經濟部

MOEAWRA1000174

# 高屏溪伏流水及傍河取水先期調查試驗

# The Preliminary investigation and tests of interflow resources and riverbank water intake works evaluation near the Kaoping River.

主辦機關：經濟部水利署南區水資源局

執行單位：達西工程顧問股份有限公司

中華民國 101 年 4 月

# 高屏溪伏流水及傍河取水先期調查試驗

The Preliminary investigation and tests of interflow resources and riverbank water intake works evaluation near the Kaoping River.

主辦機關：經濟部水利署南區水資源局

執行單位：達西工程顧問股份有限公司

中華民國 101 年 4 月

# 摘　要

為穩定高屏地區水資源之供應，擬於高屏溪河岸採用傍河取用伏流水方式作為備援用水，以增加用水調度之應變能力。本計畫工作內容主要包括：高屏溪沿岸伏流水開發適當位置評估、現場水文地質調查、試驗地點水源潛能量評估以及取水開發技術及可行性探討。

本計畫選定位於高屏溪右岸斜張橋下游約2.9公里處之興田地區為適合取用伏流水之地點，後續並進行相關現場調查試驗工作，包括：地質鑽探、地電阻探測、抽水試驗、微水試驗等。經現場調查試驗結果顯示，興田地區之地質條件與含水層透水性能佳，極適合取用伏流水源。另依據地下水模式模擬，於本區域全年取水 10 萬噸/日之條件下，距離水源開發區 1 公里外的地下水位影響甚微，因此於興田地區開發伏流水極具可行性。經本計畫分析，伏流水取水技術以集水暗渠及輻射井作為取水方式較具可行，並已完成相關工程規劃以及工程經費之估算；就工程經費與集水管安全性而言，輻射井工程經費較經濟且透水集水管較深相對較為安全，具有其優勢性，於國外已推廣多年且有相當多之成功案例，因此本計畫建議未來興田地區伏流水源開發計畫採用輻射井方式施作。在原水成本分析方面，每年供水六個月之原水成本為10.65元/噸;每年供水二個月之原水成本為31.94元/噸；若每年供水一個月之原水成本為 63.88 元/噸。由於本計畫伏流水之

開發係定位為備援系統，以目前之需求，年供水六個月的情況下，興田輻射井原水成本為 10.65 元/噸，可作為高屏地區一旦豐水期間缺水時之備援功能，就其功能性、政經面與社會層面而言，興田地區伏流水源之開發工程值得推動。

***關鍵字：*** **伏流水、傍河取水**

# Abstract

For the purpose of the stability supply for water resources in Kaohsiung Region, the riverbank filtration as water intake works nearby the Kaoping River is to be accessed and acted as backup and supplement water resources to increase the reaction capacity of the water allocations. The work contents of this project includes: assessment of the sites for interflow water resources intake works, on-site hydrogeological investigation, assessment of the potential water resources capacity on the test site and feasibility study of the technology for water resources development.

The test site is located the right bank of the Kaoping River named as Hsin-Tien , which is approximately 2.9 kilometers downstream form the 3rd Freeway over river bridge. it is a suitable location for development interflow water resources, and becomes a follow-up field investigation site. The experimental works includes as geological drilling, resistance detection of strata, pumping test, slug test. The result of the field investigations shows that the Hsin-Tien area of geological conditions and the permeability of the aquifer are suitable for development interflow water resources. Based on groundwater model simulations, the development of 100,000 CMD interflow water resources for six months each year, it is slight impact to groundwater level fluctuation for the environment on the surrounding area of Hsin-Tien. The development of the interflow water resources of this site is very feasible. The technologies of intake works for interflow water resources near the river are selected for the collected infiltration pipe and the radial collector well after evaluation of this project, and has been completed the project planning and funding estimates, as the project funding and pipe security aspect, the technology of radial collector well is less funding for well engineering and set of pipes deep is relatively safe during operation, and there is quite a lot of success projects and promote at abroad for many years. As the reasons mention above, this project proposes the radial collector well water intake is suitable for the development of interflow water resources of Hsin-Tien area. Because the development of interflow water resources is positioned as a backup and supplement system. From analysis of the cost of raw water, it is estimated of 10.65 NTD/ton for the situation of water supply of six months per year,

31.94 NTD/ton for the situation of two months per year , and 63.88 NTD/ton for the situation of one month per year at Hsin-Tien area respectively. Acting as the function of a backup system, once water shortage during rainy season of Kaoping area it is worth pursuing for the development of interflow water resources in this area on the aspects of political, economic and the social level.

***Key words*：interflow water resources, riverbank water intake works.**

# 結論與建議

## 一、結論

(一)依據本計畫資料蒐集調查結果，目前於高屏溪沿岸主要取水單位總共有 15 處,其中集取伏流水之設施主要有 4 處(不含高屏堰上游海軍大泉營區之輻射井)，分別為竹寮、九曲堂、會結、昭明取水站，該 4 站之現況取水總量約為 6.8 萬 CMD。

(二)依據 2010 年自來水公司於大高雄地區之取水營運記錄，若不考慮南化聯通管之原水及清水支援量，2010 年之總取水量約為 9 億噸,其中於高屏溪沿岸汲取地面水之汲取量約 8.1 億噸/年，佔總體取水量之 90%，集取伏流水源總共約 2,515 萬噸/年，佔總體取水量之 2.8%，抽取地下水總共約 6,574 萬噸/年，佔總體取水量之 7.2%。

(三)依據現場地質鑽探以及地電阻探測結果，試驗場址之地表下 30m 內並無較厚且連續性佳之黏土層，屬於出水性佳之含水層。

(四)抽水試驗分析結果，試驗場址之透水係數平均約為 $4.65\times10^{-4}$ m/sec，自由含水層之比出水量($S_y$ 值)為 0.238。微水試驗分析結果，試驗場址之 K 值平均為 $3.22\times10^{-4}$ m /sec，屬於良好之含水層。

(五)本計畫高屏溪河段每年 5 月下旬至 6 月上旬間，地下水位有逐漸上升之趨勢，至 10 月份開始下降，河川水位受雨量影響之立即反應很大,地下水位則呈緩慢上升或下降,整體而言 7、8 月份至 12 月份間地下水位高於河川水位，其他月份則呈河川水位高於地下水位之情況。

(六)依據試驗場址地下水位觀測結果顯示，2011 年 8 月上旬至 2012 年 3 月中旬地下水高程約在 22m~24m 之間，高於河川水位。地下水位變化趨勢受河川水位之影響。試驗場址北側之地下水位較高，地下水流由北向東側及東南側流向，地下水流速約為 0.66m/day，整體趨勢為流向高屏溪，因此此期間試驗場址鄰近高屏溪河段屬於得水河川，乃為地下水補注河川之情況。

(七)整體而言，本試驗場址之地下水導電度略高於灌溉水標準，懸浮固體及濁度略高於相關水質法規標準。地下水中汞(Hg )、鎘(Cd)、硒(Se) 普遍高於相關水質法規標準。除此之外，其他檢測項目皆符合相關水質法規標準。高屏溪地面水中濁度、懸浮固體、大腸桿菌、汞(Hg )、鎘(Cd)檢測值偏高，不符相關水質法規標準。

(八)同位素檢測分析結果，本區雨水補注地下水大約佔 72%，河水補注地下水約佔 28%。

(九)試驗場址 1 公里範圍內現有抽水井(扣除無抽水設備之水井)數量共有 49 口，抽水井大多以農業用水為主，口徑多為 6 英吋，井深多為 30m~50m 之間，推估總共抽水量約為 1,669CMD。

(十)本計畫就高屏溪上游之荖濃溪獅子頭圳進水口處至高屏溪出海口河段(總長度約 55 公里範圍內) ，經評選最適合傍河取用伏流水之地點為位於高屏溪 R63 斷面之興田地區。

(十一)本計畫以 MODFLOW 地下水模式先行進行模式模擬校正，於確認整體屏東平原地下水系統後，再針對高屏堰上游 6.2 公里之興田地區與自來水公司於 2006 年所規劃之「高屏溪攔河堰第二取水口工程規劃」計畫之伏流水開發方案做模擬集水後之地下水洩降分析，其模擬結果為：

1.興田地區方案係集取 10 萬 CMD 伏流水，經模擬評估後可知，集水設施位置之平均水位降深枯、豐水期為 5.31m 及 4.42m，而枯水期距離集水設施外 200m 之水位降深以東側(高屏溪測)最大(3.2m) ，西側(興田聚落) 距離集水設施外 200m 之水位降深為 2.59m，南北向則各為 1.85m 與 1.26m。而距離水源開發區外之東西南北向外 1 公里，其水位降深之影響則甚微。此外，豐水期(8 月份)之水位降深則因受雨量入滲補注之影響，其水位降深則比枯水期小。由模擬結果可知，於興田地區開發 10 萬 CMD 之伏流水方案，除主集水管水位降深較大外，對開發區外之鄰近區域之地下水環境影響應不大。

2.模擬「第二取水口工程」集取 50 萬 CMD 伏流水方案，於輻射井取水設施位置之平均水位降深枯、豐水期分別達 13.28m 及 9.67m，而枯水期距離集水設施外 1000m 之水位降深以西側最大(7.38m) ，東側距離集水設施外 1 公里之水位降深尚達 4.86m，南北向則各為 0.3m 與 0.36m。而距離水源開發區外之東西南北向外 5km，其水位降深之影響則甚微。此外，豐水期(8 月份)之水位降深則因受雨量入滲補注之影響，其水位降深則比枯水期小。但由模擬結果可知，西側距離集水設施外 1000m 之水位降深尚達 6.35m，南北向則各為 0.1m 與 0.16m。相較於興田地區之 10 萬 CMD 水源開發，「第二取水口工程」50 萬 CMD 水源開發方案，取水後對鄰近區域之地下水環境影響程度較大。

(十二)經評估於興田地區以集水管及輻射井之供水潛能量，以集水管方案欲集水 10 萬 CMD 之伏流水源，其所需佈設之集

水管長度建議採用長度 1,000m、管徑 1.2m。而輻射井方案每座集水井設置 5 根外徑 φ300mm、長 30m 之輻射井，則興田地區每座可取水 10,160CMD，依此出水量之計算，則興田地區若設置輻射井 10 座，計可出水為 101,600CMD。

(十三)經河床沖刷深度之分析，$Q_{50}$ 年沖刷深度約為 11.55m，為確保設施安全，以沖刷深度為基準再加上安全深度約 1.5m，集水管之埋設以低於主深槽下 13m 為宜。

(十四)經以集水暗管及輻射井技術之工程經費分析結果，興田地區伏流水開發工程集水暗管方案約為 15.06 億元，輻射井方案約為 11.08 億元。

(十五)由於本計畫為備援系統之特性，為利單位原水成本之分析，故供水量之考量分為全年供水及豐水期備援供水二種，而豐水期備援供水又細分為每年供水六個月、二個月、一個月等三種。以集水暗管方案而言，若全年供水之原水成本為 8.59 元/噸；每年供水六個月之原水成本為 14.60 元/噸；每年供水二個月之原水成本為 43.81 元/噸；若每年供水一個月之原水成本為 87.62 元/噸。以輻射井方案而言，全年供水之原水成本為 6.26 元/噸；每年供水六個月之原水成本為 10.65 元/噸；每年供水二個月之原水成本為 31.94 元/噸；若每年供水一個月之原水成本為 63.88 元/噸。由分析結果顯示，輻射井工程費用較集水暗管低，故建議本計畫之伏流水工程採用輻射井方案施作。本計畫為備援系統，以目前之需求年供水六個月之情況，興田輻射井原水成本為 10.65 元/噸，可作為高屏地區一旦豐水期缺水時之備援功能，就功能性、政經面及社會面而言，本計畫可值得推動開發。

## 二、建議

(一)水質檢測結果，部分項目不符相關水質法規標準，建議於後續相關計畫中持續檢測，以了解其水質變化或追蹤其可能來源。

(二)建議未來針對興田地區建置地面水、伏流水、地下水自動監測系統，以建立本區長期水位變化資料。

(三)伏流水計畫之施工技術攸關本計畫之成敗，為使未來投入大型取水工程建置前，能夠掌握現場實際集水量能以及設施運作情形，俾作為後續相關設計之依據，藉由現地模場試驗可對場址出水情況有更進一步之具體掌握。爰此，建議於興田地區以及

鄰近高屏堰之大泉營區附近設置伏流水取水模場，藉由模場試驗與操作運轉，以驗證豐枯水期高屏溪畔伏流水出水性能。

(四)伏流水開發之輻射井及集水管技術，因輻射井係以每座集水後再集中泵抽送水，以本計畫分析結果為例，10 萬 CMD 至少需設置 10 座輻射井，相較於設置一條集水管方案，其優勢為可分散萬一遭損壞之出水風險，且輻射井技術可埋設於離河床較深之距離，亦可減低動床沖刷之風險，建議以輻射井方案推動伏流水源之開發。

# 目錄

摘　要.....I
Abstract.....III
結論與建議.....V
目錄.....IX
圖目錄.....XII
表目錄.....XVII
第一章 前言.....1-1
1.1 工作範圍.....1-1
1.2 工作內容.....1-2
第二章 基本資料蒐集分析.....2-1
2.1 氣象.....2-1
2.2 地表水文.....2-3
2.3 地表水質.....2-10
2.4 水文地質.....2-14
2.5 地下水位及流向.....2-21
2.6 地下水質.....2-30
2.7 傍河取水技術資料蒐集.....2-36
第三章 高屏溪沿岸現況伏流水開發及設施調查.....3-1
3.1 高屏溪水資源利用現況.....3-1
3.1.1 民生及工業用水取水概況.....3-1
3.1.2 水資源設施現況.....3-5
3.2 高屏溪沿岸伏流水開發現況分析.....3-18
3.3 高屏溪沿岸傍河取水既有設施檢討.....3-28
3.4 高屏溪沿岸相關伏流水調查計畫成果彙整分析.....3-30
第四章　傍河取水適合地點評估.....4-1

4.1 適合地點勘查及記錄.....4-1
4.2 評估選定傍河取水試驗地點.....4-18
4.3 傍河取水模場試驗地點建議.....4-26
第五章 現場調查計畫.....5-1
5.1 現場地質鑽探.....5-1
5.2 地電阻探測分析.....5-9
5.3 試驗場址地下水位及流向、流速.....5-21
5.4 地面水及地下水位之關係.....5-31
5.5 試驗場址地面水質及地下水質.....5-38
5.6 同位素水質採樣分析.....5-49
5.7 抽水試驗及分析.....5-57
5.8 微水試驗及分析.....5-72
5.9 觀測井保護措施及水位計安裝.....5-76
5.10 試驗地點 1 公里範圍內民井調查.....5-76
5.11 井位座標及高程、工程佈置範圍地形測量.....5-81
第六章 模式模擬分析及水源潛能量評估.....6-1
6.1 地下水流模式模擬分析.....6-1
6.1.1 地下水流模式建立.....6-1
6.1.2 伏流水開發方案對地下水之影響分析.....6-11
6.2 集水管及輻射井供水潛能量評估.....6-21
第七章 檢討評估開發伏流水之可行性及經濟性.....7-1
7.1 試驗地點開發伏流水之可行性評估.....7-1
7.1.1 河床沖刷深度分析.....7-1
7.1.2 工程佈置方案規劃.....7-5
7.1.3 施工方式說明.....7-9
7.1.4 集水方式規劃.....7-19
7.1.5 輸水路線規劃.....7-23

7.1.6 維護管理計畫建議 ..... 7-25
7.2 開發伏流水之經濟性分析 ..... 7-29
7.2.1 工程計畫內容 ..... 7-29
7.2.2 工程經費估算 ..... 7-35
7.2.3 單位原水成本分析 ..... 7-46
參考文獻 ..... R-1
附錄一工作執行計畫書暨期初簡報審查會會議記錄及意見回覆表 ..... 附 1-1
附錄二第一次期中審查會會議記錄及意見回覆表 ..... 附 2-1
附錄三第二次期中審查會會議記錄及意見回覆表 ..... 附 3-1
附錄四高屏溪沿岸主要取水單位訪談記錄表 ..... 附 4-1
附錄五取水單位訪談紀錄表 ..... 附 5-1
附錄六高屏溪沿岸各伏流水取水站相關圖面 ..... 附 6-1
附錄七地質鑽探及一般物理性試驗報告 ..... 附 7-1
附錄八微水試驗分析結果 ..... 附 8-1
附錄九水井調查紀錄 ..... 附 9-1
附錄十試驗場址 2 公頃地形圖 ..... 附 10-1
附錄十一測量作業記錄表 ..... 附 11-1
附錄十二校正水位圖 ..... 附 12-1

# 圖目錄

圖 1.1-1 本計畫範圍圖 .....1-2
圖 2.2-1 高屏溪流域各水系流量站歷年月平均日流量曲線.....2-5
圖 2.2-2 里嶺大橋流量站歷年流量統計圖(1991~2010 年).....2-6
圖 2.2-3 高屏溪攔河堰入流量日流量延時曲線圖 .....2-7
圖 2.2-4 高屏溪流域年平均等雨量線圖 .....2-9
圖 2.3-1 里嶺大橋河川污染指標(RPI)百分比統計圖 .....2-13
圖 2.3-2 萬大大橋河川污染指標(RPI)百分比統計圖 .....2-13
圖 2.4-1 屏東平原水文地質柵狀圖 .....2-15
圖 2.4-2 屏東平原地下水觀測井分佈圖 .....2-18
圖 2.4-3 屏東平原地質調查剖面之概念化圖 .....2-19
圖 2.4-4 屏東平原水文地質剖面圖 .....2-20
圖 2.5-1 高屏溪流域水利署地下水觀測井位置分佈圖.....2-22
圖 2.5-2 高屏溪流域地下水觀測井月平均地下水位變化趨勢(2008~2010 年).....2-25
圖 2.5-3 屏東平原 1960 年 12 月等水位線圖 .....2-26
圖 2.5-4 屏東平原 1968 年 5 月等水位線圖 .....2-27
圖 2.5-5 屏東平原 1999 年及 2007 年豐枯水期地下水等水位線圖.....2-28
圖 2.5-6 屏東平原 2008 年 4 月份及 8 月份地下水等水位線圖.....2-29
圖 2.6-1 高屏溪上、中、下游沿岸鄰近地下水質監測井位置圖.....2-31
圖 2.7-1 伏流水帶示意圖 .....2-36
圖 2.7-2 集水廊道(暗渠)示意圖 .....2-40
圖 2.7-3 雲林縣林內鄉濁水溪畔寬口井照片 .....2-42
圖 2.7-4 日本農業及公共用水集水暗渠佈置圖.....2-43
圖 2.7-5 德國杜塞爾多夫 Flehe 水廠伏流水集水設施平面配置圖.....2-44
圖 2.7-6 德國杜塞爾多夫 Flehe 水廠伏流水集水設施照片 .....2-45
圖 2.7-7 一般輻射井構造圖及施工出水照片 .....2-47
圖 2.7-8 輻射井之示意圖 .....2-47

圖 2.7-9 路易斯威爾水廠第一階段伏流水工程示意圖.....2-48
圖 2.7-10 路易斯威爾水廠第二階段伏流水工程位置圖.....2-48
圖 2.7-11 河岸滲濾過程示意圖.....2-50
圖 2.7-12 河岸滲濾過程中溶氧、硝酸鹽、錳及溶解性有機碳的變化.....2-50
圖 3.1.1-1 大高雄地區供水系統圖.....3-3
圖 3.1.1-2 大高雄地區供水管網分佈圖.....3-4
圖 3.1.1-3 南化高屏聯通管路線圖.....3-6
圖 3.1.2-1 高屏溪沿岸水資源開發設施位置分佈圖.....3-9
圖 3.1.2-2 高屏溪流域沿岸水資源開發現況照片(1/2).....3-16
圖 2.1.2-2 高屏溪流域沿岸水資源開發現況照片(2/2).....3-17
圖 3.2-1 竹寮取水站集水管工程示意圖.....3-26
圖 3.2-2 翁公園取水站集水管工程示意圖.....3-27
圖 3.4-1 集水廊道工程平面佈置圖.....3-38
圖 3.4-2 高屏堰第二取水口工程方案六平面配置圖.....3-41
圖 3.4-3 高屏堰第二取水口工程方案六剖面圖.....3-41
圖 3.4-4 高屏堰第二取水口工程方案七平面配置圖.....3-43
圖 3.4-5 高屏堰第二取水口工程方案七平、剖面圖.....3-43
圖 4-1 本計畫開發場址評估流程.....4-1
圖 4.1-1 高屏溪各河段示意圖.....4-3
圖 4.1-2 伏流水開發初步篩選各適合位置圖.....4-6
圖 4.1-3 里嶺大橋至高屏堰段伏流水開發基地可能位置圖.....4-7
圖 4.1-4 佛光山地區基地位址與現勘照片圖.....4-9
圖 4.1-5 興田地區基地位址與現勘照片圖.....4-10
圖 4.1-6 溪埔地區基地位址與現勘照片圖.....4-12
圖 4.1-7 朧祥公園基地位址與現勘照片圖.....4-13
圖 4.1-7 朧祥公園基地位址與現勘照片圖.....4-15
圖 4.1-8 里港地區基地位址、現勘照片與鑽探資料圖.....4-16
圖 4.1-9 高美地區河段位址與現勘照片圖.....4-17
圖 4.2-1 溪埔站地下水位上游屏東平原水文地質剖面圖.....4-24

圖 4.2-2 溪埔站水文地質探井圖 ..... 4-25
圖 4.3-1 海軍大泉營區位置圖 ..... 4-27
圖 4.3-2 大泉營區位置細部圖 ..... 4-28
圖 4.3-3 大泉營區伏流水設施平面圖 ..... 4-29
圖 4.3-4 大泉營區伏流水設施照片圖 ..... 4-30
圖 4.3-6 大泉營區附近之伏流水試驗模場建議位置圖 ..... 4-32
圖 4.3-5 大泉營區伏流水設施鄰近設置 3 口抽水井之地質剖面圖(2011 年) ..... 4-33
圖 5.1-1 本計畫地質鑽探鑽孔及相關試驗調查配置圖 ..... 5-2
圖 5.1-2 本計畫地質調查鑽探工作現場照片 ..... 5-3
圖 5.1-3 試驗場址鑽孔地質剖面圖 ..... 5-4
圖 5.2-1 試驗場址區域地質分佈圖 ..... 5-9
圖 5.2-2 地電阻法儀器施測示意圖 ..... 5-12
圖 5.2-3 為地電阻法儀器電極量測流程示意圖 ..... 5-14
圖 5.2-4 資料處理之流程圖 ..... 5-15
圖 5.2-5 測線一地電阻影像剖面圖 ..... 5-16
圖 5.2-6 測線二地電阻影像剖面圖 ..... 5-18
圖 5.2-7 DC1 一維逆推成果圖 ..... 5-18
圖 5.2-8 二維測線及一維 DC 測點施測照片 ..... 5-20
圖 5.3-1 試驗場址地下水水位歷線圖 ..... 5-22
圖 5.3-1 試驗場址地下水水位歷線圖(續) ..... 5-23
圖 5.3-2 試驗場址手動量測地下水水位歷線圖 ..... 5-23
圖 5.3-3 試驗場址地下水位流向等值圖 ..... 5-24
圖 5.3-3 試驗場址地下水位流向等值圖(續) ..... 5-25
圖 5.3-3 試驗場址地下水位流向等值圖(續) ..... 5-26
圖 5.3-4 河川水位與地下水位洪峰滯延時間觀測 ..... 5-27
圖 5.3-5 河川與地下水水位與電導度時間序列圖 ..... 5-29
圖 5.4-1 得水河川示意圖 ..... 5-31
圖 5.4-2 失水河川示意圖 ..... 5-31

圖 5.4-3 舊鐵路橋與九曲(1)站 2008 年河川與地下水水位變化情形.....5-33
圖 5.4-4 里嶺大橋與溪埔(1)站 2008 年河川與地下水水位變化情形.....5-33
圖 5.4-5 九曲(1)、溪埔(1)地下水觀測井與高屏溪鐵路橋、里嶺大橋河川水位站位置圖 .....5-34
圖 5.4-6 試驗場址地面水位及地下水位變化趨勢圖 .....5-36
圖 5.4-7 民井以及簡易式河川水位自動測站位置及照片 .....5-37
圖 5.6-1 大氣水循環過程中氧同位素分化情形(修改自 Hoefs，1987) .....5-50
圖 5.6-2 氫氧穩定同位素組成分析示意圖 .....5-51
圖 5.6-3 雨水氫氧同位素組成分佈圖 .....5-52
圖 5.6-4 地面水水體之 $\delta^{18}O$ 與 δD 分布圖 .....5-53
圖 5.6-5 地面水水體之 $\delta^{18}O$ 與 δD 分布圖 .....5-53
圖 5.6-6 地下水流線及地下水分區圖 .....5-55
圖 5.6-7 同位素 $\delta^{18}O$ 分析地下水來源示意圖(汪中和提供，2006).....5-56
圖 5.7-1 抽水井及觀測井配置圖 .....5-57
圖 5.7-2 抽水井及觀測井設置現場照片 .....5-58
圖 5.7-3 抽水井基本資料暨地層柱狀圖 .....5-59
圖 5.7-4 觀測井基本資料暨地層柱狀圖 .....5-60
圖 5.7-5 觀測井基本資料暨地層柱狀圖 .....5-61
圖 5.7-6 抽水試驗現場照片 .....5-63
圖 5.7-7(A) OW-1 觀測井 Neuman 曲線前段套配結果(Type A).....5-66
圖 5.7-7(B) OW-1 觀測井 Neuman 曲線後段套配結果(Type B).....5-67
圖 5.7-8(A) OW-2 觀測井 Neuman 曲線前段套配結果(Type A).....5-68
圖 5.7-8(B) OW-2 觀測井 Neuman 曲線後段套配結果(Type B).....5-69
圖 5.8-1 微水試驗(slug test)現場作業流程 .....5-74
圖 5.9-1 本計畫 6 口臨時水位觀測井照片 .....5-77
圖 5.10-1 高屏溪右岸興田地區水井調查位置圖 .....5-80
圖 5.11-1 一等水準點位置圖 .....5-82
圖 6.1.1-1 屏東平原地下水觀測井位置圖 .....6-3
圖 6.1.1-2 屏東平原水文地質基本架構圖 .....6-4

圖 6.1.1-3 模擬區域之網格劃分與邊界條件示意圖 .....6-7
圖 6.1.2-1 取水區域模式格網加密圖 .....6-12
圖 6.1.2-2 尚未取水之地下水等水位線模擬圖(4 月份與 8 月份) .....6-13
圖 6.1.2-3 興田地區取水 10 萬 CMD 後之地下水等水位線模擬圖(4 月份與 8 月份) .....6-14
圖 6.1.2-4「第二取水口工程」方案七之輻射井佈設圖 .....6-17
圖 6.1.2-5「第二取水口工程」方案取水 50 萬 CMD 後之地下水等水位線模擬圖(4 月份與 8 月份) .....6-18
圖 6.2-1 ”地下水手冊”伏流水建議公式相關參數圖 .....6-22
圖 6.2-2 輻井計算示意圖 .....6-24
圖 7.1.2-1 興田地區伏流水取水方案佈設 – 集水暗管(平行河川) .....7-6
圖 7.1.2-2 興田地區伏流水取水方案佈設 – 輻射井 .....7-7
圖 7.1.2-3 興田地區模場位置示意圖 .....7-8
圖 7.1.3-1 集水暗管施工流程圖 .....7-10
圖 7.1.3-2 集水暗管埋設現場施工照片 .....7-12
圖 7.1.3-3 輻射井施工流程圖 .....7-13
圖 7.1.3-4 輻射井施工照片 .....7-17
圖 7.1.3-4 輻射井施工照片(續) .....7-18
圖 7.1.4-1 骨架繞線式集水管照片 .....7-21
圖 7.1.5-1 輸水路線示意圖 .....7-24
圖 7.2.1-1 高屏溪河道第 63 號斷面圖 .....7-32
圖 7.2.1-2 興田地區集水暗管剖面示意圖 .....7-33
圖 7.2.1-3 興田地區輻射井剖面示意圖 .....7-34

# 表目錄

表 2.2-1 高屏溪流域流量站況表.....2-4
表 2.2-2 高屏溪流域各水系流量站歷年月平均日流量.....2-5
表 2.2-3 高屏溪流域雨量測站站況表.....2-8
表 2.3-1 河川污染指標(RPI)等級分類表.....2-10
表 2.3-2 里嶺大橋測站水質檢測與河川污染等級分類.....2-11
表 2.3-3 萬大大橋水質檢測與河川污染等級分類.....2-12
表 2.5-1 高屏溪流域地下水觀測井近年月平均地下水位高程資料-2008~2010(1/2).....2-23
表 2.5-1 高屏溪流域地下水觀測井近年月平均地下水位高程資料-2008~2010(2/2).....2-24
表 2.6-1 高屏溪沿岸地下水質檢測資料(一般項目)-(1/2).....2-32
表 2.6-1 高屏溪沿岸地下水質檢測資料(一般項目)-(2/2).....2-33
表 2.6-2 高屏溪沿岸地下水質檢測資料(重金屬項目)-(1/2).....2-34
表 2.6-2 高屏溪沿岸地下水質檢測資料(重金屬項目)-(2/2).....2-35
表 2.7-1 一般傍河集取伏流水設施的適用條件及經驗數據.....2-40
表 2.7-2 日本集水暗渠取水實例一覽表.....2-43
表 3.1.1-1 大高雄供水系統淨水場水源及供水區域.....3-2
表 3.1.2-1 旗山美濃里港地區地下水使用量統計表.....3-10
表 3.1.2-2 高屏溪沿岸各水資源現況開發設施權屬 1/2 (2011 年).....3-14
表 2.1.2-2 高屏溪沿岸各水資源現況開發設施權屬 2/2 (2011 年).....3-15
表 3.2-1 高屏溪沿岸各水資源設施現況取水量(1/2).....3-19
表 3.2-1 高屏溪沿岸各水資源設施現況取水量(2/2).....3-20
表 3.2-2 自來水公司 2010 年大高雄地區取水營運記錄表(1/2).....3-23
表 3.2-2 自來水公司 2010 年大高雄地區取水營運記錄表(2/2).....3-24
表 3.3-1 高屏溪沿岸各傍河取水設施集水設備功能檢討表.....3-29
表 3.4-1 國內政府機構伏流水相關調查評估規劃研究計畫一覽表.....3-30
表 3.4-2 高屏堰第二取水口工程可行性規劃方案概況.....3-39

表 4.2-1 各伏流水開發評選地點之評選矩陣表 ..... 4-22
表 5.2-1 試驗場址附近地層層序系統表 ..... 5-9
表 5.2-2 試驗場址測線資料一覽表 ..... 5-10
表 5.2-3 DC1 一維逆推地質特性資料表 ..... 5-19
表 5.3-1 河川與地下水水位與電導度量測結果 ..... 5-28
表 5.5-1 100 年 10 月水質檢測分析結果及各項水質標準管制值比較表(1/2) ..... 5-43
表 5.5-1 100 年 10 月水質檢測分析結果及各項水質標準管制值比較表(2/2) ..... 5-44
表 5.5-2 101 年 1 月水質檢測分析結果及各項水質標準管制值比較表(1/2) ..... 5-45
表 5.5-2 101 年 1 月水質檢測分析結果及各項水質標準管制值比較表(2/2) ..... 5-46
表 5.5-3 101 年 2 月水質檢測分析結果及各項水質標準管制值比較表(1/2) ..... 5-47
表 5.5-3 101 年 2 月水質檢測分析結果及各項水質標準管制值比較表(2/2) ..... 5-48
表 5.6-1 調查區水體之氫、氧同位素組成 ..... 5-51
表 5.6-2 地下水同位素組成平均值 ..... 5-54
表 5.6-3 地面水同位素組成平均值 ..... 5-54
表 5.6-4 地下水補注源比例 ..... 5-54
表 5.7-1 抽水井及觀測井水位洩降紀錄表 ..... 5-64
表 5.8-2 透水係數(K 值)範圍表 ..... 5-75
表 5.10-1 高屏溪右岸興田地區水井調查總表(1/2) ..... 5-78
表 5.10-1 高屏溪右岸興田地區水井調查總表(2/2) ..... 5-79
表 5.11-1 TWD97 一等水準控制點 ..... 5-81
表 5.11-2 TWD97 高屏溪大斷面樁控制點 ..... 5-82
表 6.1.1-1 屏東平原含水層特性分區分佈 ..... 6-3
表 6.1.1-2 屏東平原各水文地質厚度劃分圖 ..... 6-6

表 6.1.1-3 屏東平原各鄉鎮入滲表 .....6-8
表 6.1.2-1 興田方案取水 10 萬 CMD 後之水位降深 (4 月份).....6-15
表 6.1.2-2 興田方案取水 10 萬 CMD 後之水位降深 (8 月份).....6-15
表 6.1.2-3「第二取水口工程」方案取水 50 萬 CMD 後之水位降深 (4 月份).....6-19
表 6.1.2-4「第二取水口工程」方案取水 50 萬 CMD 後之水位降深 (8 月份).....6-19
表 6.1.2-5 河川滲漏量(river leakage)模擬成果 ($3km^2$)範圍 .....6-20
表 6.2-1 “地下水手冊”伏流水集水量相關參數與計算成果 .....6-23
表 6.2-2 輻射井出水量計算表 .....6-25
表 7.1.1-1 民國 96 年河床質粒徑分佈表 .....7-2
表 7.1.1-2 高屏溪流域各重現期距計畫流量 .....7-3
表 7.1.4-1 各材質管材特性比較表 .....7-21
表 7.2.2-1 興田地區伏流水工程經費估算總表(集水暗管方案).....7-39
表 7.2.2-2 興田地區伏流水工程經費估算總表(輻射井方案).....7-41
表 7.2.2-3 興田地區伏流水工程分年經費分析表(集水暗管方案).....7-43
表 7.2.2-4 興田地區伏流水工程分年經費分析表(輻射井方案).....7-44
表 7.2.2-5 興田地區伏流水工程年成本分析表(集水暗管方案).....7-45
表 7.2.2-6 興田地區伏流水工程年成本分析表 (輻射井方案).....7-45
表 7.2.3-1 興田地區伏流水工程單位原水成本分析表 (集水暗管方案 )– 全年供水方案 .....7-47
表 7.2.3-2 興田地區伏流水工程單位原水成本分析表 (集水暗管方案 )– 每年供水六個月方案 .....7-48
表 7.2.3-3 興田地區伏流水工程單位原水成本分析表 (集水暗管方案 )– 每年供水二個月方案 .....7-49
表 7.2.3-4 興田地區伏流水工程單位原水成本分析表 (集水暗管方案 )– 每年供水一個月方案 .....7-50
表 7.2.3-5 興田地區伏流水工程單位原水成本分析表 (輻射井方案 )– 全年供水方案 .....7-51

表 7.2.3-6 興田地區伏流水工程單位原水成本分析表 (輻射井方案 )– 每年供水六個月方案 .....7-52
表 7.2.3-7 興田地區伏流水工程單位原水成本分析表 (輻射井方案 )– 每年供水二個月方案 .....7-53
表 7.2.3-8 興田地區伏流水工程單位原水成本分析表 (輻射井方案 )– 每年供水一個月方案 .....7-54
表 7.2.3-9 興田取水工程原水成本分析總表 .....7-55
表 7.2.3-10 興田取水工程原水成本分析總表 .....7-55
表 7.2.3-11 本計畫開發時程建議 .....7-55
表 7.2.3-12 民國 93~100 年高屏堰營運維護經費及引水概算.....7-56

# 第一章 前言

台灣地區受限於降雨豐枯不均，尤以南部區域達9：1 為甚，又河川特性屬於山高流短，水源儲存不易，以致於枯水期河川逕流量大幅減少，而河川地面下伏流水或傍河取水之取用則受限於下游水權人之權益，除早期完成之設施（如二峰圳、南和圳）已登記水權外，新設置工程於枯水期將面臨無法登記水權及無法取水問題。但豐水期河川水量豐沛時，伏流水及傍河取水仍可發揮取得較佳水質之功能，對於改善高屏溪攔河堰原水供應系統於颱洪期間原水濁度太高、超過淨水場處理能力、供水不穩定等問題仍有所助益。以目前國內單位成本較低之河川地面取水工程（攔河堰）迭受阻擾之情況下，伏流水源之開發，民眾接受度較高，工程可行性相對提高，為國內未來多元水資源開發技術之重要發展方向。

為穩定高屏地區水資源之供應，擬於高屏溪採用傍河取用伏 流水之方式作為備援用水，以增加用水調度之應變能力。本計畫主要為進行高屏溪沿岸適當伏流水開發位置之評估、現場水文地質調查工作、試驗地點水源潛能量評估以及取水開發技術及可行性探討。

## 1.1 工作範圍

本計畫範圍為荖濃溪獅子頭圳進水口處至高屏溪出海口之河段，詳細地理位置請詳見圖 1.1-1。




**圖 1.1-1 本計畫範圍圖**

## 1.2 工作內容

依據本計畫「高屏溪伏流水及傍河取水先期調查試驗」之契約工作內容如下：

一、基本資料蒐集分析

(一)氣象及水文資料蒐集

氣象、流域概況、地形及地質、地面及地下水文、人文社經及土地利用高屏溪沿岸取水概況、水資源設施現況等。

(二)水資源現況資料蒐集

(三)傍河取水技術資料蒐集等

針對國內外傍河取水開發技術蒐集相關資料探討。

二、高屏溪沿岸現況伏流水開發及設施調查

(一)高屏溪沿岸地面水及地下水相互關係探討分析

蒐集分析高屏溪地面水位與地下水位資料，探討高屏溪河段之地下

水出流或補注地下水河流狀況，以掌握其相互間之互動關係。

(二)高屏溪沿岸相關伏流水調查計畫成果彙整分析

針對歷年有關高屏溪沿岸伏流水規劃、調查之相關文獻進行蒐集彙整，並提出整體分析說明。

尤其對95年度辦理「高屏溪攔河堰第二取水口工程可行性規劃」之伏流水開發方案，列為正常供水方案（非備援系統）進行分析檢討。

(三)高屏溪沿岸伏流水開發現況分析

針對高屏溪沿岸各事業機構(如自來水公司、水利會、中油、台塑等)之河岸取水現況調查分析。

(四)高屏溪沿岸傍河取水既有設施檢討

針對高屏溪目前自來水公司及其他單位採用傍河取用伏流水之取水設施功能、運作情形進行現況了解，並針對設施提出相關檢討改善建議。

三、傍河取水適合地點評估

(一)適合地點勘查及紀錄

依據現場環境及水文條件遴選數處高屏溪沿岸適合傍河取用伏流水之地點，並進行現場實際勘查及紀錄。

(二)評估選定傍河取水試驗地點

評估選定所遴選中較可行之地點一處，於第一次期中報告提出確定，以進行後續現場調查及水源潛能量評估。

四、現場調查計畫

(一)現場水文地質調查

針對第一次期中報告所確定伏流水較可行開發之該處地點，進行相關現場水文地質調查、試驗及水位監測工作，現場調查及試驗之工作項目如下：

1.地質鑽探及一般物理性試驗 6 孔，每孔深度 30m；含陸域及河域；總進尺為 180m,每口鑽孔完成後應進行擴孔並設置 2 英吋之 PVC 管，完成後應進行洗井作業，所埋設之 PVC 管將作為臨時性水位及水質監測用途。

2.試驗區域內地電阻試驗分析（2 處，間隔 60-120 公尺/處）。

3.井位座標及高程、工程佈置範圍地形測量(6 口臨時觀測井、1 口抽水試驗井及 2 口試驗水位觀測井、工程佈置範圍 2 公頃)。

4.試驗地點鄰近 1 公里範圍內現有抽水井數量調查及抽水量推估。

(二)水位監測及含水層試驗

1.租借 6 組自記式水位計安裝於臨時水位觀測之 PVC 管內，進行水位自動記錄觀測。

2.每二個星期進行一次水位現場量測，以軟體繪製水位等值線圖，分析每月地下水流向變化，並推估地下水流速。

3.臨時性抽水井及試驗水位觀測井設置(6~12 英吋抽水井 1 口，2 英吋試驗水位觀測井 2 口)

4.含水層試驗分析

(1)抽水試驗(pumping test)及分析(1 組；定量試水及試驗分析)。

(2)微水試驗(slug test)及分析(6 組)。

5.量測水質參數(如電導度或氯離子濃度等)，觀測其河川與地下水之時間序列變化，以分析地下水流經時間及滯後時間。

(三)水質採樣檢測分析

1.水質採樣分析

針對 6 口臨時監測井及鄰近高屏溪地面水 1 處，於計畫期間進行 3 次水質採樣分析，主要採樣分析項目包括：PH、導電度、濁度、氯鹽、懸浮固體以及飲用水水源水質標準之規範項目(氨氮、大腸桿菌群密度、化學需氧量、總有機碳、砷、鉛、鎘、鉻、汞、硒)，總共 15 個檢測項目。

2.水體同位素採樣分析

針對 3 口臨時監測井及鄰近高屏溪地面水 1 處，於計畫期間進行 2 次水質採樣分析同位素，以研判其水體水源來源。

五、水源潛能量評估及模擬分析

(一)試驗地點水源潛能量評估

依據現場調查以及水文地質理論與試驗場址之特性，評估試驗地點之伏流水開發潛能量。

(二)地面/地下水模擬分析

選用適當之模擬軟體輔助分析未來傍河取水開發對鄰近區域地下水環境之影響狀況。

六、檢討評估開發伏流水之可行性及經濟性

(一)試驗地點開發伏流水之可行性評估。

(二)開發伏流水之經濟性分析。

對於試驗地點開發伏流水之可行性及經濟性評估，需納入沿河岸設置集水廊道取水評估做檢討比較。

七、工作簡報及報告編撰印製

(一)辦理期初、第一次期中、第二次期中及期末簡報與不定期工作會報與編撰各階段報告。

(二)完成「高屏溪伏流水及傍河取水先期調查試驗」成果報告。

本計畫於第一次期中報告階段，完成基本資料蒐集分析、高屏溪沿岸現況伏流水開發及設施調查及傍河取水適合地點評估，於報告審查通過後開始進行各項現場調查試驗工作，於第二次期中報告提出所有現場試驗之主要成果，於期末報告階段完成水源潛能量評估及模擬分析、檢討評估開發伏流水之可行性及經濟性以及現場水位、水質等持續監測之工作。

以上各項成果請詳本報告各章節之說明。

# 第二章 基本資料蒐集分析

## 2.1 氣象

距離高屏溪流域最近且資料較為完整之氣象站為中央氣象局之高雄氣候測站，本計畫蒐集高雄測站近 30 年之氣象資料 (民國 70 年～民國 99 年)並將資料整理如表 2.1-1 所示。

一、風力及風速

本區之最大風速發生在 8 月，高達 19.2m/s，最大月平均風速為 2.6m/s，亦發生在 7 月份，盛行風向為南南東風；最小月平均風速為 2.1m/s，發生於 10 月及 11 月份，盛行風向為北風。

二、氣溫

根據高雄測候站近 30 年氣溫觀測紀錄統計分析可知，全年平均氣溫為 25.1℃，月平均最高氣溫約 29.2℃，發生於 7 月份，而月平均最低氣溫則出現在 1 月份為 19.3℃。一般而言，溫度由 3 月至 7 月漸升，8 月至翌年 2 月則呈遞減現象。

三、相對濕度與氣壓

由測候站資料可知，全年平均相對濕度約為 75.9%，各月分佈則介於 71%~81%之間，有夏季稍高於冬季之趨勢；另外，各月平均氣壓穩定，冬季稍高於其他季節，年平均氣壓約 1,012mb 左右。

四、日照時數與全天空輻射量

全年累計日照時數約為 2212.2 小時，夏季為 619.8 小時、冬季為 498.7 小時；全天空輻射量以 5 月份最高(580.3MJ/$m^2$)、7 月份次之(550MJ/$m^2$)，以 11 月份最低(333.1MJ/$m^2$)。

五、蒸發量

本區域屬熱帶氣候區，蒸發量較高，根據測候站資料可知，全年平均之累計蒸發量為 1338.7mm，以夏季之 5 月份最高(144mm)、7 月份次之(138mm)，以冬季之 12 月份最低(79mm)。

## 表 2.1-1 高屏溪流域鄰近高雄氣象測站歷年氣象資料 (1981~2010 年)

| 月份 | 最大風速 (m/s) | 平均風速 (m/s) | 盛行風向 | 平均溫度 (℃) | 相對濕度 (%) | 降雨量 (平均) (mm) | 降雨日數 ≧0.1mm | 氣壓 (mb) | 日照時數 (hr) | 全天空輻射量 ($MJ/m^2$) | 蒸發量 (mm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 10.5 | 2.5 | 北 | 19.3 | 72.7 | 16 | 3.2 | 1018.1 | 174.7 | 364.4 | 84.2 |
| 2 | 9.9 | 2.5 | 北 | 20.3 | 73.5 | 20.5 | 3.7 | 1016.8 | 165.8 | 360.0 | 85.1 |
| 3 | 13.1 | 2.4 | 北 | 22.6 | 73.2 | 38.8 | 4 | 1014.9 | 187.0 | 482.0 | 116.9 |
| 4 | 10.2 | 2.3 | 北 | 25.4 | 75.1 | 69.8 | 5.8 | 1012.3 | 189.1 | 469.6 | 119.9 |
| 5 | 12.2 | 2.3 | 西北西 | 27.5 | 76.9 | 197.4 | 9.3 | 1009.3 | 198.5 | 580.3 | 144.0 |
| 6 | 15.3 | 2.4 | 南南東 | 28.5 | 80.1 | 415.3 | 13.8 | 1007.1 | 199.9 | 465.9 | 117.4 |
| 7 | 17.8 | 2.6 | 南南東 | 29.2 | 78.7 | 390.9 | 12.9 | 1006.6 | 221.4 | 550.0 | 138.1 |
| 8 | 19.2 | 2.5 | 南南東 | 28.7 | 80.5 | 416.7 | 16.3 | 1005.6 | 193.7 | 516.8 | 129.5 |
| 9 | 19.1 | 2.3 | 西 | 28.1 | 78.9 | 241.9 | 11.2 | 1008.1 | 175.7 | 447.5 | 121.5 |
| 10 | 12.2 | 2.1 | 北 | 26.7 | 75.5 | 42.7 | 3.5 | 1012.2 | 182.4 | 434.6 | 115.1 |
| 11 | 10.2 | 2.1 | 北 | 24 | 73.3 | 18.7 | 2.6 | 1015.3 | 162.2 | 333.1 | 87.9 |
| 12 | 12.0 | 2.3 | 北 | 20.6 | 71.9 | 16.2 | 2.3 | 1018.0 | 161.8 | 340.4 | 79.4 |
| 春 | 11.1 | 2.4 | 北 | 22.8 | 73.9 | 129.1 | 13.5 | 1014.7 | 541.9 | 437.2 | 321.9 |
| 夏 | 15.1 | 2.4 | 南南東 | 28.4 | 78.6 | 1003.6 | 36.0 | 1007.7 | 619.8 | 532.1 | 399.4 |
| 秋 | 16.8 | 2.3 | 北 | 27.8 | 78.3 | 701.3 | 31.0 | 1008.6 | 551.8 | 466.3 | 366.0 |
| 冬 | 9.3 | 2.3 | 北 | 21.3 | 72.6 | 50.9 | 8.1 | 1017.1 | 498.7 | 346.0 | 251.5 |
| 年 | 13.1 | 2.4 | 北 | 25.1 | 75.9 | 1884.9 | 88.6 | 1012.0 | 2212.2 | 445.4 | 1338.7 |

註:1.本表之最大風速、全天空輻射量、蒸發量 3 項為民國 1998 年至 2010 年之統計資料，其餘項目為 1981 年至 2010 年之統計資料。

2.降雨量、降雨日數、日照時數、蒸發量之每季及年統計資料為累計值，其餘監測項目為平均值。

3.資料來源:本計畫整理。

六、降雨量

本區全年總降雨量為 1884.9mm，以秋季之 8 月份降雨量最大(416.7mm)、夏季之 6 月份次之(415.3mm)，以冬季之 1 月份最低(16mm)，相差極為懸殊。全年之總降雨量大於總蒸發量，但春季及冬季之降雨量小於蒸發量，夏季及秋季之降雨量大於蒸發量。平均之年降雨日數為 89 天。每年 5 月至 10 月常有颱風侵襲，降雨量約占全年之 88%，每年 5 月至 8 月，由於雨量較多，且因氣候炎熱大氣對流作用旺盛，易生雷雨，加上 8 月、9 月間颱風時常帶來大量豪雨。

## 2. 2 地表水文

一、河川流量

高屏溪流域因降雨時空分佈極不平均，造成流量豐枯變化明顯。經濟部水利署於高屏溪流域總共設置 9 個流量站，其中有 4 個流量站於 2009 年莫拉克颱風時遭受損毀，各流量站況如表 2.2-1 所示。各流量站歷年之月平均日流量如表 2.2-2 及圖 2.2-1 所示，里嶺大橋歷年(1991~2010 年)流量統計如圖 2.2-2，由圖中可知高屏溪近 20 年之豐水年主要為 2001 年及 2008 年，年累計逕流量達 100 億噸以上，枯水年主要為 1993 年、1995 年及 2002 年，年累計逕流量僅 30 幾億噸，近 20 年之平均總逕流量約為 69.62 億 $m^3$，顯示本流域水源豐沛。而歷年最大尖峰流量以 2009 年 8 月莫拉克颱風為最大值，估計達 37,637cms。另依據「高屏溪流域整體治理規劃報告」(中興工程顧問公司，2010)，分析高屏溪攔河堰之日流量延時曲線如圖 2.2-3 所示，$Q_{90}$ 流量約 15cms、$Q_{75}$ 流量約 25cms。

二、雨量

高屏溪流域雨量測站站況如表 2.2-3 所示，年平均雨量之統計資料至 2008 年，本流域之年平均等雨量線如圖 2.2-4 所示。依該圖所示，高屏溪流域年雨量為 2,815 ㎜，另由年平均等雨量線分佈趨勢可知，靠近中央山脈地區較大，平地及沿海地區則較小，自玉山之 3,100 ㎜，向沿海降至 1,500 ㎜。

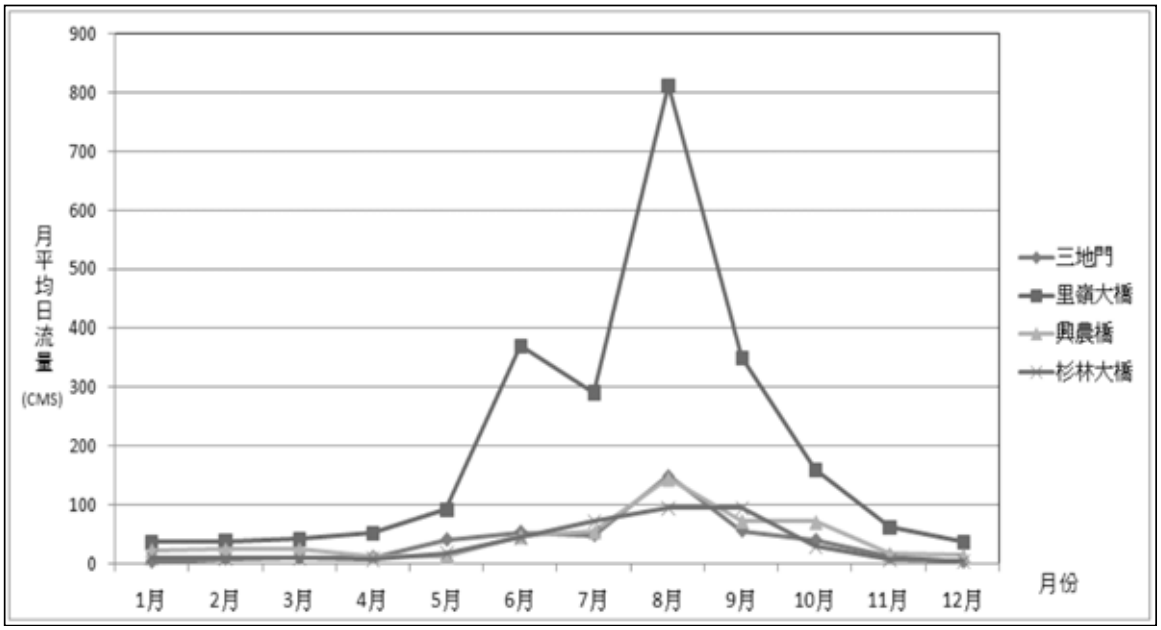
## 表 2.2-1　高屏溪流域流量站況表

| 現狀 | 站號 | 站名 | 站址 | 主流域 | 標高(公尺) | 記錄年份 | 統計年數 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ❖已損壞 | 1730H031 | 荖濃(新發大橋) | 高雄市六龜區新發大橋 | 高屏溪 | 295 | 1956,1958~2009 | 53 |
| ❖已損壞 | 1730H039 | 六龜 | 高雄市六龜區六龜大橋 | 高屏溪 | 229 | 1982~2009 | 28 |
| ❖已損壞 | 1730H044 | 阿其巴橋 | 高雄市桃源區樟山村 | 高屏溪 | 707.67 | 1994~2009 | 16 |
| ❖已損壞 | 1730H046 | 楠峰橋 | 高雄市甲仙區小林村 | 高屏溪 |  | 1997~2009 | 13 |
| 正常 | 1730H036 | 三地門 | 屏東縣內埔鄉水門村 | 高屏溪 | 105 | 1960~2010 | 51 |
| 正常 | 1730H043 | 里嶺大橋 | 高雄市大樹區鐘鈴村 | 高屏溪 | 28 | 1991~2004,2007~2010 | 18 |
| 正常 | 1730H054 | 興農橋 | 高雄市茂林區興農橋 | 高屏溪 | 172.23 | 2006~2010 | 5 |
| 正常 | 1730H058 | 杉林大橋(2) | 高雄市杉林區杉林大橋 | 高屏溪 | 130.6 | 2008~2010 | 3 |
| 正常 | 1730H060 | 東溪大橋 | 高雄市六龜區東溪大橋 | 高屏溪 |  | 2010 | 1 |

資料來源:本計畫整理。❖代表於 2009 年遭莫拉克颱風毀損。

## 表 2.2-2　高屏溪流域各水系流量站歷年月平均日流量

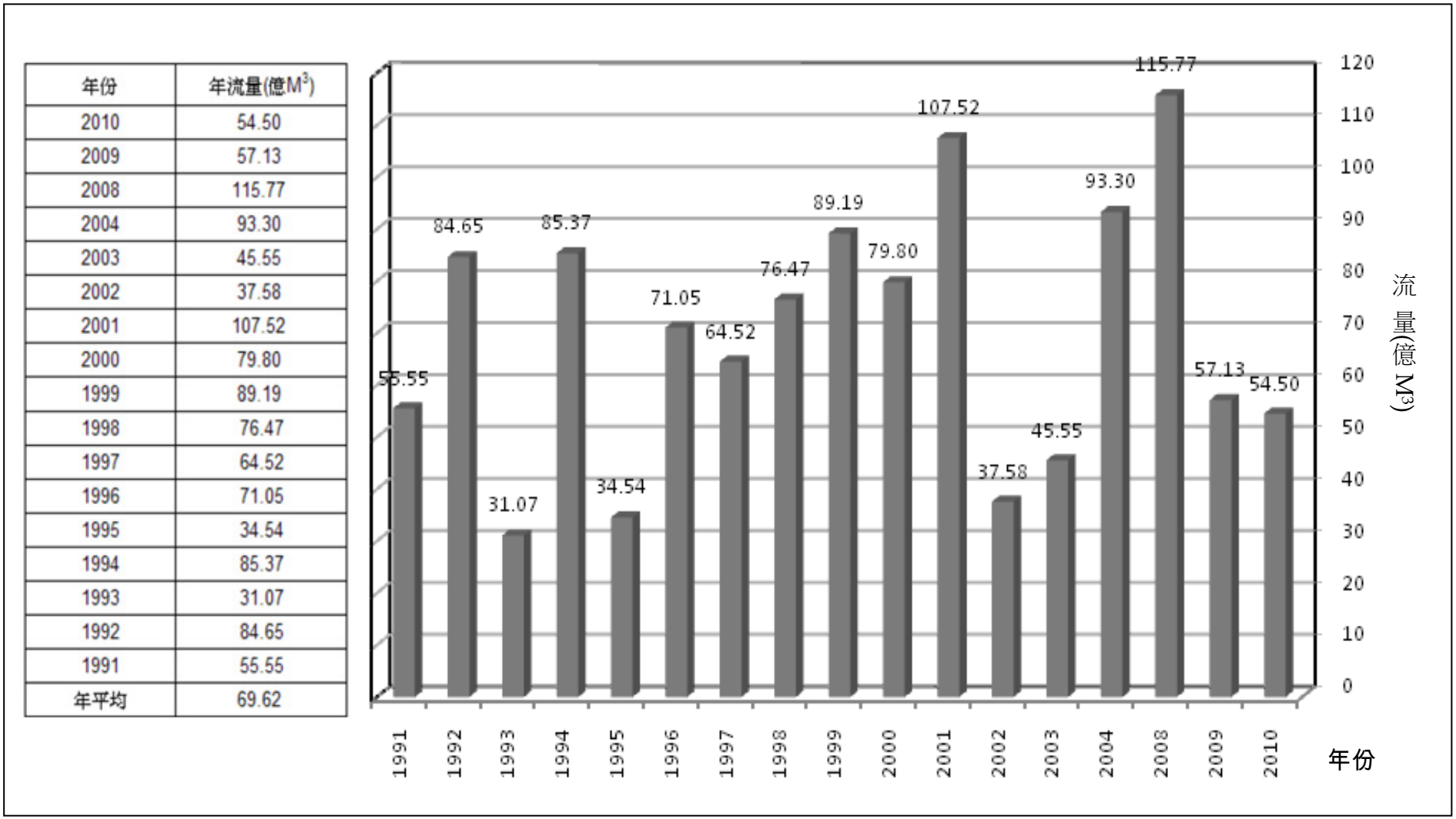
| 測站 | 歷年月平均日流量單位：cms | | | | | | | | | | | | 統計年限 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1月 | 2月 | 3月 | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | |
| 三地門 | 3.1 | 8.4 | 9.1 | 10.6 | 40.5 | 53.2 | 48.3 | 148.9 | 56.0 | 39.5 | 13.1 | 2.9 | 1960-2010 |
| 里嶺大橋 | 36.7 | 37.6 | 42.0 | 51.9 | 91.1 | 370.1 | 291.0 | 812.4 | 350.8 | 159.1 | 62.2 | 36.7 | 1991-2010 |
| 興農橋 | 22.9 | 23.6 | 23.7 | 11.7 | 12.0 | 45.7 | 54.0 | 144.5 | 72.2 | 70.8 | 15.6 | 13.1 | 2006-2010 |
| 杉林大橋 | 10.5 | 9.7 | 9.5 | 8.3 | 17.7 | 44.0 | 71.6 | 94.0 | 93.9 | 29.8 | 6.9 | 4.7 | 2008-2010 |




資料來源:經濟部水利署第七河川局「高屏溪流域整體治理規劃報告」(2010)。

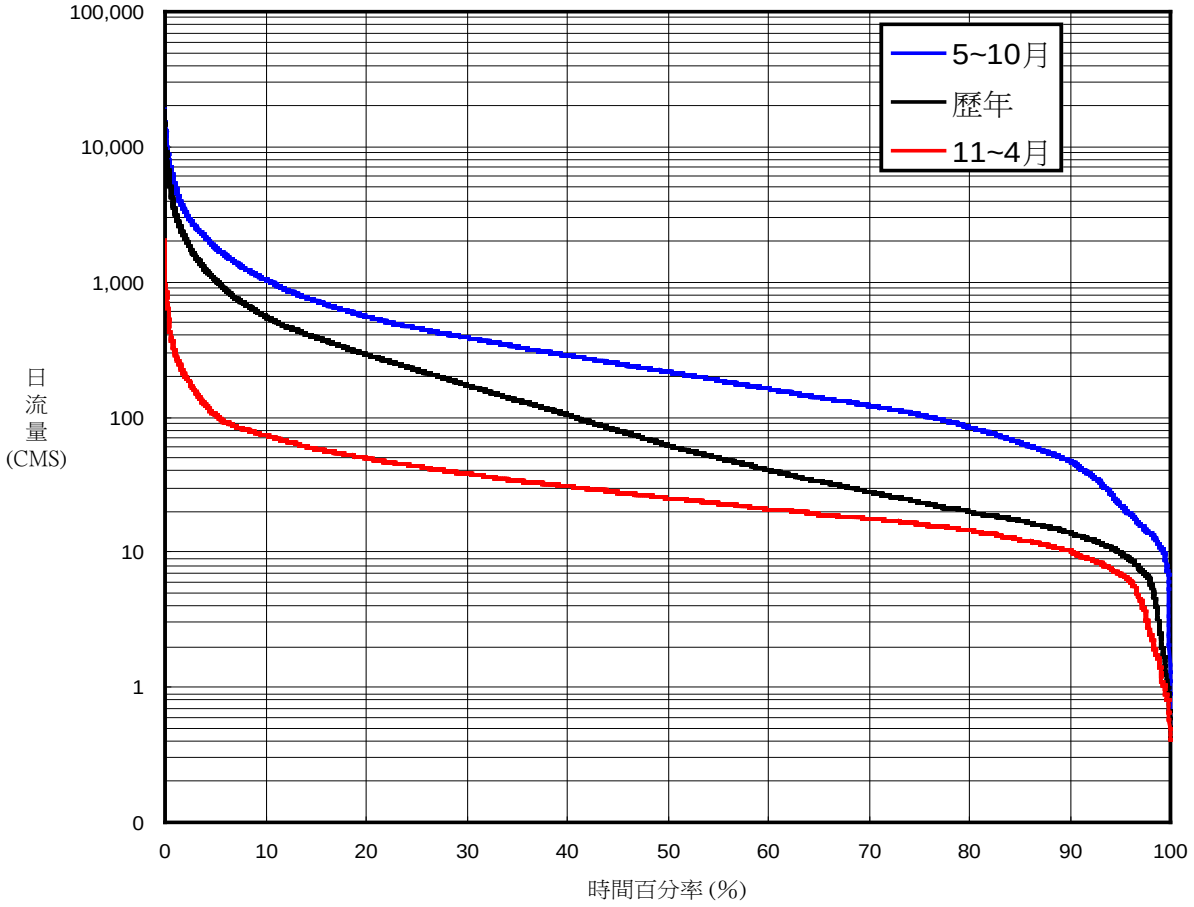
## 圖 2.2-1 高屏溪流域各水系流量站歷年月平均日流量曲線

| 年份 | 年流量(億$M^3$) |
|---|---|
| 2010 | 54.50 |
| 2009 | 57.13 |
| 2008 | 115.77 |
| 2004 | 93.30 |
| 2003 | 45.55 |
| 2002 | 37.58 |
| 2001 | 107.52 |
| 2000 | 79.80 |
| 1999 | 89.19 |
| 1998 | 76.47 |
| 1997 | 64.52 |
| 1996 | 71.05 |
| 1995 | 34.54 |
| 1994 | 85.37 |
| 1993 | 31.07 |
| 1992 | 84.65 |
| 1991 | 55.55 |
| 年平均 | 69.62 |




資料來源:本計畫彙整。註:缺 2005~2007 年完整監測資料。

**圖 2.2-2　里嶺大橋流量站歷年流量統計圖(1991~2010 年)**




| 延時百分比 | 歷年流量 | 5~10月 | 11~4月 |
|---|---|---|---|
| max | 18,696.9 | 18,696.9 | 2,196.5 |
| 0.50% | 5,100.6 | 7,020.0 | 425.1 |
| 1% | 3,310.2 | 5,075.2 | 318.6 |
| 2% | 2,141.7 | 3,306.8 | 214.0 |
| 3% | 1,580.0 | 2,576.8 | 165.0 |
| 4% | 1,250.0 | 2,130.4 | 130.9 |
| 5% | 1,050.0 | 1,781.0 | 112.0 |
| 10% | 569.7 | 1,040.0 | 78.7 |
| 15% | 400.0 | 724.0 | 63.0 |
| 20% | 300.0 | 556.8 | 54.0 |
| 25% | 231.0 | 458.0 | 47.0 |
| 30% | 178.5 | 389.0 | 41.2 |
| 35% | 138.1 | 333.6 | 36.9 |
| 40% | 109.0 | 288.0 | 33.5 |
| 45% | 83.0 | 251.0 | 30.1 |
| 50% | 65.0 | 218.9 | 27.3 |
| 55% | 52.4 | 190.0 | 25.0 |
| 60% | 42.8 | 164.0 | 22.7 |
| 65% | 35.5 | 142.0 | 20.8 |
| 70% | 29.6 | 124.0 | 19.3 |
| 75% | 25.0 | 106.0 | 17.7 |
| 80% | 21.2 | 85.1 | 15.9 |
| 85% | 18.4 | 66.2 | 13.5 |
| 90% | 14.9 | 48.0 | 11.4 |
| 95% | 10.5 | 22.8 | 7.5 |
| 97% | 7.9 | 16.2 | 4.8 |
| 100% | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

資料來源：經濟部水利署第七河川局「:高屏溪流域整體治理規劃報告」(2010 年)。

**圖 2.2-3　高屏溪攔河堰入流量日流量延時曲線圖**

## 表 2.2-3　高屏溪流域雨量測站站況表

| 站號 | 站名 | 縣市 | 鄉鎮 | 水系 | 年份(民國) | N | E | 所屬單位 | 年平均雨量 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 01M310 | 新高口 | 嘉義縣 | 阿里山鄉 | 旗山溪 | 72~迄今 | 2596708 | 233702 | 水利署 | 3115.01 |
| 01V070 | 天池 | 高雄市 | 桃源區 | 荖濃溪 | 67~迄今 | 2575231 | 240671 | 水利署 | 3561.68 |
| 01V060 | 梅山〈2〉 | 高雄市 | 桃源區 | 荖濃溪 | 68~迄今 | 2573907 | 231253 | 水利署 | 2701.61 |
| 01V080 | 民族 | 高雄市 | 那瑪夏區 | 旗山溪 | 66~迄今 | 2568582 | 217959 | 水利署 | 3121.02 |
| 01P660 | 甲仙〈2〉 | 高雄市 | 甲仙區 | 旗山溪 | 40~迄今 | 2553841 | 206927 | 水利署 | 2922.89 |
| 01V050 | 藤枝 | 高雄市 | 桃源區 | 荖濃溪 | 69~迄今 | 2551973 | 224105 | 水利署 | 3277.77 |
| 01P770 | 美濃〈2〉 | 高雄市 | 美濃區 | 美濃溪 | 47~迄今 | 2532716 | 201997 | 水利署 | 2890.48 |
| 00P470 | 旗山〈4〉 | 高雄市 | 旗山區 | 旗山溪 | 50~迄今 | 2531247 | 195989 | 水利署 | 2335.04 |
| 01Q160 | 新豐 | 高雄市 | 六龜區 | 荖濃溪 | 44~迄今 | 2531343 | 213346 | 水利署 | 3060.57 |
| 01Q610 | 古夏 | 屏東縣 | 三地門鄉 | 武洛溪 | 40~迄今 | 2518653 | 212659 | 水利署 | 3218.47 |
| 01Q910 | 阿禮 | 屏東縣 | 霧台鄉 | 隘寮溪 | 50~迄今 | 2514331 | 224339 | 水利署 | 3752.79 |
| 01Q930 | 三地門 | 屏東縣 | 瑪家鄉 | 隘寮溪 | 54~迄今 | 2512242 | 213139 | 水利署 | 3101.5 |
| 01Q920 | 新瑪家 | 屏東縣 | 瑪家鄉 | 隘寮溪 | 64~迄今 | 2508583 | 216986 | 水利署 | 4305.36 |
| 00Q070 | 屏東〈5〉 | 屏東縣 | 屏東市 | 高屏溪 | 27~迄今 | 2506375 | 194330 | 水利署 | 2111.74 |
| 01V040 | 六龜〈4〉 | 高雄市 | 六龜區 | 荖濃溪 | 71~迄今 | 2544300 | 211607 | 水利署 | 3448.32 |
| 01P260 | 多納 | 高雄市 | 茂林區 | 高屏溪 | 56~97 | 2534593 | 220083 | 水利暑 | 3188.63 |
| 01S360 | 紹家 | 台東縣 | 達仁鄉 | 大武溪 | 44~迄今 | 2475803 | 234568 | 水利署 | 2555.25 |
| 01Q250 | 泰武〈1〉 | 屏東縣 | 泰武鄉 | 林邊溪 | 44~迄今 | 2500983 | 217853 | 水利署 | 4426.13 |
| 01Q350 | 新來義 | 屏東縣 | 來義鄉 | 林邊溪 | 61~迄今 | 2492191 | 216223 | 水利署 | 3621.38 |
| 01R030 | 大漢山 | 屏東縣 | 春日鄉 | 林邊溪 | 71~迄今 | 2480228 | 216548 | 水利署 | 3322.52 |
| 01Q360 | 南和 | 屏東縣 | 來義鄉 | 林邊溪 | 54~迄今 | 2481928 | 211949 | 水利署 | 2496.13 |
| 01S540 | 天鳥 | 台東縣 | 卑南鄉 | 知本溪 | 69~迄今 | 2508666 | 247117 | 水利署 | 2402.63 |
| 01S430 | 霧鹿 | 台東縣 | 海瑞鄉 | 卑南溪 | 41~迄今 | 2563232 | 253414 | 水利署 | 1655.66 |
| 01S470 | 向陽 | 台東縣 | 海瑞鄉 | 卑南溪 | 62~迄今 | 2571945 | 247729 | 水利署 | 3481.35 |
| 01T220 | 卓麓 | 花蓮縣 | 卓溪鄉 | 秀姑巒溪 | 61~迄今 | 2577292 | 276544 | 水利署 | 1967.74 |
| 01O710 | 虎頭埤 | 台南市 | 新化區 | 鹽水溪 | 69~迄今 | 2547490 | 181235 | 水利署 | 1955.81 |
| 01P280 | 古亭坑 | 高雄市 | 田寮區 | 二仁溪 | 41~迄今 | 2532743 | 188079 | 水利署 | 2050.52 |
| 01P190 | 木柵 | 高雄市 | 內門區 | 二仁溪 | 41~迄今 | 2541897 | 194521 | 水利署 | 2438.1 |
| 01O760 | 關山 | 台南市 | 南化區 | 曾文溪 | 73~迄今 | 2563745 | 207722 | 水利署 | 3148.46 |

資料來源: 經濟部水利署第七河川局「:高屏溪流域整體治理規劃報告」(2010 年)。




經濟部水利署第七河川局「:高屏溪流域整體治理規劃報告」(2010 年)

**圖 2.2-4　高屏溪流域年平均等雨量線圖**

## 2.3 地表水質

本計畫範圍為荖濃溪獅子頭圳進水口處至高屏溪出海口之河段，因此，為提供本河段伏流水適合開發地點之水質參考，茲選擇環保署之里嶺大橋、萬大大橋之近年水質檢測資料，並依據依河川污染指標(RPI，River Pollution Index)進行河川水質評估，其點數和積分分類如表2.3-1所示，RPI值介於1至10之間，藉以代表水質之變化。

依據經濟部水利署「雲林科技大學水土資源及防災科技研究中心99年度工作推動計畫」成果報告，環保署之里嶺大橋、萬大大橋近年之水質RPI評估結果如表2.3-2~表2.3-3及圖2.3-1~圖2.3-2所示。由圖表可知里嶺大橋河川水質於豐、枯水期之水質變化顯著，枯水期水質狀況為較佳，豐水期則受降雨沖刷造成懸浮固體檢測值有顯著上升情形。萬大大橋水質之生化需氧量及氨氮有偏高造成水質較不佳情形，河川水質屬於中度污染之水質。

由以上水質檢測結果得知，本計畫範圍河段上游里嶺大橋之河川水質較下游萬大大橋之河川水質為佳。

**表 2.3-1　河川污染指標(RPI)等級分類表**

| 污染等級 / 檢測項目 | A (未遭受污染) | B (輕度污染) | C (中度污染) | D (嚴重污染) |
|---|---|---|---|---|
| 溶氧量(DO) mg/l | 6.5以上 | 4.6~6.5 | 2.0~4.5 | 2.0以下 |
| 生化需氧量 (BOD) mg/l | 3.0以下 | 3.0~4.9 | 5.0~15 | 15以上 |
| 懸浮固體(SS) mg/l | 20以下 | 20~49 | 50~100 | 100以上 |
| 氨氮($NH_3$-N) mg/l | 0.5以下 | 0.5~0.99 | 1.0~3.0 | 3.0以上 |
| 點數 | 1 | 3 | 6 | 10 |
| 積分 | 2.0以下 | 2.0~3.0 | 3.1~6.0 | 6.0以上 |

## 表 2.3-2 里嶺大橋測站水質檢測與河川污染等級分類

| 年 | 月份 | 懸浮固體(mg/L) | 溶氧(mg/L) | 生化需氧量(mg/L) | 氨氮(mg/L) | 河川污染指標(RPI) | 分類 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2007 | 11 | 3.6 | 8.1 | <1.0 | 0.06 | 1.50 | A |
| | 12 | 2.4 | 8.6 | <1.0 | 0.11 | 2.25 | B |
| 2008 | 1 | 60.1 | 8.4 | 1.2 | 0.08 | 2.75 | B |
| | 2 | 29.3 | 9.0 | <1.0 | 0.09 | 2.00 | B |
| | 3 | 24.2 | 8.9 | 1.2 | 0.04 | 1.50 | A |
| | 4 | 76.1 | 7.8 | <1.0 | 0.03 | 2.25 | B |
| | 5 | 18.2.0 | 8.2 | <1.0 | 0.09 | 1.50 | A |
| | 6 | 243.0 | 7.6 | <1.0 | 0.02 | 3.25 | C |
| | 7 | 247.0 | 7.6 | <1.0 | 0.02 | 3.25 | C |
| | 8 | 469.0 | 8.0 | <1.0 | 0.03 | 3.25 | C |
| | 9 | 1,020.0 | 7.9 | <1.0 | 0.04 | 3.25 | C |
| | 10 | 175.0 | 7.7 | <1.0 | 0.02 | 3.25 | C |
| | 11 | 53.0 | 7.8 | <1.0 | <0.01 | 2.25 | B |
| | 12 | 14.8 | 7.6 | 2.4 | 0.04 | 1.00 | A |
| 2009 | 1 | 34.4 | 9.0 | 1.1 | 0.06 | 2.00 | B |
| | 2 | 17.4 | 8.6 | <1.0 | 0.05 | 1.50 | A |
| | 3 | 23.0 | 8.0 | <1.0 | 0.06 | 2.00 | B |
| | 4 | 9.3 | 7.9 | 1.1 | 0.03 | 1.00 | A |
| | 5 | 58.3 | 7.7 | <1.0 | 0.04 | 2.25 | B |
| | 6 | 24.7 | 7.7 | <1.0 | 0.05 | 2.00 | B |
| | 7 | 183.0 | 7.7 | <1.0 | 0.05 | 3.75 | C |
| | 8 | 40.0 | 7.6 | <1.0 | 0.03 | 1.50 | A |
| | 9 | 3,400.0 | 7.4 | <1.0 | 0.06 | 3.75 | C |
| | 10 | 8,470.0 | 7.4 | <1.0 | 0.07 | 3.75 | C |
| | 11 | 470.0 | 7.8 | <1.0 | 0.06 | 3.75 | C |
| | 12 | 81.3 | 8.3 | <1.0 | 0.08 | 2.75 | B |

資料來源：經濟部水利署「雲林科技大學水土資源及防災科技研究中心 99 年度工作推動計畫」(2010 年)。

## 表 2.3-3 萬大大橋水質檢測與河川污染等級分類

| 年 | 月份 | 懸浮固體(mg/L) | 溶氧(mg/L) | 生化需氧量(mg/L) | 氨氮(mg/L) | 河川污染指標(RPI) | 分類 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2007 | 11 | 121.0 | 26.9 | 8.0 | - | 3.33 | C |
| | 12 | 183.0 | 26.5 | 8.3 | 1.01 | 4.00 | C |
| 2008 | 1 | 14.6 | 28.8 | 6.8 | - | 3.33 | C |
| | 2 | 18.5 | 17.1 | 8.3 | - | 2.67 | B |
| | 3 | 21.7 | 28.4 | 6.9 | 4.82 | 5.00 | C |
| | 4 | 31.5 | 26.2 | 6.6 | - | 3.33 | C |
| | 5 | 21.3 | 27.3 | 8.4 | - | 3.33 | C |
| | 6 | 59.3 | 32.8 | 7.5 | 0.61 | 3.25 | C |
| | 7 | 159.0 | 26.5 | 7.5 | - | 3.33 | C |
| | 8 | 1,140.0 | 28.8 | 7.9 | - | 3.33 | C |
| | 9 | 2,490.0 | 34.2 | 8.0 | 0.8 | 3.25 | C |
| | 10 | 188.0 | 28.7 | 7.6 | - | 3.33 | C |
| | 11 | 70.8 | 31.2 | 5.1 | - | 3.33 | C |
| | 12 | 17.0 | 26.9 | 8.0 | 2.14 | 4.00 | C |
| 2009 | 1 | 16.0 | 27.3 | 7.8 | - | 3.33 | C |
| | 2 | 13.3 | 28.9 | 7.7 | - | 3.33 | C |
| | 3 | 27.4 | 30.8 | 7.6 | 3.8 | 5.00 | C |
| | 4 | 24.5 | 27.8 | 8.7 | - | 3.33 | C |
| | 5 | 39.3 | 30.8 | 7.8 | - | 3.33 | C |
| | 6 | 27.3 | 31.2 | 7.0 | 4.56 | 5.00 | C |
| | 7 | 168.0 | 33.5 | 6.7 | - | 3.33 | C |
| | 8 | 48.4 | 31.8 | 7.1 | - | 3.33 | C |
| | 9 | 2,720.0 | 32.4 | 7.3 | 1.12 | 4.00 | C |
| | 10 | 2,740.0 | 29.7 | 7.2 | - | 3.33 | C |
| | 11 | 393.0 | 29.8 | 6.8 | - | 3.33 | C |
| | 12 | 60.6 | 28.8 | 7.8 | 2.77 | 4.00 | C |

資料來源:經濟部水利署「雲林科技大學水土資源及防災科技研究中心 99 年度工作推動計畫」(2010年)。

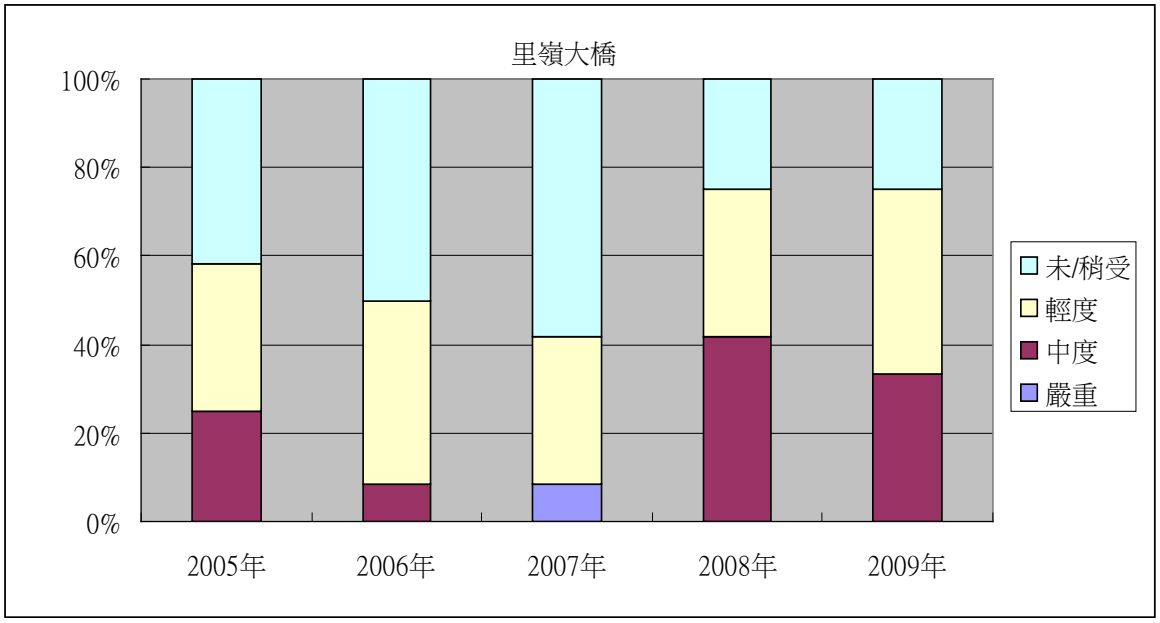
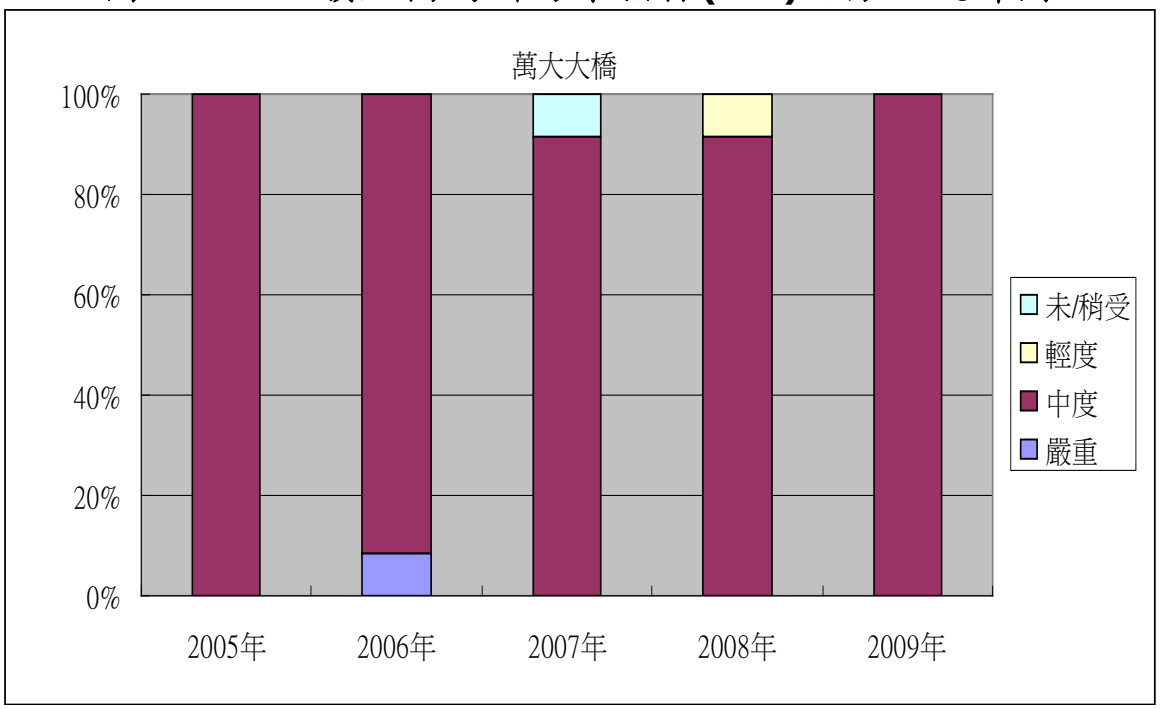



**圖 2.3-1 里嶺大橋河川污染指標(RPI)百分比統計圖**




資料來源：經濟部水利署「雲林科技大學水土資源及防災科技研究中心 99 年度工作推動計畫」(2010 年)。

**圖 2.3-2 萬大大橋河川污染指標(RPI)百分比統計圖**

## 2.4 水文地質

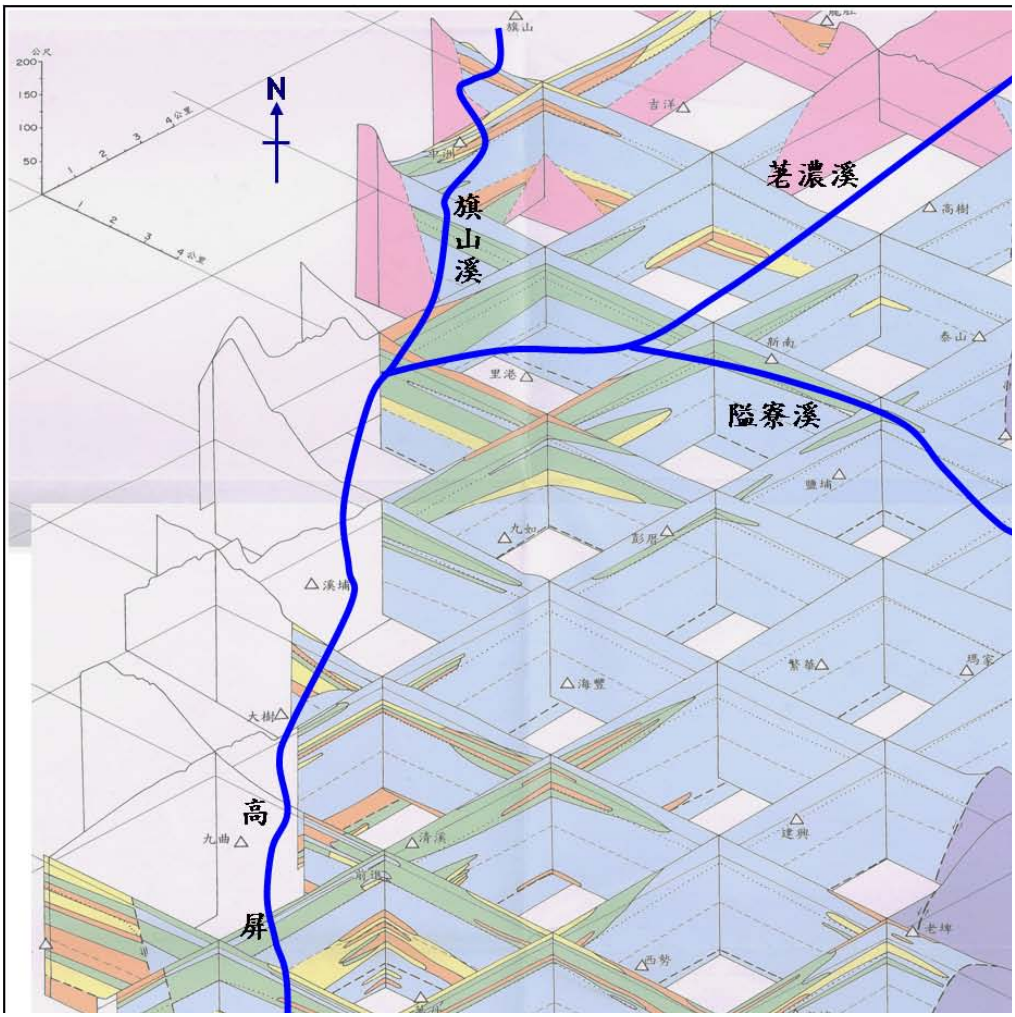
本計畫區域主要包括屏東沖積平原及恆春縱谷平原，此二區域涵蓋屏東區域主要地下水水源，區內地下水活動相當頻繁。屏東沖積平原主要為現代沖積層沖積而成；恆春縱谷平原則由現代沖積層、紅土台地堆積層、礫岩及碎屑岩、石灰岩及珊瑚礁等地層所組成；其他地勢較高之區域則由岩層所構成，地下水則較為貧乏。本計畫區位於高屏溪沿岸，高屏溪及其支流貫通本平原南行入海，平原南北長約 60km，東西寬約 20km，面積為 1,140km$^2$，平原地質為一構造陷落之平原谷地，平原東側有一主要斷層(潮州斷層)，斷層之西向下陷落，形成陷落平原。高屏溪上游及兩側均發生劇烈侵蝕作用,使本地區獲得廣厚之礫石及砂之含水層，且透水性良好。本區地下水之補給受高屏溪及其支流河床滲漏及東側山脈補給區雨水之滲入，水量極為豐富，為台灣地區主要地下水資源地區之一。於內埔、潮州及旗山、高樹間出現受壓含水層，且多自噴井。其水文地質柵狀圖（fence diagram）詳圖 2.4-1 所示。

屏東平原東、西、北三面之山麓丘陵地區，其岩層屬第三紀上新世至漸新世之固結岩層，以黑色板岩為主，偶夾石英岩；岩質緻密，節理劈理稍為發達，除節理及劈理之小部份具有裂隙蘊貯少量地下水外，因表層土壤多係板岩風化物所構成之黃紅色粘性土質，土粒細密而難以透水，故坡地上之降雨向地下滲透之水量甚微，絕大部份成為表面逕流，匯集順河流入平原地區，形成屏東沖積平原地下水之主要補給源。

屏東平原地下水主要含水層之地質均為未固結岩層，其年代為第四紀新舊沖積扇堆積層及沖積層等，以下茲分別說明之。

一、舊沖積扇堆積層：

包括平原東側之幾個台地，主要為粗礫所組成，上部偶有紅土覆蓋層，礫石顆粒大小不均，層厚可達百公尺；經成河沖蝕而成階地或台地，原來扇狀地形多已不復存在。本層膠結鬆散，透水性及含水性尚佳，為一良好含水層，但因地勢較高，地下水位較深，地下水不易大量開發。




資料來源: 經濟部水利署南區水資源局「高屏溪沿岸及隘寮溪中下游淺層地下水開發評估及備援系統規劃」成果報告(2006 年)。

**圖 2.4-1　屏東平原水文地質柵狀圖**

二、新沖積扇堆積層：

本層在屏東平原內分佈最廣，沉積物之實際厚度由於現有鑽探記錄未達底部岩盤致尚未能確定。本層組成物主要係未膠結之砂、泥、礫石、卵石等，為屏東平原地下水之主要含水層。其卵石、礫石主要來自東側之中央山脈，礫石與砂源自荖濃溪，細砂、泥等則源於旗山溪。按組成物之粗細可分為粗礫帶、交互帶，及細粒沉積物帶等。

- 粗礫帶分佈於平原之東北部，其組成沉積物上部為卵石或粗礫，下部為中粒之礫夾少量砂或泥。
- 交互帶分佈於平原之中部，略成西北至東南走向，其頂部主要為中粒徑之礫石所組成，下部則由礫石、卵石、砂或粘土交互成層；此項沉積物之含水性尚佳，且位於沖積扇之下游，故形成屏東平原之自噴井地區。
- 細粒沉積物帶分佈於平原之西南部，其上部為細砂或泥；東南邊部份接近山麓，少數偶有礫石。但因本帶之主要沖積物為細砂與泥質所構成，故地下水之滲透性及含水性能皆較差。

三、沖積層：

本層乃指現存河道發育之沖積層，大部份由粗礫石及細石所組成，雜有粗、細砂及細土，透水性佳，且為洪水氾濫區，故為地下水補給或伏流水流進流出區。此層因受河水氾濫或河道變遷影響，變化甚多，地下水雖豐，惟取水不易。

此外，經濟部水利署於 1995、1996、1998 年分別於屏東平原總共建置 51 站 127 口分層地下水觀測井之設置，其位置分佈如圖 2. 4-2。中央地質調查所建立之屏東平原水文地質架構，將地表起至深約 220m 內之地層，由上而下可劃分含水層一（F1）、阻水層一（T1）、含水層二（F2）、阻水層二（T2）、含水層三之一（F3-1）、阻水層三（T3）及含水層三之二（F3-2）等七層。

圖 2.4-2 屏東平原地下水觀測井分佈圖。圖 2.4-3 為屏東平原地質調查剖面之概念化圖，由調查瞭解屏東平原之含水層極為發達，厚度大且延展遍佈全區，而近地表的頂層礫石非拘限含水層愈往西愈薄。

阻水層僅在沿海地區有較連續的分佈，並夾於含水層中，厚度遠小於含水層。含水層只有在南側有顯著之分隔，在平原北側及東側則合而為一。有關屏東平原水文地質剖面圖，詳見圖 2.4-4。

(一)含水層一

含水層一為屏東平原含水層系統之表層，分佈範圍涵蓋全區，厚度從 24~84m 不等，平均厚度約 50m，為一自由含水層(unconfined aquifer)。地下水位以潮州斷層以西各沖積扇頂區最深，深度可達 45m 左右，往西南則水位漸接近地表，較近者僅於地表下數公尺處。本層同時也是降雨河川等補注來源必經之處。

(二)含水層二

含水層二位於含水層一和阻水層一之下，分佈範圍涵蓋全區，其深度在地表下 43~152m 之間，厚度從 9~80m 不等，平均厚度約 52m。本層之岩性以礫石層最為發達，出水能力良好，與含水層一分別構成屏東平原地下水淺井及深井開發之主要層次。

(三)含水層三之一

含水層三之一位於含水層二和阻水層二之下，分佈範圍涵蓋全區，其深度在地表下 95~210m 間，厚度從 50~89m 不等，平均厚度約 70m。本層之岩性以礫石層最為發達，因深度較深，地下水開發不及含水層一、二。

(四)含水層三之二

含水層三之二位於含水層系統之最底層，分佈範圍涵蓋全區，其頂部深度在地表下 174~214m 不等，本層之岩性以礫石層為主。因為觀測網計畫之鑽探深度並未貫穿本層，故其底部位置尚未能確定。本層地下水開發較少。

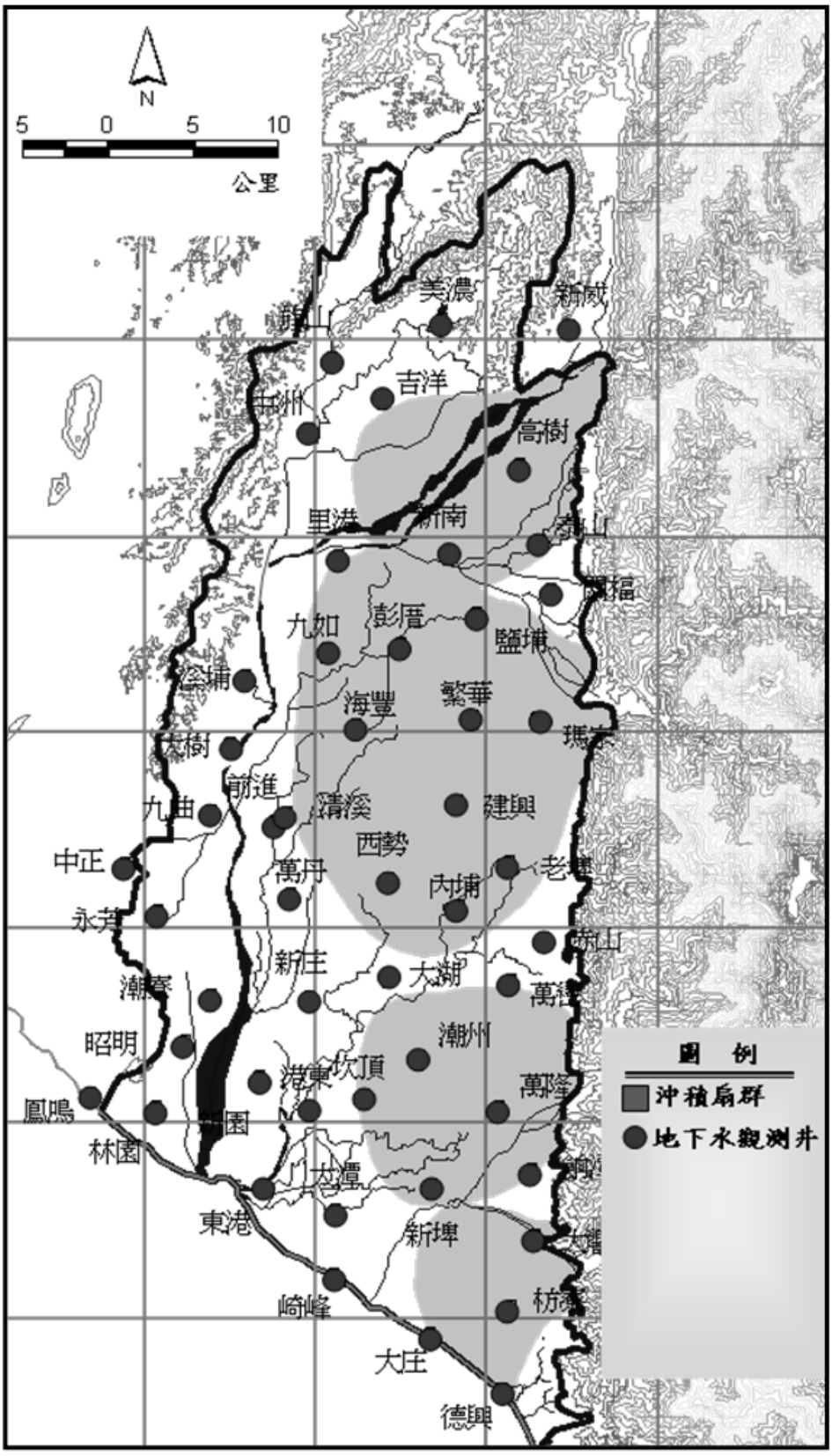
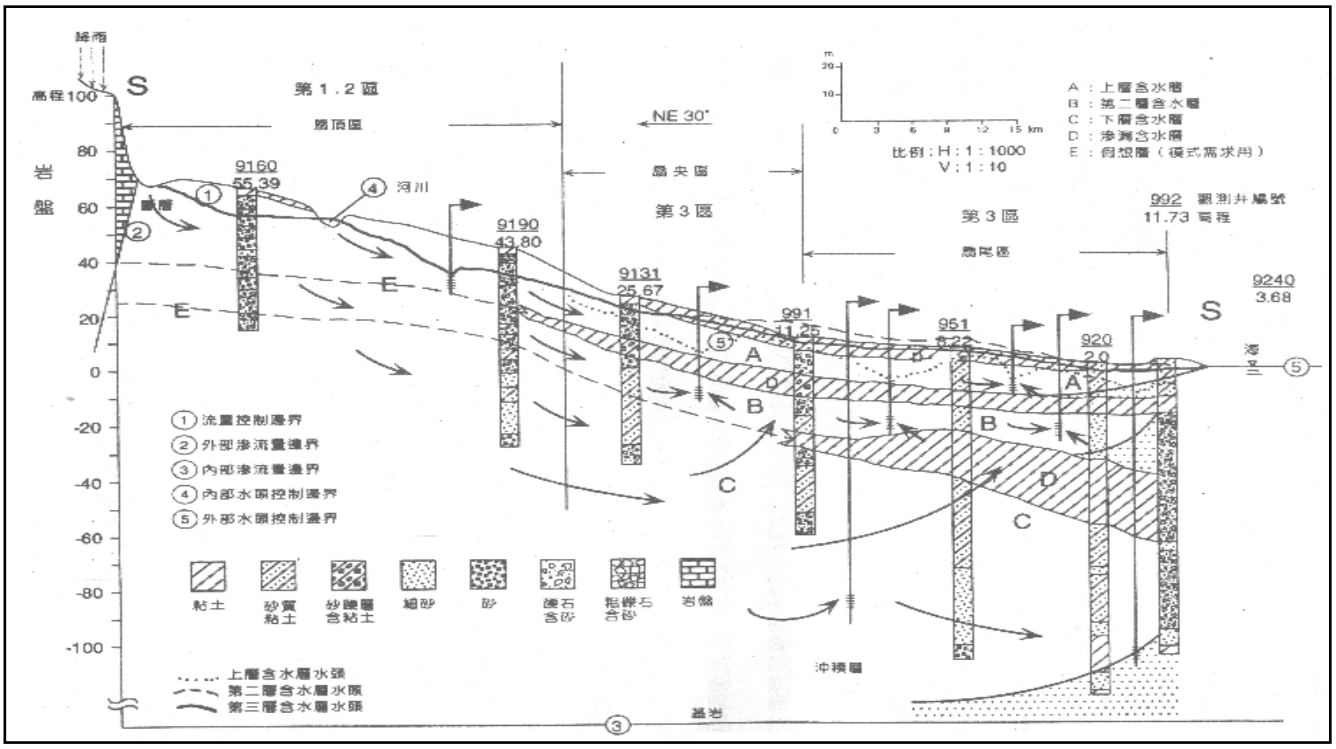
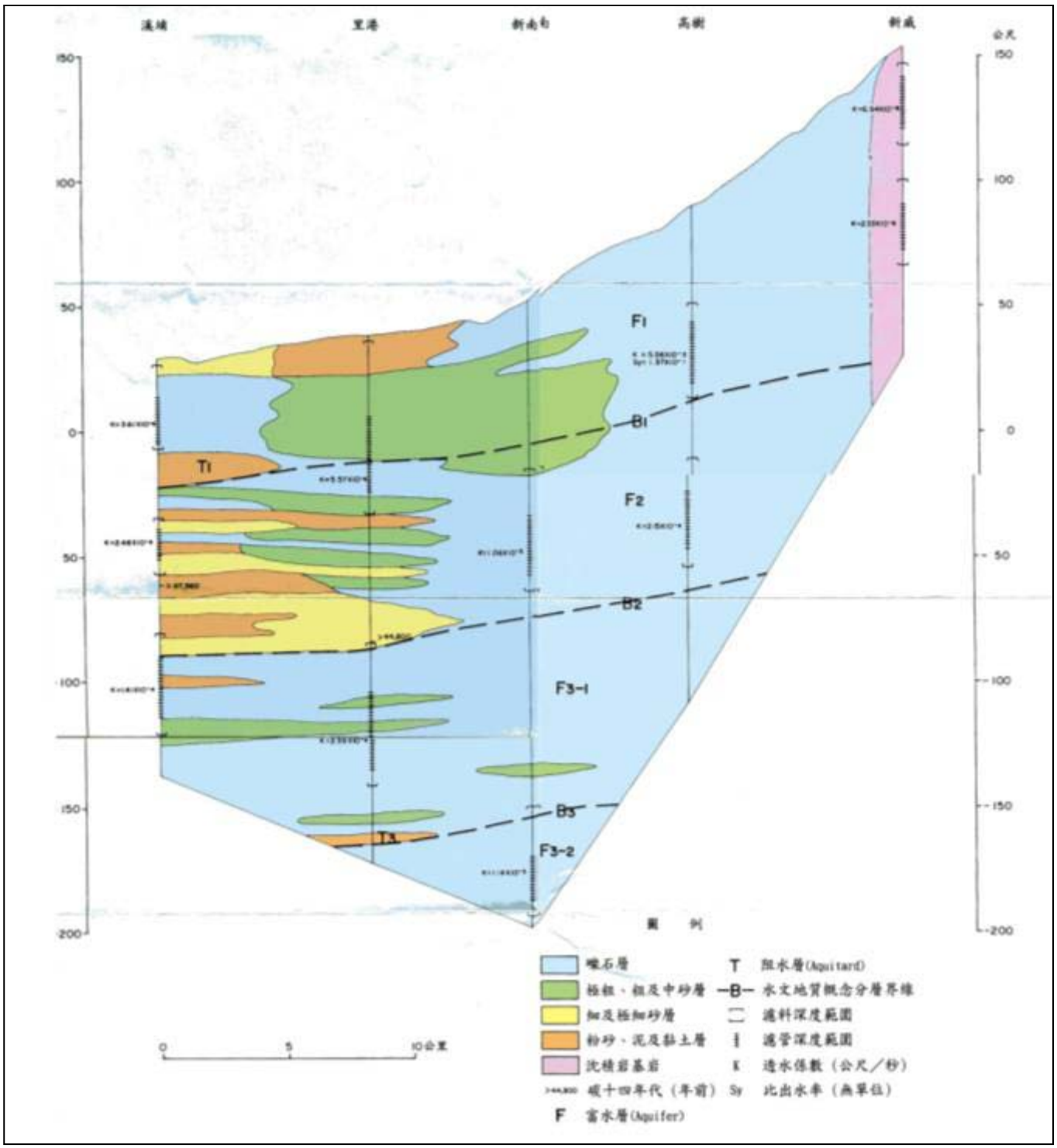



**圖 2.4-2　屏東平原地下水觀測井分佈圖**




資料來源：Cheh-Shyh Ting,"Groundwater resources evaluation and management for Pingtung Plain, Taiwan", 1997.

**圖 2.4-3 屏東平原地質調查剖面之概念化圖**



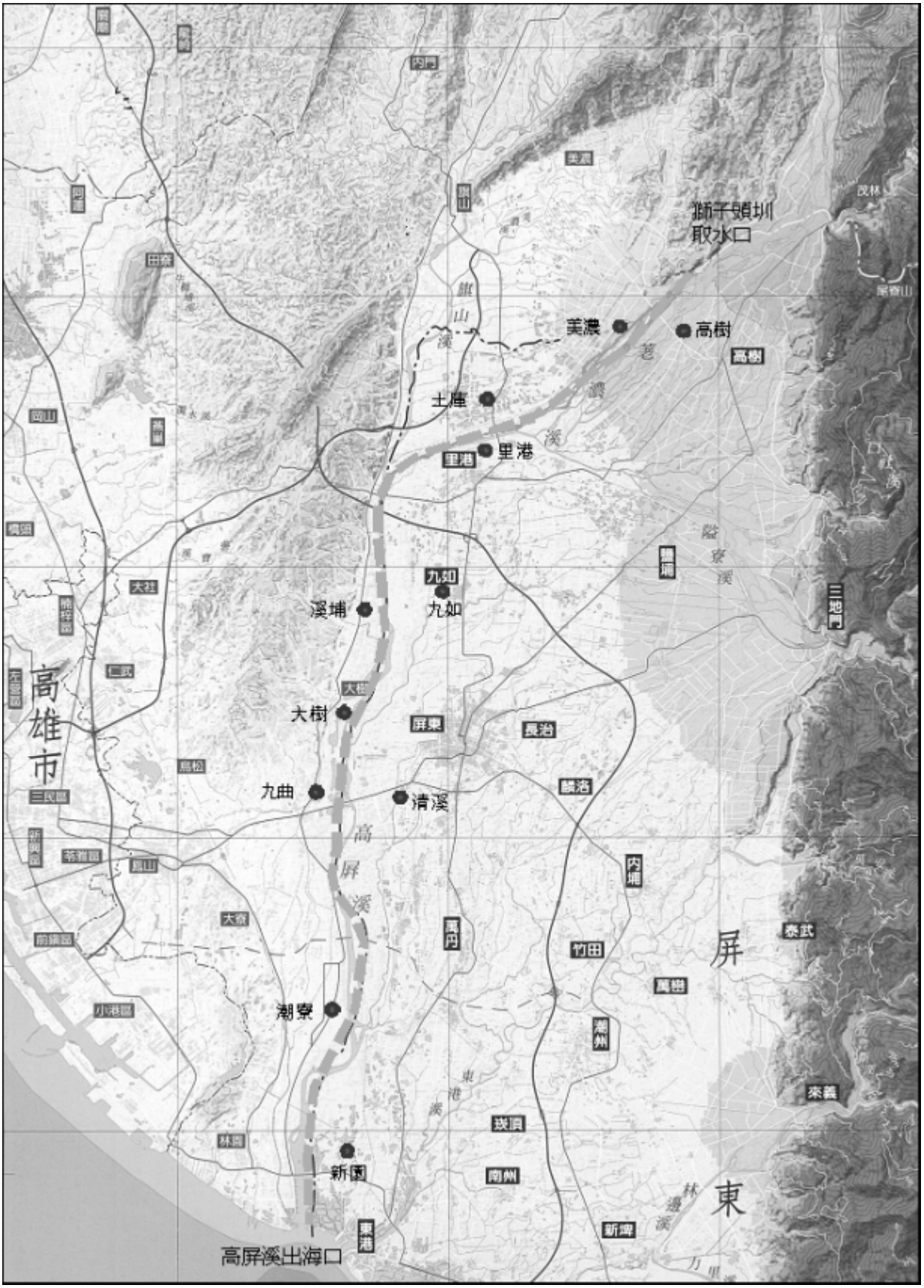

資料來源:中央地調所，2006 年 6 月。

**圖 2.4-4 屏東平原水文地質剖面圖**

## 2.5 地下水位及流向

經濟部水利署於高屏溪流域附近總共有 11 站之地下水位觀測站井，其位置分部如圖 2.5-1 所示，本計畫彙整該 11 站 2008~2010 年第一含水層之月平均地下水位高程資料進行分析(表 2.5-1)，並繪製水位變化趨勢線如圖 2.5-2。由圖中可看出，本區域之枯水期約於每年之 1~5 月底，5 月底為地下水位最低之時期 ，之後隨著雨季來臨逐漸往上攀升；豐水期約位於每年 6~12 月，地下水位最高時期為 8~10 月期間。區域地下水位變化以高屏溪上游高樹等地區為較大，豐枯水期之地下水位變化落差最大可達近 20m。地下水位變化落差幅度隨著往高屏溪下游移動逐漸有減小之情況，高屏溪中游(溪埔地區)之豐枯水期地下水位變化約 3~5m 之間，高屏溪下游(潮寮地區)之豐枯水期地下水位變化約 1.8~2.4m 之間，最下游之新園地區於 1~7 月間常有地下水位低於海平面之情況，易造成海水入侵地下水層之情形發生。

前台灣省建設廳地下水工程處於 1960 年代初期進行(地下水工程處，1961)屏東平原之地下水勘查工作，經該計畫調查研究後所繪製之 1960 年 12 月(枯水期)地下水位線圖(混層；詳見圖 2.5-3) 顯示，屏東平原之地下水均發源於區域以北、以東之山腳地帶，概言之，本地區地下水由東向西流向高屏溪，並由北向南流向海。特別值得注意的是，高屏溪高屏大橋至嶺口段區域地下水流向為由東及東北往高屏溪流動。此外，中國農村復興聯合委員會於 1968 年 5 月(枯水期)對屏東平原所作之地下水位調查(混層；詳見圖 2.5-4)顯示，其地下水流向與 1960 年之調查結果呈一致之趨勢(中國農村復興聯合委員會，1970)。此外，圖 2.5-5 與圖 2.5-6 分別為屏東平原近年來第一含水層之地下水位豐枯水期變化狀況，其中圖 2.5-5 為 1999 年及 2007 年 (1 月份及 8 月份)流況(京華工程顧問公司,2010)、而圖 2.5-6 為 2008 年 4 月份及 8 月份地下水等水位線圖。由圖中顯示，經過約 50 年(1960~2007)期間之變化，儘管沿海地區地下水零水位線有往內陸遷移之情況，但高屏溪之高屏大橋至嶺口段區域的地下水流向變化大致不變，均由東側或東北側往西側嶺口礫岩層(礫岩與泥岩互層)流動。因此可知，高屏溪本流河段(嶺口至出海口段)之




資料來源：本計畫整理。

**圖 2.5-1 高屏溪流域水利署地下水觀測井位置分佈圖**

## 表 2.5-1 高屏溪流域地下水觀測井近年月平均地下水位高程資料-2008~2010(1/2)

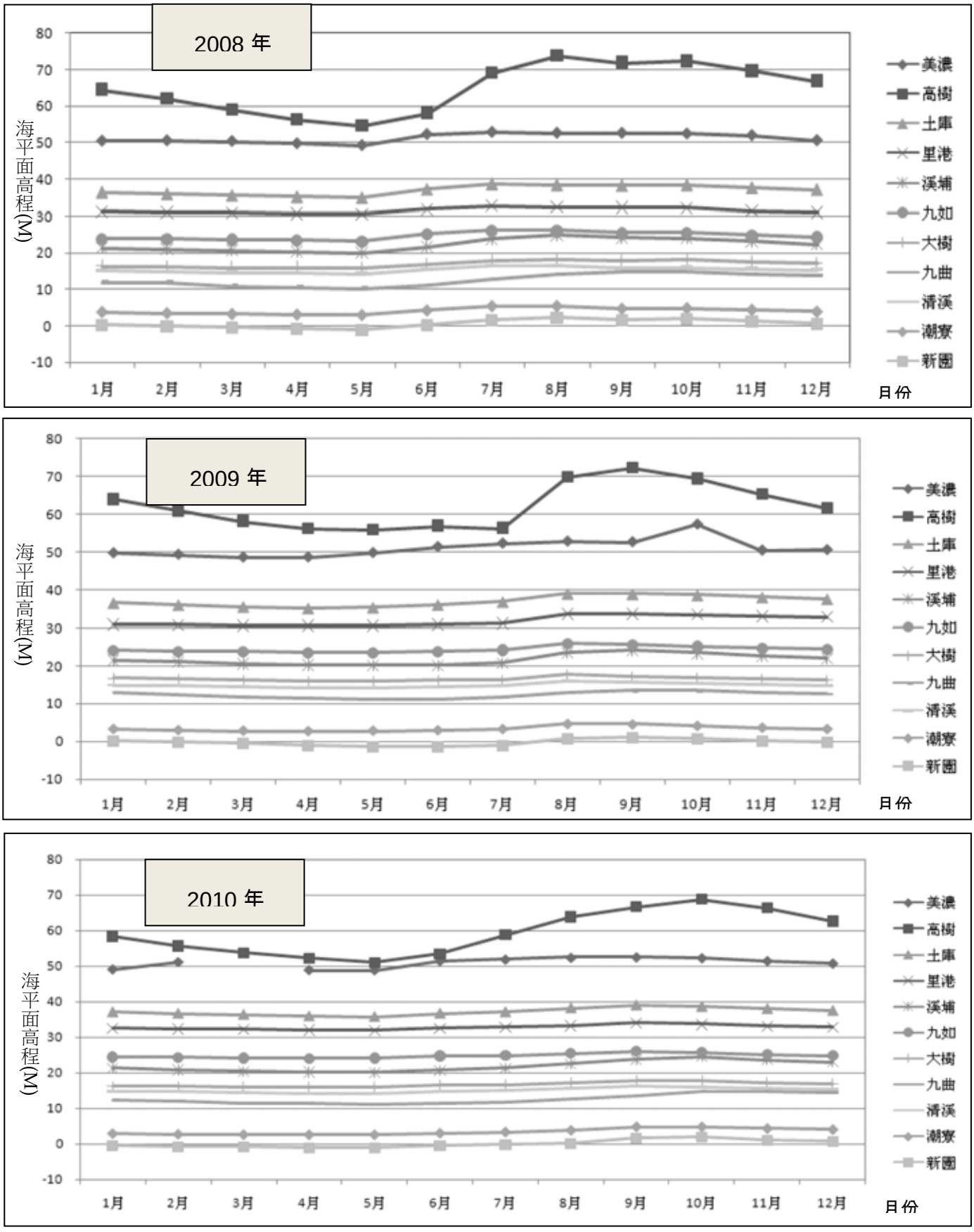
| 年份 | 測站名稱 | 1 月 | 2 月 | 3 月 | 4 月 | 5 月 | 6 月 | 7 月 | 8 月 | 9 月 | 10 月 | 11 月 | 12 月 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2008 | 美濃 | 50.50 | 50.60 | 50.40 | 49.79 | 49.29 | 52.30 | 52.88 | 52.65 | 52.65 | 52.45 | 52.02 | 50.63 |
| | 高樹 | 64.51 | 61.93 | 59.05 | 56.33 | 54.68 | 58.17 | 69.09 | 73.70 | 71.86 | 72.25 | 69.54 | 66.83 |
| | 土庫 | 36.50 | 36.05 | 35.63 | 35.30 | 35.06 | 37.24 | 38.67 | 38.42 | 38.23 | 38.43 | 37.68 | 37.19 |
| | 里港 | 31.19 | 31.07 | 30.91 | 30.74 | 30.58 | 31.93 | 32.80 | 32.58 | 32.32 | 32.28 | 31.44 | 31.07 |
| | 溪埔 | 21.31 | 20.85 | 20.52 | 20.26 | 19.97 | 21.56 | 23.92 | 24.85 | 24.06 | 23.99 | 23.07 | 22.26 |
| | 九如 | 23.89 | 23.76 | 23.62 | 23.44 | 23.22 | 25.12 | 26.13 | 25.98 | 25.37 | 25.52 | 24.71 | 24.29 |
| | 大樹 | 16.36 | 16.24 | 16.13 | 16.07 | 15.99 | 16.88 | 17.80 | 18.18 | 17.97 | 18.18 | 17.54 | 17.14 |
| | 九曲 | 12.00 | 11.90 | 11.03 | 10.67 | 10.28 | 11.17 | 12.66 | 14.12 | 14.59 | 14.72 | 14.19 | 13.62 |
| | 清溪 | 15.09 | 14.87 | 14.68 | 14.49 | 14.31 | 15.52 | 16.47 | 16.40 | 15.95 | 16.00 | 15.64 | 15.31 |
| | 潮寮 | 3.81 | 3.49 | 3.27 | 3.14 | 3.00 | 4.22 | 5.37 | 5.39 | 4.69 | 4.84 | 4.39 | 3.89 |
| | 新園 | 0.28 | -0.06 | -0.30 | -0.68 | -1.07 | 0.18 | 1.78 | 2.31 | 1.75 | 1.92 | 1.26 | 0.73 |
| 2009 | 美濃 | 49.64 | 49.24 | 48.51 | 48.54 | 49.69 | 51.28 | 52.21 | 52.74 | 52.57 | 57.26 | 50.34 | 50.49 |
| | 高樹 | 63.88 | 60.82 | 58.06 | 56.06 | 55.81 | 56.87 | 56.21 | 69.85 | 72.20 | 69.32 | 65.18 | 61.49 |
| | 土庫 | 36.57 | 36.02 | 35.59 | 35.16 | 35.36 | 36.08 | 36.88 | 38.98 | 38.91 | 38.59 | 38.08 | 37.60 |
| | 里港 | 30.86 | 30.74 | 30.65 | 30.60 | 30.55 | 30.98 | 31.22 | 33.51 | 33.65 | 33.38 | 33.06 | 32.83 |
| | 溪埔 | 21.57 | 21.02 | 20.61 | 20.31 | 20.25 | 20.21 | 20.72 | 23.62 | 24.15 | 23.43 | 22.77 | 21.95 |
| | 九如 | 24.04 | 23.89 | 23.77 | 23.64 | 23.54 | 23.91 | 24.29 | 25.96 | 25.65 | 25.20 | 24.80 | 24.55 |
| | 大樹 | 16.84 | 16.56 | 16.25 | 16.05 | 15.97 | 16.18 | 16.34 | 17.77 | 17.27 | 16.98 | 16.60 | 16.35 |
| | 九曲 | 12.92 | 12.24 | 11.72 | 11.42 | 11.04 | 11.12 | 11.63 | 12.87 | 13.45 | 13.44 | 12.93 | 12.58 |
| | 清溪 | 15.06 | 14.84 | 14.64 | 14.45 | 14.31 | 14.49 | 14.89 | 16.14 | 15.90 | 15.56 | 15.24 | 15.00 |
| | 潮寮 | 3.33 | 3.02 | 2.85 | 2.74 | 2.84 | 2.95 | 3.29 | 4.70 | 4.59 | 4.14 | 3.70 | 3.32 |
| | 新園 | 0.31 | -0.07 | -0.41 | -0.92 | -1.24 | -1.30 | -1.11 | 0.72 | 1.10 | 0.77 | 0.30 | -0.10 |

資料來源:本計畫整理。註:單位為 M(海平面高程)。

## 表 2.5-1 高屏溪流域地下水觀測井近年月平均地下水位高程資料-2008~2010(2/2)

| 年份 | 測站名稱 | 1 月 | 2 月 | 3 月 | 4 月 | 5 月 | 6 月 | 7 月 | 8 月 | 9 月 | 10 月 | 11 月 | 12 月 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2010 | 美濃 | 49.07 | 51.14 | | 48.86 | 48.81 | 51.43 | 51.87 | 52.36 | 52.50 | 52.27 | 51.45 | 50.72 |
| | 高樹 | 58.32 | 55.64 | 53.60 | 52.13 | 51.00 | 53.36 | 58.68 | 63.72 | 66.66 | 68.65 | 66.35 | 62.55 |
| | 土庫 | 37.12 | 36.69 | 36.34 | 35.92 | 35.77 | 36.72 | 37.10 | 38.24 | 39.02 | 38.64 | 38.02 | 37.49 |
| | 里港 | 32.66 | 32.40 | 32.33 | 32.12 | 32.04 | 32.68 | 32.89 | 33.31 | 34.04 | 33.65 | 33.13 | 32.81 |
| | 溪埔 | 21.34 | 20.81 | 20.45 | 20.26 | 20.13 | 20.79 | 21.37 | 22.55 | 23.83 | 24.61 | 23.78 | 23.04 |
| | 九如 | 24.44 | 24.36 | 24.15 | 24.09 | 24.15 | 24.76 | 24.88 | 25.45 | 26.08 | 25.84 | 25.22 | 24.88 |
| | 大樹 | 16.21 | 16.15 | 16.12 | 16.00 | 15.97 | 16.58 | 16.69 | 17.31 | 17.83 | 17.80 | 17.31 | 16.97 |
| | 九曲 | 12.27 | 12.06 | 11.57 | 11.38 | 11.21 | 11.61 | 11.90 | 12.68 | 13.62 | 14.67 | 14.56 | 14.36 |
| | 清溪 | 14.80 | 14.61 | 14.46 | 14.27 | 14.14 | 14.70 | 15.05 | 15.56 | 16.21 | 16.04 | 15.51 | 15.19 |
| | 潮寮 | 2.99 | 2.81 | 2.71 | 2.67 | 2.67 | 3.11 | 3.44 | 3.89 | 4.84 | 4.84 | 4.39 | 4.09 |
| | 新園 | -0.54 | -0.78 | -0.90 | -1.05 | -1.06 | -0.50 | -0.29 | 0.15 | 1.71 | 1.96 | 1.11 | 0.70 |

資料來源:本計畫整理。註:單位為 M(海平面高程)。




資料來源:本計畫整理。

**圖 2.5-2 高屏溪流域地下水觀測井月平均地下水位變化趨勢 (2008~2010 年)**

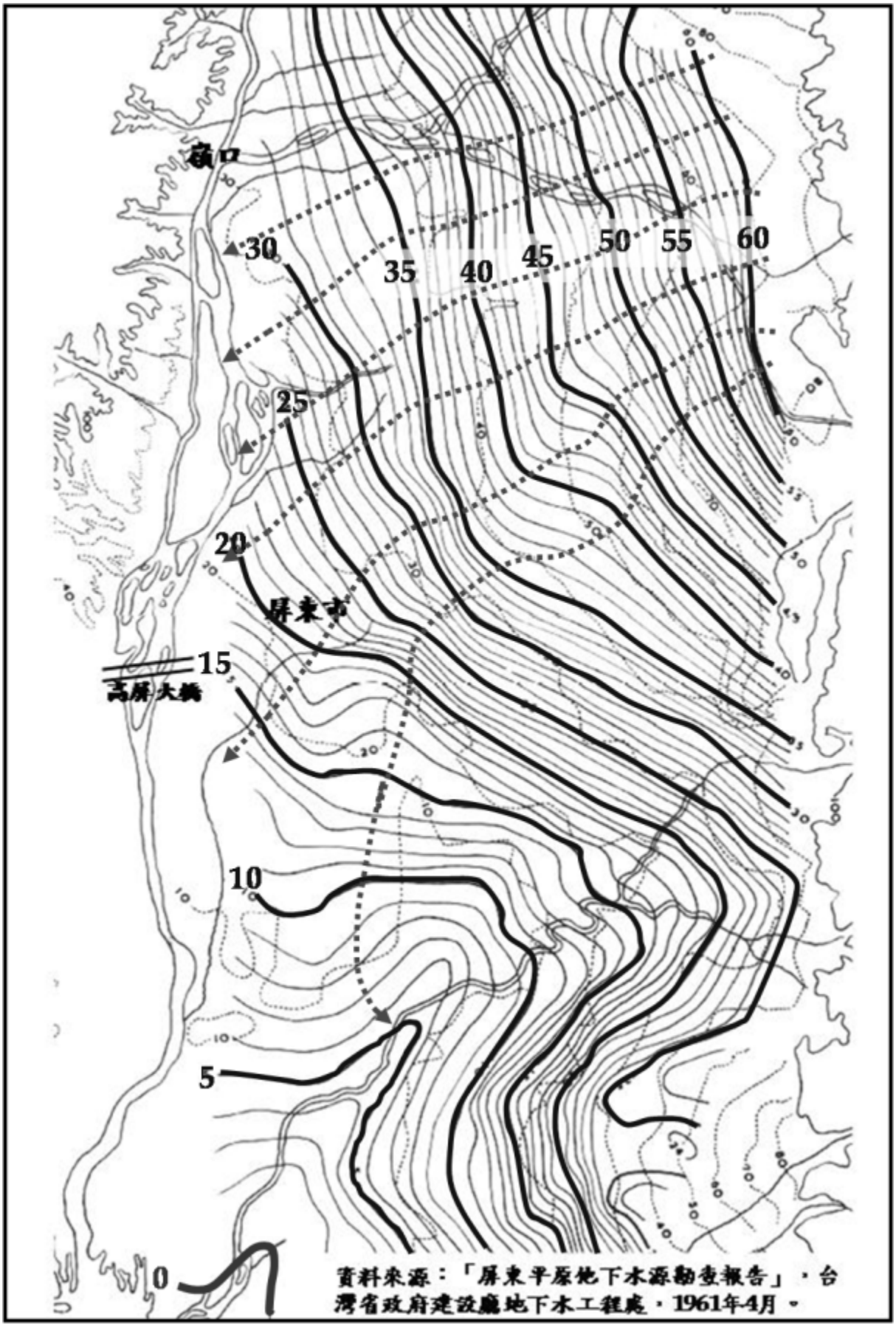



**圖 2.5-3 屏東平原 1960 年 12 月等水位線圖**

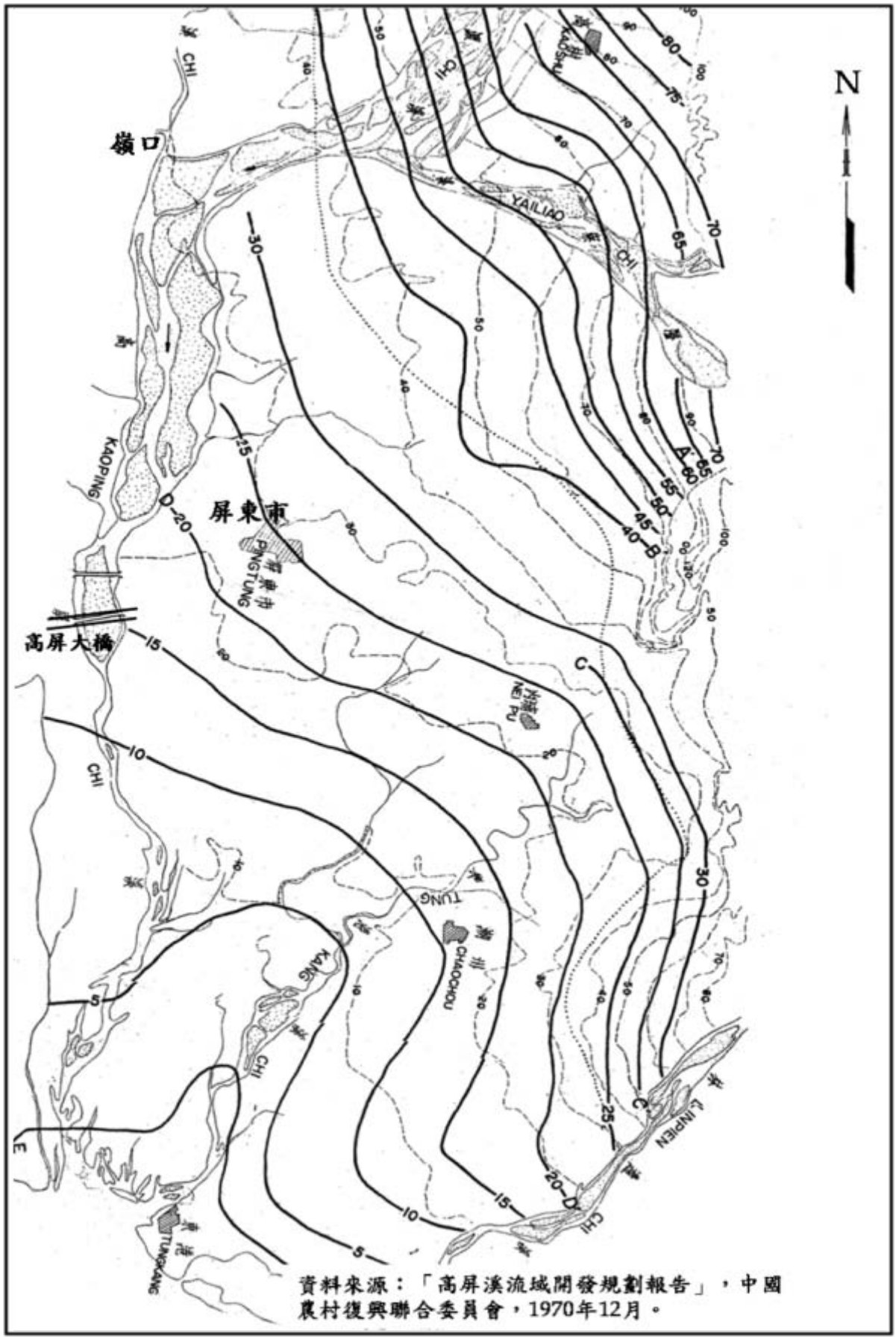
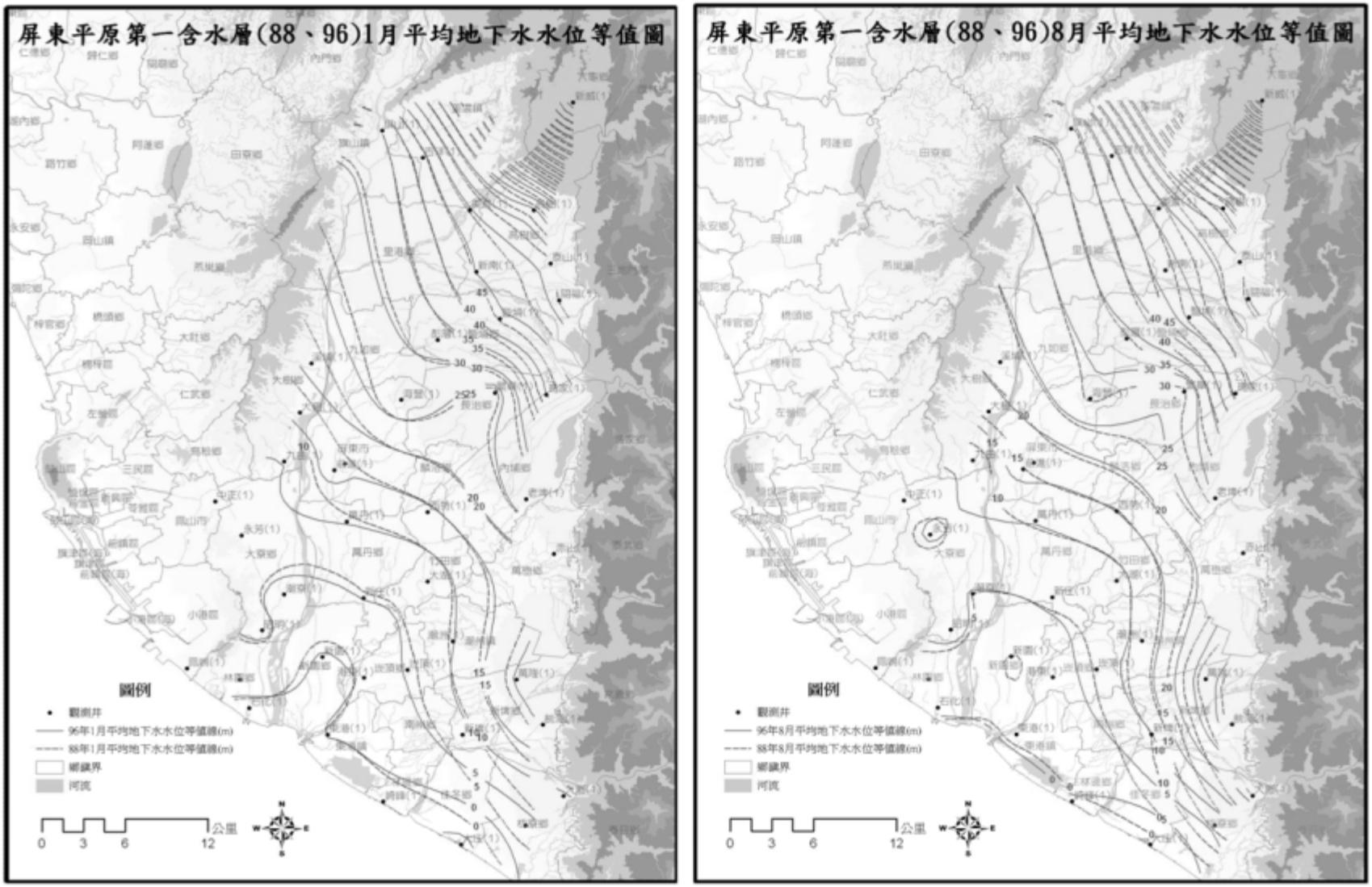
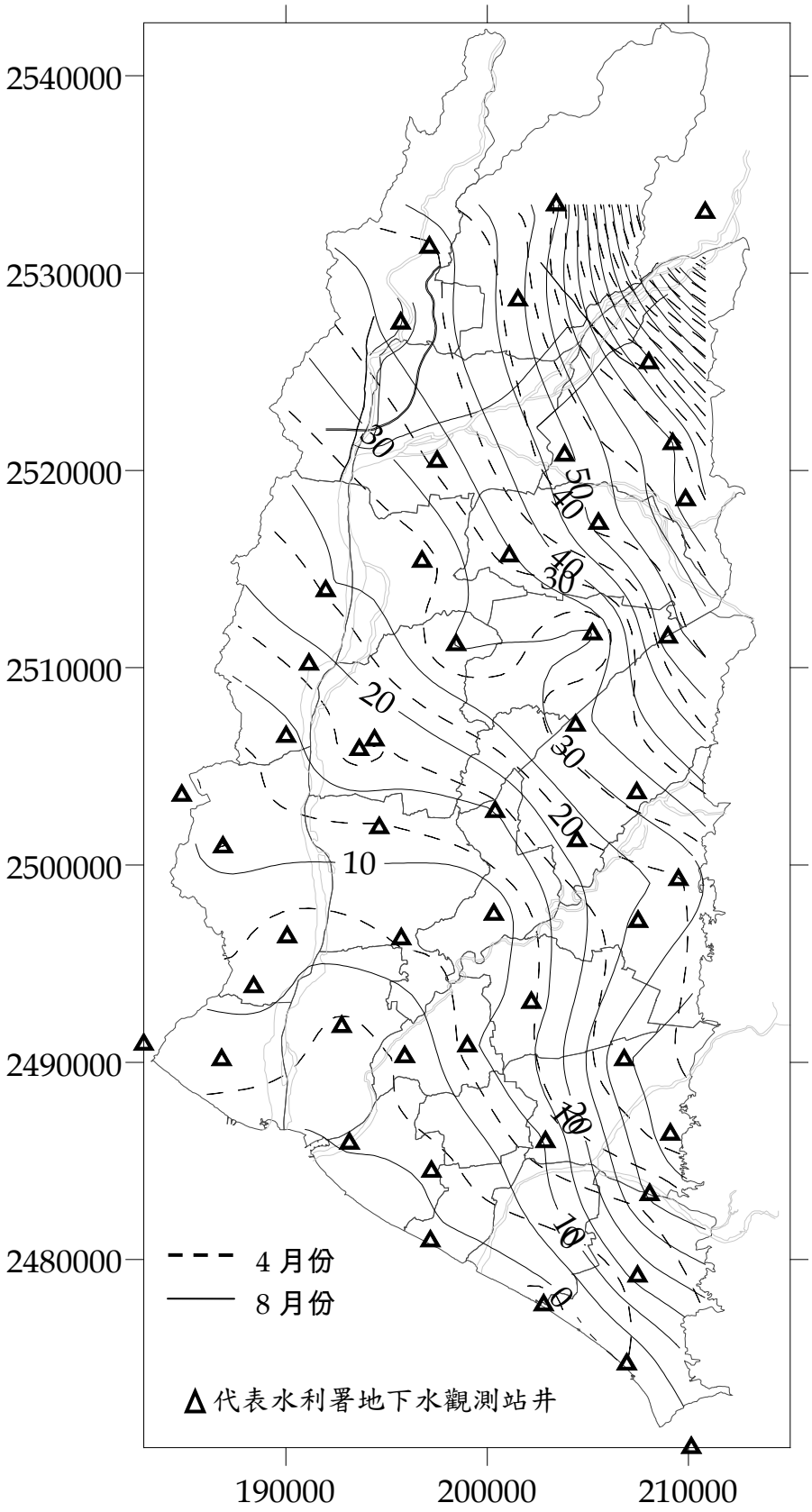



**圖 2.5-4 屏東平原 1968 年 5 月等水位線圖**




資料來源：經濟部水利署，土庫農場潛層地下水開發可行性規劃(99)。

**圖 2.5-5 屏東平原 1999 年及 2007 年豐枯水期地下水等水位線圖**




資料來源：本計畫繪製。

**圖 2.5-6 屏東平原 2008 年 4 月份及 8 月份地下水等水位線圖**

豐枯水期地表水受東側隘寮與美濃沖積扇扇頂區所補注。

## 2.6 地下水質

本計畫選定環保署位於高屏地區之地下水監測井網較接近高屏溪沿岸的 3 口水質測站，分別代表高屏溪上游(里港土庫國小)、高屏溪中游(大樹國小)、高屏溪下游(潮寮國小)之地下水質狀況，測站位置分佈如圖 2.6-1 所示。依據行政院環保署「全國環境水質監測資訊網」之地下水質檢測資料，彙整此 3 口地下水質監測井 2008~2010 年之水質檢測資料如表 2.6-1 及表 2.6-2。將檢測結果與「灌溉水水質標準」以及「飲用水水源水質標準」比較發現位於高屏溪上游河段之土庫國小以及位於高屏溪下游河段之潮寮國小，其地下水質均有兩項不符「灌溉水水質標準」，分別為導電度(標準限值:750 μmho/cm25℃)及錳(標準限值:0.2 mg/L)，而位於高屏溪中游河段之大樹國小地下水質均符合「灌溉水水質標準」以及「飲用水水源水質標準」有規範項目之限值標準。

高屏溪上游河段之土庫國小(里港地區)地下水導電度偏高，其可能原因之一為該區早期農業活動造成土壤鹽分增加(土壤累積肥料)，以致地下水導電度有偏高之情形。高屏溪下游河段之潮寮國小(鄰近出海口地區)地下水導電度偏高，其可能原因為受海水入滲影響，導致地下水中之導電度有偏高之情形。

單就此 3 口井之檢測項目分析結果而言，高屏溪中游沿岸區域之地下水質似乎較上游及下游為佳。




資料來源：本計畫整理。

**圖 2.6-1 高屏溪上、中、下游沿岸鄰近地下水質監測井位置圖**

# 表 2.6-1 高屏溪沿岸地下水質檢測資料(一般項目)-(1/2)

| 區位 | 測站名稱 | 採樣日期 | 地下水位 井頂下(m) | 水溫 (℃) | 酸鹼值 | 導電度 (μmho/cm25℃) | 總硬度 (mg/L as CaCO3) | 總溶解固體物 (mg/L) | 氯鹽 (mg/L) | 氨氮 (mg/L) | 硝酸鹽氮 (mg/L) | 硫酸鹽 (mg/L) | 總有機碳 (mg/L) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 高屏溪上游 | 土庫國小 | 99/5/3 | 3.902 | 28.3 | 7.3 | **767** | 322 | 478 | 39.5 | 0.11 | <0.01 | 112 | 0.51 |
| | | 98/10/6 | 2.695 | 28 | 7 | **835** | 404 | 591 | 43.9 | 0.06 | <0.01 | 135 | 2.15 |
| | | 98/8/11 | 1.388 | 27.8 | 7.1 | **820** | 389 | 569 | 45.2 | 0.06 | 0.01 | 108 | 1.52 |
| | | 98/5/6 | 4.952 | 27.4 | 6.6 | **787** | 379 | 466 | 42.4 | 0.07 | <0.01 | 101 | 1.18 |
| | | 98/1/5 | 4.498 | 28.6 | 7 | **809** | 412 | 594 | 59.8 | 0.05 | 0.02 | 121 | 0.89 |
| | | 97/10/2 | 2.948 | 28.4 | 7 | 743 | 393 | 542 | 30.2 | 0.06 | <0.01 | 137 | 0.83 |
| | | 97/8/11 | 2.626 | 27.9 | 7.2 | **796** | 372 | 610 | 31 | 0.07 | <0.01 | 136 | 0.91 |
| | | 97/5/5 | 4.887 | 27.7 | 7 | **786** | 382 | 530 | 25.8 | 0.07 | <0.01 | 125 | 1.07 |
| | | 97/1/15 | 4.385 | 28 | 7.1 | **790** | 387 | 528 | 15.5 | 0.07 | 0.02 | 118 | 0.47 |
| 高屏溪中游 | 大樹國小 | 99/10/20 | 5.845 | 28.1 | 6.3 | 486 | 182 | 344 | 21.9 | 0.01 | 7.05 | 49.6 | 0.74 |
| | | 99/5/15 | 7.656 | 29.3 | 6.3 | 483 | 184 | 330 | 21.8 | <0.01 | 5.45 | 59.1 | 0.54 |
| | | 98/10/9 | 6.553 | 28.1 | 6.2 | 465 | 174 | 321 | 20.5 | <0.01 | 6.09 | 49.7 | 0.7 |
| | | 98/8/13 | 0.665 | 28.5 | 6.3 | 416 | 154 | 295 | 18.9 | <0.01 | 5.39 | 38.4 | 1.07 |
| | | 98/5/21 | 2.69 | 27.6 | 6.4 | 460 | 177 | 301 | 19.4 | <0.01 | 5.23 | 48.7 | 1.44 |
| | | 98/1/16 | 6.761 | 28.2 | 6.4 | 468 | 200 | 349 | 20.8 | 0.02 | 3.9 | 64.1 | 2.41 |
| | | 97/10/22 | 5.548 | 27.1 | 6.5 | 488 | 199 | 316 | 19.7 | <0.01 | 6.52 | 52.3 | 0.64 |
| | | 97/8/20 | 5.472 | 26.9 | 6.5 | 507 | 204 | 342 | 19.6 | <0.01 | 5.6 | 58.8 | 0.55 |
| | | 97/5/17 | 7.604 | 27.5 | 6.5 | 570 | 225 | 381 | 20.3 | <0.01 | 4.86 | 71.2 | 0.8 |
| | | 97/1/19 | 7.223 | 27.3 | 6.6 | 535 | 230 | 402 | 22.6 | 0.06 | 5.81 | 71.4 | 0.51 |
| 灌溉用水水質標準 | | | | 35 | 6~9 | 750 | | | 175 | | | | |
| 飲用水水源水質標準 | | | | | | | | | | 1 | | | 4 |

資料來源:本計畫整理。註:飲用水水源水質標準，地面水體或地下水體作為自來水及簡易自來水之飲用水水源者。

# 表 2.6-1 高屏溪沿岸地下水質檢測資料(一般項目)-(2/2)

| 區位 | 測站名稱 | 採樣日期 | 地下水位 井頂下(m) | 水溫 (℃) | 酸鹼值 | 導電度 (μmho/cm25℃) | 總硬度 (mg/L as CaCO3) | 總溶解固體物 (mg/L) | 氯鹽 (mg/L) | 氨氮 (mg/L) | 硝酸鹽氮 (mg/L) | 硫酸鹽 (mg/L) | 總有機碳 (mg/L) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 高屏溪下游 | 潮寮國小 | 99/10/20 | 3.315 | 29.1 | 7 | **1020** | 373 | 708 | 49.1 | 0.01 | 0.62 | 144 | 0.82 |
| | | 99/5/15 | 5.418 | 29.1 | 7 | **1240** | 381 | 818 | 74.9 | <0.01 | 0.18 | 197 | 0.72 |
| | | 98/10/9 | 3.805 | 28.2 | 6.8 | **1260** | 581 | 876 | 115 | <0.01 | 0.08 | 188 | 2.15 |
| | | 98/8/13 | 3.565 | 28.8 | 6.9 | **833** | 397 | 532 | 49.4 | <0.01 | 0.1 | 79.2 | 2.25 |
| | | 98/5/21 | 3.522 | 28.7 | 7 | **1010** | 424 | 654 | 41.9 | <0.01 | 0.32 | 129 | 2.16 |
| | | 98/1/16 | 4.746 | 28.4 | 7 | **898** | 378 | 646 | 48.1 | 0.03 | 0.28 | 169 | 1.84 |
| | | 97/10/22 | 3.276 | 28.2 | 7.1 | **999** | 410 | 636 | 47.5 | 0.01 | 0.47 | 129 | 0.89 |
| | | 97/8/20 | 2.852 | 28.3 | 7.1 | **955** | 399 | 574 | 46.7 | <0.01 | 0.19 | 123 | 0.84 |
| | | 97/5/17 | 5.137 | 29.2 | 7.1 | **1240** | 458 | 796 | 84.4 | <0.01 | 0.22 | 188 | 1.11 |
| | | 97/1/19 | 4.305 | 28.5 | 7.1 | **1010** | 451 | 778 | 65 | <0.01 | 0.95 | 158 | 0.64 |
| 灌溉用水水質標準 | | | | 35 | 6~9 | 750 | | | 175 | | | | |
| 飲用水水源水質標準 | | | | | | | | | | 1 | | | 4 |

資料來源:本計畫整理。註:飲用水水源水質標準，地面水體或地下水體作為自來水及簡易自來水之飲用水水源者。

# 表 2.6-2 高屏溪沿岸地下水質檢測資料(重金屬項目)-(1/2)

| 區位 | 測站名稱 | 採樣日期 | 砷 (mg/L) | 鎘 (mg/L) | 鉻 (mg/L) | 銅 (mg/L) | 鉛 (mg/L) | 鋅 (mg/L) | 鐵 (mg/L) | 錳 (mg/L) | 鈉 (mg/L) | 鉀 (mg/L) | 鈣 (mg/L) | 鎂 (mg/L) | 總鹼度 (mg/L as CaCO3) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 高屏溪上游 | 土庫國小 | 99/5/3 | 0.0028 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.003 | <0.002 | 0.407 | **0.465** | 35.7 | 5.96 | 103 | 20.1 | 234 |
| | | 98/10/6 | 0.0034 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | 0.003 | <0.002 | 0.402 | **0.576** | 27.7 | 6.4 | 124 | 26.7 | 256 |
| | | 98/8/11 | 0.0022 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.003 | 0.009 | 0.649 | **0.581** | | | | | |
| | | 98/5/6 | 0.0033 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.003 | 0.002 | 0.792 | **0.532** | 20.7 | 6.23 | 111 | 25.7 | 256 |
| | | 98/1/5 | 0.0023 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.003 | <0.002 | 0.162 | **0.591** | | | | | |
| | | 97/10/2 | 0.0033 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.003 | <0.002 | 0.869 | **0.682** | 20.5 | 6.12 | 112 | 27.4 | 258 |
| | | 97/8/11 | 0.0027 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.003 | <0.002 | 0.06 | **0.568** | | | | | |
| | | 97/5/5 | 0.0041 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.003 | 0.008 | 0.877 | **0.642** | 16.5 | 6.49 | 107 | 26.6 | 264 |
| | | 97/1/15 | 0.0031 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.003 | <0.002 | 1.4 | **0.613** | | | | | |
| 高屏溪中游 | 大樹國小 | 99/10/20 | <0.0003 | <0.001 | <0.001 | 0.002 | <0.003 | <0.002 | 0.019 | 0.07 | 24.5 | 4.53 | 47 | 14.9 | 137 |
| | | 99/5/15 | <0.0003 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.003 | 0.051 | 0.014 | 0.103 | 27.7 | 5.03 | 55.2 | 15.1 | 139 |
| | | 98/10/9 | <0.0003 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | 0.005 | 0.017 | 0.007 | 0.051 | 28.7 | 4.39 | 47.9 | 14.9 | 138 |
| | | 98/8/13 | <0.0003 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.003 | <0.002 | 0.006 | 0.085 | | | | | |
| | | 98/5/21 | <0.0003 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.003 | <0.002 | 0.014 | 0.048 | 26.2 | 4.43 | 49.2 | 15.4 | 141 |
| | | 98/1/16 | 0.0008 | 0.002 | <0.001 | <0.001 | <0.003 | 0.005 | <0.005 | 0.033 | | | | | |
| | | 97/10/22 | <0.0003 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.003 | <0.002 | <0.005 | 0.057 | 26.6 | 4.49 | 52.3 | 15.8 | 144 |
| | | 97/8/20 | 0.0006 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.003 | <0.002 | 0.028 | 0.052 | | | | | |
| | | 97/5/17 | <0.0003 | 0.002 | <0.001 | <0.001 | <0.003 | <0.002 | 0.01 | 0.092 | 29.2 | 4.86 | 63.1 | 19.1 | 181 |
| | | 97/1/19 | 0.0004 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.003 | 0.005 | 0.016 | 0.057 | | | | | |
| 灌溉用水水質標準 | | | 0.05 | 0.01 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 2 | 5 | 0.2 | | | | | |
| 飲用水水源水質標準 | | | 0.05 | 0.01 | 0.05 | | 0.05 | | | | | | | | |

資料來源:本計畫整理。註:飲用水水源水質標準，地面水體或地下水體作為自來水及簡易自來水之飲用水水源者。

## 表 2.6-2 高屏溪沿岸地下水質檢測資料(重金屬項目)-(2/2)

| 區位 | 測站名稱 | 採樣日期 | 砷 (mg/L) | 鎘 (mg/L) | 鉻 (mg/L) | 銅 (mg/L) | 鉛 (mg/L) | 鋅 (mg/L) | 鐵 (mg/L) | 錳 (mg/L) | 鈉 (mg/L) | 鉀 (mg/L) | 鈣 (mg/L) | 鎂 (mg/L) | 總鹼度 (mg/L as CaCO3) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 高屏溪下游 | 潮寮國小 | 99/10/20 | 0.0007 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.003 | <0.002 | 0.106 | **0.497** | 76.7 | 4.73 | 118 | 18.8 | 349 |
| | | 99/5/15 | 0.0019 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | 0.007 | 0.015 | 0.226 | **0.441** | 132 | 5.88 | 124 | 19.9 | 367 |
| | | 98/10/9 | 0.003 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.003 | 0.002 | 0.539 | **0.96** | 56.6 | 6.83 | 182 | 33.1 | 352 |
| | | 98/8/13 | 0.0012 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.003 | 0.003 | 0.029 | **0.335** | | | | | |
| | | 98/5/21 | 0.0017 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.003 | <0.002 | 0.356 | **1.13** | 69.2 | 5.88 | 135 | 24.5 | 368 |
| | | 98/1/16 | 0.0019 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.003 | <0.002 | 0.302 | **0.618** | | | | | |
| | | 97/10/22 | 0.0016 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.003 | <0.002 | 0.066 | **0.684** | 70.1 | 4.72 | 145 | 20.6 | 353 |
| | | 97/8/20 | 0.0019 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.003 | 0.003 | 0.128 | **0.634** | | | | | |
| | | 97/5/17 | 0.0025 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.003 | <0.002 | 0.115 | **0.662** | 94.5 | 6.9 | 146 | 26 | 360 |
| | | 97/1/19 | 0.003 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.003 | 0.002 | 0.177 | **0.673** | | | | | |
| 灌溉用水水質標準 | | | 0.05 | 0.01 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 2 | 5 | 0.2 | | | | | |
| 飲用水水源水質標準 | | | 0.05 | 0.01 | 0.05 | | 0.05 | | | | | | | | |

資料來源:本計畫整理。註:飲用水水源水質標準，地面水體或地下水體作為自來水及簡易自來水之飲用水水源者。

## 2.7 傍河取水技術資料蒐集

一、伏流水定義與相關法規分析

地面水與地下水體之間的介面是可相互交換的，受這些水體相對於地下水流系統所處的位置、河床及其下地質條件與其所處的氣象環境所控制；其起因可能是河床和河岸內外的水流往下游流動、潮汐或波浪等出流作用，或者由濕地及其他地面水體邊緣植被所引起之蒸散作用，這些交互作用逐漸於河床下及河岸邊形成伏流水帶(hyporheic flow zone)(詳見圖 2.7-1)。而一般的傍河取水技術即是引取此部分之伏流水源。

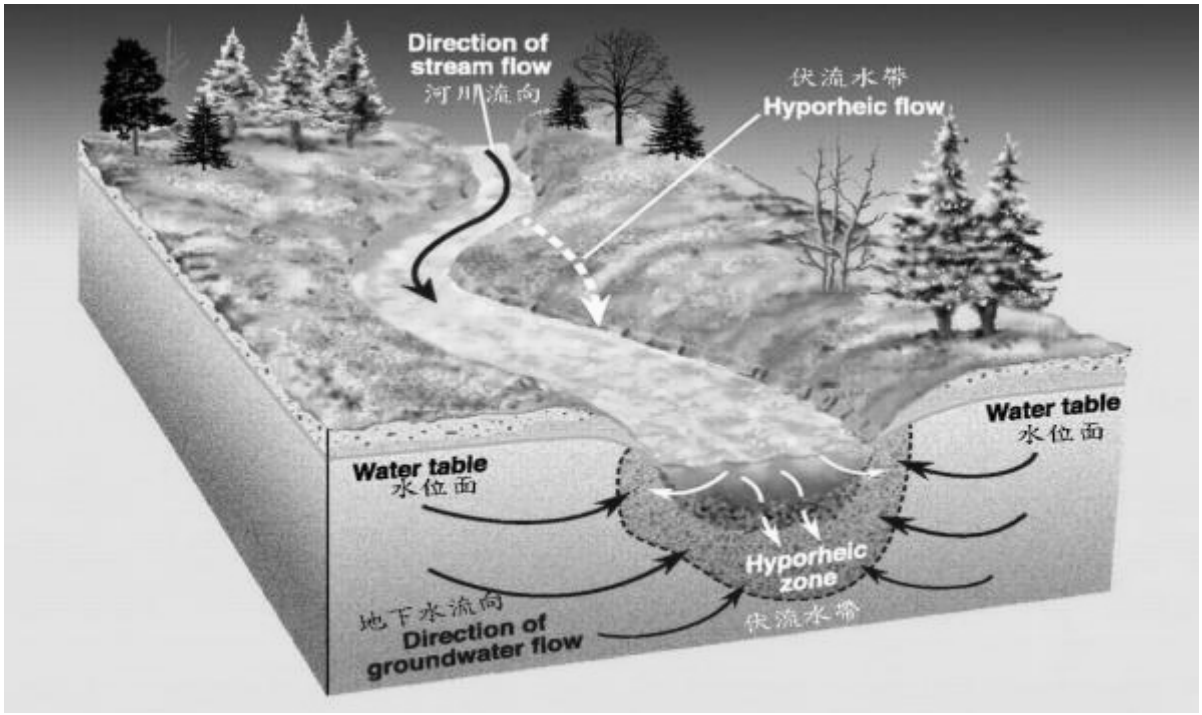



**圖 2.7-1 伏流水帶示意圖**

根據"Handbook of applied hydrology" (Chow,1964)及"應用水文學" (王如意、易任,1982)之定義，另一名詞 interflow(亦可做為伏流)或地表下水流(subsurface flow)係指降雨時部份降雨入滲地表下土壤內形成側流流入河川，雖流速緩慢，於延續之中度降雨時，地表下之伏流水源可能甚多。由於台灣地區河川特性大多屬於山高流短，水源儲存不易，而河床下的伏流水則因於地表下礫砂地層內流動較為緩慢，因此極具有開發的潛能。伏流水資源的開發方式是符合現今時代潮流的一種技術，其特點相較於一般相等規模之水利構造物具有：構築方式對環境生態衝擊較

小、水質較為潔淨、豐枯水期皆能取得水源量、施工期間短、建造經費較低、具永續性等特點，故目前在歐美各國均普遍受到應用，以目前國內水資源開發迭受阻擾的情況，伏流水源的開發技術是多元水資源開發的重要選項之一。

而在台灣一般所稱之伏流水源開發,係指流動或瀦蓄於河床下水源。位於屏東縣來義鄉著名的二峰圳取水堰堤即取用林邊溪河床下之伏流水源，該水源工程為日據時期鳥居信平於 1921 年所設計建造，鳥居先生並於 1936 年(昭和 11 年)發表此地下堰工程於"台灣の水利"期刊 ,篇名為《**伏流水**利用に依る荒蕪地開拓：臺灣製糖株式會社萬隆農場創設並に其經過》，該文章並於 1936 年得到全日本年度農學大獎，可見伏流水源之開發於當年得到極度的重視。

根據台糖公司之記錄資料顯示，二峰圳歷年 (1953~1999 年) 來之實際出水量平均約為 3000 萬噸/年，出水量由最少為 1000 萬噸/年，最大 5200 萬噸/年，出水量多寡受河床變動、取水設施維修與否等因素所影響；而該圳建造完成後之豐水期出水約為 25 萬 CMD、枯水期約為 7 萬 CMD，枯水期約為豐水期出水量之 1/3.6；惟該出水量係因應當時枯水期(11~4 月)甘蔗灌溉需水量約 6.3 萬 CMD、豐水期(6~9 月)水稻灌溉需水量約 20 萬 CMD 需求所設計，當時(約 90 年前)之取水機制係"以需製供"。

目前二峰圳之可取用水量現況，依據經濟部水利署水利規劃試驗所「林邊溪力力溪現有集水廊道剩餘水資源開發潛能與經濟效益概估」計畫(巨廷工程顧問股份有限公司，2010 年)所調查之資料，豐水期(5~10 月)之平均出水量約 2cms(約 17.28 萬 CMD)，枯水期(11~翌年 4 月)之平均出水量約 0.85cms(約 7.3 萬 CMD)。

此外，於日據時期所建設之伏流水取水工程如：林邊溪支流力力溪之南和圳(1925 年)、雲林縣古坑鄉之大湖口溪崁頭厝圳(1941 年)及宜蘭縣礁溪鄉之大礁溪金同春圳(1932 年)，這些地下式取水堰堤工法與二峰圳極為類似，且為目前仍持續運轉中之伏流水源開發工程。

另關於伏流水之國內相關法規探討，茲說明如下：

(一) 環境影響評估法

依據 2009 年 12 月 2 日所修正頒布《環境影響評估法》之「開發行為應實施環境影響評估細目及範圍認定標準」第 13 條之規定，供水、抽水或引水工程之開發，有下列情形之一者，應實施環境影響評估：

1.抽水、引水工程，符合下列規定之一者：

(1)抽、引取地面水、”伏流水”抽水量 2cms(17.28 萬 CMD)以上。

(2)抽取地下水抽水量 0.2cms(1.73 萬 CMD)以上。

(二) 水利法

1. 1993 年水利法規解釋函

經查水利法並無”伏流水”之定義，水利法對水源之定義僅有地面水及地下水 2 種：

水利法施行細則第 2 條：地面水，指流動或停瀦於地面上之水；地下水，指流動或停瀦於地面以下之水。

由於對於伏流水之定義尚未見釐清，故經濟部 1993 年 12 月 24 日水利法規解釋函（82）經水字第 092835 號：

要旨：伏流水應依法歸類於「地面水」或「地下水」，並應受水利法之規範。　查水利法並無伏流水之定義，有關地面水與地下水之界定，水利法施行細則第二條已有明定。依該條之意旨，「伏流水」如流動或停瀦於地面，則屬地面水；如流動或停瀦於地面以下，則應屬地下水，其與河床、湖床之距離、深遠無關，但均受水利法之規範。

依解釋函之說明，雖並無伏流水之定義，但並無否定伏流水存在之意旨。因伏流水如流動或停瀦於地面，則屬地面水，此伏流水現象常見於一般沖積扇扇尾地區，如位於屏東縣林邊溪沖積扇扇尾之新埤、潮州、萬巒一帶，豐水期部分地區常見水源自地表下伏流出地面(當地以排水溝渠輸送至河溪，形成無源頭之溝渠)，或可稱之為地面式伏流水(此種情況為前述”水經注”之定義)；而若伏流水流動或停瀦於地面以下，則屬地下水，此伏流水現象如高屏溪會結、九曲堂取水站、林邊溪二峰圳等，水源蘊藏於河床下，經由人為方式

引取而出，或可稱之為地下式伏流水。

(三) 2011 年經濟部解釋令

經濟部於 2011 年 8 月 29 日頒布"有關伏流水定義及其水權登記處理原則"(經授水字第 10020209680 號解釋令)，其內容如下：

1.於水道內河床下非飽和層內之伏流水為地面水，其水權登記以地面水為之;於水道外地面下非飽和層及水道內、外飽和層內之水為地下水，其水權登記按地下水為之。原已取得水權而不符本分類原則者，俟其水權期限屆滿，並申請展限登記時再依本原則辦理。

2.本部 82 年 12 月 24 日水字第 092835 號函釋自即日廢止。

由前述之定義，本解釋令主要之說明有二：其一乃解釋有關伏流水者係指"於水道內河床下非飽和層內者"，此伏流水之定義係為地面水;其二為規範"於水道外地面下非飽和層及水道內、外飽和層內之水"為地下水。將此四種可能之水體歸屬於水利法之地面水及地下水二類，更重要者為此解釋令回歸水利法定義之水權登記範疇。

二、國內伏流水開發概況

(一)集水廊道(暗渠)

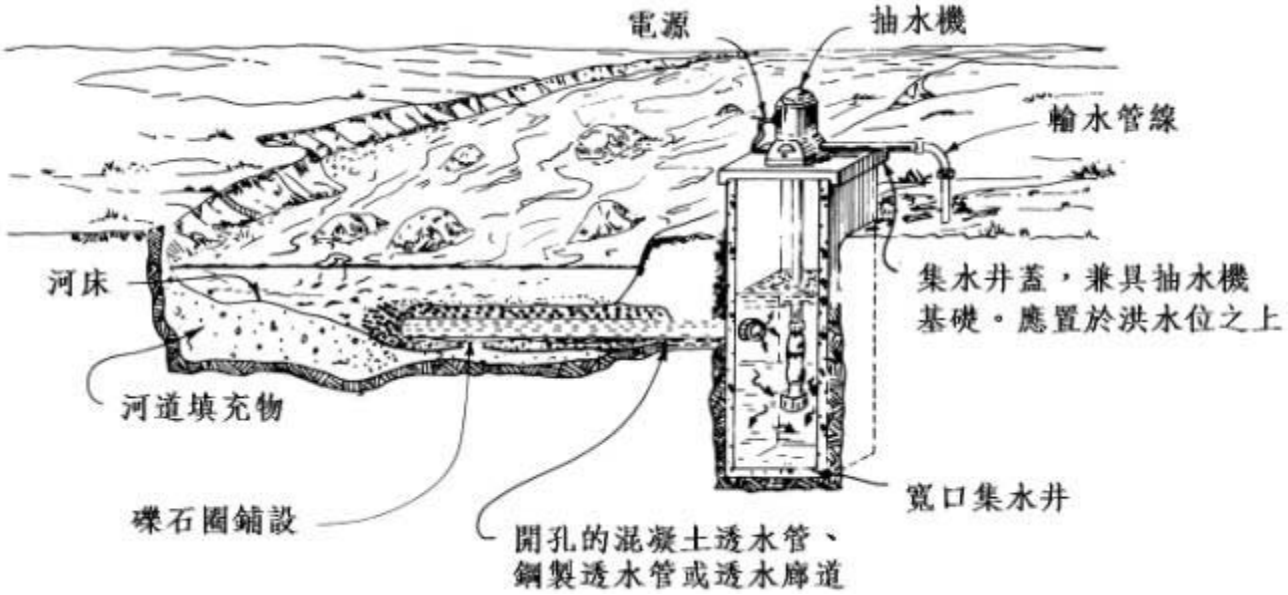
國內早期所開發之伏流水工程，如：二峰圳(1923 年)、南和圳(1925 年)、金同春圳(1932 年)、崁頭厝圳(1941 年)，這些建造於日據時期之工程均為以明挖方式於河床下構築地下式取水堰堤工法，其集水堰堤型式包羅萬象，包括：三角堰、半圓形涵管、圓形涵管等。除此之外，國內傍河集取河床下或河岸邊伏流水技術，一般有輻射井、寬口井、抽水井或這些設施的組合等，表 2.7-1 為一般傍河集取伏流水設施的適用條件及經驗數據。其中，集水廊道(Infiltration Galleries)一般指設置於河床下含水層中之地下堰堤或使用有孔管渠之水平埋設管設施，圖 2.7-2 為一般之集水廊道(暗渠)示意圖。集水廊道或暗渠一般能集取甚為可觀之水量，以屏東林邊溪二峰圳而言，當初設計最大取水量為 25 萬 CMD；

而高屏溪中下游之九曲堂與會結站集水暗渠設計最大之取水量分別為

**表 2.7-1　一般傍河集取伏流水設施的適用條件及經驗數據**

| 取水設施 | | | 水文地質條件 | | | | | | 備註 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 型式 | 直徑(mm) | 深度(m) | 含水層分佈類型 | 岩層特性 | 地下水埋深(m) | 透水係數(m/day) | 含水層厚度(m) | 出水量($m^3$/day) | |
| 集水暗渠(廊道) | Φ300～Φ1800或不同型式的地下堰 | 埋深範圍為2~15 | 河岸高灘地、河床、河谷階地 | 中粗砂、卵礫石層 | 0~6 | ＞10 | ＞2 | 一般為5~30 $m^3$/day・m；最大為50~200 $m^3$/day・m | 一般設於沖積扇頂部出山谷處，輸水設施足以供人進入維修者，常稱為集水廊道 |
| 輻射井 | 集水井：4000~7000輻射管範圍：50~300 | 集水井井深範圍為3~15 | 河岸高灘地、河床、河谷階地 | 中粗砂、均勻卵礫石層 | 集水井0~12 | ＞10 | ＞2 | 50,00~50,000 | |
| 寬口井 | 200～12000 | 3~20 | 沖積平原、盆地、河谷階地 | 中細砂、粗砂、卵礫石層 | 0~12 | 20~300 | ＞4 | 一般單井5,000~10,000；最大約30,000 | |
| 抽水井 | 50～1000 | 5~350 | 沖積平原、盆地、河谷階地、基岩構造裂隙 | 中細砂、粗砂、卵礫石層、構造裂隙 | 0~80 | 1~1000 | ＞3 | 一般單井500~8,000；最大約20,000 | 常用於深含水層地下水源開發用途 |

資料來源:「高屏溪沿岸及隘　寮溪中下游淺層地下水開發評估及備援系統規劃」2006 年 12 月。




資料來源：“Ground Water Manual”,　1977

**圖 2.7-2　集水廊道(暗渠)示意圖**

18 萬及 12 萬 CMD。

(二)輻射井

國內最早有輻射井工程之記載為於 1954 年，由台灣大學金城教授所執行之輻射井試驗計畫(金城，1955 年)，該試驗係施作於台南市棉麻試驗所農場，主要試驗工程係以一口井內徑 1.75m、井壁厚 12cm、井深 7m 之既有寬口紅磚井為集水井，並進行井壁輻射管打鑿以及以螺旋起重機(screw jack)推進輻射管作業，共施作 3 根輻射竹管，總長 11m，輻射井打入後即試測各管之出水量，結果僅依打鑿成之最下一支 3m 長竹輻射管流出水量為 5 l/min。由於本試驗係於 50 幾年前施行，限於該年代之材料機具設備實屬簡陋，例如所使用之輻射管係以竹管鑿洞並被覆粽葉皮，故所完成之結果未臻完美。但依據該試驗之結論，仍認為若應用得宜，每座輻射井之出水量當約大於普通井之數倍至十數倍。

此外，有紀錄之較正式、較具規模之河畔輻射井取水工程為台糖公司地下水勘測隊於 1959 年於高雄第一水源地高屏溪河床所建造(該井應係為自來水公司所發包)。輻射井開發方式係由井徑 4m 的寬口井、井深 10m，水平濾水管 11 支，管徑 20cm，長 21.6m，濾水管開孔率為 20%，該井開發後之出水量約為 4 萬 CMD (高肇藩，1980) ，惟該口井目前已不復存在。

(三)寬口井

寬口井取水主要係集取淺層地下水或河岸滲透水的取水構造物，一般之井徑大多介於 2m～8m 之間，具有出水量穩定、水質清澈、使用年限長、施工方便等優點。寬口井於國內設置之地點亦甚多，例如雲林縣林內鄉濁水溪沖積扇扇頂地區之觸口附近，自來水公司有設置 3 口寬口井，每口井之出水量為 5,000~10,000CMD 不等，出水性能相當不錯(詳見圖 2.7-3)。



**圖 2.7-3　雲林縣林內鄉濁水溪畔寬口井照片**

三、國外伏流水開發概況

在國外傍河取水工程作為自來水源之各式形式工程極多，以下即針對日本的集水暗渠、德國之集水井以及美國之輻射井系統分別說明之。

(一)日本集水暗渠系統

表 2.3-2 為日本之集水暗渠取水實例一覽表，圖 2.7-4 為櫪木縣山田郡毛里村及多摩川的河岸高灘地之農業及公共用水集水暗渠平面佈置圖。由取水實例表中可知，集水暗渠之集水方式大多採用圓管暗渠方式，其平均每公尺之集水量約為 210CMD，集水效果相當不錯。日本東京都砧淨水場之取水設施係位於多摩川，為河岸高灘地埋設多孔式集水管取用伏流水，該水場取用伏流水係自 1928 年運轉至今，水場之供水能力約為 14 萬 CMD(中本信忠，2010 年)。

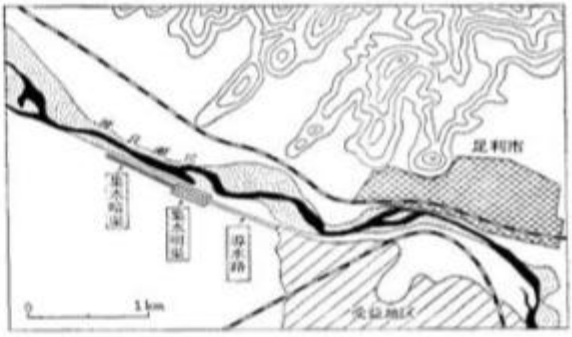
## 表 2.7-2　日本集水暗渠取水實例一覽表

| 所在地<br>河川名 | 計算集水量<br>(CMD) | 實測集水量<br>(CMD) | 集水渠長度<br>(m) | 每公尺集水量<br>(CMD) | 管徑<br>(m) |
|---|---|---|---|---|---|
| 群馬縣山田郡毛里村 渡良瀨川 | 85,882 | 81,475 | 931 | 87 | 1.50 |
| 櫪木縣河內郡上河內村 西鬼怒川 | 129,255 | 141,610 | 961 | 148 | 1.46 |
| 櫪木縣河內郡河內村白澤 西鬼怒川 | 43,373 | 55,642 | 453 | 123 | 1.00 |
| 櫪木縣上都賀郡南押原村 小倉川 | 115,430 | 114,048 | 599 | 166 | — |
| 櫪木縣下都賀郡國府村 思川 | 129,168 | 105,408 | 545 | 194 | (註 1) |
| 櫪木縣上都賀郡西方村 小倉川 | 161,136 | 130,464 | — | — | — |
| 愛知縣西加茂郡舉母 矢作川 | 51,840 | — | 458 | 113 | 0.60 |
| 山梨縣中巨摩郡龍王村 釜無川 | 44,582 | 52,315 | 264 | 199 | 0.90 |
| 靜岡市 安部川 | 110,592 | 143,942 | 682 | 211 | 1.30 |
| 東京都府中 多摩川 | 233,280 | — | 360 | 648 | 1.63 |

註 1：為梯形堰，其梯形底幅為 3.64m

資料來源：安芸皎一、多田文男，「水資源」，1972 年。

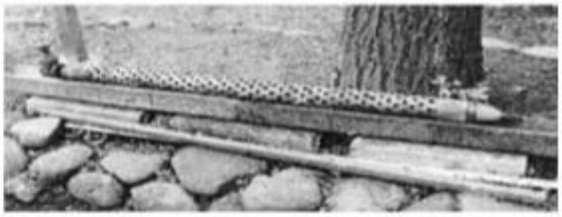




櫪木縣山田郡毛里村集水暗渠取水設施（農業用水）




砧淨水場之集水暗渠取水設施
（公共給水）



多孔式集水管

## 圖 2.7-4 日本農業及公共用水集水暗渠佈置圖

(二)德國杜塞爾多夫(Dusseldorf)的 Flehe 水廠伏流水系統

德國的杜塞爾多夫 Flehe 水廠於 1870 年以來即取用伏流水供水。但於 1950 年以後，由於工業與市鎮污水的排放，受水質逐漸惡化的影響，以河岸滲濾(Riverbank filtration)自然淨化污染物。該水廠於萊茵河約 1.4km 範圍設置垂直虹吸滲濾井 80 口，並於里程 730.7km 設置一口輻射井，形成平行於河川取水井廊，其平面配置與虹吸滲濾井位置詳見圖 2.7-5 及圖 2.7-6。

該伏流水取水設施係位於河床下由更新世砂礫含水層沉積物。該廠設置抽水井位於萊茵河里程 730.7~732.1km 間，其中一個水平集水井位於里程 730.7km 處約 80m 水岸線與 80 個垂直的虹吸過濾井管所連接，形成了良好井廊並平行於河岸約 50m 的水岸線，總長度井廊為 1400m，該區之出水量約為 3.0~3.4 萬 CMD (Hiscock, 2005 年)。

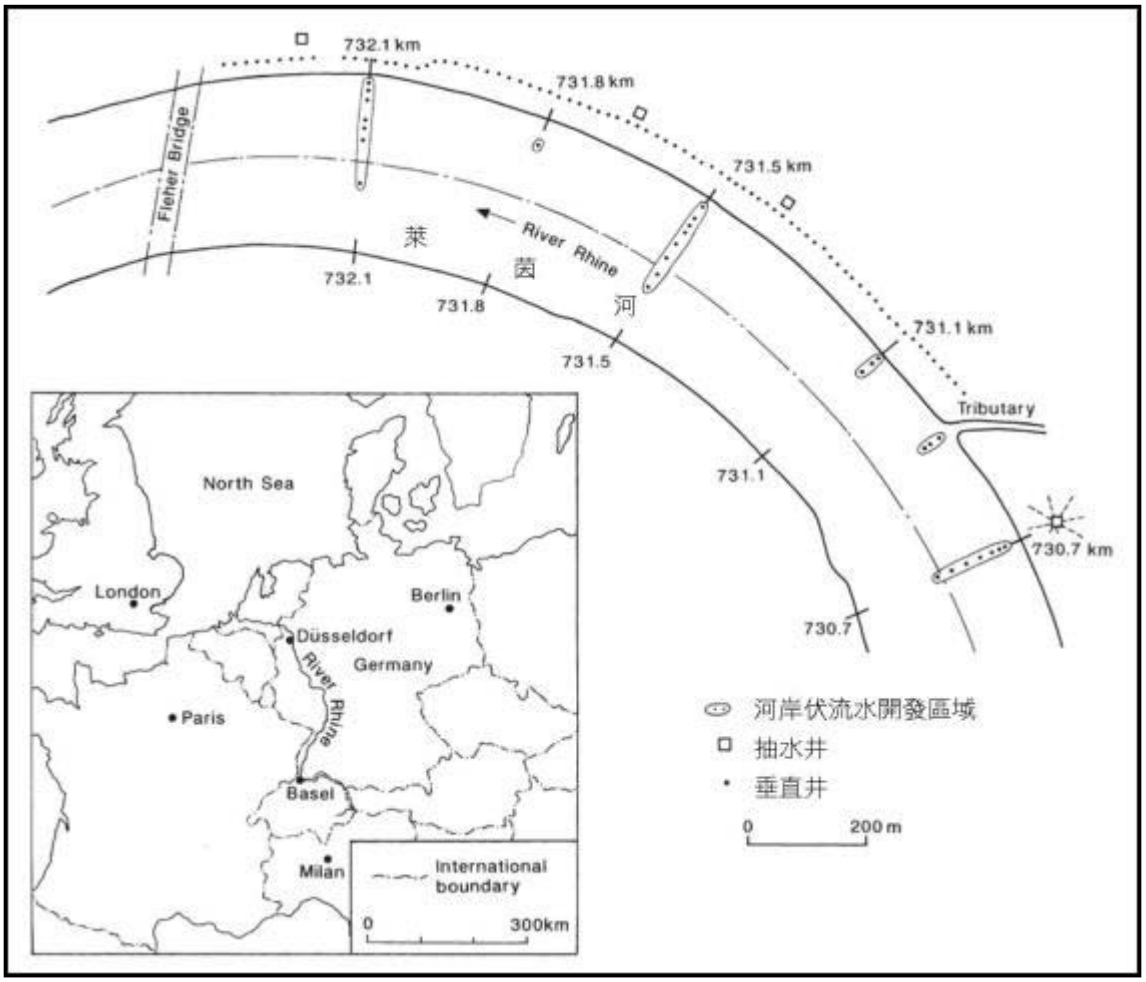



**圖 2.7-5 德國杜塞爾多夫 Flehe 水廠伏流水集水設施平面配置圖**



**圖 2.7-6 德國杜塞爾多夫 Flehe 水廠伏流水集水設施照片**

(三)美國肯塔基州路易斯威爾(Louisville)水廠

肯塔基州路易斯威爾水廠伏流水取水工程係以輻射井(radial collector wells)方式集水，茲說明如后。

1.輻射井

輻射井係結合多根水平輻射濾水管與寬口集水井所組成。根據文獻記載，最早之輻射井取水工程為美國人 Leo Ranney 1930 年代於英國倫敦所建造，該井出水量約 9,000CMD，至 1969 年此井之水量仍然維持不竭，Ranney 公司因此成為全世界著名的輻射井建造公司(Ray,2002)。圖 2.7-7 為一般輻射井構造圖及本工作團隊 2007 年 10 月至美國俄亥俄州 Ranney 公司所提供之輻射井施工出水照片。

輻射井一般係於河岸邊設置大口井，於井內將輻射管(滲水管)由內往外徑向鋪設於含水層內的大井。地下水經這些輻射狀的水平滲水管匯集於中心集水井。其主要構造包括沉箱式收集井(caisson)、水平輻射管及抽水泵房等，亦具有過濾水質之功效，輻射井之示意如圖 2.7-8 所示。

2.路易斯威爾水廠伏流水計畫

該水廠係位於俄亥俄(Ohio)河畔，並計畫逐漸以伏流水替代已設置之地表水取水設施 (水源供應量 90 萬 CMD) (Ray,2002)。

該計畫總計分三個階段完成，茲說明如下：

(1)第一階段：先期試驗計畫

係於 1999 年設置於河畔之伏流水先期取水計畫(詳見圖 2.7-9)，係建造一口出水能力為 7 萬 CMD 的輻射井工程。於砂礫含水層底部設置深 32m、直徑 4m 沉箱寬口井；集水輻射濾水管 7 根：長 70m、直徑 30cm。輻射井由 Ranney Collector Well 公司所承造。

(2)第二階段：25 萬 CMD 開發

係於砂礫含水層下方岩盤設置長 2,380m、直徑 3m 大型輸水管，並設置 4 口輻射井集水；每口 8 根濾水管，長 70m、直徑 30cm，出水量 25 萬 CMD，本工程已於 2010 年底完工，其工程位置及工程示意詳見圖 2.7-10。

由於第二階段計畫的成功，故該計畫於 2011 年於 3 月 31 日榮獲美國土木工程協會(ASCE)”2011 年度傑出土木工程成就獎”(ASCE Outstanding Civil Engineering Achievement Award)。

(3)第三階段：全期開發計畫

為滿足計畫之取用 90 萬 CMD 伏流水源，以及美國環保署於 2012 年將頒佈的飲用水源水質的要求，路易斯威爾水廠目前正計畫第三階段工程。該工程預計再增加出水量 58 萬 CMD，工程內容初步訂為增設直徑 5m，長度 8,080m 大型地下輸水管，並預計再增設 14 口輻射井。

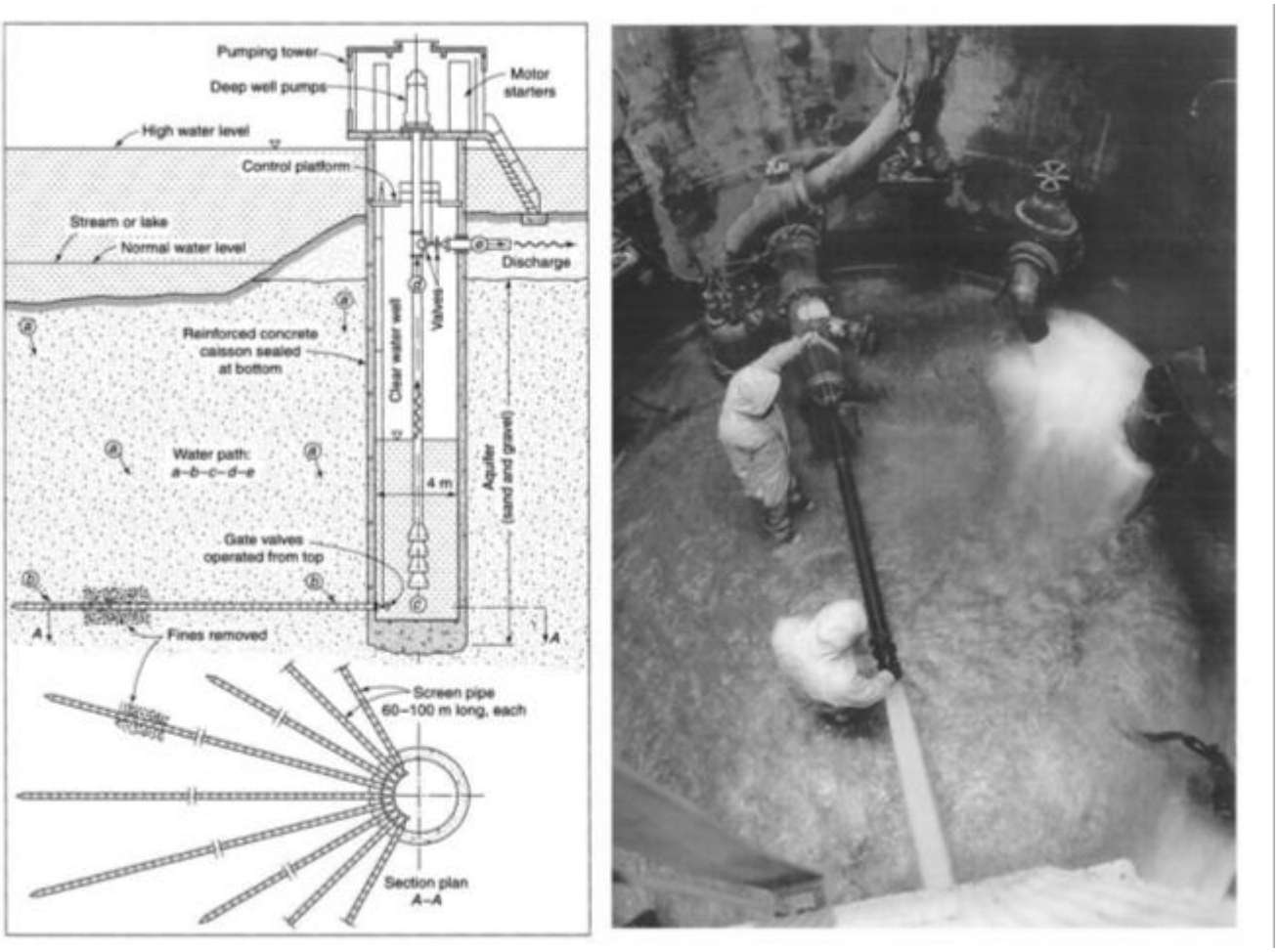



圖 2.7-7 一般輻射井構造圖及施工出水照片

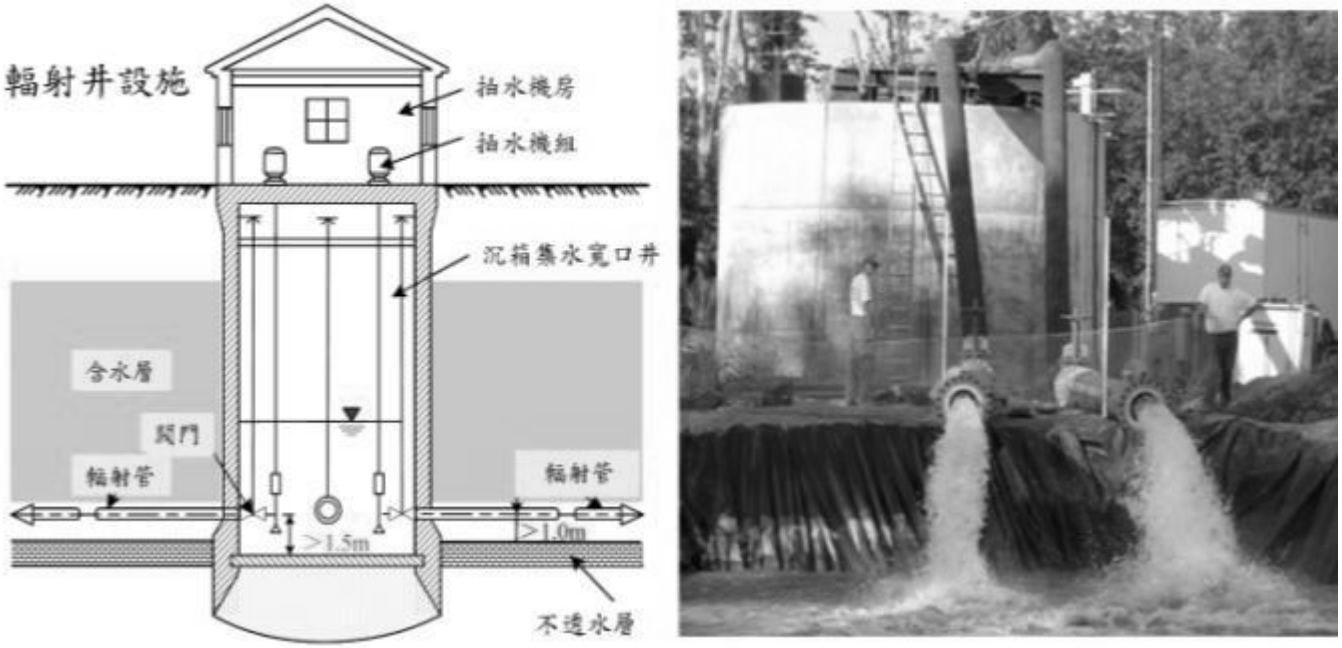



圖 2.7-8 輻射井之示意圖

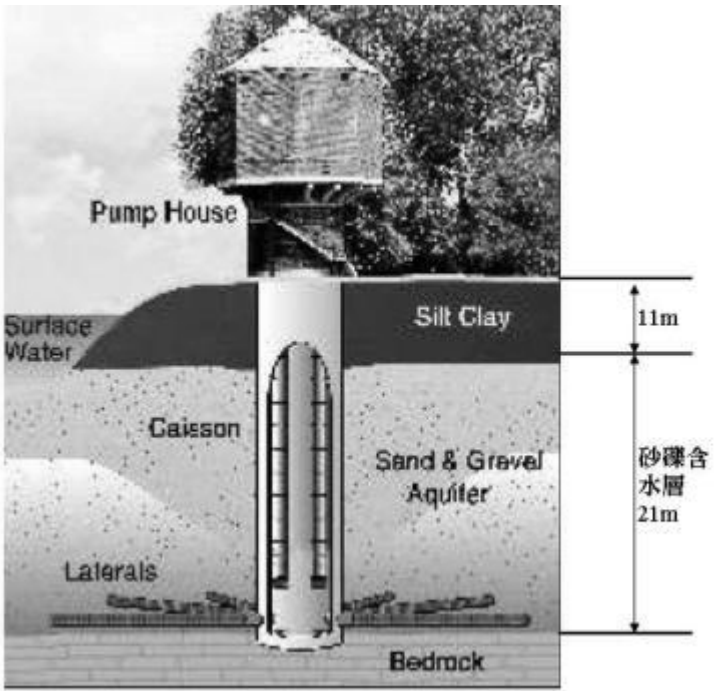



圖 2.7-9　路易斯威爾水廠第一階段伏流水工程示意圖

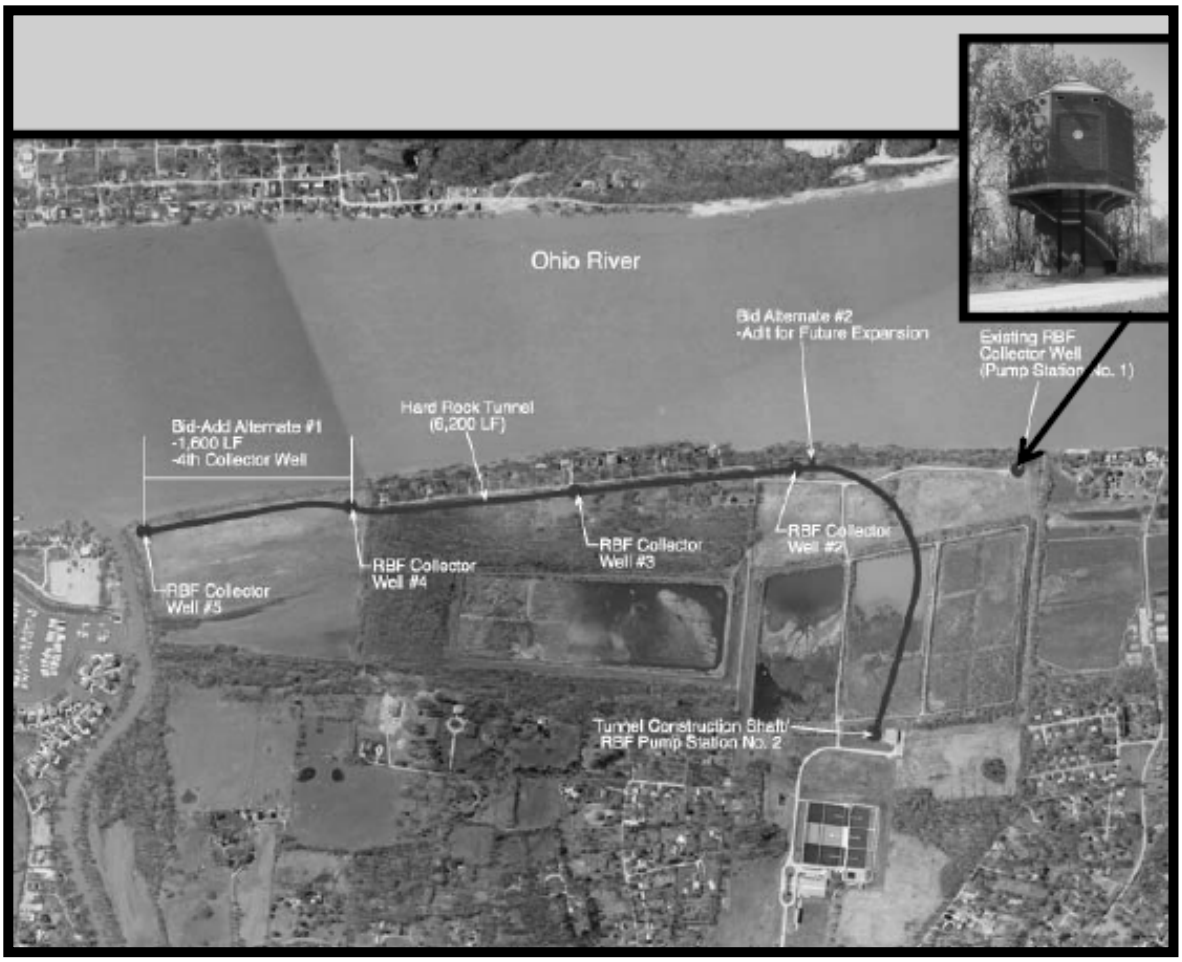



圖 2.7-10 路易斯威爾水廠第二階段伏流水工程位置圖

四、傍河開發伏流水具有河岸滲濾( Riverbank Filtration，RBF)效果

河岸滲濾是指在河水補注地下水的滲濾過程中，河水被河流沉積層過濾且淨化的過程。在該過程中，河水中的污染物經過沉積層的過濾、生物降解、吸附、沉澱以及與地下水混合稀釋等作用而使得污染物濃度降低，致使河水水質得到淨化。其作用機制詳圖 2.7-11 所示(Tufenkji et al.,2002)。河岸滲濾是一個自然淨化過程。德國應用河岸滲濾淨化河流污水已有 100 多年的歷史，美國也有 50 多年的歷史。國外許多國家經由河岸滲濾系統獲取部分飲用水。在斯洛伐克以河岸滲濾獲取的飲用水占總飲用水的 50 %[ 1] ，而匈牙利占 45 %，德國占 16 %，荷蘭占 5 %(Tufenkji et al.,2002)。

圖 2.7-12 為河岸滲濾過程中 DO、硝酸鹽、溶解錳、DOC 的變化，其下面 3 條曲線圖是河水中 3 種污染物在河岸滲濾過程中的濃度變化示意圖。由圖中可知，河水中 3 種污染物在河岸滲濾系統中發生了強烈的生物地球化學作用。河水中 DO、硝酸鹽和 DOC 濃度很高，這時候河流環境為氧化環境，河水中離子態錳的濃度很低。隨著河水向下入滲通過河岸滲濾系統(即還原區)時，污染物 DOC 在微生物的作用下發生生物降解，它的濃度在河岸滲濾系統中明顯下降，同時系統中 DO 濃度迅速降低,硝酸鹽在這個系統中發生反硝化作用,導致硝酸鹽濃度降低。此時的河岸滲濾系統為還原環境，使入滲水中錳或鐵離子濃度明顯升高。入滲的河水沿著滲濾系統進一步滲濾。 由於大氣不斷向河流輸送氧氣，河岸滲濾系統重新獲得氧氣，DO 濃度有所回升，而硝酸鹽在這個環境下不利於發生反硝化作用，其濃度也有所升高，而傳輸的錳或鐵離子又被氧化成難溶於水的固態錳或鐵，入滲水中其濃度明顯下降。河岸滲濾位置不同，其環境條件千差萬別，對污染物的淨化效果也存在很大的差異。因此，在實際的傍河伏流水源地佈設抽水井時，應該根據實際情況來佈置抽水井的位置，俾提高生活飲用水和生產用水的品質。

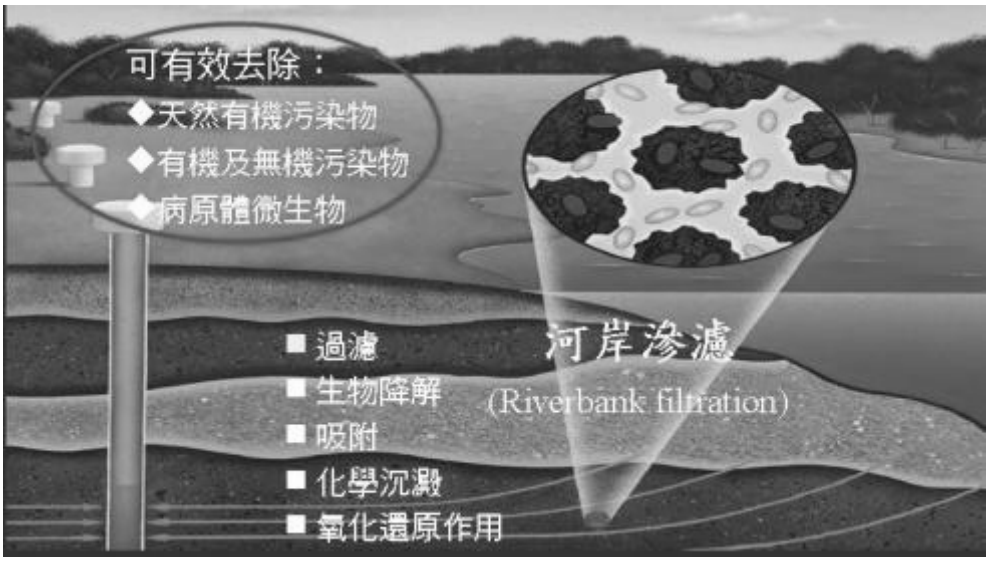



**圖 2.7-11 河岸滲濾過程示意圖**

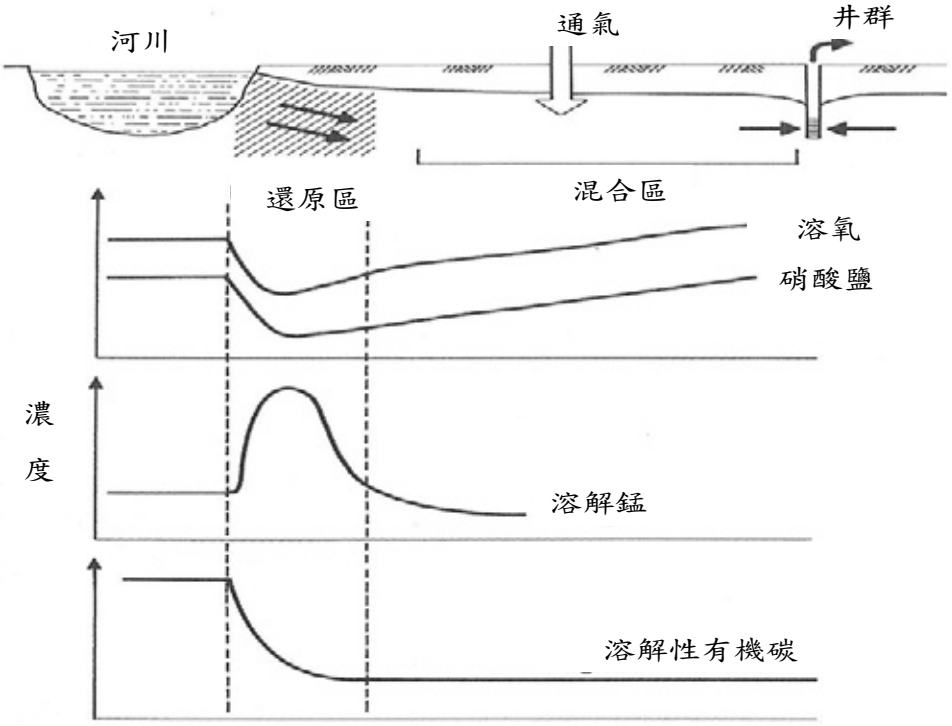



**圖 2.7-12 河岸滲濾過程中溶氧、硝酸鹽、錳及溶解性有機碳的變化**

# 第三章 高屏溪沿岸現況伏流水開發及設施調查

## 3.1 高屏溪水資源利用現況

### 3.1.1 民生及工業用水取水概況

根據經濟部水利署及自來水公司資料顯示，大高雄地區目前供需水量約為 155 萬 CMD (噸/日)，工業用水需求約 30 萬 CMD，民生用水約 125 萬 CMD，其中民生用水主要來源為取自高屏溪流域。供水系統主要以坪頂、澄清湖、拷潭、翁公園、鳳山等給(淨)水廠供應區內用水所需，加壓站部分有北嶺加壓站。其中坪頂給水廠水源來自高屏溪地面水、大樹深井及南化水庫，翁公園給水廠水源來自高屏溪地面水及大寮深井，拷潭給水廠水源來自高屏溪地面水、會結伏流水及大寮深井，鳳山給水廠水源來自東港溪地面水及高屏溪地面水，大崗山給水廠水源來自旗山區手巾寮深井及南化水庫經處理過之清水，另外可由南化水庫經南化高屏聯通管支援原水至坪頂給水廠，亦可將台南供水系統之清水支援高雄地區。有關高雄地區供水系統各給水廠實際水源及供水區域詳如表 3.1.1-1。供水系統及供水管網分佈詳如圖 3.1.1-1 及圖 3.1.1-2。

以下針對各淨水場之配水管線說明之。

一、坪頂給水場

原水取自高屏溪攔河堰後，以 Φ3,200mm 管線將水源送達淨水場處理，處理後之清水分別以 Φ2,200mm 管線送淨水場以南及以北之地區。

二、拷潭給水場

拷潭給水廠可由九曲堂抽高屏溪水源以 Φ1,350mm～Φ1,200mm 管線送達，亦可由高屏溪攔河堰以 Φ2,200mm 管線於台一線處接 Φ1,750mm～

Φ1,200mm 管線送達，處理後之清水以 Φ1,200mm 管線送至鳳山市再送至高雄市。

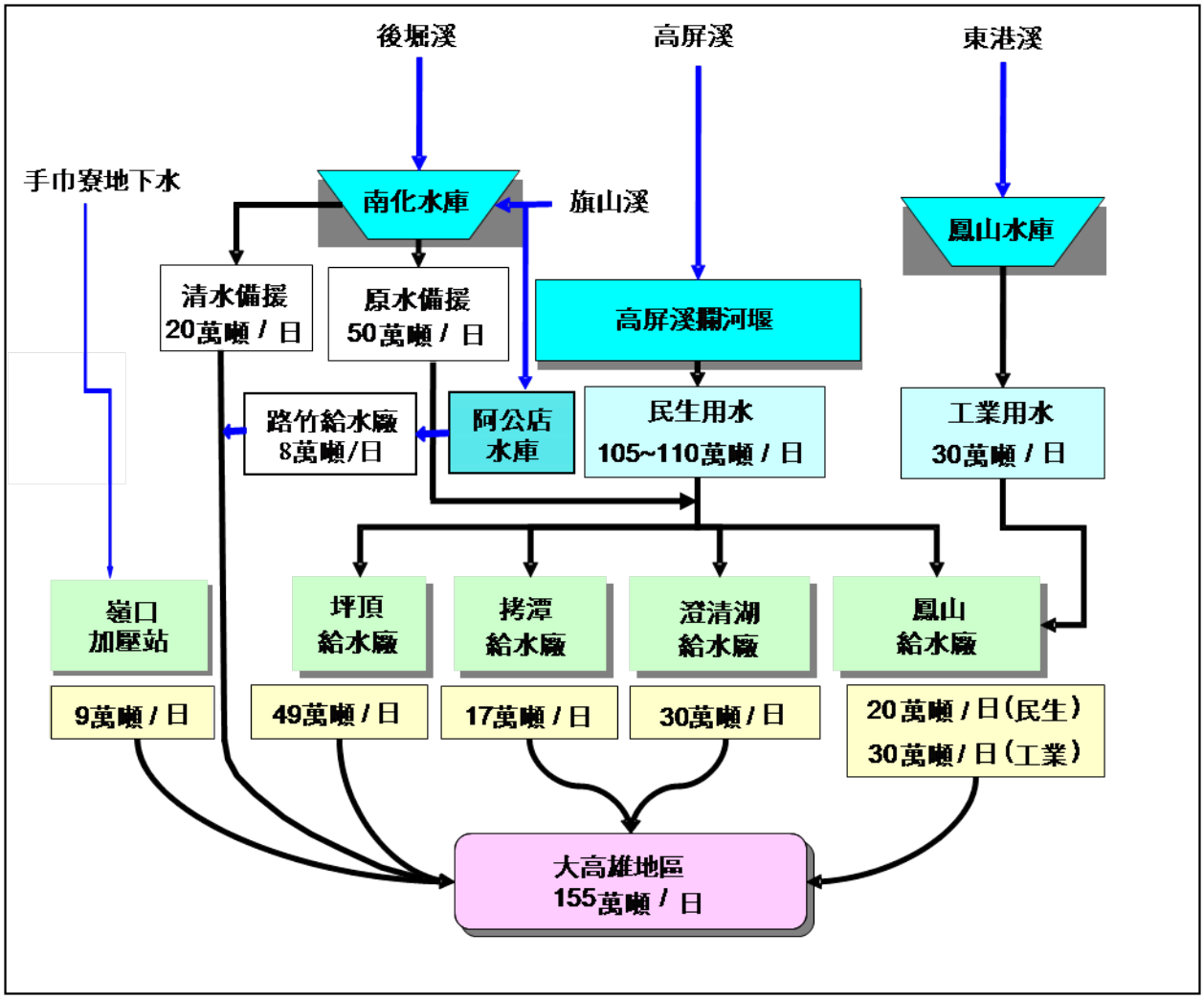
三、翁公園淨水場(1996 年已併入拷潭給水場)

翁公園給水廠可由九曲堂抽高屏溪水源以 Φ1,350mm 管線送達，

## 表 3.1.1-1　大高雄供水系統淨水場水源及供水區域

| 供水系統 | 淨水場名稱 | 水源 | 設計出水能力(萬 CMD) | 供水區域 |
|---|---|---|---|---|
| 高雄區 | 坪頂淨水場 | 竹寮伏流水、大樹深井、高屏溪地面水、南化原水 | 80 | 楠梓、鳳山、烏松、仁武、大社、橋頭、燕巢、梓官、岡山、彌陀、永安、田寮、阿蓮、路竹、湖內、左營 |
| | 拷潭淨水場 | 大寮深井、高屏溪地面水、高屏溪伏流水(會結) | 22.5 | 小港、鳳山、大寮、林園 |
| | 翁公園淨水場 | 高屏溪地面水、大寮深井 | 4 | 鳳山、大寮 |
| | 澄清湖淨水場 | 高屏溪地面水、九曲堂伏流水 | 45 | 三民、左營、鼓山、苓雅、新興、前鎮、烏松、鳳山、鹽埕 |
| | 鳳山淨水場 | 東港溪地面水、高屏溪地面水 | 70 | 前鎮、小港、旗津、苓雅、鼓山、鹽埕、左營、工業用水 |
| | 大崗山給水廠 | (嶺口加壓站)手巾寮深井 | 9 | 燕巢、田寮 |
| | 南化高屏聯通管 | 南化水庫清水(北嶺加壓站) | 30 | 備援系統 |
| | | 南化水庫原水(至坪頂給水廠) | 80 | 備援系統 |
| | 路竹給水廠 | 阿公店水庫 | 8 | 與南化水庫之備援系統互為調度運用。<br>主要供水標的:南科高雄路竹園區以及北高雄調度運用。 |

資料來源：南水局及自來水公司。




資料來源：自來水公司。

**圖 3.1.1-1 大高雄地區供水系統圖**

亦可由高屏溪攔河堰以 Φ2,200mm 管線於台一線處接 Φ1,350mm 管線送達，處理後之清水以 Φ900mm 管線送至鳳山市。

四、澄清湖給水場

澄清湖水庫可由九曲堂抽高屏溪水源以 Φ1,750mm 管線送達，亦可由高屏溪攔河堰以 Φ2,200mm 管線於台一線處接 Φ1,750mm 管線送達，經淨水場處理後之清水以 Φ2,000mm 管線送至鳳山市及高雄市。

五、鳳山給水場

鳳山水庫可由抽取東港溪水源以 Φ1,750mm 管線送達，亦可由高屏溪攔河堰以 Φ2,200mm 管線於台一線處接 Φ1,750mm～




資料來源：自來水公司。

**圖 3.1.1-2 大高雄地區供水管網分佈圖**

Φ1,500mm 管線送達，經處理後之清水可由 Φ1,750mm 管線送至高雄市及林園地區。

六、路竹給水廠

本給水廠於民國 100 年甫完成運轉，其水源來自於阿公店水庫，出水能力為 8 萬噸/日，本供水系統將與南化水庫之備援系統互為調度運用，主要供水標的為南科高雄園區以及北高雄調度運用。

七、南化高屏聯通管

(一)原水支援：台南供水系統由南化水庫利用管徑 φ3000~2600mm 南化高屏聯通管路輸送原水支援高雄供水系統坪頂淨水場，設計輸水量可達 80 萬 CMD。

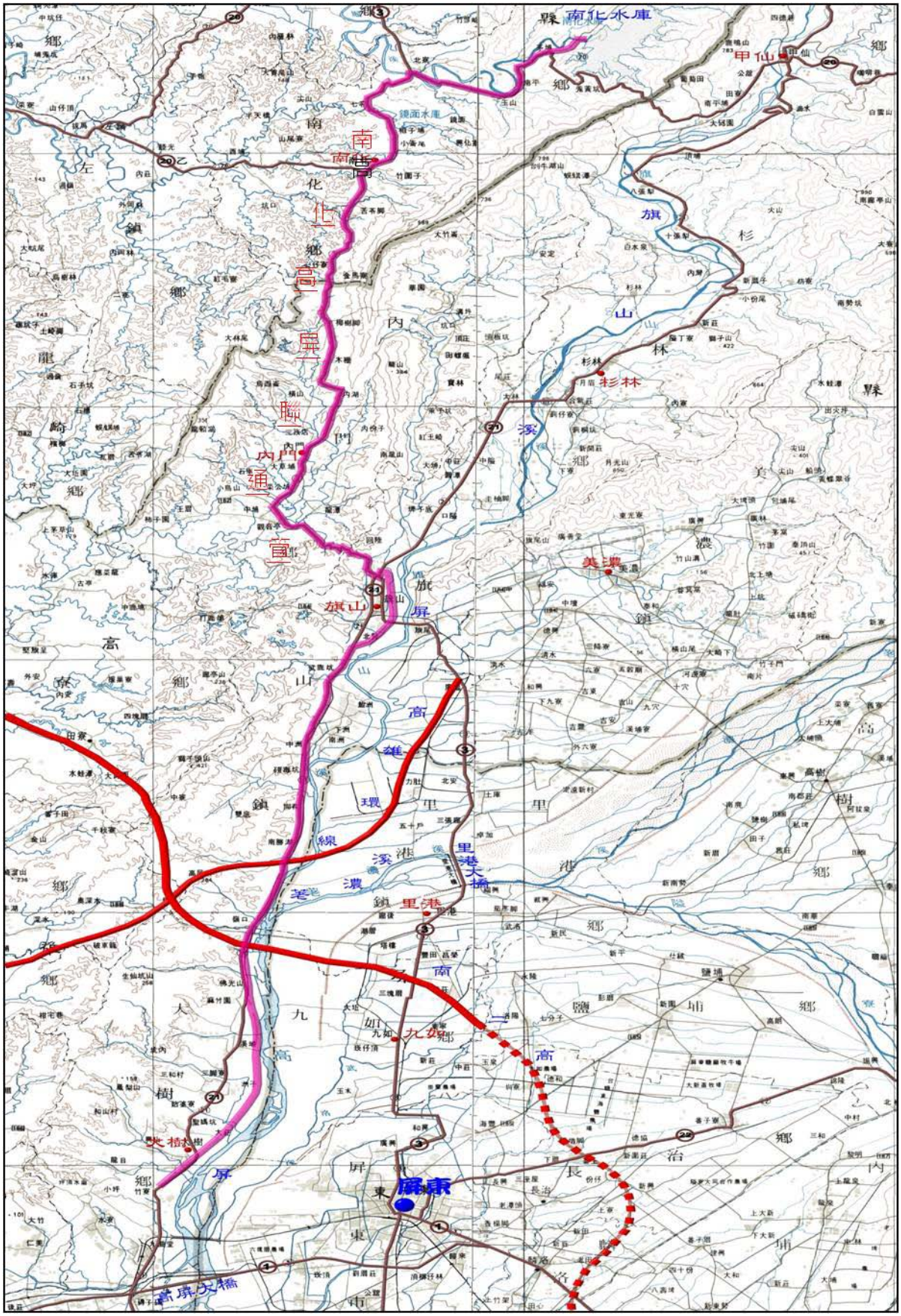
(二)清水支援：台南供水系統自南化淨水場既設之管徑 φ2000~1750mm 送水管線，經台南市左鎮、新化、永康區至高雄市路竹區北嶺加壓站，經加壓後沿台一線送至高雄，最大可支援量為 40 萬 CMD（近幾年最大通水記錄為 37.1 萬 CMD）。

南化高屏聯通(原水支援)管於本計畫區(高屏溪流域)之管徑為 φ2,600mm，約埋設於地表下 2m~5m 深，為南化水庫所調度至高屏地區水源之聯通管線，沿著台 21 線省道南下於里嶺大橋北方約 500m 處改走河岸高灘地穿越里嶺大橋、斜張橋後於佛光山附近之統嶺一橋接近堤防南下至坪頂淨水場。南化高屏聯通管之路線如圖 3.1.1-3。

### 3.1.2 水資源設施現況

經查詢南水局水權管理單位，目前於高屏溪流域已核發之地面水權總共有 86 筆，主要水權申請單位為南水局(高屏堰)、自來水公司、高雄農田水利會及屏東農田水利會 4 個單位，水權量隨著申請用途、月份時期而有所不同，水權量最大者為高屏堰，其次為曹公圳及獅子頭圳。

目前於高屏溪流域本計畫範圍河段之水資源開發，主要分為地面水、地下水以及伏流水三種方式，取用地面水之最大取水設施為高屏堰




資料來源:經濟部水利署南區水資源局。

**圖 3.1.1-3 南化高屏聯通管路線圖**

以及 3 條主要之灌溉設施：獅子頭圳、曹公圳、龜山圳。

取用地下水之設施主要為自來水公司位於手巾寮及大樹地區(海軍大泉營區)之深井以及萬大橋附近翁公園及拷潭淨水場所設深井，另竹寮站採地下水與伏流水 2 種取水方式共構，此外，台塑公司(仁武廠)及中油公司(總廠)亦於高屏溪沿岸設置深水井抽取地下水。

高屏溪原取用伏流水之設施有自來水公司竹寮、九曲堂、翁公園、會結、昭明、林園六座取水站以及高屏堰上游原海軍大泉營區之 1 口輻射井，其中翁公園站於賀伯颱風時遭沖毀，昭明及林園兩站由於較接近出海口，受潮汐海水影響，水質氯鹽濃度偏高，加上屬於地下水管制區，昭明站大多時間已停止運作，林園站早已廢棄。此外，海軍大泉營區之輻射井由於集水管年久積垢阻塞及疑似破損，多年前即已停用，直至民國 100 年進行井體抽砂及機電設施更換後，於 9 月份始恢復試運轉，試運轉之出水量約為 3000CMD。以下針對上述水資源設施進行說明。高屏溪沿岸主要水資源開發設施位置如圖 3.1.2-1 所示。

一、主要地面水取水設施

(一)高屏溪攔河堰(簡稱高屏堰)位於大樹區，為大高雄地區主要民生用水來源，設計取水量 105~110 萬 CMD，供應坪頂、拷潭、澄清湖、鳳山四個給水場。高屏堰於 2000 年開始營運，其取水方式係引取高屏溪之地面水，以活動充氣式橡皮壩設置排砂道、活動堰，控制調節水位，其設計初期可供應大高雄地區 100 萬 CMD 之水量，最高可供應 200 萬 CMD 之水量。近年由於降雨量急，於颱風期高屏溪之水位濁度大幅提升，取水後之處理及維護成本大幅增加，但為提供正常供水，必須啟動南化高屏聯通管之原水支援，並減少高屏溪高濁度地面水之引取。水權量依用水標的及月份有所不同。

(二)獅子頭圳

美濃獅子頭水圳灌溉系統於日據時代（約 1908 年），隨著竹子門電廠設置而開築，竹子門取水口位於荖濃溪，發電後匯入獅子頭圳，並藉由整編民間的水利事業，發展成今日的規模。整個灌溉系統，共

分為三大幹線。獅子頭圳灌溉美濃平原農田約 4755 公頃，水權量依月份有所不同，最少為 5.8cms，最大為 10.7cms。

| 管轄工作站 | 主要管轄水路 | 灌溉面積 | 流經主要聚落 |
|---|---|---|---|
| 中壇工作站 | 第二幹線全長 13,341m | 1,467 公頃 | 美濃、中壇、福安 |
| 吉洋工作站 | 第一幹線全長 1,663m | 1,651 公頃 | 南隆地區全部範圍 |
| 竹子門工作站 | 導水幹線全線 3,524m，擴灌線全線 11,859m | 1,637 公頃 | 獅山、龍肚 |

(三)曹公圳

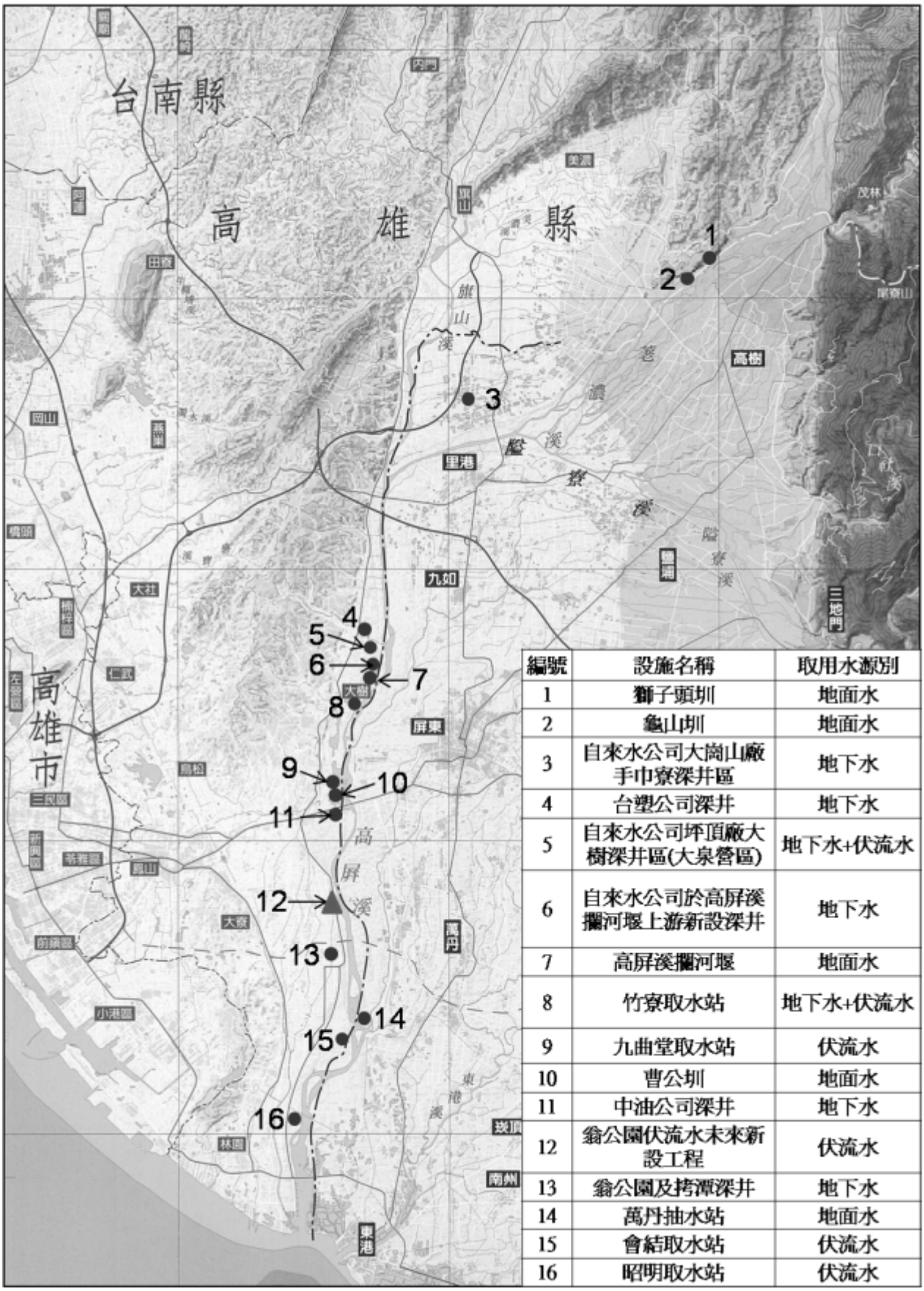
清朝鳳山縣令曹謹開闢曹公圳，灌溉鳳山地區農田，帶動地方之繁榮。1919 年日本人動員鄉民修築堤防，之後便不復見河水氾濫。1933 年更完成大寮支圳，使溪水從義和村開始，經江山村、翁園村，流經大寮平原，通到林園出海。曹公圳之水權量依月份不同，最少為 13cms，最大為 13.459cms，灌溉面積總共約 6,477 公頃，目前分為舊圳與新圳，舊圳有 44 條水路，新圳有 46 條水路，總共灌溉了 10 個村莊。

(四)龜山圳

龜山圳與獅子頭圳為美濃二大灌溉水圳，龜山圳設置於1931年，具有極度歷史文化價值，「龜山圳」從大龜山與獅形頂間的缺口引入荖濃溪河水，灌溉現今溪埔寮、九穴、十穴等約四百多甲農地；此一地區是美濃最重要的良田，農民人口戶數最多的地方，也是美濃最早的良質米生產區。龜山圳水權量為 1.088cms，目前主要取水月份為每年 6 月至 11 月。

(五)萬丹抽水站

萬丹抽水站興建於 1928 年，規模當時為亞洲第一，舊抽水站配置 3 台柴油發動 270 Hp 之大型抽水機，引導下淡水溪水由南往北流，之後因河床下降及機件老舊已不使用，因此屏東水利會於 1983 年在原廠上游 500 公尺建置新廠，配置 3 部 170HP、1 部 150HP 電動抽水機。萬丹水圳興築後，潤澤良田千頃，讓萬丹、新園一帶平原由一




| 編號 | 設施名稱 | 取用水源別 |
|---|---|---|
| 1 | 獅子頭圳 | 地面水 |
| 2 | 龜山圳 | 地面水 |
| 3 | 自來水公司大崗山廠手巾寮深井區 | 地下水 |
| 4 | 台塑公司深井 | 地下水 |
| 5 | 自來水公司坪頂廠大樹深井區(大泉營區) | 地下水+伏流水 |
| 6 | 自來水公司於高屏溪攔河堰上游新設深井 | 地下水 |
| 7 | 高屏溪攔河堰 | 地面水 |
| 8 | 竹寮取水站 | 地下水+伏流水 |
| 9 | 九曲堂取水站 | 伏流水 |
| 10 | 曹公圳 | 地面水 |
| 11 | 中油公司深井 | 地下水 |
| 12 | 翁公園伏流水未來新設工程 | 伏流水 |
| 13 | 翁公園及拷潭深井 | 地下水 |
| 14 | 萬丹抽水站 | 地面水 |
| 15 | 會結取水站 | 伏流水 |
| 16 | 昭明取水站 | 伏流水 |

資料來源：本計畫整理。

**圖 3.1.2-1 高屏溪沿岸水資源開發設施位置分佈圖**

收變成兩收，旱田變成水田，陸稻變成水稻；種稻面積劇增，讓萬丹新園成為屏東之穀倉。萬丹圳之水權量為 2.77cms，新園舊圳為 0.69cms。

二、主要地下水取水設施

根據經濟部水利署 2008 年「區域地下水文及水源取水方式之資料蒐集與調查分析」報告，高屏溪鄰近地區包括里港、旗山、美濃之地下水井主要為自來水公司、台糖公司、高雄水利會所有，其地下水資源之使用概況詳見表 3.1.2-1，總計地下水抽用量約 1.46～1.72 億噸/年。由此三區之地下水使用狀況可知，以里港區使用量較多，主要的原因可能為本區之土地利用多為漁塭養殖，及地表水灌溉系統較不發達所致。

**表 3.1.2-1　旗山美濃里港地區地下水使用量統計表**

單位：萬公噸

| 編號 | 行政區域 | 總抽水量 | | 台糖農場抽水量 | 自來水公司抽水量 | 高雄水利會抽水量 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 旗山區 | 6280* | 2620# | 500 | | 1200 |
| 2 | 美濃區 | 6480* | 4260# | ∫ | 2558 | ∫ |
| 3 | 里港區 | 4463* | 7730# | 600 | | 2400 |
| 合計 | | 17223* | 14610# | | | |

註：”*”為「南部水資源綜合發展計畫」(民國 87 年)之推估結果。

“#”為「高屏溪河道蓄水囚砂個案工程規劃設計報告」(民國 88 年)之模擬成果。

里港、旗山、美濃地區之抽水量以自來水公司為最多，其次為水利會及台糖公司。自來水公司於此區域總共設置有 34 口井，其中有 16 口已停止使用。區內水源井大部分為深井，井深為 65m～120m，大部分井深為 100m，在這些深井群中，里港地區自來水公司水井單口抽水量約達 10,000CMD，手巾寮地區自來水公司水井單口抽水量約介於 7,000～35,000CMD，出水性能極佳。

另由自來水公司資料顯示，里港深井區位於屏東縣三和、三爺、土庫等村範圍，因地處於旗山溪、荖濃溪、高屏溪等匯流處，地下水蘊藏量豐富，自來水公司大崗山系統在該地區共鑿 13 口深井，總抽水

量達 10 萬 CMD，其輸水路線由里港取水站收集後，以 Φ1,350mm 管線跨越旗山溪後，沿台 21 線省道匯入嶺口加壓站後，輸送至大崗山給水廠。惟因附近居民抗爭，已於 1994 年 6 月水權屆滿到期，屏東縣政府不同意展延，並會同台電公司斷電停止運轉迄今。

除以上區域外於高屏溪本流河段設有以下地下水抽取設施:

(一)於高屏溪攔河堰以北，現有台塑公司仁武廠 13 口深井分別設置於大樹區之姑婆寮、洲仔、大庄、大樹等地段，目前抽水量約為 3~3.5 萬 CMD，所抽用之水源利用 φ800mm(大樹段 φ800mm，其他段 φ700mm)之輸水管以及 1 個加壓站運送至台塑仁武廠之匯合池，輸水管線約 14Km。

(二)於高屏溪右岸義和村高屏大橋下現有中油公司大寮水源站，總共設置 19 口深井，此些井均為民國 80 年以前設置，其中 9 口位於抽水站內，10 口位於抽水站外，井設置深度為 120~130m 之間，目前抽水量約為 6 萬 CMD。所抽用之水源利用 3 支 φ80mm 之管線(1 支混擬土管、2 支鑄鐵管)，利用高程差採用重力流運送至中油公司總廠之原水池，輸水管線大約 17Km。

(三)自來水公司大崗山給水廠亦曾於 1987 年 12 月於佛光山附近鑿設 3 口深度約 100m 之深水井，經抽水後由嶺口加壓站至大崗山供水系統，其一開始之抽水量每口約 3,000～4,000CMD，惟設置初期每口井出水量僅約 1,000CMD，加上土地租約到期，目前已廢井不用。

(四)自來水公司於高屏溪攔河堰上游(分別距高屏堰 300~600m 範圍)設置 3 口深水井，抽水量預計為 10,000CMD，民國 99 年 3~5 月期間施工時遇民眾抗爭因而停工，已於今年(2011 年)5 月 16 日復工，預計設置井深為地表下 150m，井徑為 16 英吋，目前已完工，預計 2012 年初正式運轉。

(五)早期海軍於大樹地區之大泉營區設有 10 口深井，而後轉交自來水公司坪頂給水廠代操作營運，自來水公司後續新設 2 口抽水井，若再加上上述 2011 年新設之 3 口，本區總計有 15 口抽水井，每口深度約為

150m。本深井區所抽取之水源主要輸送至仁武淨水場再輸送至海軍左營軍區，部分作為備援系統輸送至鄰近之高屏堰。

(六)自來水公司於大寮(大發工業區)附近總共設置 18 口深井，所取用之水源輸送至翁公園(12 口)及拷潭淨水場(6 口)。

(七)竹寮取水站採地下水與伏流水 2 種共構方式取水，抽水井總共設置 10 口，其中 7 口位於站區，3 口位於水管路，目前所抽用之水量約為 5 萬 CMD。(2011 年預計再增設 3 口)

三、主要伏流水設施

在高屏溪伏流水的開發歷史中，依據《高雄市水道概要》記載，高雄自來水道於 1938 年為因應戰時需求及配合高雄的工業發展，於今高屏大橋下游之翁公園闢建第二水源地，取用地下伏流水，建廠之初設計出水量為 8,350CMD，可供 50,000 人口使用，後屢經擴建改善，將出水量提高到 1.5 萬 CMD。1970 年委託前省公共工程局辦理應急工程，在翁公園淨水場擴充新建快濾池 4 座，增加出水量 2.5 萬 CMD，連同原有慢濾池水量 1.5 萬 CMD，合計 4 萬 CMD。2002 年為配合政府大高雄地區飲用水改善計畫，委由廠商代操作生產高級水，而將慢濾池停用，故當時出水量約 3.6 萬 CMD ，供應大寮區及鳳山市東部等地區，供水人口約 86,800 人。後因深井老化，新井址難覓等因素下，目前已改用高屏溪攔河堰之地面水，現只有 12 口深井可抽取地下水，但因硬度較高，故只做為輔助用水與地面水搭配使用；又為處理高濁度之地面水及支援拷潭，在場內設置 25 萬噸濾前處理設備。

此外，台糖公司地下水勘測隊曾於 1959 年於高雄第一水源地高屏溪河床中，以建造輻射井方式開發伏流水源，該井之出水量約為 4 萬 CMD(高肇藩，1980)，高雄第一水源地之位置經相關資料查詢，即為目前之「坪頂給水場」，當時之取水地點位於高屏溪旁之竹寮村，研判可能為目前之「竹寮取水站」。

1970 年代自來水公司成立之後，因高雄地區的需求量大增，而於高屏溪沿岸陸續設置林園、昭明、會結、翁公園、九曲堂以及竹寮等 6

處伏流水取水站，取水管大約為 Φ1500～Φ1600mm 直徑依水權量取水。然而，部分取水站最後終因地層下陷、河床濫採砂石以及河川受污染或海水入侵等因素而影響取水，最後不得不廢除抽水站(林園站)或者另外擴建新的取水管。

約 1980 年代位於高屏堰上游海軍大泉營區設有 1 口輻射井，該設施係以橢圓寬口集水井為主體，長寬約為 12.46m×4m，井體壁厚 0.35m，集水井頂至井底深為 24m，集水管以 2 根 Ø800mm,長 80m 向高屏溪方向佈設於井頂下 12m 深，俾汲取河畔伏流水，由於集水管年久積垢阻塞及疑似破損，已停用多年，直至自來水公司代操作，於 2011 年進行井體抽砂及機電設施更換後，於 9 月份始恢復試運轉，試運轉之出水量約為 3000CMD。

高屏溪流域沿岸之現況水資源取水設施及權屬機關如表 3.1.2-2，各取水設施照片如圖 3.1.2-2。

## 表 3.1.2-2 高屏溪沿岸各水資源現況開發設施權屬 1/2 (2011 年)

| 設施名稱 | 取用水源別 | 數量 | 現況水權量 | 權屬機關 |
|---|---|---|---|---|
| 獅子頭圳 | 地面水 | 1 | 5.8~10.7 cms | 高雄水利會 |
| 龜山圳 | 地面水 | 1 | 1.0876 cms | 高雄水利會 |
| 自來水公司大崗山廠手巾寮深井區 | 地下水 | 16 | 0.018~1.216 cms /每口 | 自來水公司 |
| 台塑公司深井 | 地下水 | 13 | 90~200(T/H)/每口 | 台塑公司 |
| 自來水公司坪頂廠大樹深井區<br>(原海軍大泉營區) | 地下水 | 12 | 0.041 cms /每口(抽水井) | 海軍後勤司令部<br>(自來水公司代操作) |
| | 伏流水 | 1 | | |
| 自來水公司於高屏溪攔河堰上游新設深井 | 地下水 | 3 | 每口 5000 噸/日(設計量) | 自來水公司 |
| 高屏溪攔河堰 | 地面水 | 1 | 工業用水(3.94~5.98 cms) | 經濟部水利署 |
| | | | 家用及公共給水<br>(3.856~12.146 cms) | |
| 竹寮取水站 | 地下水 | 10 | 0.017~0.115 cms/每口 | 自來水公司 |
| | 伏流水 | 1 | 0.456~1.16 cms | |
| 九曲堂取水站 | 伏流水 | 3 | 1.7~2.41 cms | 自來水公司 |
| 曹公圳 | 地面水 | 1 | 13~13.459 cms | 高雄水利會 |

## 表 2.1.2-2 高屏溪沿岸各水資源現況開發設施權屬 2/2 (2011 年)

| 設施名稱 | 取用水源別 | 數量 | 現況水權量 | 權屬機關 |
|---|---|---|---|---|
| 中油公司深井 | 地下水 | 19 | 300(T/H)/每口 | 中油公司 |
| 拷潭抽水站 | 地下水 | 6 | 0.065~0.081cms/每口 | 自來水公司 |
| 翁公園抽水站 | 地下水 | 12 | 0.035~0.105 cms/每口 | 自來水公司 |
| 萬丹抽水站 | 地面水 | 1 | 萬丹圳(2.774 cms)<br>新園舊圳(0.685 cms) | 屏東水利會 |
| 會結取水站 | 伏流水 | 1 | 1.157 cms | 自來水公司 |
| 昭明取水站 | 伏流水 | 1 | 1.156 cms | 自來水公司 |

資料來源：1.經濟部水利署南區水資源局、自來水公司。2.本計畫整理。(依計畫範圍高屏溪上游往下游排列)。3.調查時間:2011 年 6 月。



獅子頭圳(竹子門發電廠)取水口



獅子頭圳渠道



龜山圳取水口



高屏溪攔河堰(橡皮壩)



曹公圳取水口



自來水公司手巾寮農場深水井

資料來源：本計畫整理。

**圖 3.1.2-2 高屏溪流域沿岸水資源開發現況照片(1/2)**



竹寮取水站(混和池)



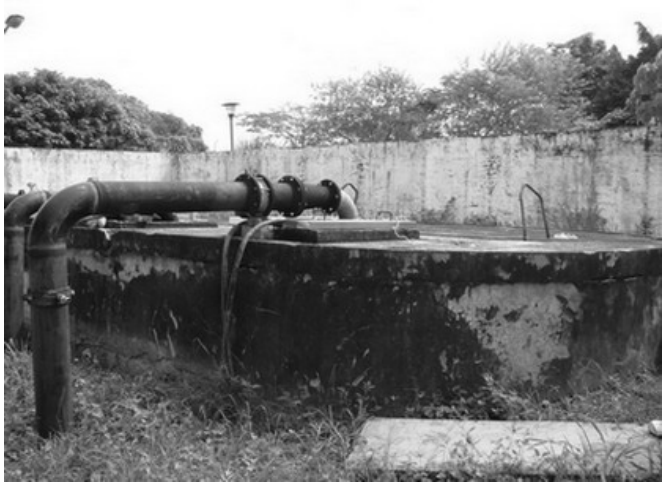
九曲堂取水站



會結取水站



昭明取水站



大泉營區輻射井



高屏堰上游水公司新設抽水井(2011)

資料來源：本計畫整理。

**圖 2.1.2-2 高屏溪流域沿岸水資源開發現況照片(2/2)**

## 3.2 高屏溪沿岸伏流水開發現況分析

為了解目前高屏溪沿岸現況取水設施開發以及實際取水狀況，本計畫於2011年6月初開始進行各取水設施之調查以及所屬權屬機關之查訪工作，以充分了解目前設施之取水營運情形，相關訪談記錄表詳附錄五所示。

一、現有伏流水取水設施

依據本計畫資料蒐集調查結果，目前於高屏溪沿岸主要取水單位總共有 15 處(不含未來新設，位置分佈圖請詳第二章 3.1 節圖 3.1.2-1)，現況取水量詳表 3.2-1，其中集取伏流水之設施主要有 4 處(不含高屏堰上游海軍大泉營區之輻射井)，分別為竹寮、九曲堂、會結、昭明取水站，但營運中目前該 4 站之現況取水總量約為 6.8 萬 CMD。以下針對高屏溪沿岸目前 4 處伏流水取水站進行現況說明：

(一)竹寮取水站:

竹寮取水站設立於 1911 年，目前仍在運轉中，已被內政部列為 3 級古蹟，舊名為「打狗水道唧筒室」。經本計畫人員現場訪查，本站於 2010 年 5 月甫完成伏流管長度約 300m 之清淤維護工作，目前伏流水取水量約 0.9 萬 CMD(最大估計可取 5 萬 CMD)，10 口抽水井可供應 5 萬 CMD 左右，兩者於站內原水混合池混合後抽送至坪頂淨水廠。本取水站預計於 2011 年底再增設 3 口抽水井，年中已完成發包工作。

(二)九曲堂取水站

本站位於高屏溪九曲堂附近，自來水公司曾於 1984 年、1988 年、1995 年各埋設一條集水暗管，第一條及第二條集水管管徑均為 Φ1650mm，第三條則為 0.9M×1.7M 之 U 型 RC 集水槽。第一條集水管初期完成之最大集水量為 18 萬 CMD，其後水量則降至 6 萬~9 萬 CMD，主要集水段位於 0k+700M～1k+300M 共 600m 之高屏溪常年水流河段；第二條集水管位於河床右岸，但由於地層之透水性能不佳，出水量僅 2~3 萬 CMD，2010 年進行集水管之淤砂清理，預估最大可取伏流水 8 萬 CMD；第三條集水槽主要作為備援，2010 年亦進

## 表 3.2-1 高屏溪沿岸各水資源設施現況取水量(1/2)

| 設施名稱 | 取用水源別 | 數量 | 現況取水量 | 備註 |
|---|---|---|---|---|
| 獅子頭圳 | 地面水 | 1 | 0~70 萬噸/日 | 依據高雄水利會 2010 年統計資料，灌期主要集中於第一期作(1~5 月)。 |
| 龜山圳 | 地面水 | 1 | 0~6 萬噸/日 | 每年 1~5 月配合耕期不取水。 |
| 自來水公司大崗山廠手巾寮深井區 | 地下水 | 16 | 約 10 萬噸/日 | 抽水井深度大約為地表下 60~120M。 |
| 台塑公司深井 | 地下水 | 13 | 3~3.5 萬噸/日 | 抽水井深度大約為地表下 150M。輸水管管徑前段 800mm~後段 700mm*1 條，總長約 14 公里。 |
| 自來水公司坪頂廠大樹深井區(原海軍大泉營區) | 地下水 | 12 | 約 4 萬噸/日 | 抽水井深度大約為地表下 120M。 |
| | 伏流水 | 1 | 約 3000 噸/日 | 早期設置已停用，2011 年集水井抽砂維護及更新抽水設備恢復抽用，作為備援用水(輸送至仁武淨水廠及高屏堰)。 |
| 自來水公司於高屏溪攔河堰上游新設深井(2011 新設) | 地下水 | 3 | 每口 5000 噸/日(設計量) | 2010 年施工遭遇抗爭而停工，2011 年 5 月 16 日復工，井深度為 150M，預計 2012 年初供水(輸送至仁武淨水廠及高屏堰)。 |
| 高屏溪攔河堰 | 地面水 | 1 | 44~125 萬噸/日 | 依據近 2 年最小及最大取水量統計資料。 |
| 竹寮取水站 | 地下水 | 10 | 約 5 萬噸/日 | 1. 10 口深井 7 口位於站區，3 口位於水管路。2. 2011 年 7 月已發包預計增設 3 口深井(深度 150M，設計出水量 5000CMD) |
| | 伏流水 | 1 | 約 0.9 萬噸/日 | 1.由於本站之伏流水量係與地下水量混合統計，因此伏流水量乃依據自來水公司所提供目前大致之取水量。2.2011 年 5 月進行取水設施復建工程。 |

## 表 3.2-1 高屏溪沿岸各水資源設施現況取水量(2/2)

| 設施名稱 | 取用水源別 | 數量 | 現況取水量 | 備註 |
|---|---|---|---|---|
| 九曲堂取水站 | 伏流水 | 3 | 0~6.4 萬噸/日<br>(平均約 2 萬噸/日) | 其中一條集水管為備援(平時不取水)。 |
| 曹公圳 | 地面水 | 1 | 0~69 萬噸/日 | 每年 11~12 月配合灌期及歲修期不取水。 |
| 中油公司深井 | 地下水 | 19 | 約 6 萬噸/日 | 抽水井深度大約為地表下 120~130M。輸水管線管徑 800mm*3 條,總長約 17 公里。 |
| 拷潭抽水站 | 地下水 | 6 | 約 1.1 萬噸/日 | 抽水井深度大約為地表下 116.5～140M。 |
| 翁公園抽水站 | 地下水 | 12 | 約 2.6 萬噸/日 | 抽水井深度大約為地表下 100～140M。 |
| 萬丹抽水站 | 地面水 | 1 | 6.6 萬~11.6 萬噸/日 | 依據屏東水利會近 5 年最小與最大取水量統計資料。 |
| 會結取水站 | 伏流水 | 1 | 1.6 萬噸~5.9 萬噸/日<br>(平均約 3.9 萬噸/日) | 依據 2010 年 1~12 月之營運統計資料。 |
| 昭明取水站 | 伏流水 | 1 | 暫停運轉 | 因氯鹽濃度高，暫停運轉。 |

資料來源：1.自來水公司及各取水單位。2.本計畫整理。(依計畫範圍高屏溪上游往下游排列)。3.現況調查時間:民國 100 年 6 月初。

行集水管之淤砂清理。近年來由於九曲堂取水站開啟抽水後造成取水位下降而影響鄰近曹公圳之取水，因此，當高屏堰地面水取水量尚足夠時，九曲堂取水站原則不取水，以免影響曹公圳灌溉水源之取用。

(三)會結取水站

本集水暗渠工程係由自來水公司設置於高屏溪大寮鄉會結村附，本工程共施設 2 條長度各 1,000m 穿孔式混凝土集水管，第一條於 1984 年竣工，第二條於 1993 年竣工，集水管徑為 Φ1500mm，集水管佈設於河床下約 10m 位置，並於集水管段外設有 3 層各厚度為 90cm 之級配之礫石以過濾水質。該工程完成後運轉之最大集水量約為 13.5 萬 CMD，惟因台灣南部近年來多次之颱風暴雨致豐水季高屏溪流量劇增，導致該工程之集水管段、人孔屢遭沖毀，出水量大幅遞減。2010 年已進行集水管之維護及淤砂清理工作，目前伏流水取水量約 0.9 萬噸/日(2010 年 6 月)，最大時可取水量達 7 萬 CMD，主要為原水濁度高時送至拷潭供水廠降低濁度使用。

(四)昭明取水站

本站由於距離高屏溪出海口不遠，易受潮係海水影響，近年因河川原水水質氯鹽偏高，因此目前已暫停運轉，近年僅 88 水災後運轉一陣子，提供緊急供水使用，以及 2011 年 5 月缺水抗旱時短暫啟用。

(五)高屏堰上游海軍大泉營區輻射井

約 1980 年代位於高屏堰上游海軍大泉營區設有 1 口輻射井，目前已由海軍後勤司令部轉交自來水公司代操作營運，該設施係以橢圓寬口集水井為主體，長寬約為 12.46m×4m，井體壁厚 0.35m，集水井頂至井底深為 24m，集水管以 2 根 Ø800mm,長 80m 向高屏溪方向佈設於井頂下 12m 深，俾汲取河畔伏流水，由於集水管年久積垢阻塞及疑似破損，已停用多年，直至自來水公司代操作，於 2011 年進行井體抽砂及機電設施更換後，於 9 月份始恢復試運轉，試運轉之出水量約為 3000CMD。

二、現有設施取用伏流水之營運情形

表 3.2-2 為 2010 年自來水公司於大高雄地區之取水營運記錄表，若不考慮南化聯通管之原水及清水支援量，2010 年之總取水量約為 9 億噸，其中於高屏溪沿岸汲取地面水之汲取量約 8.1 億噸/年，佔總體取水量之 90%，集取伏流水源總共約 2,515 萬噸/年，佔總體取水量之 2.8%，抽取地下水總共約 6,574 萬噸/年，佔總體取水量之 7.2%，因此，目前於高屏溪取用伏流水之比例尚不到 3%，主要之取水量仍來自高屏溪河川水源(地面水)與地下水源。

# 表 3.2-2　自來水公司 2010 年大高雄地區取水營運記錄表(1/2)

| 年度 | 月份 | 澄清湖給水場 | | 拷 潭 給 水 廠 | | | | | | 坪 頂 給 水 廠 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 原水量 | | 原水量 | | | | | | 原水量 | | | |
| | | 九曲堂站 | 高屏堰站 | 會結站 | 拷潭深井 | 翁公園深井 | 拷潭場 | 翁公園場 | 高屏堰站 | 竹寮站 | 高屏堰抽水量 | 高屏堰坪頂廠 | 大樹深井 |
| | | 伏流水 ($M^3$) | 地面水 ($M^3$) | 伏流水 ($M^3$) | 地下水 ($M^3$) | 地下水 ($M^3$) | 地面水 ($M^3$) | 地面水 ($M^3$) | 地面水 ($M^3$) | 地下水+伏流水($M^3$) | 地面水 ($M^3$) | 地面水 $M^3$ | 地下水 $M^3$ |
| 99 | 1 | 381,400 | 6,936,260 | 877,330 | 17,250 | 135,900 | 3,815,710 | 1,035,630 | 4,851,340 | 1,990,240 | 31,661,000 | 13,113,400 | 278,990 |
| | 2 | 383,200 | 5,725,840 | 826,820 | 130,280 | 175,140 | 3,141,540 | 978,800 | 4,120,340 | 1,599,630 | 27,889,000 | 12,357,820 | 227,090 |
| | 3 | 110,100 | 6,620,170 | 977,040 | 182,560 | 136,120 | 3,609,300 | 1,041,510 | 4,650,810 | 1,839,690 | 32,996,000 | 14,549,020 | 278,640 |
| | 4 | 651,600 | 6,541,670 | 935,370 | 187,830 | 127,950 | 3,504,750 | 996,400 | 4,501,150 | 1,756,220 | 30,642,000 | 13,267,180 | 265,800 |
| | 5 | 871,000 | 6,713,270 | 974,590 | 299,530 | 348,780 | 2,702,710 | 1,335,110 | 4,037,820 | 1,927,100 | 29,146,000 | 12,119,110 | 276,210 |
| | 6 | 425,500 | 7,129,810 | 1,679,510 | 488,070 | 934,330 | | 2,503,250 | 2,503,250 | 1,911,600 | 21,697,000 | 9,134,240 | 284,780 |
| | 7 | 266,500 | 7,412,530 | 1,712,190 | 272,810 | 454,930 | 1,402,500 | 1,995,720 | 3,398,220 | 2,185,270 | 22,240,000 | 11,788,250 | 294,330 |
| | 8 | 2,000,600 | 5,803,310 | 1,705,830 | 405,590 | 702,510 | 1,060,830 | 1,786,630 | 2,847,460 | 2,417,300 | 18,411,000 | 13,617,230 | 289,400 |
| | 9 | 1,273,100 | 4,694,350 | 1,735,910 | 404,290 | 737,550 | 826,880 | 1,591,400 | 2,418,280 | 2,189,910 | 13,895,000 | 13,111,370 | 291,650 |
| | 10 | 1,140,500 | 6,153,920 | 1,849,640 | 379,890 | 718,790 | 685,130 | 1,820,950 | 2,506,080 | 1,823,530 | 22,936,000 | 13,907,000 | 336,120 |
| | 11 | 28,900 | 7,692,990 | 525,670 | 377,460 | 210,920 | 3,740,730 | 873,340 | 4,614,070 | 1,564,910 | 32,508,000 | 13,430,940 | 355,740 |
| | 12 | | 7,596,985 | 524,760 | 305,280 | 135,720 | 3,932,545 | 1,045,660 | 4,978,205 | 1,652,400 | 34,337,000 | 14,576,810 | 377,520 |
| 合計 | | 7,532,400 | 79,021,105 | 14,324,660 | 3,450,840 | 4,818,640 | 28,422,625 | 17,004,400 | 45,427,025 | 22,857,800 | 318,358,000 | 154,972,370 | 3,556,270 |

資料來源：自來水公司第七管理處。註:竹寮站為地下水與伏流水混合取用，伏流水量以(民國 100 年 6 月) 現況取水量 0.9 萬噸/日估算。

# 表 3.2-2 自來水公司 2010 年大高雄地區取水營運記錄表(2/2)

| 年度 | 月份 | 鳳山給水廠 | | 南化水庫聯通管原水量 | 大崗山給水廠出水量 | 南化給水廠支援清水 | 高雄區出水量合計 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 原水量 | | | | | |
| | | 港西站 | 高屏堰站 | | | | |
| | | 地面水 $M^3$ | 地面水 $M^3$ | $M^3$ | 地下水 $M^3$ | $M^3$ | $M^3$ |
| 99 | 1 | 7,780,000 | 6,760,000 | | 2,786,800 | | 47,433,853 |
| | 2 | 7,281,600 | 5,685,000 | | 2,408,410 | | 42,584,656 |
| | 3 | 6,124,000 | 7,176,000 | | 2,607,790 | | 48,018,519 |
| | 4 | 8,216,000 | 6,332,000 | | 2,850,390 | | 46,246,163 |
| | 5 | 8,350,000 | 6,275,800 | | 3,061,040 | 1,008,168 | 48,558,769 |
| | 6 | 6,869,200 | 7,800,000 | 4,870,300 | 2,989,120 | 3,286,433 | 47,038,042 |
| | 7 | 6,684,300 | 8,350,000 | 8,709,000 | 3,036,320 | 1,196,710 | 49,454,119 |
| | 8 | 7,594,800 | 7,668,000 | 11,525,000 | 2,999,470 | 241,920 | 50,026,741 |
| | 9 | 7,624,300 | 5,650,000 | 11,979,000 | 3,069,850 | 394,636 | 48,162,094 |
| | 10 | 6,682,049 | 7,850,000 | 7,481,000 | 3,280,240 | 78,540 | 49,605,505 |
| | 11 | 7,640,000 | 6,795,000 | 25,000 | 2,700,610 | 209,540 | 47,629,339 |
| | 12 | 6,852,000 | 7,185,000 | | 2,560,420 | 64,440 | 49,013,132 |
| 合計 | | 87,698,249 | 83,526,800 | 44,589,300 | 34,350,460 | 6,480,387 | 573,770,932 |

資料來源：自來水公司第七管理處。

三、未來預計新設伏流水取水設施

依據自來水公司所提供之資料，「曾文南化烏山頭水庫治理及穩定南部地區供水計畫」已於 100 年 5 月 24 日奉行政院(臺經字第 1000026780 號函)核定，增設伏流水工程乃為其中 1 項，水公司預計於高屏溪沿岸之竹寮取水站及翁公園取水站各增設 10 萬噸伏流水之取水工程，以增加調度及備援之能力。該工程預計於 2011 年開始執行，2014 年完成。

1995 年自來水公司曾經於翁公園取水站設置 1 條集水管汲取伏流水，之後遭到賀伯颱洪沖毀，目前已規劃於翁公園地區及竹寮地區分別新設伏流水集水管工程，其中翁公園取水站之規劃管徑為 Φ1200，長度為 1250m，竹寮取水站之規劃管徑為 Φ1200，長度為 1100m；預計完成後可於每處增加約 10 萬 CMD 之伏流水，2011 年 10 月已完成先期地質鑽探調查工作。(竹寮取水站及翁公園取水站新設伏流水集水管工程配置示意圖詳圖 3.2-1~圖 3.2-2。

依據相關資料顯示，該項工程應毋須辦理環境影響評估，預定 3 年完成，工程完成後，將可提高大高雄地區備用水源，且由於暴雨期間高屏溪攔河堰之原水濁度驟增不易處理，致下游淨水場需減量出水因應，該工程可於高濁度期間出水供應，以補其不足之水量。




資料來源：自來水公司南工處。

**圖 3.2-1 竹寮取水站集水管工程示意圖**




資料來源：自來水公司南工處。

**圖 3.2-2　翁公園取水站集水管工程示意圖**

## 3.3 高屏溪沿岸傍河取水既有設施檢討

歷年來自來水公司於高屏溪沿岸總共設置 6 座傍河取伏流水設施，分別為竹寮、九曲堂、翁公園、會結、昭明、林園，其中翁公園取水站之集水設施已遭賀伯颱風沖毀，另林園站因水質鹽化問題已廢棄，因此目前尚有 4 座正常運轉中。此外，軍方亦於高屏堰上游之大泉營區設置 1 口輻射井，但由於集水管阻塞及疑似破損，造成大量出砂，因而已停用多年。經查訪各取水站，目前各取水設施除須進行一般機電、抽水馬達故障維修、維護外，最主要面臨的問題為集水濾管阻塞以及集水設備接頭，因地層不均勻沉陷或其他外力因素，使得集水管接合位置產生孔隙或脫落，以致大量土砂流入管內造成淤塞，各取水設施之集水設備功能檢討詳表 3.3-1。

為了解目前各取水設施集水管之淤積以及實際損壞情形，宜先進行集水管內部結構檢查，檢查方式包括: (1)抽水時檢查出砂情形(2)水中攝影機(3)委託合格專業潛水人員穿戴氧氣瓶或其他供氧設施及作業必要之安全設備由維修孔進入檢查(4)其他適合現場情況之安全方法。所選用之方法視現場設施情況決定，可互相搭配，必須以人員安全為原則。

集水管經詳細檢查後得擬定適當之維修(護)計畫。若為集水濾材、濾孔阻塞之情形，除進行一般淤砂清除外，尚可考量利用高壓水柱(或於集水管內裝設逆沖洗裝置)清洗管內壁及濾孔，以去除所累積之鐵錳等金屬物質以及孳生之生物菌體黏膜，此外，可將濾孔外之濾料粒徑進行適當清洗及排列，對於出水量應有所幫助。所選用高壓水柱之壓力大小應配合集水管材質、濾料型式、濾料層厚度、人員可否承受、是否安全等現場因素先進行測試。

集水管淤砂清除及維修後應檢查出水量及出砂情形，經淤砂清除或維修後後出水量若無明顯提昇，則可考量進行後續維護成本與新建替代集水設施之經濟性與可行性評估。

高屏溪沿岸現運作中 4 座傍河取水設施之集水管，均採用明挖方式鋪設，集水管接頭採承插方式銜接，易因地層不均勻沉陷或其他外力因素(例如:連接河床面之維修孔設置過多，可能導致維修管更容易遭颱洪沖毀，使得土砂流入集水管內等等)，以致大量土砂流入管內造成淤塞，建

## 表 3.3-1 高屏溪沿岸各傍河取水設施集水設備功能檢討表

| 取水站 | 工程內容 | 計畫取水量(CMD) | 設備功能檢討 | 建議改善方式(僅提供參考) |
|---|---|---|---|---|
| 竹寮 | 埋設 1M×1.7M×1,147M U 型 RC 集水槽 | 100,000 | 1.集水管、濾材阻塞問題。<br>2.原設集水設備接頭採承插方式銜接，因地層不均勻沉陷或其他外力因素，使得集水管接合位置產生孔隙或脫落，以致大量土砂流入管內造成淤塞。 | 1-1.集水管淤砂清除、高壓水柱逆洗濾孔。<br>1-2 集水管內部結構檢查:A.抽水時檢查出砂情形。B.水中攝影機 C.委託合格專業潛水人員穿戴氧氣瓶或其他供氧設施及作業必要之安全設備由維修孔進入檢查。D.其他適合現場情況之安全方法。(選用之方法視現場設施情況決定，可互相搭配，以人員安全為原則)<br>1-3 集水管淤砂清除後檢查出水量及出砂情形，經淤砂清除後出水量無明顯提昇，則進行後續維護成本負擔與新建替代設施之經濟性與可行性評估。<br>2-1.評估更適當之取水設施、工法與集水管材、濾料、濾孔、接頭等材質及型式，必要時先進行現場小規模模場施作及試驗。 |
| 九曲堂 | 埋設 1,650mm×1,500M 集水管 RCP<br>埋設 1,650mm×1,671M 集水管 RCP<br>埋設 0.9M×1.7M×1,872M U 型 RC 集水槽 | 365,000 | | |
| 會結 | 埋設 1,500mm×1,000M 集水管 RCP<br>埋設 1,500mm×1,073M 集水管 RCP | 100,000 | | |
| 翁公園 | 埋設 1M×1.7M×1,000M U 型 RC 集水槽 | 100,000 | 本集水設備已遭沖損。 | 同上 2-1，實際設置時宜採階段性施作，由小而大、由少而多，以符合現場取水條件以及相關設計調整。 |
| 昭明 | 埋設 1,650mm×2,172M 集水管 RCP | 150,000 | 於民國 82 年因發生鹽化現象而停止取水(暫停運轉) | 評估選定更適當之地點。 |
| 林園 | 埋設 1,500mm×670M 集水管 RCP<br>埋設 1,650mm×1,134M 集水管 RCP | 85,000 | 於民國 82 年因發生鹽化現象而停止取水(已廢棄) | 評估選定更適當之地點。 |
| 大泉營區 | 埋設 800mm×80M×2 支集水管 | - | 疑似集水管組塞及破損，出砂量多，取水量下降 | 進行集水管修復或新設工程。 |

資料來源：1.自來水公司 2.本計畫彙整。

議評估更適當之取水設施、工法與集水管材、濾料、濾孔、接頭等材質及型式，必要時先進行現場小規模模場施作及試驗，待試驗一代表性之長期間後，即可了解現況所設計之取水設施與現場實際水文地質條件之差異性。未來實際開發時，宜採階段性開發，由小而大、由少而多，並進行相關設計之調整，以符合現場水文地質特性及最佳取水量能。

## 3.4 高屏溪沿岸相關伏流水調查計畫成果彙整分析

表 3.4-1 為所蒐集掌握之目前國內政府機構伏流水相關調查評估規劃研究計畫一覽表。國內最早執行伏流水工程計畫應屬於著名的二峰圳取水堰所取用林邊溪河床下之伏流水源，該工程係於河床下設置三角堰堤，取用水源量分別為豐枯水期各 25 萬及 8 萬 CMD。以下即針對高屏溪沿岸各伏流水已設置與已規劃評估過之伏流水計畫說明之。

**表 3.4-1　國內政府機構伏流水相關調查評估規劃研究計畫一覽表**

| 主辦單位 | 報告名稱 | 年度 |
|---|---|---|
| 鳥居信平 | 伏流水利用に依る荒蕪地開拓：臺灣製糖株式會社萬隆農場創設並に其經過 | 1936 |
| 水利處中區水資源局 | 集集共同引水計畫—濁水溪西螺河段伏流水相關研究報告 | 1997 |
| 經濟部水資源局 | 濁水溪伏流水取水管設計原則之研究 | 2000 |
| 水利處水利規劃試驗所 | 宜蘭羅東堰上游設置固床工增加伏流水補注量效益研究 | 2001 |
| 水利處中區水資源局 | 濁水溪西螺河段伏流水工程基本設計報告 | 2001 |
| 水利處中區水資源局 | 濁水溪林內河段與二水河段取水工程調查規劃報告(伏流水調查評估規劃) | 2001 |
| 水利署南區水資源局 | 高屏溪沿岸及隘寮溪中下游淺層地下水開發評估及備援系統規劃　(伏流水調查評估規劃) | 2006 |
| 自來水公司 | 高屏溪攔河堰第二取水口工程可行性規劃報告(伏流水調查評估規劃) | 2006 |
| 水利署南區水資源局 | 屏東平原地面地下水聯合運用個案工程規劃(2) | 2007 |
| 自來水公司第七區管理處 | 翁公園場集水修復工程設計報告 | 2007 |
| 水利署中區水資源局 | 濁水溪下游河道伏流水及地下水調查分析 | 2007 |
| 水利署南區水資源局 | 高屏大湖工程計畫試挖暨地下水文監測追蹤與檢討評估<br>▪8.2 以集水暗渠汲取伏流水取水方式<br>▪8.3 以河岸廣設輻射井汲取伏流水取水方式 | 2008 |
| 屏東縣政府 | 萬年溪都會型河川復育與整治集水井及伏流水工程 | 2008 |
| 水利署水利規劃試驗所 | 林邊溪、力力溪現有集水廊道剩餘水資源開發潛能與經濟效益概估　(伏流水調查評估規劃) | 2009 |
| 水利署南區水資源局 | 土庫農場淺層地下水開發可行性規劃 | 2010 |

| | | |
|---|---|---|
| 台灣自來水公司 | 高雄地區增設地下水及伏流水工程執行計畫書 | 2010 |
| 水利署 | 國立雲林科技大學水土資源及防災科技研究中心 99 年度工作推動補助計畫——第三章：台灣地區伏流水開發對地下水環境影響之調查評估(1/3) | 2010 |

資料來源：本計畫整理。

一、翁公園及竹仔寮伏流水取水工程

根據自來水公司第七區管理處(2007 年)資料顯示，曾於 1995 年於高屏溪畔大寮鄉之翁公園淨水場堤防外河床底設置集水渠，引用高屏溪伏流水作為大高雄地區民生水源，惟之後遭賀伯颱風沖毀。該工程內容及重要設計參數如下：

(一)集水渠總長度 1000m(單一直線型佈設)、聯絡井 6 座、觀測井 7 口及空氣反洗設備一式。

(二)水面高程約為 3.5m，河床高程平均約 3.0m，渠頂高程平均約為 0m。

(三)集水渠為 RC 構造(寬 1.0m、高 1.7m 內徑，每個節塊長度 2. 5m 互相榫接、榫接長度約 5cm)，坡度為 1/1000。上覆不鏽鋼 V 型捲線濾網(開孔率 0. 3)，每塊濾網投影面積約 0.8*0.75，每 2. 5m 設置 2 塊。

(四)由河床面至渠頂分三層分別鋪設粗砂 0.6-2.3m 、礫石(10-40mmΦ) 0.75m、礫石( 40-75mmΦ) 0. 65m。

(五)施工方式採二段明挖，第一段無支撐明挖 0.6-2.3m，第二段先打設鋼板樁(含橫撐)後再開挖 3.8m，鋼板樁之間開挖寬度 3.7m。

(六)完工試水規定為 14 萬 CMD 連續出水 l 小時以上，繼以 10 萬 CMD 恆定抽水連續 72 小時。

經自來水公司檢討分析，其原有集水渠工程可能失敗原因如下：

(一)埋設深度：原水位標高約 3.5m，原集水渠埋設深度平均約 3m，最淺處約 2.5m，集水渠頂標高約為 0.0m，原有埋設深度可能過淺故遭沖毀。

(二)集水渠之接合：原集水渠採鋼筋混凝土構造，節塊與節塊之間僅有約 5cm 之榫接，接合處過短，各節塊稍有差異沉陷，即可能造成節塊脫落，使得泥砂湧入集水管，造成集水管阻塞。

(三)空氣反洗設備：因該工程設置後遭沖毀，原設置之反洗設備尚未見成

效，惟另由九曲堂、會結等處埋設集水管之經驗，任何反洗設備之成效均有限，無法達成像快濾池之反洗效果，且空氣反洗管日久亦會堵塞。

(四)集水渠佈設：原有集水渠佈設採單一直線形佈設，期間均佈連絡井，此種佈設方式缺點為如果線上任何一點出問題，則整段集水渠便無法發揮取水功能，須整段停用直至修復為止，風險過大。

近年來由於每逢暴雨高屏溪攔河堰原水濁度急速升高，不易處理，約須經 1 個月以上原水濁度才會逐漸回復正常，又經 2009 年莫拉克颱風八八水災侵襲後，土石滿佈於河床上，只要下大雨原水濁度即驟增，致下游淨水場不易處理，需減量出水因應；故為考量高雄地區於高濁度期間之供水穩定，有必要另覓水源納入備援系統，以供不時之需。台灣自來水公司(2010 年)遂提出「高雄地區增設地下水及伏流水工程執行計畫書」，規劃於竹仔寮及翁公園分別增設集水管，集取高屏溪較潔淨低濁度之伏流水，以提高高雄地區高濁度期間之供水穩定。

根據台水公司於高屏溪設站取水之取水站計有林園、昭明、會結、翁公園、九曲堂及竹仔寮等 6 站，其中林園及昭明取水站因發生鹽化現象而停止取水，翁公園取水站被豪雨沖毀無法取水外，餘 3 站取水量驟減，究其原因取水量除正常衰減外，有(1)濫採砂石，降低河床暨伏流水水位，影響取水量，(2)集水管濾材阻塞問題，(3)原設集水設備接頭採承插方式銜接，地層不均勻沉陷或其他外力因素，使集水管接合位置產生孔隙或脫落，以致大量土砂流入管內造成淤塞或集水管遭洪水沖損。除(1)濫採砂石需靠有關單位積極取締外，餘(2)(3)兩項因素，於未來擬採用之不銹鋼捲線型濾水管，可以藉由控制鋼條之間距自由調整其孔隙大小，且開孔係採用倒Ⅴ型設計，將可避免濾材孔隙阻塞的問題；另捲線型濾水管接頭採平口方式銜接，比較牢靠，接合處不易產生孔隙或脫落而造成管內淤塞或集水管遭洪水沖損，對於上述缺點可改善很多。經評估取水點擬選定竹仔寮及翁公園兩處，其執行策略及方法簡述如下：

(一)竹仔寮取水站

依據台水公司 2006 年 4 月於高雄市竹仔寮取水站旁高屏溪高灘

地進行之鑿井地層斷面圖資料顯示，計畫規劃設置伏流水集水管工程，覆土深度約 8~10m，設計取水量為 10 萬 CMD。參考 2009 年 8 月 8 日莫拉克颱風前後竹仔寮取水站旁高屏溪沿岸之衛星影像圖，該高灘地現況寬約 275m (莫拉克颱風受暴雨侵襲約 25m)。此站所設集水管之相關工程分項概述如下：

1. 埋設 §1,200mm 不銹鋼集(濾)水管約 1,100m，取水量約 100,000CMD。
2. 埋設導水管 §1,000mm 長約 200m。
3. 新設集(抽)水井 1 座，直徑 8m，深約 26m。
4. 增設 175HP 抽水機 3 台(1 台備用)，設計揚程 17m。
5. 增設儀控設備 1 組。

(二)翁公園取水站

依據台水公司 2006 年 4 月於高雄縣翁公園淨水場旁高屏溪高灘地進行之鑿井地層斷面圖資料顯示，計畫規劃設置伏流水集水管工程，覆土深度約 8~10m，設計取水量為 10 萬 CMD。參考 2009 年 8 月 8 日莫拉克颱風前後翁公園淨水場旁高屏溪沿岸之衛星影像圖，該高灘地莫拉克颱風受暴雨侵襲不嚴重，原設蛇籠護岸內無影響。此站所設集水管之相關工程分項概述如下：

1. 埋設 §1,200mm 不銹鋼集(濾)水管約 1,250m，取水量約 100,000CMD。
2. 埋設導水管 §1,000mm 長約 250m 及 §1,000mm 內套管長約 120m。
3. 新設集水井 1 座，直徑 3m，深約 13m。
4. 增設 200HP 抽水機 3 台(1 台備用)，設計揚程 20m。
5. 增設儀控設備 1 組。

二、里港地區伏流水及淺層地下水開發計畫

該計畫係南區水資源局所委託之「高屏溪沿岸及隘寮溪中下游淺層地下水開發評估及備援系統規劃」計畫(中鼎工程，2007)所建議之

方案，主要目標為於里港鄉茗濃溪北岸之河岸高灘地傍河開發淺層地下水(伏流水)源，其水源開發量係豐水期分別為開發 10 萬 CMD 之原水供應量。依據自來水公司之供水操作情況，豐水期高屏溪水質渾濁之供水瓶頸區域，應為坪頂淨水場之轄區範圍，故本計畫水源供應以坪頂淨水場為供水之目標。根據評估結果，其水源開發方式均為以集水暗渠工程集取水源。

該計畫之工程內容如下：

由茗濃溪北岸設置集水暗渠集取伏流水源至 2 座集水井，經由動力抽水方式將伏流水抽至輸水管路，至里港新設之加壓站後，以泵加壓送至南化-高屏聯通管而至坪頂淨水場處理。主要工程項目說明如下：

(一)設計取水量：伏流水源 10 萬 CMD。

(二)集水管：

集水管型式：骨架繞線式鋼管，Φ1200mm，坡度 1/1,000。

設計流速：1.0m/s。

管路長度：1,800m (900m×2 條)。

(三)聯絡井：Φ3.0m×20 座

(四)集水井： 2 座。

(五)輸水管路：

水路型式：Φ1000mm，坡度 5/10,000。

設計流速：1.5m/s。

管路長度：2730m。

(六)維修人孔：Φ1.2m×29 座

(七)里港伏流水取水站機電設施：

集水井沉水式泵：400HP×2 部

(八)土庫地區土木及機電設施：

原水調節池：1 座。

嶺口加壓泵：500HP× 6 部(一部備用)。

(九)土庫-聯通管輸水路及管橋(輸水量 150,000CMD)：

水路型式：Φ1200mm 輸水管橋，坡度 5/10,000。

設計流速：1.5m/s。

管路長度：790m。

(十)觀測井系統

水位觀測井：10 口。

自記式水位計：10 組。

該計畫係為備援系統，經評估後，以每年供水二個月情況之原水成本而言，成本為 34.23 元/噸，但若全年供水之原水成本為 6.77 元/噸；若每年供水四個月之原水成本為 17.11 元/噸。該計畫評估參考現有水庫原水成本約在 15~20 元/噸、海水淡化廠最低成本則約為 30~40 元/噸，另高屏溪鄰近之水資源開發案例-高屏大湖為 12.3 元/噸、曾文水庫越域引水計畫約 11 元/噸。

三、隘寮溪下游集水工暨輸水工程計畫

該計畫係南區水資源局所委託之「屏東平原地面地下水聯合運用個案工程規劃(2)」(能邦工程顧問公司，2007 年)所規劃，並已完成環境影響說明書(京華工程顧問公司，2010 年)。係為辦理「屏東平原地面地下水聯合運用個案工程規劃(2)」,計畫中延伸隘寮溪地面地下水聯合運用之規劃構想，藉由開發隘寮溪之伏流水量，可有效運用屏東地區之水資源，並配合地面地下水資源進行聯合運用調配，以供應屏東淨水場之原水及屏北地區未來之用水成長量，減少地下水之抽取量，並涵養扇央地區之地下水資源。爰此，評估於隘寮溪高樹大橋上游約 1.5 公里處興建集水工增加地下水涵養補注及截取出滲之地下水利用，計畫最大取水量 10 萬 CMD,採明挖覆蓋方式設置取得水量經約 18km 之輸水管線提供自來水公司屏東淨水場,作為屏東淨水場之輔助水源，期能在穩定供應屏東地區用水之前提下達到減抽地下水及增進地下水涵養之目的。

該計畫預計分二階段完成，第一階段將完成集水廊道、集水管、分水設施、輸水管線及原水處理設施工程,為豐水期取水量 5 萬 CMD。第二階段目標將視第一階段地下水涵養補注地下水位回升之成果及用水需求增加量情形，將再增設集水廊道、集水管工程，為全年再增加取水量 5 萬 CMD，作為屏北地區未來用水成長需求之增供水源。工程

設施主要包括集水廊道、分水設施、輸水管線及原水處理設施，供水區域包括了屏東市與長治鄉部分地區。其集水設施簡述如下：

(一)集水廊道埋深

集水廊道與集水管設置於河床非活動層，亦即可能沖刷深度以下，較不易因河床沖刷發生設施裸露破壞情形。參考該河川斷面設計洪水可能沖刷深度估算值，以及河道沖淤計算結果，集水廊道頂部高程設定為 38.7m。由於河床高程變化，集水設施埋置深度約在全河段通水斷面平均河床下約 9m，相較於歷年最低河床亦達 4 公尺深度。

(二)集水廊道斷面

集水廊道斷面為淨寬 1.2m、淨高 2.4m 之斜頂屋脊式斷面型式。上頂面佈設預鑄透水材料，兩側面則配置集水孔。

(三)集水廊道長度

集水廊道全長約 620m，以單支佈設於隘寮溪兩堤岸間主要通水斷面；第一期先由左岸往河心方向佈設 300m，第二期再延伸 320m 至右岸灘地外緣。

(四)集水廊道埋設坡度

集水廊道埋設坡度採約 3.7/1,000，以控制廊道中流速減輕淤積狀況。

(五)集水孔

集水廊道集水面之上頂面每隔 1m 佈設 1 片預鑄透水材料，兩側面則以 20 孔/$m^2$ 密度配置孔徑 25mm 集水孔。

(六)濾層

於廊道周遭配置三層濾層，由內而外包括 70cm 厚粗、中礫石層各一層，外側再包覆 1m 後之粗砂層，粗中礫石層間鋪設不織布層，避免泥砂進入集水廊道內。濾層上方再回填原河床料至原河床高。

(七)人孔

每隔 100m 距離設置內徑 1m 之維護人孔，可提供日後維護清淤之用，並作為集水管匯入集水廊道接合處。人孔下半部配合廊道斷面

採方形斷面，上半部則改採圓形斷面，減輕水流直接衝擊人孔迎水面作用力，另並被覆鋼鈑，防止洪流中滾石撞損人孔設施。

(八)集水管

為滿足不同期程引取水量，隘寮溪下游伏流水開發第 1 階段工程將先行設置三支各 150m 長度之集水管以引取水量。集水管平行水流方向佈置，配合集水廊道上人孔設置位置，亦採每 100m 設置一支集水管方式配置。第 2 階段再增設另外 3 支各 150m 長度之集水管，以達到第 2 階段增加引取水量目標。集水設施平面佈置示意圖如圖 3.4-1。

(九)導水管

經集水廊道及集水管集流水量，將以穿過堤防下方埋設之導水管送入分水設施內，為利於日後維護及配合集水廊道斷面形狀，導水管採 1.2m(寬)×1.8m(高)矩形斷面，長度約 45m 左右。

四、高屏溪攔河堰第二取水口工程可行性規劃

該計畫為受自來水公司委託之「高屏溪攔河堰第二取水口工程可行性規劃」計畫(黎明工程顧問公司，2006 年)。係定位為備援系統，針對颱洪時期下，高屏溪原水濁度太高，高屏堰取水口無法有效降低原水濁度供給淨水場，致使各淨水場無法負荷操作而必須暫時以關閉或減量供水方式來因應,因此為避免此情況於颱風洪水時期一再發生，故希望藉著本計畫之執行,能緊急提供 100 萬 CMD 低濁度(1,000NTU 以下)之水量供淨水場使用，使大高雄地區不再有供水短缺之情形。經該計畫研擬多元化方案組合以達成計畫目標，共計 7 個方案，每方案各計畫取水 50 萬 CMD，最後再依最佳之優選評估結果，擇優選取兩方案搭配組合。該計畫取水方式考量地表及地下集取水兩類，其中方案一～方案五屬於地表取水，而方案六、方案七則屬於地下集取伏流水源工程。以下即針對各方案之概要詳見表 3.4-2。茲就方案六與方案七之地下集取伏流水源工程說明之。




資料來源：「隘 寮溪下游集水工暨輸水工程環境影響說明書」，2010 年 12 月。

**圖 3.4-1　集水廊道工程平面佈置圖**

## 表 3.4-2 高屏堰第二取水口工程可行性規劃方案概況

| 方案 \ 說明 | | 取水及處理流程說明 |
|---|---|---|
| 地表取水方案 | 方案一<br>(興田堤防地表取水 1) | (1)由興田堤防設置側向取水工引取高屏溪水→(2)由 4.3 公里導水路進入低水護岸內設置之預處理場(傾斜管沉澱池)處理→(3)經降低原水濁度後再經由 3.6 公里之輸水路至高屏堰加壓站→(4)最後再供應至淨水場做後續處理。 |
| | 方案二<br>(原攔河堰地表取水) | (1)利用既有高屏溪攔河堰側道放水路取水→(2)由 1.2 公里導水路進入下游設置之預處理場(傾斜管沉澱池)處理→(3)經降低原水濁度後，再經由 1.2 公里之輸水路返送至高屏堰加壓站→(4)最後供應至淨水場做後續處理。 |
| | 方案三<br>(興田堤防地表取水 2) | (1)由興田堤防設置側向取水工引取高屏溪水→(2)由 5.2 公里導水路進入低水護岸內設置之預處理場(大型沉砂池不設傾斜管)處理→(3)經降低原水濁度後再經由 2.2 公里之輸水路至高屏堰加壓站→(4)最後供應至淨水場做後續處理。 |
| | 方案四<br>(生態淨化池) | (1)利用既有高屏溪攔河堰側槽取水路，平時抽取濁度較低(5,000NTU 以下)之地表水→(2)由 2.2 公里導水路進入上游設置之生態淨化池儲存、沉澱處理→(3)經降低原水濁度後，再經由 1.3 公里之輸水路送至高屏堰加壓站→(4)最後供應至淨水場做後續處理。 |
| | 方案五<br>(原水調節池) | (1)利用既有高屏溪攔河堰側槽取水路，平時抽取濁度較低(1,000NTU 以下)較潔淨之地表水→(2)由 2.0 公里導水路進入上游設置之清水調節池儲存→(3)再經由 1.3 公里之輸水路送至高屏堰加壓站→(4)最後供應至淨水場做後續處理。 |
| 地下集（取）水方案 | 方案六<br>(集水管取水) | (1)沿高屏堰上游上游右岸低水護岸設置三條地下集水管(共 2,900m)取水→(2)由 0.48 公里導水路至大泉營區設置之原水調節池儲存(或直接由輸水路送至高屏堰加壓站) →(3)再經由 0.65 公里之輸水路送至高屏堰加壓站→(4)最後供應至淨水場做後續處理。 |
| | 方案七<br>(輻射井取水) | (1)沿高屏堰上游上游右岸低水護岸設置 50 口輻射井取水→(2)由 5.0 公里導水路至大泉營區設置之原水調節池儲存(或直接由輸水路送至高屏堰加壓站) →(3)再經由 0.65 公里之輸水路送至高屏堰加壓站→(4)最後供應至淨水場做後續處理。 |

(一)方案六(集水管取水)

方案六計畫位於高屏溪高屏堰附近河川斷面 50~53 間,沿低水護岸外之河道,現況屬淤積沙洲地點,埋設集水管引取伏流水(如圖 3.4-2 及圖 3.4-3),埋設方向考量河道沖刷性、施工方便、集水方向及後續維護等因素後,計畫沿低水護岸縱向佈設 2 條集水管共 2,500m,另與既有開挖輸水渠道約平行方向佈設 1 條 400m 集水管,以重力送水之方式送至下游大泉營區(高屏溪河川斷面 50),經過原水調節池後於蓄水池內儲水,因伏流水之濁度不高,亦可直接由輸水路輸送清水至高屏溪攔河堰加壓站,再送至各淨水場處理。

其主要工程內容包括集水管、維修人孔、匯流井、集水池、原水調節池、輸水路等項目如下:

1.設計取水量:清水 6cms。

2.集水管:

集水管型式:∮2.5m,坡度 3/10,000。

設計流速:0.79m/s。

設計長度:縱向 1.25 公里×2(條),橫向 0.4 公里×1(條)。

3.導水路:

導水型式:∮2.5m,坡度 3/10,000。

設計流速:0.79m/s。

設計長度:480m。

4.維修人孔:∮1.2m×31(座)。

5.匯流井:3.0m(w)×3.0m(l)×3.0m(h)×3(座)。

6.集水井:0.45 公頃。

7.原水調節池:4.3 公頃(h=4.5m)。

8.輸水路:

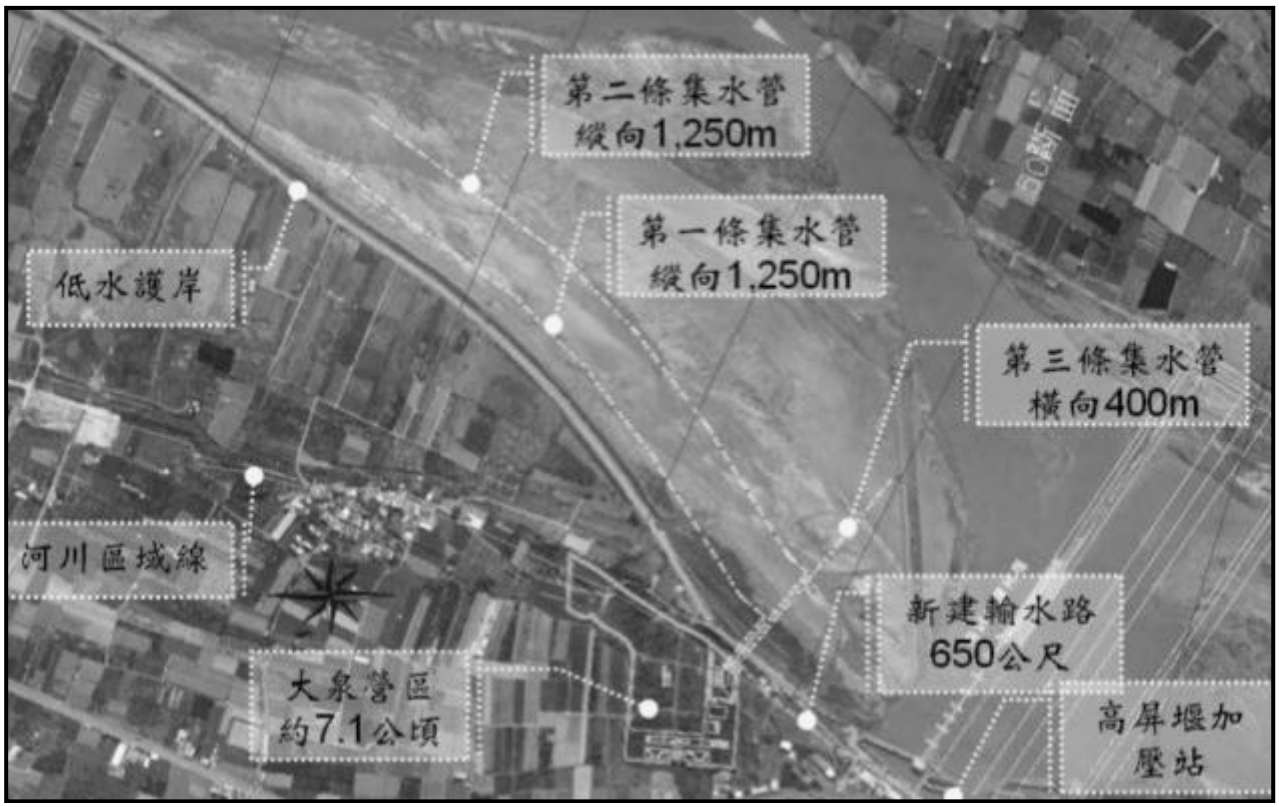
水路型式:3.0m(w)×3.0m(h),坡度 3.5/10,000。

設計流速:1.05m/s。

設計長度:650m。

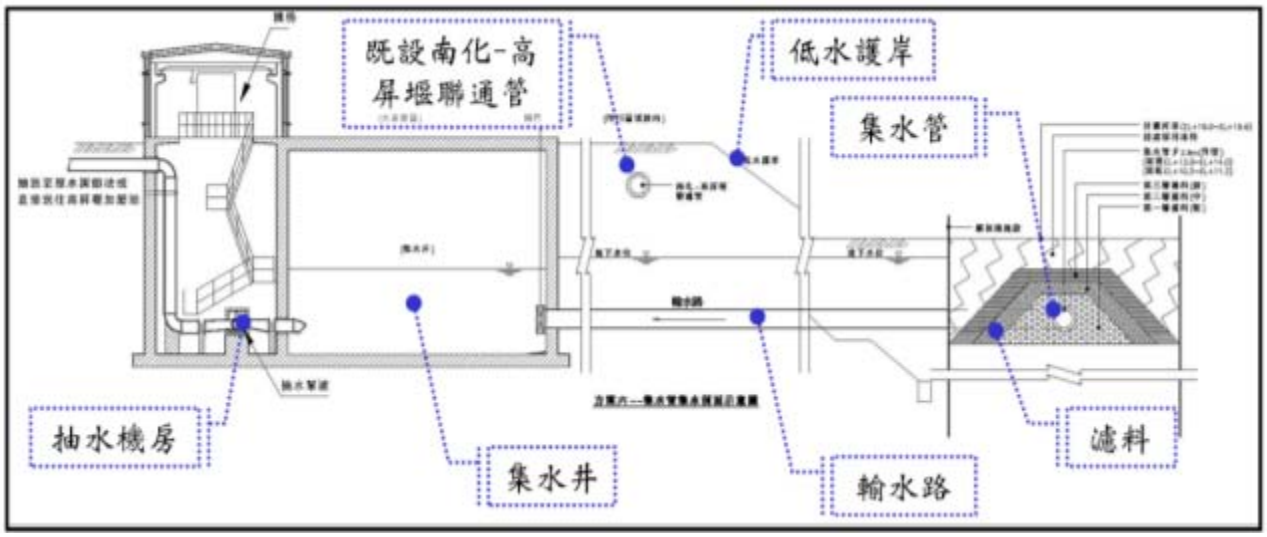
9.機電設施:(每單元)

蓄水池加壓泵:1.0cms 共 8 部,揚程為 12m。




資料來源：「高屏溪攔河堰第二取水口工程可 行性規劃」2006 年

**圖 3.4-2 高屏堰第二取水口工程方案六平面配置圖**




資料來源：「高屏溪攔河堰第二取水口工程可 行性規劃」2006 年

**圖 3.4-3 高屏堰第二取水口工程方案六剖面圖**

(二)方案七((輻射井取水))

方案七計畫位於高屏溪河川斷面 50~61 間，沿低水護岸內，每約 100m 間距佈設一口寬口井，每口配合輻射管之埋設，合計共需 50 處(如圖 2.4-4 及圖 2.4-5)，經由動力抽水方式將伏流水抽至輸水路，以重力輸送方式至下游大泉營區(高屏溪河川斷面 50)，經過集水池後於原水調節池內儲水，因伏流水之濁度不高，亦可直接由輸水路輸送清水至高屏溪攔河堰加壓站，再送至各淨水場處理。

依據上述評估結果，其主要工程內容包括寬口井、輻射管、導水路、集水井、原水調節池、輸水路等項目敘明如下：

1.設計取水量：清水 6cms。

2.寬口井：§6.0m，深 25m。

3.輻射管：§0.3m，長 40m×3.0(支)，備用長 20m×2.0(支)。

4.導水路：3.0m(w)×3.0m(l)×3.0m(h)。

水路型式：3.0m(w)×3.0m(h)，坡度 3.5/10,000。

設計流速：1.05m/s。

設計長度：5,000m。

5.集水井：0.45 公頃。

6.原水調節池：4.3 公頃(h=4.5m)。

7.輸水路：

水路型式：3.0m(w)×3.0m(h)，坡度 3.5/10,000。

設計流速：1.05m/s。

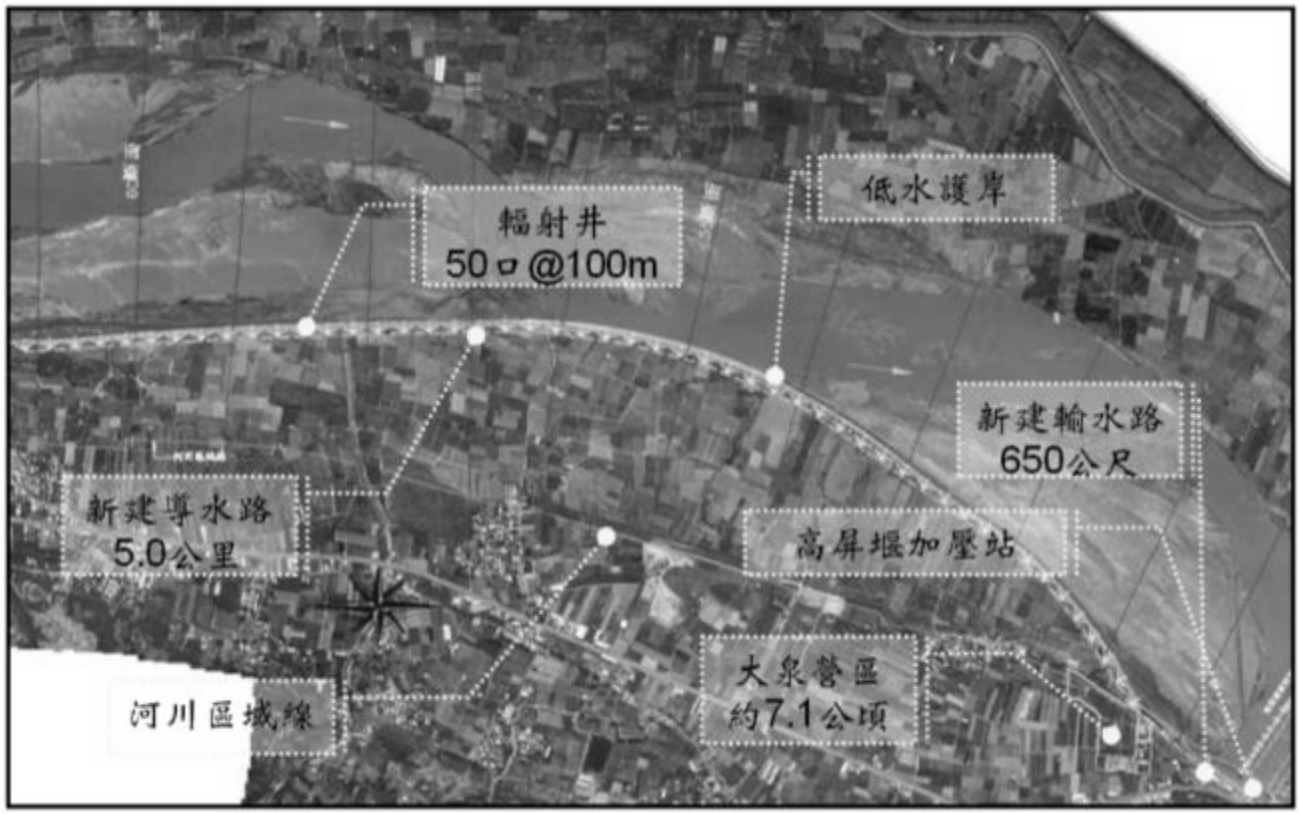
設計長度：650m。

8.機電設施：(每單元)

小型沉水性泵：50 部，每部 0.125cms，揚程 25m。

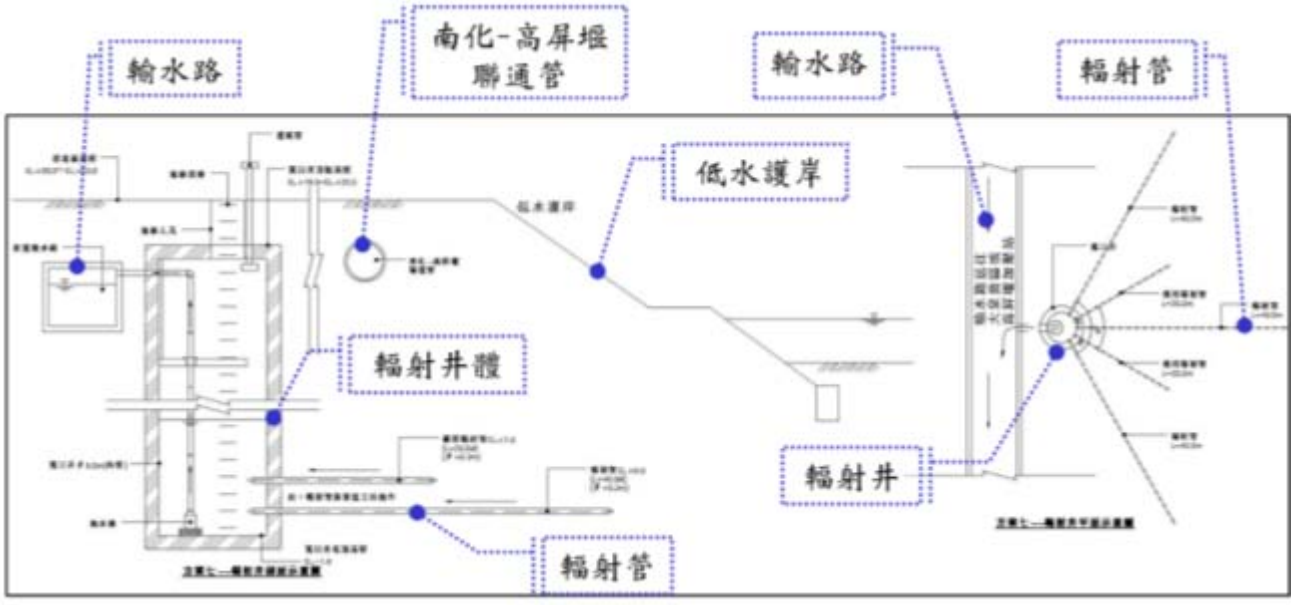
蓄水池加壓泵：1.0cms 共 8 部，揚程為 12m。

經該計畫評估比較後，為達該計畫目標 100 萬 CMD 之取水量，採方案七搭配方案六，雖可達成計畫目標，但考慮全部取地下集(取)水仍有一定不確定因素存在，因此建議地面水及地下集(取)水各採取一方案以降低取水風險，即方案六、七擇一與方案四、五擇一共同取水為宜。




資料來源：「高屏溪攔河堰第二取水口工程可　行性規劃」2006 年

**圖 3.4-4 高屏堰第二取水口工程方案七平面配置圖**




資料來源：「高屏溪攔河堰第二取水口工程可　行性規劃」2006 年

**圖 3.4-5 高屏堰第二取水口工程方案七平、剖面圖**

此外，由該計畫之評估，方案七(輻射井方案)為抽取較深層之地下水源，受洪水時期水位變化影響較小，因此優於方案六(集水管方案)位於高屏溪河道高灘地上易受河床變動而影響出砂情形。該二方案經評估具濁度低、取水量相對穩定、用地小等優勢，隨工程材料之改良，應屬可行之方案。另建議，將來若實施方案六及方案七時，實際使用時機約2個月，不同於一般抽取地下水設施之連續整年使用，但為避免長期不使用而造成設施效率折減情形發生，建議仍應定期試操作以維持其緊急供水功能。

綜合上述，以往於高屏溪伏流水取水設施規劃評估計畫，隘 寮溪下游集水工程定位為常態供水，其他計畫概為備援系統供水。至於所採用工法方式，大致為集水暗渠、集水廊道或輻射井方式，其中高屏堰第二取水口計畫預計出水量為50萬CMD，其他計畫之供水量約為5~10萬CMD。

# 第四章　傍河取水適合地點評估

河岸傍河集取伏流水源之開發地點所需考量之重要因素眾多，包括：取水地點的適宜性、水文地質條件、取水工法、河川水位、地下水位、河川型態、河床質狀況、與供水標的位置之輸水管線距離、施工難易度以及後續維護管理等因子。為評估選定傍河取水適合地點，擬定開發場址評估流程如圖 4-1。

以下茲就適合本計畫伏流水集水地點之勘查記錄，及傍河取水試驗地點評估選定予以說明之。

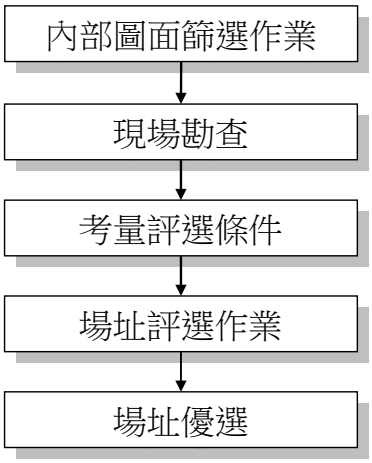



**圖 4-1 本計畫開發場址評估流程**

## 4.1 適合地點勘查及記錄

依據本計畫之委託技術服務說明書規定，高屏溪伏流水及傍河取水先期調查試驗範圍為荖濃溪獅子頭圳進水口處至高屏溪出海口河段，總長度約 55 公里。針對本計畫之目標，於內業先行進行初步之圖面篩選分析後，並已於 2011 年 5 月底至 6 初進行現地勘查及記錄，茲就內業篩選與現場勘查作業說明如下。

一、內部圖面篩選作業

內部圖面篩選作業主要的目的係由既有蒐集資料研判，並針對本

計畫之傍河取水計畫與現況高屏溪河段現有取水設施之可能干擾情況做比對分析，以排除不適合之地點，並優選出初步適合的取水點位址，俾作為現勘地點之依據。經圖面分析作業後，高屏溪河段概可分為 5 個河段，詳見圖 4.1-1 所示。以下即針對各河段取水地點之適合性說明之。

(一)高屏大橋至出海口段

本河段範圍內由下游至上游之現有水資源設施計有：林園取水站(伏流水)、昭明取水站(伏流水)、會結取水站(伏流水)、萬丹取水站(右岸、地面水)、翁公園及拷潭深井(地下水)、中油公司深井(地下水)。其中林園取水站因水值質嚴重鹽化因素已廢棄，昭明伏流水取水站因取用水源已有水質鹽化之虞，目前除特殊乾旱季節等時段外，大致已呈停抽的情況；水利署曾於河段出海口地區執行「高屏溪雙園堰工程可行性規劃」(中興工程顧問社，1999)，擬於該處下游第 9 河川斷面附近設置防潮攔河堰，並以橡皮壩防止海水上溯以改善土地，藉以抬高水位，增加地下水補注、減輕地下水質鹽化問題，惟本計畫目前尚未實施。此外，台灣自來水公司於 2010 年已提出「高雄地區增設地下水及伏流水工程執行計畫書」，規劃於翁公園地區增設出水量 10 萬 CMD 之伏流水集水工程，以集取高屏溪較潔淨低濁度水源，提高高雄地區高濁度期間之供水穩定。綜合上述之分析，為防止取得之水源水質鹽化問題，以及過度集中集取伏流水源，故不擬建議於此河段範圍開發伏流水源。

(二)高屏堰至高屏大橋河段

本河段範圍內由下游至上游之現有水資源設施計有：曹公圳取水口(地面水)、九曲堂取水站(伏流水)、竹寮取水站(地下水、伏流水)、高屏堰(地面水)等設施。因本河段已有眾多之地面水與伏流水取水設施，且高屏堰與曹公圳為高雄地區主要之公共給水與農業用水地面水取水設施。另前述「高雄地區增設地下水及伏流水工程執行計畫」，預計於竹寮取水站增設出水量 10 萬 CMD

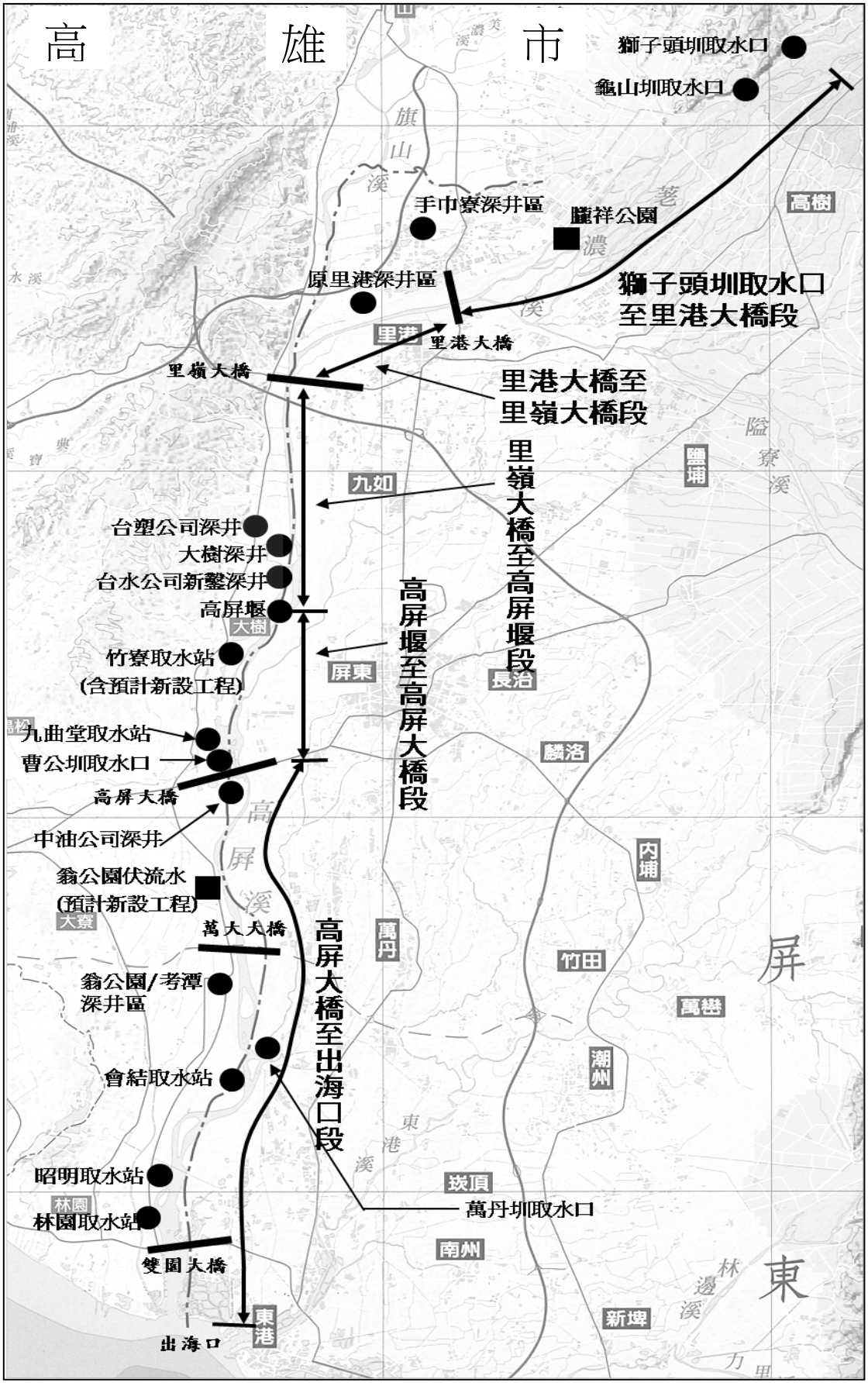



**圖 4.1-1 高屏溪各河段示意圖**

之伏流水集水工程。故本河段範圍亦不擬建議為開發伏流水地點。

(三)里嶺大橋高屏堰至河段

本河段由下游至上游之現有水資源設施計有：自來水公司坪頂廠大樹深井區(原隸屬海軍，地下水)、台塑公司深井 (地下水)等設施，另自來水公司 2011 年 6 月於高屏堰上游約 1km 處之低水護岸右側鑿設 3 口深水井，除此之外並無其他水資源設施。根據台塑公司深井資料顯示，井深為 90~110m，井篩(濾水管)開孔位置(取水深度)約於地表下 50m 以下。自高屏堰上游 2.8km(台塑公司深井處)以上至里嶺大橋(高屏堰上游 9.8km)段並無取水設施，故此河段範圍可考慮最作為開發伏流水源地區。經查本河段淺層含水層概為砂層，導水係數(T 值)約 1,092$m^2$/day(溪埔國小站)。另根據省自來水公司於於此河段所進行「高屏溪攔河堰第二取水口工程可行性規劃」(2006 年)計畫，由其抽水試驗結果 T 值達 4,110$m^2$/day、K 值為 343m/day，含水層性能極佳。

(四)里港大橋至里嶺大橋河段

本河段係位於高屏溪支流荖濃溪河段，河段北側約 3km 目前有自來水公司手巾寮深井抽取地下水。另該溪右岸河畔屏東縣里港地區之三和、三籐、土庫等村範圍，自來水公司曾於該區鑿設 13 口深井，總抽水量達 10 萬 CMD，其輸水路線由里港取水站收集後，以 Φ1,350mm 管線跨越旗山溪後，沿台 21 線省道匯入嶺口加壓站後，輸送至大崗山給水廠，惟因附近居民抗爭，已於 1994 年 6 月因水權屆滿到期，屏東縣政府不同意展延，並會同台電公司斷電停止運轉迄今，惟近幾年來水公司於本區河畔有復抽之計畫，並納將入高雄地區水源方案內，故不擬建議於此河段範圍開發伏流水源。

(五)獅子頭圳取水口至里港大橋河段

本河段範圍之較上游河段目前已有獅子頭圳(地面水)與龜山圳(地

面水)取水設施，故上游地區不擬建議再開發水源。此外，經查里港大橋上游 2.6km 有一處里港區龍祥河濱公園，此處腹地廣、水文地質條件良好，適合作為伏流水開發位址。

此外，高屏溪支流隘寮溪因亦距高屏堰較遠，且南水局於該河段高樹大橋上游約 1.5km 處，已規劃設計以集水廊道型式開發伏流水工程，該工程預計分二階段共取水 10 萬 CMD 提供屏東地區用水，故目前亦不擬建議於此河段取水。

綜合上述之篩選比對分析後，本計畫適合開發伏流水地點為：里嶺大橋至高屏堰河段以及里港大橋上游 2.6km 處之里港龍祥河濱公園。另主辦單位由圖面作業評估，再納入 2 處可能適合地點，分別為荖濃溪下游左岸之里港地區與獅子頭圳至高美大橋之高美地區河段。綜合整理該適合評選之河段詳見如圖 4.1-2 所示。針對這些可能合適之地點，進行進一步之現場勘查作業。

二、現場勘查

經上述內業評估分析後，茲針對上述所評估出之初步篩選伏流水開發適合地點河段進一步之現場勘查作業。

(一)里嶺大橋至高屏堰段

本河段經現場勘查後，適合地點有 3 處，即：

1. 佛光山地區：里嶺大橋下游約 1.5km 處之高屏溪右岸斷面編號第 66~67 號之間位置；
2. 興田地區:高屏堰上游約 6.2km 處之高屏溪右岸斷面編號第 63~64 號之間位置；
3. 溪埔地區:高屏堰上游約 4.8km 處之高屏溪右岸斷面編號第 58~59 號之間位置。

此處 3 處之可能基地位址詳見圖 4.1-3 所示。茲就此 3 處之適宜性分析說明如下。

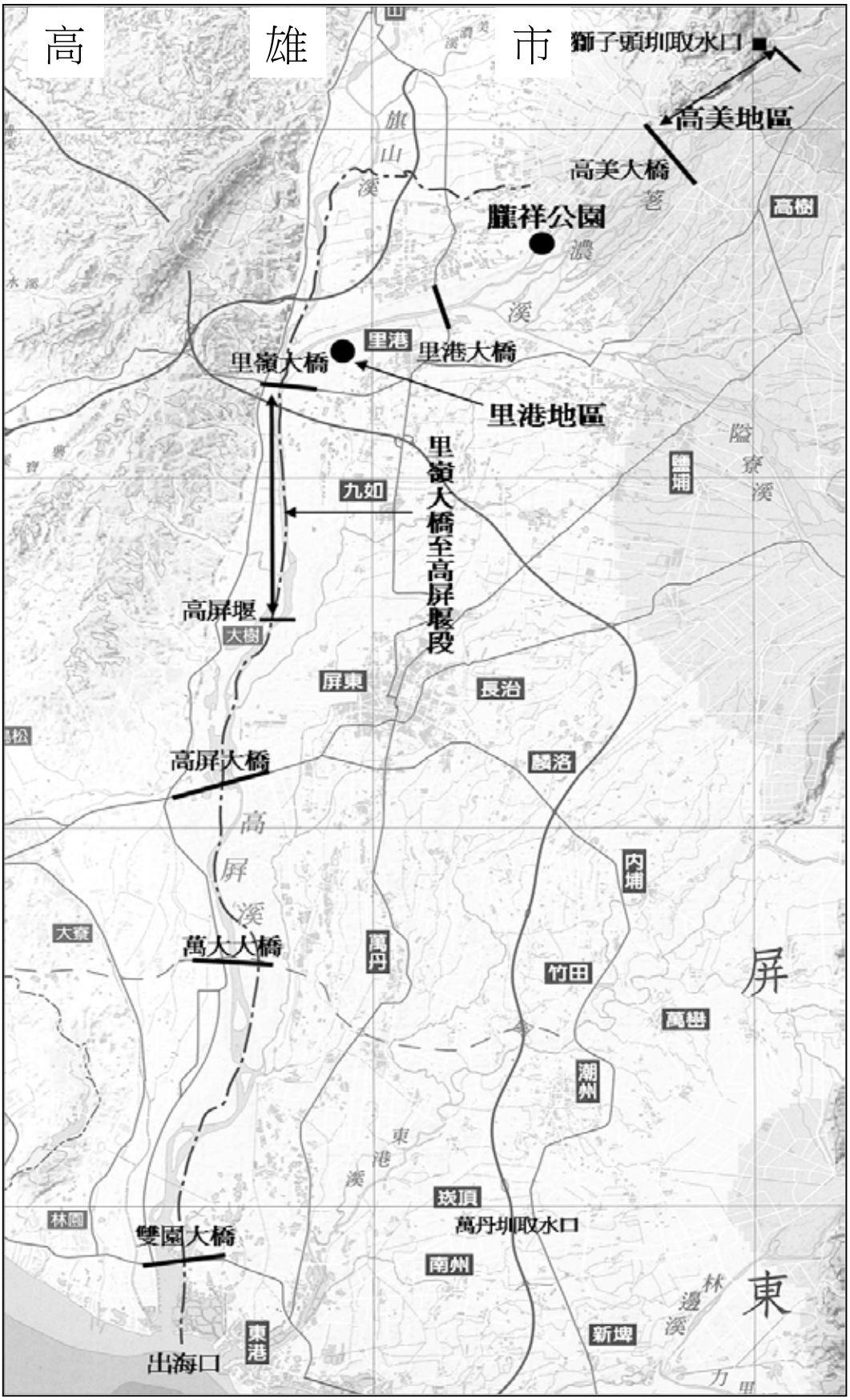



**圖 4.1-2　伏流水開發初步篩選各適合位置圖**




**圖 4.1-3　里嶺大橋至高屏堰段伏流水開發基地可能位置圖**

1. 佛光山地區基地位址

本河段位置位於佛光山地區附近，為高屏溪右岸編號第 66~67 號之間位置。經現場勘查後，位址西側為佛光山新院區(佛陀紀念館)。位址北方有一由西往東流入高屏溪之統嶺坑排水，該位址地表目前為荒蕪雜草，基地鄰近區域東側為低水護岸之河岸道路，往東距台 21 線省道約 100m，基地位址與護岸道路高差約 1~1.5m，基地位址地勢平坦，有關其基地位址與相關現勘照片詳見圖 4.1-4。

根據洽訪高屏堰管理中心得知，2009 年 8 月莫拉克颱風來襲時，二高斜張橋以下(南)約長 2km 之低水護岸及鄰近地區高灘地遭沖毀，本基地位址係位於斜張橋下游 1.4km 處，為於大洪水來襲時之可能沖毀段。另基地範圍地勢雖平坦，但僅高於低水護岸道路約 1~1.5m，未來設置集水井設施時，亦恐有遭受洪水沖毀之虞。故若為確保取水設備之安全，本基地位址對伏流水開發設施確有不利之影響。

2. 興田地區基地位址

本河段位置位於大樹區興田村附近，經現場勘查後，位址正西側為興田國小(約距 500m)。興田基地位址北方有一由西往東排水路，據訪談該處農民表示，目前該位址係向河川局租用河岸地作為耕作用途。基地鄰近區域東側為低水護岸之河岸道路，基地位址與護岸道路高差約 2~3m，該位址地勢平坦。現場勘查得知，此區之農業耕作較少，該區農民鑿設 1 口井深約 45m 抽水井，經訪談該處農民表示，2009 年 8 月莫拉克颱風來襲時洪水曾淹沒至該地，為 50 年來之僅見。有關其基地位址與相關現勘照片詳見圖 4.1-5。

依現勘之瞭解，本區地勢相對較高且平坦，若設置伏流水取水設施相對安全，本位址距二高斜張橋以南約 2.9km，此基地位址已於莫拉克風災侵襲時堤防遭沖毀之 2km 段範圍外，且距離高屏堰取水口約 6.2km 之遙，對高屏堰取水干擾影響小。




**圖 4.1-4　佛光山地區基地位址與現勘照片圖**




**圖 4.1-5　興田地區基地位址與現勘照片圖**

此外，據勘查得知，本區農業活動相對較少，低水護岸外之高屏溪主流河段靠近本區右岸，有利於伏流水之集取。綜合現勘之瞭解，本基地位址作為伏流水開發之位址條件優。

3. 溪埔地區基地位址

本河段位置位於大樹區溪埔附近，經現場勘查後，位址西南側約距溪埔國小 1km。溪埔地區位址北側與南側各有一由西往東排水路排入高屏溪。據訪談該處農民表示，目前該位址係租用河岸地作為耕作用途，此區農業耕作相對較多，民用抽水井亦多，井深大多於 45m 以內。基地鄰近區域東側為低水護岸之河岸道路，基地位址與護岸道路高差約 1.5~2m，該基地位址地勢亦平坦。該區於 2009 年 8 月莫拉克颱風來襲時洪水曾淹沒至該地。有關其基地位址與相關現勘照片詳見圖 4.1-6。

本基地位址之低水護岸外之高屏溪主流河段已偏向左岸，河川局於靠右岸地區濬挖一條平行於護岸之低水路(寬度約 30m)，就高屏溪流路而言，較不利於伏流水之集取。另基地位址南距高屏堰取水口約 4.8km，本區農業活動相對較多，且民用抽水井亦多。故綜合現勘之瞭解，本基地位址相較於興田地區基地位址，其條件則較差。

(二)里港區朧祥河濱公園

本基地位址位於里港大橋上游(東北側)約 2.6km，為土庫堤防之堤外河岸高灘地所闢建之公園，河岸公園與河床高差約 3~4m。該公園腹地廣，經現場勘查得知，該區河床砂礫石遍佈，距所蒐集之地質資料顯示，地表下地質亦為砂礫石層。本區附近並無地面水取水設施，為伏流水開發位址之合適位置。惟若於本位址施作集水設施，則必需施作較長之輸水管路(本場址距離東側台 21 省道之嶺口地區約 8km) ，且輸水管線需跨越旗山溪，輸水工程較前述高屏溪本流右岸之位址方案繁雜。其基地位址與相關現勘照片詳見圖 4.1-7。




**圖 4.1-6　溪埔地區基地位址與現勘照片圖**












**圖 4.1-7　龍祥公園基地位址與現勘照片圖**

(三)里港地區

本基地位址位於里港鄉西側荖濃溪南岸之河川高灘地上，依據中央地質調查所之里港國小(里港站)地質鑽探資料顯示，本評估地點之地表下約有 15m 泥層，對於伏流水之開發，無法集取豐沛之水源量。且因位址於屏東縣，若計畫水源供應於高雄市，則輸水管線尚需跨越至高屏溪右岸。其基地位址、現勘照片與鑽探資料詳見圖 4.1-8。

(四)高美地區

本評估位址位於高美大橋至獅子頭圳河段之荖濃溪北岸河段。本區河床礫石遍佈，水文地質條件良好，對於伏流水之集取條件佳；惟經現勘得知，該處堤防內大多為民地，堤防外河岸旁則較無高灘地場所可供設置集水工程設施。此外，本位址河段距離嶺口地區約 17km，輸水管線距離長，且若取水後之輸水管線尚需跨越旗山溪。其基地位址與相關現勘照片詳見圖 4.1-9。




**圖 4.1-7　龍祥公園基地位址與現勘照片圖**

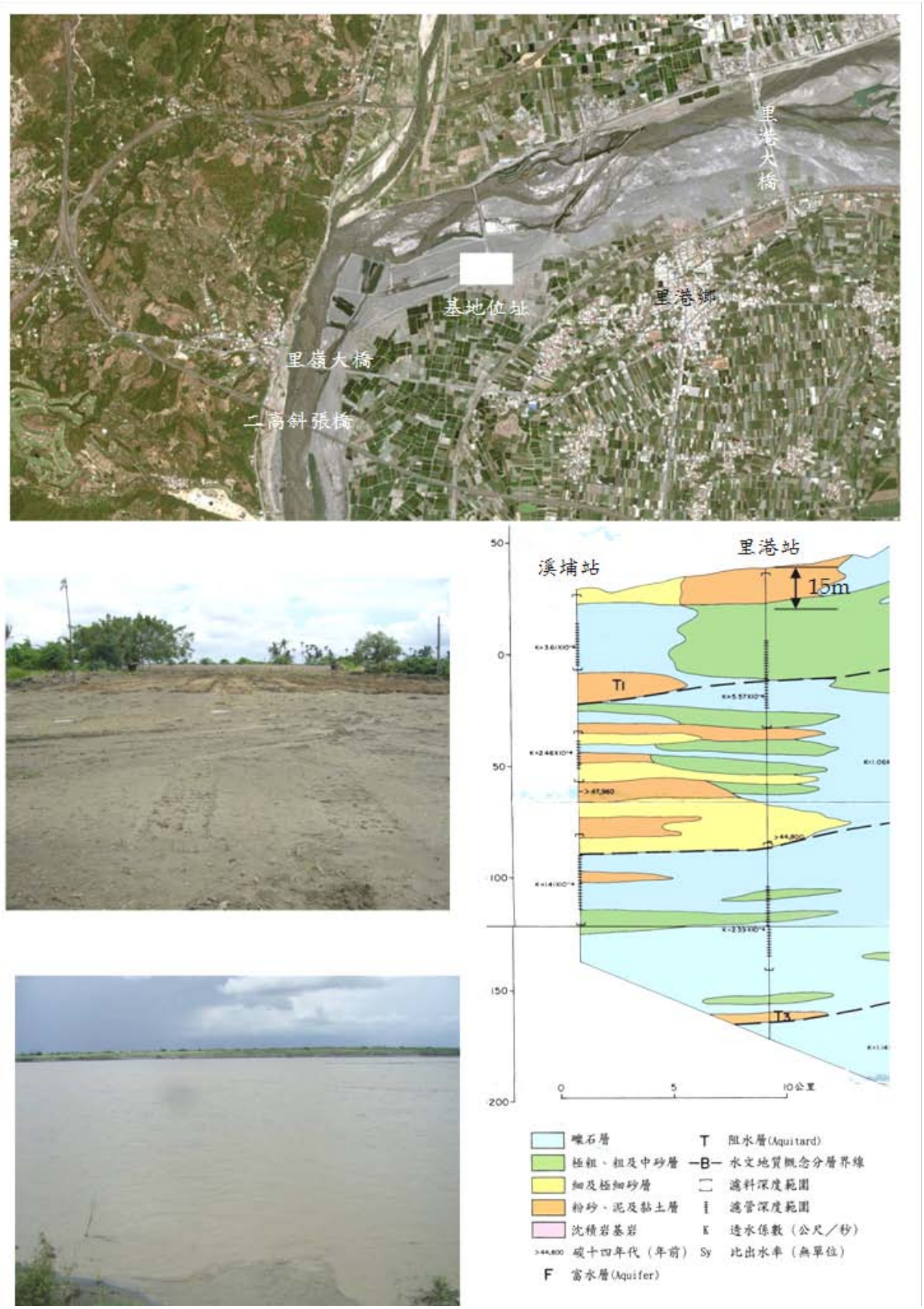



**圖 4.1-8　里港地區基地位址、現勘照片與鑽探資料圖**




**圖 4.1-9　高美地區河段位址與現勘照片圖**

## 4.2 評估選定傍河取水試驗地點

經由前述之圖面內部作業評估與現場紀錄勘查結果，計篩選出 6 處場址作為本計畫之傍河取水試驗地點位址，其位址亦詳見圖 4.1-2。這些地點分別為：

（一）佛光山地區：里嶺大橋下游約 1.5km 處之高屏溪右岸斷面編號第 66~67 號之間位置；

（二）興田地區:高屏堰上游約 6.2km 處之高屏溪右岸斷面編號第 63~64 號之間位置；

（三）溪埔地區:高屏堰上游約 4.8km 處之高屏溪右岸斷面編號第 58~59 號之間位置。

（四）里港地區：里港鄉西側荖濃溪南岸之河川高灘地上；

（五）朧祥河濱公園：里港大橋上游約 2.6km，土庫堤防堤外河岸高灘地公園；

（六）高美地區：高美大橋至獅子頭圳河段之荖濃溪北岸河段。

茲就評估選定傍河取水試驗地點步驟說明如下。

一、評估因子說明

為利於評估適合計畫需求之最佳方案取水位址，採下列各項控制條件做為評比之因子，並分別予以評分及加權，經加總後排列優先順序，以優選出本計畫開發位址。

(一)地質取水條件

本評估項目包括：取水位址之地質條件、含水層性能、地下水位等之優劣性。根據中央地質調查所之屏東平原水文地質調查研究報告成果可瞭解，高美地區、朧祥公園位於荖濃溪沖積扇扇頂區域，含水

層性能優越。而興田地區、佛光山地區、溪埔地區則位於高屏溪本流河段上游區域，地層概為礫石砂層，含水層條件亦佳，至於里港地區則因地表下地層約有 15m 泥層，對於伏流水之開發，則無法集取豐沛之水源量，屬於含水性能劣等之條件。

(二)河川給水條件

本評估因子涵括：河川水位、河川型態、河床質條件以及水源之豐沛性等之河川水源給水能力。本計畫以高屏溪評估河段內之上游地區的高美地區、龍祥公園給水能力最佳，其次為里港地區，再次分別為佛光山地區、興田地區以及溪埔地區。

(三)至高屏堰輸水管線距離

由於本計畫備援水源系統目的係為供應高雄地區用水，經考量供水標的為集中於高屏堰後再進行水源分配至區內各淨水場，故供水管路之距離亦為主要之評估因子。以與高屏堰之距離而言，各位址以溪埔地區、興田地區、佛光山地區較佳；而高美地區、龍祥公園距離較遠，且需施作管橋跨越旗山溪；另里港地區位址雖距離較近，但亦需施作管橋跨越高屏溪。

(四)民眾接受度

本評估之各集水位址受當地民眾之接受程度取決於取水後是否影響該位址鄰近區域之現有民眾取水設施，以及集水設備為民眾之接受程度。經現勘各位址得知，龍祥公園因設於堤外且腹地廣、附近居民聚落少，高美地區附近居民聚落亦少；溪埔地區與興田地區則有農民租用河川公有地耕作，溪埔地區耕作用地相對較少；佛光山地區則因較靠近佛光山觀光區，相對較複雜，而里港地區則因距離里港鄉市集較近，民眾抗爭機率相對較大。

(五)工程經費

溪埔地區、興田地區與佛光山地區就集水設施而言，工程經費屬同一等級，惟考慮管線費用則又涉及其位址與高屏堰之距離，故此區

之優劣次序分別為溪埔地區、興田地區與佛光山地區。而高美地區與龍祥公園因地層屬於粗礫石含砂層，且輸水管線較長，工程費用相對最高。里港地區之集水設施費用基本上與溪埔地區屬同一等級，惟輸水管路尚需跨越高屏溪，工程經費亦高。

（六）土地適宜性

土地適宜性評估因子包括：是否為公有地、土地取得之難易程度、河川地腹地之使用條件等。此等條件以龍祥公園為最佳，其次分別為興田地區、溪埔地區與佛光山地區，再次為高美地區與里港地區。

（七）取水設施遭洪水淹沒之風險

伏流水取水設施遭洪水淹沒之風險評估因子涉及集水設備之安全性、豐水時期能否正常出水量之重要考量因素。由前述之現勘結果可知，各位址之優劣次序分別為：龍祥公園、溪埔地區、興田地區、里港地區、高美地區與佛光山地區。

（八）維護管理之方便性

伏流水取水設施一旦建造後，後續之維護管理非常重要，關乎本備援水源系統之成敗。本評估因子涉及設施維護保養與重置時之方便性、與高屏堰距離之設施補給的便利性、場址腹地是否易於維護管理等因素。依據各場址之特性，其優劣次序分別為：溪埔地區、興田地區、佛光山地區、里港地區、高美地區與龍祥公園。

（九）位址施工條件

位址施工條件係考量伏流水之集水工程與輸水工程的施工建造便利條件，由於溪埔地區、興田地區與佛光山地區可經由現有沿岸堤防道路進入，進出方便；龍祥公園堤防設有道路可供進出；而里港地區位址雖亦有堤防道路可進出，惟取水地點需靠近河川行水區域，無現有道路可供行走；另高美地區位址因位於堤內，則需破堤施作施工道路。

（十）交通便利性

交通便利性有利於集水位址之支援性及供水的難易程度，由現地勘查得知，其優劣次序分別為：朧祥公園、佛光山地區、興田地區、溪埔地區、里港地區與高美地區。

二、評估方式說明

依據上述說明之 10 項因子分別予以評定各位址方案之名次，其各因子之評選結果依名次加以排序(最佳者排序 1、次佳者排序 2，餘此類推)，評估因子之名次係依優、佳、中、差、劣等級考量，由所蒐集之基本資料與現場勘查資訊對各場址予以評定，再依據 10 項因子之權重分別予以加乘，經累加所得總分最低者勝出；10 項因素權重合計共 100%，依客觀條件分別賦予各項因素不同權重如下：

(一)權重為 15%之考量(重要影響要素)

(二)權重為 10%之考量(次要影響要素)

(三)權重為 5%之考量(影響要素)

其計算方式以佛光山地區位址方案為例：

(排序×權重)=(4×15%)+(4×10%)+(3×15%)+(4×10%)+(3×15%)+(4×5%)+(6×10%)+(3×10%)+(4×5%)+(2×5%)=3.70

經前述 10 項因子評估比較後，其評選矩陣表詳見表 4.2-1 所示。

經評選後以興田地區位址位最優方案,其次方案為朧祥公園位址，其他方案之優劣次序分別為溪埔地區、佛光山地區、高美地區與里港地區位址。

另次優位址之朧祥公園因管線輸送系統較長，其工程經費亦較興田地區方案高。由於本計只優選 1 處興田地區位址做為現場調查及工程規劃場址用途，故為避免本計畫之失焦，朧祥公園場址之伏流水開發方案及其可能之與高屏大湖計畫、里港深水井等計畫之輸水管路搭

配等構想，建議於後續另案計畫辦理。

三、最優方案興田地區位址簡述

興田地區基地河段地面水/地下水源豐沛、對高屏堰目前地面水取水之影響小(距離約有 6.2km 之遙)、交通條件良好、低水護岸內高灘地廣袤且平坦，基地高於護岸道路約 2~3m，設置取水設施相對安全。河川之河床相對穩定，該位址為屏東平原地下水受補注區，豐枯水季流量尚稱豐沛。此外，本基地於未來現場試驗時，施工場地適宜性良好，場址有利於現場工作空間。

**表 4.2-1　各伏流水開發評選地點之評選矩陣表**

| 項次 | 評選條件 | | | 評選位址 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 評選項目 | 權重(%) | 比較方式 | 佛光山地區 | 興田地區 | 溪埔地區 | 里港地區 | 龍祥公園 | 高美地區 |
| 1 | 地質取水條件 | 15 | 評估 | 佳 | 佳 | 佳 | 劣 | 優 | 優 |
| | | | 排序 | 4 | 3 | 5 | 6 | 2 | 1 |
| 2 | 河川給水條件 | 10 | 評估 | 佳 | 佳 | 差 | 佳 | 佳 | 佳 |
| | | | 排序 | 4 | 5 | 6 | 3 | 2 | 1 |
| 3 | 至高屏堰輸水管線距離 | 15 | 評估 | 佳 | 佳 | 佳 | 差 | 差 | 差 |
| | | | 排序 | 3 | 2 | 1 | 4 | 5 | 6 |
| 4 | 民眾接受度 | 10 | 評估 | 佳 | 佳 | 中 | 中 | 佳 | 佳 |
| | | | 排序 | 4 | 3 | 5 | 6 | 1 | 2 |
| 5 | 工程經費 | 15 | 評估 | 中 | 優 | 優 | 中 | 差 | 劣 |
| | | | 排序 | 3 | 2 | 1 | 4 | 5 | 6 |
| 6 | 土地適宜性 | 5 | 評估 | 佳 | 佳 | 中 | 中 | 優 | 中 |
| | | | 排序 | 4 | 2 | 3 | 6 | 1 | 5 |
| 7 | 取水設施遭洪水淹沒之風險 | 10 | 評估 | 劣 | 佳 | 佳 | 差 | 優 | 劣 |
| | | | 排序 | 6 | 3 | 2 | 4 | 1 | 5 |
| 8 | 維護管理之方便性 | 10 | 評估 | 佳 | 優 | 優 | 差 | 佳 | 劣 |
| | | | 排序 | 3 | 2 | 1 | 4 | 5 | 6 |
| 9 | 位址施工條件 | 5 | 評估 | 佳 | 優 | 優 | 中 | 優 | 差 |
| | | | 排序 | 4 | 3 | 2 | 5 | 1 | 6 |
| 10 | 交通便利性 | 5 | 評估 | 佳 | 佳 | 佳 | 中 | 優 | 差 |
| | | | 排序 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 6 |
| **綜合評估** | | | **總分** | **3.70** | **2.75** | **2.90** | **4.60** | **2.85** | **4.20** |
| | | | **排序** | **4** | **1** | **3** | **6** | **2** | **5** |

註：優＞佳＞中＞差＞劣

圖 4.2-1 與圖 4.2-2 為中央地調所針對溪埔站地下水位上游屏東平原所調查之水文地質剖面圖以及溪埔站(溪埔國小)水文地質探井圖(中央地質調查所，2002 年)。由圖中可知，除地表下 1~3m 坋土層、3~7m 為細中砂層外，地表下 7m 以下至 37m 間為中至粗礫石層。地表下 50m 內為區域主要之第一含水層(屬於非受壓含水層(unconfined aquifer))，此層水文地質參數之導水係數(T 值)為 1092 $m^2$/day、透水係數(k 值)為 $3.61\times10^{-4}$ m/sec($3.61\times10^{-2}$ cm/sec)，含水性能不錯，適合開發伏流水之集取工程。

此外，南化-高屏聯通管管徑為 φ2,600mm，約埋設於高屏溪本流右岸地表下 2m~5m 深，為南化水庫所調 度至高屏地區水源之聯通管路。埋設路線沿著台 21 線省道南下於里嶺大橋北方約 500m 處改走河岸高灘地穿越里嶺大橋、斜張橋後，於佛光山附近之統嶺一橋接近堤防南下至坪頂淨水場；故本計畫之高屏溪本流各方案須充分考量避開該管線路逕，以維繫該管路之安全。

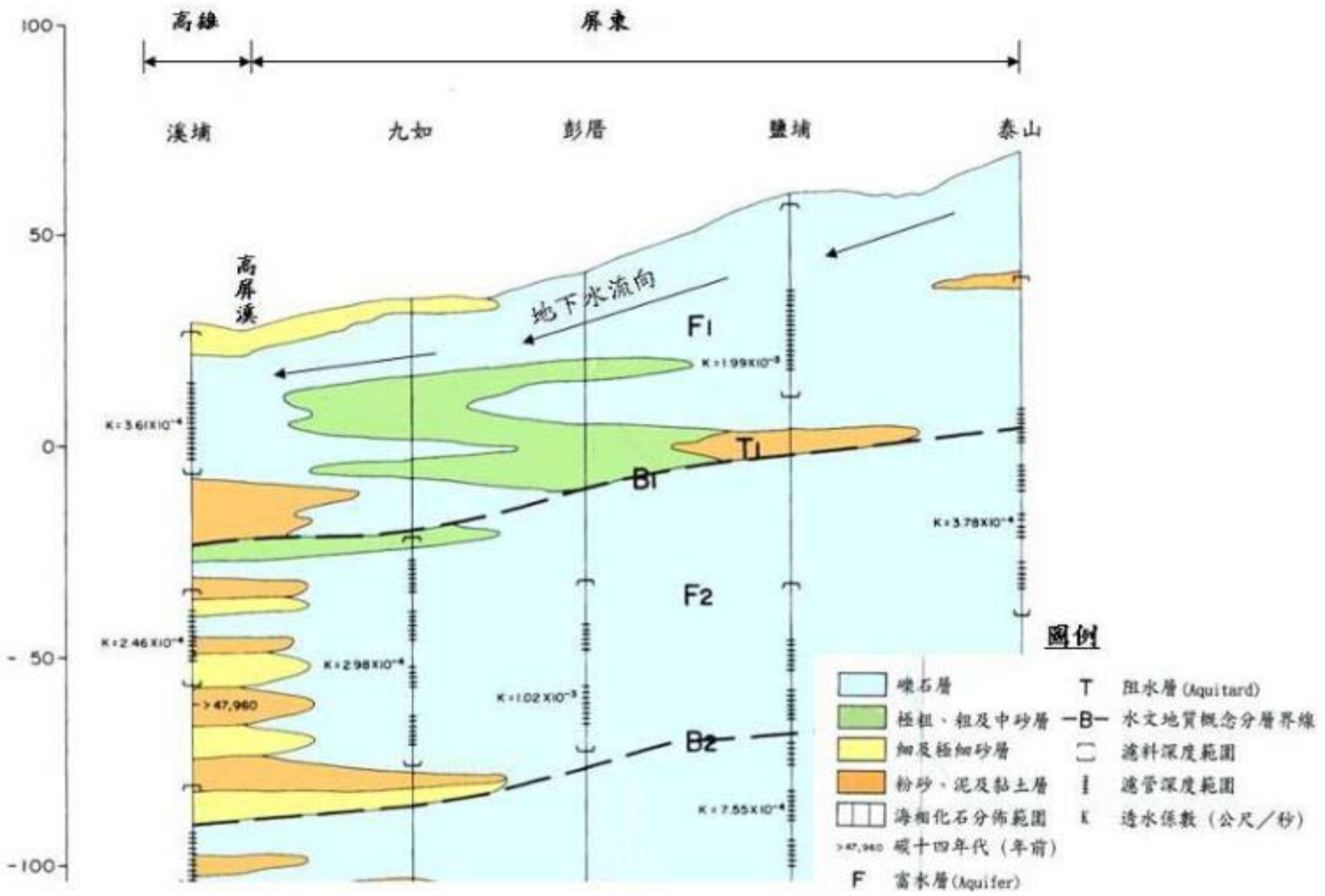



**圖 4.2-1　溪埔站地下水位上游屏東平原水文地質剖面圖**

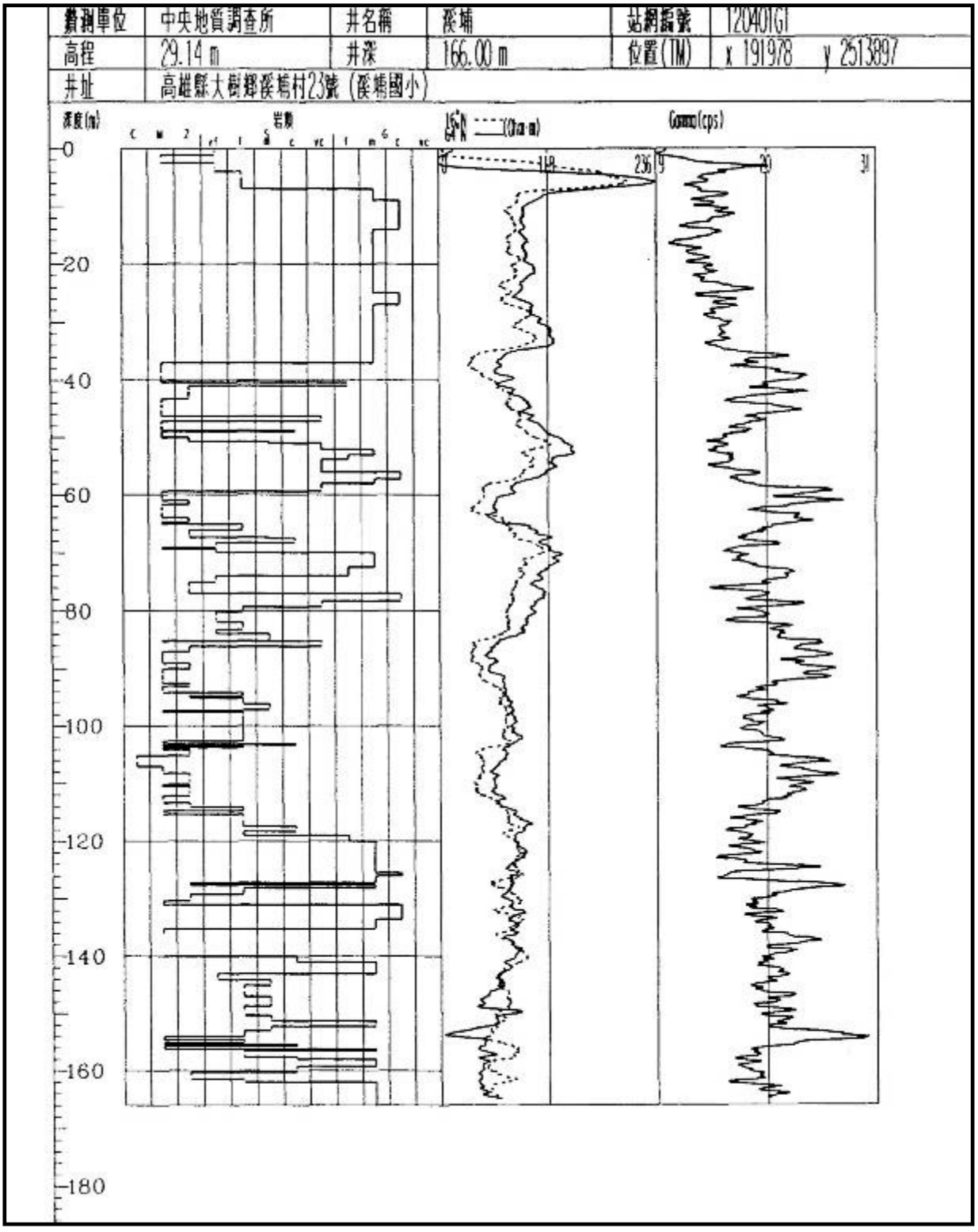



**圖 4.2-2　溪埔站水文地質探井圖**

## 4.3 傍河取水模場試驗地點建議

為使未來投入大型取水工程建置之前，能夠掌握現場實際集水量能以及設施運作情形，俾作為後續相關設計之依據，建議未來可先藉由現地模場試驗，對場址出水情況做具體掌握後，再更進一步投入實場(real scale)的取水工程。爰此，工作團隊與本計畫主辦單位討論後，增加本節"傍河取水模場試驗地點建議"，擬藉由未來模場試驗之實施，調整相關參數，以利後續大型取水工程之設計。

本計畫經第一次期中報告已評估選定傍河取水最優地點，為高屏堰上游約 6.2km 處之高屏溪右岸斷面編號第 63~64 號間位置之興田地區，並將該處地點作為本計畫之伏流水調查試驗位址。為求慎重，工作團隊再次於高屏溪沿岸進行現勘，並洽訪自來水公司，得知該公司於溪畔高屏堰旁之海軍大泉營區內已設有伏流水設施(隸屬於國防部，目前由水公司代操作營運)，經勘查得知，該設施是否可做為未來伏流水模場試驗之設施，將待後敘之評估。若可行者，則除可節省集水井之施作費用，並可將試驗時所取用之水源就近送至高屏堰供自來水公司利用，爰此，針對大泉營區現有伏流水設施是否宜做為未來試驗模場之地點之一，茲分析說明如下：

一、大泉營區伏流水設施現況概述

根據高屏溪現場勘查各單位現況取水設施，以及至溪畔高屏堰旁之海軍大泉營區勘查得知，該營區目前主要供水設施為以深水井抽水，汲水後供應至仁武地區；另營區內曾經設置有伏流水設施，已有一段時間並未出水，2011 年度水公司為對抗旱防範未然，於 9~10 月份曾針對此設施再行進行為期一個月之試運轉，係以一組馬力設備抽水，其試抽水量約為 3,000 CMD，該設施之位置如圖 4.3-1 及圖 4.3-2 所示。




**圖 4.3-1 海軍大泉營區位置圖**




**圖 4.3-2 大泉營區位置細部圖**

大泉營區伏流水取水設施之平面配置圖詳見圖 4.3-3 所示。設施照片詳見圖 4.3-4。該設施係以橢圓寬口集水井為主體，長寬約為 12.46m×4m，井體壁厚 0.35m，集水井井頂至井底深度為 24m，透水集水管以 2 根 Ø800mm、長 80m 向高屏溪方向佈設於井頂下 12m 深，俾汲取河畔伏流水。根據現場操作人員表示，2011 年度為期一個月試運轉，係以一組馬力設備抽水，期間曾嘗試以二組馬力設備抽水，惟寬口井內水位遽減，已降為低於集水管埋設深度(井頂下 12m 深)位置而使該集水管呈射流狀入集水井，但汲水量遽增；經操作人員表示，由於集水管已佈設約 20 幾年，2011 年度亦曾以水中攝影機檢視該段透水集水管，惟管內積垢甚多，可能已相當程度影響該井之出水量。

另根據現場操作人員表示，大泉營區內集水設施目前已佈設輸水管線至高屏堰，若未來因應高屏堰之需求，可隨時供水至該區域。

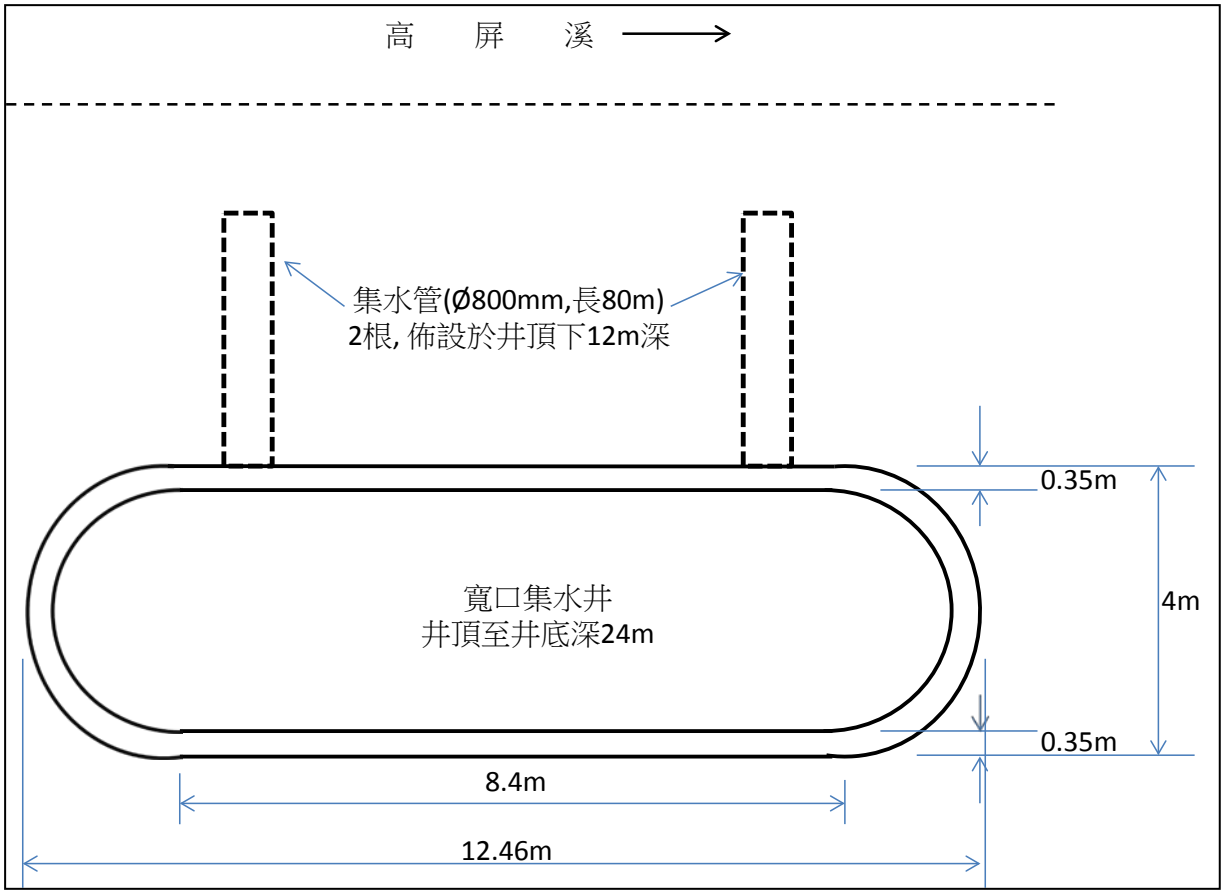



**圖 4.3-3 大泉營區伏流水設施平面圖**

二、大泉營區伏流水設施作為模場試驗地點之可行性分析

為瞭解高屏溪本流河畔伏流水出水之良窳狀況，本計畫建議於下一年度先行進行模場試驗，以驗證、評估豐枯水期高屏溪畔伏流水出水性能，今考量以大泉營區現有伏流水設施作為模場試驗地點，其優缺點如下：

(一)現有設施狀況

依據目前之構想，模場試驗伏流水出水量約為 10,000 CMD，由圖 4.3-2 之現有設施平面配置可知，由寬口井以推進設備往高屏溪方向埋設輻射集水透水管，可滿足其施工條件，且可節省施作此寬口井之設施費用。惟其缺點為該設施之透水集水管尚未設置於河床中。另該設施由於施作年代已久遠，若採行該橢圓形寬口井作為輻射管之推進設施，則恐會遭受毀壞之虞。



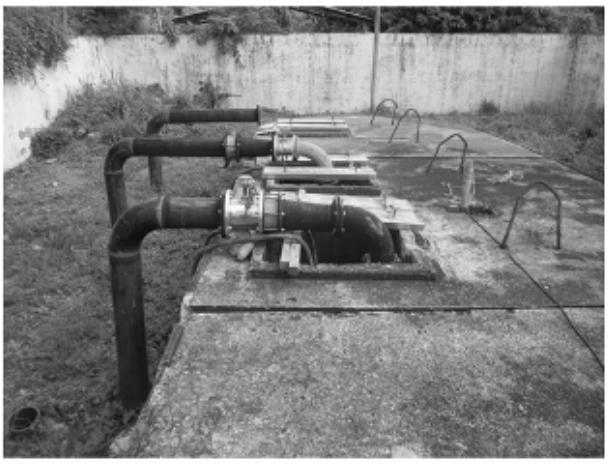




**圖 4.3-4 大泉營區伏流水設施照片圖**

(二)伏流水設施設備更新之考量

根據瞭解，現有 2 根 Ø800mm,長 80m 集水管已施作 20 餘年，有管材積垢、阻塞甚至破損之虞，致試運轉時之抽水量不如預期。若該座寬口井堪用，則本模場試驗計畫除可藉助於該寬口井設施作為集水設備外，更可藉由模場試驗所施作之集水管作為更新改善該組伏流水集水設備，以增加水量之汲取，未來亦可提供高屏堰濁度低之常態或備援水源。惟需冒毀壞現有設施之風險。

(三)大泉營區模場試驗結果仍極具代表性

根據目前於興田地區所進行之地質鑽探調查、水公司 2011 年於大泉營區伏流水設施鄰近所設置之 3 口抽水井地質剖面圖(詳圖 4.3-5)，以及中央地調所之溪埔站地質鑽探等資料顯示，高屏堰至二高斜張橋段之高屏溪右岸河畔，其地質狀況大致一致，約於地表下 3~7m 表層內為坋土層、細中砂層外，地表下 50m 內概為主要之第一含水層(屬於非受壓含水層(unconfined aquifer))，故雖興田位址與大泉營區相距約 6km，惟其水文地質狀況差異應不大。在瞭解營區內各項之參數後，以及目前於興田位址所調查之水文地質特性，即可比對其間之異同，此結果亦可類比評估於未來興田位址開發伏流水之出水潛能。

三、建議事項

(一)由前述之分析，雖可考慮於現有大泉營區伏流水設施再擴充設備設施，惟考量目前該設備之產權隸屬於海軍所有，後續維護管理將有產權界定不清之問題。另因設施已歷 20~30 年，若藉由該設施擴充設備，則恐有於施工時遭毀損，致生權責糾紛之虞。因此建議考量於大泉營區設置伏流水模場計畫時，以另行設置一座新設施為宜。經現場勘查後，其可行之建議位置如圖 4.3-6。

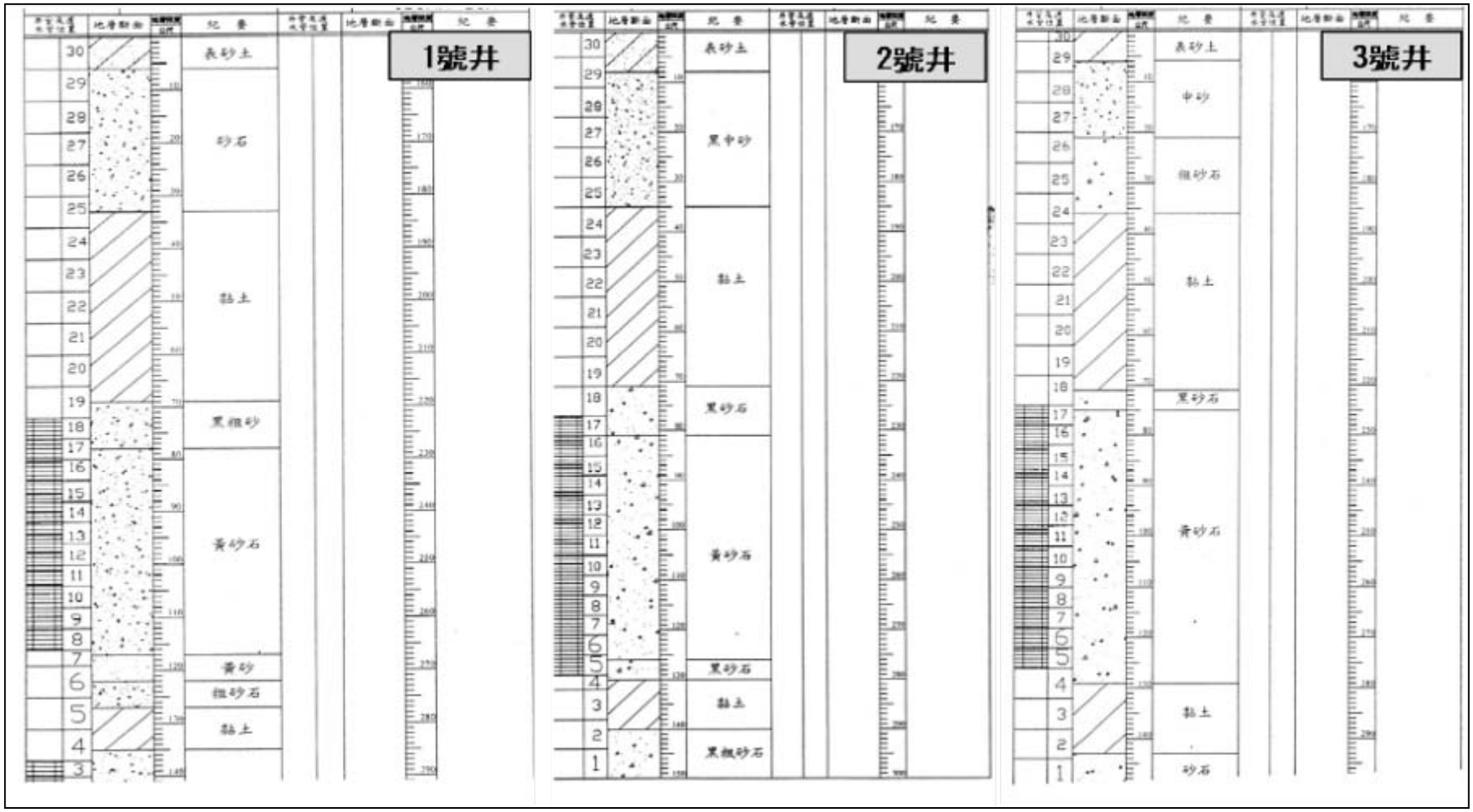
(二)建議於進行實場伏流水取水工程前，先行於興田地區與大泉營區地區設置各約 10,000 CMD 規模之試驗模場，以觀測其成效與影

響範圍，並依據此模場之操作營運結果，逐漸擴充、複製至伏流水取水計畫所需。

(三)未來試驗模場進行時，建議於該等模場附近設置水位觀測井與出水流量系統及相關之研究，以觀測伏流水取水前後之流量與水位、水質變化。




**圖 4.3-6 大泉營區附近之伏流水試驗模場建議位置圖**




資料來源:自來水公司

**圖 4.3-5　大泉營區伏流水設施鄰近設置 3 口抽水井之地質剖面圖(2011 年)**

# 第五章 現場調查計畫

## 5.1 現場地質鑽探

一、地質鑽探調查

本計畫總共進行 6 口地質鑽探調查工作及試驗工作，鑽孔位置如圖 5.1-1 所示(BH-01~BH-06)，每孔深度為地表下 30m，總鑽探深度為 180m。鑽探工作完成後，於原鑽孔放置 2 英吋 PVC 篩管以作為臨時水位觀測井。

鑽探過程進行全程取樣，所得之樣品將以岩心箱進行保存，鑽探取樣過程每隔 1.5m 施以標準貫入試驗，求取貫入地層之垂繫數（SPT-N 值），並以劈管取樣送試驗室進行一般物性試驗，試驗分析之項目包括: 含水量、單位重、比重分析、粒徑分析以及阿太堡限度試驗(孔隙比、液性限度、塑性限度)。本計畫現場鑽探調查及一般物理性試驗報告詳附錄七，現場工作照片如如圖 5.1-2。

圖 5.1-3 為現場 6 口地質鑽探剖面圖，由圖中可看出，試驗場址之地表約有 2m 之回填土(莫拉克颱風時淹埋土)，2m~12m 間為砂層、卵礫石、砂礫、黏土相互混層及互層之情況，12m~30m 多為卵礫石夾粗中細砂之情況，依據鑽探資料，地表下 30m 內並無較厚且連續性佳之黏土層，尤其地表下 12m 至 30m 之間，屬於出水性佳之含水層。

二、一般物理性試驗

一般物理性試驗試驗之分析項目及方法如下：

(一)單位重

單位重代表單位體積土壤的重量是取薄管土樣將土樣修入小銅圈，秤其含土的銅圈總重，扣掉銅圈本身重量後，得到土重(w)。量測大小並計算銅圈體積(V)。二者相除，可得到溼土單位重(γ)。




**圖 5.1-1 本計畫地質鑽探鑽孔及相關試驗調查配置圖**



鑽探作業



SPT 標準貫入試驗



劈管取樣



岩心取樣




全程取樣



2 英吋包網式篩管



置管作業



臨時水位觀測井設置完成

**圖 5.1-2 本計畫地質調查鑽探工作現場照片**

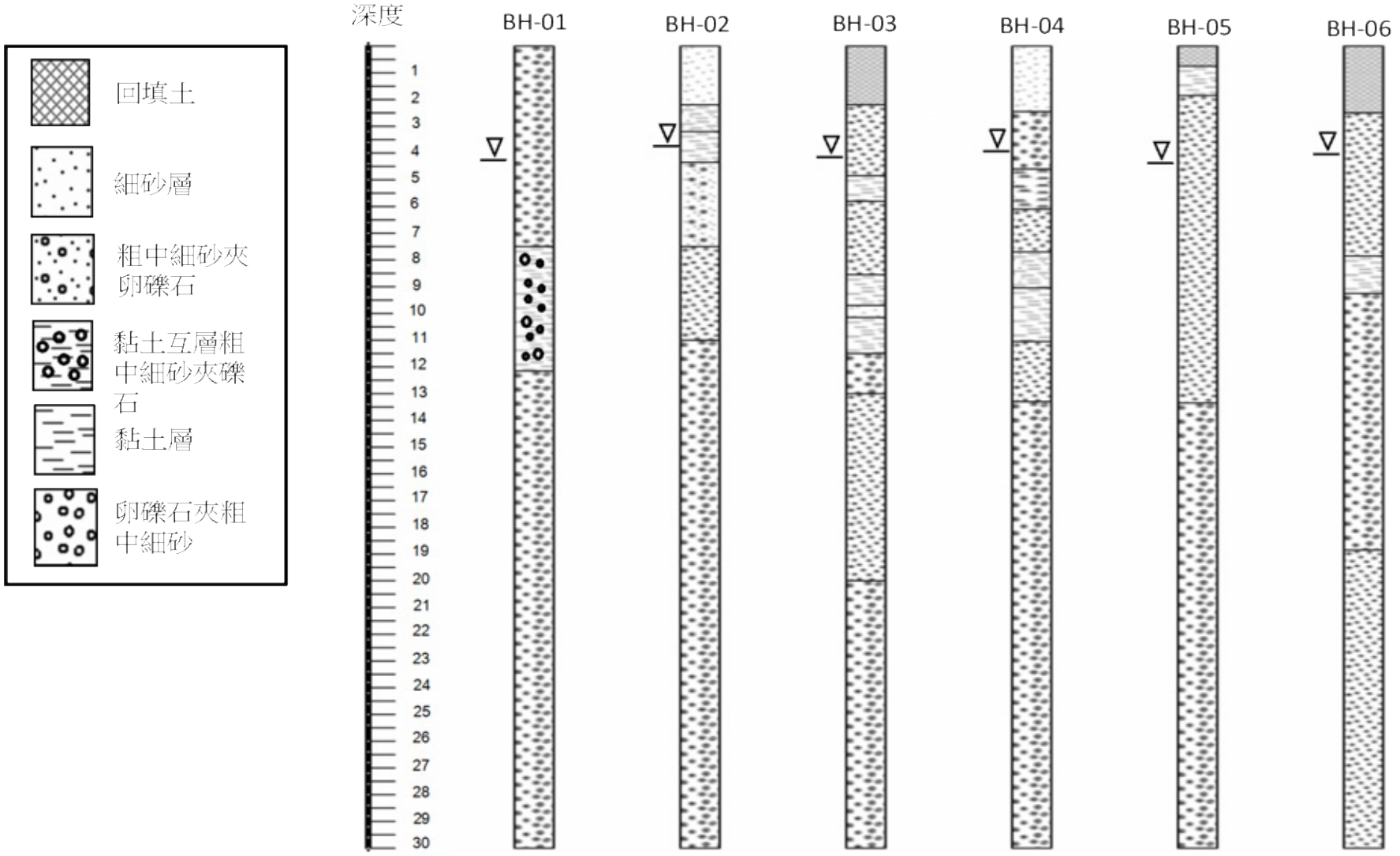



**圖 5.1-3 試驗場址鑽孔地質剖面圖**

(二)含水量

根據 ASTM D2216-92 規範自銅圈或薄管取得土樣，將之置於容器中秤得土壤總重量。然後將土壤烘乾，使水分完全趕出後，求出烘乾後的土壤重量。溼土與乾土的重量差值，即為土中所含水分的重量($w_w$)。乾土的重量，則為土壤的固體顆粒重量($w_s$)。含水比即為兩者的比值。 濕土重 $W_1$，在 110°C±5°C 的烘箱中，烘乾 24 小時，得乾土重 $W_s$。

土壤含水量 $w=(W_1-W_s)/W_s\times100$

乾土單位重(Dry Unit Weight)，以 $\gamma_d$ 表示：

$$\gamma_d = \frac{\gamma_s \gamma_w}{1+e} = \frac{\gamma}{1+w}$$

(三)粒徑分析

進行粒徑分析時，粒徑在細砂以上的土壤較易用篩分析區分，粒徑較小的土壤不易用篩分析區分，必須使用沈降法。

1.篩分析(乾篩、溼篩)：一般用#4 (4.76 mm)至#200(0.074 mm)號篩

過篩率計算方法，依序扣除留置在特定篩號(粒徑)的土壤重量百分比。若遇到土壤中含有較大的小卵石或小礫石，則可能必須要加上較大網目的篩網。

2.沉降法(比重計法)：

部份顆粒沉降後，整體水溶液的比重會改變。粗顆粒較細顆粒沉降快。假設顆粒為球體，利用 Stoke's Law 自水的比重計算顆粒直徑。

$$D = \sqrt{\frac{18\eta v}{\gamma_s - \gamma_w}}$$

式中，v 為土壤顆粒在水中沉降的速度；$\gamma_s$ 與 $\gamma_w$ 分別為土壤顆粒與水的比重；η 為水的黏滯度；D 為土壤的粒徑。土壤的粒徑可以畫出粒徑分佈曲線(Particle Size Distribution Curve, PSD Curve)。簡單地可以區分為良好級配(Well Graded)，此狀況下，土壤粒徑分佈平均，各種粒徑參雜混合，PSD 曲線較緩和，土壤的孔隙大小也較均佈，孔

徑會較小；不良級配(Poorly Graded)的狀況下，土壤的粒徑較趨於一致，PSD 曲線較垂直，土壤的孔徑較一致，孔徑可能較大。

(四)比重

比重(Specific Gravity)：ASTM D854-92

率定比重瓶，得到溫度和水重的關係曲線($W_1$)

將土樣置入 105°C 的烘箱中烘乾 24 小時後($W_s$)，

置入比重瓶內煮沸　分鐘待其冷卻到率定溫度範圍內時，

量取其溫度及總重量($W_2$)

$G_s=W_s/[(W_1+W_s)-W_2]$

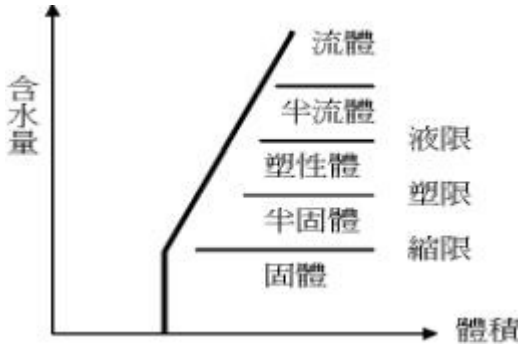
求出土壤的上述幾種參數之後，可以接下去以計算得到其他的土壤狀況。首先要求出乾土的體積 $V_s$。乾土的體積可以由乾土重量 $w_s$ 和比重 $G_s$ 得出。

$$V_s = \frac{w_s}{G_s}$$

飽和度代表土壤孔隙中充滿水的比例，土壤孔隙完全被水填滿則飽和度為 100%。大部分由位於地下水位以下的土壤飽和度接近 100%。

(五)土壤指標性質(阿太堡限度)

土壤的指標性質可以反應很多土壤的特性，也都和土壤的許多力學性質相關。此外，有許多的土壤分類方法，也以指標性質為依據。因此，土壤指標性質試驗結果往往是判斷土壤工程性質的重點之一。目前大地工程中所用的指標性質試驗裡，最重要的是所謂的「阿太堡限度試驗」(Atterberg Limit Tests)。其中縮性限度最重要的是塑性限度(Plastic Limit)、液性限度(Liquid Limit)。此外，還有較少做的縮性限度(Shrinkage Limit)。

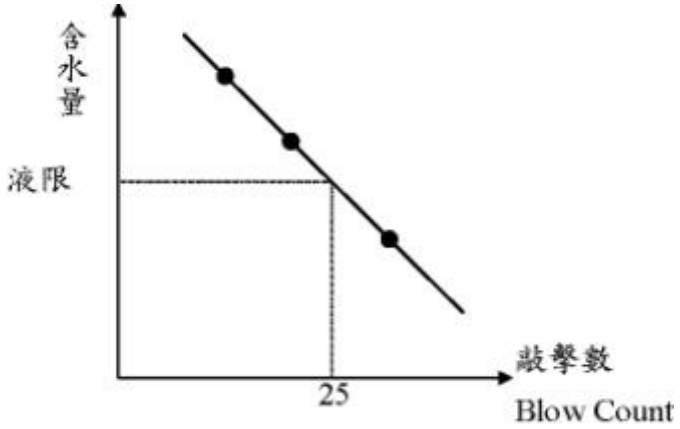



這套土壤的指標性質(Index Properties)的標準，稱為阿太堡試驗，這些指標稱為阿太堡限度(Atterberg Limits)。

1.液塑限(Atterberg Limits)：ASTM D4318

(1)液限(Liquid Limit)：L.L.

液限是利用液限儀進行。把土壤放在一球面的金屬碗中，並在其中刮出一道開口，然後利用機械力將碗抬起落下，製造震動。當土壤在敲擊 25 下時，可以使得開口閉合，則此時土壤的含水比即為液性限度。一般來說，因為很難調整土壤的含水比，因此多利用試驗不同含水比的土壤，得到開口閉合時的敲擊數，然後做圖內插求出敲擊 25 下時的含水比。




塑限(Plastic Limit)：P.L.

塑限是利用手搓揉土壤。將土壤搓到約 1/8 英吋直徑的土條，當此土條出現裂痕要斷不斷時，土壤的含水比。

縮限(Shringkage Limit)：S.L.

土壤中水份逐漸減少，體積也隨之變小。到一特定含水比時，持續的降低含水比不再使體積有任何變化，此含水比稱縮限。

試驗時將溼土壤置於一已知體積($V_1$)的小容器中，先量測其重量($m_1$)；烘乾後，稱得乾土重($m_2$)，以水銀量測其體積變化，得知乾縮後體積($V_2$)。縮限為：

$$S.L.=(\frac{m_1-m_2}{m_2})\times 100-\frac{(V_1-V_2)\rho_w}{m_2}\times 100$$

式中，前項代表總含水量變化，後項代表體積改變引致的含水量變化，相減得體積不變段的含水量變化。

塑性指數(Plasticity Index)：P.I. 或 $I_P$

P.I. = L.L. - P.L.

塑性指數愈大則土壤的塑性範圍愈大

液性指數(Liquidity Index)：L.I. 或 $I_L$

$$L.I.=\frac{w-P.L.}{L.L.-P.L.}=\frac{w-P.L.}{P.I.}$$

L.I. ≤ 0 半固體；0 ≤ L.I. ≤ 1 塑性體；L.I. ≥ 1 液體

本計畫土壤一般物理性試驗分析結果請詳附錄七。

## 5.2 地電阻探測分析

試驗場址於高屏溪右岸興田地區之高灘地，依據經濟部中央地質調查所出版「高雄」圖幅，顯示調查區及其鄰近地區出露之地層由老至新包括更新世晚期嶺口礫岩層(l)、及沖積層(a)，詳表 5.2-1。該區域鄰近之主要構造為旗山斷層，但位於場址西側約 8 公里遠。試驗場址鄰近區域地質分佈如圖 5.2-1 所示。

**表 5.2-1 試驗場址附近地層層序系統表**

| 時　　代 | 地 層 名 稱 | 符號 |
|---|---|---|
| 全新世 | **沖積**層 | a |
| 更新世 | 嶺口礫岩層 | LK |

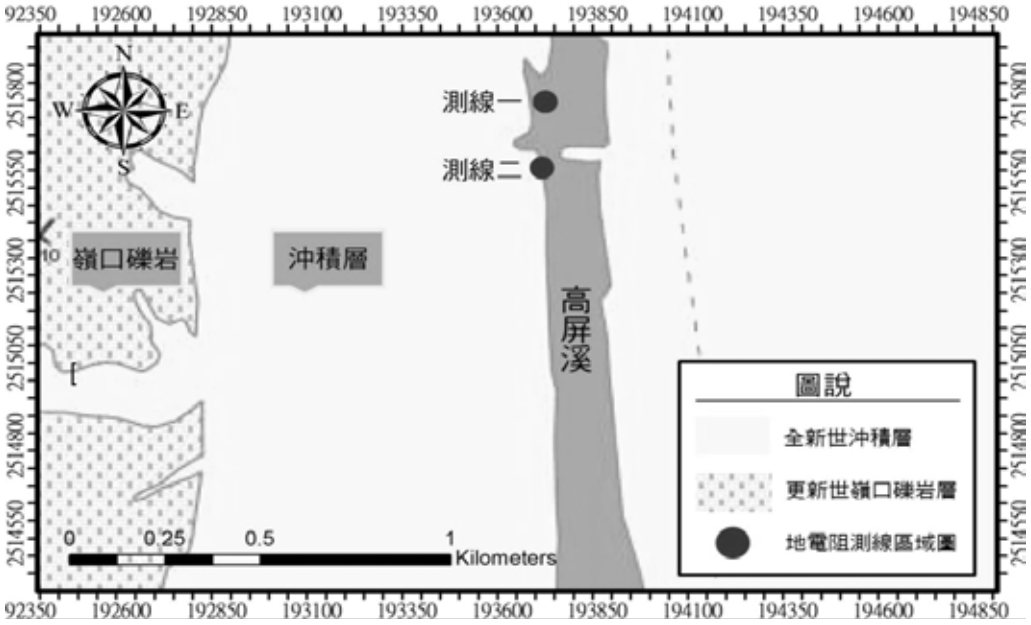



**圖 5.2-1 試驗場址區域地質分佈圖**

一、地層

該計畫試驗場址主要位於沖積層上，試驗場址附近出露地層由老至新依序說明如下：

(一)嶺口礫岩層(Lk)

本層下部是以厚 3－15 公尺 的礫岩與泥岩互層為主，偶而亦有厚 1－10 公尺細至粗粒砂岩或呈席狀(sheet)，或呈透鏡狀夾在礫岩層內。

礫岩的平均礫徑約為 10 至 20 公分，偶而亦可發現 30 公分以上者。泥岩內常含有 3－20 公分厚的細粒砂岩或 1－2 公分厚的粉砂岩。本層的上部岩性則以厚層的礫岩夾透鏡狀粗砂岩為主，偶而亦可見到透鏡狀的泥岩；部份泥岩內保存有原地生長的樹幹或樹根。整體而言嶺口礫岩下部的泥岩較多，而嶺口礫岩上部的泥岩很少，本圖幅出露的嶺口礫岩均為下部的部份。本層由北而南厚度有逐漸加厚之趨勢，厚度可達約 850 公尺上下。

(二)沖積層(a)

主要分布在現今之河床、屏東平原與海岸溼地。係為現代河川沉積作用及風成作用的產物。本層主要係由未固結之砂、礫、黏土所構成。屏東平原主要由高屏溪及屏東縣東側中央山脈的一些東西向溪流聯合沖積形成，總面積達五百平方公里以上由經濟部中央地質調查所在本圖幅範圍之數口深度達二百公尺的地質鑽探井下資料（吳樂群、蔡裕偉，1996）顯示，高屏溪流域地區的地下沉積物成份在萬丹以北礫石含量較高，而萬丹以南地區除局部夾礫石層之外，多為細粒沉積物。該沖積層於試驗場址厚度約可達 200 公尺上下。

二、試驗場址測線佈置

本調查案於試驗場址共進行二條地電阻測線施測；分別為測線一及測線二，總測線長度為 242 公尺，測線相關資訊及測線位置如表 5.2-2 所示。

**表 5.2-2 試驗場址測線資料一覽表**

| 項目 | 測線名稱 | 電極間距(M) | 測線長度(M) | 測線座標(TM2) | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 測線一 | 2 | 110 | 測線起點 | 193674 |
| | | | | | 2515795 |
| | | | | 測線終點 | 193682 |
| | | | | | 2515689 |
| 2 | 測線二 | 3 | 132 | 測線起點 | 193740 |
| | | | | | 2515567 |
| | | | | 測線終點 | 193607 |
| | | | | | 2515569 |

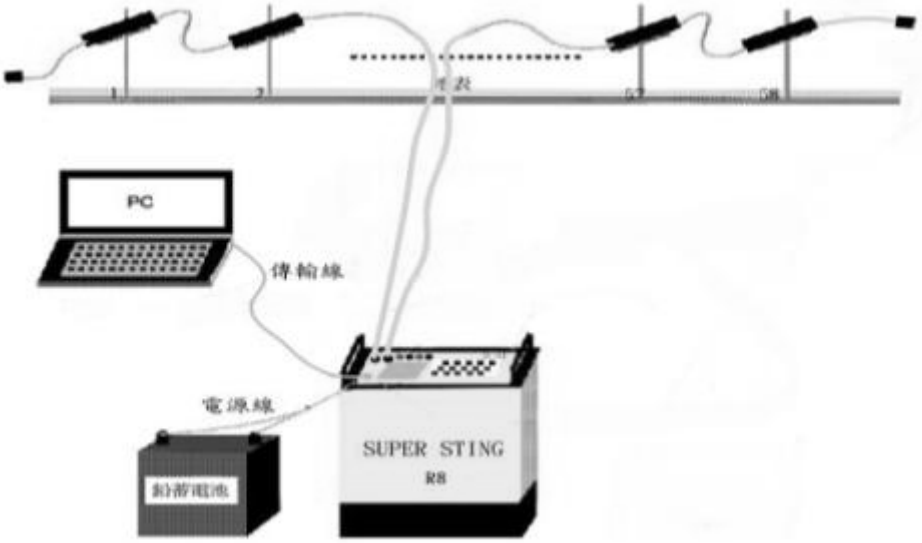
三、儀器及施測原理介紹

本調查計畫主要目的在瞭解試驗場址內地表下地質及水文狀況。由區域地質資料(圖 5.2-1)得知基地地表為未固結地層覆蓋，主要由砂、礫、黏土所構成組成。研判地下水主要是蓄集於此未固結地層中，因其應有相對較高之孔隙率。在所有地球物理探測方法中，水對電阻率具有最敏銳之反應，而且從沉積物之導電性質來看，透水性較高之礫石層與泥質高、孔隙低之不透水層具有較大的電性差異，根據此特性採用地電阻影像剖面法(Electrical Resistivity Tomography; ERT)進行探測。

(一)探測原理

地電阻法之施測原理，為利用直流電或低頻交替直流電經由一對電流極 A、B 將電通入地下，建立人為電場。藉由地層間介質不同，而具有導電性之差異，故可利用另一對電位極 M、N 測量電場在 M、N 之間的電位差，由此求出地層視電阻率（Apparent Resistivity），進而估算地下地層的導電性分佈。

地層的電阻率與地層組成礦物、顆粒度大小、組態以及地層之含水量及水的鹽度有關。其中與地層的顆粒度大小、含水量及水的鹽度關係較重要。因此可用地層的電阻率來研判地層的岩性、含水量及含鹽度，或探測地層內的異常構造如地下結構物等。關於地電阻法施測示意詳圖如圖 5.2-2 所示。



## 圖 5.2-2 地電阻法儀器施測示意圖

(二)電極排列方式

本探測使用電阻率影像剖面探測法是將測點以等間距排列在一直線上,測點間距小,有高密度的探測資料以分析地層的電阻率分布。常用的電極排列共有雙極排列(Pole-Pole array)、雙偶極排列(Dipole-Dipole array)、三極排列(Pole-Dipole array)、溫奈(Wenner array)、施蘭卜吉(Schlumberge array)、溫奈-施蘭卜吉(Wenner-Schlumberger array)等。施測時可依測區地理、地形與地質特性及探勘目標選用適當的電極排列方式施測，電極排列法之儀器蒐集資料如圖 5.2-3 所示。本調查選用雙極排列(Pole-Pole array)之排列法探測較深層之地質及水文資訊，另外搭配溫奈-施蘭卜吉(Wenner-Schlumberger array)排列方式獲取淺層高解析地質及水文資訊。等測線之起始點與終點均以全球衛星定位系統(GPS)測量座標，各電極位置均以水準儀量測高程差異。

四、探測儀器

本調查採用美國 Advanced Geosciences,Inc.製造之 SUPER STING R8 地電測勘儀，R8 具有可同時收集八筆資料的功能，因此能夠更為快速地獲得電阻剖面資料；另外為了修正地形效應所產生之誤差，本調查採用美國 Trimble 公司製造之 GPS 定位接收儀，並利用 e-GPS 差分系統提供誤差修正值，以提升定位精度。其他相關配備如下列所示：

(一)電纜線(Cable)

(二)筆記型電腦(須具備 RS232 連接埠)

(三)電極棒

(四)發電機(輸出功率 800 瓦以上)及穩壓器

五、資料品質控制與處理

野外所收錄之探測資料於解析前須經品質檢查，以去除異常資料點。野外作業時，偶爾出現的訊號異常，有可能係因當地屬於背景雜訊高的

區域，或由於局部地質變異(近地表異常材料或積水等因素)或劇烈地形變化所造成，須經適當修正或去除。地電阻影像剖面法探測資料之解析，係使用二維數值模擬方法求取最適成果剖面；本法包含逆推模擬(inverse modeling)與正演模擬(forward modeling)兩大部分，其中逆推模擬係使用平滑限制最小平方法(Smoothness- constrained least-squares method)進行野外觀測值推導地下電性地層參數組態分布模式之計算，而正演模擬則使用有限元素法(Finite-element method)針對逆推模擬所得之地下地質模型做理論響應值之計算，並與實際觀測值比對，比對後所獲得之均方根誤差(Root-Mean-Square error; RMS)若不符合設定要求，則利用兩者間資料點均方根誤差分布特性，推求得模型參數改變量，重新進行另一次的逆推與正演模擬。資料解析建模時可將地形一併納入元素區塊，以有效減低地形效應修正的困擾。順演與逆演作多次疊代運算，直至模型計算之理論視電阻率與野外觀測資料所得之視電阻率差值均方根誤差收斂至穩定方視為可接受成果。資料處理之流程如圖 5.2-4 所示。

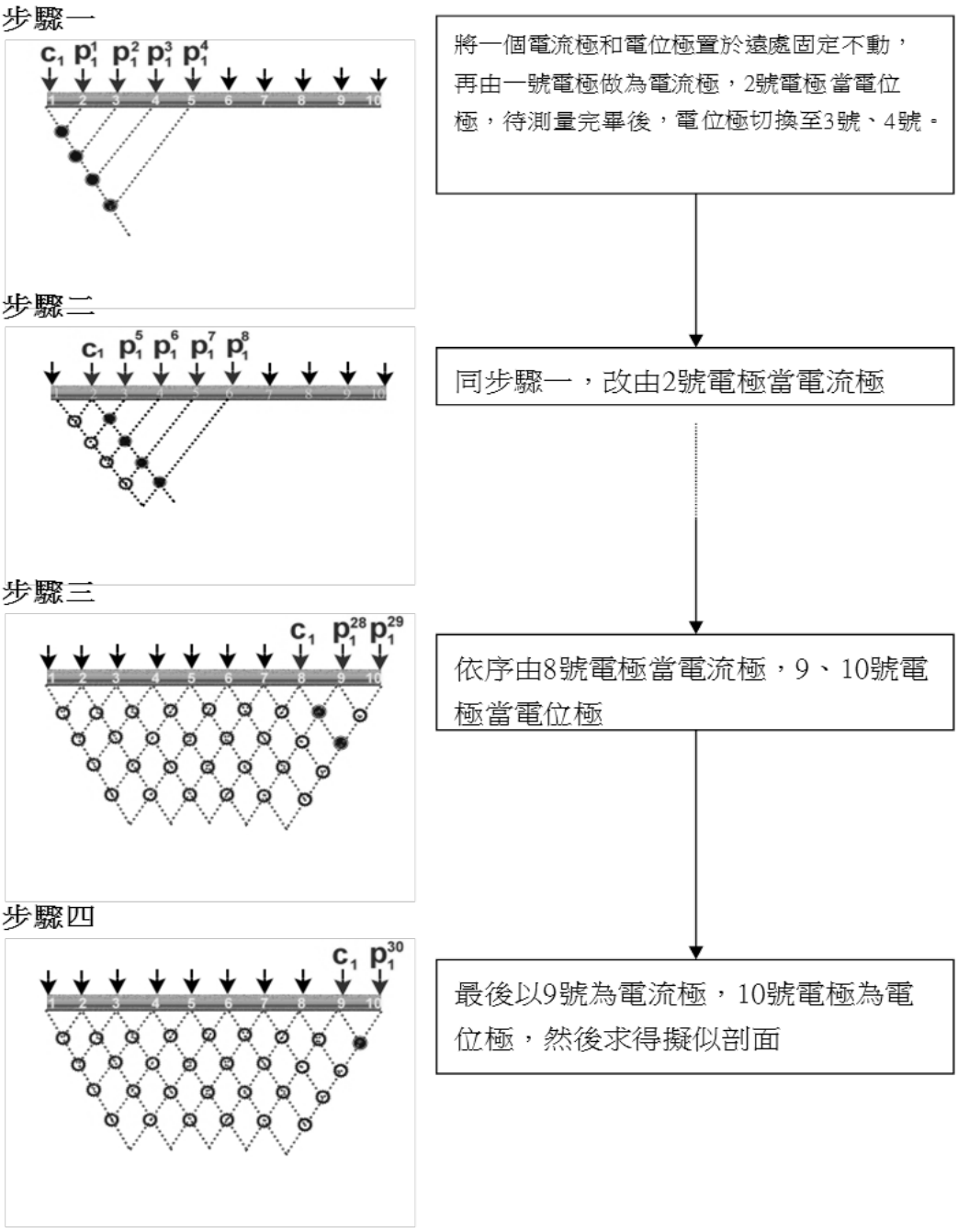



**圖 5.2-3 為地電阻法儀器電極量測流程示意圖**

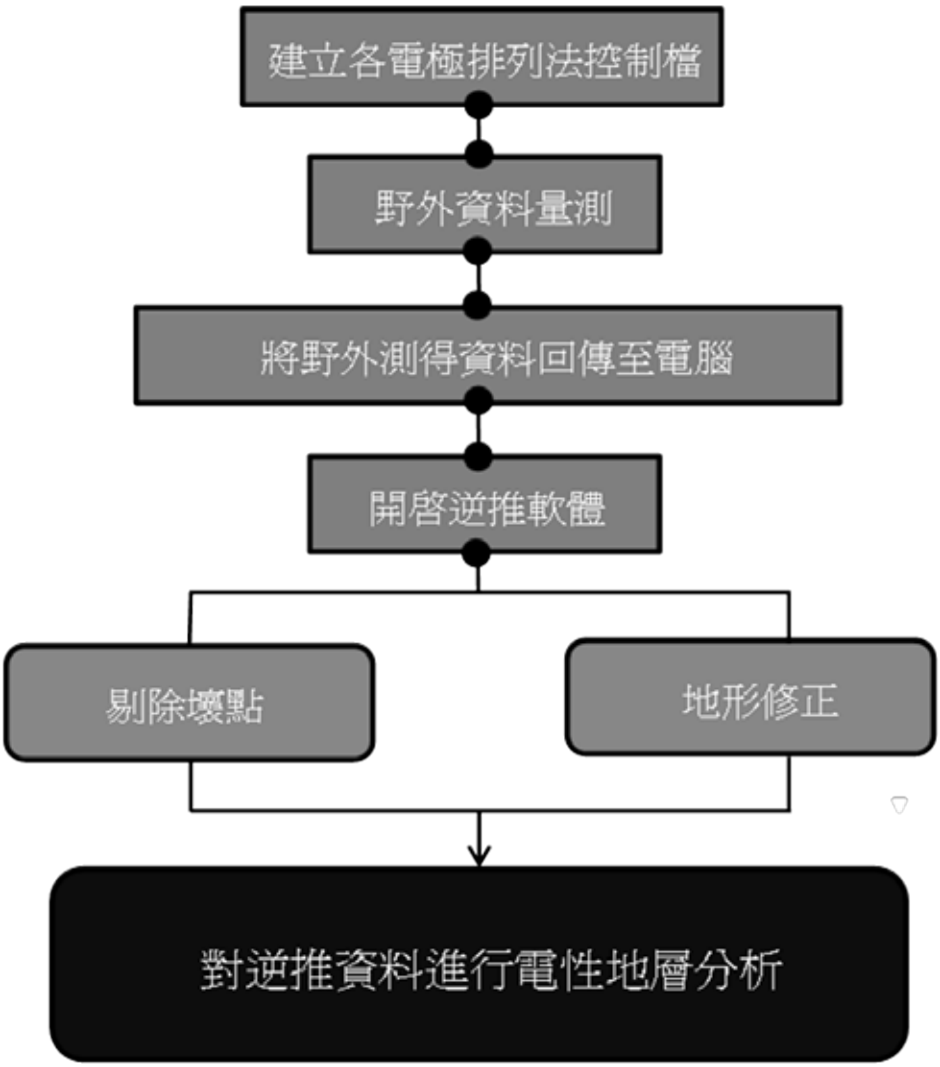



**圖 5.2-4 資料處理之流程圖**

六、施測結果與解釋

本區採用地電阻影像剖面法進行探測地表下水文及地質資訊，經由不同之電阻率分佈及搭配地質鑽探資料進行研判。藉由試驗場址所佈置之測線結果分析地表下二維剖面之面的資料提供大範圍之評估與參考依據。測線佈置於高屏溪之高灘地上，地形高程差異不大，相對平坦，各測線之資料解釋如下：

(一)測線一成果解釋

測線一成果影像剖面如圖 5.2-5 所示，由圖中可知搭配二種排電極列方式(Wenner-Schlumberger 與 Pole-Pole array)之施測成果再現性

良好，地層之延續性甚佳且呈層狀分佈。依電阻率高低可分為三層，圖中以白色虛線表示各層之分界線，第一層為表土層，垂直深度約為地表面下 0~1.8 m，電阻率變化幅度，約 50~250Ω-m 間，推估組成材料為以砂質材料為主，含局部較粗顆粒，且相對乾燥；第二層為地表下 1.8~5.2 m，電阻率小於 20Ω-m，推估為含細粒料材料較多之地層，且該地層應相對潮溼，第三層為地表下垂直深度 5.2 m 以下；平均電阻率約在 50Ω-m 上下，電阻率之反應推估地質材料為顆粒較第二層為粗之材料，應以砂質為主，局部亦有可能含較粗顆粒之地質材料。該測線所在之地下水位推估約位於地表下垂直深度約 5.2 m 左右。

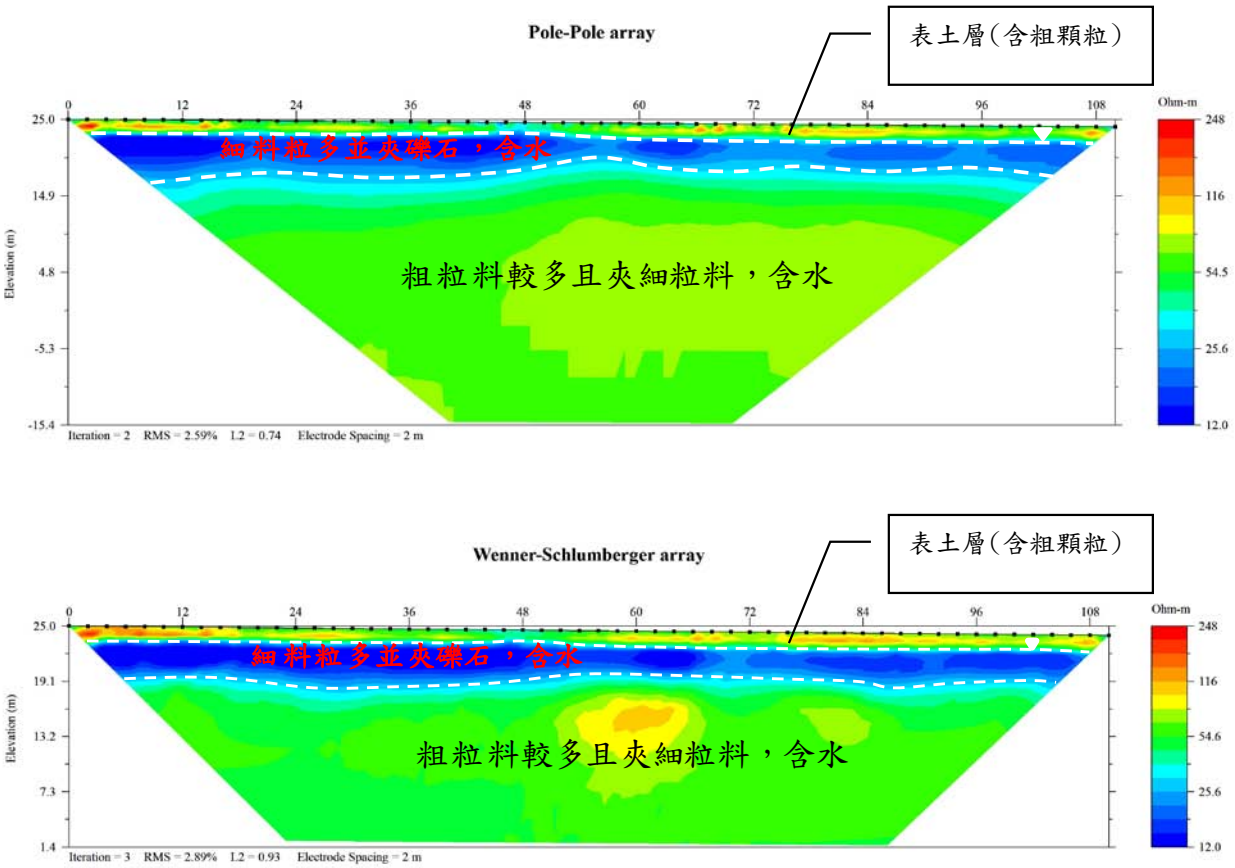



**圖 5.2-5 測線一地電阻影像剖面圖**

(二)測線二成果解釋

測線二影像剖面圖如圖 5.2-6 所示，圖中顯示二種電極排列方式之施測成果再現性佳。依電阻率變化大致可區分為二層，上層為表土層，厚度約在 4~7m，表土層電阻率較低，約為 20~30Ω-m 間，推測其材料組成顆粒較細(細砂或粉砂)，測線水平距離 105~120 m 電阻率

偏高，約為 100Ω-m 以上，該範圍研判為含較多粗顆粒料或礫石含量較高之地質材料所造成之較高電阻率反應。表土層以下之地層電阻率約在 20~100Ω-m 間，其電阻率之反應研判為顆粒組成較表土層為粗之地質材料，應以砂質材料為主含較多粗粒料之材料(卵礫或砂礫)，且研判該地層含水量較多。經由二維剖面圖之影像推估地下水位約在地表下 4~5 m 之範圍。

本測線於測線二水平距離 50 m 處額外施作一點一維垂直電阻法(VES)測點(DC1)；展距為 50 m，該測點可輔助測研判地質材料性質及地下水位之深度。經一維逆推得成果如圖 5.2-7 及地層特性由表 5.2-3 所示，成果顯示與測線二之二維剖面成果比對相似度高。典型之 VES 曲線型態有 H、K、A 及 Q Type，分別代表的不同之電阻率；DC1 測點曲線型態呈H型曲線，自頂層開始電阻率隨深度增加而減少至電阻率最低的地層，而後電阻率隨著深度繼續增加而上升，呈一凹形態的曲線，此類型 VES 曲線代表示有一低電阻層夾在上下高電阻層之間，配合測區之地質材料組成特性，研判可能受到地下水或組成顆粒相對較細之影響，初估地下水位約在地表下約 5 m 上下，此與二維剖面之成果吻合。本計畫現場地電阻施作照片如圖 5.2-8。

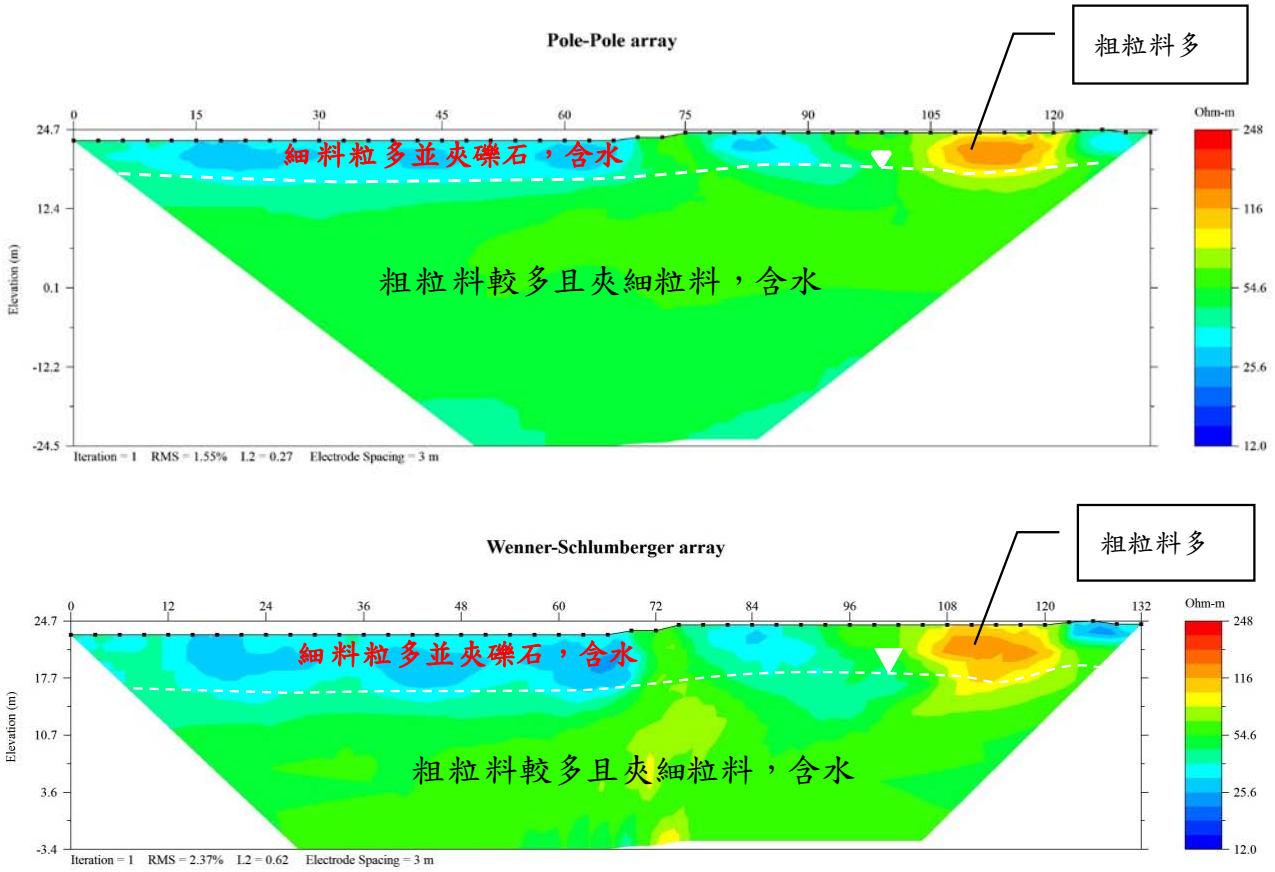



**圖 5.2-6 測線二地電阻影像剖面圖**

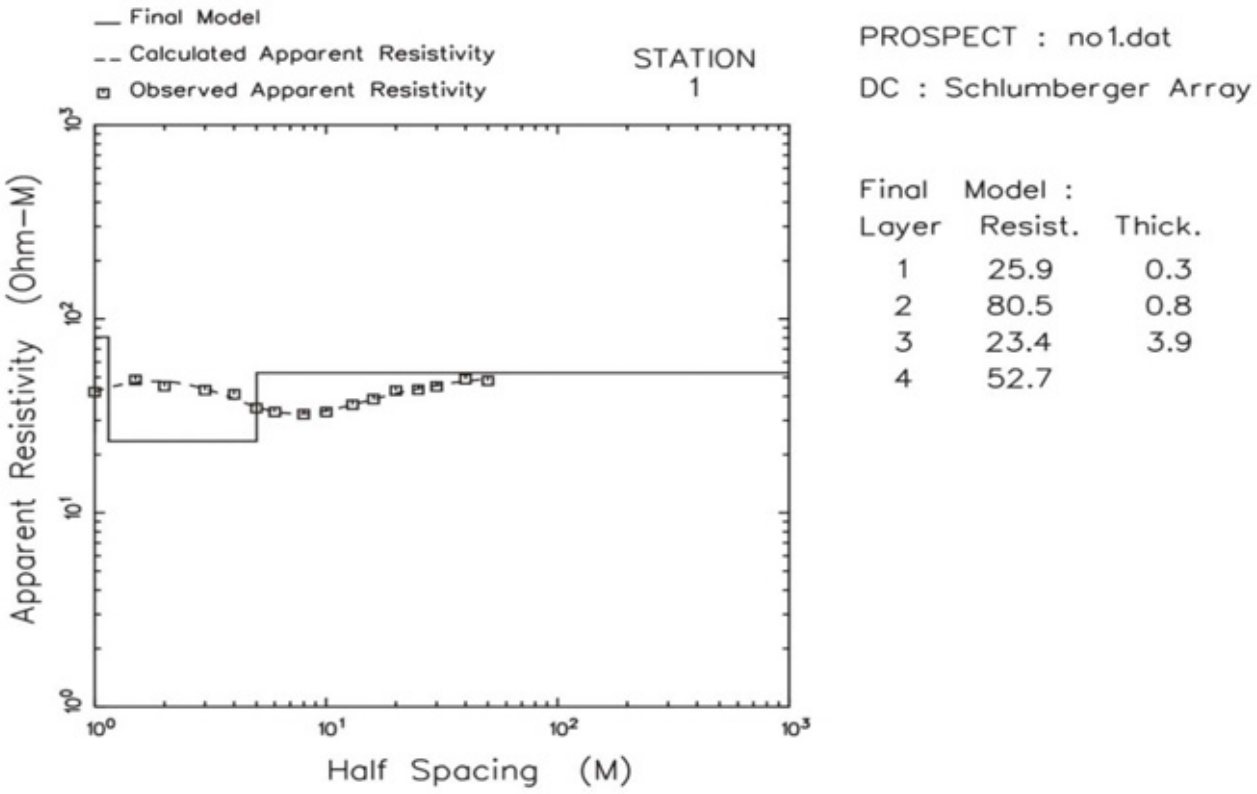



**圖 5.2-7 DC1 一維逆推成果圖**

**表 5.2-3　DC1 一維逆推地質特性資料表**

| 層次 | 電阻率<br>Ω-m | 厚度<br>(m) | 深度<br>(m) | 地 質 解 釋 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 25.9 | 0.3 | 0.3 | 表土層—粉砂與細砂 |
| 2 | 80.5 | 0.8 | 1.1 | 表土層—砂夾些許碎礫 |
| 3 | 23.4 | 3.9 | 5.0 | 粉砂及細砂為主 |
| 4 | 52.7 | | | 砂質為主，局部顆粒較粗 |

依據現場地質鑽探以及地電阻探測結果，試驗場址上層地質屬於較細顆粒夾礫石之情況(地表下 12m 內屬於砂層、卵礫石、砂礫、黏土相互混層及互層之情況)，往下則為粗顆粒夾礫石之情況(12m~30m 多為卵礫石夾粗中細砂之情況)，地表下 30m 內並無較厚且連續性佳之黏土層，尤其地表下 12m 至 30m 之間，屬於出水性佳之含水層，此調查結果與鄰近區域水利署溪埔站地下水觀測站井所調查之地質情況大致吻合。

測線一





測線二





測點 DC1





**圖 5.2-8 二維測線及一維 DC 測點施測照片**

## 5.3 試驗場址地下水位及流向、流速

本計畫調查計畫區域內 6 口地下水位觀測井與 2 口民井，分析地下水位與流向，茲將調查結果說明如下：

一、地下水位歷線

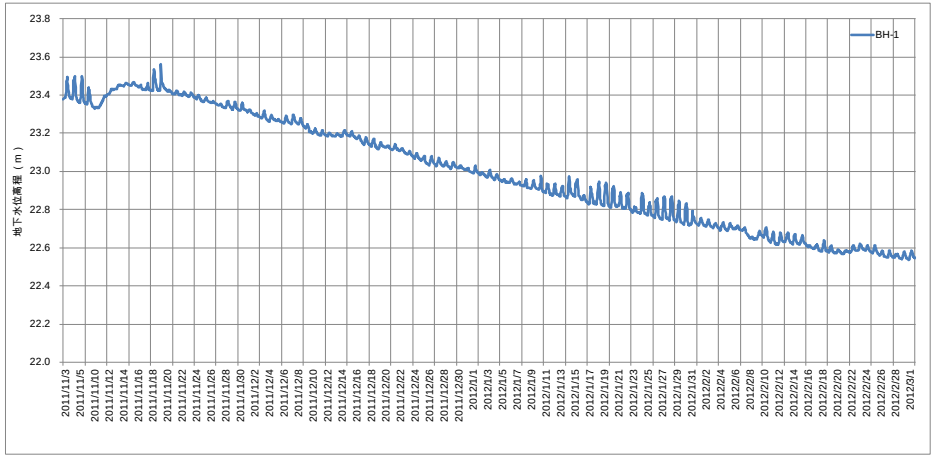
本計畫於 5 口臨時水位觀測井及高屏溪地面水 1 處臨時水位站裝設自計式水位計，其中 5 口地下水位之變化趨勢如圖 5.3-1，BH-1 地下水位高程約在 22.6 公尺~23.6 公尺之間，BH-2 地下水位高程約在 22.3 公尺~23.2 公尺之間，BH-4 地下水位高程約在 22.3 公尺~23.4 公尺之間，BH-5 地下水位高程約在 22.4 公尺~23.4 公尺之間，BH-6 地下水位高程約在 22.1 公尺~23.2 公尺之間。地下水位歷線顯示河川與地下水位互動關係明顯，每日地下水位皆有上升下降之週期變化性。觀測井 BH-3 與 2 口民採用手動量測其地下水位歷線如圖 5.3-2，整體地下水高程約在 22 公尺~24 公尺之間。

二、地下水位流向

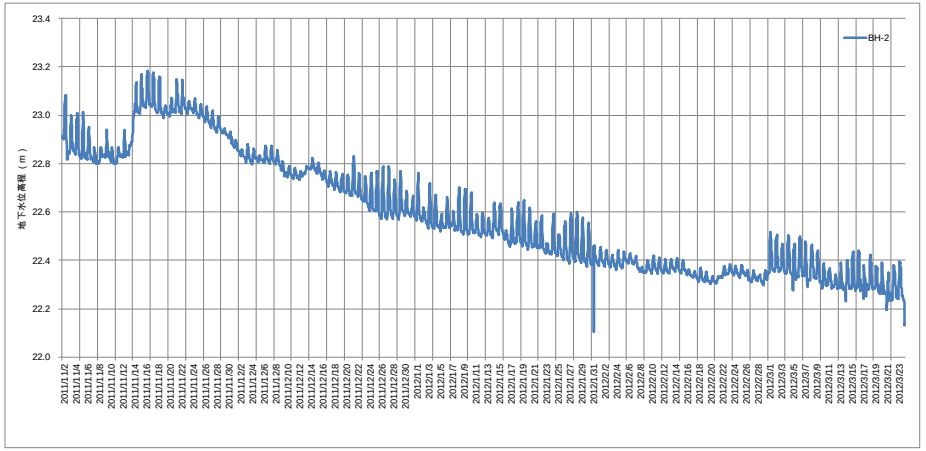
根據 100 年 11 月至 100 年 3 月期間之水位資料繪製流向等值圖，以了解地下水流向之趨勢。試驗場址之地下水位較高處位於 BH-1，屬於試驗場址之東北側，地下水流向整體趨勢為流向高屏溪，因此此期間試驗場址鄰近高屏溪河段屬於得水河川，乃為地下水補注河川之情況，此與 5.4 節之分析相符合。試驗場址之地下水位流向等值圖如圖 5.3-3。

三、河川與地下水之滯後時間分析

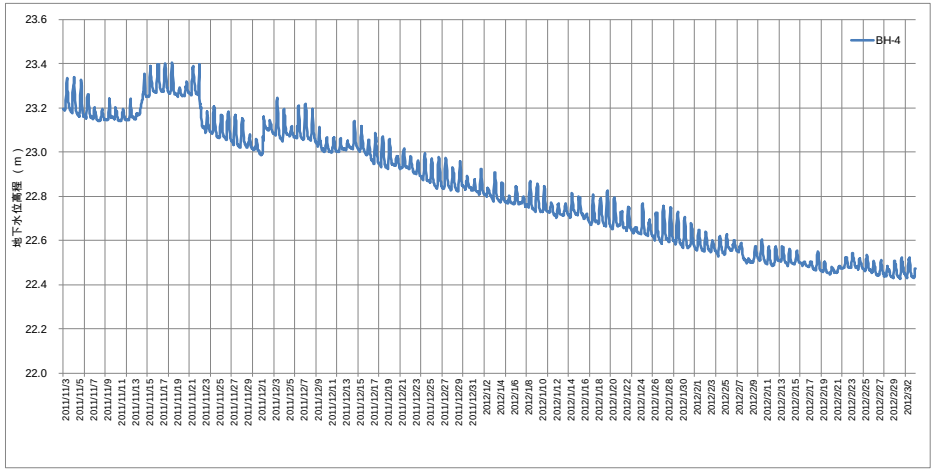
為達瞭解河川與地下水之流動滯後時間之關係，茲就所觀測之河川與地下水位之相互關係作探討。其中與本計畫所觀測之最接近河川水位觀測站(RIVER)與其距離最近之地下水位站(BH-6)作比對分析。經彙整觀察後，於觀測期間之 2011/11/3 期間因受大雨事件影響，該站(RIVER 站)河川洪峰水位於該日 23:00 水位達最高(23.04m)，並於該時間後水位逐漸消退；而於所觀測之 BH-6 地下水位於 11/7 早上 6:00 達最高(22.12m)，詳見圖 5.3-4。觀測結果分析可知，河川與地下水之



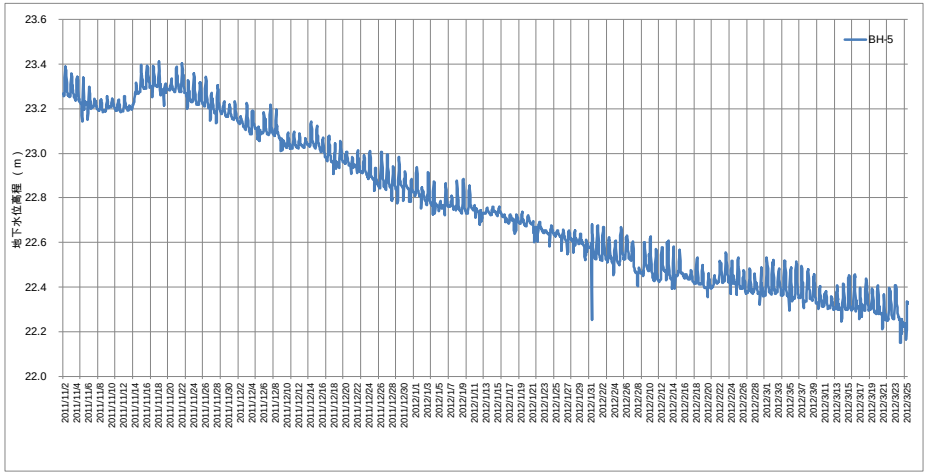

BH-1




BH-2



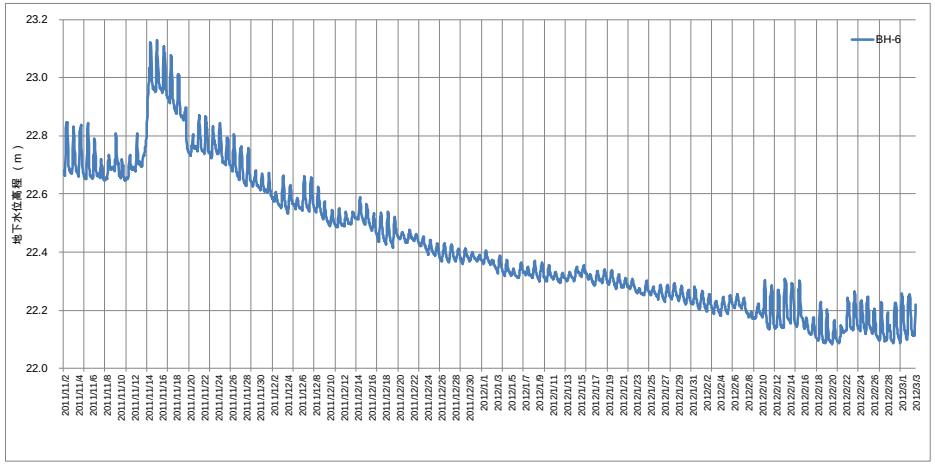

BH-4



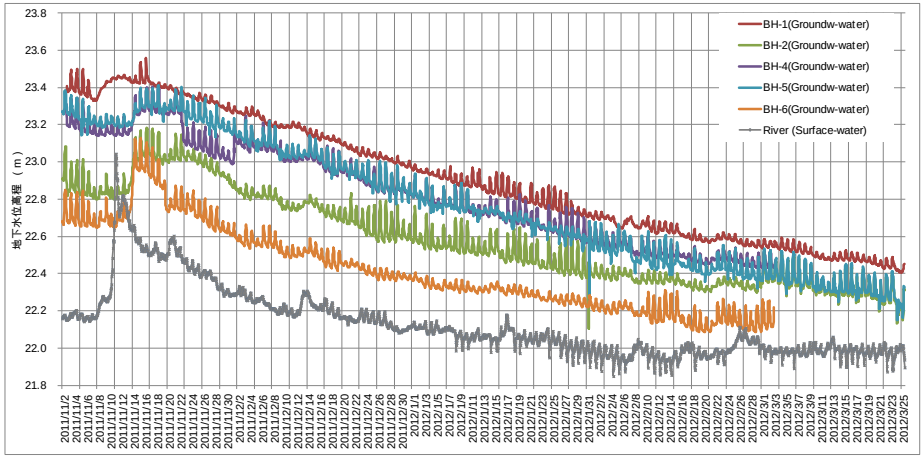

BH-5

資料來源:本計畫繪製。

**圖 5.3-1 試驗場址地下水水位歷線圖**




BH-6




All of observation wells

**圖 5.3-1 試驗場址地下水水位歷線圖(續)**

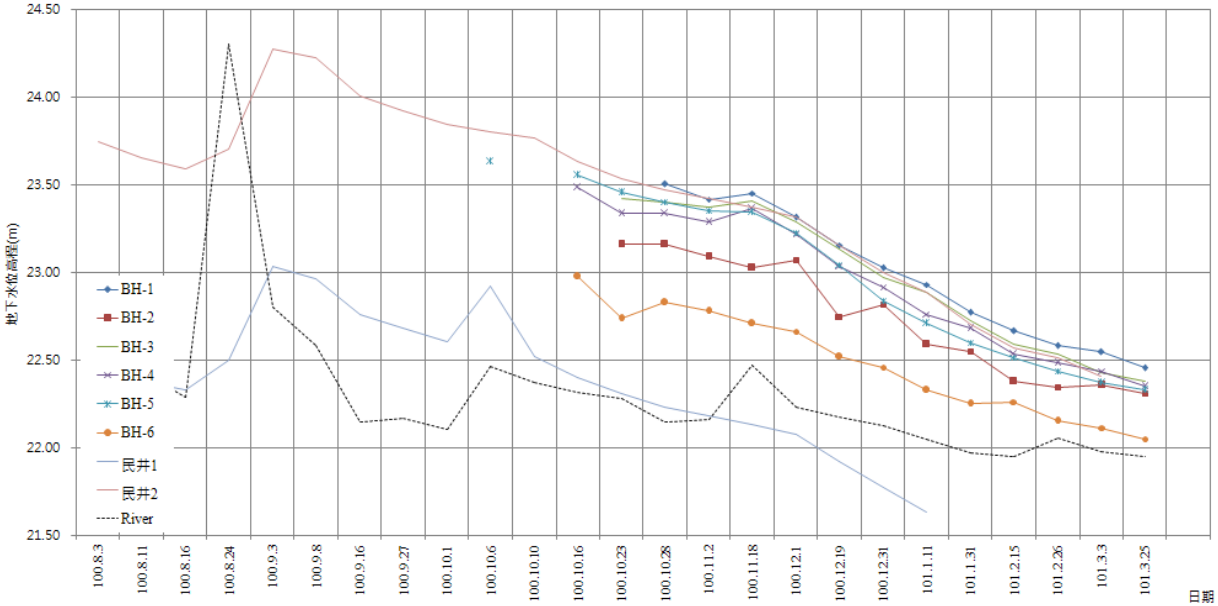
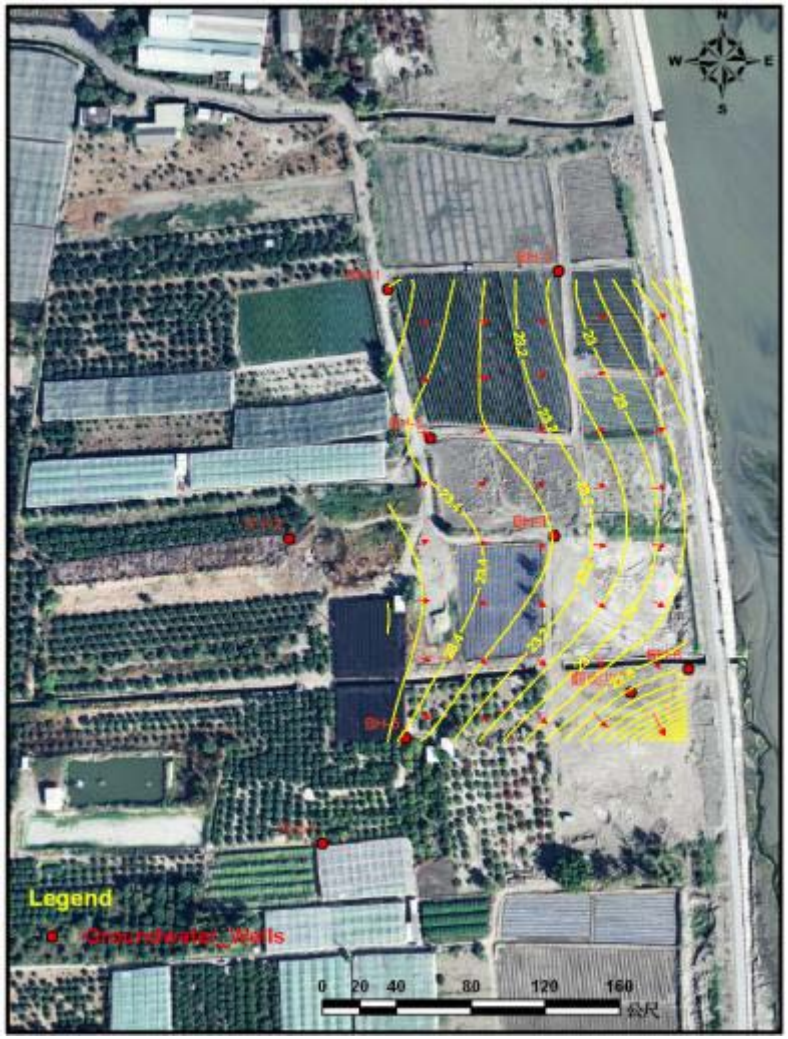
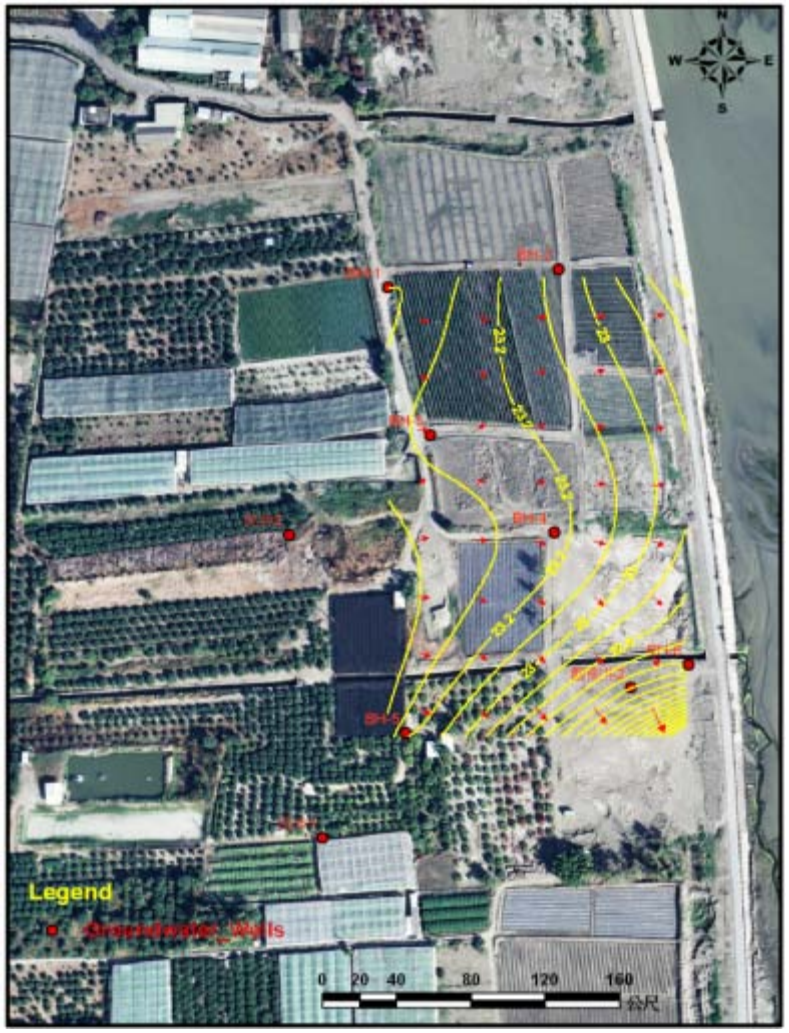



**圖 5.3-2 試驗場址手動量測地下水水位歷線圖**



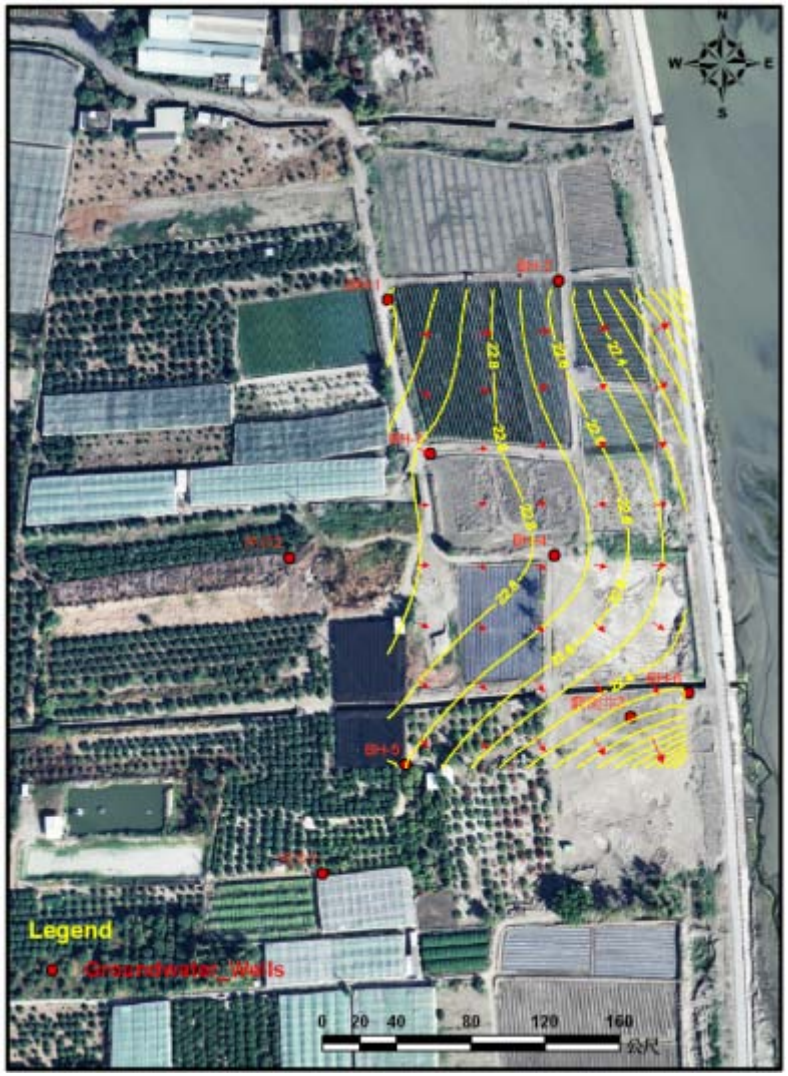

100 年 11 月



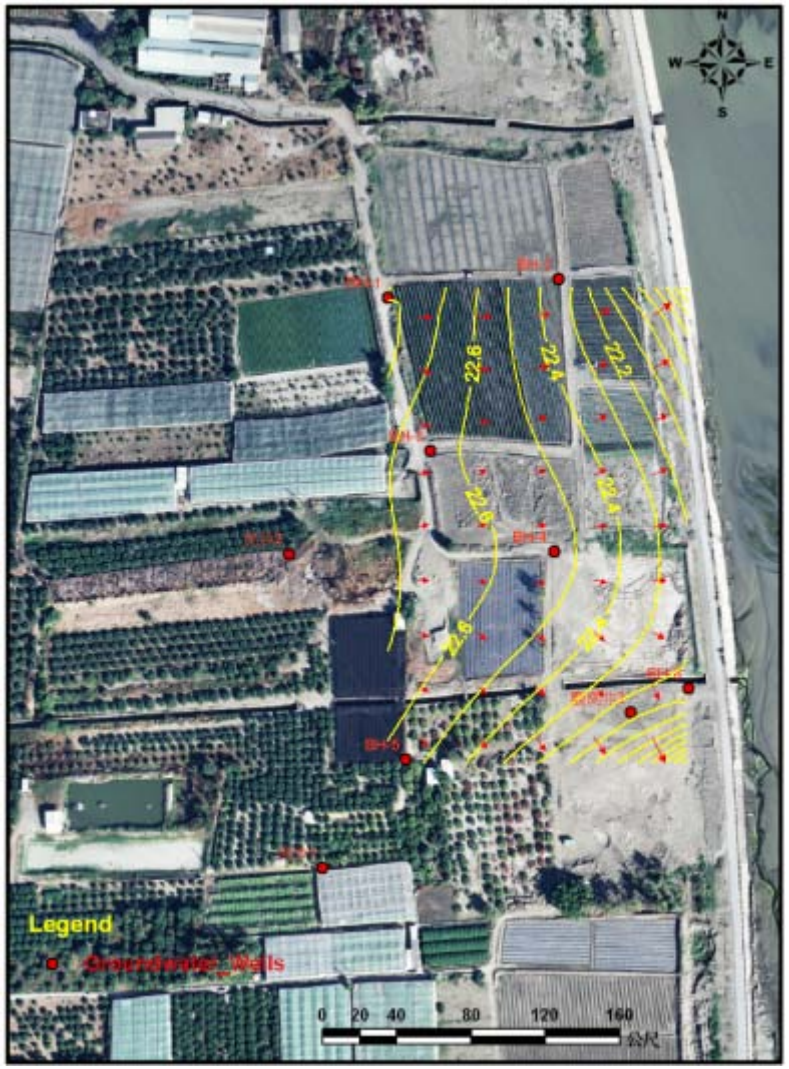

100 年 12 月

資料來源:本計畫繪製。

**圖 5.3-3 試驗場址地下水位流向等值圖**



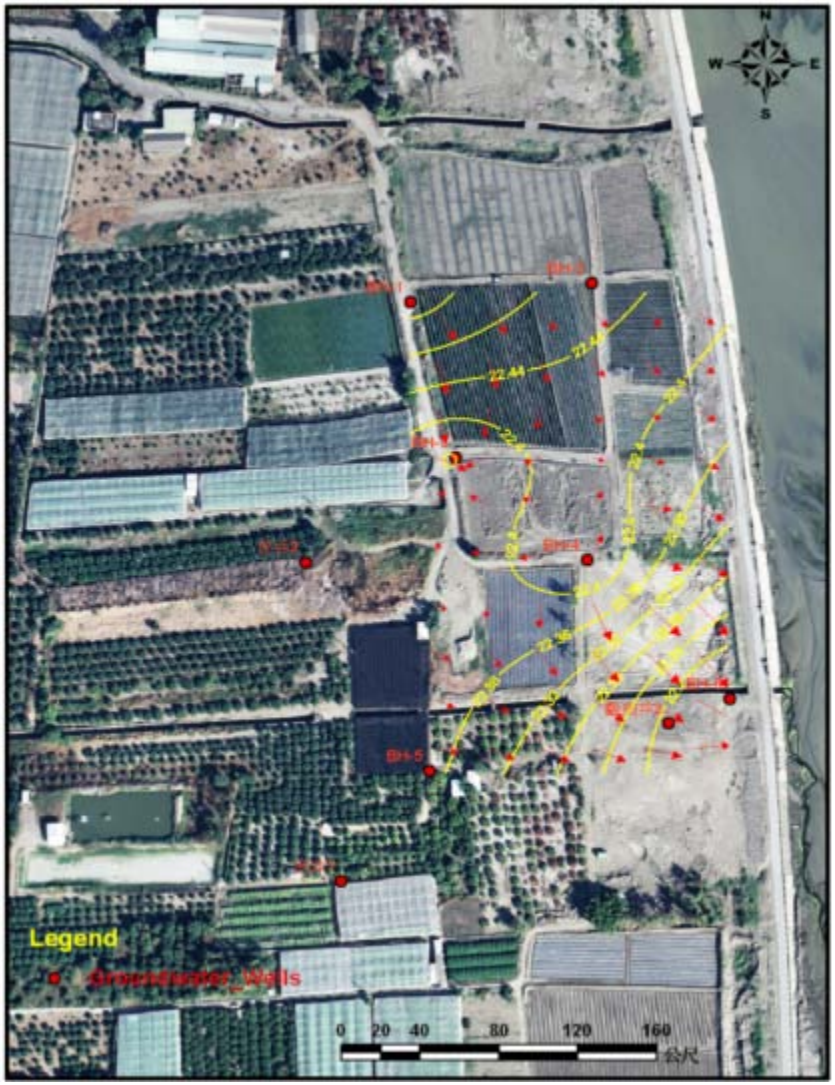

101 年 1 月




101 年 2 月

資料來源:本計畫繪製。

**圖 5.3-3 試驗場址地下水位流向等值圖(續)**




101 年 3 月

**圖 5.3-3 試驗場址地下水位流向等值圖(續)**

流動滯後時間為 79 小時。經研判，河川水位之上升直接由大雨事件匯集至集水區內河溪，其與該事件之滯延時間短，而地下水位之上升，則除了集水區與降雨匯集至河川入滲外，尚包含了整個屏東平原地下水位整體提升之貢獻，因於孔隙介質內流動較緩慢，故其滯延時間則較長。

另為觀測水質變化對河川與地下水變化之滯延時間影響，於 2012 年 2 月 3 日~2 月 7 日期間至現場量測試驗場址之河川站、BH-5 與 BH-6 等 3 處之電導度與水位，由所觀測之河川與地下水變化詳表 5.3-1，並將此結果繪製其時間序列如圖 5.3-5。由所量測之水質參數成果可知，其河川與地下水位之水位與電導度並無一致性或相關性。

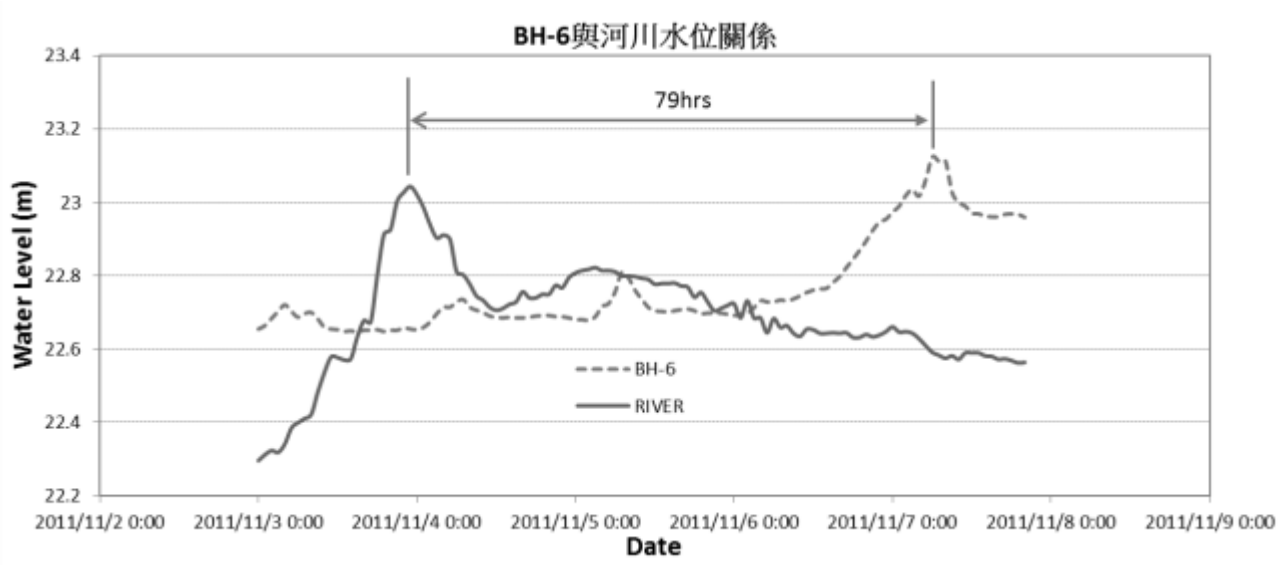



**圖 5.3-4 河川水位與地下水位洪峰滯延時間觀測**

## 表 5.3-1 河川與地下水水位與電導度量測結果

| 日期 | BH-5 水位 (m) | BH-5 EC( $\mu$ S/cm$^2$) | BH-6 水位 (m) | BH-6 EC( $\mu$ S/cm$^2$) | RIVER 水位 (m) | RIVER EC( $\mu$ S/cm$^2$) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2012/2/3 08:00 | 22.55 | 758 | 22.20 | 1139 | 22.00 | 574 |
| 2012/2/3 12:00 | 22.61 | 760 | 22.22 | 1128 | 21.95 | 586 |
| 2012/2/3 14:00 | 22.58 | 769 | 22.23 | 1126 | 21.95 | 563 |
| 2012/2/3 18:00 | 22.54 | 774 | 22.22 | 1137 | 21.95 | 570 |
| 2012/2/4 10:00 | 22.58 | 780 | 22.21 | 1154 | 21.96 | 549 |
| 2012/2/4 12:00 | 22.60 | 727 | 22.22 | 1148 | 21.94 | 567 |
| 2012/2/4 14:00 | 22.61 | 769 | 22.24 | 1135 | 21.88 | 530 |
| 2012/2/4 18:00 | 22.53 | 765 | 22.24 | 1117 | 21.92 | 534 |
| 2012/2/4 20:00 | 22.52 | 820 | 22.22 | 1139 | 21.94 | 528 |
| 2012/2/5 08:00 | 22.58 | 794 | 22.20 | 1137 | 21.98 | 555 |
| 2012/2/5 12:00 | 22.66 | 810 | 22.23 | 1124 | 21.91 | 521 |
| 2012/2/5 14:00 | 22.65 | 830 | 22.25 | 1132 | 21.86 | 547 |
| 2012/2/5 18:00 | 22.55 | 810 | 22.24 | 1155 | 21.92 | 511 |
| 2012/2/6 08:00 | 22.60 | 799 | 22.21 | 1126 | 21.96 | 539 |
| 2012/2/6 12:00 | 22.63 | 755 | 22.24 | 1139 | 21.93 | 509 |
| 2012/2/6 16:00 | 22.58 | 802 | 22.25 | 1148 | 21.89 | 565 |
| 2012/2/6 18:00 | 22.55 | 823 | 22.24 | 1136 | 21.92 | 557 |
| 2012/2/7 10:00 | 22.56 | 830 | 22.22 | 1121 | 21.96 | 549 |
| 2012/2/7 12:00 | 22.60 | 863 | 22.23 | 1155 | 21.96 | 553 |
| 2012/2/7 14:00 | 22.60 | 768 | 22.24 | 1150 | 21.94 | 543 |
| 2012/2/7 18:00 | 22.49 | 799 | 22.22 | 1145 | 21.94 | 567 |
| 2012/2/7 20:00 | 22.48 | 750 | 22.21 | 1151 | 21.94 | 554 |

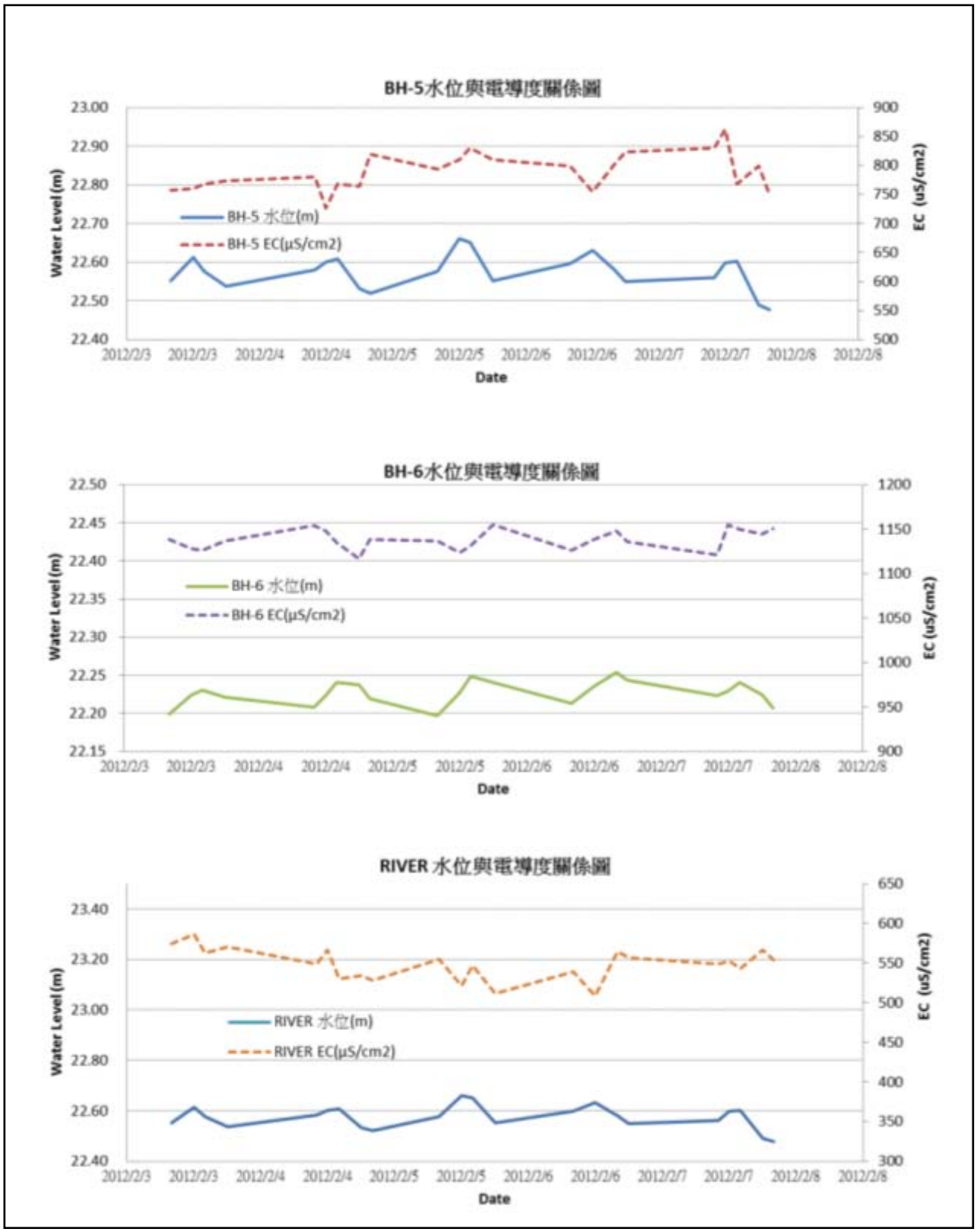



**圖 5.3-5 河川與地下水水位與電導度時間序列圖**

四、地下水位流速

本計畫抽水試驗所推估水文地質參數 K 值為(透水係數) 40m/day ($4.65\times10^{-4}$m/sec)。計算理論為根據達西定律(Darcy's Law)，V 為流速，Δh 為流路上兩點之水位差，l 為流路上兩點之水平距離，K 為透水係數。

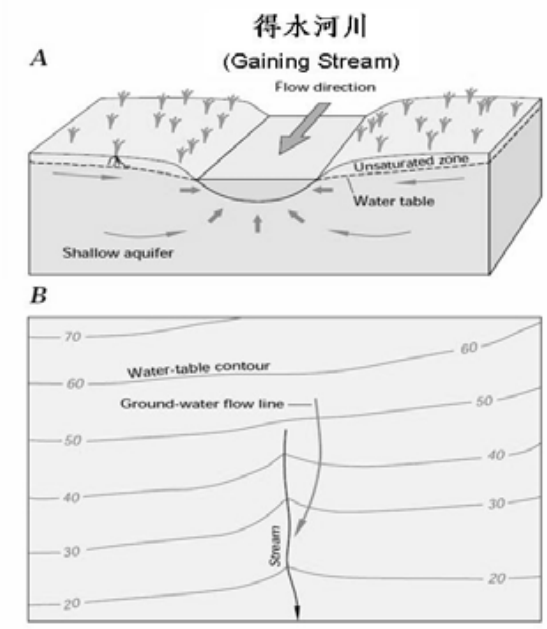
其中 定義為水力坡降(hydraulic gradient，Δh/l )，推估地下水流速：

$V=(K/ne)(\Delta h/l)$

其中 ne 為有效孔隙率(0.2)，本計畫截取東西向水平距離 120 公尺範圍內，其參數分別為: 透水係數為 40m/day ，Δh 為水位差為 0.4m，l 為 120m，推估其地下水流速為 0.66m/day。

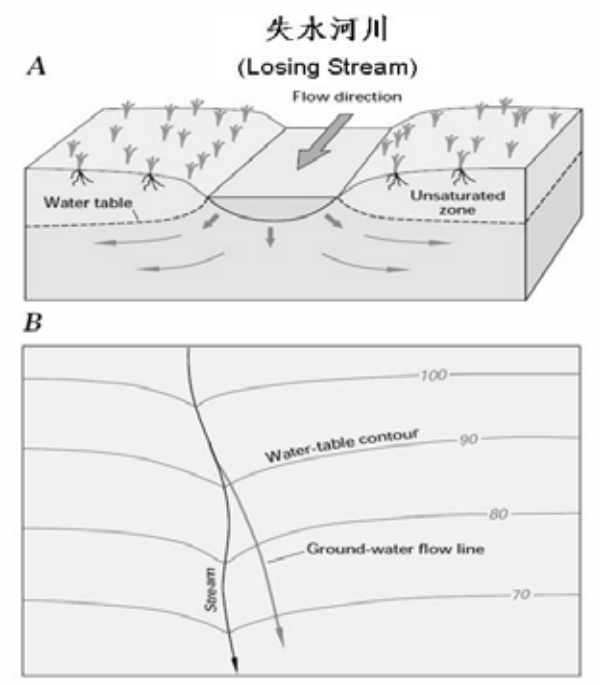
## 5.4 地面水及地下水位之關係

由於伏流水源介於地面水與地下水體之間，因此欲於河畔集取伏流水源，首先需對地面水及地下水之相互關係予以掌握，俾瞭解所取用之水源大部分成分究屬地下水或為地面水體。根據美國地質調查所(USGS)的研究(Winter et al., 1998)，地面水及地下水應屬同一資源(Ground water and surface water as a single resource)，其二者之間關係，若以河川的角度而言，可用 3 種基本途徑表示：(1)河川由地下水體經河床或河岸入流而呈得水河川(gaining stream；或稱為滲出流effluent stream (Bear, 1979)；詳圖 5.4-1)；(2)河川經河床流失補注至地下水體而呈失水河川(losing stream；或稱為滲入流 influent stream；詳圖 5.4-2)；或(3)二者皆具之部分河段得水、部分河段失水；此外，尚須特別注意的是，得水或失水必需充份考量該河川之豐枯水季變化情況。在台灣地區河川中，部分河川之得水/失水特性亦可能隨季節性而改變。




由地下水系統獲得河川水源之得水河川(A) 。它可由等水位線圖研判，因為等水位線顯示由上游方向穿越河川(B)

**圖 5.4-1 得水河川示意圖**

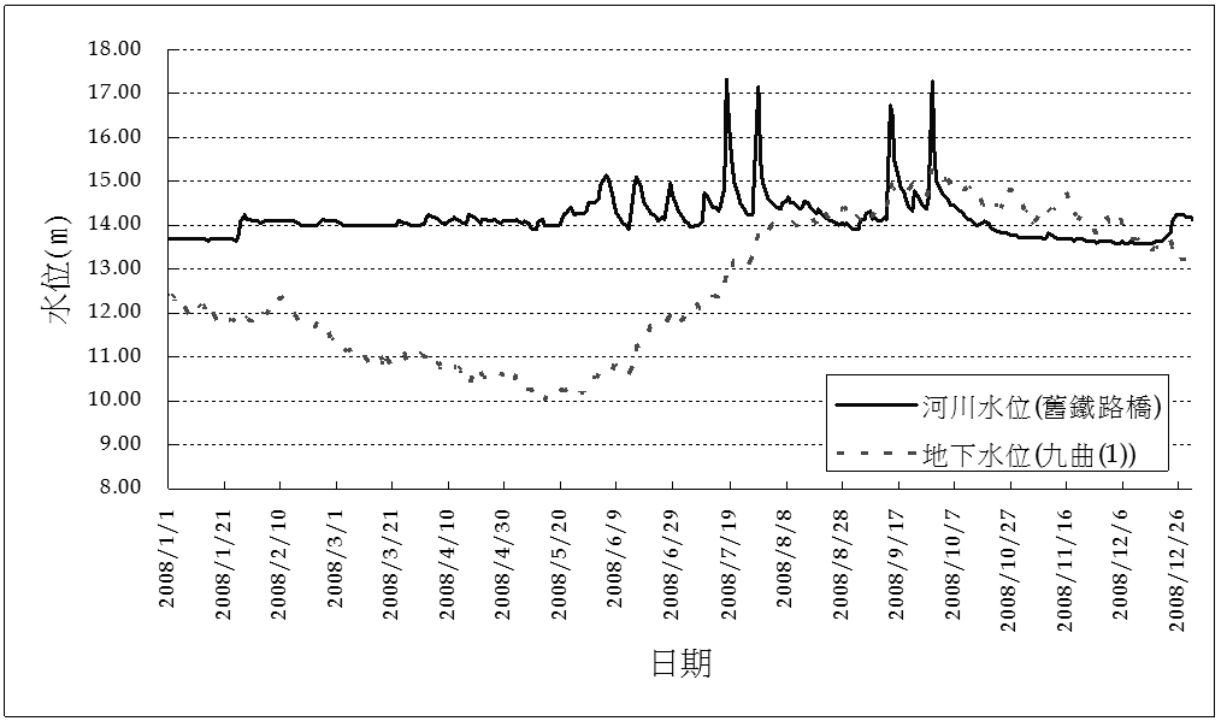



由河川失去水源進入地下水系統之失水河川(A) 。它可由等水位線圖研判，因為等水位線顯示由下游方向穿越河川(B)

**圖 5.4-2 失水河川示意圖**

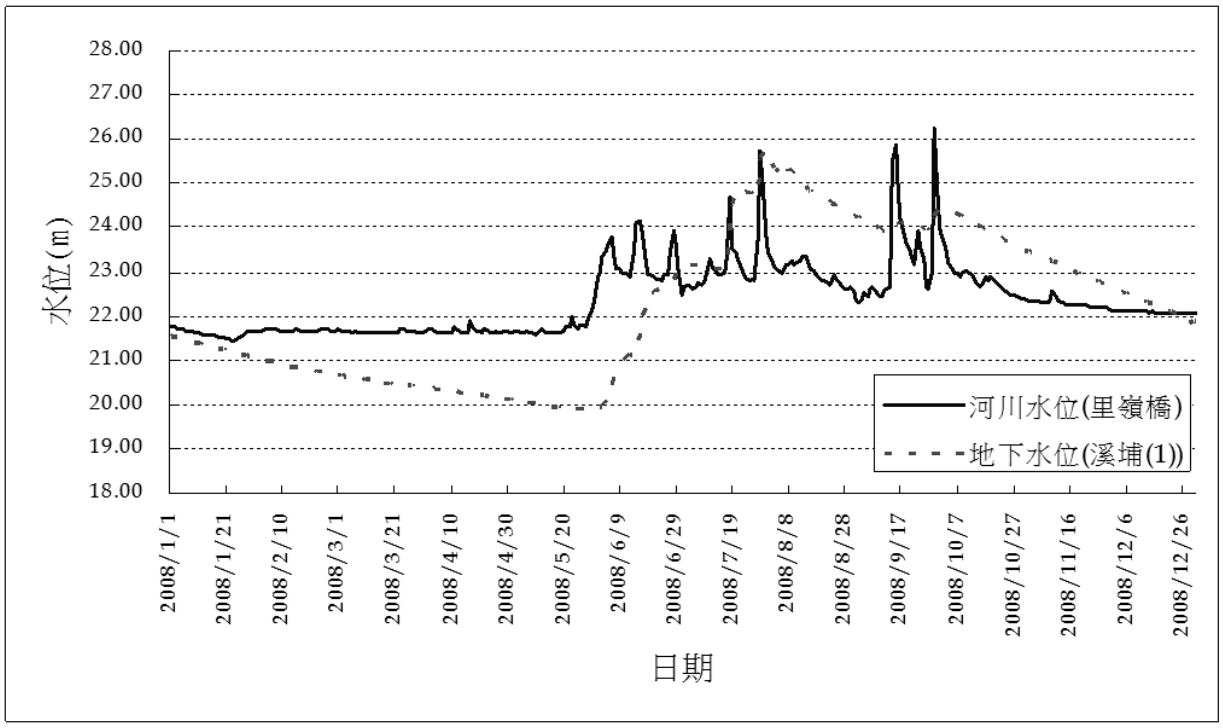
一、區域地面水及地下水位之關係

為瞭解高屏溪區域河段地地面水及地下水相互關係，茲針對水利署於高屏溪現有河川水位站與地下水位站之觀測水位作比對分析。圖 5.4-3 及圖 5.4-4 分別為舊鐵路橋與九曲(1)、里嶺大橋與溪埔(1)之 2008 年河川水位站與地下水位站水位繪製成果。其中舊鐵路橋約於九曲站北方 0.7 公里，里嶺大橋約於溪埔站北方 5.4 公里，其相關位置圖如 5.4-5 所示。由圖 5.4-3 及圖 5.4-4 可瞭解，每年 5 月下旬至 6 月上旬間，地下水位有逐漸上升之趨勢，至 10 月份開始下降，河川水位受雨量影響之立即反應很大，地下水位則呈緩慢上升或下降，整體而言 7、、8 月份至 12 月份間地下水位高於河川水位，其他月份則呈河川水位高於地下水位之情況。




資料來源：本計畫繪製。

**圖 5.4-3 舊鐵路橋與九曲(1)站 2008 年河川與地下水水位變化情形**




資料來源：本計畫繪製。

**圖 5.4-4 里嶺大橋與溪埔(1)站 2008 年河川與地下水水位變化情形**




資料來源：本計畫繪製。

**圖 5.4-5 九曲(1)、溪埔(1)地下水觀測井與高屏溪鐵路橋、里嶺大橋河川水位站位置圖**

## 二、試驗場址河段地面水及地下水位之關係

為了解試驗場址河段地下水及地下水位之關係,工作團隊於 6 口臨時地下水觀測井尚未完成以前,即以人工方式量測鄰近 2 口民井以及高屏溪地面水 1 處，以初步了解其相互關係，臨時地下水觀測井完成後即裝設自計式水位計進行水位自動監測記錄。經現場高程測量後，將水位量測資料換算為海平面高程，並繪製水位變化曲線如圖 5.4-6，由圖中可得知試驗場址區域之地下水位與河川水位變化大致上成正相關之趨勢，此期間(8~9 月豐水期)若無颱洪影響，地下水位高於河川水位 0.2 公尺至 1 公尺多，因此此期間試驗場址之高屏溪河段屬於得水河川，乃為地下水補注河川之情況。此外，位於場址北方之地下水位高程高於場址南方之地下水位高程，因此，本場址區域之地下水為往河川及往南之流向，此現象與 5.3 節場址地下水流向分析相吻合。

此外，本河段之地面水位資料對於本計畫之相關分析極為重要，為建立長期地面河川水位資料,本團隊於試驗場址河段設置 1 組簡易式河川水位自動量測站，設定每 1 小時記錄 1 筆水位資料。民井以及簡易式河川水位自動監測站之位置及照片如圖 5.4-7。

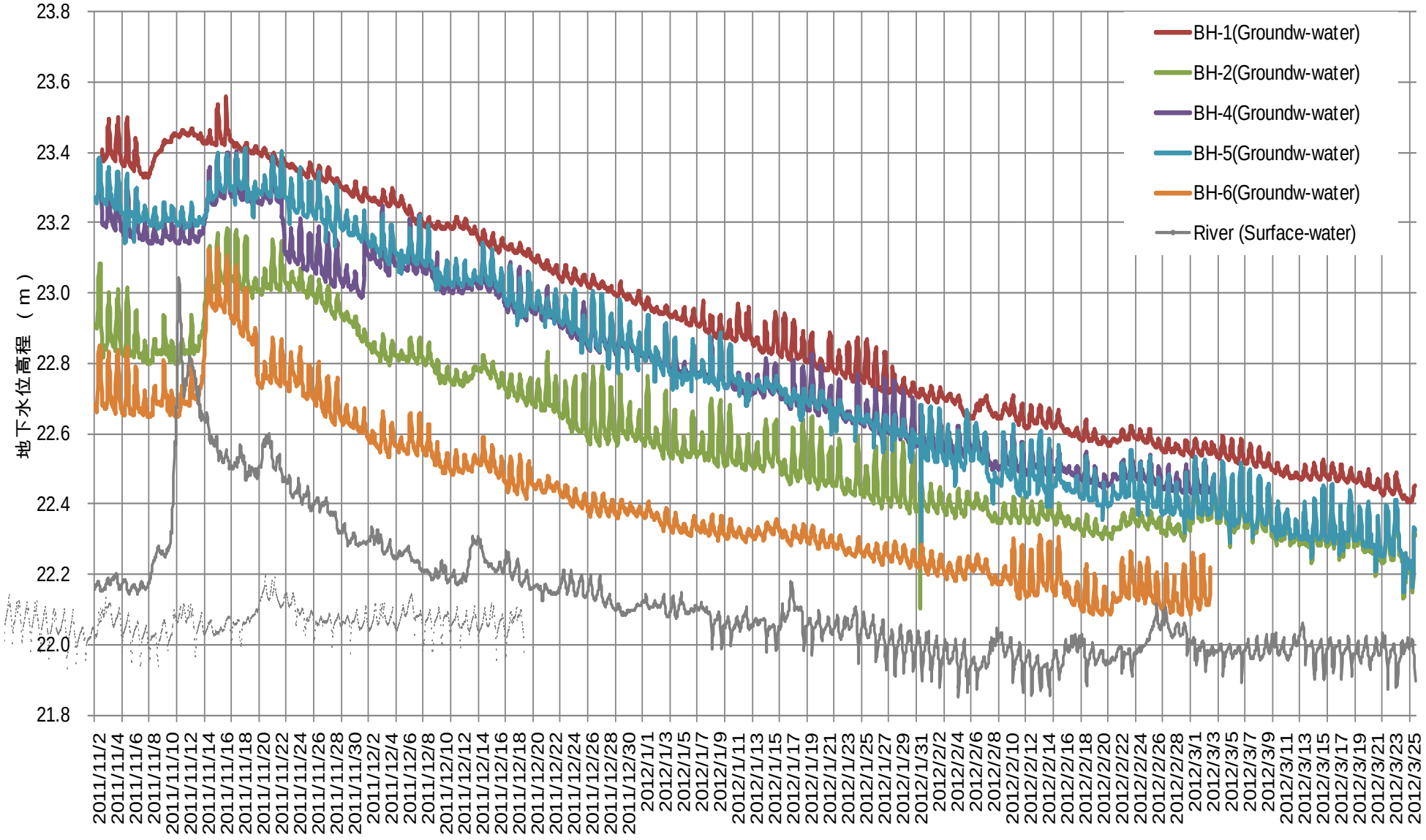



**圖 5.4-6 試驗場址地面水位及地下水位變化趨勢圖**




**圖 5.4-7 民井以及簡易式河川水位自動測站位置及照片**

## 5.5 試驗場址地面水質及地下水質

本計畫於 100 年 10 月至 101 年 2 月期間，針對 6 口監測井及鄰近高屏溪地面水 1 處總共進行三次水質採樣分析工作，採樣分析結果如表 4.6-1~表 4.6-3 所示。主要分析項目包括：pH、導電度、濁度、氯鹽、懸浮固體、氨氮、大腸桿菌群密度、化學需氧量、總有機碳、砷、鉛、鎘、鉻、汞、硒，總共 15 項，各項水質指標所代表之意義如下：

(一)pH 值

天然水體為一複雜溶液，pH 值(氫離子濃度指標)的變化並非取決於水分子的解離，而主要受碳酸鹽系統間($CO_2$、$HCO^{3-}$、$CO_3^{2-}$)之平衡關係所影響，通常此關係僅受制於狀態函數(State function)，如溫度、壓力...等及二氧化碳在大氣中之分壓，水體中的 pH 值除了受水質污染等外來因素影響外，尚與水中生物活動情形有關，當生物體進行呼吸作用時，釋出二氧化碳，造成水體 pH 值下降，當進行光合作用時，吸入二氧化碳，造成水體 pH 值上升，因此，採樣時間及天候變化對 pH 值都有影響。

(二)濁度(Turbidity, TB)

濁度表示水對光的反射及吸收性質，當光線無法穿過水體時，水質可能是骯髒不潔的，這種水稱為濁度水。濁度來源有黏土、矽土、淤泥、無機及有機微粒、浮游生物、細菌等，濁度影響外觀、光的透過，進而影響水生植物的光合作用，魚類的生長與繁殖也將受到影響，並且會干擾消毒效率。

濁度的測定，目前大都採用光電濁度計，應用散射原理予以測定，測出來的濁度單位為 NTU，稱為散射濁度單位(nehpelometric turbidity units)。1mg $SiO_2$/L = 1 濁度單位。

(三)導電度(Electrical Conductivity, EC)

表示水的導電性質，通常水中導電度大者表示電解質含量較多。因為大部分鹽類都可電離，所以導電度可表示總溶解固體的多少，一般水的總溶解固體與導電度之比約為 0.6 ～ 0.7。導電度太高，對灌

溉水質會有不良影響，為重要水質指標之一。導電度的表示法以微姆歐/公分(mho/cm)或毫姆歐/公分(mmho/cm)表示。

(四)懸浮固體物(Suspended Solids, SS)

指懸浮於水中的物質，由大小、比重、形狀及沈澱程度不同可分為浮上質、沈澱質、膠質和浮膜四類，其不僅有礙觀瞻、阻礙水體曝氣作用之進行,亦易沈澱阻塞管道影響輸水能力,且增加水體之濁度，損傷魚鰓使魚類致死，阻礙日照影響水生綠色植物之光合作用，沈積的有機性污泥亦因厭氧反應而腐敗分解，消耗水中溶氧，甚至產生甲烷、硫化氫等惡臭氣體，影響水生物之生存。在污水處理應用上，懸浮固體物直接與淤泥的產量有關。

(五)化學需氧量(Chemical Oxygen Demand, COD)

水樣中加入已知量的化學氧化劑(重鉻酸鉀 $K_2Cr_2O_7$ 或高錳酸鉀 $KMnO_4$)，國內使用 $K_2Cr_2O_7$ 較多，在某一特定溫度下(140～145℃加熱迴流數小時)進行氧化作用，而後滴定剩餘的氧化劑，以測出水樣中有機物的相當含量。COD 檢測僅需二至三小時即可測出結果，且對含有酸、鹼、毒性工業廢水於研究或管制廢水處理時，可提供快速及準確之資料，亦可作為有機性工業廢水污染之重要指標。COD 的單位表示為 mg/L。

(六)氨氮 ( Ammonia nitrogen )

含氮有機物主要來自動物排泄物及動植物屍體之分解，分解時先形成胺基酸，再依氨氮、亞硝酸鹽氮及硝酸鹽氮程序而漸次穩定。因此當水體中存在氨氮可表示該水體受污染時間較短。

(七)總有機碳 ( Total organic carbon , TOC )

表示水體中可氧化的有機物全量，也就是指每公升水中有機污染物之碳毫克數。對有機物含量極低的水而言，測定總有機碳是檢驗水中含有機物量的極佳方法。總有機碳之量測乃於高溫下氧化水中有機碳成為二氧化碳，再利用紅外線偵測儀器測其二氧化碳濃度而換算成碳的當量。

(八)氯鹽（Chloride）

氯鹽係指水中之氯離子，一般在天然淡水中的含量不多，其來源主要為海水入侵、鹽層滲出及工業廢水等。氯鹽濃度高具有腐蝕性，對於作物會造成生長妨礙。氯離子為維持人體細胞正常滲透功能所必須，在正常範圍內對人體無害，但濃度高時對腎臟病患者有影響。在評估沿海地區因地下水超抽而造成海水入侵之影響時，氯鹽可做為重要評估指標項目之一。

(九)大腸桿菌群（Coliform group）

大腸桿菌群為一群常見寄生於動物腸道的短桿狀細菌，常存在於糞便中。這些細菌大部分並不會引起疾病，但可以用來做為水體受到糞便污染的一種指標。在學理上，大腸桿菌群係指能分解乳醣而產氣之所有好氧及兼氧性的無芽孢短桿菌，在顯微鏡下觀察呈革蘭氏染色陰性反應。大腸桿菌在水中無法直接繁殖，而溫血動物糞便中普遍含有這類細菌，因此若於水中檢測出大量大腸桿菌，表示水體在短時間內曾受人類或動物排泄物污染。由於大腸桿菌與其他致病菌同樣來自溫血動物，而其在水中的生存時間較致病菌長，若在水中未檢驗出大腸桿菌群，則這個水體含有其他致病菌的機會更小，因此大腸桿菌群為評估水體品質的一項常用生物指標。

(十)汞 (Hg)

汞為全球第一級污染物質，為水域中污染最廣泛的一種重金屬毒物，進入水域的汞污染物質主要有三種形式分別是金屬、無機汞化合物及有機汞化合物。無機汞可藉由水中微生物作用而轉換成有機汞，毒性增加。汞是累積性毒物，對人體健康傷害性極大，有機汞和無機汞主要影響分別為中樞神經系統和腎臟傷害等。

(十一)鉻 (Cr)

鉻是人類與許多生物必須的一種微量金屬元素，但濃度過高則有毒性，鉻有+2、+3、+6 價三種價態，其毒性與其存在的狀態有很大

的關係。三價鉻是人體必須的元素，為維持醣代謝之必要元素，而六價鉻對人類具有強烈毒性，會造成皮膚粗糙、肝臟受損，具有致癌性並會在體內累積。一般天然水體中鉻含量很低，而海水中更少。

(十二)硒 (Se )

硒一般以無機的形式存在，硒在環境中會因為蒸散作用，使得水域中所含的硒及其化合物蒸發至空氣中，隨著大氣對流至其他地區再凝結成雨，進行硒的循環作用。硒是生物體必須的微量金屬元素，但過量的硒會因起「硒中毒」其症狀與砷相同。

(十三)鎘 (Cd )

鎘在自然界中不是以單一元素存在，天然水中鎘濃度通常很低。鎘金屬是一種累積性毒物,鎘中毒會引起痛痛病,對呼吸道產生刺激，長期暴露將造成嗅覺喪失症、牙齦黃斑或漸成黃圈，鎘化合物不易被腸道吸收，但可經呼吸道被人體吸收，積存於肝或腎臟造成危害。

(十四)鉛 (Pb )

鉛具有累積、代謝性毒性，在天然水體中，鉛的存在形式有許多種，鉛化合物一般難溶於水，而且容易被吸附沈澱。主要來自蓄電池製造業之廢水或廢棄物處理不當而排出時,含量偏高的鉛會污染水體;而汽油中添加之鉛化合物,於燃燒時形成含鉛粒狀污染物逸散至空氣,最後降至地表或因雨水淋洗帶進水體，也會造成水中鉛含量增加。

(十五)砷 (As )

砷有+5、+3、0、-3 等四種不同價態存在，在水中一般以砷化合物形態存在，如在溶氧量及 pH 值均較高的表水層水域中，砷幾乎都以+5 價的砷酸鹽形式存在；相反地，在溶氧量與 pH 值均較低的深層水域中，砷幾乎以+3 價的砷酸鹽或硫化砷形式存在。砷化物為毒性甚強之物質，砷對人體之長期危害主要包括烏腳病、癌症（皮膚癌、肺臟癌、膀胱癌）、心臟病、糖尿病與高血壓等。

本計畫針對試驗場址地面水及地下水三次水質採樣分析結果，如表 5.5-1~5.5-3，在基本水質檢測部分：

(一) 三次採樣分析結果，pH 值分析結果均符合飲用水水源水質標準。BH-1、BH-2、 BH-3 和 BH-6 的導電度高於灌溉水水質標準上限，其中又以 1、2 月份枯水期為高，若將直接引用灌溉會產生高滲透壓影響作物之水分吸收能力，對土壤亦產生鹽分積聚，土壤有鹽鹼化之虞。

(二) 氨氮值普遍有高於飲用水標準之情況，1、2 月時氨氮濃度則偏低多低於管制標準，僅 BH-2 及 BH-3 測站的氨氮測值仍高於管制值，水體中的氨氮可表示該水體受污染時間較短，若其含有過量之氨氮將增加承受水體之負荷，導致水質惡化。

(三) 所有測站之氯鹽測值皆符合飲用水水源水質標準，顯示水體中氯鹽還不致於會對人體產生不良影響。

(四) 整體而言，本試驗場址之地下水導電度略高於灌溉水標準，懸浮固體及濁度略高於相關水質法規標準 。 地下水中汞(Hg )、鎘(Cd)、硒(Se)普遍高於相關水質法規標準 。 除此之外，其他檢測項目皆符合相關水質法規標準。

依據當地土地使用形態主要為農業活動，如果土壤中累積過多肥料將造成土壤鹽分增加，即可能導致地下水導電度偏高，然而亦可能為其他原因造成(例如水中鐵錳等金屬含量偏高等)。此外為使地下水位變化監測更靈敏及微水試驗更準確，本計畫臨時水位觀測井於地表 2m 以下採開孔包網式篩管，開孔率大，洗井後一段期間水質即可能略為混濁，此為地下水中懸浮固體與濁度可能偏高原因之一，建議未來水質採樣應於洗井完成後儘快進行。

(五) 高屏溪地面水中濁度、懸浮固體、大腸桿菌、汞(Hg )、鎘(Cd)檢測值偏高，超過水質法規標準。部分項目:如化學需氧量、總有機碳、氯鹽、鉛(Pb)、鉻(Cr)均檢測出濃度並未超出水質法規標準，建議列入觀測項目之一。

(六) 高屏溪地面水中濁度、懸浮固體、大腸桿菌、汞(Hg )、鎘(Cd)檢測值偏高，不符相關水質法規標準。

(七) 部分水質檢測項目不符相關水質標準，其可能原因在無實際查證依據下，難以具體說明，建議後續計畫應持續進行水質檢測分析，以長時

## 表 5.5-1　100 年 10 月水質檢測分析結果及各項水質標準管制值比較表(1/2)

| | BH-1 | BH-2 | BH-3 | BH-4 | BH-5 | BH-6 | 溪流樣站 | 飲用水水源水質標準[a] | 飲用水水源水質標準[b] | 飲用水水質標準 | 灌溉水水質標準 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| pH | 6.57 | 6.52 | 6.48 | 7.05 | 6.86 | 6.81 | 7.8 | --- | --- | 6.0~8.5 | 6.0~9.0 |
| 導電度 (μS/cm) | **855** | **1361** | **851** | 508 | 575 | **890** | 296 | --- | --- | --- | 750 |
| 濁度 (NTU) | **11.3** | **37.7** | **19.4** | **24.1** | **7.05** | **18.8** | **179** | --- | 4 | 2 | --- |
| 氨氮 (mg/L) | **0.52**[d] | **3.26** | **0.3**[d] | **0.33**[d] | ND | **0.99**[d] | ND | 1 | 0.1 | 0.1 | --- |
| 大腸桿菌群 CFU/100mL | ND | **44.5**[c] | **10**[c] | **14.5**[c] | 4.5 | **18**[c] | **106.5** | 50 | 6、50 | 6 | --- |
| 化學需氧量 (mg/L) | 13.5 | **58.3** | 9.5 | 16 | 4.5 | **32.5** | 24 | 25 | --- | --- | --- |
| 懸浮固體 (mg/L) | 92.62 | **211.0** | **185.0** | **200.0** | 22.0 | 69.25 | **1278.75** | --- | --- | --- | 100 |
| 總有機碳(mg/L) | 2.17 | **13.4** | 1.41 | **4.39** | 2.13 | **7.41** | 1.48 | 4 | --- | --- | --- |

註：[a]地面水體或地下水體作為自來水及簡易自來水之飲用水水源者，其水質應符合上列規定。

[b]地面水體或地下水體作為社區自設公共給水、包裝水、盛裝水及公私場所供公眾飲用之連續供水固定設備之飲用水水源者，其單一水樣水質應符合上列規定。

[c]高於飲用水質標準、低於飲用水源水質標準。

[d]僅低於飲用水源水質標準[a]。超過標準的測質以底線標記。

# 表 5.5-1　100 年 10 月水質檢測分析結果及各項水質標準管制值比較表(2/2)

| | BH-1 | BH-2 | BH-3 | BH-4 | BH-5 | BH-6 | 溪流樣站 | 飲用水水源水質標準 [a] | 飲用水水源水質標準 [b] | 飲用水水質標準 | 灌溉水水質標準 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 氯鹽 (mg/L) | 23.49 | 21.49 | 17.0 | 17.0 | 17.50 | 23.49 | 55.98 | --- | 250 | --- | --- |
| Hg (ppm) | **0.035** | **0.016** | **0.030** | **0.021** | **0.017** | ND | **0.04** | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 |
| As (ppm) | ND | ND | ND | ND | ND | 0.002 | ND | 0.05 | 0.05 | 0.01 | 0.05 |
| Pb (ppm) | 0.043 | 0.038 | 0.044 | ND | ND | ND | 0.004 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.1 |
| Cd (ppm) | **0.033** [d] | **0.032** [d] | **0.032** [d] | **0.007** [c] | **0.008** [c] | **0.008** [c] | **0.007** [c] | 0.01 | 0.005 | 0.005 | 0.01 |
| Cr (ppm) | 0.026 | 0.028 | 0.025 | 0.023 | 0.024 | 0.025 | 0.026 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.1 |
| Se (ppm) | **0.030** [d] | **0.027** [d] | **0.047** [d] | **0.024** [d] | **0.039** [d] | **0.022** [d] | ND | 0.05 | 0.01 | 0.01 | 0.02 |

註：[a] 地面水體或地下水體作為自來水及簡易自來水之飲用水水源者，其水質應符合上列規定。

[b] 地面水體或地下水體作為社區自設公共給水、包裝水、盛裝水及公私場所供公眾飲用之連續供水固定設備之飲用水水源者，其單一水樣水質應符合上列規

定。

[c] 高於飲用水質標準、低於飲用水源水質標準。

[d] 僅低於飲用水源水質標準 [a]。超過標準的測質以底線標記。

## 表 5.5-2　101 年 1 月水質檢測分析結果及各項水質標準管制值比較表(1/2)

| | BH-1 | BH-2 | BH-3 | BH-4 | BH-5 | BH-6 | 溪流樣站 | 飲用水水源水質標準 [a] | 飲用水水源水質標準 [b] | 飲用水水質標準 | 灌溉水水質標準 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| pH | 6.95 | 6.76 | 6.87 | 7.14 | 7.06 | 7.02 | 7.96 | --- | --- | 6.0~8.5 | 6.0~9.0 |
| 導電度 (μS/cm) | **1047.6** | 496.6 | **975.9** | **1283.1** | **1303.0** | **2295.8** | **2132.5** | --- | --- | --- | 750 |
| 濁度 (NTU) | **46.4** | **32.0** | **24.9** | **28.0** | **15.8** | **28.4** | **41.9** | --- | 4 | 2 | --- |
| 氨氮 (mg/L) | 0.08 | 4.85 | 4.39 | 0.07 | 0.03 | 0.01 | 0.09 | 1 | 0.1 | 0.1 | --- |
| 大腸桿菌群 CFU/100mL | ND | ND | ND | ND | ND | **20** [c] | **7.5** [c] | 50 | 6、50 | 6 | --- |
| 化學需氧量 (mg/L) | 11.0 | **31.0** | 12.0 | **27.0** | 25.0 | **67.0** | **63.0** | 25 | --- | --- | --- |
| 懸浮固體 (mg/L) | **298.00** | 48.50 | **117.50** | **247.00** | 53.25 | **189.25** | 77.25 | --- | --- | --- | 100 |
| 總有機碳(mg/L) | 2.04 | **4.32** | 1.09 | 2.99 | 1.12 | 1.85 | 1.05 | 4 | --- | --- | --- |

註：[a] 地面水體或地下水體作為自來水及簡易自來水之飲用水水源者，其水質應符合上列規定。

[b] 地面水體或地下水體作為社區自設公共給水、包裝水、盛裝水及公私場所供公眾飲用之連續供水固定設備之飲用水水源者，其單一水樣水質應符合上列規

定。

[c] 高於飲用水質標準、低於飲用水源水質標準。

[d] 僅低於飲用水源水質標準 [a]。超過標準的測質以底線標記。

# 表 5.5-2　101 年 1 月水質檢測分析結果及各項水質標準管制值比較表(2/2)

| | BH-1 | BH-2 | BH-3 | BH-4 | BH-5 | BH-6 | 溪流樣站 | 飲用水水源水質標準 [a] | 飲用水水源水質標準 [b] | 飲用水水質標準 | 灌溉水水質標準 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 氯鹽 (mg/L) | 22.00 | 46.49 | 12.01 | 12.01 | 10.51 | 10.50 | 26.01 | --- | 250 | --- | --- |
| Hg (ppm) | **0.050** | **0.040** | **0.036** | **0.032** | **0.033** | **0.033** | **0.032** | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 |
| As (ppm) | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | 0.05 | 0.05 | 0.01 | 0.05 |
| Pb (ppm) | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.1 |
| Cd (ppm) | **0.006** [c] | **0.006** [c] | **0.006** [c] | **0.006** [c] | **0.006** [c] | **0.006** [c] | **0.006** [c] | 0.01 | 0.005 | 0.005 | 0.01 |
| Cr (ppm) | 0.020 | 0.018 | 0.019 | 0.016 | 0.019 | 0.017 | 0.018 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.1 |
| Se (ppm) | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | 0.05 | 0.01 | 0.01 | 0.02 |

註：[a] 地面水體或地下水體作為自來水及簡易自來水之飲用水水源者，其水質應符合上列規定。

[b] 地面水體或地下水體作為社區自設公共給水、包裝水、盛裝水及公私場所供公眾飲用之連續供水固定設備之飲用水水源者，其單一水樣水質應符合上列規

定。

[c] 高於飲用水質標準、低於飲用水源水質標準。

[d] 僅低於飲用水源水質標準 [a]。超過標準的測質以底線標記。

## 表 5.5-3　101 年 2 月水質檢測分析結果及各項水質標準管制值比較表(1/2)

| | BH-1 | BH-2 | BH-3 | BH-4 | BH-5 | BH-6 | 溪流樣站 | 飲用水水源水質標準[a] | 飲用水水源水質標準[b] | 飲用水水質標準 | 灌溉水水質標準 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| pH | 7.05 | 6.91 | 7.02 | 7.06 | 7.09 | 6.93 | 6.03 | --- | --- | 6.0~8.5 | 6.0~9.0 |
| 導電度 (μS/cm) | **1042.7** | 472.91 | **970.4** | **1214.31** | **1131.93** | **815.55** | **1668.29** | --- | --- | --- | 750 |
| 濁度 (NTU) | **23.0** | **39.0** | **139.0** | **27.4** | **19.0** | **112.5** | **119.0** | --- | 4 | 2 | --- |
| 氨氮 (mg/L) | 0.06 | **3.97** | ND | ND | ND | **0.59**[c] | **0.17**[c] | 1 | 0.1 | 0.1 | --- |
| 大腸桿菌群 CFU/100mL | ND | **9.0**[c] | ND | ND | **7.5**[c] | 3.5 | **52.5** | 50 | 6、50 | 6 | --- |
| 化學需氧量 (mg/L) | 15.0 | 17.0 | 14.0 | 14.0 | 6.0 | 20.0 | **27.0** | 25 | --- | --- | --- |
| 懸浮固體 (mg/L) | **106.63** | 44.50 | **171.75** | **258.25** | 99.75 | **401.50** | **413.75** | --- | --- | --- | 100 |
| 總有機碳(mg/L) | 1.69 | 3.18 | 1.09 | 1.56 | 1.34 | 1.96 | 1.06 | 4 | --- | --- | --- |

註：[a]地面水體或地下水體作為自來水及簡易自來水之飲用水水源者，其水質應符合上列規定。

[b]地面水體或地下水體作為社區自設公共給水、包裝水、盛裝水及公私場所供公眾飲用之連續供水固定設備之飲用水水源者，其單一水樣水質應符合上列規

定。

[c]高於飲用水質標準、低於飲用水源水質標準。

[d]僅低於飲用水源水質標準[a]。超過標準的測質以底線標記。

## 表 5.5-3　101 年 2 月水質檢測分析結果及各項水質標準管制值比較表(2/2)

| | BH-1 | BH-2 | BH-3 | BH-4 | BH-5 | BH-6 | 溪流樣站 | 飲用水水源水質標準 [a] | 飲用水水源水質標準 [b] | 飲用水水質標準 | 灌溉水水質標準 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 氯鹽 (mg/L) | 16.01 | 43.51 | 12.51 | 13.01 | 13.01 | 20.49 | 6.01 | --- | 250 | --- | --- |
| Hg (ppm) | **0.078** | **0.030** | **0.060** | **0.053** | **0.046** | **0.101** | **0.039** | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 |
| As (ppm) | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | 0.05 | 0.05 | 0.01 | 0.05 |
| Pb (ppm) | **0.176** | **0.175** | **0.176** | **0.179** | **0.171** | **0.175** | **0.171** | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.1 |
| Cd (ppm) | **0.114** | **0.113** | **0.113** | **0.113** | **0.113** | **0.113** | **0.113** | 0.01 | 0.005 | 0.005 | 0.01 |
| Cr (ppm) | **0.110** | **0.111** | **0.110** | **0.109** | **0.109** | **0.109** | **0.109** | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.1 |
| Se (ppm) | **0.087** | **0.121** | **0.041** [d] | **0.052** | **0.050** [d] | ND | 0.009 | 0.05 | 0.01 | 0.01 | 0.02 |

註：[a] 地面水體或地下水體作為自來水及簡易自來水之飲用水水源者，其水質應符合上列規定。

[b] 地面水體或地下水體作為社區自設公共給水、包裝水、盛裝水及公私場所供公眾飲用之連續供水固定設備之飲用水水源者，其單一水樣水質應符合上列規

定。

[c] 高於飲用水質標準、低於飲用水源水質標準。

[d] 僅低於飲用水源水質標準 [a]。超過標準的測質以底線標記。

間分析結果及當地現況進行可能因素之探討。

## 5.6 同位素水質採樣分析

一、環境同位素技術

環境同位素技術之原理，是利用存在於自然水文環境中的穩定和放射性同位素，藉著環境因物理化學因子改變或動力作用所產生的同位素分化作用(isotope fractionation)，形成濃度互異的同位素組成而保存於水圈中。因此，水體中變遷的訊息可藉由環境同位素濃度的變化而表現出來，相較於人工標定的方法，環境同位素技術沒有污染的顧慮。一般而言，最常使用的環境同位素包括氫、氧穩定同位素和放射性碳、氚同位素。

氫、氧穩定同位素在水文環境中的變化是基於同位素熱力學平衡之分化作用所致，同位素分化是指當物質發生某種物理或化學性的變化時，同位素的產物及反應物在反應中具有差異，以不同比例分配在產物和反應物中。水氣從海水蒸發到冷凝降水期間發生熱力及動力變化，不同種類同位素水分子($H_2{}^{16}O$、$HD^{16}O$、$H_2{}^{18}O$) 的蒸氣壓和擴散速度不同，因此發生同位素分化作用，使得降水中的氫、氧同位素組成偏離初始海水的組成。不同的同位素分化程度及環境溫度變化將造成不同偏移量，此偏移量形成一種自然的標記，這標記包含著氫、氧同位素從蒸發、冷凝降雨到入滲形成地下水的過程中的變化意義。同時，在一般常溫(< 50°C)的自然環境情況下，水體中的氫、氧穩定同位素不易改變其原來的組成，因此氫、氧穩定同位素應用在水文方面之研究是利用其具守恆的地球化學特性。

由於地形、季節變化或水體的蒸發作用會造成同位素分化及富集，在蒸發的過程中，水體中較輕的同位素($^1H$、$^{16}O$)會優先離開水面，因此剩下的水會越來越富集重同位素(D、$^{18}O$)。在快速蒸發的湖泊和水庫中，水中同位素富集作用是很顯著的，而使湖水的同位素組成不同於週遭之水體，則此富集的同位素就可成為研究相關水體間水力連繫的重要指標 (IAEA, 1983)。

二、氫氧穩定同位素

自然界中之水體主要是由氫與氧兩元素所組成，此兩種元素各自有其同位素，故組成的水就有不同的同位素含量。由於同位素效應，在所有之水分子組成中，以 $H_2{}^{16}O$ 最易被蒸發，在液-氣平衡時，較重的水就較容易以液體的型式呈現，而氣相中的水分子，也會因為所屬地區的溫度、緯度、高度及本身水分子中輕重同位素含量分布的影響，造成同位素組成不同的現象(陳佩芬等，1990)，在水文循環中，氧同位素的分化作用如圖 5.6-1 所示。

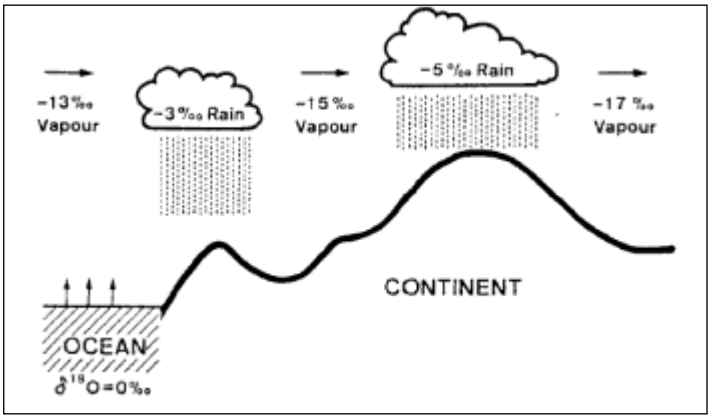



**圖 5.6-1 大氣水循環過程中氧同位素分化情形(修改自 Hoefs，1987)**

三、採集水樣

本計畫於計畫期間將針對 3 口臨時監測井及鄰近高屏溪地面水 1 處，進行 2 次水質同位素採樣分析，以研判其水體水源來源。採集方式為將現場所採集到之水樣，盛入容積為 100ml 之 Polypropylene 採樣瓶中，並於採樣瓶中加入少許之氯化汞(HgCl2)，目的為保持水樣之水質及防止微生物孳生。

本計畫委託中央研究院地球科學所同位素水文實驗室測定水樣之氫氧同位素，該實驗室是以 IAEA(International Atomic Energy Agency,國際原子能總署) 所分發的標準水樣 V-SMOW (Vienna Standard Mean Ocean Water，$\delta D = 0‰$，$\delta^{18}O = 0‰$) ，及 SLAP (Standard Light Antarctic Precipitation，$\delta D = -428‰$，$\delta^{18}O = -55‰$) 作為校正基準的參考標本。以 δD 及 $\delta^{18}O$ 分別代表水樣相對於標準

海水 (Standard Mean Ocean Water, SMOW) 的氫、氧同位素組成之間的差值，其定義為：

$$\delta = (\frac{R_{Sample}}{R_{SMOW}} - 1) \times 1000$$

單位以‰表示，其中 R 為 $D/^{1}H$、$^{18}O/^{16}O$。

根據測定，氧同位素的分析精確度可達 0.10 ‰ (1σ)，氫同位素則可達 1.5 ‰ (1σ)。氫氧穩定同位素之分析流程如圖 5.6-2 所示，本計畫採樣分析結果如表 5.6-1。

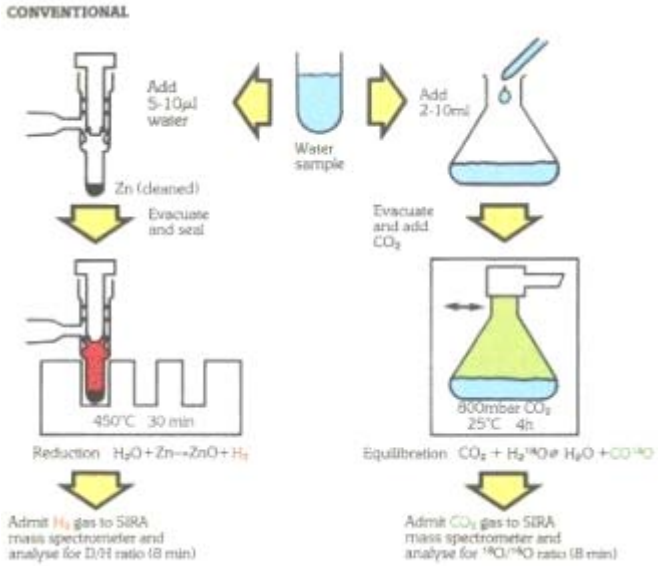



**圖 5.6-2 氫氧穩定同位素組成分析示意圖**

**表 5.6-1 調查區水體之氫、氧同位素組成 (單位‰)**

| | 10.19 | | 12.1 | | 12.15 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $d^{18}O$ | dD | $d^{18}O$ | dD | $d^{18}O$ | dD |
| 地下水觀測井-BH-4 | -8.02 | -53.3 | -7.94 | -53.6 | -8.05 | -55.3 |
| 地下水觀測井-BH-5 | -8.81 | -59.2 | -8.62 | -59.7 | -8.64 | -59.4 |
| 地下水觀測井-BH-6 | -8.75 | -59.5 | -8.35 | -57.5 | -8.20 | -55.0 |
| 高屏溪地表水 | - | - | -10.91 | -76.0 | -10.31 | -72.0 |
| 荖濃溪地表水 | - | - | -11.93 | -84.2 | -10.36 | -72.3 |
| 屏東科技大學採樣雨水 | -2.90 | -32.4 | -5.30 | -40.1 | - | - |
| 屏東市區採樣雨水 | -5.38 | -39.2 | -2.84 | -32.9 | - | - |

四、採氫氧同位素組成分析

(一)雨水氫氧同位素分析

圖 5.6-3 為雨水氫氧穩定同位素組成分佈圖，包括本計畫期間所採集 3 個樣本與前人研究採集 20 樣本(簡銘成，2007)本計畫雨水氫氧同位素值($\delta^{18}O$ =-2.84‰ -5.57‰；δD =-32.9‰~ -41.3‰)與前人研究屏東平原雨水氫氧同位素值分佈範圍廣($\delta^{18}O$ = -1.05‰~-5.38‰；δD =-32.4‰~-39.2‰)比較，大致上均沿著屏東平原之天水線分佈。

(二)地面水氫氧同位素分析

高屏溪流域之地面水氫氧同位素組成如圖 5.6-4 所示，根據圖中同位素值之分佈情況來看，里港大橋為 $\delta^{18}O$ = -10.31‰~-10.91‰；δD = -72‰~-76‰；斜張橋為 $\delta^{18}O$ = -10.36‰~-11.93‰；δD = -72.3‰~-84.2‰。

(三)地下水氫氧同位素分析

而計畫區內 3 口地下水觀測井(δ18O = -7.94‰~-8.62‰；δD = -53.6‰~-59.7‰)之分佈範圍相對較窄，顯示地下水來源較為單純，如圖 5.6-5。

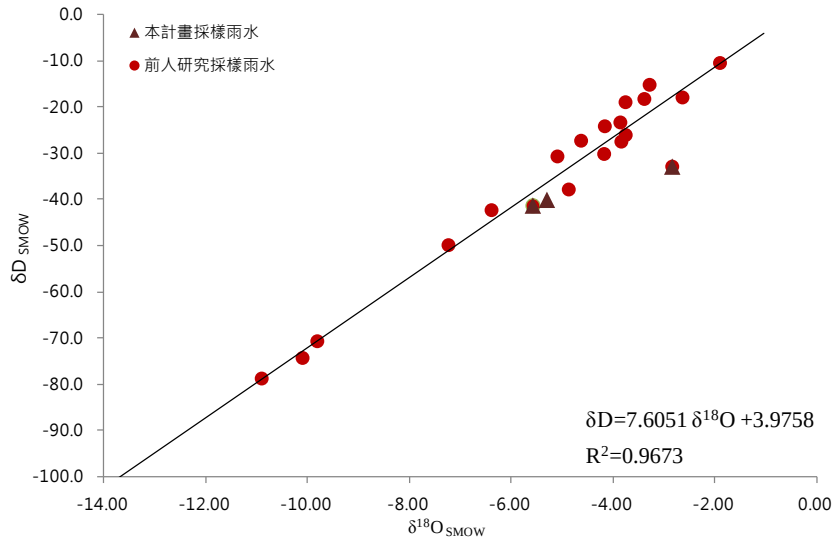



**圖 5.6-3 雨水氫氧同位素組成分佈圖**

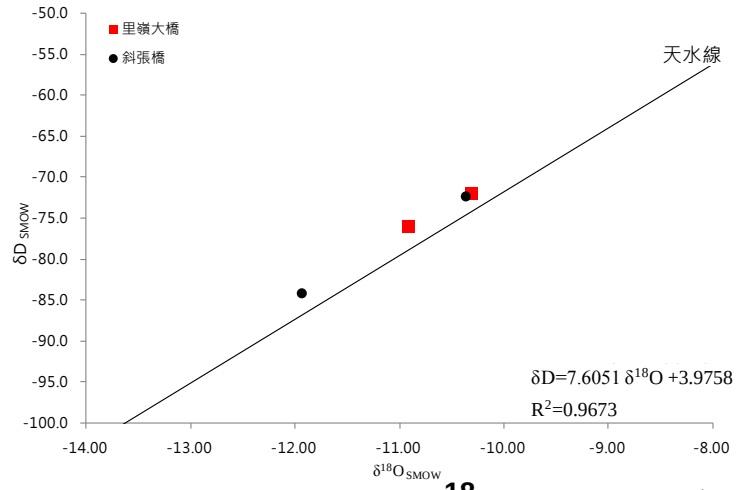



**圖 5.6-4 地面水水體之 $\delta^{18}O$ 與 δD 分布圖**

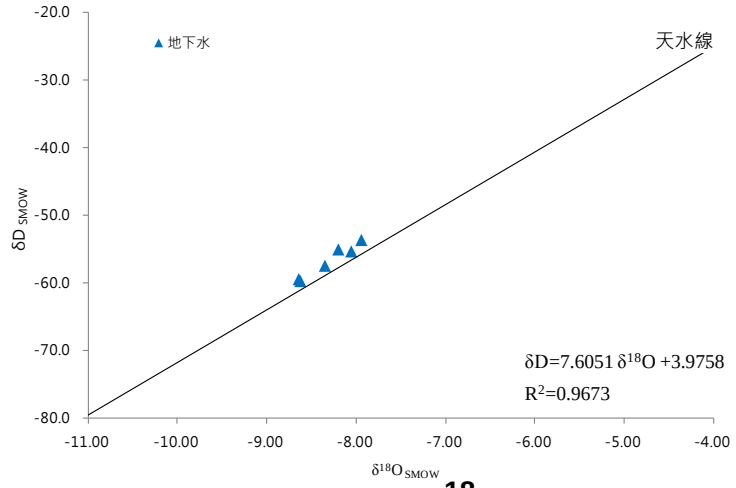



**圖 5.6-5 地面水水體之 $\delta^{18}O$ 與 δD 分布圖**

五、地下水補注源分析

屏東平原之地下水可分為四個分區，均受平原降雨及位於不同分區內河川之入滲補注，本研究擬利用林邊溪雨水及山區河水之氫氧同位素組成，進行質量平衡(mass balance)分析，嘗試分析雨水及河水補注源在高屏溪上游地區分別所佔之比例(江崇榮、汪中和，2002)，各水源同位素組成平均值如表 5.6-2~表 5.6-4。質量平衡之計算式如式 1 所示：

$$C(V_B + V_A) = BV_B + AV_A$$

$$C = B\frac{V_B}{V_B + V_A} + A\frac{V_A}{V_B + V_A} = BX + A(1 - X) \quad (1)$$

C:地下水之穩定同位素組成(‰)

$V_B$：山區河水補注體積

$V_A$：平原雨水補注體積

B ：山區河水穩定同位素組成(‰)

A ：平原雨水穩定同位素組成(‰)

X ：山區河水補注比例

1-X：平原雨水補注比例

汪中和(1996)提出屏東平原雨水氫氧同位素在旱季時之平均值為 $\delta^{18}O$ = -5.63‰、δD = -35.8‰；雨季時平均值為 $\delta^{18}O$ = -7.53‰、δD = -49.7‰，經乾、旱季之雨水百分比加權計算後得到 $\delta^{18}O$ = -7.38‰、δD = -48.6‰。 經由質量平衡分析後，得到含水層(F1)之平原雨水補注為 $\delta^{18}O$：74%、δD：70%，河水補注為 $\delta^{18}O$：26%、δD：30%。總觀分析雨水補注 72%，河水補注 28%。

**表 5.6-2 地下水同位素組成平均值**

| δ18O(‰) | | δD(‰) | | 樣本數 n |
|---|---|---|---|---|
| 平均值 X | 標準差 σn-1 | 平均值 X | 標準差 σn-1 | |
| -8.30 | 0.29 | -56.78 | 2.5 | 6 |

**表 5.6-3 地面水同位素組成平均值**

| δ18O(‰) | | δD(‰) | | 樣本數 n |
|---|---|---|---|---|
| 平均值 X | 標準差 σn-1 | 平均值 X | 標準差 σn-1 | |
| -10.88 | 0.75 | -76.12 | 5.6 | 4 |

(註：地面水採用里港大橋與斜張橋之樣本)

**表 5.6-4 地下水補注源比例**

| 地下含水層 | $\delta^{18}O$ 質量平衡 | | δD 質量平衡 | |
|---|---|---|---|---|
| | 雨水 1-X (%) | 河水 X (%) | 雨水 1-X (%) | 河水 X (%) |
| F1 | 74 | 26 | 70 | 30 |

六、討論分析

本計畫初步分析獲得雨水補注地下水大約 72%，河水補注地下水約 28%，而本計畫區域臨近高屏溪河岸，由初步研判仍會受到河川補注的影響。回顧文獻資料指出，江崇榮與汪中和(2002)提出屏東平原四大地下水分區，本計畫屬於在第四區域內，指出此區域地下水來源為主要是雨水補注，如圖 5.6-6。汪中和(2006)提供屏東平原地下水全區主要地下水補注來源，根據同位素 $\delta^{18}O$ 推估結果，本計畫區域位於西側山區有地下水補注來源，如圖 5.6-7。

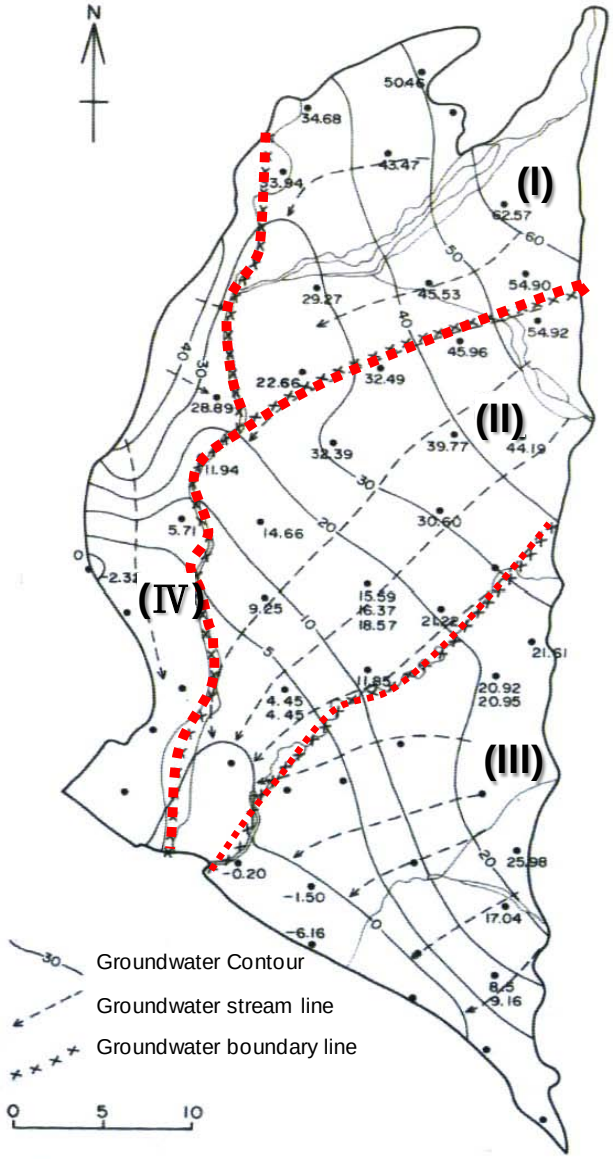



**圖 5.6-6 地下水流線及地下水分區圖**

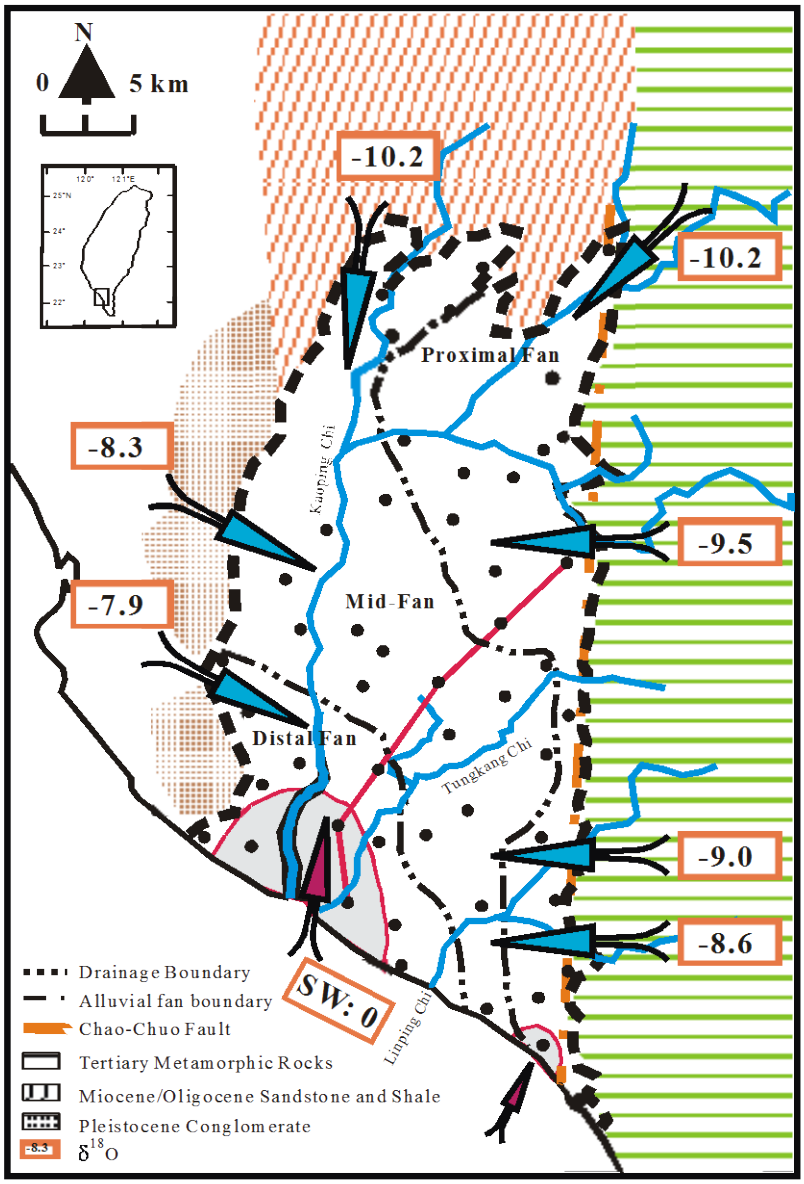



**圖 5.6-7 同位素 $\delta^{18}O$ 分析地下水來源示意圖(汪中和提供，2006)**

## 5.7 抽水試驗及分析

一、試驗抽水井及觀測井設置

本計畫於 2011/10/12 及 10/14 期間進行 1 口抽水井及 2 口試驗觀測井之設置工作，位置位於試驗場址地號 R79 之河川地，依據本區水文地質特性，規劃 2 口觀測井分別距離抽水井 3m 及 6m，觀測井採與抽水井直線排列，井配置圖如圖 5.7-1 所示。鑿井機具及作業前自主檢查表詳附錄八。

抽水井設置井徑為 8 英吋，井深為地表下 30m，2 口試驗觀測井設置井徑為 2 英吋，井深為地表下 10m。依據抽水井及觀測井鑿設時現場水文地質情況得知，本區豐水期之地下水位約位於地表下 3.5m~4m 左右。現場地質狀況，由於 2009 年莫拉克颱風之大量土石淹埋本區域之河川地，因此地表下 2m 左右為當時遭掩埋之砂土，2m~8m 主要以棕灰色粗中細砂夾砂礫為主，8m~30m 期間主要為粗中細砂、砂礫、卵石互層及混層之情況，上層所夾卵石較小數量也較少，愈往下卵石增多，並伴隨者較大之卵石，互層及混層頻繁，難以區分明確之分層。

本計畫試驗抽水井及觀測井設置之現場照片如圖 5.7-2，井設置暨地質柱狀圖及井相關基本資料如圖 5.7-3~圖 5.7-5 所示。

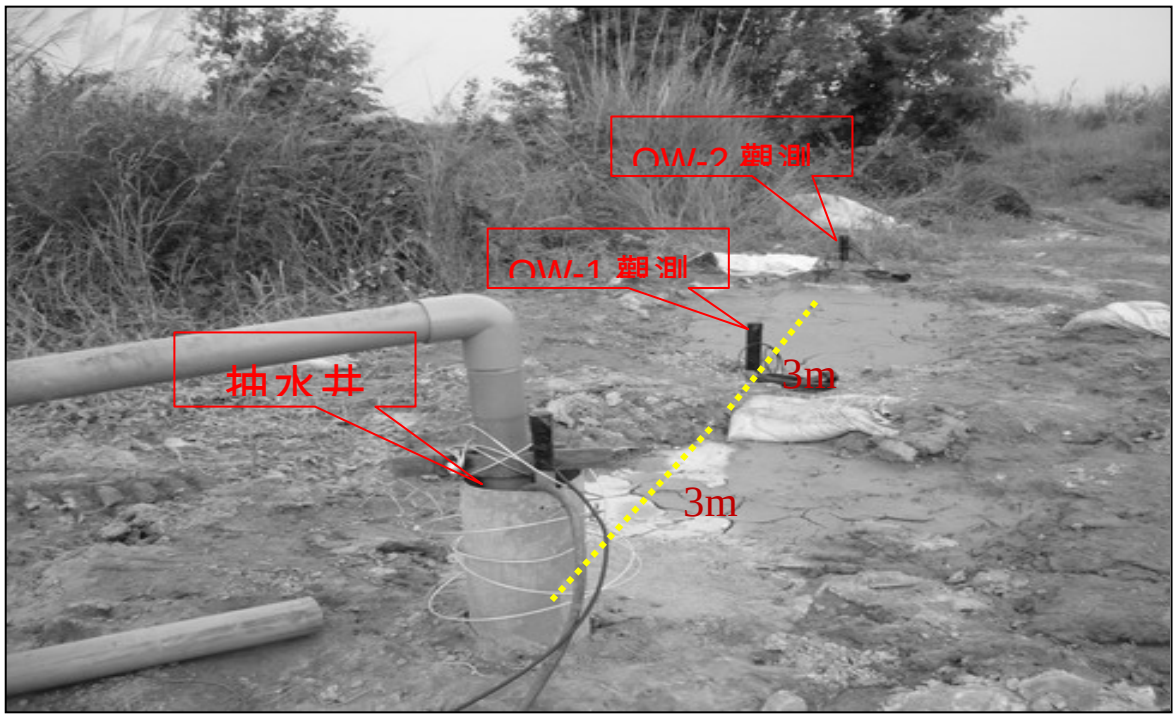



**圖 5.7-1 抽水井及觀測井配置圖**



人工試挖



鑽機定位及施作



井篩及井管



置管作業



粗砂濾料回填



井設置完成

**圖 5.7-2 抽水井及觀測井設置現場照片**

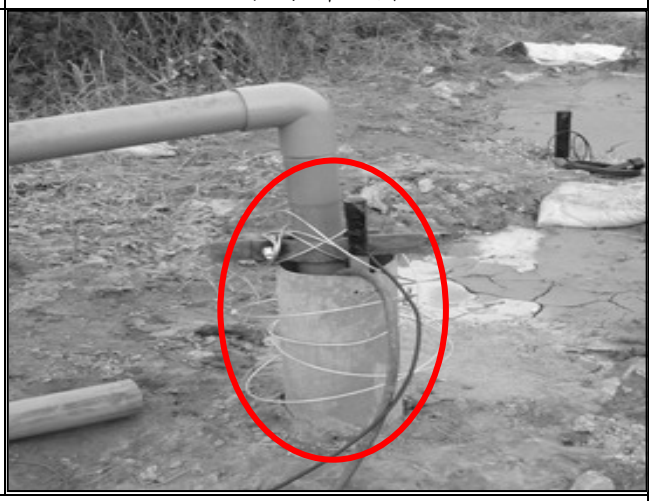
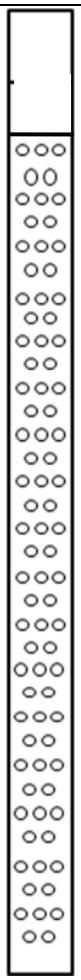
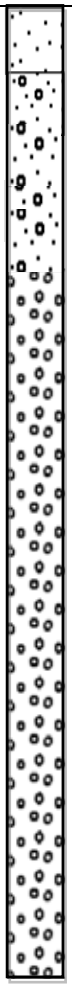
<table>
<tr><td>抽水井基本資料</td><td colspan="3">抽水井照片</td></tr>
<tr><td>1.開鑿日期：民國 100 年 10 月 12 日<br>2.完鑿日期：民國 100 年 10 月 13 日<br>3.井編號：PW-01(抽水井)<br>4.鑿井方法：機械衝擊法<br>5.井孔口徑：10~12 吋<br>6.井徑:8 英吋<br>7.井深度：地表下 30m<br>7.井管材料及規格：PVC 厚管<br>8.地下水位：井頂下 3.62m</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="4">井設置深度及地質調查描述</td></tr>
<tr><td>井管及濾水管位置</td><td>地表下深度(M)</td><td>柱狀圖</td><td>土質描述</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>0m~2m 淹埋土(莫拉克颱風)<br><br>2m~8m 棕灰色粗中細砂夾砂礫<br><br>8m~30m 粗中細砂、砂礫、卵石互層及混層</td></tr>
</table>

**圖 5.7-3　抽水井基本資料暨地層柱狀圖**

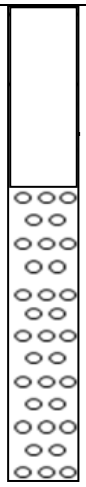
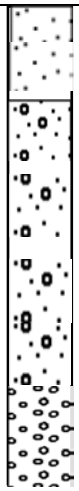
<table>
<tr><td>OW-01 觀測井基本資料</td><td colspan="3">OW-01 觀測井照片</td></tr>
<tr><td>1.開鑿日期：民國 100 年 10 月 14 日<br>2.完鑿日期：民國 100 年 10 月 14 日<br>3.井編號：OW-01(觀測井)<br>4.鑿井方法：機械衝擊法<br>5.井孔口徑：4~6 吋<br>6.井徑:2 英吋<br>7.井深度：地表下 10m<br>7.井管材料及規格：PVC 管<br>8.地下水位：井頂下 3.20m</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="4">井設置深度及地質調查描述</td></tr>
<tr><td>井管及濾水管位置</td><td>地表下深度(M)</td><td>柱狀圖</td><td>土質描述</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>0m~2m 淹埋土(莫拉克颱風)<br><br>2m~8m 棕灰色粗中細砂夾砂礫<br><br>8m~10m 粗中細砂、砂礫、卵石互層及混層</td></tr>
</table>

**圖 5.7-4　觀測井基本資料暨地層柱狀圖**

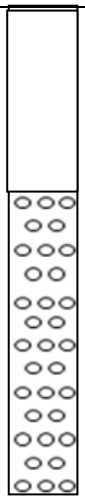
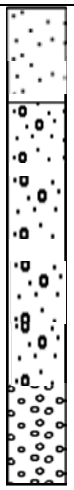
<table>
<tr><td>OW-02 觀測井基本資料</td><td>OW-02 觀測井照片</td></tr>
<tr><td>1.開鑿日期：民國 100 年 10 月 14 日<br>2.完鑿日期：民國 100 年 10 月 14 日<br>3.井編號：OW-02(觀測井)<br>4.鑿井方法：機械衝擊法<br>5.井孔口徑：4~6 吋<br>6.井徑:2 英吋<br>7.井深度：地表下 10m<br>7.井管材料及規格：PVC 管<br>8.地下水位：井頂下 3.35m</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">井設置深度及地質調查描述</td></tr>
<tr><td colspan="2"><table>
<tr><td>井管及濾水管位置</td><td>地表下深度(M)</td><td>柱狀圖</td><td>土質描述</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>0m~2m 淹埋土(莫拉克颱風)<br><br>2m~8m 棕灰色粗中細砂夾砂礫<br><br>8m~10m 粗中細砂、砂礫、卵石互層及混層</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

**圖 5.7-5　觀測井基本資料暨地層柱狀圖**

二、試驗流程及步驟

依據地質鑽探結果，本試驗場址屬於非受壓含水層(Unconfined aquifer)，因此採用適當之抽水量進行定量試水，連續抽水 72 小時，以求取 T、$S_Y$ 值，試驗進行期間為 2011/10/20 下午 18:20 至 2011/10/23 下午 18:20。抽水試驗步驟如下：

(1)以不同馬力之抽水馬達進行試水並觀測抽水井及觀測井之洩降(drawdown)情形，抽水觀測時間約 1 小時。

(2)裝設排水管及流量表。

(3)量測抽水井及觀測井淨水位並記錄。

(4)進行自計式水位計之紀錄時間設定。

(5)將自計式水位計裝設於抽水井及 2 口觀測井內。

(6)開啟抽水馬達進行抽水，並記錄時間。

(7)觀測流量之出水穩定，並以碼表量測 1 分鐘之流量數，換算為每日流量數。(於本試驗期間，每隔一段期間量測流量之出水情況，其穩定流量約為 1650CMD)。

(8)抽水 72 小時後，關掉抽水馬達，確認水位已回復至靜水位。

(9)將自計式水位計之資料下載帶回分析。

(10)將供電設備及抽水設備拆卸攜回。

本計畫抽水試驗現場照片如圖 5.7-6 所示，試驗水位紀錄表如表 5.7-1。

三、試驗結果分析

抽水試驗之結果，將依現地水文地質與所設置之抽水井及觀測井狀況，選取水井力學評估方法予以分析。本例經水文地質之研判，屬非受壓含水層，採用 Neuman(1975)方法予以分析其 T、S、$S_y$ 等水文地質參數值。



抽水馬達安裝



排水路設置



流量表安裝



地下水位量測



自計式水位計設定



自計式水位計安裝



試驗排水



試驗進行中

**圖 5.7-6 抽水試驗現場照片**

## 表 5.7-1　抽水井及觀測井水位洩降紀錄表

| Time (min) | Pumping Well (m) | OW-1 (m) | OW-2 (m) |
|---|---|---|---|
| 0.0333 | 0.989 | 0.380 | 0.198 |
| 0.05 | 1.432 | 0.410 | 0.251 |
| 0.0833 | 1.902 | 0.495 | 0.289 |
| 0.1 | 2.032 | 0.501 | 0.303 |
| 0.15 | 2.389 | 0.579 | 0.319 |
| 0.2 | 2.776 | 0.607 | 0.324 |
| 0.3 | 3.312 | 0.664 | 0.341 |
| 0.5 | 3.701 | 0.705 | 0.379 |
| 0.75 | 4.012 | 0.715 | 0.410 |
| 1 | 4.093 | 0.732 | 0.444 |
| 1.5 | 4.534 | 0.726 | 0.446 |
| 2 | 4.865 | 0.733 | 0.448 |
| 3 | 5.002 | 0.742 | 0.449 |
| 5 | 5.506 | 0.754 | 0.455 |
| 8 | 5.678 | 0.777 | 0.456 |
| 10 | 5.936 | 0.787 | 0.467 |
| 15 | 6.078 | 0.821 | 0.499 |
| 20 | 6.121 | 0.856 | 0.543 |
| 30 | 6.193 | 0.867 | 0.576 |
| 40 | 6.224 | 0.873 | 0.577 |
| 50 | 6.273 | 0.878 | 0.581 |
| 60 | 6.272 | 0.882 | 0.583 |
| 70 | 6.280 | 0.883 | 0.585 |
| 80 | 6.282 | 0.883 | 0.588 |
| 90 | 6.286 | 0.884 | 0.617 |
| 100 | 6.339 | 0.886 | 0.622 |
| 150 | 6.499 | 0.890 | 0.627 |
| 200 | 6.706 | 0.892 | 0.631 |
| 300 | 6.793 | 0.899 | 0.639 |
| 400 | 6.891 | 0.902 | 0.644 |
| 500 | 7.005 | 0.907 | 0.659 |
| 750 | 7.093 | 0.911 | 0.666 |
| 1000 | 7.182 | 0.921 | 0.685 |
| 1500 | 7.245 | 0.929 | 0.697 |
| 2000 | 7.287 | 0.940 | 0.760 |
| 3000 | 7.295 | 0.945 | 0.760 |
| 4000 | 7.299 | 0.945 | 0.761 |
| 4320 | 7.312 | 0.948 | 0.762 |

依據自由(非受壓)含水層的抽水後水位洩降行為可知，抽水初期主

要來自含水層之彈性貯存量的釋放，水壓迅速下降，但很少有水來自孔隙的重力給水，此期間水流特徵與受壓含水層(confined aquifer)情況類似。隨著抽水的進行，自由水面以上洩降錐中的重力水開始排出，形成對洩降錐內自由水層的補給，這段時間的水位下降速度小於純彈性釋水情況，洩降曲線明顯偏離受壓水層的 Theis 曲線，這一段期間稱為重力排水的滯後段。一般而言，其長短可以從幾分鐘到數週，取決於含水層的給水性質。隨著抽水的持續進行，洩降錐的擴展速度減緩，井附近洩降錐中的重力給水仍然進行中，但給水量變少，抽水量主要來自井外圍洩降錐中的水，如果抽水時間足夠長，則井附近的重力給水將變很少。由表 5.7-1 之觀測井水位情況可知，本案例基本吻合此特性。

依據表 5.7-1 抽水後之地下水位洩降結果，經由抽水井抽水後，將 OW-1 觀測井及 OW-2 觀測井的洩降水位套配於 Neuman 曲線具有滯後重力反應標準曲線族後，其 OW-1 觀測井及 OW-2 觀測井的前後段套配結果詳如圖 5.7-7(A)、圖 5.7-7(B)與圖 5.7-8(A)、圖 5.7-8(B)所示。

由套配結果可知，OW-1 最適之套配曲線均為 β=0.001、OW-2 最適之套配曲線均為 β=0.004，各觀測各觀測井套配結果如下：

OW-1 觀測井：

前段(Type A)： t=0.012 min,　s=0.40m　ts=5.0,　sD=4.0

後段(Type B)： t=12 min,　s=0.40m　ty=5.0,　sD=4.0

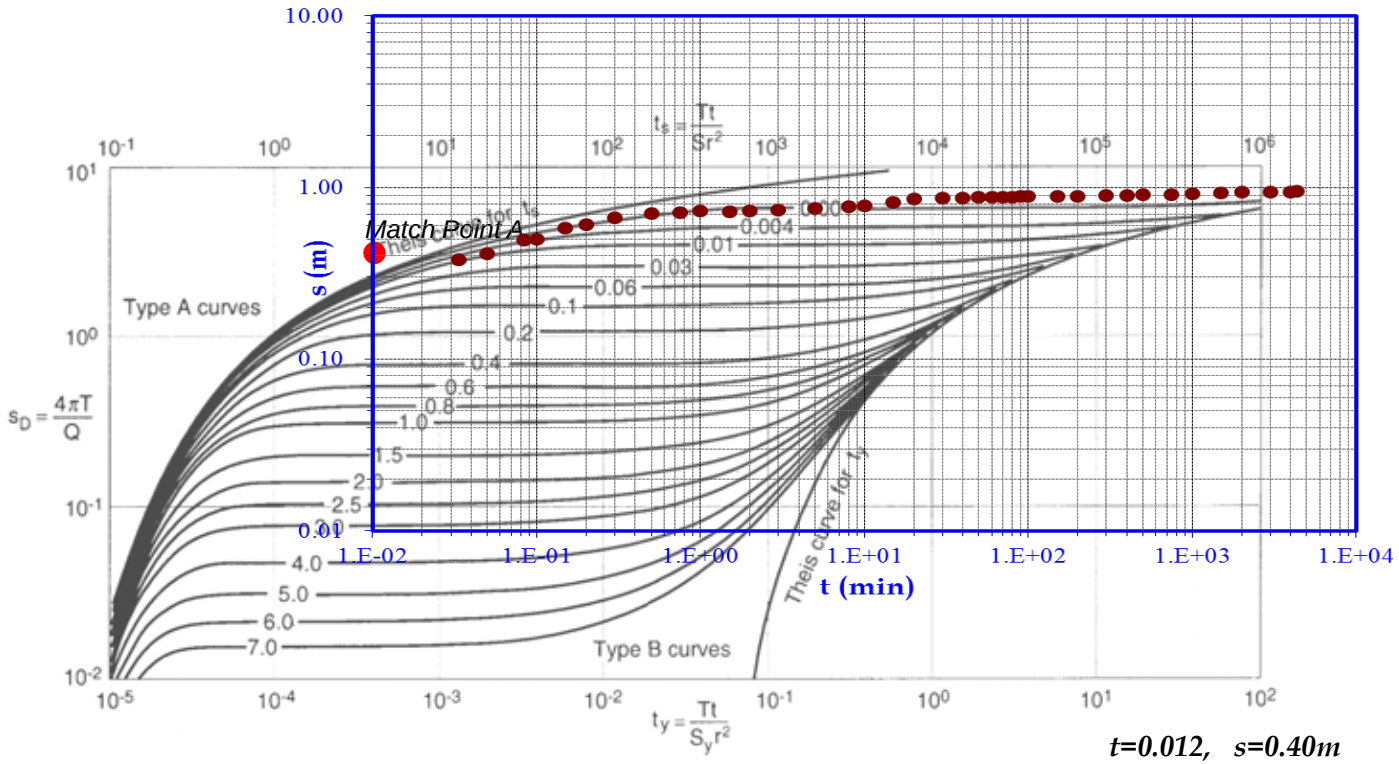
OW-2 觀測井：

前段(Type A)： t=0.4 min,　s=0.35m　ts=5.0,　sD=4.0

後段(Type B)： t=40 min,　s=0.35m　ty=5.0,　sD=4.0

*Type A Curve for* ***OW-1 Well*** *with* ***β=0.001***

Source: Neuman, S.P., 1975. Analysis of Pumping Test Data From Anisotropic Aquifers Considering Delayed Gravity Response. *Water Resources Research*, (11)2:329–42. Copyright by the American Geophysical Union.



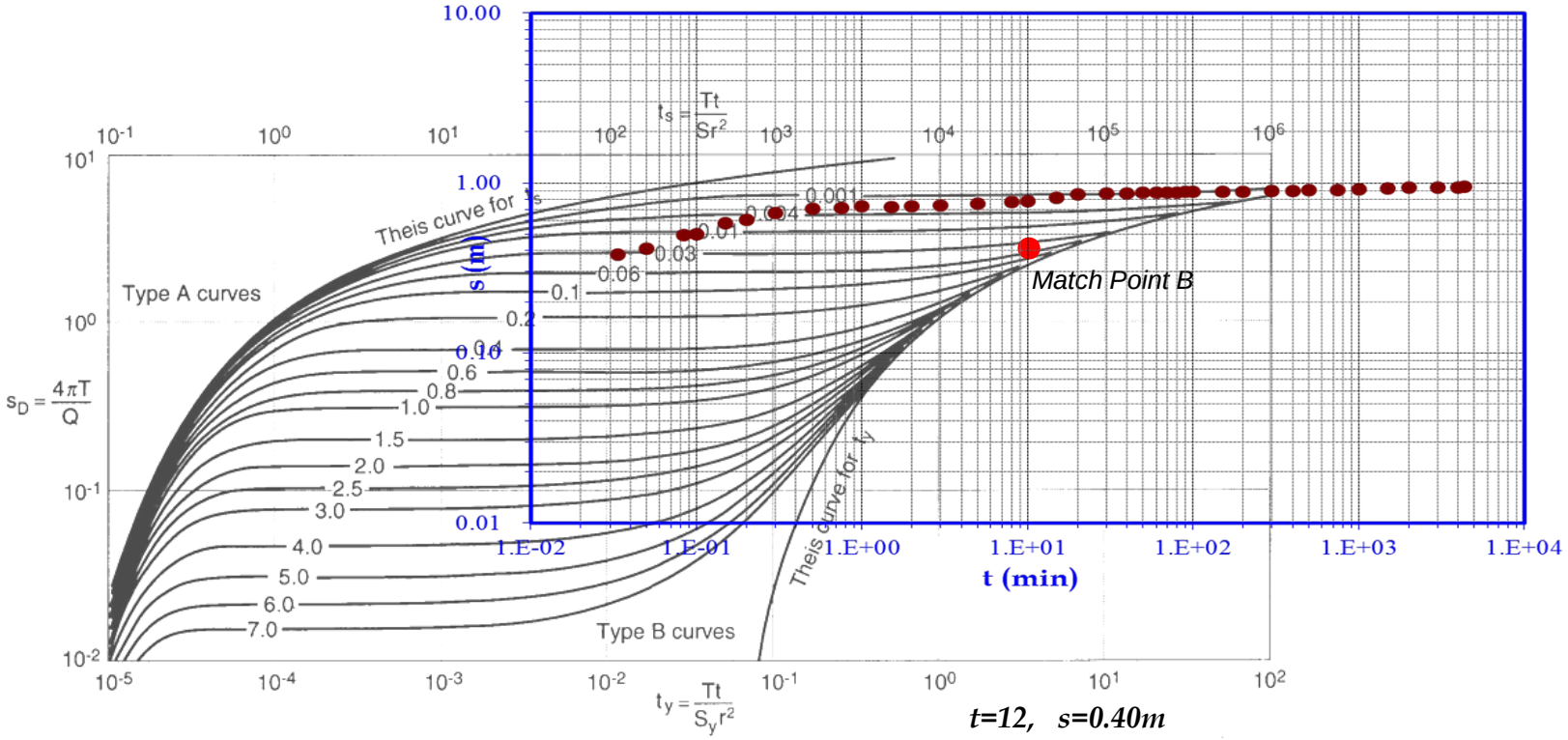

***t=0.012, s=0.40m***

***$t_s$=5.0, sD=4.0***

**圖 5.7-7(A)　OW-1 觀測井 Neuman 曲線前段套配結果(Type A)**

*Type B Curve for* ***OW-1 Well*** *with* ***β=0.001***

Source: Neuman, S.P., 1975. Analysis of Pumping Test Data From Anisotropic Aquifers Considering Delayed Gravity Response. *Water Resources Research*, (11)2:329–42. Copyright by the American Geophysical Union.

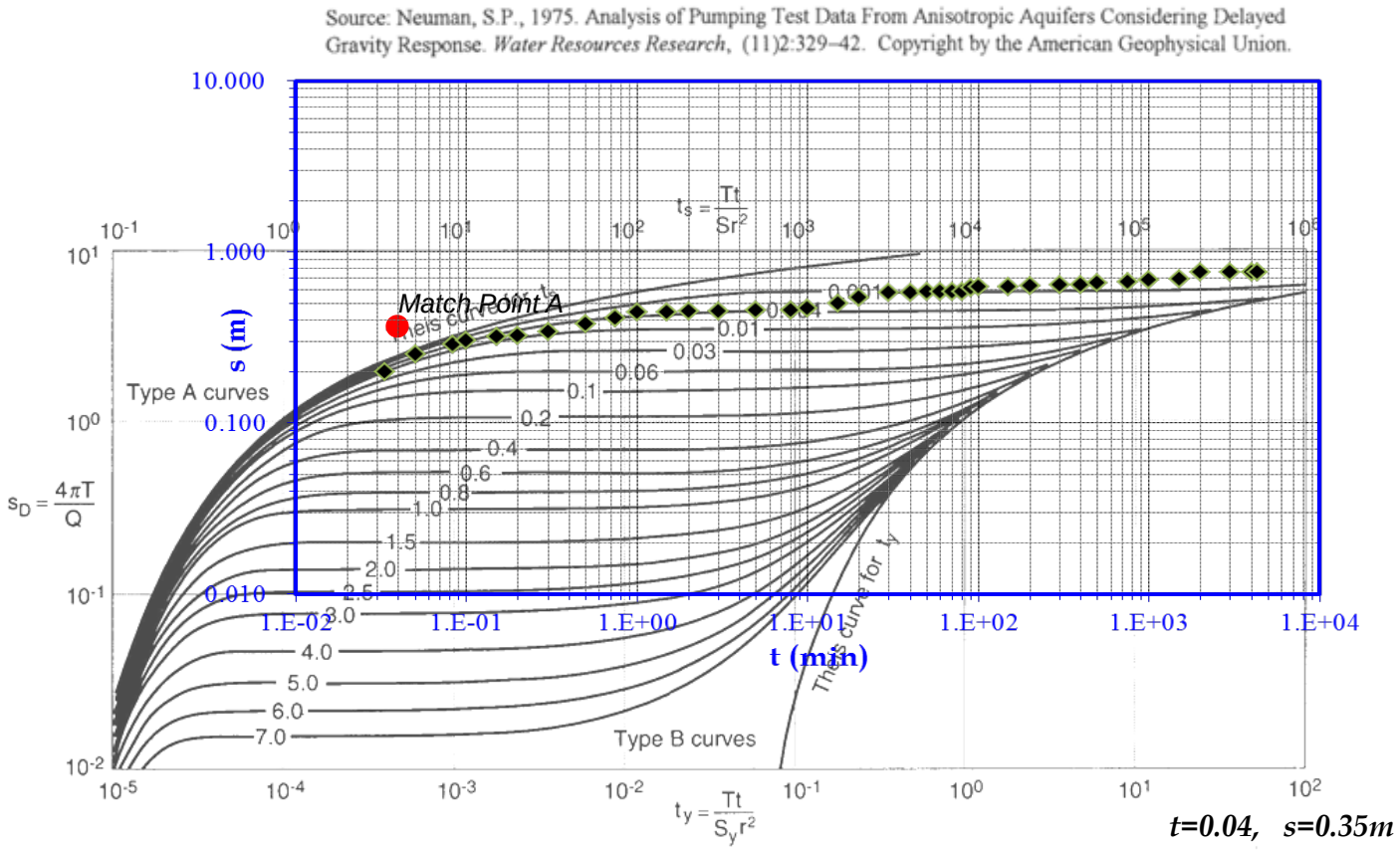



*t=12, s=0.40m*

*$t_y$=5.0, sD=4.0*

**圖 5.7-7(B)　OW-1 觀測井 Neuman 曲線後段套配結果(Type B)**

*Type A Curve for* ***OW-2 Well*** *with* ***β=0.004***

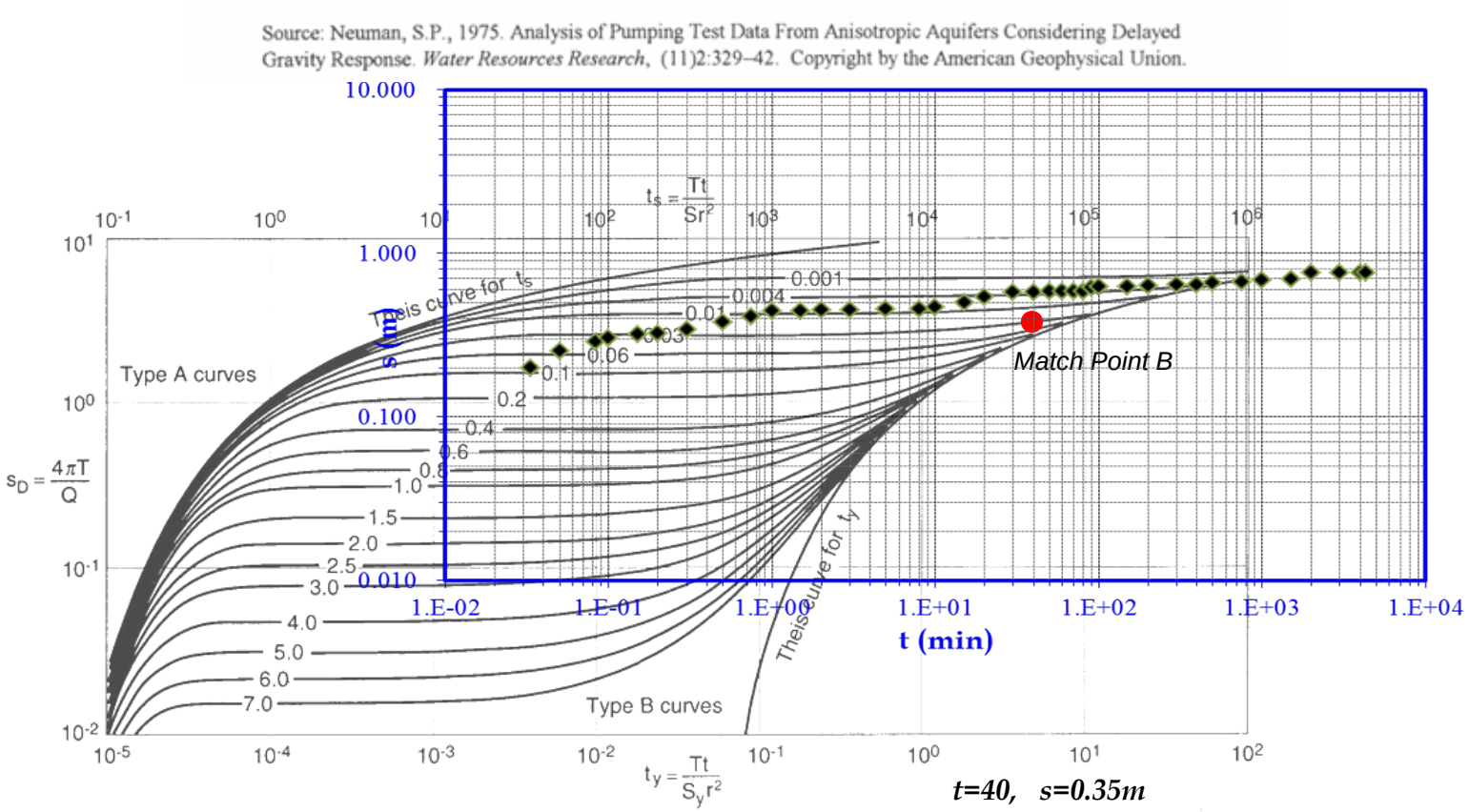



*t=0.04, s=0.35m*

*$t_s$=5.0, sD=4.0*

**圖 5.7-8(A)　OW-2 觀測井 Neuman 曲線前段套配結果(Type A)**

*Type B Curve for* ***OW-2 Well*** *with* ***β=0.004***




***t=40, s=0.35m***

***$t_y$=5.0, sD=4.0***

**圖 5.7-8(B)　OW-2 觀測井 Neuman 曲線後段套配結果(Type B)**

根據 Neuman(1975)理論，由套配結果可求得各參數如下：

前段套配：

$$T = \frac{Q \times sD}{4\pi \times s}$$

$$S = \frac{T \times t}{r^2 \times t_s}$$

後段套配：

$$T = \frac{Q \times sD}{4\pi \times s}$$

$$S_y = \frac{T \times t}{r^2 \times t_y}$$

此外，

$$k_r = \frac{T}{b}$$

$$KD = \beta \times \left(\frac{b}{r}\right)^2 = \frac{k_z}{k_r}$$

(b 為含水層厚度，$k_z$ 為垂直向透水係數，$k_r$ 為水平向透水係數)

式中，

T 為導水係數，S 為貯水係數，$S_y$ 為比出水量。

OW-1 觀測井計算結果：

$$T = \frac{1650 \times 4}{4\pi \times 0.4} = 1{,}313 m^2 / day$$

$$k_r = \frac{1313}{35} = 37.5 m / day = 4.34 \times 10^{-2} cm / \sec$$

$$S = \frac{1313 \times 0.012 \div 1440}{3^2 \times 5} = 0.00024$$

$$S_y = \frac{1313 \times 12 \div 1440}{3^2 \times 5} = 0.243$$

$$KD = 0.001 \times \left(\frac{35}{3}\right)^2 = 0.136$$

OW-2 觀測井計算結果：

$$T = \frac{1650 \times 4}{4\pi \times 0.35} = 1{,}501 m^2 / day$$

$$k_r = \frac{1501}{35} = 42.9 m / day = 4.96 \times 10^{-2} cm / \sec$$

$$S = \frac{1501 \times 0.04 \div 1440}{6^2 \times 5} = 0.00023$$

$$S_y = \frac{1501 \times 40 \div 1440}{6^2 \times 5} = 0.232$$

$$KD = 0.004 \times \left( \frac{35}{6} \right)^2 = 0.136$$

由 Neuman 方法套配及計算結果可知，本計畫區之含水層導水係數(T 值)平均約為 1,407$m^2$/day，透水係數(K 值)平均約為 4.65×$10^{-4}$m/sec，自由含水層之比出水量($S_y$ 值)為 0.238。而二口觀測井所計算結果之 1/KD 值約為 7.4 倍(1/0.136)，顯示垂直向透水性較差，此乃本區地表下部分深度間有透水性較差之粉土或間夾黏土層分佈所造成。

根據中央地調所於溪埔站(約距離本場址南側 2 公里)第一含水層所施作之抽水試驗得知，該站之導水係數(T 值)為 1,092$m^2$/day，透水係數(K 值)為 3.61×$10^{-4}$m/sec。本次之抽水試驗結果含水層性能約略佳於該站，故此結果極為合理。另根據本試驗之結果，$S_y$ 值為 0.238，參考 Fetter(2001 年)，一般之細中礫含砂層之比出水量約為 0.22~0.25 之間，故本次試驗合於一般沉積物文獻範圍內。

## 5.8 微水試驗及分析

微水試驗之目的主要在推估含水層之透水係數(*K* 值)。微水試驗的理論最早由 *Bouwer & Rice(1976)*提出，可應用於部分或完全貫穿自由含水層的水井*(fully or partially penetrating wells in unconfined aquifers)*，此理論係以 *Thiem Equation* 為依據，並假設水井周圍地下水位面的洩降可忽略不計，與地下水面之上無水流通。由 *Theim Equation*：

$$\mathbf{Q}=\frac{2\pi\mathbf{KD}\left(\mathbf{h}_2-\mathbf{h}_1\right)}{\ln\left(\mathbf{r}_2/\mathbf{r}_1\right)}$$

式中 $h_2$-$h_1$ 項代表水井水位與地下水位面之間的距離 y，水由水井移出之後，井中水位的上升速率 dy/dt 可以下式表示：

$$\frac{\mathbf{dy}}{\mathbf{dt}}=-\frac{\mathbf{Q}}{\pi\mathbf{r_c}^2}$$

式中 $r_c$ 係為水位升高範圍內水井斷面的半徑，Q 為流入水井的地下水量。將上述二式整理並積分後得

$$\mathbf{K}=\frac{\mathbf{r_c}^2\ln\left(\mathbf{R_e}/\mathbf{r_w}\right)}{2\mathbf{L_e t}}\ln\left(\frac{\mathbf{y}_0}{\mathbf{y}_t}\right)$$

式中

$R_e$ = 水頭差異 y 消失的有效半徑距離

$r_w$ = 水井中心與含水層之間的半徑距離(等於 $r_c$ 加上礫石圈或井外擴水帶厚度)

$L_e$ = 井篩長度

$y_0$ = 時間等於 0 之 y 值

$y_t$ = 時間等於 t 之 y 值

t = 自 $y_0$ 起算之時間

*Bouwer & Rice(1976)*以一經驗事來表示 $R_e$ 與系統幾何單元和邊界條件之關係

$$\ln\frac{\mathbf{R_e}}{\mathbf{r_w}}=\frac{1}{\frac{1.1}{\ln(\mathbf{L_w}/\mathbf{r_w})}+\frac{\mathbf{A}+\mathbf{B}\ln[(\mathbf{H}-\mathbf{L_w})/\mathbf{r_w}]}{(\mathbf{L_e}/\mathbf{r_w})}}$$

式中 A 與 B 均為與 $L_e/r_w$ 有關的無因次係數，可由 *Bouwer & Rice(1976)*文獻中查得。若 H 遠大於 $L_w$，則 ln〔（H-$L_e$）/$r_w$〕之最大值不能超過 6，以 6 為其值；若 H=$L_e$，則需改用完全貫穿含水層之水井的估算公式。

對於完全貫穿含水層之水井，其關係式如下:

$$\ln\frac{\mathbf{R_e}}{\mathbf{r_w}}=\frac{1}{\frac{1.1}{\ln(\mathbf{L_w}/\mathbf{r_w})}+\frac{\mathbf{C}}{(\mathbf{L_e}/\mathbf{r_w})}}$$

式中 C 係一無因次係數，為 $L_e/r_w$ 的函數。

一、試驗流程及步驟

本計畫於 2011/10/29 針對 6 口臨時水位觀測井進行微水試驗(slug test)，微水試驗的目的在求取地質參數之 K 值(透水係數)，此為一般可較簡易及快速獲得地質之水力傳導參數之方法，用以代表試驗井周遭之地質水力傳導情形。其試驗方法步驟如下:

(一)量測井內水位及記錄。

(二)設定自記式水位計以每 0.5 秒進行自動水位記錄，並輸入試驗名稱、編號、sensor cable 長度等參數設定。

(三)將自記式水位計固定於井內水位面下方約 3m 處，並進行固定。

(四)將 bailer 放置於井內水面下，將 bailer 充滿水。

(五)等待水位穩定，迅速將 bailer 拉離水位面。

(六)下載水位紀錄資料，將資料帶回分析。

微水試驗(slug test)現場作業流程照片如圖 5.8-1。



地下水位量測



自計式水位計設定



自計式水位計安裝



自計式水位計安裝



將 Bailer 放入井內(水位面以下)



迅速將 Bailer 拉出水面

**圖 5.8-1 微水試驗(slug test)現場作業流程**

二、試驗結果分析

將上述微水試驗現場所執行獲得後之數據，經整理後以*Bouwer&Rice Method (1976)*分析其含水層之水力傳導係數 K 值，其分析成果詳見表 5.8-1 所示，由試驗結果可知，試驗場址之 K 值介於 $2.90\times10^{-4}$～$3.62\times10^{-4}$ m/sec 之間，平均為 $3.22\times10^{-4}$ m /sec。透水係數(K 值)範圍表如表 5.8-2；本計畫 6 口觀測井之微水試驗分析成果，詳見附錄八。

**表 5.8-1　微水試驗透水係數分析成果**

| 觀測井編號 | 透水係數 K 值　(m /sec) | 平均透水係數 K 值　(m /sec) |
|---|---|---|
| BH-01 | $2.90\times10^{-4}$ | $3.22\times10^{-4}$ |
| BH-02 | $3.62\times10^{-4}$ | |
| BH-03 | $3.19\times10^{-4}$ | |
| BH-04 | $3.24\times10^{-4}$ | |
| BH-05 | $2.93\times10^{-4}$ | |
| BH-06 | $3.42\times10^{-4}$ | |

**表 5.8-2　透水係數(K 值)範圍表**

## 5.9 觀測井保護措施及水位計安裝

6 口臨時水位觀測井完成後逐進行保護措施施作，保護措施係以混擬土澆灌 8 英吋之保護套管以作為保護，完成後並上鎖。此外並裝設自計式水位計，設定每 1 小時自動記錄 1 筆水位資料，以建立長期地下水位變化資料，相關照片如圖 5.9-1。

## 5.10 試驗地點 1 公里範圍內民井調查

本計畫試驗場址 1 公里範圍內之民井調查工作，主要為了解試驗場址鄰近區域之抽水量，以提供地下水模式以及相關潛能量之參考應用。

一、現有抽水井數量調查

為了解試驗場址附近之抽水行為及抽水量，工作人員於 9 月中至 10 月初期間針對試驗場址鄰近 1 公里範圍內現有抽水井進行調查，經查扣除無抽水設備之水井外，有抽水設備之抽水井數量共有 49 口，抽水井大多以農業用水為主，口徑多為六英吋，井深多為 30m~50m 之間。

抽水井調查方式，首先以 GPS 進行水井位置定位，然後量測或檢視井徑、出水口管徑、檢視抽水設備馬力等等，然後拍照，並進行圖籍地段等基本資料查詢，最後製作調查總表(如表 5.10-1)及水井位置圖(如圖 5.10-1)，若遇有相關人員則予以訪談，以了解相關水井資料以及抽水行為、抽水時間等。水井調查表詳附錄九。

二、抽水量推估

由於本地區土地主要為農作活動，因此採用現場農民訪談之方式，以了解每日農作時間、抽水時間、須常澆灌作物等等，本區用水需求較大主要為蓮藕、番茄，用水期間及用水量亦不同，因此推估上有其困難度，此外，本區主要為混作，亦即一塊農地常有 2 種作物以上，若以面積法推估，將與實際現況落差太大，本報告依據現場農民訪談情況，以農民平均抽水時間 1 小時/天來進行推估，本區水井主要為使用 5HP 之馬達，5HP 之馬達出水量約為 150 加侖/分，約為 34



BH-01 觀測井



BH-02 觀測井



BH-03 觀測井



BH-04 觀測井



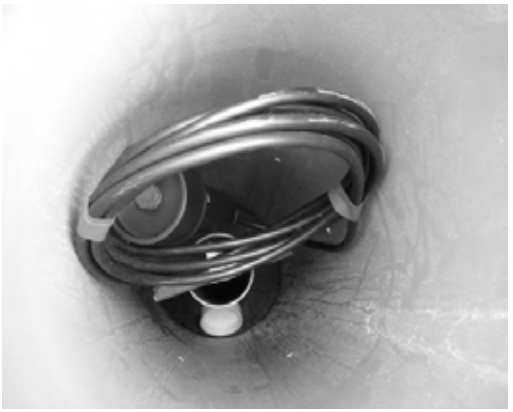
BH-05 觀測井



BH-06 觀測井



自計式水位計設定



自計式水位計安裝

**圖 5.9-1 本計畫 6 口臨時水位觀測井照片**

# 表 5.10-1 高屏溪右岸興田地區水井調查總表(1/2)

| 水井編號 | 水井地段 | 座標 | | 用水標的 | 井管規格(英吋) |
|---|---|---|---|---|---|
| | | E | N | | |
| 1 | 高雄市大樹區溪埔段 | 193560 | 2515784 | 農業用水 | 6 |
| 2 | 高雄市大樹區溪埔段 | 193319 | 2515807 | 農業用水 | 6 |
| 3 | 高雄市大樹區溪埔段 | 193272 | 2515643 | 農業用水 | 6 |
| 4 | 高雄市大樹區溪埔段 | 193281 | 2515636 | 農業用水 | 6 |
| 5 | 高雄市大樹區溪埔段 | 193275 | 2515630 | 農業用水 | 6 |
| 6 | 高雄市大樹區溪埔段 | 193286 | 2515602 | 農業用水 | 6 |
| 7 | 高雄市大樹區溪埔段 | 193331 | 2515570 | 農業用水 | 4 |
| 8 | 高雄市大樹區溪埔段 | 193370 | 2515581 | 農業用水 | 6 |
| 9 | 高雄市大樹區溪埔段 | 193428 | 2515608 | 農業用水 | 6 |
| 10 | 高雄市大樹區溪埔段 | 193467 | 2515622 | 農業用水 | 6 |
| 11 | 高雄市大樹區溪埔段 | 193534 | 2515617 | 農業用水 | 8 |
| 12 | 高雄市大樹區溪埔段 | 193526 | 2515576 | 農業用水 | 10 |
| 13 | 高雄市大樹區溪埔段 | 193511 | 2515582 | 農業用水 | 6 |
| 14 | 高雄市大樹區溪埔段 | 193497 | 2515527 | 農業用水 | 6 |
| 15 | 高雄市大樹區溪埔段 | 193624 | 2515491 | 農業用水 | 6 |
| 16 | 高雄市大樹區溪埔段 | 193380 | 2516159 | 農業用水 | 6 |
| 17 | 高雄市大樹區溪埔段 | 193377 | 2516147 | 農業用水 | 6 |
| 18 | 高雄市大樹區溪埔段 | 193517 | 2516139 | 農業用水 | 6 |
| 19 | 高雄市大樹區溪埔段 | 193437 | 2516275 | 農業用水 | 6 |
| 20 | 高雄市大樹區溪埔段 | 193363 | 2516037 | 農業用水 | 6 |
| 21 | 高雄市大樹區溪埔段 | 193324 | 2515957 | 農業用水 | 6 |
| 22 | 高雄市大樹區溪埔段 | 193319 | 2515981 | 農業用水 | 6 |
| 23 | 高雄市大樹區溪埔段 | 193309 | 2516067 | 農業用水 | 6 |
| 24 | 高雄市大樹區溪埔段 | 193310 | 2516086 | 農業用水 | 6 |
| 25 | 高雄市大樹區溪埔段 | 193308 | 2516098 | 農業用水 | 6 |
| 26 | 高雄市大樹區溪埔段 | 193145 | 2515442 | 農業用水 | 6 |
| 27 | 高雄市大樹區溪埔段 | 193134 | 2515349 | 農業用水 | 6 |
| 28 | 高雄市大樹區溪埔段 | 193127 | 2515275 | 農業用水 | 6 |
| 29 | 高雄市大樹區溪埔段 | 193109 | 2515155 | 農業用水 | 6 |
| 30 | 高雄市大樹區溪埔段 | 193086 | 2514972 | 農業用水 | 6 |
| 31 | 高雄市大樹區溪埔段 | 193142 | 2515226 | 農業用水 | 6 |
| 32 | 高雄市大樹區溪埔段 | 193146 | 2515287 | 農業用水 | 6 |
| 33 | 高雄市大樹區溪埔段 | 193148 | 2515312 | 農業用水 | 6 |
| 34 | 高雄市大樹區溪埔段 | 193240 | 2515601 | 農業用水 | 6 |
| 35 | 高雄市大樹區溪埔段 | 193273 | 2515064 | 農業用水 | 6 |
| 36 | 高雄市大樹區溪埔段 | 193283 | 2515064 | 農業用水 | 6 |

## 表 5.10-1 高屏溪右岸興田地區水井調查總表(2/2)

| 水井編號 | 水井地段 | 座標 | | 用水標的 | 井管規格(英吋) |
|---|---|---|---|---|---|
| | | E | N | | |
| 37 | 高雄市大樹區溪埔段 | 193285 | 2515050 | 農業用水 | 6 |
| 38 | 高雄市大樹區溪埔段 | 193255 | 2515106 | 農業用水 | 6 |
| 39 | 高雄市大樹區溪埔段 | 193263 | 2515130 | 農業用水 | 6 |
| 40 | 高雄市大樹區溪埔段 | 193274 | 2515275 | 農業用水 | 6 |
| 41 | 高雄市大樹區溪埔段 | 193301 | 2515470 | 農業用水 | 6 |
| 42 | 高雄市大樹區溪埔段 | 193594 | 2515426 | 農業用水 | 4 |
| 43 | 高雄市大樹區溪埔段 | 193560 | 2515426 | 農業用水 | 6 |
| 44 | 高雄市大樹區溪埔段 | 193491 | 2515418 | 養殖用水 | 8 |
| 45 | 高雄市大樹區溪埔段 | 193449 | 2515377 | 農業用水 | 6 |
| 46 | 高雄市大樹區溪埔段 | 193454 | 2515303 | 農業用水 | 6 |
| 47 | 高雄市大樹區溪埔段 | 193564 | 2515367 | 農業用水 | 6 |
| 48 | 高雄市大樹區溪埔段 | 193555 | 2515747 | 工地用水 | 6 |
| 49 | 高雄市大樹區溪埔段 | 193496 | 2515690 | 農業用水 | 6 |

資料來源：本計畫調查。




資料來源：本計畫繪製。

**圖 5.10-1 高屏溪右岸興田地區水井調查位置圖**

噸/小時，由於每天平均抽水 1 小時，因此 49 支抽水井推估總共抽水量約為 1669 噸/日。

## 5.11 井位座標及高程、工程佈置範圍地形測量

一、已知平面控制點檢測

(一)於測區內外尋覓九二一震災後補設之控制點，使用 PENTAXF 全測站經偉儀以導線測量方式，檢測其夾角及邊長與已知座標反算所得較差，確實未移動始採用。

(二)採用內政部公布之一等水準點(表 5.11-1，位置圖如圖 5.11-1)及鄰近高屏溪大斷面樁控制點(表 5.11-2)，經檢測無誤後使用，引用控制點資料如下：

**表 5.11-1　TWD97 一等水準控制點**

| 點位資料 | | | |
|---|---|---|---|
| 點號 | 點名 | 點位種類 | 設置時間 |
| L098 | 興田國小 | 一等水準點 | 96 年 4 月至 97 年 5 月 |
| 標石號碼 | 標石種類 | 點位狀況 | 設置機關 |
| L098 | 不鏽鋼標 | 良好 | — |
| 圖號 | 點位來源 | 行政區 | 中央子午線 |
| 無資料 | 原一等水準點 | 高雄市大樹區 | 121 |
| 道路 | 機密等級 | 永久測量標 | |
| 台 21 | 無 | — | |
| TWD97 坐標資料(92 年) | | | |
| 縱坐標概略值(m) | 橫坐標值(m) | | 施測時間 |
| 2515872.822 | 193345.792 | | — |
| | TWVD2001 高程資料(98 年) | | |
| 高程值(m) | | | |
| 30.1125 | | | |
| 點位說明 | | | |
| 由台 21 線嶺口交流道往大樹方向行駛經嶺口至指標 285K+500 處，左轉行 300 公尺遇岔路停車，點即位於左側路旁。 | | | |

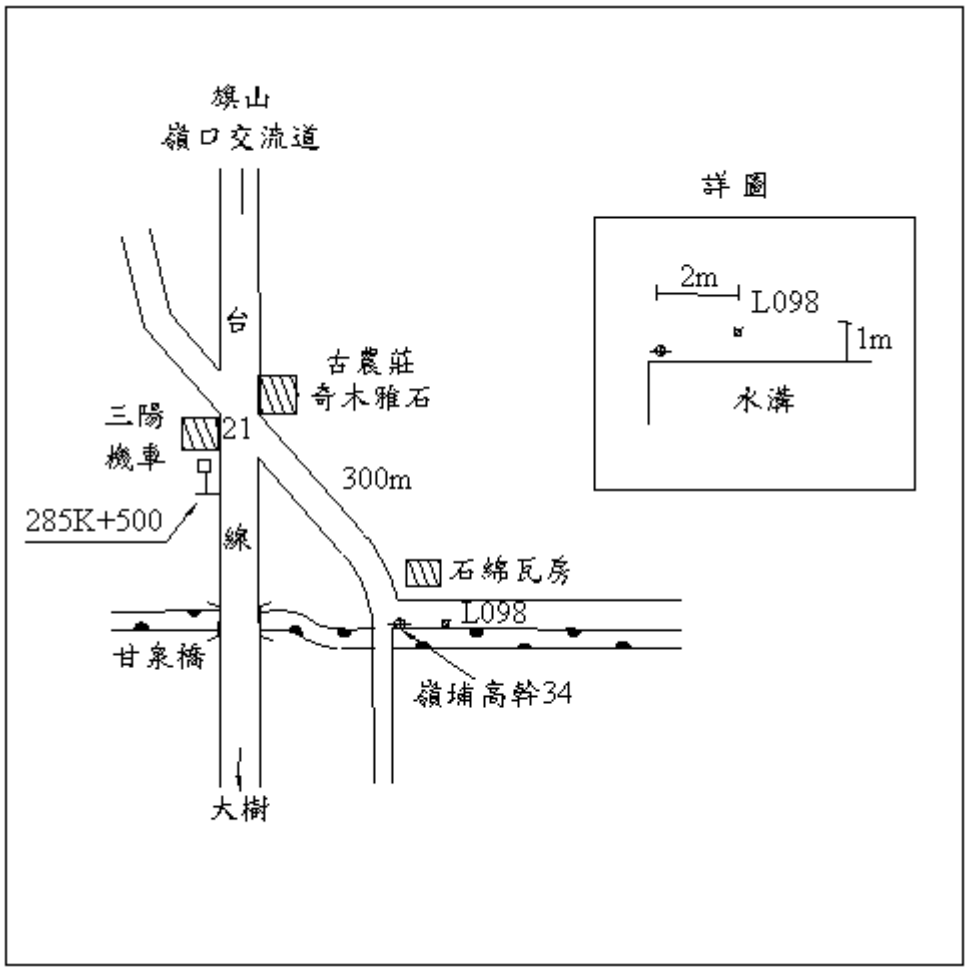



**圖 5.11-1　一等水準點位置圖**

**表 5.11-2　TWD97 高屏溪大斷面樁控制點**

| 工程名稱：高屏溪河川區域勘測檢討計畫 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 樁號 | 右岸 | | | 備註 |
| | 縱坐標(m) | 橫坐標(m) | 高程(m) | |
| 64 | 2515971.479 | 193526.41 | 32.811 | 水泥樁 |
| 65 | 2516478.745 | 193379.868 | 30.921 | 水泥樁 |

二、導線點測量

(一)由已知控制點引測導線至測區，於測區內施測閉合導線，以測量觀測井之平面位置及地形測量之依據。

(二)水平角採用一秒讀之光波測距經緯儀，以方向觀測法施測二次

以上。

(三)距離採光波測距儀施測，最少觀測二次，採對向觀測，且兩　次觀測誤差不大於 5mm。

(四)導線閉合精度平面位置閉合差不大於一萬分之一。

(五)導線點以 1 寸×1 寸×1.2 尺木樁釘牢，或鋼釘釘於混凝土等穩固處，並漆以顯目顏色加註點號。

三、水準測量

(一)引用內政部公布之一等水準點 L098，以直接水準測量方式施測水準閉合導線，其誤差小於$12\sqrt{K}$ mm。

(二)水準導線點佈設完成後，以直接水準測量方式，施測觀測井位高程及提供地形測量高程之依據。

四、地形測量

(一)地形圖測繪，使用全測站經緯儀，採三次元數值測量法，測量測區內地形、地物點之三維座標，遇地形複雜傾斜變換則增加測點以顯示真實地形。

(二)地形測量測繪 1/1000 之地形圖，平原地區（地面坡度 0.005 以下）地面高程誤差小於 0.25 公尺。

試驗場址 2 公頃範圍 1/1000 地形圖請詳附錄十，測量作業相關記錄表請詳附錄十一。

# 第六章　模式模擬分析及水源潛能量評估

經由所選定之興田地區進行現場調查後，就所調查之資料與參數進行伏流水源傍河取水開發計畫量能評估，其評估方式將分為模式模擬分析及水源潛能量評估 2 部分進行。

模擬分析部分係採用地下水流模式進行，主要的目的係藉由模式評估傍河開發伏流水源後，對開發鄰近區域所造成之地下水影響程度。而試驗地點潛能量評估係應用地下水滲流理論，推估計算開發地點的豐枯水期伏流水潛能量。

## 6.1 地下水流模式模擬分析

### 6.1.1 地下水流模式建立

一、地下水流模式建立目標

水文地質模式建立的目的，乃在於藉由建立區域性屏東平原之水文地質概念模式後，模擬興田地區傍河取水後之地下水位變化，並評估對鄰近區域的地下水環境之影響狀況，以決定適切之取水量。本計畫區域之地下水流模式，係考慮其系統內各空間點之地下水運動要素和參數；包括：模擬範圍的設定、模式格點與分層、起始條件、邊界條件、水文地質參數、水文變量的選擇等。

二、數值模擬建置流程

本計畫之地下水模式之建立係採用美國地質調查所(USGS)所發展之 MODFLOW 三維地下水模式進行模擬工作。數值模擬之流程，首先是基本資料的蒐集，其中包括：模擬範圍、模式格點與分層、起始條件、邊界條件、水文地質參數、水文變量、以及初始水頭的選擇，將以上資料建置成一概念模式，爾後再將概念模式資料轉換到 MODFLOW 數值模式予以模擬，在模式建立完成之後，利用地下水觀測資料給予校正(calibration)檢定，確立模式之正確性，以達到模擬準確的目標，本計畫首先建立整個屏東平原之地下水模式，校正後再依照興田地區適當之

範圍予以切割模擬，以達到更理想之模擬結果。

三、水文地質概念模式建立

概念模式(conceptual model)乃為於建立地下水流模式前，對於原始資料於模式引入之形態設定。故概念模式是透過對現有資料之認定與瞭解，將複雜的水文地質參數與水文變量做一種合理性的量化。同時，由於地下水流動係受到地下水平衡系統之控制，而模式中地下水平衡系統最重要之控制因子即為邊界條件，亦即流進與流出模擬範圍之流入與流出率。因此，概念模式對於屏東平原內水井的抽水、自然降雨及灌溉補注、河川入滲與出滲、地下水蒸發散、定水頭邊界與零流邊界等作用都必須詳加考慮與給定。

本計畫係以水位觀測值資料進行模式建置與校正，根據水利署與地調所之調查資料顯示，本區域之含水層主要由陸相礫層、砂層以及海相砂層所構成，可劃分屏東平原為扇頂區、扇央區與扇尾區。此劃分以淺層含水層為考量依據，將屏東平原受壓含水層(confined aquifer)以頂部礫石層 50m 等厚度線分為東界，此界線以東稱為扇頂區（厚層自由含水層(unconfined aquifer)），以西則為扇央區及扇尾區（受壓含水層）。至於扇央區與扇尾區之分界，則以地表的沈積物為砂或黏土來劃分，若主要為砂，則劃歸為扇央區，若為黏土，則劃歸為扇尾區。表 6.1.1-1 為屏東平原各含水層水文地質參數在扇頂、扇央與扇尾等區域分佈統計整理。

四、地下水流模式建立

根據水利署與地調所的調查，屏東平原含水層和阻水層的沉積機制、分層結構、延展性等之資料已相當完整。在「台灣地區地下水觀測網整體計畫第一期計畫—屏東平原水文地質調查研究總報告(2002 年)」中於屏東平原完成設置 53 站 127 口地下水觀測井（圖 6.1.1-1 所示），所獲得的水文地質資料及地下水位觀測資料，已可提供區域地下水模式建立含水層種類、分層構造、高程、以及厚度等可靠資料。

**表 6.1.1-1 屏東平原含水層特性分區分佈**

| 含水層 | 水力特性 | | 扇頂 | 扇央 | 扇尾 |
|---|---|---|---|---|---|
| 一 | K($10^{-3}$m/sec) | 範圍 | 0.028~4.196 | 0.016~2.834 | 0.0039~1.601 |
| | | 平均 | 1.055 | 0.573 | 0.492 |
| | T($m^2$/min) | 範圍 | 0.0199~15.107 | 0.0144~3.569 | 0.0028~2.354 |
| | | 平均 | 3.33 | 0.667 | 0.681 |
| 二 | K($10^{-3}$m/sec) | 範圍 | 0.000083~5.342 | 0.087~4.506 | 0.079~0.8538 |
| | | 平均 | 0.678 | 0.581 | 0.284 |
| | T($m^2$/min) | 範圍 | 0.0001~7.692 | 0.068~8.110 | 0.114~0.491 |
| | | 平均 | 1.224 | 1.243 | 0.292 |
| 三 | K($10^{-3}$m/sec) | 範圍 | 0.00097~0.853 | 0.11~0.877 | 0.03~1.043 |
| | | 平均 | 0.168 | 0.377 | 0.324 |
| | T($m^2$/min) | 範圍 | 0.0007~1.844 | 0.171~1.755 | 0.032~1.377 |
| | | 平均 | 0.443 | 0.842 | 0.447 |

**圖 6.1.1-1　屏東平原地下水觀測井位置圖**

(一)、含水層設定與網格劃分

中央地質調查所（2002 年）之屏東平原地區水文地質剖面圖中，屏東平原地區已調查深度約 220m，其內之水文地質共劃分為 3 個含水層（aquifer）及 2 個阻水層（aquitard），其中區域性的次阻水層再將含水層三劃分成二（如圖 6.1.1-2）。因此，由上而下為共 7 層水文地質單元分佈（如表 6.1.1-2 所示）。本研究之地下水流數值模式即依據此分佈原則予以概念分層。共分為三層透水層與兩層阻水層，其中阻水層由於透水性低，故在其概念上以低滲漏係數的方式表示之，因此模式在 MODFLOW 的實質分層共為 3 層概念層，分別定義為第一層自由含水層；第二、三層為受壓/自由交參之含水層。

本模擬之區域涵蓋屏東平原 25 個鄉鎮，面積約為 1,130 平方公里。本計畫在區域性網格劃分上，以 1000m×1000m 之網格進行計算與模式校正，之後於計畫取水區域將模式網格切割為 100m×

100m 進行模擬。全模式共有 3 層，在計畫中之模式的東側、北側、西側設定為零流量水頭，即假設東側、北側、西側並無流量的進出，而南側以海岸為界第一層設定為定水頭，而第二、三層設定為零流量邊界，其先期模式網格劃分如圖 6.1.1-3。

(二)、邊界條件(boundary conditions)與模擬水頭

本計畫之模式模擬區域，北邊以旗山溪及荖濃溪上游一帶之低山為界，東至潮州斷層，西南邊界則以台灣海峽為界，而北邊之低山及東邊之潮州斷層所鄰為中央山脈西南麓之延伸，其屬於低透水性輕度變質或未變質之中新世地層（頁岩、板岩），故於模式中視為零流量邊界（no-flow boundary），南側邊界在第一、二阻水層本應深入海中，故設海岸線為零流量邊界，如前圖 6.1.1-3 所示。另本模式為使用水利署觀測井網之實測地下水位進行模式之校正，其時間週期（stress period）以一個月為一個週期。

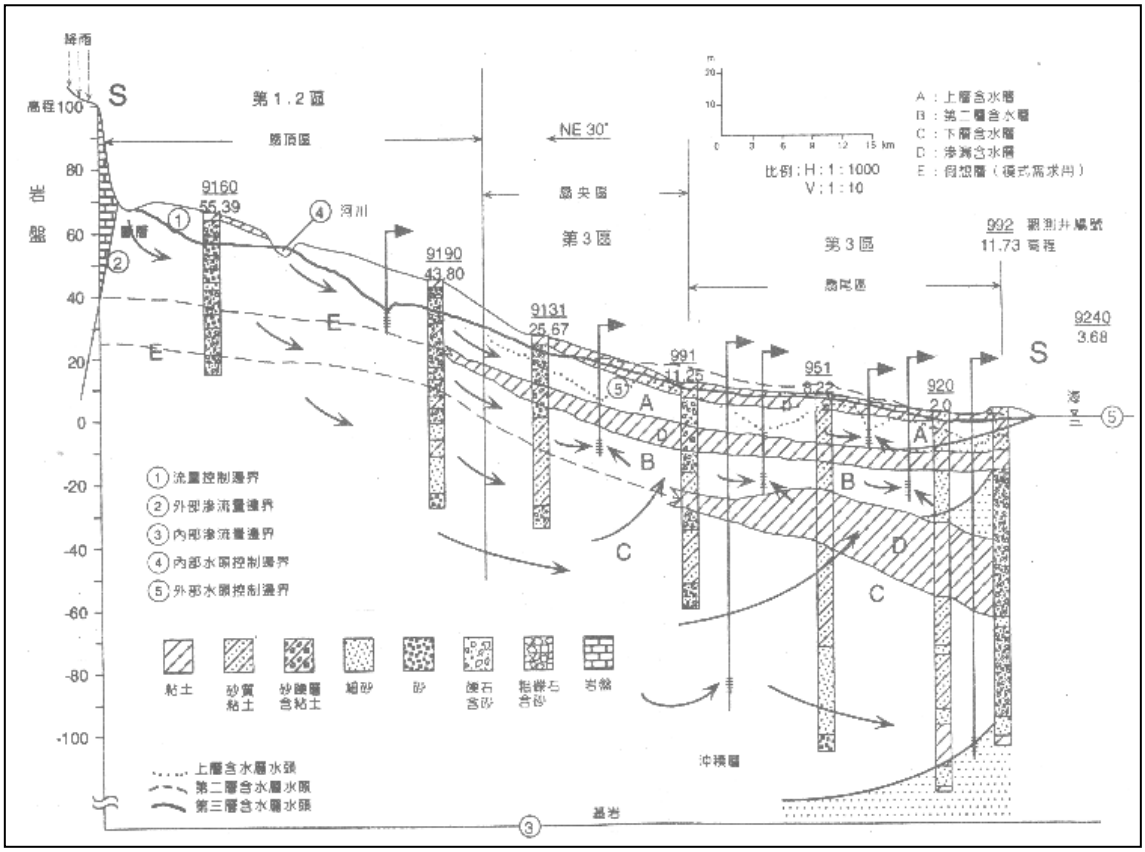



**圖 6.1.1-2 屏東平原水文地質基本架構圖 (Ting, 1997)**

(三)、水文變量(hydrological stresses)

水文變量之定義乃進出地下水水流數值模式系統，各因子間之流率（flux）變化，包括地下水補注量、蒸發散量與抽水量等。在地下水補注量部分包括：降雨及灌溉入滲補注、河川入滲補注、邊界山區側向補注等。本節將針對各水文變量因子間之相關資料進行分析與評估。

1.入滲補注

入滲量之推估方法係採用以簡單公式R=$\alpha$×P估算區域降雨入滲補注量，並在 MODFLOW 程式中，以區域補注量模組（recharge）輸入。其中 R 為入滲補注量，$\alpha$ 為入滲補注係數(infiltration recharge coefficient)，P 為降雨量。各分區之入滲補注係數係依據 Ting(1997 年)建立的模式中之設定（如表 6.1.1-3 所示）。

## 表 6.1.1-2　屏東平原各水文地質厚度劃分圖 (單位：m)

| 站名 | 層別 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | F1 | T1 | F2 | T2 | F3-1 | T3 | F3-2 |
| 林園 | 44.5 | 22 | 14.5 | 24 | 68 | 0 | 57 |
| 溪埔 | 37 | 13 | 54 | 10 | 52 | 0 | 0 |
| 九曲 | 54.5 | 0 | 65.5 | 0 | 78 | 6 | 6 |
| 清溪 | 47.5 | 0 | 57.5 | 4 | 89 | 6 | 6 |
| 大潭 | 40 | 5.5 | 44.5 | 15 | 70 | 7 | 48 |
| 新莊 | 31 | 27 | 43 | 0 | 81 | 0 | 28 |
| 里港 | 44.5 | 0 | 79.5 | 0 | 81 | 0 | 5 |
| 萬巒 | 53.5 | 5 | 54.5 | 13.5 | 49.5 | 22 | 12 |
| 建興 | 51 | 0 | 64 | 0 | 83 | 3 | 11 |
| 西勢 | 36.5 | 8.5 | 63 | 0 | 65.5 | 16 | 21.5 |
| 新埤 | 23.5 | 23.5 | 45.5 | 23 | 62.5 | 18 | 15 |
| 萬隆 | 80.5 | 6.5 | 50.5 | 0 | 72.5 | 0 | 0 |
| 新園 | 26.5 | 18.5 | 38 | 12 | 80 | 0 | 35 |
| 崎峰 | 30 | 19 | 42 | 10 | 83.5 | 0 | 45.5 |
| 瑪家 | 83.5 | 0 | 62.5 | 0 | 64 | 0 | 0 |
| 潮寮 | 57 | 0 | 47 | 0 | 57.5 | 19 | 39.5 |
| 永芳 | 62 | 0 | 41.5 | 6 | 70.5 | 4 | 36 |
| 中洲 | 43 | 0 | 79.5 | 0 | 82.5 | 0 | 15 |
| 美濃 | 43 | 0 | 27 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 海豐 | 52.5 | 0 | 62.5 | 0 | 89 | 6 | 10 |
| 潮州 | 27 | 31.5 | 47.5 | 0 | 74 | 0 | 40 |
| 東港 | 33 | 29 | 22.5 | 16.5 | 73 | 0 | 46 |
| 萬丹 | 52 | 0 | 48 | 4.5 | 70 | 25.5 | 20 |
| 九如 | 47 | 0 | 65 | 8 | 84 | 0 | 16 |
| 鹽埔 | 65 | 0 | 67 | 0 | 78 | 0 | 0 |
| 高樹 | 80 | 0 | 72 | 0 | 46 | 0 | 0 |
| 泰山 | 65 | 0 | 70 | 0 | 75 | 0 | 0 |
| 內埔 | 45 | 7.5 | 59.5 | 0 | 68 | 7 | 23 |
| 老埤 | 45 | 10.5 | 61.5 | 0 | 73 | 0 | 20 |
| 大響 | 86 | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 大響二 | 67 | 9.5 | 59.5 | 0 | 4 | 0 | 0 |
| 枋寮 | 73 | 0 | 51 | 0 | 80 | 10 | 6 |
| 大庄 | 47.5 | 8.5 | 51 | 0 | 84 | 0 | 29 |
| 崁頂 | 37.5 | 17.5 | 30 | 23.5 | 76.5 | 0 | 35 |
| 枋山 | 36 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

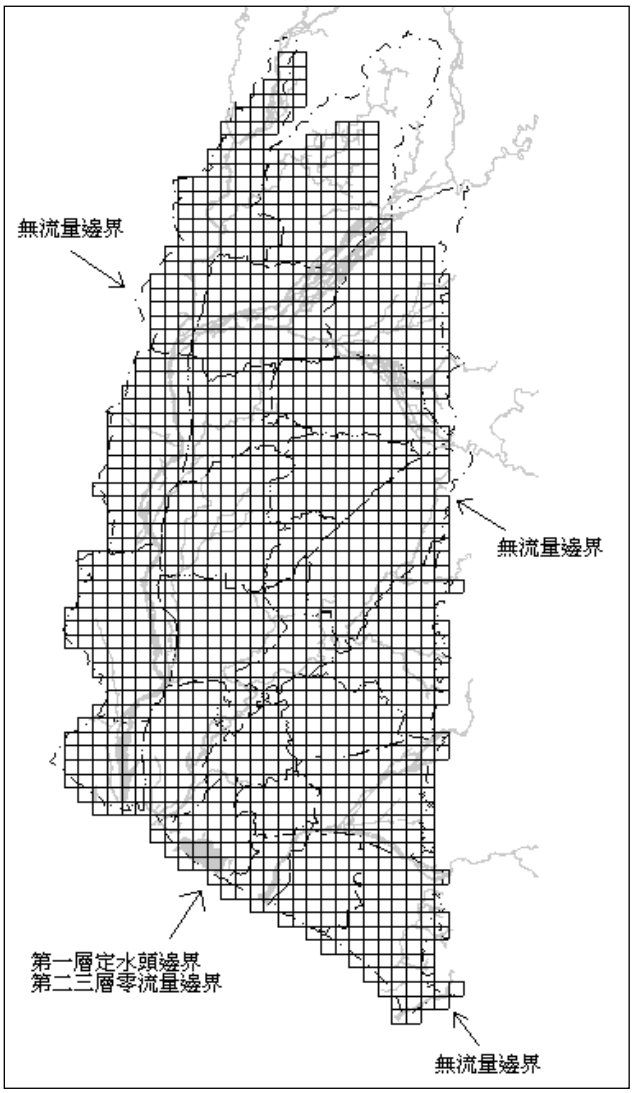



**圖 6.1.1-3　模擬區域之網格劃分與邊界條件示意圖**

所使用雨量站之資料分別為隘寮、萬丹農場、里港、東港、南州、高樹、鹽埔、屏東、潮州、萬巒、屏科大及枋寮等 12 站，依內插後乘以表 6.1.1-3 之入滲係數即為起始之入滲補注量。

2.河川入滲補注

計畫區域內之主要河川包括東港溪及林邊溪，河川與地下水含水層之間隨季節變化而發生不同程度的水量交換。在 MODFLOW 模式中，河川模組(river package)以 $Q_{riv}=KLW(H_{riv}-H_{aq})/M$ 計算河川入滲量，其中 $Q_{riv}$ 為經河床滲流含水層的水量，K 為渠底水力傳導係數，L 為渠段長度，W 為渠道寬度，M 為渠底厚度，$H_{riv}$ 為河

川水位，$H_{aq}$ 為地下水位。在本模式模擬過程中，地下水位可由模式計算，因此需要輸入的資料包括河川水位高程、河川斷面及渠底等資料。

**表 6.1.1-3 屏東平原各鄉鎮入滲表**

| 鄉鎮 | 鄉鎮面積($m^2$) | 降雨入滲係數 |
|---|---|---|
| 九如鄉 | 13500000 | 0.3 |
| 大寮鄉 | 55339600 | 0.3 |
| 大樹鄉 | 53856900 | 0.3 |
| 內埔鄉 | 75400000 | 0.3 |
| 竹田鄉 | 28910000 | 0.3 |
| 里港鄉 | 39700000 | 0.1 |
| 佳冬鄉 | 27100000 | 0.3 |
| 枋寮鄉 | 64450000 | 0.3 |
| 東港鄉 | 29650000 | 0.1 |
| 林園鄉 | 24224500 | 0.1 |
| 林邊鄉 | 14020000 | 0.3 |
| 長治鄉 | 45150000 | 0.3 |
| 南州鄉 | 17970000 | 0.1 |
| 屏東市 | 58410000 | 0.3 |
| 美濃鄉 | 81529800 | 0.3 |
| 崁頂鄉 | 20810000 | 0.1 |
| 高樹鄉 | 80140000 | 0.3 |
| 新園鄉 | 30610000 | 0.1 |
| 新碑鄉 | 51890000 | 0.3 |
| 萬丹鄉 | 47930000 | 0.3 |
| 萬巒鄉 | 57130000 | 0.3 |
| 旗山鄉 | 78880600 | 0.3 |
| 潮州鄉 | 42330000 | 0.3 |
| 麟洛鄉 | 30520000 | 0.1 |
| 鹽埔鄉 | 49230000 | 0.3 |

3.邊界山區側向補注

側向補注則根據高屏溪、東港溪、林邊溪及力力溪出隘口河床之地下水量作為模式之點源輸入，以正確模擬邊界山區側向補注對地下水之貢獻，各側向補注量輸入後再於模式校正時予以合理的調

整模擬之。

4.蒸發量

蒸發量向來甚少且取之不易，在本計畫區域範圍內所蒐集較完整之蒸發站月蒸發量記錄僅有一站資料，其資料來源是屏東科技大學。

5.抽水量

抽水量為模式模擬中最重要之輸入參數之一。屏東平原因為抽水井太多，又多未經合法之登記或按規定使用，故一直至今仍未有詳細又準確的抽水量資料。例如早期之前臺灣省水利局於 1968 年進行 6,133 口井之調查，其年總抽水量為 6.53 億噸；1982 年經濟部調查開發井有 11,685 口，年總抽水量約 10.15 億噸；而 1988 年經濟部再委託屏東科技大學調查 17,255 口，其抽水量則高達 20.59 億噸。1993 年經濟部進行地下水流數值模擬時推估於 1988 年 20.59 億噸之抽水量，但無法使補注量與蓄水變化量呈平衡，因而於 1995 年重新模擬，推估 1988 年之抽水量約 11.1 億立方公尺。此外，Ting(1997 年)亦推估計 1988 年屏東平原之抽水量約 9.30 億噸；另外據能邦科技公司(2010 年)之所執行之”高屏溪流域水資源開發計畫檢討”所推估之屏東平原抽水量為 12.66 億噸。故由此顯示，整個屏東平原年抽水量，在前人累積的研究上，逐次推估歸納出介於 9 億至 13 億噸之間。本模擬所輸入之抽水量係依據屏東平原地層下陷區安全出水量之估算與應用計畫，其於屏東平原各鄉鎮所模擬之年抽水量共計 9.1 億噸。再依據歷年於屏東平原各鄉鎮抽水量之調查，將其所建置分層抽水量比例分配至第一、二、三層含水層，以作為 MODFLOW 中抽水井模組（well）的輸入資料，並於模式校正時予以合理調整。

6.水文地質參數 (hydrogeological parameters) 設定

本計畫之地下水流數值模式所需要輸入之水文地質參數包括：透水係數(K 值)、垂直透水係數($K_v$ 值)或導水係數(T 值)、及儲

水係數(S 值)等。模式在輸入時除垂直滲漏係數按水文地質特性採分區（zone）輸入外，其餘參數起始輸入值係以地調所之現場調查資料，以及相關研究成果為依據並進行內插並分佈至每個格網。模式中第三層之水文地質參數則採含水層三之一，阻水層三及含水層三之二的平均值。各分區水文地質參數設定過程分述如下。

(1).透水係數及導水係數

透水係數及導水係數之設定，依據屏東平原地下水觀測井網建置時之相關試驗數據，包含定量試水及抽水試驗，再由每口試驗井之濾水管厚度求得透水係數，並依空間上分佈特性進行內插。

(2).垂直滲漏係數

垂直滲透係數處理方式除根據各分區之岩性鑽探資料外，並參考相關經驗值後初步設定各分區值，各含水層間虛擬阻水層的模擬，則先依土壤地質之分佈粗分為扇頂、扇央及扇尾三個區，再利用地調所所劃分之屏東平原各阻水層分佈圖來調整模式中輸入之垂直滲透係數分佈。另在模擬範圍中在扇頂正因為實際上並無阻水層的存在，模式在這些區設定較高之垂直滲漏係數。扇頂部分主要分佈在平原北部及東部地帶，沈積物皆屬於粗砂礫，模式中輸入之垂直滲漏係數之值在 2~0.1 之間，扇央及扇尾部分因包含虛擬之阻水層，故其垂直滲透係數之值較小，其設定範圍在 0.1~0.00001 間。

(3).儲水係數/比出水量

依含水層不同，儲水係數之物理意義也有所不同。在自由含水層中，儲水係數約等於比出水量。本模式在參數設定時，第一層為自由含水層輸入比出水量，第二層及第三層為受壓含水層則輸入儲水係數。參數值的決定是參考地調所之現場調查資料以及屏東平原之相關研究成果。

(四)、地表高程及含水層底部高程設定

在本報告中，各含水層的地表高程及底部高程的給予是根據地

調所之含水層厚度表，配合鑽探資料以距離平方反比法統計內插求得各層之底部高程分佈。

(五)、模式校正

附錄十二為本計畫地下水流模式所進行之區域性觀測井水位參數校正結果，本模式模擬之校正成果尚佳。由該模擬結果可以看出，本模式已能良好刻畫屏東平原之動態地下水流狀況。

## 6.1.2 伏流水開發方案對地下水之影響分析

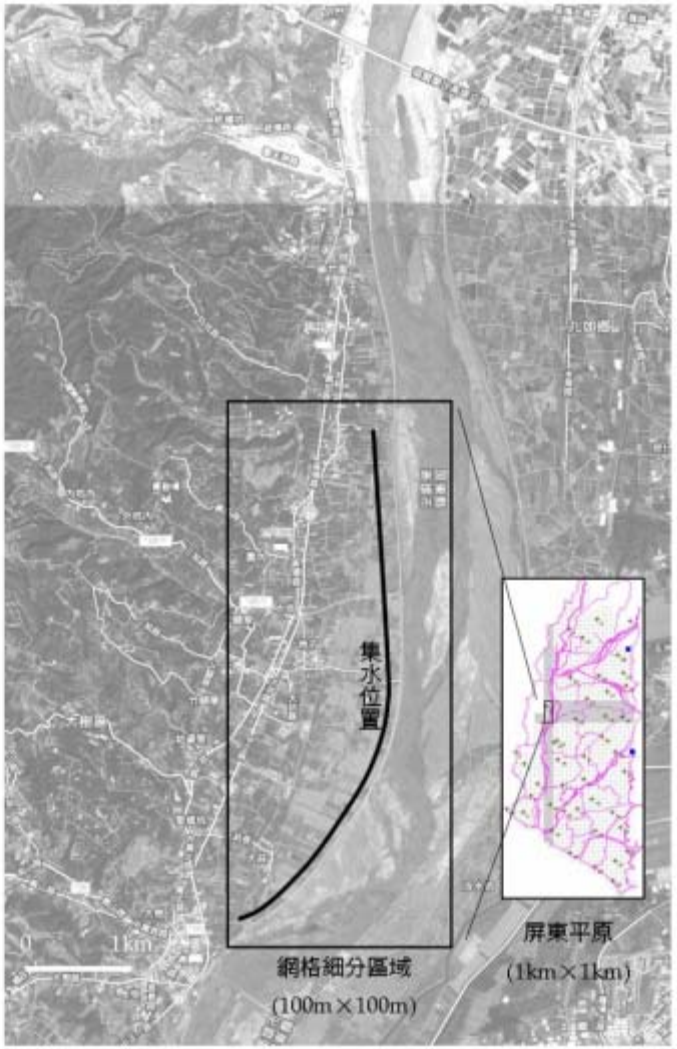
經由上述屏東平原模式之建構與校正後，即可進行伏 流水開發方案對其鄰近區域之地下水影響分析。其執行方法係由屏東平原之區域性網格(1000m×1000m 網格)，於本計畫之伏流水取水區域將模式網格加密切割為 100m×100m 進行模擬。所模擬之方案計有二處，分別為本計畫所研選出伏流水開發之「興田地區」方案，以及自來水公司於 2006 年所執行之「高屏溪攔河堰第二取水口工程規劃」計畫之伏流水開發方案。此二處之伏流水開發方式係為分別於全年 365 天集取 10 萬 CMD 與 50 萬 CMD。圖 6.1.2-1 為此二方案之模式網格加密細分區域。

一、興田地區伏流水開發方案對地下水之影響分析

圖 6.1.2-2 為模擬區域(興田地區方案與第二取水口方案)之伏流水開發方案尚未取水前之地下水等水位線模擬結果圖。興田地區取水方案之模擬係於該伏流水開發地區佈設長 1000m 之取水設施 (輻射井或集水管)進行全年每日取水，取水後之枯水期與豐水期之 4 月份及 8 月份等水位線圖繪製如圖 6.1.2-3。茲將所模擬結果之未取水前與取水後 4 月份及 8 月份枯豐水期水位降深列如表 6.1.2-1 與表 6.1.2-2。

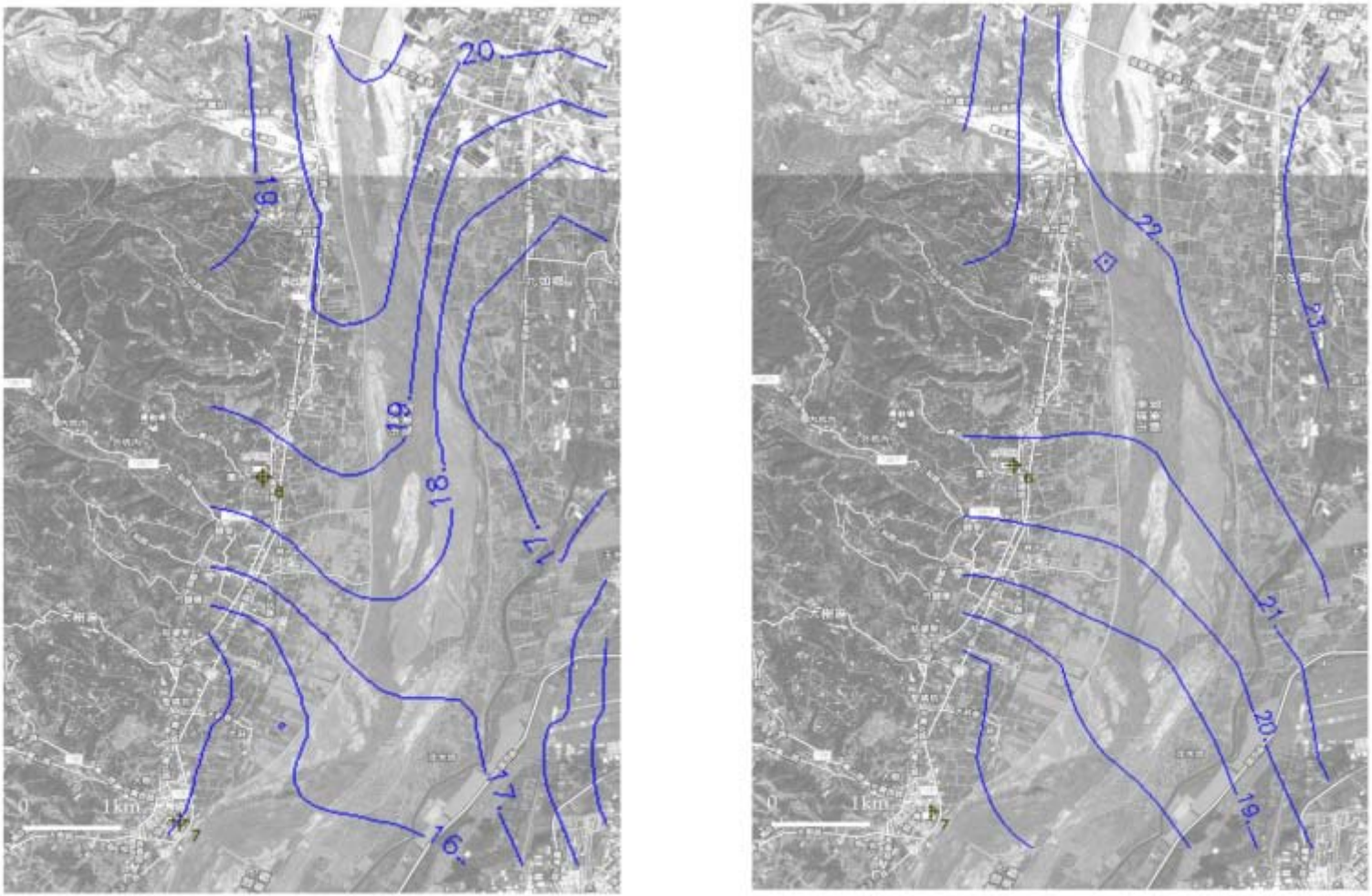



興田方案網格加密區



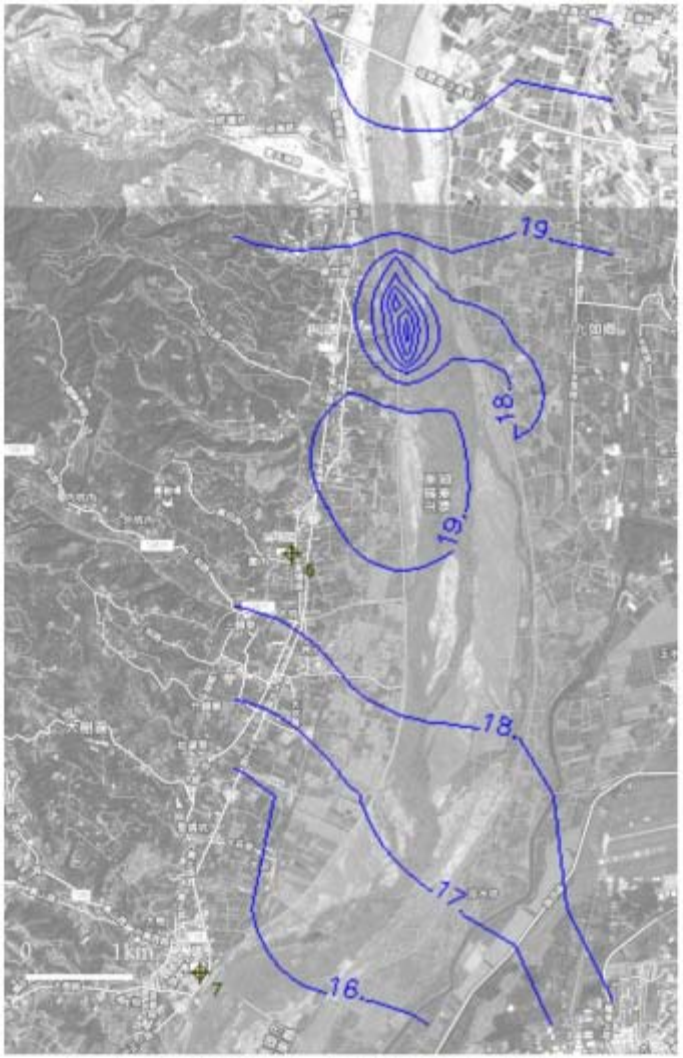

第二取水口方案網格加密區

**圖 6.1.2-1 取水區域模式格網加密圖**

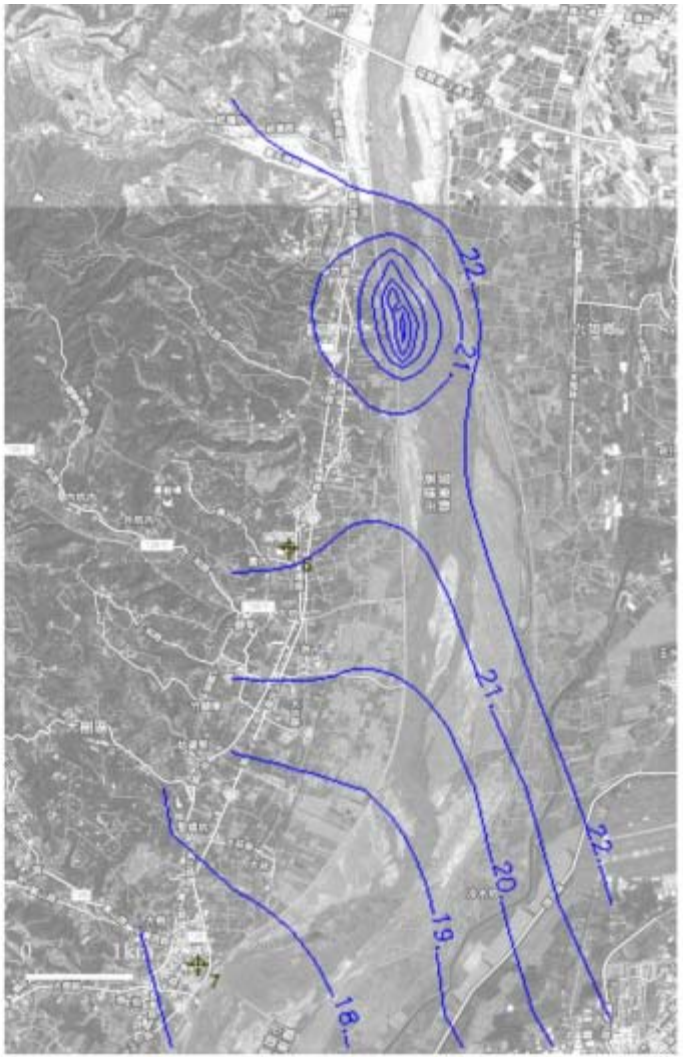



4月份尚未取水之等水位線圖　　8月份尚未取水之等水位線圖

**圖 6.1.2-2 尚未取水之地下水等水位線模擬圖(4 月份與 8 月份)**




取水10萬CMD後之4月份等水位線圖




取水10萬CMD後之8月份等水位線圖

**圖 6.1.2-3 興田地區取水 10 萬 CMD 後之地下水等水位線模擬圖(4 月份與 8 月份)**

## 表 6.1.2-1 興田方案取水 10 萬 CMD 後之水位降深 (4 月份)

單位：m

| 集水設施位置平均水位降深 | 5.31 | | | |
|---|---|---|---|---|
| 距主集水設施方向與距離 | 200m | 500m | 1000m | 5000m |
| 集水設施外正東側 | 3.20 | 1.30 | 0.00 | 0.00 |
| 集水設施外正西側 | 2.59 | 1.21 | 0.24 | |
| 集水設施外正南側 | 1.85 | 0.57 | 0.07 | 0.00 |
| 集水設施外正北側 | 1.26 | 0.37 | 0.05 | 0.00 |

## 表 6.1.2-2 興田方案取水 10 萬 CMD 後之水位降深 (8 月份)

單位：m

| 集水管位置平均水位降深 | 4.42 | | | |
|---|---|---|---|---|
| 距主集水管方向與距離 | 200m | 500m | 1000m | 5000m |
| 集水管外正東側 | 2.60 | 1.10 | 0.30 | 0.00 |
| 集水管外正西側 | 2.00 | 0.83 | 0.01 | |
| 集水管外正南側 | 1.00 | 0.34 | 0.02 | 0.00 |
| 集水管外正北側 | 0.95 | 0.15 | 0.05 | 0.00 |

由上述之模擬結果可知，興田地區於集水設施位置之平均水位降深枯、豐水期分別為 5.31m 及 4.42m，而枯水期距離集水設施外 200m 之水位降深以東側最大(3.2m) ，西側(興田聚落) 距離集水設施外 200m 之水位降深為 2.59m，南北向則各為 1.85m 與 1.26m。而距離水源開發區外之東西南北向外 1km，其水位降深之影響則甚微。此外，豐水期(8 月份)之水位降深則因受雨量入滲補注之影響，其水位降深則比枯水期小。由模擬結果可知，於興田地區開發 10 萬 CMD 之伏流水方案，除主集水管水位降深較大外，對開發區外之鄰近區域之地下水環境影響應不大。

二、「第二取水口工程規劃」伏流水開發方案對地下水之影響分析

第二取水口方案係為自來水公司(2006 年)所規劃「第二取水口工程」之方案六(集水管方案)與方案七(輻射井方案)伏流水集水方案。經

該計畫評估，該二方案於地下集水方式，具濁度低、取水量相對穩定、用地小等優勢，應屬可行之方案。而經該計畫分析，方案七之建造成本較方案六低，且方案七所佈設之集水設施較為分散，可有效減低對地下水環境之衝擊。

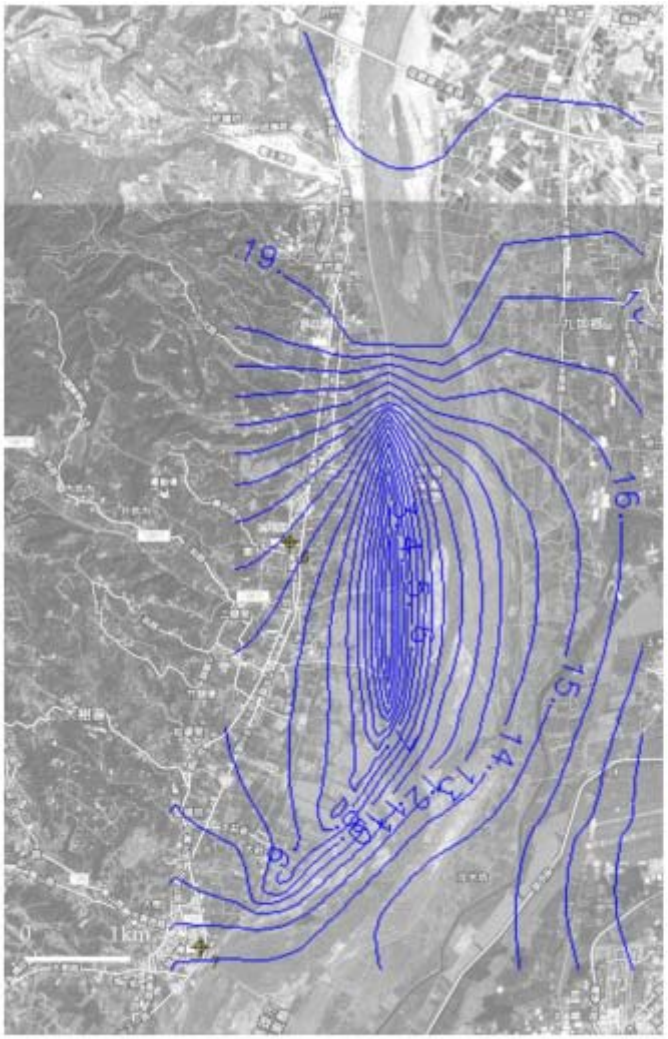
「第二取水口工程」方案係於高屏溪右岸高屏堰北側之空軍大泉營區，往北沿低水護岸每 100m 佈設一口輻射井，其佈設方案詳見圖 6.1.2-4。尚未取水時之地下水等水位線模擬結果亦詳見圖 6.1.2-2。「第二取水口工程」取水之方案七(輻射井方案)之模擬係於該伏流水開發地區佈設長 5000m 之取水設施進行全年每日取水(該計畫係全年均取 50 萬 CMD)，取水後枯水期與豐水期之 4 月份及 8 月份等水位線圖繪製如圖 6.1.2-5。茲將所模擬結果之未取水前與取水後 4 月份及 8 月份枯豐水期水位降深列如表 6.1.2-3 與表 6.1.2-4。

由上述之模擬結果可知，「第二取水口工程」於輻射井取水設施位置之平均水位降深枯、豐水期分別達 13.28m 及 9.67m，而枯水期距離集水設施外 1000m 之水位降深以西側最大(7.38m) ，東側距離集水設施外 1000m 之水位降深尚達 4.86m，南北向則各為 0.3m 與 0.36m。而距離水源開發區外之東西南北向外 5km，其水位降深之影響則甚微。此外，豐水期(8 月份)之水位降深則因受雨量入滲補注之影響，其水位降深則比枯水期小。但由模擬結果可知，西側距離集水設施外 1000m 之水位降深尚達 6.35m，南北向則各為 0.1m 與 0.16m。

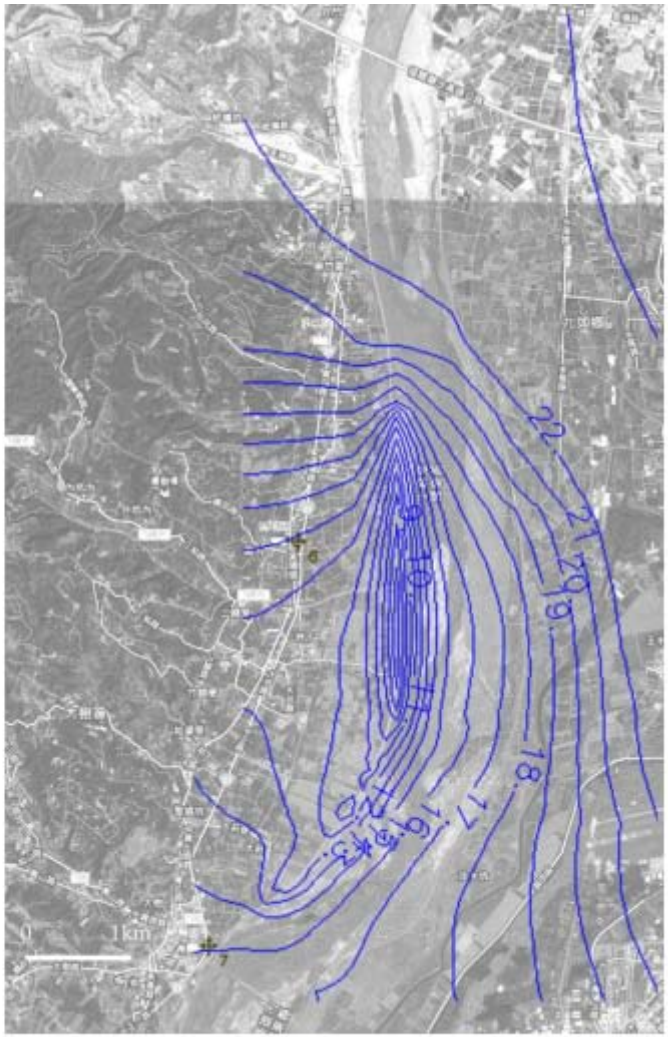
相較於興田地區之 10 萬 CMD 水源開發，「第二取水口工程」50 萬 CMD 水源開發方案，取水後對鄰近區域之地下水環境影響程度較大。




**圖 6.1.2-4「第二取水口工程」方案七之輻射井佈設圖**




取水50萬CMD後之4月份等水位線圖




取水50萬CMD後之8月份等水位線圖

**圖 6.1.2-5「第二取水口工程」方案取水 50 萬 CMD 後之地下水等水位線模擬圖(4 月份與 8 月份)**

## 表 6.1.2-3「第二取水口工程」方案取水 50 萬 CMD 後之水位降深 (4 月份)

單位：m

| 集水設施位置平均水位降深 | 13.28 | | | |
|---|---|---|---|---|
| 距主集水設施方向與距離 | 200m | 500m | 1000m | 5000m |
| 集水設施外正東側 | 11.74 | 7.50 | 4.86 | 0.00 |
| 集水設施外正西側 | 12.84 | 9.70 | 7.38 | — |
| 集水設施外正南側 | 2.92 | 1.50 | 0.30 | 0.10 |
| 集水設施外正北側 | 4.90 | 2.80 | 0.36 | 0.00 |

## 表 6.1.2-4「第二取水口工程」方案取水 50 萬 CMD 後之水位降深 (8 月份)

單位：m

| 集水設施位置平均水位降深 | 9.67 | | | |
|---|---|---|---|---|
| 距主集水設施方向與距離 | 200m | 500m | 1000m | 5000m |
| 集水設施外正東側 | 7.95 | 4.60 | 3.13 | 0.00 |
| 集水設施外正西側 | 10.74 | 7.42 | 6.35 | — |
| 集水設施外正南側 | 1.75 | 0.90 | 0.10 | 0.00 |
| 集水設施外正北側 | 4.50 | 0.80 | 0.16 | 0.00 |

三、「興田伏流水開發方案」取水原水來源分析

為確實掌握興田伏流水開發方案之取水原水來源，茲由前述 MODFLOW 模式所模擬成果，再擷取興田位址附近約 1km(東西向)×3km(南北向)之高屏溪河川內影響範圍河段，以河川模組(River Package)觀察其含水層與河川間，在各不同應力期(stress period)之水平衡(water budget)變動關係。其所執行後之枯水期(4 月份)及豐水期(8 月份)成果詳見表 6.1.2-5 所示。

由表中模擬成果可知，興田位址鄰近 3km$^2$ 河段間之水源開發前，枯、豐期河川滲漏至含水層水源量約為 4.2 萬與 0.6 萬 CMD，顯示枯水期含水層受河川水源補注較大；而豐水期因地下水位高，河川補注相對不易。而水源開發後(取 10 萬 CMD)，其枯、豐水期河川滲漏至含

水層水源量約為 9.9 萬與 5.9 萬 CMD。將取水後與取水前之水量相減後，所得之枯、豐水期河川滲漏量約為 5.7 萬與 5.3 萬 CMD，此水源應為被所設置之取水設施所取得之水量。由此顯示雖枯豐期與取水前後之水量變化行為有所不同，但由河川滲漏至含水層的水源量均約佔所取水量之 50~60%(枯水期略多於豐水期) 。至於其他之取水水源(50~40%)，主要可能來自於興田附近與廣袤之屏東平原東北側之地下水源。此結果或可做為未來管理單位之水源(地面水/地下水/伏流水)調配參考。

**表 6.1.2-5　河川滲漏量(river leakage)模擬成果 (3km$^2$)範圍**

單位: CMD

| 模擬情況 | 取水前 | 取水後 | 取水後由河川滲漏量 |
|---|---|---|---|
| 4 月份 (枯) | 42,356 | 99,223 | 56,867 |
| 8 月份 (豐) | 6,282 | 59,013 | 52,731 |

## 6.2 集水管及輻射井供水潛能量評估

伏流水開發之水源潛能量評估，需以現場地質參數、預計取水量、河川水位、以及相關之水文試驗等調查成果，方能有效評估。本計畫係以集水管及輻射井之取水方式，以上述高屏溪沿岸之試驗地區(興田)為分析標的，參照水文地質理論與開發場址之特性，據所模擬之 10 萬 CMD 水量，計算評估以集水管及輻射井方式之伏流水開發潛能量。

依據於高屏溪攔河堰管理中心所洽取之 2011 年 8 月高屏溪河川斷面資料，本計畫高屏溪沿岸之興田地區河段之預計取水地點為 63 斷面，其主河漕河床底高程約為 El. 21m，若考量以集水廊道或集水管以及輻射井方式集取輻射井，則取水方式建議以施作於靠河岸旁高灘側之河床內設置集透水集水管或透水輻射管，其埋設深度約於河床下 13m(詳見第七章之分析)。並於河岸高灘地設置該集水管與輻射管所集取之寬口水源集水井，俾泵送至供水標地區。

以下即針對集水管及輻射井二方案進行興田地區之水源潛能量予以評估分析之。

一、集水管方案供水潛能評估

依據高屏溪沿岸之水文地質等特性， 以美國內政部墾務局出版之”地下水手冊”建議公式(U.S. Bureau of Reclamation , “Ground Water Manual”, U.S. dept. of Interior, 1981 )：

計算所需透水管長度公式為(相關參數詳見圖 6.2-1)：

$$L = \frac{Q \ln \frac{2d}{r}}{2\pi KH}$$

式中：

L——設計出水量所需之透水管長度， ft；

Q——設計出水量，$ft^3/sec$，需考慮折減效應，一般為 70%；

ln——自然對數；

d——河床到管子中心間的距離，ft；

r——透水管半徑，ft；

K——河床沖積層或地層的透水係數，ft/sec；

H——河床上面的最小水深，ft；

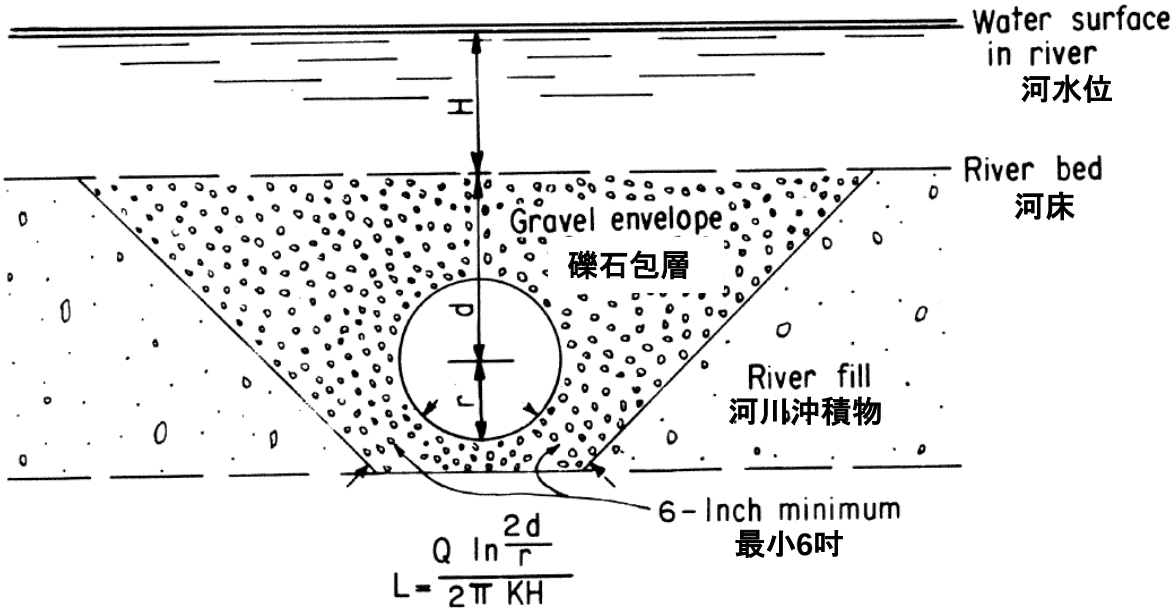



**圖 6.2-1 ”地下水手冊”伏流水建議公式相關參數圖**

依上述公式，則集水管之集水量 Q 為：

$$Q=\frac{2\pi LKH}{\ln\frac{2d}{r}}$$

本案例之設計集水量為 10 萬 CMD，各相關之設計參數列如表 6.2-1。

為考量集水後之集水管段阻塞等效應，建議取保守之 70%作為水量之折減，經計算後，欲集水 10 萬 CMD 之伏流水源，其所需佈設之集水管長度為 1,036m，因 70%已有保守估算，故建議設計取整數以 1,000m 長度為依據。

**表 6.2-1 “地下水手冊”伏流水集水量相關參數與計算成果**

| 各相關參數 | | 計算值 |
|---|---|---|
| 管半徑 r | (m) | 0.6 |
| 河床與管中心距離 d | (m) | 13.8 |
| 透水係數 K | (m/day) | 42 |
| 河水位與河床間距離 H | (m) | 2 |
| 透水管長度 L | (m) | 1,036 |
| Q | (CMD) | 142,857 |
| Q 折減後 | (CMD) | 100,000 |

二、輻射井方案供水潛能評估

依據中國大陸”供水水文地質手冊”之建議,於河畔佈設輻射井之集取水量 Q 為(其示意詳圖 6.2-2 所示)：

$$Q = qn\varphi$$

$$q = \frac{Ksl}{0.37 \log N_0}$$

$$N_0 = \frac{4mz_0 l}{b(m - z_0)\left(\sqrt{l^2 + 16z_0{}^2} + l\right)} \times \frac{\left[\sqrt{l^2 + 16(m - z_0)^2} + l\right]}{\left(\sqrt{l^2 + 16m^2} + l\right)}$$

$$b = 0.6125d$$

式中,

Q=輻射井出水量(CMD)

q=單根輻射管出水量(CMD/根)

n=輻射管根數

$\varphi$=輻射管互阻係數 ；由該手冊建議查得

K=透水係數(m/day)

s=水位降深 (m)

l=輻射管長度 (m)

$N_0$=係數

m=含水層厚度 (m)

$z_0$=河床至輻射管距離 (m)

d=輻射管外徑(m)

$r_0$=輻射管半徑 (m)

$\theta$=輻射管之間的夾角 (度)

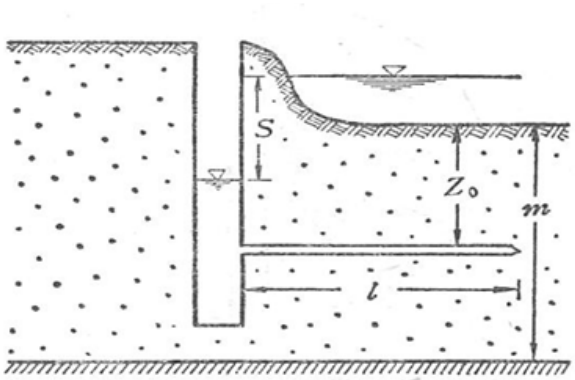



**圖 6.2-2　輻井計算示意圖**

由於該公式係使用於輻射井位於河床下，依建議需將該公式所計算之出水量結果折減 70%。

茲由上述公式計算各不同長度之輻射井出水量如表 6.2-2。由表中之計算結果得知，每座集水井設置 5 根外徑$\varphi$300mm、長 30m 之輻射井，則興田地區每座可取水 10,160CMD。依此出水量之計算，則興田地區若設置輻射井 10 座，計可出水為 101,600CMD，以 10 萬 CMD 計，故建議未來設置 10 座集水設施。

## 表 6.2-2　輻射井出水量計算表

| 參數 | 參 數 | | 計算成果 |
|---|---|---|---|
| 輻射管根數 | n | | 5 |
| 集水管互阻係數 | $\varphi$ | | 0.61 |
| 輻射管外徑(m) | d | (m) | 0.3 |
| 河床至輻射管距離(m) | $z_0$ | (m) | 13 |
| 透水係數(m/day) | K | (m/day) | 42 |
| 抽水後之降水位 | s | (m) | 3 |
| 輻射管長度 (m) | l | (m) | 30 |
| 含水層厚度 (m) | m | (m) | 30 |
| 輻射管半徑 (m) | $r_0$ | (m) | 0.15 |
| b=0.6125d | b | (m) | 0.18375 |
| 係數 | $N_0$ | | 140 |
| 單根輻射管出水量(CMD/根) | q | (CMD/根) | 4,759 |
| 所有輻射管出水量(CMD) | Q | (CMD) | 14,515 |
| 折減係數 70% | Q(折減後) | (CMD) | 10,160 |

# 第七章 檢討評估開發伏流水之可行性及經濟性

## 7.1 試驗地點開發伏流水之可行性評估

依據本計畫現場調查試驗分析結果，本場址之上層地質屬於較細顆粒夾礫石之情況(地表下 12m 內屬於砂層、卵礫石、砂礫、黏土相互混層及互層之情況)，往下則為粗顆粒夾礫石之情況(12m~30m 多為卵礫石夾粗中細砂之情況)，地表下 30m 內並無較厚且連續性佳之黏土層，尤其地表下 12m 至 30m 之間，屬於出水性佳之含水層。另現場抽水試驗分析結果，試驗場址之透水係數平均約為 $4.65\times10^{-4}$ m/sec。微水試驗分析結果，試驗場址之K值介於$2.90\times10^{-4}$～$3.62\times10^{-4}$ m/sec之間，平均為$3.22\times10^{-4}$ m /sec，屬於良好含水層之範圍；另依據本計畫所建置之 MODFLOW 地面/地下水模式所模擬推估之水源潛能量分析結果而言，於此處開發伏流水具有極高之可行性。

### 7.1.1 河床沖刷深度分析

於規劃設計集水工程之前，除需瞭解供水潛能、標的取水量外，亦必須得知該工程設置之河床段沖刷深度之影響，設置於安全之深度，以避免集水管遭受颱洪動床效應破壞，本計畫針對興田地區試驗場址河段之河床沖刷深度分析如下：

一、河床質

參酌民國2012年01月經濟部水利署南區水資源局『莫拉克颱風後高屏堰河段變遷模擬與穩定取水方案研究 (100年度)』成果報告，本計畫位置興田地區鄰近高屏溪斷面編號61處其河床質平均粒徑Dm為0.154mm(民國96年資料)，砂質含量為100.0%(如表7.1.1-1所示)。

二、計畫流量

參酌民國2010年2月水利署『高屏溪 流域整體治理規劃』成果報告，計畫流量採民國2008年之分析結果，控制站為高屏溪九曲堂，如表7.1.1-2所示。

# 表 7.1.1-1　民國 96 年河床質粒徑分佈表

(單位：mm)

| 斷面編號 | 平均粒徑 | 各代表粒徑 | | | | | | | | | 砂質含量(%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | D10 | D20 | D30 | D40 | D50 | D60 | D70 | D80 | D90 | |
| L43 | 19.76 | 0.145 | 0.19 | 0.241 | 0.308 | 0.404 | 0.53 | 0.907 | 2.787 | 101.37 | 82.6 |
| L48 | 1.15 | 0.081 | 0.153 | 0.167 | 0.182 | 0.198 | 0.216 | 0.235 | 0.256 | 0.278 | 99.2 |
| R51 | 0.369 | 0.096 | 0.177 | 0.257 | 0.322 | 0.364 | 0.412 | 0.465 | 0.526 | 0.594 | 98.8 |
| L53 | 0.152 | 0.097 | 0.157 | 0.171 | 0.185 | 0.201 | 0.218 | 0.236 | 0.256 | 0.278 | 100.0 |
| R55 | 0.314 | 0.232 | 0.317 | 0.346 | 0.378 | 0.412 | 0.45 | 0.491 | 0.536 | 0.585 | 100.0 |
| L57 | 0.151 | 0.104 | 0.157 | 0.171 | 0.186 | 0.202 | 0.22 | 0.24 | 0.261 | 0.284 | 99.9 |
| R59 | 0.236 | 0.156 | 0.18 | 0.208 | 0.239 | 0.276 | 0.322 | 0.383 | 0.455 | 0.542 | 100.0 |
| L61 | 0.154 | 0.155 | 0.167 | 0.181 | 0.195 | 0.21 | 0.227 | 0.245 | 0.265 | 0.286 | 100.0 |
| L67 | 0.494 | 0.233 | 0.321 | 0.367 | 0.419 | 0.478 | 0.546 | 0.653 | 0.873 | 1.167 | 99.0 |

資料來源：經濟部水利署南區水資源局『莫拉克颱風後高屏堰河段變遷模擬與穩定取水方案研究 (100 年度)』成果報告，2012。

## 表 7.1.1-2　高屏溪流域各重現期距計畫流量

| 控制點 / 重現期(年) | 高屏溪 | 荖濃溪 | 旗山溪 | 隘寮溪 | 備註 |
|---|---|---|---|---|---|
| | 九曲堂 | 新發大橋站 | 月眉 | 三地門 | |
| 200 | 33,877 | 11,462 | 7,062 | 7,189 | 莫拉克後 |
| | 29,100 | 9,960 | 6,440 | 6,810 | 97 年分析 |
| | 25400 | 9430 | 5970 | 5160 | 70 年分析 |
| 100 | 30,564 | 10,458 | 5,776 | 6,489 | 莫拉克後 |
| | 26,800 | 9,240 | 5,990 | 6,150 | 97 年分析 |
| | 24200 | 8890 | 5680 | 4800 | 70 年分析 |
| 50 | 27,251 | 9,411 | 5,924 | 5,760 | 莫拉克後 |
| | 24,300 | 8,470 | 5,500 | 5,470 | 97 年分析 |
| | 22800 | 8270 | 5340 | 4,430 | 70 年分析 |
| 20 | 22,751 | 7,966 | 5,074 | 4,757 | 莫拉克後 |
| | 20,800 | 7,350 | 4,780 | 4,530 | 97 年分析 |
| | 20500 | 7340 | 4790 | 3870 | 70 年分析 |
| 10 | 19,188 | 6,798 | 4,372 | 3,956 | 莫拉克後 |
| | 17,900 | 6,400 | 4,160 | 3,780 | 97 年分析 |
| | 18000 | 6490 | 4270 | 3360 | 70 年分析 |
| 5 | 15,447 | 5,519 | 3,575 | 3,093 | 莫拉克後 |
| | 14,700 | 5,320 | 3,450 | 2,980 | 97 年分析 |
| | 15700 | 5480 | 3620 | 2760 | 70 年分析 |
| 2 | 9,666 | 3,525 | 2,268 | 1,788 | 莫拉克後 |
| | 9,510 | 3,500 | 2,250 | 1,750 | 97 年分析 |
| | 10900 | 3690 | 2420 | 1720 | 70 年分析 |
| 1.11 | 3,799 | 1,430 | 8,67 | 548 | 莫拉克後 |
| | 3,800 | 1,450 | 884 | 567 | 97 年分析 |
| | 4420 | 1530 | 920 | 556 | 70 年分析 |
| 莫拉克流量 | 35,064 | 12,106 | 6,840 | 5,857 | |

資料來源：1.莫拉克後為水規所提供之初步分析結果。

2.97 年分析資料參考「高屏溪治理規劃檢討」報告(水利署水規所，民國 97 年)

3.70 年分析資料參考「高屏溪治理規劃」報告(前水利局，民國 73 年 6 月)

三、河床沖刷深度計算

岸邊構造物基腳附近河床之沖刷現象，受水流流遠、亂流、渦流與河床質之交互作用，過程頗為複雜，其沖刷深度之估算，僅能依賴實驗室成果或有限之現地實測資料所推導之經驗公式，本計畫採用 Lacey 公式推估高屏溪斷面 61 各重現期洪峰流量之河床沖刷深度。

Lacey公式

可床質平均粒徑Dm= 0.154 mm

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 設計流量Q1.11= | 3800 cms | $d_m=0.47\times(Q/f)^{0.333}$= | 8.297 m | Q1.11沖刷深度$ds=Z\times d_m$= | 6.223 m |
| 設計流量Q2= | 9510 cms | $d_m=0.47\times(Q/f)^{0.333}$= | 11.265 m | Q2沖刷深度$ds=Z\times d_m$= | 8.449 m |
| 設計流量Q5= | 14700 cms | $d_m=0.47\times(Q/f)^{0.333}$= | 13.025 m | Q5沖刷深度$ds=Z\times d_m$= | 9.769 m |
| 設計流量Q10= | 17900 cms | $d_m=0.47\times(Q/f)^{0.333}$= | 13.909 m | Q10沖刷深度$ds=Z\times d_m$= | 10.432 m |
| 設計流量Q20= | 20800 cms | $d_m=0.47\times(Q/f)^{0.333}$= | 14.623 m | Q20沖刷深度$ds=Z\times d_m$= | 10.967 m |
| 設計流量Q50= | 24300 cms | $d_m=0.47\times(Q/f)^{0.333}$= | 15.401 m | Q50沖刷深度$ds=Z\times d_m$= | 11.551 m |
| 設計流量Q100= | 26800 cms | $d_m=0.47\times(Q/f)^{0.333}$= | 15.912 m | Q100沖刷深度$ds=Z\times d_m$= | 11.934 m |
| 設計流量Q200= | 29100 cms | $d_m=0.47\times(Q/f)^{0.333}$= | 16.355 m | Q200沖刷深度$ds=Z\times d_m$= | 12.266 m |

$f=1.76Dm^{1/2}$= 0.6907　　Z=0.75(直渠或緩彎道)

上述分析為興田地區之高屏溪斷面 61 各重現期距沖刷深度，集水管埋設位置應選擇滲透性良好之砂、礫石層，不得埋設於黏土層，避免影響取水量，另集水管埋設位置應避開沖刷深度影響，避免集水管遭洪流沖刷破壞。

集水管建議使用年限為 50 年，興田地區之高屏溪 Q50 年重現期距沖刷深度為 11.551m，為確保設施安全，以設計流量 Q50 年之沖刷深度為基準再加上安全深度約 1.5m，集水管之埋設以低於主深槽下 13m 為宜。

集水管埋深至少須位於主深槽下 13m 之位置，河床主深槽高程約 EL+21m，建議集水管頂部埋設高程為 EL+8m。

### 7.1.2 工程佈置方案規劃

綜合前述之說明分析，考量安全出水量、河床沖刷深度之分析結果，及本計畫之目標開發伏流水係屬作為備援之用途，建議於豐水期集取伏流水 10 萬 CMD，俾作為備援系統之用途。

本計畫考量試驗地點現場河段右岸長年有水、Q50 之沖刷深度達主深槽下近 13m、施工之可行性等因素，評估以集水暗管及輻射井較為可行。另由於本試驗場址之地質特性夾雜細顆粒，非屬礫徑較大且較均勻之卵礫石地層，集水設施容易淤砂，就維護上及地質特性而言，比較不設合設置集水廊道。本計畫以取伏流水 10 萬 CMD 為目標，茲就集水管以及輻射井之工程佈置方案說明如下：

一、方案一：集水暗管

擬佈設平行河川之集水暗管工程如圖 7.1.2-1 所示。計埋設長度 1000m、管徑 Φ1200mm 之集水暗管；豐水期取水之總出水量約為 10 萬 CMD。

二、方案二：輻射井

輻射井工程佈置如圖 7.1.2-2 所示。輻射井計設置 10 座，每座集水井間隔 100m，每座設 5 根輻射管(管徑 Φ300mm)，每支集水管長 30m；每口輻射井之取水量約為 1 萬 CMD，10 口輻射井之總取水量約為 10 萬 CMD。

於 10 萬 CMD 取水工程建置之前，建議應先進行模場試驗，以了解實際出水量能、周遭水位變化情形，並修正相關設計參數。模場設置位置示意圖如圖 7.1.2-3。




**圖 7.1.2-1 興田地區伏流水取水方案佈設 – 集水暗管(平行河川)**




**圖 7.1.2-2　興田地區伏流水取水方案佈設 – 輻射井**

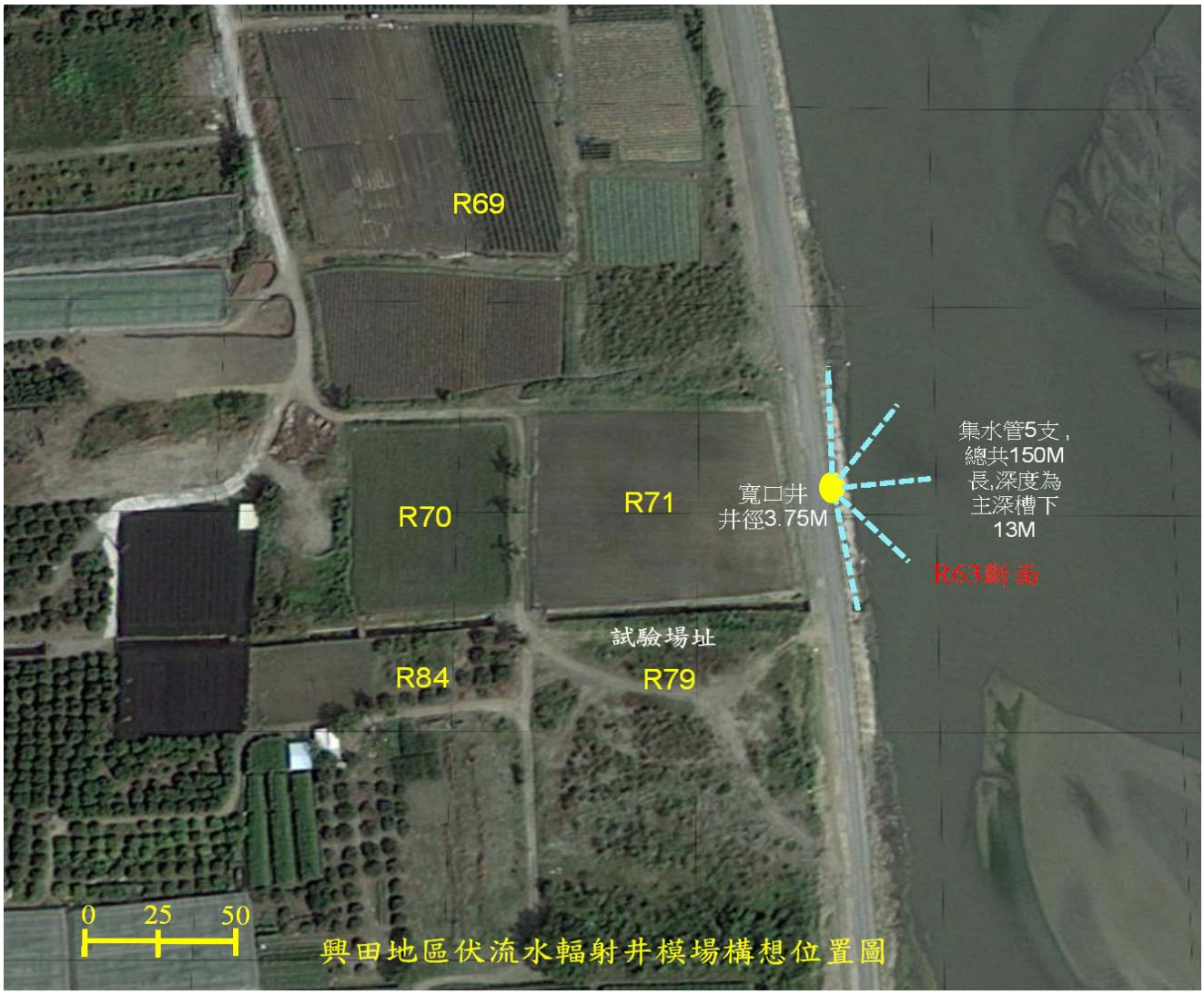



**圖 7.1.2-3 興田地區模場位置示意圖**

## 7.1.3 施工方式說明

本計畫建議採用集水暗管及輻射井取用伏流水，其施工方式說明如下：

一、集水暗管：施工流程如圖 7.1.3-1。

(一)、重點施工作業

1.鋼板樁圍堰：

(1)河中圍堰填築時，應施築臨時導流堤以確保行水之通暢。

(2)配合圍堰填築，護坡外側採用拋石或鼎塊保護。

(3)河中圍堰填築時,於填築界限設置適當擋土措施,以防範土方流失。

(4)圍堰填築期間如遇颱風引發之洪水，廠商應於氣象局發佈之陸上颱風警報時，即刻辦理防颱措施。

(5)圍堰移除應自河中往堤岸方向逐步進行，移除之過剩材料處理，納入工程作為填方使用，不得影響河防安全，如有剩餘則應依剩餘土石方處理規定處理。

(6)導流堤如遇颱風暴雨或洪水而遭致損壞，廠商應立即修復。

2.祛水作業

(1)祛水系統於開挖過程中易遭受其他施工機具破壞，宜於施工期間妥善規劃施工機具進出動線，並使用耐碰撞材質之套管。

(2)在祛水系統各組件裝設完成後及作業期間，應觀測並紀錄系統中每一泵之平均流量及作業時間，以及觀測井水壓計中之地下水位，即時及定期提送觀測紀錄。

(3)在初期祛水期間，應每日觀測祛水作業趨於穩定後視現場狀況，可延長其觀測之間隔時間，惟遇有大雨時，應恢復每日觀測。

(4)於祛水作業期間，按開挖工作進度，對每一觀測井與水壓計定期實施水頭升降測試，以確保其功能持續維持正常。

(5)視地表下之狀況操作祛水系統，使觀測井與水壓計內之地下水位維持在規定之限度內，以確保適當之水位。

(6)祛水系統應控制降低水位於開挖面以下 1m，並隨時校核擋土支撐系統監測儀器。

(7)各項祛水設備應隨時維持其正常功能，並應有緊急備用電源。

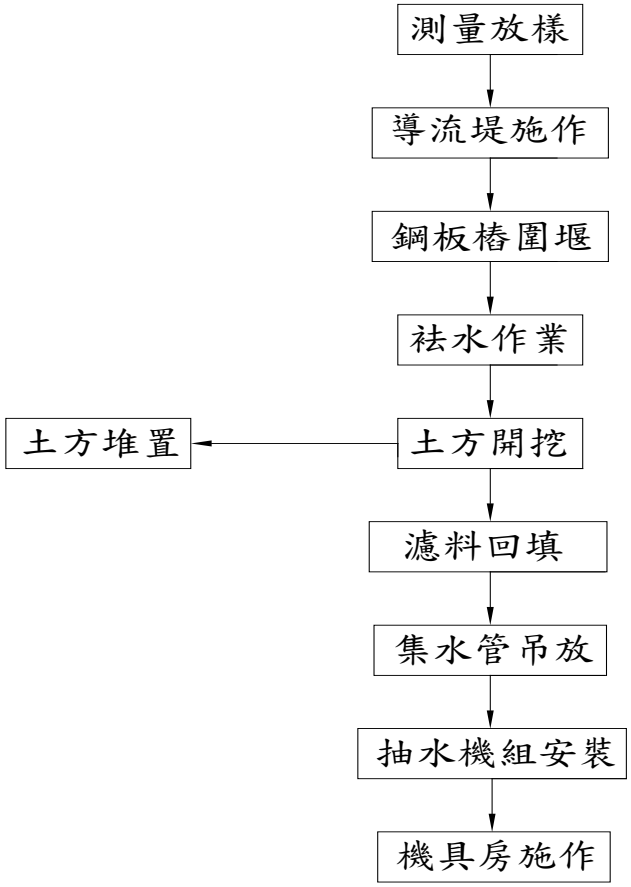



**圖 7.1.3-1 集水暗管施工流程圖**

3.土方開挖

(1)開挖工作應按設計圖示挖成水平或作台階，如因地形限制，局部須挖成斜面時，其傾斜角度，不得大於 20°，以免基角滑動。開挖時並應儘量避免擾動鄰近土壤，並以機械或人工夯壓，務使其堅實均勻。

(2)明挖邊坡應保持適當斜度，土質鬆軟或含水量甚大時，得設置板樁，或用適當之支撐予以加固，以防坍塌。

(3)澆置基礎前，應將積水抽乾為原則，如有地下湧水無法抽乾時，得視實際情形在基底先行灌搗一層適當厚度之水中混凝土。

4.抽水機組安裝

(1)抽水情況：可供每日二十四小時連續運轉。

(2)操作馬力：在操作範圍內所需之馬力，不得大於電動機額定值。

(3)抽水性能：依據現場抽水試驗資料，配合現場預計安裝深度之性能製造抽水機，於辦理檢驗時，額定點及參考點實際出水量，不得小於規定出水量。

(4)構造：抽水機組須設計成易於分解、組合、安裝及修理，其操作在規定性能範圍內均不得有不正常噪音，漏水或任何具破壞性之振動現象發生，抽水機組並須設計成可容許反向轉動，以免系統中水倒流時產生損毀。

(5)傳動方式：軸心直接與電動機連結或同一軸心。

5.施工記錄：

施工記錄事項應包括：

(1)開挖開始之日期、時間。

(2)地面高程、管底高程。

(3)開挖完成之日期、時間。

(4)遇到困難或障礙及處理情形之詳細說明。

(5)開挖時由取出之土壤記錄地質之變化及水位之變化。

(6)集水管吊放之時間、高程長度及施工過程遇到困難或障礙。

(7)集水管吊放之施工過程攝影或相片。

(8)工地工程司認為有必要記錄之其他事項。

(二)施工照片

集水暗管埋設現場施工照片如圖 7.1.3-2。



**圖 7.1.3-2 集水暗管埋設現場施工照片**

二、輻射井：施工流程如圖 7.1.3-3。

(一)重點施工作業

1.整地放樣：

沉箱施作之前，沉箱位置先予整平，使施工場地足以讓施工機具能順利移機，整地完成後進行沉箱樁心定位、高程之測定及放樣，同時工作區內設置適當之測量控制點,以利施工時沉箱位置及高程之校核，樁心定位及高程等測量必先經業主單位檢測，方得進行下一階段施工作業。

2.機具定位：

機具定位前應注意下列事項：

(1)測量工作是否已檢測合格。

(2)一切有關之施工機具是否已檢查，功能無礙。

(3)機具所在位置土層是否堅硬，以免因振動造成地質沈陷，導致施工機具失去水平，影響沉箱的垂直度。

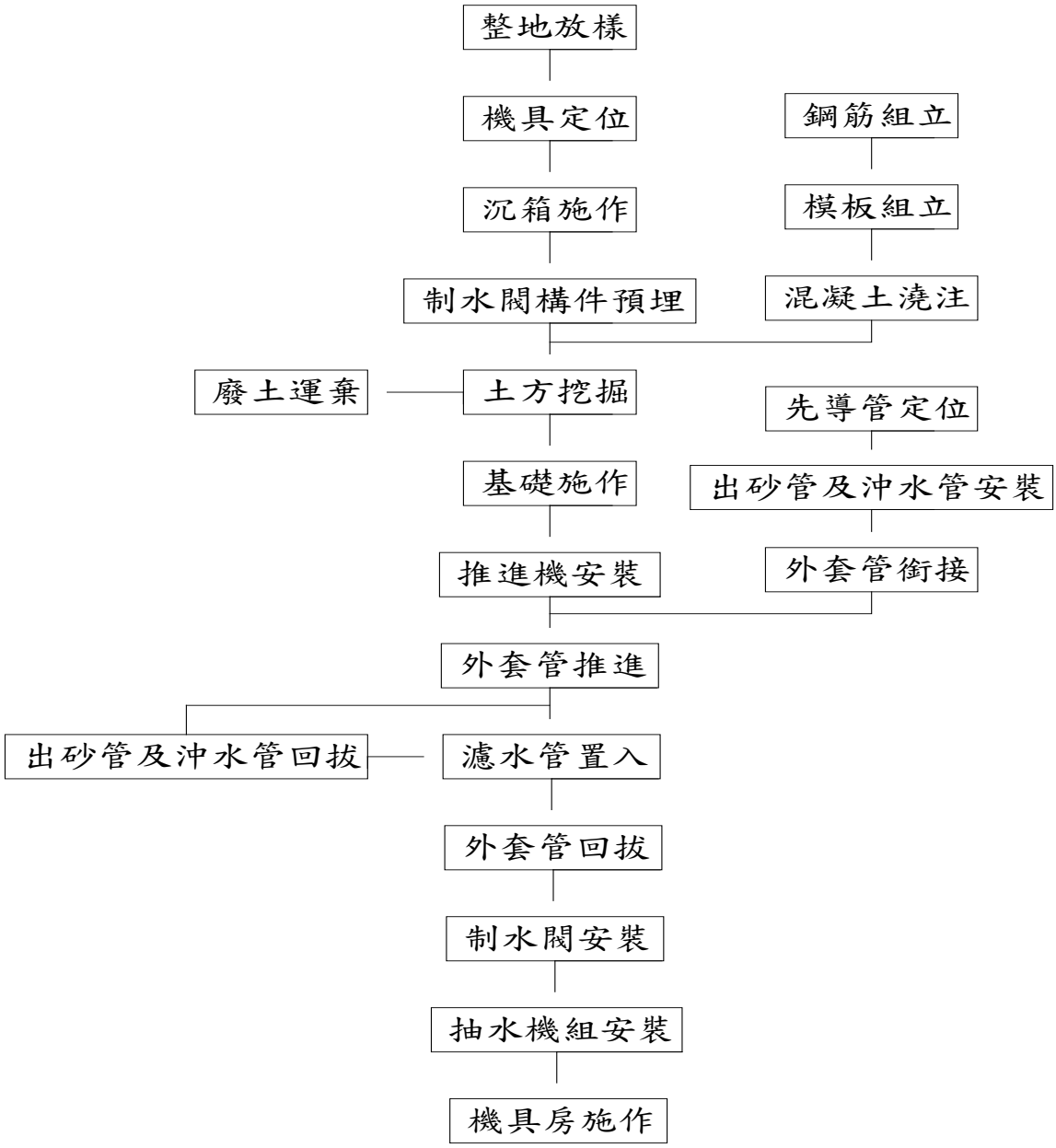



**圖 7.1.3-3 輻射井施工流程圖**

3.沉箱施作

(1)沉箱之貫入及鑽掘作業：沉箱基腳定心定平完成後，施作沉箱主體結構，利用抓斗掘出沉箱內土方以沉箱自重沉入土中，沉箱進入地層時，應以經緯儀或其他設備校正維持其垂直度，使垂直偏差於1/300內。沉箱壓入深度必需與取土作業相互配合，但取土深度不得超過沉箱之前進深度，以防地層土壤產生崩塌。

(2)沉箱垂直度控制及檢驗：沉箱於施作時，應於施工現場適當位置設錘線或架設經緯儀，以X及Y兩軸雙向監控，同時利用磁鐵式手持水準卡尺，使沉箱垂直度偏差保持在1/200內。

(3)底版施作：沉箱施作完畢，底部應挖掘至設計高程，利用特密管灌注水中混凝土封底。

(4)爬梯安裝：沉箱施作完畢，安裝安全爬梯，以利工程人員進出沉箱作業。

4.外套管推進

(1)先導管為拋棄式裝備應具有與外套管、出砂管、沖水管可銜接及推進達到設計長度後脫離之裝置，另預留設置出砂管及沖水管回拔後可銜接固定濾水管之裝置，以避免外套管回拔因砂石湧入外套管與濾水管之縫隙內造成濾水管位移。

(2)出砂管、沖水管、濾水管於一定間格應設置固定支架，以避免與外套管接觸面積過大，造成回拔時磨擦力擴大。

(3)外套管推進採用豎井式短管推進工法，短管推進工作井之內徑大小需考量管材長度及其承壓能力。推進工法係於埋設管線之一端，構築與埋管深度相同之推進工作井，本計畫以沉箱作為推進工作井，並於推進工作井後方構築反力牆，再於推管之前端設置前導管，利用置於反力牆處之油壓千斤頂，在管後端一面將埋管向前推進土層內，一面將管內廢土以人力或機械挖掘、搬運出工作井外之一種埋管施工法。

A.工作井：包括推進工作井，推進工作井為機具、材料、人員，廢

土等之進出口。

B.挖掘系統：欲將管材往前推進必先將管材前端土壤挖除，否則因土壤之阻力甚大，無法推進，因此掘土乃推進施工主要工作項目。

C.排土方法：掘進機前進所挖掘之土方排出方式可分為「液態輸送」及「固態輸送」兩種，再藉由吊重天車將運土台車吊出推進工作井外至土方存放地點。

D.推進系統：推進施工為一面掘土及排土再逐步將管材推入土層中，因此掘土、排土及推進為此工法主要且連續之相關動作，上述三個步驟必須相互配合方能順利、安全及有效率的完成管材之推進作業。

E.吊運系統：推進施工中機具、管材及廢土等進出工作井需吊運設備。

F.電力系統：電力為推進機械動力之主要來源。

G.操作控制：推進機械之操作方式可分為「機內操作」及「遙控操作」，由於監測技術之進步，可藉由裝置在機頭及機身之監視螢幕控管推進機運作之情形。

H.監視系統:監測項目包括切削盤扭力、掘進機旋轉角度及傾斜度、方向修正千斤頂衝程差、排土螺旋輸送帶之轉速、土倉內之土壓、推管方向及高程等。

5.濾水管置入

濾水管置入後於制水閥構件處預埋購件，以避免外套管回拔施工造成大量伏流水湧出。

6.抽水機組安裝

(1)抽水情況：可供每日二十四小時連續運轉。

(2)操作馬力：在操作範圍內所需之馬力，不得大於電動機額定值。

(3)抽水性能：依據現場抽水試驗資料，配合現場預計安裝深 度之性能製造抽水機，於辦理檢驗時，額定點及參考點實際出水量，不得小

於規定出水量。

(4)構造：抽水機組須設計成易於分解、組合、安裝及修理，其操作在規定性能範圍內均不得有不正常噪音，漏水或任何具破壞性之振動現象發生，抽水機組並須設計成可容許反向轉動，以免系統中水倒 流時產生損毀。

(5)傳動方式：軸心直接與電動機連結或同一軸心。

7.施工記錄：施工記錄事項應包括：

(1)開挖開始之日期、時間。

(2)地面高程、管底高程。

(3)開挖完成之日期、時間。

(4)遇到困難或障礙及處理情形之詳細說明。

(5)沉箱單節施作完成之日期、時間。

(6)每部預拌車澆灌時間、數量、沉箱壁內混凝土高程。

(7)混凝土之坍度。

(8)開挖時由取出之土壤記錄地質之變化及水位之變化。

(9)混凝土試體澆鑄及壓驗之日期、時間及成果。

(10)伏流管推進之時間、高程長度及施工過程遇到困難或障礙。

(11)伏流管推進之施工過程攝影或相片。

(12)工地工程司認為有必要記錄之其他事項。

(二)施工照片

輻射井現場施工流程及照片如圖 7.1.3-4。(以下相片係引用國外 Ranney 公司相關資料)



寬口井內模施作及配筋



寬口井預埋井篩套管



寬口井外模施作



寬口井抓斗取土



寬口井井底紮筋



寬口井設置完成

資料來源: 國外 Ranney 公司相關資料。

**圖 7.1.3-4 輻射井施工照片**



推進管與內出砂管



千斤頂推進施工




千斤頂推進施工




出水試運轉

資料來源: 國外 Ranney 公司相關資料。

**圖 7.1.3-4 輻射井施工照片(續)**

## 7.1.4 集水方式規劃

一、集水管埋深

(一)集水暗管工程

集水暗管之集水管埋深越深，其可取得之水量亦越大，但考量若埋設過深，則其施工之困難度以及施工之費用則將急遽升高。依據前述之河床沖刷及安全取水量之分析，本計畫興田地區之伏流水集水管埋設深度建議為河床主深槽下 13m，集水管頂部埋設高程約為 EL+8m。

(二)輻射井工程

依據本河段河床沖刷及安全取水量之分析，本計畫興田地區之輻射井集水管埋設深度定為河床主深槽下 13m，集水管頂部埋設高程約為 EL+8m。

二、集水管管徑

(一)集水暗管工程

集水管的管徑需考量未來維護之難易度及可承受壓力之強度，建議採用管徑 Φ1200mm 的管徑。集水管必須能承受所埋深之覆土壓力及側向土壓力，因此，集水管必須事先進行抗壓試驗，並進行相關加勁設施，以確保集水管可承受覆土壓力及側向土壓力。

(二)輻射井工程

考量輻射井集水管之施工推進之難易度以及相關國外實績經驗，建議輻射井之集水管採用 Φ300mm 之管徑。

三、集水管管材

一般目前市面上較為常見之管材主要有：混凝土管、HDPE 管、聚酯樹脂混凝土管以及骨架繞線式(不銹鋼材質)集水管、鋼管等型式。茲就其差異性說明下：

(一)開孔率

早期地下集水管開孔率僅接近 1%，以混凝土管而言，因受制於管體本身的強度，若開孔為圓形孔，其開孔率一般為 0.6%，若為橢

圓形孔，則開孔率為 1.8%；HDPE 管之開孔率一般為 5%～15%；聚酯樹脂混凝土管之開孔率一般為 10%～30%；骨架繞線式之開孔率則為 10%～50%，一般可達 30%以上。

集水管開孔率之不同將影響其含水層流入集水管之速度，開孔率越小，流入速度越大。一般之流入速度建議應小於 1.7cm/sec 為佳，以避免流速過快，造成管湧情形。若以里港地區之出水量(10 萬 CMD)而言，開孔率若為 30%，經計算得知其流入速度為 0.38cm/sec。

此外，如混凝土管因開孔較大(約 2cm)，其孔隙易為較大之顆粒所阻塞，影響其通水面積。骨架繞線式集水管之孔隙則在 2mm~10mm 之間，可以藉由控制鋼條之間距自由調整其孔隙大小，且因開孔係採用倒 V 型設計，將可避免孔隙阻塞的問題。

(二)管體接合

根據自來水公司於會結伏流水工程之經驗，伏流水集水管之損壞主要原因之一為地層不均勻沉陷或其他外力因素，使得集水管接合的位置產生孔隙，以致於大量土砂流入造成阻塞。若使用 HDPE、骨架繞線式等集水管，其集水管接頭穩固，不易於集水管接何處造成淤塞的問題。

各材質管材特性比較表如表 7.1.4-1，骨架繞線式集水管照片如圖 7.1.4-1。

四、集水管埋設坡度

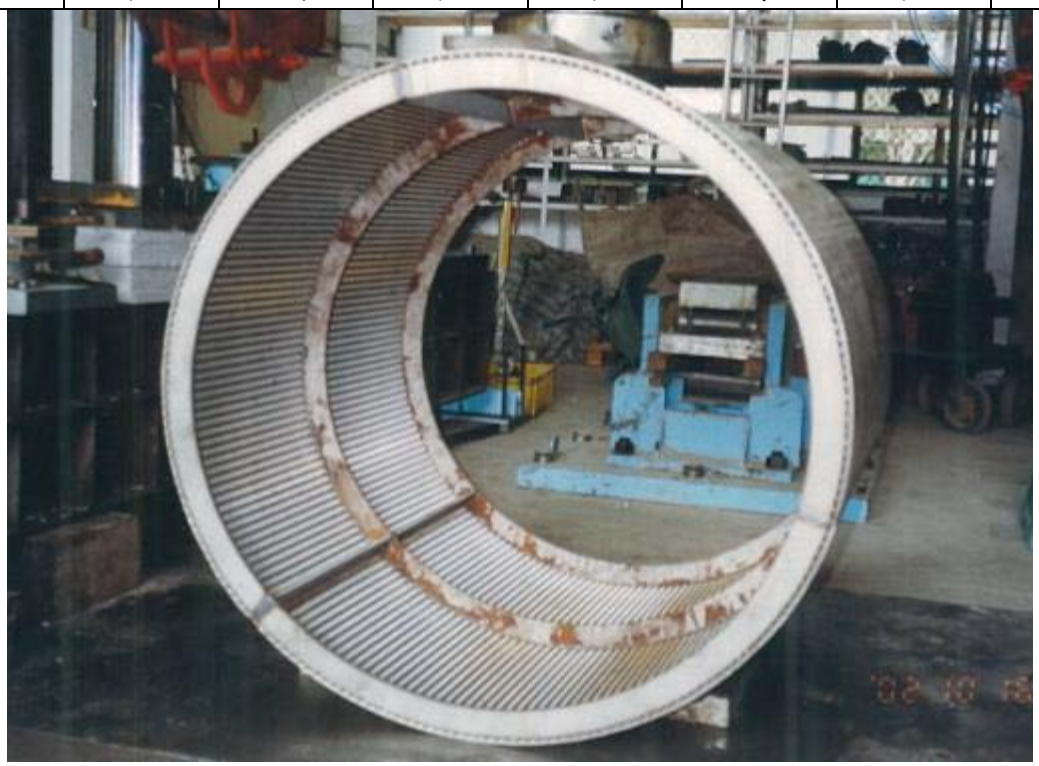
埋設坡度應平緩或小於 2/1000，以使集水管出水位置與輸水管銜接之管內平均流速小於 1m/sec。配合計畫位址之考量，集水暗管之集水管埋設坡度設為 1/1,000。輻射井之集水管由於較短，建議以水平設置即可。

五、集水管濾層

(一)集水暗管工程

## 表 7.1.4-1 各材質管材特性比較表

| 特性\管材 | HDPE 波紋管 | PVC 管 | ABS 管 | FRP 管 | 鑄鐵管 | 不鏽鋼管 | 混凝土管 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 接頭 | 卡接、螺旋 | 溶劑膠接 | 溶劑膠接 | 溶劑膠接 | 承插式 | 壓接或焊接 | 處理困難 |
| 使用年限 | 長 | 短 | 中 | 長 | 中 | 長 | 短 |
| 耐外壓性 | 佳 | 視壁厚 | 中等 | 中等 | 中等 | 中等 | 中等 |
| 耐撞擊性 | 耐撞擊 | 差 | 耐撞擊 | 耐撞擊 | 視壁厚 | 視壁厚 | 差 |
| 管內摩擦 | 光滑 | 光滑 | 光滑 | 不光滑 | 不光滑 | 光滑 | 不光滑 |
| 施工度 | 易 | 易 | 易 | 中等 | 不易 | 中等 | 不易 |
| 耐化學性 | 耐酸鹼 | 不耐酸 | 中等 | 耐酸鹼 | 不耐酸鹼 | 耐酸鹼 | 不耐酸 |
| 耐候性 | 佳 | 差 | 差 | 可 | 可 | 可 | 可 |
| 耐震性 | 上等 | 差 | 上等 | 上等 | 差 | 中等 | 差 |
| 維護需求 | 低 | 不易 | 低 | 低 | 不易 | 低 | 不易 |
| 毒性 | 無 | 高 | 無 | 無 | 有 | 無 | 有 |



## 圖 7.1.4-1 骨架繞線式集水管照片

集水管周圍需設置濾層以擴大進水面積、減低流速並防止砂粒流入管內，減低集水管壽命，集水管濾層設計原則如下：

1.集水管埋設後之回填,應由內而外填充各厚度50cm以上之卵石層、礫石層及砂層等，其上再回填原地層材料至原地高程。

2.避免濾層顆粒淘空，濾層級配需滿足以下三個條件：

$D_{15}$(濾層)/$D_{85}$(土層)＜5

4＜$D_{15}$(濾層)/$D_{15}$(土層)＜20

$D_{50}$(濾層)/$D_{50}$(土層)＜25

(二)輻射井工程

輻射井之集水管由於採推進方式設置，設置集水管濾層有其困難度，由於輻射井之集水管口徑小，開孔之孔隙亦小，因此於設置完成後加以水刀反覆沖洗，即可將細顆粒洗出，並使集水管周遭之顆粒重新排列而形成自然濾層。

六、集水管聯絡井(維修通道)

聯絡井係利於檢修維護之用途，於埋設終點、分歧點，及其他必要處所設置。其結構應為鋼筋混凝土製並具水密性,頂版需密封加蓋，以防雜物進入。但依據自來水公司以往之經驗，設置聯絡井容易遭颱洪破壞而造成集水管毀損及進砂淤塞，因此本計畫建議不設置聯絡井。

七、輸水管材質

一般國內較常使用之自來水輸水管線大致有球狀石墨鑄鐵管(簡稱DIP)及鋼襯混凝土管(簡稱PCCP)兩種,就二者間之價格與抗內壓力而言大致不相上下，但就管體之接合而言，因 PCCP 屬於承插式接頭，當管體埋於地下時，接頭較不易受控制，而 DIP 除管體相對較輕外，其優勢為管體接頭具有可撓性，除水密性佳外，對於外力及地震等之抵抗具有較佳之效果，故本計畫建議輸水管採用自來水公司較常使用之 DIP 管。

## 7.1.5 輸水路線規劃

本工程之輸水路線初步規劃構想為接入鄰近之南化高屏聯通管，輸水路線如圖 7.1.5-1 所示。此外，經與主辦單位討論，七河局預計新規劃高屏堰上游右岸河川治理線以及新設堤防，該堤防將配合聯通管遷建及大樹地區無尾溝排水共構，共同解決水源輸水、河川防洪及地方排水問題，未來興田地區模場設置完成後，可將取水就近送入排水路，以明渠方式將水送至下游高屏堰。因此，實際輸水路線仍須視當時情勢而決定。

本報告就一般輸水幹管規劃應考量之項目以及鄰近南化高屏聯通管之沈陷考量作說明及分析。

一、輸水管線之規劃應考量項目

(一)依埋管路線之地質，管外壓力(重型車行駛道路)決定埋設深度，必要時須採用推進方式。

(二)決定輸水管線之最大輸水量，計算其管徑；類型(管種、管材)及接頭之種類(DIP 有 A、K、T、U 形)。

(三)塑膠管、鋼管及延性鑄鐵管之靜壓力應小於 5kg/cm$^2$。

(四)硬質塑膠管之使用壓力以 7.5kg/cm$^2$ 為限；鋼管及延性鑄鐵管則以 10kg/cm$^2$ 為限。

(五)塑膠管之流速不得大於 3m/sec；鋼管可達 6m/sec。

(六)為控制輸水管線之水流及水壓，除一般之控制閥類外。比較特殊之處，例如：為防止水錘之發生造成災害，管線末端須加設安全閥(洩壓閥)、緩閉逆止閥、洩壓閥。

(七)埋管路線之土質鬆軟處，管線的底部須加以支撐。




**圖 7.1.5-1 輸水路線示意圖**

二、聯通管之沉陷考量

高屏聯通管於里嶺大橋前數百公尺開始彎入水防道路，此段聯通管之覆土深度約為地表下 1.2 公尺，之後一直到高屏堰之管線覆土深度均為地表 2 公尺左右。

承受載重之基礎沉陷可分類為三種主要型式：1.瞬時或彈性沉陷、2.主要壓密沉陷、3.次要壓密沉陷。瞬時或彈性沉陷發生在結構物建造期間或完工後之瞬間。主要壓密沉陷則為飽和粘質土壤中孔隙水排除所產生，次要壓密沉陷則發生於主要壓密沉陷完成後，土壤受持續載重產生之滑動及重組所致。於無機粘土和粉質粘土中主要壓密沉陷較次要壓密沉陷重要。然而，於有機土壤中，次要壓密沉陷則較為重要。

依據地質鑽探報告，本計畫高屏溪興田地區之地質為砂、礫石層，故無主要壓密沉陷及次要壓密沉陷因素，另瞬時或彈性沉陷為結構物建造完工後之瞬間即發生，故進行取水時不致使高屏南化聯通管等重要設施產生沉陷。

## 7.1.6 維護管理計畫建議

伏流水取水工程之維護管理方式，需視其工程特性(集水暗管、輻射井、寬口井、抽水井等)而異。基本上其所應考量之維護管理如：河岸邊或河床下集水暗管之濾材阻塞問題、濾材之清淤、河道變遷之導引、暗渠取水地點之異物泥砂淤塞清理、集水井抽水泵之維護等；此外，由於此取水工之壽命一般與其維護程度有關，故對於取水工應編制歲修計畫，以提昇工程之壽命，以下茲就影響取水設施壽命的因素與綜合其維護管理方式之探討說明。

一、影響工程壽命之原因探討

伏流水取水工程技術如集水暗管、輻射井、寬口井等之壽命受多種因素支配，有自然因素亦有人為因素；有化學性亦有物理性；有突發性亦有漸變性；有單一因素亦有屬於兩個以上因素之複合作用者。

可能影響其壽命之因素如下：

(一)水文因素

河川及地下水位隨季節自然消長，水文補給問題雖無涉於集水工程設施本身之完整與壽命，但為左右該設施出水量之最大因素，有時甚至會影響該集水設施之存廢。

(二)地層結構

不同地層有其不同滲透性及穩固性，地層結構的粒徑愈細，其滲透性及穩固性必愈低，影響於集水設施之效果與壽命也愈大。

(三)地下水質

水質問題有化學性及細菌性兩類，對取水設施如集水暗管或輻射管之濾水管段產生侵蝕或積垢兩種不利現象。侵蝕作用直接危害集水管體，積垢作用則阻塞減少濾水段有效面積，減短該設施壽命。

(四)工程設計

取水設施工程之設計內容及標準，將直接影響該集水設施之壽命。

(五)施工方法

集水設施之施工情形，除影響出水量效果，亦同樣影響集水設施壽命。

(六)工程材料

集水設施之工程材料及加工處理，亦直接影響集水設施壽命。

(七)抽水機配置

集水井抽水機之配置必須依據集水管或輻射井出水性能及水位揚程等加以選擇，若一味強調工程效果所配置之大能量抽水機而過量抽汲，將造成洩降過鉅影響集水管濾水段之有效性，且將摧殘地層使失之穩固。

(八)維護管理

取水設施之營運維護及管理關係該設施壽命甚鉅，維護管理均屬長期性工作，應隨時審察紀錄設施之出水量、性能、效率等變化，並適時採取適當措施。

二、伏流水取水設施維護管理方式

伏流水之取水，由勘查、探測、規劃、設計、施工、安裝抽水機、配置動力，以至於築水路接管道等，始能達到水源開發之目的。此項成果的保持及發揚光大，均有賴於維護管理工作之確實執行。

(一)維護管理原則

取水設施為水源管理的一項極重要經常性工作，宜有下述基本原則之認識：

1.集水井及集水管維護保養為長期性之保健行為，需經常審察設施性能、效率變化，明辨其原因，並斷然適當處理，以維開發水源之原始目標。

2.維護保養屬積極行為，除可消極的解決取水設施問題外，亦且可藉由維護保養工作使設施維持壽命。

3.地表、地下水文貧弱地區，由於先天性原因地層細緻，淘洗不足，維護保養工作更需特別加強。

4.取水設施維護管理原則為：專人專責、經常檢查、隨壞隨修，避免積集小損而釀成重大故障。

(二)取水設施維護管理

1.取水設施之集水管及檢查孔(或稱聯絡井)段因係深埋於地下或河床，故埋設施 工同時應以衛星定位系統(GPS)予以確實紀錄座標，以確保日後能循此紀錄掌握正確之空間位置。

2.取水設施需設置自動監控系統，以確實掌握設施之水位、流量。

3.定期測定集水井水位、水量，並予紀錄使成為基本資料。

4.抽水量不可超過設計流量，一旦抽水超過設計流量，將導致細顆粒進入集水段濾層內，因而減低其透水率，並使砂進入濾水管及部份透水孔受撐大後，導致抽到含砂量高之水源。

5.檢視集水井出水清濁，含夾泥砂程度與時間關係，比較增減進退並予以紀錄。

6.設施運轉時需檢視出水中有無大於濾水孔規格之礫石，若有此

現象，則需於停止設施運轉時進一步檢查集水設施是否受損。

7.檢測分析取水井水質，主要係分析是否合乎供水標準，並分析有無有害取水設施成分。水質分析工作每年至少應於旱雨季各進行一次。靠近沿海地區已有海水入侵之現象時，尤須增加分析次數。

8.取水設施不可長時間未使用，因為長時間未使用將導致濾層材料及附近地層的透水係數降低。若必須長時間不使用，亦需定期啟動抽水設備，以維持其正常功能。

9.颱洪豪雨季節需特別巡視及測試取水設施之概況及功能，若有明顯之設施受損或功能異常。問題較小者需立即予以處理使恢復正常功能，問題較大者，則需緊急搶修或停用該系統，並應立即通知下游受水單位，俾為緊急應變與調度水源。

10.枯水季節時需定期由檢查孔檢測集水管段，視其是否有濾材阻塞等問題，若發現此現象嚴重，則需於該季節進行集水管濾料與濾材之清淤作業。

11.抽水設備除正常之運轉外，每隔 3~5 年全部抽水機設備應拆卸檢查換件一次，並油漆以防繡蝕。水質積垢性高者，抽水機尤應每 2~3 年拆檢一次，以維持抽水效率。

12.需每年定期檢視現場及河川之沖淤概況，並配合由河川局每年所施測之大斷面測量資料，以確實掌握河川斷面的動態，必要時須於取水集水管及集水井設施施築保護措施工程。

13.伏流水集水暗管或輻射井之集水井應定期清理，以避免因淤積導致功能損減或破壞，以維持其應有之功能。

14.每年需編製取水設施之歲修計畫及經費，以維持設施之永久性。

15.集水管經詳細檢查後得擬定適當之維修(護)計畫。若為集水濾材、濾孔阻塞之情形，則必須進行淤砂清除以及集水管濾孔之清洗，集水管之清洗方式之建議:

(1)利用水刀(高壓水柱)穿導於管內進行集水管內壁及濾孔之清洗。

(2)於集水管內設計裝設逆沖洗裝置，當取水效率下降時，可於遠端控制機房開啟高壓水柱逆洗管內壁及濾孔。

(3)於集水管內設計及裝設高壓空氣噴頭，當取水效率下降時，可於控制機房開啟壓力輸送空氣，氣提攪混集水管之水流，清洗內壁及濾孔。

上述 3 種方法可去除集水管內壁所累積之鐵錳等金屬物質以及孳生之生物菌體黏膜，並可將濾孔外之濾料粒徑進行適當清洗及排列，對於出水量有所幫助。

## 7.2 開發伏流水之經濟性分析

### 7.2.1 工程計畫內容

興田地區集取伏流水源 10 萬 CMD，茲就其工程佈置方案說明如下。

一、方案一：集水暗管

依據高屏堰管理中心於 2011 年 8 月份最新於高屏溪 R63 斷面之剖面圖，詳圖 7.2.1-1，於右岸行水區內設置集水暗管集取伏流水源，總長度為 1000m，管徑採用 Φ1200mm，集水管管頂高程為 EL+8m，經由重力方式以管徑 Φ1200mm 輸水管流至集水井，詳圖 7.2.1-2。主要工程項目說明如下：

(一)設計取水量：伏流水源 10 萬 CMD。

(二)集水管：

集水管型式：骨架繞線式鋼管，Φ1200mm，坡度 1/1,000。

管路長度：1,000m。

開挖方式：採明挖施工。

(三)輸水管：

水路型式：Φ1200mm，坡度 1/10,000。

管路長度：460m。

埋設方式：分別採用推進工法(L=160m)及明挖施工埋設

(L=300m)。

(四)機電設施：

機電站房：30 坪。

抽水機數量：共 6 部。

抽水機馬力：每部抽水機額定馬力為 100HP。

抽水機揚程及口徑：揚程 19m，口徑為 150~300mm。

(五)監控設施

(六)觀測井系統

水位觀測井 20 口。

自計式水位計 20 組。

二、方案二：輻射井

設置 10 座輻射井於高屏溪斷面 63 右岸低水護岸旁，每隔 100 公尺間距佈設一口寬口井，共設置 10 口寬口井，每座寬口井設置 5 根輻射管，輻射管管徑採 Φ300mm，管長為 30m，詳圖 7.2.1-3、圖 7.2.1-4，主要工程項目說下：

(一)設計取水量：伏流水源 10 萬 CMD。

(二)寬口井：

尺寸：Φ3.75m，深 16m。

數量：共 10 口。

(三)集水管(每座寬口井)：

口徑：Φ300mm。

數量：長 30m×5 支。

(四)輸水管：

水路型式：Φ1200mm，管路長度共 1500m。

Φ600mm，管路長度共 600m。

埋設方式：採用明挖施工埋設。

(五)機電設施：

機電站房：30 坪。

抽水機數量：共 6 部額定馬力 100HP 及 12 部額定馬力 40HP。

抽水機揚程及口徑：100HP 抽水機，揚程 19m，口徑為 150~300mm。

40HP 抽水機，揚程 13.5m，口徑為 100~150mm。

(六)監控設施

(七)觀測井系統

水位觀測井 20 口。

自計式水位計 20 組。

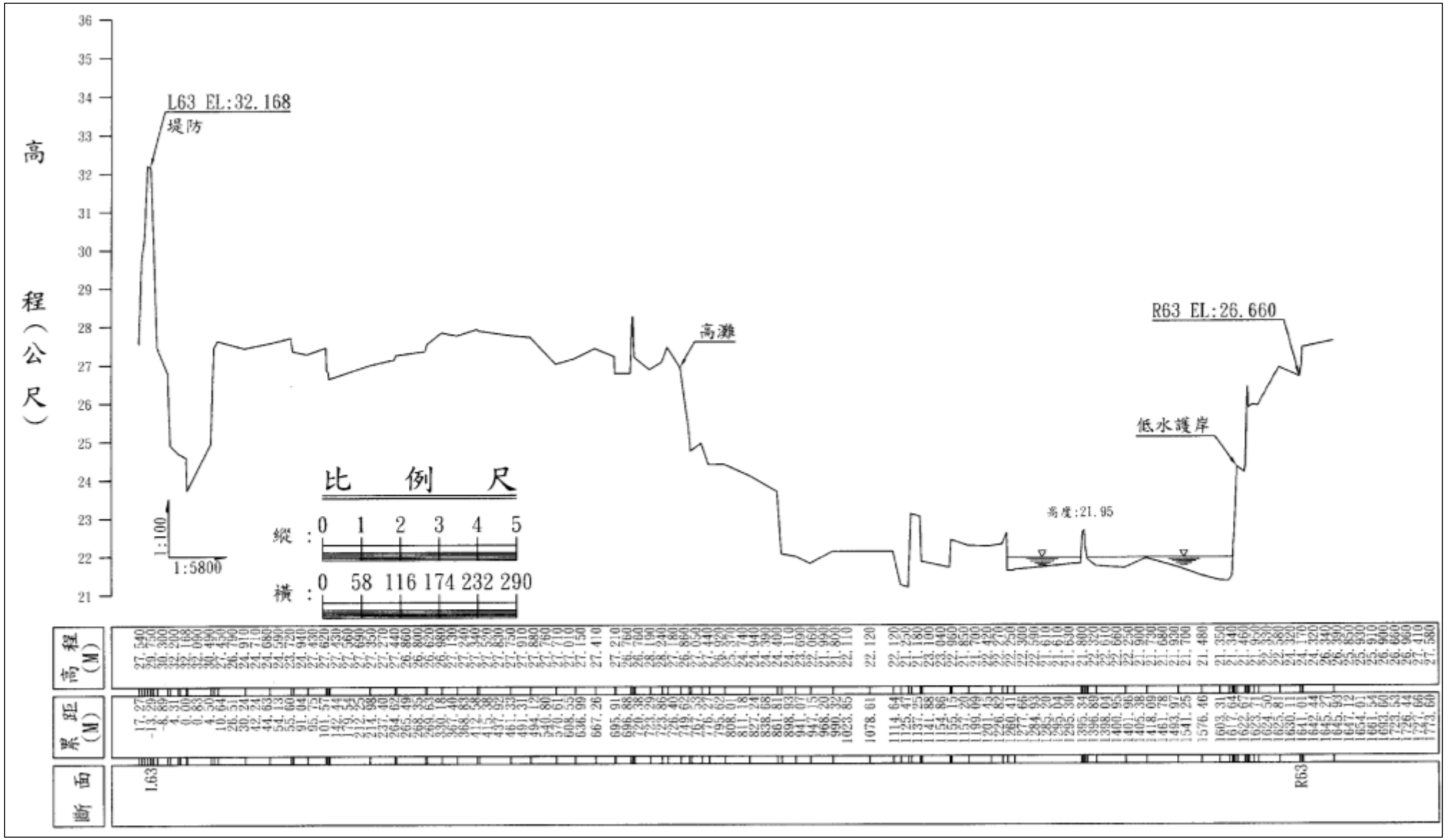



**圖 7.2.1-1　高屏溪河道第 63 號斷面圖**

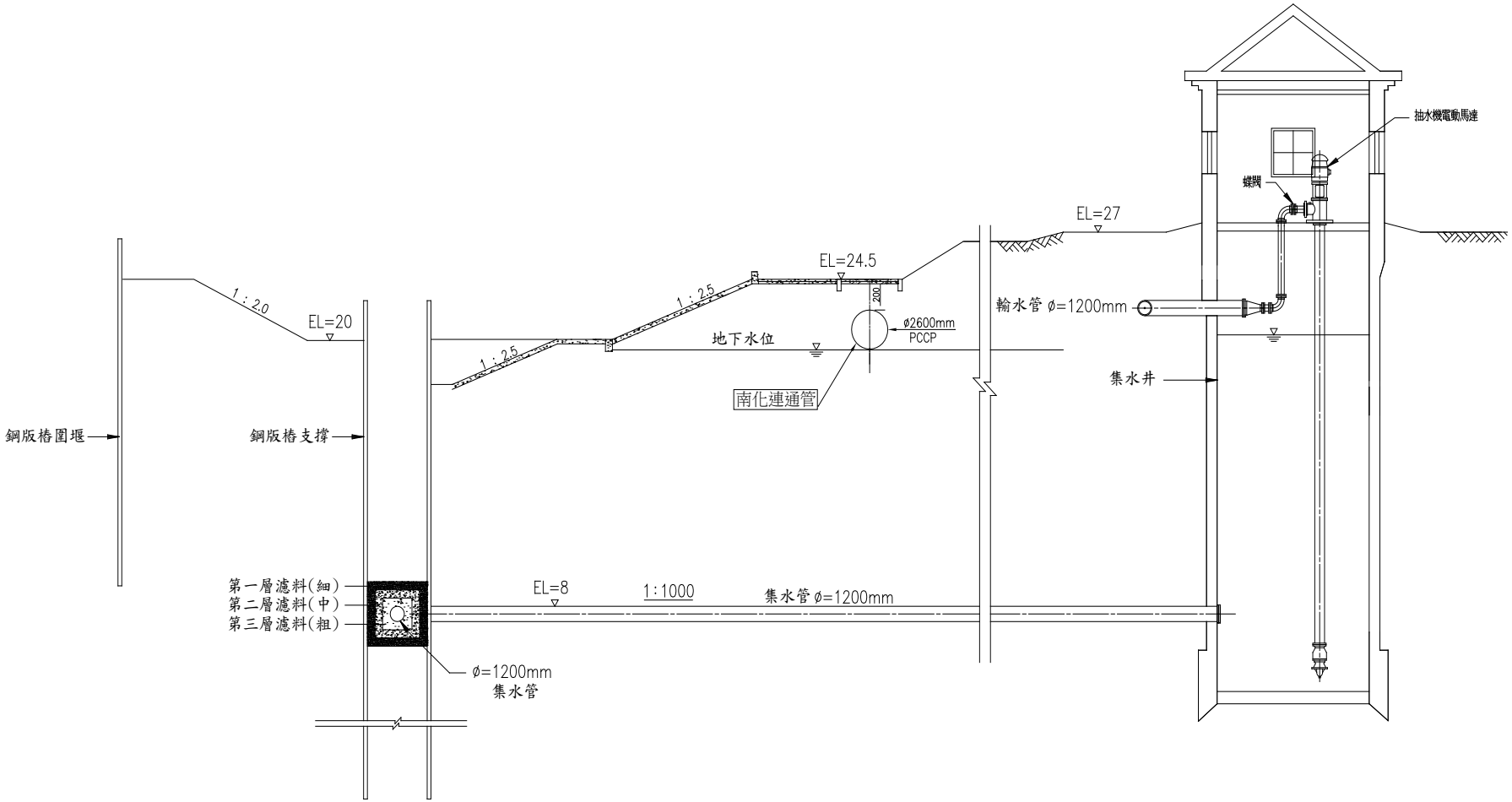



**圖 7.2.1-2　興田地區集水暗管剖面示意圖**

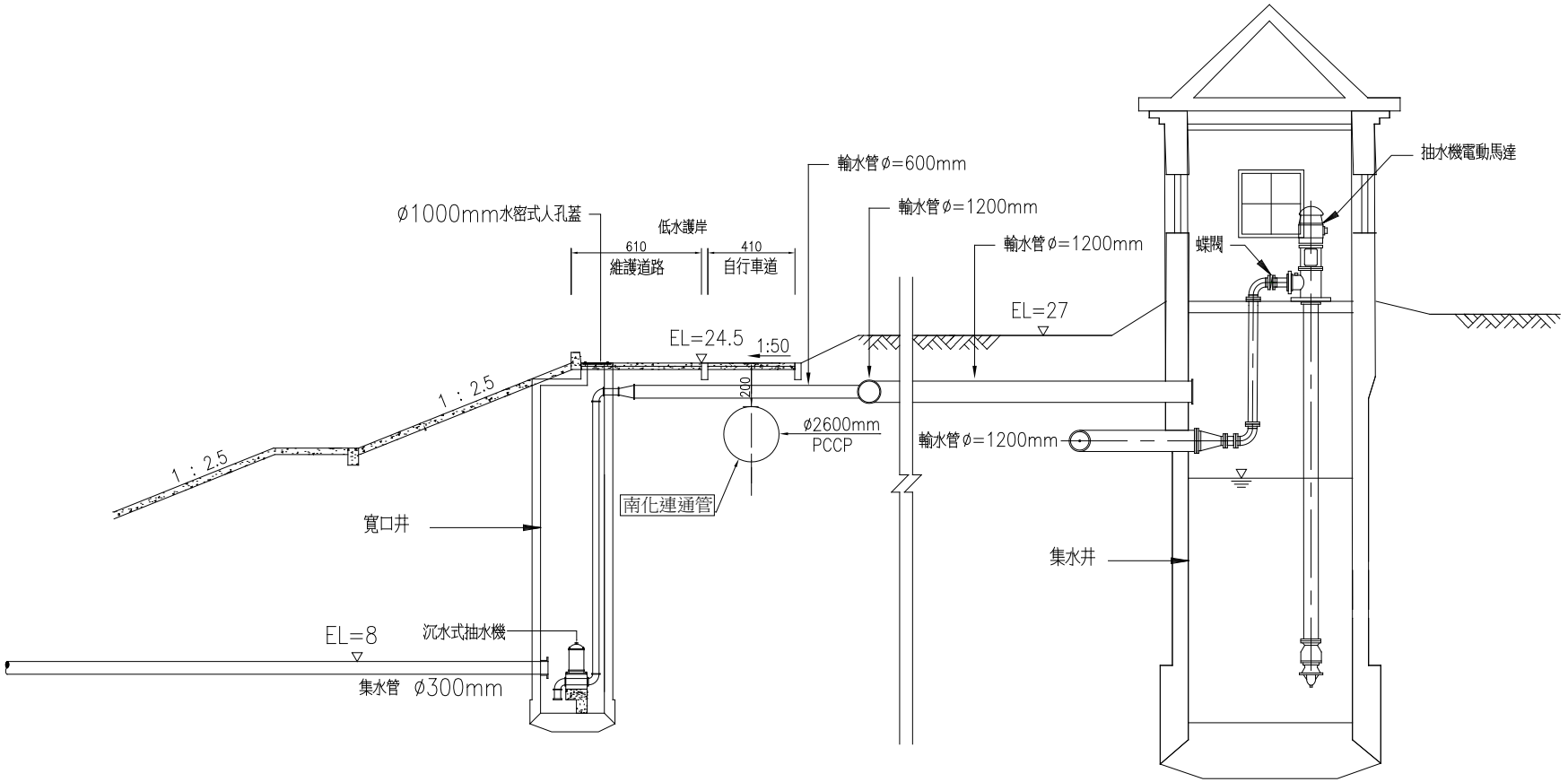



**圖 7.2.1-3　興田地區輻射井剖面示意圖**

## 7.2.2 工程經費估算

本計畫之工程費估算編列，係依本計畫之工程內容估算數量，進而估算工程費，估算成果說明如下。

一、主要成本編估說明

(一)設計階段作業費用

設計階段作業含調查、測量、鑽探及可能之模型試驗、現場試驗等費用，以直接工程費之 5%估列。

(二)用地取得及拆遷補償費

用地取得及拆遷補償費包括：用地取得費、地價調整費、拆遷補償及遷移費、拆遷補償及遷移費之調整費、辦理上述業務之作業費等。

1.用地取得費

本規劃用地地段土地權屬均為河川公有地或公有地雜林，而此部分只需依規定商同管理機關層報奉准撥用，其地上改良物則由原管理機關拆遷並由工程主辦機關編列預算撥補。

2.地價調整費

由於計算基準年至實際執行查估補償之目標年存有時間差，故概估經費需參酌歷年之公告現值成長率及政府政策調整。因本規劃工程位於公有地，因此並無地價調整費之問題。

3.拆遷補償及遷移費

(1)地上建築物補償費：

依建築物全部拆除者，每戶發放新台幣 6 萬元整，現住人口安置每口發放 1 萬元整，並以 6 口為最高限額，本規劃工程用地經初步調查並無涉及地上建築物補償費之問題。

(2)地上農林作物補償費：依栽種面積×(單位面積株樹)×120%×(查估基準該種類作物最高單價)，本規劃用地暫以較高經濟作物(甜椒)估算，其單位收穫價值估算部分 440 萬/公頃。

(3)遷拆補償及遷移費之調整費

按工程物價調整年率估算至執行年度之費用。物價上漲年增率按 3.5%計。

(4)辦理上述業務之作業費

為辦理上述業務所需之人力、材料等一切費用。包括地籍資料蒐集、地籍現況測量、召集地主說明興辦工程之目的及計畫、召開協議收購會議、辦理都計變更、地上物查估、呈報徵收、徵收後之地方政府作業費等。作業費初步概估以 10 萬元/公頃計。

4.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，係依圖說、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費、承包商管理費及利潤、施工設施及工地費用、包商管理費及營業稅均在內。此外，施工中之雜項工程費依直接工程成本之 10%估列，而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。

5.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、顧問費、環境監測費及初期運轉費等。本計畫間接工程費按直接工程費之 15%估算。

6.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。本計畫工程備費按直接工程費之 20%估算。

7.物價調整費

物價調整費按(直接工程費+間接工程費+工程預備費)合計之值，採用物價上漲年增率 2.5%依複利法分年估列。

8.施工期間利息

依分年經費按複利 5%逐年估算。

二、年成本分析

年成本係指在分析年限內，每年平均分攤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費用。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，各項費用估算原則如下。

(一)固定年成本

1.年利息

為投資之利息負擔，依建造成本為準，本計畫以建造成本之 5%估算，計算公式如下：

年利息＝P * i

P：建造成本(以民國 100 年 12 月為分析基期)，

i：年利率

2.年償債積金

為投資之攤還年金，依建造成本為準，採用積金法，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，所積存之本息足以清償計畫之建造成本，計算公式如下：

年償債積金＝ $\frac{\mathbf{P*i}}{(1+\mathbf{i})^{\mathbf{n}}-1}$

n：經濟分析年限

一般之伏流水集水工程因設置於河床或地表下，因此受地形變化、河道變遷、泥砂淤積阻塞等因素影響致不確定性較高，因此經濟分析年限採用 20 年，當年利率 6%時，年償債積金為建造成本之 2.7185%。

3.期中換新準備基金

各項工程設施之耐用年限不盡相同，在營運期間部分工程設施需定期予以換新，以免影響其正常功運作，因此須按年提存換新準

備金，以供期中換新之用。今假設營運開始 m 年後，須換新價值 R 之部分設施，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，其平均分攤之換新年準備金 r 之計算式如下：

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

A：換新年金因數

本計畫依週邊相關計畫之相關標準，年換新準備金百分率訂為 0.3085%估算。

4.保險費及稅捐

保險費及稅捐均假設每年相同。各項工程以計畫需要資金之 0.12%保險費，0.50%為稅捐估算，合計為計畫需要資金之 0.62%。

(二)年營運維護費用

伏流水集水工程營運期間需支付財務及勞務費用，以維持各項設施之功能，今假設年營運維護費每年均相同，依本計畫週邊相關計畫之相關標準標準，及參考國內外伏流水取水工程維護費用，為確保工程年限之出水量能穩定維持，本計畫之工程營運維護費用以直接工程成本之 15%計算。

三、成本估算

(一)工程經費估算

由前述之分析原則，經分析本計畫各工程設施數量、單價，及前述經費編列原則，各工程總施工期程為三年(其中第一年為設計階段作業)。茲將各方案之工程經費估算如表 7.2.2-1～表 7.2.2-2。由表中可知，工程經費興田地區伏流水開發工程集水暗管方案約為 15.06 億元，輻射井方案約為 11.08 億元。利息及物價調整費係按各工程項目之分年經費計算，詳見表 7.2.2-3～表 7.2.2-4。

(二)年成本計算

根據年成本分析原則，茲計算本計畫各工程之年成本如表7.2.2-5～表 7.2.2-6 所示。分析結果顯示，興田地區集水暗管工程方

**表 7.2.2-1　興田地區伏流水工程經費估算總表(集水暗管方案)**

| 項次 | 項目 | 單位 | 數量 | 單價(元) | 複價(元) |
|---|---|---|---|---|---|
| 一 | 設計費用 | 式 | 1 | 45,058,035 | 45,058,035 |
| 二 | 現地模場施工及操作 | 式 | 1 | 50,000,000 | 50,000,000 |
| 三 | 用地取得及拆遷補償費 | 式 | 1 | 23,270,000 | 23,270,000 |
| | 小計 | | | | 118,328,035 |
| 四 | 工程建造費 | | | | 1,281,514,398 |
| 1 | 直接工程費 | | | | 901,160,700 |
| 1.1 | 集水暗渠工程 | | | | 722,700,000 |
| 1.1.1 | 臨時性鋼版樁(U 型，SY40，L=21m)圍堰施作 | M | 1,100 | 80,000 | 88,000,000 |
| 1.1.2 | 圍堰處土方回填 | M3 | 168,000 | 400 | 67,200,000 |
| 1.1.3 | 臨時性鋼版樁(U 型，SY40，L=19m)施作 | M | 2,100 | 50,000 | 105,000,000 |
| 1.1.4 | H 型鋼支撐(三層) | M2 | 12,000 | 5,000 | 60,000,000 |
| 1.1.5 | 集水管土方開挖 | M3 | 66,000 | 400 | 26,400,000 |
| 1.1.6 | 集水管土方回填 | M3 | 66,000 | 400 | 26,400,000 |
| 1.1.7 | 集水管濾料回填 | M3 | 15,000 | 1,200 | 18,000,000 |
| 1.1.8 | 開挖安全維護費(含危險性場址評估送審) | 式 | 1 | 5,000,000 | 5,000,000 |
| 1.1.9 | 機具動員費 | 式 | 1 | 1,000,000 | 1,000,000 |
| 1.1.10 | 祛水費用（含電費） | 日 | 300 | 200,000 | 60,000,000 |
| 1.1.11 | 集水管材料及吊裝(φ1200mm) | M | 1,000 | 200,000 | 200,000,000 |
| 1.1.12 | 雜項費用（10%） | 式 | 1 | 65,700,000 | 65,700,000 |
| | | | | | |
| 1.2 | 輸水管 | | | | 91,520,000 |
| 1.2.1 | 輸水管材料費(φ1200mm) | M | 460 | 20,000 | 9,200,000 |
| 1.2.2 | 輸水管推進作業(φ1200mm) | M | 160 | 150,000 | 24,000,000 |
| 1.2.3 | 輸水管埋設作業(φ1200mm) | M | 300 | 40,000 | 12,000,000 |
| 1.2.4 | 集水井施作 | M3 | 2,000 | 19,000 | 38,000,000 |
| 1.2.5 | 雜項費用（10%） | 式 | 1 | 8,320,000 | 8,320,000 |
| | | | | | |
| 1.3 | 機電設施 | | | | 20,266,667 |
| 1.3.1 | 機電站房 | 坪 | 30 | 80,000 | 2,424,242 |
| 1.3.2 | 抽水機馬力 | HP | 600 | 25,000 | 15,000,000 |
| 1.3.3 | 外電接電費用 | 式 | 1 | 1,000,000 | 1,000,000 |

| 項次 | 項目 | 單位 | 數量 | 單價(元) | 複價(元) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.3.4 | 雜項費用（10%） | 式 | 1 | 1,842,424 | 1,842,424 |
| | | | | | |
| 1.4 | 監控設施 | | | | 30,000,000 |
| 1.4.1 | 監控設備 | 式 | 1 | 10,000,000 | 10,000,000 |
| 1.4.2 | 安裝及施工 | 式 | 1 | 20,000,000 | 20,000,000 |
| | | | | | |
| 1.5 | 觀測井系統 | | | | 6,200,000 |
| 1.5.1 | 水位觀測井 | 口 | 20 | 250,000 | 5,000,000 |
| 1.5.2 | 自記式水位計 | 組 | 20 | 60,000 | 1,200,000 |
| | | | | | |
| | 小計 | | | 870,686,667 | 870,686,667 |
| 1.6 | 工程保險 | 式 | 1 | 13,060,300 | 13,060,300 |
| 1.7 | 安全衛生及環境保護費 | 式 | 1 | 17,413,733 | 17,413,733 |
| | | | | | |
| 2 | 間接工程費 | 式 | 1 | 135,174,105 | 135,174,105 |
| 3 | 工程預備費 | 式 | 1 | 180,232,140 | 180,232,140 |
| 4 | 物價調整費 | 式 | 1 | | 64,947,453 |
| 五 | 總工程費 | | | | 1,399,842,433 |
| 六 | 施工期間利息 | | | | 106,047,936 |
| 七 | 計畫成本 | | | | 1,505,890,369 |

## 表 7.2.2-2 興田地區伏流水工程經費估算總表(輻射井方案)

| 項次 | 項目 | 單位 | 數量 | 單價(元) | 複價(元) |
|---|---|---|---|---|---|
| 一 | 設計費用 | 式 | 1 | 32,574,641 | 32,574,641 |
| 二 | 現地模場施工及操作 | 式 | 1 | 50,000,000 | 50,000,000 |
| 三 | 用地取得及拆遷補償費 | 式 | 1 | 23,270,000 | 23,270,000 |
| | 小計 | | | | 105,844,641 |
| 四 | 工程建造費 | | | | 930,419,175 |
| 1 | 直接工程費 | | | | 651,492,825 |
| 1.1 | 輻射井工程 | | | | 392,535,000 |
| 1.1.1 | 機具動員費 | 式 | 1 | 500,000 | 500,000 |
| 1.1.2 | 寬口井（D3.75m*H16m) | 口 | 10 | 4,000,000 | 40,000,000 |
| 1.1.3 | 制水閥 | 組 | 50 | 45,000 | 2,250,000 |
| 1.1.4 | 先導管 | 支 | 50 | 150,000 | 7,500,000 |
| 1.1.5 | 外套鋼管推進工資 | M | 1,500 | 150,000 | 225,000,000 |
| 1.1.6 | 集水管材料費 | M | 1,500 | 30,000 | 45,000,000 |
| 1.1.7 | 集水管吊裝工資 | M | 1,500 | 20,000 | 30,000,000 |
| 1.1.8 | 抽排水 | 處 | 11 | 600,000 | 6,600,000 |
| 1.1.9 | 雜項費用（10%） | 式 | 1 | 35,685,000 | 35,685,000 |
| | | | | | |
| 1.2 | 輸水管埋設 | | | | 173,800,000 |
| 1.2.1 | 輸水管材料費(φ1200mm) | M | 1,500 | 20,000 | 30,000,000 |
| 1.2.2 | 輸水管埋設作業(φ1200mm) | M | 1,500 | 40,000 | 60,000,000 |
| 1.2.3 | 輸水管材料費(φ600mm) | M | 600 | 15,000 | 9,000,000 |
| 1.2.4 | 輸水管埋設作業(φ600mm) | M | 600 | 35,000 | 21,000,000 |
| 1.2.5 | 集水井施作 | M3 | 2,000 | 19,000 | 38,000,000 |
| 1.2.6 | 雜項費用（10%） | 式 | 1 | 15,800,000 | 15,800,000 |
| | | | | | |
| 1.3 | 機電設施 | | | | 27,526,667 |
| 1.3.1 | 機電站房 | 坪 | 30 | 80,000 | 2,424,242 |
| 1.3.2 | 抽水機馬力 | HP | 1,080 | 20,000 | 21,600,000 |
| 1.3.3 | 外電接電費用 | 式 | 1 | 1,000,000 | 1,000,000 |
| 1.3.4 | 雜項費用（10%） | 式 | 1 | 2,502,424 | 2,502,424 |
| | | | | | |
| 1.4 | 監控設施 | | | | 30,000,000 |
| 1.4.1 | 監控設備 | 式 | 1 | 10,000,000 | 10,000,000 |
| 1.4.2 | 安裝及施工 | 式 | 1 | 20,000,000 | 20,000,000 |
| | | | | | |
| 1.5 | 觀測井系統 | | | | 5,600,000 |
| 1.5.1 | 水位觀測井 | 口 | 20 | 250,000 | 5,000,000 |
| 1.5.2 | 自記式水位計 | 組 | 10 | 60,000 | 600,000 |

| 項次 | 項目 | 單位 | 數量 | 單價(元) | 複價(元) |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |
| | 小計 | | | 629,461,667 | 629,461,667 |
| 1.6 | 工程保險 | 式 | 1 | 9,441,925 | 9,441,925 |
| 1.7 | 安全衛生及環境保護費 | 式 | 1 | 12,589,233 | 12,589,233 |
| | | | | | |
| 2 | 間接工程費 | 式 | 1 | 97,723,924 | 97,723,924 |
| 3 | 工程預備費 | 式 | 1 | 130,298,565 | 130,298,565 |
| 4 | 物價調整費 | 式 | 1 | | 50,903,861 |
| 五 | 總工程費 | | | | 1,036,263,816 |
| 六 | 施工期間利息 | | | | 71,308,271 |
| 七 | 計畫成本 | | | | 1,107,572,087 |

## 表 7.2.2-3　興田地區伏流水工程分年經費分析表(集水暗管方案)

| 項次 | 成本項目 | 總工程費用 | 分年經費 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 第一年 | 第二年 | 第三年 |
| 一 | 設計階段作業費用 | 45,058,035 | 45,058,035 | | |
| 二 | 現地模場施工及操作 | 50,000,000 | 50,000,000 | | |
| 三 | 用地取得及拆遷補償費 | 23,270,000 | 23,270,000 | | |
| | | | | | |
| 四 | 工程建造費 | 1,281,514,398 | | 1,143,805,588 | 137,708,810 |
| 1 | 直接工程費 | 901,160,700 | | 806,437,500 | 94,723,200 |
| 1.1 | 集水暗管工程 | 722,700,000 | | 722,700,000 | |
| 1.2 | 輸水管線 | 91,520,000 | | | 91,520,000 |
| 1.3 | 機電設施 | 20,266,667 | | 20,266,667 | |
| 1.4 | 監控設施 | 30,000,000 | | 30,000,000 | |
| 1.5 | 觀測井系統 | 6,200,000 | | 6,200,000 | |
| | 小計 | 870,686,667 | | | |
| 1.6 | 安全衛生及環境保護費 | 17,413,733 | | 15,583,333 | 1,830,400 |
| 1.7 | 工程保險 | 13,060,300 | | 11,687,500 | 1,372,800 |
| 2 | 間接工程費 | 135,174,105 | | 120,965,625 | 14,208,480 |
| 3 | 工程預備金 | 180,232,140 | | 161,287,500 | 18,944,640 |
| 4 | 物價調整費 | 64,947,453 | | 55,114,963 | 9,832,490 |
| 五 | 總工程費 | 1,399,842,433 | 118,328,035 | 1,143,805,588 | 137,708,810 |
| 六 | 施工期間利息 | 106,047,936 | 2,958,201 | 34,659,451 | 68,430,284 |
| 七 | 計畫成本 | 1,505,890,369 | 121,286,236 | 1,178,465,039 | 206,139,094 |

## 表 7.2.2-4　興田地區伏流水工程分年經費分析表(輻射井方案)

| 項次 | 成本項目 | 總工程費用 | 分年經費 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 第一年 | 第二年 | 第三年 |
| 一 | 設計階段作業費用 | 32,574,641 | 32,574,641 | | |
| 二 | 現地模場施工及操作 | 50,000,000 | 50,000,000 | | |
| 三 | 用地取得及拆遷補償費 | 23,270,000 | 23,270,000 | | |
| | | | | | |
| 四 | 工程建造費 | 930,419,175 | | 668,904,848 | 261,514,327 |
| 1 | 直接工程費 | 651,492,825 | | 471,609,825 | 179,883,000 |
| 1.1 | 輻射井工程 | 392,535,000 | | 392,535,000 | |
| 1.2 | 輸水管線 | 173,800,000 | | | 173,800,000 |
| 1.3 | 機電設施 | 27,526,667 | | 27,526,667 | |
| 1.4 | 監控設施 | 30,000,000 | | 30,000,000 | |
| 1.5 | 觀測井系統 | 5,600,000 | | 5,600,000 | |
| | 小計 | 629,461,667 | | | |
| 1.6 | 安全衛生及環境保護費 | 18,883,850 | | 9,113,233 | 3,476,000 |
| 1.7 | 工程保險 | 9,441,925 | | 6,834,925 | 2,607,000 |
| 2 | 間接工程費 | 97,723,924 | | 70,741,474 | 26,982,450 |
| 3 | 工程預備金 | 130,298,565 | | 94,321,965 | 35,976,600 |
| 4 | 物價調整費 | 50,903,861 | | 32,231,584 | 18,672,277 |
| 五 | 總工程費 | 1,036,263,816 | 105,844,641 | 668,904,848 | 261,514,327 |
| 六 | 施工期間利息 | 71,308,271 | 2,646,116 | 22,147,159 | 46,514,996 |
| 七 | 計畫成本 | 1,107,572,087 | 108,490,757 | 691,052,007 | 308,029,323 |

## 表 7.2.2-5　興田地區伏流水工程年成本分析表(集水暗管方案)

| 項目 | | 工程費用　(元) | 備註 |
|---|---|---|---|
| 直接工程費 | | 901,160,700 | |
| 工程費 | | 1,399,842,433 | |
| 施工期間利息 | | 106,047,936 | |
| 計畫成本 | | 1,505,890,369 | |
| 年成本 | | 262,866,863 | |
| 一、 | 固定年成本 | 127,692,758 | |
| 1. | 利息 | 75,294,518 | 計畫成本*0.05 |
| 2. | 償債基金 | 40,939,136 | |
| 3. | 期中換新 | 2,780,081 | |
| 4. | 保險與稅捐 | 8,679,023 | |
| 二、 | 營運維護費 | 135,174,105 | |

## 表 7.2.2-6　興田地區伏流水工程年成本分析表 (輻射井方案)

| 項目 | | 工程費用　(元) | 備註 |
|---|---|---|---|
| 直接工程費 | | 651,492,825 | |
| 工程費 | | 1,036,263,816 | |
| 施工期間利息 | | 71,308,271 | |
| 計畫成本 | | 1,107,572,087 | |
| 年成本 | | 191,647,674 | |
| 一、 | 固定年成本 | 93,923,750 | |
| 1. | 利息 | 55,378,604 | 計畫成本*0.05 |
| 2. | 償債基金 | 30,110,455 | |
| 3. | 期中換新 | 2,009,855 | |
| 4. | 保險與稅捐 | 6,424,836 | |
| 二、 | 營運維護費 | 97,723,924 | |

案年成本約為 2.63 億元，輻射井工程約為 1.92 億元。

### 7.2.3 單位原水成本分析

本計畫以經濟壽命 20 年，年利率 6%，將計畫之工程年成本及營運年成本予以現值化，在除以現值化後集水工程之出水量總合，以求得單位原水成本。為確保本計畫備援系統能充分運轉，考量集水管淤塞可能造成之出水量逐年減少，已於前述之工程年營運維護費用充分考量(以直接工程成本之 15%計算)，故出水量每年均能維持額定設計之出水量。

由於本計畫為備援系統之特性，為利單位原水成本之分析，故供水量之考量分為全年供水及豐水期備援供水二種，而豐水期備援供水又細分為每年供水六個月、二個月、一個月等三種。茲分析如表 7.2.3-1～表 7.2.3-8 所示。茲將各工程之原水成本歸納如表 7.2.3-9～表 7.2.3-10 所示。

以集水暗管方案而言，全年供水(供水量 3060 萬噸/年)之原水成本為 8.59 元/噸；每年供水六個月(供水量 1800 萬噸/年) 之原水成本為 14.60 元/噸；每年供水二個月(供水量 600 萬噸/年) 之原水成本為 43.81 元/噸；每年供水一個月(供水量 300 萬噸/年) 之原水成本為 87.62 元/噸。

以輻射井方案而言，全年供水(供水量 3060 萬噸/年)之原水成本為 6.26 元/噸；每年供水六個月(供水量 1800 萬噸/年) 之原水成本為 10.65 元/噸；每年供水二個月(供水量 600 萬噸/年) 之原水成本為 31.94 元/噸；每年供水一個月(供水量 300 萬噸/年) 之原水成本為 63.88 元/噸。

由所分析結果顯示，輻射井工程費用較集水暗管低，故建議本計畫之伏流水工程採用輻射井方案施作。本計畫為備援系統，以目前之需求年供水六個月之情況，興田輻射井原水成本為 10.65 元/噸，可作為高屏地區一旦豐水期缺水時之備援功能，就功能性、政經面及社會面而言，本計畫可值得推動開發。

## 表 7.2.3-1　興田地區伏流水工程單位原水成本分析表
## (集水暗管方案 )– 全年供水方案

| 年序 | 供水量 (萬噸/年) | 年成本 (萬元) | 貼現因子 | 現值供水量 (萬噸/年) | 現值年成本 (萬元) |
|---|---|---|---|---|---|
| (完工年) | - | - | 1.00000 | - | - |
| 1 | 3060 | 26287 | 0.94340 | 2887 | 24799 |
| 2 | 3060 | 26287 | 0.89000 | 2723 | 23395 |
| 3 | 3060 | 26287 | 0.83962 | 2569 | 22071 |
| 4 | 3060 | 26287 | 0.79209 | 2424 | 20822 |
| 5 | 3060 | 26287 | 0.74726 | 2287 | 19643 |
| 6 | 3060 | 26287 | 0.70496 | 2157 | 18531 |
| 7 | 3060 | 26287 | 0.66506 | 2035 | 17482 |
| 8 | 3060 | 26287 | 0.62741 | 1920 | 16493 |
| 9 | 3060 | 26287 | 0.59190 | 1811 | 15559 |
| 10 | 3060 | 26287 | 0.55839 | 1709 | 14678 |
| 11 | 3060 | 26287 | 0.52679 | 1612 | 13847 |
| 12 | 3060 | 26287 | 0.49697 | 1521 | 13064 |
| 13 | 3060 | 26287 | 0.46884 | 1435 | 12324 |
| 14 | 3060 | 26287 | 0.44230 | 1353 | 11627 |
| 15 | 3060 | 26287 | 0.41727 | 1277 | 10969 |
| 16 | 3060 | 26287 | 0.39365 | 1205 | 10348 |
| 17 | 3060 | 26287 | 0.37136 | 1136 | 9762 |
| 18 | 3060 | 26287 | 0.35034 | 1072 | 9209 |
| 19 | 3060 | 26287 | 0.33051 | 1011 | 8688 |
| 20 | 3060 | 26287 | 0.31180 | 954 | 8196 |
| | | | 總計 | 35098 | 301506 |
| | | | 原水成本= | 8.59 | (元/噸) |

## 表 7.2.3-2　興田地區伏流水工程單位原水成本分析表
## (集水暗管方案 )– 每年供水六個月方案

| 年序 | 供水量 (萬噸/年) | 年成本 (萬元) | 貼現因子 | 現值供水量 (萬噸/年) | 現值年成本 (萬元) |
|---|---|---|---|---|---|
| (完工年) | - | - | 1.00000 | - | - |
| 1 | 1800 | 26287 | 0.94340 | 1698 | 24799 |
| 2 | 1800 | 26287 | 0.89000 | 1602 | 23395 |
| 3 | 1800 | 26287 | 0.83962 | 1511 | 22071 |
| 4 | 1800 | 26287 | 0.79209 | 1426 | 20822 |
| 5 | 1800 | 26287 | 0.74726 | 1345 | 19643 |
| 6 | 1800 | 26287 | 0.70496 | 1269 | 18531 |
| 7 | 1800 | 26287 | 0.66506 | 1197 | 17482 |
| 8 | 1800 | 26287 | 0.62741 | 1129 | 16493 |
| 9 | 1800 | 26287 | 0.59190 | 1065 | 15559 |
| 10 | 1800 | 26287 | 0.55839 | 1005 | 14678 |
| 11 | 1800 | 26287 | 0.52679 | 948 | 13847 |
| 12 | 1800 | 26287 | 0.49697 | 895 | 13064 |
| 13 | 1800 | 26287 | 0.46884 | 844 | 12324 |
| 14 | 1800 | 26287 | 0.44230 | 796 | 11627 |
| 15 | 1800 | 26287 | 0.41727 | 751 | 10969 |
| 16 | 1800 | 26287 | 0.39365 | 709 | 10348 |
| 17 | 1800 | 26287 | 0.37136 | 668 | 9762 |
| 18 | 1800 | 26287 | 0.35034 | 631 | 9209 |
| 19 | 1800 | 26287 | 0.33051 | 595 | 8688 |
| 20 | 1800 | 26287 | 0.31180 | 561 | 8196 |
| | | | 總計 | 20646 | 301506 |
| | | | 原水成本= | 14.60 | (元/噸) |

## 表 7.2.3-3　興田地區伏流水工程單位原水成本分析表
## (集水暗管方案 )– 每年供水二個月方案

| 年序 | 供水量 (萬噸/年) | 年成本 (萬元) | 貼現因子 | 現值供水量 (萬噸/年) | 現值年成本 (萬元) |
|---|---|---|---|---|---|
| (完工年) | - | - | 1.00000 | - | - |
| 1 | 600 | 26287 | 0.94340 | 566 | 24799 |
| 2 | 600 | 26287 | 0.89000 | 534 | 23395 |
| 3 | 600 | 26287 | 0.83962 | 504 | 22071 |
| 4 | 600 | 26287 | 0.79209 | 475 | 20822 |
| 5 | 600 | 26287 | 0.74726 | 448 | 19643 |
| 6 | 600 | 26287 | 0.70496 | 423 | 18531 |
| 7 | 600 | 26287 | 0.66506 | 399 | 17482 |
| 8 | 600 | 26287 | 0.62741 | 376 | 16493 |
| 9 | 600 | 26287 | 0.59190 | 355 | 15559 |
| 10 | 600 | 26287 | 0.55839 | 335 | 14678 |
| 11 | 600 | 26287 | 0.52679 | 316 | 13847 |
| 12 | 600 | 26287 | 0.49697 | 298 | 13064 |
| 13 | 600 | 26287 | 0.46884 | 281 | 12324 |
| 14 | 600 | 26287 | 0.44230 | 265 | 11627 |
| 15 | 600 | 26287 | 0.41727 | 250 | 10969 |
| 16 | 600 | 26287 | 0.39365 | 236 | 10348 |
| 17 | 600 | 26287 | 0.37136 | 223 | 9762 |
| 18 | 600 | 26287 | 0.35034 | 210 | 9209 |
| 19 | 600 | 26287 | 0.33051 | 198 | 8688 |
| 20 | 600 | 26287 | 0.31180 | 187 | 8196 |
| | | | 總計 | 6882 | 301506 |
| | | | 原水成本= | 43.81 | (元/噸) |

## 表 7.2.3-4　興田地區伏流水工程單位原水成本分析表
## (集水暗管方案 )– 每年供水一個月方案

| 年序 | 供水量 (萬噸/年) | 年成本 (萬元) | 貼現因子 | 現值供水量 (萬噸/年) | 現值年成本 (萬元) |
|---|---|---|---|---|---|
| (完工年) | - | - | 1.00000 | - | - |
| 1 | 300 | 26287 | 0.94340 | 283 | 24799 |
| 2 | 300 | 26287 | 0.89000 | 267 | 23395 |
| 3 | 300 | 26287 | 0.83962 | 252 | 22071 |
| 4 | 300 | 26287 | 0.79209 | 238 | 20822 |
| 5 | 300 | 26287 | 0.74726 | 224 | 19643 |
| 6 | 300 | 26287 | 0.70496 | 211 | 18531 |
| 7 | 300 | 26287 | 0.66506 | 200 | 17482 |
| 8 | 300 | 26287 | 0.62741 | 188 | 16493 |
| 9 | 300 | 26287 | 0.59190 | 178 | 15559 |
| 10 | 300 | 26287 | 0.55839 | 168 | 14678 |
| 11 | 300 | 26287 | 0.52679 | 158 | 13847 |
| 12 | 300 | 26287 | 0.49697 | 149 | 13064 |
| 13 | 300 | 26287 | 0.46884 | 141 | 12324 |
| 14 | 300 | 26287 | 0.44230 | 133 | 11627 |
| 15 | 300 | 26287 | 0.41727 | 125 | 10969 |
| 16 | 300 | 26287 | 0.39365 | 118 | 10348 |
| 17 | 300 | 26287 | 0.37136 | 111 | 9762 |
| 18 | 300 | 26287 | 0.35034 | 105 | 9209 |
| 19 | 300 | 26287 | 0.33051 | 99 | 8688 |
| 20 | 300 | 26287 | 0.31180 | 94 | 8196 |
| | | | 總計 | 3441 | 301506 |
| | | | 原水成本= | 87.62 | (元/噸) |

## 表 7.2.3-5　興田地區伏流水工程單位原水成本分析表
## (輻射井方案 ) – 全年供水方案

| 年序 | 供水量 (萬噸/年) | 年成本 (萬元) | 貼現因子 | 現值供水量 (萬噸/年) | 現值年成本 (萬元) |
|---|---|---|---|---|---|
| (完工年) | - | - | 1.00000 | - | - |
| 1 | 3060 | 19165 | 0.94340 | 2887 | 18080 |
| 2 | 3060 | 19165 | 0.89000 | 2723 | 17057 |
| 3 | 3060 | 19165 | 0.83962 | 2569 | 16091 |
| 4 | 3060 | 19165 | 0.79209 | 2424 | 15180 |
| 5 | 3060 | 19165 | 0.74726 | 2287 | 14321 |
| 6 | 3060 | 19165 | 0.70496 | 2157 | 13510 |
| 7 | 3060 | 19165 | 0.66506 | 2035 | 12746 |
| 8 | 3060 | 19165 | 0.62741 | 1920 | 12024 |
| 9 | 3060 | 19165 | 0.59190 | 1811 | 11344 |
| 10 | 3060 | 19165 | 0.55839 | 1709 | 10702 |
| 11 | 3060 | 19165 | 0.52679 | 1612 | 10096 |
| 12 | 3060 | 19165 | 0.49697 | 1521 | 9524 |
| 13 | 3060 | 19165 | 0.46884 | 1435 | 8985 |
| 14 | 3060 | 19165 | 0.44230 | 1353 | 8477 |
| 15 | 3060 | 19165 | 0.41727 | 1277 | 7997 |
| 16 | 3060 | 19165 | 0.39365 | 1205 | 7544 |
| 17 | 3060 | 19165 | 0.37136 | 1136 | 7117 |
| 18 | 3060 | 19165 | 0.35034 | 1072 | 6714 |
| 19 | 3060 | 19165 | 0.33051 | 1011 | 6334 |
| 20 | 3060 | 19165 | 0.31180 | 954 | 5976 |
| | | | 總計 | 35098 | 219818 |
| | | | 原水成本= | 6.26 | (元/噸) |

## 表 7.2.3-6　興田地區伏流水工程單位原水成本分析表
## (輻射井方案 )– 每年供水六個月方案

| 年序 | 供水量 (萬噸/年) | 年成本 (萬元) | 貼現因子 | 現值供水量 (萬噸/年) | 現值年成本 (萬元) |
|---|---|---|---|---|---|
| (完工年) | - | - | 1.00000 | - | - |
| 1 | 1800 | 19165 | 0.94340 | 1698 | 18080 |
| 2 | 1800 | 19165 | 0.89000 | 1602 | 17057 |
| 3 | 1800 | 19165 | 0.83962 | 1511 | 16091 |
| 4 | 1800 | 19165 | 0.79209 | 1426 | 15180 |
| 5 | 1800 | 19165 | 0.74726 | 1345 | 14321 |
| 6 | 1800 | 19165 | 0.70496 | 1269 | 13510 |
| 7 | 1800 | 19165 | 0.66506 | 1197 | 12746 |
| 8 | 1800 | 19165 | 0.62741 | 1129 | 12024 |
| 9 | 1800 | 19165 | 0.59190 | 1065 | 11344 |
| 10 | 1800 | 19165 | 0.55839 | 1005 | 10702 |
| 11 | 1800 | 19165 | 0.52679 | 948 | 10096 |
| 12 | 1800 | 19165 | 0.49697 | 895 | 9524 |
| 13 | 1800 | 19165 | 0.46884 | 844 | 8985 |
| 14 | 1800 | 19165 | 0.44230 | 796 | 8477 |
| 15 | 1800 | 19165 | 0.41727 | 751 | 7997 |
| 16 | 1800 | 19165 | 0.39365 | 709 | 7544 |
| 17 | 1800 | 19165 | 0.37136 | 668 | 7117 |
| 18 | 1800 | 19165 | 0.35034 | 631 | 6714 |
| 19 | 1800 | 19165 | 0.33051 | 595 | 6334 |
| 20 | 1800 | 19165 | 0.31180 | 561 | 5976 |
| | | | 總計 | 20646 | 219818 |
| | | | 原水成本= | 10.65 | (元/噸) |

## 表 7.2.3-7　興田地區伏流水工程單位原水成本分析表
## (輻射井方案 )– 每年供水二個月方案

| 年序 | 供水量 (萬噸/年) | 年成本 (萬元) | 貼現因子 | 現值供水量 (萬噸/年) | 現值年成本 (萬元) |
|---|---|---|---|---|---|
| (完工年) | - | - | 1.00000 | - | - |
| 1 | 600 | 19165 | 0.94340 | 566 | 18080 |
| 2 | 600 | 19165 | 0.89000 | 534 | 17057 |
| 3 | 600 | 19165 | 0.83962 | 504 | 16091 |
| 4 | 600 | 19165 | 0.79209 | 475 | 15180 |
| 5 | 600 | 19165 | 0.74726 | 448 | 14321 |
| 6 | 600 | 19165 | 0.70496 | 423 | 13510 |
| 7 | 600 | 19165 | 0.66506 | 399 | 12746 |
| 8 | 600 | 19165 | 0.62741 | 376 | 12024 |
| 9 | 600 | 19165 | 0.59190 | 355 | 11344 |
| 10 | 600 | 19165 | 0.55839 | 335 | 10702 |
| 11 | 600 | 19165 | 0.52679 | 316 | 10096 |
| 12 | 600 | 19165 | 0.49697 | 298 | 9524 |
| 13 | 600 | 19165 | 0.46884 | 281 | 8985 |
| 14 | 600 | 19165 | 0.44230 | 265 | 8477 |
| 15 | 600 | 19165 | 0.41727 | 250 | 7997 |
| 16 | 600 | 19165 | 0.39365 | 236 | 7544 |
| 17 | 600 | 19165 | 0.37136 | 223 | 7117 |
| 18 | 600 | 19165 | 0.35034 | 210 | 6714 |
| 19 | 600 | 19165 | 0.33051 | 198 | 6334 |
| 20 | 600 | 19165 | 0.31180 | 187 | 5976 |
| | | | 總計 | 6882 | 219818 |
| | | | 原水成本= | 31.94 | (元/噸) |

## 表 7.2.3-8　興田地區伏流水工程單位原水成本分析表
## (輻射井方案 )– 每年供水一個月方案

| 年序 | 供水量 (萬噸/年) | 年成本 (萬元) | 貼現因子 | 現值供水量 (萬噸/年) | 現值年成本 (萬元) |
|---|---|---|---|---|---|
| (完工年) | - | - | 1.00000 | - | - |
| 1 | 300 | 19165 | 0.94340 | 283 | 18080 |
| 2 | 300 | 19165 | 0.89000 | 267 | 17057 |
| 3 | 300 | 19165 | 0.83962 | 252 | 16091 |
| 4 | 300 | 19165 | 0.79209 | 238 | 15180 |
| 5 | 300 | 19165 | 0.74726 | 224 | 14321 |
| 6 | 300 | 19165 | 0.70496 | 211 | 13510 |
| 7 | 300 | 19165 | 0.66506 | 200 | 12746 |
| 8 | 300 | 19165 | 0.62741 | 188 | 12024 |
| 9 | 300 | 19165 | 0.59190 | 178 | 11344 |
| 10 | 300 | 19165 | 0.55839 | 168 | 10702 |
| 11 | 300 | 19165 | 0.52679 | 158 | 10096 |
| 12 | 300 | 19165 | 0.49697 | 149 | 9524 |
| 13 | 300 | 19165 | 0.46884 | 141 | 8985 |
| 14 | 300 | 19165 | 0.44230 | 133 | 8477 |
| 15 | 300 | 19165 | 0.41727 | 125 | 7997 |
| 16 | 300 | 19165 | 0.39365 | 118 | 7544 |
| 17 | 300 | 19165 | 0.37136 | 111 | 7117 |
| 18 | 300 | 19165 | 0.35034 | 105 | 6714 |
| 19 | 300 | 19165 | 0.33051 | 99 | 6334 |
| 20 | 300 | 19165 | 0.31180 | 94 | 5976 |
| | | | 總計 | 3441 | 219818 |
| | | | 原水成本= | 63.88 | (元/噸) |

## 表 7.2.3-9　興田取水工程原水成本分析總表

| | 集水暗渠 | | | |
|---|---|---|---|---|
| 供水情況 | 全年供水 | 年供水六個月 | 年供水二個月 | 年供水一個月 |
| 年供水量 (萬噸/年) | 3,060 | 1,800 | 600 | 300 |
| 原水成本 (元/噸) | 8.59 | 14.60 | 43.81 | 87.62 |

## 表 7.2.3-10　興田取水工程原水成本分析總表

| | 輻射井 | | | |
|---|---|---|---|---|
| 供水情況 | 全年供水 | 年供水六個月 | 年供水二個月 | 年供水一個月 |
| 年供水量 (萬噸/年) | 3,060 | 1,800 | 600 | 300 |
| 原水成本 (元/噸) | 6.26 | 10.65 | 31.94 | 63.88 |

一、開發時程建議

由上述之說明，本計畫伏流水開發採興田地區之輻射井工程做為本計畫之建議方案，茲擬定本計畫開發時程如表 7.2.3-11。預計總工程期間計 3 年。第一年大致為前期作業及細部設計工作，第二年則為輻射井工程、機電設施監控設施及觀測井系統工程，第三年為輸水管線工程。

## 表 7.2.3-11　本計畫開發時程建議

| | | 第一年 | 第二年 | 第三年 | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. | 補充調查及測設、用地拆遷及補償、細部設計 | | | | |
| 2. | 輻射井設施 | | | | |
| (1). | 輻射井工程 | | | | |
| (2). | 機電設施 | | | | |
| (3). | 監控設施 | | | | |
| (4). | 觀測井系統 | | | | |
| 3. | 輸水管線 | | | | |
| | 工程經費概估(億元) | 1.08 | 6.91 | 3.08 | |
| | 總經費概估(億元) | 11.08 | | | |

二、興田地區伏流水與高屏堰地面水之原水成本比較

高屏溪攔河堰之取水方式，係利用活動橡皮壩穩定河川流心，並抬高河川之地面水位將水引入右岸進水口經過沉砂沉澱，再流入下游抽水站及淨水場處理利用。伏流水之取水方式係利用集水管伸入河床下汲取河床下之淺層水源，此層水源經河床地層自然滲濾，水質較為潔淨。

為了解興田伏流水與高屏堰地面水之原水成本之差異，本計畫蒐集高屏堰近年之相關支出及引水量，以了解其每噸水之原水成本，經所蒐集之資料分析，民國 93 年~100 年間高屏堰每噸水之原水成本介於 0.23 元~0.94 元之間，平均為 0.47 元，再加上考量高屏堰建設成本之單位原水成本 1.74 元，合計高屏堰每噸原水成本為 2.21 元，比興田伏流水之原水成本為低。

**表 7.2.3-12 民國 93~100 年高屏堰營運維護經費及引水概算**

| 年度 | 支出 | 引水量 | 元/$M^3$ |
|---|---|---|---|
| 93 | 33,038,000 | 352,988,200 | 0.093595 |
| 94 | 120,103,800 | 330,253,000 | 0.363672 |
| 95 | 308,308,011 | 390,639,000 | 0.789240 |
| 96 | 179,406,216 | 377,578,000 | 0.475150 |
| 97 | 89,135,978 | 385,299,000 | 0.231342 |
| 98 | 151,653,071 | 364,776,000 | 0.415743 |
| 99 | 300,141,561 | 316,954,000 | 0.946956 |
| 100 | 137,310,674 | 318,359,600 | 0.431307 |
| 合計 | 1,319,097,311 | 2,836,846,800 | 0.464987 |
| 平均 | | | 0.47 |
| 高屏堰原水成本 (納入建設成本) | | | 1.74 |
| 總計(元) | | | 2.21 |

# 參考文獻


1.Alley,W.M., Healy,R.W., LaBaugh,J.M., Reilly,T.E.,(2002) “Flow and storage in groundwater systems”, Science, Vol. 296.

2. Alley,W.M., Reilly,T.E., Franke,O.L.(1999) , “Sustainability of ground-water resources”, USGS Circular 1186.

3.Anderson,M.P., Woessner,W.W.(1992) “Applied groundwater modeling—simulation of flow and advective transport”, Academic Press.

(中譯本：葉一隆、高華聲、莊啟洪(2000 年 3 月)，「應用地下水模式—水流與移流傳輸模擬」，五南圖書出版社。)

4.Batu V., “Aquifer hydraulics(1998) —a comprehensive guide to hydrogeologic data analysis”, John Wiley & Sons.

5.Bear J.(1979), “Groundwater hydraulics”, John Wiley & Sons.

6.Cheh-Shyh Ting(1997),”Groundwater resources evaluation and management for Pingtung Plain, Taiwan”.

7. Chow V. T(1964),” Handbook of applied hydrology”, McGraw-Hill.

8.Fetter C. W(2001),” Applied hydrogeology, 4th ed.”,Prentice-Hall.

9.Hiscock,K(2005), “Hydrogeology principles and practice”, Blackwell Publi..

10.Kresic N(1997), “Quantitative solutions in hydrogeology and groundwater modeling”, Lewis Publi..

11.Powers, J. R(1992), “Construction dewatering”, John Wiley & Sons.

12.Ray,C., Melin G., R.B.,Linsky(2002)., “Riverbank filtration—improving source-water quality”, Kluwer Academic Publi..

13.Todd,K.T., Mays L.W(2005), “Groundwater hydrology, 3rd ed.”, John Wiley & Sons.

14. Tufenkji, M., Ryan,J., Elimelech,M(2002), “The promise of riverbank filtration”, Environmental Science & Technology, Nov.

15. U.S. Bureau of Reclamation(1997) , “Ground water manual”, U.S. Dept. Interior.

16.Winter,T.C., Harvey,J.W., Franke,O.L., Alley,W.M(1998), “Ground water and surface water a single resource”, USGS Circular 1139.

17.王如意(1982)、易任,「應用水文學」。

18.王洪濤(2008),「多孔介質污染物遷移動力學」，高等教育出版社(北京)。

19. 中本信忠 (金勝哲等譯)(2010)，「安全飲用水—生物淨化法指南」，科學出版社(北

京)。
20.中國農村復興聯合委員會等(1970),「高屏溪流域開發規劃報告」。
21.中興工程顧問社(1999),「高屏溪雙園堰工程可行性規劃」。
22.中興工程顧問社(2001),「濁水溪西螺河段伏流水工程基本設計報告」,經濟部水利處中區水資源局。
23.中興大學(1997),「集集共同引水計畫—濁水溪西螺河段伏流水相關研究報告」,台灣省水利局規劃總隊。
24.中興大學(2007),「濁水溪下游河道伏 流水及地下水調查分析」,經濟部水利署中區水資源局。
25.中鼎工程公司(2006),「高屏溪沿岸及隘 寮溪中下游淺層地下水開發評估及備援系統規劃」,經濟部水利署南區水資源局。
26.台灣省水利局規劃總隊(1988),「集集共同引水計畫可行性規劃—關聯計畫專題—濁水溪西螺河段集水暗渠規劃」,台灣省水利局。
27.台灣省水利局規劃總隊(1988),「集集共同引水計畫可行性規劃—關聯計畫專題—濁水溪西螺河段地下潛堰初步研究報告」,台灣省水利局。
28.台灣自來水公司(2010),「高雄地區增設地下水及伏流水工程執行計畫書」。
29.台灣省政府建設廳地下水工程處(1961),「屏東平原地下水源勘查報告」。
30.自來水公司第七區管理處(2007),「翁公園場集水管修復工程設計報告」。
31.安芸皎一,多田文男(1972),「水資源□□□□□□」,朝倉書店。
32.京華工程顧問公司(2010),「土庫農場淺層地下水開發可 行性規劃」,經濟部水利署南區水資源局。
33.京華工程顧問公司(2010),「 隘寮溪下游集水工暨輸水工程環境影響說明書」。
34.周仰效、李文鵬(2011),「地下水監測信息系統模型及可持續開發」,科學出版社(北京)。
35.供水水文地質手冊編寫組(1977),「供水水文地質手冊(第二冊)」,地質出版社(北京)。
36.金城(1955),「台南市郊淺橫管集水工程初步試驗報告」,台灣水利,第 3 卷第 1 號。
37.高肇藩(1980),「衛生工程學—給水(自來水)篇」。
38.能邦科技顧問公司(2000),「屏東平原地表地下水聯合運用初步規劃—屏東平原地下水潛能及運用管理規劃報告」,經濟部水利處。
39.能邦科技顧問公司(2007),「屏東平原地面地下水聯合運用個案工程規劃(2)」,經濟部水利署南區水資源局。
40.陳克誠(1953),「台灣之地下水」,台灣銀行經濟研究室。
41.陳橋驛、葉光庭、葉揚(2008),「水經注全譯」,廣州人民出版社。

42.曹以松(2003)，「地下水」，中國土木水利工程師學會。
43.鳥居信平(1936)，「伏流水利用 に依る荒蕪地開拓：臺灣製糖株式會社萬隆農場創設並に其經過」，台灣の水利，第 6 卷第 6 號，頁 3~27。
44.國立雲林科技大學水土資源及防災科技研究中心(2010)，「國 立雲林科技大學水土資源及防災科技研究中心 99 年度工作推動補助計畫」，經濟部水利署。
45.楊萬全(1997)，「高屏溪流域和屏東平原的水資源」，地理學研究報告，第 27 期。
46.經濟部中央地質調查所(2002)，「台灣地區地下水觀測網第一期計畫——屏東平原水文地質調查研究總報告」，經濟部中央地質調查所。
47.經濟部(2011)，「有關伏流水定義及其水權登記處理原則」，經授水字第 10020209680 號解釋令。
48.經濟部中央地質調查所(2002)，「台灣地區地下水觀測網整體計畫第一期計畫—屏東平原水文地質調查研究總報告」。
49.黎明工程顧問公司(2006)，「高屏溪攔河堰第二取水口工程可 行性規劃」，台灣省自來水公司。
50.薛禹群(1986)，「地下水動力學原理」，地質出版社(北京)。

# 附錄一　工作執行計畫書暨期初簡報審查會會議記錄及意見回覆表

# 「高屏溪伏流水及傍河取水先期調查試驗」委託技術服務案

## 工作執行計畫書暨期初簡報審查會會議紀錄及意見回覆

審查會議日期：民國 100 年 5 月 20 日

| 審查委員 | 審查意見 | 辦理情形 | 對應章節 |
|---|---|---|---|
| 陳委員義平 | 1.本計畫選擇河段位於高屏攔河堰至嶺口二高協張橋，該地區為屏東平原最西邊亦為屏東平原地下水區最西側，該河段設有低水護岸及南化聯通管，觀測井及試驗井應該慎選。 | 感謝指教，未來於設置相關試驗井時，將蒐集相關既有設施等資料，避免影響。 | |
| | 2.本計畫地下水模擬分析採用modflow 模式模擬，用於屏東平原地下水分析水位已有許多研究，建議分析前期如何? | modflow 模式模擬將參考以往學者專家所建構屏東平原之模式，納入參考分析。 | 第六章 |
| | 3.高屏溪本流除高屏堰取地面水外，自來水公司在下游已有在取伏流水，又高屏地區豐枯懸殊，因此枯水期是否有水量，尚待本計畫予以評估(由水文地質及抽水試驗)，另是否影響下游水量。 | 有關集取河畔伏流水對現有地面水取水設施之影響，將由現場調查試驗後，於水源潛能量評估及模擬分析予以確認，並將就對現有取水設施影響最小的情況，規劃伏流水集水管位置與取水量。 | |
| | 4.本案觀測井之間距，未來繪製地下水等水位線，因觀測井僅口六口，建議應參考水利署設置地下水監測資料。 | 由於水利署設置之地下水監測資料，一般均於隔年 6 月「水文年報」出版時才會公佈地下水位資料，故於本計畫執行期間恐難即時應用到。惟工作小組仍將盡力蒐集鄰近地區水井水位資料，以求等水位線圖之繪製更臻完善。 | |
| | 5.本計畫研究範圍由荖濃溪獅子頭圳進水口至高屏溪出海口，早期水利署曾規劃在雙園大橋上游建河口堰防止河水嚴化，因該河段屬末端水源，不影響其他單位取水，是否考慮去此河段增取伏流水(因河口堰可降低伏流水硬度及鹽化並增加翁公園伏流水取水)。 | 感謝指教。高屏溪下游設置河口堰對取用伏流水水質有幫助，惟該計畫目前尚未實施，故本計畫若於下游河段取水，水質鹽化的虞慮仍然存在；建議俟河口堰計畫完成後，再於此河段集取伏流水。 | |
| 蕭委員宏民 | 1.如依 P2-11 頁，1500mm 集水管，將來集水管設置口徑位置及深度須慎重，並防止沖毀。 | 感謝指教。Φ1500mm 集水管為目前水公司之伏流水之既有取水設施，本計畫對集水管之型式、管徑、埋設深度等將於蒐集國內外伏流水經驗設施後，予以建議。 | |

| 審查委員 | 審查意見 | 辦理情形 | 對應章節 |
|---|---|---|---|
| | 2.採樣頻率與試驗期間應分豐枯水期來作，以確保水質水量，故其採樣之期間及次數應慎選。 | 2.由於受本計畫執行期間所限，目前排定水質採樣期間約於 8 月至明年 1 月份，雖無法明確瞭解四季之水質變化，但已能掌握豐枯水季之水質變化。 | |
| | 3.本河段之水質監測，其水源標準項目及指標(依 P2-27 頁)，請參考環保署 86 年 9 月公布之項目及最大限值，作為採樣分析之參據(如硝酸鹽氮未列檢驗項目，其他尚有許多汙染之重大指標)。 | 感謝指教，依據環保署「飲用水水源水質標準」第五及第六條規定，水質應符合項目分為二類，即「作為自來水及簡易自來水之飲用水水源」與「作為社區自設公共給水、包裝水、盛裝水及公私場所供公眾飲用之連續供水固定設備之飲用水水源者」者。因本計畫係集取伏流水源，應屬需符合前類之項目，故本計畫之水質項目係採用「地面水體或地下水體作為自來水及簡易自來水之飲用水水源者」之類別。 | |
| | 4. 抽取水量對整區域之分析應有代表性，故其試驗井之設置及將來取水井對區域性水位及其他取水之影響應予以評估分析。 | 抽水試驗的目的在於瞭解試驗地點的 T、S、Sy 等水文地質參數，因此試驗井之設置係依適合伏流水開發地點，據以考量作為水文地質參數之代表性是否合宜為主要考量因素。至於取水後對區域性水位之影響，將於模式模擬分析之。 | P5-57 |
| 彭委員合營 | 1.本案伏流水之規劃研究在高屏溪沿岸有許多之調查研究，詳如 P2-10。 | 計畫執行期間將充份參考該等計畫。 | |
| | 2.工作項目中四、2(3)臨時抽水井 1 口口徑 6~12 吋，請南水局就契約規定先評估其口徑為多少?以利工作推展。 | 依據契約規範，本計畫臨時抽水井口徑為 6~12 吋，主要係因為需視該區水文地質狀況予以彈性研判訂定；若含水層性能佳，則口徑可較大，但若性能不佳，則口徑需小一點，以避免無法達到試驗出含水層性能的目的。 | |
| | 3.本計畫取水地點之評估，達西公司建議為高屏堰至二高斜張橋之右岸，此段與 95 年水公司規劃之高屏堰第二取水口規劃案位置略同，工作項目是否有重疊，請南水局了解。 | 根據水公司之「高屏堰第二取水口工程可行性規劃案」報告書，該計畫方案六及方案七分別位於高屏溪河川斷面 50~53 間及 50~61 間之沿低水護岸內，該等方案位置係較為靠近高屏堰處，本計畫建議位置 | |

| 審查委員 | 審查意見 | 辦理情形 | 對應章節 |
|---|---|---|---|
| | | 為應距高屏堰一定距離之位置，基本上並未重疊。另該計畫現場工作為進行抽水試驗，本計畫除了進行抽水試驗外，尚包括地質鑽探、微水試驗、地電阻調查、抽水井(量)調查、水位量測分析、水質調查等現場工作，並評估水源潛能量與模擬分析等工作。 | |
| | 4.評估開發之經濟性 P2-35 直接建造費中需包含動力費，工項須分為土木及機電並加註車之運轉。 | 感謝指教，將於未來之經濟性分析予以考量。 | 第七章 |
| | 5.貴公司團隊中地質鑽探是否有協力廠商，未附合作之文件。 | 將於鑽探成果內補附該等合作文件；另本工作團隊主要成員以往曾執行數十件地下水調查規劃評估等計畫，對於地質鑽探與土壤調查等工作已累積豐富工作經驗，對此部份之執行品質極具信心。 | |
| | 6.本計畫是屬淺層抽水其洩降之影響線是否會影響緊鄰之南化聯通管路之安全，請檢討評估。 | 未來於工程規劃時將予以探討分析。 | P7-25 |
| | 7.P3-2 預定進度表契約自 100.4.21~ 101.3.31 止，但 100 年 7 月上旬及 101 年 2、3 月沒有進度，建議 101 年 2-3 月水位監測仍須繼續，資料會較完整。 | 感謝指教。已調整及修正。 | |
| 成功大學<br>周委員乃昉 | 1.宜就計畫定位設定地面水、地下水模擬之地區範圍，並就可能的鑽探及地電阻調查提出構想與條件地點，並檢討水文地質條件及模式正確性。 | 模式之建立將建構整體屏東平原 modflow 模式，該區水利署及地調所已建立完整的觀測站網可資應用，至於本計畫所進行得到之地質資料，將於模式校正時予以應用。 | |
| | 2.請明確區分伏流水水源潛能量及水中出水量。前者可由地面水地下水之模式得知，此一模式應能考量短期大量抽水對地區地下水井抽水之影響及長期不影響既有水權取水下之可抽水總量。 | 水源潛能量分析有二個部份，其一為試驗地點水源潛能量評估，可計算伏流水可開發之水量多寡；另一個是地下水模式模擬分析，將模擬出可開發水量以及開發後對地下水環境的影響。 | |
| | 3.於高屏溪之水權除地面水外，尚應包含地下水，屏東縣，及監測 | 感謝指教，這些資料均為本計畫蒐集的重點。 | |

| 審查委員 | 審查意見 | 辦理情形 | 對應章節 |
|---|---|---|---|
| | 自來水公司、無水權民井之地下水位。 | | |
| | 4.對模擬模式中如不確定因素應做敏感度之模擬分析，邊界條件應合理設定，以得到正確的可取水量。 | 感謝指教，由於屏東平原模式之建立，已有多位學者專家模擬過，本計畫將充份參考這些研究報告，做更合理之設定。 | |
| | 5.建議在計畫結論與建議中能提出地面水-伏流水-地下水監測管理系統。 | 感謝指教，將於期末報告時提出監測系統建議。 | 結-4 |
| | 6. 計畫成本應包含營運成本。 | 感謝指教，將於經濟性分析予以考量。 | P7-29 |
| | 7.99 年度台水公司沿高屏溪及旗山溪新設抽水井抽取地下水及伏流水，敬請將其成效一併納入評估。建議評估各方案工程其壽命與出水量之分析。 | 感謝指教，將至台水公司蒐集此方面資料，做為進一步評估之依據。 | |
| 成功大學<br>許委員榮庭 | 1.規劃公司已經掌握高屏溪沿岸水文地質資料，對本案先期作業有相當程度了解。對於取水地點規劃應盡速確認，以進行後續水位觀測、地形測量、抽水井調查等工作。 | 感謝指教，將於後續預計規劃時程內完成現場工作。 | |
| | 2.本案初步建議取水地點在高屏堰上游右岸，對高屏堰取水之影響宜有先期評估。此外，若在其他地點取水，對既有水權引水之影響亦應有先期分析，綜合相關分析後，據以建議本案試驗地點，供後續工作參酌。 | 若依相關條件而言，高屏溪中下游地點皆為伏流水開發之適合位置，此可由水公司以往執行的6處伏流水取水站之取水能力得到印證，惟尚需考量諸多因素(如取水後對既有取水設施之競合影響等)，故目前擇定一處相對較佳條件處所進行先期試驗計畫，若經試驗成效不錯，未來可予以推廣至高屏溪沿岸其他場址。 | |
| | 3.本案取水目標為備援水源或是經常水源，與可取水量以及豐枯水期取水量有關。即便目前規劃為備援水源，未來可能成為經常性水源，因此，對於未來集水井方式建議有更廣泛探討。 | 本計畫目前定位為備援水源，但水源開發之規劃時，可保留未來可能成為經常性水源的彈性。 | |
| | 4.臨時水位觀測井每二星期現場量測水位，是否在於校正水位高程?另 6 口觀測井是否足夠描述 | 現場量測水位的目的在於掌握區域水位之流向與推估流速，亦可與區域性水位(水利署觀測井網)相互 | |

| 審查委員 | 審查意見 | 辦理情形 | 對應章節 |
|---|---|---|---|
| | 地下水位流場?是否可以同時觀測水位井附近之河川水位?臨時水位觀測井水位記錄間距建議由 1 小時縮短至 10 分鐘。 | 檢核水位數據。另 6 口井基本上已能構成一個面的等水位圖流場資料，本工作團隊將儘可能再加強蒐集量測鄰近地區之水位資料，俾使地下水位資料能更臻完善。另依據工作團隊成員以往曾參與「高屏溪沿岸及隘寮溪中下游淺層地下水開發評估」計畫案之經驗，臨時觀測井 1 小時水位記錄間距作為分析已非常足夠；就長期水位監測而言，10 分鐘間距之資料點將非常多，尚需於後續資料分析時加以篩選剔除處理，故建議仍維持 1 小時為宜。 | |
| 水利署<br>郭科長耀程 | 1.伏流水及傍河取水之可用潛能推估為本案首應確認事項，請務必詳實就安全出水量及相關單位已取水量進行檢討，在不影響公共安全情形下，始可讓本案成果供未來規設參考。 | 感謝指教，目前工作團隊正進行各單位洽訪與相關資料之取得，將於期末報告時提出可用潛能量之推估。 | P6-21 |
| | 2.依 P3-2 頁工作進度規劃，現場作業自 100.7 月至 101.1 月，因非全年調查、試驗及監測，其成果代表性如何由過去資料蒐集、補遺，建議預為思考及規劃。 | 計畫期間將蒐集其他各相關單位所執行之資料，以及以往於本區所執行過之相關研究報告予以補充。一般伏流水取水的重點在於豐枯水期的水位變化之掌握，本計畫將於計畫期間儘量取得全年之代表性。 | |
| | 3.本案既定位為高屏堰備用取水水源，其調查與評估選定方案應以高屏堰操作及高濁度期間水源補充為重點，故請參納高屏堰流量及操作進行分析，並研訂初步操作策略，以張顯效益。 | 感謝指教，將參納高屏堰營運操作進行分析。 | |
| | 4. 本案是否與水公司辦理之翁公園及竹子寮伏流水取用計畫競合，其試驗及定案選位應注意。 | 感謝指教。根據瞭解目前翁公園及竹子寮伏流水計畫各出水 10 萬 CMD，故本計畫所選出水地點必須避開該等地點為宜。至於取水位置之競合問題，將於經由取水量不相互干擾之安全出水量分析評估後，再予以充分考量取水地點。 | |

| 審查委員 | 審查意見 | 辦理情形 | 對應章節 |
|---|---|---|---|
| | 5. 國外案例較少思考河水濁度，高屏溪有原水高濁度問題，如何考量避免影響設施功能及壽命，請納入評估。 | 濁度問題為伏流水工程壽命的主要考量重點之一，將於後續工程規劃中予以分析說明。 | |
| | 6. 本計畫有含地面水及地下水聯合運用模擬分析，建請就本署開辦高屏大湖補注地下水對取用伏流水之效率進行分析，以供參考。 | 感謝指教，由於高屏大湖計畫與本計畫區位置有一定之距離，且非於本計畫之工作範圍內，建請另案辦理。 | |
| 水規所<br>趙副工程司<br>永楠 | 1.建議應就高屏溪沿岸各水源設施及地下水流向，整理其相關位置圖示。(P2-3)。 | 感謝指教，已補充。 | |
| | 2.P2-14 言及高屏堰至二高斜張橋段為適合之傍河取水地點，而於 95 年「高屏溪沿岸及隘寮溪中下游淺層地下水開發評估及備援系統規劃」報告中即曾針對該地區進行相關之評估，包括水質、地電阻分析、地表/地下水相互關係分析、安全出水量及工程規劃等等，經評估結果其開發規模不大且位置鄰近台塑等抽水井，其與既有設施之影響及水源量是否能達到本計畫目的，宜再進行評估。 | 「高屏溪沿岸及隘寮溪中下游淺層地下水開發評估及備援系統規劃」計畫所規劃的佛光山取水方案為該計畫 3 個可行方案之一，亦為伏流水開發適宜位址之一。另外如台塑等抽水井一般皆為深井，而本計畫傍河取伏流水一般之影響均為淺層含水層，故其影響基本上不大。 | |
| | 3.本計畫地下水位觀測井之位置應考量設置於免遭受洪水侵襲處，以維持儀器正常運作並得以持續蒐集所需相關資料。 | 感謝指教，現場調查試驗時將視現場情況充分予以考量。 | |
| | 4.有鑑於二峰圳及南和圳集水廊道因河床變動及遭洪水沖刷影響設施功能及取水能力，故本計畫於取水地點及取水設施型式之選定，宜將相關因素及條件納入評估。 | 將於後續工程規劃中予以考量。 | |
| | 5.高屏溪近年常有濁度過高之土砂問題，與國外河川特性差異甚大，在規劃傍河取水時，應就取水工之預防阻塞、水質惡化有所考量探討。 | 感謝指教，將於後續工程規劃中予以考量。 | |

| 審查委員 | 審查意見 | 辦理情形 | 對應章節 |
|---|---|---|---|
| | 6.2.6.1 節有關水源潛能量評估，惟所用公式是各取水工的取水能力與設備規模，並非水源潛能量。如何評估及掌握豐枯水期的伏流水潛能量? | 該等公式主要係依據水文地質條件及河川、地下水位等資料所計算之可集取的潛能量，豐枯水期的伏流水潛能量亦需依據當時之河川與地下水位等數據分析計算，故已能充份考量到。 | |
| | 7.目前的現場調查計畫是否足以掌握本區伏流水之升伏量能、側流、流向、豐枯等變化，以確保未來取水之穩定? | 將於現場調查計畫前，釐清高屏溪沿岸豐枯水期地面/地下水的互動關係，以作為選定試驗場址地點的考量因素之一。 | |
| 自來水公司第七管理處莊副理茂勝 | 1.伏流水及傍河取水對水公司而言，在這計畫定位為備援水源，水公司認為亦可規劃為常態水源，對高屏溪之流量與濁度而言，可說幾乎一下雨濁度即驟升，若取常態規劃對穩定供水有很大幫助。 | 本計畫目前定位為備援水源，但未來水源開發之規劃時，可保留可能成為常性水源的彈性。 | |
| | 2. P2-3 表 2.2.2-2 近程 5 有關恢復南化高屏聯通管通水能力每日 80 萬 $M^3$，其實這數據未曾達到，曾經最大試到 50 萬 $M^3$，況且南化水庫淤砂嚴重，是否有多餘的水量支援七區(大高雄用水)。 | 感謝指正，將予以修正，並洽訪貴區處取得更新與更進一步之資料。 | |
| | 3. P2-3 表 2.2.2-2 中程...有關澄清湖清淤 8 萬 $M^3$ 有誤，實際是 99 年(6 萬 $M^3$)、98 年(4.9 萬 $M^3$)、97 年(6 萬 $M^3$)。 | 感謝指正並提供詳細資料，已修訂該表格資料。 | |
| | 4.本計畫的設置對水公司有很大的幫助，但希望能避開目前既有 6 個伏流水取水站，以避免競合關係。 | 感謝指教，本計畫所選取水地點將避開該等地點。 | |
| 自來水公司南區工程處葉課長博德 | 1.該先期調查執行計畫之一，係針對本公司 95 年委託黎明工程顧問公司完成之「高屏溪攔河堰第二取水口可行性規劃」進行分析檢討，該第二取水口案顧名思義即為因應攔河堰進水口淤塞影響取水功能，考量增設之應變系統，先作以上說明。 | 感謝說明。 | |
| | 2.將來伏流水開發時與下游水權 | 將於後續水源潛能量評估及模擬 | |

| 審查委員 | 審查意見 | 辦理情形 | 對應章節 |
|---|---|---|---|
| | 人協調完成並取得水權，除能於豐水期原水濁度高時(近年來高屏堰抽水之原水平均濁度超過3000NTU 以上即達半年)，取得較佳水質之原水，在平時亦能常年取水，改善原水水質穩定高屏地區水資源供應，改善下游各淨水場供應民生用水之應變能力。所以對「高屏溪伏流水及傍河取水先期調查試驗」本處樂觀其成，將來對於高屏溪傍河之取水方式可作為參考依據，惟枯水期時之供水潛能須於分析。 | 分析，進行枯水期之供水潛能分析。 | |
| | 3.本公司於高屏堰之相關取水工程大部分係配合大署或政府政策指示緊急辦理工程，惟相關河川公地開挖申請手續繁雜，繳交之使用費十分龐大，反觀同與經濟部之台電公司相關電塔、電桿等開挖申請十分簡化且不用付擔使用費，因本公司財務拮據，建議大署能高抬貴手比照台電相關申請案能簡化申請程序並免繳使用費。 | 建請水利署予以考量。 | |
| 高雄水利會<br>許副工師<br>英毅 | 1.高屏溪水系在枯水期已無多餘水量可供利用，工作計畫表 4-3 項抽水試驗期程 100 年 8 月中旬至 101 年 1 月底，包含枯水期 100 年 11 月至 101 年 1 月，如將來據以申請水權，必影響有水權人用水權益。 | 該項目(水位監測及含水層試驗)中，抽水試驗預計將於豐水期之 9 月份進行，其試驗執行期間約僅一週，其他期程為例行性的水位監測與量測工作。另試驗地點將以避開現有水源取水設施為優先考量。 | |
| | 2.本案前言目標為豐水期有效供應颱洪期間原水助益，應明確表示不影響原有水權人權益。 | 豐水期高屏溪流量豐沛，應不致影響原有水權人取水權益。 | |
| | 3.歷年來自來水公司九曲堂抽水站因緊臨曹公圳取水口，如有抽水均導致曹公圳取水水位急降，影響曹公圳取水，請受託單位在伏流水水層、地面水水層、地下水水層能正確推估，以免造成往後影響水權人權益。 | 將於後續之水源潛能量評估及模擬分析工作，評估在確保既有水權人權益下，豐枯水季伏流水可取水方案。 | |

| 審查委員 | 審查意見 | 辦理情形 | 對應章節 |
|---|---|---|---|
| 高雄水利會<br>饒管理員<br>秀娟 | 1.有關本計畫建議適合取水地點為高屏堰以上至二高斜張橋範圍河段右岸，請進行調查取水後對下游既有水權人用水權益及影響程度，並提出水位洩降依據。 | 將於後續之水源潛能量評估及模擬分析工作，評估在確保既有水權人權益以及水位洩降情況。 | |
| | 2.本會大部分灌溉用水取自高屏溪水系，對於枯水期傍河取用高屏溪伏流水，恐造成本會灌溉用水不足，影響農民灌溉用水權益甚鉅，請本計畫研究分析及執行能確保本會於高屏溪用水權益。 | 伏流水源之評估將考量既有水權人之權益狀況。 | |
| | 3.傍河取用伏流水，建議豐水期取用，解決自來水公司用水濁度問題，對本會灌溉用水取用影響較小。 | 將於後續工作中，評估伏流水取水之安全出水量，以避免對灌溉用水取水之影響。 | 第六章 |
| 屏東水利會<br>王助管師<br>瑞源 | 1.本計畫取水點應審慎評估，以避免與下游取水單位抽水站產生競合現象。 | 感謝指教，本計畫所選取水地點將避開該等地點之競合現象。 | |
| | 2.本計畫於豐水期以抽取伏流水較乾淨之水源供應民生用水應為可行，但於枯水期實施必發生挖東牆補西牆之現象，必會影響下游用水單位權益，亦可能影響屏東平原地下水補注，應詳加評估。 | 將於後續工作中，評估枯水期伏流水取水之安全出水量，以避免對既有取水之影響。另模式模擬工作將會評估取水後對屏東平原地下水之影響。 | |
| | 3.為有效解決大高雄地區缺水問題，建議仍朝蓄水設施進行，應於豐水期蓄有多餘水量以應付枯水期用水需要。 | 目前政府水資源政策係朝著多元水資源開發方式進行，伏流水開發亦是其中之一環，宜兼籌並顧，多元發展。 | |
| | 4. P2-3 表 2.2.2-1 高屏溪沿岸各水資源開發設施權屬漏列本會萬丹抽水站(取用地面水)，請補充。 | 感謝指正，已補入。 | P3-15 |
| 南水局<br>黃副局長世偉 | 1.蒐集地下水位與高屏溪水位之相關資料，亦即水文地質資料須酌顯示。 | 將於「高屏溪沿岸地面水及地下水相互關係探討分析」工作項目中顯示。 | P5-31 |
| | 2.對於阻塞問題、水中埋深等應考量。 | 將於後續工程規劃中詳加考量。 | 第七章 |
| | 3.法源問題。 | 將於後續工作中，就水利法、環評法等相關法規予以分析說明。 | P2-38 |

| 審查委員 | 審查意見 | 辦理情形 | 對應章節 |
|---|---|---|---|
| | 4.現有設備現況、評析及抽水時使用電力之成本亦應考量。 | 感謝指教，將於後續工程規劃中列入考量。 | 第七章 |
| | 5.國外案例補附於報告中。 | 感謝指教，將於第一次期中報告之基本資料蒐集分析中列入。 | P2-42 |
| | 6.集水管之管線亦請評估。 | 遵照辦理。 | |
| | 7.列參考文獻。 | 感謝指正，遵照辦理。 | |
| 南水局水文課<br>黃課長耀德 | 1.考慮汲取伏流水工程於完成後運轉須歲修，其時間及方式請詳加說明，並提替代方案(試驗資料研判可汲取水量)。<br>2.隘寮溪下游集水工及輸水工程目前水利署暫緩開發(該工程已完成環評)，本案開發設施是否採集水暗渠型式及影響範圍請詳加評估。<br>3.河岸滲濾所得水源之潛能量，請依試驗結果加以估算，自然淨化汙染物能力請說明。<br>4.砂礫含水層底部設置深井、集水輻射濾水井之設施請提說明並評估可行性。 | 感謝指教，將於後續工程規劃中列入考量。<br>開發設施形式將於後續工程規劃中予以評估分析。<br>潛能量及水質淨化能力將於後續工作中予以探討說明。<br>集水工型式將於後續工作中予以分析說明。 | 第七章 |
| 南水局設計課<br>楊正工程司<br>瑞隆 | 1.本案建議提出適合地點進行傍河取水，另亦請針對工法提出建議，建議地點請一併考量後續供水管線埋設，以水公司管線沿線為主以利供水。 | 地點、工法、管線等考量，將於後續工作中予以分析說明。 | 第七章 |
| 高屏堰<br>蕭副工程司<br>維德 | 1.依 P2-12 頁，2.4 適合地點評估，若以距高屏堰遠近為選擇條件，那為何選址範圍定為 55km 如此之大?本計畫目標為選定備援水源之評選，其評選條件應明確化，且經評比後選定。 | 本計畫範圍係由獅子頭圳取水口至高屏溪出海口長約 55km 河段，評估其先期調查試驗地點及適宜開發地點，其初步選擇地點為高屏堰至二高斜張橋河段右岸，其選擇理由詳見 3.4 節；至於確切地點評估，將於第一次期中報告提出。 | |
| | 2.若本計畫規劃目標是作為高屏堰的備用水源，那麼應釐清要作為備援時機的水資源分析，依據高屏堰這幾年來的水量調度情形，需備援系統水源時機，大致上可分為高水量高濁度時及枯旱這兩個時機點，若以高水量高濁度時選擇在執行計畫書預定 | 感謝指教，豐水期河床沖刷及枯水期水源重疊等問題，將於後續工程規劃中評估分析。 | 第七章 |

| 審查委員 | 審查意見 | 辦理情形 | 對應章節 |
|---|---|---|---|
| | 位置時較無爭議，但應考量河川動床沖刷與結構設置是否可行?旱時或枯水期其水源與高屏堰重疊，恐將造成搶水情形，並無備援之功能。 | | |
| | 3.水質方面高屏堰上游應較無不合標準憂慮，否則高屏堰引用地面水之水質就更令人產生疑慮，因此，水質檢測篇幅無須過多。 | 水質檢測將依據契約規定之項目與頻率進行。 | |
| 高屏堰<br>黃副工程司<br>偉義 | 1. P3 僅在汛期進行調查是否足夠本計畫之需要? | 許多現場工作(如水位、水質)約於9月至明年1月間進行，基本上已有橫跨豐枯水季所需。 | |
| | 2. P4 文獻回顧中楊萬全教授之調查期間為何?是否只有 88 年與96 年二年之資料? | 就所蒐集之該文獻為該二年資料。本計畫之「基本資料蒐集分析」工作將蒐集其他更具代表性年份補入。 | |
| | 3. P5 現況分析中，台糖公司曾於1959 年於高屏溪河床中，其位置為何?請補充。 | 該資料係於高肇藩教授所著之「衛生工程—給水篇」一書中所敘及，惟並未敘明地點。 | |
| | 4. P5 地點評估中地點所需考量之重要因素，其中伏流水量的多寡是本案關鍵，應予納入。 | 目前所初步評選之地點，僅就地點之適宜性、土地利用狀況、水文地質條件、水位等予以考量後，認為此河段適合；至於伏流水量多寡，將於後續工作進行評估。 | |
| | 5. P6 適合開發地點初擬，因本計畫係為高屏堰備援水源，地點盡量接近高屏堰為宜，建議考量台水公司之淨水場之位置再評估為宜。 | 將儘量考量接近高屏堰與淨水設施。 | |
| | 6.會結站每年均須歲修，請補充調查其工作內容，考量工程之未來營運維護管理費用。 | 將洽水公司提供此方面資料，納入評估。 | |
| | 7. P7 伏流水開發方式示意圖建議加入優缺點及適用性的比較與說明。 | 將於後續工程規劃工作中作進一步之比較說明。 | |
| 南水局經管課<br>蔡工程員<br>佩玲 | 1.本計畫內有關圖表如果是取用其他單位或參考文獻，請標示自來源處。 | 感謝指教，已納入。 | |
| | 2.有關水權資料調查，本局可提供水權量 1cms 以下相關資料，特 | 將至　貴局洽訪與蒐集相關資料，俾利計畫之評估分析。 | |

| 審查委員 | 審查意見 | 辦理情形 | 對應章節 |
|---|---|---|---|
| | 別是枯季水量除去下游水權量、環境基流量並請考量使用水源灌溉或民生用水而來申請水權之部分水量等，是否還有足夠水量可供開發，請慎重考慮，以免以後造成本局之困擾。 | | |
| 南水局水文課王正工程司盈欽 | 1.與會人員提及水質檢測是否有足夠期間涵蓋豐枯水期，此部分建議於第二次期中報告審查時，視水質檢測情況再決定檢測期間是否延長。 | 檢測時間是否延長，將配合　貴局辦理。 | |
| | 2.本案規劃主要為備援用水，除了豐水期因應高屏堰高濁度洪水影響提供備援用水外。另外枯水期在取用伏流水，在顧及既有地面水權人權益，分析可以取多少伏流水量取多久以彈性因應緊急取水。 | 將於本計畫探討分析豐枯水期備援系統用水之取水狀況。 | P6-11 |
| | 3.伏流水取水設施使用日久會因阻塞降低取水功能，既然阻塞問題無法避免，如何維護或歲修亦是重點，請承商蒐集相關資料探討。 | 將於工程規劃時就維護或歲修提出說明或分析。 | 7.1.6 節 |
| | 4.承商雖於本次提出初步建議試驗地點，惟本計畫研究範圍由荖濃溪獅子頭圳進水口至高屏溪出海口，請承商針對各河段之優劣評選提出詳細分析，俾於第一次期中審查時確認試驗地點，以利後續現場試驗佈設儘早進行。 | 遵照辦理。 | |
| 會議結論 | 1.模式之邊界設定，請多做合理說明，敏感度分析亦請於模式分析中執行。 | 將於後續建構模式時遵照辦理。 | |
| | 2.各河段設置之優劣點及可行性請詳加評估，並排優先順序，方據以建議適合地點。 | 遵照辦理。 | P4-22 |
| | 3.水文地質狀況、既有水井及伏流水設施、既有水權、安全出水量等項，請再詳交代。 | 將於本計畫「基本資料蒐集分析」工作中說明。 | |
| | 4.豐水期之出水量及枯水期出水量是否影響高屏溪水位流動之 | 將於地面水及地下水相互關係探討分析與水源潛能量評估分析說 | |

| 審查委員 | 審查意見 | 辦理情形 | 對應章節 |
| --- | --- | --- | --- |
| | 情況，請詳交代。 | 明。 | |
| | 5.抽水時是否影響聯通管路設施之安全，請妥評估。 | 遵照辦理。 | P7-25 |
| | 6.相關成功案例之施工技術、施工方法(例如避免阻塞)，請酌蒐集補充。 | 遵照辦理，將於後續工作中列入報告中。 | |
| | 7.區域地下水流向、流速及井的埋深與抽水量、分析水位變化很重要，請於後續工作中詳交代。 | 遵照辦理，將於後續工作中分析後列入報告中。 | 5.3 節 |
| | 8.各出席人意見請詳細回應。 | 遵照辦理。 | |
| | 9.本報告原則認可，請酌補充後提定稿本送核，並請水文課依契約辦理後續手續。 | 遵照辦理。 | |

# 附錄二　第一次期中審查會會議記錄及意見回覆表

# 附錄二「高屏溪伏流水及傍河取水先期調查試驗」委託技術服務案

# 第一次期中審查會會議紀錄及意見回覆

審查會議日期：民國 100 年 7 月 18 日

| 審查委員 | 審查意見 | 辦理情形 | 對應章節 |
|---|---|---|---|
| 黃委員金山 | 1.由委託計畫名稱可知，本案為伏流水及傍河取水之調查試驗計畫，因此必須分別就伏流水及傍河取水兩項分別辦理，得出可供工程實務執行之參考數據。 | 感謝指教。根據契約書之本計畫招標文件委託計畫目的規定：「…擬於高屏溪採用傍河取用伏流水之方式作為備援用水，以增加用水調度之應變能力…」，故於工作目標已明確提禁為於高屏溪傍河”取用伏流水源”。 | P1-1 |
| | 2.今天為期中報告，最少應提出伏流水潛能調查試驗計畫及傍河取水可能地點之選擇，並採其中一處進行傍河取水關鍵參數之試驗，才能符合本計畫之目標，試驗選址應注意輸水系統之銜接。 | 依據招標文件之工作項目及內容規定，本計畫於基本資 料蒐集分析及高屏溪沿岸現況伏流水開發及設施調查後，即評估選定傍河取水試驗地點，於此工作完成後，提出本次第一次期中報告，據以進行現場調查工作，故本次報告重點在於評估決定試驗地點。至於調查試驗計畫將於本次報告修訂後，提送調查試驗計畫書。另選址地點已於第四章考量其與輸水系統之銜接。 | |
| | 3.對於伏流水，參考資料 18 固然可參考，但規劃總隊時代曾經在西螺河段做過不少年之觀測試驗，建議找出做為研擬試驗計畫的參考。 | 感謝指教。將蒐集該等計畫納入參考。 | |
| | 4.傍河取水參考資料 9 及 11，關心的是水質，因此重點為 filtration，但除水質外，水量也是重點，因此試驗時除水質外，對於水量的 seepaging 功能也是重點。 | 本計畫除了將監測試驗地點的地面水、地下水水質外，亦將評估試驗地點之伏流水開發潛能量，以及檢討評估開發伏流水之可行性及經濟性，並將於期末報告評估呈現出這些內容。 | |
| | 5.建議針對上述二種擬定調查試驗計畫，積極進行，建議於第二次期中報告提出該試驗計畫的內容及初步的調查試驗結果。 | 第二次期中報告主要內容將為初步的調查試驗結果(包括水位水質之監測)。 | 第五章 |
| | 6.是伏流水及傍河取水，並非傍河取水伏流水，是兩回事，並非一 | 本計畫之工作目標已明確提禁為於高屏溪傍河”取用伏流水源”。 | P 1-1 |

| 審查委員 | 審查意見 | 辦理情形 | 對應章節 |
|---|---|---|---|
| | 件事。 | | |
| | 7. 建議南水局雙園堰儘快推動。 | 提供南水局建議辦理。 | |
| | 8.隘寮溪下游集水工及輸水工程計畫，既然環評已通過，建議儘快辦理核定實施。 | 提供南水局建議辦理。 | |
| 彭委員台營 | 1.P2-15 三沖積層，中央地調所所建立之地質架構之地層由上而下劃分為七層，此部分請達西公司增加一分層剖面圖以示其分層之架構。 | 感謝指教。已補充納入該章節中。 | P 2-20 |
| | 2.P2-18 地下水質蒐集三站之水質，大樹國小是符合，但上游之土庫國小其導電度及錳均超標，其原因為何，與高屏大湖(吉洋人工湖)之地下水質調查請再比對其情形如何。 | 經初步研判，比較可能之原因為該區早期農業活動造成土壤鹽分增加(土壤累積肥料)，以致地下水導電度有偏高之情形。經與民國 96 年「高屏大湖工程計畫試挖暨地下水文監測追蹤與檢討評估計畫」之水質檢測結果相比對，高屏大湖之 A 區及 C 區之地下水導電度均有不符「灌溉水水質標準之情形」，此 2 區均為農業活動較密集之區域。另根據以往屏東平原相關地下水質監測結果顯示，高屏地區地下水中之錳含量普遍有偏高之情況，因此，錳含量偏高可能為本區域之背景值。 | |
| | 3.P2-27 大高雄地區供水管網分佈圖請將管網線表示及其供水範圍，高北之備援不足部分是否有解決應納入其範圍。 | 經查詢自來水公司第七區管理處，各淨水場雖有主要負責供水區域，但其中有些區域採互相調度支援之情況，因此，並未有各淨水場供水範圍之公開圖面。另高北備援不足部分，經查詢水公司，本年度路竹給水場已完工運轉，最大將可提供 12 萬噸/日供北高雄調度運用。 | |
| | 4.P2-40 表 2.3-1 中抽水井應分淺井(伏流水)及深井(地下水)，以示本計畫伏流水之參考。 | 表 2.3-1 為各類水文地質條件所適用之傍河取水設施種類及經驗條件，抽水井係代表其中 1 種取水設施，目前，抽水井之淺深井尚未有 | P 2-40 |

| 審查委員 | 審查意見 | 辦理情形 | 對應章節 |
|---|---|---|---|
| | | 明確定義，因此，區分上有其困難。 | |
| | 5.P3-15 水公司於 2006 年辦理高屏溪攔河堰第二取水口之規劃，請將其七個方案簡述，否則在文中敘述第六、第七方案其優選為何，請加以說明。 | 七個方案已補述於表 3.2-2。該計畫建議地面取水方案(方案一~方案五)及地下集水方案(方案六~七)各採取一方案，以降低取水風險。 | P 3 -39 |
| | 6.P4-2 貴公司現場勘查及評估後提出 3K+200(興田地區)適合作為伏流水開發之位址，但其土地權屬及高屏聯通管路是否會受洩降影響應納入評估。 | 就目前所蒐集之資料顯示，該位址為河川公有地，適合作為伏流水開發之位址。另有關取水洩降對高屏聯通管路之影響將於後續工作中予以分析。 | P7-25 |
| | 7.里港龍祥河濱公園此部分僅輸送系統較長外，其他均都很優選，此部分將工程費納入評估再選其優先順序。是否可與現有里港 13 口深井之輸送系統串連。 | 工程經費已納入評估因子內。由於本階段為地點之評選作業，龍祥公園開發位址管線輸送系統較長，其工程費用較興田地區方案高是為可被預期的。另依據契約書規定，本計畫需優選 1 處做為現場調查及工程規劃場址，經綜合評估後，已以興田地區場址為優選方案，為避免本計畫之失焦，龍祥公園場址之伏流水開發方案及其可能之與高屏大湖計畫、里港深水井計畫之輸水管路搭配等構想，建議於後續另案辦理。 | |
| | 8.P4-12 表 4.2-1 評選之評估表中，簡報已增加高美段，但考量條件請用精簡之文字說明，以供決策之參考。並增加工程費及地方反對之情形，其條件重複部分可合併為較簡單之方式評估，才不會以主觀判斷。另水公司第二取水口之位置與評估地點之關係請表示出來。 | 感謝指教。開發位址之評選，已重新予以綜合考量修正，並以權重方式評估，詳見 4-2 節。另水公司第二取水口計畫之方案六係位於河川斷面 50~53 間、方案七位於河川斷面 50~61 間，本計畫建議方案興田地區位於河川斷面 63~64 間，建議方案位置與第二取水口方案位置有所差異。 | P4-22 |
| | 9.現場調查除依契約書規定執行外，請達西公司提出一執行計劃書來執行，含 1KM 範圍抽水井之調查、抽水量推估、6 口觀測井位置佈設等。 | 感謝指教。將於本次期中報告書修正後提出現場調查計畫書，並說明該等位置。 | |
| 蕭委員宏民 | 1.表 2.2.2-1(P2-31 頁)統計表未標列歷程時間之單位。 | 感謝指正，已於註記補列引用報告之年份。 | P3-10 |

| 審查委員 | 審查意見 | 辦理情形 | 對應章節 |
|---|---|---|---|
| | 2.試驗地點伏流水水源汲取及送水至蓄水池之相對位置應考量。 | 感謝指教。將於後續之"試驗地點開發伏流水之可行性評估"中予以規劃。 | |
| | 3.P2-27 頁 2.2.1-2 圖供水管網應註明供水管之大小及水流方向，以便作為將來規劃之參考。 | 已補列供水管大小及水流方向，並放大圖示。 | P3-4 |
| | 4.辦理項目如成本分析、將來擴建維修、操作與費用分析、可行性(含環評)應考量。 | 將於後續之" 檢討評估開發伏流水之可行性及經濟性"中予以考量。 | 第七章 |
| | 5.本案試驗建請在豐枯水期影響範圍內其他水井之資料蒐集分析，應在後續工作項目列入辦理。 | 本計畫之現場調查試驗工作之一，將於試驗現場 1 公里之範圍內調查相關水井資料。 | |
| | 6.P4-12 頁評選表應以重要選項及附帶條件分隔其優劣作為分析，建議如 A.H.P 分層分析或比較加權分析法，確實確認評選地點之優劣，以作為決策之參據。 | 感謝指正。已重新考量各評估因子，並以權重予以評估修正，詳見 4.2 節。 | P4-22 |
| 許委員榮庭 | 1.目前所蒐集背景資料尚完整，然流量背景是本計畫主要項目，建議可以更新至最新資料。 | 感謝建議，已更新高屏溪流量資料至 2010 年，惟高屏溪大多數流量站於 2009 年(民國 98 年)8 月份以後遭受莫拉克颱風破壞，為保持監測資料分析之一致性，遂更新及分析現存資料較完整之 4 個流量站歷年流量資料。 | P2-6 |
| | 2.對於得水河川與失水河川之說明，建議以高屏溪水位與實測之地下水位標示，可以更清楚說明。(橫斷面水位差異) | 將經由現場調查試驗後，所量測之河川與地下水位，標示說明之。 | P5-36 |
| | 3.傍河取水地點評估位置編號，建議採用高屏溪大斷面測量編號。 | 感謝指教。高屏溪本流方案已修正為以高屏溪大斷面測量編號說明，分別為佛光山地區方案位於河川斷面 66~67 間、興田地區方案位於河川斷面 63~64 間、溪埔地區方案位於河川斷面 58~59 間。 | P4-7 |
| | 4.河川局進行河川護岸工程之前應該有地質鑽探工作，以作為工程設計依據，建議蒐集河川堤防與護岸地質鑽探資料，可以更清 | 將向第七河川局進行蒐集，以作為現場地質資料之參考。 | |

| 審查委員 | 審查意見 | 辦理情形 | 對應章節 |
|---|---|---|---|
| | 楚淺層地下水層之結構。 | | |
| | 5.四處位置評估中，里港河濱公園地質條件似乎較佳，惟管線較長，然而興田地區曾於莫拉克颱風遭淹沒，優劣之間建議增加工程經濟效益評量。 | 工程經費已納入評估因子內。由於本階段為地點之評選作業，龍祥公園開發位址管線輸送系統較長，其工程費用較興田地區(莫拉克風災時該處堤防未遭沖毀)為高是為可被預期的。 | |
| | 6.評估矩陣建議應有權重係數，或者採用比對淘汰流程亦可接受。 | 感謝指正。已修正，詳見第四章。 | P4-22 |
| 水利署<br>李副工程司棕蒼 | 1.本案伏流水開發雖定位為備援水源開發，惟伏流水之取用於枯水期將與現有地面水及淺層地下水產生競合，且枯水期無水可取期間長達數月，汛期恢復取水後取水能力是否受損提請參酌。 | 感謝指教。枯水期無取水期間，汛期恢復取水後之取水能力涉及取水設施的維護保養等問題。依據台水及國外經驗，可於枯水期進行設備之保養及在不影響地面水取水量的情況下，於此期間維持基本運轉功能，以維持設備之正常功能。 | |
| | 2.伏流水取水之成功與否與集水設施、集水管阻塞問題密切相關，請研究團隊對於阻塞問題深入探討。 | 將於後續之”檢討評估開發伏流水之可行性及經濟性”中予以探討。 | 第七章 |
| | 3.本報告似未對於各評估取水地點說明可取水量(潛能)，請補充說明。 | 有關取水地點之取水潛能量，將於後續之”試驗地點水源潛能量評估”中予以分析。 | 6.2 節 |
| 水規所<br>林助理研究員思孝 | 1.伏流水(傍河取水)開發與河川水位有相當之關聯性，建議針對地面水及地下水互動關係能做更詳細之分析說明。 | 有關地面水及地下水互動關係之伏流水取水量，將於後續之”試驗地點水源潛能量評估”中予以分析。 | 6.2 節 |
| | 2.本計畫目前經檢討既有設施後，對本案規劃之取水設施之型式、材料及工法等是否已有初步構想。 | 有關本案所規劃之取水設施之型式、材料及工法等，將於後續之″檢討評估開發伏流水之可行性及經濟性″予以分析說明。 | 第七章 |
| | 3.有關傍河取水地點評估，包含內部作業及現勘各河段皆應有位置圖以供參考比對。 | 感謝指教。已修正補附各評估地點位置圖，詳見第四章。 | P4-6 |
| | 4.傍河取水評估各項目，如水源豐沛性及河川水位、地下水位等評定分級之標準建議補充說明。 | 已於 4.2 節中針對河川與地下水之水源豐沛性、含水層性能予以納入考量評估中。 | |
| | 5.現地試驗中觀測井之佈置方式構想，觀測作業流程等建議補充 | 將另提「現場調查試驗計畫書」供南水局審核。 | |

| 審查委員 | 審查意見 | 辦理情形 | 對應章節 |
|---|---|---|---|
| | 供參。 | | |
| | 6.本計畫定位為高濁度備援用水，是否有取水量之預定目標，依目前評選地點是否具備其條件。 | 本計畫之出水構想，目前初步定為豐水期備援用水為 10 萬 CMD，依據 3.2 節之以往規劃計畫的瞭解，以及台水公司於竹寮、九曲堂、會結等站之實際運轉紀錄，此出水目標應屬樂觀；惟此預計之出水狀況，仍需仰賴後續之評估分析。 | |
| 自來水公司南區工程處<br>劉工程師奇峯 | 1.各適合取水地點應同時確定適合之伏流水取水方式(設施)。 | 將於後續之"檢討評估開發伏流水之可行性及經濟性"中予以探討。 | |
| | 2.自來水公司於民國 100 年路竹淨水場已完工，設計出水量為 12 萬 CMD，除可供南科高雄路竹園區所需用水外，並可調配北高雄之用水需求，故表 2.2.1-1 及圖 2.2.1-1 請更新。 | 謝謝指正。表 2.2.1-1 及圖 2.2.1-1 已更新。 | P3-2<br>P3-3 |
| | 3.表 2.3-1 寬口井與抽水井之區分請說明。 | 表 2.3-1 對於寬口井與抽水井之直徑、深度等已有區分，一般而言，寬口井為汲取淺層地下水(伏流水)而設置較寬而淺之井，抽水井之深度通常較深，相對井徑較小。 | |
| 屏東農田水利會<br>王助管師瑞源 | 1.期中報告書 P2-31 本會萬丹抽水站興建於 1928 年，配置 3 台柴油發動 270HP 大型抽水機，此為舊廠資料，因河床下降及機件老舊已不使用，因此本會於 1983 年在原廠上游 500 公尺建置新廠，配置 3 部 170HP、1 部 150HP 電動抽水機。 | 感謝指正，報告內容已補列。 | P3-8 |
| 南水局<br>黃副局長世偉 | 1.取得現有 4 座伏流水場址之設計圖供參考。 | 已向自來水公司第七區管理處蒐集，俟取得後於第二次期中報告中補入。 | 附錄六 |
| | 2.補充擬設置地點之詳細水文地圖。 | 已補充於第二章水文地質中。 | P4-24 |
| | 3.補充高屏溪流量之年變化資料(含地下水位變化)。 | 已補充高屏溪近年流量變化資料 。 | P2-6<br>P2-21 |
| | 4.補充鄰近井位水文地質圖之橫剖面。 | 已補充於第二章水文地質中。 | P2-20 |
| | 5.補充工程穿越堤防之安全評析。 | 本工程之集水管是否穿越堤防，將於後續之" 檢討評估開發伏流水 | P7-25 |

| 審查委員 | 審查意見 | 辦理情形 | 對應章節 |
|---|---|---|---|
| | | 之可行性及經濟性”中予以探討；若需穿越，則將檢討其安全性。 | |
| | 6.補充 P3-7 地下水位站之位置圖。 | 已補充 P3-7 之地下水觀測井與高屏溪水位站對應位置圖。 | P5-34 |
| | 7.P3-9 反沖洗設備有許多 know how，請提出發包方式之建議。 | 反沖洗設備涉及本工程之集水設施方式需求，將於” 檢討評估開發伏流水之可行性及經濟性”中提出其可能之發包方式探討。 | |
| | 8.當初竹寮、昭明之設計出水量(10 萬噸/日)是否涵括枯水期？(若枯水期仍可每日 10 萬噸，則水位下降及所需埋深等皆需妥為考量) | 就目前所蒐集資料顯示，以 2010 年為例，竹寮站伏流水出水平均約僅 0.9 萬 CMD，昭明站則因水質鹽化因素無出水紀錄。另會結站出水量約 2~6 萬 CMD，於每年 6~10 月出水量較大，九曲堂出水則較無規律，最多 6.4 萬 CMD(8 月份) ，最少則無出水。故由此實際營運狀況顯示，枯水期出水量較豐水期為少，其出水狀況受設備維修、抽水成本(與高屏堰高比較)高、枯水期伏流水給水性能較差等因素所影響。由於本計畫係定位於豐水期之備援系統，應以豐水期出水為主要目標，至於枯水期之出水，則將於後續工作中，考量該時期各種參數(如水文地質、河川水位等）條件，評估於該開發區在安全質量條件下之可出水量。 | |
| | 9.獅子頭圳是否可設置類似二峰圳之取水設施，請評估。 | 經傍河取水適合地點評估後可知，高屏溪之荖濃溪河段水文地質條件佳，極為適合做為伏流水開發之位址，而獅子頭圳亦為於此區域內，惟若於此區開發伏流水，則恐影響現有獅子頭圳與龜山圳之地面取水水權量，因此建議避開該二處，於較下游之龍祥河濱公園處開發。至於可否以類似二峰圳之取水設施，則涉及該處條件之工法問題，由於本計畫已評選出於興田地區，建議龍祥公園另案探討其開發之可行性。 | |
| 南水局 | 1.依本計畫內容第五項水源潛能 | 本計畫目標已明確定義為豐水期 | |

| 審查委員 | 審查意見 | 辦理情形 | 對應章節 |
|---|---|---|---|
| 林主任工程司元鵬 | 分析，本計畫應再著墨旱災期間傍河取水對既有設施之影響，以說明是否可達水資源開發(如高屏大湖)之替代。 | 之備援系統，惟於枯旱時期之可出水狀況，亦將於後續之”檢討評估開發伏流水之可行性及經濟性”中予以分析探討。 | |
| | 2.就技術面，伏流水取水地點之選定，建議增加考量與既有自來水系統連接、土地及法規、維護管理、既有設施安全(如聯通管、堰體)、河道淤積情形等層面因素，以利週延。 | 此技術面之問題亦將於後續之”檢討評估開發伏流水之可行性及經濟性”中探討。 | |
| 南水局設計課楊正工程司瑞隆 | 1.本計畫既為調查試驗計畫，傍河取水地點，建議須考量水文地質條件與可取得水量為優選方案之主要條件考量。 | 根據基本資料蒐集分析顯示，就傍河集取伏流水而言，本評估河段條件(如水文地質等)皆極為適合開發，亦可集取相當程度之水源量。 | |
| | 2.選址考量建議未來取水設施與可汲取量大與質優之伏流水為條件考量，並同時於提出選址建議時，提出未來搭配之工程佈設建議。 | 有關未來取水設施與可集取水量，將經由後續之現場調查試驗後，於”檢討評估開發伏流水之可行性及經濟性”中予以分析其工程搭配佈設建議。 | |
| | 3.本案契約預計鑽 6 口井(約 20m 深)，僅為試驗性質，建議取 2 處地點同時進行(1 處各 3 口井)，並可觀測 2 處間之取水量，作為選址條件之一。 | 由於本計畫係針對所經評選出興田地區位址進行現場調查試驗，後續將針對該區進行地質鑽探與水位量測等工作，這些資訊宜以建立對該區整體面的掌握，故佈設以針對該範圍內 6 口平均分佈為宜；若分散於二處，則不易掌握等水位線圖之地下水流向與流速。 | |
| 南水局經管課蔡工程員佩玲 | 1. 表 4.2-1 各勘查試驗地點伏流水源汲取之評選矩陣表，請再考量概估各開發地點之計畫成本及後續經濟效益評估。 | 感謝指教。試驗地點之評選已修正，詳見第四章。 | |
| | 2.本案請予以評估各取水地點於枯季時，除去現有水權量及未申請水權之概況，民生用水量還有多少量可供取用。 | 感謝指教。將於後續之”檢討評估開發伏流水之可行性及經濟性”中予以評估，並就興田地區附近之現有水權狀況納入分析。 | |
| 南水局高屏堰蕭副工程師維德 | 1.P2-24 高屏溪沿岸取水概況一節，並未納入「農業用水」，若以水資源開發規劃角度著眼，區域水資源利用現況應是調查的首要重點，因此，建議應調查本 | 感謝指正。本節章節名稱已修正為「高屏溪沿岸民生及工業用水取水概況」，「農業用水」描述於 2.2.2 節水資源設施現況。另地面水權資料已向南水局水權管理單 | |

| 審查委員 | 審查意見 | 辦理情形 | 對應章節 |
|---|---|---|---|
| | 計畫研究區段之水權分配情形。 | 位查詢，目前總共已核發之水權有86 筆，主要水權申請單位為：南水局(高屏堰)、自來水公司、高雄農田水利會及屏東農田水利會，主要取水設施乃報告中所調查敘述之 15 個取水設施。各設施之水權量請詳見 2.2.2 節說明以及表 2.2.2-2。 | |
| | 2.試驗地點若鄰近聯通管路，應考量聯通管路之結構安全。 | 感謝指教。將於後續之"檢討評估開發伏流水之可行性及經濟性"中予以評估。 | |
| | 3.若旱季取用伏流水應會影響高屏堰地表水之引取量，因此，對於試驗地點下游之擁有水權單位權益應慎重考量。若在高濁度取水，取水地點之選定，應考量沉陷量(高灘地)及河道動床沖刷(河道內)問題。 | 本計畫係定位於豐水期之備援系統，應以豐水期出水為主要目標，至於枯水期之出水，則將於後續工作中，在考量該取水地點下游水權量，評估於該開發區在安全質量條件下之可出水量，以及可能之河道影響狀況。 | |
| | 4.試驗地點之選定評估，應以水量(含水權、可取用水量)、水質、水文地質條件、現有結構安全、工程經濟性、維護管理等作為評估標準。 | 感謝指教。將考量這些條件基礎，以做為水量集取之評估分析之依據。 | |
| 南水局水文課王正工程師盈欽 | 1.表 2.1.3-3「懸浮固體」及「溶氧」兩欄數據是否誤置，請再查證。 | 感謝指正，經研判為誤植，已修正。 | P2-12 |
| | 2.報告中相關圖示資料黑白呈現較不清楚，請以不同標記清楚區別或以彩色呈現。 | 遵照辦理。將檢視報告內較不清楚之黑白圖示，以不同標記清楚區別或以彩色呈現。 | |
| | 3.高雄縣市已合併，行政區域名稱請配合更正。 | 遵照辦理。 | |
| | 4.P2-18 報告敘及高屏溪上游鄰近里港地區以及高屏溪下游鄰近潮寮地區之地下水並不適合作為灌溉用水，但可作為飲用水水源。原因為何？請說明。 | 其主要差別在於「導電度」之項目，由於導電度高之水源用於灌溉，將使得土壤鹽分增加，破壞土壤原有特性、降低土壤微生物活性、影響植物吸收，因此，「灌溉水水質標準」特別規範導電度之限值。而若將以導電度高之水源作為飲用水水源，自來水公司均須事先加以曝氣、混擬、膠羽、消毒等多道水質淨化處理，因此「飲用水水源水質標準」並未規範導電度之限 | P2-30 |

| 審查委員 | 審查意見 | 辦理情形 | 對應章節 |
|---|---|---|---|
| | | 值。因此，就里港地區以及潮寮地區之 2 口地下水監測井水質檢測結果而言，該 2 處地下水質較不適合作為灌溉用水，但因符合「飲用水水源水質標準」，可作為飲用水水源(第一類：地面水體或地下水體作為自來水及簡易自來水之飲用水水源者)。 | |
| | 5.P2-39 報告中敘及二峰圳之取水量為早期之取水量，請補充目前豐、枯水期之實際取水量。 | 有關二峰圳之豐、枯水期取水量情況，已補充於該章節中。 | P2-37 |
| 會議結論 | 1.對於伏流水之水量潛勢應妥為分析，特別是對枯水期之水量多寡應深入探討，俾為參採。 | 將於後續之"檢討評估開發伏流水之可行性及經濟性"中予以評估。 | 第七章 |
| | 2.請擬訂適當之試驗計畫書送南水局審查及核定後，方據以進行相關試驗工作。 | 遵照辦理。 | |
| | 3.伏流水取水位置不宜過低，以避免與抽用地下水產生混淆。 | 將於後續之" 水源潛能量評估及模擬分析" 與" 檢討評估開發伏流水之可行性及經濟性"中做綜合的取水位置評估分析。 | 第六章<br>第七章 |
| | 4.所選方案，龍祥河濱公園場址，請將其管線與里港 13 口井輸水管連結及與高屏大湖計畫併入考量，以增加其可行性。另各方案之評選請將工程費多少及地方意見納入評選項目，並研擬適當之選定流程及淘汰機制，以選定最適當之地點。 | 有關開發位址之評選已修正於第四章。另龍祥公園場址伏流水開發方案及其可能之與高屏大湖計畫、里港深水井計畫之輸水管路搭配等構想，將於後續工作中再做進一步之探討說明；惟由於本計畫經評選結果以興田地區為優選場址，故建議龍祥公園場址可另案辦理後續之調查規劃設計等工作。 | |
| | 5.對於阻塞問題可能影響計畫之功能應多著墨。觀測井之設置、水權量之有無、枯旱期取水對現有取水設施與取水量之影響、法規面、聯通管路安全性等請詳予論述。 | 將於後續之" 檢討評估開發伏流水之可行性及經濟性"中予以評估分析。 | 第七章 |
| | 6.於荖濃溪中游設置傍河取水(類似二峰圳)之取水設施可行性請說明。 | 經評選分析後，以龍祥公園為建議之伏流水取水設施可行開發位址，詳見第四章之說明。 | |
| | 7.請依各出席人員審查意見酌修本報告，並於文到 2 週內提送定 | 遵照辦理。 | |

| 審查委員 | 審查意見 | 辦理情形 | 對應章節 |
| --- | --- | --- | --- |
| | 稿本送核。 | | |
| | 8.本次簡報暨報告書審查原則認可，請水文課辦理後續相關行政事宜。 | 遵照辦理。 | |

# 附錄三　第二次期中審查會會議記錄及意見回覆表

# 附錄三「高屏溪伏流水及傍河取水先期調查試驗」委託技術服務案

# 第二次期中審查會會議紀錄及意見回覆

審查會議日期：民國 100 年 11 月 29 日

| 審查委員 | 審查意見 | 辦理情形 | 對應章節 |
|---|---|---|---|
| 陳委員義平 | 1.本報告有關基本資料及高屏溪沿岸伏流水現有設施資料之蒐集甚豐，可供本試驗研究案之參考。 | 感謝委員肯定。 | |
| | 2.本計畫定為備用水源評選六個地點以 10 項評估，以興田地區為評選地址，因離高屏堰較近應屬合宜。 | 經各評估因子考量，以興田地區為最佳之位址。 | P4-22 |
| | 3.高屏溪因莫拉克颱風後每遇暴雨濁度甚高，行政院核定須開發 20 萬 CMD 作為備用水源，請將該計畫內容納入報告內。 | 已補充於本報告 2.2 節。 | P3-25 |
| | 4.本計畫設有一抽水井並於鄰近設兩個水位觀測井，觀測井之洩降不同其原因為何? | 本計畫於距離抽水井 3m 及 6m，分別各設置 1 口水位觀測井，因此，抽水時，距離抽水井較近之該口水位觀測井其洩降影響較大，距離抽水井較遠之該口水位觀測井其洩降影響較小，因此觀測井之洩降不同主要為距離抽水井遠近之原因。 | |
| | 5.本計畫原構想於興田地區設置 5000$m^3$/day 之試驗模場，惟報告建議利用大泉營區伏流水設施作為模場試驗地點，並建議明年度再作試驗以節省經費。 | 本計畫已評估選定傍河取水最優地點為興田地區，並於該處進行相關調查試驗。惟近期，工作團隊與主辦單位再次於高屏溪沿岸進行現勘，並洽訪自來水公司，得知該公司於高屏堰旁之海軍大泉營區內已早期已設有伏流水設施(隸屬於國防部，目前由水公司代操作營運)，經勘查得知，若以該設施做為未來伏流水模場試驗具有極高之可行性，除可節省集水井之施作費用，並可將試驗時所取用之水源就近送至高屏堰供自來水公司利用或輸送至仁武淨水場供軍方利用，實為一舉兩得之作法，爰此，擬將大泉營區之現有伏流水設施列入未來作為試驗模場地點之 | |

| 審查委員 | 審查意見 | 辦理情形 | 對應章節 |
|---|---|---|---|
| | | 一，此為本構想之緣起。 | |
| | 6.本計畫如本年度未作模場試驗，進一步水源潛能評估及模擬分析如何進行? | 模場試驗係於第一次期中報告後，與主辦單位討論後所增加之構想，並於 3.3 節敘述。至於水源潛能評估及模擬分析仍按照原計畫進度進行。 | 第六章 |
| 彭委員合營 | 1.本計畫工作項目四、現場調查 2.水位監測及含水層試驗(4)含水層試驗分析 A.抽水試驗及分析及五、水源潛能量評估及模擬分析 1、2 二項之工作內容，是否還要再進行模場試驗，(P3-23)3.3 章且離興田 6 公里之距離，其代表性是否夠請再檢討。 | 模場試驗係於第一次期中報告後，與主辦單位討論後所增加之構想，目前尚未決定是否進行。至於模場試驗施作與否，並不影響本計畫之後續評估工作。另興田與大泉營區雖距離 6 公里，但本計畫之鑽探結果，再比對地調所鑽探井與水公司抽水井地質柱狀資料顯示，其含水層型態與透水性能大致變化不大，應具有代表性。 | |
| | 2.P3-27，3.3 章節，廠商之建議事項(1)項建議可不必做(2)再檢討該附近區域水利署若無可配合觀測井試驗可考慮。 | 感謝指教，地調所於鄰近區域之探井有大樹站與溪埔站 2 站，距離大泉營區各約 0.4km 與 3.7km，因該等區域之含水層型態與透水性能變化不大，不再施作抽水試驗或為可行。第(2)之建議建議於模場附近設置水位觀測井系統，以觀測伏流水取水前後之水位與水質變化，主要作為試驗觀察用途。 | |
| | 3.地質鑽探之相關位置沒有平面佈置圖，附件 11 也不太清楚，另 P3-27(3)所述大泉營區與興田地區之地質柱狀大致一致，此部分並無資料可比對，另附件五有地質鑽探柱狀圖，但未看到劈管取樣柱狀相片對照；另 P4-10 圖 4.1.1-3 剖面圖之深度數字不清楚。 | 1.地質鑽探之相關位置平面佈置圖請詳圖 4.1.1-1，P4-8 頁。<br>2.附件 11 已修正為較清楚。<br>3.大泉營區鄰近地質柱狀圖已補附於第三章 P3-29 頁。興田地區之地質鑽探剖面請詳第四章 P4-10 頁。<br>4.劈管取樣柱狀相片附於附錄六現場施工照片後。 | P5-2<br>P4-33<br>P5-4 |
| | 4.P4-29 地下水位變化趨勢中其水位變化趨勢一致性，但 2009 年美濃站在 10 月有異常應屬不正常值，請查明資料來源。 | 本地下水位資料係引用於水利署之「水文水資源資料管理供應系統」，經再檢視確認 2009 年美濃站 10 月份之水位資料，並無誤值。 | |
| | 5.P4-35，4.2.2 章節中圖 4.2-1 中因觀測井未完成先觀測民井，但 10 月 6 日之量測有異常，尤其 | 經研判，該民井週遭約 30m 內有 2 口抽水井，因此可能於量測水位時遭受周遭抽水之影響，亦或該井有 | |

| 審查委員 | 審查意見 | 辦理情形 | 對應章節 |
|---|---|---|---|
| | 民井2可由P4-44之水位變化比對該資料有不正常，請查明。 | 淤塞等之情形，無法反映實際水位變化，有待後續長期觀察研判。目前6口臨時水位觀測井均已設置完成，可更精確及持續監測本場址長期之水位變化趨勢。 | |
| | 6.P4-61，表4.6-1有BH-4、BH-5、BH-6三孔之水質資料，其他孔之水質試驗未附，並缺欠地面水之資料，請補充。 | 已補充於第四章4.6節P4-61頁。 | |
| 蕭委員宏民 | 1.P4-87頁，表4.11-1列出部分之水井距離相當近，皆在水井影響範圍內(如井4、5，井12、13，井22、23，井35、36等)，依文內應述抽水試驗1時，未略列是否同時抽取或分別抽取，其影響又如何?應說明為宜。 | 經水井調查結果，試驗場址鄰近地區約49口井，推估其總抽水量約為1669CMD，平均每口井僅抽34CMD。另抽水試驗離最近之民井約有70~80m，而本區之透水性能極佳，本次抽水試驗連續以1650CMD抽水3天，距抽水井6m處之OW-2觀測井之3天洩降僅為0.76m，故研判其民井之干擾影響應不大。 | |
| | 2.P3-19頁，表3.2-1評選矩陣表未評比取水量之穩定度及抽取量，因其深及豐枯水期之不同，且列在本報告第三章。 | 地質條件與河川水位給水條件為取水量穩定度與抽水量之主要控制因子，故已涵蓋於評選矩陣表之評比內。至於所涉及之豐枯水期不同之取水量能，將於後續之"水源潛能量評估"中分析。 | |
| | 3.因第三章有特別述及傍河取水適合地點評估，故P5-2頁應列將來期末報告之可行性分析，僅限於試驗地點作將來研究結論。建請應包括開發高屏溪伏流水傍河取水之取水方式、穩定取水量或其他之可行性，應予分析較多本研究主題，且可作將來抽水之依據。 | 本計畫由評選結果，以興田地區為建議開發場址，故於後續之"水源潛能量評估及模擬分析"與"檢討評估開發伏流水之可行性及經濟性"，將以本場址為評估分析對象，其伏流水傍河取水之取水方式、穩定取水量或其他之可行性分析將有進一步之分析，已補述於P5-2。 | |
| | 4.P5-3頁，本計畫預定工作進度表在101年2月已完成報告，為何3月份仍列水位監測及含水層試驗，是否報告另予修正定稿。 | 依據本計畫預定工作進度表，由於101年2月20日以前即須將期末報告送交南水局審查，因此3月份為報告審查階段，3月份所量測之水位資料，將於期末報告定稿時補入。 | |

| 審查委員 | 審查意見 | 辦理情形 | 對應章節 |
|---|---|---|---|
| 水利署水源組郭科長耀程(書面意見) | 1.本計畫有依契約規定執行，目前成果詳實完整，惟請後續確實參考數據進行抽水潛能評估。 | 感謝肯定。 | |
| | 2.本計畫究係抽水供備援或常態使用，請務必再確認，如僅供備援則興設成本為主體，如常態使用則注意水量穩定供應。 | 依據本計畫委託技術服務說明書之委託計畫目的說明中，提到「為穩定高屏地區水資源之供應，擬於高屏溪採用傍河取用伏流水之方式作為備援用水，以增加用水調度之應變能力」，因此已說明係為備援用水。 | |
| | 3.本計畫是否應辦環評，請再予釐清(P2-23) 。 | 依據經濟部水利署於 99 年 3 月 10 日召開「高雄地區地下水及伏流水開發工程計畫」審查會議審查意見，辦理情形之回覆提及「本計畫環評作業應可免辦」。另依據「環境影響評估法」之「開發行為應實施環境影響評估細目及範圍認定標準」第 13 條之規定，抽、引取地面水、”伏流水”抽水量 2cms(17.28 萬 CMD)以上，應辦理環評，因此，若相關單位認定翁公園及竹寮取水站為兩處開發地點，分開計算其設計取水量，則每處引取伏流水應大於 17.28 萬 CMD 才須辦理環評。 | |
| | 4.P2-26 述及 4 座傍河取水設施之集水管，易因地屬不均勻沉陷或其他外力因素造成淤塞及損毀，並建議評估更適當之之取水設施及材料等，請執行單位依專業於期末報告提出妥適建議規範。 | 遵照辦理。 | |
| | 5.P3-5，依圖 3-1 之場地評估流程，並無里港地區及高美地區河段之適用，為何又自行加入造成流程不符，建議說明。 | 此 2 處係與主辦單位討論後認為可能適合之地點，而額外再建議加入評估，已說明於 P3-4 最後及 P3-5 最前一段。 | |
| | 6.P3-23，即以「興田」為最佳場址，為何又選擇於大泉營區進行模場試驗，二者差 6 公里是否有相同地下水或伏流水條件，建議釐清。 | 模場試驗係於第一次期中報告後，與主辦單位討論後所增加之構想，目前尚未決定是否進行。另興田地區與大泉營區雖距離 6 公里，但本計畫之鑽探結果，再比對地調所鑽探井與水公司抽水井地 | |

| 審查委員 | 審查意見 | 辦理情形 | 對應章節 |
|---|---|---|---|
| | | 質柱狀資料顯示，其含水層型態與透水性能大致變化不大，應具有代表性。 | |
| | 7.P4-67~69，三處抽水井深不同(有 30m 及 10m)，其原因為何? | 感謝指正，井基本資料表已修正，30m 深度為抽水井，10m 深度為試驗水位觀測井。 | P5-59~61 |
| | 8.透水係數之 K 值建議單位統一為 m/s。 | 遵照辦理，已修正。 | P5-71 |
| | 9.期末報告如要確認興田伏流水具開發潛能(不論是備援或常態取水)，建請執行單位協助提交執行計畫，以利提報爭取經費辦理。 | 配合辦理。 | |
| 水規所<br>林助理研究員<br>思孝<br>(書面意見) | 1.本計畫經微水試驗所得透水係數，建議補充不同地質組成之滲透係數參照表，並將本計畫取樣試驗所得相關地層資料進行比對，以評估透水係數之正確性。 | 遵照辦理，已補附，請詳第四章表 4.9.2-2。 | P5-75 |
| | 2.本計畫所調查水井資料是否包含臨近地區所有水井?另表 4.11-1，座標 N、E 值錯置請加以更正。 | 本計畫所調查水井已包含 1 公里範圍內之水井(有抽水設備者)。N、E 值錯置已修正，請詳第四章表 4.11-1。 | P5-78 |
| | 3.P4-73 頁，言及由表一之觀測井水位狀況可知本案例基本吻合此特性，惟未見表一可供參照，請補充說明。 | 已修正，表一已改為表 4.8.2-1。 | |
| | 4.本報告書 P.4-11~14 頁，公式與文字有所重疊部分請予以調整。 | 已修正。 | |
| 第七河川局<br>蘇工程員郁涵 | 1.水利署建置之地下水觀測井網「如圖 4.1-2(P4-4)」，除平時由河川局進行水位觀測外，水利署亦委託廠商進行水質檢測，建議達西公司可多加參考運用。 | 感謝指教。 | |
| | 2.P4-34 圖 4.2.1-6，4 月份、8 月份等水位線圖缺圖例，請補充。 | 已補充，請詳圖 4.2.1-6。 | |
| | 3.P2-15~P2-16 各照片請加以補充說明(拍攝地點、設施名稱...) | 已補充。 | P3-16~17 |

| 審查委員 | 審查意見 | 辦理情形 | 對應章節 |
|---|---|---|---|
| 自來水公司南區工程處<br>劉工程師奇峯 | 計畫於大泉營區設模場，是否符合本案標題為估算高屏溪潛能量之評估，或僅為輻射井工法之測試，請明述。 | 模場試驗係於第一次期中報告後，與主辦單位討論後所增加之構想，目前尚未決定是否進行。有關潛能量評估與伏流水之施工方法，將於後續工作中予以評估，將不限於輻射井工法。 | |
| 高雄農田水利會<br>林工程師調村 | 高雄農田水利會曹公圳抽水緊鄰水公司九曲堂取水站，九曲堂取水站之前已陸續埋設有三條伏流水管，其中一條伏流水管經過水利會曹公圳抽水站高屏溪導水路，每當伏流水集水管抽水機抽取伏流水時，嚴重影響到曹公圳抽水站高屏溪導水路水流量，尤其枯水期更甚，每年的枯水期，也就是農民種植水稻農作物即將要成熟的時候，也就是更需水灌溉的時候，故建議水公司九曲堂取水站儘量不要影響到曹公圳抽水站高屏溪導水路水流，尤其是枯水期，謝謝。 | 建請台水公司考量。 | |
| 南水局<br>黃副局長世偉 | 1.K 值之名稱應統一(有透水係數、P4-81 水力傳導係數)，小 k 與大 K 之定義不同。 | 已修正。K 值統一稱為透水係數。 | P5-71 |
| | 2.抽水時因受河川補注之效應需予以交待或濾除。 | 由抽水試驗之觀測井水位觀測結果，主井抽水後觀測井水位呈持續下降之現象，故受河川之影響應不大。 | |
| | 3.P4-41 溪浦(1)請改為溪埔(1)站，河川與地下水位之變化情形，繪製期間僅至 2008/12/26 可否延長，並可以統計方法求得相關係數。 | 感謝指正，已修正為溪埔。本圖為 2008/1/1~2008/12/31 一整年之資料呈現其變化狀況之說明，其重點在於說明一年中之河川與地下水水位之變化情況，已足以說明此機制。 | P5-32 |
| | 4.同位素調查之結果應能獲得地下水流向及補注來源。 | 本計畫擬利用江崇榮與汪中和（2002）質量平衡(mass balance)分析法，利用採樣之屏東地區雨水、地下水及地表水之氫氧同位素組成，推估雨水及地表水補注源在計畫區域可能佔之比例。 | |
| | 5.高美堰上下游附近佈設集水廊道之可能性(含河床穩定、水 | 本計畫經評估後已建議於興田地區為伏流水開發地點並已進行相 | |

| 審查委員 | 審查意見 | 辦理情形 | 對應章節 |
|---|---|---|---|
| | 量、地質....等)。 | 關調查試驗。有關高美堰上下游附近佈設集水廊道之可能性評估，建議另案辦理。 | |
| | 6.請多蒐集國外成功案例之設計方式及地質狀況。 | 遵照辦理。國外伏流水開發概況與案例已多方蒐集，相關案例及說明請詳第二章 2.5 節。 | P2-42 |
| 南水局水文課黃課長耀德 | 1.本案已蒐集傍河取水技術等資料，惟請說明適用於高屏溪沿岸或本計畫所選試驗場地較優選之方案(含管材及較新的施工技術)。 | 有關管材與施工方法，將於後續之"檢討評估開發伏流水之可行性及經濟性"中說明。 | 第七章 |
| | 2.試驗場地民井於 2011 年 10 月 6 日量測之水位高程記錄似有變異(或有誤)，請敘明原因 ，並查證原始量測數據是否正確。(表 4.3.2-1、圖 4.3.2-1、圖 4.2-1)。 | 經研判，該民井週遭約 30m 內有 2 口抽水井，因此可能於量測水位時遭受周遭抽水之影響，亦或該井有淤塞等之情形，無法反映實際水位變化，有待後續長期觀察研判。目前 6 口臨時水位觀測井均已設置完成，可更精確及持續監測本場址長期之水位變化趨勢。 | |
| | 3.有關模場建置仍應視本案有具體成果後再提供相關計畫以進行試驗，故本案為求完整之水位觀測記錄，建請展延觀測時間至 101 年 7 月 31 日以為完整全年之觀測時間。 | 配合辦理。 | |
| | 4.水質不符飲用水水源水質標準之部分，請具體說明造成因素及是否另尋試驗地點，建議在海軍大泉營區辦理水質檢測或取得自來水公司水質檢測紀錄供參。 | 水質檢測記錄將洽相關單位取得參考。水質不符飲用水水源水質標準之部分，僅能以相關可能造成之原因說明，在無直接查證下難以具體說明，以避免引起糾紛。 | |
| | 5.所附照片建議於期末報告定稿本時改為彩色列印。 | 期末報告定稿本印製時，必要之照片將會以彩色列印。 | |
| 南水局設計課楊正工程司瑞隆 | 1.高屏溪取水現況大多為公務單位，是否可調查私人機構(如義大)等之取水量調查資料。 | 私人機構之取水應多為設置抽水井，私井之調查為地方政府之權責，本公司為私人機構，無權且不宜進行相關調查。 | |
| | 2.大泉營區設施改善輻射管施設可能須破堤伸入河床，且位於興田下游，是否作為模場試驗地點請考量。 | 本計畫已選定興田地區為較適合取用伏流水之地點，並已進行相關現場調查、試驗工作，於大泉營區之現有伏流水設施，改善輻射管作 | |

| 審查委員 | 審查意見 | 辦理情形 | 對應章節 |
|---|---|---|---|
| | | 為模場試驗，僅為與主辦單位之初步構想，非本計畫所欲實施之工作。 | |
| | 3.建議是否於斜張橋附近量測河川水位推估流量，並與下游斷面所量測之流量比較，了解伏流水可能之量。 | 本計畫已於所選定之興田地區進行水位之量測分析，該區之伏流水出水量將可由”試驗地點水源潛能量評估”中予以分析出。 | |
| 南水局設計課歐工程員信宏 | 1.有關本案試驗場址地下水質部分超過相關水質標準，建議後續可考量配合本區域豐、枯水期地下水位變化及觀測井位置，分別就其在時間、空間分佈上之變化進一步探討是否有相關變化或關係。 | 感謝建議。水質變化與水位之關係，必須有足夠之採樣點、長期之水質檢測與長期之水位觀測，始能看出其相關之時間與空間變化，於本計畫期間僅能就所檢測之 3 次水質採樣分析結果與水位觀測結果進行探討。 | |
| | 2.有關表 3.2-1 開發評選地點矩陣表中「取水設施遭洪水淹沒之風險」 乙項，報告文中提及溪埔地區曾遭受莫拉克颱風襲擊，何以其所得評分反較興田、里港、高美地區之評分為優，建議再補充文字說明。(里港、高美地區無相關說明) | 興田基地以南之河岸位址(興田、溪埔)已於莫拉克風災侵襲時堤防遭沖毀之 2km 段範圍外，故該項評估為佳。龍祥地區因有較高之高灘腹地，且經訪談當地居民歷次颱洪事件並無遭淹沒，故該項評估為優。另里港地區因位於河岸旁高灘地之地勢低，故該項評估為差。 | |
| 南水局高屏堰中心<br>黃副工程司耀嶔 | 1.本計畫伏流水開發場址選定為興田地區，雖該地區非在莫拉克颱洪沖毀之低水護岸範圍內，惟目前高屏溪河床整體淤高，一遇中水即易洪泛上高灘地上，未來規劃設計時，取水設施應考量位置是否退縮或基地再墊高，以確保未來取水安全與穩定。 | 感謝指教。 | |
| | 2.達西公司構想於海軍大泉營區作模場試驗時，新設埋水管埋設深度應考量高屏溪河床動床刷深之影響，以免日後遭大水沖毀，造成試驗結果不全或缺漏。 | 本計畫已選定興田地區為較適合取用伏流水之地點，並已進行相關現場調查、試驗工作，於大泉營區之現有伏流水設施，改善輻射管作為未來模場試驗，僅為與主辦單位之初步構想，非本計畫所欲實施之工作。 | |
| 南水局高屏堰中心<br>黃副工程司偉 | 1.期中報告前建議納入「初步結論或成果」以利研讀。 | 遵照辦理，已於報告前加入「初步成果」。 | |
| | 2.P2-15 相片應補充說明。 | 已補充。 | P3-16~17 |

| 審查委員 | 審查意見 | 辦理情形 | 對應章節 |
|---|---|---|---|
| 義 | 3.P2-27 表 2.3-1 之集水設備功能檢討表，竹寮與九曲堂取水量現況，宜再說明。(豐水期高屏堰高濁度減量供水時，是否有 46.5 萬噸之取水量。) | 表 2.3-1 之集水設備功能檢討表，係為各伏流水取水設施之計畫出水量，有關竹寮與九曲堂之現況取水量，請詳見表 2.2-1。 | P3-19~20 |
| | 4.P4-61 表 4.6-1 註 c、d 缺說明。 | 感謝指正，已補充 c、d 其所代表之說明，請詳表 4.6-1。 | P5-43~48 |
| | 5.大泉營區等各伏流水設施之相關高程資料建議補充海拔高程及與高屏溪河床之相關高程 ，以利集水管設置之研判。 | 利用大泉營區現有伏流水設施，改善輻射管作為模場試驗，僅為與主辦單位之初步構想，非本計畫所欲實施之工作。 | |
| | 6.高屏堰地面水依本局養護課委託成大團隊辦理之水質經常性檢測，其結果尚符合飲用水水源標準，是否因取樣點或其他因素影響，建議再調查。另大泉營區水質現況建議補充調查。 | 本計畫於第二次期中報告以後尚有二次水質採樣分析工作需進行，地面水質是否因取樣點或其他因素影響將再持續觀察。 | |
| | 7.P4-50 地下水水質之調查僅以三處國小之監測井資料推論高屏溪中游較佳，是否不足，建議宜再補充。 | 此 3 站係篩選出環保局最靠近高屏溪之水質監測井，若再加入其他離高屏溪較遠之水質監測井水質檢測結果，將造成水質結果差異較大與其可能造成相關污染之因素增多，難以代表「高屏溪沿岸」上中下游之地下水質。另已修正相關結論，請詳 P4-50 頁。 | P2-30 |
| | 8.P3-23 大泉營區內集水設施之輸水管線及高屏堰沉砂池，此設施屬台水公司之「備援設施」，文字之敘述建議修正。 | 已修正，請詳第三章 3.3 節。 | |
| 南水局水文課王正工程司盈欽 | 1.表 2.1.1-1 路竹給水廠其水源來自阿公店水庫，供水量為 8 萬 CMD，請查明更正。 | 感謝指正。已修正，請詳表 2.1.1-1 及圖 2.1.1-1。 | P3-2<br>P3-3<br>P3-5 |
| | 2.圖 2.1.2-2 高屏溪流域沿岸水資源開發現況照片，應於圖片下方作註解說明，並且加一張平面圖標示其各相關位置。 | 已於圖片下方作註解說明，各相關位置之平面標示圖請詳圖 2.1.2-1。 | P3-16~17<br>P3-9 |
| | 3.表 2.1.2-2 與表 2.2-1 在自來水公司坪頂場大樹深井區，地下水井數量不同，請查明更正一致。 | 已修正，正確為 12 口，請詳表 2.1.2-2 與表 2.2-1。 | P3-14 |

| 審查委員 | 審查意見 | 辦理情形 | 對應章節 |
|---|---|---|---|
| | 4.P3-27 海軍大泉營區之建議事項，若以既有抽水設備抽汲伏流水，搭配水位觀測井系統是否可行？而無須再補施作一組抽水試驗。 | 地調所於鄰近區域之探井有大樹站與溪埔站 2 站，距離大泉營區各約 0.4km 與 3.7km，因該等區域之含水層型態與透水性能變化不大，不再施作抽水試驗或為可行。 | |
| 會議結論 | 1.請多蒐集國內外伏流水成功之案例，並妥為分析其成功之相關因素，且對於取伏流水可能遭遇之相關阻塞如何克服，應詳於交代。 | 遵照辦理。 | |
| | 2.目前已正運作之大泉營區應補充相關水文地質資料，另是否須設模場驗證，請於報告中評估。 | 已補附大泉營區旁 3 口水公司於 2011 年新設抽水井之地質剖面圖，請詳 P3-29。為使未來投入大型取水工程建置之前，能夠掌握現場實際集水量能以及設施運作情形，俾作為後續相關設計之依據，通常藉由現地小型模場試驗之實施與驗證，可對場址出水情況有更進一步之具體掌握，增加後續實際取水工程之成功率。有關大泉營區作為未來模場試驗之可行性，請詳第三章 3.3 節之說明。 | P4-33 |
| | 3.有關本計畫為獲得完整之全年水位觀測資料，可能須將原工作期限 101 年 3 月底展延乙案，請水文課彙整資料並研析後依程序簽報。 | 請主辦單位考量。 | |
| | 4.試驗地點水質不佳之情形請探究原因，並妥擬對策。 | 水質不符相關水質標準之部分，僅能以相關可能造成之原因說明，在無直接查證下難以具體說明，以避免引起糾紛。 | |
| | 5. 本次簡報暨報告書審查原則認可，並請依各方之意見酌修正後，於 12 月 25 日前提定稿本送核。 | 遵照辦理。 | |

# 附錄四　高屏溪沿岸主要取水單位訪談記錄表

# 附錄四「高屏溪伏流水及傍河取水先期調查試驗」委託技術服務案

# 期末審查會會議紀錄及意見回覆

審查會議日期：民國 101 年 3 月 9 日

| 審查委員 | 審查意見 | 辦理情形 | 對應章節 |
|---|---|---|---|
| 黃委員金山 | 1.由於係期末報告，因此針對期末的總結立場提供建議。 | 感謝指教。 | |
| | 2.計畫的目標取水量為 10 萬 CMD，但對於 10 萬 CMD 到底對解決高濁度時期對高雄地區之供水是否能解決問題，建議應有檢討評估。 | 根據以往資料顯示，高濁度時期高雄地區水源短缺之供水狀況大部分採取南化聯通管由台南區支應，或由高雄區現有之地下水、伏流水源應急供應，其所支應之水源量每年均有所不同，因此就目前應急支援方式是否能解決本區供水問題，為一變數。惟經本計畫評估開發伏流水源供水結果，若豐水期於興田地區開發 10 萬 CMD 應屬樂觀，值得推動，故對於未來高雄地區高濁度時期之備援供水應可發揮其一定之功效。 | |
| | 3.對於成本分析除高濁度時間的使用時間二個月是否太長必須檢討外，對於假設常態使用時，其成本是否會比直接取用地表水便宜，建議檢討，因為如果不比取地表水貴，那麼本案會更有價值。 | 感謝指教。一般高濁度期間啟動備援水源約為一個月，已針對興田地區一個月供水之原水成本予以分析，集水暗管方案為 87.62 元/$m^3$，輻射井方案為 63.88 元/$m^3$。另經本計畫分析結果，由若為常態使用時之伏流水源供水原水成本，集水暗管方案為 8.59 元/$m^3$，輻射井方案為 6.26 元/$m^3$，與本計畫所蒐集之高屏堰原水成本比較(2.21 元/$m^3$)，目前高屏堰取地面水之原水成本仍低於伏流水之原水成本，然而相較於目前國內水資源開發迭遭阻擾之情況，伏流水開發已獲得 NGO 團體支持，故仍值得開發。 | P7-55<br>P7-56 |
| | 4.不論 10 萬 CMD 或 50 萬 CMD 之影響圈內是否有現有之生產井，建議應加以評估說明。 | 以模式模擬開發 10 萬 CMD 之影響範圍約為 1km 區域，開發 50 萬 CMD 之影響範圍則於 5km 以內區域。另經本計畫之調查蒐集鄰近開發區域之生產井狀況，大多為河川地放租之灌溉水井(無具水權者)，另較具規模之具有水權常態 | |

| 審查委員 | 審查意見 | 辦理情形 | 對應章節 |
|---|---|---|---|
| | | 生產井則為距離本開發位址 1km 外之台塑公司所擁有(13 口，總出水量約為 3~3.5 萬 CMD) ，然而該等出水井為深井(抽取第二、三含水層) ，與本案伏流水開發之淺層(第一)含水層不同，且因受黏土層所阻隔，故相互影響不大。 | |
| | 5.建議南水局及水利署評估，如果對於解決高濁度時期的用水有幫助，可擬具計畫呈報核定實施。 | 配合辦理。 | |
| 彭委員合營 | 1.報告之目錄第三章傍河取水適合地點評估，請列在第四章資料蒐集調查之後，至於現場試驗分析是否另成一章請顧問公司再酌。 | 感謝指教。已將基本資料蒐集分析列為第二章，現場調查計畫列為第五章。 | |
| | 2.本研究提出二方案為集水暗渠及輻射井之抽取伏流水，但輻射井埋後深度建議 10 公尺以避免沖毀，但依鑽探之地質分析以深度 12~30m 之含水量最佳，請顧問公司再檢討。 | 依據河床沖刷分析，建議輻射井集水管埋深為「主深槽下」10 公尺，約為鑽探地層下 15~17m，因此符合良好含水層之深度。 | |
| | 3.輻射井之出水量 10 萬 CMD 之規模設置 12 座井，距離 100m，但依洩降模擬以相距 200m 之洩降達 2.6~0.9m(以 8 月份)故其因洩降之干擾影響須考量。 | 經模擬興田地區以輻射井開發 10 萬 CMD 水量，其距水源開發處 200m 之 8 月份洩降量達 0.9~2.6m；惟經調查得知，此範圍內大致為公有河川高灘地，對範圍外私人土地之抽水行為影響極小。 | |
| | 4.本報告集水管及輻射井之佈設係沿緊鄰低水護岸而低水護岸埋設有南化聯通管路，請評估抽水洩降是否影響聯通管路之安全，此部分請須評估。 | 依據本計畫地質鑽探報告，高屏溪右岸興田地區地質為砂、礫石層，故無主要壓密沉陷及次要壓密沉陷現象，另彈性沉陷為南化聯通管路建造完工後之瞬間即發生，初步評估集水管及輻射井抽水洩降不致影響南化聯通管安全性，惟後續 1 萬噸/日模場施作，可先進行地下水位觀測及地表沉陷監測，作為後續全面開發 10 萬噸/日之參考。有關抽水洩降是否影響聯通管路之安全評估請見 7.1.5 節。 | P7-25 |

| 審查委員 | 審查意見 | 辦理情形 | 對應章節 |
| --- | --- | --- | --- |
| | 5.集水暗管之工法水公司早期在翁公園及九曲堂有埋設經驗，但因後來被洪水沖毀及堵塞而告失敗，故若再施作在技術及缺點可改善，尤其濾層級配三條件可改善堵塞之情形，此部分請再整理。 | 補充說明於3.3節(表3.3-1)及7.1.6節。 | P3-29<br>P7-29 |
| 水利署水源組葉正工程司俊明 | 1.為避免外界斷章取義，贊同黃顧問之意見，亦即報告內容宜將高屏堰取地面水之成本納入比較，再說明近年原水高濁度情況，俾合理化推動伏流水工程計畫之必要性。 | 感謝指教。高屏堰取地面水之成本將納入考量。另有關高屏堰相關濁度水質等資料分析，建議詳見高屏堰地面水相關計畫報告，以利資料之完整呈現。 | P7-56 |
| | 2.有關興田伏流水工程計畫，擬由鄰近之南化高屏聯通管輸送1項，可能並未充分考量該聯通管輸送水量時於興田段之管內水頭壓力高達82-92公尺(實際水頭視輸送之水量而每日變化)，而興田伏流水之水頭則僅約19公尺，顯然可行性並不高，詳細說明如下：<br>(1)如輻射井抽水機未將水量加壓至足夠水頭高度(由水頭19公尺加壓至82-92公尺)，則由南化水庫送水至該交會點時，將有聯通管內水量倒灌至輻射井之虞，未蒙增加水量之利反受其害。<br>(2)如輻射井抽水機將水量加壓超過聯通管內水頭高度時，因交會點局部壓力高過聯通管內既有水頭，除會阻止南化水庫水量繼續往高屏堰輸送外，還可能導致往反方向(高屏堰往南化水庫方向)回灌。<br>(3)因此，如輻射井取水量擬透過南化高屏聯通管輸送，輻射井之抽水機抽水馬力必須配合隨時調整，但此除須配置許多部不同馬力之抽水機外，就操作面上之可行性亦不高。 | 1.依據水利署提供之資料，伏流水接入聯通管最大須加壓揚程為73m，是否可行並非為工程技術問題，主要須考量動力費用成本問題。<br>2.經與主辦單位討論，七河局預計公告高屏堰上游右岸河川治理線並規劃新設堤防，該堤防將配合聯通管遷建及大樹地區無尾溝排水共構，共同解決水源輸水、河川防洪及地方排水問題，未來興田地區模場設置完成後，可將取水就近送入排水路，以明渠方式將水送至下游高屏堰，如此可避免匯入聯通管之高水頭壓力問題且可節省工程成本。 | |

| 審查委員 | 審查意見 | 辦理情形 | 對應章節 |
| --- | --- | --- | --- |
| | (4)爰當規劃於興田地區設置輻射井時，因周遭並無現有自來水系統，宜慎重考量是否增設調節池(減壓後再加壓，能源消耗較大)或新設一條輸水管專管輸送(經費需求約增加數億元)；另若依第二次期中報告之建議將輻射井設置地點移至海軍大泉營區旁，其可行性似乎較高(距高屏堰僅數百公尺，可將取水量逕放入高屏堰沉砂池供現有抽水站抽取利用，故無前述能源消耗及增加經費等問題)。 | | |
| | 3.本案新設幅射井是否能申請到枯水期之正式水權應作說明，如否，則分析全年供水案例相關成本似無太大意義。此外，如果其能申請到正式水權係由減少高屏堰水權量而來，則因為沒有增加區域總供水潛能量，則分析全年供水成本亦同樣沒有太大意義，故宜先確認水權申請及供水潛能增加等議題。 | (1)依據本計畫之目標，係於取用伏流水作為豐水期高濁度時期之備援用水用途，故目前尚未定位於枯水期取用伏流水。惟若未來逐步開發伏流水源後，豐枯水期之水源調配，勢將由水利署管理調配，屆時可邀請各相關用水單位參與討論，以保障用水水權人之權益。<br>(2)經分析結果，於興田地區開發10萬CMD伏流水源，豐枯水期之河川滲漏水量各約為5.3萬與5.7萬CMD。至於水權之申請則建議依相關法規規定辦理。 | P6-20 |
| | 4.依簡報內容本案之取水深度似在飽和含水層以下，而依經濟部100年8月29日公告之伏流水解釋令，似應定義為地下水。且其總取水量依開發行為應實施環境影響評估細目及範圍認定標準，原應辦理環評。但本案之定位若為臨時救急之抽水工程，並經目的事業主管機關(經濟部)同意者，即可免實施環境影響評估。故本案如擬納入穩定供水計畫項下辦理，依所需時程而言，其定位已受限為緊急情況 | 感謝指教說明。有關本伏流水源解釋令，已於報告中2.7節傍河取水技術資料蒐集中分析說明。未來本區伏流水之開發，是否定義為地下水，仍須依照相關法規規定辦理。 | P2-39 |

| 審查委員 | 審查意見 | 辦理情形 | 對應章節 |
|---|---|---|---|
| | 下之救急抽水工程，亦即現況應為備援系統而非常態供水系統。至於未來是否能改為常態供水系統可能須俟經濟部修改伏流水解釋令或通過環評後再議。 | | |
| | 5.依簡報地下水文模擬結果，顯示5公里外地下水位即未受輻射井抽水影響。然而輻射井抽水行為對地面水量之影響為何似未評估，建請補充(尤其是枯水期對下游河川逕流量之影響)，方有助於瞭解對下游影響層面及說服下游地面水用水權益人。 | 感謝指教。經模式補充模擬分析後可瞭解，豐枯水期取水 10 萬 CMD 之河川滲漏量(river leakage)約為 5.3 萬 CMD~5.7 萬 CMD 之間，詳見 6.1 節之分析。 | P6-20 |
| | 6.依簡報對高屏堰第二取水口開發方案之洩降情況評估，僅針對每日抽水 50 萬噸情況，建請補充每日抽水 10 萬噸情況，俾利與興田設置輻射井開發方案進行比較。 | 本計畫依據契約工作要求，須針對水公司95年度辦理「高屏溪攔河堰第二取水口工程可行性規劃」之伏流水開發方案，列為正常供水方案（非備援系統）進 行影響範圍之分析檢討。該方案乃為設置50口輻射井取水50萬噸正常供水之方案。至於抽水10萬CMD之影響，因本區各項條件(如水文地質條件)與興田開發案類似，故應可參考興田方案之分析結果研判。 | |
| | 7.進行輻射井方案供水潛能評估時，K 值係以試驗結果套入，惟據瞭解台水公司於高屏溪設置之集水暗渠，其集水量有逐年遞減之趨勢。而本計畫僅以 70%折減係數估算，是否過於樂觀？ | 有關輻射井方案之伏流水集水量計算以 70%折減係數估算，為國內外一般較常被採用之保守估計方式。惟相較於以往台水公司所置集水暗渠水量逐年遞減情況，可用較為新近之伏流水取水技術改善之，此方面之技術於國外已成熟並備受肯定，故應屬樂觀。 | |
| | 8.依簡報就集水管型式多處提及「骨架繞線式鋼管」，然顧問公司宜先洽詢國內是否有 3 家以上廠商具該管材生產能力，否則未來工程招標恐有檢舉綁標之虞。 | 為避免疑慮，本報告不建議使用哪種集水管，僅就功能性分析說明。未來發包需求，建議可列與該材質同樣性能或使用 HDPE、鋼管等較通用性之材質，並檢附相關抗壓試驗證明文件等。 | |
| | 9.依簡報輻射井及其集水井規劃設置於低水護岸，然於河川高灘地種植高莖作物似已違反水利法相關規定，更何況是要蓋集水 | 依據經濟部(八八)水利政字第Ａ八八○六○一○四四號函「辦理河川區域內施設構造物應行注意事項」第四條：在河川區域內鑿井 | |

| 審查委員 | 審查意見 | 辦理情形 | 對應章節 |
|---|---|---|---|
| | 井(構造物)，建請再予釐清，並提出合乎法令規定之規劃內容。 | 者，其井頂不得高出原有河床。本計畫輻射井之寬口井係與堤防共構，井頂為與路面平行之人孔，並未高出路面。而集水井未來將配合七河局新規劃之堤岸而配置於堤內。 | |
| | 10.期末報告提出新設輻射井工程之總工程費高達 11.55 億元(出水能力 10 萬 CMD)，然而台水公司近期提報翁公園及竹子寮集水暗管，所需經費卻僅需 5.5 億元(出水能力 20 萬 CMD)。是否本案之評估過於保守？宜將外界觀感納入考量。 | 本計畫 10 萬 CMD 之取水工程，與水公司翁公園及竹子寮 20 萬 CMD 取水工程無法進行比較:<br>(1)取水工程型式不同(本計畫採輻射井、水公司預計採集水暗管)。<br>(2)施工方法與成本不同(本計畫採推進工法、水公司預計採明挖工法)。<br>(3)集水管設置深度不同。<br>輻射井之集水管設置深度較深，不易遭受河床沖刷破壞，設施壽命應較長。 | |
| | 11.內政部近期更改土地徵收規定，依本署土地組之看法，以後用地拆遷及補償所需時程約 1.5 年以上，爰本案開發期程是否太過樂觀，建請再予考量。 | 感謝建議，本計畫工程用地大多為河川公地，經評估用地拆遷及補償所需時程約 1 年即可。 | |
| | 12.原水成本分析中，建請納入高濁度時期(可能不到一個月，但可以多次)之供水情況原水成本分析。 | 已增加高濁度時期一個月供水情況原水成本分析。 | P7-55 |
| | 13.結論與建議中提到豐水期整體趨勢為地下水補注高屏溪，其後又以 1963 年 Toth 理論圖加以說明，然而該理論圖是否與高屏溪輻射井設置地點水文情況相同？如無法確定，則引用該圖勢將徒增困擾。 | 該理論係由 Toth 觀察提出，說明對於一個地下水盆地而言，可能存在局部、中等與區域性三種不同尺度之流況(一般形況皆適用)。而本計畫經觀測結果，其枯水期之局部性(興田地區)與區域性(屏東平原)之地下水流向不同，正可用 Toth 理論來解釋說明。 | |
| 水規所<br>林助理研究員<br>思孝 | 1.伏流水及傍河取水之定義及差異性建議於文中作適當補充。 | 有關伏流水之定義及相關法規說明，已於報告中 2.7 節傍河取水技術資料蒐集中分析說明。另有關本計畫伏流水及傍河取水之差異性，根據契約書之委託計畫目的提綦：「...擬於高屏溪採用傍河取用伏流水之方式作為備援用水，以增 | P2-36 |

| 審查委員 | 審查意見 | 辦理情形 | 對應章節 |
|---|---|---|---|
| | | 加用水調度之應變能力...」，故於工作目標已明確提禁為於高屏溪傍河”取用伏流水源”。 | |
| | 2.水質檢測不符標準部分，應提出後續辦理方向於建議中。 | 已於建議中列入。 | 結-4 |
| | 3.模式校正成果良好與否，可否提出判斷依據並建議列出模擬歷程中水位歷時變化(各月份)。 | 由附錄十二經區域性模式模擬校正後可知，其成果尚佳，由該模擬結果可以看出各月份水位變化之一致趨勢，本模式已能良好描述屏東平原之動態地下水流況。 | 附錄十二 |
| | 4.輻射井出水量折減 70%，建議補充說明理論依據。 | 有關輻射井方案之 70%折減係數估算，係參照國內外一般較常被採用之保守估計方式。 | |
| | 5.表 6.1.1-2 建議重繪，圖 6.2.1-3 及 6.2.1-4 之差異為何? | (1)表 6.1.1-2 已重繪，請詳見表 7.1.1-2。<br>(2)為避免混淆，已刪除圖 7.2.1-4。 | P7-3 |
| | 6.伏流水輸水管接入南化高屏聯道管是否執行上有困難點，請補充說明。 | 伏流水輸水管接入南化高屏聯通管僅為目前初步規劃構想之一，欲泵入聯通管勢必泵送壓力必須大於其管內水壓力，因此電力花費為主要考量。經與主辦單位討論，七河局預計公告高屏堰上游右岸河川治理線並規劃新設堤防，該堤防將配合聯通管遷建及大樹地區無尾溝排水共構，共同解決水源輸水、河川防洪及地方排水問題，未來興田地區模場設置完成後，可將取水就近送入排水路，以明渠方式將水送至下游高屏堰，如此可避免匯入聯通管之高水頭壓力問題且可節省工程成本。 | |
| | 7.全年供水 3060 萬噸 1 年之計算依據? | 豐水期 6 個月，1 天 10 萬噸，共 1800 萬噸；枯水期 6 個月，1 天 7 萬噸(考量折減係數 0.7)，共 1260 萬噸，兩者相加，故全年供水共 3060 萬噸/年。 | |
| | 8.本計畫提出方案與其他水資源開發方案(如第二取水口方案)之競合關係及既有設施影響。 | 第二取水口方案係為瞭解取水 50 萬 CMD 後之地下水環境影響，此方案為與興田方案相互獨立，因二方案開發地點極為接近，本計畫不建議二方案同時開發，以減輕因集中水源開發所導致之地下水位大 | |

| 審查委員 | 審查意見 | 辦理情形 | 對應章節 |
|---|---|---|---|
| | | 量洩降情況。 | |
| | 9.如輸水管接入聯道管有其難度是否有替代方案。 | 經與主辦單位討論，七河局預計公告高屏堰上游右岸河川治理線並規劃新設堤防，該堤防將配合聯通管遷建及大樹地區無尾溝排水共構，共同解決水源輸水、河川防洪及地方排水問題，未來興田地區模場設置完成後，可將取水就近送入排水路，以明渠方式將水送至下游高屏堰，如此可避免匯入聯通管之高水頭壓力問題且可節省工程成本。 | |
| | 10.本計畫如以備援供水為主要目的，除原水成本外是否有其他方式以實現其效應。 | 依據本計畫之目標，係於高屏溪河岸取用伏流水作為備援用水用途，以增加用水調度之應變能力，因此，建議可將高屏溪畔之伏流水取水先做小規模的開發，並視其有成效後再行逐步擴大開發。 | |
| | 11.第二取水口除 50 萬 CMD 外，是否有其他水量之敏感度分析。 | 由 6.1.2 節分析之第二取水口方案取用 50 萬 CMD 水源模擬，於區域性模式模擬時已佈設其鄰近區域抽水量(包括時間與空間之水井及抽水量)，並已校正完成。 | |
| 第七河川局黃正工程司忠山 | 1.p.3-20 談及高屏聯通管埋設於高屏溪本流右岸地表下 2m~5m，將來各方案需充分考量避開該管線路徑，以維繫該管路之安全，但最後評估選取方案興田地區伏流水取水方案佈設，不論集水暗管或輻射管均橫越聯通管，將來設施恐增加困難度及危險度，請預為評估及因應。 | 感謝指教。 | |
| | 2.p.6-3 河床沖刷深度計算除依 Lacey 公式推估外，建議參考歷年高屏溪河床大斷面測量沖刷深度變化，除理論推估外，亦兼顧實際沖刷變化，避開集水管遭洪流沖刷破壞。 | 依據 99 年 2 月經濟部水利署「高屏溪流域整體治理規劃」，民國 80 年至 90 年間高屏溪本流河床則處於沖淤互現的狀態，其中於 86 年高屏溪禁採砂後，斷面已逐漸回淤，以較近之 90 年斷面變化來代表此一轉變，各斷面深槽變化在-6.59～+4.66 公尺間。<br>高屏溪本流民國 90 年至 97 年間河床大多處於回淤之狀態，比較 | |

| 審查委員 | 審查意見 | 辦理情形 | 對應章節 |
|---|---|---|---|
| | | 90-94 年變化，各斷面深槽變化在-1.38～+5.16 公尺間，比較 94-97 年變化，各斷面深槽變化在-3.82～3.59 公尺間，顯示河床在適當治理情況下，已逐漸朝向回淤之趨勢。 | |
| 台水公司七區管理處<br>王工程師志弘 | 1.P2-2 頁表 2.1.1-1 坪頂淨水場水源，請加註竹寮伏流水及大樹深井，澄清湖淨水場水源請加註九曲堂伏流水。 | 感謝指正。已修正，請詳表 3.1.1-1。 | P3-2 |
| | 2.P2-3 頁圖 2.1.1-1 手巾寮地下水竹寮伏流水，應修正為手巾寮地下水，另竹寮伏流水其他 11 萬噸/日應為坪頂、拷潭、澄清湖之原水。 | 已修正，請詳圖 3.1.1-1。 | P3-3 |
| | 3.P2-13 表 2.1.2-2 竹寮取水站，伏流水現況水權量為 0.115CMS | 依據南水局經管課所提供之資料，竹寮取水站地面水現況水權量 1~12 月介於 0.456~1.16CMS 之間。 | |
| | 4.P2-13 表 2.1.2-2 及 P2-19 表 2-2-1 九曲堂取水站只有乙張水權，數量 3 之計算基準請確認。 | 依據南水局經管課所提供之資料，九曲堂取水站地面水現況水權量 1~12 月介於 1.7~2.41CMS 之間。數量 3 代表為集水管數量，並非為水權狀張數。 | |
| | 5.高屏溪高濁度造成地面水後續營運成本增加，包含水庫清淤費用，加藥量增加費用，汙泥清理費用，動力費用....等納入地面水單位成本。 | 敬請水公司提供相關資料，以利分析。 | |
| 高雄農田水利會<br>許副工師英毅 | 枯水期間抽水，請考量對本會曹公堰之取水影響(伏流水抽水將降低河川水位流量進而影響下游用水單位權益)。 | 依據本計畫之目標，係為取用伏流水作為豐水期高濁度時期之備援用水用途，故目前尚未定位於枯水期取用伏流水。惟若未來逐步開發伏流水源後，豐枯水期之水源調配，勢將由水利署管理調配，屆時可邀請各相關用水單位參與討論，以保障用水水權人之權益。 | |

| 審查委員 | 審查意見 | 辦理情形 | 對應章節 |
|---|---|---|---|
| 屏東農田水利會<br>王助管師瑞源 | 1.對於計畫之結論與建議，本會仍希望本計畫能朝作為豐水期缺水時之備援功能進行，於枯水期時應視高屏溪地面水之多寡來決定是否取水，以維下游用水單位之權益。 | 依據本計畫之目標，係為取用伏流水作為豐水期高濁度時期之備援用水用途，故目前尚未定位於枯水期取用伏流水。惟若未來逐步開發伏流水源後，豐枯水期之水源調配，勢將由水利署管理調配，屆時可邀請各相關用水單位參與討論，以保障用水水權人之權益。 | |
| | 2.報告 P2-20，4.昭明取水站乙節文字中，今年(2011 年)，”今年”字樣應刪除。 | 感謝指正。”今年”字樣已刪除。 | P3-21 |
| 南水局<br>黃副局長世偉 | 1.自由含水層以 T 值來表示，似不恰當。 | 感謝指教。已於文中修正自由含水層之導水係數(T 值)改為以「透水係數」描述。 | |
| | 2. 圖 5.2-2 示意圖（是否加畫穿過堤防）。 | 感謝指教。該圖為輻井計算示意圖，用以瞭解計算公式之各參數示意，有關本計畫輻射井佈設之穿過堤防狀況，可參閱 7.2 節之輻射井剖面示意圖 。 | P7-34 |
| | 3.推進時有一些 know how，請把一些關鍵方法酌說明。 | 推進時主要 know how 在於「止水」與「排砂」之設計與處理，各家技術 know how 屬商業機密通常不對外說明，本公司難以得知，僅能就一般共通性之作法及流程分析說明，相關說明請詳 7.1.3 節 | P7-14 |
| | 4.沉砂井是否有設置之必要，若設置時應考慮清理之方式。 | 經評估後取消沉砂井設置，並已修正圖 7.2.1-2 及圖 7.2.1-3。 | P7-33<br>P7-34 |
| | 5.全年供水之情境，水源是否足夠對地下水及河川流量之影響應妥評估，方能有所定論。 | 經模擬後全年供水情境之地下水位洩降量影響範圍尚於 1km 以內(興田開發方案)，可知本區地下水源尚屬豐沛。另經模式補充模擬分析後可瞭解，豐枯水期取水 10 萬 CMD 之河川滲漏量(river leakage)約為 5.3 萬 CMD(0.61cms) ~5.7 萬 CMD(0.66cms)之間，詳見 6.1 節之分析。而即便是枯水時期高屏溪亦從未見過斷流情況，可見仍有一定程度之水源可供應用，惟枯水期水源之取用(地面水/伏流水/地下水)，需考量下游既有水權人之權 | P6-20 |

| 審查委員 | 審查意見 | 辦理情形 | 對應章節 |
|---|---|---|---|
| | | 益。 | |
| | 6. 請依水利署格式來修正(結論與建議置於前面及中英文摘要)。 | 遵照辦理。 | |
| | 7.P6~25 頁”再以動力方式就近泵送入南化高屏聯通管”請考慮如何進入，因其水壓力約為8kg/cm$^2$。 | 以動力方式就近泵送入南化高屏聯通管僅為目前初步規劃構想之一，欲泵入聯通管勢必泵送壓力必須大於其管內水壓力，仍須考量電力花費成本。經與主辦單位討論，七河局預計公告高屏堰上游右岸河川治理線並規劃新設堤防，該堤防將配合聯通管遷建及大樹地區無尾溝排水共構，共同解決水源輸水、河川防洪及地方排水問題，未來興田地區模場設置完成後，可將取水就近送入排水路，以明渠方式將水送至下游高屏堰，如此可避免匯入聯通管之高水頭壓力問題且可節省工程成本。 | |
| | 8.自來水公司 50 萬 CMD，經費 25 億元，本案 10 萬 CMD，經費 15 億似嫌太高。 | 本計畫擬出水 10 萬 CMD 與自來水公司 50CMD 之工程費無法比較:<br>(1)本計畫評估輻射井之施工方法與該計畫或許不同(該報告未說明工法)，工法影響出水量極大，本計畫評估考量井出水量佳之施工技術，工法愈複雜成本愈高。<br>(2)單井出水量影響工程費甚大，若經模場試驗結果，單井出水量可達 2 萬 CMD，則工程費即至少可減少 40%。若單井出水量不佳，則相對工程費會大幅增加。<br>(3)兩計畫之輻射井數量差異大(水公司 50 口輻射井，本計畫 10 口輻射井)，因此材料單價亦有所不同(數量愈多，單價愈低)。 | |
| 南水局設計課李工程員政達 | 1.有關美國內政部墾務局之地下水手冊建議公式及中國大陸供水水文地質手冊，計算後折減 | 有關方案中之 70％折減係數估算，係參照國內外一般較常被採用之保守估計方式，確實之出水量仍 | |

| 審查委員 | 審查意見 | 辦理情形 | 對應章節 |
|---|---|---|---|
| | 70%，請多加論述採用本係數理由或是查表或公式計算參考。這可能是經費評估，水量影響，方案選用之重點。 | 建議以模場或全場開發後之實際運轉後出水量之觀測紀錄值，再行衡量其輻射井設置座數或設置集水暗渠長度。 | |
| | 2.輻射井 1 座是設置 3 根(300MM 直徑的輻射管)P6-7 圖 6.1.2-2 圖示，是每一座 5 支輻射管，修正一下。 | 已修正。 | P7-5 |
| | 3.表 3.2-1 伏流水地點選取部分，很清楚但卻出現同樣，優選評估為數個評價，是否能將其表示像 A A+ A-方式表示，這樣對日後舉辦說明會使用上會更清楚。 | 表中係針對各評選地點之單一因子(例如地質取水條件因子)之相對評價，故該因子於不同評選地點有可能出現相同之評價。就目前之掌握狀況而言，對各地點之部分適合條件的瞭解有所受限，故宜以用 5 個等級作為評估因子(優、佳、中、差、劣) 之區分，等第太細則恐會有失真之虞。 | |
| 南水局設計課歐工程員信宏 | 1.P.6-16 集水暗管工程建議採用管徑 1000mm，與結論不同，請釐清。 | 感謝指正。已修正為 Φ1200mm 之管徑。 | P7-19 |
| | 2.集水暗管工埋設深度約 10m，P.6-9 土方開挖乙節說明”按設計圖是開挖成水平或作台階”，依現地條件請考量其開挖邊坡比，以減少開挖範圍。 | 因集水暗管位於行水區，須於河中圍堰填築施工平台，以利設置鋼板樁圍堰，圍堰設施完成後以台階方式降挖，為減少開挖範圍則配合擋土支撐施做垂直式開挖。 | |
| | 3. P.6-16 文中所敘之輻射管工程國外經驗實績，請納入報告附錄，以資參考。 | 輻射管工程國外經驗實績已放置於 2.7 節。 | P2-42 |
| | 4. 5.1.2 一節，豐水期與枯水期地下水等水位線模擬結果，請補充說明其模擬期距?如長期取用伏流水，對地下水變化影響為何，建議依照全年供水、豐水期備援供水特性，說明對地下水位影響分別說明。另有關伏流水開發後，地下水位降低對周遭環境影響說明過於簡略。 | 本計畫之模擬期距為 1 個月，已於模式建立報告中說明。此模擬係為全年每日皆供水之較極端(worest condition)狀況下的洩降情況，分析結果顯示，供水 10 萬 CMD 對鄰近區域之影響不致太大。另模式模擬中水位降低對周遭範圍之影響，已將成果以表量化呈現並已分析說明。 | P6-19 |
| | 5.P.6-30 圖 6.2.1-3 興田地區輻射井剖面示意圖中，寬口井之設施涉及低水護岸改建，鑒於低水護岸遇颱風恐遭淹沒，如與低水護岸共構，請考量局部保護工之必 | 寬口井設置為圓形鋼管或沉設圓形混凝土沉箱，此型式多為大形跨河結構所採用之基礎型式，寬口井與低水護岸共構，可加強結構之穩定。 | |

| 審查委員 | 審查意見 | 辦理情形 | 對應章節 |
|---|---|---|---|
| | 要性。 | | |
| | 6.輻射井工程之輸水管如由南化聯通管上方通過，由於該維護道路有車輛通行，管路其與路面距離空間是否足夠?建議評估其安全性。 | 輻射井之輸水管位於聯通管上方，與路面之距離尚足夠，惟後續工程設計時，需針對管材結構進行應力應變分析，檢核其安全性及管厚。 | |
| | 7. 6.1.4 集水方式規劃有關管材考量，建議以列表方式綜合比較各管材優缺點。 | 已列表比較各管材優缺點，請詳表7.1.4-1。 | P7-21 |
| 南水局高屏堰管理中心<br>羅主任守枝 | 1.低水護岸沿岸設置伏流輻射井方案，需考慮洪水沖刷問題。 | 本工程規劃位置及與堤防共構之構想即已考慮洪水沖刷問題。 | |
| | 2.採用橫越河川之伏流水地下堰為本局已同時列入規劃設計，請就本局之計畫看法，略為著墨說明。 | 根據所收集之國內外資料顯示，採用橫越河川之伏流水地下堰(類似二峰圳工法；一般亦稱為infiltration gallery 或滲渠)，亦為可行之取水方式，建議南水局亦可於適當之地點採行此技術開發伏流水之研究。惟若於中下游河段施行時，則須注意其河川下取水工可能會被細顆粒物質所阻塞而影響取水效率，建議應採用反沖洗設備或其他設施之阻塞防治，以確保出水之質量。 | |
| | 3.有關未來伏流水取用，儘量利用右岸縱向排水路輸送，抽水設備請考慮為堤後，較符運轉操作實際。 | 感謝指教。 | |
| 南水局高屏堰管理中心<br>周正工程司明發 | 報告 P6-4，斷面 62 各重現期距沖刷深度計算式所用河床質平均粒徑 Dm=2.335mm 與表 6.1.1-1 之 Dm=0.64mm 不同，請查明。另表 6.1.1-1 資料為 90 年所測，所採用時間點過久，距今本河段又歷經幾場重大颱洪如 92 年敏督利，98 年莫拉克及 99 年凡那比，河床質恐已改變甚多，建請參酌最近資料以符實際。建請以 Lacey 公式推估所得沖刷深度再與鑽探地質情況，如 p6-1 所述地表下 12m 內屬於砂層、卵礫石、砂礫、粘土相互混層及互層情況之深度比對，以驗 | (1)已更新資料。<br>(2)河床質平均粒徑資料已蒐集南水局『莫拉克颱風後高屏堰河段變遷模擬與穩定取水方案研究 (100 年度)』成果報告，本計畫興田位置鄰近高屏溪 61 號斷面處，其河床質平均粒徑 Dm 為 0.154mm(民國 96 年資料)。 | P7-4 |

| 審查委員 | 審查意見 | 辦理情形 | 對應章節 |
|---|---|---|---|
| | 證推估公式與實際吻合程度。 | | |
| 南水局水文課林課長美香 | 1.取水 10 萬 CMD 水位降深模擬中，是取一口 10 萬 CMD 還是 10 口每口 1 萬 CMD 的方式來模擬?井群效應是否考慮? | 感謝指教。該模擬係為 10 座取水井每日抽水 10 萬 CMD 後之水位降深，井群效應亦可於該圖中觀察得知，長帶取水位置之 10 座佈設，其洩降影響範圍於中央區域較大。 | |
| | 2.集水井輸送至高屏南化聯通管是否可行?其揚程需多少? | 依據水利署提供之資料，伏流水接入聯通管須加壓揚程為 73m，是否可行並非為工程技術問題，主要乃考量動力費用成本。 | |
| | 3.報告撰寫格式請依水利署規範修正(EX.字體格式、摘要、 英文摘要、結論建議置前……..等)。 | 遵照辦理。 | |
| | 4.P.2-3 圖 2.1.1-1 大高雄地區供水系統圖未能完全展現大高雄供水架構，請補充修正 | 圖 2.1.1-1 已依照水公司七區處與會審查人員之意見進行修正，請詳見圖 3.1.1-1。 | P3-3 |
| | 5.P.2-5 水資源設施現況中，建議請將地面地下水水權資料納入，可以附件方式呈現。 | 地面/地下水權(狀)是否公開牽涉個資法令，建議不宜於本報告呈現。 | |
| | 6.P.2-10 表 2.1.2-1 中三大抽水單位僅占 1/3 之抽水量是否符合實際情況? | 此表為引據「南部水資源綜合發展計畫」(民國 87 年)之推估結果」以及「高屏溪河道蓄水囚砂個案工程規劃設計報告」(民國 88 年)之模擬成果」。 | |
| | 7. 請加強文字校核。 | 感謝指正。已加強文字校核。 | |
| 南水局水文課謝正工程司蒼明 | 1.P4-76$\delta_{18}$O:76%與表 4.7-3 雨水$\delta_{18}$O 欄 74%不合。 | 謝謝委員指導。已修正氧同位素δ18O：74%。 | P5-54 |
| | 2.P.4-65 第五行所言，實宜於採樣時避開此段時間，不然就太可惜了，另同頁(5)應加入 Cr 值。 | 謝謝委員指導。<br>(1)針對洗井後一段期間水質即可能略為混濁，此為地下水中懸浮固體與濁度可能偏高原因之一，已於報告中建議未來水質採樣應於洗井完成後儘快進行。<br>(2)委員提出 P4-71 第五點建議增加鉻(Cr) 的檢測分析說明。說明如下:(5)高屏溪地面水中濁度、懸浮固體、大腸桿菌、汞(Hg )、鎘(Cd)檢測值偏高，超 | P5-42 |

| 審查委員 | 審查意見 | 辦理情形 | 對應章節 |
|---|---|---|---|
| | | 過水質法規標準。部分項目:如化學需氧量、總有機碳、氯鹽、鉛(Pb)、鉻(Cr)均檢測出濃度並未超出水質法規標準，建議列入觀測項目之一。已經補充於成果報告。 | |
| | 3.同位素水質採樣，本計畫是否有列入採樣品體，何以未見得資料為何?且討論分析直接採納江崇榮與汪中和(2002)所著研究結論。 | 謝謝委員指導。<br>(1)本計畫同位素採樣分析成果補充於成果報告 5.6 節。<br>(2)江崇榮與汪中和於 2002 年針對屏東平原地下水補注來源進行同位素的研究分析，其中一部分成果與本計畫區域相符合，因此，為了能與計畫成果相互討論分析，而摘錄江崇榮與汪中和(2002)研究成果。 | P5-49 |
| 南水局水文課王正工程司盈欽 | 1.P.5-13 圖 5.1.2-3 取水 10 萬 CMD 等水位線模擬圖，係短期或長期之抽水模擬，另外井距 100m 間有無考量群井抽水效應? | 該水位圖係模擬一年中每日皆抽水之水位洩降情況。一般而言，若做為常態供水，則更長期之抽水情況於下一年度又是另一個水文年開始，故其洩降深度與範圍之影響應類似。另群井抽水效應已於模式中模擬反應，由該圖可知，長帶取水位置之佈設，其洩降影響範圍於中央區域較大。 | |
| | 2.P.5-14 表 5.1.2-1 興田地區取水 10 萬 CMD 後之水位降深，不同時間之連續抽水(全年、6 個月、2 個月)，水位降深之差異如何?降雨後之回補效果如何? | 其模擬結果係為全年每日皆供水之較極端狀況下的洩降情況，分析結果顯示，供水 10 萬 CMD 對鄰近區域之影響不致太大。另模式模擬中已有考量降雨入滲之回補效果。 | |
| | 3.P.5-20 興田地區設置輻射井 10 座，可出水量為 112,960CMD，已超過設計出水量 10 萬 CMD。因此本報告擬設置 12 座，其中 2 座備用，既然本案供水為備援用水，建議備用 2 座不設置以降低投資成本。 | 遵照辦理。已於報告中建議不設置 2 座備用出水井。惟該水量之估算係以經驗公式計算之初步成果，確實之出水量仍建議以模場或全場開發後之實際運轉後出水量之觀測紀錄值，再行整體衡量其設置座數。 | P6-24 |
| | 4.P.6-5 方案二：輻射井佈置每座設 3 根輻射管，數量前後敘述不一，請更正為 5 根。 | 已修正為 5 支。 | P7-5 |
| | 5.P.6-30 圖 6.2.1-3 及圖 6.2.1-4 同 | 為避免混淆，已刪除圖 7.2.1-4(原 | |

| 審查委員 | 審查意見 | 辦理情形 | 對應章節 |
|---|---|---|---|
| | 為興田地區輻射井剖面圖，但抽水機件佈置方式不同，請問本計畫輻射井規劃採用何者？ | 圖 6.2.1-4)。 | |
| | 6.P.c-2 結論 8.同位素檢測分析結果，本區雨水補注地下水大約佔 72%，河水補注地下水約佔 28%。若依本計畫規劃輻射井水平集水管設置於河床下面，是否意謂河水垂直補注至輻射井可能接近 100%？ | 由模式模擬分析結果可知，若全年取水後豐枯水期約取用河川滲漏水源 50~60%，詳見 6.1 節之分析。 | P6-19 |
| | 7.利用大泉營區舊有伏流水井，更新改善增設水平集水管，在產權管理及舊寬口井之結構安全是否有影響請評估。若是於附近另設新輻射井在投資成本及執行管理是否更有利？ | 有關此部分議題，已補充分析於 4.3 節。 | P4-31 |
| | 8.興田地區及大泉營區若各設一口輻射井做為模場試驗，請於報告中呈現大比例尺之配置圖，俾利後續工作之推展。 | 遵照辦理。已補附於圖 4.3-6 及圖 7.1.2-3。 | P4-32<br>P7-8 |
| 南水局水文課林工程員家豐 | 在利用 Modflow 模式分析地下水之變化影響時，除了評估鄰近地區的地下水位變化外，應對影響區域內既有水井水權的影響程度做補充說明，另外模式可否加以分析取伏流水 10 萬噸/日後，對高屏溪主流地面水的逕流量有否影響，若影響程度甚小，亦請加以說明。 | 經調查得知，此影響範圍內為公有河川高灘地，並非為居民私有地，故可減少居民之抗爭行為。另由分析結果，若全年取水後豐枯水期約取用河川滲漏水源 50~60%，詳見 6.1 節之分析。而即便是枯水時期高屏溪從未見過斷流情況，可見仍有一定程度之水源可供應用，惟枯水期之水源取用(地面水/伏流水/地下水)，需考量下游既有水權人之權益。 | P6-1 |
| 會議結論 | 1.要解決大高雄高濁度問題，則本案建議之開發規模應有所評估（含現有設施出水量、供水率等），方能訂出開發量。另全年供水之水量夠不夠，是否會對附近地下水及高屏溪流量造成影響，應妥為分析。 | 根據以往資料顯示，高濁度時期高雄地區水源短缺之供水狀況大部分採取南化聯通管由台南區支應，或由高雄區現有之地下水、伏流水源應急供應，其所支應之水源量每年均有所不同，因此就目前應急支援方式是否能解決本區供水問題，為一變數。惟經本計畫評估開發伏流水源供水結果，若於興田地區開發 10 萬 CMD 應屬樂觀，值得推動，對於未來高雄地區高濁 | P6-1<br>P7-1 |

| 審查委員 | 審查意見 | 辦理情形 | 對應章節 |
|---|---|---|---|
| | | 度時期之備援供水應可發揮其一定之功效，並已於第七章中予以建議分析。另由分析結果，若全年取水後豐枯水期約取用河川滲漏水源 50~60%，詳見 6.1 節之分析。而即便是枯水時期高屏溪從未見過斷流情況，可見仍有一定程度之水源可供應用，惟枯水期之水源取用(地面水/伏流水/地下水)，需考量下游既有水權人之權益。 | |
| | 2.本案供水成本與目前高屏堰供水成本，請妥為列表分析，而對高屏溪攔河堰之取水及伏流水取水方式應詳細比較，俾讓民眾有正確之資訊。 | (1)已蒐集高屏堰近年之相關支出及引水量，以了解其每噸水之原水成本，經所蒐集之資料分析，高屏堰每噸水之原水成本平均為 2.21 元，比興田地區伏流水之原水成本為低。<br>(2)高屏溪攔河堰之取水及伏流水取水方式說明請詳 P7-56 頁。 | P7-56 |
| | 3.設施佈設對既有南化-高屏聯通管路之影響應妥為評估，另對於設置時法律面有那些限制，如何因應等，請詳交待。 | 對高屏聯通管之安全影響評估，請詳 7.1.5 節。另有關伏流水開發之法律面問題，本伏流水源解釋令，已於報告中 2.7 節傍河取水技術資料蒐集中分析說明，目前應依經濟部 100 年 8 月 29 日公告之伏流水解釋辦理，是否定義為地下水，建議依照相關法規規定辦理。 | P7-25<br>P2-38 |
| | 4.請依各出席人員審查意見酌修本報告，並於 4 月 10 日前提定稿本送核。 | 遵照辦理。 | |
| | 5.本次簡報暨報告書審查原則認可，請水文課辦理後續相關事宜。 | 配合辦理。 | |

# 附錄五取水單位訪談紀錄表

# 取水單位訪談紀錄表

| 日期:100.06.03 | 取水單位：高屏堰管理中心 |
|---|---|
| 資料蒐集類型:1.高屏堰近年每月取水量、濁度資料 2.緊急應變操作機制相關資料。3.其他相關資料。 | |
| 訪談重點記錄 | |
| 1. 斜張橋至其下游 2 公里之範圍，於莫拉克颱風時低岸提防毀損嚴重，此段範圍地為高屏溪水之沖擊面，流速高。修建護岸時有打版樁，大約為地表下深度 7~9M 左右。<br>2.此河段之主要管線應為高屏聯通管，管線埋設後覆土深度約為 2~5M，其管線及基礎設施相關圖面請洽南水局設計課。<br>3.於此河段範圍評估設置取水地點應注意結構物防洪設施以及動床效應，以免設置後於颱洪期遭受破壞。<br>4.未來可評估先進行先期模場試驗。<br>5.所須相關資料整理後再提供給達西公司。 | |

# 取水單位訪談紀錄表

| 日期:100.06.02 | 取水單位：自來水公司第七管理處 |
| --- | --- |
| 資料蒐集類型:1.近年各取水站取水量資料 2. 未來抽水井新設計畫 3. 高屏溪沿岸現有抽水井位置、數量、地質鑽探資料 4.各取水設施平面配置圖 5.各取水設施歲修項目相關資料。6.其他相關資料。 | |
| 訪談重點記錄 | |
| 1.目前每日均有提供南水局經管課相關取水營運資料。<br>2.民國 99 年於高屏溪攔河堰附近設置之 3 口深水井並未完成設置(僅完成深度約 50m)，因此並未抽水營運。<br>3.海軍轉交給水公司營運之抽水井分佈位置約位於高屏溪攔河堰上游附近(以地圖指示)。<br>4.所須資料將進行彙整簽核後提供給達西公司。 | |

# 取水單位訪談紀錄表

| 日期:100.06.01 | 取水單位：自來水公司南區工程處 |
|---|---|
| 資料蒐集類型:1.高雄地區未來預新設地下水及伏流水執行相關計畫 2. 竹仔寮及翁公園鑽探平面位置圖 3.翁公園舊伏流管相關資料。4.其他相關資料。 | |
| 訪談重點記錄 | |
| 1.竹寮及翁公園增設伏流水工程目前甫進行鑽探調查工作，預計於 100 年 6 月中開始施作，施作期間 120 天，鑽探報告(初稿)最快必須等到 10 月份。<br>2.竹寮及翁公園增設伏流水工程初步規劃集水管採用 1200mm 之 V 型繞線式集水管，伸出方向及長度尚未完成確定，此兩處工程尚未完成確定實施。<br>3.翁公園伏流水舊管為民國 84 年設置，數年後陸續斷裂，目前已無使用。<br>4.翁公園伏流水舊管當初一段距離即設置 1 處與河床聯通之人孔，以利人員進入維修，而人孔於颱洪期遭受毀損，導致砂土進入集水渠內造成集水效果降低及阻塞，此為可能為當初伏流管毀損之原因之一。<br>5.深水井之增設一般為水公司第七管理處承辦。<br>6.希望達西工程顧問公司能提供更多工程可行性以及維護方式之資料，以利水公司參考。 | |

# 取水單位訪談紀錄表

| 日期:100.06.08 | 取水單位：高雄水利會 |
|---|---|
| 資料蒐集類型:1.獅子頭圳、龜山圳、曹公圳近年月取水量 2.曹公圳相關資料。<br>3.其他相關資料。 | |
| 訪談重點記錄 | |
| 1.枯水期，自來水公司九曲堂取水站啟動時，曹公圳之水位下降幅度達 50 公分以上，將造成抽水馬達無足夠水量可取。<br>2.無地下水位監測資料。<br>3.高雄水利會於大樹附近無抽水井，僅旗山溪附近有。<br>4.曹公圳固床工 EL 13.5m，臨時攔水壩往上堆土堤 70 公分，因此，臨時攔水壩之頂高程為 EL 14.2m。<br>5.曹公圳每年 11 月及 12 月不取水，原因:灌溉期已過以及配合設施歲修。獅子頭圳及龜山圳之維修每年並無固定期程，欲維修時採臨時公告通知。<br>6..龜山圳每年 1~5 月配合耕期不取水。<br>7.各圳取水量之統計以「期」為單位，因此約半年始進行該期取水量之統計。 | |

# 取水單位訪談紀錄表

| 日期:100.06.03 | 取水單位：屏東水利會 |
| --- | --- |
| 資料蒐集類型:1.萬丹抽水站平面配置圖 2.里港、九如地區抽水井分佈圖及相關地質資料 3.萬丹抽水站近年月取水量。4 其他相關資料。 | |
| 訪談重點記錄 | |
| 1.除抽水站以外之抽水井分佈於各地區，抽水井之抽水僅提供該鄰近農地灌溉使用，並未送至萬丹或其他抽水站，因此抽水井之抽水量不易估算。<br>2.里港、九如地區之抽水井大約有 114 支左右，井徑大多為 10 英吋，設置深度大約分為淺井(深度為地表下 15M 左右)、中井(深度為地表下 36M 左右)、深井(深度為地表下 70M 左右)。<br>3. 10 英吋抽水井之抽水量大約為 250~300GPM(1363~1635 噸/日)。<br>4.所需相關資料整理後再提供給達西公司。 | |

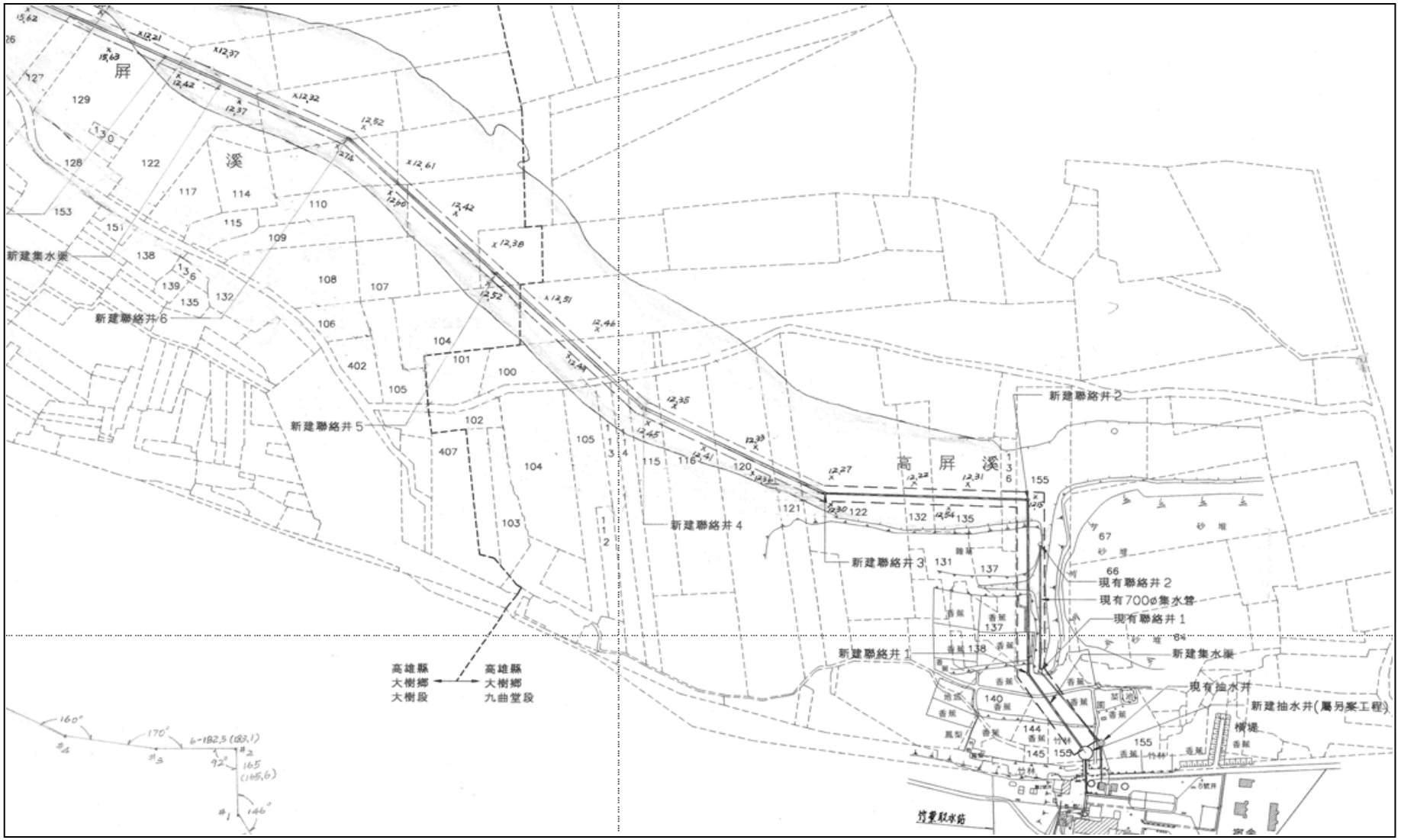
# 取水單位訪談紀錄表

| 日期:100.06.02 | 取水單位：中油公司總廠 |
|---|---|
| 所須蒐集資料類型:1.大寮水源站水井分佈圖 2.取水量 3.地質柱狀圖 4.其他相關資料。 | |
| 訪談重點記錄 | |
| 1.本抽水站目前總共設置 19 口抽水井，其中 9 口位於抽水站內，10 口位於抽水站外，大致設置深度為 120~130m。<br>2.本站豐水期之地下水位約為地表下 18m，枯水期約位於地表下 22m<br>3.抽水井皆於民國 80 年以前設置，民國 80 年以後即無再設置抽水井。<br>4.本站於早期曾設置 1 支伏流管，為直徑 1m 寬之混擬土管， 當時水路靠近本站，集水管深出長度約 100m，埋深僅為 1m 左右，之後因水路改到左岸即取不到水，早期已廢棄不用。<br>5.本站之輸水管線大約為 17km 左右。<br>6.輸水管線總共有 3 條，其中 1 條為 RC 混擬土管(日據時代設置)，2 條為鑄鐵管，管直徑均為 80CM 左右，採用重力流之方式輸送到廠內。 | |

# 取水單位訪談紀錄表

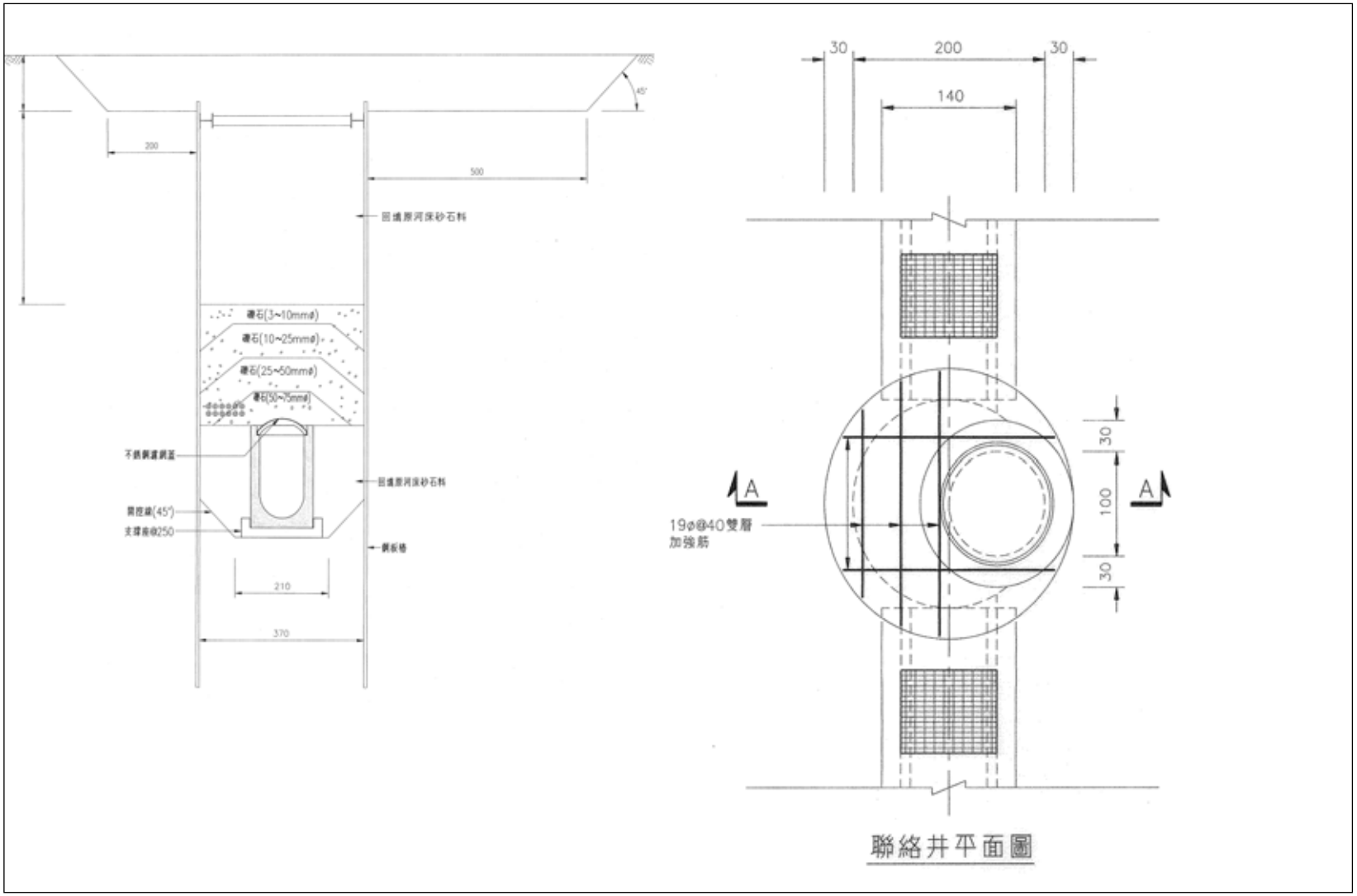
| | |
|---|---|
| 日期:100.06.03 | 取水單位：台塑公司仁武廠 |
| 所須蒐集資料類型:1.深水井分佈及相關管線資料 2.抽水量 3.地質資料。4.其他相關資料。 | |
| 訪談重點記錄 | |
| 1.台塑公司仁武廠設置於大樹鄉之抽水井總共有 13 口，其中有 11 口較接近高屏溪沿岸。<br>2.抽水井大都為民國 63~64 年鑿設，大致深度為地表下 150M 左右。<br>3.地下水位量測僅至民國 84 年，之後即無地下水位量測工作。<br>4.目前抽水量約為 3~3.5 萬噸/日。<br>5.輸水管管徑前段 800mm~後段 700mm*1 條，總長約 14 公里。 | |

# 附錄六　高屏溪沿岸各伏流水取水站相關圖面



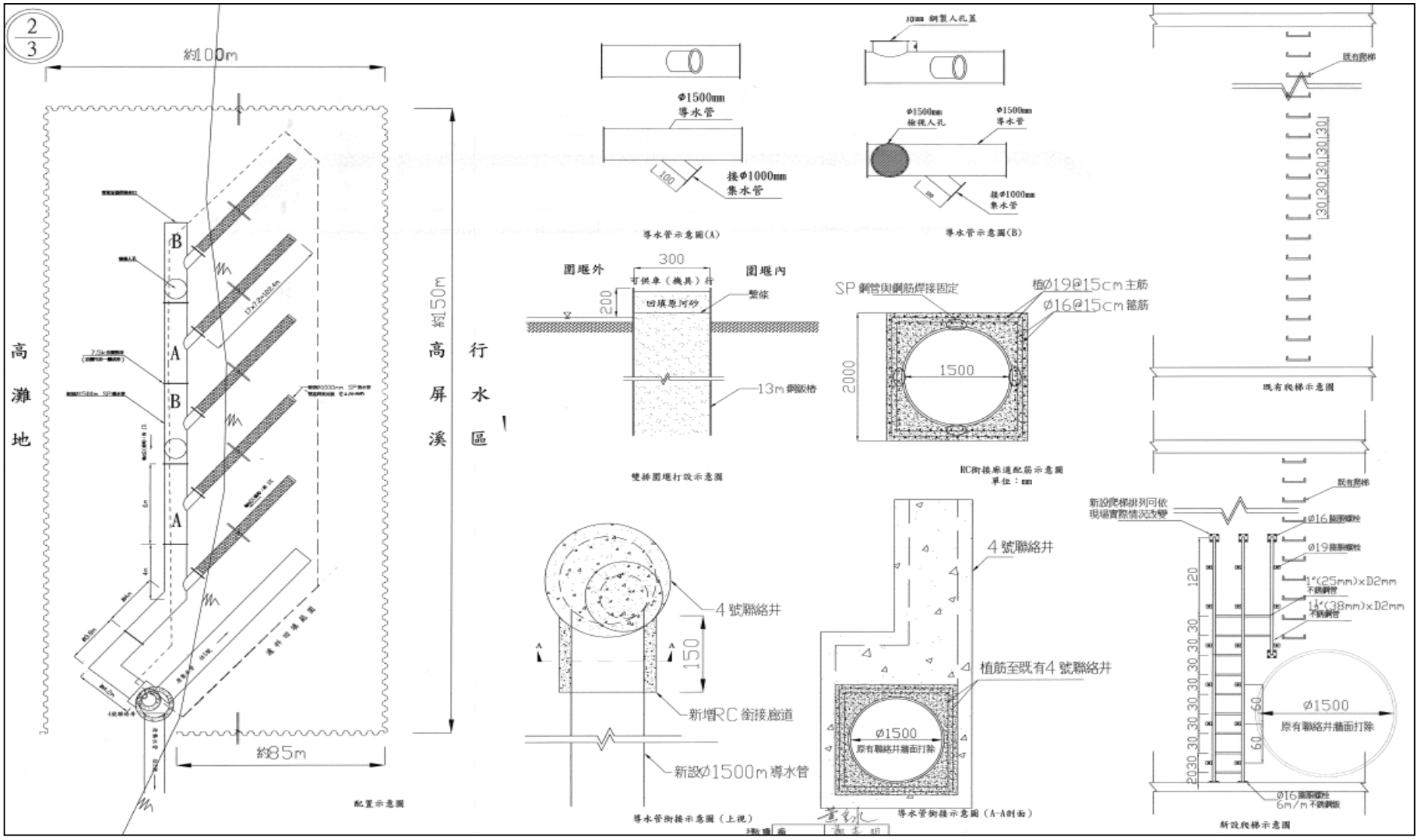

資料來源:自來水公司　備註:僅提供參考。

# 竹寮取水站-伏流水設施平面配置圖



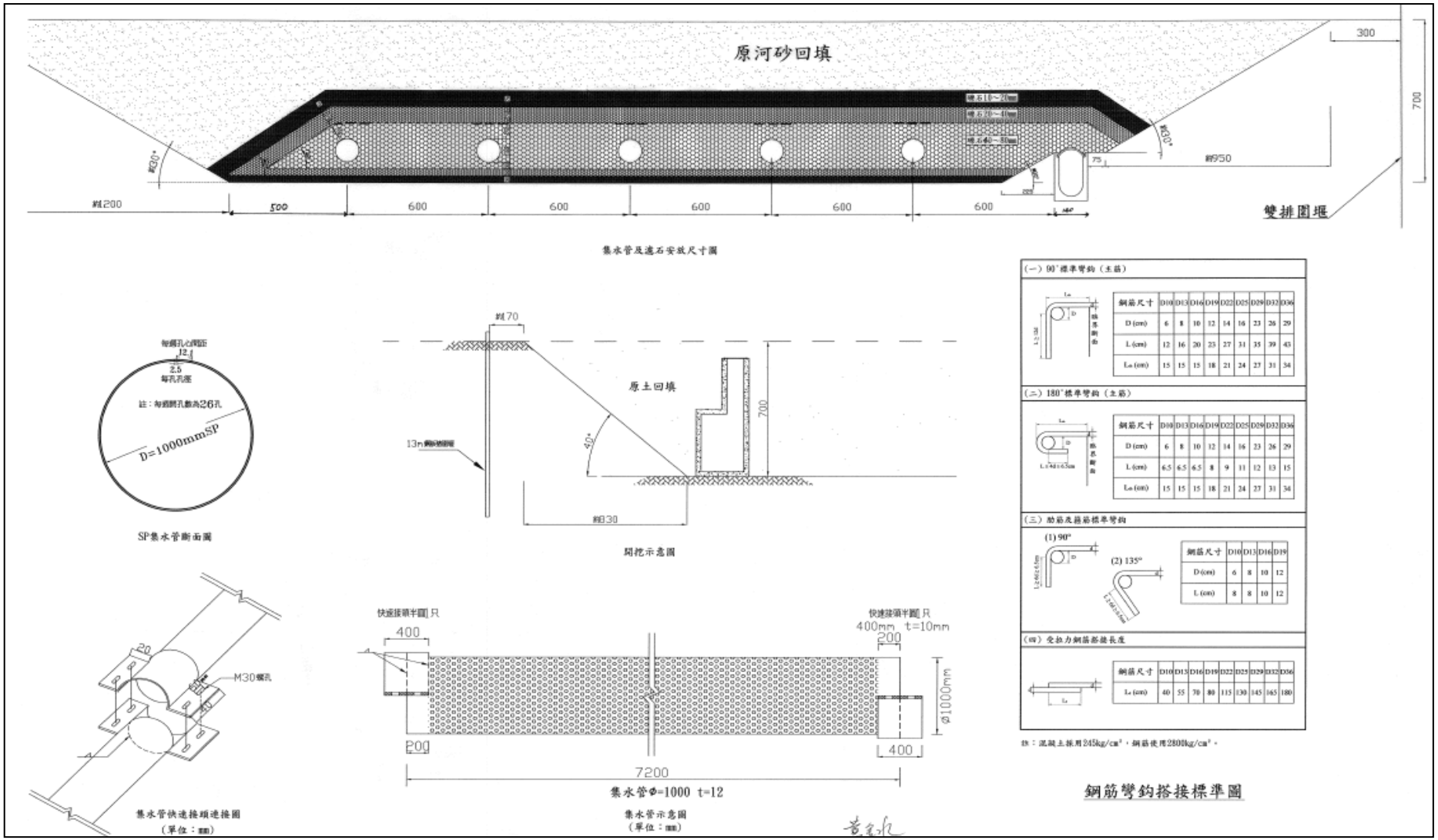

資料來源:自來水公司　備註:僅提供參考。

# 竹寮取水站-伏流水集水渠剖面及聯絡井平面示意圖



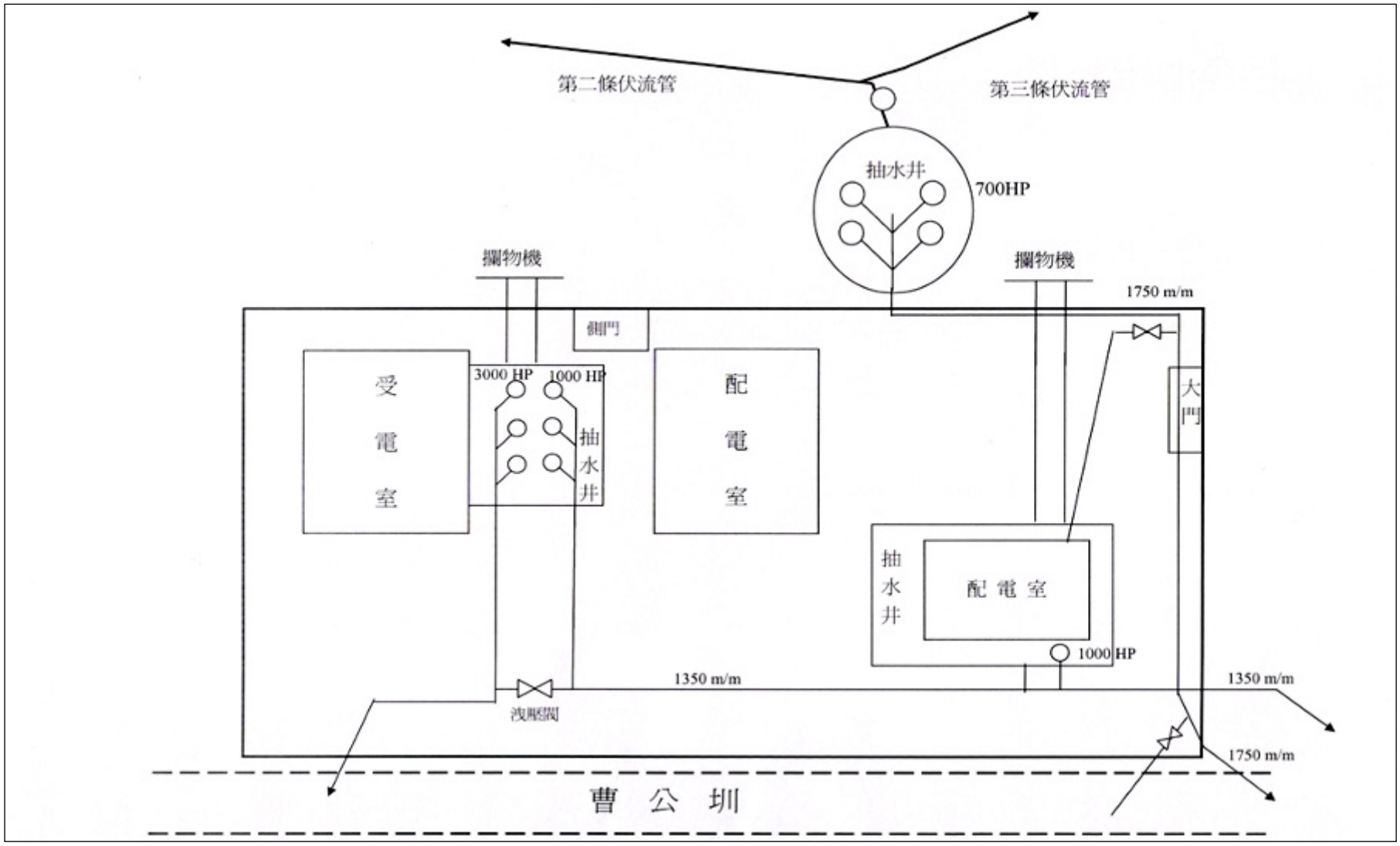

資料來源:自來水公司　備註:僅提供參考。

# 竹寮取水站-新設伏流水集水管路線及設計圖



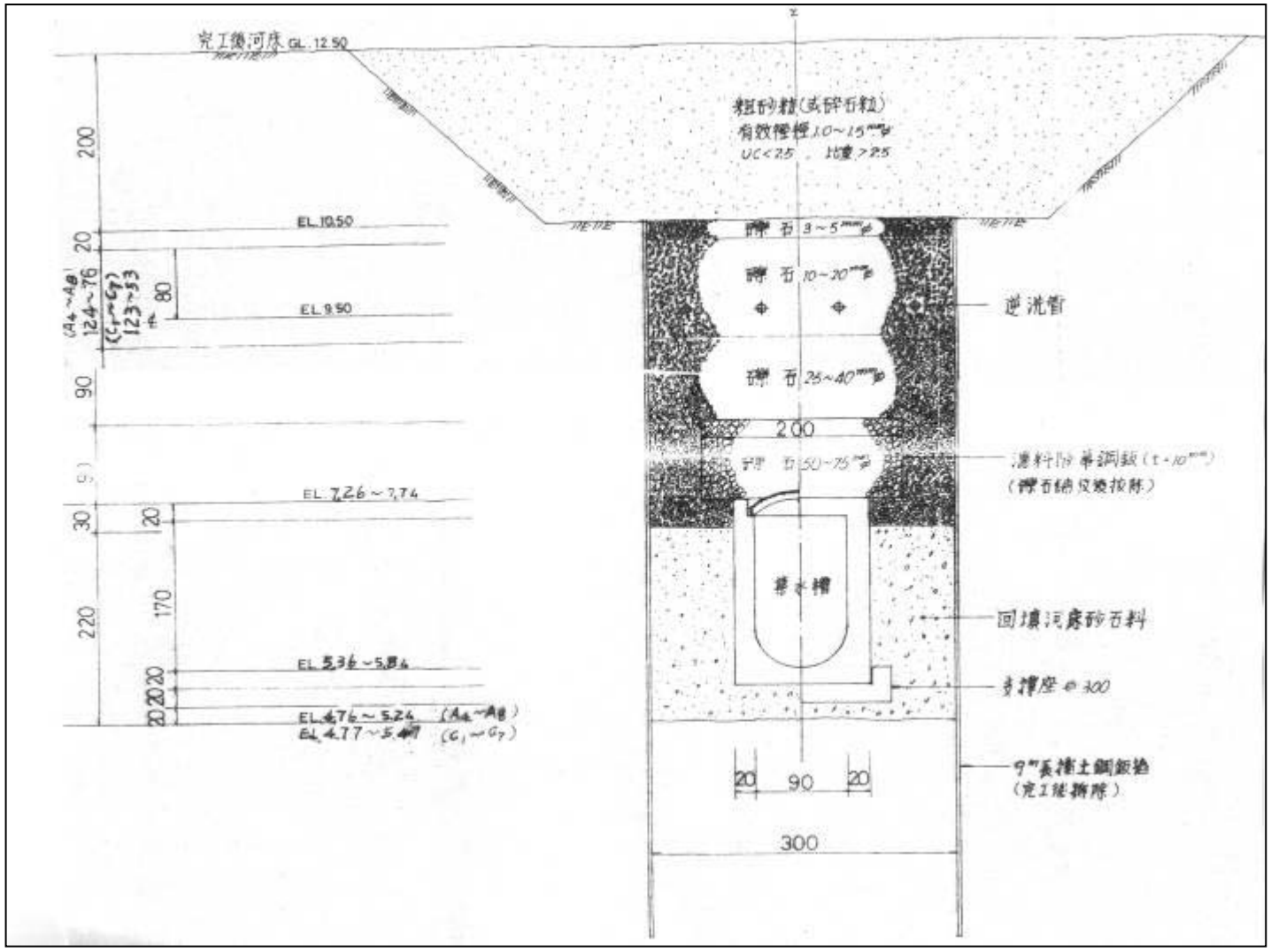

資料來源:自來水公司　備註:僅提供參考。

# 竹寮取水站-新設伏流水集水管埋設示意圖



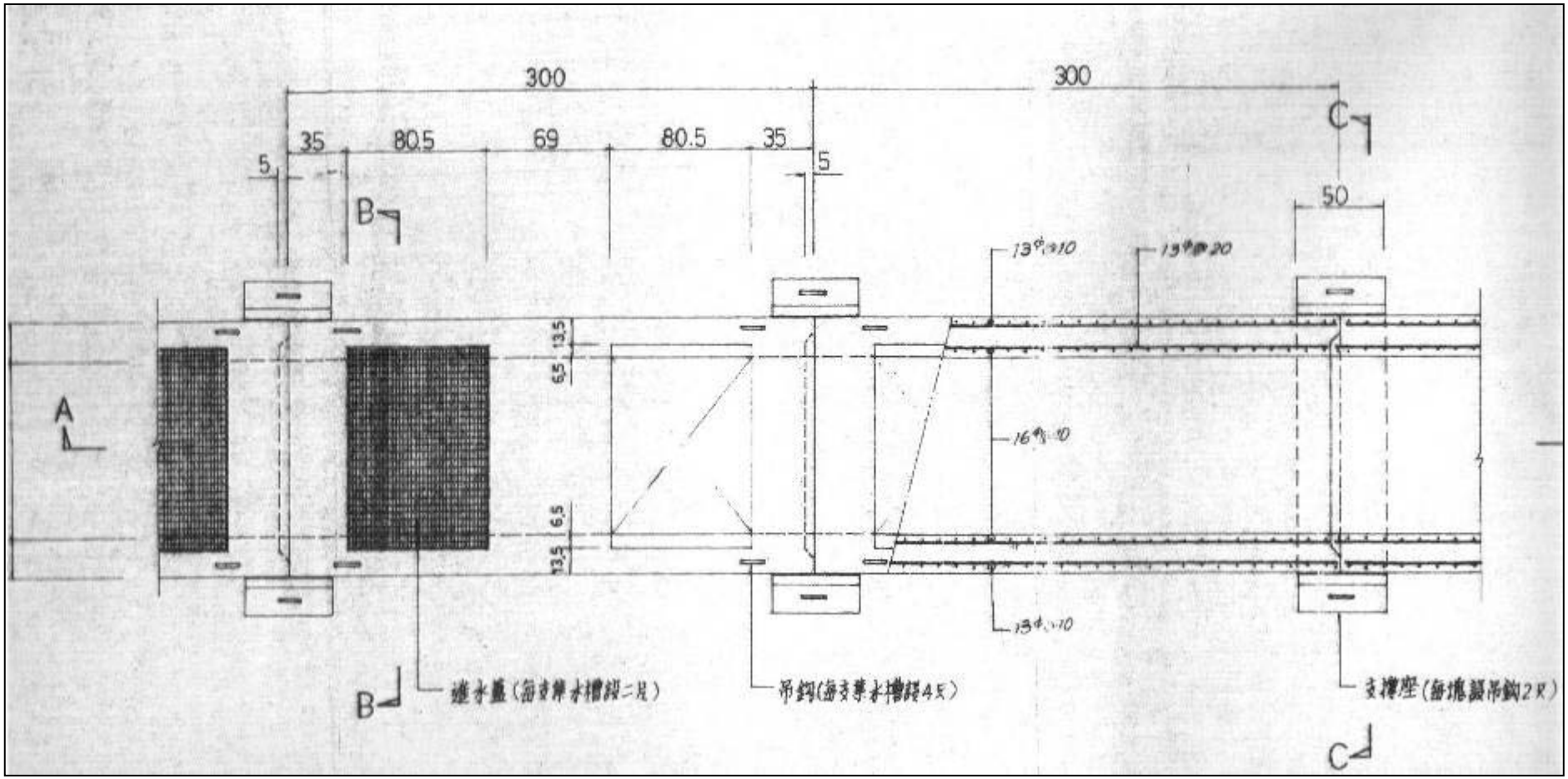

資料來源:自來水公司　備註:僅提供參考。

# 九曲堂取水站-伏流水集水管路線圖



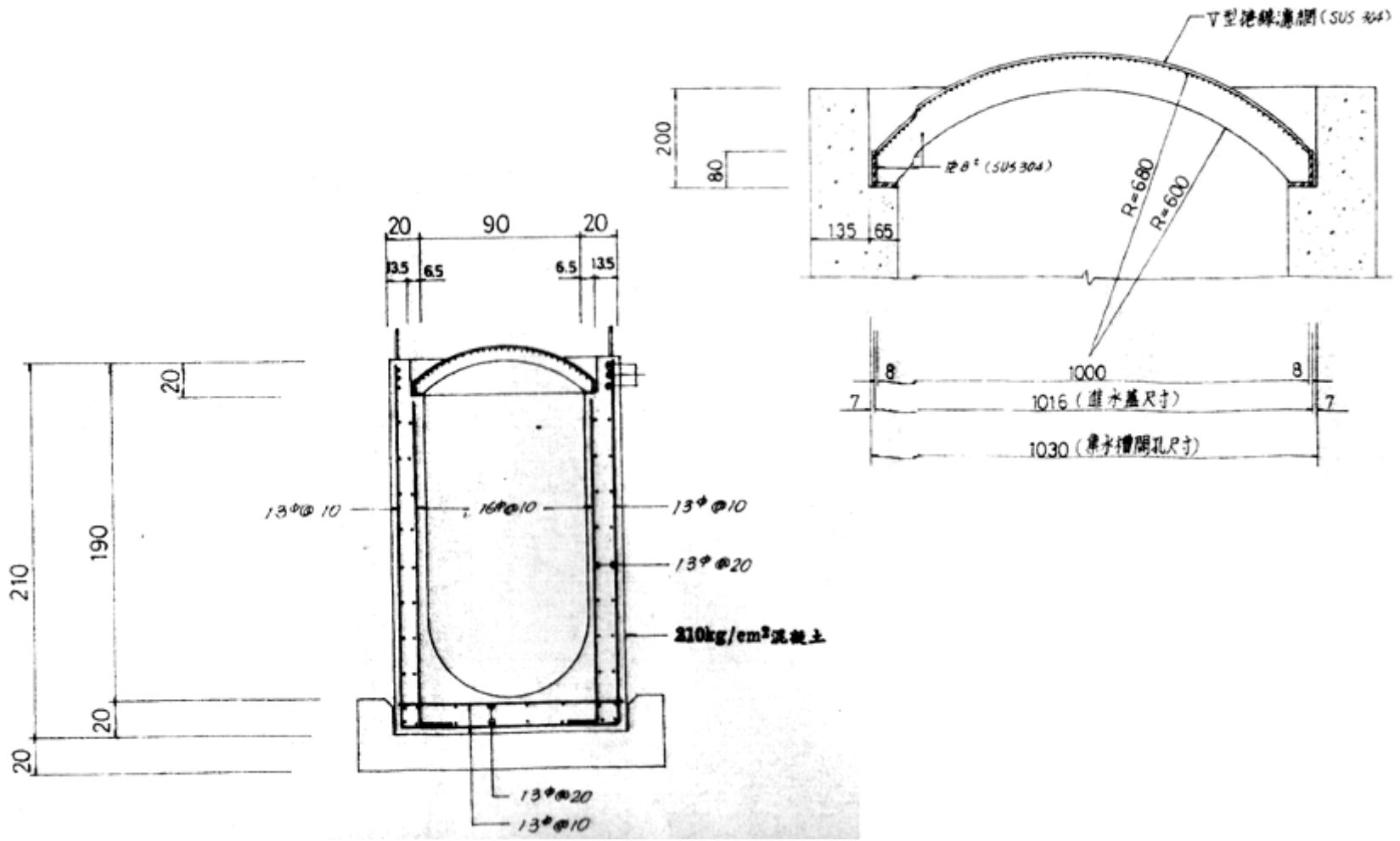

資料來源:自來水公司　備註:僅提供參考。

# 九曲堂取水站-伏流水集水槽埋深示意圖



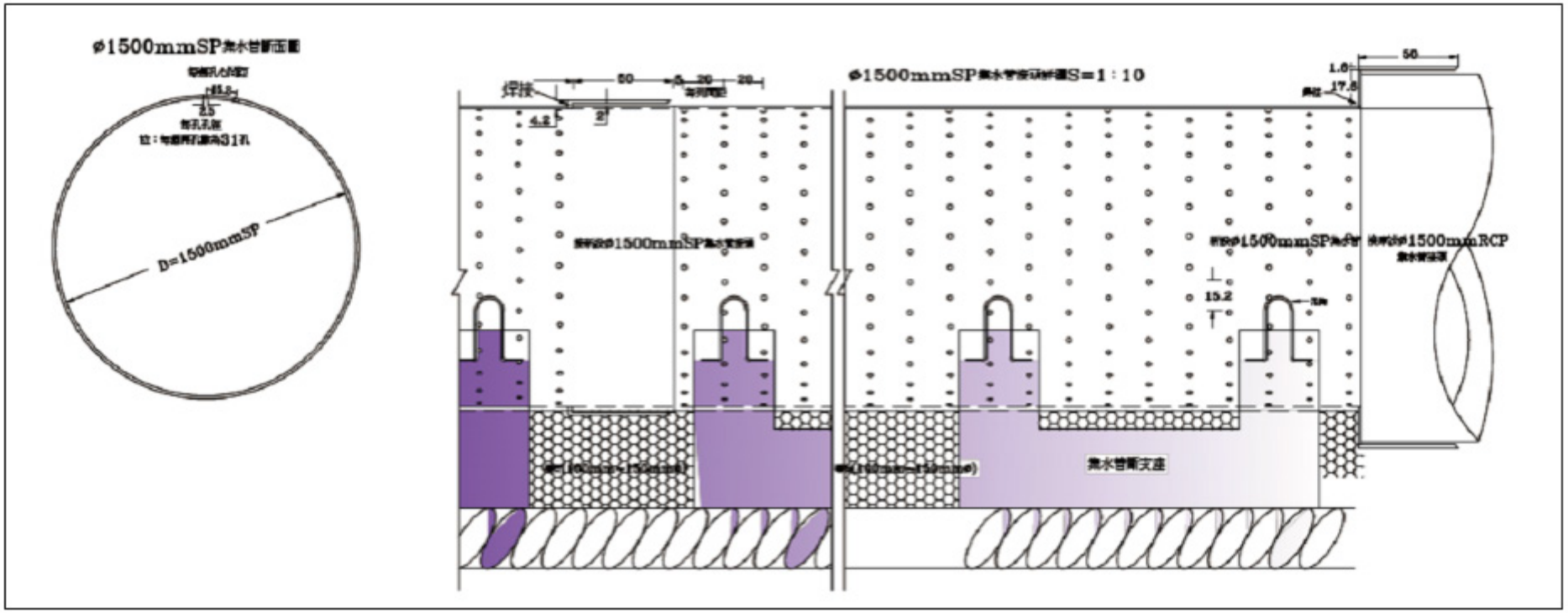

資料來源:自來水公司　備註:僅提供參考。

九曲堂取水站-伏流水集水槽平面圖



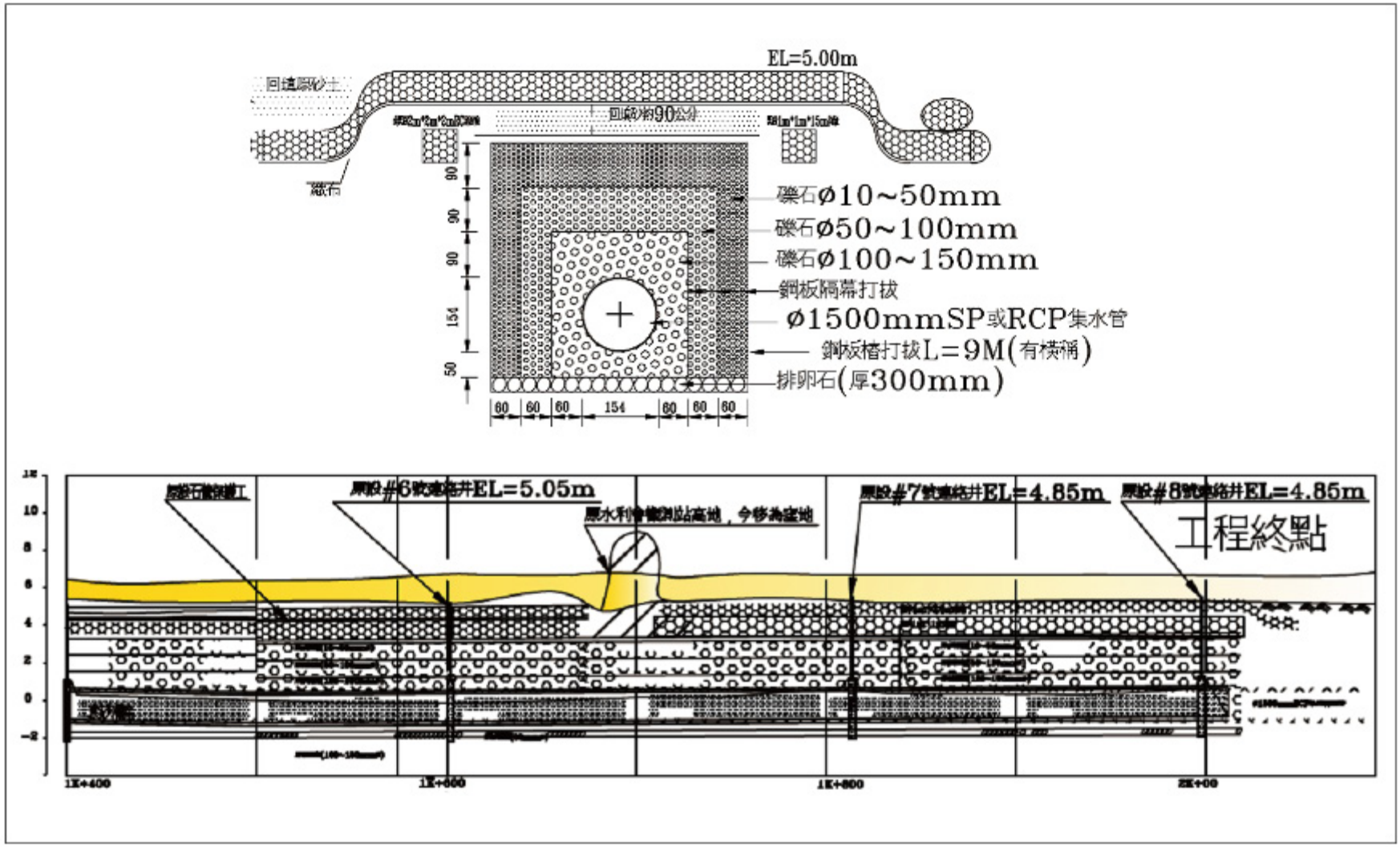

資料來源:自來水公司　備註:僅提供參考。

# 九曲堂取水站-伏流水集水槽及進水蓋板剖面圖




資料來源:自來水公司　備註:僅提供參考。

會結取水站-伏流水集水管施作示意圖




資料來源:自來水公司　備註:僅提供參考。

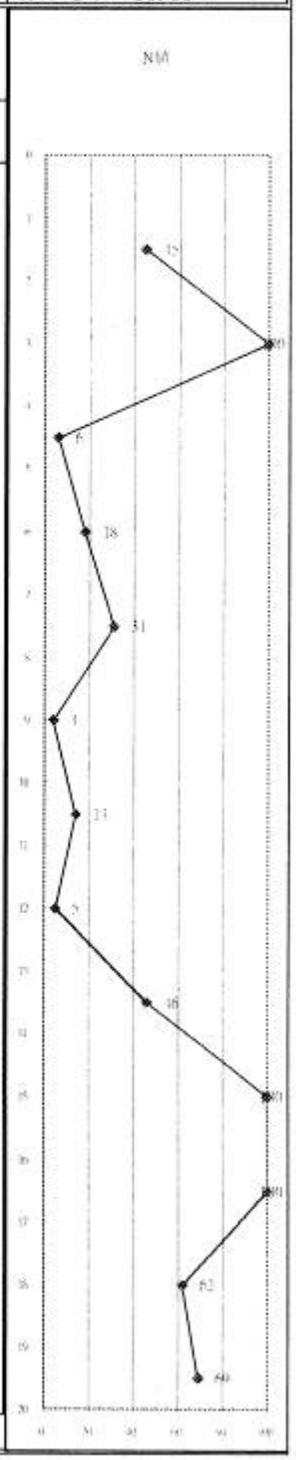
會結取水站-伏流水集水管埋設示意圖

# 附錄七　地質鑽探及一般物理性試驗報告

| 辰聖工程股份有限公司 | 工程名稱：高屏溪伏流水及傍河取水先期調查試驗－地質鑽探工作 |
|---|---|

| | | | |
|---|---|---|---|
| 工程地點：高屏溪興田地區 | 施工日期：2011/10/23 | 完工日期：2011/10/27 | 孔　　號：BH-01 |
| 井頂高程：28.189 | 施工方法：全取樣施鑽 | 傾　　角：90° | 領　　班：許添喜 |
| 地下水位：4.68m | 縱(N)座標 2515729.198 | 橫(E)座標 193577.963 | 鑽孔總深：30.00 m |

| 深度 m | 裝設儀器 | 取樣率 % | RQD % | 土樣編號 | 柱狀圖 | 土層描述 | N值 15 cm | 15 cm | 15 cm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | | 0 | | | 0m ~ 7.50m<br>灰色卵礫石夾粗細砂 | | | |
| 2 | | 100 | 0 | S-1-2 | | | 9 | 19 | 26 |
| 3 | | 100 | 0 | S-2-0 | | | 15/100 | | |
| 4 | | | 30 | | | | | | |
| 5 | | 90 | 10 | S-3-2 | | | 3 | 3 | 3 |
| 6 | | 98 | 30 | S-4-2 | | | 3 | 6 | 12 |
| 7 | | | 0 | | | | | | |
| 8 | | 100 | 40 | S-5-2 | | | 10 | 12 | 19 |
| 9 | | 99 | 0 | S-6-2 | | 7.50m ~ 12.20m<br>褐灰色黏土互層粗中細砂夾礫石 | 1 | 2 | 2 |
| 10 | | | 90 | | | | | | |
| 11 | | 98 | 50 | S-7-1 | | | 13 | 10 | 4 |
| 12 | | 98 | 50 | S-8-2 | | | 2 | 2 | 3 |
| 13 | | | 80 | | | 12.20m ~ 30.00m<br>棕灰色卵礫石夾粗中細砂 | | | |
| 14 | | 100 | 0 | S-9-1 | | | 15 | 20 | 26 |
| 15 | | 100 | 10 | S-10-0 | | | 13/100 | | |
| 16 | | | 30 | | | | | | |
| 17 | | 99 | 30 | S-11-0 | | | 10/100 | | |
| 18 | | 98 | 40 | S-12-2 | | | 20 | 26 | 36 |
| 19 | | | 90 | | | | | | |
| 20 | | 100 | 30 | S-13-2 | | | 19 | 30 | 39 |

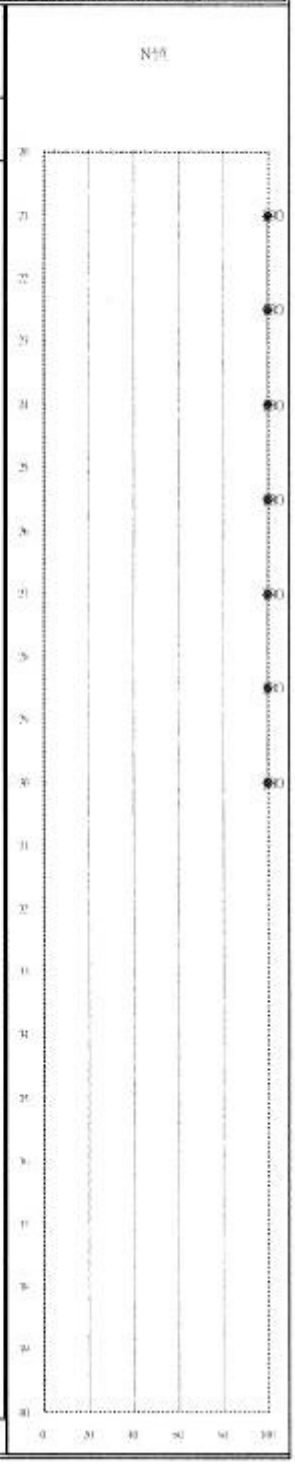


| 辰聖工程有限公司 | 工程名稱：高屏溪伏流水及傍河取水先期調查試驗－地質鑽探工作 |
|---|---|

# 鑽　孔　柱　狀　圖

| | | | |
|---|---|---|---|
| 工程地點：　高屏溪興田地區 | 施工日期：2011/10/23 | 完工日期：2011/10/27 | 孔　　號：BH-01 |
| 井頂高程：28.189 | 施工方法：全取樣鑽鑽 | 傾　　角：90° | 領　　班：許添喜 |
| 地下水位：4.68m | 縱(N)座標　2515729.198 | 橫(E)座標　193577.963 | 鑽孔總深：30.00 m |

| 深度 m | 裝設儀器 | 取樣率 % | RQD % | 土樣編號 | 柱狀圖 | 土層描述 | N值 15 cm | 15 cm | 15 cm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 21 | | 98 | 60 | S-14-0 | | | 10/100 | | |
| 22 | | | 50 | | | | | | |
| | | 99 | | S-15-0 | | | 12/100 | | |
| 23 | | | 60 | | | | | | |
| 24 | | 100 | 10 | S-16-0 | | | 10/100 | | |
| 25 | | | 20 | | | | | | |
| | | 100 | | S-17-0 | | | 14/100 | | |
| 26 | | | 40 | | | | | | |
| | | | | | | 12.20m ～ 30.00m | | | |
| 27 | | 99 | 10 | S-18-0 | | 棕灰色卵礫石夾粗中細砂 | 10/100 | | |
| 28 | | | 60 | | | | | | |
| | | 98 | | S-19-0 | | | 13/100 | | |
| 29 | | | 30 | | | | | | |
| 30 | | 99 | 100 | S-20-0 | | | 10/100 | | |

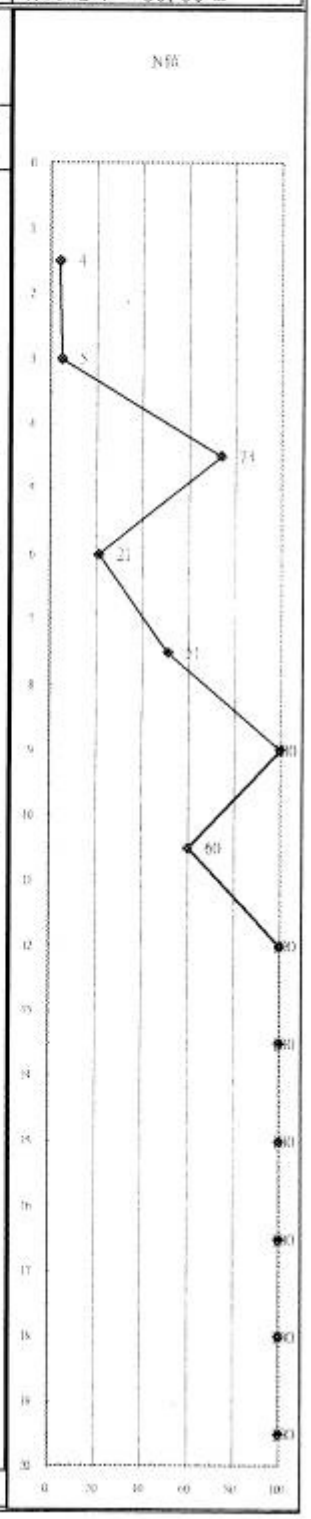


| 辰聖工程股份有限公司 | 工程名稱：高屏溪伏流水及傍河取水先期調查試驗－地質鑽探工作 |
|---|---|

# 鑽　孔　柱　狀　圖

| | | | |
|---|---|---|---|
| 工程地點：高屏溪興田地區 | 施工日期：100/10/19 | 完工日期：100/10/23 | 孔　　號：BH-2 |
| 井頂高程：26.657 | 施工方法：全取樣施鑽 | 傾　　角：90° | 領　　班：許添喜 |
| 地下水位：3.50m | 縱(N)座標　2515750.824 | 橫(E)座標　193671.457 | 鑽孔總深：30.00 m |

| 深度 m | 裝設儀器 | 取樣率 % | RQD % | 土樣編號 | 柱狀圖 | 土層描述 | N值 15 cm | N值 15 cm | N值 15 cm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | 99 | 60 | S-1-2 | | 0m ～ 2.30m<br>灰色細砂 | 1 | 2 | 2 |
| 2 | | | 20 | | | | | | |
| 3 | | 98 | 30 | S-2-2 | | 2.30m ～ 3.20m<br>青灰色黏質細砂 | 2 | 2 | 3 |
| 4 | | | 30 | | | 3.20m ～ 3.80m<br>棕灰色黏土 | | | |
| 5 | | 100 | 20 | S-3-2 | | | 40 | 46 | 28 |
| 6 | | 99 | 10 | S-4-2 | | 3.80m ～ 7.50m<br>灰色粗中細砂夾卵礫石 | 7 | 9 | 12 |
| 7 | | | 60 | | | | | | |
| 8 | | 99 | 50 | S-5-2 | | | 10 | 22 | 27 |
| 9 | | 100 | 30 | S-6-1 | | 7.50m ～ 11.00m<br>青灰色粗中細砂夾礫石 | 25 | 10/100 | |
| 10 | | | 50 | | | | | | |
| 11 | | 98 | 10 | S-7-2 | | | 19 | 25 | 35 |
| 12 | | 98 | 40 | S-8-0 | | 11.00m ～ 30.00m<br>棕黃灰色卵礫石夾粗中細砂 | 15/100 | | |
| 13 | | | 30 | | | | | | |
| 14 | | 100 | 20 | S-9-0 | | | 13/100 | | |
| 15 | | 99 | 0 | S-10-2 | | | 10/100 | | |
| 16 | | | 10 | | | | | | |
| 17 | | 98 | 40 | S-11-0 | | | 10/100 | | |
| 18 | | 100 | 30 | S-12-1 | | | 26 | 10/100 | |
| 19 | | | 70 | | | | | | |
| 20 | | 99 | 50 | S-13-0 | | | 15/100 | | |

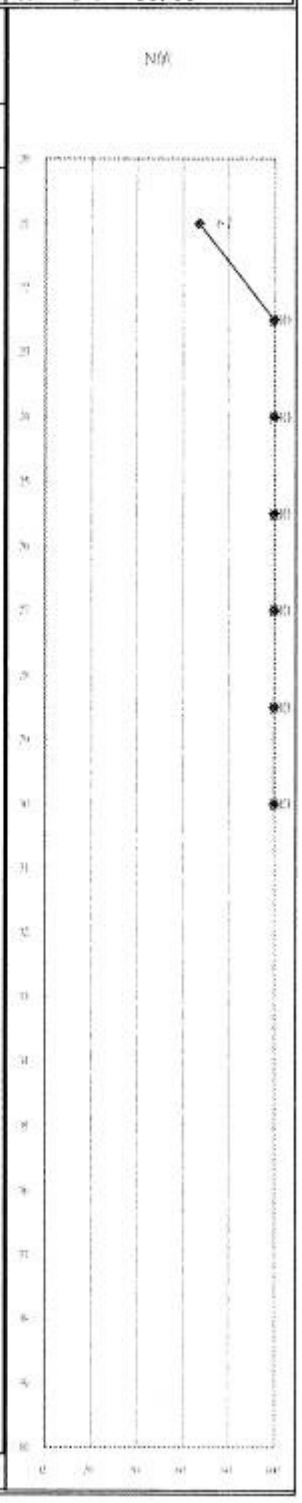


| 辰聖工程股份有限公司 | 工程名稱：高屏溪伏流水及傍河取水先期調查試驗－地質鑽探工作 |
|---|---|

# 鑽　孔　柱　狀　圖

| | | | |
|---|---|---|---|
| 工程地點：高屏溪興田地區 | 施工日期：100/10/19 | 完工日期：100/10/23 | 孔　　號：BH-2 |
| 井頂高程：26.657 | 施工方法：全取樣施鑽 | 傾　　角：90° | 領　　班：許添喜 |
| 地下水位：3.50m | 縱(N)座標 2515750.824 | 橫(E)座標 193671.457 | 鑽孔總深：30.00 m |

| 深度 m | 裝設儀器 | 取樣率 % | RQD % | 土樣編號 | 柱狀圖 | 土層描述 | N值 15 cm | 15 cm | 15 cm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 21 | | 99 | 50 | S-14-2 | | | 19 | 29 | 38 |
| 22 | | | 50 | | | | | | |
| | | 99 | | S-15-0 | | | 13/100 | | |
| 23 | | | 60 | | | | | | |
| 24 | | 99 | 30 | S-16-0 | | | 14/100 | | |
| 25 | | | 60 | | | | | | |
| | | 98 | | S-17-0 | | | 5/100 | | |
| 26 | | | 30 | | | | | | |
| | | | | | | 11.00m ~ 30.00m | | | |
| 27 | | 90 | 50 | S-18-2 | | 棕黃灰色卵礫石夾粗中細砂 | 13/100 | | |
| 28 | | | 60 | | | | | | |
| | | 99 | | S-19-0 | | | 11/100 | | |
| 29 | | | 30 | | | | | | |
| 30 | | 98 | 0 | S-29-0 | | | 7/100 | | |

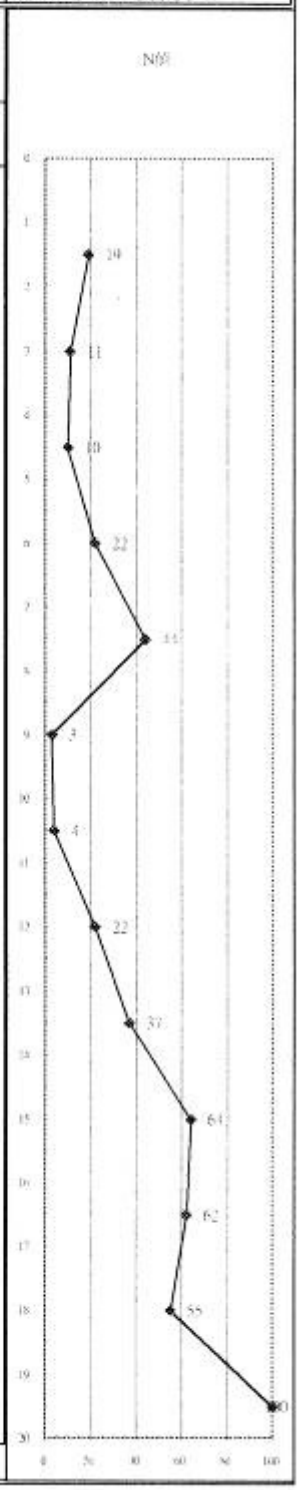


| 辰聖工程股份有限公司 | 工程名稱：高屏溪伏流水及傍河取水先期調查試驗－地質鑽探工作 |
|---|---|

# 鑽　孔　柱　狀　圖

| | | | |
|---|---|---|---|
| 工程地點：高屏溪興田地區 | 施工日期：100/10/14 | 完工日期：100/10/19 | 孔　　號：BH-3 |
| 井頂高程：27.639 | 施工方法：全取樣施鑽 | 傾　　角：90° | 領　　班：許添喜 |
| 地下水位：4.24m | 縱(N)座標　2515647.926 | 橫(E)座標　193603.687 | 鑽孔總深：30.00 m |

| 深度 m | 裝設儀器 | 取樣率 % | RQD % | 土樣編號 | 柱狀圖 | 土層描述 | N值 15 cm | 15 cm | 15 cm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | | 20 | | | 0m ~ 2.30m<br>回填 | | | |
| 2 | | 99 | 20 | S-1-2 | | | 4 | 7 | 12 |
| 3 | | 98 | 40 | S-2-2 | | 2.30m ~ 4.90m<br>灰色粗中細砂 | 3 | 4 | 7 |
| 4 | | | 20 | | | | | | |
| 5 | | 99 | 50 | S-3-2 | | | 1 | 3 | 7 |
| 6 | | 100 | 50 | S-4-2 | | 4.90m ~ 5.70m<br>褐灰色黏土 | 1 | 7 | 15 |
| 7 | | | 0 | | | | | | |
| 8 | | 100 | 0 | S-5-2 | | 5.70m ~ 8.65m<br>灰色粗中細砂夾卵礫石 | 12 | 25 | 29 |
| 9 | | 100 | 0 | S-6-2 | | | 1 | 1 | 2 |
| 10 | | | 90 | | | 8.65m ~ 9.70m<br>褐灰色黏土 | | | |
| 11 | | 99 | 50 | S-7-2 | | 9.70m ~ 10.20m<br>灰色細砂 | 1 | 2 | 2 |
| 12 | | 98 | 30 | S-8-2 | | 10.20m ~ 11.50m<br>灰褐色黏土 | 18 | 12 | 10 |
| 13 | | | 80 | | | 11.50m ~ 12.10m<br>灰色砂礫層 | | | |
| 14 | | 99 | 0 | S-9-2 | | 12.10m ~ 13.00m<br>灰色粗中細砂夾卵礫石 | 18 | 20 | 17 |
| 15 | | 98 | 0 | S-10-2 | | | 21 | 29 | 35 |
| 16 | | | 0 | | | | | | |
| 17 | | 99 | 30 | S-11-1 | | | 15 | 29 | 23 |
| 18 | | 98 | 40 | S-12-1 | | | 20 | 17 | 38 |
| 19 | | | 40 | | | | | | |
| 20 | | 99 | 20 | S-13-0 | | | 15/100 | | |



| 辰聖工程股份有限公司 | 工程名稱：高屏溪伏流水及傍河取水先期調查試驗—地質鑽探工作 |
|---|---|

# 鑽　孔　柱　狀　圖

| | | | |
|---|---|---|---|
| 工程地點：高屏溪興田地區 | 施工日期：100/10/14 | 完工日期：100/10/19 | 孔　　號：BH-3 |
| 井頂高程：27.639 | 施工方法：全取樣施鑽 | 傾　　角：90° | 領　　班：許添喜 |
| 地下水位：4.24m | 縱(N)座標 2515647.926 | 橫(E)座標 193603.687 | 鑽孔總深：30.00 m |

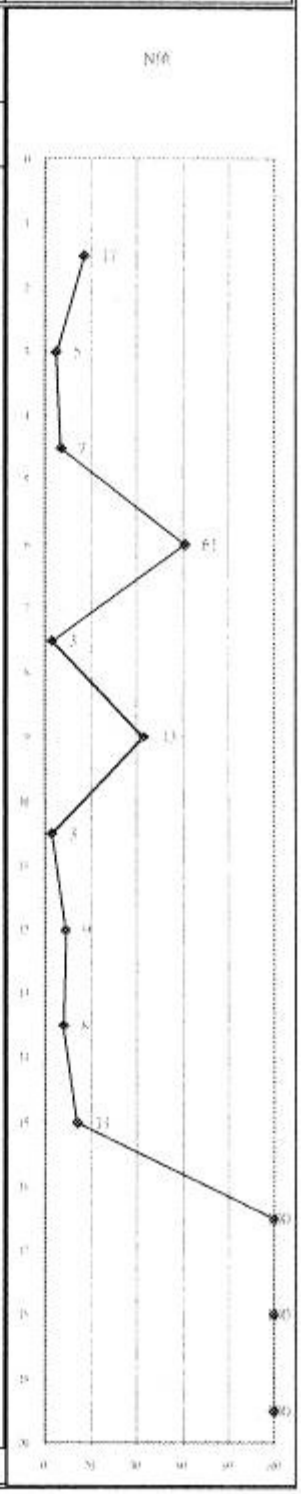
| 深度 m | 裝設儀器 | 取樣率 % | RQD % | 土樣編號 | 柱狀圖 | 土層描述 | N值 15 cm | 15 cm | 15 cm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 21 | | 98 | 80 | S-14-0 | | | 8/100 | | |
| 22 | | | 10 | | | | | | |
| 23 | | 99 | | S-15-0 | | | 7/100 | | |
| 24 | | 99 | 10 | S-16-0 | | | 15/100 | | |
| 25 | | | 0 | | | | | | |
| 26 | | 98 | 40 | S-17-0 | | | 15/100 | | |
| 27 | | 98 | 0 | S-18-0 | | 13.00m ~ 30.00m<br>棕黃灰色卵礫石夾粗中細砂互層 | 10/100 | | |
| 28 | | | 20 | | | | | | |
| 29 | | 99 | | S-19-0 | | | 15/100 | | |
| 30 | | 100 | 10 | S-20-0 | | | 10/100 | | |

| 辰聖工程股份有限公司 | 工程名稱：高屏溪伏流水及傍河取水先期調查試驗－地質鑽探工作 |
|---|---|

# 鑽　孔　柱　狀　圖

| | | | |
|---|---|---|---|
| 工程地點：高屏溪興田地區 | 施工日期：100/10/10 | 完工日期：100/10/14 | 孔　　號：BH-4 |
| 井頂高程：26.805 | 施工方法：全取樣施鑽 | 傾　　角：90° | 領　　班：許添喜 |
| 地下水位：3.47m | 縱(N)座標　2515601 | 橫(E)座標　193676 | 鑽孔總深：30.00 m |

| 深度 m | 裝設儀器 | 取樣率 % | RQD % | 土樣編號 | 柱狀圖 | 土層描述 | N值 15 cm | 15 cm | 15 cm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | | 50 | | | 0m ~ 2.20m<br>回填 | | | |
| 2 | | 100 | 30 | S-1-2 | | | 3 | 5 | 12 |
| 3 | | 00 | 50 | S-2-2 | | 2.20m ~ 4.60m<br>灰色細砂夾薄層黏土 | 2 | 2 | 3 |
| 4 | | | 60 | | | | | | |
| 5 | | 08 | 0 | S-3-2 | | | 2 | 3 | 4 |
| 6 | | 99 | 10 | S-4-2 | | 4.60m ~ 6.70m<br>棕黃色卵礫石夾粗中砂 | 30 | 28 | 33 |
| 7 | | | 20 | | | | | | |
| 8 | | 100 | 30 | S-5-2 | | 6.70m ~ 8.30m<br>灰色粉土 | 1 | 1 | 2 |
| 9 | | 100 | 40 | S-6-2 | | 8.30m ~ 9.70m<br>灰色粗中細砂夾礫石 | 15 | 18 | 25 |
| 10 | | | 80 | | | | | | |
| 11 | | 100 | 60 | S-7-2 | | 9.70m ~ 11.20m<br>灰色黏土細砂 | 1 | 1 | 2 |
| 12 | | 99 | 30 | S-8-2 | | 11.20m ~ 13.30m<br>灰色黏土 | 4 | 4 | 5 |
| 13 | | | 80 | | | | | | |
| 14 | | 100 | 30 | S-9-2 | | 13.30m ~ 15.50m<br>灰色粗中細砂夾礫石 | 1 | 3 | 5 |
| 15 | | 99 | 20 | S-10-2 | | | 5 | 6 | 8 |
| 16 | | | 60 | | | | | | |
| 17 | | 08 | 10 | S-11-2 | | 15.50m ~ 30.00m<br>棕灰色卵礫石夾粗中細砂 | 15/100 | | |
| 18 | | 99 | 30 | S-12-2 | | | 15/100 | | |
| 19 | | | 60 | | | | | | |
| 20 | | 100 | 30 | S-13-2 | | | 7/100 | | |

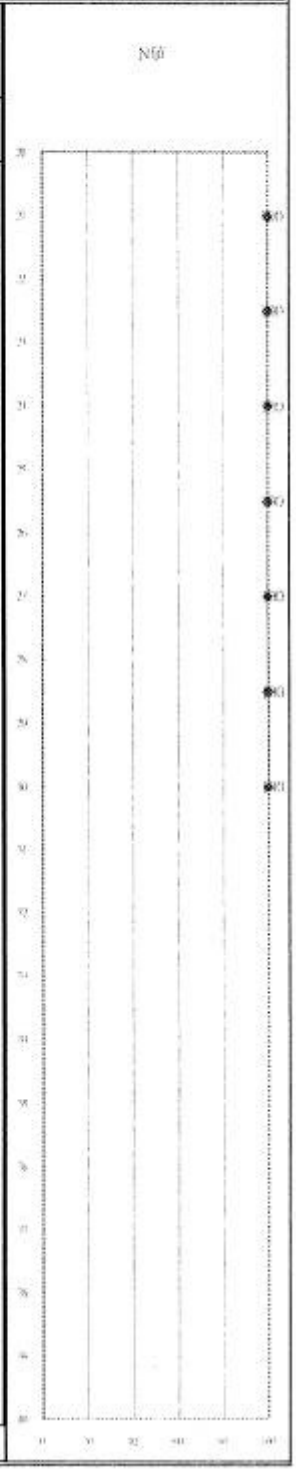


| 辰聖工程股份有限公司 | 工程名稱：高屏溪伏流水及傍河取水先期調查試驗－地質鑽探工作 |
|---|---|

# 鑽　孔　柱　狀　圖

| | | | |
|---|---|---|---|
| 工程地點：高屏溪糞田地區 | 施工日期：100/10/10 | 完工日期：100/10/14 | 孔　　號：BH-4 |
| 井頂高程：26.805 | 施工方法：全取樣施鑽 | 傾　　角：90° | 領　　班：許添喜 |
| 地下水位：3.47m | 縱(N)座標　2515601 | 橫(E)座標　193676 | 鑽孔總深：30.00 m |

| 深度 m | 裝設儀器 | 取樣率 % | RQD % | 土樣編號 | 柱狀圖 | 土層描述 | N值 15 CM | 15 CM | 15 CM |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 21 | | 90 | 50 | S-14 | | | 10/100 | | |
| 22 | | | 30 | | | | | | |
| 23 | | 98 | | S-15 | | | 8/100 | | |
| 24 | | 100 | 10 | S-16 | | | 10/100 | | |
| 25 | | | 60 | | | | | | |
| 26 | | 100 | | S-17 | | | 15/100 | | |
| 27 | | 100 | 20 | S-18 | | 15.50m ~ 30.00m<br>棕灰色卵礫石夾粗中細砂 | 7/100 | | |
| 28 | | | 0 | | | | | | |
| 29 | | 90 | 30 | S-19 | | | 15/100 | | |
| 30 | | 98 | 0 | S-20 | | | 8/100 | | |

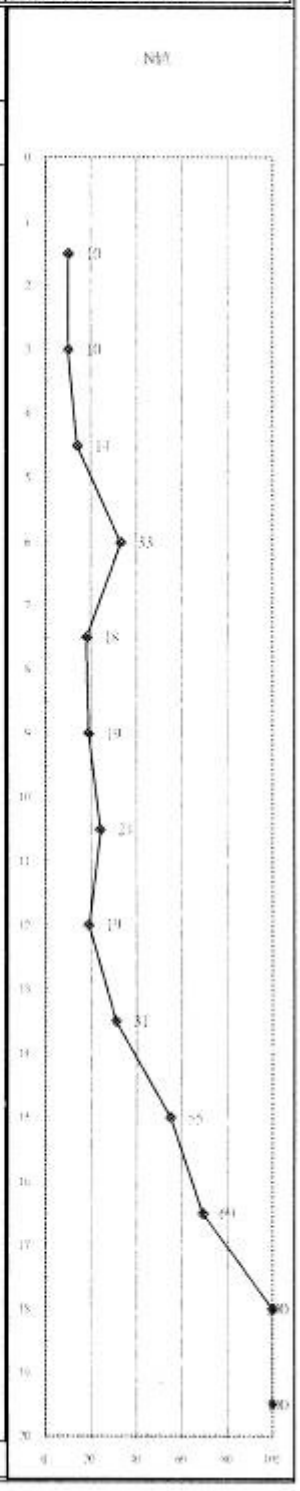


| 辰聖工程股份有限公司 | 工程名稱：高屏溪伏流水及傍河取水先期調查試驗－地質鑽探工作 |
|---|---|

# 鑽　孔　柱　狀　圖

| | | | |
|---|---|---|---|
| 工程地點：高屏溪興田地區 | 施工日期：100/09/30 | 完工日期：100/10/5 | 孔　　號：BH-5 |
| 井頂高程：27.583 | 施工方法：全取樣施鑽 | 傾　　角：90° | 領　　班：許添喜 |
| 地下水位：4.18m | 縱(N)座標 2515483.491 | 橫(E)座標 193593.336 | 鑽孔總深：30.00 m |

| 深度 m | 裝設儀器 | 取樣率 % | RQD % | 土樣編號 | 柱狀圖 | 土層描述 | N值 15 cm | 15 cm | 15 cm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | | 60 | | | 0m ~ 0.80m<br>回填 | | | |
| 2 | | 100 | 20 | S-1-2 | | 0.80m ~ 1.90m<br>灰色黏土 | 4 | 5 | 5 |
| 3 | | 90 | 20 | S-2-2 | | | 6 | 5 | 5 |
| 4 | | | 50 | | | | | | |
| 5 | | 100 | 40 | S-3-2 | | | 4 | 5 | 9 |
| 6 | | 100 | 50 | S-4-2 | | | 7 | 19 | 14 |
| 7 | | | 90 | | | | | | |
| 8 | | 90 | 50 | S-5-2 | | | 4 | 6 | 12 |
| 9 | | 98 | 50 | S-6-2 | | | 9 | 7 | 12 |
| 10 | | | 95 | | | | | | |
| 11 | | 90 | 30 | S-7-2 | | | 4 | 7 | 17 |
| 12 | | 100 | 40 | S-8-2 | | 1.90m ~ 13.45m<br>灰色粗中細砂夾礫石 | 6 | 7 | 12 |
| 13 | | | 90 | | | | | | |
| 14 | | 100 | 0 | S-9-2 | | 13.45m ~ 14.50m<br>灰色卵礫石夾粗中細砂 | 4 | 6 | 25 |
| 15 | | 100 | 0 | S-10-1 | | | 17 | 23 | 32 |
| 16 | | | 50 | | | | | | |
| 17 | | 90 | 30 | S-11-1 | | | 29 | 30 | 29 |
| 18 | | 90 | 30 | S-12-3 | | | 15/100 | | |
| 19 | | | 40 | | | | | | |
| 20 | | 98 | 40 | S-13-3 | | | 13/100 | | |

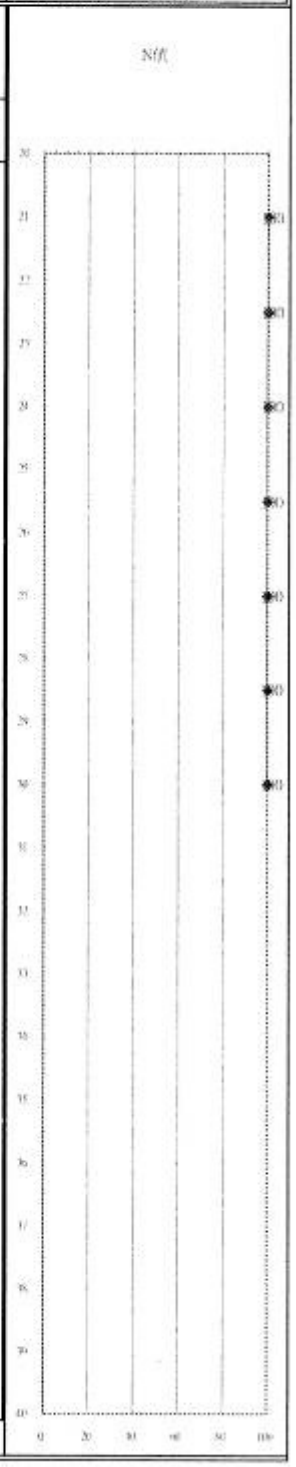


| 辰聖工程股份有限公司 | 工程名稱：高屏溪伏流水及傍河取水先期調查試驗－地質鑽探工作 |
|---|---|

# 鑽　孔　柱　狀　圖

| | | | |
|---|---|---|---|
| 工程地點：高屏溪興田地區 | 施工日期：100/09/30 | 完工日期：100/10/5 | 孔　　號：BH-5 |
| 井頂高程：27.583 | 施工方法：全取樣施鑽 | 傾　　角：90° | 領　　班：許添喜 |
| 地下水位：4.18m | 縱(N)座標 2515483.491 | 橫(E)座標 193593.336 | 鑽孔總深：30.00 m |

| 深度 m | 裝設儀器 | 取樣率 % | RQD % | 土樣編號 | 柱狀圖 | 土層描述 | N值 15 cm | 15 cm | 15 cm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 21 | | 99 | 20 | S-14-0 | | | 15/100 | | |
| 22 | | | 20 | | | | | | |
| 23 | | 100 | | S-15-0 | | | 8/100 | | |
| 24 | | 100 | 30 | S-16-0 | | | 15/100 | | |
| 25 | | | 40 | | | | | | |
| 26 | | 100 | | S-17-0 | | | 7/100 | | |
| 27 | | 100 | 10 | S-18-0 | | 14.50m ～ 30.00m<br>粗黃色卵礫石夾粗中細砂 | 13/100 | | |
| 28 | | | 0 | | | | | | |
| 29 | | 100 | | S-19-0 | | | 7/100 | | |
| 30 | | 99 | 30 | S-20-0 | | | 7/100 | | |

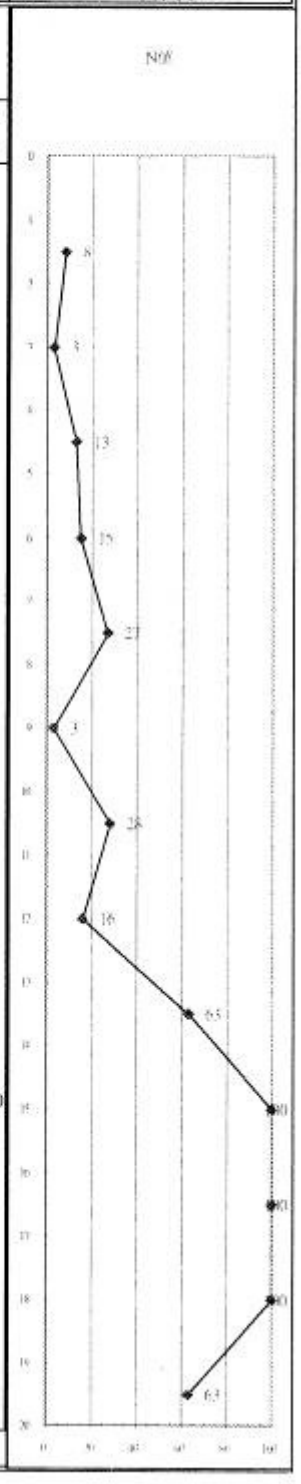


| 辰聖工程股份有限公司 | 工程名稱：高屏溪伏流水及傍河取水先期調查試驗－地質鑽探工作 |
|---|---|

# 鑽　孔　柱　狀　圖

| | | | |
|---|---|---|---|
| 工程地點：高屏溪 | 施工日期：100/10/06 | 完工日期：100/10/10 | 孔　　號：BH-6 |
| 井頂高程：25.858 | 施工方法：全取樣施鑽 | 傾　　角：90° | 領　　班：許添喜 |
| 地下水位：3.03m | 縱(N)座標　2515520.027 | 橫(E)座標　193734.064 | 鑽孔總深：30.00 m |

| 深度 m | 裝設儀器 | 取樣率 % | RQD % | 土樣編號 | 柱狀圖 | 土層描述 | N值 15 CM | 15 CM | 15 CM |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | 99 | 50 | S-1-2 | | 0m ~ 2.50m<br>回填 | 5 | 3 | 5 |
| 2 | | | 10 | | | | | | |
| 3 | | 98 | 10 | S-2-2 | | 2.50m ~ 4.00m<br>灰色粗中細砂 | 1 | 1 | 2 |
| 4 | | | 95 | | | | | | |
| 5 | | 99 | 50 | S-3-2 | | | 5 | 7 | 9 |
| 6 | | 100 | 80 | S-4-2 | | 4.00m ~ 7.80m<br>灰色粗中細砂夾礫石 | 6 | 7 | 8 |
| 7 | | | 90 | | | | | | |
| 8 | | 100 | 10 | S-5-2 | | | 5 | 8 | 19 |
| 9 | | 100 | 80 | S-6-2 | | 7.80m ~ 9.30m<br>灰色黏土 | 1 | 1 | 2 |
| 10 | | | 20 | | | | | | |
| 11 | | 99 | 40 | S-7-2 | | | 16 | 18 | 10 |
| 12 | | 95 | 50 | S-8-2 | | 9.30m ~ 14.90m<br>青灰色礫石層夾粗中細砂 | 5 | 7 | 9 |
| 13 | | | 80 | | | | | | |
| 14 | | 100 | 20 | S-9-2 | | | 10 | 28 | 35 |
| 15 | | 99 | 50 | S-10-1 | | | 21 | 19 | 5/100 |
| 16 | | | 40 | | | | | | |
| 17 | | 98 | 0 | S-11-1 | | | 10/100 | | |
| 18 | | 100 | 0 | S-12-0 | | 14.90m ~ 18.90m<br>棕黃色卵礫石夾粗中細砂 | 15/100 | | |
| 19 | | | 0 | | | | | | |
| 20 | | 99 | 20 | S-13-2 | | | 19 | 29 | 34 |



| 辰聖工程股份有限公司 | 工程名稱：高屏溪伏流水及傍河取水先期調查試驗－地質鑽探工作 |
|---|---|

# 鑽　孔　柱　狀　圖

| | | | |
|---|---|---|---|
| 工程地點：高屏溪 | 施工日期：100/10/06 | 完工日期：100/10/10 | 孔　　號：BH-6 |
| 井頂高程：25.858 | 施工方法：全取樣施鑽 | 傾　　角：90° | 領　　班：許添喜 |
| 地下水位：3.03m | 縱(N)座標 2515520.027 | 橫(E)座標 193734.064 | 鑽孔總深：30.00 m |

| 深度 m | 裝設儀器 | 取樣率 % | RQD % | 土樣編號 | 柱狀圖 | 土層描述 | N值 15 cm | 15 cm | 15 cm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 21 | | 100 | 40 | S-14-0 | | | 15/100 | | |
| 22 | | | 100 | | | | | | |
| 23 | | 100 | | S-15-0 | | | 14/100 | | |
| 24 | | | 10 | | | | | | |
| 25 | | 80 | 0 | S-16-0 | | | 8/100 | | |
| 26 | | | 90 | | | 18.90m ~ 26.73m<br>棕灰色粗中細河卵礫石 | | | |
| 27 | | 90 | 0 | S-17-0 | | | 7/100 | | |
| 28 | | 100 | 20 | S-18-0 | | | 8/100 | | |
| 29 | | | 100 | | | 26.73m ~ 30.00m<br>棕黃灰色風化砂岩 | | | |
| 30 | | 100 | 80 | S-19-0 | | | 12/100 | | |
| | | | 90 | S-20-0 | | | 10/100 | | |

## BH-01 施工照片




施工前




施工中




施工後

## BH-02 施工照片




施工前




施工中




施工後

## BH-03 施工照片



施工前



施工中



施工後

## BH-04 施工照片



施工前



施工中



施工後

## BH-05 施工照片



施工前




施工中




施工後

## BH-06 施工照片




施工前




施工中



施工後

# BH-01 岩心箱照片




第一箱(0~5M)



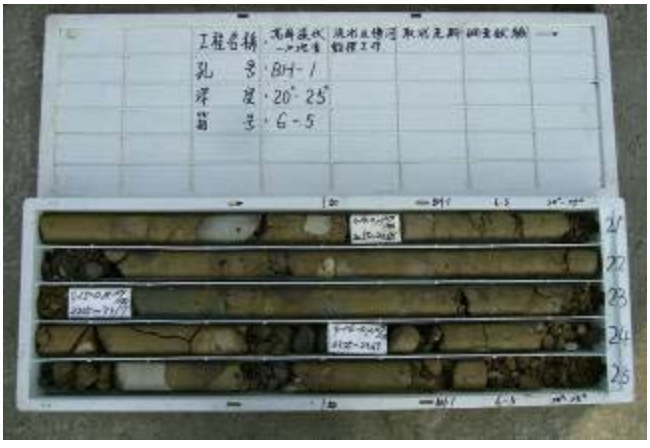

第二箱(5~10M)




第三箱(10~15M)




第四箱(15~20M)




第五箱(20~25M)




第六箱(25~30M)

# BH-02 岩心箱照片



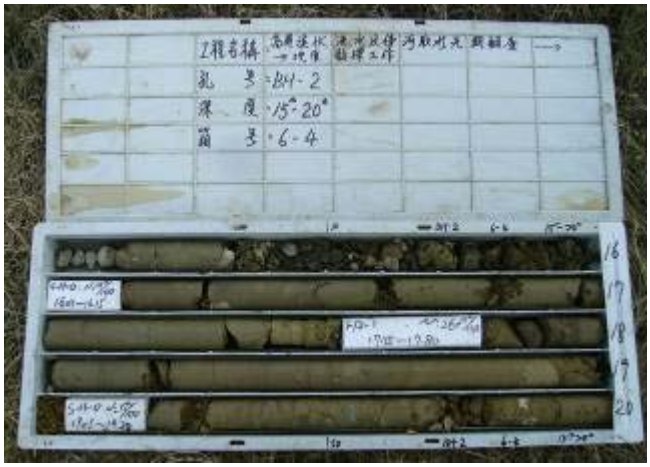

第一箱(0~5M)




第二箱(5~10M)



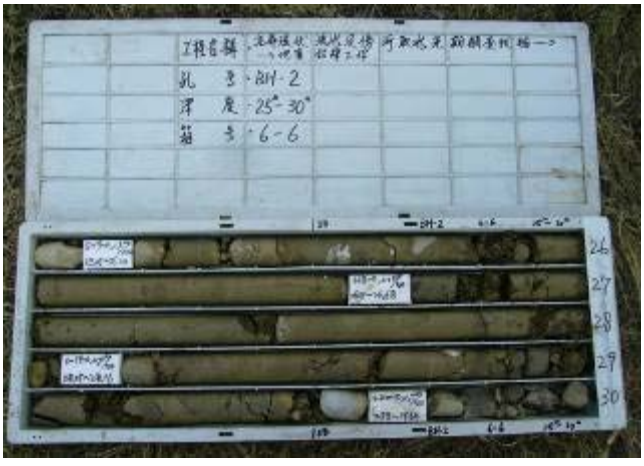

第三箱(10~15M)




第四箱(15~20M)




第五箱(20~25M)




第六箱(25~30M)

# BH-03 岩心箱照片




第一箱(0~5M)




第二箱(5~10M)




第三箱(10~15M)




第四箱(15~20M)




第五箱(20~25M)




第六箱(25~30M)

# BH-04 岩心箱照片




第一箱(0~5M)




第二箱(5~10M)




第三箱(10~15M)




第四箱(15~20M)




第五箱(20~25M)




第六箱(25~30M)

# BH-05 岩心箱照片




第一箱(0~5M)




第二箱(5~10M)




第三箱(10~15M)




第四箱(15~20M)




第五箱(20~25M)




第六箱(25~30M)

# BH-06 岩心箱照片




第一箱(0~5M)




第二箱(5~10M)




第三箱(10~15M)




第四箱(15~20M)




第五箱(20~25M)

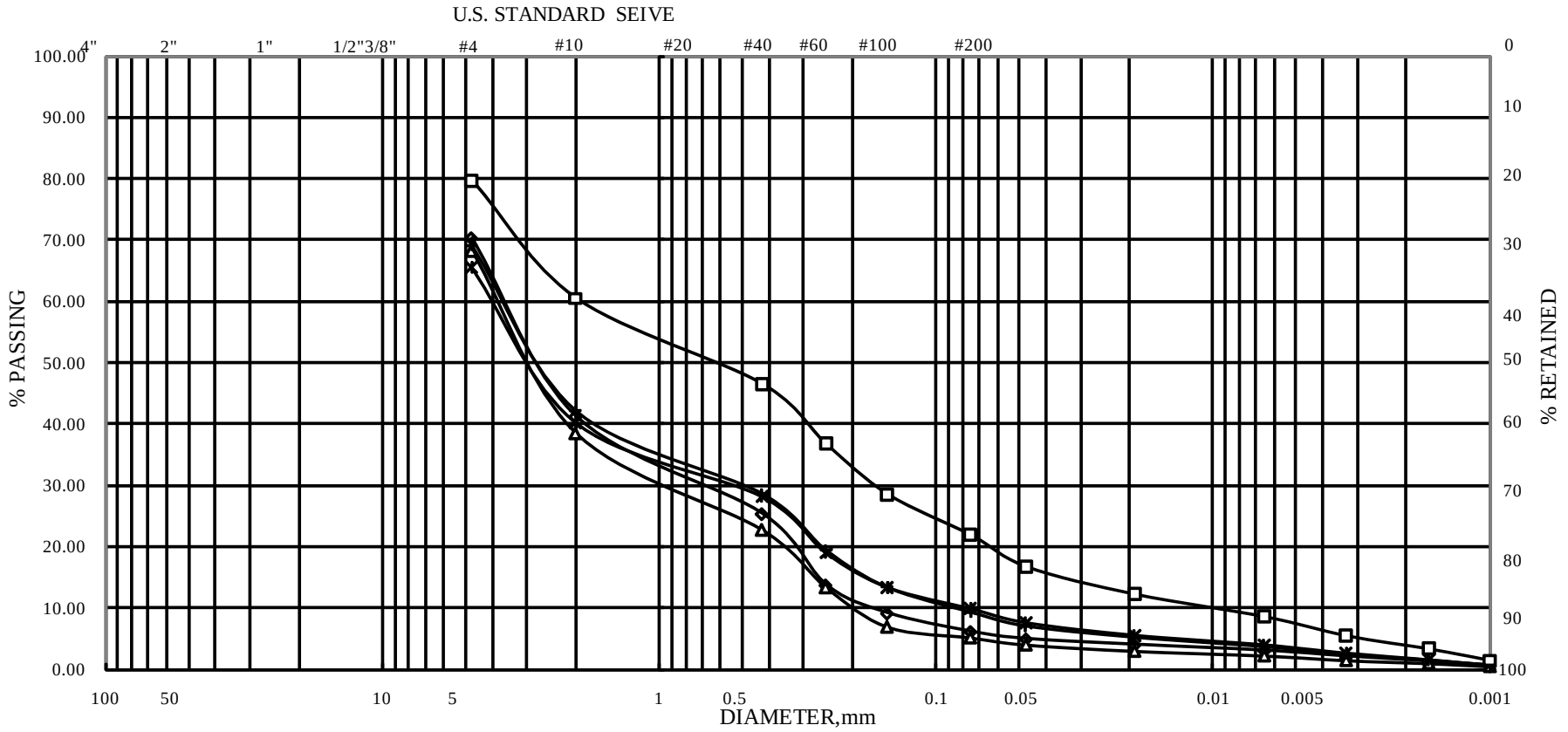



第六箱(25~30M)

# 土壤一般物理性試驗分析結果

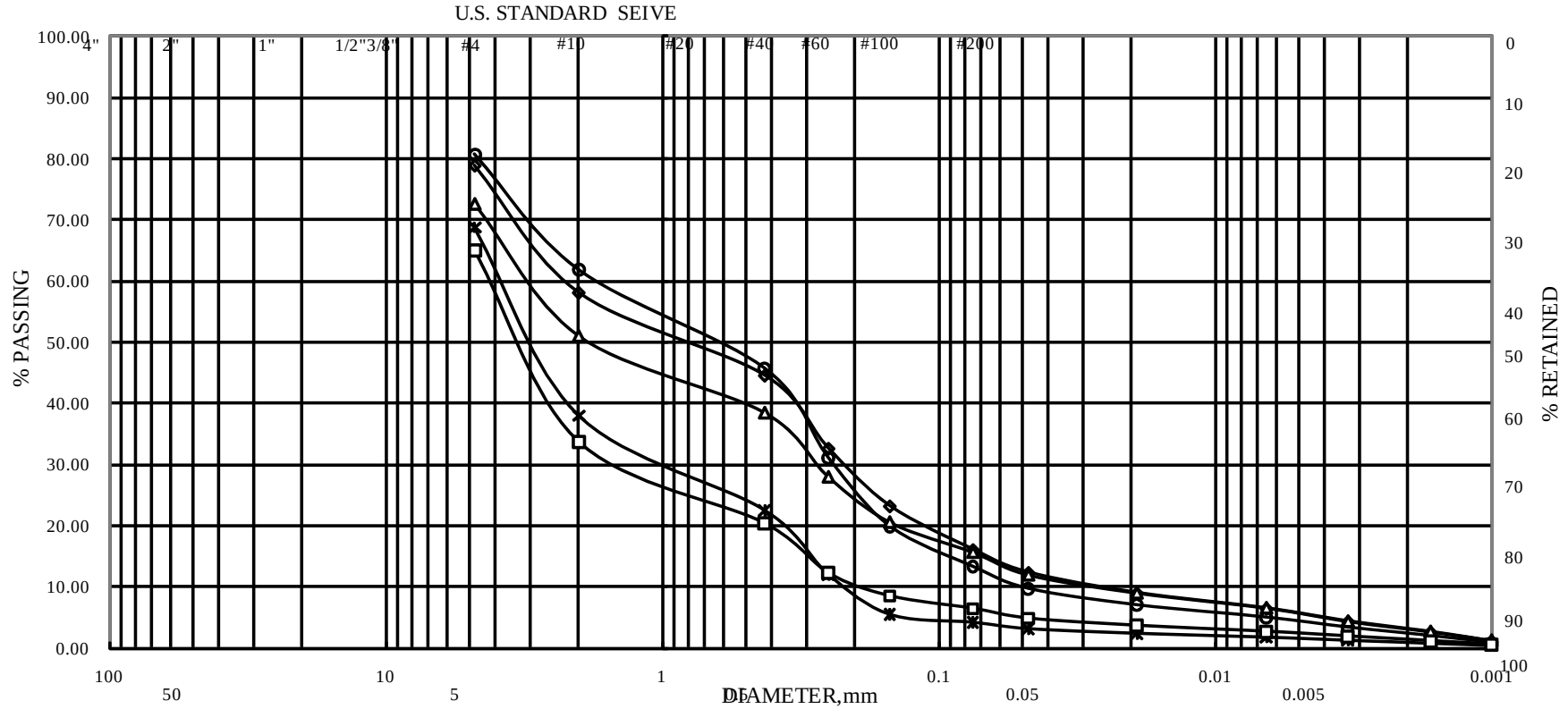
## 1.BH-1 土壤一般物理性試驗及粒徑分析

| 土 壤 一 般 物 理 性 質 試 驗 總 表 | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 工程名稱 ： | | 高屏溪伏流水及傍河取水先期調查試驗 | | | | | | | | 報告日期： | | | | | |
| 孔號 Hole No. | 樣號 Sample No. | 深度 Depth (m) | SPT-N | 粒 徑 分 析 | | | | 土壤分類 Classification | 含水量 Wn% | 指 數 試 驗 | | | □t (t/m3) | Gs | Void Ratio e |
| | | | | Gravel % | Sand % | Silt % | Clay % | | | $W_L$ | $W_P$ | $I_P$ | | | |
| BH-1 | S-1-1 | 1.05-1.50 | 45 | 29.9 | 67.1 | 1.8 | 1.3 | SW | 23.8 | - | NP | NP | 1.68 | 2.50 | 0.59 |
| BH-1 | S-3-1 | 4.05-4.5 | 6 | 31.8 | 66.1 | 1.3 | 0.8 | SW | 33.4 | - | NP | NP | 1.69 | 2.47 | 0.53 |
| BH-1 | S-4-1 | 5.55-6.00 | 18 | 31.0 | 65.3 | 1.2 | 2.4 | SW | 27.8 | - | NP | NP | 1.76 | 2.49 | 0.49 |
| BH-1 | S-5-1 | 7.05-7.5 | 31 | 34.6 | 61.5 | 1.3 | 2.6 | SW | 27.7 | - | NP | NP | 1.14 | 2.48 | 1.32 |
| BH-1 | S-6-1 | 8.55-9.00 | 4 | 20.4 | 71.0 | 3.1 | 5.5 | SW | 17.3 | - | NP | NP | 1.52 | 2.49 | 0.68 |
| BH-1 | S-7-1 | 10.05-10.5 | 14 | 21.2 | 2.0 | 2.1 | 4.4 | SW | 26.4 | - | NP | NP | 1.45 | 2.74 | 0.90 |
| BH-1 | S-8-1 | 11.55-12.00 | 5 | 19.4 | 75.6 | 1.6 | 3.4 | SW | 17.1 | - | NP | NP | 1.43 | 2.73 | 0.87 |
| BH-1 | S-9-1 | 13.05-13.50 | 46 | 27.4 | 66.2 | 2.1 | 4.3 | SW | 20.4 | - | NP | NP | 1.89 | 2.54 | 0.41 |
| BH-1 | S-12-1 | 17.55-18.00 | 62 | 31.3 | 67.0 | 0.5 | 1.2 | SW | 13.9 | - | NP | NP | 1.54 | 2.49 | 0.59 |
| BH-1 | S-13-1 | 19.05-19.50 | 69 | 35.0 | 61.4 | 1.0 | 2.6 | SW | 20.7 | - | NP | NP | 1.54 | 2.46 | 0.63 |




| ASTM | GRAVEL | COARSE SAND | MEDIUM SAND | FINE SAND | SILT | CLAY |
|---|---|---|---|---|---|---|

| HOLE NO. | SAMPLE NO. | ELEVATION | REMARKS | HOLE NO. | SAMPLE NO. | ELEVATION | REMARKS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| BH-1 | S-1-1 | 1.05-1.50 | ◇ | BH-1 | S-4-1 | 5.55-6.00 | + |
| BH-1 | S-2-1 | 2.55-3.00 | ○ | BH-1 | S-5-1 | 7.05-7.5 | * |
| BH-1 | S-3-1 | 4.05-4.5 | △ | BH-1 | S-6-1 | 8.55-9.00 | □ |

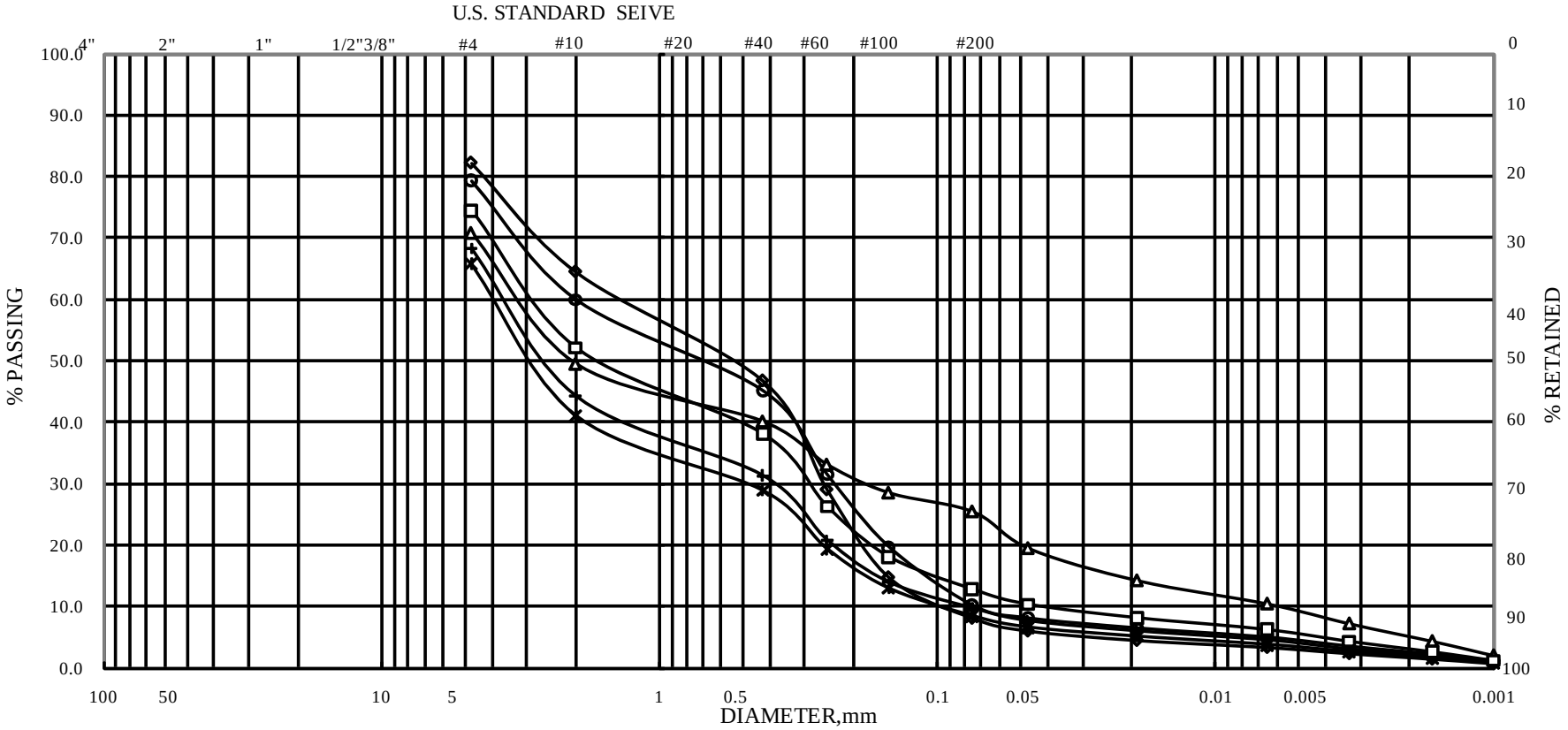



| ASTM | GRAVEL | COARSE SAND | MEDIUM SAND | FINE SAND | SILT | CLAY |
|---|---|---|---|---|---|---|

| HOLE NO. | SAMPLE NO. | ELEVATION | REMARKS | HOLE NO. | SAMPLE NO. | ELEVATION | REMARKS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| BH-1 | S-7-1 | 10.05-10.5 | ◇ | BH-1 | S-10-1 | 14.55-15.00 | + |
| BH-1 | S-8-1 | 11.55-12.00 | ○ | BH-1 | S-12-1 | 17.55-18.00 | * |
| BH-1 | S-9-1 | 13.05-13.50 | △ | BH-1 | S-13-1 | 19.05-19.50 | □ |

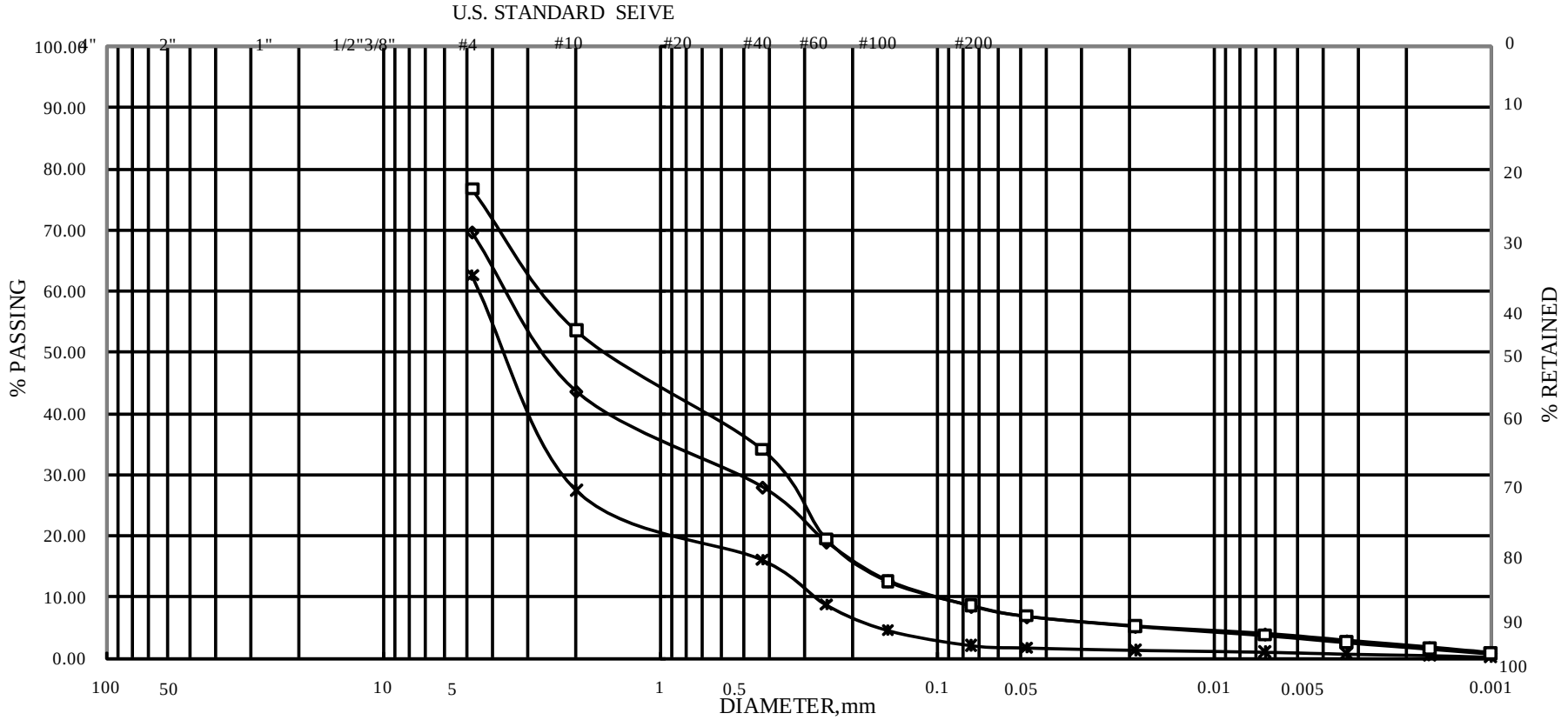
## 2.BH-2 土壤一般物理性試驗及粒徑分析

| 土 壤 一 般 物 理 性 質 試 驗 總 表 | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 工程名稱 ： | | 高屏溪伏流水及傍河取水先期調查試驗 | | | | | | | | 報告日期： | | | | | |
| 孔號 Hole No. | 樣號 Sample No. | 深度 Depth (m) | SPT-N | 粒 徑 分 析 | | | | 土壤分類 Classification | 含水量 Wn% | 指 數 試 驗 | | | □t (t/m3) | Gs | Void Ratio e |
| | | | | Gravel % | Sand % | Silt % | Clay % | | | $W_L$ | $W_P$ | $I_P$ | | | |
| BH-2 | S-1-1 | 1.05-1.50 | 4 | 0.1 | 84.7 | 10.5 | 4.7 | SM | 11.0 | - | NP | NP | 1.25 | 2.67 | 1.13 |
| BH-2 | S-2-1 | 2.55-3.00 | 5 | 20.8 | 72.9 | 4.2 | 2.1 | SM | 15.8 | - | NP | NP | 1.42 | 2.58 | 0.82 |
| BH-2 | S-3-1 | 4.05-4.5 | 74 | 29.2 | 45.4 | 18.3 | 7.1 | SM | 17.2 | - | NP | NP | 1.48 | 2.62 | 0.78 |
| BH-2 | S-4-1 | 5.55-6.00 | 21 | 32.3 | 60.0 | 5.7 | 2.0 | SM | 30.7 | - | NP | NP | 1.32 | 2.64 | 1.00 |
| BH-2 | S-5-1 | 7.05-7.5 | 49 | 34.3 | 62.0 | 2.9 | 0.8 | SM | 39.0 | - | NP | NP | 1.31 | 2.56 | 0.95 |
| BH-2 | S-6-1 | 8.55-9.00 | 60 | 25.7 | 64.0 | 6.0 | 4.3 | SM | 43.9 | - | NP | NP | 1.06 | 2.69 | 1.53 |
| BH-2 | S-7-1 | 10.05-10.5 | - | 31.9 | 62.9 | 2.3 | 2.9 | SM | 0.8 | - | NP | NP | 1.70 | 2.71 | 0.60 |
| BH-2 | S-12-1 | 11.55-12.00 | - | 34.0 | 60.6 | 1.6 | 3.8 | SM | 23.0 | - | NP | NP | 1.29 | 2.69 | 1.09 |
| BH-2 | S-14-1 | 13.05-13.50 | - | 23.3 | 72.9 | 1.2 | 2.6 | SM | 23.0 | - | NP | NP | 1.29 | 2.67 | 1.07 |




| ASTM | GRAVEL | COARSE SAND | MEDIUM SAND | FINE SAND | SILT | CLAY |
|---|---|---|---|---|---|---|

| HOLE NO. | SAMPLE NO. | ELEVATION | REMARKS | HOLE NO. | SAMPLE NO. | ELEVATION | REMARKS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| BH-2 | S-1-1 | 1.05-1.50 | ◇ | BH-2 | S-4-1 | 5.55-6.00 | + |
| BH-2 | S-2-1 | 2.55-3.00 | ○ | BH-2 | S-5-1 | 7.05-7.5 | * |
| BH-2 | S-3-1 | 4.05-4.5 | △ | BH-2 | S-6-1 | 8.55-9.00 | □ |

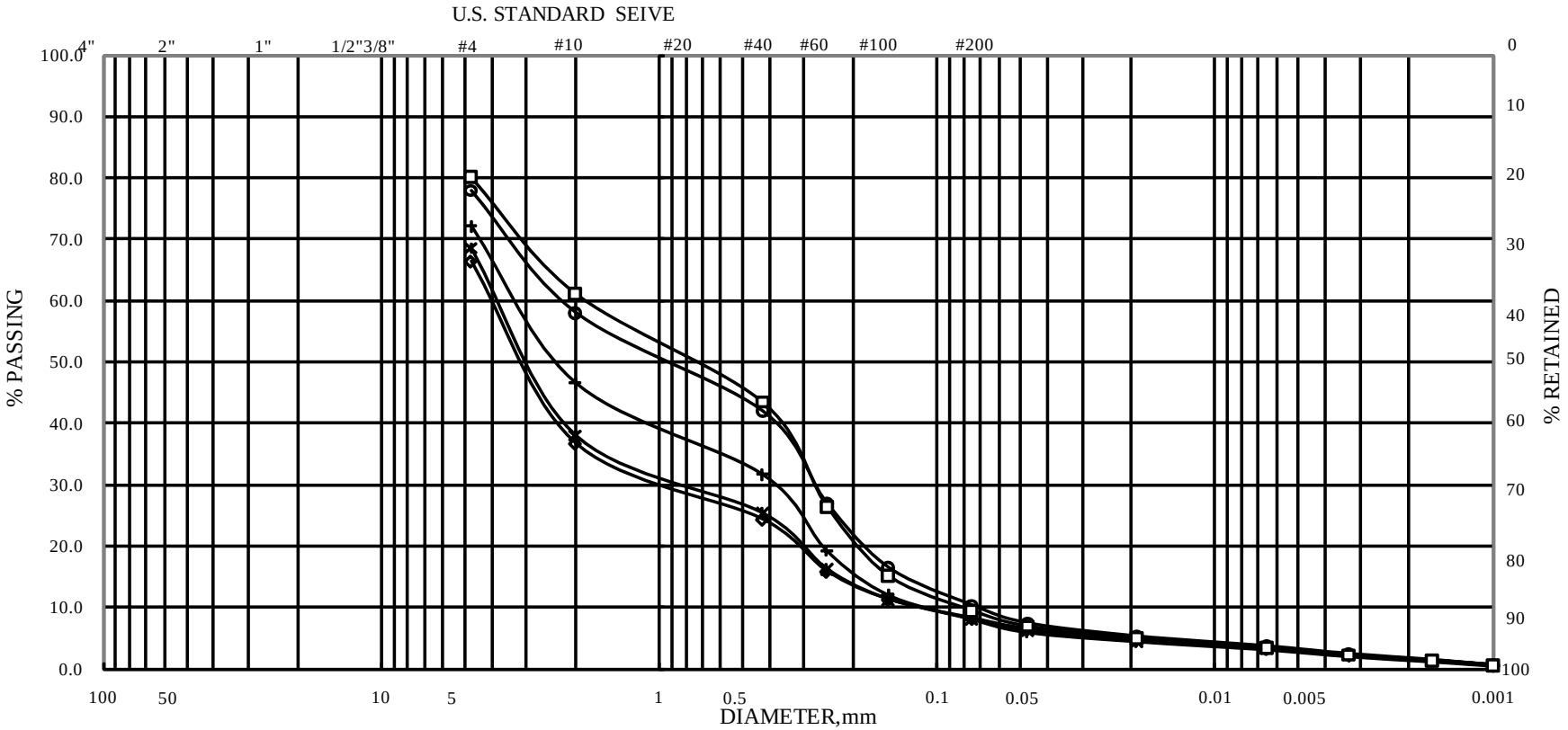



| ASTM | GRAVEL | COARSE SAND | MEDIUM SAND | FINE SAND | SILT | CLAY |
|---|---|---|---|---|---|---|

| HOLE NO. | SAMPLE NO. | ELEVATION | REMARKS | HOLE NO. | SAMPLE NO. | ELEVATION | REMARKS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| BH-2 | S-7-1 | 10.05-10.5 | ◇ | BH-2 | S-- | 0.00 | + |
| BH-2 | S-12-1 | 11.55-12.00 | ○ | BH-2 | S-- | 0.00 | * |
| BH-2 | S-14-1 | 13.05-13.50 | △ | BH-2 | S-- | 0.00 | □ |

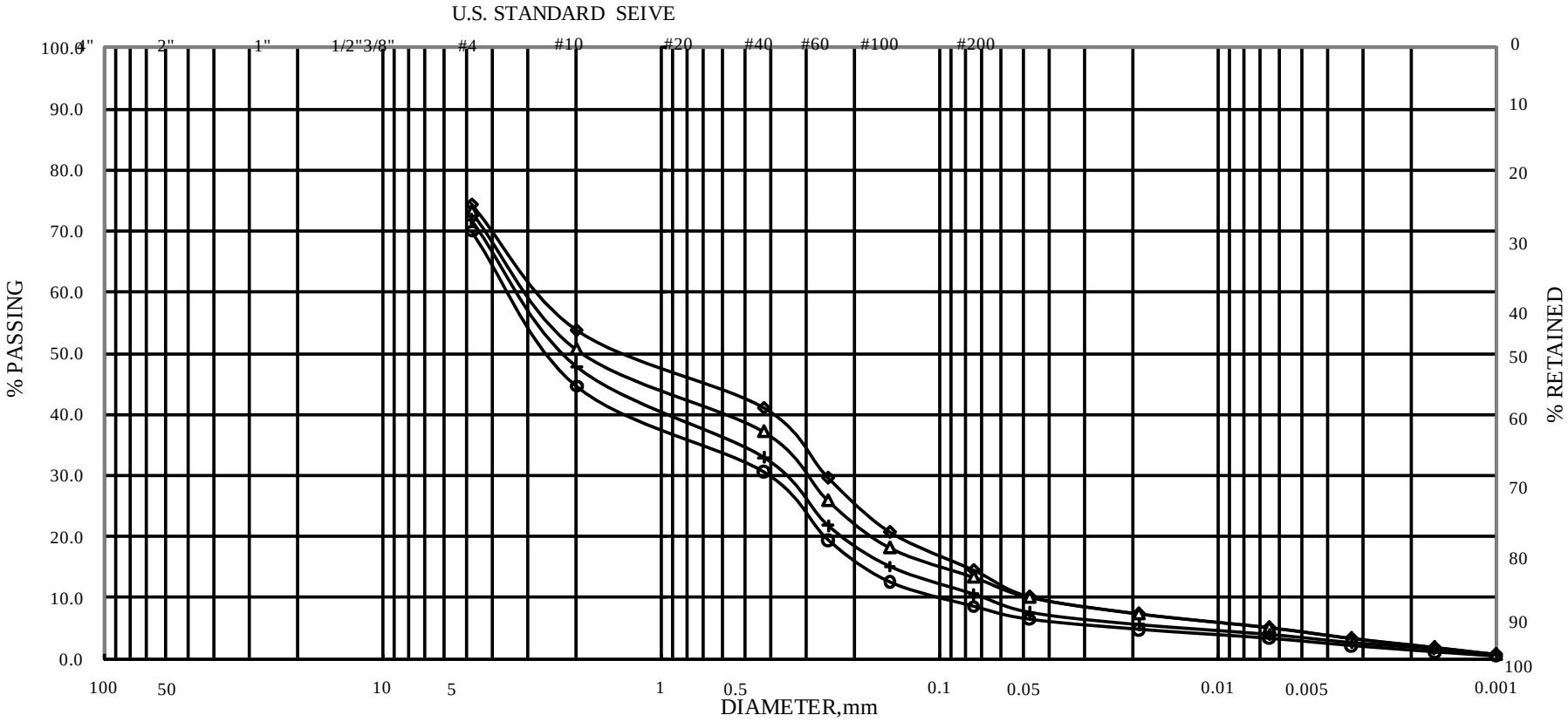
## 3.BH-3 土壤一般物理性試驗及粒徑分析

| 土 壤 一 般 物 理 性 質 試 驗 總 表 | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 工程名稱 ： | | 高屏溪伏流水及傍河取水先期調查試驗 | | | | | | | | 報告日期： | | | | | | |
| 孔號 Hole No. | 樣號 Sample No. | 深度 Depth (m) | SPT-N | 粒 徑 分 析 | | | | 土壤分類 Classification | 含水量 Wn% | 指 數 試 驗 | | | □t (t/m3) | Gs | Void Ratio e |
| | | | | Gravel % | Sand % | Silt % | Clay % | | | $W_L$ | $W_P$ | $I_P$ | | | |
| BH-2 | S-1-1 | 1.05-1.50 | 19 | 0.1 | 84.7 | 10.5 | 4.7 | SM | 11.0 | - | NP | NP | 1.25 | 2.67 | 1.13 |
| BH-2 | S-2-1 | 2.55-3.00 | 11 | 20.8 | 72.9 | 4.2 | 2.1 | SW | 15.8 | - | NP | NP | 1.42 | 2.58 | 0.82 |
| BH-2 | S-3-1 | 4.05-4.5 | 10 | 29.2 | 45.4 | 18.3 | 7.1 | SW | 17.2 | - | NP | NP | 1.48 | 2.62 | 0.78 |
| BH-2 | S-4-1 | 5.55-6.00 | 22 | 32.3 | 60.0 | 5.7 | 2.0 | SM | 30.7 | - | NP | NP | 1.32 | 2.64 | 1.00 |
| BH-2 | S-5-1 | 7.05-7.5 | 54 | 34.3 | 62.0 | 2.9 | 0.8 | SW | 39.0 | - | NP | NP | 1.31 | 2.56 | 0.95 |
| BH-2 | S-6-1 | 8.55-9.00 | 3 | 25.7 | 64.0 | 6.0 | 4.3 | SM | 43.9 | - | NP | NP | 1.06 | 2.69 | 1.53 |
| BH-2 | S-7-1 | 10.05-10.5 | 4 | 31.9 | 62.9 | 2.3 | 2.9 | SW | 0.8 | - | NP | NP | 1.70 | 2.71 | 0.60 |
| BH-2 | S-12-1 | 11.55-12.00 | 22 | 34.0 | 60.6 | 1.6 | 3.8 | SW | 23.0 | - | NP | NP | 1.29 | 2.69 | 1.09 |
| BH-2 | S-14-1 | 13.05-13.50 | 37 | 23.3 | 72.9 | 1.2 | 2.6 | SW | 23.0 | - | NP | NP | 1.29 | 2.67 | 1.07 |
| BH-2 | S-1-1 | 1.05-1.50 | 19 | 0.1 | 84.7 | 10.5 | 4.7 | SM | 11.0 | - | NP | NP | 1.25 | 2.67 | 1.13 |




| ASTM | GRAVEL | COARSE SAND | MEDIUM SAND | FINE SAND | SILT | CLAY |
|---|---|---|---|---|---|---|

| HOLE NO. | SAMPLE NO. | ELEVATION | REMARKS | HOLE NO. | SAMPLE NO. | ELEVATION | REMARKS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| BH-3 | S-1-1 | 1.05-1.50 | ◇ | BH-3 | S-5-1 | 7.05-7.50 | + |
| BH-3 | S-2-1 | 2.55-3.00 | ○ | BH-3 | S-6-1 | 8.55-9.00 | * |
| BH-3 | S-4-1 | 5.55-6.00 | △ | BH-3 | S-7-1 | 10.05-10.50 | □ |

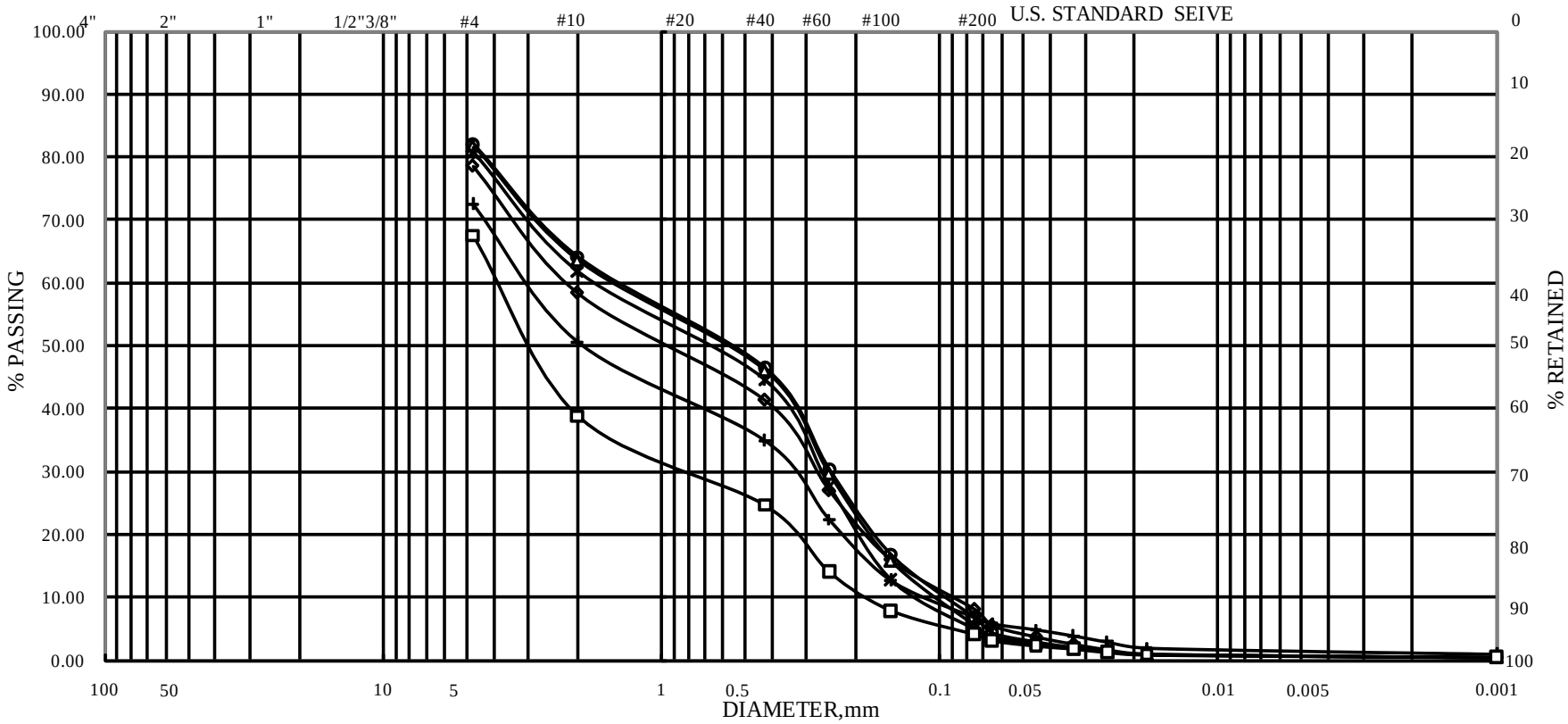



| ASTM | GRAVEL | COARSE SAND | MEDIUM SAND | FINE SAND | SILT | CLAY |
|---|---|---|---|---|---|---|

| HOLE NO. | SAMPLE NO. | ELEVATION | REMARKS | HOLE NO. | SAMPLE NO. | ELEVATION | REMARKS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| BH-3 | S-8-1 | 11.55-12.00 | ◇ | BH-3 | | | |
| BH-3 | S-9-1 | 13.05-13.50 | ○ | BH-3 | | | |
| BH-3 | S-10-1 | 14.55-15.00 | △ | BH-3 | | | |

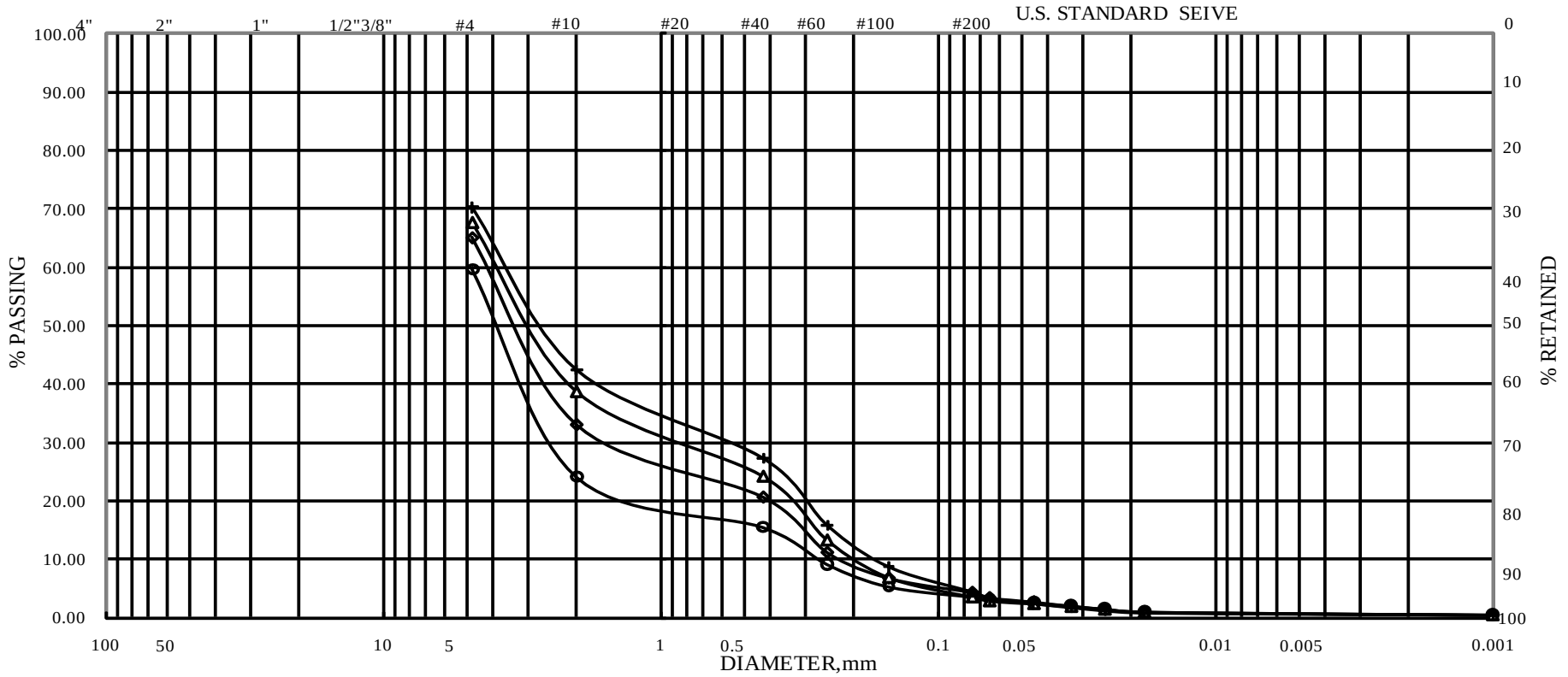
## 4.BH-4 土壤一般物理性試驗及粒徑分析

| 土 壤 一 般 物 理 性 質 試 驗 總 表 | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 工程名稱 ： | | 高屏溪伏流水及傍河取水先期調查試驗 | | | | | | | | | | 報告日期： | | | | |
| 孔號 Hole No. | 樣號 Sample No. | 深度 Depth (m) | SPT-N | 粒 徑 分 析 | | | | 土壤分類 Classification | 含水量 Wn% | 指 數 試 驗 | | | □t (t/m3) | Gs | Void Ratio e |
| | | | | Gravel % | Sand % | Silt % | Clay % | | | $W_L$ | $W_P$ | $I_P$ | | | |
| BH-4 | S-1-1 | 1.05-1.50 | 17 | 32.0 | 42.9 | 16.7 | 8.4 | SM | 13.0 | — | NP | NP | 1.58 | 2.68 | 0.48 |
| BH-4 | S-2-1 | 2.55-3.00 | 5 | 0.0 | 40.3 | 39.8 | 19.9 | SM | 21.0 | — | NP | NP | 1.33 | 2.89 | 0.54 |
| BH-4 | S-3-1 | 4.05-4.5 | 7 | 0.0 | 58.3 | 27.8 | 13.9 | SW | 22.0 | — | NP | NP | 1.33 | 2.71 | 0.48 |
| BH-4 | S-4-1 | 5.55-6.00 | 61 | 60.6 | 31.0 | 5.6 | 2.8 | GW | 17.0 | — | NP | NP | 1.35 | 2.55 | 0.70 |
| BH-4 | S-5-1 | 7.05-7.5 | 3 | 0.0 | 59.1 | 27.2 | 13.6 | SW | 13.0 | — | NP | NP | 1.29 | 2.58 | 0.78 |
| BH-4 | S-6-1 | 8.55-9.00 | 43 | 1.2 | 91.0 | 5.2 | 2.4 | SW | 14.0 | — | NP | NP | 1.62 | 2.69 | 0.44 |
| BH-4 | S-7-1 | 10.05-10.5 | 3 | 20.2 | 70.3 | 6.3 | 3.2 | SW | 10.0 | — | NP | NP | 1.35 | 2.67 | 0.51 |
| BH-4 | S-8-1 | 11.55-12.00 | 9 | 0.9 | 88.7 | 6.9 | 3.5 | SW | 22.0 | — | NP | NP | 1.43 | 2.64 | 0.32 |
| BH-4 | S-9-1 | 13.05-13.50 | 8 | 0.6 | 94.9 | 3.0 | 1.5 | SW | 6.0 | — | NP | NP | 1.55 | 2.58 | 0.73 |
| BH-4 | S-10-1 | 14.55-15.00 | 14 | 0.6 | 95.0 | 3.4 | 1.1 | SW | 11.0 | — | NP | NP | 1.55 | 2.60 | 0.38 |




| ASTM | GRAVEL | COARSE SAND | MEDIUM SAND | FINE SAND | SILT | CLAY |
|---|---|---|---|---|---|---|

| HOLE NO. | SAMPLE NO. | ELEVATION | REMARKS | HOLE NO. | SAMPLE NO. | ELEVATION | REMARKS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| BH-4 | S-1-1 | 1.05-1.50 | ◇ | BH-4 | S-4-1 | 5.55-6.00 | + |
| BH-4 | S-2-1 | 2.55-3.00 | ○ | BH-4 | S-5-1 | 7.05-7.5 | * |
| BH-4 | S-3-1 | 4.05-4.5 | △ | BH-4 | S-6-1 | 8.55-9.00 | □ |

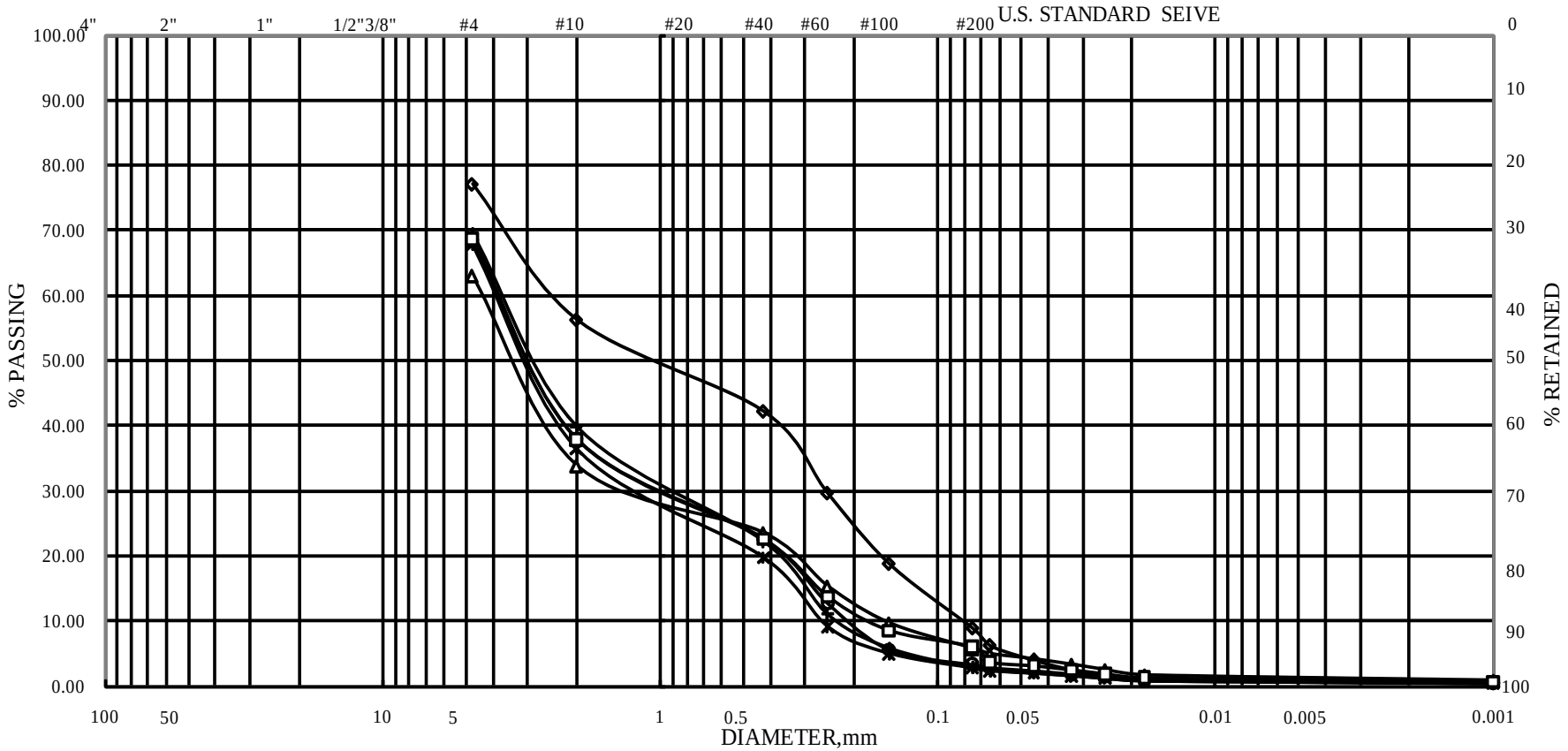



| ASTM | GRAVEL | COARSE SAND | MEDIUM SAND | FINE SAND | SILT | CLAY |
|---|---|---|---|---|---|---|

| HOLE NO. | SAMPLE NO. | ELEVATION | REMARKS | HOLE NO. | SAMPLE NO. | ELEVATION | REMARKS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| BH-4 | S-7-1 | 10.05-10.5 | ◇ | BH-4 | S-10-1 | 14.55-15.00 | + |
| BH-4 | S-8-1 | 11.55-12.00 | ○ | BH- | S-- | 0.00 | * |
| BH-4 | S-9-1 | 13.05-13.50 | △ | BH- | S-- | 0.00 | □ |

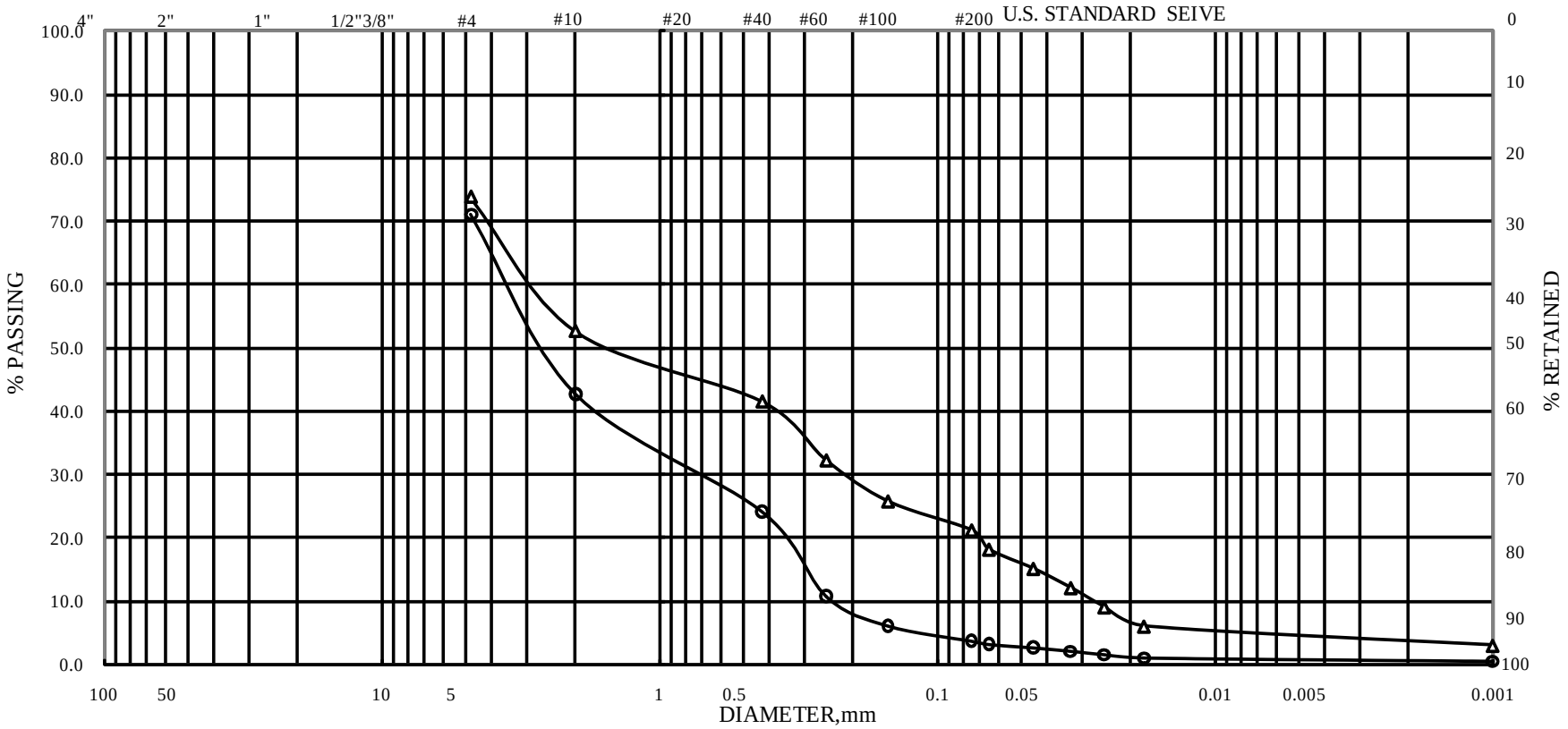
## 5.BH-5 土壤一般物理性試驗及粒徑分析

| 土 壤 一 般 物 理 性 質 試 驗 總 表 | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 工程名稱 ： | | 高屏溪伏流水及傍河取水先期調查試驗 | | | | | | | | | 報告日期： | | | | |
| 孔號 Hole No. | 樣號 Sample No. | 深度 Depth (m) | SPT-N | 粒 徑 分 析 | | | | 土壤分類 Classification | 含水量 Wn% | 指 數 試 驗 | | | □t (t/m3) | Gs | Void Ratio e |
| | | | | Gravel % | Sand % | Silt % | Clay % | | | $W_L$ | $W_P$ | $I_P$ | | | |
| BH-5 | S-1-1 | 1.05-1.50 | 10 | 0.7 | 56.3 | 28.7 | 14.3 | SM | 14.3 | — | NP | NP | 1.84 | 2.70 | 0.47 |
| BH-5 | S-2-1 | 2.55-3.00 | 10 | 15.2 | 78.7 | 4.1 | 2.1 | SM | 7.0 | — | NP | NP | 1.52 | 2.62 | 0.73 |
| BH-5 | S-3-1 | 5.55-6.00 | 14 | 49.0 | 45.6 | 3.6 | 1.8 | GM | 8.8 | — | NP | NP | 1.88 | 2.52 | 0.34 |
| BH-5 | S-4-1 | 7.05-7.50 | 33 | 0.2 | 89.7 | 6.7 | 3.4 | SM | 13.0 | — | NP | NP | 1.70 | 2.76 | 0.63 |
| BH-5 | S-5-1 | 8.55-9.00 | 18 | 1.7 | 91.5 | 4.5 | 2.3 | SM | 16.0 | — | NP | NP | 1.61 | 2.94 | 0.82 |
| BH-5 | S-6-1 | 10.05-10.50 | 19 | 0.0 | 92.0 | 5.4 | 2.7 | SM | 20.0 | — | NP | NP | 1.58 | 2.72 | 0.72 |
| BH-5 | S-7-1 | 11.55-12.00 | 24 | 9.8 | 86.0 | 2.8 | 1.4 | SM | 18.0 | — | NP | NP | 1.60 | 2.47 | 0.54 |
| BH-5 | S-8-1 | 13.05-13.50 | 19 | 0.5 | 91.2 | 5.5 | 2.8 | SM | 21.0 | — | NP | NP | 1.68 | 2.45 | 0.46 |
| BH-5 | S-9-1 | 14.55-15.00 | 31 | 8.1 | 75.9 | 10.7 | 5.4 | SM | 18.0 | — | NP | NP | 1.82 | 2.85 | 0.56 |
| BH-5 | S-12-1 | 19.05-16.50 | 55 | 82.0 | 14.4 | 2.4 | 1.2 | GW | 9.0 | — | NP | NP | 1.70 | 2.76 | 0.62 |




| ASTM | GRAVEL | COARSE SAND | MEDIUM SAND | FINE SAND | SILT | CLAY |
|---|---|---|---|---|---|---|

| HOLE NO. | SAMPLE NO. | ELEVATION | REMARKS | HOLE NO. | SAMPLE NO. | ELEVATION | REMARKS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| BH-5 | S-1-1 | 1.05-1.50 | ◇ | BH-5 | S-4-1 | 7.05-7.50 | + |
| BH-5 | S-2-1 | 2.55-3.00 | ○ | BH-5 | S-5-1 | 8.55-9.00 | * |
| BH-5 | S-3-1 | 5.55-6.00 | △ | BH-5 | S-6-1 | 10.05-10.50 | □ |

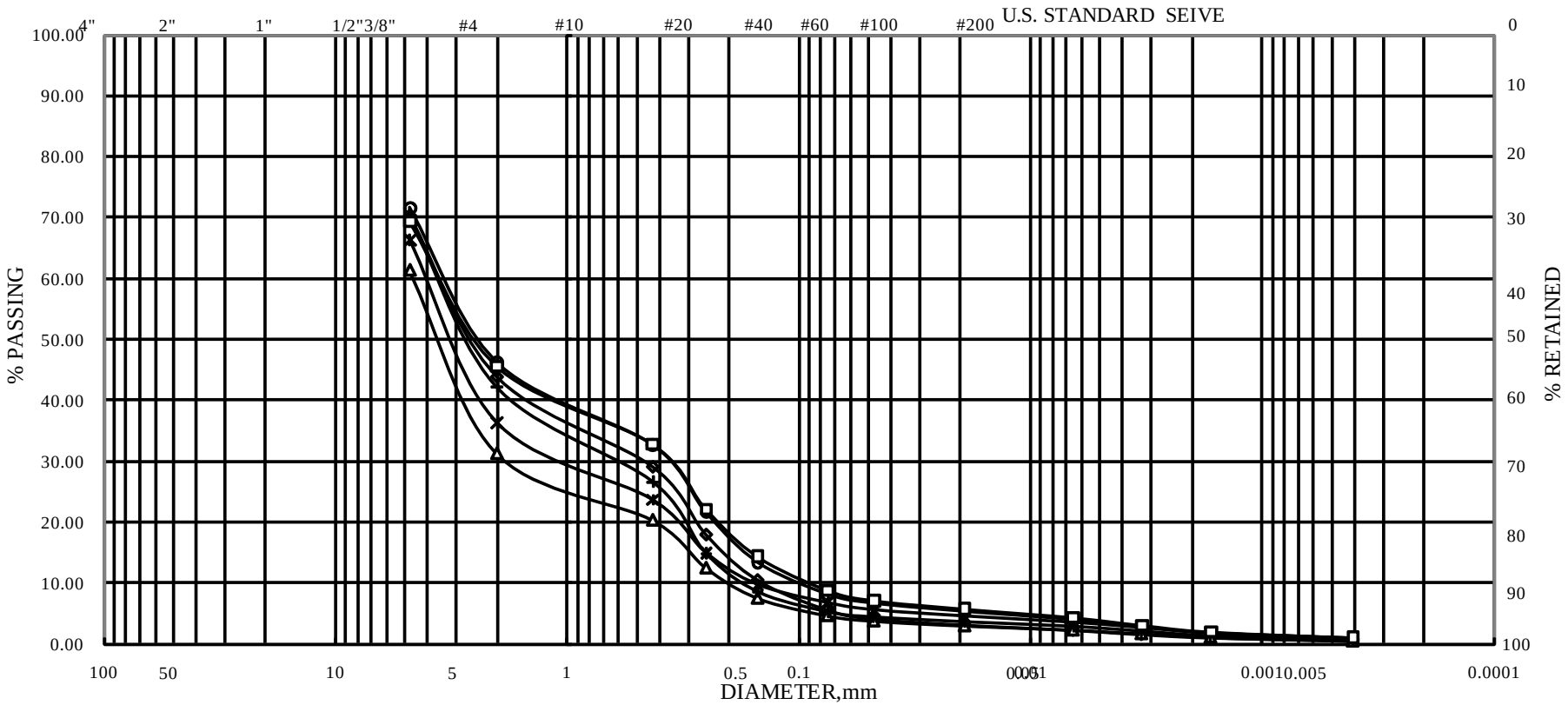



| ASTM | GRAVEL | COARSE SAND | MEDIUM SAND | FINE SAND | SILT | CLAY |
|---|---|---|---|---|---|---|

| HOLE NO. | SAMPLE NO. | ELEVATION | REMARKS | HOLE NO. | SAMPLE NO. | ELEVATION | REMARKS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| BH-5 | S-8-1 | 13.05-13.50 | ○ | | | | |
| BH-5 | S-9-1 | 14.55-15.00 | △ | | | | |

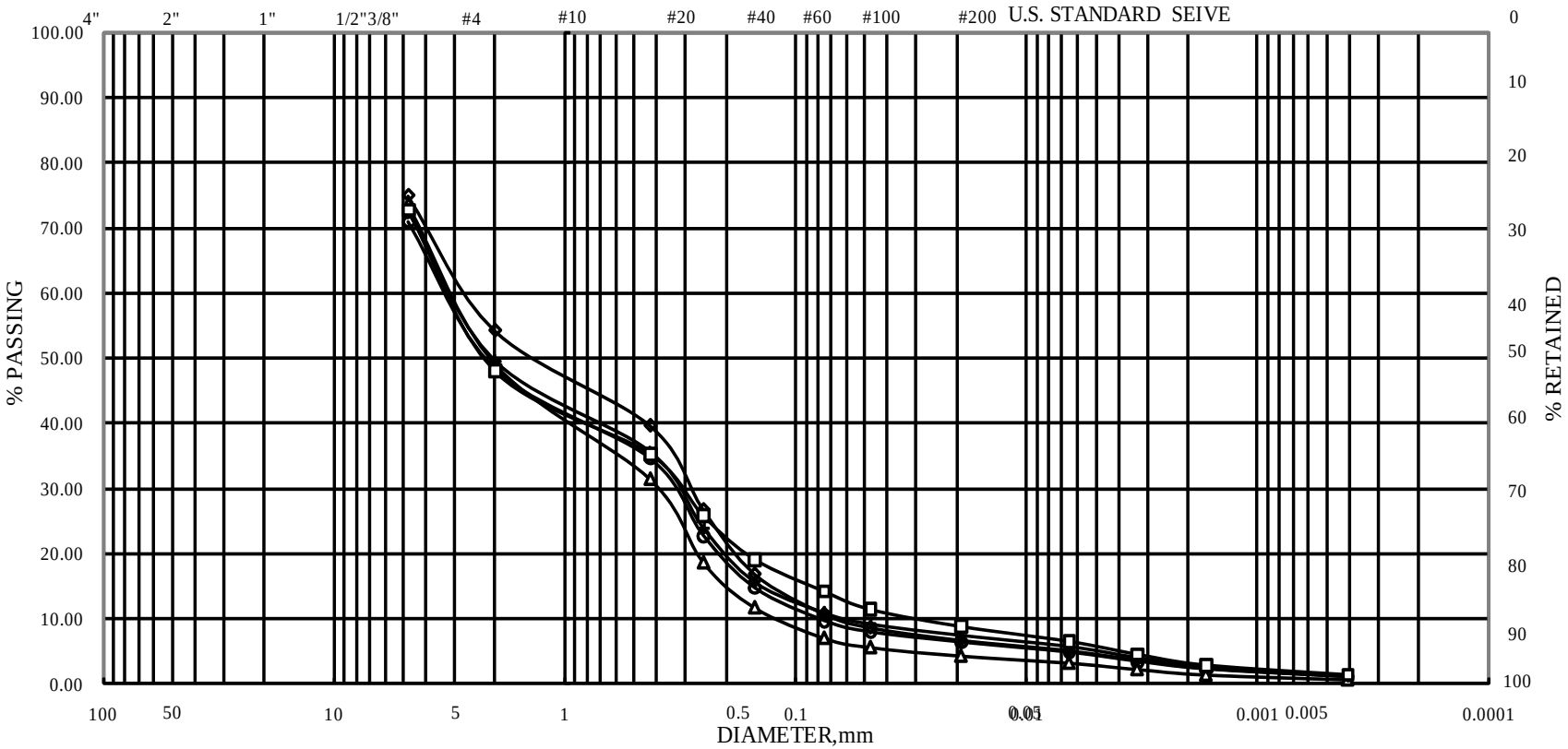
## 6.BH-6 土壤一般物理性試驗及粒徑分析

| 土 壤 一 般 物 理 性 質 試 驗 總 表 | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 工程名稱 ： | | | | | | | | | | 報告日期： | | | | | | |
| 孔號 Hole No. | 樣號 Sample No. | 深度 Depth (m) | SPT-N | 粒 徑 分 析 | | | | 土壤分類 Classification | 含水量 Wn% | 指 數 試 驗 | | | □t (t/m3) | Gs | Void Ratio e |
| | | | | Gravel % | Sand % | Silt % | Clay % | | | $W_L$ | $W_P$ | $I_P$ | | | |
| BH-6 | S-1-1 | 1.05-1.50 | 8 | 10.3 | 74.9 | 9.8 | 5.0 | SW | 24.6 | — | NP | NP | 1.34 | 2.51 | 0.87 |
| BH-6 | S-2-1 | 2.55-3.00 | 3 | 6.2 | 76.5 | 11.0 | 6.3 | SW | 29.9 | — | NP | NP | 1.23 | 2.52 | 1.05 |
| BH-6 | S-3-1 | 4.05-4.5 | 16 | 10.6 | 82.7 | 4.4 | 2.3 | SW | 25.7 | — | NP | NP | 1.37 | 2.46 | 0.80 |
| BH-6 | S-4-1 | 5.55-6.00 | 15 | 1.8 | 87.3 | 7.3 | 3.4 | SW | 31.0 | — | NP | NP | 1.31 | 2.65 | 1.03 |
| BH-6 | S-5-1 | 7.05-7.5 | 27 | 5.5 | 86.2 | 5.5 | 2.8 | SW | 31.0 | — | NP | NP | 1.24 | 2.70 | 1.18 |
| BH-6 | S-6-1 | 8.55-9.00 | 3 | 14.6 | 68.6 | 11.2 | 5.6 | SW | 30.0 | — | NP | NP | 1.30 | 2.62 | 1.02 |
| BH-6 | S-7-1 | 10.05-10.5 | 28 | 34.4 | 49.7 | 10.6 | 5.3 | SM | 23.0 | — | NP | NP | 1.49 | 2.55 | 0.71 |
| BH-6 | S-8-1 | 11.55-12.00 | 16 | 28.2 | 59.2 | 8.4 | 4.2 | SN | 25.0 | — | NP | NP | 1.43 | 2.47 | 0.73 |
| BH-6 | S-9-1 | 13.05-13.50 | 63 | 13.6 | 71.0 | 10.3 | 5.1 | SW | 24.0 | — | NP | NP | 1.52 | 2.80 | 0.84 |
| BH-6 | S-10-1 | 14.55-15.00 | - | 19.0 | 67.1 | 9.4 | 4.6 | SW | 44.0 | — | NP | NP | 1.29 | 2.76 | 0.95 |
| BH-6 | S-13-1 | 19.05-19.50 | - | 24.8 | 61.4 | 10.1 | 3.8 | SW | 32.0 | — | NP | NP | 1.06 | 2.51 | 0.95 |




| ASTM | GRAVEL | COARSE SAND | MEDIUM SAND | FINE SAND | SILT | CLAY |
|---|---|---|---|---|---|---|

| HOLE NO. | SAMPLE NO. | ELEVATION | REMARKS | HOLE NO. | SAMPLE NO. | ELEVATION | REMARKS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| BH-6 | S-1-1 | 1.05-1.50 | ◇ | BH-6 | S-4-1 | 5.55-6.00 | + |
| BH-6 | S-2-1 | 2.55-3.00 | ○ | BH-6 | S-5-1 | 7.05-7.5 | * |
| BH-6 | S-3-1 | 4.05-4.5 | △ | BH-6 | S-6-1 | 8.55-9.00 | □ |




| ASTM | GRAVEL | COARSE SAND | MEDIUM SAND | FINE SAND | SILT | CLAY |
|---|---|---|---|---|---|---|

| HOLE NO. | SAMPLE NO. | ELEVATION | REMARKS | HOLE NO. | SAMPLE NO. | ELEVATION | REMARKS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| BH-6 | S-7-1 | 10.05-10.5 | ◇ | BH-6 | S-10-1 | 14.55-15.00 | + |
| BH-6 | S-8-1 | 11.55-12.00 | ○ | BH-6 | S-13-1 | 19.05-19.50 | □ |
| BH-6 | S-9-1 | 13.05-13.50 | △ | | | | |

正本

# 高屏溪伏流水及傍河取水先期調查試驗－地質鑽探工作

# 契 約 書

委託廠商：達西工程顧問股份有限公司

受託廠商：辰聖工程股份有限公司

訂約日期：民國 100 年 8 月 3 日

# 附錄八 微水試驗 分析結果

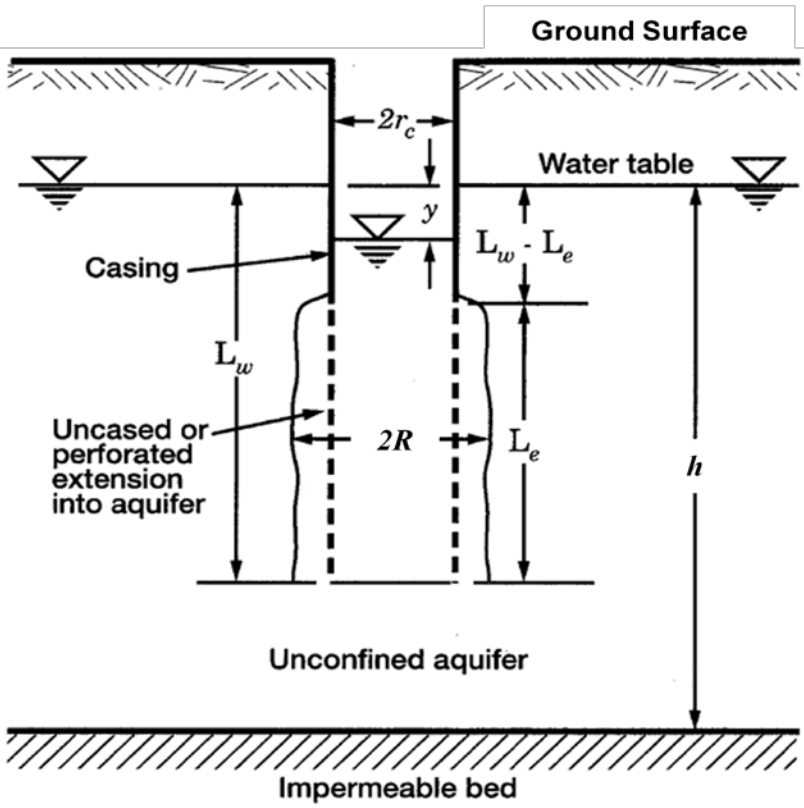



**Figure 1** Geometry and symbols of Bouwer and Rice slug test model. (After Bouwer and Rice, 1976.)

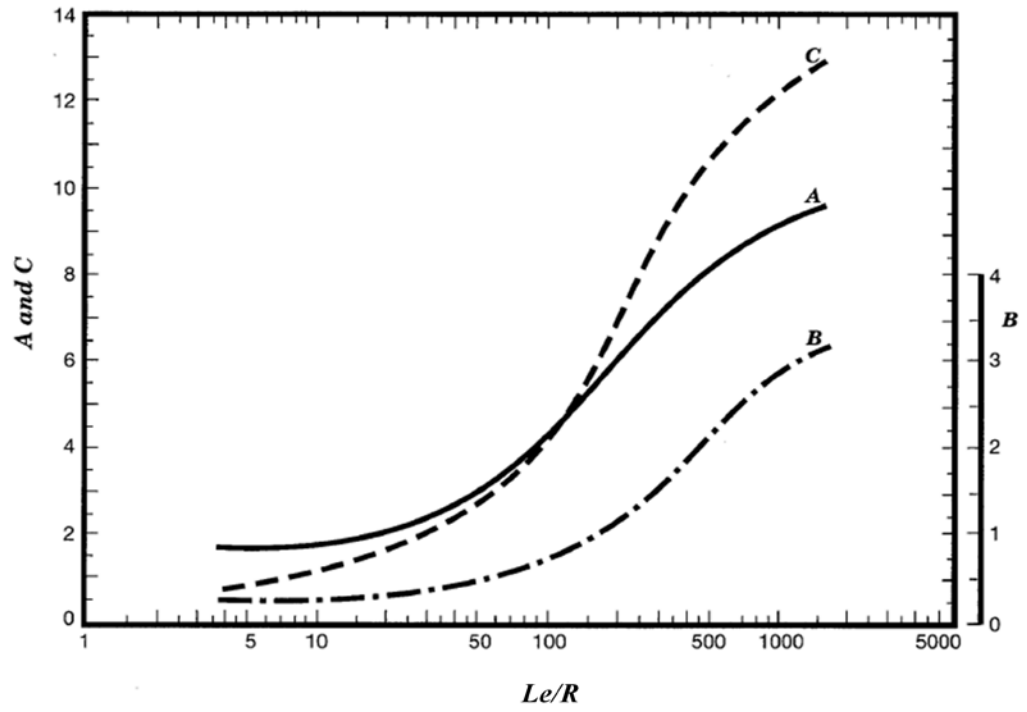
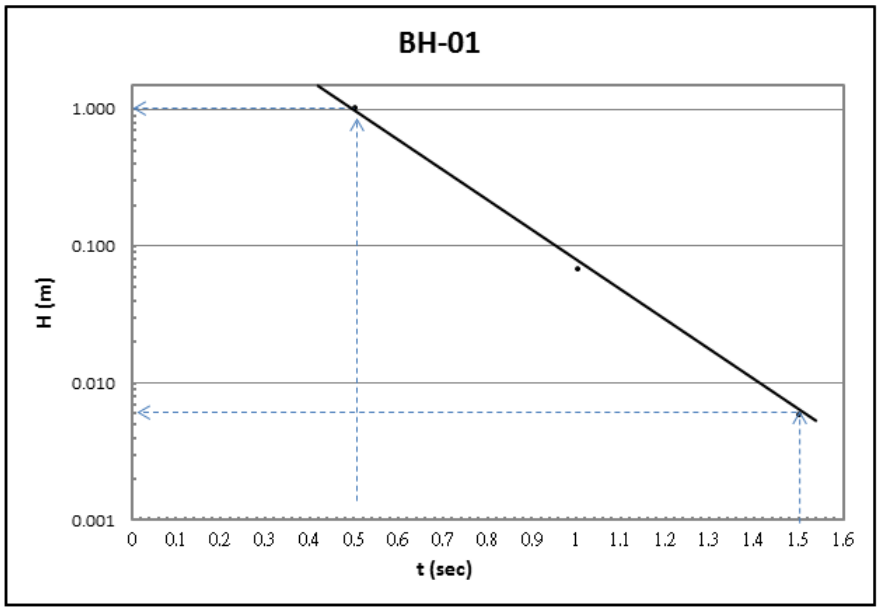



**Figure 2** Dimensionless parameters $A$, $B$, and $C$ as a function of $Le/R$ for calculation of $\ln(R_e/r_w)$. (After Bouwer and Rice, 1976.)



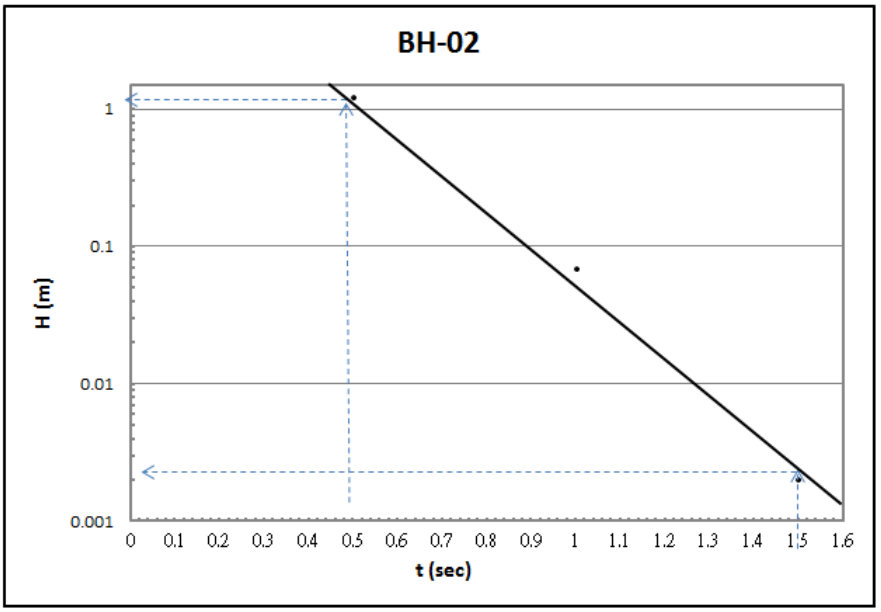

**Test Data**
2011/10/29

**Aquifer Model**
Unconfined

**Solution Method**
Bouwer-Rice

**Test Data**
rc=0.0254m
R=0.0508m
Le=26.92m
Lw=26.92m
h=35.92m

**Analysis Result**
K= 2.90E-04 m/sec



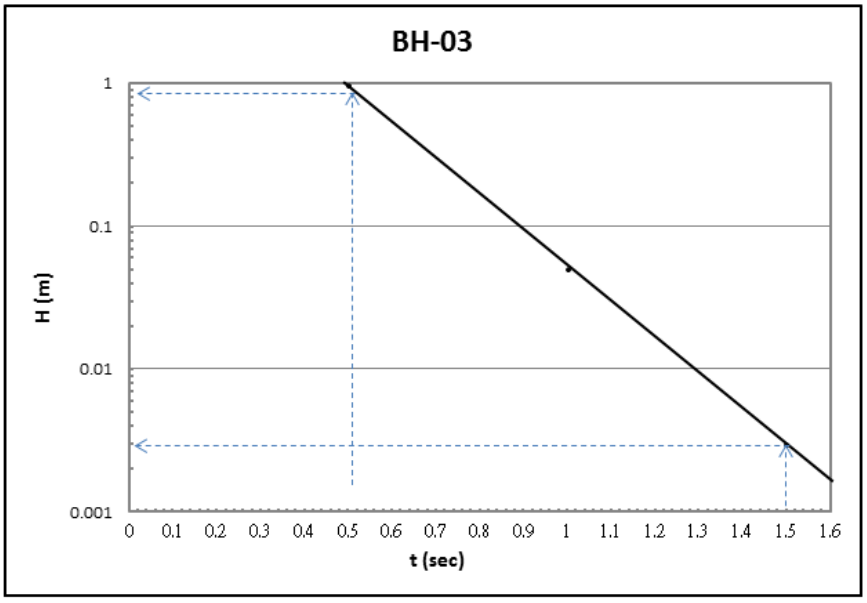

**Test Data**
2011/10/29

**Aquifer Model**
Unconfined

**Solution Method**
Bouwer-Rice

**Test Data**
rc=0.0254m
R=0.0508m
Le=26.90m
Lw=26.90m
h=35.90m

**Analysis Result**
K=3.62E-04 m/sec



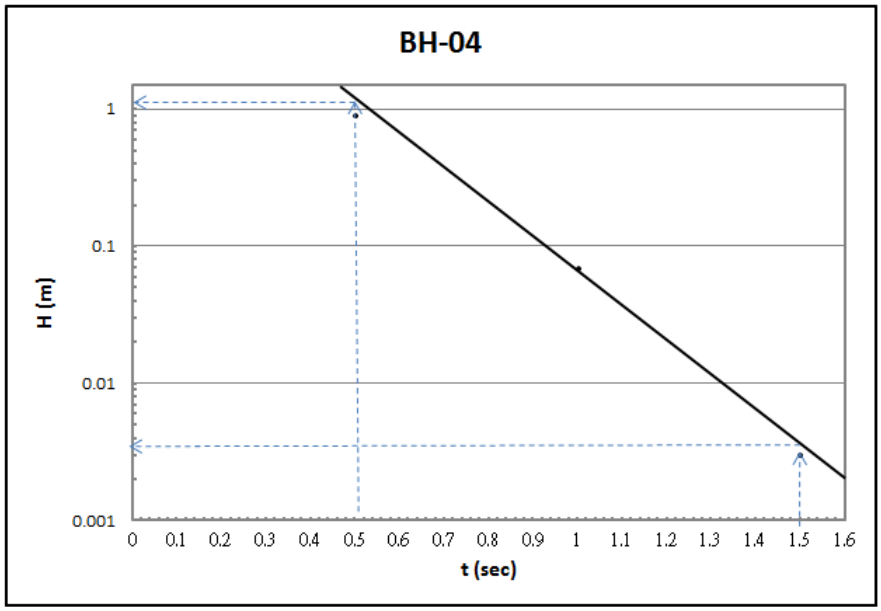

**Test Data**
2011/10/29

**Aquifer Model**
Unconfined

**Solution Method**
Bouwer-Rice

**Test Data**
rc=0.0254m
R=0.0508m
Le=27.02m
Lw=27.02m
h=36.02m

**Analysis Result**
K=3.19E-04 m/sec



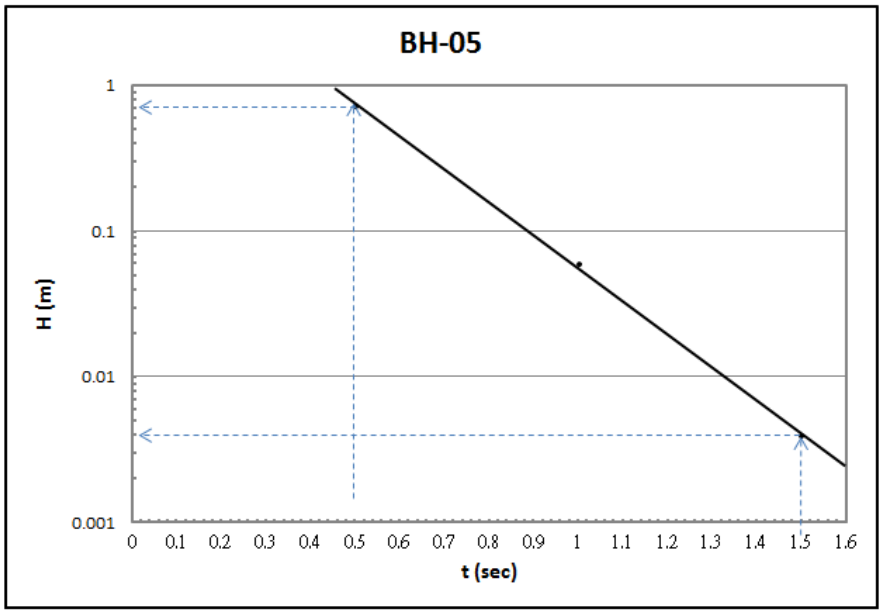

**Test Data**
2011/10/29

**Aquifer Model**
Unconfined

**Solution Method**
Bouwer-Rice

**Test Data**
rc=0.0254m
R=0.0508m
Le=26.84m
Lw=26.84m
h=35.84m

**Analysis Result**
K=3.24E-04 m/sec



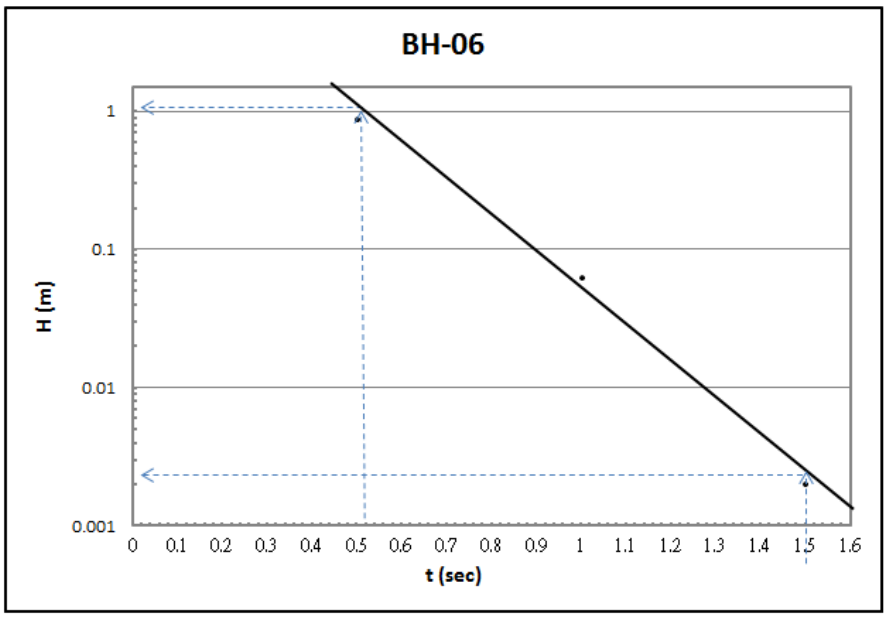

**Test Data**
2011/10/29

**Aquifer Model**
Unconfined

**Solution Method**
Bouwer-Rice

**Test Data**
rc=0.0254m
R=0.0508m
Le=26.86m
Lw=26.86m
h=35.86m

**Analysis Result**
K=2.93E-04 m/sec




**Test Data**
2011/10/29

**Aquifer Model**
Unconfined

**Solution Method**
Bouwer-Rice

**Test Data**
rc=0.0254m
R=0.0508m
Le=26.82m
Lw=26.82m
h=35.82m

**Analysis Result**
K=3.42E-04 m/sec

# 附錄九 水井調查紀錄

# 水井調查紀錄表

水井編號：1　　調查日期：100.09.16

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1.水井地點 | 高雄市大樹區 | 地號: R66　溪埔段 | 座標 | 東經：193560<br>北緯：2515784 |
| 2.用水標的(可複選) | □公共給水　□生活用水　■農業用水　□其他用水 | | | |
| 3.井管材質 | □金屬管　□磚砌管　□混凝土管　■塑膠管　□其他 | | | |
| 4.井管規格 | 管徑 15 公分( 6 英吋) | | | |
| 5.井設置深度 | 井頂下＿＿＿m，■無法得知。 | | | |
| 6.抽水機設備型式 | □固定式　□移動式　■沈水式　□離心式　□其他( ＿＿＿＿ ) | | | |
| 7.抽水機設備規格 | 動力(功率) ＿＿＿ 匹馬力，出水口管徑 7.6 公分( 3 英吋)<br>安裝於地表面 □上 或井頂下 ＿＿＿m | | | |
| 8.抽取水量 | ＿＿＿公升／分鐘，日平均抽水＿＿＿小時，年平均抽水＿＿＿日 | | | |
| 9.靜水位 | 距地表面　＿＿＿＿ m (抽水設備為移動式時查填) | | | |
| 10.備註 | (1)1 加崙(美)=3.785 公升　(2)1gpm=5.45CMD　(3)1 馬力=0.746 千瓦 | | | |

| 井照片 1 | 井照片 2 |
|---|---|
| | |

現場調查人員： 林健盛、杜俊明

# 水井調查紀錄表

水井編號：2　　調查日期：100.09.16

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1.水井地點 | 高雄市大樹區 | 地號:　　溪埔段　　小段 | 座標 | 東經：193319<br>北緯：2515807 |
| 2.用水標的(可複選) | □公共給水　□生活用水　■農業用水　□其他用水 | | | |
| 3.井管材質 | □金屬管　□磚砌管　□混凝土管　■塑膠管　□其他 | | | |
| 4.井管規格 | 管徑 15 公分( 6 英吋) | | | |
| 5.井設置深度 | 井頂下＿＿＿＿m，■無法得知。 | | | |
| 6.抽水機設備型式 | □固定式　□移動式　■沈水式　□離心式　□其他( ＿＿＿＿ ) | | | |
| 7.抽水機設備規格 | 動力(功率) ＿＿＿＿ 匹馬力，出水口管徑 10 公分( 4 英吋)<br>安裝於地表面 □上 或井頂下 ＿＿＿＿m | | | |
| 8.抽取水量 | ＿＿＿＿公升／分鐘，日平均抽水＿＿＿＿小時，年平均抽水＿＿＿＿日 | | | |
| 9. 靜水位 | 距地表面　＿＿＿＿ m (抽水設備為移動式時查填) | | | |
| 10.備註 | (1)1 加崙(美)=3.785 公升　(2)1gpm=5.45CMD　(3)1 馬力=0.746 千瓦 | | | |

| 井照片 1 | 井照片 2 |
|---|---|
| | |

現場調查人員： 林健盛、杜俊明

# 水井調查紀錄表

水井編號：3　　調查日期：100.09.16

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1.水井地點 | 高雄市大樹區 | 地號:　　溪埔段　　小段 | 座標 | 東經：193272<br>北緯：2515643 |
| 24.用水標的(可複選) | □公共給水　□生活用水　■農業用水　□其他用水 | | | |
| 3.井管材質 | □金屬管　□磚砌管　□混凝土管　■塑膠管　□其他 | | | |
| 4.井管規格 | 管徑 15 公分( 6 英吋) | | | |
| 5.井設置深度 | 井頂下＿＿＿＿m，■無法得知。 | | | |
| 6.抽水機設備型式 | □固定式　□移動式　■沈水式　□離心式　□其他(＿＿＿＿＿) | | | |
| 7.抽水機設備規格 | 動力(功率)＿＿＿＿匹馬力，出水口管徑 7.6 公分( 3 英吋)<br>安裝於地表面 □上 或井頂下＿＿＿＿m | | | |
| 8.抽取水量 | ＿＿＿＿公升／分鐘，日平均抽水＿＿＿＿小時，年平均抽水＿＿＿＿日 | | | |
| 9. 靜水位 | 距地表面　＿＿＿＿＿ m (抽水設備為移動式時查填) | | | |
| 10.備註 | (1)1 加崙(美)=3.785 公升　(2)1gpm=5.45CMD　(3)1 馬力=0.746 千瓦 | | | |

| 井照片 1 | 井照片 2 |
|---|---|
| | |

現場調查人員： 林健盛、杜俊明

# 水井調查紀錄表

水井編號：4　　調查日期：100.09.16

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1.水井地點 | 高雄市大樹區 | 地號:　　溪埔段　　小段 | 座標 | 東經：193281<br>北緯：2515636 |
| 2.用水標的(可複選) | □公共給水　□生活用水　■農業用水　□其他用水 | | | |
| 3.井管材質 | □金屬管　□磚砌管　□混凝土管　■塑膠管　□其他 | | | |
| 4.井管規格 | 管徑 15 公分( 6 英吋) | | | |
| 5.井設置深度 | 井頂下＿＿＿m，■無法得知。 | | | |
| 6.抽水機設備型式 | □固定式　□移動式　■沈水式　□離心式　□其他( ＿＿＿＿ ) | | | |
| 7.抽水機設備規格 | 動力(功率) ＿＿＿ 匹馬力，出水口管徑 10 公分( 43 英吋)<br>安裝於地表面 □上 或井頂下 ＿＿＿m | | | |
| 8.抽取水量 | ＿＿＿公升／分鐘，日平均抽水＿＿＿小時，年平均抽水＿＿＿日 | | | |
| 9. 靜水位 | 距地表面　＿＿＿＿ m (抽水設備為移動式時查填) | | | |
| 10.備註 | (1)1 加崙(美)=3.785 公升　(2)1gpm=5.45CMD　(3)1 馬力=0.746 千瓦 | | | |

| 井照片 1 | 井照片 2 |
|---|---|
| | |

現場調查人員：林健盛、杜俊明

# 水井調查紀錄表

水井編號：5　　調查日期：100.09.16

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1.水井地點 | 高雄市大樹區 | 地號:　　溪埔段　　小段 | 座標 | 東經：193275<br>北緯：2515630 |
| 2.用水標的(可複選) | □公共給水　□生活用水　■農業用水　□其他用水 | | | |
| 3.井管材質 | □金屬管　□磚砌管　□混凝土管　■塑膠管　□其他 | | | |
| 4.井管規格 | 管徑 15 公分( 6 英吋) | | | |
| 5.井設置深度 | 井頂下＿＿＿m，■無法得知。 | | | |
| 6.抽水機設備型式 | □固定式　□移動式　■沈水式　□離心式　□其他( ＿＿＿＿ ) | | | |
| 7.抽水機設備規格 | 動力(功率) ＿＿＿ 匹馬力，出水口管徑 10 公分( 4 英吋)<br>安裝於地表面 □上 或井頂下 ＿＿＿m | | | |
| 8.抽取水量 | ＿＿＿公升／分鐘，日平均抽水＿＿＿小時，年平均抽水＿＿＿日 | | | |
| 9. 靜水位 | 距地表面　＿＿＿＿ m (抽水設備為移動式時查填) | | | |
| 10.備註 | (1)1 加崙(美)=3.785 公升　(2)1gpm=5.45CMD　(3)1 馬力=0.746 千瓦 | | | |

| 井照片 1 | 井照片 2 |
|---|---|
| | |

現場調查人員： 林健盛、杜俊明

# 水井調查紀錄表

水井編號：6　　調查日期：100.09.16

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1.水井地點 | 高雄市大樹區 | 地號:　　溪埔段　　小段 | 座標 | 東經：193286<br>北緯：2515602 |
| 2.用水標的(可複選) | □公共給水　□生活用水　■農業用水　□其他用水 | | | |
| 3.井管材質 | □金屬管　□磚砌管　□混凝土管　■塑膠管　□其他 | | | |
| 4.井管規格 | 管徑 15 公分( 6 英吋) | | | |
| 5.井設置深度 | 井頂下＿＿＿m，■無法得知。 | | | |
| 6.抽水機設備型式 | □固定式　□移動式　■沈水式　□離心式　□其他( ＿＿＿＿ ) | | | |
| 7.抽水機設備規格 | 動力(功率) ＿＿＿ 匹馬力，出水口管徑 10 公分( 4 英吋)<br>安裝於地表面 □上 或井頂下 ＿＿＿m | | | |
| 8.抽取水量 | ＿＿＿公升／分鐘，日平均抽水＿＿＿小時，年平均抽水＿＿＿日 | | | |
| 9. 靜水位 | 距地表面　＿＿＿＿ m (抽水設備為移動式時查填) | | | |
| 10.備註 | (1)1 加崙(美)=3.785 公升　(2)1gpm=5.45CMD　(3)1 馬力=0.746 千瓦 | | | |

| 井照片 1 | 井照片 2 |
|---|---|
| | |

現場調查人員： 林健盛、杜俊明

# 水井調查紀錄表

水井編號：7　　調查日期：100.09.16

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1.水井地點 | 高雄市大樹區 | 地號:旱 432-13 溪埔段 | 座標 | 東經：193331<br>北緯：2515570 |
| 2.用水標的(可複選) | □公共給水　□生活用水　■農業用水　□其他用水 | | | |
| 3.井管材質 | ■金屬管　□磚砌管　□混凝土管　□塑膠管　□其他 | | | |
| 4.井管規格 | 管徑 10 公分( 4 英吋) | | | |
| 5.井設置深度 | 井頂下＿＿＿m，■無法得知。 | | | |
| 6.抽水機設備型式 | ■固定式　□移動式　□沈水式　□離心式　□其他( ＿＿＿＿ ) | | | |
| 7.抽水機設備規格 | 動力(功率) ＿＿＿ 匹馬力，出水口管徑 7.6 公分( 3 英吋)<br>安裝於地表面 □上 或井頂下 ＿＿＿m | | | |
| 8.抽取水量 | ＿＿＿公升／分鐘，日平均抽水＿＿＿小時，年平均抽水＿＿＿日 | | | |
| 9. 靜水位 | 距地表面　＿＿＿＿ m (抽水設備為移動式時查填) | | | |
| 10.備註 | (1)1 加崙(美)=3.785 公升　(2)1gpm=5.45CMD　(3)1 馬力=0.746 千瓦 | | | |

| 井照片 1 | 井照片 2 |
|---|---|
| | |

現場調查人員： 林健盛、杜俊明

# 水井調查紀錄表

水井編號：8　　調查日期：100.09.16

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1.水井地點 | 高雄市大樹區 | 地號:旱 432-1 溪埔段 | 座標 | 東經：193370<br>北緯：2515581 |
| 2.用水標的(可複選) | □公共給水　□生活用水　■農業用水　□其他用水 | | | |
| 3.井管材質 | □金屬管　□磚砌管　□混凝土管　■塑膠管　□其他 | | | |
| 4.井管規格 | 管徑 15 公分( 6 英吋) | | | |
| 5.井設置深度 | 井頂下＿＿＿m，■無法得知。 | | | |
| 6.抽水機設備型式 | □固定式　□移動式　■沈水式　□離心式　□其他( ＿＿＿＿ ) | | | |
| 7.抽水機設備規格 | 動力(功率) ＿＿＿ 匹馬力，出水口管徑 10 公分( 4 英吋)<br>安裝於地表面 □上 或井頂下 ＿＿＿m | | | |
| 8.抽取水量 | ＿＿＿公升／分鐘，日平均抽水＿＿＿小時，年平均抽水＿＿＿日 | | | |
| 9. 靜水位 | 距地表面 ＿＿＿＿ m (抽水設備為移動式時查填) | | | |
| 10.備註 | (1)1 加崙(美)=3.785 公升　(2)1gpm=5.45CMD　(3)1 馬力=0.746 千瓦 | | | |

| 井照片 1 | 井照片 2 |
|---|---|
| | |

現場調查人員：林健盛、杜俊明

# 水井調查紀錄表

水井編號：9　　調查日期：100.09.16

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1.水井地點 | 高雄市大樹區 | 地號:原 435-2　溪埔段 | 座標 | 東經：193428<br>北緯：2515608 |
| 2.用水標的(可複選) | □公共給水　□生活用水　■農業用水　□其他用水 | | | |
| 3.井管材質 | □金屬管　□磚砌管　□混凝土管　■塑膠管　□其他 | | | |
| 4.井管規格 | 管徑 15 公分( 6 英吋) | | | |
| 5.井設置深度 | 井頂下＿＿＿m，■無法得知。 | | | |
| 6.抽水機設備型式 | □固定式　□移動式　■沈水式　□離心式　□其他( ＿＿＿＿ ) | | | |
| 7.抽水機設備規格 | 動力(功率) ＿＿＿ 匹馬力，出水口管徑 10 公分( 4 英吋)<br>安裝於地表面 □上 或井頂下 ＿＿＿m | | | |
| 8.抽取水量 | ＿＿＿公升／分鐘，日平均抽水＿＿＿小時，年平均抽水＿＿＿日 | | | |
| 9. 靜水位 | 距地表面　＿＿＿＿ m (抽水設備為移動式時查填) | | | |
| 10.備註 | (1)1 加崙(美)=3.785 公升　(2)1gpm=5.45CMD　(3)1 馬力=0.746 千瓦 | | | |

| 井照片 1 | 井照片 2 |
|---|---|
| | |

現場調查人員： 林健盛、杜俊明

# 水井調查紀錄表

水井編號：10　　調查日期：100.09.16

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1.水井地點 | 高雄市大樹區 | 地號:原 435-2A　溪埔段 | 座標 | 東經：193467<br>北緯：2515622 |
| 2.用水標的(可複選) | □公共給水　□生活用水　■農業用水　□其他用水 | | | |
| 3.井管材質 | □金屬管　□磚砌管　■混凝土管　□塑膠管　□其他 | | | |
| 4.井管規格 | 管徑 15 公分( 6 英吋) | | | |
| 5.井設置深度 | 井頂下＿＿＿m，■無法得知。 | | | |
| 6.抽水機設備型式 | □固定式　□移動式　■沈水式　□離心式　□其他( ＿＿＿＿ ) | | | |
| 7.抽水機設備規格 | 動力(功率) ＿＿＿ 匹馬力，出水口管徑 10 公分( 4 英吋)<br>安裝於地表面 □上 或井頂下 ＿＿＿m | | | |
| 8.抽取水量 | ＿＿＿公升／分鐘，日平均抽水＿＿＿小時，年平均抽水＿＿＿日 | | | |
| 9. 靜水位 | 距地表面 ＿＿＿＿ m (抽水設備為移動式時查填) | | | |
| 10.備註 | (1)1 加崙(美)=3.785 公升　(2)1gpm=5.45CMD　(3)1 馬力=0.746 千瓦 | | | |

| 井照片 1 | 井照片 2 |
|---|---|
| | |

現場調查人員： 林健盛、杜俊明

# 水井調查紀錄表

水井編號：11　　調查日期：100.09.16

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1.水井地點 | 高雄市大樹區 | 地號: R73　溪埔段 | 座標 | 東經：193534<br>北緯：2515617 |
| 2.用水標的(可複選) | □公共給水　□生活用水　■農業用水　□其他用水 | | | |
| 3.井管材質 | □金屬管　□磚砌管　□混凝土管　■塑膠管　□其他 | | | |
| 4.井管規格 | 管徑 20 公分( 8 英吋) | | | |
| 5.井設置深度 | 井頂下＿＿＿m，■無法得知。 | | | |
| 6.抽水機設備型式 | □固定式　□移動式　■沈水式　□離心式　□其他( ＿＿＿＿ ) | | | |
| 7.抽水機設備規格 | 動力(功率) ＿＿＿ 匹馬力，出水口管徑 10 公分( 4 英吋)<br>安裝於地表面 □上 或井頂下 ＿＿＿m | | | |
| 8.抽取水量 | ＿＿＿公升／分鐘，日平均抽水＿＿＿小時，年平均抽水＿＿＿日 | | | |
| 9. 靜水位 | 距地表面　＿＿＿＿ m (抽水設備為移動式時查填) | | | |
| 10.備註 | (1)1 加崙(美)=3.785 公升　(2)1gpm=5.45CMD　(3)1 馬力=0.746 千瓦 | | | |

| 井照片 1 | 井照片 2 |
|---|---|
| | |

現場調查人員： 林健盛、杜俊明

# 水井調查紀錄表

水井編號：12　　調查日期：100.09.16

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1.水井地點 | 高雄市大樹區 | 地號:原 434-1　溪埔段 | 座標 | 東經：193526<br>北緯：2515576 |
| 2.用水標的(可複選) | □公共給水　□生活用水　■農業用水　□其他用水 | | | |
| 3.井管材質 | □金屬管　□磚砌管　□混凝土管　■塑膠管　□其他 | | | |
| 4.井管規格 | 管徑 25 公分( 10 英吋) | | | |
| 5.井設置深度 | 井頂下＿＿＿m，■無法得知。 | | | |
| 6.抽水機設備型式 | □固定式　□移動式　■沈水式　□離心式　□其他(＿＿＿＿＿) | | | |
| 7.抽水機設備規格 | 動力(功率)＿＿＿＿匹馬力，出水口管徑 10 公分( 4 英吋)<br>安裝於地表面 □上 或井頂下 ＿＿＿m | | | |
| 8.抽取水量 | ＿＿＿公升／分鐘，日平均抽水＿＿＿小時，年平均抽水＿＿＿日 | | | |
| 9. 靜水位 | 距地表面　＿＿＿＿ m (抽水設備為移動式時查填) | | | |
| 10.備註 | (1)1 加崙(美)=3.785 公升　(2)1gpm=5.45CMD　(3)1 馬力=0.746 千瓦 | | | |

| 井照片 1 | 井照片 2 |
|---|---|
| | |

現場調查人員：林健盛、杜俊明

# 水井調查紀錄表

水井編號：13　　調查日期：100.09.16

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1.水井地點 | 高雄市大樹區 | 地號: 原 434A　溪埔段 | 座標 | 東經：193511<br>北緯：2515582 |
| 2.用水標的(可複選) | □公共給水　□生活用水　■農業用水　□其他用水 | | | |
| 3.井管材質 | □金屬管　□磚砌管　□混凝土管　■塑膠管　□其他 | | | |
| 4.井管規格 | 管徑 15 公分( 6 英吋) | | | |
| 5.井設置深度 | 井頂下＿＿＿m，■無法得知。 | | | |
| 6.抽水機設備型式 | □固定式　□移動式　■沈水式　□離心式　□其他( ＿＿＿＿ ) | | | |
| 7.抽水機設備規格 | 動力(功率) ＿＿＿ 匹馬力，出水口管徑 10 公分( 4 英吋)<br>安裝於地表面 □上 或井頂下 ＿＿＿m | | | |
| 8.抽取水量 | ＿＿＿公升／分鐘，日平均抽水＿＿＿小時，年平均抽水＿＿＿日 | | | |
| 9. 靜水位 | 距地表面　＿＿＿＿ m (抽水設備為移動式時查填) | | | |
| 10.備註 | (1)1 加崙(美)=3.785 公升　(2)1gpm=5.45CMD　(3)1 馬力=0.746 千瓦 | | | |

| 井照片 1 | 井照片 2 |
|---|---|
| | |

現場調查人員： 林健盛、杜俊明

# 水井調查紀錄表

水井編號：14　　調查日期：100.09.16

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1.水井地點 | 高雄市大樹區 | 地號: 原 433A　溪埔段 | 座標 | 東經：193497<br>北緯：2515527 |
| 2.用水標的(可複選) | □公共給水　□生活用水　■農業用水　□其他用水 | | | |
| 3.井管材質 | □金屬管　□磚砌管　□混凝土管　■塑膠管　□其他 | | | |
| 4.井管規格 | 管徑 15 公分( 6 英吋) | | | |
| 5.井設置深度 | 井頂下＿＿＿m，■無法得知。 | | | |
| 6.抽水機設備型式 | □固定式　□移動式　■沈水式　□離心式　□其他( ＿＿＿＿ ) | | | |
| 7.抽水機設備規格 | 動力(功率) ＿＿＿ 匹馬力，出水口管徑 10 公分( 4 英吋)<br>安裝於地表面 □上 或井頂下 ＿＿＿m | | | |
| 8.抽取水量 | ＿＿＿公升／分鐘，日平均抽水＿＿＿小時，年平均抽水＿＿＿日 | | | |
| 9. 靜水位 | 距地表面 ＿＿＿＿ m (抽水設備為移動式時查填) | | | |
| 10.備註 | (1)1 加崙(美)=3.785 公升　(2)1gpm=5.45CMD　(3)1 馬力=0.746 千瓦 | | | |

| 井照片 1 | 井照片 2 |
|---|---|
| | |

現場調查人員： 林健盛、杜俊明

# 水井調查紀錄表

水井編號：15　　調查日期：100.09.16

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1.水井地點 | 高雄市大樹區 | 地號:R84 溪埔段 | 座標 | 東經：193624<br>北緯：2515491 |
| 2.用水標的(可複選) | □公共給水　□生活用水　■農業用水　□其他用水 | | | |
| 3.井管材質 | □金屬管　□磚砌管　□混凝土管　■塑膠管　□其他 | | | |
| 4.井管規格 | 管徑 15 公分( 6 英吋) | | | |
| 5.井設置深度 | 井頂下＿＿＿m，■無法得知。 | | | |
| 6.抽水機設備型式 | □固定式　□移動式　■沈水式　□離心式　□其他( ＿＿＿＿ ) | | | |
| 7.抽水機設備規格 | 動力(功率) ＿＿＿ 匹馬力，出水口管徑 10 公分( 4 英吋)<br>安裝於地表面 □上 或井頂下 ＿＿＿m | | | |
| 8.抽取水量 | ＿＿＿公升／分鐘，日平均抽水＿＿＿小時，年平均抽水＿＿＿日 | | | |
| 9. 靜水位 | 距地表面　＿＿＿＿ m (抽水設備為移動式時查填) | | | |
| 10.備註 | (1)1 加崙(美)=3.785 公升　(2)1gpm=5.45CMD　(3)1 馬力=0.746 千瓦 | | | |

| 井照片 1 | 井照片 2 |
|---|---|
| | |

現場調查人員： 林健盛、杜俊明

# 水井調查紀錄表

水井編號：16　　調查日期：100.09.23

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1.水井地點 | 高雄市大樹區 | 地號:旱 300 溪埔段 | 座標 | 東經：193380<br>北緯：2516159 |
| 2.用水標的(可複選) | □公共給水　□生活用水　■農業用水　□其他用水 | | | |
| 3.井管材質 | □金屬管　□磚砌管　□混凝土管　■塑膠管　□其他 | | | |
| 4.井管規格 | 管徑 15 公分( 6 英吋) | | | |
| 5.井設置深度 | 井頂下＿＿＿m，■無法得知。 | | | |
| 6.抽水機設備型式 | □固定式　□移動式　■沈水式　□離心式　□其他( ＿＿＿＿ ) | | | |
| 7.抽水機設備規格 | 動力(功率) ＿＿＿ 匹馬力，出水口管徑 10 公分( 4 英吋)<br>安裝於地表面 □上 或井頂下 ＿＿＿m | | | |
| 8.抽取水量 | ＿＿＿公升／分鐘，日平均抽水＿＿＿小時，年平均抽水＿＿＿日 | | | |
| 9. 靜水位 | 距地表面 ＿＿＿＿ m (抽水設備為移動式時查填) | | | |
| 10.備註 | (1)1 加崙(美)=3.785 公升　(2)1gpm=5.45CMD　(3)1 馬力=0.746 千瓦 | | | |

| 井照片 1 | 井照片 2 |
|---|---|
| | |

現場調查人員： 林健盛、杜俊明

# 水井調查紀錄表

水井編號：17　　調查日期：100.09.23

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1.水井地點 | 高雄市大樹區 | 地號: 旱 299-1　溪埔段 | 座標 | 東經：193377<br>北緯：2516147 |
| 2.用水標的(可複選) | □公共給水　□生活用水　■農業用水　□其他用水 | | | |
| 3.井管材質 | □金屬管　□磚砌管　□混凝土管　■塑膠管　□其他 | | | |
| 4.井管規格 | 管徑 15 公分( 6 英吋) | | | |
| 5.井設置深度 | 井頂下＿＿＿m，■無法得知。 | | | |
| 6.抽水機設備型式 | □固定式　□移動式　■沈水式　□離心式　□其他( ＿＿＿＿ ) | | | |
| 7.抽水機設備規格 | 動力(功率) ＿＿＿ 匹馬力，出水口管徑 10 公分( 4 英吋)<br>安裝於地表面 □上 或井頂下 ＿＿＿m | | | |
| 8.抽取水量 | ＿＿＿公升／分鐘，日平均抽水＿＿＿小時，年平均抽水＿＿＿日 | | | |
| 9. 靜水位 | 距地表面　＿＿＿＿ m (抽水設備為移動式時查填) | | | |
| 10.備註 | (1)1 加崙(美)=3.785 公升　(2)1gpm=5.45CMD　(3)1 馬力=0.746 千瓦 | | | |

| 井照片 1 | 井照片 2 |
|---|---|
| | |

現場調查人員： 林健盛、杜俊明

# 水井調查紀錄表

水井編號：18　　調查日期：100.09.23

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1.水井地點 | 高雄市大樹區 | 地號: R50　溪埔段 | 座標 | 東經：193517<br>北緯：2516139 |
| 2.用水標的(可複選) | □公共給水　□生活用水　■農業用水　□其他用水 | | | |
| 3.井管材質 | □金屬管　□磚砌管　□混凝土管　■塑膠管　□其他 | | | |
| 4.井管規格 | 管徑 15 公分( 6 英吋) | | | |
| 5.井設置深度 | 井頂下＿＿＿m，■無法得知。 | | | |
| 6.抽水機設備型式 | □固定式　□移動式　■沈水式　□離心式　□其他( ＿＿＿＿ ) | | | |
| 7.抽水機設備規格 | 動力(功率) ＿＿＿ 匹馬力，出水口管徑 10 公分( 4 英吋)<br>安裝於地表面 □上 或井頂下 ＿＿＿m | | | |
| 8.抽取水量 | ＿＿＿公升／分鐘，日平均抽水＿＿＿小時，年平均抽水＿＿＿日 | | | |
| 9. 靜水位 | 距地表面　＿＿＿＿ m (抽水設備為移動式時查填) | | | |
| 10.備註 | (1)1 加崙(美)=3.785 公升　(2)1gpm=5.45CMD　(3)1 馬力=0.746 千瓦 | | | |

| 井照片 1 | 井照片 2 |
|---|---|
| | |

現場調查人員： 林健盛、杜俊明

# 水井調查紀錄表

水井編號：19　　調查日期：100.09.23

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1.水井地點 | 高雄市大樹區 | 地號: R46　溪埔段 | 座標 | 東經：193437<br>北緯：2516275 |
| 2.用水標的(可複選) | □公共給水　□生活用水　■農業用水　□其他用水 | | | |
| 3.井管材質 | □金屬管　□磚砌管　□混凝土管　■塑膠管　□其他 | | | |
| 4.井管規格 | 管徑 15 公分( 6 英吋) | | | |
| 5.井設置深度 | 井頂下＿＿＿m，■無法得知。 | | | |
| 6.抽水機設備型式 | □固定式　□移動式　■沈水式　□離心式　□其他( ＿＿＿＿ ) | | | |
| 7.抽水機設備規格 | 動力(功率) ＿＿＿ 匹馬力，出水口管徑 7.6 公分( 3 英吋)<br>安裝於地表面 □上 或井頂下 ＿＿＿m | | | |
| 8.抽取水量 | ＿＿＿公升／分鐘，日平均抽水＿＿＿小時，年平均抽水＿＿＿日 | | | |
| 9. 靜水位 | 距地表面　＿＿＿＿ m (抽水設備為移動式時查填) | | | |
| 10.備註 | (1)1 加崙(美)=3.785 公升　(2)1gpm=5.45CMD　(3)1 馬力=0.746 千瓦 | | | |

| 井照片 1 | 井照片 2 |
|---|---|
| | |

現場調查人員： 林健盛、杜俊明

# 水井調查紀錄表

水井編號：20　　調查日期：100.09.23

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1.水井地點 | 高雄市大樹區 | 地號: 旱 298 溪埔段 | 座標 | 東經：193363<br>北緯：2516037 |
| 2.用水標的(可複選) | □公共給水　□生活用水　■農業用水　□其他用水 | | | |
| 3.井管材質 | □金屬管　□磚砌管　□混凝土管　■塑膠管　□其他 | | | |
| 4.井管規格 | 管徑 15 公分( 6 英吋) | | | |
| 5.井設置深度 | 井頂下＿＿＿m，■無法得知。 | | | |
| 6.抽水機設備型式 | □固定式　□移動式　■沈水式　□離心式　□其他( ＿＿＿＿ ) | | | |
| 7.抽水機設備規格 | 動力(功率) ＿＿＿ 匹馬力，出水口管徑 10 公分( 4 英吋)<br>安裝於地表面 □上 或井頂下 ＿＿＿m | | | |
| 8.抽取水量 | ＿＿＿公升／分鐘，日平均抽水＿＿＿小時，年平均抽水＿＿＿日 | | | |
| 9. 靜水位 | 距地表面 ＿＿＿＿ m (抽水設備為移動式時查填) | | | |
| 10.備註 | (1)1 加崙(美)=3.785 公升　(2)1gpm=5.45CMD　(3)1 馬力=0.746 千瓦 | | | |

| 井照片 1 | 井照片 2 |
|---|---|
| | |

現場調查人員： 林健盛、杜俊明

# 水井調查紀錄表

水井編號：21　　調查日期：100.09.23

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1.水井地點 | 高雄市大樹區 | 地號:　　溪埔段　　小段 | 座標 | 東經：193324<br>北緯：2515957 |
| 2.用水標的(可複選) | □公共給水　□生活用水　■農業用水　□其他用水 | | | |
| 3.井管材質 | ■金屬管　□磚砌管　□混凝土管　□塑膠管　□其他 | | | |
| 4.井管規格 | 管徑 15 公分( 6 英吋) | | | |
| 5.井設置深度 | 井頂下＿＿＿m，■無法得知。 | | | |
| 6.抽水機設備型式 | ■固定式　□移動式　□沈水式　□離心式　□其他( ＿＿＿＿ ) | | | |
| 7.抽水機設備規格 | 動力(功率) ＿＿＿ 匹馬力，出水口管徑 10 公分( 4 英吋)<br>安裝於地表面 □上 或井頂下 ＿＿＿m | | | |
| 8.抽取水量 | ＿＿＿公升／分鐘，日平均抽水＿＿＿小時，年平均抽水＿＿＿日 | | | |
| 9. 靜水位 | 距地表面　＿＿＿＿ m (抽水設備為移動式時查填) | | | |
| 10.備註 | (1)1 加崙(美)=3.785 公升　(2)1gpm=5.45CMD　(3)1 馬力=0.746 千瓦 | | | |

| 井照片 1 | 井照片 2 |
|---|---|
| | |

現場調查人員： 林健盛、杜俊明

# 水井調查紀錄表

水井編號：22　　調查日期：100.09.23

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1.水井地點 | 高雄市大樹區 | 地號:　　溪埔段　　小段 | 座標 | 東經：193319<br>北緯：2515981 |
| 2.用水標的(可複選) | □公共給水　□生活用水　■農業用水　□其他用水 | | | |
| 3.井管材質 | □金屬管　□磚砌管　□混凝土管　■塑膠管　□其他 | | | |
| 4.井管規格 | 管徑 15 公分( 6 英吋) | | | |
| 5.井設置深度 | 井頂下＿＿＿m，■無法得知。 | | | |
| 6.抽水機設備型式 | □固定式　□移動式　■沈水式　□離心式　□其他( ＿＿＿＿ ) | | | |
| 7.抽水機設備規格 | 動力(功率) ＿＿＿ 匹馬力，出水口管徑 10 公分( 4 英吋)<br>安裝於地表面 □上 或井頂下 ＿＿＿m | | | |
| 8.抽取水量 | ＿＿＿公升／分鐘，日平均抽水＿＿＿小時，年平均抽水＿＿＿日 | | | |
| 9. 靜水位 | 距地表面　＿＿＿＿ m (抽水設備為移動式時查填) | | | |
| 10.備註 | (1)1 加崙(美)=3.785 公升　(2)1gpm=5.45CMD　(3)1 馬力=0.746 千瓦 | | | |

| 井照片 1 | 井照片 2 |
|---|---|
| | |

現場調查人員： 林健盛、杜俊明

# 水井調查紀錄表

水井編號：23　　調查日期：100.09.23

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1.水井地點 | 高雄市大樹區 | 地號:　　溪埔段　　小段 | 座標 | 東經：193309<br>北緯：2516067 |
| 2.用水標的(可複選) | □公共給水　□生活用水　■農業用水　□其他用水 | | | |
| 3.井管材質 | □金屬管　□磚砌管　□混凝土管　■塑膠管　□其他 | | | |
| 4.井管規格 | 管徑 15 公分( 6 英吋) | | | |
| 5.井設置深度 | 井頂下＿＿＿m，■無法得知。 | | | |
| 6.抽水機設備型式 | □固定式　□移動式　■沈水式　□離心式　□其他( ＿＿＿＿ ) | | | |
| 7.抽水機設備規格 | 動力(功率) ＿＿＿ 匹馬力，出水口管徑 5 公分( 2 英吋)<br>安裝於地表面 □上 或井頂下 ＿＿＿m | | | |
| 8.抽取水量 | ＿＿＿公升／分鐘，日平均抽水＿＿＿小時，年平均抽水＿＿＿日 | | | |
| 9.靜水位 | 距地表面　＿＿＿＿ m (抽水設備為移動式時查填) | | | |
| 10.備註 | (1)1 加崙(美)=3.785 公升　(2)1gpm=5.45CMD　(3)1 馬力=0.746 千瓦 | | | |

| 井照片 1 | 井照片 2 |
|---|---|
| | |

現場調查人員： 林健盛、杜俊明

# 水井調查紀錄表

水井編號：24　　調查日期：100.09.23

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1.水井地點 | 高雄市大樹區 | 地號: 旱 296-3　溪埔段 | 座標 | 東經：193310<br>北緯：2516086 |
| 2.用水標的(可複選) | □公共給水　□生活用水　■農業用水　□其他用水 | | | |
| 3.井管材質 | □金屬管　□磚砌管　□混凝土管　■塑膠管　□其他 | | | |
| 4.井管規格 | 管徑 15 公分( 6 英吋) | | | |
| 5.井設置深度 | 井頂下＿＿＿m，■無法得知。 | | | |
| 6.抽水機設備型式 | □固定式　□移動式　■沈水式　□離心式　□其他( ＿＿＿＿ ) | | | |
| 7.抽水機設備規格 | 動力(功率) ＿＿＿ 匹馬力，出水口管徑 10 公分( 4 英吋)<br>安裝於地表面 □上 或井頂下 ＿＿＿m | | | |
| 8.抽取水量 | ＿＿＿公升／分鐘，日平均抽水＿＿＿小時，年平均抽水＿＿＿日 | | | |
| 9. 靜水位 | 距地表面 ＿＿＿＿ m (抽水設備為移動式時查填) | | | |
| 10.備註 | (1)1 加崙(美)=3.785 公升　(2)1gpm=5.45CMD　(3)1 馬力=0.746 千瓦 | | | |

| 井照片 1 | 井照片 2 |
|---|---|
| | |

現場調查人員： 林健盛、杜俊明

# 水井調查紀錄表

水井編號：25　　調查日期：100.09.23

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1.水井地點 | 高雄市大樹區 | 地號: 建 295-3　溪埔段 | 座標 | 東經：193308<br>北緯：2516098 |
| 2.用水標的(可複選) | □公共給水　□生活用水　■農業用水　□其他用水 | | | |
| 3.井管材質 | □金屬管　□磚砌管　□混凝土管　■塑膠管　□其他 | | | |
| 4.井管規格 | 管徑 15 公分( 6 英吋) | | | |
| 5.井設置深度 | 井頂下＿＿＿m，■無法得知。 | | | |
| 6.抽水機設備型式 | □固定式　□移動式　■沈水式　□離心式　□其他( ＿＿＿＿ ) | | | |
| 7.抽水機設備規格 | 動力(功率) ＿＿＿ 匹馬力，出水口管徑 10 公分( 4 英吋)<br>安裝於地表面 □上 或井頂下 ＿＿＿m | | | |
| 8.抽取水量 | ＿＿＿公升／分鐘，日平均抽水＿＿＿小時，年平均抽水＿＿＿日 | | | |
| 9. 靜水位 | 距地表面　＿＿＿＿ m (抽水設備為移動式時查填) | | | |
| 10.備註 | (1)1 加崙(美)=3.785 公升　(2)1gpm=5.45CMD　(3)1 馬力=0.746 千瓦 | | | |

| 井照片 1 | 井照片 2 |
|---|---|
| | |

現場調查人員： 林健盛、杜俊明

# 水井調查紀錄表

水井編號：26　　調查日期：100.09.23

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1.水井地點 | 高雄市大樹區 | 地號:　　溪埔段　　小段 | 座標 | 東經：193145<br>北緯：2515442 |
| 2.用水標的(可複選) | □公共給水　□生活用水　■農業用水　□其他用水 | | | |
| 3.井管材質 | □金屬管　□磚砌管　□混凝土管　■塑膠管　□其他 | | | |
| 4.井管規格 | 管徑 15 公分( 6 英吋) | | | |
| 5.井設置深度 | 井頂下＿＿＿m，■無法得知。 | | | |
| 6.抽水機設備型式 | □固定式　□移動式　■沈水式　□離心式　□其他( ＿＿＿＿ ) | | | |
| 7.抽水機設備規格 | 動力(功率) ＿＿＿ 匹馬力，出水口管徑 10 公分( 4 英吋)<br>安裝於地表面 □上 或井頂下 ＿＿＿m | | | |
| 8.抽取水量 | ＿＿＿公升／分鐘，日平均抽水＿＿＿小時，年平均抽水＿＿＿日 | | | |
| 9. 靜水位 | 距地表面　＿＿＿＿ m (抽水設備為移動式時查填) | | | |
| 10.備註 | (1)1 加崙(美)=3.785 公升　(2)1gpm=5.45CMD　(3)1 馬力=0.746 千瓦 | | | |

| 井照片 1 | 井照片 2 |
|---|---|
| | |

現場調查人員：林健盛、杜俊明

# 水井調查紀錄表

水井編號：27　　調查日期：100.09.23

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1.水井地點 | 高雄市大樹區 | 地號:　　溪埔段　　小段 | 座標 | 東經：193134<br>北緯：2515349 |
| 2.用水標的(可複選) | □公共給水　□生活用水　■農業用水　□其他用水 | | | |
| 3.井管材質 | □金屬管　□磚砌管　□混凝土管　■塑膠管　□其他 | | | |
| 4.井管規格 | 管徑 15 公分( 6 英吋) | | | |
| 5.井設置深度 | 井頂下＿＿＿m，■無法得知。 | | | |
| 6.抽水機設備型式 | □固定式　□移動式　■沈水式　□離心式　□其他( ＿＿＿＿ ) | | | |
| 7.抽水機設備規格 | 動力(功率) ＿＿＿ 匹馬力，出水口管徑 10 公分( 4 英吋)<br>安裝於地表面 □上 或井頂下 ＿＿＿m | | | |
| 8.抽取水量 | ＿＿＿公升／分鐘，日平均抽水＿＿＿小時，年平均抽水＿＿＿日 | | | |
| 9. 靜水位 | 距地表面　＿＿＿＿ m (抽水設備為移動式時查填) | | | |
| 10.備註 | (1)1 加崙(美)=3.785 公升　(2)1gpm=5.45CMD　(3)1 馬力=0.746 千瓦 | | | |

| 井照片 1 | 井照片 2 |
|---|---|
| | |

現場調查人員： 林健盛、杜俊明

# 水井調查紀錄表

水井編號：28　　調查日期：100.09.23

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1.水井地點 | 高雄市大樹區 | 地號:　　溪埔段　　小段 | 座標 | 東經：193127<br>北緯：2515275 |
| 2.用水標的(可複選) | □公共給水　□生活用水　■農業用水　□其他用水 | | | |
| 3.井管材質 | □金屬管　□磚砌管　□混凝土管　■塑膠管　□其他 | | | |
| 4.井管規格 | 管徑 15 公分( 6 英吋) | | | |
| 5.井設置深度 | 井頂下＿＿＿m，■無法得知。 | | | |
| 6.抽水機設備型式 | □固定式　□移動式　■沈水式　□離心式　□其他( ＿＿＿＿ ) | | | |
| 7.抽水機設備規格 | 動力(功率) ＿＿＿ 匹馬力，出水口管徑 5 公分( 2 英吋)<br>安裝於地表面 □上 或井頂下 ＿＿＿m | | | |
| 8.抽取水量 | ＿＿＿公升／分鐘，日平均抽水＿＿＿小時，年平均抽水＿＿＿日 | | | |
| 9. 靜水位 | 距地表面　＿＿＿＿ m (抽水設備為移動式時查填) | | | |
| 10.備註 | (1)1 加崙(美)=3.785 公升　(2)1gpm=5.45CMD　(3)1 馬力=0.746 千瓦 | | | |

| 井照片 1 | 井照片 2 |
|---|---|
| | |

現場調查人員： 林健盛、杜俊明

# 水井調查紀錄表

水井編號：29　　調查日期：100.09.23

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1.水井地點 | 高雄市大樹區 | 地號:　　溪埔段　　小段 | 座標 | 東經：193109<br>北緯：2515155 |
| 2.用水標的(可複選) | □公共給水　□生活用水　■農業用水　□其他用水 | | | |
| 3.井管材質 | □金屬管　□磚砌管　□混凝土管　■塑膠管　□其他 | | | |
| 4.井管規格 | 管徑 15 公分( 6 英吋) | | | |
| 5.井設置深度 | 井頂下＿＿＿m，■無法得知。 | | | |
| 6.抽水機設備型式 | □固定式　□移動式　■沈水式　□離心式　□其他( ＿＿＿＿ ) | | | |
| 7.抽水機設備規格 | 動力(功率) ＿＿＿ 匹馬力，出水口管徑 5 公分( 2 英吋)<br>安裝於地表面 □上 或井頂下 ＿＿＿m | | | |
| 8.抽取水量 | ＿＿＿公升／分鐘，日平均抽水＿＿＿小時，年平均抽水＿＿＿日 | | | |
| 9. 靜水位 | 距地表面　＿＿＿＿ m (抽水設備為移動式時查填) | | | |
| 10.備註 | (1)1 加崙(美)=3.785 公升　(2)1gpm=5.45CMD　(3)1 馬力=0.746 千瓦 | | | |

| 井照片 1 | 井照片 2 |
|---|---|
| | |

現場調查人員： 林健盛、杜俊明

# 水井調查紀錄表

水井編號：30　　調查日期：100.09.23

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1.水井地點 | 高雄市大樹區 | 地號:　　溪埔段　　小段 | 座標 | 東經：193086<br>北緯：2514972 |
| 2.用水標的(可複選) | □公共給水　□生活用水　■農業用水　□其他用水 | | | |
| 3.井管材質 | □金屬管　□磚砌管　□混凝土管　■塑膠管　□其他 | | | |
| 4.井管規格 | 管徑 15 公分( 6 英吋) | | | |
| 5.井設置深度 | 井頂下＿＿＿m，■無法得知。 | | | |
| 6.抽水機設備型式 | □固定式　□移動式　■沈水式　□離心式　□其他( ＿＿＿＿ ) | | | |
| 7.抽水機設備規格 | 動力(功率) ＿＿＿ 匹馬力，出水口管徑 10 公分( 4 英吋)<br>安裝於地表面 □上 或井頂下 ＿＿＿m | | | |
| 8.抽取水量 | ＿＿＿公升／分鐘，日平均抽水＿＿＿小時，年平均抽水＿＿＿日 | | | |
| 9. 靜水位 | 距地表面　＿＿＿＿ m (抽水設備為移動式時查填) | | | |
| 10.備註 | (1)1 加崙(美)=3.785 公升　(2)1gpm=5.45CMD　(3)1 馬力=0.746 千瓦 | | | |

| 井照片 1 | 井照片 2 |
|---|---|
| | |

現場調查人員：林健盛、杜俊明

# 水井調查紀錄表

水井編號：31　　調查日期：100.10.12

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1.水井地點 | 高雄市大樹區 | 地號:　　溪埔段　　小段 | 座標 | 東經：193142<br>北緯：2515226 |
| 2.用水標的(可複選) | □公共給水　□生活用水　■農業用水　□其他用水 | | | |
| 3.井管材質 | □金屬管　□磚砌管　□混凝土管　■塑膠管　□其他 | | | |
| 4.井管規格 | 管徑 15 公分( 6 英吋) | | | |
| 5.井設置深度 | 井頂下＿＿＿m，■無法得知。 | | | |
| 6.抽水機設備型式 | □固定式　□移動式　■沈水式　□離心式　□其他( ＿＿＿＿ ) | | | |
| 7.抽水機設備規格 | 動力(功率) ＿＿＿ 匹馬力，出水口管徑 7.6 公分( 3 英吋)<br>安裝於地表面 □上 或井頂下 ＿＿＿m | | | |
| 10.抽取水量 | ＿＿＿公升／分鐘，日平均抽水＿＿＿小時，年平均抽水＿＿＿日 | | | |
| 11. 靜水位 | 距地表面　＿＿＿＿ m (抽水設備為移動式時查填) | | | |
| 12.備註 | (1)1 加崙(美)=3.785 公升　(2)1gpm=5.45CMD　(3)1 馬力=0.746 千瓦 | | | |

| 井照片 1 | 井照片 2 |
|---|---|
| | |

現場調查人員： 林健盛、杜俊明

# 水井調查紀錄表

水井編號：32　　調查日期：100.10.12

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1.水井地點 | 高雄市大樹區 | 地號:　　溪埔段　　小段 | 座標 | 東經：193146<br>北緯：2515287 |
| 2.用水標的(可複選) | □公共給水　□生活用水　■農業用水　□其他用水 | | | |
| 3.井管材質 | □金屬管　□磚砌管　□混凝土管　■塑膠管　□其他 | | | |
| 4.井管規格 | 管徑 15 公分( 6 英吋) | | | |
| 5.井設置深度 | 井頂下＿＿＿m，■無法得知。 | | | |
| 6.抽水機設備型式 | □固定式　□移動式　■沈水式　□離心式　□其他( ＿＿＿＿ ) | | | |
| 7.抽水機設備規格 | 動力(功率) ＿＿＿ 匹馬力，出水口管徑 7.6 公分( 3 英吋)<br>安裝於地表面 □上 或井頂下 ＿＿＿m | | | |
| 8.抽取水量 | ＿＿＿公升／分鐘，日平均抽水＿＿＿小時，年平均抽水＿＿＿日 | | | |
| 9. 靜水位 | 距地表面　＿＿＿＿ m (抽水設備為移動式時查填) | | | |
| 10.備註 | (1)1 加崙(美)=3.785 公升　(2)1gpm=5.45CMD　(3)1 馬力=0.746 千瓦 | | | |

| 井照片 1 | 井照片 2 |
|---|---|
| | |

現場調查人員： 林健盛、杜俊明

# 水井調查紀錄表

水井編號：33　　調查日期：100.10.12

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1.水井地點 | 高雄市大樹區 | 地號:　　溪埔段　　小段 | 座標 | 東經：193148<br>北緯：2515312 |
| 2.用水標的(可複選) | □公共給水　□生活用水　■農業用水　□其他用水 | | | |
| 3.井管材質 | □金屬管　□磚砌管　□混凝土管　■塑膠管　□其他 | | | |
| 4.井管規格 | 管徑 15 公分( 6 英吋) | | | |
| 5.井設置深度 | 井頂下＿＿＿m，■無法得知。 | | | |
| 6.抽水機設備型式 | □固定式　□移動式　■沈水式　□離心式　□其他( ＿＿＿＿ ) | | | |
| 7.抽水機設備規格 | 動力(功率) ＿＿＿ 匹馬力，出水口管徑 7.6 公分( 3 英吋)<br>安裝於地表面 □上 或井頂下 ＿＿＿m | | | |
| 8.抽取水量 | ＿＿＿公升／分鐘，日平均抽水＿＿＿小時，年平均抽水＿＿＿日 | | | |
| 9. 靜水位 | 距地表面　＿＿＿＿ m (抽水設備為移動式時查填) | | | |
| 10.備註 | (1)1 加崙(美)=3.785 公升　(2)1gpm=5.45CMD　(3)1 馬力=0.746 千瓦 | | | |

| 井照片 1 | 井照片 2 |
|---|---|
| | |

現場調查人員： 林健盛、杜俊明

# 水井調查紀錄表

水井編號：34　　調查日期：100.10.12

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1.水井地點 | 高雄市大樹區 | 地號:　　溪埔段　　小段 | 座標 | 東經：193240<br>北緯：2515601 |
| 2.用水標的(可複選) | □公共給水　□生活用水　■農業用水　□其他用水 | | | |
| 3.井管材質 | □金屬管　□磚砌管　■混凝土管　□塑膠管　□其他 | | | |
| 4.井管規格 | 管徑 15 公分( 6 英吋) | | | |
| 5.井設置深度 | 井頂下＿＿＿m，■無法得知。 | | | |
| 6.抽水機設備型式 | □固定式　□移動式　■沈水式　□離心式　□其他( ＿＿＿＿ ) | | | |
| 7.抽水機設備規格 | 動力(功率) ＿＿＿ 匹馬力，出水口管徑 5 公分( 2 英吋)<br>安裝於地表面 □上 或井頂下 ＿＿＿m | | | |
| 8.抽取水量 | ＿＿＿公升／分鐘，日平均抽水＿＿＿小時，年平均抽水＿＿＿日 | | | |
| 9. 靜水位 | 距地表面　＿＿＿＿ m (抽水設備為移動式時查填) | | | |
| 10.備註 | (1)1 加崙(美)=3.785 公升　(2)1gpm=5.45CMD　(3)1 馬力=0.746 千瓦 | | | |

| 井照片 1 | 井照片 2 |
|---|---|
| | |

現場調查人員： 林健盛、杜俊明

# 水井調查紀錄表

水井編號：35　　調查日期：100.10.12

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1.水井地點 | 高雄市大樹區 | 地號: 旱 487 溪埔段 | 座標 | 東經：193273<br>北緯：2515064 |
| 2.用水標的(可複選) | □公共給水　□生活用水　■農業用水　□其他用水 | | | |
| 3.井管材質 | □金屬管　□磚砌管　□混凝土管　■塑膠管　□其他 | | | |
| 4.井管規格 | 管徑 15 公分( 6 英吋) | | | |
| 5.井設置深度 | 井頂下＿＿＿m，■無法得知。 | | | |
| 6.抽水機設備型式 | □固定式　□移動式　■沈水式　□離心式　□其他( ＿＿＿＿ ) | | | |
| 7.抽水機設備規格 | 動力(功率) ＿＿＿ 匹馬力，出水口管徑 10 公分( 4 英吋)<br>安裝於地表面 □上 或井頂下 ＿＿＿m | | | |
| 8.抽取水量 | ＿＿＿公升／分鐘，日平均抽水＿＿＿小時，年平均抽水＿＿＿日 | | | |
| 9. 靜水位 | 距地表面　＿＿＿＿ m (抽水設備為移動式時查填) | | | |
| 10.備註 | (1)1 加崙(美)=3.785 公升　(2)1gpm=5.45CMD　(3)1 馬力=0.746 千瓦 | | | |

| 井照片 1 | 井照片 2 |
|---|---|
| | |

現場調查人員： 林健盛、杜俊明

# 水井調查紀錄表

水井編號：36　　調查日期：100.10.12

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1.水井地點 | 高雄市大樹區 | 地號:田 485-3 溪埔段 | 座標 | 東經：193283<br>北緯：2515064 |
| 2.用水標的(可複選) | □公共給水　□生活用水　■農業用水　□其他用水 | | | |
| 3.井管材質 | □金屬管　□磚砌管　□混凝土管　■塑膠管　□其他 | | | |
| 4.井管規格 | 管徑 15 公分( 6 英吋) | | | |
| 5.井設置深度 | 井頂下＿＿＿m，■無法得知。 | | | |
| 6.抽水機設備型式 | □固定式　□移動式　■沈水式　□離心式　□其他( ＿＿＿＿ ) | | | |
| 7.抽水機設備規格 | 動力(功率) ＿＿＿ 匹馬力，出水口管徑 10 公分( 4 英吋)<br>安裝於地表面 □上 或井頂下 ＿＿＿m | | | |
| 8.抽取水量 | ＿＿＿公升／分鐘，日平均抽水＿＿＿小時，年平均抽水＿＿＿日 | | | |
| 9. 靜水位 | 距地表面 ＿＿＿＿ m (抽水設備為移動式時查填) | | | |
| 10.備註 | (1)1 加崙(美)=3.785 公升　(2)1gpm=5.45CMD　(3)1 馬力=0.746 千瓦 | | | |

| 井照片 1 | 井照片 2 |
|---|---|
| | |

現場調查人員： 林健盛、杜俊明

# 水井調查紀錄表

水井編號：37　　調查日期：100.10.12

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1.水井地點 | 高雄市大樹區 | 地號:旱 488　溪埔段 | 座標 | 東經：193285<br>北緯：2515050 |
| 2.用水標的(可複選) | □公共給水　□生活用水　■農業用水　□其他用水 | | | |
| 3.井管材質 | □金屬管　□磚砌管　□混凝土管　■塑膠管　□其他 | | | |
| 4.井管規格 | 管徑 15 公分( 6 英吋) | | | |
| 5.井設置深度 | 井頂下＿＿＿m，■無法得知。 | | | |
| 6.抽水機設備型式 | □固定式　□移動式　■沈水式　□離心式　□其他( ＿＿＿＿ ) | | | |
| 7.抽水機設備規格 | 動力(功率) ＿＿＿ 匹馬力，出水口管徑 5 公分( 2 英吋)<br>安裝於地表面 □上 或井頂下 ＿＿＿m | | | |
| 8.抽取水量 | ＿＿＿公升／分鐘，日平均抽水＿＿＿小時，年平均抽水＿＿＿日 | | | |
| 9. 靜水位 | 距地表面　＿＿＿＿ m (抽水設備為移動式時查填) | | | |
| 10.備註 | (1)1 加崙(美)=3.785 公升　(2)1gpm=5.45CMD　(3)1 馬力=0.746 千瓦 | | | |

| 井照片 1 | 井照片 2 |
|---|---|
| | |

現場調查人員： 林健盛、杜俊明

# 水井調查紀錄表

水井編號：38　　調查日期：100.10.12

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1.水井地點 | 高雄市大樹區 | 地號:　　溪埔段　　小段 | 座標 | 東經：193255<br>北緯：2515106 |
| 2.用水標的(可複選) | □公共給水　□生活用水　■農業用水　□其他用水 | | | |
| 3.井管材質 | □金屬管　□磚砌管　□混凝土管　■塑膠管　□其他 | | | |
| 4.井管規格 | 管徑 15 公分( 6 英吋) | | | |
| 5.井設置深度 | 井頂下＿＿＿＿m，■無法得知。 | | | |
| 6.抽水機設備型式 | □固定式　□移動式　■沈水式　□離心式　□其他( ＿＿＿＿＿ ) | | | |
| 7.抽水機設備規格 | 動力(功率) ＿＿＿＿ 匹馬力，出水口管徑 10 公分( 4 英吋)<br>安裝於地表面 □上 或井頂下 ＿＿＿＿m | | | |
| 8.抽取水量 | ＿＿＿＿公升／分鐘，日平均抽水＿＿＿＿小時，年平均抽水＿＿＿＿日 | | | |
| 9. 靜水位 | 距地表面　＿＿＿＿＿ m (抽水設備為移動式時查填) | | | |
| 10.備註 | (1)1 加崙(美)=3.785 公升　(2)1gpm=5.45CMD　(3)1 馬力=0.746 千瓦 | | | |

| 井照片 1 | 井照片 2 |
|---|---|
| | |

現場調查人員： 林健盛、杜俊明

# 水井調查紀錄表

水井編號：39　　調查日期：100.10.12

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1.水井地點 | 高雄市大樹區 | 地號:　　溪埔段　　小段 | 座標 | 東經：193263<br>北緯：2515130 |
| 2.用水標的(可複選) | □公共給水　□生活用水　■農業用水　□其他用水 | | | |
| 3.井管材質 | □金屬管　□磚砌管　□混凝土管　■塑膠管　□其他 | | | |
| 4.井管規格 | 管徑 15 公分( 6 英吋) | | | |
| 5.井設置深度 | 井頂下＿＿＿m，■無法得知。 | | | |
| 6.抽水機設備型式 | □固定式　□移動式　■沈水式　□離心式　□其他( ＿＿＿＿ ) | | | |
| 7.抽水機設備規格 | 動力(功率) ＿＿＿ 匹馬力，出水口管徑 7.6 公分( 3 英吋)<br>安裝於地表面 □上 或井頂下 ＿＿＿m | | | |
| 8.抽取水量 | ＿＿＿公升／分鐘，日平均抽水＿＿＿小時，年平均抽水＿＿＿日 | | | |
| 9. 靜水位 | 距地表面　＿＿＿＿ m (抽水設備為移動式時查填) | | | |
| 10.備註 | (1)1 加崙(美)=3.785 公升　(2)1gpm=5.45CMD　(3)1 馬力=0.746 千瓦 | | | |

| 井照片 1 | 井照片 2 |
|---|---|
| | |

現場調查人員： 林健盛、杜俊明

# 水井調查紀錄表

水井編號：40　　調查日期：100.10.12

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1.水井地點 | 高雄市大樹區 | 地號:　　溪埔段　　小段 | 座標 | 東經：193274<br>北緯：2515275 |
| 2.用水標的(可複選) | □公共給水　□生活用水　■農業用水　□其他用水 | | | |
| 3.井管材質 | □金屬管　□磚砌管　□混凝土管　■塑膠管　□其他 | | | |
| 4.井管規格 | 管徑 15 公分( 6 英吋) | | | |
| 5.井設置深度 | 井頂下＿＿＿m，■無法得知。 | | | |
| 6.抽水機設備型式 | □固定式　□移動式　■沈水式　□離心式　□其他( ＿＿＿＿ ) | | | |
| 7.抽水機設備規格 | 動力(功率) ＿＿＿ 匹馬力，出水口管徑 7.6 公分( 3 英吋)<br>安裝於地表面 □上 或井頂下 ＿＿＿m | | | |
| 8.抽取水量 | ＿＿＿公升／分鐘，日平均抽水＿＿＿小時，年平均抽水＿＿＿日 | | | |
| 9. 靜水位 | 距地表面　＿＿＿＿ m (抽水設備為移動式時查填) | | | |
| 10.備註 | (1)1 加崙(美)=3.785 公升　(2)1gpm=5.45CMD　(3)1 馬力=0.746 千瓦 | | | |

| 井照片 1 | 井照片 2 |
|---|---|
| | |

現場調查人員： 林健盛、杜俊明

# 水井調查紀錄表

水井編號：41　　調查日期：100.10.12

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1.水井地點 | 高雄市大樹區 | 地號: 旱 410 溪埔段 | 座標 | 東經：193301<br>北緯：2515470 |
| 2.用水標的(可複選) | □公共給水　□生活用水　■農業用水　□其他用水 | | | |
| 3.井管材質 | □金屬管　□磚砌管　□混凝土管　■塑膠管　□其他 | | | |
| 4.井管規格 | 管徑 15 公分( 6 英吋) | | | |
| 5.井設置深度 | 井頂下＿＿＿m，■無法得知。 | | | |
| 6.抽水機設備型式 | □固定式　□移動式　■沈水式　□離心式　□其他( ＿＿＿＿ ) | | | |
| 7.抽水機設備規格 | 動力(功率) ＿＿＿ 匹馬力，出水口管徑 10 公分( 4 英吋)<br>安裝於地表面 □上 或井頂下 ＿＿＿m | | | |
| 8.抽取水量 | ＿＿＿公升／分鐘，日平均抽水＿＿＿小時，年平均抽水＿＿＿日 | | | |
| 9. 靜水位 | 距地表面　＿＿＿＿ m (抽水設備為移動式時查填) | | | |
| 10.備註 | (1)1 加崙(美)=3.785 公升　(2)1gpm=5.45CMD　(3)1 馬力=0.746 千瓦 | | | |

| 井照片 1 | 井照片 2 |
|---|---|
| | |

現場調查人員： 林健盛、杜俊明

# 水井調查紀錄表

水井編號：42　　調查日期：100.10.12

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1.水井地點 | 高雄市大樹區 | 地號: R89　溪埔段 | 座標 | 東經：193594<br>北緯：2515426 |
| 2.用水標的(可複選) | □公共給水　□生活用水　■農業用水　□其他用水 | | | |
| 3.井管材質 | □金屬管　□磚砌管　□混凝土管　■塑膠管　□其他 | | | |
| 4.井管規格 | 管徑 10 公分( 4 英吋) | | | |
| 5.井設置深度 | 井頂下＿＿＿m，■無法得知。 | | | |
| 6.抽水機設備型式 | □固定式　□移動式　■沈水式　□離心式　□其他( ＿＿＿＿ ) | | | |
| 7.抽水機設備規格 | 動力(功率) ＿＿＿ 匹馬力，出水口管徑 3.8 公分( 1.5 英吋)<br>安裝於地表面 □上 或井頂下 ＿＿＿m | | | |
| 8.抽取水量 | ＿＿＿公升／分鐘，日平均抽水＿＿＿小時，年平均抽水＿＿＿日 | | | |
| 9. 靜水位 | 距地表面　＿＿＿＿ m (抽水設備為移動式時查填) | | | |
| 10.備註 | (1)1 加崙(美)=3.785 公升　(2)1gpm=5.45CMD　(3)1 馬力=0.746 千瓦 | | | |

| 井照片 1 | 井照片 2 |
|---|---|
| | |

現場調查人員： 林健盛、杜俊明

# 水井調查紀錄表

水井編號：43　　調查日期：100.10.12

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1.水井地點 | 高雄市大樹區 | 地號: R88　溪埔段 | 座標 | 東經：193560<br>北緯：2515426 |
| 2.用水標的(可複選) | □公共給水　□生活用水　■農業用水　□其他用水 | | | |
| 3.井管材質 | □金屬管　□磚砌管　□混凝土管　■塑膠管　□其他 | | | |
| 4.井管規格 | 管徑 15 公分( 6 英吋) | | | |
| 5.井設置深度 | 井頂下＿＿＿m，■無法得知。 | | | |
| 6.抽水機設備型式 | □固定式　□移動式　■沈水式　□離心式　□其他( ＿＿＿＿ ) | | | |
| 7.抽水機設備規格 | 動力(功率) ＿＿＿ 匹馬力，出水口管徑 10 公分( 4 英吋)<br>安裝於地表面 □上 或井頂下 ＿＿＿m | | | |
| 8.抽取水量 | ＿＿＿公升／分鐘，日平均抽水＿＿＿小時，年平均抽水＿＿＿日 | | | |
| 9. 靜水位 | 距地表面　＿＿＿＿ m (抽水設備為移動式時查填) | | | |
| 10.備註 | (1)1 加崙(美)=3.785 公升　(2)1gpm=5.45CMD　(3)1 馬力=0.746 千瓦 | | | |

| 井照片 1 | 井照片 2 |
|---|---|
| | |

現場調查人員： 林健盛、杜俊明

# 水井調查紀錄表

水井編號：44　　調查日期：100.10.12

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1.水井地點 | 高雄市大樹區 | 地號: R90　溪埔段 | 座標 | 東經：193491<br>北緯：2515418 |
| 2.用水標的(可複選) | □公共給水　□生活用水　□農業用水　■其他用水：養殖用水 | | | |
| 3.井管材質 | □金屬管　□磚砌管　□混凝土管　■塑膠管　□其他 | | | |
| 4.井管規格 | 管徑 20 公分( 8 英吋) | | | |
| 5.井設置深度 | 井頂下＿＿＿m，■無法得知。 | | | |
| 6.抽水機設備型式 | □固定式　□移動式　■沈水式　□離心式　□其他( ＿＿＿＿ ) | | | |
| 7.抽水機設備規格 | 動力(功率) ＿＿＿ 匹馬力，出水口管徑 15 公分( 6 英吋)<br>安裝於地表面 □上 或井頂下 ＿＿＿m | | | |
| 8.抽取水量 | ＿＿＿公升／分鐘，日平均抽水＿＿＿小時，年平均抽水＿＿＿日 | | | |
| 9. 靜水位 | 距地表面　＿＿＿＿ m (抽水設備為移動式時查填) | | | |
| 10.備註 | (1)1 加崙(美)=3.785 公升　(2)1gpm=5.45CMD　(3)1 馬力=0.746 千瓦 | | | |

| 井照片 1 | 井照片 2 |
|---|---|
| | |

現場調查人員： 林健盛、杜俊明

# 水井調查紀錄表

水井編號：45　　調查日期：100.10.12

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1.水井地點 | 高雄市大樹區 | 地號: 原 457-2A 溪埔段 | 座標 | 東經：193449<br>北緯：2515377 |
| 2.用水標的(可複選) | □公共給水　□生活用水　■農業用水　□其他用水 | | | |
| 3.井管材質 | □金屬管　□磚砌管　□混凝土管　■塑膠管　□其他 | | | |
| 4.井管規格 | 管徑 15 公分( 6 英吋) | | | |
| 5.井設置深度 | 井頂下＿＿＿m，■無法得知。 | | | |
| 6.抽水機設備型式 | □固定式　□移動式　■沈水式　□離心式　□其他( ＿＿＿＿ ) | | | |
| 7.抽水機設備規格 | 動力(功率) ＿＿＿ 匹馬力，出水口管徑 10 公分( 4 英吋)<br>安裝於地表面 □上 或井頂下 ＿＿＿m | | | |
| 8.抽取水量 | ＿＿＿公升／分鐘，日平均抽水＿＿＿小時，年平均抽水＿＿＿日 | | | |
| 9. 靜水位 | 距地表面　＿＿＿＿ m (抽水設備為移動式時查填) | | | |
| 10.備註 | (1)1 加崙(美)=3.785 公升　(2)1gpm=5.45CMD　(3)1 馬力=0.746 千瓦 | | | |

| 井照片 1 | 井照片 2 |
|---|---|
| | |

現場調查人員： 林健盛、杜俊明

# 水井調查紀錄表

水井編號：46　　調查日期：100.10.12

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1.水井地點 | 高雄市大樹區 | 地號: R103　溪埔段 | 座標 | 東經：193454<br>北緯：2515303 |
| 2.用水標的(可複選) | □公共給水　□生活用水　■農業用水　□其他用水 | | | |
| 3.井管材質 | □金屬管　□磚砌管　□混凝土管　■塑膠管　□其他 | | | |
| 4.井管規格 | 管徑 15 公分( 6 英吋) | | | |
| 5.井設置深度 | 井頂下＿＿＿m，■無法得知。 | | | |
| 6.抽水機設備型式 | □固定式　□移動式　■沈水式　□離心式　□其他( ＿＿＿＿ ) | | | |
| 7.抽水機設備規格 | 動力(功率) ＿＿＿ 匹馬力，出水口管徑 10 公分( 4 英吋)<br>安裝於地表面 □上 或井頂下 ＿＿＿m | | | |
| 8.抽取水量 | ＿＿＿公升／分鐘，日平均抽水＿＿＿小時，年平均抽水＿＿＿日 | | | |
| 9. 靜水位 | 距地表面 ＿＿＿＿ m (抽水設備為移動式時查填) | | | |
| 10.備註 | (1)1 加崙(美)=3.785 公升　(2)1gpm=5.45CMD　(3)1 馬力=0.746 千瓦 | | | |

| 井照片 1 | 井照片 2 |
|---|---|
| | |

現場調查人員： 林健盛、杜俊明

# 水井調查紀錄表

水井編號：47　　調查日期：100.10.12

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1.水井地點 | 高雄市大樹區 | 地號: R93　溪埔段 | 座標 | 東經：193564<br>北緯：2515367 |
| 2.用水標的(可複選) | □公共給水　□生活用水　■農業用水　□其他用水 | | | |
| 3.井管材質 | □金屬管　□磚砌管　□混凝土管　■塑膠管　□其他 | | | |
| 4.井管規格 | 管徑 15 公分( 6 英吋) | | | |
| 5.井設置深度 | 井頂下＿＿＿m，■無法得知。 | | | |
| 6.抽水機設備型式 | □固定式　□移動式　■沈水式　□離心式　□其他( ＿＿＿＿ ) | | | |
| 7.抽水機設備規格 | 動力(功率) ＿＿＿ 匹馬力，出水口管徑 10 公分( 4 英吋)<br>安裝於地表面 □上 或井頂下 ＿＿＿m | | | |
| 8.抽取水量 | ＿＿＿公升／分鐘，日平均抽水＿＿＿小時，年平均抽水＿＿＿日 | | | |
| 9. 靜水位 | 距地表面　＿＿＿＿ m (抽水設備為移動式時查填) | | | |
| 10.備註 | (1)1 加崙(美)=3.785 公升　(2)1gpm=5.45CMD　(3)1 馬力=0.746 千瓦 | | | |

| 井照片 1 | 井照片 2 |
|---|---|
| | |

現場調查人員： 林健盛、杜俊明

# 水井調查紀錄表

水井編號：48　　調查日期：100.10.12

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1.水井地點 | 高雄市大樹區 | 地號: R67　溪埔段 | 座標 | 東經：193555<br>北緯：2515747 |
| 2.用水標的(可複選) | □公共給水　□生活用水　□農業用水　■其他用水：工地用水 | | | |
| 3.井管材質 | □金屬管　□磚砌管　□混凝土管　■塑膠管　□其他 | | | |
| 4.井管規格 | 管徑 15 公分( 6 英吋) | | | |
| 5.井設置深度 | 井頂下＿＿＿＿m，■無法得知。 | | | |
| 6.抽水機設備型式 | □固定式　□移動式　■沈水式　□離心式　□其他( ＿＿＿＿＿ ) | | | |
| 7.抽水機設備規格 | 動力(功率) ＿＿＿＿ 匹馬力，出水口管徑 5 公分( 2 英吋)<br>安裝於地表面 □上 或井頂下 ＿＿＿＿m | | | |
| 8.抽取水量 | ＿＿＿＿公升／分鐘，日平均抽水＿＿＿＿小時，年平均抽水＿＿＿＿日 | | | |
| 9. 靜水位 | 距地表面　＿＿＿＿＿ m (抽水設備為移動式時查填) | | | |
| 10.備註 | (1)1 加崙(美)=3.785 公升　(2)1gpm=5.45CMD　(3)1 馬力=0.746 千瓦 | | | |

| 井照片 1 | 井照片 2 |
|---|---|
| | |

現場調查人員：林健盛、杜俊明

# 水井調查紀錄表

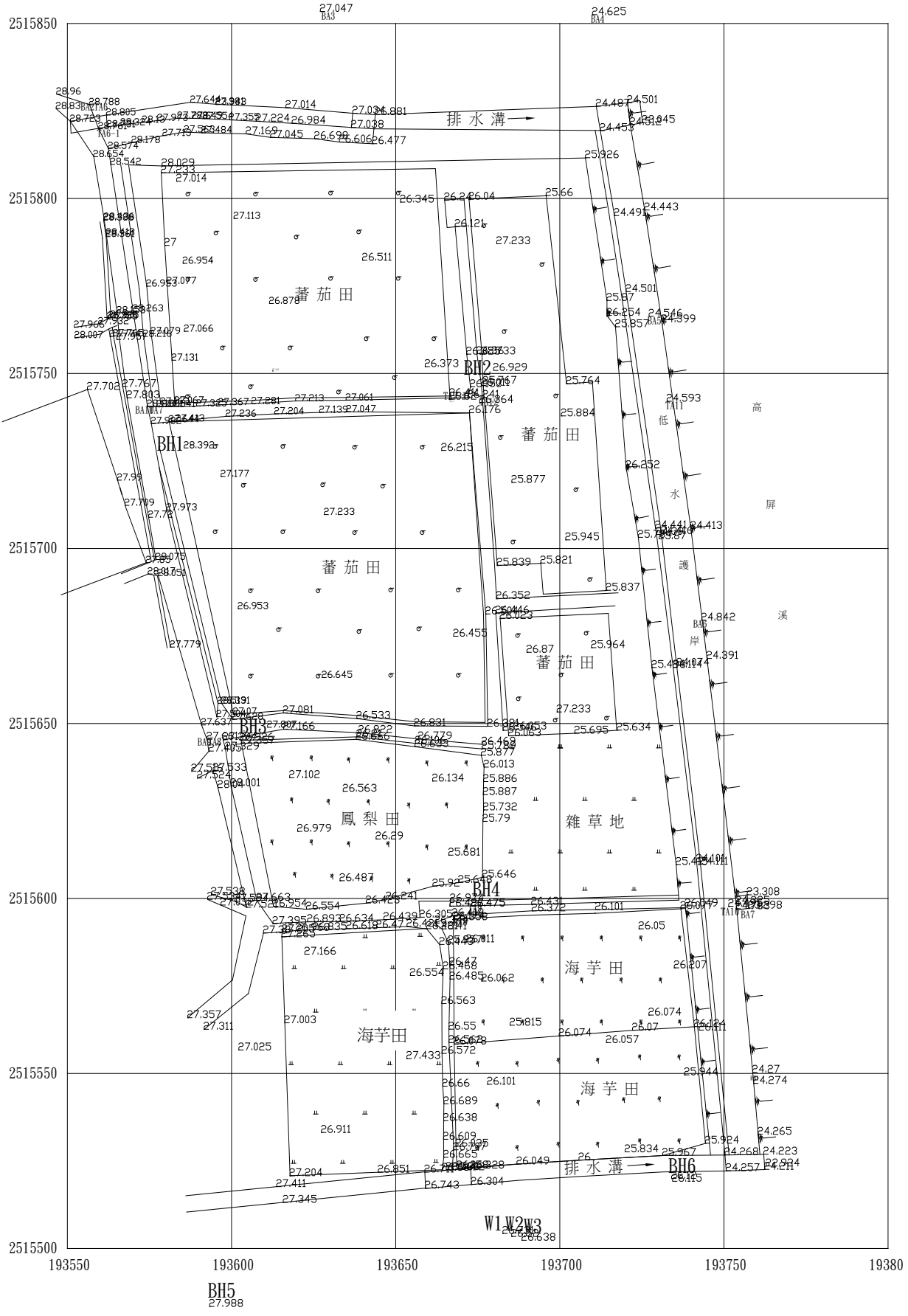
水井編號：49　　調查日期：100.10.12

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1.水井地點 | 高雄市大樹區 | 地號: R68　溪埔段 | 座標 | 東經：193496<br>北緯：2515690 |
| 2.用水標的(可複選) | □公共給水　□生活用水　■農業用水　□其他用水 | | | |
| 3.井管材質 | □金屬管　□磚砌管　□混凝土管　■塑膠管　□其他 | | | |
| 4.井管規格 | 管徑 15 公分( 6 英吋) | | | |
| 5.井設置深度 | 井頂下＿＿＿m，■無法得知。 | | | |
| 6.抽水機設備型式 | □固定式　□移動式　■沈水式　□離心式　□其他( ＿＿＿＿ ) | | | |
| 7.抽水機設備規格 | 動力(功率) ＿＿＿ 匹馬力，出水口管徑 10 公分( 4 英吋)<br>安裝於地表面 □上 或井頂下 ＿＿＿m | | | |
| 8.抽取水量 | ＿＿＿公升／分鐘，日平均抽水＿＿＿小時，年平均抽水＿＿＿日 | | | |
| 9. 靜水位 | 距地表面　＿＿＿＿ m (抽水設備為移動式時查填) | | | |
| 10.備註 | (1)1 加崙(美)=3.785 公升　(2)1gpm=5.45CMD　(3)1 馬力=0.746 千瓦 | | | |

| 井照片 1 | 井照片 2 |
|---|---|
| | |

現場調查人員： 林健盛、杜俊明

# 附錄十　試驗場址 2 公頃地形圖


2515850
2515800
2515750
2515700
2515650
2515600
2515550
2515500
193550
193600
193650
193700
193750
19380
排水溝
蕃茄田
蕃茄田
蕃茄田
蕃茄田
鳳梨田
雜草地
海芋田
海芋田
海芋田
排水溝
高
低
水
屏
護
溪
岸
BH1
BH2
BH3
BH4
BH5
BH6
W1W2w3

# 附錄十一　測量作業記錄表

# 水準測量平差成果表

日　　期 100　年 10　月 18　日 儀器名稱 PENTAX AL-M5CR

檢測名稱 興田水準導線測量　　位 置： 興田　　第 1 頁共 1 頁

| 編號 | 點名Name | 後視 B.S. | 前視 F.S. | 高差(m) | 高程(m) | 座標 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | N | E |
| 1 | BA7 | 1.069 | | | 24.784 | | |
| 2 | RH1 | | 1.579 | -0.51 | 24.274 | 2515547.198 | 193759.073 |
| 3 | 水岸2 | | 1.649 | -0.58 | 24.204 | 2515526 | 193764 |
| 4 | 水岸3 | | 1.597 | -0.528 | 24.256 | 2515515 | 193762 |
| | | | | | | | |
| 1 | BA8 | 1.621 | | | 26.358 | | |
| 2 | 抽水井1 | | 1.24 | 0.381 | 26.739 | 2515504.35 | 193682.653 |
| 3 | 觀測井1 | | 1.446 | 0.175 | 26.533 | 2515503.478 | 193685.332 |
| 4 | 觀測井2 | | 1.335 | 0.286 | 26.644 | 2515502.393 | 193688.491 |
| 5 | BH6 | | 2.121 | -0.5 | 25.858 | 2515520.027 | 193734.064 |
| 6 | BH5 | | 0.396 | 1.225 | 27.583 | 2515483.491 | 193593.336 |
| 7 | A1 | 1.342 | 1.37 | 0.251 | 26.609 | | |
| 8 | 民井1 | | 0.47 | 0.872 | 27.481 | | |
| | | | | | | | |
| 1 | 抽水井1 | 1.195 | | | 26.739 | | |
| 2 | 民井3 | | 0.191 | 1.004 | 27.743 | | |
| | | | | | | | |
| 1 | BA9 | 1.649 | | | 27.661 | | |
| 2 | BH3 | | 1.671 | -0.022 | 27.639 | 2515647.926 | 193603.687 |
| 3 | BH4 | | 2.505 | -0.856 | 26.805 | 2515601 | 193676 |
| 4 | B1 | 2.145 | 1.402 | 0.247 | 27.908 | | |
| 5 | 民井2 | | 0.69 | 1.455 | 29.363 | | |
| | | | | | | | |
| 1 | BA10 | 0.34 | | | 28.118 | | |
| 2 | BH2 | | 1.801 | -1.461 | 26.657 | 2515750.824 | 193671.457 |
| | | | | | | | |
| 1 | BA10 | 1.281 | | | 28.118 | | |
| 2 | BH1 | | 1.21 | 0.071 | 28.189 | 2515729.198 | 193577.963 |

# 已知控制點檢測比較表

| 點名 | 水平夾角 | | | 距離 | | | | 備註 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 檢測 ° ′ ″ | 資料 ° ′ ″ | 較差 ° ′ ″ | 檢測 m | 資料 m | 較差 m | 精度 | |
| R65 | | | | 528.030 | 528.009 | 0.021 | 1/25143 | 斷面樁 |
| R64 | 102-31-51 | 102-31-51 | 0-00-00 | | | | | 斷面樁 |
| L098 | | | | 205.818 | 205.806 | 0.012 | 1/17150 | 一等水準點 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

# 水準測量手簿

日　期：100　年 10　月 18　日　儀器名稱：PENTAX AL-M5CR

檢測名稱：興田水準導線測量　　位 置：興田　　第 1 頁共 1 頁

| 編號 | 點名Name | 後視 B.S. | 前視 F.S. | 距離 (m) | 高差(m) | 高程 ELVE. | 備　註 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | L098 | 1.329 | | | | 30.1125 | 一等水準點 |
| 2 | BA1 | 1.176 | 1.7425 | | -0.4135 | 29.699 | |
| 3 | BA2 | 0.841 | 2.088 | | -0.912 | 28.787 | |
| 4 | BA3 | 0.6105 | 2.582 | | -1.741 | 27.046 | |
| 5 | BA4 | 1.3195 | 3.036 | | -2.4255 | 24.6205 | |
| 6 | BA5 | 1.4445 | 1.3965 | | -0.077 | 24.5435 | |
| 7 | BA6 | 1.042 | 1.1485 | | 0.296 | 24.8395 | |
| 8 | BA7 | 2.9525 | 1.1005 | | -0.0585 | 24.781 | |
| 9 | BA8 | 2.855 | 1.379 | | 1.5735 | 26.3545 | |
| 10 | BA9 | 1.8495 | 1.552 | | 1.303 | 27.6575 | |
| 11 | BA10 | 1.7105 | 1.393 | | 0.4565 | 28.114 | |
| 12 | BA2 | 1.9915 | 1.0415 | | 0.669 | 28.783 | |
| 13 | BA1 | 1.773 | 1.079 | | 0.9125 | 29.6955 | |
| 14 | L098 | 1.36 | 1.36 | | 0.413 | 30.1085 | |
| 15 | BA1 | 1.1915 | 1.773 | | -0.413 | 29.6955 | |
| 16 | BA2 | 1.105 | 2.103 | | -0.9115 | 28.784 | |
| 17 | BA10 | 1.4225 | 1.7745 | | -0.6695 | 28.1145 | |
| 18 | BA9 | 1.58 | 1.8795 | | -0.457 | 27.6575 | |
| 19 | BA8 | 1.3175 | 2.883 | | -1.303 | 26.3545 | |
| 20 | BA7 | 1.19 | 2.891 | | -1.5735 | 24.781 | |
| 21 | BA6 | 1.213 | 1.1315 | | 0.0585 | 24.8395 | |
| 22 | BA5 | 1.4145 | 1.509 | | -0.296 | 24.5435 | |
| 23 | BA4 | 3.015 | 1.338 | | 0.0765 | 24.62 | |
| 24 | BA3 | 2.494 | 0.591 | | 2.424 | 27.044 | |
| 25 | BA2 | 2.0325 | 0.753 | | 1.741 | 28.785 | |
| 26 | BA1 | 1.707 | 1.12 | | 0.9125 | 29.6975 | |
| 27 | L098 | | 1.294 | | 0.413 | 30.1105 | |
| 28 | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | |

OBSERVER 觀測者：林健盛　　RECORDER 記錄者：杜俊明

# 水準測量平差成果表

日　　期：100　年 10　月 18　日 儀器名稱：PENTAX AL-M5CR

檢測名稱：興田水準導線測量　　位 置：興田　　第 1 頁共 1 頁

| 編號 | 點名Name | 高差(mm) | | 平均高差(mm) | 配賦值(mm) | 地面高程 ELVE. | 備　註 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 往 | 返 | | | | |
| 1 | L098 | | | | | 30.1125 | |
| 2 | BA1 | -0.4135 | -0.413 | -0.41325 | 0.0002 | 29.699 | |
| 3 | BA2 | -0.912 | -0.9115 | -0.91175 | 0.0002 | 28.788 | |
| 4 | BA3 | -1.741 | 1.741 | -1.741 | 0.0002 | 27.047 | |
| 5 | BA4 | -2.4255 | 2.424 | -2.42475 | 0.0002 | 24.623 | |
| 6 | BA5 | -0.077 | 0.0765 | -0.07675 | 0.0002 | 24.546 | |
| 7 | BA6 | 0.296 | -0.296 | 0.296 | 0.0002 | 24.842 | |
| 8 | BA7 | -0.0585 | 0.0585 | -0.0585 | 0.0002 | 24.784 | |
| 9 | BA8 | 1.5735 | -1.5735 | 1.5735 | 0.0002 | 26.358 | |
| 10 | BA9 | 1.303 | -1.303 | 1.303 | 0.0002 | 27.661 | |
| 11 | BA10 | 0.4565 | -0.457 | 0.45675 | 0.0002 | 28.118 | |
| 12 | BA2 | 0.669 | -0.6695 | 0.66925 | 0.0002 | 28.787 | |
| 13 | BA1 | 0.9125 | -0.9115 | 0.912 | 0.0002 | 29.699 | |
| 14 | L098 | 0.413 | -0.413 | 0.413 | 0.0001 | 30.1125 | |
| 15 | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | |

(往)W=-0.004，(返)W=0.002, 閉合差W=0.0045，導線長L=2.2K，精度=3 mm$\sqrt{k}$

# 水準測量平差成果表

日　　期 100　年 10　月 18　日 儀器名稱 PENTAX AL-M5CR

檢測名稱 興田水準導線測量　　位 置： 興田　　第 1 頁共 1 頁

| 編號 | 點名Name | 後視 B.S. | 前視 F.S. | 高差(m) | 高程(m) | 座標 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | N | E |
| 1 | BA7 | 1.069 | | | 24.784 | | |
| 2 | RH1 | | 1.579 | -0.51 | 24.274 | 2515547.198 | 193759.073 |
| 3 | 水岸2 | | 1.649 | -0.58 | 24.204 | 2515526 | 193764 |
| 4 | 水岸3 | | 1.597 | -0.528 | 24.256 | 2515515 | 193762 |
| | | | | | | | |
| 1 | BA8 | 1.621 | | | 26.358 | | |
| 2 | 抽水井1 | | 1.24 | 0.381 | 26.739 | 2515504.35 | 193682.653 |
| 3 | 觀測井1 | | 1.446 | 0.175 | 26.533 | 2515503.478 | 193685.332 |
| 4 | 觀測井2 | | 1.335 | 0.286 | 26.644 | 2515502.393 | 193688.491 |
| 5 | BH6 | | 2.121 | -0.5 | 25.858 | 2515520.027 | 193734.064 |
| 6 | BH5 | | 0.396 | 1.225 | 27.583 | 2515483.491 | 193593.336 |
| 7 | A1 | 1.342 | 1.37 | 0.251 | 26.609 | | |
| 8 | 民井1 | | 0.47 | 0.872 | 27.481 | | |
| | | | | | | | |
| 1 | 抽水井1 | 1.195 | | | 26.739 | | |
| 2 | 民井3 | | 0.191 | 1.004 | 27.743 | | |
| | | | | | | | |
| 1 | BA9 | 1.649 | | | 27.661 | | |
| 2 | BH3 | | 1.671 | -0.022 | 27.639 | 2515647.926 | 193603.687 |
| 3 | BH4 | | 2.505 | -0.856 | 26.805 | 2515601 | 193676 |
| 4 | B1 | 2.145 | 1.402 | 0.247 | 27.908 | | |
| 5 | 民井2 | | 0.69 | 1.455 | 29.363 | | |
| | | | | | | | |
| 1 | BA10 | 0.34 | | | 28.118 | | |
| 2 | BH2 | | 1.801 | -1.461 | 26.657 | 2515750.824 | 193671.457 |
| | | | | | | | |
| 1 | BA10 | 1.281 | | | 28.118 | | |
| 2 | BH1 | | 1.21 | 0.071 | 28.189 | 2515729.198 | 193577.963 |

# 導線測量現場紀錄表

| 測站 | 點號 | 方位角 | | | 距離 | N值 | E值 | 備註 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ° | ' | " | | | | |
| | R65 | 23 | 54 | 20 | 294.248 | 2516478.745 | 193379.868 | |
| TA1 | | | | | | 2516209.739 | 193260.630 | |
| | TA1-1 | 183 | 58 | 51 | 295.784 | 2515914.669 | 193240.096 | |
| | | | | | | | | |
| | TA1 | 3 | 58 | 51 | 295.785 | 2516209.74 | 193260.630 | |
| TA1-1 | | | | | | | | |
| | TA1-2 | 75 | 58 | 36 | 296.513 | 2515986.519 | 193527.772 | |
| | | | | | | | | |
| | TA1-1 | 255 | 58 | 36 | 296.513 | 2515914.669 | 193240.096 | |
| TA1-2 | | | | | | | | |
| | R64 | 185 | 8 | 38 | 15.121 | 2515971.459 | 193526.416 | |
| | | | | | | | | |
| | R65 | 0 | 0 | 0 | 76.151 | 2516047.61 | 193526.416 | |
| TA1 | | | | | | | | |
| | TA2 | 163 | 19 | 32 | 257.778 | 2515962.800 | 193334.595 | |
| | | | | | | | | |
| | TA1 | 343 | 19 | 32 | 257.777 | 2516209.738 | 193260.630 | |
| TA2 | | | | | | | | |
| | TA3 | 173 | 14 | 43 | 83.151 | 2515880.227 | 193344.375 | |
| | | | | | | | | |
| | TA2 | 353 | 14 | 43 | 83.15 | 2515962.799 | 193334.595 | |
| TA3 | | | | | | | | |
| | L098 | 169 | 14 | 34 | 7.563 | 2515872.796 | 193345.787 | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

# 測量現場紀錄表

| 測站 | 點號 | 方位角 | | | 距離 | N值 | E值 | 備註 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ° | ' | " | | | | |
| | TA2 | 353 | 14 | 43 | 83.151 | 2515962.8 | 193334.595 | |
| TA3 | | | | | | 2515880.227 | 193344.375 | |
| | TA4 | 103 | 25 | 14 | 65.434 | 2515865.04 | 193408.022 | |
| | | | | | | | | |
| | TA3 | 283 | 25 | 14 | 65.433 | 2515880.227 | 193344.376 | |
| TA4 | | | | | | | | |
| | TA5 | 121 | 6 | 40 | 49.844 | 2515839.286 | 193450.697 | |
| | | | | | | | | |
| | TA4 | 301 | 6 | 40 | 49.843 | 2515865.039 | 193408.023 | |
| TA5 | | | | | | | | |
| | TA6 | 96 | 39 | 14 | 106.733 | 2515826.918 | 193556.711 | |
| | | | | | | | | |
| | TA5 | 276 | 39 | 14 | 106.733 | 2515839.286 | 193450.697 | |
| TA6 | | | | | | | | |
| | TA7 | 168 | 24 | 19 | 88.006 | 2515740.708 | 193574.399 | |
| | | | | | | | | |
| | TA6 | 348 | 24 | 19 | 88.006 | 2515826.918 | 193556.711 | |
| TA7 | | | | | | | | |
| | TA8 | 169 | 13 | 18 | 96.852 | 2515645.565 | 193592.511 | |
| | | | | | | | | |
| | TA7 | 349 | 13 | 18 | 96.852 | 2515740.708 | 193574.399 | |
| TA8 | | | | | | | | |
| | TA9 | 120 | 35 | 48 | 93.635 | 2515597.905 | 193673.110 | |
| | | | | | | | | |
| | TA8 | 300 | 35 | 48 | 93.635 | 2515645.565 | 193592.511 | |
| TA9 | | | | | | | | |
| | TA10 | 90 | 4 | 28 | 78.317 | 2515597.804 | 193751.427 | |
| | | | | | | | | |
| | TA9 | 270 | 4 | 28 | 78.317 | 2515597.905 | 193673.110 | |
| TA10 | | | | | | | | |
| | TA11 | 352 | 35 | 35 | 145.491 | 2515742.081 | 193732.671 | |
| | | | | | | | | |
| | TA10 | 172 | 35 | 35 | 145.491 | 2515597.804 | 193751.427 | |
| TA11 | | | | | | | | |
| | TA12 | 269 | 38 | 45 | 57.077 | 2515741.728 | 193675.595 | |
| | | | | | | | | |
| | TA11 | 89 | 38 | 45 | 57.077 | 2515742.081 | 193732.671 | |
| TA12 | | | | | | | | |
| | TA7 | 269 | 25 | 0 | 101.226 | 2515740.697 | 193574.374 | |

# 導線測量計算表

| 測站點數 | 點號 | 方位角 ° | 方位角 ' | 方位角 " | 距離 | | △N | △N修正值 | △E | △E修正值 | 初算N值 N座標 | 初算E值 E座標 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | TA7 | | | | | | | | | | 2515740.708 | 193574.399 |
| 1 | TA8 | 169 | 13 | 18 | 96.852 | | -95.143 | 0.0036 | 18.112 | 0.0013 | 2515645.565 | 193592.511 |
| | | | | | | | -95.140 | | 18.114 | | 2515645.568 | 193592.513 |
| 2 | TA9 | 120 | 35 | 48 | 93.635 | | -47.659 | 0.0018 | 80.598 | 0.0057 | 2515597.905 | 193673.110 |
| | | | | | | | -47.658 | | 80.604 | | 2515597.911 | 193673.117 |
| 3 | TA10 | 90 | 4 | 28 | 78.317 | | -0.102 | 0.0000 | 78.317 | 0.0055 | 2515597.804 | 193751.427 |
| | | | | | | | -0.102 | | 78.322 | | 2515597.809 | 193751.439 |
| 4 | TA11 | 352 | 35 | 35 | 145.491 | | 144.277 | 0.0055 | -18.756 | 0.0013 | 2515742.081 | 193732.671 |
| | | | | | | | 144.282 | | -18.755 | | 2515742.092 | 193732.684 |
| 5 | TA12 | 269 | 38 | 45 | 57.077 | | -0.353 | 0.0000 | -57.076 | 0.0040 | 2515741.728 | 193675.595 |
| | | | | | | | -0.353 | | -57.072 | | 2515741.739 | 193675.613 |
| 6 | TA7 | 269 | 25 | 0 | 101.226 | | -1.031 | 0.0000 | -101.221 | 0.0071 | 2515740.697 | 193574.374 |
| | | | | | | | -1.031 | | -101.214 | | 2515740.708 | 193574.399 |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | 測站總數= 6 | | △N = 0.011 | | △E = -0.025 | | 導線閉合差 = 0.027 | | 總距離 = 572.598 | | 精度閉合比= 1/21207 | |

# 導線成果表

| 測站點數 | 點號 | 方位角 | | | 距離 | N值 | E值 | 備註 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ° | ' | " | | | | |
| 1 | R65 | | | | | 2516478.745 | 193379.868 | |
| | | 203 | 54 | 20 | 294.248 | | | |
| 2 | TA1 | | | | | 2516209.739 | 193260.630 | |
| | | 163 | 19 | 32 | 257.778 | | | |
| 3 | TA2 | | | | | 2515962.800 | 193334.595 | |
| | | 173 | 14 | 43 | 83.150 | | | |
| 4 | TA3 | | | | | 2515880.227 | 193344.375 | |
| | | 103 | 25 | 14 | 65.434 | | | |
| 5 | TA4 | | | | | 2515865.040 | 193408.022 | |
| | | 121 | 6 | 40 | 49.844 | | | |
| 6 | TA5 | | | | | 2515839.286 | 193450.697 | |
| | | 96 | 39 | 14 | 106.733 | | | |
| 7 | TA6 | | | | | 2515826.918 | 193556.711 | |
| | | 157 | 53 | 31 | 7.466 | | | |
| 8 | TA6-1 | | | | | 2515820.001 | 193559.521 | |
| | | 169 | 22 | 22 | 80.677 | | | |
| 9 | TA7 | | | | | 2515740.708 | 193574.399 | |
| | | 169 | 13 | 14 | 96.849 | | | |
| 10 | TA8 | | | | | 2515645.568 | 193592.513 | |
| | | 120 | 35 | 38 | 93.639 | | | |
| 11 | TA9 | | | | | 2515597.911 | 193673.117 | |
| | | 90 | 4 | 28 | 78.323 | | | |
| 12 | TA10 | | | | | 2515597.809 | 193751.439 | |
| | | 352 | 35 | 38 | 145.496 | | | |
| 13 | TA11 | | | | | 2515742.092 | 193732.684 | |
| | | 269 | 38 | 45 | 57.073 | | | |
| 14 | TA12 | | | | | 2515741.739 | 193675.613 | |

# 現況測量座標高程計算表

| 點名 | N值 | E值 | 高程 | 編碼 | 覘標高 | | | 儀器高 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TA7 | | | | | 1.6 | | | 1.593 | |
| TA6-1 | 2515820 | 193559.521 | 28.761 | TA6-1 | 夾角 | | | 平距 | 高差 |
| BA2 | 2515826.92 | 193556.719 | 28.788 | BA2 | 168 | 35 | 8 | 7.467 | 0.034 |
| 1 | 2515823.95 | 193561.904 | 28.805 | 105 | 221 | 44 | 43 | 4.611 | 0.051 |
| 2 | 2515829.92 | 193546.741 | 28.96 | 110 | 138 | 26 | 3 | 16.18 | 0.206 |
| 3 | 2515820.56 | 193562.101 | 28.731 | 105 | 268 | 19 | 43 | 2.641 | -0.02 |
| 4 | 2515825.73 | 193546.593 | 28.83 | 110 | 124 | 31 | 33 | 14.14 | 0.076 |
| 5 | 2515821.11 | 193566.311 | 28.324 | 105 | 271 | 21 | 5 | 6.88 | -0.43 |
| 6 | 2515822.15 | 193550.924 | 28.723 | 110 | 114 | 37 | 57 | 8.86 | -0.03 |
| 7 | 2515821.87 | 193572.868 | 28.13 | 105 | 272 | 38 | 20 | 13.48 | -0.62 |
| 8 | 2515812.02 | 193558.012 | 28.654 | 110 | 21 | 20 | 21 | 8.118 | -0.1 |
| 9 | 2515822.37 | 193577.537 | 27.973 | 105 | 273 | 7 | 59 | 18.17 | -0.78 |
| 10 | 2515809.83 | 193563.228 | 28.542 | 110 | 350 | 36 | 5 | 10.82 | -0.21 |
| 11 | 2515823 | 193583.622 | 27.788 | 105 | 273 | 31 | 32 | 24.29 | -0.97 |
| 12 | 2515794.15 | 193561.202 | 28.436 | 1007 | 6 | 54 | 25 | 25.91 | -0.32 |
| 13 | 2515823 | 193588.046 | 27.649 | 105 | 274 | 37 | 36 | 28.68 | -1.11 |
| 14 | 2515789.67 | 193561.881 | 28.418 | 107 | 6 | 10 | 45 | 30.43 | -0.34 |
| 15 | 2515822.92 | 193591.307 | 27.554 | 105 | 275 | 22 | 51 | 31.92 | -1.2 |
| 16 | 2515827.58 | 193587.564 | 27.644 | 105 | 265 | 29 | 56 | 29.05 | -1.11 |
| 17 | 2515822.58 | 193599.351 | 27.355 | 105 | 276 | 55 | 30 | 39.91 | -1.4 |
| 18 | 2515827.01 | 193595.218 | 27.381 | 105 | 269 | 30 | 50 | 36.38 | -1.37 |
| 19 | 2515822.16 | 193607.492 | 27.224 | 105 | 278 | 2 | 55 | 48.02 | -1.53 |
| 20 | 2515826.93 | 193595.276 | 23.943 | 105 | 269 | 39 | 22 | 36.42 | -2.91 |
| 21 | 2515821.56 | 193618.460 | 26.984 | 105 | 279 | 6 | 44 | 58.96 | -1.77 |
| 22 | 2515826.03 | 193616.543 | 27.014 | 105 | 274 | 35 | 24 | 57.34 | -1.74 |
| 23 | 2515824.44 | 193636.926 | 27.034 | 158 | 277 | 20 | 52 | 77.53 | -1.72 |
| 24 | 2515820.39 | 193636.517 | 27.038 | 105 | 280 | 20 | 12 | 77 | -1.72 |
| 25 | 2515824.04 | 193643.790 | 26.881 | 105 | 277 | 53 | 10 | 84.37 | -1.87 |

# 現況測量座標高程計算表

| 點名 | N值 | E值 | 高程 | 編碼 | 覘標高 | | | 儀器高 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TA6 | | | | | 1.6 | | | 1.603 | |
| TA7 | 2515740.71 | 193574.399 | 28.118 | TA7 | 夾角 | | | 平距 | 高差 |
| TA7-1 | 2515742.67 | 193666.449 | 26.62 | TA7-1 | 100 | 22 | 36 | 92.07 | -1.57 |
| 1 | 2515740.64 | 193577.248 | 28.001 | 107 | 102 | 58 | 58 | 2.85 | -0.12 |
| 2 | 2515740.59 | 193580.338 | 27.541 | 107 | 102 | 43 | 27 | 5.94 | -0.58 |
| 3 | 2515740.58 | 193582.768 | 27.349 | 107 | 102 | 27 | 14 | 8.37 | -0.77 |
| 4 | 2515740.78 | 193589.345 | 27.325 | 107 | 101 | 18 | 22 | 14.95 | -0.8 |
| 5 | 2515741.64 | 193582.706 | 27.067 | 112 | 95 | 11 | 4 | 8.359 | -1.05 |
| 6 | 2515741.15 | 193596.096 | 27.367 | 107 | 100 | 25 | 55 | 21.7 | -0.75 |
| 7 | 2515753.87 | 193581.876 | 27.131 | 112 | 41 | 11 | 29 | 15.14 | -0.99 |
| 8 | 2515741.46 | 193606.190 | 27.281 | 107 | 100 | 14 | 16 | 31.8 | -0.84 |
| 9 | 2515775.78 | 193580.388 | 27.077 | 112 | 21 | 17 | 10 | 35.58 | -1.04 |
| 10 | 2515742.23 | 193619.533 | 27.213 | 107 | 99 | 39 | 47 | 45.16 | -0.91 |
| 11 | 2515786.67 | 193579.664 | 27 | 112 | 18 | 7 | 43 | 46.27 | -1.12 |
| 12 | 2515742.47 | 193634.884 | 27.061 | 107 | 99 | 55 | 36 | 60.51 | -1.06 |
| 13 | 2515807.42 | 193578.615 | 27.233 | 112 | 15 | 12 | 38 | 66.84 | -0.89 |
| 14 | 2515739.17 | 193635.096 | 27.047 | 107 | 103 | 2 | 49 | 60.72 | -1.07 |
| 15 | 2515809.39 | 193578.824 | 28.029 | 112 | 15 | 16 | 52 | 68.83 | -0.09 |
| 16 | 2515738.98 | 193626.825 | 27.139 | 107 | 103 | 29 | 9 | 52.45 | -0.98 |
| 17 | 2515775 | 193574.169 | 26.953 | 112 | 11 | 12 | 36 | 34.3 | -1.17 |
| 18 | 2515738.54 | 193613.148 | 27.204 | 107 | 104 | 47 | 42 | 38.81 | -0.92 |
| 19 | 2515761.44 | 193575.506 | 27.079 | 112 | 14 | 39 | 6 | 20.76 | -1.04 |
| 20 | 2515737.85 | 193598.367 | 27.236 | 107 | 108 | 24 | 25 | 24.14 | -0.89 |
| 21 | 2515760.66 | 193573.221 | 28.216 | 712 | 8 | 12 | 56 | 19.99 | 0.095 |
| 22 | 2515736.5 | 193583.127 | 27.413 | 107 | 127 | 20 | 18 | 9.69 | -0.71 |
| 23 | 2515741.34 | 193578.436 | 27.162 | 712 | 92 | 38 | 37 | 4.087 | -0.96 |
| 24 | 2515736.26 | 193580.983 | 27.644 | 107 | 135 | 39 | 32 | 7.947 | -0.48 |
| 25 | 2515735.77 | 193575.564 | 27.982 | 710 | 178 | 19 | 10 | 5.074 | -0.14 |

# 現況測量座標高程計算表

| 點名 | N值 | E值 | 高程 | 編碼 | 覘標高 | | | 儀器高 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TA7 | | | | | 1.6 | | | 1.533 | |
| TA8 | 2515645.568 | 193592.513 | 27.661 | TA8 | 夾角 | | | 平距 | 高差 |
| 1 | 2515648.175 | 193717.519 | 25.634 | 712 | 99 | 35 | 6 | 125.03 | -1.96 |
| 2 | 2515647.286 | 193704.562 | 25.695 | 712 | 99 | 54 | 5 | 112.06 | -1.899 |
| 3 | 2515671.887 | 193581.405 | 27.779 | 105 | 347 | 53 | 51 | 28.567 | 0.185 |
| 4 | 2515646.553 | 193684.423 | 26.063 | 712 | 100 | 9 | 56 | 91.916 | -1.531 |
| 5 | 2515646.533 | 193684.593 | 26.053 | 107 | 100 | 10 | 45 | 92.085 | -1.541 |
| 6 | 2515648.123 | 193682.732 | 26.346 | 107 | 99 | 9 | 27 | 90.255 | -1.248 |
| 7 | 2515649.28 | 193678.063 | 26.381 | 107 | 98 | 17 | 42 | 85.631 | -1.213 |
| 8 | 2515644.141 | 193676.296 | 26.469 | 107 | 101 | 45 | 21 | 83.795 | -1.125 |
| 9 | 2515645.657 | 193656.927 | 26.779 | 107 | 100 | 42 | 4 | 64.414 | -0.815 |
| 10 | 2515642.847 | 193676.354 | 25.789 | 712 | 102 | 38 | 18 | 83.885 | -1.805 |
| 11 | 2515644.414 | 193656.048 | 26.106 | 712 | 101 | 49 | 14 | 63.546 | -1.488 |
| 12 | 2515640.989 | 193676.091 | 25.877 | 112 | 103 | 54 | 57 | 83.704 | -1.717 |
| 13 | 2515643.455 | 193655.875 | 26.633 | 112 | 102 | 41 | 23 | 63.398 | -0.961 |
| 14 | 2515637.597 | 193676.933 | 26.013 | 112 | 106 | 10 | 25 | 84.796 | -1.581 |
| 15 | 2515649.394 | 193655.730 | 26.831 | 107 | 97 | 18 | 59 | 63.333 | -0.763 |
| 16 | 2515633.466 | 193676.782 | 25.886 | 112 | 108 | 57 | 7 | 85.134 | -1.708 |
| 17 | 2515647.471 | 193638.774 | 26.822 | 107 | 98 | 25 | 26 | 46.3 | -0.772 |
| 18 | 2515629.75 | 193676.715 | 25.887 | 112 | 111 | 25 | 10 | 85.675 | -1.707 |
| 19 | 2515646.272 | 193638.176 | 26.21 | 712 | 99 | 53 | 49 | 45.669 | -1.384 |
| 20 | 2515625.362 | 193676.779 | 25.732 | 112 | 114 | 15 | 50 | 86.655 | -1.862 |
| 21 | 2515645.532 | 193637.965 | 26.666 | 112 | 100 | 49 | 30 | 45.452 | -0.928 |
| 22 | 2515622.096 | 193676.576 | 25.79 | 112 | 116 | 22 | 49 | 87.279 | -1.804 |
| 23 | 2515651.48 | 193638.167 | 26.533 | 107 | 93 | 24 | 6 | 46.035 | -1.061 |
| 24 | 2515606.137 | 193676.464 | 25.646 | 112 | 125 | 56 | 19 | 92.751 | -1.948 |
| 25 | 2515653.102 | 193615.777 | 27.081 | 712 | 82 | 50 | 12 | 24.454 | -0.513 |
| 26 | 2515604.609 | 193669.165 | 25.648 | 112 | 128 | 53 | 51 | 86.91 | -1.946 |

# 現況測量座標高程計算表

| 點名 | N值 | E值 | 高程 | 編碼 | 覘標高 | | | 儀器高 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TA8 | | | | | 1.6 | | | 1.513 | |
| TA9 | 2515597.91 | 193673.117 | 26.475 | TA9 | 夾角 | | | 平距 | 高差 |
| 1 | 2515504.35 | 193682.653 | 26.731 | 井1 | 233 | 35 | 10 | 94.046 | 0.343 |
| 2 | 2515590.21 | 193609.751 | 27.38 | 107 | 322 | 28 | 48 | 63.832 | 0.992 |
| 3 | 2515503.48 | 193685.332 | 26.52 | 井2 | 232 | 2 | 9 | 95.22 | 0.132 |
| 4 | 2515590.51 | 193615.472 | 27.205 | 107 | 322 | 5 | 12 | 58.118 | 0.817 |
| 5 | 2515502.39 | 193688.491 | 26.638 | 井3 | 230 | 15 | 45 | 96.747 | 0.25 |
| 6 | 2515590.94 | 193619.707 | 26.968 | 107 | 321 | 57 | 54 | 53.863 | 0.58 |
| 7 | 2515483.49 | 193593.336 | 27.988 | BH5 | 274 | 17 | 34 | 139.49 | 1.6 |
| 8 | 2515591.15 | 193624.900 | 26.835 | 107 | 321 | 25 | 28 | 48.688 | 0.447 |
| 9 | 2515591.44 | 193635.062 | 26.618 | 107 | 319 | 45 | 40 | 38.6 | 0.23 |
| 10 | 2515556.76 | 193602.224 | 27.025 | 512 | 299 | 16 | 30 | 81.968 | 0.637 |
| 11 | 2515591.75 | 193644.202 | 26.47 | 107 | 317 | 22 | 26 | 29.564 | 0.082 |
| 12 | 2515521.89 | 193658.893 | 26.711 | 512 | 250 | 0 | 15 | 77.34 | 0.323 |
| 13 | 2515592.06 | 193653.455 | 26.421 | 107 | 312 | 49 | 59 | 20.514 | 0.033 |
| 14 | 2515522.39 | 193664.214 | 26.584 | 512 | 246 | 7 | 46 | 76.047 | 0.196 |
| 15 | 2515591.4 | 193659.445 | 26.421 | 107 | 303 | 57 | 11 | 15.141 | 0.033 |
| 16 | 2515522.51 | 193667.161 | 26.602 | 512 | 243 | 55 | 22 | 75.635 | 0.214 |
| 17 | 2515586.89 | 193663.421 | 26.443 | 107 | 280 | 45 | 15 | 14.676 | 0.055 |
| 18 | 2515523.04 | 193668.707 | 26.158 | 512 | 242 | 46 | 37 | 75.005 | -0.23 |
| 19 | 2515579.94 | 193664.532 | 26.468 | 107 | 264 | 56 | 19 | 19.918 | 0.08 |
| 20 | 2515523.01 | 193672.877 | 26.328 | 512 | 239 | 35 | 21 | 74.905 | -0.06 |
| 21 | 2515570.01 | 193664.070 | 26.563 | 107 | 257 | 22 | 15 | 29.331 | 0.175 |
| 22 | 2515518.35 | 193673.078 | 26.304 | 512 | 239 | 26 | 3 | 79.559 | -0.084 |
| 23 | 2515555.78 | 193664.128 | 26.572 | 107 | 251 | 27 | 0 | 43.079 | 0.184 |
| 24 | 2515524.2 | 193686.945 | 26.049 | 512 | 228 | 46 | 52 | 74.999 | -0.339 |
| 25 | 2515546.4 | 193664.346 | 26.66 | 107 | 249 | 4 | 12 | 52.25 | 0.272 |
| 26 | 2515525.31 | 193705.838 | 26 | 512 | 215 | 8 | 40 | 79.632 | -0.388 |

# 現況測量座標高程計算表

| 點名 | N值 | E值 | 高程 | 編碼 | 覘標高 | | | 儀器高 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TA9 | | | | | 1.6 | | | 1.54 | |
| TA10 | 2515597.81 | 193751.439 | 24.495 | TA10 | 夾角 | | | 平距 | 高差 |
| 1 | 2515522.64 | 193762.435 | 24.211 | 415 | 261 | 36 | 13 | 75.97 | -0.224 |
| 2 | 2515526.98 | 193762.139 | 24.223 | 415 | 261 | 20 | 7 | 71.633 | -0.212 |
| 3 | 2515532.63 | 193760.429 | 24.265 | 104 | 262 | 4 | 22 | 65.799 | -0.17 |
| 4 | 2515550.36 | 193758.786 | 24.27 | 104 | 261 | 7 | 29 | 48.015 | -0.165 |
| 5 | 2515598.63 | 193753.717 | 24.325 | 104 | 160 | 9 | 23 | 2.42 | -0.11 |
| 6 | 2515597.25 | 193757.520 | 23.298 | 415 | 185 | 9 | 10 | 6.106 | -1.137 |
| 7 | 2515601.08 | 193757.084 | 23.308 | 415 | 149 | 51 | 18 | 6.523 | -1.127 |
| 8 | 2515705.89 | 193729.149 | 24.441 | 104 | 78 | 16 | 21 | 110.36 | 0.006 |
| 9 | 2515703.21 | 193723.927 | 25.784 | 102 | 75 | 17 | 47 | 108.93 | 1.349 |
| 10 | 2515668.61 | 193744.851 | 24.391 | 104 | 84 | 36 | 35 | 71.11 | -0.044 |
| 11 | 2515704.05 | 193729.482 | 24.39 | 104 | 78 | 14 | 54 | 108.49 | -0.045 |
| 12 | 2515704.09 | 193730.093 | 23.87 | 405 | 78 | 34 | 7 | 108.4 | -0.565 |
| 13 | 2515705.74 | 193739.935 | 24.413 | 104 | 83 | 50 | 29 | 108.54 | -0.022 |
| 14 | 2515704.31 | 193730.962 | 24.416 | 104 | 79 | 2 | 32 | 108.46 | -0.019 |
| 15 | 2515666.08 | 193734.540 | 24.114 | 104 | 76 | 1 | 20 | 70.33 | -0.321 |
| 16 | 2515666.01 | 193728.087 | 25.496 | 102 | 71 | 1 | 29 | 72.091 | 1.061 |
| 17 | 2515666.19 | 193735.662 | 24.074 | 405 | 76 | 55 | 59 | 70.177 | -0.361 |
| 18 | 2515609.71 | 193735.459 | 25.415 | 102 | 36 | 36 | 22 | 19.926 | 0.98 |
| 19 | 2515610.63 | 193741.679 | 24.101 | 458 | 52 | 38 | 11 | 16.111 | -0.334 |
| 20 | 2515610.77 | 193742.776 | 24.111 | 458 | 56 | 9 | 29 | 15.587 | -0.324 |
| 21 | 2515526.78 | 193750.317 | 24.268 | 458 | 270 | 49 | 51 | 71.041 | -0.167 |
| 22 | 2515522.23 | 193750.711 | 24.257 | 458 | 270 | 28 | 39 | 75.578 | -0.178 |
| 23 | 2515522.7 | 193762.583 | 22.924 | 415 | 261 | 29 | 8 | 75.927 | -1.511 |
| 24 | 2515547.2 | 193759.073 | 24.274 | RH1 | 261 | 20 | 55 | 51.184 | -0.161 |

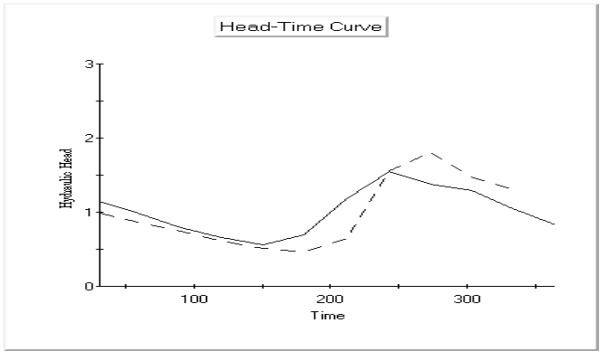
# 現況測量座標高程計算表

| 點名 | N值 | E值 | 高程 | 編碼 | 覘標高 | | | 儀器高 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TA10 | | | | | 1.6 | | | 1.582 | |
| TA11 | 2515742.092 | 193732.684 | 24.593 | TA11 | 夾角 | | | 平距 | 高差 |
| 1 | 2515764.773 | 193731.119 | 24.399 | 104 | 183 | 27 | 26 | 22.735 | -0.18 |
| 2 | 2515723.094 | 193720.221 | 26.252 | 102 | 40 | 40 | 19 | 22.721 | 1.677 |
| 3 | 2515773.41 | 193720.227 | 24.501 | 405 | 165 | 42 | 52 | 33.705 | -0.07 |
| 4 | 2515795.137 | 193716.647 | 24.491 | 405 | 170 | 35 | 3 | 55.417 | -0.08 |
| 5 | 2515796.741 | 193725.877 | 24.443 | 104 | 180 | 18 | 21 | 55.072 | -0.13 |
| 6 | 2515597.082 | 193753.739 | 24.783 | BA7 | 359 | 8 | 41 | 146.53 | 0.208 |
| 7 | 2515821.084 | 193721.461 | 24.512 | 104 | 179 | 19 | 9 | 79.786 | -0.06 |
| 8 | 2515819.412 | 193712.354 | 24.453 | 408 | 172 | 40 | 27 | 79.949 | -0.12 |
| 9 | 2515826.383 | 193711.113 | 24.487 | 408 | 173 | 3 | 5 | 87.008 | -0.09 |
| 10 | 2515679.531 | 193743.241 | 24.842 | BA6 | 357 | 49 | 43 | 63.445 | 0.267 |
| 11 | 2515827.411 | 193720.617 | 24.501 | 104 | 179 | 21 | 21 | 86.169 | -0.07 |
| 12 | 2515766.364 | 193727.204 | 24.546 | BA5 | 174 | 40 | 59 | 24.883 | -0.03 |
| 13 | 2515763.358 | 193716.964 | 25.857 | 102 | 150 | 56 | 1 | 26.446 | 1.282 |
| 14 | 2515766.625 | 193714.397 | 26.254 | 102 | 150 | 42 | 19 | 30.599 | 1.679 |
| 15 | 2515852.547 | 193709.970 | 24.625 | BA4 | 175 | 47 | 9 | 112.77 | 0.05 |
| 16 | 2515770.894 | 193714.377 | 25.87 | 102 | 154 | 57 | 56 | 34.128 | 1.295 |
| 17 | 2515821.719 | 193725.194 | 22.045 | 415 | 182 | 1 | 55 | 79.979 | -2.53 |
| 18 | 2515811.671 | 193707.817 | 25.926 | 102 | 167 | 44 | 22 | 73.89 | 1.351 |

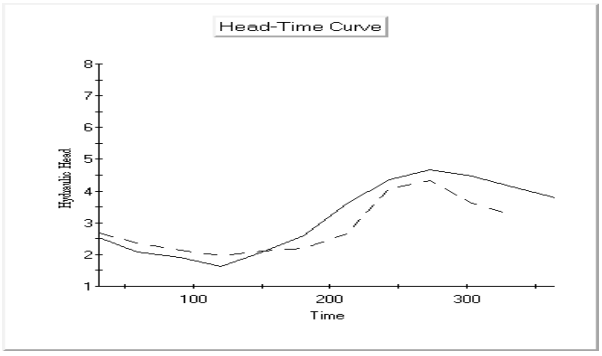
# 現況測量座標高程計算表

| 點名 | N值 | E值 | 高程 | 編碼 | 覘標高 | | | 儀器高 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TA11 | | | | | 1.6 | | | 1.445 | |
| TA12 | 2515741.739 | 193675.613 | 26.364 | TA12 | 夾角 | | | 平距 | 高差 |
| 1 | 2515746.627 | 193676.148 | 26.011 | 107 | 276 | 36 | 27 | 4.917 | -0.2 |
| 2 | 2515680.014 | 193681.843 | 26.023 | 107 | 84 | 35 | 24 | 62.038 | -0.19 |
| 3 | 2515746.56 | 193676.685 | 25.767 | 712 | 282 | 53 | 51 | 4.939 | -0.44 |
| 4 | 2515681.557 | 193680.510 | 26.446 | 107 | 85 | 42 | 6 | 60.381 | 0.237 |
| 5 | 2515681.321 | 193677.462 | 26.504 | 107 | 88 | 36 | 2 | 60.446 | 0.295 |
| 6 | 2515746.233 | 193672.775 | 26.153 | 107 | 238 | 5 | 21 | 5.315 | -0.06 |
| 7 | 2515755.661 | 193674.746 | 26.36 | 107 | 266 | 47 | 34 | 13.949 | 0.151 |
| 8 | 2515685.708 | 193680.738 | 26.352 | 107 | 85 | 7 | 38 | 56.265 | 0.143 |
| 9 | 2515695.223 | 193680.956 | 25.839 | 712 | 83 | 48 | 4 | 46.822 | -0.37 |
| 10 | 2515755.599 | 193675.753 | 25.997 | 107 | 270 | 55 | 58 | 13.861 | -0.21 |
| 11 | 2515755.602 | 193676.285 | 25.733 | 712 | 273 | 7 | 46 | 13.879 | -0.48 |
| 12 | 2515738.811 | 193672.471 | 26.176 | 712 | 137 | 22 | 17 | 4.295 | -0.03 |
| 13 | 2515755.544 | 193671.647 | 26.325 | 107 | 254 | 19 | 36 | 14.364 | 0.116 |
| 14 | 2515743.193 | 193671.995 | 26.241 | 107 | 202 | 15 | 5 | 3.899 | 0.032 |
| 15 | 2515742.67 | 193666.448 | 26.62 | TA7-1 | 186 | 9 | 19 | 9.212 | 0.411 |
| 16 | 2515799.801 | 193672.346 | 26.04 | 712 | 267 | 8 | 3 | 58.154 | -0.17 |
| 17 | 2515750.824 | 193671.457 | 26.929 | BH02 | 245 | 46 | 32 | 9.99 | 0.72 |
| 18 | 2515800.857 | 193695.815 | 25.66 | 712 | 289 | 13 | 14 | 62.475 | -0.55 |

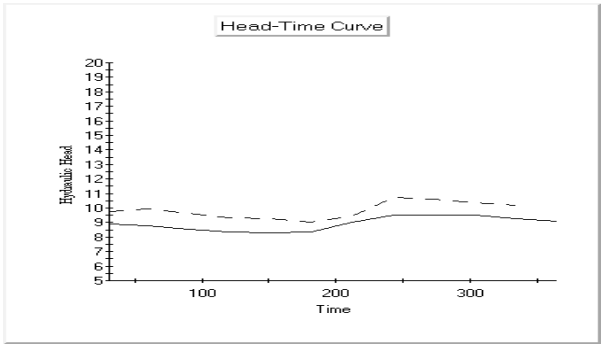
# 附錄十二 校正水位圖



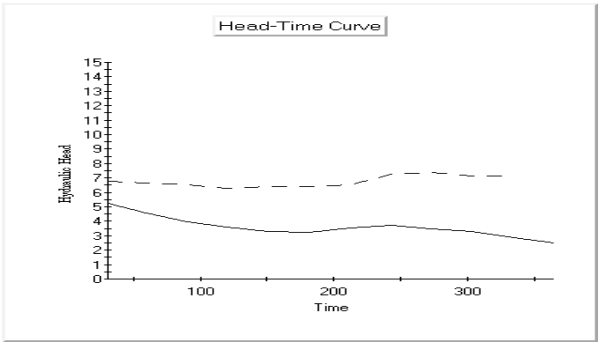

林園(一)



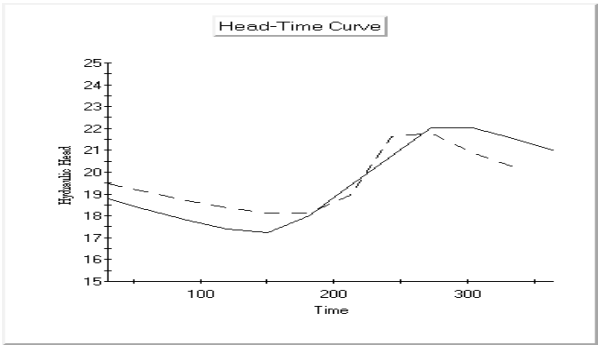

潮寮(一)



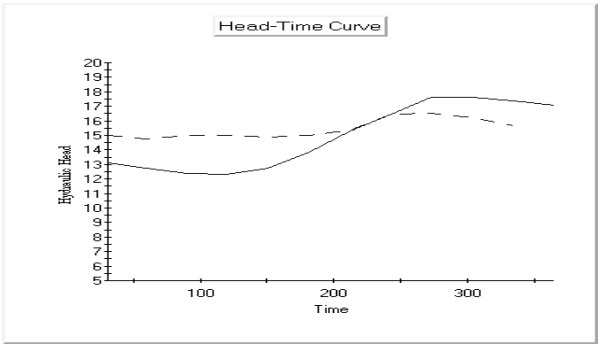

永芳(一)



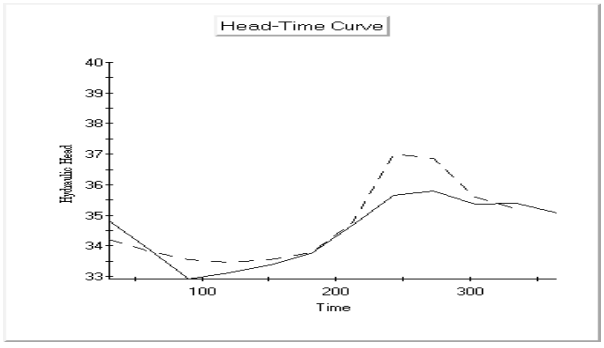

昭明(一)



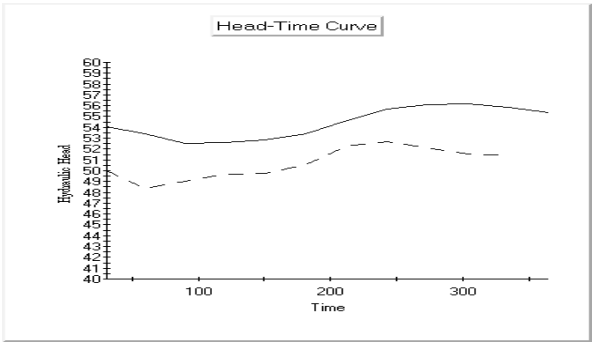

溪埔(一)



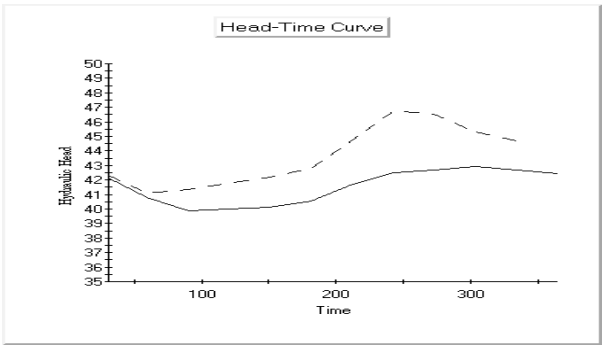

大樹(一)



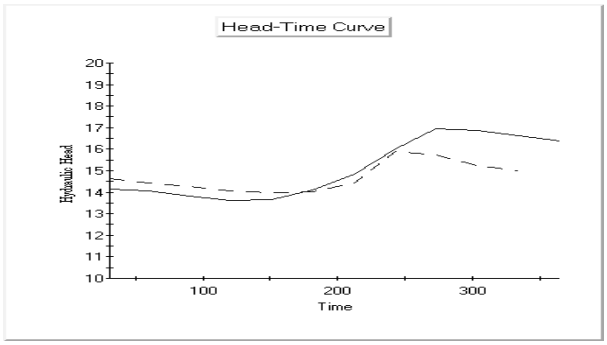

旗山(一)



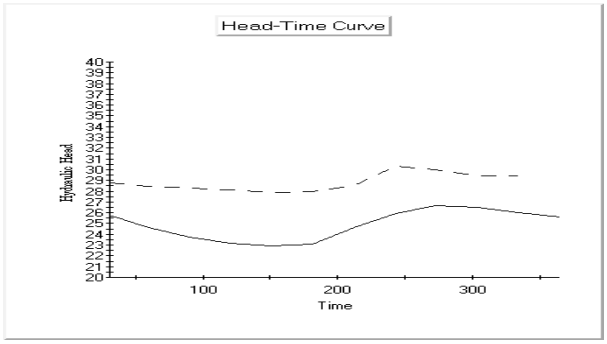

美濃(一)



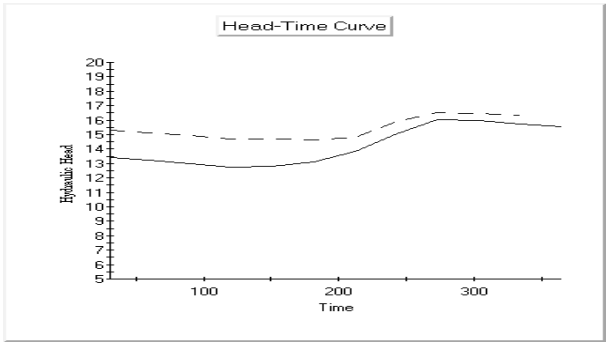

吉洋(一)



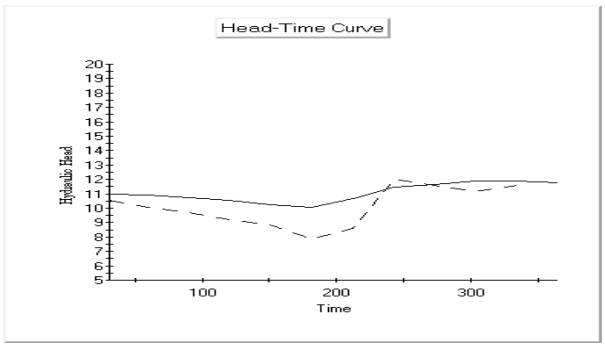

清溪(一)



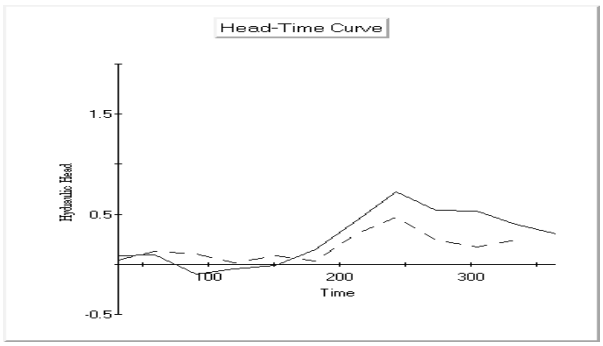

海豐(一)



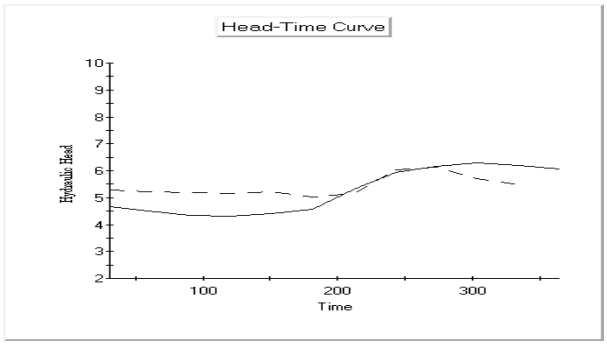

前進(一)



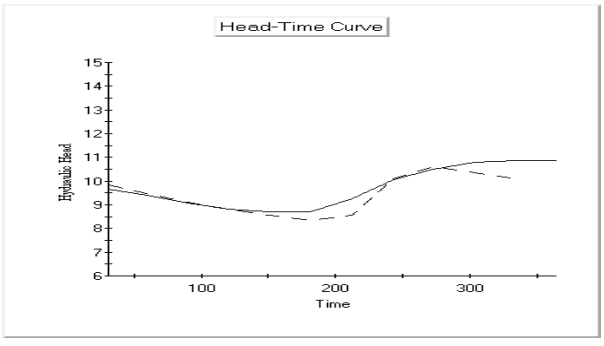

潮洲(一)



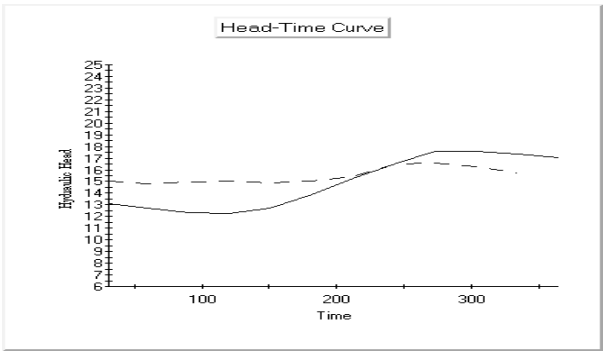

東港(一)



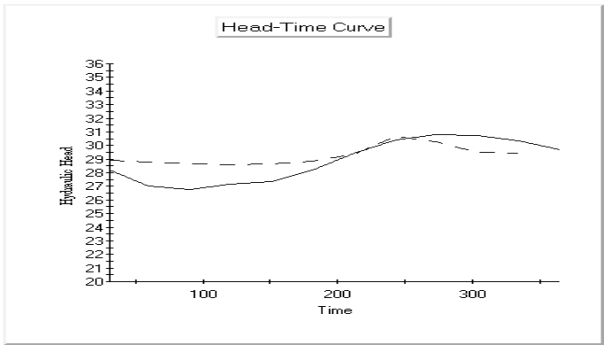

新庄(一)



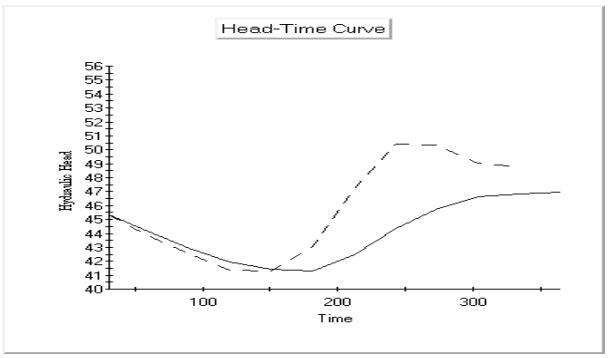

萬丹(一)



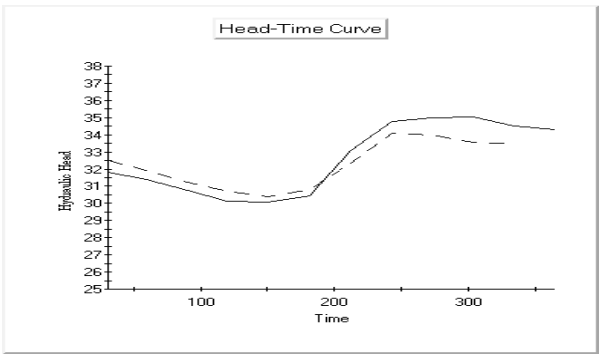

崎峰(一)



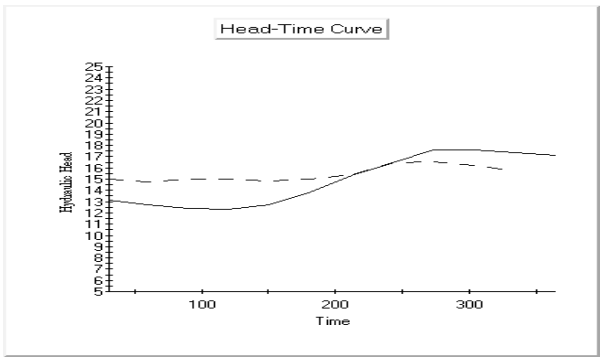

里港(一)



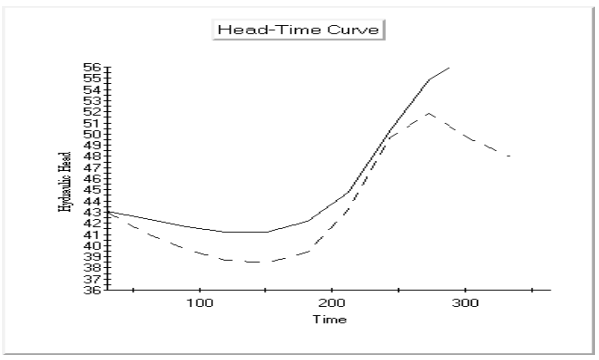

鹽埔(一)



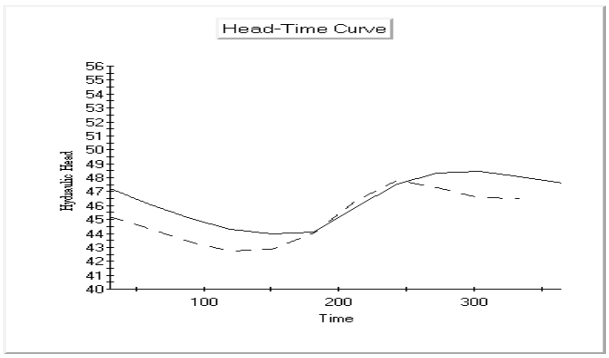

彭厝(一)



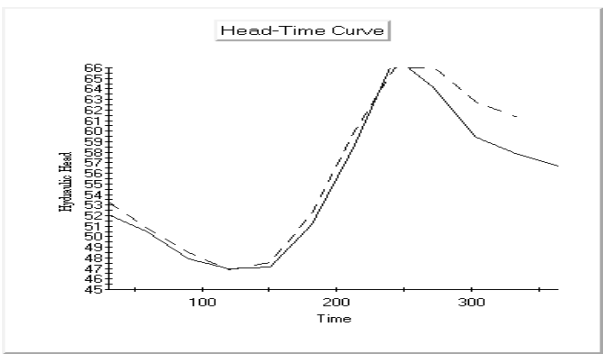

枋山(一)



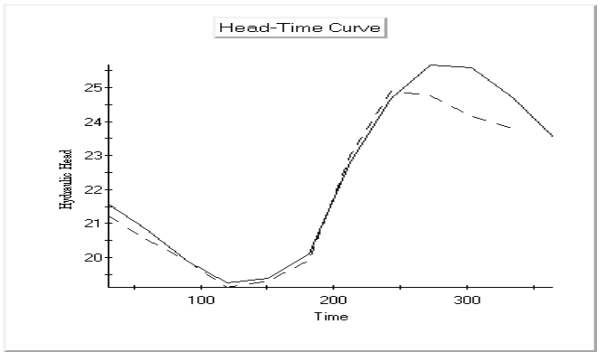

瑪家(一)



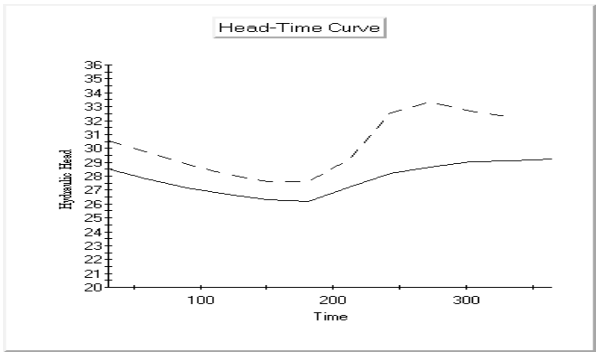

新南(一)



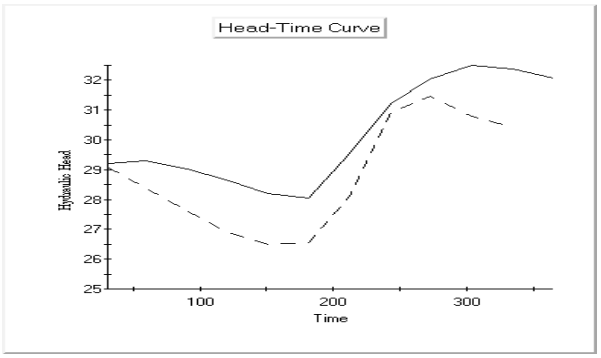

關福(一)



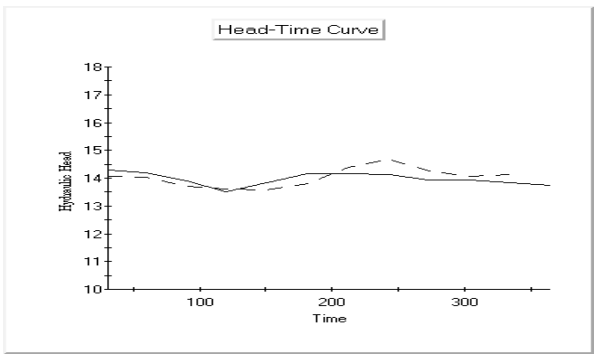

赤山(一)



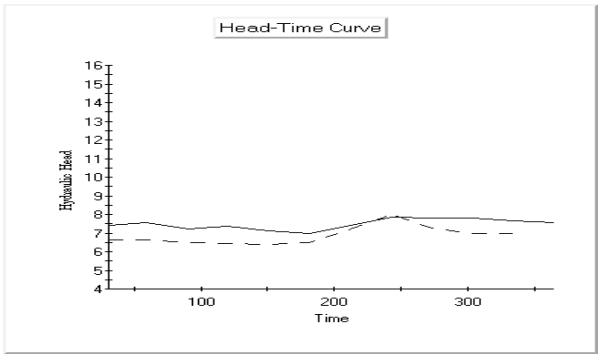

建興(一)



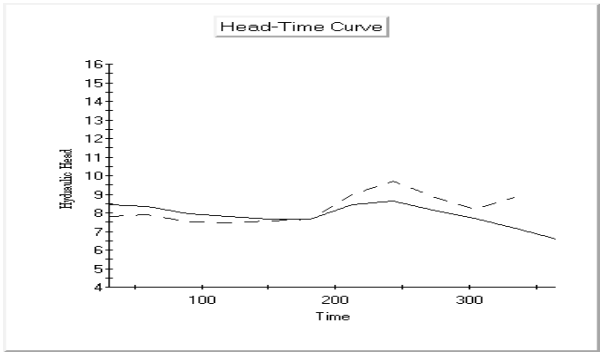

老埤(一)



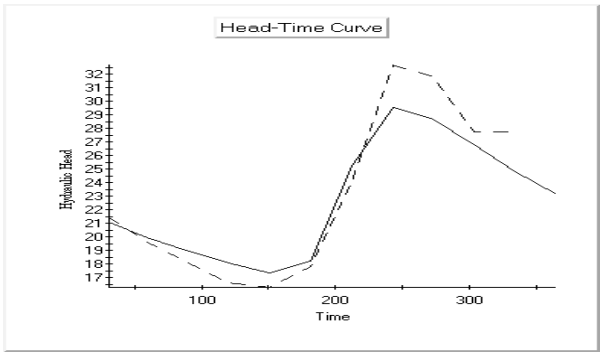

西勢(一)



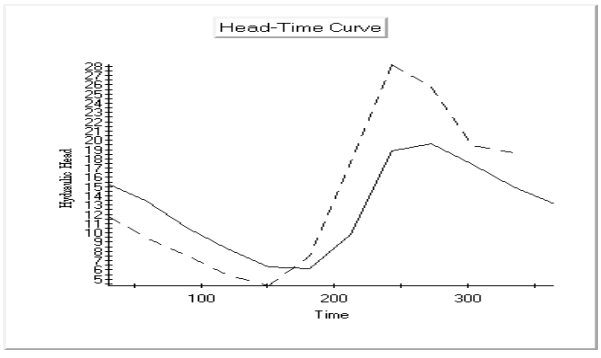

大湖(一)



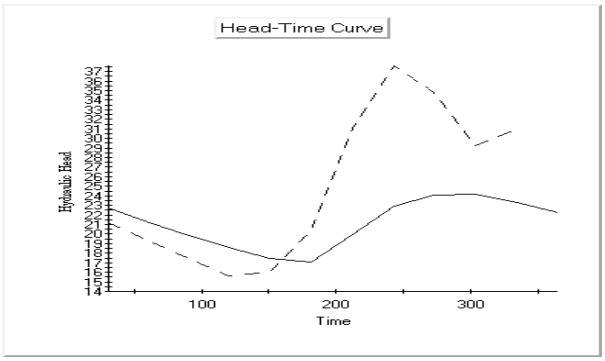

新埤(一)



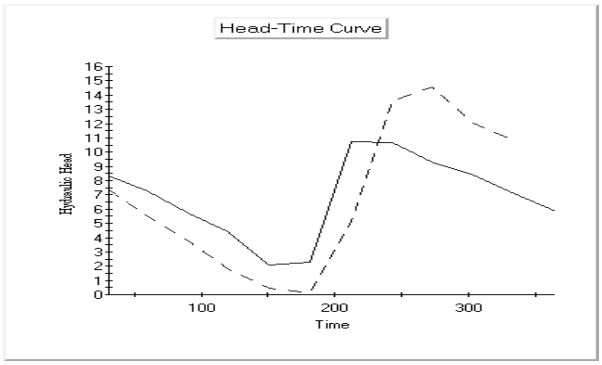

萬隆(一)



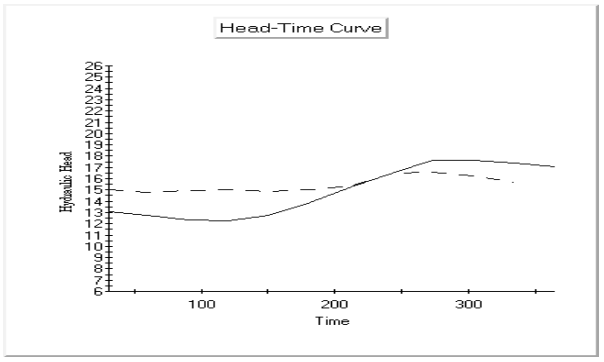

大嚮(一)



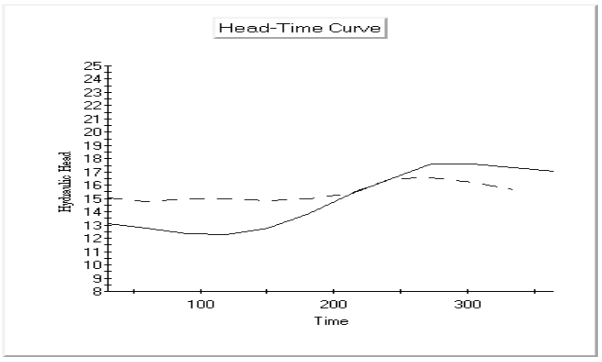

飴潭(一)



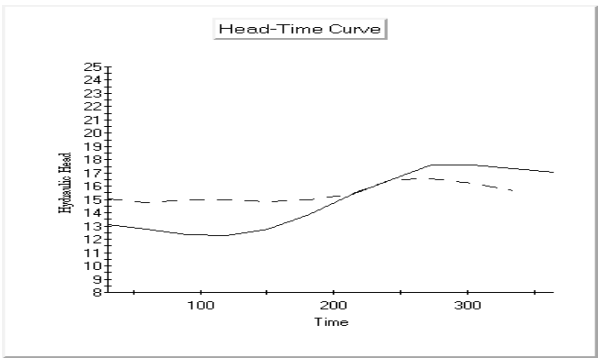

枋寮(一)



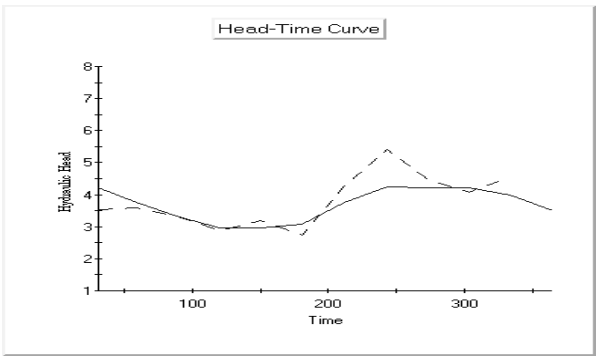

大庄(一)



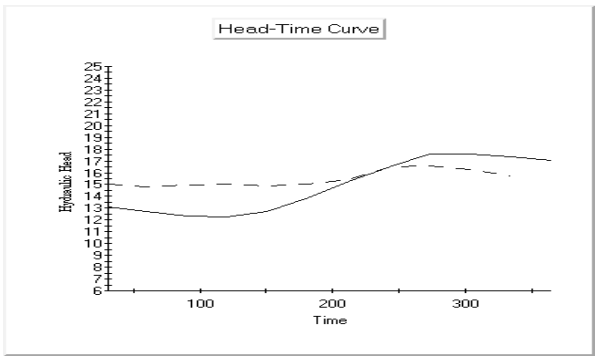

德興(一)




新園(一)




崁頂(一)




港東(一)

高屏溪伏流水及傍河取水先期調查試驗

出版機關：經濟部水利署南區水資源局
執行單位：達西工程顧問股份有限公司
地址：高雄市燕巢區西燕里工程路 1 號
電話：07-6166137
傳真：07-6166391
網址：http://www.wrasb.gov.tw
出版年月：2012 年 4 月
GPN：1010100599
ISBN：978-986-03-2183-8

版權所有，翻印必究

廉潔、效能、便民

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

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

ISBN978-986-03-2183-8
9 789860 321838
GPN：1010100599
定價：700 元