

洋仔厝溪堤岸道路第二標南北岸工程
洋仔厝溪排水使用河川公地使用申請書

修正水理分析



申請單位：彰化縣政府

中華民國 113 年 11 月

水理分析

一、排水工程設計準則

- (1).96.09 經濟部水利署水利規劃試驗所「彰化北部地區綜合治水檢討規劃(洋仔厝溪排水集水區)規劃報告」
- (2).95.06 經濟部水利署水利規劃試驗所「區域排水整治及環境營造規劃參考手冊」
- (3).113.01 經濟部水利署「申請施設跨河建造物審核要點」
- (4).106.12 交通部「公路排水設計規範」
- (5).110.08 內政部營建署「市區道路及附屬工程計規範」
- (6).112.05 農業部「水土保持技術規範」

二、完工後水理檢核

本工程範圍參考『彰化北部地區綜合治水檢討規劃(洋仔厝溪排水集水區)規劃報告』，約介於規劃里程 4k+500~5+700 之間(詳圖 1)，預計於左、右岸配置雙孔箱涵及懸臂式擋土牆，供做道路使用，為確保設施設置後仍能滿足原規劃需求，故以本工程實測斷面進行水理模式，相關邊界條件及輸入參數逐項進行說明。



圖 1 本工程相對規劃里程位置示意圖

(一) 檢算模式

本計畫水理檢算採美國陸軍工程師團水文工程中心(Hydrologic Engineering Center,U.S. Army Corps of Engineers)所發展計算水面剖線之數值模式 HEC-RAS 進行模擬。其水位剖面係採能量方程式以標準步驟迭代求得水位、通水面積、流速、福祿數等資料，能量方程式說明如下。

$$Z_2 + Y_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = Z_1 + Y_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + h_e \dots\dots\dots (能量方程式)$$

式中： Z_1, Z_2 ：上、下游斷面之河床高(m)

Y_1, Y_2 ：上、下游斷面之水位高(m)

V_1, V_2 ：上、下游斷面之平均流速(m/s)

α_1, α_2 ：上、下游斷面之速度權重係數

g ：重力加速度(m/s²)

h_e ：能量水頭損失(m)

(二) 演算範圍

水理模式建置採洋仔厝溪排水 3k+800~5k+900 範圍進行演算。

(三) 計畫流量

依洋仔厝溪排水規劃報告，本次工程段計畫流量分配詳表 1 及圖 2 所示，洋仔厝溪排水 10 年重現期距計畫流量為 771.1cms，25 年重現期距計畫流量為 992.2cms。

(四) 起算水位

本計畫採混合流演算模式，下游邊界(洋仔厝溪排水 3k+800)條件，採洋仔厝溪排水規劃報告現況通洪能力檢討表樁號 3800 之各重現期水位作為本案之起算水位(詳表 2)，上游邊界(洋仔厝溪排水 5k+900)採臨界水位計算。

表 1 洋仔厝溪排水系統滯洪池減洪後 10 年洪峰流量一覽表

控 制 點	集水面積 (km ²)	10 年洪峰流量 (cms)	減洪量(cms)	滯洪後流量 (cms)
石筍排水舊東山匯流後	20.83	187.9	42.0	145.9
石筍排水三家春匯流前	33.18	277.3	35.1	242.2
石筍排水大村匯流前	46.82	370.7	33.0	337.7
過溝排水出口	7.40	45.0	6.0	39.0
大村排水過溝匯流前	10.00	57.6	3.9	53.7
大村排水出口	17.40	100.3	9.3	91.0
石筍排水坂本匯流前	67.98	467.6	41.0	426.6
石筍排水出口	81.73	467.6	32.9	434.7
花壇排水上游改道出口	5.40	70.0	25.0	45.0
花壇排水出口	17.43	154.1	19.4	134.7
大埔截水溝出口	16.97	185.1	5.0	180.1
西門大排出口	10.25	123.9	13.3	110.6
洋子厝溪排水西門大排匯流前	35.36	329.0	24.6	304.4
洋子厝溪排水石筍匯流前	52.68	421.7	30.0	391.7
洋子厝溪排水安東匯流前	134.85	762.6	54.3	708.3
麻剪溝排水出口	5.57	38.3	9.3	29.0
舊洋子厝溪排水出口	7.75	46.2	8.1	38.1
洋子厝溪排水出口	157.98	771.1	53.3	717.8

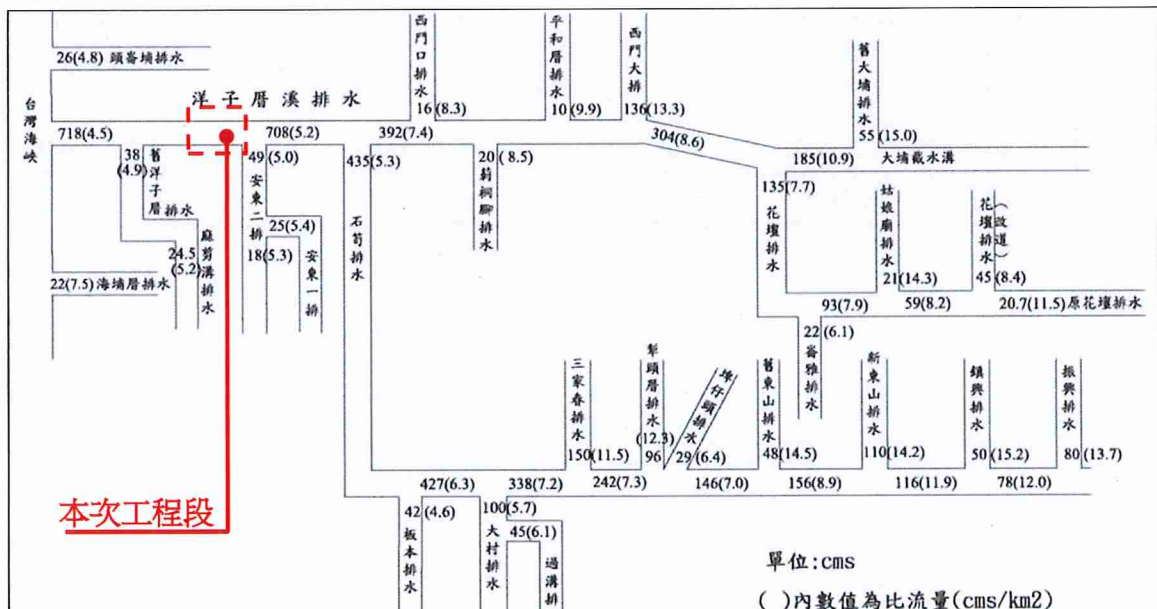


圖 2 洋仔厝溪排水計畫流量(Q10)分配圖

表 2 起算水位一覽表

重現期距(年)	2	5	10	25	50
起算水位(m)	3.5	4.33	4.85	5.46	5.88

(五)渠道曼寧係數 n 值

依據經濟部水利署水利規劃試驗所「彰化北部地區綜合治水檢討規劃(洋仔厝溪排水集水區)規劃報告」中 n 值表，因本工程新建箱涵渠底及側坡均為混凝土工，表中建議值為「0.014~0.017」，且依表 8-1，及圖 8-3，其 n 值為使用 0.02；故現況河道部分曼寧係數採 $n=0.025$ 計算，新建箱涵內側以 $n=0.015$ 計算，左右箱涵外側與中間河道以 $n=0.02$ 計算。

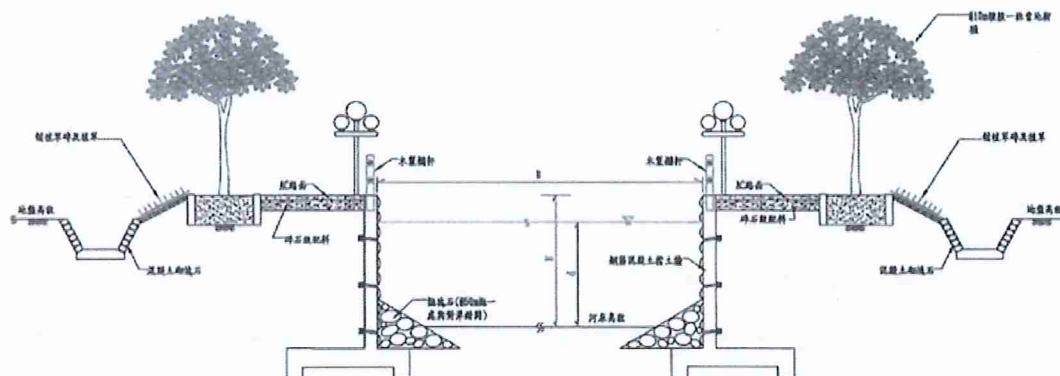
排水路材質				最大容許 平均流速 (m/sec)		曼寧公式 採用 n 值	備註
渠底		側坡		$V_{L.H}(MAX)$	$V_{計畫}(MAX)$		
土質	砂土	土質	砂土	0.5	1.0	0.030 ∫ 0.026	渠底側坡土質
	壤土		壤土	0.8	1.5		
	粘土		壤土	1.2	2.0		
土質 (含砂礫土)		混凝土砌塊石		2.0	3.0	0.021~0.029	渠底土質、側坡混砌石
		混凝土塊砌石		2.5	4.0	0.015~0.029	渠底土質、側坡混凝土坡面工
混凝土		混凝土坡面工		4.0	6.0	0.014~0.017	渠底、側坡均混凝土工
混凝土		混凝土		4.0	6.0	0.014~0.017	渠底、側坡均混凝土工

資料來源：「彰化北部地區綜合治水檢討規劃(洋仔厝溪排水集水區)規劃報告」P5-1 頁

表 8-1 洋子厝溪排水系統計畫改善排水路水理因素表(4/4)

排水名稱	樁號	流量 Q(cms)	坡度S	n值	面積 A(m ²)	流速 V(m/s)	底寬B (m)	水深d (m)	渠深H (m)	側坡Z	用地寬 (m)	斷面 型式
過溝排水	7953~8460	10.9	1/1000	0.02	7.01	1.55	3.0	1.99	2.29	0.25	6	TYPIV
	8460~8669	4.8	1/1000	0.02	7.14	0.67	3.0	2.02	2.32	0.25	6	TYPIV
	8669~9025	4.8	1/1000	0.02	6.25	0.77	3.0	1.80	2.30	0.25	6	TYPIV
	9025~9324	4.8	1/1000	0.02	5.36	0.90	3.0	1.56	2.06	0.25	6	TYPIV
	9324~9621	3.8	1/1000	0.02	4.23	0.90	2.5	1.47	1.77	0.25	5	TYPIV
	9621~10017	3.8	1/1000	0.02	3.66	1.04	2.5	1.30	1.60	0.25	5	TYPIV

圖8-3排水路規劃橫斷面示意圖(四)



註 本圖僅供參考

TYPIV

(六)斷面形式

現況斷面依本工程實測地形資料建置，完工後斷面則依圖 3 所示，左岸建置雙孔箱涵 5.2m*8.4m*2，右岸建置雙孔箱涵 6.6m*8.3m*2 進行模擬。

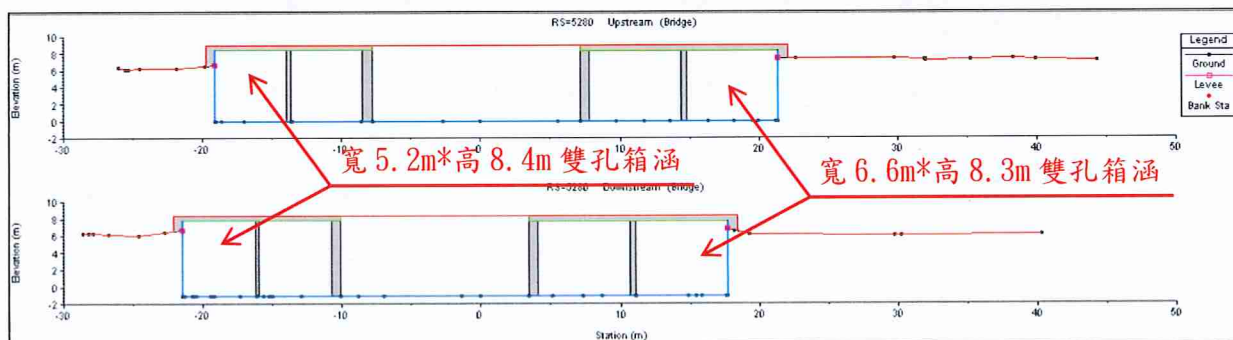


圖 3 本工程完工後斷面建置示意圖

(七)演算結果

茲彙整現況及本工程完工後 10 年重現期距水理演算成果詳表 3、表 4 及表 5 所示，依本工程演算結果得知，完工後水位略微下降，僅於斷面 4k+820 水位雖抬昇約 1~11cm，但完工後堤頂高度仍足夠尚不致溢堤，故本工程完工後符合原規劃亦能滿足 10 年重現期距保護標準。

現況及本工程完工後 25 年重現期距水理演算成果詳表 6、表 7 及表 8 所示，依本工程演算結果得知，完工後水位略微下降，僅於斷面 4k+780~5k+070 水位雖抬昇約 12~22cm，但本區段完工後堤頂高度高於 25 年重現期距水位 22~85cm，能符合 25 年重現期距不溢堤之標準，

本工程於路堤側改建之堤岸高度或箱涵頂版底部之高度將評估須不低於本工程完工後 Q10+0.5m 及 Q25 水位數據之最高值設計，經檢核完工後之護岸頂高程及箱涵頂版底部高程皆能滿足其需求，詳表 9。

表 3 現況 10 年重現期距水理演算成果表

樁號 里程 (m)	渠底 (El.m)	左岸 高程 (El.m)	右岸 高程 (El.m)	Q10 水位 (EL.m)	能量坡降 (m/m)	平均 流速 (m/s)	通水 面積 (m ²)	水面 寬 (m)	福祿 數 (-)	備註
3k+800	-0.60	6.06	6.37	4.85	0.000440	2.09	369.68	87.27	0.32	
4k+300	-0.85	6.42	6.73	5.09	0.000306	1.84	419.80	90.93	0.27	
4k+400	-0.90	6.25	6.59	5.14	0.000336	1.92	401.05	86.95	0.29	渡槽
4k+500	-1.20	6.14	6.61	5.13	0.000668	2.32	332.15	71.74	0.34	
4k+780	-0.80	7.69	7.63	5.05	0.001660	4.19	184.02	39.01	0.62	人和橋
4k+820	-1.00	7.51	7.47	5.09	0.001900	4.31	178.85	37.88	0.63	
5k+000	-1.08	6.70	6.77	5.58	0.001332	3.86	199.98	38.19	0.54	
5k+070	-1.00	6.82	6.70	5.62	0.001562	4.06	189.88	38.64	0.59	
5k+377	-0.10	7.34	6.39	6.34	0.001071	3.54	217.68	40.18	0.49	
5k+540	-0.10	7.97	6.86	6.75	0.000581	2.72	283.41	52.29	0.37	
5k+595	0.20	8.18	7.02	6.77	0.000775	2.98	259.05	53.00	0.43	下佃尾排水
5k+700	0.90	8.44	7.89	7.06	0.000373	2.17	355.29	65.25	0.30	
5k+900	1.50	8.57	8.05	7.13	0.000475	2.30	335.50	70.26	0.34	

表 4 本工程完工後 10 年重現期距水理演算成果表(河道未拓寬)

樁號 里程 (m)	渠底 (El.m)	左岸 高程 (El.m)	右岸 高程 (El.m)	Q10 水位 (EL.m)	能量坡降 (m/m)	平均 流速 (m/s)	通水 面積 (m ²)	水面 寬 (m)	福祿 數 (-)	備註
3k+800	-0.60	6.06	6.37	4.85	0.00261	2.09	369.68	87.27	0.32	
4k+300	-0.85	6.42	6.73	5.01	0.000191	1.87	412.74	90.73	0.28	
4k+400	-0.90	6.03	6.64	5.04	0.000213	1.97	392.07	86.68	0.30	渡槽
4k+500	-1.20	7.11	7.23	4.99	0.000337	2.42	318.13	70.62	0.36	
4k+780	-1.40	6.60	6.54	5.13	0.000344	2.93	262.89	41.00	0.37	人和橋
4k+820	-1.35	6.48	6.48	5.14	0.000441	3.28	235.29	36.97	0.41	
5k+000	-0.94	6.47	6.47	5.46	0.000386	3.09	249.66	39.20	0.39	
5k+070	-1.00	6.67	6.64	5.63	0.000334	2.89	266.83	41.90	0.37	
5k+377	-0.10	7.48	7.32	6.09	0.000442	3.24	238.27	39.00	0.42	
5k+540	-0.10	8.51	7.70	6.50	0.000239	2.26	340.57	57.73	0.30	
5k+595	0.20	7.68	7.59	6.50	0.000366	2.72	283.22	49.06	0.36	下佃尾排水
5k+700	0.90	7.97	8.90	6.63	0.000287	2.36	326.26	64.31	0.34	
5k+900	1.50	8.57	8.05	6.67	0.000383	2.54	303.52	69.28	0.39	

表 5 本工程完工後 10 年重現期距水理演算成果表(河道拓寬後)

樁號 里程 (m)	渠底 (El.m)	左岸 高程 (El.m)	右岸 高程 (El.m)	Q10 水位 (EL.m)	能量坡降 (m/m)	平均 流速 (m/s)	通水 面積 (m ²)	水面 寬 (m)	福祿 數 (-)	備註
3k+800	-0.60	6.06	6.37	4.85	0.000261	2.09	369.68	87.27	0.32	
4k+300	-0.85	6.42	6.73	5.01	0.000191	1.87	412.74	90.73	0.28	
4k+400	-0.90	6.03	6.64	5.04	0.000213	1.97	392.07	86.68	0.30	渡槽
4k+500	-1.20	7.11	7.23	4.99	0.000337	2.42	318.13	70.62	0.36	
4k+780	-1.40	6.60	6.54	5.13	0.000344	2.93	262.89	41.00	0.37	人和橋
4k+820	-1.35	6.48	6.48	5.20	0.000340	2.92	264.52	41.2	0.37	
5k+000	-0.94	6.47	6.47	5.37	0.000403	3.13	246.15	39.20	0.40	
5k+070	-1.00	6.67	6.64	5.55	0.000348	2.93	263.37	41.90	0.37	
5k+377	-0.10	7.48	7.32	6.03	0.000457	3.27	235.73	39.00	0.42	
5k+540	-0.10	8.51	7.70	6.45	0.000246	2.29	337.40	57.72	0.30	
5k+595	0.20	7.68	7.59	6.44	0.000377	2.75	280.53	49.05	0.37	下佃尾排水
5k+700	0.90	7.97	8.90	6.58	0.000296	2.39	322.9	64.26	0.34	
5k+900	1.50	8.57	8.05	6.62	0.000397	2.57	299.97	69.17	0.39	

表 6 現況 25 年重現期距水理演算成果表

樁號 里程 (m)	渠底 (El.m)	左岸 高程 (El.m)	右岸 高程 (El.m)	Q25 水位 (EL.m)	能量坡降 (m/m)	平均 流速 (m/s)	通水 面積 (m ²)	水面 寬 (m)	福祿 數 (-)	備註
3k+800	-0.60	6.06	6.37	5.46	0.000482	2.34	423.64	89.68	0.34	
4k+300	-0.85	6.42	6.73	5.73	0.000338	2.07	478.46	92.51	0.29	
4k+400	-0.90	6.03	6.64	5.78	0.000370	2.17	457.52	88.62	0.30	渡槽
4k+500	-1.20	6.25	6.59	5.76	0.000745	2.63	377.74	72.95	0.37	
4k+780	-0.80	7.69	7.63	5.60	0.001970	4.83	205.39	39.32	0.67	人和橋
4k+820	-1.00	7.51	7.47	5.63	0.002257	4.97	199.72	38.31	0.69	
5k+000	-1.08	6.70	6.77	6.27	0.001518	4.38	226.73	38.80	0.58	
5k+070	-1.00	6.82	6.70	6.33	0.001727	4.56	217.38	39.33	0.62	
5k+377	-0.10	7.34	6.39	7.19	0.001142	3.93	252.27	40.60	0.50	
5k+540	-0.10	7.97	6.86	7.69	0.000593	2.98	333.39	53.50	0.38	
5k+595	0.20	8.18	7.02	7.72	0.000747	3.21	309.41	53.76	0.43	下佃尾排水
5k+700	0.90	8.44	7.89	8.03	0.000370	2.37	419.00	65.90	0.30	
5k+900	1.50	8.57	8.05	8.10	0.000451	2.45	405.43	73.83	0.33	

表 7 本工程完工後 25 年重現期距水理演算成果表(河道未拓寬)

樁號 里程 (m)	渠底 (El.m)	左岸 高程 (El.m)	右岸 高程 (El.m)	Q25 水位 (EL.m)	能量坡降 (m/m)	平均 流速 (m/s)	通水 面積 (m ²)	水面 寬 (m)	福祿 數 (-)	備註
3k+800	-0.60	6.06	6.37	5.46	0.000285	2.34	423.64	89.68	0.34	
4k+300	-0.85	6.42	6.73	5.64	0.000211	2.11	470.46	92.30	0.30	
4k+400	-0.90	6.03	6.64	5.67	0.000234	2.22	447.32	88.32	0.31	渡槽
4k+500	-1.20	7.11	7.23	5.60	0.000374	2.74	361.69	71.53	0.39	
4k+780	-1.40	6.60	6.54	5.75	0.000430	3.44	288.46	41.00	0.41	人和橋
4k+820	-1.35	6.48	6.48	5.77	0.000550	3.84	258.68	36.97	0.46	
5k+000	-0.94	6.47	6.47	6.22	0.000455	3.55	279.51	39.20	0.42	
5k+070	-1.00	6.67	6.64	6.45	0.000383	3.29	301.23	41.90	0.39	
5k+377	-0.10	7.48	7.32	7.02	0.000477	3.61	274.66	39.00	0.43	
5k+540	-0.10	8.51	7.70	7.54	0.000240	2.48	400.34	57.91	0.30	
5k+595	0.20	7.68	7.59	7.53	0.000367	2.97	333.85	49.28	0.36	下佃尾排水
5k+700	0.90	7.97	8.90	7.70	0.000261	2.51	395.49	65.31	0.33	
5k+900	1.50	8.57	8.05	7.74	0.000323	2.62	379.05	72.18	0.36	

表 8 本工程完工後 25 年重現期距水理演算成果表(河道拓寬後)

樁號 里程 (m)	渠底 (El.m)	左岸 高程 (El.m)	右岸 高程 (El.m)	Q25 水位 (EL.m)	能量坡降 (m/m)	平均 流速 (m/s)	通水 面積 (m ²)	水面 寬 (m)	福祿 數 (-)	備註
3k+800	-0.60	6.06	6.37	5.46	0.000285	2.34	423.64	89.68	0.34	
4k+300	-0.85	6.42	6.73	5.64	0.000211	2.11	470.46	92.30	0.30	
4k+400	-0.90	6.03	6.64	5.67	0.000234	2.22	447.32	88.32	0.31	渡槽
4k+500	-1.20	7.11	7.23	5.60	0.000374	2.74	361.69	71.53	0.39	
4k+780	-1.40	6.60	6.54	5.75	0.000430	3.44	288.46	41.00	0.41	人和橋
4k+820	-1.35	6.48	6.48	5.85	0.000419	3.40	291.48	41.20	0.41	
5k+000	-0.94	6.47	6.47	6.09	0.000482	3.62	274.18	39.20	0.44	
5k+070	-1.00	6.67	6.64	6.33	0.000404	3.35	296.07	41.90	0.40	
5k+377	-0.10	7.48	7.32	6.93	0.000497	3.66	270.98	39.00	0.44	
5k+540	-0.10	8.51	7.70	7.46	0.000249	2.51	395.83	57.89	0.31	
5k+595	0.20	7.68	7.59	7.45	0.000380	3.01	330.01	49.26	0.37	下佃尾排水
5k+700	0.90	7.97	8.90	7.63	0.000271	2.54	390.67	65.24	0.33	
5k+900	1.50	8.57	8.05	7.67	0.000336	2.65	373.79	74.84	0.37	

表 9 本工程路堤側堤岸高度評估表

樁號 里程 (m)	本工程完 工後 Q10 水位 +0.5m (El.m) (未拓寬)	本工程 完工後 Q25 水位 (El.m) (未拓寬)	本工程完 工後 Q25 水位 (El.m) (拓寬後)	左岸護 岸頂或 箱涵頂 版底部 高程 設計值 (El.m)	右岸護 岸頂或 箱涵頂 版底部 高程 設計值 (El.m)	左岸結構 物型式	右岸結構 物型式
3k+800	5.35	5.46	5.46	非本工程範圍			
4k+300	5.51	5.64	5.64	非本工程範圍			
4k+400	5.54	5.67	5.67	非本工程範圍			
4k+500	5.49	5.60	5.60	7.11	7.23	既有 土坡	既有 懸臂式 擋土牆
4k+780	5.63	5.75	5.75	6.60	6.54	雙孔箱涵	雙孔箱涵
4k+820	5.64	5.77	5.85	6.48	6.48	雙孔箱涵	雙孔箱涵
5k+000	5.96	6.22	6.09	6.47	6.47	雙孔箱涵	雙孔箱涵
5k+070	6.13	6.45	6.33	6.67	6.64	雙孔箱涵	雙孔箱涵
5k+377	6.59	7.02	6.93	7.48	7.32	雙孔箱涵	雙孔箱涵
5k+540	7.00	7.54	7.46	8.51	7.70	懸臂式 擋土牆	懸臂式 擋土牆
5k+595	7.00	7.53	7.45	7.68	7.59	懸臂式 擋土牆	懸臂式 擋土牆
5k+700	7.13	7.70	7.63	7.97	8.90	懸臂式 擋土牆	懸臂式 擋土牆
5k+900	7.17	7.74	7.67	非本工程範圍			

三、沖刷深度分析

本工程箱涵邊牆沖刷行為較接近橋臺局部沖刷模式，參考公路排水設計規範「橋臺局部沖刷深度」章節之公式計算箱涵邊牆沖刷深度，以作為基礎保護設施之依據。

(一)台灣地區公路工程機構常用公式

$$h_s = K(d_1 - d_2)$$

式中 h_s ：沖刷深度(m)

K ：0.8~1.0，視河床質大小而異；礫石採0.8，砂採1.0

d_1 ：橋梁上游側最高水位(m)

d_2 ：橋梁下游側最低水位(m)

$$K = 1$$

1. 左岸箱涵起點 5k+454， $d_1=7.70\text{m}$

左岸箱涵終點 4k+709， $d_2=5.60\text{m}$

$$h_s = 1 \times (7.70 - 5.60) = 2.10\text{m}$$

2. 右岸箱涵起點 5k+382， $d_1=6.93\text{m}$

右岸箱涵終點 4k+071， $d_2=5.60\text{m}$

$$h_s = 1 \times (6.93 - 5.60) = 1.33\text{m}$$

(二) HIRE 公式

$$h_s = 4y_1 \left(\frac{K_s}{0.55} \right) K_\alpha Fr_1^{0.33}$$

式中 h_s ：沖刷深度(m)

y_1 ：橋臺基部上游側之水深(m)

Fr_1 ：橋臺基部上游之福祿數

K_s ：橋臺形狀修正係數(見圖4)

K_α ：水流攻角修正係數(見圖5)

1. 左岸箱涵起點 5k+454， $y_1 = 7.70\text{m}$

$$F_{r1} = 0.31$$

$$K_s = 1$$

K_α = 水流攻角幾乎與箱涵邊牆平行， $\theta = 0$ ，採 $\theta = 3$ ，

查圖 $K_\alpha = 0.06$

$$h_s = 4 \times 7.70 \times (1/0.55) \times 0.06 \times 0.31^{0.33} = 2.28 \text{ m}$$

2. 右岸箱涵起點 5k+382， $y_1 = 6.93\text{m}$

$$F_{r1} = 0.44$$

$$K_s = 1$$

K_α = 水流攻角幾乎與箱涵邊牆平行， $\theta = 0$ ，採 $\theta = 3$ ，

查圖 $K_\alpha = 0.06$

$$h_s = 4 \times 6.93 \times (1/0.55) \times 0.06 \times 0.44^{0.33} = 2.31 \text{ m}$$

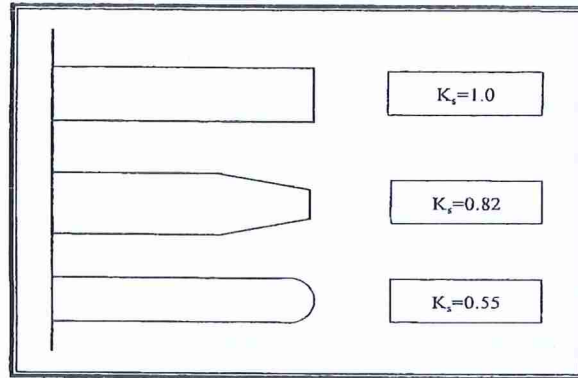


圖4 橋臺形狀修正係數 K_s 示意圖

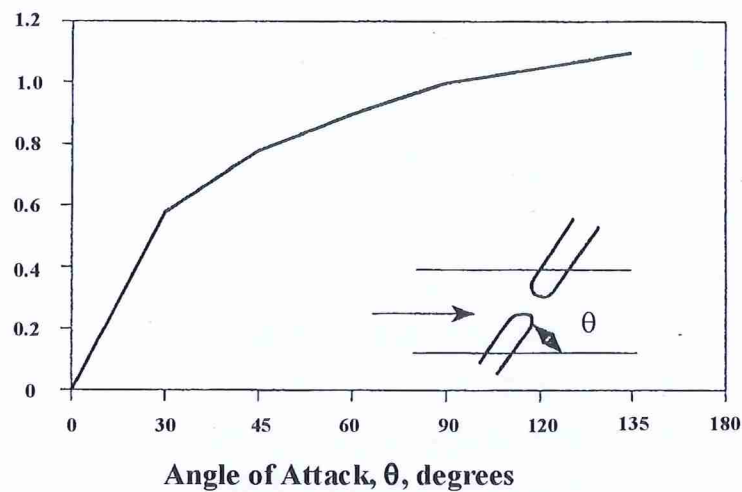


圖5 水流攻角正係數 K

- (三) 計得最大冲刷深度為 2.31m，本工程箱涵臨河側邊牆基礎下皆有設置 4M 永久性鋼板樁及 12M 基樁防冲刷(詳圖 6)，其長度皆大於計得之冲刷深度，安全無虞。

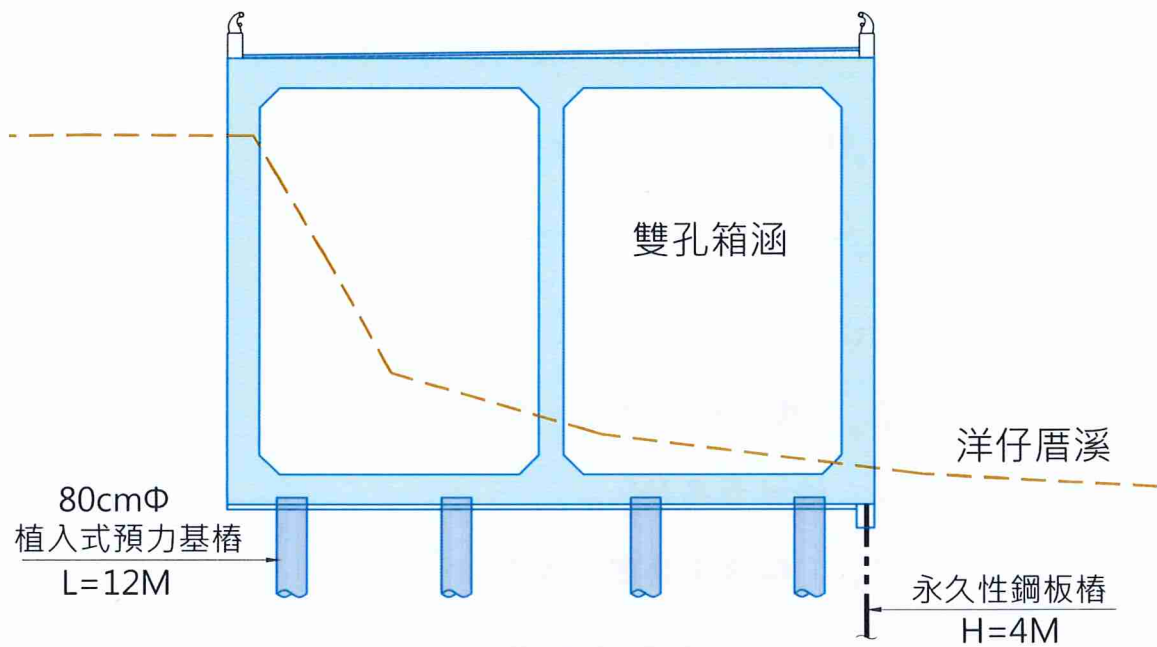


圖6 箱涵基礎詳圖

四、出水高減少率檢討

依「申請施設跨河建造物審核要點」，第七點第(一)項，一維水理演算分析成果，其墩前壅高不得超過該河段出水高之百分之十。

本工程墩前壅高採 Yarnell 公式估算，公式說明如下。

$$h = 2K_n \left(K_n + 5Fr^2 - 0.6 \right) \left(\alpha + 15\alpha^4 \right) V_3^2 / 2g$$

$$Fr = V_3 / (gy_3)^{0.5}$$

$$\alpha = A_{p3} / A_3$$

式中 K_n ：橋墩形狀係數，參見表 R-3

h ：橋梁壅高值(m)

A_{p3} ：橋墩正面阻水面積(m²)

V_3 ：橋梁下游側流速(m/s)

y_3 ：橋梁下游側水深(m)

A_3 ：橋梁下游側水流面積(m²)

$$K_n = 0.861$$

$$A_{p3} = 0.65 \times 6.13 = 3.98 \text{ m}^2$$

$$V_3 = 3.27 \text{ m/s}$$

$$y_3 = 6.03 + 0.1 = 6.13 \text{ m}$$

$$A_3 = 235.73 \text{ m}^2$$

$$Fr = 3.27 / (9.8 \times 6.13)^{0.5} = 0.42$$

$$\alpha = 3.98 / 235.73 = 0.017$$

$$\begin{aligned} h &= 2 \times 0.861 \times (0.861 + 5 \times 0.42^2 - 0.6) \times (0.017 + 15 \times 0.017^4) \times 3.27^2 / (2 \times 9.8) \\ &= 0.02 \text{ m} = 2 \text{ cm} \end{aligned}$$

表 R-3 係數(Kn)

上游端墩鼻形狀	下游端墩鼻形狀				
					
	0.861	0.866	0.862	0.873	0.863
	0.914	0.923	0.915	0.923	0.931
	0.894	0.905	0.893	0.902	0.905
	0.910	0.918	0.912	0.916	0.929
	0.903	0.927	0.921	0.927	0.935

以 Q10 計畫流量估算 5k+377 處箱涵邊牆墩前壅高約 2 公分，洋仔厝溪排水出水高 50 公分，故本工程出水高減少率 $2/50=4\%$ ，未超過 10%。

現況及本工程完工後 25 年重現期距水理演算成果詳表 6、表 7 及表 8 所示，依本工程演算結果得知，完工後水位大部分都略微下降，施工前後壅高之問題無影響。

五、施工中侷限水位分析

以現況斷面考量採半半施工方式施作，評估單側打設圍堰及施工構台，單側通水下的侷限水位，如下圖 7 所示，通水斷面僅侷限於單側。

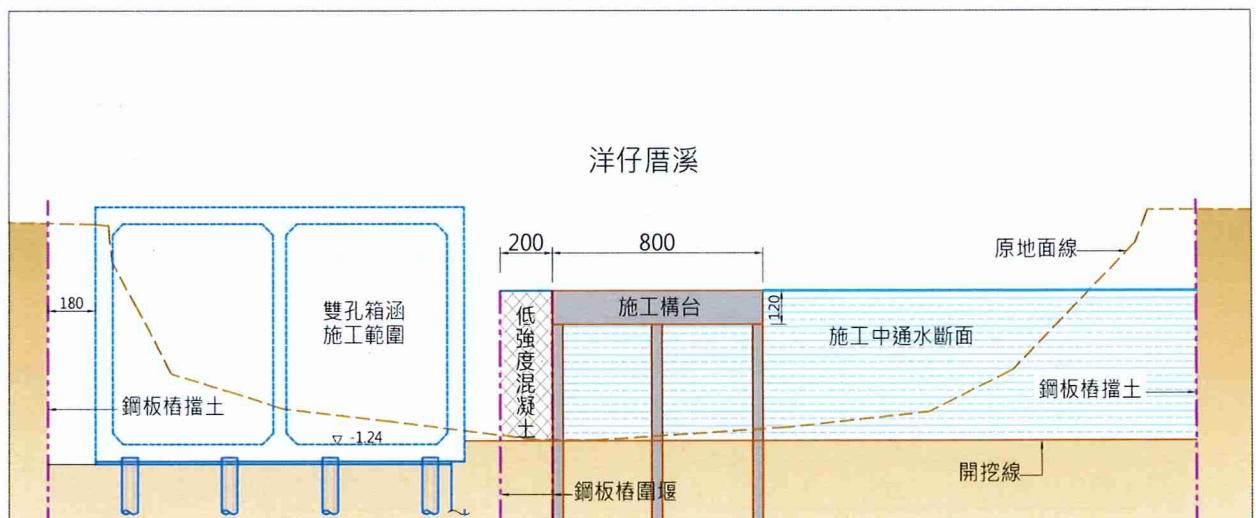


圖 7 施工中侷限斷面示意圖

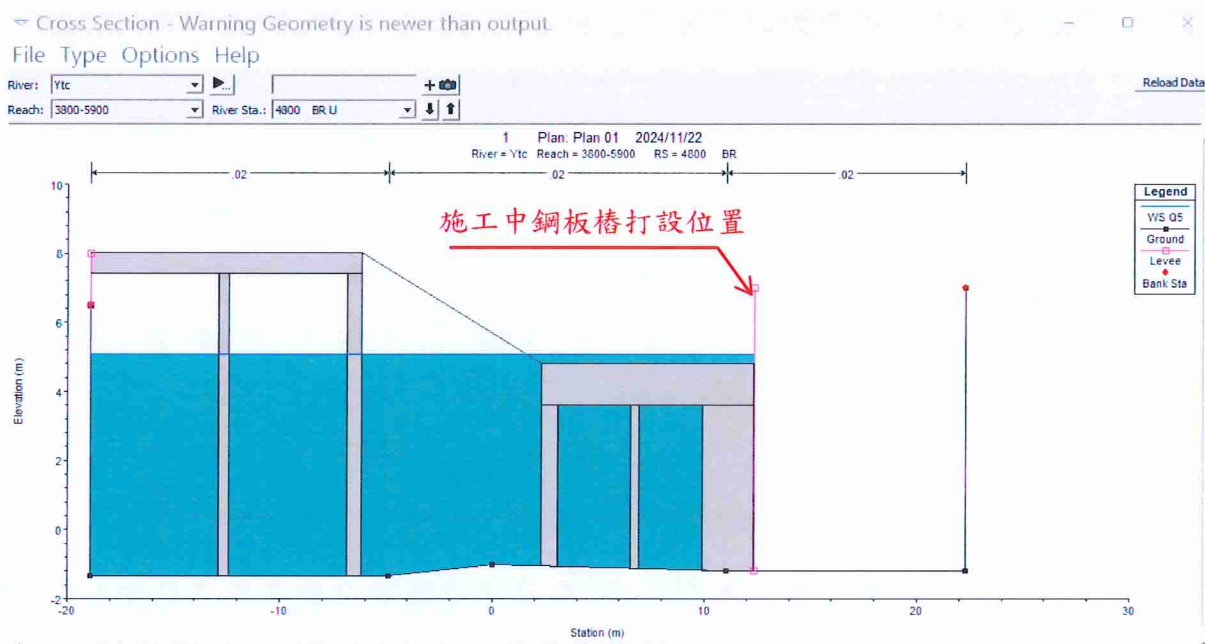


圖 8 施工中侷限斷面建置示意圖

施工中侷限水位水理演算結果詳表 10 及圖 9 所示，因本案施工中束縮河道的幅度較大，經評估若於侷限狀況下，5 年重現期距洪峰流量(599.9cms)尚無溢堤之風險。

表 10 施工中侷限 Q'5 水位水理演算成果表

樁號 里程 (m)	渠底 (El.m)	現況 左岸 高程 (El.m)	現況 右岸 高程 (El.m)	侷限 Q'5 水位 (EL.m)	能量 坡降 (m/m)	平均 流速 (m/s)	通水 面積 (m ²)	水面 寬 (m)	福祿 數 (-)	備 註
4k+500	-1.20	6.15	6.60	4.46	0.000300	2.13	281.09	69.88	0.34	
4k+580	-1.30	6.50	6.70	4.26	0.000734	3.35	178.94	37.25	0.49	
4k+780	-0.80	7.69	7.63	5.10	0.000484	3.02	198.91	31.05	0.38	
4k+820	-1.00	7.50	7.00	5.39	0.000436	2.90	206.72	31.25	0.36	
5k+000	-1.08	6.47	6.47	6.07	0.000435	2.94	204.19	29.25	0.36	已完工
5k+070	-1.00	6.67	6.64	6.21	0.000356	2.70	222.06	31.95	0.33	
5k+377	-0.10	7.48	7.32	6.52	0.000535	3.16	189.98	29.05	0.39	
5k+540	-0.10	8.51	7.70	6.99	0.000113	1.63	368.81	57.88	0.21	
5k+595	0.20	7.68	7.59	6.98	0.000172	1.95	307.48	49.24	0.25	
5k+700	0.90	7.97	8.90	7.05	0.000134	1.69	354.36	65.06	0.23	

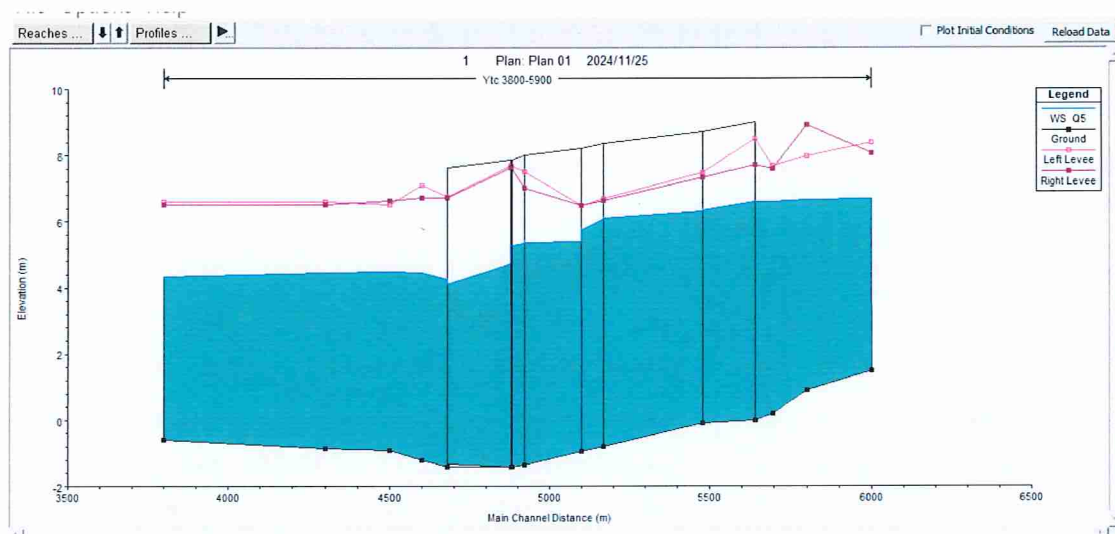


圖 9 施工中侷限 Q'5 水位剖面圖

因本案施工中束縮河道的幅度較大，保護對象以兩側民宅為主，為避免施工中溢堤，臨路側鋼板樁高度參考現況堤頂或計畫堤頂打設。但臨水側圍堰則依施工構台高度佈設，若水位若超過此高度即可往工地溢流過去，達到全斷面通水，可滿足 10 年重現期(771.1cms)不溢堤，水理演算結果詳表 11 及圖 10 所示。

近年極端氣候易造成瞬間性暴雨，因此，束縮段河道施工仍儘可能避開汛期施工，若無可避免汛期施工，則需儘可能不侷限斷面，讓洪水來時能維持全斷面通水狀態。

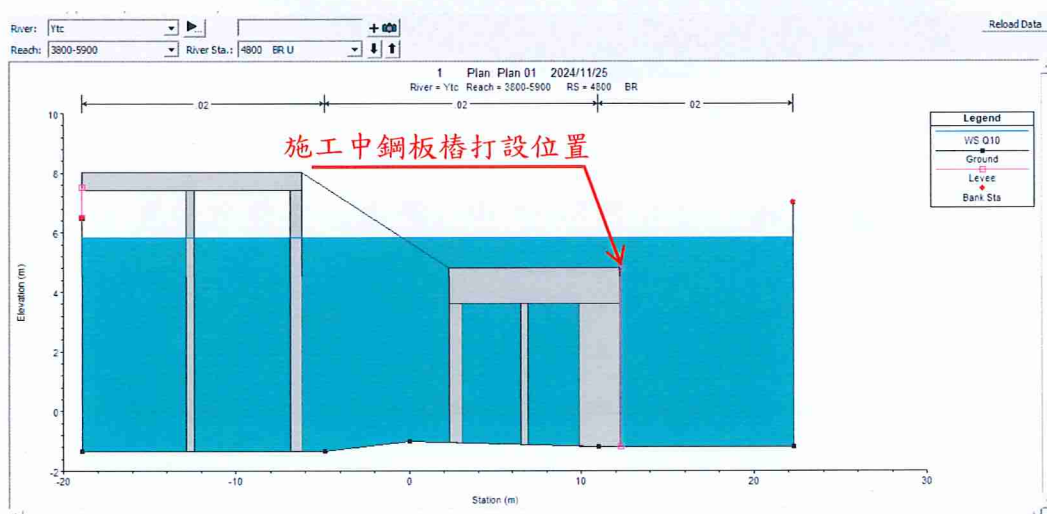


圖 10 施工中非侷限 Q'10 (溢流)斷面建置示意圖

表 11 施工中非侷限(溢流)Q'10 水位水理演算成果表

樁號 里程 (m)	渠底 (El.m)	現況 左岸 高程 (El.m)	現況 右岸 高程 (El.m)	侷限 Q'10 水位 (EL.m)	能量 坡降 (m/m)	平均 流速 (m/s)	通水 面積 (m ²)	水面 寬 (m)	福祿 數 (-)	備 註
4k+500	-1.20	6.15	6.60	4.99	0.000336	2.42	318.21	70.69	0.36	
4k+580	-1.30	6.50	6.70	4.88	0.000698	3.15	244.59	44.07	0.43	
4k+780	-0.80	7.69	7.63	5.84	0.000393	2.64	292.26	41.00	0.32	
4k+820	-1.00	7.50	7.00	5.97	0.000378	2.60	296.41	41.20	0.31	
5k+000	-1.08	6.47	6.47	6.32	0.000417	2.72	283.25	39.20	0.32	已完工
5k+070	-1.00	6.67	6.64	6.45	0.000280	2.56	301.32	41.90	0.30	
5k+377	-0.10	7.48	7.32	6.83	0.000382	2.89	267.21	39.00	0.35	
5k+540	-0.10	8.51	7.70	7.15	0.000172	2.04	378.39	57.89	0.25	
5k+595	0.20	7.68	7.59	7.15	0.000263	2.44	315.50	49.25	0.31	
5k+700	0.90	7.97	8.90	7.26	0.000198	2.10	367.82	65.27	0.28	

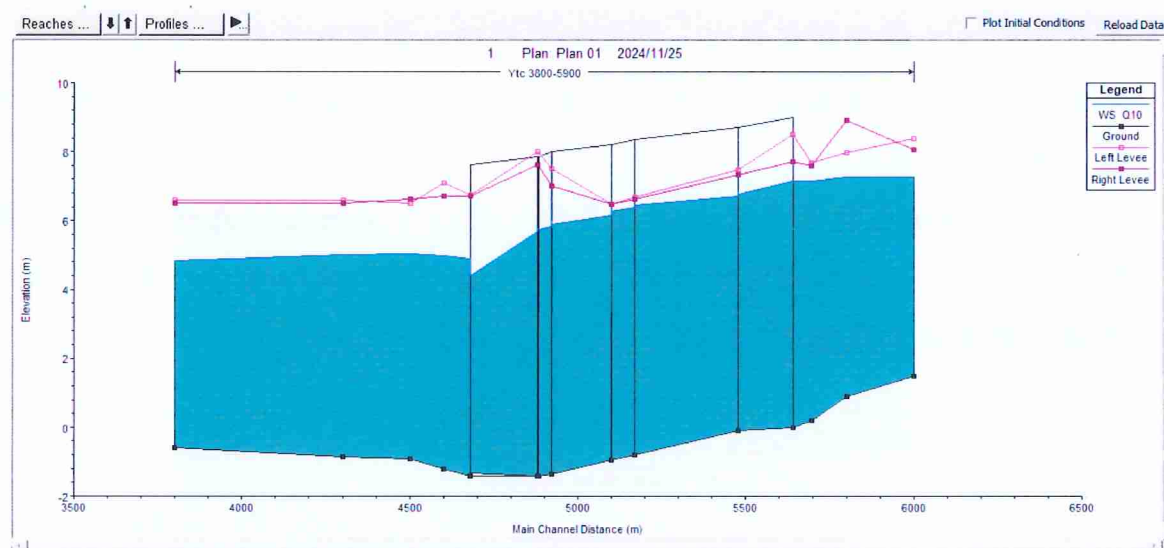


圖 11 施工中非侷限 Q'10 (溢流) 水位剖面圖