

蘇澳溪分洪道工程(基本設計階段) 水工模型試驗成果報告(修正版)



初步報告並非最終結果，僅供參考，不具備任何契約效力。
(初步成果並非最終結果，僅供參考，不具備任何契約效力)

主辦機關：經濟部水利署第一河川分署

執行機關：經濟部水利署水利規劃分署

中 華 民 國 113 年 12 月

摘要

一、前言

行政院於 112 年 3 月 2 日院臺經字第 1125003837 號函原則同意辦理「蘇澳溪分洪工程計畫」，分洪隧道路線及配置如摘照 1 所示，本試驗計畫係依據基本設計單位(黎明工程)提供分洪工程基本設計圖說進行水工模型試驗，檢核蘇澳溪分洪道工程基本設計是否可達到 Q_{200} 攔河堰分洪約 170cms 及 Q_{200} 隧道分洪約 690cms 之工程計畫預期目標，將研究成果提供規劃設計及施工單位參考。



摘照片 1 分洪工程位置示意空拍

二、基本資料蒐集

(一)河川水文

蘇澳溪流域面積 29.2 平方公里，地勢大致由北往南傾斜，海拔高程約 960 公尺以下，其中平地面積約為 6.3 平方公里，約佔全流域之 21.6%，山地面積約為 22.9 平方公里，約佔全流域之 78.4%。

蘇澳溪河道型態受限山崖、現有堤防及橋梁影響，且大部份係以人工規制，河道之蜿蜒形狀已非天然型態；依據去年蘇澳溪疏濬後空拍摘照 2-1-1~2-1-3 顯示，蘇澳溪於油庫一號橋橋墩上下游各約保留約 100m 河道疏濬道路，初期雖顯示有兩條沿左右岸護岸之人工低水河槽，惟因受斷面 51.1(白米溪與圳頭坑溪匯流處)至斷面 49 左側月彎形高灘樹叢束縮河道影響，其主要低水流路沿蘇澳溪斷面 51.1 至斷面 49 右側而下，而後在斷面 48 轉偏左沿左岸護岸前緣草叢平行而下。



摘照 2-1-1 白米溪及圳頭坑溪匯流



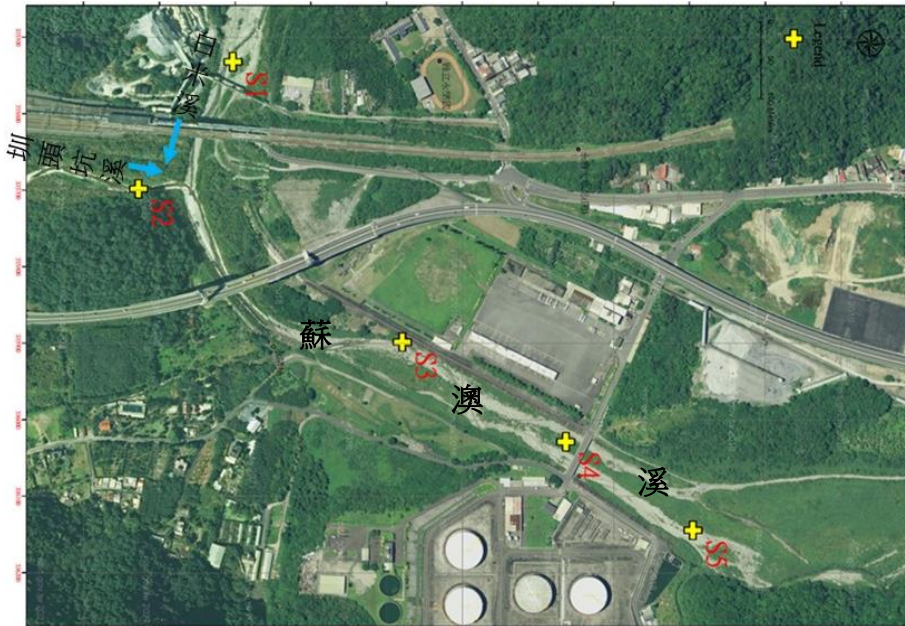
摘照 2-1-2 蘇澳溪斷面 51.1 至斷面 49 左側月彎形高灘樹叢



摘照 2-1-3 蘇澳溪與猴猴坑溪匯流

(二)河床質調查

在分洪工程範圍選擇 5 處孔位辦理河床質採樣調查，分別為上游兩支流(白米溪、圳頭坑溪)各 1 處(S1、S2)、蘇澳溪主流河段 2 處(S3、S4)、蘇澳溪與猴猴坑溪匯流下游 1 處(S5)，相關採樣點位置如摘照 2-2-1 及採樣施作情形如摘照 2-2-2，相關採樣分析成果如摘表 2-2-1。



摘照 2-2-1 採樣位置空拍

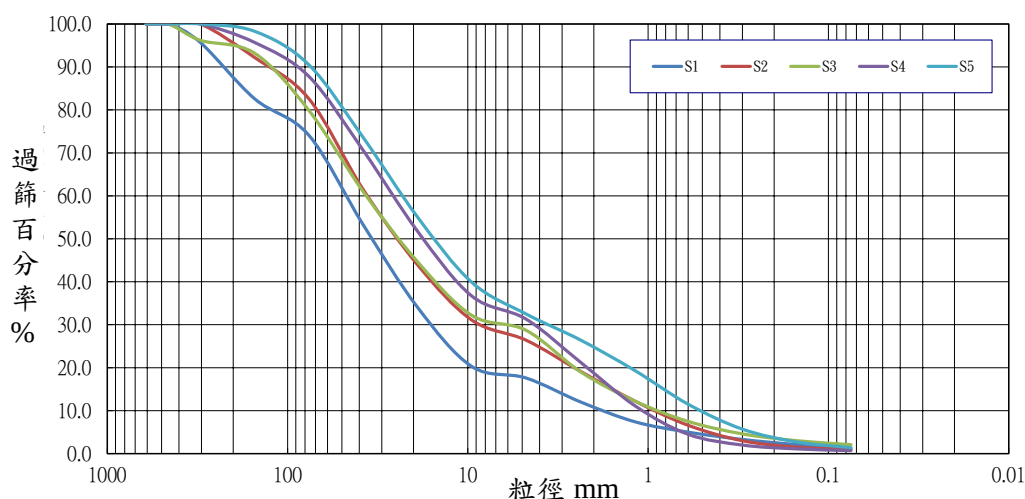


摘照 2-2-2 現場採樣作業情形

綜合上述各採樣孔相關成果分析資料彙整如摘表 2-2-1 及摘圖 2-2-1 所示，粗顆粒分佈約為 67.5%~82.4%之間，細顆粒分佈約為 16.3%~31.1%之間，#200 以下含泥成分相當小，且由上游往下游顆粒有漸變小趨勢， D_{50} 約介於 15.85mm~32.06mm 之間、平均粒徑 D_m 約介於 29.15mm~72.09mm 之間。

摘表 2-2-1 各採樣孔河床質相關成果資料彙整表

孔號	S1 (白米溪)	S2 (圳頭坑溪)	蘇澳溪		
			S3	S4	S5
最大粒徑	18"	12"	18"	12"	12"
粗料比例	82.4%	73.6%	71.3%	68.7%	67.5%
細料比例	16.3%	25.4%	26.6%	30.6%	31.1%
含泥量	1.3%	1.0%	2.1%	0.7%	1.4%
D_{50} (mm)	32.06	25.58	25.24	17.91	15.85
D_m (mm)	72.09	45.77	51.97	35.12	29.15



摘圖 2-2-1 各孔位粒徑分布比較圖(S1~S5)

(三)洪峰流量

依據基設單位 113 年水文分析結果顯示，攔河堰集水區之 200 年重現期距洪水量已略有降低，其主要原因為民國 99 年梅姬颱風降雨量為歷史最大(降雨量達 1,084mm/24hr)，然因近 12 年最大降雨量僅有 390 mm/24hr，故以平均化效應，其各重現期距洪水量皆略有調降，基設單位研判分析結果應屬合宜；然以保守性及安全性之考量，基設單位建議仍採用前期規劃分析結果蘇澳溪 Q_{200} (860cms)之 80% (690cms)作為分洪隧道之設計流量如摘表 2-3-1。

摘表 2-3-1 攔河堰各重現期距洪峰流量一覽表

單位：立方公尺/秒

控制點 (攔河堰)	重現期距(年)						
	2	5	10	25	50	100	200
支流圳頭坑溪出口	90	134	173	238	299	374	462
支流白米溪出口	112	166	215	295	371	465	579
白米溪與圳頭坑溪合流後	137	208	266	352	427	512	610
猴猴溪合流前	155	235	301	398	483	579	689
分洪點(攔河堰)(102 年中興工程)	194	264	376	497	603	723	860
分洪點(攔河堰)(113 年黎明工程)	189	285	362	475	571	679	801

資料來源：1.「蘇澳溪治理規劃檢討」，水利規劃分署，民國 100 年，水文分析年限民國 37~民國 99 年。

2.「縣管河川蘇澳溪水系分洪道規劃」，中興工程，民國 102 年，200 年重現期距洪峰流量參照「蘇澳溪治理規劃檢討」分析方式推算。

3.基設單位(黎明工程)分析，民國 113 年，分析年限民國 37 年~民國 111 年。

(四)河道輸砂能力

民國 102 年「蘇澳溪水系治理規劃檢討」為瞭解蘇澳溪各斷面在不同流量之輸砂能力，採用 CWSE 模式及定床模式計算各斷面輸砂能力，分別利用適用砂礫石河床（中值粒徑 0.4~30mm）之 Meyer-Peter,Muller 公式計算推移質之輸砂能力，而懸浮載之輸砂能力則採用張氏公式(Chang, H.H.)推算；蘇澳溪分洪工程範圍各斷面各重現期距輸砂量推算成果詳摘表 2-4-1(斷面 51.1~斷面 36)，整體而言，各斷面之輸砂能力隨流速之增加而增大，大致可發現上游輸砂能力較下游大之趨勢。

摘表 2-4-1 蘇澳溪分洪工程範圍河道輸砂能力推算成果表

斷面編號	河心累距 (公尺)	總輸砂量(公斤/秒)					
		Q ₁₀₀	Q ₅₀	Q ₂₅	Q ₁₀	Q ₅	Q ₂
36(攔砂壩)	2,700	38,116	29,453	2,6670	25,515	23,864	19,026
37	2,750	7,918	7,103	6,118	4,968	3,692	2,304
39	2,900	9,126	6,029	3,939	2,051	1,241	586
40	2,977	40,688	10,642	6,221	3,074	1,236	345
41	3,050	1,878	1,399	999	567	277	146
42	3,178	1,121	794	528	283	161	92
44(油庫一號橋)	3,342	9,135	5,705	3,481	1,681	859	258
45	3,400	17,231	14,109	16,081	14,340	1,944	794
46	3,500	24,293	7,346	5,076	3,292	2,287	1,336
47	3,607	15,783	12,838	9,948	6,856	5,019	3,107
48	3,700	14,332	11,299	9,622	6,666	4,921	6,121
49	3,768	4,879	3,266	2,398	1,497	921	409
50	3,850	19,369	14,578	10,702	6,322	4,574	3,047
51	3,950	1,263	1,056	850	700	621	558
51.1	3,996	1,330	1,057	881	684	503	206

(五)含砂濃度

蘇澳溪平時常斷流並無含砂濃度資料調查，試驗期間仍需蒐集現場相關颱風含砂濃度，作為本計畫加砂試驗參考依據；113.07.25 凱米颱風於宜蘭南澳登陸，經分別於白米溪、蘇澳溪及猴猴坑溪蒐集含砂濃度資料如摘表 2-5-1 所示(圳頭坑溪則考量無適當地點可採取及人員安全，取消量測)，初估凱米颱風蘇

澳溪颱風流量約 85cms，含砂濃度約 1,134ppm，後續仍需蒐集更多現場資料，建立符合蘇澳溪流量-含砂濃度關係曲線。

摘表 2-5-1 凱米颱風現場含砂濃度觀測資料

測 站	水面寬 (m)	水深 (m)	通水面積 (m ²)	流速 (m/s)	流量 (cms)	含砂濃度(ppm)			
						第1次	第2次	第3次	平均
白米溪 (永樂鐵路橋)	10.8	1.652	17.842	2.63	47	1,355	1,528	1,937	1,607
蘇澳溪 (油庫1號橋)	14.3	1.555	22.24	3.83	85	1,071	1,087	1,244	1,134
猴猴坑溪 (約0K+230)	7.0	1.25	8.75	2.53	22	347	520	693	520

三、水工模型試驗設計

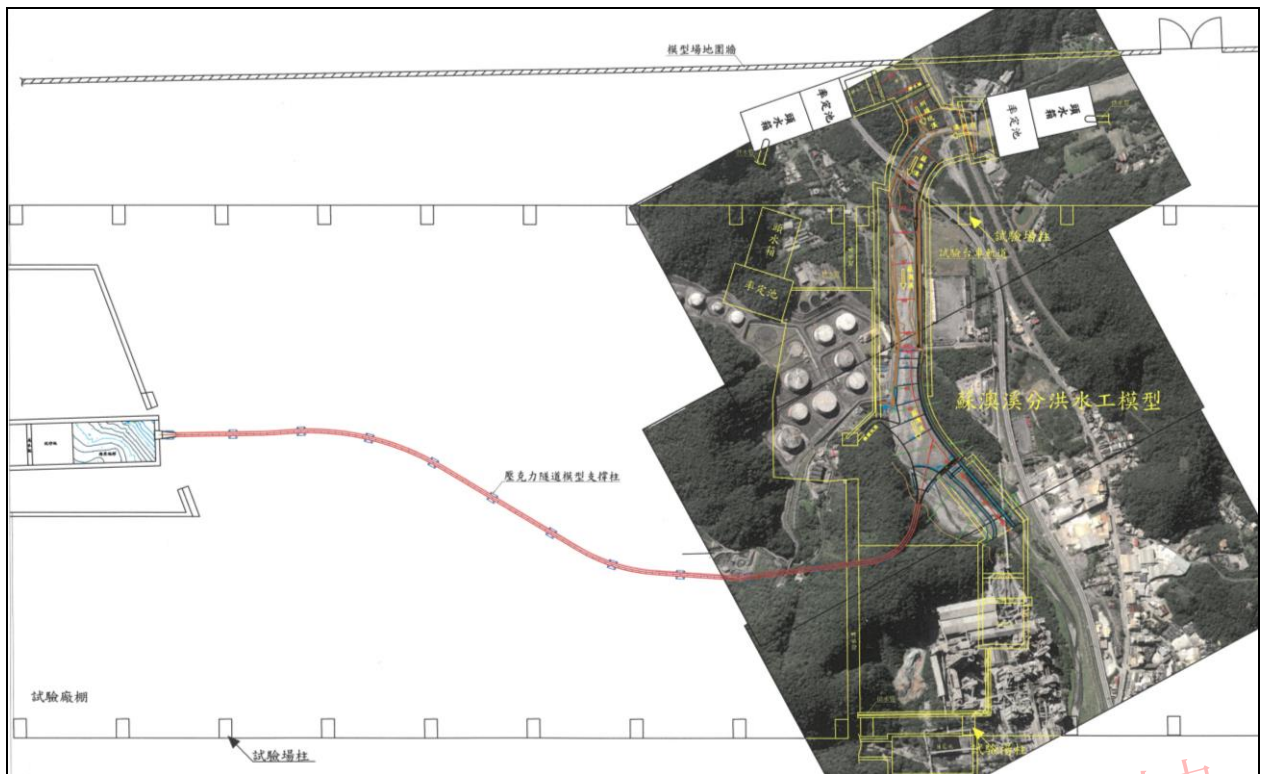
(一)試驗目的

檢核蘇澳溪分洪道工程基本設計是否可達到 Q_{200} 攔河堰分洪約 170cms 及 Q_{200} 隧道分洪約 690cms 設計要求。

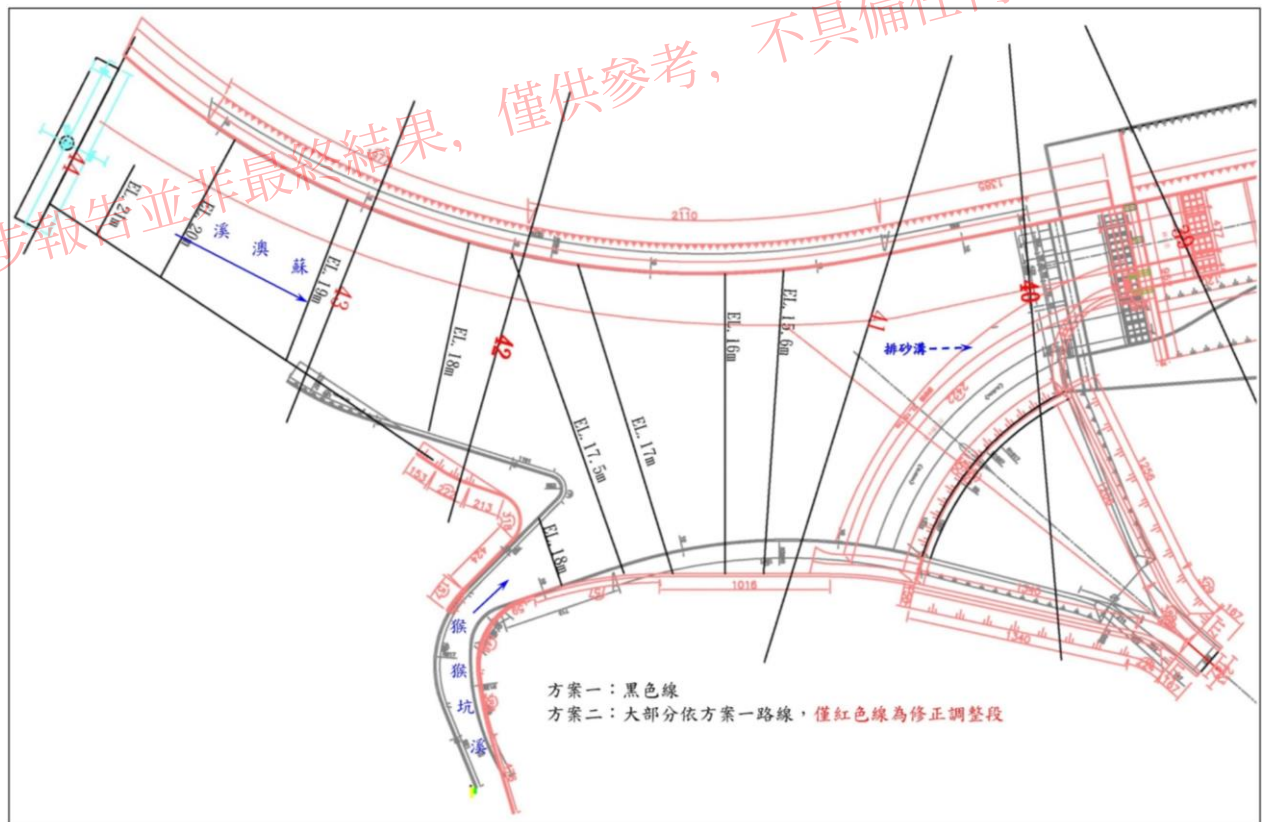
(二)試驗範圍及布置

現場河道範圍為宜蘭縣蘇澳溪上游白米溪及圳頭坑溪匯流(斷面 51)至蘇澳溪攔砂壩(斷面 36)，分洪隧道長度約 2.4 公里；設計單位(黎明工程)分別提供(1)112 年 12 月現況地形測量資料(2)油庫 1 號橋下游(斷面 44)至 SEC43.3~SEC41.1 河道整理資料(EL.21m~El.15.6m)，如圖 3-2-2(3)不同方案壓克力模型(如圖 3-2-2~圖 3-2-3)，作為整體模型建置依據(如摘圖 3-2-1~3-2-3)，不同方案主要工程項目比較如摘表 3-2-1 所示。

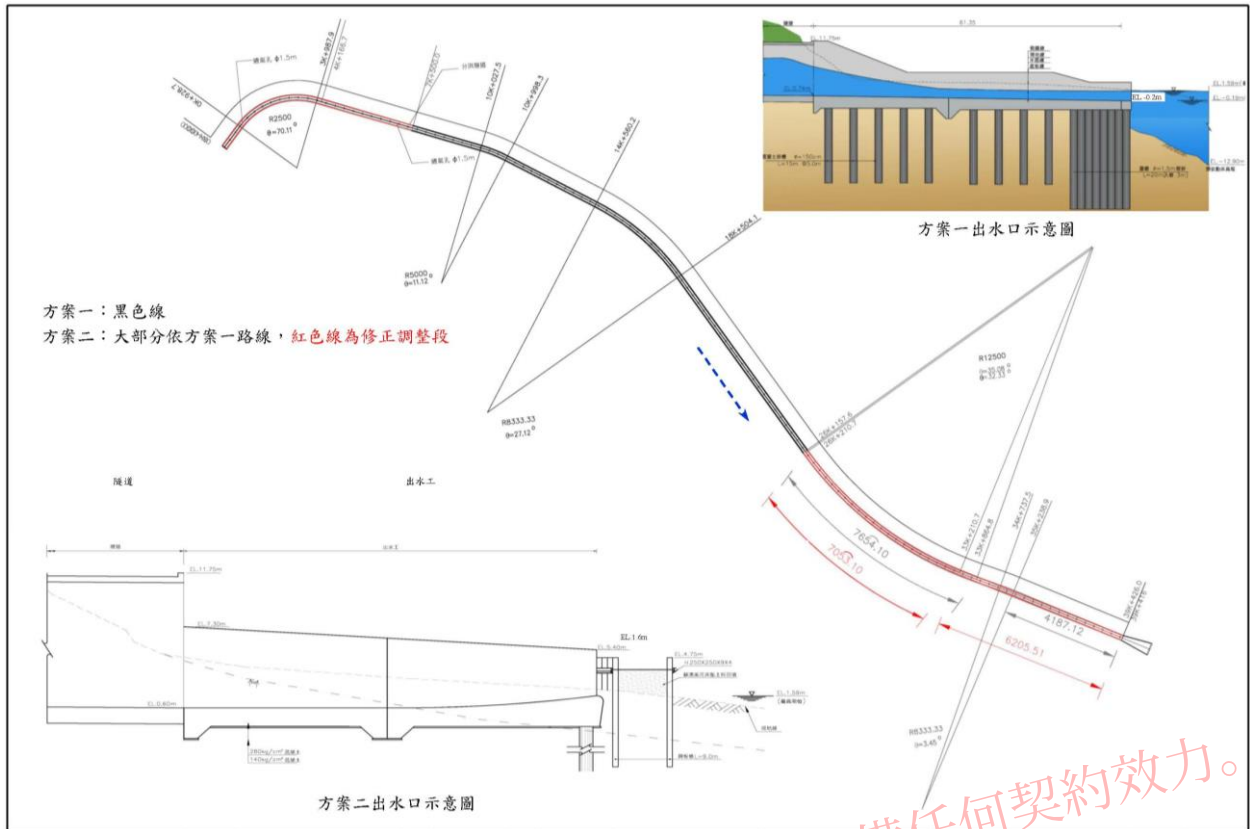
設計單位(黎明工程)分別提供，不同方案主要工程項目比較如表 3-2-1 所示。



摘圖 3-2-1 蘇澳溪分洪工程水工模型試驗範圍布置圖



摘圖 3-2-2 油庫 1 號橋至攔河堰河道整理範圍及不同方案隧道進水口平面布置示意圖



摘圖 3-2-3 不同方案隧道平面布置示意圖

摘表 3-2-1 不同方案布置主要工程概述

主要工程項目	方案一(水工模型1版)	方案二(水工模型2版)
攔河堰	1.排洪道 堰底高程=EL.15.6m 孔口數量=2孔，孔口尺寸W×H=4.1m×2.2m 尾檻高程=EL.16.3m，設計水位=EL.23.24m 排洪量=170cms 2.排砂道 堰底高程=EL.15.1m 孔口數量=1孔，孔口尺寸=(W×H=6.00×4.00)m 開門型式為直提式，開門尾檻高程 EL.15.6m。	1.排洪道 堰底高程=EL.15.6m 孔口數量=1孔，孔口尺寸W×H=4.6m×4.6m 尾檻高程=EL.15.6m，設計水位=EL.24.34m 排洪量=170cms 2.排砂道 堰底高程=EL.15.1m 孔口數量=1孔，孔口尺寸=(W×H=4.2×4.20)m 開門型式為直提式，開門尾檻高程 EL.15.6m。
進水口	1.分洪堰 堰頂EL.18.7m，水平段3m 溢流長度80m，堰高3.1m，底部高程EL.15.6m 2.束縮及漸變段 束縮段長 67m，縱坡：7% 束縮段底板高程 EL.18.7~EL.16.04m 束縮段寬度 80m~17.88m 漸變段長 40m，縱坡：7% 漸變段底板高程 EL.16.04~EL.11.22m	1.分洪堰 堰頂EL.18.7m，水平段3m 溢流長度90m，堰高2.0m(EL.16.7m) 斜下排砂溝頂部EL.15.6m 2.束縮及漸變段 束縮段長 67m，縱坡：7.5% 束縮段底板高程 EL.18.7~EL.13.68m 束縮段寬度 90m~27m，漸變段長 40m 縱坡：7.5%~0.45% 漸變段底板高程 EL.13.68~EL.11.25m 漸變段寬度27m~10m
分洪隧道	隧道形式為三心圓，隧道工程全長約2,365.56m， 坡降0.45%，內徑D=12~10m 隧道入口段，D=12m，長約250m 隧道漸變段長約200m，D=12~10m 主隧道段長約1,915.56m，D=10m	隧道形式為三心圓，隧道工程全長約2,365m 坡降0.45%，內徑D=10m
出水口	漸變段斷面：10.00m(W)~20.00m(W)，縱坡：1.97% 底板高程變化：EL.0.60m~EL.-0.20m，長度：40.60m	漸變段斷面：10.00m(W)~17.50m(W)，縱坡：-3.23% 底板高程變化：EL.0.60m~EL.1.60m，長度：30.95m
蘇澳溪及猴坑溪匯流導流牆	型式：懸臂式擋土牆 牆頂高程：EL.26.0m，長度：約246.68m	型式：懸臂式擋土牆 牆頂高程：EL.23.0m，長度：約155.32m

(三)模型試驗比尺

經考量模型試驗範圍、試驗目的、試驗場地限制、供(量、迴)水設施、上下游水頭落差、模型用砂及模型試驗期程需求等因素，採用等比模型比尺(L_r)為 1/60 進行本計畫水工模型試驗。模型試驗水流特性為明渠流，屬福祿律控制。模型與原體各項比例尺關係如摘表 3-3-1 所示。

摘表 3-3-1 蘇澳溪分洪原體與模型各物理量比尺關係

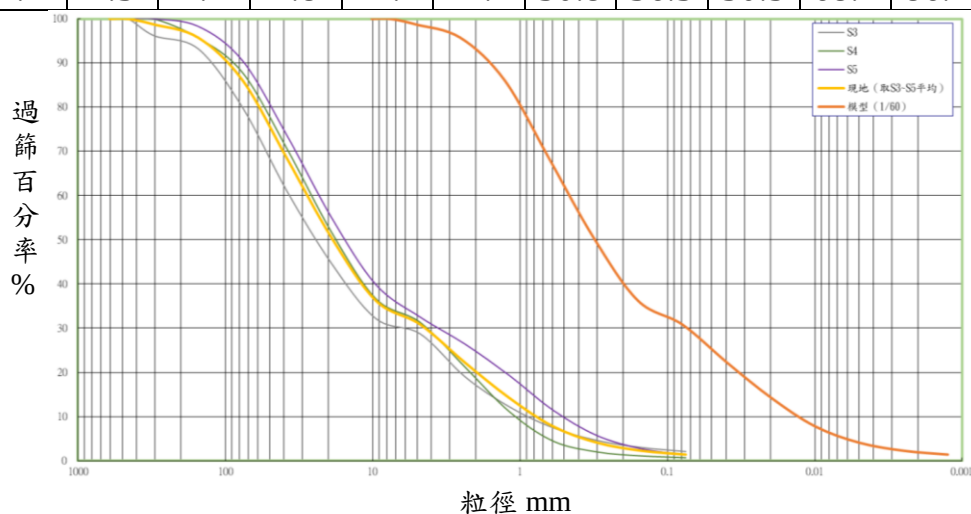
模型比例	長度	流速	時間	流量	河床質粒徑	輸砂量
關係式	L_r	$L_r^{1/2}$	$L_r^{1/2}$	$L_r^{5/2}$	L_r	$L_r^{5/2}$
比 例	60	7.746	7.746	27885.5	60	27885.5

(四)模型試驗用砂

以現場 S3、S4、S5 三處區域平均之河床質粒徑(如摘表 3-4-1)，作為本計畫水工模型河道之粒徑分布，模型用砂 $D_{50}=0.32\text{mm}$ ，並依模型縮比 1/60 換算試驗範圍河道動床模型所需之鋪設粒徑(如摘圖 3-4-1)。

摘表 3-4-1 蘇澳溪 S3~S5 河床質及平均各粒徑停留百分率分析表

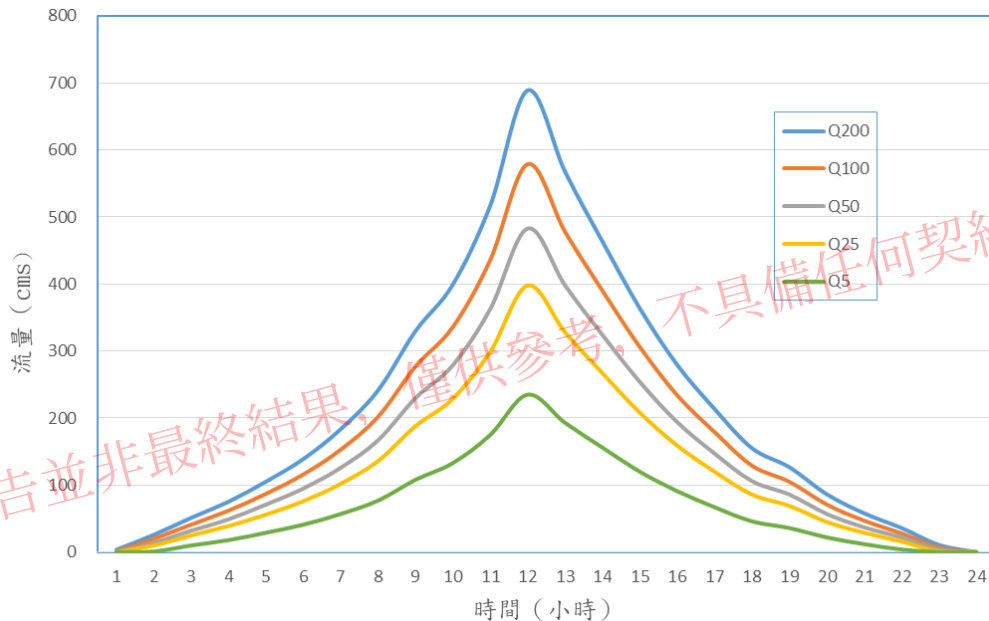
採樣孔 編號	粒徑別 (mm)												
	No.200	No.100	No.50	No.30	No.16	No.8	No.4	3/8"	3/4"	1 1/2"	3"	6"	12"
S3	2.1	3.0	4.6	7.5	12.2	19.0	28.7	32.2	44.7	61.0	79.9	93.2	96.2
S4	0.7	1.1	2.0	4.5	11.1	21.2	31.3	36.7	51.8	70.6	87.8	95.7	100.0
S5	1.4	2.7	5.7	11.5	19.3	26.4	32.5	39.9	55.1	73.6	90.5	98.3	100.0
平均	1.4	2.3	4.1	7.8	14.2	22.2	30.8	36.3	50.5	68.4	86.1	95.7	98.7



摘圖 3-4-1 蘇澳溪現地河道粒徑(取 S3~S5 平均)及模型砂粒徑分布

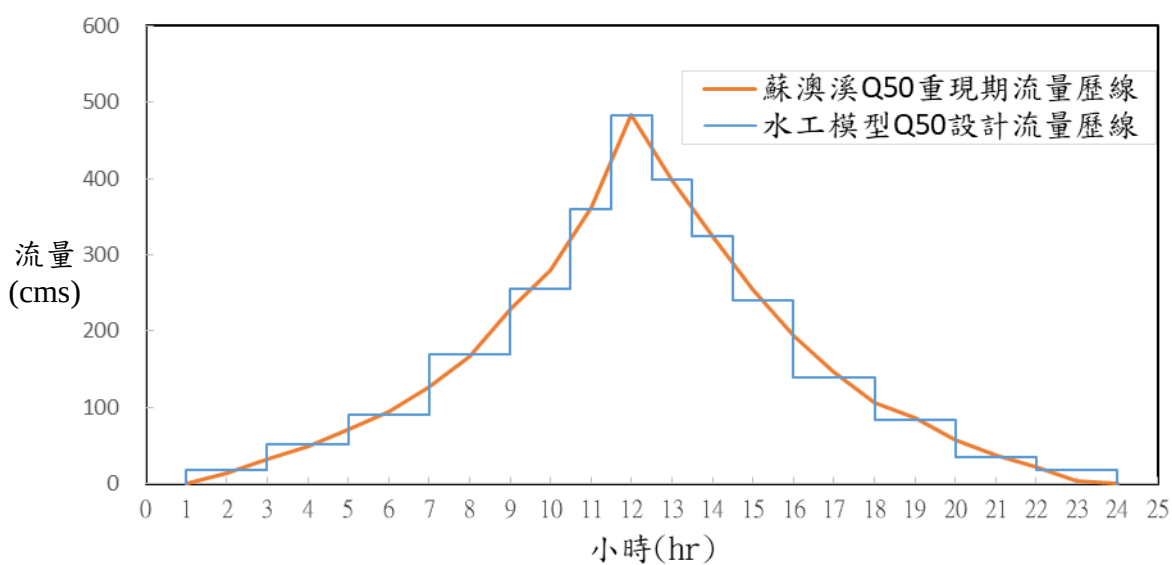
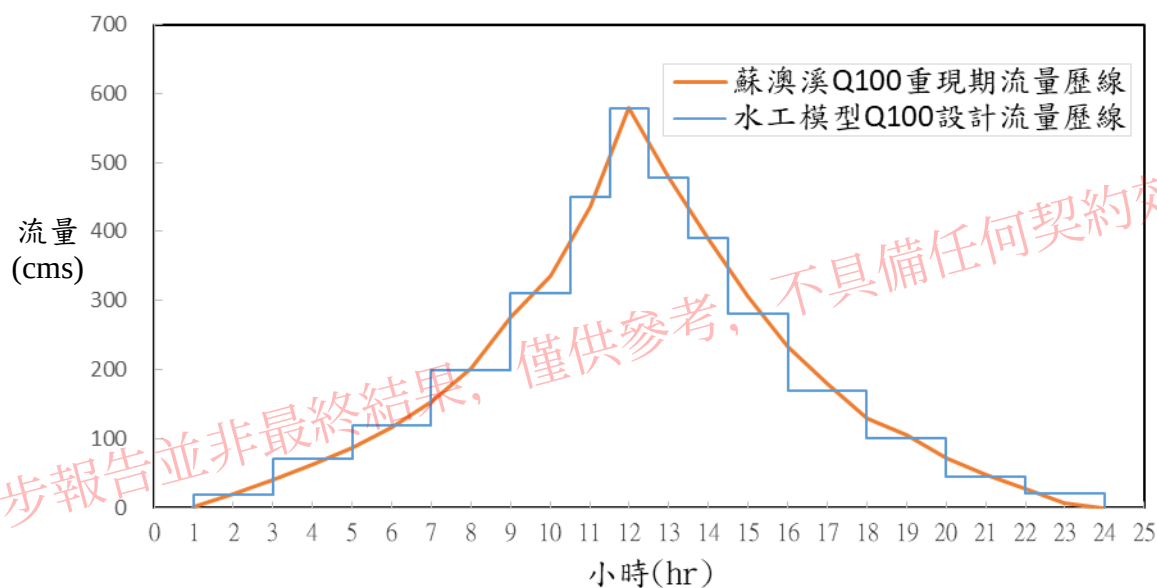
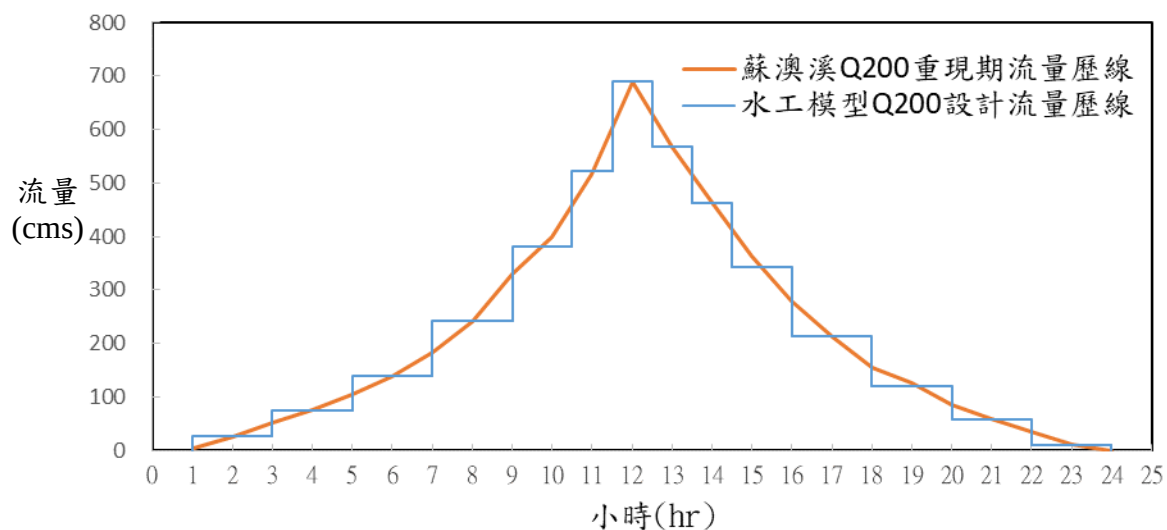
(五)模型試驗流量

蘇澳溪為縣管河川，防洪標準為 Q_{25} 重現期距(Q_{50} 不溢堤)；另蘇澳溪下游阿里史溪排水分區之雨水下水道系統保護標準為 Q_5 重現期距，以保守性及安全性之考量，採用阿里史溪排水分區雨水下水道系統保護標準 5 年，可提供內水排放最大利基；模型試驗流量除進行 Q_{200} 分洪隧道分洪量檢核外，並增加 Q_{100} 、 Q_{50} 、 Q_{25} 及 Q_5 等各重現期距試驗(如摘圖 3-5-1)，提供基設單位(黎明工程)更多不同流量試驗資料，以利基設階段相關工程設計規劃參考。

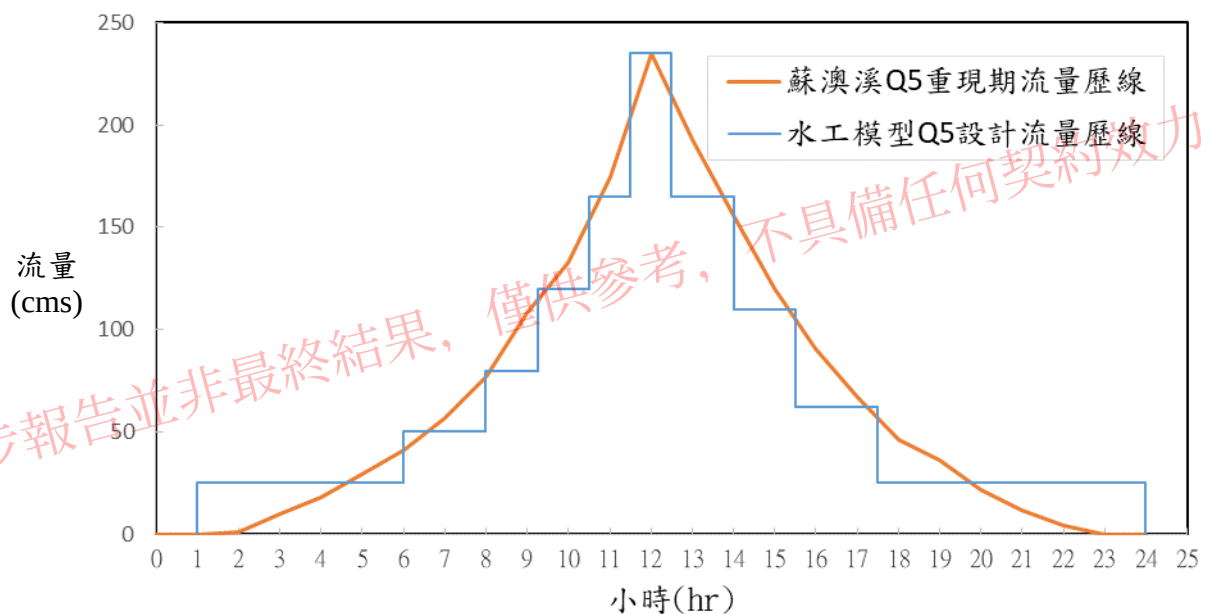
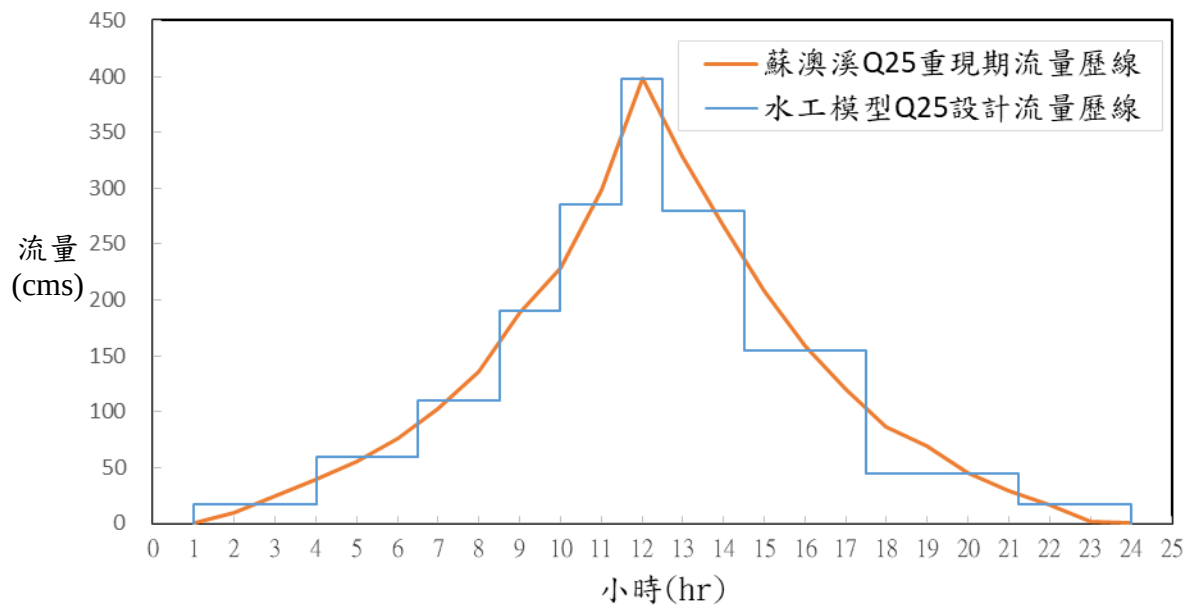


摘圖 3-5-1 蘇澳溪各重現期流量歷線圖(猴猴坑溪合流前)

為模擬及管控各重現期距流量歷線(24 小時)，採用階梯式定量方式施放各重現期距不同時段流量歷線如摘圖 3-5-2~3-5-3。



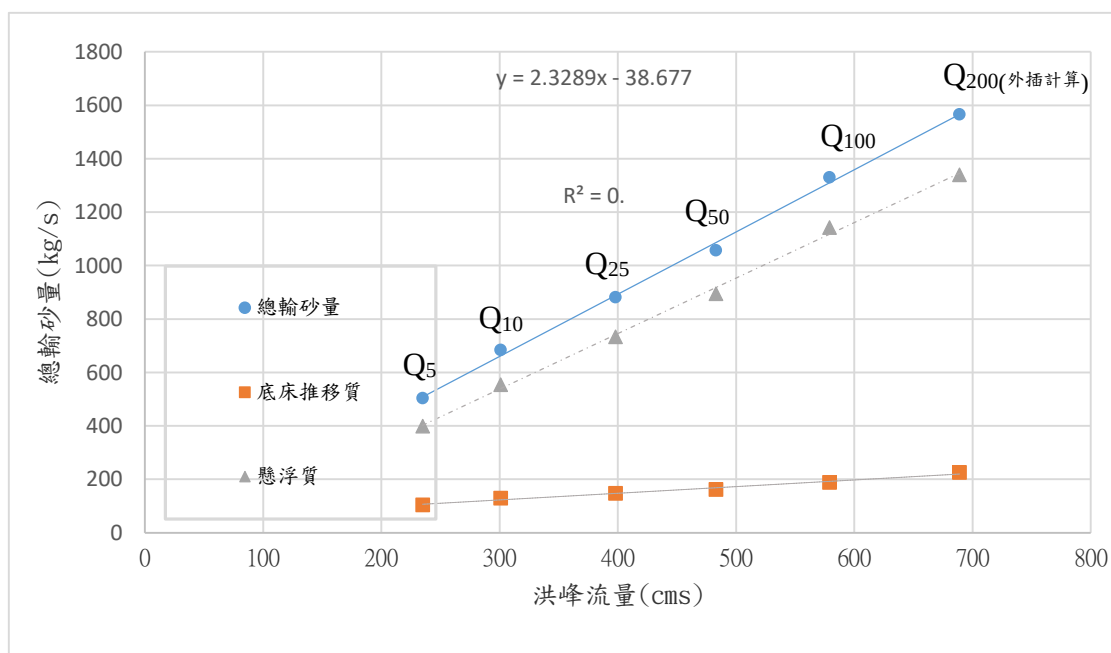
摘圖 3-5-2 蘇澳溪 $Q_{200} \sim Q_{50}$ 流量歷線與水工模型試驗設計階梯流量圖



摘圖 3-5-3 蘇澳溪 $Q_{25} \sim Q_5$ 流量歷線與水工模型試驗設計階梯流量圖

(六)模型試驗加砂量

配合水工模型加砂試驗之需要，預定加砂起始位置為蘇澳溪斷面 51.1，並以民國 102 年「蘇澳溪水系治理規劃檢討」報告推估各斷面之各重現期距總輸砂能力，經推估各重現期 Q_p 與總輸砂量關係如摘圖 3-6-1，總輸砂量迴歸式為 $Y=2.3289X-38.677$ ，其中 Q_{200} 重現期距總輸砂量以該迴歸公式外插推求 Q_{200} 總輸砂量。



摘圖 3-6-1 蘇澳溪各重現期 Q_p 與總輸砂量關係圖

因猴猴坑溪無總輸砂量推算及現場觀測資料，本試驗保守參考依據蘇澳溪河道輸砂能力推估猴猴坑溪輸砂能力，蘇澳溪及猴猴坑溪輸砂能力如摘表 3-6-1~3-6-2。

摘表 3-6-1 蘇澳溪斷面 51.1 輸砂量推估一覽表

項 目	Q_5	Q_{10}	Q_{25}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}
流量(cms)	235	301	398	483	579	689
ppm(g/m ³)	2,140	2,272	2,214	2,188	2,297	2,273
總輸砂量(kg)	503	684	881	1,057	1,330	1,566
底床推移質(kg)	104	130	148	162	188	226
懸浮質(kg)	399	554	733	895	1,142	1,340
比例%(推移質/總輸砂量)	21	19	17	15	14	14

摘表 3-6-2 猴猴坑溪輸砂量推估一覽表

項 目	Q_5	Q_{10}	Q_{25}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}
流量(cms)	29	75	99	120	144	171
ppm(g/m ³)	1,000	1,813	1,939	2,008	2,063	2,105
總輸砂量(kg)	29	136	192	241	297	360
底床推移質(kg)	6	26	33	36	42	50
懸浮質(kg)	23	110	159	205	255	310
比例%(推移質/總輸砂量)	21	19	17	15	14	14

Q_{200} 、 Q_{100} 、 Q_{50} 、 Q_{25} 、 Q_5 試驗所需加砂量，係參考現場各重現期流量歷線推算之各時段總輸砂量，並依據模型比尺分別計算各重現期距各時段所需加砂量如摘表 3-6-3~3-6-7。

摘表 3-6-3 蘇澳溪 Q_{200} 流量歷線各時段試驗加砂量一覽表

Q ₂₀₀ 設計 流量歷線 時間(hr)	Q ₂₀₀ 流量 歷線 (cms)	試驗加砂量 (kg)			
		蘇澳溪		猴猴坑溪	
		底床推移質	懸浮質	底床推移質	懸浮質
1~3	32	0.1	0.6	0	0
3~5	94	0.6	3.9	0	0.1
5~7	173	1.3	8.2	0.2	1.2
7~9	301	2.4	15.0	0.5	2.9
9~10.5	477	3.0	18.3	0.6	3.9
10.5~11.5	652	2.7	16.9	0.6	3.8
11.5~12.5	860	3.7	22.4	0.8	5.2
12.5~13.5	709	3.0	18.4	0.7	4.2
13.5~14.5	578	2.4	14.9	0.5	3.3
14.5~16	428	2.7	16.3	0.6	3.4
16~18	266	2.1	13.1	0.4	2.4
18~20	150	1.1	6.9	0.1	0.9
20~22	72	0.4	2.8	0	0
22~24	14	0	0	0	0

摘表 3-6-4 蘇澳溪 Q_{100} 流量歷線各時段試驗加砂量表

Q ₁₀₀ 設計 流量歷線 時間(hr)	Q ₁₀₀ 流量 歷線 (cms)	試驗加砂量 (kg)			
		蘇澳溪		猴猴坑溪	
		底床推移質	懸浮質	底床推移質	懸浮質
1~3	22	0.0	0.1	0.0	0.0
3~5	87	0.6	3.6	0.0	0.1
5~7	150	1.1	6.9	0.1	0.9
7~9	250	2.0	12.2	0.4	2.2
9~10.5	387	2.4	14.7	0.5	3.0
10.5~11.5	562	2.4	14.5	0.5	3.2
11.5~12.5	723	3.1	18.8	0.7	4.3
12.5~13.5	596	2.5	15.4	0.6	3.4
13.5~14.5	487	2.0	12.5	0.4	2.7
14.5~16	350	2.1	13.2	0.4	2.7
16~18	212	1.7	10.2	0.3	1.7
18~20	125	0.9	5.6	0.1	0.6
20~22	56	0.3	1.9	0.0	0.0
22~24	25	0.0	0.0	0.0	0.0

摘表3-6-5 蘇澳溪Q₅₀流量歷線各時段試驗加砂量表

Q ₅₀ 設計流量歷線時間(hr)	Q ₅₀ 流量歷線(cms)	試驗加砂量 (kg)			
		蘇澳溪		猴猴坑溪	
		底床推移質	懸浮質	底床推移質	懸浮質
1~3	22	0.0	0.1	0.0	0.0
3~5	65	0.4	2.3	0.0	0.0
5~7	112	0.9	4.8	0.1	0.4
7~9	211	1.8	10.1	0.3	1.7
9~10.5	318	2.1	11.8	0.4	2.3
10.5~11.5	449	2.0	11.3	0.4	2.4
11.5~12.5	603	2.7	15.4	0.6	3.4
12.5~13.5	497	2.2	12.6	0.5	2.7
13.5~14.5	404	1.8	10.1	0.4	2.1
14.5~16	300	2.0	11.1	0.4	2.1
16~18	175	1.4	8.1	0.2	1.2
18~20	105	0.8	4.4	0.0	0.3
20~22	44	0.2	1.2	0.0	0.0
22~24	22	0.0	0.0	0.0	0.0

摘表3-6-6 蘇澳溪Q₂₅流量歷線各時段試驗加砂量表

Q ₂₅ 設計流量歷線時間(hr)	Q ₂₅ 流量歷線(cms)	試驗加砂量 (kg)			
		蘇澳溪		猴猴坑溪	
		底床推移質	懸浮質	底床推移質	懸浮質
1~4	21	0.0	0.0	0.0	0.0
4~6.5	75	0.7	3.5	0.0	0.0
6.5~8.5	137	1.2	6.0	0.1	0.7
8.5~10	237	1.7	8.4	0.3	1.5
10~11.5	356	2.7	13.0	0.5	2.6
11.5~12.5	497	2.5	12.3	0.5	2.7
12.5~14.5	350	3.5	17.0	0.7	3.4
14.5~17.5	194	2.7	13.4	0.4	2.1
17.5~21.25	56	0.7	3.4	0.0	0.0
21.25~24	21	0.0	0.0	0.0	0.0

摘表3-6-7 蘇澳溪Q₅流量歷線各時段試驗加砂量表

Q ₅ 設計流量歷線時間(hr)	Q ₅ 流量歷線(cms)	試驗加砂量 (kg)			
		蘇澳溪		猴猴坑溪	
		底床推移質	懸浮質	底床推移質	懸浮質
1~6	29	0.3	1.3	0.0	0.0
6~8	57	0.5	2.0	0.0	0.0
8~9.25	91	0.6	2.4	0.0	0.0
9.25~10.5	137	1.1	4.0	0.0	0.0
10.5~11.5	188	1.2	4.6	0.1	0.2
11.5~12.5	268	1.8	6.7	0.1	0.5
12.5~14	188	1.8	6.8	0.1	0.3
14~15.5	125	1.1	4.3	0.0	0.0
15.5~17.5	71	0.7	2.8	0.0	0.0
17.5~24	29	0.4	1.7	0.0	0.0

(七)模型試驗控制水位

依據基設單位(黎明工程)分析各集水區之集流時間及洪峰到達時間資料，洪峰匯流時間約介於 0.46~0.53 小時，僅相差 2.4~4.2 分鐘，應可視為同時到達，攔河堰之洪峰流量可採用上游各子集水區之洪峰流量相加，據此作為水工模型試驗同步施放蘇澳溪各支流流量啟始操作條件。

出海口水位以最高潮位 1.59m 為控制高程，河道斷面 36 控制水位為 13.69~14.96m(由黎明工程提供該斷面 Q₂₀₀ 流量歷線各時段數值模擬水位，如摘表 3-7-1 所示)。

摘表3-7-1 蘇澳溪SEC36各時段控制水位一覽表 單位:m

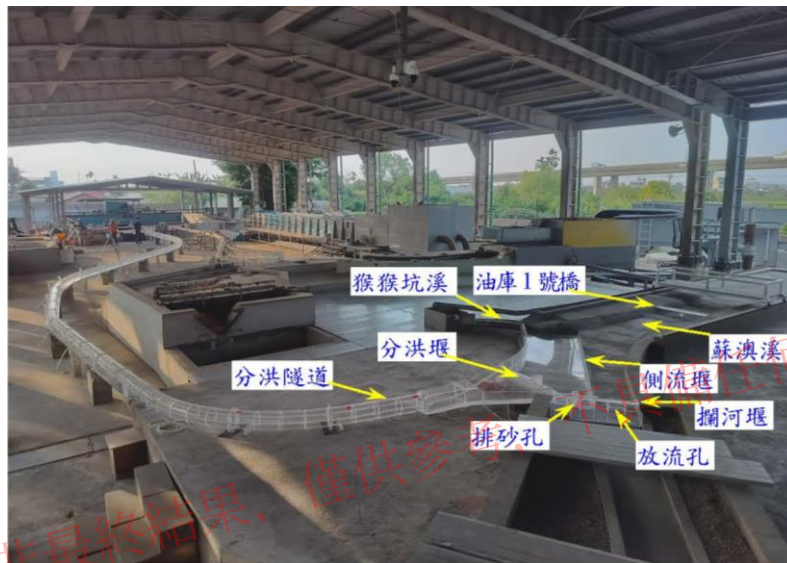
時段	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14
水位	13.97	14.53	14.49	14.33	14.37	14.75	14.96	14.80	14.66	14.31	14.26	14.40	14.37	13.69

(八)模型建造

依據設計單位提供 112 年最新地形測量資料放樣，先進行定床地形塑造及壓克力模型組裝測漏，經由模型測漏及初步觀察定床流況，再由工程主辦單位及基設廠商討論研判及調整模型，藉以縮短模型修改及試驗期程，而後再進行動床鋪設及加砂試驗。

四、水工模型試驗成果

水工模型試驗布置歷程如摘照 4-1-1~4-1-2，並依據不同方案進行水工模型試驗水工模型試驗，不同方案布置主要差異共有(1)攔河堰(2)分洪堰(3)隧道(入口、出口、隧道形式)(4)三角形導流牆(5)排砂溝等工項(詳摘表 3-2-1)，目前基設單位初步規劃以洪峰流量 102cms 為攔河堰排砂孔閘門操作啟動依據，當流量達到 102cms 以上，排砂孔閘門將關閉，流量 102cms 以下，則開啟排砂孔閘門。



摘照4-1-1 水工模型試驗布置(1)

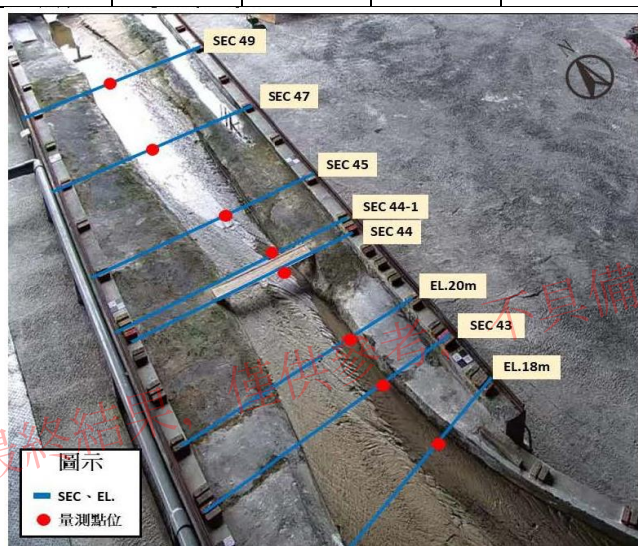


摘照4-1-2 水工模型試驗布置(2)

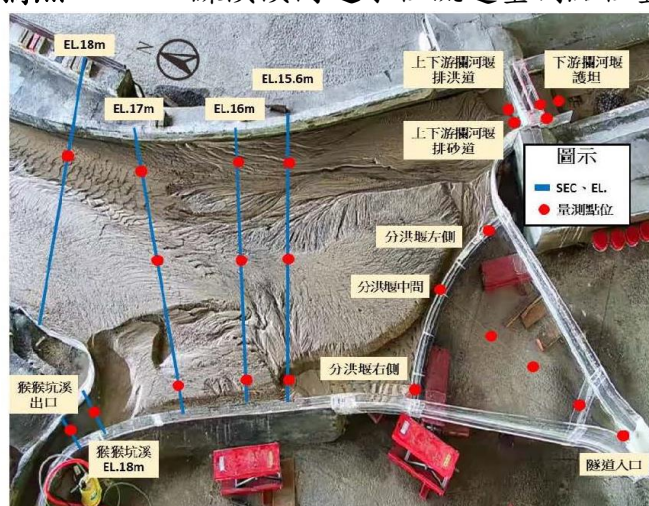
基設各方案試驗場次合計 14 場如表 4-1-1 所示，其中方案一(水工模型 1 版)因無法達成 Q_{200} 分洪目標，僅試驗 3 場次 Q_{200} 重現期距流量歷線；0801 該場次為清水試驗，其試驗目的為進一步比較清水及加砂試驗對於分洪濃度及分洪堰前庭淤砂分布差異；試驗量測位置如摘照 4-1-3~4-1-4，各方案相關試驗成果如后說明：

摘表4-1-1 各方案各重現期距水工模型試驗場次一覽表

重現期距	Q_5	Q_{25}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	
方案布置	方案二				方案一	方案二
場次編號	0829 0903	0910 0912	0906 0918	0820 0822	0507 0515 0527	0717 0722 0801(清水)



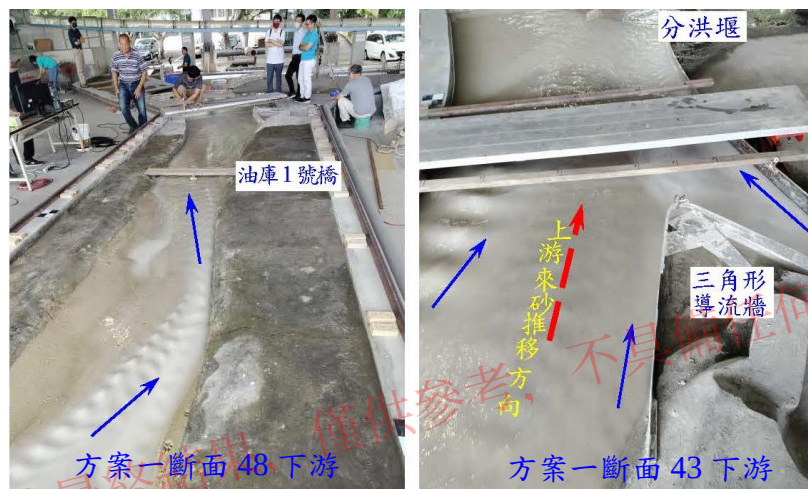
摘照4-1-3 蘇澳溪河道水位流速量測點位置



摘照4-1-4 分洪堰-攔河堰水位流速量測點位置圖

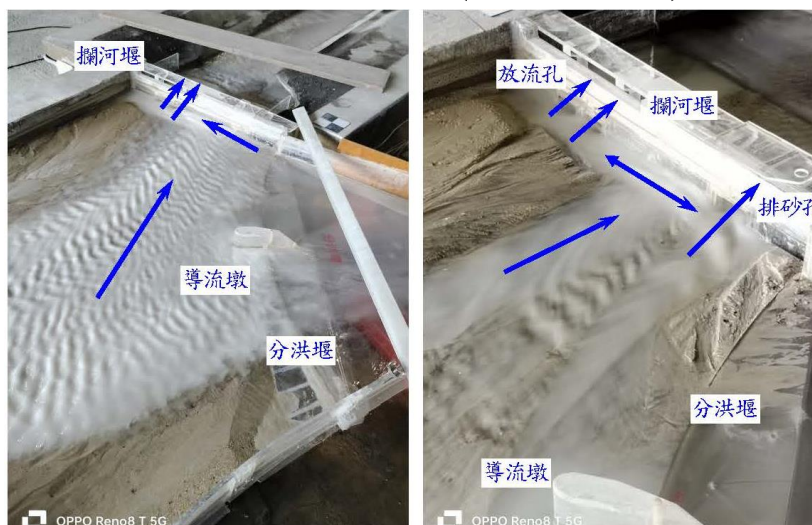
(一)方案一(水工模型 1 版)試驗成果(Q₂₀₀)

隨著 Q₂₀₀ 流量歷線之流量變化，低水深槽流路蜿蜒逐漸由斷面 50 偏右→斷面 47 偏左→斷面 46 偏右→斷面 44-1 偏左(油庫一號橋上游)→斷面 44 偏左直行下游，直至流量逐漸增大而漫淹全河道，此時流路在斷面 44-1 受到油庫一號橋橋墩影響，分為兩道水流往下游直行，受此變動流路變化而造成斷面 43 河道水流夾砂及沖淤不平均，形成偏斷面 43 河道右側落淤及右側沖刷趨勢(如摘照 4-1-5)。



摘照4-1-5 方案一斷面48及斷面43下游流路變化

當上游洪峰退水段流量達到 72cms(T13 時段)，此時開啟排砂孔閘門，排砂孔前庭淤砂迅速夾帶水流形成一排砂沖刷槽溝，由排砂孔排放至河道下游(如摘照 4-1-6)



摘照4-1-6 方案一排砂孔開啟前後之流路變化

試驗後分洪堰前庭沖淤變化如摘照 4-1-7 所示，因斷面 41 河寬約由 69m 擴寬至 114m(蘇澳溪及猴猴坑溪匯流之導流牆下游)，造成流速變緩，使得分洪堰及攔河堰前庭形成寬廣之因砂區，甚至淤砂高度超過分洪堰高程 18.7m。



摘照4-1-7 方案一分洪堰及攔河堰前庭河道淤積

方案一分洪隧道無法達到分洪 690cms 設計目標，造成河道排洪量增加，導致部份颱風洪流量越過攔河堰排洪孔頂缺口溢流而下(排洪孔頂高程 EL.21.65m)，此時颱風平均水位約 EL.24.47m(攔河堰頂 EL.25.1m)，排洪道流速約 1.17m/s；排砂道水位約 EL.24.41m，排砂道流速約 1.10m/s。

河道及分洪工程各斷面之水位及流速變化範圍如摘表 4-1-1 所示，在 T6~T7(流量 860cms)時段，河道主流路靠近左岸而下，最大流速約可達 7.5m/s(油庫一號橋左岸附近)。

摘表4-1-1 方案一河道及分洪工程水位及流速變化範圍

項目	河道		分洪堰 0k+032.4	隧道入口	隧道	隧道出口
	蘇澳溪	猴猴坑溪				
流速 (m/s)	0.15~7.50	0.95~3.20	1.20~6.80	1.74~5.70	0.90~11.63	2.01~13.31
水位 (m)	13.74~26.04	17.22~24.12	16.92~24.00	15.48~23.94	—	—

當上游流量達到洪峰流量 860cms(T7 時段)，隧道發生滿管現象(如摘照 4-1-8)，此時河道分洪約 210cms 及隧道分洪約 650cms，未能達到隧道 Q_{200} 分洪量設計目標，分洪量試驗量測資料彙整如摘表 4-1-2，河道分洪量約 77~210cms，隧道分洪量約 73~650cms。



摘照4-1-8 方案一隧道入口滿管迴溯

摘表4-1-2 方案一 Q_{200} 試驗流量歷線分洪量比較一覽表

Q ₂₀₀ 流量歷線 累積時間(hr)	Q ₂₀₀ 歷線流量 (cms)	模型試驗 時間(min)	河道分洪量		隧道分洪量	
			規劃設計 cms	水工模型 cms	規劃設計 cms	水工模型 cms
0~3	32	T1(15.49)	32.45	33	0	0
3~5	94	T2(15.49)	93.61	94		
5~7	173	T3(15.49)	87.64	99	85.85	74
7~9	301	T4(15.49)	68.00	106	232.81	195
9~10.5	477	T5(11.62)	72.91	115	403.89	362
10.5~11.5	652	T6(7.75)	128.87	118	522.68	534
11.5~12.5	860	T7(7.75)	170.00	210	690.00	650
12.5~13.5	709	T8(7.75)	140.22	126	568.74	583
13.5~14.5	578	T9(7.75)	114.05	112	463.86	466
14.5~16	428	T10(11.62)	65.47	109	362.66	319
16~18	266	T11(15.49)	60.10	88	205.76	178
18~20	150	T12(15.49)	75.66	77	74.12	73
20~22	72	T13(15.49)	72.39	74	0	0

方案一隧道出口濃度量測資料如摘表 4-1-3 所示， Q_{200} 洪峰流量 860cms(T7 時段)之隧道出口平均濃度為 3,865ppm

摘表4-1-3 方案一 Q_{200} 試驗流量歷線隧道出口濃度統計一覽表

單位：ppm

Q ₂₀₀ 流量歷線 累積時間(hr)	Q ₂₀₀ 歷線流量 (cms)	模型試驗 T段時間(min)	試驗場次編號			量測平均 濃度
			0507	0515	0527	
0~3	32	T1(15.49)	0	0	0	0
3~5	94	T2(15.49)	0	0	0	0
5~7	173	T3(15.49)	3,017	1,873	2,889	2,593
7~9	301	T4(15.49)	3,293	1,330	2,936	2,520
9~10.5	477	T5(11.62)	2,923	2,172	2,98	2,695
10.5~11.5	652	T6(7.75)	2,828	3,602	4,526	3,652
11.5~12.5	860	T7(7.75)	4,215	3,564	3,817	3,865
12.5~13.5	709	T8(7.75)	3,773	4,619	3,503	3,965
13.5~14.5	578	T9(7.75)	4,081	4,257	3,408	3,915
14.5~16	428	T10(11.62)	4,459	2,628	3,739	3,608
16~18	266	T11(15.49)	3,679	2,431	3,196	3,102
18~20	150	T12(15.49)	3,483	1,629	2,912	2,675
20~22	72	T13(15.49)	0	0	0	0
22~24	14	T14(15.49)	0	0	0	0

由於分洪隧道有 5 處彎道及坡度僅為 0.45%，不利於進入隧道之已落淤泥砂順利排放，並於隧道不定區段隨分洪流量漸次落淤(如摘照 4-1-9)，導致各場次隧道出口濃度非為穩定等量排放。



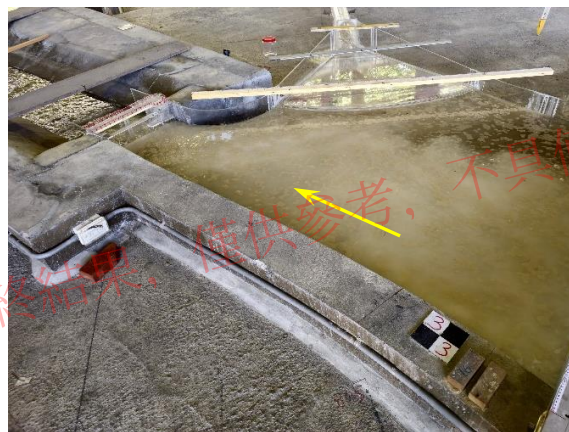
摘照4-1-9 方案一隧道0k+500試驗後淤砂分布

(二)方案二(水工模型 2 版)試驗成果

方案二與方案一 Q_{200} 河道流路變化及河床沖淤變化趨勢大致相似如摘照 4-2-1~4-2-3。



摘照4-2-1 方案二加砂試驗油庫一號橋
上下游低水流路(流量32cms)



摘照4-2-2 方案二加砂試驗主流路偏左
流向攔河堰放流孔(流量94cms)



摘照片4-2-3 方案二加砂試驗後分洪堰
及攔河堰前庭淤砂情形

各重現期距試驗後河道斷面平均高程沖淤變化如摘表 4-2-1 所示，斷面 49~斷面 43.3(河道整理 EL.21m)以上河道呈現沖刷趨勢，河道斷面平均沖刷高程變化約-4.18~-0.31m；斷面 43.2(河道整理 EL.20m)~攔河堰上游前庭河道(斷面 41)則呈現淤積趨勢，河道斷面平均淤積高程變化約 0.11~3.01m。

依據試驗流況觀察及試驗後河床高程沖淤變化資料，方案二新設排砂溝因底部高程 EL15.1m 無落差及上游來砂落淤淹沒而無法發揮排砂功能；另攔河堰下游格框護坦工，因格框底部承載之河床載流失，造成格框內填料流失而傾斜。

摘表4-2-1 方案二各重現期距試驗後各斷面平均高程沖淤變化一覽表

單位：m

斷面	各重現期距				
	Q ₅	Q ₂₅	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀
SEC 49	-2.72	-3.82	-3.64	-3.98	-4.06
SEC 48	-2.17	-2.98	-3.35	-3.07	-2.90
SEC 47	-1.04	-1.68	-1.81	-1.73	-1.54
SEC 46	-1.06	-1.53	-1.78	-1.84	-1.59
SEC 45	-1.14	-1.42	-1.66	-1.87	-1.57
SEC 44-1 油庫 1 號橋上游	-0.85	-1.05	-1.14	-1.35	-1.06
SEC 44 油庫 1 號橋下游	-0.55	-0.70	-0.88	-0.93	-0.58
SEC43.3 (EL.21m)	-0.31	-0.37	-0.46	-0.42	-0.31
SEC43.2 (EL.20m)	0.22	0.19	0.11	0.18	0.32
SEC43.1 (EL.19m)	0.82	0.94	0.97	1.04	1.16
SEC 43	1.15	1.19	1.19	1.29	1.48
SEC42.1 (EL.18m)	1.45	1.78	1.87	1.96	2.10
SEC41.3 (EL.17m)	1.04	1.82	2.13	2.21	2.36
SEC41.2 (EL.16m)	1.78	2.46	2.68	2.84	2.86
SEC 41	1.29	2.51	2.98	2.73	3.01
SEC 38	0.10	-0.10	0.01	0.25	-0.04

方案二各重現期流速及水位量測資料如摘表
4-2-2~4-2-3。

摘表4-2-2 方案二分洪工程各斷面平均流速變化一覽表

重現期距	Q ₅		Q ₂₅		Q ₅₀		Q ₁₀₀		Q ₂₀₀	
斷面別	水位 (m)	流速 (m/s)	水位 (m)	流速 (m/s)	水位 (m)	流速 (m/s)	水位 (m)	流速 (m/s)	水位 (m)	流速 (m/s)
分洪堰	18.93	2.01	19.35	2.68	19.05	1.50	19.05	0.89	19.20	0.80
0K+000	20.25	5.20	20.55	4.12	21.00	4.36	22.74	4.69	24.51	3.74
分洪堰	16.23	5.13	16.56	1.97	16.32	1.66	16.17	1.89	16.32	1.38
0K+044	16.83	5.68	19.74	6.92	21.18	8.10	22.92	2.79	24.40	5.27
分洪堰	13.50	2.56	13.62	1.36	13.50	1.04	13.56	1.89	13.53	1.41
0K+077	16.32	7.02	19.56	4.65	20.91	7.27	22.53	5.70	24.27	3.32
分洪堰	11.94	4.56	13.05	4.61	12.84	5.09	12.99	3.10	12.96	3.36
0K+100	15.69	9.10	18.21	8.73	19.26	8.83	20.94	7.25	22.71	6.00
隧道第1 通氣孔		4.16		5.56		5.22		4.40		3.56
		7.83		7.71		9.65		6.87		8.24
隧道		4.70		4.43		4.64		4.55		3.52
0K+300		6.08		9.76		9.14		9.95		9.77
隧道		6.05		4.95		4.31		3.23		3.31
0K+400		7.65		8.30		7.69		8.36		9.19
隧道	隧	3.37	隧	4.15	隧	3.45	隧	3.45	隧	3.48
0K+503		6.22		8.60		8.59		8.89		9.07
隧道	道	3.17	道	4.15	道	3.15	道	3.01	道	4.53
0K+602		8.31		6.09		7.46		8.98		10.84
隧道	內	4.13	內	4.49	內	4.52	內	3.63	內	4.47
0K+703		7.29		7.62		8.35		8.78		10.40
隧道	水	4.78	水	4.68	水	3.68	水	4.79	水	6.01
0K+904		7.31		7.98		7.90		9.36		11.70
隧道	位	5.27	位	4.88	位	4.14	位	4.77	位	5.30
1K+003		7.48		8.73		8.79		10.03		10.34
隧道	未	5.01	未	4.66	未	3.73	未	4.84	未	6.59
1K+202		5.77		7.92		8.52		8.85		11.00
隧道	量	4.56	量	6.39	量	4.62	量	5.39	量	4.57
1K+615		7.24		9.49		8.61		9.80		12.03
隧道	測	4.67	測	4.71	測	2.79	測	3.32	測	5.14
1K+706		7.61		6.91		8.11		8.01		10.95
隧道		4.04		4.02		3.39		3.64		4.73
1K+816		5.90		6.93		7.62		8.77		10.71
隧道		5.30		7.36		5.11		5.95		7.59
2K+118		6.53		9.35		10.12		9.47		12.46
隧道		4.03		4.69		3.33		4.06		5.52
2K+365		7.34		8.69		8.43		10.82		13.53
出海口		3.47		3.44		2.84		3.34		4.39
		5.95		9.01		11.00		11.30		13.38

摘要4-2-3 方案二河道各斷面平均流速及水位變化一覽表

重現期距	Q ₅		Q ₂₅		Q ₅₀		Q ₁₀₀		Q ₂₀₀	
斷面別	水位 (m)	流速 (m/s)	水位 (m)	流速 (m/s)	水位 (m)	流速 (m/s)	水位 (m)	流速 (m/s)	水位 (m)	流速 (m/s)
SEC 49	23.43	1.52	21.99	2.37	21.85	0.85	21.90	0.77	22.11	3.02
	25.59	5.19	25.71	5.06	25.74	4.51	26.07	4.54	25.98	4.49
SEC 47	22.92	2.80	21.99	1.67	21.90	2.03	21.87	2.32	21.93	1.99
	24.52	6.16	24.60	4.71	24.81	5.70	24.81	5.29	25.38	5.78
SEC 45	21.42	3.38	20.46	3.08	20.46	3.17	20.46	3.90	20.49	3.62
	22.29	4.75	22.74	5.30	22.97	6.32	23.13	5.65	24.39	5.02
SEC 44-1 油庫1號橋上游	20.43	2.29	20.37	1.77	20.35	2.11	20.04	3.11	20.07	2.29
	21.78	3.65	22.35	5.12	22.66	5.98	22.95	5.50	24.57	5.66
SEC 44 油庫1號橋下游	20.22	1.87	20.16	1.94	20.22	2.33	20.07	1.78	19.92	2.39
	21.66	3.91	22.17	4.77	22.16	5.54	23.07	6.08	24.84	6.05
SEC43.2 (EL.20m)	19.95	0.97	19.77	1.63	19.96	2.08	19.89	2.55	19.89	3.06
	21.21	4.00	21.75	5.92	22.12	5.12	22.83	5.53	24.81	5.70
SEC 43	19.08	1.86	18.84	1.69	19.12	1.69	18.87	1.72	19.05	2.05
	20.85	3.38	21.36	4.57	21.85	5.15	22.74	4.70	24.90	5.00
蘇澳溪 SEC42.1 (EL.18m)	18.27	1.91	17.88	1.87	17.79	2.04	17.76	2.16	18.54	1.97
	20.37	3.68	21.12	3.72	21.84	4.04	22.86	3.63	25.02	4.05
猴猴坑溪 出口	19.59	1.69	19.77	0.47	19.71	1.02	19.83	2.80	19.53	2.75
	20.04	3.00	20.88	5.25	20.79	6.16	22.17	5.60	23.93	5.71
猴猴坑溪 SEC42.1 (EL.18m)	17.49	0.80	17.73	0.24	17.91	0.34	18.12	0.24	18.24	0.47
	20.19	2.11	20.61	2.23	20.64	2.15	22.20	3.10	23.82	2.45
SEC41.3 (EL.17m)	17.16	0.76	16.86	0.46	17.17	0.46	16.98	0.51	17.47	1.30
	20.07	3.45	20.79	4.45	21.65	5.71	23.01	4.46	25.08	4.30
SEC41.2 (EL.16m)	17.19	0.69	16.95	0.72	16.95	0.57	16.95	0.62	18.00	0.71
	20.07	3.16	20.85	3.51	21.59	3.54	22.92	4.30	25.08	3.78
攔河堰上游 排洪道	17.07	1.22	16.74	1.91	17.02	1.07	16.89	1.00	16.62	0.87
	20.04	2.45	20.67	5.03	21.57	3.96	22.95	2.73	24.94	3.26
攔河堰上游 排砂道	16.83	1.81	16.68	1.68	16.92	2.26	16.77	1.10	16.53	1.71
	18.15	2.96	18.27	2.95	18.42	2.83	18.51	2.50	18.60	2.75
攔河堰下游 排洪道	15.69	2.41	15.90	3.29	15.72	1.80	15.72	1.83	15.74	3.11
	16.50	6.55	16.59	5.85	16.71	5.75	16.71	6.54	16.86	7.76
攔河堰下游 排砂道	16.05	2.44	15.81	2.44	15.84	2.78	16.05	2.66	15.96	2.53
	16.41	4.37	16.26	4.37	16.93	4.66	16.80	4.99	16.80	6.48
攔河堰 下游護坦	16.23	2.10	16.20	2.65	16.07	2.33	15.84	1.60	15.35	1.40
	16.83	5.39	16.80	5.66	16.68	5.47	16.74	6.68	17.19	4.31
SEC 38	14.34	1.10	14.04	2.03	14.27	1.71	14.25	0.70	14.10	1.36
	14.67	2.01	14.64	2.60	15.36	3.17	14.91	2.48	15.26	3.03
SEC 37	14.10	1.02	13.95	1.41	13.99	2.24	14.04	0.65	14.13	1.14
	14.43	1.72	14.31	2.70	14.59	3.27	14.58	2.85	14.95	2.50

方案二 Q_{200} 部份颱洪流量越過攔河堰排洪道頂缺口溢流而下(排洪道頂高程 EL.21.65m)，此時最高颱洪平均水位約 EL.24.94m(攔河堰頂 EL.25.1m)，排洪道附近測得最大流速約 5.03m/s；在 T7(流量 860cms)時段，河道主流路靠近左岸而下，油庫一號橋左岸附近流速最大可達 6.08m/s。

方案二各重現距河道及隧道分洪量試驗成果如摘表 4-2-4 所示，河道分洪量約 81~169cms 及分洪比 15.77~30.68%；隧道分洪量約 183~691cms 及分洪比 69.32~84.23%。

摘表4-2-4 方案二各重現期距分洪量比較一覽表

重現期距		Q_5		Q_{25}		Q_{50}		Q_{100}		Q_{200}	
分洪點(攔河堰) (蘇澳溪+猴猴坑溪)		264		497		603		723		860	
位置		河道	隧道	河道	隧道	河道	隧道	河道	隧道	河道	隧道
設計	分洪量 (cms)	29	235	99	398	120	483	145	578	170	690
	分洪比%	10.98	89.02	19.92	80.08	19.90	80.10	20.06	79.94	19.77	80.23
模型	分洪量 (cms)	81	183	93	404	103	500	114	609	169	691
	分洪比%	30.68	69.32	18.71	81.29	17.08	82.91	15.77	84.23	19.65	80.35

當方案二 Q_{200} 試驗之上游流量達到洪峰流量 860cms(T7 時段)，河道分洪約 169cms 及隧道分洪約 691cms(如摘表 4-2-5 所示)，雖可達到基設分洪設計目標，惟此時流況顯示部分流量越過攔河堰排洪道頂溢流進入下游河道，隧道入口則因處於束縮及坡度變化段，雖已分別採取陡坡(7%)漸變銜接緩坡(0.45%)，並於隧道入口及第 1 處轉彎段下游各增設 1 處通氣孔，仍無法避免隧道入口產生臨界及滿管流況。

摘表4-2-5 方案二Q₂₀₀試驗流量歷線分洪量比較一覽表

Q ₂₀₀ 流量歷線 累積時間(hr)	Q ₂₀₀ 歷線流量 (cms)	模型試驗 時間(min)	河道分洪量		隧道分洪量	
			規劃設計 cms	水工模型 cms	規劃設計 cms	水工模型 cms
0~3	32	T1(15.49)	32.45	33	0	0
3~5	94	T2(15.49)	93.61	91		
5~7	173	T3(15.49)	87.64	72	85.85	102
7~9	301	T4(15.49)	68.00	82	232.81	219
9~10.5	477	T5(11.62)	72.91	90	403.89	387
10.5~11.5	652	T6(7.75)	128.87	109	522.68	543
11.5~12.5	860	T7(7.75)	170.00	169	690.00	691
12.5~13.5	709	T8(7.75)	140.22	125	568.74	585
13.5~14.5	578	T9(7.75)	114.05	99	463.86	480
14.5~16	428	T10(11.62)	65.47	85	362.66	343
16~18	266	T11(15.49)	60.10	72	205.76	195
18~20	150	T12(15.49)	75.66	65	74.12	86
20~22	72	T13(15.49)	72.39	74	0	0
22~24	14	T14(15.49)	13.73	17		

Q₂₀₀ 流量歷線隧道出口濃度量測資料如摘表 4-2-6 所示，3 場次隧道出口量測平均濃度變化趨勢一致，由試驗觀察得知，在 Q₂₀₀ 歷線流量上升段，隨隧道分洪量增加而隧道出口濃度呈現上升趨勢，當達到 Q₂₀₀ 洪峰流量 860cms(T7 時段)，此時隧道出口平均含砂濃度為 4,297ppm 並非最高，當上游來砂已推移至分洪堰，Q₂₀₀ 流量歷線進入退水段，並持續伴隨洪流進入隧道排出，導致所量測之隧道出口平均最高含砂濃度 5,093ppm 發生在退水段 428cms(T10 時段)。

分洪隧道雖調整 4 處彎道，惟因坡度僅為 0.45%，不利於進入隧道之已落淤泥砂順利排放，並於隧道不定區段隨分洪流量漸次落淤，導致各場次隧道出口濃度非為穩定等量排放。

摘表4-2-6 方案二Q₂₀₀試驗流量歷線隧道出口濃度統計一覽表

單位：ppm

Q ₂₀₀ 流量歷線 累積時間(hr)	Q ₂₀₀ 歷線流量 (cms)	模型試驗 T段時間 (min)	試驗 加砂濃度 (ppm)	加砂試驗場次編號			清水試驗
				0717	0722	量測平均 濃度	0801
0~3	32	T1(15.49)	841	0	0	0	0
3~5	94	T2(15.49)	1,813	0	0	0	0
5~7	173	T3(15.49)	2,051	2,016	2,788	2,402	0
7~9	301	T4(15.49)	2,168	2,851	3,457	3,154	55
9~10.5	477	T5(11.62)	2,228	4,000	3,804	3,902	50
10.5~11.5	652	T6(7.75)	2,255	4,161	4,059	4,110	94
11.5~12.5	860	T7(7.75)	2,273	4,221	4,372	4,297	150
12.5~13.5	709	T8(7.75)	2,261	4,544	4,165	4,355	142
13.5~14.5	578	T9(7.75)	2,245	4,670	4,262	4,466	150
14.5~16	428	T10(11.62)	2,216	5,116	5,069	5,093	306
16~18	266	T11(15.49)	2,147	4,120	4,238	4,179	276
18~20	150	T12(15.49)	2,007	3,709	2,402	3,056	126
20~22	72	T13(15.49)	1,662	0	0	0	0
22~24	14	T14(15.49)	—				

初步報告並非最終結果，僅供參考，不具備任何契約效力。

目錄

摘要.....	摘-1
目錄.....	目-1
圖目錄.....	圖-1
表目錄.....	表-1
照片目錄.....	照-1
結論與建議.....	結-1
第一章 前言.....	1-1
一、緣由.....	1-1
二、工程計畫目標.....	1-1
三、計畫工作項目.....	1-2
第二章 基本資料蒐集.....	2-1
一、河川水文.....	2-1
二、河床質調查.....	2-5
三、洪峰流量.....	2-11
四、河道輸砂能力.....	2-12
五、含砂濃度.....	2-14
第三章 水工模型試驗設計.....	3-1
一、試驗目的.....	3-1
二、試驗範圍及布置.....	3-1
三、模型試驗比尺.....	3-1
四、模型試驗用砂.....	3-6
五、模型試驗流量.....	3-7
六、模型試驗加砂量.....	3-9
七、模型試驗控制水位.....	3-13
八、模型建造.....	3-14
第四章 水工模型試驗成果.....	4-1
一、方案一(水工模型 1 版)試驗(Q ₂₀₀).....	4-3

二、 方案二(水工模型 2 版)試驗成果	4-16
參考文獻	參-1
附錄「蘇澳溪分洪道工程(基本設計階段)水工模型試驗成果報告(初稿)」	
審查意見及處理情形	附-1

初步報告並非最終結果，僅供參考，不具備任何契約效力。

圖目錄

圖 2-2-1 S1 孔位粒徑分布曲線圖	2-7
圖 2-2-2 S2 孔位粒徑分布曲線圖	2-8
圖 2-2-3 S3 孔位粒徑分布曲線圖	2-8
圖 2-2-4 S4 孔位粒徑分布曲線圖	2-9
圖 2-2-5 S5 孔位粒徑分布曲線圖	2-9
圖 2-2-6 各孔位粒徑分布比較圖(S1~S5).....	2-10
圖 3-2-1 蘇澳溪分洪工程水工模型試驗範圍布置圖	3-2
圖 3-2-2 油庫 1 號橋至攔河堰河道整理範圍及不同方案隧道進水口平面布置示意圖	3-3
圖 3-2-3 不同方案隧道平面布置示意圖	3-4
圖 3-4-1 蘇澳溪現地河道粒徑(取 S3~S5 平均)及模型砂粒徑分布	3-6
圖 3-5-1 蘇澳溪各重現期流量歷線圖(猴猴坑溪合流前)	3-7
圖 3-5-2 蘇澳溪 $Q_{200} \sim Q_{50}$ 流量歷線與水工模型試驗設計階梯流量圖	3-8
圖 3-5-3 蘇澳溪 $Q_{25} \sim Q_5$ 流量歷線與水工模型試驗設計階梯流量圖	3-9
圖 3-6-1 蘇澳溪各重現期 Q_P 與總輸砂量關係圖	3-10
圖 4-1-1 方案一攔河堰立面圖	4-5
圖 4-1-2 方案一 Q_{200} 試驗 SEC49~油庫 1 號橋上游 SEC44-1 水位及流速分布	4-6
圖 4-1-3 方案一 Q_{200} 試驗油庫 1 號橋下游 SEC44~SEC42 水位及流速分布	4-7
圖 4-1-4 方案一 Q_{200} 試驗攔河堰上游排洪道~SEC39 水位及流速分布	4-8
圖 4-1-5 方案一 Q_{200} 試驗 SEC38~猴猴坑溪出口水位及流速分布	4-9
圖 4-1-6 方案一 Q_{200} 試驗分洪堰導流墩~隧道入口水位及流速分布	4-10
圖 4-1-7 方案一 Q_{200} 試驗隧道 0K+300~0K+500 水位及流速分布	4-11
圖 4-1-8 方案一 Q_{200} 試驗隧道 0K+600~1K+000 流速分布	4-11
圖 4-1-9 方案一 Q_{200} 試驗隧道 1K+200~出海口流速分布	4-12
圖 4-1-10 方案一 Q_{200} 試驗流量歷線隧道出口濃度分布	4-15

圖 4-2-1 方案二 Q_5 試驗後 SEC49~SEC46 平均高程沖淤變化方案	4-21
圖 4-2-2 方案二 Q_5 試驗後 SEC45~SEC43.3 平均高程沖淤變化	4-22
圖 4-2-3 方案二 Q_5 試驗後 SEC43.2~SEC42.1 平均高程沖淤變化	4-23
圖 4-2-4 方案二 Q_5 試驗後 SEC41.3~SEC38 平均高程沖淤變化	4-24
圖 4-2-5 方案二 Q_{25} 試驗後 SEC49~SEC46 平均高程沖淤變化	4-25
圖 4-2-6 方案二 Q_{25} 試驗後 SEC45~SEC43.3 平均高程沖淤變化	4-26
圖 4-2-7 方案二 Q_{25} 試驗後 SEC43.2~SEC42.1 平均高程沖淤變化	4-27
圖 4-2-8 方案二 Q_{25} 試驗後 SEC41.3~SEC38 平均高程沖淤變化	4-28
圖 4-2-9 方案二 Q_{50} 試驗後 SEC49~SEC46 平均高程沖淤變化	4-29
圖 4-2-10 方案二 Q_{50} 試驗後 SEC45~SEC43.3 平均高程沖淤變化	4-30
圖 4-2-11 方案二 Q_{50} 試驗後 SEC43.2~SEC42.1 平均高程沖淤變化	4-31
圖 4-2-12 方案二 Q_{50} 試驗後 SEC41.3~SEC38 平均高程沖淤變化	4-32
圖 4-2-13 方案二 Q_{100} 試驗後 SEC49~SEC46 平均高程沖淤變化	4-33
圖 4-2-14 方案二 Q_{100} 試驗後 SEC45~SEC43.3 平均高程沖淤變化	4-34
圖 4-2-15 方案二 Q_{100} 試驗後 SEC43.2~SEC42.1 平均高程沖淤變化	4-35
圖 4-2-16 方案二 Q_{100} 試驗後 SEC41.3~SEC38 平均高程沖淤變化	4-36
圖 4-2-17 方案二 Q_{200} 試驗後 SEC49~SEC46 平均高程沖淤變化	4-37
圖 4-2-18 方案二 Q_{200} 試驗後 SEC45~SEC43.3 平均高程沖淤變化	4-38
圖 4-2-19 方案二 Q_{200} 試驗後 SEC43.2~SEC42.1 平均高程沖淤變化	4-39
圖 4-2-20 方案二 Q_{200} 試驗後 SEC41.3~SEC38 平均高程沖淤變化	4-40
圖 4-2-21 方案二 Q_5 試驗 SEC49~SEC45 水位及流速分布	4-43
圖 4-2-22 方案二 Q_5 試驗油庫 1 號橋上游 SEC44-1~SEC43 水位及流速 分布	4-44
圖 4-2-23 方案二 Q_5 試驗 SEC42.1~SEC41.1 (左)水位及流速分布	4-45
圖 4-2-24 方案二 Q_5 試驗 SEC41.1 (中)~攔河堰上游排砂道水位及 流速分布	4-46
圖 4-2-25 方案二 Q_5 試驗攔河堰下游排洪道~SEC38 水位及流速分布	4-47

圖 4-2-26 方案二 Q ₅ 試驗 SEC37~猴猴坑溪 SEC42.1(右)水位及流速分布	4-48
圖 4-2-27 方案二 Q ₅ 試驗分洪堰 0K+000(左)~0K+044 水位及流速分布 ..	4-49
圖 4-2-28 方案二 Q ₅ 試驗分洪堰 0K+077~0K+100 水位及流速分布	4-50
圖 4-2-29 方案二 Q ₅ 試驗分洪隧道第 1 通氣孔~隧道 0K+053 流速分布 ..	4-50
圖 4-2-30 方案二 Q ₅ 試驗隧道 0K+602~1K+816 流速分布	4-51
圖 4-2-31 方案二 Q ₅ 試驗隧道 2K+118~出海口流速分布	4-52
圖 4-2-32 方案二 Q ₂₅ 試驗 SEC49~SEC45 水位及流速分布	4-52
圖 4-2-33 方案二 Q ₂₅ 試驗油庫 1 號橋上游 SEC44-1~SEC43 水位及流速分布	4-53
圖 4-2-34 方案二 Q ₂₅ 試驗 SEC42.1~SEC41.1 (左)水位及流速分布	4-54
圖 4-2-35 方案二 Q ₂₅ 試驗攔河堰上游排洪道~SEC38 水位及流速分布 ...	4-55
圖 4-2-36 方案二 Q ₂₅ 試驗 SEC36~猴猴坑溪出口水位及流速分布	4-56
圖 4-2-37 方案二 Q ₂₅ 試驗分洪堰 0K+000 水位及流速分布	4-56
圖 4-2-38 方案二 Q ₂₅ 試驗分洪堰 0K+044~0K+100 水位及流速分布	4-57
圖 4-2-39 方案二 Q ₂₅ 試驗分洪隧道第 1 通氣孔~隧道 0K+300 流速分布	4-57
圖 4-2-40 方案二 Q ₂₅ 試驗分洪隧道 0K+400~1K+615 流速分布	4-58
圖 4-2-41 方案二 Q ₂₅ 試驗分洪隧道 1K+706~出海口流速分布	4-59
圖 4-2-42 方案二 Q ₅₀ 試驗 SEC49 水位及流速分布	4-59
圖 4-2-43 方案二 Q ₅₀ 試驗 SEC45~SEC43.2 水位及流速分布	4-60
圖 4-2-44 方案二 Q ₅₀ 試驗 SEC43~SEC41.1 (中)水位及流速分布	4-61
圖 4-2-45 方案二 Q ₅₀ 試驗 SEC41.3 (右)~SEC41.2 (右)水位及流速分布	4-62
圖 4-2-46 方案二 Q ₅₀ 試驗 SEC41.1 (中)~攔河堰下游排洪道水位及流速分布	4-63
圖 4-2-47 方案二 Q ₅₀ 試驗攔河堰下游護坦~猴猴坑溪 SEC42.1 水位及流速分布	4-64

圖 4-2-48 方案二 Q_{50} 試驗分洪堰 0K+000(左)~0K+044 水位及流速分布	4-65
圖 4-2-49 方案二 Q_{50} 試驗分洪堰 0K+077~0K+100 水位及流速分布	4-66
圖 4-2-50 方案二 Q_{50} 試驗分洪隧道第 1 通氣孔~隧道 0K+503 流速分布	4-66
圖 4-2-51 方案二 Q_{50} 試驗隧道 0K+602~1K+816 流速分布	4-67
圖 4-2-52 方案二 Q_{50} 試驗隧道 2K+118~出海口流速分布	4-68
圖 4-2-53 方案二 Q_{100} 試驗 SEC49~SEC47 水位及流速分布	4-68
圖 4-2-54 方案二 Q_{100} 試驗 SEC45~SEC43.2 水位及流速分布	4-69
圖 4-2-55 方案二 Q_{100} 試驗 SEC43~SEC41.3 (中)水位及流速分布	4-70
圖 4-2-56 方案二 Q_{100} 試驗 SEC41.3 (右)~SEC41.2 (右)水位及流速分布	4-71
圖 4-2-57 方案二 Q_{100} 試驗 SEC41.1 (左)~攔河堰上游排洪道水位及流速分布	4-72
圖 4-2-58 方案二 Q_{100} 試驗攔河堰上游排砂道~攔河堰下游護坦水位及流速分布	4-73
圖 4-2-59 方案二 Q_{100} 試驗 SEC38~猴猴坑溪 SEC42.1 水位及流速分布	4-74
圖 4-2-60 方案二 Q_{100} 試驗分洪堰 0K+000(左)~0K+044 水位及流速分布	4-75
圖 4-2-61 方案二 Q_{100} 試驗分洪堰 0K+077~分洪堰 0K+100 水位及流速分布	4-76
圖 4-2-62 方案二 Q_{100} 試驗第 1 通氣孔~隧道 0K+503 流速分布	4-76
圖 4-2-63 方案二 Q_{100} 試驗隧道 0K+602~1K+816 流速分布	4-77
圖 4-2-64 方案二 Q_{100} 試驗隧道 2K+118~出海口流速分布	4-78
圖 4-2-65 方案二 Q_{200} 試驗 SEC49~SEC47 水位及流速分布	4-78
圖 4-2-66 方案二 Q_{200} 試驗 SEC45~SEC43.2 水位及流速分布	4-79
圖 4-2-67 方案二 Q_{200} 試驗 SEC43~SEC41.3 (中)水位及流速分布	4-80

圖 4-2-68 方案二 Q_{200} 試驗 SEC41.3 (右)~ SEC41.2 (右)水位及流速分布	4-81
圖 4-2-69 方案二 Q_{200} 試驗攔河堰上游排洪道~下游排砂道水位及流速分布	4-82
圖 4-2-70 方案二 Q_{200} 試驗攔河堰下游護坦~SEC36 水位及流速分布	4-83
圖 4-2-71 方案二 Q_{200} 試驗猴猴坑溪出口~猴猴坑溪 SEC42.1 水位及流速分布	4-84
圖 4-2-72 方案二 Q_{200} 試驗分洪堰 0K+000(左)~0K+000(中)水位及流速分布	4-84
圖 4-2-73 方案二 Q_{200} 試驗分洪堰 0K+000(右)~0K+100 水位及流速分布	4-85
圖 4-2-74 方案二 Q_{200} 試驗隧道第 1 通氣孔~隧道 1K+003 流速分布	4-86
圖 4-2-75 方案二 Q_{200} 試驗隧道 1K+202~出海口流速分布	4-87
圖 4-2-76 方案二 Q_{200} 試驗流量歷線隧道出口濃度分布	4-90

初步報告並非最終結果，僅供參考，不具備任何契約效力。

初步報告並非最終結果，僅供參考，不具備任何契約效力。

表目錄

表 2-2-1 河床質粒徑分類表	2-5
表 2-2-2 採樣點座標與孔深	2-6
表 2-2-3 各採樣孔河床質相關成果分析資料彙整表	2-10
表 2-3-1 攔河堰各重現期距洪峰流量一覽表	2-11
表 2-4-1 蘇澳溪分洪工程範圍河道輸砂能力推算成果表	2-14
表 2-5-1 凱米颱風現場含砂濃度觀測資料	2-14
表 3-2-1 不同方案布置主要工程概述	3-5
表 3-3-1 蘇澳溪分洪原體與模型各物理量比尺關係	3-6
表 3-4-1 蘇澳溪 S3~S5 河床質及平均各粒徑停留百分率分析表	3-6
表 3-6-1 蘇澳溪斷面 51.1 輸砂量推估一覽表	3-11
表 3-6-2 猴猴坑溪輸砂量推估一覽表	3-11
表 3-6-3 蘇澳溪 Q_{200} 流量歷線各時段試驗加砂量一覽表	3-11
表 3-6-4 蘇澳溪 Q_{100} 流量歷線各時段試驗加砂量一覽表	3-12
表 3-6-5 蘇澳溪 Q_{50} 流量歷線各時段試驗加砂量一覽表	3-12
表 3-6-6 蘇澳溪 Q_{25} 流量歷線各時段試驗加砂量一覽表	3-13
表 3-6-7 蘇澳溪 Q_5 流量歷線各時段試驗加砂量一覽表	3-13
表 3-7-1 集流時間計算成果比較表	3-14
表 3-7-2 洪峰時間計算成果比較表	3-14
表 3-7-3 蘇澳溪 SEC36 各時段控制水位一覽表	3-14
表 4-1-1 各方案各重現期距水工模型試驗場次一覽表	4-2
表 4-1-2 方案一河道及分洪工程水位及流速變化範圍	4-5
表 4-1-3 方案一 Q_{200} 試驗流量歷線分洪量比較一覽表	4-14
表 4-1-4 方案一 Q_{200} 試驗流量歷線隧道出口濃度統計一覽表	4-15
表 4-2-1 方案二各重現期距試驗後各斷面平均高程沖淤變化一覽表	4-20
表 4-2-2 方案二分洪工程各斷面平均流速變化一覽表	4-41
表 4-2-3 方案二河道各斷面平均流速及水位變化一覽表	4-42
表 4-2-4 方案二各重現期距分洪量比較一覽表	4-88

表 4-2-5 方案二 Q_{200} 試驗流量歷線分洪量比較一覽表.....	4-89
表 4-2-6 方案二 Q_{200} 試驗流量歷線隧道出口濃度統計一覽表.....	4-90

初步報告並非最終結果，僅供參考，不具備任何契約效力。

照片目錄

照片 1-1-1 梅姬颱風蘇澳鎮市區淹水情形	1-1
照片 1-2-1 分洪工程位置示意空拍	1-2
照片 2-1-1 蘇澳溪歷年流路變遷空拍(1).....	2-2
照片 2-1-1 蘇澳溪歷年流路變遷空拍(2).....	2-3
照片 2-1-1 蘇澳溪歷年流路變遷空拍(3).....	2-4
照片 2-1-2 白米溪及圳頭坑溪匯流.....	2-5
照片 2-1-3 蘇澳溪斷面 51.1 至斷面 49 左側月彎形高灘樹叢.....	2-5
照片 2-1-4 蘇澳溪與猴猴坑溪匯流.....	2-5
照片 2-2-1 採樣位置空拍	2-6
照片 2-2-2 現場採樣作業情形	2-7
照片 3-8-1 蘇澳溪水工模型建造過程	3-15
照片 4-1-1 水工模型試驗布置(1).....	4-1
照片 4-1-2 水工模型試驗布置(2).....	4-1
照片 4-1-3 蘇澳溪河道水位流速量測點位置	4-2
照片 4-1-4 分洪堰-攔河堰水位流速量測點位置圖	4-2
照片 4-1-5 方案一斷面 48 下游流路變化	4-3
照片 4-1-6 方案一斷面 43 下游流路變化	4-3
照片 4-1-7 方案一排砂孔開啟前後之流路變化	4-4
照片 4-1-8 方案一油庫一號橋上游河道冲刷	4-4
照片 4-1-9 方案一分洪堰及攔河堰前庭河道淤積	4-4
照片 4-1-10 方案一攔河堰溢流	4-13
照片 4-1-11 方案一隧道入口滿管迴溯	4-13
照片 4-1-12 方案一隧道 0K+500 試驗後淤砂分布	4-16
照片 4-1-13 方案一隧道 1K+400 試驗後淤砂分布	4-16
照片 4-1-14 方案一隧道 1K+800 試驗後淤砂分布	4-16
照片 4-1-15 方案一隧道 2K+365.56 附近試驗後淤砂分布	4-16
照片 4-2-1 方案二加砂試驗油庫一號橋下游低水流路(流量 32cms).....	4-17

照片 4-2-2 方案二加砂試驗油庫一號橋上游低水流路(流量 32cms).....	4-17
照片 4-2-3 方案二加砂試驗主流路偏左流向攔河堰放流孔(流量 94cms).	4-18
照片 4-2-4 方案二加砂試驗猴猴坑溪出口流況(流量 173cms).....	4-18
照片 4-2-5 方案二加砂試驗攔河堰放流孔溢流(流量 860cms).....	4-18
照片 4-2-6 方案二加砂試驗攔河堰消能池流況(流量 860cms).....	4-18
照片 4-2-7 方案二加砂試驗後油庫一號橋上下游流路.....	4-18
照片 4-2-8 方案二加砂試驗後分洪堰及攔河堰前庭淤砂情形	4-18
照片 4-2-9 方案二加砂試驗後蘇澳溪及猴猴坑溪匯流附近河床變化.....	4-19
照片 4-2-10 方案二加砂試驗後攔河堰下游護坦工填料流失情形	4-19
照片 4-2-11 方案二 Q_{200} 清水試驗後油庫一號橋上下游河床冲刷情形	4-19
照片 4-2-12 方案二 Q_{200} 清水試驗後分洪堰及攔河堰前庭淤砂情形	4-19

初步報告並非最終結果，僅供參考，不具備任何契約效力。

結論與建議

一、結論

(一) 經各方案水工模型試驗，方案一在隧道滿管流況下，隧道分洪量上限約為 650cms；方案二則在隧道部分滿管流況下，隧道分洪量上限約為 691cms。

(二) 方案二分洪堰至隧道縱坡變化由 7.5%→0.45%，分別以束縮段(長 67m，寬 90m→27m，縱坡維持 7.5%)及漸變段(長 40m，寬 27m→10m，縱坡變化由 7.5%→0.45%)調整進入隧道坡度及形式，並增設 2 隧道通氣孔，仍於進入隧道前產生臨界流況，導致隧道入口形成滿管壓力流況及迴水現象。

(三) 方案二藉由(1)增加分洪隧道通氣孔(2)抬高分洪堰進入分洪隧道坡度(3)縮短導流牆(猴猴坑溪及蘇澳溪匯流)等措施，雖在 Q_{200} 洪峰流量(860cms)隧道前段(2 通氣孔間)流況為滿管流況，試驗成果顯示已可達到隧道分洪 690cms 及河道分洪 170cms(河道水位越過攔河堰放流孔頂)之設計目標，各重現距河道及隧道分洪量試驗成果如表 4-2-4 所示，河道分洪量約 81~169cms 及分洪比 15.77~30.68%；隧道分洪量約 183~691cms 及分洪比 69.32~84.23%。

表4-2-4 方案二各重現期距分洪量比較一覽表

重現期距		Q_5		Q_{25}		Q_{50}		Q_{100}		Q_{200}	
分洪點(攔河堰) (蘇澳溪+猴猴坑溪)		264 (cms)		497 (cms)		603 (cms)		723 (cms)		860 (cms)	
位置		河道	隧道	河道	隧道	河道	隧道	河道	隧道	河道	隧道
設計	分洪流量 (cms)	29	235	99	398	120	483	145	578	170	690
	分洪比%	10.98	89.02	19.92	80.08	19.90	80.10	20.06	79.94	19.77	80.23
模型	分洪流量 (cms)	81	183	93	404	103	500	114	609	169	691
	分洪比%	30.68	69.32	18.71	81.29	17.08	82.91	15.77	84.23	19.65	80.35

- (四) 方案二雖可達分洪設計目標，惟隧道入口流況為滿管流況(原設計為明渠流況)，且隧道前段(隧道 0+500 前)來砂落淤相對隧道後段較多。
- (五) Q_{200} 清水及加砂試驗過程中，因分洪堰前庭無側流堰設置形成一靜水沉砂池，導致上游河道冲刷而下之淤砂逐漸推移至分洪堰前庭，而後排放進入分洪隧道。
- (六) 水工模型試驗成果顯示，方案一隧道出口平均最高含砂濃度約 3,965ppm，方案二則為 5,093ppm。
- (七) 方案二導流牆(猴猴坑溪及蘇澳溪匯流)縮短，有利於蘇澳溪主流偏向分洪堰及改善進入分洪隧道流況，惟因匯流後河道寬度變寬及流速下降，且因方案二分洪堰水平寬度變大(長度由 80m 調整為 90m)，導致進入分洪隧道含砂濃度亦有增加趨勢。
- (八) 河道低水流路由上游 SEC49 偏右側逐漸往油庫一號橋左側移動及河寬橫向冲刷變寬，油庫一號橋下游低水流路則維持左側主流；而後隨流量變大，水流雖不再侷限斷面左右側，上游冲刷來砂逐漸開始落淤油庫一號橋下游全河道，尤其在蘇澳溪及猴猴坑溪匯流處，因河寬約由 60m 擴寬至 106m(SEC41.2)，流速降低，使得蘇澳溪及猴猴坑溪匯流處至攔河堰前庭形成寬廣之囚砂區。
- (九) 方案二各重現期距試驗後河道斷面平均高程冲淤變化(加砂試驗)，SEC49~SEC43.3 以上河道呈現冲刷趨勢，河道斷面平均冲刷高程變化約 -4.18~-0.31m；SEC43.2~攔河堰上游前庭河道(SEC41)則呈現淤積趨勢，河道斷面平均淤積高程變化約 0.11~3.01m。
- (十) 方案二新設排砂溝分別於 Q_{200} 清水及加砂試驗條件下，因底部高程 EL15.1m 無落差及上游來砂落淤淹沒而無法發揮排砂功能。
- (十一) 攔河堰放流孔下游流速 3.6m/s，導致最右邊格框護坦工彼此間及底部承載之回填料逐漸流失；當排砂道閘門開啟，排砂道流速達到 3.9m/s，加速格框護坦工彼此間及底部承載之回填料及河床載流失，導致格框內回填料(卵塊石)底部流失而傾斜下沉。

- (十二) 猴猴坑溪出口因河道整理降低河床及新設導流牆(猴猴坑溪及蘇澳溪匯流)垂直邊壁影響，水流下切加速淘刷河道形成一冲刷坑。
- (十三) 因缺乏現場實測泥砂觀測資料，蘇澳溪上游來砂量僅能參考民國 102 年「蘇澳溪水系治理規劃檢討」報告之相關輸砂公式與數模推估蘇澳溪本流各斷面河道輸砂能力分析資料，作為試驗模擬蘇澳溪上游來砂量之依據，其相關河道沖淤及隧道出海口含砂濃度試驗模擬成果僅能視為“定性”之參考，提供規劃設計參考用，尚無法依據試驗成果作為“定量”之數據推估。
- (十四) 分洪道出口試驗流速資料顯示流速偏大，可能造成分洪道出口附近之內埤海岸流失，並影響分洪道出口基礎結構安全。

二、建議

- (一) 隧道入口漸變段有迴水現象(臨界流況)，建議檢討隧道入口漸變段設計是否有調整改善空間(如長度、形式及坡度)。
- (二) 方案二雖有增設 2 通氣孔，由隧道試驗流況觀察，僅在通氣孔上下游 10~35m 發揮作用，而 2 通氣孔中間因相距過長，仍為滿管流況，建議設計單位或可考慮調整通氣孔之(1)距離(2)數量(3)孔徑或其他方式，減少 2 通氣孔中間隧道壓力滿管長度。
- (三) 分洪隧道若容許隧道滿管達到分洪 690cms 設計目標，進入隧道之含砂水流除對隧道磨損問題需考量外，對於滿管壓力流況可能遭遇問題(如負壓、穴蝕)，考量其對於隧道衝擊破壞可能瞬間發生，建議設計單位進一步研擬相關預警防護及後續營管維護因應措施。
- (四) 針對河道沖淤問題，建議(1)增加河道減沖降淤相關措施規劃(2)適度調整猴猴坑溪出口河道坡度(3)減少三角導流堤前庭冲刷坑深度及範圍。

- (五) 由於方案二分洪堰前庭之排砂溝底部高程皆為 EL.15.1m，建議設計單位檢討其高程是否有調整空間，藉以改善及提升排砂溝排砂能力。
- (六) 目前排砂道閘門開關以颱風流量為 102cms 為操作標準，建議設計單位檢討是否有延後關閉及提早開啟空間，以減少(1)排砂溝及分洪堰前庭淤砂(2)分洪出口之含砂濃度。
- (七) 建議設計單位加強攔河堰下游格框護坦工穩固。
- (八) 建議統包案未來發包時，考慮將建置水文測站納入工項，除可加強現場水文資料蒐集外，亦可作為工地安全預警使用。
- (九) 建議蘇澳溪主管單位加強現場水文觀測資料蒐集及建立 (水位、流速及含砂濃度)，以建立更完善之後續營運管理機制。
- (十) 對於分洪道出口流速偏大可能造成之影響，請設計單位評估及納入規劃設計參考。

初步報告並非最終結果，僅供參考，不具備任何契約效力。

第一章 前言

一、緣由

蘇澳地區因地勢低窪，遇豪大雨即易造成淹水災害，民國 99 年梅姬颱風外圍環流與東北季風共伴效應產生高強度、長延時降雨，造成蘇澳地區嚴重淹水情形如照片 1-1-1。為能進一步改善蘇澳地區水患，經濟部水利署水利規劃分署(以下簡稱水規分署)於民國 100 年開始辦理蘇澳溪治理規劃檢討，並於民國 102 年分別完成「蘇澳溪水系治理規劃檢討」及「蘇澳溪水系分洪道規劃」等報告。

宜蘭縣政府為改善蘇澳地區水患，評估分洪隧道之實施有其迫切及需要性，研提「蘇澳溪分洪工程計畫」報請經濟部水利署協助專案計畫向中央爭取經費辦理，行政院於 112 年 3 月 2 日院臺經字第 1125003837 號函原則同意辦理「蘇澳溪分洪工程計畫」。

經濟部水利署 112 年 3 月 16 日召開「蘇澳溪分洪工程計畫」推動分工籌備第 1 次會議決議，「蘇澳溪分洪工程計畫-分洪道工程」由宜蘭縣政府委託經濟部水利署第一河川分署(以下簡稱一河分署)代辦，另配合設計階段一併辦理水工模型試驗，由水規分署辦理，為辦理水工模型試驗需求，水規分署爰成立本試驗工作計畫據以實施。



照片 1-1-1 梅姬颱風蘇澳鎮市區淹水情形

二、工程計畫目標

分洪工程計畫目標以再發生一次梅姬颱風(約為蘇澳雨量站 24 小時 1,084 毫米，48 小時 1,333.5 毫米)之狀況，蘇澳溪主流堤防不溢淹，

並降低主流水位，以減輕區內淹水災害及豪大雨時排除上游泥砂，減緩中、下游河道及蘇澳港淤積情勢。

「蘇澳溪分洪工程計畫-分洪道工程」主要工程設施包括：攔河堰(含排洪道及排砂道)、分洪堰、魚道、分洪隧道、出口工等項目，以 Q_{200} 重現期降雨量為設計基準(洪峰流量為 860cms)，102 年「蘇澳溪水系分洪道規劃」採隧道分洪量最大之情況作設計(分洪比 80%)，規劃 Q_{200} 攔河堰分洪約 170cms 及隧道分洪約 690cms，其分洪工程位置如照片 1-2-1 所示。



照片 1-2-1 分洪工程位置示意空拍

三、計畫工作項目

水規分署依據基本設計單位(黎明工程)提供分洪工程基本設計圖說進行水工模型試驗，檢核蘇澳溪分洪道工程基本設計是否可達到 Q_{200} 攔河堰分洪約 170cms 及 Q_{200} 隧道分洪約 690cms 之工程計畫預期目標，將研究成果提供規劃設計及施工單位參考。

第二章 基本資料蒐集

一、河川水文

蘇澳溪發源於蘇澳港西南方標高 960 公尺之西帽山，沿途匯集猴崎山、西帽山、小帽山之北支流、楠仔溪以及南支流等山谷逕流，經圳頭坑、永東、永春及永昌里，於水泥廠北側進入都市計畫區，穿越市區匯入下游左岸阿里史溪後，向東注入蘇澳港。

主流蘇澳溪自白米溪及圳頭坑溪匯流處至河口河段長約 4.15 公里，平均坡降約 0.0928；白米溪自上游山谷至蘇澳溪匯流處河段長約 4.31 公里，平均坡降約 0.1368；圳頭坑溪自上游山谷至匯流處河段長約 4.41 公里，平均坡降約 0.1317；另因目前河道於斷面 36 上游設置攔砂壩形成一寬廣蓄砂區，逕而間接造成斷面 36 上下游河道坡度不連續，在油庫一號橋上游及斷面 36 下游河段大致呈現沖刷現象，油庫一號橋下游至斷面 36 則呈現淤積，河道整體平均坡降由上游 1/53 變至下游 1/167，流域呈寬短形狀，山勢陡峭，水流湍急，暴雨時期常山洪爆發，平時蘇澳溪上游僅圳頭坑溪涓涓細流而下，白米溪乾旱時期則常呈現河床乾涸，匯流而下之蘇澳溪則因河床質為礫石影響，水流常隱沒河床下而呈現河道乾涸斷流，洪枯水量懸殊，年平均流量 3.65cms。

蘇澳溪流域面積 29.2 平方公里，地勢大致由南往北傾斜，海拔高程約 960 公尺以下，其中平地面積約為 6.3 平方公里，約佔全流域之 21.6%，山地面積約為 22.9 平方公里，約佔全流域之 78.4%。

蘇澳溪集水區為臺灣北部石灰石礦源之一，礦場面積寬廣，因經年開採及修築運輸道路，造成土石崩落流失；加以山勢陡峻，水流湍急，暴雨挾帶大量砂石堆積至下游。

蘇澳溪河道型態受限山崖、現有堤防及橋梁影響，且大部份係以人工規制，河道之蜿蜒形狀已非天然型態；攔砂壩上游河幅開闊，河道多呈現左、右岸兩水路衝擊趨勢，因為左彎河段，近年流路變遷亦逐漸往凹岸擺盪如照片 2-1-1；另依據去年蘇澳溪疏濬後空拍照片 2-1-2~2-1-4 顯示，蘇澳溪於油庫一號橋橋墩上下游各約保留約 100m 河道

疏濬道路，初期雖顯示有兩條沿左右岸護岸之人工低水河槽，惟因受斷面 51.1(白米溪與圳頭坑溪匯流處)至斷面 49 左側月彎形高灘樹叢束縮河道影響，其主要低水流路仍沿蘇澳溪斷面 51.1 至斷面 49 右側而下，而後在斷面 48 轉偏左沿左岸護岸前緣草叢平行而下，顯示歷年低水流路及疏濬後低水流路方向大致相同。



照片 2-1-1 蘇澳溪歷年流路變遷空拍(1)



照片 2-1-1 蘇澳溪歷年流路變遷空拍(2)



照片 2-1-1 蘇澳溪歷年流路變遷空拍(3)



照片 2-1-2 白米溪及圳頭坑溪匯流



照片 2-1-3 蘇澳溪斷面 51.1 至斷面 49
左側月彎形高灘樹叢



照片 2-1-4 蘇澳溪與猴猴坑溪匯流

二、河床質調查

河床質組成主要受河床邊界條件影響，即不同地質條件下發展出不同的河床質。依據美國地球物理學會(AGU)的泥砂粒徑分類標準，利用 D_{50} 將河床質分成岩床(bedrock)、塊石(boulder)、卵石(cobble)、礫石(gravel)、砂粒(sand) 與粉土/粘土(silt/clay)等六大類，分級標準如表 2-2-1 所示。

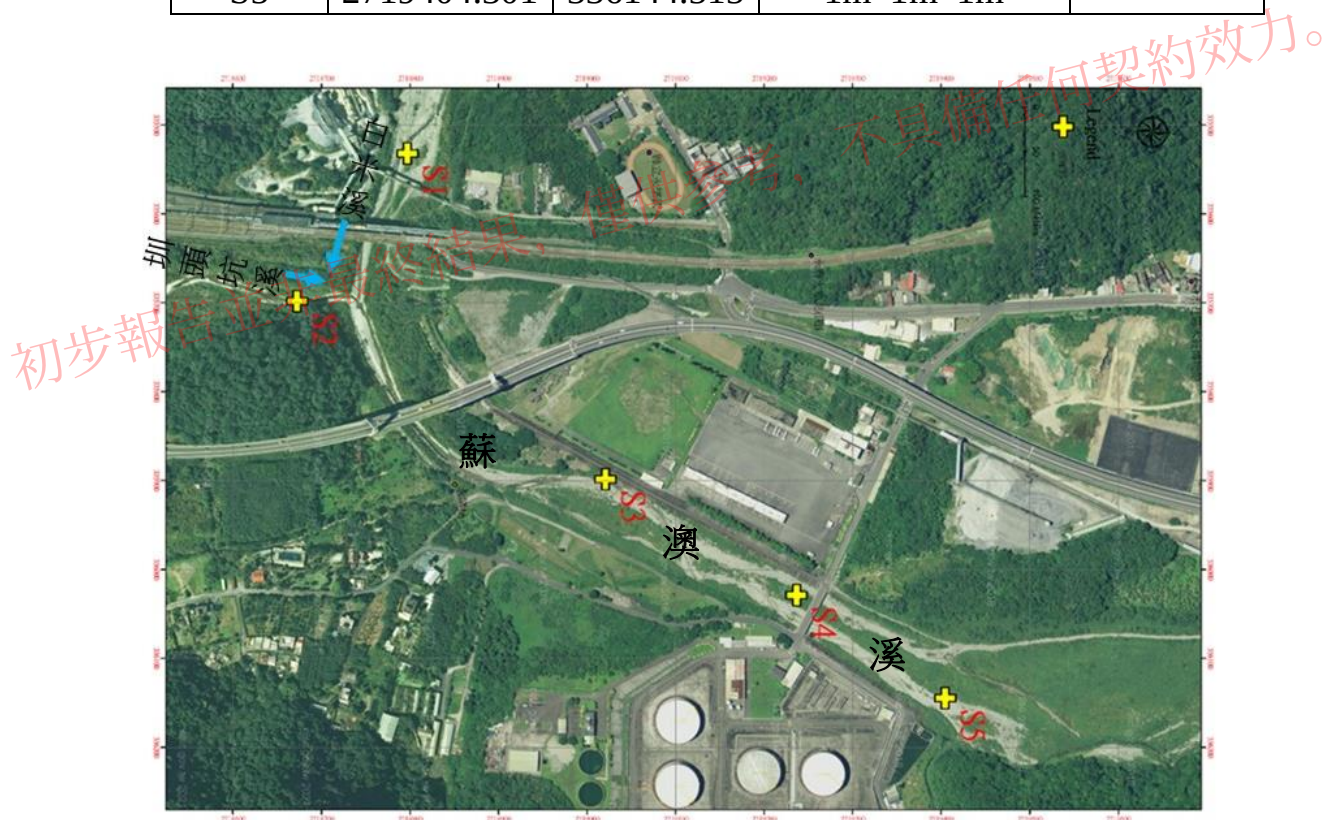
表 2-2-1 河床質粒徑分類表

河床質類型	D_{50}	粒徑範圍(mm)	形體描述
粉土/粘土(silt/clay)	<0.062	$<2^{-4}$	細料，踩踏或壓揉有黏性
砂粒(sand)	$0.062\sim2$	$2^{-4}\sim2$	細料，搓揉時有砂質感
礫石(gravel)	$2\sim64$	$2\sim2^6$	長度小於雞蛋之石頭
卵石(cobble)	$64\sim256$	$2^6\sim2^8$	長度大於雞蛋、小於手肘之石頭
塊石(boulder)	$256\sim4096$	$2^8\sim2^{12}$	長度大於手肘之石頭
岩床(bedrock)	—		—

為辦理蘇澳溪分洪工程水工模型試驗需求(河道動床模型及加砂試驗)，在分洪工程範圍選擇 5 處孔位辦理河床質採樣調查，分別為上游兩支流(白米溪、圳頭坑溪)各 1 處(S1、S2)、蘇澳溪主流河段 2 處(S3、S4)、蘇澳溪與猴猴坑溪匯流下游 1 處(S5)，相關採樣點座標及孔深資訊如表 2-2-2、採樣點位置如照片 2-2-1 及採樣施作情形如照片 2-2-2。

表 2-2-2 採樣點座標與孔深

孔號	TWD97-N	TWD97-E	挖掘孔尺寸	備註
S1	2718796.846	335532.298	1m*1m*1m	
S2	2718672.328	335698.179	1m*1m*1m	
S3	2719020.616	335898.376	1m*1m*1m	
S4	2719236.374	336028.682	1m*1m*1m	
S5	2719404.301	336144.515	1m*1m*1m	



照片 2-2-1 採樣位置空拍



照片 2-2-2 現場採樣作業情形

S1 孔位於支流白米河(鐵路橋往上游約 90 公尺處)，NO.4 篩以上粗顆粒停留百分比約 82.4%(其中包含 3"以上占約 25.9%、最大粒徑為 18")，細顆粒 NO.200 以上至 NO.4 篩間之停留百分比約 16.3%，含泥 NO.200 以下過篩百分比約 1.3%，粒徑分布曲線如圖 2-2-1，換算 D_{50} 為 32.06mm、平均粒徑 D_m 為 72.09mm。

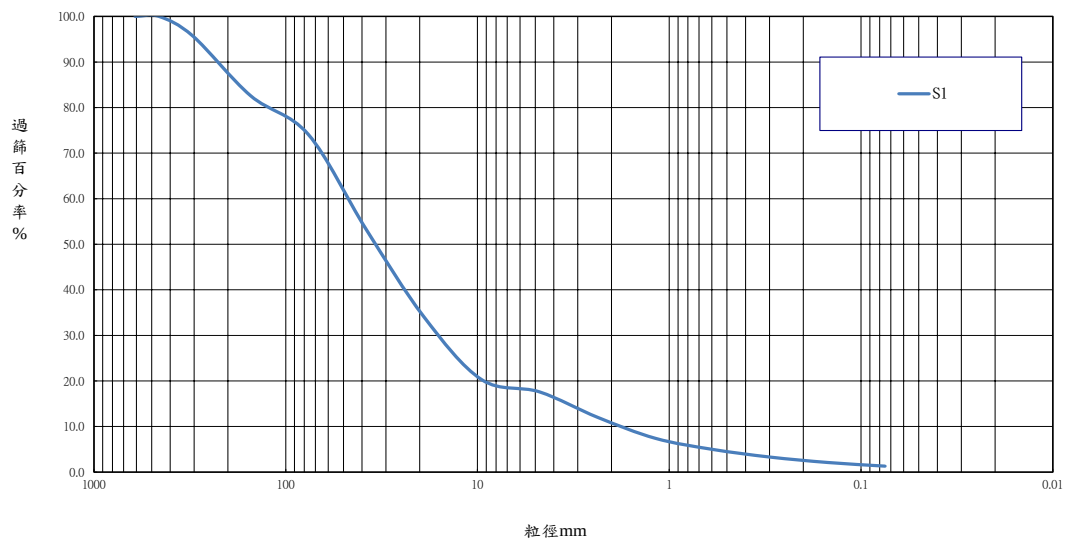


圖 2-2-1 S1 孔位粒徑分布曲線圖

S2孔位於支流圳頭坑溪(距與白米河匯流口約65公尺處)，NO.4篩以上粗顆粒停留百分比約73.6%(其中包含3"以上占約17.4%、最大粒徑為12")，細顆粒NO.200以上至NO.4篩間之停留百分比約25.4%，含泥NO.200以下過篩百分比約1%，粒徑分布曲線如圖2-2-2，換算 D_{50} 為25.58mm、平均粒徑 D_m 為45.77mm。

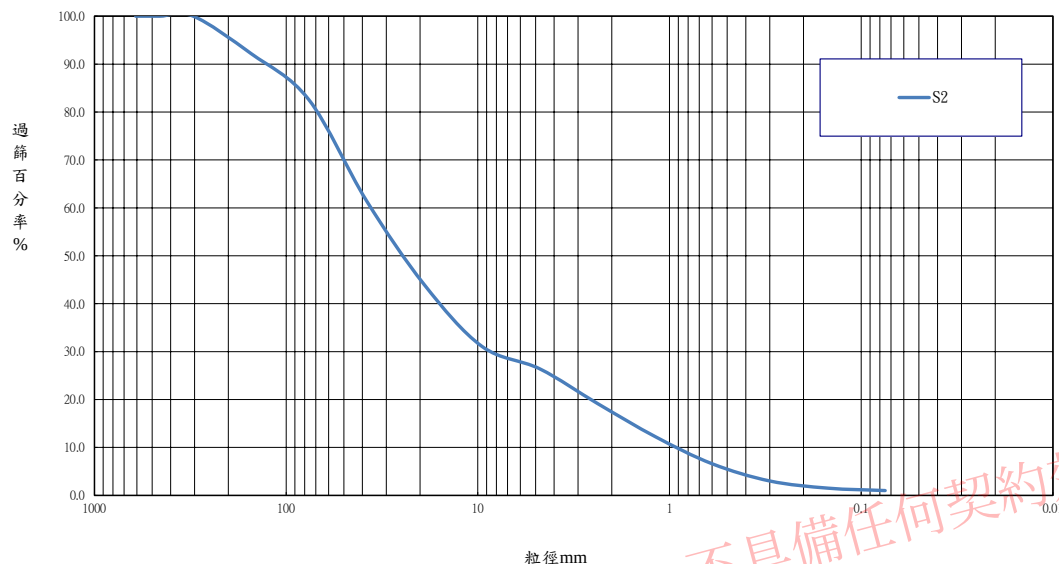


圖 2-2-2 S2 孔位粒徑分布曲線圖

S3孔位於主流蘇澳溪(距支流匯流口下游約350公尺處)，NO.4篩以上粗顆粒停留百分比約71.3%(其中包含3"以上占約20.1%、最大粒徑為18")，細顆粒NO.200以上至NO.4篩間之停留百分比約26.6%，含泥NO.200以下過篩百分比約2.1%，粒徑分布曲線如圖2-2-3，換算 D_{50} 為25.24mm、平均粒徑 D_m 為51.97mm。

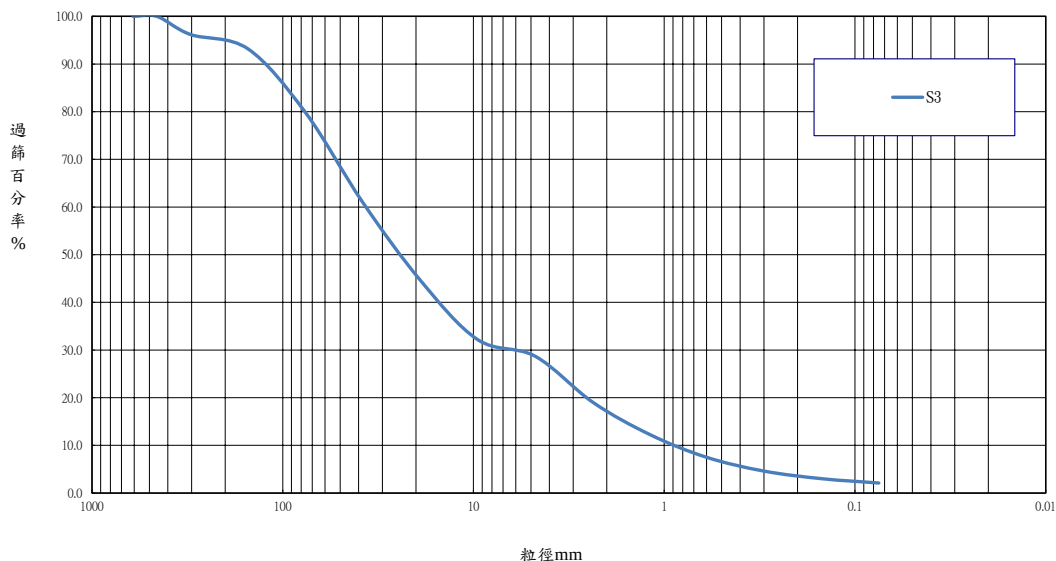


圖 2-2-3 S3 孔位粒徑分布曲線圖

S4 孔位於主流蘇澳溪(中油油庫一號橋附近)，NO.4 篩以上粗顆粒停留百分比約 68.7%(其中包含 3"以上占約 12.2%、最大粒徑為 12")，細顆粒 NO.200 以上至 NO.4 篩間之停留百分比約 30.6%，含泥 NO.200 以下過篩百分比約 0.7%，粒徑分布曲線如圖 2-2-4，換算 D_{50} 為 17.91mm、平均粒徑 D_m 為 35.12mm。

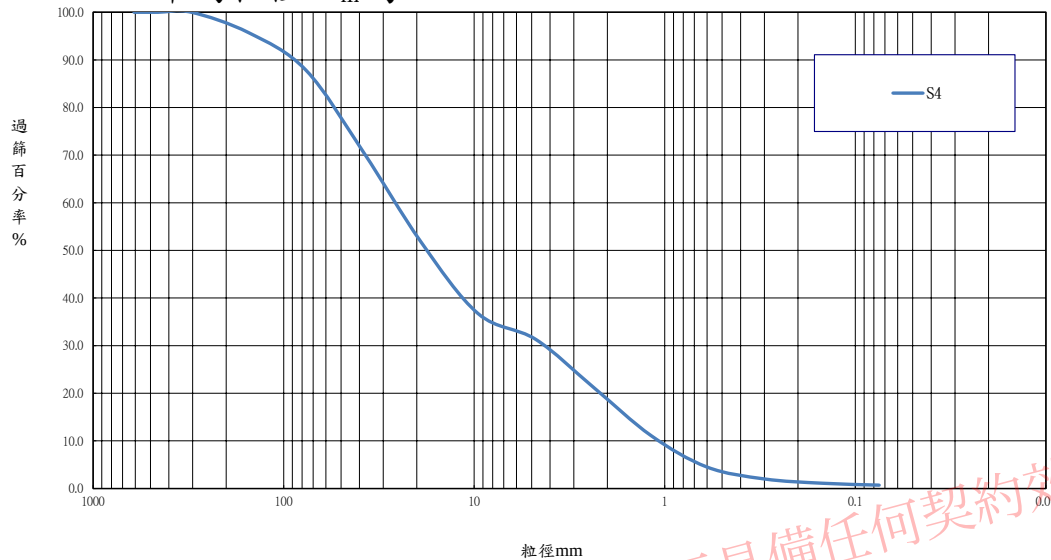


圖 2-2-4 S4 孔位粒徑分布曲線圖

S5 孔位於主流蘇澳溪(鄰近規劃分洪隧道入口附近)，NO.4 篩以上粗顆粒停留百分比約 67.5%(其中包含 3"以上占約 9.5%、最大粒徑為 12")，細顆粒 NO.200 以上至 NO.4 篩間之停留百分比約 31.1%，含泥 NO.200 以下過篩百分比約 1.4%，粒徑分布曲線如圖 2-2-5，換算 D_{50} 為 15.85mm、平均粒徑 D_m 為 29.15mm。

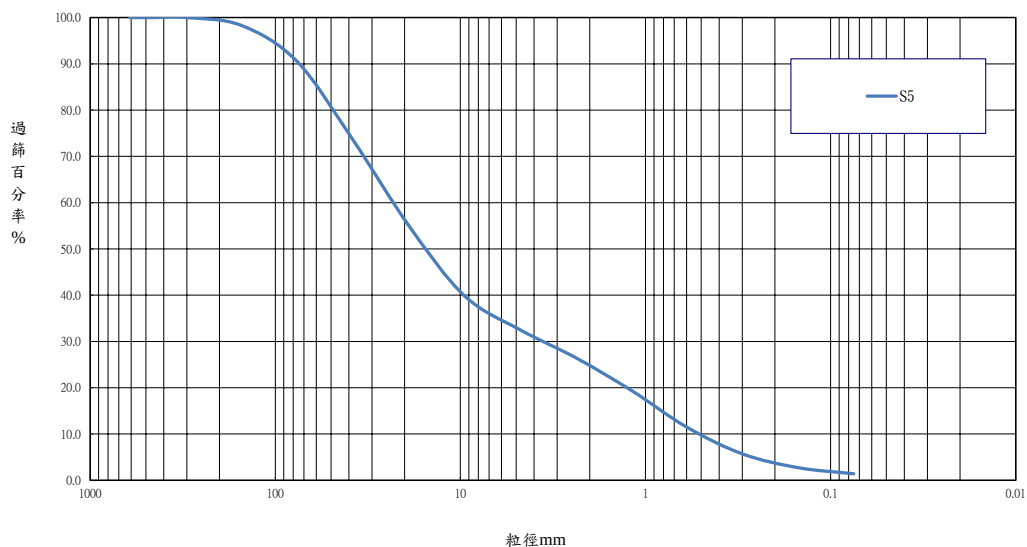


圖 2-5 S5 孔位粒徑分布曲線圖

本區地質屬於變質岩類且材料以片狀為主，因此夾雜大小不均勻材料，綜合上述各採樣孔相關成果分析資料彙整如表 2-2-3 及圖 2-2-6 所示，粗顆粒分佈約為 67.5%~82.4%之間，細顆粒分佈約為 16.3%~31.1%之間，#200 以下含泥成分相當小，且由上游往下游顆粒有漸變小趨勢(如圖 2-2-6)， D_{50} 約介於 15.85mm~32.06mm 之間、平均粒徑 D_m 約介於 29.15mm~72.09mm 之間。

表 2-2-3 各採樣孔河床質相關成果資料彙整表

孔號	S1 (白米溪)	S2 (圳頭坑溪)	蘇澳溪		
			S3	S4	S5
最大粒徑	18"	12"	18"	12"	12"
粗料比例	82.4%	73.6%	71.3%	68.7%	67.5%
細料比例	16.3%	25.4%	26.6%	30.6%	31.1%
含泥量	1.3%	1.0%	2.1%	0.7%	1.4%
D_{50} (mm)	32.06	25.58	25.24	17.91	15.85
D_m (mm)	72.09	45.77	51.97	35.12	29.15

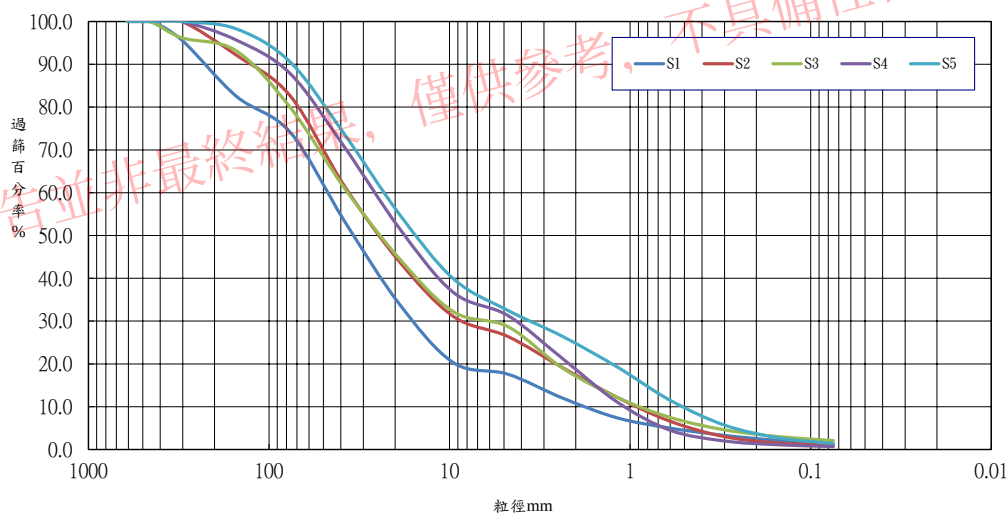


圖 2-2-6 各孔位粒徑分布比較圖(S1~S5)

河床質的組成粒徑大小，代表河床受水流沖擊時，其抵抗沖蝕之能力或輸砂的程度，粒徑越大，則其越不容易受水流帶動；而組成粒徑越小，越容易受到水流帶動，含砂量越容易提高。由上述各孔河床質調查結果顯示，蘇澳溪河床質粒徑分類為變質岩類礫石。

三、洪峰流量

民國 102 年洪峰流量採用標準係依據「易淹水地區水患治理計畫第三階段實施計畫-宜蘭縣縣管河川蘇澳溪水系治理規畫檢討」，該報告之分析成果並無猴猴坑洪峰流量推算資料，同年中興工程顧問股份有限公司辦理「蘇澳溪水系分洪道規劃」，於分洪道區域增列分洪點(攔河堰)控制點及增加 Q_{200} 重現期距各控制點洪峰流量之推算，惟該水文統計資料及分析結果，僅統計至民國 99 年，考量迄今已過 12 年有餘，基設單位(黎明工程)增補水文資料至民國 111 年，並採治理規畫分析方式推算攔河堰各重現期距洪水量如表 2-3-1，藉以瞭解原規劃之設計洪水量是否合宜。

依據基設單位 113 年水文分析結果顯示，攔河堰集水區之 200 年重現期距洪水量已略有降低，其主要原因為民國 99 年梅姬颱風雖降雨量為歷史最大(降雨量達 1,084mm/24hr)，然因近 12 年最大降雨量僅有 390 mm/24hr，故以平均化效應，其各重現期距洪水量皆略有調降，基設單位研判分析結果應屬合宜；然以保守性及安全性之考量，基設單位建議仍採用前期規劃分析結果蘇澳溪 Q_{200} (860cms)之 80% (690cms)作為分洪隧道之設計流量。

表 2-3-1 攔河堰各重現期距洪峰流量一覽表

單位：立方公尺/秒

控制點 (攔河堰)	重現期距(年)						
	2	5	10	25	50	100	200
支流圳頭坑溪出口	90	134	173	238	299	374	462
支流白米溪出口	112	166	215	295	371	465	579
白米溪與圳頭坑溪合流後	137	208	266	352	427	512	610
猴猴溪合流前	155	235	301	398	483	579	689
分洪點(攔河堰)(102 年中興工程)	194	264	376	497	603	723	860
分洪點(攔河堰)(113 年黎明工程)	189	285	362	475	571	679	801

資料來源：1.「蘇澳溪治理規劃檢討」，水利規劃分署，民國 100 年，水文分析年限民國 37~民國 99 年。

2.「縣管河川蘇澳溪水系分洪道規劃」，中興工程，民國 102 年，200 年重現期距洪峰流量參照「蘇澳溪治理規劃檢討」分析方式推算。

3.基設單位(黎明工程)分析，民國 113 年，分析年限民國 37 年~民國 111 年。

四、河道輸砂能力

河川總輸砂量為推移載與懸浮載(含沖洗載)之和，推移質依流況不同在水中以懸浮、跳躍及推移方式進行，而懸浮質中又包括沖洗質，沖洗質受限於集水區泥砂產量與河川水理因素關係甚小，一般於河道輸砂能力或沖淤分析時不予考慮，僅考量推移載與懸浮載(不含沖洗載)。

民國 102 年「蘇澳溪水系治理規劃檢討」為瞭解蘇澳溪各斷面在不同流量之輸砂能力，利用一維流水面剖線演算模式(CWSE)及定床模式計算各斷面輸砂能力，CWSE 模式係水利署早期常用之一維定量水理模式，除一般河川斷面亦可考量橋梁、堰壩等水工構造物之計算；該報告採用適用砂礫石河床（中值粒徑 0.4~30mm）之 Meyer-Peter,Muller 公式(1948 年)計算推移質之輸砂能力，而懸浮載之輸砂能力則採用張氏法公式(Chang, F.M, 1967 年)推算。

Meyer-Peter,Muller 公式為無因次公式，採用平均粒徑 6.4~30mm 之實驗資料推得，可應用於較粗顆粒之河川，其計算公式如下：

$$\left[\frac{q_b(\gamma_s - \gamma)}{\gamma_s} \right]^{2/3} \left(\frac{\gamma}{g} \right)^{1/3} \frac{0.25}{(\gamma_s - \gamma)d_m} = \frac{(k/k')^{3/2} \gamma RS}{(\gamma_s - \gamma)d_m} - 0.047$$

q_b ：底床載單位寬輸砂量(kg/sec/m)

γ_s ：泥砂單位重(kg/m³) γ ：水單位重(kg/m³) g ：重力加速度(m/sec²)

R ：水力半徑(m) S ：能量坡降

$d_m = \sum_i p_i d_i$ =幾何平均粒徑(m)

$k/k' = 0.5 \sim 1$

$k/k' = 0.5$ ：河床型態明顯如砂丘等， $k/k' = 1$ ：無河床型態存在。

張氏法懸浮載計算公式如下：

$$q_{ss} = \frac{q_b D}{ar_2 U} \left[UI_1 - \frac{2U_*}{\kappa} I_2 \right]$$

$$I_1 = \left[\frac{1 - (1 - A)^{1/2}}{A^{1/2}} \right]^{2Z^*} \int_A^1 \left[\frac{\eta^{1/2}}{1 - (1 - \eta)^{1/2}} \right]^{2Z^*} d\eta$$

$$I_2 = \left[\frac{1 - (1 - A)^{1/2}}{A^{1/2}} \right]^{2Z^*} \int_A^1 \left[\frac{\eta^{1/2}}{1 - (1 - \eta)^{1/2}} \right]^{2Z^*} \times \left\{ \ln \left[\frac{\eta^{1/2}}{1 - (1 - \eta)^{1/2}} \right] - (1 - \eta)^{1/2} + 1/3 \right\} d\eta$$

泥砂顆粒沉降速度 Rubey(1933 年)

$$\omega_s = \frac{32.8 \times (100d)^{1/2}}{100} \quad \text{for } d > 0.001 \text{ m (1 mm)}$$

$$\omega_s = [gd(s-1)]^{1/2} \left\{ \left[\frac{2}{3} + \frac{36v^2}{gd^3(s-1)} \right]^{1/2} - \left[\frac{36v^2}{gd^3(s-1)} \right]^{1/2} \right\}$$

for $d \leq 0.001 \text{ m}$

$$Z^* = \frac{\omega_s}{\kappa U_*}$$

$$A = a/D \quad \eta = y/D$$

q_{ss} : 懸浮載輸砂量(kg/sec/m) a : 移動層厚度(m) D : 河道水深(m)

d : 泥砂顆粒直徑(m) U : 平均流速(m/sec) U_* : 剪力速度(m/sec)

ω_s : 砂泥顆粒沈降速度(m/sec) r_2 : 懸浮載係數(實驗值為 0.8)

y : 水深方向軸量(m) s : 泥砂顆粒比重 v : 水運動滯度(m/sec)

κ : Von Karman 常數

本次試驗蘇澳溪分洪工程範圍之各斷面各重現期距輸砂量，則擷取民國 102 年「蘇澳溪水系治理規劃檢討」報告中，現況河道輸砂能力變化分析小節所推算成果，詳表 2-4-1(斷面 51.1~斷面 36)，惟各斷面輸砂計算成果僅供研判河道輸砂能力趨勢。整體而言，各斷面之輸砂能力隨流速之增加而增大，大致可發現上游輸砂能力較下游大之趨勢；惟局部斷面易受通洪河幅大小及攔砂壩等因素導致輸砂能力急遽上升或下降。

表 2-4-1 蘇澳溪分洪工程範圍河道輸砂能力推算成果表

斷面編號	河心累距 (公尺)	總輸砂量(公斤/秒)					
		Q ₁₀₀	Q ₅₀	Q ₂₅	Q ₁₀	Q ₅	Q ₂
36(攔砂壩)	2,700	38,116	29,453	2,6670	25,515	23,864	19,026
37	2,750	7,918	7,103	6,118	4,968	3,692	2,304
39	2,900	9,126	6,029	3,939	2,051	1,241	586
40	2,977	40,688	10,642	6,221	3,074	1,236	345
41	3,050	1,878	1,399	999	567	277	146
42	3,178	1,121	794	528	283	161	92
44(油庫一號橋)	3,342	9,135	5,705	3,481	1,681	859	258
45	3,400	17,231	14,109	16,081	14,340	1,944	794
46	3,500	24,293	7,346	5,076	3,292	2,287	1,336
47	3,607	15,783	12,838	9,948	6,856	5,019	3,107
48	3,700	14,332	11,299	9,622	6,666	4,921	6,121
49	3,768	4,879	3,266	2,398	1,497	921	409
50	3,850	19,369	14,578	10,702	6,322	4,574	3,047
51	3,950	1,263	1,056	850	700	621	558
51.1	3,996	1,330	1,057	881	684	503	206

五、含砂濃度

蘇澳溪平時常斷流並無含砂濃度資料調查，考量蘇澳溪河床質為礫石，颱風仍會夾帶泥砂而下，仍需蒐集現場相關颱風含砂濃度，作為本計畫加砂試驗參考；113.07.25 凱米颱風於宜蘭南澳登陸，經分別於白米溪、蘇澳溪及猴猴坑溪蒐集含砂濃度資料如表 2-5-1 所示(圳頭坑溪則考量無適當地點可採取及人員安全，取消量測)，凱米颱風蘇澳溪颱風洪流量約 85cms，含砂濃度約 1,134ppm，後續仍需蒐集更多現場資料，建立符合蘇澳溪流量-含砂濃度關係曲線。

表 2-5-1 凱米颱風現場含砂濃度觀測資料

測 站	水面寬 (m)	水深 (m)	通水面積 (m ²)	流速 (m/s)	流量 (cms)	含砂濃度(ppm)			
						第 1 次	第 2 次	第 3 次	平均
白米溪 (永樂鐵路橋)	10.8	1.652	17.842	2.63	47	1,355	1,528	1,937	1,607
蘇澳溪 (油庫 1 號橋)	14.3	1.555	22.24	3.83	85	1,071	1,087	1,244	1,134
猴猴坑溪 (約 0K+230)	7.0	1.25	8.75	2.53	22	347	520	693	520

第三章 水工模型試驗設計

一、試驗目的

檢核蘇澳溪分洪道工程基本設計是否可達到 Q_{200} 攔河堰分洪約 170cms 及 Q_{200} 隧道分洪約 690cms 設計要求，並初步提供分洪隧道出海口 Q_{200} 排放含砂濃度試驗成果，作為蘇澳溪分洪道其他工程研究參考資料。

二、試驗範圍及布置

現場河道範圍為宜蘭縣蘇澳溪上游白米溪及圳頭坑溪匯流(斷面 51)至蘇澳溪攔砂壩(斷面 36)，河道長度約 1.3 公里(如圖 3-2-1)，分洪出口為宜蘭縣蘇澳鎮內埤海岸，分洪隧道長度約 2.4 公里；並由設計單位(黎明工程)分別提供(1)112 年 12 月現況地形測量資料(2)油庫 1 號橋下游(斷面 44)至 SEC43.3~SEC41.1 河道整理資料(EL.21m~EL.15.6m)，如圖 3-2-2(3)不同方案壓克力模型(如圖 3-2-2~圖 3-2-3)，作為整體模型建置依據，不同方案主要工程項目比較如表 3-2-1 所示。

三、模型試驗比尺

水工模型試驗著重模型之水流情形必須與現場實際之原體水流情況相似，模型比例尺設計及選定，考慮模型與原體須滿足幾何相似性及運動相似性外，模型與原體相對應力之比例必須完全相等，即是滿足動力相似性，方能由模型試驗反求原體之受力情形相似性外，經考量模型試驗範圍、試驗目的、試驗場地限制、供(量、迴)水設施、上下游水頭落差、模型用砂及模型試驗期程需求等因素，採用等比模型比尺(Lr)為 1/60 進行本計畫水工模型試驗。模型試驗水流特性為明渠流，屬福祿律控制。模型與原體各項比例尺關係如表 3-3-1 所示。

圖 3-2-1 蘇澳溪分洪工程水工模型試驗範圍布置圖

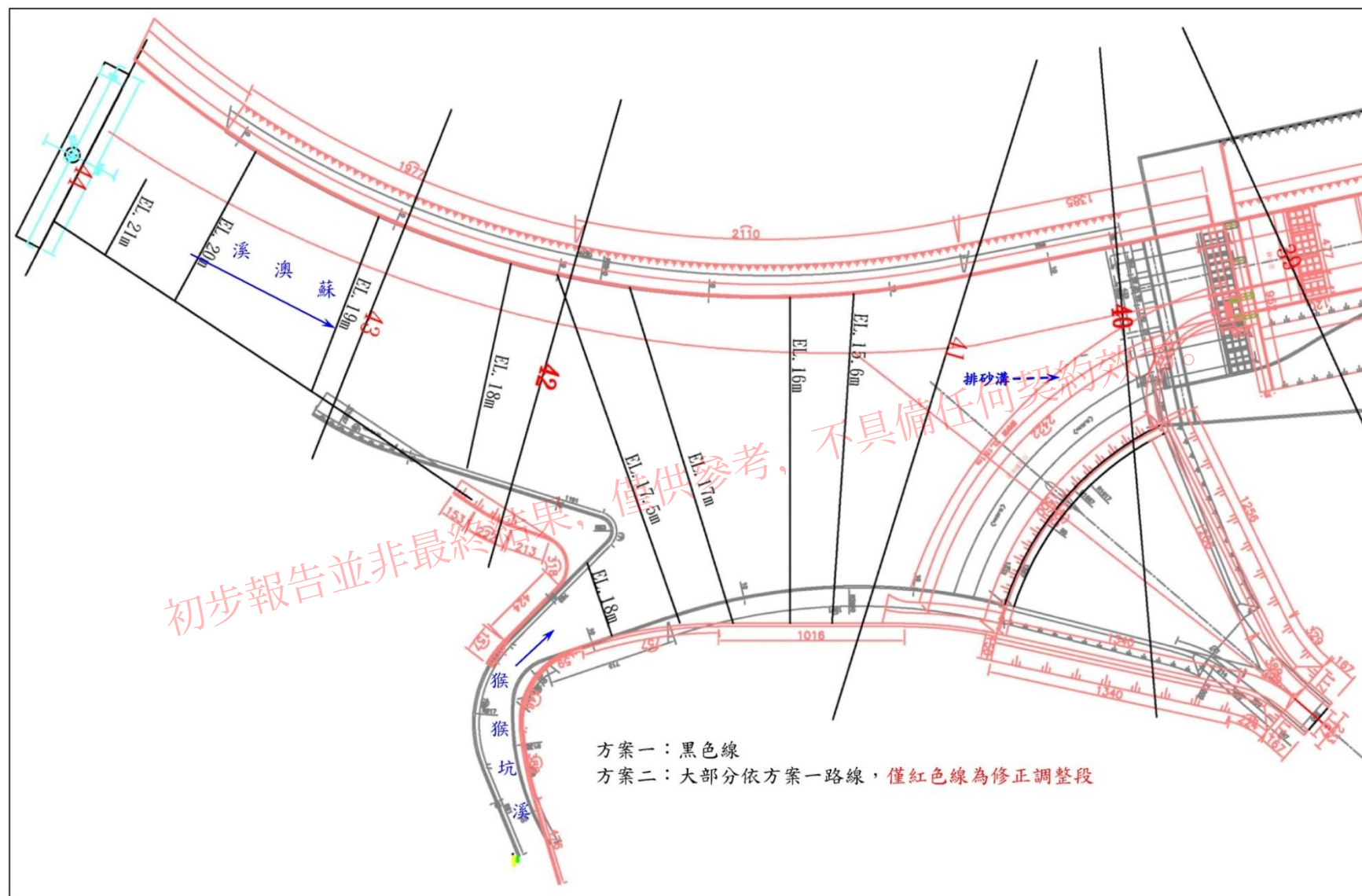


圖 3-2-2 油庫 1 號橋至攔河堰河道整理範圍及不同方案隧道進水口平面布置示意圖

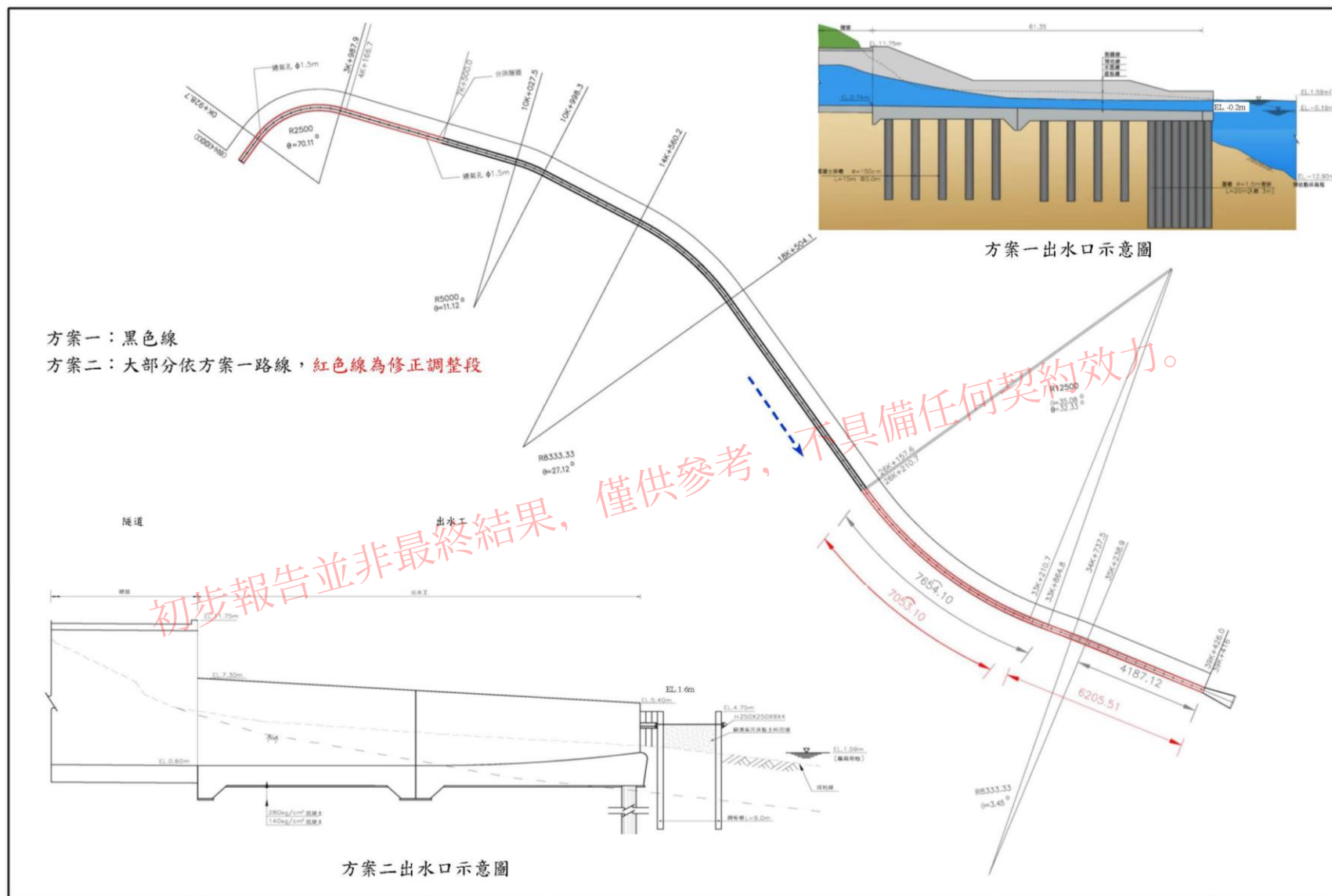


圖 3-2-3 不同方案隧道平面布置示意圖

表3-2-1 不同方案布置主要工程概述

主要工程項目	方案一(水工模型1版)	方案二(水工模型2版)
攔河堰	1.排洪道 堰底高程=EL.15.6m 孔口數量=2孔，孔口尺寸W×H=4.1m×2.2m 尾檻高程=EL.16.3m，設計水位=EL.23.24m 排洪量=170cms 2.排砂道 堰底高程=EL.15.1m 孔口數量=1孔，孔口尺寸=(W×H=6.00×4.00)m 閘門型式為直提式，閘門尾檻高程 EL.15.6m。	1.排洪道 堰底高程=EL.15.6m 孔口數量=1孔，孔口尺寸W×H=4.6m×4.6m 尾檻高程=EL.15.6m，設計水位=EL.24.34m 排洪量=170cms 2.排砂道 堰底高程=EL.15.1m 孔口數量=1孔，孔口尺寸=(W×H=4.2×4.20)m 閘門型式為直提式，閘門尾檻高程 EL.15.6m。
進水口	1.分洪堰 堰頂EL.18.7m，水平段3m 溢流長度80m，堰高3.1m，底部高程EL.15.6m 2.束縮及漸變段 束縮段長 67m，縱坡：7% 束縮段底板高程 EL.18.7~EL.16.04m 束縮段寬度 80m~17.88m 漸變段長 40m，縱坡：7% 漸變段底板高程 EL.16.04~EL.11.22m	1.分洪堰 堰頂EL.18.7m，水平段3m 溢流長度90m，堰高2.0m(EL.16.7m) 斜下排砂溝頂部EL.15.6m 2.束縮及漸變段 束縮段長 67m，縱坡：7.5% 束縮段底板高程 EL.18.7~EL.13.68m 束縮段寬度 90m~27m，漸變段長 40m 縱坡：7.5%~0.45% 漸變段底板高程 EL.13.68~EL.11.25m 漸變段寬度27m~10m
分洪隧道	隧道形式為三心圓，隧道工程全長約2,365.56m， 坡降0.45%，內徑D=12~10m 隧道入口段,D=12m，長約250m 隧道漸變段長約200m，D=12~10m 主隧道段長約1,915.56m，D=10m	隧道形式為三心圓，隧道工程全長約2,365m 坡降0.45%，內徑D=10m
出水口	漸變段斷面：10.00m(W)~20.00m(W)，縱坡：1.97% 底板高程變化：EL.0.60m~EL.-0.20m，長度：40.60m	漸變段斷面：10.00m(W)~17.50m(W)，縱坡：-3.23% 底板高程變化：EL.0.60m~EL.1.60m，長度：30.95m
蘇澳溪及猴坑溪 匯流導流牆	型式：懸臂式擋土牆 牆頂高程：EL.26.0m，長度：約246.68m	型式：懸臂式擋土牆 牆頂高程：EL.23.0m，長度：約155.32m

表 3-3-1 蘇澳溪分洪原體與模型各物理量比尺關係

模 型 比 例	長 度	流 速	時 間	流 量	河 床 質 粒 徑	輸 砂 量
關 係 式	L_r	$L_r^{1/2}$	$L_r^{1/2}$	$L_r^{5/2}$	L_r	$L_r^{5/2}$
比 例	60	7.746	7.746	27885.5	60	27885.5

四、模型試驗用砂

以現場 S3、S4、S5 三處區域平均之河床質粒徑(如表 3-4-1)，作為本計畫水工模型河道之粒徑分布，模型用砂 $D_{50}=0.32\text{mm}$ ，並依模型縮比 1/60 換算試驗範圍河道動床模型所需之鋪設粒徑(如圖 3-4-1)。

表 3-4-1 蘇澳溪 S3~S5 河床質及平均各粒徑停留百分率分析表

採樣孔 編號	粒徑別 (mm)												
	No.200	No.100	No.50	No.30	No.16	No.8	No.4	3/8"	3/4"	1½"	3"	6"	12"
S3	2.1	3.0	4.6	7.5	12.2	19.0	28.7	32.2	44.7	61.0	79.9	93.2	96.2
S4	0.7	1.1	2.0	4.5	11.1	21.2	31.3	36.7	51.8	70.6	87.8	95.7	100.0
S5	1.4	2.7	5.7	11.5	19.3	26.4	32.5	39.9	55.1	73.6	90.5	98.3	100.0
平均	1.4	2.3	4.1	7.8	14.2	22.2	30.8	36.3	50.5	68.4	86.1	95.7	98.7

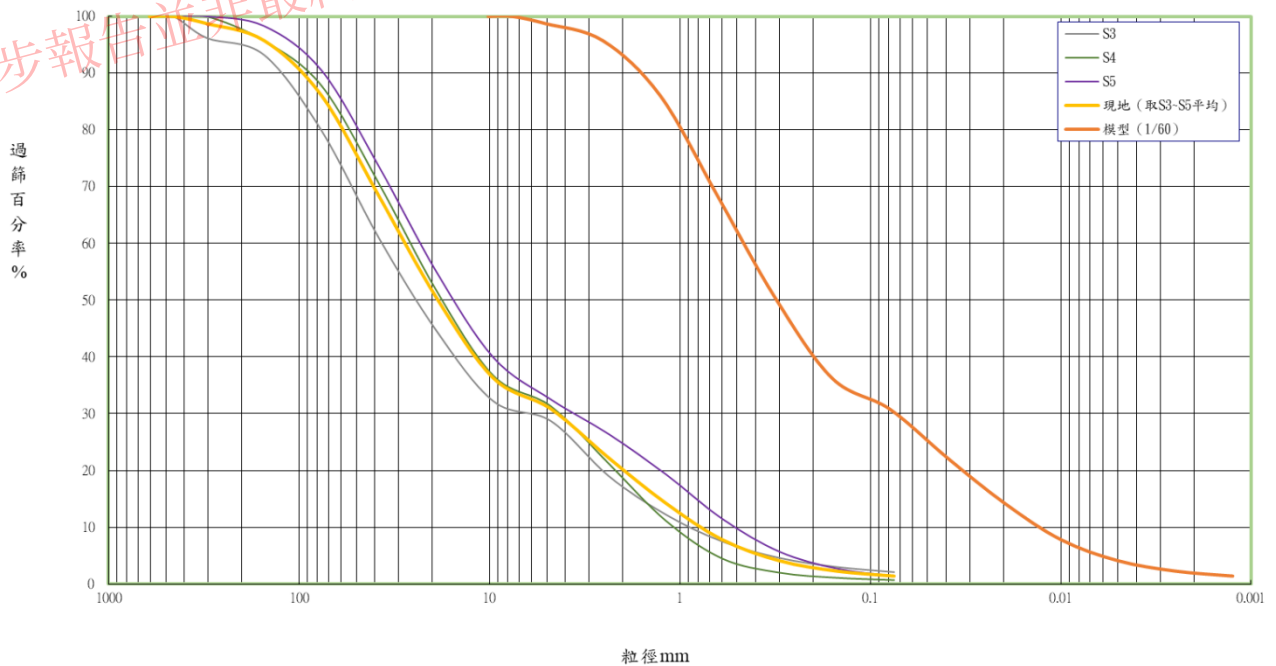


圖 3-4-1 蘇澳溪現地河道粒徑(取 S3~S5 平均)及模型砂粒徑分布

五、模型試驗流量

考量蘇澳溪為縣管河川，依水利法之縣管河川之防洪標準為 Q_{25} 重現期距(Q_{50} 不溢堤)；另蘇澳溪下游阿里史溪排水分區及聖敏排水分區雨水下水道系統保護標準分別為 Q_5 及 Q_2 年重現期距，如以保守性及安全性之考量，採用阿里史溪排水分區雨水下水道系統保護標準 5 年，可提供內水排放最大利基；模型試驗流量除進行 Q_{200} 分洪隧道分洪量檢核外，並增加 Q_{100} 、 Q_{50} 、 Q_{25} 及 Q_5 等各重現期距試驗(如圖 3-5-1)，提供基設單位(黎明工程)更多不同流量試驗資料，以利基設階段相關工程設計規劃參考。

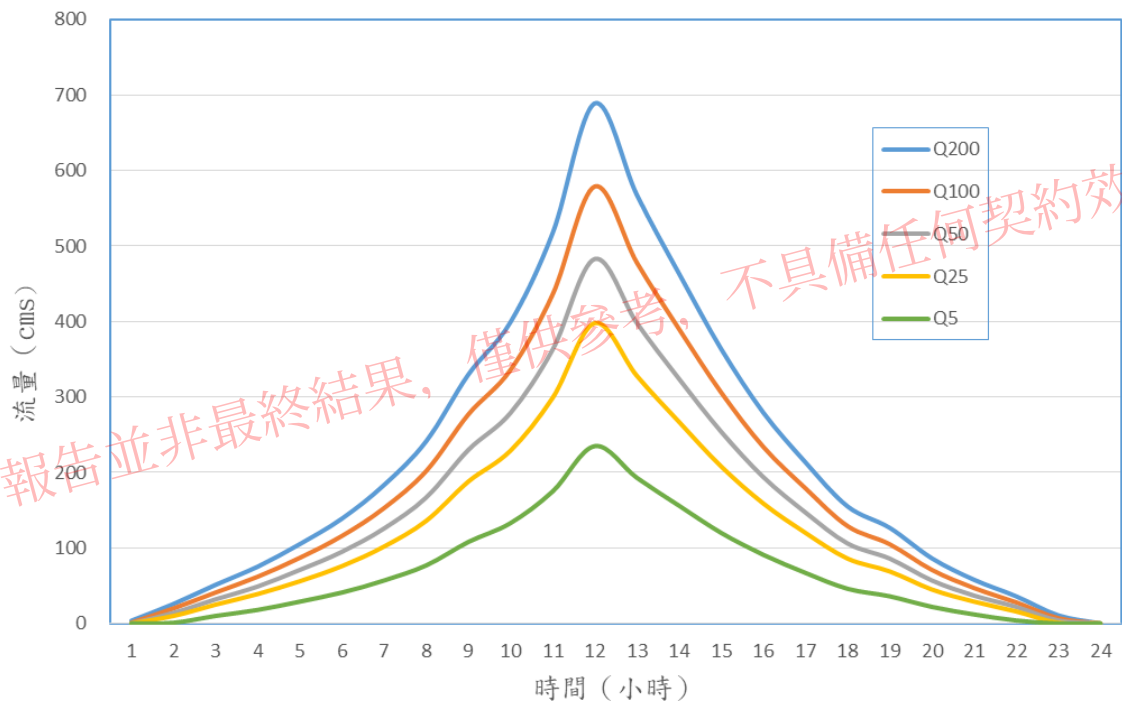


圖 3-5-1 蘇澳溪各重現期流量歷線圖(猴猴坑溪合流前)

為模擬及管控各重現期距流量歷線(24 小時)，採用階梯式定量方式施放各重現期距不同時段流量歷線(如圖 3-5-2~3-5-3)。考量試驗操作轉換流量不宜過短，且階梯式設計流量總和必須和該重現期流量歷線之體積相符，故本計畫 Q_{200} 、 Q_{100} 、 Q_{50} 重現期距，採 14 階定量流量設計， Q_{25} 、 Q_5 重現期距，採 10 階定量流量設計。

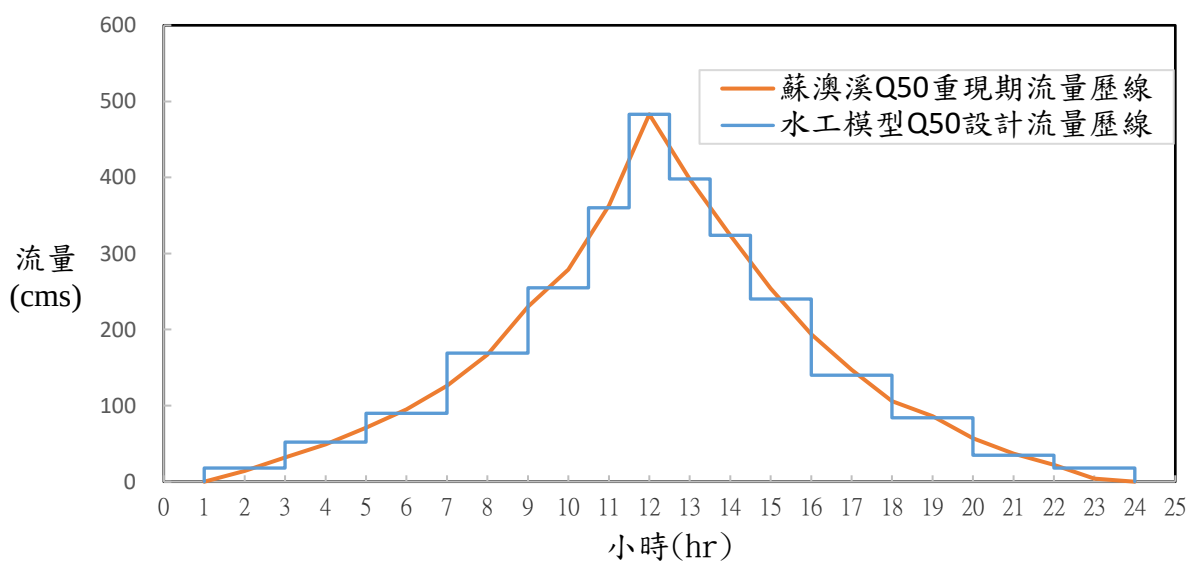
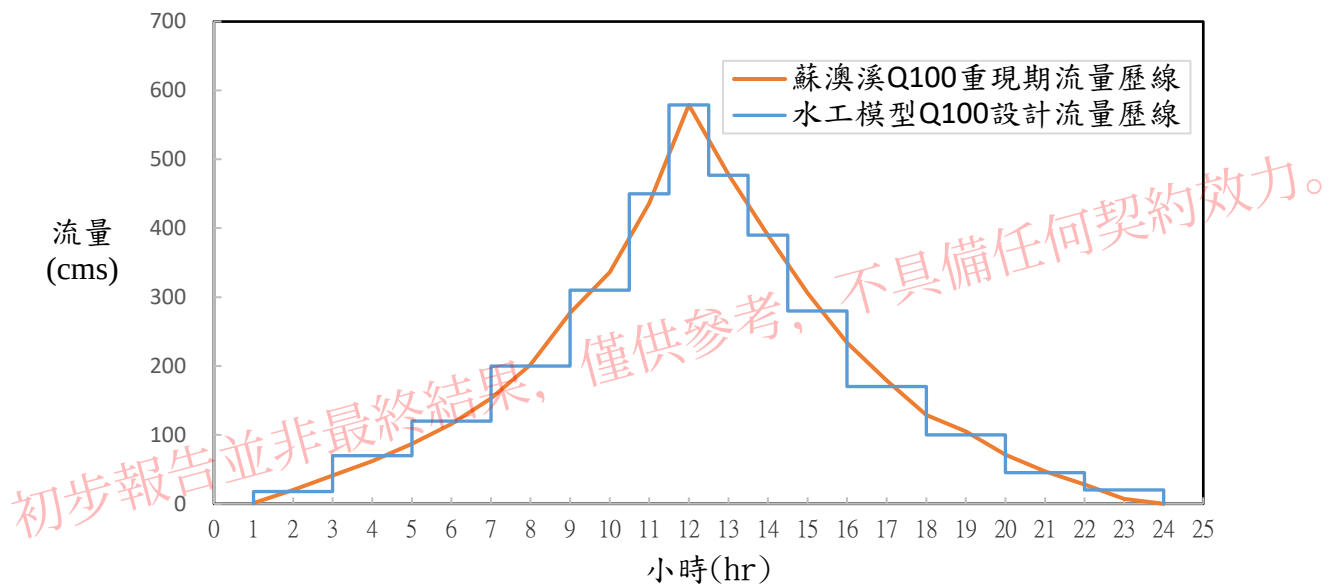
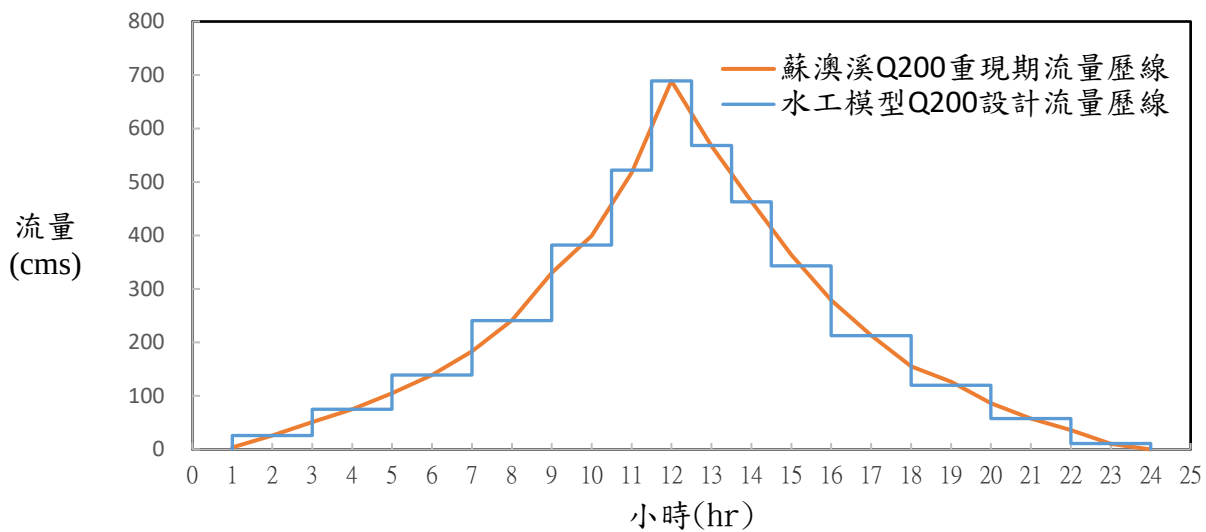


圖 3-5-2 蘇澳溪 $Q_{200} \sim Q_{50}$ 流量歷線與水工模型試驗設計階梯流量圖

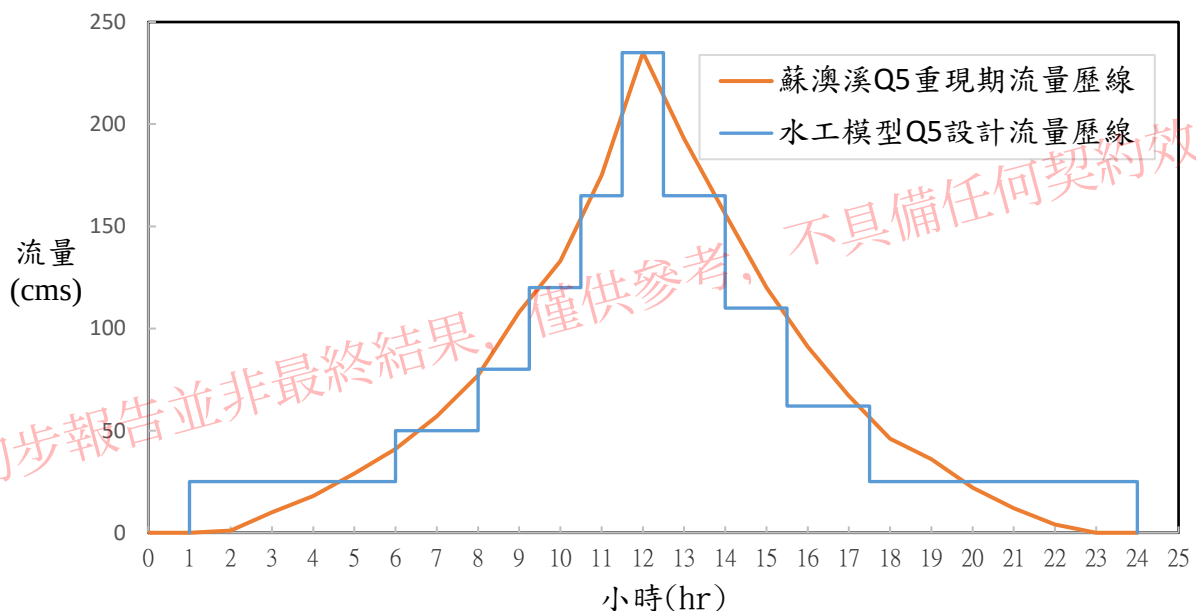
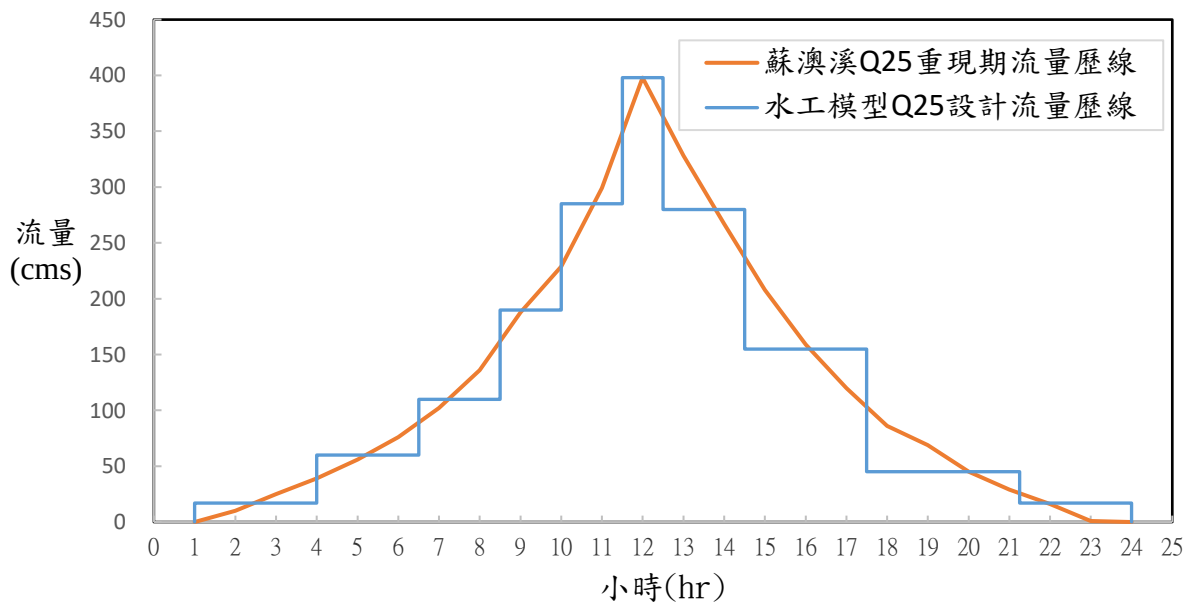


圖 3-5-3 蘇澳溪 $Q_{25} \sim Q_5$ 流量歷線與水工模型試驗設計階梯流量圖

六、模型試驗加砂量

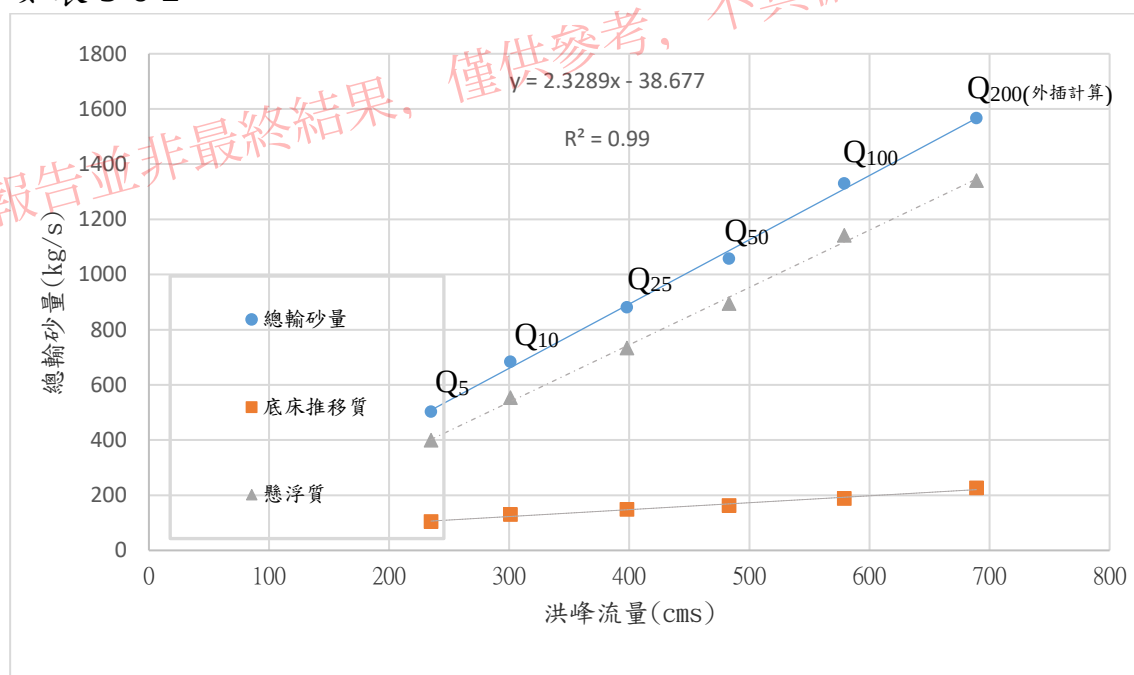
白米溪及圳頭坑溪(蘇澳溪上游)、蘇澳溪本流及猴猴坑溪皆無現場實測觀測資料，現階段僅有民國 102 年「蘇澳溪水系治理規劃檢討」報告之蘇澳溪本流各斷面河道輸砂能力分析成果可供參考(詳表 2-4-1)。

配合水工模型加砂試驗之需要，預定加砂起始位置為蘇澳溪斷面 51.1，以該報告斷面之各重現期距總輸砂能力來推估試驗加砂量(如表 3-6-1)。採用該報告中推求 Q_5 、 Q_{10} 、 Q_{25} 、 Q_{50} 及 Q_{100} 之流量與總輸砂

量的關係式後，作為推求水工模型試驗相對應之流量與所需之加砂量；因該報告中並無 Q_{200} 重現期距總輸砂量計算，本試驗研擬以報告中 Q_5 、 Q_{10} 、 Q_{25} 、 Q_{50} 及 Q_{100} 之總輸砂量成果迴歸外插推求 Q_{200} 總輸砂量，各重現期 Q_p 與總輸砂量關係如圖 3-6-1，總輸砂量迴歸式 $Y=2.3289X-38.677$ 。

總輸砂量為底床推移質及懸浮質之和，依據蘇澳溪推估之 Q_5 、 Q_{10} 、 Q_{25} 、 Q_{50} 、 Q_{100} 及 Q_{200} 河道輸砂能力資料，其推移質佔總輸砂量比例約為 21%~14%，懸浮質佔總輸砂量比例約為 79%~86%，詳如表 3-6-1。

目前猴猴坑溪現場河寬約為 3~5m 寬及部分 3 面 RC 鋪面，平常水質清澈，惟仍可見些許泥砂運移，因 102 年「蘇澳溪水系分洪道規劃」報告僅推估猴猴坑溪各重現期距流量，無總輸砂量推算及現場觀測資料，本試驗保守參考依據蘇澳溪河道輸砂能力推估猴猴坑溪輸砂能力如表 3-6-2。



註：依102年「蘇澳溪水系治理規劃檢討」報告中各重現期洪峰流量與總輸砂量關係推算

圖3-6-1 蘇澳溪各重現期 Q_p 與總輸砂量關係圖

表3-6-1 蘇澳溪斷面51.1輸砂量推估一覽表

項 目	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₅	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀
流量(cms)	235	301	398	483	579	689
ppm(g/m ³)	2,140	2,272	2,214	2,188	2,297	2,273
總輸砂量(kg)	503	684	881	1,057	1,330	1,566
底床推移質(kg)	104	130	148	162	188	226
懸浮質(kg)	399	554	733	895	1,142	1,340
比例%(推移質/總輸砂量)	21	19	17	15	14	14

表3-6-2 猴猴坑溪輸砂量推估一覽表

項 目	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₅	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀
流量(cms)	29	75	99	120	144	171
ppm(g/m ³)	1,000	1,813	1,939	2,008	2,063	2,105
總輸砂量(kg)	29	136	192	241	297	360
底床推移質(kg)	6	26	33	36	42	50
懸浮質(kg)	23	110	159	205	255	310
比例%(推移質/總輸砂量)	21	19	17	15	14	14

Q₂₀₀、Q₁₀₀、Q₅₀、Q₂₅、Q₅試驗所需加砂量，係參考現場各重現期。流量歷線推算之各時段總輸砂量（圖3-6-1及表3-6-1~表3-6-2），並依據模型比尺分別計算各重現期距各時段所需加砂量如表3-6-3~3-6-7，作為本次模型試驗各重現期距加砂量之方法。

表3-6-3 蘇澳溪Q₂₀₀流量歷線各時段試驗加砂量一覽表

Q ₂₀₀ 設計 流量歷線 時間(hr)	Q ₂₀₀ 流量 歷線 (cms)	試驗加砂量 (kg)			
		蘇澳溪		猴猴坑溪	
		底床推移質	懸浮質	底床推移質	懸浮質
1~3	32	0.1	0.6	0	0
3~5	94	0.6	3.9	0	0.1
5~7	173	1.3	8.2	0.2	1.2
7~9	301	2.4	15.0	0.5	2.9
9~10.5	477	3.0	18.3	0.6	3.9
10.5~11.5	652	2.7	16.9	0.6	3.8
11.5~12.5	860	3.7	22.4	0.8	5.2
12.5~13.5	709	3.0	18.4	0.7	4.2
13.5~14.5	578	2.4	14.9	0.5	3.3
14.5~16	428	2.7	16.3	0.6	3.4
16~18	266	2.1	13.1	0.4	2.4
18~20	150	1.1	6.9	0.1	0.9
20~22	72	0.4	2.8	0	0
22~24	14	0	0	0	0

表3-6-4 蘇澳溪Q₁₀₀流量歷線各時段試驗加砂量表

Q ₁₀₀ 設計 流量歷線 時間(hr)	Q ₁₀₀ 流量 歷線 (cms)	試驗加砂量 (kg)			
		蘇澳溪		猴猴坑溪	
		底床推移質	懸浮質	底床推移質	懸浮質
1~3	22	0.0	0.1	0.0	0.0
3~5	87	0.6	3.6	0.0	0.1
5~7	150	1.1	6.9	0.1	0.9
7~9	250	2.0	12.2	0.4	2.2
9~10.5	387	2.4	14.7	0.5	3.0
10.5~11.5	562	2.4	14.5	0.5	3.2
11.5~12.5	723	3.1	18.8	0.7	4.3
12.5~13.5	596	2.5	15.4	0.6	3.4
13.5~14.5	487	2.0	12.5	0.4	2.7
14.5~16	350	2.1	13.2	0.4	2.7
16~18	212	1.7	10.2	0.3	1.7
18~20	125	0.9	5.6	0.1	0.6
20~22	56	0.3	1.9	0.0	0.0
22~24	25	0.0	0.0	0.0	0.0

表3-6-5 蘇澳溪Q₅₀流量歷線各時段試驗加砂量表

Q ₅₀ 設計流 量歷線時 間(hr)	Q ₅₀ 流量 歷線 (cms)	試驗加砂量 (kg)			
		蘇澳溪		猴猴坑溪	
		底床推移質	懸浮質	底床推移質	懸浮質
1~3	22	0.0	0.1	0.0	0.0
3~5	65	0.4	2.3	0.0	0.0
5~7	112	0.9	4.8	0.1	0.4
7~9	211	1.8	10.1	0.3	1.7
9~10.5	318	2.1	11.8	0.4	2.3
10.5~11.5	449	2.0	11.3	0.4	2.4
11.5~12.5	603	2.7	15.4	0.6	3.4
12.5~13.5	497	2.2	12.6	0.5	2.7
13.5~14.5	404	1.8	10.1	0.4	2.1
14.5~16	300	2.0	11.1	0.4	2.1
16~18	175	1.4	8.1	0.2	1.2
18~20	105	0.8	4.4	0.0	0.3
20~22	44	0.2	1.2	0.0	0.0
22~24	22	0.0	0.0	0.0	0.0

表3-6-6 蘇澳溪Q₂₅流量歷線各時段試驗加砂量表

Q ₂₅ 設計流量歷線時間(hr)	Q ₂₅ 流量歷線(cms)	試驗加砂量 (kg)			
		蘇澳溪		猴猴坑溪	
		底床推移質	懸浮質	底床推移質	懸浮質
1~4	21	0.0	0.0	0.0	0.0
4~6.5	75	0.7	3.5	0.0	0.0
6.5~8.5	137	1.2	6.0	0.1	0.7
8.5~10	237	1.7	8.4	0.3	1.5
10~11.5	356	2.7	13.0	0.5	2.6
11.5~12.5	497	2.5	12.3	0.5	2.7
12.5~14.5	350	3.5	17.0	0.7	3.4
14.5~17.5	194	2.7	13.4	0.4	2.1
17.5~21.25	56	0.7	3.4	0.0	0.0
21.25~24	21	0.0	0.0	0.0	0.0

表3-6-7 蘇澳溪Q₅流量歷線各時段試驗加砂量表

Q ₅ 設計流量歷線時間(hr)	Q ₅ 流量歷線(cms)	試驗加砂量 (kg)			
		蘇澳溪		猴猴坑溪	
		底床推移質	懸浮質	底床推移質	懸浮質
1~6	29	0.3	1.3	0.0	0.0
6~8	57	0.5	2.0	0.0	0.0
8~9.25	91	0.6	2.4	0.0	0.0
9.25~10.5	137	1.1	4.0	0.0	0.0
10.5~11.5	188	1.2	4.6	0.1	0.2
11.5~12.5	268	1.8	6.7	0.1	0.5
12.5~14	188	1.8	6.8	0.1	0.3
14~15.5	125	1.1	4.3	0.0	0.0
15.5~17.5	71	0.7	2.8	0.0	0.0
17.5~24	29	0.4	1.7	0.0	0.0

七、模型試驗控制水位

現有攔河堰上游集水區分別包含圳頭坑溪集水區、白米溪集水區及猴猴坑溪集水區，依據基設單位(黎明工程)分析各集水區之集流時間及洪峰到達時間資料(如表3-7-1~3-7-2)，蘇澳溪上游之子集水區洪峰匯流時間約介於0.46~0.53小時，僅相差2.4~4.2分鐘，應可視為同時

到達，攔河堰之洪峰流量可採用上游各子集水區之洪峰流量相加，據此作為水工模型試驗同步施放蘇澳溪各支流流量啟始操作條件。

表3-7-1 集流時間計算成果比較表

控制點	集水面積 (平方公里)	流路長 (公里)	高程差 (公尺)	坡度 (%)	集流時間 (小時)
白米溪出口	7.83	4.03	629.50	15.33	0.70
圳頭溪坑出口	6.33	4.22	630.14	14.25	0.76
猴猴溪坑出口	4.11	3.69	617.14	17.05	0.64

表3-7-2 洪峰時間計算成果比較表

控制點	集水面積 (平方公里)	集流時間 (小時)	單位降雨延時 (小時)	洪峰時間 (小時)
白米溪出口	7.83	0.70	0.15	0.50
圳頭溪坑出口	6.33	0.76	0.15	0.53
猴猴溪坑出口	4.11	0.64	0.15	0.46

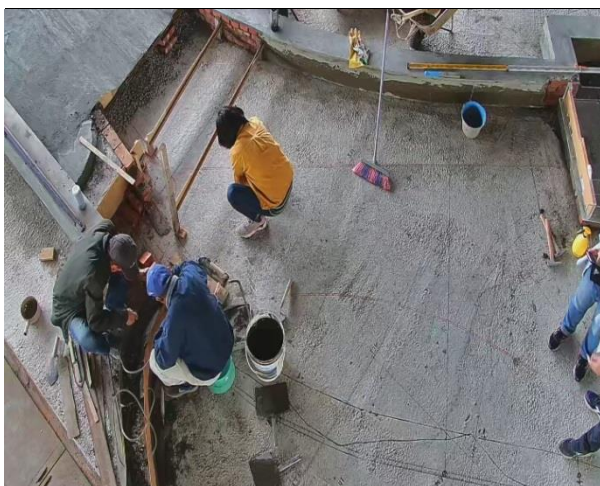
出海口水位以最高潮位1.59m為控制高程，河道斷面36控制水位為13.69~14.96m(由黎明工程提供該斷面 Q_{200} 流量歷線各時段數值模擬水位，如表3-7-3所示)。

表3-7-3 蘇澳溪SEC36各時段控制水位一覽表 單位:m

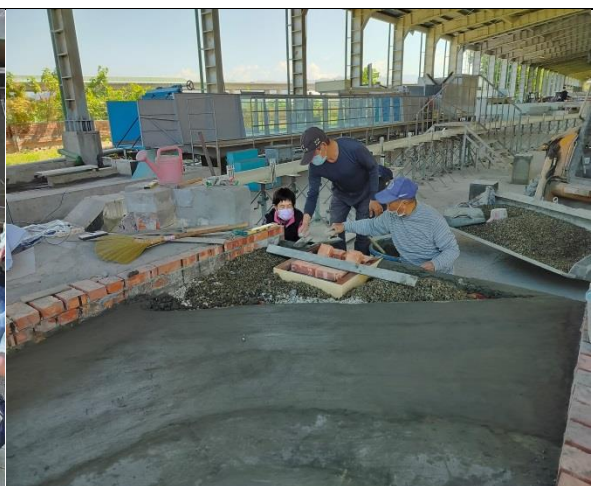
時段	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14
水位	13.97	14.53	14.49	14.33	14.37	14.75	14.96	14.80	14.66	14.31	14.26	14.40	14.37	13.69

八、模型建造

首先依據設計單位提供112年最新地形測量資料放樣，並考量本案工程期程緊迫及分洪工程壓克力模型製作繁瑣費時(攔河堰、分洪堰及分洪隧道)，先塑造定床地形及壓克力模型組裝測漏，經由模型測漏及初步觀察定床流況，由工程主辦單位及基設廠商討論研判及調整模型，藉以縮短模型修改及試驗期程，而後再進行動床鋪設及加砂試驗，模型建造過程略如照片3-8-1所示。



河道放樣及猴猴坑溪塑造



出海口地形塑造



隧道底部支撐架完成



分洪堰壓克力模型組裝



蘇澳溪分洪工程及河道定床模型
塑造完成



壓克力模型測漏

照片3-8-1 蘇澳溪水工模型建造過程

第四章 水工模型試驗成果

水工模型試驗布置歷程如照片 4-1-1~4-1-2，照片 4-1-1 原有側流堰設計，113.04.11 經水利署、一河分署及基設單位(黎明工程)討論後，以蘇澳溪及猴猴坑溪匯流處增設三角形導流牆取代側流堰(如照片 4-1-2)，並依據不同方案進行水工模型試驗水工模型試驗，不同方案布置主要差異共有(1)攔河堰(2)分洪堰(3)隧道(入口、出口、隧道形式)(4)三角形導流牆(5)排砂溝等工項(詳表 3-2-1)，目前基設單位初步規劃以洪峰流量 102cms 為攔河堰排砂孔閘門操作啟動依據，當流量達到 102cms 以上，排砂孔閘門將關閉，流量 102cms 以下，則開啟排砂孔閘門。



照片 4-1-1 水工模型試驗布置(1)



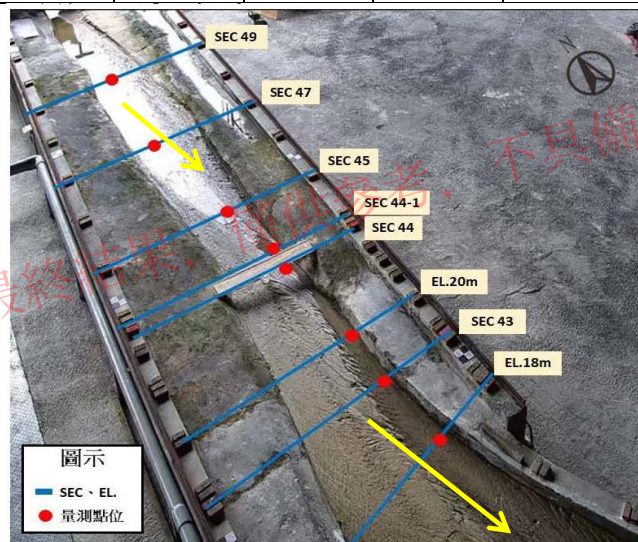
照片 4-1-2 水工模型試驗布置(2)

水工模型試驗首要檢核分洪隧道 Q_{200} 分洪量可否達到 690cms，考量本案工程期程緊迫，在確認該方案無法達成 Q_{200} 分洪目標，則取消該方案其他重現期距流量試驗。

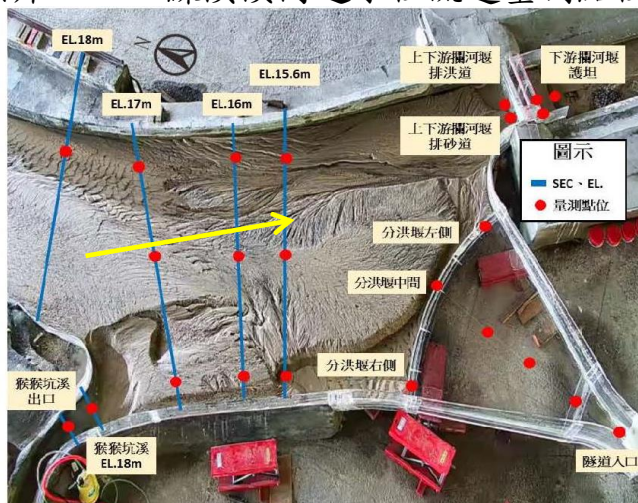
基設各方案試驗場次合計 14 場如表 4-1-1 所示，其中方案一(水工模型 1 版)因無法達成 Q_{200} 分洪目標，僅試驗 3 場次 Q_{200} 重現期距流量歷線；0801 該場次為清水試驗，其試驗目的為進一步比較清水及加砂試驗對於分洪濃度及分洪堰前庭淤砂分布差異；試驗量測位置如照片 4-1-3~4-1-4，各方案相關試驗成果如下說明：

表 4-1-1 各方案各重現期距水工模型試驗場次一覽表

重現期距	Q_5	Q_{25}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	
方案布置	方案二				方案一	方案二
場次編號	0829 0903	0910 0912	0906 0918	0820 0822	0507 0515 0527	0717 0722 0801(清水)



照片 4-1-3 蘇澳溪河道水位流速量測點位置

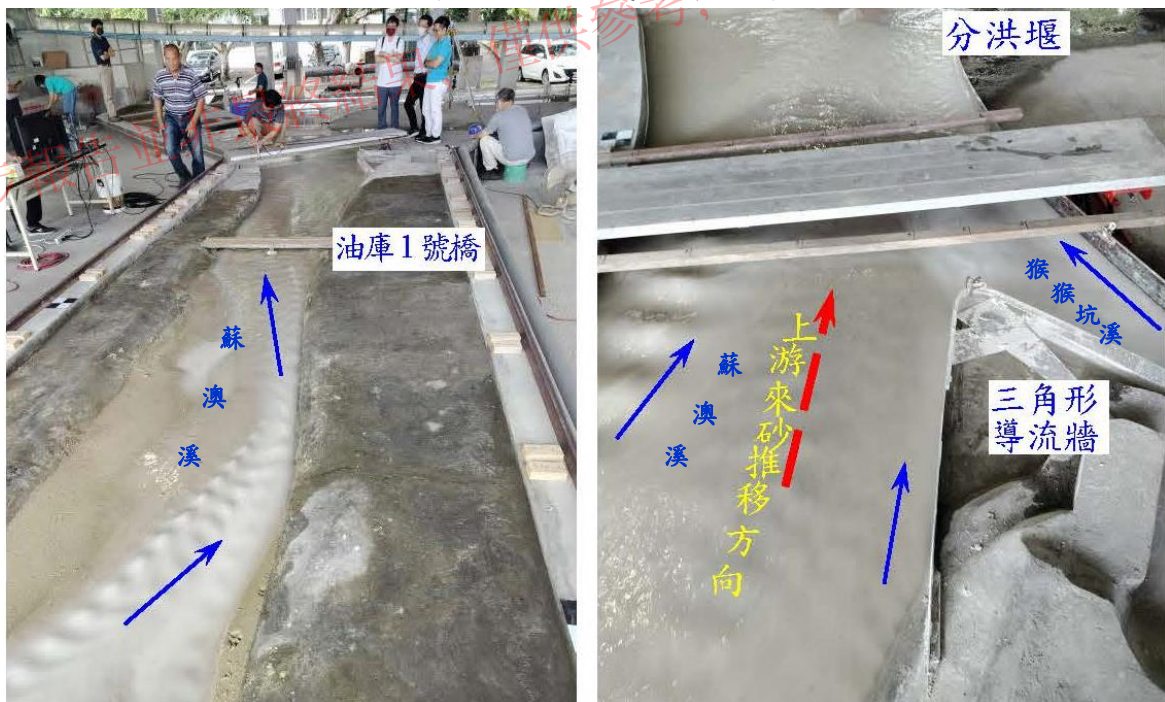


照片 4-1-4 分洪堰-攔河堰水位流速量測點位置圖

一、方案一(水工模型 1 版)試驗成果(Q₂₀₀)

(一)河道流路變化及沖淤變化

隨著 Q₂₀₀ 流量歷線之流量變化，低水深槽流路蜿蜒逐漸由斷面 50 偏右→斷面 47 偏左→斷面 46 偏右→斷面 44-1 偏左(油庫一號橋上游)→斷面 44 偏左直行下游(如照片 4-1-5)，直至流量逐漸增大而漫淹全河道，此時流路在斷面 44-1 受到油庫一號橋橋墩影響，分為兩道水流往下游直行，受此變動流路變化而造成斷面 43 河道水流夾砂及沖淤不平均，形成偏斷面 43 河道左側沖刷及右側落淤趨勢(如照片 4-1-6)。當上游夾砂水流由斷面 43 進入分洪堰及攔河堰之間河道，因河寬約由 69m 擴寬至 114m(蘇澳溪及猴猴坑溪匯流之導流牆下游)，造成流速變緩，使得上游水流夾砂朝分洪堰方向快速落淤推移，當上游流量達到洪峰流量 860cms(T7 時段)，上游來砂尚未全面落淤推移至分洪堰前庭，惟此時靠近左側主流已將上游來砂推移至攔河堰排砂孔及排洪孔前庭淤積，並在靠近攔河堰上游左側堤防及排洪孔間形成局部迴游區。



照片 4-1-5 方案一斷面 48 下游流路變化 照片 4-1-6 方案一斷面 43 下游流路變化

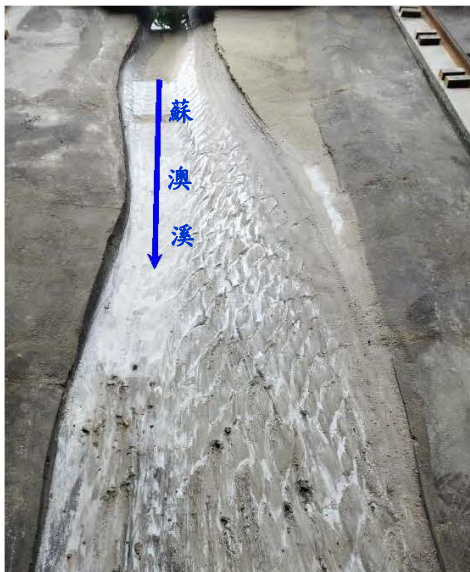
另猴猴坑溪出口受導流牆垂直邊壁下切及蘇澳溪上游來砂落淤影響，其流路被侷限在靠右側防洪牆及其出口附近形成一沖刷坑，而後水流沿此方向順流至分洪堰及攔河堰前庭。

當上游洪峰退水段流量達到 72cms(T13 時段)，依排砂孔閘門操作規劃，此時開啟排砂孔閘門，排砂孔前庭淤砂迅速夾帶水流形成一排砂沖刷槽溝，由排砂孔排放至河道下游(如照片 4-1-7)。



照片 4-1-7 方案一排砂孔開啟前後之流路變化

試驗後河道及分洪堰前庭沖淤變化如照片 4-1-8~4-1-9 所示，照片 4-1-8 顯示斷面 48 右側因位處斷面 49 右側轉彎下游，沖刷現象明顯；照片 4-1-9 顯示因斷面 43 河寬約由 69m 擴寬至 114m(蘇澳溪及猴猴坑溪匯流之導流牆下游)，造成流速變緩，使得分洪堰及攔河堰前庭形成寬廣之囚砂區，甚至淤砂高度超過分洪堰高程 18.7m。



照片 4-1-8 方案一油庫一號橋上游河道沖刷



照片 4-1-9 方案一分洪堰及攔河堰前庭河道淤積

(二)河道及分洪工程水位及流速變化

因方案一分洪隧道無法達到分洪 690cms 設計目標，造成河道排洪量增加，導致部份颱風洪流量越過攔河堰排洪孔頂缺口溢流而下(排洪孔頂高程 EL.21.65m，如圖 4-1-1)，此時颱風洪平均水位約 EL.24.47m(攔河堰頂 EL.25.1m)，排洪道流速約 1.17m/s；排砂道水位約 EL.24.41m，排砂道流速約 1.10m/s。

河道及分洪工程各斷面之水位及流速變化範圍如表 4-1-2 及如圖 4-1-2~4-1-9 及所示，在 T6~T7(流量 860cms)時段，河道主流路靠近左岸而下，最大流速約可達 7.5m/s(油庫一號橋左岸附近)。

在洪峰流量 860cms(T7 時段)時，隧道入口滿管平均流速約為 2.2m/s；各隧道轉彎段下游處因受到彎道二次流影響，皆會產生較大流速，如隧道 0K+700 最大流速約 11.63m/s，隧道 1K+200 最大流速約 9.5m/s，隧道 1K+700 最大流速約 10.80m/s，隧道 2K+000 最大流速約 9.99m/s。

表 4-1-2 方案一河道及分洪工程水位及流速變化範圍

項 目	河 道		分洪堰	隧道入口	隧 道	隧道出口
	蘇澳溪	猴猴坑溪	0k+032.4			
流速(m/s)	0.15~7.50	0.95~3.20	1.20~6.80	1.74~5.70	0.90~11.63	2.01~13.31
水位(m)	13.74~26.04	17.22~24.12	16.92~24.00	15.48~23.94	—	—

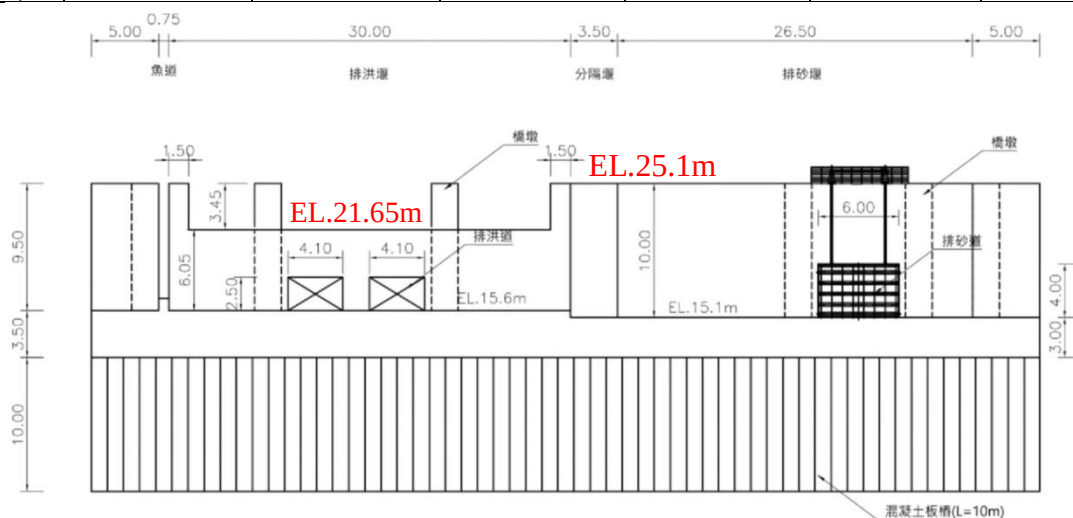


圖 4-1-1 方案一攔河堰立面圖

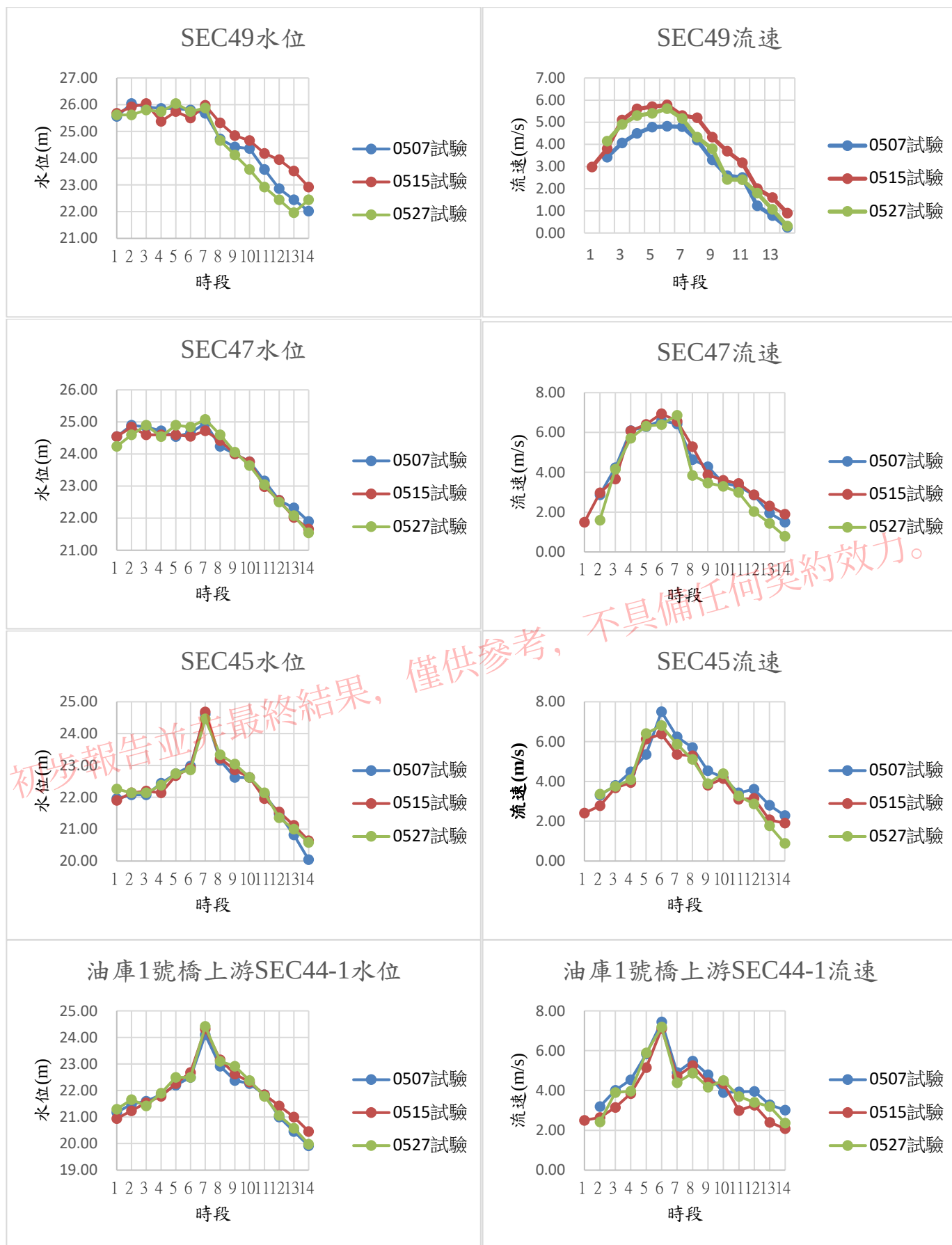


圖 4-1-2 方案一 Q_{200} 試驗 SEC49~油庫 1 號橋上游 SEC44-1 水位及流速分布

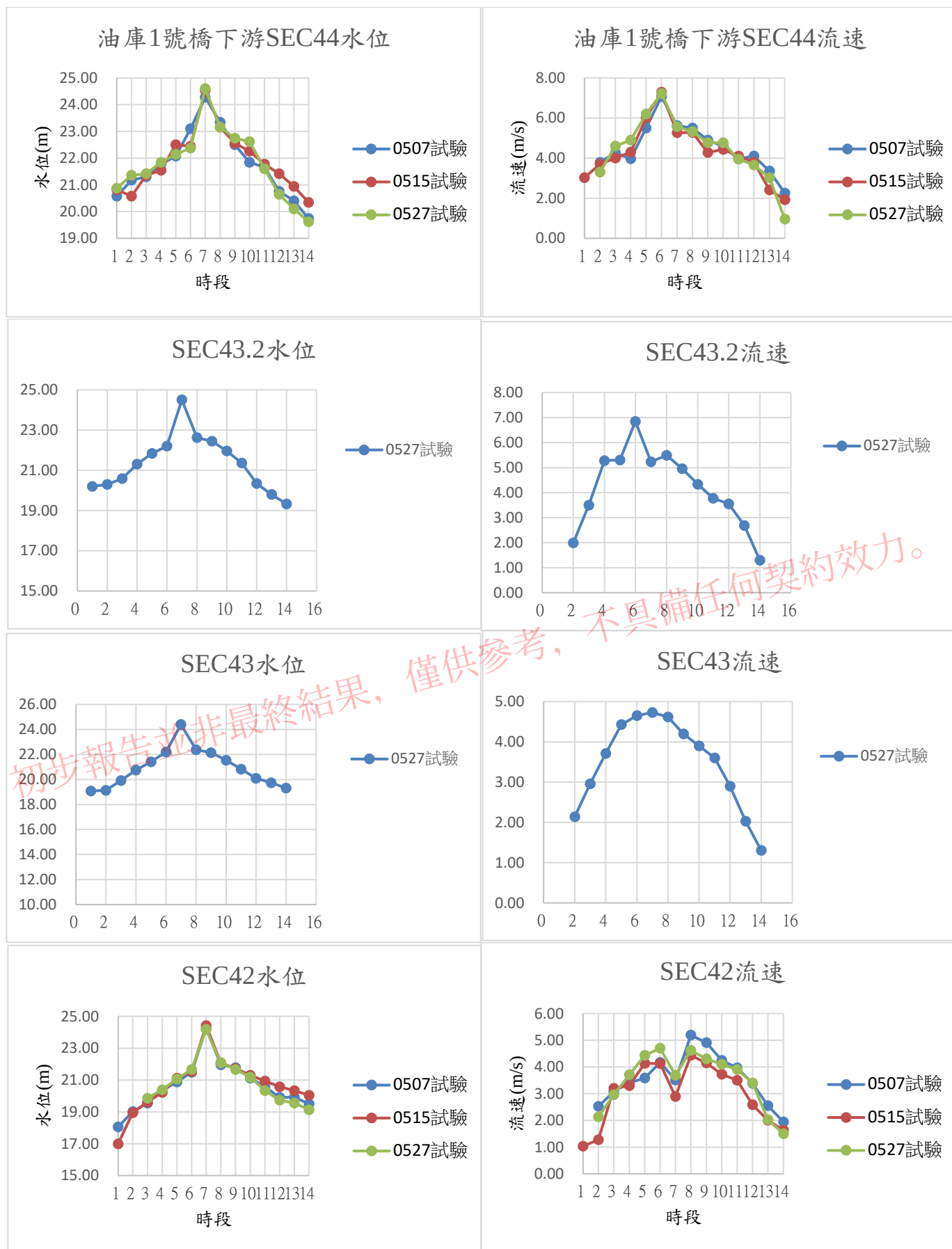
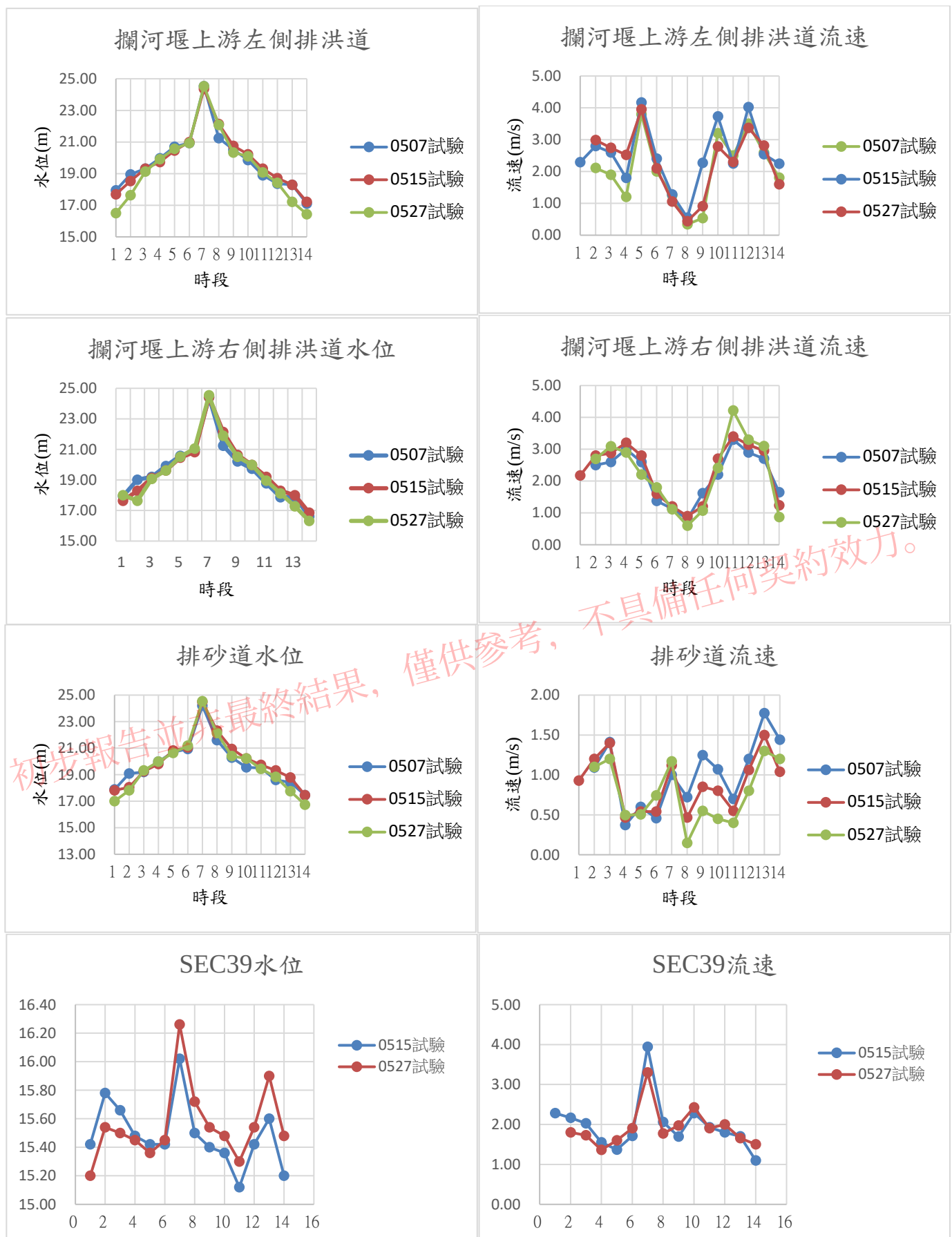


圖 4-1-3 方案一 Q₂₀₀ 試驗油庫 1 號橋下游 SEC44~SEC42 水位及流速分布



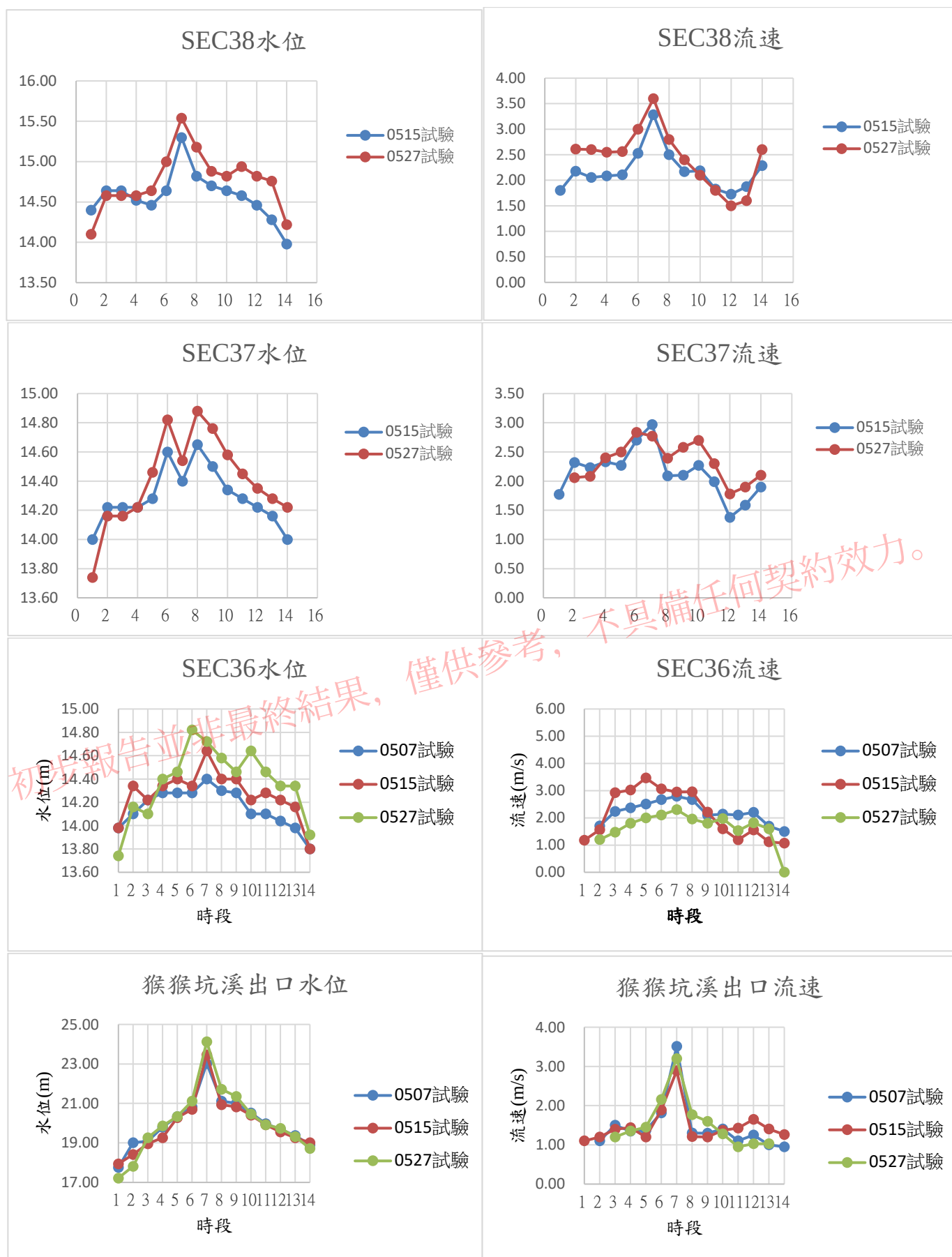


圖 4-1-5 方案一 Q_{200} 試驗 SEC38~猴猴坑溪出口水位及流速分布

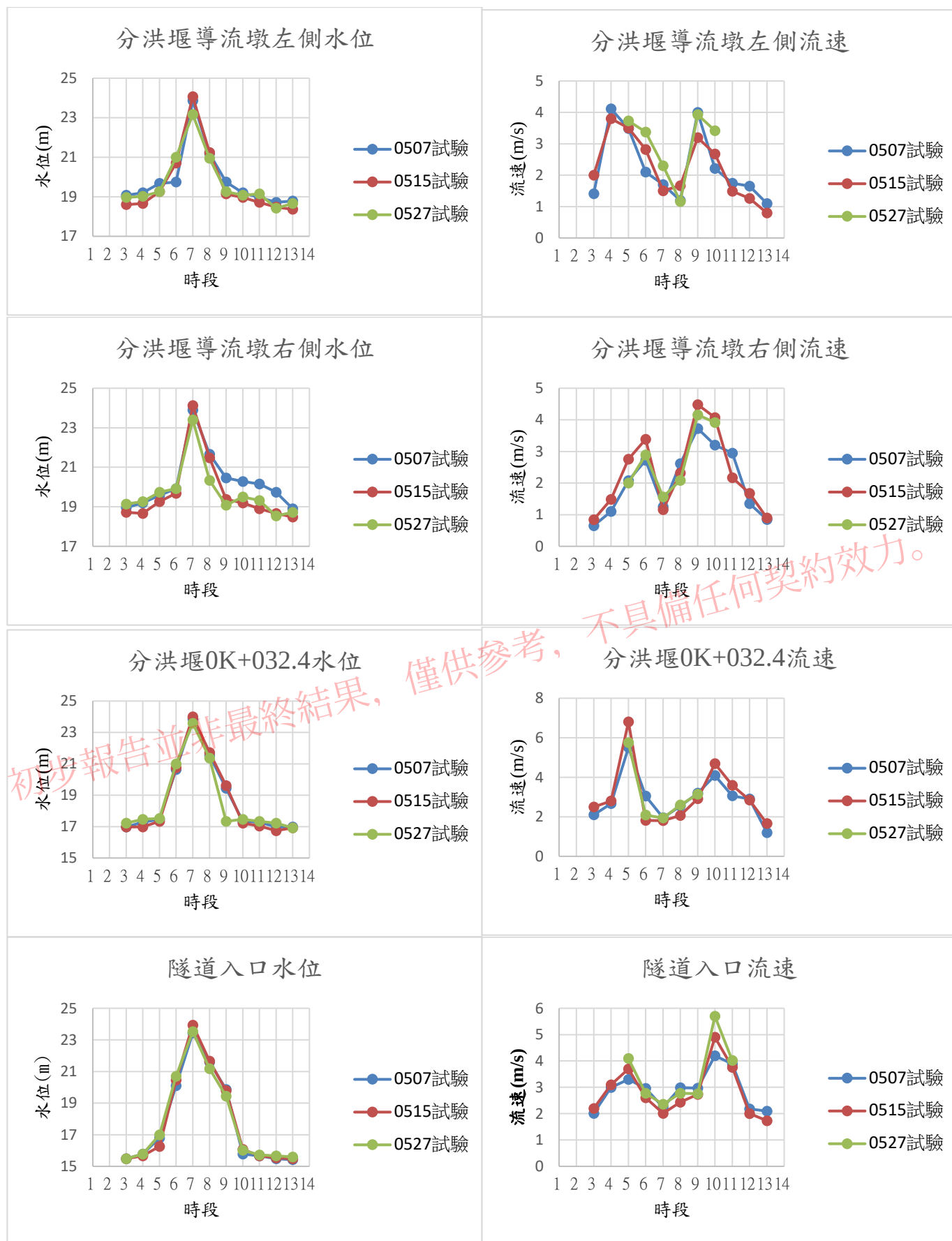


圖 4-1-6 方案一 Q_{200} 試驗分洪堰導流墩~隧道入口水位及流速分布

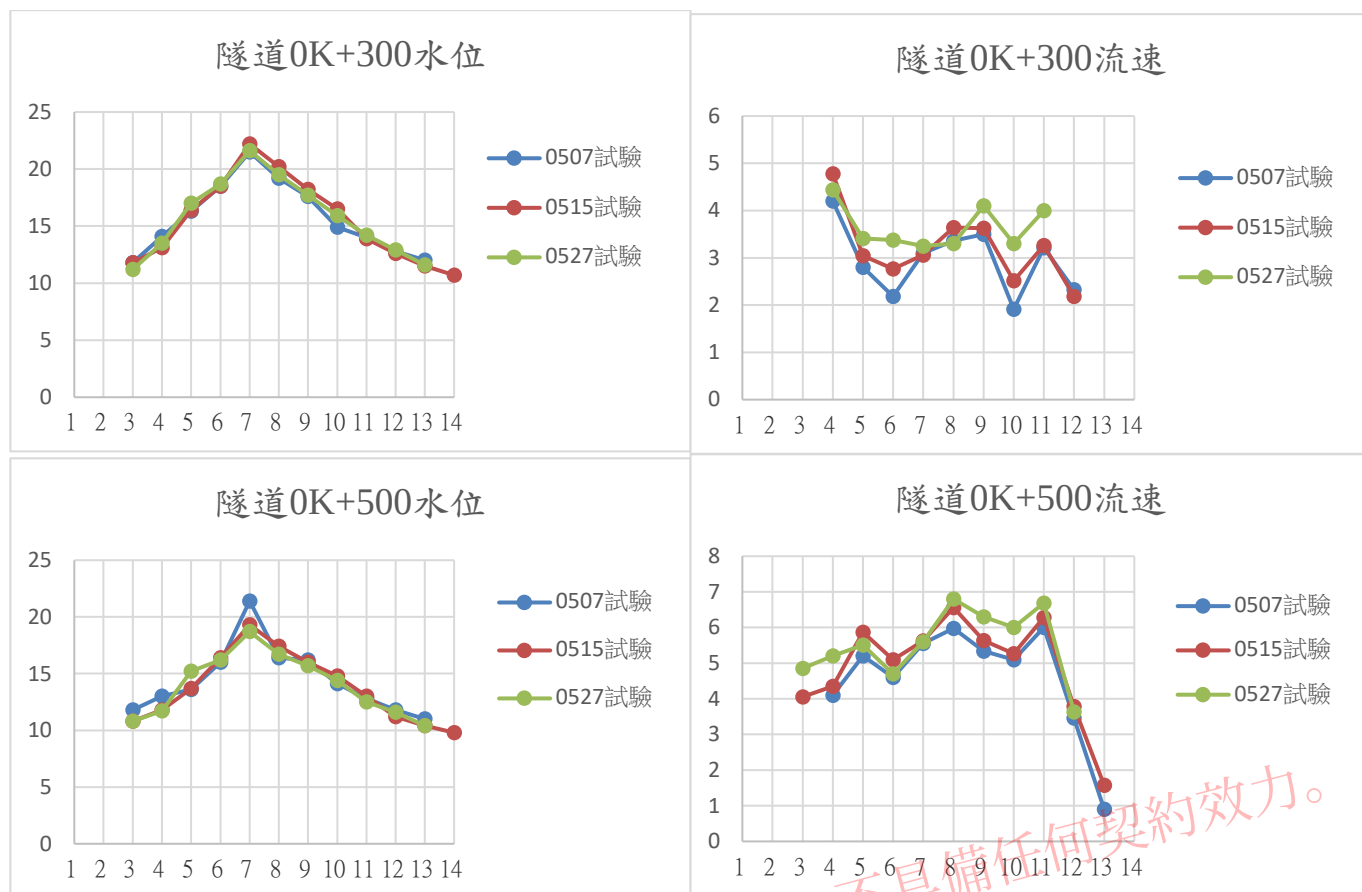


圖 4-1-7 方案一 Q₂₀₀ 隧道 0K+300~0K+500 水位及流速分布

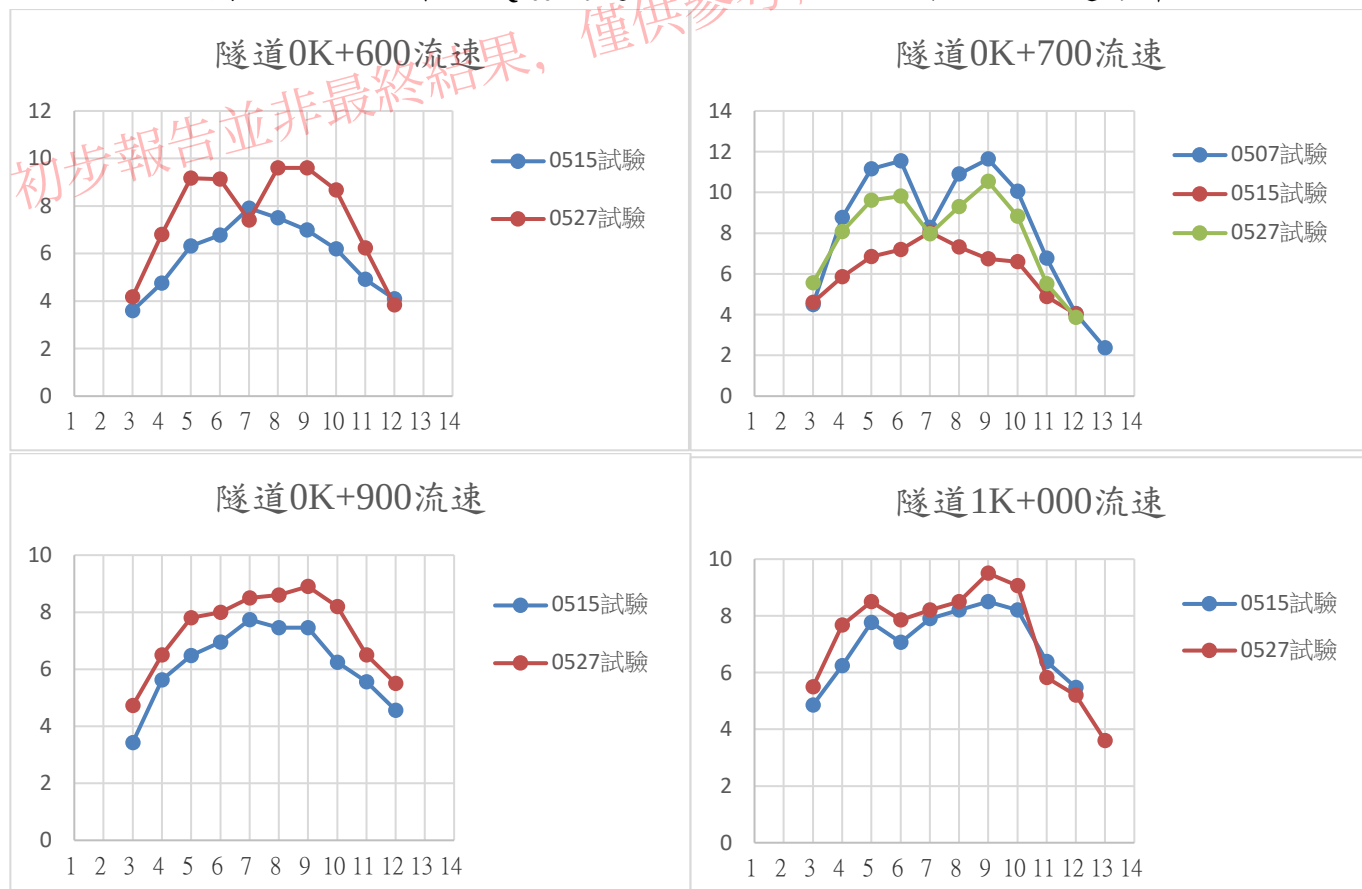


圖 4-1-8 方案一 Q₂₀₀ 試驗隧道 0K+600~1K+000 流速分布

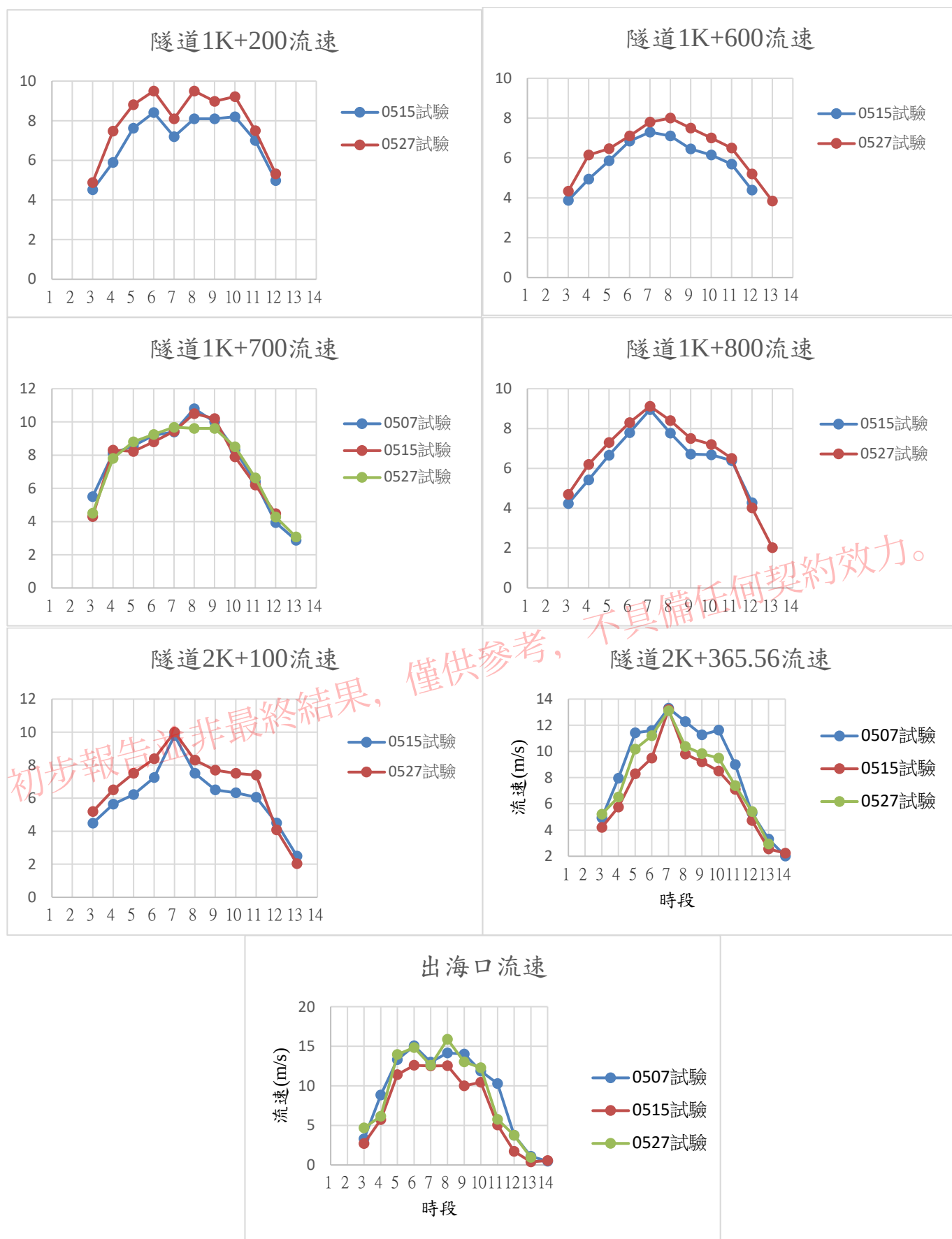


圖 4-1-9 方案一 Q_{200} 試驗隧道 1K+200~出海口流速分布

(三)分洪量

依據設計單位提供之排砂孔閘門操作規劃， Q_{200} 流量歷線在 T1~T2 及 T13~T14 時段開啟排砂孔閘門，T3~T12 時段關閉排砂孔閘門(流量達到 102cms 以上)，分洪堰開始進行分洪；由試驗觀測，當上游流量達到洪峰流量 860cms(T7 時段)，部分流量越過攔河堰排洪道頂溢流進入下游河道，隧道並發生滿管現象(如照片 4-1-10~4-1-11)，此時河道分洪約 210cms 及隧道分洪約 650cms，未能達到隧道 Q_{200} 分洪量設計目標(河道分洪 170cms 及隧道分洪 690cms)。

當關閉排砂孔閘門並由分洪堰分洪，此時河道分洪量約 77~210cms，隧道分洪量約 73~650cms，分洪量試驗量測資料彙整如表 4-1-3。



照片 4-1-10 方案一攔河堰溢流 照片 4-1-11 方案一隧道入口滿管迴溯

表 4-1-3 方案一 Q₂₀₀ 試驗流量歷線分洪量比較一覽表

Q ₂₀₀ 流量歷線 累積時間(hr)	Q ₂₀₀ 歷線流量 (cms)	模型試驗 時間(min)	河道分洪量		隧道分洪量	
			規劃設計 cms	水工模型 cms	規劃設計 cms	水工模型 cms
0~3	32	T1(15.49)	32.45	33	0	0
3~5	94	T2(15.49)	93.61	94		
5~7	173	T3(15.49)	87.64	99	85.85	74
7~9	301	T4(15.49)	68.00	106	232.81	195
9~10.5	477	T5(11.62)	72.91	115	403.89	362
10.5~11.5	652	T6(7.75)	128.87	118	522.68	534
11.5~12.5	860	T7(7.75)	170.00	210	690.00	650
12.5~13.5	709	T8(7.75)	140.22	126	568.74	583
13.5~14.5	578	T9(7.75)	114.05	112	463.86	466
14.5~16	428	T10(11.62)	65.47	109	362.66	319
16~18	266	T11(15.49)	60.10	88	205.76	178
18~20	150	T12(15.49)	75.66	77	74.12	73
20~22	72	T13(15.49)	72.39	74	0	0
22~24	14	T14(15.49)	13.73	16		

(四)隧道出口濃度

0507、0515及0527等3場次Q₂₀₀流量歷線隧道出口濃度量測資料如表4-1-4及圖4-1-10所示，3場次隧道出口量測平均濃度變化趨勢一致，由試驗觀察得知，在Q₂₀₀歷線流量上升段，隨隧道分洪量增加而隧道出口濃度呈現上升趨勢，當達到Q₂₀₀洪峰流量860cms(T7時段)，此時隧道出口濃度並非最高，推測可能是因上游來砂尚未完全推移至分洪堰，且隧道落淤來砂亦未於該時段伴隨洪流排出；但當上游來砂已推移至分洪堰，此時Q₂₀₀流量歷線雖已開始進入退水段，惟上游來砂仍逐漸推移至分洪堰前庭落淤，並持續伴隨洪流進入隧道併同隧道落淤來砂排出，導致所量測之隧道出口最高濃度常發生在退水段。

另由於分洪隧道有5處彎道及坡度僅為0.45%，不利於進入隧道之已落淤泥砂順利排放，並於隧道不定區段隨分洪流量漸次落淤(如照片4-1-12~4-1-15)，導致各場次隧道出口濃度非為穩定等量排放。

表4-1-4 方案一Q₂₀₀試驗流量歷線隧道出口濃度統計一覽表 單位：ppm

Q ₂₀₀ 流量歷線 累積時間(hr)	Q ₂₀₀ 歷線流量 (cms)	模型試驗 T段時間(min)	試驗場次編號			量測平均 濃度
			0507	0515	0527	
0~3	32	T1(15.49)	0	0	0	0
3~5	94	T2(15.49)	0	0	0	0
5~7	173	T3(15.49)	3,017	1,873	2,889	2,593
7~9	301	T4(15.49)	3,293	1,330	2,936	2,520
9~10.5	477	T5(11.62)	2,923	2,172	2,989	2,548
10.5~11.5	652	T6(7.75)	2,828	3,602	4,526	3,652
11.5~12.5	860	T7(7.75)	4,215	3,564	3,817	3,865
12.5~13.5	709	T8(7.75)	3,773	4,619	3,503	3,965
13.5~14.5	578	T9(7.75)	4,081	4,257	3,408	3,915
14.5~16	428	T10(11.62)	4,459	2,628	3,739	3,608
16~18	266	T11(15.49)	3,679	2,431	3,196	3,102
18~20	150	T12(15.49)	3,483	1,629	2,912	2,675
20~22	72	T13(15.49)	0	0	0	0
22~24	14	T14(15.49)				

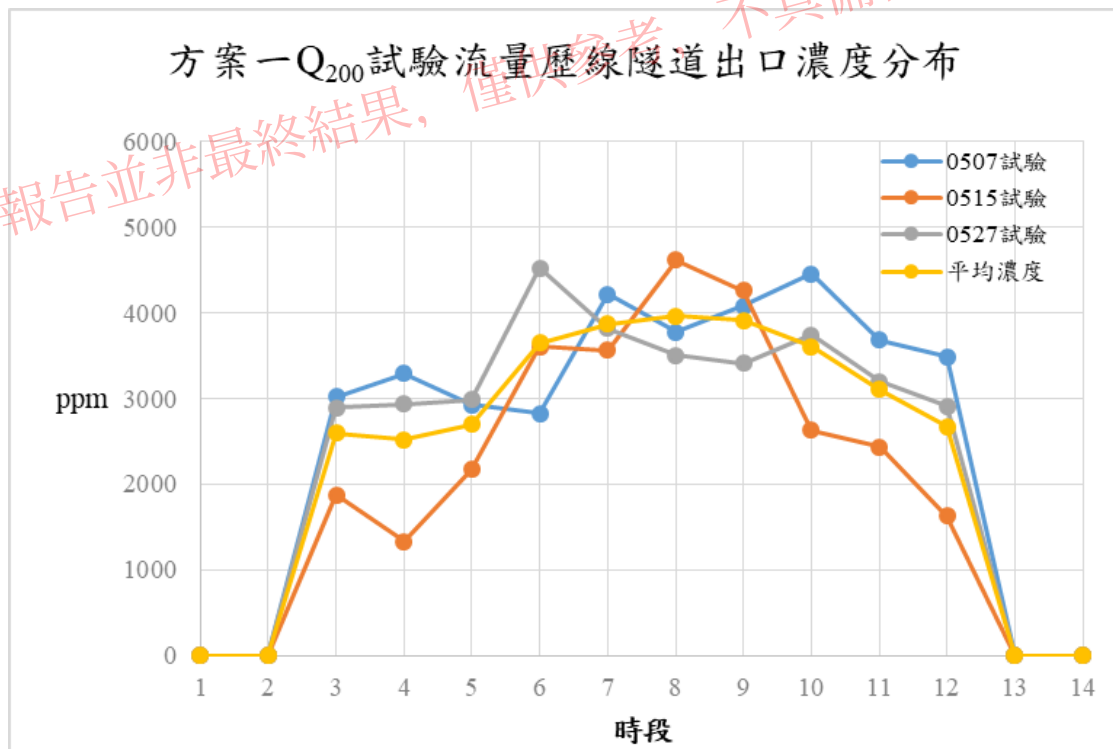


圖 4-1-10 方案一 Q₂₀₀ 試驗流量歷線隧道出口濃度分布



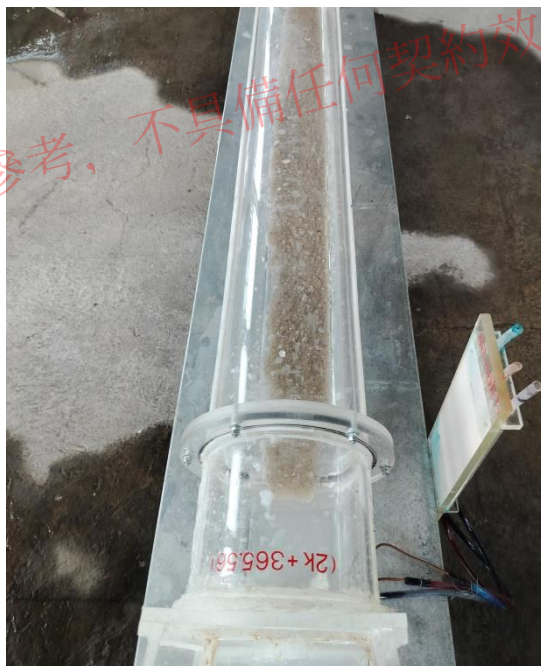
照片 4-1-12 方案一隧道 0k+500
試驗後淤砂分布



照片 4-1-13 方案一隧道 1k+400
試驗後淤砂分布



照片 4-1-14 方案一隧道 1k+800
試驗後淤砂分布



照片 4-1-15 方案一隧道 2k+365.56
附近試驗後淤砂分布

二、方案二(水工模型 2 版)試驗成果

(一)河道流路變化及沖淤變化

方案二與方案一在蘇澳溪與猴猴坑溪匯流前布置相同，斷面 44(油庫一號橋)以上維持現有河道地形，斷面 44 以下配合原有斷面 36 攔砂埧拆除，整理河床高程並順接至新設攔河堰(詳圖 3-2-2)。

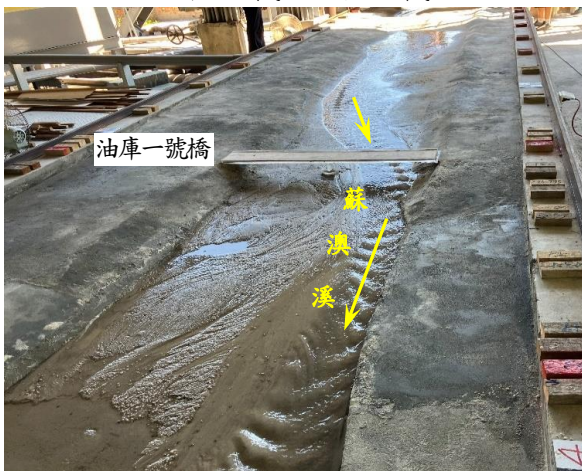
方案二與方案一 Q_{200} 河道流路變化及河床沖淤變化趨勢大致相似如照片 4-2-1~4-2-12 所示，各重現期距河道各斷面平均高程沖淤變化如表 4-2-1 及圖 4-2-1~4-2-20 所示。

各重現期試驗主流路變化大致相似，斷面 49 至斷面 44-1(油庫一號橋上游)主流路由右側轉偏向左側，河床呈現沖刷，加砂試驗時，斷面 49 平均沖刷深可達 4.18m，推測其刷深原因係該斷面位處彎道及河道窄縮所導致；斷面 44(油庫一號橋下游)至斷面 42.1(河道整理 EL.18m，蘇澳溪及猴猴坑溪匯流前)主要流路沿左側邊壁直下而行，而後主流路漸變寬偏右直行，斷面 49~斷面 43.3(河道整理 EL.21m)以上河道斷面平均沖刷高程變化約 -4.18~-0.31m。

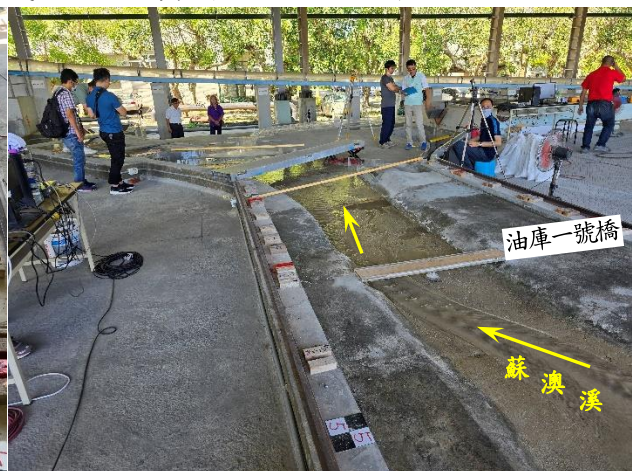
猴猴坑溪出口因河道整理降低河床及導流牆邊壁垂直下切效應影響，形成一沖刷坑，隨著流量增大雖有擴大沖刷範圍，惟因上游來砂漸次回填，促使該沖刷坑範圍侷限在猴猴坑溪及蘇澳溪匯流處部份區域。

各重現期試驗淤砂分布範圍隨流量增加變廣及更接近分洪堰，斷面 43.2(河道整理 EL.20m)~攔河堰上游前庭河道(斷面 41)呈現淤積趨勢，河道斷面平均淤積高程變化約 0.11~3.01m，其中斷面 43 河寬約由 60m 擴寬至 106m(斷面 41.2，河道整理 EL.16m)，促使流速降低，使得蘇澳溪及猴猴坑溪匯流之三角形導流牆下游至攔河堰上游前庭形成寬廣之囚砂區(如照片 4-2-8~4-2-9 及照片 4-2-12)。

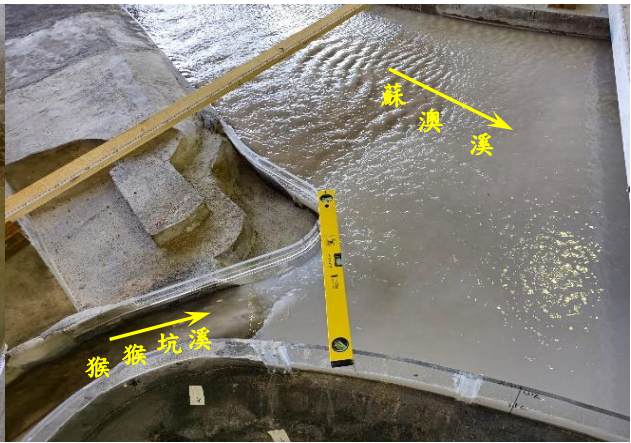
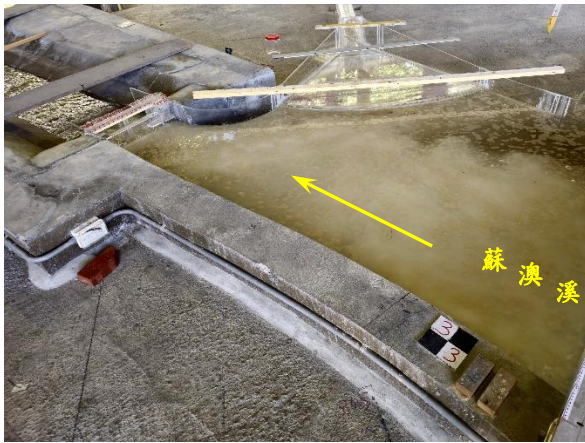
方案二新設排砂溝因底部高程 EL15.1m 無落差及上游來砂落淤淹沒而無法發揮排砂功能；另攔河堰下游格框護坦工，因格框底部承載之河床載流失，造成格框內填料流失而傾斜。



照片 4-2-1 方案二加砂試驗油庫一號橋下游低水流路(流量 32cms)



照片 4-2-2 方案二加砂試驗油庫一號橋上游低水流路(流量 32cms)



照片 4-2-3 方案二加砂試驗主流路偏左流 照片 4-2-4 方案二加砂試驗猴坑溪
向攔河堰放流孔(流量 94cms) 出口流況(流量 173cms)



照片 4-2-5 方案二加砂試驗攔河堰放流孔 照片 4-2-6 方案二加砂試驗攔河堰
溢流(流量 860cms) 消能池流況(流量 860cms)



照片 4-2-7 方案二加砂試驗後油庫一號橋 照片 4-2-8 方案二加砂試驗後分洪堰及
上下游流路 攔河堰前庭淤砂情形



照片 4-2-9 方案二加砂試驗後蘇澳溪及猴坑溪匯流附近河床變化



照片 4-2-10 方案二加砂試驗後攔河堰下游護坦工填料流失情形



照片 4-2-11 方案二 Q_{200} 清水試驗後油庫一號橋上下游河床冲刷情形



照片 4-2-12 方案二 Q_{200} 清水試驗後分洪堰及攔河堰前庭淤砂情形

表4-2-1 方案二各重現期距試驗後各斷面平均高程沖淤變化一覽表

單位：m

斷面	各重現期距				
	Q ₅	Q ₂₅	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀
SEC 49	-2.72	-3.82	-3.64	-3.98	-4.06
SEC 48	-2.17	-2.98	-3.35	-3.07	-2.90
SEC 47	-1.04	-1.68	-1.81	-1.73	-1.54
SEC 46	-1.06	-1.53	-1.78	-1.84	-1.59
SEC 45	-1.14	-1.42	-1.66	-1.87	-1.57
SEC 44-1 油庫1號橋上游	-0.85	-1.05	-1.14	-1.35	-1.06
SEC 44 油庫1號橋下游	-0.55	-0.70	-0.88	-0.93	-0.58
SEC 43.3 (EL.21m)	-0.31	-0.37	-0.46	-0.42	-0.31
SEC 43.2 (EL.20m)	0.22	0.19	0.11	0.18	0.32
SEC 43.1 (EL.19m)	0.82	0.94	0.97	1.04	1.16
SEC 43	1.15	1.19	1.19	1.29	1.48
SEC 42.1 (EL.18m)	1.45	1.78	1.87	1.96	2.10
SEC 41.3 (EL.17m)	1.04	1.82	2.13	2.21	2.36
SEC 41.2 (EL.16m)	1.78	2.46	2.68	2.84	2.86
SEC 41	1.29	2.51	2.98	2.73	3.01
SEC 38	0.10	-0.10	0.01	0.25	-0.04

註：EL. \$\$代表設計單位在該斷面河道整理高程，該位置為增設斷面。

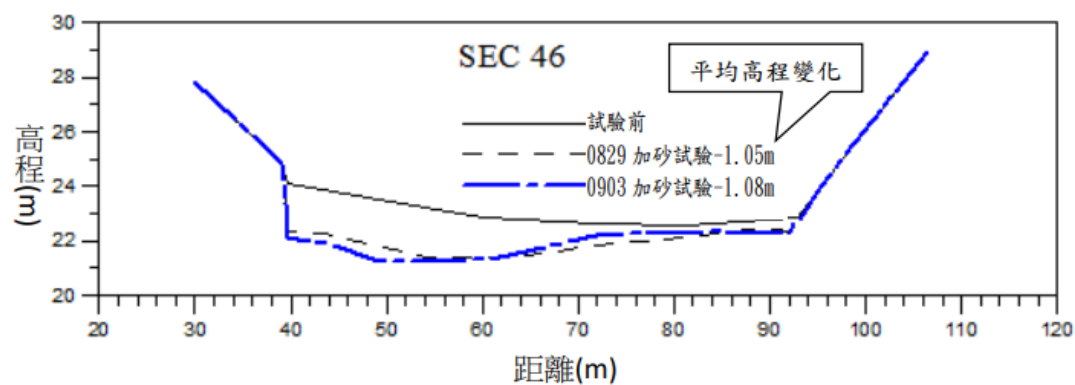
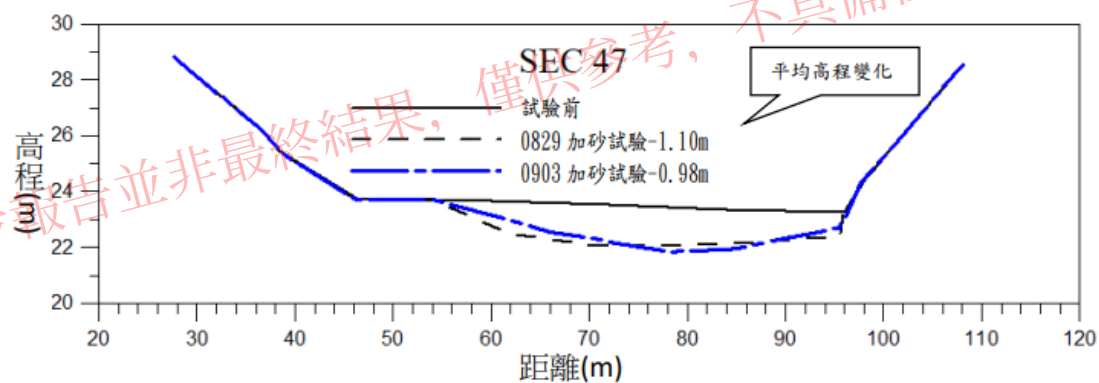
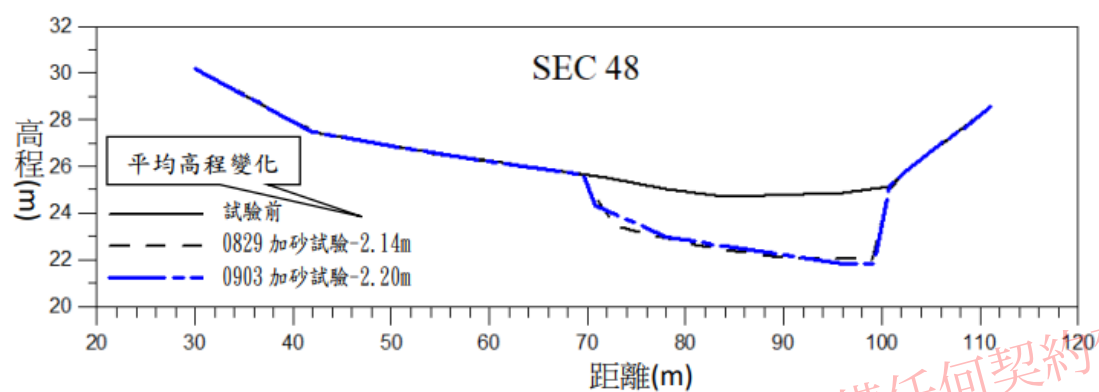
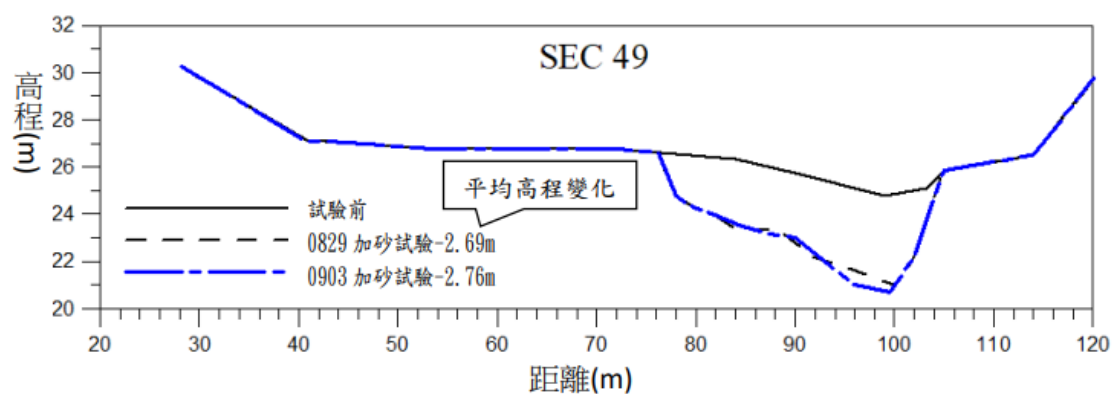


圖4-2-1 方案二Q₅試驗後SEC49~SEC46平均高程沖淤變化

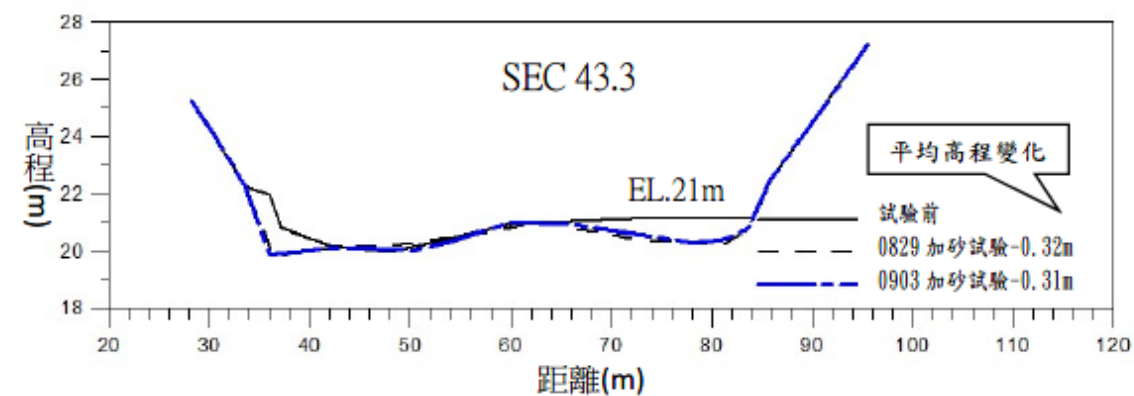
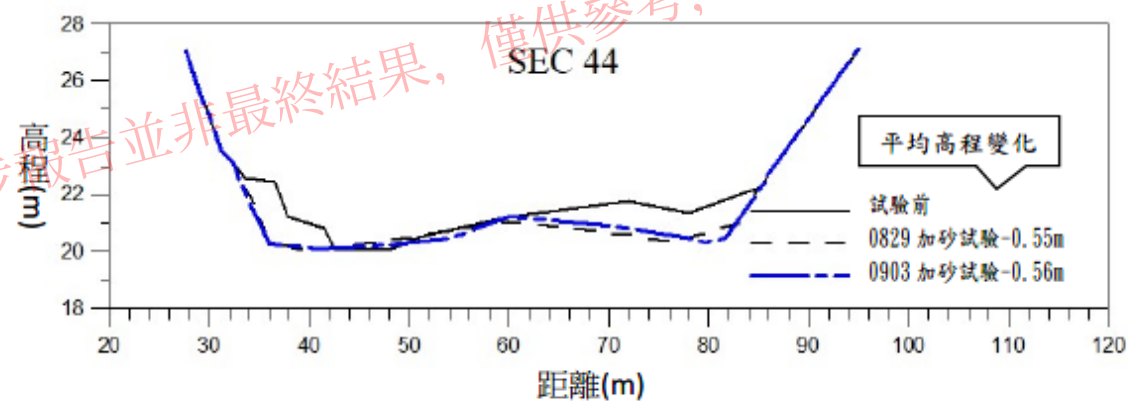
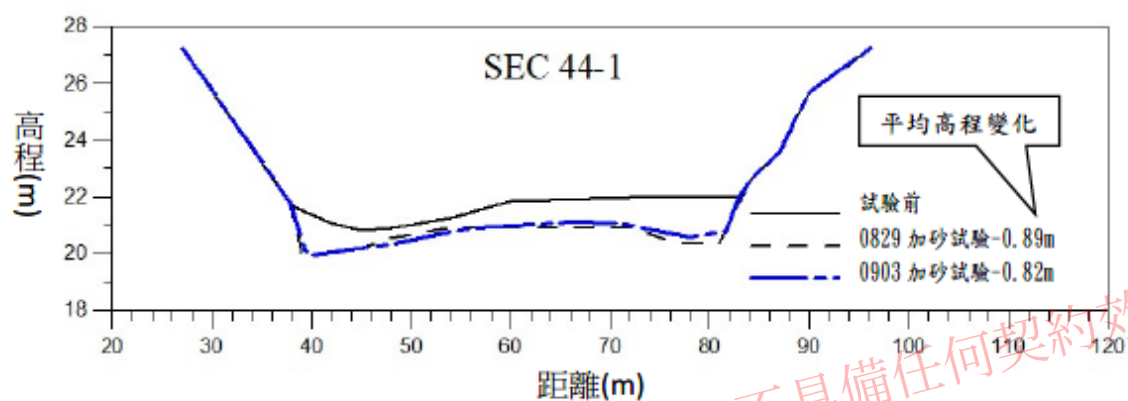
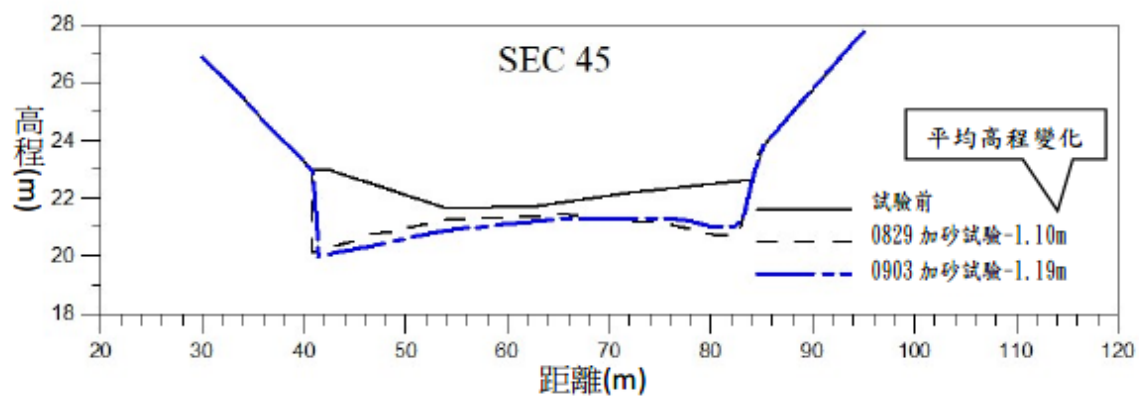


圖4-2-2 方案二Q₅試驗後SEC45~ SEC43.3平均高程沖淤變化

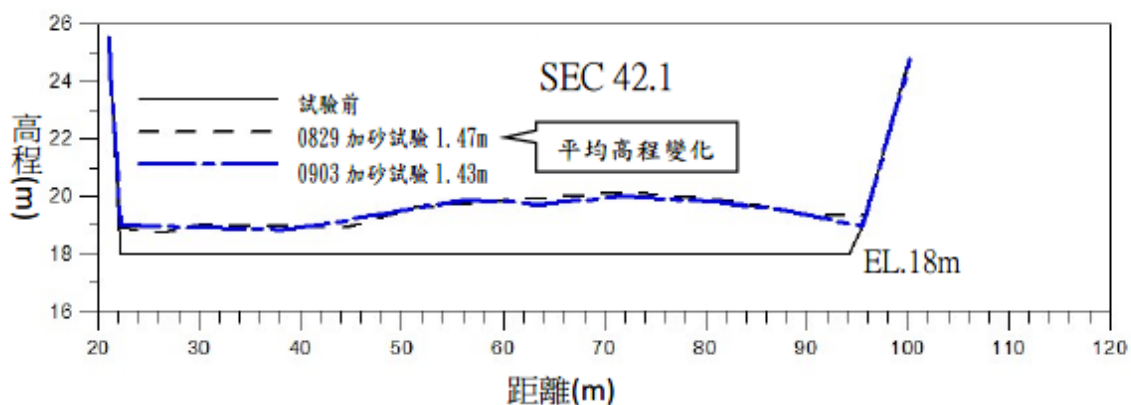
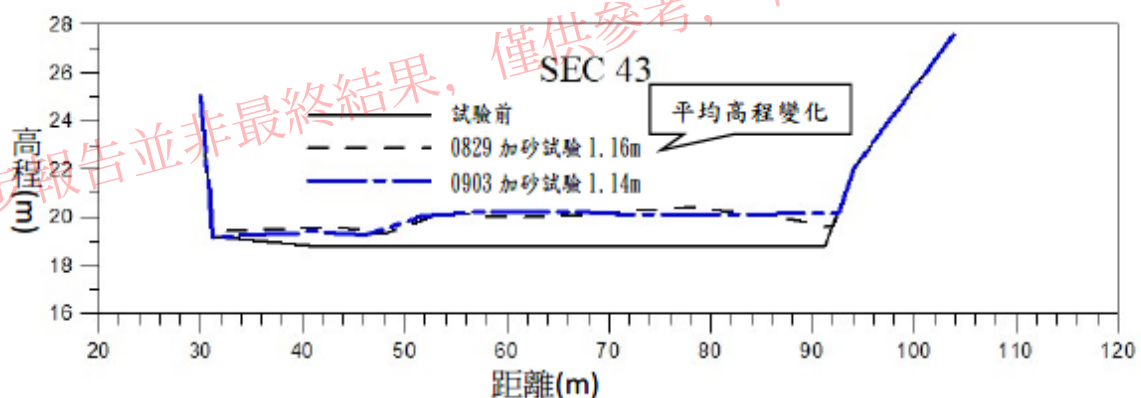
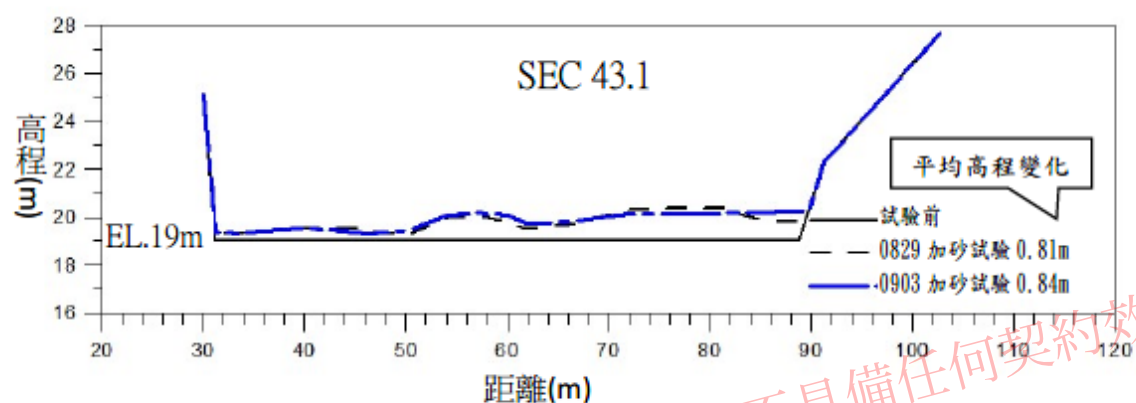
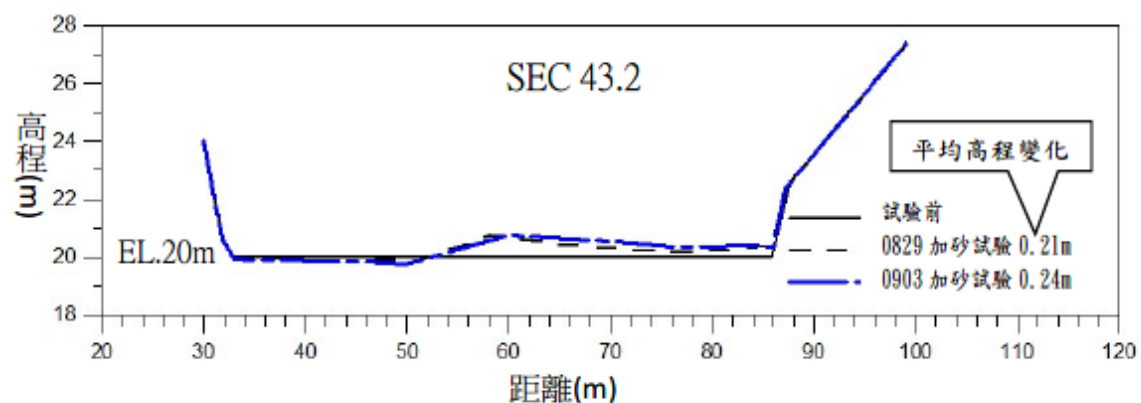


圖4-2-3 方案二Q₅試驗後SEC43.2~ SEC42.1平均高程沖淤變化

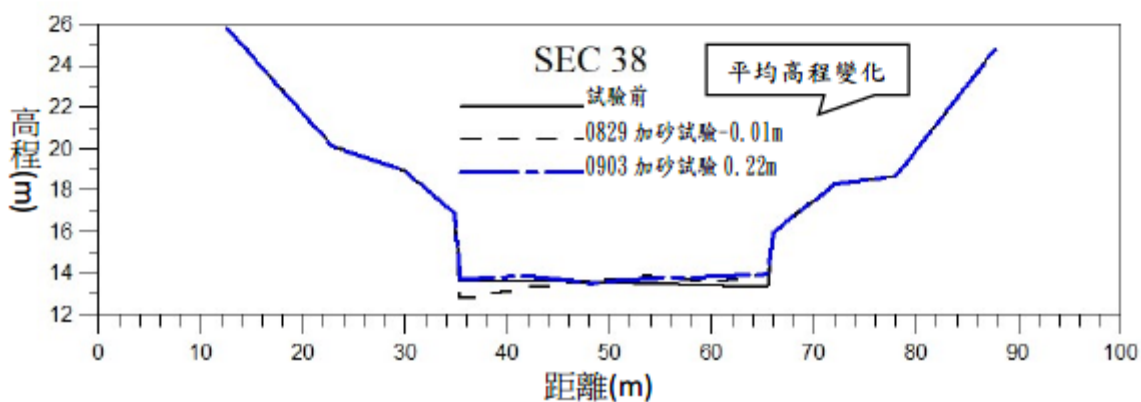
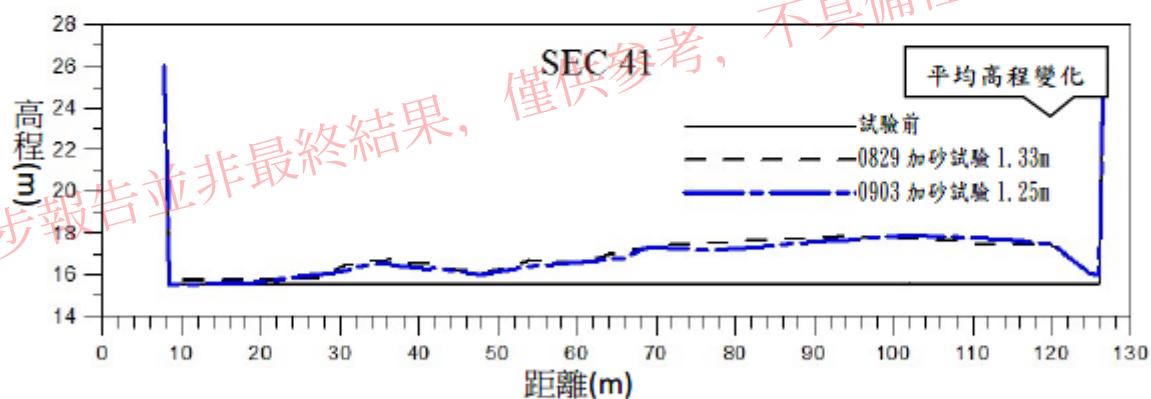
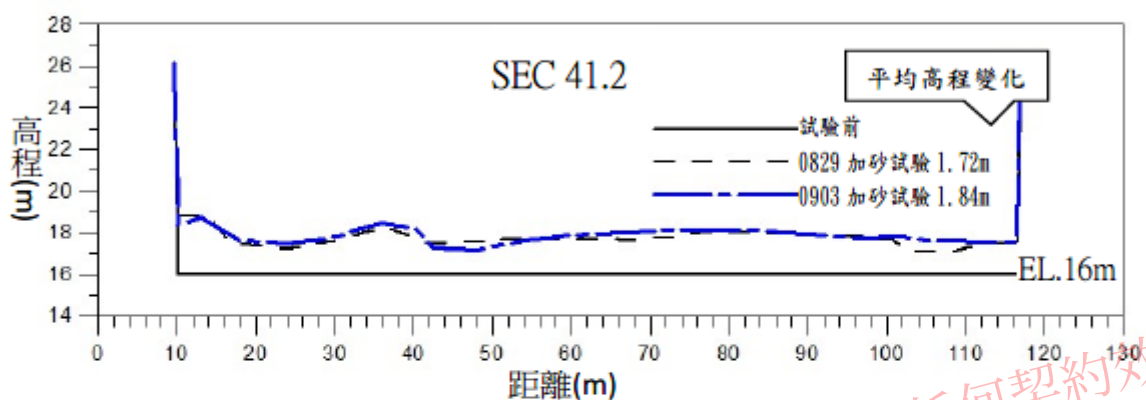
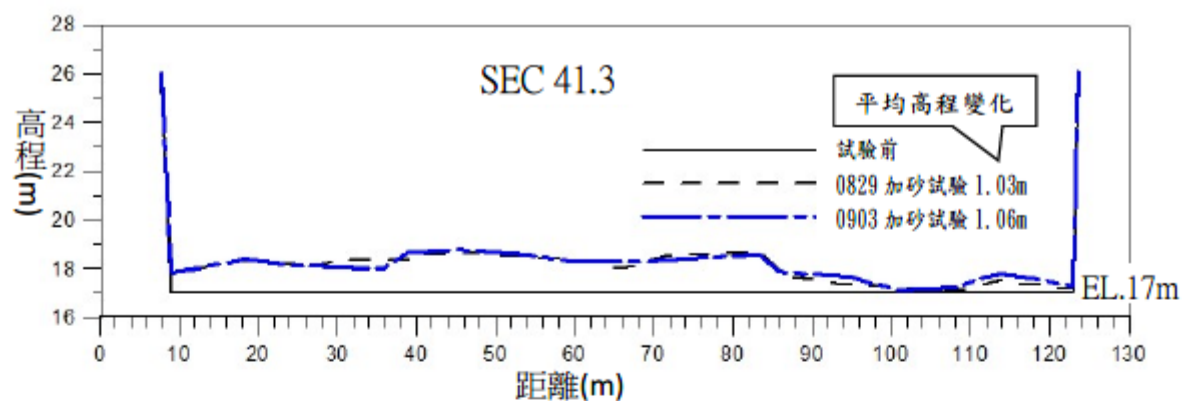


圖4-2-4 方案二Q₅試驗後SEC41.3~SEC38平均高程沖淤變化

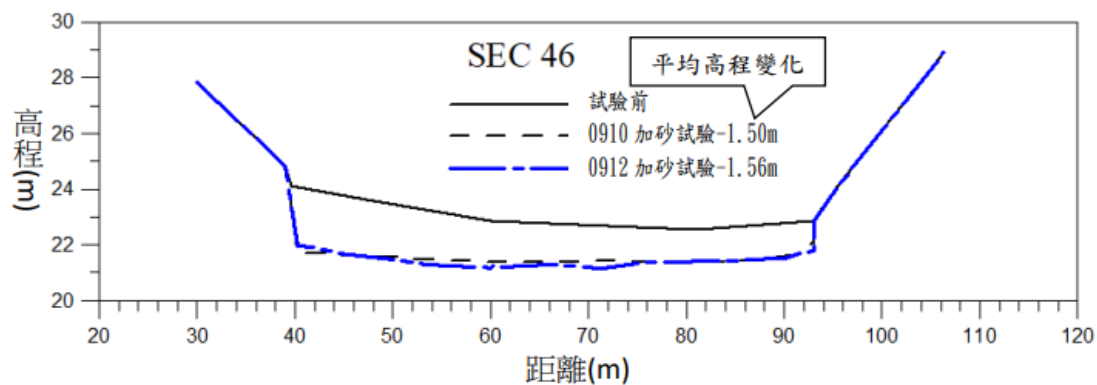
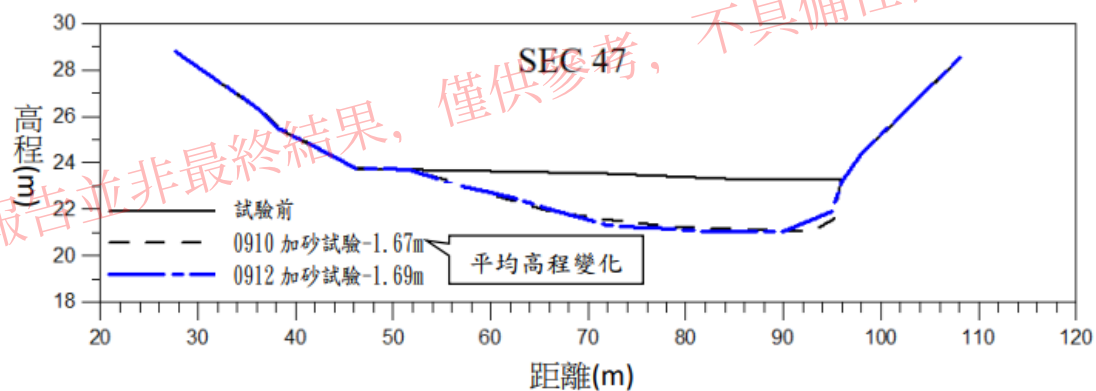
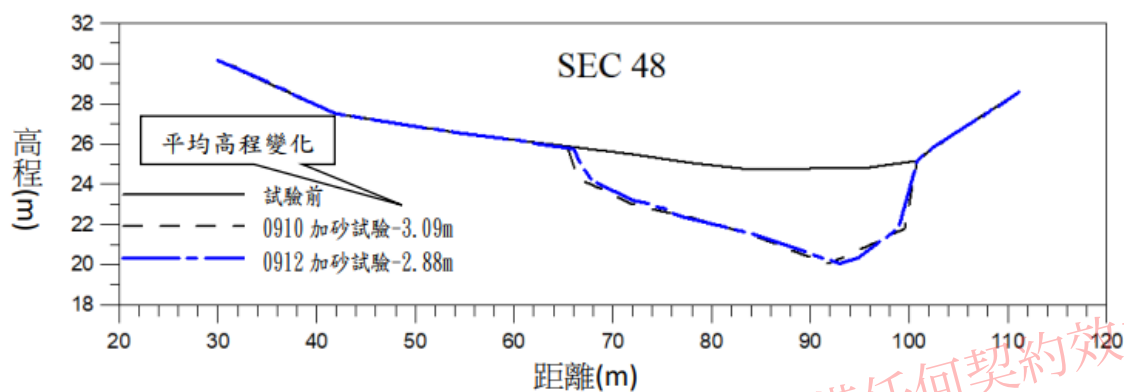
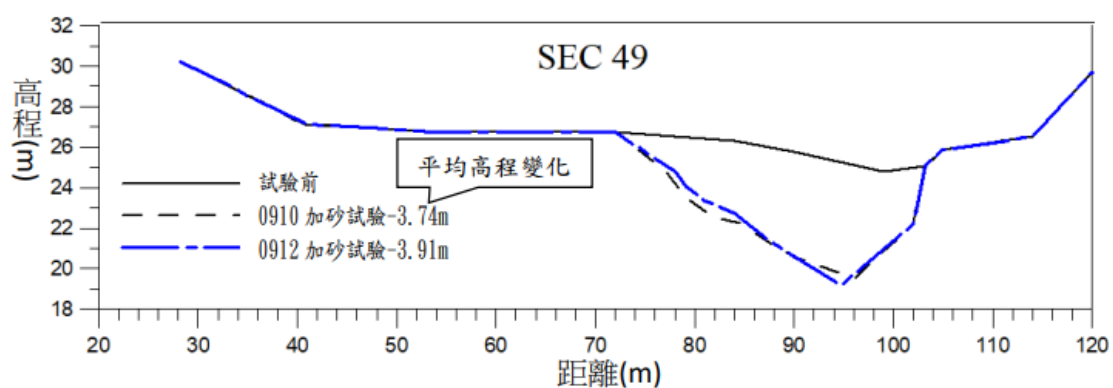


圖4-2-5 方案二Q₂₅試驗後SEC49~SEC46平均高程沖淤變化

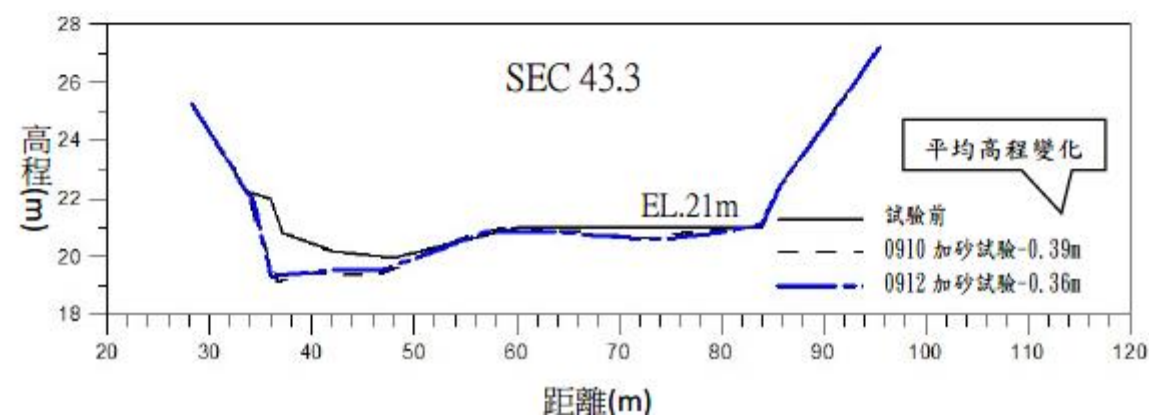
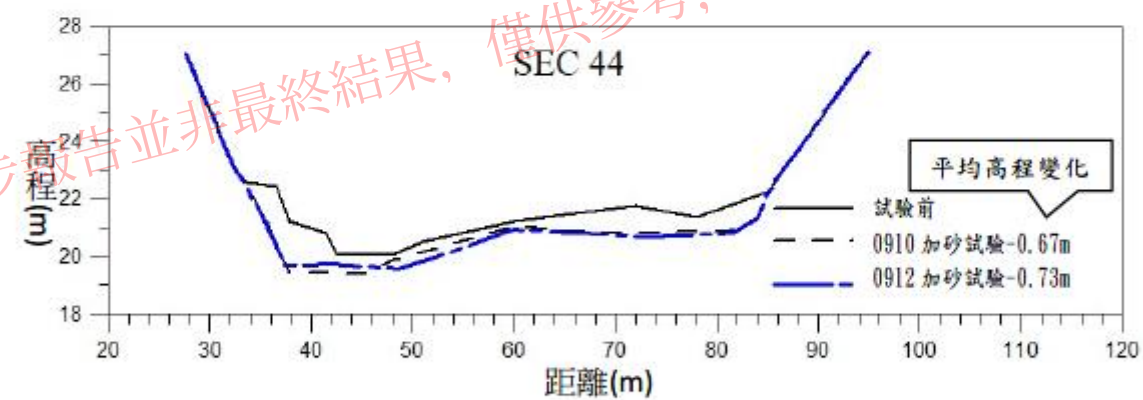
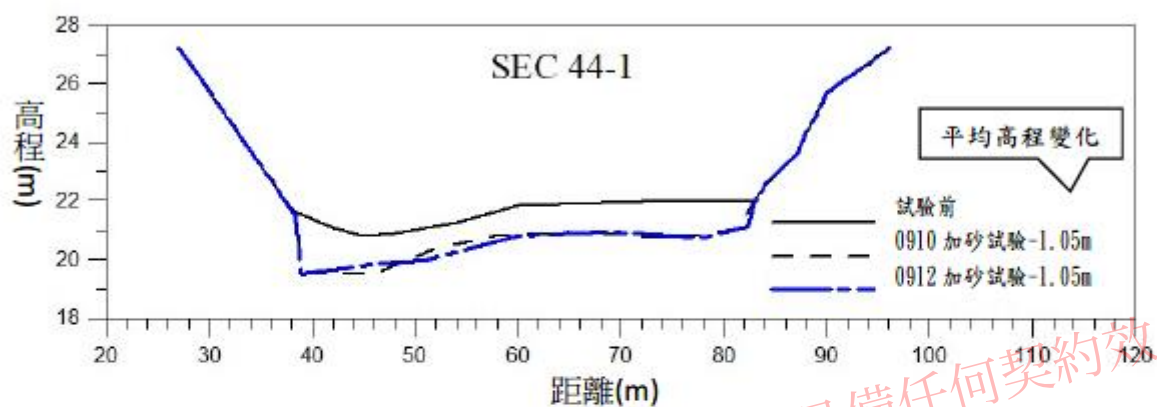
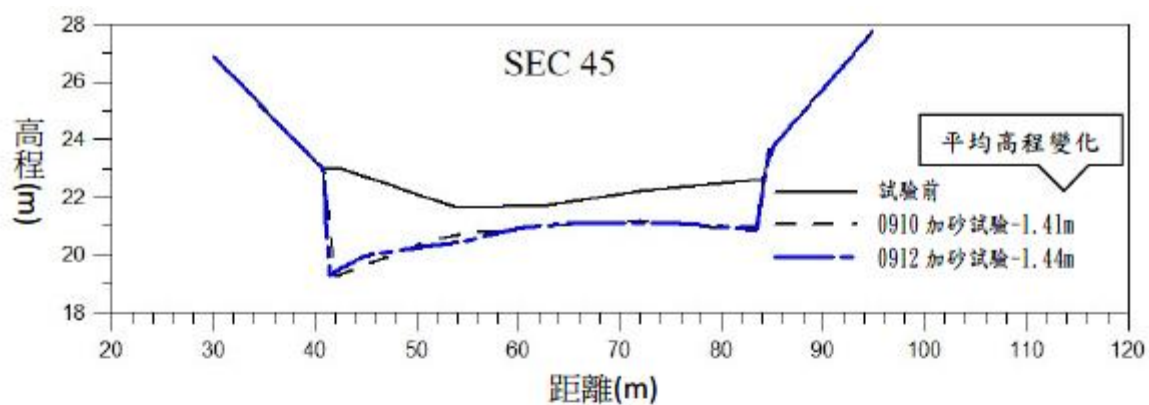


圖4-2-6 方案二Q₂₅試驗後SEC45~ SEC43.3平均高程沖淤變化

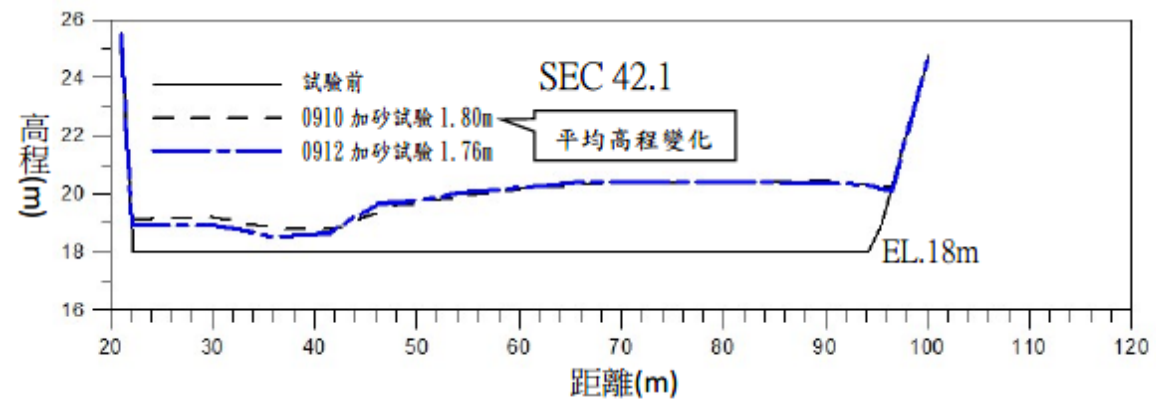
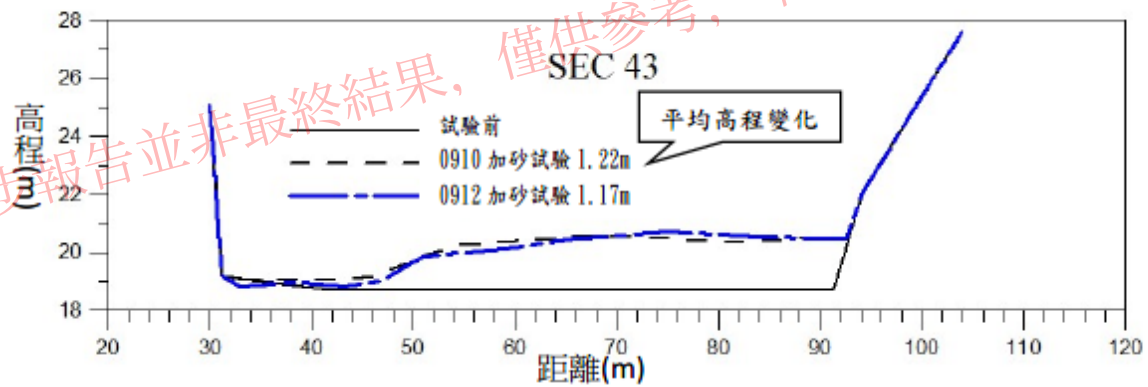
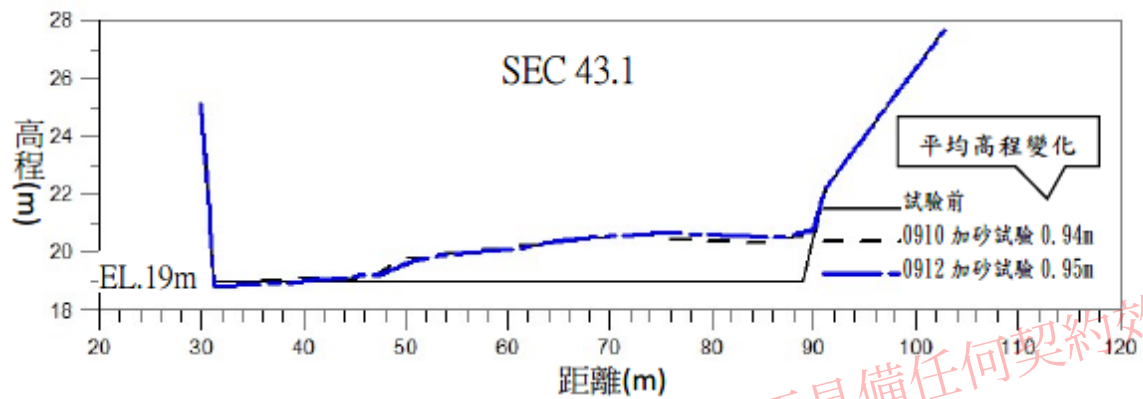
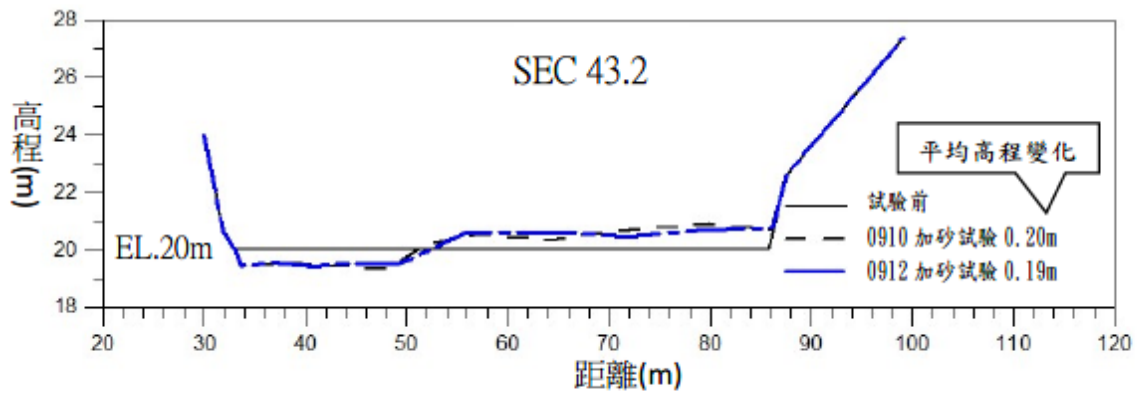


圖4-2-7 方案二Q₂₅試驗後SEC43.2~ SEC42.1平均高程沖淤變化

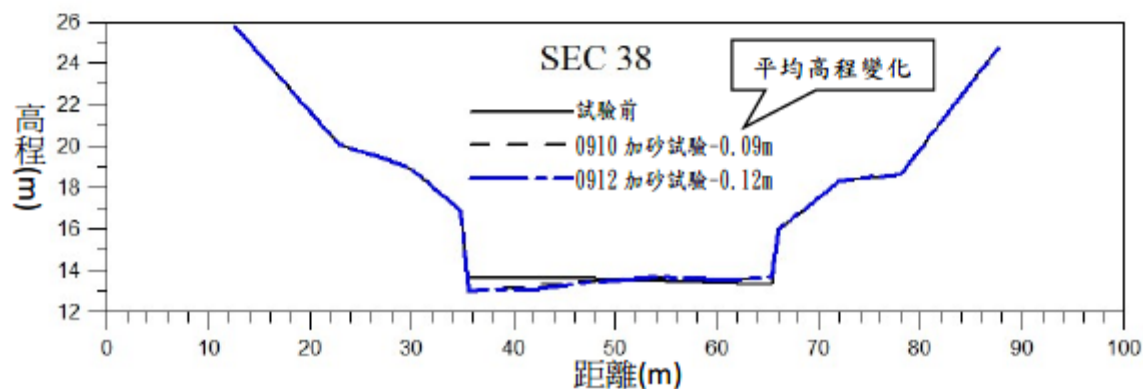
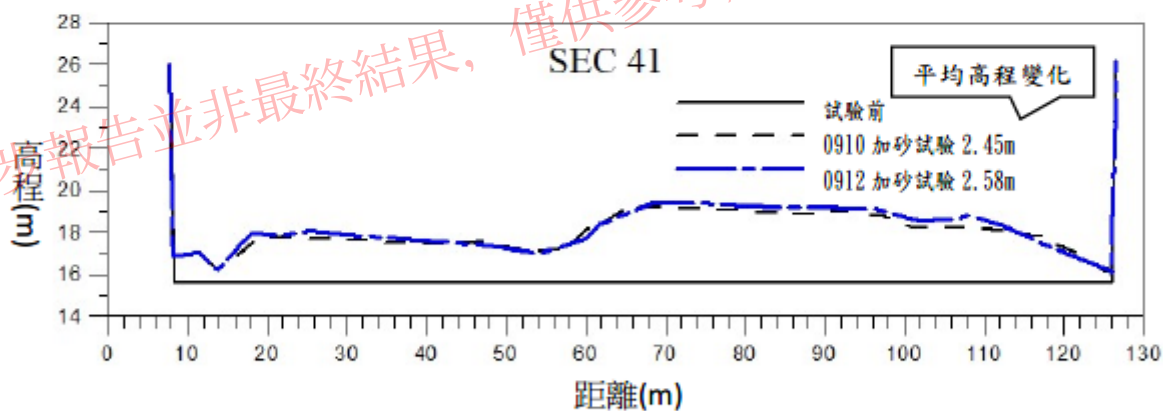
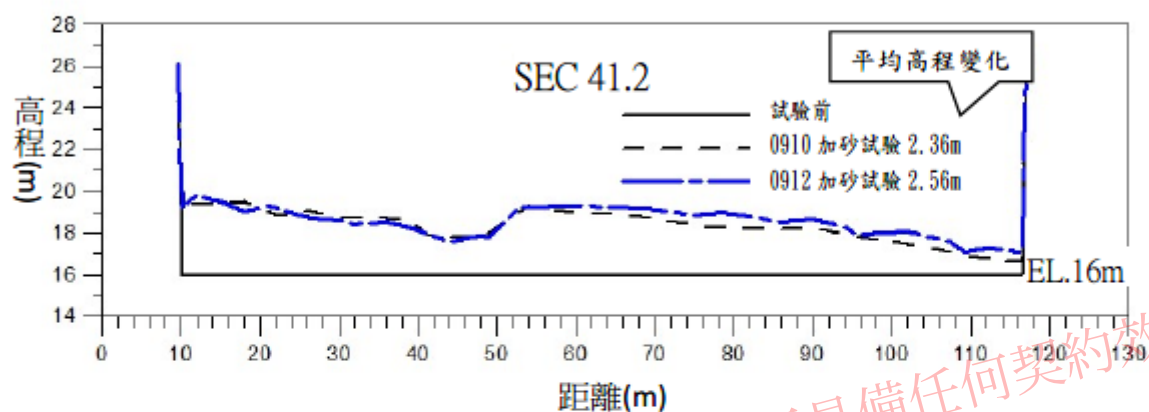
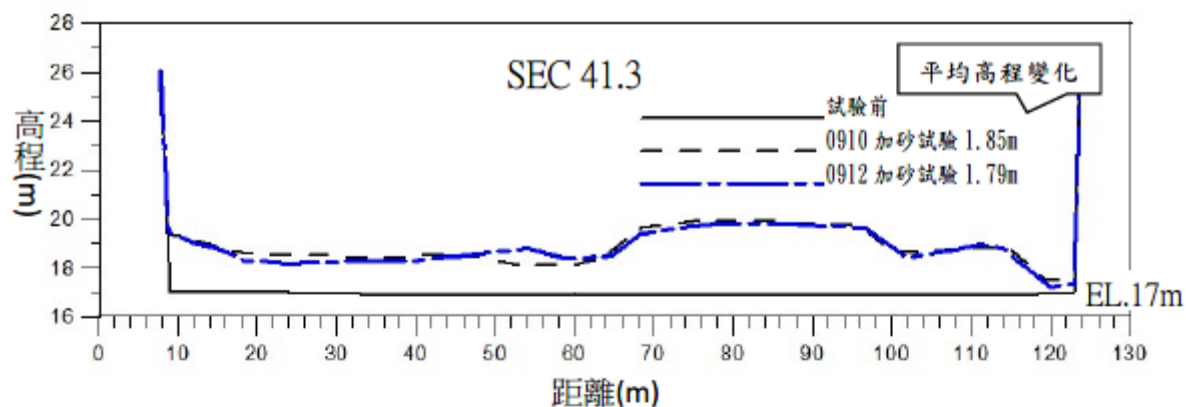


圖4-2-8 方案二Q₂₅試驗後SEC41.3~SEC38平均高程沖淤變化

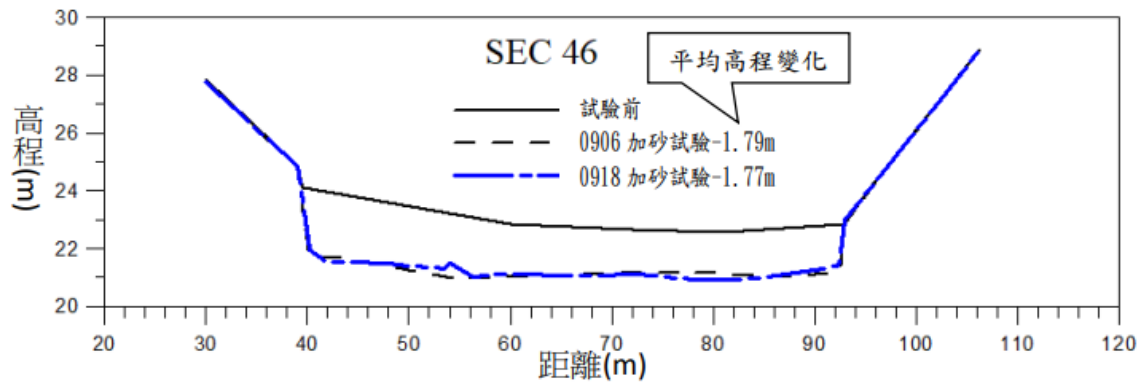
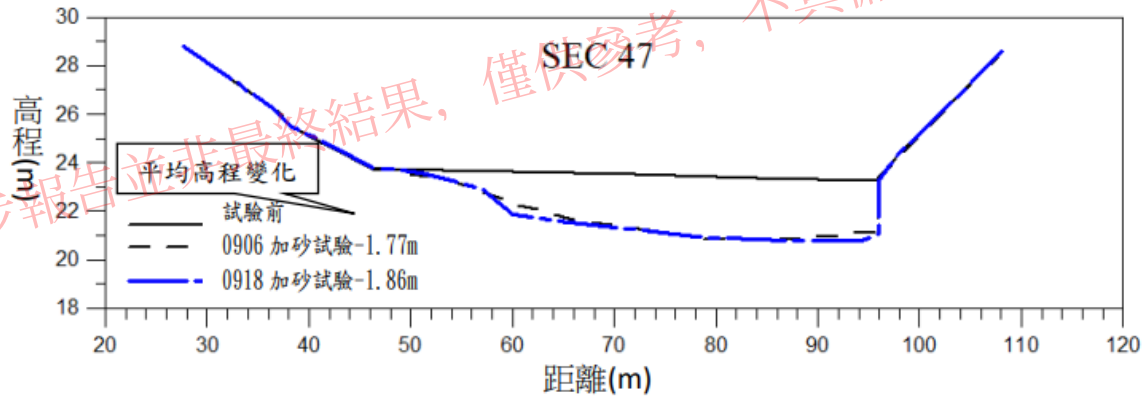
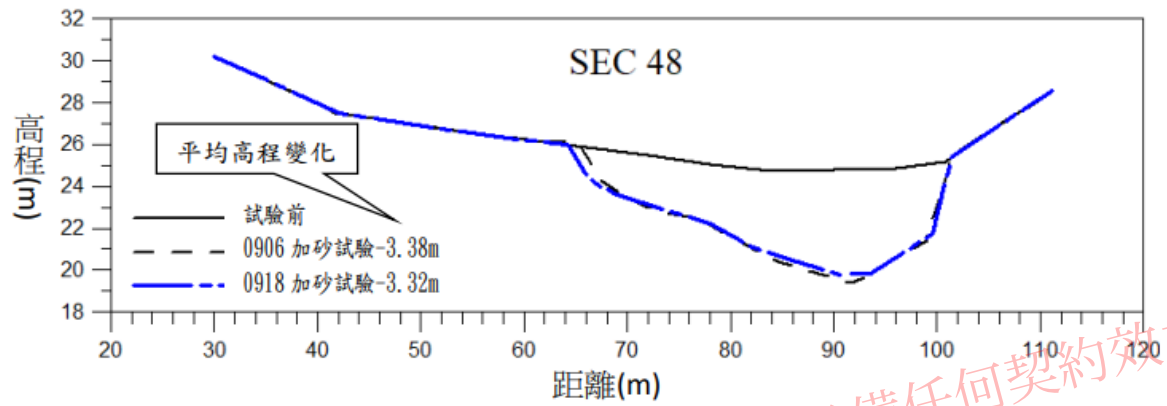
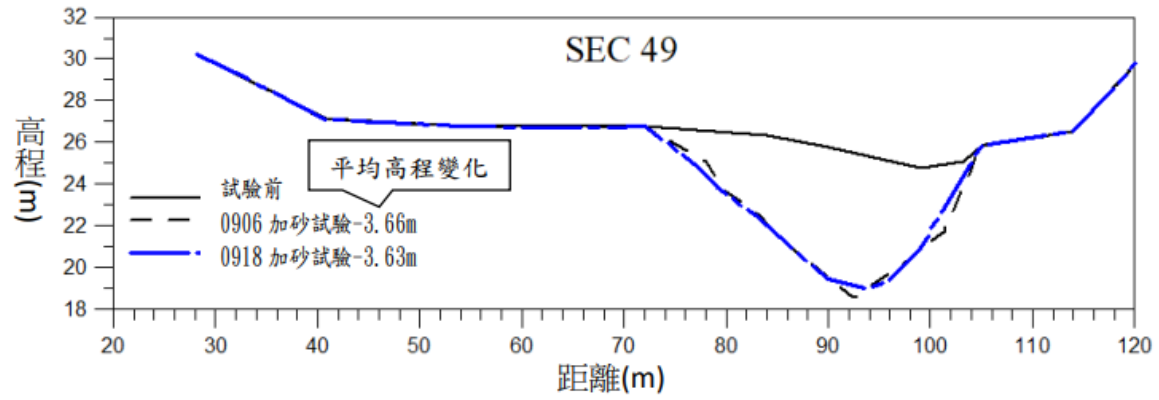


圖4-2-9 方案二Q₅₀試驗後SEC49~SEC46平均高程沖淤變化

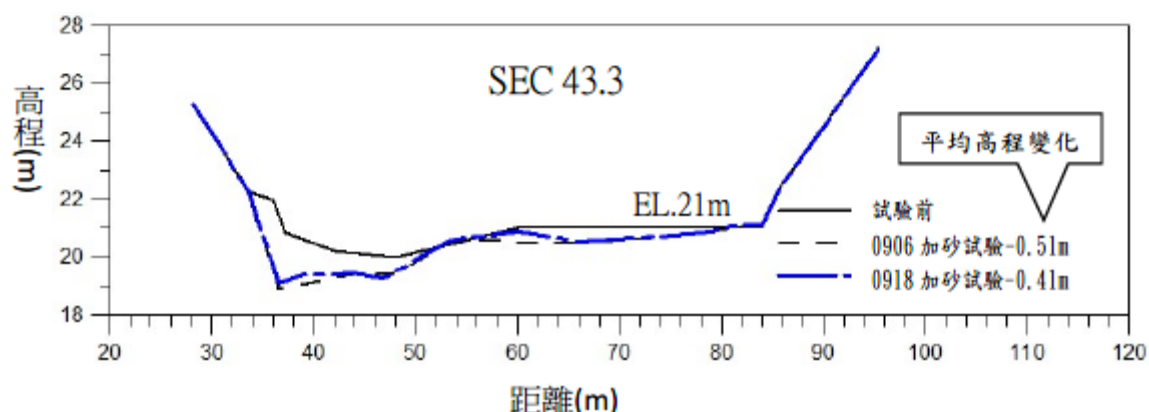
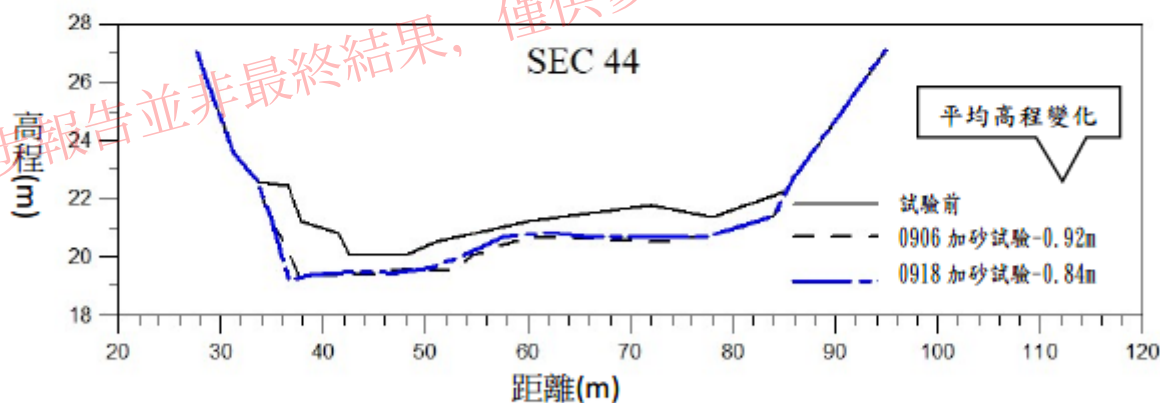
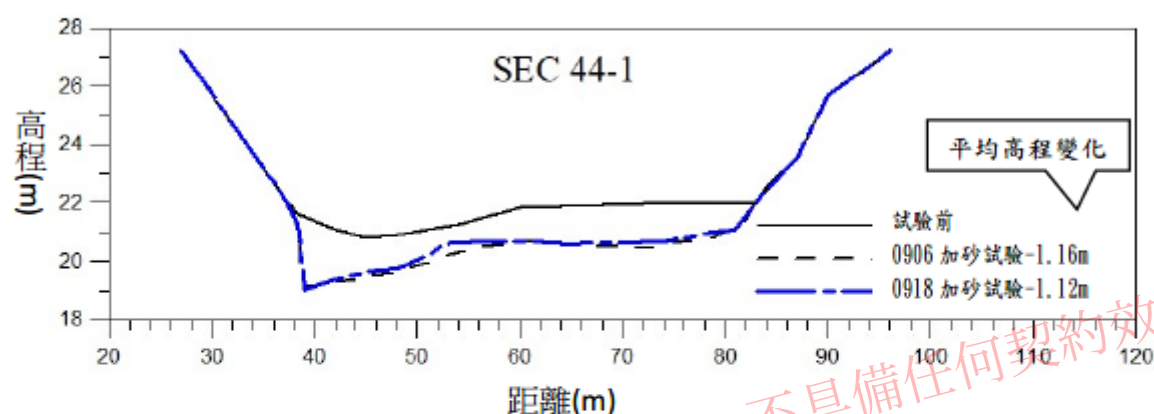
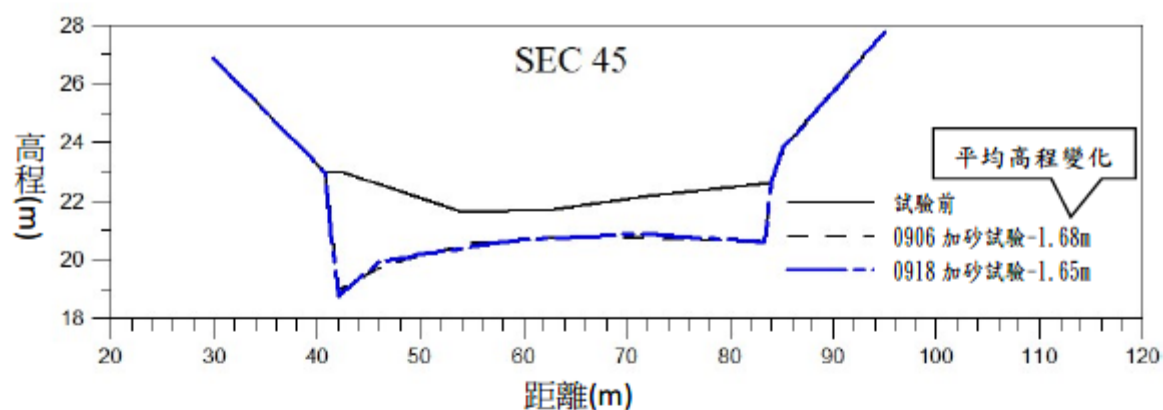


圖4-2-10 方案二Q₅₀試驗後SEC45~ SEC43.3平均高程沖淤變化

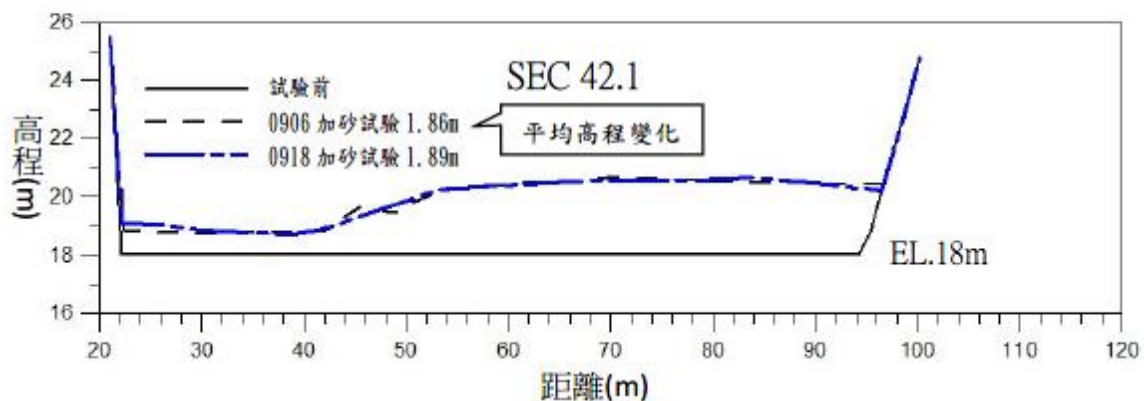
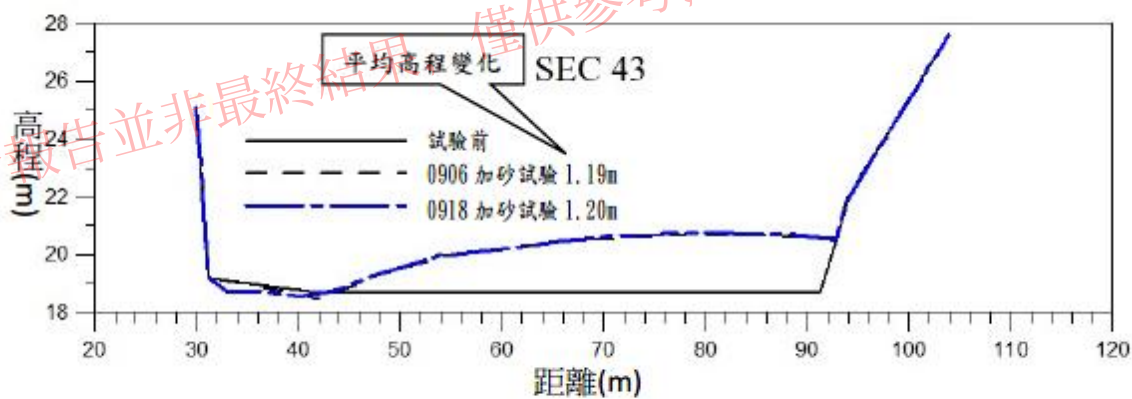
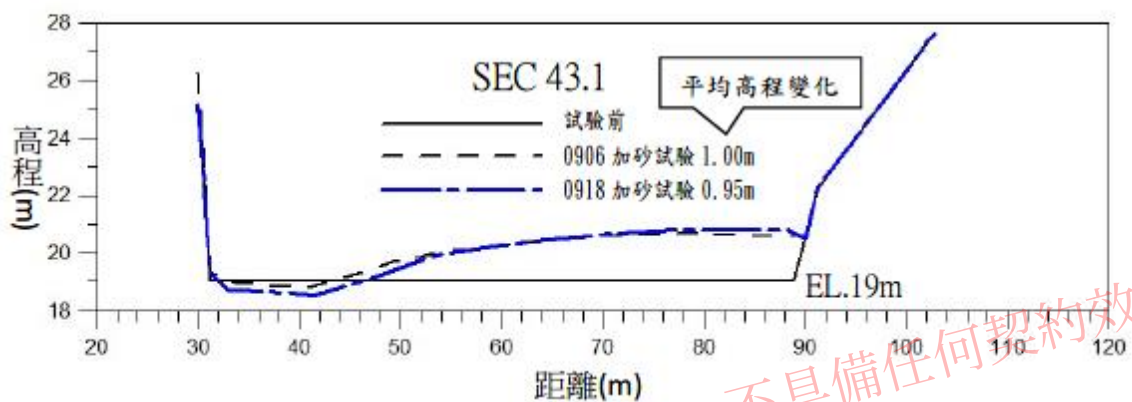
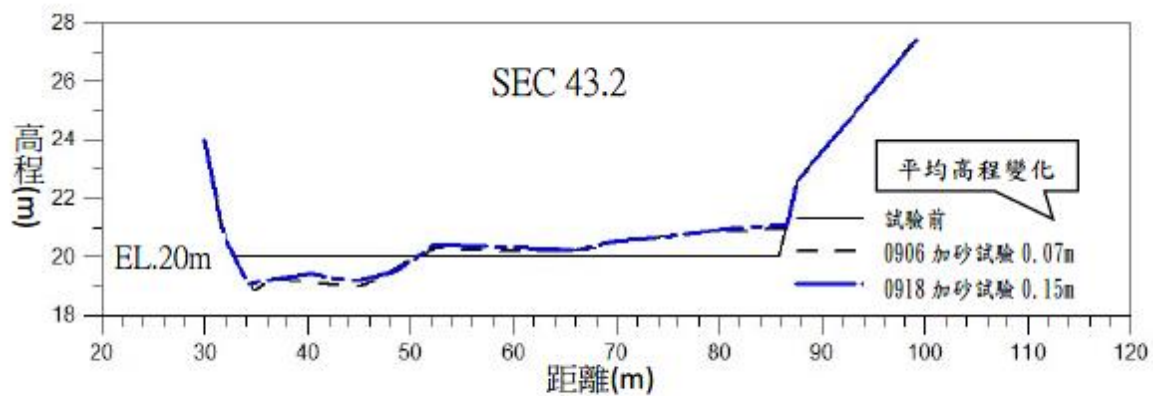


圖4-2-11 方案二Q₅₀試驗後SEC43.2~ SEC42.1平均高程沖淤變化

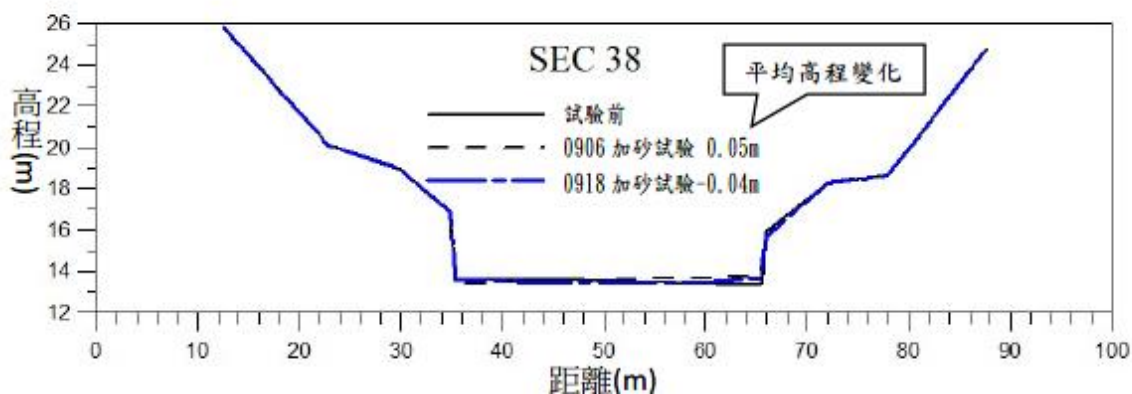
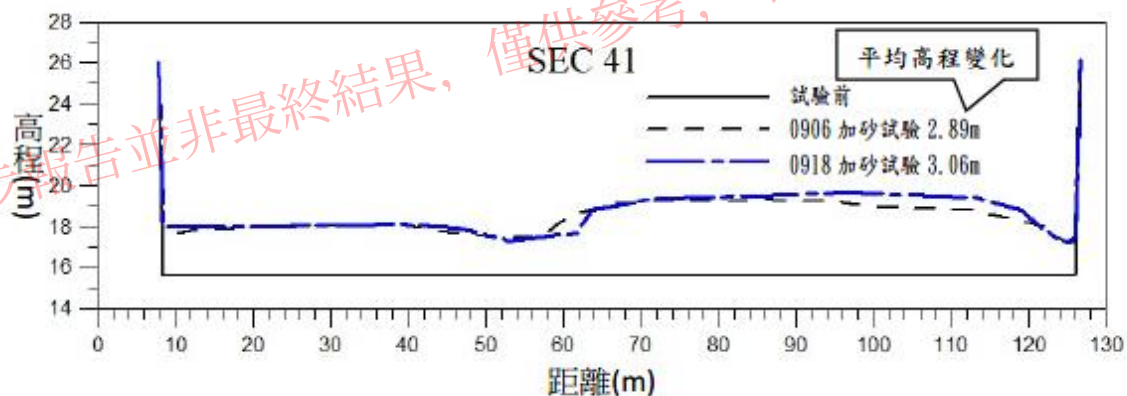
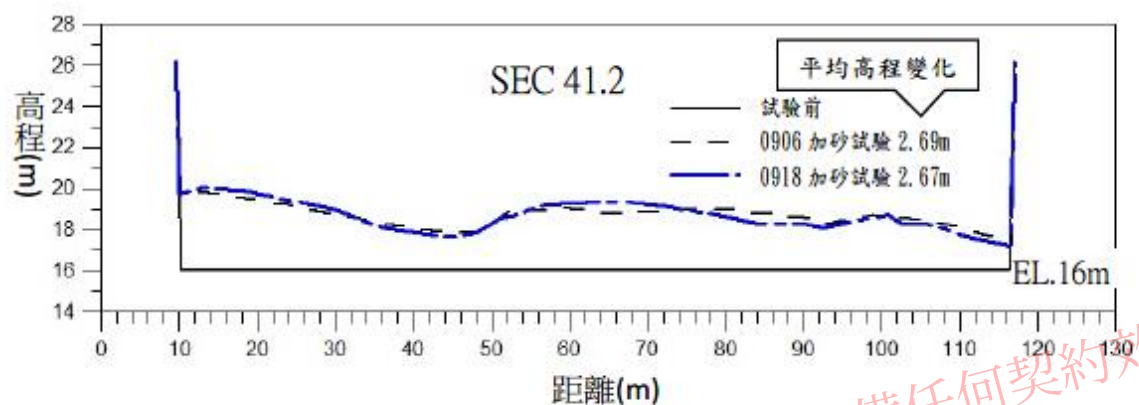
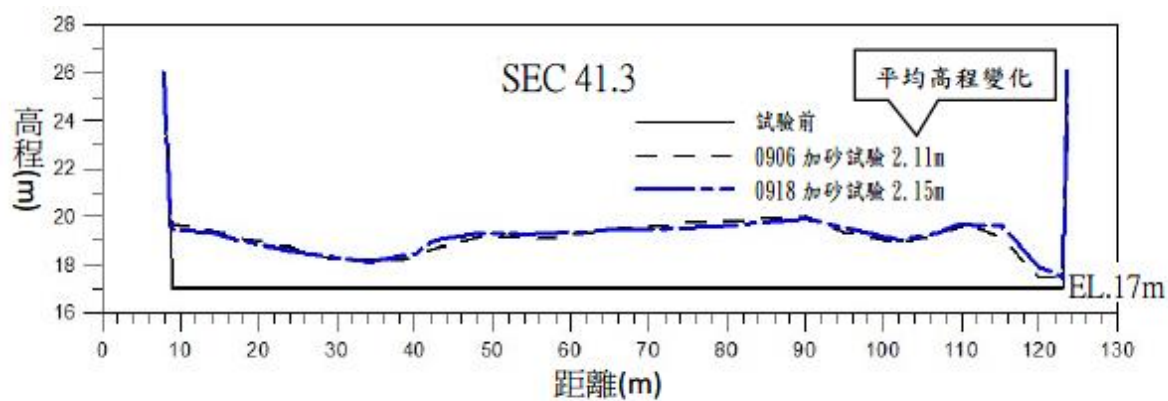


圖4-2-12 方案二Q₅₀試驗後SEC41.3~SEC38平均高程沖淤變化

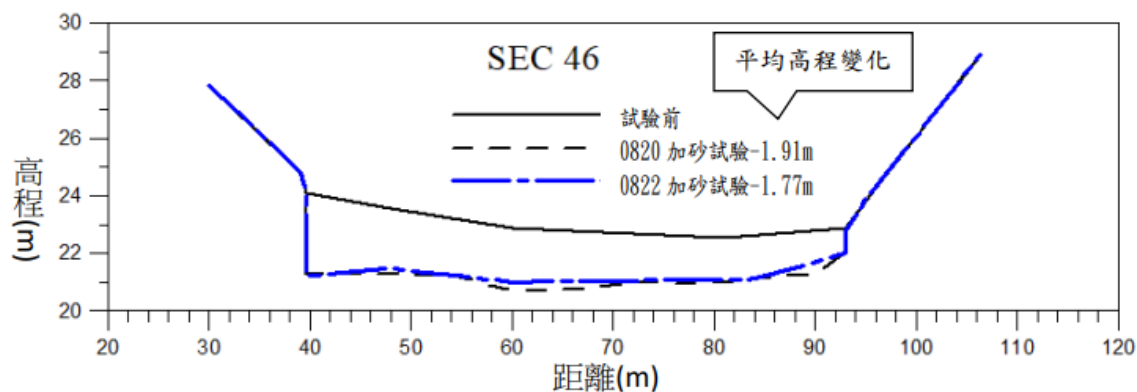
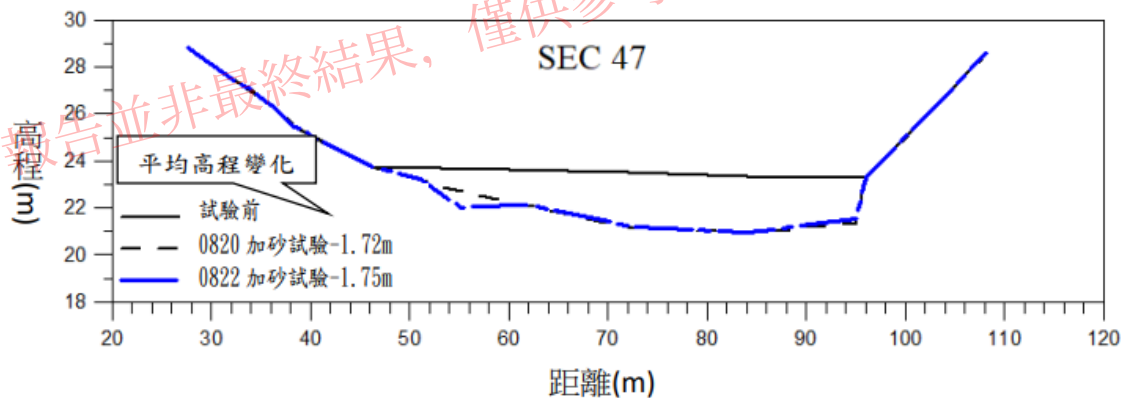
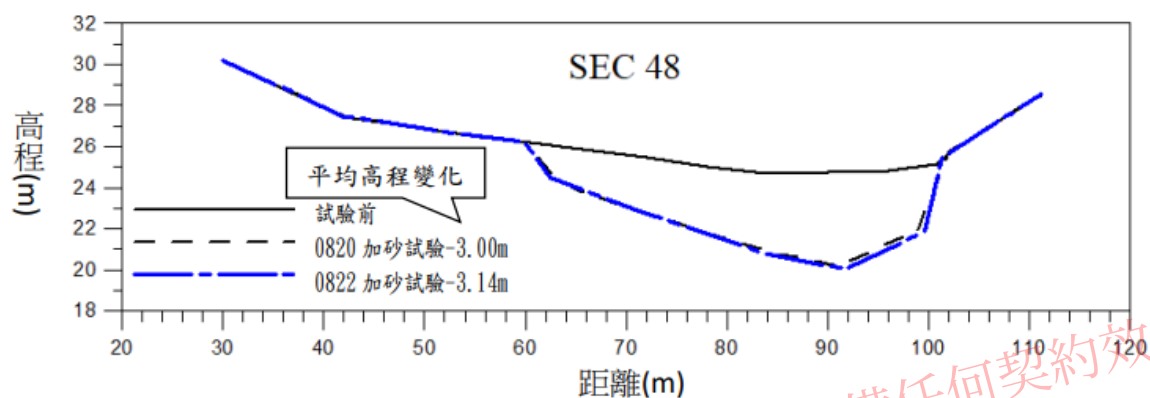
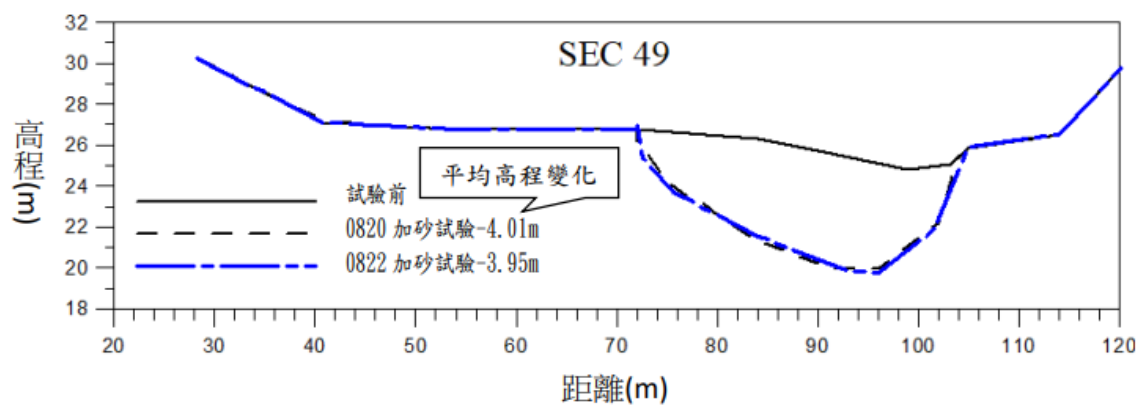


圖4-2-13 方案二Q₁₀₀試驗後SEC49~SEC46平均高程沖淤變化

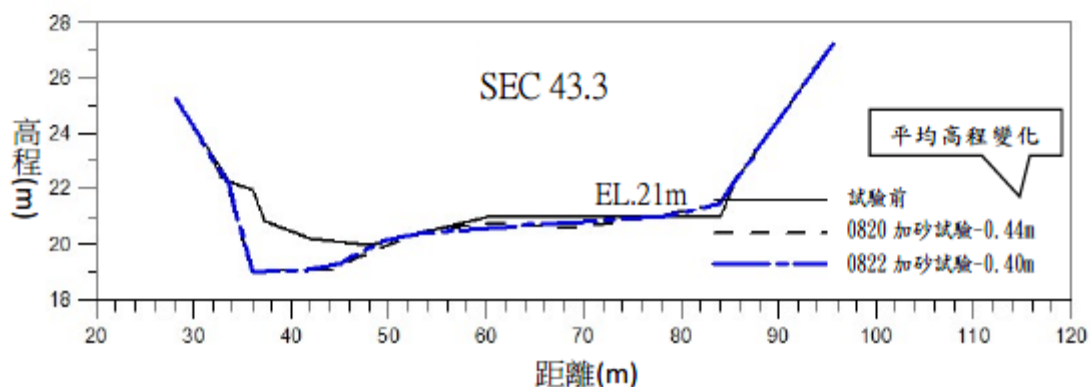
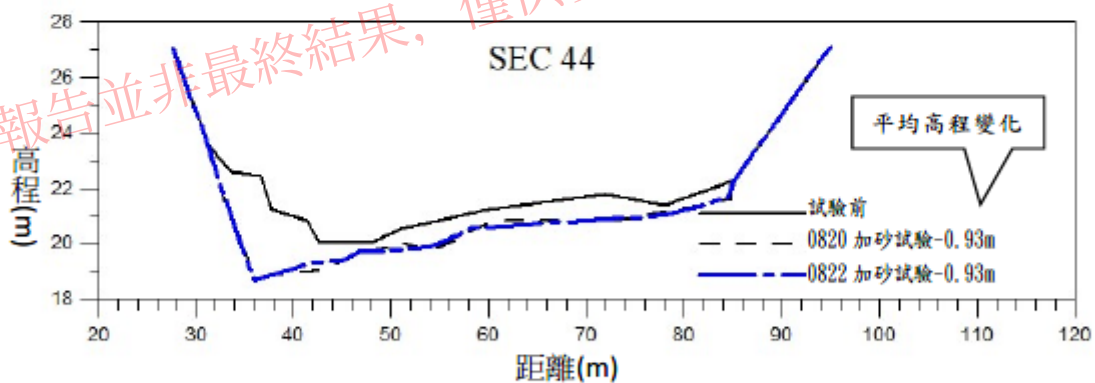
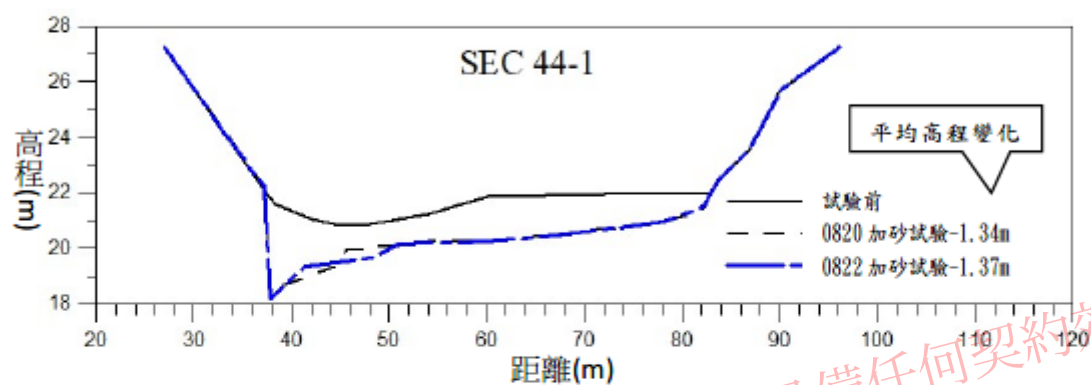
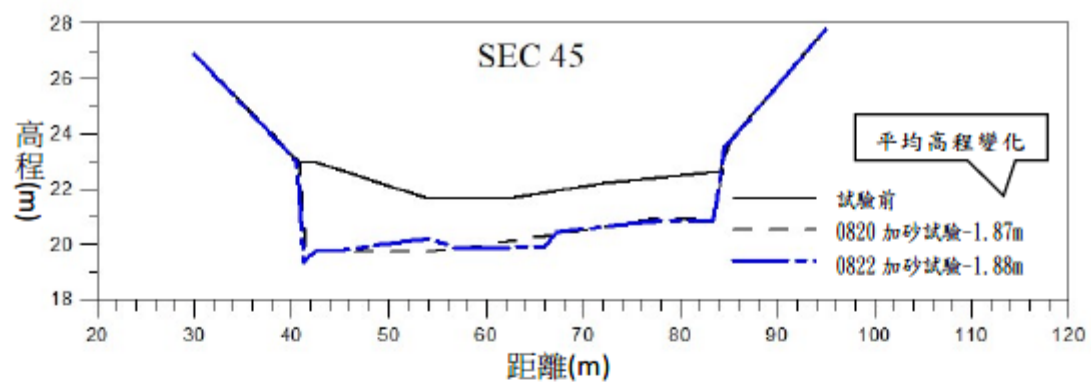


圖4-2-14 方案二Q₁₀₀試驗後SEC45~ SEC43.3平均高程沖淤變化

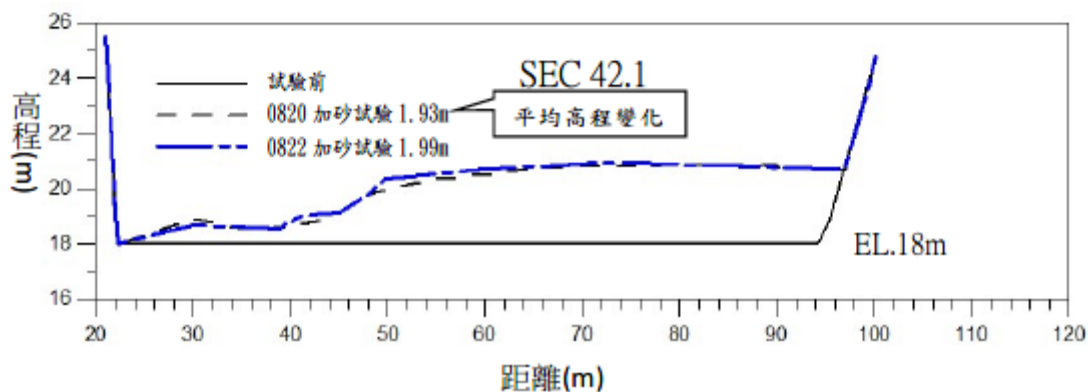
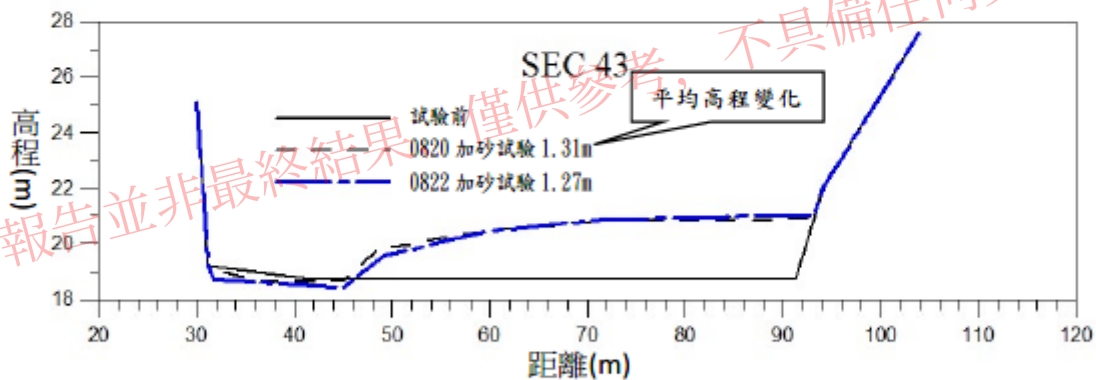
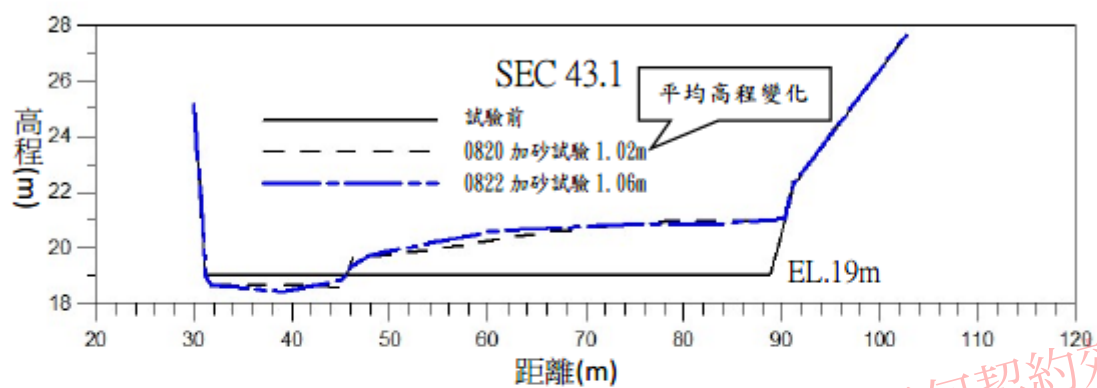
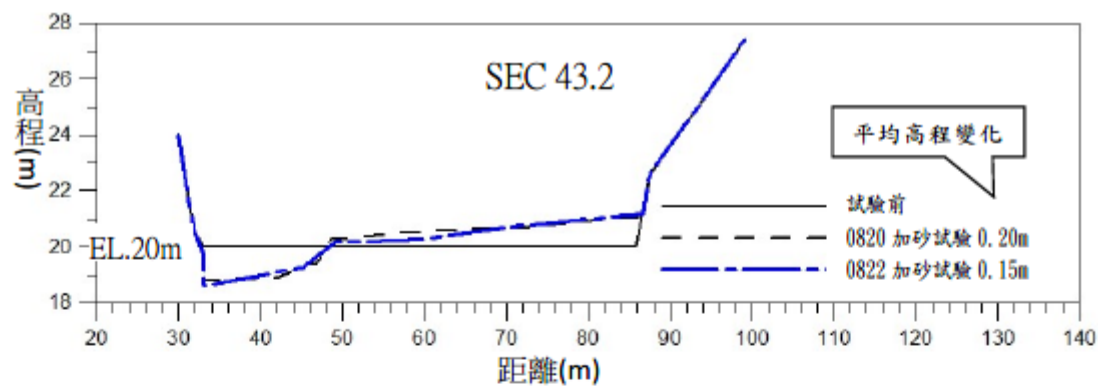


圖4-2-15 方案二Q₁₀₀試驗後SEC43.2~ SEC42.1平均高程沖淤變化

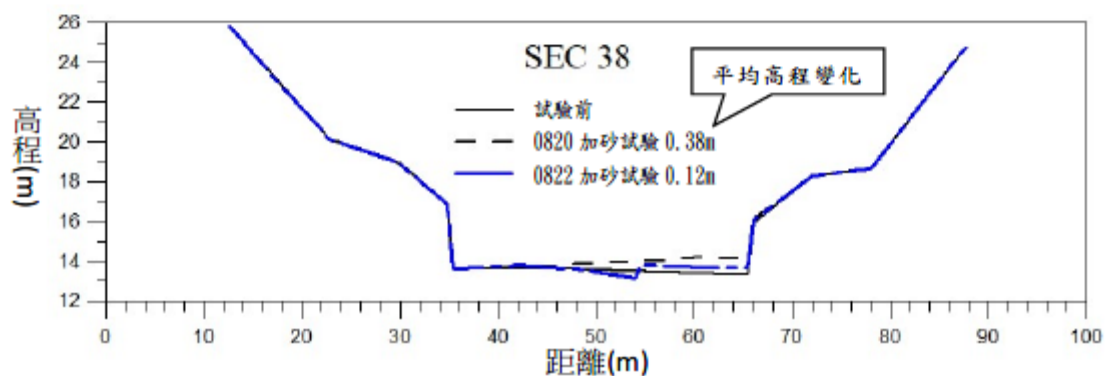
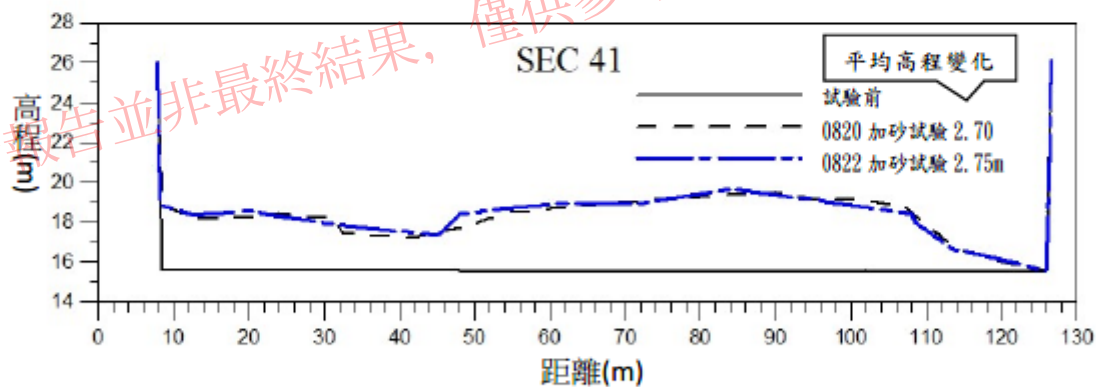
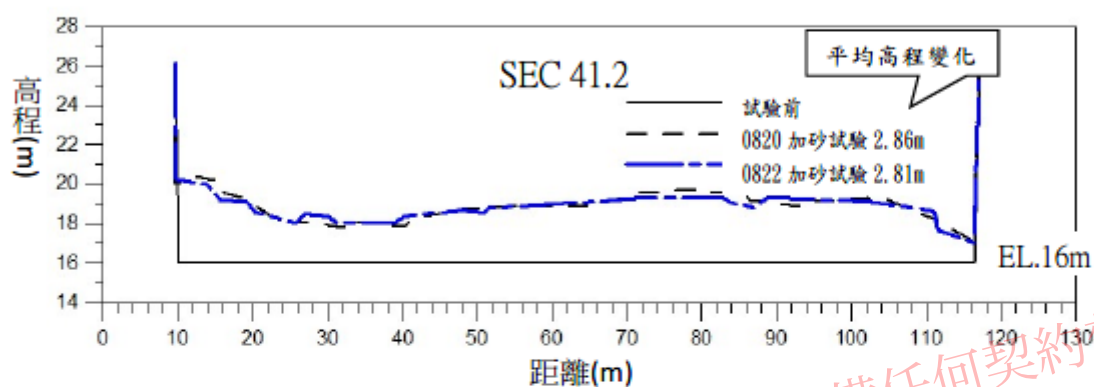
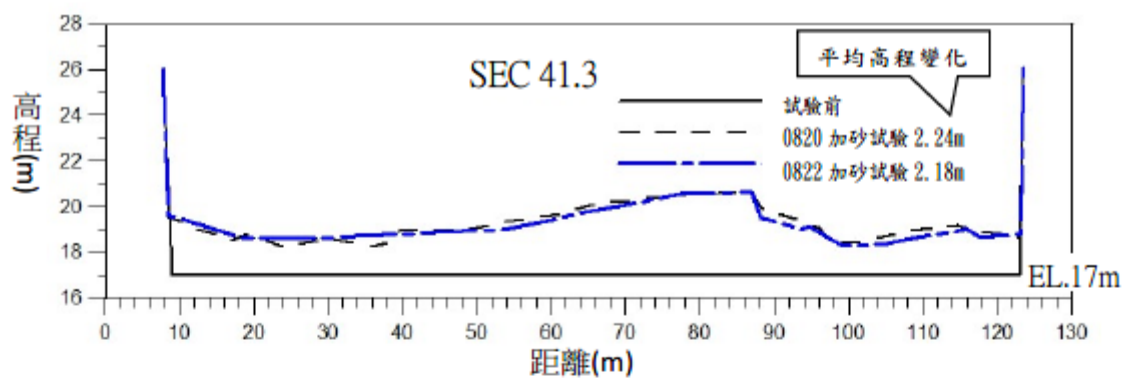


圖4-2-16 方案二 Q_{100} 試驗後SEC41.3~SEC38平均高程沖淤變化

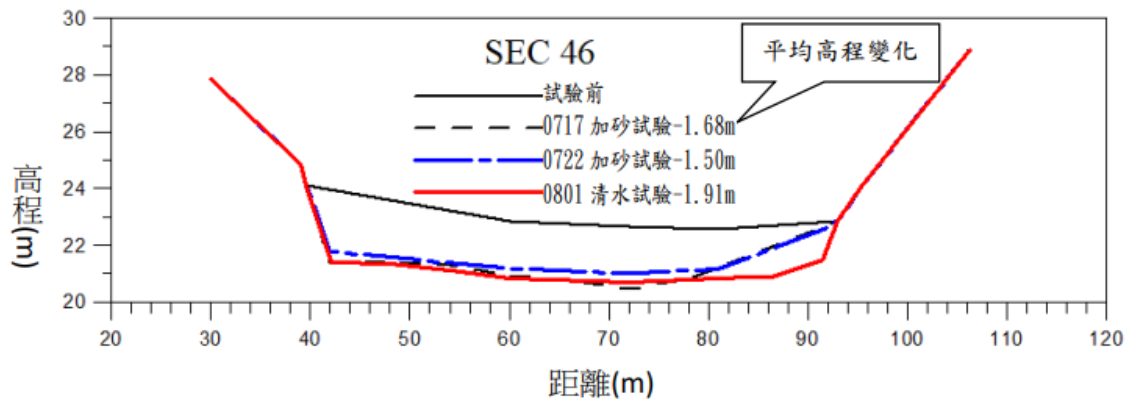
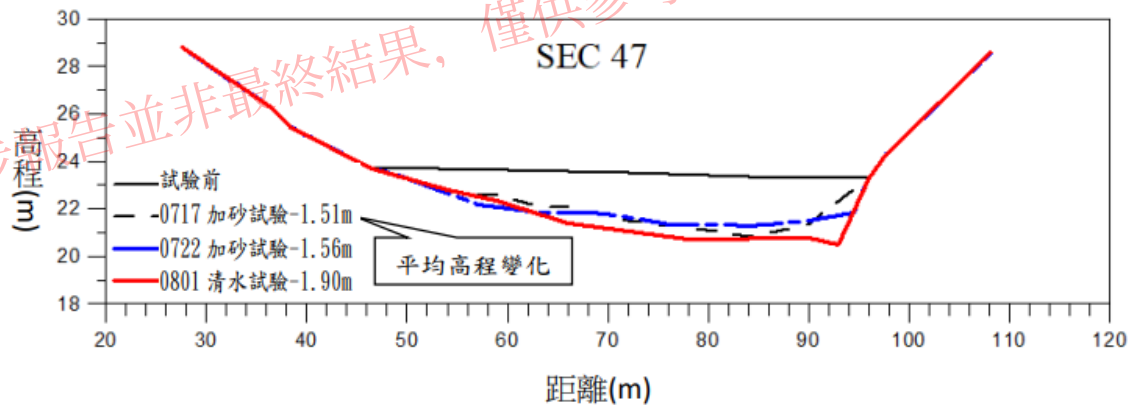
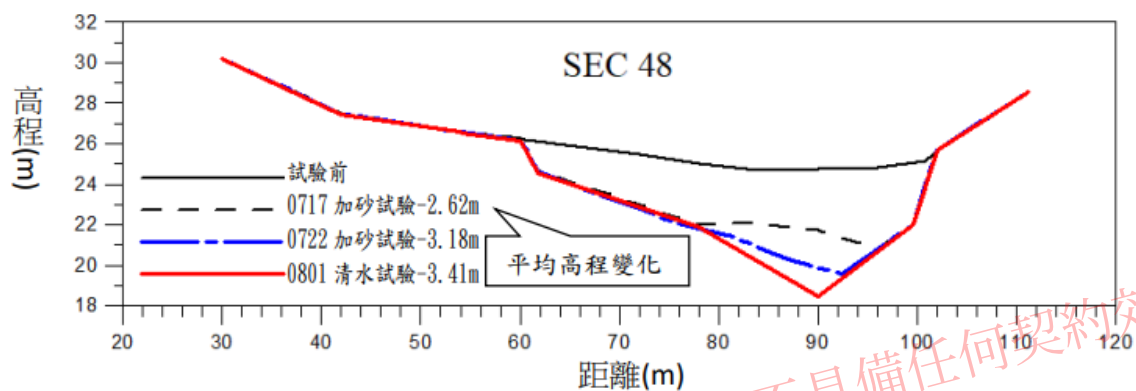
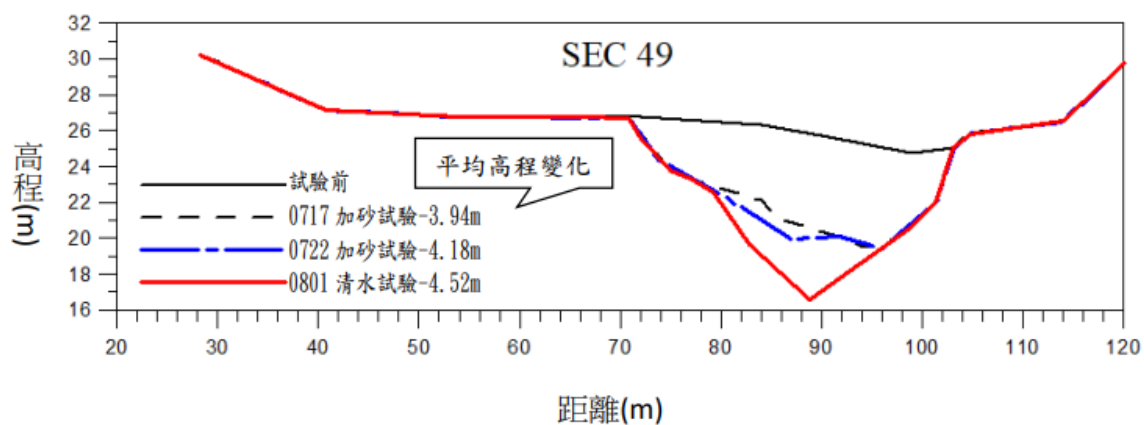


圖4-2-17 方案二Q₂₀₀試驗後SEC49~SEC46平均高程沖淤變化

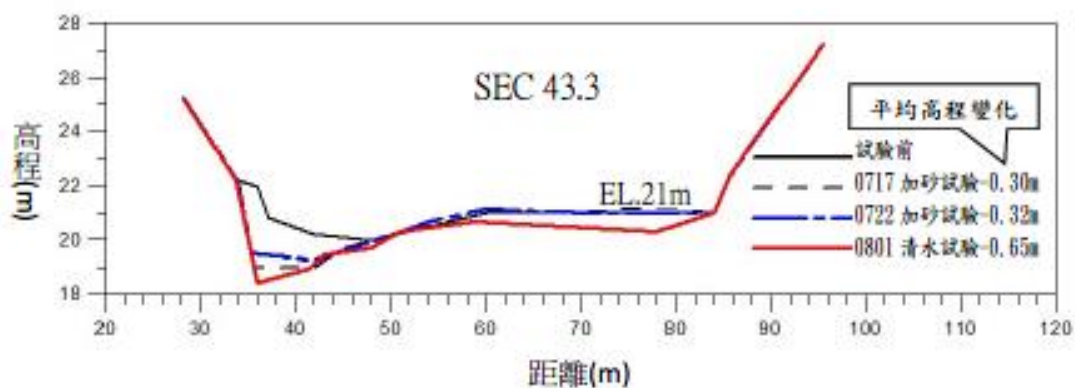
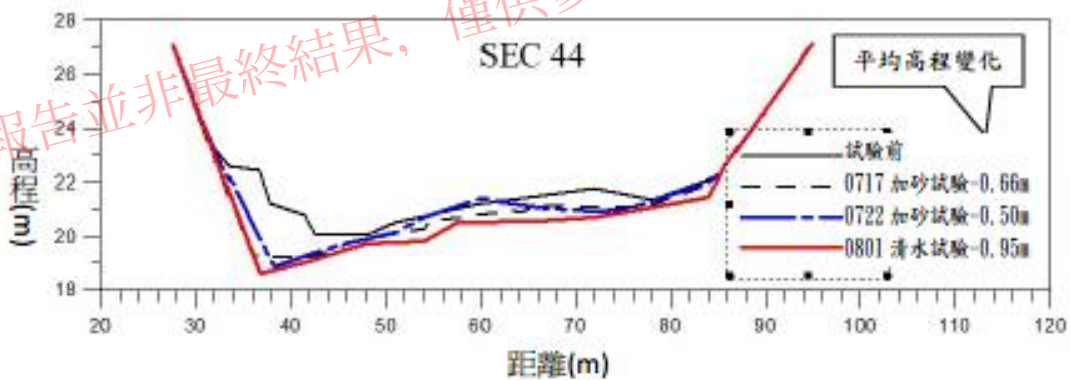
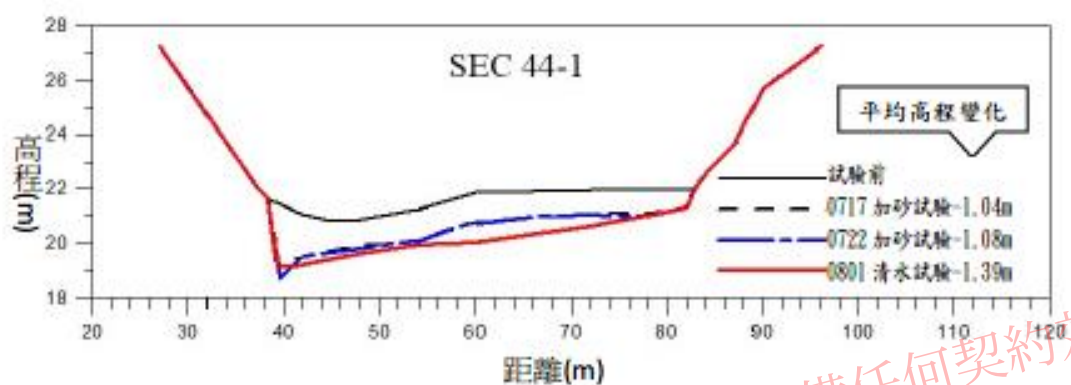
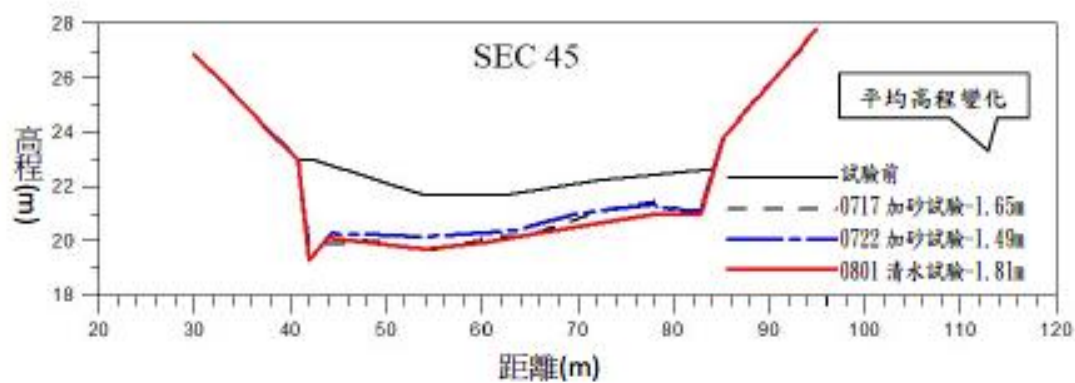


圖4-2-18 方案二Q₂₀₀試驗後SEC45~ SEC43.3平均高程沖淤變化

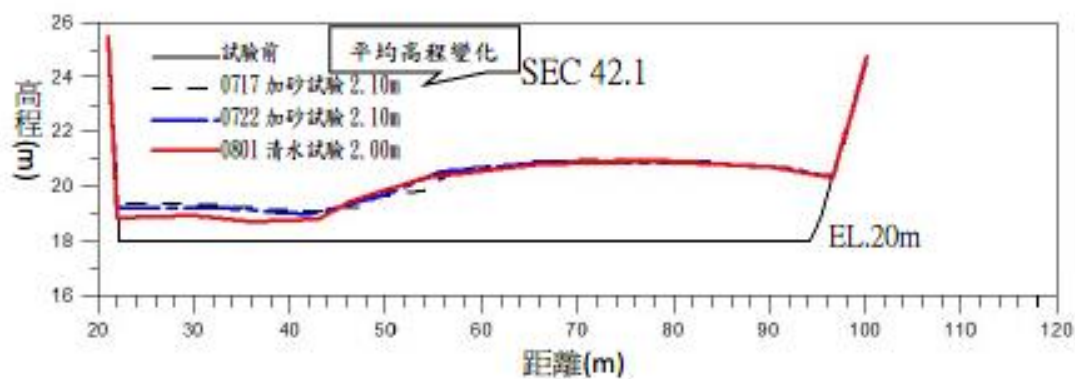
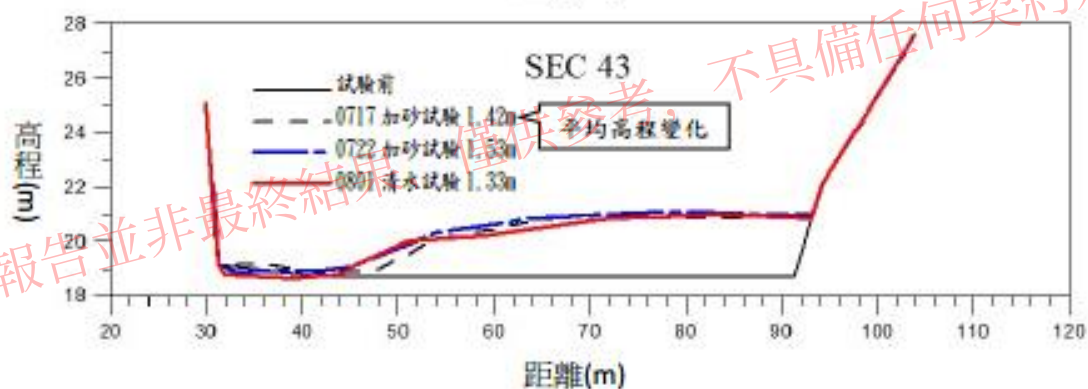
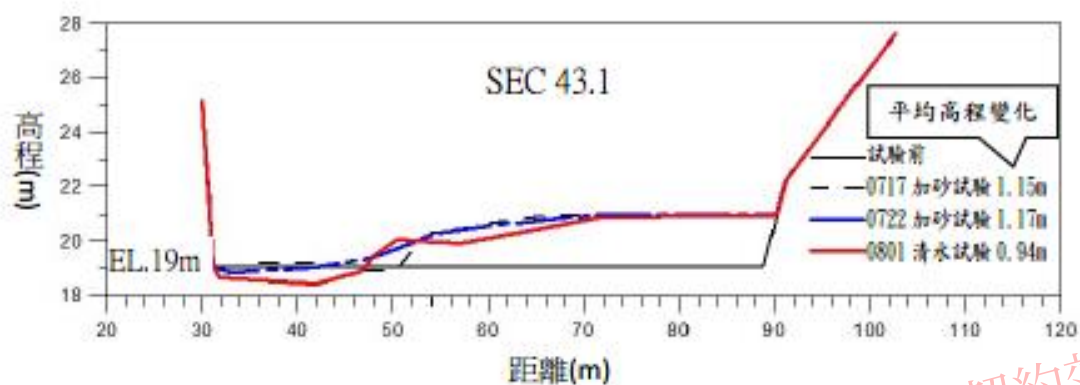
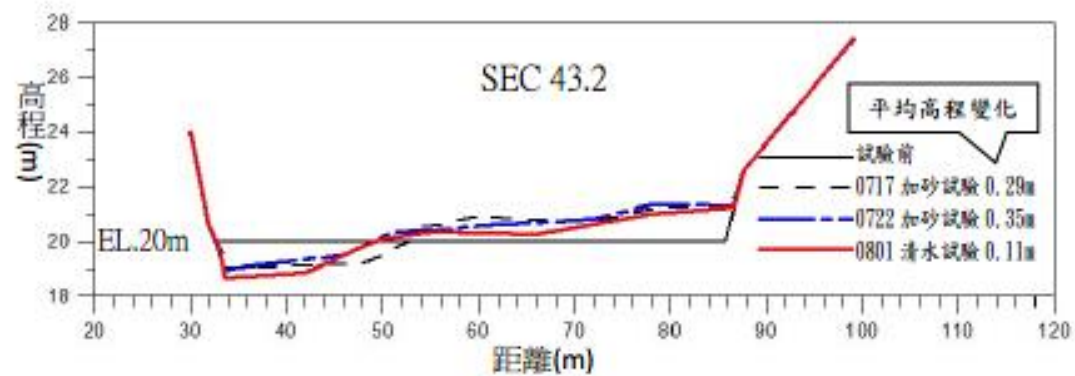


圖4-2-19 方案二Q₂₀₀試驗後SEC43.2~ SEC42.1平均高程沖淤變化

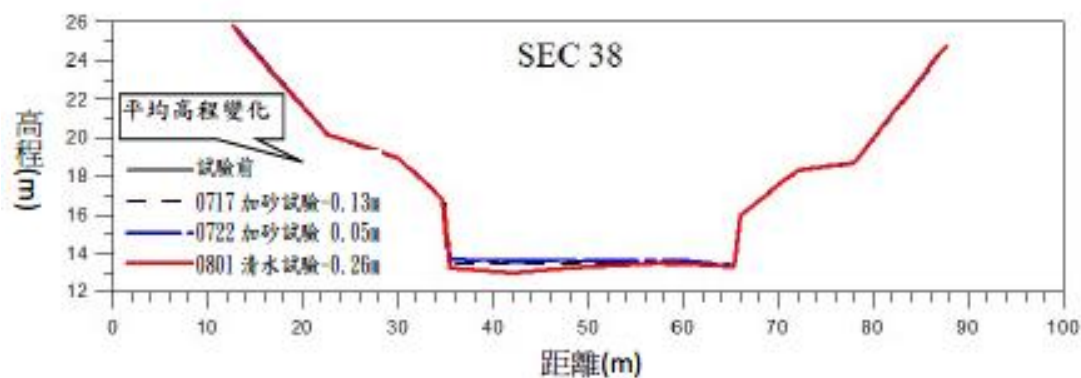
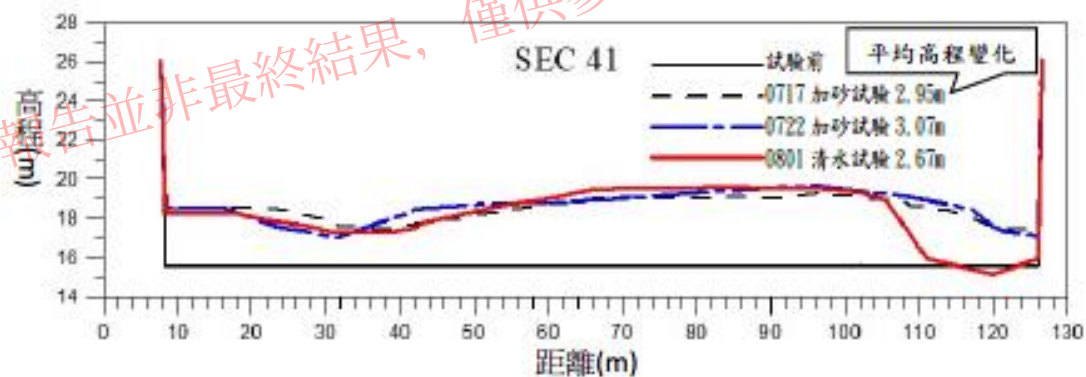
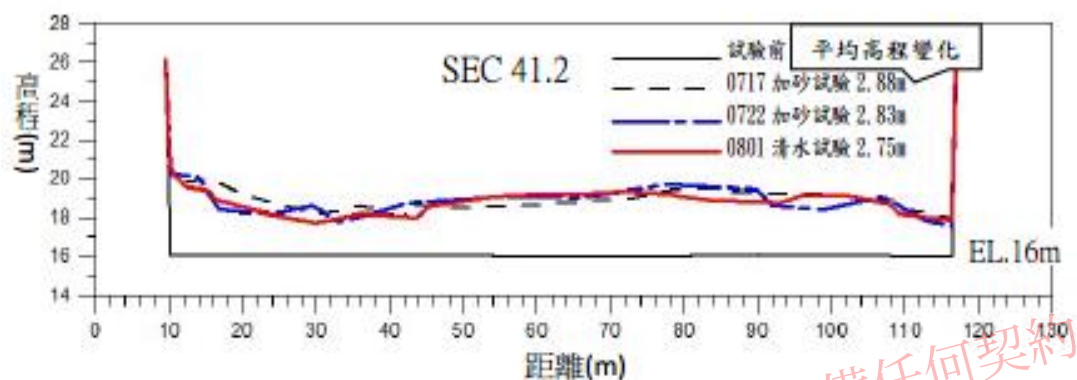
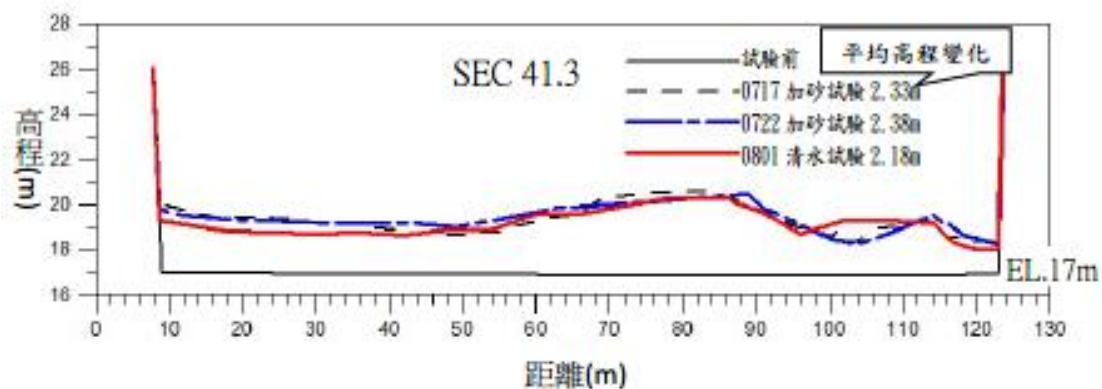


圖4-2-20 方案二Q₂₀₀試驗後SEC41.3~SEC38平均高程沖淤變化

(二)河道及分洪工程水位及流速變化

方案二各重現期流速及水位量測資料如表 4-2-2~4-2-3 所示。

表4-2-2 方案二分洪工程各斷面平均流速變化一覽表

重現期距	Q ₅		Q ₂₅		Q ₅₀		Q ₁₀₀		Q ₂₀₀	
斷面別	水位 (m)	流速 (m/s)	水位 (m)	流速 (m/s)	水位 (m)	流速 (m/s)	水位 (m)	流速 (m/s)	水位 (m)	流速 (m/s)
分洪堰	18.93	2.01	19.35	2.68	19.05	1.50	19.05	0.89	19.20	0.80
0K+000	20.25	5.20	20.55	4.12	21.00	4.36	22.74	4.69	24.51	3.74
分洪堰	16.23	5.13	16.56	1.97	16.32	1.66	16.17	1.89	16.32	1.38
0K+044	16.83	5.68	19.74	6.92	21.18	8.10	22.92	2.79	24.40	5.27
分洪堰	13.50	2.56	13.62	1.36	13.50	1.04	13.56	1.89	13.53	1.41
0K+077	16.32	7.02	19.56	4.65	20.91	7.27	22.53	5.70	24.27	3.32
分洪堰	11.94	4.56	13.05	4.61	12.84	5.09	12.99	3.10	12.96	3.36
0K+100	15.69	9.10	18.21	8.73	19.26	8.83	20.94	7.25	22.71	6.00
隧道第 1 通氣孔		4.16		5.56		5.22		4.40		3.56
		7.83		7.71		9.65		6.87		8.24
隧道		4.70		4.43		4.64		4.55		3.52
0K+300		6.08		9.76		9.14		9.95		9.77
隧道		6.05		4.95		4.31		3.23		3.31
0K+400		7.65		8.30		7.69		8.36		9.19
隧道		3.37		4.15		3.45		3.45		3.48
0K+503		6.22		8.60		8.59		8.89		9.07
隧道		3.17		4.15		3.15		3.01		4.53
0K+602		8.31		6.09		7.46		8.98		10.84
隧道		4.13		4.49		4.52		3.63		4.47
0K+703		7.29		7.62		8.35		8.78		10.40
隧道		4.78		4.68		3.68		4.79		6.01
0K+904		7.31		7.98		7.90		9.36		11.70
隧道		5.27		4.88		4.14		4.77		5.30
1K+003		7.48		8.73		8.79		10.03		10.34
隧道		5.01		4.66		3.73		4.84		6.59
1K+202		5.77		7.92		8.52		8.85		11.00
隧道		4.56		6.39		4.62		5.39		4.57
1K+615		7.24		9.49		8.61		9.80		12.03
隧道		4.67		4.71		2.79		3.32		5.14
1K+706		7.61		6.91		8.11		8.01		10.95
隧道		4.04		4.02		3.39		3.64		4.73
1K+816		5.90		6.93		7.62		8.77		10.71
隧道		5.30		7.36		5.11		5.95		7.59
2K+118		6.53		9.35		10.12		9.47		12.46
隧道		4.03		4.69		3.33		4.06		5.52
2K+365		7.34		8.69		8.43		10.82		13.53
出海口		3.47		3.44		2.84		3.34		4.39
		5.95		9.01		11.00		11.30		13.38

表4-2-3 方案二河道各斷面平均流速及水位變化一覽表

重現期距	Q ₅		Q ₂₅		Q ₅₀		Q ₁₀₀		Q ₂₀₀	
斷面別	水位 (m)	流速 (m/s)	水位 (m)	流速 (m/s)	水位 (m)	流速 (m/s)	水位 (m)	流速 (m/s)	水位 (m)	流速 (m/s)
SEC 49	23.43	1.52	21.99	2.37	21.85	0.85	21.90	0.77	22.11	3.02
	25.59	5.19	25.71	5.06	25.74	4.51	26.07	4.54	25.98	4.49
SEC 47	22.92	2.80	21.99	1.67	21.90	2.03	21.87	2.32	21.93	1.99
	24.52	6.16	24.60	4.71	24.81	5.70	24.81	5.29	25.38	5.78
SEC 45	21.42	3.38	20.46	3.08	20.46	3.17	20.46	3.90	20.49	3.62
	22.29	4.75	22.74	5.30	22.97	6.32	23.13	5.65	24.39	5.02
SEC 44-1 油庫1號橋上游	20.43	2.29	20.37	1.77	20.35	2.11	20.04	3.11	20.07	2.29
	21.78	3.65	22.35	5.12	22.66	5.98	22.95	5.50	24.57	5.66
SEC 44 油庫1號橋下游	20.22	1.87	20.16	1.94	20.22	2.33	20.07	1.78	19.92	2.39
	21.66	3.91	22.17	4.77	22.16	5.54	23.07	6.08	24.84	6.05
SEC43.2 (EL.20m)	19.95	0.97	19.77	1.63	19.96	2.08	19.89	2.55	19.89	3.06
	21.21	4.00	21.75	5.92	22.12	5.12	22.83	5.53	24.81	5.70
SEC 43	19.08	1.86	18.84	1.69	19.12	1.69	18.87	1.72	19.05	2.05
	20.85	3.38	21.36	4.57	21.85	5.15	22.74	4.70	24.90	5.00
蘇澳溪 SEC42.1 (EL.18m)	18.27	1.91	17.88	1.87	17.79	2.04	17.76	2.16	18.54	1.97
	20.37	3.68	21.12	3.72	21.84	4.04	22.86	3.63	25.02	4.05
猴猴坑溪 出口	19.59	1.69	19.77	0.47	19.71	1.02	19.83	2.80	19.53	2.75
	20.04	3.00	20.88	5.25	20.79	6.16	22.17	5.60	23.93	5.71
猴猴坑溪 SEC42.1 (EL.18m)	17.49	0.80	17.73	0.24	17.91	0.34	18.12	0.24	18.24	0.47
	20.19	2.11	20.61	2.23	20.64	2.15	22.20	3.10	23.82	2.45
SEC41.3 (EL.17m)	17.16	0.76	16.86	0.46	17.17	0.46	16.98	0.51	17.47	1.30
	20.07	3.45	20.79	4.45	21.65	5.71	23.01	4.46	25.08	4.30
SEC41.2 (EL.16m)	17.19	0.69	16.95	0.72	16.95	0.57	16.95	0.62	18.00	0.71
	20.07	3.16	20.85	3.51	21.59	3.54	22.92	4.30	25.08	3.78
攔河堰上游 排洪道	17.07	1.22	16.74	1.91	17.02	1.07	16.89	1.00	16.62	0.87
	20.04	2.45	20.67	5.03	21.57	3.96	22.95	2.73	24.94	3.26
攔河堰上游 排砂道	16.83	1.81	16.68	1.68	16.92	2.26	16.77	1.10	16.53	1.71
	18.15	2.96	18.27	2.95	18.42	2.83	18.51	2.50	18.60	2.75
攔河堰下游 排洪道	15.69	2.41	15.90	3.29	15.72	1.80	15.72	1.83	15.74	3.11
	16.50	6.55	16.59	5.85	16.71	5.75	16.71	6.54	16.86	7.76
攔河堰下游 排砂道	16.05	2.44	15.81	2.44	15.84	2.78	16.05	2.66	15.96	2.53
	16.41	4.37	16.26	4.37	16.93	4.66	16.80	4.99	16.80	6.48
攔河堰 下游護坦	16.23	2.10	16.20	2.65	16.07	2.33	15.84	1.60	15.35	1.40
	16.83	5.39	16.80	5.66	16.68	5.47	16.74	6.68	17.19	4.31
SEC 38	14.34	1.10	14.04	2.03	14.27	1.71	14.25	0.70	14.10	1.36
	14.67	2.01	14.64	2.60	15.36	3.17	14.91	2.48	15.26	3.03
SEC 37	14.10	1.02	13.95	1.41	13.99	2.24	14.04	0.65	14.13	1.14
	14.43	1.72	14.31	2.70	14.59	3.27	14.58	2.85	14.95	2.50

方案二 Q_{200} 部份颱洪流量越過攔河堰排洪道頂缺口溢流而下 (排洪道頂高程 EL.21.65m)，此時最高颱洪平均水位約 EL.24.94m(攔河堰頂 EL.25.1m)，排洪道附近測得最大流速約 5.03m/s。

河道及分洪工程各斷面之水位及流速變化範圍如圖4-2-1~4-2-75及所示，在T7(流量860cms)時段，河道主流路靠近左岸而下，油庫一號橋左岸附近流速最大可達6.08m/s。



圖4-2-21 方案二 Q_5 試驗SEC49~SEC45水位及流速分布

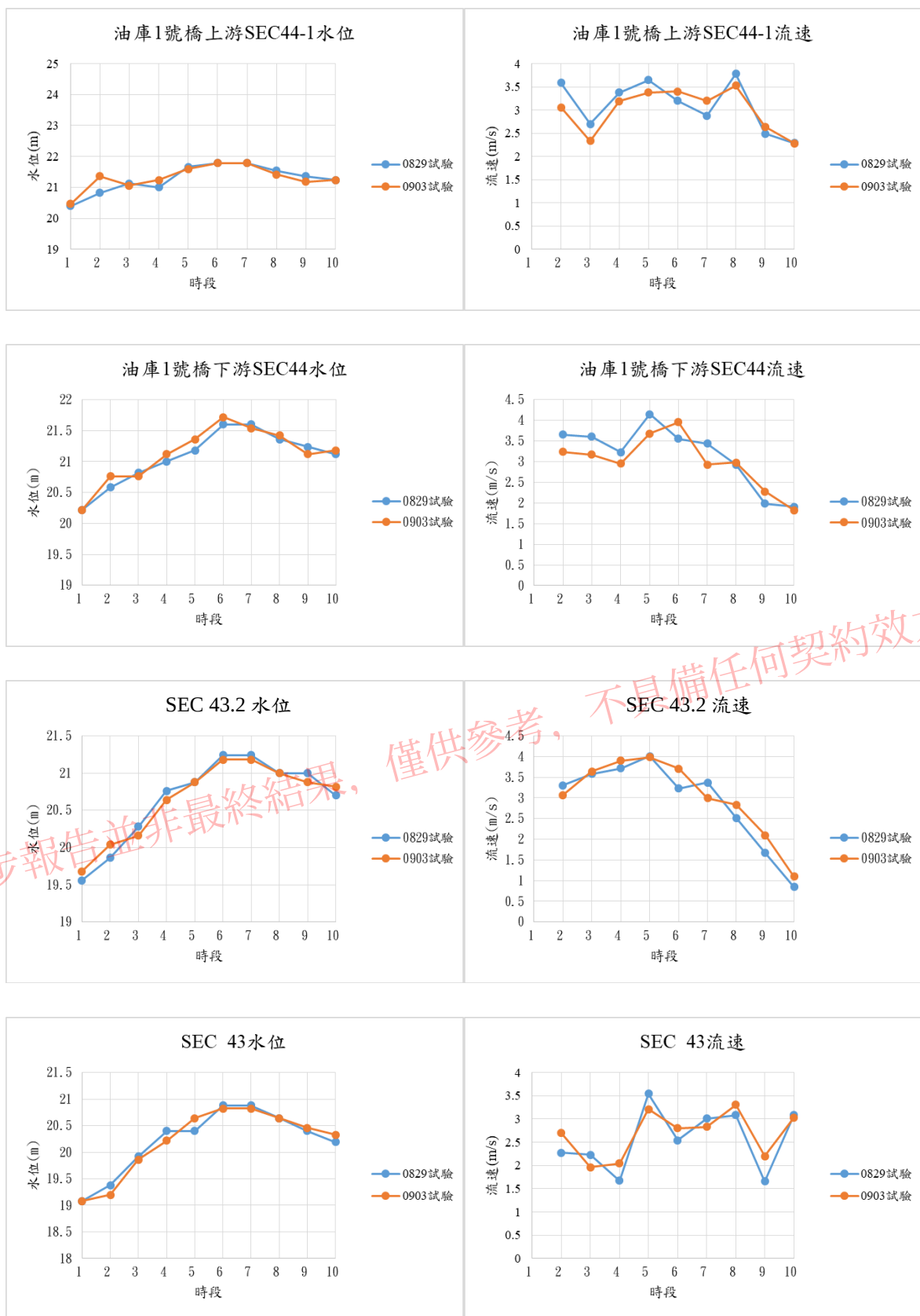


圖4-2-22 方案二Q₅試驗油庫1號橋上游SEC44-1~SEC43水位及流速分布

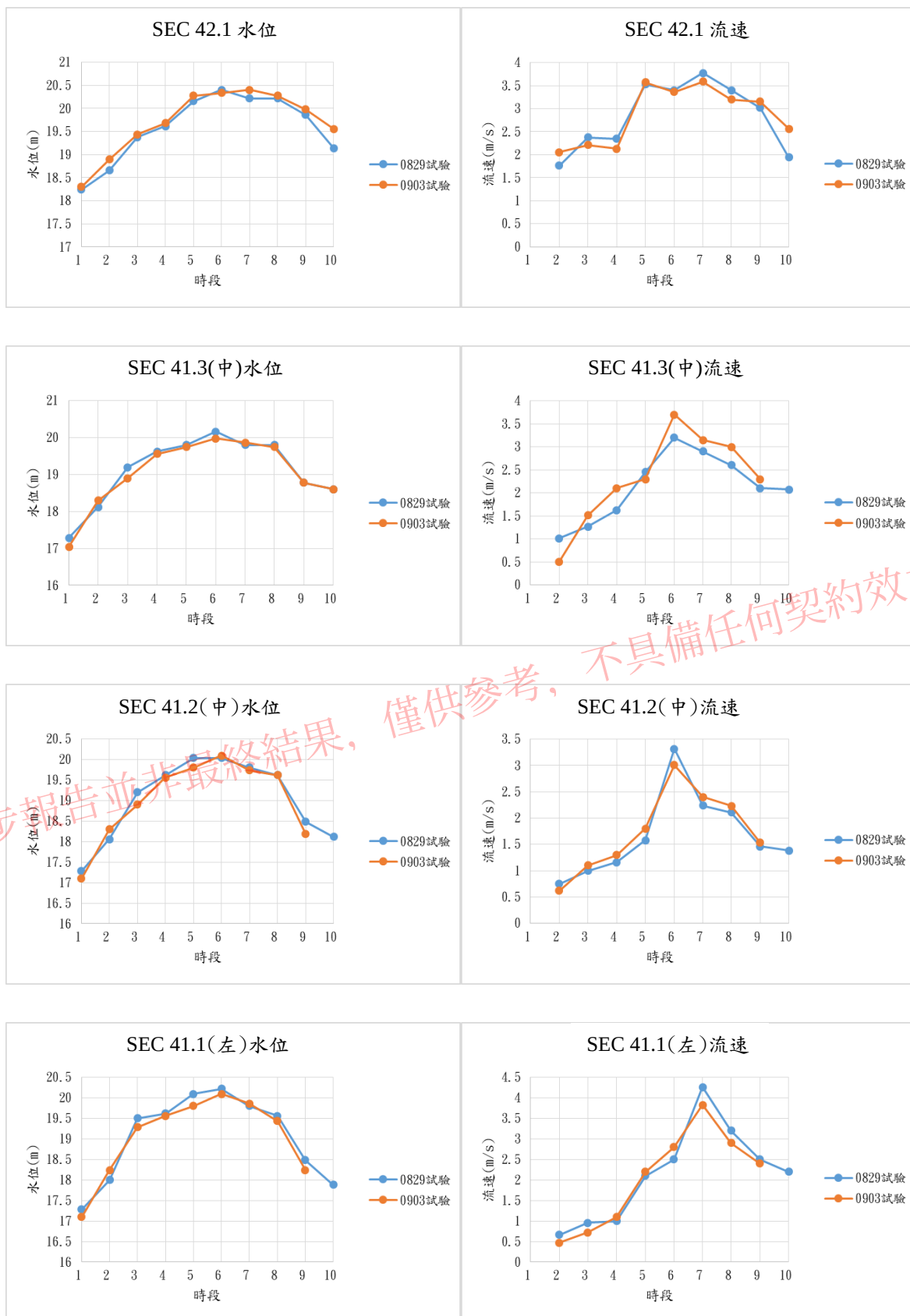


圖4-2-23 方案二Q₅試驗SEC42.1~ SEC41.1(左)水位及流速分布



圖4-2-24 方案二Q₅試驗SEC41.1(中)~攔河堰上游排砂道水位及流速分布



圖4-2-25 方案二Q₅試驗攔河堰下游排洪道~SEC38水位及流速分布

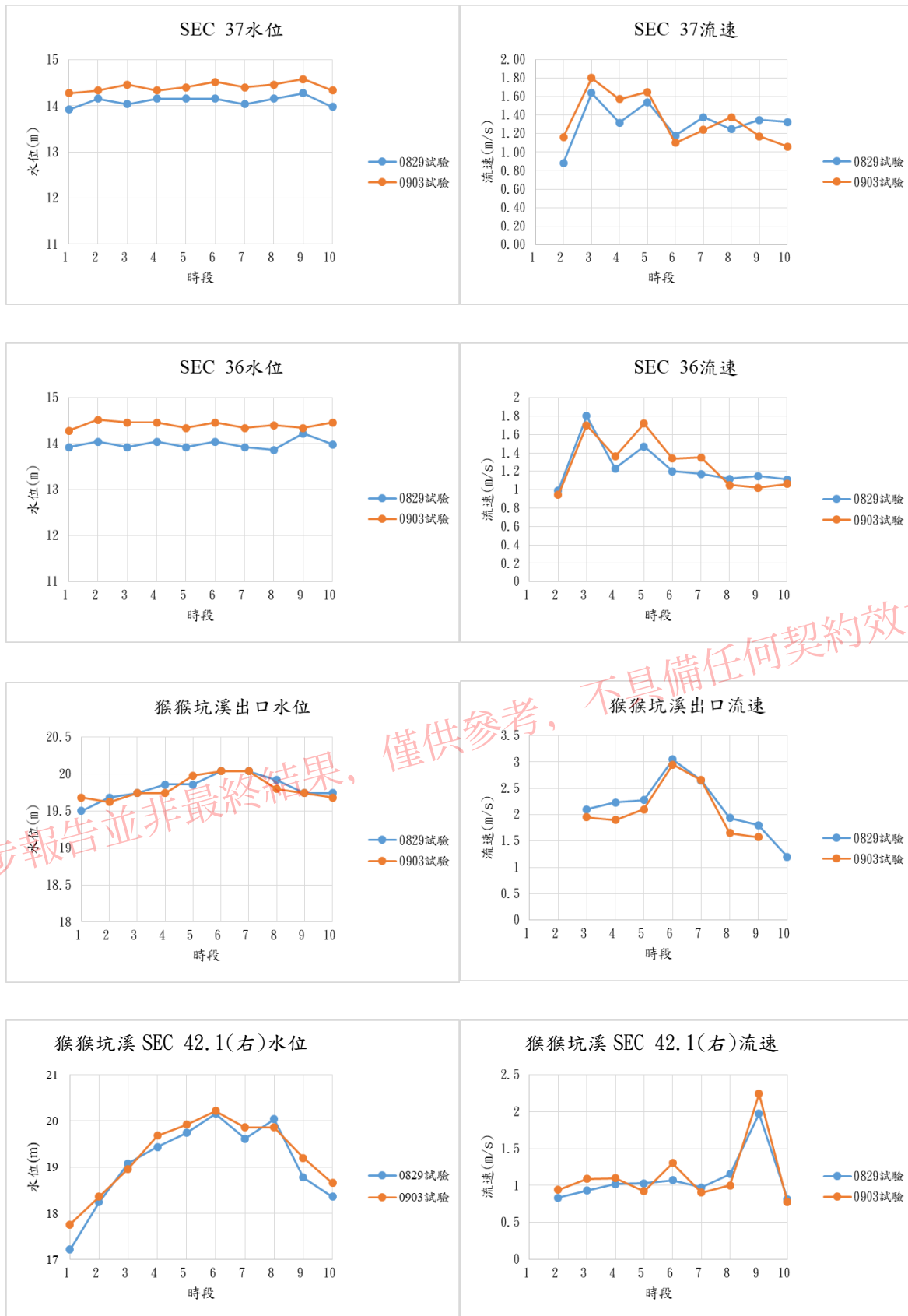


圖4-2-26 方案二Q₅試驗SEC37~猴猴坑溪SEC42.1(右)水位及流速分布



圖4-2-27 方案二Q₅試驗分洪堰0K+000(左)~0K+044水位及流速分布

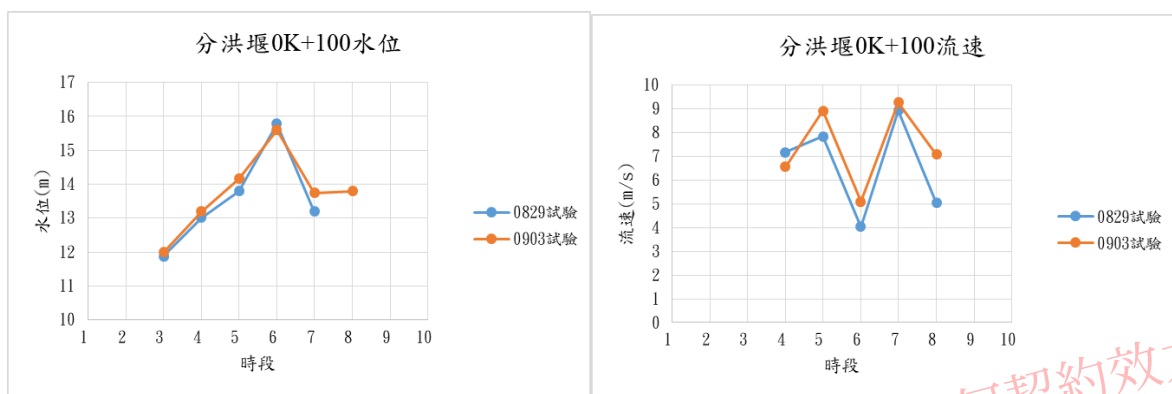
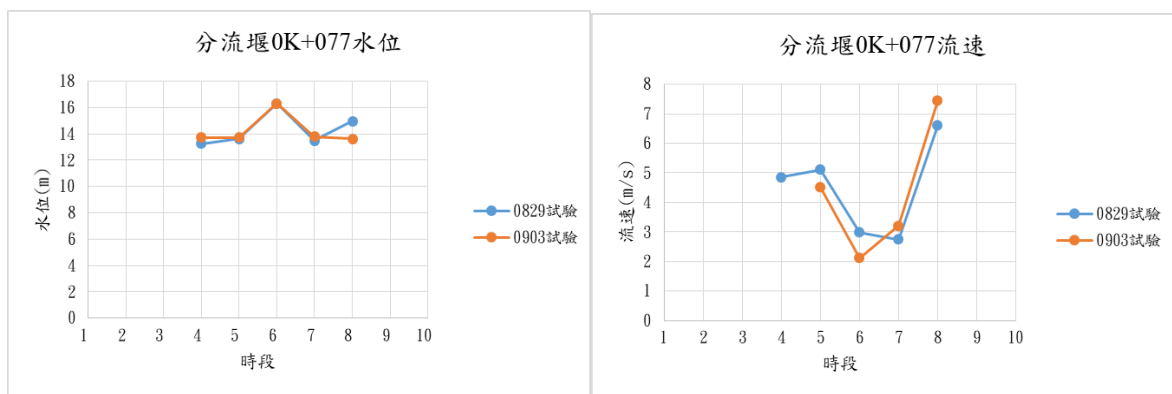


圖4-2-28 方案二Q₅試驗分洪堰0K+077~ 0K+100水位及流速分布

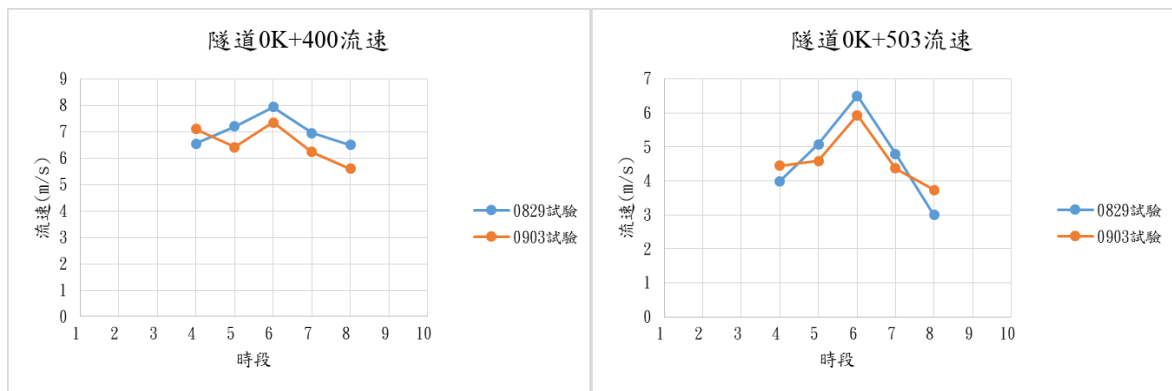
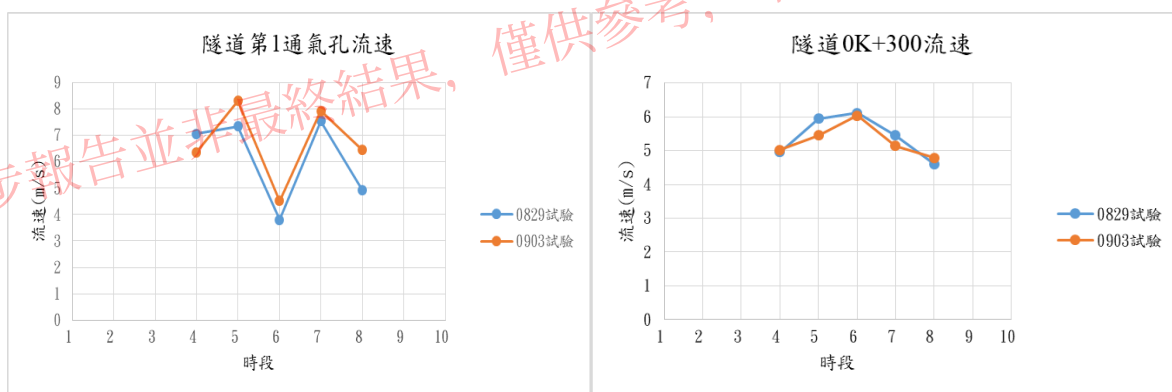


圖4-2-29 方案二Q₅試驗分洪隧道第1通氣孔~隧道0K+053流速分布



圖4-2-30 方案二Q₅試驗隧道0K+602~1K+816流速分布

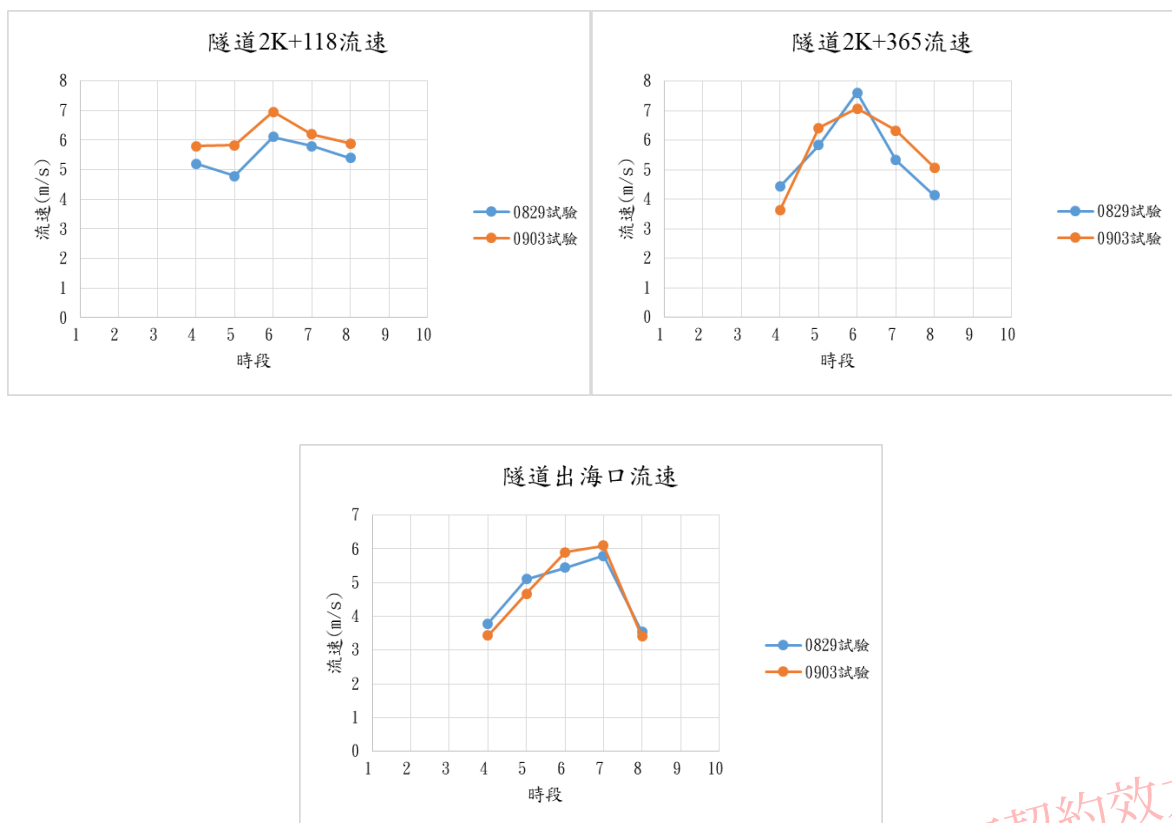


圖4-2-31 方案二Q₅試驗隧道2K+118~出海口流速分布

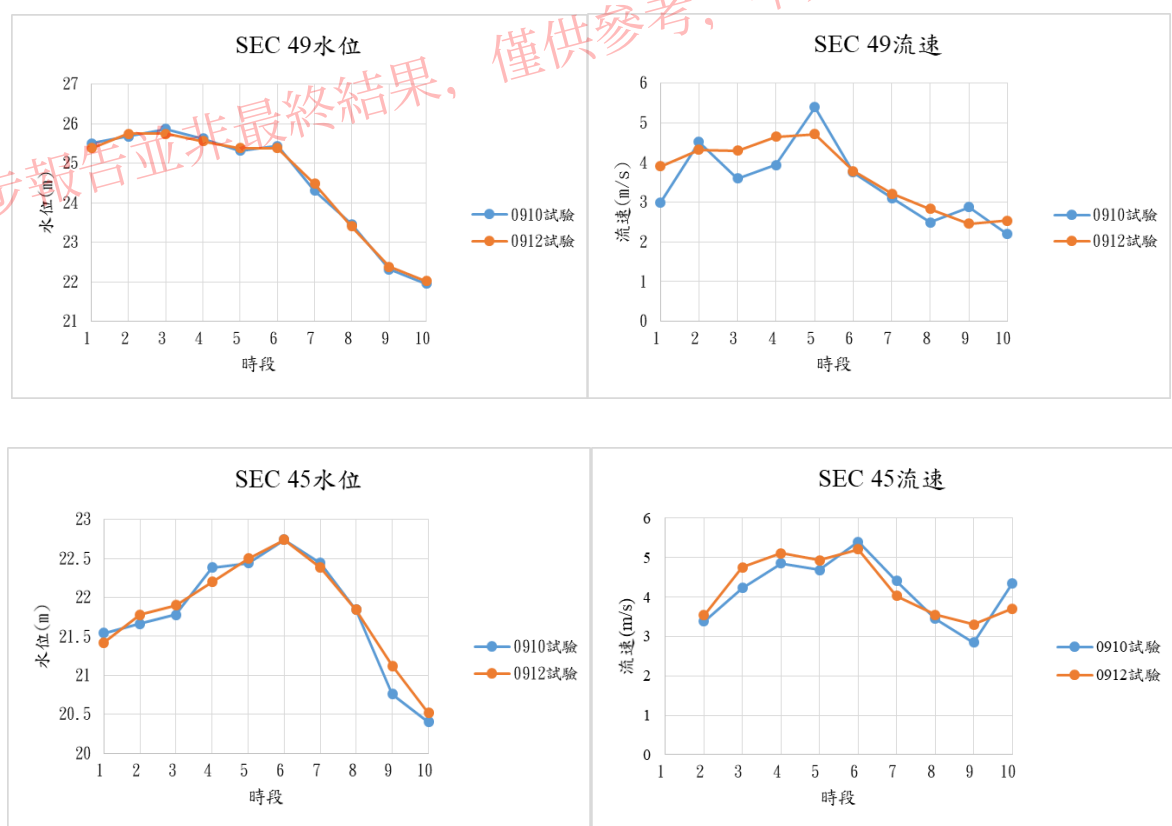


圖4-2-32 方案二Q₂₅試驗SEC49~SEC45水位及流速分布

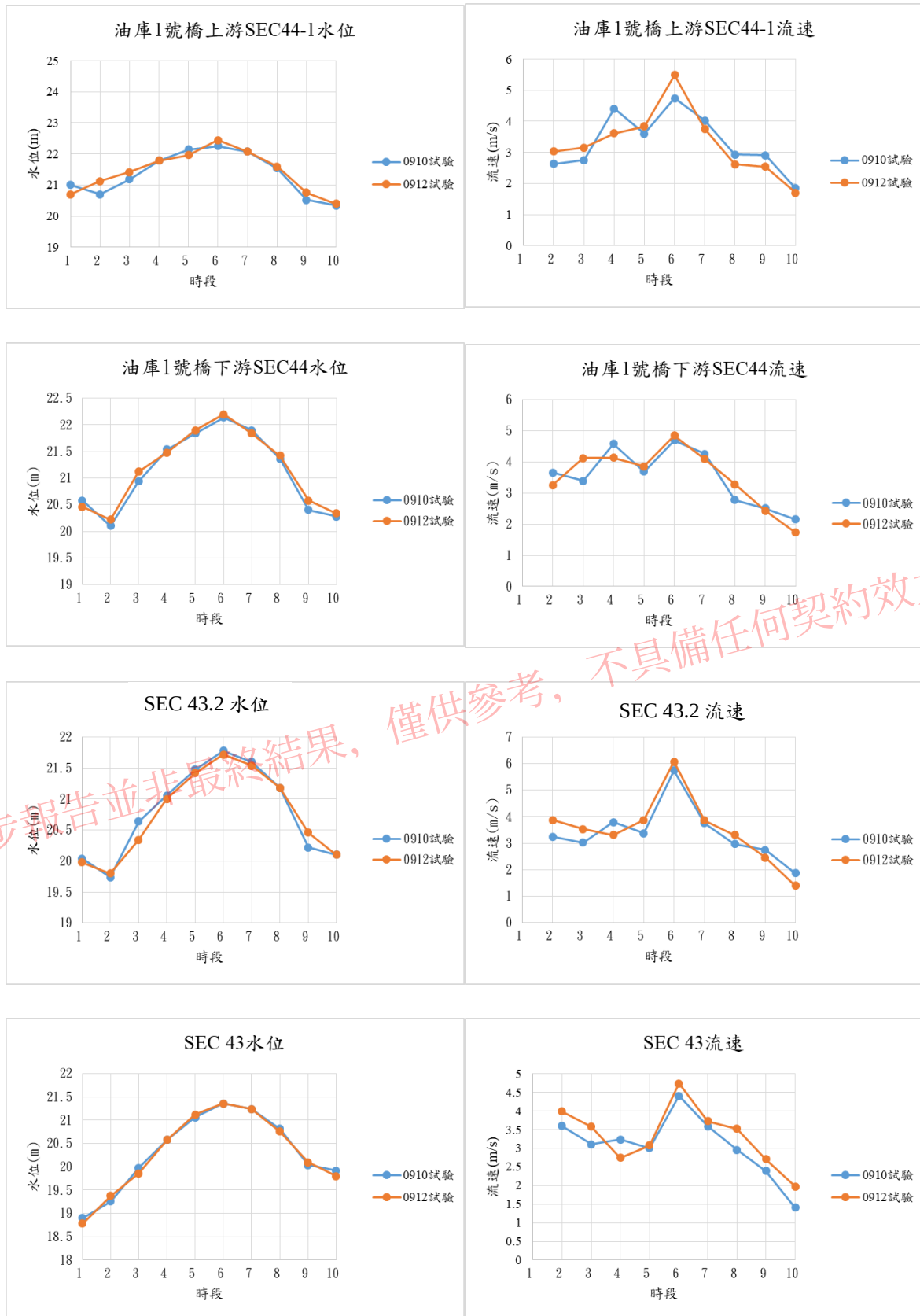


圖4-2-33 方案二Q₂₅試驗油庫1號橋上游SEC44-1~SEC43水位及流速分布

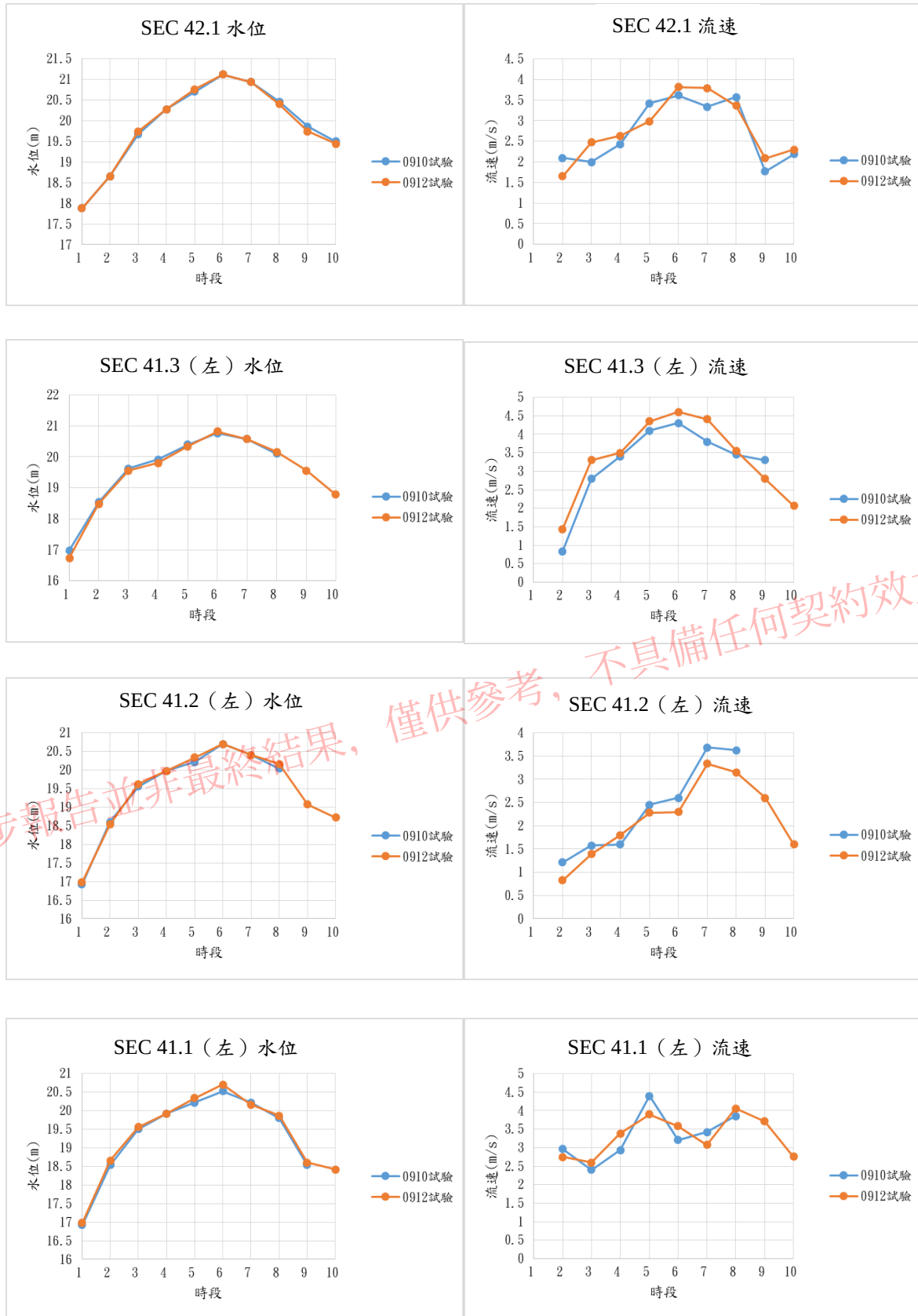


圖4-2-34 方案二Q₂₅試驗SEC42.1~SEC41.1(左)水位及流速分布

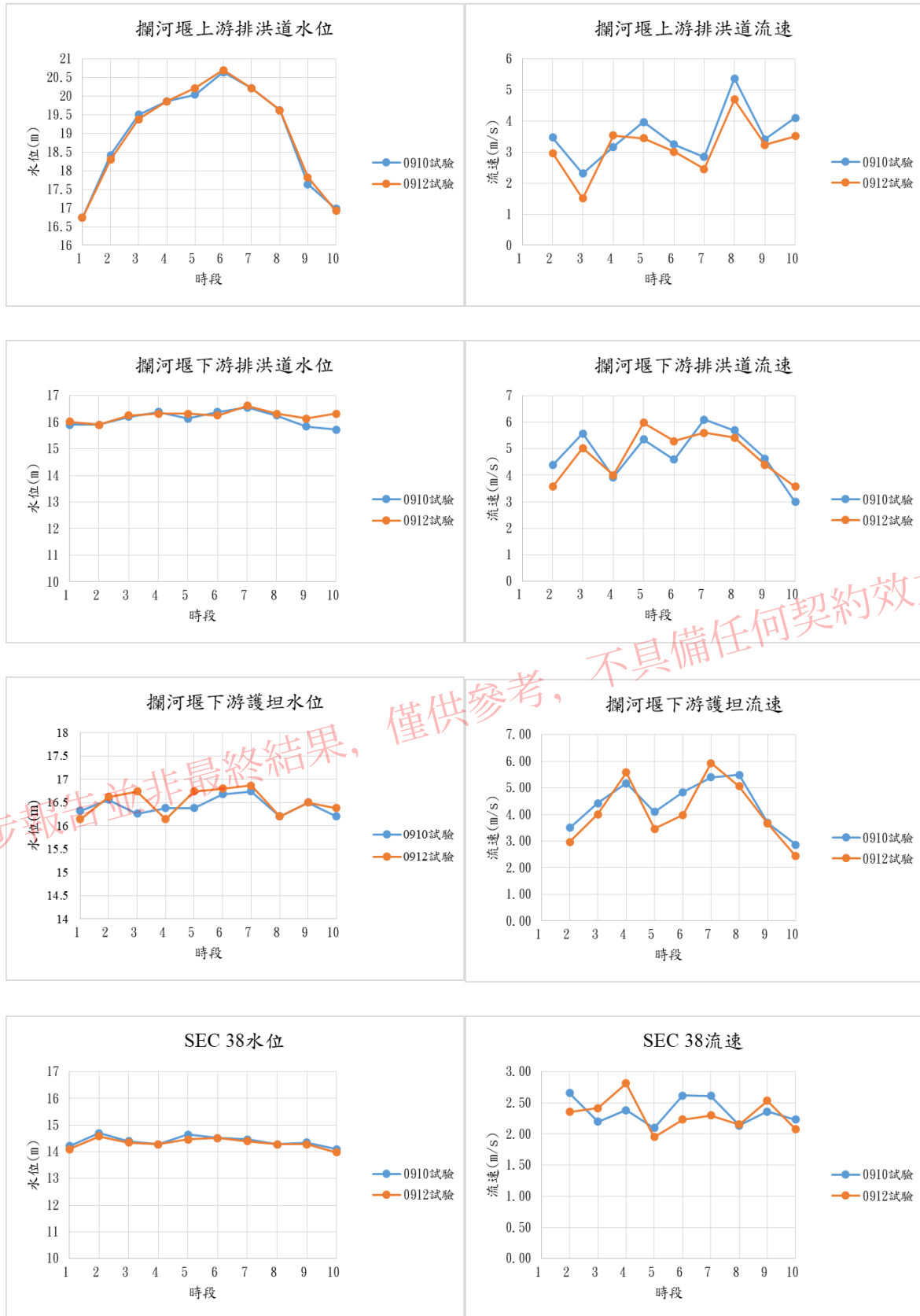


圖4-2-35 方案二Q₂₅試驗攔河堰上游排洪道~SEC38水位及流速分布

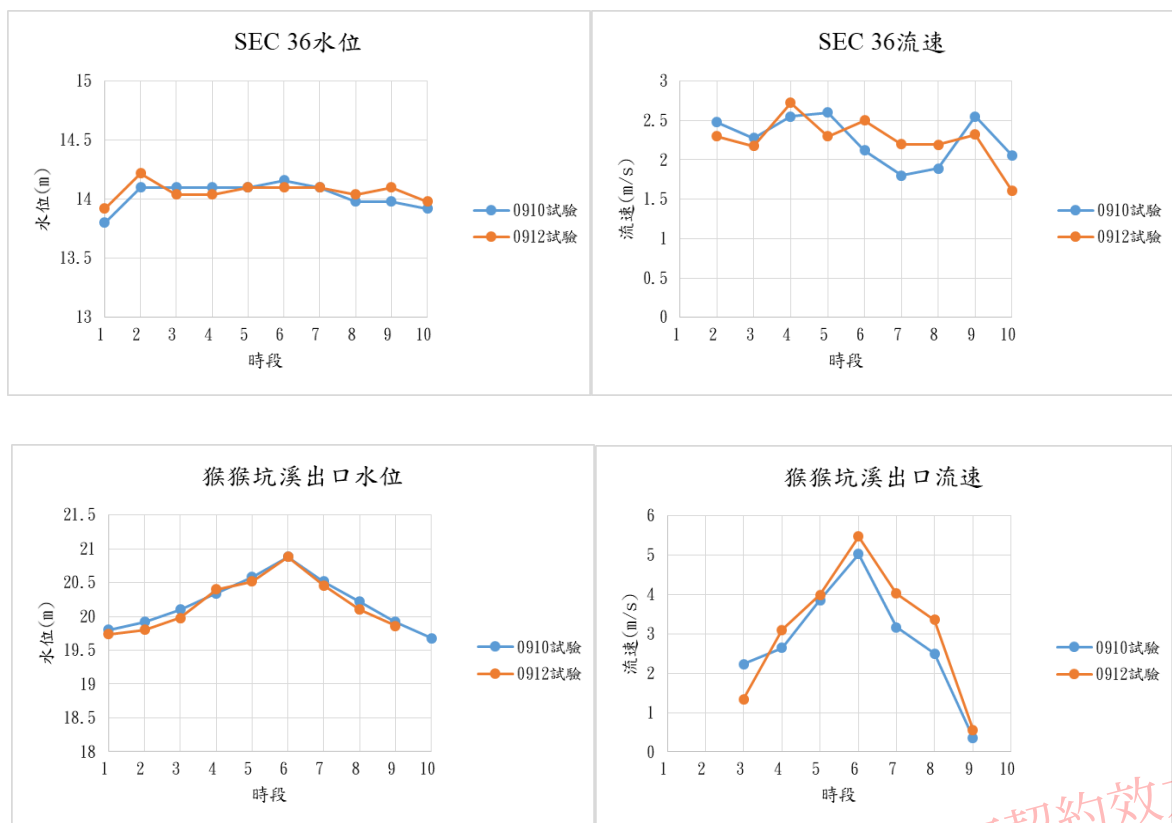


圖4-2-36 方案二Q₂₅試驗SEC36~猴猴坑溪出口水位及流速分布

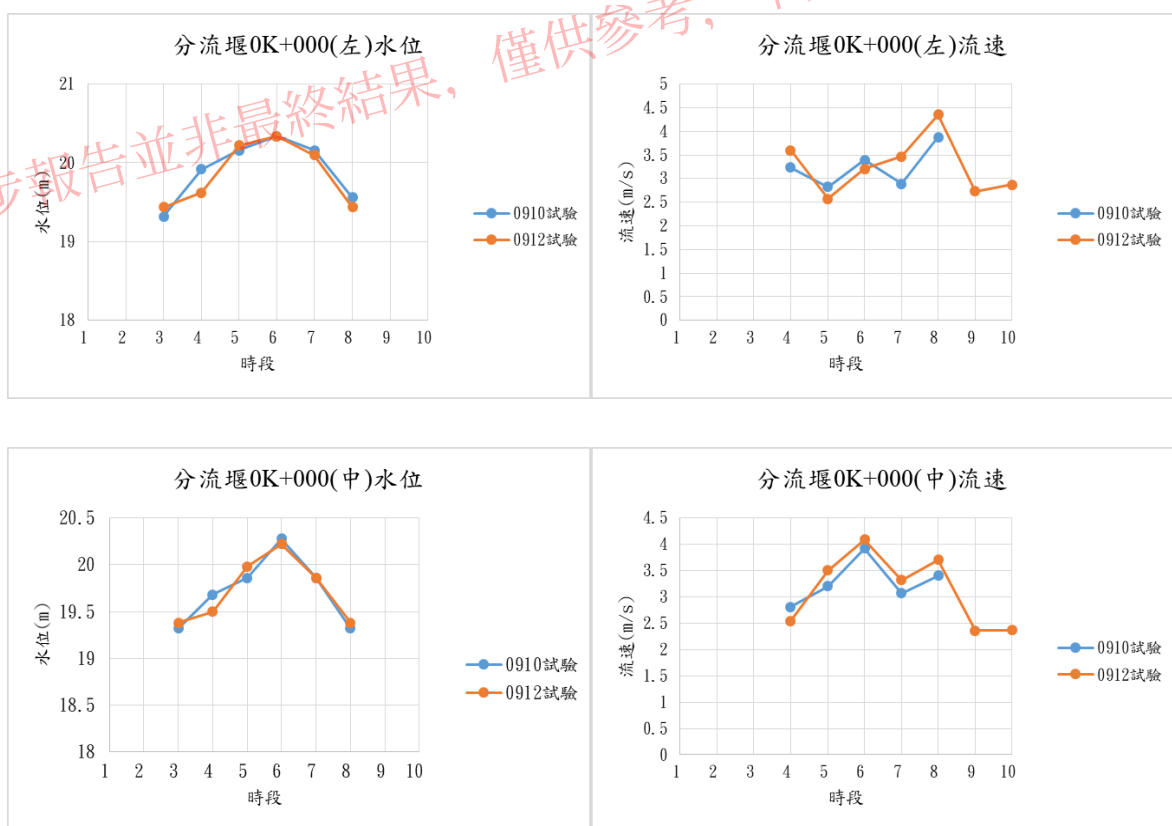


圖4-2-37 方案二Q₂₅試驗分洪堰0K+000水位及流速分布



圖4-2-38 方案二Q₂₅試驗分洪堰0K+044~0K+100水位及流速分布

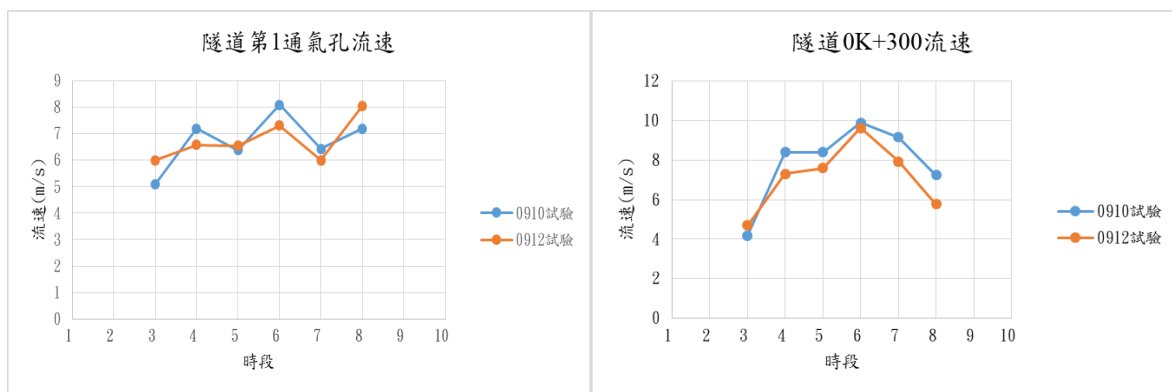


圖4-2-39 方案二Q₂₅試驗分洪隧道第1通氣孔~隧道0K+300流速分布



圖4-2-40 方案二Q₂₅試驗分洪隧道0K+400~1K+615流速分布

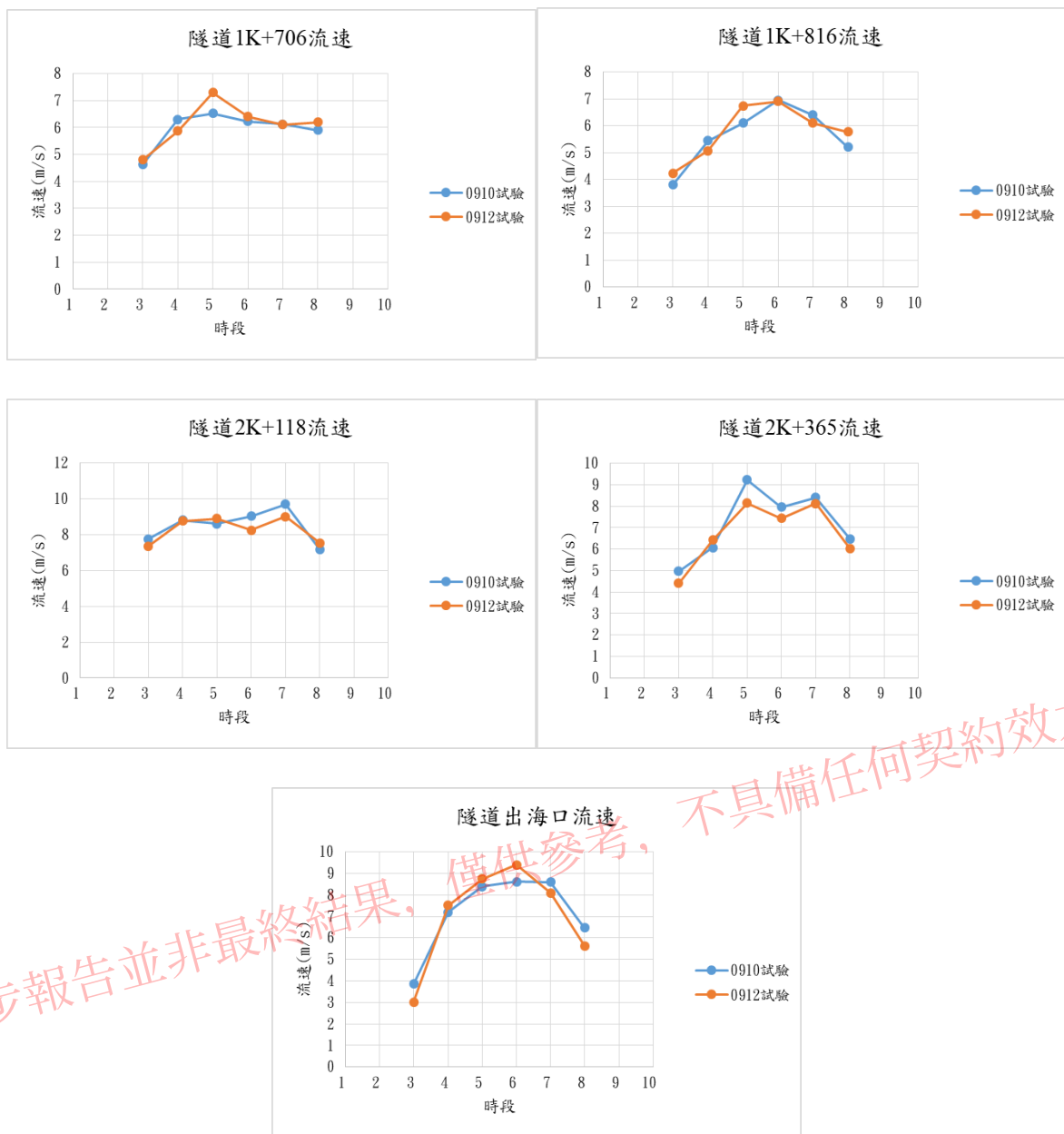


圖4-2-41 方案二Q₂₅試驗分洪隧道1K+706~出海口流速分布

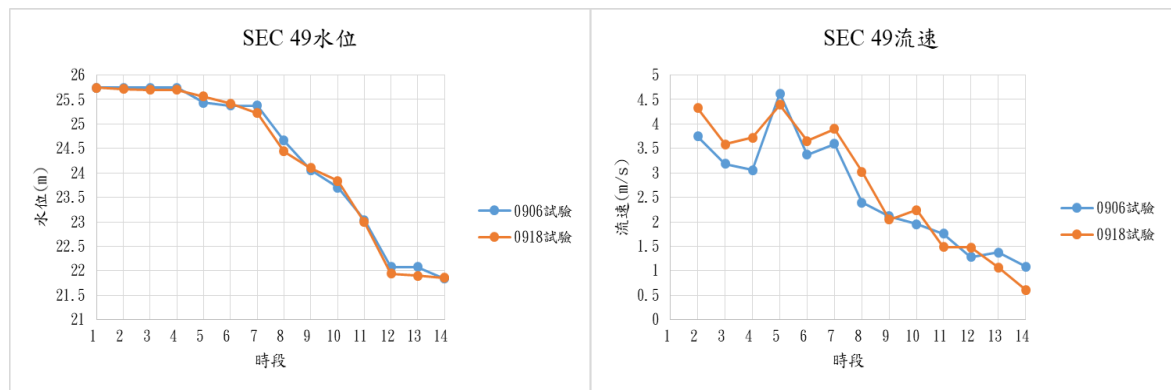


圖4-2-42 方案二Q₅₀試驗SEC49水位及流速分布

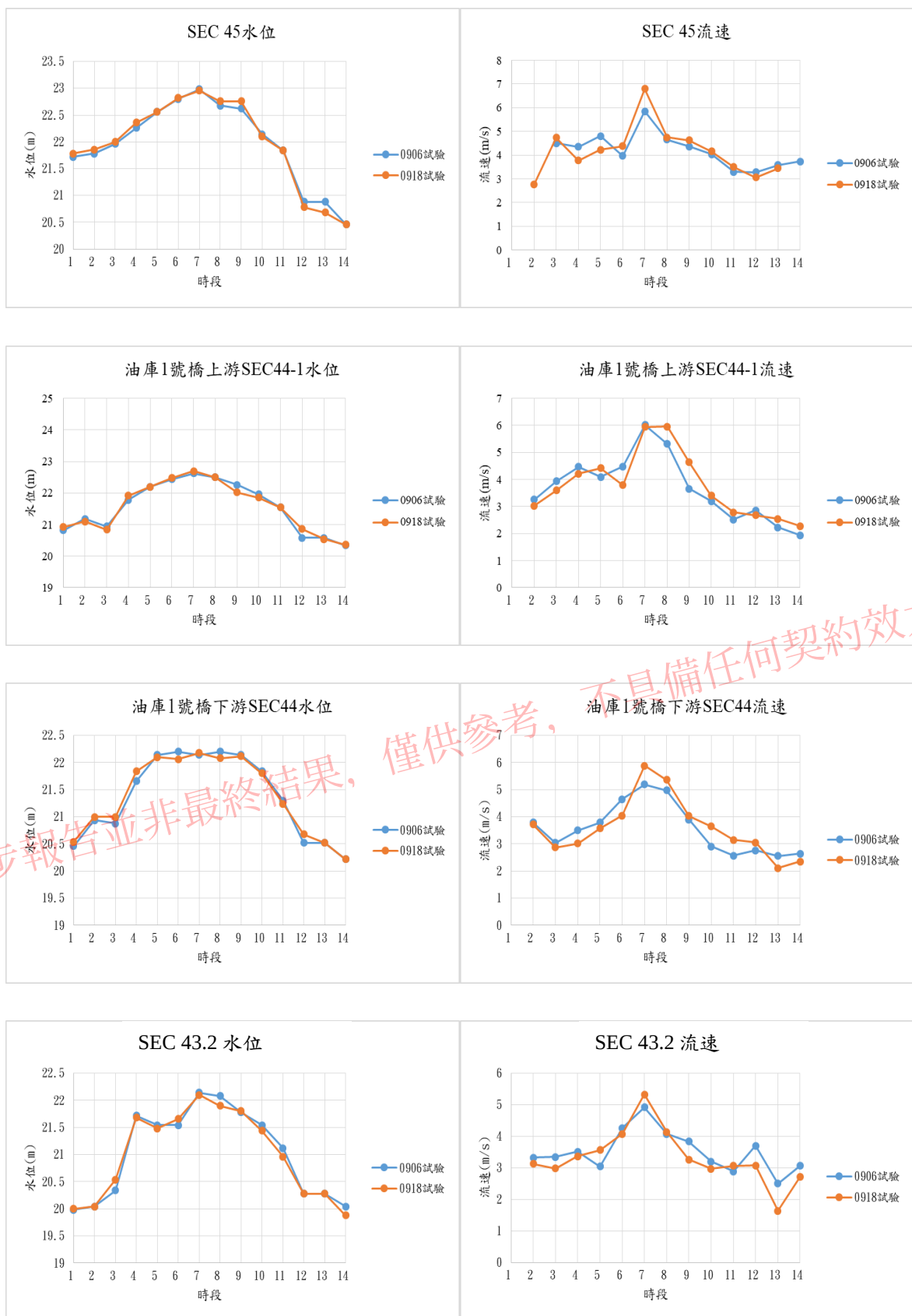


圖4-2-43 方案二Q₅₀試驗SEC45~ SEC43.2水位及流速分布

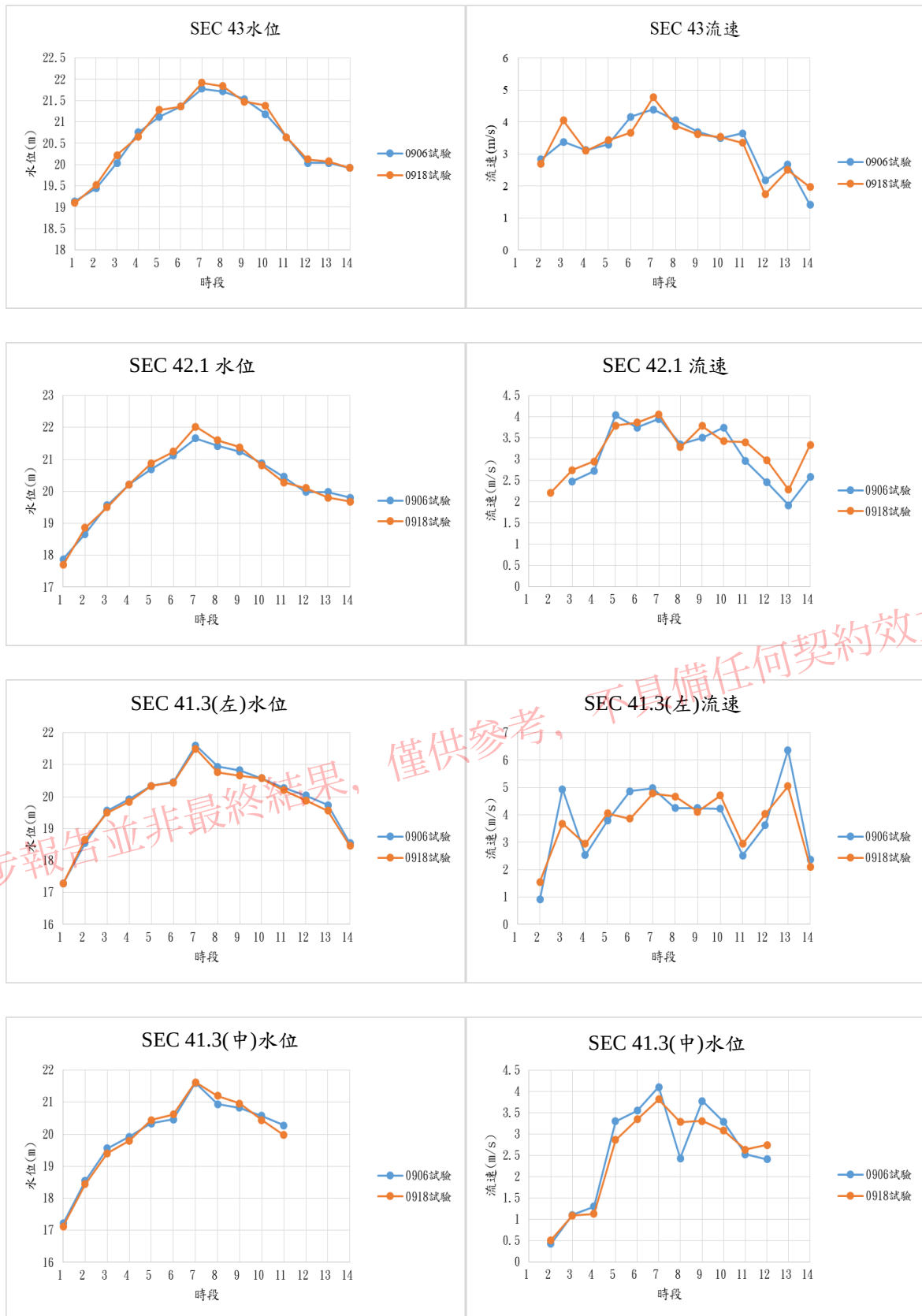


圖4-2-44 方案二Q₅₀試驗SEC43~ SEC41.3 (中)水位及流速分布

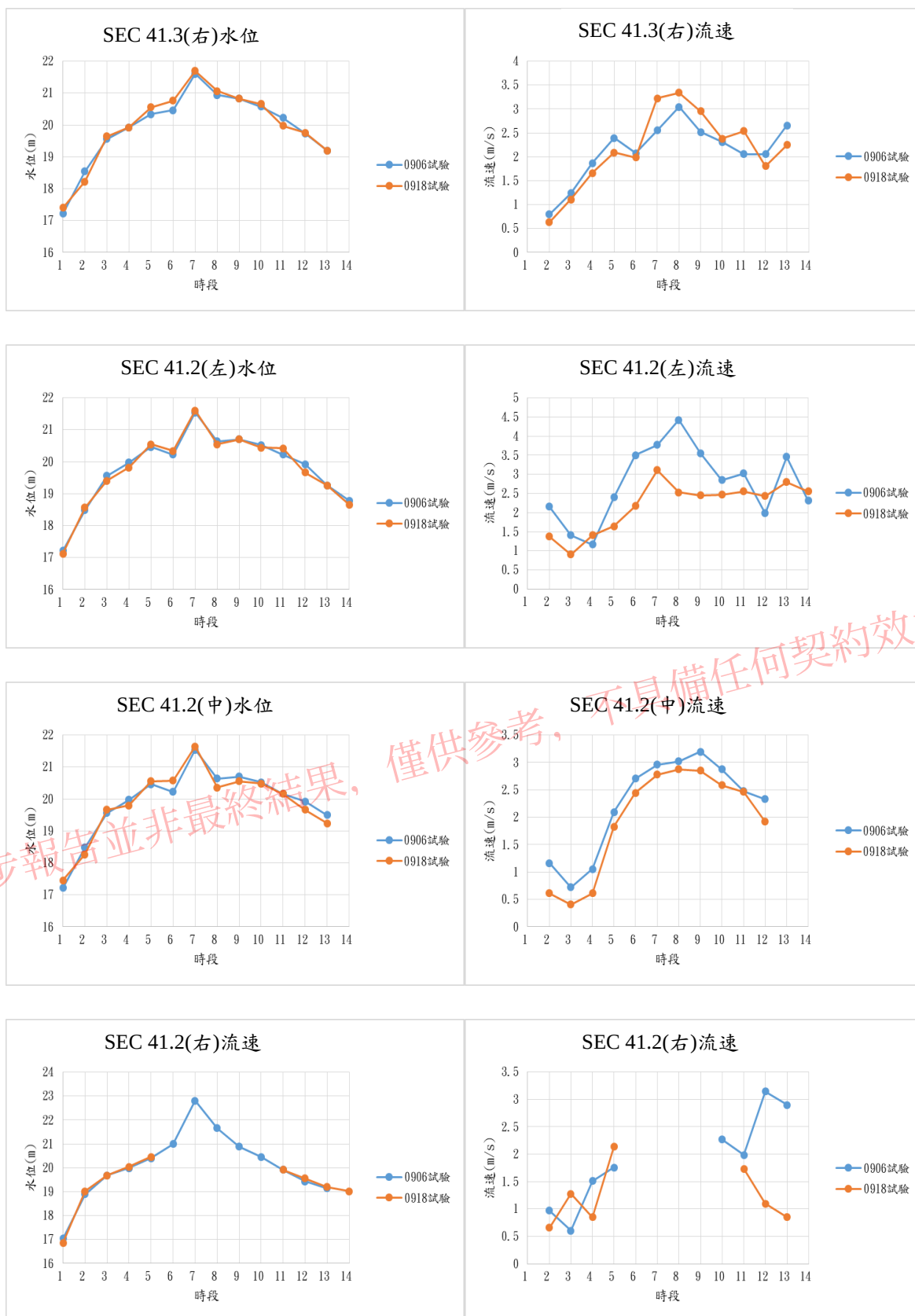


圖4-2-45 方案二Q₅₀試驗SEC41.3 (右)~ SEC41.2 (右)水位及流速分布



圖4-2-46 方案二Q₅₀試驗SEC41.1(中)~攔河堰下游排洪道水位及流速分布

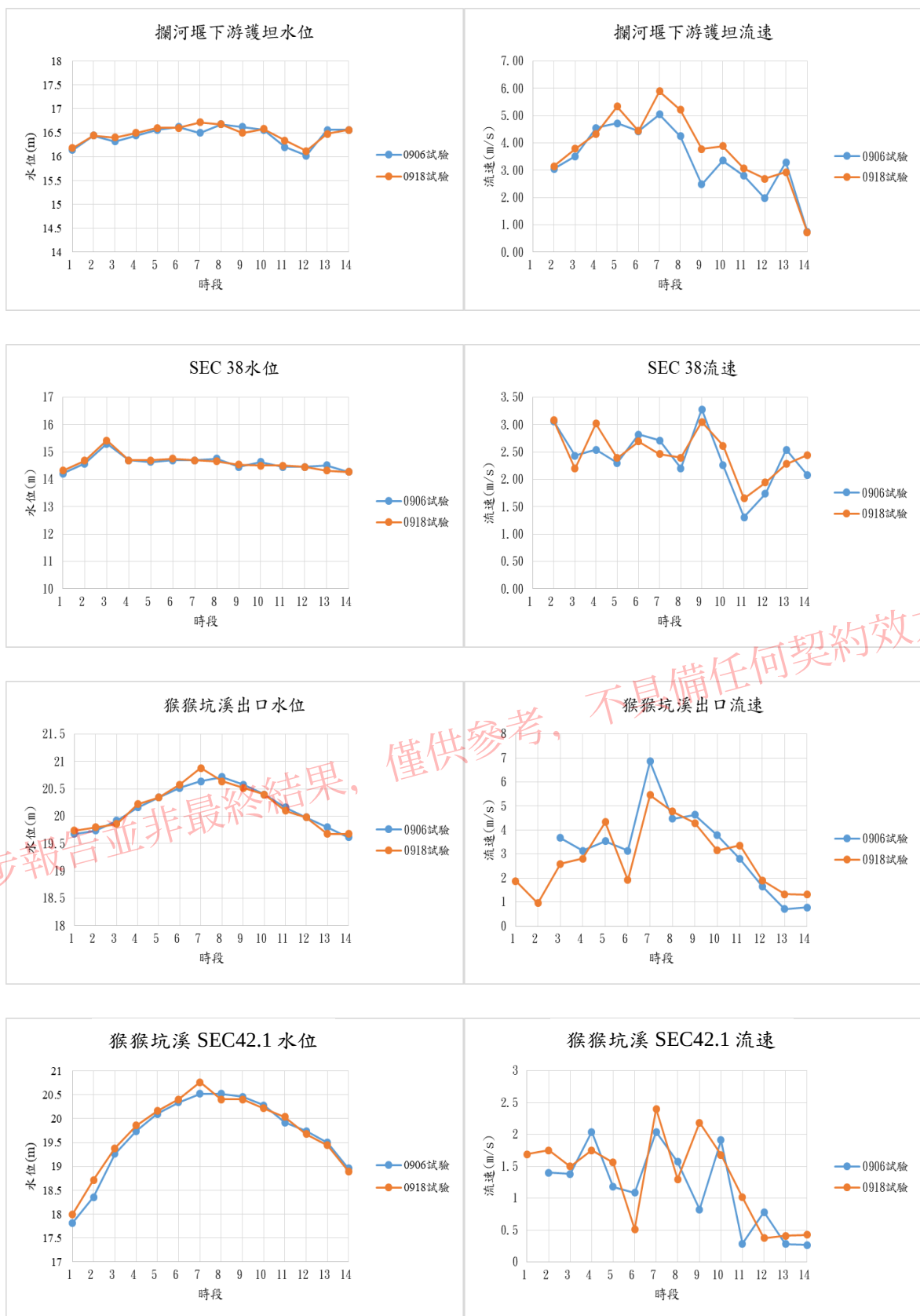


圖4-2-47 方案二Q₅₀試驗攔河堰下游護坦~猴猴坑溪SEC42.1水位及流速分布

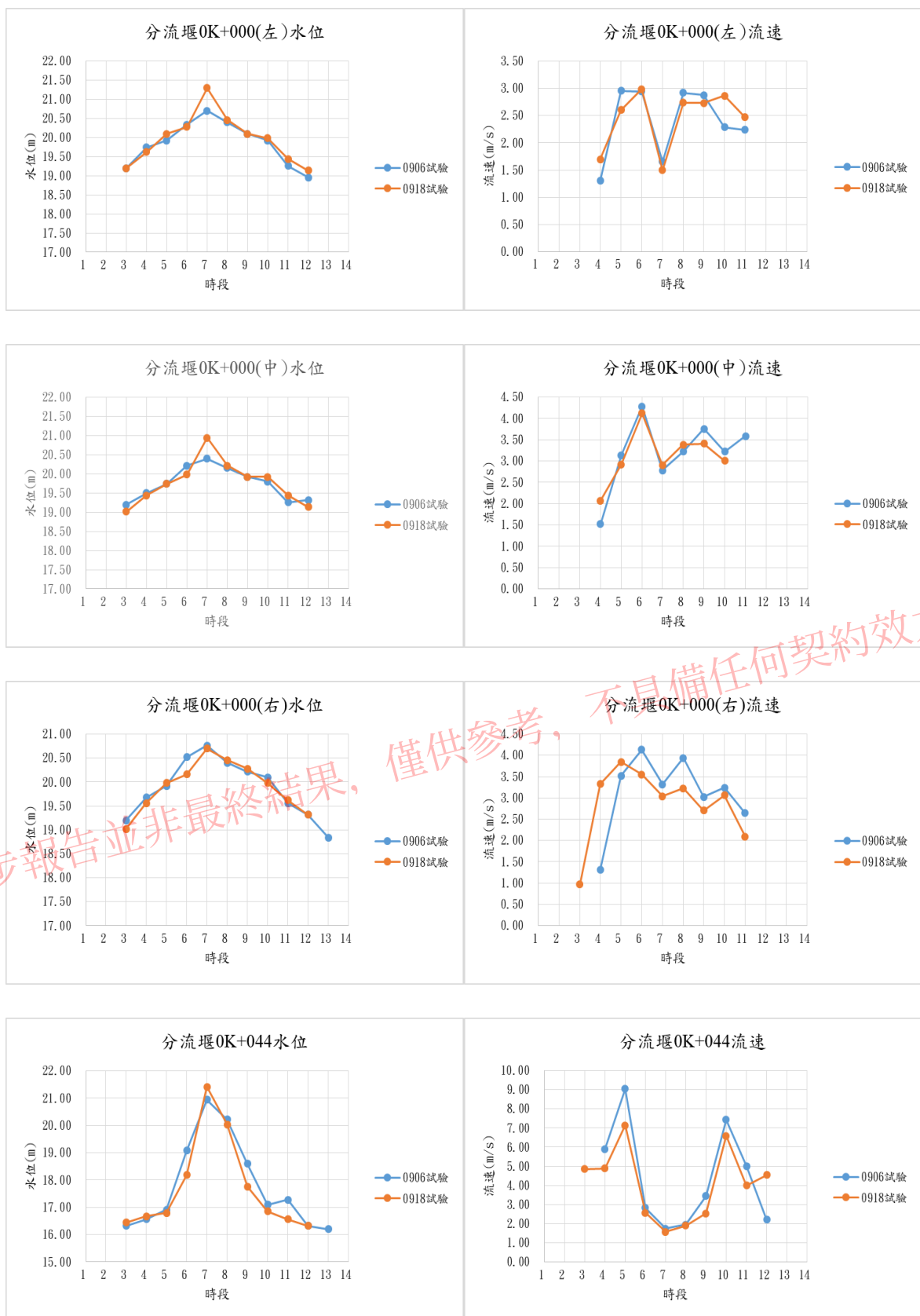


圖4-2-48 方案二Q₅₀試驗分洪堰0K+000(左)~0K+044水位及流速分布

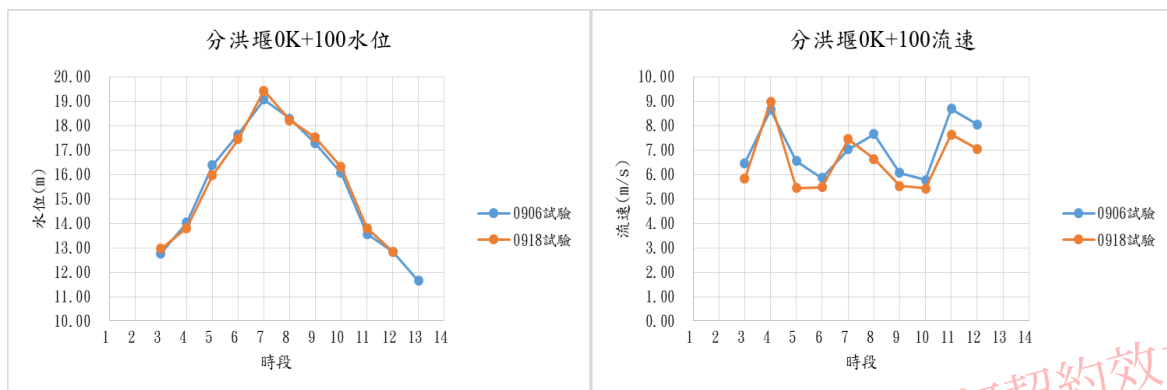
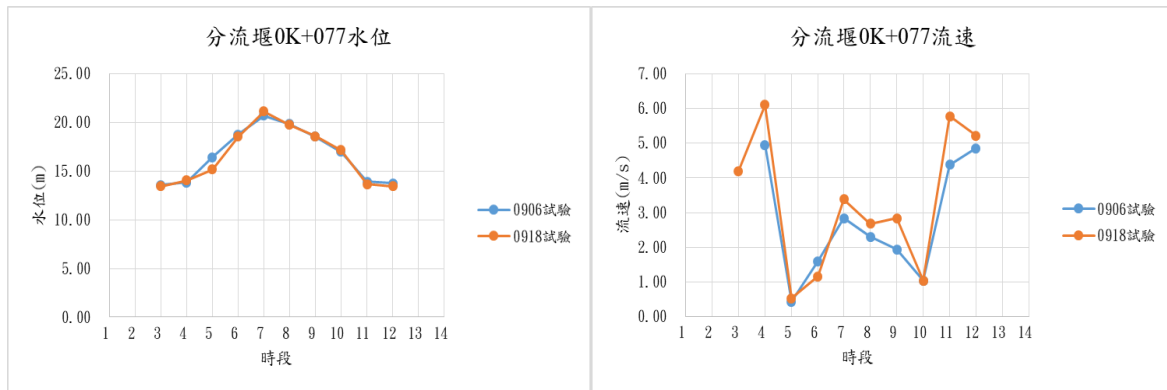


圖4-2-49 方案二Q₅₀試驗分洪堰0K+077~0K+100水位及流速分布

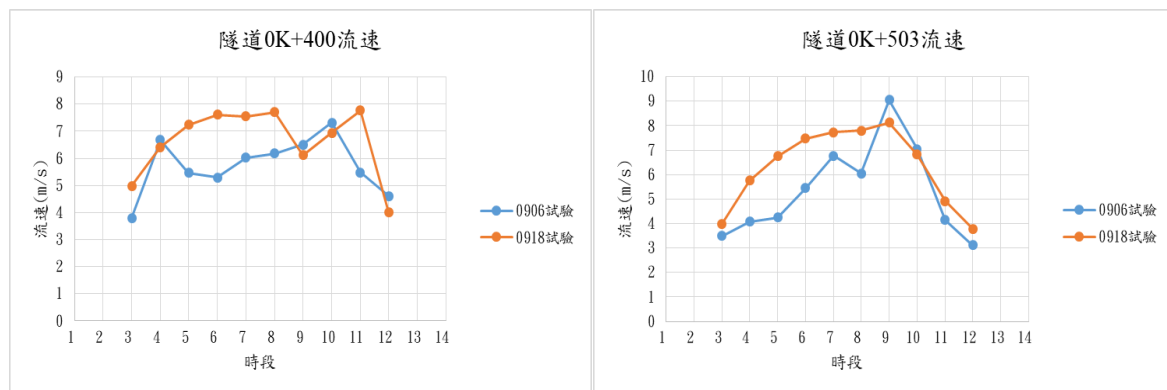
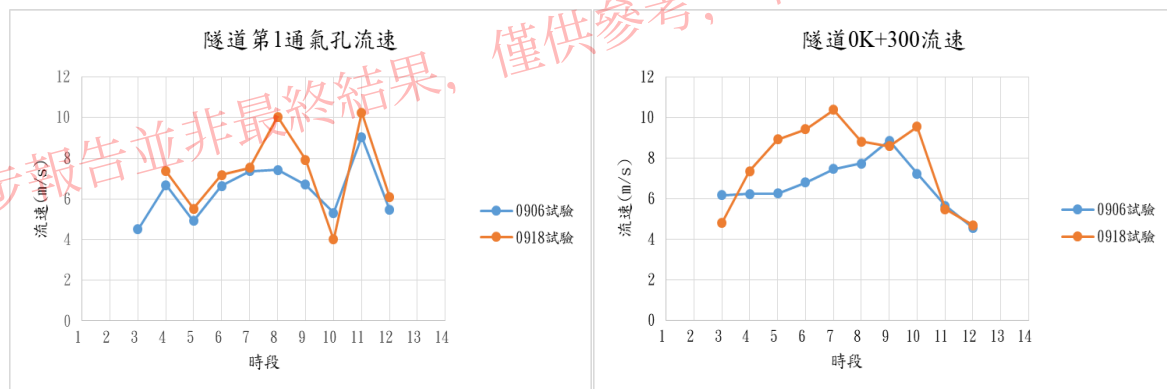


圖4-2-50 方案二Q₅₀試驗分洪隧道第1通氣孔~隧道0K+503流速分布



圖4-2-51 方案二Q₅₀試驗隧道0k+602~1K+816流速分布

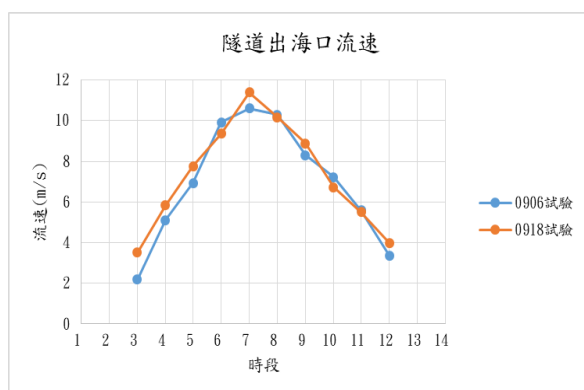
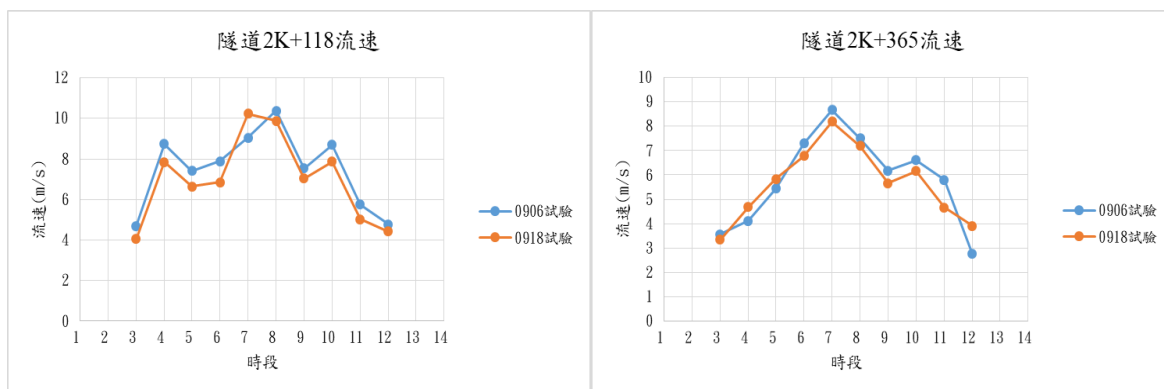


圖4-2-52 方案二Q₅₀試驗隧道2K+118~出海口流速分布

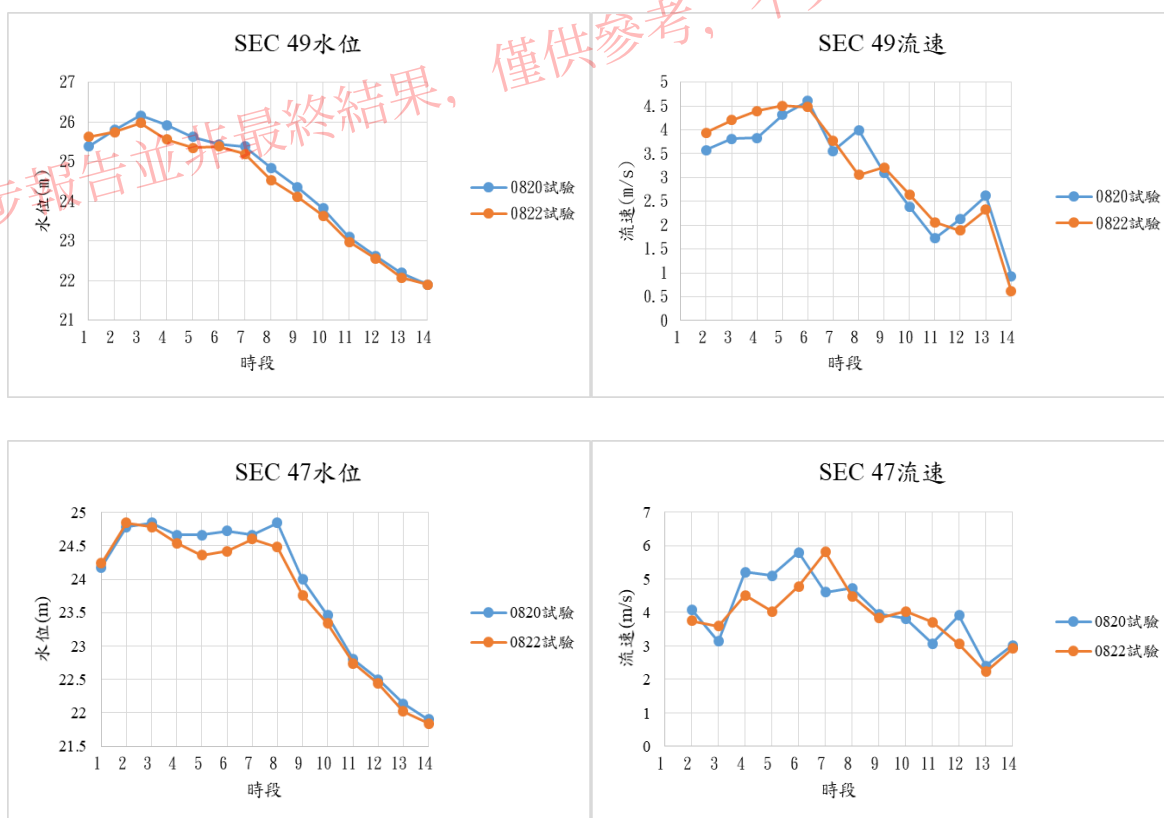


圖4-2-53 方案二Q₁₀₀試驗SEC49~SEC47水位及流速分布

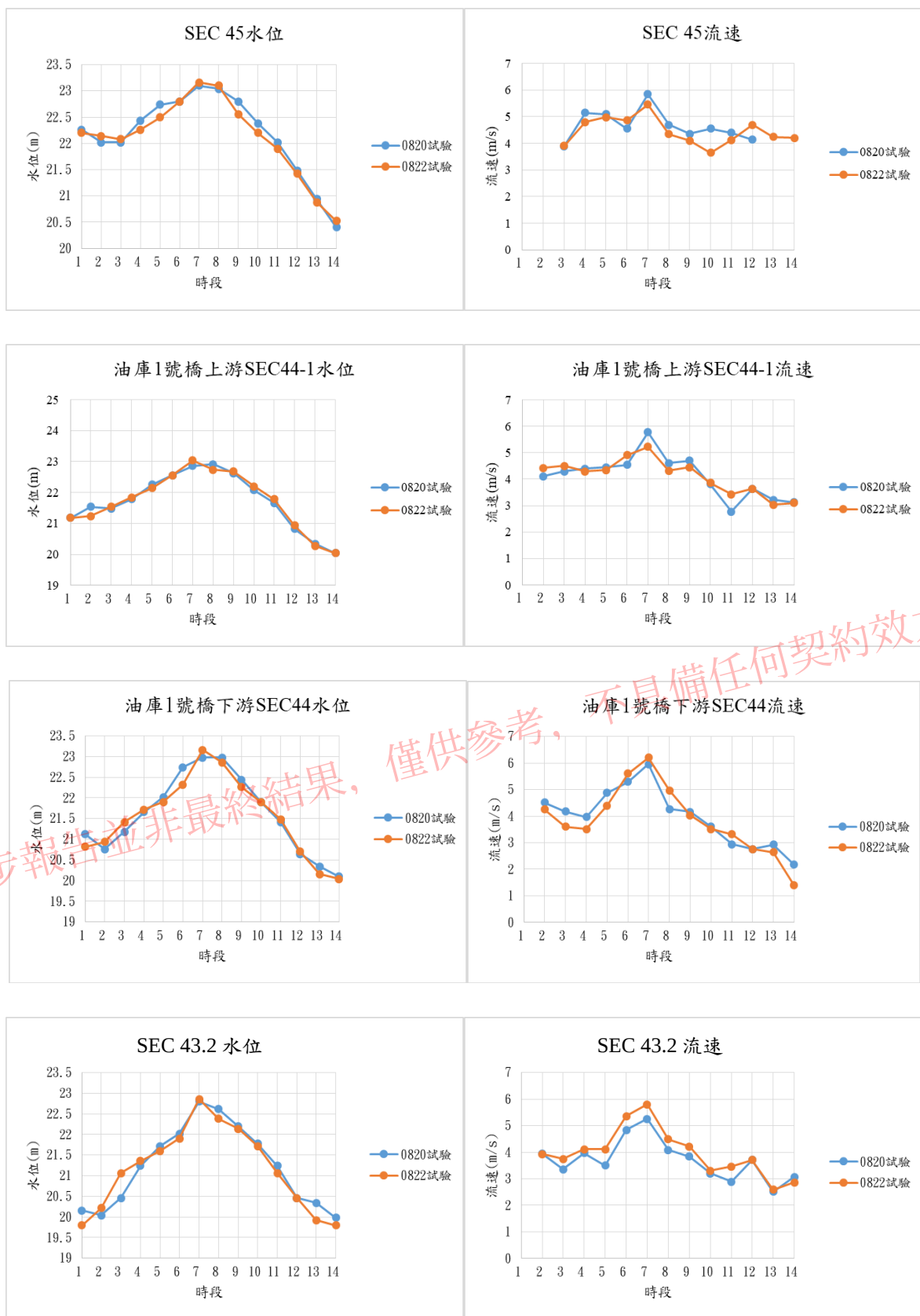


圖4-2-54 方案二Q₁₀₀試驗SEC45~SEC43.2水位及流速分布

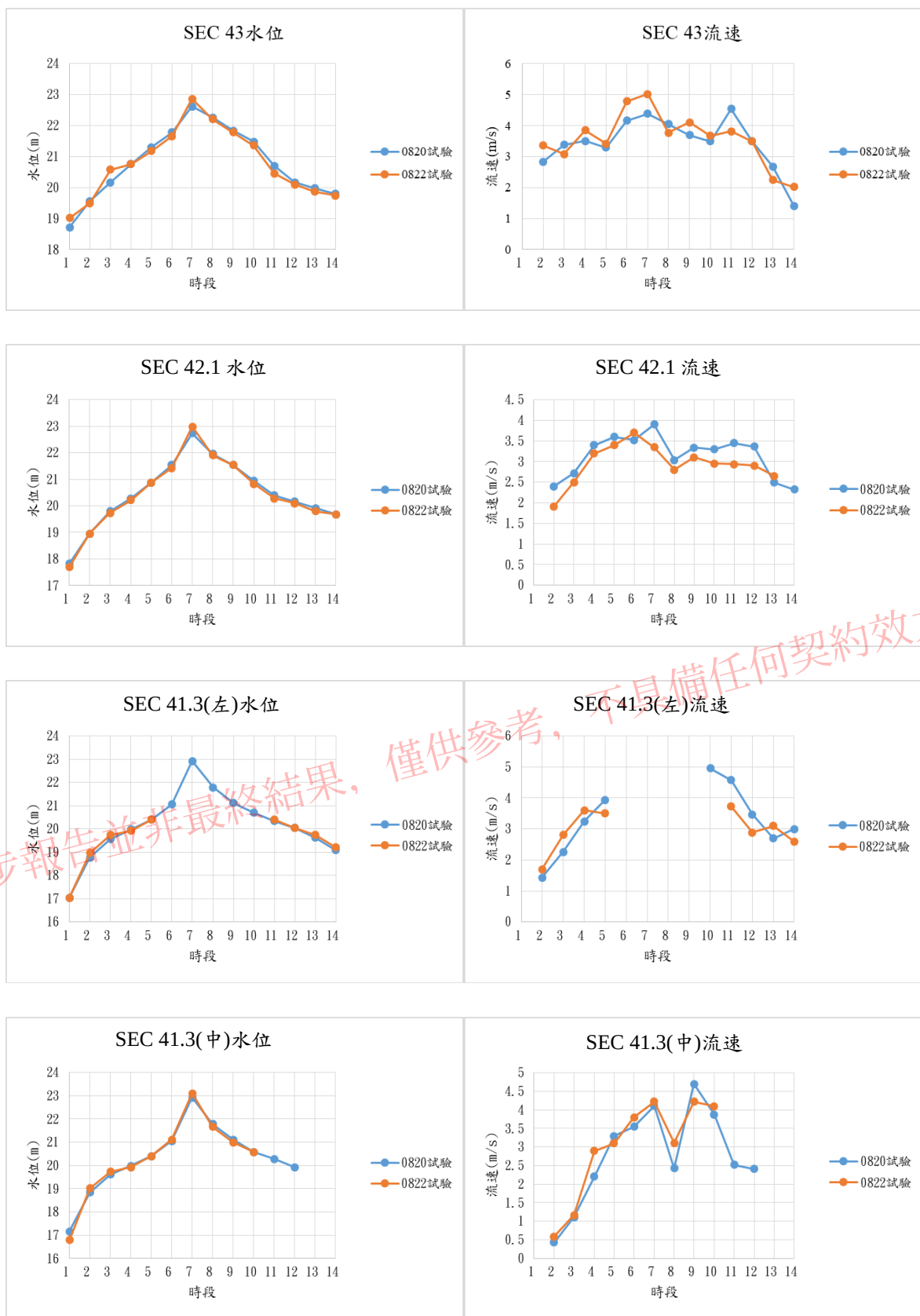


圖4-2-55 方案二Q₁₀₀試驗SEC43~SEC41.3 (中)水位及流速分布

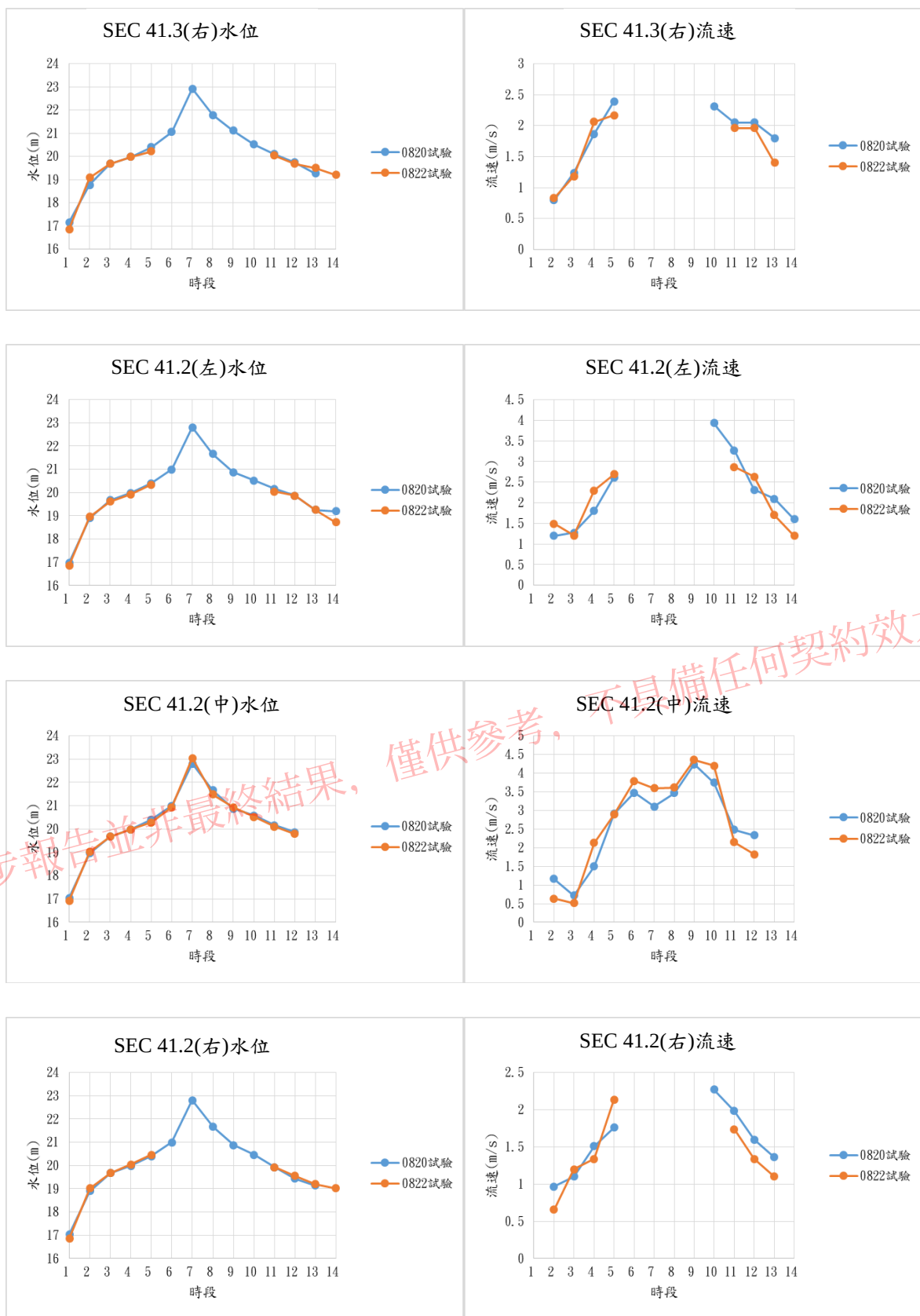


圖4-2-56 方案二Q₁₀₀試驗SEC41.3 (右)~SEC41.2(右)水位及流速分布

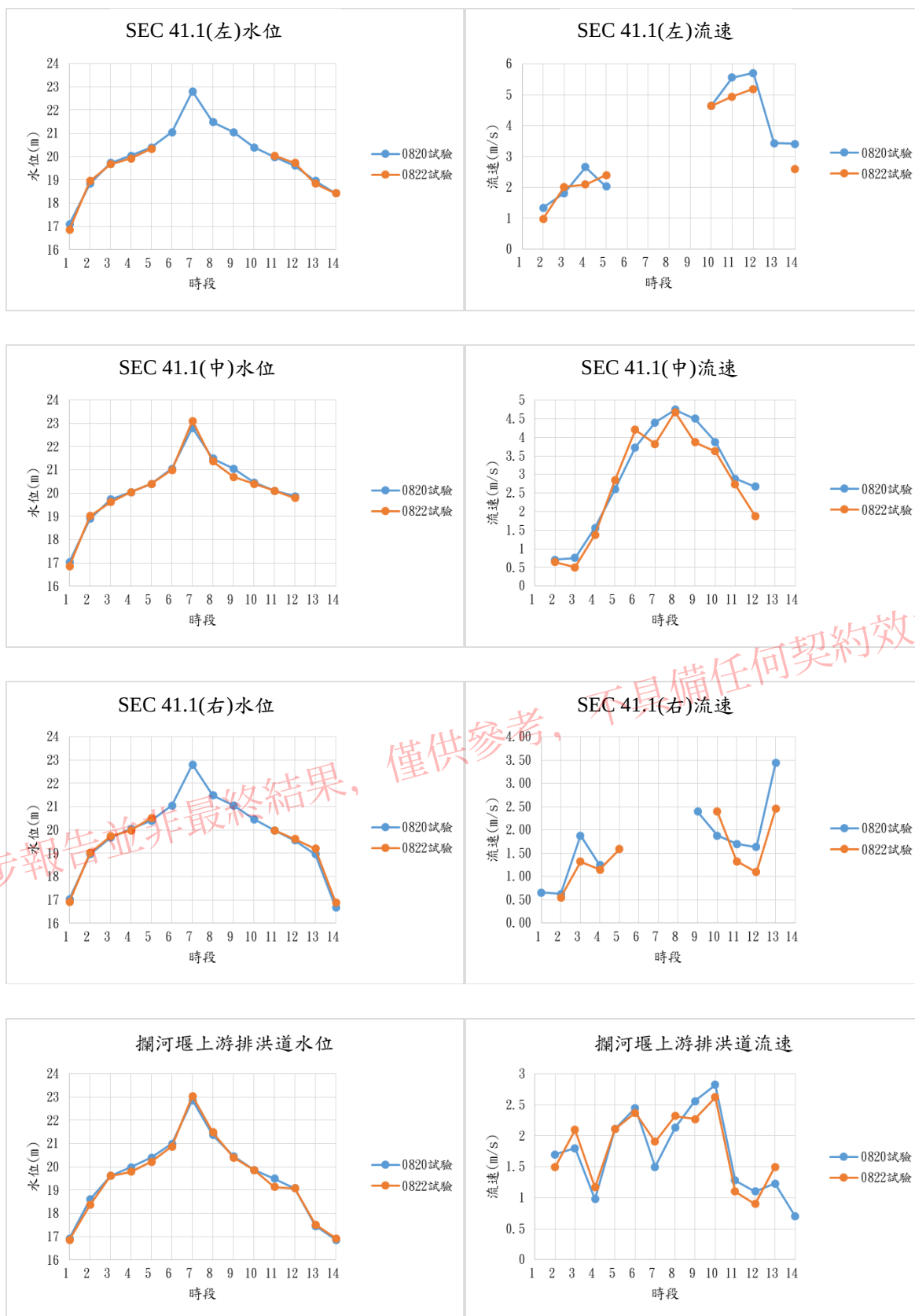


圖4-2-57 方案二 Q_{100} 試驗SEC41.1(左)~攔河堰上游排洪道水位及流速分布



圖4-2-58 方案二Q₁₀₀試驗攔河堰上游排砂道~攔河堰下游護坦水位及流速分布

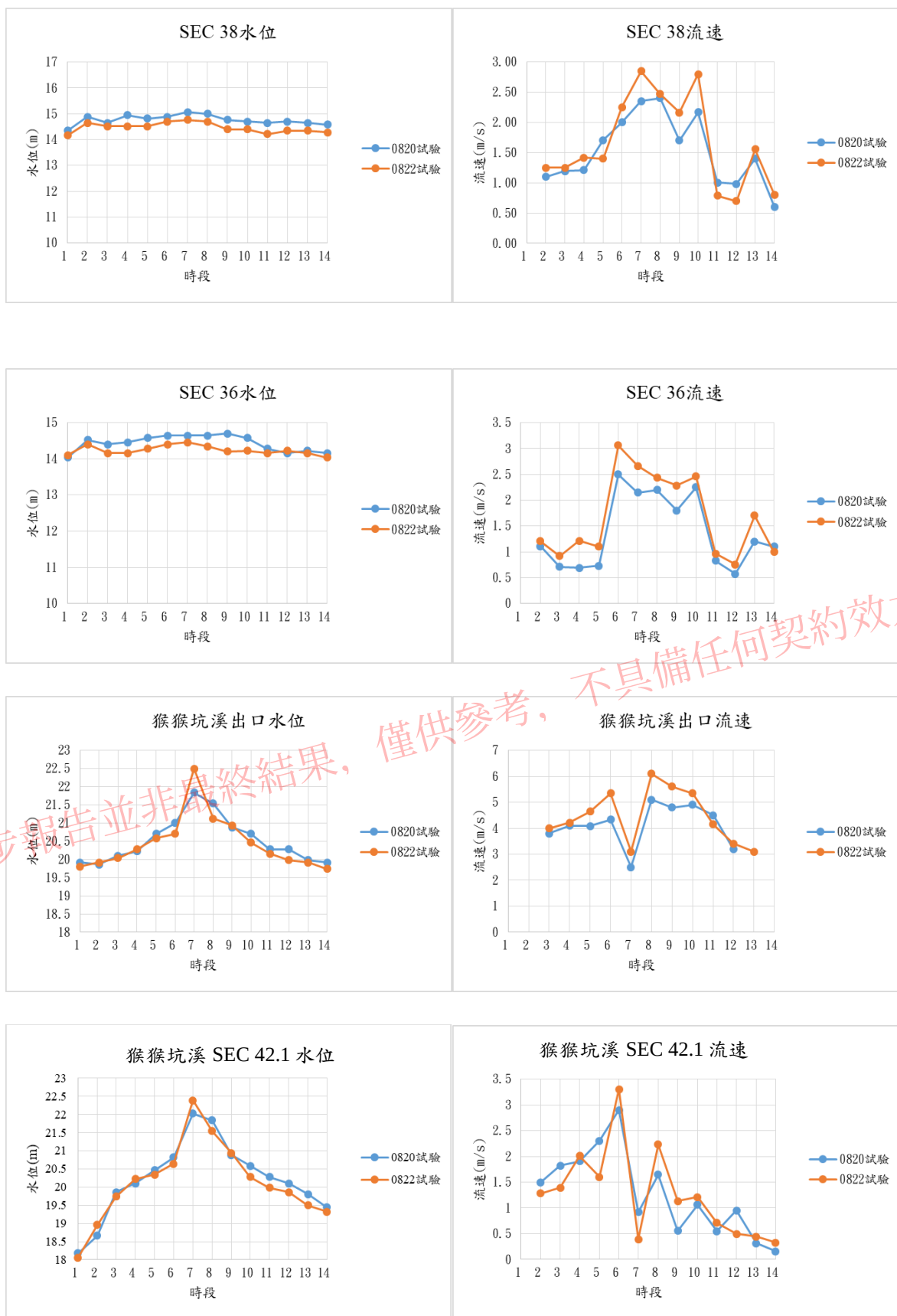


圖4-2-59 方案二 Q_{100} 試驗SEC38~猴猴坑溪SEC42.1水位及流速分布

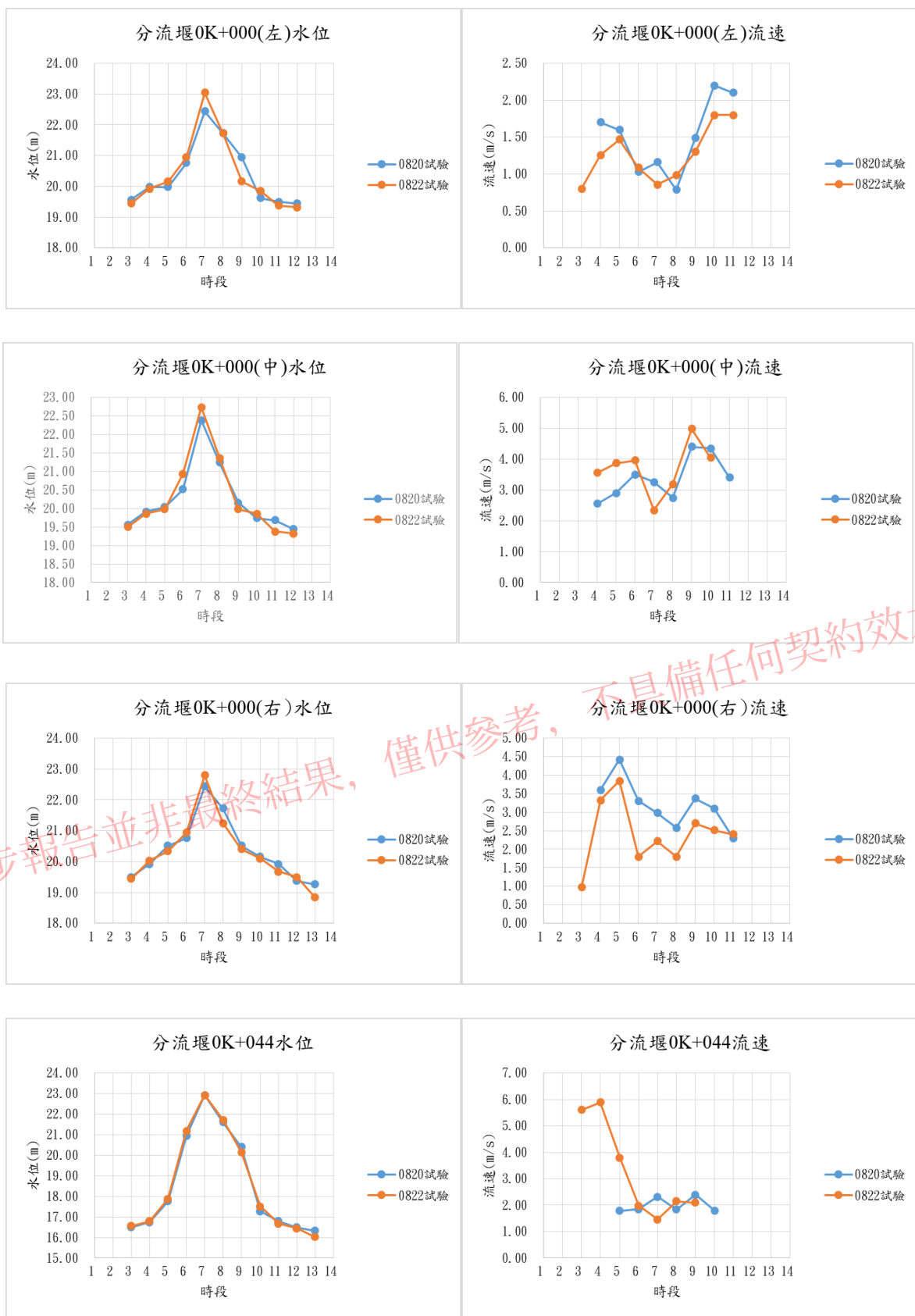


圖4-2-60 方案二Q₁₀₀試驗分洪堰0k+000(左)~0k+044水位及流速分布

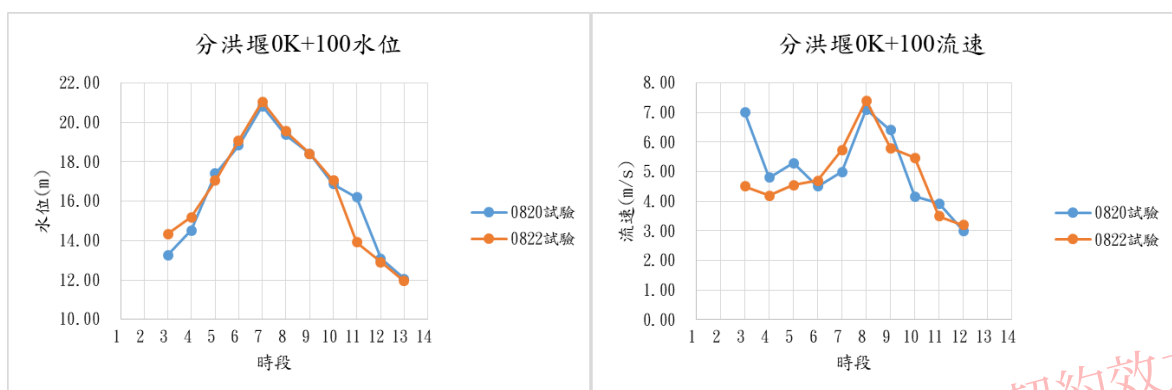
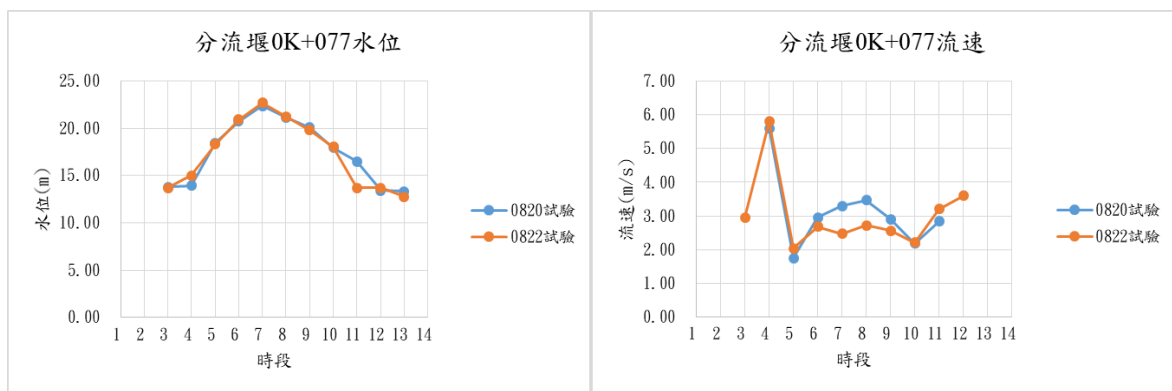


圖4-2-61 方案二Q₁₀₀試驗分洪堰0k+077~分洪堰0k+100水位及流速分布

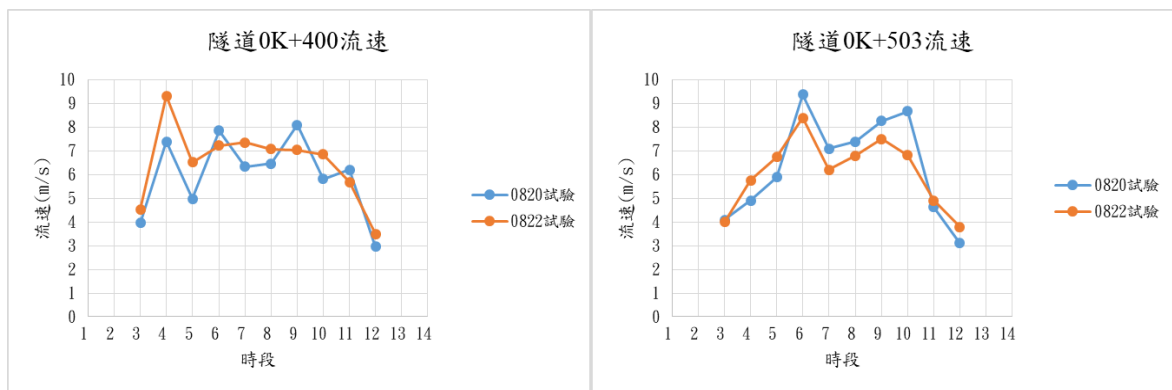
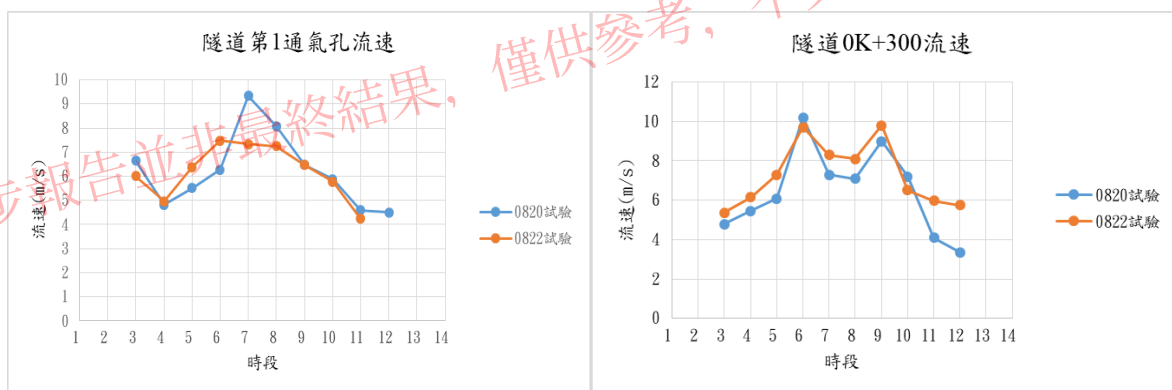


圖4-2-62 方案二Q₁₀₀試驗第1通氣孔~隧道0k+503流速分布



圖4-2-63 方案二 Q_{100} 試驗隧道0k+602~1k+816流速分布

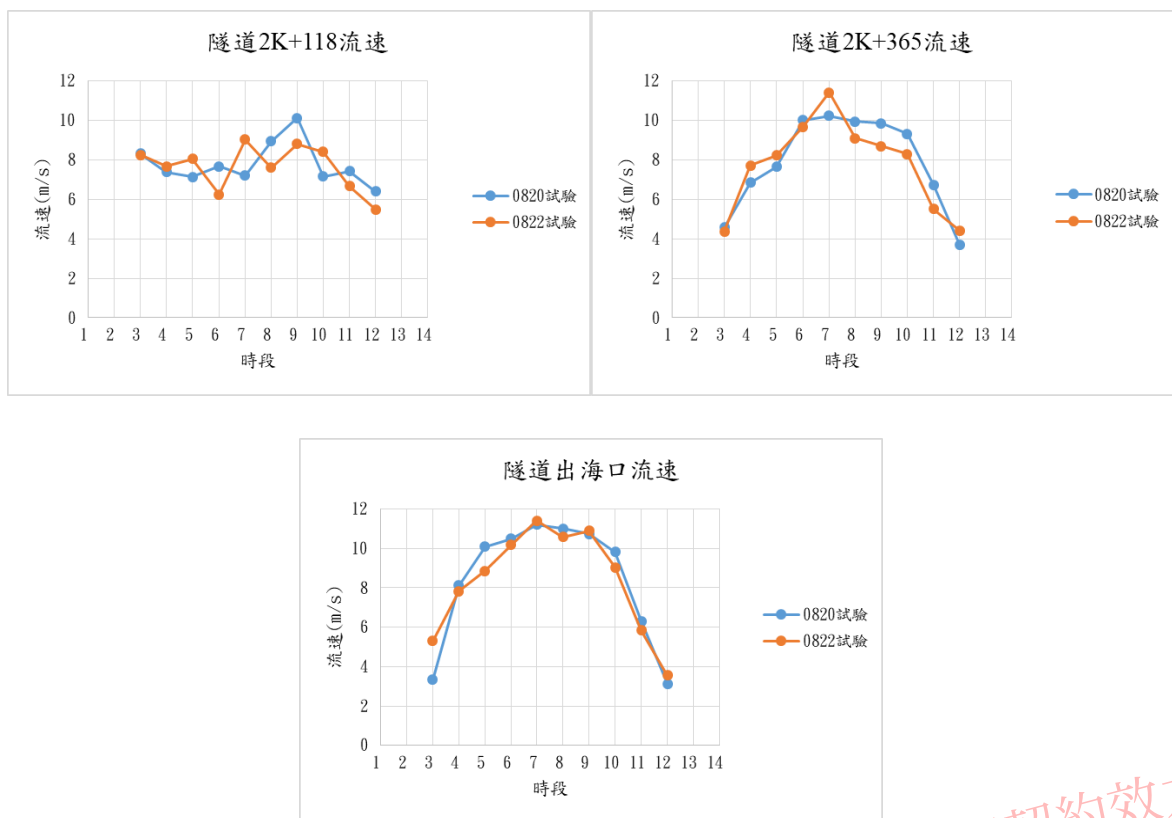


圖4-2-64 方案二Q₁₀₀試驗隧道2k+118~出海口流速分布

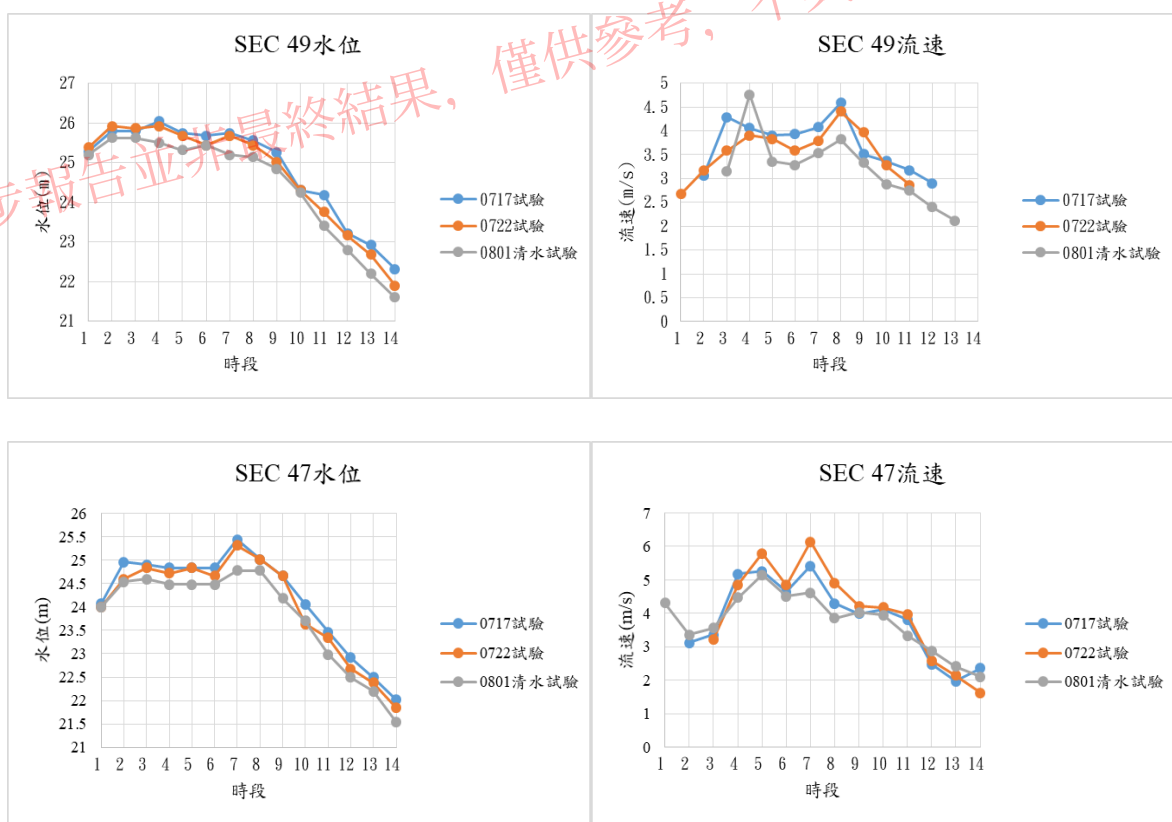


圖4-2-65 方案二Q₂₀₀試驗SEC49~SEC47水位及流速分布

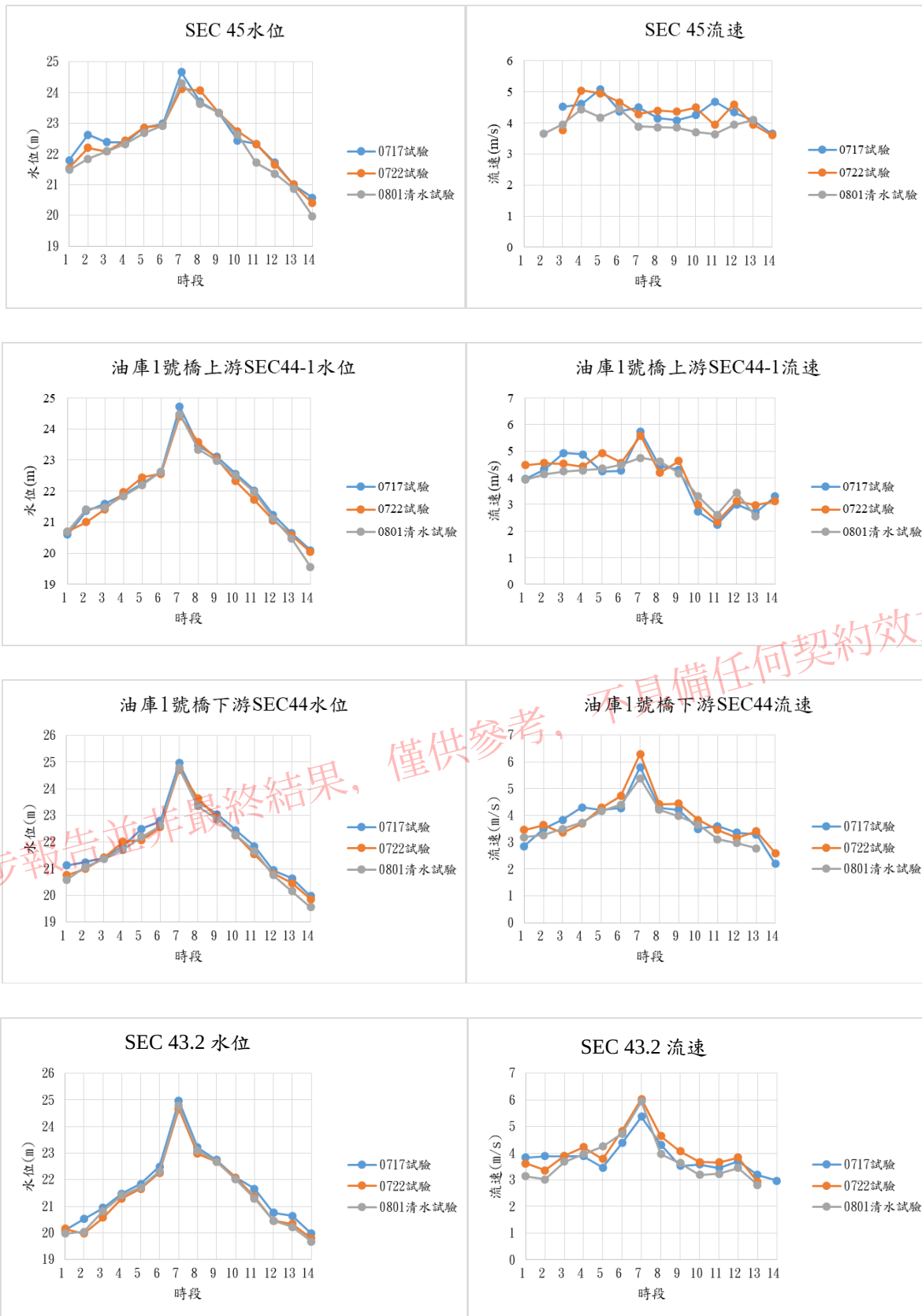


圖4-2-66 方案二Q₂₀₀試驗SEC45~SEC43.2水位及流速分布

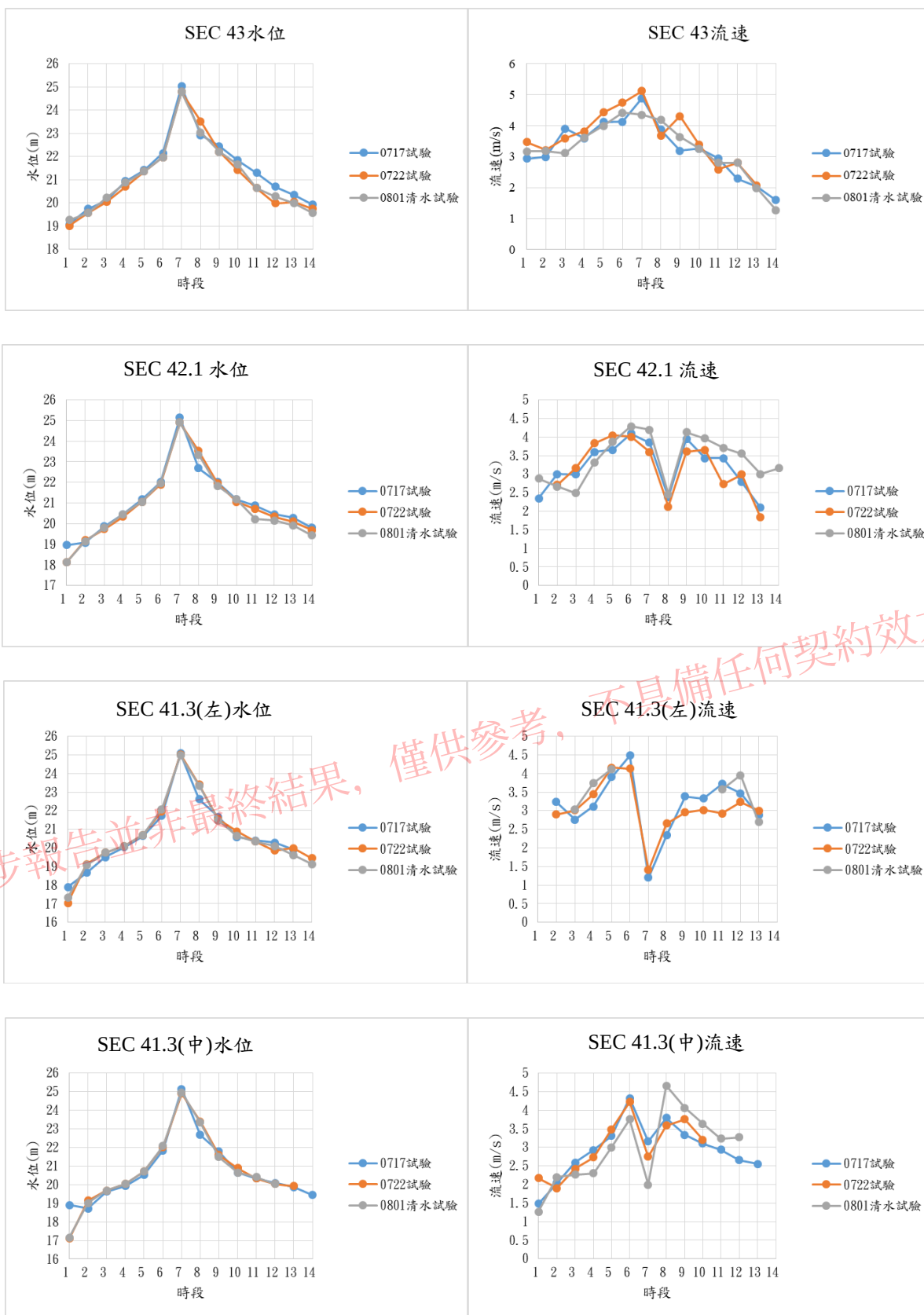


圖4-2-67 方案二Q₂₀₀試驗SEC43~ SEC41.3 (中)水位及流速分布

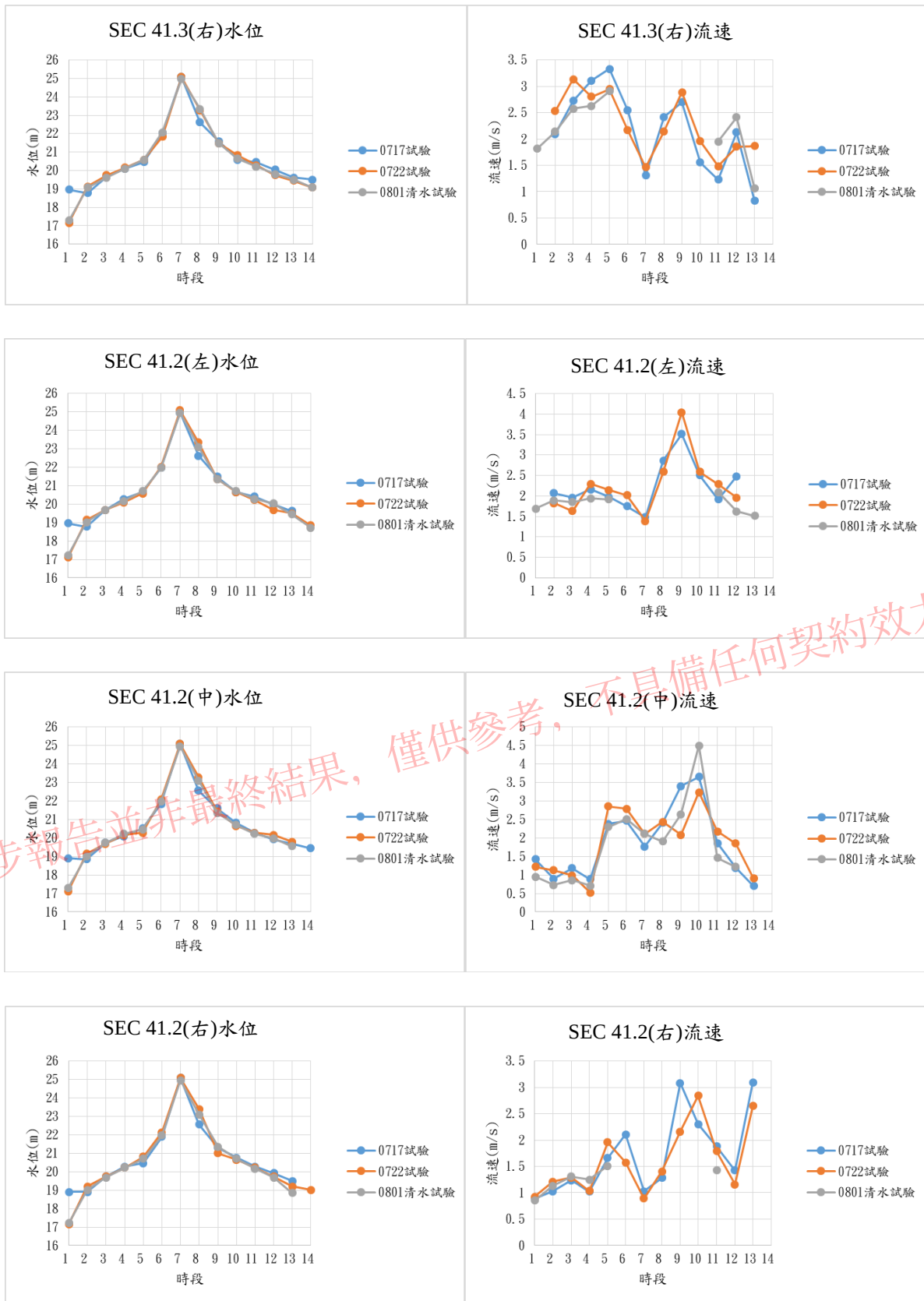


圖4-2-68 方案二Q₂₀₀試驗SEC41.3 (右)~SEC41.2(右)水位及流速分布

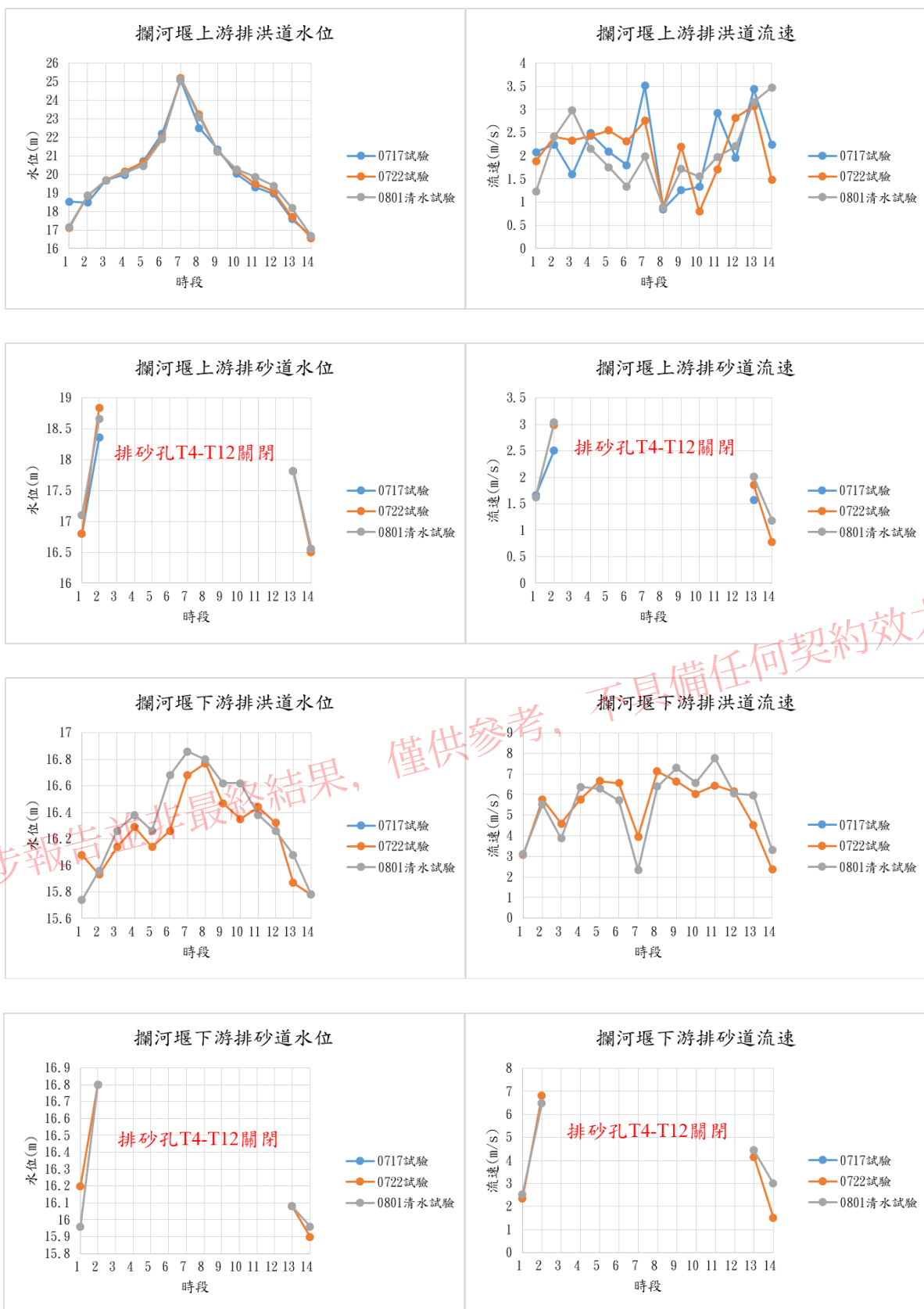


圖4-2-69 方案二Q₂₀₀試驗攔河堰上游排洪道~下游排砂道水位及流速分布

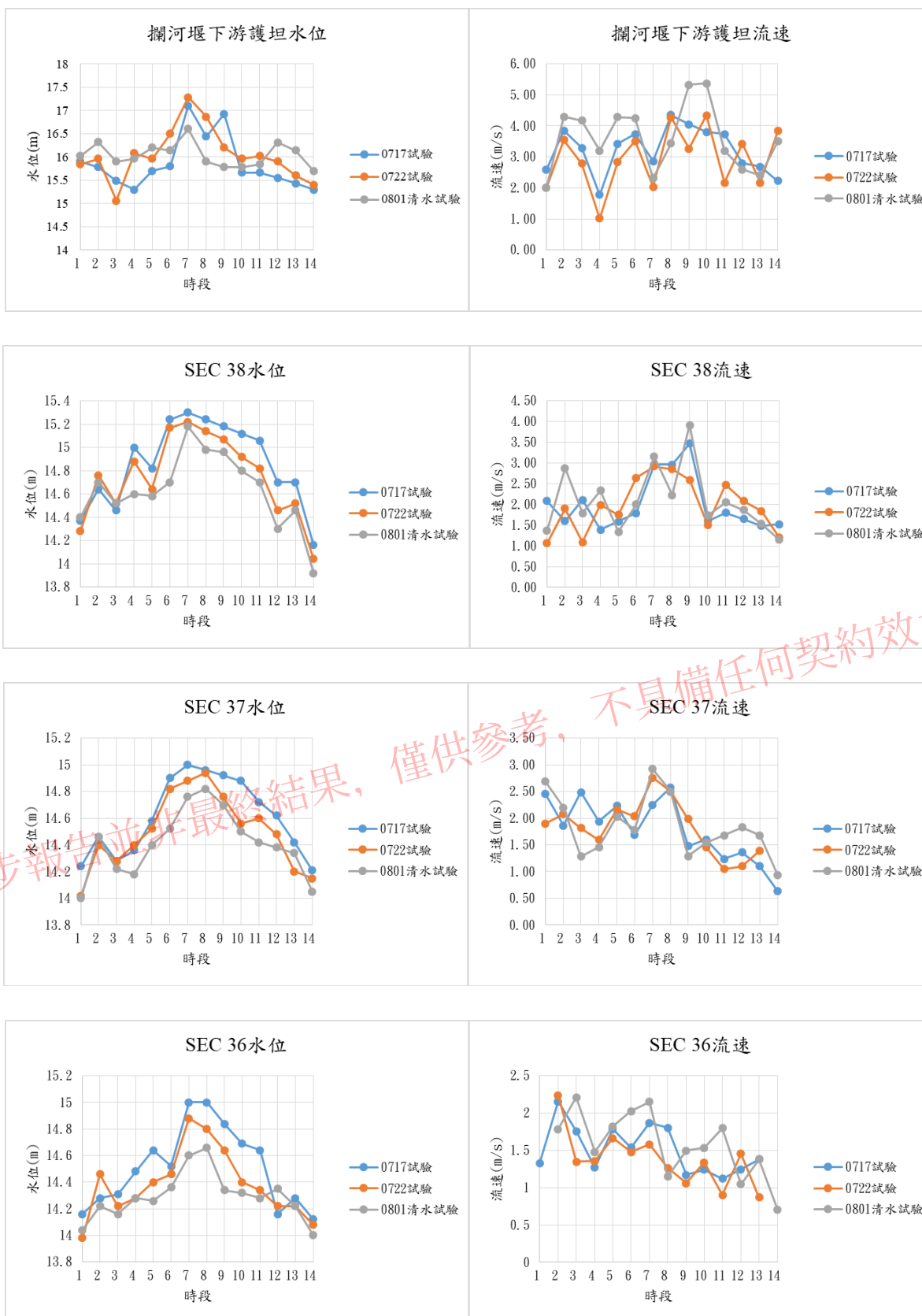


圖4-2-70 方案二Q₂₀₀試驗攔河堰下游護坦~SEC36水位及流速分布

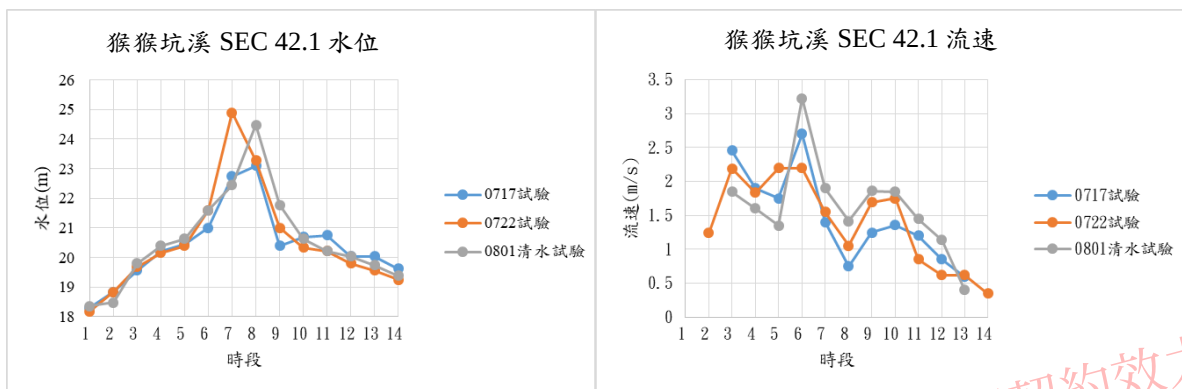
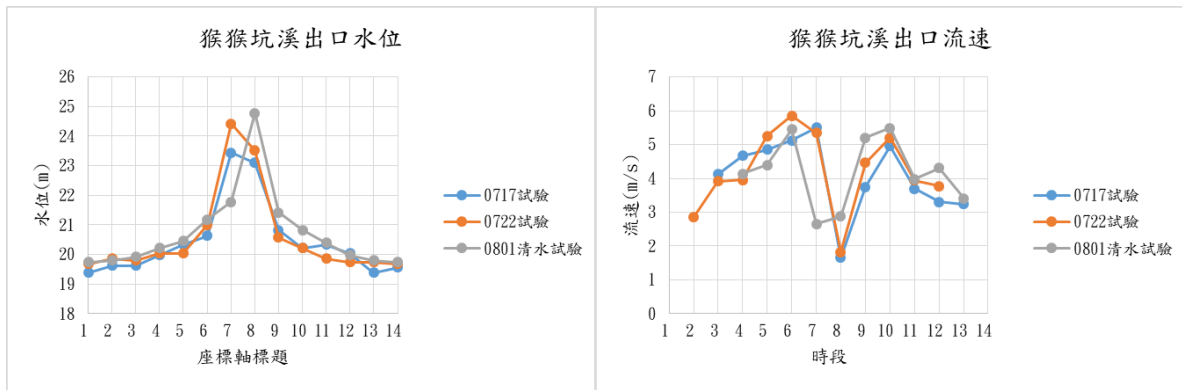


圖4-2-71 方案二Q₂₀₀試驗猴猴坑溪出口~猴猴坑溪SEC42.1水位及流速分布

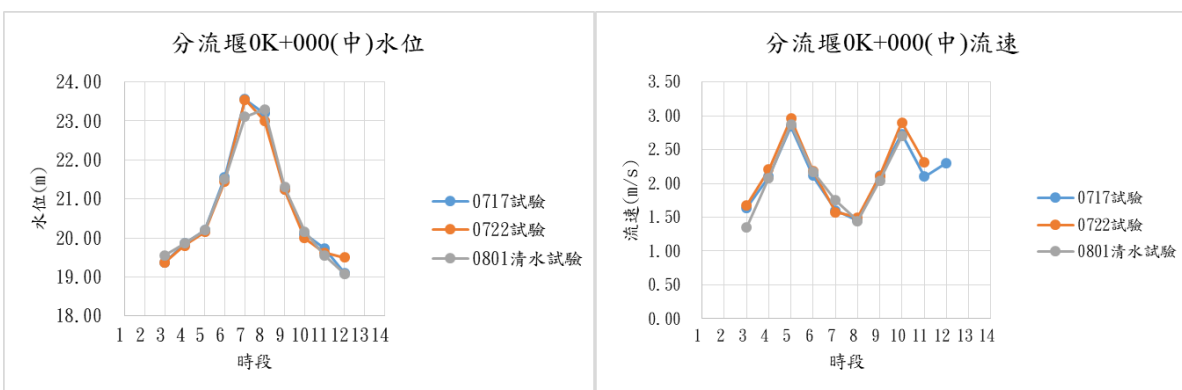
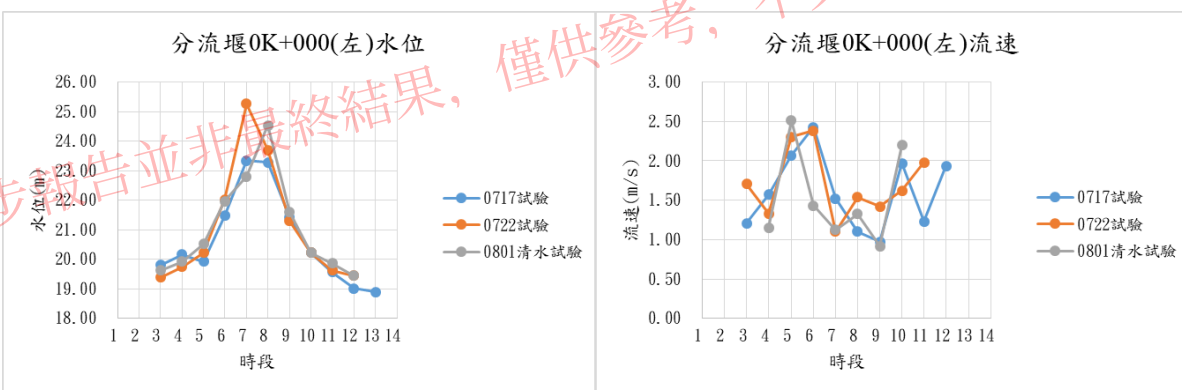


圖4-2-72 方案二Q₂₀₀試驗分洪堰0K+000(左)~0K+000(中)水位及流速分布

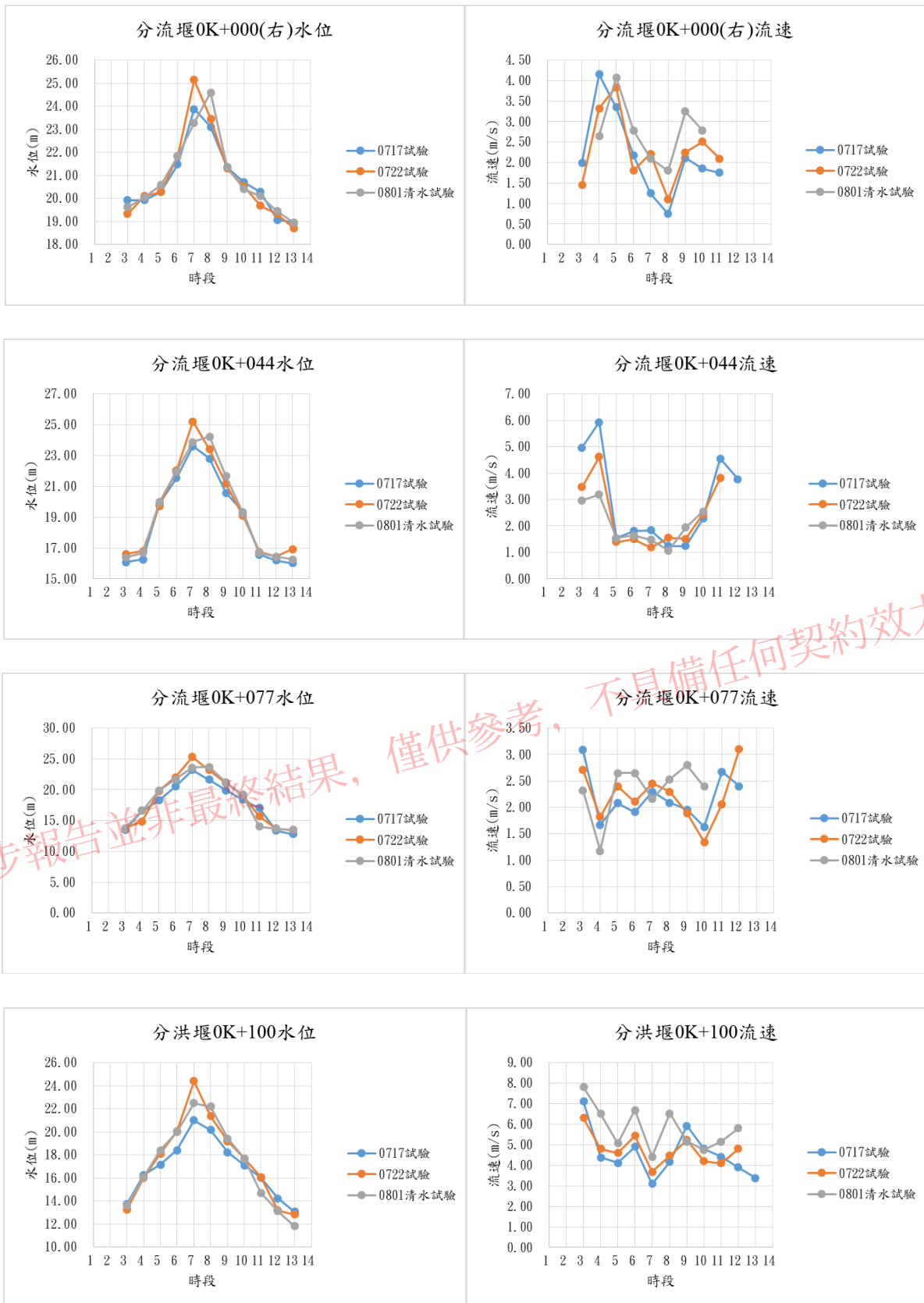


圖4-2-73 方案二Q₂₀₀試驗分洪堰0K+000(右)~0K+100水位及流速分布

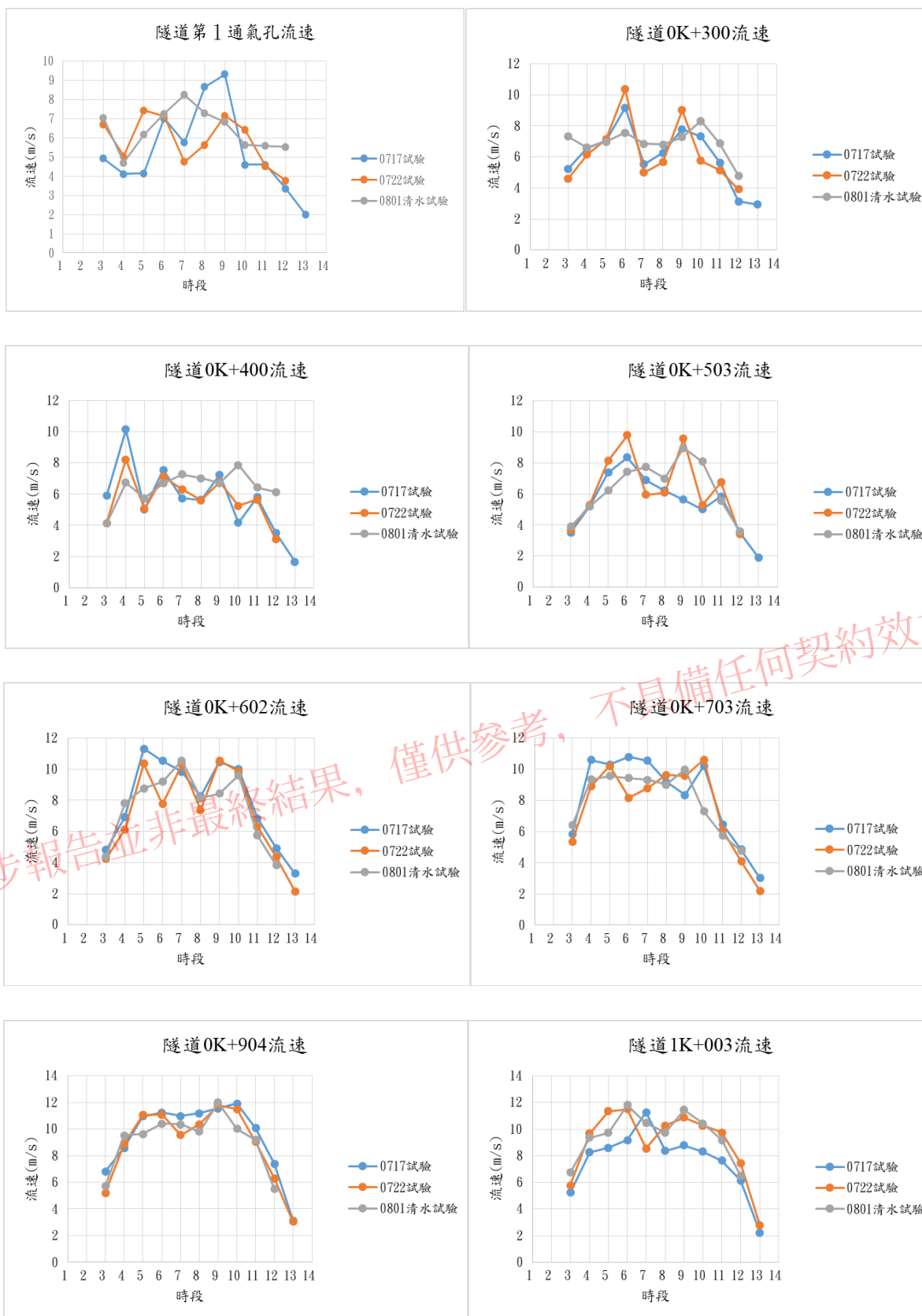


圖4-2-74 方案二Q₂₀₀試驗隧道第1通氣孔~隧道1K+003流速分布



圖4-2-75 方案二Q₂₀₀試驗隧道1K+202~出海口流速分布

(三)分洪量

方案二各重現距河道及隧道分洪量試驗成果如表4-2-4所示，河道分洪量約81~169cms及分洪比15.77~30.68%；隧道分洪量約183~691cms及分洪比69.32~84.23%。

表4-2-4 方案二各重現期距分洪量比較一覽表

重現期距		Q ₅		Q ₂₅		Q ₅₀		Q ₁₀₀		Q ₂₀₀	
分洪點(攔河堰) (蘇澳溪+猴猴坑溪)		264 (cms)		497 (cms)		603 (cms)		723 (cms)		860 (cms)	
位置		河道	隧道	河道	隧道	河道	隧道	河道	隧道	河道	隧道
設計	分洪流量 (cms)	29	235	99	398	120	483	145	578	170	690
	分洪比%	10.98	89.02	19.92	80.08	19.90	80.10	20.06	79.94	19.77	80.23
模型	分洪流量 (cms)	81	183	93	404	103	500	114	609	169	691
	分洪比%	30.68	69.32	18.71	81.29	17.08	82.91	15.77	84.23	19.65	80.35

當方案二Q₂₀₀試驗之上游流量達到洪峰流量860cms(T7時段)，河道分洪約169cms及隧道分洪約691cms(如表4-2-5所示)，雖可達到基設分洪設計目標，惟此時流況顯示部分流量越過攔河堰排洪道頂溢流進入下游河道，隧道入口則因處於束縮及坡度變化段，雖已分別採取陡坡(7%)漸變銜接緩坡(0.45%)，並於隧道入口及第1處轉彎段下游各增設1處通氣孔，仍無法避免隧道入口產生臨界及滿管流況。

表 4-2-5 方案二 Q_{200} 試驗流量歷線分洪量比較一覽表

Q_{200} 流量歷線 累積時間(hr)	Q_{200} 歷線流量 (cms)	模型試驗 時間(min)	河道分洪量		隧道分洪量	
			規劃設計 cms	水工模型 cms	規劃設計 cms	水工模型 cms
0~3	32	T1(15.49)	32.45	33	0	0
3~5	94	T2(15.49)	93.61	91		
5~7	173	T3(15.49)	87.64	72	85.85	102
7~9	301	T4(15.49)	68.00	82	232.81	219
9~10.5	477	T5(11.62)	72.91	90	403.89	387
10.5~11.5	652	T6(7.75)	128.87	109	522.68	543
11.5~12.5	860	T7(7.75)	170.00	169	690.00	691
12.5~13.5	709	T8(7.75)	140.22	125	568.74	585
13.5~14.5	578	T9(7.75)	114.05	99	463.86	480
14.5~16	428	T10(11.62)	65.47	85	362.66	343
16~18	266	T11(15.49)	60.10	72	205.76	195
18~20	150	T12(15.49)	75.66	65	74.12	86
20~22	72	T13(15.49)	72.39	74	0	0
22~24	14	T14(15.49)	13.73	17		

(四)隧道出口濃度(Q_{200})

0717、0722及0801等3場次 Q_{200} 流量歷線隧道出口濃度量測資料如表4-2-6及圖4-2-76所示，3場次隧道出口量測平均濃度變化趨勢一致，由試驗觀察得知，在 Q_{200} 歷線流量上升段，隨隧道分洪量增加而隧道出口濃度呈現上升趨勢，當達到 Q_{200} 洪峰流量860cms(T7時段)，此時隧道出口濃度為4,297ppm並非最高，當上游來砂已推移至分洪堰， Q_{200} 流量歷線進入退水段，並持續伴隨洪流進入隧道排出，導致所量測之隧道出口平均最高濃度5,093ppm發生在退水段428cms(T10時段)。

分洪隧道雖調整4處彎道，惟因坡度僅為0.45%，不利於進入隧道之已落淤泥砂順利排放，並於隧道不定區段隨分洪流量漸次落淤，導致各場次隧道出口濃度非為穩定等量排放。

表4-2-6 方案二Q₂₀₀試驗流量歷線隧道出口濃度統計一覽表 單位：ppm

Q ₂₀₀ 流量歷線 累積時間(hr)	Q ₂₀₀ 歷線流量 (cms)	模型試驗 T段時間 (min)	試驗 加砂濃度 (ppm)	加砂試驗場次編號			清水試驗
				0717	0722	量測平均 濃度	0801
0~3	32	T1(15.49)	841	0	0	0	0
3~5	94	T2(15.49)	1,813	0	0	0	0
5~7	173	T3(15.49)	2,051	2,016	2,788	2,402	0
7~9	301	T4(15.49)	2,168	2,851	3,457	3,154	55
9~10.5	477	T5(11.62)	2,228	4,000	3,804	3,902	50
10.5~11.5	652	T6(7.75)	2,255	4,161	4,059	4,110	94
11.5~12.5	860	T7(7.75)	2,273	4,221	4,372	4,297	150
12.5~13.5	709	T8(7.75)	2,261	4,544	4,165	4,355	142
13.5~14.5	578	T9(7.75)	2,245	4,670	4,262	4,466	150
14.5~16	428	T10(11.62)	2,216	5,116	5,069	5,093	306
16~18	266	T11(15.49)	2,147	4,120	4,238	4,179	276
18~20	150	T12(15.49)	2,007	3,709	2,402	3,056	126
20~22	72	T13(15.49)	1,662	0	0	0	0
22~24	14	T14(15.49)	—				

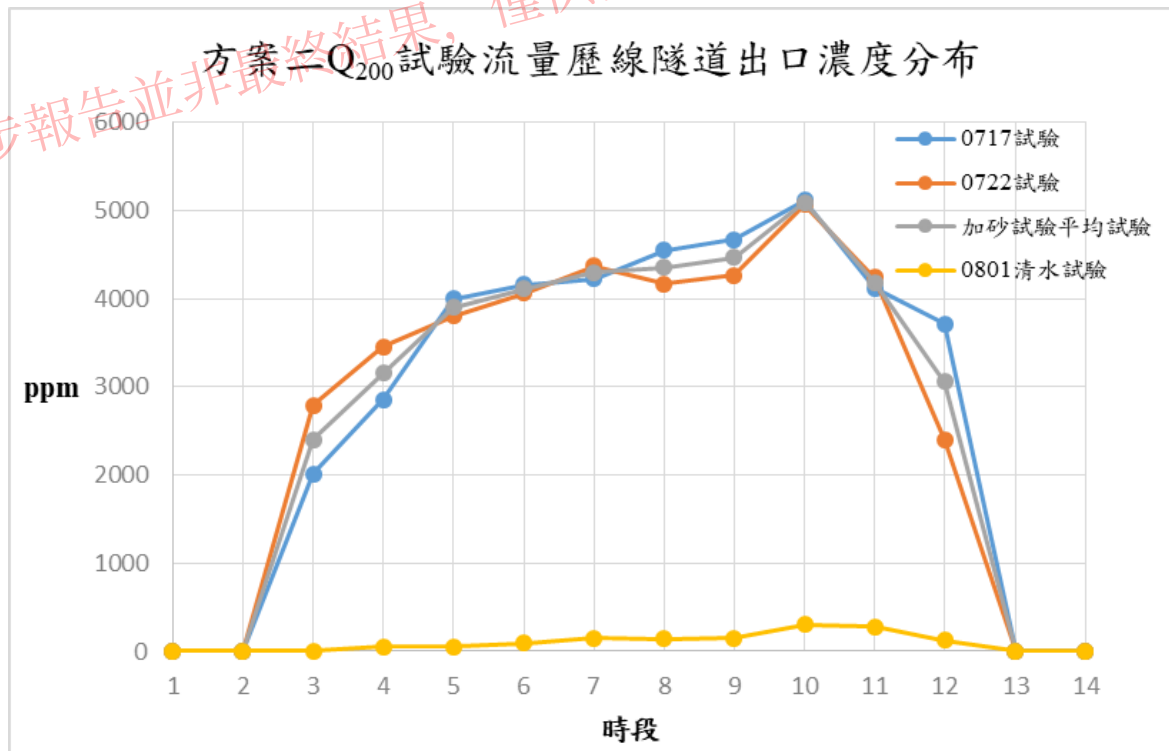


圖4-2-76 方案二Q₂₀₀試驗流量歷線隧道出口濃度分布

參 考 文 獻

1. 「基隆河員山子分洪細部設計水工模型試驗報告」，經濟部水利署水利規劃分署，民國 94 年 5 月。
2. 「易淹水地區水患治理計畫-第三階段實施計畫-宜蘭縣縣管河川蘇澳溪水系治理規劃檢討」，經濟部水利署水利規劃分署，民國 102 年 3 月。
3. 「易淹水地區水患治理計畫-第三階段實施計畫-縣管河川蘇澳溪水系分洪道規劃」，中興工程顧問股份有限公司，民國 102 年 12 月。
4. 「流域綜合治理計畫」宜蘭縣縣管河川-蘇澳溪分洪工程第一階段環境影響評估成果報告，環興科技股份有限公司，民國 108 年 7 月。
5. 「蘇澳溪河川區域檢討變更勘測」水文分析報告，宜蘭縣政府，民國 109 年 10 月。
6. 「蘇澳溪分洪工程計畫(核定本)」，宜蘭縣政府，民國 112 年 3 月。
7. 「蘇澳溪分洪道工程委託基本設計及施工諮詢服務-基本設計報告」-地形測量成果，黎明工程顧問股份有限公司，民國 112 年 12 月。
8. 「蘇澳溪分洪道工程委託基本設計及施工諮詢服務-基本設計報告」1 版，黎明工程顧問股份有限公司，民國 113 年 1 月。
9. 「蘇澳溪分洪道工程委託基本設計及施工諮詢服務-基本設計報告」2 版，黎明工程顧問股份有限公司，民國 113 年 3 月。

附錄 「蘇澳溪分洪道工程(基本設計階段)水工模型試驗成果報告(初稿)」審查意見及處理情形

壹、開會時間：民國 113 年 12 月 18 日（星期三）下午 2 時

貳、開會地點：水利規劃分署舊正辦公區水工試驗大樓 4 樓會議室

參、主持人：張分署長廣智

肆、記錄人：林明正

伍、會議紀錄日期文號：民國 113 年 12 月 26 日水規試字第 11310024960 號

審 查 意 見	處 理 情 形	答覆說明納入報告	
		章 節 / 圖 / 表	頁 次
一、盧委員昭堯			
1.本報告撰寫頗為詳實，並提出八項具體建議，值得設計單位重視並參酌改善。	感謝委員肯定。		
2.(a)p.2-9 請針對 CWSE 模式，作進一步之說明。 (b)張氏公式是否應為 Chang,F.M.，而非 ChayH.H.(Chang,1967)。	感謝委員意見。 (a)已於內文補充說明。 (b)經查 CWSE 模式相關資料，懸浮載係以張氏法(Chang's Method，1967 年)推求。	第二章 / 第四節	p.2-12
3.p.3-6 表 3-3-1 中流量與輸砂量比尺均為 $L_r^{5/2}$ ，表示二者有線性關係，是否合理？請補充說明。(M-P-M 1948)推移質與張氏懸移質均與流量高度非線性)	感謝委員意見，已於內文補充說明。	第三章 / 第六節	p.3-9
4.p.2-10 表 2-4-1 與 p.3-10 表 3-6-1 之總輸砂量為現場或試驗室之值？又 p.3-11 表 3-6-3 試驗加砂量如何求？請補充說明。	感謝委員意見，已於內文補充說明。	第三章 / 第六節	p.3-9
5.(a)因缺乏現場實測泥砂觀測資料，以輸砂公式與數模等推估，其河道沖淤模擬成果宜視為“定性”，供規劃設計參考用。 (b)方案一、二與清水之平均高程沖淤變化結果(圖 4-2-1~圖 4-2-20)顯示，方案一、二差異不大，而清水沖刷(紅線)則沖淤較劇烈，定性而言應屬合理。	感謝委員指導，已於結論章節增加說明。	結論與建議 / 結論	結-3
6.(a)p.4-17 第 6 行斷面平均沖刷深 4.06m，而 p.4-37 圖 4-2-17 斷面 49 則為 4.18m，請檢視。	感謝委員意見。 (a)已修正為平均沖刷高程 4.18m。 (b)已修正為圖 4-1-10。	(a)第四章 / 第二節	(a)p.4-17 (b)p.4-

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
(b)p.4-14 第 3 行圖 4-1-9 是否應為 4-1-10? (c)p.4-3 第 8 行“右側落淤及右側沖刷”，請檢視。	(c)已修正為“左側沖刷及右側落淤”	(b)第四章/ 第一節 (c)第四章/ 第一節	14 (c)p.4-3
二、蔡委員萬宮			
1.報告內容撰寫佳，是否有規定格式？	感謝委員指教，本報告編製依本分署民國 113 年出版品及報告書排版格式統一規定。		
2.建議有一張稍大比例尺計畫範圍之河川平面圖，內有主支流斷面號橋梁、防洪構造物等重要設施，而模型試驗場地也要有一張配置圖。	感謝委員指教，已於內文補充相關圖說。		
3.蘇澳溪是宜蘭縣管普通河川但因政府重視只能按照指示辦理。	感謝委員指教。		
4.p.2~2 照片 2~1-1 拍攝時間字體太小，因為有參考比較價值建議放大，類似圖表等也請比照放大。	感謝委員意見，遵照辦理。	第二章/第一節/照片 2~1-1	p.2-2
5.p.3-2 圖 3-2-1(1)字體不甚清楚(2)不必要設施如員山子模型範圍請刪除(3)增加圖例。	感謝委員意見，遵照辦理。	第三章/第三節/圖 3-2-1	p.3-2
6.請問斷面之間 42~43 加 EL.l8m 是何用意？	感謝委員指教，EL.l8m 代表設計單位河道整理地形高程，已修正為 SEC 42.1，同時修正其他章節類似斷面標示。		
7.p.4~15 圖 4-1~10 顯示 0527 試驗之 ppm 特別高可否解釋；另外試驗過程如有異常數值或現象應該研判或加註說明甚或不採用。	感謝委員指教，經分別檢視 0527 試驗 T5 時段及 0507 試驗 T12 時段資料，發現採樣含些許外來雜物(木屑)，已剔除重新計算。	第四章/第一節/圖 4-1-10/表 4-1-4	p.4-15
8.p.4-4 照片 4-18~19 字體書寫順序請一致由上而下，由左而右。	感謝委員意見，遵照辦理並同時修正其他章節照片標示。		
三、張委員耀澤			
1.方案二隧道分洪 690cms 及河道分洪 170cms 時，河道水位越過攔河堰放流孔頂。顯現放流孔尺寸不足，無法全部排洪，須檢討改善以利排洪。	感謝委員意見，已於結論章節說明；後續待設計單位完成相關優化改善設計，再配合進行水工模型試驗。	結論與建議/結論	結-1

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
2. 攔河堰前庭呈現淤積影響排洪，須予檢討改善。排砂孔閘門操作方式應檢討，分洪隧道入口漸變段及隧道坡度須檢討調整。	感謝委員意見，已於結論與建議章節說明；後續待設計單位完成相關優化改善設計，再配合進行水工模型試驗。	結論與建議/結論/建議	結-1
3. 以前水工模型試驗報告編撰格式次序是目錄、圖目錄、表目錄、照片目錄、摘要與建議與本報告格式不同，是否有更動？建議能一致性。	感謝委員指教，本報告編製依本分署民國 113 年出版品及報告書排版格式統一規定。		
4. 建議試驗報告應補充方案一及方案二工程設計平面布置圖及攔河堰與隧道平面及縱剖面圖供參。	感謝委員意見，遵照辦理。		
5. 河道流速大及冲刷深度大的地方位置，須檢討鄰近構造物的安全性或加強保護。	感謝委員意見，已於結論與建議章節說明；設計單位已著手進行相關優化改善設計。	結論與建議/結論/建議	結-1
四、謝委員天元			
1. 本計畫試驗內容完整，所獲得成果頗豐碩，報告中亦提出多項改善及注意事項建議，已達到提供設計單位後續進行改善設計參考目標，值得肯定。	感謝委員肯定。		
2. 報告中有關模型試驗施放各重現期距流量之文述與圖、表等資料，請再綜整及說明清楚，以避免產生誤解。例如試驗施放蘇澳溪 Q ₂₀₀ 洪峰流量為 860cms(為猴猴坑溪合流後流量)，而報告係以猴猴坑溪合流前流量歷線圖顯示，其流量歷線(摘圖 3-5-2)峰值並不一致，合流前及後皆同樣稱為蘇澳溪流量，易產生誤解。	感謝委員意見，已於內文增加相關說明。		
3. p.摘-18 第 7 行~第 8 行及 p.4-3 第 8 行~第 9 行「形成偏斷面 43 河道“右側落淤”及“右側冲刷”趨勢」，是否誤繕？請再檢核修正。	感謝委員意見，已修正為“左側冲刷及右側落淤”。		摘-19 及 p.4-3
4. 報告中有關攔河堰及分洪堰僅有平面布置示意圖(p.3-3)，較難了解整體布置全貌，建議增加立面圖以利了解各項設施布置相關位置，提	感謝委員意見，遵照辦理。		

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
供水理流況及泥砂沖淤現象研判參考。			
5. 報告中(摘-16 及 p.4-1)提及目前基設單位初步規劃以洪峰流量 102cms 為攔河堰排砂孔閘門操作啟動依據，當流量達到 102cms 以上，排砂孔閘門將關閉，流量 102cms 以下，則開啟排砂孔閘門。因較大流量期間帶來之泥砂量亦較多，若流量達到 102cms 以上時關閉排砂孔閘門，可能會造成攔河堰及分洪堰前庭泥砂淤積，提高泥砂進入分洪隧道之機率，操作方式是否有調整改善空間，建議再進行研究探討。	感謝委員意見，已於結論與建議章節說明；後續待設計單位完成相關優化改善設計，再配合進行水工模型試驗。	結論與建議 /結論/建議	結-1
6. 目前方案二布置試驗結果顯示，雖然已大致可滿足來流量 $Q_{200}(860\text{cms})$ 時分洪隧道可以達到設計分洪量 690cms 目標，惟攔河堰及分洪堰前庭泥砂淤積嚴重，進入分洪隧道之泥砂量亦頗多，對分洪隧道之通洪能力及產生磨損問題有不良影響，建議後續配合模型試驗研究，找出可以達到設計分洪量目標且進入分洪隧道泥砂量較少之布置。	感謝委員意見，後續待設計單位完成相關優化改善設計，再配合進行水工模型試驗。		
五、賴委員進松(書面意見)			
1. 本報告內容撰寫詳實，試驗成果完整豐碩，報告亦提出需注意事項之建議事項，可提供設計單位後續進行改善設計之參考，值得肯定。	感謝委員肯定。		
2. 攔河堰立面圖 4-1-1(p.4-5)中排洪道與排砂道底檻高程分別是 15.6m 及 15.1m，相差 0.5m，雖然流量 102cms 以下，會開啟排砂孔閘門操作，但堰上游側能產生之沖刷渠道(溝)，其功能有限，有可能因來砂落淤而被淹沒，排砂閘門布置是否有調整	感謝委員意見，已於結論與建議章節說明；後續待設計單位完成相關優化改善設計，再配合進行水工模型試驗。	結論與建議 /結論/建議	結-1

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
改善空間，可再進行分析探討。			
3.攔河堰及分洪堰前庭洪水期間因壅水致使泥砂淤積問題顯著，淤積會墊高河床高程，使分洪堰的分洪水位流量率定關係改變，應建議未來如何規劃清淤時機與方式，方能維持分洪的設計目標。	感謝委員意見，已請設計單位後續研擬相關清淤時機，提供未來營運管理單位參考。		
4.分洪堰前庭泥砂淤積嚴重時，可能容易將粗顆粒泥砂引入分洪隧道中，加劇隧道邊壁磨損問題，建議設計單位可利用二維數模分析模擬河床墊高後的情境，以利後續模型試驗進行驗證。	感謝委員建議，已請設計單位納入研究及後續配合進行水工模型驗證。		
5.表 3-6-1、表 3-6-2 中總輸砂量、底床推移質、懸浮質，應標註單位 kg。	感謝委員意見，已標註單位。	第三章/第六節/表 3-6-1、表 3-6-2	p.3-11
6.表 4-2-1 中呈現方案二各重現期距試驗後各斷面高程沖淤變化，如 SEC 44 下方欄位有三種高程，應可再標註清楚一些，或表格下方加註說明，以利閱讀。	感謝委員指導，已補充說明。	第四章/第二節/表 4-2-1	p.4-20
7.本計畫為蘇澳溪分洪道工程，然而其出海口為蘇澳港，在分洪工設計上，是否也可考量部分泥砂分流入海，應也有減少蘇澳港淤積的效益。	感謝委員意見，新設攔河堰將會阻隔大部分上游來砂於分洪堰前庭，且分洪隧道亦會排放部分河道泥砂，分洪道之設計應可減少泥砂進入蘇澳港量體，惟本計畫不進行分洪道對於蘇澳港淤積效益分析。		
六、水利署河川海岸組邱炫琦科長			
1.本計畫在實測泥沙資料缺乏下，以公式推估含沙量與泥沙推移量，爰認同委員所建議，僅能作定性之參考，尚無法依據實驗結果以做定量之數據。	已於結論章節增加說明。	結論與建議/結論	結-3
2.依結論建議，猴猴坑溪出口下刷深，係因側牆為垂直設計，如採緩坡設計是否能改善此現象。	後續待設計單位完成相關改善措施，再配合水工模型試驗進行驗證。		
3.著眼於現場資料缺乏，建議統包案未來發包時能先建置水文測站，除加強收集資	謝謝指教，已於建議章節增加說明。	結論與建議/建議	結-4

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
料外，亦可作為工地安全預警使用。			
4.分洪道出口流量與流速資料，請設計單位納入參考，並與數值計算結果比較，以利出口保護工之設計。	謝謝指教，已於結論與建議章節增加說明。	結論與建議/結論/建議	結-3、結-4
七、水利署河海組陳金印正工程司			
1.報告書摘-16 水工模型試驗布置摘照 4-1-1 及 4-1-2 能否修正為方案一及方案二佈置？較能呼應後續敘述方式。	已補充。		
2.結論第六點採最高含砂濃度表示，方案一的 5,163ppm 似乎為異常值，是否改以平均含砂濃度表示為宜？	謝謝指教，已改採平均含砂濃度表示	結論與建議/結論	結-2
八、水利署第一河川分署			
1.摘圖 3-2-1~3 電子檔放大後，圖面模糊無法判視，建議提高精度。	已修正。	摘要/三、水工模型試驗設計	摘-7、摘-8
2.摘 5(四)河道輸砂能力乙節，最後一句“大致可發現上游輸砂能力較下游大之趨”似乎有漏字，請查明。	已修正。	摘要/二、基本資料蒐集	摘-5
九、宜蘭縣政府水利資源處游政勳科長			
1.感謝水利規劃分署協助辦理水工模型試驗工作，相關委員意見及試驗成果將與第一河川分署共同研商參採，以利分洪道工程順利執行。	謝謝指教。		
十、本分署吳柏翰副工程司			
1.請問方案二加砂試驗以及清水試驗兩個的分洪比例差異如何？	Q ₂₀₀ 加砂試驗河道及隧道分洪比分別為 80.35%及 19.65%，清水試驗分洪比則分別為 17.4%(150cms) 及 82.6%(710cms)，其差異原因推估應為清水試驗因無上游來砂量及相對隧道入砂量較少，增加些許隧道分洪空間所導致。		
2.方案二在 Q ₅ 的時候分洪大約設計量 1：9 而模型是 3：7 請問差異的原因？	本計畫比尺為 1/60，原體及模型比尺為 Lr ^{5/2} (約 27,885)，致使流量愈小愈敏感，且受外在因素影響亦愈大(如側風)。		
3.請補充模型及現場的套繪布置圖，以利了解模型範圍。	已補充。		
4.摘圖表建議放大以利判讀。	謝謝建議，已調整放大。		

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
十一、本分署河海科吳國維正工程司			
1.河川水文基本資料有關“河道平均坡降”及“地勢”敘述請再檢核。	已修正。		
2.蘇澳溪各重現期 Q_p 與對應之 Q_s 呈現線性關係(摘圖 3-6-1)是否合理，建議檢核或補充說明。	已於內文補充說明。	第三章/第六節	p.3-9
3.河道輸砂能力計算方式(CWSE 及定床)及”輸砂公式”建議敘明。並列出實際採用公式及年份。	已於內文補充說明。	第二章/第四節	p.2-12
4.量測位置以高程標註(EL.15.6-EL.21)，不易判斷位置，建議以內插斷面方式標註(如 43.1，43.2，43.3)以利判讀。	謝謝建議，EL.15.6 代表設計單位河道整理地形高程，已修正為 SEC 41.1，同時修正其他章節類似斷面標示。		
十二、本分署技發科柯宛玲工程員			
1. $Q_5 \sim Q_{200}$ 加砂時距不一致是否有何考量？	已於內文補充說明。	第三章/第五節	p.3-7
2.加砂後多久開始採集含砂濃度？	配合試驗階梯式流量，每 1 設計流量歷線時段進行 2 次含砂濃度採集。		
3.p.4-17 第二段最後一行「河道河道斷面平均...」應為「河道斷面平均...」。	已修正。	第四章/第二節	p.4-17
綜合決議			
1.本報告經出席委員審查認可，請依各委員及單位審查意見修正後，授權由試驗科確認定稿後送第一河川分署核備。	遵照辦理。		
2.針對本計畫試驗成果提出之建議，本分署後續將配合第一河川分署指示再做試驗以供驗證。	遵照辦理。		

專業 創新 永續

初步報告並非最終結果，僅供參考，不具備任何契約效力。

經濟部水利署水利規劃分署

地址：臺中市霧峰區吉峰里中正路 1340 號

網址：<https://www.wrap.gov.tw/>

總機：(04)23304788

傳真：(04)23300282

