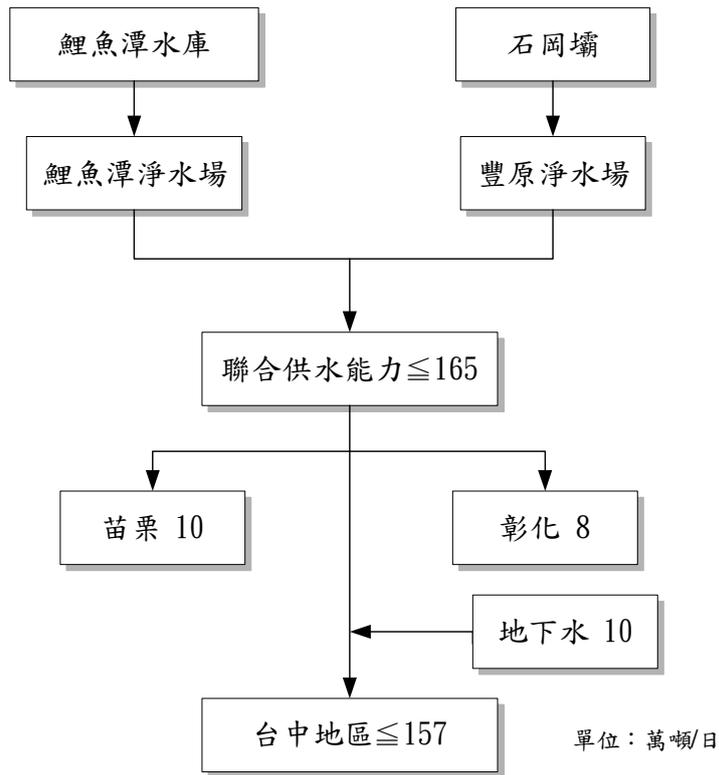


圖 1-1-1 台中地區自來水設施現況常態供水能力(大甲溪濁度<500NTU)

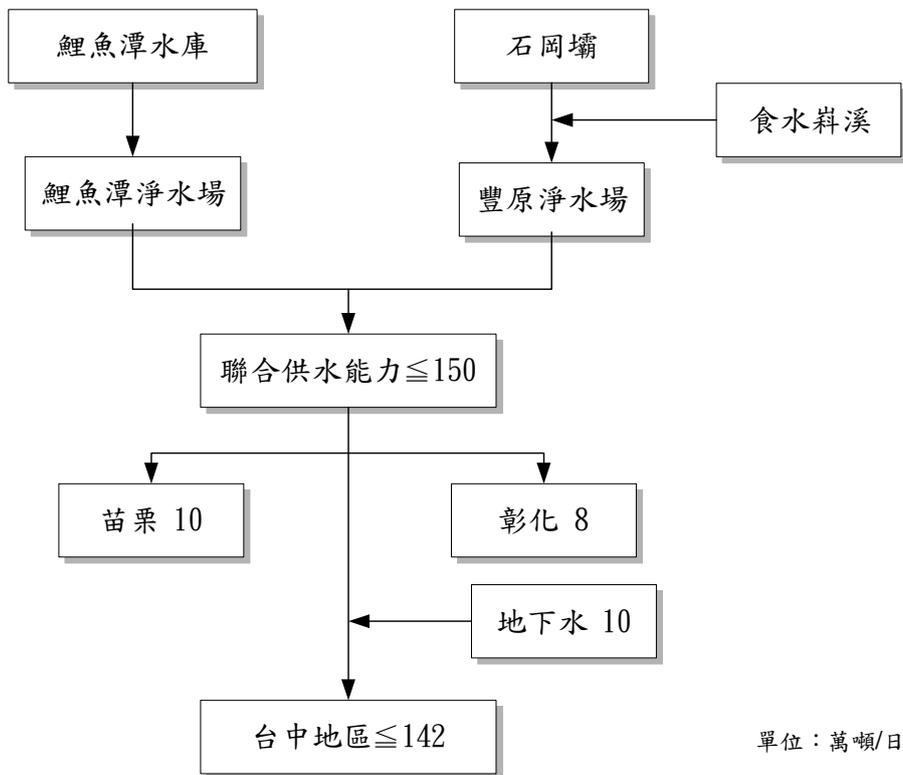


圖 1-1-2 台中地區自來水設施現況常態供水能力(大甲溪濁度>500NTU)

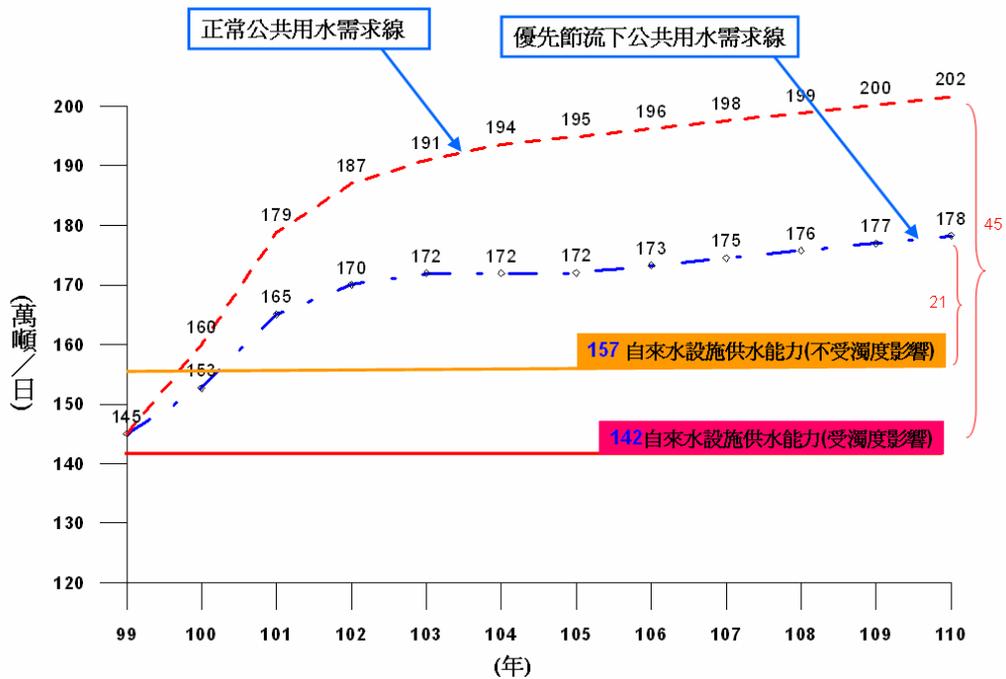


圖 1-1-3 台中各期程供水瓶頸示意圖

1-2 「大台中地區公共用水穩定水源及供水方案」概述

為解決台中地區高缺水風險，行政院95年10月25日第3012次院會決議通過「2015年經濟發展願景第一階段三年衝刺計畫」，其中為提昇備援調度能力之細項計畫為「台中地區公共給水穩定供水方案」，包括「鯉魚潭水庫發電取水口設置備援出水工工程」、「大安大甲溪水源聯合運用輸水工程」（本計畫）、「后里淨水場及送水管工程」、及「降低自來水漏水率管線更新工程」等4項，透過石岡壩及鯉魚潭水庫水源串聯，提高大安大甲溪水源利用效率，期台中地區公共給水供水能力可達每日183萬噸，滿足目標年每日178萬噸用水需求，且可增加二水系之水源調度彈性與靈活度，並提供充份之水源備援，完成後可達提供民眾安心用水及「不缺水」之目標，其方案內容概述如下：

一、鯉魚潭水庫發電取水口設置備援出水工工程

鯉魚潭水庫目前僅有單一出水工取輸水至鯉魚潭淨水場，依據行政院第2899次院會裁示，略以「...請經濟部比照電力建立迴路系統，增加水源及自來水備援供應系統，並妥擬應變計畫，強化供水風險管控能力」，爰利用鯉魚潭水庫既設發電取水口辦理設置備援出水工，並接回既有之原水管，以作為既有取水口備援。並預留鯉魚潭水庫第

二原水管銜接口，以利未來該管延伸至鯉魚潭淨水場及新設后里淨水場。本項工程於95年度完成規劃，民國96年奉行政院臺經字第0960028428號函同意推動。

二、大安大甲溪水源聯合運用輸水工程(本計畫工程，詳第五章)

(一) 大甲溪輸水路工程(含大安大甲水源調度中心)

透過本輸水工程輸送原水至既有之鯉魚潭淨水場及計畫興辦之后里淨水場處理，可增加大甲溪水源利用率及調度靈活性，此輸水管計畫延伸425公尺與台中水利會后里圳串聯，期於大甲溪水量豐沛時，除供應后里淨水場及鯉魚潭淨水場外，並調度供應大安溪后里圳灌溉用水，替換原大安溪后里圳灌溉權益水量蓄存於鯉魚潭水庫，增加蓄水。

(二) 鯉魚潭水庫第二原水管工程

目前鯉魚潭水庫僅有一取水口及一條原水輸水管，受限於既有原水管輸水能力為每日110萬噸，並無法提供目標年大甲溪原水高濁度期間台中地區用水需求約每日220萬噸(含苗栗地區每日20萬噸用水需求)之備援。為降低供水風險並提高颱風期間供水穩定，計畫增設鯉魚潭水庫第二原水管路輸水供應鯉魚潭淨水場及后里淨水場，增加備援出水每日110萬噸。

三、后里淨水場及送水管工程

(一) 后里淨水場工程

本地區供水之主要瓶頸之一為自來水淨水場，惟豐原淨水場因用地限制，已無法再就地擴場，因此需另覓用地增設淨水場。經與相關單位研議後，計畫於中科三期后里基地內及基地外后里火車站東側土地分別設置2座淨水場，其水源以平時大甲溪水源為主，並由前述大甲溪輸水路供應；惟如遇大甲溪高濁度(大於3000NTU)時，水源則改以鯉魚潭水庫水源為主，並由鯉魚潭水庫第二原水管供應。兩淨水場概要說明如下：

1.后里第一淨水場(20萬噸)工程

為因應中科三期用水需求，場址位於中科三期后里基地之后里農場內，以優先供應中科三期后里基地為標的，計畫出水能力為每日20萬噸、水質處理能力3,000NTU。此淨水場經中部科學工業園區管理局與台灣自來水公司協商，將由中部科學工業園區管理局委託台灣自來水公司辦理興建及營運。

2.后里第二淨水場(60萬噸)工程

本淨水場場址計畫利用后里火車站後方之台糖土地、部份國有財產局管轄土地，計畫出水能力為每日60萬噸、水質處理能力3,000NTU。預定配合本計畫期程營運，完成後將納入台中地區公共給水系統統籌調度。

(二) 后里淨水場送水管工程

鯉魚潭淨水場後端至台中地區之清水送水管，目前輸水能力僅每日85萬噸，無法再增加輸水，故於后里第二淨水場完成後，須配合增建送水管輸送清水至台中地區。

四、降低自來水漏水率管線更新工程

台中地區自來水供水系統於921地震嚴重受創，自來水管線漏水相當嚴重且供水率亟需克服提升，如依台灣自來水公司計畫於民國110年時將台中地區自來水抄見率改善至60%，公共用水水源需求總量將達每日202萬噸，仍遠高於台中地區水源供水能力每日183萬噸，每日尚約有19萬噸之水源缺口，未來須配合提高供水率及節約用水，以滿足用水供需，策略之執行除每人每日用水量(LPCD)應維持現況280公升不予成長外，自來水抄見率並須進一步提升至全台平均值之65%，則民國110年公共用水水源需求量可由每日202萬噸減至每日178萬噸，可滿足台中地區用水需求。

其中，維持現況每人每日用水量280公升及自來水抄見率提昇至65%，目標年(110年)台中地區家用及公共給水之水源需求可由每日135萬噸降至每日118萬噸，每日水源需求約可降低17萬噸；而工業

用水之水源需求可由每日67萬噸降至60萬噸，每日減低7萬噸，合計水源需求每日可降低24萬噸。

1-3 計畫目標

本計畫預定達成下列目標：

- 一、提升大安大甲溪水資源利用率、增加水源，以穩定供應台中地區至民國110年優先節流後(包括自來水抄見率提昇至65%及每人每日用水量降至280LPCD)之每日178萬噸公共用水水源需求。
- 二、建構一套安全可靠且可滿足用水之供水系統，使大安溪鯉魚潭水庫及大甲溪石岡壩皆有能力單獨供應台中地區公共給水功能，以增強因應災變、濁度、枯旱之備援及水源調度能力，運用原則如下：
 - (一)平時大甲溪水源無濁度問題時(<3000NTU)，將優先利用大甲溪川流水源，並儘可能將大安溪水源蓄存於鯉魚潭水庫，充份利用大甲溪川流水源。
 - (二)如遇大甲溪原水高濁度時(>3000NTU)，則由鯉魚潭水庫滿載供應台中地區用水需求，提供大甲溪原水高濁度期間充份備援水源。
- 三、大甲溪輸水路就近延伸420m與台中水利會后里圳幹線串接，俾利提昇大甲溪水資源利用率並附帶提升大安溪后里灌區用水穩定。

第二章 計畫區概況

2-1 地理位置

本計畫位於大甲溪石岡壩與大安溪支流景山溪鯉魚潭水庫之間，如圖2-1-1所示，行政區域含台中縣東勢鎮、后里鄉與苗栗縣三義鄉等三鄉鎮；鄰近交通動線有新縱貫鐵路、國道1號公路、4號公路、省道台3線、台13線及縣道132、132甲等所構成之區域路網。台中縣石岡鄉之中44銜接至省道台3線，后里鄉之中38、中41、中40及中部科學園區后里、七星基地新建30m聯絡道路銜接至省道台13線；台中縣后里鄉之中31、中30、中28及苗栗縣三義鄉之苗52及大安溪防汛道路銜接至省道台13線；全區聯外及區內交通堪稱便利。

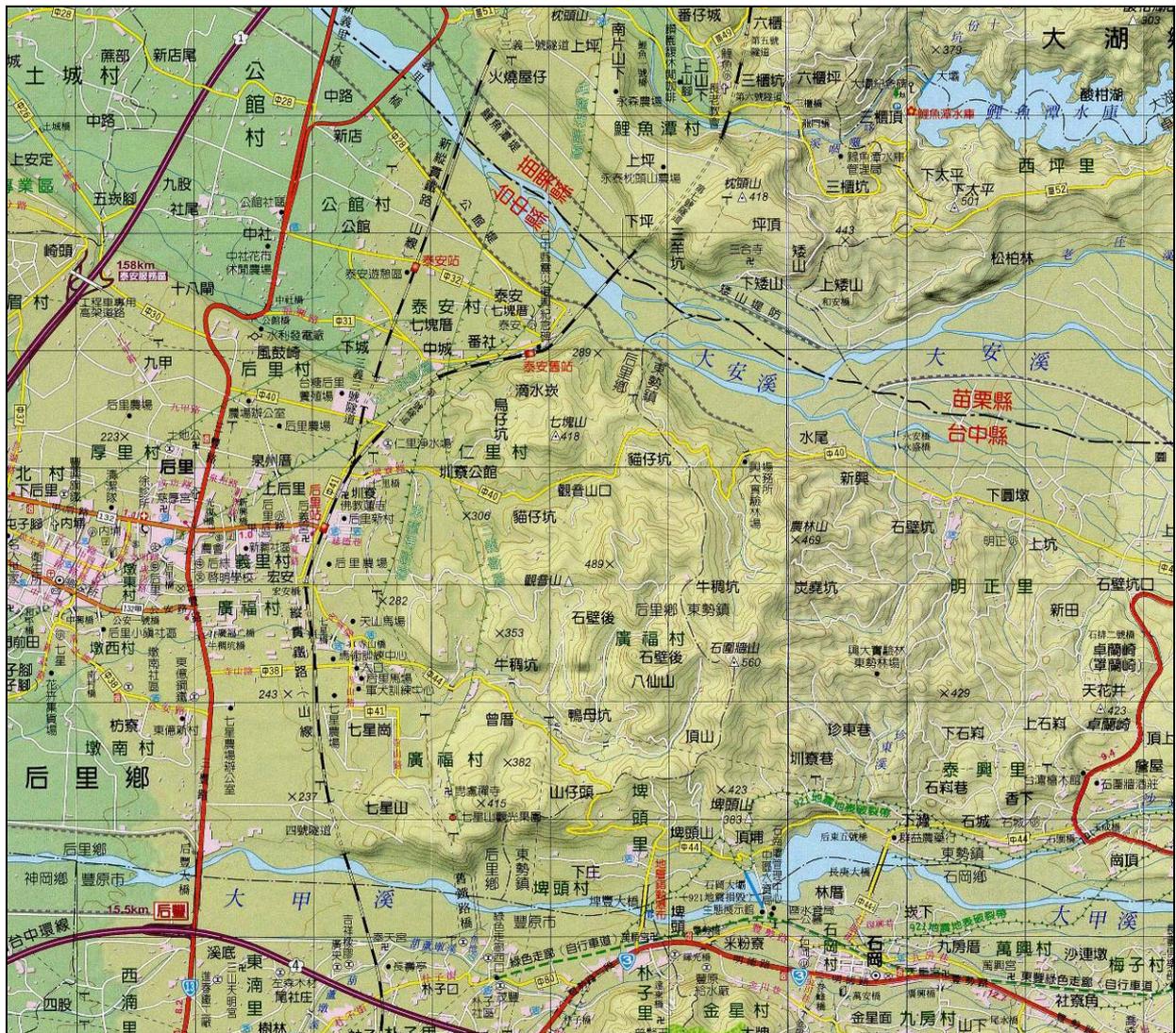


圖2-1-1 計畫區域範圍圖

2-2 地形與地質概況

2-2-1 地形

計畫區域屬大安溪及大甲溪中游地區，南起石岡壩大甲溪右岸，北抵鯉魚潭水庫投池南岸，規劃路線行經大甲溪右岸東勢丘陵(EL.500 m)、穿越后里台地(EL.330m)、鯉魚潭水庫下游之大安溪及枕頭山區(EL.405m)，區域地形如圖2-2-1。

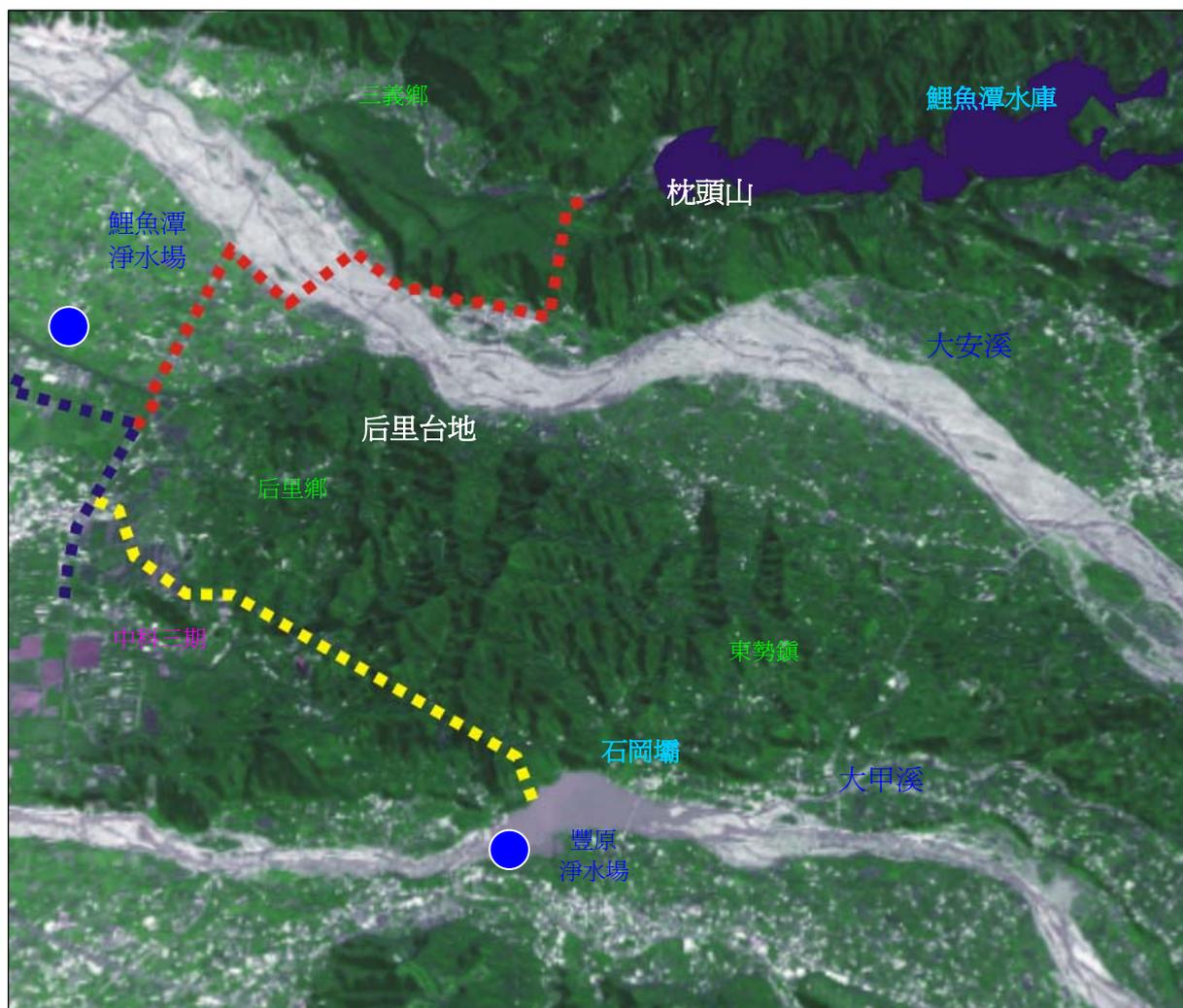


圖2-2-1 計畫區域地形圖

2-2-2 地質

計畫區域位於台灣西部麓山帶地質區，全部由中新世以後之碎屑性沈積岩所組成，出露之地層及其岩性如圖2-2-2及表2-2-1所示。

就組成岩性而言，計畫區域內岩層可概分為砂岩、頁岩、砂頁岩互層及礫石層等四大類。就岩石強度以中新世地層之岩質較為堅實緻密，

上新世地層之膠結較為疏鬆軟弱，泡水後易軟化，更新世以後之地層則僅略具膠結力或未完全固結。

分佈於計畫區域附近之活動斷層包括西側之三義斷層、屯子腳斷層及南側之車籠埔斷層(921地震地表破裂線)，其中三義斷層為逆衝斷層，屬於第二類活動斷層；屯子腳斷層係伴隨1935年中部大地震產生之地震斷層，其型態為一兼具垂直變位之右移斷層，屬於第一類活動斷層；而引發1999年9月21日集集大地震之車籠埔斷層其地表破裂線通過計畫區之南側及東側，亦屬於第一類活動斷層。除上述之活動斷層外，計畫區內之主要地質構造線尚包括大安背斜、觀音山斷層、貓仔坑斷層及埤頭山斷層，其中大安背斜軸部為觀音山斷層截切成南北兩段，而觀音山斷層與埤頭山斷層之西端均止於三義斷層。根據中央地質調查所民國95年初步調查報告顯示，大安背斜北段可能為兩條逆斷層而非背斜構造。

表2-2-1 計畫區域地層及其岩性

時代	地層		主要岩性
現代	沖積層		未固結之礫石、砂、粉砂及黏土等
更新世	階地堆積層		未受紅土化之礫石、砂、粉砂及泥等
	紅土台地堆積層		膠結疏鬆、淘選不良之紅土、礫石、砂及泥等
	頭嵛山層		礫岩(火炎山相)、砂岩、粉砂岩及泥岩(香山相)
上新世	卓蘭層		膠結疏鬆之砂岩、粉砂岩、泥岩及其互層
	錦水頁岩		厚層深灰色頁岩
中新世	桂竹林層	魚藤坪砂岩	中至厚層之泥質砂岩夾砂頁岩互層
		十六份頁岩	厚層深灰色頁岩
		關刀山砂岩	青灰色細至中粒之泥質砂岩
	上福基砂岩		厚層至塊狀之白色疏鬆砂岩，並夾有砂頁岩薄互層或泥岩
	東坑層		淺灰色細至中粒砂岩與深灰色頁岩之互層

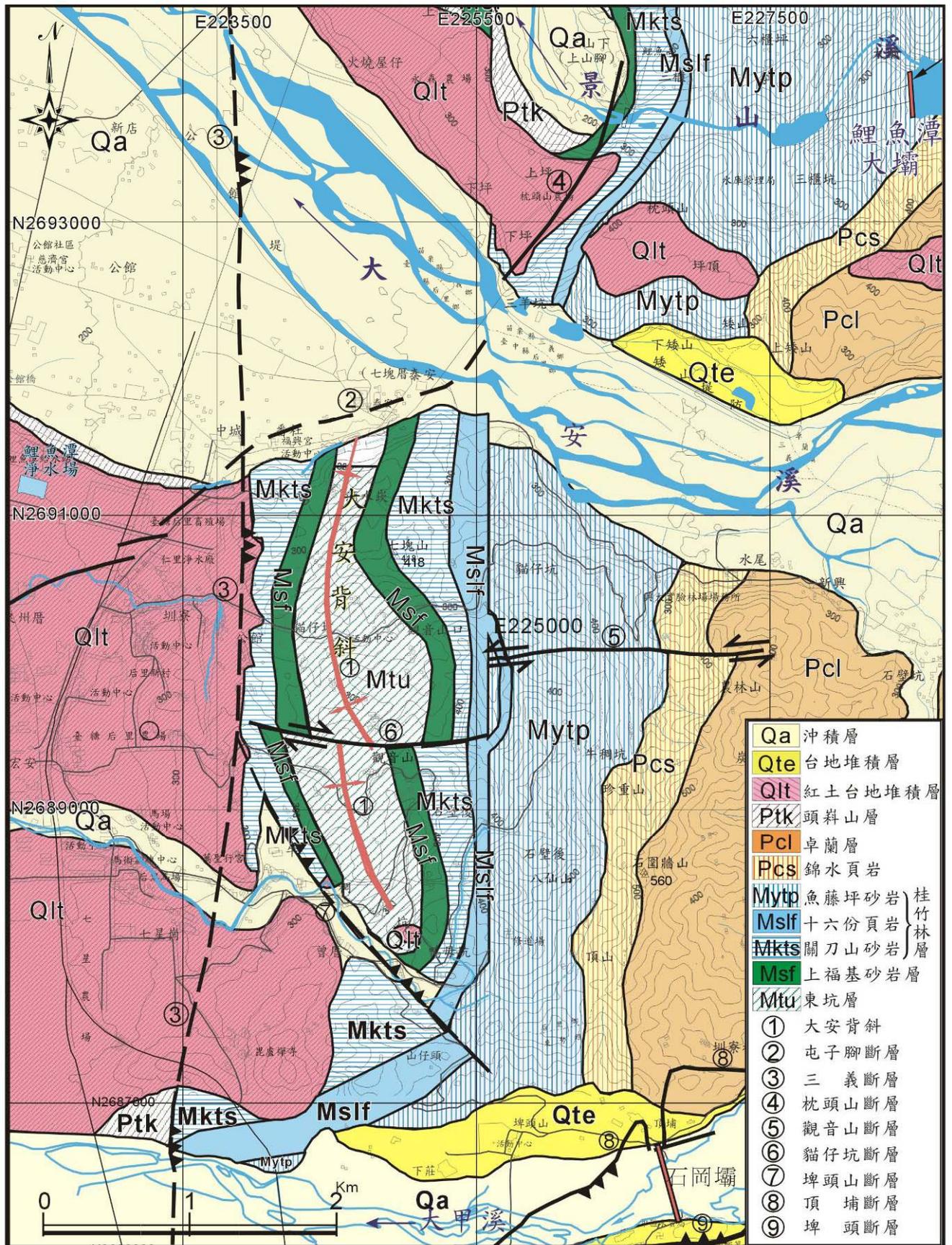


圖2-2-2 計畫區域地質圖

2-3 流域特性及水資源利用

本計畫位於大甲溪及大安河流域，如圖2-3-1所示，說明如下。

2-3-1 大甲河流域概要及水源設施

大甲河流域內主要之水源調節設施為德基水庫與石岡壩，德基水庫除蓄存上游主支流流量外，另自大甲溪支流志樂溪以輸水隧道進行越域引水，增加可蓄水量。石岡壩於921地震時受創嚴重，大甲河流域水庫設施之調蓄水量主要經由豐原淨水場進行處理，用以供給台中地區用水。

另於德基水庫至石岡壩之間，台電公司設有一系列水力發電廠，因應其發電需求設有青山壩、谷關壩、天輪壩、馬鞍壩、馬鞍後池堰等調整池，其主要功用在於調整水量確保各電廠可穩定發電。

一、水庫及攔河堰

(一) 德基水庫

屬多目標水庫，具有發電、灌溉及公共給水等功能，為大甲流域綜合開發之樞紐。各項效益中，以發電效益最高，除可直接引水至德基分廠發電外，並促使下游各電廠設備充分發電。其主要相關資料如下：

1. 河系：主流為大甲溪，支流為志樂溪、必坦溪。
2. 水庫：集水面積 592 km^2 (含志樂溪引水流域面積 78 km^2)，正常蓄水位EL.1,400m，最高洪水位EL.1,408m，滿水位面積454公頃，完工初期總蓄水量 $23,200 \text{ 萬m}^3$ ，計畫有效蓄水量 $18,300 \text{ 萬m}^3$ ，計畫年運用水量 $32,000 \text{ 萬m}^3$ 。
3. 高程-面積-容量資料

依台電公司於94年12月之淤積測量結果，水庫之面積與容積如表2-3-1，水位-面積-容積曲線圖如圖2-3-2當水位為EL.1,408m時，總容量為 $21,100 \text{ 萬m}^3$ ；當距最低洪水位EL.1,310m之有效供水容量為 $20,600 \text{ 萬m}^3$ ；當距最低洪水位EL.1,350m之有效發電容量為 $16,200 \text{ 萬m}^3$ 。

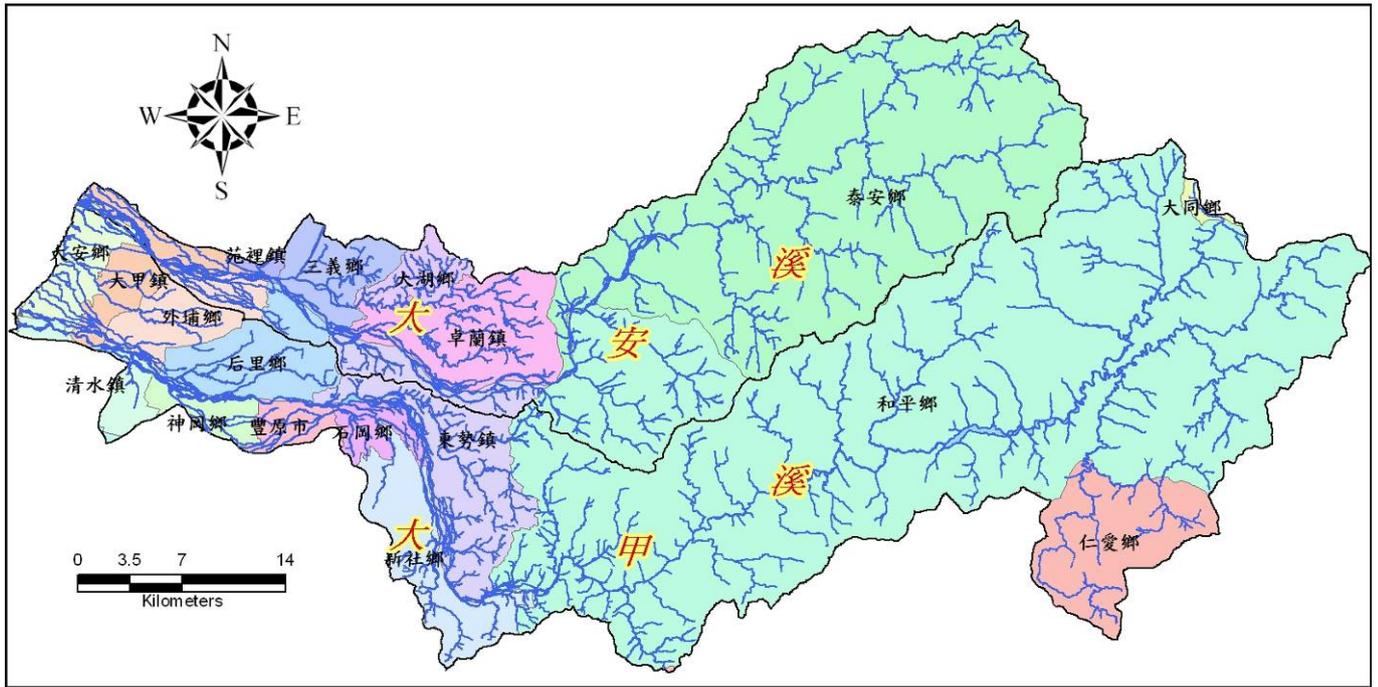
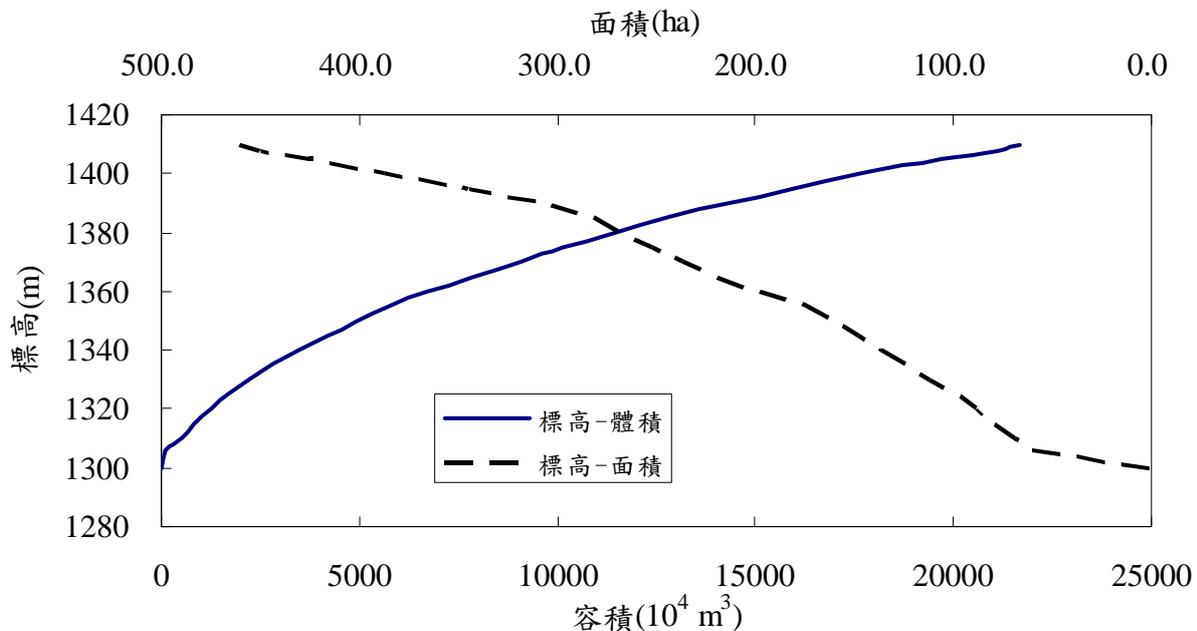


圖2-3-1 大安溪及大甲溪流域圖

表2-3-1 德基水庫高程-面積-容量數值表

水位 (EL.m)	面積 (ha)	容積 (10 ⁴ m ³)	水位 (EL.m)	面積 (ha)	容積 (10 ⁴ m ³)
1,409.5	459.7	21,700	1,355	173.7	5,800
1,408	449.4	21,100	1,350	158.4	4,900
1,405	425.4	19,700	1,345	147.1	4,200
1,400	387.8	17,700	1,340	135.7	3,500
1,395	344.2	15,900	1,335	124.2	2,800
1,390	307.0	14,300	1,330	111.0	2,200
1,385	282.6	12,800	1,325	98.1	1,700
1,380	267.7	11,400	1,320	87.9	1,300
1,375	251.3	10,100	1,315	78.6	800
1,370	236.5	9,125	1,310	68.5	500
1,365	219.0	7,800	1,306	60.8	100
1,360	198.6	6,700	1,300	0.8	0

資料來源：德基水庫淤積測量成果，台電公司，94年11月。



資料來源：德基水庫淤積測量，台電公司，94年11月。

圖2-3-2 德基水庫高程-面積-容量曲線圖

(二) 青山壩

1. 河系：主流為大甲溪

2. 水庫：集水面積595.8 km²，正常蓄水位EL.1,244.4m，最高洪水位EL.1,245m，滿水位面積0.0545公頃，總蓄水量65萬m³，計畫有效蓄水量59萬m³，有效蓄水量約41萬m³(民國88年)。

(三) 谷關壩

1. 河系：主流為大甲溪，支流為小雪溪

2. 水庫：集水面積707.75 km²，正常蓄水位EL.950m，最高洪水位EL.952m，滿水位面積56.77公頃，總蓄水量1,320萬m³，計畫有效蓄水量1,250萬m³，現有效蓄水量704.5萬m³(民國75年測量)。

(四) 天輪壩

1. 河系：主流為大甲溪，支流為十文溪

2. 水庫：集水面積827 km²，正常蓄水位EL.747.5m，最高洪水位EL.749.0m，滿水位面積10公頃，總蓄水量59萬m³，計畫有效蓄水量54萬m³，有效蓄水量40萬m³(民國62年測量)，計畫年

運用水量10億 m^3 。

(五) 石岡壩

石岡壩為大甲溪水源運用之樞紐，主要攔蓄大甲溪上游電廠發電尾水及馬鞍壩以下之未控制流量，以供應台中地區公共給水。其主要設施包括溢洪道、排砂道、取水工、橋樑、擋土牆、管理中心、閘門機械及電氣設備等。921地震造成其右側第16、17、18號排洪門及重力壩斷裂等重大災損後，中區水資源局於民國90年完成復建工程，並恢復石岡壩供水能力。其各項相關資料如下：

1. 河系：大甲溪主流

2. 水庫：集水面積1,061 km^2 ，921地震前正常蓄水位EL.267.1m，最高洪水水位EL.267.25m，滿水位面積64.5公頃，總蓄水量302萬 m^3 ，計畫有效蓄水量160萬 m^3 ，民國87年測量之有效蓄水量210萬 m^3 。921地震後，民國94年蓄水位約EL.274.50m，總蓄水量為101.88萬 m^3 。

3. 高程-容積-面積資料

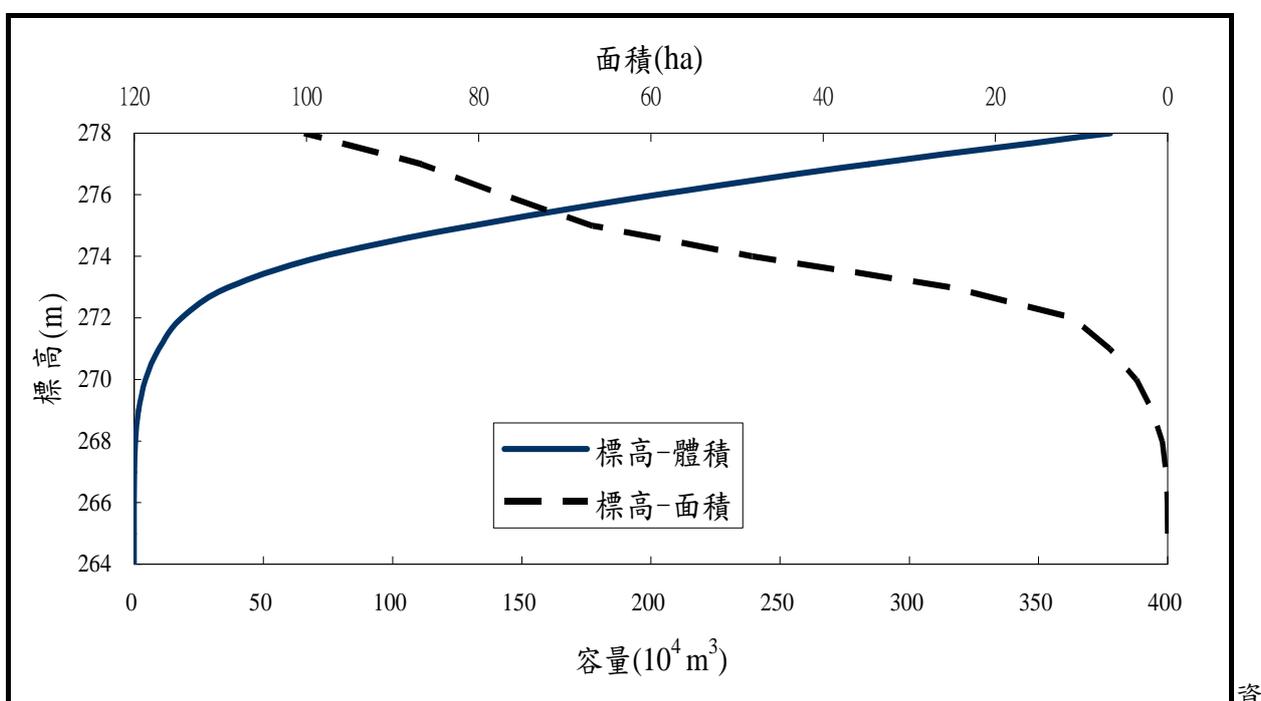
依民國94年之石岡壩淤積測量結果，整理其高程-容積-面積資料如表2-3-2，高程-容積-面積曲線圖如圖2-3-3。

石岡壩在921地震復建工程完成後，考量車籠埔斷層破裂帶穿越壩體，仍存斷層錯動復發之風險，故已於上游預先規劃「八寶堰計畫」，以利必要時替代石岡壩公共用水取水及調節上游發電尾水之功能。又本計畫大甲溪輸水路之取水口，如石岡壩受損時，其取水亦需由八寶堰替代（另詳5-1節）。

表2-3-2 石岡壩高程-面積-容量數值表

水位 (EL.m)	面積 (km ²)	容積 (10 ⁴ m ³)	水位 (EL.m)	面積 (km ²)	容積(10 ⁴ m ³)
265.0	0	0.00	272.0	10.9833	18.37
266.0	0.0340	0.02	273.0	25.1524	36.43
267.0	0.1903	0.13	274.0	48.2570	73.13
268.0	0.6225	0.54	275.0	66.7403	130.63
269.0	1.7643	1.73	276.0	77.1354	202.57
270.0	3.6192	4.42	277.0	86.6451	284.46
271.0	6.6527	9.55	278.0	100.2849	377.92

資料來源：石岡壩水庫區域淤積測量，中區水資源局，94年。



資料來源：石岡壩水庫區域淤積測量，中區水資源局，94年。

圖2-3-3 石岡壩高程-面積-容量曲線圖

二、大甲溪發電廠

台灣電力公司於大甲溪上游有一系列的電廠，統稱大甲溪發電廠，包括德基分廠、青山分廠、谷關分廠、天輪分廠、天輪五號機、馬鞍機組及社寮機組等，形成串聯式水庫電廠，包括引水隧道、電廠等發電設施，屬於位能利用之非消耗性用水。

三、豐原淨水場

(一) 管理機構：台灣自來水公司第四區管理處

- (二) 位置：台中縣石岡鄉
- (三) 計畫標的：公共給水
- (四) 供水區域：本場的供水範圍，東以大坑、豐原高地為界，西至台中港區，南至彰濱工業區，北以大甲溪為界，全為大台中地區的精華區。水源來自於石岡水壩，並在大甲溪的上游尚有四個發電廠及四個水庫，做水量調節，其水質是屬於乙級河川。
- (五) 計畫出水量：921震災前，每日130萬 m^3 。921震災後，為使該地區於防汛期間的供水穩定，自來水公司採取以下措施因應：豐原淨水場第一淨水場每日出水量25萬 m^3 ，豐原淨水場第二淨水場一期工程每日出水量30萬 m^3 ，豐原淨水場第二淨水場二期工程每日出水量20萬 m^3 ，合計每日75萬 m^3 。經自來水公司評估該廠擴建改善後可達90萬CMD。

2-3-2 大安溪流域概要及水源設施

一、水庫及攔河堰

位於大安溪支流(景山溪)上的鯉魚潭水庫為離槽水庫，本身集水面積小，水源有限。水源經由士林攔河堰越域引水引入大安溪水源，經一條長5,525m之壓力式頭水隧道及長490m之壓力鋼管至地下電廠發電。發電尾水經長1.1km之重力式尾水隧道，洩放入景山溪，供鯉魚潭水庫多目標使用。水庫及攔河堰概況如后。

(一) 鯉魚潭水庫

鯉魚潭水庫分二期實施，第一期工程包括水庫大壩與附屬工程，第二期工程包括大安溪士林攔河堰越域引水工程與卓蘭發電廠工程，目前經由鯉魚潭淨水場處理後，供應台中縣市二十鄉鎮、苗栗縣六鄉鎮，彰濱工業區等地區約每日70萬噸之公共與工業用水，現況之有效蓄水容量約為1.2億 m^3 。其相關資料如下：

- 1.管理機關：水利署中區水資源局
- 2.計畫標的：自來水、灌溉、發電
- 3.計畫概述：由於近年來中部地區包括台中縣市，苗栗縣等因工商

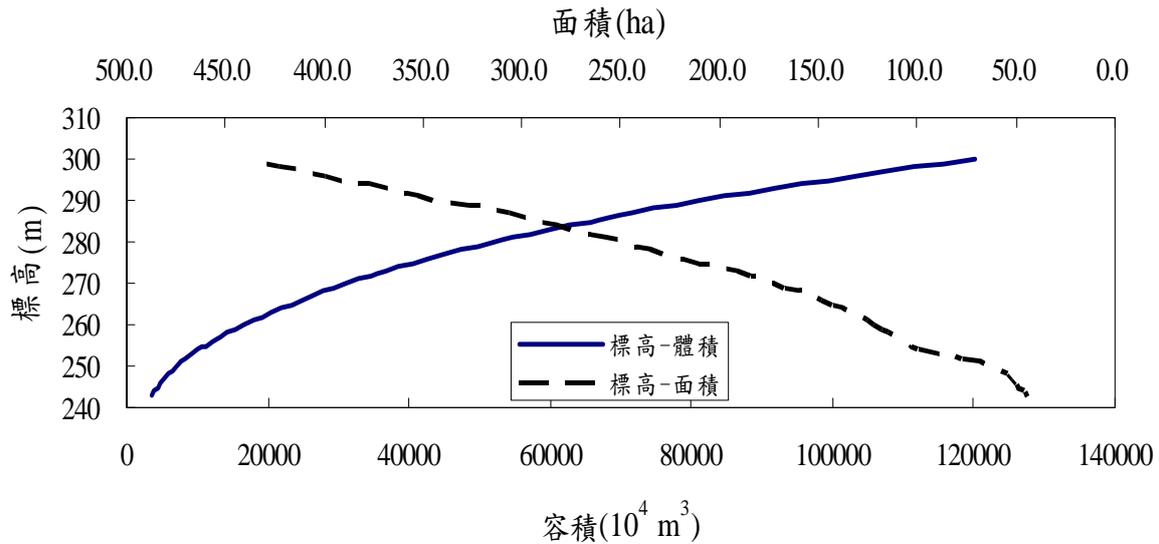
業進步，地方繁榮人口增加，自來水、工業用水及農業用水量急增，為解決上述地區供水問題，由水利局辦理規劃，經行政院於民國74年3月正式核定實施。

- 4.位置：苗栗縣三義鄉
- 5.河系：主流為大安溪，支流為景山溪
- 6.水庫：集水面積53.45 km²，正常蓄水位EL.300m，最高洪水位EL.303.5m，滿水位面積432公頃，總蓄水量12,612萬m³，計畫有效蓄水量12,278萬m³，計畫年運用水量28,000萬m³。
- 7.壩型：為中心直立心層式滾壓土石壩，壩頂EL.306m，最大壩身高96m，壩頂長235m，壩頂寬10m，壩體積356萬m³。
- 8.計畫效益：第一期工程完成後供給自來水及工業用水約每日22萬m³，第二期工程預計供給自來水及工業用水約每日70萬m³。
- 9.灌溉面積：4,209公頃。
- 10.計畫庫容：依民國94年12月淤積測量結果(如表2-3-3)，其高程-面積-容量曲線如圖2-3-4。其總容量為12,019萬m³，呆容量為349萬m³，其有效容量為11,670萬m³。

表2-3-3 鯉魚潭水庫高程-面積-容量數值表

水位 (EL.m)	面積 (km ²)	容積 (10 ⁴ m ³)	水位 (EL.m)	面積 (km ²)	容積 (10 ⁴ m ³)	水位 (EL.m)	面積 (km ²)	容積 (10 ⁴ m ³)
240	0.383	217	260	1.215	1,671	282	2.658	5,723
242	0.418	297	262	1.288	1,921	284	2.822	6,272
243.2 (呆水位)	0.443	349	264	1.378	2,188	286	2.971	6,851
244	0.459	385	266	1.485	2,473	288	3.166	7,465
246	0.501	481	268	1.595	2,781	290	3.451	8,122
248	0.536	585	270	1.721	3,113	292	3.588	8,826
250	0.607	699	272	1.835	3,469	294	3.771	9,560
252	0.775	835	274	1.999	3,850	296	4.001	10,337
254	0.993	1,009	276	2.183	4,270	298	4.223	11,160
256	1.066	1,215	278	2.342	4,723	300	4.335	12,019
258	1.140	1,435	280	2.500	5,207	302	4.666	12,926

資料來源：鯉魚潭水庫淤積測量，中區水資源局，94年12月。



資料來源：鯉魚潭水庫淤積測量，中區水資源局，94年12月。

圖2-3-4 鯉魚潭水庫高程-面積-容量曲線圖

(二) 士林攔河堰

台灣電力公司於民國83年於苗栗縣泰安鄉士林村大安溪中游開始施做「士林攔河堰」，以供水力發電使用，並將發電後的尾水排入鯉魚潭水庫進行水資源再利用。其相關資料如下：

1. 管理機構：台灣電力公司(卓蘭電廠)
2. 計畫標的：發電
3. 計畫概述：屬鯉魚潭第二期工程，所攔引大安溪水經由5.5km隧道送往鯉魚潭水庫調蓄利用。士林攔河堰已於民國88年完工，引水隧道原訂89年9月完工，為因應921震災大台中地區用水需要，於民國89年6月22日起停工先行引水，於90年2月復工，90年7月完工。
4. 位置：台中縣泰安鄉士林村
5. 河系：大安溪
6. 水庫：集水面積447.1 km²，滿水位EL.604.5m，滿水位面積0.3 km²，總容量127.4萬m³，有效容量115.5萬m³。
7. 攔河堰：閘門控制溢流堰，溢洪道頂高EL.596.0m(低槽段)，EL.596.5m(高槽段)，堰長為253.5m，溢洪道堰高18.0m，設計

排洪量9,300cms。

8.發電效益：計畫年發電量2.66億度(卓蘭電廠)

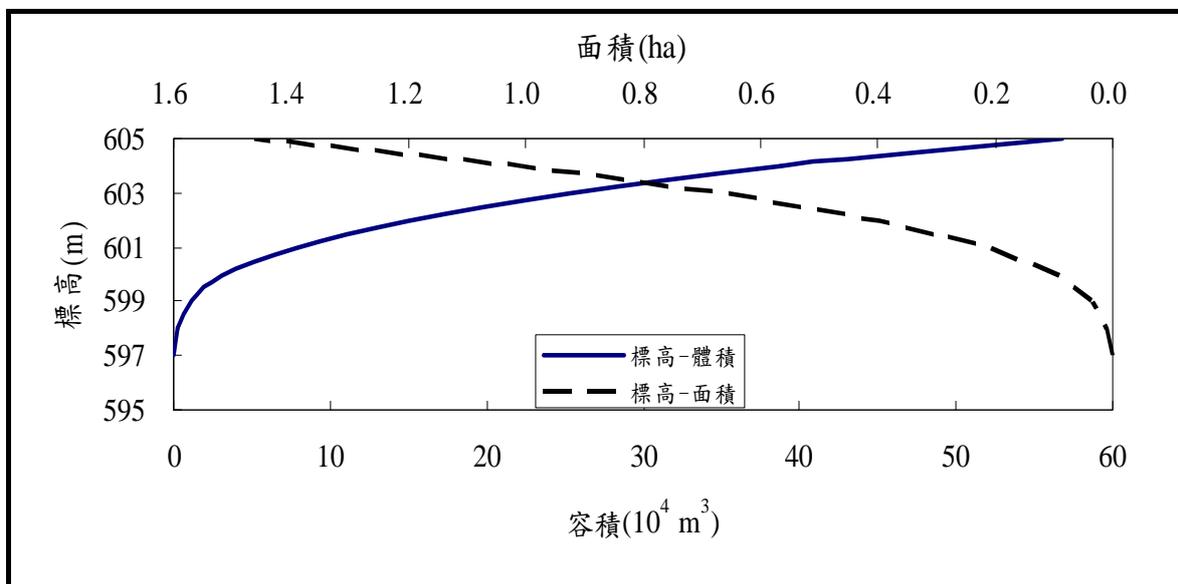
9.高程-面積-容量資料

採用台灣電力公司規劃完成之士林調整池完工初期水位-容量-面積曲線，如表2-3-4及圖2-3-5。

表2-3-4 士林攔河堰高程-面積-容量數值表

水位 (EL.m)	面積 (m ²)	容積 (m ³)	水位 (EL.m)	面積 (m ²)	容積 (m ³)	水位 (EL.m)	面積 (m ²)	容積 (m ³)
597.0	3.0	87	600.0	889.5	31,194	603.0	6,611.0	252,880
598.0	92.5	3,012	601.0	2095.5	77,839	604.0	10,079.5	388,478
599.0	339.5	11,355	602.0	3967.0	150,385	605.0	14,629.0	568,445

資料來源：台灣電力公司，95年6月。



資料來源：台灣電力公司，95年6月。

圖2-3-5 士林攔河堰高程-面積-容量曲線圖

二、卓蘭電廠

卓蘭電廠於民國83年8月開工，並於民國91年9月完工，裝置兩部4萬瓩機組，總裝置容量為8萬瓩，年平均發電量為26,600萬度，發電尾水流入鯉魚潭水庫做灌溉及公共給水。

三、鯉魚潭淨水場

自來水公司於大安溪流域設有鯉魚潭淨水場，主要供苗栗地區及台中地區之公共給水，其主要相關資料如下：

(一)管理機構：台灣自來水公司第四區管理處

(二)計畫標的：公共給水

(三)位置：台中縣后里鄉北郊

(四)計畫概述：本場北臨三義，南接豐原，佔地約10.5公頃，水源來自鯉魚潭水庫。第一期工程於民國82年10月完工出水，第二期工程配合水庫越域引水工程興建時程辦理，原計畫於民國88年8月完成，惟施工中遭遇不可抗力因素影響工程進度，完工期限調整延後。已於民國91年9月全部工程完工。

(五)計畫出水量：每日110萬 m^3 ，分兩期興建，第一期出水每日50萬 m^3 ，第二期出水每日60萬 m^3 。

(六)供水區域：本場供水區包括北送三義、後龍、銅鑼、通霄、苑裡，南送后里、豐原、台中、彰化濱海工業區，西送大甲外埔地，配合豐原淨水場形成一聯合運作配水管網，使供水區域之用戶皆有量足質優之自來水。

2-3-3 計畫區域水資源利用的統計

台中供水區包括台中市及台中縣，生活用水用水量如表2-3-5。工業用水量，如表2-3-6。區域內最主要之農業用水單位為台中農田水利會，該會計有43個灌溉系統，其中最大二個灌溉系統為大甲溪流域之葫蘆墩圳及大安溪流域之苑裡圳。各灌溉系統之主要水源主要來源為大安溪、大甲溪及烏溪。農業用水中，水利會用水佔最大宗，約佔99%，如表2-3-7。

由表2-3-8，台中地區歷年之農業用水量佔67~71%，所佔比率最高。表2-3-9顯示近年該區域之公共用水量略為大幅成長。

表2-3-5 台中地區生活用水量統計表

單位：仟噸/年

項 目	92 年	93 年	94 年	95 年	96 年
自來水供應量	423,498	451,378	450,096	421,432	419,512
自行取水量	31,386	31,183	29,431	25,868	24,893
合 計	454,884	482,561	479,528	447,300	444,405

資料來源：經濟部水利署網站。

表2-3-6 台中地區工業用水量統計表

單位：仟噸/年

	92 年	93 年	94 年	95 年	96 年
工業用水量	124,060	127,630	110,900	124,800	117,040

資料來源：經濟部水利署網站。

表2-3-7 台中地區農業用水量統計表

項 目		92 年	93 年	94 年	95 年	96 年
農 田	一期 灌溉面積(公頃)	33,731	25,277	25,174	28,456	33,255
	一期 用水量(千噸/年)	588,517	605,893	695,850	623,101	685,798
水 利 會	二期 灌溉面積(公頃)	32,084	22,878	24,962	27,916	33,295
	二期 用水量(千噸/年)	620,852	603,475	617,021	702,164	709,264
合 計		1,209,369	1,209,368	1,312,871	1,325,265	1,395,062
畜牧用水(千噸/年)		3,082.80	3,247.67	3,202.58	3,173.95	3,060.81
養殖用水(千噸/年)		4,939	7,252	5,132	5,132	30
合 計(千噸/年)		1,217,391	1,219,868	1,321,206	1,333,571	1,398,153

資料來源：經濟部水利署網站。

表2-3-8 台中地區各用水標的用水量統計表

單位：仟噸/年

項 目	92 年	93 年	94 年	95 年	96 年
生活用水	454,884	482,561	479,528	447,300	444,405
工業用水	124,060	127,630	110,900	124,800	117,040
農業用水	1,217,391	1,219,868	1,321,206	1,333,571	1,398,153
合 計	1,796,335	1,830,059	1,911,633	1,905,671	1,959,598

資料來源：經濟部水利署網站。

說明：生活用水量＝自來水供水量＋自行取水量

表2-3-9 台中地區近年公共用水量統計表

單位：仟噸/年

項 目	92 年	93 年	94 年	95 年	96 年
生活用水	423,498	451,378	450,096	421,432	419,512
工業用水	124,060	127,630	110,900	124,800	117,040
合 計	547,558	579,008	560,996	546,232	536,552

資料來源：經濟部水利署網站。

說明：僅考慮自來水供水量，不考慮自行取水量。

2-4 社會經濟概況

一、人口結構

本計畫輸水路工程由南而北經過台中縣東勢鎮、后里鄉及苗栗縣三義鄉。根據苗栗縣政府及台中縣政府戶政統計資料，至民國95年底止，苗栗縣集居人口約56萬人，民國80～95年之年平均每年人口增加率為0.11%；台中縣集居人口約154萬人，民國80～95年平均每年人口增加率為1.11%。而計畫區經過之苗栗縣三義鄉95年底之集居人口為17,898人，台中縣東勢鎮及后里鄉95年底之集居人口共109,889人；民國80～95年之每年人口平均成長率東勢鎮為-0.72%，后里及三義鄉則均為+0.07%。年齡結構按民國95年統計顯示，65歲以上者約佔12.07%，略呈人口老化現象。

二、產業結構

根據94年度苗栗縣及台中縣資料統計要覽，產業人口分別約為24萬人及58.2萬人，各級產業均以二級產業最多、一級次之、三級最少，並有朝三級產業發展之趨勢，二級產業以製造業人口最多，營造次之，三級產業則以商業為主，個人及社會服務次之。台中縣在農業方面，苗栗縣耕地面積總計約34,334公頃，台中縣耕地面積總計約49,750公頃；畜牧業方面：因近年來政府對不斷扶植與推廣，使畜牧業迅速由副業逐漸轉為專業化；工商業方面，本計畫所經鄉鎮之工廠登記家數共608家，分別占苗栗縣之0.62%及台中縣之3.40%；其中機械設備製造業共110家最多，其次為金屬製品製造業共72家，雜項工業製品製造業共60家再次之。

三、土地使用情形

苗栗縣、台中縣土地分別約15.37萬及16.42萬公頃，其中苗栗縣都市土地約7.09%為、非都市土地佔92.91%，台中縣58.91%為都市土地、41.09%為非都市土地。本計畫區通過東勢鎮、后里鄉及三義鄉合計面積為1.98萬公頃，88.5%屬非都市土地共1.752萬公頃，其中農牧用地約1.089萬公頃；而都市土地約2,278公頃佔總面積之11.5%。

第三章 大安大甲溪水源聯合運用原則研訂

3-1 水源現況分析原則

本計畫分析大安溪及大甲溪系統現況獨立運用之供水能力，並藉此瞭解兩系統之水文特性。大甲溪部分以剩餘流量多寡及剩餘流量於豐枯水期之分布為重點，大安溪則著重在分析鯉魚潭水庫是否存在可蓄水空間及剩餘流量等，兩系統現況水源運用模擬分析條件如下：

- 一、模擬演算期間自民國64年至93年共30年，流量以歷史流量紀錄或推估流量為之，並以「日」為模擬單位。
- 二、攔河堰引水前須優先放流下游各項保留水量，若有剩餘流量，方可攔蓄引取。
- 三、各蓄水設施之蓄水量皆採最新測量之H-A-V曲線，且水庫呆容量不計入水量運用模擬。
- 四、農業灌溉用水採計畫用水量與登記水權量之較小者，各節點除依保留水量計算外，並採用生態基流量與下游保留水量之大者為主。
- 五、各需求優先使用川流水，不足者方由庫水補充供給。
- 六、模擬時河道須維持生態基流量。
- 七、不考慮河道輸水損失及滲漏損失。
- 八、評估指標

本計畫公共給水能力評估指標採用缺水指數等於1為原則，缺水指數SI計算方式如下：

$$SI = \frac{100}{N} \sum_{i=1}^N \left(\frac{DF_i}{D_i} \right)^2 \dots\dots\dots(3-1)$$

式中：

- SI = 年缺水指數
- Dfi = 年缺水量
- N = 分析年數
- Di = 年計畫需水量

3-1-1 大甲溪水源現況運用演算模擬原則

大甲溪系統營運之原則包括蓄水設施營運操作原則、水質處理原則、尖峰發電原則及其他相關原則，詳細敘述如后。

一、水源設施

德基水庫位於本流域最上游，921地震前水庫操作以發電為主，即依德基水庫規線進行操作。921地震後因石岡壩受損喪失調節功能，因此中水局、台電公司與台中水利會為確保台中地區用水需求，協議以馬鞍後池為控制點，訂定放水協議，故德基水庫現況依協議內容暫以供水為主，本計畫亦以此協議進行模擬。

台電公司在德基水庫至石岡壩間雖設有青山壩、谷關壩、天輪壩、馬鞍壩、馬鞍後池堰等調整池，但其水源仍來自德基水庫內之蓄水，各調整池之功能主要是調整上游電廠之發電尾水，避免浪費水資源，該堰壩調整池僅負責調蓄發電尾水，並不參與水資源運用。因此大甲溪與水資源運用有關之設施以德基水庫、石岡壩為主，相關運用原則敘述如下：

(一)德基水庫運用原則

1. 蓄水利用運轉：水庫可發電運轉水位為EL.1,408m至EL.1,350m，其中EL.1,408m至EL.1,366m為正常發電水位，EL.1,366m至EL.1,350m間為緊急發電水位。

2. 運用規線如表3-1-1及圖3-1-1，並依下列規定辦理：

(1) 水庫水位高於運用規線時，以電力系統調度為主，並配合下游各標的用水需求放水。

(2) 水庫水位等於或低於運用規線時，除電力系統處於緊急狀況外，應配合下游各標的用水需求放水。

表3-1-1 德基水庫運用規線水位一覽表

月	旬	水位(EL.m)	月	旬	水位(EL.m)	月	旬	水位(EL.m)	月	旬	水位(EL.m)				
1	上	1	1,405.9	4	上	10	1,391.4	7	上	19	1,371.7	10	上	28	1,408.0
	中	2	1,405.5		中	11	1,388.2		中	20	1,377.4		中	29	1,407.7
	下	3	1,405.2		下	12	1,385.1		下	21	1,383.1		下	30	1,407.5
2	上	4	1,404.8	5	上	13	1,381.9	8	上	22	1,388.8	11	上	31	1,407.2
	中	5	1,404.5		中	14	1,378.7		中	23	1,394.5		中	32	1,407.0
	下	6	1,404.1		下	15	1,375.5		下	24	1,400.2		下	33	1,406.7
3	上	7	1,400.9	6	上	16	1,372.4	9	上	25	1,402.2	12	上	34	1,406.4
	中	8	1,397.8		中	17	1,369.2		中	26	1,404.1		中	35	1,406.2
	下	9	1,394.6		下	18	1,366.0		下	27	1,406.1		下	36	1,405.9

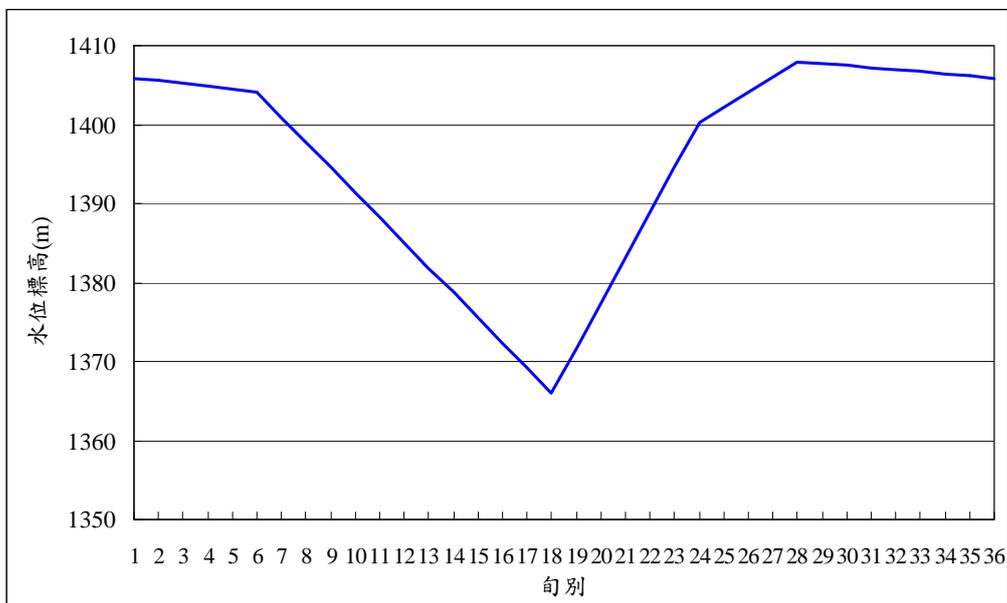


圖3-1-1 德基水庫運轉規線圖

(二)石岡壩運用原則

94年石岡壩之調蓄容量有效容量約101.88萬 m^3 ，台中地區之公共用水係由石岡壩取水經南幹渠送至豐原淨水場處理供應，石岡壩水量之來源如下：

- 1.上游德基水庫至石岡壩間之未控制流量。
- 2.德基水庫配合供水計畫，為滿足需求所釋放之水量。
- 3.德基水庫依照台電公司發電計畫而發電之尾水量。

二、豐原淨水場

淨水場引取之原水濁度直接影響其處理能力，豐原淨水場引取之水體來自於石岡壩。自921地震後大甲溪上游土石鬆軟，又石岡壩受損蓄水容量減少，其沈降上游來砂之能力降低導致原水濁度較過去記錄高，颱風期間更為顯著。因此，為能適當反映此現象，本計畫以921地震後94及95年數場暴雨及颱風石岡壩之濁度與流量記錄進行率定，其率定關係如圖3-1-2，關係式如下：

$$NTU = -0.0007Q^2 + 5.0364Q \quad (3-2)$$

式中：NTU為濁度（NTU），Q為流量（cms）

豐原淨水場設計處理能力為130萬CMD，但現況礙於部分因素，其處理能力僅達85萬CMD，然依據自來水公司評估該廠擴廠改善後可達90萬CMD，因此本計畫模擬大甲溪單獨運用及現況聯合運用時，皆以擴廠改善後處理能力90萬CMD為其模擬條件，至於其處理能力與流量之關係，假定與設計處理量相似依等比例調降。

豐原淨水場處理能力與原水濁度關係如表3-1-2所示，而利用3-2式將濁度與流量進行轉換，則淨水場處理能力與原水流量之關係如表3-1-2所示。由表3-1-2可知，當石岡壩流量於655cms時，豐原淨水場之處理能力達90萬CMD，當石岡壩流量於655~1,189cms時，豐原淨水場之處理能力達49.5萬CMD，當石岡壩流量於1,507~2,367 cms時，豐原淨水場之處理能力達40.5萬CMD，而當流量逐漸增加且假設濁度亦隨之增加時，其處理能力則逐漸下降，當流量高於2,367cms時豐原淨水場將無法對原水進行處理。

表3-1-2 石岡壩原水濁度與豐原淨水場處理能力關係表

石岡壩		豐原淨水場
原水濁度(NTU)	對應流量(cms)	對應處理能力(萬 CMD)
小於 500	100	90.0
500~1,000	204	90.0
1,000~2,000	422	90.0
2,000~3,000	655	90.0
3,000~4,000	909	49.5
4,000~5,000	1,189	49.5
5,000~6,000	1,507	40.5
6,000~7,000	1,882	40.5
7,000~8,000	2,367	40.5
大於 8,000	-	0.0

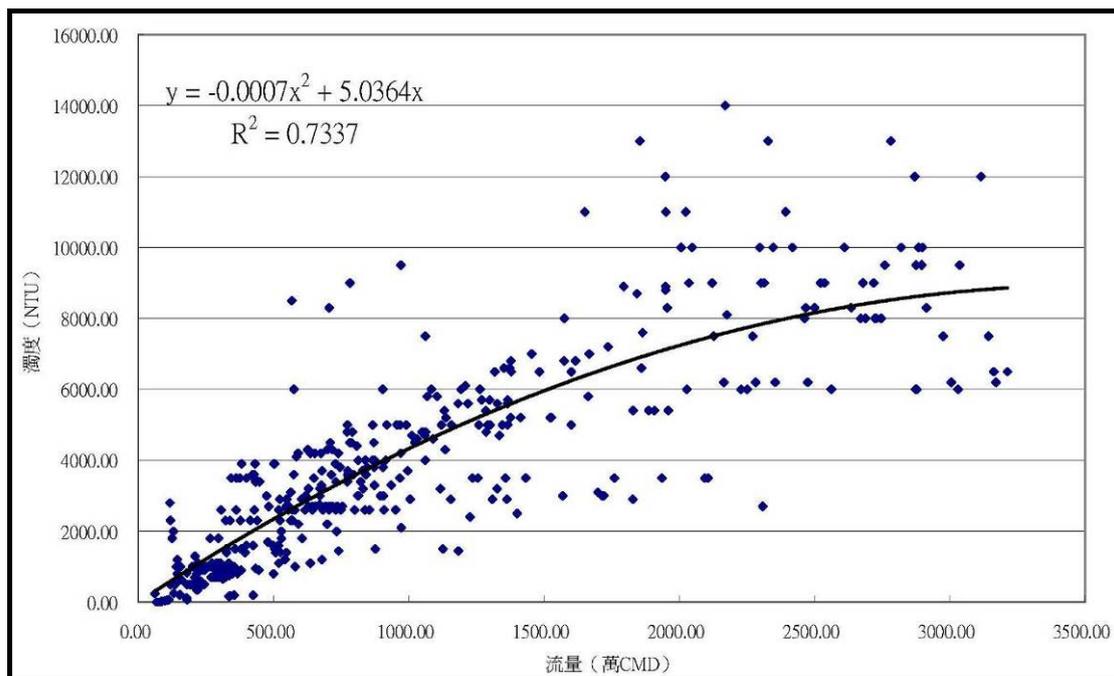


圖3-1-2 921地震後石岡壩之濁度與流量記錄率定關係圖

三、其他原則

模擬大甲溪水資源系統除須考慮上述各堰壩之運用原則外，亦需考量其他原則，如下游保留水量、生態基流量等，相關原則說明如后：

(一)下游保留水量

大甲溪各灌區之保留量採登記水權量與計畫用水量較少者，如表3-1-3。攔河堰與水庫皆須優先放流下游各項保留水量，若有剩餘流量時才可引取。前述各項保留水量包括水權保留量與維持河川水質、生態及景觀之生態基流量。由於水權保留量在河道內流動時，亦有維持河川水質之功能，所以本計畫在估算保留水量時，係採用水權保留量與生態基流量兩者之中數值較大者，作為保留水量之放流依據。

公共用水需求部分，依據德基水庫運用要點規定，當水庫水位大於運用規線時，以發電為主，當水庫水位等於或低於運用規線時，除電力系統處於緊急狀況外，應配合下游各標的用水需求放水。因此公共用水需求之保留量，當德基水庫蓄水在運用規線以下時，採用該運用要點訂定時(民國92年)對下游公共用水之放水量以目前豐原淨水場處理能力85萬CMD為限。故公共用水取水之順序為優先利用大甲溪之未控制流量及剩餘流量，若不足的部分，由德基水庫放水補足，但其放水量以不超過85萬CMD為限。

(二)水量平衡方程式

1.德基水庫

(1)德基水庫次日蓄水量 = 德基水庫本日蓄水量 + 水庫集水區入流量 + 志樂溪攔河堰引水量 - 水庫蒸發量 - 壩址下游保留水量 - 水庫溢流量 - 水庫供公共用水需求量

(2)若德基水庫集水區入流量 \leq 壩址下游保留水量，則德基水庫集水區放流量 = 壩址下游保留水量

(3)若德基水庫次日蓄水量 $>$ 德基水庫最大蓄水容量，則德基水庫溢流量 = 德基水庫次日蓄水量 - 德基水庫最大蓄水容量

2.石岡壩

(1)石岡壩入流量 = 德基水庫至石岡壩之間未受控制集水區入

流量 + 志樂溪攔河堰引水量 + 德基水庫溢流量 + 德基水庫保留石岡壩下游保留水量 + 德基水庫供水量

(2)石岡壩出流量 = 石岡壩引水量 + 堰址下游保留水量 + 堰址未利用水量

(3)石岡壩引水量 ≤ 石岡壩進水口最大取水容量

(三)尖峰發電

德基水庫目前係依據台電公司全省電力調度而發電放水，同時配合下游石岡壩之用水需求放水，其運轉特性與其他以供水為單一目的之水庫有所差異，較難適切模擬其操作行為。本計畫在進行供水能力評估時，為保障台電之尖峰發電權益，故考量尖峰發電情況之模擬。模擬時尖峰發電所需水量以天輪電廠發電水路設計量(138cms)計算，其中假設尖峰發電於11~5月需發電4.2小時(參照翡翠電廠)，6~10月需發電6小時(參照卓蘭電廠)，另外假設德基水庫每日滿足尖峰發電之水量，無論在任何時段皆以6小時完成放水。

(四)生態基流量保留原則

(1)德基水庫至石岡壩之保留水量為6.11 cms

(2)石岡壩以下河段則需保留6.44 cms

(3)大甲溪出海口河段則需保留3.00 cms

(五)未控制流量主要考慮德基水庫至石岡壩間河段，按各堰壩之關係及支流分割為五段，其流量按相對集水區按面積比例法計算。

表3-1-3 大甲溪農業用水保留水量表(1/2)

單位：cms

河段	用水標的	1月			2月			3月			4月			5月			6月		
		上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
德基水庫 石岡壩	白冷圳	1.831	1.831	1.831	1.831	1.831	1.831	1.831	1.831	1.831	1.831	1.831	1.831	1.831	1.831	1.831	1.831	1.831	1.831
	大茅埔圳	0.121	0.121	0.121	0.121	0.121	0.121	0.121	0.121	0.121	0.121	0.121	0.121	0.121	0.121	0.121	0.121	0.121	0.121
	老圳	0.240	0.240	0.240	0.240	0.240	0.240	0.240	0.240	0.240	0.240	0.240	0.240	0.240	0.240	0.240	0.240	0.240	0.240
	東勢本圳	0.763	0.763	0.763	0.763	0.763	0.763	0.763	0.763	0.763	0.763	0.763	0.763	0.763	0.763	0.763	0.763	0.763	0.763
	八寶圳上游	0.326	0.326	0.324	0.411	0.405	0.372	0.481	0.459	0.478	0.455	0.456	0.471	0.474	0.474	0.474	0.419	0.305	0.480
	小計	3.281	3.281	3.279	3.366	3.360	3.327	3.436	3.414	3.433	3.410	3.411	3.426	3.429	3.429	3.429	3.374	3.260	3.435
石岡壩	八寶圳中下游	0.309	0.309	0.311	0.406	0.412	0.445	0.881	0.903	0.884	0.829	0.828	0.813	0.810	0.810	0.810	0.714	0.828	0.653
	葫蘆墩圳	3.961	3.955	4.213	4.424	5.630	8.714	14.023	16.106	16.111	15.050	14.607	13.993	13.301	13.300	13.300	13.160	11.802	8.427
	小計	4.270	4.264	4.524	4.830	6.042	9.159	14.904	17.009	16.995	15.879	15.435	14.806	14.111	14.110	14.110	13.874	12.630	9.080
石岡壩 大甲溪河口	埤頭山圳	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046
	內埔圳	0.247	0.247	0.247	0.255	0.288	0.309	0.813	1.323	1.456	1.266	1.266	1.224	1.125	1.125	1.125	1.125	1.125	1.011
	五福圳	1.081	1.081	1.081	1.116	1.220	1.287	2.850	4.257	4.257	5.075	5.075	4.958	4.475	4.475	4.475	4.475	4.475	4.017
	虎眼一圳	0.289	0.289	0.327	0.354	0.683	0.683	1.331	1.331	1.331	1.154	1.154	1.154	1.129	1.129	1.129	1.129	0.962	0.369
	高美圳	0.510	0.510	0.510	0.531	0.568	0.592	1.261	1.505	1.505	1.984	1.984	1.984	1.955	1.955	1.955	1.955	1.955	1.955
	虎眼二圳	0.310	0.310	0.350	0.379	0.677	0.677	1.093	1.093	1.093	0.934	0.934	0.934	0.814	0.814	0.814	0.814	0.814	0.386
	小計	2.483	2.483	2.561	2.681	3.482	3.594	7.394	9.555	9.688	10.459	10.459	10.300	9.544	9.544	9.544	9.544	9.377	7.784
合計	10.034	10.028	10.364	10.877	12.884	16.080	25.734	29.978	30.116	29.748	29.305	28.532	27.084	27.083	27.083	26.792	25.267	20.299	

表3-1-3 大甲溪農業用水保留水量表(2/2)

單位：cms

河段	用水標的	7月			8月			9月			10月			11月			12月		
		上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
德基水庫 石岡壩	白冷圳	1.831	1.831	1.831	1.831	1.831	1.831	1.831	1.831	1.831	1.831	1.831	1.831	1.831	1.831	1.831	1.831	1.831	1.831
	大茅埔圳	0.120	0.120	0.120	0.121	0.121	0.121	0.121	0.121	0.121	0.121	0.121	0.121	0.121	0.121	0.121	0.121	0.121	0.121
	老圳	0.240	0.240	0.240	0.240	0.240	0.240	0.240	0.240	0.240	0.240	0.240	0.240	0.240	0.240	0.240	0.240	0.240	0.240
	東勢本圳	0.763	0.763	0.763	0.763	0.763	0.763	0.763	0.763	0.763	0.763	0.763	0.763	0.763	0.763	0.763	0.763	0.759	0.759
	八寶圳上游	0.472	0.532	0.345	0.465	0.482	0.484	0.469	0.476	0.476	0.443	0.445	0.494	0.319	0.364	0.347	0.332	0.332	0.332
	小計	3.426	3.486	3.299	3.420	3.437	3.439	3.424	3.431	3.431	3.398	3.400	3.449	3.274	3.319	3.302	3.283	3.283	3.283
石岡壩	八寶圳中下游	0.546	0.486	0.673	0.890	0.873	0.871	0.815	0.808	0.808	0.752	0.750	0.701	0.328	0.283	0.300	0.315	0.315	0.315
	葫蘆墩圳	7.254	9.259	19.213	15.628	15.064	14.887	13.413	13.294	13.294	13.295	13.128	8.634	3.667	3.122	3.557	3.963	3.964	3.963
	小計	7.800	9.745	19.886	16.518	15.937	15.758	14.228	14.102	14.102	14.047	13.878	9.335	3.995	3.405	3.857	4.278	4.279	4.278
石岡壩 大甲溪河口	埤頭山圳	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046
	內埔圳	0.882	0.545	1.633	1.482	1.266	1.266	1.167	1.125	1.125	1.125	1.125	0.959	0.413	0.247	0.247	0.247	0.247	0.247
	五福圳	3.337	1.922	4.442	5.761	4.605	4.605	4.379	4.061	4.061	4.061	4.061	3.684	1.840	0.869	0.877	0.946	1.004	1.004
	虎眼一圳	0.295	0.354	1.770	2.001	1.794	1.794	1.665	1.579	1.579	1.579	1.579	1.364	0.580	0.295	0.304	0.314	0.314	0.313
	高美圳	1.681	0.997	1.522	2.886	2.588	2.588	2.494	2.275	2.275	2.275	2.275	2.118	1.152	0.403	0.414	0.437	0.461	0.461
	虎眼二圳	0.293	0.356	1.869	2.116	1.894	1.894	1.756	1.664	1.664	1.664	1.664	1.434	0.586	0.287	0.294	0.301	0.301	0.301
	小計	6.534	4.220	11.282	14.292	12.193	12.193	11.507	10.750	10.750	10.750	10.750	9.605	4.617	2.147	2.182	2.291	2.373	2.372
合計	17.760	17.451	34.467	34.230	31.567	31.390	29.159	28.283	28.283	28.195	28.028	22.389	11.886	8.871	9.341	9.852	9.935	9.933	

3-1-2 大安溪水源現況運用演算模擬原則

大安溪主要蓄水設施包括士林堰、鯉魚潭水庫、景山溪攔河堰等。農業用水則依其特性區分為士林堰下游灌區(卓蘭圳、石壁坑圳、埔尾橫圳、矮山圳、口潭圳、新店圳、頂店圳)、后里圳灌區(后里圳)、鯉魚潭灌區(鯉魚潭圳)、三灌圳(苑裡圳、日南圳、九張犁圳)等四個農業需求予以計算。公共用水則是由鯉魚潭水庫直接輸送至鯉魚潭淨水場再配送至台中地區。

大安溪系統營運時之原則包括蓄水設施營運操作原則、越域引水水質處理原則、農業需求僅可引取天然流量之原則及其他相關原則，分述如下：

一、水源設施

大安溪蘭勢橋以下河段，現有多處灌溉取水口，屬台中水利會管理。流域內主要之蓄水設施為鯉魚潭水庫，屬一離槽水庫，除了蓄存景山溪集水區之流量外，並透過士林攔河堰自大安溪越域引水；相關設施之水源運用原則如下所述：

(一)士林攔河堰之操作原則

依據經濟部水利署之「士林壩運用要點」，士林攔河堰之引水利用，除在登記水權量及不影響鯉魚潭水庫之營運需要下引水外，應依下列規定辦理：

- 1.天然進流量扣除下游保留流量後小於35cms時，依台電公司調度處之調度作每日調節運用，配合發電引水。
- 2.天然進流量小於600cms並扣除下游保留流量後大於35cms時，得視需要調節士林壩水位，以設計引水量35cms引水。
- 3.天然進流量大於600cms時，應停止引水。
- 4.鯉魚潭水庫進行檢查、維修時，應配合減少引水或停止引水；鯉魚潭水庫進行防洪運轉或緊急操作時，應停止引水。
- 5.壩、引水隧道及相關設施，因維修、檢查、緊急事故或天災等，本壩得停止蓄水或引水。

(二)卓蘭電廠

為增加鯉魚潭水庫發電工程之發電效益，台中農田水利會大安溪苑裡圳、日南圳與九張犁圳等三條圳路之灌溉水源，自士林攔河堰引

入以增加卓蘭電廠發電量，再經由鯉魚潭水庫放流至灌區。卓蘭電廠以士林堰引水量發電，若電廠不發電時，士林堰仍可透過引水隧道將大安溪水量蓄存於鯉魚潭水庫。

(三)鯉魚潭水庫營運操作原則

鯉魚潭水庫主要透過專管將水送至鯉魚潭淨水場以供應台中地區公共用水，以供給公共用水為主，不提供農業用水，其下游農業用水僅能引取天然流量。由於公共用水之供給能力為本計畫探討之對象，故於模擬時不採用鯉魚潭水庫現行之運轉規線。

鯉魚潭水庫水源來自景山溪及大安溪越域引水，但由於農業各圳路對於天然流量有優先使用之權力，因此鯉魚潭水庫僅可蓄存天然流量滿足農業需求後之剩餘流量。由於該系統之農業需求量在天然(水庫位於圳路取水口上游)或人為(未增加發電效益，將三灌圳之權益量以越域引水方式送進鯉魚潭水庫)條件影響下皆需經過鯉魚潭水庫，因此鯉魚潭水庫除每日供應台中公共用水外，亦須將農業需求之權益水量放出，其放水原則如下：

- 1.每日供應景山溪各灌溉圳路需水量，唯依各圳計畫用水量供應，但以該日景山溪之天然流量與各圳水權量兩者中較小者為限。
- 2.水庫每日供給苑裡圳、日南圳、九張犁圳需水量，現況供水藉由士林調整池引入該三圳之權益引水量與水權量兩者之小者為限。前項所稱權益引水量，係指受限於士林調整池天然流量不足時，該三圳依比例折減之分配水量。

二、鯉魚潭淨水場

由於鯉魚潭淨水場透過專管直接自鯉魚潭水庫取水，其水源為離槽水庫水源非川流水源，故原水濁度低且水質穩定，故本計畫對於鯉魚潭淨水場處理鯉魚潭水庫原水不考慮水質濁度之影響。

三、其他原則

大安溪之水源利用除士林堰進行越域引水發電外，亦包含農業用水及公共給水。模擬時除須考慮上述各堰壩之運用原則外，亦需考慮各控制節點之下游保留量，即農業用水與生態基流量等。相關原則說明如后：

(一)下游保留水量

大安溪各灌區之保留量採用登記水權量與計畫用水量較少者如表3-1-4。水源運用時，水庫優先放流下游保留水量時，仍以當時水庫入流量為保留量之上限，若水庫當時之入流量小於計畫保留量，則保留量不足之部份，不以水庫之蓄存水量補充供應。此乃反應水庫未建造之前，當地河川流量之供需關係。

(二)水量平衡方程式

1.士林攔河堰

(1)士林攔河堰入流量 = 士林攔河堰引水量 + 堰址下游保留水量 + 堰址未利用水量

(2)若士林攔河堰入流量 \leq 堰壩址下游保留水量，則士林攔河堰引水量 = 0

(3)士林攔河堰越域引水蓄存於水庫之水量 \leq (輸水隧道最大引水容量 - 苑裡圳等三圳水權量)

2.鯉魚潭水庫

(1)鯉魚潭水庫次日蓄水量 = 鯉魚潭水庫本日蓄水量 + 水庫集水區入流量 + 士林攔河堰引水量 - 水庫蒸發量 - 壩址下游保留水量 - 水庫溢流量 - 水庫供給公共需水量

(2)若鯉魚潭水庫集水區入流量 \leq 壩址下游保留水量，則鯉魚潭水庫放流量 = 集水區入流量

(3)若鯉魚潭水庫次日蓄水量 $>$ 鯉魚潭水庫最大蓄水容量，則鯉魚潭水庫溢流量 = 鯉魚潭水庫次日蓄水量 - 鯉魚潭水庫最大蓄水容量

(三)生態基流量保留原則

大安溪流域生態基流量採用台電公司研提「士林壩保留基流量分

析報告」之士林堰最小生態放流量為2.7cms，另以景山溪之天然流量決定鯉魚潭水庫至義里二橋間之生態基流量值，得鯉魚潭水庫超越機率95%之流量值為0.14cms。

(四)農業用水處理原則

農業用水採計畫用水量與登記水權量較小者，各節點除依保留量計算外，並採用生態基流量與下游保留量大者為主。

(五)未控制流量

本計畫考慮士林堰下游之雪山坑溪未控制流量。

表3-1-4 大安溪各河段保留水量表(1/2)

單位：cms

河段	用水標的	1月			2月			3月			4月			5月			6月			
		上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	
士林 攔河堰 ~ 景山溪 匯流	卓蘭圳	0.025	0.025	0.025	0.519	0.519	0.519	1.313	1.313	1.313	1.313	1.313	1.313	1.313	1.313	1.313	1.313	1.313	1.313	1.313
	石壁坑圳	0.090	0.090	0.090	0.553	0.553	0.553	0.553	0.553	0.553	0.553	0.553	0.553	0.553	0.553	0.553	0.553	0.553	0.553	0.553
	埔尾橫圳	0.007	0.007	0.007	0.073	0.073	0.073	0.203	0.205	0.204	0.203	0.203	0.202	0.202	0.202	0.202	0.202	0.202	0.201	0.199
	矮山圳	0.007	0.007	0.007	0.052	0.052	0.052	0.118	0.118	0.118	0.130	0.130	0.130	0.129	0.129	0.129	0.128	0.128	0.128	0.128
	公共用水	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024
	后里圳	1.860	1.860	1.861	1.870	2.020	2.126	3.017	6.004	6.004	7.122	7.057	7.007	6.324	6.280	6.279	6.280	6.280	6.280	5.859
	口潭圳	0.000	0.000	0.000	0.035	0.040	0.053	0.183	0.240	0.244	0.238	0.238	0.218	0.209	0.209	0.209	0.209	0.209	0.204	0.153
	新店圳	0.188	0.188	0.188	0.189	0.200	0.208	0.256	0.291	0.291	0.304	0.304	0.304	0.398	0.398	0.398	0.323	0.323	0.323	0.323
	頂店圳	1.342	1.342	1.342	1.469	1.469	1.469	3.253	3.253	3.253	2.621	2.621	2.621	3.058	3.058	3.058	2.945	2.945	2.588	2.588
	小計	3.543	3.543	3.544	4.784	4.950	5.077	8.920	12.001	12.004	12.508	12.443	12.372	12.210	12.166	12.165	11.977	11.971	11.140	11.140
鯉魚潭 水庫	鯉魚潭圳	0.000	0.000	0.000	0.025	0.028	0.036	0.084	0.084	0.084	0.109	0.109	0.109	0.112	0.112	0.112	0.113	0.113	0.099	
景山溪 匯流點 ~ 大安溪 河口	苑裡圳	0.000	0.000	0.000	1.096	1.234	1.344	2.645	2.645	2.645	3.147	3.147	3.147	3.036	3.036	3.036	3.355	3.355	3.355	
	日南圳	0.831	0.831	0.831	0.890	0.890	0.890	1.123	1.123	1.123	1.534	1.534	1.534	2.273	2.273	2.273	2.540	2.540	2.077	
	九張犁圳	0.350	0.350	0.350	0.352	0.382	0.401	0.891	0.995	0.995	1.077	1.077	1.004	0.956	0.956	0.956	0.956	0.944	0.749	
	小計	1.181	1.181	1.181	2.338	2.506	2.635	4.659	4.763	4.763	5.758	5.758	5.685	6.265	6.265	6.265	6.851	6.839	6.181	
合計		4.724	4.724	4.725	7.147	7.484	7.748	13.663	16.848	16.851	18.375	18.310	18.166	18.587	18.543	18.542	18.941	18.923	17.420	

表3-1-4 大安溪各河段保留水量表(2/2)

單位：cms

河段	用水標的	7月			8月			9月			10月			11月			12月		
		上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
士林 攔河堰 ~ 景山溪 匯流	卓蘭圳	1.254	1.254	1.254	1.313	1.313	1.313	1.313	1.313	1.313	1.313	1.313	1.313	1.173	1.173	1.173	0.173	0.173	0.173
	石壁坑圳	0.553	0.553	0.553	0.553	0.553	0.553	0.553	0.553	0.553	0.553	0.553	0.553	0.309	0.309	0.309	0.098	0.098	0.098
	埔尾橫圳	0.189	0.189	0.189	0.213	0.210	0.210	0.210	0.208	0.208	0.208	0.208	0.207	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008
	矮山圳	0.124	0.124	0.124	0.115	0.115	0.115	0.130	0.130	0.130	0.097	0.097	0.097	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006
	公共用水	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024
	后里圳	5.250	4.257	5.250	8.170	7.134	7.133	6.676	6.348	6.348	6.348	6.348	5.368	2.659	1.684	1.731	1.847	1.847	1.847
	口潭圳	0.080	0.042	0.196	0.278	0.238	0.238	0.227	0.209	0.209	0.209	0.209	0.190	0.091	0.035	0.037	0.039	0.042	0.042
	新店圳	0.380	0.265	0.380	0.343	0.343	0.343	0.490	0.459	0.459	0.459	0.459	0.406	0.186	0.132	0.160	0.188	0.188	0.188
	頂店圳	1.513	1.410	1.513	3.801	3.801	3.801	3.489	3.489	3.489	3.534	3.534	3.349	1.932	1.488	1.604	1.422	1.422	1.422
	小計	9.367	8.118	9.483	14.810	13.731	13.730	13.112	12.733	12.733	12.745	12.745	11.507	6.388	4.859	5.052	3.805	3.808	3.808
鯉魚潭 水庫	鯉魚潭圳	0.056	0.029	0.109	0.116	0.116	0.116	0.110	0.110	0.110	0.096	0.096	0.096	0.059	0.025	0.026	0.028	0.029	0.029
景山溪 匯流點 ~ 大安溪 河口	苑裡圳	3.365	1.800	3.509	3.502	3.502	3.502	4.097	4.097	4.097	3.300	3.300	2.310	1.147	1.224	1.300	1.272	1.272	1.272
	日南圳	1.680	0.681	1.680	2.739	2.739	2.739	2.934	2.666	2.666	2.635	2.635	2.554	1.600	0.866	0.843	0.803	0.803	0.803
	九張犁圳	0.594	0.258	0.717	1.360	1.077	1.077	1.052	0.956	0.956	0.956	0.956	0.915	0.619	0.321	0.315	0.350	0.350	0.350
	小計	5.639	2.739	5.906	7.601	7.318	7.318	8.083	7.719	7.719	6.891	6.891	5.779	3.366	2.411	2.458	2.425	2.425	2.425
合計		15.062	10.886	15.498	22.527	21.165	21.164	21.305	20.562	20.562	19.732	19.732	17.382	9.813	7.295	7.536	6.258	6.262	6.262

3-2 天然流量之推估與分析

3-2-1 大安溪天然流量分析及補遺

各堰壩址入流量在水資源分析中，係評估系統供水潛能之重要影響因子；本計畫於大安溪系統，以鯉魚潭水庫與士林攔河堰之流量為主要調查與推估重點。本計畫參考「鯉魚潭水庫與石岡壩水源運用檢討報告」(中水局，89年)之流量推估方式，擬分析期程為民國64年至93年，其各計算期間之流量推估式列於表3-2-1及各流量站所缺流量記錄如表3-2-2。士林堰入流量以「象鼻站3」估算；鯉魚潭水庫本槽景山溪入流量原係以義里站流量換算，該站記錄僅至民國91年，92年後年迄今均無記錄。景山站位於士林堰越域引水出口下游，可以該站記錄概估越域引水量，惟該站記錄亦不齊全，故流量記錄不全之流量站採用「象鼻站3」以面積比例法補遺，如表3-2-1所示。鯉魚潭水庫於民國81年11月運轉後雖有流量記錄，但為模擬士林堰越域引水影響，因此鯉魚潭水庫與士林攔河堰仍分別採用推估流量，再進行水資源運用模擬。

表3-2-1 鯉魚潭水庫與士林攔河堰流量推估式

支流名稱	控制站名稱	流量計算期間	流量推估計算式	備註
景山溪	鯉魚潭水庫	64.01~77.12	$Q_{\text{鯉魚潭水庫}} = Q_{\text{鯉魚潭站}}$	$Q_{\text{鯉魚潭水庫}} = \text{鯉魚潭水庫入流量}$
		78.01~91.12	$Q_{\text{鯉魚潭水庫}} = 0.098 \times Q_{\text{義里站}}$	$Q_{\text{士林攔河堰}} = \text{士林攔河堰入流量}$
		92.01~93.12	$Q_{\text{鯉魚潭水庫}} = 0.112 \times Q_{\text{象鼻(3)站}}$	$Q_{\text{鯉魚潭站}} = \text{鯉魚潭站流量(1400H010)}$ $Q_{\text{義里站}} = \text{義里站流量(1400H009)}$
大安溪	士林攔河堰	64.01~79.12	$Q_{\text{士林攔河堰}} = 2.855 + 0.814 \times Q_{\text{卓蘭站}}$	$Q_{\text{卓蘭站}} = \text{卓蘭站流量(1400H011)}$
		80.01~93.12	$Q_{\text{士林攔河堰}} = Q_{\text{象鼻(3)站}}$	$Q_{\text{象鼻(3)站}} = \text{象鼻(3)站流量(1400H015)}$

資料來源：1.鯉魚潭水庫與石岡壩水源運用檢討報告，中區水資源局，89年。

2.水利署網站，95年，本計畫整理。

表3-2-2 大安溪流量站記錄年份統計表

入流位置	採用流量站	可用記錄年份
景山溪入流	義里	1975~2002
士林堰入流	象鼻站3	1975~2003

資料來源：水利署網站，95年，本計畫整理。

3-2-2 大甲溪天然流量分析及推估

一、側流量推估

水資源系統分析中，連續性資料為分析所必需，如無流量站實測資料，則需由鄰近流量站之觀測資料，以間接方法推估。本計畫採用比面積法推估各堰壩位址之流量。此法係假設集水區之逕流量與其集水面積具有某種程度之關聯，由堰壩址與欲引用流量站之觀測流量與集水面積關係式 $Q_1/Q_2 = (A_1/A_2)^n$ ，間接推估堰壩址流量。

考量大甲河流域已有系列堰壩及電廠，為避免測站觀測流量受人為操作影響，採德基水庫上游之流量站，包括南湖上游、南湖、七家灣、四季朗、環山合流點、松茂、佳陽、合歡等站，以各站歷年流量記錄迴歸分析，推估比面積法之係數(n值)。另探討德基水庫下游之青山站及石岡壩址比面積法之係數(n值)如表3-2-3。假設大甲河流域之比面積法係數於水系內為定值，建議採其平均值1.04。本計畫採松茂站以利用比面積法(係數1.04)推估各控制點之流量，並依推估所得天然流量推算側流量，成果如表3-2-4所列。

二、德基水庫入流量

德基水庫入流量採台電公司德基水庫營運報表紀錄進行模擬，其民國64~93年入流量紀錄。德基水庫包含志樂溪越域引水，其入流量平均每日33.22cms，年平均入流量約為10.16億 m^3 。

三、德基水庫至石岡壩之側入流量

依表3-2-4所列方式進行德基水庫至石岡壩側流量推估，日平均流量31.64cms，年平均引水量約為9.98億 m^3 。

四、入流量與側流量校驗

彙整前人研究及實際觀測資料如表3-2-5。如表所示，模擬時採德基水庫水庫實測年平均入流量約為10.16億 m^3 /年，稍低於前人推估之10.75~10.96億 m^3 /年。而石岡壩之入流量部分，本計畫推估值約21.23億 m^3 /年，稍低於石岡壩營運記錄之24.06億 m^3 /年，但高於前人推估量17.74~20.02億 m^3 /年較為接近。故本計畫推估值尚屬合理。

表3-2-3 大甲溪流域比面積法係數分析成果表

上游測站	下游測站	統計年限(民國)	係數 n	備註
南湖上游	南湖	53-72	0.99	
七家灣	四季朗	53-90	1.26	
環山合流點	松茂	59-90	1.06	
合歡	環山合流點	76-90	0.90	
合歡	松茂	76-90	0.99	
四季朗	松茂	59-90	1.07	
松茂	青山	59-62	1.05	青山站 63 年後受德基水庫人為操作影響，不列入計算
松茂	石岡	67-90	1.02	石岡流量為石岡壩管理中心觀測資料
平均值			1.04	

表3-2-4 大甲溪流域側流量推估方式表

河段區分	側入流量推估方式
德基水庫至青山壩	$\text{松茂站} \times \left(\frac{\text{青山壩集水區面積}}{\text{松茂站集水區面積}} \right)^{1.04} - \text{松茂站} \times \left(\frac{\text{德基水庫集水區面積}}{\text{松茂站集水區面積}} \right)^{1.04}$ 集水區面積：德基水庫 514.00 平方公里；青山壩 517.80 平方公里
青山壩至谷關壩	$\text{松茂站} \times \left(\frac{\text{谷關壩集水區面積}}{\text{松茂站集水區面積}} \right)^{1.04} - \text{松茂站} \times \left(\frac{\text{青山壩集水區面積}}{\text{松茂站集水區面積}} \right)^{1.04}$ 谷關壩集水區面積：686.30 平方公里
谷關壩至天輪壩	谷關壩至天輪壩側流量： $\text{松茂站} \times \left(\frac{\text{天輪壩集水區面積}}{\text{松茂站集水區面積}} \right)^{1.04} - \text{松茂站} \times \left(\frac{\text{谷關壩集水區面積}}{\text{松茂站集水區面積}} \right)^{1.04}$ 側流量修正(志樂溪部分水量引入德基水庫)：谷關壩至天輪壩側流量-志樂溪越域引水引水量，天輪壩集水區面積：758.10 平方公里
天輪壩至馬鞍壩	$\text{松茂站} \times \left(\frac{\text{馬鞍壩集水區面積}}{\text{松茂站集水區面積}} \right)^{1.04} - \text{松茂站} \times \left(\frac{\text{天輪壩集水區面積}}{\text{松茂站集水區面積}} \right)^{1.04}$ 馬鞍壩集水區面積：963.25 平方公里
馬鞍壩至八寶堰	$\text{松茂站} \times \left(\frac{\text{大甲堰集水區面積}}{\text{松茂站集水區面積}} \right)^{1.04} - \text{松茂站} \times \left(\frac{\text{馬鞍壩集水區面積}}{\text{松茂站集水區面積}} \right)^{1.04}$ 八寶堰集水區面積：983.00 平方公里
八寶堰至石岡壩	$\text{松茂站} \times \left(\frac{\text{石岡壩集水區面積}}{\text{松茂站集水區面積}} \right)^{1.04} - \text{松茂站} \times \left(\frac{\text{大甲堰集水區面積}}{\text{松茂站集水區面積}} \right)^{1.04}$ 石岡壩集水區面積：1061.00 平方公里
馬鞍壩至石岡壩	$\text{松茂站} \times \left(\frac{\text{石岡壩集水區面積}}{\text{松茂站集水區面積}} \right)^{1.04} - \text{松茂站} \times \left(\frac{\text{馬鞍壩集水區面積}}{\text{松茂站集水區面積}} \right)^{1.04}$

表3-2-5 本計畫之推估大甲溪流量與蒐集資料記錄一覽表

流量(億立方公尺/年)推估項	大甲溪攔河堰可行性規劃計畫(48~87)	鯉魚潭水庫與石岡壩水源運用檢討報告(48~86)	本計畫使用資料(64~93)	實際觀測記錄值
(1)德基水庫入流量(大甲溪)	9.59	9.57	9.07	NA
(2)志樂壩入流量(志樂溪)	1.71	NA	1.98	NA
(3)德基水庫水源量	10.96	10.76	10.16	10.41
(4)德基到石岡未控制流量	6.78	9.26	9.98	NA
(5)系統天然流量[(5)=(3)+(4)]	17.74	20.02	21.23	24.06
(6)德基水庫放水量	NA	10.72	NA	10.17

資料來源：1.鯉魚潭水庫與石岡壩水源運用檢討報告，中區水資源局，民國 88 年

2.大甲溪攔河堰可行性規劃計畫三、水文水源專題 1、水源運用規劃，水利規劃試驗所，民國 91 年

備註：1.德基水庫水源量與放水量實際觀測記錄採德基水庫營運報表（64~93 年）

2.實際觀測記錄之系統天然流量為石岡營運報表入流量（68~93 年）

3. NA：表無資料

3-2-3 大安溪及大甲溪歷年流量比較

本計畫分析水文由民國64~93年，較前期報告64~90年延長91、92及93三年，由歷年觀測大安溪義里站流量及大甲溪石岡壩流量如圖3-2-1及圖3-2-2，顯示大安溪歷年流量枯早排序前三位為92、80、91年，而大甲溪歷年流量枯早排序前三位為80、92、91年，其中本報告所增列水文資料91、92年為大安溪及大甲溪歷年枯早排序之前三位，93年雖為豐水年，然流量集中於下半年，故91、92及93上半年連續枯旱影響台中供水至鉅。

大安溪義里流量站年入流量

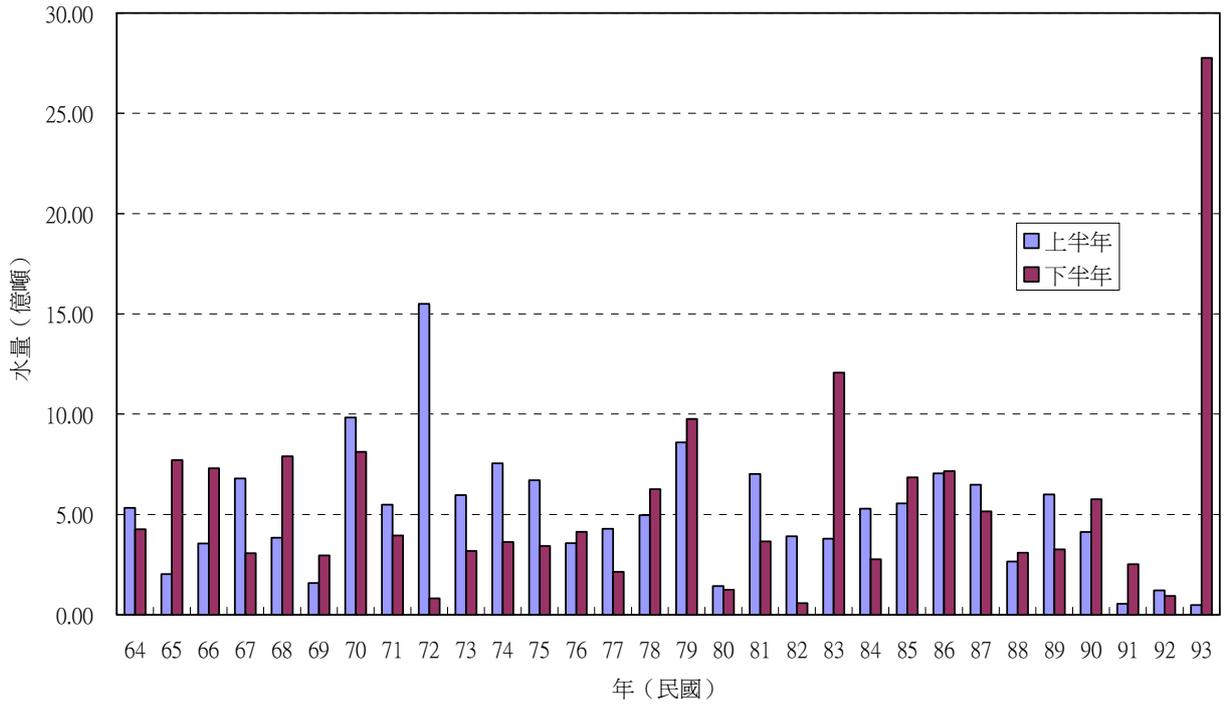


圖3-2-1 大安溪(義里站)歷年流量統計

大甲溪石岡壩年入流量

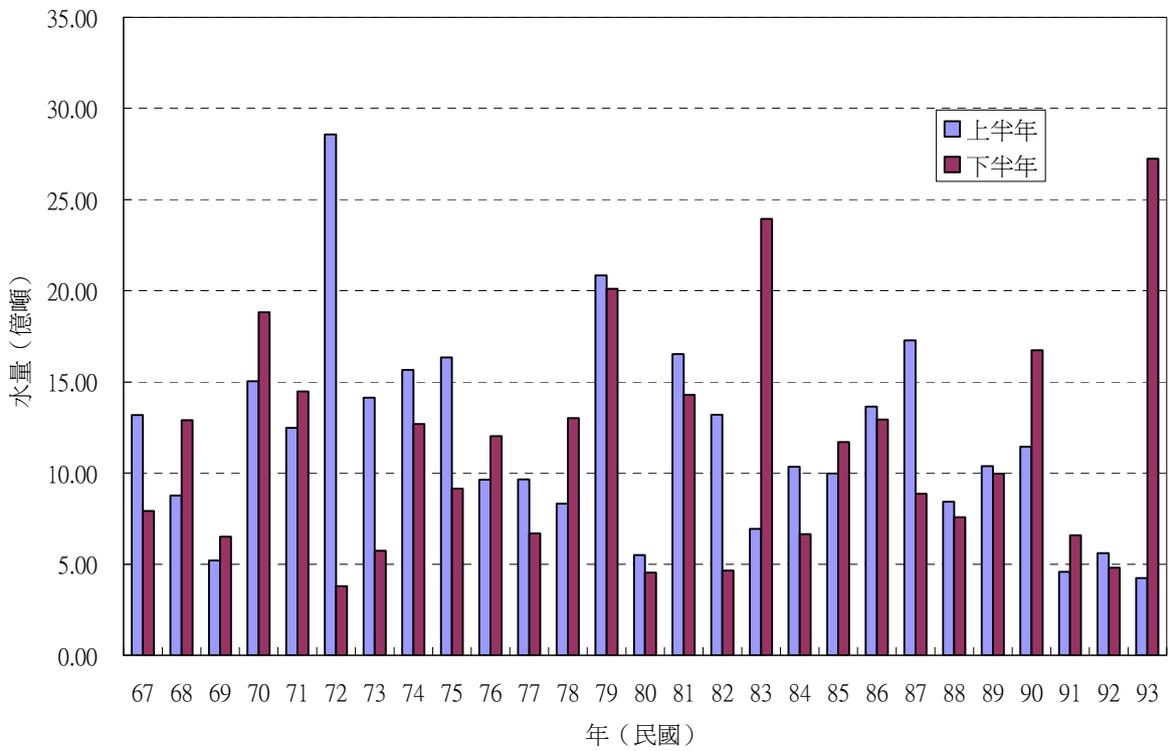


圖3-2-2 大甲溪(石岡壩)歷年流量統計

3-3 大甲溪剩餘水量推估

經檢討現況石岡壩下游年逕流量約12.65億噸，扣除下游既有灌溉用水權益及生態流量後，大甲溪年剩餘水量約為9.85億噸，其中豐水期7.35億噸，枯水期2.5億噸；顯示現況大甲溪仍有相當豐沛未利用水量。且經分析歷年大甲溪石岡壩入流量，於優先確保既有石岡壩葫蘆墩圳用水權益(旬計畫用水量3.96~16.10cms)及下游埤頭山圳、內埔圳、五福圳、虎眼一圳、高美圳、虎眼二圳等灌溉用水權益量(旬計畫用水量2.29~14.29cms)及豐原淨水場用水需求90萬噸/日(石岡壩供水系統詳圖3-3-1)、及石岡壩下游生態流量3cms後，顯示於各超越機率流量情境下，大甲溪剩餘水量仍相當充沛，即使於發生枯水年超越機率 Q_{70} 流量或發生超越機率 Q_{50} 流量水情以上之情形下，石岡壩仍有相當充沛剩餘水量可供調度運用(剩餘水量分析圖詳圖3-3-2)。

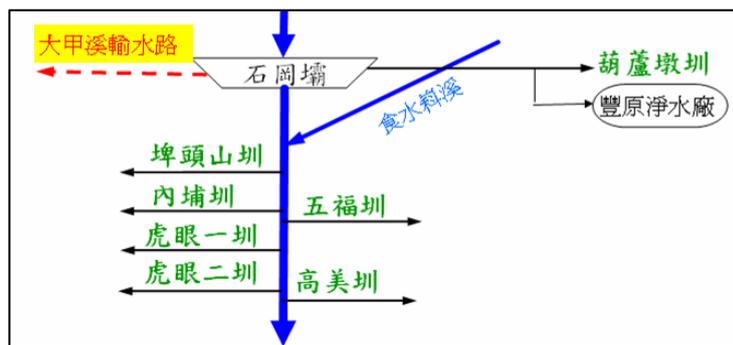


圖3-3-1 石岡壩及下游灌區用水系統

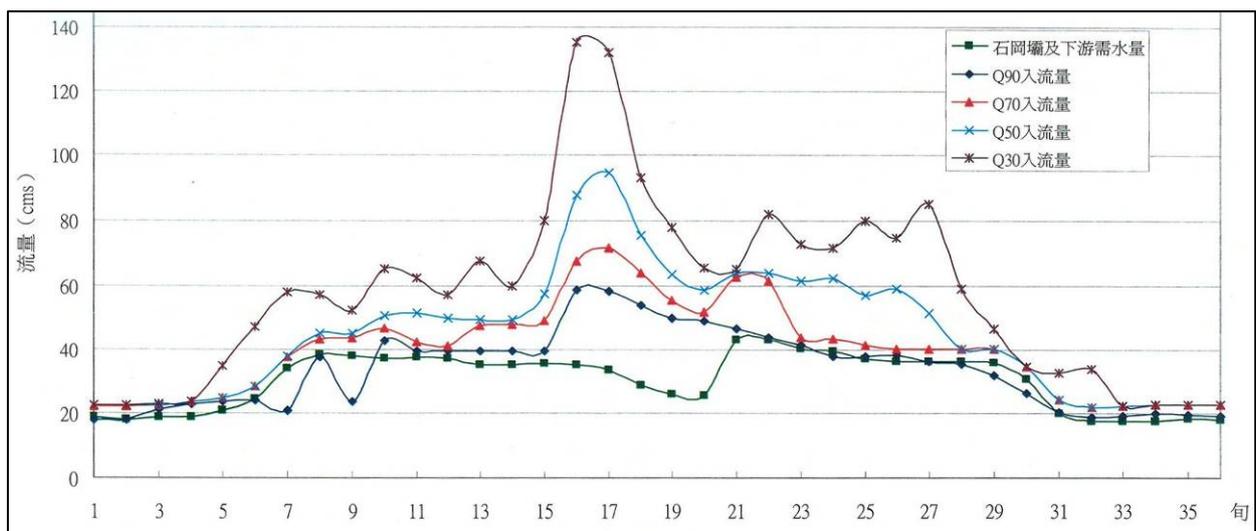


圖3-3-2 大甲溪石岡壩入流量及民國110年用水需求推估比較圖

3-4 剩餘水量運用構想—建置水源聯合調度運用及備援系統

為因應前述民國110年台中地區公共用水水源水量不足問題，考量現階段大型水利設施新建相當不易，且為符合「多元化水資源經營管理方案」及「國家永續發展會議」所揭櫫之有效管理、彈性調度及多元開發來維持民眾生活品質與產業發展及達到水資源永續利用目標，因受限於台灣自來水公司豐原淨水場無法擴充增加取水利用大甲溪水量，在考量大安溪鯉魚潭水庫於枯水期尚有充足庫容可供調蓄機能，計畫辦理大甲溪右岸新設取水口及輸水管，將大甲溪剩餘水量輸送至既有鯉魚潭淨水場、興辦中之后里淨水場，如再有剩餘水量即將大甲溪水源送至大安溪后里圳，並以調度方式將原供應后里圳之大安溪水源轉蓄存於鯉魚潭水庫。另為因應颱風期間大甲溪原水濁度遽昇影響供水穩定，並計畫辦理「鯉魚潭水庫第二原水管工程」，增加鯉魚潭水庫備援供水能力。透過上述水源運用及供水對策，可達成大甲溪與大安溪真正聯合運用，除可提昇現況大甲溪未利用川流水源利用率外，並可增加鯉魚潭水庫蓄水及增加供水能力。

3-5 本計畫新增設施之水源運用原則

由於大安溪及大甲溪之水文條件，在時間及空間上分佈不均，即豐水期及枯水期之河川流量相差懸殊；因大甲溪尚存豐沛剩餘流量，如圖3-2-1及圖3-2-2所示；另，因大安溪之鯉魚潭水庫為離槽水庫，而大甲溪之石岡壩及德基水庫為在槽水庫，使大甲溪水較大安溪水濁度高；大安溪供水系統較大甲溪系統穩定，故為因應本地區之特殊水文環境，提高大安溪及大甲溪水源聯合運用效率，在堰壩、淨水設施（現有及新設）基礎上，依大安溪與大甲溪水源聯合運用架構（如圖3-5-1），研訂本計畫新增設施包括「大甲溪輸水路」及「鯉魚潭水庫第二原水管」聯通大甲溪及大安溪水源，達到真正聯合運用，其運用原則說明如下：

一、大甲溪輸水路

於確保大甲溪石岡壩下游用水人之用水權益及生態基流量，故於石岡壩右岸取水時，以引取石岡壩之剩餘川流水為原則，至后里淨水場及鯉魚潭淨水場處理，如原水仍有餘裕，則輸送至后里圳灌區替換農業用水，儲水於鯉魚潭水庫。

二、鯉魚潭水庫第二原水管

鯉魚潭水庫第二原水管為第一原水管之備援，其使用時機為第一原水管故障或大甲溪原水高濁度，導致供水量不足時，鯉魚潭水庫經由第二原水管出水至鯉魚潭淨水場或后里淨水場處理。

另本計畫下游台灣自來水公司興辦之后里淨水場，包括后里第一淨水場(20萬CMD)及后里第二淨水場(60萬CMD)，其原水於計畫完成後供應，平時兩淨水場之原水則優先由大甲溪輸水路引取大甲溪剩餘流量處理；如，大甲溪無剩餘流量或颱風期高濁度時，則改由鯉魚潭水庫出水。依台灣自來水公司規劃之后里第二淨水場原水前處理設施，未來該二淨水場原水濁度處理能力為3,000NTU。

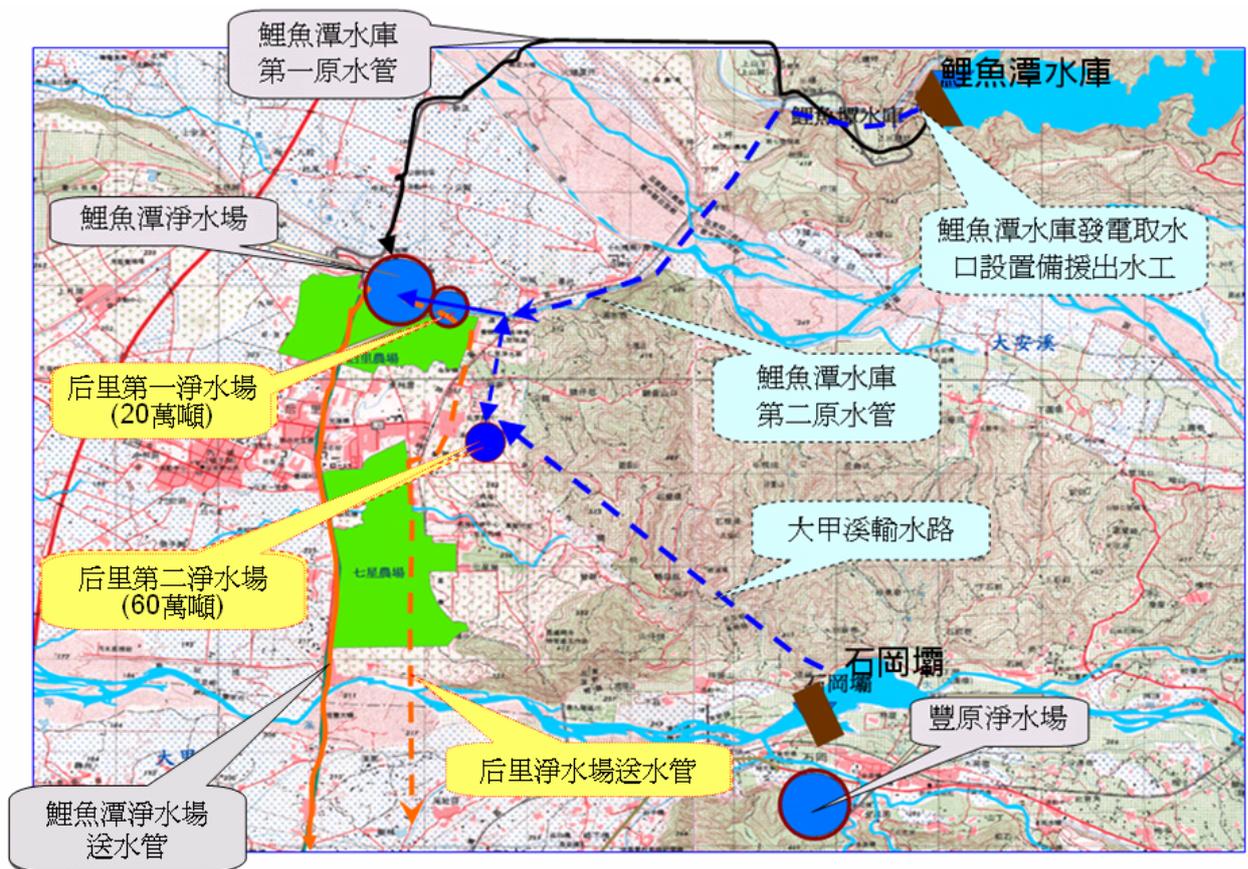


圖3-5-1 台中地區新增供水設施與既有供水設施位置圖

3-6 各情境水源聯合調配方案研擬

本計畫及自來水公司后里淨水場供水系統完成後，台中地區將有三套供水系統，包括豐原淨水場供水系統、后里淨水場供水系統、及鯉魚潭淨水場供水系統，台中地區可由大甲溪及大安溪獨立供應滿足需求，茲說明如下，另水源緊急應變措施詳9-3節。

1.大甲溪獨立供水

大甲溪水豐沛時，大甲溪系統由石岡壩引水208萬CMD，其中鯉魚潭淨水場40萬CMD；后里淨水場70萬CMD；豐原淨水場78萬CMD；並供應后里圳灌區20萬CMD，如圖3-6-1所示。另地下水及區域性水源供應10萬CMD，則共計可滿足台中地區公共用水178萬CMD；苗栗地區公共用水及后里圳灌區農業用水各20萬CMD之需求。

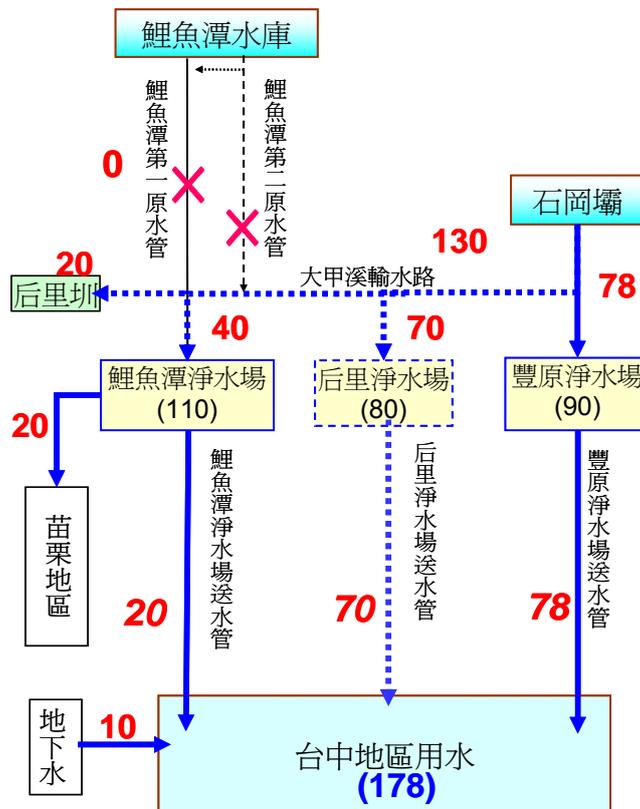


圖3-6-1 大甲溪獨立供水台中地區分配圖

2. 大安溪獨立供水

大甲溪水源不足，在極端情況下，此時全由大安溪系統鯉魚潭水庫出水188CMD供應淨水場，其中后里淨水場80萬CMD；鯉魚潭淨水場108萬CMD，如圖3-6-2所示。另地下水及區域性水源供應10萬CMD，則共計可滿足台中地區公共用水178萬CMD；苗栗地區公共用水20萬CMD之需求。

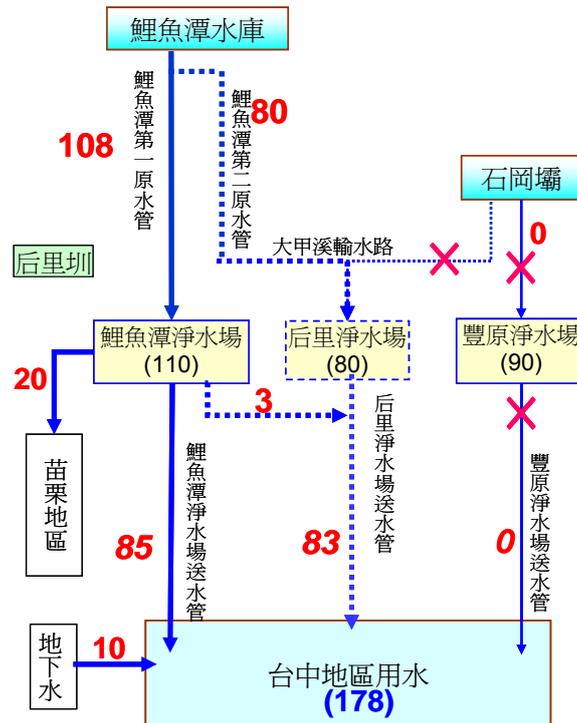


圖3-6-2 大安溪獨立供水台中地區分配圖

第四章 水源運用效益分析

4-1 供水潛能及效益分析

大安溪系統及大甲溪系統水源分別供應鯉魚潭淨水場與豐原淨水場，後端清水管連接作部分聯合運用（如圖4-1-1），本計畫完成後，可將二水系水源聯通而達水源有效聯合運用，並增供水量及增加水源調度彈性與備援能力（如圖4-1-2），本計畫之供水潛能及效益分析如下：

一、供水潛能檢討

(一)計畫前

大安溪系統及大甲溪系統聯合運用於大安大甲溪水源聯合運用輸水工程、相關淨水場效能提升、后里淨水場及其末端清水管工程完成前，架構如圖4-1-1所示，分析水文資料（64～90年）結果如表4-1-1，由表可知大安大甲溪於 $SI=1$ 時之計畫供水量165萬CMD（不含地下水及區域性水源）之供水能力。

(二)計畫後

本計畫、后里淨水場及送水管工程興建後之水源聯合運用，架構將如圖4-1-2所示，比照前期計畫採民國60～90年水文記錄模擬模擬大安大甲溪於計畫前後之供水能力，計畫前後之供水能增加，分別為165萬CMD及193萬CMD（缺水指數 $SI=1.0$ ），增加供水潛能28萬CMD，其結果如表4-1-1，大甲溪輸水路平均每年引水量約1.10億立方公尺，平均每年使用342天，使用機率約94%。

按上述計畫供水潛能193萬CMD及民國64～93年水文記錄再模擬計畫前(現況)及計畫完成後各水文年供水潛能如表4-1-2計畫前後之缺水指數 SI 值分別為1.784及2.296，而最大供水量為161.60萬CMD及191.86萬CMD，平均缺水率為22.40%及9.60%(如表4-1-3)；由此可知，本計畫完成後系統供水潛能大幅提升。另大甲溪輸水路各年之輸水量模擬如圖4-1-3所示，其中以74年逾1.71億立方公尺為最高，而91、92年為連續枯旱年，故須由鯉魚潭水庫及德基水庫蓄水支應，致使92年取水量約僅0.54億立方公尺為最低。

二、水源效益分析

(一)供水能力提升

本計畫採民國64至90年水文紀錄模擬分析，兩水系於大安大甲溪水源聯合運用輸水工程、相關淨水場效能提升、后里淨水場及其末端清水管工程完成前，計畫供水能力為165萬CMD；本計畫完成後配合下游自來水公司一併興辦之后里淨水場及下游送水管工程，另確保大甲溪，則聯合運用後之供水潛能為193萬CMD，供水能力可提升28萬CMD(含效能提升及增供水量)，即每年平均增供計畫水量約1.022億噸。

(二)增加水源調度彈性及靈活度

本計畫之大甲溪輸水路規劃延伸420公尺輸水管至台中水利會之后里圳幹線串接，在大甲溪水源充沛時，可調度大甲溪水源以替換后里圳在大安溪之農業用水轉存鯉魚潭水庫約0.35億噸（表4-1-1），提升水資源利用率；另於枯旱時，亦可利用大甲溪輸水路於台中水利會既有灌溉用水權益下，調度部分大甲溪灌溉節餘水量支援大安溪灌區，其調度方式如圖4-1-4；即本計畫具備跨流域、多標的水源之調度效益，真正落實大安與大甲溪之水資源聯合運用。

(三)設施備援能力提升

本計畫以「大甲溪輸水路」及「鯉魚潭水庫第二原水管」串接大甲溪與大安溪水源，台灣自來水公司配合增建后里淨水場(80萬CMD)及送水管工程後可與豐原淨水場(90萬CMD)及鯉魚潭淨水場(110萬CMD)建構三套獨立且可互為備援之供水系統，即豐原淨水場供水系統、鯉魚潭淨水場供水系統及后里淨水場系統中任兩個供水系統正常運作可滿足台中地區之用水需求，其調度方式如圖4-1-5；另於高濁度時，鯉魚潭水庫可由第一原水管及鯉魚潭水庫第二原水管出水190萬CMD至鯉魚潭淨水場及后里淨水場，其調度方式如圖4-1-6，即濁度備援能力估計提升80萬CMD，將可有效解決台中地區颱風期大甲溪濁度升高影響供水問題。

表4-1-1 本計畫系統供水潛能分析比較表(64~90年)

分析項目		分析方案	大安大甲溪水源聯合運用 輸水工程	
			計畫前	計畫後
大甲溪流域	德基水庫平均入流量	(億立方公尺/年)	10.54	10.54
	德基水庫平均放水量	(億立方公尺/年)	10.49	10.49
	德基水庫平均蓄水量	(億立方公尺/日)	1.25	1.16
	德基至石岡平均未控制流量	(億立方公尺/年)	10.17	10.17
	石岡壩平均入流量	(億立方公尺/年)	19.70	19.70
	石岡壩平均放水量	(億立方公尺/年)	13.24	12.16
	石岡壩平均蓄水量	(萬立方公尺/日)	51.01	43.35
	大甲溪流域農業平均總需求量	(億立方公尺/年)	6.97	6.97
	大甲溪流域農業平均總供給量	(億立方公尺/年)	6.91	6.88
	大甲溪流域剩餘流量	(億立方公尺/年)	10.84	10.55
	豐原淨水場平均出水量	(萬 CMD)	82.40	78.99
大安溪流域	士林堰平均入流量	(億立方公尺/年)	10.32	10.32
	士林堰平均放水量	(億立方公尺/年)	6.86	6.46
	士林堰平均蓄水量	(萬立方公尺/日)	17.43	20.36
	景山溪平均流量	(億立方公尺/年)	1.37	1.33
	士林堰輸送至鯉魚潭水庫平均水量	(億立方公尺/年)	3.35	3.75
	鯉魚潭水庫平均入流量	(億立方公尺/年)	4.28	4.65
	鯉魚潭水庫平均放水量	(億立方公尺/年)	1.37	1.33
	鯉魚潭水庫平均蓄水量	(億立方公尺/日)	0.75	0.76
	大安溪流域農業平均總需求量	(億立方公尺/年)	4.27	4.27
	大安溪流域農業平均總供給量	(億立方公尺/年)	4.27	4.27
	大安溪流域剩餘流量	(億立方公尺/年)	5.08	5.25
鯉魚潭淨水場平均出水量	(萬 CMD)	74.71	91.47	
大甲溪輸水路	石岡壩輸送至后里圳平均水量	(億立方公尺/年)	-	0.57
	大甲溪水源替換后里圳之農業用水轉存鯉魚潭水庫	(億立方公尺/年)	-	0.35
	石岡壩輸送至后里及鯉魚潭淨水場平均水量	(億立方公尺/年)	-	0.53
	大甲溪輸水路平均水量	(億立方公尺/年)	-	1.10
	后里淨水場平均出水量	(萬 CMD)	-	13.31
	大甲溪輸水路使用日數	(日/年)	-	342
	大甲溪輸水路每年使用機會	(%)	-	93.81
台中地區	計畫供水量	(萬 CMD)	165.00	193.00
	實際平均供水量	(萬 CMD)	153.18	179.60
	年缺水指數 SI		1.0	1.0
	缺水率	(%)	7.16	6.94
	缺水率約 10%之供水能力	(萬 CMD)	170.00	206.00

註：1.為與前期計畫一致，模擬水文記錄年期（64~90年）共27年，SI=1。

2.計畫前：豐原與鯉魚潭淨水場處理能力分別為85及85萬CMD，淨水場下游未增建清水管路，考慮尖峰發電；計畫後：豐原、鯉魚潭與后里淨水場處理能力分別為90、110及80萬CMD，淨水場下游增建清水管路、考慮尖峰發電，確保下游流量3cms。

3.考量淨水場之處理損失5%。

表4-1-2 本計畫系統供水潛能分析比較表(64~93年)

分析項目		分析方案	大安大甲溪水源聯合運用輸水工程	
			計畫前	計畫後
大甲溪流域	德基水庫平均入流量	(億立方公尺/年)	10.16	10.16
	德基水庫平均放水量	(億立方公尺/年)	10.14	10.14
	德基水庫平均蓄水量	(億立方公尺/日)	1.17	1.09
	德基至石岡平均未控制流量	(億立方公尺/年)	9.98	9.98
	石岡壩平均入流量	(億立方公尺/年)	19.03	19.03
	石岡壩平均放水量	(億立方公尺/年)	12.66	11.63
	石岡壩平均蓄水量	(萬立方公尺/日)	48.02	40.55
	大甲溪流域農業平均總需求量	(億立方公尺/年)	6.97	6.97
	大甲溪流域農業平均總供給量	(億立方公尺/年)	6.88	7.72
	大甲溪流域剩餘流量	(億立方公尺/年)	10.26	9.14
	豐原淨水場平均出水量	(萬CMD)	76.69	76.83
大安溪流域	士林堰平均入流量	(億立方公尺/年)	10.02	10.02
	士林堰平均放水量	(億立方公尺/年)	6.63	6.25
	士林堰平均蓄水量	(萬立方公尺/日)	16.07	18.76
	景山溪平均流量	(億立方公尺/年)	1.36	1.32
	士林堰輸送至鯉魚潭水庫平均水量	(億立方公尺/年)	3.27	3.66
	鯉魚潭水庫平均入流量	(億立方公尺/年)	4.18	4.55
	鯉魚潭水庫平均放水量	(億立方公尺/年)	1.36	1.32
	鯉魚潭水庫平均蓄水量	(億立方公尺/日)	0.70	0.74
	大安溪流域農業平均總需求量	(億立方公尺/年)	4.29	4.29
	大安溪流域農業平均總供給量	(億立方公尺/年)	4.25	4.26
	大安溪流域剩餘流量	(億立方公尺/年)	4.85	5.01
鯉魚潭淨水場平均出水量	(萬CMD)	72.71	88.81	
本計畫	石岡壩輸送至后里圳平均水量	(億立方公尺/年)	-	0.56
	石岡壩輸送至后里及鯉魚潭淨水場平均水量	(億立方公尺/年)	-	0.51
	大甲溪輸水路平均水量	(億立方公尺/年)	-	1.07
	后里淨水場平均出水量	(萬CMD)	-	12.63
	大甲溪輸水路使用日數	(日/年)	-	334
	大甲溪輸水路每年使用機會	(%)	-	91.48
	大甲溪輸水路使用日數之平均流量	(cms)	-	3.39
台中地區	計畫供水量	(萬CMD)	165.00	193.00
	實際平均供水量	(萬CMD)	149.70	174.37
	年缺水指數 SI		1.784	2.296
	缺水率	(%)	9.21	9.65
	缺水率約 10%之供水能力	(萬CMD)	166.00	194.00

註：1.前文為與前期計畫一致，模擬水文記錄年期（64~90年）共27年，然另為求完善本表補充分析水文記錄年期（64~93年）共30年。

2.現況：豐原與鯉魚潭淨水場處理能力分別為85及85萬CMD，淨水場下游未增建清水管路，考慮尖峰發電；計畫：豐原、鯉魚潭與后里淨水場處理能力分別為90、110及80萬CMD，淨水場下游增建清水管路、考慮尖峰發電，確保下游流量3cms。

3.計畫前後皆考量淨水場之處理損失5%。

表4-1-3 本計畫納入特枯年之供水潛能模擬比較表

模擬年度 (民國/年)	計畫前			計畫後		
	供水量 (萬 CMD)	缺水量 (萬 CMD)	缺水率 (%)	供水量 (萬 CMD)	缺水量 (萬 CMD)	缺水率 (%)
64	161.57	31.43	16.29	191.66	1.34	0.69
65	161.59	31.41	16.28	190.54	2.46	1.28
66	141.22	51.78	26.84	154.74	38.26	19.83
67	161.58	31.42	16.29	191.68	1.32	0.68
68	161.58	31.42	16.29	191.00	2.00	1.04
69	122.88	70.12	36.35	150.31	42.69	22.13
70	134.70	58.30	30.22	161.09	31.91	16.54
71	161.60	31.40	16.28	191.09	1.91	0.99
72	144.28	48.72	25.26	161.39	31.61	16.38
73	123.83	69.17	35.86	143.62	49.38	25.60
74	161.34	31.66	16.41	187.62	5.38	2.79
75	161.51	31.49	16.33	191.91	1.09	0.57
76	161.57	31.53	16.29	191.14	1.96	0.97
77	159.49	33.61	17.37	185.28	7.82	4.00
78	151.13	41.97	21.71	173.11	19.99	10.31
79	161.39	31.71	16.39	191.96	1.14	0.54
80	146.19	46.91	24.27	167.19	25.91	13.38
81	157.07	36.03	18.63	186.09	7.01	3.58
82	133.68	59.42	30.75	156.79	36.31	18.77
83	149.45	43.65	22.58	177.20	15.90	8.19
84	161.60	31.50	16.28	190.95	2.15	1.06
85	154.80	38.30	19.80	172.10	21.00	10.84
86	158.26	34.84	18.01	188.49	4.61	2.34
87	161.58	31.52	16.29	191.50	1.60	0.78
88	161.58	31.52	16.29	190.75	2.35	1.17
89	161.52	31.58	16.32	191.26	1.84	0.90
90	161.57	31.53	16.29	191.62	1.48	0.71
91	126.70	66.40	34.37	136.46	56.64	29.31
92	100.37	92.73	48.02	94.70	98.40	50.96
93	128.32	64.78	33.53	150.96	42.14	21.79
最大	161.60	92.73	48.02	191.86	98.40	50.96
最小	100.37	31.40	16.28	94.70	1.09	0.54
平均	149.80	43.26	22.40	174.47	18.59	9.60
缺水指數 SI	1.784			2.296		

註：1.採 64~93 年水文記錄模擬(計入 91~92 之特枯年)共 30 年，缺水指數則以計畫供水量採 193 萬 CMD 反推缺水指數。

2.計畫前：豐原與鯉魚潭淨水場處理能力分別為 85 及 85 萬 CMD，淨水場下游未增建清水管路、考慮尖峰發電；計畫後：豐原、鯉魚潭與后里淨水場處理能力分別為 90、110 及 80 萬 CMD，淨水場下游增建清水管路、考慮尖峰發電，確保下游流量 3cms。

3.考量淨水場之處理損失 5%。

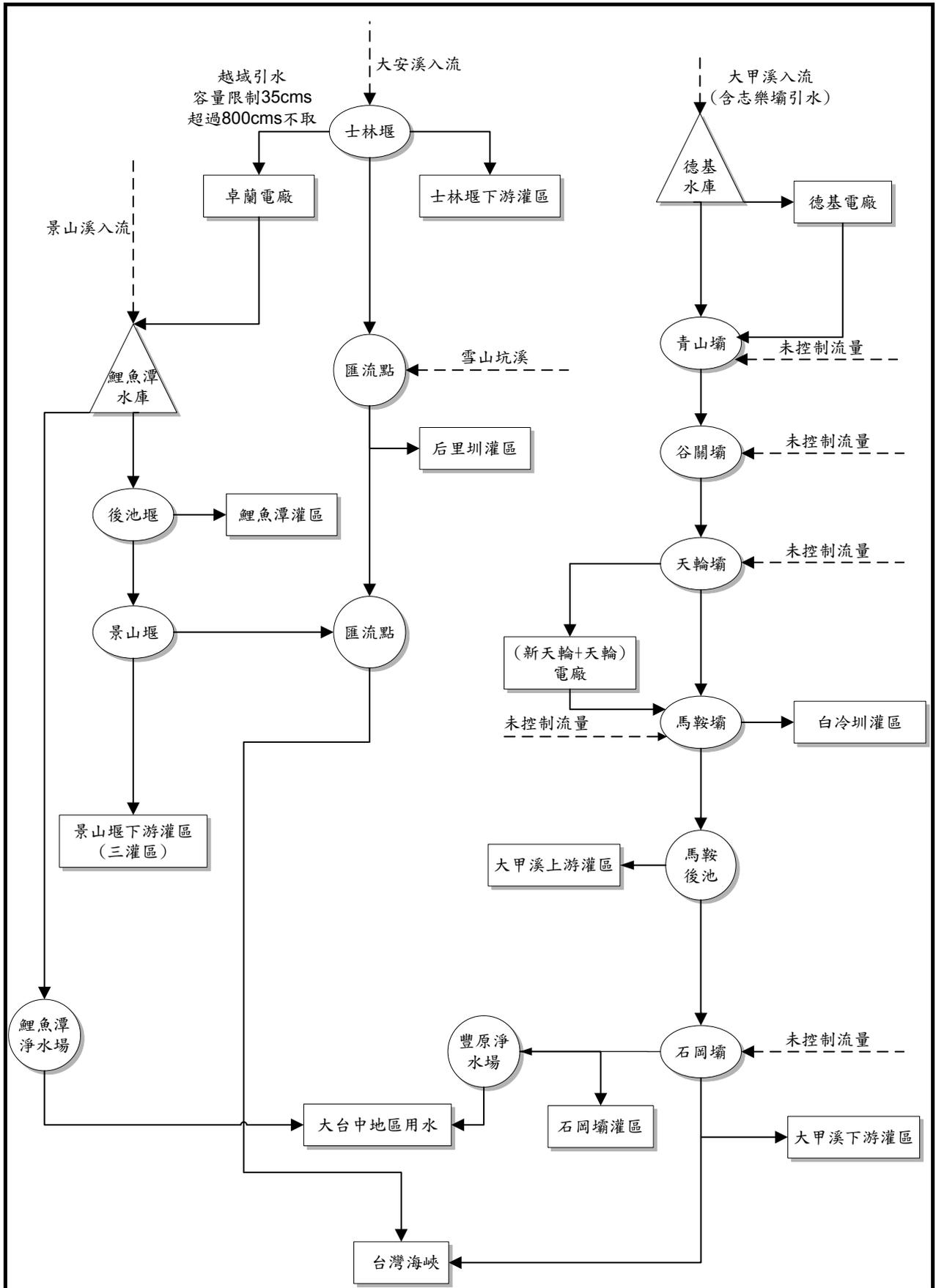


圖4-1-1 大安溪及大甲溪水源聯合運用系統圖（現況）

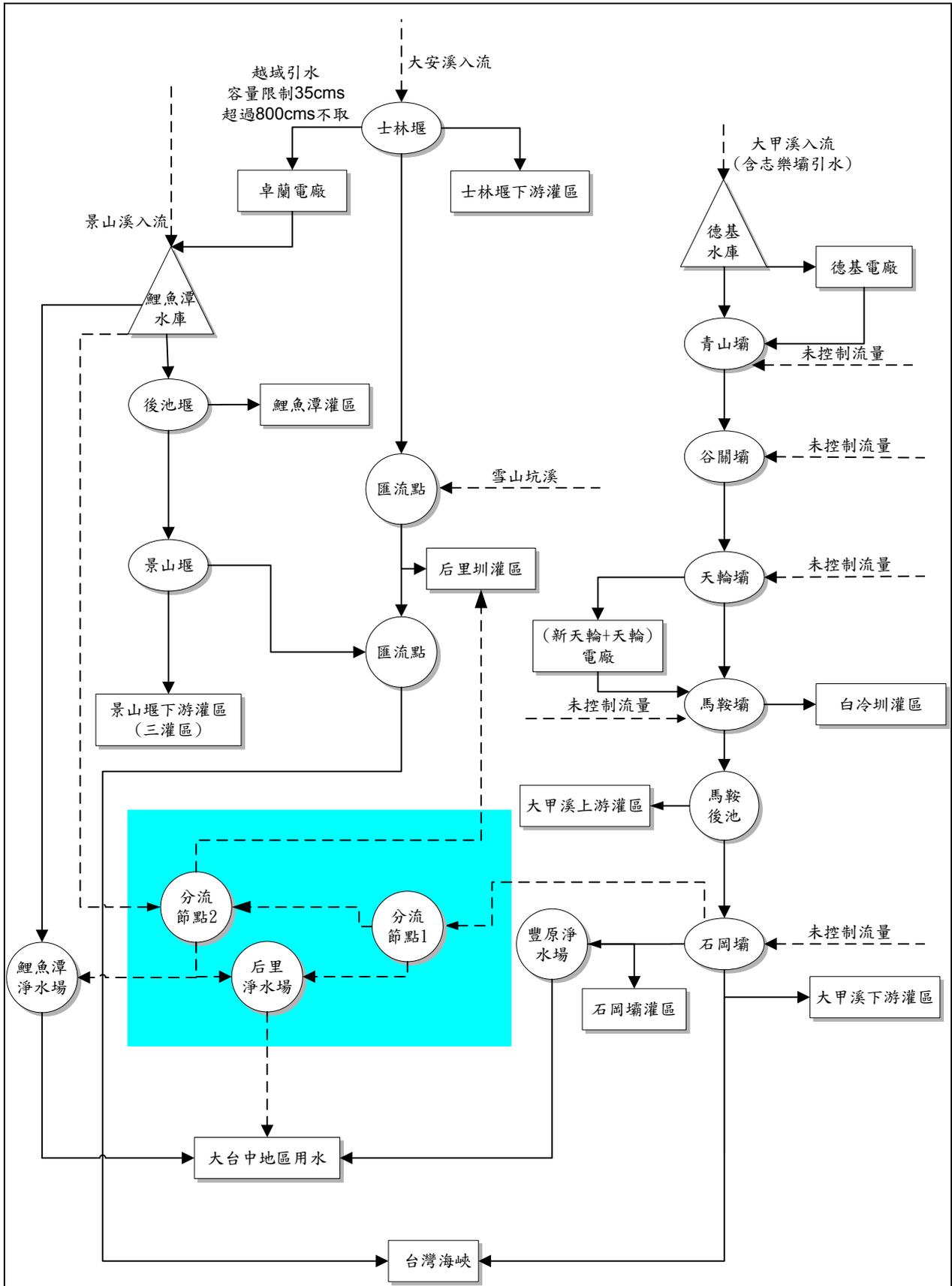


圖4-1-2 大安溪及大甲溪水源聯合運用系統圖 (計畫)

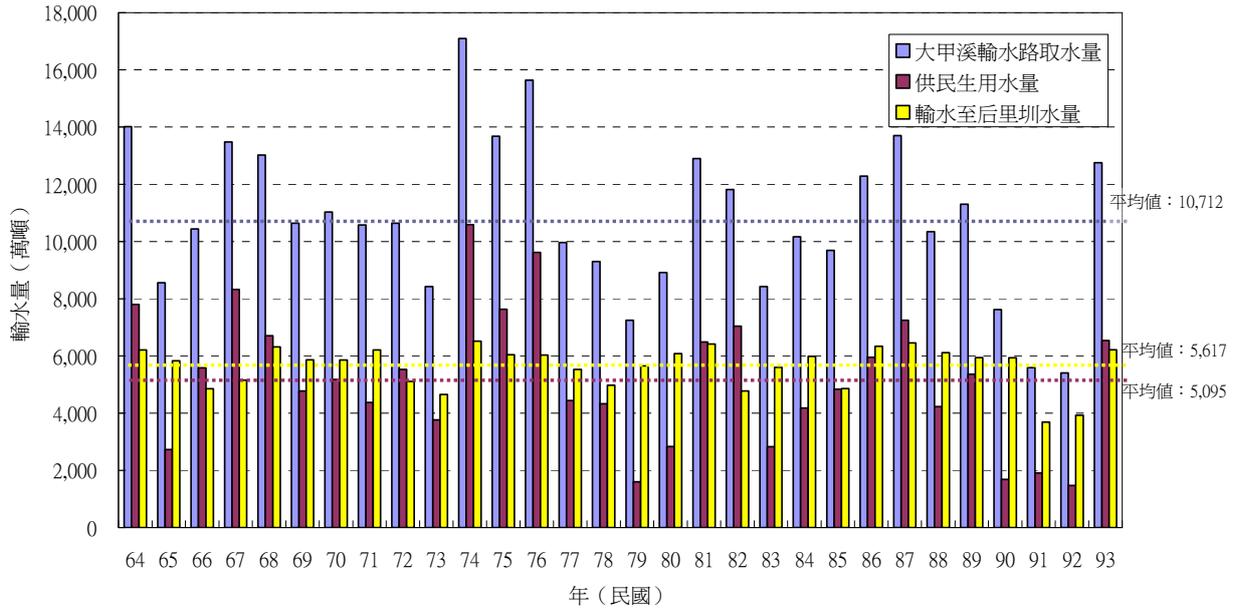


圖4-1-3 大甲溪輸水路分年輸水量模擬

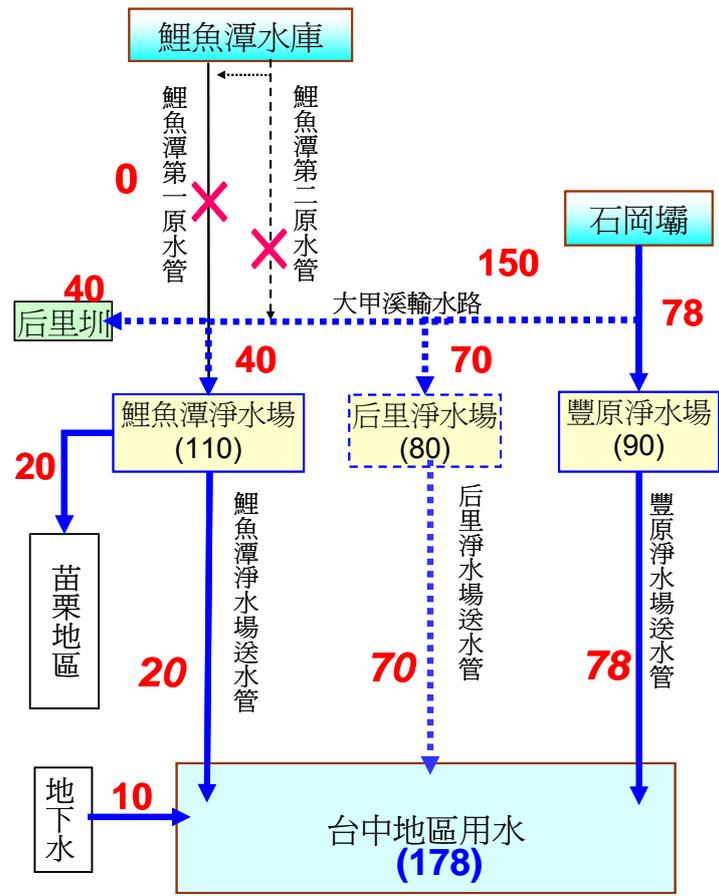


圖4-1-4 本計畫於大甲溪水源充沛時之供水架構

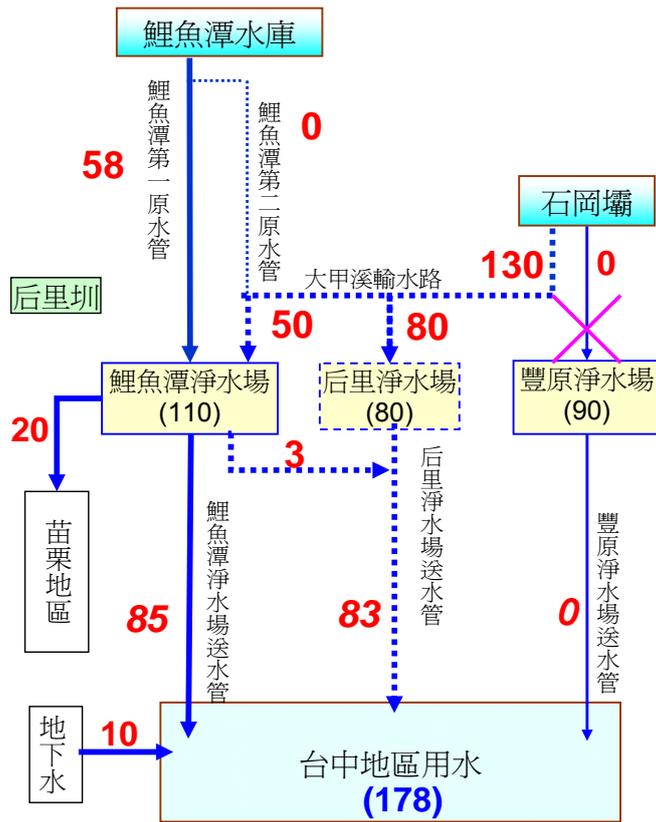


圖4-1-5 本計畫供水系統備援模擬(1/3)—豐原場取出水中斷

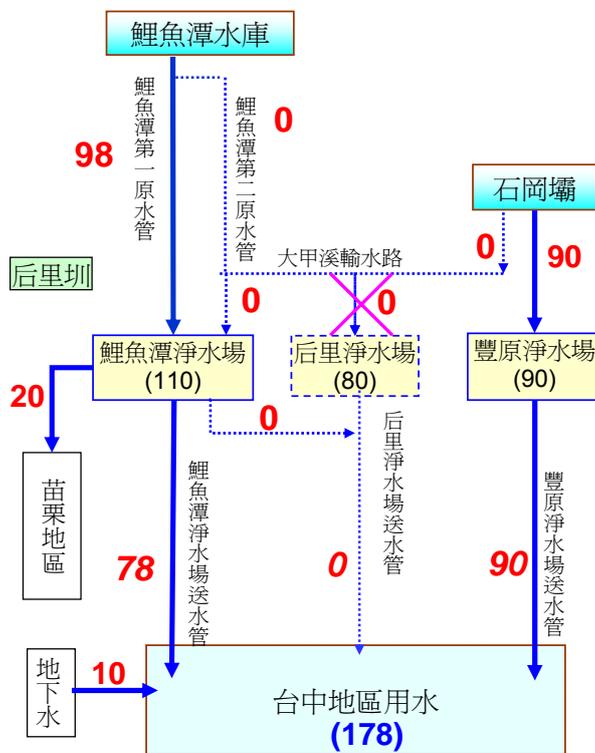


圖4-1-5 本計畫供水系統備援模擬(2/3)—后里場取出水中斷

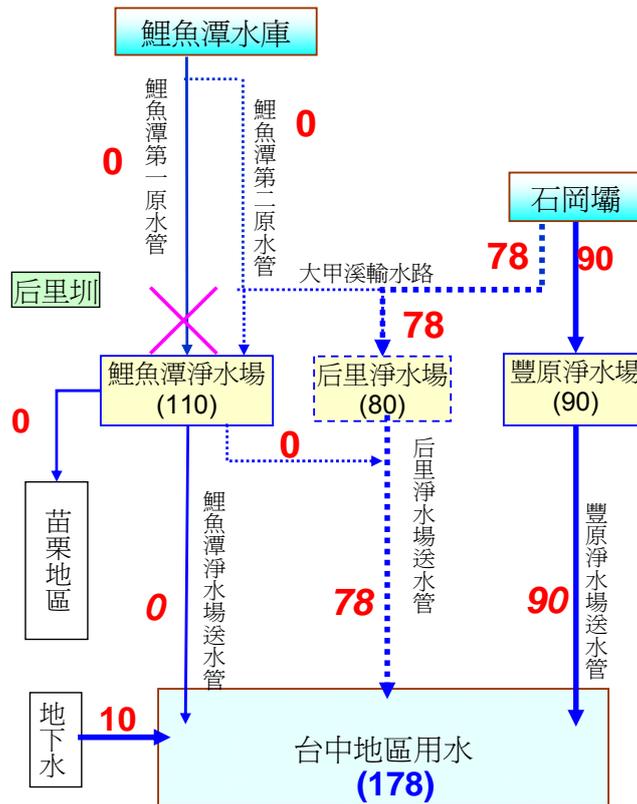


圖4-1-5 本計畫供水系統備援模擬(3/3)—鯉魚潭場取出水中斷

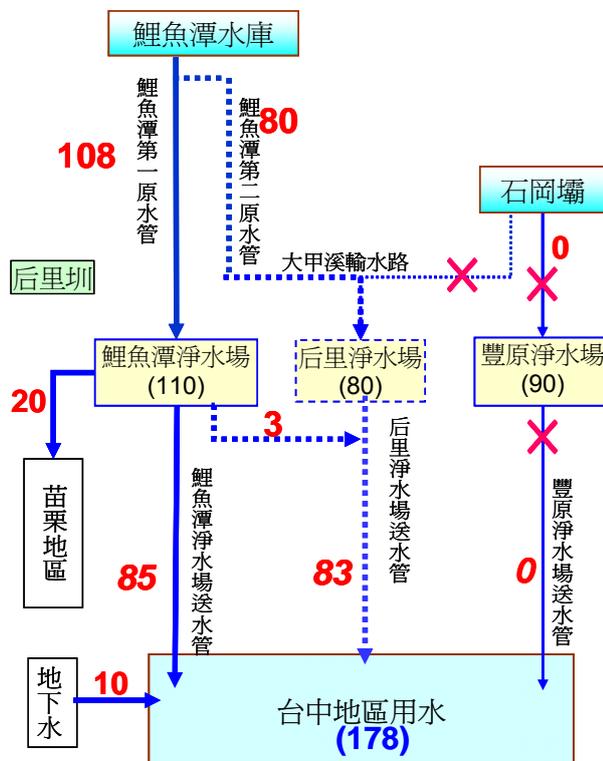


圖4-1-6 本計畫於大甲溪高濁度期間之供水模擬

4-2 輸水管之輸水能力研訂

為達到本計畫目標，本計畫輸水路各管段按最佳水源利用研擬，在大甲溪輸水管路輸水流量不受限制條件下，以水源分析及情況模擬分析各管段所需輸水能力。

一、水源分析

(一)大甲溪輸水路

以過去30年水文記錄，計畫供水量193萬CMD，大甲溪濁度小於3000NTU，不限大安大甲溪水源聯合運用輸水工程中公共用水管路之輸水量，分析自石岡壩調度大甲溪水源至后里第一、后里第二及鯉魚潭淨水場之輸水能力。經水源分析結果，大甲溪輸水管每年之使用機會91.48%，最大輸水量133萬CMD；隧道出口原水配水池至后里第二淨水場之公共用水管路使用機率約49.19%，最大輸水能力60萬CMD；后里第二淨水場以下公共用水管路輸水能力最大可能49.20萬CMD；大甲溪水源藉由公共用水管路輸送至鯉魚潭淨水場之使用機會約21.46%，最大輸水量29.20萬CMD其分析結果如表4-2-1所示。

表4-2-1 本計畫大甲溪於常態供水時各輸水路使用情形

水源	分項 管別	淨水場 供應別	最大輸水量 (萬 CMD)	使用頻率 (%)	備註
大甲溪	大甲溪 輸水路	后里第一	20.00	22.52	
		后里第二	60.00	49.19	
		鯉魚潭場	29.20	21.46	
		小計	133.20	91.48	含農業用水管路

分析條件

- 1.採用 WRASIM 線性最小成本網流規劃法模式演算 64~93 年，常態供水情境考慮高濁度之影響
- 2.淨水場處理能力：豐原淨水場 90 萬 CMD
鯉魚潭淨水場 110 萬 CMD
后里第一淨水場 20 萬 CMD
后里第二淨水場 60 萬 CMD
- 3.大甲溪輸水路輸水量不受限制

(二)鯉魚潭水庫第二原水管

以過去30年水文記錄，計畫供水量193萬CMD，大甲溪濁度大於3000NTU，不限大安大甲溪水源聯合運用輸水工程中公共用水管

路之輸水量，鯉魚潭水庫第二原水管最大輸水量80萬CMD。

鯉魚潭水庫由原水管輸送至鯉魚潭淨水場輸水能力，大甲溪因為濁度影響及淨水場之處理能力，根據水源最佳化運用，后里第一及第二淨水場之原水來源為大甲溪石岡壩右岸之大甲溪輸水管及鯉魚潭水庫第二原水管，而鯉魚潭淨水場之原水來源大部分來自鯉魚潭原水管。採公共用水管路將石岡壩大甲溪水送至后里第一、后里第二及鯉魚潭淨水場；調配用水管路輸送鯉魚潭水源由鯉魚潭水庫第二原水管至后里第二淨水場，本計畫在運用下各輸水工程所需輸水能力如圖4-2-1所示。

二、情境模擬

大安溪及大甲溪水源聯合運用輸水系統之計畫目標為滿足台中地區民國110年常態、調度及備援供水，其中調配供水分為高濁度及鯉魚潭原水管故障，而備援供水分為大安溪滿載及大甲溪滿載。以鯉魚潭原水管（110萬CMD）、鯉魚潭淨水場供水能力（110萬CMD）、后里（第一20萬CMD、第二60萬CMD）淨水場及豐原淨水場供水能力（90萬CMD），情境模擬上述供水條件下，並設定目標年民國110年台中地區需水量178萬CMD，配水原則以優先使用大甲溪流量，而舊有設施配水次之，最後才分配新設施運轉水量，藉此決定第三套系統輸水管所需輸水能力。其原水供水系統輸水能力如表4-2-2所示。經分析結果大安大甲溪水源聯合運用輸水工程所需輸水能力如圖4-2-2。

根據上述分析結果，規劃同時滿足水源分析及情境模擬情況，即取上述水源分析及情境模擬分析輸水量之大值，故所需輸水管輸水能力如圖4-2-3所示，其中大甲溪輸水量以150萬CMD規劃，鯉魚潭水庫第二原水管以110萬CMD規劃，公共用水管路輸水能力90萬CMD。由於后里第一、第二淨水場之間水流為雙向引水，在大管徑下操作不易，因此往南輸送以60萬CMD設計，此管亦可作為后里第一、第二淨水場間輸水管路發生爆管之備援系統，大甲溪水源充足時，亦可輸送水到后里圳。而大甲溪輸水管為考慮其末端供應水量達連接鯉魚潭淨水場及后里第一淨水場，考慮大甲溪水能滿載供應鯉魚潭淨水場及后

里第一淨水場，故大甲溪輸水管連接鯉魚潭淨水場原水管提升至110萬CMD；后里第一淨水場原水管提升至130萬CMD。

表4-2-2 本計畫於不同供水情境之供水能力分析彙整表

項 目		民國 110 年供水量 178 萬 CMD											最大值
		常態供水(萬 CMD)		調配供水(萬 CMD)						備援供水(萬 CMD)			
		鯉魚潭未滿庫	鯉魚潭滿庫且大安溪有剩餘流量	鯉魚潭第一原水管故障	鯉魚潭水庫第二原水管故障	大甲溪輸水管故障	豐原原水管故障	高濁度及鯉魚潭第一原水管故障	高濁度	豐原系統故障	鯉魚潭系統故障	后里系統故障	
原水供水系統	大甲溪輸水管	148	20	148	148	-	100	0	0	150	98	0	150
	公共用水管路	50	52	58	50	0	20	36	44	30	18	-	58
	調配用水管路	58	20	58	58	0	20	0	0	60	20	-	60
	鯉魚潭第一原水管	0	110	-	0	98	108	-	80	58	-	98	110
	鯉魚潭水庫第二原水管	0	70	0	-	0	0	110	58	0	0	-	110
	豐原原水管	60	8	60	60	90	-	50	50	-	90	90	90
	地下水及區域水源	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	苗栗	20	20	20	20	20	20	20	20	20	0	20	
合計	198	198	198	198	198	198	198	170	198	198	178	198	-
淨水場	豐原淨水場	60	8	60	60	90	0	50	50	0	90	90	90
	鯉魚潭淨水場	74	110	74	74	98	108	62	80	108	0	98	110
	后里淨水場	54	70	54	54	0	80	48	58	80	78	-	80
	合計	188	188	188	188	188	188	160	188	188	168	188	-

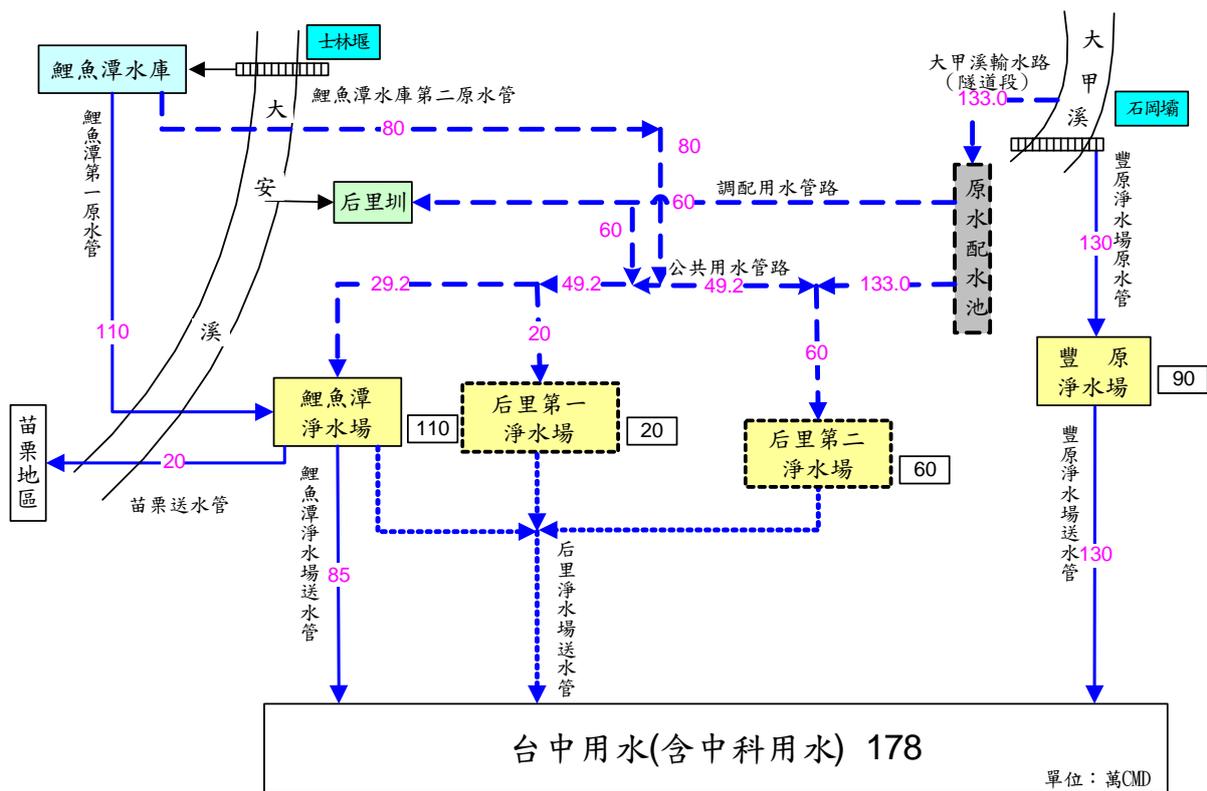


圖 4-2-1 本計畫最大輸水能力分析(水源分析)

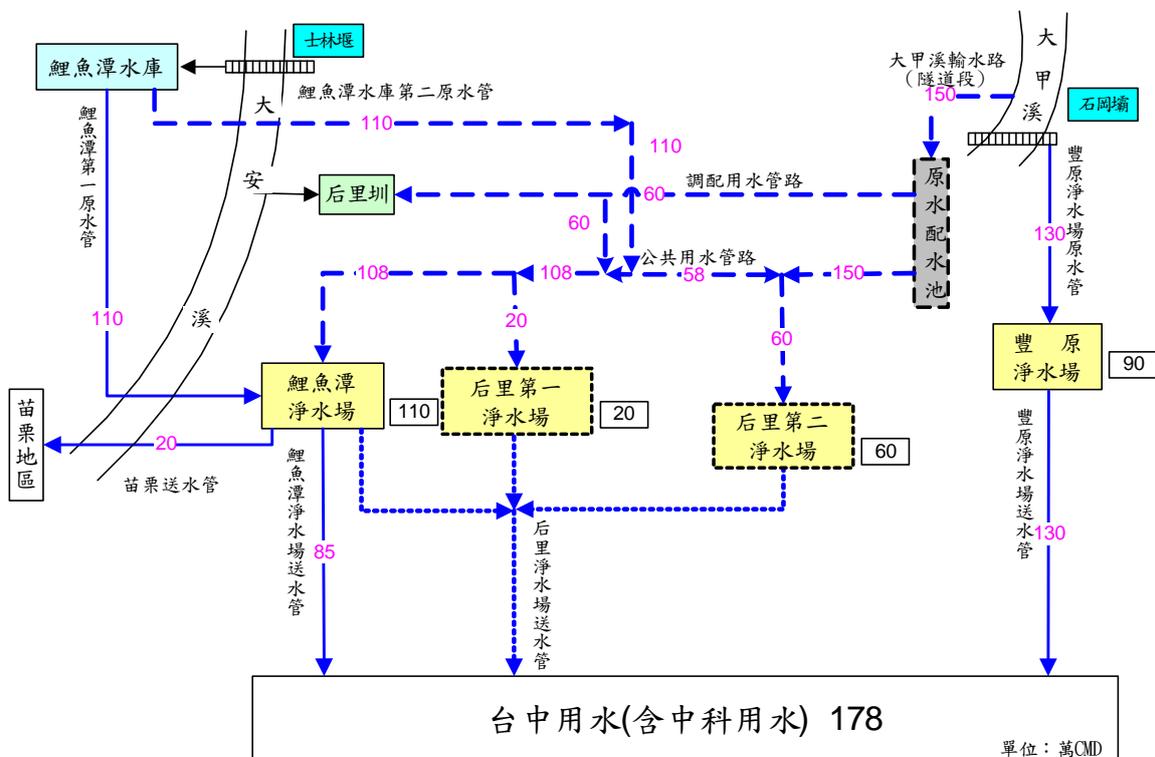


圖 4-2-2 本計畫最大輸水能力分析(情境模擬)

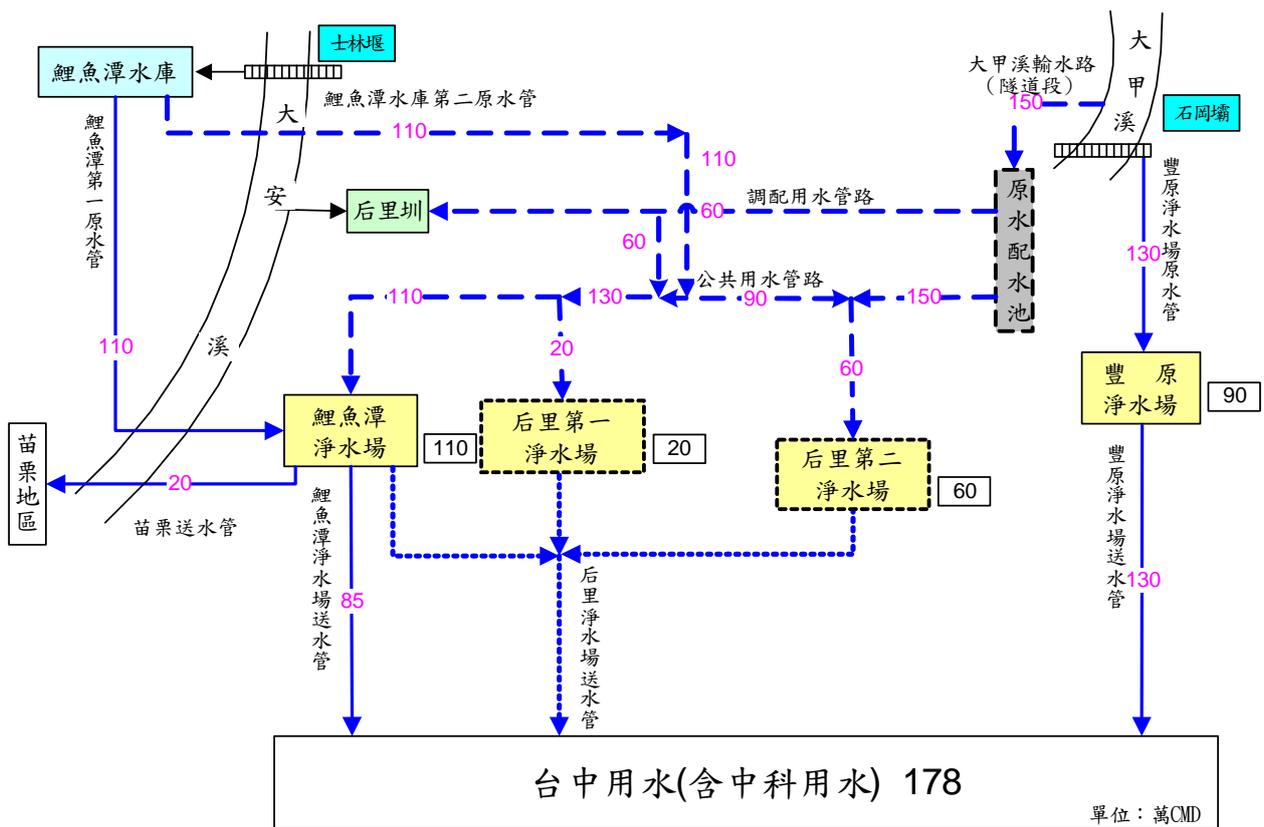


圖 4-2-3 本計畫各管段最佳輸水能力分配

4-3 后里圳納入本計畫調配之附加效益評估

一、大安溪水系之用水現況

經比較歷年枯水期大安溪河川水情及其農業用水需求(如表 4-3-1)，其用水條件如下：

- (一)現況枯水期大安溪農業用水計畫需求量，大安溪水情約須達超越機率40%之流量方可滿足，即受限於大安溪河川水情，平均100天內僅約有40天可全額滿足供應此農業用水計畫需求。
- (二)另如枯水期發生平水年之超越機率50%水情，其河川流量約略僅可滿足7折計畫用水量；如發生枯旱情形之超越機率70%之水情，則天然河川流量約僅能供應大安溪灌區計畫用水量5折用水。
- (三)上述顯示，大安溪枯水期農業用水需求已超出大安溪天然流量供應能力，枯水期間大安溪農業用水用水甚不穩定，未來除建議台

中水利會須持續辦理加強灌溉管理並降低用水需求工作外，亦須設法由其它水源較充沛之區域調水支援供應，以長久解決后里地區用水枯水期用水不穩問題。

(四)鯉魚潭水庫蓄水水源主要於豐水期間引取大安溪剩餘流量，枯水期間可由大安溪士林堰保留下游農業用水權益量及河川流量之餘水相對甚少。

表4-3-1 大安溪枯水期農業用水需求及天然流量比較表

用水供需		月別					
		11月	12月	1月	2月	3月	4月
大安溪 農業用水 需求(cms)	計畫用水量	10.2	9.8	7.8	10.6	24.9	26.5
	計畫水量7折供應	7.2	6.9	5.5	7.4	17.4	18.6
大安溪 入流量 (cms)	超越機率40%	10.1	7.7	7.4	12.9	18.8	25.2
	超越機率50%	9.0	6.8	6.3	8.8	13.4	19.4
	超越機率70%	6.4	4.8	4.2	4.3	6.9	11.7

說明：入流量係以大安溪士林堰入流量分析，並假設士林堰下游側流量與河川滲漏相當。

二、大甲溪輸水路附加效益評估

(一)本計畫規劃「大甲溪輸水路」與后里圳串接，工程完成後大甲溪水源將可調度送水至大安溪后里圳，未來即使大甲溪無剩餘水源，因大甲溪及大安溪二流域同屬台中水利會管理灌區，且大甲溪農業用水水源相對大安溪用水較為充沛，未來可於二流域既有農業用水權益量範圍內，利用前述輸水工程將大甲溪節餘用水調度支援至較吃緊之大安溪后里地區，如以近年相對枯旱之92年11月及12月枯水期，分析其效益(詳表4-3-2)，其可發揮之調度支援效益如下：

- 1.受限於92年11月及12月大安溪天然水情，當期農業用水水源僅能供應計畫用水需求量41%~48%，水源相當吃緊；另相對當期大甲溪水源可供應大甲溪灌區計畫用水需求量100%~73%，水源

相對充沛無虞。

- 2.如將大甲溪灌區於不影響正常耕作之計畫用水需求量70%以上用水，利用「大甲溪輸水路」調度送水至大安溪灌區，調度後大安溪灌區可由調度前平均水源可用率48.5%，平均提昇至66%，水源調度效益甚為明顯，具跨流域及跨標目的水源調度效益。
- 3.枯旱及緊急調度支援后里圳用水

大甲溪輸水路規劃之輸水能力與后里圳灌溉水量關係如圖4-3-1所示，當大甲溪有剩餘水量且公共用水引取130萬噸/日(15cms)情況下，則可調配至后里圳部分最大量僅6cms(最大輸水量21cms扣除15cms)。若公共用水由大甲溪輸水路輸送水量降低，則調度至后里圳之最大量受該段管路限制為60萬CMD，即設備限制下之最大調配量為1.45億 m^3 ，約達后里圳年計畫用水量1.64億 m^3 之88%。另如后里圳臨時導水堤遭洪水沖毀無法取水時，亦可利用本計畫將大甲溪水源緊急調度至后里圳支援補充。

表4-3-2 大甲溪及大安溪灌區水源調度前後效益比較表

項目		92年11月			92年12月		
		上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
大安溪	入流量(cms)	5.9	5.2	5.0	4.6	4.4	4.0
	農業計畫用水量(cms)	12.1	9.2	9.4	9.8	9.8	9.8
	農業用水可用率(%)	48	57	53	47	45	41
大甲溪	石岡壩入流量扣除公共用水取水後之流量(cms)	20.0	17.0	16.3	14.0	9.2	9.1
	石岡壩及下游農業用水計畫需求量(cms)	9.4	6.5	6.8	12.4	12.4	12.4
	石岡壩及下游農業用水可用率(%)	100	100	100	100	74	73
	灌區70%計畫用水量以上，其可調至大安溪灌區流量(cms)	2.82	1.95	1.8	3.7	0.5	0.4
本計畫調度後大安溪農業計畫用水量滿足率(%)		72	77	72	85	50	45

(二)水源調配交換增加公共用水水源及卓蘭電廠發電量

大甲溪剩餘水量換后里圳灌溉用水，並將原灌溉用水轉存於鯉魚潭水庫，則可增加卓蘭電廠增加發電水量0.35億噸/年，即年平均 $1.11\text{m}^3/\text{sec}$ ，依據流量與發電力之關係式，可增加之發電量為每年2,121萬度，假設電廠售電價格每度1.0516元（台中水利會后里電廠售電價），則售電效益每年約2,230萬元。

(三)緊急調支援補充內埔圳灌區用水

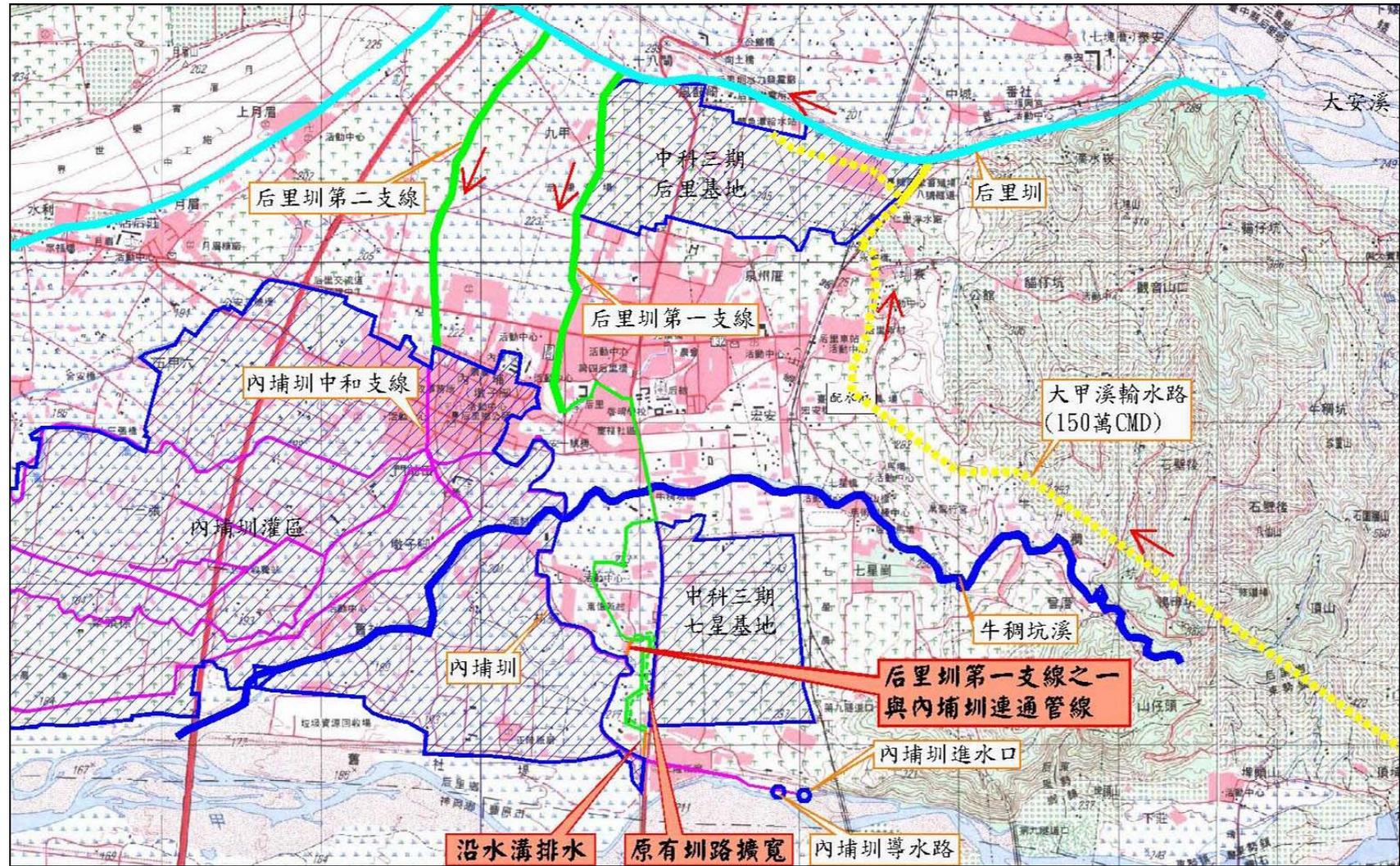
台中水利會內埔圳取水口位大甲溪石岡壩下游處，該取水口經921地震影響及93年、94年洪水沖刷，受限於大甲溪河床高程下刷，目前已無法重力取輸水，而須以抽水方式取水供應。本計畫完成後，大甲溪輸水路可與大安溪后里圳串接，又因透过后里川第一支線及第二支線，可將水源送至內埔圳灌區補充支援（圖4-3-1）。依「內埔圳及后里圳灌區水源納入大安溪及大甲溪聯合運用效益評估」（中水局，94年），本工程計畫完成後對內埔圳附加供水效益及配合工程說明如下：

- 1.在不影響本工程計畫營運機能下，估算每年第28旬至翌年第12旬及緊急特殊等情況，可利用本計畫大甲溪輸水路及后里圳支線之餘裕輸水空間，由石岡壩右岸新設新水口取水調度支援台中水利會內埔圳灌區，預估每年平均可調度約1,944萬立方公尺，約為年計畫需求4000萬立方公尺之48%。
- 2.為滿足上述后里圳第一支線水源調度輸水至內埔圳機能，尚須配合辦理第一支線約825m渠道擴建，並增建第一支線之一與內埔圳最近處之連通管約50m，總工程經費約需1,321萬元，建議台中水利會循行政系統向農委會爭取補助辦理。

表4-3-3 大甲溪水源枯旱調度支援大安溪農業用水分析

年期		92年11月			92年12月			93年1月			93年2月			93年3月			93年4月		
旬別		上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
大安溪	士林堰入流量(cms)	5.90	5.20	5.00	4.60	4.40	4.00	4.00	3.88	4.43	17.05	11.34	6.98	8.95	6.64	13.15	30.75	15.37	13.40
	士林堰下游農業用水需求(cms)	12.10	9.20	9.40	9.80	9.80	9.80	7.51	7.51	7.51	9.60	9.90	12.10	19.80	27.30	28.10	26.90	26.70	25.50
	士林堰農業用水供水率	49%	57%	53%	47%	45%	41%	53%	52%	59%	100%	100%	58%	45%	24%	47%	100%	58%	53%
大甲溪	石岡壩入流量扣除公共用水(cms)	20.00	17.00	16.30	14.00	9.20	9.10	8.80	6.80	6.90	10.10	16.60	19.70	19.90	22.40	27.40	57.80	44.10	114.9
	石岡壩及下游農業用水需求(cms)	9.40	6.50	6.80	12.40	12.40	12.40	7.63	7.84	7.94	8.64	9.98	15.51	25.61	25.88	29.76	28.80	28.40	26.41
	石岡壩及下游農業用水供水率	100%	100%	100%	100%	74%	73%	100%	87%	87%	100%	100%	100%	78%	87%	92%	100%	100%	100%
大甲溪灌區以70%計畫需求供水，剩餘可調度大安溪灌區流量(cms)		2.82	1.95	2.04	3.72	0.52	0.42	2.29	1.31	1.34	2.59	2.99	4.65	1.98	4.28	6.57	8.64	8.52	7.92
大甲溪水源調度大安溪農業用水後供水率		72%	78%	75%	85%	50%	45%	84%	69%	77%	100%	100%	96%	55%	40%	70%	100%	89%	84%

資料來源：內埔圳及后里圳灌區水源納入大安溪大甲溪水源聯合運用效益評估規劃，中區水資源局，民國 96 年 10 月。



資料來源：內埔圳及后里圳灌區水源納入大安溪大甲溪水源聯合運用效益評估規劃，中區水資源局，民國 96 年 10 月。

圖4-3-1 大甲溪輸水路經后里圳延伸供灌內埔圳灌區之規劃佈置示意

4-4 穩定中科三期初期用水水源規劃

中科一、二、三期之開發，對於台中地區原已緊迫之用水供需影響頗鉅。若以現況之水源蓄水設施、自來水供水設備及兼顧電力系統發電等限制下，所進行既定水資源模式之運作，在面對未來大台中地區高成長用水需求，屆時將會面臨水源不足、蓄水設施及供水設備不符使用之問題發生。為穩定供應目標年(110年)大台中地區及中科一、二、三期用水，並提昇大安溪及大甲溪水源聯合運用效率，遂推動本計畫。惟本計畫最快亦須於民國104年可循序辦理完成並營運供水，依台中地區用水需求成長，預估本計畫完工前中科三期初期用水將約有13萬CMD之用水缺口，如圖4-4-12所示，為穩定供水，規劃初期水源方案如下：

4-4-1 水源方案研擬

依台中地區公共用水水源供需評估(如圖4-4-12)，於採節約用水條件下，現況台中地區供水能力可滿足至民國100年以前之成長用水需求，至本工程計畫完工營運前(104年)最大用水缺口達13萬CMD，研擬初期之可能水源如下：

- 一、加強農業灌溉節約方案（大安溪及大甲溪農業用水打折供應）
- 二、利用大甲溪剩餘流量-大安溪后里圳與大甲溪內埔圳水源交換
- 三、利用大甲溪剩餘流量-大甲溪直接抽水

各水源分析如下表4-4-1所示。

一、方案一（加強農業灌溉節約方案）

民國104年以前台中用水缺口達13萬CMD（如圖1-2-1），考量以水源調配方式因應。目前鯉魚潭給水廠及豐原給水廠之設計出水能力分別為110及130萬CMD，然受限於清水管容量限制及921大地震後大甲溪原水濁度升高之影響，鯉魚潭給水廠及豐原給水廠供台中之實際出水能力分別為85及85萬CMD，以下將大安溪及大甲溪自來水設施於民國100～103年間作水源分析。

民國100～103年自來水設施限制條件下系統之供水能力，鯉魚潭給水廠最高處理能力為110萬CMD，民國100年后里給水廠第一期工程完工後，並另連接20萬CMD清水管，則可加入20萬CMD，故共可處理130萬CMD，其水源聯合運用系統之架構如圖4-4-1所示，而豐原給水廠將維持現況之處理能力，兩給水廠在此條件下，大安溪及大甲溪農業用水打折

情況下如表4-4-2所示，供水能力由表中可知鯉魚潭給水廠130萬CMD及豐原給水廠85萬CMD，大安溪農業用水打9折時，大台中（含中科一、二、三期）可獲供水量170.5萬CMD（只含大安溪系統及大甲溪系統聯合運用所供水量），可滿足本計畫完工前台中地區所需之170萬CMD。

表4-4-1 穩定中科三期初期用水可能水源方案特性說明

水源別		項目	說明
節約灌溉用水	加強農業灌溉節約方案		以節約農業灌溉用水方式，由節餘水量，將水儲存於大甲溪德基水庫大安溪鯉魚潭水庫，增加水源供水能力
利用大甲溪剩餘流量	大安溪后里圳與大甲溪內埔圳水源交換		由大甲溪內埔圳引取大甲溪剩餘流量供應后里圳，交換原大安溪后里圳之農業用水，供應中科三期后里基地使用。
	大甲溪直接抽水		由大甲溪直接抽水，至后里一期給水廠處理後，供應中科三期后里基地使用。

表4-4-2 配合農業用水打折後自來水系統之供水能力評估

供水能力 (萬 CMD)		大安溪灌區按保留水量打折供水 (%)			
		100	90	80	70
大甲溪灌區 按保留水量 打折供水 (%)	100	157.0	170.5	181.5	-
	90	162.0	173.0	184.0	-
	80	165.0	175.5	186.5	-
	70	167.5	-	-	-
	60	169.5	-	-	-

自來水系統之限制條件：

1. 豐原給水廠原水處理能力 85 萬 CMD。
2. 鯉魚潭給水廠原水處理能力 110 萬 CMD。
3. 后里第一淨水場原水處理能力 20 萬 CMD 及 20 萬 CMD 之清水管。
4. 本表供水量包含大甲溪系統聯合運用所供水量及地區性水源 10 萬 CMD。
5. 表量不含保留苗栗 10 萬 CMD 及支援彰化 8 萬 CMD。
6. 針對民國 100~103 年之自來水設施情境分析。

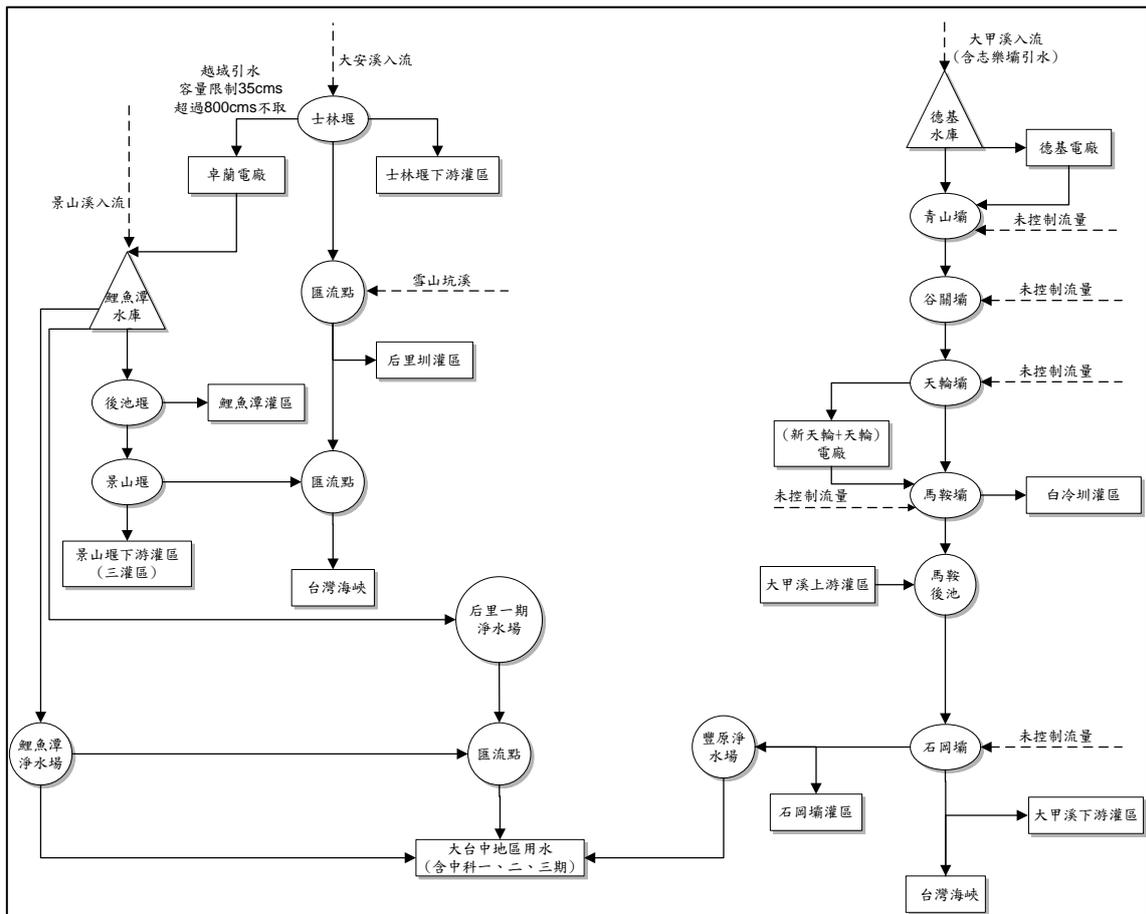


圖 4-4-1 民國 100~103 年大甲溪及大安溪水源系統架構圖

二、方案二（「后里圳與內埔圳水源交換」以利用大甲溪剩餘流量）

影響大安溪后里圳與大甲溪內埔圳水源交換之主要因素：1.后里圳所需保留水量2.內埔圳輸水餘裕3.大甲溪之剩餘流量，故其大安溪后里圳與大甲溪內埔圳水源交換量依一.依內埔圳之輸水餘裕及保留水量分析二.依內埔圳之輸水餘裕、后里圳保留水量及歷史水文資料模擬分析大甲溪剩餘流量兩種不同方法分析如下。

（一）依內埔圳之輸水餘裕及保留水量分析

研擬自大甲溪跨區輸水至后里圳中、下游灌區，以交換農業用水方式，其水源架構如圖4-4-2所示，將水儲存於鯉魚潭水庫，再經由鯉魚潭給水廠供中科三期用水，藉以穩定中科三期初期用水，故須分析后里圳中、下游灌區（如圖4-4-3）需求；內埔圳灌區（如圖4-4-4）之內埔圳輸水餘裕及可交換水量（水源效益）。

1.后里圳中、下游用水需求

依據經濟部水利署中區水資源局94年「大安溪大甲溪水資源聯合運用初步規劃」，保留水量採用登記水權量與計畫用水量較少者稱之，保留水量如表4-4-3。后里圳灌區面積2,736公頃，由表4-4-4得后里圳中、下游灌區面積2,131公頃，故由面積比例修正可得后里圳中、下游灌區保留水量如表4-4-5。

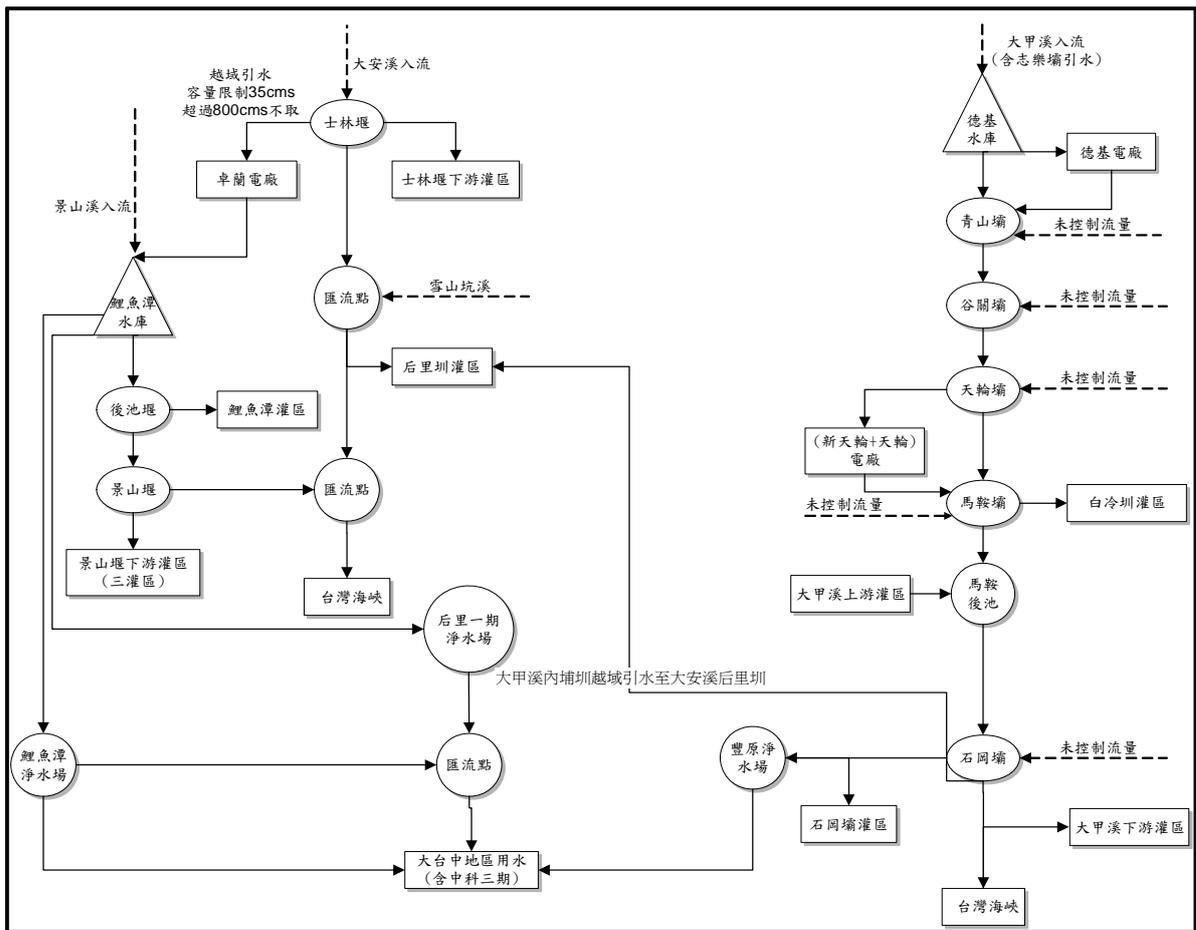


圖 4-4-2 自大甲溪內埔圳調度原水至大安溪后里圳系統架構圖

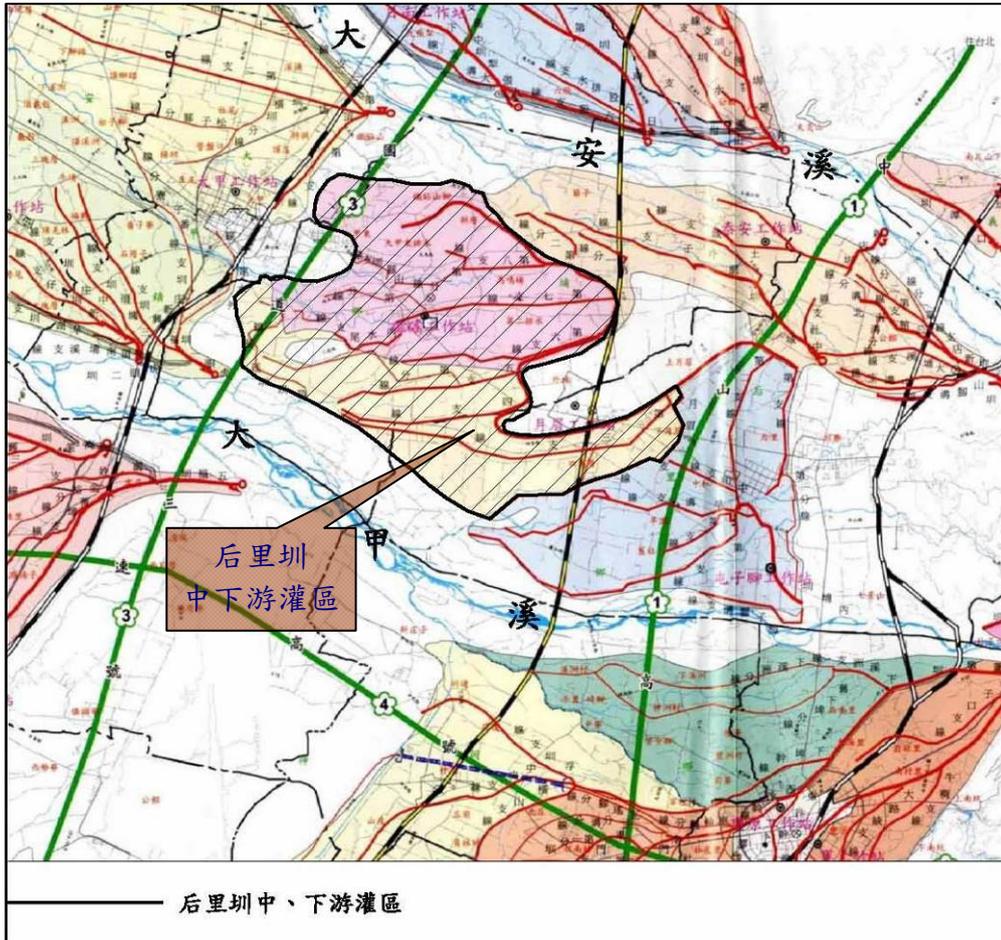
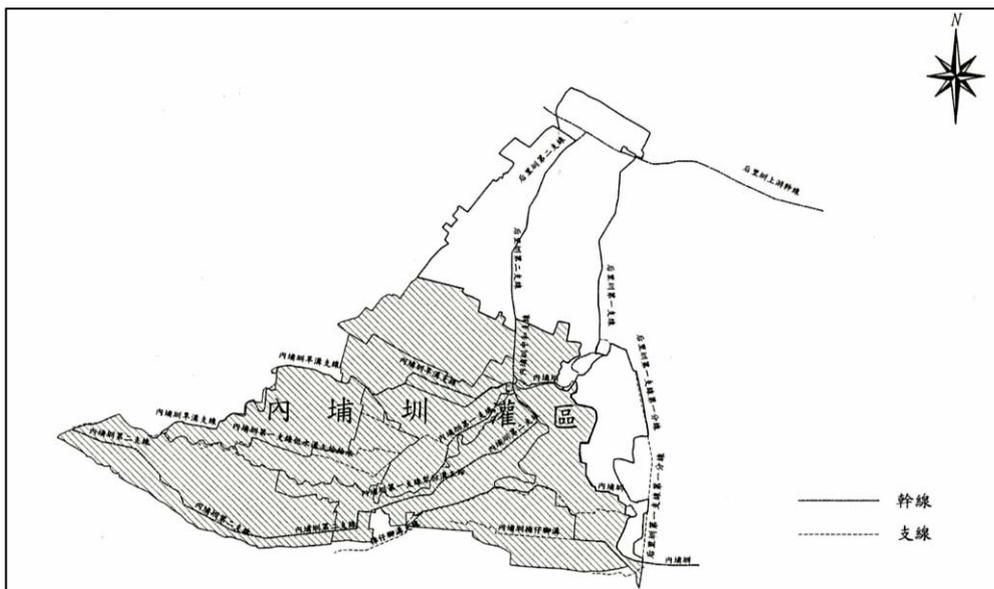


圖4-4-3 台中水利會所轄大安溪后里圳中、下游灌區



資料來源：台中水利會

圖4-4-4 台中水利會所轄大甲溪內埔圳灌溉區域

表4-4-3 后里圳灌區保留水量

月別	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二
流量(cms)	1.860	2.005	5.836	7.062	6.294	6.140	5.753	7.514	6.457	6.021	2.025	1.847
平均(cms)	4.90											

資料來源：台中水利會

表4-4-4 后里圳中游(含二支線)主要渠道灌溉面積明細表

渠道名稱	灌溉面積(公頃)	水源
后里圳二支線	88.026200	大安溪
后里圳幹線中游	156.787541	大安溪
月眉排水	102.623300	大安溪
后里圳第三支線	365.208400	大安溪
后里圳第四支線	69.934571	大安溪
后里圳第五支線	169.658406	大安溪
后里圳第五支線第一支線及延長支線	206.861768	大安溪
后里圳下游	972.000000	大安溪
總計約	2,131	-

表4-4-5 大安溪后里圳及大甲溪內埔圳水源可交換量

單位：cms

月別	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
后里圳中、下游保留水量	1.449	1.562	4.546	5.500	4.902	4.782	4.481	5.852	5.029	4.690	1.577	1.439
內埔圳平均實際用水量	0.733	0.930	1.175	1.179	1.170	1.108	0.816	0.844	0.960	1.012	1.053	0.832
內埔圳輸水餘裕	2.267	2.070	1.825	1.821	1.830	1.892	2.184	2.156	2.040	1.988	1.947	2.168
水源可交換潛能	1.449	1.562	1.825	1.821	1.830	1.892	2.184	2.156	2.040	1.988	1.577	1.439
大甲溪平均剩餘流量	1.146	17.720	26.215	26.516	27.650	72.130	38.600	52.315	48.843	14.769	6.377	1.586
大甲溪 Q ₉₀	3.924	2.882	0	0	0	22.824	18.241	0	0	0	1.863	4.109
水源效益	1.146	1.562	1.825	1.821	1.830	1.892	2.184	2.156	2.040	1.988	1.577	1.439

資料來源：台中水利會提供，本計畫整理分析

2.內埔圳輸水餘裕

內埔圳主要渠道與灌區明細如表4-4-6所示，目前內埔圳之進水口斷面尺寸1.6W×2.0H，坡度 $S=0.00286$ ，經由曼寧公式推算出其於正常水深1.04m時，流量即可達3cms，其出水高尚有0.96m，而於內埔圳終點sta.5k+208.5，其斷面尺寸1.5W×1.2H，坡度 $S=0.00243$ ，經由曼寧公式推算出其於正常水深1.11m時，流量即亦可達3cms，惟其於隧道段、倒虹吸工入口等處設有溢流設施（如圖4-4-5），當流量約超過2cms以上時會自行溢流，經全線踏勘檢討輸水能力，在改善溢流設施後，並增加由台中水利會規劃設計內埔圳之進水口改善工程所建議2cms之抽水量增為3cms，則內埔圳渠道輸水能力可由2cms提升至3cms。如表4-4-5所示內埔圳平均實際用水量，再考慮內埔圳輸水能力3cms，故可得內埔圳輸水餘裕。

表4-4-6 內埔圳主要渠道與灌區明細表

渠道名稱	長度（公尺）	灌溉面積（公頃）	水源
內埔圳幹線	5,209	70.3235	大甲溪
內埔圳梅仔腳溝支線	1,725	54.9365	大甲溪
內埔圳旱溝支線	4,850	128.5091	大甲溪
內埔圳中和支線	1,443	76.2001	大甲溪
內埔圳一支線	6,731	119.8590	大甲溪
內埔圳二支線	5,613	234.2037	大甲溪
合計約	25,571	684	

資料來源：台中水利會



圖4-4-5 大甲溪內埔圳溢流設施照片

3. 水量交換潛能

假設大甲溪之剩餘流量全年皆可滿足內埔圳調撥至后里圳之需求水量，則最大送水量即為內埔圳輸水餘裕量，以此上限及后里圳中、下游灌區需求量模擬交換水量，得水源效益如表4-4-5，相較於中科三期初期用水量(如表4-4-7)12.7萬CMD (約1.47cms)，交換後潛能水量約可滿足其用水需求。

表4-4-7 中科台中基地三期(后里基地)用水時程表

時程(年) 分區	各區分年用水量(萬CMD)										
	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105
后里農場	0.2	1.0	2.5	4.5	6.0	6.2	6.4	6.6	6.8	7.0	7.4
七星農場	0.0	1.0	2.5	3.5	5.0	6.0	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3
中科三期合計	0.2	2.0	5.0	8.0	11.0	12.2	12.7	12.9	13.1	13.3	13.7

資料來源：水利署核定之用水計畫，95年。

(二) 依內埔圳輸水裕度、后里圳保留量模擬大甲溪剩餘流量

如考慮渠道容量限制(內埔圳輸水餘裕)及后里圳灌區保留水量，延續「大安溪及大甲溪水源聯合運用初步規劃(94)」，採民國64~93年紀錄模擬大安溪及大甲溪水源聯合運用系統中大甲溪剩餘流量及經內埔圳越域引水至后里圳之水量，以交換方式將原水儲存於鯉魚潭水庫，再供應中科三期初期用水；其結果如表4-4-8所示。模擬顯示過去30年中無法達全年滿足供應中科三期最大需水量12.7萬CMD，平均可交換水量僅達4.55萬CMD。究其因係大甲溪剩餘流量無法全年皆滿足內埔圳調撥至后里圳灌區之需求量，其不足水量尚須由大安溪或鯉魚潭水庫水源補充。而921地震後，89、90年(平水年)之越域引水量約2.26萬及2.03萬CMD，而91、92年(特枯年)水源交換量月2.92萬及4.25萬CMD，其特枯年之越域引水量大於平水年，因大安溪平水年時流量大於特枯年，故大安溪於平水年滿足供給其流域內之后里圳灌區之機率大於特枯年，故減少自大甲溪內埔圳越域引水至大安溪后里圳之機率。

表 4-4-8 大甲溪水源越引至大安溪后里圳水量模擬成果表

年份 \ 項目	大甲溪內埔圳供給后里圳灌區 (萬噸/年)	輸水管路可輸水量 (萬噸/年)	原水交換率 (%)	越域引水量 (萬 CMD)
1975	1,900	4,709	40.35	5.25
1976	1,498	4,721	31.72	4.12
1977	1,796	4,709	38.14	4.96
1978	2,002	4,709	42.53	5.53
1979	2,156	4,709	45.78	5.95
1980	2,158	4,721	45.70	5.94
1981	1,590	4,709	33.76	4.39
1982	1,854	4,709	39.37	5.12
1983	1,139	4,709	24.20	3.15
1984	1,657	4,721	35.10	4.56
1985	1,997	4,709	42.41	5.51
1986	1,854	4,709	39.36	5.12
1987	2,501	4,709	53.12	6.91
1988	1,849	4,721	39.17	5.09
1989	1,595	4,709	33.87	4.40
1990	968	4,709	20.56	2.67
1991	1,999	4,709	42.45	5.52
1992	1,586	4,721	33.58	4.37
1993	2,228	4,709	47.33	6.15
1994	1,305	4,709	27.72	3.60
1995	1,683	4,709	35.73	4.65
1996	1,864	4,721	39.48	5.13
1997	2,017	4,709	42.85	5.57
1998	1,316	4,709	27.95	3.63
1999	1,837	4,709	39.01	5.07
2000	822	4,721	17.41	2.26
2001	736	4,709	15.63	2.03
2002	1,057	4,709	22.46	2.92
2003	1,538	4,709	32.66	4.25
2004	933	4,721	19.76	2.57
年平均	1,648	4,712	34.97	4.55

三、方案三（由大甲溪直接抽水利用大甲溪剩餘流量）

為瞭解大甲溪剩餘流量之分布情形，進一步分月統計其剩餘流量如表4-4-5所列。由表4-4-5可知，大甲溪石岡壩於全年之月平均剩餘流量除元及十二月外，皆超過6cms可供利用，其最高平均月流量可達72.13 cms，中科三期初期用水之最大用水量為民國101年之12.7萬CMD，顯示大甲溪較大安溪有豐沛之剩餘流量可供中科三期初期用水，然並非全年足夠供應。如以過去歷史流量統計大甲溪各月中超越機率90%之流量，其結果如表4-4-5所示，由表可知顯示大甲溪有豐沛之剩餘流量，然其流量可靠度不高。而考慮大甲溪及大安溪農業用水不打折供水情況下供應大台中及中科（一、二、三期），其大安溪剩餘流量缺水天數如下表4-4-9所示，其年平均缺水天數約288日，故以九個月（270天）之水天數作經濟分析。

表4-4-9 大安溪剩餘流量缺水天數統計表

月別	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
缺水(天)	31	26	26	24	23	11	18	19	20	29	30	31
缺水總計(天)	288											

4-4-2 初期水源方案規劃及評估分析

初期評估水源之可能方案為：

初期水源方案之工程規劃原則如下：

- 一、使用大甲溪剩餘流量，增加鯉魚潭水庫蓄存量，提高供水穩定度，及考慮降低給水廠原水濁度，以降低給水廠之原水處理成本。
- 二、儘量以重力流方式輸水，並減少抽水揚程，以降低抽水成本。
- 三、輸水路線盡量降低其高程劇烈變化及縮短輸水距離。
- 四、供水穩定，並滿足中科三期初期用水需求1.5cms。
- 五、不影響農民權益以減少衝擊。

初期水源方案之工程規劃如下：

一、方案一（加強農業灌溉節約方案）成本估計

根據第四章供水潛能分析，需大安溪農業用水打9折供應之情況可以滿足大台中用水（含中科一、二、三期），而中科三期之用水時程表（表4-4-7），若移用后里圳灌區用水供給中科三期工業用水，再給予台中水利會政策性補償，依「大甲溪水源運用規劃」（中水局，95）中移用農業用水案例，指出移用葫蘆墩圳水源及后里圳建造物使用搭配分析補償費得2.046元/噸，若由民國95年計算至民國101年底，則可得每年所需節約農業用水及用水成本如表4-4-10所示。

表4-4-10 方案一（加強農業灌溉節約）成本估算

項目	時程(年)	100	101
		中科三期初期用水量 (萬 CMD)	12.2
移用后里圳水量 (萬 CMD)		12.2	12.7
年成本 (萬元)		6,740	7,016
平均年成本 (萬元)			6,878

二、方案二（后里圳與內埔圳水源交換）之工程配置

本方案輸水路現配置如圖4-4-6，由內埔圳輸送大甲溪水源，至內埔圳末端後沿后里圳第二支線右岸既有道路埋管輸水，最後至后里圳主幹渠之第二支線取水門。

(一)設計條件：流量 $Q=1.5\text{cms}$ 。

(二)主要工程內容（路線如圖4-4-6；斷面如圖4-4-7；輸水路沿線現況如圖4-4-8）

1.內埔圳末端至后里圳第二支線取水口之間埋設壓力鋼管。

(1)管徑：1,350mm。

(2)長度：2,800m。

2.內埔圳末端設一加壓站（位置如圖4-4-6）：

(1)抽水機進水口高EL.204.94m，壓力鋼管尾水高EL.211.8m。

(2)抽水機馬力計算：

設計揚程(m)=(終點高程-起點高程)+起點至終點損失水頭

損失水頭=管路損失+管路入口損失+管路出口損失+閘類及彎管損失，管內摩擦損失水頭公式，依Darcy-Weisbach 公式計算之，其中管路入口損失+管路出口損失+閘類及彎管損失以管路損失之20%概算。

V：平均流速 (m/s) C：流速係數，SP管100
D：管徑(m) h_f ：摩擦損失水頭(m) Q：流量(cms)
L：管路長(m) H：高程差(m) h_s ：總揚程(m)
P：功率

$$V = \frac{Q}{A}, \quad f = \frac{133.7}{C^{1.85} D^{0.17} V^{0.15}}$$

$$h_f = f \times \frac{L}{D} \times \frac{V^2}{2g}$$

$$P = \frac{Q \times h_s \times 1000}{75 \times \eta} \text{ (HP)}, \text{ 其中 } \eta = 0.78$$

$$V = 1.5 / (3.1416 / 4 \times 1.352) = 1.05 \text{ (m/s)}$$

$$f = 133.7 / (1101.85 \times 1.350.17 \times 1.050.15) = 0.021$$

$$h_f = 0.021 \times \frac{2,800}{1.35} \times \frac{1.05}{2 \times 9.81} = 2.45 \text{ (m)}$$

$$H_s = H + h_f = (211.8 - 204.94) + 1.2 \times 2.45 \doteq 10 \text{ (m)}$$

$$P(\text{軸馬力}) = \frac{Q \times h_s \times 1000}{75 \times \eta} \text{ (HP)} = \frac{1.5 \times 10 \times 1000}{75 \times 0.78} \doteq 250 \text{ (HP)}$$

$$P(\text{馬達馬力}) = 1.1 \times P(\text{軸馬力}) \doteq 280 \text{ (HP)}$$

故抽水機馬力採用300HP

a.馬力：150HP三台（含備援機組一台）

b.輸水總量：1.5cms（12.96萬CMD）。

c.揚程：10m。

3.施工工期：約一年



圖4-4-6 方案二輸水路線平面圖

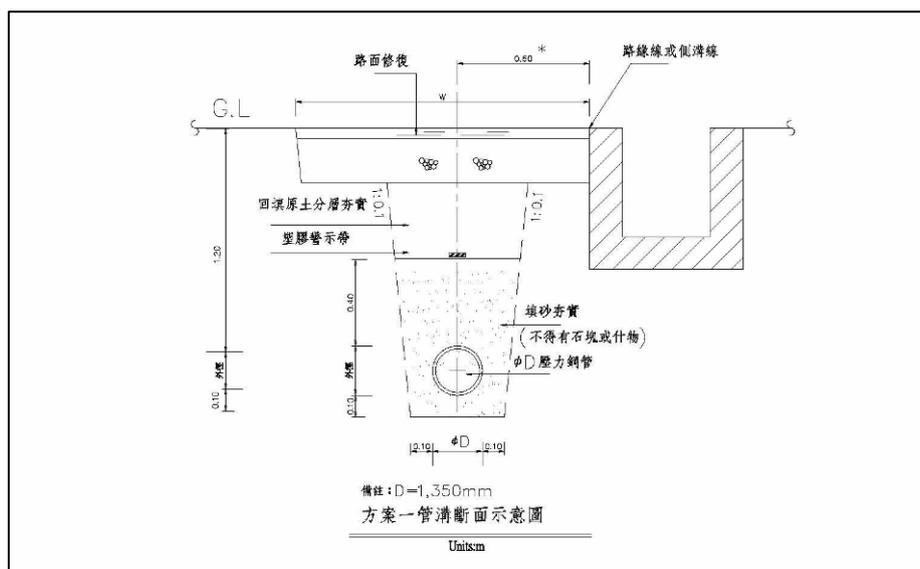


圖4-4-7 方案二輸水管線埋設斷面示意圖



后里圳第二支線取水口



后里圳第二支線



后里圳第二支線與甲后路交界處



后里圳第二支線



內埔圳



內埔圳

圖4-4-8 方案二輸水路沿線現況照片

三、大甲溪直接抽水方案

本方案擬沿中科三期聯絡道路埋設壓力鋼管輸送大甲溪之剩餘流量至后里一期給水廠，直接供應后里一期，再直接供給中科三期初期用水（如圖4-4-9），其亦可當緊急備援系統，緊急抽調大甲溪水至后里一廠。

設計條件：

(一)流量 $Q=1.5\text{cms}$ 。

(二)主要工程內容（路線如圖4-4-9；斷面如圖4-4-10）：

1.全線埋設壓力鋼管

管徑：1,350mm，長度：5,100m。

2.於大甲溪新設加壓站：

(1)抽水機進水口高程 $EL=215.2\text{m}$ ，壓力鋼管最點高程 $EL=271.47\text{m}$ 。

(2)抽水機馬力計算：

設計揚程（m）=（終點高程-起點高程）+起點至終點損失水頭，損失水頭=管路損失+管路入口損失+管路出口損失+閘類及彎管損失，管內摩擦損失水頭公式，依Darcy-Weisbach公式計算之，其中管路入口損失+管路出口損失+閘類及彎管損失以管路損失之20%概算。

V ：平均流速（m/s） C ：流速係數，SP管100

D ：管徑(m) h_f ：摩擦損失水頭(m) Q ：流量(cms)

L ：管路長(m) H ：高程差(m) h_s ：總揚程(m)

P ：功率

$$V = \frac{Q}{A} \quad f = \frac{133.7}{C^{1.85} D^{0.17} V^{0.15}} \quad h_f = f \times \frac{L}{D} \times \frac{V^2}{2g}$$

$$P = \frac{Q \times h_s \times 1000}{75 \times \eta} \quad (\text{HP}), \quad \text{其中 } \eta = 0.78$$

$$V = 1.5 / (3.1416 / 4 \times 1.35^2) = 1.05 \quad (\text{m/s})$$

$$f = 133.7 / (110^{1.85} \times 1.35^{0.17} \times 1.05^{0.15}) = 0.021$$

$$h_f = 0.021 \times \frac{5,100}{1.35} \times \frac{1.05}{2 \times 9.81} \doteq 4.24(\text{m})$$

$$h_s = H + h_f = (271.47 - 215.2) + 1.2 \times 4.24 \doteq 62(\text{m})$$

$$P(\text{軸馬力}) = \frac{Q \times h_s \times 1000}{75 \times \eta} (\text{HP}) = \frac{1.5 \times 62 \times 1000}{75 \times 0.78} \doteq 1,590(\text{HP})$$

$$P(\text{馬達馬力}) = 1.1 \times P(\text{軸馬力}) \doteq 1,749(\text{HP})$$

故抽水機馬力採用1,800HP

a.馬力：900HP三台（含備援機組一台）

b.輸水總量：1.5cms（12.96萬CMD）。

c.揚程：62m。

3.施工工期：約兩年。

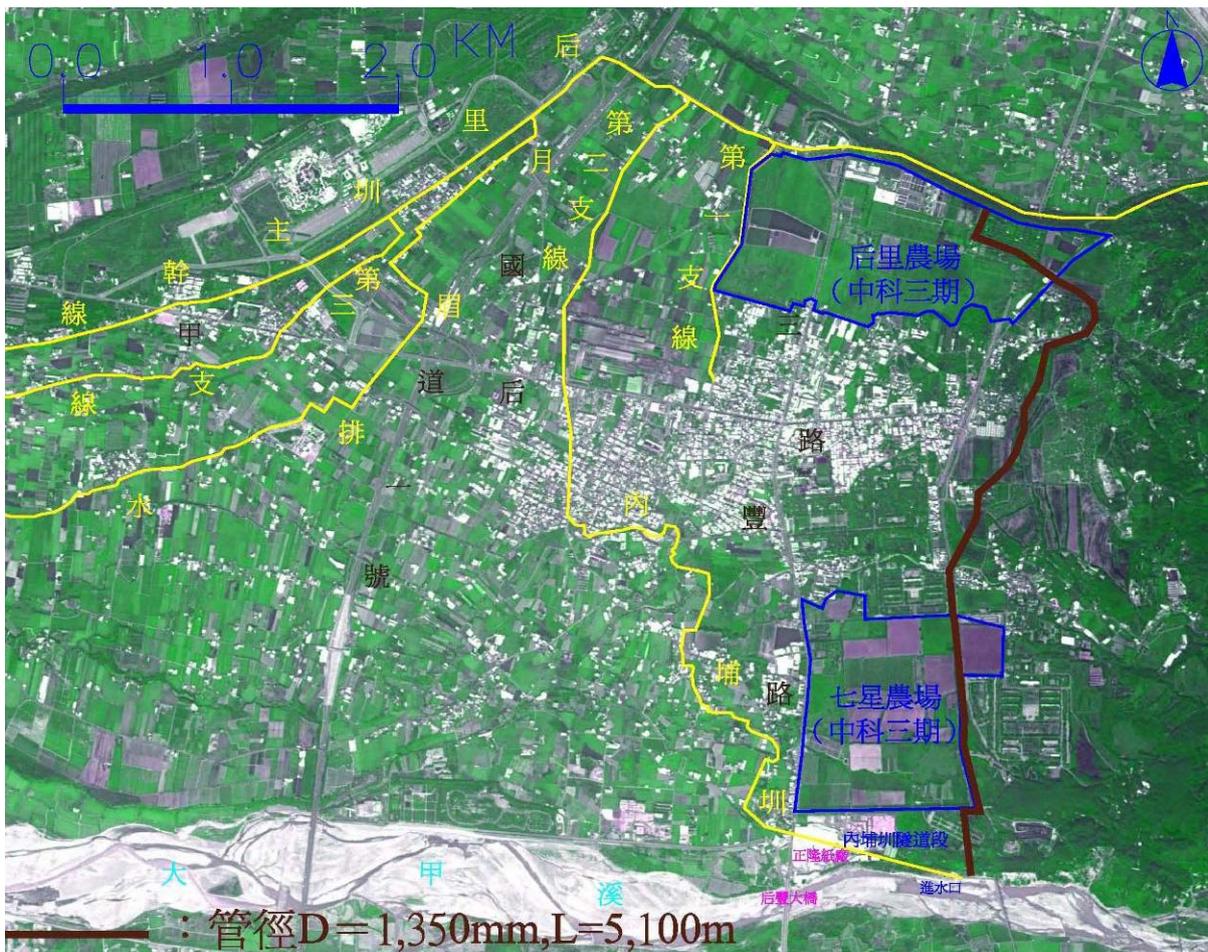


圖4-4-9 方案三 (A) 輸水路線圖

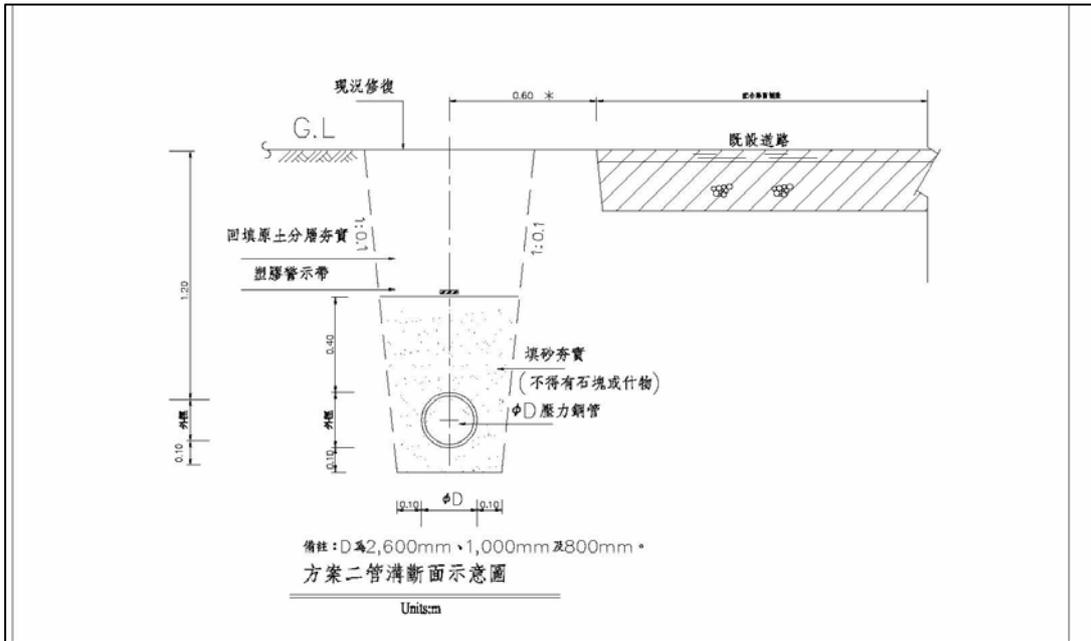


圖4-4-10 方案三 (A) 輸水管埋設斷面

二、方案三 (B) (如圖4-4-11)：本方案係利用自來水公司預計於101年前施設完成之后里給水廠清水管，如能與自來水公司及台糖公司協調，將清水管提前於民國97年底完工，並先行反向輸送原水，則此亦為一替代方案。

設計條件：

(一)流量 $Q=1.5\text{cms}$ 。

(二)主要工程內容 (路線如圖4-4-11；斷面同方案三 (A)，惟管徑採800mm)：

1.全線埋設壓力鋼管

管徑：800mm，長度：5,100m。

2.於大甲溪加壓站：

(1)抽水機進水口高程 $EL=215.2\text{m}$ ，壓力鋼管最點高程 $EL=271.47\text{m}$ 。

(2)抽水機馬力計算：

設計揚程(m)=(終點高程-起點高程)+起點至終點損失水頭
 損失水頭=管路損失+管路入口損失+管路出口損失+閘類

及彎管損失，管內摩擦損失水頭公式，依Darcy-Weisbach 公式計算之，其中管路入口損失+管路出口損失+閘類及彎管損失以管路損失之20%概算。

V：平均流速 (m/s) C：流速係數，SP管100

D：管徑(m) h_f ：摩擦損失水頭(m) Q：流量(cms)

L：管路長(m) H：高程差(m) h_s ：總揚程(m)

P：功率

$$V = \frac{Q}{A} \quad f = \frac{133.7}{C^{1.85} D^{0.17} V^{0.15}}$$

$$h_f = f \times \frac{L}{D} \times \frac{V^2}{2g}$$

$$P = \frac{Q \times h_s \times 1000}{75 \times \eta} \text{ (HP)} \text{ , 其中 } \eta = 0.78$$

$$V = 1.5 / (3.1416 / 4 \times 0.82) = 2.98 \text{ (m/s)}$$

$$f = 133.7 / (1101.85 \times 0.80^{0.17} \times 2.98^{0.15}) = 0.020$$

$$h_f = 0.020 \times \frac{5,100}{0.8} \times \frac{2.98^2}{2 \times 9.81} \doteq 57.7 \text{ (m)}$$

$$h_s = H + h_f = (271.47 - 215.2) + 1.2 \times 57.7 \doteq 125.51 \text{ (m)}$$

$$P(\text{軸馬力}) = \frac{Q \times h_s \times 1000}{75 \times \eta} \text{ (HP)} = \frac{1.5 \times 125.51 \times 1000}{75 \times 0.78} \doteq 3,218 \text{ (HP)}$$

$$P(\text{馬達馬力}) = 1.1 \times P(\text{軸馬力}) \doteq 3,540 \text{ (HP)}$$

故抽水機馬力採用3,540HP

a.馬力：1,770HP三台（含備援機組一台）

b.輸水總量：1.5cms（12.96萬CMD）。

c.揚程：125m。

3.施工工期：約兩年。

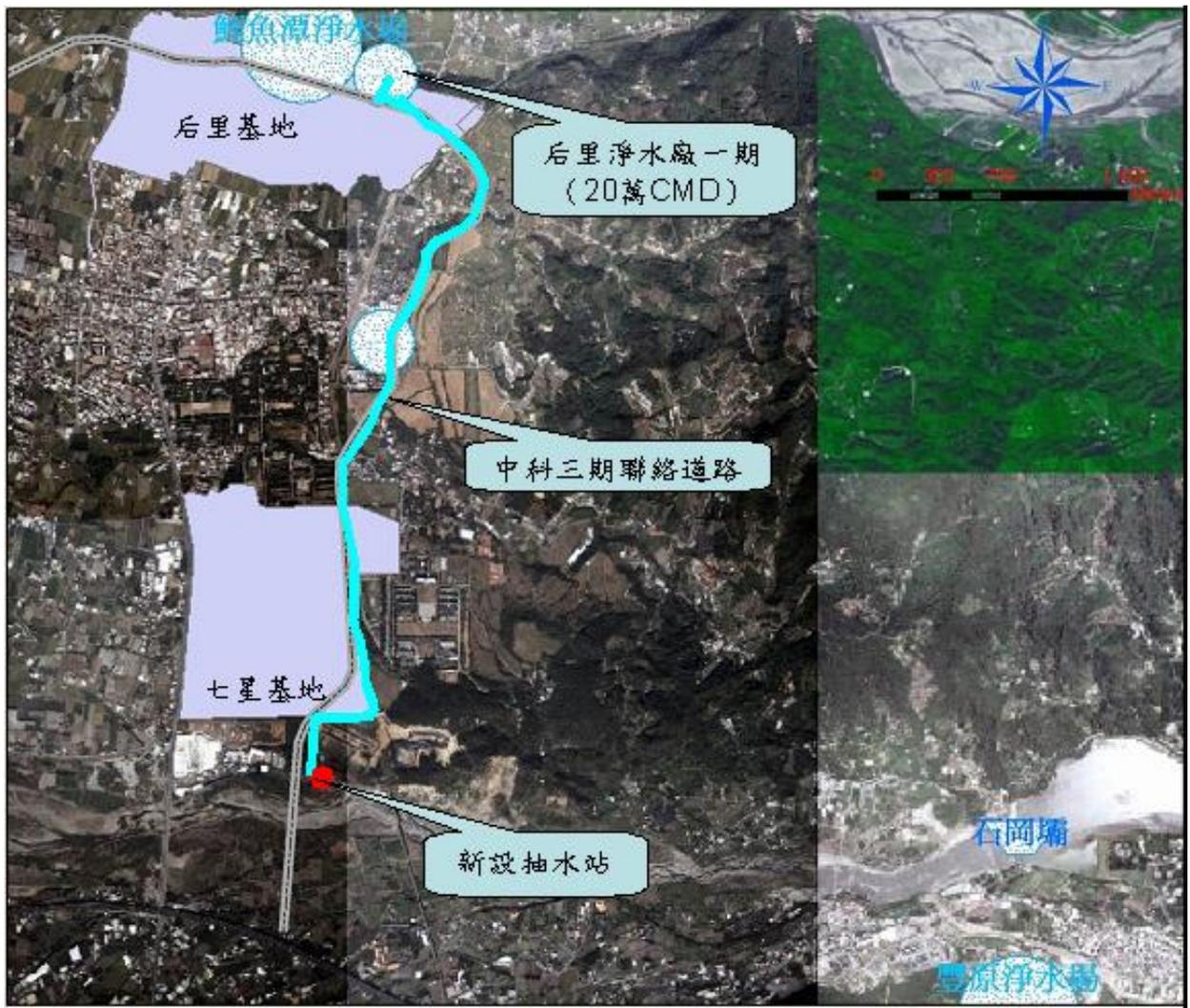


圖4-4-11 方案三 (B) 輸水路線圖

4-4-3 各方案工程經費估算

各方案工程費估列主要參考係參考相關公共工程規定及案例，確定估價標準，及主要成本編估項目、工程比例，再依前述各工程佈置圖面估算數量，進而估算工程費，有關估價標準、主要成本、工程費用估算成果說明如下：

一、估價標準

1. 本工程單價分析以民國九十八年之物價為基準。
2. 各項工程費用係參考水利署九十八年二月編定及部份修訂之水利工程工資，工率分析手冊之資料編列。

二、主要成本說明

參考按行政院公共工程委員會八十七年三月修訂之「公共建設工程經費估算編列手冊」，及水資會民國七十六年「水資源開發計畫規劃報告內容、資料蒐集及評估準則」之規定，分別估算下列各項經費：

(一)設計階段作業費用

本項費用主要包括地形測量、地質探查試驗分析、水文氣象地震資料分析、水工模型試驗、其它項目調查、階段性專案管理及顧問、設計等費用。而一般設計階段作業費用又分為基本設計及詳細設計兩階段，其中基本設計作業費按直接工程成本之2%估列，詳細設計作業費按直接工程成本之3%估列。

(二)直接工程成本

直接工程成本為發包工程費及業主供給材料之合計，為興建工程目的所需成本，係依設計圖、工程數量等資料編製其費用。直接工程成本之單價包括直接工程成本、承包商管理費及利潤、施工設施、工地費用及營業稅均在內。此外，施工中之安全衛生及環境保護費亦為直接成本之項目，按直接工程成本之2%估列。

(三)間接工程成本

間接工程成本係業主為監造管理工程目的物所需支出之成本，包含工程行政管理費、工程管理及監造費、環境監測費及初期運轉費等。本計畫間接工程成本按直接工程成本之15% 估算。

(四)工程預備費

工程預備費係為彌補本規劃設計期間所蒐集引用資料之精度、品質和數量等不夠完整、可能的意外或無法預見的偶發事件等狀況，所準備的費用，本計畫按直接工程成本之20%估算。

(五)物價調整費

物價調整費按(直接工程成本+間接工程成本+工程預備費)合計之值，採用物價上漲年增率3.5%依複利法分年估列。

(六)工程建造費

工程建造費主要包含直接工程成本、間接工程成本、工程預備

費及物價調整費等項目。

(七)總工程費

總工程費為設計階段作業費用+用地取得及拆遷補償費+工程建造費之和。

(八)施工期間利息

依分年經費(設計階段作業費用+工程建造費)及資金來源，按複利3.0%逐年估算。

三、工程經費估算

本計畫各方案之興建期投入成本包括前期作業(設計規劃)與施工期間相關工程項目之工料、安衛環保與物價調漲費、間接工程費、工程預備費，再加上施工期利息，其詳細計算如表4-4-11~4-4-13。其中主體工程部分(含次要項目)，方案二為22,164.3萬元；方案三(A)為45,614.1萬元；方案三(B)為11,379.9萬元，其中方案三(B)之費用較方案二少，然其營運費用較方案二高出許多。

表4-4-11 方案二工程概算表(1/2)

	項目	工程費(仟元)	附註
一、	設計階段作業費用	7,467.8	直接工程費之5%
二、	工程建造費	201,629.7	1.至4.項和
1.	直接工程費	149,355.4	(1)至(3)項和
(1)	主體工程	133,353.0	如表3-2(續)
(2)	雜項工程	13,335.3	(1)之10%
(3)	安全衛生及環保費	2,667.1	(1)之2%
2.	間接工程費	22,403.3	直接工程費之15%
3.	工程預備費	29,871.1	直接工程費之20%
三、	總工程費	209,097.5	一至二項和
四、	施工期間利息	12,545.9	按年利率3%計
五、	建造成本	221,643.4	三至四項和

註：不含台中水利會操作及渠道維護費

表4-4-11 方案二工程概算表(2/2)

工程項目	單位	數量	單價(元)	總價(仟元)
一、主體工程				
1.挖方	m ³	15,000	50	750.0
2.近運填方夯實	m ³	4,000	70	280.0
3.整地清運	m ³	11,000	400	4,400.0
4.管路(Φ=1,350mm)	m	2,800	39,000	109,200.0
5.插板槽	組	3	700,000	2,100.0
6.抽水設備	台	3	1,500,000	4,500.0
二、次要項目(1-5之10%)				
	式	1	-	12,123.0
總計				133,353.0

註：不含台中水利會操作及渠道維護費

表4-4-12 方案三(A)工程概算表(1/2)

	項目	工程費(仟元)	附註
一、	設計階段作業費用	14,734.1	直接工程費之5%
二、	工程建造費	402,977.7	1.至4.項和
1.	直接工程費	294,682.1	(1)至(3)項和
(1)	主體工程	263,109.0	
(2)	雜項工程	26,310.9	(1)之10%
(3)	安全衛生及環保費	5,262.2	(1)之2%
2.	間接工程費	44,202.3	直接工程費之15%
3.	工程預備費	58,936.4	直接工程費之20%
4.	物價調整費	5,156.9	按物價上漲年增率3.5%
三、	總工程費	417,711.8	一至二項和
四、	施工期間利息	38,429.5	按年利率6%計
五、	建造成本	456,141.3	三至四項和

表4-4-12 方案三 (A) 工程概算表(2/2)

工程項目	單位	數量	單價(元)	總價(仟元)	附註
一、主體工程					
1.挖方	m ³	28,000	50	1,400.0	
2.近運填方夯實	m ³	7,000	70	490.0	
3.整地清運	m ³	21,000	400	8,400.0	
4.高壓變電站	式	1	-	4,500.0	
5.管路(Φ=800mm)	m	5,100	39,000	198,900.0	
6.抽水設備	式	3	8,500,000	25,500.0	
二、次要項目(1-5之10%)	式	1	-	23,919.0	
總計				263,109.0	

表4-4-13 方案三 (B) 工程概算表(1/2)

	項目	工程費(仟元)	附註
一、	設計階段作業費用	3,675.9	直接工程費之5%
二、	工程建造費	100,535.6	1.至4.項和
1.	直接工程費	73,517.8	(1)至(3)項和
(1)	主體工程	65,640.9	主體工程(2)+主體工程(1) *((1+0.06) ² -1)
(2)	雜項工程	6,564.1	(1)之10%
(3)	安全衛生及環保費	1,312.8	(1)之2%
2.	間接工程費	11,027.7	直接工程費之15%
3.	工程預備費	14,703.6	直接工程費之20%
4.	物價調整費	1,286.6	按物價上漲年增率3.5%
三、	總工程費	104,211.5	一至二項和
四、	施工期間利息	9,587.5	按年利率6%計
五、	建造成本	113,799.0	三至四項和

表4-4-13 方案三 (B) 工程概算表(2/2)

工程項目	單位	數量	單價(元)	總價(仟元元)	附註
主體工程 (1) (提前施作)					
1.挖方	m ³	16,000	50	800.0	
2.近運填方夯實	m ³	2,000	70	140.0	
3.整地清運	m ³	14,000	400	5,600.0	
4.高壓變電站	式	1	-	4,500.0	
5.管路 (Φ800mm)	m	5,100	19,000	96,900.0	
6.次要項目(1-5之10%)	式	1	-	10,794.0	
小計				118,734.0	
主體工程 (2)					
1.抽水設備	式	3	17,700,000	53,100.0	
2.次要項目	式	1	-	5,310.0	
小計				58,410.0	
總計				177,144.0	

4-4-4 各方案工程經濟分析

本節有關財務及經濟分析相關之基本假設及指標定義如下：

物價調漲率：3.5%

計畫年限：以3年為分析期

年成本係指於分析年限內，攤提完工建造成本之固定年成本、營運期間之年營運維護費用等。其中固定年成本包括利息、償債積金、期中換新準備金、保險費及稅捐等。年成本各項費用估計原則如下：

1. 固定年成本

(1) 年利息：為初期投資之利息負擔，以建造成本之6%估算。即

$$\text{年利息} = \text{建造成本} \times \text{年利率}$$

(2) 年償債積金：為初期投資之攤還年金，以建造成本及設定地上權權利金為準，採用年金法，每年提存等值之金額，以年利率複利計算，專戶生息至經濟分析年限屆滿時，所積存之本息恰足以清償計畫之建造成本，計算公式如下：

年償債積金=建造成本 × [年利率/[(1+年利率)年期-1]

當攤還年限為3年，年利率為6%時，年償債積金為建造成本之31.41098%。

(3)期中換新準備金

各項工程設施之耐用年限不同，在營運期間部份工程設施需定期予以換新，以免影響其正常功能之運作，故須按年提存換新準備金，以供期中換新之用。假設營運開始m年後，須換新價值R之部份設施，其工程設施定期換新百分率為S，於經濟分析年限n年內換新k次，則其平均分攤之換新年準備金計算式如下：

$$r = \frac{(1+i)^{mk} - 1}{[(1+i)^m - 1] \times (1+i)^{mk}} \times \frac{i^* (1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \times S \times R = A \times S \times R = f \times R$$

其中，A表換新年金因子，本計畫參考湖山水庫標準並加以簡化，蓄水池主體工程之年換新準備金百分率訂為0.01844%。

(4)保險費：保險費假設每年不變，依據民國七十六年水資會之「水資源開發計畫規劃報告內容、資料標準及評估準則」，各項工程以計畫資金需求之0.12%為保險費。

2.年營運維護費

蓄水池營運期間須支付財貨與勞務費用，以維持各項設施之功能，參考湖山水庫規劃標準，以直接工程費之1%加上電費估列。

依前述原則，以3年為攤列年期，年成本、原水成本、每年平均提供水量及效益如表4-4-14~4-4-15所示，其中效益估算以參考鯉魚潭水庫給水廠付予鯉魚潭水庫每0.974元/噸及水源分析中自大甲溪內埔圳越域引水自大安溪后里圳引水量4.55萬CMD，可推算效益=0.974元/噸×1,661萬噸/年÷1,618萬元/年。

表4-4-14 方案二效益分析表

項 目		成本 (仟元)
建 造 成 本		221,643.35
一、	固定年成本	78,623.63
1	利息	6,649.30
2	償債基金	71,708.35
3	保險與稅捐	265.97
二、	營運維護費 (含電費)	5,263.05
1	營運維護費	2,216.43
2	電費 (含電力契約容量)	3,046.61
	年成本	83,886.67
	年效益	16,176.19
	年淨效益(B-C)	-67,710.48
	年B/C (無單位)	0.19
平均年供水量(百萬噸)		16,608.00
原水成本 (元/噸)		5.05

註：不含台中水利會操作及渠道維護費

表4-4-15 方案三效益分析表

項 目		分案成本	
		成本 (仟元)	
		(A)直接抽水方案	(B)借用清水管方案
建 造 成 本		456,141.34	113,798.95
一、	固定年成本	40,367.94	161,807.18
1	利息	3,413.97	13,684.24
2	償債基金	36,817.42	147,575.57
3	保險與稅捐	136.56	547.37
二、	營運維護費 (含電費)	37,088.02	22,841.09
1	營運維護費	1,137.99	4,561.41
2	電費 (含電力契約容量)	35,950.03	18,279.68
	年成本	77,455.96	184,648.27
	年效益	16,176.19	16,176.19
	年淨效益(B-C)	-61,279.77	-168,472.08
	年B/C (無單位)	0.21	0.09
平均年供水量(百萬噸)		16,608.00	16,608.00
原水成本 (元/噸)		11.12	4.66

4-4-5 各方案評估比較及選定

各方案評估因子主要為工程項目、工程經費、施工期程、輸水機能、施工難易度及營運管理等，有關中科三期后里基地初期（民國100～103年）用水水源缺口每日約13萬CMD，包括加強農業灌溉節約方案（大安溪及大甲溪農業用水打折供應）、大安溪后里圳與大甲溪內埔圳水源交換、大甲溪直接抽水等3方案，檢討結果比較如表4-4-16。依供水穩定度評估，只有加強農業灌溉節約方案（大安溪及大甲溪農業用水打折供應），可依降水量及其分佈情形機動調整節約灌溉管理策略，故供水穩定度為最高。若以工程經費評估（不含渠道維護費用），大安溪后里圳與大甲溪內埔圳水源交換方案為最經濟。經比較及綜合評估三水源方案，加強農業灌溉節約方案（大安溪及大甲溪農業用水打折供應）為最佳之方案

表4-4-16 各方案評估比較

評估因子	水源別	大甲溪剩餘流量		
	方案名稱	大安溪后里圳及大甲溪內埔圳水源交換方案	大甲溪直接抽水方案	
		方案一	方案二	方案三 (A)
主要工程項目	-	1.埋設壓力鋼管 φ = 1,350mm ; L = 2,800m。 2.設加壓站，揚程 10m。	1.埋設壓力鋼管 φ = 1,350mm ; L=5,100m。 2.設加壓站，揚程 62m。	1.埋設壓力鋼管 φ = 800mm ; L=5,100m。 2.設加壓站，揚程 125m。
工程或補償費用 (仟元)	-	221,643.4	456,141.3	113,799.0
年成本(仟元)	-	78,623.6	184,648.3	77,456.0
原水成本 (元/噸)	2.046	5.05 (不含渠道維護費用)	11.12	4.66
施工期程	-	一年	二年	二年
輸水機能	大安溪及大甲溪灌區加強灌溉管理並由節餘農業用水供應中科用水。	供應后里圳灌區農業用水以交換水量，並儲存於鯉魚潭水庫，經由鯉魚潭水庫給水廠供應中科三期用水。	1.以壓力鋼管輸送大甲溪之剩餘流量至后里一廠，直接供應中科三期初期用水。 2.未來可做為后里一廠水源緊急備援系統。	1.以壓力鋼管輸送大甲溪之剩餘流量至后里一廠，直接供應中科三期初期用水。 2.未來可做為后里一廠水源緊急備援系統。
施工難易度	-	較低	較高	較高
供水穩定度	可依降水量及其分佈情形機動調整節約灌溉管理策略	1.取水口易受大甲溪河床不穩定之影響，故取水穩定度不高。 2.易受降水量及其於空間及時間上分佈不均之影響。故供水穩定度不高。		
營運管理	須由台中水利會配合，依中科三期用水期程。	1.須配合台中水利會共同操作。 2.營運費用 (不含渠道維護費用) 5,263.1 仟元。	1.直接供應后里給水廠用水時營管操作單純。 2.供應后里圳灌區農業用水時，須配合台中水利會共同操作。 3.營運費用 22,841.1 仟元。	1.直接供應后里給水廠用水時營管操作單純。 2.營運費用 37,088.0 仟元。

4-4-6 中科三期各期程水源方案

民國100年以前及本工程計畫完成後(預估民國104年)台中地區水源設施原水供水能力可滿足中科三期初期用水需求，惟民國100年至103年期間之水源缺口13萬CMD，經評估採加強農業灌溉管理可滿足需求，即大安溪及大甲溪農業用水需求各打9折供應，並透過大甲溪德基水庫及大安溪鯉魚潭水庫調節，台中地區公共用水供水能力可達173萬CMD，可滿足上述水源缺口，如圖4-4-12所示。另即使本工程計畫無法按原期程於104年完工營運取水，上述臨時方案亦可滿足用水至民國106年。

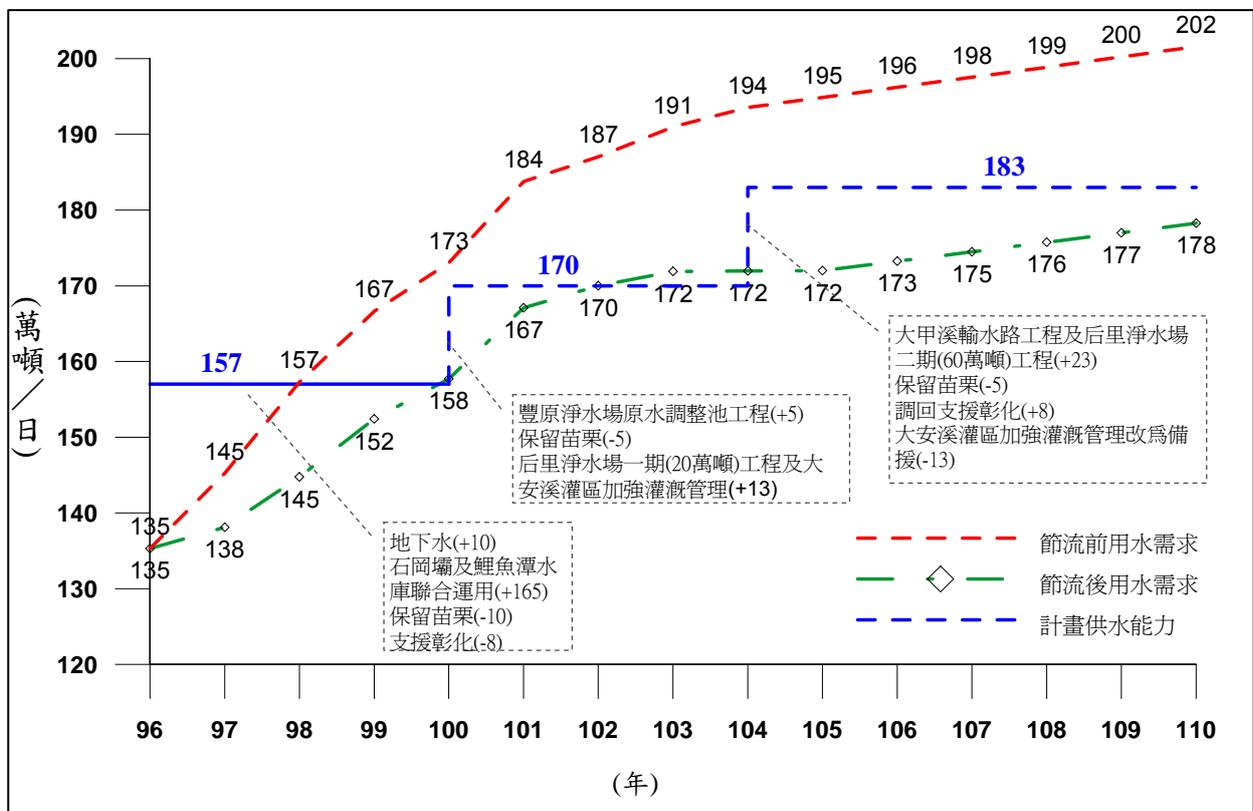


圖 4-4-12 台中地區各期程公共用水水源計畫

第五章 輸水工程規劃

按前述大安大甲溪水源聯合運用之系統架構，本計畫將以大甲溪輸水路及鯉魚潭第二原水管兩項設施輸水，即以大甲溪輸水路由石岡壩引取大甲溪川流水北送至后里地區之淨水場，另由鯉魚潭水庫增設第二原水管南送至后里與大甲溪輸水路銜接；兩輸水路及相關附屬設施之工程規劃分述如下。

5-1 大甲溪輸水路工程

本輸水路工程區分為取水口、輸水隧道、原水配水池及輸水管等，其規劃佈置成果概述如下。

5-1-1 輸水路路線規劃

一、路線規劃原則

本輸水路線之主要規劃條件（含目標）包括計畫輸水量、取水地點、輸水目標點等，說明如下：

- (一)計畫輸水量：依大安溪及大甲溪水源聯合運用之供需架構及水源演算成果，大甲溪輸水路之計畫流量為150萬CMD，其中公共用水量130萬CMD至后里(第一、二)淨水場及鯉魚潭淨水場，另分線輸送灌溉用水60萬CMD至后里圳。
- (二)取水地點：即本輸水路之起點，由石岡壩庫區右岸研選。
- (三)輸水終點：本計畫輸水路計畫送水至鯉魚潭淨水場、后里淨水場及后里圳等，各供水點配合未來運轉需要規劃管線連結。

為達成上述目標及限制，研擬路線規劃之原則包括：

- (一)路線規劃以安全、經濟為優先考量。
- (二)計畫輸水路按取水口與淨水場操作水位，優先考量重力輸水原則，以降低營運成本。
- (三)輸水路計畫路線原則上避免通過生態敏感區或公墓，降低環境衝擊。
- (四)輸水路採隧道穿越丘陵地者，應考量與地質構造線橫交角度及必要之耐震設計。

(五)輸水路線宜儘量選用公有地，減少用地取得可能之變數。

二、可能輸水路方案研擬

由大甲溪輸水工之起點（石岡壩右岸取水口）至輸水路終點（后里、鯉魚潭淨水場）間，按現況地形地物條件研擬可行路線方案如下：

(一)方案一

本方案路線佈設如圖5-1-1，輸水路線總長為7,215m，區分為主要路線與分支路線，主要路線長約5,965m，從石岡壩右岸取水，由東南向西北方向北進，通過頂埔斷層、觀音山斷層及三義斷層，施設隧道段，隧道長約4,065m，隧道出口位於中40鄉道2.5km附近，鄰近墓園與住家；緊接明挖埋管覆蓋段，埋設長度約1,900m，沿旱溝排水右岸與中科聯絡道路至后里第一淨水場及鯉魚潭淨水場。分支路線為埋管明挖覆蓋段，分歧往南連通至后里第二淨水場，計畫輸水量60萬CMD(6.94cms)，長度約1,250m。



圖5-1-1 「大甲溪輸水路」路線方案一平面示意圖

(二)方案二

本方案由石岡壩右岸取水後，分為隧道段與明挖埋管覆蓋段，如圖5-1-2，總長約為6,800m，位於方案一路線南邊向西北方向北進，通過頂埔斷層、埤頭山斷層及三義斷層，隧道長約4,250m，隧道出口位置於后里第二淨水場台糖用地附近；隧道出口引水至后里第二淨水場後，沿旱溝排水右岸與中科聯絡道路明挖埋管覆蓋至后里第一淨水場及鯉魚潭淨水場，埋設長度約2,550m。



圖5-1-2 「大甲溪輸水路」路線方案二平面示意圖

(三)方案三

本方案以前期規劃之短隧道為基礎酌予調整如圖5-1-3，輸水路線總長共約為8,405m，取水後首先往西方向通過頂埔斷層，施設引水隧道長420m；沿大甲溪右岸高灘地明挖埋管覆蓋段，長度2,210m；再往北方向開挖隧道段，隧道長1,235m，直接埋設鋼管於隧道內；緊接通過三義斷層，因應地形條件施作潛盾段300m，其隧道出口位於中41鄉道寺山路附近，鄰近軍事用地；出口連接既有道路與中科聯絡道路明挖埋管覆蓋至后里第二淨水場、后里第一

淨水場及鯉魚潭淨水場，明挖埋管覆蓋段長4,240m。



圖5-1-3 「大甲溪輸水路」路線方案三平面示意圖

三、輸水路路線方案評估比較

路線佈設除考量現況地形外，另需考慮輸送水之水理條件，由石岡壩取水口至鯉魚潭淨水場高程估算，最大可供操作水頭損失為13.5m，本工程為利於方案評估，依據初步水理計算、地質地形、直接工程費用及其他項目等四部分，分述如下：

(一)方案一

1.初步水理計算

方案一輸水路線區分為主要路線與分支路線，輸水路線縱斷面能量坡降詳如圖5-1-4所示。

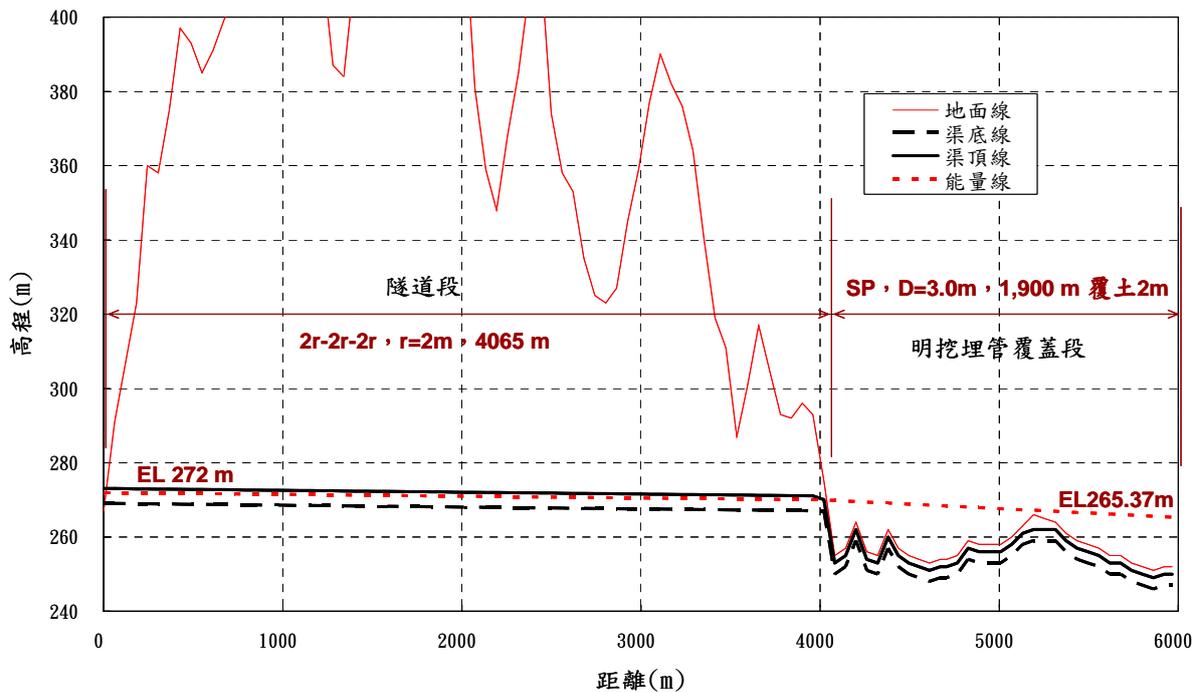


圖5-1-4 「大甲溪輸水路」路線方案一縱斷面圖

(1)主要路線隧道段為重力自由流

開挖內徑(2r)為4m之2r-2r-2r標準馬蹄形斷面隧道，長度約4,065m，以坡度1：2000佈置，入口能量高EL.272.0m，其水理依 Manning's 公式計算，得隧道出口能量高 $EL.272.0 - 0.0005 \times 4,065 = 269.97(m)$ 。

(2)主要路線明挖埋管覆蓋段為重力滿管流(至后里第一淨水場)

埋設管徑3,000mm之鋼管，管路長度約1,900m，計畫起點為隧道出口能量高EL.269.97m，計畫終點為鯉魚潭淨水場能量高EL.254.5m。管內摩擦損失水頭依Hazen-Williams公式計算，得摩擦損失水頭 $hf=3.17(m)$ ，其他管內損失水頭概略以摩擦損失水頭20%估算為0.64(m)，故總損失水頭為3.81(m)，計算結果得 $EL.269.97 - 3.81 = 266.16(m) > EL.254.5(m)$ ，顯示總損失水頭低於最大允許水頭損失，因此可順利以重力方式送水。

(3)分支路線明挖埋管覆蓋段為重力滿管流(至后里第二淨水場)

埋設管徑2,200mm之鋼管，管路長度約1,250m，計畫起

點為分歧點銜接輸水管路能量高EL.267.64m，計畫終點為后里第二淨水場能量高EL.254.5m。管內摩擦損失水頭依Hazen-Williams公式計算，得摩擦損失水頭 $hf=1.75(m)$ ，其他管內損失水頭為0.36m，總損失水頭為 $1.75+0.36=2.11(m)$ ，經計算結果 $EL.267.64-2.11=265.53(m)>EL.254.5(m)$ ，顯示此分支路線可順利以重力方式送水。

2.地質地形

輸水路線沿線地質為台地堆積層，通過頂埔斷層、觀音山斷層及三義斷層，其中頂埔斷層及三義斷層均為活動斷層，另觀音山斷層破碎帶寬度初估約90m。輸水路線入口段以施設圍堰乾式施工，隧道佈置山地段採取一般工法(長度3,265m)，台地段採取管幕工法(長度800m)。

3.直接工程費

輸水路線取水口初估工程費約0.38億元，隧道段約為6.94億元，明挖埋管覆蓋段4.06億元，分支路線明挖埋管覆蓋段1.46億元，閘件設備0.07億元，合計本方案直接工程費共約12.91億元。

4.其他項目

方案一須設異徑三通分水，加設操作機房，對整體營運管理而言較複雜。用地取得方面，扣除相同路線外，本方案用地取得較複雜段長度約為500m；又其隧道出口鄰近墓園、果園及住家，對環境衝擊影響較大。

(二)方案二

1.水理計算

方案二輸水路線分為隧道段與明挖埋管覆蓋段，輸水路線縱斷面能量坡降如圖5-1-5所示。

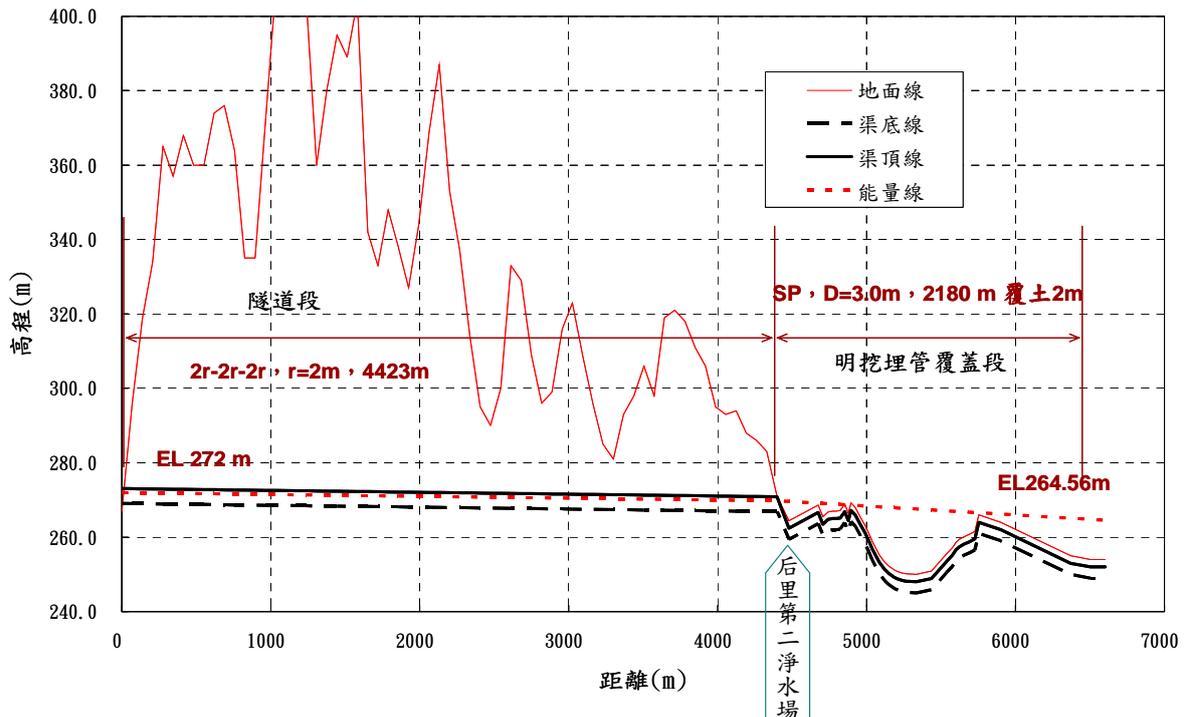


圖5-1-5 「大甲溪輸水路」路線方案二縱斷面圖

(1)輸水隧道段為重力自由流(隧道出口為后里第二淨水場附近)

開挖內徑(2r)為4m之2r-2r-2r標準馬蹄形斷面隧道，隧道長度約4,423m，以坡度1：2000佈置，其水理依Manning's公式計算，隧道入口能量高EL.272.0m，求得隧道出口能量高 $EL.272.0 - 0.0005 \times 4,065 = 269.97(m)$ 。

(2)輸水路線明挖埋管覆蓋段為重力滿管流(至后里第一淨水場)

埋設管徑3,000mm之鋼管，管路長度約2,180m，計畫起點為隧道出口能量高EL. 269.9m，計畫終點為鯉魚潭淨水場能量高EL.254.5m。管內摩擦損失水頭依Hazen-Williams公式計算，得摩擦損失水頭 $hf=3.64(m)$ ，其他管內損失水頭，概略以摩擦損失水頭20%估算為0.73m，總損失水頭為4.37(m)，計算結果得 $EL.269.97 - 4.37 = 265.6(m) > EL.254.5(m)$ ，顯示總損失水頭低於最大允許水頭損失，因此可順利以重力方式送水。

2.地質地形

輸水路線沿線地質為台地堆積層，通過頂埔斷層、埤頭山斷層及三義斷層，其頂埔斷層及三義斷層均為活動斷層，隧道段與三義斷層大角度斜交。輸水路線入口段以施設圍堰乾式施工，隧道段以三義斷層為界，東側山地段採取一般工法及管幕工法(長度3,450m)，西側台地段採取管幕工法(長度970m)。

3.直接工程費

輸水路線取水口工程費初估約0.38億元，輸水路線隧道段施工費用為7.47億元，明挖埋管覆蓋段約4.62億元，閘件設備約0.055億元，合計直接工程費共約12.53億元。

4.其他項目

方案二送水至后里第二淨水場之營運水頭最高，原水分配較單純。用地方面扣除相同路線外，其餘用地易於取得，且隧道出口位於后里第二淨水場計畫台糖用地內，對環境衝擊較無影響。

(三)方案三

1.水理計算

方案三輸水路線分為引水隧道段、高灘地明挖埋管覆蓋段、接隧道段、潛盾施作段及明挖埋管覆蓋段，長度共約為8,405m，全段為重力滿管流。依據輸水管路長度並加計其他損失為20%，進行估算損失水頭。依石岡壩取水口至鯉魚潭淨水場高程估算最大可允許水頭損失為13.5m，輸水路線縱斷面能量坡降詳如圖5-1-6所示。

(1)引水隧道段為重力滿管流

開挖內徑(2r)為4m之2r-2r-2r標準馬蹄形斷面隧道，長度約420m，以坡度1：2000佈置，其水理依Manning's公式計算，入口能量高EL.272.0m，得隧道出口能量高為 $EL.272.0-0.0005\times 420=271.79(m)$ 。

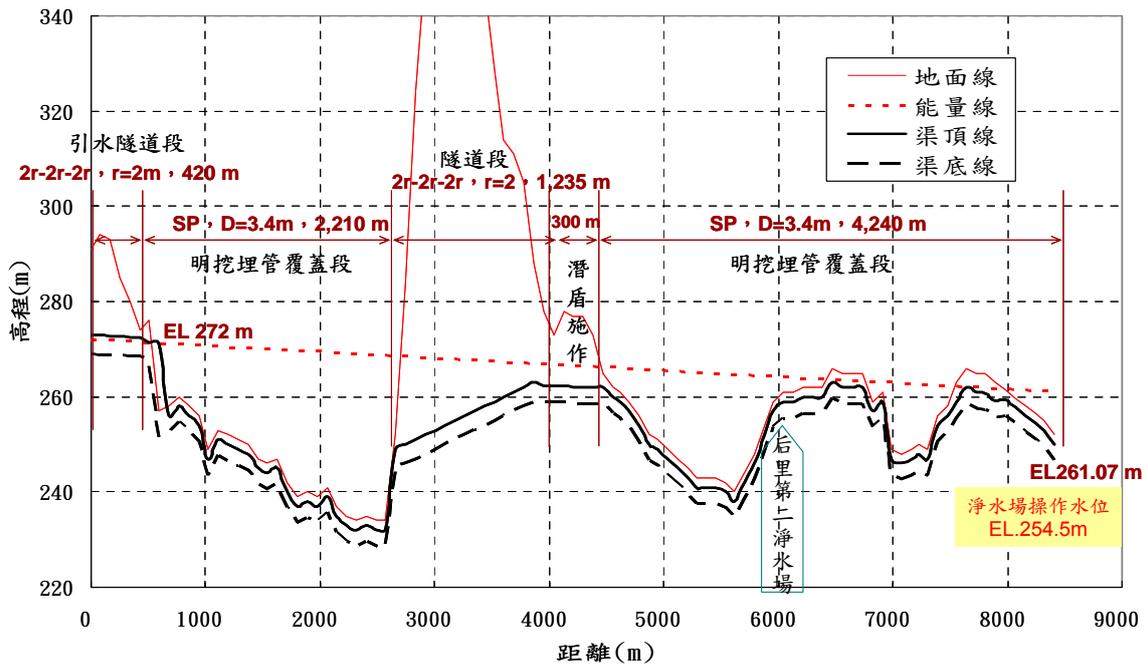


圖5-1-6 「大甲溪輸水路」路線方案三縱斷面圖

(2)輸水路線埋管段、隧道段及潛盾施作段為重力滿管流

埋設管徑3,400mm之鋼管，管路長度約7,985m，計畫起點為隧道出口能量高EL.271.79m，計畫終點為鯉魚潭淨水場能量高EL.254.5m。管內摩擦損失水頭依Hazen-Williams公式計算，得摩擦損失水頭 $h_f=7.25\text{m}$ ，其他管內損失水頭概略以摩擦損失水頭20%估算為1.45m，總損失水頭為8.70m，計算結果得 $\text{EL}.271.79-8.70=263.09(\text{m})>\text{EL}.254.5(\text{m})$ ，顯示總損失水頭低於最大允許水頭損失，因此可順利以重力方式送水。

2.地質地形

輸水路線沿線地質為台地堆積層，僅引水隧道通過頂埔斷層，另一隧道段沿線無斷層或褶皺分佈。輸水路線入口段以施設圍堰乾式施工，引水隧道與隧道段共有90%由紅土礫石層構成，堅實岩盤(淺覆蓋)與紅土礫石層比例約為1：3，因此宜採取管幕

工法(長度420m、1,235m)。

3.直接工程費

取水口與引水隧道之工程費初估約1.95億元，高灘地明挖埋管覆蓋段為5.80億元，隧道段為4.62億元，潛盾施作段為1.42億元，明挖埋管覆蓋段為11.13億元，閘件設備為0.07億元，合計本方案之直接工程費24.99億元。

4.其他項目

方案三全段為重力滿管流，需分段洩壓調節，維護費用高，有爆管與漏水之虞。管路通過高灘地現有耕作之管路長度約2,500m，未來用地處理阻力相對較大。又，沿線多鄰近住家、軍事用地與寺廟，施工期間對環境衝擊較大。

本工程為利於方案評估，在符合計畫需求條件下，以水理、地質地形、施工困難度、用地處理、直接工程費用、環境衝擊、營運管理、可能風險等8項為評估因子，各方案就每個因子予以評比，最佳者給予5分，中等3分，最劣者1分，評比結果如表5-1-1所列。為進一步區分各因子之重要性，再以價值工程之分數矩陣法分析，將八項評估因子分別以A~H為代碼，由中水局各課室遴選八位工程師（涵蓋工程、操作、維護等不同領域）籌組評價小組研訂各因子之權重，如表5-1-2所示。分數矩陣法採行原則如下：

- (一)依序將各相關因子與其他作比較，如A相繼與B、C、D、E、F、G及H比較，接續B與其他相關因子作比較。評分標準為：高重要程度者填入3分，中重要程度者填入2分，低重要程度者填入1分。
- (二)如A與B相比，當二項因子具有相當之重要性，難分高低時，則以A/B表示，即該二項各得1分。
- (三)A與C相比時，如C較重要，但相對重要程度僅普通而已，則於評估矩陣中填入C=1；A與D比，D相對為高重要性則填入D=3。

表5-1-1 大甲溪輸水路工程可能方案初步評估表

方案項目	方案一	評等	方案二	評等	方案三	評等
水理	1.無須加大管徑即可以重力自由流或滿管流方式送水 2.至后里第二淨水場能量高 EL.265.53m 3.總損失水頭 3.81m 與 2.11m	4	1.無須加大管徑即可以重力自由流或滿管流方式送水 2.至后里第二淨水場能量高 EL.265.60 為最高 3.總損失水頭 4.37 m	5	1.為了順利送水需加大管徑、減少損失，採重力壓力流方可送水 2.至后里第二淨水場能量高 EL.264.14m 3.總損失水頭 8.70 m	2
地質地形	1.隧道沿線岩盤堅實緻密 2.頂埔斷層為活動斷層 3.觀音山斷層破碎帶初估約 90m 寬	4	1.頂埔斷層及三義斷層為活動斷層 2.埤頭山斷層破碎帶寬度待調查 3.台地段 70%通過紅土礫石層	3	1.僅頂埔斷層為活動斷層 2.隧道沿線無斷層或褶皺分佈 3.堅實岩盤(淺覆蓋)及紅土礫石層比例約為 1:3	5
施工困難度	1.山地段：一般工法 3,265m 2.台地段：管幕工法 800m	5	1.山地段：一般工法 3,450m 2.台地段：管幕工法 970m	5	1.台地段：管幕工法 420m、1,235m 2.淺覆蓋：潛盾工法 300m(施工實例少)	3
用地處理	扣除相同路線外，用地取得較為複雜長度約 500m	2	扣除相同路線外，其餘用地易於取得	5	扣除相同路線外，經高灘地現有耕作長度約 2,500 m，未來用地處理阻力大	1
直接工程費	12.91 億元	5	12.53 億元	5	採重力滿管流經費最高約 24.99 億元	1
環境衝擊	隧道出口鄰近墓園、果園及住家	3	隧道出口位於淨水場計畫台糖用地內，較無影響	5	沿線鄰近住家、毘盧禪寺、軍事用地、果園、魚池	2
營運管理	須設異徑三通分水，需設操作機房，操作較複雜	4	1.淨水場營運水頭最高 2.原水分配較單純	5	全段壓力流，故需分段洩壓調節，維護費高	2
可能風險	隧道段經過頂埔斷層，輸水管易因地層錯動受損	4	經過頂埔、三義斷層，輸水管易遭錯動而受損	3	1.隧道段經過頂埔斷層，輸水管易遭錯動而受損 2.全段重力滿管流，有爆管及漏水之虞 3.施工期間與居民接觸範圍較大，易造成安全及抗議聲浪	2
總長度	5,965m		6,603m		8,405m	

表5-1-2 價值工程之分數矩陣法評分例

	B	C	D	E	F	G	H
A	A/B	C=1	D=3	E=2	A=2	A=3	H=1
	B	B=3	D=3	B=2	F=3	B=1	H=2
		C	C=3	E=1	C=2	G=3	H=3
			D	D=3	F=1	G=2	D=2
				E	E=1	E=3	H=2
					F	G=3	F=2
						G	G=1

依據評價小組成員評估結果，統計8個評估因子之總和，換算出百分比後，訂定各評估因子之權重，如表5-1-3所列。最後將表5-1-1中三方案各項評估因子之評等填入表5-1-4，與表5-1-3中各因子之權重相乘計算出各因子加權評等；各方案之8項因子之評等加總結果以方案二最高，即以方案二為最佳方案，故以方案二之路線做後續工程規劃，輸水路線將依工程佈置需求加以調整。

表5-1-3 大甲溪輸水路工程方案各評估因子權重研擬表

評估因子	小組成員								合計	百分比 (%)	權重
	一	二	三	四	五	六	七	八			
A.水理	2	6	2	1	2	1	3	4	21	6.42	3
B.地質地形	7	8	4	2	3	6	6	8	44	13.46	7
C.施工困難度	6	4	3	10	7	3	1	5	39	11.93	6
D.用地處理	15	7	8	11	11	7	2	5	66	20.18	10
E.直接工程費	7	0	7	6	2	2	3	2	29	8.87	4
F.環境衝擊	3	6	8	6	8	6	6	5	48	14.68	8
G.營建管理	3	2	8	8	12	4	4	4	45	13.76	7
H.可能風險	5	1	6	1	6	7	6	3	35	10.70	5

表5-1-4 大甲溪輸水路工程各方案詳細評估表

項目	權重	方案一		方案二		方案三	
		評等	加權評等	評等	加權評等	評等	加權評等
A(水理)	3	4	12	5	15	2	6
B(地質地形)	7	4	28	3	21	5	35
C(施工困難度)	6	5	30	5	30	3	18
D(用地處理)	10	2	20	5	50	1	10
E(直接工程費)	4	5	20	5	20	1	4
F(環境衝擊)	8	3	24	5	40	2	16
G(營運管理)	7	4	28	5	35	2	4
H(可能風險)	5	4	20	3	15	2	10
合計			182		226		113
建議優先順序			2		1		3

5-1-2 取水口工程規劃

一、取水口位置與型式

本計畫由石岡壩右岸取水，取水口規劃以充分利用石岡壩既設設施與功能為原則，並評估現況可能問題。

(一)取水口位置選擇

考量取水口位置座落於石岡壩蓄水區內，考慮其現有設施、地形、邊坡穩定、地質、主流槽等因素，取水口位置選擇如下：

- 1.取水口應位於右岸主流槽位置，穩定且貼近處，以利足夠取水深度可得計畫取水量。
- 2.取水口愈近石岡壩，則愈能受其洩洪時排砂之利，減少取水口前淤積。惟石岡壩右岸既有921紀念公園，其具有保險堤之功能，作為超大洪水來臨時緊急退水之用，新設取水口難如左岸取水口緊鄰壩體，評估最短距離為壩上游200公尺。
- 3.取水口應考慮淤砂影響，於颱風或庫區清淤時仍能取水。

依94年10月龍王颱風期間於白冷圳進水口、八寶圳進水口及南幹渠進行水質取樣檢測結果如表5-1-5，大甲溪懸浮質粒徑小於0.01mm以下佔66.71%，其運動模式為懸浮狀態之布朗運動，故非以沈降方式可達到降低含砂量之功效，於斷面05下游施設取水口，並於高含砂量時不取水之條件下，取水工之取水方式係利用石岡壩蓄水迴流方式取水，並不是直接由河道流入，故大部分泥砂將沈降於石岡壩庫區，將可降低含砂量，施設沈砂池較無功效，若配合石岡壩於高含砂量時不取水，則此取水方式不需另設沈砂池。若於斷面05上游施設取水口，則需規劃沈砂池，以減少泥砂進入輸水路。

(二)取水口型式選擇

取水口型式有取水塔、鐘形取水口及雙取水口型式等三種方案，其中取水塔型式較適用於蓄水位較高之水庫，利用取水位置不同可進行分層取水，上層水源供民生用水使用，下層則提供農業用水使用。為配合上述型式與現地條件以決定取水口型式，故斷面05上游設置川流取水口，藉由新設之攔河堰抬高水位取水；而於其下游設置鐘形取水口，在其具備較寬敞的操作空間優點下，配合既設石岡壩抬高水位取水。

表5-1-5 大甲溪洪水期（94年龍王颱風）原水懸浮質粒徑分析

取樣位置	原水濁度(NTU)	粒徑分佈	懸浮質粒徑(mm)						
			0.004	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06
八寶圳進水口	3,700	個別(%)	25.56	25.08	18.31	9.24	7.02	2.05	0.00
		累積(%)	25.56	63.38	81.69	90.93	97.95	100.00	100.00
	9,600	個別(%)	25.27	22.14	19.28	21.82	0.00	0.00	0.00
		累積(%)	25.27	58.90	78.18	100.00	100.00	100.00	100.00
白冷圳	6,800	個別(%)	25.08	22.25	24.05	7.99	11.19	0.00	0.00
		累積(%)	25.08	56.77	80.82	88.81	100.00	100.00	100.00
南幹渠	11,000	個別(%)	29.74	25.77	22.33	10.96	0.00	0.00	0.00
		累積(%)	29.74	66.71	89.04	100.00	100.00	100.00	100.00

二、取水口方案研擬

(一)方案一（取水塔配合導流堤案）

考量以石岡壩蓄水區做為泥砂沈降空間，及庫區右岸歷年之流槽變化，選擇於石岡壩軸線上游300m，主流槽最深處之右岸設置取水口，配合該處地形選擇以塔式取水口，如圖5-1-1。

取水塔塔高約30m，進水口形式採U形溢流堰，半徑5.5m，外緣設置H型鋼粗目攔污柵，其施設高度採重現期100年洪水水位以上，溢流後設置囚砂區並佈設細目攔污柵、插板槽及直提式控制閘門。為避免取水口受泥砂淤積及含砂量影響取水，另在取水塔外施作導流堤導引砂石及水流流向石岡壩第15號閘門，並可防止推移質進入取水口內造成阻塞。施工便道規劃自右岸高地沿山坡緩降至取水塔施工面，且施工便道於完工後留作清淤道路使用。並施設操作橋及聯絡道路銜接取水塔操作機房與縣道中44。

導流堤設置考量大甲溪洪水量2,600cms（懸浮固體濃度約為8,000NTU）時洪水水位為EL.275.35 m，導流堤頂高以EL.275.5 m規劃，則堤身高5 m，長度約240公尺，當溪水超過此流量時允許溢流。本案之規劃佈置如圖5-1-7～圖5-1-8所示。

(二)方案二（鐘形取水口案）

本案亦考量利用石岡壩蓄水迴流方式取水，因右岸無法增設排砂道，取水口盡量鄰接溢洪道排洪時排砂影響範圍，故擇定於石岡壩軸線上游約200m處，配合該地地形選擇以鐘形取水口型式，如圖5-1-9～圖5-1-10所示。

取水口前端設四道取水閘門，為閘門控制之堰流式取水，每門均設置一5.0m×4.0m粗目攔污柵、插板槽及取水閘門（W5.0m×H4.0m），取水前庭長約21.0m，入流後經鐘形口束縮後，由後端閘門（W4.0m×H4.0m）控制流量進入方形暗渠，再以長度10 m之漸變段順接馬蹄形隧道斷面(2r-2r-2r，r=2.0m)。

本方案前端設置取水閘門係考量大甲溪含砂量升高時，大量的

泥砂可能阻塞取水設施，影響正常供水，故以前端閘門控制取水水質，後端閘門控制輸水之水量。

以上兩方案於取水時無另設排砂設施，按表5-1-5所示，颱風期水體內SS粒徑 $\Phi \leq 0.01\text{mm}$ 逾65%，再者取水口前端設置攔污柵，避免較大粒徑之砂石、流木或垃圾進入隧道內，未來若需要於取水口內進行清淤工作，可以吊放抽砂機具進入取水口，或於石岡壩水質較清澈時，開啟閘門將泥砂往下游原水配水池輸送，於原水配水池進行後續清運淤砂。

(三)方案三（雙取水口案）

考量於石岡壩庫區內先作沈砂處理後再輸送至淨水場，評估於長庚橋下游200m處設置攔河堰及取水口於枯水期時石岡壩進行清淤工作時由此取水，利用右側凹岸設置沈砂池，取水後經沈砂池沈降大部分土砂；另於石岡壩上游300公尺蓄水區內設第二取水口，作為豐水期時較高蓄水位時取水。相關設置如圖5-1-11～圖5-1-12，其內容如下：

1.攔河堰

攔河堰設置長度約430m，寬約40m，堰頂高EL.274.5m，並於右端設置排砂道。為減少對環境生態之影響，可採瀑布階梯式堰型式如圖5-1-12，除了可藉由階梯之落差消能外，並可營造出水瀑之視覺效果。為減少堰面之磨損，堰體表面考慮採用矽灰混凝土、鋼纖維混凝土、環氧樹脂混凝土等以提高材料耐磨性。為穩定攔河堰上下游河床，施設3*3*3公尺立方體混凝土塊保護，混凝土塊採耐磨混凝土並於表面植石以抗磨損。

2.取水口

設置二個取水口，一號取水口位於石岡壩右岸（參見圖5-1-11）距長庚橋下游約200公尺處，與大甲溪流向成直角。進水口底檻高程EL.273.0m，溢流水深1.5公尺，引水量為20cms，進水口淨寬22.2公尺，入口處分為四孔，內徑寬5.5公尺；並設置

攔污柵上端另有耙污機，可定時清除雜物及漂流木，其後為內徑寬5.5公尺、高4.0公尺之控制閘門四座，末端設置緊急閘門一座供緊急操作之用，閘門寬4.6公尺、高4.5公尺。二號取水口位於石岡壩上游約300m，取水方式仍利用石岡壩蓄水迴流方式取水，大部分泥砂將沈降於石岡壩庫區，可降低水源之含砂量，進水口底檻EL.272m，溢流水深0.9公尺，引水量為18.0cms，進水口淨寬20公尺，入口處分為四孔，內徑寬5公尺；並設置攔污柵上端另有耙污機，末端設置緊急閘門一座供緊急操作之用，閘門寬4.0公尺、高4.0公尺。

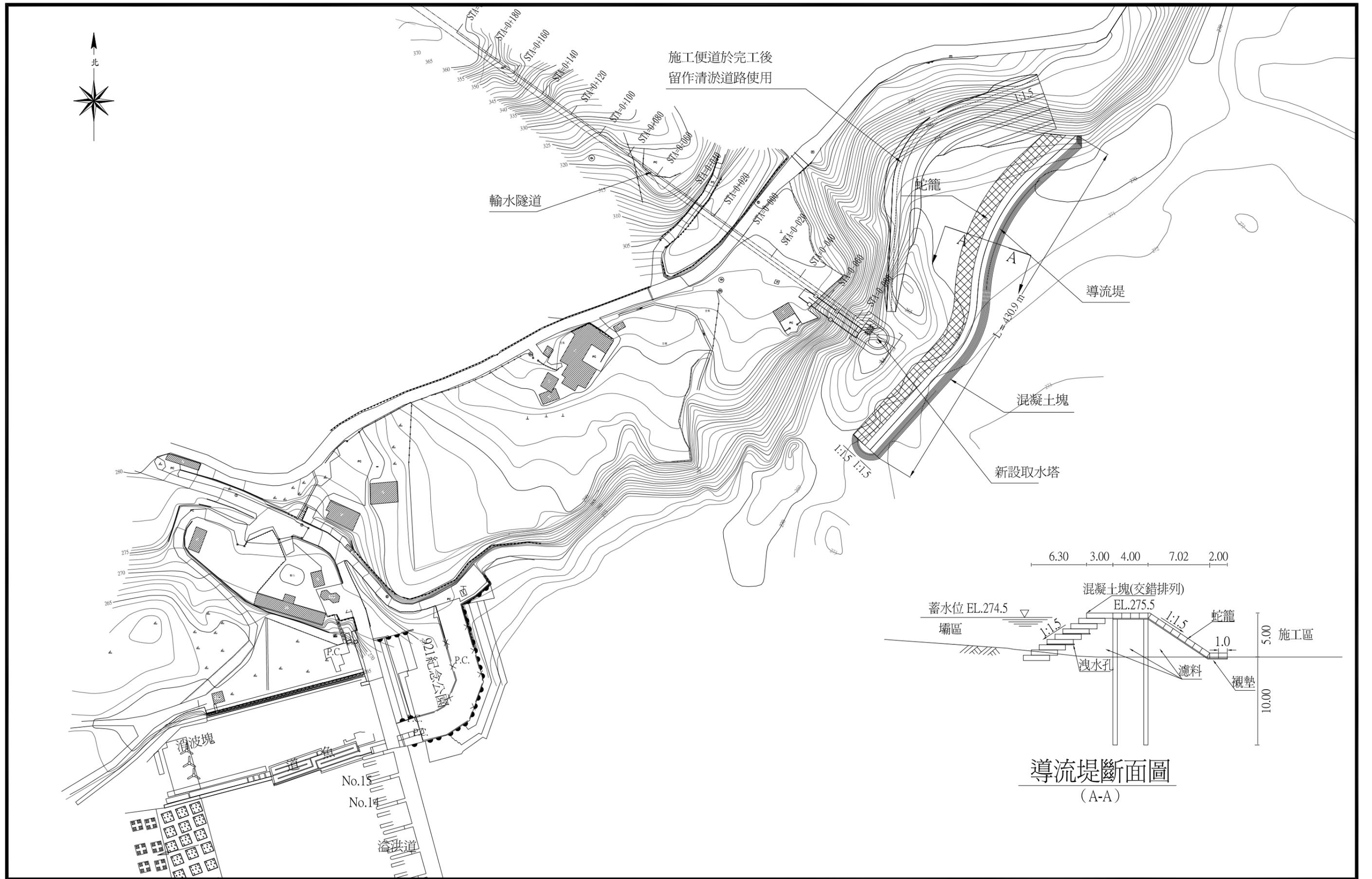
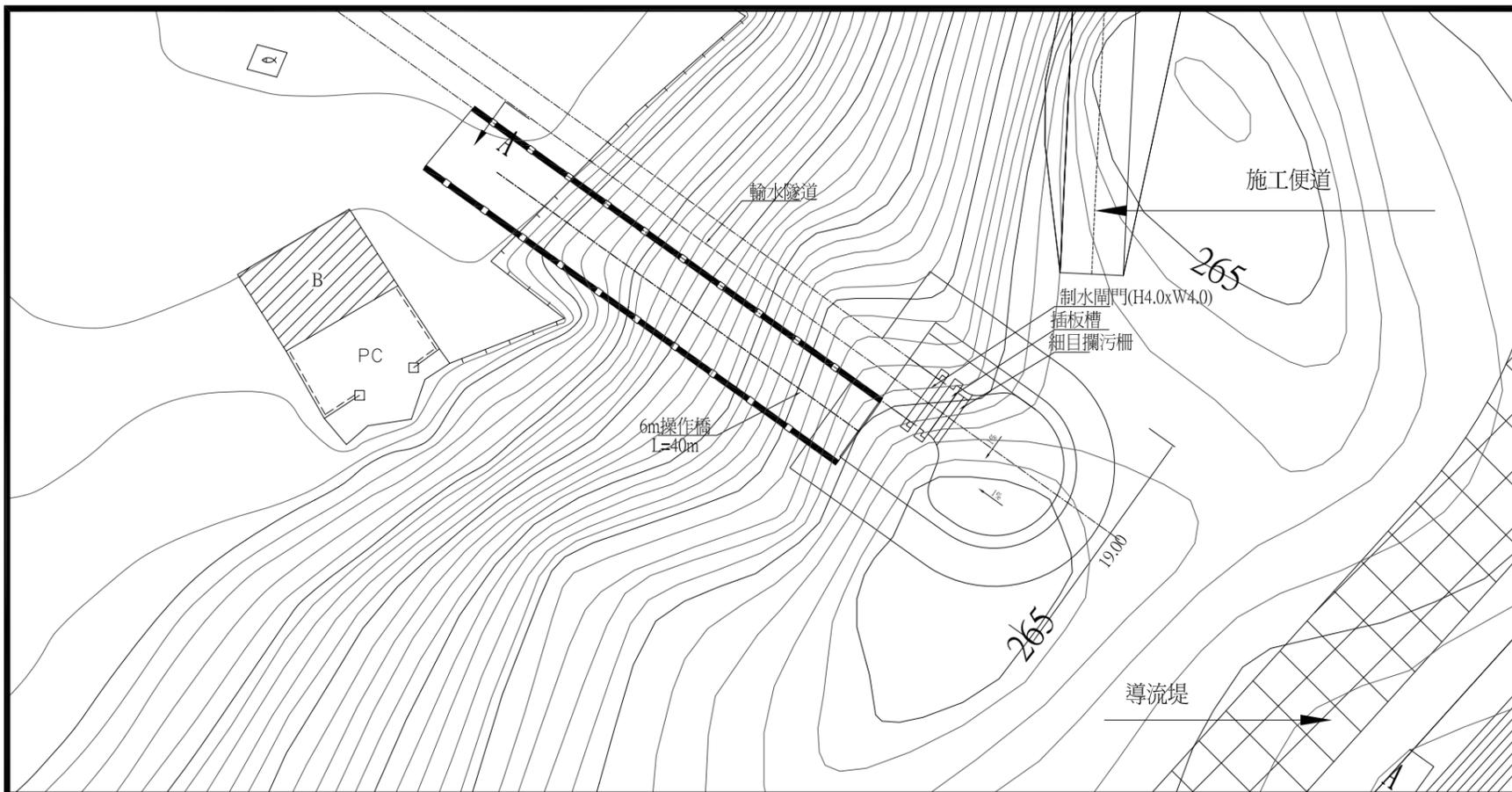
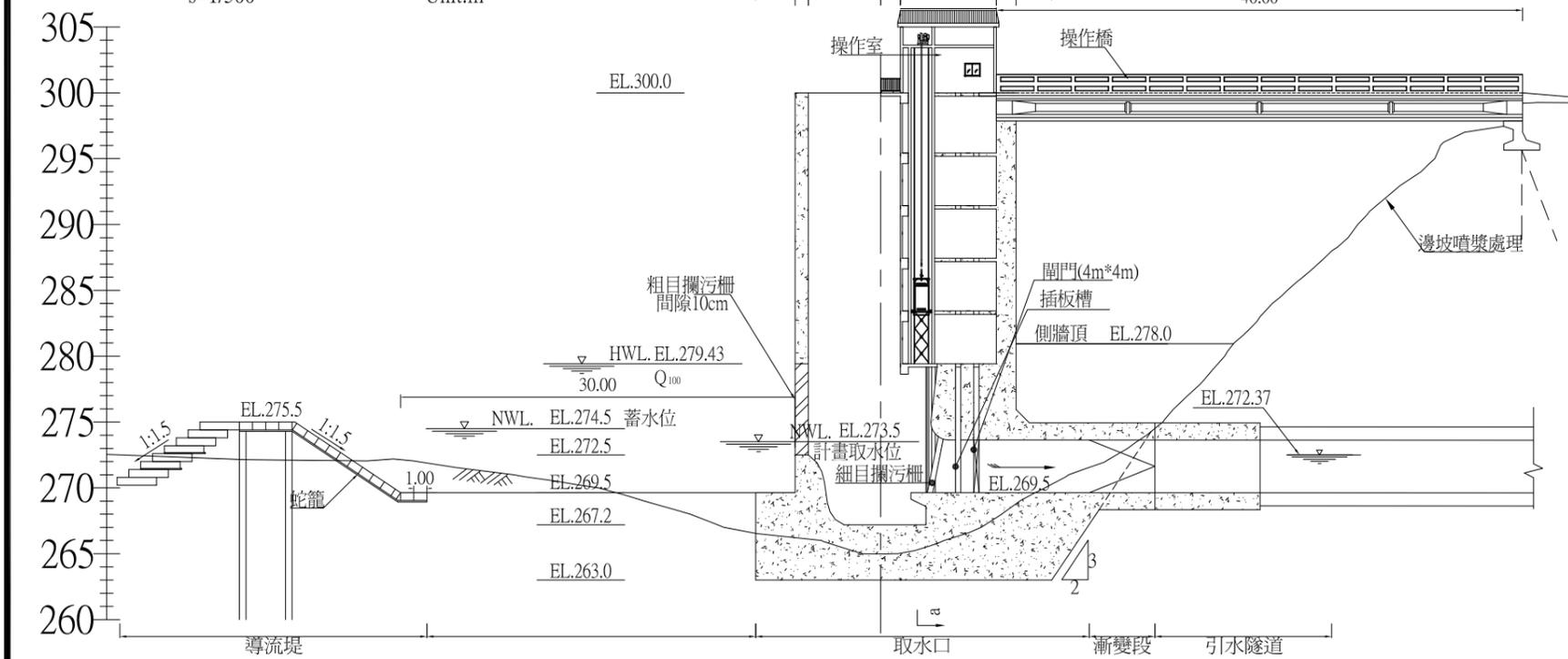


圖5-1-7 「大甲溪輸水路」取水口方案一（取水塔）平面佈置圖

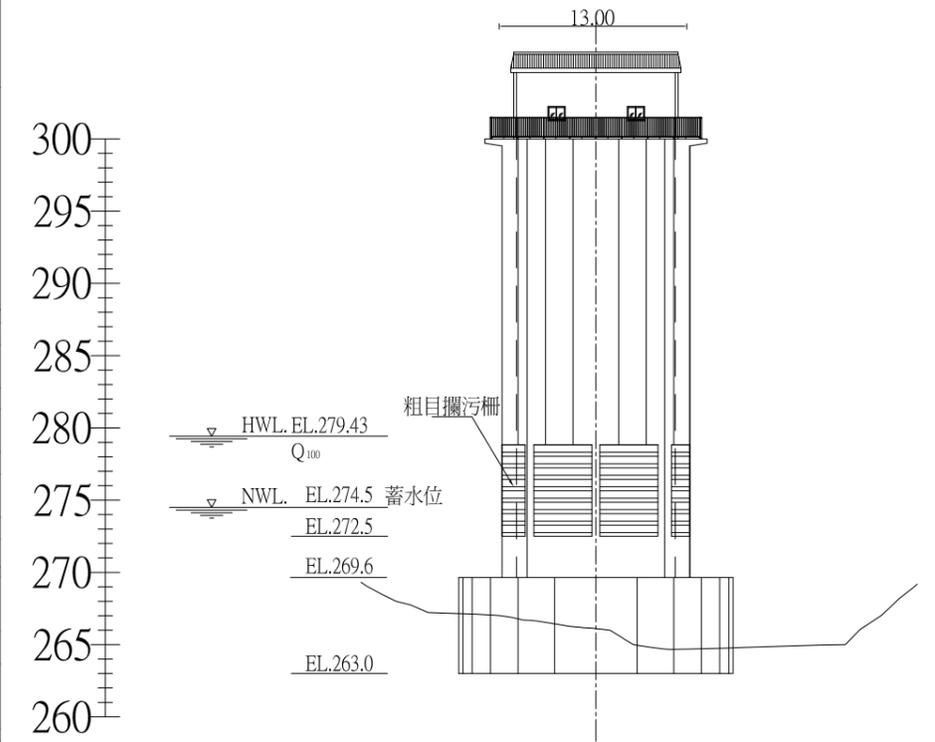


取水塔平面圖

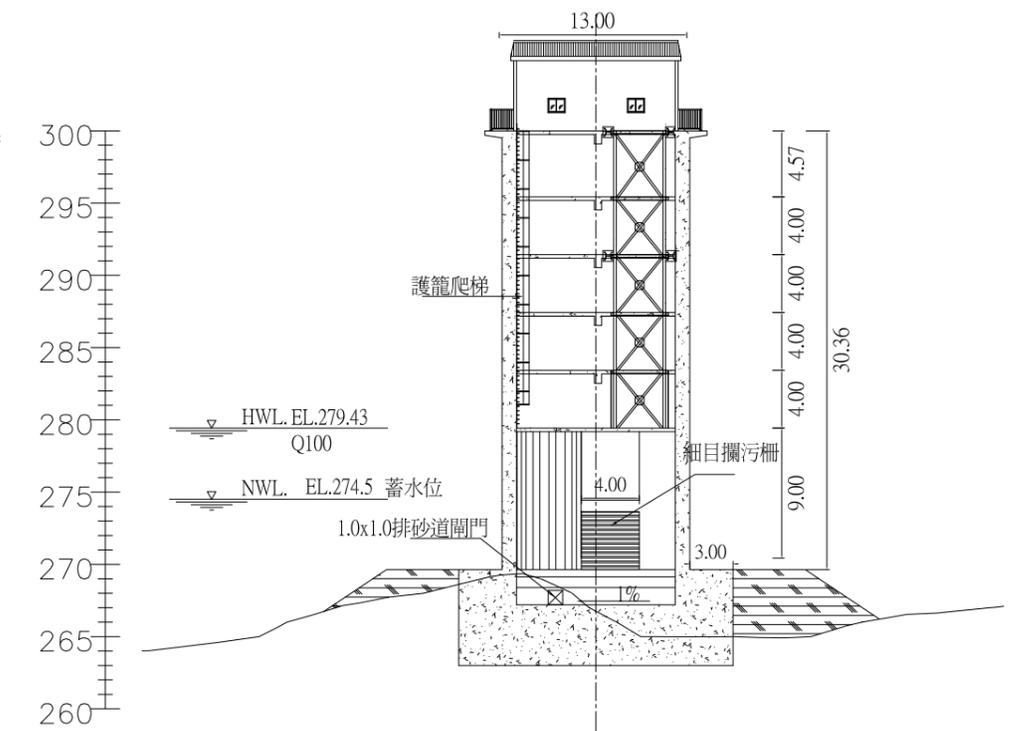
s=1/500 Unit:m



A-A斷面圖



正立面圖



a-a斷面圖

圖5-1-8 「大甲溪輸水路」取水口方案一(取水塔)平面及斷面圖

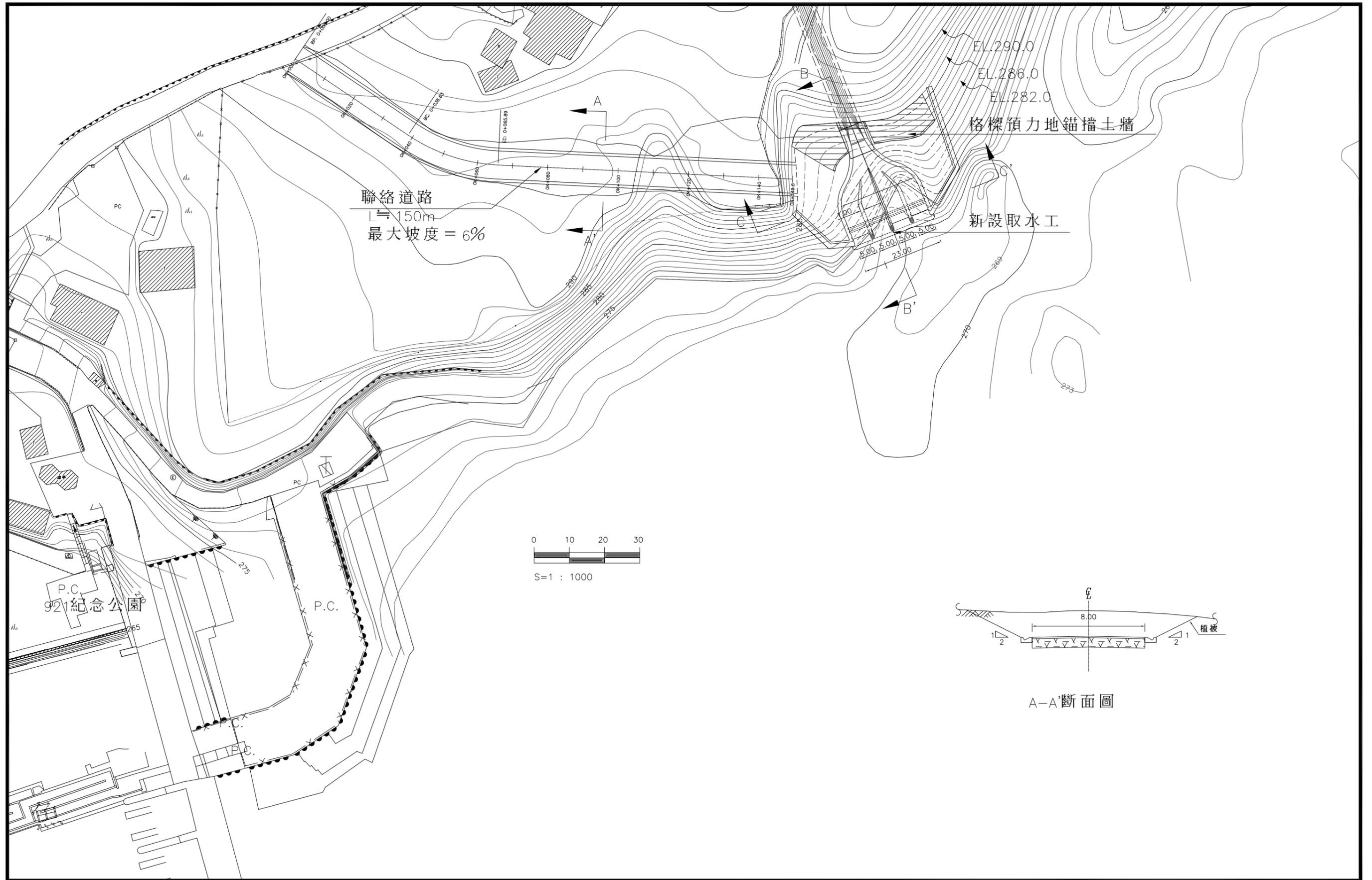
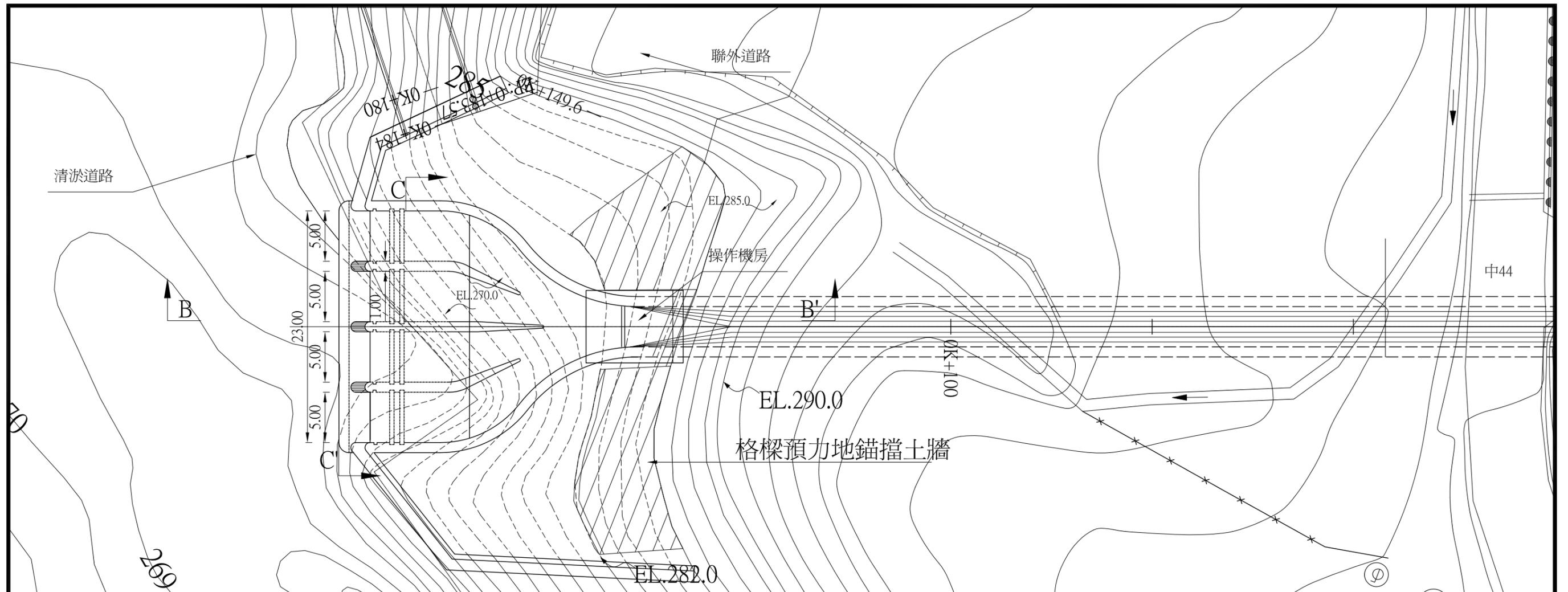
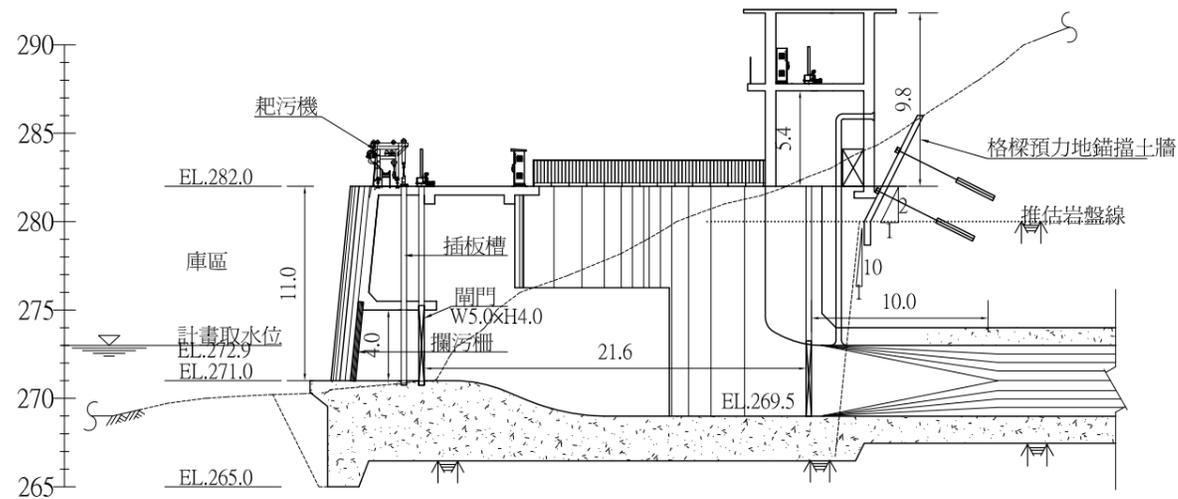


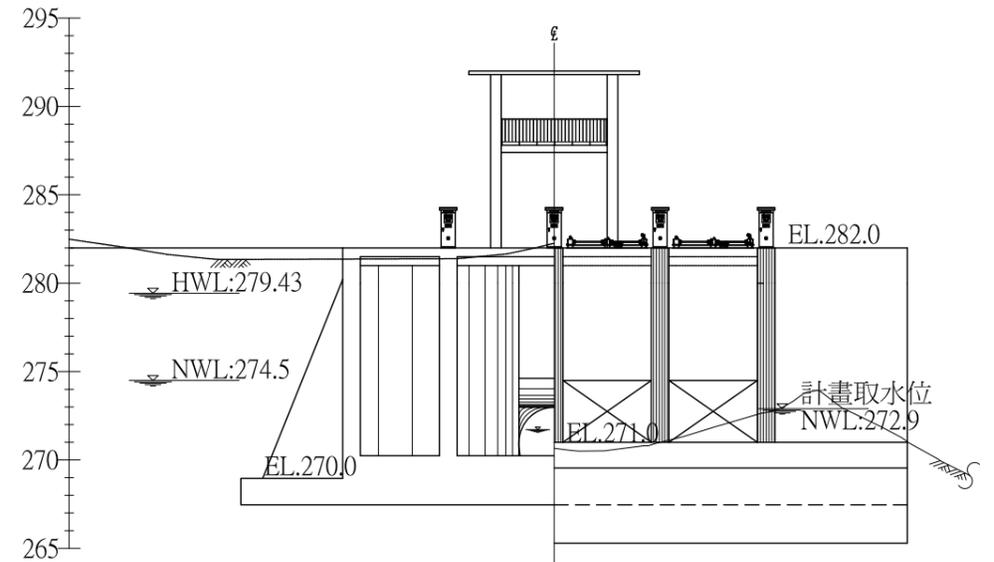
圖5-1-9 「大甲溪輸水路」取水口方案二（鐘形取水口）平面佈置圖



平面圖



B-B'斷面圖



C-C'斷面圖

圖5-1-10 「大甲溪輸水路」取水口方案二（鐘形取水口）平面及斷面圖

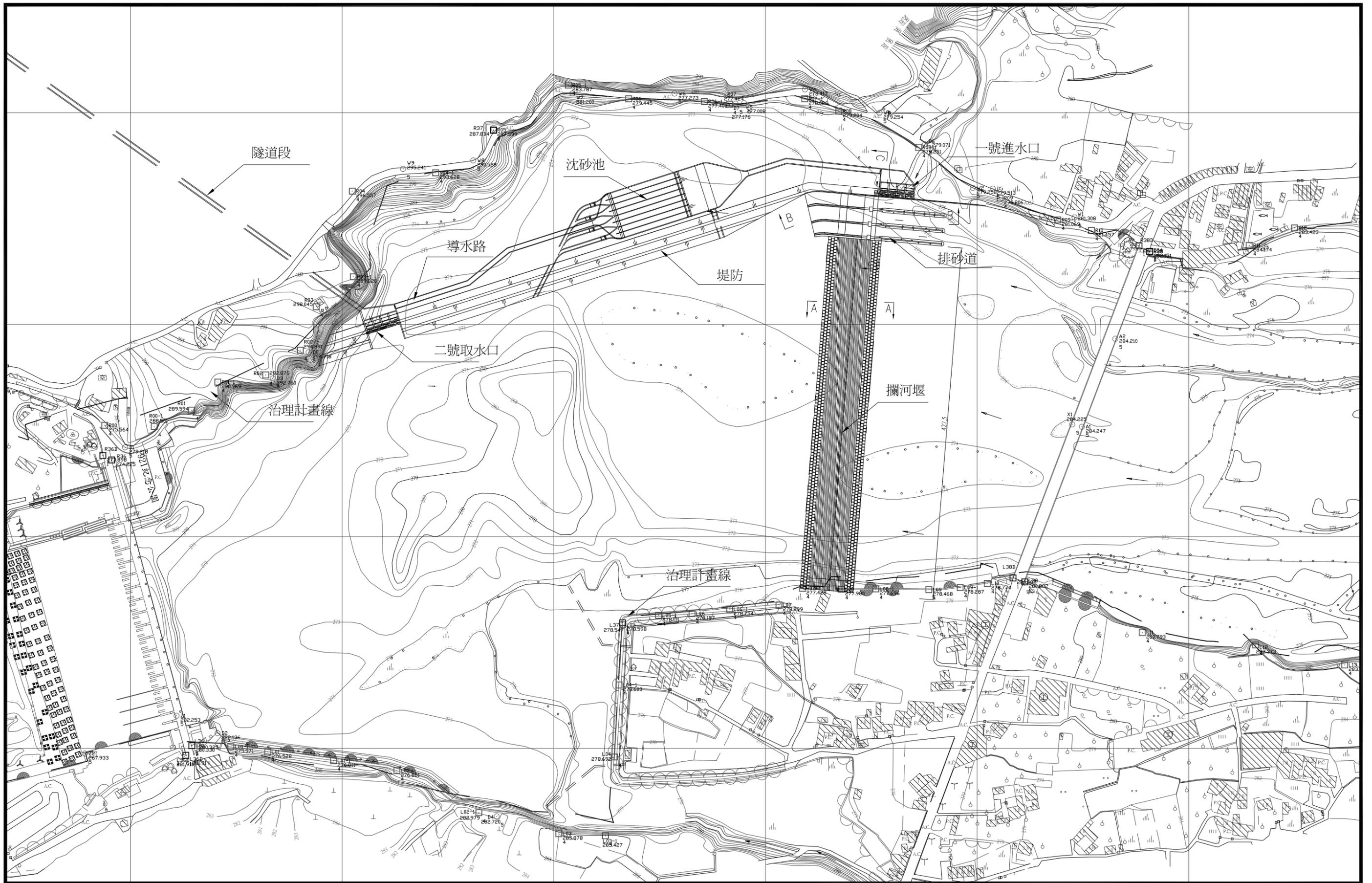
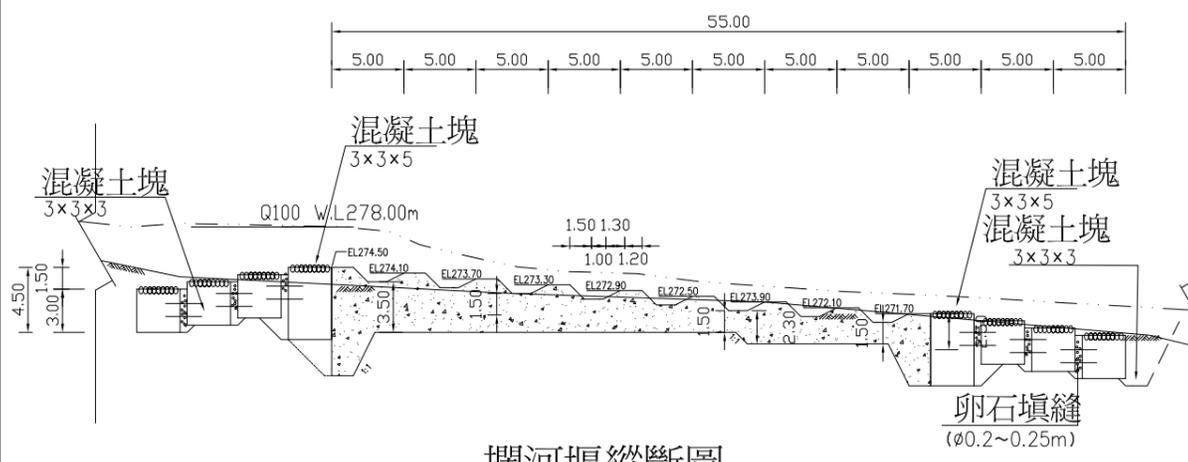
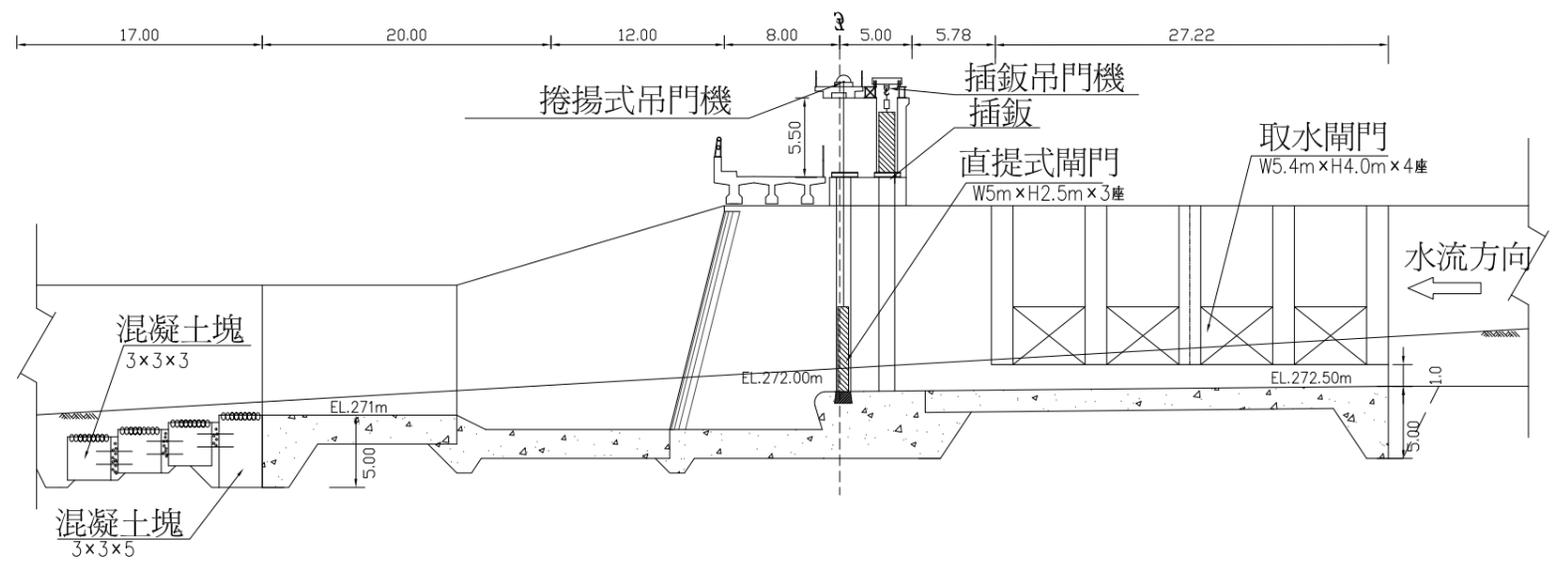


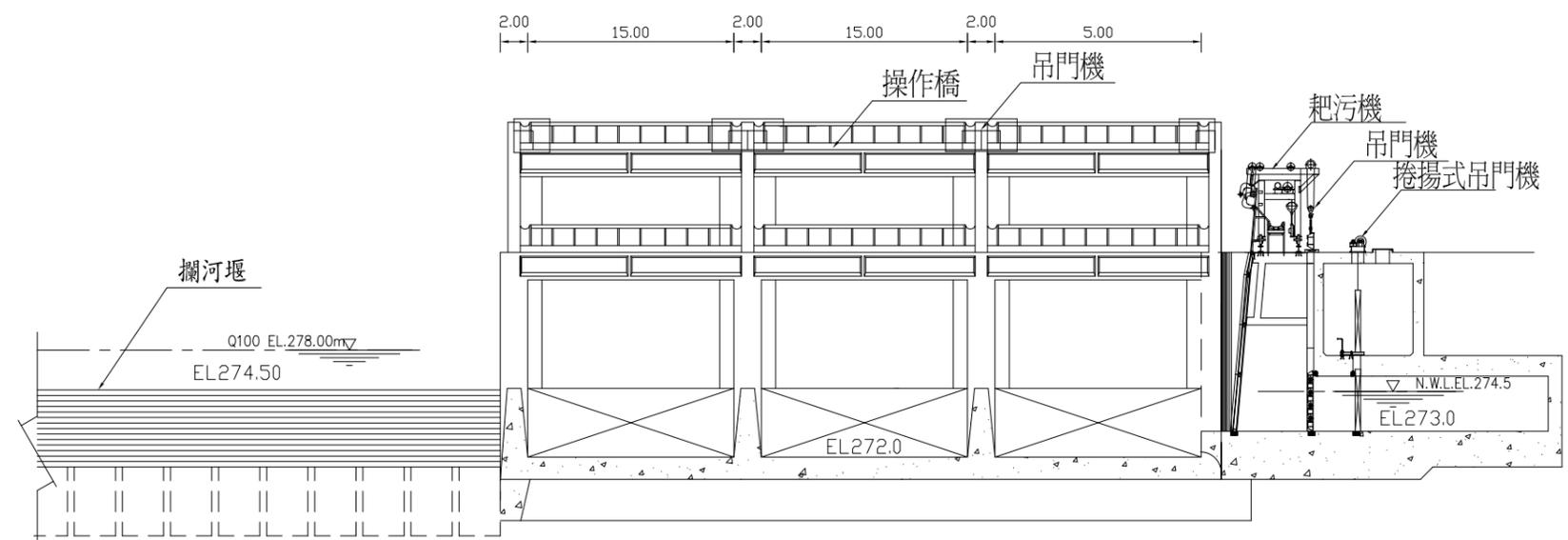
圖5-1-11 「大甲溪輸水路」取水口方案三（雙取水口）平面佈置圖



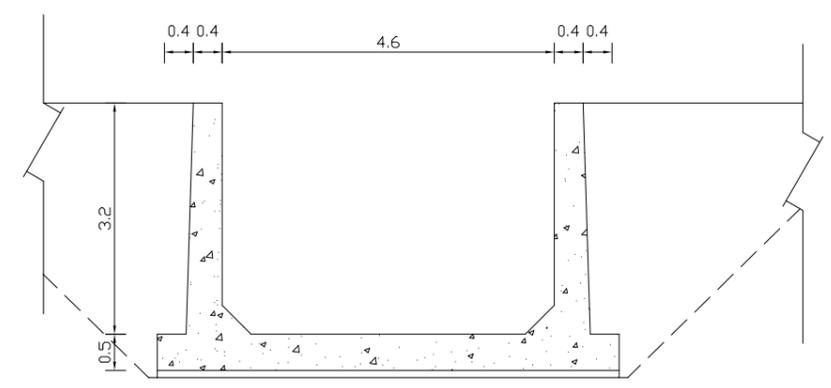
攔河堰縱斷圖
A - A 比例尺1: 500



排砂道縱斷圖
B - B 比例尺1: 500



攔河堰橫斷圖
C - C 比例尺1: 500



導水路橫斷面圖
E - E 比例尺1: 100

圖5-1-12 「大甲溪輸水路」取水口方案三(雙取水口)各斷面圖

三、方案評估與建議

本計畫為利於評估各方案，在符合設計需求條件下，以地質地形、防排砂功能、工期、施工困難度、環境衝擊、營運管理、可能風險等7項相關因子作為評比之依據，綜合以上三方案，根據每個項目分別評比，最佳者給予5分，最劣者給予1分，評比結果如表5-1-6所列，合計評比總分以鐘形取水口方案為最佳。

表5-1-6 「大甲溪輸水路」取水口方案評估比較表

方案項目	取水塔配合導流堤案	評比	鐘形取水口案	評比	雙取水口案	評比
地質地形	1.影響區域為取水塔基礎的面積內的地盤，較為單純	4	1.基礎座落於地盤上，施工較為單純 2.設置於山凹內，形成天然屏障	5	1.取水工位於河道內，施設於沖積層上，設計上比較複雜	3
防、排砂功能	1.以導流堤將低流量水導向石岡壩，利用迴水取水，施設可阻擋大量推移質進入 2.塔內設置囚砂區及排砂道	4	1.溢洪道排砂能力範圍內 2.設置囚砂溝以機械排砂 3.濁度高時得關閉閘門避免泥砂進入	3	1.於河道內施設排砂道，川流取水時可降低原水泥砂含量	5
工期	1.為RC構造物，施工標的明確，工程變異性小 2.工期18個月	4	1.施工標的明確，工程變異性小 2.工期約12各月	5	1.工程位於行水區內，其工期較長，受洪水影響，工程變異性大 2.工期約24各月	3
施工困難度	1.基礎及低層施工受汛期影響 2.取水塔高32公尺施作難度適中 3.施工道路高差30公尺，且需邊坡處理，施工較困難作容易	4	1.與隧道工作面干擾需先完成隧道施工 2.取水口高11公尺施作容易 3.施工道路高差僅7公尺，施作容易	5	1.攔河堰與堤防位於河道內，施工困難 2.隧道工作面與取水口較無干擾	2
環境衝擊	1.完工後地貌影響較大，但設計適當，可作為新地標	3	1.施工時將影響紀念公園遊客出入 2.完工後對原地貌影響較小	4	1.施工中需興建攔河堰及堤防，對環境影響大 2.完工後環境地貌差異大 3.攔河堰施作後易造成附近居民的抗議	3
營運管理	1.操作在同一點，利用橋樑連接取水塔，營運方便 2.開放式取水塔維修方便 3.水庫清淤時，為維持取水功能，需於河道內興建臨時導水路	4	1.開關聯絡道路連接操作區間，營運方便。 2.開放式取水工維修方便，具有充裕之區間供維修機具進入。 3.石岡壩清淤時需吊離插板，便能維持取水功能。	4	1.佈置兩取水口可確保石岡壩清淤期內之取水功能。 2.設施複雜，營運操作較麻煩 3.石岡壩再次受地震影響損壞，可作為備用取水設施	3
可能風險	1.取水塔易受地震影響損壞，維修較不易 2.導流堤末端回淤影響取水	3	1.位處突出易因浮木迴流阻塞。	4	1.排砂道受石岡壩淤積影響，恐有無法排砂之慮。 2.河道治理計畫線修訂變數大	3
合計	26		30		22	

四、計畫取水水位評估

本工程之取水口按前述評估選定於右岸設施後，其計畫取水水位研選，考量如下：

- (一)滿足輸水路重力送水需求：輸水路規劃採重力送水，以鯉魚潭淨水場分水井操作水位及輸水管路埋設地面高程評估分析，計畫取水水位須能滿足整體所需能量水頭。
- (二)不受石岡壩淤砂影響：排洪操作之影響進水口取水閘高程應高於溢洪道高程EL.270m，並考慮庫區淤砂坡度以避免進水口淤塞影響取水，並由取水量推演必要之取入水深。
- (三)排洪操作影響：依石岡壩水門操作規定，如洪水入流量逾500 cms時，石岡壩閘門全開排洪，此時庫區水位將變動，故計畫取水水位研訂應不受此影響取水量，水位亦可滿足進水口取水之水頭。
- (四)取水量之穩定維持：考慮於石岡壩常時水位發生機率大者為優選。

各考慮評估因子如下：

(一)滿足輸水路重力送水需求

本計畫輸水管路區分為隧道段與明挖覆蓋段，起點為隧道段入口，終點為鯉魚潭淨水場分水井，隧道段水理以坡降1/2000計算，明挖覆蓋段將採用Hazen-Williams公式計算管路摩擦損失，其他管內損失水頭概略以摩擦損失水頭之20%估算。整體水理計算目的在檢討管路系統內之能量損失，使管路在任何條件下均能確實輸送計畫最大流量，並使管路系統發揮最大之效能。將針對下列兩種情形探討輸水管路整體水理計算：

1.以鯉魚潭淨水場分水井操作水位估算

鯉魚潭淨水場既設分水井之操作水位為EL.254.5m，依Hazen-Williams公式計算，得摩擦損失水頭 $h_f=5.07\text{m}$ ，及其他管內損失水頭1.01m，總損失水頭為 $5.07+1.01=6.08\text{(m)}$ ，則明挖覆蓋段起點之能量水頭為EL.260.58m，即隧道段終點處能量水頭。而隧道段起點之渠坡1/2,000，則隧道入口之能量水頭為

$EL.260.58m + (4,250 \div 2000) \div EL.262.71m$ ，輸水管路整體能量所需水頭繪製如圖5-1-13之能量線1。

2. 埋設輸水管路於現地高程下2m

輸水管路之明挖覆蓋段為沿地面高程下2m埋設，但埋設路線局部現地高程將使輸水管路無法輸送，因此需利用現地高程進行檢討輸水管路整體所需水頭。

所需評估之局部最高點位於明挖覆蓋段起點後1K+480處，現地地面 $EL.267.68m$ ，計算此處所需能量水頭為 $EL.265.68m$ ，明挖覆蓋段經以Hazen-Williams公式計算總損失水頭為 $3.97m$ ；而隧道段 $(4,250 \div 2,000) \div 2.13m$ ，故進水口水頭高至少須為 $EL.265.68m + 3.97m + 2.13m = EL.271.78m$ ，整體縱斷面如圖5-1-13之能量線2。

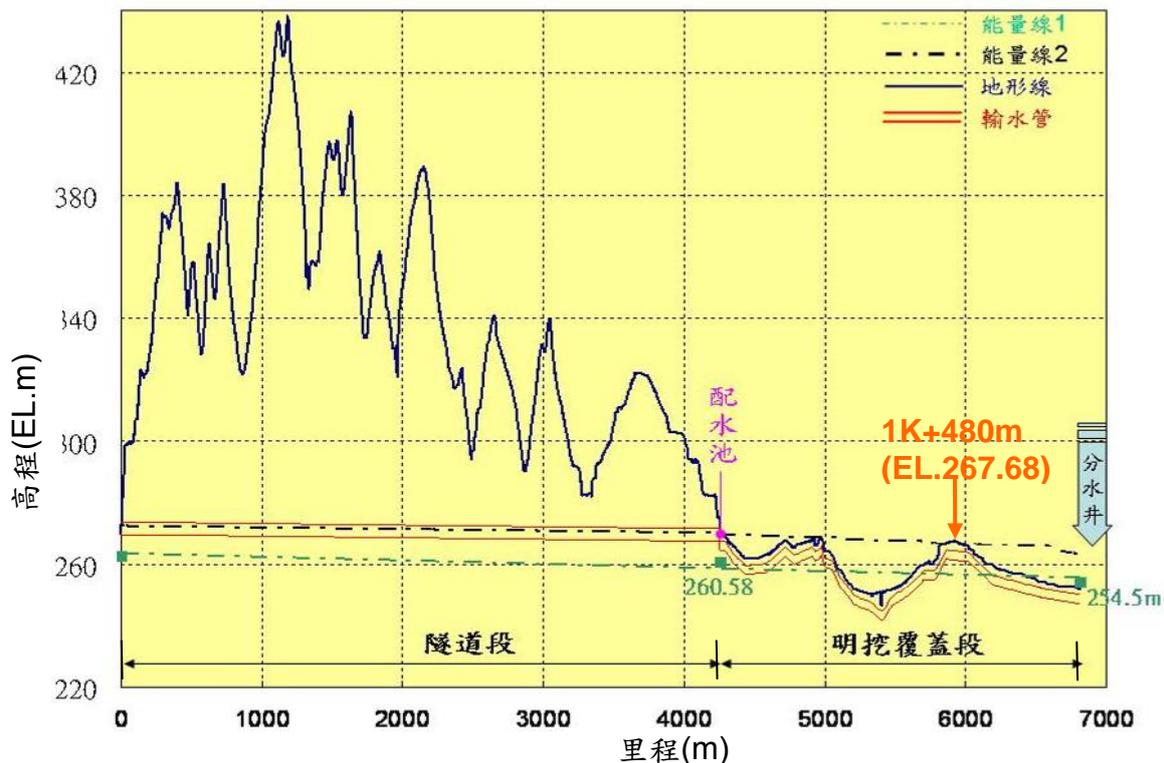


圖5-1-13 「大甲溪輸水路」能量線與地形比較圖

評估以鯉魚潭淨水場分水井操作水位及埋設輸水管路於現地地表下2m之沿線高點估算，取水口最低取水水位分別為 $EL.262.71m$

及EL.271.78m；地勢局部高點以深開挖埋管即可克服，故採鯉魚潭淨水場分水井操作水位之限制條件下計算進水口取水位高至少為EL.262.71m。

(二)不受石岡壩淤砂影響

由溢洪道溢頂EL.270m起算，庫區最高淤砂面以平均淤砂坡降0.005(依90~94年淤積測量記錄統計)推算，則堰軸上游200m處之河床高為EL.271.0m($EL.270m+0.005\times 200m$)，如圖5-1-14，考量取水最小檻高1m及取水深0.9m，則最低計畫取水位為EL.272.9m($=271+1.0+0.9$)。

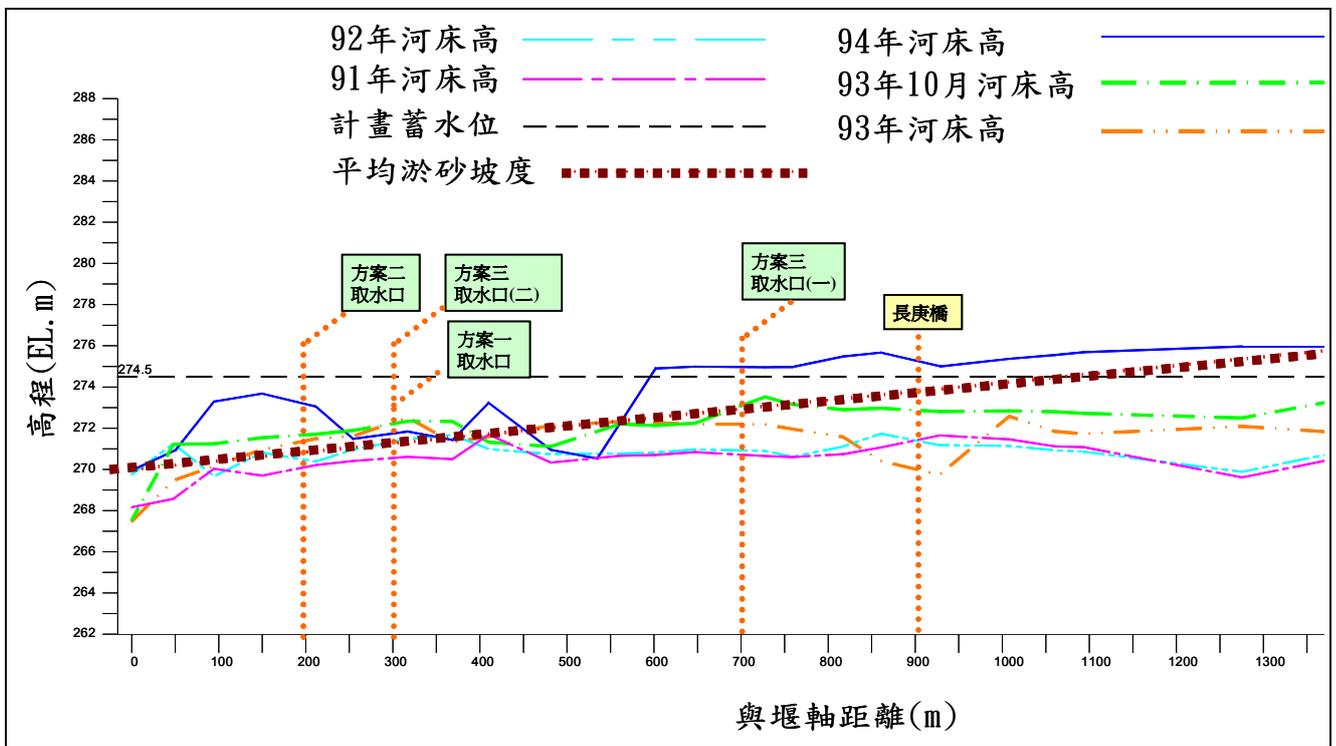


圖5-1-14 石岡壩庫區歷年淤砂坡度縱剖面圖

(三)排洪操作之影響

依石岡壩運用要點第十三條第二款操作規定，洪水期間當上游入流量達500 cms以上時，石岡壩溢洪道閘門全開，故排洪時可能影響進水口取水之水位。石岡壩流量500 cms以下可關閉溢洪道閘門蓄水，提高石岡壩水位，達到右岸取水口取水功能；然石岡壩流

量超過500 cms，石岡壩溢洪道閘門全開，此時為確定在溢洪道閘門全開條件下之石岡壩水位可維持右岸取水口正常取水，故以HEC-RAS進行石岡壩溢洪道至13號斷面間一維水理分析，以入流量500 cms、亞臨界流模式分析，邊界設定為石岡壩溢洪道閘門全開，排砂道閘門關閉，由下游往上游推算預定取水口水位，其分析結果如表5-1-7所示，由分析成果顯示，堰軸上游01-1以上於排洪之之水庫水位仍可維持在EL.273.0 m以上，如佈置取水口於斷面02～斷面03-1處，取水口設計取水水位低於EL.273.5m即可不因石岡壩排洪降低水位影響取水。

表5-1-7 石岡壩排洪時之水理分析表

斷面編號	累距 (m)	說明	計畫流量500cms之水理因素				
			洪水位 (EL.m)	能量線高 (EL.m)	流速 (m/s)	水面寬 (m)	福祿數
00-0	0.0	石岡壩	271.43	271.87	2.97	193	1.01
00-1	50.2		271.86	271.94	1.20	241	0.29
01-0	94.4		272.70	272.86	1.81	341	0.64
01-1	149.7		273.09	273.22	1.58	389	0.56
02-0	211.5		273.35	273.42	1.17	395	0.36
02-1	254.3		273.46	273.48	0.68	475	0.18
03-0	317.2		273.49	273.51	0.58	444	0.13
03-1	368.5		273.50	273.52	0.64	352	0.14
04-0	410.1		273.52	273.55	0.69	401	0.16
04-1	481.4		273.55	273.56	0.39	415	0.07
05-0	534.7		273.55	273.56	0.43	434	0.08
05-1	601.7		273.61	273.90	2.39	353	0.99
06-0	646.9		274.19	274.27	1.27	482	0.45
06-1	727.3		274.39	274.45	1.06	526	0.36
07-0	758.8		274.54	274.59	0.94	523	0.30
07-1	816.9		274.57	274.61	0.93	508	0.29
08-0	860.7		274.63	274.67	0.95	513	0.30
08-1	929.4		274.71	274.75	0.83	485	0.24
09-0	1008.0		274.79	274.85	1.08	411	0.33
09-1	1059.8		274.87	274.94	1.17	377	0.35
10-0	1093.5	長庚橋 下游	274.94	275.01	1.14	354	0.33
11-0	1275.5		274.92	275.09	1.82	313	0.62
12-0	1375.2		275.43	275.54	1.47	368	0.49
13-0	1485.3		275.77	275.85	1.23	348	0.36

(四)取水量之穩定維持

以民國64~93年水文紀錄，模擬大安溪及大甲溪水源聯合運用，考慮921地震後石岡壩及德基水庫最新之H-A-V曲線、大安溪與大甲溪生態基流量之保留量、農業供水及大台中民生用水，其中考慮未來可能採取加強農業灌溉管理策略，將節餘之農業用水因應民生用水成長，即因此大甲溪輸水路所需要增加之輸水量，故其中農

業用水再分為大安溪及大甲溪全額供水及大安溪打7折大甲溪打8折供水兩種狀況，於缺水指數 $SI=1$ 時，以WRASIM-E程式模擬石岡壩左岸(豐原淨水場取水口)取水後，石岡壩右岸(大甲溪輸水路取水口)引取大甲溪剩餘水量前後各水位發生機率，藉以分析在不影響左岸取水情形下，右岸取水口之最佳設計取水位。

1. 農業全額供水

模擬結果如圖5-1-15所示，由圖中左岸優先取水之曲線得知：當左岸取水口滿足所需取水量後，右岸取水口計畫取水位於EL.274.5 m時，可開始引水發生機率約34%，隨計畫取水位降低，其發生機率逐漸提高，但取水位降至EL.272.9m以下後，其發生機率維持約60%不再提高。

另由圖中兩岸皆取水後之曲線可知，當左岸取水口滿足所需取水量後，右岸取水口計畫取水位於EL.274.5m時，可滿足計畫引水量之引水機率約33%，若持續降低取水位至EL.272.0m時，計算出右岸滿足計畫引水量之引水機率提升至約57%。經前節石岡壩淤砂坡度評估結果，故其取水位應大於EL.272.9m。

2. 農業供水大安溪打7折大甲溪打8折

模擬結果如圖5-1-15所示，由圖中左岸優先取水(農業節約用水)之曲線得知：當左岸取水口滿足所需取水量後，右岸取水口計畫取水位於EL.274.5時，可開始引水發生機率約42%，隨計畫取水位降低，其發生機率逐漸提高，但取水位降至EL.272.9m以下後，其發生機率維持約67%不再提高。

另由圖中兩岸皆取水後(農業節約用水)之曲線可知，當左岸取水口引取計畫取水量後，右岸取水口於EL.274.5m水位時，可引水機率約41%，若降低取水位至EL.272.0m，則新設右岸取水口之引水機率提升至約65%。再考量前節石岡壩可能淤砂程度，故其最低取水位應高於EL.272.9m。

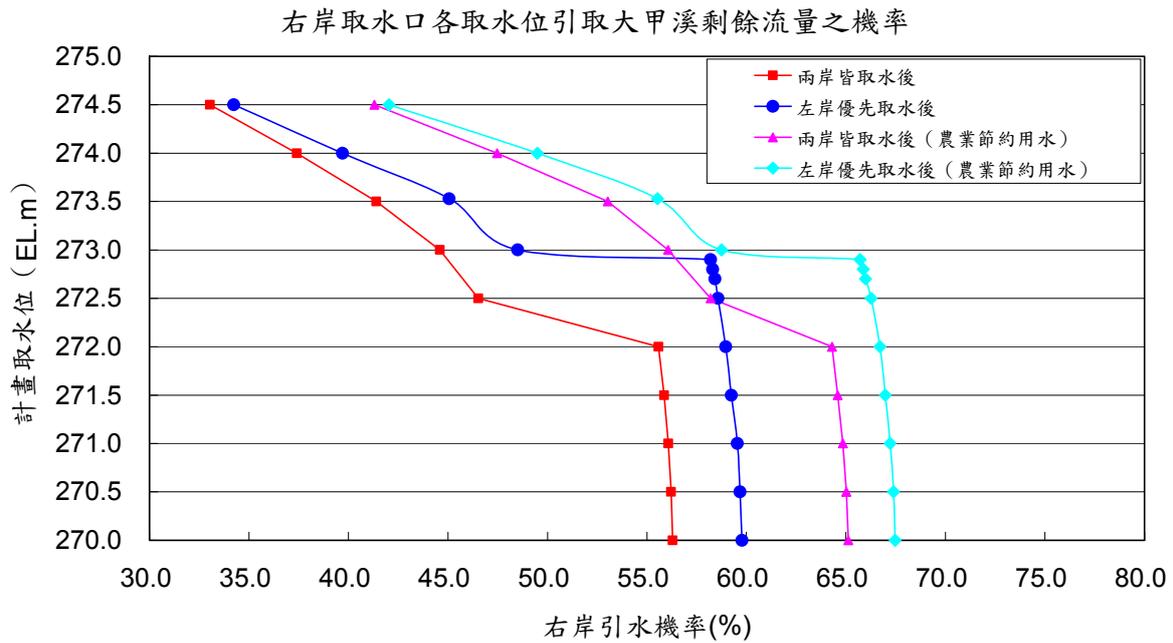


圖5-1-15 石岡壩之剩餘流量對應水位發生機率關係曲線

(五)取水水位綜合評估

前述取水水位分析彙整如下：

1. 滿足輸水路重力送水需求：隧道段入口最低水頭EL.262.71m，加計入口損失約0.5 m，故計畫取水水位應高於EL.263.21m。
2. 不受石岡壩淤砂影響：取水口計畫取水水位應高於或等於EL.272.9m。
3. 排洪操作之影響：如欲佈置取水口於斷面02～斷面03-1處，其設計取水水位需在洪水位EL.273.5m以下。
4. 取水量之穩定維持：以左岸不取水、右岸取水之發生機率顯示，取水口計畫取水水位須高於EL.272.9m。

綜合以上分析結果，取水口計畫取水水位訂為EL.272.9m。

五、進水口佈置規劃

(一)水理分析

按進水口優選方案以鐘形進水口作佈置規劃（如圖5-1-9及5-1-10所示），為穩定取入計畫流量18 cms並減少吸入土砂，故研擬取入流速不大於1 m/s，取入水深0.9 m，取入淨寬則為20 m，按前述計畫取水水位EL.272.9 m推算，進水口底檻高EL.272.0 m。

考量取入流況之平順，入口採鼻墩導牆區隔為四道，導流牆向下游側延長。由左岸既設進水口操作經驗評估本進水口應設攔污柵及耙污機防止漂流物進入或封塞入口，制水閘門分為二段，上游計有W5.0 m×H4.0 m×4扇，隧道口再設制水門W4.0 m×H4.0 m一扇，供操作維護之用。

(二)防砂及排砂

由現地條件評估，本進水口無配置沈砂池及排砂道，預期土砂可能對輸水路造成衝擊，為降低其受大甲溪高含砂量水源之影響，研擬防砂及排砂策略如下：

1.防砂措施及設備

(1)進水口閘門控制

經由大安溪與大甲溪水源聯合運用分析原水濁度對於本系統供水能力之影響，在不影響本系統之供水能力193萬CMD；降低大甲溪原水於高濁度之下會造成淨水場短期內供水量不足，訂定大甲溪濁度逾3,000NTU時，即關閉進水口閘門，以減少淤砂進入大甲溪輸水路。

(2)閘門前增設活動插板槽

取水檻之設計高程及淤砂坡度影響來砂進入大甲溪輸水路之機率，在一定之淤砂坡度下，取水檻設計高程較高，則可降低淤砂機會，然卻降低可取水機率，為兼具防淤及取水功能，於取水口閘門前設計插板槽，可於高水位時置入插板槽防砂亦可達到取水功能，然此時取水檻淤砂高度增高，需配合清淤道路以清淤取水口淤砂，以便於石岡壩於低水位時

取下插板槽，降低取水水位至EL.272.0m。

2.排砂策略

排砂策略即指將沈積於進水口及輸水隧道之淤砂，藉由操作排砂至原水配水池。而經水力分析在取水時石岡壩之最大流量500 cms，其流速為0.68 m/s，如表5-1-7所示。流速0.68 m/s所啟動砂粒粒徑之分析：

$$V_c = 1.5 \times C \times d^{1/2}$$

V_c ：所需要之流速(m/sec)=0.68

C ：砂礫形狀之係數，採 $C=5$

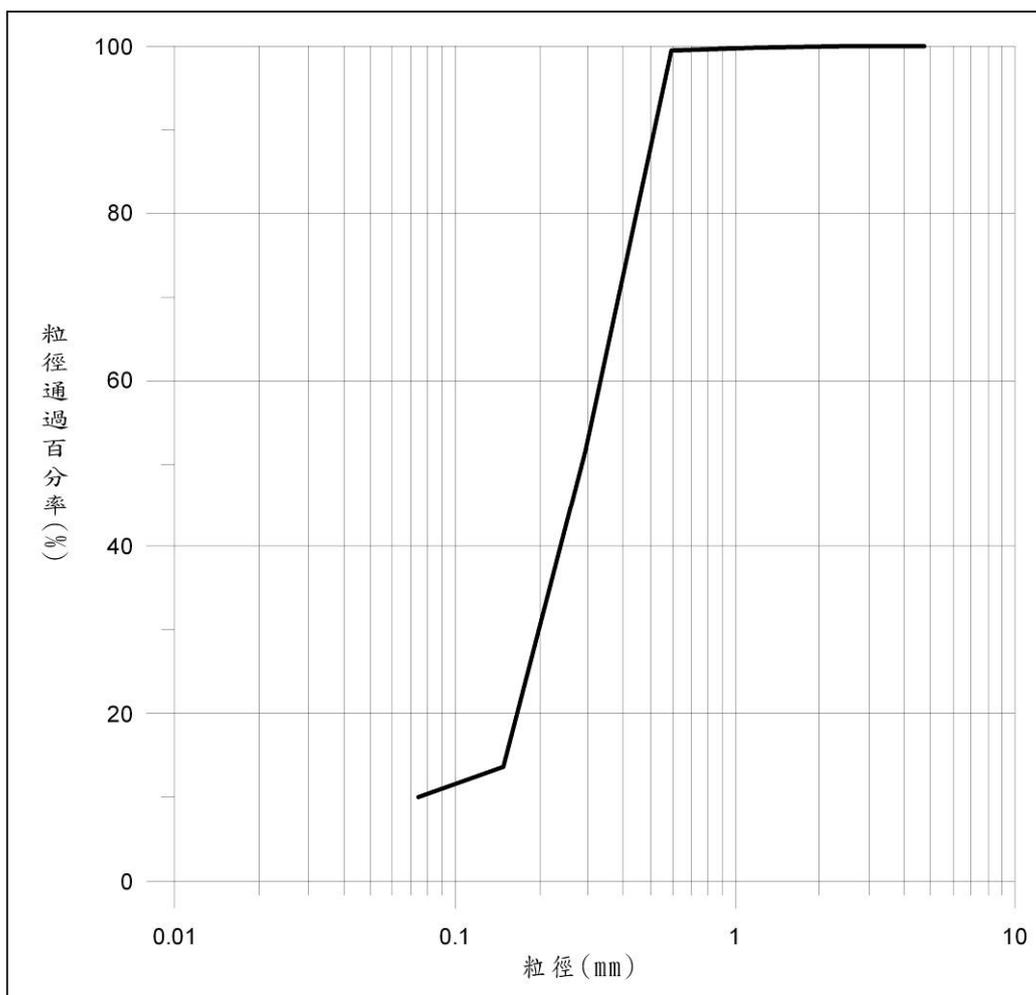
d ：最大粒徑(m)

計算得取入水體之土砂最大粒徑為0.008 m。而大甲溪輸水路之隧道段各流量之對應流速及可啟動砂粒粒徑如表5-1-8所示，其表中顯示隧道中流量1~21 cms可啟動之砂粒粒徑皆大於0.008 m，藉由操作大甲溪輸水路流量大於等於1 cms，即可排砂至原水配水池，再經由機械清淤。

取水口約位處石岡壩大斷面R02-1，由石岡壩清淤及排砂作業之研究，如圖5-1-16所示，該斷面粒徑分析顯示粒徑0.0006m以下之細顆粒含量佔99%以上，故淤泥進入進水口及隧道後，在常流量之流況下均將被攜往原水配水池而不致在隧道內停淤。

六、八寶堰計畫之配合

本計畫未來如石岡壩改由八寶堰替代時，則水源將可由八寶堰計畫供應，即由其引水管之北送管於石岡壩下游跨越大甲溪連接至隧道段，該項設施包括兩段分別為380m及262m之壓力管路、220m跨河段水管橋及585m隧道，全長約1,447m，規劃路線如圖5-1-17。

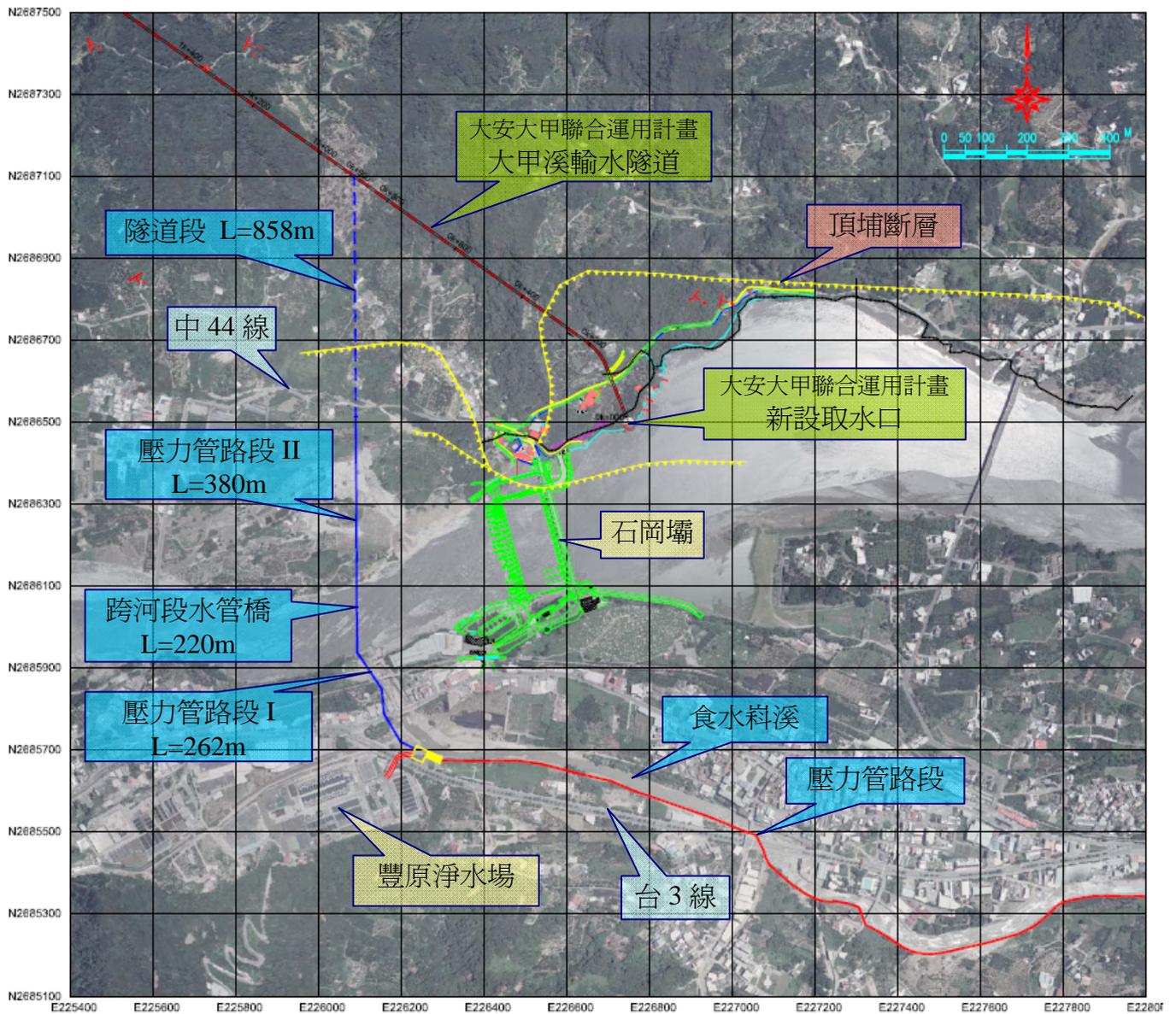


資料來源：中區水資源營運管理系統建置計畫石岡壩清淤及排砂作業之研究，中區水資源局，94

圖5-1-16 石岡壩庫區取樣點斷面02-1之粒徑篩分析圖

表5-1-8 隧道段砂粒啟動之粒徑與流速關係分析

流量 Q (cms)	流速 V (m/s)	砂礫形狀之係數 C	啟動之砂粒粒徑 (m)
1	0.75	5	0.010
2	0.94	5	0.016
5	1.24	5	0.027
10	1.50	5	0.040
18	1.70	5	0.051
20	1.71	5	0.052
21	1.70	5	0.051



資料來源：「大甲溪八寶攔河堰工程計畫檢討(2)－工程可行性規劃總報告」(中水局，98.2)

圖5-1-17 大甲溪輸水路取水口配合八寶堰計畫之平面佈置圖

5-1-3 大甲溪輸水隧道工程規劃

本工程之隧道路線依前述評選成果，規劃採重力自由流，自石岡壩右岸新設取水口送水至后里第二淨水場附近之原水配水池。隧道全長約4,250m，其中依地形及岩性分為山地段3,450m與台地段800m，隧道沿線之平面與縱剖面詳圖5-1-18。為增加工作面以縮短工期，於隧道里程1k+973處設置橫坑1(長328m)，而為降低台地段施工困難，另於隧道里程3k+450處設置橫坑2(長109m)。

一、輸水隧道斷面與坡度規劃

(一)隧道縱斷面規劃

隧道縱坡規劃主要考量泥砂啟動所需之流速，使隧道內流速需滿足在低流量時仍不致於隧道內落淤；另需滿足原水配水池以下輸水管路達重力輸水所需之能量水頭。

由圖5-1-16顯示所建議取水口方案位置，其99%以上為0.6mm以下之粒徑，而由表5-1-8所示10 mm之砂粒啟動流速為0.75 m/s。滿足常用之隧道斷面於低流量時仍可達此流速的前提下，隧道縱坡以1/2000規劃，再進一步檢核是否滿足下游重力輸水所需水頭。

隧道縱坡影響下游原水配水池之出口高程，縱坡越大則水頭損失越多，原水配水池需開挖深度越大，出口高程越低，則輸水管路埋置深度越深。故考量管路埋置深度為由，控制原水配水池之出口高程，故原水配水池自由水面高程需維持在EL.270 m以上。以坡度1/2000核算結果，得原水配水池水面高EL.270.08 m。

該縱坡可滿足輸水需求及排砂策略，將來設計時因管路設計埋置深度不同而有所變化，本計畫以1/2000作為規劃，作為後續規劃工作參考。

(二)隧道斷面研選

隧道斷面常用的型式有圓形、馬蹄形兩種，隧道斷面的選擇考量其水理因素，及施工因素，做以下說明：

1. 輸水隧道水理

(1) 標準馬蹄形斷面

本隧道設計採用2r-2r-2r標準馬蹄形斷面，襯砌後內徑(2r)為4m，隧道總長度約4,250m，其斷面水深及流速依Manning's公式計算之，說明如下：

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

已知：半徑r、粗糙係數n、渠道坡度S、計畫輸水量Q(cms)、斷面積 $A = \alpha r^2$ 及水力半徑 $R = Br$

代入： $Q = A \cdot V = \alpha r^2 \frac{1}{n} (Br)^{2/3} S^{1/2}$ ，得 $\alpha B^{2/3} = \frac{Q n}{S^{1/2} r^{8/3}}$

由於大甲溪輸水路係引用大甲溪剩餘流量，故其流量變化較大，因此計算不同計畫流量Q下之各種流況，依據設計隧道斷面，半徑r=2m、粗糙係數n=0.015、渠道坡度S=1/2000，標準馬蹄形隧道水理如表5-1-9所示：

表5-1-9 標準馬蹄形輸水隧道不同計畫流量之水理計算結果

流量 Q (cms)	$\alpha B^{2/3}$	半徑比		水深 d (m)	水力半徑 R (m)	水深比 d/D	流速 V (m/s)
		d/r	R/r				
1	0.11	0.26	0.18	0.52	0.35	0.13	0.75
2	0.21	0.37	0.25	0.74	0.50	0.19	0.94
5	0.53	0.62	0.38	1.25	0.76	0.31	1.24
10	1.06	0.96	0.50	1.92	1.01	0.48	1.50
18	1.90	1.47	0.61	2.94	1.21	0.74	1.70
20	2.11	1.64	0.61	3.27	1.23	0.82	1.71
21	2.22	1.75	0.61	3.51	1.21	0.88	1.70

由表得知，輸水量達18cms時，其水深d=2.94m、流速V=1.70m/s，而內徑4m之馬蹄形隧道斷面最大輸送流量為21cms。依據「灌溉排水工程設計」，一般泥沙含量少時，有0.45~0.9m/s之流速即可防止泥沙沈澱。當入流量為1cms

時，其流速 $V=0.75\text{m/s}$ ，因此標準馬蹄形隧道斷面不易發生淤積情形。

2.圓形斷面

圓形斷面襯砌後內徑($2r$)為 4m ，水理計算除由標準馬蹄形隧道水理表改為圓形隧道，其水理如表5-1-10所示，其餘與標準隧道斷面相同。

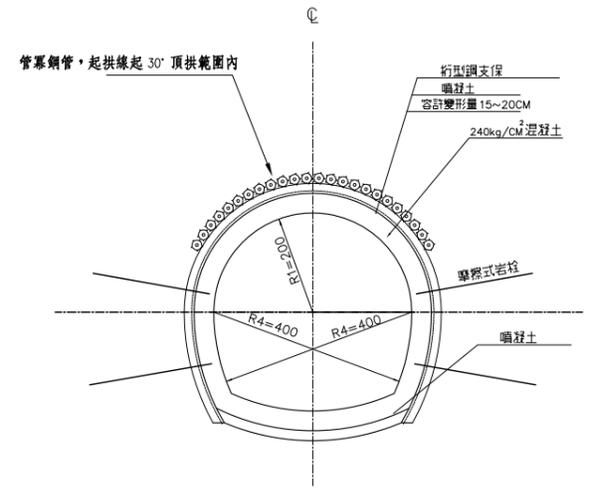
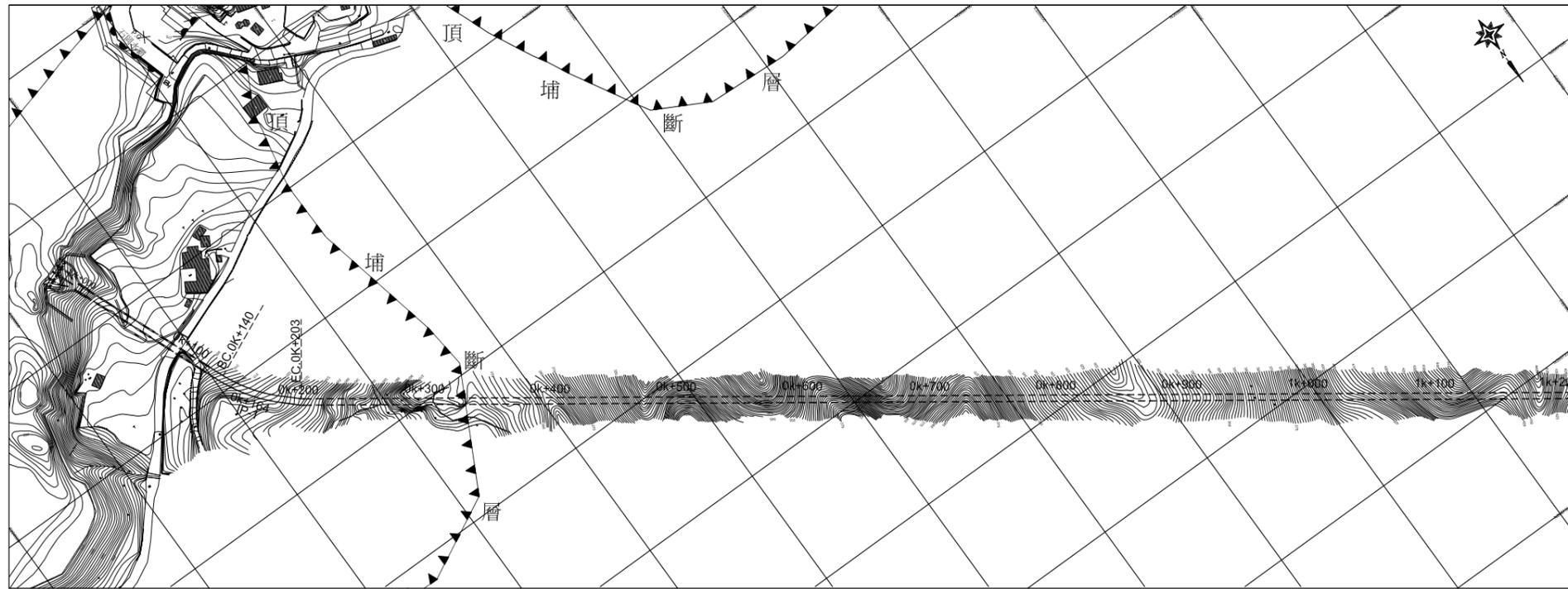
由表得知，當輸水量達 18cms 時，其水深 $d=3.15\text{m}$ 、流速 $V=1.70\text{m/s}$ ，而內徑 4m 之圓形隧道斷面最大輸送流量為 20cms 。當入流量為 1cms 時，其流速 $V=0.79\text{m/s}$ ，故圓形隧道斷面亦不易發生淤積情形。

表5-1-10 圓形輸水隧道不同計畫流量之水理計算結果

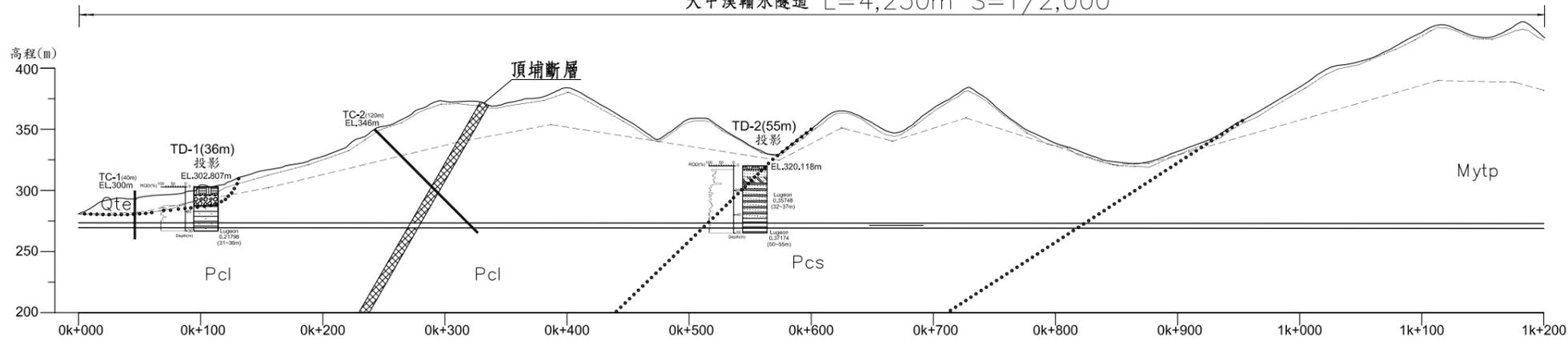
流量 Q (cms)	$\alpha B^{2/3}$	半徑比		水深 d (m)	水力半徑 R (m)	水深比 d/D	流速 V (m/s)
		d/r	R/r				
1	0.11	0.31	0.19	0.63	0.39	0.16	0.79
2	0.21	0.44	0.26	0.88	0.53	0.22	0.97
5	0.53	0.71	0.39	1.41	0.78	0.35	1.26
10	1.06	1.04	0.51	2.08	1.02	0.52	1.52
18	1.90	1.57	0.61	3.15	1.22	0.79	1.70
20	2.11	1.81	0.59	3.62	1.19	0.90	1.67
21	-	-	-	-	-	-	-

2.輸水隧道斷面之擇定

由上述可知，標準馬蹄形及圓形隧道斷面就水理分析成果而言，兩者在相同流量時之水力半徑 R 相差無幾，故兩者輸水效益差異不大，然基於隧道施工之安全考量，宜及早完成二次襯砌，考量二次襯砌厚度與活動模型將減少施工作業空間，故全線規劃以內徑 4m 之 $2r-2r-2r$ 正馬蹄形斷面(橫坑1與橫坑2亦採用之)，此斷面適合一般單線軌道式出渣，較長隧道段可配合增設避車道以縮短錯車、待車時間。隧道標準斷面如圖5-1-18所示。



內徑 4.0m 隧道標準斷面
(標準馬蹄形 2r-2r-2r)



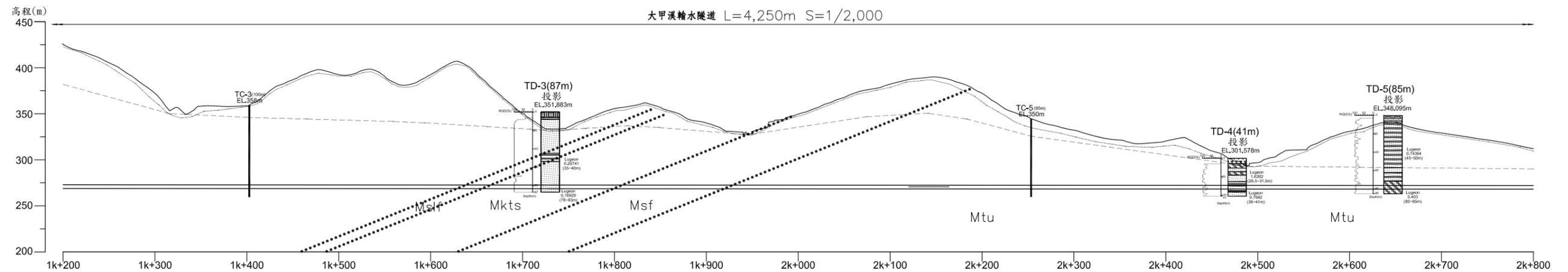
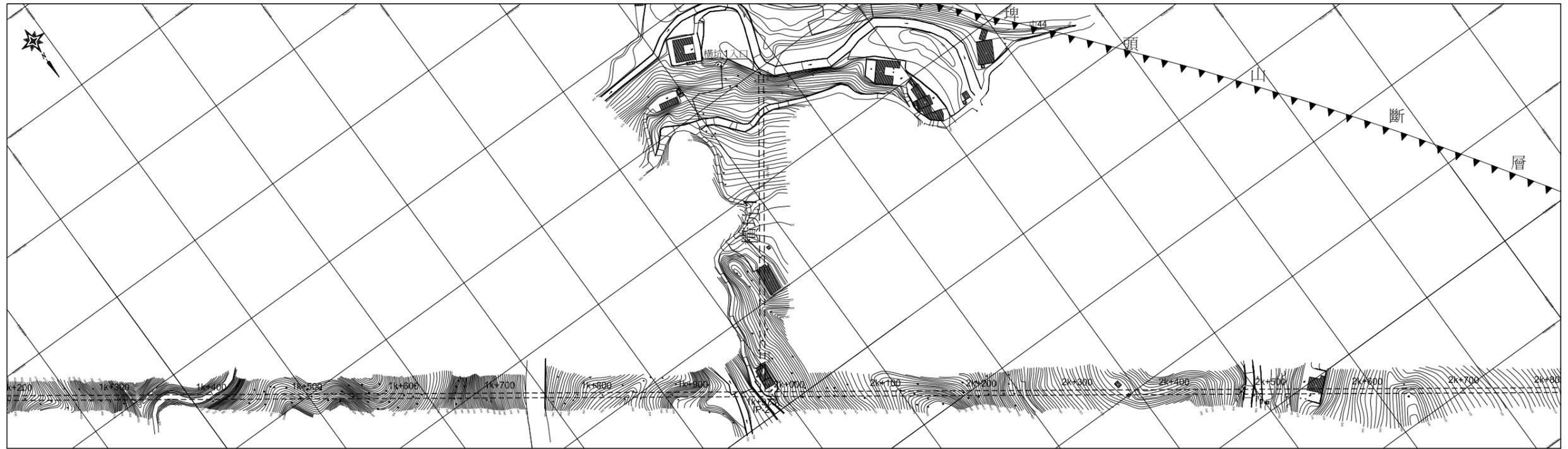
水力因素表

設計流量	Q=18.0cms
糙度	n=0.015
里程	0+000~4+250
渠底坡度	S=1/2,000
水深	d=2.94m
水深/內徑	d/D=0.74
流速	V=1.70m/s

里程	0k+000	0k+050	0k+100	0k+150	0k+164	0k+200	0k+250	0k+300	0k+350	0k+400	0k+450	0k+500	0k+550	0k+600	0k+650	0k+700	0k+750	0k+800	0k+850	0k+900	0k+950	1k+000	1k+050	1k+100	1k+150	1k+200
坡度	S=1/2000																									
覆蓋深	11.50	25.52	35.04	46.71	48.58	58.60	83.07	102.94	102.16	114.70	87.26	89.29	66.84	80.80	86.06	98.05	99.87	69.59	54.26	62.95	86.95	115.57	136.91	160.47	156.07	156.10
計畫高	-289.50	-289.48	-289.45	-289.43	-289.42	-289.40	-289.38	-289.35	-289.33	-289.30	-289.28	-289.25	-289.23	-289.20	-289.18	-289.15	-289.13	-289.10	-289.08	-289.05	-289.03	-289.00	-288.98	-288.95	-288.93	-288.90
地面高	281.00	295.00	304.49	316.13	318.00	328.00	352.45	372.29	371.48	384.00	356.53	358.54	336.06	350.00	355.24	387.20	369.00	338.69	323.34	332.00	355.98	384.57	405.88	429.42	425.00	425.00
單距	50	50	50	50	14	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
標號	0k+000	0k+050	0k+100	0k+150	0k+164	0k+200	0k+250	0k+300	0k+350	0k+400	0k+450	0k+500	0k+550	0k+600	0k+650	0k+700	0k+750	0k+800	0k+850	0k+900	0k+950	1k+000	1k+050	1k+100	1k+150	1k+200
曲線	0+000~IP1 L=164m BC					IP1 I=30°-4'-49" EC		IP1~IP2 L=1,809m																		

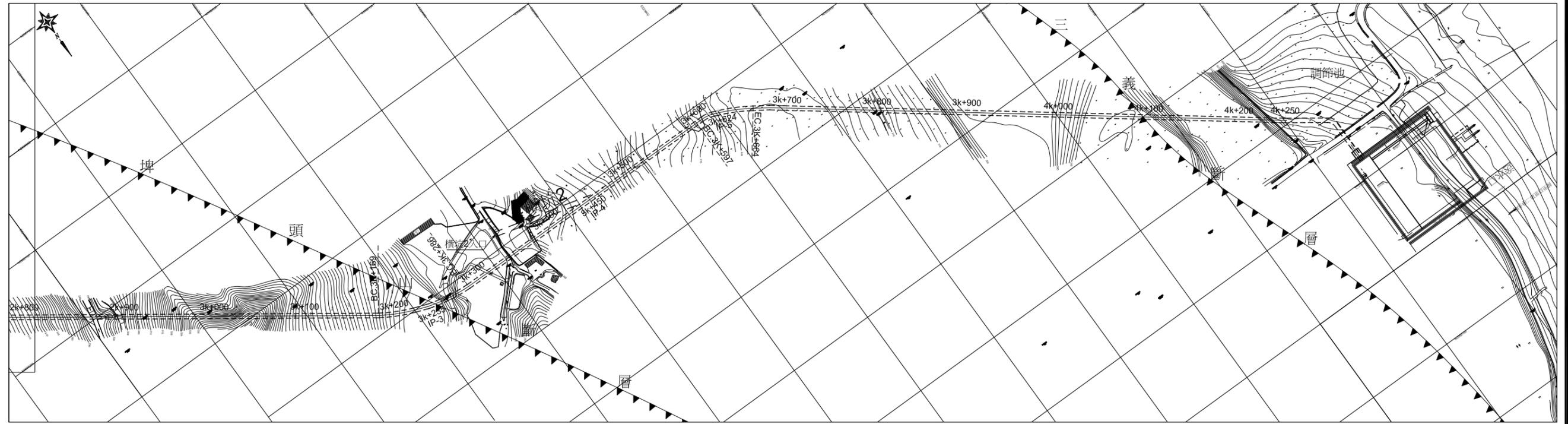
	N(m)	E(m)	曲率半徑R
隧道起點	226,744	2,686,514	—
IP1	226,681	2,686,664	120m
IP2	225,217	2,687,725	—
IP3	224,186	2,688,454	190m
IP4	223,973	2,688,464	—
IP5	223,800	2,688,471	100m
隧道終點	223,298	2,688,845	—

圖5-1-18 大甲溪輸水隧道平面及剖面圖(1/3)



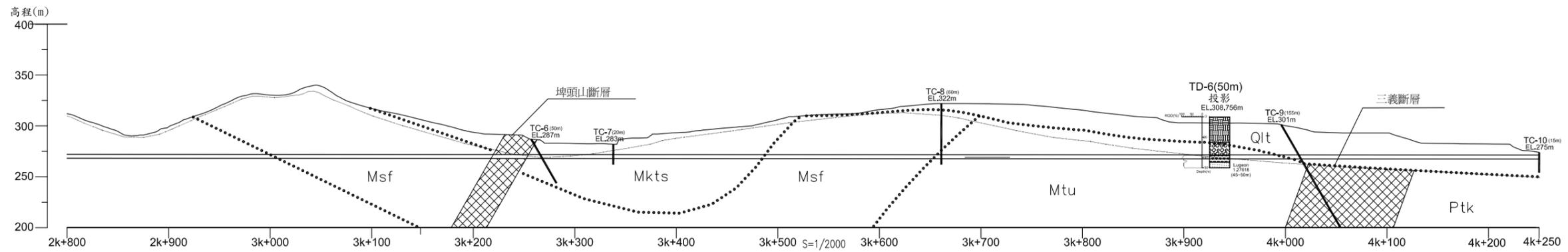
曲線	站號	單距	地面高	計畫高	覆蓋深	坡度
IP1~IP2 L=1,809m	1k+200	50	425.00	-268.90	156.10	S=1/2000
	1k+250	50	405.66	-268.88	136.79	
IP2	1k+300	50	372.00	-268.85	103.15	S=1/2000
	1k+350	50	356.35	-268.83	88.52	
IP2~IP3 L=1,262m	1k+400	50	356.36	-268.80	88.55	S=1/2000
	1k+450	50	387.00	-268.78	118.22	
IP2~IP3 L=1,262m	1k+500	50	392.36	-268.75	123.61	S=1/2000
	1k+550	50	390.27	-268.73	121.54	
IP2~IP3 L=1,262m	1k+600	50	392.86	-268.70	124.16	S=1/2000
	1k+650	50	393.00	-268.68	124.32	
IP2~IP3 L=1,262m	1k+700	50	350.17	-268.65	81.52	S=1/2000
	1k+750	50	336.00	-268.63	67.37	
IP2~IP3 L=1,262m	1k+800	50	355.77	-268.60	87.16	S=1/2000
	1k+850	50	356.54	-268.58	87.96	
IP2~IP3 L=1,262m	1k+900	50	338.78	-268.55	71.23	S=1/2000
	1k+950	50	330.07	-268.53	61.54	
IP2~IP3 L=1,262m	1k+973	23	341.97	-268.51	73.46	S=1/2000
	2k+000	50	349.28	-268.50	80.78	
IP2~IP3 L=1,262m	2k+050	50	368.00	-268.48	98.52	S=1/2000
	2k+100	50	382.44	-268.45	113.99	
IP2~IP3 L=1,262m	2k+150	50	388.89	-268.43	121.46	S=1/2000
	2k+200	50	372.00	-268.40	103.60	
IP2~IP3 L=1,262m	2k+250	50	346.74	-268.38	78.36	S=1/2000
	2k+300	50	332.10	-268.35	63.75	
IP2~IP3 L=1,262m	2k+350	50	321.60	-268.33	53.27	S=1/2000
	2k+400	50	320.76	-268.30	52.46	
IP2~IP3 L=1,262m	2k+450	50	310.00	-268.28	41.72	S=1/2000
	2k+500	50	297.00	-268.25	28.75	
IP2~IP3 L=1,262m	2k+550	50	310.86	-268.23	42.64	S=1/2000
	2k+600	50	331.00	-268.20	62.80	
IP2~IP3 L=1,262m	2k+650	50	341.00	-268.18	72.82	S=1/2000
	2k+700	50	328.00	-268.15	60.85	
IP2~IP3 L=1,262m	2k+750	50	321.05	-268.13	52.92	S=1/2000
	2k+800	50	312.00	-268.10	43.90	

圖5-1-18 大甲溪輸水隧道平面及剖面圖(2/3)



大甲溪輸水隧道 L=4,250m S=1/2,000

明挖覆蓋段



坡度	覆蓋深	計畫高	地面高	間距	樁號	曲線
	43.90	-268.10	312.00	50	2k+800	IP2~IP3 L=1,262m
	26.20	-268.08	294.27	50	2k+850	
	30.95	-268.05	299.00	50	2k+900	BC
	51.56	-268.03	319.59	50	2k+950	
	62.28	-268.00	330.28	50	3k+000	IP3 I=35°16'56"
	70.61	-267.98	338.58	50	3k+050	
	49.05	-267.95	317.00	50	3k+100	EC
	37.62	-267.93	305.55	50	3k+150	
	25.55	-267.90	293.45	50	3k+200	IP3~IP4 L=215m
	23.12	-267.88	291.00	35	3k+235	
	21.90	-267.88	289.78	50	3k+250	IP4
	14.77	-267.85	282.62	50	3k+300	
	19.60	-267.83	287.43	50	3k+350	IP4~IP5 L=174m
	25.40	-267.80	293.20	50	3k+400	
	30.22	-267.78	288.00	50	3k+450	BC
	38.25	-267.75	306.00	50	3k+500	
	43.64	-267.73	311.36	50	3k+550	IP5 I=34°22'39"
	48.30	-267.70	316.00	50	3k+600	
	51.49	-267.69	318.18	24	3k+624	EC
	54.06	-267.68	321.74	50	3k+650	
	54.13	-267.65	321.78	50	3k+700	IP5~4k+250 L=626m
	52.37	-267.63	320.00	50	3k+750	
	47.40	-267.60	315.00	50	3k+800	明挖覆蓋段
	41.78	-267.58	309.36	50	3k+850	
	35.45	-267.55	303.00	50	3k+900	
	35.23	-267.53	302.76	50	3k+950	
	32.50	-267.50	300.00	50	4k+000	
	25.73	-267.48	293.20	50	4k+050	
	25.55	-267.45	293.00	50	4k+100	
	15.35	-267.43	282.77	50	4k+150	
	14.83	-267.40	282.23	50	4k+200	
	6.62	-267.38	274.00	50	4k+250	
	6.62	-267.38	274.00	50	4k+300	
	6.62	-267.38	274.00	50	4k+350	

圖5-1-18 大甲溪輸水隧道平面及剖面圖(3/3)

二、地質與隧道工法

(一)隧道沿線地質概要

大甲溪輸水隧道全線地質剖面圖如圖5-1-18所示，詳細之地質調查成果及評估另詳「地質調查與鑽探成果報告」；本隧道段沿線之工程地質特性說明如下：

1.隧道入口段

隧道入口段係座落於岩盤上，其岩性為細粒泥質砂岩夾薄層頁岩，單壓強度約在 $10\sim 50\text{kg/cm}^2$ 之間，鑽孔岩心之RQD多在90以上，現地調查可見地表淺部之岩層受解壓及風化影響，多具中度發達之節理。隧道上方自高程約280公尺以上為台地堆積礫石層，厚度約20公尺左右，地下水位大致分佈於岩盤面以上，於洞口上下游約150公尺範圍內共發現三處發生於台地堆積層內之現生崩塌地，皆屬於圓弧形滑動，顯示隧道洞口上方之覆蓋層應予適度修坡及保護。隧道洞口位於順向坡上，層面傾角約46至50度，大致與坡角相當，於蓄水面以上之坡面未發現砍腳現象，惟岩層內多夾有薄層頁岩，未來進水口及隧道洞口開挖前，應設置岩栓予以穩固。

2.隧道出口段

隧道出口段之基礎係由后里台地之紅土礫石層所構成，上部紅土層之厚度約在2公尺以內，下部礫石層之礫石含量約在50%~70%之間，礫徑約5至30公分，於距地表約9公尺範圍內呈高度紅土化現象。本區地下水位甚低，大致分佈於隧道仰拱面以下，因此洞口開挖將不致遭遇地下水滲入造成礫石層泡水崩解之問題。

3.隧道沿線，由東向西分為以下數個區段：

(1)0k+000~0k+500

本段之岩性主要為細粒砂岩間夾薄層頁岩，層理發達，

構成主要弱面，岩石之單壓強度約在 $50\sim 100\text{kg/cm}^2$ 之間，僅局部含鈣質或鐵質成分較高者可達 $1,000\text{kg/cm}^2$ 以上，岩層之透水性約為12至16Lugeon左右。本段屬於順向開挖，層面朝洞口傾斜約46至50度，地下水位分佈於隧道頂拱以上。於里程 $0\text{k}+255\sim 0\text{k}+265$ 間有頂埔斷層通過，其剪動破碎帶寬約7公尺，對隧道開挖作業不致構成嚴重之不利影響。

(2) $0\text{k}+500\sim 0\text{k}+825$

本段岩性以厚層之深灰色頁岩為主，間夾薄層粉砂岩、泥岩及砂岩凸鏡體，岩層之層理並不發達，惟沿層面易有剪動現象或夾有泥縫，且頁岩之抗風化能力較低。本段依現地所見推估本段岩體以IV類及V類為主，各約佔50%，地下水位分佈於隧道頂拱以上，而頁岩泡水後易軟化，應注意支保腳之穩定性。

(3) $0\text{k}+825\sim 1\text{k}+590$

本段岩性主要為淺灰色至青灰色、中至厚層、細至中粒之泥質砂岩，並夾有砂岩與頁岩之互層，岩質尚屬堅硬緻密，其單壓強度約在 $100\sim 200\text{kg/cm}^2$ 之間。本段岩層之弱面以層理及節理為主，但皆不甚發達，僅局部呈較密集分佈現象。另由鑽孔TC-3之探查結果顯示，於隧道高程附近之岩體受沿層面剪動作用而較為破碎。本段隧道係位於地下水位面以下，岩層之透水性約為1至7Lugeon左右，視岩體完整性而略有差異。整體而言，本段岩體以III類(70%)及IV類(30%)為主。

(4) $1\text{k}+590\sim 1\text{k}+800$

區段40m之前端岩性為厚層暗灰色頁岩夾薄層砂岩，部分頁岩為粉砂質，風化後具發達之洋蔥狀剝理而易碎裂成小岩塊，依現地所見推估本區段之岩體屬於V類。後段約170m則以細粒砂岩偶夾薄層頁岩為主，岩質堅硬緻密，節理略發達，砂岩多呈厚層塊狀，經現地量測與統計結果共具有四組

節理，層面位態約為 $N36^{\circ}\sim 50^{\circ}W/22^{\circ}\sim 24^{\circ}E$ ，與隧道線方向呈小角度斜交，岩體單壓強度約為 $130\text{kg}/\text{cm}^2$ ，岩體類別為IV類。

(5)1k+800~1k+930

本段岩性主要為白色粗粒砂岩，偶夾薄層頁岩或粗粒砂岩與頁岩之互層。砂岩多呈厚層塊狀，膠結較疏鬆，風化後呈黃棕色。本段岩層之層理並不發達，層面位態約為 $N5^{\circ}\sim 20^{\circ}W/23^{\circ}\sim 25^{\circ}E$ ，走向大致與隧道線方向斜交；岩體類別為IV類。

(6)1k+930~3k+000

本段岩性主要為細粒砂岩夾薄層頁岩或砂頁岩薄互層，岩質堅硬緻密者，大安背斜於隧道里程 $2k+500$ 北側約40公尺處向南傾沒，因此本區之岩層位態皆受此背斜構造之控制，於隧道里程大致以里程 $2k+450$ 為界，東段之層面位態約為 $N5^{\circ}E/25^{\circ}E$ ，西段則為 $N14^{\circ}W/20^{\circ}W$ 。岩層之透水性約在0.3 Lugeon以下。岩體分類以III類及IV類為主。

(7)3k+000~3k+220

本段岩性以膠結疏鬆之灰白色中粗粒砂岩為主，風化後呈黃棕色至土黃色，本區段雖位於大安背斜之西翼，然與西側之埤頭山斷層距離極為接近，因此岩層位態較為紊亂，經現地量測部分層面已轉為 $N34^{\circ}W/44^{\circ}E$ 。整體而言，本段岩體以IV類(40%)及V類(60%)為主，其中V類岩體分佈於臨近埤頭山斷層擾動帶處。

(8)3k+220~3k+490

主要岩性為膠結疏鬆之淺灰色至灰色之細粒砂岩偶夾薄層頁岩，層理較不發達。埤頭山斷層斷層於 $3k+220\sim 3k+254$ 通過，由地球物理震測(S-95-4)研判斷層擾動帶約34m。岩

層之透水性約為1.08至26.4Lugeon左右，視岩體完整性有明顯之差異。岩體以V類及VI類為主，約各佔50%，其中VI類岩體大多分佈於臨近埤頭山斷層擾動帶處及淺覆蓋段。

(9)3k+490~3k+910

前段57m以膠結疏鬆之灰白色中粗粒砂岩為主，風化後呈黃棕色至土黃色，下伏於紅土礫石層，紅土礫石層厚度約4~10m。岩層透水性約為21Lugeon，單壓強度約 $2\text{kg}/\text{cm}^2$ 以下，岩體類別屬於V類。其後267m則為細粒砂岩夾薄層頁岩或砂頁岩薄互層，岩質堅硬緻密者，本段岩層亦下伏於紅土礫石層，紅土礫石層厚約10~30m，岩層之透水性約為7.5 Lugeon，單壓強度約在 $5\text{ kg}/\text{cm}^2$ 以下，岩體類別為III類。

(10)3k+910~4k+250

本段全由后里台地之紅土礫石層所構成，其組成包括紅土、礫石、砂及泥等。紅土礫石層之厚度由東向西逐漸增加，至隧道出口處之厚度約在30公尺以上，礫石間膠結疏鬆且淘選甚差，礫石之礫徑約5~30公分，礫石含量則約50%~70%。本區地下水位分佈於隧道仰拱面以下，因此未來隧道開挖將不致遭遇地下水滲入造成礫石層泡水崩解之問題。另由斜鑽孔TC-9地質柱狀圖研判，三義斷層約於隧道里程4K+024~4K+130附近通過，斷層擾動帶寬約100公尺。因隧道位處三義斷層上方之紅土礫石層內，依中央地質調查所之評估，后里台地之紅土礫石層並未受三義斷層影響而錯動，據此研判三義斷層對本隧道之安定性影響應不大，且因斷層位置距隧道出口僅約120公尺，對於未來隧道之維護或搶修工作較為便利。

(二)隧道工法研選

1.岩體分類

本隧道規劃路線所經之地質狀況與地層，大致可分為砂岩與

砂頁岩互層、厚層頁岩、斷層破碎帶及紅土台地礫石層等四類，可能面臨之主要問題包括隧道擠壓、厚層頁岩易遇水軟化、斷層擾動破碎帶及砂岩夾層形成之地下水問題，適用之岩體分類應能將上述問題納入考量。經參酌其他岩體分類法詳細評估，採RMR之岩體分類將本路線所經之地質分述如下。

(1)第III類岩盤

本類地盤覆蓋深度須在20m以上，隧道開挖面為新鮮之完整岩體，單軸壓縮強度大於 10kg/cm^2 ，RMR評分在41~60之間，本類本類岩盤具有相當之側壓。

(2)第IV類岩盤

本類地盤覆蓋深度在20m以上，隧道開挖面為風化之頁岩或膠結不良之砂頁岩互層，單軸壓縮強度介於 $2\sim 10\text{kg/cm}^2$ ，RMR評分在21~60之間，本類地盤屬中度擠壓岩盤，具有高度側壓。

(3)第V類岩盤

本類地盤覆蓋深度在20m以上，強度低、薄層且內含相當數量之破碎帶或剪裂帶，為受壓之岩體，RMR評分 ≤ 20 之區段。

(4)第VI類岩盤

本類屬特殊困難地質，包括覆蓋深度小於20m之淺覆蓋段、洞、隧道通過斷層帶或大量地下湧水段、開挖面為未固結之礫石層或單軸壓縮強度低於 2kg/cm^2 之岩層，本類地盤之盤壓將視實際地盤狀況而定，必要時輔以地盤改良、止水灌漿等輔助工法。

岩體分類為將來決定開挖支撐之依據，其優點為簡易明確、現場工程人員易於判定，惟本隧道之地質調查、鑽探及試驗以輸水路線之定線規劃為主要目的，因此於後續之計畫

應進行必要之調查及適當修正。

2.開挖工法

由地質調查以及岩石室內試驗成果顯示，輸水隧道沿線所經之岩層，大部分屬較軟弱之岩質(單壓強度約在 $5\sim 140\text{kg/cm}^2$ 之間)，根據以往隧道施工經驗，於膠結不佳岩層以挖溝機配合破碎機即可開挖而不須使用鑽炸開挖，而本隧道沿線地質條件於中新世地層，主要為砂岩與砂頁岩互層其岩質尚屬緻密，為減少因開炸對岩體之擾動，隧道開挖方式可採挖溝機配合破碎機為主，如遇較堅硬岩盤再改採鑽炸工法即可。

本隧道之開挖採用全斷面開挖為原則，部分地質較差處可採用先撐後挖法施工。每次開挖後，應小心清理鬆落之岩塊。支撐構件須足以保持隧道穩定。先前開挖部分，經持續觀察，若有立刻安裝支撐以維持穩定之必要時，需先行完成支撐系統後，再進行後續作業。於完成每20公尺開挖、支保設施架設後，需進行開挖後斷面測量以控制隧道開挖精度，若開挖斷面影響日後襯砌施工，則應進行修改，至不影響襯砌施工為止。

當開挖接近預估之地質破碎帶等地質較差處時，得視需要以(1)在開挖面作衝擊式鑽孔調查或(2)以旋轉式鑽孔並取岩心等兩種方式探查地質。

3.支撐系統

隧道之支撐系統可分為初期支撐及二次襯砌，初期支撐系統應具有施工快速、具足夠承受岩壓之強度、穩定開挖面周圍岩體及提高岩盤承载力等特性；二次襯砌需能承受長期土壓及水壓等之荷重，防止龜裂、變形及崩落，即使在漏水等侵蝕或強度降低時也有足夠之耐久性。

本隧道工程初期支撐構材主要採用噴凝土、岩栓及鋼支保，於軟弱破碎岩盤則配合使用先撐鋼管，使能迅速支撐開挖面周圍岩體及仰拱閉合，以利周圍岩體之穩定。二次襯砌構材則採用鋼

筋混凝土襯砌，厚度採40公分。開挖初期由鋼支保承受岩盤所傳遞之載重，二次襯砌則承受長期之載重。

4. 出渣處理

隧道開挖後碎渣運至棄渣場之作業稱為出渣處理，出渣步驟主要分為裝渣、運渣及棄渣。出渣方式及及機具選擇，不僅影響出渣效率，亦可能影響每輪進各項施工作業之延滯時間。

本輸水隧道屬中小型隧道，一般中小型隧道因作業空間有限，多採軌道出渣工法。因此其較長隧道部份適合一般單線軌道作業，為提高工作效率，減少運渣待車時間，於超過500m長之隧道設置移動式叉道一處，而長隧道部份（大於2公里）另設避車道擴挖斷面供固定叉道佈置，以縮短工期。而對於短隧道部份，則可考慮採用膠輪式運輸機具出渣，可避免鋪設軌道所需之時間。

5. 輔助工法之研擬

(1) 擠壓段

本隧道區域內之岩層因屬軟弱岩盤，對於中至深覆蓋隧道開挖可能發生擠壓現象，所謂擠壓係隧道周圍岩盤，因受應力過大或強度不足之潛變現象，其累積變形可能於施工中逐漸停止，亦可能持續潛變發展。擠壓之產生與開挖方法、岩體材料、支撐架設時機有關，支撐過遲則岩盤應力將逐漸調整而繼續擠壓變形；反之若儘早支撐抑制變形，則岩盤之擠壓將反應於支撐構件之荷重增加，除頂拱外，側壁與底盤亦有相當大之岩壓作用。

對於擠壓性地盤，隧道支撐設計時應考慮岩盤之潛變特性，若經初期支撐後仍無法有效控制潛變，則二次襯砌設計應加強配筋，以足夠承擔長期岩壓，設計時保留足夠彈性是必要的，以便於施工時視實際地質與岩體觀測行為而加以調整。另外在施工上應注意下列原則：

- A.宜採全斷面開挖方式，因分階開挖有互相干涉作用，易破壞已穩定之平衡岩壓。
- B.儘早完成支撐系統之閉合，包括混凝土二次襯砌。
- C.為避免一再修挖、補挖，擠壓性地盤之隧道以採用加強型支撐工為宜，亦需考量預留適當之變形空間。
- D.除儀器持續監測外，亦應經常檢視支撐及噴凝土面之變化。
- E.若岩壓強大而變形持續不停，經判定有危險時，應緊急疏散工程人員，並謀求補強、修挖或研擬對策。

(2)地下湧水段

本隧道經過區域大多為砂岩與砂頁岩互層，將來開挖當中如發生滲水跡象，應立即進行噴凝土封面，且視狀況進行水平排水兼鑽探孔以確定前方地質狀況，若地下水位太高，可考慮洞內再增鑽排水孔，甚至配合洞外地表抽水井降水至仰拱下再行開挖。

(3)淺覆蓋段

對於地形由深變淺，其岩覆深小於20m，歸類為淺覆蓋段特殊段，其力學行為與洞口段類似，因頂拱上方岩體重量幾乎全由隧道支撐負擔，上方岩層自持力須靠前進鋼管、鋼筋等矢版先撐後挖工法(fore-poling method)或自地表進行地盤改良加勁後再行開挖，必要時可採分區開挖，如環狀開挖預留土心方式，再配合勁度較高之重型支保。

(4)有害氣體段

根據現有資料初步研判，本地區應無大量有害氣體之存在，惟因其可能引起爆炸，或造成工作人員中毒、缺氧，對於隧道施工之安全影響甚鉅，仍應詳加調查，藉由文獻調查、地表地質調查及鑽探、試驗等，掌握地層層次、地下水位、氣體溶解量及種類、氣體壓力等，並據以判斷氣體之湧出量

及範圍。不過氣體常以管狀貯留於地層中，調查不易且調查所得之氣體量並不能代表全工區狀況，因此施工期間之監測計畫顯得更為重要，應於設計階段中詳加擬定，並於施工規範中詳列承包商應遵守事項。

對於有害氣體之處理對策，原則如下：

- A. 充分之隧道通風，迅速將有害氣體濃度稀釋至安全範圍內，並將廢氣排出隧道外；一般而言，氣體出露區段先以抽風為主，待濃度降至標準值以下再改以送風。
- B. 對可能存在有害氣體疑慮之隧道段，應在開挖面施做前進探查孔確認，此探查孔應保持在開挖面前方5m以上。
- C. 由隧道工作人員攜帶濃度監測器，隨時檢測有害氣體可能停滯之區域，包括開挖面、堆渣處、二次襯砌鋼模附近等。另外，隧道全線每隔固定距離應設置瓦斯濃度監測器，並可自動發出警報。
- D. 當確認開挖面前方有大量有害氣體存在時，可考慮採地盤灌漿工法、壓氣等方式，抑止氣體之湧出。
- E. 在斷層破壞帶或有有害氣體存在之區段，隧道開挖結束後，宜迅速進行二次襯砌施工，以阻止氣體洩漏至隧道內。

6. 斷層影響及處理對策

輸水隧道沿線穿越之斷層計有頂埔斷層、埤頭山斷層及三義斷層，斷層走向與隧道線方向大致呈正交或大角度斜交，有利於減少因斷層發生錯動造成之損害，茲就斷層可能造成之影響及施工處理對策分述如下：

(1) 斷層影響評估

- A. 隧道穿越之斷層皆屬逆斷層，輸水方向由上盤向下盤送水，斷層若發生錯動，出水口位於斷層下盤，將不影響隧道坡降。
- B. 輸水隧道於三義斷層上方紅土礫石層通過，未直接進入斷層擾動破碎帶，減少隧道施工困難度。
- C. 頂埔斷層分佈於距隧道入口260m處，三義斷層分佈靠近隧道出口，有利於搶修工作，除隧道出入口外，亦規劃將橫坑1

做為隧道中段之檢修坑道。

(2) 施工處理對策

- A. 開挖前宜對採用長距離水平探查孔或隧道震測法(TSP)等方法，對開挖面前方之地下水情況、斷層之分佈、影響範圍及地工特性實施進一步探查與驗證。
- B. 隧道開挖前宜對斷層段預做處理，可採管幕工法配合固結灌漿等輔助工法，提高開挖面與周圍岩體之穩定性，若有湧水之虞可採排水或阻水工法減輕或避免湧水之影響。
- C. 隧道以全斷面開挖為原則，開挖完成後應立即設置支保、岩栓及噴凝土，並儘速閉合仰拱，以發揮隧道整體之支撐效果。支撐設計宜採用勁度較大、強度較高之支撐系統，抑制岩體過份變形，避免引發更大之岩壓。
- D. 隧道內規劃採鋼筋混凝土二次襯砌，可增加襯砌之延展性，避免突發性破壞，為減少斷層錯斷損害範圍，可縮短襯砌伸縮縫間距，以防止隧道襯砌受斷層錯動影響發生嚴重破壞。

三、施工橫坑規劃

本輸水隧道全長達4,250公尺，為縮短工期及降低施工困難度，預定於隧道中段佈設兩座施工橫坑，橫坑1及橫坑2之平面與縱剖面詳圖5-1-19及圖5-1-20。

(一) 橫坑1工程規劃

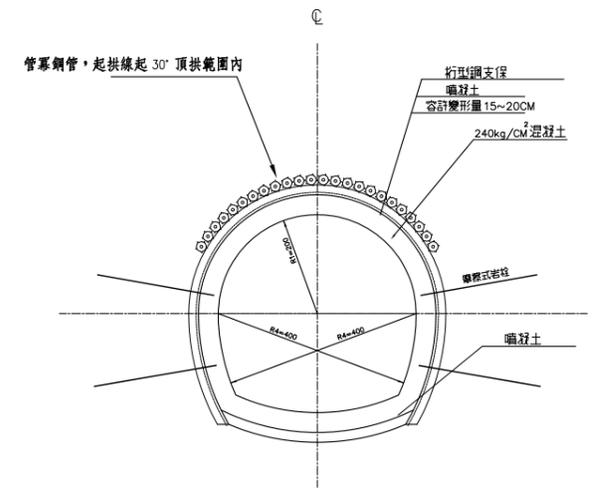
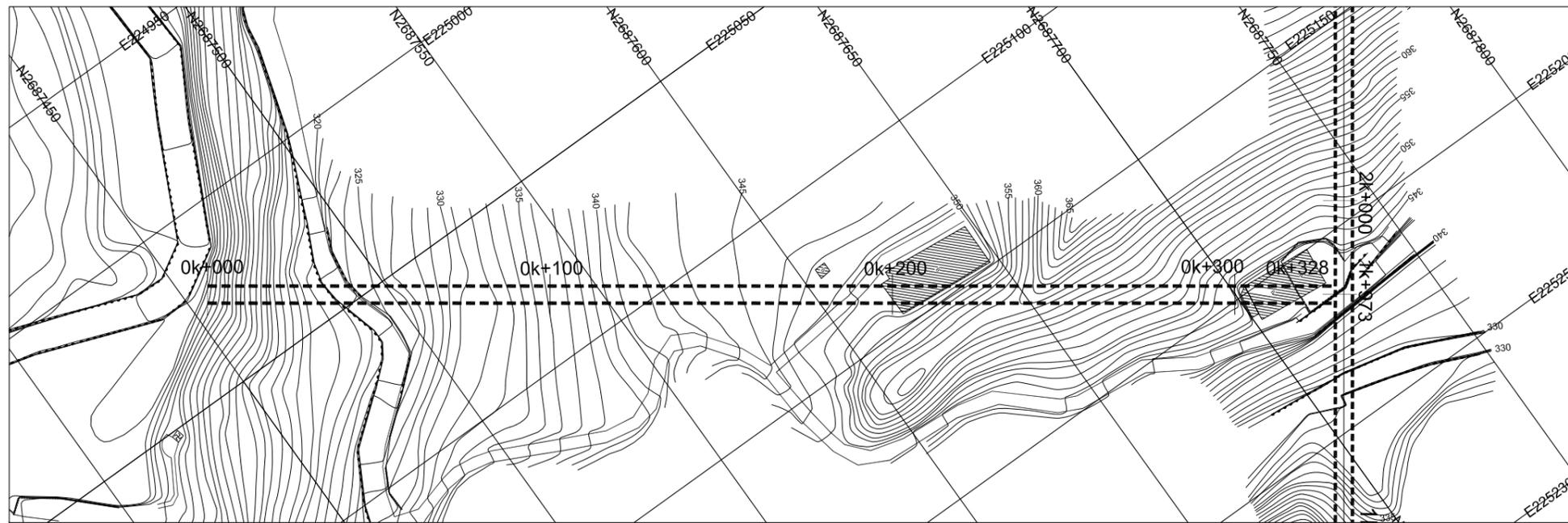
橫坑1位於長青山莊東南方約200公尺之牛稠坑溪右岸，洞口附近之牛稠坑溪河谷較為開闊，具寬廣腹地可做為施工之作業場。橫坑1於隧道里程1k+973與輸水隧道交會，橫坑1除做為施工橫坑外，亦規劃做為輸水隧道竣工後，隧道中段之檢修坑道。

橫坑1之斷面與輸水隧道相同，且於主隧道竣工後，施做厚度40cm之RC襯砌，故斷面為內徑4m之2r-2r-2r之馬蹄形斷面(圖5-1-19)，橫坑長度328m，洞口高程約301m，坡度約1:10。施工方式採與輸水隧道相同之工法，以機械開挖為主，若遇較堅岩盤再改採鑽炸工法。

(二)橫坑2工程規劃

橫坑2於輸水隧道里程約3k+369處與其銜接，洞口位於台中精機公司西北側之萬聖巷道路旁，具可作為施工場之腹地。橫坑2斷面採用與輸水隧道相同之開挖斷面，因橫坑2不施作襯砌，故其斷面為內徑5m之2r-2r-2r之馬蹄形斷面(圖5-1-20)，橫坑長度109，洞口高程約283m，坡度約1：10，且於主隧道竣工後將橫坑2回填。

由地質鑽探及岩石室內試驗成果顯示，於橫坑2之岩層屬較軟弱之岩質，橫坑2規劃路線臨近一戶3樓獨棟民宅及輕鋼架車棚，為減少開挖作業產生之地表沈陷，規劃採管幕工法配合固結灌漿工法，進行橫坑2之開挖作業，此外於施工前應辦理民宅之結構安全及現況鑑定，並於民宅近橫坑開挖側，以鋼軌樁等擋土設施，加強民宅結構體之安全性。



內徑 4.0m 導坑標準斷面
(標準馬蹄形 2r-2r-2r)

	N	E
導坑起點	2687456.309	225023.313
導坑終點	2687722.938	225214.903

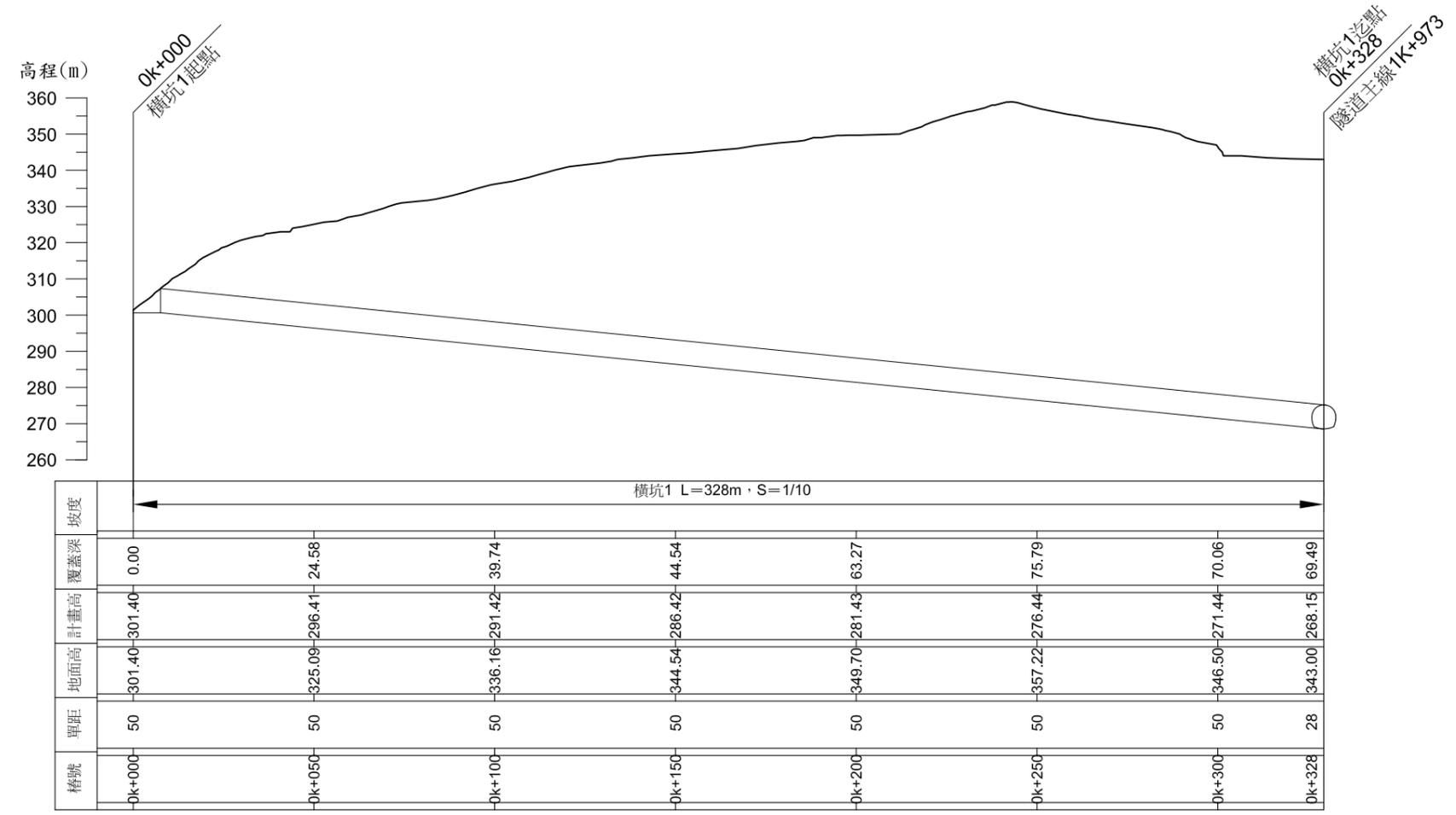
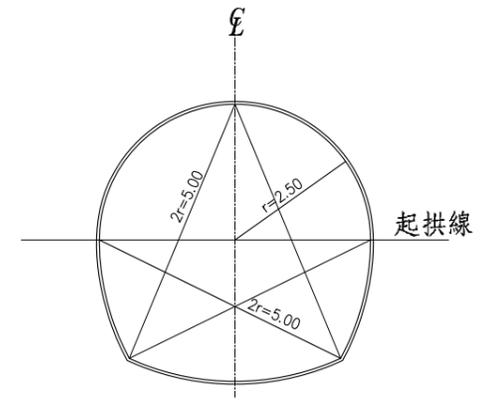


圖5-1-19 橫坑1工程規劃圖



內徑 5.0m 橫坑標準斷面
(標準馬蹄形 2r-2r-2r)

	N	E
導坑起點	2688434.387	224078.987
導坑終點	2688462.202	223973.562

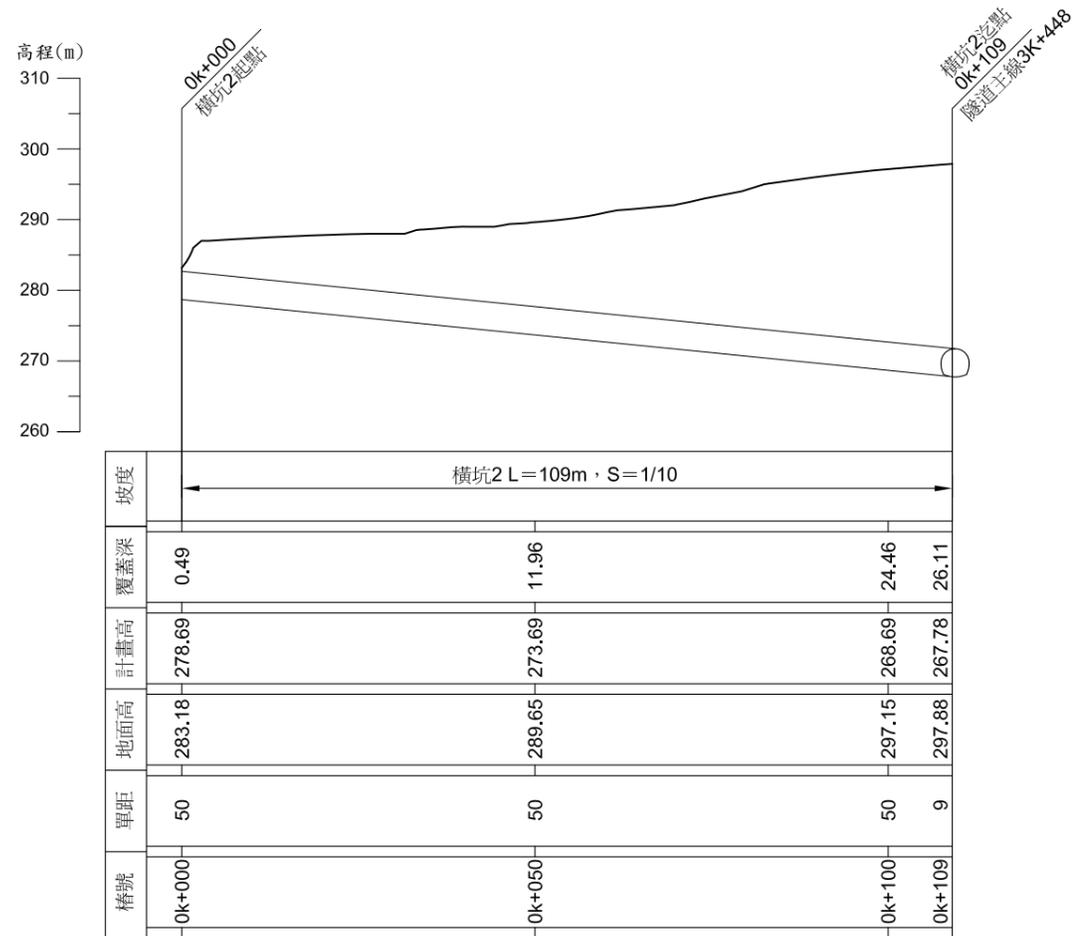


圖5-1-20 橫坑2工程規劃圖

5-1-4 原水配水池工程規劃

隧道出口因須佈設銜接鯉魚潭、后里一、二期淨水場及后里圳等管線之水源，故於隧道出口處佈設具有穩定分水功能之原水配水池，其尚有穩定輸水管路之能量水頭及降低水錘效應等功能。原水配水池佈設另須考慮操作時水位之變動及緊急放水設施，故於原水配水池西側施設退水路，將多餘水源排放至牛稠坑溪，其佈設規劃及方案評選於以下各節說明。

一、原水配水池佈設規劃原則

- (一)依用地範圍採最大開發尺度，能量水頭經前述水理計算結果為EL.270.28m，池頂高程定為EL.272m。
- (二)工址地面高程為EL.262~280m，地形坡度約為10%，池底高程考慮輸水管埋設深度及挖方問題，故其高程不宜過低。
- (三)池底施設囚砂溝，堤頂施設清淤便道通至原水配水池底，作為運輸機具於進水口未取水時至池底清淤之便道。
- (四)原水配水池出口處施設蝶閥室將水源分流至后里淨水場。

二、原水配水池方案評估

針對原水配水池之工程佈置形式，研擬混凝土坡面工及RC直立牆兩種方案，其工程佈置如下：

(一)混凝土坡面工方案

1.型式：

- (1)考慮以半挖半填方式施工，採取池底為48m×48m之矩形，高程為EL.265.0m。
- (2)為求原水配水池之坡面穩定，其主體構造為一階梯式坡面工形式，並以1：2之斜坡往上延伸至堤頂80m×80m，堤頂佈設環池道路及清淤便道。
- (3)進水口位於原水配水池南側，渠底高程EL.267.2m；送水口位於原水配水池西側，管底高程EL.264.5m，池底送水口處施做一2m高擋土牆，防止泥砂進入送水口。

(4)依 $Q=AV$ 計算得池中流速約為 0.07m/s ，泥砂得以沉降並由因砂溝排出。

此方案相關之尺寸及配置如圖5-1-21。

2.蓄水量：約為4.6萬噸。

3.附屬設施：隧道出口與明渠銜接處設置閘閥與閘閥操作台，原水配水池出口設置蝶閥室。

(二)RC直立牆方案

1.型式：

(1)以擋土牆型式沿既有道路圍成約 $100\text{m}\times 100\text{m}$ 之原水配水池，考慮現地高程後訂池底高程為 EL.263.0m 。

(2)堤頂佈設維修道路及清淤便道。

(3)進水口位於原水配水池南側，渠底高程為 EL.267.2m ，送水口位於原水配水池西側，渠底高程為 EL.261.3m 。池底送水口處施做一 2m 高擋土牆，防止泥砂進入出水管。

(4)依 $Q=AV$ 計算得池中流速約為 0.02m/s ，淤砂得以沉降並由因砂溝排出。

此方案相關之尺寸及配置如圖5-1-21。

2.蓄水量：約為9.0萬噸。

3.附屬設施：同前。

(三)方案建議與比較

本計畫為利於評估各方案，在符合計畫需求條件下，以蓄水量、環境衝擊、營運應變時間、可能風險及直接工程費用等5項相關因子作為評比之依據，評比結果如表5-1-11所列。

初步評估以RC直立牆方案較佳，雖然對環境衝擊較大、施工費用較高，但蓄水量及營運應變時間之優勢仍使其成為較佳選擇，惟相關設計仍需進行後續分析。

表5-1-11 原水配水池工程方案詳細評比表

項目	方案	階梯式坡面工原水配水池案	RC 直立牆原水配水池案
蓄水量		4.6 萬噸	9.0 萬噸
環境衝擊		1.採半挖半填原則，對環境影響較小 2.完工後地貌影響較少	1.挖方量大，餘方處理不易 2.完工後地貌影響較大
營運應變時間		1.出水管上方水量較少，引水量減少時應變時間不足，影響輸水作業	1.出水管上方水量充足，引水量減少時應變時間充裕
可能風險		1.護坡僅有表面以混凝土保護，長時間受水流衝擊下易損壞 2.營運應變時間短	1.擋圍牆為剛性結構，地震時主體結構易受損
直接工程費		4,000 萬元	1 億元

(五)原水配水池穩流板設置

水源由隧道段進入原水配水池時，18cms之計畫流量易擾亂池中水流，故於前述RC直立牆原水配水池中加設一穩流板，其高程為EL271.0m，並設置多處導流孔。進口水流於穩流板內流動，水位上升後再由導流孔或長距離溢流方式穩定流向穩流板外側，確保出水口之水源流況穩定。

經水理計算結果，為避免池底遭水流掏刷，其水墊高度為2.0m，穩流板與進水口安全距離為20m，並施設 $\Phi 0.2\text{m}$ 導流孔共1,820孔，總面積為 57.2m^2 。

三、退水路佈設規劃

(一)路線規劃

退水路沿既有道路旁設置，經內東路後於七星橋下游側約5m處排入牛稠坑溪，渠道採用明渠水道，唯流經內東路(0k+360)時為箱涵段，箱涵段長4m，總長約為615m，其平面佈置如圖5-1-22所示。

(二)排水量分析

溢流道計畫高程為EL.270.5m，溢流水深1m，計計畫流量18cms，依溢流公式計算得溢流長度為11m。根據「台中縣后里地區排水改善規劃報告(水利規劃試驗所 民國92年)」牛稠坑溪設計洪水量採 $Q_{10}=132\text{cms}$ ；退水路之最大退水量為18cms，唯本計畫於石岡壩流量 $655\text{cms}(<Q_{1.1}=1,000\text{cms})$ 以上時不取水，因牛稠坑溪

為大甲溪支流，且緊鄰石岡壩，其 $Q_{1.1}=40\text{cms}$ ，故原水配水池須退水時，牛稠坑溪加上退水路之 18cms 仍在其計畫流量 132cms 之下，故不至影響牛稠坑溪之通洪能力及下游安全。

(三)斷面研選

採用曼寧公式及連續方程式進行檢算，矩形溝、U型溝材質為混凝土，其表面因日久損耗，表面導致粗糙或雜物淤積，故曼寧粗糙係數 n 值採 0.015 進行水力分析。退水路計畫流量為 18cms ，為避免造成渠道之沖刷，設計流速控制在 3m/s 以下。

(四)跌水工佈設

原水配水池溢流道渠底高程為 $\text{EL.}260.5\text{m}$ ，七星橋下游25年重現期之水位高程為 $\text{EL.}241.0\text{m}$ ，且須考慮內冬路箱涵段道路高程 $\text{EL.}244.2\text{m}$ 。依前述斷面研選水力計算退水路坡度保持 $1/350$ ，並施設8座跌水工，如表5-1-12。

表5-1-12 原水配水池退水路跌水工相關數據一覽表

樁號	長度(m)	EL.A	EL.B	EL.C	跌水深(m)
0K+184~0K+204	20	260.00	255.50	257.50	2.5
0K+224~0K+244	20	257.45	252.95	254.95	2.5
0K+264~0K+284	20	254.92	250.42	252.42	2.5
0K+294~0K+314	20	252.40	247.90	249.90	2.5
0K+389~0K+409	20	249.74	245.24	247.24	2.5
0K+414~0K+434	20	247.22	242.72	244.72	2.5
0K+434~0K+454	20	244.71	240.21	242.21	2.5
0K+454~0K+474	20	242.20	237.70	239.70	2.5

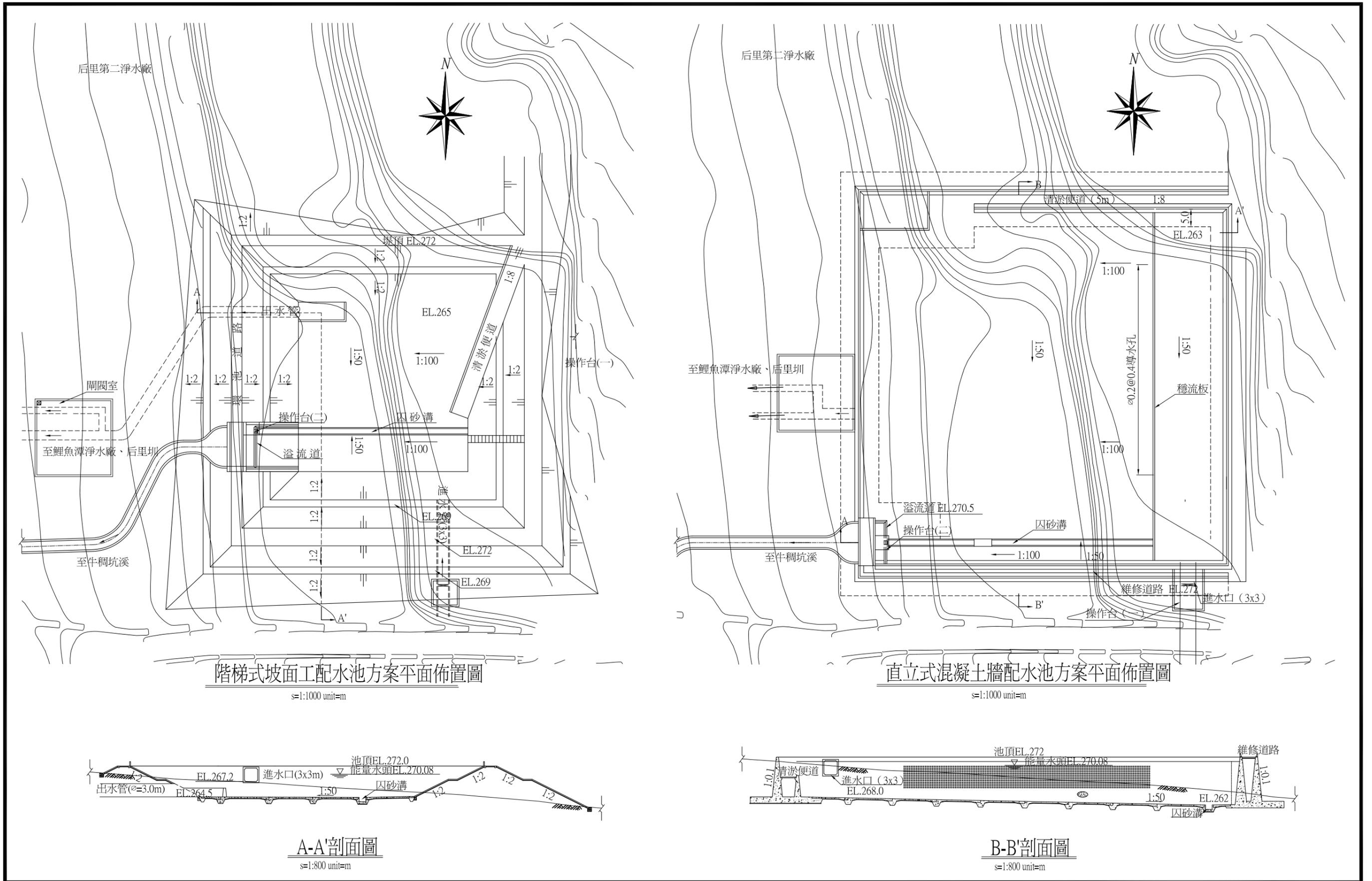
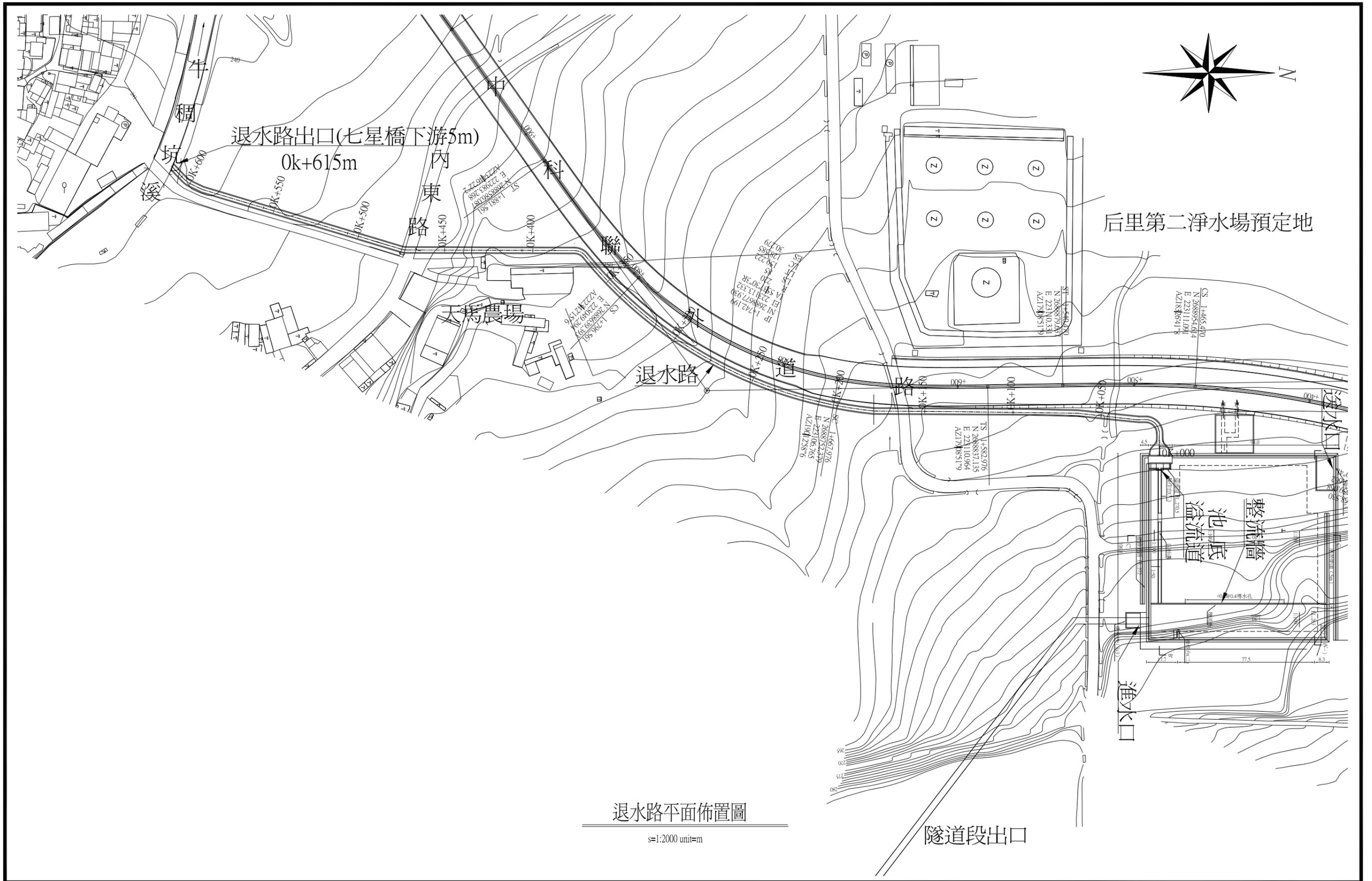


圖5-1-21 原水配水池各方案平面佈置及剖面圖



退水路平面佈置圖

s=1:2000 unit=m

圖5-1-22 原水配水池退水路平面圖

5-1-5 輸水管工程規劃

本輸水管路工程銜接鯉魚潭、后里一、二期淨水場、后里圳及本計畫原水配水池之水源，其相關之工程路線規劃、方案評估、平面配置、管材研選等，詳如以下各節說明。

一、輸水管路線佈置規劃

輸水管起點為隧道出口之原水配水池處，終點分別為鯉魚潭淨水場分水井及后里圳，總長度約2,190m及1,790m。本工程以永興路與中40交叉口為分界點，將輸水管路分為共管段、農業用水管段及鯉魚潭淨水場段，示意如圖5-1-23，各管段說明如下：

(一) 共管段（主幹管）

起自原水配水池出口，迄永興路與中40交叉口，全長1,370m。隧道出口水源經原水配水池穩壓後，經由此管段輸送至永興路與中40交叉口，再經其他管段分送至后里第一、鯉魚潭淨水場及后里圳。如圖5-1-23所示，后里第二淨水場及鯉魚潭第二原水管均與此管段連接，而后里第二淨水場需能接受隧道出口之大甲溪水源與鯉魚潭第二原水管之大安溪水源，故此管段終點需設置閘閥室與鯉魚潭第二原水管銜接，並設置閘閥控制室，使其達到雙向輸水功能。

(二) 農業用水管

起自永興路與中40交叉口之閘閥室，迄后里圳，全長420m。共管段之水源經此管段之銜接後，將水源輸送至后里圳，以達本計畫大甲溪與大安溪交換水源之目的。

(三) 鯉魚潭淨水場段

起自永興路與中40交叉口閘閥室，迄鯉魚潭淨水場，全長820m，於0k+300處與后里第一淨水場銜接。透過共管段及此管段，大甲溪水源可輸送至后里第一及鯉魚潭淨水場；當鯉魚潭第一原水管無法供水時，淨水場亦可接收鯉魚潭第二原水管之備援，提高其供水穩定性。

各管段之佈設位置如表5-1-13所示，經現地地形與能量線綜合

評估後，本規劃路線之管路埋置深度約2~5m，整體工程施工方式採用明挖覆蓋工法，以簡易之擋土措施減少用地開挖面積，以管頂覆土深度約2m埋設，並採用CLSM材料回填，其總平面詳圖5-1-24。

表5-1-13 大甲溪輸水路輸水管佈設位置一覽表

管段	里程	埋設方式
共管段	0k+000~0k+030	埋設於台糖土地，穿越中科聯絡道路至其西側
	0k+030~0k+550	沿中科聯絡道路西側埋設
	0k+550~0k+730	沿既有道路(圳寮路)旁埋設
	0k+730~1k+370	埋設於既有道路下(圳寮路、永興路)
農業用水管	0k+000~0k+420	埋設於永興路東側，最末段則佈設於坡面上直至與后里圳銜接
鯉魚潭淨水場段	0k+000~0k+820	埋設於中科道路臨后里第一淨水場 10m 退縮綠帶

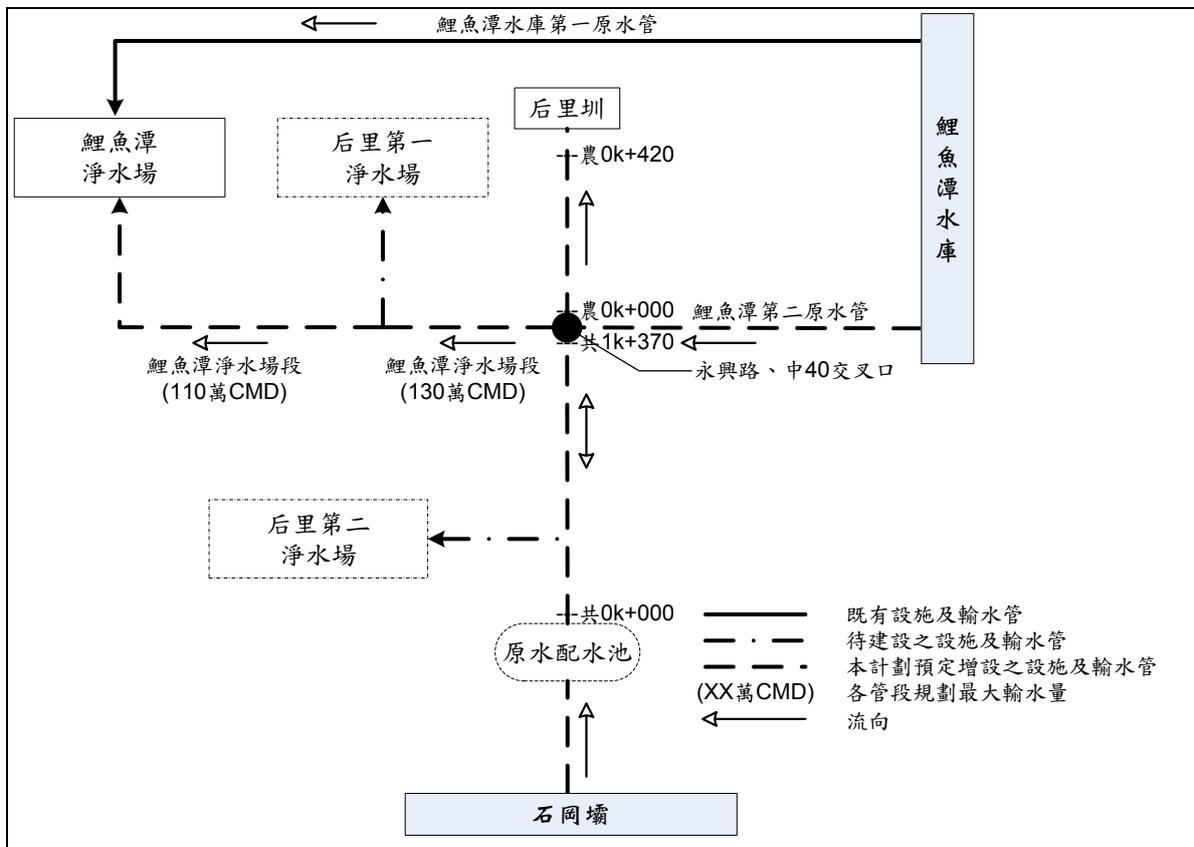


圖5-1-23 大甲溪輸水路輸水管路線示意圖

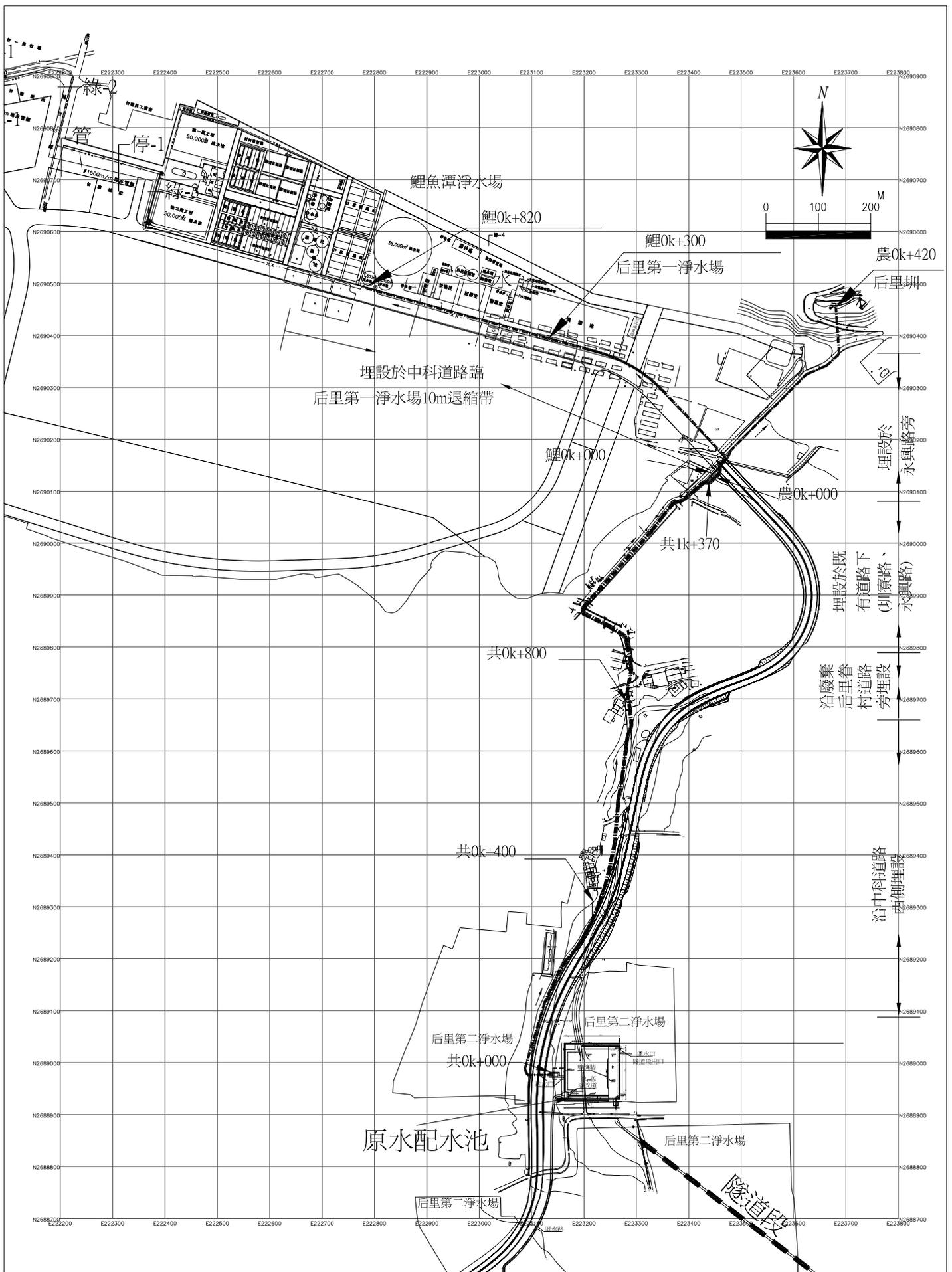


圖5-1-24 大甲溪輸水路輸水管段佈置平面圖

二、輸水管數及管徑評估

由路線規劃得共管段須具有雙向送水功能以滿足大甲溪及大安溪經由第三套系統作聯合運用，故就可能之送水方式、送水量等評估單管及雙管配置之可行性，茲探討規劃如下：

(一)單管方案

1.佈設說明

雙向送水之共管段僅佈設單一管路並採較大管徑3,000mm，分別供應各淨水場處理所需之水量。

2.操作方式

(1)常態供水：大甲溪水源可正常供水，如圖5-1-25所示，公共用水管路流向為由南向北流，大甲溪水源供應后里第二淨水場後，若有多餘水源則送至后里圳、后里第一及鯉魚潭淨水場，大安溪水源主要供應后里第一及鯉魚潭淨水場所用。

(2)備援供水：大甲溪水源無法正常供水，如圖5-1-26所示，大安溪成為主要水源，鯉魚潭淨水場用水由鯉魚潭第一原水管提供，后里第一、二期淨水場用水則由鯉魚潭第二原水管提供，此時公共用水管路流向將改為由北向南流。

3.工程數據

管徑之決定係依據各管段之計畫輸水量，並將流速控制於3m/s以下，以減少水頭能量損失，各管段工程數據如表5-1-14所示。

表5-1-14 單管方案輸水管工程數據一覽表

項目	分段	共管段	農業用水管段	鯉魚潭淨水場段	
		0k+000~1k+370	0k+000~0k+420	0k+000~0k+300	0k+300~0k+820
計畫輸水量 (萬CMD)		150	60	130	110
輸水管徑(mm)		3,000	2,000	3,000	2,600
管路長度(m)		1,370	420	300	520
設計流速(m/s)		2.46	2.21	2.13	2.40

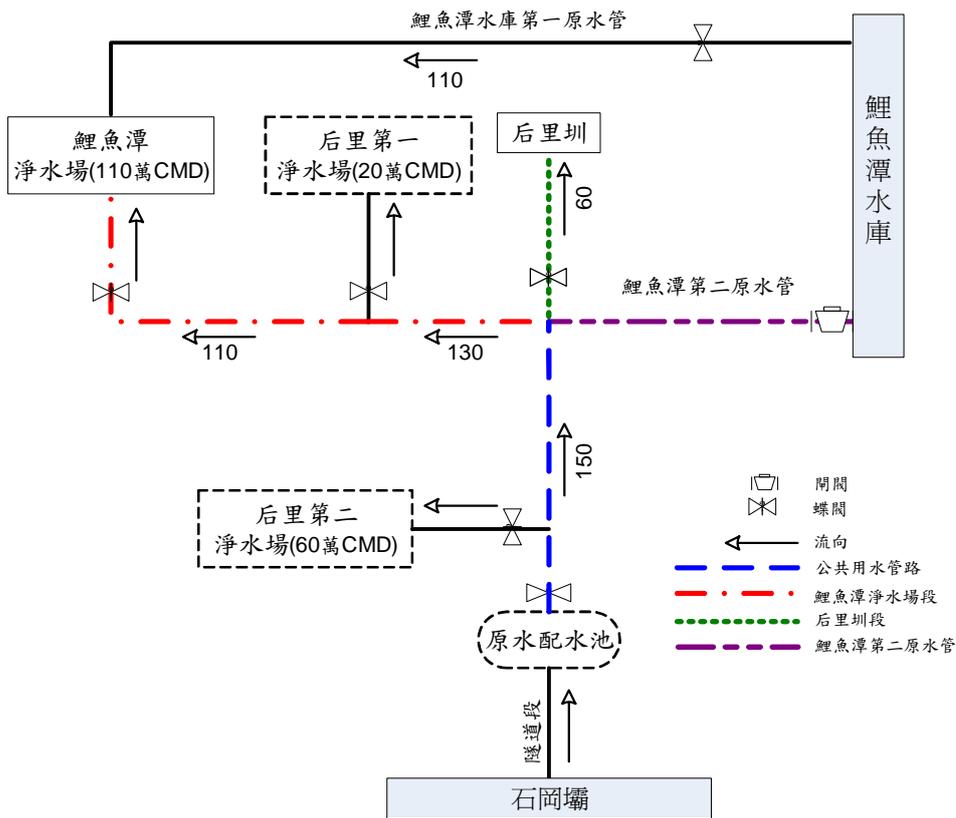


圖 5-1-25 單管方案之常態供水示意圖

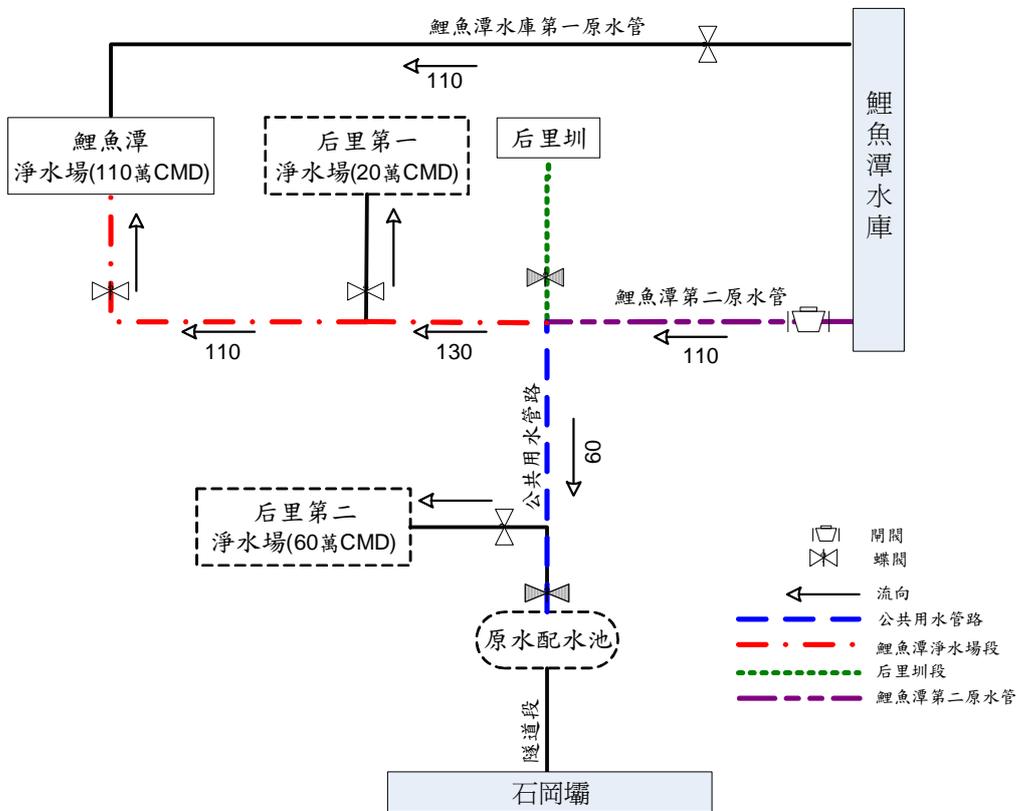


圖 5-1-26 單管方案之備援供水示意圖

(二)雙管方案

1.佈設說明

共管段按功能區分為公共用水管路(Φ2,400mm)及調配用水管路(Φ2,000mm)，雙管併排埋設。公共用水管路與淨水場段連接，調配用水管路則與農業用水管段連接。調配用水管路除供平時調度使用外，另一主要功能亦可作為公共用水管路之備援。

2.操作方式

(1)常態供水：大甲溪正常供水時，如圖5-1-27所示，輸水方式與單管方案無異，總輸水量由雙管分擔同時往北送水，降低公共用水管路之輸水量及管徑，雙管於此可視為相互備援，當其中一管路維修或其他因素無法正常送水時，不致使本輸水系統完全失效。

(2)備援供水：大甲溪無法正常供水時，如圖5-1-28所示，此時鯉魚潭水庫水源經由公共用水管路，南送水源至后里第二淨水場，此時亦可經由調配用水管路同時供應后里圳灌區農業用水。

農業用水管段與淨水場段之工程數據同單管方案，此僅列共管段雙管之工程數據，如表5-1-15所示。

表5-1-15 雙管方案輸水管工程數據一覽表

項目	分管	公共用水管路	調配用水管路
		0k+000~1k+370	0k+000~1k+370
計畫輸水量 (萬 CMD)		90	60
輸水管徑 (mm)		2,400	2,000
管路長度 (m)		1,370	1,370
設計流速 (m/s)		2.30	2.21

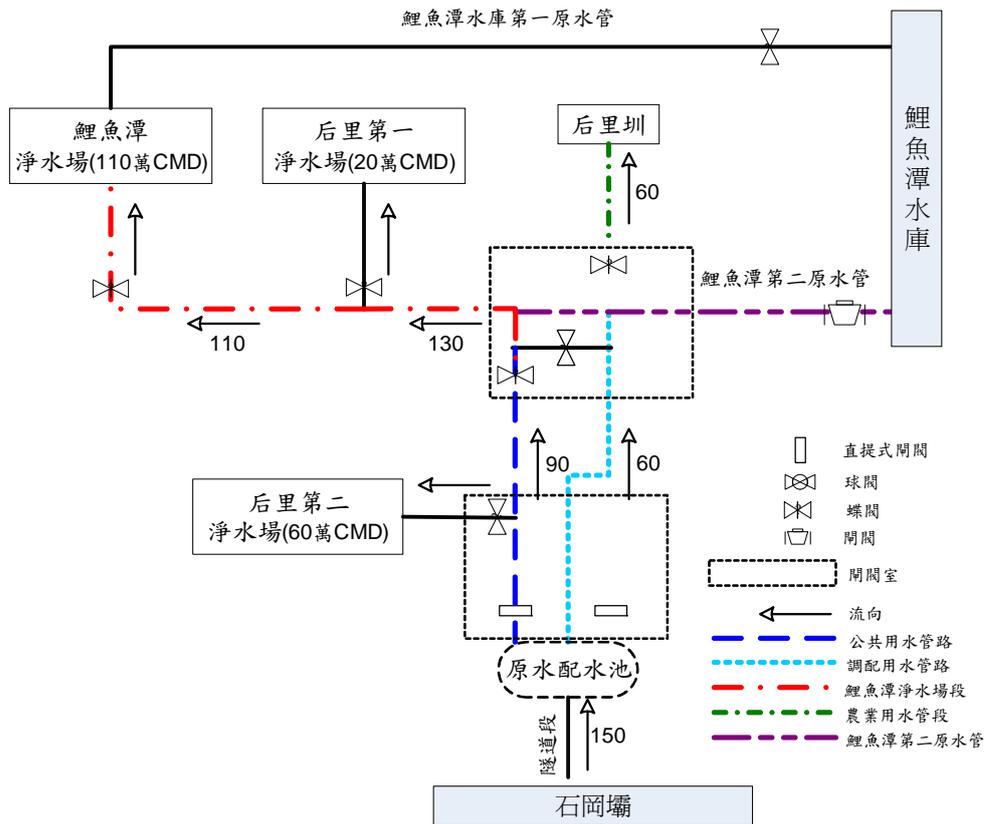


圖 5-1-27 雙管方案之常態供水示意圖

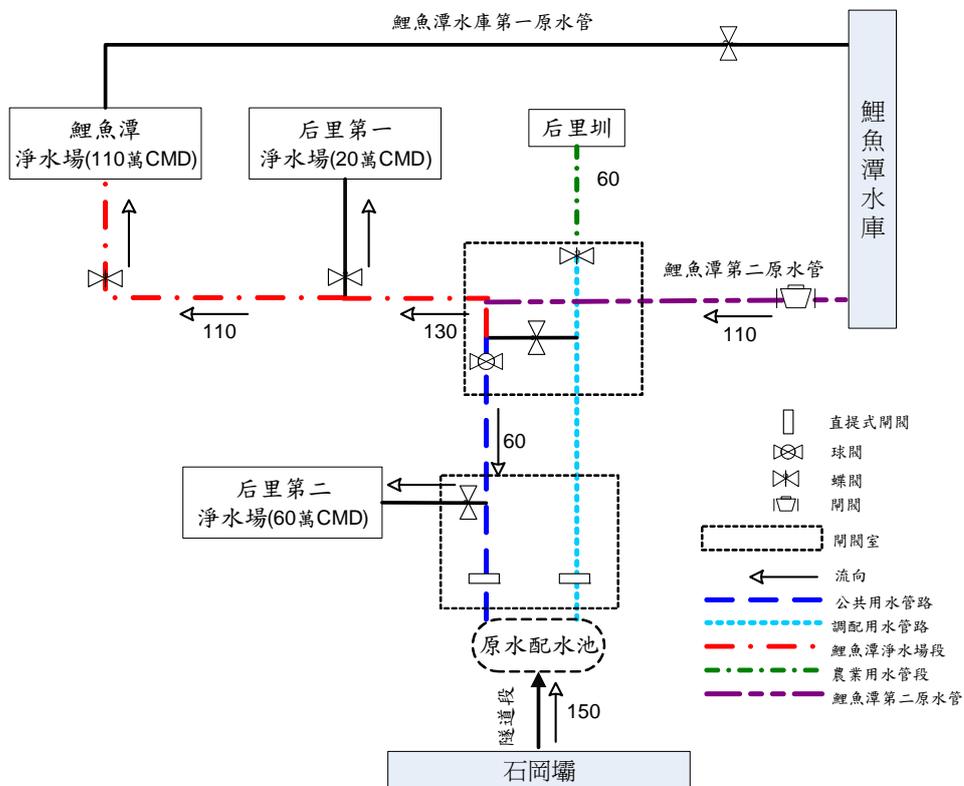


圖 5-1-28 雙管方案之備援供水示意圖

(三) 方案評估與建議

在滿足計畫需求條件下，以操作性、供水穩定性、功能性及安全性等4項因子評估如表5-1-16，整體而言，如經費許可，建議採雙管方案佈設。

表5-1-16 輸水方案比較表

方案 項目	單管方案	雙管方案
操作性	大管徑輸水管閘類設施之雙向輸水操作繁瑣，其操作時間長，風險亦較大。	公共用水管路為北送專用，調配用管路雙向送水專用，其管徑小，操作較單純且安全。
供水穩定性	僅有公共用水管路銜接水源與各淨水場，如因維修、汰換或爆管時，將無替代管路輸送原水至淨水場，影響供水需求。	雙管互為備援，當其中一管路維修或其他因素無法正常送水時，不致使本輸水系統完全失效。
功能性	同時間僅能擇一輸水方向，營運操作上受限制。	同時間能雙向送水，較有彈性因應突發狀況，營運操作靈活。
安全性	大管徑大流量，風險發生率提高，管材選擇、施工品質均受限制及影響。	雙管分擔總輸水量，降低管徑以減少風險發生機率，管材選擇多元化、施工品質較易掌控。

(四) 雙管案管路水力計算

水力計算之目的在檢討管路系統內之能量損失，使管路在任何條件下均能確實輸送計畫最大流量之用水，並使管路系統發揮最大之效能。本水力計算將採用Hazen-Williams公式來計算管路摩擦損失，次要損失則包括進、出口損失、彎管損失、閘類損失等。

上述優選方案之公共用水管路剩餘水頭經計算為EL.263.89m，高於鯉魚潭淨水場分水井常水位EL.254.50m；調配用水管路剩餘水頭為EL.264.47m高於后里圳渠頂EL.234.10m，因此依據上述佈設條件將有足夠之輸水能量水頭，可滿足重力送水之條件，詳細計算如表5-1-17及5-1-18所示，輸水管路之標準圖如圖5-1-29所示。

表5-1-17 大甲溪輸水路共管段－公共用水管路之水理計算成果表

樁號	距離 (m)	主要損失 (m)	次要損失(m)					能量水頭 (EL.m)	輸水量 (cms)
			入口損失	閘類損失	彎頭損失	分歧損失	出口損失		
配水池出口								270.08	10.5
共0K+000.0	000.0	0.0000	0.1783	0.0686	0.1783			270.08	10.5
共0K+250.0	250.0	0.5798			0.0046			270.08	10.5
共0K+350.0	100.0	0.2319			0.0046			269.50	10.5
共0K+715.0	365.0	0.8465			0.0020			269.27	10.5
共0K+735.0	020.0	0.0464			0.0005			268.42	10.5
共0K+800.0	065.0	0.1507			0.0046			268.37	10.5
共0K+845.0	045.0	0.1044			0.0046			268.21	10.5
共0K+905.0	060.0	0.1391			0.0501			268.06	10.5
共1K+005.0	100.0	0.2319			0.1000			267.82	10.5
共1K+010.0	005.0	0.0116			0.0501			267.54	10.5
共1K+270.0	260.0	0.6030			0.0199			267.51	10.5
共1K+290.0	020.0	0.0464			0.0083			266.90	10.5
共1K+340.0	050.0	0.1160			0.0501			266.80	10.5
共1K+355.0	015.0	0.0348			0.0501			266.63	10.5
共1K+360.0	005.0	0.0116		0.0686				266.53	10.5
共1K+370.0	010.0	0.0232				0.0411		266.48	10.5
鯉0K+015.0	145.0	0.3363			0.0501			266.41	10.5
鯉0K+030.0	015.0	0.0348			0.0381			266.04	10.5
鯉0K+050.0	020.0	0.0303			0.2258			265.78	15.0
鯉0K+300.0	250.0	0.3783				0.0344		265.72	15.0
鯉0K+820.0	520.0	1.1611			0.2869			265.05	12.7
分水井								263.89	12.7

表5-1-18 大甲溪輸水路共管段－調配用水管路之水理計算成果表

樁號	距離 (m)	主要損失 (m)	次要損失(m)					能量水頭 (EL.m)	輸水量 (cms)
			入口損失	閘類損失	彎頭損失	分歧損失	出口損失		
配水池出口								270.08	6.9
共0K+000.0	000.0	0.0000	0.1618	0.0622	0.1618			270.28	6.9
共0K+250.0	250.0	0.6549			0.0042			270.28	6.9
共0K+350.0	100.0	0.2620			0.0042			269.62	6.9
共0K+715.0	365.0	0.9562			0.0018			269.36	6.9
共0K+735.0	020.0	0.0524			0.0004			268.40	6.9
共0K+800.0	065.0	0.1703			0.0042			268.34	6.9
共0K+845.0	045.0	0.1179			0.0042			268.17	6.9
共0K+905.0	060.0	0.1572			0.0454			268.01	6.9
共1K+005.0	100.0	0.2620			0.0908			267.76	6.9
共1K+010.0	005.0	0.0131			0.0454			267.45	6.9
共1K+270.0	260.0	0.6811			0.0181			267.42	6.9
共1K+290.0	020.0	0.0524			0.0076			266.73	6.9
共1K+340.0	050.0	0.1310			0.0454			266.63	6.9
共1K+355.0	015.0	0.0393			0.0454			266.45	6.9
共1K+360.0	005.0	0.0131		0.0622				266.35	6.9
共1K+370.0	010.0	0.0262				0.0373		266.30	6.9
農0K+010.0	140.0	0.3668			0.0345			266.24	6.9
農0K+250.0	240.0	0.6287			0.0076			265.87	6.9
農0K+280.0	030.0	0.0786			0.0076			265.23	6.9
農0K+330.0	050.0	0.1310			0.0583			265.09	6.9
農0K+420.0	090.0	0.2358					0.2489	264.71	6.9
后里圳								264.47	6.9

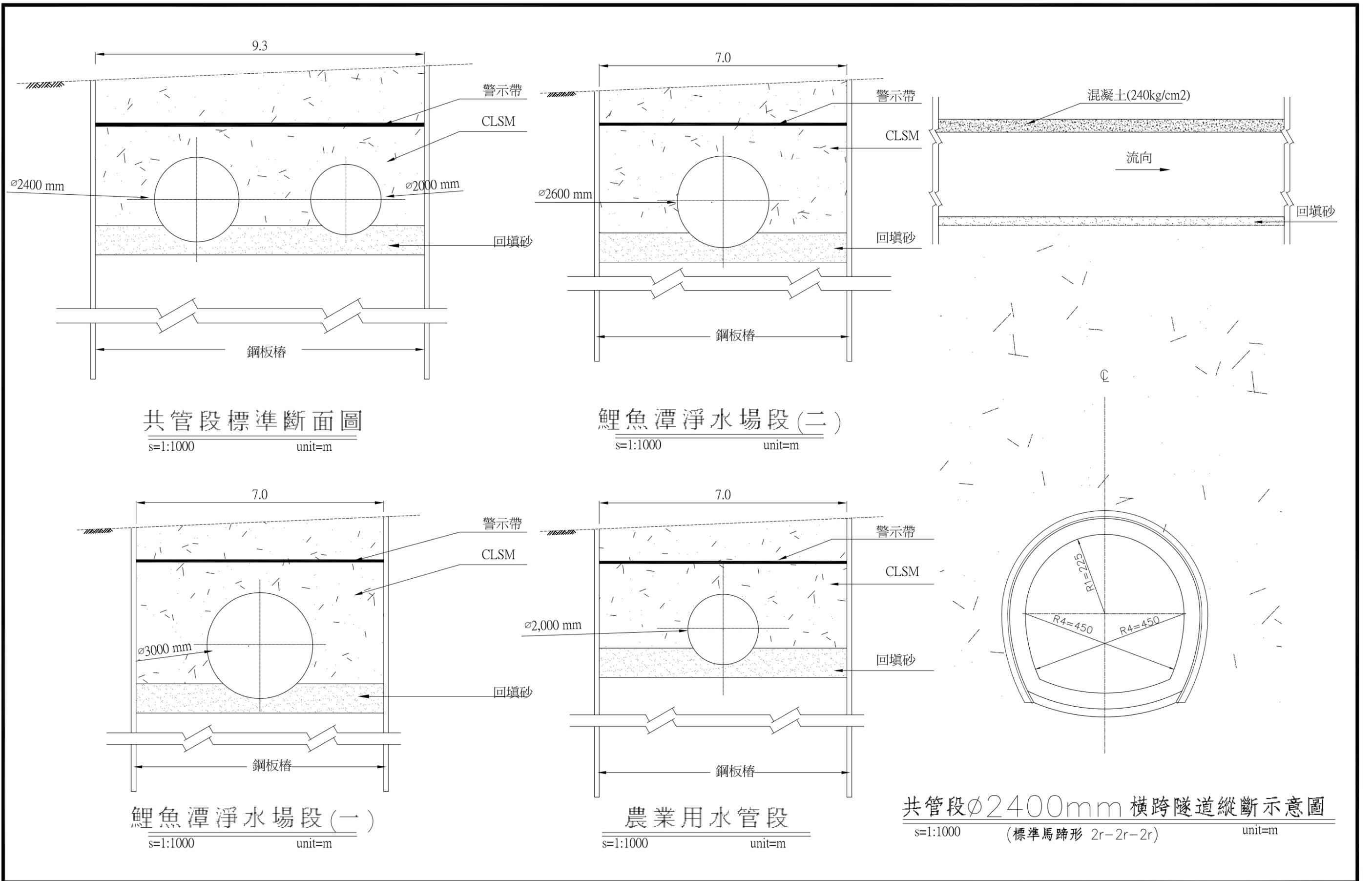


圖5-1-29 輸水管路之標準圖 (含部分管段橫跨隧道縱斷示意圖)

三、管材評估

(一)可能管材研選

按前述規劃輸水管之管徑計有 $\phi 3,000\text{mm}$ 、 $\phi 2,600\text{mm}$ 、 $\phi 2,400\text{mm}$ 及 $\phi 2,000\text{mm}$ 四種，其可選用管材則有HDPEP(高密度聚乙烯塑膠管)、GFRP(玻璃纖維強化塑膠管)、RCP(鋼筋混凝土管)、CIP(鑄鐵管)、PCCP(鋼襯預力混凝土管)、SP(鋼管)、DIP(延性鑄鐵管)等，檢討如下：

- 1.HDPEP：雖具有重量輕、搬運方便、內面光滑、富延展性且具可撓性等優點，但因其彈性係數較小，以熱融對接，施工稍疏失，易有漏水現象，中大管徑管材抗外壓強度差，受外壓易變形，如欲提高其剛性，則須製成加勁管，目前國內只能生產小口徑之平滑管，加勁管需自國外進口而少使用，不具競爭力及實用性，故不列入研選。
- 2.GFRP：雖具質輕、施工搬運簡易、內面光滑、粗糙率不依時間而增加之優點，但因較不耐外壓，大口徑管易被壓扁，且管溝若未確實回填而承受重車輪壓時，管身易損壞，品質管制不容易，國內僅一家生產，國外可自菲律賓及中國大陸等地進口供應。國內製造依CNS 11646標準，但其剛性僅規定至 $\phi 300\text{mm}$ ，大口徑管需依實際需求加厚製造，CNS 無標準可檢核，且國內目前尚未有 $\phi 3,000\text{mm}$ 之實績，故建議不列入研選對象。
- 3.RCP：國內可生產大口徑之廠家多且普遍，造價便宜，其外壓強度可依設計需求選定，但因RCP不適用於內壓管，故亦不列入研選對象。
- 4.CIP：不耐衝擊，大口徑承受外壓強度差，國內目前已逐漸由富延展性且耐衝擊之DIP取代，故不列入研選對象。

經以上之初步篩選，本計畫較適宜之管材有DIP、SP及PCCP，茲就此三種管材管徑 $\phi 2,600\text{mm}$ 之功能、效益、適用性、經濟性及相關法令作分析評估列如表5-1-19所示。

(二)綜合評估

- 1.管材製作及採購：DIP、SP及PCCP均訂有CNS國家標準且國內廠商生產家數均有三家以上，管材採購容易且符合法令規定。
- 2.物理機械性質比較：各管材機械性質比較如表5-1-20所示，DIP多項性質較佳，PCCP易於現場檢測漏水試驗以及耐外壓，SP佔有接頭無鬆脫之優勢。
- 3.可使用範圍：依據 $\Phi 2,600\text{mm}$ 之各管材特性，各管材適用範圍摘列如表5-1-21，對本工程之一般路段而言，三種管材均適用。
- 4.管材費比較：本計畫各管徑之DIP、SP及PCCP管材單價說明如表5-1-22所示，PCCP及SP較便宜，DIP管材費用相對稍高。
- 5.各管材年費比較：以管徑 $\Phi 2,600\text{mm}$ 為例，依使用年限、投資利息、折舊費及維護費推估各管材年費如表5-1-23所示，其中DIP初設費雖較高，但由於使用年限較長，單位長度年費與PCCP及SP管相近。
- 6.抗腐蝕性：DIP抗腐蝕性較佳，故使用年限較長。PCCP及SP抗腐蝕性較差，增加抗腐蝕層可延長使用期限，唯需符合規範之規定。

綜合上述各管材之功能、效益、使用年限、經濟性及適用性，各管材均有其優劣點，建議於後續階段再行詳細評估。本工程之費用計算趨於保守，暫以 $\Phi 2,600\text{mm}$ 以下使用DIP管， $\Phi 3,000\text{mm}$ 採用SP管估算之。

表5-1-19 DIP、SP、PCCP管材特性分析表(1/2)

特性 管材	DIP(延性鑄鐵管)	SP(鋼管)	PCCP(鋼襯預力混凝土管)
功能	<p>1.優點：</p> <p>(1)質堅強富延展性，能耐衝擊，正常使用壽命長</p> <p>(2)機械接頭之撓曲性及伸縮性佳</p> <p>(3)接頭零件齊全，施工簡易</p> <p>2.缺點：</p> <p>(1)重量較大，接頭容易脫開，需採防脫接頭(依 CNS 規格，管徑 $\psi 2600$ 之接合型式僅 K, U 及 UF 型，但 K,U 型無防脫作用)，零件需設固定台</p> <p>(2)埋設於高腐蝕性土壤之管外需作防蝕處理</p> <p>(3)地震產生的外壓及位移，易致接頭破裂漏水</p>	<p>1.優點</p> <p>(1)抗張及抗彎曲強度大，富延展性、耐衝擊</p> <p>(2)接頭可熔接成一體且不易脫落</p> <p>(3)重量較輕，搬運及加工簡易，施工彈性大</p> <p>(4)推進用鋼管 WSP 有水泥管加鋼管之功能而具有更大強度、優異的水密性及穩定性</p> <p>2.缺點</p> <p>(1)接頭焊接處需小心處理，以避免腐蝕，SP 非剛性體，大口徑管容易被壓扁</p> <p>(2)埋管須注意墊層及回填</p> <p>(3)焊接時施工速度慢且佔用道路等問題</p> <p>(4)重量輕，空管受地下水浮力之影響較大</p> <p>(5)維修費較高</p>	<p>1.優點</p> <p>(1)耐內壓及外壓，接頭水密性高、撓曲度佳，可承受較差之墊層及回填環境，安裝施工簡易。</p> <p>(2)耐腐蝕性及耐電蝕性優良。</p> <p>(3)管內粗糙率不隨時間而劣化。</p> <p>(4)管材國內可產製，價格相對較低廉。</p> <p>(5)本身強度可以支撐外壓，承受地下水浮力較佳。</p> <p>2.缺點</p> <p>(1)粗重、搬運施工較費力。</p> <p>(2)接頭容許偏角小，施工技術要求較高。</p> <p>(3)切割、開孔及連接加工困難。</p>
效益	<p>1.施工快速，對道路管段埋設之交通影響較小</p> <p>2.正常使用時之使用年限為 40 年以上</p>	<p>1.施工彈性大，可配合特殊複雜地形現場焊接</p> <p>2.大口徑鋼管由鋼板捲焊而成，生產速度較快，供貨期較易掌控</p> <p>3.使用年限為 20 年</p>	<p>1.PCCP 管具有水泥管及鋼管之優點，水泥本身之鹼性環境，使內層金屬表面產生非活性之氧化鐵保護層，阻止金屬氧化，具有防蝕特性，日後之運轉維護費用較低。</p> <p>2.接頭採承插口設計，施工簡易迅速。</p> <p>3.使用年限為 20 年。</p>
法令規定	<p>1.訂有國家標準 CNS 10808</p> <p>2.國內可生產大口徑廠家有三家以上，符合採購法要求</p>	<p>1.訂有國家標準 CNS 6568</p> <p>2.國內可生產大口徑管材廠家有四家以上，符合採購法要求</p>	<p>1.訂有國家標準 CNS 12285。</p> <p>2.國內可生產此大口徑管材廠家有六家以上，符合採購法要求。</p>

表5-1-19 DIP、SP、PCCP管材特性分析表(2/2)

特性 管材	DIP(延性鑄鐵管)	SP(鋼管)	PCCP(鋼襯預力混凝土管)
經濟性	1.國內生產最大管徑為 $\phi 2,600\text{mm}$ 2.管材費： (1)一般管段(K型3種管)直管約 135,000 元/M (2)推進管段約(U型3種管，含推進 用外包) 259,000 元/M	1.耐震性佳，複雜地形易於現場修改，經 濟效益佳 2.管材價格適中，管材費如下： (1)一般管段(厚 24mm) 73,800 元/M (2)推進用鋼管(WSP)146,000 元/M (3)管內外壁 PE 熔襯鋼管 100,000 元/M	1.PCCP 為鋼管+水泥管+預力線結合 而成之剛性管，抗內外壓且耐震力 強，運轉維護費低，約為 DIP 之 1/2， SP 之 3/4。 2.管材價格適中，一般管段直管費用 為：60,400 元/M。
適用性	可用一般管段、推進管段、另件部份	可用一般管段、水管橋、推進管段、另件 部份	1.可用於：一般管段 2.不適用於： (1)水管橋 (2)推進管段 3.推進管可採用 WSP(鋼製推進管接頭)
綜合建議	DIP 造價相對較高，且大口徑管件受 地震產生之外壓及相對位移需採用 防脫接頭，以免導致接頭破裂漏水	1.一般管段： (1)道路埋設時，因其接頭焊接施工速度 慢，道路佔用時間長，施工環境對交 通衝擊影響大 (2)埋設於河堤段時，則因地下水浮力及 長期浸水，焊接部份易腐蝕等問題， 不建議採用 (3)若採水泥砂漿內外保護或管內外壁 PE 熔襯，其抗蝕能力強，但焊接處仍需 小心處理 2.因耐震性佳且可配合水管橋之複雜地 形，建議採用於水管橋段 3.配合管線不同角度轉彎及閘類另件需 求，建議採用於另件部份	1.一般管段： PCCP 安裝施工簡易，承受地下水浮力 佳且耐內外壓及地震，適用於道路及 堤防段埋設。 2.新修訂之 CNS 12285 已訂有另件規 格，國內部份廠商均有能力製造。 3.水管橋及推進管段部份因國內目前 尚無生產。

表5-1-20 各管材機械性質比較

管 材 性 質	DIP	SP	PCCP
抗拉強度 (kgf/mm ²)	42 以上	41 以上	性質不同
彎曲強度 (kgf/mm ²)	60 以上	41 以上	性質不同
硬度(HB)	230	140	性質不同
伸長率(%)	10 以上	18 以上	性質不同
抗腐蝕 (μΩ-cm)	50~70	10~20	20 以上
直管破裂水壓 (kgf/cm ²)	95.3	75.7	27 以上
外壓	較佳	較弱，有輪壓影響真圓度之顧慮，增設加強環改善。	較佳
抗腐蝕(壽命)	長，可達 40 年以上	20 年以上(防蝕塗裝後須防止損傷)	20 年以上
漏水檢驗	無焊道問題，可於每個接頭先行試水，再進行整體試水。惟接頭數為每 4M 一支。	1.直管若以焊接製成，14 公里焊道 X-ray 檢驗需確實。 2.直管若以接頭連接，則無焊道 X-ray 檢驗問題。	可於現場逐支水壓測試，簡易快速。
抗鬆脫	U 型接頭，防止鬆脫，接頭略具可撓能力，可因應沉陷變位。S 型則增加耐震功能。	焊接或法蘭接頭不致鬆脫，惟需特別考慮管體熱脹冷縮。	可
市場供應	錦源、興南鑄造、元鋼	國統(生產);振鍵、遠東、萬機(加工)	國統、偉盟、新藝

資料來源：本計畫整理

表5-1-21 各管材可使用範圍

管 材	一般管段	水管橋	推進管段	另件部份
DIP	○	×	○	○
SP	○	○	○	○
PCCP	○	×	×	○

註：○—可使用；×—不適用

表5-1-22 各管材單價說明

管徑 (mm) \ 管種	DIP (元/m)	SP(含焊接及檢測) (元/m)	PCCP (元/m)
2,000	69,300	未生產	39,300
2,400	102,200	63,600	53,300
2,600	120,400	74,600	60,400
3,000	未生產	102,400	73,700
施工速度	管徑 Φ2,400mm 施工速率約 30m / 日，惟因製程限制需每 4~5m 一接頭。	管徑 Φ2,400mm 施工速率約 4m / 日	管徑 Φ2,400mm 施工速率約 30m / 日

表5-1-23 各管材年計成本比較

管 材 (Φ2,600mm)	使用年限 (年)	管材費 (元/m)	施工費 (元/m)	單位長度年成本(元/m)			
				利息 (6%)	折舊費	維護費 (以 1%計)	合 計
DIP	40	120,400	30,000	9,024	(2.5%) 3,760	1,504	14,288
SP	20	74,600	30,000	6,276	(5%) 5,230	1,046	12,552
PCCP	20	60,400	30,000	5,424	(5%) 4,520	904	10,848

資料來源：本計畫整理

5-2 鯉魚潭水庫第二原水管工程規劃

5-2-1 第二原水管路線規劃

一、路線規劃原則

鯉魚潭水庫第二原水管之路線勘選前，按計畫輸水量、取水地點、輸水目標點等各項原則及限制說明如下：

(一) 計畫輸水量

依據大台中地區水資源供需架構，如圖5-2-1所示，第二原水管屬第三系統之一環，可與既設第一原水管互為替代，計畫輸水量為110萬CMD。

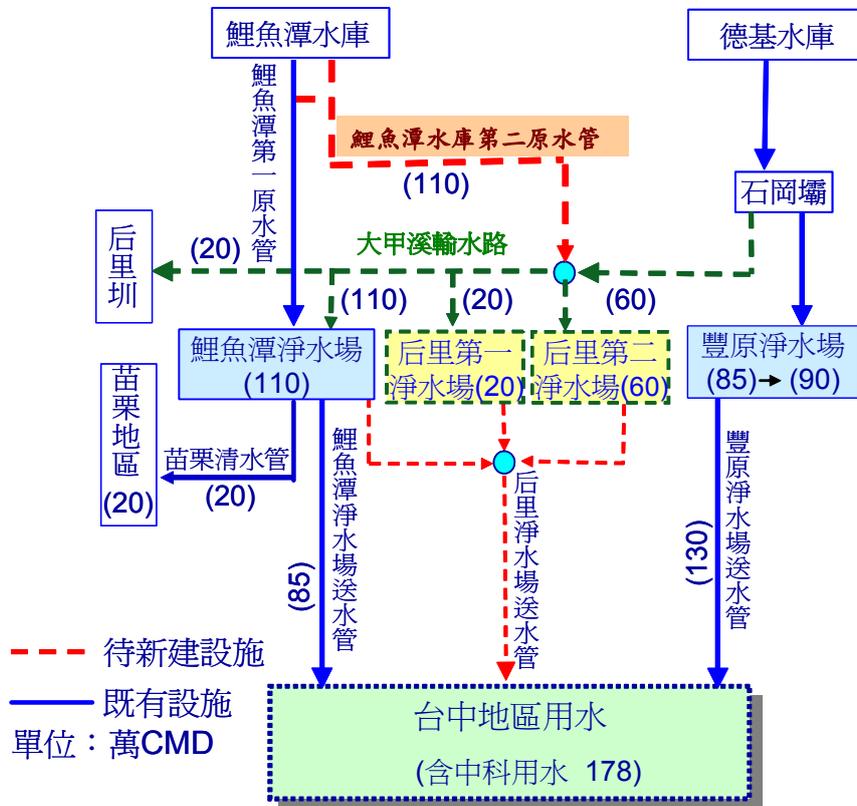
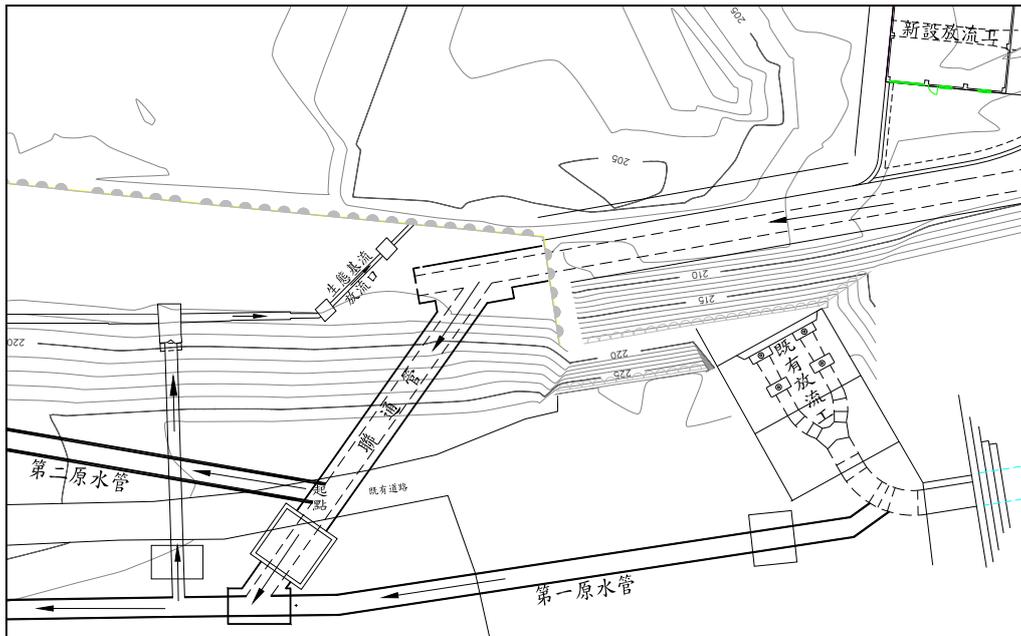


圖5-2-1 大台中地區水資源供需架構圖

(二) 輸水路起點

第二原水管起點由「鯉魚潭水庫發電取水口設置備援出水工程」之預留銜接口處銜接，如圖5-2-2所示；計畫銜接點管底高EL.218.2m，預留管徑為 ϕ 2600mm。



(資料來源：鯉魚潭水庫備援系統出水工程，中區水資源局，95)

圖5-2-2 鯉魚潭水庫第二原水管起點相關設施示意圖

(三)輸水路終點

計畫送水目標為后里淨水場及鯉魚潭淨水場，其第二原水管之終點與大甲溪輸水管銜接於第二蝶閥室，銜接點如圖5-2-3所示。

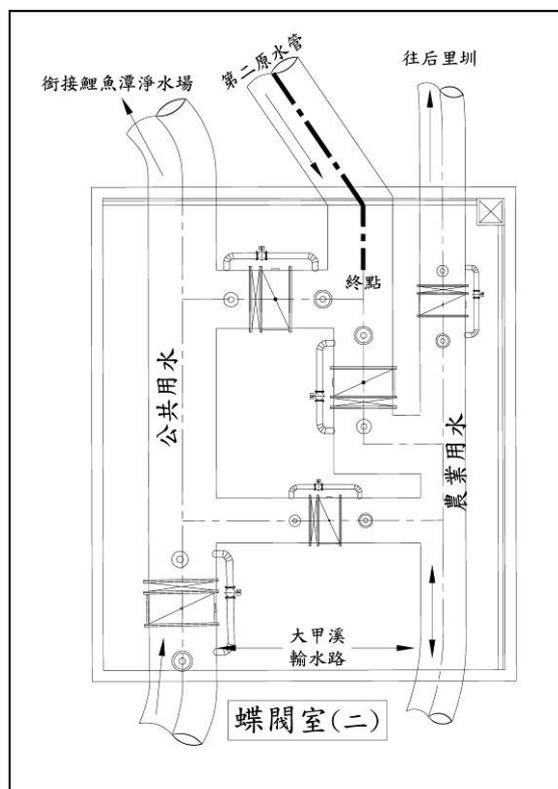


圖5-2-3 鯉魚潭水庫第二原水管終點相關設施示意圖

二、可能輸水路線研擬

(一)路線初步研擬

由鯉魚潭水庫第二原水管之起迄點及計畫區之地形、地質條件評估，初步研提可能路線如圖5-2-4所示，共有五條可能路線包括(詳表5-2-1)：

路線一：繞行枕頭山全線埋管（明挖覆蓋段）

路線二：穿越枕頭山循新縱貫山線鐵路旁埋管(隧道段、明挖覆蓋段)

路線三：隧道穿越枕頭山循舊縱貫山線鐵路埋管(利用舊山線鐵路旁土地埋設)

路線四：利用舊縱貫山線鐵路橋(利用既有鐵路隧道及鐵路路線)

路線五：長隧道路線(銜接原大甲溪輸水路銜接點)

表5-2-1 鯉魚潭水庫第二原水管可能路線一覽表

路線別 \ 分段	前段	過河段	後段
路線一 繞行枕頭山 全線埋管	繞行埋管	新山線橋上游	新山線旁埋管
路線二 穿越枕頭山 循新山線旁埋管	隧道直接穿越	舊山線橋下游	新山線旁埋管
路線三 隧道穿越枕頭山 循舊山線埋管	隧道直接穿越	舊山線橋上游	舊山線鐵路旁
路線四 舊山線設管 利用舊鐵路橋路線	循舊山線隧道設管	舊山線橋上游	舊山線鐵路
路線五 長隧道路線	隧道直接穿越	舊山線橋上游	丘陵區→隧道穿越→埋管

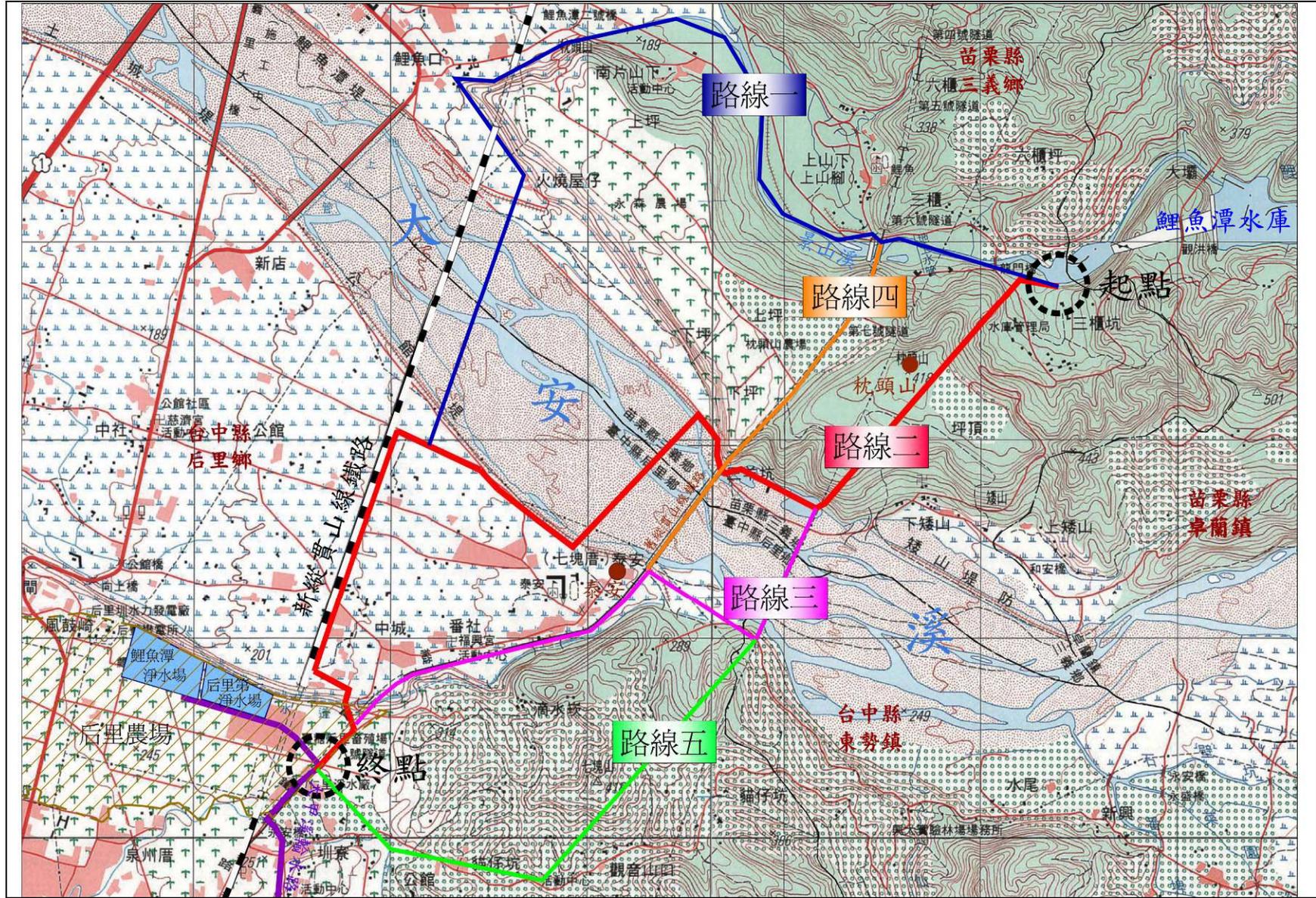


圖5-2-4 鯉魚潭水庫第二原水管初勘可能路線示意圖（五條路線）

(二)路線現況踏勘

1.路線一：繞行枕頭山全線埋管

考量全線以明挖覆蓋埋管方式規劃，由起點即沿景山溪繞過枕頭山，輸水路線總長共約為8,640m，經路線踏勘，初步規劃最可行路線為利用景山溪既有水防道路再沿枕頭山坡腳埋設，如圖5-2-5所示，跨越大安溪後，為降低對於社會、人文之破壞及用地取得不確定性，規劃路線避開舊泰安車站(泰安鐵道文化園區)及聚落密集地區，沿公館堤水防道路銜接至新縱貫山線鐵路旁佈設。

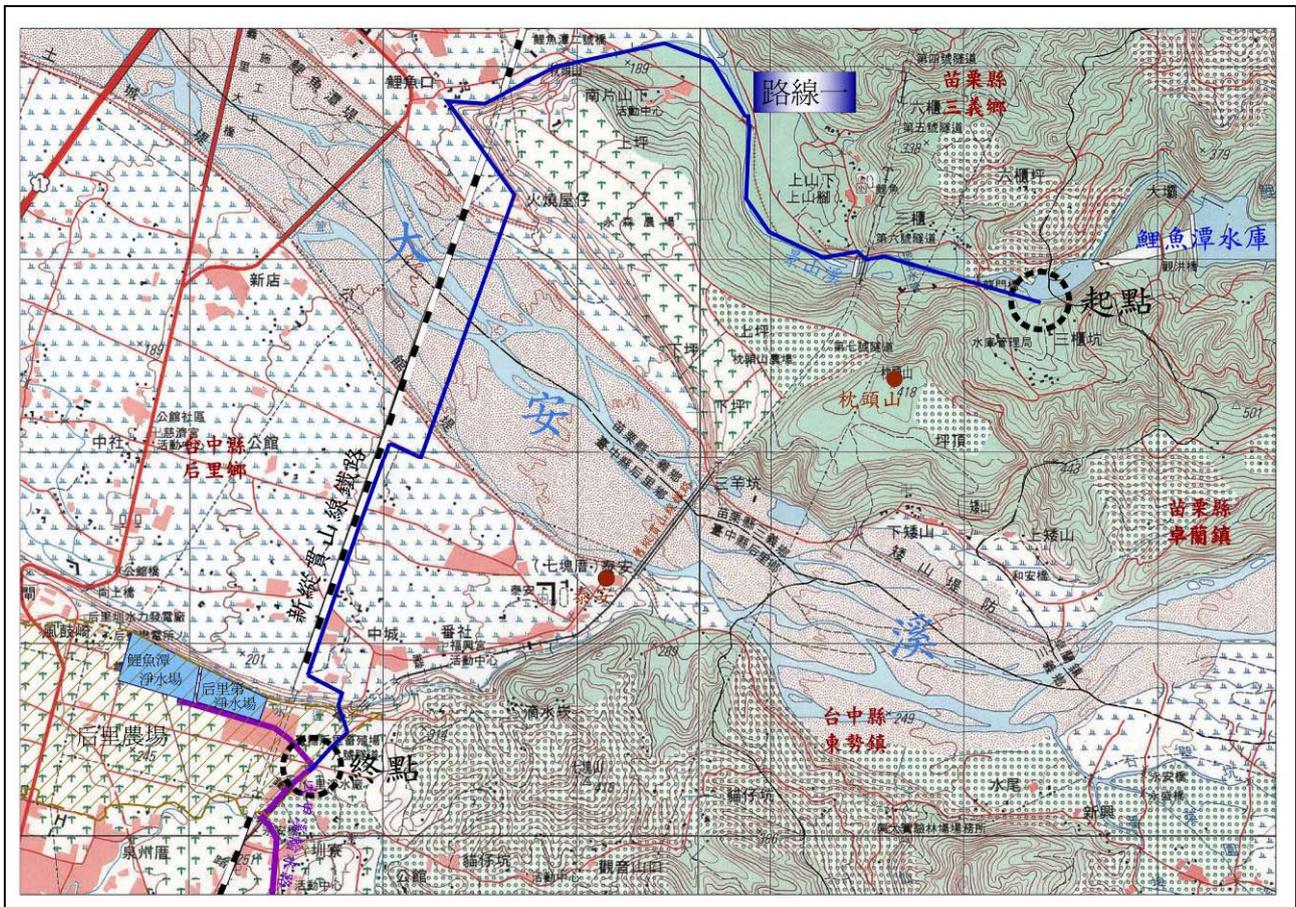


圖5-2-5 鯉魚潭水庫第二原水管路線一位置示意圖

2.路線二：穿越枕頭山循新山線旁埋管

路線規劃以隧道與明挖埋管方式，總長約為6,474m，於鯉魚潭水庫發電取水口，即本工程起點附近儘早進隧道以減少環境衝擊。新設隧道穿越枕頭山，長約1,555m，出隧道後改以埋管方式沿大安溪兩側及新縱貫山線鐵路旁佈設，以避開泰安鐵道園區及聚落密集區，如圖5-2-6。

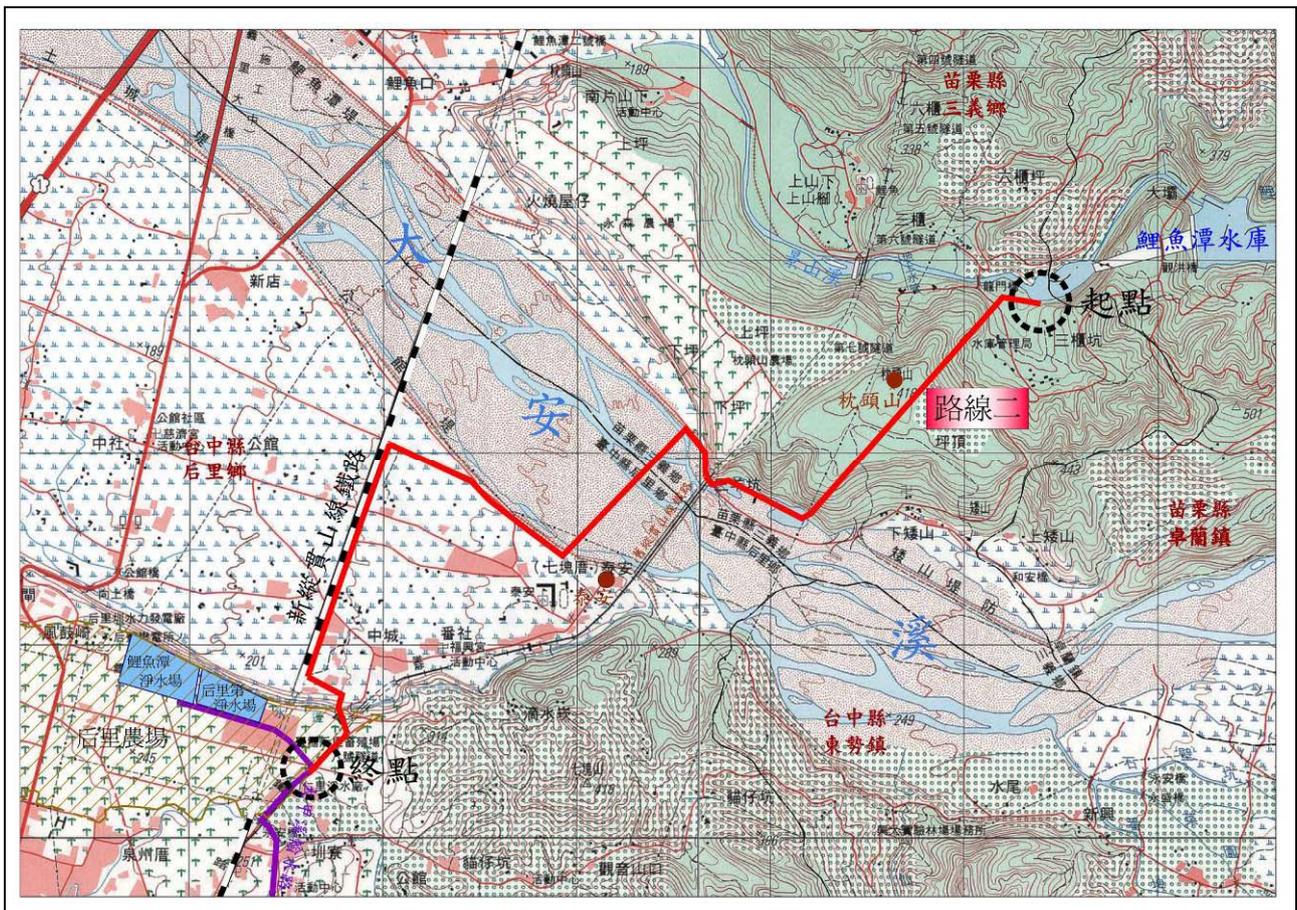


圖5-2-6 鯉魚潭水庫第二原水管路線二位置示意圖

3.路線三：隧道穿越枕頭山循舊山線埋管

本方案於新建隧道穿越枕頭山後，循舊縱貫山線鐵路旁埋管，其埋管距離較短，如圖5-2-7；於大安溪右岸舊鐵路橋上游跨越大安溪，再利用舊縱貫山線鐵路旁土地埋設管路，但規劃路線穿越泰安鐵道文化園區及聚落密集地區，對於社會、人文及用地取得有較大之影響。

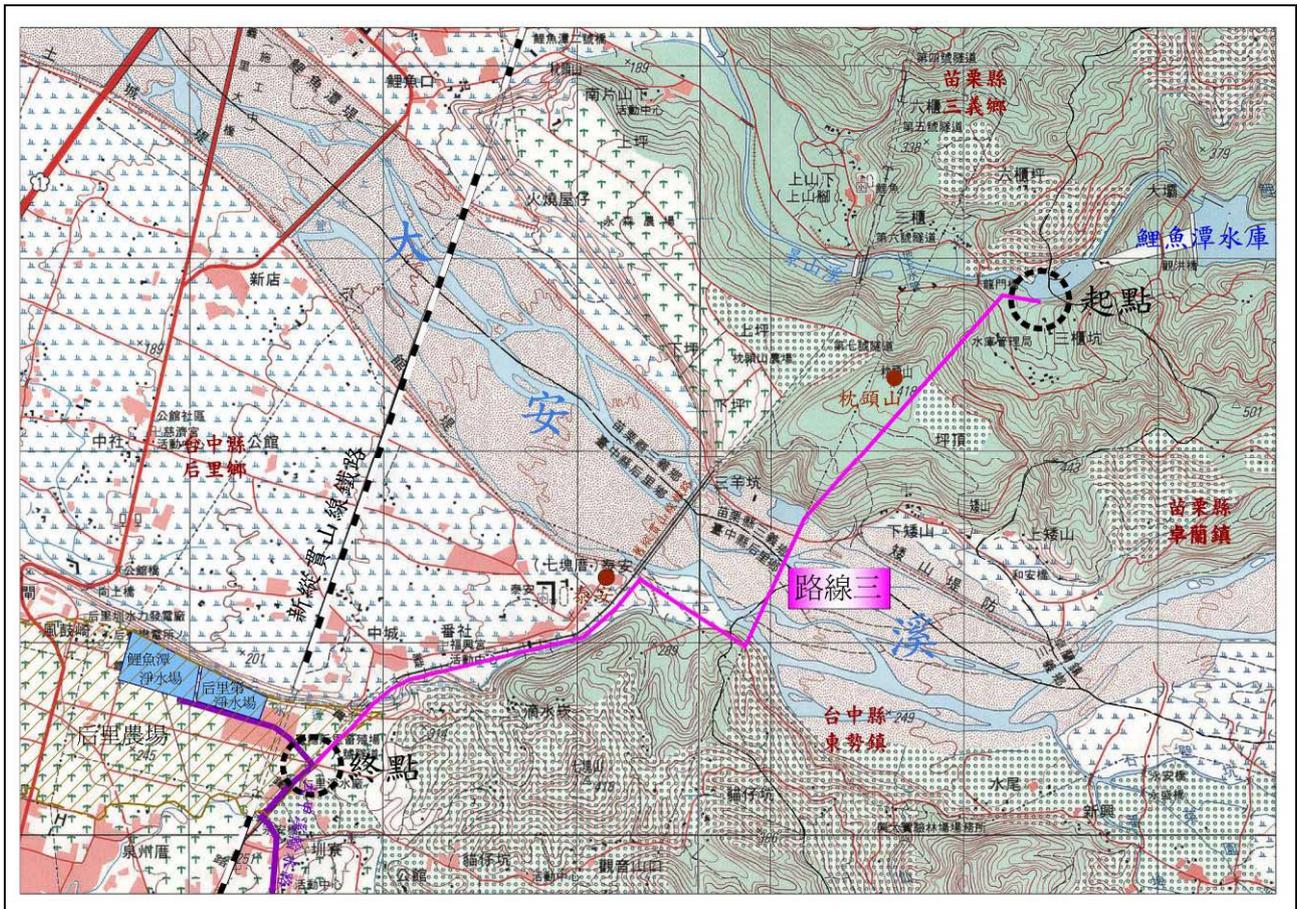


圖5-2-7 鯉魚潭水庫第二原水管路線三位置示意圖

4.路線四：利用舊鐵路隧道埋管

本路線係考量利用舊縱貫山線鐵路之隧道設管，再沿舊縱貫山線鐵路佈線，以取得最短、最便捷路線，如圖5-2-8所示，規劃階段曾函詢台灣鐵路局，惟未獲同意使用。

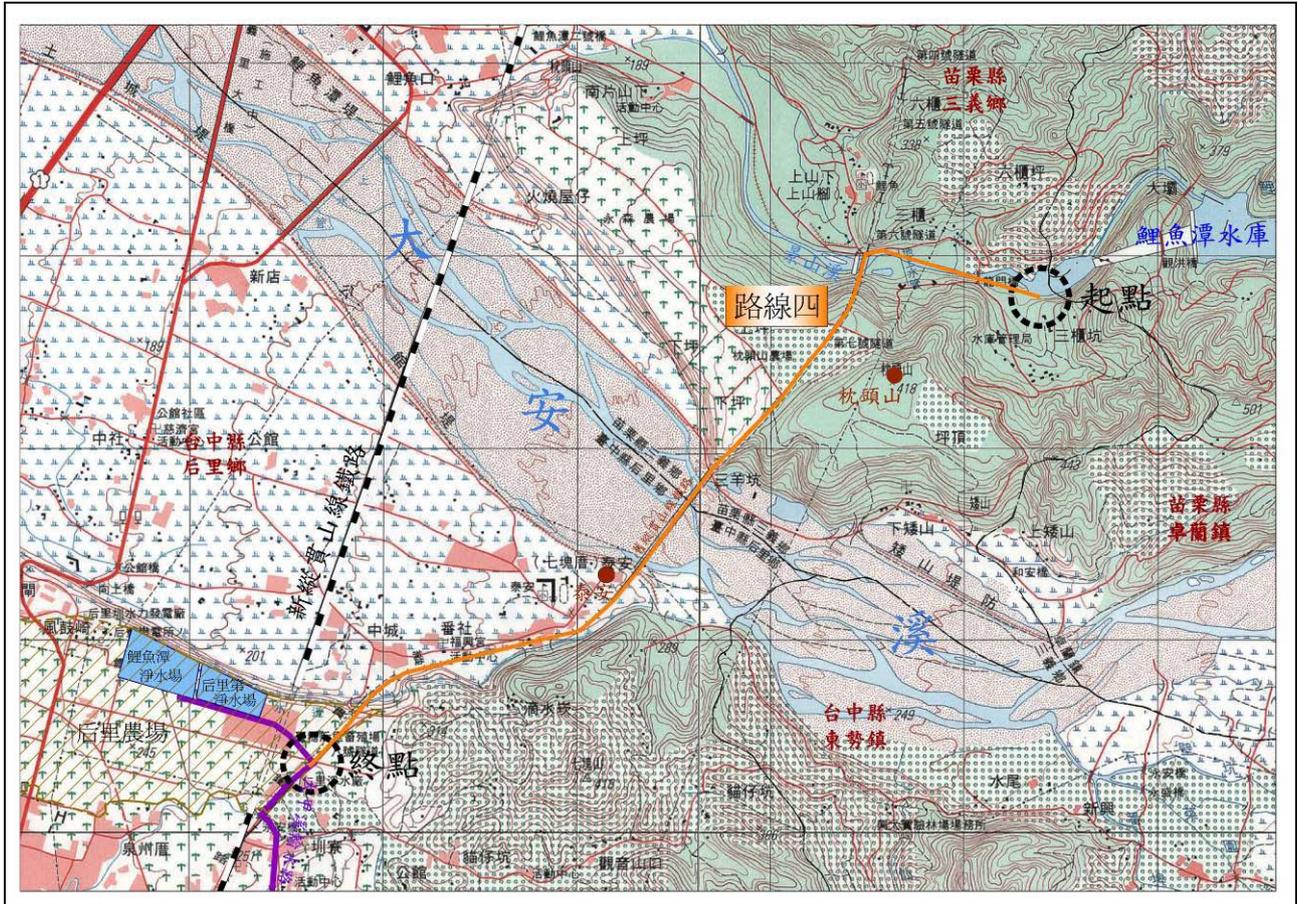


圖5-2-8 鯉魚潭水庫第二原水管路線四位置示意圖

5.路線五：長隧道路線

考量全線盡量以隧道來施作，隧道工程有初期建造費用較高，但用地及環境衝擊較小之優點，初勘路線隧道分成兩段分別穿越枕頭山及后里七塊山丘陵帶，路線全長3,600m，如圖5-2-9，規劃過程發現隧道出口處鄰近墓園，為免日後地方以破壞風水為由反對，且該區循既設縣道埋管，其路寬不足，交通衝擊頗鉅，故可行性偏低。

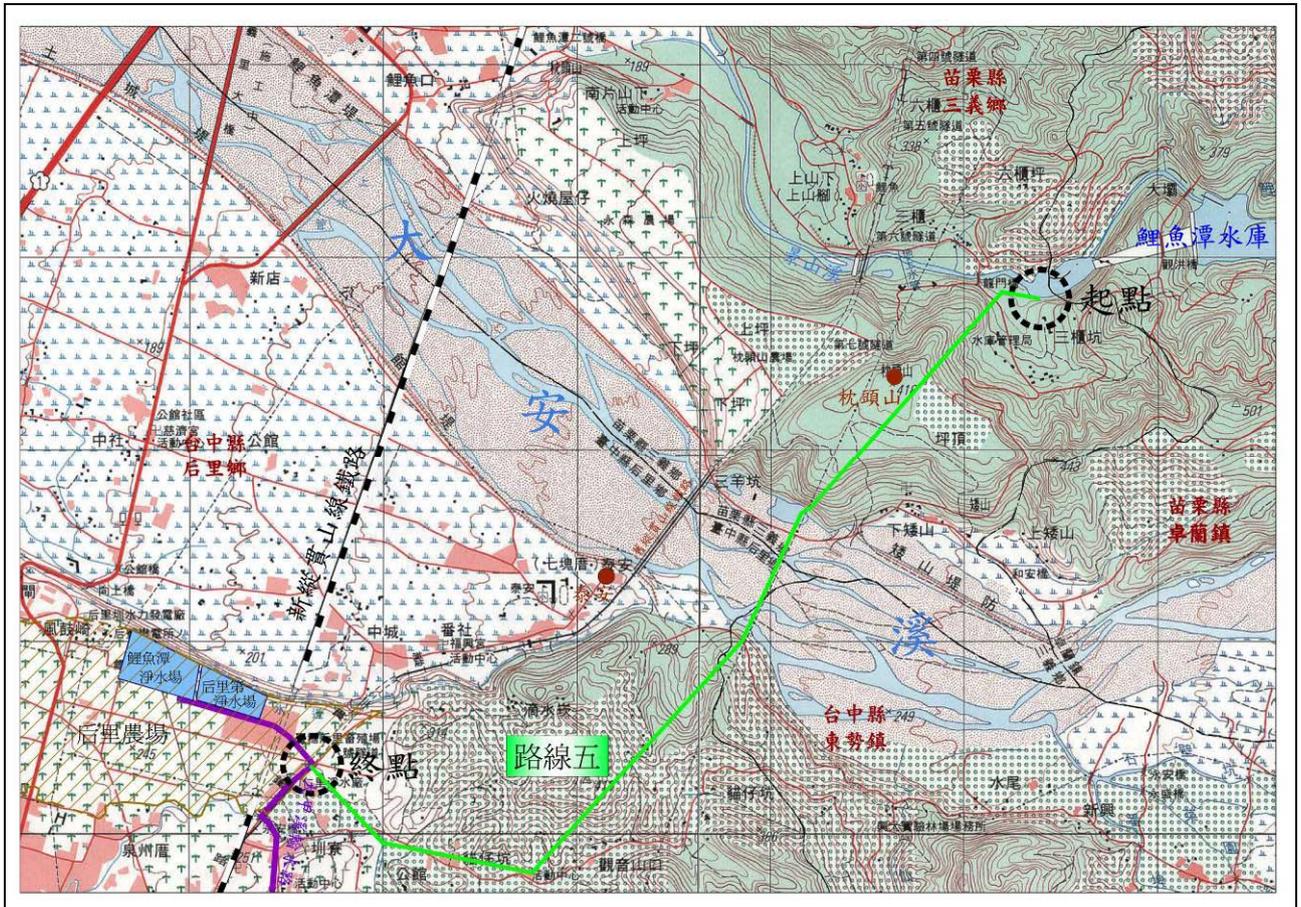


圖5-2-9 鯉魚潭水庫第二原水管路線五位置示意圖

三、路線方案綜合評估

上述五個可能路線中，初步評估，比較如表5-2-2所示，其中：

(一)路線三（隧道穿越枕頭山循舊山線埋管）

本路線於跨越大安溪後沿著舊縱貫山線鐵路附近接至后里台地，該段埋管雖最短，如圖5-2-7；惟，沿線鄰近聚落甚多，亦接近舊泰安火車站、地震紀念碑等歷史建物保留區，恐日後環境影響較鉅，不利推動。

(二)路線四（利用舊鐵路橋設管）

考量利用廢棄之台鐵舊縱貫山線鐵路之隧道穿越枕頭山，將可免隧道施工並提升舊設施之價值；如圖5-2-8；惟，有關舊縱貫山線鐵路隧道之使用，經鐵路局函覆表示該段舊山線已有其他利用計畫而未能同意使用(如附錄一所示)。

(三)路線五（長隧道路線）

本路線預定銜接點附近多墓園，如圖5-2-9，輸水隧道穿越，在當地民眾目前觀念的接受度上變數大，對本計畫期程緊迫而言甚不利。

上述三條路線之評估，預期在環境衝擊、用地取得等方面較不利，而予以排除。

進一步探討初步篩選結果，分析路線一、二之優劣點，以水理、地質地形、工法、用地處理、環境衝擊、維護管理、可能風險等7項相關因子作為量化評比之依據，各個評比項目，以最佳者給予5分，最劣者給予1分，計算結果如表5-2-3所列。

評比結果以路線二，穿越枕頭山新建隧道及循新縱貫山線鐵路旁埋管方案為優選方案，作為後續鯉魚潭水庫第二原水管工程規劃佈設之依據。

表 5-2-2 鯉魚潭水庫第二原水管可能路線初步評估

項目	路線別	路線一 繞行 枕頭山路線	路線二 枕頭山 新設隧道路線	路線三 舊山線路線	路線四 舊鐵路橋 路線	路線五 長隧道 路線
	分段					
路線概要	前段	繞行埋管	隧道直接穿越	隧道直接穿越	循舊山線隧道埋管	隧道直接穿越
	跨河段	新山線橋上游	舊山線橋附近	舊山線橋上游	舊山線橋上游	舊山線橋上游
	後段	新山線旁埋管	新山線旁埋管	舊山線縱貫鐵路旁	舊山線縱貫鐵路旁	直接穿越丘陵區
初步評估	用地取得	□	○	△	X	○
	地質條件	○	○	○	○	X
	社會人文	□	○	X	X	X
	財務分析	△	△	△	○	□
	總結	再評估	再評估	不採行	不採行	不採行

註： ○：佳 △：尚可 □：差 X：極差

表 5-2-3 鯉魚潭水庫第二原水管路線方案評估比較表

方案別 項目	路線一	評 比	路線二	評 比
水 理	1.總損失水頭 23.26 m 2.鯉魚潭水庫取水高程降到 288.26m 以下，鯉魚潭容量為 7400 萬 m ³ (總容量之 62%)，無法重力送水	3	1.總損失水頭 16.82 m 2.鯉魚潭水庫取水高程降到 281.82m 以下，鯉魚潭容量為 5400 萬 m ³ (總容量之 45%)，無法重力送水	5
地質地形	沿線無斷層或褶皺分佈	3	1.隧道沿線無斷層或褶皺分佈 2.隧道全線通過魚藤坪砂岩，岩質堅硬緻密	4
工 法	1.工期較長 2.多處橫交景山溪與第一原水管	2	工期較短	4
用地處理	扣除相同路線外，有 34,080m ² 用地取得較多變數，阻力較大	2	扣除相同路線外，其餘用地易於取得	4
環境衝擊	沿線住家較多，施工期間環境衝擊較大	3	沿線使用土地較無爭議	5
維護管理	1.若採倒虹吸工維護不易 2.全段壓力流，故需分段洩壓調節	2	全段壓力流，故需分段洩壓調節	4
可能風險	施工期間與居民接觸範圍較大，易造成安全及抗議聲浪	2	施工期間與居民接觸範圍較小	3
總積分		17		29

5-2-2 第二原水管工程規劃

一、規劃佈置

(一)供水能力檢討

鯉魚潭水庫第二原水管重力輸水及其能力主要取決於鯉魚潭水庫水位高，由水理分析水庫水位變動；水源分析其發生機率，檢討如次。

1.水理分析條件：

(1)全段壓力流，故採用Hazen-Williams公式計算管路摩擦損失， $C = 100$ ，其他管內損失水頭概略以摩擦損失水頭之20%估算，而管段A1、A2、B1、B2及C；各管段長、管徑及最大輸水量如圖5-2-10所示。

(2)起點能量高採鯉魚潭水庫常水位300m扣除至銜接點之管損1.182m。

(3)考慮鯉魚潭水庫第二原水管sta.6k+200處局部高點EL.269 m。

(4)訖點水頭：鯉魚潭淨水場(EL.254 m)、后里第一淨水場(EL.255 m)、后里第二淨水場(EL.265 m)。

(5)送水原則：

A.鯉魚潭水庫第一原水管優先輸水至鯉魚潭淨水場。

B.鯉魚潭水庫第二原水管優先輸水至后里第一淨水場，后里第二淨水場次之，最後鯉魚潭淨水場。

2.水源分析條件：

(1)以WERASIM-E模式分析，以民國64～93年水文資料，於SI = 1，依照大安大甲溪水源聯合運用規則做水源最佳分配。

(2)台中地區以目標110年需水量178萬CMD(已扣除苗栗20萬CMD)為限制。

(3)以上述水理分析水位，計算其水位以下發生之機率。

3.成果評析

鯉魚潭水庫第二原水管出水量對應鯉魚潭水庫水位及其發生機率如表5-2-4及圖5-2-11所示。

(1)維持鯉魚潭水庫第二原水管重力送水，鯉魚潭水庫水位下限為EL.269 m，滿載110萬CMD時，則水庫水位下限提高至EL.286.88m。

(2)供后里淨水場(第一20萬CMD、第二60萬CMD)80萬CMD時，鯉魚潭水庫水位下限為EL.279.45 m；鯉魚潭水庫第一原水管因設有加壓設施不受鯉魚潭水位影響，其最大供水110萬CMD，故大安溪系統於鯉魚潭水庫水位EL.279.45 m時總出水量最大可達190萬CMD；另，豐原淨水場出水量90萬CMD，共計出水量280萬CMD，超過大安大甲溪水源聯合運用供水系統之供水潛能193萬CMD。但此時鯉魚潭水庫庫容僅剩百分比39.52%，實施枯旱限水；另其對應此水庫水位以下發生機率僅26.74%，故就使用時機與經濟考量，建議鯉魚潭水庫第二原水管無須增設加壓站。

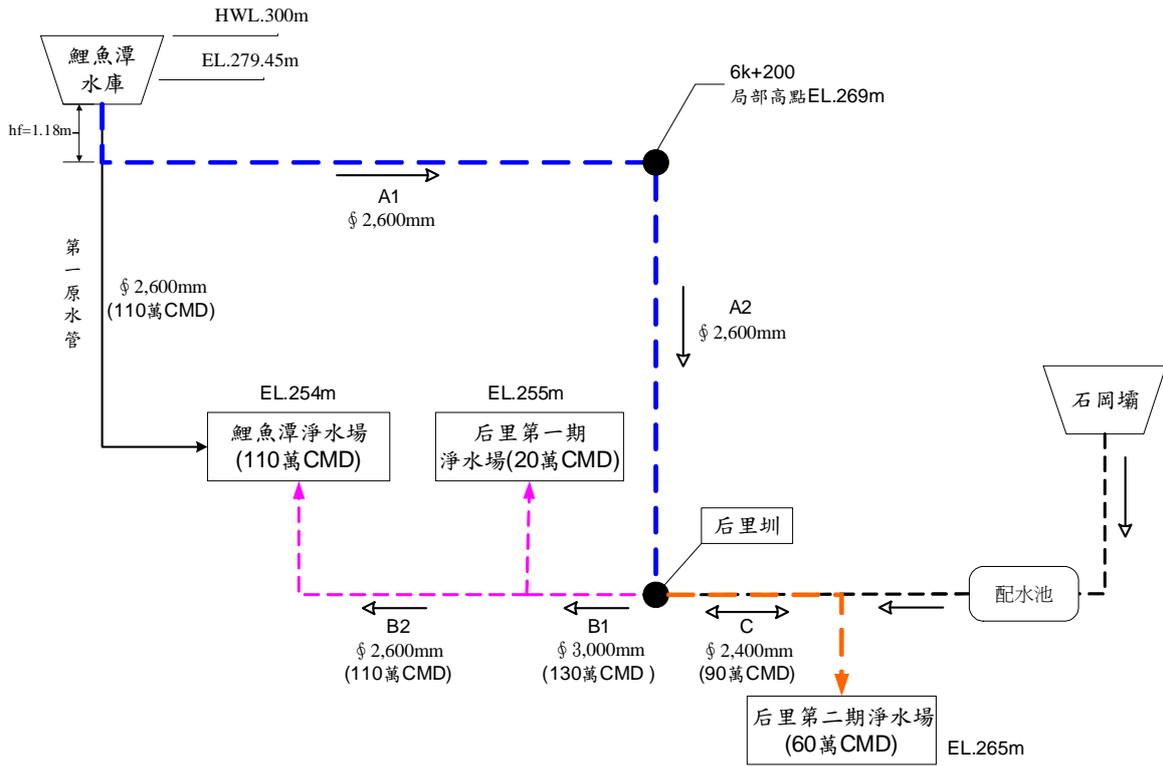


圖 5-2-10 鯉魚潭水庫第二原水管與大甲溪輸水路佈置

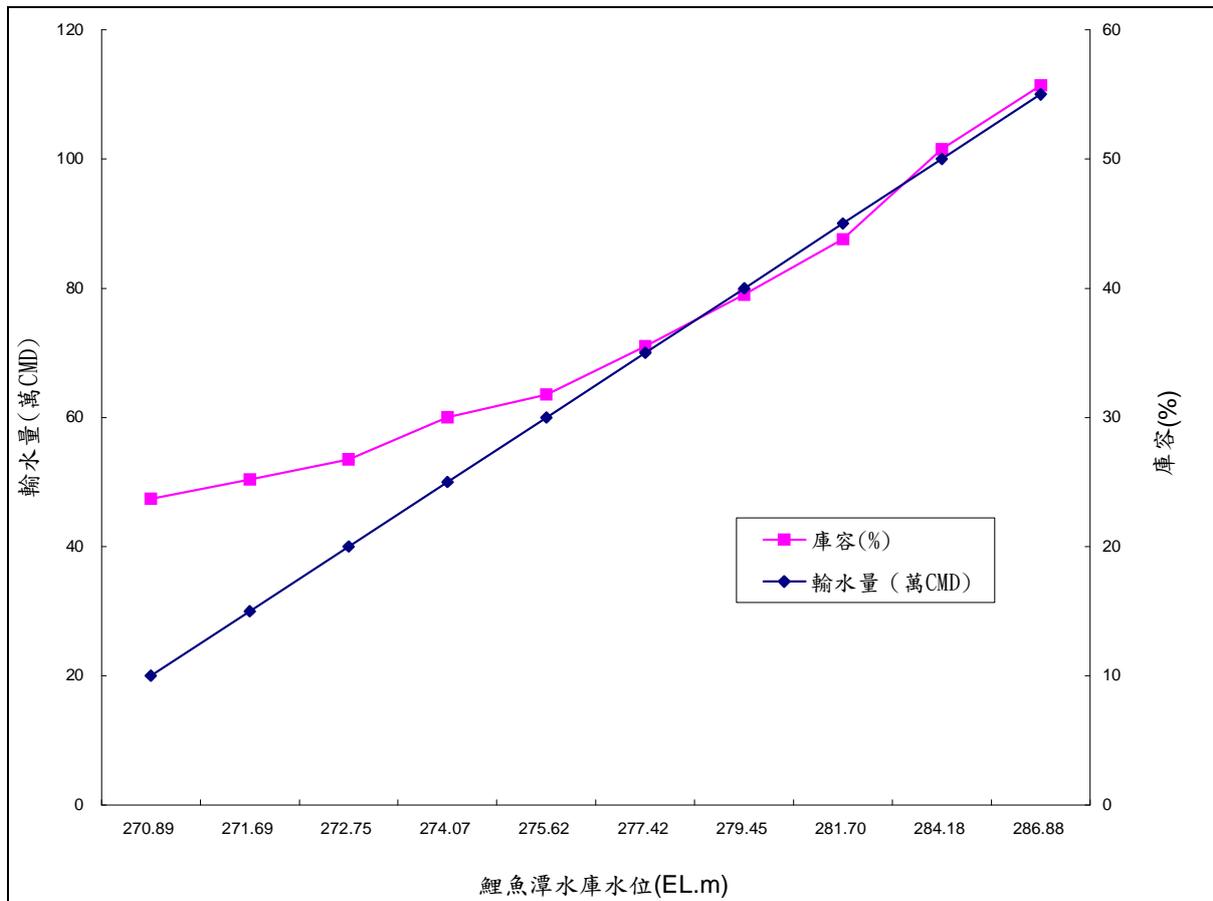


圖 5-2-11 鯉魚潭水庫水位與第二原水管輸水量關係圖

表 5-2-4 鯉魚潭水庫第二原水管水理計算表

項目 淨水場別	第二原水管送水量 (CMD)	大安大甲溪水源聯合運用 輸水工程				水理因素			對應 鯉魚潭水庫	
		管別	管徑 (mm)	管長 (m)	輸水量 (萬 CMD)	流速 (m/sec)	摩擦 損失 (m)	所需 能量 (m)	水位 (EL. m)	發生 機率 (%)
后里第一淨水場	20	A1	2,600	6,200	20	0.44	0.59	0.71	270.89	19.33
		A2	2,600	274	20	0.44	0.03	-		
		B1	3,000	300	20	0.33	0.01	-		
后里第一淨水場 + 后里第二淨水場	30	A1	2,600	6,200	30	0.65	1.26	1.51	271.69	19.99
		A2	2,600	274	30	0.65	0.06	-		
		B1	3,000	300	20	0.33	0.01	-		
		C	2,400	1,310	10	0.26	0.05	-		
	40	A1	2,600	6,200	40	0.87	2.14	2.57	272.75	20.64
		A2	2,600	274	40	0.87	0.10	-		
		B1	3,000	300	20	0.33	0.01	-		
		C	1,310	1,310	20	0.51	0.19	-		
	50	A1	2,600	6,200	50	1.09	3.24	3.88	274.07	21.86
		A2	2,600	274	50	1.09	0.14	-		
		B1	3,000	300	20	0.33	0.01	-		
		C	2,400	1,310	30	0.77	0.39	-		
	60	A1	2,600	6,200	60	1.31	4.53	5.44	275.62	22.62
		A2	2,600	274	60	1.31	0.20	-		
		B1	3,000	300	20	0.33	0.01	-		
		C	2,400	1,310	40	1.02	0.67	-		
	70	A1	2,600	6,200	70	1.53	6.03	7.24	277.42	24.41
		A2	2,600	274	70	1.53	0.27	-		
		B1	3,000	300	20	0.33	0.01	-		
		C	2,400	1,310	50	1.28	1.01	-		
	80	A1	2,600	6,200	80	1.74	7.72	9.26	279.45	26.74
		A2	2,600	274	80	1.74	0.34	-		
		B1	3,000	300	20	0.33	0.01	-		
		C	2,400	1,310	60	1.54	1.42	-		
后里第一淨水場 + 后里第二淨水場 + 鯉魚潭淨水場	90	A1	2,600	6,200	90	1.97	9.60	11.52	281.70	28.78
		A2	2,600	274	90	1.96	0.42	-		
		B1	3,000	300	30	0.49	0.03	-		
		B2	2,600	750	10	0.22	0.02	-		
		C	2,400	1,310	60	1.54	1.42	-		
	100	A1	2,600	6,200	100	2.19	11.67	14.00	284.18	31.62
		A2	2,600	274	100	2.18	0.52	-		
		B1	3,000	300	40	0.66	0.05	-		
		B2	2,600	750	20	0.44	0.07	-		
		C	2,400	1,310	60	1.54	1.42	-		
	110	A1	2,600	6,200	110	2.40	13.92	16.7	286.88	33.72
		A2	2,600	274	110	2.40	0.62	-		
		B1	3,000	300	50	0.82	0.08	-		
		B2	2,600	750	30	0.66	0.15	-		
		C	2,400	1,310	60	1.54	1.42	-		

註：1.為維持鯉魚潭水庫重力送水及克服沿線局部高點(sta.6,200m)，水庫水位至少 EL.269.00m。
 2.銜接點之管損以 1.182m 估算。
 3.總損失=摩擦損失+其他損失(20%摩擦損失)=摩擦損失 1.2 倍。

(二) 整體配置

由鯉魚潭水庫備援系統預留之銜接口引水後，佈設隧道與輸水管，總長為6,474m，如圖5-2-12，路線說明如下：

1. 輸水隧道段

隧道半徑為2m之2r-2r-2r標準馬蹄形斷面內襯鋼管，隧道長約1,500m，隧道出口位置於大安溪后里圳取水口對岸附近，如圖5-2-12，里程為0k+200~1k+700。

2. 輸水管段

輸水管依地形佈置，詳細路線分佈為：

(1) 大安溪右岸：里程0k+000~0k+200，「鯉魚潭水庫發電取水口備援出水工」至隧道入口；另里程1k+700~2k+580，隧道出口至過河段起點，沿大安溪右岸埋設，位於斷面29-斷面31附近。

(2) 大安溪左岸：

A. 新縱貫山線鐵路段：里程4k+480~5k+760，埋設於鐵路下方道路旁之私有地。

B. 后里台地北側斜坡段：里程5k+980~6k+190，由平地爬升至后里台地。

C. 與台電電纜廊道橫交管段：里程6k+190~6k+620，係因管段以架高橫越台電電纜廊道，佈設路線之管段經台電電纜廊道上方時改採部份明管方式。

3. 過河段

由舊縱貫山線鐵路橋下游跨越大安溪，如圖5-2-12，里程為2k+580~3k+400，一般跨河構造以倒虹吸工或水管橋為主，初步評估檢討兩方案可行性。

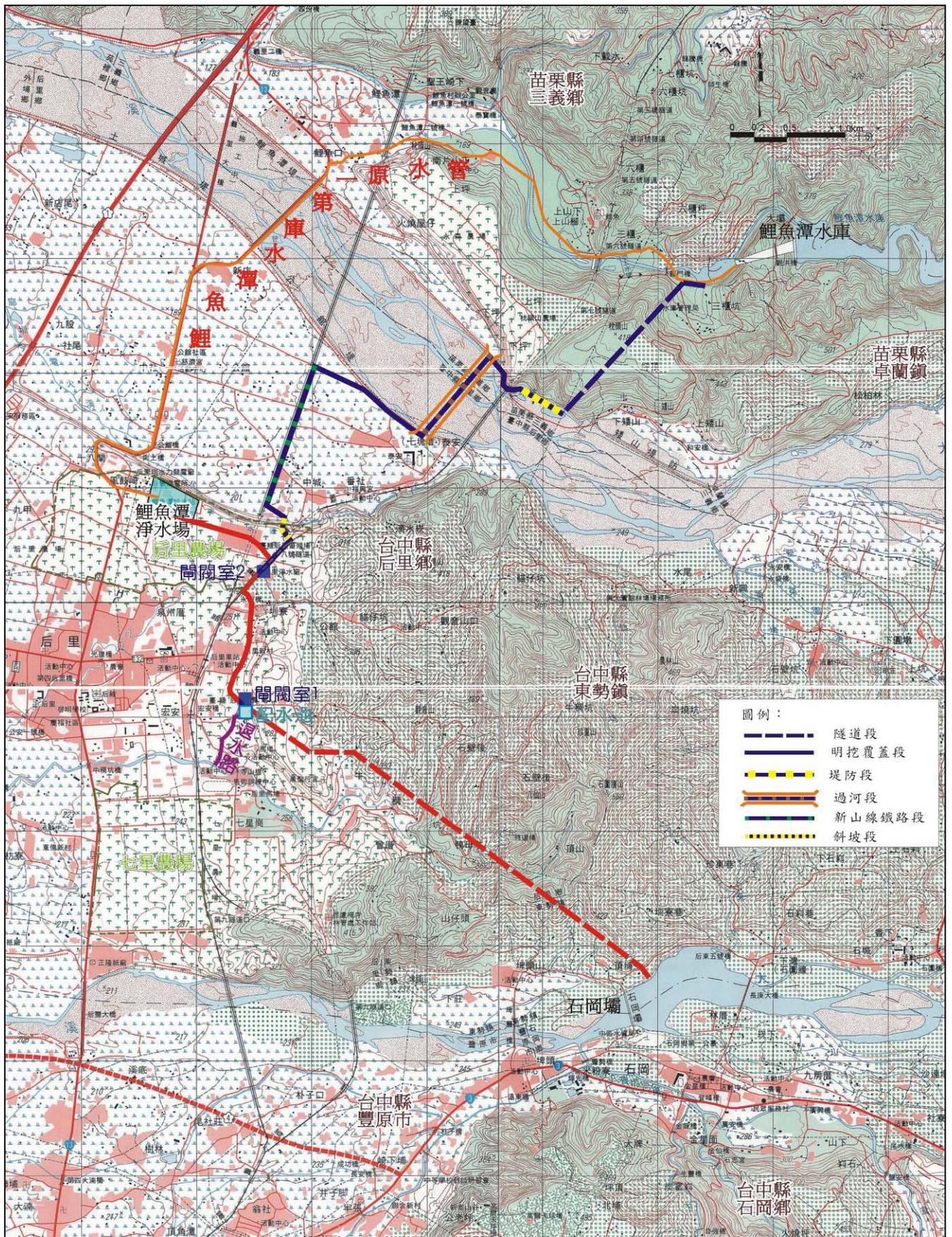


圖 5-2-12 鯉魚潭水庫第二原水管輸水路線示意圖

二、輸水隧道工程規劃

本計畫輸水路線依前述評選成果，規劃以隧道工法穿越枕頭山區，隧道前後端聯接鯉魚潭水庫第二原水管預留銜接點及明挖覆蓋段輸水管路。輸水隧道北起鯉魚潭水庫投池左岸平台地面下(EL.212.6m)，南至大安溪右岸高灘地(EL.236.8m)，隧道全長1,500m，隧道沿線之平面與縱剖面詳圖5-2-13。

(一)隧道地質條件

1.隧道地質條件

本計畫輸水隧道穿越之地層為魚藤坪砂岩，其岩性主要由砂岩與頁岩互層所構成，隧道之入口段、隧道沿線及出口段地質條件分述如下：

(1)入口段

依地表地質調查規劃路線，於苗52線道路外側山坡坡面砂岩出露，評估適合設置隧道洞口；但為降低輸水隧道施工，對苗52線道路交通及鯉魚潭第一原水管供水之影響，故將隧道入口調整至鯉魚潭投池左岸平台(EL.222m)下方。隧道入口段長度80公尺，仰供高為EL.212.6m，本段地質條件可分述如下兩個區段：

A.前段(0K+200~0K+250)

此區段位於左岸投池平台下方，隧道上方之覆土層厚度約6m，由疏鬆之卵礫石層組成，隧道仰供座落於砂岩組成之岩盤上，隧道洞口開挖時可採明挖配合管幕工法，穿越苗52線道路及鯉魚潭第一原水管下方。

B.後段(0K+250~0K+280)

此區段岩覆厚度約10~30m，岩盤主要由砂岩與頁岩互層組成，岩盤膠結程度差且強度低($qu < 5\text{kg/cm}^2$)，另依鑽孔TA-2及TA-3之岩心具多處剪裂構造判斷，隧道將於0K+222~0K+237遭遇剪裂破碎帶。

(2) 隧道沿線

隧道沿線穿越之岩盤主要為砂岩與頁岩互層，岩覆厚度介於30~170m之間，岩盤層面走向與隧道線呈小角度斜交(5°~45°)，依鑽探成果(TA-2及TA-3)研判，於里程0k+222~0k+270區間之岩盤較為破碎，具多處剪裂構造，隧道開挖前宜佈設水平探查孔，探查開挖面前方之岩體情況。

依水位觀測井之地下水位監測記錄，地下水位分佈隨地形變化起伏，水頭約為30~140m，於隧道上方之山頂未發現有明顯之補注水源，且隧道入出口水平鑽孔之出水量皆於短時間內消滅；因此開挖時可能之湧水應較易發生於斷層破碎帶，可配合祛水及管幕等工法克服。

(3) 隧道出口段

隧道出口位於大安溪左岸高灘地(EL.236.8m)，洞口上方為一約65度之陡峭岩坡，出口段長15m，岩覆厚度0~35m，岩盤亦由砂岩與頁岩薄互層組成，此段岩體尚稱堅硬緻密，有利於洞口開挖，唯岩壁表面有滲水現象，頁岩遇水易軟化，施工前應先降低地下水位以利開挖。

2. 岩體分類

本隧道規劃路線所經之地質狀況與地層，依地質調查成果及現有之資料採RMR之岩體分類法，將本路線所經之地質分為第III、IV、V類及第VI類岩盤等四種類型，各類岩盤所佔隧道長度之比例(表5-2-5)分別為6%、43%、30%及21%。

表 5-2-5 鯉魚潭水庫第二原水管輸水隧道岩體分類

岩體類別	第 III 類岩盤	第 IV 類岩盤	第 V 類岩盤	第 VI 類岩盤
佔隧道長度比例	6%	43%	30%	21%

(1) 第III類岩盤

本類地盤覆蓋深度須在20m以上，隧道開挖面為新鮮之完整岩體，單軸壓縮強度大於 10kg/cm^2 ，RMR評分在41~60之間，本類本類岩盤具有相當之側壓。

(2) 第IV類岩盤

本類地盤覆蓋深度在20m以上，隧道開挖面為風化之頁岩或膠結不良之砂頁岩互層，單軸壓縮強度介於2~ 10kg/cm^2 ，RMR評分在21~60之間，本類地盤屬中度擠壓岩盤，具有高度側壓。

(3) 第V類岩盤

本類地盤覆蓋深度在20m以上，強度低、薄層且內含相當數量之破碎帶或剪裂帶，為受壓之岩體，RMR評分 ≤ 20 之區段。

(4) 第VI類岩盤

本類屬特殊困難地質，包括覆蓋深度小於20m之淺覆蓋段、洞、隧道通過斷層帶或大量地下湧水段、開挖面為未固結之礫石層或單軸壓縮強度低於 2kg/cm^2 之岩層，本類地盤之盤壓將視實際地盤狀況而定，必要時輔以地盤改良、止水灌漿等輔助工法。

3. 可能遭遇之地質問題

(1) 擠壓：本隧道區域內之岩層因屬軟弱岩盤，對於中至深覆蓋隧道開挖可能發生擠壓現象，隧道支撐設計時應考慮岩盤之潛變特性。

(2) 湧水：隧道穿越之枕頭山區具高地下水位，由地質鑽探作業期間之觀察，地下水之出水量於數小時後逐漸減少，因此隧道開挖時採適當之止排水工法，即可降低湧水對隧道施工之

影響。

(3)剪裂破碎帶：依地質調查成果推測輸水隧道可能通過剪裂破碎帶，且與隧道呈小角度斜交，將使隧道施工之困難度、工期及工程經費增加，但由於目前可供印證此項推測之地質資料不足，應在施工前進行隧道全線之地質探查。

(二)斷面研選

1.隧道縱斷面

為配合輸水管路之佈設，隧道入口(0k+200)規劃於鯉魚潭水庫投池左岸平台地面下，仰拱高EL.212.6m，投池左岸平台可作為施工所需之作業空間及棄碴臨時堆置場；隧道出口(1k+700)位於大安溪右岸高灘地之平台腹地寬廣，仰拱高程236.8m。隧道坡度為1/60，岩覆厚度約0~176m，隧道全線縱斷面如圖5-2-13所示。

2.隧道橫斷面

本計畫規劃採內襯鋼管以壓力流送水，隧道斷面型式之選擇，考量標準馬蹄形斷面開挖斷面穩定性佳，且適合一般單線軌道式出渣，可配合增設避車道以縮短錯車及待車時間，有利於縮短隧道開挖期程；又內襯壓力鋼管(管徑2,600mm)接續作業，鋼管四周需預留0.6m以上之作業空間，隧道一般段於壓力鋼管接續作業完成後，隧道開挖面及鋼管間擬以混凝土填充，隧道斷面採內徑4m之2r-2r-2r正馬蹄形斷面，隧道標準斷面如圖5-2-13所示；若遭遇剪裂破碎帶採內徑4.4m之隧道斷面（開挖內徑為5.2m）並施作二次襯砌，於鋼管接續作業完成後，留設維修通道，依既有資料推估剪裂破碎帶長度約310m(0k+200~0k+510)，後續應依進一步之調查成果酌予調整。

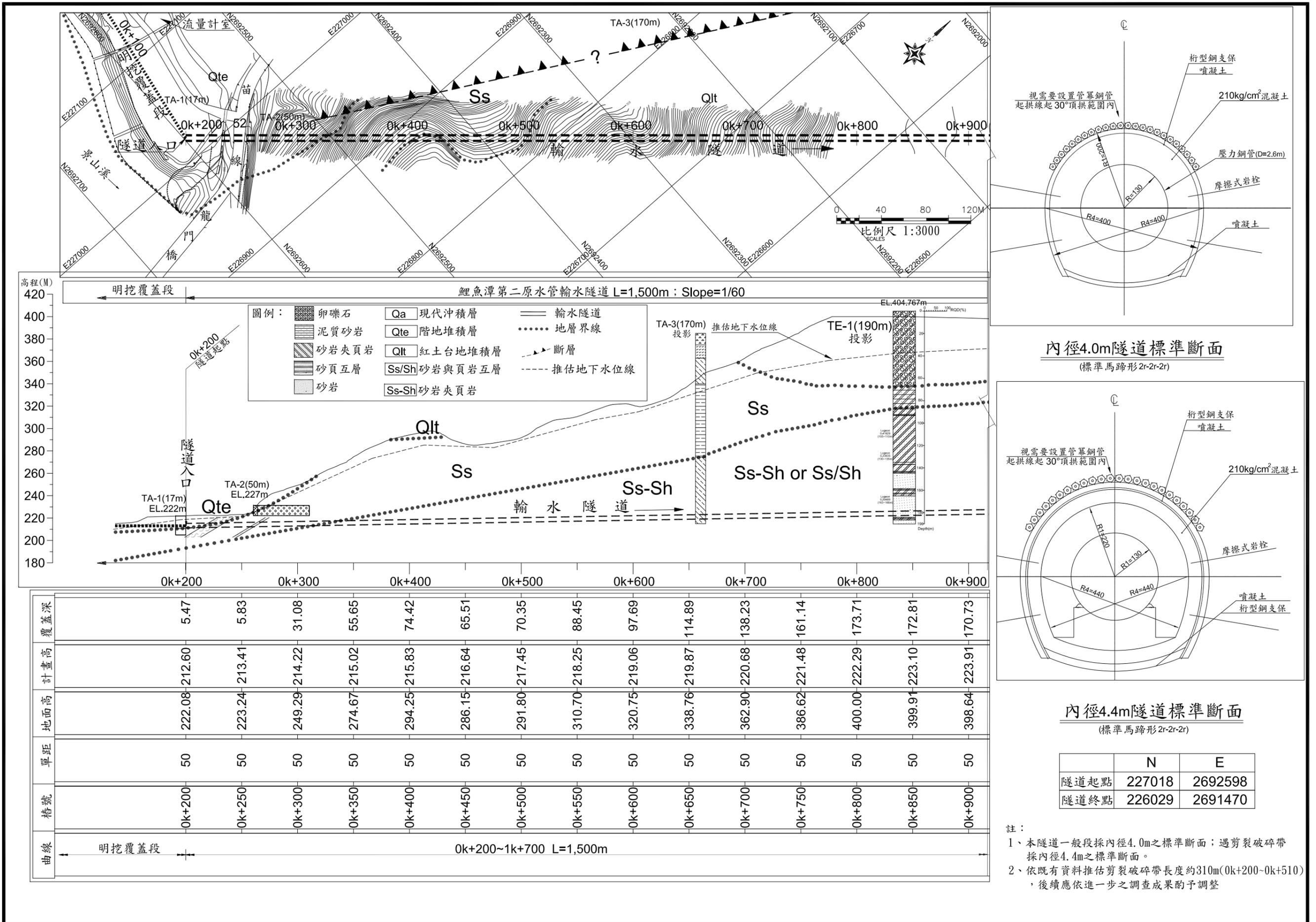


圖5-2-13 經魚潭水庫第二原水管輸水隧道內襯鋼管工程規劃圖(1/2)

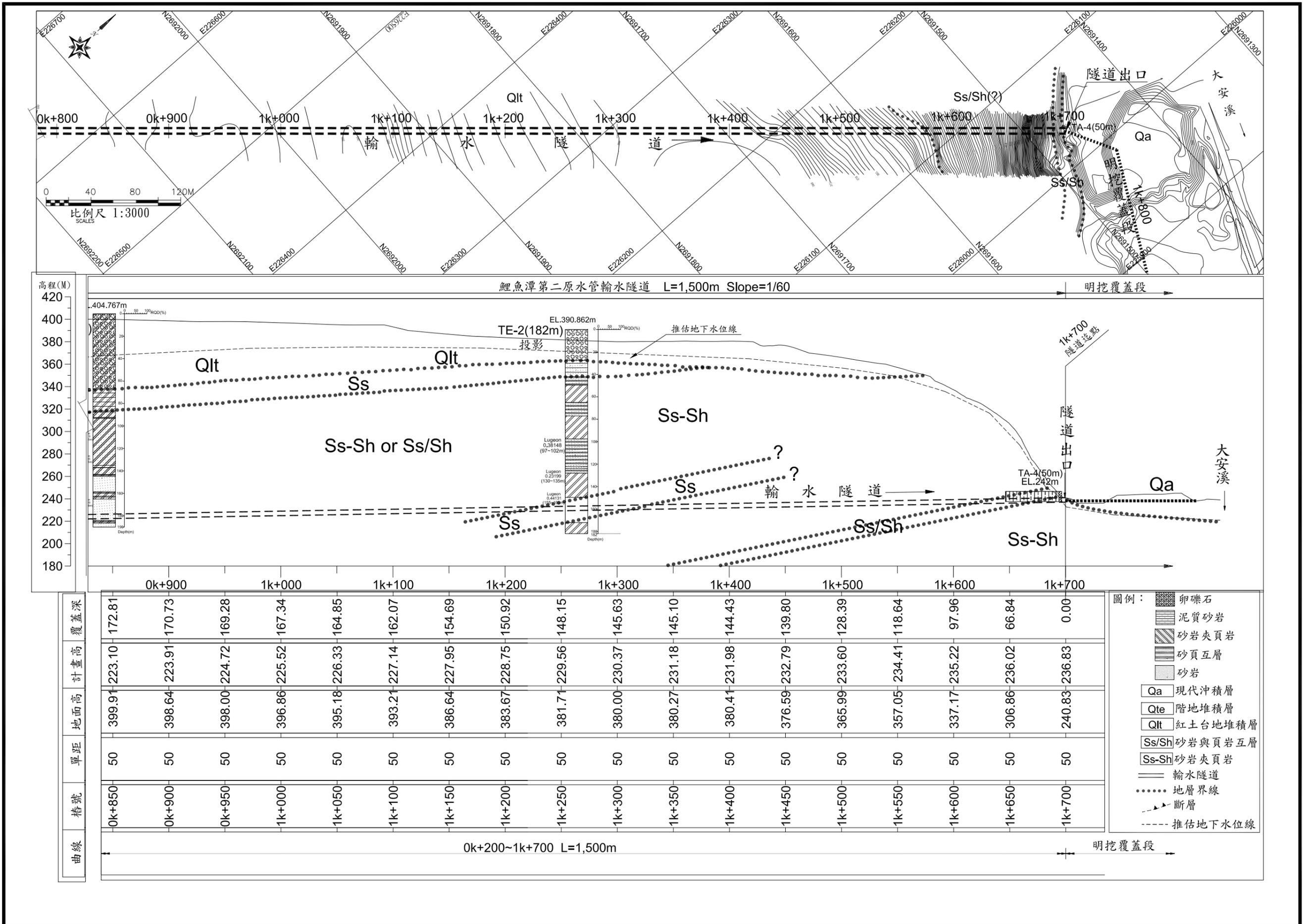


圖5-2-13 鯉魚潭水庫第二原水管輸水隧道內襯鋼管工程規劃圖(2/2)

(三)工法研選

1.洞口處理

(1)隧道入口

隧道入口位於鯉魚潭水庫投池左岸平台地面下，洞口施工原則為不影響水庫聯外道路(苗52線)交通及鯉魚潭水庫第一原水管(EL.220m)之民生供水，隧道施工方式可採明挖覆蓋工法或管幕工法穿越苗52道路及鯉魚潭水庫第一原水管，其中明挖覆蓋工法，於開挖期間將短暫影響苗52線道路通車，因此採管幕工法為對環境衝擊較小之工法。

隧道入口段施工時，先於鯉魚潭水庫第一原水管前分段降挖至隧道入口高程(圖5-2-14)，開挖完成後設置假隧道並回填，再以先撐後挖之管幕工法進行隧道開挖，穿越鯉魚潭水庫第一原水管及苗52線道路下方。

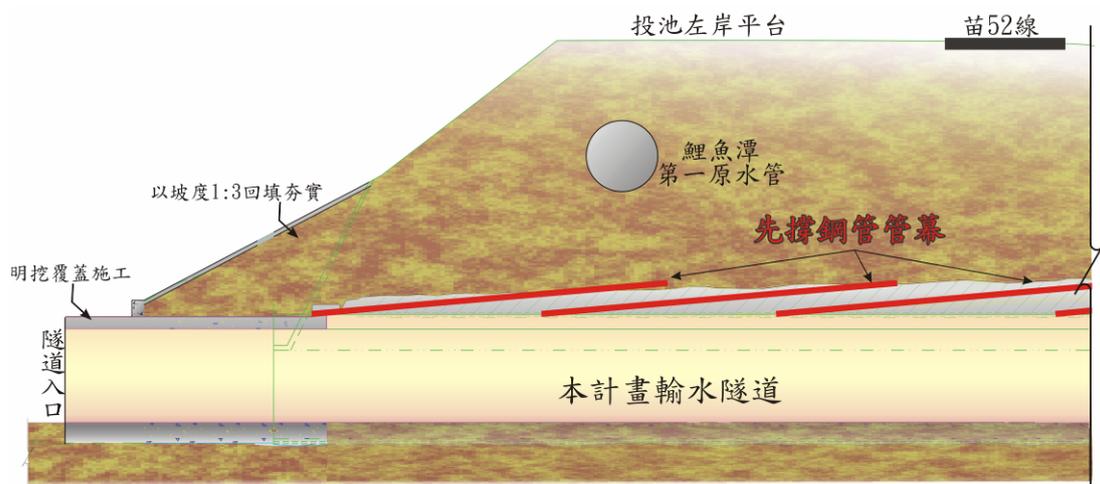


圖 5-2-14 隧道入口施工規劃示意圖

(2) 隧道出口

隧道出口位於大安溪右岸高灘地之平台(EL.240.0m)，洞口上方為一陡峭山壁，開挖前先挖除坡角崩積土及風化岩盤，再以噴凝土進行坡面保護，防止因開挖擾動造成岩塊掉落，必要時可施作岩栓穩定坡面後開始進洞，洞口以混凝土洞框保護之。

2. 開挖工法

由地質調查以及岩石室內試驗成果顯示，輸水隧道沿線所經之地層，多屬軟弱岩質，評估可採挖溝機配合破碎機為主，如遇較堅硬岩盤再改採鑽炸工法即可。

本隧道以全斷面開挖為原則，部分地質較差處可採先撐後挖法施工。每次開挖後，應小心清理鬆落之岩塊。支撐構件須足以保持隧道穩定。先前開挖部分，經持續觀察，若有立刻安裝支撐以維持穩定之必要時，需先行完成支撐系統後，再進行後續作業。當開挖接近預估之地質破碎帶等地質較差處時，得視需要在開挖面以衝擊式鑽孔調查或旋鑽法提取岩心等兩種方式探查地質。

3. 支撐系統

隧道之支撐系統可分為初期支撐及二次襯砌，初期支撐系統應具有施工快速、具足夠承受岩壓之強度、穩定開挖面周圍岩體及提高岩盤承载力等特性；二次襯砌需能承受長期土壓及水壓等之荷重，即使在漏水等侵蝕或強度降低時也有足夠之耐久性。

本隧道工程初期支撐構材主要採用噴凝土、岩栓及鋼支保，於軟弱破碎岩盤則配合使用先撐鋼管，使能迅速支撐開挖面周圍岩體及仰拱閉合，以利周圍岩體之穩定。本隧道長度短，二次襯砌構材擬採用混凝土襯砌，唯後續細部設計階段，若經分析評估

需配置鋼筋增加襯砌強度時，應同時調整隧道斷面尺寸，並可視需要留設維修通道。二次襯砌混凝土之澆置以壓力鋼管為鋼模，配合壓力鋼管之接續作業(6m為一單元)，可採12m一模進行混凝土灌漿。

4. 出渣處理

隧道開挖後碎渣運至棄渣場之作業稱為出渣處理，出渣方式有軌道式、輪胎式兩種，型式之選定需考慮工期、開挖方法、隧道長度及斷面等因素，採用軌道式時應注意防止脫軌，輪胎式時應注意路面及排水等。

本輸水隧道採雙向施工，由隧道出口側開挖時，因出口側地勢較高，隧道內需以抽水方式排水，地面將較為泥濘潮濕，此外本輸水隧道屬中小型隧道，一般中小型隧道因作業空間有限，多採軌道出渣工法。為提高工作效率，減少運渣待車時間，可每500m長設置移動式叉道一處，亦可視需要另設避車道擴挖斷面供固定叉道佈置，以縮短工期。

5. 輔助工法之研擬

本計畫輸水隧道可能遭遇之地質問題主要有擠壓、湧水及斷層破碎帶，茲針對擠壓及湧水問題可採用之處理對策分述如下：

(1) 擠壓：本隧道區域內之岩層因屬軟弱岩盤，對於中至深覆蓋隧道開挖可能發生擠壓現象，所謂擠壓係隧道周圍岩盤，因受應力過大或強度不足之潛變現象。對於擠壓性地盤，隧道支撐設計時應考慮岩盤之潛變特性，若經初期支撐後仍無法有效控制潛變，則二次襯砌設計應加強配筋，以足夠承擔長期岩壓，設計時應保留足夠彈性，以便於施工時視實際地質與岩體觀測行為而加以調整。

(2) 湧水：本隧道經過區域大多為砂岩與頁岩互層，將來開挖當中如發生滲水跡象，應立即進行噴凝土封面，且視狀況進行水平排水兼鑽探孔以確定前方地質狀況，若地下水位太高，

可考慮洞內再增鑽水平排水孔。

(3)剪裂破碎帶：隧道入口段(0K+222~0K+237)預期通過剪裂破碎帶，施工處理初步對策包括：

A.開挖前宜採長距離水平探查孔或隧道震測法(TSP)等，進一步探查與驗證，開挖面前方之地下水情況、剪裂帶之分佈、影響範圍及土工特性。

B.隧道開挖前，對斷層段之預處理，可採管幕工法配合固結灌漿等輔助工法，提高開挖面與周圍岩體之穩定性，若有湧水之虞可採排水或阻水工法減輕或避免湧水之影響。

C.隧道以全斷面開挖為原則，開挖完成後應立即設置支保、岩栓及噴凝土，並儘速閉合仰拱，以發揮隧道整體之支撐效果。支撐設計宜採用勁度較大、強度較高之支撐系統，抑制岩體過份變形，避免引發更大之岩壓。

三、輸水管工程規劃

輸水管工程按其所在位置區分為大安溪左右岸，原則上設置於既有道路、防汛道路或鄰近農地之地表下1.5~2.0公尺，以打設鋼板樁(或鋼軌樁)擋土後明挖，底鋪厚1m砂層，再以控制性低強度材料(CLSM)回填，其埋管剖面如圖5-2-15所示。另於后里台地北側邊坡則改採明管以止震墩固定；各管段配合沿線地形、地質及地物配置，分述如下：

(一)規劃佈置原則

1.大安溪右岸

「鯉魚潭水庫發電取水口備援出水工」沿鯉魚潭水庫後池左岸埋管至隧道入口；另隧道出口至過河段起點間(大安溪斷面28~30)，輸水管沿大安溪右岸高灘地埋設，該河段按大安溪治理規劃，於斷面28~29間已施設公館堤防，但其上游(斷面29~30)現況則未設堤防。

輸水管佈設首先考量直接穿越舊山線7號隧道之山脊，按既設隧道高度及地質條件評估，輸水管須採隧道工法穿越(內徑約4m)，與舊山線隧道橫交時之淨距則應大於8m($\geq 2D$)，以維持隧道安定。故該段隧道須於前後採1:10坡度降挖，相關地質條件仍待進一步調查評估。

另考慮該段降挖直接穿越山脊後，維護道路無法一併施設，又大安溪上游段(斷面29~30)無堤防保護仍有遭沖刷風險，故研擬配合治理計畫施設堤防，管路則埋設於防汛道路下方，繞行穿越舊山線鐵路橋後與既設公館堤防銜接，依大安溪治理規劃(表5-2-6)所示，現況右岸地面高程為EL.230~237m，本段計畫堤頂高為EL.231.87~238.76m，新設堤防長約575m，如圖5-2-16所示。舊山線鐵路橋下之輸水管則埋設於計畫河床面下，以不影響防洪及鐵路橋安定為原則。

表 5-2-6 大安溪治理規劃斷面水理檢討表

斷面	里程(m)	計畫河床高 (EL.m)	計畫洪水位 (EL.m)	計畫堤頂高 (EL.m)	現況右岸地面高 (EL.m)
29	18k+310	225.94	230.37	231.87	230.19
30	18k+908	233.97	237.26	238.76	237.00

參考資料：根據「大安溪治理規劃報告(水規所,98年)」

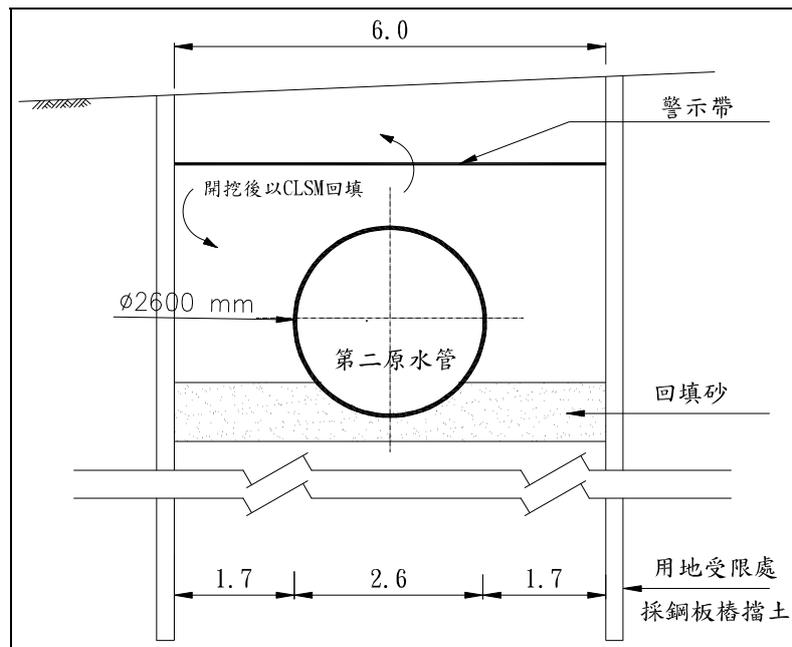


圖 5-2-15 鯉魚潭水庫第二原水管明挖覆蓋段剖面示意圖

2. 大安溪左岸

(1) 新山線鐵路段(4k+480~5k+760)

本段管路規劃佈設於新縱貫山線鐵路東側，評估泰安火車站及其他鐵道沿線之地形、構造物現況及新山線鐵路安全，如照片5-2-1與5-2-2所示，泰安火車站處為三墩鐵路橋墩，下方既有道路寬度約6m，佈設如圖5-2-16；過泰安車站後為單墩鐵路橋墩，下方既有道路寬度僅5m，且橋墩基礎位於道路下方，佈設如圖5-2-17。因應鐵路橋墩基礎安全，故於鐵路用地界東側另徵收私有地埋管，預估埋深2m，用地橫寬約10m。

(2) 后里台地北側斜坡段

計畫管線循新縱貫鐵路埋設末端，則須爬升至后里台地，該處為后里台地東北隅之台地崖，坡面出露均為紅土台地礫石層，屯子腳斷層以東北走向通過輸水路線里程6k+105附近。由本計畫於此區之3孔鑽探成果繪製地質平面圖如圖

5-2-18所示。因此處台地崖坡面約達 33° ，又考量管線橫交后里圳及臨近台鐵八號隧道等既設構造物，故由坡趾至永興路(中41)之斜坡段，採明管配合止震墩固定之配置方式，如圖5-2-19所示。

(3)與台電電纜廊道橫交管段

另後段(6k+190~6k+220)係因管段與台電電纜廊道橫交，經與台電后里ES工務所提供，台電方面無法允諾預留管路空間，僅同意變電所圍牆至既有道路間之範圍可佈設鯉魚潭水庫第二原水管；因工期無法配合，故橫交段改以架高橫越，佈設路線之管段經台電電纜廊道上方時改採部份明管方式，詳圖5-2-20。管段局部抬高情形如圖5-2-21所示，高於現有地面高程經過廊道上方，埋設於台電變電所圍牆與永興路(中41)之間空地處。

(二)管材評估

參考前節大甲溪輸水路管材研選成果，鯉魚潭水庫第二原水管就各管材之功能、效益、使用年限、經濟性及適用性，明挖覆蓋段建議使用DIP管，隧道段及水管橋仍採SP管施作。

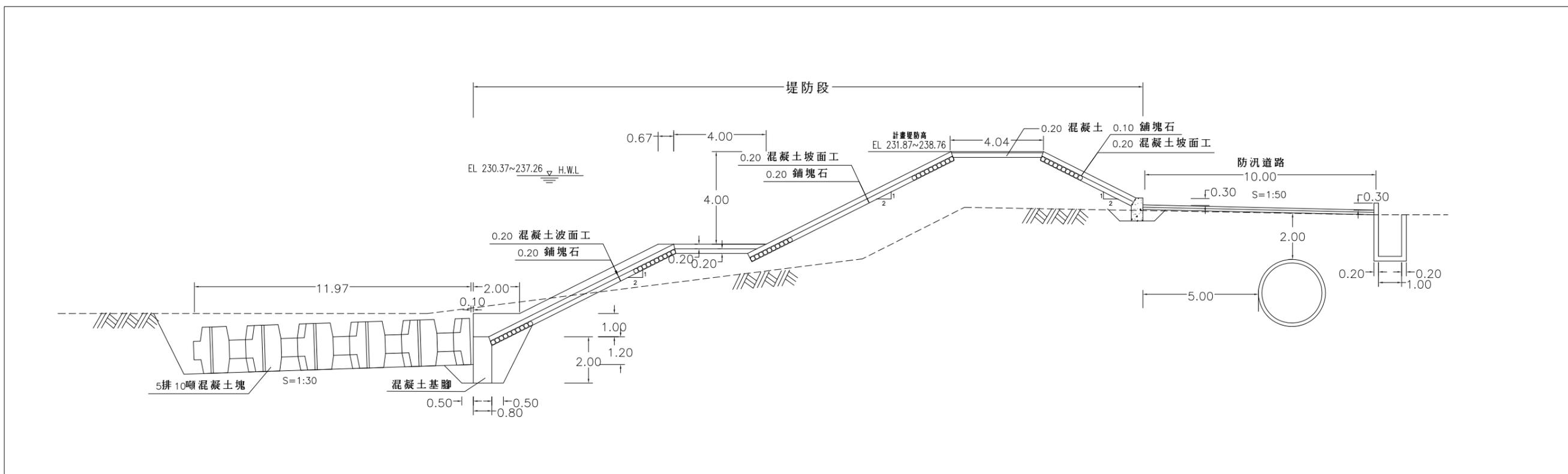
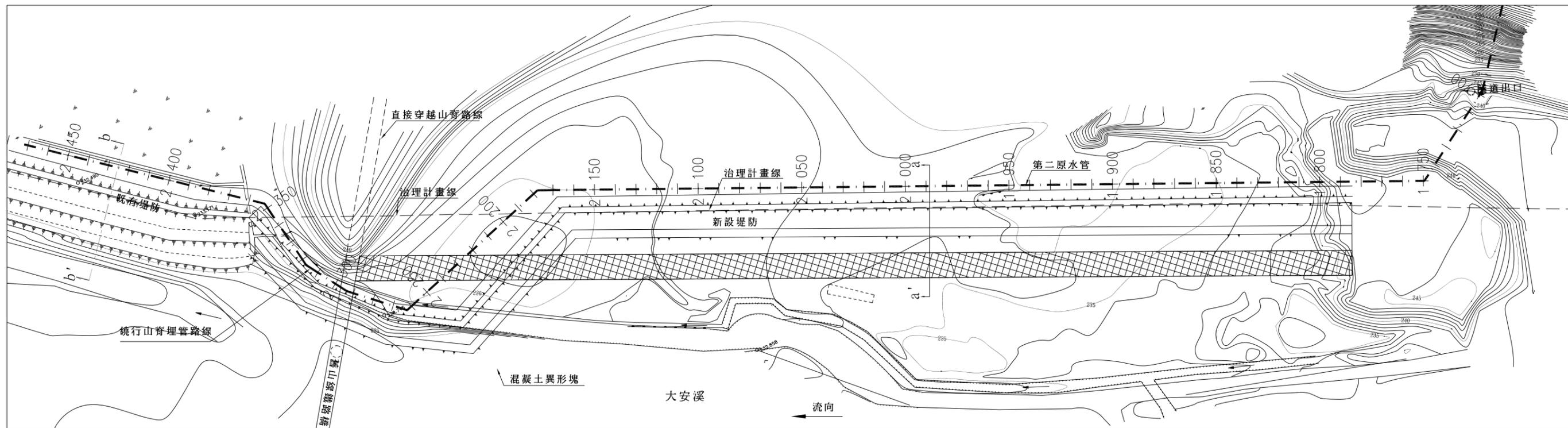
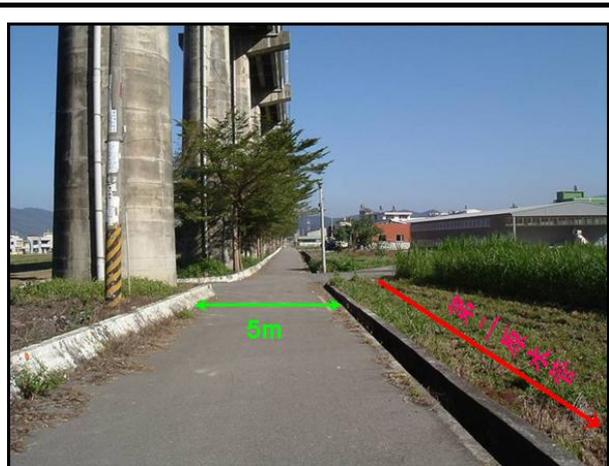


圖5-2-16 鯉魚潭水庫第二原水管-新設堤防段示意圖



照片 5-2-1 三墩橋墩下方道路現況



照片 5-2-2 單墩橋墩下方道路現況

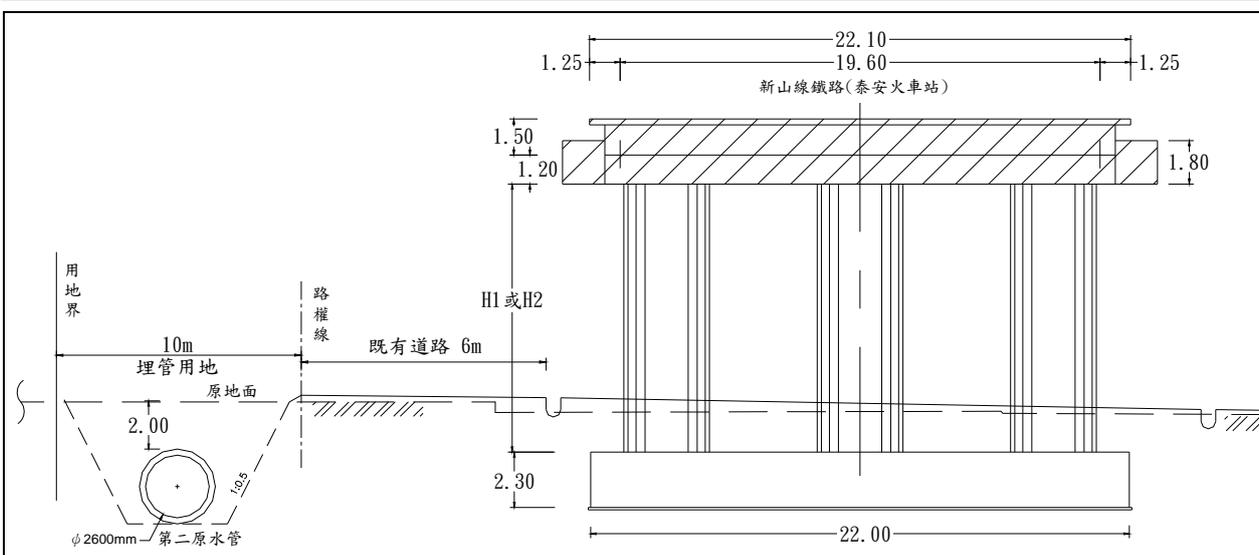


圖 5-2-16 鯉魚潭水庫第二原水管—泰安火車站北側埋管示意圖

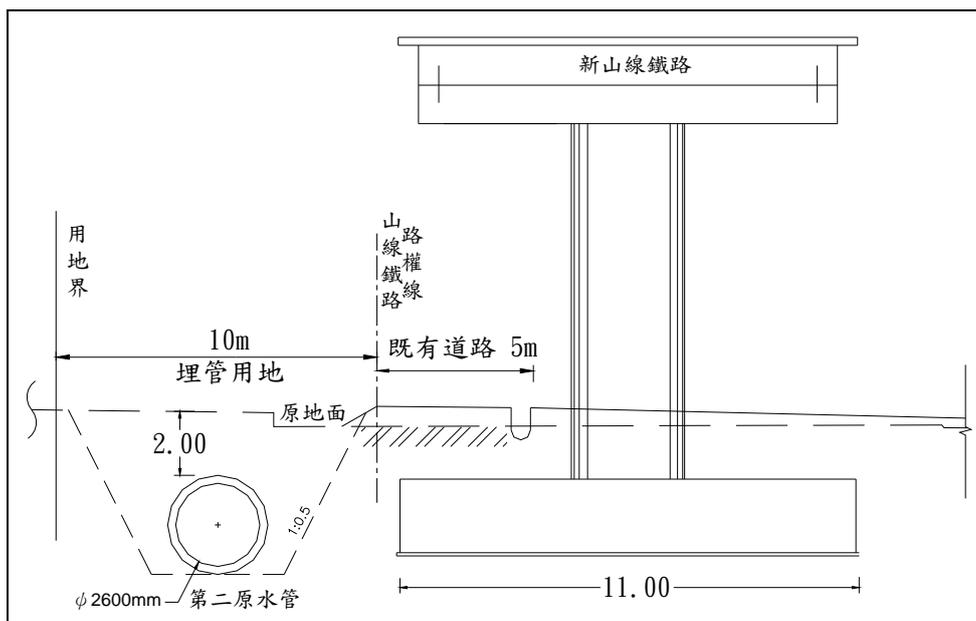


圖 5-2-17 鯉魚潭水庫第二原水管—泰安火車站南側埋管示意圖

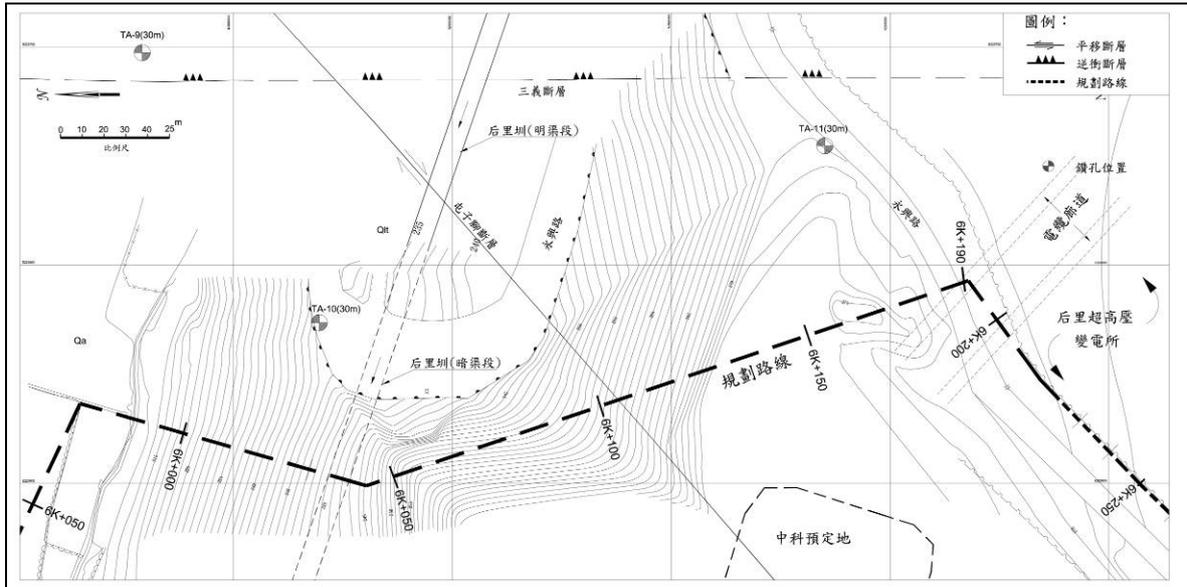


圖 5-2-18 鯉魚潭水庫第二原水管—斜坡段佈置及地質平面圖

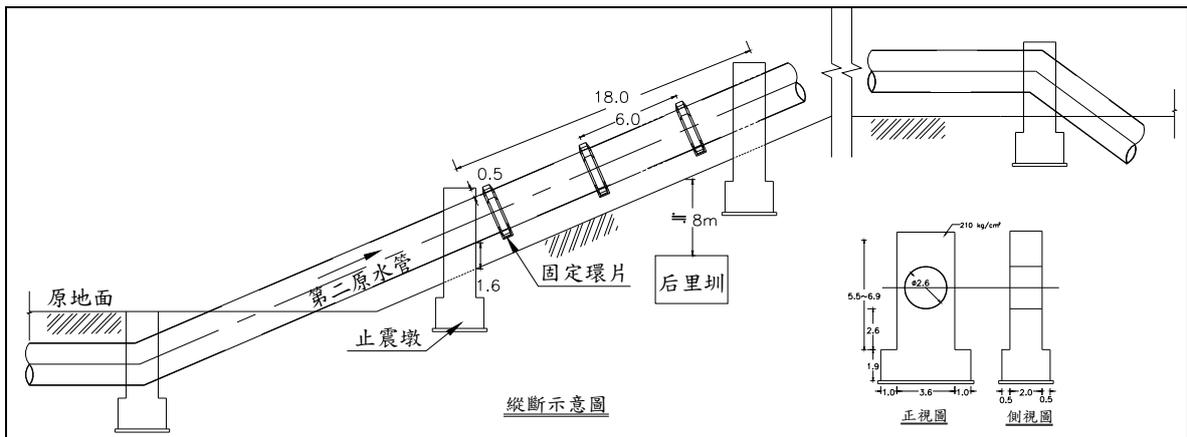


圖 5-2-19 鯉魚潭水庫第二原水管—斜坡段佈設示意圖

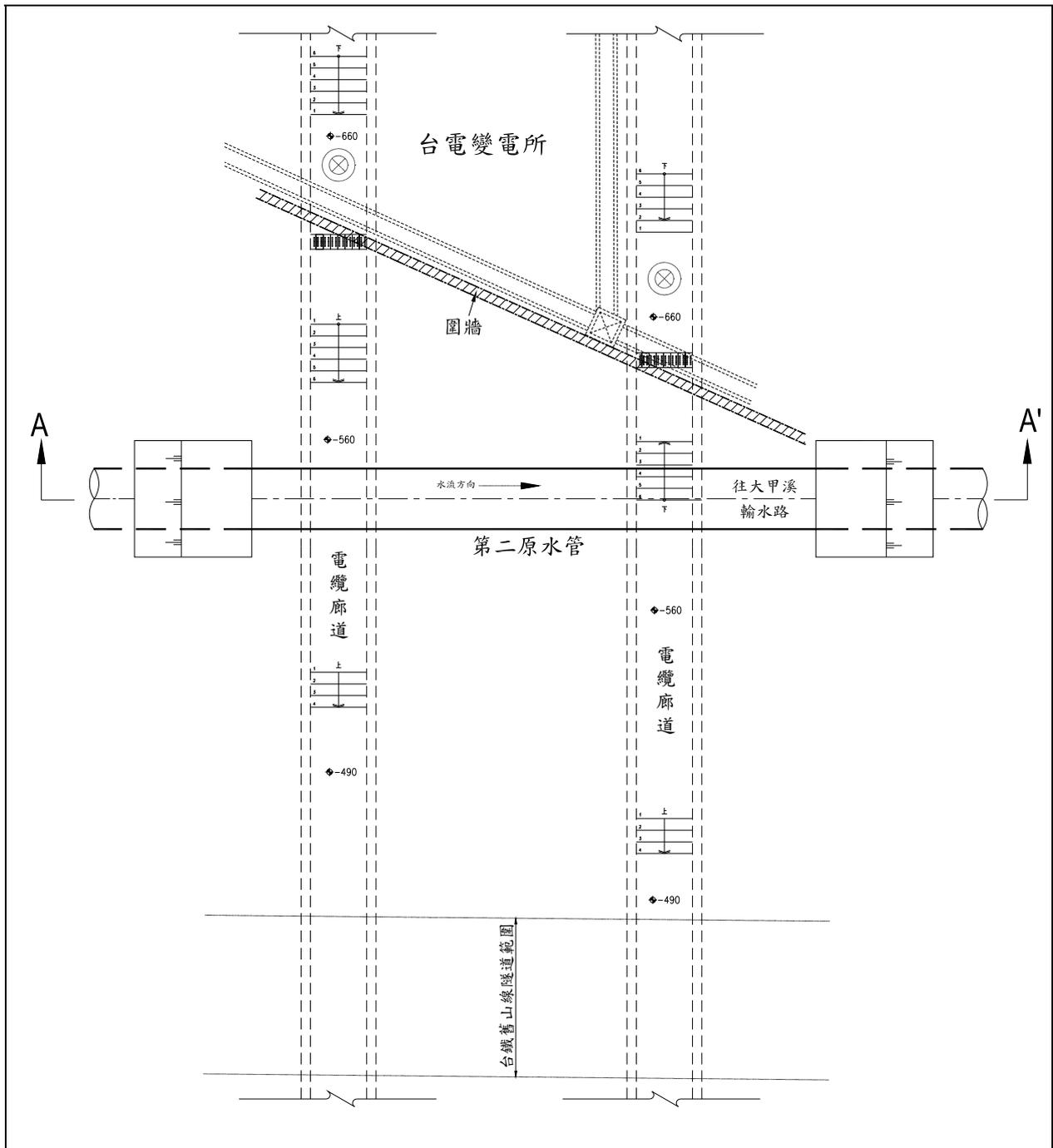


圖 5-2-20 鯉魚潭水庫第二原水管與電纜廊道橫交段平面示意圖

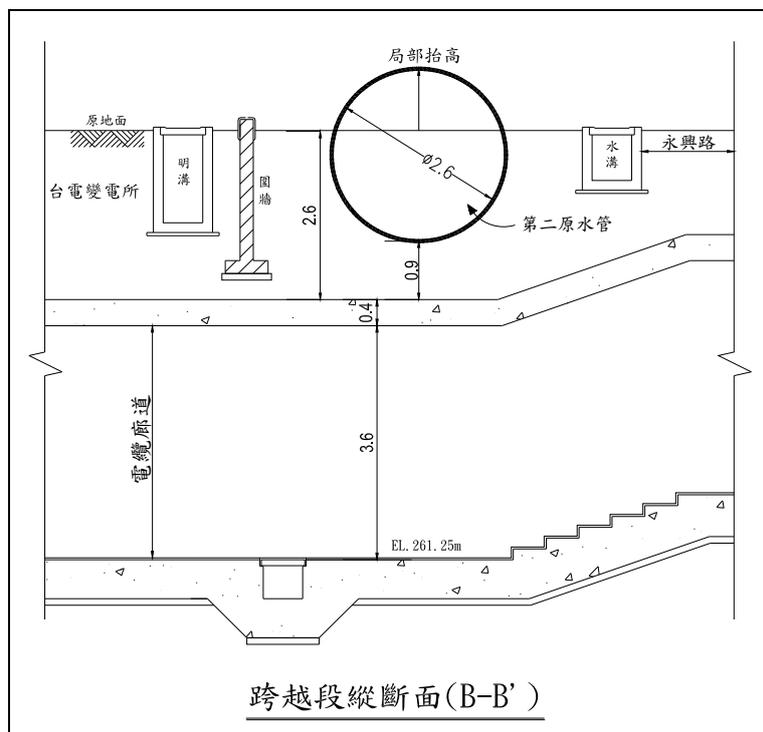
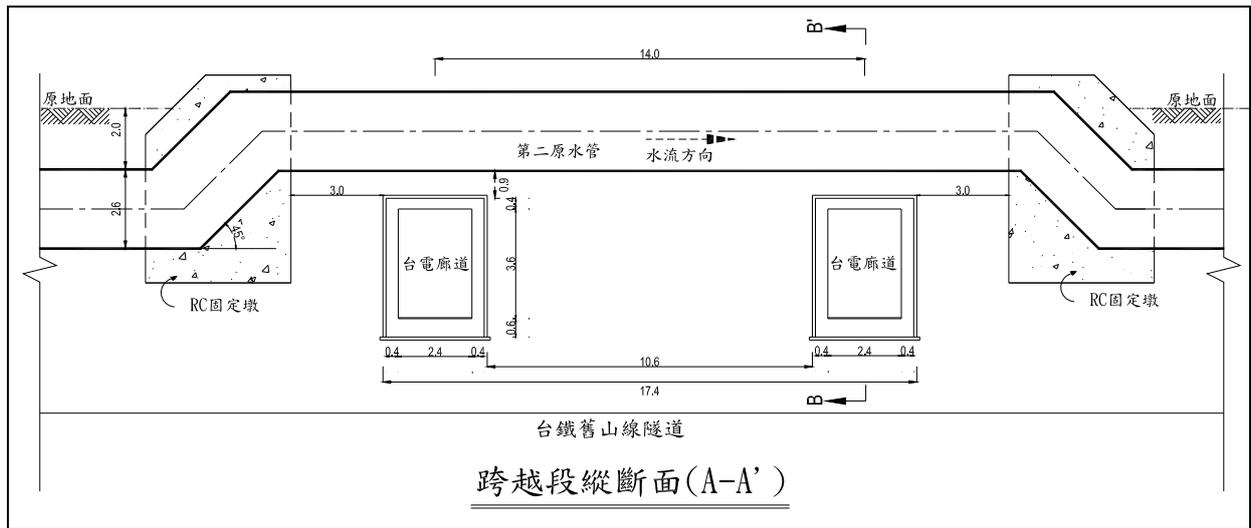


圖 5-2-21 鯉魚潭水庫第二原水管與電纜麻道橫交段剖面示意圖

四、過河段工程規劃

鯉魚潭第二原水管於穿越枕頭山後，沿大安溪右岸矮山堤防及鯉魚潭堤防水防道路埋設；並於跨越大安溪後沿公館堤防埋設，過河段則位處舊山線鐵路橋下游約200m處，全長約820公尺，如圖5-2-22所示。

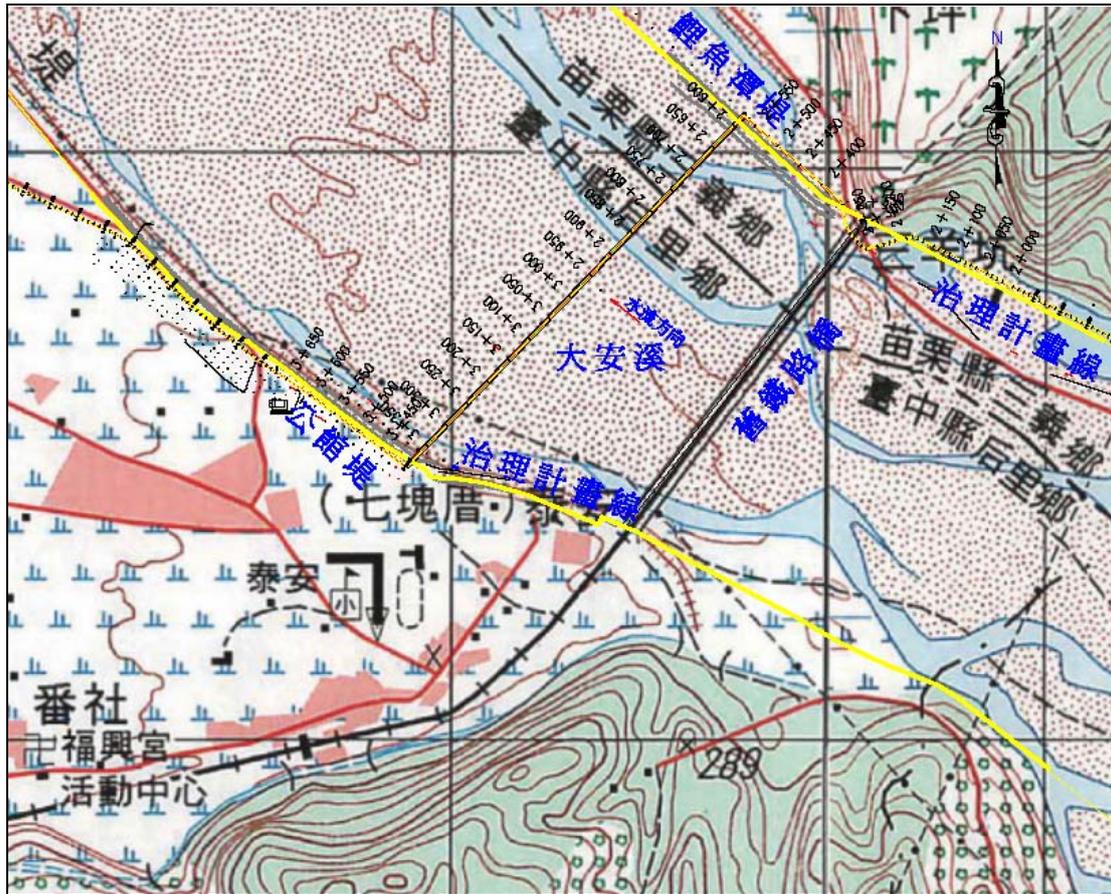


圖 5-2-22 鯉魚潭水庫第二原水管過河段平面位置圖

過河段之輸水工程型式除選擇安全、經濟、施工性及美觀等基本原則外，亦應考量施作長度、淨空、防洪、地質資料、土地徵收等，基於整體考量下，方能使設計結果臻於完美。一般跨河構造物有架設水管橋或埋置倒虹吸工兩種，以兩者進行初步規劃與佈置，並檢討其優劣點如下。

(一)水管橋方案

1.橋墩基礎型式研選

因工址鄰近屯子腳及枕頭山斷層，屬地震甲區，若使用深基礎則除可將上部結構荷重傳達到堅硬之岩盤或卵礫石層之上，且可有效提高基礎之穩定性，深基礎常用之基樁與沈箱施工優缺點比較如表5-2-7：

表 5-2-7 水管橋橋墩基礎型式比較表

	基樁	沈箱
優點	<ol style="list-style-type: none">1. 施工較快，可有效縮短工期。2. 精準度控制高。3. 經費較低。	<ol style="list-style-type: none">1. 勁度較大。2. 阻水性較好。3. 基礎鄰近結構物時，沈箱下沉緩慢，沈箱周圍地層較能保持原狀。
缺點	<ol style="list-style-type: none">1. 打擊樁貫入時之震動擠壓對鄰近結構物造成不良影響。2. 反循環基樁採用之穩定液易造成環境污染。	<ol style="list-style-type: none">1. 遇堅硬礫石層時，沈箱之刀刃及利用自重下沉之工法，將無法快速穿透礫石層，進度難以掌控。2. 遇大橫木或大孤石時，需以炸藥排除，嚴重影響施工進度。

經綜合評估本工程工址之地質條件，建議採用全套管基樁，此工法施工快速，較無噪音、震動及環境污染等現象，且可避免打擊樁貫入時之震動擠壓對鄰近結構物造成不良影響。惟施工時需做好品質管制，以確保樁體品質及樁端點之良好承載力。

2.液化潛能評估

依據現場查勘及鑽探分析，工址河段區內地層主要由卵礫石層所組成，依據內政部頒「建築物基礎構造設計規範」及「Seed簡易液化評估法則」分析，依現有之地質資料初步研判工址發生大規模土壤液化之可能性不高。

3.河道沖刷影響

參考公路排水設計規範中有關橋墩處之基礎承載力，宜依其遭受最大可能沖刷情況計算。最大可能沖刷深度為局部沖刷深度、河床質移動層厚度及河槽橫斷面因束縮導致之沖刷深度之和，並考慮上游泥砂供給、蓄水構造物洩水、河道砂石採取及疏

濬等情況酌予增加。

綜合橋墩局部沖刷、河床質移動厚度及河槽束縮沖刷三項因素，即得橋址的橋墩最大可能沖刷深度。因深槽處之流路可能變化，橋墩最大沖刷深度的設計儘量採用深槽計算值為宜。橋墩沖刷經驗公式得局部沖刷約4.8m~9.2m深。

4. 水理計算

本區段水管橋工程規劃橋長配合計畫河寬及實際堤防座落位置規劃約800m，依據大安溪治理規劃報告計畫堤防高左岸EL.229.48m，右岸EL.228.78m，及橋梁結構所需規劃梁底高為EL.231.0m，採橋墩相距80m，如表5-2-8所示，經水理計算確認計畫洪水時仍可行。

表 5-2-8 配合大安溪治理計畫研擬水管橋規模表

斷面	計畫河寬 (m)	現況河寬 (m)	計畫洪水位 (E.L.m)	計畫堤頂高 (E.L.m)	設計橋長 (m)	設計梁底高程 (E.L.m)
28	800	800	223.69	225.19	803	231.0

資料來源：81年『大安溪治理規劃報告』，前水利局規劃總隊。

(二) 倒虹吸工方案

考量鯉魚潭水庫至大安溪之水頭差約87m，故選擇以壓力鋼管外覆混凝土保護工穿越大安溪。

1. 河道沖淤

倒虹吸工之埋置深度必須考量河床沖淤據以決定。依據92年『大安溪流域聯合整體治理規劃』之成果顯示計畫河段屬淤積型態，按近年主管機關對該河段之採砂管制，河道已呈回淤，又，下游高速公路橋設施固床工，故工址河道應無下刷之趨勢。

2. 基本規劃

參酌81年公告河床高為EL.220.68m，而現況河床高約EL.219m~224m，規劃倒虹吸工保護工上覆土深度至少5.0m，則開挖深度達9~14m。

3.風險管理

倒虹吸工因埋置於河道下不會影響大安溪排洪功能，但施工時之擋水圍堰長度將大為影響河道之排洪能力，施工期估計約20個月，於汛期內施工時風險較高。

倒虹吸工因設置於河床底下，其受地震力之影響較小，若發生漏水或其他災損時，無法立即檢修，雖然其造價便宜，但其維護費用將相對提高。

(三)方案評選

在符合計畫需求條件下，為利於評估兩方案，以結構特性、施工風險、防洪排水、環境衝擊、維護管理、工期及直接工程費等7項相關因子作為評比之依據，其中水管橋暫以鋼拱水管橋為估價依據，倒虹吸工則採鋼管外覆混凝土保護工，兩方案基本佈置如圖5-2-23及圖5-2-24，比較如表5-2-9所示。

表 5-2-9 鯉魚潭水庫第二原水管跨越大安溪工程方案評比表

方案 項目	水管橋方案	評 比	倒虹吸工方案	評 比
結構特性	1. 上部受地震力影響。 2. 工址受地震力不會造成液化。	3	1. 受地震力影響較小。	4
施工風險	1. 橋墩僅部分圍水，施工快速。 2. 橋墩與管材可同時進行，施工時整體風險較小。	4	1. 施工圍堰較長，影響大安溪通水斷面，影響排洪功能。 2. 河床沖刷深度	2
防洪排水	1. 橋墩數量阻斷通洪面積，以可能最多落墩數計算，亦不影響大安溪通洪能力。	4	1. 完工後不會影響大安溪通洪能力。	5
環境衝擊	1. 橋墩數量多寡，影響大安溪通洪斷面較大。 2. 橋型美觀，造型多變，可造就地方特色。	4	1. 設置於地下影響環境因素較小。	5
維護管理	1. 需定期檢查維護及保養。維持其正常功能。 2. 維護費用較低。	5	1. 無法進行定期檢查維護。 2. 發生災損時其維修費用不斐。	2
工期	18 個月	3	20 個月	2
直接工程費	2.88 億 (鋼拱水管橋)	2	1.21 億	4
合計	25		24	

兩方案之評分相當，考量鯉魚潭第二原水管之重要性，及其可能災損搶修之時效，維持其正常營運，故建議採用水管橋方案。水管橋之型式國內已有許多的案例，常見的有管梁橋、鋼拱橋、斜張橋、脊背橋等。新建橋梁佈設方式及橋墩設置位置、跨度與橋梁型式方案之選擇，影響工程經費、工期及日後河防安全。考量工程經費，又不失美觀及造型，選擇以鋼拱水管橋作為規劃，計畫水管橋計有10跨，單跨度80m，輸水管管徑 ϕ 2,600mm，里程由2k+580~3k+400，共820m，並預留維修步道以供後續維修養護，佈置如圖5-2-23。

於大安溪過河處鑽探4孔，由鑽探結果顯示，大安溪河床之岩盤深度呈現由右岸往左岸逐漸加深之趨勢，右岸約分佈於標高210公尺附近，左岸則分佈於標高188公尺以下，於河床中央部分約分佈於標高200公尺左右（如圖5-2-24）。

大安溪過河段之基岩屬於中新世桂竹林層，其組成岩性包括細粒砂岩、頁岩夾薄層砂岩及砂岩與頁岩之互層。由現地標準貫入試驗結果顯示，本區河床及兩岸沖積礫石層之N值均在100以上，其基礎條件應符合水管橋方案橋台及橋墩之承載需求。

河床偏左岸鑽孔(TA-7)於深度26.0公尺以下之岩盤夾有火山岩質凝灰岩及凝灰角礫岩，由於凝灰岩屬於易風化岩體，且其周遭之圍岩大多節理較為發達或具剪裂現象，因此橋墩應避免座落於其上。

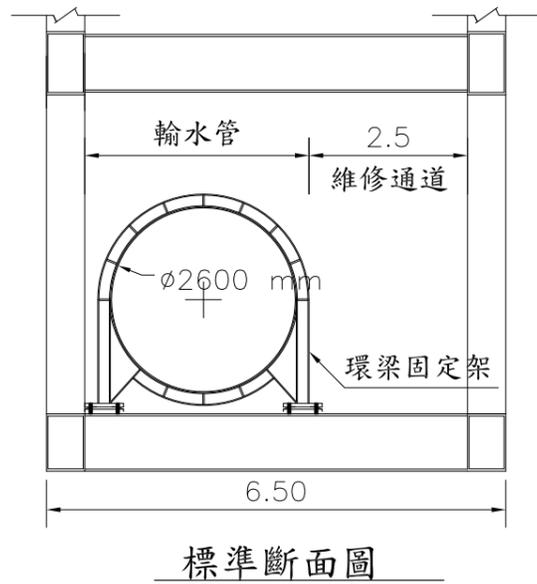
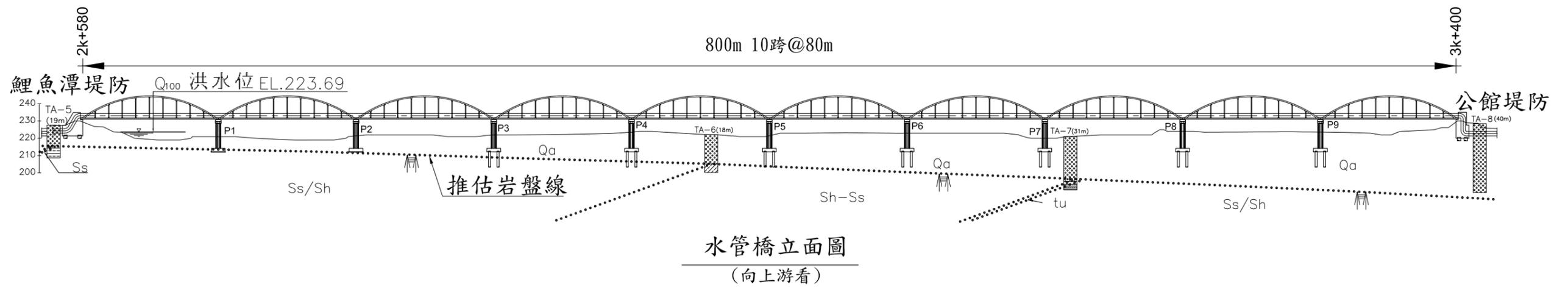
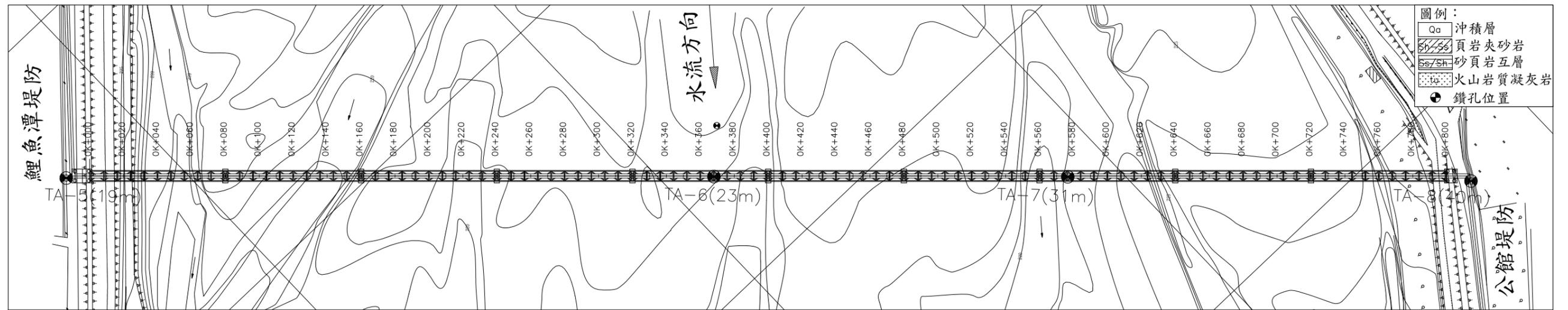
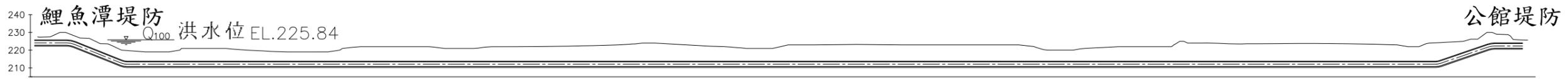
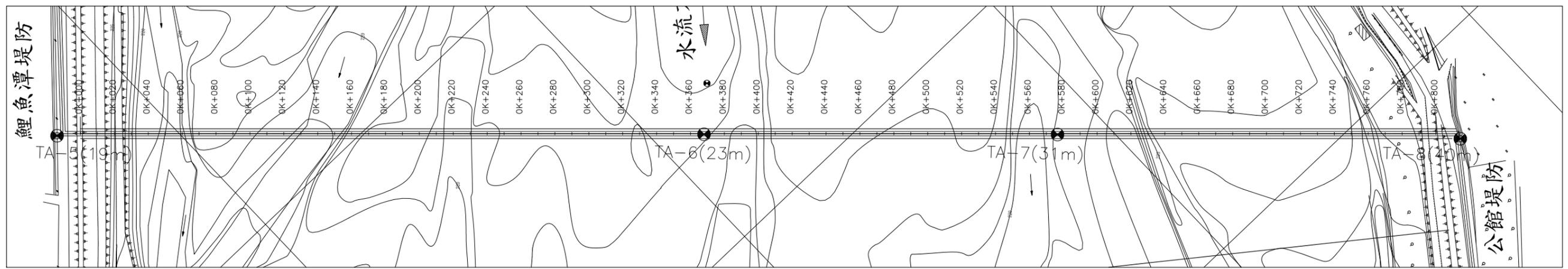


圖5-2-23 鯉魚潭水庫第二原水管一過河工程之水管橋方案



挖深	地面高	樁號
5.19	227.49	2+576.06
7.42	228.33	2+588.96
8.37	226.67	2+600.00
9.39	219.49	2+621.93
9.44	219.74	2+650.00
9.25	219.55	2+700.00
11.35	221.65	2+750.00
10.80	221.10	2+800.00
11.79	222.09	2+850.00
12.86	223.16	2+900.00
11.94	222.24	2+950.00
12.70	223.00	3+000.00
12.78	223.08	3+050.00
12.70	223.00	3+100.00
9.70	220.00	3+150.00
11.70	222.00	3+200.00
13.29	223.59	3+250.00
13.39	223.69	3+300.00
12.14	222.44	3+350.00
13.84	224.30	3+358.38
8.94	219.09	3+388.87
8.16	228.76	3+400.00
5.17	225.77	3+407.25

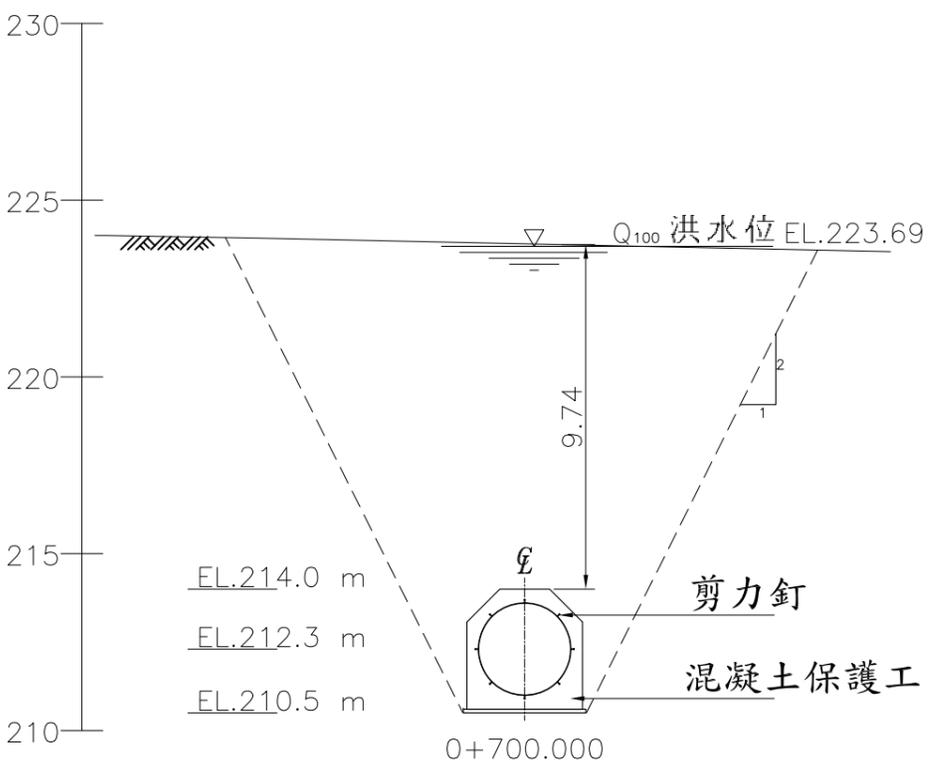
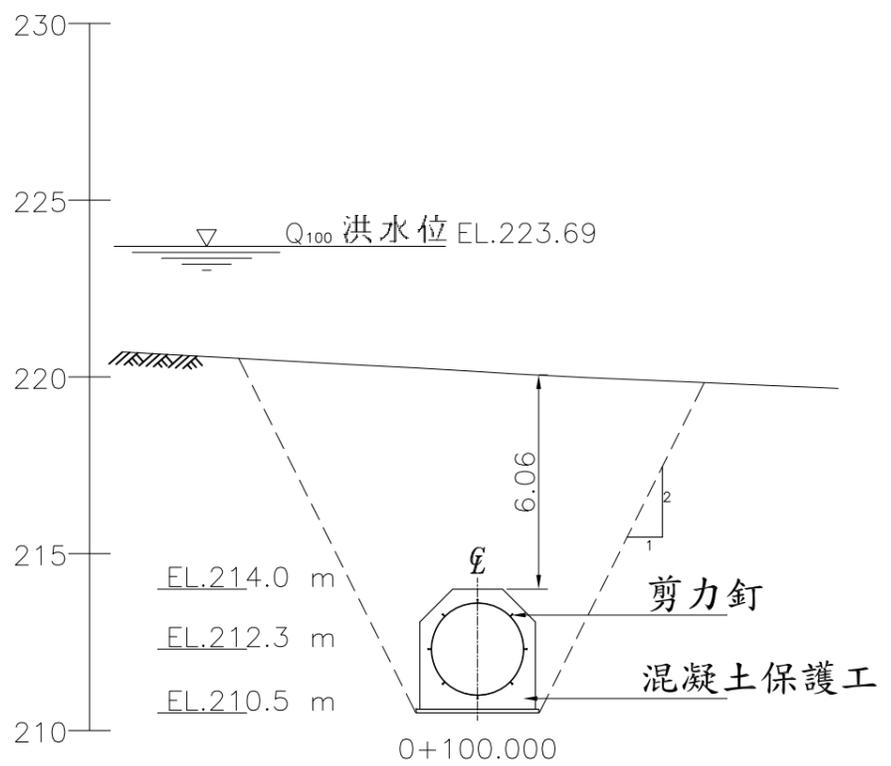
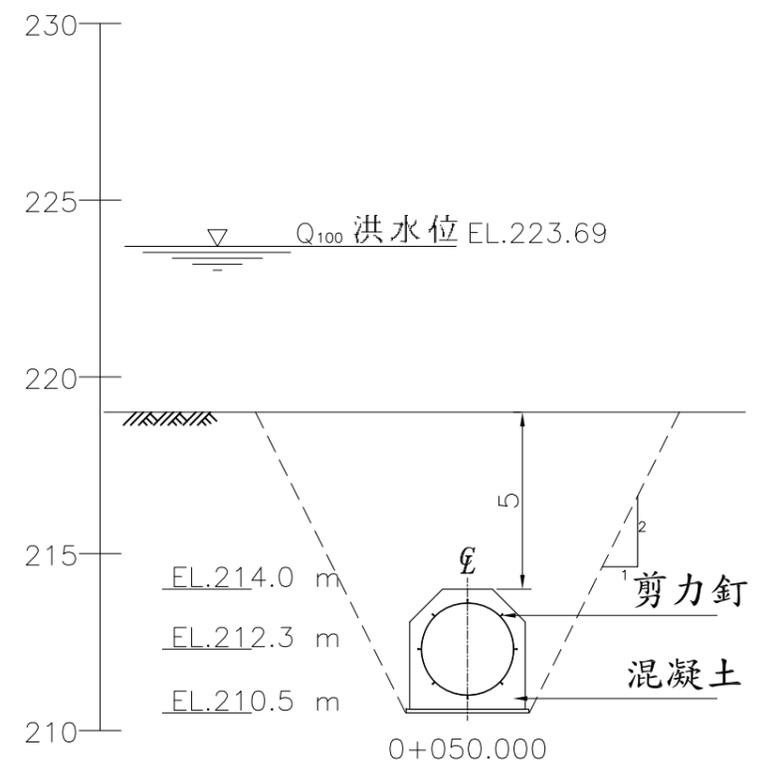


圖5-2-24 鯉魚潭水庫第二原水管一過河工程之倒虹吸工方案

5-3 隧道湧水及工法評估

一、隧道湧水評析

隧道大量湧水現象，通常發生於隧道穿越卡斯特地形(Karst Topography)或破碎之高強度變質岩所形成之地下水穴；本計畫隧道穿越之地層屬西部麓山帶沈積岩，就地質條件及相關工程實例研判，隧道施工過程中可能發生輕微滲水，但不易出現湧水之情況。按現階段資料評估如下：

- (一)可能隧道沿線為低矮丘陵地形，岩覆厚度約20至170公尺，且無較大集水區可彙集大量地下水源。
- (二)現地調查中可知當地作物之灌溉用水，主要來源有二，其一為雨季地表逕流匯集之溪水，另一為設於高地之降雨貯水槽，顯示當地之地下水蘊藏量不豐。
- (三)另地質鑽探水平探查孔作業期間，鑽及破碎帶時，最大出水量僅每分鐘20公升，且顯著出水現象未逾一天。
- (四)本計畫現地試驗所得之岩盤透水係數(k)值約在 10^{-6} m/s以下，依隧道穿越之地層分段及Goodman(1965)隧道滲水量公式，估計隧道各區段可能之最大滲水量如表5-3-1，按此計算結果最大滲水量在40L/min以下，不至於造成施工困難，採適當之止排水工法即可克服。

二、隧道止排水工法

本計畫隧道採混凝土或鋼管內襯施工，隧道竣工後，地下水不致再由隧道內流失。

隧道可能規劃路線行經之區域大多為砂岩與砂頁岩互層，於開挖過程如發生滲水跡象，可立即進行噴凝土封面，且視狀況進行水平排水兼鑽探孔以確定前方地質狀況；若地下水位太高，可考慮洞內再增鑽排水孔，甚至配合洞外地表抽水井降水位至仰拱以下再行開挖。另對於滲水量較大之區段，亦可考慮採用止水灌漿工法，減少開挖之滲水量。隧道施工常用之止排水工法如表5-3-2。

表 5-3-1 隧道各區段之最大滲水量

工程別	區段	項目	隧道長度 (m)	最大岩覆 (m)	透水係數 K(m/sec)	最大水頭 h(m)	推估最大滲水量 Q(L/min)
大甲溪輸 水路工程	洞口段		30	20	1.09×10^{-6}	10	29.699
	卓蘭層		417	115	1.69×10^{-8}	82	1.873
	錦水頁岩		322	115	1.00×10^{-9}	88	0.117
	魚藤坪砂岩		769	170	2.48×10^{-7}	120	36.863
	十六份頁岩		14	115	1.00×10^{-9}	66	0.0942
	關刀山砂岩		176	139	9.99×10^{-8}	64	9.194
	上福基砂岩		120	93	4.10×10^{-8}	57	3.463
	東坑層		1,070	120	1.06×10^{-8}	80	1.155
	上福基砂岩		220	72	4.10×10^{-8}	17	1.512
	關刀山砂岩		268	30	9.99×10^{-8}	10	2.721
	上福基砂岩		170	45	4.10×10^{-8}	37	2.535
	東坑層		255	45	1.06×10^{-8}	33	0.605
	紅土礫石層		338	55	-	0	-
	洞口段		30	5	7.28×10^{-7}	4	13.772
鯉魚潭水 庫第二原 水管工程	魚藤坪砂岩		1,500	170	2.29×10^{-8}	150	4.034

Goodman(1965), 隧道滲水量 $Q = 2\pi k \frac{h}{\ln\left(\frac{2h}{r}\right)}$ 式中 k: 透水係數; h: 水頭高度; r: 隧道半徑

表 5-3-2 隧道施工常用之止排水工法

工法類型	工法名稱	
排水工法	重力排水	1. 排水鑽孔、2. 排水導坑
	強制排水	1. 深井工法、2. 點井工法
止水工法	1. 化學灌漿、2. 壓氣工法、3. 冷凍工法	
併用工法	化學灌漿，輔助壓氣、止水工法與排水工法併用	

5-4 調度中心及營運管理系統工程

5-4-1 調度中心

一、興建需求說明

本計畫完成後，大安溪及大甲溪水源將可達真正聯合運用並提昇調度備援能力，大幅提昇台中地區供水穩定。為因應未來水源運用調度需求，亟需一設施空間辦理即時且繁複之水源聯合運用調度與營運管理作業。考量石岡壩為大台中地區穩定供水之樞紐，評估於石岡壩辦理台中地區水源調配及營管作業應屬最佳位置。

惟，石岡壩管理中心自66年10月完工迄今已逾30年，結構設施相當老舊且空間已不敷現況使用，又歷經921強震後其主體結構已有安全隱憂；為滿足未來大安溪及大甲溪水源調度之營運管理需求，計畫新建調度中心辦理台中地區水源調配營管工作，並合併及取代石岡壩管理中心之既有機能。

二、預定興建位置

本計畫之調度中心工址由石岡壩附近公有地優先遴選，評估比較後以既設石岡壩管理中心後方之公有地(位置詳圖5-4-1)最合宜；興建完成後既有石岡壩管理中心堪用設施及營管系統將優先遷移至新建調度中心，不足之軟硬體再依需求予以擴充。

三、空間需求佈置

為滿足未來台中地區水源調配需求及依本計畫所擬大安溪及大甲溪水源聯合運用調度策略，初估所需軟硬體設施需求包括：水源監控及調配室、人員辦公室、會議及簡報室、備材儲藏室、圖書資料收藏室、執備勤室、水文資訊及營運管理系統、閘門控制系統、及機房等，另考量石岡壩為大甲溪供水樞紐屬於台中縣重要風景帶重要景點，未來調度中心將一併考量為民服務、水資源教育宣導展示，並符合節能減碳綠建築等機能規劃。

既有石岡壩管理中心為2樓建築物，合計平面空間約150坪，既有石岡壩營管業務已不敷使用。為因應未來新增二流域水源調配工作，新建調度中心擬興建地上3層半(各層樓面積約150坪，合計約525坪)。各層樓計畫設施規劃如表5-4-1。

表 5-4-1 石岡壩管理中心空間佈置規劃表

樓層別	空間規劃佈置
1F	值班室暨服務中心、水資源教育展覽室、水質監測室、備材儲藏室
2F	主任室、職員辦公室、會議室
3F	水源監控、調配、及閘門控制室、簡報室
4F	電腦機房、圖書室、備勤人員休息室，室外作為瞭望台

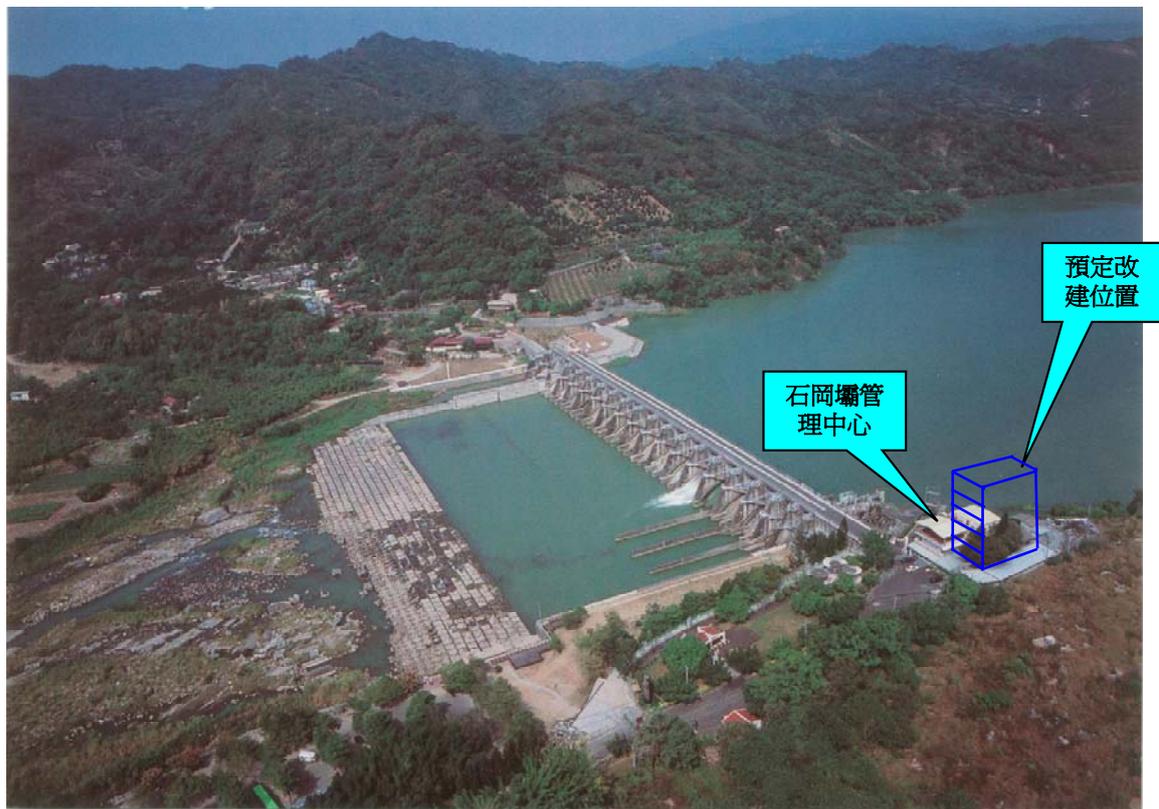


圖 5-4-1 本計畫調度中心（含石岡壩管理中心改建）預定位置示意圖

5-4-2 營運管理系統工程

大安大甲溪水源聯合運用輸水工程之營運管理系統係為一整合中區水資源局、水公司四區處、台中農田水利會、台灣電力公司等跨組織之整合資訊系統，其系統包含下：

- 一、建構一個Web-based之管理系統，使調度中心及其他相關單位之操作人員能在線上完成各項作業及即時取得所需資訊。
- 二、提供資訊查詢及計算數值成果轉成文字檔或MS Office格式檔案，以利其他應用。
- 三、提供石岡壩入流量及水位、鯉魚潭水庫蓄水量及水位、大台中地區公共用水需水量、當日各淨水場處理能力、當日各原水管及清水管可輸水量、石岡壩（含下游）灌溉需水量、后里灌區灌溉需水量、生態需水量等資訊查詢、水文測預報、逕流預報、水源調配管理及帳號管理等功能。
- 四、協助提供大安大甲溪水源聯合運用輸水工程營運管理作業及產出所需圖形或表格。

第六章 用地調查

6-1 工程用地範圍

本用地調查範圍係本計畫工程規劃成果研擬，依「大甲溪輸水路工程」與「鯉魚潭水庫第二原水管工程」工程規劃擬定工程用地範圍，分為五區，如表6-1-1所示，範圍詳述於「用地調查專題報告」之圖2-1～圖2-8，另，調度中心用地係利用石岡壩既有用地興建。

表 6-1-1 本計畫工程用地之各分區範圍

工程名稱	區別	範圍
一、大甲溪輸水路	A	取水口段
	B	隧道段(包含橫坑範圍)
	C	明挖覆蓋段(包含原水配水池與退水路)
二、鯉魚潭水庫第二原水管	D	明挖覆蓋段(含水管橋)
	E	輸水隧道段

依據工程規劃擬定之工程用地範圍，做全面性土地所有權屬調查，並與「工程測量」之成果圖進行用地套繪，依套繪之圖籍資料編列成冊，其地籍統計成果與相關地形、地籍套繪圖另詳「用地調查」專題報告。

依據目前工程用地範圍所調查17.50公頃之土地中，相關詳細資料如表6-1-2所示：

一、大甲溪輸水路工程

工程調查用地面積12.04公頃，有地籍登錄之土地面積達11.15公頃，無地籍登錄之土地面積僅0.89公頃。在有登錄之土地中，公地佔1.47公頃，私地佔9.68公頃。

二、鯉魚潭水庫第二原水管工程

工程調查用地面積5.46公頃，有地籍登錄之土地面積達4.96公頃，無地籍登錄之土地面積達0.50公頃。在有登錄之4.96公頃土地中，公地僅佔0.80公頃，私地佔4.16公頃。

表 6-1-2 本計畫工程用地分區土地權屬一覽表

分區		項目	用地面積(公頃)				用地筆數(筆)		
			未登錄	已登錄			合計	公地	私地
				公地	私地	小計			
大甲溪 輸水路	取水口段	0.17	0.00	0.14	0.14	0.31	1	4	
	隧道段(含橫坑)	0.42	0.15	5.36	5.51	5.93	2	119	
	明挖覆蓋段(含原水 配水池與退水路)	0.30	1.32	4.18	5.50	5.80	29	63	
	小計	0.89	1.47	9.68	11.15	12.04	32	186	
鯉魚潭水 庫第二原 水管	輸水隧道段	0	0.35	1.89	2.24	2.24	12	9	
	輸水管段	0.50	0.45	2.27	2.72	3.22	51	72	
	小計	0.50	0.80	4.16	4.96	5.46	63	81	
合計		1.39	2.27	13.84	16.11	17.50	95	267	

目前國內公共工程主要依據「土地徵收條例」及「經濟部水利事業工程用地核發獎勵金及救濟金要點」，至於地上物補償之補償標準及原則，兩工程用地範圍屬苗栗縣及台中縣管轄，因苗栗縣所屬區域無地上物相關徵收補償，則依目前台中縣政府民國93年採用之「台中縣農作改良物徵收補償費查估基準」及民國88年「台中縣辦理公共工程建築改良物拆遷補償自治條例」。

本計畫之土地使用以「土地徵收條例」辦理徵收，其相關補償土地範圍詳見「用地調查」專題報告附錄三。

6-2 費用估算

本計畫之土地徵收及地上物補償調查，其分析基準按現行規定酌予寬列如下：

一、土地徵收費

工程用地範圍採「土地徵收條例」計算地價補償費，依奉准徵收時當期土地公告現值加4成之金額作補償估算。另公有地(撥用)方面，合法承租公有耕地者依當期土地公告現值1/3為補償金額估算；未登錄公地則無償撥用，合計土地徵收費為1億9,502萬元。

二、地上物補償費

依台中縣政府查估基準估算辦理地上物補償費，先辦理計畫範圍內之地上物查估，依據查估之成果，整理合計而得地上物之補償費，農作物查估費為939萬元，地上建物查估費用為1,703萬元，合計為2,642萬元。

三、配合施工獎勵金（含效益分析）

根據「經濟部水利事業工程用地核發獎勵金及救濟金要點」核發，按每公頃120萬元計算發給配合施工獎勵金，其金額為1,693萬元。

本計畫係具急迫性需限期完成之新興水利工程計畫，為加速推動水利事業工程興辦，鼓勵民眾先行提供土地配合施工，紓緩土地取得之阻力，故依「經濟部水利事業工程用地核發獎勵金及救濟金要點」核發獎勵金及救濟金，期能依本計畫之計畫期程5年內完成。

計畫之建造成本除與利率、物價等，尚與完工年份有密切關係，假設因未核發獎勵金及救濟金致使本計畫工期延長至6年、7年、8年、9年、10年，比照第九章之計算方式，估計年利率3%及年物價上漲率3.5%，計算各施工期所造成之建造成本如表6-2-1所示，施工期10年利息約為13.20億，比本計畫預定分年工程經費（表8-2-3）中之施工期間利息4.96億約多8.24億，即核發獎勵金1,693萬可增加8.24億之效益，益本比（B/C）高達48.67。

四、預備金

預備金編列之目的係因應未來土地徵收時之地價調整及其他變動因素之費用，為土地徵收費與地上物補償費之和以15%計列，金額為3,322萬元。（預備金15%比例係參照「新竹縣寶山第二水庫可行性規劃」及「雲林地區水庫水源開發調查及可行性規劃」之基準）

五、作業費

以每公頃16萬元估算，金額為222萬元。（依據經濟部水利處89.12.19『各項水利工程用地徵收補償業務所需用地作業費之計算標準』函）

土地徵收補償之總費用包括土地徵收費、地上物補償、配合施工獎勵金、預備金、作業費等五項，如表6-2-2所示，總計為2億7,381萬元。

表 6-2-1 本計畫工期敏感度分析表

變動因子		總工程經費		建造成本	
		金額(仟元)	變動率(%)	金額(仟元)	變動率(%)
期程(年)	5	7,300,000	0.00	7,796,165	0.00
	6	7,300,000	0.00	8,105,995	3.97
	7	7,300,000	0.00	8,230,580	5.57
	8	7,300,000	0.00	8,357,685	7.20
	9	7,300,000	0.00	8,463,036	8.55
	10	7,300,000	0.00	8,619,690	10.56

表 6-2-2 本計畫工程用地徵收及補償費用表

工程名稱	作業項目		金額(仟元)	小計(仟元)
大甲溪輸水路	土地徵收補償費	1.土地徵收費	143,988	156,141
		2.地上物補償費	12,153	
	配合施工獎勵金及救濟金、預備金及用地作業費	3.配合施工獎勵金	11,941	36,912
		4.預備金	23,421	
		5.作業費	1,550	
鯉魚潭水庫第二原水管	土地徵收補償費	1.土地徵收費	51,034	65,305
		2.地上物補償費	14,271	
	配合施工獎勵金及救濟金、預備金及用地作業費	3.配合施工獎勵金	4,993	15,455
		4.預備金	9,796	
		5.作業費	666	
合計				273,813
註：各項費用詳細計算參照本計畫「用地調查」專題報告				

第七章 工程費估算

7-1 估算原則

本計畫之工程費係依據行政院公共工程委員會「公共建設工程經費估算編列手冊」規定編列，並按民國97年2月之物價指數估價；各項目估價原則分述如下：

一、設計階段作業費用

設計階段作業費分為基本設計及詳細設計兩階段，其中基本設計作業費按直接工作費之2%估列，另詳細設計作業費按直接工作費之4%估列。工作內容分述如下：

(一)基本設計作業費

依據前期規劃成果，辦理工程用地地形測量、地質調查與工程材料調查試驗、水文分析、斷層追蹤與震測調查、用地調查收購補償、水源供需潛能分析。基本設計費之隧道工程按直接工作費之3%，餘採直接工程之1.5%，故加權平均後約按直接工作費之2%估列。

(二)詳細設計作業費

依據基本設計階段之建議，辦理其補充調查（地籍測量、地質測量、地形測量）、階段性營建管理及顧問、詳細設計等費用。按直接工作費之4%估列。

二、用地徵收及補償費

本工程規劃範圍內之用地調查及徵收補償費估算原則詳如前章所述，其各項費用詳細計算成果參照「用地調查」專題報告。

三、工程建造費

(一)直接工作成本

直接工作成本之工程項目及經費表詳列於表7-2-1，分年工程經費表則詳列於表7-2-3。其各項目之主要內容分述如下：

1.大甲溪輸水路—取水口工程

包括取水口之土木工程、閘門機電工程、聯絡道路、邊坡植被工程、區域排水等。

2.大甲溪輸水路—輸水隧道工程

由大甲溪石岡壩隧道入口至台糖后里農場隧道出口，全長4,250m。分山地段（3,400m）及台地段（850m），並設置橫坑1（328m）及橫坑2（109m），採一般隧道工法施工段合計長3,751m，管幕工法施工段合計長499m。

3.大甲溪輸水路—明挖段輸水管路工程

包括輸水管件之埋設、排氣閘及蝶閘等，並原閘閘室1及閘閘室2等之設置及路面修復工程。

4.大甲溪輸水路—原水配水池工程

包括原水配水池主體工程、退水路工程及剩餘土方處理等。

5.鯉魚潭水庫第二原水管—輸水隧道內襯鋼管工程

由鯉魚潭水庫投池左岸台地隧道入口至大安溪右岸舊山線鐵路橋上游500m隧道出口，全長1,500m。

6.鯉魚潭水庫第二原水管—過河段水管橋工程

自大安溪下游200m處搭建一座鋼拱水管橋，跨越鯉魚潭堤及公館堤，全長800m。

7.鯉魚潭水庫第二原水管—明挖段輸水管路工程

全長3,964m，包括輸水管件之埋設、排氣閘及蝶閘之設置及路面修復工程。

8.鯉魚潭水庫第二原水管-堤防工程

大安溪右岸斷面29~30間堤防工程，長約505m。

9.大甲溪輸水路-調度中心及營運管理系統工程

考量水源營運管理之軟體及硬體需求，需設置「大安大甲溪

水源調度中心」及「營運管理系統工程」，以便於水源調度及管理。

10. 雜項工程

約1~9項之10%。包含拌合廠、澆置設備。聯外道路、施工道路、監測系統、通訊設備等施工設備、及臨時棄土場租用費。

11. 周邊環境改善工程

直接工程費（1~9項）之3%。本項經費編列主要目的為施工期間因施工影響計畫周邊之環境，辦理週邊環境改善。

12. 施工安全衛生及環保措施

1~11項之2%。施工期間人員安全之防護、監測儀器、保險、機具清洗、環境噪音、污水空氣處理及監測費、垃圾清理、污水沈澱處理、圍籬及警告設施。

(二) 間接工作費

間接工作成本係業主為監造管理工程目的物所需支出之成本，其按直接工作費12%計算。包括工程之行政管理費、工程監造費、階段性營建管理及顧問費、環境監測費、空氣污染防制費及初期運轉費。

(三) 工程預備費

工程預備費係為彌補本規劃設計期間所蒐集引用資料之精度、品質和數量等不夠完整，可能的意外或無法預見的偶發事件等因素而準備的費用。本工程之預備費採直接工程之18%。

(四) 物價調整費

物價調整費（直接工程成本+間接工程成本+工程預備費）合計之值，按用物價上漲年增率3.5%，依複利法分年估計。

四、總工程費

總工程費為上述一~三項費用之和（設計階段作業費用+用地取得及拆遷補償費+工程建造費）。

7-2 工程費估算

本工程之總工程費估計約為73.00億元，其中大甲溪輸水路約39.74億元，鯉魚潭水庫第二原水管約33.26億元，其各項估算費用詳列於表7-2-1，其直接工程成本明細詳列於表7-2-2，分年工程經費表則詳列於表7-2-3。

表 7-2-1 總工程費估計表

工作項目	經費(仟元)	備註
一、設計階段工作費	299,700	
1.基本設計作業費	99,900	按直接工作費之 2%
2.詳細設計作業費	199,800	按直接工作費之 4%
二、用地取得	273,813	
1.土地徵收補償費	221,446	
2.配合施工獎勵金及救濟金、預備金及用地作業費	52,367	
三、工程建造費	6,726,487	(一)+(二)+(三)+(四)
(一)直接工作費	4,994,150	
1.大甲溪輸水路	2,191,014	
(1)取水口工程	111,205	詳第一號明細表
(2)輸水隧道工程	1,070,696	詳第二號明細表
(3)輸水管路工程	901,118	詳第三號明細表
(4)原水配水池及退水路工程	107,995	詳第四號明細表
2.鯉魚潭水庫第二原水管	1,995,944	
(1)輸水隧道工程	622,281	詳第五號明細表
(2)輸水管路工程	983,036	詳第六號明細表
(3)過河段水管橋工程	310,632	詳第七號明細表
(4)堤防工程	79,995	詳第八號明細表
3.調度中心及營運管理系統	134,512	詳第九號明細表
4.雜項工程	432,147	約 1~2 項和之 10%
5.周邊環境改善工程	142,609	約 1~4 項和之 3%
6.施工安全衛生及環保措施	97,925	約 1~5 項和之 2%
(二)間接工作費	606,789	約直接工作費之 12%
(三)工程預備費	898,082	約直接工作費之 18%
(四)物價調整費	227,465	按年平均上漲 3.5%計
四、總工程費	7,300,000	一+二+三
五、施工期間利息	495,894	
六、建造成本	7,795,894	四+五

表 7-2-2 本計畫直接工程成本明細表(1/6)

第一號明細表 大甲溪輸水路—取水口工程

項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
210ka/cm ² 混凝土	m ³	5,700	2,280	12,996,000	材料費+施工費
鋼筋加工及組立	T	440	20,000	8,800,000	材料費+施工費
挖岩方	m ³	3,400	420	1,428,000	包括挖裝運
挖土方	m ³	2,400	50	120,000	包括挖裝運
回填方	m ³	2,000	70	140,000	包括挖裝運
甲種模板	m ²	35,000	460	16,100,000	材料費+施工費
乙種模板	m ²	30,000	380	11,400,000	材料費+施工費
聯絡道路	m	160	11,000	1,760,000	
邊坡保護工程	式	1	-	687,000	
直提式閘門及提吊設備	組	4	8,500,000	34,000,000	W5.0×H4.0
直提式閘門及提吊設備	組	1	9,500,000	9,500,000	W4.0×H4.0
耙污機	組	1	1,000,000	1,000,000	
攔污柵	門	4	737,000	2,948,000	
施工擋排水工程	式	1	-	3,500,000	
控制機房	式	1	-	2,118,000	含控制設備
活動插板	組	4	1,177,000	4,708,000	
合計				111,205,000	

第二號明細表 大甲溪輸水路—輸水隧道工程

項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
(一)一般工法施工段					
開挖及土方處理	m ³	89,910	1,300	116,883,000	
210kg/cm ² 混凝土	m ³	21,511	2,280	49,045,080	洞內
210kg/cm ² 鋼纖維噴凝土	m ²	52,934	1,800	95,281,200	t=8cm
桁型鋼支保	T	741	51,000	37,791,000	
岩栓 (L=3m)	處	7,502	2,800	21,005,600	
隧道鋼模製作	m	3,751	2,570	9,640,070	
隧道鋼模施工	m ²	49,773	360	17,918,280	
鋼模端頭模板	m ²	4,014	420	1,685,880	
隧道型條	m	3,751	440	1,650,440	
PVC 止水帶	m	6,565	220	1,444,300	
回填灌漿	包	37,510	500	18,755,000	
鋼筋組立及加工	T	4,501	20,000	90,020,000	
黑鐵管 φ38mm	支	18,755	150	2,813,250	
施工通風及照明	m	3,751	25,000	93,775,000	
施工抽排水費	m	3,751	5,000	18,755,000	
計測工程及地質研判	m	3,751	15,000	56,265,000	
地質問題處理費	m	3,751	20,000	75,020,000	
隧道安全監測設備	全	1	39,904,255	39,904,255	
洞口保護(入口)	處	1	794,000	794,000	
洞口保護(出口)	處	1	1,701,000	1,701,000	
小計				750,147,355	

表 7-2-2 本計畫直接工程成本明細表(2/6)

第二號明細表 大甲溪輸水路—輸水隧道工程

項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
(二)管幕工法施工段					
φ 50mm 管幕鋼管打設	m	9,980	2,000	19,960,000	L=6m
開挖及土方處理	m ³	11,961	1,300	15,549,300	
210kg/cm ² 混凝土	m ³	2,862	2,280	6,525,360	洞內
210kg/cm ² 鋼纖維噴凝土	m ²	6,563	3,600	23,626,800	t=16cm
仰拱鋼纖維噴凝土	m ²	2,171	2,600	5,644,600	t=12cm
桁型鋼支保	T	169	51,000	8,619,000	
隧道鋼模製作	m	499	2,570	1,282,430	
隧道鋼模施工	m ²	6,621	360	2,383,560	
鋼模端頭模板	m ²	534	420	224,280	
隧道型條	m	499	440	219,560	
PVC 止水帶	m	873	220	192,060	
回填灌漿	包	4,990	500	2,495,000	
鋼筋組立及加工	T	599	20,000	11,980,000	
黑鐵管 φ 38mm	支	2,495	150	374,250	
施工通風及照明	m	499	25,000	12,475,000	
施工抽排水費	m	499	5,000	2,495,000	
計測工程及地質研判	m	499	15,000	7,485,000	
地質問題處理費	m	499	20,000	9,980,000	
隧道安全監測設備	全	1	5,309,926	5,309,926	
小計				136,821,126	
(三)橫坑施工段(兩處合計)					
開挖及土方處理	m ³	10,475	1,300	13,617,500	
φ 50mm 管幕鋼管打設	m	2,780	2,000	5,560,000	
210kg/cm ² 混凝土 (洞內)	m ³	2,506	2,280	5,713,680	L=6m
210kg/cm ² 鋼纖維噴凝土	m ²	1,165	2,600	3,029,000	洞內
桁型鋼支保	T	108	51,000	5,508,000	t=8cm
岩栓	處	656	2,800	1,836,800	t=12cm
隧道鋼模製作	m	437	2,570	1,123,090	
隧道鋼模施工	m ²	5,799	360	2,087,640	L=3m
鋼模端頭模板	m ²	468	420	196,560	
隧道型條	m	437	440	192,280	
PVC 止水帶	m	765	220	168,300	
回填灌漿	包	4,370	500	2,185,000	
鋼筋組立及加工	T	524	20,000	10,480,000	
黑鐵管 φ 38mm	支	2,185	150	327,750	
施工通風及照明	m	437	25,000	10,925,000	
施工抽排水費	m	437	5,000	2,185,000	
計測工程及地質研判	m	437	15,000	6,555,000	
地質問題處理費	m	437	20,000	8,740,000	
洞口保護(橫坑 1)	處	1	760,000	760,000	
洞口保護(橫坑 2)	處	1	551,000	551,000	
隧道安全監測設備	全	1	4,650,176	4,650,176	
小計				86,391,776	
合計(一)+(二)+(三)				973,360,257	
其他 (約 10%)	式	1	-	97,336,026	
總計				1,070,696,283	

表 7-2-2 本計畫直接工程成本明細表(3/6)

第三號明細表 大甲溪輸水路—輸水管路工程

項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
挖方	m ³	142,000	50	7,100,000	
填砂	m ³	12,000	1,270	15,240,000	
CLSM 回填	m ³	90,800	1,200	108,960,000	
回填土	m ³	12,000	70	840,000	
餘方處理	m ³	84,600	250	21,150,000	含施工
鋼板樁購料費	片	150	12,000	1,800,000	
打拔鋼軌樁	m	5,100	3,000	15,300,000	
鋼管(φ 3,000)	m	300	222,000	66,600,000	含施工
DIP 管(φ 2,600)	m	520	216,000	112,320,000	含施工
DIP 管(φ 2,400)	m	1,370	180,000	246,600,000	含施工
DIP 管(φ 2,000)	m	1,790	112,000	200,480,000	含施工
閘閥室 1	處	1	2,000,000	2,000,000	
閘閥室 2	處	1	3,000,000	3,000,000	
排氣閥	處	11	273,000	3,003,000	
直提式閘門及提吊設備	座	1	3,125,000	3,125,000	
直提式閘門及提吊設備	座	1	4,500,000	4,500,000	
蝶閥(Φ2,600)	座	1	3,500,000	3,500,000	
蝶閥(Φ2,000)	座	4	2,700,000	10,800,000	
球閥(Φ2,400)	座	1	30,000,000	31,000,000	
閘閥(Φ2,600)	座	1	30,000,000	31,000,000	
AC 路面修復	m ²	16,000	800	12,800,000	
合計				901,118,000	

第四號明細表 大甲溪輸水路—原水配水池及退水路工程

項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
210kg/cm ² 混凝土	m ³	14,291	2,280	32,582,568	
鋼筋加工及組立	t	1,460	20,000	29,198,400	
挖方	m ³	104,000	50	5,200,000	
回填土	m ³	25,400	70	1,778,000	
餘土運費	m ³	78,600	250	19,650,000	
甲種模板	m ²	24,100	460	11,086,000	
直提式閘門及提吊設備	組	1	500,000	500,000	W1m×H1m
直提式閘門及提吊設備	組	1	8,000,000	8,000,000	W4m×H4m
合計				107,994,968	

表 7-2-2 本計畫直接工程成本明細表(4/6)

第五號明細表 鯉魚潭水庫第二原水管—輸水隧道工程

項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
開挖及土方處理	m ³	27,086	1,300	35,211,800	
φ 50mm 管幕鋼管打設	m	5,569	2,000	11,138,000	L=6m
210kg/cm ² 鋼纖維噴凝土	m ²	7,948	1,800	14,306,400	t=8cm
210kg/cm ² 鋼纖維噴凝土	m ²	7,683	3,600	27,658,800	t=16cm
仰拱鋼纖維噴凝土	m ²	1,439	2,600	3,741,400	洞內
210kg/cm ² 混凝土	m ³	13,886	2,280	31,660,080	
鋼筋加工及組立	T	412	20,000	8,240,000	
桁型鋼支保	T	357	51,000	18,207,000	
岩栓 (L=3m)	處	2,381	2,800	6,666,800	
隧道鋼模製作	m	310	19,355	6,000,050	
隧道鋼模施工	m	310	360	111,600	
鋼模端頭模板	m ²	1,500	420	630,000	
隧道型條	m	310	440	136,400	
回填灌漿	包	15,000	500	7,500,000	
黑鐵管 φ 38mm	支	7,500	150	1,125,000	
鋼管 (φ 2,600)	m	1,500	161,000	241,499,250	
施工通風及照明	m	1,500	25,000	37,500,000	
施工抽排水費	m	1,500	5,000	7,500,000	
計測工程及地質研判	m	1,500	15,000	22,500,000	
地質問題處理費	m	1,500	20,000	30,000,000	
洞口保護(入口)	處	1	2,174,000	2,174,000	
洞口保護(出口)	處	1	775,000	775,000	含施工
隧道安全監測設備	全	1	15,961,702	15,961,702	
小計				514,281,580	
假設工設 (10%)	式	1	-	51,428,158	
合計				565,709,738	
其他 (10%)				56,570,974	
合計				622,280,712	

表 7-2-2 本計畫直接工程成本明細表(5/6)

第六號明細表 鯉魚潭水庫第二原水管—輸水管路工程

項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
(一)明挖覆蓋段管路工程					
挖方	m ³	139,800	50	6,990,000	
填砂	m ³	1,700	1,270	2,159,000	
CLSM 回填	m ³	5,100	1,200	6,120,000	
回填土	m ³	109,000	70	7,630,000	
餘方處理	m ³	31,300	250	7,825,000	含施工
鋼板樁購料費	片	200	12,000	2,400,000	
打拔鋼軌樁	m	4,170	3,000	12,510,000	
210kg/cm ² 混凝土	m ³	300	2,280	684,000	
鋼筋加工與組立	T	25	20,000	500,000	
甲種磨板	m ²	290	460	133,400	
DIP 管(φ 2,600)	m	3,964	216,000	856,224,000	含施工
排氣閥	座	6	273,000	1,638,000	
蝶閥(φ 2,600)	座	6	3,500,000	21,000,000	
路面修復	m ²	14,221	800	11,376,800	
小計				937,190,200	
(二)斜坡段管路工程					
挖方	m ³	540	50	27,000	
回填土	m ³	440	70	30,800	
餘方處理	m ³	100	250	25,000	含施工
DIP 管(φ 2,600)	m	210	216,000	45,360,000	含施工
鋼筋加工與組立	T	3	20,000	60,000	
210kg/cm ² 混凝土	m ³	100	2,280	228,000	
甲種模板	m ²	250	460	115,000	
小計				45,845,800	
合計(一)+(二)				983,036,000	

第七號明細表 鯉魚潭水庫第二原水管—水管橋工程

項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
挖方	m ³	7,800	50	390,000	
回填方	m ³	6,000	70	420,000	
全套管基樁工程	支	54	160,000	8,640,000	
210kg/cm ² 預拌混凝土	m ³	3,650	2,280	8,322,000	
鋼筋加工與組立	T	292	20,000	5,840,000	
甲種模板	m ²	2,000	460	920,000	
鋼拱橋	m	800	190,000	152,000,000	
鋼管(φ 2,600)	m	800	161,000	128,800,000	含施工
圍擋排水工程	式	1	-	5,300,000	
合計				310,632,000	

表 7-2-2 本計畫直接工程成本明細表(6/6)

第八號明細表 鯉魚潭水庫第二原水管—堤防工程

項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
挖方	m ³	24,150	50	1,207,500	
回填方	m ³	59,300	70	4,151,000	
甲種模板	m ²	6,900	460	3,174,000	
210kg/cm ² 混凝土	m ³	5,750	2,280	13,110,000	
鋪排塊石	m ²	23,825	200	4,765,000	
坡面混凝土	m ²	27,850	500	13,925,000	
AC 路面	m ²	5,750	800	4,600,000	
5 排 10T 異形塊澆置及吊放	塊	1,275	27,500	35,062,500	
小計				79,995,000	

第九號明細表 調度中心及營運管理系統工程

項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
調度中心土木工程	式	1	-	80,000,000	
控制中心資訊監控設備	式	1	-	14,280,000	
控制中心設施工程	式	1	-	17,040,000	
閉路監視系統	式	1	-	3,672,000	
簡報展示系統	式	1	-	10,560,000	
閘門監控系統	式	1	-	3,960,000	
營運管理系統	式	1	-	5,000,000	
合計				134,512,000	

表 7-2-3 本計畫分年工程經費表

工程項目	工程費 (仟元)	分年工程費(仟元)				
		第一年	第二年	第三年	第四年	第五年
一、設計階段工作費	299,700	76,493	121,307	71,357	30,543	0
1. 基本設計作業費	99,900	49,950	49,950	0	0	0
2. 詳細設計作業費	199,800	26,543	71,357	71,357	30,543	0
二、用地取得	273,813	2,800	167,791	58,379	44,843	0
1. 土地徵收補償費	221,446	0	143,228	44,289	33,929	0
2. 配合施工獎勵金及救濟金、預備金及用地作業費	52,367	2,800	24,563	14,090	10,914	0
三、工程建造費	6,726,487	0	305,293	2,303,121	1,777,921	2,340,152
(一)直接工作費	4,994,150	0	218,231	1,676,120	1,286,232	1,679,055
1. 大甲溪輸水路	2,191,014	0	187,704	1,167,687	467,571	368,052
(1)取水口工程	111,205	0	0	0	27,801	83,404
(2)輸水隧道工程	1,070,696	0	187,704	337,900	314,442	230,650
(3)輸水管路工程	901,118	0	0	829,787	71,331	0
(4)原水配水池及退水路工程	107,995	0	0	0	53,997	53,997
2. 鯉魚潭水庫第二原水管	1,995,944	0	0	278,141	640,884	1,076,919
(1)輸水隧道工程	622,281	0	0	226,284	226,284	169,713
(2)輸水管路工程	983,036	0	0	51,857	259,284	671,895
(3)過河段水管橋工程	310,632	0	0	0	155,316	155,316
(4)堤防工程	79,995	0	0	0	0	79,995
3. 調度中心及營運管理系統	134,512	0	8,407	33,628	33,628	58,849
4. 雜項工程	432,147	0	19,611	147,946	114,208	150,382
5. 周邊環境改善工程	142,609	0	6,472	48,822	37,689	49,626
6. 施工安全衛生及環保措施	97,925	0	4,444	33,524	25,880	34,077
(二)間接工作費	606,789	0	27,537	207,734	160,363	211,155
(三)工程預備費	898,082	0	40,795	307,755	237,575	311,958
(四)物價調整費	227,465	0	10,324	77,883	60,123	79,135
四、總工程經費	7,300,000	79,293	594,391	2,432,857	1,853,307	2,340,152
五、施工期間利息	495,894	2,379	20,282	93,876	152,292	227,065
六、建造成本	7,795,894	81,672	614,673	2,526,733	2,005,599	2,567,217

第八章 施工規劃

8-1 施工環境

大甲溪輸水路工程包括取水口、輸水隧道、原水配水池及輸水管線等，工程範圍大多位於台中縣后里鄉範圍內。而鯉魚潭水庫第二原水管工程內容包括輸水隧道、輸水管線、水管橋及堤防工程等，工程範圍包含三義鄉及后里鄉。

一、可施工日數

計畫區可施工日數估計，以台中氣象站資料日雨量在10mm以下作為可工作日數，估計如表8-1-1所示，全年可工作日數約為266天。

二、材料運輸

大甲溪明挖段輸水管路工程之大宗施工材料運輸，採鐵路運輸者可以豐原站為轉運站，再轉一般公路運輸，沿台三線、中44直達工址。亦可由國道一號高速公路經台中系統交流道轉入國道四號高速公路，經台3線平面道路轉過埤豐橋，經縣道中44到達工址。而第二原水管工程若以鐵路運輸，可由后里站轉運至一般公路，沿台13線轉苗51接苗52達鯉魚潭水庫或採中40直達銜接終點；或利用國道一號高速公路經台中系統交流道轉入國道四號，經台13線平面道路轉过后豐大橋，經苗51接苗52達鯉魚潭水庫。

表 8-1-1 本計畫全年可施工天數統計表

項目	月別												累計日數
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
降雨日數	5	5	7	10	8	12	8	9	6	2	2	2	26
國定習俗 休假日數	1	4	0	1	2	0	0	0	1	1	1	0	11
颱風停工日數	-	-	-	-	-	3	3	3	3	-	-	-	12
可工作日數	25	19	24	19	21	15	20	19	20	28	27	29	266

8-2 施工佈置

8-2-1 工區劃分及施工佈置

本計畫輸水路型式包括隧道、輸水管及水管橋等，其中輸水管及水管橋屬線狀施工而易趕工，至於輸水隧道內襯鋼管工程總長達5,750m，且隧道工程易受工作面及地質等因素限制而不易趕工，故相較於其餘工項屬，不論大甲溪輸水路或鯉魚潭水庫第二原水管工程中，隧道工程均為其施工要徑。考量各施工項目及計畫期程限制，規劃區分為若干工區，以增加工作面、縮短工期。按施工區域、工程難易度與工作面，初步規劃為9個工區，如表8-2-1所示，各工區範圍及內容分別說明如下：

表 8-2-1 本計畫工程工區劃分及內容

	工區	區段	內容	工期(月)
大甲溪輸水路工程	一	自取水口至橫坑 1 (不含橫坑 1) 0K+000~1K+973	1.取水口工程 2.輸水隧道, 1,973m	45
	二	自橫坑 1 至橫坑 2 (不含橫坑 2) 1K+973~3K+450	1.主隧道, 1,477m 2.橫坑 1, 328m	38
	三	自橫坑 2 至隧道出口 (含橫坑 2) 間 3K+450~4K+250	1.主隧道, 800m 2.橫坑 2, 109m	30
	四	原水配水池及退水路工程	1.原水配水池工程 2.退水路工程, 615m 3.明挖覆蓋箱涵段, 100m	12
	五	閘閥室 1 至閘閥室 2 之輸水管路、鯉魚潭淨水場管段、及農業用水管段	1.閘閥室 1、閘閥室 2 2.雙管埋設, 長 1,370m 3.鯉魚潭淨水場段, 820m 4.農業用水管段, 420m。	20
鯉魚潭水庫第二原水管	一	起點至隧道出口 0k+000~1k+700	1.明挖覆蓋, 200m 2.輸水隧道, 1,500m	33
	二	大安溪右岸 1k+700~2k+580	1.明挖覆蓋工程, 880m 2.堤防工程, 505m	13
	三	跨越大安溪之水管橋 2k+580~3k+400	1.橋台、橋墩及鋼拱 2.輸水管, 820m	18
	四	大安溪左岸至銜接終點 3k+400~6k+474	1.斜坡段管路, 210m 2.明挖覆蓋輸水管, 2,864m	24

8-2-2 各工區之概述

一、大甲溪輸水路工程

第一工區：主要工程為新設取水口一座，隧道入口至橫坑1止主隧道長1,973m。本工區計有二工作面，新建取水口及隧道入口處需配合石岡壩庫區以圍堤，下游端則由橫坑1出入；本工區隧道準備作業估計約6個月，主隧道工期於一般工法施工段速率以每工作面施作60m/月計需20個月，管幕工法施工段寬列6個月，新設取水口之工期估計約需13個月，則本工區所需工期約45個月，考量其運輸動線、工材及棄土堆置地點、部分工區施做期間尚須選擇不受汛期影響之時間施做、及各個子工程完成之急迫性等，本工區為本計畫之施工要徑。

第二工區：本工區包括主隧道長1,477m與橫坑1之長度328m，合計隧道長1,805m，以橫坑1與橫坑2為出入口雙向施工，隧道施工包括準備作業、洞口處理及特殊地質段處理等，估列工期約需38個月。

第三工區：本區包括主隧道長800m與橫坑2長109m，須配合規劃中后里第二淨水場原水配水池施工進度，俾使能達到自隧道出口與橫坑2入口兩工作面雙向施工之規劃，以每一工作面每月24m並寬列工區之6個月緩衝期估計，工期約需30個月。

第四工區：含原水配水池(100m×100m)及退水路(長615m)之施工，需工期約12個月。

第五工區：輸水管之共管段自原水配水池出口沿中科聯外道路旁及永興路埋設，全長1,370m，埋設範圍寬約10m，所需工期約11個月。另閘閥室2、輸水管路之淨水場段及農業用水管段，均為單管埋設，總長1,240m，埋設範圍寬約5~6m；本工區估計需工期約20個月。

二、鯉魚潭水庫第二原水管工程

第一工區：含明挖覆蓋管路及隧道施工，明挖覆蓋段長約200m，輸水隧道長1,500m配合雙向施工以縮短工期。輸水隧道考慮內襯鋼管故施工速率因每工作面以25m/月計，並寬列3個月緩衝期估計，所需工期約33個月。

第二工區：本工區由隧道出口至過河段起點間(1K+700~2K+580)，斷面29~30現地局部高程低於計畫堤防高，故設置堤防工程505m及管路埋設880m，估計本區工期需13個月。

第三工區：以水管橋為主，包括管路、鋼拱、橋台及橋墩之設置，橋長約820m，需工期約18個月。

第四工區：大安溪南岸之輸水管，採明挖覆蓋者沿水防道路中28及新山線鐵路下方道路外側、農田施作、沿永興路及斜坡段埋設，長度共計3,074m；本區所需工期約24個月。

8-2-3 施工佈置

一、大甲溪輸水路工程

(一)取水口

對外聯絡道路主要以縣道中44、中41、台3線與台13線，其中取水口工程與隧道第一工區施工面重疊，主要進出以921紀念公園與縣道中44為聯絡道路，接埤豐橋與台3線相接，於公園進出口設置車輛管制站。

(二)輸水管路

輸水管路沿既設道路埋設，對外聯絡道路主要以永興路與中41與台13線，而未來運輸道路可採中科聯絡道路（30m寬，后里至七星基地）與台13線銜接。

(三)橫坑1

輸水隧道橫坑1洞口施工佈置如圖8-2-1，以縣道中44作為主要棄渣及材料運輸，並設置一條臨時暗渠將既有牛稠坑渠道導排水，徵收或租用該區域土地約1.4公頃，佈置棄渣堆置場、作業場、施工便道及作業加工場等。

(四)橫坑2

橫坑2洞口施工佈置如圖8-2-2，以萬聖巷連接縣道中44作為主要進出道路，租用當地約1.2公頃土地，設置臨時土方堆置場、作業場、拌合場、施工便道及工務所。

輸水隧道工程開挖期間需使用爆材，因為炸藥屬於危險管制物品，故爆材需另設炸藥庫，炸藥庫安全措施及地點依規定申請設置

之。



圖 8-2-1 大甲溪輸水路工程橫坑 1 洞口佈置示意圖

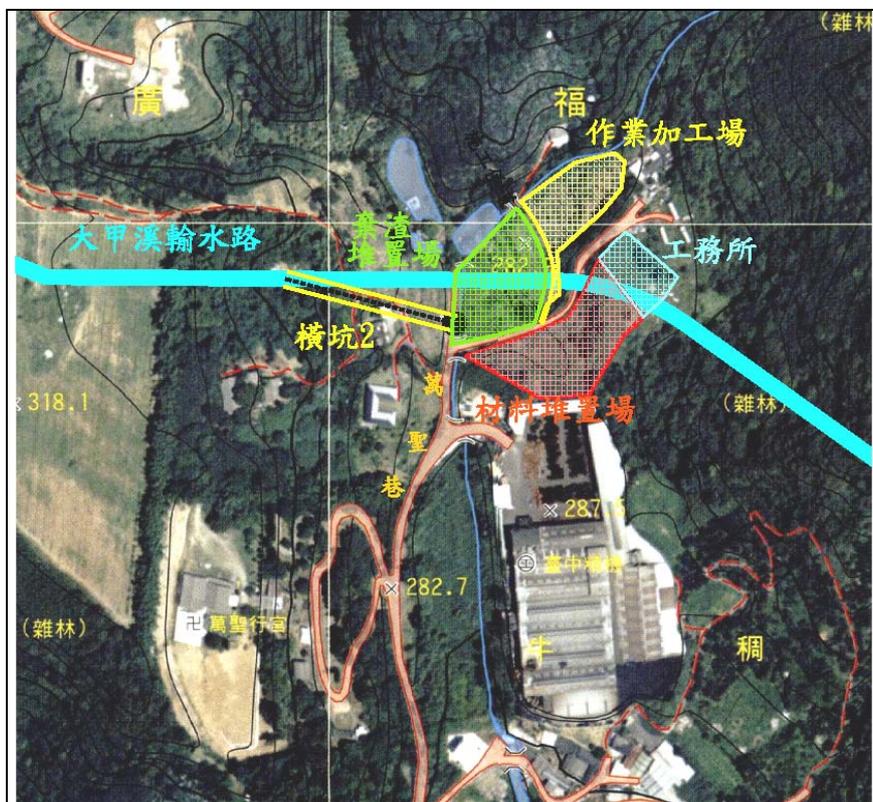


圖 8-2-2 大甲溪輸水路工程橫坑 2 洞口佈置示意圖

二、鯉魚潭水庫第二原水管工程

(一) 隧道入口

隧道入口處之施工可於鯉魚潭水庫投池左岸平台，設置作業場、材料及棄渣臨時堆置場等，對外則以苗52線道路為主要聯絡道路，可於投池左岸平台進出口設置車輛管制站。隧道入口施工佈置如圖8-2-3。

(二) 隧道出口

隧道出口位於大安溪左岸高灘地腹地寬廣，施工前先將洞口外之高灘地整平，以利設置隧道施工所需之作業空間及施工便道(約30m)，棄渣及材料之運輸，可利用即有之防汛道路連接省道台13線，聯絡對外交通。隧道出口施工佈置如圖8-2-4。

(三) 輸水管路

明挖段輸水管路工程沿既設道路埋設，對外聯絡道路主要以永興路與中41與台13線。而未來運輸道路可利用30m寬之中科聯絡道路(后里至七星基地)與台13線銜接。位於大安溪右岸對外聯絡道路以防汛道路為主，西接台13線，亦可銜接至三義交流道。而大安溪左側道路因路幅較窄，故其施工道路以大安溪左岸防汛道路為主，避免與當地居民人車干擾等情事。

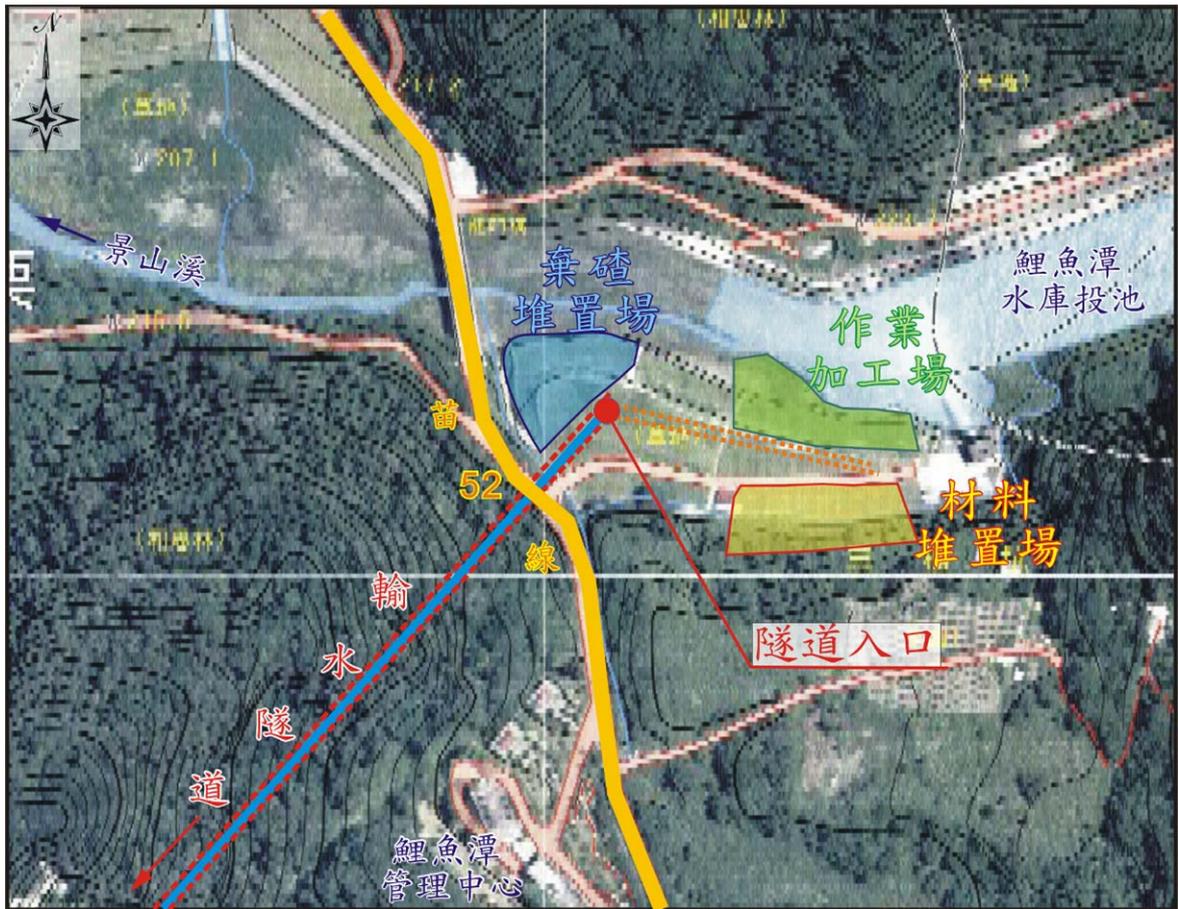


圖 8-2-3 鯉魚潭水庫第二原水管隧道入口施工佈置示意圖

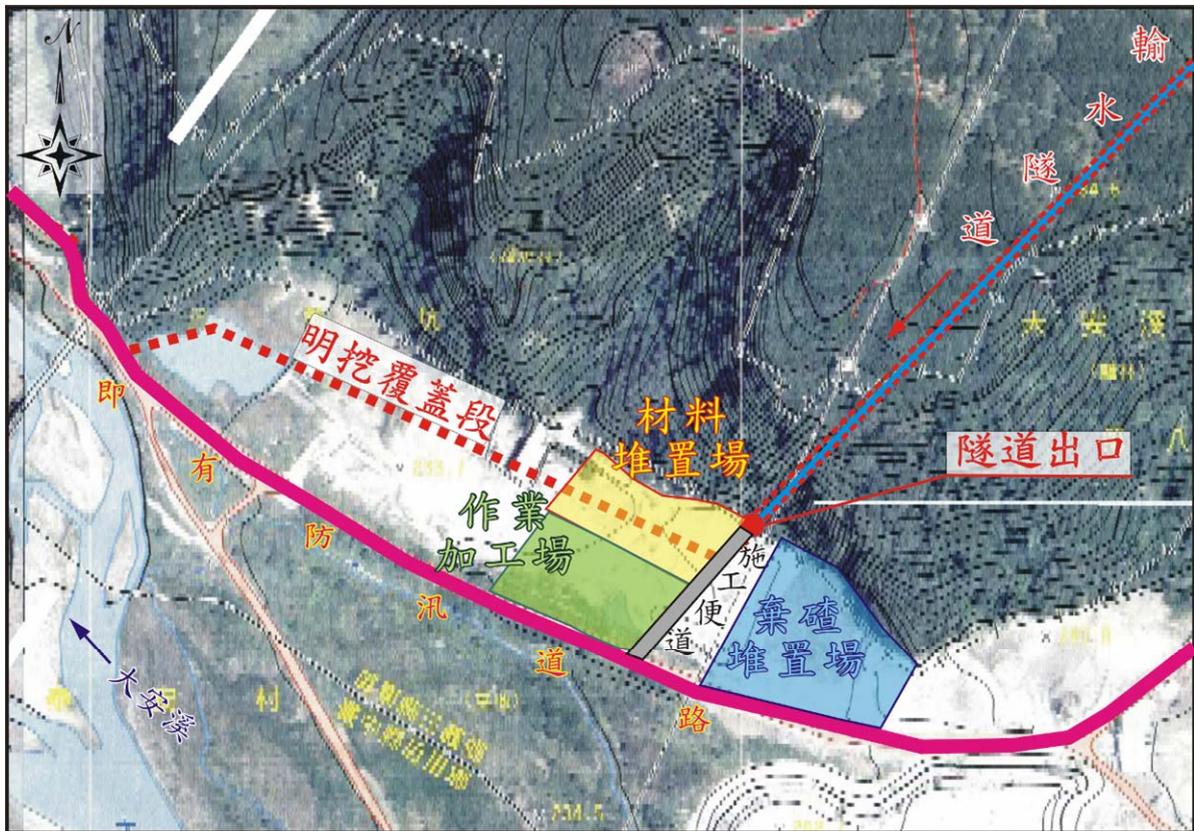


圖 8-2-4 鯉魚潭水庫第二原水管隧道出口施工佈置示意圖

三、棄渣處理計畫

於洞口設置臨時棄渣場，定期轉運至合格土資場以減少運輸頻率，並就近以「挖填平衡」與「土方不外運」為原則，降低對週遭環境及交通之影響。惟本工程隧道全長共計達6.3km之隧道工程之棄渣應無法避免。而本計畫隧道大部分通過砂岩與砂頁岩互層，由目前鑽探成果初步研判，可做為未來採CLSM回填之骨材，則可減少整體棄土數量。

(一)大甲溪輸水路工程

隧道工程總計剩餘土方量達111,000m³，大甲溪輸水路工程及剩餘土方約256,600m³。經調查區域附近之土資場如表8-2-2，依工區運距以及目前剩餘容量，建議第一工區採用「增泰砂石股份有限公司」，而其餘工區之剩餘土方建議採「后里土石方堆置場」。

(二)鯉魚潭水庫第二原水管工程

總計土方量約20,000m³，經調查本區域附近之土資場如表8-2-2，按運距以及目前剩餘容量，建議採用「甲騰企業有限公司」及「立益工業股份有限公司」做為棄渣處理場。

表 8-2-2 本計畫臨近區域土資場調查成果表

工程名稱 \ 項目	土資場名稱	目前剩餘容量 (萬 m ³)	備註
大甲溪輸水路	后里土石方堆置場	90	建議採用
	增泰砂石股份有限公司	30	建議採用
	豐資嶺土石方資源堆置場	120	
鯉魚潭水庫第二原水管	甲騰企業有限公司	67	建議採用
	立益工業股份有限公司	30	建議採用

8-3 施工工期與預定進度

計畫將本工程分為五個工作年度，其中前一年為準備年，後四年為施工年。前置作業應先完成補充測設相關工作，為求規劃設計及用地徵

收資料完整，以利後續作業工作之順利推展，徵收計畫乃為本工程之首要前置工作，土地收購及地上物補償之困難度非一般可預估。因此施工前之民意溝通至為重要，將有助於徵收土地之推展。

本計畫施工要徑為大甲溪輸水路工程第一工區，搭配其他施工工區必要工期以估算整體工期，工程預分四年進行施工，其分年實施預定進度如表8-3-1及表8-3-2。

為計畫區之供水期程，如計畫於民國103年底全部完工，第一年度準備作業應於民國99年積極展開，並於民國100年起陸續開始施作，估計最快至民國103第四季辦理試運轉。

表 8-3-1 大安大甲溪水源聯合運用輸水工程預定進度表

期程(年/季) 工程項目	年度 季別	第一年度				第二年度				第三年度				第四年度				第五年度				
		一	二	三	四	一	二	三	四	一	二	三	四	一	二	三	四	一	二	三	四	
一、調查設計																						
(一)基本設計																						
(二)細部設計																						
二、用地取得																						
三、工程建造																						
(一)大甲溪輸水管路工程																						
1.取水口工程																						
2.輸水隧道工程																						
3.輸水管路工程																						
4.原水配水池及退水工程																						
(二)鯉魚潭第二原水管工程																						
1.輸水隧道工程																						
2.輸水管路工程																						
3.過河段水管橋工程																						
4.堤防工程																						
(三)調度中心及營運管理系統工程																						
(四)雜項工程																						
(五)週邊環境改善費																						
(六)施工安全衛生及環保措施																						

第九章 水源整體聯合營運管理計畫規劃

9-1 相關單位配合分工計畫

本計畫輸水工程包括取水口、輸水管(隧道)、原水配水池及控制閘閥等，按各設施之機能屬性及各單位權責專長，研擬相關單位營管分工計畫如表9-1-1，上述分工經民國98年4月23日水利署邀請相關單位研商並獲共識(會議記錄詳附錄三)，各設施營管分工說明如下：

一、大甲溪輸水路

(一)取水口、輸水隧道、原水配水池及退水路

輸水路前段屬一般取水設施，因取水口位處石岡壩右岸，其操作直接與石岡壩有關(含取水量、水位控制、排洪等)，故規劃由水利署中水局統籌管理。另輸水隧道為水力隧道，其後接原水配水池與取水之水位流量控制、排砂、退水等，屬水源工程，故規劃由水利署中水局轄管，俾與石岡壩整併，提高運轉維護效率。

(二)輸水管段及控制閘閥

大甲溪輸水路按水源分析模擬顯示，為提升水資源利用率，本計畫之大甲溪輸水路規劃延伸420公尺輸水管至台中水利會之后里圳幹線串接，在大甲溪水源充沛時，可調度大甲溪水源以替換后里圳在大安溪之農業用水轉存鯉魚潭水庫約0.35億噸，此農業用水部分係調度水源之用，為謀求其整體協調及事權統一，故原水配水池池體後閘閥室1及閘閥室2間管段及閘閥室2至鯉魚潭淨水場及後端至后里圳之農業用水管420m，均建議由台灣自來水公司管轄。

1.閘閥室1

輸水管段(公共用水管路、調配用水管路)，以閘閥室1控制共用水管路及調配用水之管路之配水；並配合控制鯉魚潭水庫第二原水管向南送原水至后里第二淨水場，如圖9-1-1所示，且因為其鄰近后里第二淨水場，故建議由台灣自來水公司后里第二淨水場就近管理。

2. 閘閥室2

其功能將輸水管段中大甲溪水源分配至鯉魚潭淨水場、后里第一淨水場及后里圳，或配合控制鯉魚潭第二原水管自鯉魚潭水庫南送大安溪水源至鯉魚潭淨水場、后里第一淨水場、后里圳及后里第二淨水場，如圖9-1-1所示，且因為其鄰近后里第一淨水場，故建議由台灣自來水公司后里第一淨水場就近管理。

二、鯉魚潭水庫第二原水管

鯉魚潭水庫第二原水管係規劃為大甲溪於颱風期高濁度時之水源調度，並兼作鯉魚潭水庫第一原水管之設施備援，對於提升及穩定台中供水具正面助益，然需配合大甲溪輸水路營運操作，方能發揮功能，依目前「鯉魚潭水庫第一原水管」營運分工模式，建議「鯉魚潭水庫第二原水管」由台灣自來水公司負責營運管理

經費分擔原則採大甲溪輸水路自取水口至原水配水池(含退水路)部分由公務經費辦理；大甲溪輸水路原水配水池以下輸水路及閘閥、鯉魚潭水庫第二原水管以公務經費投資自來水公司方式興辦。

表 9-1-1 本計畫設施營運管理分工表

	設施項目	營運管理機關	備註
一	1.大甲溪輸水路—取水口 2.大甲溪輸水路—輸水隧道 3.大甲溪輸水路—原水配水池及退水路	水利署中水局	水源工程
二	1.大甲溪輸水路—輸水管 2.大甲溪輸水路—閘閥室1、閘閥室2 3.鯉魚潭水庫第二原水管	台灣自來水公司	輸水管線 水場側控制閥類

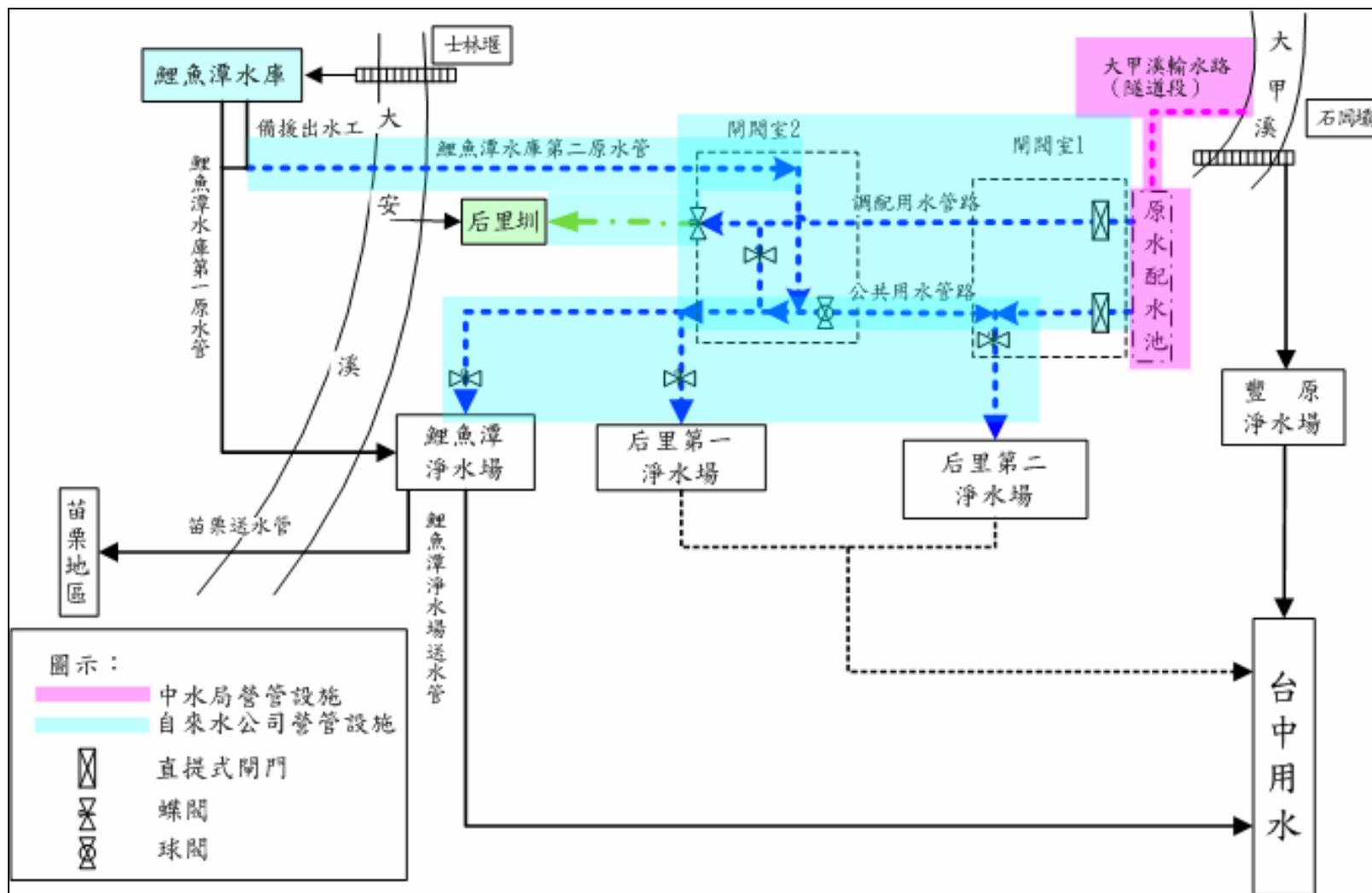


圖 9-1-1 本計畫運用輸水工程營管分工圖

9-2 聯合營運管理組織架構及人力評估

一、營運管理組織

「大安大甲溪水源聯合運用輸水工程」相關之事權機關包括水利署中區水資源局(石岡壩管理中心、鯉魚潭水庫管理中心)、台灣自來水公司(豐原、后里第一、后里第二及鯉魚潭淨水場)及台中農田水利會(泰安工作站)等，針對本工程之營運管理組織架構及協調方法研擬考量1.權責劃分按工作屬性及其設施區位以利執行「水源聯合運用原則」；2.不影響大安溪鯉魚潭水庫防洪及大甲溪石岡壩排洪之既有組織；3.增加溝通平台，以整合及協調各個不同職能之單位。研擬「台中區水源調配小組」方案，即在石岡壩管理中心及鯉魚潭水庫管理中心防洪運轉功能維持不變，水利署中水局經管課主導水源調配營運操作決策，並作為中水局兩管理中心、水公司、水利會及台灣電力公司之對口單位，組織架構如圖9-2-1所示，運作方式說明如下：

1.中水局：彙整水情資料，換算成圖9-2-2中之水源運用因素，藉以決定鯉魚潭水庫及石岡壩之供水量；通知石岡壩管理中心、鯉魚潭水庫管理中心、后里淨水場(第一、第二)、鯉魚潭淨水場、豐原淨水場、台中水利會相關工作站、台灣電力公司大甲溪相關電廠及士林攔河堰(卓蘭電廠)等各執行單位執行配水指令。

(1)石管中心：提供蒐集水情資料，如石岡壩入流量及水位、大甲溪輸水路(隧道段)可輸水量、石岡壩生態需求水量等予中水局經管課。

(2)鯉管中心：提供蒐集水情資料，如鯉魚潭水庫蓄水量及水位、生態需水量等予中水局經管課。

2.水公司第四區管理處：彙整各淨水場處理能力；原水及清水管輸水能力予中水局經管課。

(1)后里淨水場(第一、第二)：提供當日淨水場處理能力；原水及清水管輸水能力予水公司第四區管理處。

(2)鯉魚潭淨水場：同上。

(3)豐原淨水場：同上。

3.台灣電力公司：提供所轄水庫之蓄水資料、預計發電用水量及相關之水文資訊予中水局經管課。

4.台中水利會：彙整各相關工作站灌區之需水量予中水局經管課。

二、人力評估規劃

本計畫營運管理期間各單位所需人力，將由各單位既有人力編制內調配，不另增加正式編制人員。有關本計畫調度中心完成後，計畫由石岡壩人員進駐辦理現場水情監控及調配管理工作。

9-3 聯合營運及管理計畫

一、水源營運及管理計畫

(一)大甲溪石岡壩原水濁度低於3,000NTU時，於確保下游用水權益及生態放流量後，台中地區公共用水優先由石岡壩取水輸水至豐原淨水場、后里淨水場及鯉魚潭淨水場處理供應，如公共用水仍有不足時，則再由鯉魚潭水庫或區域地下水水源處理供應；另石岡壩如仍有剩餘水量，則由右岸新建取水口取水經大甲溪輸水路供應大安溪后里圳，替換農業用水蓄存於鯉魚潭水庫。

(二)大甲溪石岡壩原水濁度大於3,000NTU時，台中地區公共用水需求優先由鯉魚潭水庫滿載供應鯉魚潭淨水場及后里淨水場處理出水，如公共用水供水仍有不足，則再由區域地下水源或石岡壩與食水崙溪水源混合稀釋供應豐原淨水場處理供水補足。

(三)枯水期如大安溪灌區灌溉水源吃緊，台中水利會可與中水局協商在既有用水權益下調度，利用大甲溪輸水路調度大甲溪灌區灌溉節餘水量因應。

按上述原則，各淨水場之水源引取順序則以大甲溪是否存在剩餘流量及濁度高低為判斷準則，以濁度為主時取水順序如表9-2-1所示。

表 9-2-1 大甲溪不同原水濁度之各淨水場水源運用順序

大甲溪 濁度(NTU)	各淨水場別之引水順序		
	鯉魚潭淨水場	后里(第一、二) 淨水場	豐原淨水場
≤3,000	大甲溪優先 大安溪次之	大甲溪優先 大安溪次之	大甲溪
>3,000	大安溪	大安溪	大甲溪、食水料溪

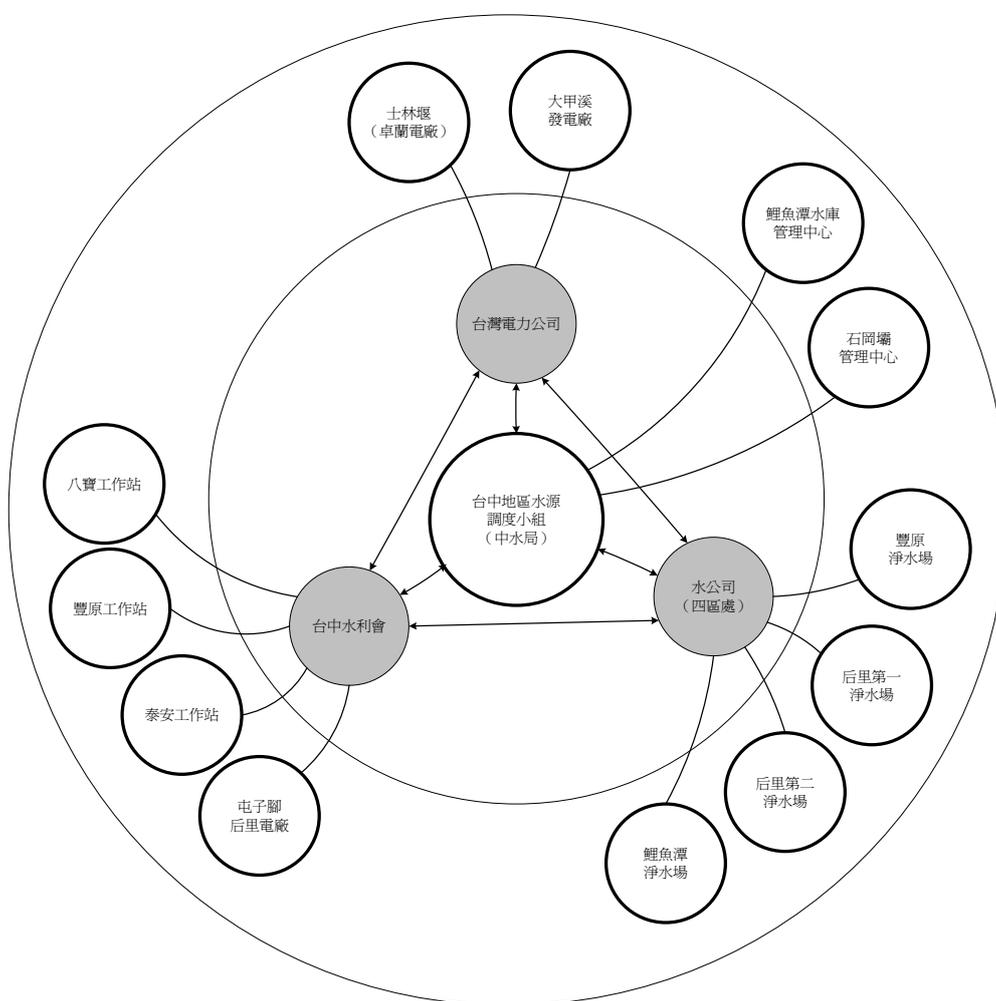


圖 9-2-1 本計畫水源營運組織架構圖

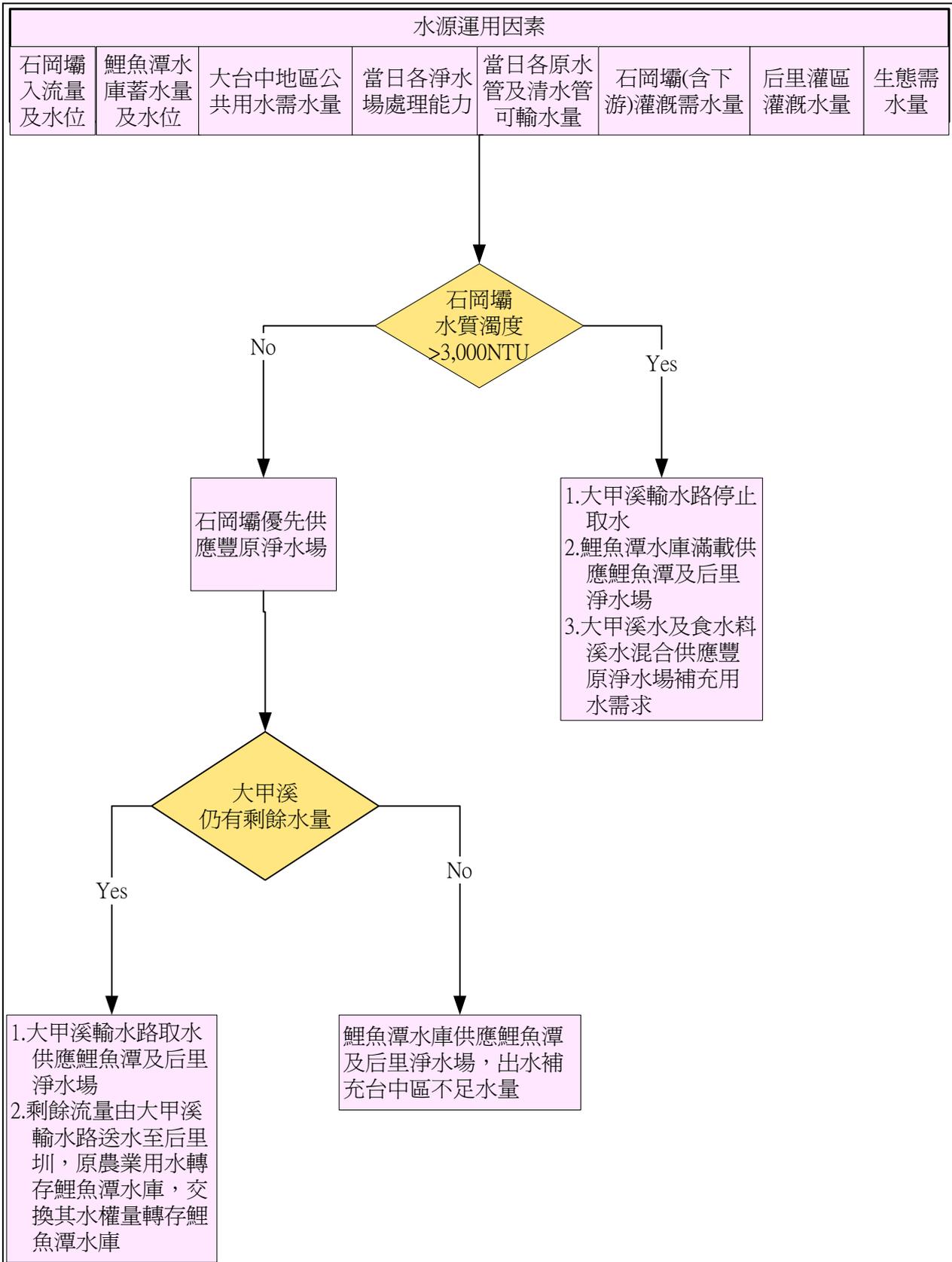


圖 9-2-2 台中地區公共用水水源供應流程圖

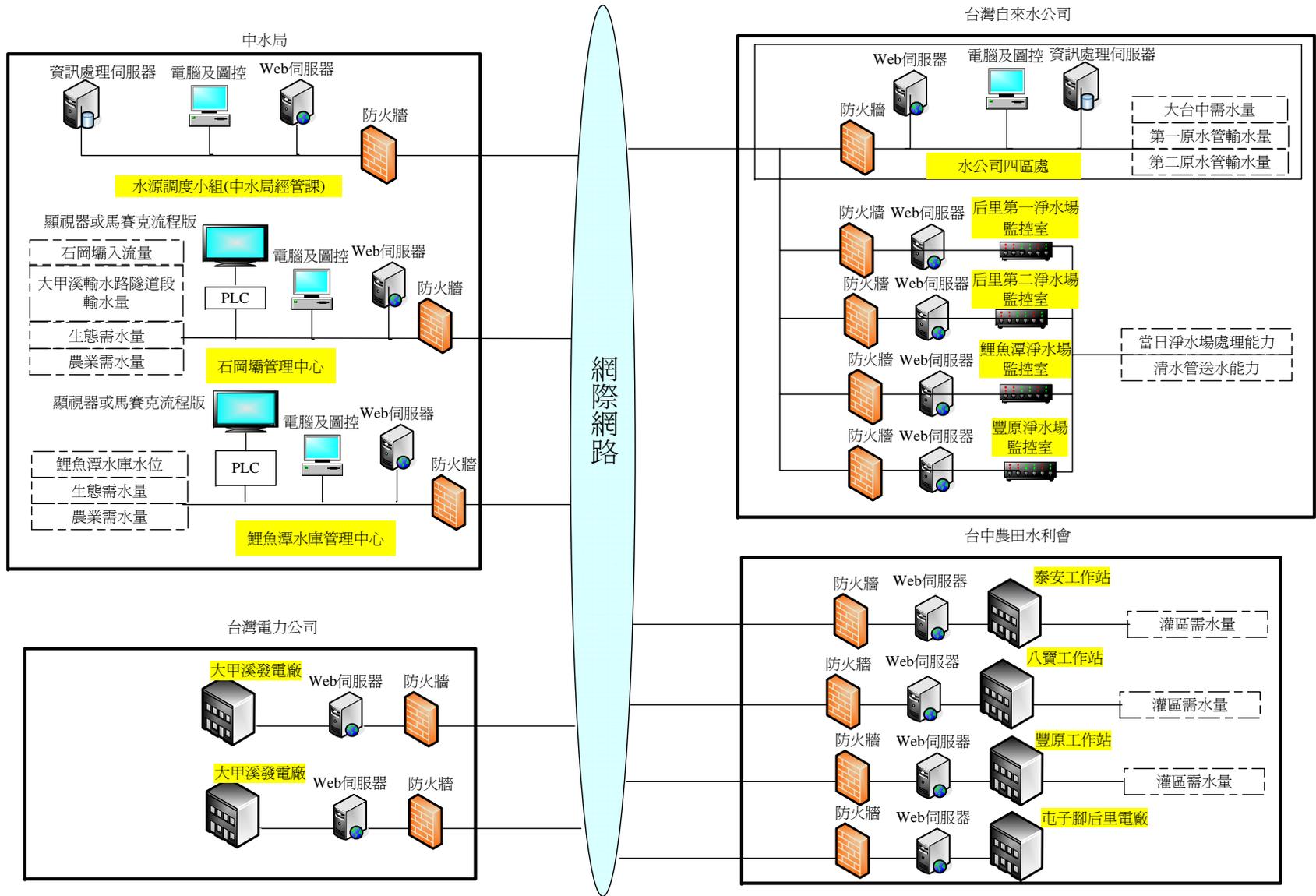


圖 9-2-3 本計畫水源營運監控架構圖

二、緊急應變措施

民生與工業用水為必須每日穩定供應的用水需求，當供水系統發生故障而發生缺水時，為降低缺水衝擊，研擬各種所需緊急調度情形。不同型態之缺水事件，會造成不同的災害，因此應配以不同之因應措施。水資源開發一般允許缺水事件發生，惟發生嚴重枯旱時，需搭配備援方案進行水源移用調度，以達到穩定供水目標、減輕衝擊，故應搭配緊急應變機制，依分析時程大致可分為長時間的枯旱缺水調度，與緊急缺水事件兩類，其應變機制分別說明如下：

(一) 枯旱年缺水

本計畫為滿足台中地區目標年110年計畫需水量178萬CMD，如遇乾旱時期，則以加強節約農業灌溉用水手段，按現行枯旱年水源調度機制，考慮大安大甲溪灌區打折供水調度，按計畫水量不同百分比供灌時對應可調度水量併入公共用水分析如表9-3-1，顯示因節約大甲溪及大安溪灌區農業用水可增供民生供水，其中大甲溪及大安溪各打7折供水，可節餘54萬噸/日水量供區域水源調度。

表 9-3-1 計畫區由節約農業用水可調度水量估算表

節約農業用水可調度水量(萬CMD)	大安溪灌區計畫量供水百分比(%)						備註 (水源分析條件)	
	100	90	80	70	60	50		
大甲溪灌區計畫量供水百分比(%)	100	0	9	22	33	44	52	1.德基電廠考慮規線及尖峰發電，尖峰發電用水量採天輪電廠設計發電用水量 138cms 2.鯉魚潭水庫不考慮規線，士林堰下游考慮雪山坑溪未控制流量 3.豐原及后里處理能力至濁度 3,000NTU 以下可達設計出水能力，而鯉魚潭淨水場為 500NTU 4.各淨水場設計供水能力—鯉魚潭淨水場 110 萬 CMD，后里淨水場 80 萬 CMD，豐原淨水場 90 萬 CMD 5.為免增加 91 及 92 年水文資料之最枯年過度前期影響估算之計畫供水量，故延續前期計畫仍以 64~90 年記錄評估大安大甲溪於 SI=1 時之供水潛能 193 萬 CMD，以保持前後計畫一致性。
	90	7	17	29	40	50	59	
	80	12	24	35	46	57	63	
	70	20	32	43	54	64	73	
	60	30	39	50	61	71	80	
	50	34	45	56	66	76	84	

(二)緊急缺水事件

本計畫及自來水公司后里淨水場供水系統完成後，台中地區將有三套供水系統，包括豐原淨水場供水系統、后里淨水場供水系統、及鯉魚潭淨水場供水系統，台中地區可由大甲溪及大安溪獨立供應滿足需求。

1.水源端設施異常之供水

(1)鯉魚潭水庫無法供水

大安溪鯉魚潭水庫因第一及第二原水管故障無法供水，此時於大甲溪水豐沛時，大甲溪系統由石岡壩引水208萬CMD，其中鯉魚潭淨水場40萬CMD；后里淨水場70萬CMD；豐原淨水場78萬CMD；並供應后里圳灌區20萬CMD，如圖9-3-1所示。另地下水及區域性水源供應10萬CMD，則共計可滿足台中地區公共用水178萬CMD；苗栗地區公共用水及后里圳灌區農業用水各20萬CMD之需求。

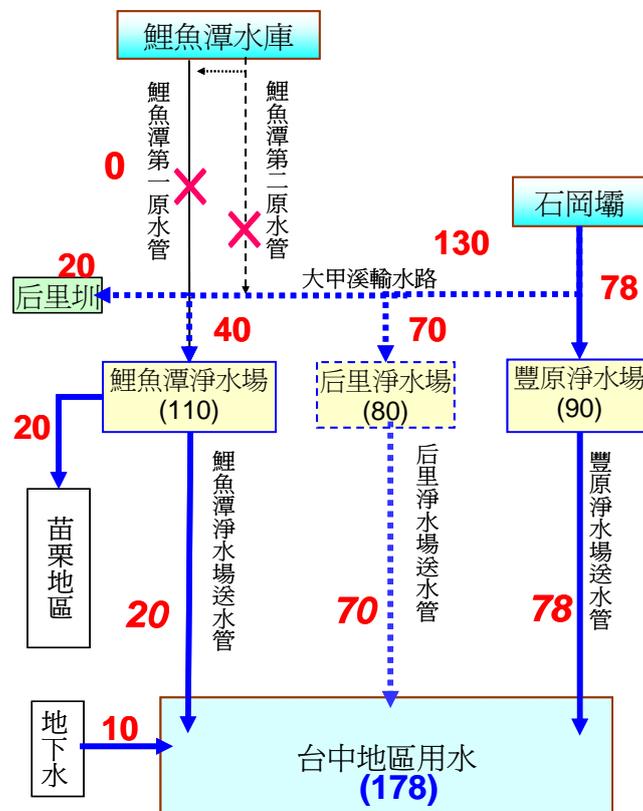


圖 9-3-1 台中地區大安溪鯉魚潭水庫第一及第二原水管故障供水分配圖

(2)石岡壩無法取水

大甲溪石岡壩無法取水，此時由大安溪系統鯉魚潭水庫出水188CMD供應淨水場，其中后里淨水場80萬CMD；鯉魚潭淨水場108萬CMD，如圖9-3-1所示。另地下水及區域性水源供應10萬CMD，則共計可滿足台中地區公共用水178萬CMD；苗栗地區公共用水20萬CMD之需求。

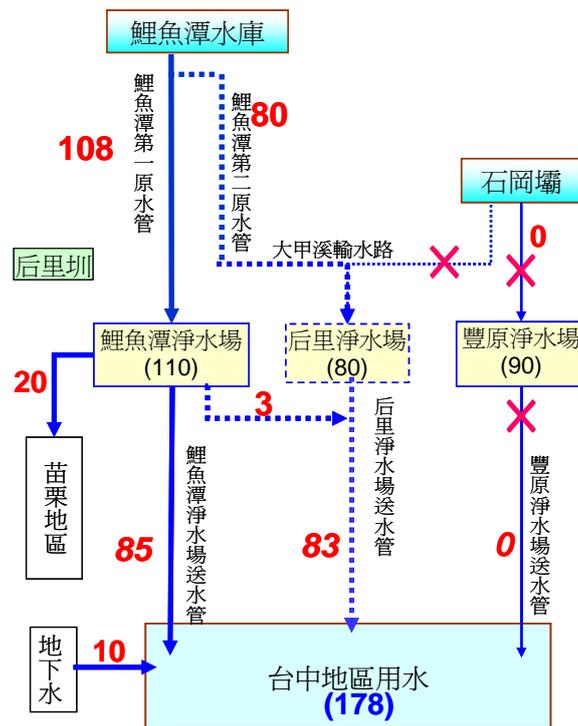


圖 9-3-2 台中地區大甲溪石岡壩無法取水供水分配圖

2.淨水場端設施異常之供水

本計畫分別模擬豐原淨水場、鯉魚潭淨水場及后里淨水場等三種供水系統故障情境及其水源調度情形。

(1)石岡壩原水系統至豐原淨水場後端清水系統

大安溪系統由鯉魚潭水庫出58CMD原水供應鯉魚潭淨水場處理，大甲溪系統由石岡壩引水130萬CMD，其中后里淨水場80萬CMD（后里一場20萬CMD；后里二場60萬CMD）；鯉魚潭淨水場50萬CMD，如圖9-3-3所示。另地下

水及區域性水源供應10萬CMD，則共計可滿足台中地區公共用水178萬CMD；苗栗地區公共用水20萬CMD之需求。

(2) 鯉魚潭水庫至鯉魚潭淨水場後端清水管

第二套供水系統故障時，水源調配如圖9-3-4所示；大安溪系統不供水，而大甲溪系統由石岡壩引水168萬CMD，后里淨水場處理78萬CMD(后里一場18萬CMD；后里二場60萬CMD)；豐原淨水場90萬CMD。另地下水及區域性水源供應10萬CMD，則共計可滿足台中地區公共用水178萬CMD。

(3) 后里供水系統故障

后里淨水場供水系統故障時，其水源調配如圖9-3-5所示，大安溪系統由鯉魚潭水庫引水至鯉魚潭淨水場98萬CMD。而大甲溪系統由豐原淨水場供水90萬CMD。另地下水及區域性水源供應10萬CMD，則共計可滿足台中地區公共用水178萬CMD，而苗栗地區公共用水20萬CMD之需求。

綜合上述三套系統之異常狀況下之供水可知，在本計畫及新建后里淨水場及送水管工程完成後，大安溪及大甲溪兩水系之水源可互相備援，且其中任二淨水場即可滿足台中地區用水需求，換言之，如其中任一淨水場發生異常無法正常供水，則由另二淨水場調度支援可穩定供水。

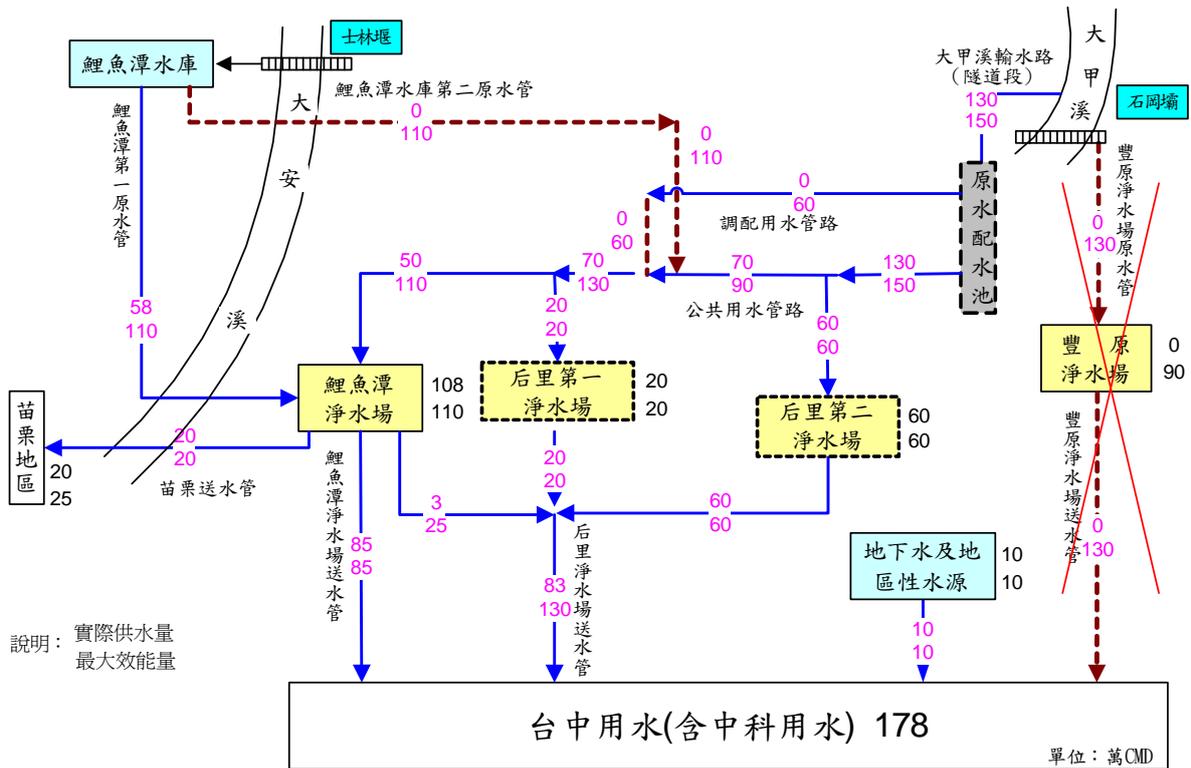


圖 9-3-3 台中地區豐原淨水場供水系統故障供水分配圖

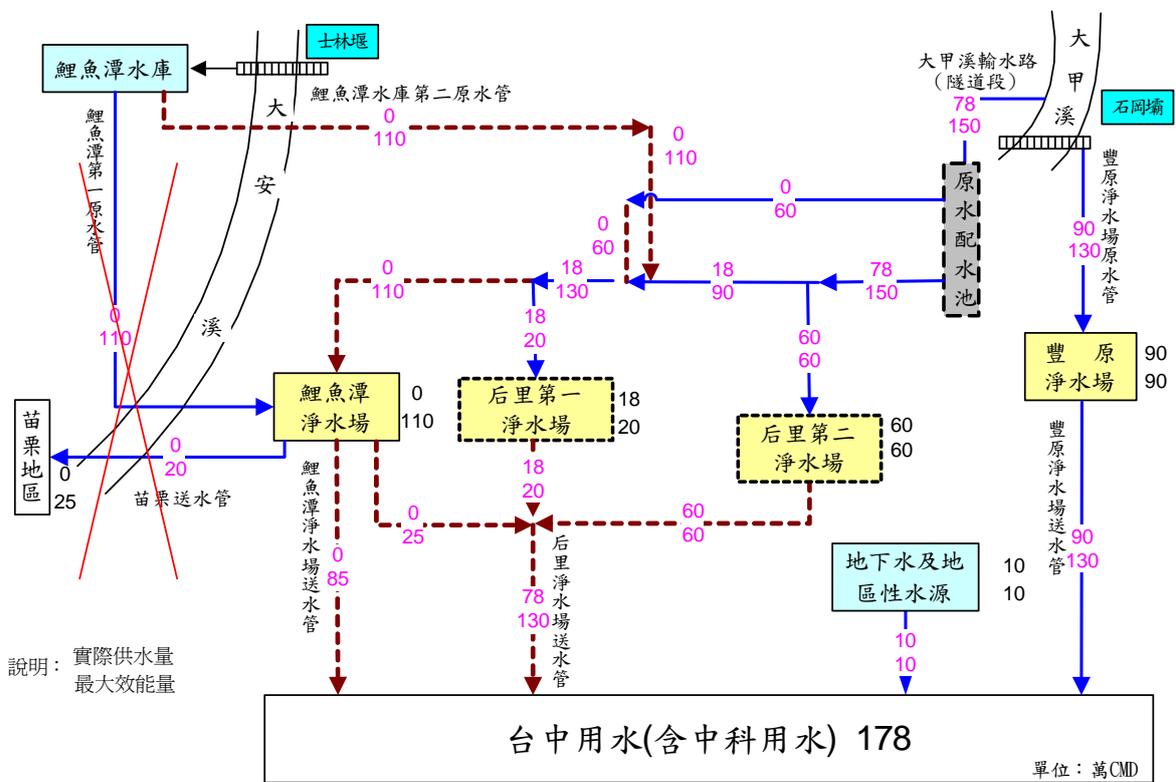


圖 9-3-4 台中地區鯉魚潭淨水場供水系統故障供水分配圖

9-4 財務計畫

為維持本工程計畫設施供水順暢及永續經營，營運期間所需之人員、物料、機具、營運（O）、維護（M）及汰舊設施換新（R）等費用，依使用者付費原則由使用單位負擔。本計畫之工程設施包括鯉魚潭水庫第二原水管、大甲溪輸水路及調度中心等，營運期間所需OMR費用如表9-4-1，（估計詳第十章經濟分析），營運期間設施之財務計畫，則視實際分工情形，依使用及管理情形分攤。

表 9-4-1 本計畫財務分析計算表

單位：仟元

項目	工程別	大甲溪輸水路工程及調度中心		鯉魚潭水庫 第二原水管 工程
		取水口+大甲溪輸水隧道+原水 配水池+管理中心及營管系統	輸水管路及 閘閘	
營運及維護年成本(含 稅捐)		39,472	24,896	53,892
汰舊換新年成本		27,962	68,623	123,353
OMR 費用單價(元/噸)		0.660	0.915	-

備註：第二原水管因屬備援，故 OMR 費用單價僅以年成本計。

9-5 鯉魚潭水庫與德基水庫運用規線檢討修訂

9-5-1 水庫規線操作方式

由於水庫未來進水量為序率變數，並無法正確評估；但是為了確保水庫各標的用水，水庫放水量需依預先設定的放水規則，以創造最高的綜合利益，此放水原則即為水庫運用基準線(Operation Rule Curve)，亦稱規線。運用上係就是將水庫蓄水空間區分為若干區域，操作規線即為分隔各蓄水區域之水位線，各操作規線之間所顯示的不同蓄水狀態均對應有適用之放水原則。

台灣地區現有水庫操作以上限、下限和嚴重下限等規線形式表示者為多，其中上限規線在最上層，嚴重下限規線在最下層，下限規線居於中間，規線每年為一週期。上限規線以上區間以防洪為主，在此區間水庫必須預留空間，以供儲存洪水俾減低洪水對下游可能造成之災害，嚴重下限規線之蓄水則為提供枯水期之供水量；而位於上限規線及嚴重下限規線間之蓄水係作為尋常供水之用。

9-5-2 鯉魚潭水庫與德基水庫運用規線檢討

一、德基水庫運用規線檢討

德基水庫之管理機關為台灣電力公司，計畫標的包含發電灌溉、公共給水、觀光及防洪，其操作係根據現行發電規線。水庫運用原則如下：

- (一)水庫水位高於運用規線時，以電力系統調度為主，並配合下游各標的用水需求放水。模擬時尖峰發電所需水量以天輪電廠發電水路設計量(138 cms) 每日滿足尖峰發電6小時計算。
- (二)水庫水位等於或低於運用規線時，除電力系統處於緊急狀況外，應配合下游各標的用水需求放水。

本計畫目的為使供水效益最大，故須檢討德基水庫發電規線的調整對供水效益有無明顯提升。理論上若無發電規線，則水庫供水效益應為最大，惟發電規線的有無對於供水效益的影響大小仍有待決定，故本計畫乃探討有、無發電規線之對供水效益實質影響。

分析結果顯示取消發電規線讓公共用水供水潛能量從193萬CMD增至204萬CMD（如表9-5-1），故發電規線的調整對於整體的供水效益改善不大，因此建議維持現行之發電規線。

表 9-5-1 考量發電對水庫規線對供水效益之影響

單位：萬 CMD

	考量德基發電規線	不考量德基發電規線
供水潛能(公共用水年 SI=1 下之需求量)	193	204

二、鯉魚潭水庫運用規線檢討

鯉魚潭水庫現行之運轉規線區分為上限、下限和嚴重下限，然鯉魚潭水庫洪水之宣洩係經由無閘門控制溢洪道，無法預先洩放蓄水以供儲存洪水量，因此其所謂之「上限」並無蓄洪功能，仍以供水為主要目的。目前規線區間之放水規則如下：

- (一)水庫水位高於上限時，家用及公共給水、工業用水以計畫用水量全額供水。
- (二)水庫水位在上限以下未達下限時，家用及公共給水、工業用水以計畫用水量百分之九十五供水。
- (三)水庫水位在下限以下未達嚴重下限時，家用及公共給水、工業用水以計畫用水量百分之八十五供水。
- (四)水庫水位降至嚴重下限以下時，家用及公共給水、工業用水以計畫用水量百分之七十供水。

依前項第三款、第四款供水時，大安溪與大甲溪之農業用水，則須與台中農田水利會協商以計畫用水量百分之七十或以下供水。

本計畫保留目前規線區間之放水規則，僅針對水庫運用規線之水位高程進行修訂，以期達到較佳的供水效益。

9-5-3 規線優選模式建立

本計畫採用遺傳演算法進行規線之優選，遺傳演算法(Genetic Algorithms, GAs)是由John Holland與其密西根大學的學生、同事於

1960~1970年時所提出，其觀念源自達爾文演化論中「物競天擇，適者生存」的道理，把生物界演化的機制抽象出來應用於解決搜尋最佳解的問題上，讓系統朝最佳解方向自我演化。

遺傳演算法目前已廣泛應用於科學與工程領域，主要包括最佳化問題、自動進化程式與機器學習等，尤其最佳化在土木水利工程上非常重要。但在真實情況中，目標函數與限制式經常不是解析式，而是以模擬模式來完成，例如模擬水庫的操作。傳統的方法諸如線性規劃(LP)與非線性規劃(NLP)常需將原始問題簡化，其主要缺點在於過度簡化常造成問題失真，故推動如GAs之類的搜尋法之發展。然而，遺傳演算法不同於傳統優選方法之處，包括

- (一)可作連續(continuous)或不連續(discrete)的參數之最佳化，可處理多參數的優選問題。
- (二)具有隱平行性運算能力，可大量解省運算的時間。
- (三)不僅可提供單一最佳解，而且可提供一組之優選結果。
- (四)演算法乃基於機率演化規則(probabilistic transition rules)，而非定率法則(deterministic rules)。
- (五)演化作用在編碼後的染色體上而非在參數本身。自然選取(Natural Selection)的過程取決於染色體適合度(Fitness)(目標函數值)大小，而不需計算目標函數的微分值。
- (六)為一次多點搜尋，而非單點搜尋法，因此較不易收斂於局部最佳解(local optimal)。
- (七)有相當高的機率可極接近或求得全域最佳解(global optimal)，適合在平行電腦環境工作。

一、遺傳演算法之運算程序

在利用GA求解最佳化問題前，需先決定目標函數(objective function)、設計變數(Design variables)和搜尋空間。接著將設計變數編碼成類似生物染色體的字串，字串中的各個位元相當於基因(Gene)，經由三大運算元—複製(reproduction)、交換(crossover)及突變(mutation)過程產生適合度(fitness)較佳的新群集，直到找到最佳值或達到收斂條件為止，流程圖如圖9-5-1所示。

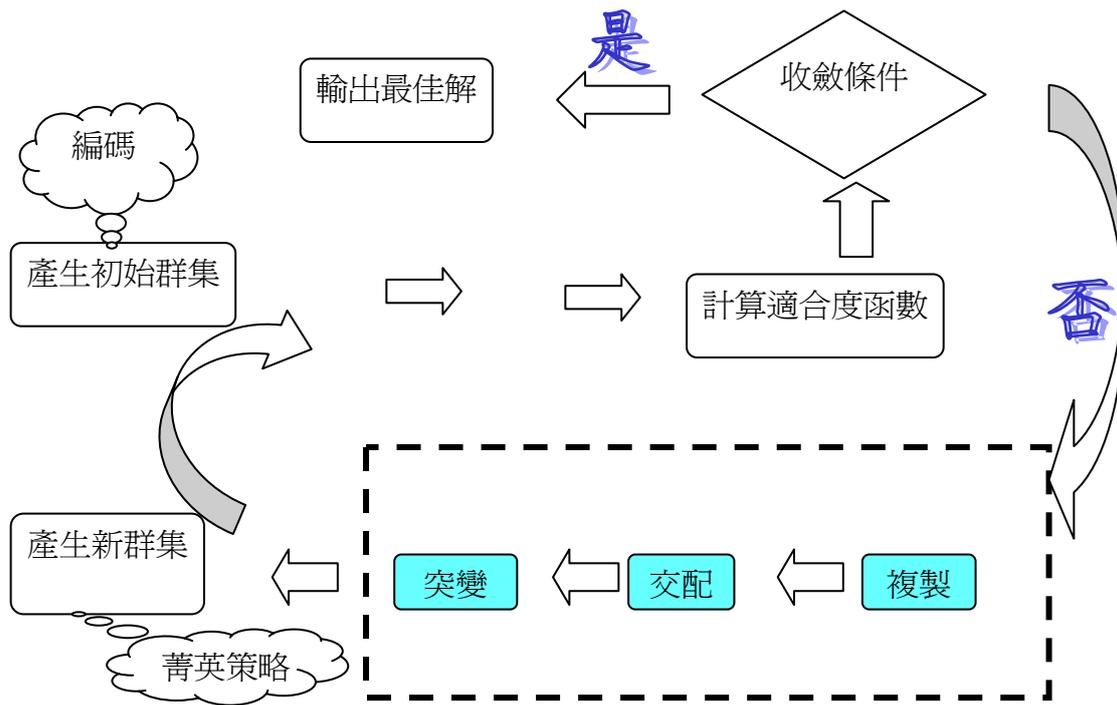


圖 9-5-1 遺傳演算法演算流程圖

二、規線優選之目標函數及參數訂定

建立優選模式的目標函數時，考慮水庫僅量滿足公共給水與農業用水兩項用水需求，使嚴重缺水情況改善。故本計畫之目標函數採用總需求日缺水指數(shortage index)為最小，以達到平均減低旱災損失的效果。其中日缺水指數之定義為

$$SI = \frac{100}{N} \sum \left(\frac{S}{D} \right)^2$$

式中：SI：日缺水指數，S：日缺水量
D：日需水量，N：分析日數

鑒於目前台灣水庫之操作規線大都以旬或月為時序間隔，因此本規線之訂定以月為單位來進行規線優選。針對上限、下限及嚴重下限三條規線進行優選，欲決定之變數包括下限及嚴重下限之變數總合；模擬分析時以月為單位進行規線修訂，因此上限、下限和嚴重下限之變數個數共為12+12+12=36個。另，規線區間之操作(供水打折數)則參考鯉魚潭水庫運用要點規定之供水規則，並不納入優選考量，其規則說明如下

- (一)水位在上限以上時，公共用水以計畫用水量全額供應，鯉魚潭圳灌區農業用水供水量以景山溪天然流量為限，大安溪下游三灌區農業用水供水量則以士林堰引水量為限。
- (二)水位在上限至下限間，公共用水以計畫用水量之95%供水，鯉魚潭圳灌區農業用水供水量以景山溪天然流量為限，大安溪下游三灌區農業用水供水量則以士林堰引水量為限。
- (三)水位在下限和嚴重下限間，公共用水以計畫用水量之85%供水，大安溪農業用水應配合降低供給量，惟農業用水降低供水量涉及既得水權人權益，須優先取得水量調配協議，再依水利法第十八條之一，納入聯合運用，因此採70%供給，係保障農業用水仍可加強灌溉管理及輪灌方式供水，不至有休耕停灌及廢灌情況。
- (四)水位在嚴重下限以下，公共用水以計畫用水量之70%供水，大安溪農業用水應配合以70%供給。

三、優選水庫規線之步驟

本計畫所應用之水庫規線優選模式是以遺傳演算法結合線性規劃為計算核心模擬分析水資源調配情況，根據水資源調配系統圖、水源運用原則及各種限制條件進一步建構實際模擬之網流系統、目標函數及相關限制式。其演算步驟如下：

(一)基本資料輸入

輸入程式模擬所需相關資料，包含模擬模式所需之流量資料、各水庫之基本資料、各需求節點之需水量…等，以及優選模式的設定參數等。

(二)變數編碼

每一條染色體中含有36個變數，前12個變數為水庫之上限規線值，13~24個變數為水庫之下限規線值，25~36個變數為水庫之嚴重下限規線值，以5個位元進行編碼，故一條染色體共有216個位元。

(三)隨機產生多組染色體

以隨機的方式產生30條染色體作為初始族群。

(四)變數解碼

水庫之操作規線在解碼的過程須避免下限規線值大於上限規線值及嚴重下限規線值大於下限規線值。因此在解碼的過程中必須對於上限規線、下限規線、嚴重下限規線依序解碼，首先以水庫規線之滿水位及原始規線下現值作為變數之最大、小值解出上限規線值；接著再以上限規線值及原始規線嚴重下現值作為變數之最大、小值解出下限規線，最後再以下限規線值及水庫之呆容量作為變數之最大、小值解出嚴重下限規線，以避免優選出之最佳操作規線與原始規線變化太大。

(五)由水資源調配模式計算適合度

將50條染色體解碼後所得之規線代入水資源調配模式中進行模擬，由於本模式所設定之目標函數為系統總需求之日缺水指標最小，故每一條染色體對應之適合度即為水資源調配模式所求出之系統總需求日缺水指標。

(六)判斷是否達收斂標準，本模式所設定之收斂標準有二，兩者需同時滿足才算達到收斂。

- 1.最小疊代次數為50次。
- 2.連續10代之最佳適合度值不變

(七)以遺傳演算法之三大演算元進行演化

- 1.複製：本複製係採取競爭選取法，可避免當某條染色體的適合度過大，使得該字串選取機率過大，導致過早收斂於局部最佳解，且亦可將適合度很接近的字串間之差異性表現出來。
- 2.交換：採取均一交換，其可避免位置偏心和端點效應等不良現象，且對任何一種模版編碼都可以造成高度擾亂，產生多樣性的搜尋空間，避免陷入局部最佳解範圍；本計畫交換率採0.75。
- 3.突變：演化的最後一個過程為突變，在遺傳演算法運作的過程中，程式會對於染色體中每一個位元(bite)隨機產生一個突變的機率值，若是此值小於事先所定義的突變率(本研究採用De Jong建議使用的 $P_m=1/N=0.02$ ，N為初始群集數)，染色體便會進行

突變的程序。所謂突變，是隨機選定染色體的某些位元，將此位元的值作0與1的互換，此步驟可將染色體的體質作一立即的改變，使搜尋的點更為零散，已防止過早收斂於局部最佳解。

(八) 菁英政策

在本模式中加入菁英政策，亦即將每一代最佳的前2條染色體不經過複製、交配、突變的過程而直接保留至下一代，如此不僅能確保最佳的染色體不會被遺漏，亦使每代之最佳解不會造成震盪的情形；其流程圖示如圖9-5-2。

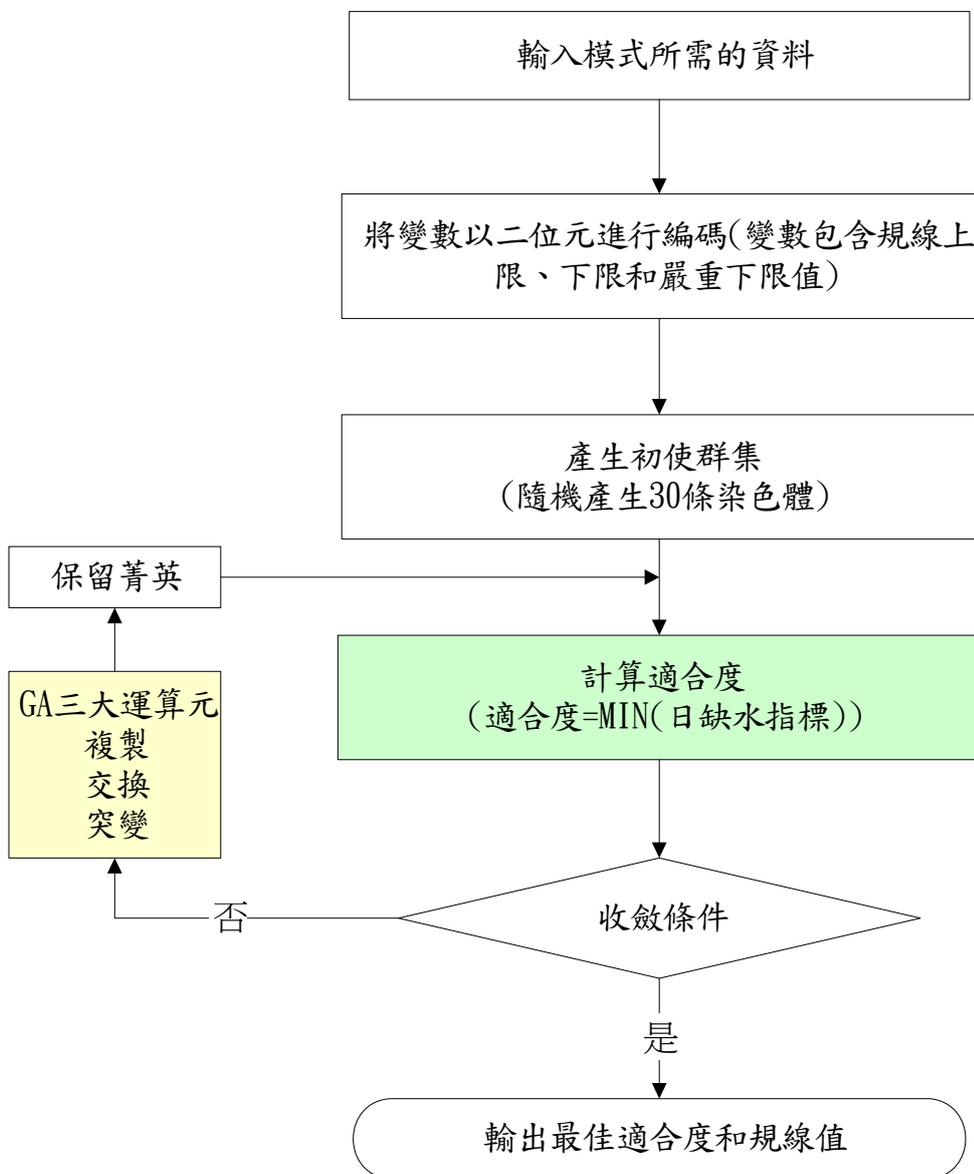


圖 9-5-2 遺傳演算法優選水庫規線流程圖

四、水庫操作規線選定

本計畫優選後之規線如圖9-5-3及表9-5-2所示，將優選規線與原始規線操作之供水效益比較如表9-5-3；結果顯示若考量規線操作時，水庫優選原始水庫規線操作之供水潛能比無原始規線操作增加3萬CMD(由193萬CMD增至196萬CMD)，顯示規線的改變對於供水潛能並無顯著助益。

為探究為何規線操作改變對於供水潛能影響不顯著的原因，另以鯉魚潭水庫平均蓄水量進行分析，在原始規線操作下，鯉魚潭水庫之平均蓄水量為0.76億立方公尺，顯示水庫水位大部分時間都處於高水位下，因此在水量豐富的狀況下，規線操作改變的效益並不明顯，故建議鯉魚潭水庫之規線沿用原始規線，並不需要進行修正。

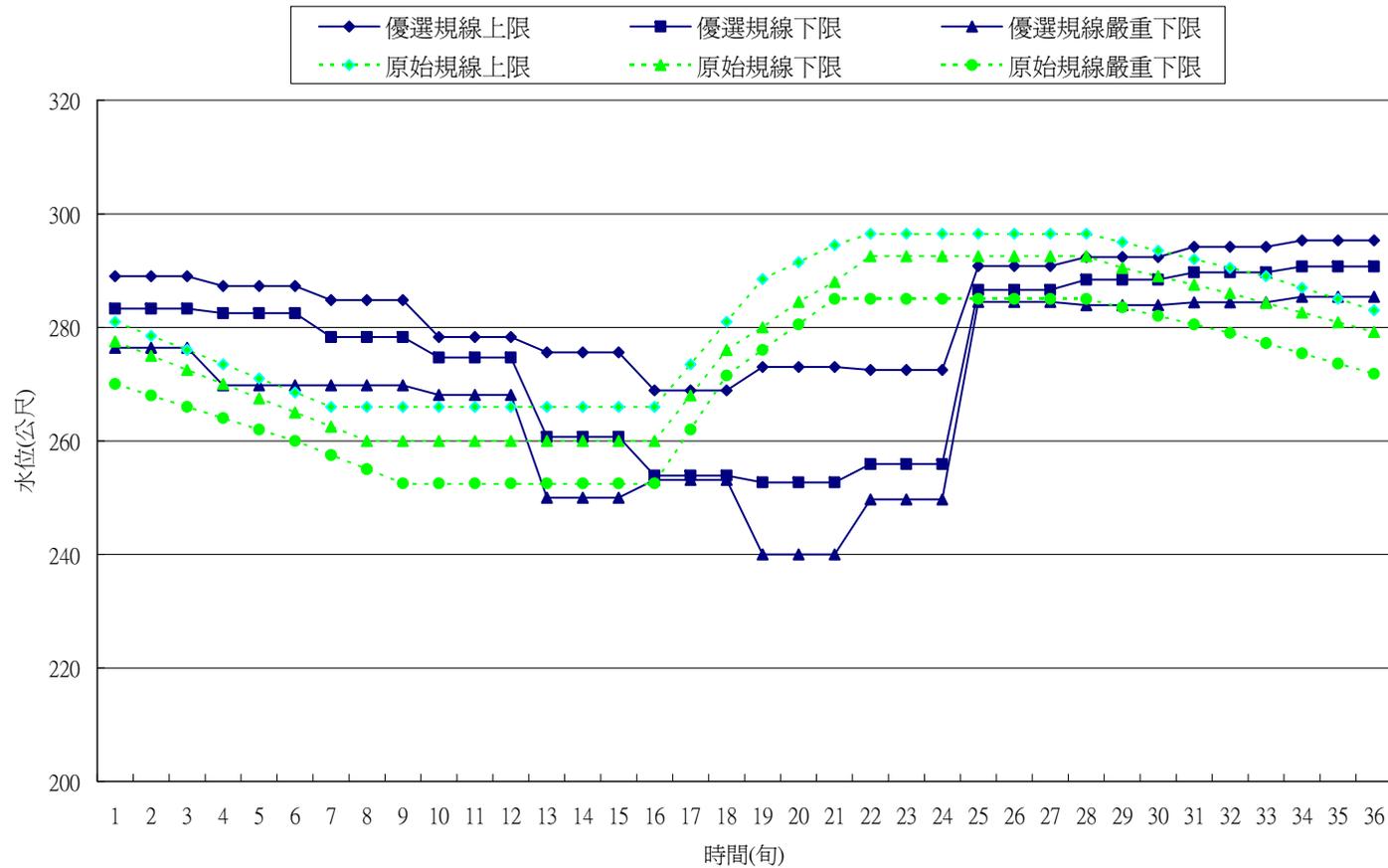


圖 9-5-3 修正後之操作規線與原始規線比較圖

註：優選規線各蓄水區間供水規則為：水位位於上限以上按計畫用水量供水，水位位於上限及下限之間，農業用水按計畫用水量供水，公共用水按計畫用水量 95% 供水，水位位於下限及嚴重下限之間，農業用水按計畫用水量 70% 供水，公共用水按計畫用水量 85% 供水，水位位於嚴重下限以下，農業用水按計畫用水量 70% 供水，公共用水按計畫用水量 70% 供水。

表 9-5-2 優選規線值與原始規線之水位比較

單位：公尺

月	旬		優選規線			原始規線		
			上限	下限	嚴重下限	上限	下限	嚴重下限
1	上	1	289.0	283.3	276.4	281.0	277.5	270.0
	中	2	289.0	283.3	276.4	278.5	275.0	268.0
	下	3	289.0	283.3	276.4	276.0	272.5	266.0
2	上	4	287.3	282.5	269.8	273.5	270.0	264.0
	中	5	287.3	282.5	269.8	271.0	267.5	262.0
	下	6	287.3	282.5	269.8	268.5	265.0	260.0
3	上	7	284.8	278.3	269.8	266.0	262.5	257.5
	中	8	284.8	278.3	269.8	266.0	260.0	255.0
	下	9	284.8	278.3	269.8	266.0	260.0	252.5
4	上	10	278.3	274.7	268.1	266.0	260.0	252.5
	中	11	278.3	274.7	268.1	266.0	260.0	252.5
	下	12	278.3	274.7	268.1	266.0	260.0	252.5
5	上	13	275.6	260.7	250.0	266.0	260.0	252.5
	中	14	275.6	260.7	250.0	266.0	260.0	252.5
	下	15	275.6	260.7	250.0	266.0	260.0	252.5
6	上	16	268.9	253.9	253.1	266.0	260.0	252.5
	中	17	268.9	253.9	253.1	273.5	268.0	262.0
	下	18	268.9	253.9	253.1	281.0	276.0	271.5
7	上	19	273.0	252.7	240.0	288.5	280.0	276.0
	中	20	273.0	252.7	240.0	291.5	284.5	280.5
	下	21	273.0	252.7	240.0	294.5	288.0	285.0
8	上	22	272.5	255.9	249.7	296.5	292.5	285.0
	中	23	272.5	255.9	249.7	296.5	292.5	285.0
	下	24	272.5	255.9	249.7	296.5	292.5	285.0
9	上	25	290.8	286.6	284.5	296.5	292.5	285.0
	中	26	290.8	286.6	284.5	296.5	292.5	285.0
	下	27	290.8	286.6	284.5	296.5	292.5	285.0
10	上	28	292.4	288.4	283.9	296.5	292.5	285.0
	中	29	292.4	288.4	283.9	295.0	290.5	283.5
	下	30	292.4	288.4	283.9	293.5	289.0	282.0
11	上	31	294.2	289.7	284.4	292.0	287.5	280.5
	中	32	294.2	289.7	284.4	290.5	286.0	279.0
	下	33	294.2	289.7	284.4	289.0	284.3	277.2
12	上	34	295.3	290.7	285.4	287.0	282.6	275.4
	中	35	295.3	290.7	285.4	285.0	280.9	273.6
	下	36	295.3	290.7	285.4	283.0	279.2	271.8

表 9-5-3 優選規線與原始規線及無規線操作之比較

單位：萬 CMD

	優選規線	原始規線
公共用水供水潛能(年 SI=1 下之需求量)	196	193

9-6 鯉魚潭水庫及石岡壩運用要點之檢討與修訂

為配合大安溪及大甲溪聯合運用輸水工程之完成，本計畫區域之運用規則受用水需求消長及水源運作模式之變化，有實質上檢討與修訂之必要。本計畫以遺傳演算法演算為優選工具，考量各項影響因子，以增進水源利用及穩定水量供應為原則，制定符合水庫未來使用之運用規線，並配合修訂相關水工結構物之運用要點，再由中水局報請主管機關核定後公告施行。

9-6-1 相關法規

鯉魚潭水庫運用規則及石岡壩運用要點之檢討與修訂，受水利法及其施行細則之約束，國內現行法規中有關水庫水量利用與防洪運轉相關規定包含於以下法規中：

一、水利法

- 第十八條(用水標的之順序)

用水標的之順序如下：

- (一)家用及公共給水。
- (二)農業用水。
- (三)水力用水。
- (四)工業用水。
- (五)水運。
- (六)其他用途。

前項順序，主管機關對於某一水道，或政府劃定之工業區，得酌量實際情形，報請中央主管機關核准變更之。

- 第十八條之一(多目標水庫用水標的之順序)

多目標水庫用水標的之順序，依主管機關核准之計畫定之。但各標的權利人另有協議，並報經主管機關核定者，從其協議。

● 第二十條(用水優先權之順序(一))

登記之水權，因水源之水量不足，發生爭執時，用水標的順序在先者有優先權；順序相同者，先取得水權者有優先權，順序相同而同時取得水權者，按水權狀內額定用水量比例分配之或輪流使用。其辦法由中央主管機關定之。

● 第二十條之一(用水優先權之順序(二))

水源之水量不足，依第十八條第一項第二款至第六款用水標的順序在先，取得水權登記在後而優先用水者，如因優先用水之結果，致登記在先之水權人受有重大損害時，由登記在後之水權人給予適當補償，其補償金額由雙方協議定之；協議不成，由主管機關按損害情形核定補償，責由優先用水人負擔之。

● 第二十二條(取水用水方法或設備之改良命令)

主管機關根據科學技術，認為該管區域內某水源之水量可以節約使用，得令已取得水權之原水權人，改善其取水、用水方法或設備，因此所有剩餘之水量，並得另行分配使用，但取得剩餘水量之水權人，應負擔原水權人改善之費用。

● 第四十八條(水門啟用辦法之訂定與公告)

防水、引水、蓄水、洩水之建造物，如有水門者，其水門啟用之標準、時間及方法，應由興辦水利事業人預為訂定，申請主管機關核准並公告之，主管機關認為有變更之必要時，得限期令其變更之。

● 第四十九條(歲休養護之義務)

興辦水利事業人經辦之防水、引水、蓄水、洩水之水利建造物及其附屬建造物，應維護管理、歲修養護、定期整理或改造，並應定期及不定期辦理檢查及安全評估。

● 第五十五條(增闢水源之優先使用收益權)

興辦水利事業人因投資興辦水利建造物而增闢水道之水源者，在不影響下游水權人既得用水權益時，其增闢之水源，興辦水利事業人有優先申請使用收益之權。

- 第六十五條之一(洩洪通知之義務)

洪水期間，有閘門之水庫洩洪前，水庫管理機關應通知有關機關採取必要防護措施。

(二) 水利法施行細則

- 第二十三條(水權登記申請)

依本法第二十九條第一項規定提出水權登記申請者，其申請人如下：

(一) 水權取得登記，由興辦水利事業權利人或需取用水資源者申請之。

(二) 水權移轉登記或設定其他權利之登記，由水權人及義務人共同申請之。

(三) 水權變更登記，由水權人申請之。

(四) 水權消滅登記，由水權人申請之。

- 第五十一條(友閘門之水庫放水流量)

設有洩洪閘門之水庫，於洪水期間水庫水位上升段，其最高放水流量，不得大於流入水庫之最高流入量；水庫放水流量之增加率，不得超過該水庫流入量之最高增加率。但有危及水庫安全之虞時，得依前條防洪操作及緊急運轉措施辦理。

前項放水流量，在水庫下游設有下池或相當於下池功能之設施，供以調節上游水庫放水者，為調節後之放水流量。

9-6-2 運用要點基本內容

鯉魚潭水庫運用要點由經濟部九十一年五月十六日經授水字第09120205910函頒，包含四章十九條。石岡壩運用要點由經濟部九十五年一月二十日經授水字第09520200320號令訂定，包含四章十六條。運用要點主要內容說明如下：

(一) 總則

規定水庫基本功能，標的經營原則，水庫運用方式及管理負責單位等事項。

(二) 蓄水利用運轉(引水利用運轉)

鯉魚潭水庫運用要點包含水庫蓄水之利用方式，即運用規線及規線之運用方式、各標的間之相互關係。枯旱缺水時之處理原則，並有詳實之規定。石岡壩運用要點對於水量之運用分配原則、用水計畫說明之提出時機，予以詳實規定。

(三) 防洪運轉

如何防範洪水之侵襲以保護水庫設施及大壩下游居民之安全，並說明閘門啟閉標準，及開啟閘門前應採警告措施。

(四) 緊急運轉

緊急狀況之處理與警告通知。

9-6-3 運用要點之檢討與修訂

一、鯉魚潭水庫運用要點之檢討與修訂

鯉魚潭水庫運用要點，配合規線檢討成果進行修訂，修正規則之條文比較及說明彙整如表9-6-1，其主要變更項目說明如下。

(一) 總則

針對水庫運轉主要設施進行修訂，加入鯉魚潭水庫第二原水管取水工，並針對部分設施進行更名。

(二) 蓄水利用運轉

配合大安大甲溪水源聯合運用輸水工程完成，新增聯合營運規則，並保留現行規線。

(三) 防洪運轉

修訂防洪通報單位。

(四) 緊急運轉

保留原訂條文，不進行修訂。

二、石岡壩運用要點之檢討與修訂

石岡壩運用要點之修正，其主要變更項目說明如下，修正規則之條文比較及說明以對照表格式彙整如表9-6-2。

(一)總則

針對本壩運轉主要設施進行修訂，加入大甲大安聯合輸水管線取水工，並針對部分設施進行更名。

(二)引水利用運轉

配合大安大甲溪水源聯合運用輸水工程的完成，修訂各取水口之取水順序，並加入大甲溪濁度影響供水量之考量及輸水管線之引水量限制。水庫水位於上限至下限時，民生及工業用水應滿足之需求量改由相關用水單位研商決定。

(三)防洪運轉

加入防洪運轉時需同時進行水力排砂之考量。

(四)緊急運轉

保留原訂條文，不進行修訂。

表 9-6-1 鯉魚潭水庫運用要點修訂說明

建議修訂條文	原始條文	說明
<p>第一章 總則</p> <p>一、經濟部(以下簡稱本部)為調蓄鯉魚潭水庫(以下簡稱本水庫)所攔蓄景山溪水源暨由士林調整池越域引入大安溪水源，供應家用及公共給水、農業用水、水力用水及工業用水等多目標使用，訂定本要點。</p> <p>二、本水庫以經濟部水利署中區水資源局(以下簡稱中水局)為管理機關，負責管理運用。</p> <p>三、本水庫位於苗栗縣大安溪支流景山溪上游，其運轉主要設施如下： (一)大壩。 (二)溢洪道。 (三)取出水工。 (四)後池堰。 <u>(五)備援出水工。</u></p> <p>四、本要點之名詞定義如下： (一)蓄水利用運轉 以水庫蓄水調節供應家用及公共給水、農業用水、水力用水或工業用水功能之需要。 (二)防洪運轉 颱風或豪雨期間，經由溢洪道或其他放水設施放水之運轉。 (三)緊急運轉 在發生特殊</p>	<p>第一章 總則</p> <p>一、經濟部(以下簡稱本部)為調蓄鯉魚潭水庫(以下簡稱本水庫)所攔蓄景山溪水源暨由士林調整池越域引入大安溪水源，供應家用及公共給水、農業用水、水力用水及工業用水等多目標使用，訂定本要點。</p> <p>二、本水庫以經濟部水利署中區水資源局(以下簡稱中水局)為管理機關，負責管理運用。</p> <p>三、本水庫位於苗栗縣大安溪支流景山溪上游，其運轉主要設施如下： (一)大壩。 (二)溢洪道。 (三)取出水工 (四)後池堰。</p> <p>四、本要點之名詞定義如下： (一)蓄水利用運轉 以水庫蓄水調節供應家用及公共給水、農業用水、水力用水或工業用水功能之需要。 (二)防洪運轉 颱風或豪雨期間，經由溢洪道或其他放水設施放水之運轉。 (三)緊急運轉 在發生特殊</p>	<p>保留原訂條文</p> <p>保留原訂條文</p> <p>備援出水工銜接鯉魚潭水庫第二原水管及鯉魚潭水庫。</p> <p>加入計畫用水量之名詞定義</p>

建議修訂條文	原始條文	說明
<p>洪水或災變，危及水庫安全，情況危殆，嚴重威脅公眾生命及財產之安全時，所採取之因應運轉。</p> <p>(四)水庫運用規線 為執行蓄水利用運轉，依水庫水位或蓄水量劃定界線，以表示水庫蓄水量之豐枯情形。</p> <p>(五)洪峰流量 一次洪水過程中，最大之瞬時流量。</p> <p>(六)颱風情況 中央氣象局發布海上陸上颱風警報，且本水庫集水區列入警戒區域者。</p> <p>(七)豪雨情況 中央氣象局發布本水庫集水區豪雨特報或因颱風引進西南氣流之豪雨。</p> <p>(八) <u>計畫用水量</u> 各目標用水事業之計畫用水需求<u>量</u></p> <p>第二章 蓄水利用運轉</p> <p>五、各目標用水事業代表人應於每年五月底及十一月底前，向中水局提出次半年之用水計畫，經審定並報經濟部水利署(以下簡稱水利署)備查後執行。</p> <p>六、本水庫農業用水各旬水權量以附表所列者為準。</p> <p>水庫每日供給景山溪各圳</p>	<p>洪水或災變，危及水庫安全，情況危殆，嚴重威脅公眾生命及財產之安全時，所採取之因應運轉。</p> <p>(四)水庫運用規線 為執行蓄水利用運轉，依水庫水位或蓄水量劃定界線，以表示水庫蓄水量之豐枯情形。</p> <p>(五)洪峰流量 一次洪水過程中，最大之瞬時流量。</p> <p>(六)颱風情況 中央氣象局發布海上陸上颱風警報，且本水庫集水區列入警戒區域者。</p> <p>(七)豪雨情況 中央氣象局發布本水庫集水區豪雨特報或因颱風引進西南氣流之豪雨。</p> <p>第二章 蓄水利用運轉</p> <p>五、各目標用水事業代表人應於每年五月底及十一月底前，向中水局提出次半年之用水計畫，經審定並報經濟部水利署(以下簡稱水利署)備查後執行。</p> <p>六、本水庫農業用水各旬水權量以附表所列者為準。</p> <p>水庫每日供給景山溪各圳</p>	<p>保留原訂條文</p> <p>保留原訂條文</p>

建議修訂條文	原始條文	說明
<p>水量，依各圳計畫用水量供應，但以該日景山溪天然流量與各圳水權量兩者之小者為限。</p> <p>水庫每日供給苑裡圳、日南圳、九張犁圳水量，依各圳計畫用水量供應，但以由士林調整池引入該三圳之權益引水量與水權量兩者之小者為限。</p> <p>前項所稱權益引水量，係指因受限於士林調整池天然流量不足時，該三圳依比例折減之分配水量。</p> <p>七、本水庫與石岡壩相互聯合運用，由「<u>台中地區水源調配小組</u>」辦理大甲溪(石岡壩)及大安溪(鯉魚潭水庫)水源運用調配任務，調配供應各目標用水，以獲致最大綜合效益。</p> <p>八、本水庫水位、面積、容量關係曲線如附圖一。</p> <p>九、本水庫蓄水利用，應保障下游既得水權人之權益，供應家用及公共給水、工業用水，其水庫運用規線如附圖二，並依下列規定辦理：</p> <p>(一)水庫水位高於上限時，家用及公共給水、工業用水以計畫用水量全額供水。<u>農業用水依條文六進行供水。</u></p>	<p>水量，依各圳計畫用水量供應，但以該日景山溪天然流量與各圳水權量兩者之小者為限。</p> <p>水庫每日供給苑裡圳、日南圳、九張犁圳水量，依各圳計畫用水量供應，但以由士林調整池引入該三圳之權益引水量與水權量兩者之小者為限。</p> <p>前項所稱權益引水量，係指因受限於士林調整池天然流量不足時，該三圳依比例折減之分配水量。</p> <p>七、本水庫與石岡壩相互聯合運用，調配水量供應各目標用水，以獲致最大綜合效益。</p> <p>八、本水庫水位、面積、容量關係曲線如附圖一。</p> <p>九、本水庫蓄水利用，應保障下游既得水權人之權益，供應家用及公共給水、工業用水，其水庫運用規線如附圖二，並依下列規定辦理：</p> <p>(一)水庫水位高於上限時，家用及公共給水、工業用水以計畫用水量全額供水。</p>	<p>配合大甲大安聯合輸水管線的完成，加入由「台中地區水源調配小組辦理水源聯合運用調配任務</p> <p>保留原訂條文</p> <p>保留原訂條文，運用規線以鯉魚潭現行規線進行聯合操作。</p> <p>將農業用水供水規則納入本條條文。</p>

建議修訂條文	原始條文	說明
<p>(二)水庫水位在上限以下未達下限時，家用及公共給水、工業用水以計畫用水量供水為原則，<u>為因應可能之持續枯旱，「台中地區水源調配小組」視當期水情及用水環境等條件得邀集各相關用水單位研商調配。農業用水依條文六進行供水。</u></p>	<p>(二)水庫水位在上限以下未達下限時，家用及公共給水、工業用水以計畫用水量<u>百分之九十五供水。</u></p>	<p>供水原則加入由相關用水單位研商決定。另將農業用水供水規則納入本條條文。</p>
<p>(三)水庫水位在下限以下未達嚴重下限時，家用及公共給水、工業用水以計畫用水量<u>百分之八十五供水為原則。農業用水以計畫用水量百分之七十供水為原則。</u></p>	<p>(三)水庫水位在下限以下未達嚴重下限時，家用及公共給水、工業用水以計畫用水量<u>百分之八十五供水。</u></p>	<p>將農業用水供水規則納入本條條文。</p>
<p>(四)水庫水位降至嚴重下限以下時，家用及公共給水、工業用水<u>與農業用水以計畫用水量百分之七十供水。</u></p>	<p>(四)水庫水位降至嚴重下限以下時，家用及公共給水、工業用水以計畫用水量<u>百分之七十供水。</u></p>	<p>將農業用水供水規則直接納入本條條文。</p>
<p>(五)<u>大甲溪高濁度或大甲溪系統異常時，得緊急增加出水補充台中地區用水不足。</u></p>		<p>新增條文</p>
<p>十、本水庫與士林調整池運轉操作之原則如下： (一)以鯉魚潭水庫管理中心及卓蘭電廠為代表，負責傳遞資訊。 (二)卓蘭電廠應告知中水局每日調節發電用水計</p>	<p>十、本水庫與士林調整池運轉操作之原則如下： (一)以鯉魚潭水庫管理中心及卓蘭電廠為代表，負責傳遞資訊。 (二)卓蘭電廠應告知中水局每日調節發電用水計</p>	<p>保留原訂條文</p>

建議修訂條文	原始條文	說明
<p>畫，如遇臨時增加或減少發電用水量，應立即通知中水局。中水局亦得視水庫入流量是否異常，隨時詢問卓蘭電廠。</p> <p>(三)本水庫進行檢查、維修時，應通知卓蘭電廠配合減少引水或停止引水。</p>	<p>畫，如遇臨時增加或減少發電用水量，應立即通知中水局。中水局亦得視水庫入流量是否異常，隨時詢問卓蘭電廠。</p> <p>(三)本水庫進行檢查、維修時，應通知卓蘭電廠配合減少引水或停止引水。</p>	
<p>第三章 防洪運轉</p> <p>十一、本水庫滿水位為標高三〇〇公尺，水庫最大可能洪水位為標高三〇三・五公尺。</p>	<p>第三章 防洪運轉</p> <p>十一、本水庫滿水位為標高三〇〇公尺，水庫最大可能洪水位為標高三〇三・五公尺。</p>	保留原訂條文
<p>十二、本水庫溢洪道無閘門控制，水位超過標高三〇〇公尺時，自然溢流。</p>	<p>十二、本水庫溢洪道無閘門控制，水位超過標高三〇〇公尺時，自然溢流。</p>	保留原訂條文
<p>十三、本水庫之防洪運轉，係指颱風時降雨或非颱風時豪雨發生洪水，自溢洪道自然溢流之水庫運轉。</p>	<p>十三、本水庫之防洪運轉，係指颱風時降雨或非颱風時豪雨發生洪水，自溢洪道自然溢流之水庫運轉。</p>	保留原訂條文
<p>十四、本水庫下游後池堰，在裝設閘門前，其水位超過堰頂標高二〇六・一公尺時，由堰頂自然溢流。惟需緊急放水時，可開啓排砂道閘門放水。</p>	<p>十四、本水庫下游後池堰，在裝設閘門前，其水位超過堰頂標高二〇六・一公尺時，由堰頂自然溢流。惟需緊急放水時，可開啓排砂道閘門放水。</p>	保留原訂條文
<p>十五、本水庫發生颱風或豪雨情況，中水局有關人</p>	<p>十五、本水庫發生颱風或豪雨情況，中水局有關人</p>	保留原訂條文

建議修訂條文	原始條文	說明
<p>員應進駐鯉魚潭水庫管理中心待命，並隨時將水庫水位變化情形及降雨情形報告水利署。</p> <p>十六、本水庫自然溢洪或緊急放水時前一小時，應啓動警報系統向將放水訊息向下游沿岸發布，<u>同時通知水利署、水利署第三河川局、臺中縣政府警察勤務中心、苗栗縣警察局、臺灣省臺中農田水利會、臺灣省自來水股份有限公司等相關單位因應。</u></p> <p>第四章 緊急運轉</p> <p>十七、本水庫實施緊急放水時，開啓緊急放水閘門，以降低水庫水位。前項放水量不得使景山溪水位上升率超過每半小時○·四公尺。但連續一小時後，不在此限。</p>	<p>員應進駐鯉魚潭水庫管理中心待命，並隨時將水庫水位變化情形及降雨情形報告水利署。</p> <p>十六、本水庫自然溢洪或緊急放水時前一小時，應啓動警報系統向<u>下游景山溪河川區域及沿岸發布放水警報，並通知轄區內苗栗縣警察局及消防局，促請附近民眾注意，另應通知水利署及其第三河川局、苗栗縣政府、臺中農田水利會等加強防範。</u></p> <p>第四章 緊急運轉</p> <p>十七、本水庫實施緊急放水時，開啓緊急放水閘門，以降低水庫水位。前項放水量不得使景山溪水位上升率超過每半小時○·四公尺。但連續一小時後，不在此限。</p>	<p>修訂需通報之單位</p> <p>保留原訂條文</p>

表 9-6-2 石岡壩運用要點修訂說明

建議修訂條文	原始條文	說明
<p>第一章 總則</p> <p>一、經濟部為運用石岡壩(以下簡稱本壩)所攔引大甲溪水源,供作家用及公共給水、農業用水等標的使用,特訂定本要點。</p> <p>二、本壩以經濟部水利署中區水資源局(以下簡稱中水局)為管理機關,負責管理運用。</p> <p>三、本壩位於大甲溪下游石岡鄉與東勢鎮交界處,其運轉主要設施如下:</p> <p>(一)溢洪道。</p> <p>(二)排砂道。</p> <p>(三)<u>左岸第一取水口至南幹線第一分水工。</u></p> <p>(四)<u>左岸第二取水口。</u></p> <p>(五)魚道。</p> <p>(六)<u>右岸取水口至原水配水池及退水路。</u></p> <p>四、本要點用詞定義如下:</p> <p>(一)引水利用運轉:引取本壩攔蓄之水量,供作家用及公共給水、農業用水等利用之運轉。</p> <p>(二)防洪運轉:颱風、大雨或豪雨期間,經由溢洪道或排砂道放水之運轉。</p> <p>(三)緊急運轉:發生特殊洪水或災變危及本壩安全時,所採取緊急因應措施之運轉。</p> <p>(四)颱風情況:中央氣象局發布海上陸上颱風警報,且本壩</p>	<p>第一章 總則</p> <p>一、經濟部為運用石岡壩(以下簡稱本壩)所攔引大甲溪水源,供作家用及公共給水、農業用水等標的使用,特訂定本要點。</p> <p>二、本壩以經濟部水利署中區水資源局(以下簡稱中水局)為管理機關,負責管理運用。</p> <p>三、本壩位於大甲溪下游石岡鄉與東勢鎮交界處,其運轉主要設施如下:</p> <p>(一)溢洪道。</p> <p>(二)排砂道。</p> <p>(三)第一取水口至南幹線第一分水工。</p> <p>(四)第二取水口。</p> <p>(五)魚道</p> <p>四、本要點用詞定義如下:</p> <p>(一)引水利用運轉:引取本壩攔蓄之水量,供作家用及公共給水、農業用水等利用之運轉。</p> <p>(二)防洪運轉:颱風、大雨或豪雨期間,經由溢洪道或排砂道放水之運轉。</p> <p>(三)緊急運轉:發生特殊洪水或災變危及本壩安全時,所採取緊急因應措施之運轉。</p> <p>(四)颱風情況:中央氣象局發布海上陸上颱風警報,且本壩</p>	<p>保留原訂條文</p> <p>保留原訂條文</p> <p>配合大甲溪輸水管線的完成,加入運轉設施,並將取水口依位置的不同,將入左岸或右岸之區別進行更名。其中右岸取水口為大甲溪輸水路。</p> <p>保留原訂條文</p>

建議修訂條文	原始條文	說明
<p>集水區列入警戒區域者。</p> <p>(五)大雨或豪雨情況：中央氣象局發布大雨或豪雨特報，且本壩集水區列入警戒區域者。</p> <p>(六)本壩水量：為本壩攔蓄之水量，不包括下游農業調配之水量。</p>	<p>集水區列入警戒區域者。</p> <p>(五)大雨或豪雨情況：中央氣象局發布大雨或豪雨特報，且本壩集水區列入警戒區域者。</p> <p>(六)本壩水量：為本壩攔蓄之水量，不包括下游農業調配之水量。</p>	
<p>第二章 引水利用運轉</p>	<p>第二章 引水利用運轉</p>	
<p>五、本壩最高蓄水位為標高二百七十四·五公尺。</p>	<p>五、本壩最高蓄水位為標高二百七十四·五公尺。</p>	保留原訂條文
<p>六、各標的用水事業代表人應於每年六月底及十二月底前，向中水局提出次半年之用水計畫，經協調確定後執行。</p>	<p>六、各標的用水事業代表人應於每年六月底及十二月底前，向中水局提出次半年之用水計畫，經協調確定後執行。</p>	保留原訂條文
<p>前項用水計畫，中水局應報經濟部水利署（以下簡稱水利署）備查。</p>	<p>前項用水計畫，中水局應報經濟部水利署（以下簡稱水利署）備查。</p>	
<p>七、為有效合理利用大甲溪水資源，本壩與鯉魚潭水庫聯合運用，中水局得邀集本壩各標的用水事業代表人及相關單位，定期召開水源調配會議，調配水量供應各標的用水。</p>	<p>七、為有效合理利用大甲溪水資源，本壩與鯉魚潭水庫聯合運用，中水局得邀集本壩各標的用水事業代表人及相關單位，定期召開水源調配會議，調配水量供應各標的用水。</p>	保留原訂條文
<p>八、本壩水量之調配以各標的用水需求量為基準，配水應依當時期水情狀況辦理，必要時得協調台灣電力股份有限公司調整本壩上游放水量。</p>	<p>八、本壩水量之調配以各標的用水需求量為基準，配水應依當時期水情狀況辦理，必要時得協調台灣電力股份有限公司調整本壩上游放水量。</p>	保留原訂條文
<p>九、本壩水量之運用分配原則如下：</p> <p>(一)生態基流量及魚道流量優先放流。</p>	<p>九、本壩水量之運用分配原則如下：</p> <p>(一)魚道流量優先放流。</p>	加入各取水口的優先順序，並說明大甲大安輸水管線之引水上限，另外加入大

建議修訂條文	原始條文	說明
<p>(二)保障下游既得水權人之權益後，本壩水量大於各標的用水需求總量時，各標的用水量全額供水，由左岸取水口優先全額供水，再以右岸取水口經由大甲溪輸水管進行大安溪及大甲溪水源聯合調配，引水量以 18 秒立方公尺為限，並優先供應公共用水。</p> <p>(三)本壩水量未達各標的用水需求總量時，按各標的登記水權量比例供水。</p> <p>(四)本壩上游入流量大於 500 秒立方公尺時，右岸取水口停止引水，左岸取水口減量引水。</p> <p>(五)壩、引水隧道及相關設施，因維修、檢查、緊急事故或天災等，本壩得停止蓄水或引水。</p>	<p>(二)本壩水量在各標的用水需求總量以上時，全額供水或得超量供水。</p> <p>(三)本壩水量未達用水需求總量時，按各標的登記水權量比例供水。</p>	<p>甲溪濁度停止引水或減量引水之說明。並加註其他停止引水之情況。</p>
<p>十、家用及公共給水須調用農業用水供應時，應依經濟部「農業用水調度使用協調作業要點」規定辦理。</p>	<p>十、家用及公共給水須調用農業用水供應時，應依經濟部「農業用水調度使用協調作業要點」規定辦理。</p>	<p>保留原訂條文</p>
<p>第三章 防洪運轉</p> <p>十一、本壩不具滯洪功能，設計洩洪流量為五、五二〇秒立方公尺。</p>	<p>第三章 防洪運轉</p> <p>十一、本壩不具滯洪功能，設計洩洪流量為五、五二〇秒立方公尺。</p>	<p>保留原訂條文</p>
<p>十二、本壩進行防洪運轉時，應同時進行水利排砂。</p>		<p>新增防洪操作須配合水力排砂條文</p>
<p>十三、發生颱風、大雨或豪雨情況時，中水局應隨時將本壩水位、流量、供水及集水區</p>	<p>十二、發生颱風、大雨或豪雨情況時，中水局應隨時將本壩水位、流量、供水及集水區</p>	<p>條文編號修訂。</p>

建議修訂條文	原始條文	說明
<p>雨量情形通報水利署。</p> <p><u>十四</u>、本壩防洪運轉執行如下： (一)洪水來臨前：本壩蓄水標高以不超過最高蓄水位為原則。颱風、大雨或豪大雨情況或上游水庫洩洪通知時，得將水位預降至標高<u>二百七十三公尺</u>。若預測流量達<u>五百秒立方公尺以上</u>時，得將水位預降至標高<u>二百七十二公尺以下</u>。 (二)洪水期間：當本壩上游入流量達五百秒立方公尺以上時，溢洪道閘門全開洩洪。當集水區降雨量及上游入流量逐漸減少，水位降至標高二百七十三公尺以下，研判洪峰流量已過時，應逐步關閉閘門使本壩水位回復至最高蓄水位。</p>	<p>雨量情形通報水利署。</p> <p><u>十三</u>、本壩防洪運轉執行如下： (一)洪水來臨前：本壩蓄水標高以不超過最高蓄水位為原則。颱風、大雨或豪大雨情況或上游水庫洩洪通知時，得將水位預降至標高<u>二百七十三公尺以下</u>。 (二)洪水期間：當本壩上游入流量達五百秒立方公尺以上時，溢洪道閘門全開洩洪。當集水區降雨量及上游入流量逐漸減少，水位降至標高二百七十三公尺以下，研判洪峰流量已過時，應逐步關閉閘門使本壩水位回復至最高蓄水位。</p>	<p>條文編號修訂。另為利於大甲溪輸水路之取水，建議將洪水來臨前之預降水位提升至 273 公尺。但若預測流量達 500cms 以上，因右岸取水口停止引水，因此可將水位預先降至 272 公尺以下，以減低下游之洪災風險</p>
<p><u>十五</u>、本壩開始放水前，應先警告性放水，其最初放水流量應在十秒立方公尺以內(不包括下游農業用水及已洩放之水量)，之後逐漸增加放水流量，並於開始放水三十分鐘前啟動放水警告廣播系統，將放水訊息向下游沿岸發布，同時通知水利署、水利署第三河川局、臺中縣政府警察勤務中心、臺中縣警察局豐原、大甲、清水各分局、臺灣省臺中農田水利會、臺灣省自來水股份有限公司第四區管理處及豐原給水廠等相關單位因</p>	<p><u>十四</u>、本壩開始放水前，應先警告性放水，其最初放水流量應在十秒立方公尺以內(不包括下游農業用水及已洩放之水量)，之後逐漸增加放水流量，並於開始放水三十分鐘前啟動放水警告廣播系統，將放水訊息向下游沿岸發布，同時以電話、傳真或電子郵件通知水利署、水利署第三河川局、臺中縣政府警察勤務中心、臺中縣警察局豐原、大甲、清水各分局、臺灣省臺中農田水利會、臺灣省自來水股份有限公司第四區管理處及</p>	<p>條文編號修訂</p>

建議修訂條文	原始條文	說明
<p>應。</p> <p>第四章 緊急運轉</p> <p>十六、本壩實施緊急運轉時，得開啓所有溢洪道及排砂道閘門緊急放水，以降低水位。</p> <p>前項緊急放水，於播放警告廣播系統後放水之，並於緊急放水後三十分鐘內通知第十四點所列之相關單位。</p> <p>十七、本壩緊急運轉處理經過，應陳報水利署備查。</p>	<p>豐原給水廠等相關單位因應。</p> <p>第四章 緊急運轉</p> <p>十五、本壩實施緊急運轉時，得開啓所有溢洪道及排砂道閘門緊急放水，以降低水位。</p> <p>前項緊急放水，於播放警告廣播系統後放水之，並於緊急放水後三十分鐘內通知第十四點所列之相關單位。</p> <p>十六、本壩緊急運轉處理經過，應陳報水利署備查。</p>	<p>條文編號修訂</p> <p>條文編號修訂</p>

第十章 經濟分析及財務分析

10-1 成本估算

一、建造成本

建造成本之估算，須先訂定估價原則，包括單價分析基準及成本估算原則，本計畫按前章所述包括設計階段作業費、用地取得及拆遷補償費及工程建造費等，總工程費約為73.00億元。

二、年計成本

年計成本係供計畫經濟可行性評估之用，在經濟分析年限內，每年平均分攤完工建造成本之本息及營運期間所需支付的各項費用，包括固定年成本及年運轉維護費等項。其中固定年成本包括利息、年償債積金、年期中換新準備金、保險費及稅捐等。本計畫採用之經濟分析年限為50年，年利率以3%計算，各項費用估算如下：

(一) 固定年成本

1. 年利息

為使用投資資金之代價，施工期間先後投入之資金均計算至完工時之本利和，以求得完工成本。本計畫於完工後之營運期間，每年須負擔此項投資之利息，一般按建造成本之百分比計算，計算公式如下：

$$\text{利息} = p \cdot i$$

上式：p為建造成本，i為年利率，本計畫年利率以3%計算。

2. 償債積金

為投資之清償年金，每年提存等值之金額，以年利率複利專戶生息計算至經濟分析年限屆滿時，所積存之本息足以清償計畫之建造成本，計算公式如下：

$$\text{年償債積金} = \frac{p \cdot i}{(1+i)^{n-1}} = p \left[\frac{i}{(1+i)^{n-1}} \right] = p \cdot I$$

上式：p為建造成本，n為經濟分析年限，i為年利率。當n=50，i=3%時，可算得I=0.887%，即年償債積金為建造成本之0.887%。

3.期中換新準備金

各項工程設施之耐用年限不同，在營運期間部分工程設施需定期予以換新，以免影響其正常功能之運作，故須按年提存換新準備金，以供期中換新之用。本計畫各設施包括隧道及土建設施、輸水管及機電設施，分別以各壽齡計畫平均期中換新準備金以總工程費之3.01%計之。

4.保險費及稅捐

參考前水資會之「水資源開發計畫規劃報告內容、資料標準及評估準則」，假設保險費及稅捐每年均相同，依計畫需要列於年計成本內，以總工程費為準，一般以總工程費之0.12%為保險費，以0.5%為稅捐費，合計以0.62%計算。

(二)年運轉維護費

於運轉期間須支付財貨及勞務費用，以維持經濟分析年限內之計畫各項設施之功能，各項設施年運轉維護費假設每年相同，係採用約總工程費之1.0%計算。

依上述原則，估算得各工程年計成本如表10-1-1所示，而其中本計畫年供水成本為6.41億元。

表 10-1-1 本計畫各工程年計成本估算表

單位：仟元

項目	工程別	大甲溪輸水路取水口、輸水隧道、原水配水池與退水路、及調度中心	鯉魚潭水庫第二原水管+大甲溪輸水路原水配水池後端輸水管	本計畫	備註
一、總工程費		2,436,554	5,763,203	7,300,000	
二、建造成本		2,614,810	6,116,886	7,795,894	
三、年供水成本		169,072	482,484	641,225	
(一)利息		78,444	183,507	233,877	建造成本×3%
(二)償債積金		23,193	54,257	69,150	建造成本×0.887%
(三)期中換新準備金		27,962	151,357	219,938	總工程費×期中換新準備金因子
(四)保險與稅捐		15,107	35,732	45,260	總工程費×0.62%
(五)運轉維護費		24,366	57,632	73,000	總工程費×1%
四、原水成本(元/噸)		1.654	4.721	6.274	
(一)原水興建成本		0.994	2.326	2.965	(利息+償債積金)/年供水量(10,220萬噸)
(二)原水換新成本		0.274	1.481	2.152	期中換新準備金/年供水量
(三)原水運轉維護成本		0.386	0.914	1.157	(保險與稅捐+運轉維護費)/年供水量

10-2 效益評估

效益一般可區分為可計效益及不可計效益兩部分，可計效益有直接效益及間接效益兩者，大甲溪輸水路工程項目之取水口工程、輸水隧道工程、明挖段輸水管路工程等，鯉魚潭水庫第二原水管工程項目之輸水隧道內襯鋼管工程、過河段水管橋工程、明挖段輸水管路工程等，因此工程完成後，產生之效益可歸納如下：

一、直接效益

(一)增加公共用水原水售水費用

依第三章以民國64~90年大安溪及大甲溪水文資料分析，當民國102年本計畫運用時，在SI=1情形下，計畫公共用水年可增供水量为28萬CMD（1.022億噸/年）。

按本計畫未來之營運管理分工規劃，大甲溪輸水路工程之取水口、輸水隧道及原水配水池與退水路等設施由本署負責營管，如僅以考量營運所需之操作維護及汰舊換新費用(含期中換新準備金、稅捐與保險、運轉維護費用)，每噸原水售價為0.66元/噸(表10-1-1)，則每年原水售水收益為6,743萬元。

二、間接效益

(一)降低高濁度期間工業用水停水減產損失

台中地區目前公共用水需求現況為130萬噸/日，以現有水源及自來水系統供應尚能滿足；惟依據已核定之「中部科學園區台中基地一、二、三期用水計畫書」，終期用水總需求達每日28.2萬噸，如考量淨水場處理及專管輸水損失10%，則將增加台中地區每日約31.0萬噸用水需求。本計畫以民生用水為優先，中部科學園區用水為後續新增需求，故本計畫增供水量可將中科列為主要評估對象。

依據目前中部科學園區內主要產業以光電類(約佔25%)、積體電路(約佔28%)及半導體產業(約佔7%)為主，其餘產業有電腦周邊、數位內容等，粗估每日產值27.4億元估算，由中華徵信所出版之「2005年版台灣地區工商業財務總分析」所統計高科技產業之營

業毛利率顯示：半導體業約為31.3%、積體電路設計業約為31.1%、光電業約為18.2%，其餘產業毛利率約15%，然本計畫考量近期經濟不景氣，保守以營業毛利率12%推估，則本計畫排除計畫前高濁度無法供水造成的工業損失約為27.4億元 \times 12% \times 2.0天/年=6.576億元/年，本計畫依其設施(鯉魚潭水庫第二原水管+大甲溪輸水路之輸水管段+管理中心及營運管理系統)投資費用所佔比例所對應減少損失助益以25.25%估算，另下游水公司供水系統為(74.75%)年間接效益為1億6,604萬元。

(二)減少高濁度期間淨水場處理程序

台中地區供水系統受濁度影響者以豐原淨水場為主，考慮既有備援能力3日，當大甲溪濁度超過3,000NTU逾3日者，系統將完全無法供水，由豐原淨水場民國89~96年間原水濁度記錄分析，原水濁度大於3000NTU且連續發生3天以上者，如表10-2-1，即台中地區遭遇原水高濁度，在本計畫未興建時，平均每年無法供水(供水不足)者約2.25天，而本計畫完成後經由系統內水源調度則可排除前述受影響之情況，故以「2.0天/年」之損失作為相對效益分述如下：

因應未來淨水場處理能力皆為3,000NTU，遭逢大甲溪河水濁度升高時，淨水場之出水效能遽減，影響供水穩定。當原水濁度升高時，其處理成本將較一般通用淨水方法提高1.5元/噸，因此本計畫對淨水場相對間接效益為2.0天 \times 1.022億噸/年 \div 365天/年 \times 1.5元/噸 \div 84萬元/年。

(三)增加電廠發電量

士林堰現引取大安溪溪水，經台電公司卓蘭發電廠發電後，尾水沿景山溪流入鯉魚潭水庫。本計畫以大甲溪輸水路引取大甲溪剩餘水量放流至后里圳，原大安溪供灌后里圳之水量可由士林堰導引至鯉魚潭水庫蓄存過程中，增加卓蘭發電廠之發電水量每年0.35億噸，即年平均1.11m³/sec，依據流量與發電力之關係式，可增加之發電量為每年2,121萬度，假設電廠售電價格每度1.0516元(台中

水利會后里電廠售電價)，則售電效益每年約2,230萬元。

(四)穩定供水促進產業發展增加營業稅收

提供穩定用水供中科園區生產所增加年營業稅收500億元，本計畫所對其稅收助益以1%估算，間接效益為5億元。

三、不可計效益

(一)穩定民生用水需求

本計畫供水系統未興建前，每逢大甲溪原水高濁度，淨水場設施無法正常運作，打折供水將影響民生用水需求，須以分區供水或調用水車支援；若推動本計畫，雖無法明確估計實質量化效益，但確能更穩定台中地區之民生用水供應，促進社會經濟繁榮。

(二)落實地方基礎建設

自來水來一向被視為國家文明及現代化的指標，其與國民健康、生活環境及工商發展有密切之關係，本計畫執行可穩定提供工業用水，促使中部科學園區產業發展。

(三)提供就業機會

本計畫包括各項基礎建設工程，需要相關專業人員之付出、物力之投入，且完工後之操作維護、管理等後續作業，須各種專業人員投入，而間接促進中部科學園區的產業發展，亦造就很多的就業機會，亦可降低失業率之問題。

(四)提高土地價值，促進觀光繁榮

本計畫完成後，水資源供應之不虞匱乏，可促進中部科學園區工業及鄰近旅遊事業發展，提升當地生活品質，將吸引遷入居住及投資意願，提高土地價值，帶動后里農場、中社花市等觀光遊憩，促進當地經濟繁榮發展。

據上述各項效益評估，彙整如表10-2-2，得年計效益共為7.56億元。如考量本計畫由政府出資興建及營運管理，則各工程效益如表

10-2-3所示。另考量「大甲溪輸水路」（不含明挖覆蓋段）、管理中心及營運管理系統由政府出資興建及營運管理，而「大甲溪輸水路」之明挖覆蓋段及「鯉魚潭水庫第二原水管」由政府出資興建完成後轉交水公司營運管理，則各工程效益如表10-2-3所示。

表 10-2-1 豐原淨水場連續 3 日原水濁度大於 3,000NTU 之統計表

年	89	90	91	92	93		94				95		96			
月	-	-	-	-	8		3		7		8		6		8	
濁度	-	-	-	-	日期	NTU	日期	NTU	日期	NTU	日期	NTU	日期	NTU	日期	NTU
	-	-	-	-	24	7,900	3	3,900	18	4,210	5	28,000	9	8,000	19	6,400
	-	-	-	-	25	10,000	4	6,100	19	11,000	6	5,000	10	10,000	20	5,500
	-	-	-	-	26	6,700	5	4,000	20	6,015	7	5,700	11	5,600	21	5,000
	-	-	-	-	27	5,900	6	3,500	21	4,350	8	3,935	12	4,370	22	3,800
	-	-	-	-	28	5,000	-	-	22	3,700	9	3,490	13	3,100	-	-
	-	-	-	-	29	5,500	-	-	23	3,000	10	3,398	14	5,100	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	24	3,000	11	3,217	15	3,800	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	3,049	-	-	-	-
小計	0	0	0	0	3		1		4		5		4		1	
合計	18															
平均	2.25															

表 10-2-2 本計畫年計效益綜合表

效益別	估計金額(萬元/年)	備註
直接效益	6,743 萬元	增供公共用水效益 6,743 萬元
間接效益	6 億 8,918 萬元	1.降低高濁度期間工業用水停水減產損失之效益為 1 億 6,604 萬元 2.減少高濁度期間淨水場處理程序之效益為 84 萬元 3.增加電廠發電量之效益為 2,230 萬元 4.穩定供水促進產業發展，政府增加年營業稅收 5 億元
合計	7 億 5,661 萬元	--

表 10-2-3 本計畫經濟分析綜合表

項目 \ 工程別	大甲溪輸水路及 調度中心	鯉魚潭水庫 第二原水管	本計畫
一、總工程費(仟元)	3,973,353	3,326,648	7,300,000
二、建造成本(仟元)	4,293,818	3,502,076	7,795,894
三、年供水成本(仟元)	327,854	313,370	641,225
(一)利息	128,815	105,062	233,877
(二)償債積金	38,086	31,063	69,150
(三)期中換新準備金	96,585	123,353	219,938
(四)保險與稅捐	24,635	20,625	45,260
(五)運轉維護費	39,734	33,266	73,000
四、年效益(仟元)	589,734	166,877	756,611
五、益本比(B/C)	1.80	0.53	1.18

10-3 經濟分析

一、益本比

效益評估最終可依益本比作明確之估算，以作為整體規劃之可行性依據，其益本比定義如下：

$$I=B/C$$

其中，I=益本比、B=年計效益、C=年計成本

按前所述，本計畫之益本比為1.18，其餘各情況之益本比如表10-2-3。

二、原水成本

原水成本係每單位原水出水量所需之成本，在經濟分析年限內，由年計營運成本及實際供水量求得原水成本。本工程之年增供水量單位原水造價及年增供水量單位原水成本，其定義及數值如下：

年增供水量單位原水成本=年計成本與年增供水量之比

按前所述，本計畫各情況之年增供水量單位原水成本如表10-2-3。依據歷年水資源之水庫開發計畫，統計湖山水庫、士文水庫、高屏大湖、美濃水庫及寶二水庫等，顯示興建水庫之原水成本約為12~21元/噸，本計畫原水成本遠低於前述各水庫開發計畫，對因應區域用水需求而言極具開發價值。

三、內生投資報酬率

計畫內生投資報酬率(Internal rate of return)簡稱為IRR，為能使任意投資方案之所有現金流量(包括收入與支出)之現值為零之報酬率稱之，即淨現值NPV=0時之折現率。淨現值法可承認貨幣之時間價值，計算公式為：

$$NPV = \sum_{t=1}^T \frac{R}{(1+r)^t} - R_0$$

T為投資計畫之期間，R為計畫期間每一期之現金流量，R₀為期出之投入成本，r為折現率。內生投資報酬率IRR為「損益兩平(Break-even)」之概念，依計畫未來現金流量使用IRR折現，恰等於原始投入之成本。

本計畫於準備年及施工年之投資金額視為現金流出 R_0 ，於開始營運後之收入為原水售水收入，即年增供水量1.022億噸乘以原水售水價格故 R 為原水售水收入扣除年運轉維護費，分析年限為50年，推算 $NPV=0$ 時的折現率 r 。而本工程營運管理項目包括年運轉維護費用加上期中換新準備金，總額為2.93億元，需負擔1.022億噸年增供水量時，所需營管費用的原水售價為2.87元/噸(不含移用農業用水費用)。

原水售價與內生報酬率IRR值之關係如圖10-3-1所示。由計算結果可知當原水售價每噸5元、6元、7元、8元及9元時，對應之IRR值分別為1.55%、3.27%、4.70%、5.96%及7.12%。

若僅負擔年營運管理費用之原水售價2.87元/噸而言，不具內部投資報酬率；欲達到內生報酬率 $IRR=0$ 時，原水售水價格應為4.29元/噸，若欲獲得6%之內部投資報酬率，如表10-3-1計算表範例所示，其原水售水價格更應提高約為8.03元/噸。

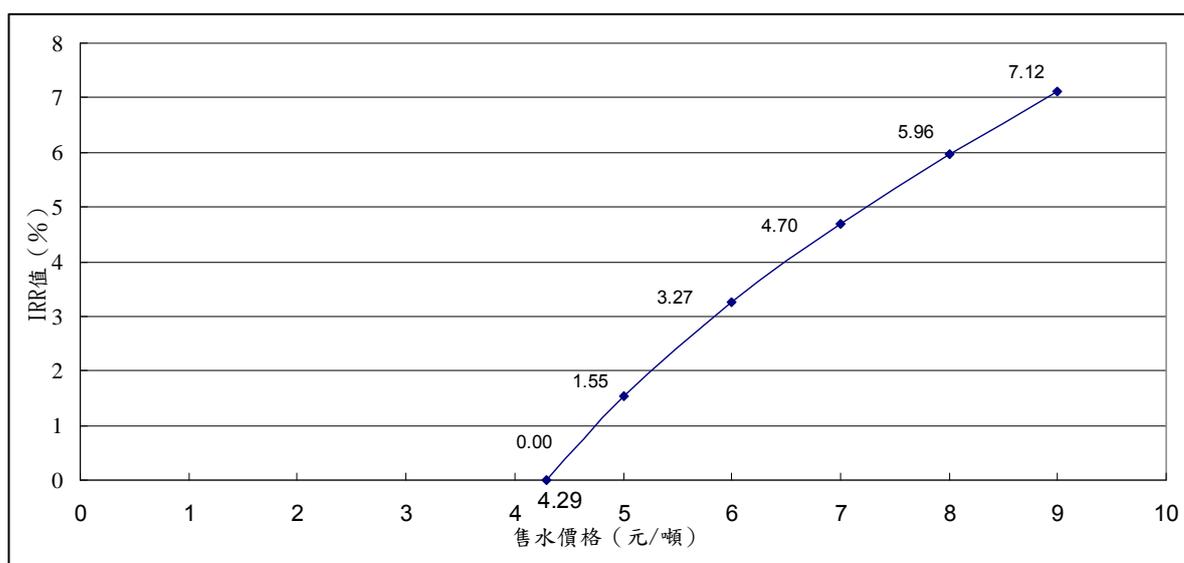


圖 10-3-1 本計畫原水售水價格與 IRR 值之關係圖

表 10-3-1 本計畫內生投資報酬率計算表

年別	原值(百萬元)			淨現金流量原值 (百萬元)	折現係數	淨現金流量現值 (百萬元)	
	投資金額	現金流入	現金流出				
施工年	1	79.29		-79.29	1.34	-106.11	
	2	594.39		-594.39	1.26	-750.40	
	3	2,432.86		-2,432.86	1.19	-2,897.57	
	4	1,853.31		-1,853.31	1.12	-2,082.38	
	5	2,340.15		-2,340.15	1.06	-2,480.56	
營運年	1		820.65	292.94	527.71	0.94	497.84
	2		820.65	292.94	527.71	0.89	469.66
	3		820.65	292.94	527.71	0.84	443.08
	4		820.65	292.94	527.71	0.79	418.00
	5		820.65	292.94	527.71	0.75	394.34
	6		820.65	292.94	527.71	0.70	372.02
	7		820.65	292.94	527.71	0.67	350.96
	8		820.65	292.94	527.71	0.63	331.09
	9		820.65	292.94	527.71	0.59	312.35
	10		820.65	292.94	527.71	0.56	294.67
	11		820.65	292.94	527.71	0.53	277.99
	12		820.65	292.94	527.71	0.50	262.26
	13		820.65	292.94	527.71	0.47	247.41
	14		820.65	292.94	527.71	0.44	233.41
	15		820.65	292.94	527.71	0.42	220.20
	16		820.65	292.94	527.71	0.39	207.73
	17		820.65	292.94	527.71	0.37	195.97
	18		820.65	292.94	527.71	0.35	184.88
	19		820.65	292.94	527.71	0.33	174.42
	20		820.65	292.94	527.71	0.31	164.54
	21		820.65	292.94	527.71	0.29	155.23
	22		820.65	292.94	527.71	0.28	146.44
	23		820.65	292.94	527.71	0.26	138.15
	24		820.65	292.94	527.71	0.25	130.33
	25		820.65	292.94	527.71	0.23	122.96
	26		820.65	292.94	527.71	0.22	116.00
	27		820.65	292.94	527.71	0.21	109.43
	28		820.65	292.94	527.71	0.20	103.24
	29		820.65	292.94	527.71	0.18	97.39
	30		820.65	292.94	527.71	0.17	91.88
	31		820.65	292.94	527.71	0.16	86.68
	32		820.65	292.94	527.71	0.15	81.77
	33		820.65	292.94	527.71	0.15	77.14
	34		820.65	292.94	527.71	0.14	72.78
	35		820.65	292.94	527.71	0.13	68.66
	36		820.65	292.94	527.71	0.12	64.77
	37		820.65	292.94	527.71	0.12	61.11
	38		820.65	292.94	527.71	0.11	57.65
	39		820.65	292.94	527.71	0.10	54.38
	40		820.65	292.94	527.71	0.10	51.31
	41		820.65	292.94	527.71	0.09	48.40
	42		820.65	292.94	527.71	0.09	45.66
	43		820.65	292.94	527.71	0.08	43.08
	44		820.65	292.94	527.71	0.08	40.64
	45		820.65	292.94	527.71	0.07	38.34
	46		820.65	292.94	527.71	0.07	36.17
	47		820.65	292.94	527.71	0.06	34.12
	48		820.65	292.94	527.71	0.06	32.19
	49		820.65	292.94	527.71	0.06	30.37
	50		820.65	292.94	527.71	0.05	28.65
原水售價8.03元/噸，內部投資報酬率IRR=6.00%					合計	0.0	

10-4 敏感度分析

一、分析原則

計畫之建造成本與利率、物價及完工年份等因素有密切關係，上述各項因素如任何一項有變動時，勢將影響計畫之經濟分析結果。因此，就本計畫建造成本作敏感度分析，以瞭解各項因素變動之影響。

本工程係以下列條件進行建造成本計算：（1）年利率3%及（2）物價年平均上漲率3.5%，估算結果總工程費約為73.00億元，建造成本為總工程費加上施工期間利息約為77.96億元。上述兩項條件中任一項之改變，皆會影響建造成本之估算結果，由於變化之情況頗多，僅就以下代表性之條件變化加以探討：

- （一）年利率調為0%、1%、2%、3%、4%、5%、6%、7%、8%，其它因素不變。
- （二）物價年平均上漲率調為0%、2%、3.5%、5%、6.5%，其它因素不變。

二、分析結果

分析之結果探討如下，如表10-4-1所示：

- （一）由於建造成本為總工程費加上施工期間利息，因此利率之改變僅會影響建造成本而不會改變總工程費。計算結果，年利率降為1%及2%時，建造成本分別降為74.63億元及76.28億元，相當於減少4.28%及2.16%；年利率增為4%及5%時，建造成本增為79.67億元及81.41億元，相當於增加2.19%及4.42%。
- （二）由於總工程費中包含物價上漲率調整費，因此物價上漲率若調整，總工程費及建造成本兩者皆會隨之改變。計算結果，物價上漲率為0%時，總工程費降為70.72億元，相當於減少3.12%，建造成本降為75.54億元，相當於減少3.11%；物價上漲率增為6.5%時，總工程費增為74.95億元，相當於增加2.67%，建造成本增為80.04億元，相當於增加2.66%。

表 10-4-1 本計畫敏感度分析成果表

變動因子		總工程費(億元)		建造成本(億元)	
		金額(億元)	變動率(%)	金額(億元)	變動率(%)
利率	0%	73.00	0.00	73.00	-6.36
	1.0%	73.00	0.00	74.63	-4.28
	2.0%	73.00	0.00	76.28	-2.16
	3.0%	73.00	0.00	77.96	0.00
	4.0%	73.00	0.00	79.67	2.19
	5.0%	73.00	0.00	81.41	4.42
	6.0%	73.00	0.00	83.18	6.69
	7.0%	73.00	0.00	84.97	8.99
	8.0%	73.00	0.00	86.80	11.33
物價 上漲率	0%	70.72	-3.12	75.54	-3.11
	2.0%	72.02	-1.34	76.92	-1.33
	3.5%	73.00	0.00	77.96	0.00
	5.0%	73.98	1.34	79.00	1.33
	6.5%	74.95	2.67	80.04	2.66

10-5 財務計畫

一、計畫興辦資金籌措

水資源開發為國家發展之重要計畫，經濟發展及民生所必需，且受益人為全體社會大眾，因此，水資源建設的資金來源主要是來自於政府補助。本計畫各單項計畫工作經費之計算係按行政院公共工程委員會「公共建設工程經費估算編列手冊」規定估算，工程計畫所需資金合計為73.00億元，分5年度辦理，每年需編列之工程預算分別為0.79億元、5.95億元、24.33億元、18.53億元、23.40億元，本計畫將建議由政府編列公務預算全額籌措。

二、營管費用

本計畫建議由政府全額籌措，則年固定成本中之年利息、年償債積金及年稅捐與保險於完工營運後以不回收為原則。惟基於水資源永續發展利用與實際運作所需，為確保各用水單位穩定取得水源，各構造物皆須辦理更新工程，因此本計畫營管費用項目包括年運轉維護成本與年期中換新準備金。

(一)營運收入

按各年期實際供水量及原始售價估算，為未來主要歲入來源。

(二)營運支出

係指本計畫正常運作所需花費之成本，除每年營運之經常性必要支出外，還包括非經常性支出或貸款本息（如有貸款情形），本計畫完工後每年之營運支出包括運轉維護成本與年期中換新準備金，總計2.93億元，為符合受益者付費原則，此項營運支出將由後續相關單位共同負擔。

三、償債計畫

本計畫資金由政府全額負擔，故未列償債計畫問題，然而在政府財務緊縮情況下，勢必以貸款來籌措資金，故應於訂定原水售價時，考量以營運盈餘償清借款之可能。

本計畫採用一貸款年利率，假定原水售價，再計算各年營運收入與支出之盈餘，以該盈餘支付借款結欠餘額之利息及清償部分借款本金，經反覆試算及修正原水售價，算得償還年期終了時恰無借款結欠餘額，及求得所需原水售價。基本上，年利率愈低則原水售價愈小，計算不同年利率對應之原水售價如表10-5-1所示，若本計畫市場資金情勢寬鬆，即年利率約為1%，則原水售價4.81元/噸，預期即可於50年內償清貸款；反之，若市場資金情況緊縮且年利率高達6%，則原水售價應調高為7.71元/噸，分析結果如表10-5-2所示。

表 10-5-1 本計畫採不同貸款利率對應之原水售價表

貸款年利率	1%	2%	3%	4%	5%	6%
原水售價(元/噸)	4.81	5.29	5.83	6.42	7.04	7.71

表 10-5-2 本計畫合理原水售價分析表

年別	售水量 (萬噸)	各項金額(仟元)						備註
		營運收入	營運支出	淨收入	償付利息	償付本金	結欠餘額	
0							7,796,165	合理原水售價分析條件： 1. 原水售價 7.71 元/噸 2. 貸款年利率 6.00%
1	10,220	787,561	292,938	494,622	467,770	26,852	7,769,313	
2	10,220	787,561	292,938	494,622	466,159	28,463	7,740,849	
3	10,220	787,561	292,938	494,622	464,451	30,171	7,710,678	
4	10,220	787,561	292,938	494,622	462,641	31,981	7,678,697	
5	10,220	787,561	292,938	494,622	460,722	33,900	7,644,796	
6	10,220	787,561	292,938	494,622	458,688	35,934	7,608,862	
7	10,220	787,561	292,938	494,622	456,532	38,090	7,570,772	
8	10,220	787,561	292,938	494,622	454,246	40,376	7,530,396	
9	10,220	787,561	292,938	494,622	451,824	42,798	7,487,598	
10	10,220	787,561	292,938	494,622	449,256	45,366	7,442,231	
11	10,220	787,561	292,938	494,622	446,534	48,088	7,394,143	
12	10,220	787,561	292,938	494,622	443,649	50,974	7,343,169	
13	10,220	787,561	292,938	494,622	440,590	54,032	7,289,138	
14	10,220	787,561	292,938	494,622	437,348	57,274	7,231,864	
15	10,220	787,561	292,938	494,622	433,912	60,710	7,171,153	
16	10,220	787,561	292,938	494,622	430,269	64,353	7,106,800	
17	10,220	787,561	292,938	494,622	426,408	68,214	7,038,586	
18	10,220	787,561	292,938	494,622	422,315	72,307	6,966,279	
19	10,220	787,561	292,938	494,622	417,977	76,645	6,889,634	
20	10,220	787,561	292,938	494,622	413,378	81,244	6,808,390	
21	10,220	787,561	292,938	494,622	408,503	86,119	6,722,271	
22	10,220	787,561	292,938	494,622	403,336	91,286	6,630,985	
23	10,220	787,561	292,938	494,622	397,859	96,763	6,534,222	
24	10,220	787,561	292,938	494,622	392,053	102,569	6,431,654	
25	10,220	787,561	292,938	494,622	385,899	108,723	6,322,931	
26	10,220	787,561	292,938	494,622	379,376	115,246	6,207,684	
27	10,220	787,561	292,938	494,622	372,461	122,161	6,085,523	
28	10,220	787,561	292,938	494,622	365,131	129,491	5,956,033	
29	10,220	787,561	292,938	494,622	357,362	137,260	5,818,773	
30	10,220	787,561	292,938	494,622	349,126	145,496	5,673,277	
31	10,220	787,561	292,938	494,622	340,397	154,226	5,519,051	
32	10,220	787,561	292,938	494,622	331,143	163,479	5,355,572	
33	10,220	787,561	292,938	494,622	321,334	173,288	5,182,284	
34	10,220	787,561	292,938	494,622	310,937	183,685	4,998,599	
35	10,220	787,561	292,938	494,622	299,916	194,706	4,803,893	
36	10,220	787,561	292,938	494,622	288,234	206,389	4,597,505	
37	10,220	787,561	292,938	494,622	275,850	218,772	4,378,733	
38	10,220	787,561	292,938	494,622	262,724	231,898	4,146,835	
39	10,220	787,561	292,938	494,622	248,810	245,812	3,901,023	
40	10,220	787,561	292,938	494,622	234,061	260,561	3,640,462	
41	10,220	787,561	292,938	494,622	218,428	276,194	3,364,268	
42	10,220	787,561	292,938	494,622	201,856	292,766	3,071,502	
43	10,220	787,561	292,938	494,622	184,290	310,332	2,761,169	
44	10,220	787,561	292,938	494,622	165,670	328,952	2,432,218	
45	10,220	787,561	292,938	494,622	145,933	348,689	2,083,528	
46	10,220	787,561	292,938	494,622	125,012	369,610	1,713,918	
47	10,220	787,561	292,938	494,622	102,835	391,787	1,322,131	
48	10,220	787,561	292,938	494,622	79,328	415,294	906,837	
49	10,220	787,561	292,938	494,622	54,410	440,212	466,625	
50	10,220	787,561	292,938	494,622	27,997	466,625	0	

第十一章 環境影響評估

本計畫由石岡壩右岸引取計畫水量達18cms，亦即開發規模已達到「開發行為應實施環境影響評估細目及範圍認定標準」第13條第1項第1款之規定門檻(抽水、引水工程，其抽、引取地面水每秒抽水量2立方公尺以上者或抽取地下水每秒抽水量0.2立方公尺以上者)，依法應實施環境影響評估。本章內容係摘錄「大安大甲溪水源聯合運用輸水工程—環境影響說明書」。

11-1 環境敏感區位及特定目的區位限制調查

為掌握計畫沿線可能遭遇之環境敏感區位或特定目的區位限制，依據開發行為環境影響評估作業準則要求，針對30項環境敏感區位或特定目的區位逐一發函有關單位查明或現場勘查。調查結果，本計畫路線共位經14項環境敏感區位或特定目的區位，參見表11-1-1及圖11-1-1。

表 11-1-1 本計畫環境敏感區位及特定目的區位限制調查成果表(1/2)

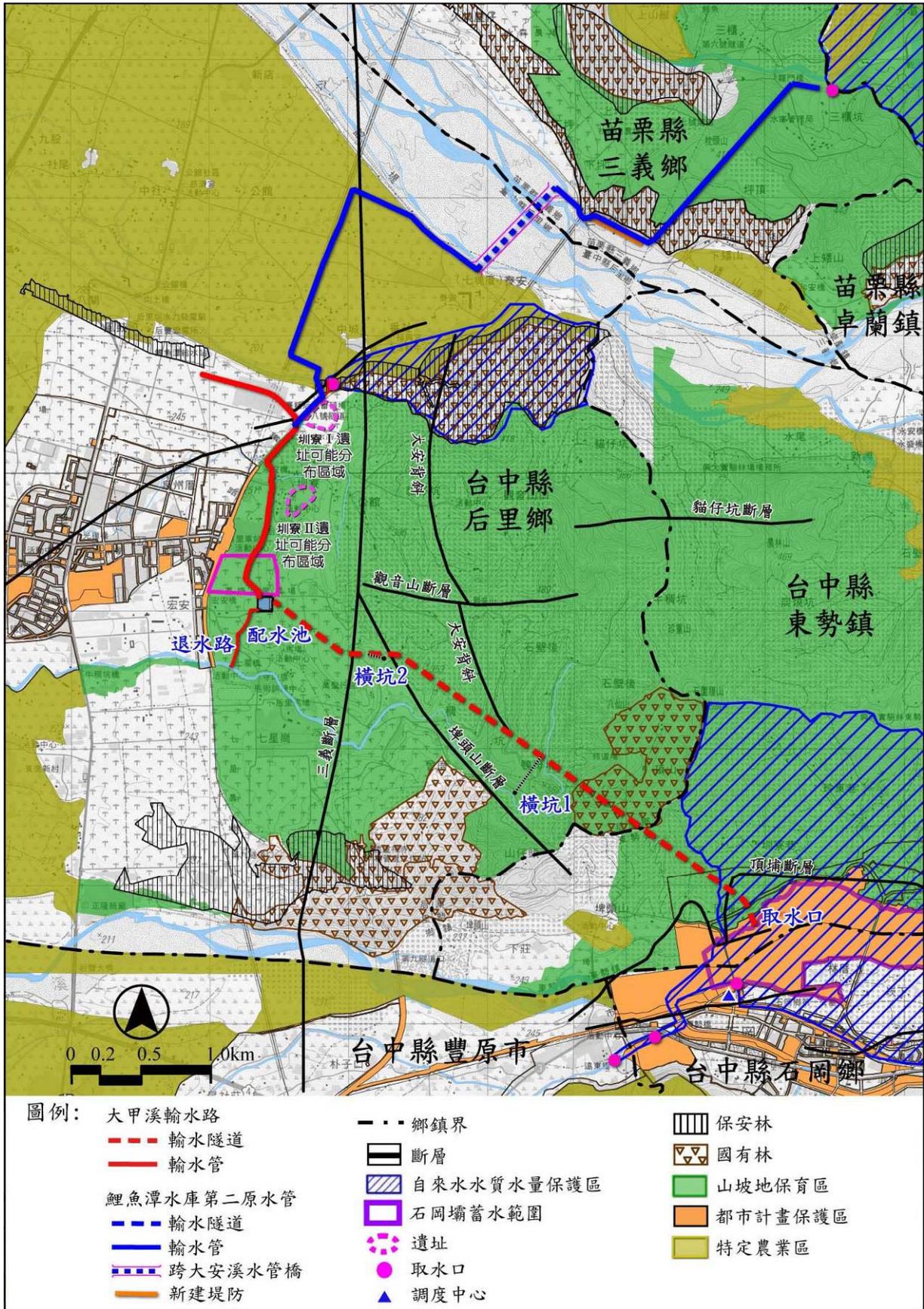
項次	開發區位	說明	相關證明資料、文件
1.	位經自來水水質水量保護區	本計畫取水口位經石岡壩自來水水質水量保護區。將於施工前提出「逕流廢水污染削減計畫」，並做好水質保護工作。	1.臺灣省自來水股份有限公司第四區管理處台水四工字第0960011676號函。 2.經濟部 93.10.08 經授水字第09320222560號公告。
2.	位經水庫集水區、蓄水範圍或興建中水庫計畫區	大甲溪輸水路及第二原水管之取水口分別位在石岡壩及鯉魚潭水庫蓄水範圍，施工前將研提「逕流廢水污染削減計畫」。	經濟部水利署 96.07.20 經水工字第09651160400號函。
3.	有保育類野生動物或珍貴稀有之植物、動物	根據本計畫生態調查，計畫區附近紀錄到大冠鷲、紅尾伯勞、台灣紫嘯鶇、魚鷹、台灣畫眉、貢德氏赤蛙、褐樹蛙、台灣草蜥、黑眉錦蛇、埔里中華爬岩鰍等保育類動物。施工期間將依野生動物保育法相關規定辦理。	本計畫實地調查。
4.	位經歷史建築、古蹟所在地鄰近地區或古蹟保存區鄰接地、生態保育區或自然保留區	計畫路線兩側 500m 範圍內有彭屋、三櫃坑、三櫃頂、三櫃坑 II、圳寮 I、圳寮 II 等已知遺址及臺中縣定古蹟縱貫鐵路舊山線泰安車站與后里賢 張祖墓等;本計畫並調查新發現埤頭山遺址及頂埔遺址，已通報台中縣文化局，並於 96 年 9 月 6 日完成會勘。施工前將進行試掘調查，並依台中縣文化局指示辦理。	1.苗栗文化局 96.06.26 苗文資字第0960002657號函。 2.臺中縣文化局 96.07.05 文資字第0960005285號函。

資料來源：「大安大甲溪水源聯合運用輸水工程規劃環境影響評估說明書」中水局，96.12 月

表 11-1-1 本計畫環境敏感區位及特定目的區位限制調查成果表(2/2)

項次	開發區位	說明	相關證明資料、文件
5.	位經保安林地、國有林、國有林自然保護區或森林遊樂區	計畫路線及兩側 500 公尺範圍內位經國有林及保安林地，後續將依森林法規定申請使用。	行政院農業委員會林務局 96.06.25 林企字第 0961710546 號函。
6.	位經河川行水區、地下水管制區、洪水平原管制區、水道治理計畫用地或排水設施範圍	本計畫鯉魚潭第二原水管行經河川行水區。後續設計將依據水利法、河川管理辦法及申請開挖中央管河川河防建造物審核要點等規定辦理，並經許可後始可施工。	經濟部水利署 96.07.20 經水工字第 09651160400 號函。
7.	經過地質構造不穩定區(斷層、地震、地質災害區)或海岸侵蝕區	大甲溪輸水路新設取水口鄰近車籠埔斷層地表裂跡，輸水隧道經過頂埔斷層、埤頭斷層、三義斷層；鯉魚潭水庫第二原水管鄰近枕頭山斷層、屯子腳斷層。隧道施工於破碎帶將採用管幕工法施工，必要時輔以固結灌漿。	經濟部中央地質調查所 96.06.29 經地工字第 09600033580 號函。
8.	位經空氣污染三級防制區	臺中縣為臭氧及懸浮微粒之三級防制區，將依評估結果採防治措施以降低影響，並確實執行說明書定稿本所列各項減輕對策。	1. 苗栗縣環境保護局 96.06.29 環綜字第 0960011033 號函。 2. 臺中縣環境保護局 96.06.28 環綜字第 0960019019 號函。
9.	位經第一、二類噪音管制區	本計畫範圍於苗栗縣三義鄉與臺中縣東勢鎮內屬第二類噪音管制區，將依說明書定稿本所列各項對策確實做好噪音防制工作。	根據苗栗縣與臺中縣環保局之噪音管制區劃結果。
10.	位經水污染管制區	本計畫位經大安溪及大甲溪流域水污染管制區。將依水污染防治法等相關規定，責成承包商於施工前提出「逕流廢水污染削減計畫」，做好水質保護工作。	1. 苗栗縣環境保護局 96.06.29 環綜字第 0960011033 號函。 2. 臺中縣環境保護局 96.06.28 環綜字第 0960019019 號函。
11.	位經山坡地或原住民保留地	1. 本計畫未位經原住民保留地。 2. 另依本計畫可行性規劃用地調查結果，計畫沿線為山坡地將依法做好水土保持工作。	1. 苗栗縣政府 96.06.28 府原行字第 0960094215 號函。 2. 臺中縣政府 96.06.23 府民原字第 0960172661 號函。
12.	位經森林區或林業用地	本計畫第二原水管隧道出口附近位經國有林大安事業區第八林班地及編號第 1336 號保安林(國有林與保安林範圍相重疊)，後續應依森林法規定申請使用。	本計畫調查結果。
13.	位經特定農業區或山坡地保育區(古蹟保存用地、生態保護用地、國土保安用地)	第二原水管行經后里台地台電后里超高壓變電所附近為山坡地保育區，將依法做好水土保持工作。	本計畫調查結果。
14.	位經都市計畫之保護區	新設取水口位於「石岡水壩特定區計畫」保護區範圍內。未來應依照都市計畫法規定向臺中縣政府申請同意使用。	臺中縣政府 96.07.19 府建城字第 0960200985 號函。

資料來源：「大安大甲溪水源聯合運用輸水工程規劃環境影響評估說明書」中水局，96.12 月



資料來源：大安大甲溪水源聯合運用輸水工程計畫環境影響說明書(中區水資源局，2009)。

圖 11-1-1 本計畫敏感區域位置圖

11-2 環境現況

一、空氣品質

(一)空氣污染防制區

依據環保署民國95年公告之「直轄市、縣(市)各級空氣污染防制區」，苗栗縣各項空氣污染物均為二級防制區，臺中縣之懸浮微粒及臭氧屬三級防制區，其餘各空氣污染物則屬二級防制區。

(二)空氣品質概況

分析環保署三義站、豐原站與臺中縣環保局后里站民國95年之PSI值，三義站PSI指標達到不良程度(PSI值>100)為4天，佔全年之1.10%。豐原站PSI指標達到不良程度(PSI值>100)為5天，佔全年之1.37%。后里站PSI指標達到不良程度(PSI值>100)為11天(3.01%)，顯示計畫地區空氣品質狀況良好。指標污染物主要為懸浮微粒(PM₁₀)及臭氧。

(三)補充調查結果

於計畫沿線辦理補充調查，其中三義鄉鯉魚潭村住宅、鯉魚潭水庫管理中心、后里鄉泰安社區及泰安火車站於96年5月臭氧之最大8小時濃度測質有超過空氣品質標準之情形，其餘測值均可符合空氣品質標準。

二、噪音及振動

(一)噪音管制區類別

根據苗栗縣與臺中縣環保局之噪音管制區劃，本計畫範圍於苗栗縣三義鄉與臺中縣東勢鎮內屬第二類噪音管制區，於后里鄉內除行經中部科學工業園區后里農場基地內屬第四類噪音管制區外，其餘均屬第三類噪音管制區。

(二)補充調查結果

於計畫沿線14處敏感受體進行二次(假日非假日各一次)連續24

小時調查顯示，鯉魚潭水庫管理中心之假日夜間(22:00~05:00)、隧道南洞口住家之假日早上(05:00~07:00)及豐原市埤頭社區假日與非假日夜間(22:00~05:00)噪音量有超過標準之情形，其他測站各時段均可符合標準值。

至於振動方面，本計畫爰用日本振動管制法對道路交通及營建工程公害振動訂有規劃基準。各檢測點振動量均符合日本振動規劃基準值第一、二種區域標準之限值。

三、地表水質

(一)水體分類

依據前臺灣省政府環境保護處水區水體分類公告，鯉魚潭水庫所在之景山溪與大安溪主流士林攔河堰河段均劃屬甲類水體。計畫石岡壩取水口則位於大甲溪乙類水體河段。

(二)水質

1.環保署水庫水質測站監測資料

整理環保署近1年於鯉魚潭水庫水庫水體水質監測資料與飲用水水源水質標準比較，僅於鯉魚潭水庫三測站發生1次總有機碳濃度超出標準之情形，其餘測值均符合飲用水水源水質標準。

2.環保署河川水質測站監測資料

統計環保署於大甲河流域石岡壩、上游東豐大橋、下游后豐大橋3處水質監測站近1年檢測資料，依積分法計算其污染程度，皆屬未(稍)受污染至中度污染之水體，主要是受懸浮固體之影響。與水體水質分類標準比較結果，各監測站以懸浮固體超出水體水質分類標準居多，大腸桿菌次之。

3.補充調查

於景山溪龍門橋、大安溪舊山線鐵路橋下游、后里鄉明挖覆蓋段跨越后里圳處、旱溝排水永興橋、牛稠坑溝七星橋、牛稠坑

溝第2橫坑下游、牛稠坑溝第1橫坑下游、大甲溪埤豐橋、大甲溪石岡壩右岸、大甲溪長庚橋等10處進行河川水體水質補充調查，調查結果景山溪龍門橋測站以pH值、生化需氧量、總磷及大腸桿菌多超出標準，大安溪舊山線鐵路橋下游測站以懸浮固體、生化需氧量、總磷及大腸桿菌有超出標準情形，其他項目多可符合其甲類水體分類水質標準。大甲溪各測站以生化需氧量及懸浮固體常有超出標準，其他項目均符合其水體分類水質標準。以河川污染指標RPI值評估各測點水質污染程度，多屬未(稍)受污染~中度污染之情形。

四、地下水質

選定鯉魚潭水庫第二原水管隧道北洞口附近地質鑽孔、大安溪右岸、后里鄉泰安村、后里鄉圳寮社區、大甲溪輸水路隧道北洞口鑽探井、大甲溪輸水路隧道南洞口鑽探井、第2橫坑鑽探井、第1橫坑附近民井、東勢鎮下灣社區、東勢鎮埤頭社區、石岡鄉石岡國小、石岡豐原交界處台3線北側住家等12處進行檢測並與地下水污染監測基準比較，其中第二原水管隧道北洞口附近地質鑽孔之氨氮、鐵、錳有超出基準之情形，后里鄉泰安村之氨氮有2次超出基準，大安溪右岸之鐵、后里鄉圳寮社區之氨氮及錳、第2橫坑鑽探井之錳、石岡鄉石岡國小之氨氮等各有1次超出基準，其餘各項則均符合基準值。

五、土壤重金屬含量

查詢環保署土壤及地下水污染整治網，本計畫並未行經前述公告列管場址。沿線土壤重金屬濃度補充調查顯示，鯉魚潭水庫第二原水管隧道南洞口之表土鎳含量為145mg/kg，高於土壤污染監測基準值130mg/kg，但仍低於土壤污染管制標準200mg/kg，其餘均在土壤污染監測基準值以內。

六、生態環境

計畫區內調查發現的特有種及保育類生物尚稱豐富，其中陸域環境中生物組成較為豐富的地點，在大甲溪輸水路沿線來說是「第二橫坑」預定地附近的谷地。在鯉魚潭水庫第二原水管沿線則是「鯉魚潭水庫」及管線爬升上后里台地的「圳寮丘陵」兩樣站。水域環境中，則以大甲溪流流域各樣站的水生生物較多，最上游的長庚大橋樣站生物組成較為穩定，其他如牛稠坑溪和旱溝溪各支流的樣站的生物組成則較為單純，且隨環境變異較大。鯉魚潭水庫的生態組成偏向以外來種類的掠食性魚類居多。陸域植物調查結果雖然在種類上有274種植物，顯得相當多元，但其中包含不少栽培種的果樹及作物，或是園藝觀賞植物，組成也明顯以草本植物為主。動物調查部分則以自成一個封閉谷地的第二橫坑樣站的生物較為豐富多元，其他樣站因為多已開發或是腹地太小，因此調查發現到的種類都不算十分豐富。

11-3 環境影響預測及環境保護對策

本計畫環境影響說明書之預測成果及對策請參見表11-3-1。

表 11-3-1 預防及減輕開發行為對環境不良影響對策摘要表(1/4)

環境類別	環境項目	影響階段		影響說明	影響評估		預防減輕對策	評定
		施工期間	營運期間		範圍	程度		
物理及化學	空氣品質	V		本工程排放源包括施工揚塵、施工機具排放及施工運輸作業等，以ISCST3模擬施工期間各項空氣污染物擴散情形結果，各項污染物於各敏感受體仍可符合空氣品質標準。	本計畫輸水路沿線受體	○~ —	<ul style="list-style-type: none"> 要求承商需符合行政院環保署「營建工程空氣污染防治設施管理辦法」之規定採行適當防制措施。 運送骨材、砂石、物料及土方卡車之車斗須覆蓋。 於砂石、物料、骨材堆積處常灑水或加覆蓋。 各工區設置洗滌車輛及機具之專用清洗設施。 施工期間非降雨日施行灑水措施。 	○~ —
	噪音振動	V		各工程作業施工機具噪音衰減至各敏感受體點之合成音量介於60.1~81.8dB(A)間，增量介於0.1~12.6dB(A)間，影響程度屬輕微影響至非常嚴重影響。	泰安、圳寮、七星等社區及取水口、橫坑附近住家	— —	<ul style="list-style-type: none"> 採行適當之施工管理措施或減音對策，對各受體點之影響可降低至可忽略~輕微程度。 高噪音之機械儘量於日間施工，並將於契約中明訂夜間需趕工時之作業規定，嚴格要求承包商於夜間施工時所產生之噪音必須符合相關之法規規定。 	
		V		隧道開炸噪音屬衝擊性噪音，其影響延時極為短暫，但爆破瞬間音量驟然提高，且屬不可預期，所產生影響具有驚嚇效果。	隧道口附近住家及敏感點	— —	<ul style="list-style-type: none"> 隧道洞口先以機械開挖進入隧道，於隧道內如遇高強度岩盤無法以機械開挖時，再使用爆破工法，必要時於洞口設置防音屏。 	
		V		施工運輸車輛對各敏感點所產生之噪音增量為0.0~3.0dB(A)，影響等級均屬可忽略影響。	施工運輸道路沿線兩側住宅	○~ —	<ul style="list-style-type: none"> 施工車輛行經學校、住宅區或民宅等敏感點時，禁止急加速、減速及鳴按喇叭，以減低突增之噪音量。 	
	水文水質	V		施工期間暴雨逕流、施工廢水、施工人員生活污水等，若未妥善處理，將造成承受水體水質污染。	工區下游承受水體	— —	<ul style="list-style-type: none"> 要求承包商於施工前提出「營建工地逕流廢水污染削減計畫」，報請主管機關審核同意後據以執行。 	

註：

—	無影響	+	輕微正面影響
— —	輕微負面影響	++	中度正面影響
— — —	中度負面影響	+++	顯著正面影響
— — — —	顯著負面影響		

表 11-3-1 預防及減輕開發行為對環境不良影響對策摘要表(2/4)

環境類別	環境項目	影響階段		影響說明	影響評估		預防減輕對策	評定
		施工期間	營運期間		範圍	程度		
物理及化學	水文水質	V	V	本計畫取水將使大甲溪石岡壩下游豐水期間流量減少約 6.2%，枯水期間流量減少約 14.2%。	大甲溪石岡壩下游	-	營運期間保留石岡壩下游；后里圳等灌區用水人水權量及環境基流量(含農業用水水權量加 3cms 及河道滲漏量 1.8cms)。	○~—
	地質地形	V	V	本計畫輸水管路主要採隧道及明挖覆蓋方式，僅少數結構體(石岡壩取水口、原水配水池及水管橋等)出露於地表，對地形之變化影響不大。	結構體出露地表位置	-	完工後進行植栽綠化減低影響。	-
			V	新設取水口在大水期間避免引取高濁度水源而不取水，對於取水口下游大甲溪河道的沖淤變化影響極小。	取水口下游大甲溪河道	○~—		
		V		<ul style="list-style-type: none"> 大甲溪輸水路隧道入口位於順向坡上，岩層內多夾有薄層頁岩。 大甲溪輸水路隧道沿線兩處有牛稠坑溪之支流通過。 大甲溪輸水路隧道經頂埔斷層、埤頭山斷層及三義斷層等斷層破碎帶。鯉魚潭水庫第二原水管於隧道入口附近有一破碎帶。 	管路隧道段	—	<ul style="list-style-type: none"> 大甲溪輸水路取水口及隧道洞口開挖前，應設置岩栓或岩錨予以穩固。 隧道開挖時如發生滲水跡象，應選用適當工法防止滲水。 隧道行經斷層破碎帶或紅土台地礫石層宜採管幕工法施工，必要時輔以固結灌漿，以提高隧道之安全性。 施工前詳細調查地質條件，擬定水土保持計畫，經核定後確實執行。 	-
		V		計畫餘土約 30 萬立方公尺，須妥善規劃土方處置方式。	台中苗栗地區	-	土石方將儘量回收作為工程回填施工材料，以有效運用減少賸餘土方，或依公共工程及公有建築工程營建賸餘土石方交換利用作業要點規定申報工程資訊辦理撮合交換。若仍有多餘土方，則運至臺中縣及苗栗縣鄰近合法之土資場所予以處理。	○~—
廢棄物	V		施工尖峰期間每日產生之一般廢棄物量約 213 公斤，數量不大。	計畫區鄰近鄉鎮	-	設置密閉式貯存容器收集，可委由代清除業清運至廢棄物處理場(廠)處理。	○	

註：

—	無影響	+	輕微正面影響
— —	輕微負面影響	++	中度正面影響
— — —	中度負面影響	+++	顯著正面影響
	顯著負面影響		

表 11-3-1 預防及減輕開發行為對環境不良影響對策摘要表(3/4)

環境類別	環境項目	影響階段		影響說明	影響評估		預防減輕對策	評定
		施工期間	營運期間		範圍	程度		
生態類環境	植陸物	V	V	本計畫生態較為敏感的森林覆蓋區域採隧道方式通過，對地上植被的影響較小。	地表施工範圍	-	管線埋設後進行綠化工作，將優先補植台糖目前於原水配水池預定地上栽植之樹種。	-
	陸域動物	V		各隧道口以大甲溪輸水路隧道第2橫坑附近棲地較多元，存在有相對豐富的生物，在附近的池塘有保育蛙類棲息。	橫坑洞口附近	--	未來進行第2橫坑施工時，施工佈置將避免破壞該濕地環境，儘量完整保持當地環境的完整，於橫坑施工完成復舊後可以維持一個很好的生態熱點棲地。	○~ -
	水域生態	V		石岡壩取水口工區之下游為石岡壩，其右岸設有魚道，若施工造成濁水流入庫區，可能影響水質及下游的魚道出口。	石岡壩魚道	--	石岡壩取水口工區將設置圍堰避免泥沙進入庫區，並視需要由本署協調石岡壩管理中心於施工期間儘量利用右岸魚道附近的溢洪道，減少淤沙進入魚道的可能性。若有淤積情形，則儘速進行清淤，避免影響魚道功能。	-
景觀及遊憩	景觀	V		車輛與機具進出、及材料堆置等，易造成不愉悅的視覺。	各工區周邊	--	<ul style="list-style-type: none"> • 施工圍籬可配合鄰近環境色彩，減輕民眾對施工場所不愉悅的視覺景觀。 • 施工機具與材料的放置及施工時所產生之廢土或廢棄材料，應整齊排放堆置，避免導致整體景觀的惡化。 • 施工車輛進出時清洗及檢查並避免穿越密集市街及住宅社區，鄰近多揚塵的區域或砂石車輛出入路段加強覆蓋及灑水。 	-
			V	裸露之結構體如水管橋、水管裸露與原水配水池等，若未進行適當美化，將影響視覺景觀。	裸露之結構體	--	完工後將於水管裸露與原水配水池周邊地區種植緩衝植栽，以配合周圍環境之景緻。	-
	遊憩	V		對於往返附近遊憩區之遊客，施工運輸車輛及施工區作業將會影響其遊憩體驗。	鯉魚潭水庫及石岡壩	--	<ul style="list-style-type: none"> • 施工便道及施工圍籬應明確標示撤離時間。 • 大型施工車輛及砂石卡車儘量避開於遊憩交通頻繁時段進出。 • 道路若因施工車輛與機具搬運造成毀損，應及時補強修復，以免影響遊客自用車輛或遊覽車之行駛。 	-

註：

	無影響		
-	輕微負面影響	+	輕微正面影響
--	中度負面影響	++	中度正面影響
---	顯著負面影響	+++	顯著正面影響

表 11-3-1 預防及減輕開發行為對環境不良影響對策摘要表(4/4)

環境類別	環境項目	影響階段		影響說明	影響評估		預防減輕對策	評定
		施工期間	營運期間		範圍	程度		
社會經濟	社會心	V	V	居民擔心計畫進行後影響其用水權益等。	后里地區	--	細部設計作業階段應與當地民眾保持良好之溝通，與民眾有切身關係者應主動加以說明。	-
	產業活動		V	本計畫增加大台中地區用水之彈性調度，可穩定地區之公共用水甚至灌溉用水之供水。	大台中地區	+++	<ul style="list-style-type: none"> 採行適當之施工管理措施或減音對策，對各受體點之影響可降低至可忽略~輕微程度。 高噪音之機械儘量於日間施工，並將於契約中明訂夜間需趕工時之作業規定，嚴格要求承包商於夜間施工時所產生之噪音必須符合相關之法規規定。 	
交通	交通	V		施工期間衍生交通增量約雙向 15.2~75.2 PCU/hr，服務水準除苗 52 道路銜接省道台 13 線聯絡道路由 B 級降至 C 級與中 41 道路由 A 級降至 B 級外，大部分仍維持與現況服務水準相同，對交通影響輕微。	施工運輸道路	-	避免於尖峰時段運輸。	○~-
		V		大甲溪輸水路明挖覆蓋段於永興路及圳寮路施工時，將會進行封閉道路，影響期間約 20~25 天。	永興路、圳寮路及替代道路	-	封閉道路路段將設立指示牌指引用路人利用鄰近替代道路通行。	○~-
文化資產	文化資產	V		施工期間暴雨逕流、施工廢水、施工人員生活污水等，若未妥善處理，將造成承受水體水質污染。	工區下游承受水體	-~ --	將依臺中縣文化局指示，於施工前辦理取水口維修道路之探坑調查，將結果呈報文化局後依後續相關指示辦理。並於施工期間依文化資產保存法第四十二條第三項第八款辦理施工監看。	○~-

註：

—	無影響	+	輕微正面影響
--	輕微負面影響	++	中度正面影響
---	中度負面影響	+++	顯著正面影響
	顯著負面影響		

11-4 節能減碳之落實

本計畫依據「區域水資源綱要計畫」等相關水源供需計畫之檢討，為因應台中地區用水需求成長，確有水源開發之需要；在整體評估大安溪與大甲溪水系之水利設施及水源特性後，規劃輸水管路連接兩水系之攔河堰與水庫作聯合運用，提升水源調度及利用率來增加供水量，替代傳統單獨開發水庫工程可能造成之環境衝擊，以符合節能減碳之政策。

於計畫內之輸水隧道及管路等主體工程多屬地下構造物，在可行性規劃階段依循節能減碳之政策及原則辦理；參考「振興經濟擴大公共建設投資計畫—落實節能減碳執行方案」(行政院公共工程委員會，98.5)所訂之水利工程範疇內應設定節能減碳目標，採用綠色內涵比例至少達到10%以上，其具體評估，初步研擬針對綠色環境、綠色工法及綠色材料等三類依工程特性選擇下列評估指標如表11-4-1，並於未來設計、施工及營運等各階段持續追蹤考核。

11-5 地方說明會

本計畫工程可行性規劃成果向計畫區民眾說明之地方說明會作業概要，藉此地方說明會，為讓計畫及鄰近居民瞭解本計畫之內容，並提供意見俾利本計畫更加完善。

苗栗縣及台中縣分別辦理說明會，經與各相關單位聯繫接洽，排訂地點與時間如下：

一、苗栗縣

96年7月12日10時，三義鄉鯉魚潭村社區活動中心

二、台中縣

96年7月12日15時，石岡鄉立圖書館

96年7月14日10時，后里鄉墩北社區活動中心

97年4月29日10時，台中農田水利會清水工作站

97年4月29日14時，台中農田水利會磁璠工作站

表 11-4-1 本計畫有關節能減碳之評估指標一覽表

分項	評估指標	具體作為或構想
1.綠色環境	<ul style="list-style-type: none"> ● 植生綠化：工區內栽種各類植物，以減少CO₂量。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 主要外露部分為大甲溪輸水路末端之配水池，現地為草坡及台糖之造林；本工程配合山坡地規定保留30%保護帶(約公頃)，於配水池周邊栽種各類樹木，以減少CO₂量。
2.綠色工法	<ul style="list-style-type: none"> ● 減廢：工區內土方平衡。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 本計畫兩條輸水隧道優先考慮工區內之土方平衡，剩餘土方(約13.9萬m³)再運至工區附近之土資場處理。 ● 鯉魚潭水庫第二原水管之隧道棄渣優先運至隧道南側出口附近，作為堤身材料及窪地填築，估計約5,900m³。
	<ul style="list-style-type: none"> ● 預鑄工法：工廠生產具有提高施工效速率，降低施工污染機率，能減少施工過程中所排放之二氧化碳。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 本工程之輸水管總長達9,454m，均為預鑄品，分別採用SP約1,600m及DIP管約9,454m。
3.綠色材料	<ul style="list-style-type: none"> ● 替代性材料：添加飛灰、爐石等，減少混凝土中水泥使用量。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 本工程初估混凝土用量約75,000m³，其中第二原水管隧道填充灌漿部分可採爐石水泥約13,800 m³，其他則可考量添加飛灰；爐石水泥部分以爐石替代可省煤96kg/噸、石灰石1.2噸/噸、電力40KWH/噸，每噸爐石替代降低CO₂排放約790kg。
	<ul style="list-style-type: none"> ● 耐久性材料：優先採用耐久性管線材料，延長使用年限，減少維修或更新施工時開挖道路之次數；視需要採用水密性、耐久性之高性能混凝土，延長使用年限，節省資源。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 第二原水管跨越大安溪河段，規劃採用水管橋型式分八跨，其橋墩考量河床質之衝擊磨損，採用高強度耐磨混凝土，以延長使用年限。
	<ul style="list-style-type: none"> ● 再生利用材料：使用營建及事業廢棄物等資源再生(回收再利用)產品。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 本工程輸水管埋設循既設道路下方埋設者，回填材料採CLSM約95,900 m³。 ● 鯉魚潭水庫第二原水管之隧道棄渣優先運至隧道南側出口附近，作為堤身材料及窪地填築，估計約5,900m³。

各次說明會之召開，於會前準備工作會議中，研擬邀請貴賓（含地方機關首長、民意代表及村里長等）及相關機關代表（如林務局、水公司、水利會、台電公司等），並請水利署派員指導。會議均由中水局江副局長率隊及擔任主席；說明會首先由主席致詞介紹團隊並說明會議主

旨，而後由規劃團隊（黎明公司）簡報計畫概要；而後聽取與會來賓及民眾意見，最後由中水局及黎明公司進行答覆。

其中在苗栗縣舉行之說明會，三義鄉徐鄉長健堂親自與會並提出建言，包括民意代表及民眾等約百餘人，對於計畫內容熱烈討論並提出相關建議，現場相片如圖11-5-1。另在台中縣舉行之說明會，東勢鎮葉鎮長玉錦及石岡鄉劉鄉長宏基親自與會並提出建議，參加來賓及民眾約40餘人，現場相片如圖11-5-2。

說明會均做錄音錄影，民眾所提意見可納入本階段處理者均已予考量；無法列入本階段處理者，將於細部設計時詳加考量。有關民眾關切事項之處理情形請詳表11-5-1。



圖 11-5-1 苗栗縣說明會現場相片



說明會會場佈置



黎明公司簡報



石岡鄉鄉長致詞



東勢鎮鎮長致詞



與會民眾發問



中水局答覆說明

圖 11-5-2 台中縣說明會現場相片

表 11-5-1 地方說明會民眾關心議題表

意見內容概要	
1	建議隧道出來後再多做一個放水路，給口潭圳灌溉用。
2	提撥工程經費 3%辦理周邊環境改善項目將如何分配？
3	未來如果發生爆管其相關賠償問題。
4	輸水隧道工程的廢土是否可以提供讓村民運用。
5	請優先考量本縣(苗栗縣)用水(包括工業、農業)，再考量輸送至其他縣市用水。
6	希望將石岡壩取水口工程遷到八寶堰去，解決東勢及石岡的限建問題。
7	私有土地徵收及補償費計算方式。
8	建議把中科及大台中的水費提高，降低受工程影響地區的水費。
9	請說明土方數量及運輸方式，施工前應到地方說明車輛的進出動線及流量。
10	后里鄉農業以種植花卉等高成本、高經濟作物為主，休耕的補償費不敷成本，如何確保用水量？休耕如何補償？何時通知休耕？
11	估算的剩餘水量的計算方法，及本開發計畫是否影響下游后里、外埔、大安、清水地區農業用水供應。
12	引流的水量減少影響中科三期廢水稀釋，如何解決。
13	現在人口已經是少子化，為何用水量會增加 45%。
14	輸水隧道經七星山脈是否會破壞地下水層，造成山區沒有自來水的區域無水可用。
15	輸水隧道經過祖先長眠的風水寶地，是否會影響地方風水。
16	退水路至牛稠坑溝，而牛稠坑溝經常水患，是否有因應措施。
17	若加強自來水管的改善，提高供水和(建表率)，是不是這個輸水工程就不用執行了。
18	工程是否考慮到斷層的問題，取水口所在的位置就是車籠埔斷層，還有屯仔腳斷層、三義斷層問題。
19	過去因大甲溪上游德基水庫等壩堰設施之調節，下游灌區用水近年都蠻順利，此計畫是利用大甲溪剩餘的水，不會影響大甲溪下游灌溉水量，而且可以幫助大安溪后里地區缺水的地方設立管線，有極大幫助。
20	政府建設應多加了解工程現場狀況及民眾需求，提高工程品質，未來若有施工有問題時也希望配合陳情改善。
21	農民用水量應詳細說明並加以保障，若有農業用水調用情形應說明補貼措施。
22	大甲溪在暴雨時因濁度高有很多水流入海，但枯旱時根本沒水，怎能如計畫規劃一樣取水？應在上游增加一儲水設施較佳。
23	應量測大安溪及大甲溪流出外海的水量，並將每月各圳路放水量列出，評估有多少水可以放流到海裡，並將資料提供給我們。
24	說明會應邀請有關單位參與列席，把有關環境、土地、工程一次解決。
25	大甲溪取水後地下水會受到影響，我們大安鄉幾乎都使用地下水，要考慮我們的需求。
26	請說明計畫需水量是否已考慮中科節水措施。
27	大安鄉在河川最下游，要如何保證下游水量。
28	取水給自來水公司使用應將賺取水費部分回饋給鄉民。
29	中科放流管施工不良，放流水都漏到沿線農田水路裡，請幫我們陳情改善。
30	工程回饋也要包括外埔地區。

第十二章 替代方案

12-1 零方案

零方案即為本計畫不實施，但台中地區之公共用水按前述之檢討分析，若本計畫不實施，將來面臨的供水問題包括

- (一)長程水源不足—台中地區現況供水能力157萬CMD，至民國110年公共用水需求總量至少達178萬CMD，依現況仍尚有約21萬CMD之需水缺口，需另覓水源因應。因此亟需本工程之推動，再配合自來水相關設施則可提昇供水量至183萬CMD(含增供水量及效能提升28萬CMD、區域性水源10萬及支援苗栗20萬CMD)，可滿足民國110年台中地區需水量178萬CMD。
- (二)備援能力不足—921地震後大甲溪每逢颱風則濁度驟升，衝擊供水穩定度；又，目前中部科學園區已開始營運，需水量增加且對缺水風險之容忍度降低；惟台中地區目前無論水源或自來水設施，均無任何備援設施，大甲溪如遭逢高濁度，則台中地區供水能力更降至142萬CMD，無法穩定滿足中科陸續營運成長用水。因此，除改善自來水設施瓶頸外，尚須由本計畫增建備援系統，方能因應天災氣候異常或設施出狀況時之調度，降低可能之缺水損失。

面對上述二個供水挑戰，如本計畫不實施，又豐原淨水廠及鯉魚潭淨水廠下游清水管無法提昇出水能力，則台中地區之產業、民生用水等均將面臨供水不足之窘境，影響區域之發展至鉅。

12-2 海水淡化方案

為因應台中地區之供水問題，除本計畫外，檢討區域內相關水源工程計畫作為本計畫替代可能方案為「海水淡化方案」。

淡化技術中之冷凍法及太陽能法尚處於研究發展階段，電透析法雖是成熟的技術，較適合運用在低鹽度含量的半鹹水，而發展成熟之蒸餾法及逆滲透法淡化技術較為適宜，依國際海水淡化協會之統計資料，截至1997年止，全世界海水淡化廠中造水量在每日100CMD以上者最主要

技術仍為蒸餾之多級閃化法及逆滲透法，約佔全世界淡化總量約90%，且仍持續增加中。

由於海水淡化係使用能源(電能或熱能)將海水中的鹽份去除，達到製造淡水的目的，故在能源的需求上較其它水源為高。再加上藥品費用及其它固定成本，導致海水淡化水每噸營運成本較傳統自來水營運成本為高。而隨著地區不同，價格亦有極大的差異。台灣地區興建一日產量約4萬噸之海水淡化廠每噸淡水成本(包含興建資用之攤還)，若用逆滲透法(RO)約為新台幣34元；當蒸汽價格是新台幣38.2元/MBtu時，使用多級閃化法(MSF)約為新台幣39元，使用多效蒸餾法(MED)亦約為新台幣39元

在單一機組最大產能方面，以多級閃化法最為突出，目前最大產能幾乎可達5萬CMD的規模。海水淡化技術早期以蒸餾法之多級閃化法最普遍，其造水量佔全世界淡化總量之50%，唯因蒸汽能源成本貴昂，多與火力發電廠配合運轉。

逆滲透法早期因為薄膜的價格昂貴，且受限於單一機組產能無法有效擴大之下，特別是在中大型海水淡化的商業應用市場占有率並不高。但近年來隨著薄膜價格逐年滑落，且其單一機組最大產能已接近每天1萬噸，市場占有率已有明顯攀昇的趨勢。

滲透法為目前新設立海水淡化廠最為廣泛使用之淡化技術之一，其原理為高壓泵將海水加壓以使淡水通過滲透膜而將淡水與其他物質予以分離，故需耗費較大能量。據資料統計，逆滲透式海水淡化廠每製成一噸之淡水需消耗電力8.5仟瓦小時，未來可望提升技術至每噸淡化水僅需要2~3仟瓦小時。由於經逆滲透後之濃縮海水仍有800psi以上的壓力，若能將加壓後之濃鹽水於排放前，將動能回收，利用其推動水渦輪機以減少驅動逆滲透高壓泵所需之能量，則其能源耗用可由8.5仟瓦小時／噸降至5~6仟瓦小時／噸，即可回收約30%之能源，以符合節約能源之原則。

適合建海水淡化配合火力開發電廠之廠房用地難尋，且一般僅配備數部海淡機組，純水產量甚低而無法滿足用水需求。故現有的海水淡化技術，不論在淨水成本或生產水量上，仍難以取代傳統水源開發方式。

根據「新竹海水淡化廠工程規劃報告」(水規所93年6月)目前海水淡化主流技術中，生產3萬噸所需用地約2公頃，其建造成本約15億元(不含輸水管路費用)。假設於高濁度時，台中地區含苗栗地區110年用水需

求不足量，以興建海淡廠容量為28萬CMD，支應約需經費約140億元及18.67公頃廠房設備用地，如加上配合運轉之火力發電廠，則需地廣闊。

國內海淡廠目前在澎湖、金門、馬祖及台電核三廠外實例不多，參考數個國內外海淡廠出水成本及國內現況物價估計海水淡化每噸水所需之成本約為30元，水源開發成本貴昂，如表12-2-1。

表 12-2-1 國內海水淡化廠現況表

地區	管理單位	工程名稱	產能 (噸/日)	工程費 (億元)	成本估算 (元/噸)	營運方式	製程
本島	核三廠	核三海淡廠	2,400	2.06	42	供給核能廠內部發電及廠區生活用水	蒸氣壓縮
澎湖地區	台灣自來水公司	烏崁海淡廠	7,000	4.40	40	統包建造+委外操作	RO 逆滲透法
		烏崁海淡二廠	3,000	0.82	32.8	簽訂 15 年購水契約	
		望安海淡廠	400	0.57	---	統包建造+委外操作	
		虎井海淡廠	200	0.24	---	統包建造+委外操作	
		桶盤海淡廠	100	0.12	---	統包建造+委外操作	
		西嶼半鹹水淡化設備	1,200	0.30	---	統包建造+委外操作	
		白沙半鹹水淡化設備	1,200	0.30	---	統包建造+委外操作	
		七美半鹹水淡化設備	1,000	0.64	---	統包建造+委外操作	
		將軍半鹹水淡化設備	180	0.06	---	試車中	
		成功半鹹水淡化設備	4,000	0.31	---	統包改善+委外操作	
金門地區	金門縣自來水廠	金門海淡廠	2,000	2.00	38	統包建造+委外操作	
馬祖地區	連江縣自來水廠	南竿海淡廠	1,000	0.89	---	統包建造+委外操作	
		西莒海淡廠	500	0.96	---	試車中	
		北竿海淡廠	500	1.02	---	統包建造+委外操作	
		東引海淡廠	500	1.20	---	統包建造+委外操作	

12-3 綜合評估

本計畫於規劃目標上係考量作為台中地區水源供水因應災變、枯旱、濁度之調度與備援能力，建構一套穩健且長遠之水源供水，以確保台中地區之供水穩定及降低缺水風險。

本計畫「大安大甲溪水源聯合運用輸水工程」可將兩流域水源串接而做最有效利用，單就水源利用上，與前述可能方案比較其工程費、年計成本、原水成本、用地面積及供水量等，本計畫均較具優勢，如表 12-3-1。此外，本計畫「鯉魚潭水庫第二原水管」係作為大甲溪高濁度時由鯉魚潭水庫調度供水（「濁度備援」）並兼具鯉魚潭水庫既設原水管之「設施備援」功能，評估本計畫區域內之相關水源計畫仍無法替代此兩項備援功能；又水源替代部分，前述可能替代方案仍須相關計畫配合才能達到其功能，如海水淡化廠存有單位產水成本偏高且其距供水區較遠等劣勢；考量現況用水需求迫切及相關用水瓶頸亟待突破條件下，現階段仍以本工程為最佳方案。

表 12-3-1 本計畫與可能替代方案之比較

項目	方案		備註
	本工程	可能替代方案	
工程費	(億元) 73.00	140.00	后里第一及第二淨水場完工
年計成本	(億元) 6.41	30.66	
原水成本	(元/噸) 6.27	30.00	
用地面積	(公頃) 17.50	18.67	
可增供水量	(萬噸/日) 28.0	28.0	
高濁度期間備援能力	(萬噸/日) 80.0	28.0	

第十三章 可行性綜合評估

依據「大甲溪八寶攔河堰工程可行性規劃檢討」(中水局，97年)，石岡壩於921地震受創，經修復後歷年之檢查評估及檢討顯示，其構造尚屬堪用狀況；而據921震災復建工程經驗評估，若再次發生如921地震之災害時，針對攔河堰可能災損之修復，就時間、技術等各面向均屬可行；故本工程計畫建構於石岡壩可正常攔蓄水功能之基礎上辦理工程可行性規劃。未來石岡壩如遭遇不可修復狀況，則推動八寶攔河堰計畫替代石岡壩並建置輸水管與本輸水工程銜接。

本計畫針對水源效益、工程、經濟、財務及社會環境等面向，綜合評估結果均屬可行，分別說明如下：

- 一、水源效益：本計畫完成後除提供台中地區公共用水成長之水源需求外，並可解決大甲溪高濁度期間水源備援能力不足並提升大甲溪水源利用率、增強供水系統因應濁度、災變及標的用水枯旱備援調度能力，對台中地區建構一套長遠穩健之水源調度、備援供水系統。
- 二、工程可行性：本計畫「大甲溪輸水路」及「鯉魚潭水庫第二原水管」兩輸水路均採重力輸水至淨水場；其主要工程項目包括取水口、輸水隧道、輸水管及相關附屬設施等，其工程材料均為國內目前可自行生產供應，而施工技術部分亦為國內營造業界所嫻熟勝任，整體評估其工程可行。
- 三、經濟可行性：本計畫年增供水量達1.022億立方公尺（含年增供水量及提升效能），以年利率3%、50年分析年限，估計年計成本為6.41億元，單以水源工程投資成本評估，其年計效益為7.56億元，益本比約1.18；相對國內水資源開發計畫而言，其效益相對較高；又，計畫供水區內對供水穩定需求日殷迫切，為維持中部地區民生安定及產業發展，確有必要且屬經濟可行。
- 四、財務可行性：本計畫以五年推動及施工，分年預算為0.79億元、5.95億元、24.33億元、18.53億元及23.40億元，合計總工程費為新台幣73億元；因屬水資源建設故資金建請政府補助。經費分攤按設施屬性而定，大甲溪輸水路自進水口至原水配水池部分由公務預算支

應，配水池以下之輸水管、閘閘及鯉魚潭水庫第二原水管則以公務預算投資自來水公司方式興辦。

五、社會環境可行性：本計畫為水源調度利用而興辦之輸水工程，以小型隧道及輸水管為主，其設置對沿線環境及人文社會可能造成之影響，已辦理環境影響調查評估作業，並研擬減輕對策。

參考文獻

1. 「大安溪及大甲溪水資源聯合運用規劃」，民國94年3月，經濟部水利署中區水資源局。
2. 「中區水資源局所屬水源設施營運維護更新財務規劃及調用農業用水經濟分析」，民國95年1月，經濟部水利署中區水資源局。
3. 「鯉魚潭水庫越域引水效能評估及改善措施規劃」，民國96年2月，經濟部水利署中區水資源局。
4. 「鯉魚潭水庫發電取水口設置備援出水工程規劃」，民國96年7月，經濟部水利署中區水資源局。
5. 「德基水庫淤積測量成果」，94年11月，台電公司。
6. 「石岡壩水庫區域淤積測量」，94年，中區水資源局。
7. 「鯉魚潭水庫淤積測量」，94年12月，中區水資源局。
8. 「士林壩運用要點」，92年5月，經濟部水利署。
9. 「士林壩保留基流量分析報告」，台電公司。
10. 「鯉魚潭水庫與石岡壩水源運用檢討報告」，89年，中區水資源局。
11. 「內埔圳及后里圳灌區水源納入大安溪大甲溪水資源聯合運用效益評估規劃」，民國96年10月，中區水資源局。
12. 「大台中地區公共用水穩定水源及供水方案」（大安溪及大甲溪水資源聯合運用分期推動計畫），96年4月，經濟部水利署。
13. 「大安大甲溪水資源聯合運用輸水隧道補充鑽探調查」，98年1月，經濟部水利署中區水資源局。
14. 「台中縣后里地區排水改善規劃報告」，民國92年，水利規劃試驗所。
15. 「公共建設工程經費估算編列手冊」，98年2月，水利署。
16. 「大甲溪八寶攔河堰工程可行性規劃檢討」，98年2月，水利署中區水資源局。
17. 「大甲溪八寶攔河堰工程計畫檢討（2）工程可行性規劃前重要議題檢討及設計原則報告」，98年2月，水利署中區水資源局。
18. 「大甲溪八寶攔河堰工程計畫檢討（2）工程可行性規劃總報告」，98年2月，水利署中區水資源局。

19. 「大甲溪八寶攔河堰工程計畫檢討(2)」攔河堰及引水工程專題報告，98年2月，水利署中區水資源局。

附錄一

大安大甲輸水工程計畫大事紀

大安大甲輸水工程計畫大事紀(含計畫執行及行政審查)

時間	大事紀	備註
95年5月26日	本計畫工作執行計畫書審查	
95年7月7日	本局召開「大安大甲聯合運用輸水管路線評估及選定」成果報告審查會議	
95年9月22日	本局召開「穩定中科三期初期用水水源規劃」成果報告暨後續推動原則協商審查會議	
96年1月2日	本局召開「大甲溪輸水管-非隧道斷之進水口(取水防砂)、調節池及明挖覆蓋段輸水管工程規劃與圖說」成果報告審查會議	
96年1月3日	本局召開「大甲溪輸水管-非隧道段之進水口、明挖覆蓋段及調節池工程規劃與圖說」報告審查會議	
96年3月3日	本局召開「大甲溪輸水管工程規劃」專題審查會議	決議：取水工程，同意採鐘形取水口工程方案規劃。黎明工程顧問公司建議：大甲溪輸水路路徑，而其隧道採馬蹄形斷面。
96年4月2日	本局召開「鯉魚潭水庫第二原水管路線評估與選定」審查會議	決議：鯉魚潭水庫第二原水管路線(隧道方案)
96年6月7日	本局召開「鯉魚潭水庫與德基水庫聯合運用規線檢討修訂、鯉魚潭水庫及石岡壩運用要點檢討修訂」成果報告審查會議	
96年6月29日	本局原則認可本計畫之「大甲溪輸水路工程規劃」專題報告	
96年7月12日	上、下午分別於三義鄉鯉魚潭村社區活動中心及石岡鄉立圖書館舉辦地方說明會	
96年7月14日	后里鄉墩北社區活動中心地方說明會	
96年7月16日	「內埔圳及后里圳灌區水源納入大安溪及大甲溪聯合運用調度可行性評估規劃」第2階段可行性成果報告審查	執行廠商：巨廷工程顧問股份有限公司
96年7月26日	本局原則認可本計畫之大甲溪輸水路工程可行性規劃之「地形測量」及「地質調查與鑽探」工作成果報告	
96年9月10日	本局原則認可本計畫之鯉魚潭水庫第二原水管工程可行性規劃之「地質調查與鑽探」工作成果報告	
96年9月28日	本局原則認可本計畫之鯉魚潭水庫第二原水管工程可行性規劃之「地形測量」工作成果報告	

時間	大事紀	備註
96年10月11日	本局召開研商設施營管分工及配合后里淨水場工程配置事宜	
96年11月2日	本局召開「大安大甲溪水源聯合運用輸水工程可行性規劃」成果報告(初稿)審查	
96年12月18日	經濟部環境影響說明書提送行政院環保署審查	
97年1月28日	行政院環保署環境影響說明書審查現場勘查	
97年2月13日	行政院環保署環境影響說明書專案小組初審會議審查會議	
97年4月29日	上、下午本局分別於台中縣清水鎮及外埔鄉增辦地方說明會	依環評專案小組初審會議決議
97年5月17日	本局與巨廷工程顧問公司簽訂「大甲溪下游地下水影響評估」委託服務契約	本局依環評專案小組初審會議決議，辦理台中盆地及下游清水大甲等地區地下影響評估
97年6月18日	審查「大甲溪下游地下水影響評估」第1次期中報告	
97年7月3日	「環境影響說明書」(修正補充資料)工作檢討會議	
97年8月22日	行政院環保署環境影響說明書專案小組第2次初審會議	
97年10月16日	「環境影響說明書」(第2次補正資料)工作檢討會	
97年10月23日	經濟部水資源審議委員會會前會審議本工程「工程計畫書」	審議機關：經濟部，決議：有計畫有其需要，請依意見修正後循序報委員會審議。
97年12月8日	本局召開「大安大甲溪水資源聯合運用輸水隧道補充鑽探調查」成果報告審查會議	
98年1月20日	吉聯資源開發股份有限公司完成輸水隧道之補充鑽探與調查工作 (契約期限：97.5.22~98.1.20)	
98年1月15日	行政院環保署環境影響說明書專案小組第3次初審會議	決議：建議有條件通過
98年4月20日	行政院環保署環境影響說明書專案小組第176次環評審查會議	決議：退回專案小組再審
98年4月23日	水利署召開本工程計畫「營管及經費分擔等事宜會議」	

時間	大事紀	備註
98年7月6日	行政院環保署召開本計畫環境影響說明書專案小組第4次初審會議	決議：建議有條件通過
98年7月2日	本局召開性別影響諮詢會議	
98年8月6日	水利署召開計畫分工協商會議	
98年8月26日	行政院環保署召開本計畫環境影響說明書委員會第183次環評審查會議	決議：退回專案小組再審
99年3月16日	行政院環保署召開本計畫環境影響說明書專案小組第5次初審會議	決議：補充資料再審

附錄二

計畫分工協商紀錄及相關文件

「大安大甲溪水源聯合運用輸水工程計畫」計畫分工協商 會議紀錄

壹、時間：98年8月6日(星期四)上午9時30分

貳、地點：台中辦公區2樓第1會議室

參、主持人：謝副總工程司世傑

記錄：許宏達

肆、出席單位及人員：(詳如簽名冊)

伍、主持人致詞：(略)

陸、綜合討論：(略)

柒、結論：

一、台灣自來水公司負責之后里第二淨水場及下游清水管工程，請水公司檢討計畫實施期程，並將檢討結果於會後一個月內送本署，以供研判與「大安大甲溪水源聯合運用輸水工程計畫」期程是否可搭配及達整體計畫效益。

二、「大安大甲溪水源聯合運用輸水工程計畫」之分工本署建議仍依98年4月23日會議決議，原則自取水口至原水配水池(含退水路)部分由本署辦理；大甲溪輸水路原水配水池以下輸水路及閘閘、鯉魚潭水庫第二原水管以公務經費投資水公司方式興辦，水公司若有不同意見請再詳予陳述函送本署研議。

捌、散會(上午11時)

**「大安大甲溪水源聯合運用輸水工程」計畫分工協商
會議出席人員簽名冊**

主辦單位：水利署水源經營組

時 間	98年8月6日 上午9:30分整		地 點	台中辦公區第一會議室	
主 持 人	謝世傑		紀 錄	許宏達	
出 席 人 員	單 位	職 稱	簽 名 (請以正楷書寫,以利辨識)	備註	
	1	經濟部國營事業委員會			
	2	"	工程師	葉生鈺	
	3	"		王涵煦	
	4	台灣自來水股份有限公司	總工程師	林連成	
	5	"			
	6	"			
	7	"		朱明華	
	8	"	課長	臺水朱	
	9	"	工程師	林進修	
	10	中區水資源局	副局長	程維賢	
	11	"			
	12	"	課長	林玲珠	
	13	"			
14	"	副工程師	江俊生		

	單 位	職 稱	簽 名	備 註	
			(請以正楷書寫,以利辨識)		
出 席 人 員	14	會計室	專員	鄭美玉	
	15	"			
	16	水源經營組	副組長	陳俊榮	
	17	"	科長	簡振源	
	18	"	科長	曾國柱	
	19	"			
	20				
	21				
	22				
	23				
	24				
	25				
	26				
	27				
	28				
	29				
	30				
	31				

研商「大安大甲溪水源聯合運用輸水工程計畫」工程計畫書(修正稿)營管及經費分擔等事宜會議紀錄

壹、時間：98年4月23日(星期四)下午2時0分

貳、地點：台中辦公室2樓第1會議室

參、主持人：謝副總工程司世傑

記錄：許宏達

肆、出席單位及人員：(詳如簽名冊)

伍、主持人致詞：(略)

陸、各單位及出席人員意見：

一、國營會董生財工程師

本案計畫係經由大安大甲溪水源聯合運用增加水源，類似水源開發之一種，建議依本部「水權重分配，政府相關部門對台水公司固定資產投資項目及比重等項」具體可行措施會議紀錄，有關經費分擔由水利署編列預算辦理。

二、自來水公司

(一) 議題一、營管及權屬分工

- 1、本計畫以大安及大甲溪聯合運用增加出水方式來替代水源開發工程，涉及水源運用、水權等，建請由水利署營管。
- 2、另鯉魚潭水庫第二原水管工程及原水調配池工程至本公司后里第二淨水場等工程之辦理設計、施工等，管路經過私有土地其土地取得事宜，本公司非事業興辦人，如辦理徵收費時而影響完成期程，又本公司近年力行人力精簡，目前已有甚多供水規劃或工程設計委外辦理，因此本段設計及施工建請由水利署辦理較宜。

(二) 議題二、經費分攤方式

- 1、本計畫其目的為聯通大安溪及大甲溪水源，以充份

利用大甲溪川流水源並儘可能將大安溪水源蓄存於鯉魚潭水庫，以達真正聯合運用，達二流域水資源特性互補之功效。為替代水源開發（聯合運用可增加 28 萬噸/日水量）及增加其備援能力之方式，應歸屬水源工程，理應由政府籌資興建。

- 2、大台中地區長期水源，原規劃由政府興建建民水庫供應，原預計民國 100 年完成，民國 88 年發生 921 地震，導致建民水庫於民國 91 年奉院核定停建，停建後水利主管機關積極配合研擬替代案，重新檢討中部地區水資源開發及調配計畫，如開發烏溪大度堰及烏溪烏嘴潭堰作為建民水庫停建之替代案，惟期程及水源、水質均未能滿足需求。復以 921 地震導致石岡壩受損以及大甲溪高濁度，雖規劃八寶堰替代，惟民眾抗爭亦非短期可解決，大台中區目前供水吃緊，本計畫之實施有其迫切性，建議由政府籌資儘速興建，本公司則配合辦理下游自來水工程。

（三）議題三、計畫提報開發規模檢討

所列『部分規模開發』有以下問題：

- 1、鯉魚潭淨水場當年規劃係處理水庫水為主，並無前處理設備（如沉砂池或調整池等），淨水設備型式及廢水設備亦不足以應付川流水源，如今飲用水水質標準提升、排放標準趨嚴，又無擴建用地（旁邊即中科三期后里基地）若用以處理大甲溪水源，有其困難性；另鯉魚潭淨水場後端之送水管送水能力亦僅 85 萬噸/日，故若將大甲溪水源越引並將與鯉魚潭水源聯合運用，應配合興建處理川流水之淨水場及同時佈設下游送水管線，以增加供水量至目標年需求 178 萬 CMD。
- 2、目前鯉魚潭水位若高於 265M，第一原水管輸水能力最大僅約 100 萬噸/日，如水庫水位低於 265M，即需啟動原水抽水機抽取庫水，其最大抽取量僅約 60 萬

噸/日，故若又逢大甲溪高濁度時，依現狀其供水量將降至 115 萬噸/日，故需再增設 60 萬噸/日淨水設備，以滿足目標年 110 年 178 萬噸/日（僅以平均日供水）。

三、第三河川局何柏釗副工程司

- (一) 鯉魚潭水庫第二原水管工程其中配合管路埋設需興建堤防工程部分，長約 505m，設計時除堤頂高程請符合大安溪治理計畫要求之計畫堤頂高外，亦請依該河段流況、水理及地盤承載條件，適度考量堤防基礎安全設計。另堤防之實施期程依表 4-1 已跨越汛期，建議儘量於非汛期間辦理完成堤防工程。
- (二) 本計畫工程範圍於河川區域內之使用行為(鯉魚潭水庫第二原水管工程之「過河段」及「堤防工程」等)請依河川管理辦法向本局提出申請許可。
- (三) 后里第二淨水場於輸水隧道終點布設 9 萬 m³ 之原水配水池，其退水路擬於七星橋下游排入牛稠坑溪，牛稠坑溪係屬台中縣管區域排水，下游於中山高大甲溪橋及后里垃圾焚化爐附近匯入大甲溪右岸，其退水排放入牛稠坑溪之水量宜知會台中縣政府，該水量宜評估是否影響下游匯流處之重要構造物。

四、中區水資源局林課長玲珠

大台中穩定供水方案之效益為增供 28 萬噸/日，80 萬噸/日備援，但非只有本計畫(大安大甲溪聯合運用)能達到，故建議水公司之后二淨水場確定興建後，第二原水管才配合興建。

五、水源經營組

- (一) 本計畫係架構於大台中地區公共用水穩定水源及供水方案，透過本計畫(含鯉魚潭第二原水管)之實施，以及水公司后里淨水廠及下游管線設置，可達增供水量、提供濁度高及設施異常之充分備援功能之效益，如第二原水管

未設，則本計畫僅有新增水源效益，對供水穩定度仍有其風險。考量水公司已表示仍將依進度積極推動后里第二淨水廠，建議本計畫仍採全案開發方式辦理。

(二)考量本案係屬水資源開發及備援功能，建議經費部分採方案二，即第二原水管及配水池以下送水管由公務預算全額投資水公司興辦，後續亦由水公司負責營管；另輸水管路及配水池則由公務預算負擔，中水局負責施工及後續營運管理。

柒、結論：

- 一、計畫開發規模依討論之共識採全案開發方案提報，並加強說明計畫效益。
- 二、經費分擔原則採大甲溪輸水路自取水口至原水配水池（含退水路）部分由公務經費辦理；大甲溪輸水路原水配水池以下輸水路及閘閘、鯉魚潭水庫第二原水管以公務經費投資自來水公司方式興辦。
- 三、設施營管權屬中水局負責部分為大甲溪輸水路自取水口至原水配水池（含退水路）；自來水公司負責部分為大甲溪輸水路原水配水池以下輸水路及閘閘、鯉魚潭水庫第二原水管。
- 四、請中水局依會議結論修正工程計畫書報本署，再依程序提報經濟部水資源審議委員會審查。

捌、散會(下午 4 時)

研商「大安大甲溪水源聯合運用輸水工程計畫」工程計畫書
(修正稿)營管及經費分擔等事宜會議
簽名冊

主辦單位：水利署水源經營組

時間	98年4月23日 下午2時00分整		地點	台中辦公區2樓第1會議室	
主持人	謝世傑		紀錄	許宏達	
出席人員	單位	職稱	簽名 (請以正楷書寫,以利辨識)	備註	
	1	經濟部國營事業委員會	工程師	董生文	
	2	台灣自來水股份有限公司	副總工程師	吳振華	
	3	"			
	4	"	組長	王任政	
	5	"		朱明華	李水木
	6	"		林世修 林書芳	廖宜德
	7	臺中農田水利會		陳明道	
	8	"		林溪松 宋林樹	
	9	總工程司室			
	10	中區水資源局	局長	曹華平	
	11	"	副局長	邱明輝	
	12	"	副工程師 陳宗	林建偉 林玲珠	
13	"	副工程師	江俊生		

	單 位	職 稱	簽 名	備 註	
			(請以正楷書寫，以利辨識)		
出 席 人 員	14	第三河川局	副工程司	何柏鈞	
	15	水利規劃試驗所	工程師	黃兆章	
	16	會計室	專 員	鄭美云	
	17	綜合企劃組			請假
	18	保育事業組	正工程司	黃采文	
	19	水源經營組	組長	鍾國棟	
	20	"	科長	符振源	
	21	"	科長	曾國柱	
	22	"		吳明恩	
	23				
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					

檔 號：
保存年限：

經濟部水利署中區水資源局 函

機關地址：413 台中縣霧峰鄉吉峰村中正路 1340 之 6 號
聯絡人：江俊生 (04)23320579#515

40848

台中市南屯區大墩路十七街 137 號 3F

受文者：黎明工程顧問股份有限公司

發文日期：中華民國 96 年 1 月 19 日

發文字號：水中經字第 09650004140 號

速別：

密等及解密條件或保密期限：

附件：如文

主旨：檢送交通部臺灣鐵路管理局就 貴公司所提「鯉魚潭水庫
第二原水管工程」利用該管舊山線 7 號隧道等鐵道設置輸
水管方案之意見復文影本 1 份，請 查照。

說明：依據交通部臺灣鐵路管理局 96 年 1 月 9 日鐵工橋字第
0960000675 號函辦理。

正本：黎明工程顧問股份有限公司

副本：本局經管課

局長 林連山

附錄三

歷次重要審查意見及辦理情形

大安大甲溪水源聯合運用輸水工程規劃成果報告(初稿)審查意見

審查日期：98年9月10日

發文字號：水中經字第09807002230號

審查意見	辦理情形
<p>一、考量輸水工程規劃專題報告內容，定案後之規劃內容與總報告內容幾乎雷同，該專題報告請整併於總報告內，惟定案前方案評估與擇選內容則請併入總報告之附錄，以利規劃內容主軸之呈現。</p> <p>二、本計畫係透過輸水管路將石岡壩及鯉魚潭水庫串接作聯合運用，考量 921 災後石岡壩雖經修復，報告內文及結論應依前期八寶堰計畫檢討成果，將石岡壩現況機能以及未來八寶堰上線後之供水系統相關性納入說明。</p> <p>三、請依行政院 98 年 4 月 17 日修訂「行政院所屬各機關中長程個案計畫編審要點」第 6 點規定，補充說明節能減碳措施、是否優先採用生態工法及敘明採用生態工法之預期及影響。</p> <p>四、計畫英文名稱請與前期相關計畫名稱之英譯原則統一。</p> <p>五、契約工作之石岡壩及鯉魚潭水庫運用要點檢討等成果請納入第九章營運管理規劃。</p> <p>六、工程經費之間接工作費及工程預備費分別以直接工程費 14%及 19%估算，依本計畫輸水工程屬性似偏高，建議分別改以 10%及 15%編列。</p> <p>七、5-3 調度中心及營管系統工程規劃，內文過於粗糙簡單，內容應至少包括現況石岡壩管理中心使用概況、調度中心需求性、預定新建位置、所需軟硬體設備、空間需求及經費評估規劃，以利未來調</p>	<p>一、遵照辦理，專題報告整併於總報告內。</p> <p>二、已補充，詳總報告 P5-34。</p> <p>三、 (一)節能減碳措施，詳總報告 11-4 節。 (二)本計畫大甲溪輸水路輸水管段之流況屬重力壓力流及其鄰近中科三期；而鯉魚潭水庫第二原水管之流況亦屬重力壓力流，故以安全為主要考量。然施工期間對環境之影響，包括空氣品質維護、噪音振動防制、交通環境維護等，本局均將依本計畫環境影響說明書等承諾事項確實辦理。</p> <p>四、遵照辦理。</p> <p>五、遵照辦理。</p> <p>六、本計畫含隧道、取水工及水管橋等工程，其間接工作費及工程預備費編列因屬合理。</p> <p>七、已補充，詳 5-4 節。</p>

審查意見	辦理情形
<p>度中心興建所有依循。</p> <p>八、所附大事紀過於簡要，難以看出本計畫規劃及推動過程，請補強。</p> <p>九、經濟分析之原水售水費用採原水成本 5.69 元/噸分析，與目前石岡壩及鯉魚潭水庫原水售價皆低於 1 元/噸差距過大，恐影響本計畫新增水源使用意願及供水順暢，未來營運階段之原水售價請以政府立場依未來所轄設施營管(OMR)費用需求及計畫財源依實分析。另經濟面之益本比大於 1 並不代表本計畫投資未來可回收，請另以財務面分析實際益本比，以作為未來營運階段財務有所參考。</p> <p>十、各專題報告免再重述本計畫緣起，惟請敘明各專題報告與本計畫相關性及工作目的。</p> <p>十一、其它意見：</p> <p>(一)總報告：</p> <p>1.P0-1，結論(一)說明甚不通順，請修飾。</p> <p>2.P0-4，本計畫並未納入行政院愛台 12 項建設—防洪治水項下計畫，相關內文請一併修正。</p> <p>3.P0-7，所述「建議調度中心設址於中水局經管課」一段，不符實際。</p> <p>4.P0-15，英文摘要諸多不符英譯文法。</p> <p>5.P2-2、P5-5，排版未左右對齊。</p> <p>6.P2-15，表 2-3-5 至表 2-3-9 相關資料僅至 92 年，請更新至最新。</p> <p>7.P3-22，表 3-3-1，所述「超越機率 100%」，請修正。</p> <p>8.P4-1，(二)計畫後，計畫前後之供水能力一段後請插入「計畫前後之供水能加分別為 165 萬 CMD 及 193 萬 CMD(缺水指數 SI=1.0)，增供水量 28 萬 CMD」。</p> <p>9.P4-18，(三)緊急調度后里圳及內埔圳用水，一段內請依前期成果納入內埔圳用水如須由后里圳調度供應，須另案配合辦理渠道改善與連通，相關經費及供水</p>	<p>八、已補充，詳附錄二。</p> <p>九、</p> <p>(一)考量本計畫由政府出資興建及營運管理，則各工程效益如 10-2 節表 10-2-3 之 I 所示。另考量「大甲溪輸水路」(不含明挖覆蓋段)、管理中心及營運管理系統由政府出資興建及營運管理，而「大甲溪輸水路」之明挖覆蓋段及「鯉魚潭水庫第二原水管」由政府出資興建完成後轉交水公司營運管理，則各工程效益如表 10-2-3 之 II 所示。</p> <p>(二)另於 10-3 節分析財務面分析實際益本比，及 10-5 節財務計畫。</p> <p>十、遵照辦理。</p> <p>十一</p> <p>(一)總報告：</p> <p>1.謝謝指正，修正詳 P0-1。</p> <p>2.謝謝指正，修正詳 P0-4。</p> <p>3.謝謝指正，修正詳 P0-7。</p> <p>4.謝謝指正，已修正。</p> <p>5.謝謝指正，已修正。</p> <p>6.資料已更新至 96 年，詳表 2-3-5 至表 2-3-9。</p> <p>7.已修正，詳 P3-22 表 3-3-1。</p> <p>8.已修正，詳 P4-1。</p> <p>9.已補充，詳 P4-19 及 P4-21。</p>

審查意見	辦理情形
<p>系統圖請一併納入。</p> <p>10.P4-43，所述工程單價分析以民國 98 年物價為基準、各項費用參考本局 98 年 2 月定及部份修訂之水利工程工資乙段，前段與前次審查意見回應採 97 年底物價估算不符；後段所依據資料不知從何而得，本局並無對外修訂相關水利工程工資，並亦非本局權責，所依據甚為離譜，請修正。</p> <p>11.P4-21、P4-53，所述本計畫 101 年完工時程及所規劃 101 年前之中科三期初期用水時程皆不符實際，請修正。</p> <p>12.P5-4，圖 5-1-1 取水口平面佈置圖，施工圍堰非重點，請刪除。</p> <p>13.P5-7，所述「在 TD-6 孔區段位於部分卵礫石與崩積層當中，對未來輸水路隧道開挖較為不利」一段，並未見其因應對策評估，請補充。</p> <p>14.P5-7，所述隧道斷面經檢核低流量 (1.0cms) 時，通過流速仍可達 0.75m/s，維持不落淤之目標，惟報告內未見所述檢核資料及分析數據，請補充。</p> <p>15.P5-18，有關退水至牛稠坑溪是否影響下游安全之疑慮，前次審查意見經辦理回復「牛稠坑溪目前按原規劃辦理整治，故不影響原水配水池之退水路規劃」，因現地居民反應牛稠坑溪通洪不足，請再確認台中縣政府是否確已按所述辦理整治並可通洪 132cms，以免影響本計畫退水安全。</p> <p>16.P5-21，所述「現階段於估價保守考量，管徑小於 2600mm 者採用 DIP 管，3000mm 則採 SP 管」，報告內文並未見其評估相關資料，請補充。</p> <p>17.P6-3，6-2 所訂「補償費用估算」標題，</p>	<p>10.已修正，詳 P4-44。</p> <p>11.已修正，詳 P4-22、P4-53。</p> <p>12.已刪除，詳 P5-4 之圖 5-1-1。</p> <p>13.已補充，詳 P5-7。</p> <p>14.已補充，詳 P5-7。</p> <p>15. (1)本計畫規劃至牛稠坑溪之退水路，其主要作為該原水配水池多餘水量及池體檢修使用，平時退水量不大。本計畫大甲溪輸水路於石岡壩原水濁度達 3000NTU 時(洪水重現期 1.1 年)，取水口閘門即關閉不取水，於該情境下對應牛稠坑溪洪水量($Q_{1.1}$)40cms，即使有最大 18cms 退水，仍於牛稠坑溪計畫洪水量(Q_{10})132cms 以內。 (2)本計畫未來營運期間，本局將訂定相關閘門啟閉作業程序，可確保取供水順暢。有關淹水疑慮，除上述說明外，於設計階段將詳細檢討，並於牛稠坑溪排洪能力前提下退水。</p> <p>16.已補充，詳 5-1-5 節。</p> <p>17.已修正，詳 P6-3 之 6-2 節。</p>

審查意見	辦理情形
<p>請修正為「費用估算」。</p> <p>18.P8-2, 本計畫施工要徑工期為何?請於計畫內補充敘明並依該工期作施工計畫布置。</p> <p>19.P11-1, 環境影響評估乙章, 未來請補充說明環評審查決議及通過期程。</p> <p>20.附錄一, 參考資料僅有 4 份?, 與報告內文所述引用諸多報告明顯不符。</p> <p>21.附錄二, 僅有 1 頁水源補充分析成果表, 是否置於內文或再補充相關水源分析成果, 請檢討。</p> <p>22.附錄三, 請再增加 98 年 8 月 6 日水利署計畫分工協商會議紀錄。</p> <p>(二)地質調查與鑽探專題報告:</p> <p>1.P-IX, 調度中心位置請標註於圖內。</p> <p>2.P-XI, 鯉魚潭水庫第二原水管隧道段地質剖面圖, 顯示「此區段無資料」與他案已補充鑽探不合, 請將補充鑽探資料納入。</p> <p>3.P7-1, 第七章綜合評估請併本局他案輸水隧道補充鑽探調查成果, 作整體性評估(包括地質剖面圖說檢討)。</p> <p>(三)測量成果報告:</p> <p>1.書脊之報告名稱有誤, 請修正。</p> <p>2.報告名稱請修正為「測量成果專題報告」。</p> <p>(四)用地調查專題報告:</p> <p>1.書脊之報告名稱排版有誤, 請修正。</p> <p>2.調度中心之用地不含於本專題報告用地調查內, 宜有請交待。</p> <p>3.P1-1, 所述「本專題之『用地調查收購補償』係依工程規...」一段, 所敘「收購」一詞似與本計畫用地取得無關, 請修正。</p>	<p>18.施工工期取決工區及工作面, 然各個工區之劃分尚須考量其運輸動線、工材及棄土堆置地點、部分工區施做期間尚須選擇不受汛期影響之時間施做、及各個子工程完成之急迫性等, 本計畫之工期已考量上述因素, 所規劃最佳之施工期程, 其補充內容詳 P8-3。</p> <p>19.遵照辦理。</p> <p>20.已補充, 詳附錄一。</p> <p>21.遵照辦理, 附錄二移至於內文表 4-1-2。</p> <p>22.已補充, 詳附錄三。</p> <p>(二)地質調查與鑽探專題報告:</p> <p>1.已修正, 詳 P-IX。</p> <p>2.已補充, 詳第七章。。</p> <p>3.已補充, 詳第七章。</p> <p>(三)測量成果報告:</p> <p>1.遵照辦理。</p> <p>2.遵照辦理。</p> <p>(四)用地調查專題報告:</p> <p>1.遵照辦理。</p> <p>2.遵照辦理, 詳 1-1。</p> <p>3.遵照辦理, 詳 1-1。</p>

大安大甲溪水源聯合運用輸水工程規劃成果報告(初稿)審查意見

審查日期：98年5月8日

發文字號：水中經字第09807001100號

審查意見	辦理情形
一、工程專題報告宜就工程部分闡述，包括布置、規模、施工計畫、工期、圖說等，第三章用地(另有專題)及第四章經費估算(總報告已有完整敘述)宜免，避免一再重複與資料不一致。	一、遵照辦理。
二、工程專題報告分章如下：第一章大甲溪輸水路規劃、第二章鯉魚潭水庫第二原水管規劃、第三章調度中心及營管系統工程規劃(應補充)、第四章施工規劃。附錄請補充歷次決定工程布置與規模之重要會議紀錄。	二、遵照辦理。
三、報告之建議應務實並對後續有助益，包括遺址保護、內埔圳農業用水改善等。	三、遵照辦理，請詳總報告結論與建議 P0-1。
四、取水口遺址問題列入施工規劃考量，不提自 921 紀念地另規劃聯絡道路。	四、遵照辦理，請詳總報告 P5-1。
五、有關大甲溪輸水路部份輸水管計畫埋設於圳寮路及永興路，查該部份路段下(側)方為台鐵舊山線隧道，恐無法跨越或埋設，請再檢討其路線可行性。	五、大甲溪輸水路部份輸水管計畫埋設於圳寮路及永興路段，僅橫跨台鐵舊山線隧道兩次，說明如總報告 P5-20 及 P5-21，另輸水工程規劃專題說明如 P1-57 及 P1-58，可由工程方法克服，不致影響台鐵舊山線隧道安全。
六、營運管理系統工程規劃內容不當，經費明顯低估。	六、已修正，請詳 P7-11 表 7-2-2 (6/6)。
七、報告封面日期請統一更新。	七、遵照辦理。
八、工程經費編列請依最新物價估算。	八、相關工程經費已依 97 年底物價估算，其與目前物價差異甚微，建議於報院前再行修正。
九、報告內文諸多說明敘述嚴謹度及精確度不足，且有諸多數據不一致，請逐章逐節校稿修正。	九、遵照辦理。
十、報告相關意見： (一)總報告： 1. 英文摘要請依契約補充。 2. 附錄不宜含環評專案小組審查資料者。 3. 請加列「參考文獻」。	十、報告相關意見： (一)總報告： 1. 遵照辦理。 2. 遵照辦理，已刪除。 3. 遵照辦理，請詳附錄一。

審查意見	辦理情形
4. P0-2, 所述「因本計畫屬性為水資源開發, 標的為公共用水, 建議由政府編列公務預算全額補助」一段, 請依水利署 98 年 4 月 23 日會議決議修正。	4. 已修正, 請詳 P0-2 建議(四)。
5. P0-2, 建議(四)所述「供水備援及濁度影響壓力不如規劃初期之迫切」一段, 是否有廠商未盡詳實評估所致問題?	5. 已修正, 請詳 P0-2 建議(四)。
6. P0-6, 所述「調度中心設址於石岡壩管理中心新建大樓內」一段敘述, 與調度中心新建工程之軟硬體設施似有衝突, 請依實修正。	6. 已修正, 請詳 P0-7。
7. P0-7, 本計畫設施及營管分工說明, 請依水利署 98 年 4 月 23 日會議決議修正。	7. 已修正, 請詳 P0-8。
8. P0-8, 隧道工程用地建議採徵收費用估算, 請修正。	8. 遵照辦理, 請詳 P0-9。
9. P0-8, 施工利息及經濟分析之年利率請與工程計畫書統一以 3% 計算。	9. 遵照辦理, 年利率與工程計畫書統一以 3% 計算, 請詳 P0-9。
10. P0-10, 表 3 請與工程計畫書統一。	10. 已修正。請詳 P0-11。
11. P0-11, 圖 1 請標示調度中心位置。	11. 遵照辦理, 請詳 P0-12 圖 1。
12. P2-2, 地形內文第二行文字未對齊, 另所述計畫區域後請加註(大安溪及大甲溪中游地區)。	12. 遵照辦理, 請詳 P2-2。
13. P2-3, 所述「根據中央地調所民國 95 年初步調查報告顯示, 大安背斜北段可能為兩條逆斷層而非背斜構造。」一段, 所稱可能結果究係中央地調所推斷或係本計畫推斷, 另其既可能為斷層亦請納入本計畫工程考量因應。	13. 遵照辦理, 已納入考量。
14. P2-5, 所述「石岡壩於 921 地震時受創嚴重, 且喪失調整上游尖峰發電之功能」一段, 該段語義不清, 請補強。	14. 已修正, 請詳 P2-5。
15. P3-6, 下游保留水量演算原則應與環評要求保留水量相符, 另(五)取水原則有關所述「豐原淨水場由石岡壩引取原水時, 其取水之上限為 50cms。」其依據為何? 是否有誤, 請再確認。	15. 已修正, 請詳 P3-6。
16. P3-10, 內文排版過於貼近左邊界, 邊距請統一。	16. 已修正, 請詳 P3-10。
17. P5-1, 所排「第五章穩定中科三期初期用水水源規劃」內容, 僅為本計畫完成前之過渡臨時方案並非本工程規	17. 已修正, 請詳 4-4 節。

審查意見	辦理情形
<p>劃內容主軸，請該章內容請併入第四章水源運用效益分析之4-4節內排版。</p> <p>18.P5-23，所述估價標準以「93年6月份」之物價為基準，各項工程費用係參考水利局78年5月編定及部份修正，另主要成本依87年「公共建設工程經費估算編列手冊」等估算，其估價依據標準已過時失真，請依最新修正。</p> <p>19.P5-1~P5-31，頁面下方黑色橫線請刪除。</p> <p>20.P5-33，所述「大安大甲計畫輸水工程於民國101年未完工前，本計畫臨時配套措施亦可滿足該初期用水」一段，請依大安大甲計畫可能完工時間(103年?)重新檢討評估。</p> <p>21.P6-1，第六章輸水工程規劃，請修正為第五章，餘後章節次序比照修正。</p> <p>22.P6-6，輸水隧道工程請增加隧道地質及工法內容。</p> <p>23.P6-17，所述「牛稠坑溪設計洪水量採$Q_{10}=132\text{cms}$，\dots，故配水池退水時，牛稠溪本身發生重現期1.1($Q_{1.1}=40\text{cms}$)年洪水加上退水路之18cms小於其計畫流量132cms，故不影響其排洪安全」一段，請釐清目前該溪是否已按原規劃辦理整治，如無整治，本計畫退水是否影響請重新評估。</p> <p>24.P6-24，內文並未左右對齊。</p> <p>25.P6-26及P6-27，鯉魚潭水庫第二原水管地質斷面圖顯示「？」，及「Ss-Sh or Ss/Sh」對其判定充滿不確定性，請參考本局新增補充地質鑽探結果再確認該段地質。</p> <p>26.P7-2，所述隧道工程用地依隧道穿越地下深度情形，辦理地上權補償，建議採徵收方式估算。</p>	<p>18.建議於報院前一併修正。</p> <p>19.遵照辦理，已刪除。</p> <p>20.遵照辦理，請詳P4-53。</p> <p>21.遵照辦理。</p> <p>22.遵照辦理，請詳5-1-3及5-2-2節。</p> <p>23.牛稠坑溪目前按原規劃辦理整治，故不影響原水配水池之退水路規劃。</p> <p>24.已修正，請詳P5-24。</p> <p>25.工程地質鑽探作業常無法全線(面)進行探勘，需配合地表地質等調查成果，推估構造線或岩性(層)分佈，對於部份地質鑽探資料較缺乏之區域，常於地質圖之構造線或岩性符號加註「？」(如Ss/Sh(?))，以表示此區域之構造線分佈或岩性為就現階段調查資料之研判成果，但仍需進一步調查方能釐清構造線分佈或岩性，此種標示方法為地質圖慣用之方式。</p> <p>26.遵照辦理，請詳6-2節。</p>

審查意見	辦理情形
<p>27.P7-3,「7-2 補償費用估算」乙節內容,包括土地徵收費及施工獎勵金等,該節名稱與內容似不符,請修正。</p> <p>28.P8-1,工程費估算之物價指數估算,請與工程計畫書內容統一,並於報院前採最新物價指數修正。</p> <p>29.P8-5 及 P8-11,表 8-2-1 及表 8-2-3,請與工程計畫書之表格統一。</p> <p>30.P9-2,本計畫施工要徑為何?請先估算,另施工工區宜於施工要徑內整體搭配排程。</p> <p>31.P9-4,有關取水口之施工布置內容,所述內容僅為交通動線,與施工布置無關,請補充檢討評估取水口究採「圍堰」或「豎井+圍堰」施工方式。</p> <p>32.P9-10,表 9-3-1,請與工程計畫書之表格統一。</p> <p>33.P9-11,工程預定進度表請刪除年份。</p> <p>34.P10-1,第九章經濟分析與財務分析內容應與工程計畫書相符,內文分析請以年利率 3%分析說明。</p> <p>35.P11-1,第十章營管計畫內容,應與報院之工程計畫書相符。</p> <p>36.P12-7,所述「本計畫環評第 3 次審查有條件通過承諾事項. . .」一段,因環評尚未審查通過定案,請依實修正。</p> <p>37.P12-11,請增列地方說明會民眾關心議題表。</p> <p>38.P14-1,第十四章分期開發計畫乙章內容請刪除。</p> <p>39.P 附錄二,營管分工會議紀錄,請依 98 年 4 月 23 日於水利署召開之會議紀錄更新。</p>	<p>27.遵照辦理,請詳 P6-3 之 6-2 節。</p> <p>28.遵照辦理,將於報院前採最新物價指數修正。</p> <p>29.遵照辦理,請詳 P7-5 表 7-2-1 及 P7-12 表 7-2-3。</p> <p>30.補列詳 P8-9。</p> <p>31.補列詳 P5-1,取水口施工布置採「圍堰」施工方式。</p> <p>32.已修正,請詳 P8-10 表 8-3-1。</p> <p>33.遵照辦理,請詳 P8-11。</p> <p>34.遵照辦理,請詳 P10-1。</p> <p>35.已修正,請詳第九章聯合營運管理規劃。</p> <p>36.已修正,請詳 P11-7</p> <p>37.補列詳 P11-14 表 11-4-1。</p> <p>38.遵照辦理,已刪除。</p> <p>39.已修正,請詳 P 附錄三。</p>
<p>(二)輸水工程規劃專題報告:</p> <p>1. P1-14,所述「本計畫原擬配合八寶堰由上游取水,但八寶堰仍處規劃檢討,恐無法配合大台中至民國 101 年之水源需求」,該段內容與本計畫背景不符,請修正。</p> <p>2. P2-22 及 P2-23,隧道地質圖顯示「Ss/Sh(?)」,請確認。</p>	<p>(二)輸水工程規劃專題報告:</p> <p>1. 已修正,請詳 P1-14。</p> <p>2. 工程地質鑽探作業常無法全線(面)進行探勘,需配合地表地質等調查成果,推估構造線或岩性(層)分佈,對於部份地質鑽探資料較缺乏之區域,常於地質圖</p>

審查意見	辦理情形
<p>3. P3-1, 隧道用地建議以徵收方式辦理。</p> <p>4. P4-8 表 4-2-3 與 P4-10 表 4-2-4, 大甲溪輸水路工程與鯉魚潭水庫第二原水管工程經費合計非報告所述合計 73 億元, 請再確認。</p> <p>5. P5-10, 所述「如計畫於 101 年底全部完工, 第一年準備作業應於 97 年積極展開 . . .」一段, 請依實修正。</p> <p>6. P5-14, 所述「鯉魚潭水庫第二原水管工程部份分三年進行施工 . . .」一段, 與工程計畫書所提 4 年施工不符, 請配合修正。</p> <p>(三)地質調查與鑽探專題報告:</p> <p>1. 封面日期請更新。</p> <p>2. P-XI, 鯉魚潭水庫第二原水管地質圖顯示「Ss/Sh(?)」, 請修正。</p> <p>3. P2-1, 圖 2-1 有關「中科預定地」、「后里一期淨水場」、「后里二期淨水場」等文字等依實修正。</p> <p>4. P7-1, 地質調查成果為本計畫隧道工程重要成果, 其成果請配合本局補充地質調查成果摘錄至總報告, 以更為詳實。</p> <p>5. 附錄請依契約規定補充岩心照片。</p> <p>(四)用地調查專題報告:</p> <p>1. 隧道用地土地費用請改以徵收方式估算, 農作物補償費請亦請一併檢討修正。</p> <p>2. 本計畫 2 處橫坑非屬永久性設施, 該 2</p>	<p>之構造線或岩性符號加註「?」(如 Ss/Sh(?)), 以表示此區域之構造線分佈或岩性為就現階段調查資料之研判成果, 但仍需進一步調查方能釐清構造線分佈或岩性, 此種標示方法為地質圖慣用之方式。</p> <p>3. 遵照辦理, 請詳總報告 6-2 節。</p> <p>4. 已修正, 請詳總報告 7-2 節。</p> <p>5. 已修正, 請詳 P4-10。</p> <p>6. 已修正, 請詳 P4-14。</p> <p>(三)地質調查與鑽探專題報告:</p> <p>1. 遵照辦理。</p> <p>2. 工程地質鑽探作業常無法全線(面)進行探勘, 需配合地表地質等調查成果, 推估構造線或岩性(層)分佈, 對於部份地質鑽探資料較缺乏之區域, 常於地質圖之構造線或岩性符號加註「?」(如 Ss/Sh(?)), 以表示此區域之構造線分佈或岩性為就現階段調查資料之研判成果, 但仍需進一步調查方能釐清構造線分佈或岩性, 此種標示方法為地質圖慣用之方式。</p> <p>3. 已修正, 請詳 P2-1, 圖 2-1。</p> <p>4. 遵照辦理, 請詳總報告 6-1-3 及 6-2-2 節。</p> <p>5. 遵照辦理。</p> <p>(四)用地調查專題報告:</p> <p>1. 遵照辦理。</p> <p>2. 本計畫 2 處橫坑規劃做為輸水隧道竣工</p>

審查意見	辦理情形
<p>橫坑施工期間所須用地採租用，完工作即填封復原，不納入用地取得範圍。</p> <p>3. P2-4，所標示「后里二期淨水場」請修正為「后里第二淨水場」，另輸水管穿越中科聯絡道路位置處亦請依最新修正。</p> <p>4. P2-5，所標示「后里一期淨水場」請修正為「后里第一淨水場」。</p> <p>5. 附錄之土地清冊，諸多土地人資料欄位空白，請修正。</p> <p>6. 附 2-1-2，新設聯絡道路計畫開發線形不等寬，是否有誤。</p> <p>7. P2-1-18 及 P3-1-18，輸水管穿越中科聯絡道路位置處亦請依最新修正，用地清冊資料請一併修正。</p> <p>8. P2-1-21，永興路為台鐵公司產權且下(側)方為舊山線鐵路，輸水管恐無跨越空間，該路線規劃是否可行請再檢討修正。</p> <p>(五)測量成果報告：</p> <p>1. 報告內容僅「大甲溪輸水路」及「鯉魚潭水庫第二原水管」2 工程測量成果併成一份印製，內文包括 2 份封面、2 份目錄、2 份計畫緣起等等，皆不符報告要求且諸多內容重複，請整合報告內容修正撰寫。</p> <p>2. P1-3，所標示「后里二期淨水場」請修正為「后里第二淨水場」。</p>	<p>後隧道中段之檢修通道，屬永久性設施，建議用地以徵收方式估算。</p> <p>3. 遵照辦理。</p> <p>4. 遵照辦理。</p> <p>5. 土地所有權人或管理人資料空白屬未登錄用地。</p> <p>6. 新設聯絡道路計畫開發線形不等寬係因其依等高線劃設。</p> <p>7. 遵照辦理。</p> <p>8. 大甲溪輸水路部份輸水管計畫埋設於圳寮路及永興路段，僅橫跨台鐵舊山線隧道兩次，說明如 P1-57 及 P1-58，可由工程方法克服，不致影響台鐵舊山線隧道安全。</p> <p>(五)測量成果報告：</p> <p>1. 遵照辦理。</p> <p>2. 遵照辦理。</p>

會議名稱：「大安大甲溪水源聯合運用輸水可行性規劃」成果報告（初稿）

審查日期：96年11月2日

發文字號：水中經字第09607004020號

審查意見	辦理情形
吳委員憲雄	
1.本計畫對解決供應台中地區發展及中科開發發展營運後之需水供應，為現階段最具可行之方案，建議早日完成環境影響評估儘速報准施行。	1.遵照辦理。
2.本計畫之具體成效尚有待下游之后里淨水場、下游清水管及降低清水管路漏水案同時辦理，故建議將來擬訂實施計畫陳報核定時，宜將四項計畫合併為一整體計畫同時陳報，核定後併案管制實施，以避免長期以來，水源工程完工後，下游工程未能配合無法發揮預期功效之問題。	2.遵照辦理。
3.有關工程規劃及地質調查案前已經個案之討論審定，應屬可行。	3.敬悉。
4.關於總報告第九章效益評估部份，其年計效益之計算，間接效益不宜列為益本比之效益，應估算直接效益據以計算益本比，直接效益之計算項目可包括增加供水量之效益(可以替代計畫成本效益法計算)及增加供水穩定減少停水之社會成本。至工業產值損失，不能全歸納於供水之效益。另增加發電、減少淨水場處理原水成本亦應列為直接效益。	4.替代計畫尚屬評估階段，故無較精確之工程費估算以做為替代計畫成本效益法計算。
5.內部投資報酬率一般使用於生產性投資計畫之評估，對屬公共建設投資計畫甚少使用，故建議屬水源工程投資之經濟評價採益本比即可，而內部投資報酬率則可使用於下游屬自來水公司自行投資之淨水場送水管計畫之經濟評估。	5.參考「水資源規劃規範—水源開發規劃作業規範」，建議經濟評價益本比與內部投資報酬率分析方法並陳。

審查意見	辦理情形
6.總報告 P9-11，財務計畫有關資金籌措部份，建議採政府現行政策，屬水源工程部份全額由政府公務預算投資，故應編製資金分年需求計畫，至貨款償還計畫部份建議不必提，待實施計畫陳報送審政府政策改變時，再依指示籌款政策修正。	6.遵照辦理，如第九章 9-11。
7.總報告 P9-7，年增供水量單位原水造價 50.80 元/噸，由於本計畫並非蓄水庫建造計畫，故該項數據並無實質意義，並易生誤會，建議刪除。	7.遵照辦理，詳如 P9-7。
蘇委員炳勳	
1.后里圳灌溉用水於大甲溪水源豐沛時「調度」大甲溪水源供應，並非「交換」大安溪「水權量」，故不涉及水權變更。	1.已修正「交換」大安溪「水權量」為「調度」大甲溪水源供應。
2.供水潛能分析因 91 年及 92 年為特別枯旱年，納入水源分析將使增供水量減少 32 萬 CMD 並不適宜，建議將該二年不納入演算，或納入演算，惟另以枯旱調度農業用水調整。	2.遵照辦理，特枯年按抗旱機制調度水源，為於同一比較基準下估計大安大甲溪之效益，建議不改變 92 及 93 年計畫前後各年公共及農業計畫用水。然為免計畫失真及混淆誤解，故建議刪除表 3-1-2 供異比較表。
3.后里圳調度大甲溪水源原則，請清楚說明。	3.遵照辦理，詳 3-4 節。
4.輸水系統設計最大量與不同情境之運轉水量請標示清楚。	4.遵照辦理。
5.大甲溪輸水隧道橫坑 2 完工後，於洞口及銜接點封閉，隧道內是否回填應依地質狀況而定。	5.橫坑 2 之位置屬淺覆蓋區段且臨近民宅，穿越之地層為膠結不良之疏鬆砂岩。隧橫坑 2 之主要功能在縮減隧道工期，於施工期間可採臨時性之擋土設施提高地盤之穩定性，但就長期而言，隧道竣工後將橫坑 2 回填，則可提高民宅之安全性，降低本計畫影響民宅之風險。
6.配水池至后里圳 60 萬 CMD 輸水管是否必要雙管請再檢討。	6.依操作性、供水穩定性、功能性及安全性等分析，仍以雙管方案為優選。
7.經濟分析請參酌吳委員意見再檢討。	7.遵照辦理。
8.石岡壩增設之進水口位置於基本設計定案前，建議再蒐集石岡壩右岸豐枯水期沖淤狀況再檢討是否需要調整。	8.進水口位置之選定，已考慮石岡壩歷年之沖淤狀況，詳專題報告 2 4-4 節二。
9.各報告內容品質定稿本應再校核。	9.遵照辦理。

審查意見	辦理情形
費委員立沅	
<p>1.以目前之路線規劃，原水管路線在大安溪河道之三洋坑附近，接近屯子腳斷層；在公館堤防附近，原水管轉折處正好與三義斷層接近。以斷層資料在河道段位置之不明確性，以及斷層活動再現時不一定與原先位置重複的情況來看。只能在工程設計時，對於相關位置所設置的構造物，加以特殊的考量，以減少斷層緩慢潛變或是突發錯動所造成之影響。</p>	<p>1.遵照辦理，本計畫在與地質構造線橫交管段於規則上均已耐震及考量相關工法因應。</p>
<p>2.專題報告 4，圖 2 之上幅圖，在里程 0k+400~0k+750 及 1k+500 處似分布著厚層頁岩(Sh)，請修正。</p>	<p>2.已修正；詳專題報告 4，P 摘 5。</p>
<p>3.專題報告 4，圖 3-2 進水口地質剖面圖，隧道經過處雖然主要分布岩性為砂岩，但是在砂岩層中還是夾有頁岩等類的薄層。建議在圖中將岩層之傾斜位態表現出來，較易了解隧道與層面等不連續面之間的關係。</p>	<p>3.悉照辦理，已補充進水口地質剖面圖中之地層位態資料；詳專題報告 4，P3-11。</p>
<p>4.整體而言，本案之地質調查與分析工作，相當詳實的將蒐集資料與調查成果利用到輸水路與原水路之工程地質分析方面，相信對於本案之進一步工作具有一定的價值。</p>	<p>4.謝謝委員指教。</p>
台灣自來水公司	
<p>1.總報告 P9-4，間接效益列入「(一)減少淨水場處理成本」，本項應不是間接效益，建議取消。另「(二)工業產值損失」除高濁度外應再增列枯早年之穩定供水效益。</p>	<p>1.枯早年之農業調度水量甚難估算，且費用尚未與台中水利會確定，暫不列入經濟分析。</p>
<p>2.總報告圖 4-2-10，止震墩應為固定台，本段為爬升段應詳細計算其重量是否可阻止管段之抬升。</p>	<p>2.目前規劃路線可行，其相關詳細計算納入後續細部設計階段加以考量。</p>
<p>3.聯合營運管理計畫之組織運作流程圖中，水公司(中工處)請修正為水公司(四區處)，另運作流程不需有 yes 或 no 之流程。</p>	<p>3.遵照辦理，已刪除。</p>

審查意見	辦理情形
4.原水配水池依 96 年 10 月 11 日研商會議決議以不變更位址為原則，惟后里第二淨水場須處理 3,000NTU 原水，其所需用地面積相當廣大，如不調整位置，僅就剩餘可利用地施作前處理設備，其可達到成效仍難確定，建議俟本公司詳細評估後再提布置計畫。	4.因本計畫之期程緊迫，建議水公司評估與中水局之呈報作業並行。
5.第二原水管由南化原水管破管經驗，以上游端水量控制較為可行，又蝶閥作為流量控制並非適當，請再評估。	5.感謝建議，本階段管路規劃按其承受壓力約 3Kg/cm ² 操作方式待下階段研擬操作營運手冊時設定；流量控制部分統一改為控制閘閥。
6.請提供輸水路線埋管計畫，本公司如需共同埋管，請中水局協調。	6.敬悉。
台灣電力公司	
1.本計畫推動後，除可充份利用水資源外，亦可增加本公司卓蘭電廠年引水量及其發電量，予以表示感謝並肯定。	1.敬悉。
2.本計畫應確認不影響本公司大甲溪電廠之電力系發電調度運轉。	2.本計畫取大甲溪剩餘流量，且取水點於大甲溪電廠下游，故不影響大甲溪電廠之電力系發電調度運轉。
3.總報告 P3-4，表 3-1-1 大甲溪流域「志樂壩越域引水」之水量，請直接加入「德基水庫至石岡壩平均未控制流量」內。	3.前期規劃供水潛能含志樂壩越域引水，為於同一基準比較，建議列入。
水利署 許副工程司宏達	
1.大甲溪輸水路進水口段，於工程會審查石岡壩閘門更新計畫時，委員對此提出是否位斷層上之疑義，本項問題請預為因應。	1.遵照辦理。
2.計畫期程之訂定，建議應考量以目標年 101 年達成計畫功能，往回推算訂定，並預估計畫審定時間。	2.為增加執行計畫期程之彈性，以工作年標示。
3.本計畫涉台中地區之供水，有興辦急迫，建議依期程早日完成提送。	3.遵照辦理。
水利署第三河川局 何副工程司柏鈞	
1.本計畫鯉魚潭水庫第二原水管之大安溪右岸堤防段，其規劃路線建請再妥慎充份考量，河川水道治理計畫線之劃設係以整體河段之河防安全為主要考量，經整體流域	1.本段按治理計畫線埋設於防汛道路下，現無堤防段則考慮新設堤防保護；至於舊山線鐵路橋附近則係埋設於計畫河床面下（另申請許可），該段不侵入河道，如 4-2-3 節二所

審查意見	辦理情形
<p>之水文、水理分析，並綜合考量河性、計畫流量、演算水位及各相關單位、民意納入充分規劃後，始據以劃定並公告，因個案工程之施設計畫而動輒修訂，非河川治理計畫之本意。另本計畫規劃之路線二之新設堤防布置局部明顯突出侵入於河道，且鄰近跨河之舊、新山線鐵路橋，依基本之河性水理分析，勢必於洪流時造成新設堤防區域及跨河鐵路橋橋墩之基礎嚴重冲刷潛勢，危及河防及交通輸運安全，建議本段之路線另覓替代道路方為可行。</p>	<p>示。</p>
<p>2.大安溪過河段之水管橋施設，請依經濟部跨河建造物設置審核要點之相關規定，向本局提出申請。</p>	<p>2.遵照辦理。</p>
<p>3.鯉魚潭水庫第二原水管工程規劃專題報告 P2-13，平均河床較計畫河床低之影響因素甚多且複雜，非僅僅採砂一項而造成，文中提及「現階段大安溪河床因採砂影響，平均河床較計畫河床低，若能有效控制採砂行為，大安溪河床將會逐年回淤」一段與本局近年河川管理作為有違，請酌修。</p>	<p>3.遵照辦理，詳 P2-13。</p>
<p>4.總報告摘要 P5 之營運管理組織架構，大甲溪輸水管工程由閘閥控制室以下至后里圳(農業用水管段，農 0K+000~農 0K+420)之管段，由台中水利會管理較適宜，而非從配水池出水口以下管段皆由台中水利會管理。</p>	<p>4.已修正於 5-2-2 節。</p>
<p>水利署水利規劃試驗所 簡正工程司豐銘</p>	
<p>1.建議報告目錄應放在摘要前面，摘要後面才接結論與建議。</p>	<p>1.遵照辦理。</p>
<p>2.本計畫輸水管線隧道通過頂埔、埤頭山、三義等斷層，通過斷層之安全性及可行性應加強注意，總報告 7-28 建議輸水管線採柔性設計以將斷層錯動可能造成之損害降至最低，請補充該柔性設計之內容並研擬適當之因應對策，以利於未來之營運管理。</p>	<p>2.隧道路線遇斷層時，以小單元施工以縮短伸縮縫間距，即近似撓性工法，可達到減少破壞範圍。</p>

審查意見	辦理情形
3.經濟分析之年計本估算中，採用之經濟分析年限為 50 年，對 DIP 管或 SP 管之使用壽命是否符合，請說明。	3.採用之經濟分析年限為 50 年，與 DIP 管或 SP 管之使用壽命不符合，然經濟分析中已於固定年成本中編列期中換新準備金。
本局江代局長明郎	
1.總報告之計畫背景描述不清，請補充本計畫區域之水資源營運概況、現況供水問題及因應方式(含食水料溪等)、計畫目標及計畫需求性。另於摘要後面請補附一張本工程計畫之整體布置圖。	1.遵照辦理。
2.總報告建議(一)至(三)點均為補充地質調查，請濃縮為一點。	2.遵照辦理，如「結論與建議」。
3.總報告第四章輸水工程規劃，「配水池」名稱請改以「原水配水池」替代，另因該配水池位址未來仍可能因自來水公司后里第二淨水場規劃布置需求有所調整，請僅列示意圖說，過於詳細之工程布置圖說則免附。	3.遵照辦理，詳為配合水公司辦理「后里 60 萬 CMD 第二淨水場及下游送水幹管」淨水場工程規劃之修正，原始配水池之細部尺寸免列，以利周全。
4.本計畫完工後之水源營運，須配合修訂鯉魚潭水庫、石岡壩及士林堰運用要點，亦請於總報告說明並建議。	4.遵照辦理，詳建議。
5.總報告第五章營運管理之水源營管組織及運用架構計畫圖過於瑣碎且有錯誤，以能清楚表達各機關單位間互動關係及任務即可。另本計畫完工後各設施之營運管理，包括委託台灣自來水公司及台中水利會管理部份，其營管費用編列原則亦請於報告內交待。「人力評估」免列。	5.遵照辦理，詳 5-2 節。
6.總報告表 7-2-1 及表 7-2-3，周遭環境維護費請修正為「周邊環境改善」費。另「用地取得」項下請分土地徵收補償與用地作業費等、所列之「施工安全衛生及環保措施費用」非個別工作，請納入直接工程費估算。	6.遵照辦理，詳表 7-2-1 及表 7-2-3。
7.總報告 P8-2，表 8-2-1，鯉魚潭水庫第二原水管各工區管路起點里程並未與前段管路終點里程銜接，請修正。	7.遵照辦理，詳表 8-2-1

審查意見	辦理情形
8.總報告 P8-9, 表 8-3-1, 本計畫工作期程請改以工作年度排訂並免標示民國年份, 並請以主要工程依實排訂。	8.遵照辦理, 詳表 8-3-1。
9.總報告第十章環境影響說明內容請再重點濃縮整理, 相關現地調查基礎資料免附, 並請註明資料摘錄來源。	9.遵照辦理, 詳第十章。
10.直接工程項目應統一(包括表 7-2-1, 表 7-2-3, 表 8-3-1 等); 附錄一之上位計畫免列。	10.遵照辦理, 詳表 7-2-1、7-2-3 及表 8-3-1; 而附錄一之上位計畫予刪除。
本局賴主任工程司建信	
<p>1.本計畫經歷次會議檢討已臻完整, 建請儘早報核實施, 至於報告內容下列事項請檢討修正:</p> <p>(1)有關輸水路管材研選, 直就工程技術、市場製造能力、經濟與維護管理層面, 本案總報告摘要 P-XI 頁敘及「因材料施工上有所疑慮, 暫不考慮」, 實有欠周延, 建請參考修正。</p> <p>(2)本案水源運用分析成果表顯示計畫前後德基水庫平均蓄水量由 1.18 億立方公尺/年降低 0.94 億立方公尺/年; 景山溪平均流量由 1.41 億立方公尺/年增至 1.58 億立方公尺/年; 鯉魚潭水庫平均放水量由 1.41 億立方公尺/年增至 1.58 億立方公尺/年, 請再檢核並補充說明其原因。</p> <p>(3)關於營管部份, 宜有明確接水點、計畫設施與計費原則之規劃。</p> <p>(4)公共設施管線遷移是否必要請檢討。</p> <p>(5)工程費估計表編號部份建請刪除(俟實施計畫再予編號), 直接工程費項下有關輸水路與第二原水管工作類別編號不利實務作業, 建請合併後, 未來於實施階段再依分標計畫分工。</p> <p>(6)工程經費部份周遭環境維護費建議修正為周邊環境改善經費, 其經費可酌予調高,</p>	<p>1.</p> <p>(1)遵照辦理, 予刪除。</p> <p>(2)德基水庫蓄水量降低, 係因大甲溪輸水路輸送大甲溪水至鯉魚潭及后里淨水場; 景山溪平均流量及鯉魚潭水庫放流量均增加, 係因大甲溪輸水路輸之農業用水管路輸送大甲溪水至大安溪后里圳。</p> <p>(3)計畫設施詳第五章; 接水點詳 5-1-2 節; 本計畫計費原則以至少達到運轉維護換新 (OMR) 費用為目標。</p> <p>(4)本計畫尚屬規劃階段, 建議公共設施管線遷移於細部設計考量。</p> <p>(5)遵照辦理, 詳表 7-2-1。</p> <p>(6)工程經費部份周遭環境維護費修正為周邊環境改善經費。</p>

審查意見	辦理情形
而施工安全衛生及環保措施費用則依實酌減。	
本局計畫課鐘副工程司清源	
1.大甲溪輸水路取水口閘門，僅設前端之閘門，應可控制水量水質，是否需再設後端之閘門來控制水量，請再檢討。	1.大甲溪輸水路隧道段係採明渠設計，於其後端設置閘門來控制水量，恐造成滿管流壓力流，建議維持原方案。
2.大甲溪輸水隧道之橫坑 2 不施作襯砌，並於竣工後回填。是否可考慮如橫坑 1，作為檢修坑道，請再作檢討評估。	2.本計畫路線規劃初期，參考中央地質調查所出版之 1/50,000 地質圖幅，三義斷層約於隧道里程 3K+600 處通過，爰此規劃於隧道里程 3K+369 處設置橫坑 2，除可縮短隧道工期，亦做為日後若三義斷層發生錯動時之維修通道。經本計畫地質調查作業完成後，依調查成果將三義斷層通過本計畫隧道之位置，修正至隧道里程約 4K+024 ~4K+130 處(詳專題報告 4 第 7-1-3 節)，斷層通過之位置臨近隧道出口，若斷層發生錯斷，可由隧道出口進入搶修，故縮短隧道工期為橫坑 2 之主要功能；另考量橫坑 2 位置臨近民宅，且地層條件不佳，於隧道竣工後將橫坑 2 回填為較佳方案。
3.依顧問公司之排砂策略，大甲溪輸水路之淤砂皆排至配水池，則水池應有不少之泥砂，清淤應是每年必要的工作。因此配水池之規劃，請補充清淤時如何維持配水池之運轉。	3.配水池僅能於大甲溪輸水路不取水時清淤，故為不影響供水，盡量於大甲溪原水濁度大於 3000NTU 時或枯水期（石岡壩水位低於 EL.270m）辦理清淤作業。
4.第 1 年（準備年度）要辦理包含用地、補充調查測設、基設及細設等多項工作，期程安排似嫌太短，建議應再延長較為合理。	4.遵照辦理，詳表 8-3-1。
5.營運管理規劃乙章，雖有未來操作管理維護分工之探討，惟就設施財產歸屬及維護費用負擔權屬，並未說明，建議再加補充。	5.遵照辦理，詳 5-2-2 節。
6.第 9-2 節之效益評估乙節，直接及間接效益看來似乎最大效益在中科產值，至於不可計效益之說明似太單薄，建議應再加強，以免有計畫好像只是在為中科而做的誤解，並於計畫報核或執行時遭受地方或環保團體之質疑。	6.遵照辦理，詳 9-2 節三，惟中科確實能提供本計畫效益，建議匡列。

審查意見	辦理情形
本局經管課	
1.本計畫大甲溪輸水路與大安溪后里圳串接後，除可增加公共用水之水源效益外，對於台中水利會后里圳及內埔圳灌區所附增於緊急及枯旱時之水源調度支援效益，亦請參考本局另一規劃案成果，彙整說明其附加效益及必要之配合措施。	1.遵照辦理，詳 3-5 節。
2.總報告摘要請補附本計畫工程設施布置圖。	2.遵照辦理，詳摘要。
3.本計畫水源分析請以 64 年至 93 年演算成果為說明主軸，至於 91 年至 92 年特別枯旱年所造成差異，無須於報告內大篇幅說明，以免造成計畫失真及混淆誤解，表 3-1-2 供異比較表亦請刪除。	3.遵照辦理。
4.成果報告尚有諸多設施名詞尚未統一，包括「后里第一淨水場」、「后里第二淨水場」、「大台中地區公共用水穩定水源及供水方案」等。	4.遵照辦理。
5.總報告 P4-23，各設施能力之數字呈現，請統一以直式橫向方式編排，以利閱讀。	5.遵照辦理，詳 P4-23。
6.總報告 P4-24，有關鯉魚潭水庫第二原水管起點之「鯉魚潭水庫發電取水口設置備援出水工工程」之預留銜接口，請於報告中特別括號補充說明前項工程業於 96 年奉行政院核定辦理，預定 98 年完成。	6.遵照辦理，詳 4-2-1 節。
7.總報告 4-28，所述「經與台電后里 ES 工務所開會協商」一段，其僅為洽商性質並非正式會議，用詞再予酌修。	7.遵照辦理，詳 P4-28。
8.總報告 P5-1，所訂「5-1 水源聯合運用之運轉規則」標題，其中「運轉規則」一詞屬法規名詞，與該節內容所述之配水原則、目標或緊急應變及設施管理維護之對策，標題明顯不符，請修正。	8.遵照辦理。
9.總報告 P5-1，5-1-1「配水原則」標題請修正為「水源聯合運用原則」，內容並請修正。另所述「公共用水優先，農業用水次之」運用原則，請說明清楚或予刪除，以免誤解。	9.遵照辦理，予刪除。

審查意見	辦理情形
10.總報告 P5-3，所述取水口淤積將利用「清淤道路」進場清淤，惟工程專題尚未有清淤道路之規劃，請修正。	10.報告中清淤道路係施工階段之便道於完工後留作清淤道路使用，規劃路線於施工階段自 921 紀念公園沿坡腳降至取水口施工面。
11.本計畫營運管理分工原則，請於適當處補充說明本局已於 96 年 10 月 11 日邀請台灣自來水公司及台中水利會研商確認，或附會議紀錄於附錄。	11.遵照辦理，詳附錄一。
12.所訂本計畫完成後之水源聯合運用單位，漏列台電公司卓蘭電廠，請補充並說明其配合運作方式。	12.遵照辦理，詳 5-2 節。
13.總報告 P5-6，所述年輸水量約 1.97 億噸，與專題所述 1.02 億噸不符，請修正。	13.1.97 億噸係指大甲溪輸水路之年輸送水量，而 1.02 億噸係指本工程可增供水水量。
14.P5-8，圖 5-2-1 水源調度小組方案組織圖，請併簡化圖 5-2-3 組織運作圖，改以能顯示各機關(單位)之水源運用操作互動關係圖。	14.遵照辦理，詳如圖 5-2-2。
15.總報告表 8-3-1，大甲溪輸水隧道工程(含取水口)工程費顯示 13,850 仟元，是否有誤請檢核。另本計畫第五年度工作期程請預留試運轉期程。	15.已修正，詳表 8-3-1。
16.總報告 P8-5，圖 8-2-1 及圖 8-2-2，圖示線條及說明皆為模糊。	16.遵照辦理，詳圖 8-2-1 及圖 8-2-2。
17.總報告 P9-3，引用本計畫專題一報告名稱有誤。另報告以目前石岡壩及鯉魚潭水庫之均價 0.846 元/噸計算公共年售水效益為 0.86 億元，惟後節所述本計畫完工後每年所須運轉維護換新(OMR)費用至少須 1.04 億元，如此無法滿足本計畫 OMR 需求，符請予檢討。	17.依售水均價估算年增供水水量 1.022 億噸之售水效益僅 0.86 億元，無法滿足每年運轉維護換新費用 1.03 億元，建議此系統聯合運用操作時，相關單位進一步重新評估是否調整售水價格，惟第九章經濟效益分析中為達至少達損益平衡，原水售價以 1.01 元/噸估計。
18.附錄所附之本計畫隧道段之地下水湧水量估算，請納入各報告內量化說明。	18.因鑽探資料不足，為免本計畫隧道段之地下水湧水量估算造成混淆誤解，故建議於結論中陳述。
19.本計畫報告所附歷次審查會議意見及處理說明，請補充會議名稱及時間。	19.遵照辦理，詳附錄二。

審查意見	辦理情形
20. 專題報告一 P3-17，所述「鯉魚潭水庫第二原水管調度水源至鯉魚潭淨水場使用機會 0%」，與該原水管作為第一原水管之備援目標不符，請修正。	20. 鯉魚潭水庫第二原水管係指第一原水管故障時之備援，然水源運算並不考慮第一原水管故障，故依水源最佳化運用原則，此時鯉魚潭淨水場不處理大甲溪原水。
21. 專題報告一 P4-5，民國 100 年之供水情境模擬已納入后里淨水場下游送水管營運送水，惟依自來水公司計畫期程該送水管計畫於 101 年完工，請依實際情境修正。另本計畫完工後之情境模擬，請增加說明枯旱時期，台中水利會可於大甲溪及大安溪二流域既有用水權益量下，利用大甲溪輸水路調撥大甲溪節約農業餘水輸水至大安溪后里圳灌區支援情境。	21. 遵照辦理，已納入本報告第三章。
22. 專題報告四 P4-9，有關地質調查剖面圖及岩心相片等資料，請依契約規定另冊提送。	22. 依本案契約委託服務說明書內容地質調查成果，應併入工程規劃報告；另依民國 96 年 8 月 20 日工作檢討會之決議第一部份第四點，將地質調查成果另列專題報告。為提升專題報告之完整性，地質鑽探之岩心照片及現地與室內試驗之圖表，彙整併入「地質調查與鑽探專題報告」之附錄。
決議	
1. 本計畫鯉魚潭水庫第二原水管與大安溪舊山溪鐵路橋交會處之輸水管線與堤防工程規劃布置，請黎明工程顧問公司參採水利署第三河川局意見修正。	1. 遵照辦理。
2. 本計畫大甲溪輸水路原水配水池，因涉及與自來水公司后里第二淨水場工程與操作界面，其位址是否調整將視自來水公司完成后里第二淨水場整體規劃布置需求再專案研商；另清水管如何與原水管配合埋設，請自來水公司儘速檢討，必要時本計畫納入考量。	2. 遵照辦理。
3. 請黎明工程顧問公司確實充實總報告內容之完整性、結論與建議之合理性，相關論述不應只陳述專題報告之部份結果。	3. 遵照辦理。

審查意見	辦理情形
4.各委員及單位代表意見請顧問公司參酌納入報告及工程計畫書修正，並請於契約期限內提送到局。	4.遵照辦理。
5.請本局經管課積極管控本計畫推動期程，本計畫環境影響說明書原則請於本(11)月份依程序提報行政院環保署審查，另工程計畫書請儘速修正並於本年底前同步提送水利署循序審查。	5.遵照辦理。

審查內容：大甲溪輸水路—摘錄取水口位置評選

審查意見	辦理情形
黃委員金山	
會議名稱：審查「大甲溪輸水管工程規劃」專題報告	
開會日期：96年03月03日	
1. 進水口原則同意採第二方案，但建議加以透水堤以平靜取水區之水流情況並防泥砂進入取水區，如採活動卡式濾濁網也可於高濁度取水，希望認真研究評估。如此配置取水區可不必常清淤。	1. 現有透水堤最大滲透係數規劃時，欲達計畫取水量長度超過石岡壩蓄水區，初步評估不宜，詳附錄三。
2. 原則同意建議方案，但於牛稠坑溪退水，必須檢討對下游是否有安全或環境上之問題，必須調查確認。	2. 遵照辦理，詳報告 Ch4-5。
吳委員憲雄	
會議名稱：審查「大甲溪輸水管-非隧道段之進水口、明挖覆蓋段及調節池工程規劃與圖說」報告	
開會日期：96年01月03日	
1. 取水口之位置選擇如屬水庫取水方式，則尚屬適當。	1. 謝謝指教。
2. 取水口之結構、入流堰離隧道出口太近，僅有 5.5 公尺，可能產生擾流及空氣輸入，流況不易穩定，故建議拉開距離以漸變段整流後再匯入隧道。	2. 取水工改為鐘型進水口，並增加取水前長度，使流況穩流後進入隧道。
3. 計畫取水量建議改為整數，如 17.5cms 或 18cms。	3. 修正後計畫取水量為 18cms。
4. 可考量將所擬導流堤改為有閘門控制側面流取水堰，可先分層取水及攔污之效果，並配合上述整流需要空間。	4. 遵照辦理，修正為閘門控制側面流取水堰並於前端設置攔污柵，但由於可取水高度僅 4 公尺，分層取水效果不彰，故仍採單層取水。
5. 隧道入口不宜採方形設計，建議採圓形漸變接入馬蹄型斷面，流況可能較佳。	5. 配合閘門形狀考量，採用方形設計後，以適當長度漸變接入馬蹄形斷面進入隧道。
會議名稱：審查「大甲溪輸水管工程規劃」專題報告	
開會日期：96年03月03日	
6. 建議使用高含砂量 PPM 單位之水利慣用名詞單位以取代報告中以濁度 NTU 單位之自來水使用名詞單位，俾能符合水工結構物設計功能之定位。	6. 由於含砂量無法即時分析，而濁度可立即反應水質，故建議仍採濁度作為營運操作準則，至於水工構造物仍採砂量規劃。

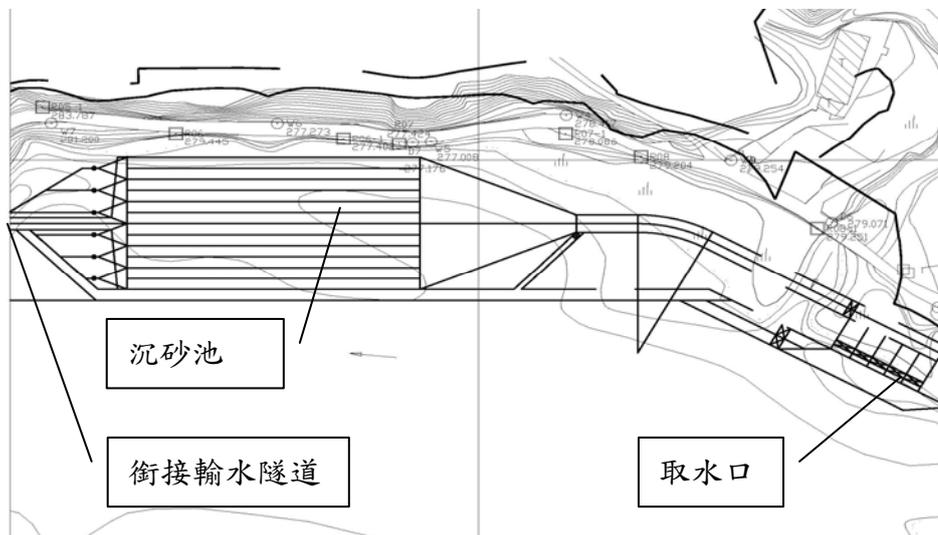
審查意見	辦理情形
林委員火木	
<p>會議名稱：審查「大甲溪輸水管-非隧道段之進水口、明挖覆蓋段及調節池工程規劃與圖說」報告</p> <p>開會日期：96年01月03日</p>	
<p>1.規畫方案：認同取水塔優先方案，輸水管專管專用及隧道優先第二方案。惟本區段係地震敏感區段對斷層分佈，建請深入探討並儘可能避開。</p>	<p>1.遵照辦理，取水工依意見採取取水塔方案設計。第二方案之隧道路線經評選結果係採正交方式通過斷層，目前已針對各斷層之分佈及特性辦理地表地質詳查、震測及鑽探工作，將依調查結果選擇適當工法以為因應。</p>
<p>2.工程佈置：</p> <p>(1)排砂道推進施工長達數百公尺，對品質與工期均難掌控，建請併考量替代方案。</p> <p>(2)高橋連結取水塔對風險與觀瞻均有直接風影，建請評估降低之可行性。</p> <p>(3)取水塔上下游坡之穩定與環境之營造建請一併考量。</p> <p>(4)導流堤角度、長度對取水流場均有影響，建請加以探討，另其高度建請不溢坡，並連接右岸佈置景觀與綠美化。</p>	<p>2.</p> <p>(1)重新檢討擬定取水工方案進行評估。</p> <p>(2)取水塔位置往下游移動 100 公尺（距石岡壩 180m），並配合聯絡道降挖至 EL.286m，取水塔以降低 14m，且無須施設操作橋。</p> <p>(3)遵照辦理。</p> <p>(4)重新檢討擬定取水工方案進行評估。</p>
<p>3.營運與操作：緊急處理措施建請列入考量，及涉及石岡壩之營運及操作、維持計畫請一併建立。</p>	<p>3.遵照辦理，納入下一階段工作項目之一。</p>
簡委員俊彥	
<p>會議名稱：審查「大甲溪輸水管-非隧道段之進水口、明挖覆蓋段及調節池工程規劃與圖說」報告</p> <p>開會日期：96年01月03日</p>	
<p>1.進水口的豎井案如能將位置往前移至 EL.285m 附近，主結構高度可降低，應較有利，也比取水塔方案好，建請考量。</p>	<p>1.重新檢討擬定取水工方案進行評估。</p>
<p>2.排砂道的功能及其必要性未經詳細分析評估，管長達 500 公尺，所費不貲，管徑僅 1.2m，將來進出維護困難，建請再檢討其功能性及必要性，並考量機械清砂的可能性。</p>	<p>2.重新檢討擬定取水工方案進行評估。</p>

審查意見	辦理情形
3. 導流堤的尾端容易產生回流淤積，形成砂洲，可能妨礙進水口取水，故導流堤的施設方式需要再檢討；甚至導流堤有無必要設置，也值得檢討。	3. 遵照辦理，納入工程佈置內一併檢討修正。
4. 規劃案的進水口結構並非塔狀型式，稱之為「取水塔」似不恰當，建議斟酌。	4. 遵照辦理，名稱擬改為『鐘形取水口』。
5. 進水口的設計水位 273.72 公尺，低於此設計值的機率是多少？無法取水時的對策為何？感覺上此設計水位似太高。	5. 大甲溪剩餘水量可引用機率約 80%，經檢討後進水口取水水位為 273 公尺時，其滿足計畫引水量約 55% 機率。
6. 關於報告的表達方式方面： (1) 「進水口、調節池及明挖覆蓋段工程規劃」請以專題報告方式表達，不要跟總報告夾雜在一起。 (2) P5-65 之圖，中文說明不足，無法閱讀，請補充改善。P5-66、P5-74 也有同樣問題。 (3) 本報告對一些重要的關鍵課題，常以簡略文字帶過，建請補充改善；例如進水口方案為何分為二個方案的構想及其區別所在，輸水管路專管專用分別設置的構想，進水口設計水位採 273.72 公尺，若水位不足所涉及的問題等，均需詳細說明。	6. (1) 遵照辦理。 (2) 謝謝指教，將加強補充圖面說明。 (3) 修正後將針對進水口之操作機能及設計構想加強文字敘述。進水口水位問題已於前項相關意見中回覆。
會議名稱：審查「大甲溪輸水管工程規劃」專題報告 開會日期：96 年 03 月 03 日	
7. 取水口方案贊成採用方案二之鐘形取水口，惟增闢聯絡道路是否有邊坡安定問題，而需增辦地質鑽探工作，建請敘明，有關降低原水濁度部分之設施建議單獨分析評估，視可行性及經濟性辦理。	7. 新增聯絡道路位於台地堆積層內，以 1：2 自然邊坡修整並植被，無邊坡不穩之虞。由於高濁度時，給水廠引用鯉魚潭水庫，而石岡壩進水口採水庫蓄水方式取水，原水濁度影響不大。
蔡委員奇成	
會議名稱：審查「大甲溪輸水管-非隧道段之進水口、明挖覆蓋段及調節池工程規劃與圖說」報告 開會日期：96 年 01 月 03 日	
1. 認為所提第二方案較理想。	1. 謝謝指教。

審查意見	辦理情形
2. 惟在佈置上尚有商確之處，由 P2-8 圖 2-2-2；P3-12 圖 3-2-2；P3-13 圖 3-2-3；P4-4 圖 4-2-2；P5-20 圖 5-2-2 等予以研判，若將隧道路線平行往下游移動約 175m，再設置進水口，並利用現有圍堤設施圍堤至新路上游約 80m 處崖角，再佈設施工道路，應較能節省工時與工費。	2. 考量地質現況及地形，擬將進水口設置於右岸距石岡壩約 180m 山凹處，施工道路則依建議路線規劃，以節省工時與工費。
3. 因圍堤之設置功用與原構想相同，即進水口並不需設在易成深潭之處，而且圍堤與進水口之間形成較大之空間，有助施工佈置，而後也可成為沈砂之地。由整體平面形狀而言，新圍堤線頗能吻合整個崖線而不唐突，可順利導引砂石及水流流向第 15 號閘門。	3. 重新檢討擬定取水工方案進行評估。
4. 圍堤改為導流堤時，因堤與進水口間之空間與水庫相通，溢流時對導流堤也不會構成危害，不必再設蛇籠被覆工；臨水庫面也似不必再施以護坡（圍堤時期就不必設）。唯該導水堤是否成為透水堤？原石岡壩圍堤可否設排砂閘？並將堤與進水口間空間變成沈砂池構造？也是值得再思考之處。	4. 重新檢討擬定取水工方案進行評估。
會議名稱：審查「大甲溪輸水管工程規劃」專題報告 開會日期：96 年 03 月 03 日	
5. 如前期檢討會，本人仍認同取水口方案所提之第二方案，如採用第二方案，其取水口位置，為凹窪地，為地表集流之點。對其地表集流之處理應妥處。	5. 遵照辦理，配合道路施設集流溝渠，詳第 4-3-2 節。
6. 取水口是否可順利引取？在佈置上亦請詳考。	6. 遵照辦理，進水口設置緊急關閉閘門，另配合耙污機清除流木或垃圾，應可順利取水，詳第 4-3-2 節。
7. 取水口前之護坦有否需要？請研討，又如需要，施工圍堤之佈置也請詳考量。施工道路可否再往下游移？	7. 經檢討護坦予以刪除改施設截牆，詳第 4-3-2 節。施工道路配合取水口位置，無法再往下游移動。
8. 取水口之取水庭儘可能再拉長，並附設導流牆於閘門墩以穩定水流。	8. 遵照辦理，詳第 4-3-2 節。

審查意見	辦理情形
蘇委員炳勳	
會議名稱：審查「大甲溪輸水管工程規劃」專題報告	
開會日期：96年03月03日	
<p>1.P4-5, 石岡壩淤砂坡度, 豐水期、枯水期、高灘、深槽、淤砂、粒徑均不相同, 應分期探討與新設進水口之關係, 不宜以歷年平均淤砂坡度分析。</p>	<p>1.過去紀錄石岡壩並無所述資料, 而石岡壩僅能採歷年平均淤砂坡度分析。</p>
<p>2.P4-9, 取水位置綜合評估乙節： (1)取水口計畫取水位置不應受 1K+668m 處因地形所致水理條件控制, 因此情況尚可研議由工程技術解決, 讓取水口可單獨考量取水位置之最佳有利條件佈置。 (2)取水口位置應配合淹沒區穩定主槽流路, 故主槽沖淤狀況的瞭解與分析比整體淹沒區淤砂坡度更為重要。 (3)因取水口係配合淹沒區主槽流路, 故穩定主槽斷面不同流量之水理條件更應重視。500cms 為石岡壩排洪條件, 不應做為新設進水口設計條件之一。 (4)只要左右兩岸取水口取水影響範圍不重疊, 且不明顯改變現況主槽, 則兩岸取水口既可獨立設計與運轉, 新設進水口除石岡壩在正常運轉下可正常取水外, 應考量石岡壩在基流量以上之水位仍能取水。 (5)石岡壩蓄水位可人為調節控制, 過去發生機率如何非重點。 (6)綜合以上取水位置之設計條件應再重新檢設定再據以設計取水位置。</p>	<p>2.回復情形如後： (1)計畫取水位置其能量高將可通過該位置, 並未造成瓶頸, 因此仍建議維持原規劃。 (2)所選定位置歷年淤積最高程為在 EL272m 以下, 故不會有被土石埋沒之狀況, 詳第 4-2 節。 (3)以 500cms 為石岡壩排洪條件之分析結果, 並不影響新設取水口設計取水位置之判定。 (4)遵照辦理。 (5)敬悉。 (6)遵照辦理。</p>
<p>3.P4-11 大甲溪懸浮質粒徑小於 0.01mm 以下佔 56%, 何時、何處、何種流量、如何取樣、是否與新設取水口之取水條件與環境相符合, 應慎重分析考量。另新設取水口接近主深槽、主深槽不同流量之沖淤狀況應列為重點考量。</p>	<p>3.已增列採樣相關資料。建議後續於洪水期增加採樣次數與位置加以分析。主槽歷年淤積變化高程 EL272m 以下, 進水口應不會被泥砂淤積。</p>
<p>4.取水口方案一：導流堤終點入口處於每次洪水後受渦流影淤砂嚴重, 將使取水口喪失取水功能, 另排砂管機能不佳, 此方案不宜採用。</p>	<p>4.該方案經評估非最佳方案, 以不採用, 已增列優缺點加以評估。</p>

審查意見	辦理情形
5.取水口方案二：豐水期取水易受淹沒區淤泥影響，無法設沉砂池，排砂困難，施工環境複雜，且要徵收聯絡道路用地，非最佳方案。	5.依會議結論裁示採用此方案。
6.取水口方案三：川流式進水口取水位受主深槽控制，無何水庫清淤水位下降無法取水，而必須投資攔河堰抬高水位。川流式取水口為何能做為水庫式取水？取水口排砂道與沉砂池排砂利用引水隧道排到石岡壩下游方案應可評估。另行水區內水利結構物主要不影響洪水宣洩且向主要機關申請評可，應為可行。本方案之優劣點應再深入評估，不應較易放棄。	6.依會議結論裁示不採用此方案，已增列優點加以評估。
7.取水口直接進入配水池，強大水流將使配水池形成環流或渦流，進口處增設多孔穩流版可行性如何可考慮。	7.遵照辦理。
8.取水工之工程布置，建議亦可考量如下圖方案：	8.依會議結論裁示鐘形取水口方案。



審查意見	辦理情形
黃委員添坤	
會議名稱：審查「大甲溪輸水管-非隧道段之進水口、明挖覆蓋段及調節池工程規劃與圖說」報告	
開會日期：96年01月03日	
1.進水口是否可往下游移，以增加取水能量但需注意進口段斷層帶之複雜性。	1.重新檢討擬定取水工方案進行評估。
許委員少華	
會議名稱：審查「大甲溪輸水管-非隧道段之進水口、明挖覆蓋段及調節池工程規劃與圖說」報告	
開會日期：96年01月03日	
1.石岡壩內的取水塔外圍有一導流堤，可能會造成堤口的淤積。	1.重新檢討擬定取水工方案進行評估。
2.鐘形取水口之漸變段不夠圓緩，可能流況會湍急，而致使因砂溝無法沉下來砂？	2.遵照辦理，將延長取水口內導流牆長度，使水流能平穩的帶入隧道內。
會議名稱：審查「大甲溪輸水管工程規劃」專題報告	
開會日期：96年03月03日	
3.鐘形取水口取水後之隧道有一明顯彎曲，為何不修改整個隧道的路徑？	3.考量隧道需與斷層走向正交，且隧道彎曲半徑大於內徑10倍斷面寬度，銜接相當的平順。
4.建議中水局目前便可到現場可能取水口的位置裝置水位及不同水深的採樣設備，以採取石岡壩不同閘門操作時的可取水水位以及取水水深之含砂濃度，以作為未來細部設計的依據。	4.敬悉。
5.蘇委員所提類似方案三的取水工方式也是很好的可能方案，每種方案皆有利有弊，中水局須即時做出決策。	5.敬悉。

審查內容：大甲溪輸水路—摘錄設施評選

審查意見	辦理情形
吳委員憲雄	
<p>會議名稱：審查「大甲溪輸水管-非隧道段之進水口、明挖覆蓋段及調節池工程規劃與圖說」報告</p>	
<p>開會日期：96年01月03日</p>	
<p>1. 管路應有減壓設備，請考酌。</p>	<p>1. 輸水管路最大壓力為 3kg/cm²，管路設計水壓為 10kg/cm²，故無須施設減壓設備。</p>
<p>會議名稱：審查「大甲溪輸水管工程規劃」專題報告</p>	
<p>開會日期：96年03月03日</p>	
<p>2. 本輸水工程本人在多次會議中均提議與大甲溪引水至后里之水管延伸至進入鯉魚潭水庫，在大甲溪輸水量充足，超出后里、鯉魚潭淨水場需求時可延引入鯉魚潭水庫，如水頭不足，可考慮以抽取方式處理。</p>	<p>2. 如表 3-5-2 所示，大安溪及大甲溪之第三套供水系統完成後，鯉魚潭未滿庫且大甲溪有剩餘流量可供鯉魚潭存蓄之機率只有 5.36%，從經濟性考量，似無需要。</p>
簡委員俊彥	
<p>會議名稱：審查「大甲溪輸水管工程規劃」專題報告</p>	
<p>開會日期：96年03月03日</p>	
<p>1. 配水池兩個方案，容量分別為 4.6 萬噸及 9 萬噸，容量都不大，主要功能應在分水及能量的控制，建議採用較經濟的方案一護坡配水池方案。</p>	<p>1. 依會議結論裁示配水池採直立式混凝土牆方案，並加入穩流設施，發揮其分水功能。</p>
<p>會議名稱：審查「大甲溪輸水管-非隧道段之進水口、明挖覆蓋段及調節池工程規劃與圖說」報告</p>	
<p>開會日期：96年01月03日</p>	
<p>2. P5-57 有關輸水管路分為公共用水管路及農業用水管路，擬採獨立分管設置的原因，建請詳細分析敘述。</p>	<p>2. 為減少公共與農業用水操作營運之紛爭，因此建議採專管專用，而於前後端連接以作為緊急調度之用。</p>
<p>3. 由於操作水壓小，PCCP 管材建議納入考慮。</p>	<p>3. 謝謝指教，將 PCCP 管材納入與 DIP、SP(鋼管)管材做綜合評估比較，而該管路未來將作為鯉魚潭第二原水管輸水路，其水壓較大，建議仍採用鋼管較佳。</p>
<p>4. 調節池蓄水量僅約 4.6 萬噸，容量甚小，將來需要清砂的頻率可能很高，有無可能設置退水路？其對策如何？</p>	<p>4. 配水池為增加容量已增加新方案進行評估，修正後已於調節池增設退水路及囚砂溝，退水路將可排入下游牛稠坑溪。</p>

審查意見	辦理情形
蔡委員奇成	
<p>會議名稱：審查「大甲溪輸水管-非隧道段之進水口、明挖覆蓋段及調節池工程規劃與圖說」報告</p> <p>開會日期：96年01月03日</p>	
<p>1. 管路、隧道轉折處該以較大圓弧為之，調節池儘可能放大，而且要設放水路（包括排砂）排氣閘應再檢討。</p>	<p>1. 修正後已於調節池增設退水路及囚砂溝，調節池礙於現地高程過大之因素，目前設置已做最大開發，其管路轉折處將以大半徑弧線修正之。</p>
<p>會議名稱：審查「大甲溪輸水管工程規劃」專題報告</p> <p>開會日期：96年03月03日</p>	
<p>2. 配水池贊同所建議之方案。惟是否可改變為圓形？及縮小容量？</p>	<p>2. 配水池位置受制於現有道路，並無移動空間。縮小容量會減少應變容量及應變時間，不利現場操作。</p>
蘇委員炳勳	
<p>會議名稱：審查「大甲溪輸水管-非隧道段之進水口、明挖覆蓋段及調節池工程規劃與圖說」報告</p> <p>開會日期：96年01月03日</p>	
<p>1. P3-40，本計畫為系統工程，系統內每項設施均涉及水源水量與水源濃濁度問題，故每項設施對於不同水源狀況欲達成之量與質之目標應訂定，以為設計與操作運轉之依據。依此原則(P3-41)透水堤滲透係數訂為 10-3m/sec 是否合宜，應從原水粒徑，透水堤可佈置範圍，探討功能、維護、經濟等可行性。</p>	<p>1. 關於水源水量與水源濃濁度操作運轉原則將列於下一階段之工作項目。至於透水堤滲透係數訂為 10-3m/sec 既有材料最大透水係數，僅作為最大透水量評估，評估結果透水量遠小於需求，故施作透水堤方案並不適宜。。</p>
<p>2. 隧道出口之調節池，亦為穩壓配水池，相關安全洩水口及排泥設施均應一併考量。</p>	<p>2. 遵照辦理，配水池已增設退水路及囚砂溝。</p>
黃委員添坤	
<p>會議名稱：審查「大甲溪輸水管-非隧道段之進水口、明挖覆蓋段及調節池工程規劃與圖說」報告</p> <p>開會日期：96年01月03日</p>	
<p>1. P3-49 地震總積力 0.199W，而在 P5-5 則依 DBE 為 0.24W，如何取捨，請統一說明。另外本區位於地層錯動帶，工程結構物宜考慮耐震設計。</p>	<p>1. 目前為規劃階段，因此採用「建築技術規範」規定該區域為地震甲區，故地震係數採用 0.33g。</p>
<p>2. 依鑽探資料，進口段及出口段表主震波速 400-800m/sec 地質情況尚可。</p>	<p>2. 謝謝指導。</p>

審查意見	辦理情形
3.施工圖堰及後續導流堤之設置方式及施作內容是否合適，請再檢討。外端混凝土塊如何於洪水來臨時加以固定，宜加考慮，而內端填土及蛇籠也可能會流失。	3.重新檢討擬定取水工方案進行評估。
4.隧道於斷層帶附近，如位於較深處則大規模錯動機會較少，則宜考慮地震造成之危害，並預先加以防制。	4.本隧道共通過三條斷層線，就斷層深度而言，本隧道均位於地表淺部，將參考其他通過斷層之隧道工程實例研擬因應之道。
許委員少華	
<p>會議名稱：審查「大甲溪輸水管-非隧道段之進水口、明挖覆蓋段及調節池工程規劃與圖說」報告</p> <p>開會日期：96年01月03日</p>	
1.石岡壩內的取水塔外圍有一導流堤，可能會造成堤口的淤積。	1.重新檢討擬定取水工方案進行評估。
2.輸水隧道內的沈砂空間僅18m，是否曾評估淤積的量與粒徑級配 ϕ 0.2mm以上是否皆可淤下。	2.重新檢討擬定取水工方案進行評估。
3.進入輸水隧道內的泥沙量與級配是否會在隧道中淤積？是否有計算過？	3.隧道內流速1.64m/s，泥砂並不會沈積於隧道內。
4.不知隧道內是滿管流抑明渠流？若是滿管流，是否適當地點需有排氣孔道，因上游入口會有捲氣，且空氣壓力也會阻水。	4.本規劃案之隧道段為明渠流。
5.取水工是否可分層取水，上層清水交由淨水廠處理供自來水使用，下層渾水直接提供農業用水即可。	5.因可取水深最大僅4公尺，效應不明顯，故未採分層取水。
<p>會議名稱：審查「大甲溪輸水管工程規劃」專題報告</p> <p>開會日期：96年03月03日</p>	
6.贊成吳委員憲雄的建議，即輸水隧道之斷面，採用圓形來代替馬蹄形，若小流量的機會很多的話，因濕周較小，流速可較大，沙較不會淤積，但此僅是多種考量觀點其中之一。	6.隧道斷面形式施工較不易，而就水理分析成果，馬蹄形與圓形差異不大，建議仍採用馬蹄形斷面。

審查內容：大甲溪輸水路—摘錄路線評選

審查意見	辦理情形
黃委員金山	
會議名稱：審查「大甲溪輸水管工程規劃」專題報告	
開會日期：96年03月03日	
1. 第二案原則上 OK，管材雖暫不考慮 PCCP，但因其仍有優點報告中應建議水利局儘速訂定其設計、製造及埋設等之廠商規範以利遵循。隧道斷面可考慮圓型斷面以利低流量時維持較深之流速以使管內不淤。	1. 隧道斷面形式施工較不易，而就水理分析成果，馬蹄形與圓形差異不大，建議仍採用馬蹄形斷面。管材 Pccp 因尚有疑慮暫時不考慮採用。
吳委員憲雄	
會議名稱：審查「大甲溪輸水管-非隧道段之進水口、明挖覆蓋段及調節池工程規劃與圖說」報告	
開會日期：96年01月03日	
1. 關於管路規劃，建議改為二條 2000mm 管，農業及自來水共用。中間並應設一至二處聯通路管。	1. 為免公共與農業用水操作營運之紛爭，因此建議採專管專用，並於前後端連接以作為緊急調度之用。本段輸水路長僅 1500 公尺，故中間無須施設聯通路管。
會議名稱：審查「大甲溪輸水管工程規劃」專題報告	
開會日期：96年03月03日	
2. 在取水工、水路等之佈設、基設，上次會議中似已有討論，另隧道斷面建議採圓形斷面，有利於不良地質及水理與少水輸送之水理條件。又本計畫在石岡壩全開時，水濁度甚高，有無取水之可能，故宜考量以水庫取水方式為原則。	2. 隧道斷面形式施工較不易，而就水理分析成果，馬蹄形與圓形差異不大，建議仍採用馬蹄形斷面。
簡委員俊彥	
會議名稱：審查「大甲溪輸水管工程規劃」專題報告	
開會日期：96年03月03日	
1. 輸水方案之雙管案，其使用頻率及經濟價值尚需求証，是否再加檢討。另是否可考量二根各約 2300mm 之輸水管，一為單向設計，一為雙向設計。	1. 遵照辦理，詳第 3-5-2 及 4-5 節。

審查意見	辦理情形
蔡委員奇成	
會議名稱：審查「大甲溪輸水管-非隧道段之進水口、明挖覆蓋段及調節池工程規劃與圖說」報告	
開會日期：96年01月03日	
1.輸水隧道下游端跨越(垂直)二斷層線之確實地點，破碎情況，湧水情形，請予調查清楚，並提對策與工法為宜。	1.已針對隧道沿線通過之斷層構造分佈及特性辦理地表地質詳查、震測及鑽探工作，將依調查結果選擇適當工法以為因應。
會議名稱：審查「大甲溪輸水管工程規劃」專題報告	
開會日期：96年03月03日	
2.輸水管下淤部份，因第二原水管(鯉魚潭)之輸水量為 110 萬 CMD。為利用頻度之提高， $\phi 3000\text{mm}$ 是否可改小？使兩管接近相同？當然一管為專管(公共)，一管為雙向管。	2.遵照辦理，重新分析最佳管徑詳 3-5-2 節。
蘇委員炳勳	
會議名稱：審查「大甲溪輸水管工程規劃」專題報告	
開會日期：96年03月03日	
1.P4-4，欲突破 1K+668m 處地形控制，最佳工程手段如何，深度與工程經費及需求功能比較最佳方案如何？	1.計畫取水其能量高將可通過該位置，並未造成瓶頸，因此仍建議維持原規劃。
黃委員添坤	
會議名稱：審查「大甲溪輸水管工程規劃」專題報告	
開會日期：96年03月03日	
1.地質鑽探結果，鄰近位置岩盤之單壓強度 q_u ，三軸強度(ϕ, c)及弱面直剪強度(ϕ, c)彼此間應有相互關連性，不可能差異很大。	1.岩力試驗結果部分為誤植，另部分差異過大者已檢討及修正。
2.隧道工程方面，以 NATM 工法施作，採用 Terzaghi 分類不甚理想，支撐內室 H 型重量太低，監測儀器於混凝土內宜採壓力鈹及接觸部分也採壓力鈹型式，仰拱閉合採噴凝土即可，不必用 H 型鋼支撐。	2. (1)第 4-4 節已依新奧工法修正岩體分類及隧道支撐系統。 (2)H 型支保係誤植為桁型鋼支保之重量，已修正。 (3)監測儀器已修正為壓力鈹型式，並布置於岩盤與噴凝土間之界面。 (4)仰拱已修正為以噴凝土閉合。

審查意見	辦理情形
3.隧道斷面若採 NATM 施工而非 TBM，其型式以馬蹄型合宜。	3.敬悉。
4.邊坡加設預力鋼鍵量測。	4. 本輸水隧道出口及二座橫坑之洞口等三處邊坡均無不安定之疑慮，僅隧道入口座落於順向坡上，未來施工時若開挖其坡腳恐有滑動之虞，惟隧道入口依規劃構想將於隧道完成後配合進水口工程而全部予以回填，故僅需考慮其於施工期間之安定性。因隧道入口於頂拱以上之岩盤厚度僅約 7 公尺左右，再往上則為厚約 20 公尺之台地堆積礫石層，因此就岩盤部分之安定性而言，可考慮採用岩栓加固及設置傾斜儀或伸張儀等監測儀器以確保其於施工期間之安定性，至於台地堆積層之部分則採 1：2 之坡度使坡面保持穩定。
費委員立沅	
會議名稱：審查「大甲溪輸水管工程規劃」專題報告	
開會日期：96 年 03 月 03 日	
1.P2-30，表 2-5-1 引水工程各方案詳細評比表之「地質地形」部分，由於引水管路經過處可能遭遇數條活動斷層，所以建議評比之給分以 2 或 3 分可能較為合宜。	1.左列各項意見所引用報告皆為本計畫第二年度之「鯉魚潭第二原水管輸水路線評估與選定報告」，因該引水路之隧道段沿線無地質構造線通過，僅明挖覆蓋段通過三義斷層及屯子腳斷層，對於施工及維修方面並未構成嚴重影響，因此給予較高之評分。
2.P2-16，屯子腳斷層內容敘及「最後止於…，為三義斷層所截切」。由於三義斷層與屯子腳斷層間的接觸關係目前尚未釐清，因此建議文字修改為『最後止於…，與三義斷層相接觸』。	2.遵照辦理。

審查意見	辦理情形
<p>3. 依據近年對於臺灣地區活動斷層之研究，在本計畫論及斷層影響時，建議注意：(1)斷層活動的一側(逆斷層的升側)對於結構物的影響比相對靜止的另一側(逆斷層的降側)在程度上會大很多。(2)一條斷層如果被撕裂斷層截開時，兩側斷層的性質可能會有很大差異，因此不一定適合將兩條看似被切開的斷層線直接連接起來。例如報告中提到的屯子腳斷層與枕頭山斷層，依據前述想法，兩者間極可能有東西向的斷層，當然目前可能很難找到直接的證據加以證明。</p>	<p>3. 已將枕頭山斷層之敘述修正於「鯉魚潭第二原水管輸水路線評估與選定報告」。</p>
<p>4. 本報告中由參考過去文獻所繪出的三義斷層在地表出現的位置(圖 2-3-1 與圖 2-3-2)似乎不相同，請設法在未來的調查工作中加以討論。</p>	<p>4. 「鯉魚潭第二原水管輸水路線評估與選定報告」圖 2-3-1 所示斷層位置係依據中央地質調查所之資料，圖 2-3-2 則為大甲溪北岸之三義斷層露頭照片，本計畫將依鯉魚潭第二原水管路線之評選結果進行必要之斷層調查與評估。</p>
<p>5. 本所近來對於大安溪與大甲溪間的斷層問題有一些新的調查資料，提供給本計畫參考(兩篇將於本年度地球科學年會發表的文章)。另外，如果有需要的話，本計畫之鑽井或地物探勘工作之規劃，本所構造地質組可以提出建議，成果預期對於雙方都會有所幫助。</p>	<p>5. 敬悉。</p>

審查內容：鯉魚潭水庫第二原水管—摘錄路線評選

審查意見	辦理情形
黃委員金山	
會議名稱：「鯉魚潭水庫第二原水管路線評估與選定」	
開會日期：96年04月02日	
1.為何6.8公里的單純埋管需22億的經費，南化水庫至高屏溪攔河堰共53公里，又有二座的減壓池，扣除水公司的9公里，管長仍有44公里，約為6.7倍，花了50多億元，建議將兩者之估價逐項加以比較。如以6.8公里，22億元，1公里約為3億元，南化案為1.2億元/公里，何故，請分析之。	1.南化案採PCCP管材，故經費較低，而本計畫採SP管材，且計畫中有過河段及隧道段，故所需經費較高。
2.於客觀分析之後，如B案確屬Cost較低，對於工期較長請檢討克服，縮短工期。	2.經檢討分析，仍採方案B，工期亦能符合要求。
林委員火木	
會議名稱：「鯉魚潭水庫第二原水管路線評估與選定」	
開會日期：96年04月02日	
1.本計畫之範圍內斷層密佈，原水管線之選擇應儘可能避開斷層帶(尤其第一類活動斷層)為原則。	1.遵照辦理。
2.本案認同B案即隧道案，惟所佈置之路線建議出枕頭山後沿大安溪右岸下至，大安溪公館堤防中段再行左轉再接原佈置之線路，如此可避開屯子腳斷層及公館堤防上游段后里地區遺址之干擾。	2.遵照辦理，已配合修正方案B路線。
3.三義鄉鯉魚潭地區民情繁雜，民意強悍對於用地及施工配合度不佳，過去興建鯉魚潭水庫時，即干擾甚多，建議特殊考量，以擇定方案。	3.方案B較無此顧慮。
4.地層因素建請列入方案評估之要項	4.請詳路線地質、地形章節中說明。
5.隧道段為壓力管線之維持，建請可考量參酌以寶山第二水庫之連道管設計模式辦理。	5.感謝委員指導，列入後續評估。
6.P3與P13各分佈斷層名稱不一，建請核正。	6.已修正一致。

審查意見	辦理情形
簡委員俊彥	
會議名稱：「鯉魚潭水庫第二原水管路線評估與選定」	
開會日期：96年04月02日	
1.表 3-3-2 及表 3-3-3，方案 A、B 誤植，請更正。	1.已修正。
2.方案 B 每個評估項目都佔優勢，應較佳。	2.感謝委員指導。
3.表 4-1-1 方案評比表稍嫌簡略。例如：環境衝擊及用地處理二項似可多說明一點。直接工程費與表 3-3-4 及表 3-3-5 不符。沿新山線鐵路佈置，用地有無困難。	3.感謝委員指導，表已修正一致，新山線鐵路佈置用地問題已函文台灣鐵路局，列入後續評估。
4.第 9 行 255.0(m)是否為 265.0(m)之誤，請核對。	4.255m 為最終鯉魚潭給水廠高程，265m 為輸水路線局部高程，故為控制高程。
5.水庫水位低於 281.82m 則無法重力送水，其發生機率有多少。	5.經檢討，發生機率僅 16%水庫水位低於 281.82m，並非無法重力送水而是輸送水量減少。
蘇委員炳勳	
會議名稱：「鯉魚潭水庫第二原水管路線評估與選定」	
開會日期：96年04月02日	
1.因應現今社會環境工程技術純熟，環境單純與百姓生活環境干擾最少，需優先採用，故本計畫建議採用 B 案為佳。	1.感謝委員指導。
2.隧道進出口確定位置請依地形、地質，周邊環境施工交通動線洞口施工佈置等等因素評估定之。	2.感謝委員指導，列入後續評估。
3.水管橋橋型式與造型請規劃幾種方案與甲方討論決定。	3.感謝委員指導，列入後續評估。
4.請依據大甲大安溪聯合運合水源調配原則研訂鯉魚潭第二與第一原水管操作運轉基準，以為後續規劃設計之依據。	4.遵照辦理，擬於工程規劃階段再行辦理。
5.鯉魚潭水庫水位低於 281.82 公尺時，第二原水管是否有必要比照第一原水管加壓，如不加壓影響正常供水為何，應變方案為何，應事先評估。	5.經檢討，僅有 16%機率會發生水庫水位低於 281.82m，並非無法重力送水而是輸送水量減少，本計畫應毋需施設加壓設備。
6.路線與后里圳銜接問題應一併研議。	6.感謝委員指導。
黃委員添坤	
會議名稱：「鯉魚潭水庫第二原水管路線評估與選定」	
開會日期：96年04月02日	

審查意見	辦理情形
1.原則同意方案 B 隧道方案，在跨越大安溪段應就施工阻礙少、斷層影響小之情況加以考慮，另應將斷層位置明確標示以便與路線加以比較檢討。	1.遵照辦理。
2.隧道設計是否可於壓力鋼管適度位置，安裝量測儀器，以瞭解以內部壓力是否與原其估計相近。	2.感謝委員指導，擬於工程規劃階段列入考量。
3.路線後段部分與新山線鄰近部分，應調查新山線鐵路橋墩之基礎型式為何？是否應徵詢鐵路局同意。	3.已函文徵詢鐵路局。
4.原專題報告內容方案一至五，方案 A、B 部分有誤。	4.已修正。