

湖域沉砂池水工設計案例探討

～以臺北市內湖區大湖沉砂池為例～

Case Study on the Hydraulic Engineering Design of Da-Hu Lake Sedimentation Basin in Nei-Hu District of Taipei City

李明德¹ 郭峰志²

1. 台灣世曦工程顧問公司水及環境工程部顧問(水利技師)
2. 台灣世曦工程顧問公司水及環境工程部工程師

摘要

本研究主要針對湖域沉砂池設計相關水工設施進行研析，特舉台北市內湖區大湖北岸沉砂池工程為例。此設計沉砂池主要功能在於沉積山區洪水以利攔截泥砂，然後再由北側排入大湖。設計上為維持大湖水域自然景觀，盡可能減少混凝土構造物，並兼顧結合水域生態維護，俾容湖區可提供市民休閒遊憩使用。

關鍵詞：排水、沉砂池、防洪、生態

Abstract

This research topic focuses on the analysis of the relevant hydraulic facilities design for the lake sedimentation basin. Such that in here, we take the northern shore sedimentation basin engineering facility of Da-Hu Lake in Nei-Hu District of Taipei City as an example. The main function of the designed sedimentation basin facility induces the drainage inflow from its upstream mountainous runoff, and to intercept its influent sediment staying on the designed basin facility, and then to discharge into the original Da-Hu Lake ponding area. By the way, the design also covering the natural lake status, and structuring the minimized concrete materials, as well as to link the maintenance of the lake water ecosystems, so that it could provide the public recreation for these lake land area.

Keywords: drainage, sedimentation basin, flood control, ecosystems.

一、前言

一般水利輸水設施於流路取水時，常用沉砂池篩除水流中之泥砂，以便取得較清淨水源供作農業灌溉水、自來水淨水、漁塭養殖水或火力發電廠冷卻水使用。沉砂池位置大都設在取水路前端或輸水路銜接處附近，其做法依照沉砂池設計通則或準則，並參考相關工程規劃設計手冊之規定辦理。本論文案例基於沉砂池用地受限，未能在輸水渠路前端佈設，而改併與湖域共設，利用台北市內湖區大湖之東北角湖旁築設，係屬特例，而非典型常態沉砂池設施；可增加設計彈性觀念經驗，俾解決必須空湖清疏淤泥之困擾，同時可獲得較簡便清疏施工作業，兼顧湖域生態之維護。

二、工程設施概述

大湖北岸沉砂池位於台北市內湖區大湖公園南側之湖區東北角(見圖 2-1、圖 2-2)，即在成功路五段西北邊湖畔，沉砂池之進流水路主要由成功路地下 2-□4.8mx

3.0m 及 2-□2.0m×1.9m 兩條雨水下水道箱涵匯入湖區，沉砂池略呈梯形狀分佈，長約 145m，寬約 40m，其溢流堤高 2.6m，沉砂池水域面積 $A=4600\text{m}^2$ ，進流口旁側設有 □2.0M×1.3m 排水箱涵作為清疏導水路，用作沉砂池淤泥清除時之替代排水路，其末端之閘門開啟可連通原有大湖。沉砂池設計淤泥容積量 $V=4,843\text{m}^3$ ，計劃一年 2 次清砂。大湖湖域面積約有 9 公頃，最大蓄水量約 $200,000\text{m}^3$ ，此湖之集水面積 604 公頃，湖底高程 EL11.00m~EL13.40m，豐枯水期湖水位介於 WL13.40m~WL15.00m，湖岸地面高在 GL14.00m~GL20.00m 間。沉砂池底部係採用 30cm ×30cm 鋼筋混凝土(RC)格框填塊石組成透水底床，池底標高 IE11.20m。RC 溢流堰頂高程 EL13.80m，溢流堰堤長 129m，該堤牆設有 3 道 ϕ 0.6m STP 舌閘(IE12.40m) 輔助排水。池岸設有維護道路連通成功路。在沉砂池南北兩端各設有一個集水坑，可供淤泥清疏時作抽水操作配合。

三、入池淤泥分析

本案例沉砂池湖域為台北市大湖排水系統中游段之貯水埤塘，沉砂池位於大湖北岸邊，緊臨大湖公園管理中心東側及成功路五段路堤岸邊，入池進水路 2-4.8m×3.0m 排水箱涵之集水面積 471.76ha，2-2.0m×1.9m 排水箱涵水路則有 83.45ha，按照水土保持技術規範之坡地土壤流失量通用公式估算($A_m=R_m \times K_m \times L \times S \times C \times P$)，此大湖北岸沉砂池之集水區，扣除大湖山莊街已設置調洪沉砂池所圍集水流域外，其它坡地流域中依地貌性質劃分 10 個分區(A1~A10)，茲據降雨沖蝕指數(R_m)、土壤沖蝕指數(K_m)、坡長因子(L)、坡度因子(S)、覆蓋與管理因子(C)、水土保持處理因子(P)等參數，推估大湖北岸沉砂池之上游年產砂量列示如下表 3-1：

依照通用公式估算北岸沉砂池產砂量 $A_m=22.07\text{m}^3/\text{ha}/\text{yr} < 30\text{m}^3/\text{ha}/\text{yr}$ (規範最小值)，故計畫之沉砂池年產砂量採用 $30\text{m}^3/\text{ha}/\text{yr}$ 作為基準。即沉砂池設計之淤砂容量須滿足 $9684.45\text{m}^3/\text{yr}(=215.21 \times 30 \times 1.5)$ ，F.S(安全係數)=1.5年產砂量需求(其中包含 169.59ha 山坡地集水區及 45.62ha 已開發市區面積)。



圖 2-1 康寧抽水站排水系統範圍圖



圖 2-2 既有大湖公園示意圖

表 3-1 大湖北岸沉砂池上游年產砂量推估

項目	Rm	Km	L	S	C	P	Am	面積 (ha)	產砂量重量 (公噸/年)	產砂量體積 (m ³ /年)	
大湖北岸沉砂池坡地分區	A1	11800	0.0369	8.73	4.25	0.01	0.3	48.48	40.62	1969.39	1406.71
	A2	11800	0.0369	7.61	3.94	0.01	0.3	39.18	20.44	800.86	572.04
	A3	11800	0.0369	5.91	3.46	0.01	0.3	26.71	24.37	650.88	464.92
	A4	11800	0.0369	5.80	3.61	0.01	0.3	27.35	18.26	499.40	356.71
	A5	11800	0.0369	5.21	3.44	0.01	0.3	23.39	11.24	262.92	187.80
	A6	11800	0.0369	4.95	3.77	0.01	0.3	24.35	12.17	296.28	211.63
	A7	11800	0.0369	6.49	1.85	0.01	0.3	15.71	19.32	303.44	216.74
	A8	11800	0.0369	4.38	2.53	0.01	0.3	14.49	10.86	157.40	112.43
	A9	11800	0.0369	4.41	2.10	0.01	0.3	12.06	7.21	86.99	62.13
	A10	11800	0.0369	3.84	8.35	0.01	0.3	41.85	5.1	213.43	152.45
合計								169.59	5241.00	3743.57	

四、沉砂池水理流況

(一) 池區

1. 池水面積 $A=4600\text{m}^2 (= 115 \times 40)$
2. 池底淤積厚度 $T=1.05\text{m} (=4843/4600 ; 4843=9684.45/2)$
3. 池底高程 EL11.20 m
4. 沉砂淨水深度 $h=2.77\text{m} (=115.02-11.20-1.05)$
5. 沉砂池沉降長度 $L=2.6 + (2 \times 80.67)/(115 \times 0.2) + 15 \text{ m} (=24.61 < 40 , K > 1.5)$
6. 沉砂池平均流速 $V=80.67/(115 \times 2.77) \text{ m/s} (=0.25 < 0.3 \text{ m/s})$

(二) 清疏導水路

1. 進流集水面積 $A=551.21 \text{ ha}$
2. 清疏時考慮排水流量 $q_1=6.2833 \text{ cms} (T=2\text{yr}, \text{暴雨逕流 } 10\% \text{ 作山溝基流})$
3. 下水道進流晴天污水量 $q_2=0.0925 \text{ cms} (\text{合流制流量})$
4. 清疏水路設計流量 $q=6.2833+0.0925 \text{ cms} (6.3758 \text{ cms})$
5. 清疏導水路水深 $Y=0.99\text{m} (\text{渠道尺寸 } 2\text{m} \times 1.7\text{m}, \text{底坡 } S=1\%)$
6. 導水路出口水位 $WL 12.19\text{m} (=0.99+11.20 < 12.42\text{m}, \text{大湖排砂道底高})$

(三) 沉砂池溢流堤

1. 沉砂池設計排洪流量 $Q_w=80.67 \text{ cms} (=61.79+18.88 \text{ cms}, T=5\text{yr} \text{ 暴雨})$
2. 溢流堤牆高 $H_w=2.6 \text{ m} (\text{牆頂高程 } EL13.80 \text{ m})$
3. 溢流堤輔助排水孔 $3 \text{ } \phi 0.6\text{m} @ 36\text{m} (\text{孔底高程 } IE12.40 \text{ m})$
4. 溢流堤長 $L_w=129 \text{ m}$
5. 設計溢流水深 $Y_w=1.22 \text{ m} (=15.02-13.80)$
6. 校核溢流洪水量 $Q_c=1.767 \times 129 \times 1.22^{1.5} \text{ cms}$
 $(=307 > 160 \text{ cms}, T=100\text{yr} \text{ 暴雨逕流量}, F.S=1.5)$

(四) 沉砂池入流之排水系統 200 年重現期距颱風洪流況模擬分析

1. 水文條件

極端降雨水文條件下，採二百年重現期距颱風風雨之設計降雨組體圖(圖 4-1)，主要利用水利處提供最新降雨頻率分析相關報告成果，其依據實際降雨所推估 24 小時設計雨型，再配合氣象局臺北站降雨延時 24 小時之二百年重現期距之降雨量分配獲得，其尖峰降雨強度為 117.17mm/hr。

三角型單位歷線係假設單位時間之超滲雨量所形成的流量歷線呈三角形，其形狀依經驗公式推定，按美國水土保持局之經驗公式如下：

$$Q_p = 0.208 \times A \times Re / T$$

$$T_p = D / 2 + 0.6T_c$$

$$T_r = 1.67T_p$$

$$T_c = (0.87L^3 / H)^{0.385}$$

式中， Q_p ：洪峰流量(cms)

A ：流域面積(km²)

Re：超滲雨量(mm)

T_p ：開始漲水至洪峰發生之時間(hr)

D ：單位降雨延時(hr)

T_r ：洪峰流量發生至歷線終端之時間(hr)

T_c ：集流時間(hr)，採用加州公路局之經驗公式計算

L ：集水區最長之逕流路徑(km)

H ：集水區邊界與出口處之最大高程差(m)

單位降雨延時 D 依下列原則選定：

$$6 \text{ hr} < T_c \quad D = 1.00 \text{ hr}$$

$$3 \text{ hr} < T_c \leq 6 \text{ hr} \quad D = 0.80 \text{ hr}$$

$$1 \text{ hr} < T_c \leq 3 \text{ hr} \quad D = 0.40 \text{ hr}$$

$$T_c \leq 1 \text{ hr} \quad D = 0.15 \text{ hr}$$

大湖山莊街調洪池上游集水面積約 327.52 公頃(含大湖街 131 巷尾段野溪 17.64 公頃)，集流時間為 26 分鐘(依據內湖大湖山莊街調洪沉砂池規劃設計細部規劃報告)，故單位降雨延時 D 採用 0.15hr，模擬時間 24hr。

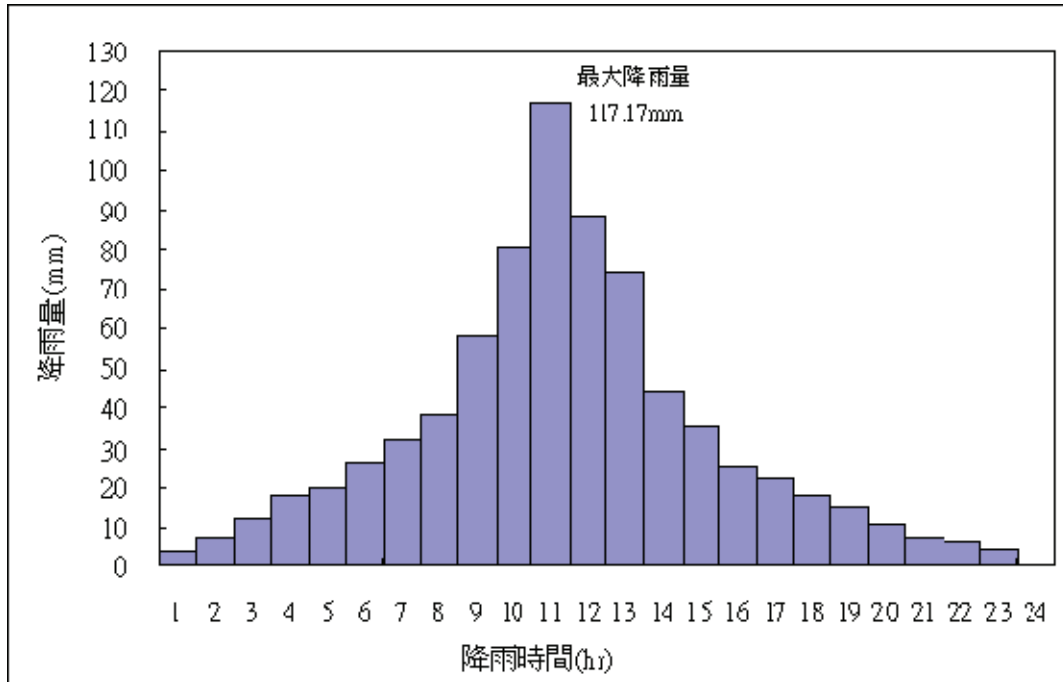


圖 4-1 二百年重現期距颱風雨設計降雨組體圖(24 小時延時)

2. 颱風流量歷線推算步驟

- (1) 考慮極端降雨二百年重現期颱風雨設計降雨組體圖其每一單位時間(單位降雨延時)降雨量之滲漏損失，自每單位時間之降雨量扣除單位時間(hr)乘以 17.00mm/hr 之損失量。(參考內湖大湖山莊街調洪沉砂池規劃設計細部規劃報告)。
- (2) 依上述 Q_p 、 T_p 、 T_r 等經驗公式計算，求得單位降雨延時之超滲雨量所形成之三角型單位流量歷線，採 S 歷線由延時 0.15hr 轉換為延時 1.0hr 三角型單位流量歷線。
- (3) 最後將已扣除滲漏損失之每一個單位時間降雨量，套入三角形單位歷線，並依序錯開一個單位時間疊加之，即可求得控制點之入流量歷線。

3. 模式參數推估

參考模式之建議值，採用參數如后：管線之摩擦損失係數曼寧 n 值採 0.015；管徑變化所產生之水頭損失(default contraction loss)原則採 0.3~0.5，轉彎段則局部增加水頭損失係數至 0.8。

4. 校驗標準

參考模式之建議值，採用參數如后：管線之摩擦損失係數曼寧 n 值採 0.015；管徑變化所產生之水頭損失(default contraction loss)原則採 0.3~0.5，轉彎段則局部增加水頭損失係數至 0.8。

(1) 峰值誤差(EH_{PE})

$$EH_{PE} = H_{PE,est} - H_{PE,obs}$$

式中， $H_{PE,est}$ ：模式計算之水位(m)

$H_{PE,obs}$ ：實際監測之水位(m)

當 EH_{PE} 值為正值時，表示模式計算值大於實際監測值；而 EH_{PE} 值為負值時，表示模式計算值小於實際監測值。

(2) 峰值誤差率(REH_{PE})

$$REH_{PE} = \frac{H_{PE,est} - H_{PE,obs}}{H_{PE,obs} - EL_p} \times 100\%$$

式中， EL_p ：管底高程(m)

5. 模式成果說明(詳見表 4-1)；而大湖山莊街調洪池至大湖前之排水幹線於二百年重現期颱風雨模擬之瞬間最大水位詳如圖 4-2 所示；大湖閘門出口至康寧抽水站前之排水幹線於二百年重現期颱風雨模擬之瞬間最大水位如圖 4-3 所示：

五、沉砂池工程佈置

沉砂池設施係在康寧抽水站排水整體系統之中游段滯洪池，為大湖北岸沉砂池構造，因系統上游段大湖山莊街調洪沉砂池設施尚未施做前，集水區坡地山區發生過颱風豪雨之逕流淹水挾帶泥砂造成災害事件，導致大湖急劇淤積及其排水出口受到漂流物塞堵而氾濫，是以台北市政府才在大湖南北端各設一個沉砂池配合改善。北岸沉砂池為本論文案例工程，規模較大，年產砂量 5,241 噸 (南岸沉砂池年僅 483 噸較小)，故先建設。又因此沉砂池之湖底地質為鬆軟泥土，池邊緊臨成功路五段路堤，該道路分隔帶已有文湖線捷運高架橋墩基礎駐立，當地車輛載重及振動傳遞於路堤，對沉砂池開挖施工影響安全至鉅，另顧慮在湖區擋水施工須同時維持湖水生態環境等因素，都須在細部設計詳加注意。本工程規劃時曾研擬兩個佈置方案，茲將工程方案比較列示如表 5-1，經綜合評估及考量配合預算執行，市府裁定以 RC 格框透水底床沉砂池方式定案。至於沉砂池工程之設計配置與剖面略圖附如圖 5-1~圖 5-4 說明。

表 4-1 排水系統在極端降雨颱風條件下之各種組合模擬聯合操作成果說明

說明項目	大湖山莊街調洪池(上游)			大湖(中游)			康寧抽水站(下游)			康寧路壓力箱最高壓力人孔水位(註2)	採用外水位	排水幹線人孔冒水(註3)	建議採用
	水位(註1)	調蓄容量	豎井水位	最大出流量	水位	最大出流量	最大進流量	前池水位(註1)	抽水機最大抽水量				
大湖山莊街調洪池全開	代號	組合代號	中游	下游	壓力閘門全開+無抽水機組	壓力閘門全開+抽水機@7台+	壓力閘門全開+抽水機@7台+	壓力閘門全開+抽水機@7台+	壓力閘門全開+抽水機@7台+	壓力閘門全開+抽水機@7台+	壓力閘門全開+抽水機@7台+	壓力閘門全開+抽水機@7台+	
	(1)	A1B1C1	26.78	157,355	26.44	70.22	15.31	169.32	7.64	-	9.30	7.60	○
	(2)	A1B1C2	26.78	157,355	26.44	70.22	15.31	149.52	8.51	51.2(4台)	9.88	8.51	○
	(3)	A1B1C3	26.78	157,355	26.44	70.22	15.31	106.88	10.20	91.4(7台)	10.91	7.60	○
	(4)	A1B2C1	26.78	157,355	26.44	69.77	15.83	166.91	7.64	-	9.19	7.60	○
	(5)	A1B2C2	26.78	157,355	26.44	69.77	15.83	149.51	8.51	51.2(4台)	9.88	8.51	○
	(6)	A1B2C3	26.78	157,355	26.44	69.77	15.83	106.88	10.20	91.4(7台)	10.91	7.60	○
	(7)	A2B1C1	26.78	157,355	26.72	45.27	15.28	169.15	7.65	-	9.29	7.60	○
	(8)	A2B1C2	26.78	157,355	26.72	45.27	15.28	149.52	8.51	51.2(4台)	9.88	8.51	○
	(9)	A2B1C3	26.78	157,355	26.72	45.27	15.28	106.89	10.20	91.4(7台)	10.91	7.60	○
	(10)	A2B2C1	26.78	157,355	26.72	45.27	15.71	165.83	7.64	-	9.12	7.60	○
	(11)	A2B2C2	26.78	157,355	26.72	45.27	15.71	149.50	8.51	51.2(4台)	9.88	8.51	○
(12)	A2B2C3	26.78	157,355	26.72	45.27	15.71	106.87	10.20	91.4(7台)	10.91	7.60	○	
註1:	前池側牆高程EL.10.20m, WL.10.20m時以10.20表示冒水												
註2:	(康寧路三段189巷高程EL.11.61m)												
註3:	-人孔冒水 ○、WL.26.78m, EL.26.78m, WL.26.78m時以26.78表示冒水												

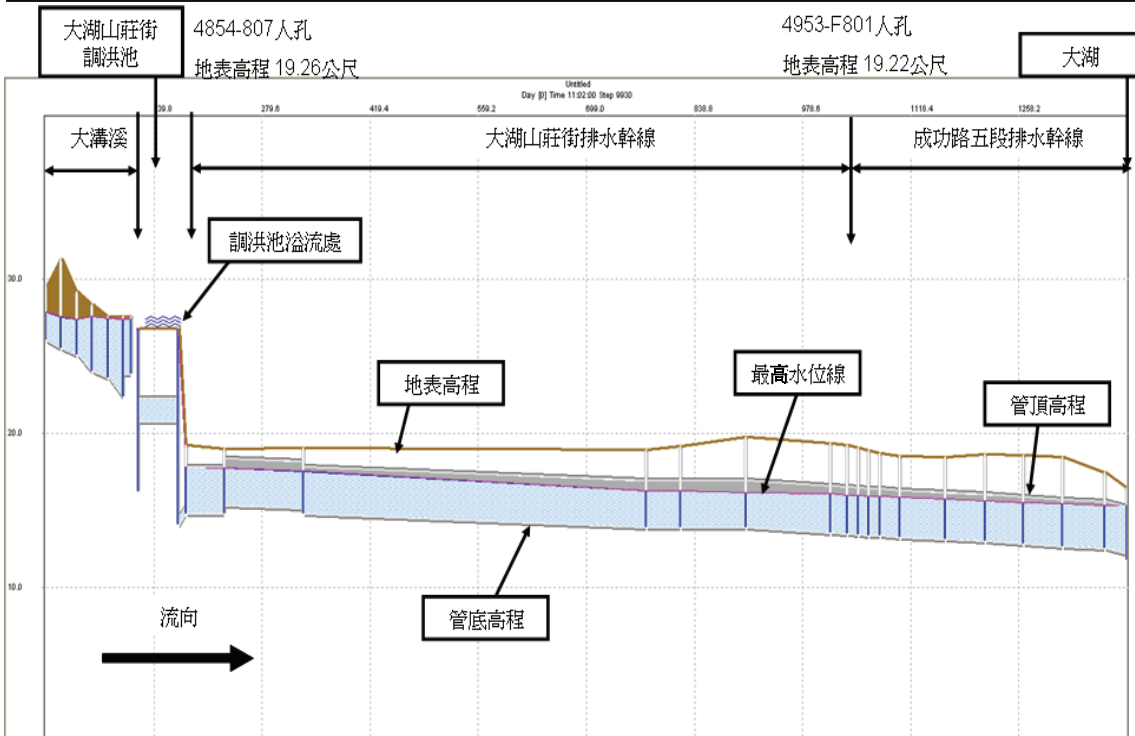
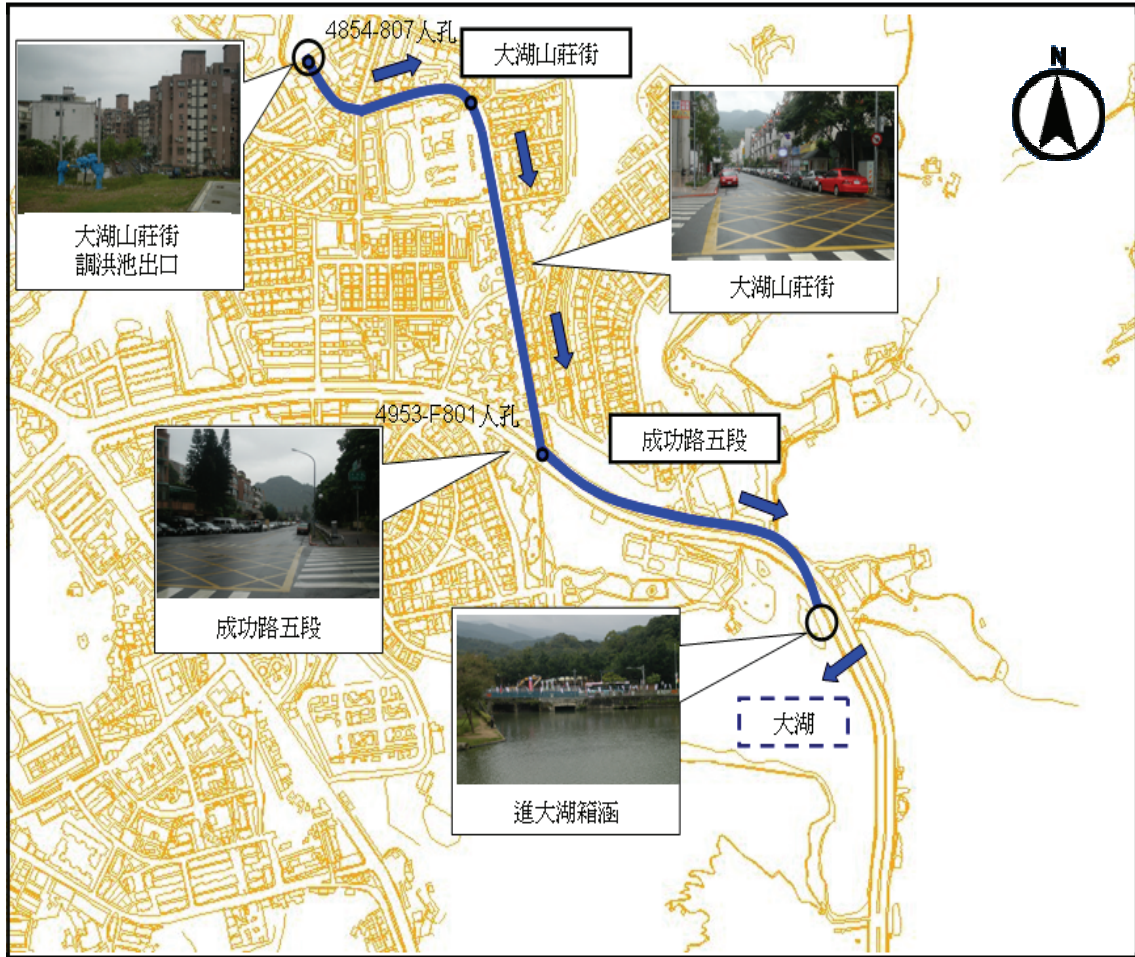


圖 4-2 大湖山莊街調洪池至大湖前之排水幹線於二百年重現期距颱風雨瞬間最大水位圖

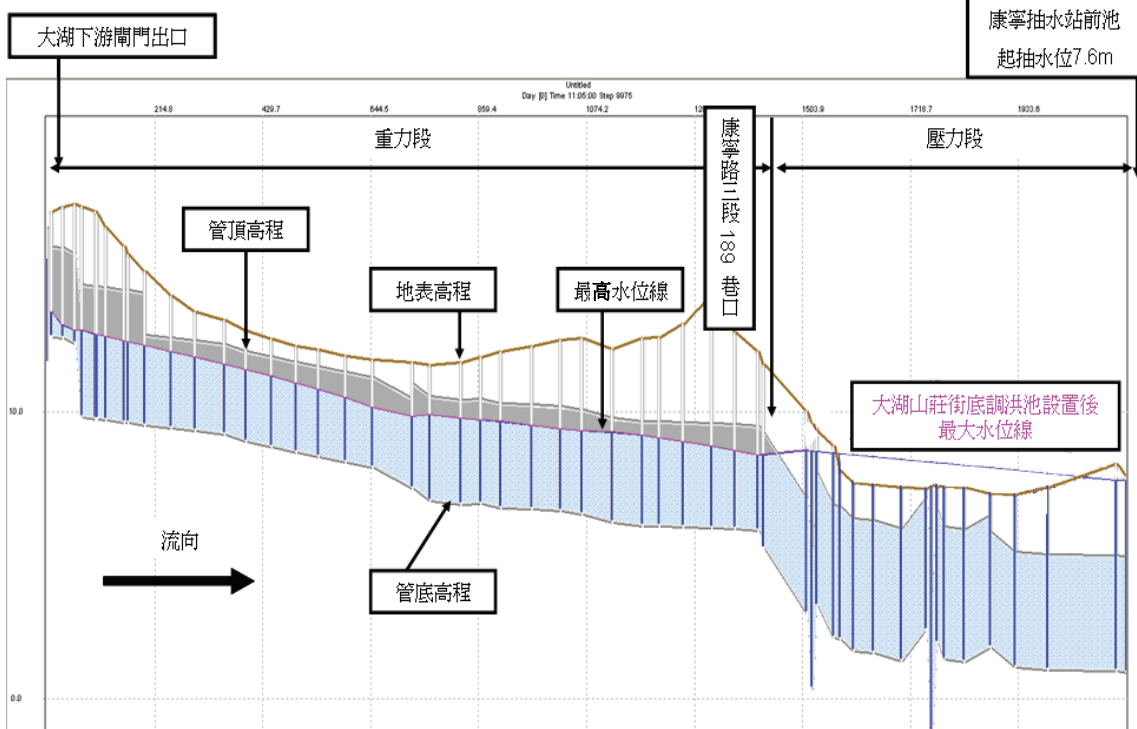
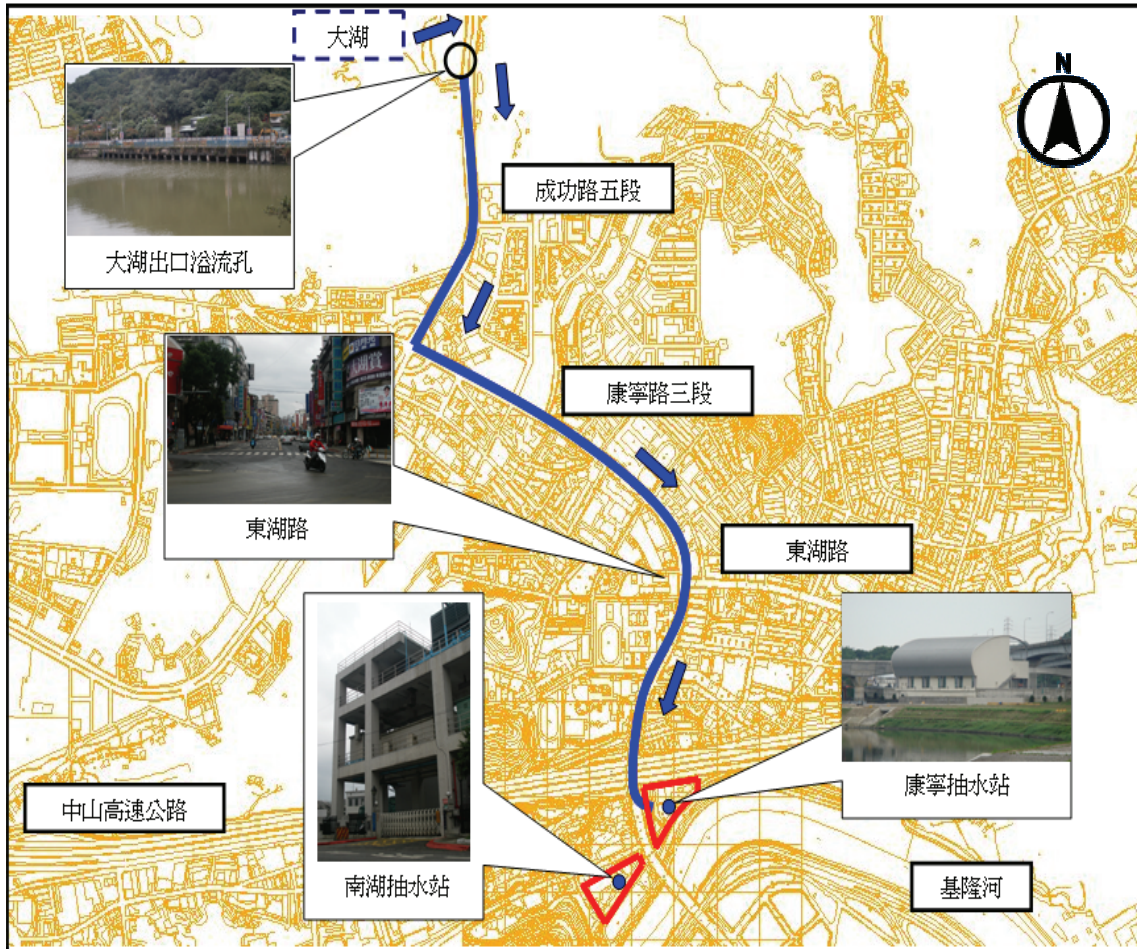


圖 4-3 大湖開門出口至康寧抽水站前之排水幹線於二百年重現期距颱風兩瞬間最大水位圖

表 5-1 工程方案評估比較表

比較項目	工程佈置方案	
	RC底床沉砂池案	RC格框透水底床沉砂池案
(一)工程評估內容		
1. 因砂功能	設計淤砂容量(北岸池4,843m ³ ，南岸池259m ³)	同左
2. 沉砂池排水機能	設計排洪量(北岸池80.67cms，南岸池1.66 cms)	同左
3. 清理淤砂作業方便性	池底平順較便利機具作業。	池底較不平順，機具仍能清除淤砂作業。
4. 沉砂池底結構穩定性	筏式RC基礎版，負載時較均勻沉陷，底版上舉力較大，須作洩壓設計。	塊石底床受負載久時，較易產生池底之不等沉陷，但池底無上舉力影響。
5. 沉砂池基土保水功能	RC底床不透水，較不易保水。	可經塊石底床保水。
6. 地下水滲入情況	較不易滲入池內，有利機具清疏作業。	易滲入池內，清疏時需配合却水。
7. 對沉砂池溢流池牆之滲流影響	可與底版連結，滲流線較長。	滲流線較短，地下水較易滲入池內。
8. 沉砂池底床結構耐久性	較佳，不易變形。	次佳，塊石或卵石底床日久可能有不等沉陷變形。
9. 堆置積砂及出清搬運方便性	較佳，機具行動平順。	次佳，池底地面不平，機具行動稍受影響。
10. 沉砂池造價	較高(北岸池3,600萬元，南岸池1,080萬元)	較低(北岸池1,910萬元，南岸池950萬元)
11. 沉砂池施工時間	稍長(增加1個月)	8~6個月(北岸池8月，南岸池6月)
12. 施工對既有進水路之排水影響	稍大(施工期長)	較小(施工期短)
13. 施工對大湖水域蓄水影響	稍大(施工期長)	較小(施工期短)
14. 沉砂池潛檻之截水牆深度需求	較深	較淺
(二)綜合評估	基於工程經濟及每年沉砂池清疏次數約1~2次，且可由承包商自備濾乾構台及臨時抽水、截水設備處理清疏工作，兼顧地下滲水量無顯著差異與池底上舉力導致工程費過高之考量，故採用RC格框透水底床沉砂池方案作為設計依據。	

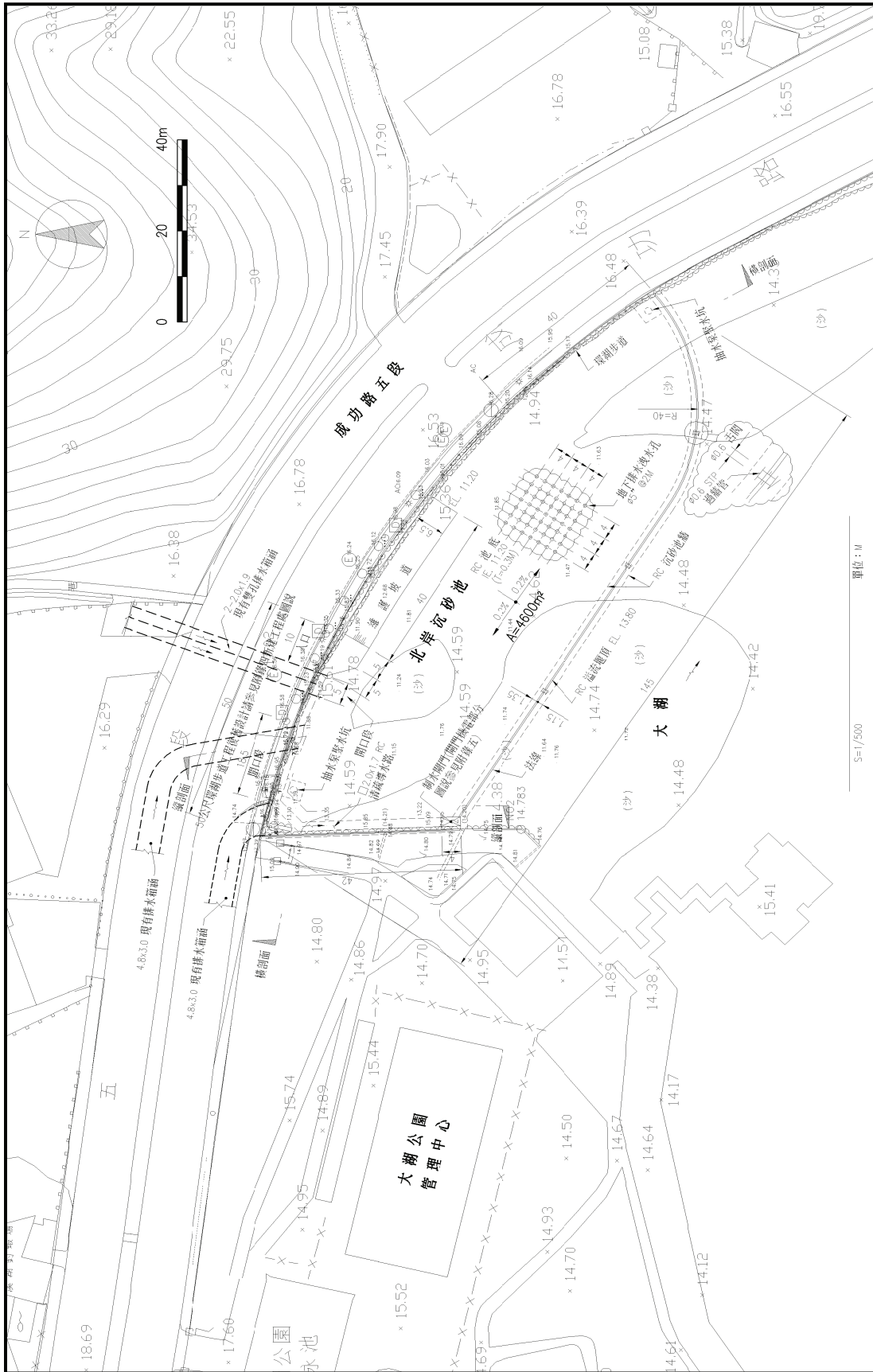
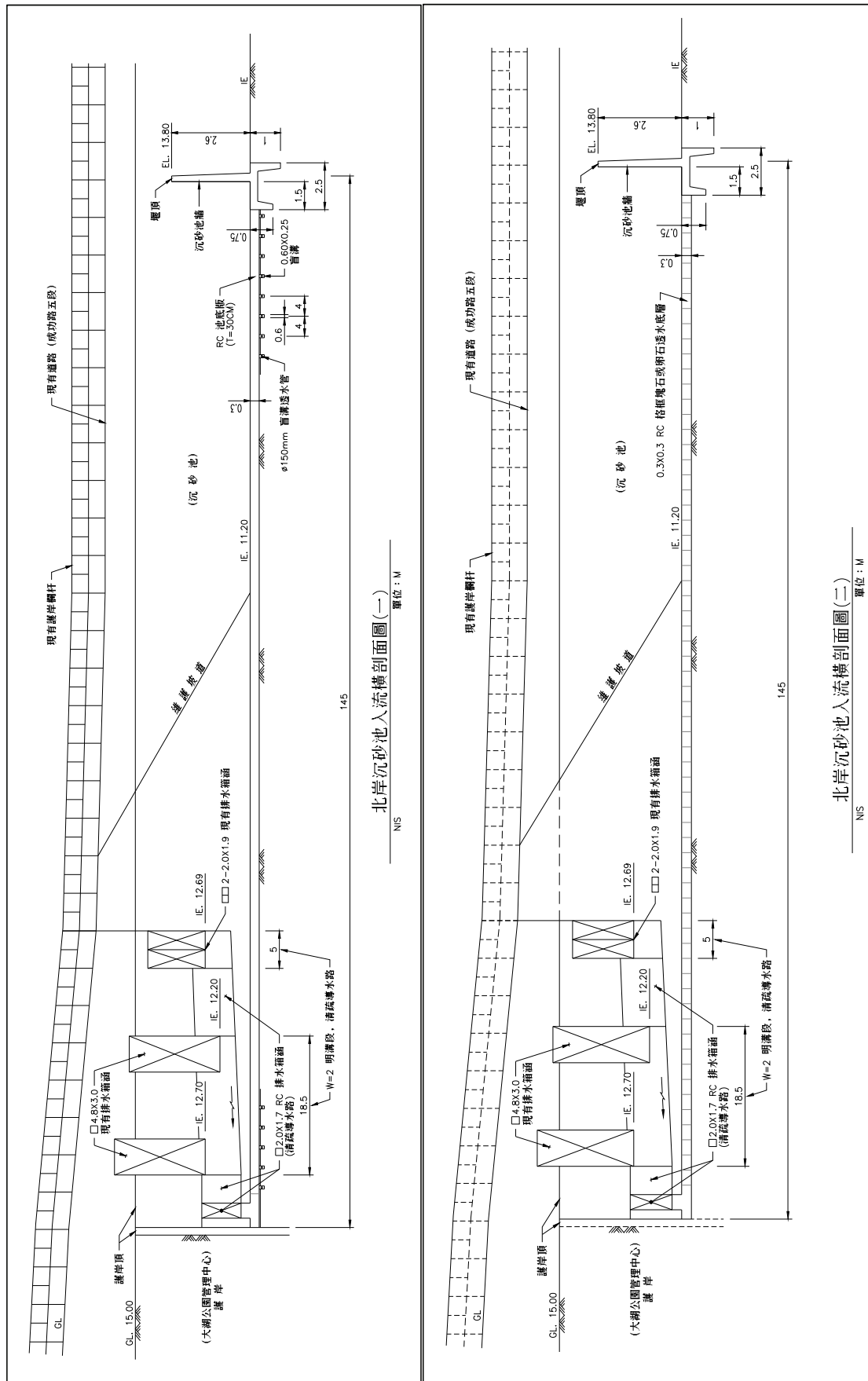


圖 5-1 北岸沉砂池平面配置圖(一)



圖 5-2 北岸沉砂池平面配置圖(二)



5-3 北岸沉砂池橫剖面圖

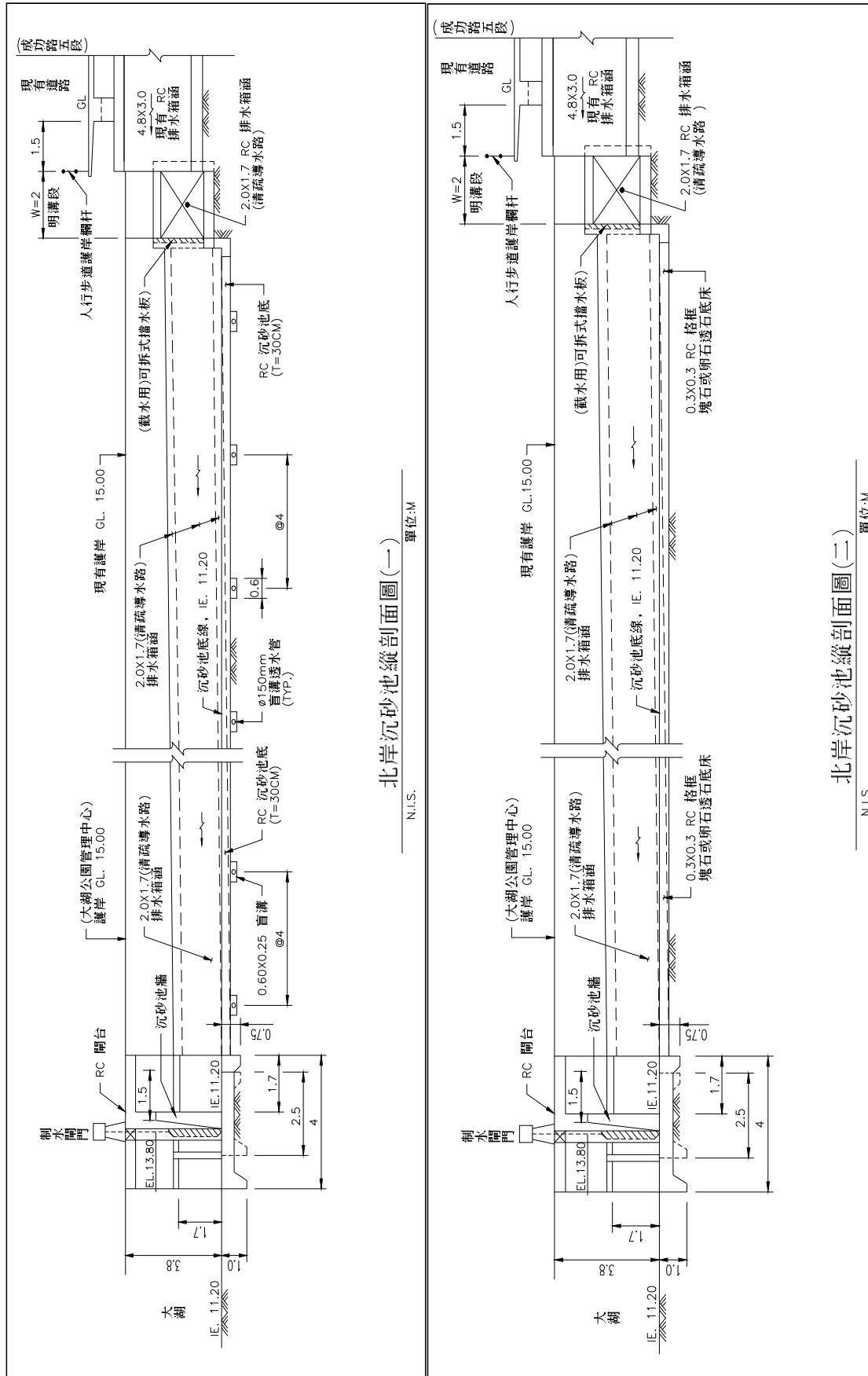


圖 5-4 北岸沉砂池縱剖面圖

六、沉砂池清疏與替代排水

沉砂池設計功能係將進流水路之泥砂誘導堆積於池內，計劃一年清除 2 次泥砂，利用擋水板阻隔水流入池而改道排入 2.0mx1.7m 清疏導水路，再排放於大湖(淤泥不清疏時，導水路末端之制水閘門關閉)。當清疏時，沉砂池內既有積水利用舌閘孔排水，次以池區南北角隅之集水坑用抽水機(2@18CMM)抽乾(出水排到清疏導水路或附近大湖)。池內泥砂用小型鏟土機刮除運送至濾乾構台，吊搬後車載經成功路運離。清疏作業選在防汛期前(4 月)及防汛期後(12 月)之乾季晴天施做。至於清疏所用擋水板之採設方式考慮由外包得標廠商自備為宜，茲將清疏導水路之擋水板採設方式比較表附列如下：

表 6-1 清疏導水路擋水板採設方式比較

項目	(1)水利處自備擋水板	(2)由清疏廠商附備擋水板
(1)使用材料	採永久性材料，較經濟，水密性較高	採短期性，成本較低，水密性次之材料
(2)施工性	採整片型式較方便吊放(須另租吊具施工)	利用既有材料因地組裝及已有機具吊放
(3)擋水板設施費用	高	低
(4)平時貯置場	須準備堆放擋水板用地及防護損壞	一次施工即廢棄(材料可賣)
(5)使用保管問題	須近於工地，且易運搬，俾配合沉砂池清疏；須待法定壽齡才可報廢	無常時性問題
(6)清疏配合	須由清疏廠商借用及交接，界面問題存在	無配合問題
(7)擋水板再利用性	如其他工地有相同尺寸之使用，可移借供應	無提供水利處再利用機會
綜合評估	增加擋水板需貯放空間，購置及接管較麻煩	方便，且由承商負責，管理簡單，成本低，建議採用

七、沉砂池與大湖關係

(一) 攔除排水系統入湖泥砂

大湖北岸沉砂池位於康寧抽水站排水整體系統之中游段，承接 2-4.8m x 3.0m 排水箱涵下水道入流，排水面積 A=471.76 ha，大部份為坡地山區，因進流明溝易受颱風暴雨時挾帶泥砂而流入下水道箱涵，水路受堵而形成氾濫，民國 86 年溫妮颱風時發生大湖山莊淹水近 2m，大湖公園受湖水漫溢淹上成功路五段達 0.5m，影響交通及當地住戶生命財產，是以台北市政府於 2008 年及 2011 年先後完成兩座沉砂池建設，其中大湖山莊街調洪沉砂池即設在排水整體系統幹線源頭，以匯集大溝溪與大湖街 131 巷尾野溪之淤積泥砂，該沉砂池出流水路 2-4mx3m 排水箱涵，其集水面積有 340 ha，此依據沉砂池之因砂規劃年產砂量 10,200m³(每公頃土壤流失量 30m³ 作基準)，沉砂池設計容量為 15,300 m³/yr。而康寧排水系統幹線(2-4.8mx3.0m 箱涵)流入大湖，其集水面積 471.76 ha，扣除大湖山莊街調洪沉砂池之集水面積外剩下 251.21ha，依此推估山區坡地之年產砂量約有 6,456.3m³/yr(每公頃土壤流失量 30m³/yr 作基準)，大湖北岸沉砂池設計容量需要 9,684.45 m³/yr。

(二) 沉砂池調節大湖生態

當大湖高水位 $WL > 14.30\text{m}$ 時，由山溝溪流與污水進流入池而保持堰頂溢流，池中可儲存 $V_1=11,960\text{m}^3$ 水量；若池內底床淤砂額滿，尚可存 $V_2=7,130\text{m}^3$ 。當大湖低水位 $WL < 12.40\text{m}$ 時，約可儲水至舌閘管底高程，其儲存水量為 $V_3=5,520\text{m}^3$ ，若池床淤砂額滿則僅剩 $V_4=690\text{m}^3$ 。依山溝基流與下水道污水合計流量約 $Q=6.3758\text{ CMS}$ ，此等水量可供大湖在晴天時作生態水調節。

(三) 排水系統幹線經池入湖流況

1. 平時流量及溢水深

平時山溝基流量 6.2833CMS 與下水道污水量 0.0925CMS 合計晴天流量 $Q=6.3758\text{ CMS}$ 入池，先由三孔舌閘排流 $3@0.815\text{CMS}=2.455\text{CMS}$ ，再經溢流堰頂排流 $Q'=3.9308\text{ CMS}$ ，其堰頂之溢水深為 $Y=0.08\text{m}$ ，沉砂池內之平均流速為 $v=0.018\text{m/s}$ 。

2. 設計流量及溢水深

以5年一次重現期距暴雨流量 $Q_5=80.67\text{cms}$ 入池之進水模擬(SWMM 模式)分析，大湖水位為 $NWL\ 15.02\text{m}$ ，推算三孔舌閘排流量為 $3@1.113\text{ cms}=3.339\text{cms}$ ，溢流堰頂之排流量為 $Q=77.331\text{cms}$ ，堰頂之溢水深為 $Y=1.22\text{m}$ ，沉砂池內之平均流速為 $v=0.164\text{m/s}$ 。

3. 異常颱風流量及溢水深

當康寧抽水站排水整體系統採行聯合運轉操作時，大湖山莊街調洪沉砂池之豎井閘門開度 0.55m ，康寧抽水站7台防洪抽水機額定總抽水量 91.4 cms 之正常運轉下，大湖排砂閘門全開，當異常颱風時($T=200\text{yr}$, $I=117.17\text{mm/hr}$)，大湖之洪水位為 $HWL\ 15.28\text{m}$ ，湖域洪水調蓄容量為 $V_s=257,400\text{m}^3$ ，出流量為 $Q_2=126.55\text{cms}$ ，而大湖北岸進流量約有 $Q_1=121.34\text{cms}$ 。此時經由三孔舌閘之排流量 $3@1.206\text{cms}=3.618\text{cms}$ ，溢流堰頂之排流量 $Q=117.722\text{cms}$ ，堰頂溢水深為 $Y=1.48\text{m}$ ，沉砂池內之平均流速為 $v=0.231\text{m/s}$ 。

八、沉砂池效益

由於大湖之湖底淤泥久未清除，其進流排水系統幹線上游未設置大湖山莊街調洪沉砂池，導致排水系統幹線之上游集水區坡地，於颱風豪雨期間排水不及，造成淹水及泥砂隨水路流竄，導致當地居民受到生命財產危害。台北市政府為謀改善而推動疏濬排水路及施設滯洪池，另積極辦理沉砂池興建，故在大湖之南北岸各規劃一座沉砂池工程計畫，北岸沉砂池設施容量 $4,600\text{m}^3$ 規模較大，獲得功效明顯，乃優先進行設計施工，茲將其工程效益說明如后：

- (一) 當大湖北端排水系統幹線進流口尚未設置北岸沉砂池時，每年入湖之泥砂量估計約有 $3,744\text{m}^3/\text{yr}$ ，此泥砂隨排水逕流入湖，從北向南分佈而沉積於湖底，順沿成功路五段左側湖濱區以 120m 寬帶狀在湖域堆積，淤積範圍約有 4.7ha ，平均厚度約 8 cm 。往昔若擬清疏，須將進流排水路另行導水，施予圍堰，然後抽乾湖水，挖除湖床淤積泥砂，經疏濬才能達到湖域原有容積。但因上述清空湖域方式勢將破壞原有湖區水生態。若興建北岸沉砂池工程設施以後，則不須清空沉砂池以外湖湖區，故可維護湖區原有水生態環境，湖域也可避免受到清疏淤泥施工之污染。

- (二) 設置北岸沉砂池後，已將入湖之排水系統幹線中可能挾帶之泥砂集中蓄積於 $4,600\text{m}^2$ 沉砂池內，不致流到大湖，估計此 $3,744\text{m}^3/\text{yr}$ 泥砂沉澱在池中厚度約 80cm ，清疏時可用小型鏟土機在規則平坦池床快速清疏作業，遠較沉砂池面積10倍以上之湖域容易，清疏作業時間縮短，工程費節省，又可避免湖域環境污染，其效益自較往昔方式為佳。
- (三) 建好北岸沉砂池後，可得較清淨湖域水質(污泥先攔蓄於北岸沉砂池內)，而使湖色較能保持優美自然，亦可提供水中魚類生物得到較好發育，相對可吸引遊客樂於觀賞。
- (四) 北岸沉砂池之設計容量係配合水土保持技術規範規定，以較具安全因子及考慮環境變數而採用年產砂量 $9684.45\text{m}^3/\text{yr}$ 為依據，正常條件下實際蓄積泥砂量 $3,744\text{m}^3/\text{yr}$ ，故沉砂池淤積之清疏作業時距亦可能多延長約3.5個月。
- (五) 北岸沉砂池設置以後，因池底施設RC格框塊石底床，可加強穩固成功路之路堤湖岸安全，且因沉砂池建有清疏導水路及岸邊路堤護腳結構，可增加橫力保護，間接亦足以提供成功路中央間隔帶之捷運高架橋基安全保護。
- (六) 茲將北岸沉砂池設置施工前、中、後示意如圖8-1~圖8-3所示，可供對照比較。

九、結論與建議

- (一) 結論
沉砂池具有攔除水路泥砂功效，正常設計位置宜設在目標水域(湖塘)前端，本案例因受環境條件限制，雖未能於成功路五段之東側谷地設進水路之沉砂池(與大湖分離)，而在大湖北端湖域施作北岸沉砂池，惟該設施效益仍能保持。設計沉砂池清疏作業已較未施做前改善，既方便清疏又節省經費，兼顧大湖生態環境維護，復能維護捷運橋基安全。經由水理分析獲知沉砂池之溢流排洪設計，足可提供異常洪水之安全排流，而加做舌閘孔兼可發揮補助排水功能。
- (二) 建議
 1. 已規劃大湖南岸沉砂池工程計畫亦宜陸續興建，俾利發揮大湖之整體沉砂功能，期使湖域周邊及進流水路上游坡地可能產生之進流淤砂，先經南北兩座沉砂池攔除，避免流入湖域。
 2. 建議市政府水利處應建立清疏作業登錄機制，除可提供主管單位之管理操作與日後工程檢討參考外，另可針對沉砂池清疏運棄泥砂再作進一步運用規劃。

十、參考文獻

1. 大湖山莊街調洪沉砂池水工模型試驗暨康寧抽水站系統整體水理分析檢討工作期末報告，臺北市政府水利工程處，民國99年9月。
2. 水土保持技術規範，行政院農業委員會，民國92年8月15日。
3. 水利會訊(第一期)，台灣省水利技師公會，民國87年4月。

投稿 104.03.30
校稿 104.04.13
定稿 104.04.29



圖 8-1 北岸沉砂池施工前工址地貌圖



圖 8-2 北岸沉砂池施工中工址地貌圖



8-3 北岸沉砂池施工後工址地貌圖