

雲林縣新港北養殖區共同引水設施調查規劃

鄭耀智 / 水利技師

摘要

(本文乃作者參與本計畫工作之節錄，部分章節、圖表略而未附，若有造成閱讀之不便，希見諒。)

一、計畫目的與範圍

台灣沿海地區由於農漁養殖之盛行，其大量的需水量致使業者超抽地下水導致西南部沿海各縣之沿海多處地區發生地盤下陷現象。為避免地盤下陷狀況日益惡化，政府乃積極推廣以純海水養殖取代原有海淡水混合方式，並供應潔淨水質以提高單位面積之產值。因此政府統一興建一共同之海水供應措施對沿海養殖漁業生產區充分供應優良水質，實為嘉惠地方養殖漁業漁民之最佳施政。

雲林縣沿海地區原為低窪灘地且瀕臨海洋，因自然氣候及水質條件合適，故成為最適宜發展養殖漁業的地區。由於目前國內已擁有卓越繁殖技術、且已有相當規模之海淡水魚養殖面積，惟業者對所需海水均自行在排水溝內抽水，大量輸水管線跨越橋涵、排水渠道等致計畫區內環境與景觀雜亂無章，不但影響景觀且危害排水功能。

為提供養殖業者有充分潔淨海

水，雲林縣政府獲得農委會補助養殖漁業公共設施工程預算，選定「新港北養殖漁業生產區」(如圖 1-1)，期望能在最短時間內將該區之養殖漁業自行抽取海水現象改採共同引水方式，統籌分配及供應，使得海水養殖事業及水土環境保護都能兼顧，創造政府與漁民雙贏之局面。

二、基本資料蒐集調查與分析

(一) 養殖漁業基本資料

新港北養殖業生產區之基本資料如表 2-1。

(二) 潮汐

雲林海岸地區，每日潮水有兩次高潮及兩次低潮，高低潮一次之平均週期為 12 時 25 分。依據成大水工所箔子寮驗潮站之歷年實測資料，經暴潮偏差之校正後，其潮汐資料如表 2-2。

表 2-2 潮汐資料表（箔子寮漁港、中潮系統）

潮 位	高程 (M)
最高潮位 (H.H.W.L)	2.23
大潮平均高潮位 (H.W.L)	1.72
平均高潮位 (M.H.W.L)	1.41
平均潮位 (M.W.L)	0.27
平均低潮位 (M.L.W.L)	-0.76
大潮平均低潮位 (L.W.L)	-1.26
最低潮位 (L.L.W.L)	-1.74

(三) 水質條件

本計畫之海域地面水體之分類應符合乙類水質標準。

再依同發佈標準附表 2-4：

本公司於 95.12.4 與當地養殖漁塭業主討論海水取水口位置（詳附件七），經商定取水口 A、B 二處（如圖 2-8、照片 1、照片 2）擇一水質較佳者，本公司乃洽商國立雲林科技大

學，於該兩處 A、B 取水口，以及接近取水口 A 之金湖漁港，依 2-3-2 節調查方法於低平潮(95.12.4.12 時 00 分)，採取海水樣本計 8 個，並進行氫離子濃度 (pH)、溶氧 (DO)、生化需氧量 (BOD) 及大腸桿菌群之檢測，茲將檢測成果整理分析如表 2-6：

由現場海水取樣檢測成果，不論取水口 A 或 B，其水質條件均符合海

表 2-4 海域海面水體分級標準

分級	基 準 值			
	氫離子 濃度指數 (PH)	溶氧量 (DO) (毫克/公升)	生化需氧量 (BOD)(毫克/公升)	大腸桿菌群 (CFU/100ML)
甲	7.5-8.5	5.0 以上	2 以下	1,000 個以下
乙	7.5-8.5	5.0 以上	3 以下	—
丙	7.0-8.5	2.0 以上	6 以下	—

備註：保護生活環境相關環境基準，各項基準值單位如下：

1. 氫離子濃度指數：無單位
2. 大腸桿菌群：每 100 毫升水樣在濾膜上所產生之菌落數。
3. 其餘：毫克/公升。

域甲類水體範圍標準，可供一級水產用水使用。但金湖漁港兩個採樣點之 DO(溶氧)值則不符合甲、乙類標準，防波堤之採樣 A 點則有一點 PH 值不合甲、乙類標準，根據水質檢驗結果應該以進水口 B 較適合本計畫所採用，且防波堤 A 點若採用為進水口由於靠近金湖漁港容易受其污染影響，而本身是以廢輪胎作為防波堤，較不適合作為本計畫之取水口。

本計畫取水口 B 向外海延伸至一公里引水，由本表可見其水質相當優良。

(四) 計畫區漁塭業主訪問調查

為瞭解當地養殖戶對本計畫的支持程度及意見，本公司於 96 年 1 月 10 日假新港北村萬善爺舉行說明會(詳附件六 新港北共同引水計畫養殖用戶意見調查會議記錄)，並於會中進行問卷調查，以當地養殖戶為主要調查對象，並發放問卷調查表(如表 2-7)，回收有效調查問卷，調查結果養殖面積

養殖戶受訪者所有之養殖面積分佈以 1 公頃以下佔 25%；1-2 公頃最多，佔 28.1%；2-3 公頃佔 18.8%，5 公頃以上佔 21.9%。(詳圖 2-10) 養殖漁種

養殖魚種方面，大多數採混養方式，養殖魚種以海水魚最多，佔 32.08%；其次以文蛤次之，佔 24.53%；再其次為虱目魚、草蝦，分別各佔 15.09%。(詳圖 2-11)

1. 放養方式：

養殖漁塭放養方式以止水式最多，佔 38.71%；其次為流水式，佔

29.03%；再其次為循環式及半流水式，分別佔 19.35%、12.09%。(詳圖 2-12)

2. 用水來源：

本次調查之養殖用水多為海水，海水水源之取用以漁塭旁中、小排為主，佔 46.67%；其次為新港大排佔 15.56%。淡水水源之取用以漁塭旁中、小排為主，佔 22.22%；其次為新港大排佔 15.56% (詳圖 2-13)。

3. 取水管徑：

本次調查之養殖戶所採用之取水管徑以 6" 以上管徑為主，佔 61.76%；其次為 5" 管徑，佔 23.53%。(詳圖 2-14)

4. 取水管長(距離)：

取水管長以 50 公尺以下分佈最多，佔 62.96%；其次為 500 公尺以上，佔 18.52%；再其次為 200-500 公尺及 100-200 公尺，分別佔 11.11%、3.70% (詳圖 2-15)。若能供應較佳水質海水，大多數受訪養殖戶願意換養較高價值海水魚種，佔 57.1%；不願意換養之受訪養殖戶佔 7.1%；尚未決定者佔 35.8%。

三、工程規劃

(一) 供水量需求

由於本養殖漁業生產區之主要養殖魚種包含草蝦、文蛤、虱目魚、龍鬚菜、蟳等，現地訪查結果，目前為海、淡水混用，且因養漁文蛤不需純淨海水以免水中養份不足，故其水需求量以前述 2. 估算每公頃海、淡水用水量 153,165 噸/年之半數 76,582 噸/年即已足夠，即每公頃每日約 210 噸

之海水供應量即可滿足所需。

以 458 公頃計，則本計畫區漁塭目前之海水供水量需求為

$210 \text{ 噸} \times 458 = 96,180 \text{ 噸/日} = 1.11 \text{ CMS}$
(目前海水需求量)。

不過將來則採取全部純海水養殖，故本計畫之設計用水量是為 2.22 CMS。

(二) 取水方式

本計畫區海水最低低潮位為 EL.-1.74M (詳第二章表 2-2)，因此，取水口之高程應低於 EL.-1.74M，方可維持穩定不斷之海水供應，經評估分析後，並綜合規劃期間各單位之意見，決定採漸進向外海取水地點銜接之方式逐期施工，初期擇定取水口 B，即目前填土區前方之水域 (如圖 2-8 堤頂樁號 2K+500)，以埋管式設置 1000 公尺外海取水設施 (詳圖 3-2)，以節約工程經費，將來取水口發生淤沙堵塞現象時，再移至外海取水 (詳圖 3-2)，此一目標之取水口可移至碎波帶以外之水深-10M 外海，如此可確切掌握可使用之工程預算發揮最高之經濟效益。

(三) 取水設施用地

1. 取水位置：位於計畫區大水池目前進行填土區內北端 150M 所對應之堤防外海處 (新港堤防樁號 2+500)。
2. 適用之取水方式：埋管式取水。
3. 沉砂池、蓄水池、(抽水井) 位置：位於計畫區大水池目前進行填土區內北端 150M 位置。
4. 土地分區使用計畫：劃定為機關用

地 (本區位於 20 公頃水池內，屬口湖鄉公所公有土地)。

(四) 輸水方式

自外海取水以自然重力埋管取水方式引入岸內陸地，進流海水經過沉砂池之沉砂處理 (詳圖 3-7) 流入蓄水池 (或抽水井) 後，以抽水機抬高揚程，經由輸水管線送至各漁塭。上述流程以蓄水塔為分界，上游流程為重力取水系統。台灣省依自來水設施標準規定，給水之送水方式以使用管線式之壓力水路為原則。

本計畫採用管路供水系統，利用埋管引水 (詳圖 3-8)，至沈砂池沈砂後至靜水池，抽水至水塔 (詳圖 3-9) 計畫區利用管路連接至各漁塭 (詳圖 3-10~11)

(五) 分期實施計畫

本計畫總經費約需 4 億 3 仟 8 佰 8 拾 3 萬元，工程項目及施工範圍分佈約 458 公頃，且需仰賴政府編列預算補助，而施工所需時程亦將跨越會計年度，故本計畫必需分期分年施工方可有效率的執行年度預算以提出預算執行率。茲建議依現況供水優先順序分二期實施，

1. 第一期工程：

以 17 號沿海公路以西約 190 公頃之漁塭供水為本期優先施工範圍，如圖 3-1，其工程內容包含：

(1) 取水設施工程

包含取水口工程 (取水口 B)，取水輸水管及沉砂池及抽水機房工程、配水塔工程、發電機房及電氣機房工程等。

(2) 配水幹管工程

考量年度預算分二期施工，第一期（前）施工 17 號沿海公路以西之北區 X1-X2-X3 以北等管線之範圍（詳圖 3-10~11），第一期（後）施工 17 號沿海公路以西之南區 X1~X2~X3 以南等管線之範圍（詳圖 3-11~12）。17 號沿海公路以東則為第二期施工。

(3) 機械及電氣工程

包含供應 17 號沿海公路以西約 190 公頃供水所需之配電、照明、管線、發電機、給排水及抽水機組 3 組（150HP×3）等設備設置。

(4) 景觀及管理中心工程

包含管理中心、圍牆、景觀等工程，由於年度預算限制，列入第一期（後）工程。

(5) 雜項工程

含道路復原等工程。

本期工程之主要工程內容及工程經費如表 3-2。

2. 第二期工程

以 17 號沿海公路以東約 193 公頃之漁塭供水為後期施工範圍，如圖 3-10、3-11，其工程內容包含。

(1) 配水幹管工程

包含 17 號沿海公路以東約 193 公頃幹管工程，由取水口 B 聯結至前期輸水幹管之輸水幹管工程。

(2) 分支管工程

涵蓋全區約 383 公頃漁塭之範圍。

(3) 機械及電氣工程

包含擴充 6 組抽水機組（與第一期 6 組，含備用 1 組，合計 13 組）所需設置之配電、管線等設施。

(4) 水池景觀設計工程

為改善本區景觀，成為將來完工後遊客之休憩景點，計劃區西邊之蓄水池加以景觀改善（詳附件二）。

(5) 雜項工程

含道路復原等工程。

第二期工程之主要工程內容及工程經費如表 3-2。

四、工程設計

(一) 取水口管徑之大小

引水管採直徑 1.4 M ($t=6.67\text{cm}$) 之引水管，全長 1043M（詳圖 3-7~8），最低潮位（-1.74m）時之進水量約 2.22 CMS 等於本計畫引水量 2.22 CMS，流速為 1.75 M/S（條件：水頭損失 1.6 M，黏滯度 $\nu = 1.13\text{E-}06 \text{ (m}^2/\text{s)}$ ，糙度 $\epsilon = 0.1\text{mm}$ 詳表 4-1）。

(二) 輸水管之管徑與支數

本計畫之設計需水量為 2.22CMS，為節省工程經費，採單支引水管方式埋設。為減少水中含砂沉降及抽水暫停後管中含砂沉澱之機會，管中之流速採 1.75M/S，若採 1 支單管，用 1270mm ϕ 管。

(三) 抽水機房（或蓄水池）至水塔之抽水機馬力估算

由於本計畫區地勢平坦少起伏，故無法以自然高程提供下游供水系統所需之水頭，須藉由配水塔加壓，因此須由抽水機將水抽至配水塔，再以

配水塔利用高程加壓後，送至供水管網中。

(四) 抽水機

本期以供應全區設計流量設置抽水機。

將 $Q=2.22 \text{ CMS}$ 之流量以抽水機 12 部由抽水池抽至地面，匯集為一支輸水管送至配水塔。

五、管理維護計畫及經濟效益評估

(一) 管理維護費用概估

本工程計畫包括工程建設與後續的管理維護。工程建設所需經費依政府現行政策由政府編列預算支應。而管理維護所需費用，在受益者付費的公平原則下，宜由用戶管理組織自行籌措財源，依用戶實際用水量徵收用水費以達自給自足為原則。管理維護費用包括操作費、維護費、管理費、折舊費用等。

合計【(操作費) + (維護費) + (管理費)(折舊費用)】=1,696 萬元 +530 萬元 +90 萬元 +1,358 萬元 =3,674 萬元

(二) 財務計畫與用水費徵收

營運管理所需費用依據受益者付費原則宜由養殖用戶自行籌措支應。如何籌措該項費用，最公平方法為依據各養殖戶實際用水量之多寡而依量徵收用水費。

用水費徵收費率須使全部營運支出(5-1.管理維護費用概估之總和)與同時段用水費徵收之收入達到財務收支平衡，其公式如下：

平均單位用水費率=營運支出(即管理維護費用之總和)/用戶總用水量

$$=3,674 \text{ 萬元}/2.22\text{cms}$$

$$=36,740,000 \text{ 元}/70,009,920 \text{ 噸}$$

$$=0.525 \text{ 元/噸}$$

(三) 管理制度

本生產區已依法成立「雲林縣新港北養殖漁業生產區管理委員會」且釐定完善之章程，該述章程條文並未對海水統籌供應制度與輸水制度有詳細之管理辦法，恐造成漁民無法遵循，為配合本計畫工程之興建及管理維護之需要，現有管理制度(章程)擬加強之內容如下：

1.明確規定海水取水與輸水方式以及相關規定。

2.建立接水申請、查驗水表、收費基準及違規查報等管理辦法。

3.有關行政、工程及財務等工作小組，應加強其功能，且實際工作人員宜由專業人士出任。

(四) 經濟效益評估

年計效益：合計：79,350,000 元

年計工程成本：年計工程成本：合計：52,626,000 元

益本比 = (年計效益 ÷ 年計成本) = 79,350,000 元 ÷ 52,626,000 = 1.51。

平均單位用水費率(亦即每度(M³)水之價格) = 年計工程成本 / 用戶總用水量，再除以 1.51 (換算直接效益)

$$= (52,626,000 \text{ 元}/2.22\text{cms}) \div 1.51$$

$$= (52,626,000 \text{ 元}/70,009,920\text{M}^3) \div 1.51$$

$$=0.50 \text{ 元}/\text{M}^3 (1\text{M}^3=1 \text{ 噸}=1 \text{ 度})$$

未來經實際施工完成後，確實養

殖面積需再次清查，惟估算值與實際值可能有所差異，由操作營運之管理委員會訂定費率方案，經前一年度確實收支情形而修正次年費率，由於本計畫之抽水水質極佳，將來養殖戶增加年收益後必可使本計畫之益本比相對提高，並可逐年提高平均單位用水費率（亦即每度（ M^3 ）水之價格），期能攤還建設工程費。

第一章 前言

台灣沿海地區由於農漁養殖之盛行，其大量的需水量致使業者超抽地下水導致西南部各縣之沿海多處地區發生地盤下陷現象。為避免地盤下陷狀況日益惡化，政府乃積極推廣以純海水養殖取代原有海淡水混合方式，並供應潔淨水質以提高單位面積之產值。因此政府統一興建一共同之海水供應措施對沿海養殖漁業生產區充分供應優良水質，實為嘉惠地方養殖漁業漁民之最佳施政。

雲林縣沿海地區原為低窪灘地且瀕臨海洋，因自然氣候及水質條件合適，故成為最適宜發展養殖漁業的地區。由於目前國內已擁有卓越繁殖技術、且已有相當規模之海淡水魚養殖面積，惟業者對所需海水均自行在排水溝內抽水，大量輸水管線跨越橋涵、排水渠道等致計畫區內環境與景觀雜亂無章，不但影響景觀且危害排水功能。

為提供養殖業者有充分潔淨海水，雲林縣政府獲得農委會補助養殖漁業公共設施工程預算，選定「新港北養殖漁業生產區」（如圖 1-1），期望能在最短時間內將該區之養殖漁業自行抽取海水現象改採共同引水方式，統籌分配及供應，使得海水養殖事業及水土環境保護都能兼顧，創造政府與漁民雙贏之局面。

正昇工程顧問有限公司（以下簡稱本公司）接受雲林縣政府之委託辦理「新港北養殖漁業生產區共同引水計畫規劃設計」（以下簡稱本計畫）特組合水利、結構、土木、景觀、環境等各方面之專業人員成立專業團隊執

行本計畫，經蒐集相關資料、詳細現場踏勘，於 95.12.01 檢測海水水質，另於 96.01.10 與該養殖區漁塭業者舉行先期規劃討論會議，綜合整理各相關與會人員意見爰提出本計畫期末報告。

第二章 基本資料蒐集調查與分析

一、養殖漁業基本資料

新港北養殖業生產區之基本資料如表 2-1。

表 2-1 雲林縣新港北養殖漁業生產區資料表

生產區面積【公頃】	458 公頃
規劃養殖生產區別	海水養殖區
土地編訂及使用情形	一般農業區中農牧用地 30%養殖用地 70%
養殖水源使用情形	淡水：中、小排水 海水：新港線大排水、青蚵大排水。
總年產量	
主要養殖魚種【產量】	文蛤、草蝦、鰻、海水魚。
生產區概況	<p>生產範圍： 本區，形狀為三角形，東邊為農作物區，種植甘蔗、水稻，南以省道 164 為界最南部份為金湖村，西邊面臨海域，堤防長度約 2.5 公里，北邊以新港線之二排水溝為界，總面積約 458 公頃，若不含非漁業生產區，總面積約 383 公頃。</p> <p>生產密度： 草蝦：主要與虱目魚混養，每分地放養量約 2-3 萬尾。 文蛤：放養量通常在 3000 公斤。 虱目魚：多與草蝦混養，每分地的放養量約 2000 尾。 龍鬚菜：放養量每公頃約 5000 公斤 蟳：多與龍鬚菜、虱目魚混養。</p> <p>放養時間： 草蝦：三-四月份放養於七月收穫。 文蛤：主要在三-十一月間放養。 虱目魚：四-五月間放養。 龍鬚菜：每年十一月至翌年六月為盛產期。 蟳：三-四月間及六-七月間。</p> <p>放養方式：單養、混養。</p>
特有的活動、節日	本區為文蛤苗繁殖集中區。有規劃休閒區。

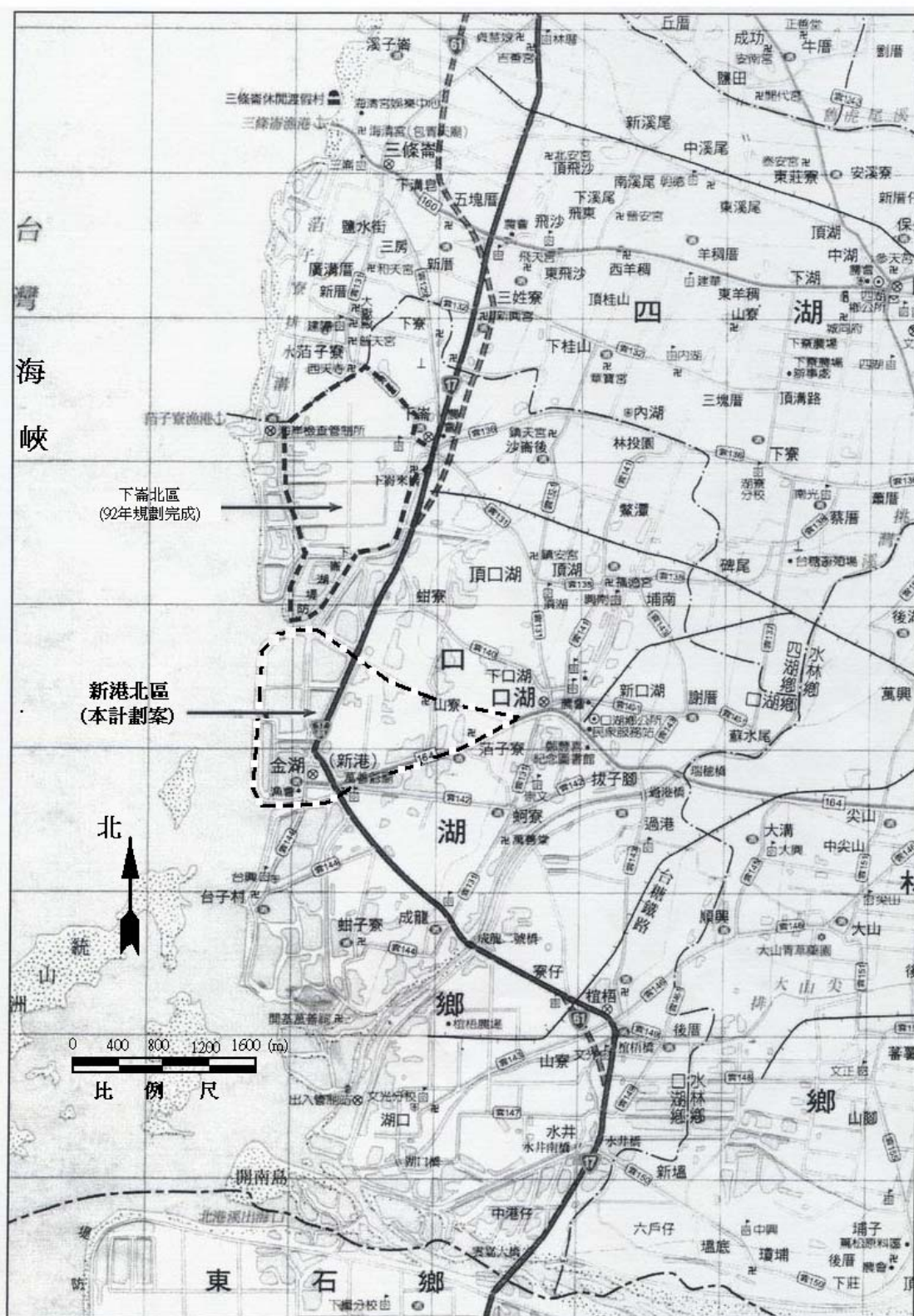


圖 1-1 雲林縣新港北養殖漁業生產區地理位置圖

二、自然條件

自然條件分爲氣象、海象、地象，在海水取水及共同引水管線工程中，規劃、設計、施工、品質、安全衛生皆深受影響，尤其是氣象中的季風、暴雨、颱風；海象中的潮汐、海流、潮流、波浪及水質；地象中的地形、海岸線及地質等。一般自然條件之蒐集分析範圍廣大，對一般中、小型工程難以執行完備及詳盡，由於雲林離島工業區自規劃迄今已逾 10 年，該計畫之四湖區即在本計畫之海岸外（如圖 2-1），因此，本計畫區自然條件經成功大學水工所、中山大學海科院等相關單位近 10 年之詳細蒐集調查、分析，其資料已臻齊全。

（一）海象

1. 潮汐

雲林海岸地區，每日潮水有兩次高潮及兩次低潮，高低潮一次之平均

週期爲 12 時 25 分。依據成大水工所箔子寮驗潮站之歷年實測資料，經暴潮偏差之校正後，其潮汐資料如表 2-2。

2. 波浪

由統計結果顯示，冬季主要波高在 1.0-2.0 米的時間約佔 59.28%，每波週期約爲 7-8 秒。由彙整的風速、風向資料顯示，每年的 10 月至隔年的 4 月之東北季風期間，其波向以 N 與 NE 爲主，夏季季風期，其波向則以 S 與 WSW 爲主。

3. 海潮流

成大水工所自民國 82 年起對麥寮區及海豐區進行長期海流觀測，由測站所得資料顯示，海流流向以平行海岸方向爲主，漲潮流向主要爲北北東居多，退潮流向以南南西及西南向居多。



圖 2-1 雲林縣離島工業區與新港北養殖漁業生產區範圍圖

表 2-2 潮汐資料表（箔子寮漁港、中潮系統）

潮位	高程 (M)
最高潮位 (H.H.W.L)	2.23
大潮平均高潮位 (H.W.L)	1.72
平均高潮位 (M.H.W.L)	1.41
平均潮位 (M.W.L)	0.27
平均低潮位 (M.L.W.L)	-0.76
大潮平均低潮位 (L.W.L)	-1.26
最低潮位 (L.L.W.L)	-1.74

4. 颱風波浪

在台灣港灣結構物設計皆以颱風波浪為準，颱風波浪資料之獲得及其準確性直接影響海上結構物之安全與經濟。本區缺乏颱風時期實之波浪資料，故僅能以數值模式推算。

本區颱風波浪如表 2-3 所示。由該表可知侵襲本區之颱風波浪以南面波浪最大，而後呈扇形向西、北兩方向逐漸減弱。由於外傘頂洲根部逐漸南移，箔子寮漁港外海之砂洲逐年消逝，故該港港址以 NW 向之深海波浪較具威脅。

5. 碎波帶

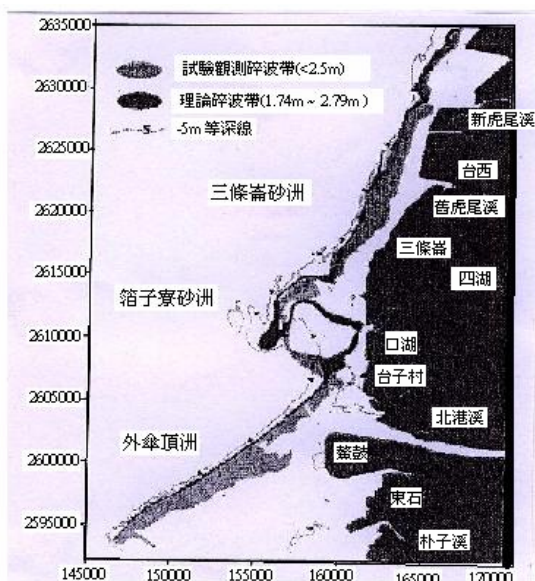


圖 2-2 碎波帶分佈圖

(二) 地象

1. 地理及地形及主要大排水溝

本計畫範圍位於雲林縣口湖鄉西側，原始地貌屬潮汐灘地，漁民以養殖文蛤為主，後因內陸河川受污染及淤砂多，雲林縣政府在海岸構築箔子漁港及海堤，漁民依附堤防構建漁塭，並利用潮汐養殖文蛤、海魚，面積約三百八十三公頃；整個基地呈東北側稍高，西南側低之斜灘地，最高點為 EL+2.06M，最低點為 EL-2.02M（如圖 2-3），本區主要大排水溝含新港線之二排水溝，位於本區北邊，由東向西流入大海，另有新港線之一排水溝沿快速公路，及蚶子寮之一排水溝，匯集區內排水流入大海。

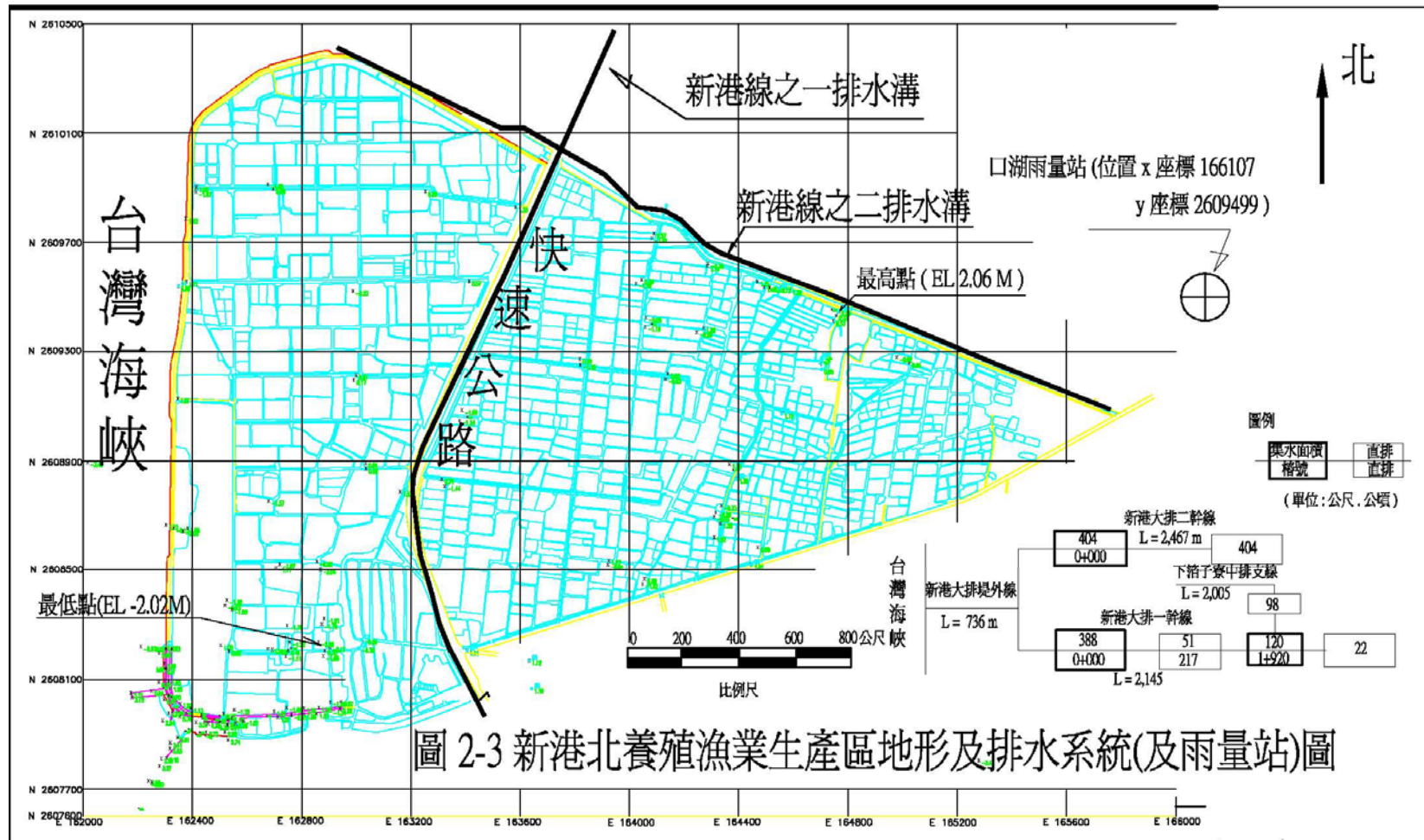


圖 2 - 3 新 港 北 養 殖 漁 業 生 產 區 地 形 圖 (詳 附 圖)

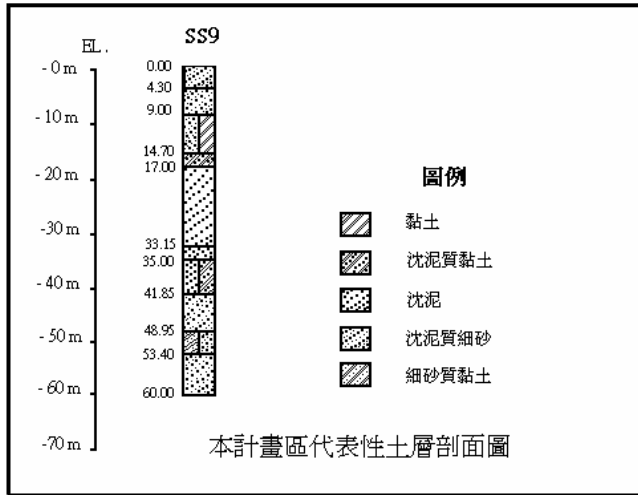


圖 2-4 本計畫區代表性土層剖面圖

三、水質條件

(一) 地面水體分類水質標準

依環保署八十七年六月二十四日修正發佈「地面水體分類及水質標準」第二條：

「本標準專用名詞之定義如下：

- 一級水產用水：在陸域地面水體，指可供鱒魚、香魚及鱸魚培養用水之水源；在海域水體，指可供嘉臘魚及紫菜類培養用水之水源。

- 二級水產用水：在陸域地面水體，指可供鱸魚、草魚及貝類培養用水之水源；在海域水體，指虱目魚、烏魚及龍鬚菜培養用水之水源。」

依同發佈標準第四條：

「海域地面水體分類分為甲、乙、丙三類，其適用性質如下：

- 甲類：適用於一級水產用水、游泳。
- 乙類：適用於二級水產用水、二級工業用水及環境保育。
- 丙類：適用環境保育。

本計畫之海域地面水體之分類應符合乙類水質標準。

再依同發佈標準附表 2-4：

表 2-4 海域海面水體分級標準

分級	基準值			
	氫離子濃度指數 (PH)	溶氧量 (DO) (毫克/公升)	生化需氧量 (BOD) (毫克/公升)	大腸桿菌群 (CFU/100ML)
甲	7.5-8.5	5.0 以上	2 以下	1,000 個以下
乙	7.5-8.5	5.0 以上	3 以下	—
丙	7.0-8.5	2.0 以上	6 以下	—

備註：保護生活環境相關環境基準，各項基準值單位如下：

1. 氫離子濃度指數：無單位
2. 大腸桿菌群：每 100 毫升水樣在濾膜上所產生之菌落數。
3. 其餘：毫克/公升。

(二) 雲林地區海域水質

根據「台灣地區沿海水區範圍及水體分類」(89.8.30 (89) 環署水字第 0049968 號)公告,彰化地區海域水質屬於乙類,雲林地區海域水質則屬於甲類(詳圖 2-5)。

(三) 海域水質調查

雲林縣離島工業區之水質調查自 81 年 4 月起即持續進行至今,其採樣點如圖 2-6 所示。SEC-11 採樣站之水質調查恰在本計畫欲取用海水之取水口外海,其水質調查資料可供本計畫參考。

1. 調查方法(環保署自 81 年 4 月起即持續進行至今自 81 年 4 月起即持續進行至今)

於一個全潮內每隔 3 小時(高低平潮各一次與二次平均潮位)監測一次,每次採樣於該潮位時間前後 1.5 小時內完成,調查當日 4 個潮時採樣時間如圖 2-7 所示。

依環檢所公告之水質檢測方法(86 年)與參考美 APHA 之水質標準檢驗方法(19th edition, 1995)進行調查,現場於一個全潮內每隔 3 小時(高、低平潮各一次與二次平均潮位),各量測一次水體溶氧、Ph、導電度及鹽度、濁度、水溫等 6 項。同時取各水樣送回實驗室分析,項目包括 BOD、SS、大腸桿菌群、氨氮、油脂,重金屬之 Cu、Pb、Zn、Cr 等 9 項,其中海域重金屬僅調查二次平均潮位之變化,調查結果並與「地面水體分類及水質標準」做比較(87.6.24 環署水字第 0039159 號)。另於水文方面,陸域測站增加量測流量與水位,感潮站增加量

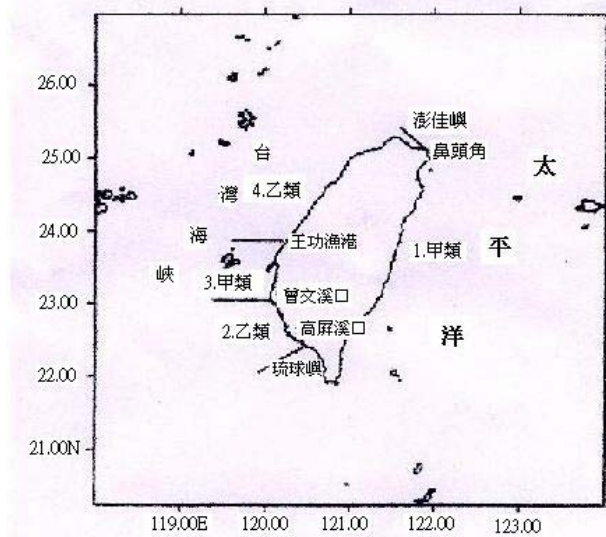


圖 2-5 台灣地區沿海水區範圍及水體分類

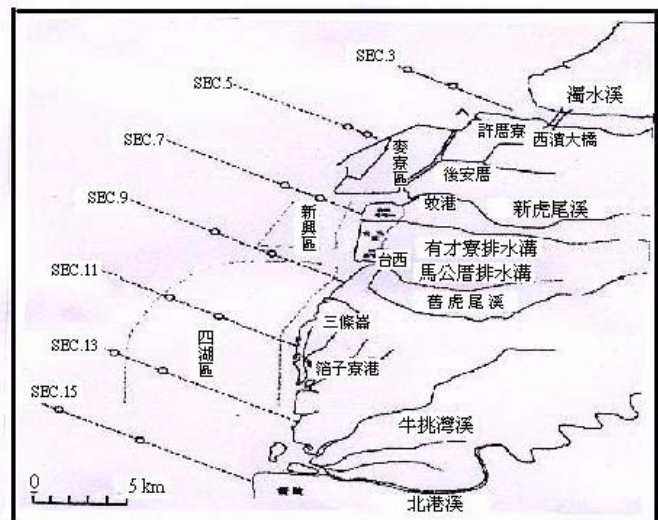


圖 2-6 海域水質採樣點位置圖

測水位。調查期間同時收集海象資料,於近岸海域及水道區內施放海流儀,記錄採樣期間流況,並收集麥寮、台西及箔子寮潮位站之潮汐資料。

2. 水質調查結果

茲摘要箔子寮漁港外海之水質調查結果，包含現場調查之水體溶氧（DO）、Ph 值及實驗室分析成果之 BOD、大腸桿菌群（E-coli）如下：

(1) 退潮平均潮位（潮位 1）

A. Ph

潮間帶區之 Ph 值介於 7.22-8.36 之間，平均 7.86。海域介於 7.18-8.37 之間，平均 8.11，皆符合甲、乙類海域水體分類及水質標準（7.5-8.5）。

B. 溶氧

潮間帶區介於 1.6-6.1mg/L 之間，平均 5.0mg/L，以箔子寮港外側站溶氧（8.3mg/L）最高，符合甲、乙類海域水體分類及水質標準（5mg/L 以上）。

C. BOD

潮間帶區介於 1.50-3.40mg/L 之間，平均 1.65mg/L，變化不大，且皆 < 4.0mg/L。海域介於 0.73-2.59mg/L，平均 1.49mg/L，均可符合甲類海域水體分類及水質標準（2.0mg/L）。

D. E-coli

潮間帶區介於 4.0E1-1.6E5 CFU/100ml 之間，平均 1.3E4 CFU/100ml，超出 1E4 CFU/100ml。僅三條崙（E10）與箔子寮漁港（E11）及蚊港橋（E4）、有才寮與火燒牛稠排水區匯流處（E6）符合水質標準外，其餘水質皆不符限值。

海域介於 < 10-8.7E2 CFU/100ml 之間，平均 1.2E2 CFU/100ml，皆可符合甲類海域水體分類及水質標準（1.0E3 CFU/100ml）。

(2) 低平潮位（潮位 2）

A. pH

潮間帶區介於 7.08-8.24 之間，平均 7.71。海域介於 7.83-8.29 之間，平均 8.10，可符合甲類海域水體分類及水質標準（7.5-8.5）。

B. 溶氧

潮間帶區介於 1.9-6.7mg/L 之間，平均 3.8mg/L，海域介於 4.5-7.3mg/L 之間，平均 6.0mg/L，符合甲類海域水體分類及水質標準（5.0mg/L）。

C. BOD

潮間帶區介於 < 1.5-8.80mg/L 之間，平均 3.04mg/L。海域介於 0.67-4.20mg/L 之間，平均 2.06mg/L，平均值已略超出甲類海域水體分類及水質標準（2.0mg/L）。

D. E-coli

潮間帶區介於 100-5.4E5 CFU/100ml 之間，平均 8.1E4 CFU/100ml，僅三條崙（E10）與箔子寮漁港（E11），以及牛挑灣（E12）符合水質標準外，其餘水質皆超出限值。

海域介於 < 10-8.6E3 CFU/100ml 之間，平均 5.6E2 CFU/100ml，皆可符合甲類海域水體分類及水質標準（1.0E3 CFU/100ml）。

(3) 漲潮平均潮位（潮位 3）

A. pH

潮間帶區介於 7.08-8.26 之間，平均 7.91。海域介於 7.98-8.22 之間，平均 8.13，可符合甲類海域水體分類及水質標準（7.5-8.5）。

B. 溶氧

潮間帶區介於 2.8-7.3mg/L 之間，平均 5.1mg/L，海域介於 5.8-7.3mg/L 之間，平均 6.5mg/L，符合甲類海域水

體分類及水質標準之最低限值 (5.0mg/L)。

C. BOD

潮間帶區介於 < 1.50-12.6mg/L 之間，平均 4.40mg/L，除三條崙 (E10) 與箔子寮漁港 (E11) 符合標準外，其餘皆超出標準。

海域介於 0.91-2.32mg/L 之間，平均 1.49mg/L，符合甲類海域水體分類及水質標準 (2.0mg/L)。

D. E-coli

潮間帶區介於 20-2.6E5 CFU/100ml 之間平均 2.4E4 CFU/100ml，除麥寮水道中段之海豐 (E3) 與三條崙 (E10) 與箔子寮漁港 (E11)，以及牛挑灣 (E12) 符合水質標準外，其餘水質皆超出限值。

海域介於 < 10-1.0E3 CFU/100ml 之間，平均 5.6E2 CFU/100ml，可符合甲類海域水體分類及水質標準 (1.0E3 CFU/100ml)。

(4) 、高平潮位 (潮位 4)

A. pH

潮間帶區介於 7.28-8.28 之間，平均 8.09。海域介於 7.40-8.22 之間，平均 8.08，可符合甲類海域水體分類及水質標準 (7.5-8.5)。

B. 溶氧

潮間帶區介於 4.7-7.0mg/L 之間，平均 5.9mg/L，海域介於 5.8-8.5mg/L 之間，平均 6.7mg/L，符合甲類海域水體分類及水質標準之最低限值 (5.0mg/L)。

C. BOD

潮間帶區介於 < 1.50-6.60mg/L 之

間，平均 1.91mg/L，全部低於 4.0mg/L，三條崙 (E10) 與箔子寮漁港 (E11) 最低，且符合標準。

海域介於 0.78-2.77mg/L 之間，平均 1.38mg/L，可符合甲類海域水體分類及水質標準 (2.0mg/L)。

D. E-coli

潮間帶區介於 < 10-3.0E4 CFU/100ml 之間平均 4.0E3 CFU/100ml，除麥寮水道中段之海豐 (E3)、新虎尾溪 (E4)、有才寮 (E6) 與箔子寮漁港 (E11)，以及牛挑灣 (E12) 符合水質標準外，其餘測站皆超出限值。

海域介於 < 10-65 CFU/100ml 之間，平均 13 CFU/100ml，符合甲類海域水體分類及水質標準 (1.0E3 CFU/100ml)。

3. 水質調查結論

根據箔子寮漁港外海之水質調查結果之各項水質參數分布變化 (表 2-5)，大體呈現兩個不同端成份之混合型態，海域 pH 與 DO 大致高於潮間帶，。另由 BOD₅、E-coli 亦可看出其潮間帶海域之濃度高於海域，呈現海域水質優於潮間帶。

若比較四種潮位的水質調查，可見潮位 4—高平潮位之水質較佳，潮位 2—低平潮位之水質則較差。

表 2-5 箔子寮漁港外海水質調查結果對照表

項目 ↓ ↓ 時間 ↙	PH		DO(m1/l)		BOD(mg/l)		E-Coli (CFU/100ml)	
	潮間帶區	海域	潮間帶區	海域	潮間帶區	海域	潮間帶區	海域
1. 退潮平均潮位	7.86**	8.11**	5.0**	6.5**	1.65**	1.49**	<u>1300</u>	1200**
2. 低平潮位	7.71**	7.83**	<u>3.8</u>	6.0**	<u>3.04</u>	2.06*	<u>8100</u>	560**
3. 漲潮平均潮位	7.91**	8.13**	5.**1	6.5**	<u>4.4</u>	1.49**	<u>2400</u>	560**
4. 高平潮位	8.09**	8.08**	5.9**	6.7**	1.91**	1.38**	<u>400</u>	13**
甲類標準 **	7.5-8.5		>5.0		<2.0		<1000	
乙類標準 *	7.5-8.5		>5.0		<3.0		<1000	

說明：二個 ** 記號代表符合甲類標準、一個 * 記號代表符合乙類標準
無記號代表在不符合甲、乙類標準，加底線粗體字。

(四) 本公司委託國立雲林科技大學現場海水取樣檢測結果

本公司於 95.12.4 與當地養殖漁塭業主討論海水取水口位置(詳附件七)，經商定取水口 A、B 二處(如圖 2-8、照片 1、照片 2)擇一水質較佳者，本公司乃洽商國立雲林科技大學，於該兩

處 A、B 取水口，以及接近取水口 A 之金湖漁港，依 2-3-2 節調查方法於低平潮(95.12.4.12 時 00 分)，採取海水樣本計 8 個，並進行氫離子濃度 (pH)、溶氧 (DO)、生化需氧量 (BOD) 及大腸桿菌群之檢測，茲將檢測成果整理分析如表 2-6：

表 2-6 現場水質調查檢驗結果對照表 (雲科大協助檢驗)

項目 ↙ 樣點	PH		DO(ml/l)		BOD(mg/l)		E-Coli(CFU/100ml)	
	潮間帶區	海域	潮間帶區	海域	潮間帶區	海域	潮間帶區	海域
1. 金湖漁港-1	7.75**		<u>4.71</u>		1.08**		214**	
2. 金湖漁港-2	7.81**		<u>4.90</u>		1.2**		216**	
3. A1 點	<u>11.96</u>		5.61**		0.56**		184**	
4. A2 點	7.91**		5.98**		0.45**		152**	
5. B1 點	7.86**		5.79**		0.94**		141**	
6. B2 點	7.96**		5.80**		2.56*		173**	
7. B3 點		7.86**		5.65**		1.11**		125**
8. B4 點		7.96**		5.80**		0.96**		90**
甲類標準	7.5-8.5		>5.0		<2.0		<1000	
乙類標準	7.5-8.5		>5.0		<3.0		---	

說明：1、樣品溫度於 23.4~25.4°C 間。

2、二個 ** 記號代表符合甲類標準、一個 * 記號代表符合乙類標準無記號代表在不符合甲、乙類標準，加底線粗體字。

3、B3 距海岸約 300 M，B4 距海岸約 1 公里。

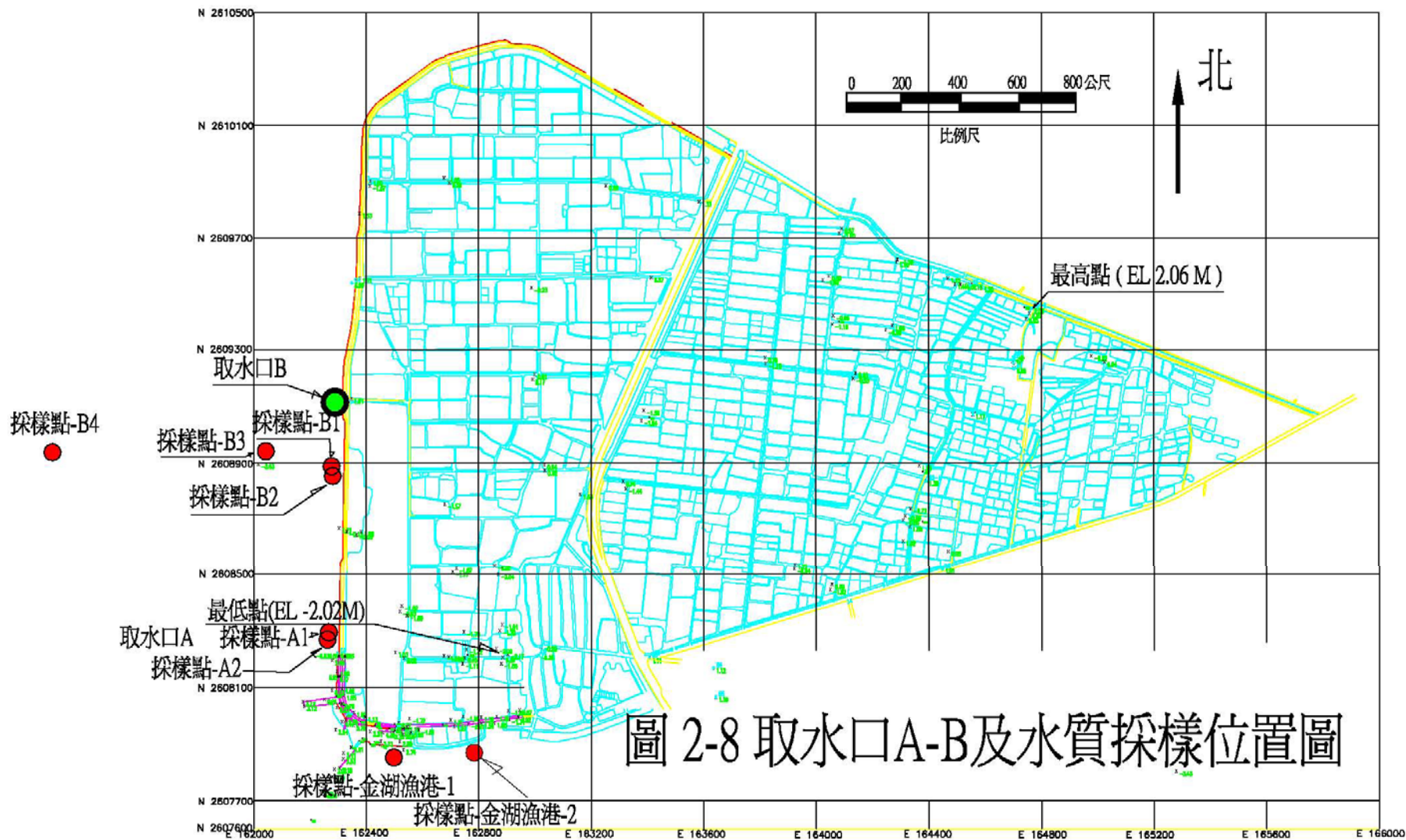


圖 2-8 取水口A-B及水質採樣位置圖

第三章 工程規劃

一、 供水量需求分析

養殖用水量常依養殖魚種類、養殖密度、用水模式，以及業者隨氣溫調節水溫而不斷換水而有所不同，故如何計算適當用水量為一極大之難題，一般估算用水量方法如下：

以養殖種類及其面積估算

根據漁業署民國 88 年 5 月「合理養殖用水量推估模式建立」報告中對於養殖漁業用水量所作統計如表 3-1 作為用水量估算標準。本計畫區養殖種類以海水魚及蝦類為主，包括草蝦、虱目魚等。本區養殖面積約 458 公頃，則用水量（包含海水與淡水）為：

$$Q=458 \times 153,165 = 70,149,570 \text{ M}^3 / \text{年} = 2.22 \text{ CMS}$$

表 3-1 養殖漁業用水量統計表

項目 魚種	單位面積年用水量（立方公尺/公頃/年）				
	淡 水			鹹水	總用水
	地下水	地面水	總淡水		
鯛類	82,278	0	82,278	91,712	173,990
石斑魚	88,478	0	88,478	159,493	247,971
海水蝦類	80,777	0	80,777	72,388	153,165
其他鹹水 魚	30,678	0	30,678	47,148	77,826

資料來源：漁業署，民國 88 年 5 月「合理養殖用水量推估模式建立」

以 458 公頃計，則本計畫區漁塭目前之海水供水量需求為 210 噸×458=96,180 噸/日=1.11 CMS（目前海水需求量）。

不過將來則採取全部純海水養殖，故本計畫之設計用水量是為 2.22 CMS。

二、供水範圍

本養殖漁業區面積廣達 458 公頃，本計畫爰採「漁業署」民國 88 年 5 月「合理養殖用水量推估模式建立」報告中對於養殖漁業用水量所作統計如表 3-1，養殖海水蝦類之用水標準，作為用水量估算標準（如前節所述 2.22CMS），本計畫 17 號沿海快速公路以西約 190 公頃左右為第一期供水範圍，同時並 17 號沿海快速公路以東約 193 公頃左右為第二期供水範圍（如圖 3-1），合併設置一套海水共同引水系統，並儘速設計、落實建設以符合實際需求。

三、水質需求

本養殖漁業生產區之主要養殖魚種（如表 2-1），包含草蝦、文蛤、虱目魚、龍鬚菜、蟳等，依環保署八十七年六月二十四日修正發佈之「地面水體分類及水質標準」第二條：『5. 二級水產用水：在陸域地面水體，指可供鱸魚、草魚及貝類培養用水之水源；在海域水體，指虱目魚、烏魚及龍鬚菜培養用水之水源。』

本計畫之海水供水水質應能符合二級水產用水水質標準。

依同發佈標準第四條：『2.乙類：適用於二級水產用水、二級工業用水及環境保育。』

故本計畫之海域地面水體之分類應符合乙類水質標準。

依目前計畫區之養殖魚種，則本計畫供應之海水水質以符合 2-3-1 節附表二之乙類水質標準即可，由於計畫區海域水質調查及取樣成果，本計畫區近海海域水質均可合乎甲類水質

標準，且為提高本計畫區養殖漁業之競爭力，未來之養殖魚種將朝向高價值之海水魚種，故本計畫規劃供應之海水水質以符合甲類水質標準為目標。另養殖目前引用自排水系統的淡水，建議由養殖戶自行配合使用，但將來禁止抽取地下淡水，以免地層下陷繼續惡化。

四、取水方式

本計畫區海水最低低潮位為 EL.-1.74M（詳第二章表 2-2），因此，取水口之高程應低於 EL.-1.74M，方可維持穩定不斷之海水供應，一般以海水統籌供應養殖漁業生產區，經調查統計常用方式有 1.海底埋管式 2.取水管（渠）式 3.圍堤式 4.群井式 5.濾水管式 6.幅射井式等。各取水方式均有其適用情況及優缺點，經分析本地區海岸，初步評估以 1.、2.、3.三種取水方式配合取水口地點條件較適用於本計畫，茲說明其取水方式優缺點如下：

（一）外海海底埋管式

依據波浪及海床地形地質調查成果，開挖海床埋設海底引水管。引水管之取水口遠離碎波帶而位於外海水質優良且穩定地區（約水深-10 米處），圖 3-2 為海底埋管取水方式示意圖。

優點：

- （1）海水供應量充足。
- （2）海水水源優良。

缺點：

- （1）工程規劃設計及施工技術較高。
- （2）工程費鉅大。尤其本計畫區近海及砂洲、海底管線需埋至碎波外（水深-10M），依雲林縣海岸近海水深分佈圖（詳圖 3-3）其管線長達 10 公里。



圖 3-1 計畫供水範圍圖

(二) 碼頭取水管(渠)式

配合取水口位置埋設取水管(渠)以重力方式導引海水穿過海堤或碼頭進入沈砂池，海水經過沈砂池後送至魚塭供養池(詳圖 3-4)。

優點：

- (1) 海水供應充足。
- (2) 工程技術低。
- (3) 施工容易。
- (4) 在漁港內施工有既設防波堤可防止波浪、漂砂影響。

缺點：碼頭水域靠泊漁船，需防止油污、浮物污染。

(三) 圍堤式

配合取水口位置 B (詳圖 2-8) 利用圍堤或離岸堤形成靜水區，以管涵導引海水並經過沈砂後至魚塭供養殖(詳圖 3-5)。

優點：

- (1) 海水供應充足。
- (2) 施工技術比外海埋管式較低。
- (3) 施工比外海埋管式容易。

缺點：本計畫西北向入侵之波浪會發生碎波作用致海水混濁淤沙，水質較差，同時必須設置離岸圍堤保護，增加工程費用。

(四) 取水口選定

依本計畫區之海域水質條件(詳第二章三節)，及計畫供水之水質需求(本章前節)，以及本公司現場水質取樣檢測成果，(第二章 三-(四)節)，本計畫區海域之水質在金湖漁港及其附近之取水口 A 不佳，且為附近村落污廢水排放

地點與輪胎防波堤之污染。

故經評估分析後，並綜合規劃期間各單位之意見，決定採漸進向外海取水地點銜接之方式逐期施工，初期擇定取水口 B，即目前填土區前方之水域(如圖 2-8 堤頂樁號 2K+500)，以埋管式設置 1000 公尺外海取水設施(詳圖 3-2)，以節約工程經費，將來取水口發生淤沙堵塞現象時，再移至外海取水(詳圖 3-2)，此一目標之取水口可移至碎波帶以外之水深-10M 外海，如此可確切掌握可使用之工程預算發揮最高之經濟效益。

五、取水設施用地

參考四節之取水方式，以及現場勘察及二次與當地漁塭業主之討論成果，初步選定取水設施用地位置如圖 3-6，說明如下：

1. 取水位置：位於計畫區大水池目前進行填土區內北端 150M 所對應之堤防外海處(新港堤防樁號 2+500)。
2. 適用之取水方式：埋管式取水。
3. 沉砂池、蓄水池、(抽水井)位置：位於計畫區大水池目前進行填土區內北端 150M 位置。
4. 土地分區使用計畫：取水設施用地劃定為機關用地(本區位於 20 公頃水池內(詳圖 3-1、3-6)，屬口湖鄉公所公有土地)。

六、輸水方式

自外海取水以自然重力埋管取水方式引入岸內陸地，進流海水經過沉砂池之沉砂處理(詳圖 3-7)流入蓄水池(或抽水井)後，以抽水泵抬高揚程至

蓄水塔，經由輸水管線送至各漁塢。上述流程以蓄水塔為分界，上游流程為重力取水系統。至於採用何種輸水方式則視取水口高程、水質之要求而異。重力式輸水距離長，建設費較大，但輸水安全確實，維持管理容易，維持費用較低，此為優點。抽水輸水式，不限於地形可自由選擇、輸水渠短、建設費較低，但電力費、維持費較高，因停電、抽水機之故障等會影響輸水的安全性，此為缺點。設計時應考慮建設費與維持費，並比較檢討之

重力式輸水法由水力學可分為兩種：

1. 明渠式：水面與大氣接觸，由重力作用隨渠道坡度而流下，有導水渠及導水隧道（箱涵）兩種。
2. 管線式：水於有水壓下為滿流，抽水輸水法也屬此類。

重力式輸水時，採用明渠式或管線式，茲比較檢討如下：

1. 明渠式須與水面坡降通常（1/1,000-1/3,000）相等之坡度，因為均勻度，通過排水渠道時需要大致沿著等高線的旋轉渠、水路橋、填土、掘土、隧道或倒虹管，須適當安排以便輸水。而管線式只要配置在動水坡降線以下，不必考慮管線之坡度，一般可順地形高低，因此管線式可縮短渠道長度。
2. 明渠式在輸水量很大，選用管線式則須輸水管徑很大，且建設費甚大時適用之。明渠式也可減少輸水區間的水頭損失。
3. 管線式之構造需要有耐壓強度之水管，明渠式構造簡單，不需考慮漏

水損失，也可以不必做襯面護工。

4. 自防治被污染的觀點而言，管線式較佳，明渠式需要加蓋或避免污染之流入。

台灣省依自來水設施標準規定，給水之送水方式以使用管線式之壓力水路為原則。

（一）管路供水系統

本計畫採用管路供水系統，利用埋管引水（詳圖 3-8），至沈砂池沈砂後至靜水池，抽水至水塔（詳圖 3-9）計畫區利用管路連接至各漁塢（詳圖 3-10~11），主要工程內容說明如下：

1. 取水系統

引水口系統規劃如圖 3-8，在最低潮位 -1.74 m 時，至沈砂池底有 1.6 m 之水位差（-1.74 至 -3.34 m），進水量為 $Q = 2.22 \text{ cms}$ （詳 4-1 節之水理計算），等於計畫區需求量 2.22 cms，本設計將來可延伸取水口至 10KM 之外海，取水量可能小於計畫區需求量 2.22 cms 之範圍（因不受潮位影響，若以海平面 0.00M 計算約 1.67cms），取水系統由高密度引水管（HDPE）連接導水管取水，直徑採用 1.4 M， $t=6.67\text{cm}$ （詳圖 3-7~8）。

2. 沈砂池

依 2.22 CMS 之海水供水量，沈砂池之需用面積分四池設計，則每池採取規格於第四章說明，沈砂池地點選擇在填土區北 150M 配水中心內（詳圖 3-6）。

3. 蓄水池（抽水井）

安裝 12 台抽水機，抽水機之吸入口沒水深度初估為 3 M。

4. 抽水設備及配水塔

供應 458 公頃之養殖魚塭，其用水量估計 2.22 CMS 為設計抽水量，若採用 12 部（1 部備用）抽水機，每部抽水機之抽水量需有 0.185 CMS，則配水塔有效容積為：

$$V = 1/4 \times q \times t \times 12 = 1/4 \times 0.185 \times 1200 \text{ (秒)} \times 12 = 666 \text{ M}^3$$

故以 666 M³ 之配水塔容積為設計容積。設置地點選擇在蓄水池後側（詳圖 3-6），便於操作管理。

(二) 輸水管線（網）系統

管線供水系統如圖 3-10~11，主幹管採 1000m/m-500m/m 之 GFRP（或 HDPE）管，支幹管採 400m/m 或 300m/m 之 HDPE（或 ABS）管，詳細之水理分析及輸水管網採用之管材及管徑詳第四章 4-2 節之工程成果設計。西區規劃主幹管採 1000m/m-300m/m 之 GFRP（或 HDPE）管，支幹管採 300m/m 之 HDPE（或 ABS）管，各支管採 250m/m 之 HDPE（或 ABS）管。

本公司於 96.1.10 在新港北萬善爺辦公室舉辦本計畫先期規劃討論會及說明會，廣納養殖漁塭業主之意見，並發放本計畫之養殖用戶調查表（如表 2-7），該調查表於 96.1.10 之說明會中，大部份漁塭養殖戶之意見為採用管線供水；於其他類似工程案例亦均建議採管線供水，以提高未來養殖漁業之競爭力。

輸水主幹管通過東西向快速公路之管號~2~15~段，為避免影響快速公路之結構體，建議其管線埋設佈置採通過新港之二排水溝之涵管施工（詳圖 2-3、3-10、3-12）。

七、 規劃成果

(一) 供水範圍

本期（前期）擇定 17 號沿海快速公路以西共同引水計畫規劃設計範圍約 190 公頃，另規劃後期（17 號沿海快速公路以東）供水範圍 193 公頃，如圖 3-1。

(二) 供水量

全區需水量：目前海水需求量為 1.11CMS（淡水 1.1CMS），考量未來走向純海水養殖，以 2.22 CMS 規劃為全區需水量。

取水系統規劃設計供水量：2.22 CMS

第一期（17 號沿海快速公路以西）供水量：1.11 CMS

第二期（17 號沿海快速公路以東）抽水設備規劃設計供水量：1.11CMS

全區（含 17 號沿海快速公路西、東）抽水設備規劃設計供水量：2.22 CMS

(三) 供水水質

依一級水產用水標準供應甲類海域地面水體：

pH：7.5-8.5

DO > 5.0mg/L

BOD < 2 mg/L

E-coli < 1000 個

(四) 取水位置

採漸進向外海取水地點銜接之方式逐期施工，初期擇定取水口 B，即填土區北邊 150M 對向外海（如圖 3-6、堤頂樁號 2K+500）以海底埋管式設置取水設施，淤砂問題嚴重時，再移至碎波帶以外之水深-10M 外海，以海底埋管式設置取水設施，如此可確切掌握可

使用之工程預算發揮最高之經濟效益。

(五) 取水方式

採重力式，以埋管引水涵管式取水
(詳圖 3-6~9)

(六) 輸水系統

採重力式輸水法以管線式之輸水管網輸
水 (詳圖 3-10~11)。



圖 3-12 主要幹管利用大排水溝通過快速公路示意圖

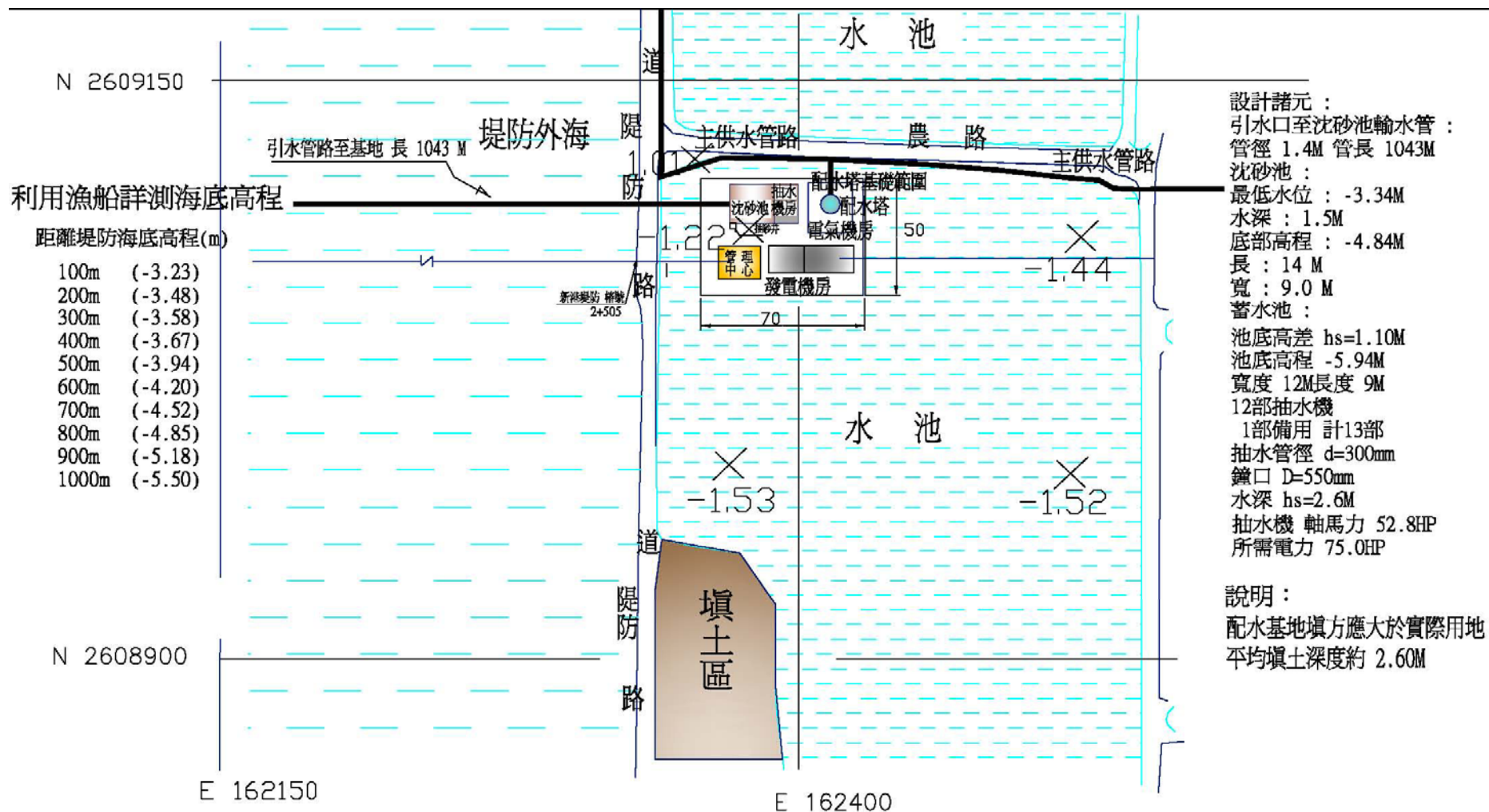


圖 3-6 取水位置及配水基地位置圖

0+000 堤中心
0+005 堤腳

引水管接沈砂池
HDPE L=43m
D=1.4m t=66.7mm

水理因素

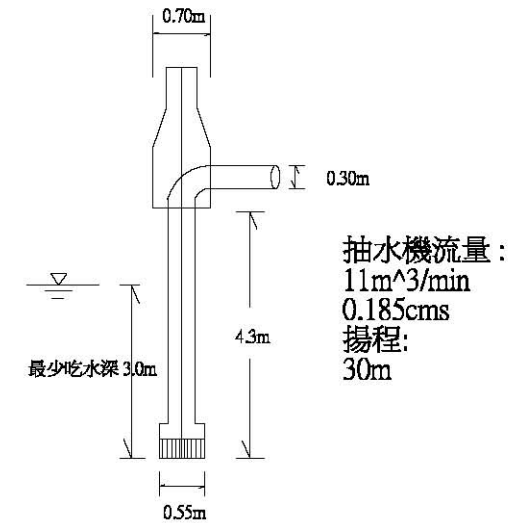
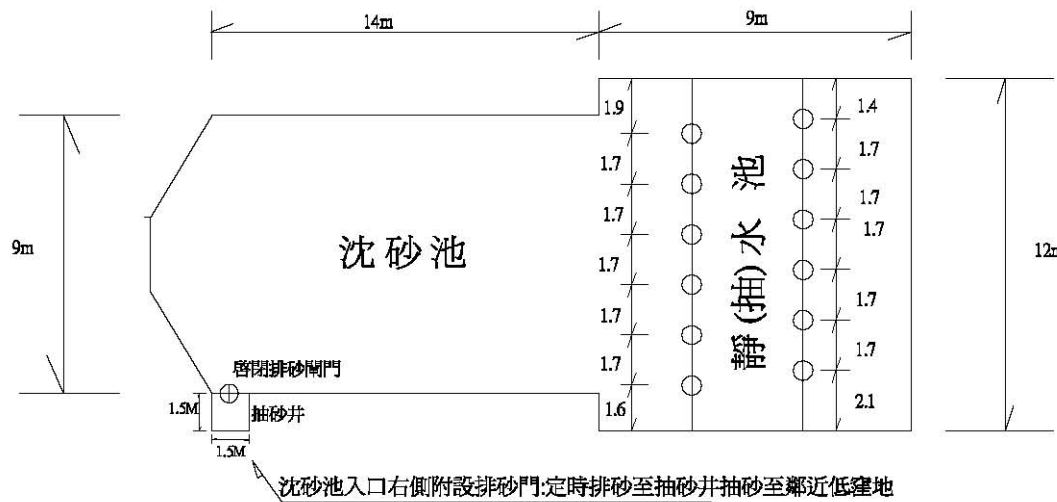
最低海水位 (m)	沈砂池最低水位 (m)	水頭損失 (m)	管長 L (m)	管徑 D (m)
-1.74	-3.34	1.60	1043	1.4
管厚度 t (mm)	摩擦係數 f	最低引水量 Q (cms)	最低流速 V (m/s)	最高流速 Vm (m/s)
66.7	0.013	2.22	1.74	2.89

註：最高流速 2.89m/s 係指大潮平均高潮位 1.72m 之流速
防止管內淤沙或生海苔之最低流速為 1.20m/s

1+000
引水管終點

HDPE引水管徑 D= 1.4m
L=1000M t =66.7mm

圖3-7 埋管式引水管示意圖



豎軸式泵浦 75HP (12台 1台備用計13台)

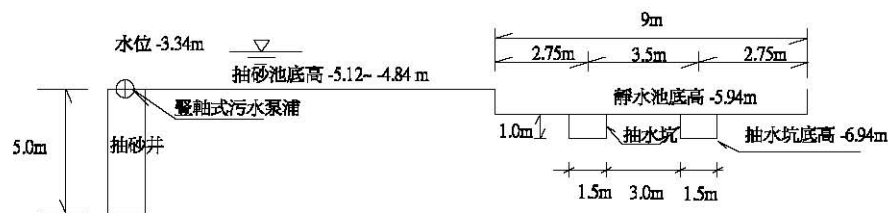
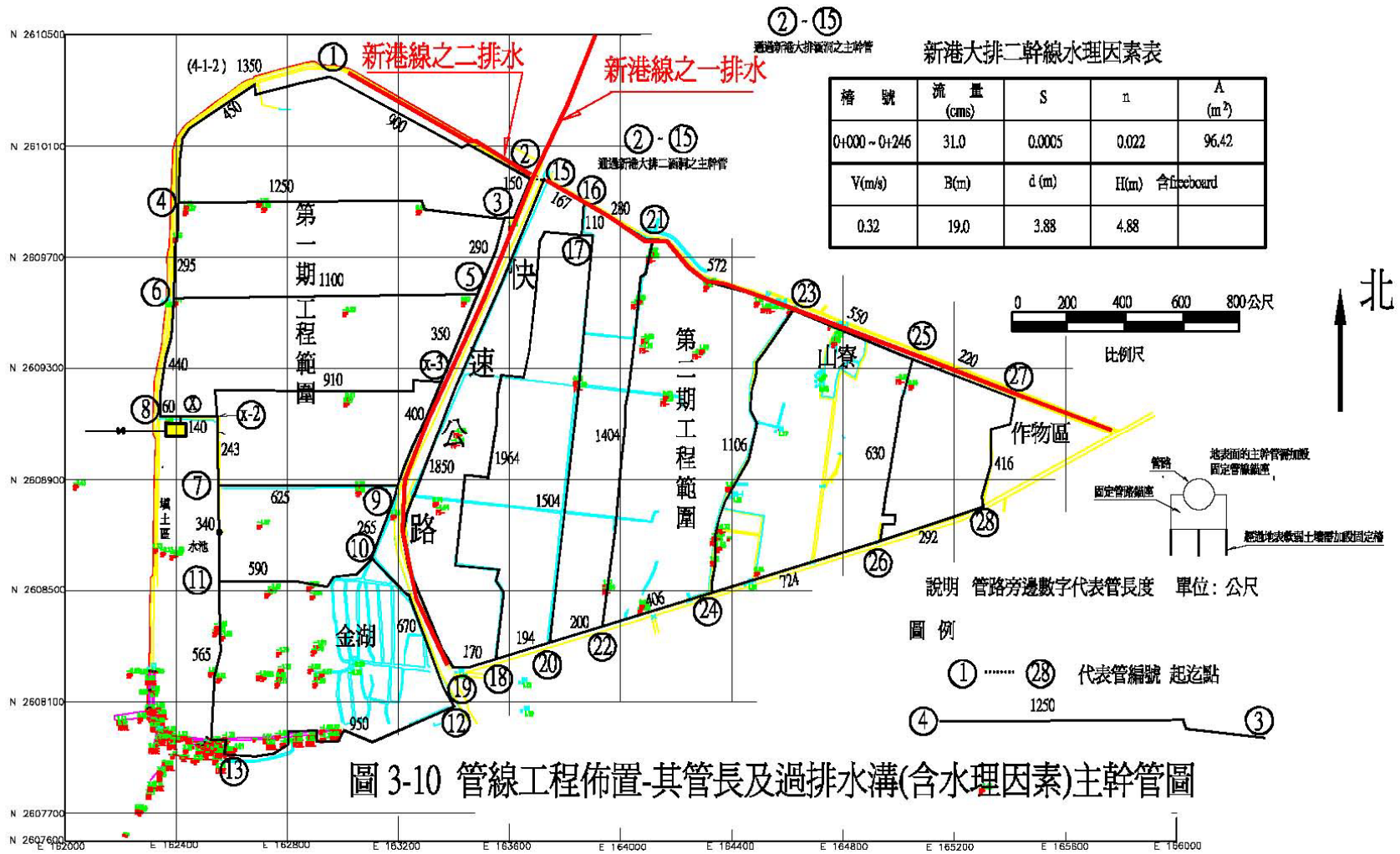
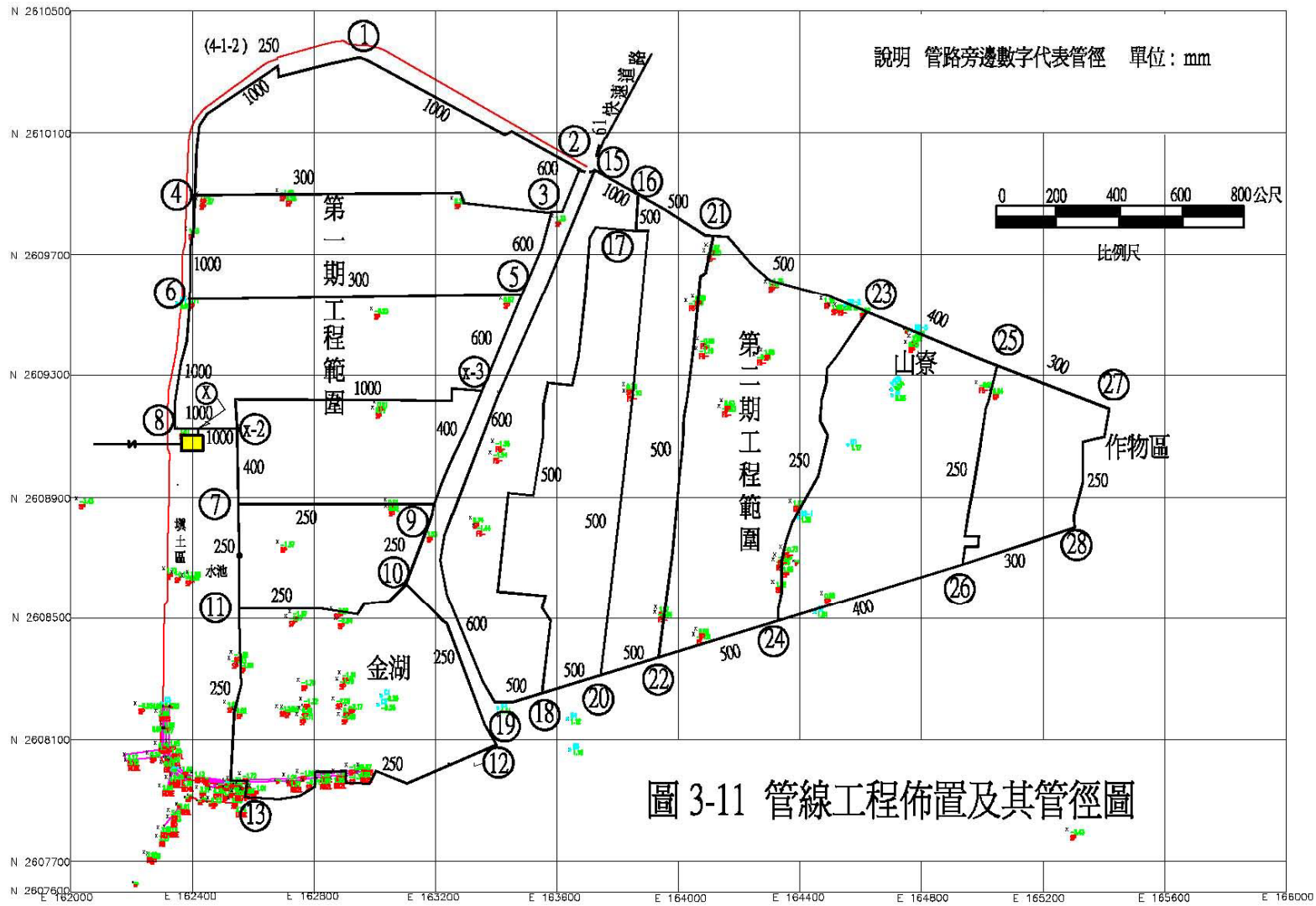


圖 3-9 沈砂池-抽(靜)水池-設計圖





第四章 工程設計

一、設計成果

依據海水取水工程細部設計準則，進行本工程之設計如下：

(一) 取水系統水理計算

依據海水取水工程細部設計準則，進行水理分析計算，以作為取水系統配置及擬定工程設計圖之參考。

1. 取水管與輸水管部份

(1) 取水口管徑之大小

引水管採直徑 1.4 M (t=6.67cm) 之引水管，全長 1043M (詳圖 3-7~8)，最低潮位 (-1.74m) 時之進水量約 2.22 CMS 等於本計畫引水量 2.22 CMS，流速為 1.75 M/S (條件:水頭損失 1.6 M，黏滯度 $\nu = 1.13E-06$ (m²/s)，糙度 $\epsilon = 0.1$ mm 詳下表 4-1)。

依據細部設計進準則中，引水管之流速應在 1.2m/sec 以上，以防止水中之生物或海藻附著於管壁，故在引水管之設計上，不僅在流速上有所限制外，在取水口之構造上須設置柵欄作為預防，由於柵欄會減少通水斷面積，故須依據進水流速、通水面積來決定取水口大小，本計畫之引水量 2.22 CMS 設計口徑 1.4 M 下流速 1.75 > 1.2 M/S

(OK)，並以 HDPE 管之細孔防止雜物進入抽水機 (詳圖 3-8)。

(2) 輸水管之管徑與支數

本計畫之設計需水量為 2.22CMS，為節省工程經費，採單支引水管方式埋設。為減少水中含砂沉降及抽水暫停後管中含砂沉澱之機會，管中之流速採 1.75M/S，若採 1 支單管，用 1270mm ϕ 管。

輸水管採 1 支單管，用 1270mm ϕ 管

輸水管尺寸： ϕ 1270mm

通水面積： $A = \pi \times (0.635)^2 = 1.27M^2$

設計流量： $Q = 2.22$ CMS

流速： $V = Q/A = 2.22/1.27 = 1.75$ M/S
> 1.5 M/S (O.K)

2. 出水口之水頭損失

A、速度水頭

計算輸水管兩端間之水頭損失如下：

$$V = 1.74 \text{ M/S}$$

$$\begin{aligned} \text{入口端之速度水頭 } h_v \\ = V^2/2g = 1.74^2/19.6 = 0.154 \text{ M} \end{aligned}$$

表 4-1 取水管長 1043m 水理計算表

水頭損失 h_f (m)	1.60	黏滯度 ν (m ² /s)	1.000E-06
糙度 ϵ (mm)	0.1	管長 L (m)	1043.0
流量 Q (cms)	2.22	管徑 D (m)	1.27
流速 V (m/s)	1.75	雷諾數 R	2.384E+06
相對糙度 ϵ/D	0.0001	摩擦係數 f	0.013

B、管件水頭損失

流體在管路中流動，在入口、出口、管路方向或管徑改變時皆會產生能量耗損即水頭的損失，其水頭損失可以 $h_1=K_1 h_v$ 表示， K_1 為管路特性數，於入口處 $K_1=0.5$ ，出處 $K_1=1.0$ ，故管件之水頭損失為

$$h_1 = (0.5+1.0) \times 0.154 = 0.23 \text{ M}。$$

C、磨擦水頭損失

海水在管路之輸送過程，由於管壁表面之粗糙度所產生之磨擦力，將造成水頭的損失，水頭損失可利用 Darcy-Weisbach 公式計算：

$$h_1 = f \times L / D \times V^2 / 2g$$

V：流速， $V=1.75 \text{ M/S}$

C：輸水管之粗糙係數，經查 HDPE 管之糙度 $\varepsilon = 0.1 \text{ (mm)}$ ，黏滯度 $\nu = 1 \times 10^{-6} \text{ (m}^2/\text{s)}$ ， $f = 0.011$ 。

D：管徑 = 1.27 M

L：管長， $L = 1043 \text{ M}$

將各項參數代入上式可求得 $h_f = 1.34 \text{ m}$ ，故由取水口至出水口（即進入沉砂池）之總水頭損失： $H_L = h_1 + h_f = 0.23 + 1.34 = 1.57 \text{ M}$ ，引水管道進、出口間之水位差採用 1.60 M ，因此為確保抽水機於最低低潮位時仍能正常運作，出水口（沉砂池）水面高程應為引水管出口水位加上水頭損失為原則，引水管入口水位為 -1.74 M 則沉砂池之最低水位高程應為 $-1.74 - 1.60 = -3.34 \text{ M}$ （沈砂池底高為 -4.84 M ）。

3. 沉砂池之規模

沉砂池之大小應足以使海水於沉砂池之流速低於 0.3 M/S 以下，使海水中之含砂可以沉降至池底而達到過濾之目的。

A、進流量

$$Q = 2.22 \text{ CMS}$$

B、砂粒之沉降速度

參考本區海域砂粒之中直粒徑為 0.2 mm ，利用斯篤克定律 (Stoke Law) $D = \left[\frac{18 \mu \times u}{(\gamma_s - \gamma_w)} \right]$ ，可推估沉降速度 $u = 0.043 \text{ M/S}$ 。

C、沉砂池水深

依據前節之沉砂池設置原則，水深應為 $1.5 - 3.5 \text{ M}$ ，考慮沉砂之效果，採用水深 $d = 1.5 \text{ M}$ 。則依據沉砂池底高程為 -4.84 M ，若要保持 1.5 M 之水深，則沉砂池之水位高程至少應為 $-4.84 + 1.5 = -3.34 \text{ M}$ （設計值）

D、沉砂池之長度

池長度可用池之平均水深與池內平均流速的乘積除以最小沉積粒徑之臨界沉降流速，再以 $1.5 - 2.0$ 之安全係數乘之即得，沉砂池內之水流速度採用 0.18 M/S ，則

$$L = (1.5 \times 0.18 / 0.043) \times 2 = 13.0 \text{ M}。（採用 14 \text{ M}）$$

E、沉砂池之寬度

沉砂池的寬度可由流量除以水深與流速之積，即

$$W = 2.2 / (1.5 \times 0.18) = 8 \text{ M}。（採用 9 \text{ M}）$$

故沉砂池規模為長 13 M 、寬 8 M 、（為考量外海引水之防止雜物進入抽水池，變更採用長 14 M 、寬 9 M ）上游底部高程 -5.12 M ，坡度採用 $1/50$ （詳

圖 3-9)。

4. 蓄水池 (抽水井部份)

蓄水池之功用係使海水經由沉砂池之沉砂作用，再流至抽水井中，減緩海水擾動及不穩之現象以利抽水機抽水至蓄水池或加壓水池中。

A、計算條件

- 設計流量： $Q=2.22 \text{ CMS}$ ，利用大水量之抽水機抽送，期於短時間內將水送達目的地中。
- 抽水管之流速限制： $V_s=1.5\sim 4 \text{ M/S}$
- 抽水鐘口之流速限制： $V_j \leq 1.3 \text{ M/S}$
- 靜水池內之流速限制： $V_d \leq 0.3 \text{ M/S}$
- 抽水管直徑 d 與鐘口直徑 D 之關係： $D=(1.5-1.8)d$
- 以 12 部抽水機各分擔約 0.185 CMS 的對流量，應須另設備用抽水機 1 部。

B、抽水管及鐘口之直徑

- 每部分擔 0.185 CMS 之流量，則
$$1.5 \leq V_s = Q/A = 0.185 / (\pi d^2 / 4) \leq 4$$

$$0.243 \text{ M} \leq d \leq 0.396 \text{ M}$$

- 鐘口直徑 $D=1.5d-1.8d$ ，則

$$0.364 \text{ M} \leq D = 1.5d \leq 0.594 \text{ M}$$

- 依據鐘口流速限制 $V_j \leq 1.3 \text{ M/S}$

$$V_j = Q/A = 0.185 / (\pi D^2 / 4) \leq 1.3$$

$$D \geq 0.426 \text{ M}$$

故選用 $d=300\text{mm}$ 、 $D=550\text{mm}$ 之抽水機。

C、抽水池之水深及池底高程

靜水池水深 $h_s \geq$

$$1.5D + 0.5D = 2D = 2 \times 0.55 = 1.10 \text{ M}。$$

則靜水池之池底高程為 $-4.84 - 1.1 = -4.94 \text{ M}$ ，惟仍應配合沉砂池之整體高程加以調整。(採用 -5.94M)

D、抽水池尺寸

抽水池除深度應足使抽水機運轉外，其平面尺寸須可供抽水機配置其上，其空間須足以使抽水機順利抽水，故考慮抽水機數量及抽水鐘口之大小以調整抽水池尺寸，若抽水機鐘口擺設之空間若採一字排開，則最小寬度為 $W=2D \times N$ (鐘口大小、 N 為抽水機數量) 則抽水機配置所需最小寬度為 $W=2 \times 0.55 \times 12 = 13.2\text{M}$ ，為配合上游沉砂池之寬度，抽水機寬度應加以調整配合，設計為兩排抽水機 (每排 6 部)，長 9M 寬 12M (詳圖 3-9)。

E、抽水池之流速

靜水池水流方向之投影面積

$$A = W \times h_s = 12.0 \times 2.10 = 25.2 \text{ M}^2$$

$$V = Q/A = 2.22 / 25.2 = 0.09 \text{ M/S} \leq 0.3 \text{ M/S} \quad (\text{O.K})$$

5. 抽水機房 (或蓄水池) 至水塔之抽水機馬力估算

由於本計畫區地勢平坦少起伏，故無法以自然高程提供下游供水系統所需之水頭，須藉由配水塔加壓，因此須由抽水機將水抽至配水塔，再以配水塔利用高程加壓後，送至供水管網中。

(1) 抽水機

本期以供應全區設計流量設置抽

水機。

將 $Q=2.22$ CMS 之流量以抽水機 12 部由抽水池抽至地面，匯集為一支輸水管送至配水塔。

A、設計流量：由 12 部抽水機各分擔 0.185 CMS 之流量。

B、抽水管：管徑為 300mm。

C、抽水機動力估計

a. 水馬力 (water horsepower, WHP)

$$WHP=Q \times h \times \gamma / 0.746 = (0.185 \times 21.34 \times 1.02 \times 9.8) / 0.746 = 53HP$$

$$(21.34 = 18 + 3.34)$$

式中， Q ：流量、 H ：揚程（水塔水位高 18.0m- 靜水池水位 -3.34m=21.34m）、 γ ：海水單位重 ($1.02 \times 9.8 \text{KN/M}^3$)

b. 軸馬力 (brake horsepower, BHP)

$$BHP = WHP / E_p = 53 / 0.8 = 66.0HP$$

E_p ：抽水機效率 (75-90%)，設為 80%

c. 所需電力 (P_m)

$$P_m = BHP / E_m = 66.1 / 0.88 = 75.0HP$$

E_m ：電動馬達效率 (0.85-0.91)，取平均值 0.88

(2) 配水塔

以遠程設計流量設計配水塔。

供水量 2.2CMS 為設計抽水量，若採用 12 部 (1 部備用)

抽水機，每部抽水機之抽水量需有 0.185 CMS。每部抽水機所需配水塔有效容積為：

$$V = \frac{1}{4} \times q \times t = \frac{1}{4} \times 0.185 \times 1200 \text{ 秒} = 55.5M^3$$

$$55.5 \times 12 = 666M^3$$

故以 $666M^3$ 之配水塔容積為設計容積，滿足 12 部抽水機之抽量。

本計畫之管線供水系統詳圖 4-1，取水系統之水理計算詳表 4-1。

計畫區開始營運後，必須配合養殖戶之使用水量而抽水，利用小抽水量可供應小流量，以免造成水電之浪費，故採用 12 部抽水機，配水塔僅為調節抽水及供水之臨時過渡蓄水，並無長期蓄水功能，故抽水機抽水量控制極為重要，必須達到抽水供水平衡，此一部份可在水塔內設水位自動控制開關，即使全區供水亦能維持最高水位 (EL: 15m)。

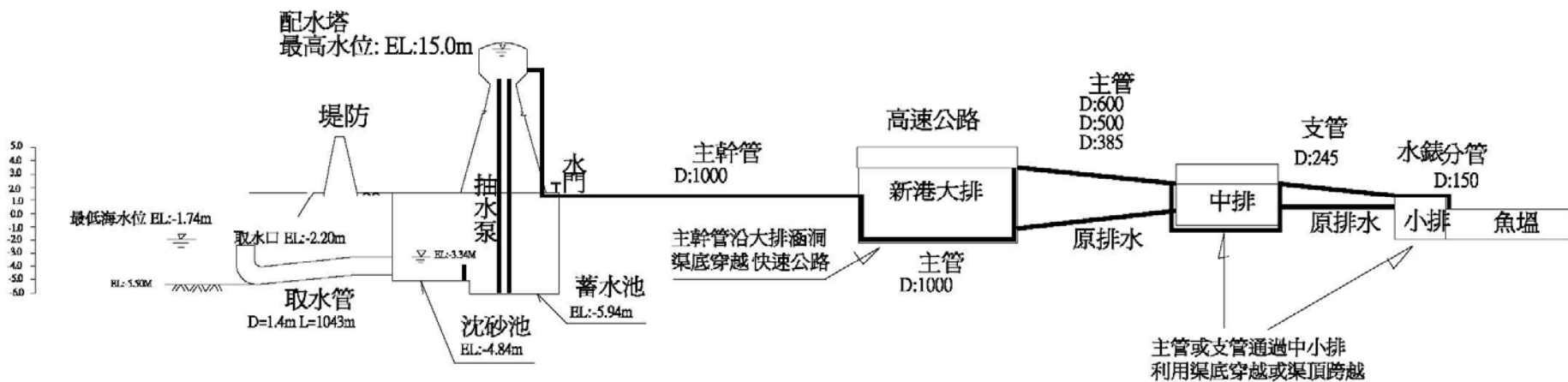
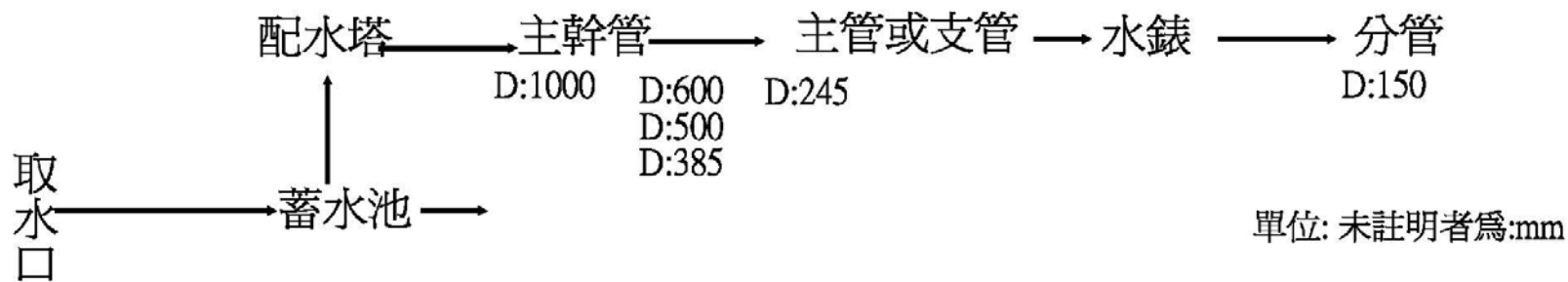


圖 4-1 管線供水系統示意圖

(二)、供水系統設計

本節將依據供水管網細部設計準則，進行水力分析，以作為供水系統配置之參考。

1. 管網水力分析方法

(1) 出水口之水頭損失

計算管線兩端間之水頭損失如下：

A、速度水頭

$$\text{入口端之速度水頭 } h_v = v^2 / 2g$$

B、管件水頭損失

流體在管路中流動，在入口、出口、管路方向或管徑改變時皆會產生能量損耗即水頭之損失，其水頭損失可以 $h_i = K_i h_v$ 表示， K_i 為管路特性係數，於入口處 $K_i = 0.5$ 。出口處 $K_i = 1.0$ ，90°轉彎時 $K_i = 0.8$ 。

C、磨擦水頭損失

海水在管路之輸送過程，由於管壁表面之粗糙所產生之磨擦力，將造成水頭的損失，水損失可利用 Darcy-Weisbach 公式計算：

$$h_f = f (L/D) \times (v^2/2g)$$

V：流速 (M/S)

f：輸水管之粗糙係數，暫以 DIP 管計算， $f = 0.02$ 。

D：管徑 (M)

L：管長 (M)

將各項參數代入上式可求得 h_f

(2) 管網分析方法---Hardy Cross 法

流體在管網系統中流動，形成一複雜的管網系統，本計畫採用 Hardy Cross 法加以分析，利用試誤法求得各個節點及管路的流量、速度、水頭損失等之水力特性。Hardy Cross 法為先假設每一管的流量，在管網系統中均應滿足下列條件：

A、在每一個迴路中的壓力降之代數和應為零

B、管網中每一節點之流入量應等於流出量

C、各管路損失應符合供水管網配置原則之內容，與流量有關

以上述之條件採試誤法逐步校正每一迴路的流量，使其符合上述之條件，直至收斂為止。

2、管網水力計算結果

經管網水力計算結果，管網系統中之各節點及管路計算結果詳如表 4-3 所示。管網分析圖請詳圖 4-2~3，配水塔請詳圖 4-4。

以上配水中心（含沈砂池、抽水池、蓄水塔、電機房、管理中心等）位於水池內，故將來施工時必須先設置截水牆，再將配水中心內之水抽乾，並加以

填土然後夯實，其地基採用筏式基礎，以保持地基之穩定。

表 4-2 新港北養殖漁業生產區取水系統計算表 (1/4)

一、引水管與輸水管部份					
1、引水管至沈砂池					
引水管直徑 D (M)	1.27	引水管長度 L (M)	1043	沈砂池水位 (M)	-3.34
最低潮位 (M)	-1.74	水位高差 (M)	1.60	黏滯度 ν (m ² /s)	1.0E-06
糙度 ϵ (mm)	0.1	次要損失 (含入口 K=0.5、出口 K=1) (m)	0.23	流量 Q(cms)	2.22
流速 V(m/s)	1.74	摩擦係數 f	0.013	雷諾數 R	2.70E+06
說明：a、流量 Q=2.22cms (進水管 L=1043M 時，Q=2.22cms)					
b、管流水頭損失公式： $hf = fx (L/D) \times (V^2/2g)$ 【式中 $g=9.806m/s^2$ 】					
c、次要損失 = $\Sigma Kx (V^2/2g)$ 【式中 $g=9.806m/s^2$ 】					
摩擦係數 f	0.013	次要損失水頭 (含入口 K=0.5、出口 K=1) (M)	0.6	沈砂池水位高度 (-1.74-0.23-1.37) (M)	-3.34
二、沈砂池部份					
進流量 Q (cms)	2.22	海砂粒徑 D (mm)	0.22	水之黏滯度 μ (N.s/M ²)	0.001
砂之單位重 γ_s (kg/m ³)	2650	海水之單位重 γ_w (kg/m ³)	1020	砂粒沈降速度 $u = D^2 \times (\gamma_s - \gamma_w) / (18 \mu)$ (m/s)	0.043
沈砂池建議水深 d (M)	1.5	沈砂池底部高程 (-3.34-1.5) (M)	-4.84	沈砂池容許流速 v' (M/s)	0.18
建議安全係數 SF	2	沈砂池長度 $L = [(dxv') / u] \times SF$ (M)	14	沈砂池寬度 $W = Q/(dxv')$ (M)	9
故沈砂池規模為：L=14M，W=9M，沈砂池分四池，L、W 為淨長、寬值。					

表 4-2 新港北養殖漁業生產區取水系統計算表 (2/4)

三、蓄水池 (抽水井部份)					
1、全區					
a、計算條件					
設計流量 Q (cms)	2.22	抽水機數目 N (部) (備用一計 6 部)	12	每部抽水機抽水量 Qs (cms)	0.185
抽水管之流速限制 Vs (m/s)	1.5 ~ 4	抽水鐘口之流速 限制 Vi (m/s)	≤ 1.3	靜水池內之流速 限制 Vd (m/s)	≤ 0.3
抽水管直徑 D 與鐘口直徑 d 之關係	D=1.5d	規範值為 D = 1.5 ~ 1.8 d			
b、抽水管直徑 d 與鐘口直徑 D 之計算					
$V_s = Q_s / (\pi d^2 / 4)$	$0.24 / d^2$	Vs 之限制條件	1.5 ~ 4	d 之限制條件 (由 Vs 得知)	0.243 ~ 0.396
D 與 d 之關係 (D=1.5d~1.8d)	D = 1.5 d			D 之限制條件 (由 d 得知)	0.365 ~ 0.594
抽水鐘口之流速 $V_i = Q_s / (\pi D^2 / 4)$ (m/s)	$0.236 / D^2$			D 之限制條件 (由 Vi 得知)	$D \geq 0.365$
故選用 d = 300mm D = 550mm 之抽水機					
c、靜 (抽) 水池之水深及池底高程					
靜水池水深 (hs=2D) (m)	1.4	靜水池水位 (m)	-3.34	靜水池池底高程 (m)	-5.94
d、靜 (抽) 水池之尺寸					
靜 (抽) 水池最小寬度 W (m) (=2xD×N)			12.00		
e、靜 (抽) 水池之流速					
靜 (抽) 水池之水深 hs (m)	2.1	靜 (抽) 水池流速 方向之投影面積 A = W×hs(m ²)	12	靜 (抽) 水池 之流速 V=Q/A (m/s)	0.09
V = 0.09 m/s < 0.3 m/s ---- OK					

表 4-2 新港北養殖漁業生產區取水系統計算表 (3/4)

五、抽水機房 (或蓄水池) 至水塔之抽水機馬力估算					
1、抽水機					
a、計算條件					
設計流量 Q (cms)	2.22	抽水機數目 N (部) (備用一計 6 部)	12	每部抽水機抽水 量 Qs (cms)	0.185
b、抽水機動力之計算					
揚程 H(m) 【水塔高 18.0- 靜池水位 - 3.34】	21.34	海水單位重 γ (KN/m ³)	10.0	水馬力 (HP) WHP= γ QH/0.746	52.9
抽水機效率 Ep (%)	80.0%	軸馬力 (HP) BHP=WHP/Ep	66.1	電動馬達效率 Em (%)	0.88
所需電力 Pm (HP) BHP/Em	75				
2、配水塔					
抽水量 q (CMS)	2.22	使用抽水機數目 N 一部備用共 13 部	12	每部抽水機抽水 量 Qs (cms)	0.185
運轉時間 t (sec)	1200	配水塔有效容積 $V(m^3)qt/4$	666	設計配水塔內徑 d (M)	11.4
設計配水塔有效高度 h (M)	6.60	設計配水塔 中心內徑 d' (M)	1.20	設計配水塔 容積 V (M ³)	666
故 V = 666 --OK					

表 4-2 新港北養殖漁業生產區取水系統計算表 (4/4)

五、抽水機房（或蓄水池）至水塔之抽水機馬力估算				
1、抽水機				
a、計算條件				
設計流量 Q (cms)	1.1	抽水機數目 N (部) (備用一計 6 部)	5	每部抽水機抽水 量 Qs (cms) 0.22
b、抽水機動力之計算				
揚程 H (m)【水塔高 19.7+地面高 1.8 - 靜池水位 - 4.64】	26.2	海水單位重 γ (KN/m ³)	10.0	水馬力 (HP) WHP= γ QH/0.746 77.3
抽水機效率 Ep (%)	80.0%	軸馬力 (HP) BHP=WHP/Ep	96.6	電動馬達效率 Em (%) 0.88
所需電力 Pm (HP) BHP/Em	109.8			
2、配水塔				
抽水量 q (CMS)	2.2	使用抽水機數目 N 一部備用共 6 部	5	每部抽水機抽水 量 Qs (cms) 0.44
運轉時間 t (sec)	1200	配水塔有效容積 $V(m^3)qt/4$	660	設計配水塔內徑 d (M) 11.4
設計配水塔有效高度 h (M)	6.60	設計配水塔 中心內徑 d' (M)	1.20	設計配水塔 容積 V (M ³) 666
故 V = 666 > 660 --OK				

表 4-3 管網流量演算結果 (1/13) (單位：公升/秒)

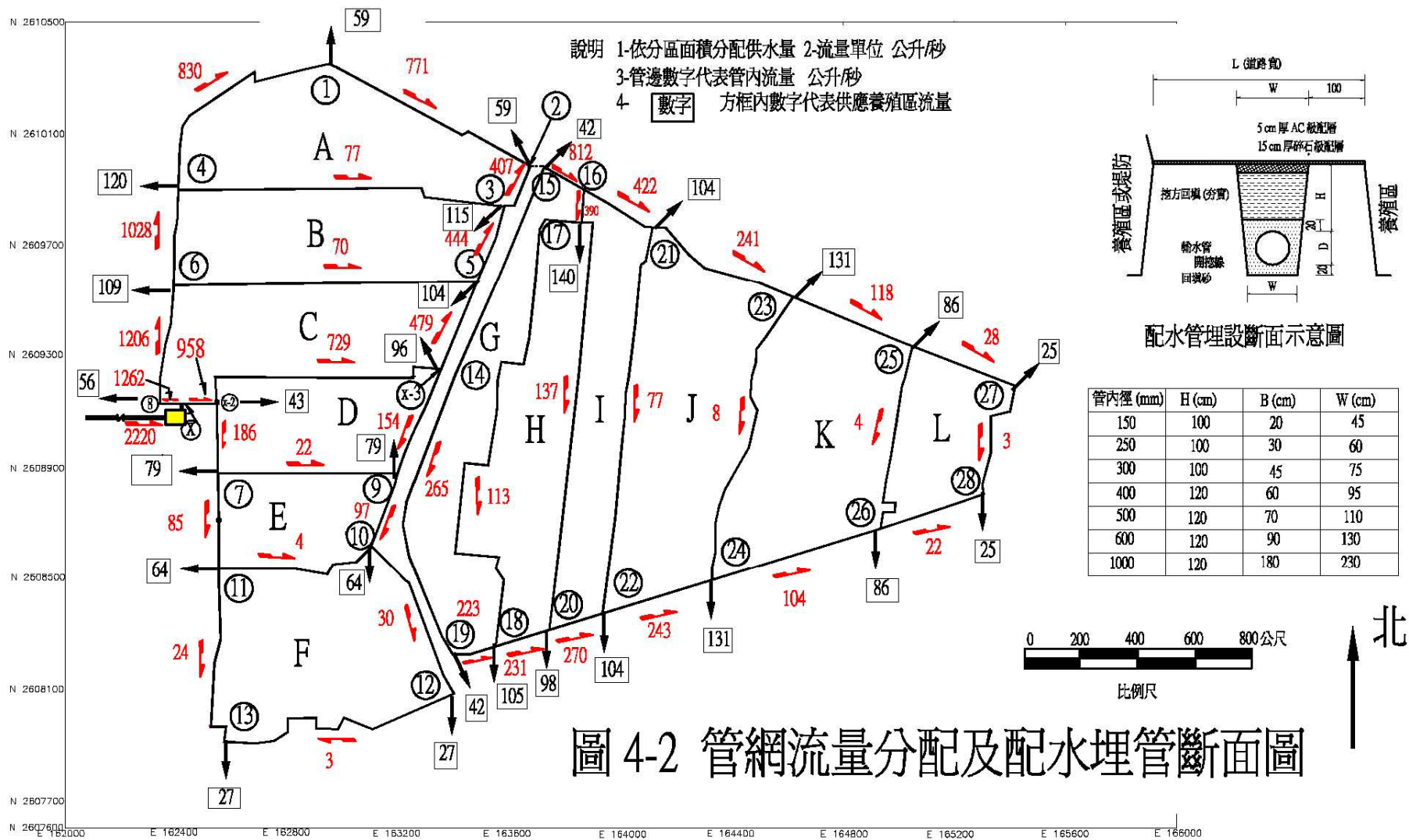
管路名稱	1~4(主管)	4~3	3~2(主管)	2~1(主管)		
第 1 次修正 Q	-830	77	407	-771		
管路名稱	6~4(主管)	4~3	3~5(主管)	5~6		
第 1 次修正 Q	-1028	-77	444	70		
管路名稱	x~8(主管)	x2~x3(主管)	5~x3(主管)	5~6	8~6(主管)	x~x2(主管)
第 1 次修正 Q	-1262	729	479	-70	-1206	958
管路名稱	x3-9	x2~x3(主管)	7~x2	7~9		
第 1 次修正 Q	-154	-729	186	22		
管路名稱	9~10	10~11	7~11	7~9		
第 1 次修正 Q	-97	-4	85	42		
管路名稱	11~13	10~11	12~13	10~12		
第 1 次修正 Q	24	4	-3	-30		
管路名稱	15~19	15~16	16~17	17~18	18~19	
第 4 次修正 Q	265	-812	-390	-113	223	
管路名稱	17~20	17~18	18~20			
第 4 次修正 Q	-137	113	231			
管路名稱	16-17	16~21	17~20	21-22	20~22	
第 4 次修正 Q	390	-422	137	-77	270	
管路名稱	21-22	21-23	22-24	23-24		
第 4 次修正 Q	77	-241	243	8		
管路名稱	23-24	23-25	25-26	24-26		
第 4 次修正 Q	-8	-118	-4	104		
管路名稱	25-26	25-27	26-28	27-28		
第 4 次修正 Q	4	-28	22	-3		

表 4-3 A 迴圈計算 (2/13) (餘略)

管路名稱	1~4	4~3	3~2	2~1	合計-差值
1、糙度因子 r	0.7	701	2.9	1.3	
2、假設流量 Q	-775	120	462	-716	-55
3、 rQ^n	-420438	10094400	618988	-666453	9626497
4、 $rxnQ^{n-1}$	1085	168240	2680	1862	173866
5、第 1 次修正	-830	77	407	-771	-30
3、 rQ^n	-482657	4187046	479516	-773510	3410395
4、 $rxnQ^{n-1}$	1163	108353	2358	2006	113880
5、第 2 次修正	-860	45	377	-801	-7
3、 rQ^n	-518099	1409097	411487	-834736	467748
4、 $rxnQ^{n-1}$	1204	62858	2185	2083	68330
5、第 3 次修正	-867	47	370	-808	-8
3、 rQ^n	-526376	1523484	396667	-849059	544715
4、 $rxnQ^{n-1}$	1214	65359	2145	2101	70820
5、第 4 次修正 Q	-875	41	362	-816	

※逆時鐘為正

說明：1、單位：公升/秒。



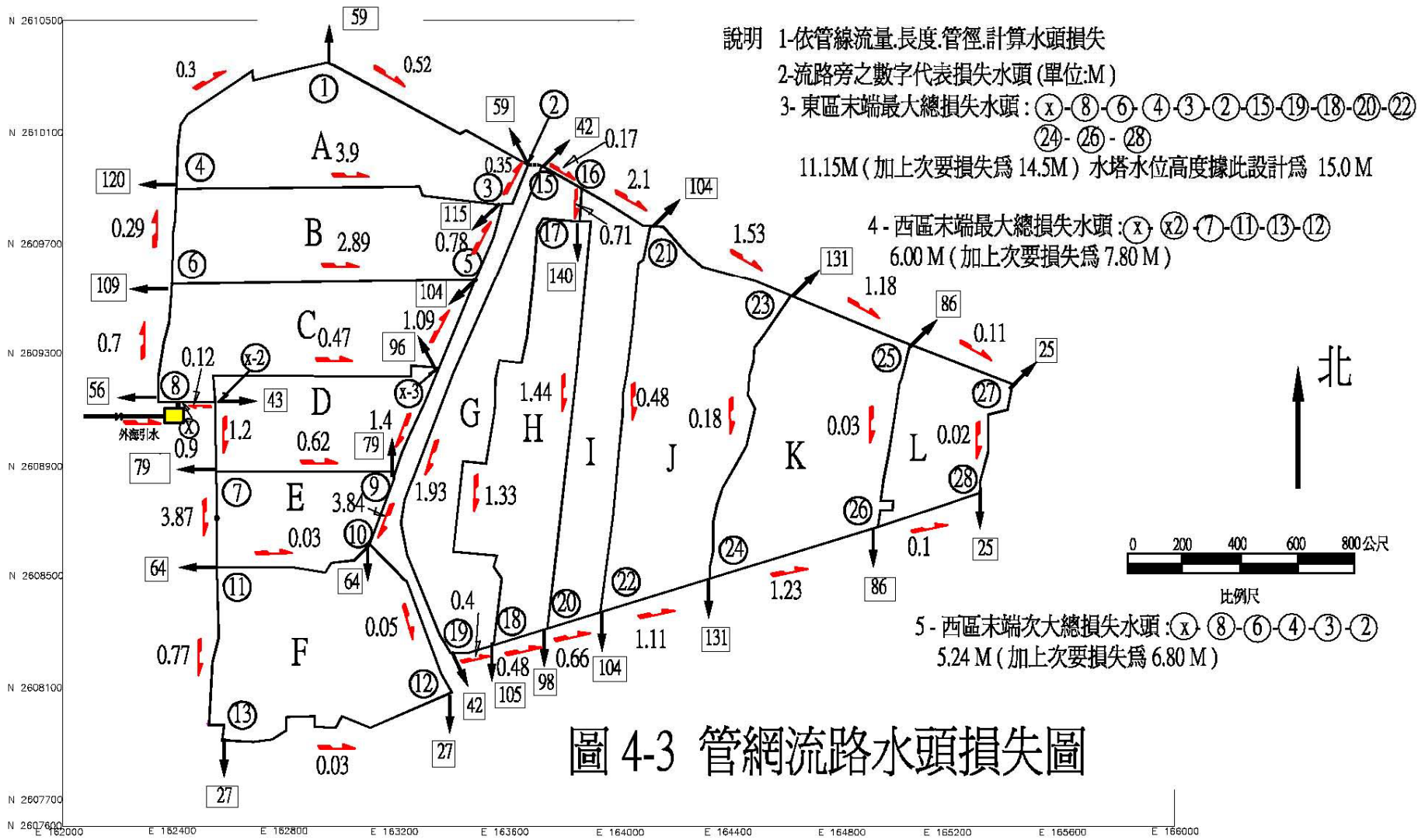


圖 4-3 管網流路水頭損失圖

第五章 管理維護計畫及經濟效益評估

一、管理維護費用概估

本工程計畫包括工程建設與後續的管理維護。工程建設所需經費依政府現行政策由政府編列預算支應。而管理維護所需費用，在受益者付費的公平原則下，宜由用戶管理組織自行籌措財源，依用戶實際用水量徵收用水費以達自給自足為原則。管理維護費用包括操作費、維護費、管理費、折舊費用等。

(一)、操作費

包括電費、自來水費及水質監測費。

1、電費

主要為抽水設備之動力用電及照明生活等其他用電，依以往案例及調查結果，每公頃養殖魚塭每日之用電費約 100 元，則全區每年之用電費為： $100 \times 365 \times 458$ 公頃 = 16,717,000 元 = 1671.7 萬元/年。

2、自來水費

環境整理、清洗機具及生活用水等。

年運作費用：約 12 萬元（每月約 1 萬元）。

3、水質監測費

在抽水池採樣並於管理中心檢驗，因外港水質變化不大，預計每季採樣檢驗一次，以進行長期性水質檢測。基本檢驗項目包括 PH 值、生化需氧量（BOD）、懸浮固體物、總油

脂及大腸桿菌群密度等。

年運作費用：約 12 萬元（每月約 1 萬元）。

4、小計（1-3 項）：約 1,696 萬元/年

(二)、維護費

取水口、輸水幹管、沉砂池與蓄水池、配水塔、配輸水管線、管理中心及緊急備用設施等有關土建及機電設備（含緊急備用抽水機）之維修、保養等費用。土建部份年維修費以工程費 1.0% 估算，機電設備部份年維修費以 5% 估算。

1、土建部份：約 32,644 萬元

$$32,644 \text{ 萬元} \times 1\% = 330 \text{ 萬元}$$

2、機電設備部份：約 3,904 萬元

$$3,904 \text{ 萬元} \times 5\% = 200 \text{ 萬元}$$

3、小計（1-2 項）：約 530 萬元/年

(三)、管理費

用戶接管申請、抄錄用水量、收費與違規查報等所需人事費，以操作費和維護費總和之 4% 估算，約 $(1,696 + 530) \times 4\% = 90.0$ 萬元/年

(四)、折舊費用

工程初期設備費由政府全額負擔，但各項設備在達到使用年限後，仍需有足夠資金得以換新，以維持供水系統正常功能。所需資金由各項設備逐年提列換新費，以償付基金方式估算，年利率 3% 計算。

1、土建部份：

$$\text{使用年限 (n)} = 30 \text{ 年}$$

$$\text{換新年金} = \text{工程費} \times i \text{ (年利率)} /$$

$$\begin{aligned} & \left[(1+i)^n - 1 \right] \\ & = 32,644 \text{ 萬} \times 3\% / \left[(1+3\%)^{30} - 1 \right] \\ & = 1,213 \text{ 萬元} \end{aligned}$$

2、機電設備部份：

使用年限 (n) = 20 年

換新年金 = 工程費 \times i (年利率) /

$$\begin{aligned} & \left[(1+i)^n - 1 \right] \\ & = 3,904 \text{ 萬} \times 3\% / \left[(1+3\%)^{20} - 1 \right] \\ & = 145 \text{ 萬元} \end{aligned}$$

3、小計 (1-2 項)：約 1,358 萬元/年

合計 $\left[(5-1-1. \text{操作費}) + (5-1-2. \text{維護費}) + (5-1-3. \text{管理費}) + (5-1-4. \text{折舊費用}) \right] = 1,696 \text{ 萬元} + 530 \text{ 萬元} + 90 \text{ 萬元} + 1,358 \text{ 萬元} = 3,674 \text{ 萬元}$

二、財務計畫與用水費徵收

營運管理所需費用依據受益者付費原則宜由養殖用戶自行籌措支應。如何籌措該項費用，最公平方法為依據各養殖戶實際用水量之多寡而依量徵收用水費。

用水費徵收費率須使全部營運支出 (5-1. 管理維護費用概估之總和) 與同時段用水費徵收之收入達到財務收支平衡，其公式如下：

$$\begin{aligned} \text{平均單位用水費率} &= \text{營運支出 (即管理維護費用之總和)} / \text{用戶總用水量} \\ &= 3,674 \text{ 萬元} / 2.22 \text{ cms} \\ &= 36,740,000 \text{ 元} / 70,009,920 \text{ 噸} \\ &= 0.525 \text{ 元/噸} \end{aligned}$$

本項管理維護費用 36,740,000 元，不含年利息、稅捐、保險等，詳細估算值如本章第四節所示。

三、管理制度

本生產區已依法成立「雲林縣新港北養殖漁業生產區管理委員會」且釐定完善之章程，該述章程條文並未對海水統籌供應制度與輸水制度有詳細之管理辦法，恐造成漁民無法遵循，為配合本計畫工程之興建及管理維護之需要，現有管理制度 (章程) 擬加強之內容如下：

1. 明確規定海水取水與輸水方式以及相關規定。
2. 建立接水申請、查驗水表、收費基準及違規查報等管理辦法。
3. 有關行政、工程及財務等工作小組，應加強其功能，且實際工作人員宜由專業人士出任，其新增職掌與業務建議如下：

(a) 行政專員

一人，辦理接水申請、查驗水表、送發繳費通知單及違規查報等行政業務。

(b) 工程專員

共四人需分別具有土木、機械、電氣專業背景，辦理機電設備與管線系統之操作維護，若為避免增加員額，建議土木專職一名、機械、電氣兼職二名採委外契約代操作。

(c) 財務專員

一人專職。辦理收費、出納及會計，並管理折舊換新費等財務業務。

四、經濟效益評估

本工程效益分為可計效益與不可計效益，可計效益包括：增加漁民生產之收益。不可計效益包括：減少抽

取地下水造成地層下陷之損失，增加土地之價值、促進沿海偏僻地區經濟活動之發展，實現社會公平，增加人民生活及遊憩的空間（以可計效益之15%估算）。

(一)、年計效益：

假設年計效益以漁塭之收益增加為標準，目前平均約為250,000（元/年·公頃），通水後經調查當地養殖戶，多年的養殖經驗粗估計約為550,000（元/年·公頃），計畫區域面積230公頃（以383公頃扣除道路、養殖戶房屋、排水溝等公共土地之6成計），則年計直接效益為69,000,000元。不可計效益為69,000,000×0.15=10,350,000元。合計：79,350,000元。

(二)、總工程費

1. 工程費：394,410,000元
2. 管理及其他費用：44,420,000元
3. 總工程費：438,830,000元

(三)、年計工程成本：

包括總工程費之年利息與年償債基金，及工程建造之年運轉維護費與年稅捐保險費等，經濟分析以30年為準。

1. 年利息：13,165,000元（年息3%計）
2. 年操作費用：16,960,000元
3. 年維護費用：5,300,000元
4. 年管理費用：900,000元
5. 年折舊費：13,580,000元
6. 年稅捐與保險費：2,721,000元（以總工程費0.62%計）

7. 合計：52,626,000元

(四)、益本比：

益本比 = (年計效益 ÷ 年計成本)
= 79,350,000元 ÷ 52,626,000元 = 1.51

平均單位用水費率（亦即每度（M³）水之價格）= 年計工程成本 / 用戶總用水量，再除以1.51（換算直接效益）
= (52,626,000元 / 2.22cms) ÷ 1.51 = (52,626,000元 / 70,009,920M³) ÷ 1.51 = 0.50元 / M³ (1M³ = 1噸 = 1度)

本計畫範圍已充分發展為養殖專業區，將來用水量之逐年變化量不致太多，可合理假設為一定值，本計畫用水費初估每噸約0.50元。

未來經實際施工完成後，確實養殖面積需再次清查，惟估算值與實際值可能有所差異，由操作營運之管理委員會訂定費率方案，經前一年度確實收支情形而修正次年費率，由於本計畫之抽水水質極佳，將來養殖戶增加年收益後必可使本計畫之益本比相對提高，並可逐年提高平均單位用水費率（亦即每度（M³）水之價格），期能攤還建設工程費。

第六章 結論及建議

- 一、 雲林縣新港北養殖漁業生產區之養殖魚塭面積廣達 **458** 公頃，大部份養殖文蛤並利用半淡鹹水作為養用水，現況漁民均自行設置抽水設施自現有排水渠道取水，惟水質不佳，水量不穩定，致難以維持一定之養殖成果，故有必要設置一套統籌海水供水系統。
- 二、 本計畫經現場採樣，可確定取水口 **B** 之離岸海域或受潮位差影響水質之岸邊潮間帶海水水質，均可符合甲類海域水體分類標準，又本計畫利用埋管至一公里外海引水，其水質極佳。
- 三、 本計畫經地方舉行說明會，並發放問卷調查，以採用管線供水為統籌供水方式。
- 四、 本養殖漁業生產區目前大部份海、淡水混養文蛤，其全區海水需量約 **1.11CMS**，考量未來純海水養殖之趨勢，以 **2.22CMS** 之海供水量為全區規劃供水量。
- 五、 本計畫依施工之方便性，以快速路西邊 **190** 公頃列為第一期工程範圍，快速公路東邊 **193** 公頃列為第二期工程範圍，分期施工是為因應政府預算財源取得之困難，並以一、二期全部完工後，開始全區營運供水為原則。
- 六、 本計畫取水口位置考量海水水質、往後環境變遷、工程經濟效益及工程可行性，以取水口 **B**（距海岸一公里）為近程取水口位置，取水口 **B**（外港水域，距海岸十公里）為遠程取水口位置。
- 七、 本計畫第一期工程費概估為 **2.5463** 億元，工程內容包含取水口 **B**、輸水幹管設施、配水中心、配水塔及機電設備設置等。第二期工程費概估為 **1.842** 億元，輸水幹管設施、東西區輸、配水管路及機電設備設置等。本計畫全部工程費概估為 **4.3883** 億元。
- 八、 配合政府年度預算之編列及預算執行績效，本計畫採分期分年方式進行，第一期工程計畫再分前期、後期工程進行，同時完成細部設計並編製工程預算書，第一期（前期）工程費為 **1.9115** 億元，第一期（後期）工程費為 **0.6348** 億元。
- 九、 未來之管理維護由本計畫區「養殖漁業生產區管理委員會」或另成立「海水供水管理中心」負責，建議增設專職人員 **4** 人，含行政人員 **1** 人，土木人員 **1** 人，機電人員 **1** 人以及財務人員 **1** 人，其管理維護費用依使用者付費原則向使用者收費，在本計畫完成全區供水後，其年度管理維護費用約 **3,674** 萬元，供水量為 **2.22CMS**，初估每使用海水 **1** 噸需收費 **0.525** 元。

- 十、 本計畫完成後開始營運供應共同引水時建議採取淡水、海水各半之養殖方式，將來視實際情形逐漸往純海水養殖之目標進行(此一目標得依實際需要加以調整)，並統籌採用計畫供水量，勸導養殖戶，避免直接接管抽取海水以免管線雜亂破壞景觀，進而可發展休閒漁業創造更繁榮之漁村願景。
- 十一、 海水共同引水計畫完成海水統籌分配及供應，將促使海水養殖事業及水土環境保護都能兼顧，創造政府與漁民雙贏成果，為嘉惠地方養殖漁業漁民之最佳施政。開始營運供水時，可能會有部份漁民抱持觀望態度，故其水費價格不宜過高，經過一段時間後視營運成效再調價格，同時必需配合政令宣導，鼓勵漁民配合採用本計畫之共同引水。
- 十二、 本計畫之外海引水量是以最低潮位(-1.74M)為計算標準，最低潮位時間僅佔全部海水水位之12%(約2~3小時)，如以人為操作最高潮位(2.23M)進水量配合計畫區水量之使用，可以使計畫引水量(2.22CMS)，增加20%以上(亦即2.66CMS，抽水機12部配合此一規模)，再加上將來計畫區外(新港線之二排水溝以北約200多公頃)養殖戶參與使用，如此供水量增加、使用本計畫養殖戶增多，必可增進本計畫之工程效益，本計畫之使用率暫以2.22CMS、供應區域暫以458公頃估算。
- 十三、 相關設施如涉及海堤等堤身破堤及土地使用，請依水利法相關規定申請之。供水主幹管線沿新港線之二排水溝涵洞穿越通過台17線，應與水利、公路單位協調，供水主幹線，沿新港線之二排水溝涵洞穿越台17線之施工季節最好於枯水季節施工。