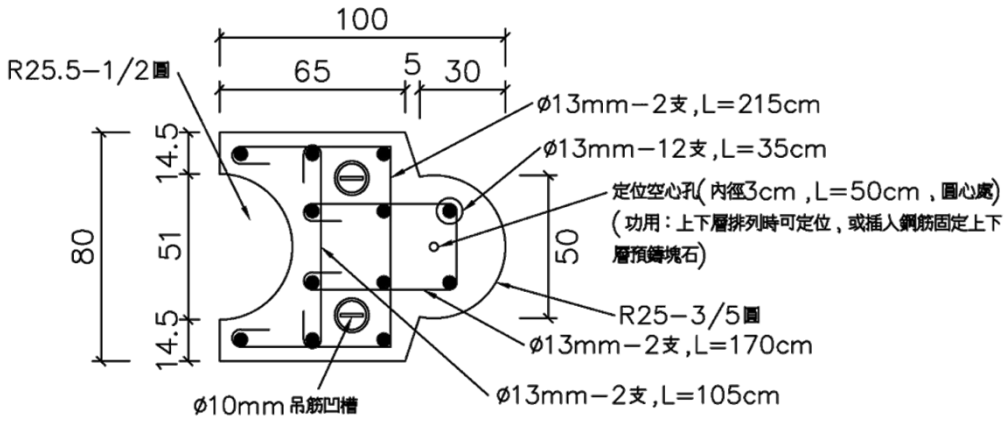
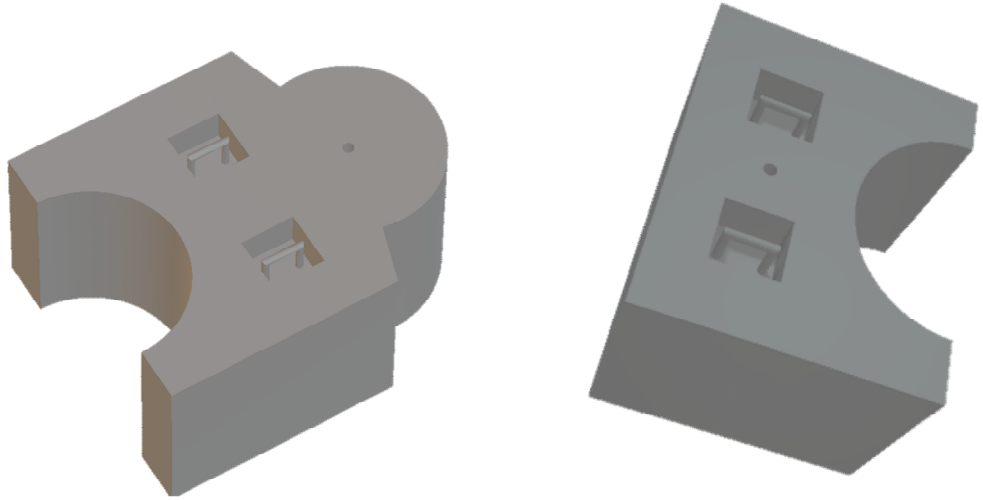
預鑄固床工
設計及施工原則



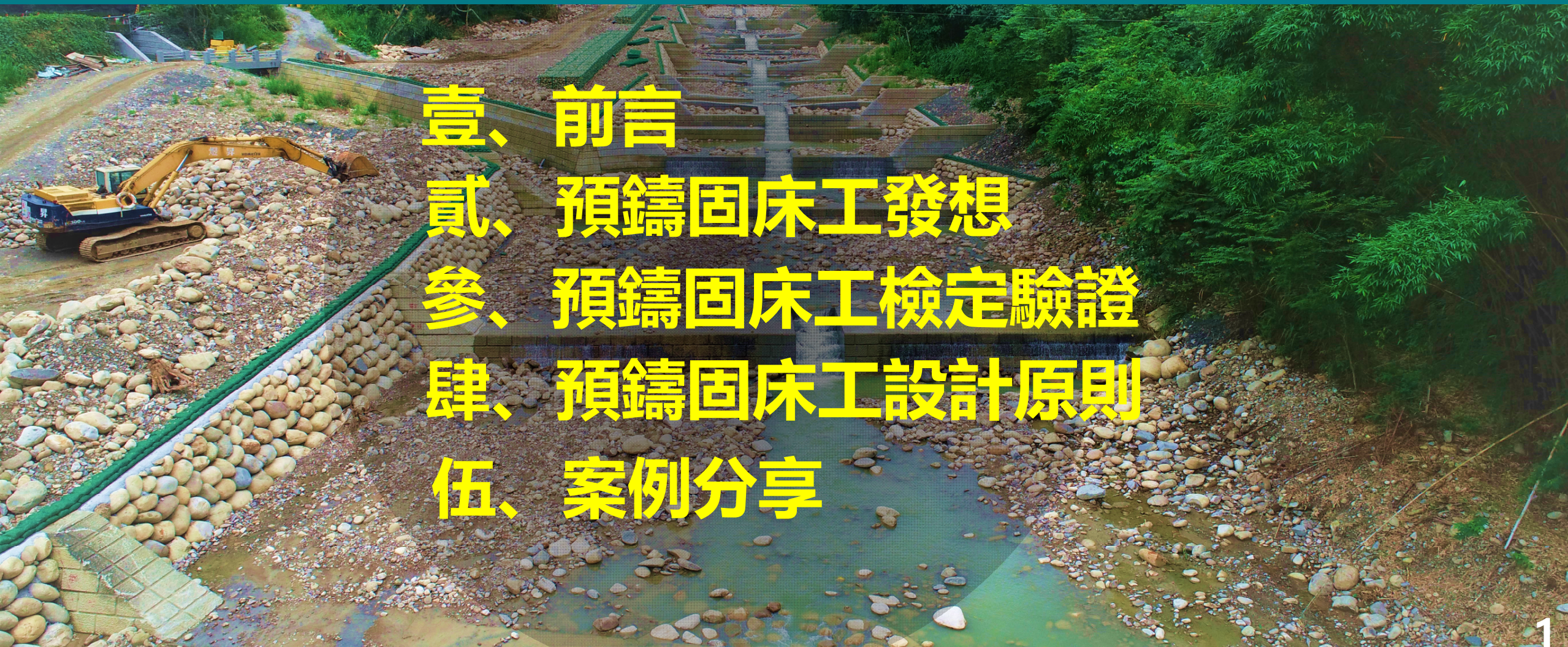
俯視圖



簡報者：蔡易達 博士/水保技師

研 邦 科 技

簡報大綱CONTENTS

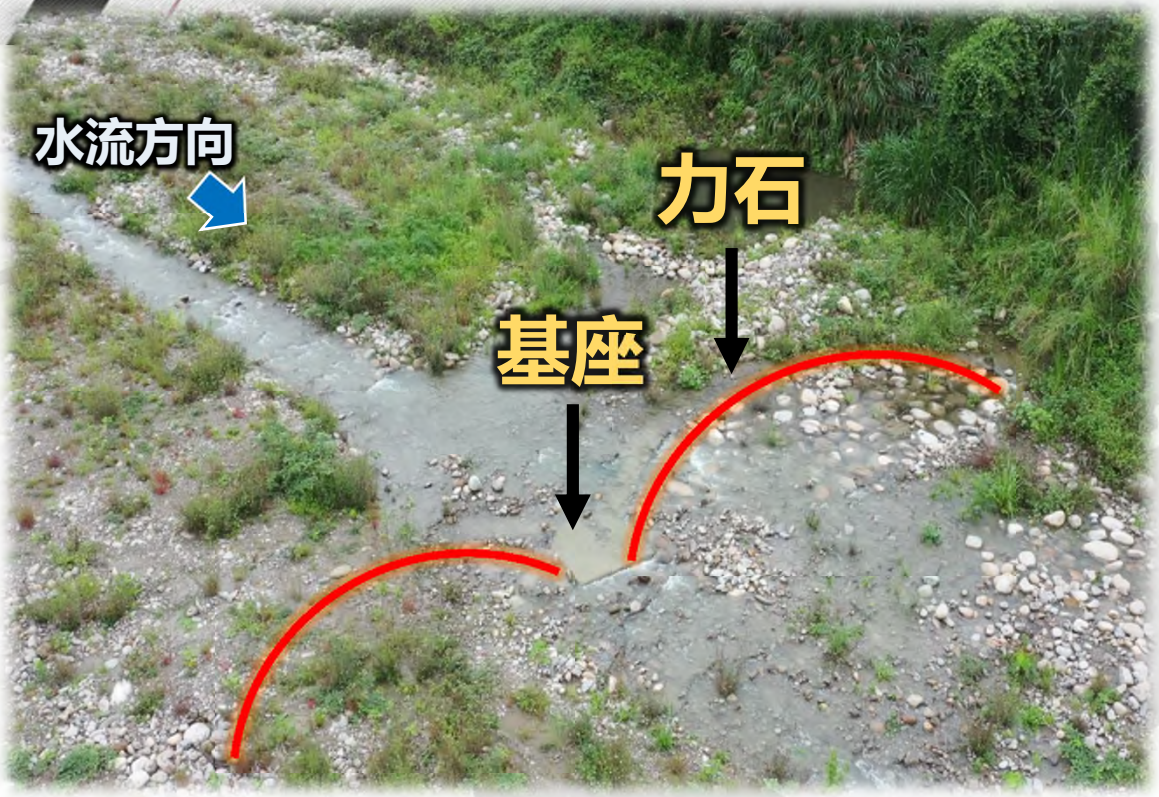


壹、前言
貳、預鑄固床工發想
參、預鑄固床工檢定驗證
肆、預鑄固床工設計原則
伍、案例分享



壹、前言

拱型預鑄固床工之治理理念





野溪近自然之生態治理

師法自然、創造
河溪多元流況

緩減人力及工期
壓力問題

提高減碳效益，
邁向碳中和

拱型預鑄固床工之治理理念

推動野溪整治生態工程理念

1. 柔性工法設計與材料研發，強調工程與自然環境的調和，盡可能保存或恢復溪流的自然環境，以維護生物多樣性，為水土保持工程設施之核心思維。
2. 工法減少環境擾動。

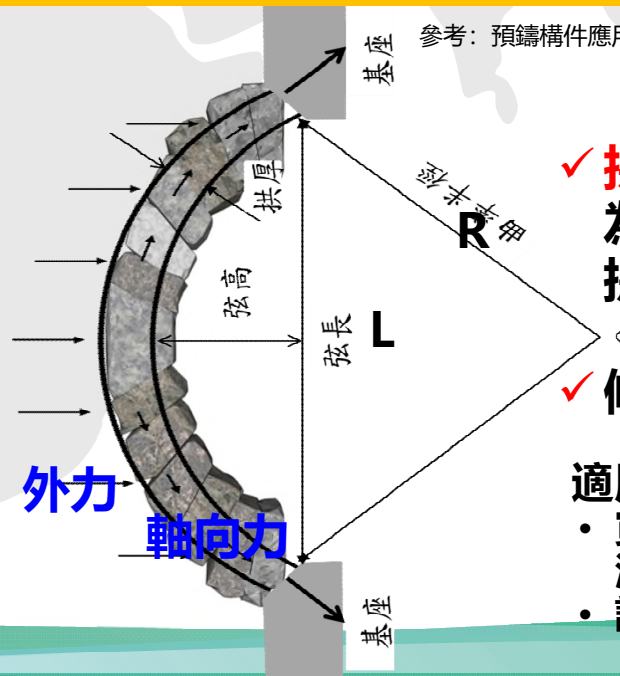
臺灣工程缺工、生態、職安問題

組成拱形構造物來取代傳統固床工施作

- 水理分析、模擬及試驗
- 研提創新預鑄塊體

➢ 預鑄構件組合成拱型固床工，可產生較穩定的結構形式

參考：預鑄構件應用於水土保持工程構造物之研究(水保局，2019)



✓ 拱型將外力轉換為軸向力，為抗壓性佳材料(如混凝土)提供了理想的結構形式。

✓ 條件：$\frac{L}{R} \geq 1.33$

適用條件：

- 寬度：建議單拱寬度15m內，若河道太寬可做雙拱、三拱等組合。
- 設計流速：建議6.0m/s以內。



貳、預鑄固床工發想與功能

一、創新研發預鑄固床工之原型

實地驗證案例

地點:苗栗縣大湖鄉





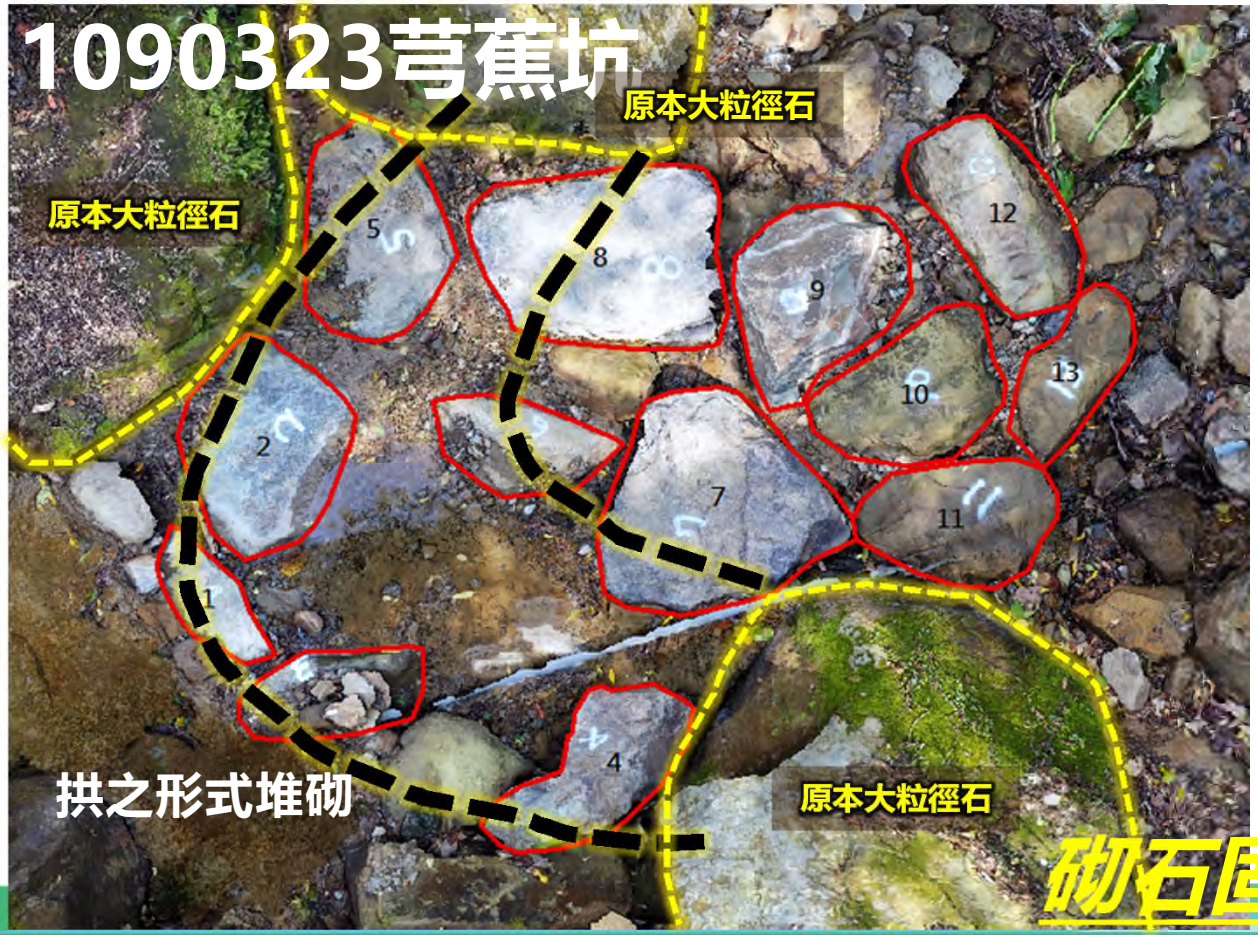


砌石固床施工方式

- 「大湖鄉富興村芎蕉坑野溪整治工程」**實地驗證案例**。
- 固床工間距35m，坡度4%，設計為**向上拱形式**。

大湖鄉富興村芎蕉坑野溪整治工程 0522豪雨後分析

- 啟動粒徑0.95m，長短徑需大於0.9m。
- 以拱之形式堆砌，豪大雨均無變動，顯示該形式於力傳導得到驗證。
- 編號11(1.04*0.67m)及13(0.93*0.45m)石頭移動，短徑均小於0.9m，且無拱形式。





砌石固床工1

一、創新研發預鑄固床工之原型

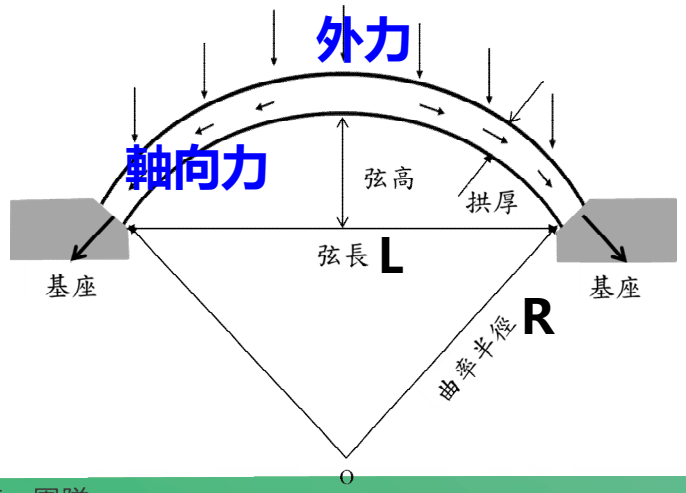
➢ 原創構思原則：

預鑄構件

- **簡單**：預鑄構件**形式**需**簡單流暢**，使**澆置**時**易脫模**。
- **通用**：預鑄構件需**通用**水土保持**常見構造物**，如**固床工**、**護岸**。
- **安全**：預鑄構件**承受**各種**外力**需保持**結構體完整**。
- **經濟**：以較**低成本**完成所需要之工程。
- **生態**：減緩環境衝擊。



➢ 預鑄構件組合成拱型結構，可產生較穩定型式

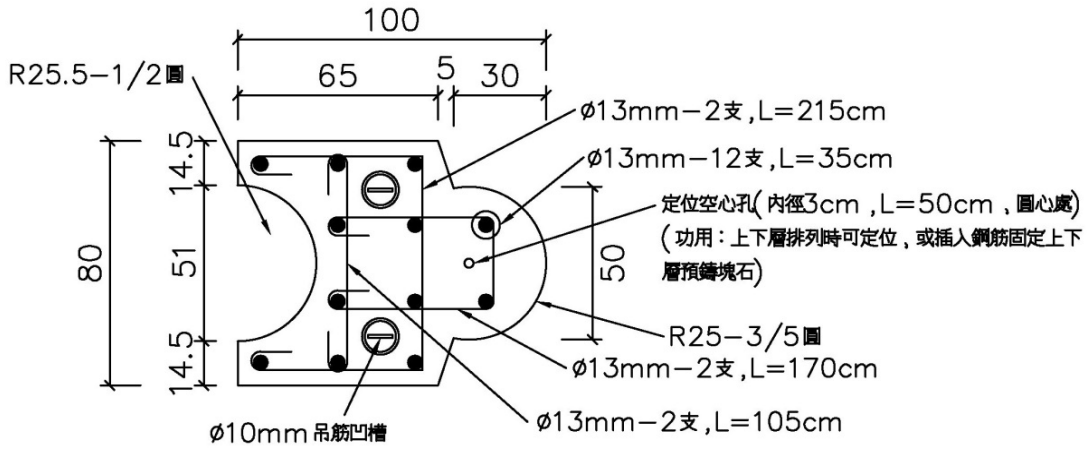


✓**拱型**將**外力**轉換為**軸向力**，為**抗壓性佳材料**(如**混凝土**)提供了理想的**結構形式**。

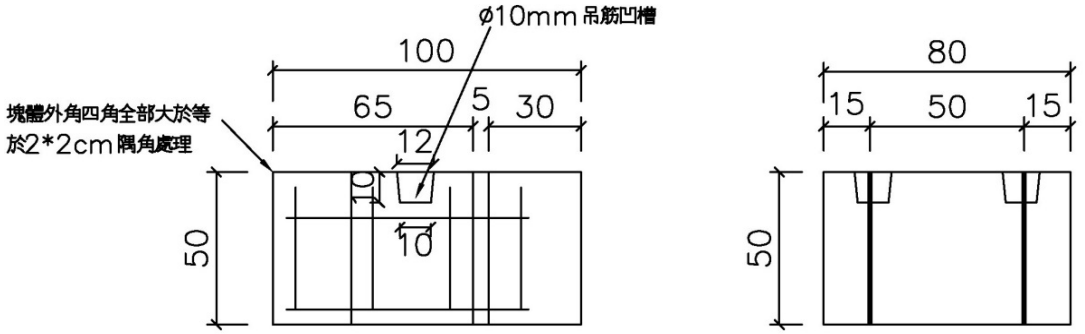


二、預鑄塊石創新研發

➢ **設計A型、 B型預鑄塊石，可組合、堆疊成不同寬度、拱度、高度的固床工。**



俯視圖



正視圖　　側視圖

A型預鑄塊石

外觀:

- ✓ 前端有**凸圓頭(公)**、尾端有**凹圓頭(母)**
- ✓ 預鑄塊石前、後互相接觸，可轉動成**各式拱度**的結構。
- ✓ **B型**為**收邊塊**，無凸圓頭(公)，但尾端有凹圓頭(母)。

尺寸:

- ✓ 長度=100cm，寬度=80cm，高度=50cm。
- ✓ 一塊重量0.688噸。

混凝土:

- ✓ 抗壓強度應達280kgf/cm²以上。
- ✓ 採用**鐵模**組立。

鋼筋:

- ✓ 竹節鋼筋(D13)，鋼筋降伏強度2800kgf/cm²。
- ✓ 公、母頭兩側加設鋼筋**避免剪力破壞**。
- ✓ A型含**4種鋼筋料**綁紮、B型含**3種鋼筋料**綁紮。

定位空心孔:

- ✓ 上下層堆疊時，可用於**定位**。
- ✓ 上下層堆疊後，可視設計需求**插入鋼筋**，**固定上下層**。

二、預鑄塊石創新研發

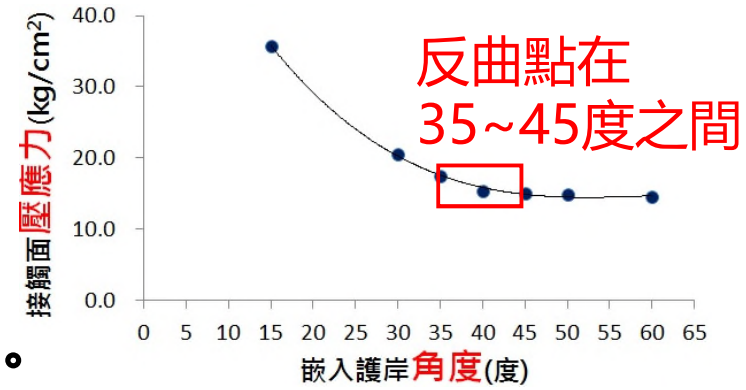
嵌入護岸角度分析

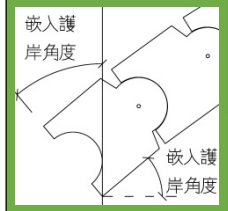
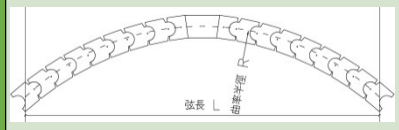
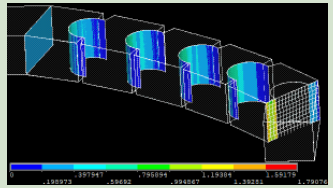
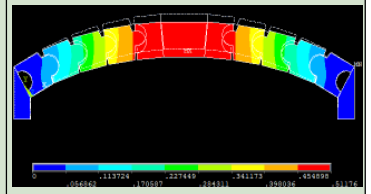
分析模式：

- ✓ ANSYS結構模式

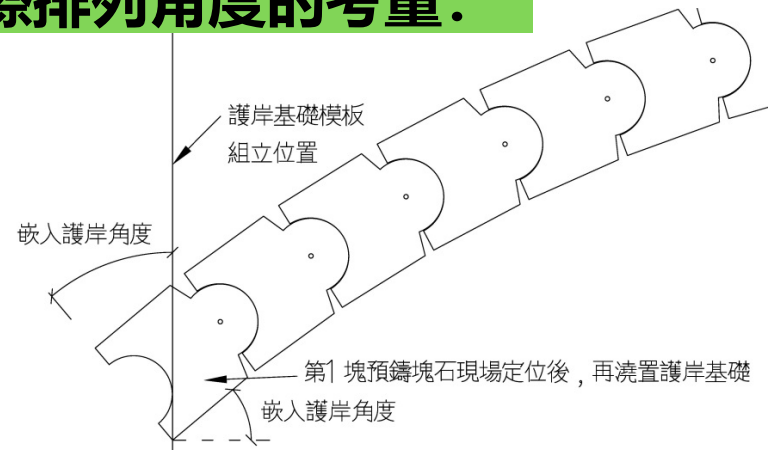
分析情境：

- ✓ 背填土受土壓力、水壓力、地震力等。



嵌入護岸角度(度)	拱型結構外觀			接觸面最大壓應力 (kgf/cm²)	最大位移量 (mm)
					
	曲率半徑 R(cm)	弦長L (cm)	L/R		
15	1297	800	0.6	35.8	1.05
30	724	800	1.1	20.6	0.42
35	616	800	1.3	17.5	0.36
40	568	800	1.4	15.3	0.27
45	510	800	1.6	15.0	0.22
50	460	800	1.7	14.8	0.19
60	437	800	1.8	14.6	0.15

實際排列角度的考量：



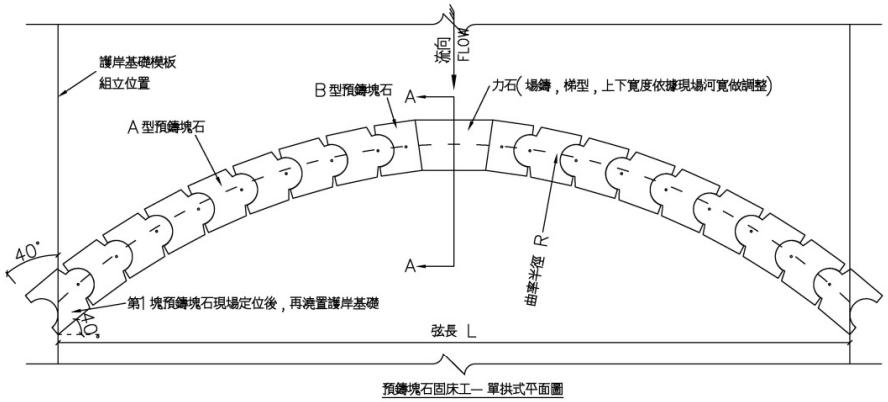
- ✓ 嵌入角度至少38度，母頭圓心才會在護岸基礎模板組立線內。(提供足夠混凝土斷面)
- ✓ 嵌入角度超過41度，無法銜接第2塊預鑄塊石。

預鑄塊石嵌入護岸角度之建議

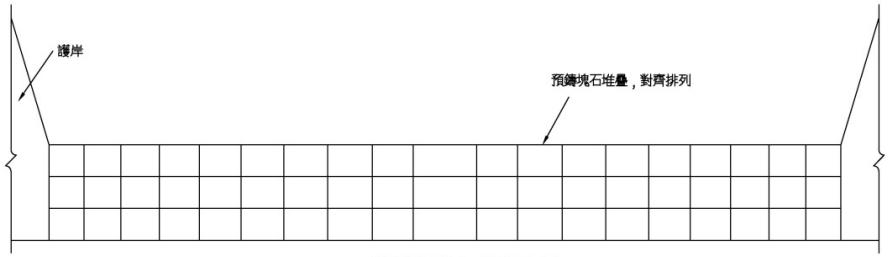
同時考量ANSYS模擬結果與實際排列角度，建議嵌入護岸角度為40度

二、預鑄塊石創新研發

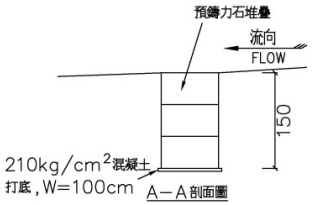
➢ **單拱式：由A型、B型預鑄塊石、力石等排列**



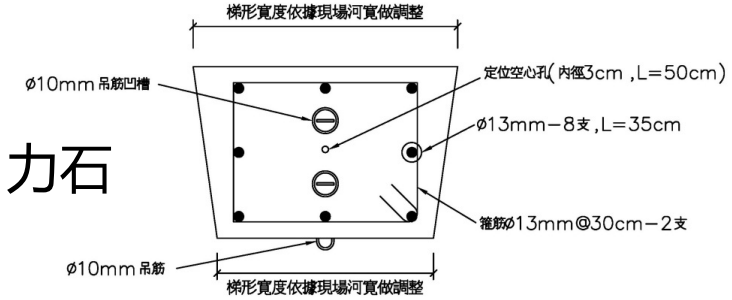
預鑄塊石固床工－單拱式平面圖



預鑄塊石固床工－單拱式正面圖



A－A剖面圖



俯視圖

弦長L與曲率半徑R之關係：

$L/R \geqq 1.4$　(使拱型結構具有一定的拱度以**有效傳遞應力**)

堆疊高度：

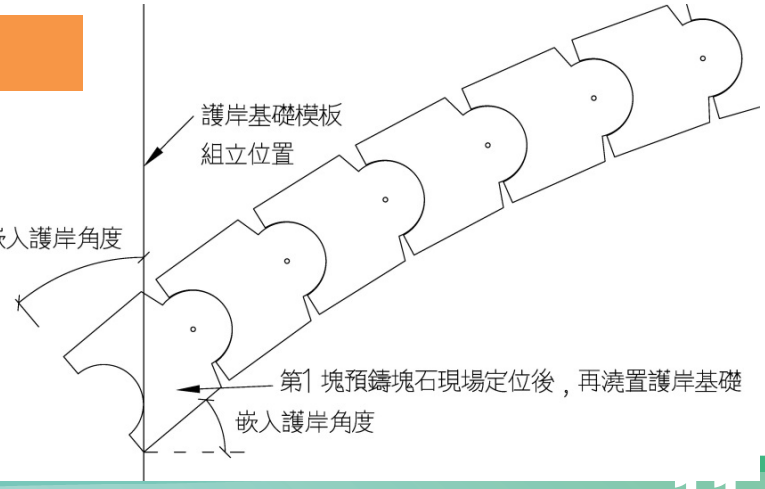
- ✓ 預鑄塊石高度50公分，上下層堆疊、**對齊排列**。
- ✓ 常見之固床工高度150公分，則堆疊3層。

力石：

- ✓ 位於拱型結構**頂點**。
- ✓ 外觀為**梯型**，**上下邊寬**依據現場河寬**彈性調整**(場鑄構件)。
- ✓ 梯型兩**斜邊**與預鑄塊石**緊密接觸**，以有效傳遞應力。

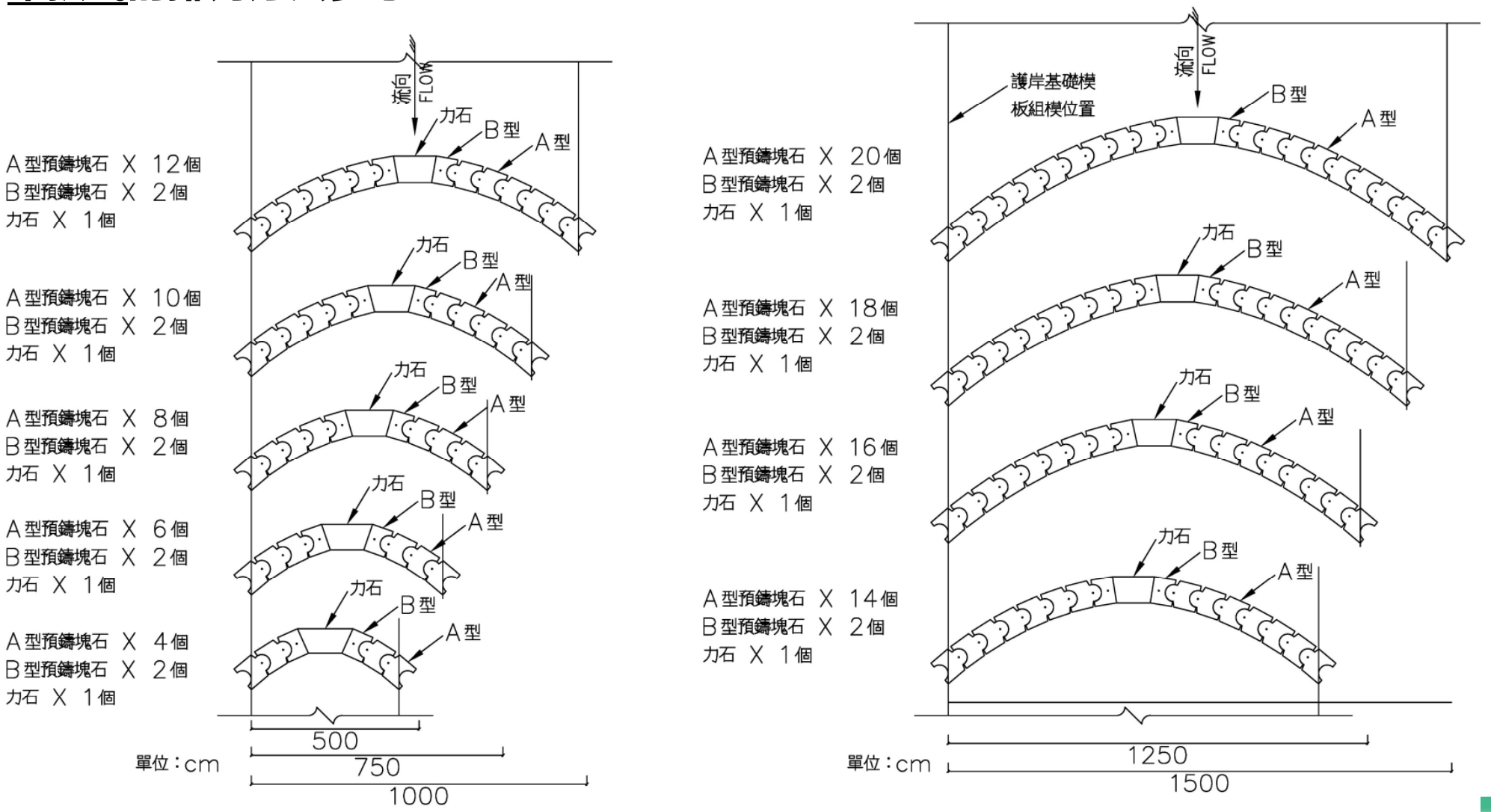
護岸位置的施工方式：

- ✓ 兩岸第1塊與護岸基礎模板組立線夾**40度**
- ✓ 定位後，再澆置護岸基礎。(即左右岸第1塊為護岸基礎的一部分)



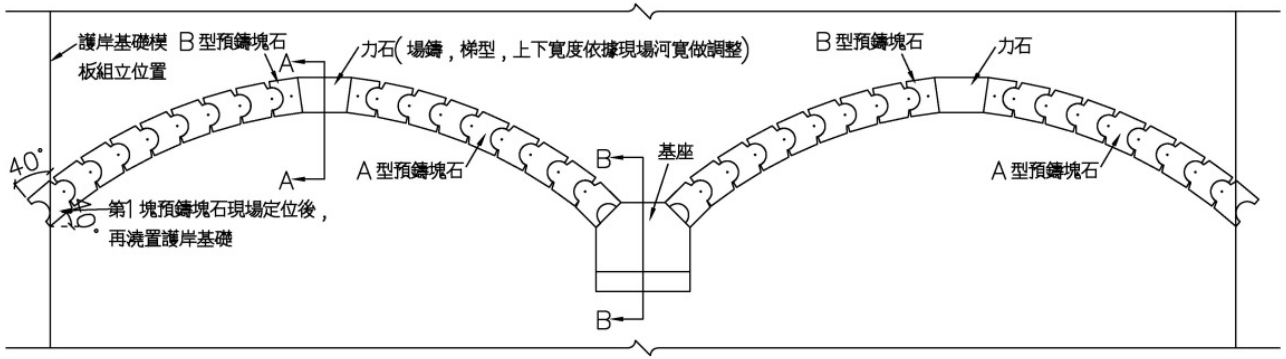
二、預鑄塊石創新研發

➢ 單拱式的排列方法參考：

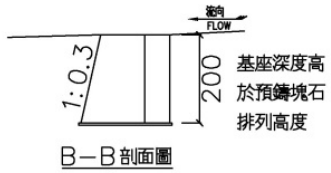


二、預鑄塊石創新研發

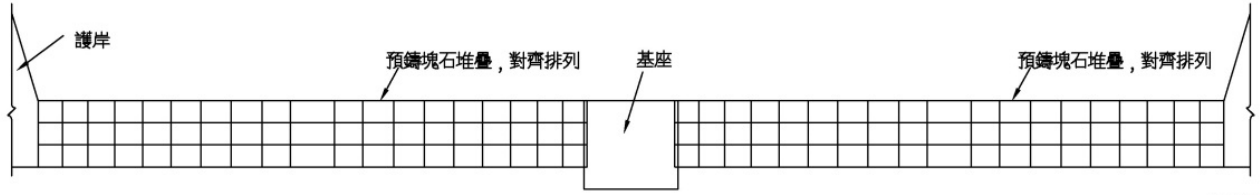
- **雙拱式、多拱式**：由A型、B型預鑄塊石、力石、基座等排列
  - ✓ 對於河寬較寬的野溪，可採用雙拱式、多拱式。
  - ✓ 弦長L與曲率半徑R之關係、堆疊高度、力石、護岸位置的施工方式等，同前項單拱式



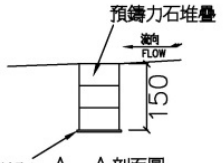
預鑄塊石固床工— 雙拱式平面圖



B—B剖面圖



預鑄塊石固床工— 雙拱式正面圖



210kg/cm²混凝土 A—A剖面圖
打底，W=100cm

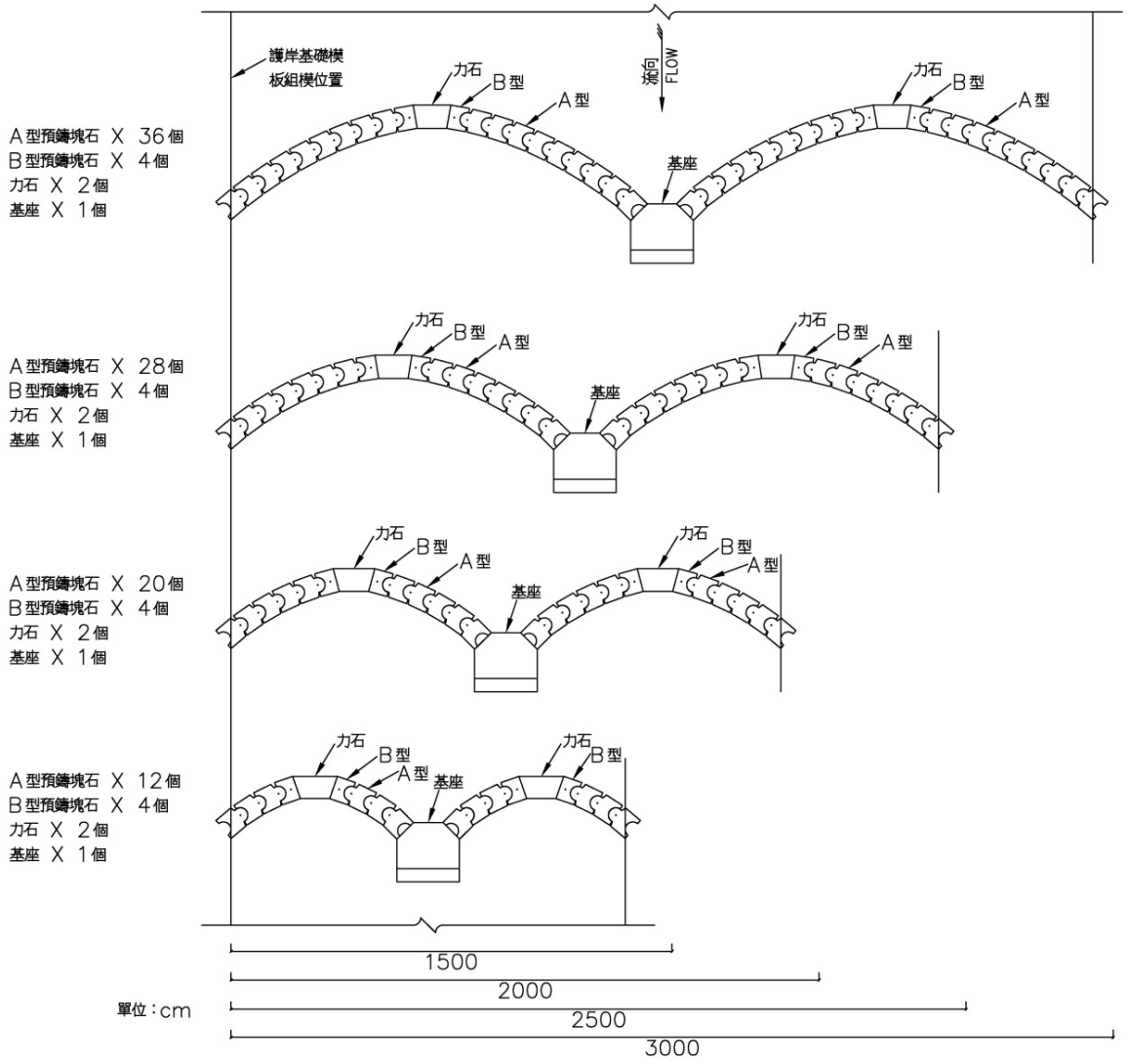
基座：

- ✓ 為河中承接雙邊拱的構造物。
- ✓ 材料為鋼筋混凝土，為場鑄構造物。
- ✓ 基座與預鑄塊石緊密接觸，以有效傳遞應力。
- ✓ 基座的深度可加深，以穩定結構。

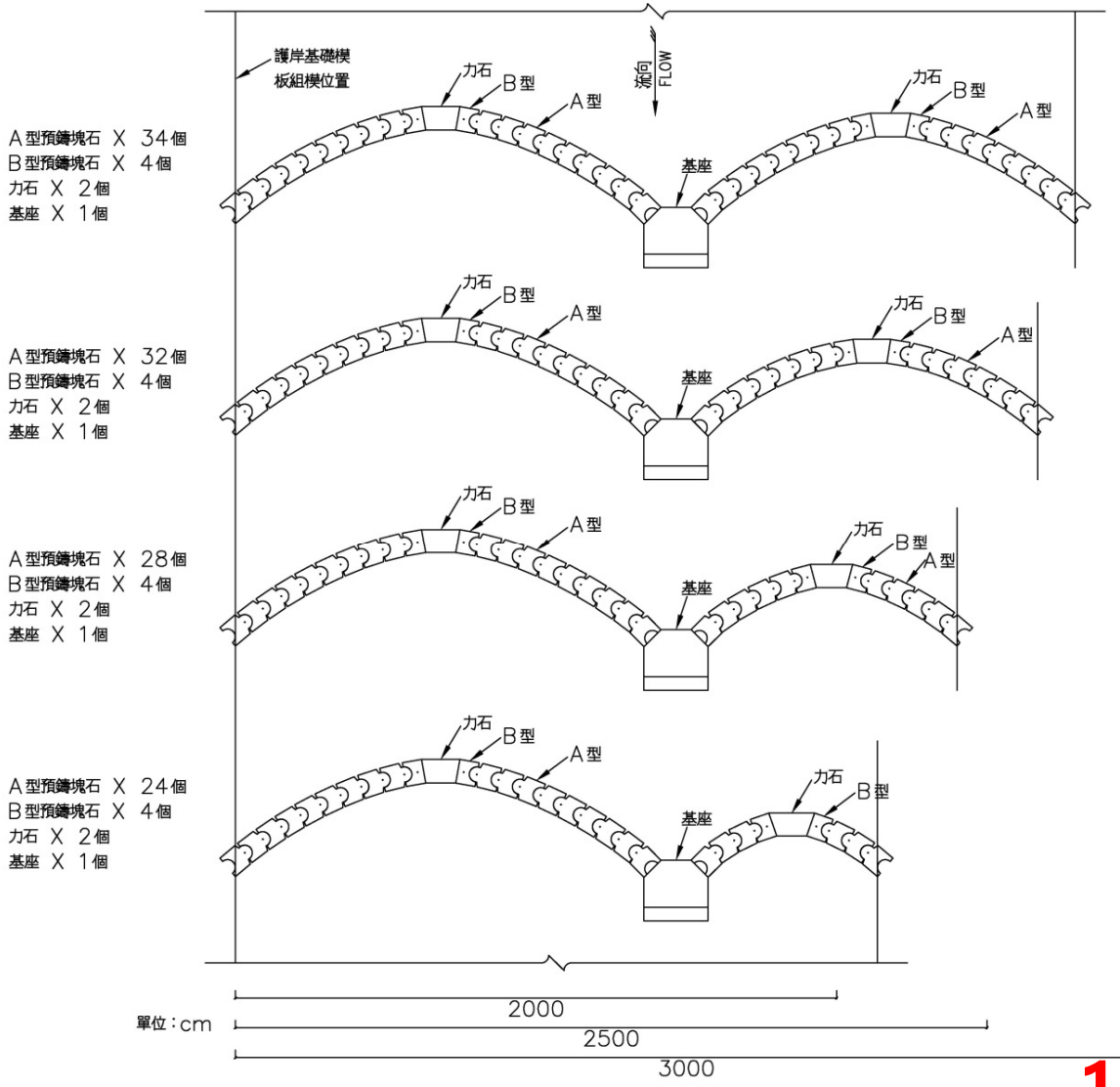
二、預鑄塊石創新研發

➢ 雙拱式的排列方法參考：

雙邊同拱式排列：(兩邊同大小)



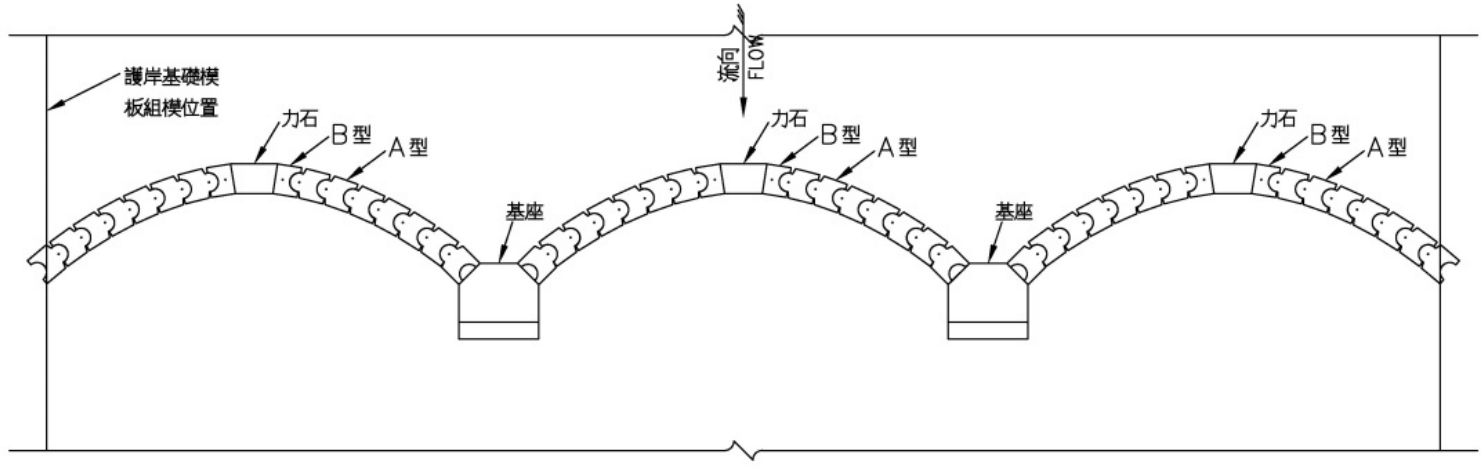
雙邊異拱式排列：(兩邊不同大小)



二、預鑄塊石創新研發

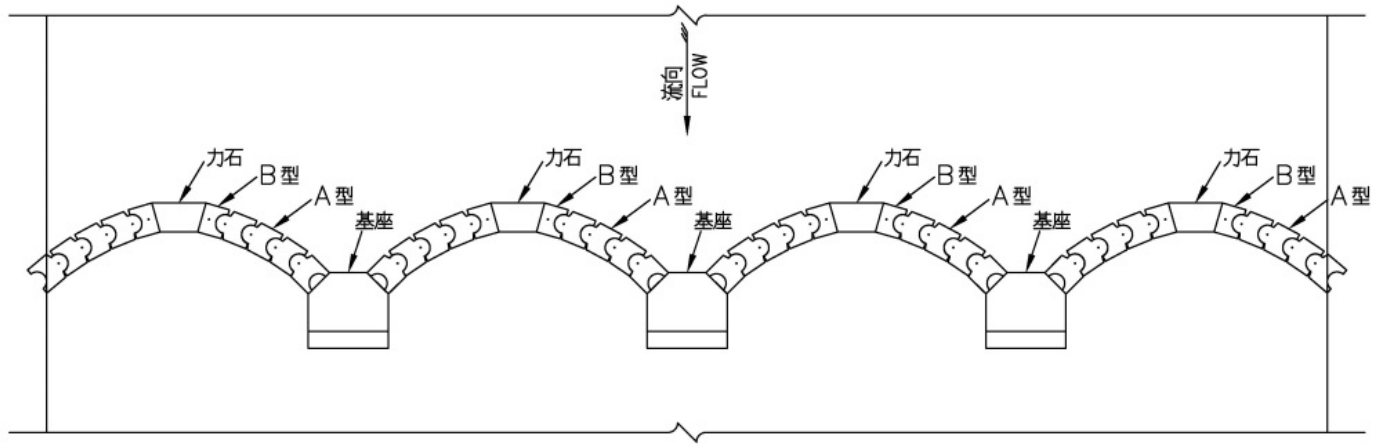
多拱式的排列方法參考：

A型預鑄塊石 X 42個
B型預鑄塊石 X 6個
力石 X 3個
基座 X 2個



預鑄塊石固床工－3拱式平面圖

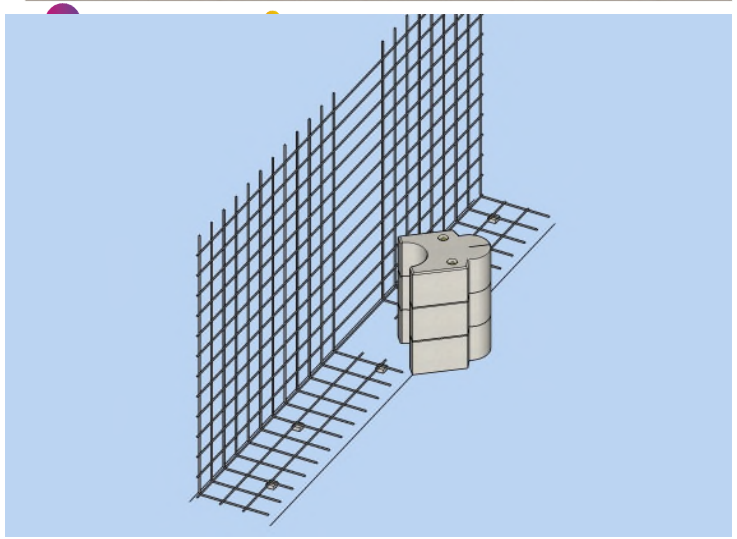
A型預鑄塊石 X 32個
B型預鑄塊石 X 8個
力石 X 4個
基座 X 3個



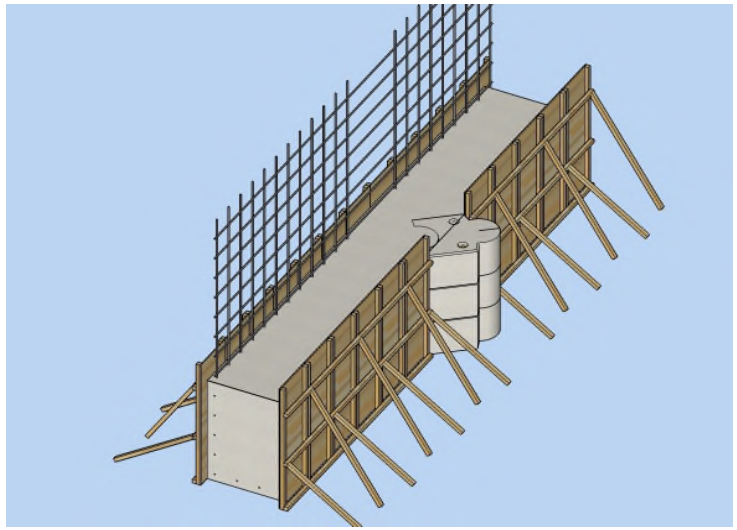
預鑄塊石固床工－4拱式平面圖

二、預鑄塊石創新研發

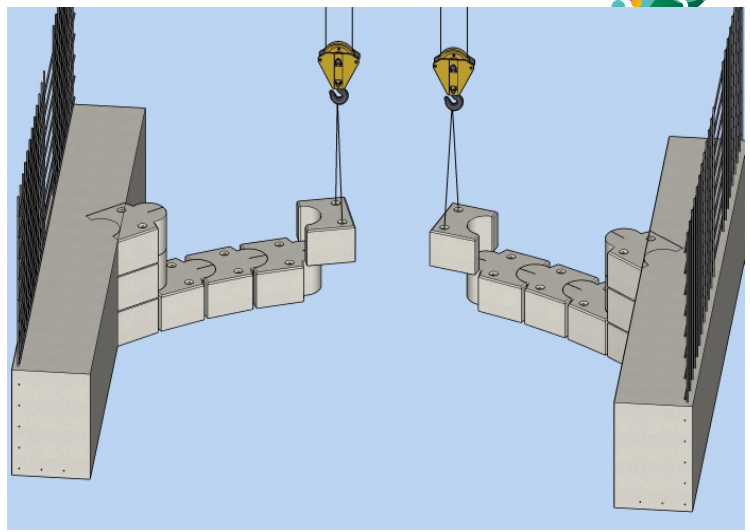
影片播放



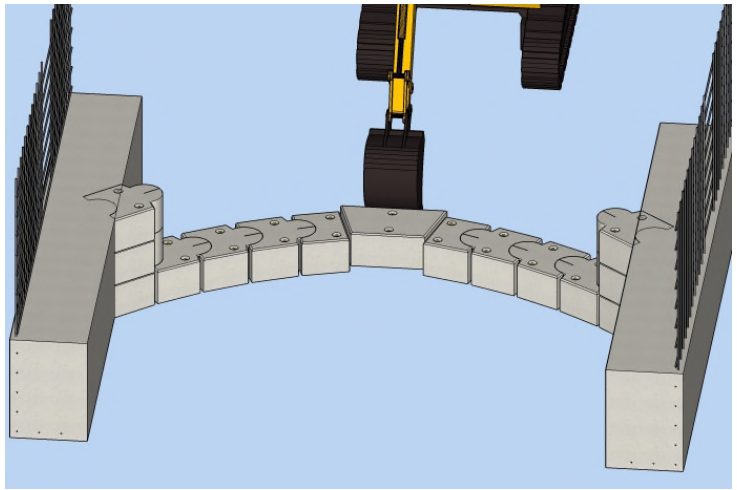
預鑄塊定位



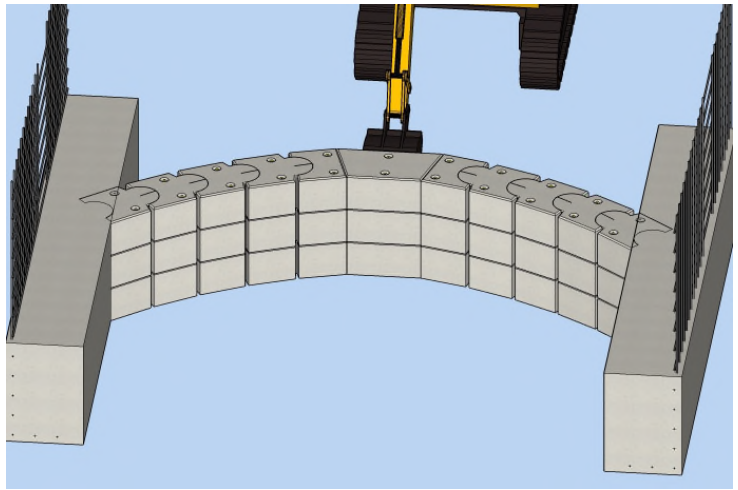
護岸基礎混凝土澆置



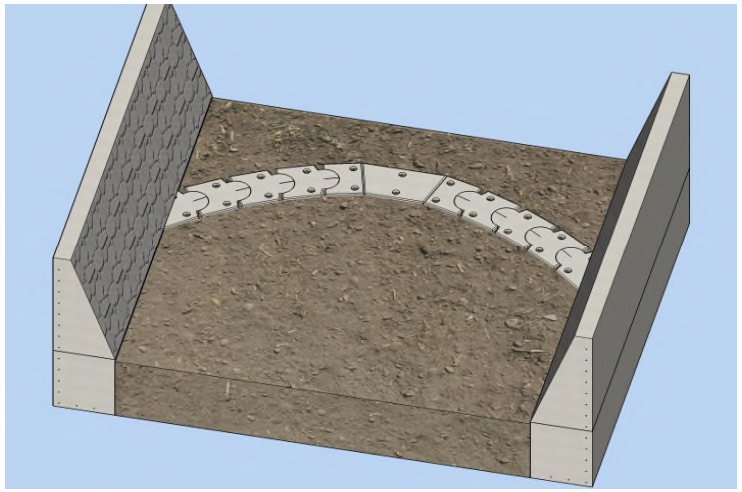
第1層預鑄塊吊放與定位



以挖土機之挖斗將力石推入固定



第2、3層預鑄塊吊放與定位



回填既有河床土石

南勢溪上南勢坑段野溪整治三期工程



第一步:護岸與預鑄塊定位



第二步:預鑄塊吊掛擺設



第三步:第二階預鑄塊吊掛擺設

吊掛過程



三、預鑄固床工功能

預鑄固床工功能

組裝快速

■ 預鑄塊體宛如樂高(LEGO) 積木，在不同區塊發揮不同的創造力，組合不同型態，如可調式防砂設施、拱型可調式預鑄防砂壩、野溪緊急搶修構建。

河床流況、調節土砂機制

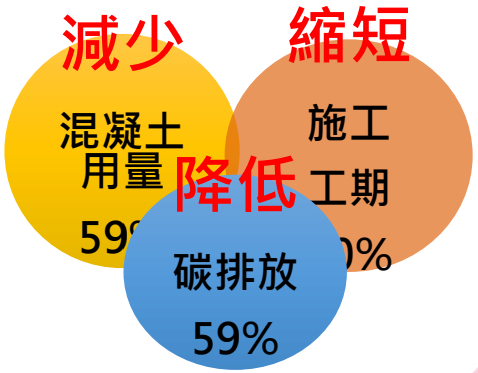
- 流況變化較**較緩，有利於河床調砂整流。**
- 拱型預鑄固床工，在汛期時(或沖刷)可調整固床工**單層高度約為1~3塊高度。**

降低施工期程、水質汙染

水土保持工程於施工過程中常**面臨環境擾動問題**，預鑄工法**減低現場施工期的優勢**，對生態面起到正面加分之作用。

減少混凝土用量

與傳統固床工比較，減少運輸、混凝土用量**減碳(59%)**、生態(避免水域灌漿汙染)，降風險**(縮短工期(30%)及臨水施工風險**，以降低勞職災發生之機率)。

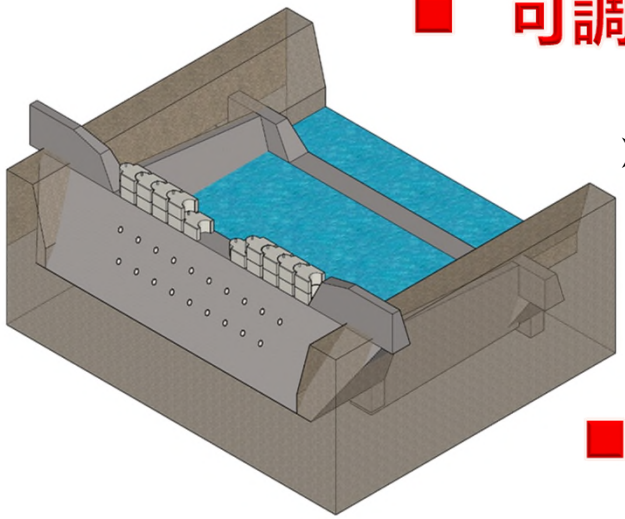




三、預鑄固床工功能



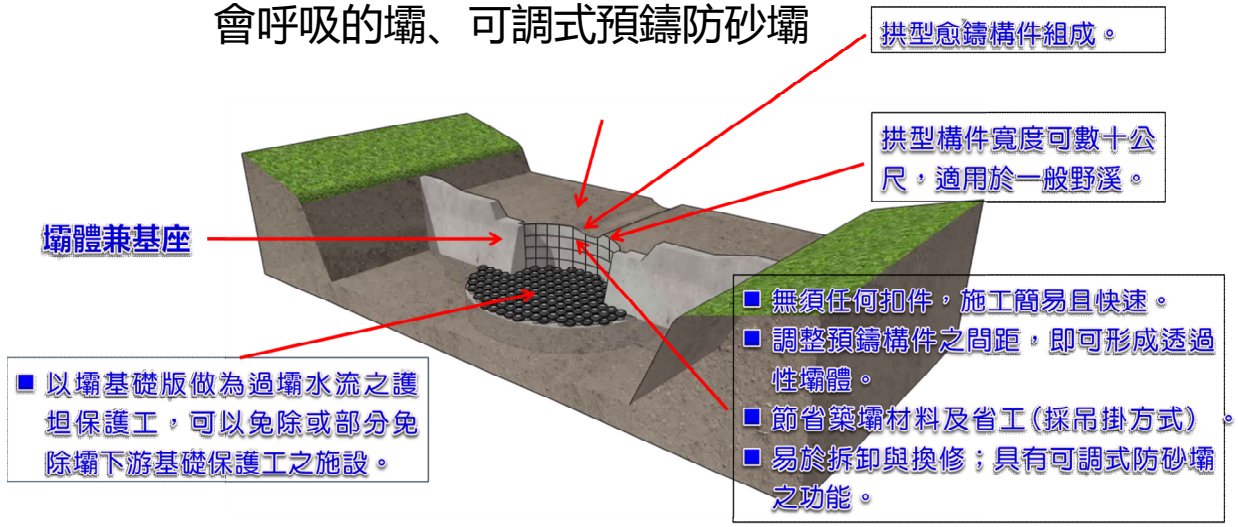
■ 可調式防砂設施



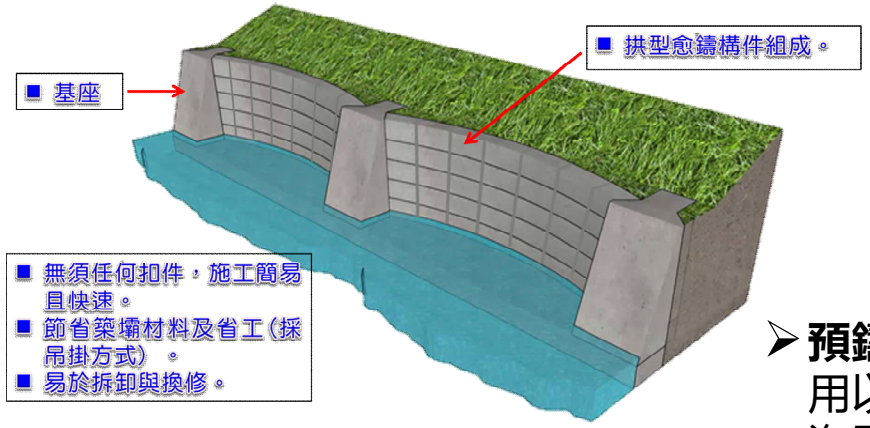
➢ 將**預鑄塊體**新增**定位鋼軌樁定位孔**組合；**可視情況降壩**，恢復野溪土砂平衡或生態環境穩定，使治理能夠更加富有彈性，因地制宜、因時制宜。

■ 拱型可調式預鑄防砂壩

➢ 溢洪口可視**土砂狀況或損壞情形進行調整**、拆卸：會呼吸的壩、可調式預鑄防砂壩



■ 野溪緊急搶修構件



➢ **預鑄塊體**配合鋼軌樁定位組合，用以**保護野溪災後**兩岸因洪水淘刷崩塌之**緊急保護措施**。

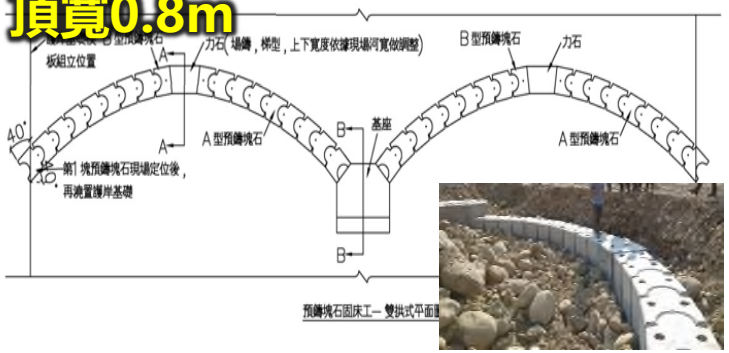
三、預鑄固床工功能

比較傳統固床工與預鑄固床工碳排放量(單一座)

碳排計算方式、排碳係數，參考「水土保持工程碳排放估算方法之建立與工程碳管理作業試辦」



傳統固床工	數量	碳係數	排碳分析	
混凝土(材料)	64.125	347	22,251	kgco2e/kg
鋼筋(材料)	738.354	0.835	617	kgco2e/kg
加總			22,868	kgco2e/kg



預鑄雙拱固床工	數量	碳係數	排碳分析	
混凝土(材料)	24.81	347	8609	kgco2e/kg
鋼筋(材料)	932.34	0.835	779	kgco2e/kg
加總			9,388	kgco2e/kg

減碳率59%

➢109年專利申請：



中華民國專利證書

新型第　M609755　號

新型名稱：預鑄塊石、塊石模組及固床結構

專利權人：行政院農業委員會水土保持局

新型創作人：簡以達、陳鍵鑫

專利權期間：自2021年4月1日至2030年9月28日止

上開新型業依專利法規定通過形式審查取得專利權
行使專利權如未提示新型專利技術報告不得進行警告

經濟部智慧財產局 局長　洪淑敏

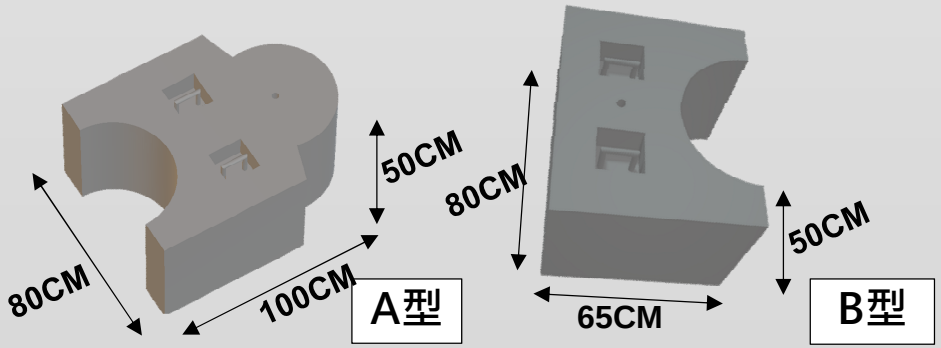
中華民國　110　年　4　月　1　日

注意：專利權人未依法繳納年費者，其專利權自原繳費期限屆滿後消滅。

- 專利號數：M609755
- 專利權期間：2021年4月1日至2030年9月28日
- 專利名稱：預鑄塊石、塊石模組及固床結構
- 申請人：行政院農業委員會水土保持局
- 發明人：簡以達、陳鍵鑫

於110/4/1通過專利申請

設計兩種預鑄模塊，為一凸一凹圓弧預鑄塊石(A型)，另則一平一凹預鑄塊石(B型)，建議嵌入護岸角度40度，弦長L與曲率半徑R的比值建議L/R至少1.4以上，檢算掃流力學、滑動及傾倒分析，均高於安全設計值。



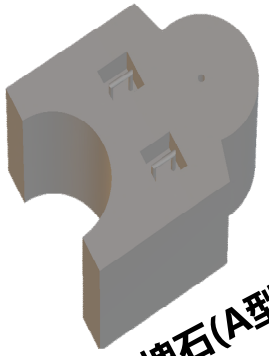
適用條件：

- 寬度：建議單拱寬度15m內，若河道太寬可做雙拱、三拱等組合。
- 設計流速：建議6.0m/s以內。



參、野溪預鑄固床工檢定驗證

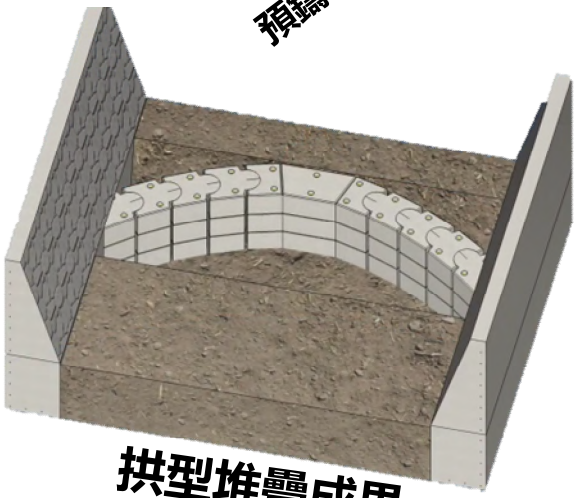
檢定及驗證



預鑄塊石(A型)



預鑄塊石(B型)



拱型堆疊成果

一、應力應變行為、穩定檢算

- 模式力學分析

二、渠槽試驗及數值分析

- 室內分析沖刷機制

三、預鑄工法監測與驗證-確認可行性

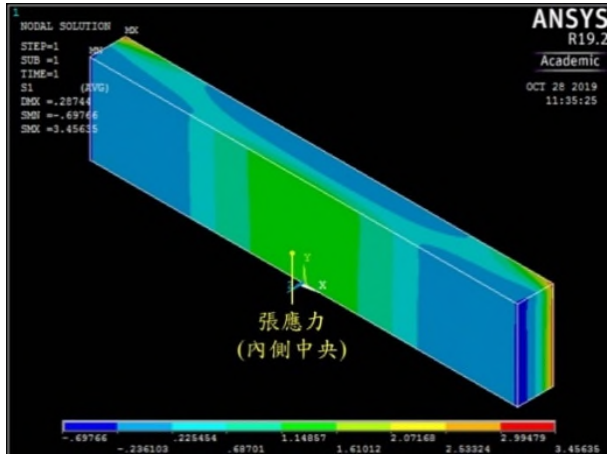
- 現地實作驗證

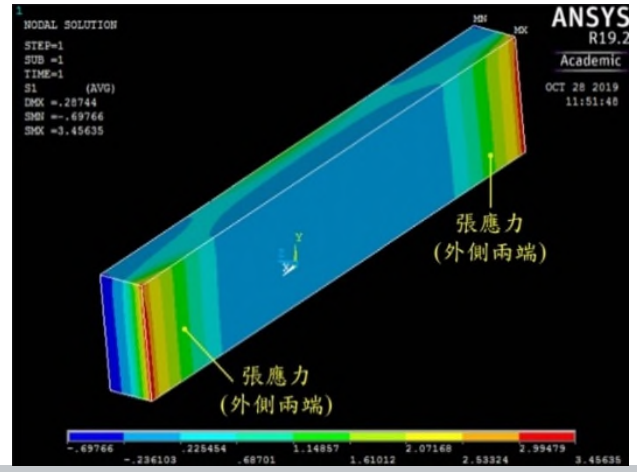
一、應力應變行為、穩定檢算

1.應力應變行為之比較分析

比較傳統固床工與預鑄固床工(應力應變行為)

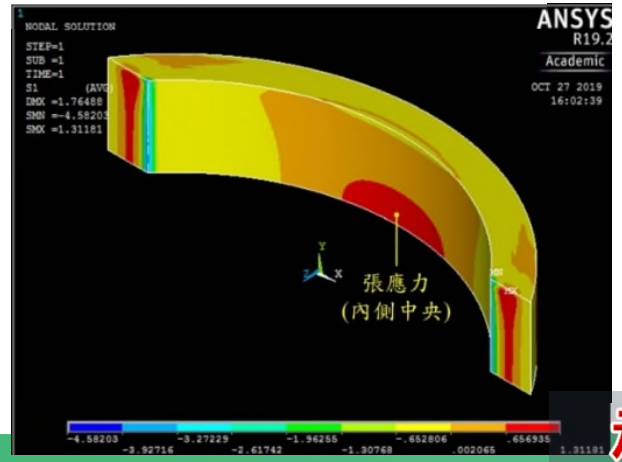
簡支梁結構(傳統固床工)

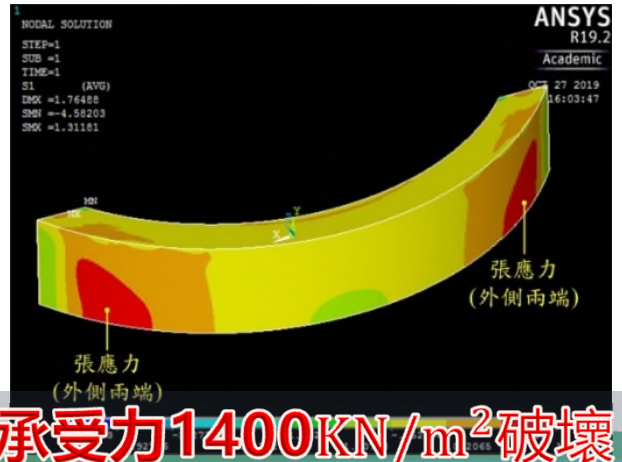




承受力40KN/m²破壞

拱型構件(預鑄固床工)





承受力1400KN/m²破壞

拱型構件與簡支梁在相同之幾何尺寸下：

- **拱型構件**(厚度20cm)可以承受1,400KN/m²之均勻荷載。
- **傳統固床工**-厚度達140 cm時，臨界值為1,500KN/m²。
- 傳統固床工厚度必須略大於130 cm，才能承受與20 cm厚度拱型構件相同之均勻荷載。

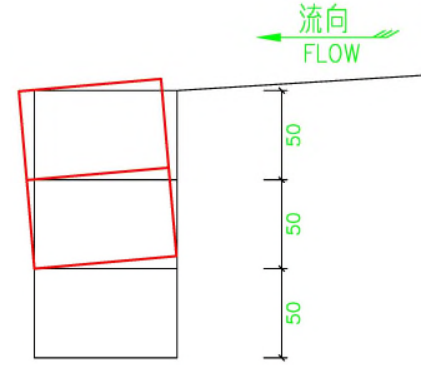
一、應力應變行為、穩定檢算

2.穩定檢算(單拱)

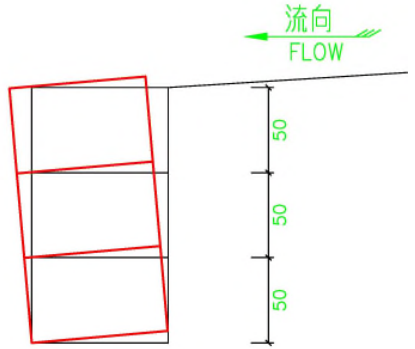
計算情境：1.固床工下游已沖刷75cm，分析各層可能的滑動或傾倒情形。
2.所有預鑄塊石互相接觸不脫離的完整狀態。

考量應力：背填土主動土壓力、水壓力、地震力、預鑄塊重量、浮力、圓頭部摩擦力。

檢算項目	分析內容	分析結果	
抗水流作用檢算	預鑄塊石是否受水流掃流力造成移動	OK	
第3層預鑄塊石-滑動、傾倒分析	第3層預鑄塊石是否造成滑動或傾倒	常時	抗滑動FS=4.95 OK 抗傾倒FS=4.43 OK
		地震	抗滑動FS=4.91 OK 抗傾倒FS=4.40 OK
第2~3層預鑄塊石-滑動、傾倒分析	第2~3層預鑄塊石是否造成滑動或傾倒	常時	抗滑動FS=4.5 OK 抗傾倒FS=4.4 OK
		地震	抗滑動FS=4.5 OK 抗傾倒FS=4.4 OK
第1~3層預鑄塊石-滑動、傾倒分析	第1~3層預鑄塊石是否造成滑動或傾倒	常時	抗滑動FS=2.8 OK 抗傾倒FS= 2.9 OK
		地震	抗滑動FS=2.8 OK 抗傾倒FS=2.8 OK



第2~3層預鑄塊石-傾倒分析



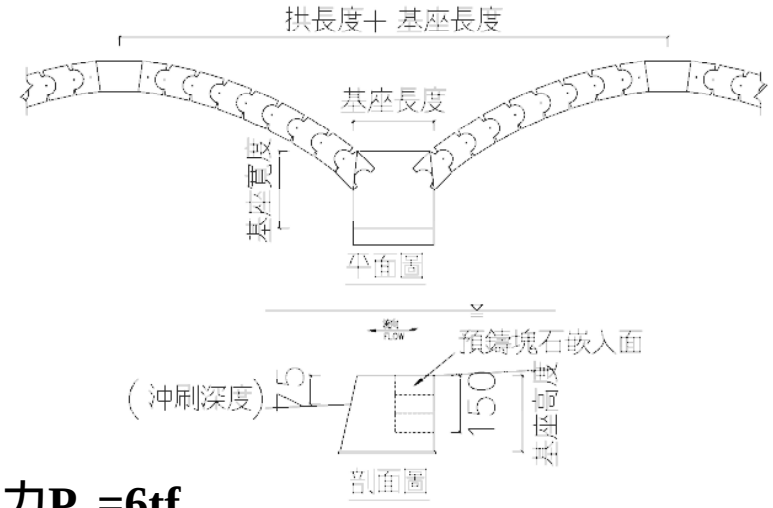
第1~3層預鑄塊石-傾倒分析

一、應力應變行為、穩定檢算

2.穩定檢算(雙拱時基座)

➢ 雙拱式的基座需穩定，才能支撐預鑄塊石：

以拱長度+基座長度=10M
基座(高=2M、長=2.3M、寬=2.6M)穩定分析：



- ✓ 主動土壓力P_A=6tf
- ✓ 基座重量W=28.7tf
- ✓ 基座浮力B=11.96tf
- ✓ 水流剪應力τ=0.84tf
- ✓ 地震力$\triangle P_{AE}$=2.32tf

抗滑動 FS=1.2 OK

抗傾倒 FS=2.0 OK

➢ 計算不同拱長度+基座長度，所需的基座重量與尺寸：

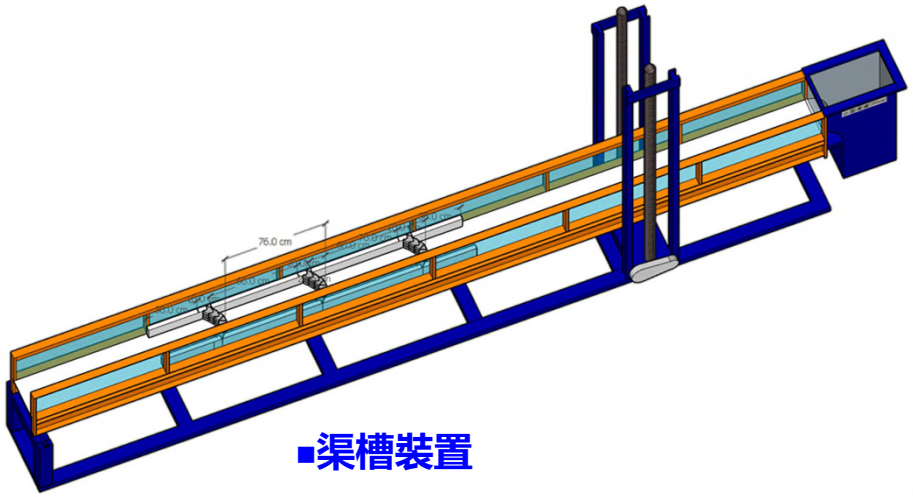
拱長度+基座長度(M)	所需基座尺寸			
	重量(噸)	高(M)	長(M)	寬(M)
7	19.9	2	1.8	2.3
8	23.0	2	2.0	2.4
9	25.2	2	2.1	2.5
10	28.7	2	2.3	2.6
11	31.1	2	2.4	2.7
12	33.6	2	2.5	2.8
13	36.2	2	2.6	2.9
14	40.3	2	2.8	3.0
15	41.7	2	2.8	3.1

二、預鑄構件渠槽試驗及數值分析

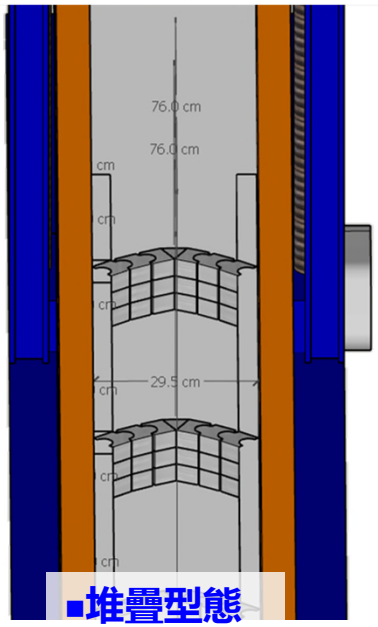
■ 以單拱式進行渠槽試驗測出流速及底床沖淤變化，並比較預鑄工法與傳統工法之優缺點及相關力學分析。

試驗水槽與設備

- ✓ 逢甲大學水土環境實驗室渠槽裝置進行試驗。
- ✓ 渠槽寬度30cm、長度500cm可變坡度渠槽。



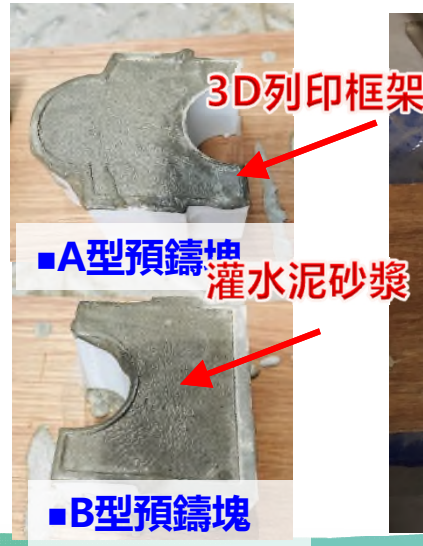
■渠槽裝置



■堆疊型態

預鑄固床工的模型製作

- ✓ 試驗用的預鑄塊石、力石，依據實際尺寸進行等比例縮小(比例1/15)，以水泥砂漿灌製而成。
- ✓ 先於渠槽鋪設10公分厚的泥砂，再將預鑄塊石、力石等，排列為預鑄固床工。





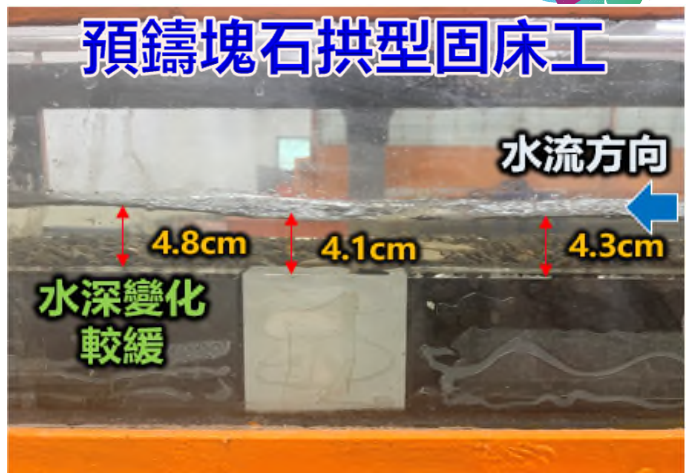
■單拱堆疊型態

二、預鑄構件渠槽試驗及數值分析

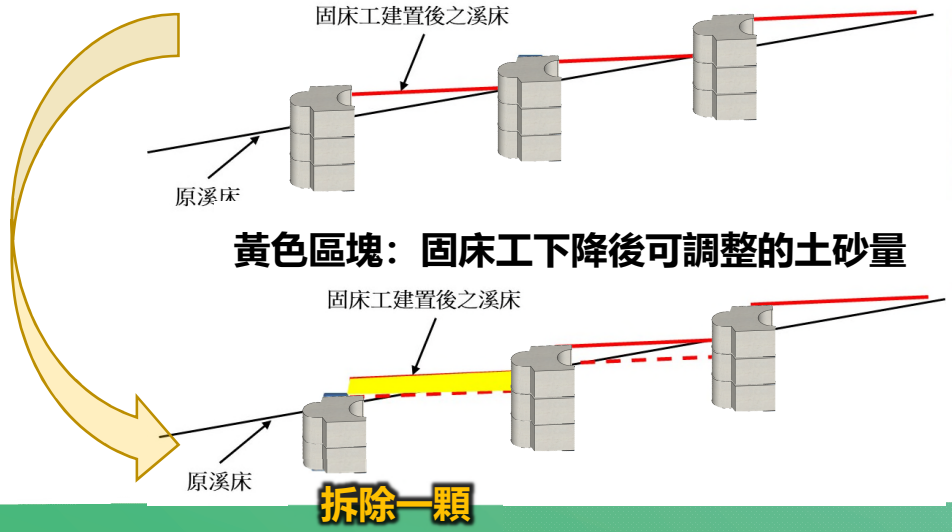
渠槽實驗成果(水深)：

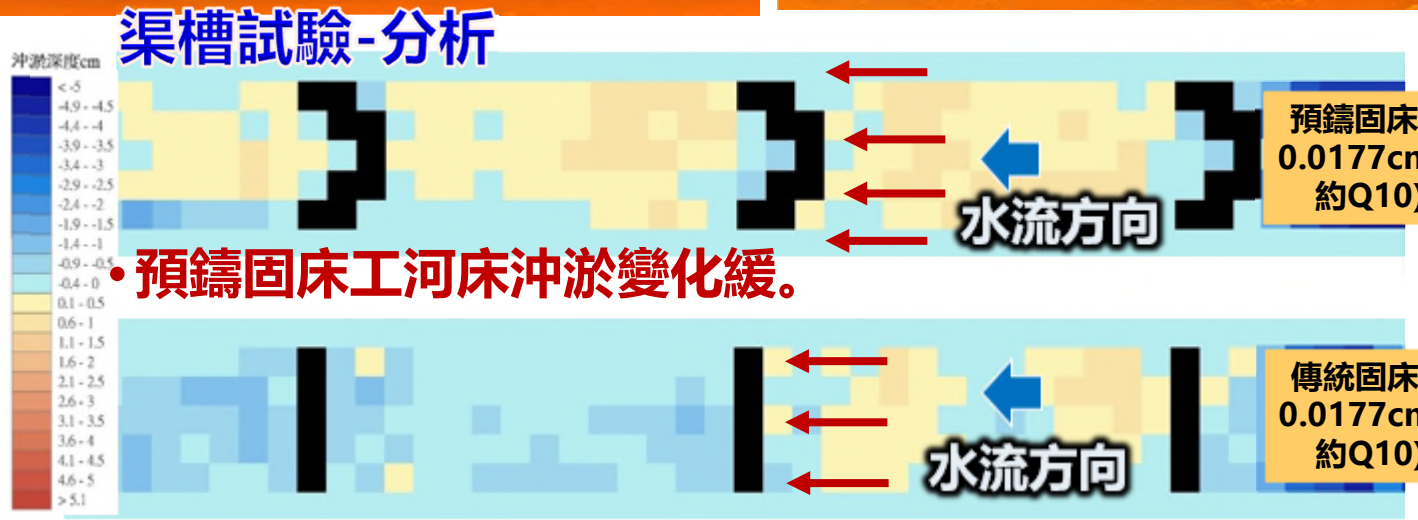
- 傳統固床工-水深變化較稍微大。
- 預鑄固床工-水深變化較較緩。
- 因拱形預鑄固床工增加橫斷面通水面積，使水流能量平均減緩，促使河道穩定。





調節土砂機制





- 預鑄固床工河床沖淤變化緩。
- 傳統固床工土砂易淤於上游。

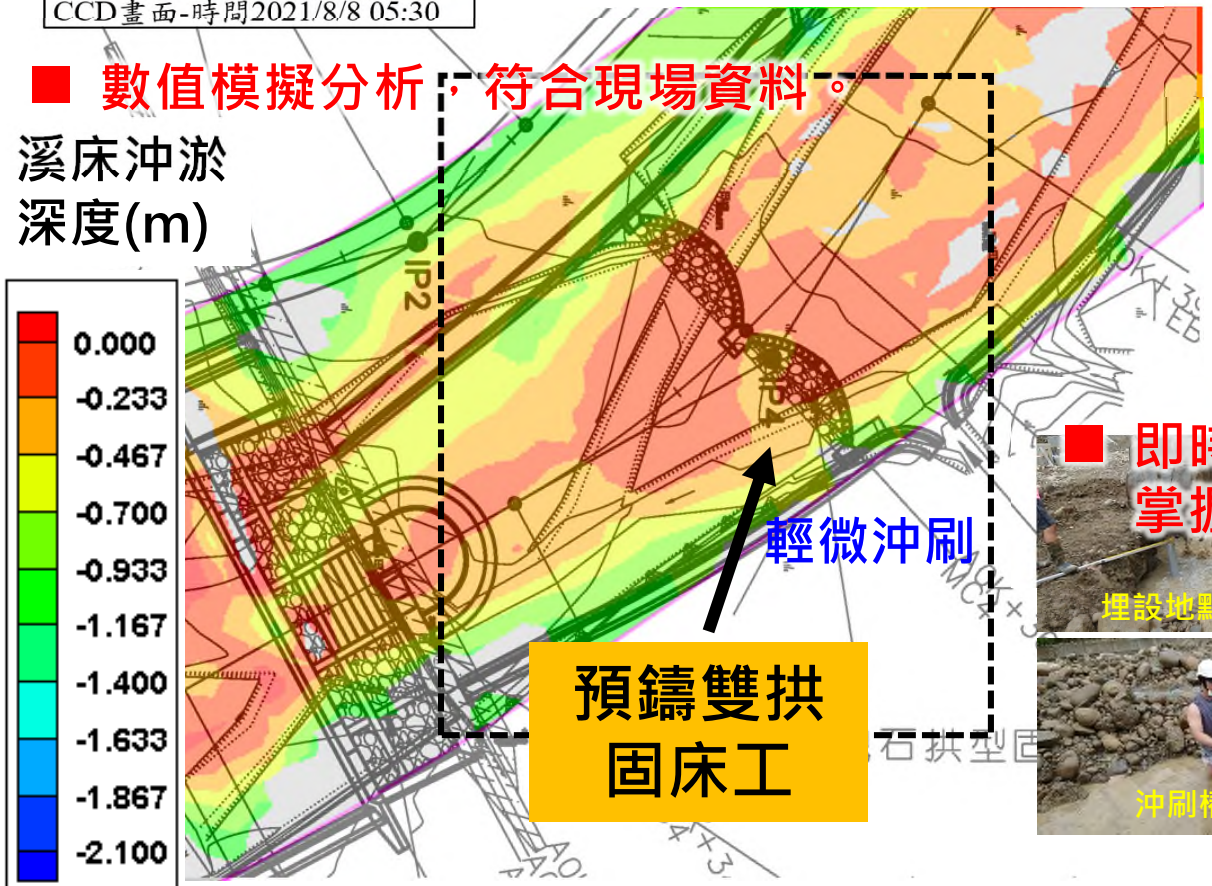
■ 分析驗證成果相同流量條件下，預鑄固床工無變位，確認可行性。

三、預鑄工法監測與驗證-確認可行性



- ✓ 數模及實測值誤差不大，顯示原始設計亦可行。
- ✓ 經歷110/7-8月豪雨(約5年重現期，日雨量300mm)考驗，固床工下游沖刷深度為0.5及0.4m，安全性方面可行。

■ 數值模擬分析，符合現場資料。



■ 變位、沖刷監測，雙拱無變動。





■ 即時監測系統，監測資料實時回傳，掌握沖刷時間。



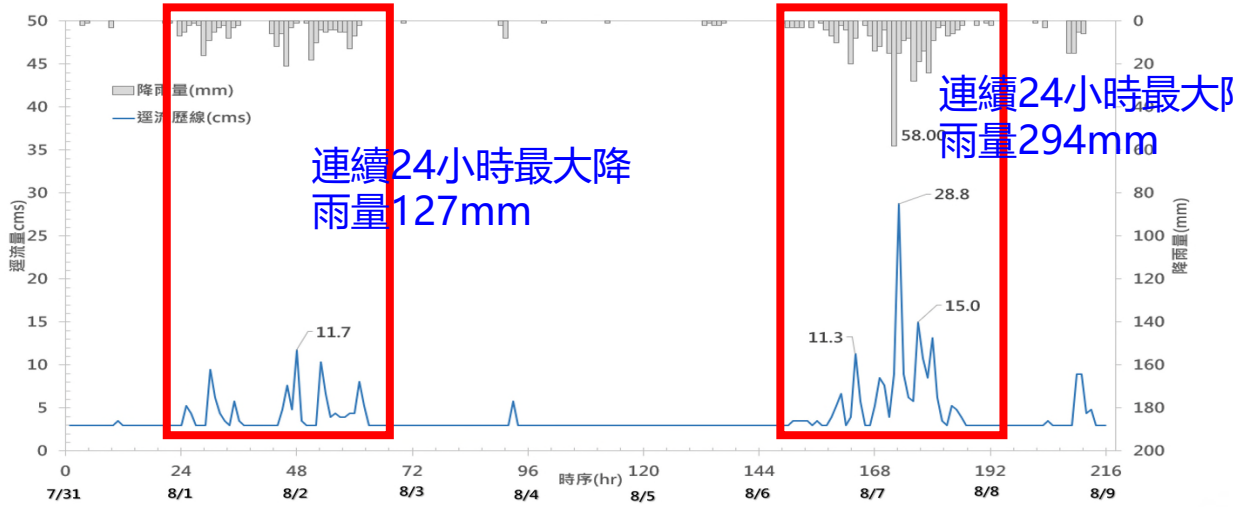
日期	時間	收到發射器標號	沖刷深度(cm)	累積沖刷深度(cm)
2021/8/3	14:48	101、102	20	20
2021/8/7	01:16	103、104	20	40

沖刷位置：河道左岸(凹岸)深槽。

■ 110/8月-降雨事件

➢茄苳寮溪整治六期工程

- ✓ 110/7/31~110/8/2，最大時雨量為21mm，連續24小時最大降雨量127mm。
- ✓ 110/8/6~110/8/8，最大時雨量為58mm，連續24小時最大降雨量294mm，重現期2-5年。
- ✓ 最高洪峰流量於8/7下午2點發生，頻率年約2年 。



110/7/31~110/8/2

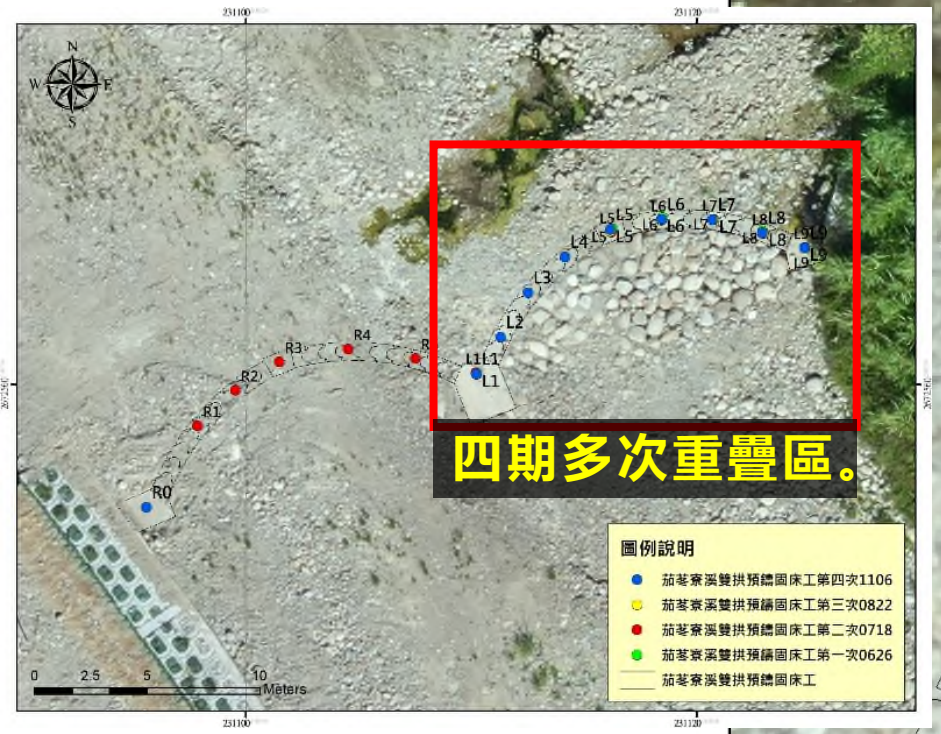


預鑄固床工下游較劇烈沖刷時間點為110/7/31~110/8/2降雨事件，後續110/8/6~110/8/8降雨事件沖刷情況較無顯著。

110/8/6~110/8/8



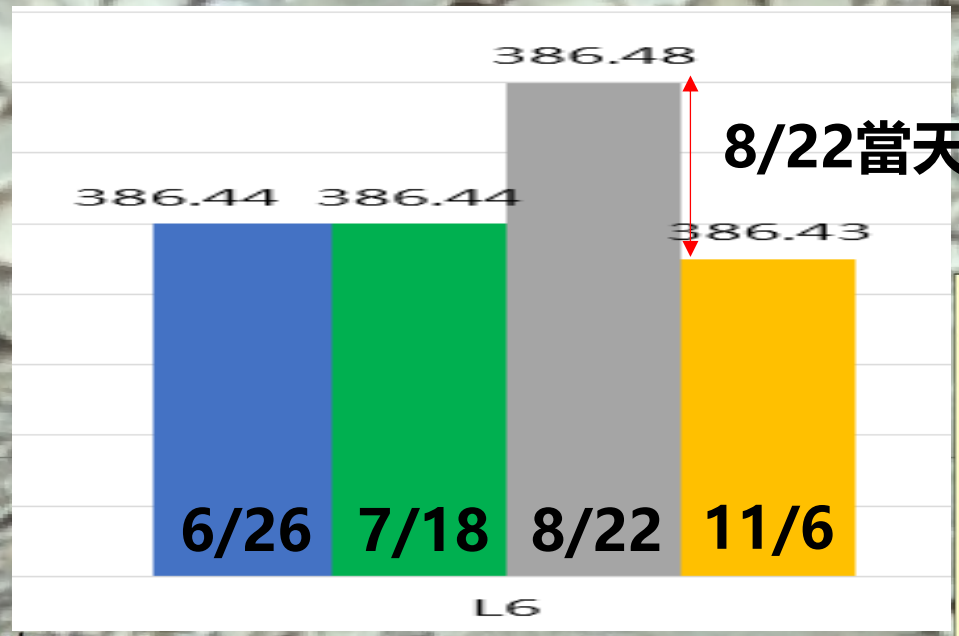
■ 茄苳寮溪整治六期工程(水平偏移量比對分析)



- 各點位與平均誤差±10CM以內。
- 雙拱預鑄固床工無位移。

■ 茄苳寮溪整治六期工程(高程沉陷比對分析)

- 預鑄塊體**無顯著沉陷**。
- 8/22因有降雨，河道水流經該預鑄塊體頂部。



圖例說明

- 茄苳寮溪雙拱預鑄固床工第四次1106
- 茄苳寮溪雙拱預鑄固床工第三次0822
- 茄苳寮溪雙拱預鑄固床工第二次0718
- 茄苳寮溪雙拱預鑄固床工第一次0626
- 茄苳寮溪雙拱預鑄固床工

0 1 2 4 Meters

2672560

231120

三、預鑄工法監測與驗證-確認可行性

分析數值模擬、現場監測資料訂定工法

預鑄固床工安全性分析

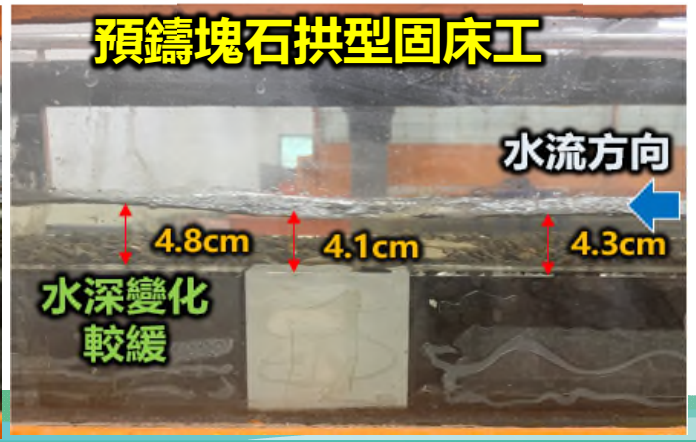
- 應力、掃流力穩定分析檢算均通過，顯示原始設計亦可行。
- 現地監測、實驗雙拱預鑄塊無變動，安全性方面可行。

應力檢算(厚度20cm)	掃流力檢算	穩定檢算	實際變位監測	實驗分析
承受力1400KN/m^2，高於傳統固床工僅能承受40KN/m^2	$2.16 \geq 1.5$ OK	OK	無人機無變位	無變動穩定河床

拱型固床工渠槽試驗_驗證:

- 拱形固床工增加橫斷面通水面積。
- 水流能量平均減緩，促使河道穩定。





分析成果:

- 傳統固床工相較之下，設計、安全方面均可行。

適用條件:

- 考量間距問題，建議縮短固床工間距，使沖刷深度在設計範圍內，設計坡度限制0.01~0.1 。

$$L = -56.7S + 10.4$$

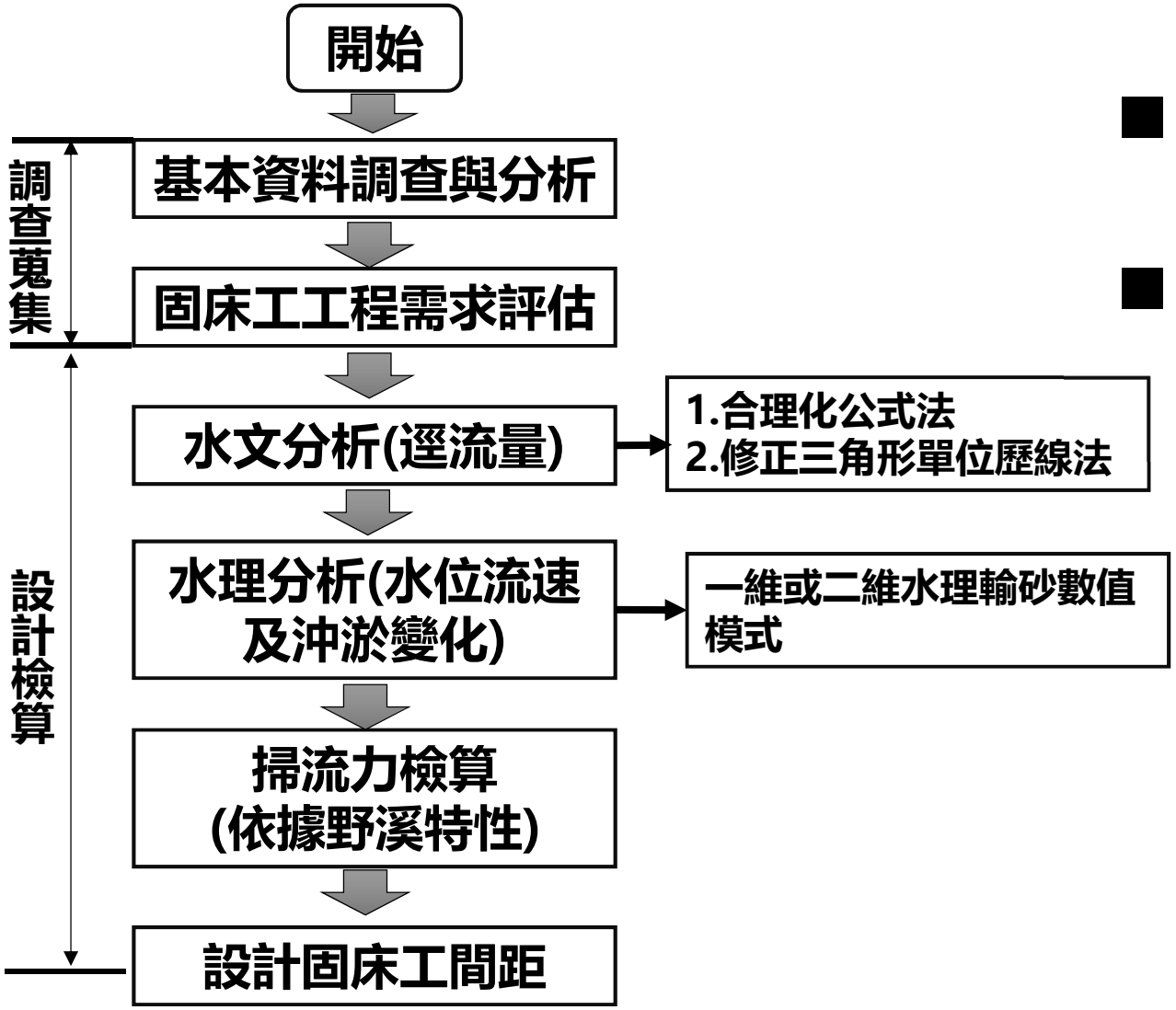
S=坡度(限制：0.01~0.1)
L=固床工間距(m)

- 寬度：建議單拱垮距寬度15m內，若河道太寬可做雙拱、三拱等組合。
- 縮小尺吋：河寬4-7m可以用1/2型預鑄塊體，7-15m用鏤空型預鑄塊體，15m以上用原型預鑄塊體。



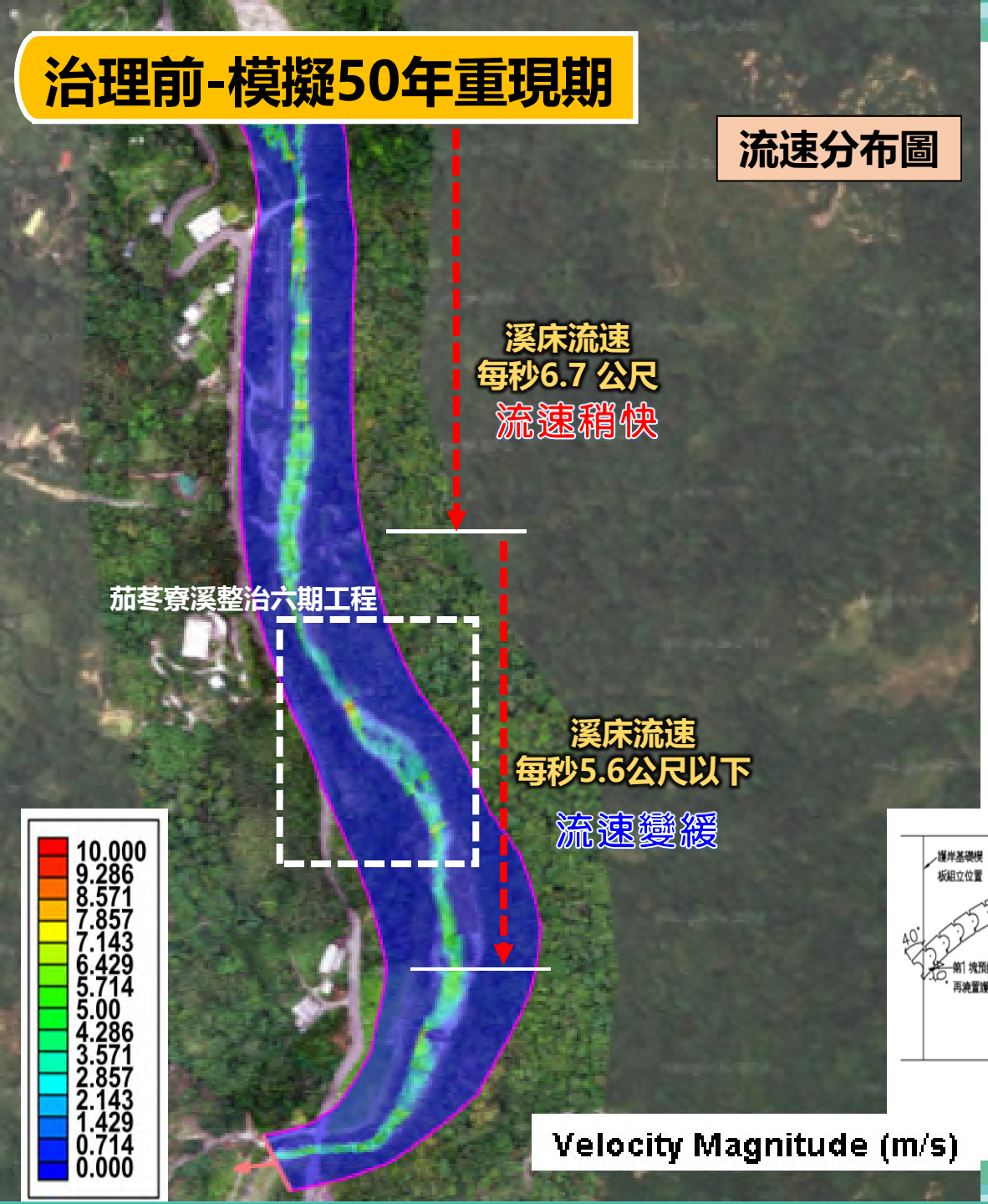
肆、野溪預鑄固床工規劃原則

一、規劃設計流程、原則



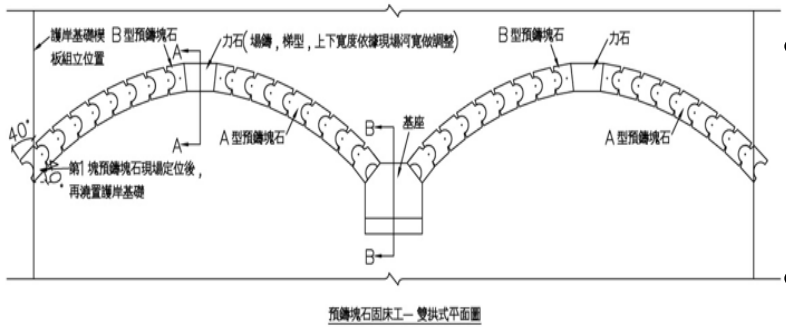
- 因拱形預鑄固床工**增加橫斷面通水面積**，使**水流能量平均減緩**，促使**河道穩定**。
- 故施作位置宜選定**流心擺動或沖刷河段**為原則，使河道穩定。

1.溪床沖刷之溪段，或有可能被沖刷地點之下游。
2.泥砂侵蝕地區如屬主、支流合流處，宜選定在合流點之下游處。
3.以保護構造物基礎為目的者，宜選定在構造物之下游處。
4.溪岸崩塌或地滑處，宜選定在其下游處。



茄苳寮溪基本資料分析:

- 給水面積： 281公頃，佔總面積359.5公頃之78.16%。
- 地質：河床多為礫石組成。
- 年降雨量：2342 mm
- 溪床坡度：3.5%，平時流量低，豪雨時流速較快
- 治理前**模擬50年重現期距發現**，工區上游河幅較小**流速稍快**，下游河幅較大**流速變緩，下游河幅符合施做預鑄固床工。**



預鑄塊石固床工－雙拱式平面圖

適用條件：

- 寬度：建議單拱垮距寬度15m內，若河道太寬可做雙拱、三拱等組合。
- 設計流速：建議6.0m/s以內。

二、掃流力檢算

■ 依野溪設計條件進行檢算

溪床坡度S_0	0.035	代表水深h_d	3m
設計流速u_0	5m/s	預鑄塊於水流方向之投影面積A_d	$0.5m^2$
預鑄塊於垂直水流方向之投影面積A_g	$0.57m^2$	預鑄塊體積	$0.29m^3$

- **預鑄塊石水中重** $W_s = (\gamma_s - \gamma_w)V_s = 3932.2N$
- **流速參數** $u_d = \frac{8.5}{6.0+5.75log(h_d/K_s)}u_o = 2.53m/s$
- **上揚力** $F_L = C_L A_g \frac{\rho_w u_d^2}{2} = 183.4N$
- **掃流力** $F_D = C_D A_d \frac{\rho_w u_d^2}{2} = 3932.2N$
- **滑動檢算** $F_S = \frac{f(W_s \cos\theta - F_L)}{\left[(W_s \sin\theta)^2 + F_D^2\right]^{1/2}} = \frac{2435.2}{1128.6} = 2.16 \geq 1.5$ $O.K.$

✓ 不同溪床坡度的設計流速上限

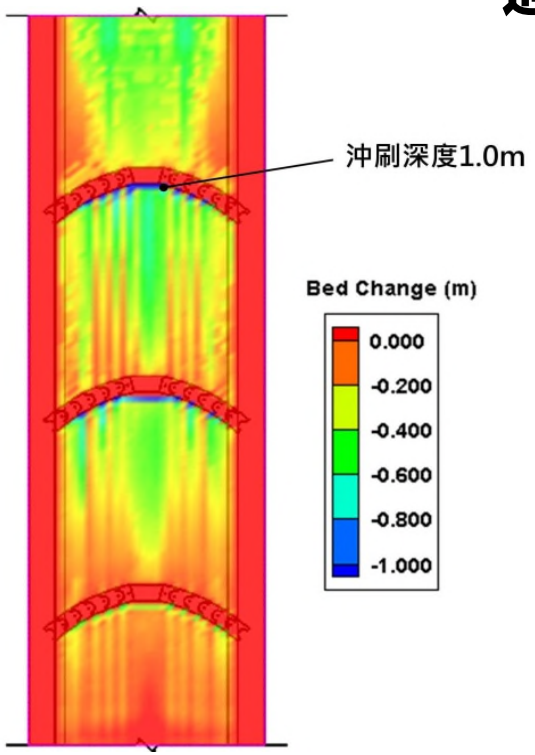
溪床坡度S_0	設計流速u_0上限(m/s)
0.03	5.95
0.04	5.93
0.05	5.92
0.06	5.91
0.07	5.90
0.08	5.89
0.09	5.87
0.10	5.85
0.11	5.83
0.12	5.80
0.13	5.77
0.14	5.75
0.15	5.71

三、設計間距、坡度及適用條件

■ 依野溪設計條件設計固床間距

➢ 窄深型(單拱)

與傳統比較間距



適用條件:

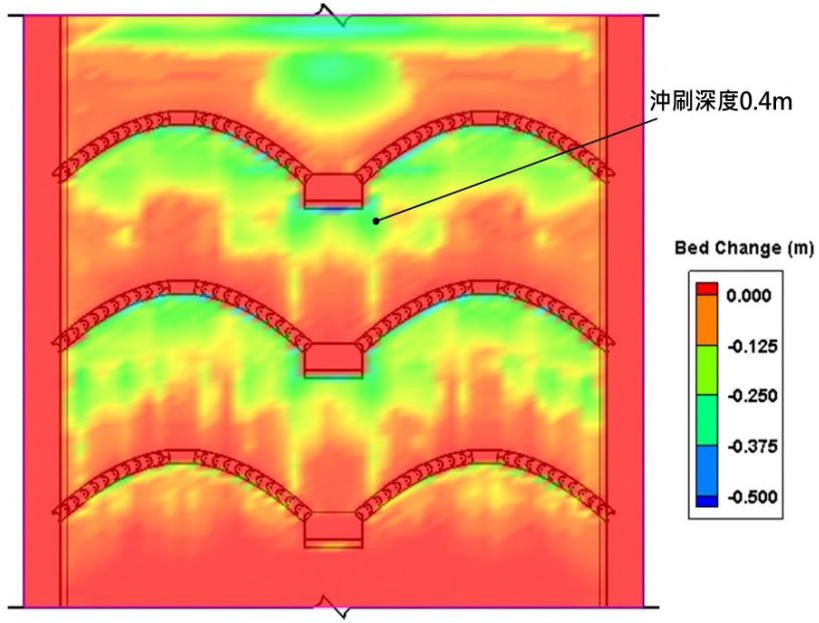
- 考量間距問題，建議縮短固床工間距，使沖刷深度在設計範圍內，設計坡度限制0.01~0.1 。

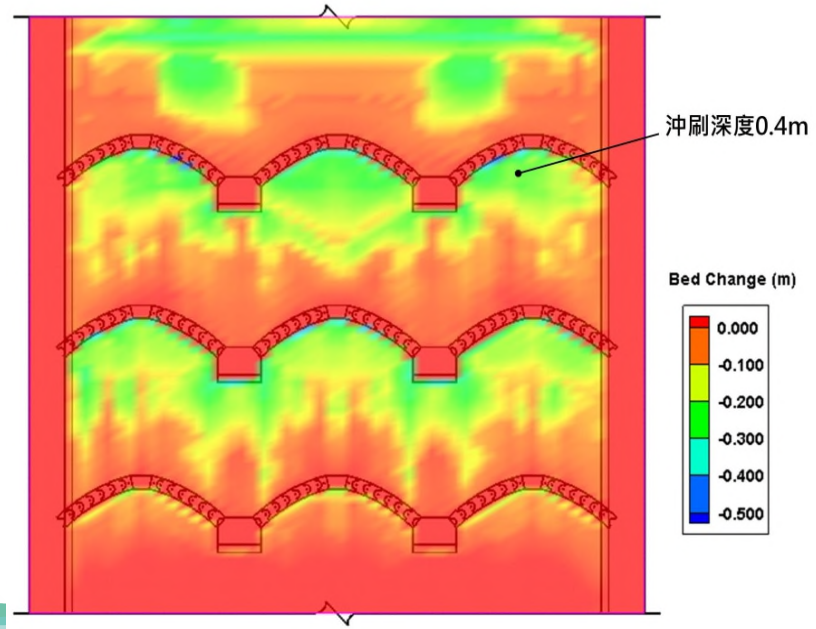
$$L = -56.7S + 10.4$$

S=坡度(限制：0.01~0.1)
L=固床工間距(m)

- 寬度：建議單拱垮距寬度15m內，若河道太寬可做雙拱、三拱等組合。
- 縮小尺吋：河寬4-7m可以用1/2型預鑄塊體，7-15m用鏤空型預鑄塊體，15m以上用原型預鑄塊體。

➢ 寬淺型(2拱、3拱)



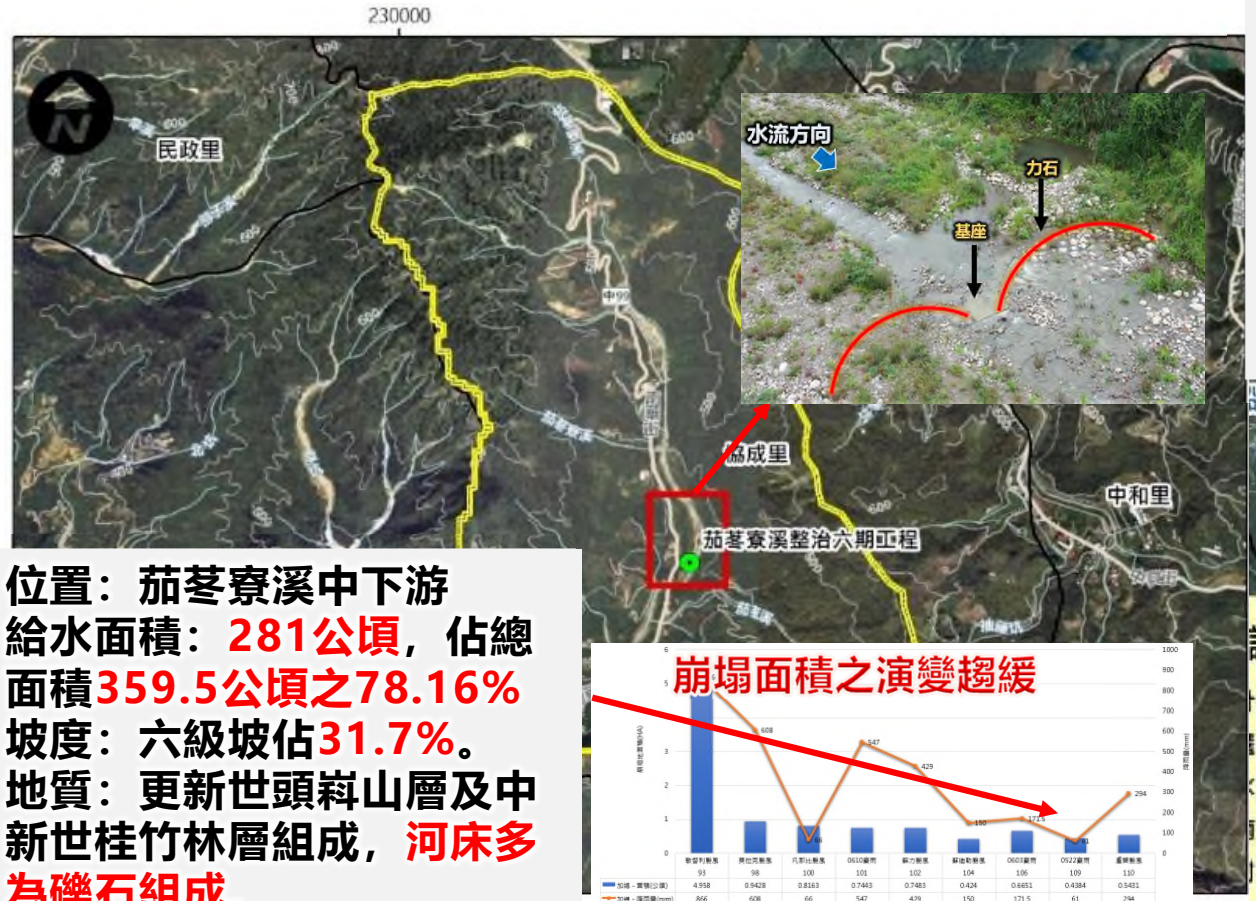




伍、案例分享

茄苳寮整治六期工程

工程：**雙拱預鑄固床工**，完工110 / 10 / 13。



位置：茄苳寮溪中下游
給水面積：281公頃，佔總面積359.5公頃之78.16%
坡度：六級坡佔31.7%。
地質：更新世頭嵙山層及中新世桂竹林層組成，河床多為礫石組成。
年雨量：2342 mm
溪床坡度：3.5%。

南勢溪上南勢坑段野溪整治三期工程

工程：**單拱預鑄固床工**，完工110 / 10 / 4。

位置：南勢坑溪上游
給水面積：48公頃，佔總面積684.2公頃之7%
坡度：二級坡，佔34.8%。
地質：以更新世紅土臺地及更新世頭嵙山層組成，河床多為礫石、砂、粉砂及粘土粒徑組成。
年雨量：為1,986 mm。
溪床坡度:1.0%。







閱88年至110年該集水區
無顯著崩塌區域

■ 110年監測成果

■ 茄苳寮整治六期工程-歷年治理工程監測資料

■ 變位、沖刷監測，雙拱無變動。

無人機監測



光達監測



■ 沖刷樁監測，下游面沖刷0.5m。

沖刷樁監測



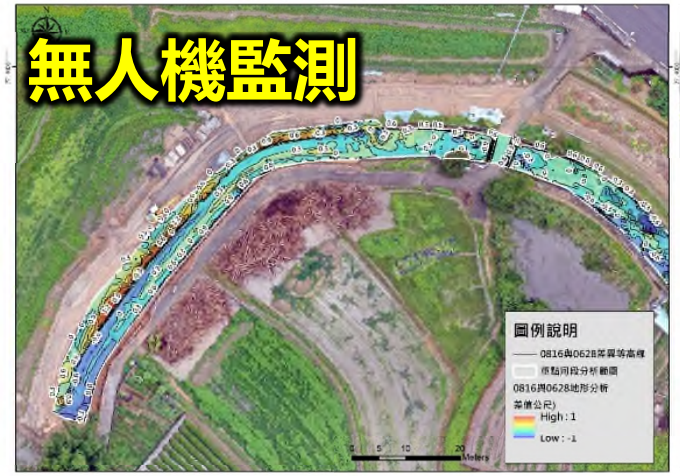
日期	時間	收到發射器標號	沖刷深度(cm)	累積沖刷深度(cm)
2021/8/3	14:48	101、102	20	20
2021/8/7	01:16	103、104	20	40

沖刷位置：河道左岸(凹岸)深槽。

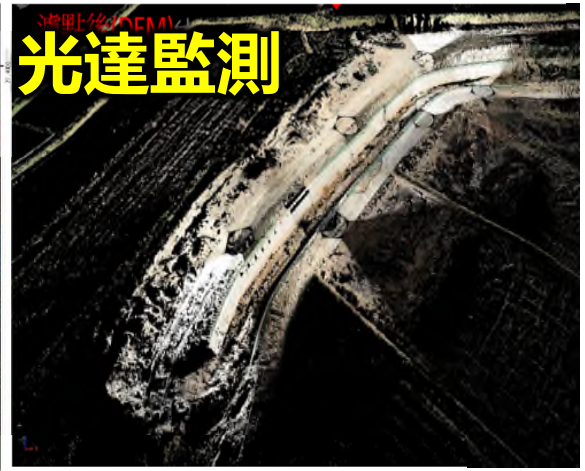
■南勢溪上南勢坑段野溪整治三期工程-歷年治理工程監測資料

■ 因工程進度問題，110年度單拱完成時間為汛期後，故無監測變位、沖刷監測，單拱無變動。

無人機監測

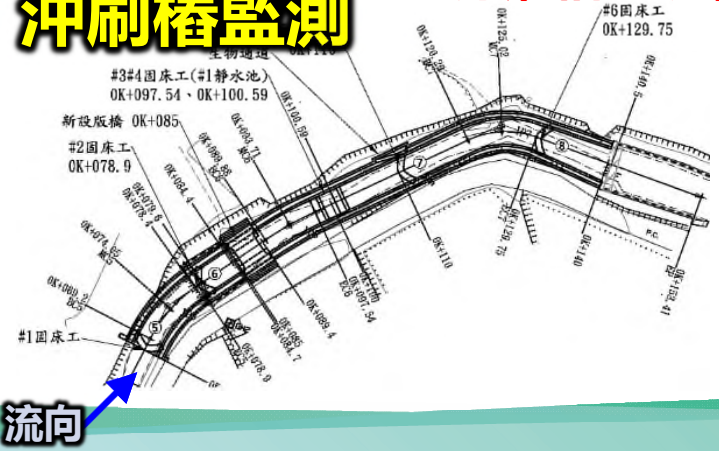


光達監測



■ 沖刷樁監測，無沖刷訊號。

沖刷樁監測



配合南勢坑溪工程施作進度，本處沖刷樁於110年10月1日導入，惟目前尚無遭遇颱風豪雨事件，無沖刷樁被沖刷的訊號。

■ 111年監測成果

■ **雙拱預鑄固床工**上游河床些微淤積，下游面淤積程度較緩，**上游面淤積較為顯著**，平均**深度約0.5m**。

■ 正射影像及地形雙拱預鑄固床工**無位移及沉陷**。



■ **單拱預鑄固床工**上游轉彎段河床些微淤積，下游面淤積程度較緩，**上游面淤積較為顯著**，平均**深度約0.3m**。

■ 正射影像及地形單拱預鑄固床工**無位移及沉陷**。



茄苳寮整治六期工程



完工後拍攝110 / 10 / 22



完工後拍攝111 / 5 / 15

南勢溪上南勢坑段野溪整治三期工程



完工後拍攝110 / 11 / 19



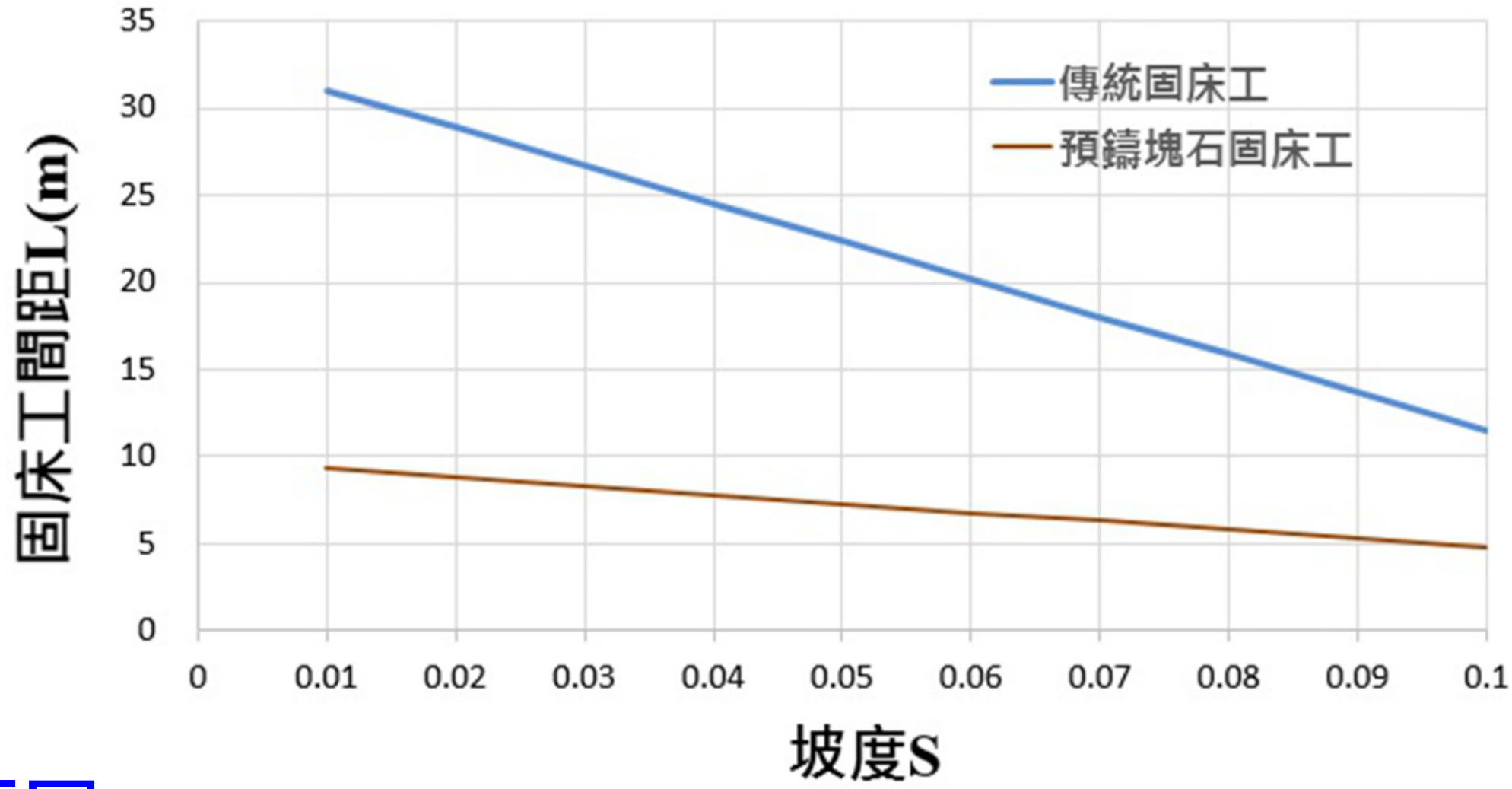
完工後拍攝111 / 10 / 17



簡報結束



恭請指正


固床工間距L(m)
35
30
25
20
15
10
5
0
0
0.01
0.02
0.03
0.04
0.05
0.06
0.07
0.08
0.09
0.1
坡度S
傳統固床工
預鑄塊石固床工

返回

返回

