



行政院農業委員會水土保持局

# 拱型固床工之沖淤探討

中華民國110年1月26日

計畫主持人：黃宏斌 教授

簡報單位：國立臺灣大學

# 研究背景

---

- 近年來，由於生態考量、美觀等因素，施工單位開始嘗試不同形狀之固床工，拱型固床工便是其中一個例子。然而，與直線型固床工不同，拱型固床工在不同拱度、高度以及方向皆會對河床沖淤帶來不同的影響。
- 本研究探討拱型固床工在不同拱型曲率半徑情況下，安定和不安定上拱型、下拱型固床工之沖淤特性。
- 研究成果可提供後續拱型固床工相關之查核標準，拱型固床工相關規範之立法依據，而使河溪整治工程能夠更有效地達成防災、生態及美觀等目的。

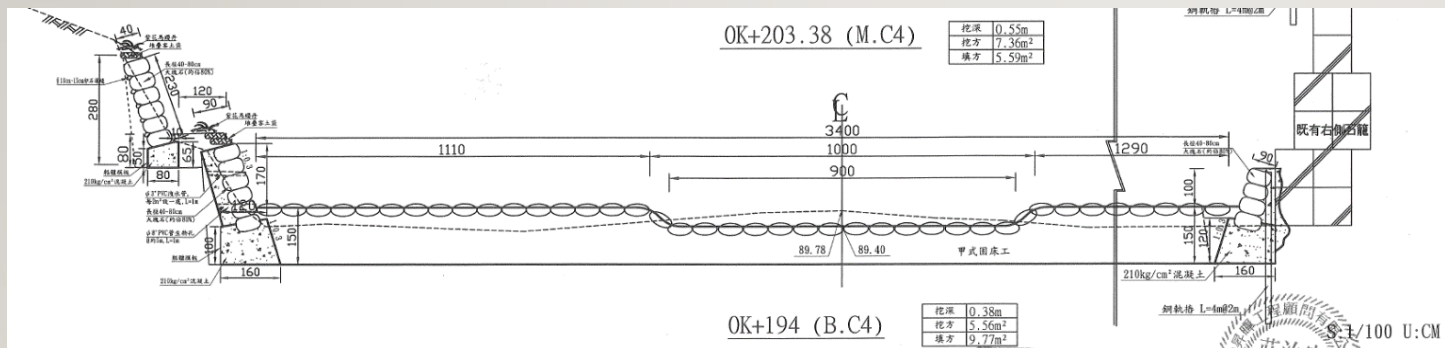
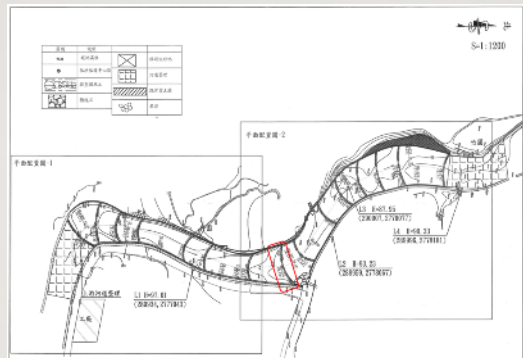


# 研究方法

---

- 本團隊以新北市水仙溪作為研究模擬對象。
- 蒐集水仙溪相關治理計畫如水仙溪集水區基本資料，水文、河川特性分析及水仙溪下游野溪治理工程中固床工設計圖及斷面資料等。
- 並實地現勘河川現況，調查河川基本資料如水深、土壤粒徑分布，且同時以無人飛行載具(UAV)進行空拍操作，建置DTM，以RiverFlow 2D模擬。並以水槽試驗驗證。

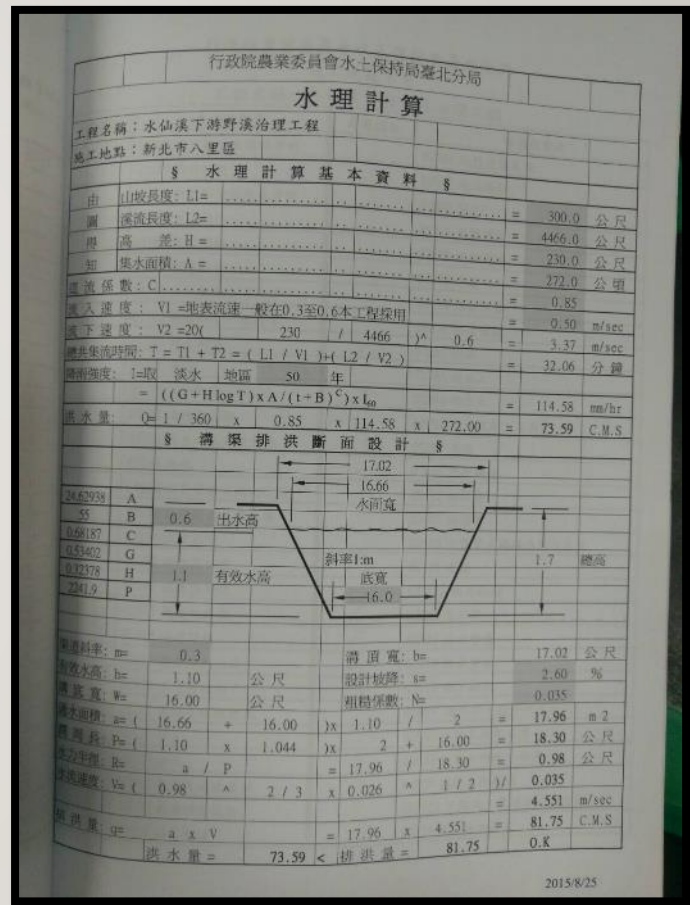
# 現勘空拍照片及水仙溪治理基本資料



水仙溪下游野溪治理工程之整體配置圖

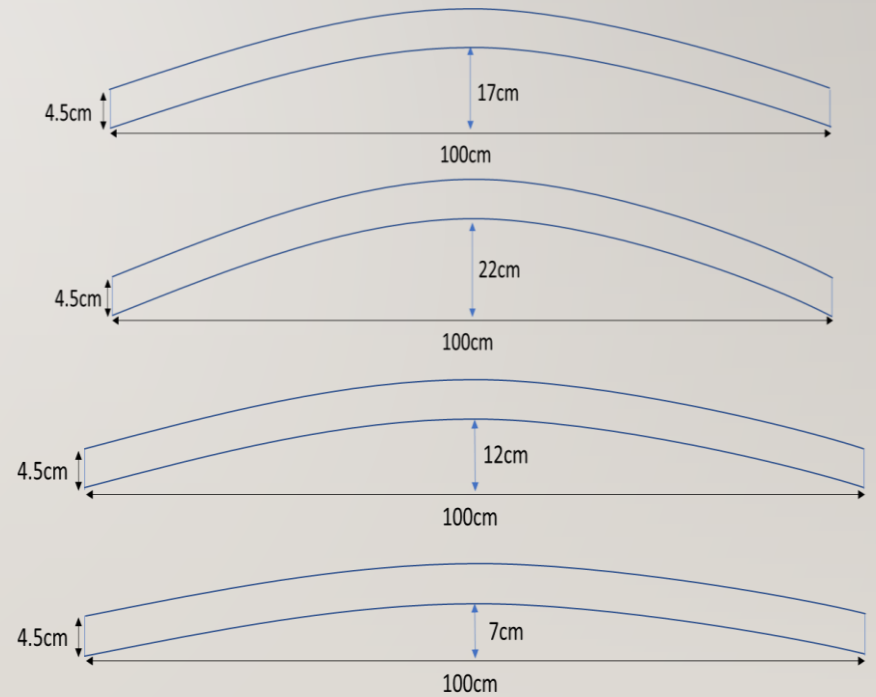
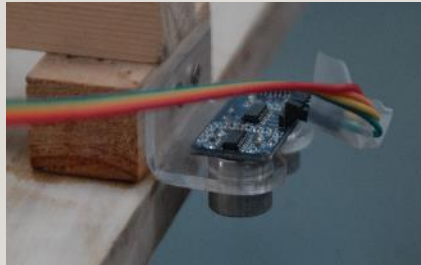
断面號	孔號	平均粒徑 (mm)	代表粒徑(mm)								最大石徑 (mm)	砂質含量 (%)
			d10	d20	d30	d35	d40	d50	d65	d75	d90	
22	5	126.62	1.34	18.56	40	54.71	71.31	100.01	161.32	224.77	293.1	11.52

河床質代表粒徑分析成果



# 水槽試驗

- 製作四種不同高度之直線型固床工模型、四種不同曲率半徑之拱型固床工模型。
- 紀錄水位、流量、泥砂沖淤、衝擊力。





# 泥砂沖淤與衝擊力試驗

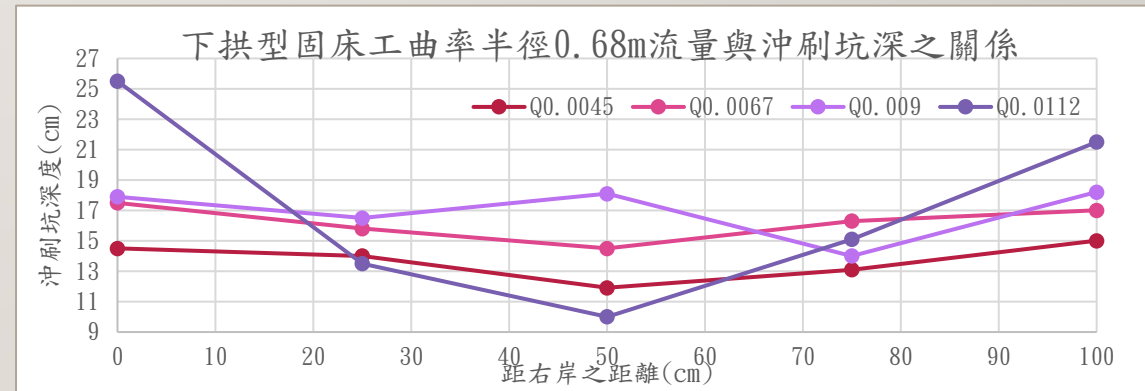
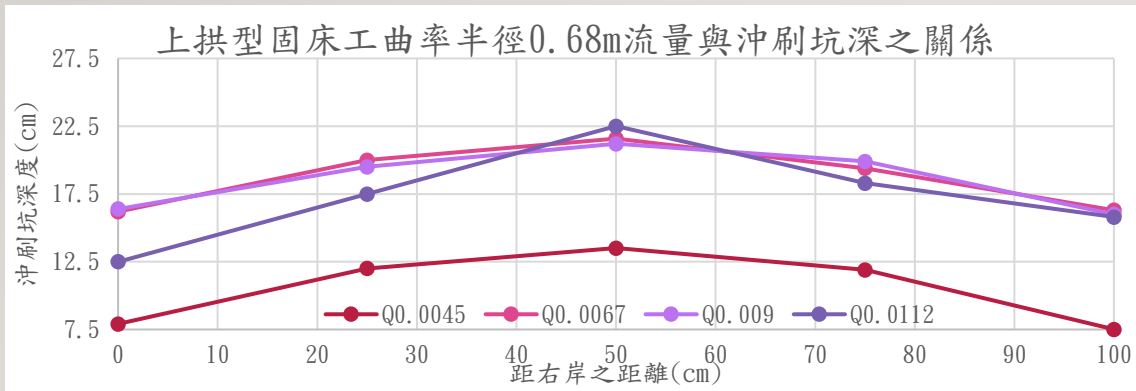


沖淤變化

試驗條件	
直線型固床工高度	3.0cm
	4.5cm
	6.0cm
	7.5cm
拱型固床工曲率半徑	182.071cm
	110.167cm
	182.071cm
	67.818cm
流量(Hz)	12
	16
	20
	24

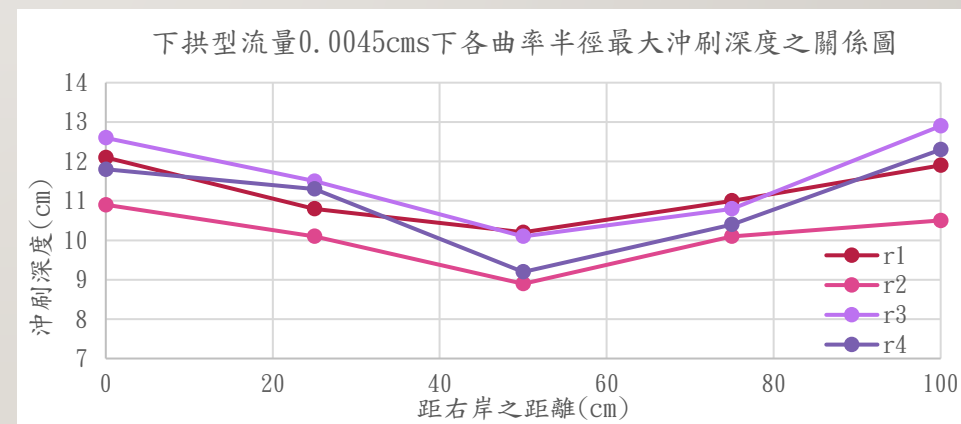
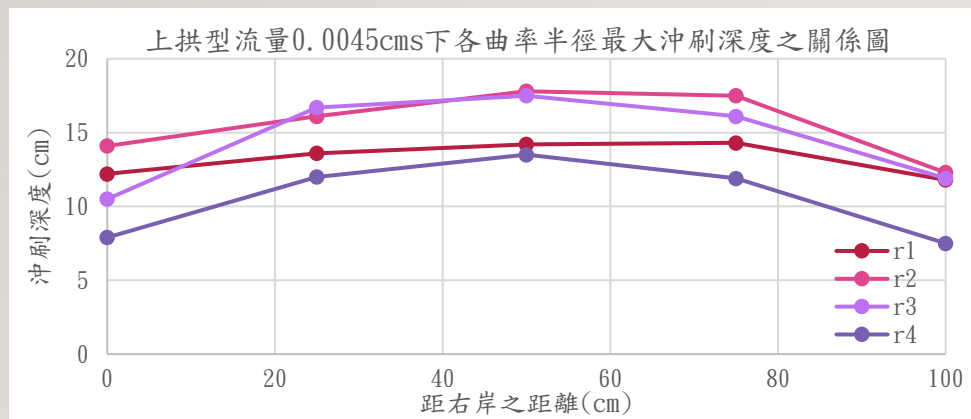
# 水槽試驗結果

- 上拱型固床工水流集中於渠道中心，因而導致渠道中心沖刷深度會較直線型固床工深，沖刷坑長度與直線型略同。當流量增加時，沖刷坑長度會隨之增加，與其呈正比。
- 下拱型因水流受結構物形狀而向外分散，下拱型之下游沖刷是兩側沖刷深度較深，但靠近渠道中心之位置較無明顯集中趨勢。



# 水槽試驗結果

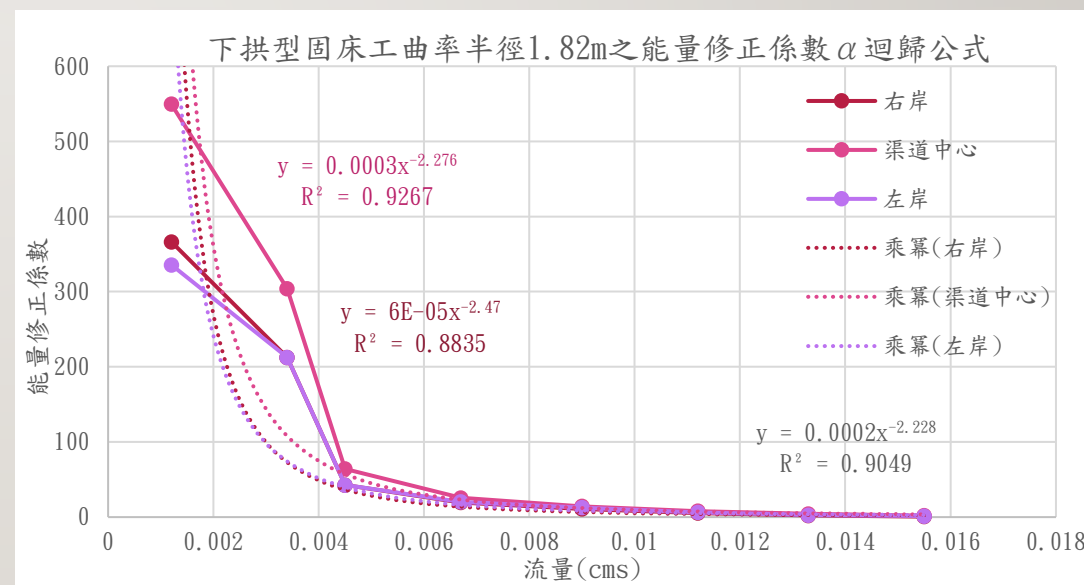
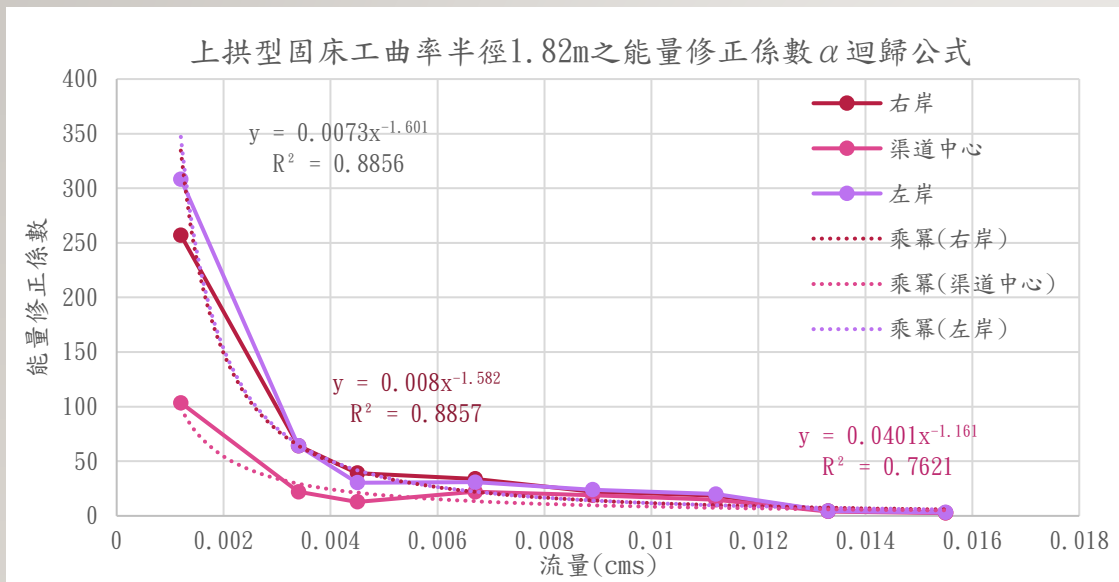
- 上拱型固床工拱度越大、曲率半徑較小時，固床工下游中心處之沖刷深度較深，渠道兩側之沖刷深度反而較拱度低的固床工的沖刷深度淺。但此現象在**小流量時較顯著**，當流量大時，拱度增加並不會造成沖刷更集中於渠道中心。
- 下拱型固床工曲率半徑之不同，和其沖刷深度無相關及顯著之關係。
- 因此，**流量因子**對沖刷坑之影響會比**曲率半徑**之因子影響來的大。





# 水槽試驗結果

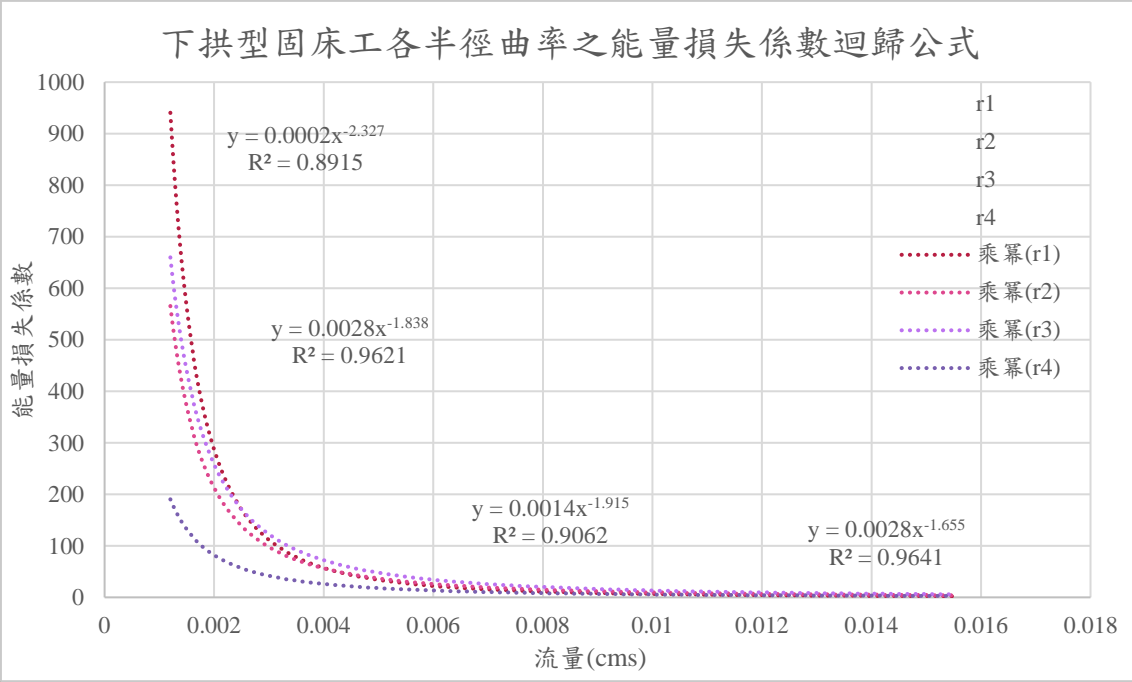
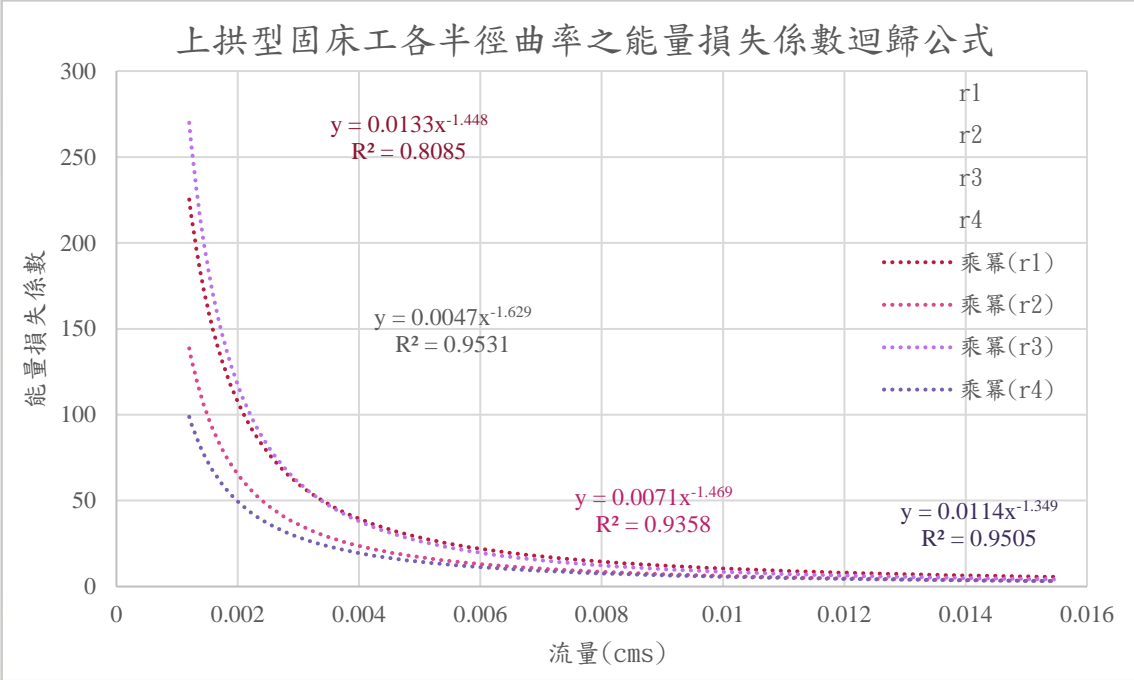
固床工能量修正係數：



# 水槽試驗結果

能量修正係數

拱型固床工	曲率半徑	迴歸公式	R Square 值
上拱型固床工	1.82m	$y = 0.0133X^{-1.448}$	$R^2 = 0.81$
	1.1m	$y = 0.0047X^{-1.629}$	$R^2 = 0.95$
	0.82m	$y = 0.0114X^{-1.349}$	$R^2 = 0.95$
	0.68m	$y = 0.0071X^{-2.327}$	$R^2 = 0.94$



拱型固床工	曲率半徑	迴歸公式	R Square 值
下拱型固床工	1.82m	$y = 0.0002X^{-1.893}$	$R^2 = 0.89$
	1.1m	$y = 0.0014X^{-1.915}$	$R^2 = 0.91$
	0.82m	$y = 0.0028X^{-1.838}$	$R^2 = 0.96$
	0.68m	$y = 0.0028X^{-1.655}$	$R^2 = 0.96$



# 數值模擬

- RiverFlow 2D二維水理輸砂模式係同時考慮懸浮載與底床載運移程式，配合水文和水力條件模擬動床的有限體積模型。
- 以重現期距50年，降雨延時24小時之流量，針對水仙溪中直線型與拱型固床工沖刷進行數值模擬。



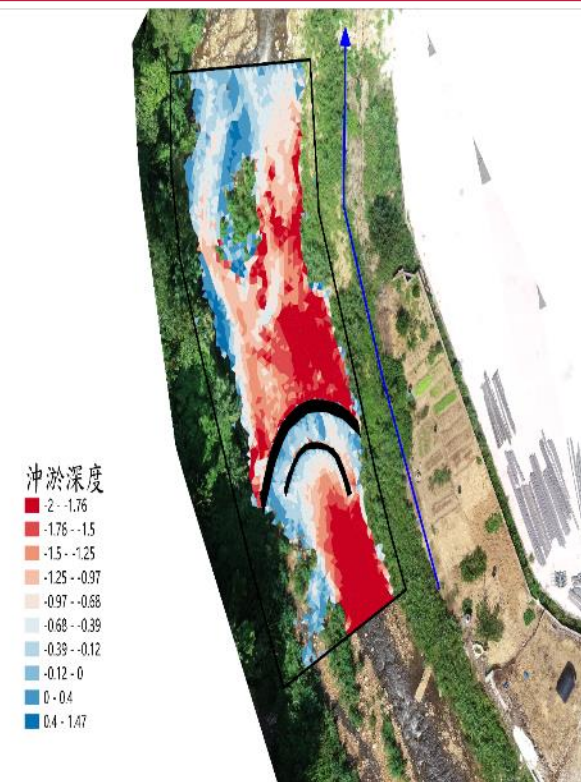
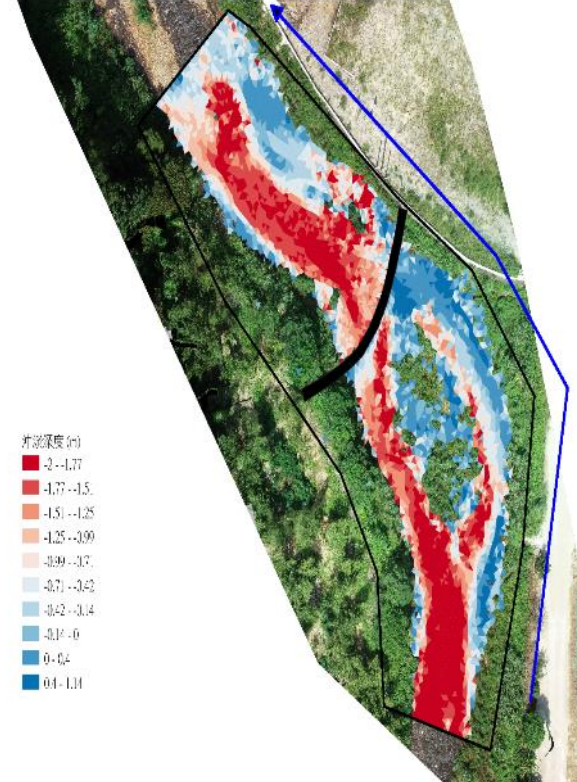
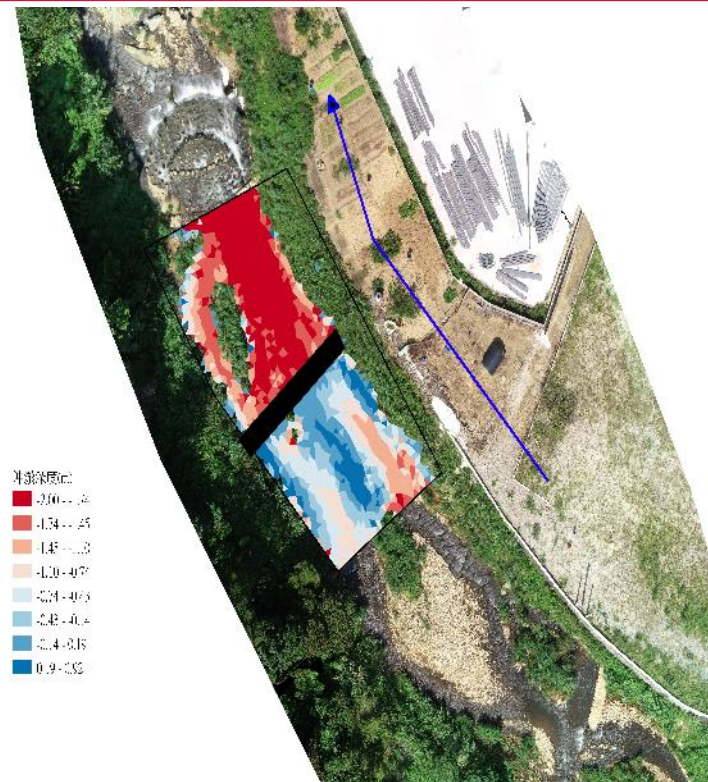
# 數值模擬結果

直線型

上拱型

下拱型

模擬結果呈現





# 數值模擬結果

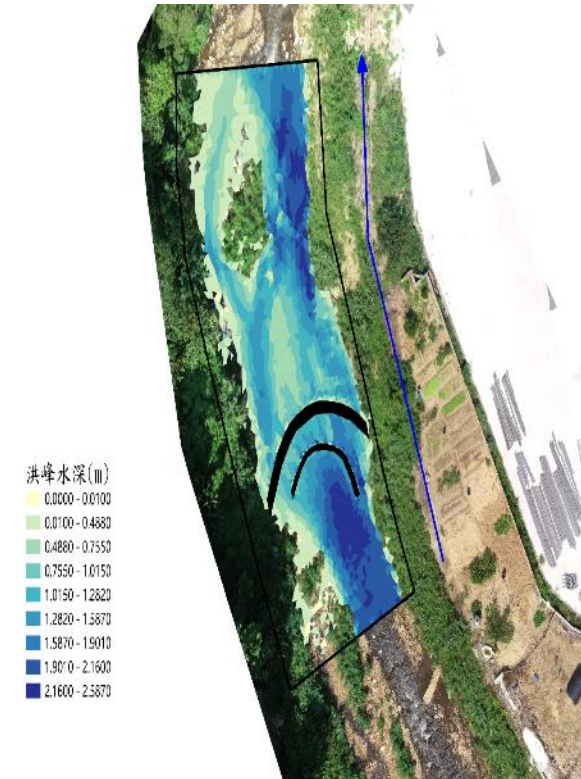
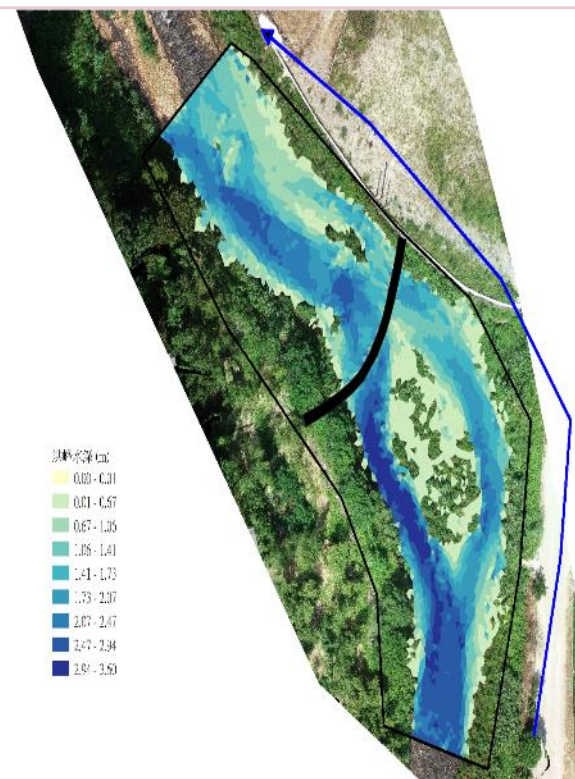
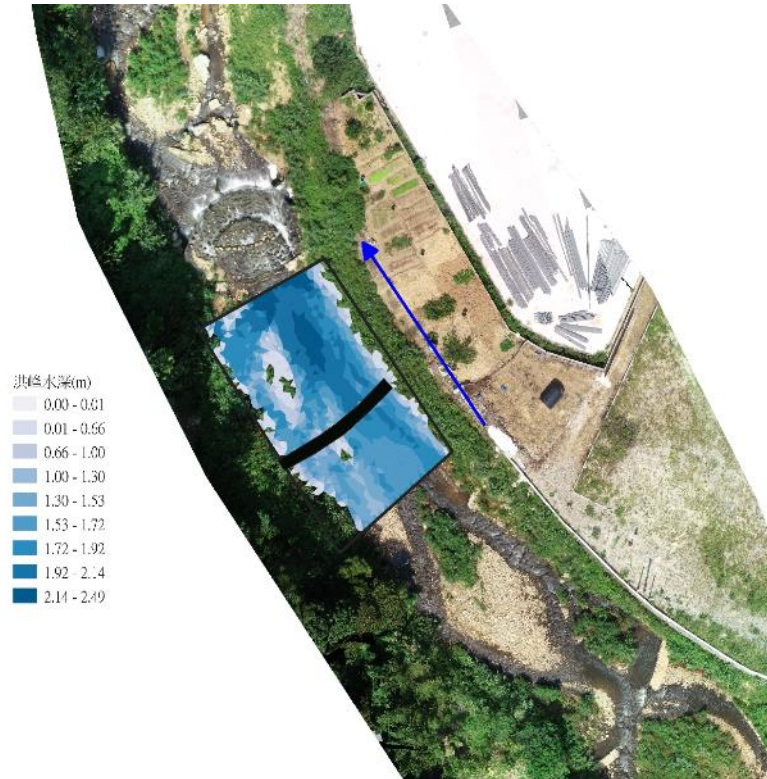
洪峰水深：

直線型

上拱型

下拱型

模擬結果呈現





# 數值模擬結果

洪峰底床剪應力：

直線型

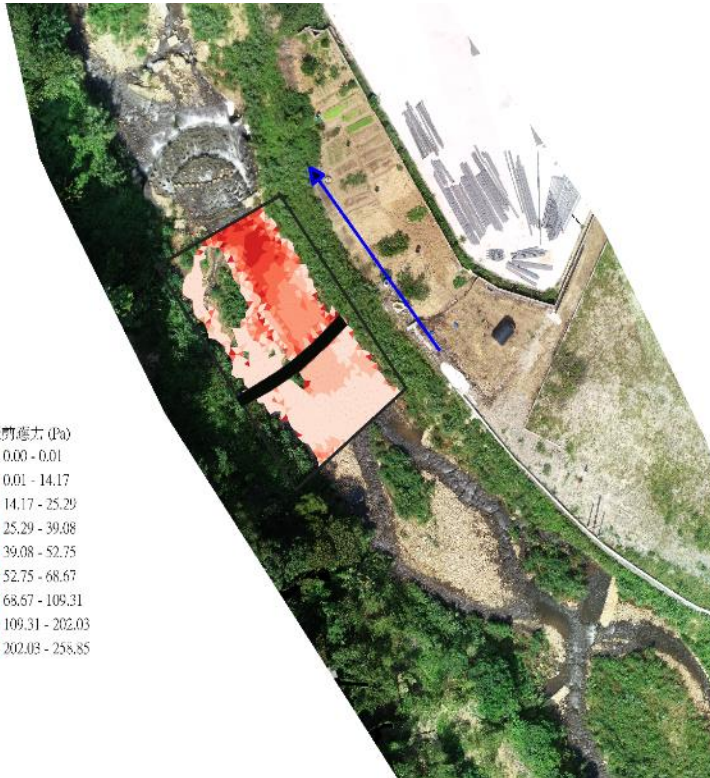
上拱型

下拱型

模擬結果呈現

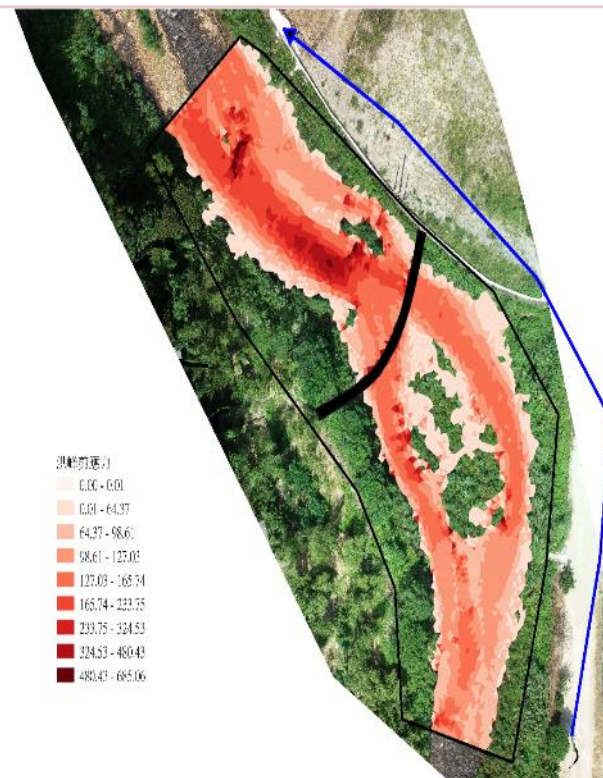
底床剪應力 (Pa)

0.00 - 0.01
0.01 - 14.17
14.17 - 25.29
25.29 - 39.08
39.08 - 52.75
52.75 - 68.67
68.67 - 109.31
109.31 - 202.03
202.03 - 258.85



洪峰剪應力

0.00 - 6.01
6.01 - 64.37
64.37 - 98.61
98.61 - 122.03
122.03 - 165.74
165.74 - 223.75
223.75 - 324.53
324.53 - 480.43
480.43 - 685.06



底床剪應力 (Pa)

0.01 - 65.45
65.45 - 87.96
87.96 - 112.95
112.95 - 157.26
157.26 - 236.82
236.82 - 335.84
335.84 - 490.21
490.21 - 783.18





# 數值模擬結果

---

- RF-2D對於上拱型及下拱型固床工的模擬結果符合現況：**上拱型固床工具有集中水流之作用、下拱型固床工具有分散水流之作用。**
- 在**2.5 m**洪峰水深模擬結果：不同於直線型固床工，彎道部分使用上拱型固床工能減緩水流向兩側河岸侵蝕、淤積使其水深在**2 m**左右，下拱型固床工則能在沖刷嚴重地區分攤往河心沖刷之水深。
- 底床剪應力模擬：直線型固床工下游處仍然無法分散河心底床掏刷之剪應力，而下拱型固床工則能分散水流，改善此現象，上拱型則能利用集中水流之優勢，減緩向兩側河岸沖刷之剪應力。



報告完畢  
敬請指教

