計畫編號：**SWCB-110-021**

# 溪流生態友善與蜿蜒營造之創新工法研究
# Innovative methods for eco-friendly stream and meandering restoration

# 成果報告書


執 行 單 位：國立屏東科技大學

執 行 期 間：110 年 01 月 27 日至 110 年 12 月 31 日

計畫主持人：吳嘉俊 教授

研究人員：陳宥達、畢媛、卓研安、張朝瑋、倪湘志

現場協助調查人員：吳振遠、陳秋翰、蔡博仰、林羿均、林欣潔、劉恣峰、謝政運、陳士榤、蔡宜曄



**行政院農業委員會水土保持局　編印**

**中華民國 110 年 12 月**



（本報告書內容及建議純屬執行單位意見，僅供本局施政參考）

# 溪流生態友善與蜿蜒營造之創新工法研究


## 摘要

野溪治理為水土保持業務中的一環，但野溪渠道化、固床工將水域隔間化的現象，一直以來造成濱溪生態環境及視覺上的衝擊。因此，本計畫之目的是要以最低量的工程介入，企圖在整治後的順直溪段中營造出溪流的蜿蜒，以期符合未來生態檢核制度日益健全時對水土保持業務的期待。

本計畫為兩年期計畫，本年度主要的重點工作是利用國立屏東科技大學水土保持系的陡坡水工實驗室進行水工縮尺試驗，以測試挑流構造物於試驗條件下營造溪流蜿蜒的可行性。除此之外，也嘗試設計隱入式固床工並對其進行初步試驗，以探討造成湍瀨的可能性。

室內水工試驗的結果發現，利用左右兩岸交錯搭配的挑流工群，有機會在整治後的順直溪段營造出蜿蜒型態，深槽彎曲指數最高可達 1.073、溪流彎曲指數最高可達 1.234。同時發現，隱入式固床工無法與挑流工群共存，而達到湍瀨營造之目的，反而影響溪流蜿蜒的發展，明年度有待加強隱入式固床工的試驗研究。



**關鍵詞：溪流蜿蜒、友善溪流、挑流工、隱入式固床工、彎曲指數**

# Innovative methods for eco-friendly stream and meandering restoration


## Abstract

Torrent control has always been an import task in soil and water conservation profession. Ditching of torrent and partitioning of waterway by groundsills have constantly been an eyesore and a negative impact to the riparian environment. Therefore, the objective of this study is to assess the feasibility of meandering restoration in straight-confined channel using minimal constructions.

The study is a two-year research project. It is conducted in the Steepslope Hydraulics Laboratory of the Department of Soil and Water Conservation at National Pingtung University of Science and Technology. Current deflectors and submerges groundsills were designed and tested to see how stream behaves and how pool-riffle generates.

Experiment results indicate that it is possible to restore sinuosity in a straight channel using groups of current deflectors by alternating deflector's locations and intervals. The maximum sinuosity index of thalweg can increase to 1.073; whereas that of the resultant stream flow can increase to 1.234. However, we were unable to generate pool-riffle using both current deflectors and submerge groundsills. Detailed experiments and renewal of design are required in the second year.



**Keywords: Stream meander, Eco-friendly stream, Current deflector, Submerge groundsill, Sinuosity index**

# 目次

**摘要..... I**

**Abstract.....II**

**目次..... III**

**表次..... V**

**圖次.....VI**

**第一章　緒論 .....1-1**

**第二章　相關文獻回顧 .....2-1**

第一節　階段-深潭 (step-pool)、深潭-湍瀨 (pool-riffle) .....2-1

第二節　彎曲 (sinuosity) 與蜿蜒 (meander).....2-5

第三節　生態水力學 (Ecohydraulics).....2-10

**第三章　現場調查及成果 .....3-1**

第一節　現場調查整備 .....3-1

第二節　現場調查成果 .....3-1

**第四章　水工試驗及成果 .....4-1**

第一節　水工試驗渠槽與相關量測設備 .....4-1

第二節　水工試驗設計 .....4-3

第三節　水工試驗流程 .....4-7

第四節　挑流工設計與定床水工試驗 .....4-10

第五節　挑流工之動床水工試驗 .....4-27

第六節　隱入式固床工之設計與測試 .....4-47

**第五章　結論 .....5-1**

**參考文獻.....參-1**

**附錄.....附錄-1**

附錄一、期初審查會議紀錄暨回覆辦理情形 .....附錄-1

附錄二、期中審查會議紀錄暨回覆辦理情形 .....附錄-5

附錄三、期末審查會議紀錄暨回覆辦理情形 .....附錄-7

附錄四、研究人員之學經歷 .....附錄-8

# 表次

**表 3 - 1. 現場調查點位基本資料及完成狀況 .....3-4**

**表 3 - 2. 現地調查點位之調查成果彙整 .....3-83**

**表 4 - 1. 挑流工定床水工試驗參數表 .....4-16**

**表 4 - 2 挑流工動床試驗之彎曲指數分析總整 .....4-46**

# 圖次


圖 2 - 1. 階段-深潭與深潭-湍瀨結構.....2-2

圖 2 - 2. 深潭-溜-湍瀨分布示意圖.....2-2

圖 2 - 3. 影響階段 - 深潭型態的因子 (OKAZAKI ET AL., 2006).....2-4

圖 2 - 4. SCHUMM (1977) 的溪流泥沙運移機制分類.....2-5

圖 2 - 5. SCHUMM 溪流型態分類.....2-6

圖 2 - 6. ROSGEN 溪流型態分類 (ROSGEN, 1994).....2-7

圖 2 - 7. 彎曲度 (SINUOSITY) 計算示意圖.....2-8

圖 2 - 8. 侷限蜿蜒 (CONFINED MEANDER).....2-9

圖 3 - 1. 野溪治理工程調查點位分布圖.....3-3

圖 3 - 2. 調查點位之整治段溪床平均坡度及出現頻率.....3-86

圖 3 - 3. 調查點位之整治段渠道寬度及出現頻率.....3-87

圖 3 - 4. 山坡地野溪兩岸用地受限 (臺南楠西區-密枝野溪).....3-88

圖 3 - 5. 野溪治理過後的溪流型態 (屏東滿洲鄉-林祿溪).....3-89

圖 3 - 6. 野溪治理過後的溪流型態 (高雄內門區-竹林溝溪).....3-90

圖 3 - 7. 深潭與淺灘地形-枯水期 (屏東恆春鎮-東門溪).....3-91

圖 3 - 8. 深潭與淺灘地形 (臺南南化區-菜寮溪).....3-91

圖 3 - 9. 構造物趾部因局部淘刷所產生的深潭地形.....3-92

圖 3 - 10. 未經人為擾動之溪流蜿蜒型態.....3-93

圖 4 - 1. 水工試驗渠槽設備示意圖 (陳宥達，2016).....4-2
圖 4 - 2. SHIELDS DIAGRAM.....4-6
圖 4 - 3. 試驗床砂之粒徑分佈曲線.....4-7
圖 4 - 4. 水工試驗流程圖.....4-8
圖 4 - 5. 英國挑流工案例一.....4-12
圖 4 - 6. 英國挑流工案例二.....4-13
圖 4 - 7. A 型挑流工模型三視圖.....4-14
圖 4 - 8. B 型挑流工模型三視圖.....4-14
圖 4 - 9. A 型與 B 型挑流工群對水流的影響 ($45^\circ$-$D_I$_4L-$G_I$_28).....4-18
圖 4 - 10. A 型與 B 型挑流工群對水流的影響 ($45^\circ$-$D_I$_4L-$G_I$_14).....4-19
圖 4 - 11. A 型與 B 型挑流工群對水流的影響 ($45^\circ$-$D_I$_2L-$G_I$_28).....4-20
圖 4 - 12. A 型與 B 型挑流工群對水流的影響 ($45^\circ$-$D_I$_2L-$G_I$_14).....4-21
圖 4 - 13. A 型與 B 型挑流工群對水流的影響 ($90^\circ$-$D_I$_4L-$G_I$_28).....4-22
圖 4 - 14. A 型與 B 型挑流工群對水流的影響 ($90^\circ$-$D_I$_4L-$G_I$_14).....4-23
圖 4 - 15. A 型與 B 型挑流工群對水流的影響 ($90^\circ$-$D_I$_2L-$G_I$_28).....4-24
圖 4 - 16. A 型與 B 型挑流工群對水流的影響 ($90^\circ$-$D_I$_2L-$G_I$_14).....4-25

圖 4 - 17. 動床試驗所採用之改良後 B 型挑流工 (最下游) .....4-28
圖 4 - 18. 動床試驗所採用之改良後 B 型挑流工 (中間) .....4-28
圖 4 - 19. 動床試驗所採用之改良後 B 型挑流工 (最上游) .....4-29
圖 4 - 20. 動床水工試驗之挑流工群配置示意圖 .....4-30
圖 4 - 21. 挑流工動床試驗成果 ($Q_{MIN}$_GI=26_S = 2%_SI = 1.073) .....4-32
圖 4 - 22. 挑流工動床試驗成果 ($Q_{MID}$_GI=26_S = 2%_SI = 1.021) .....4-32
圖 4 - 23. 挑流工動床試驗成果 ($Q_{MAX}$_GI=26_S = 2%_SI = 1.003) .....4-33
圖 4 - 24. 挑流工動床試驗成果 ($Q_{MIN}$_GI=26_S = 1.3%_SI = 1.023) .....4-33
圖 4 - 25. 挑流工動床試驗成果 ($Q_{MID}$_GI=26_S = 1.3%_SI = 1.013) .....4-34
圖 4 - 26. 挑流工動床試驗成果 ($Q_{MAX}$_GI=26_S = 1.3%_SI = 1.004) .....4-34
圖 4 - 27. 挑流工動床試驗成果 ($Q_{MIN}$_GI=26_S = 0.5%_SI = 1.001) .....4-35
圖 4 - 28. 挑流工動床試驗成果 ($Q_{MID}$_GI=26_S = 0.5%_SI = 1.002) .....4-35
圖 4 - 29. 挑流工動床試驗成果 ($Q_{MAX}$_GI=26_S = 0.5%_SI = 1.011).....4-36
圖 4 - 30. 挑流工動床試驗成果 ($Q_{MIN}$_GI=32_S = 2%_SI = 1.029) .....4-36

圖 4 - 31. 挑流工動床試驗成果(QMID_GI=32_S = 2%_SI = 1.002) .....4-37
圖 4 - 32. 挑流工動床試驗成果(QMAX_GI=32_S = 2%_SI = 1.003) .....4-37
圖 4 - 33. 挑流工動床試驗成果(QMIN_GI=32_S = 1.3%_SI = 1.008) .....4-38
圖 4 - 34. 挑流工動床試驗成果(QMID_GI=32_S = 1.3%_SI = 1.009) .....4-38
圖 4 - 35. 挑流工動床試驗成果(QMAX_GI=32_S = 1.3%_SI = 1.003) .....4-39
圖 4 - 36. 挑流工動床試驗成果(QMIN_GI=32_S = 0.5%_SI = 1.002) .....4-39
圖 4 - 37. 挑流工動床試驗成果(QMID_GI=32_S = 0.5%_SI = 1.003) .....4-40
圖 4 - 38. 挑流工動床試驗成果(QMAX_GI=32_S = 0.5%_SI = 1.008) .....4-40
圖 4 - 39 挑流工動床試驗成果(QMAX_GI=38_S = 2%_SI = 1.023) .....4-41
圖 4 - 40 挑流工動床試驗成果(QMIN_GI=38_S = 2%_SI = 1.002) .....4-41
圖 4 - 41 挑流工動床試驗成果(QMAX_GI=38_S = 2%_SI = 1.001) .....4-42
圖 4 - 42 挑流工動床試驗成果(QMIN_GI=38_S = 1.3%_SI = 1.007) .....4-42
圖 4 - 43 挑流工動床試驗成果(QMID_GI=38_S = 1.3%_SI = 1.005) .....4-43

圖 4 - 44 挑流工動床試驗成果(QMAX_GI=38_S = 1.3%_SI = 1.002) .....4-43
圖 4 - 45 挑流工動床試驗成果(QMIN_GI=38_S = 0.5%_SI = 1.005) .....4-44
圖 4 - 46 挑流工動床試驗成果(QMID_GI=38_S = 0.5%_SI = 1.013) .....4-44
圖 4 - 47 挑流工動床試驗成果(QMAX_GI=38_S = 0.5%_SI = 1.014) .....4-45
圖 4 - 48. A 型隱入式固床工設計圖 .....4-49
圖 4 - 49. B 型隱入式透水固床工設計圖 .....4-50
圖 4 - 50. C 型隱入式透水固床工設計圖 .....4-50
圖 4 - 51. D 型隱入式透水固床工設計圖 .....4-51
圖 4 - 52. 固床工軸向改變對於水流方向的影響 .....4-51

# 第一章　緒論

野溪治理為水土保持的重要工作項目之一，其目的除了保障周遭及下游保全對象的安全，免於遭受土砂及洪氾威脅外，對於坡地水土資源保育一直以來都扮演著重要的角色。

由於台灣山區溪流坡陡流急、洪枯水位差異懸殊、溪床粒徑較下游河川為粗，坡地的產砂往往於颱風豪雨期間被溪水挾帶下移，造成土砂災害，溢淹及溪床縱向淘刷問題亦威脅溪流的發展及濱溪生態環境。為了克服上述的挑戰，護岸及固床工成為常用的工程手段。

護岸在於防洪流溢淹於未然、保護溪岸不受溪水攻擊而坍陷，甚至扮演引導水流的功能。固床工則用於調整溪流的沿程坡降、防止溪流縱向淘刷，同時可以藉由固床工頂緣開口的設計手法束縮水流，並延續枯水期間溪水流路的連通。

近年國內生態保育的意識高漲，使得傳統野溪治理工法備受挑戰，即便採用「以生態為基礎，安全為導向」之生態工法，雖能改善工程構造物與生態環境之間的配適性，卻無法使整治過後的溪流保有原多變的自然形態。

因此，本創新計畫旨在突破傳統野溪治理工法對於溪床多樣性營造之困難，以於治理溪段內營造出自然野溪形態為理念，利用室內水工縮尺試驗，測試並了解於順直整治溪段配置挑流工、隱入式固床工營造溪流蜿蜒及創造湍瀨的可行性。

本計畫為兩年期研究計畫，本年度之計畫工作如下：

(1)設計及測試挑流工之配置：包含挑流工深入河道的長度、軸

向角、間距、挑流工群之間的組離與溪流蜿蜒營造之可行性。

(2)設計及測試隱入式固床工。

(3)挑流工對於溪流蜿蜒之可行性試驗。

(4)隱入式固床工上下游湍賴營造之可行性試驗。

(5)現場調查與案例收集。

# 第二章　相關文獻回顧

## 第一節　階段-深潭 (step-pool)、深潭-湍瀨 (pool-riffle)

階段-深潭 (Step-Pool)、深潭-湍瀨 (Pool-Riffle) 結構，在山區溪流系統中扮演著重要的角色，它們的存在改變了溪水所受到的阻力、分散了溪流的能量、影響了溪流輸送土砂的能力。中、低流量時，溪水攜帶容易啟動的細粒土砂運移，啟動的床砂部分隨著溪水流至下游，部分則有機會在深潭中暫存，等待下一次再啟動。因此，一般而言，階段-深潭、深潭-湍瀨結構降低了山區溪流的不穩定性、減少土砂的運移，同時也為濱溪與水生生態提供健康的環境，有助於水生與濱溪生物的覓食與繁衍。

當溪床坡度較陡時，較容易見到階段-深潭的形成；當溪床坡度較緩時，則類似的自然結構通常以深潭-湍瀨稱呼之，如圖 2-1 所示。由於階段-深潭結構增加了其對於水流的阻力、消耗了水流的部分能量，因此被認為具備保護溪床免於淘刷的功能 (Whittaker and Jaeggi 1982; Abrahams et al. 1995)。故，若由消能的角度觀之，營造階段-深潭結構可以達到降低水流能量的目的。

就深潭-湍瀨結構而言，兩者之間的差異在於水深與流速。深潭的水深較深，由於漩渦在其中發生，流場極為紊亂，因此平均流速較慢。反觀湍瀨，通常水深較淺，流速較快，而且往往會因為形成湍瀨的溪床床質粒徑較粗的緣故，使得構成湍瀨的溪床床質有機會突出水面，改變了通過水流的連續性。連接深潭與湍瀨的區間稱為溜 (Run)，水深及流速介於深潭與湍瀨之間，水流境況相對較湍瀨為平

靜，但又比深潭區域的水流來得紊亂，一般無法在深潭中獲得棲身之地的魚類多以溜為棲地。深潭-溜-湍瀨分布示意圖，如圖 2-2 所示。

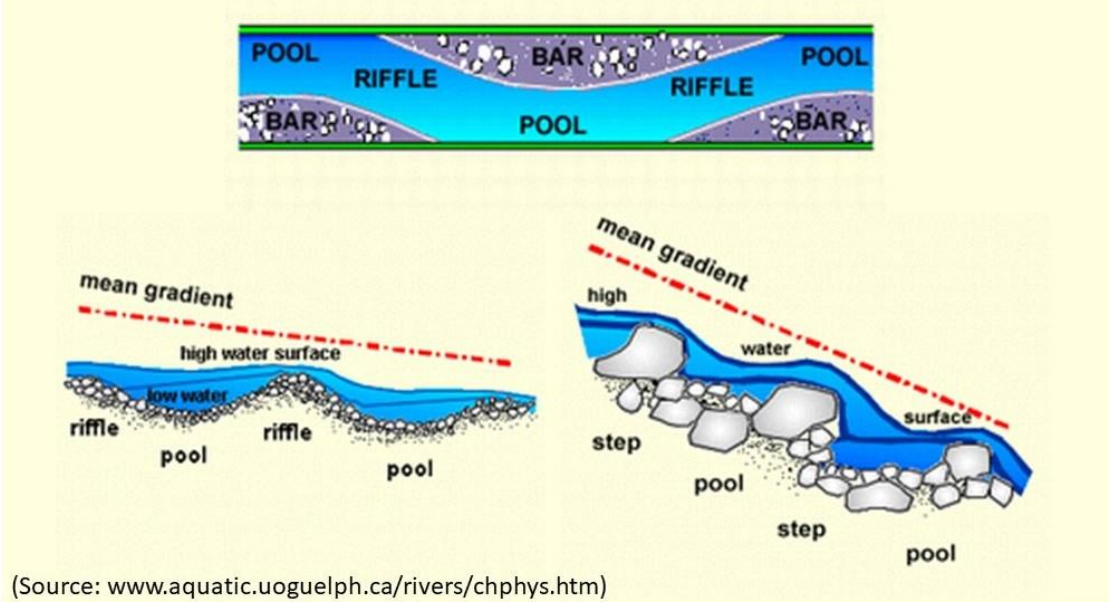



圖 2 - 1. 階段-深潭與深潭-湍瀨結構

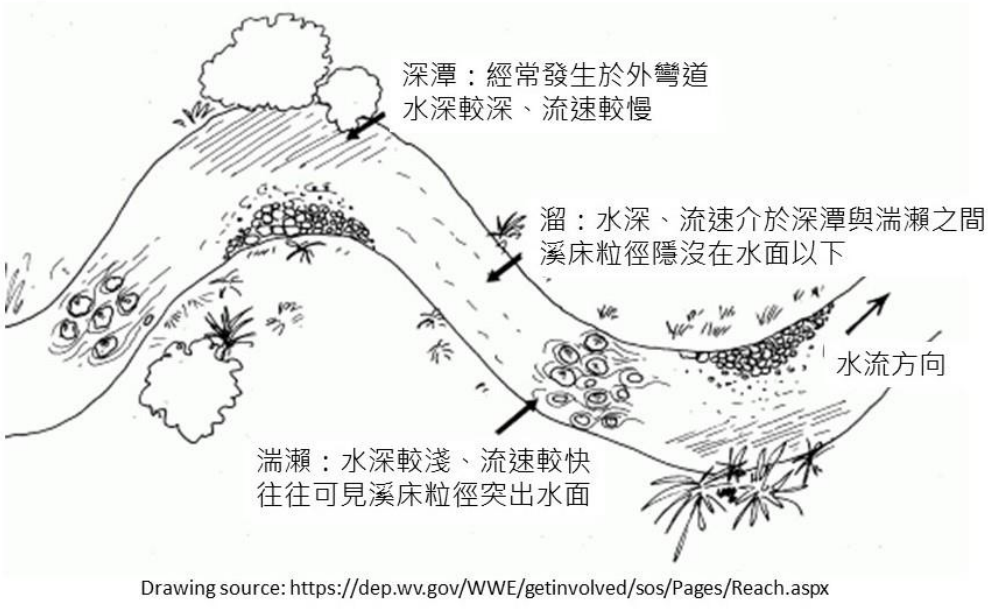



圖 2 - 2. 深潭-溜-湍瀨分布示意圖

Grant and Mizuyama (1991) 利用動床水工試驗測試清水流情況

下階段-深潭的形成與流量及坡度之間的關係，以企圖找出營造階段-深潭的條件。試驗渠槽長度 11 m、寬度 0.5 m，床砂的回填深度 10 cm，回填床砂的最大粒徑分別為 30 cm 及 64 cm。試驗期間利用測針量測水面與砂面高程，並利用微型流速計記錄沿程的平均流速。同時，以 1 分鐘為間隔，於試驗渠槽下游端承接每 30 秒所流出的土砂量。當試驗流量、上游供水量的清水實驗獲知階段-深潭形成的關係之後，再在試驗渠槽的上游端提供額外的土砂，以模擬上游高產砂條件下階段-深潭的變化。

Grant and Mizuyama 研究結果認為，要維持階段-深潭結構的存在，可以利用溪流幅寬的改變、或是於溪流中加入巨粒、或是營造高阻抗邊界 (high resistant boundary) 等方式，達到改變水流境況之目的。

Wohl and Thompson (2000) 量測具備階段-深潭結構的山區溪流流速剖面 (velocity profile) 發現，階段下游的流場充斥著尾跡紊流 (wake turbulence)，階段上游甚至階段階緣的流場則主要受階段結構的形狀所影響。階段之上、下游因為逆向壓力梯度的存在，強化了紊流的產生，階段緣的壓力梯度反而抑止了紊流發展，而尾跡紊流則扮演著階段-深潭結構的消能角色。

Chin (2002) 曾在位於 Santa Monica Mountains 的兩處集水區內共計調查了 360 個階段-深潭樣本，經資料整理分析後發現，階段-深潭結構的重現長度；亦即，一組階段-深潭與下一組之間的長度；大約是溪幅寬度的 0.43 ~ 2.40 倍。就水流能量的削減效果而言，階段-深潭系統是一種自然形成的消能機構，但僅限於垂降方向水流的能量削減，無法處理側向水流的能量。

Okazaki et al. (2006) 藉由 35 處、8 個集水區現場山區溪流階段-深潭的調查，獲得影響階段 - 深潭型態的影響因子結論，如圖 2-3 所示。影響因子包含：床質粒徑 (particle size)、溪流坡降 (channel gradient)、入流流量 (discharge)、階段間的高差 (step-step drop)、階段寬 (step width)、階段間距 (step wavelength) 等。Okazaki et al. 經由資料整理得知，當山區溪流的坡降超過 0.02 時，溪流中產生階段 - 深潭的機會增加。

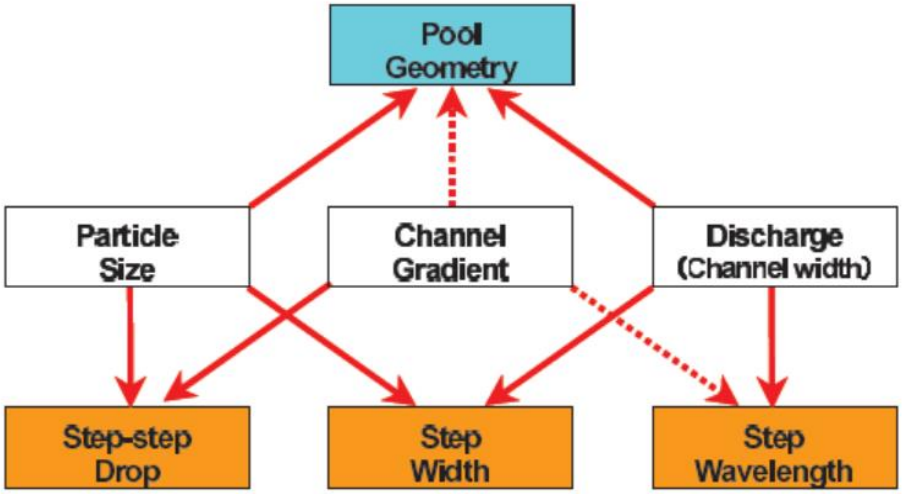



圖 2 - 3. 影響階段 - 深潭型態的因子 (Okazaki et al., 2006)

Okazaki et al. 認為，床質粒徑影響了階段的落高以及階段的寬度，同時，床質粒徑也控制了床質本身於水流中的啟動與運移，進而影響深潭的幾何形狀。入流流量影像階段 - 深潭發生的間距，也影響階段的寬度。除此之外，流量的大小影響其翻越階段時對趾部所產生的淘刷力道，最終影響深潭的幾何形狀。至於溪流坡降，資料分析結果顯示僅與階段落高有關。

## 第二節　彎曲 (sinuosity) 與蜿蜒 (meander)

溪流型態是溪水與溪岸、溪床、床質互動下的產物，過去曾有研究學者與實務工作者為了量化溪流的型態而企圖將其進行分類；其中最早進行溪流型態分類的當屬 William Morris Davis。Davis (1899) 依據溪流發展的階段、受溪水侵蝕的程度將溪流分成年輕、壯年、老年期；然而流量大小及流場特徵對於溪流型態的發育亦存在不可忽視的影響 (Harvey 1969; Stevens et al. 1975)。Beckinsale (1969) 依據溪流的水流境況 (flow regime) 對溪流型態進行分類，結果發現並無法成功描述溪流型態。

Schumm (1977)自溪流源頭起至出口止，依據泥沙的生產、輸送以及產出，將溪流區分為沖蝕段 (zone of erosion)、輸送段 (zone of transport)、沉積段 (zone of deposition)，如圖 2-4 所示。

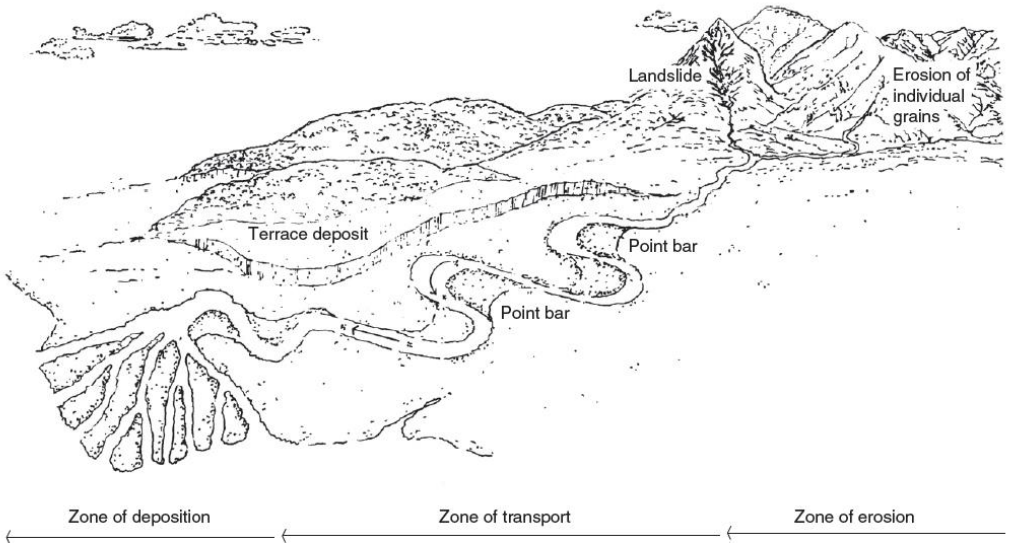



圖 2 - 4. Schumm (1977) 的溪流泥沙運移機制分類

Schumm (1981) 以床載 (bedload) 與總泥沙載 (total load) 的比

例、泥沙粒徑大小、泥沙量的多寡、流速與河川功率 (stream power) 的高低、溪流的寬深比 (width-depth ratio)，以及溪床坡降的緩急等參數，提出了溪流型態的分類，如圖 2-5 所示。

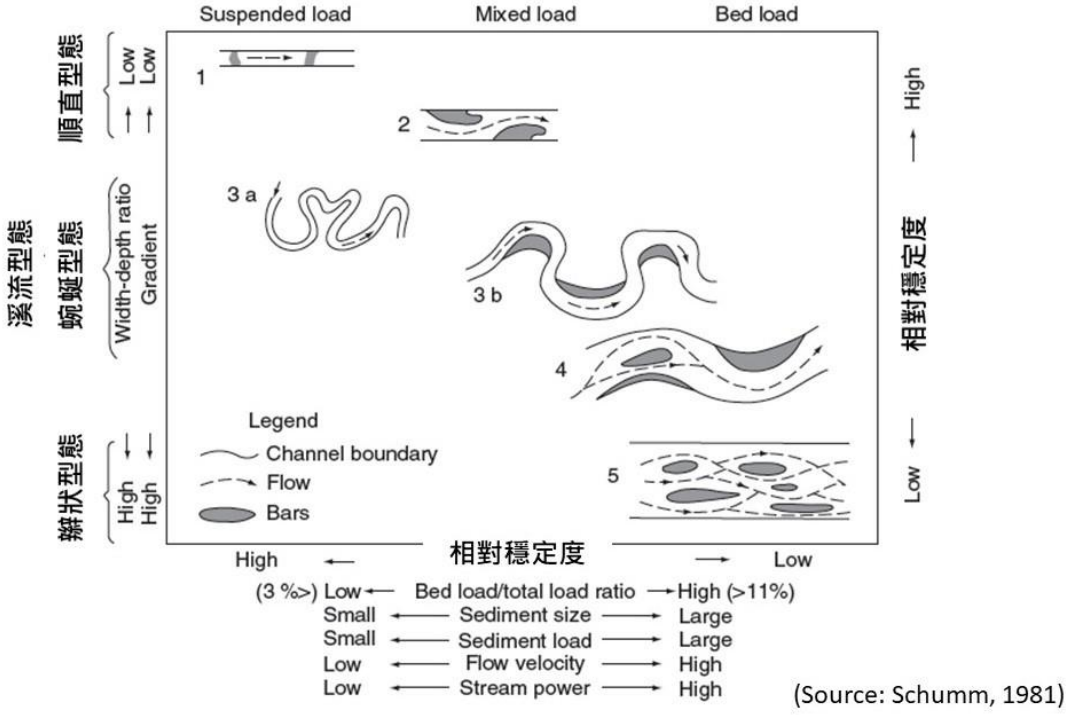



圖 2 - 5. Schumm 溪流型態分類

Church (1992) 依據溪流流量、溪流與造床粒徑之相對尺度、溪流坡降等參數，將溪流分為小、中、大三類，但成果亦不理想。因此，開始有學者嘗試從實務的角度出發，考量溪岸與溪床構成材料，將材料分為黏滯 (cohesive) 與非黏滯 (non-cohesive) 兩類；畢竟組成溪岸與溪床材料的性質影響了後續泥沙的輸送、影響了邊界對抗水流侵蝕的阻抗能力，以及未來溪流型態的發展；David L. Rosgen 即為以溪岸與溪床構成材料出發進行溪流型態分類工作最受矚目的研究學者。

Rosgen (1994) 依據長年進行溪流調查所收集的資料，將溪流型

態分為 41 種類型 (圖 2-6)。分類過程中，除了考量溪岸與溪床構成材料之外，並納入捲揚率 (entrenchment ratio)、彎曲度 (sinuosity)、溪流的寬深比 (width/depth ratio)。捲揚率用於描述溪流的側向侷限 (lateral confinement)，捲揚率被定義為洪氾幅寬 (flood-prone width) 與滿槽幅寬 (bankfull width) 的比值；彎曲度用於量化溪流蜿蜒的程度，其定義為溪流深槽長度 (thalweg length; arc length) 與溪流直線長度 (straight length; wavelength) 的比值 (圖 2-7)；寬深比則是反映溪流的斷面形狀與溪流坡降關係。

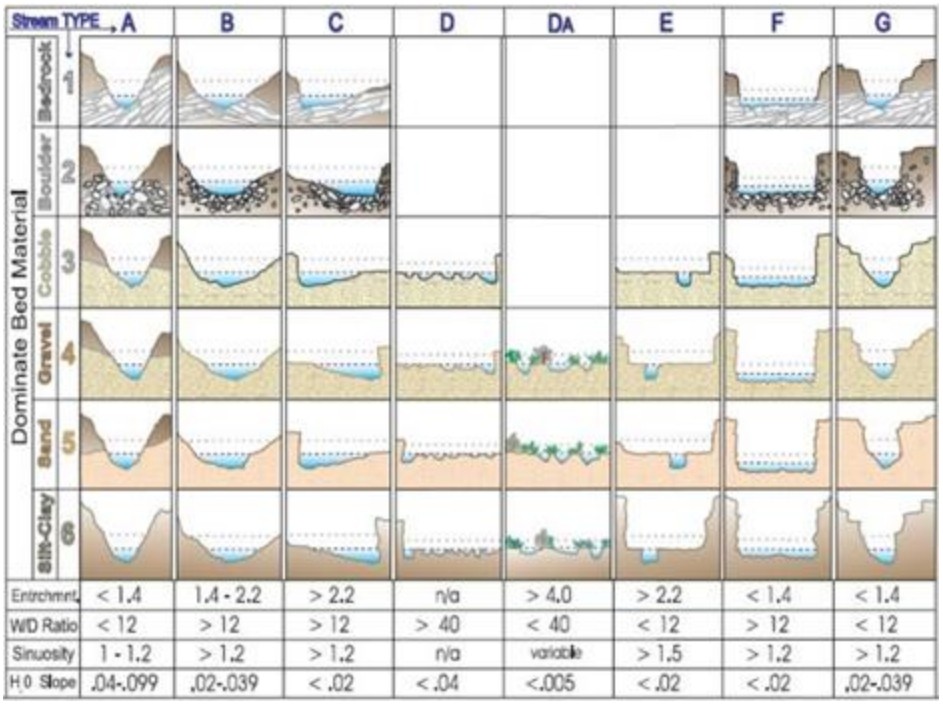



圖 2 - 6. Rosgen 溪流型態分類 (Rosgen, 1994)

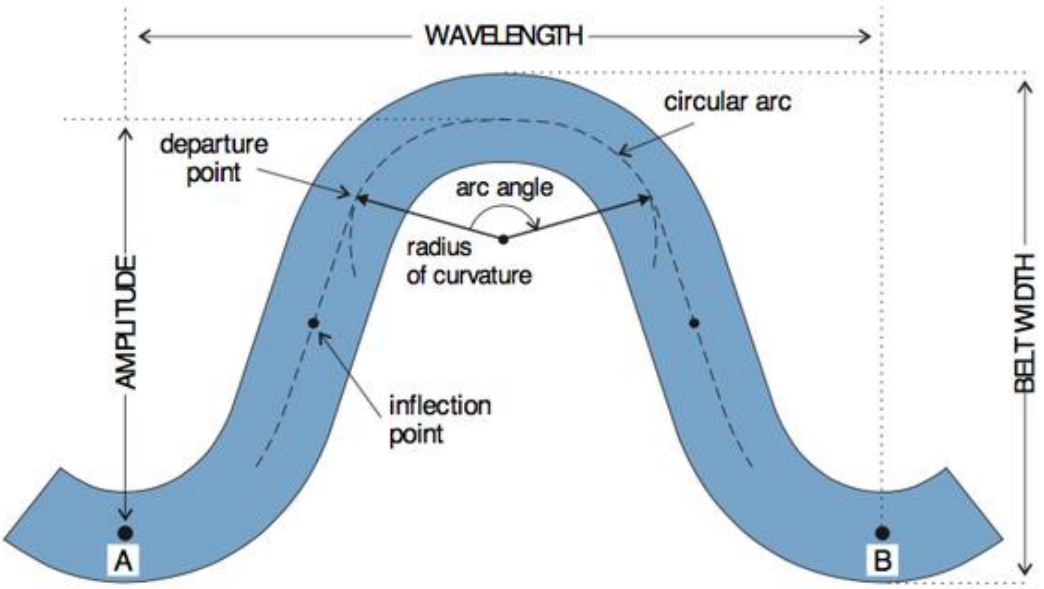



圖 2 - 7. 彎曲度 (sinuosity) 計算示意圖

Morisawa (1985) 依據溪流的彎曲度將溪流型態分為順直河道 (straight channel)、彎曲河道 (sinuous channel)、蜿蜒河道 (meandering channel)、辮狀河道 (braided channel) 及網狀河道 (anastomosed channel)。順直河道的彎曲指數 (sinuosity index; SI) 小於 1.05；彎曲河道的彎曲指數大於 1.05；蜿蜒河道的彎曲指數大於 1.5；辮狀河道的彎曲指數大於 1.3；網狀河道的彎曲指數大於 2.0。

Leopold (1994) 發現，過去所調查的大多數溪流型態多落於順直河道 (Rosgen 溪流型態分類中的 Type A)、低彎曲度河道 (low-sinuosity channel；Rosgen 溪流型態分類中的 Type B)、蜿蜒河道 (Rosgen 溪流型態分類中的 Type C)，以及多變河道(multiple channel；Rosgen 溪流型態分類中的 Type D) 之間，而多變河道又包含辮狀河道及網狀河道。

當溪流兩岸因為溪岸地質、地形條件，甚至因為治理的需求，使

得溪流無法依其自然趨勢發展時，就形成所謂的侷限蜿蜒 (confined meander)，如圖 2-8 中的粗框線所示。侷限溪流側向發展，就溪流而言，就必須遊走於左右兩岸或是左右兩護岸之間，過於順直的渠道讓溪水的河川功率無法消耗，只能於流經過程中以消耗渠床的方式發洩，其結果往往造成渠底的縱向淘刷。

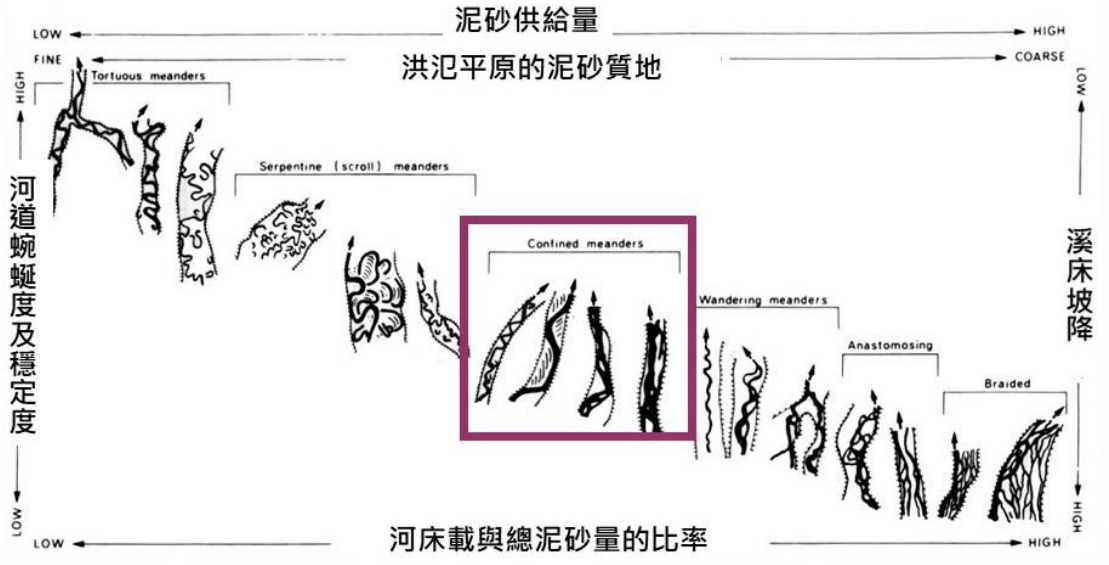



圖 2 - 8. 侷限蜿蜒 (confined meander)

林瑞仁 (2004) 利用水工試驗探討開口式帶工對整治後溪流蜿蜒促成之可行性，帶工係指構造物的頂緣與治理後的溪床床面齊平，是一種隱入式的固床工，早年常出現於臺東縣境。林瑞仁的研究結果提出下列幾點結論：(1) 彎曲度指數 (sinuosity index) 隨著渠道坡度的增加而逐漸減小、(2) 當渠道坡度固定時，彎曲度指數隨著床質粒徑的降低而增加，但是當渠道坡度增加時，此種關係隨即瓦解、(3) 當渠道坡度固定、床質粒徑固定時，彎曲度指數隨著溪流流量的增加而

降低。

林瑞仁的研究亦發現，當帶工開設開口之後，選擇性泥砂輸送機制 (selective sediment transport) 於深槽線兩岸的溪床間形成，因而塑造出多樣性的邊灘，最後營造出蜿蜒、邊灘與深槽線。凡是能順利營造出蜿蜒的整治後河道段，其開口附近上游溪床的淘刷寬度大約可以控制在 2 至 4 倍開口寬度的範圍內，而淘刷深度則以帶工開口底部的高程為其極限。當床質粒徑偏細時，槽線寬度往往因為帶工間距的增加、帶工趾部淘刷範圍的加深與加長，而導致無法收斂的地步，不但無法被塑造成蜿蜒型態，反而適得其反。

## 第三節　生態水力學 (Ecohydraulics)

無論溪流中存在的是階段 - 深潭或是深潭 - 湍瀨構造，構造的存在為水生生物提供了覓食與繁衍的棲地，通常具備階段 - 深潭或是深潭 - 湍瀨構造的溪流，水中的無脊椎動物的數量遠高於無階段 - 深潭或是深潭 - 湍瀨構造的溪流 (Cereghino et al. 2001)。

棲地多樣性指數 (habitat diversity index) 常被用於描述溪流階段 - 深潭或是深潭 - 湍瀨構造的特徵，而營造棲地多樣性溪流的必要參數包含：(1) 底床床質、(2) 水深、(3) 流速 (Gorman and Karr 1978)。不同的溪流物理條件，提供了不同水生生物棲息的所需。

水深低於 0.1 m 的溪流環境，大多由喜好高溶氧及充足陽光的生物所棲息；水深高於 0.5 m 的水域，則恰好相反。根據 Wang et al. (2009) 的研究發現，大多數的調查生物多出現於水深界於 0.1 ~ 0.5 m 之間的水域。Wang et al. (2009) 的研究亦發現，活動力較差的水生

生物喜好在流速低於 0.3 m/s 的水域棲息；高活動力的生物則喜好在流速高於 1 m/s 的水域棲息。

為創造侷限河道 (confined channel) 內多樣的棲地床型 (bedform) 環境，林原巧 (2005) 透過室內水工模型試驗，探討不同開口數量之固床工對直線段河道整治後溪床床型變化的影響，並以 Shannon 歧異度指數 (Shanon Diversity Index, SDI) 量化溪床床型的高程變化，同時，利用達西阻力係數 (Darcy friction coefficient) 量化床型形狀糙度 (form roughness) 的變化。

研究結果指出，開口式固床工較傳統固床工能提供較多樣的床型變化，使得由傳統式固床工 0.261 的溪床床型歧異度，最高可提升至單開口固床工的 2.093。除此之外，研究結果亦發現，開口式固床工之匯流聚能的能力隨著固床工阻水比 (flow obstruction ratio) 的降低；亦即，開口數量的減少；而逐漸提昇。因此，單開口固床工趾部的渠床最大淘刷深度約為傳統式固床工的一倍，對於固床工基礎具有潛在威脅。當渠床坡降較緩時，林原巧 (2005) 建議可選擇配置較低阻水比的開口式固床工；亦即，減少開口數量；以增加水流束縮，提昇床型變化。當渠床坡降較陡時，應選擇高阻水比的多開口式固床工，以達到分散水流、抑制淘刷深度，並兼具維持生態廊道貫通與多樣床型變化的目的 (Wu and Lin, 2006)。

陳沛霖 (2006) 利用水工縮尺模型試驗，探討開口式圓弧型固床工應用於野溪整治的可行性，試驗分析項目包含：水流特性、水流流速、床型的沖淤變化、床型歧異度、達西阻力係數等。研究的結果指出，溪床的床型型態隨著流量、床砂粒徑、渠床坡降、開口數量而有

所不同。當開口數量少時，其所產生的床型歧異度較開口數量多時為大，可營造多變的床型型態，但必須注意因為水流匯集所產生的局部淘刷 (local scour) 對結構物基礎的負面影響。流量增加時，則可以造成投潭淘刷高阻力係數區域範圍的增加，低阻力係數區域範圍的減少；而開口式圓弧型固床工較開口式直線型固床工更能增加床型歧異度，預期對於水棲生態環境較有貢獻。

何國勇 (2007) 針對開口式近直線之弧型固床工的開口數量、水流流速、渠床床型沖淤變化、床型歧異度指標、達西阻力係數的影響進行探討。近直線弧形固床工的設計，乃介於林原巧 (2005) 的直線型傳統固床工 (構造物的軸向曲率半徑 = ∞) 與陳沛霖 (2006) 的圓弧型固床工 (構造物的軸向曲率半徑 = ½ 溪幅幅寬) 之間；亦即，構造物的軸向曲率半徑等於 0.6 倍的溪幅幅寬。

何國勇 (2007) 研究發現，固床工開口數量的增加，可以分散水流對固床工趾部溪床的衝擊，使得淘刷坑的範圍縮小、深度變淺，且由於水流的分散作用，使得開口下游淘刷坑內的水流形成漩渦，以致流速減緩。但是當入流水自固床工頂溢流時，固床工開口數量的增加，對於固床工下游渠床的淘刷變化影響較不明顯。除此之外，開口式近直線弧形固床工所產生溪床床型歧異度普遍大於開口式圓弧形固床工、開口式直線型固床工，甚至大於傳統式固床工。

該研究建議，當溪流坡降大、屬於高變動溪床時，可以採用近直線弧形的開口式固床工，以降低水流對溪床的直接衝擊，並兼具多樣的床型變化與維持生態廊道的貫通，以提供做為多元化濱水生物的棲息空間。當溪流坡降緩、屬於低變動溪床時，可選擇開口數量較少的

近直線弧形固床工設計，以增加水流束縮、提升溪床床型變化及水流雕塑床型的能力；但是，開口少的固床工容易造成水流集中淘刷，應注意構造物基礎的安全。

陳宥達 (2016) 企圖改變固床工的傳統設計，以透水結構取代，進行水工試驗。研究結果發現，透水式固床工改變了上游來水溢過固床工結構體的水流特性、固床工趾部的局部淘刷規模與型態，以及固床工後方的土砂淤積，讓上游的來砂得以選擇性通過透水式固床工，也藉由通透結構體內部的通透孔隙或通道提供了水棲或濱溪活動生物的縱向活動廊道，解除了傳統式固床工的缺點。

透水式固床工之實務應用上可減少混凝土用量、提供更多的孔隙空間來孕育生態，甚至可以分散投潭水流，達到減緩淘刷規模的功用，因此，透水式固床工具備「表面粗糙化」與「材質自然化」的特質。至於透水式固床工對於以洪枯期間水量落差極大的荒溪是否會增加上游來水的入滲伏流，進而影響水棲生物的生存空間，則有待進一步研究。

# 第三章 現場調查及成果

## 第一節　現場調查整備

本創新計畫之目的在於野溪治理工法的研發，以期解決前述野溪溪床區段化的問題，並創造友善的濱溪生態環境。就目前國內野溪治理的工程案例而言，多屬於固床工型式的改變，尚未見到針對溪流蜿蜒營造的案例。雖然如此，現場調查仍有助於對目前野溪治理工法優缺點的瞭解。

本計畫選定以近五年內南部與東部地區野溪治理的工程案例進行現場調查，調查的重點在於瞭解各野溪治理工程點位之 (1) 治理溪幅寬度、(2) 治理後的溪床平均坡降、(3) 相鄰兩橫向構造物之間的間距、(4) 相鄰兩橫向構造物之間的溪床沖淤現況、(5) 橫向構造物趾部溪床的淘刷、(6) 橫向構造物迎水面的土砂淤積及表面粒徑取樣、(7) 整治段的現況表徵；尤其是是否已於治理段形成存在深潭-湍瀨結構等。

## 第二節　現場調查成果

透過工程管考系統搜尋近五年南部地區 (臺南、高雄、屏東) 及臺東地區有關野溪治理工程的資料庫，依照工程項目內容、工程完工

年份、調查區位之可調查性等因素，篩選出符合本研究之現地調查最大效益者，實施現場調查。現場調查之主要目的，在於彰顯調查地點的野溪整治樣態以及共通點，做為未來野溪整治精進的借鏡，同時也為本計畫水工試驗的試驗渠道坡度參數提供選擇的參考。

資料庫的來源來自於工程管考系統 105 ~ 110 年度的工程紀錄，搜尋的標的包含：(1). 流域綜合治理計畫、(2). 大規模崩塌計畫、(3). 整體性計畫。資料庫資料撈選的結果，流域綜合治理計畫共計 325 件、大規模崩塌計畫共計 18 件、整體性計畫共計 668 件。

基於本計畫之目的並非進行構造物體檢與調查，又因為經費限制，故必須針對上述的 1011 件工程進行篩選。篩選的原則，僅保留野溪治理工程案例，且案例中須明確記載曾於整治溪段施作固床工者，對於整治段溪流之幅寬則無設限。

篩選階段，首先避免工程點位相鄰的案例，但保留同一個地區具備前後期治理的案例。治理段的固床工數量則儘量篩除小於 6 座者，凡施作護岸長度小於 100 m 者亦儘量篩除。除此之外，若工程管考系統紀錄之工程項目僅施作防砂壩、潛壩者亦一半篩除。同時考量整治地點的地質條件，儘可能涵蓋較多的地質樣態；例如泥岩地區。

初步篩選完成後，流域綜合治理計畫入選 56 件、大規模崩塌計畫入選 3 件、整體性計畫入選 91 件，共計入選 150 件，入選率分別

為 17.23 %、16.67 %、13.62 %。最後再將篩選過後之現場調查點位標註於地理資訊系統中，以避免點位過度集中於某些區域。最後得到入選的調查地點共計 79 處，點位分布如圖 3-1 所示，工程管考系統中所登載各點位的工程名稱、項目及座標彙整如表 3-1。現場調查所使用的設備包含：無人機、雷射測距儀、捲尺、數位相機、GPS。

本計畫之現場調查工作已全部完成，其中有 13 處因為現場無法進入或植生過於茂密，即便使用無人機亦無法清楚辨識該調查點的全貌，不得已只好放棄，這些點位於表 3-1 中則以「Δ」標示。

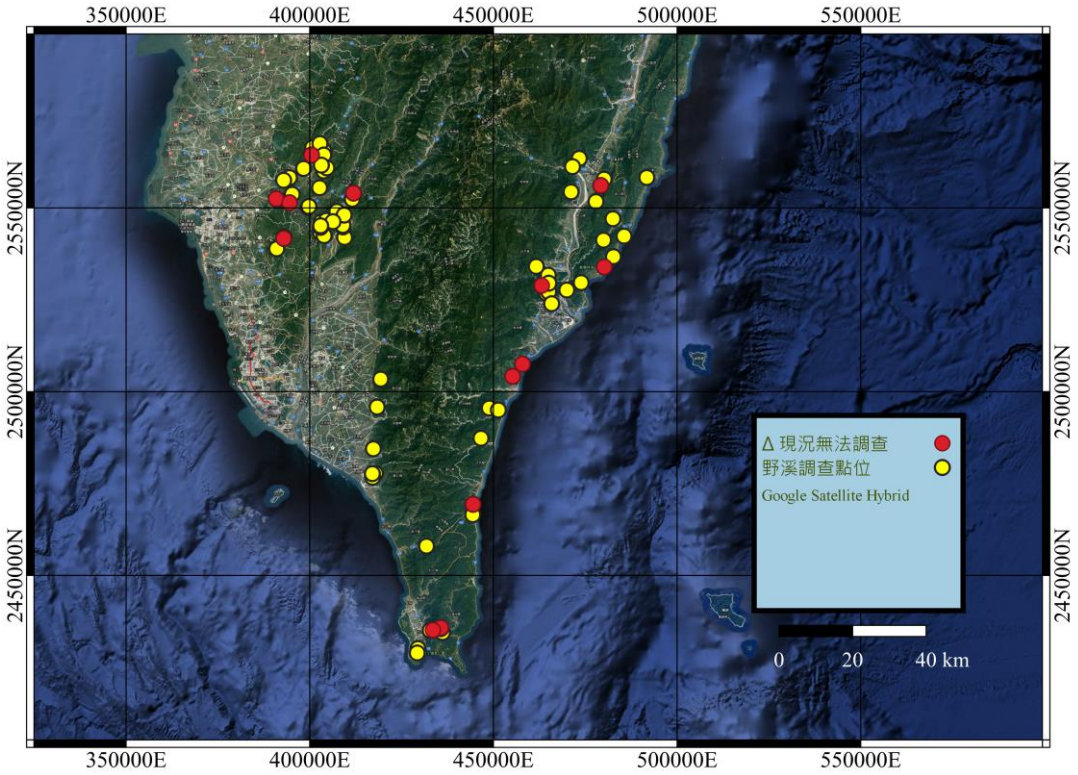



圖 3 - 1. 野溪治理工程調查點位分布圖

# 表 3-1. 現場調查點位基本資料及完成狀況

| 編號 | 工程名稱 | 縣市 | 鄉鎮 | 村里 | 工程管考系統登錄之工程內容 | X 坐標 (TWD97) | Y 坐標 (TWD97) | 完成狀況 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 106-SCWF-08-4-019 | 永靖食水溪野溪整治四期工程 | 屏東縣 | 滿州鄉 | 永靖村 | 固床工 12 座、護岸 245.5 m、版橋 1 座、重力式橋台 4.4 m、封牆 8 座、稻草蓆 1290 $m^2$、拋塊石乙式、雜項工程乙式 | 229200 | 2434678 | Δ |
| 106-SCWF-15-4-025 | 萬安親水公園旁及武潭野溪整治工程 | 屏東縣 | 泰武鄉 | 佳平村 | 固床工 7 座,護岸 218.5 m、排水溝 20.5 m、動物逃生道 18.7 m、堤頭工 1 座、護坦 2 座、封牆 2 座、危險警告標誌 2 組、截水牆 2 座、消能檻 11 組、止滑榫 4 組 | 213715 | 2502532 | O |
| 106-SCWF-15-4-026 | 潘壽野溪整治七期工程 | 屏東縣 | 來義鄉 | 箕湖村 | 固床工 8 座,護岸 270 m、版橋 1 座、土石袋 270 m、既有箱涵保護 2 座、空氣汙染防制鋪面 50 $m^2$、警告標示牌 2 座 | 211465 | 2483595 | O |
| 108-SCWF-02-4-045 | 獅子鄉丹路段及楓林段台 9 線旁野溪護岸整治工程 | 屏東縣 | 獅子鄉 | 丹路村 | 護岸（含基礎）高約 3 m 長約 300 m， 護岸（含基礎）高約 2 m 長約 200 m， 固床工約 13 座等 | 225579 | 2456938 | O |
| 108-SCWF-06-4-019 | 林祿溪野溪治理二期工程 | 屏東縣 | 滿州鄉 | 永靖村 | 固床工 7 座、護岸 718 m、護欄 120 m、內面工 6.5 m、警告標示牌 2 座、生物通道 3 處、稻草蓆 2130 $m^2$、基礎保護工 17 座、水泥仿木欄杆 250 m、回填區留設拋物線型溝 3 處、既有版橋改善 1 處、箱涵 1 處 | 229624 | 2433380 | O |
| 108-SCWF-09-4-001 | 出火橋下游野溪整治工程 | 屏東縣 | 恆春鎮 | 山腳里 | 固床工 6 座、護岸 1402.6 m、排水溝 200 m、版橋 1 座,堤頭、尾工 2 座；土包袋 6785 包；稻草蓆 3623 $m^2$；R.C.路面 211.17 m；掛網噴植 1000 $m^2$；A 式噴漿溝 121 m；警告禁止標誌 2 支；砌排石 60 $m^2$;圍籬鋼軌樁租用打設 141 支；安全護欄租用 1600 m；臨時擋土鋼軌 224 支暨鋼板 224 片租用;作業人員及機具道路、預鑄材料堆置區改善計約 1000 $m^2$ | 227024 | 2434090 | Δ |
| 108-SCWF-15-4-034 | 出火風景區旁東門溪上游支流野溪治理工程 | 屏東縣 | 恆春鎮 | 山腳里 | 固床工 5 座、護岸 110.5 m、蓄水池 1 座 | 226271 | 2434007 | O |
| 106-ADE-01-4-125 | 巴阿力優斯野溪二期整治工程 | 屏東縣 | 泰武鄉 | 平和村 | 固床工 7 座、護岸 265 m、堤頭工 1 座、側牆 11.3 m、土包袋 1375 包、水墊 50.4$m^2$、尾檻 1 座、危險警告標誌 1 座 | 212644 | 2494942 | O |
| 106-ADE-29-4-028 | 巴莎野溪整治工程 | 屏東縣 | 春日鄉 | 春日村 | 固床工 22 座、護岸 415.1 m、排水溝 32 m、跌水 8 座,警告禁止標誌 2 支 | 211930 | 2476908 | O |

| 編號 | 工程名稱 | 縣市 | 鄉鎮 | 村里 | 工程管考系統登錄之工程內容 | X 坐標 (TWD97) | Y 坐標 (TWD97) | 完成狀況 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 107-ADE-03-4-037 | 蜈蚣溝上游坑溝整治工程 | 屏東縣 | 春日鄉 | 春日村 | 固床工 15 座、護岸 261 m、版橋 2 座、箱型石籠跌水工 17 m、RC 渠首(尾)工 2 座 | 211167 | 2475849 | O |
| 108-ADE-35-4-006 | 林祿溪射麻裡段 406-6 等地號旁野溪整治工程 | 屏東縣 | 滿州鄉 | 永靖村 | 固床工 10 座、護岸 389.5 m、基礎工 3.5 m、生態通道 4 座、空氣汙染防治鋪面 100 $m^2$、新舊構造物銜接修順 1 式、稻草蓆 2721 $m^2$、石籠 391 籠、預力基樁 30 支、生態迴避孔 76 處 | 229180 | 2434447 | O |
| 108-ADE-46-4-011 | 砂尾堀旁野溪整治三期工程 | 屏東縣 | 恆春鎮 | 大光里 | 固床工 5 座、護岸 144 m、石籠護岸 142 m、警告標示牌 2 座、排水缺口 1 處、箱涵保護工 68 $m^2$、土石袋溝保護 4.5 m、生物通道 2 處、稻草蓆 568 $m^2$、種植大葉欖仁 40 株 | 222865 | 2429096 | O |
| 109-ADE-07-4-016 | 內寮村上游野溪整治二期工程 | 屏東縣 | 春日鄉 | 春日村 | 固床工 13 座、護岸 322.5 m、排水溝 9 m、警告標示牌 2 座、稻草蓆 968 $m^2$、生物通道 2 處、朱槿扦插 316 株、集水井 1 處 | 211098 | 2476849 | O |
| 109-ADE-43-4-004 | 大光路野溪整治二期工程 | 屏東縣 | 恆春鎮 | 大光里 | 固床工 8 座、護岸 323 m、警告標示牌 2 座、橫向支撐 2 座、塊狀護欄 16 塊、稻草蓆鋪設 650 $m^2$、生物通道 2 處 | 222671 | 2427912 | O |
| 105-SCWF-01-4-201 | 柑林野溪整治工程 | 高雄市 | 內門區 | 溝坪里 | 固床工 10 座、護岸 275.1 m、, 新設護岸漿砌塊石 183 m | 198970 | 2544964 | O |
| 106-SCWF-08-4-012 | 大田野溪整治工程 | 高雄市 | 甲仙區 | 大田里 | 固床工 10 座、護岸 300 m、護岸高約 3.5 m 長約 300 m，固床工約 10 座高約 1.5 m 長約 5 m 等 | 206638 | 2551564 | O |
| 106-SCWF-08-4-013 | 大坑野溪整治二期工程 | 高雄市 | 杉林區 | 上平里 | 固床工 22 座、護岸 580 m、護岸高約 3.5 m 長約 580 m，固床工約 22 座高約 1.5 m 長約 5 m 等 | 204401 | 2541190 | O |
| 106-SCWF-15-4-021 | 火公野溪整治二期工程 | 高雄市 | 杉林區 | 杉林里 | 固床工 22 座、護岸 432.8 m、版橋 2 座、人行版橋 1 座、加載型版橋 2 座、溢流箱涵 30.3 m、結束工 1 座、截水牆 3 處、警告禁止標誌牌 2 只 | 204007 | 2544070 | O |
| 107-SCWF-06-4-024 | 玉門野溪整治三期工程 | 高雄市 | 內門區 | 永吉里 | 固床工 12 座、護岸 371.8 m、乾砌塊石 6 $m^2$、拋填塊石 61.4 $m^3$、預留缺口 2 處、警告禁止標誌牌 1 座 | 197817 | 2542709 | O |
| 108-SCWF-15-4-022 | 竹林溝野溪整治二期工程 | 高雄市 | 內門區 | 溝坪里 | 固床工 20 座、護岸 212 m、跌水 6 座、封牆 2 座、混凝土水墊 8 座、生物通道 4 座、既有混凝土路面毀損復舊 100 $m^2$、乾砌塊石護岸 16 處、稻草蓆 400 $m^2$、既有管井暫時遷移及復舊 1 式 | 198116 | 2545483 | O |

| 編號 | 工程名稱 | 縣市 | 鄉鎮 | 村里 | 工程管考系統登錄之工程內容 | X 坐標 (TWD97) | Y 坐標 (TWD97) | 完成狀況 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 105-ADE-04-4-001 | 茄苳湖吉橋下游整治工程 | 高雄市 | 杉林區 | 木梓里 | 造型護岸 587 m;造型護岸漸變段 35 m；乾砌石護岸 602 m；生態廊道 5 座；塊石固床工 16 座；取水工 7 座；造型版橋 1 座；翼牆 4 座；鋼管護欄 17.2 m；進橋版 40 $m^3$；基礎保護工 24m；塊石固床工 A 式 2 座;造型護岸 H2.7m 式 36 m；造型護岸 A 式 48 m；基礎補工 45.5 m；1 號固床工 1 座；排石混凝土護坦工 48 $m^3$ | 202407 | 2548300 | O |
| 105-ADE-11-4-029 | 六義山野溪整治工程 | 高雄市 | 甲仙區 | 大田里 | 固床工 18 座、護岸 170 m、跌水 7 座、人行蓋板 1 處、截水溝 20 m | 206984 | 2553225 | Δ |
| 105-ADE-11-4-031 | 杉林段 310-3 地號旁野溪整治二期工程 | 高雄市 | 杉林區 | 杉林里 | 固床工 9 座、護岸 119.4 m、箱型石籠 18 m、擋土牆及 L 型溝 77.2 m、擋土牆及集水井 2 m | 203977 | 2544490 | O |
| 105-ADE-17-4-031 | 大竹崙野溪整治工程 | 高雄市 | 內門區 | 金竹里 | 固床工 5 座、護岸 124.8 m、丁壩 1 座、安全告示牌 1 座 | 199503 | 2545909 | O |
| 107-ADE-03-4-033 | 園頂野溪整治三期工程 | 高雄市 | 內門區 | 永吉里 | 固床工 10 座、護岸 335.9 m、排水溝 9.3 m、生態廊道 5 座、空氣汙染防制鋪面 150 $m^2$、稻草蓆 3000 $m^2$、警告禁止標誌牌面 1 座 | 198838 | 2541752 | O |
| 108-ADE-40-4-011 | 華園 3 號前二期及上游野溪整治工程 | 高雄市 | 內門區 | 溝坪里 | 固床工 13 座、護岸 251.9 m、封牆 2 座、空汙防制鋪面 290 $m^2$、排水 8"PVC 管 10 支 | 197893 | 2544045 | O |
| 108-ADE-40-4-012 | 茄苳湖段 134 等地號旁野溪整治工程 | 高雄市 | 杉林區 | 木梓里 | 固床工 12 座、護岸 198 m、矩型明溝 17 m、過路蓋板 1 座、動物通道 2 座、封牆 2 座、稻草蓆 662 $m^2$、土包袋 1102 袋、警告禁止標誌牌 2 座、混凝土水墊 10.4 $m^2$ | 204372 | 2547286 | O |
| 108-ADE-45-4-028 | 溝坪段 86 地號等野溪整治工程 | 高雄市 | 內門區 | 金竹里 | 固床工 11 座、護岸 167.5 m、動物通道 2 座、封牆 2 座、混凝土水墊 47.8 $m^2$、稻草蓆 358 $m^2$、土包袋 1171 袋、警告禁止標誌牌 2 座 | 201300 | 2545532 | O |
| 108-ADE-45-4-031 | 溝坪段 684 地號等野溪整治工程 | 高雄市 | 內門區 | 溝坪里 | 固床工 11 座、護岸 206 m、動物通道 2 座、封牆 4 座、稻草蓆 654 $m^2$、土包袋 1428 袋、警告禁止標誌牌 2 座、空氣汙染防制鋪面 100 $m^2$ | 197942 | 2544452 | O |
| 105-SCWF-01-5-207 | 新斑鳩溪整治一期工程 | 臺東縣 | 卑南鄉 | 初鹿村 | 固床工 5 座、護岸 455 m、排水溝 34 m、新斑鳩溪 6 號壩加高 1 處、新斑鳩溪 5 號壩基礎保護工 1 座、混凝土基礎保護工共 1 座、水制工 20 座 | 257905 | 2527371 | Δ |

| 編號 | 工程名稱 | 縣市 | 鄉鎮 | 村里 | 工程管考系統登錄之工程內容 | X 坐標 (TWD97) | Y 坐標 (TWD97) | 完成狀況 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 105-SCWF-01-5-208 | 台坂溪野溪治理二期工程 | 臺東縣 | 達仁鄉 | 台村 | 固床工 11 座、護岸 702m、梳子壩 1 座疏子壩 1 座、多孔隙固床工(兩側翼牆嵌入兩側岸壁)、混凝土鋪石固床工 8 座、砌石階梯固床工 2 座、混凝土塊保護工 1 組、混凝土砌石護岸 L=703 m (左、右側總長及景觀石階)、護岸基礎塊石保護工共 31 處 | 240798 | 2486075 | O |
| 105-SCWF-01-5-210 | 泰源 16 鄰野溪三期及鄰近野溪整治工程 | 臺東縣 | 東河鄉 | 泰源村 | A 工區: 野溪整治 106 m、A 型固床工 3 座、B 型固床工 10 座、(版橋)1 座。B 工區：野溪整治 82 m、B 型固床工 16 座、截水溝 14 m、集水井 1 座、塊狀護欄 10 個排水溝長約 85 m 高約 1 m 寬約 1 m、橫向排水約 25 m、集水井約 2 座等。<br><br>B 工區: A 型固床工約 1 座高約 1.2 m 長約 3 m、B 型固床工約 8 座高約 0.9 m 長約 2 m、(護岸)高約 2 m 長約 200 m(雙側總長)、集水井約 1 座、排水溝長約 25 m 高約 1 m 寬約 1 m 等。<br><br>C 工區: A 型固床工約 1 座高約 1.5 m 長約 5 m、B 型固床工約 3 座高約 1 m 長約 3 m、護岸高約 3 m 長約 90 m(雙側總長)<br><br>D 工區: A 型固床工約 1 座高約 1.2 m 長約 5 m、B 型固床工約 6 座高約 0.9 m 長約 4 m、護岸高約 3 m 長約 140 m(雙側總長) 、排水溝約 30 m、版橋 1 座長約 5 高約 2 m 寬約 3 m | 277511 | 2545275 | O |
| 106-SCWF-06-5-001 | 舊斑鳩溪九期整治工程 | 臺東縣 | 卑南鄉 | 美農村 | 護岸 251.3 m、新設沉砂池 334 m、固床工 7 座、沉砂池隔牆工 4 座、清淤坡道 25 m、既有固床工修復 2 處 | 259158 | 2525252 | O |
| 106-SCWF-06-5-004 | 郡界野溪整治二期工程 | 臺東縣 | 東河鄉 | 都蘭村 | 主線工區:漿砌塊石護岸 470 m、固床工 14 座、既有整治固床工維護 1 座、既有護岸基礎保護工 34 m<br><br>B 工區：矩形溝 12 m、2 m*2 m 單孔箱涵 7 m、集水井 1 座、跌水工 1 座、增設混凝土砌塊石護坡 39 m、L 型擋土牆 21 m | 268621 | 2528035 | O |
| 106-SCWF-06-5-005 | 溫泉野溪上游河道整治工程 | 臺東縣 | 太麻里鄉 | 金崙村 | 固床工 12 座、A 型固床工 11 座、B 型固床工 1 座 | 243165 | 2494259 | O |

| 編號 | 工程名稱 | 縣市 | 鄉鎮 | 村里 | 工程管考系統登錄之工程內容 | X 坐標 (TWD97) | Y 坐標 (TWD97) | 完成狀況 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 107-SCWF-01-5-012 | 南溪護岸三期工程 | 臺東縣 | 東河鄉 | 泰源村 | 1.固床工(1) 36.5 m、固床工(2) 25 m、3.保護工 45 m、4.混凝土砌石護岸 86 m、5.封牆 2 處、6.消能塊 15 塊 | 274865 | 2539507 | O |
| 107-SCWF-07-5-007 | 羊橋溪等鄰近野溪加強維護改善工程 | 臺東縣 | 東河鄉 | 興昌村 | 1.碇橋溪：固床工改善 3 座、橋台保護工改善 1 座、跌水工改善 1 座 2.羊橋溪：固床工改善 6 座 3.籐橋溪：固床工改善 12 座 4.八里溪：固床工改善 10 座 5.都蘭溪：固床工改善 7 座 | 277497 | 2534973 | O |
| 108-SCWF-01-5-002 | 太麻里溪沙崙野溪加強工程 | 臺東縣 | 太麻里鄉 | 大王村 | 1.護岸加固 530 m，固床工加固約 20 座等 | 249638 | 2502799 | Δ |
| 108-SCWF-01-5-005 | 萬萬溪與新班鳩溪匯流口下游加強維護工程 | 臺東縣 | 卑南鄉 | 美農村 | 1.固床工 6 座、2.護岸修復 50 m、3.調整流心處理 1 處、4.保護工 9 顆 | 259745 | 2525659 | O |
| 108-SCWF-01-5-008 | 龍泉部落野溪整治二期工程 | 臺東縣 | 海端鄉 | 廣原村 | 1.A 護岸 243.5 m、2.潛壩 1 座、3.A 型固床工 2 座、4.B 型固床工 10 座、5.C 型固床工 4 座、6.箱涵 1 座、7.道路修復 160 $m^2$ | 268574 | 2561817 | O |
| 108-SCWF-14-5-001 | 利吉 9 鄰野溪土砂防治工程 | 臺東縣 | 卑南鄉 | 利吉村 | 護岸長約 244 m，A 型固床工 10 座，B 型固床工 19 座，箱涵 2 座，過水路面 2 處等 | 264686 | 2526077 | O |
| 108-SCWF-14-5-002 | 東縣 DF038 野溪上游治理工程 | 臺東縣 | 卑南鄉 | 明峰村 | 複式護岸長約 260 m，A 型固床工 3 座，B 型固床工 7 座、下沉式沉砂池 3 座等 | 259707 | 2530185 | O |
| 108-SCWF-14-5-004 | 大坡南溪整治工程 | 臺東縣 | 池上鄉 | 大坡村 | 1.護岸 854 m、2.A 型固床工 3 座、3.B 型固床工 8 座、4.C 型固床工 2 座、5.道路修復 450 $m^2$、6.翼牆改善 3 處、7.箱涵 11 m、8.靜水池 1 座、塊狀護欄 6 組 | 275258 | 2556086 | O |
| 108-SCWF-14-5-005 | 萬安溪支流上游整治工程 | 臺東縣 | 池上鄉 | 富興村 | 1.石籠護岸(含 A 型預鑄塊)415.2 m、2.固床工 11 座(A 型固床工 6 座、B 型固床工 5 座)、3.消能設施 1 座、4.B 型預鑄塊 88 顆 | 274310 | 2554376 | Δ |
| 107-LL-04-5-001 | 紅葉紅谷橋野溪復建二期工程 | 臺東縣 | 延平鄉 | 紅葉村 | 1.護岸 290 m、2.A 型固床工 4 座、3.B 型固床工 13 座、4.整流工 1 座、5.重力式擋土牆 28 m、6.箱涵 1 座、7.保護工 2 區(主線 26 個、整流工 10 個)、8.河道整理 100 m、9.RC 牆 242.5 m、10.矮牆 290 m | 256550 | 2532636 | O |
| 109-LL-04-5-001 | 紅葉紅谷橋野溪復建三期工程 | 臺東縣 | 延平鄉 | 紅葉村 | A 工區:1.A 型固床工 1 座、2.B 型固床工 10 座、3.C 型固床工 4 座、4.D 型固床工 4 座、5.A 型護岸 102 m、5.A 型護岸 102 m、6.B 型護岸 172 m、7.C 型護岸 75 m、8.D 型護岸 24 m、9.高水位截牆工 1 處、10.跌水工 1 處、11.鋪網客土噴植 950 $m^2$<br><br>B 工區:12.土包袋溝 4 m、13. | 256464 | 2532600 | O |

| 編號 | 工程名稱 | 縣市 | 鄉鎮 | 村里 | 工程管考系統登錄之工程內容 | X 坐標 (TWD97) | Y 坐標 (TWD97) | 完成狀況 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 靜水池加強 1 處。 | | | |
| 105-ADE-01-5-123 | 南田村第一大排上游野溪整治二期工程 | 臺東縣 | 大武鄉 | 南田村 | 固床工 6 座、護岸 148.4 m | 238273 | 2465305 | O |
| 105-ADE--5-124 | 南興村坡面蝕溝整治二期及鄰近蝕溝加強工程 | 臺東縣 | 大武鄉 | 南興村 | 固床工 9 座、護岸 332 m、箱涵 2 座<br><br>A 工區：隔牆工 6 處、封牆 2 處、塊狀護欄及鍍鋅鋼管 20 m、道路平順銜接 1 處<br><br>B 工區：既有護岸基礎保護工 19 m、既有固床工基礎保護工 2.35 m、沉砂池隔板 3 處、混凝土封底共 4 區、既有護岸 12.6 m 及固床工 2 座打除 | 238394 | 2468143 | Δ |
| 105-ADE-01-5-131 | 明峰村東 37-1 鄉道旁坑溝治理工程 | 臺東縣 | 卑南鄉 | 明峰村 | 固床工 11 座、護岸 167 m、坑溝治理高約 1.5~2 m 寬約 3~5 m 長約 75 m，節制壩 5 座高約 1~1.5 m 長約 5-7 m，固床工 5 座高約 1 m 長約 3~5 m，消能設施 1 處等 | 259797 | 2527994 | O |
| 105-ADE-21-5-063 | 成功橘子山野溪治理工程 | 臺東縣 | 成功鎮 | 三民里 | 固床工 17 座、護岸 427 m、版橋 1 座、格框工 1 處、混凝土護欄 10 塊 | 286875 | 2556374 | O |
| 106-ADE-01-5-058 | 知路橋及泰源 16 鄰等鄰近野溪整治工程 | 臺東縣 | 東河鄉 | 東河村 | 護岸 261.6m、固床工 22 座、鋼管護欄 8 組、原有固床工補強 7 處、原有固床工加固 1 處、支線排水溝 74 m、蓋版 1 處、護欄 10 座 | 280457 | 2540517 | O |
| 106-ADE-01-5-060 | 賓茂上方野溪改善工程 | 臺東縣 | 金峰鄉 | 金崙村 | 固床工 21 座、跌水 2 座、護岸 185.5 m、河道整理 70 m、消能塊 15 組 | 245617 | 2493695 | O |
| 106-ADE-01-5-063 | 楠溪野溪加強整治工程 | 臺東縣 | 海端鄉 | 崁頂村 | 護岸:高 3.2 長 400 m (雙側總長) A 型固床工：4 座，高 2.8 長 7 m、B 型固床工：23 座，高 1.8 長 5 m | 266213 | 2552746 | O |
| 106-ADE-29-5-034 | 太麻里鄉舊省道南坑護岸改善工程 | 臺東縣 | 太麻里鄉 | 華源村 | 1.A 型護岸 73.3 m、2.B 型護岸 17.49 m、3.A 型固床工 3 座、4.B 型固床工 3 座、5.C 型固床工 1 座、6.石籠護坡 41 m | 252351 | 2506113 | Δ |
| 108-ADE-01-5-004 | 錦屏野溪治理工程 | 臺東縣 | 海端鄉 | 海端村 | 1.A 型砌石護岸 54 m、2.B 型砌石護岸 122.5 m、3.A 型固床工 10 座、4.B 型固床工 7 座、5. C 型固床工 2 座、6.端牆 2 座、7.保護工 102 顆 | 266694 | 2559598 | O |
| 108-ADE-25-5-033 | 泥水北溪上游治理工程 | 臺東縣 | 池上鄉 | 振興村 | 箱型石籠護岸 236 m、混凝土砌塊石護岸 44 m、A 型固工 1 座、B 型固床工 1 座、C 型固床工 6 座 | 272951 | 2550002 | O |
| 108-ADE-25-5-034 | 藤橋溪支流及北源 31 鄰等加強工程 | 臺東縣 | 東河鄉 | 都蘭村 | A 工區：1.新建排水溝 117 m、2.A 型固床工 1 座、3.B 型固床工 11 座<br><br>B 工區：4.新建排水溝 44 m、 | 274955 | 2532214 | Δ |

| 編號 | 工程名稱 | 縣市 | 鄉鎮 | 村里 | 工程管考系統登錄之工程內容 | X 坐標 (TWD97) | Y 坐標 (TWD97) | 完成狀況 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 5.B 型固床工 4 座<br><br>C 工區：6.固床工修護 3 座、7.護岸加高 40 m、8.修護單側護岸 19 m<br><br>D 工區：9.護欄修護、10.路面及橋孔隙修復 | | | |
| 109-ADE-26-5-083 | 賓朗十股 9 鄰安全排水工程 | 臺東縣 | 卑南鄉 | 賓朗村 | 固床工 18 座、排水溝 40 m、護欄 331 m、護岸(TYPE A)173.8 m、護岸(TYPE B)264.5 m、RC 護岸 99.8 m、1 號箱涵 1 座計 10 m、2 號箱涵 2 座共計 18.1 m、格框消能工 1 座、護欄地樑 278.5 m、道路修復 2015.5 $m^2$、道路截水溝 9.1 m、既有護岸基礎改善 14.3 m、既有擋土牆改善 207 m 等 | 260518 | 2522413 | O |
| 105-SCWF-17-4-006-99 | 牛稠野溪整治四期工程 | 臺南市 | 玉井區 | 三埔里 | 固床工 5 座、護岸 278.1 m、排水溝 15 m、箱籠護坦 2 處、既有封牆改善 2 處、斜坡護坦 1 處、警告標誌牌 1 面、封牆 2 座、生態廊道兼側向排水 1 處 | 197785 | 2554801 | O |
| 107-SCWF-06-4-018 | 行金橋下游野溪整治工程 | 臺南市 | 大內區 | 二溪里 | 固床工 9 座、護岸 283 m、橋樑 1 座、支流既有護岸加高 20 m、靜水池 2 座、生物廊道 2 處、封牆 4 處、空氣汙染防制鋪面 90 $m^2$ | 189622 | 2557680 | O |
| 108-SCWF-02-4-017 | 頭前野溪整治工程 | 臺南市 | 左鎮區 | 光和里 | 固床工 6 座、護岸 166 m、水墊 24 $m^2$、生態廊道 1 座 | 185933 | 2551964 | Δ |
| 108-SCWF-02-4-021 | 186 區道旁野溪整治工程 | 臺南市 | 楠西區 | 龜丹里 | 固床工 13 座、護岸 288.5 m、排水溝 15.5 m、靜水池 2 座、空氣汙染防制鋪面 280 m、漿拋石護坦 80.9 $m^2$、桃花心木 100 株、生物廊道 4 處 | 198987 | 2559354 | O |
| 108-SCWF-15-4-013 | 密枝野溪治理二期工程 | 臺南市 | 楠西區 | 密枝里 | 固床工 10 座、護岸 401.2 m、版橋 1 座、動物通道 2 處、橋台 8 m、塊狀護欄 20 個 | 199169 | 2564658 | O |
| 108-SCWF-15-4-018 | 九層林段 0593-002 等地號野溪整治工程 | 臺南市 | 玉井區 | 層林里 | 固床工 7 座、護岸 268.5 m、基礎加強工程 28 m、堤頭工 1 座、堤尾工 1 座、動物通道 2 座、空氣汙染防制鋪面 150 $m^2$、警告禁止標誌 2 支 | 190322 | 2553116 | O |
| 107-ADE-03-4-010 | 坑仔內野溪整治及護岸改善工程 | 臺南市 | 楠西區 | 照興里 | 固床工 10 座、護岸 192 m、土包袋堆疊 1341 個、稻草蓆 383 $m^2$、警告標示牌 2 座、生態緩坡 1 處 | 196048 | 2565764 | X |
| 107-ADE-03-4-020 | 口社寮農塘下游野溪治理工程 | 臺南市 | 左鎮區 | 中正里 | 固床工 12 座、護岸 245 m、跌水 2 座、結尾封牆 1 座、植栽九芎 90 株 | 189567 | 2550837 | Δ |
| 107-ADE-24-4-004 | 山腳野溪整治二期工程 | 臺南市 | 玉井區 | 豐里里 | 固床工 11 座、護岸 222.9 m、排水溝 13.5 m、尾檻 2 座、水墊 4 處、土袋堆疊 958 個、稻草蓆 219 $m^2$、警告標示牌 2 座、反光防撞桿 227 支、生 | 193500 | 2560104 | O |

| 編號 | 工程名稱 | 縣市 | 鄉鎮 | 村里 | 工程管考系統登錄之工程內容 | X 坐標 (TWD97) | Y 坐標 (TWD97) | 完成狀況 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 態緩坡 1 座、路緣石 30 m | | | |
| 107-ADE-24-4-015 | 萊宅野溪支流整治工程 | 臺南市 | 楠西區 | 照興里 | 固床工 5 座、護岸 181 m、土包袋堆疊 1267 個、稻草蓆 362 $m^2$、警告標示牌 1 座、生態廊道 2 座 | 198045 | 2566819 | O |
| 107-ADE-34-4-001 | 鹿田土地公野溪整治工程 | 臺南市 | 楠西區 | 鹿田里 | 固床工 12 座、護岸 249 m、封牆 6 座、既有混凝土水墊修復 1 處、生態廊道 2 座 | 198420 | 2561024 | O |
| 107-ADE-34-4-002 | 內埔野溪支流二期工程 | 臺南市 | 楠西區 | 灣丘里 | 固床工 7 座、護岸 187.5 m、跌水 1 座、生物通道 2 座、水墊 30 $m^2$、護欄 53 座 | 199041 | 2563684 | O |
| 108-ADE-29-4-013 | 陸天野溪整治工程 | 臺南市 | 龍崎區 | 楠坑里 | 固床工 5 座、護岸 177.3 m、水墊 1 座、動物通道 2 處 | 185883 | 2538361 | O |
| 108-ADE-31-4-008 | 龜丹王萊野溪整治三期工程 | 臺南市 | 楠西區 | 龜丹里 | 固床工 7 座、護岸 327 m、封牆 3 面、動物通道 3 座、箱籠堆疊 16 m、乾砌石護坡 30 m、警告標誌 2 座 | 199832 | 2560190 | O |
| 108-ADE-44-4-004 | 芋園野溪整治工程 | 臺南市 | 龍崎區 | 崎頂里 | 固床工 7 座、護岸 102 m、生態通道 1 座、封牆 4 座 | 187840 | 2541162 | Δ |
| 109-ADE-07-4-009 | 灣仔坑野溪整治工程 | 臺南市 | 大內區 | 曲溪里 | 固床工 7 座、護岸 160.6 m、植草磚護坡 124 $m^2$、生物廊道 2 處、封牆 2 座 | 188024 | 2556967 | O |
| 109-ADE-26-4-074 | 菜寮野溪護岸修復工程 | 臺南市 | 南化區 | 南化里 | 固床工 9 座、護岸 194.3m、排水溝 3.4 m、護岸加高土石籠 176 組、生物廊道 1 處、封牆 4 處 | 194587 | 2549531 | O |
| 109-ADE-26-4-076 | 鹿田土地公野溪整治二期工程 | 臺南市 | 楠西區 | 鹿田里 | 固床工 5 座、護岸 28.2 m、版橋 1 座、橋台 8 m、塊狀護欄 22 組、生物通道 2 座、既有路面修復 250 $m^2$、箱涵 3 m | 198359 | 2560948 | O |
| 109-ADE-29-4-001 | 南化段 1080 等地號野溪整治工程 | 臺南市 | 南化區 | 南化里 | 護岸 163.6 m、生態通道 7.34 m、丁壩 3 座、石籠溝 25 m、堤首工 21.01 m、固床工 19.9 m | 194807 | 2549764 | O |
| 109-ADE-29-4-009 | 下山溪野溪整治二期工程 | 臺南市 | 龍崎區 | 崎頂里 | 固床工 11 座、護岸 320 m、生物通道 2 座、混凝土基樁 339 m | 187902 | 2541529 | O |
| 109-ADE-33-4-007 | 照豐野溪整治工程 | 臺南市 | 楠西區 | 照興里 | 固床工 7 座、護岸 141.5 m、跌水 3 座、封牆 2 座、空氣汙染防治鋪面 135 $m^2$、稻草蓆 283 $m^2$、土包袋 934 袋、警告禁止標誌牌 2 座 | 195693 | 2563739 | Δ |
| 完成狀況：O → 已完成，Δ：走訪後確認現況無法調查 | | | | | | | | |

以下為現場調查紀錄，紀錄表中所列的工程項目乃工程管考系統登錄之工程內容，僅供現地調查時參考，並非現地調查逐一核對清查的對象。

# 現場調查紀錄

| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/05/13 | 地點：萬安親水公園旁及武潭野溪整治工程 | |
| 調查人員：陳宥達、畢媛 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：213715 | Y：2502532 |

固床工 7 座、護岸 218.5 m、排水溝 20.5 m、動物逃生道 18.7m、堤頭工 1 座、護坦 2 座、封牆 2 座、危險警告標誌 2 組、截水牆 2 座、消能檻 11 組、止滑樁 4 組 (工程管考系統登錄之工程內容)



# 現場調查紀錄

| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/05/13 | 地點：巴阿力優斯野溪二期整治工程 | |
| 調查人員：陳宥達、畢媛 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：212644 | Y：2434007 |

固床工 7 座、護岸 265 m、堤頭工 1 座、側牆 11.3 m、土包袋 1375 包、水墊 50.4 $m^2$、尾檻 1 座、危險警告標誌 1 座 (工程管考系統登錄之工程內容)



# 現場調查紀錄

| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/05/13 | 地點：潘壽野溪整治七期工程 | |
| 調查人員：陳宥達、畢媛 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：211465 | Y：2483595 |
| 固床工 8 座、護岸 270 m、版橋 1 座、土石袋 270 m、既有箱涵保護 2 座、空氣汙染防制鋪面 50 m2、警告標示牌 2 座 (工程管考系統登錄之工程內容) | | |



# 現場調查紀錄

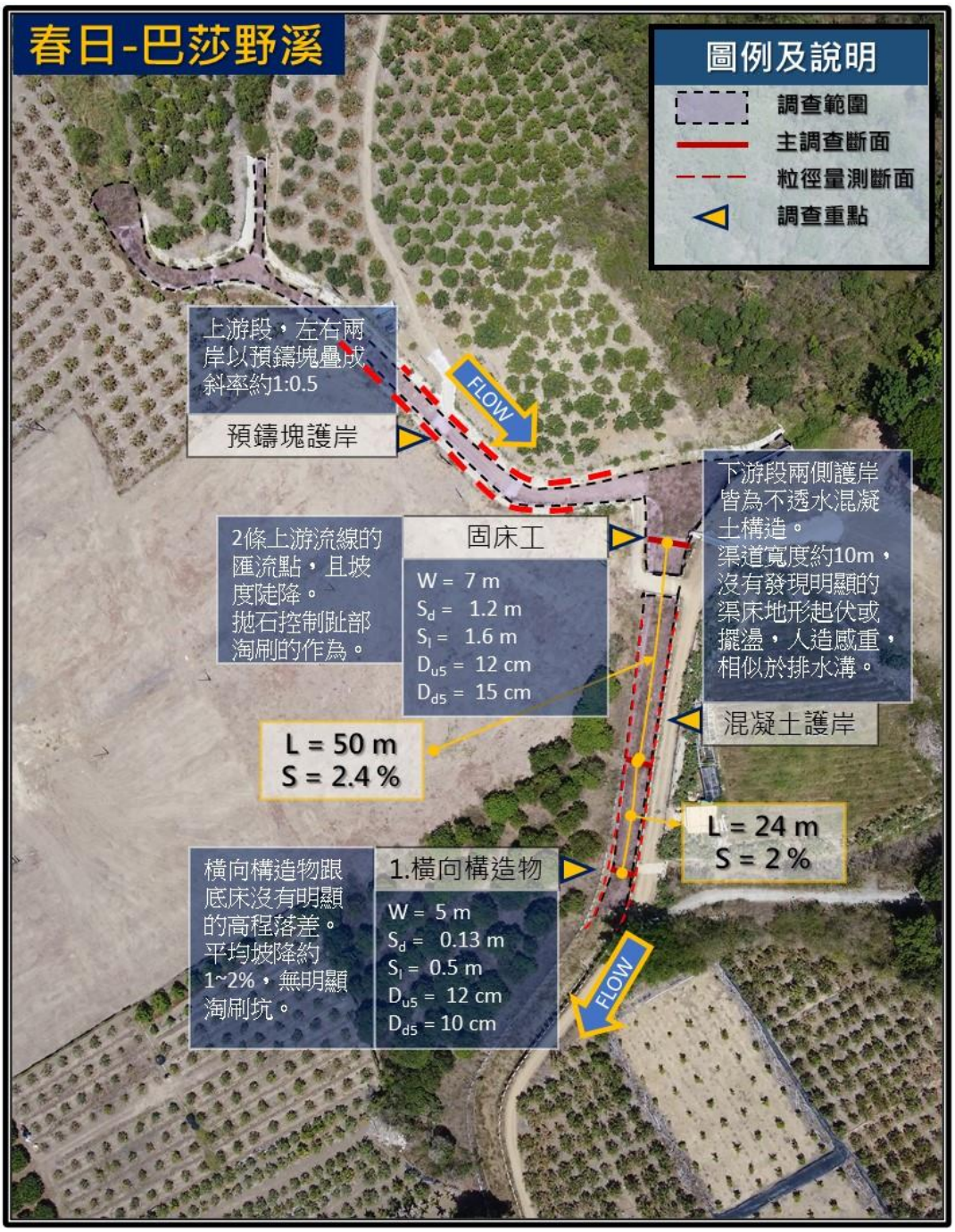
| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/05/14 | 地點：內寮村上游野溪整治二期工程 | |
| 調查人員：陳宥達、畢媛、吳振遠 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：211098 | Y：2476849 |

固床工 13 座、護岸 322.5 m、排水溝 9 m、警告標示牌 2 座、稻草蓆 968 $m^2$、生物通道 2 處 (工程管考系統登錄之工程內容)



# 現場調查紀錄

| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/05/14 | 地點：巴莎野溪整治工程 | |
| 調查人員：陳宥達、畢媛、吳振遠 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：211930 | Y：2476908 |
| 固床工 22 座、護岸 415.1 m、排水溝 32 m、跌水 8 座、警告禁止標誌 2 支 (工程管考系統登錄之工程內容) | | |



# 現場調查紀錄

| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/05/14 | 地點：蜈蜞溝上游坑溝整治工程 | |
| 調查人員：陳宥達、畢媛、吳振遠 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：211167 | Y：2475849 |
| 固床工 15 座、護岸 261 m、版橋 2 座、箱型石籠跌水工 17 m、RC 渠首(尾)工 2 座 (工程管考系統登錄之工程內容) | | |



# 現場調查紀錄

| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/05/20 | 地點：林祿溪射麻裡段 406-6 等地號旁野溪整治工程 | |
| 調查人員：陳宥達、畢媛 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：229180 | Y：2434447 |

固床工 10 座、護岸 389.5 m、基礎工 3.5 m、生態通道 4 座、空氣汙染防治鋪面 100 $m^2$、新舊構造物銜接修順 1 式、稻草蓆 2721 $m^2$、石籠 391 籠、預力基樁 30 支、生態迴避孔 76 處(工程管考系統登錄之工程內容)



# 現場調查紀錄

| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/05/20 | 地點：林祿溪野溪治理二期工程 | |
| 調查人員：陳宥達、畢媛 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：229624 | Y：2433380 |

固床工 7 座、護岸 718 m、護欄 120 m、內面工 6.5 m、警告標示牌 2 座、生物通道 3 處、稻草蓆 2130 $m^2$、基礎保護工 17 座、水泥仿木欄杆 250 m、回填區留設拋物線型溝 3 處、既有版橋改善 1 處、箱涵 1 處 (工程管考系統登錄之工程內容)



# 現場調查紀錄

| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/05/20 | 地點：出火風景區旁東門溪上游支流野溪(未治理之野溪段) | |
| 調查人員：陳宥達、畢媛 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：226271 | Y：2434007 |
| 固床工 5 座、護岸 110.5 m、蓄水池 1 座 (工程管考系統登錄之工程內容) | | |



# 現場調查紀錄

| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/05/21 | 地點：獅子鄉丹路段及楓林段台 9 線旁野溪護岸整治工程 | |
| 調查人員：陳宥達、畢媛、吳振遠、陳秋翰 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：225579 | Y：2456938 |
| 護岸（含基礎）高約 3m、長約 300 m、護岸（含基礎）高約 2 m、長約 200 m、固床工約 13 座(工程管考系統登錄之工程內容) | | |



# 現場調查紀錄

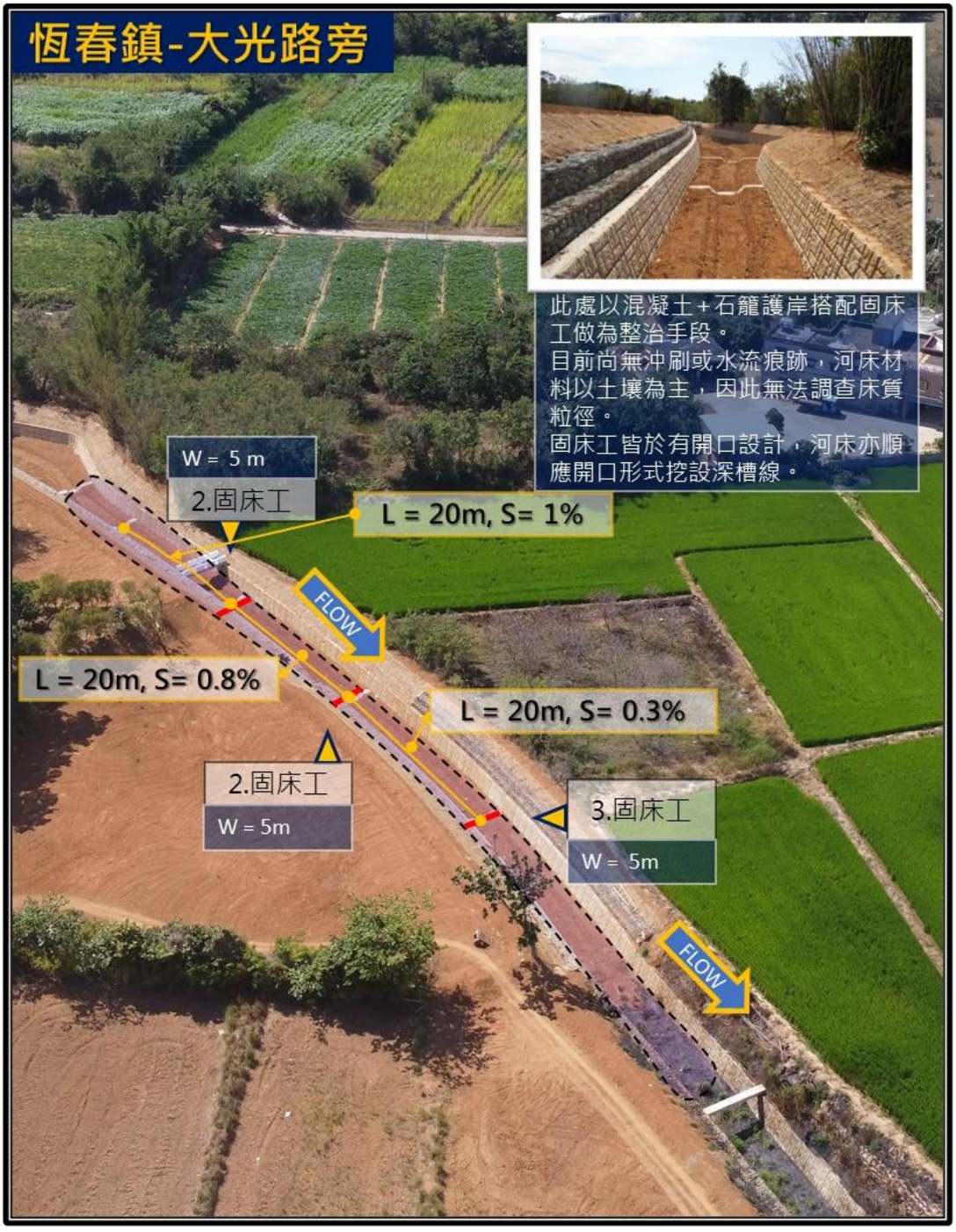
| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/05/21 | 地點：砂尾堀旁野溪整治三期工程 | |
| 調查人員：陳宥達、畢媛、吳振遠、陳秋翰 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：222865 | Y：2429096 |

固床工 5 座、護岸 144 m、石籠護岸 142 m、警告標示牌 2 座、排水缺口 1 處、箱涵保護工 68 $m^2$、土石袋溝保護 4.5 m、生物通道 2 處、稻草蓆 568 $m^2$ (工程管考系統登錄之工程內容)



# 現場調查紀錄

| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/05/21 | 地點：大光路野溪整治二期工程 | |
| 調查人員：陳宥達、畢媛、吳振遠、陳秋翰 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：222671 | Y：2427912 |
| 固床工 8 座、護岸 323 m、警告標示牌 2 座、橫向支撐 2 座、塊狀護欄 16 塊、稻草蓆鋪設 650 $m^2$、生物通道 2 處(工程管考系統登錄之工程內容) | | |



# 現場調查紀錄

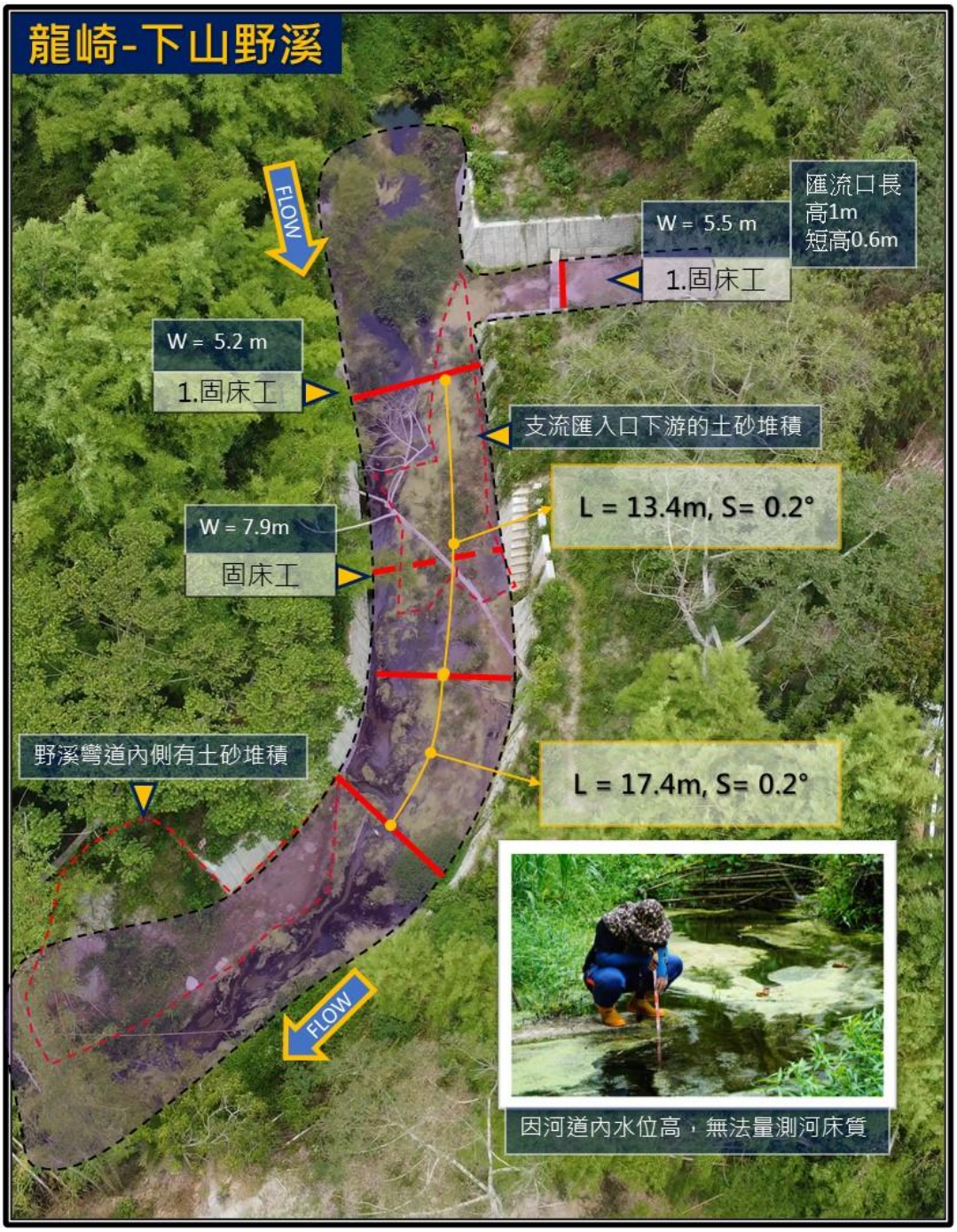
| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/05/28 | 地點：陸天野溪整治工程 | |
| 調查人員：陳宥達、畢媛、吳振遠、蔡博仰 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：185883 | Y：2538361 |
| 固床工 5 座、護岸 177.3 m、水墊 1 座、動物通道 2 處 (工程管考系統登錄之工程內容) | | |



# 現場調查紀錄

| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/05/28 | 地點：下山溪野溪整治二期工程 | |
| 調查人員：陳宥達、畢媛、吳振遠、蔡博仰 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：187902 | Y：2541529 |

固床工 11 座、護岸 320 m、生物通道 2 座、混凝土基樁 339 m (工程管考系統登錄之工程內容)



# 現場調查紀錄

| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/05/28 | 地點：玉門野溪整治三期工程 | |
| 調查人員：陳宥達、畢媛、吳振遠、蔡博仰 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：197817 | Y：2542709 |

固床工 12 座、護岸 371.8 m、乾砌塊石 6 $m^2$、拋填塊石 61.4 $m^3$、預留缺口 2 處、警告禁止標誌牌 1 座 (工程管考系統登錄之工程內容)



# 現場調查紀錄

| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/06/04 | 地點：園頂野溪整治三期工程 | |
| 調查人員：陳宥達、蔡宜曄 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：198838 | Y：2541752 |

固床工 10 座,護岸 335.9 公尺,排水溝 9.3 公尺,生態廊道 5 座、空氣汙染防制鋪面 150m$^2$、稻草蓆 3000m$^2$、警告禁止標誌牌面 1 座 (工程管考系統登錄之工程內容)



# 現場調查紀錄

| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/06/04 | 地點：華園 3 號前二期及上游野溪整治工程 | |
| 調查人員：陳宥達、蔡宜曄 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：197893 | Y：2544045 |
| 固床工 13 座、護岸 251.9 m、封牆 2 座、空汙防制鋪面 290 $m^2$、排水 8"PVC 管 10 支 (工程管考系統登錄之工程內容) | | |



# 現場調查紀錄

| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/06/04 | 地點：溝坪段 684 地號等野溪整治工程 | |
| 調查人員：陳宥達、蔡宜曄 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：197942 | Y：2544452 |

固床工 11 座、護岸 206 m、動物通道 2 座、封牆 4 座、稻草蓆 654 $m^2$、土包袋 1428 袋、警告禁止標誌牌 2 座、空氣汙染防制鋪面 100 $m^2$(工程管考系統登錄之工程內容)



# 現場調查紀錄

| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/06/04 | 地點：柑林野溪整治工程 | |
| 調查人員：陳宥達、蔡宜曄 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：198970 | Y：2544964 |

固床工 10 座、護岸 275.1 m、新設護岸漿砌塊石 183 m (工程管考系統登錄之工程內容)



# 現場調查紀錄

| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/06/04 | 地點：杉林段 310-3 地號旁野溪整治二期工程 | |
| 調查人員：畢媛、吳振遠 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：203977 | Y：2544490 |

固床工 9 座、護岸 119.4 m、箱型石籠 18 m、擋土牆及 L 型溝 77.2 m、擋土牆及集水井 2 m (工程管考系統登錄之工程內容)



# 現場調查紀錄

| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/06/04 | 地點：火公野溪整治二期工程 | |
| 調查人員：畢媛、吳振遠 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：204007 | Y：2544070 |

固床工 22 座、護岸 432.8 m、版橋 2 座、人行版橋 1 座、加載型版橋 2 座、溢流箱涵 30.3 m、結束工 1 座、截水牆 3 處、警告禁止標誌牌 2 只 (工程管考系統登錄之工程內容)



# 現場調查紀錄

| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/06/04 | 地點：大坑野溪整治二期工程 | |
| 調查人員：畢媛、吳振遠 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：204401 | Y：2541190 |

固床工 22 座、護岸 580 m、護岸高約 3.5 m、長約 580 m，固床工約 22 座，高約 1.5 m、長約 5 m 等 (工程管考系統登錄之工程內容)



# 現場調查紀錄

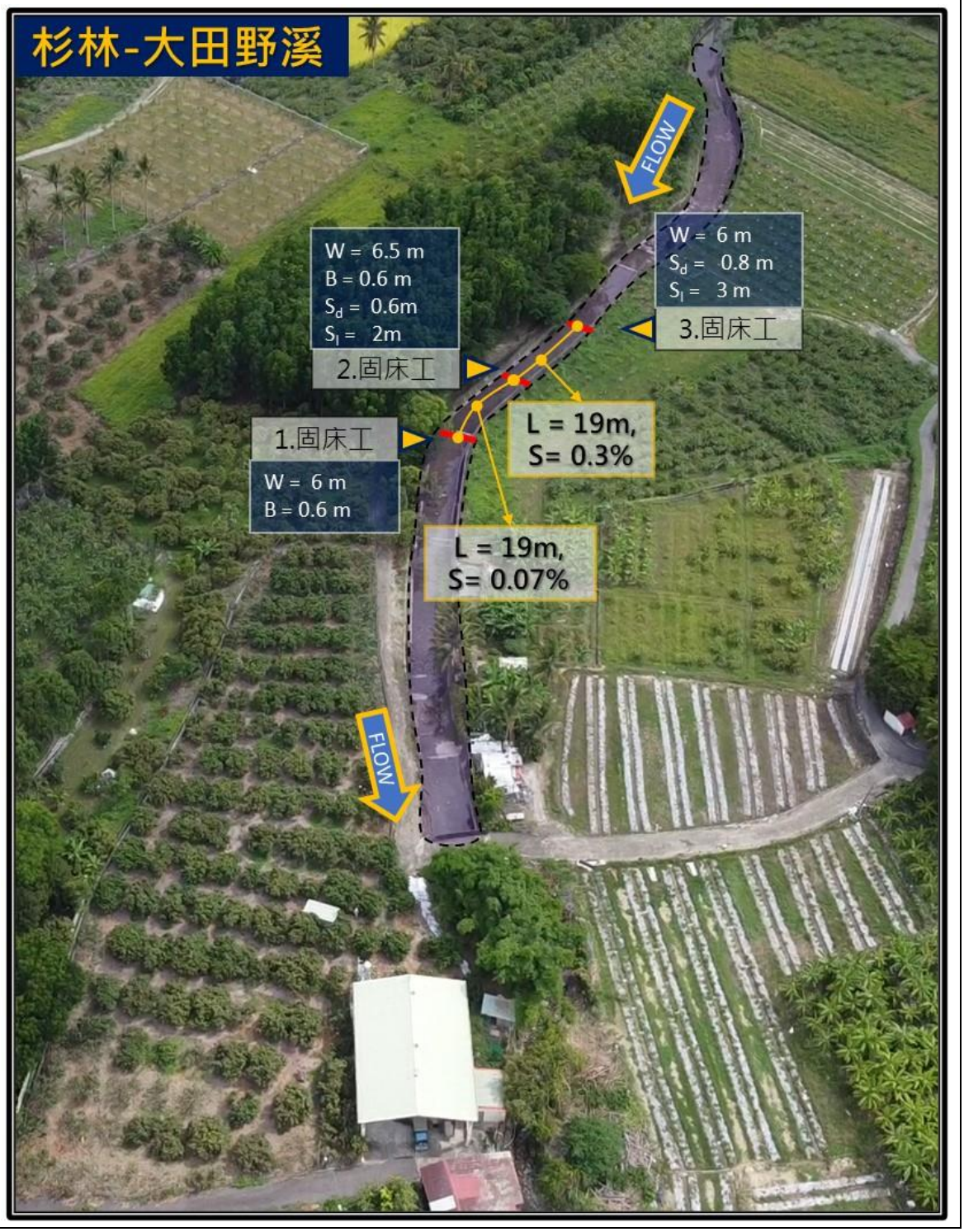
| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/06/04 | 地點：茄苳湖段 134 等地號旁野溪整治工程 | |
| 調查人員：畢媛、吳振遠 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：204372 | Y：2547286 |

固床工 12 座、護岸 198 公尺、矩型明溝 17m、過路蓋板 1 座、動物通道 2 座、封牆 2 座、稻草蓆 662m2、土包袋 1102 袋、警告禁止標誌牌 2 座、混凝土水墊 10.4m$^2$ (工程管考系統登錄之工程內容)



# 現場調查紀錄

| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/06/04 | 地點：大田野溪整治工程 | |
| 調查人員：畢媛、吳振遠 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：206638 | Y：2551564 |
| 固床工 10 座、護岸 300 m、護岸高約 3.5m、長約 300 m、固床工約 10 座高約 1.5 m、長約 5 m 等 (工程管考系統登錄之工程內容) | | |



# 現場調查紀錄

| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/06/11 | 地點：竹林溝野溪整治二期工程 | |
| 調查人員：陳宥達、畢媛、吳振遠 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：198116 | Y：2545483 |

固床工 20 座、護岸 212 公尺,、跌水 6 座、封牆 2 座、混凝土水墊 8 座、生物通道 4 座、既有混凝土路面毀損復舊 100 $m^2$、乾砌塊石護岸 16 處、稻草蓆 400 $m^2$、既有管井暫時遷移及復舊 1 式 (工程管考系統登錄之工程內容)



# 現場調查紀錄

| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/06/11 | 地點：大竹崙野溪整治工程 | |
| 調查人員：陳宥達、畢媛、吳振遠 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：199503 | Y：2545909 |
| 固床工 5 座、護岸 124.8 m、丁壩 1 座、安全告示牌 1 座 (工程管考系統登錄之工程內容) | | |



# 現場調查紀錄

| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/06/11 | 地點：溝坪段 86 地號等野溪整治工程 | |
| 調查人員：陳宥達、畢媛、吳振遠 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：201300 | Y：2545532 |

固床工 11 座、護岸 167.5 m、動物通道 2 座、封牆 2 座、混凝土水墊 47.8 $m^2$、稻草蓆 358 $m^2$、土包袋 1171 袋、警告禁止標誌牌 2 座 (工程管考系統登錄之工程內容)



# 現場調查紀錄

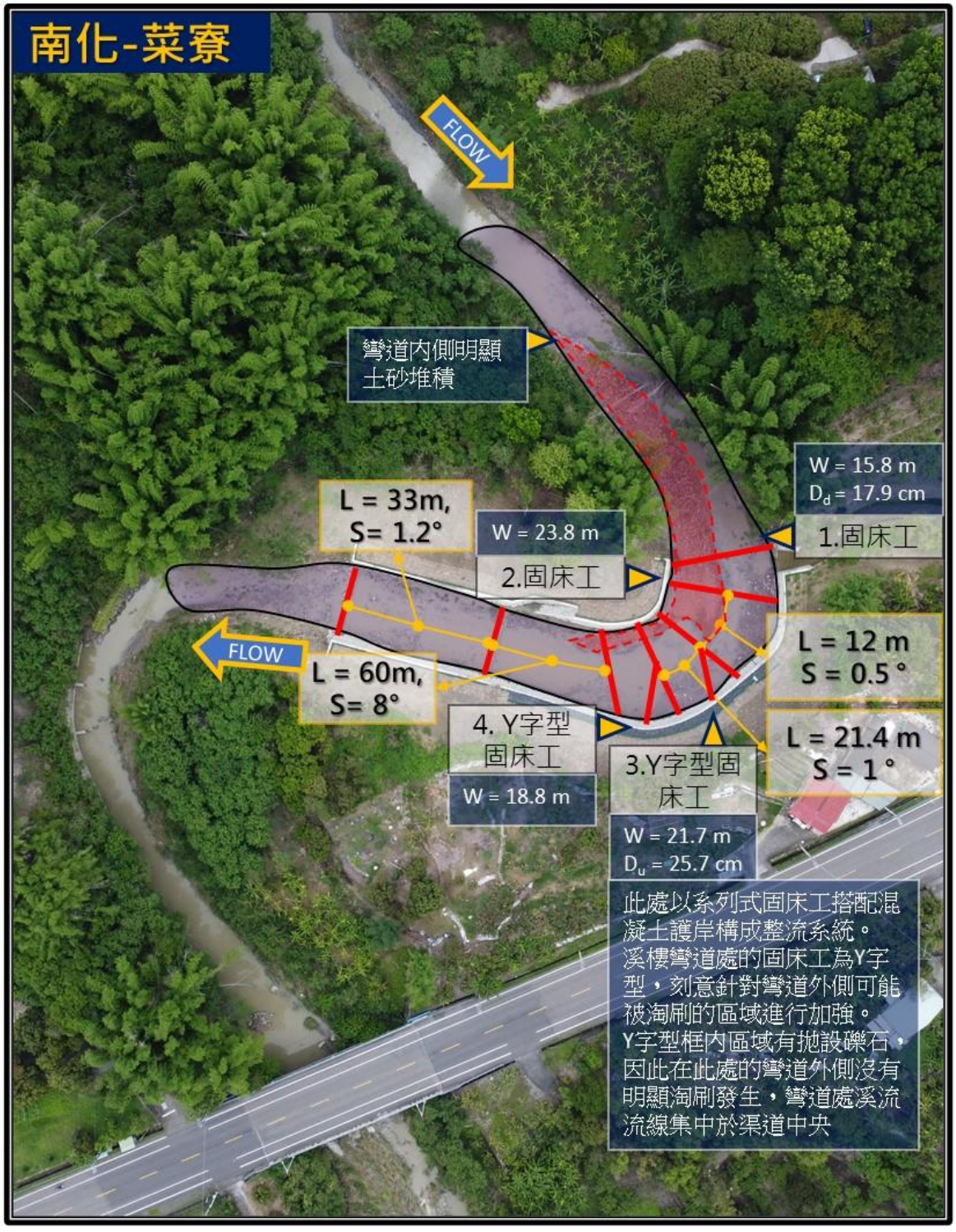
| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/06/11 | 地點：茄苳湖吉橋下游整治工程 | |
| 調查人員：陳宥達、畢媛、吳振遠 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：202407 | Y：2548300 |

造型護岸 587 m；造型護岸漸變段 35 m；乾砌石護岸 602 m；生態廊道 5 座；塊石固床工 16 座；取水工 7 座；造型版橋 1 座；翼牆 4 座；鋼管護欄 17.2 m；進橋版 40 $m^3$ (工程管考系統登錄之工程內容)



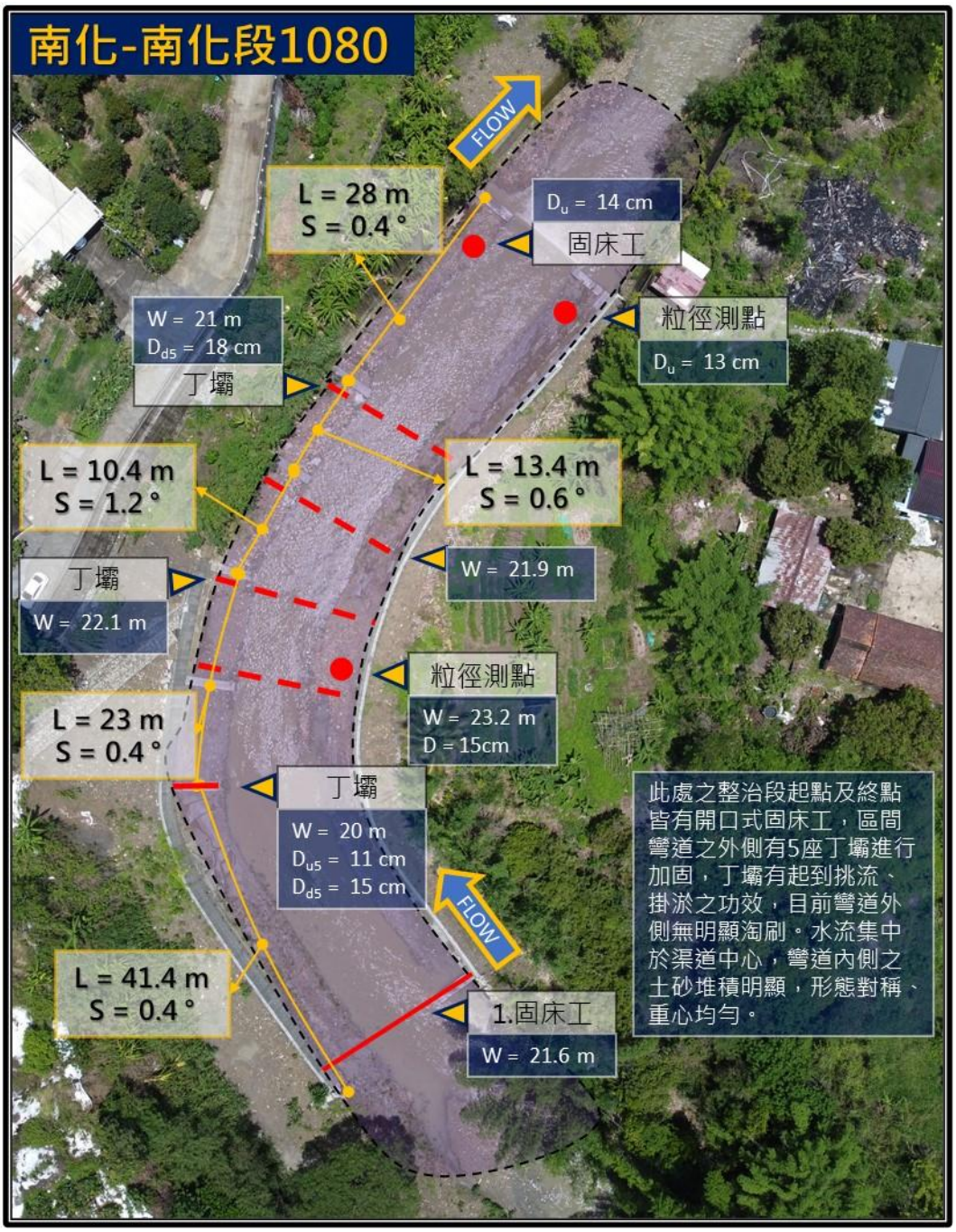
# 現場調查紀錄

| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/06/18 | 地點：菜寮野溪護岸修復工程 | |
| 調查人員：陳宥達、畢媛、吳振遠 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：194587 | Y：2549531 |
| 固床工 9 座、護岸 194.3 m、排水溝 3.4 m、護岸加高土石籠 176 組、生物廊道 1 處、封牆 4 處 (工程管考系統登錄之工程內容) | | |



# 現場調查紀錄

| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/06/18 | 地點：南化段 1080 等地號野溪整治工程 | |
| 調查人員：陳宥達、畢媛、吳振遠 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：194807 | Y：2549764 |
| 護岸 163.6 m、生態通道 7.34 m、丁壩 3 座、石籠溝 25 m、堤首工 21.01 m、固床工 19.9 m (工程管考系統登錄之工程內容) | | |



# 現場調查紀錄

| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/06/18 | 地點：九層林段 0593-002 等地號野溪整治工程 | |
| 調查人員：陳宥達、畢媛、吳振遠 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：190322 | Y：2553116 |

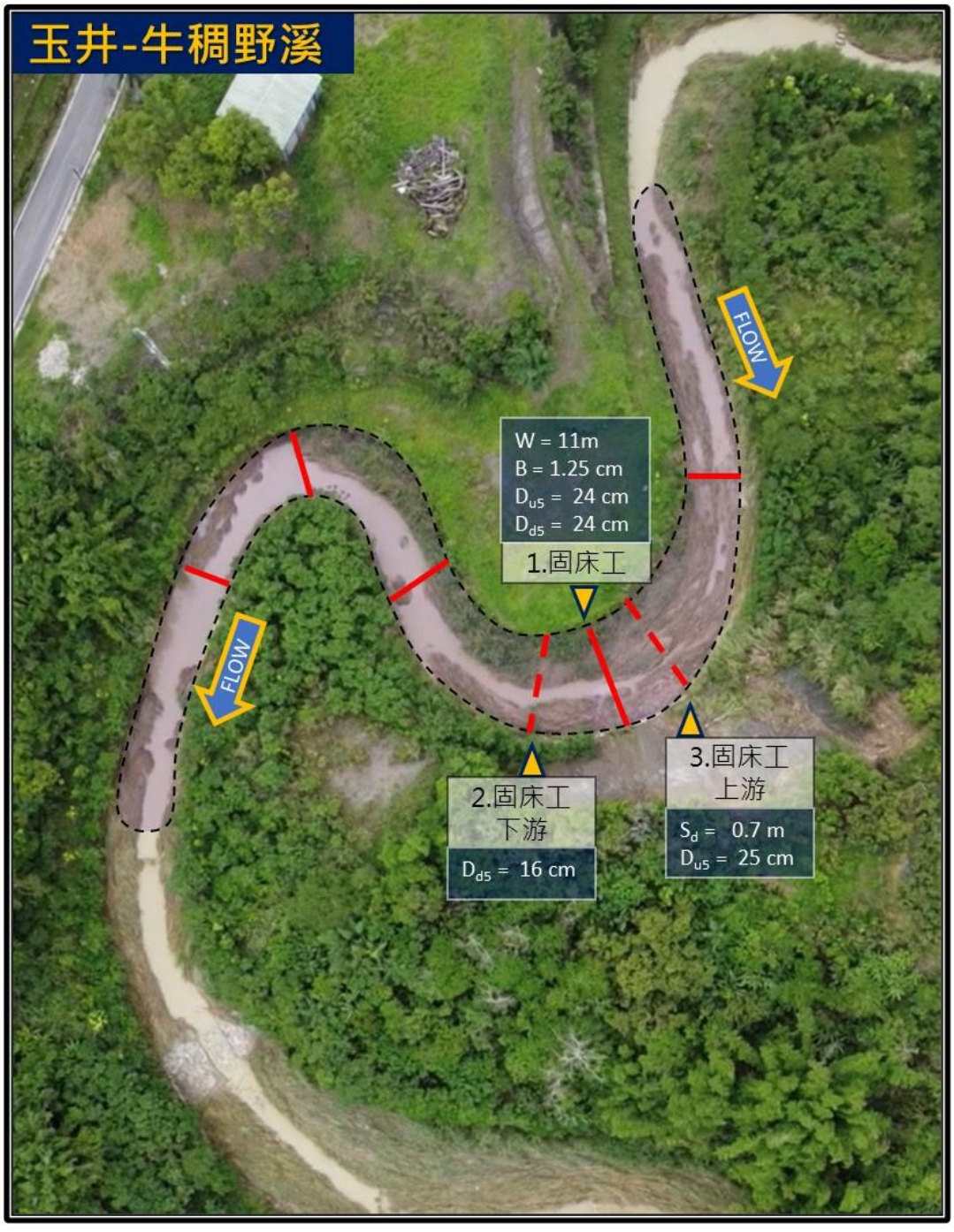
固床工 7 座、護岸 268.5 m、基礎加強工程 28 m、堤頭工 1 座、堤尾工 1 座、動物通道 2 座、空氣汙染防制鋪面 150 $m^2$、警告禁止標誌 2 支 (工程管考系統登錄之工程內容)



# 現場調查紀錄

| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/06/25 | 地點：牛稠野溪整治四期工程 | |
| 調查人員：陳宥達、畢媛、吳振遠 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：197785 | Y：2554801 |

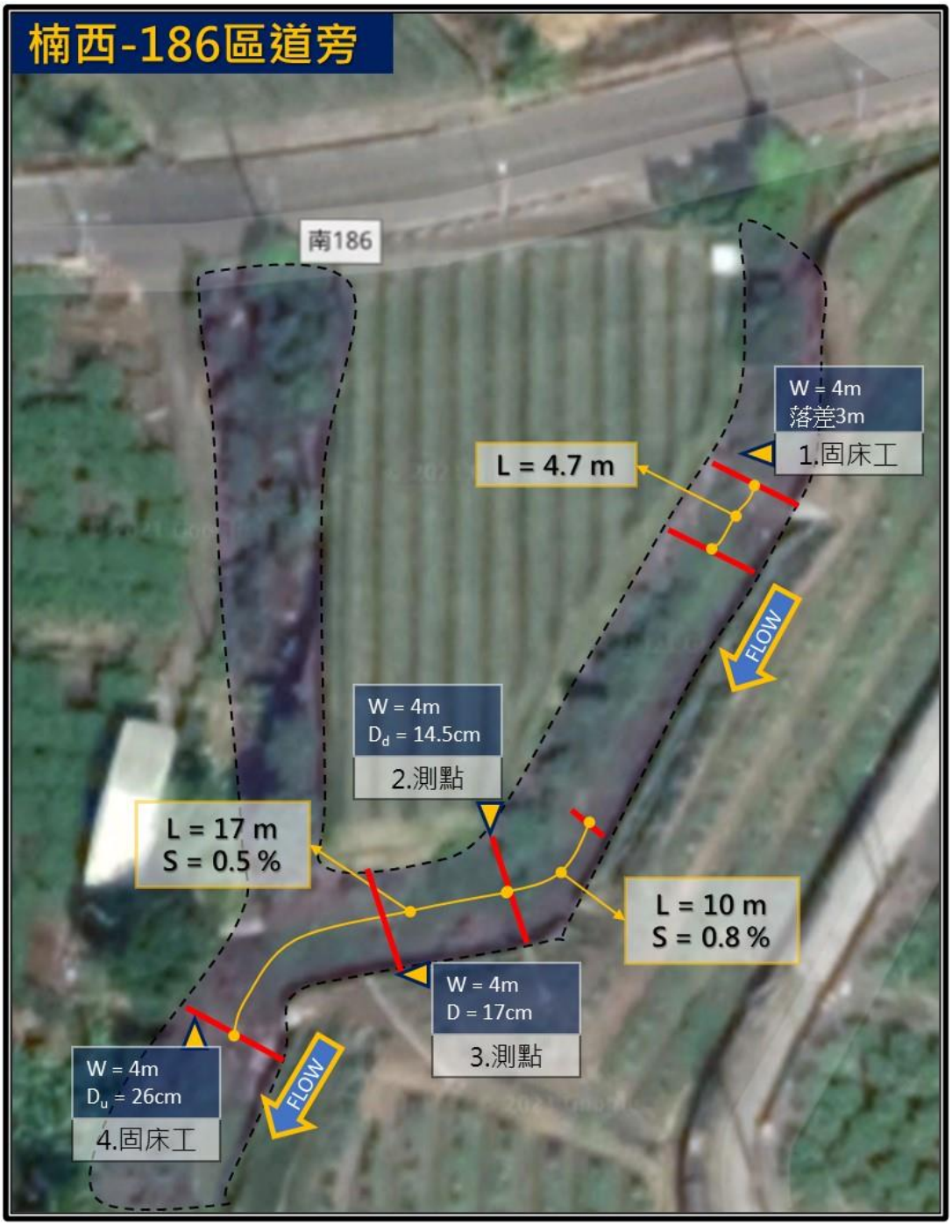
固床工 5 座、護岸 278.1 m、排水溝 15 m、箱籠護坦 2 處、既有封牆改善 2 處、斜坡護坦 1 處、警告標誌牌 1 面、封牆 2 座、生態廊道兼側向排水 1 處 (工程管考系統登錄之工程內容)



# 現場調查紀錄

| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/06/25 | 地點：186 區道旁野溪整治工程 | |
| 調查人員：陳宥達、畢媛、吳振遠 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：198987 | Y：2559354 |

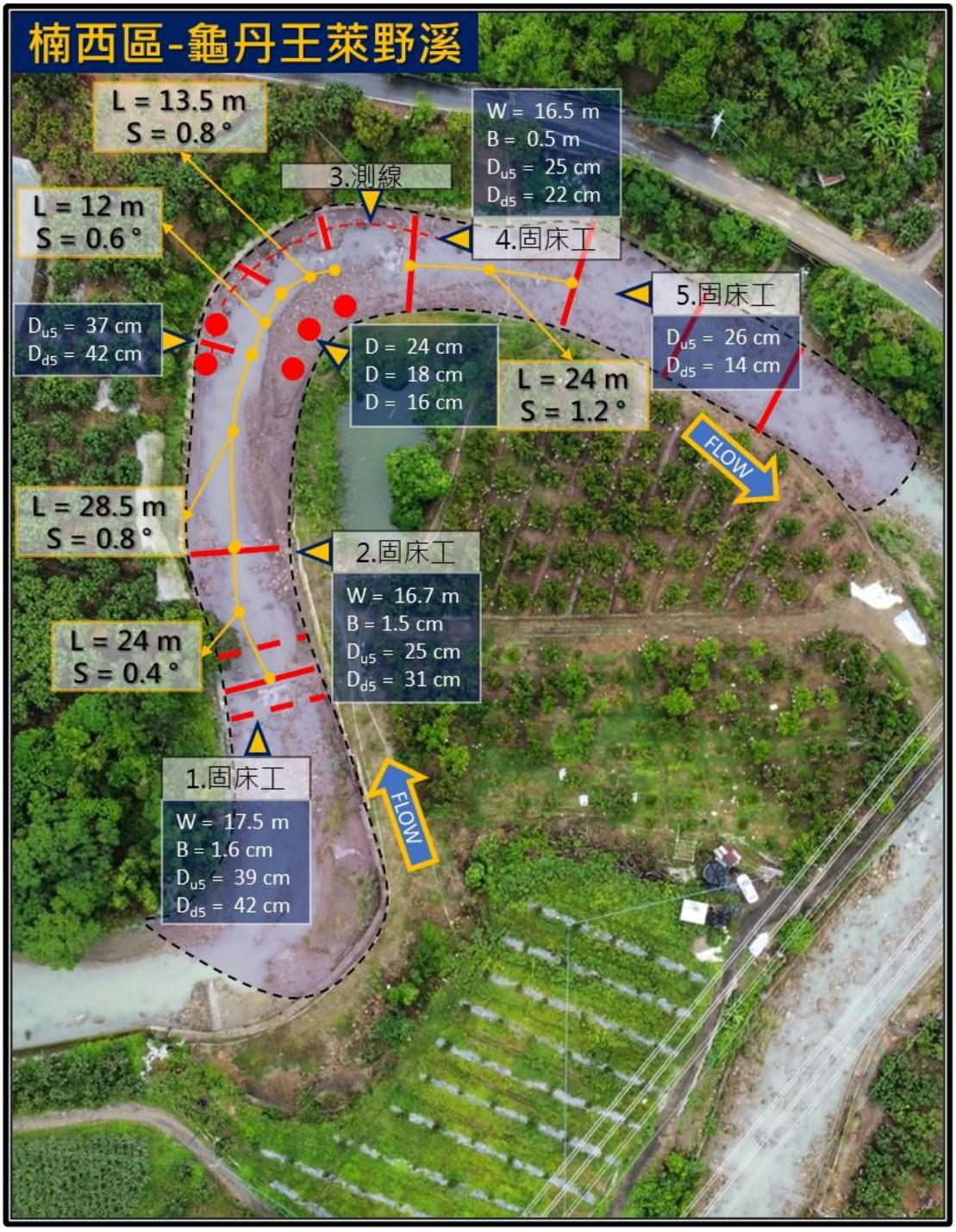
固床工 13 座、護岸 288.5 m、排水溝 15.5 m、靜水池 2 座、空氣汙染防制鋪面 280 m、漿拋石護坦 80.9 $m^2$、桃花心木 100 株、生物廊道 4 處 (工程管考系統登錄之工程內容)



# 現場調查紀錄

| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/06/25 | 地點：龜丹王萊野溪整治三期工程 | |
| 調查人員：陳宥達、畢媛、吳振遠 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：199832 | Y：2560190 |

固床工 7 座、護岸 327 m、封牆 3 面、動物通道 3 座、箱籠堆疊 16 m、乾砌石護坡 30 m、警告標誌 2 座 (工程管考系統登錄之工程內容)



# 現場調查紀錄

| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/06/25 | 地點：鹿田土地公野溪整治工程 | |
| 調查人員：陳宥達、畢媛、吳振遠 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：198420 | Y：2561024 |
| 固床工 12 座,護岸 249 公尺,封牆 6 座、既有混凝土水墊修復 1 處、生態廊道 2 座 (工程管考系統登錄之工程內容) | | |



# 現場調查紀錄

| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/06/25 | 地點：內埔野溪支流二期工程 | |
| 調查人員：陳宥達、畢媛、吳振遠 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：199041 | Y：2563684 |
| 固床工 7 座、護岸 187.5 m、跌水 1 座、生物通道 2 座、水墊 30 $m^2$、護欄 53 座 (工程管考系統登錄之工程內容) | | |



# 現場調查紀錄

| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/06/25 | 地點：密枝野溪治理二期工程 | |
| 調查人員：陳宥達、畢媛、吳振遠 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：199169 | Y：2564658 |
| 固床工 10 座、護岸 401.2m、版橋 1 座、動物通道 2 處、橋台 8 m、塊狀護欄 20 個 (工程管考系統登錄之工程內容) | | |



# 現場調查紀錄

| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/07/29 | 地點：行金橋下游野溪整治工程 | |
| 調查人員：陳宥達、陳秋翰、謝政運、卓研安 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：189622 | Y：2557680 |

固床工 9 座、護岸 283 公尺、橋樑 1 座、支流既有護岸加高 20m、靜水池 2 座、生物廊道 2 處、封牆 4 處、空氣汙染防制鋪面 90m$^2$(工程管考系統登錄之工程內容)



# 現場調查紀錄

| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/07/29 | 地點：山腳野溪整治二期工程 | |
| 調查人員：陳宥達、陳秋翰、謝政運、卓研安 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：193500 | Y：2560104 |
| 固床工 11 座、護岸 222.9 公尺、排水溝 13.5 公尺、尾檻 2 座 (工程管考系統登錄之工程內容) | | |



# 現場調查紀錄

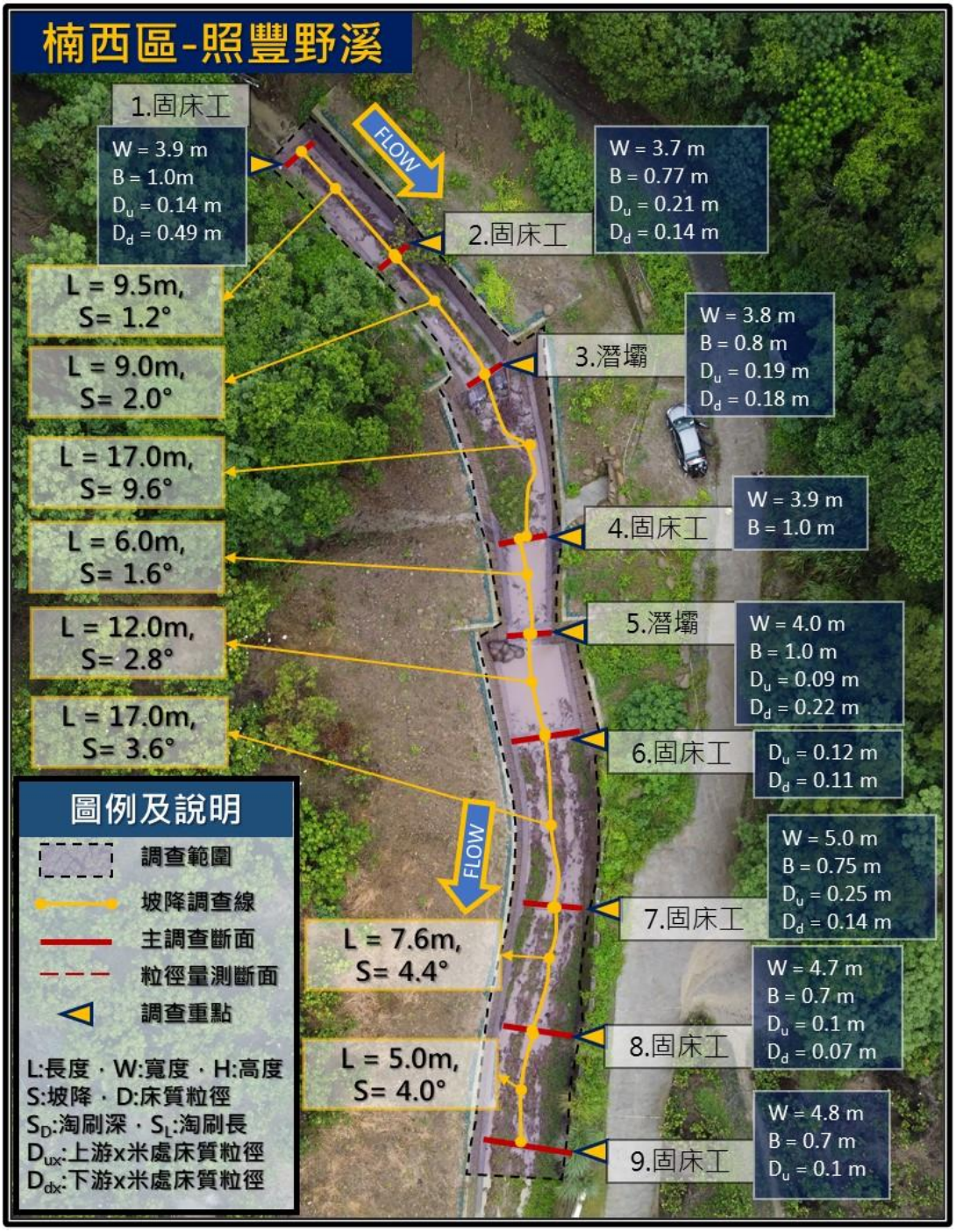
| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/07/30 | 地點：萊宅野溪支流整治工程 | |
| 調查人員：陳宥達、張朝瑋、林羿均、林欣潔、劉恣峰 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：198045 | Y：2566819 |
| 固床工 5 座、護岸 181 m、土包袋堆疊 1267 個、稻草蓆 362m$^2$、警告標示牌 1 座、生態廊道 2 座 (工程管考系統登錄之工程內容) | | |



# 現場調查紀錄

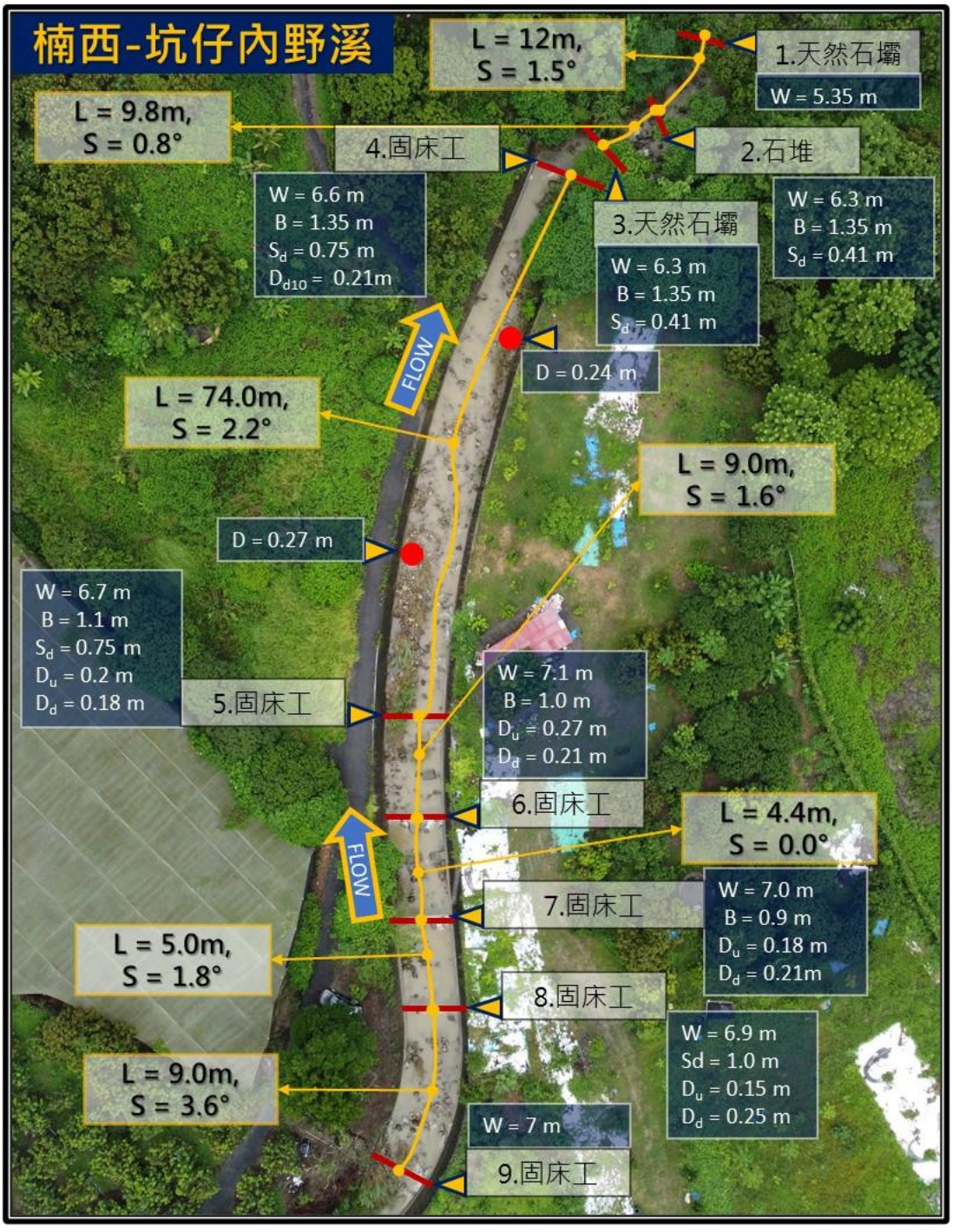
| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/07/30 | 地點：照豐野溪整治工程 | |
| 調查人員：陳宥達、張朝瑋、林羿均、林欣潔、劉恣峰 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：195693 | Y：2563739 |

固床工 7 座、護岸 141.5m、跌水 3 座、封牆 2 座、空氣汙染防治鋪面 135m$^2$、稻草蓆 283m$^2$、土包袋 934 袋、警告標誌牌 2 座 (工程管考系統登錄之工程內容)



# 現場調查紀錄

| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/07/30 | 地點：坑仔內野溪整治及護岸改善工程 | |
| 調查人員：陳宥達、張朝瑋、林羿均、林欣潔、劉恣峰 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：196048 | Y：2565764 |
| 固床工 10 座、護岸 192 m、土包袋堆疊 1341 個、稻草蓆 383m$^2$、警告標示牌 2 座、生態緩坡 1 處 (工程管考系統登錄之工程內容) | | |



# 現場調查紀錄

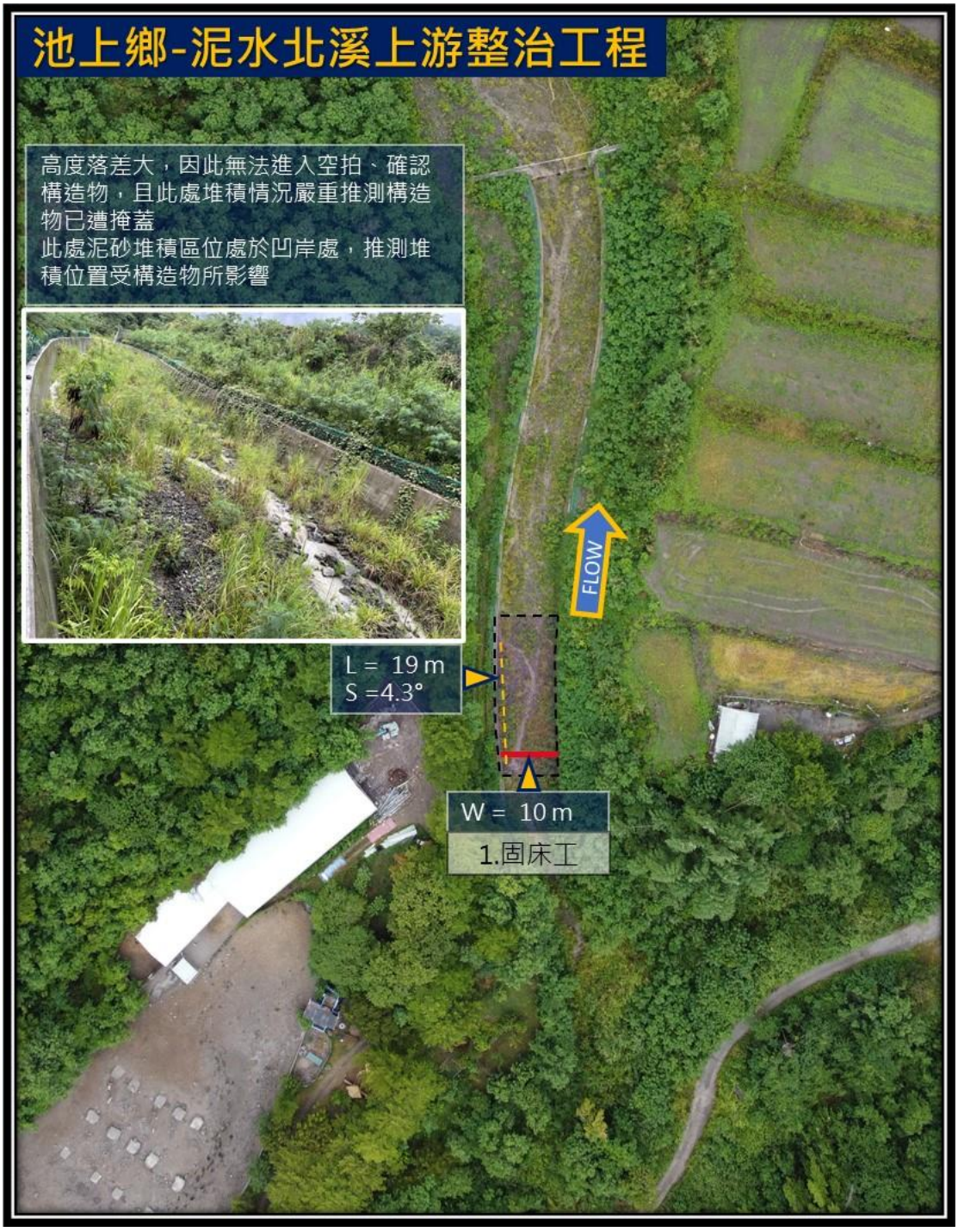
| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/08/04 | 地點：錦屏野溪治理工程 | |
| 調查人員：吳振遠、畢媛、謝政運、林欣潔 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：266694 | Y：2559598 |

1.A 型砌石護岸 54 m、2.B 型砌石護岸 122.5 m、3.A 型固床工 10 座、4.B 型固床工 7 座、5. C 型固床工 2 座、6.端牆 2 座、7.保護工 102 顆 (工程管考系統登錄之工程內容)



# 現場調查紀錄

| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/08/04 | 地點：泥水北溪上游治理工程 | |
| 調查人員：吳振遠、畢媛、謝政運、林欣潔 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：272951 | Y：2550002 |
| 箱型石籠護岸 236 m、混凝土砌塊石護岸 44 m、A 型固工 1 座、B 型固床工 1 座、C 型固床工 6 座 (工程管考系統登錄之工程內容) | | |



# 現場調查紀錄

| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/08/04 | 地點：萬安溪支流上游整治工程 | |
| 調查人員：吳振遠、畢媛、謝政運、林欣潔 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：274310 | Y：2554376 |

1. 石籠護岸(含 A 型預鑄塊) 415.2 m、2. 固床工 11 座(A 型固床工 6 座、B 型固床工 5 座)、3. 消能設施 1 座、4. B 型預鑄塊 88 顆 (工程管考系統登錄之工程內容)



# 現場調查紀錄

| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/08/04 | 地點：大坡南溪整治工程 | |
| 調查人員：吳振遠、畢媛、謝政運、林欣潔 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：275258 | Y：2556086 |

1.(護岸)854 m、2.A 型固床工 3 座、3.B 型固床工 8 座、4.C 型固床工 2 座、5.道路修復 450 $m^2$、6.翼牆改善 3 處、7.箱涵 11 m、8.靜水池 1 座(塊狀護欄 6 組) (工程管考系統登錄之工程內容)



# 現場調查紀錄

| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/08/05 | 地點：成功橘子山野溪治理工程 | |
| 調查人員：吳振遠、畢媛、謝政運、林欣潔 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：286875 | Y：2556374 |
| 固床工 17 座、護岸 427 m、版橋 1 座、格框工 1 處、混凝土護欄 10 塊 (工程管考系統登錄之工程內容) | | |



# 現場調查紀錄

| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/08/05 | 地點：楠溪護岸三期工程 | |
| 調查人員：吳振遠、畢媛、謝政運、林欣潔 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：274865 | Y：2539507 |

1.固床工(1)36.5 m、2.固床工(2)25 m、3.保護工 45 m、4.混凝土砌石(護岸)86 m、5.封牆 2 處、6.消能塊 15 塊 (工程管考系統登錄之工程內容)



# 現場調查紀錄

| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/08/05 | 地點：楠溪野溪加強工程 | |
| 調查人員：吳振遠、畢媛、謝政運、林欣潔 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：245617 | Y：2493695 |
| 護岸:高 3.2 長 400 m (雙側總長) A 型固床工：4 座，高 2.8 長 7 m、B 型固床工：23 座，高 1.8 長 5 m (工程管考系統登錄之工程內容) | | |



# 現場調查紀錄

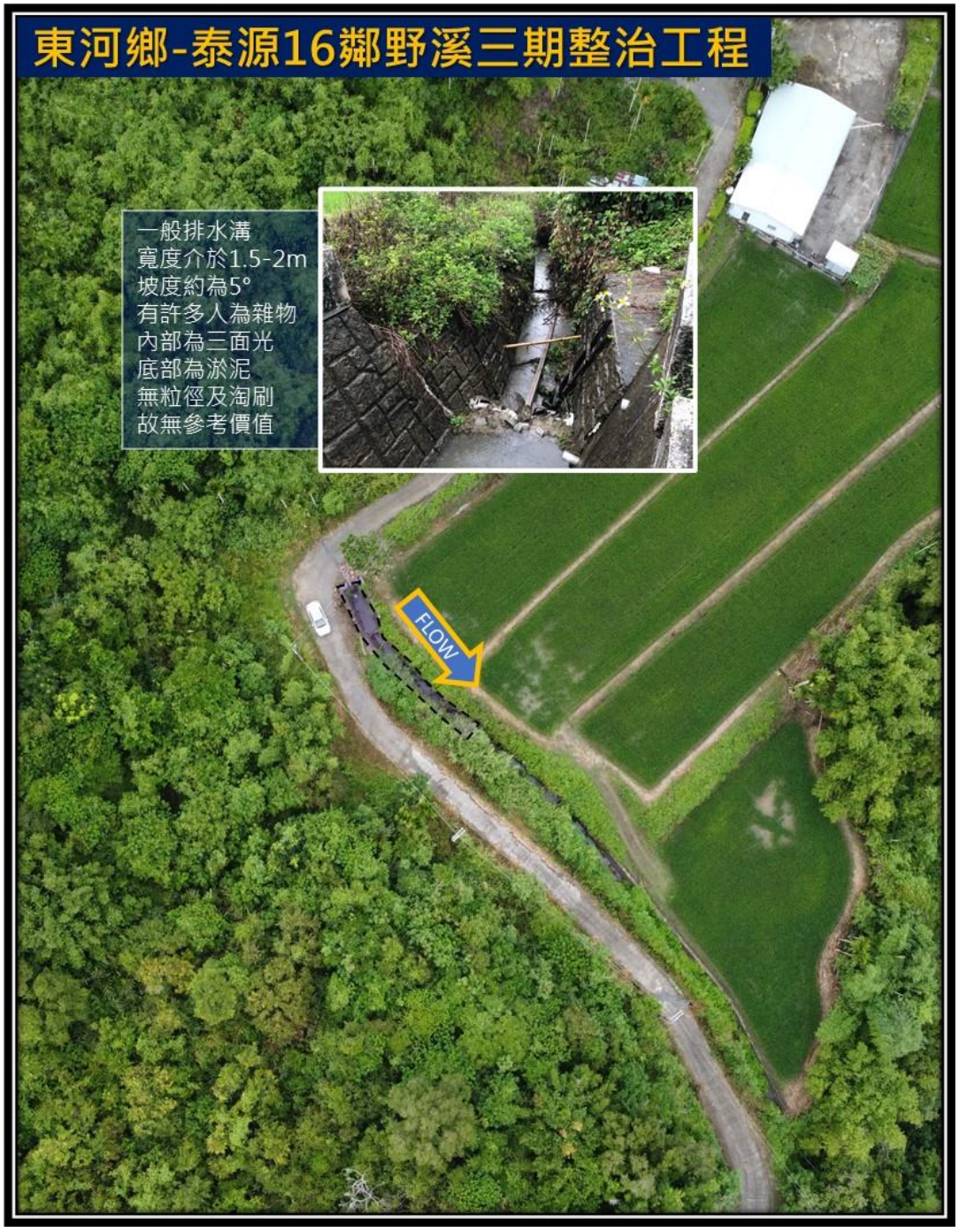
| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/08/05 | 地點：龍泉部落野溪整治二期工程 | |
| 調查人員：吳振遠、畢媛、謝政運、林欣潔 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：268574 | Y：2561817 |

1.A 護岸 243.5 m、2.潛壩 1 座、3.A 型固床工 2 座、4.B 型固床工 10 座、5.C 型固床工 4 座、6.箱涵 1 座、7.道路修復 160 m2 (工程管考系統登錄之工程內容)



# 現場調查紀錄

| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/08/05 | 地點：泰源 16 鄰野溪三期及鄰近野溪整治工程 | |
| 調查人員：吳振遠、畢媛、謝政運、林欣潔 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：277511 | Y：2545275 |
| 排水溝一處 | | |



# 現場調查紀錄

| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/08/05 | 地點：知路橋及泰源 16 鄰等鄰近野溪整治工程 | |
| 調查人員：吳振遠、畢媛、謝政運、林欣潔 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：280457 | Y：2540517 |

護岸 261.6 m、固床工 22 座、鋼管護欄 8 組、原有固床工補強 7 處、原有固床工加固 1 處、支線排水溝 74 m、蓋版 1 處、護欄 10 座 (工程管考系統登錄之工程內容)



# 現場調查紀錄

| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/08/05 | 地點：羊橋溪等鄰近野溪加強維護改善工程 | |
| 調查人員：吳振遠、畢媛、謝政運、林欣潔 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：277497 | Y：2534973 |

1.碇橋溪：固床工改善 3 座、橋台保護工改善 1 座、跌水工改善 1 座。2.羊橋溪：固床工改善 6 座。3.籐橋溪：固床工改善 12 座。4.八里溪：固床工改善 10 座。5.都蘭溪：固床工改善 7 座 (工程管考系統登錄之工程內容)



# 現場調查紀錄

| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/08/11 | 地點：紅葉紅谷橋野溪復建二期工程 | |
| 調查人員：畢媛、林羿均、劉忞峰、張朝瑋 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：256550 | Y：2534973 |

1.護岸 290 m、2.A 型固床工 4 座、3.B 型固床工 13 座、4.整流工 1 座、5.重力式擋土牆 28 m、6.箱涵 1 座、7.保護工 2 區(主線 26 個、整流工 10 個)、8.河道整理 100 m、9.RC 牆 242.5 m、10.矮牆 290 m (工程管考系統登錄之工程內容)



# 現場調查紀錄

| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/08/11 | 地點：紅葉紅谷橋野溪復建三期工程 | |
| 調查人員：畢媛、林羿均、劉忞峰、張朝瑋 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：256464 | Y：2532600 |

A 工區:1.A 型固床工 1 座、2.B 型固床工 10 座、3.C 型固床工、4 座 4.D 型固床工 4 座、5.A 型護岸 102 m、5.A 型護岸 102 m、6.B 型護岸 172 m、7.C 型護岸 75 m、8.D 型護岸 24 m、9.高水位截牆工 1 處、10.跌水工 1 處、11.鋪網客土噴植 950 $m^2$，B 工區:12.土包袋溝 4 m、13.靜水池加強 1 處 (工程管考系統登錄之工程內容)



# 現場調查紀錄

| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/08/11 | 地點：東縣 DF038 野溪上游治理工程 | |
| 調查人員：畢媛、林羿均、劉忞峰、張朝瑋 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：259707 | Y：2530185 |
| 複式護岸長約 260 m、A 型固床工約 3 座、B 型固床工約 7 座、下沉式沉砂池約 3 座等 (工程管考系統登錄之工程內容) | | |



# 現場調查紀錄

| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/08/11 | 地點：明峰村東 37-1 鄉道旁坑溝治理工程 | |
| 調查人員：畢媛、林羿均、劉恣峰、張朝瑋 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：259797 | Y：2527994 |

固床工 11 座、護岸 167 m、坑溝治理高約 1.5-2 m 寬約 3-5 m 長約 75 m、節制壩約 5 座高約 1-1.5 m 長約 5-7 m，固床工 5 座高約 1 m 長約 3-5 m，消能設施 1 處
(工程管考系統登錄之工程內容)



# 現場調查紀錄

| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/08/11 | 地點：新斑鳩溪整治一期工程 | |
| 調查人員：畢媛、林羿均、劉恣峰、張朝瑋 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：257905 | Y：2527371 |

固床工 5 座、護岸 455 m、排水溝 34 m、新斑鳩溪 6 號壩加高 1 處、新斑鳩溪 5 號壩基礎保護工 1 座、混凝土基礎保護工共 1 座、水制工 20 座 (工程管考系統登錄之工程內容)



# 現場調查紀錄

| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/08/12 | 地點：萬萬溪與新班鳩溪匯流口下游加強維護工程 | |
| 調查人員：畢媛、林羿均、劉忞峰、張朝瑋 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：259745 | Y：2525659 |
| 1.固床工 6 座、2.護岸修復 50 m、3.調整流心處理 1 處、4.保護工 9 顆 (工程管考系統登錄之工程內容) | | |



# 現場調查紀錄

| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/08/12 | 地點：舊斑鳩溪九期整治工程 | |
| 調查人員：畢媛、林羿均、劉恣峰、張朝瑋 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：259158 | Y：2525252 |
| 護岸 251.3 m、新設沉砂池 334 m、固床工 7 座、沉砂池隔牆工 4 座、清淤坡道 25 m、既有固床工修復 2 處 (工程管考系統登錄之工程內容) | | |



# 現場調查紀錄

| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/08/12 | 地點：賓朗十股 9 鄰安全排水工程 | |
| 調查人員：畢媛、林羿均、劉恣峰、張朝瑋 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：260518 | Y：2522413 |

固床工 18 座、RC 護岸 99.8 m、道路修復 2015.5 $m^2$、道路截水溝 9.1 m、既有護岸基礎改善 14.3 m、既有擋土牆改善 207 m 等 (工程管考系統登錄之工程內容)



# 現場調查紀錄

| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/08/12 | 地點：郡界野溪整治二期工程 | |
| 調查人員：畢媛、林羿均、劉忞峰、張朝瑋 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：268621 | Y：2528035 |

主線工區：漿砌塊石護岸 L=470m、固床工 14 座、既有整治固床工維護 1 座、既有護岸基礎保護工 L=34m。B 工區、L 型擋土牆 L=21m (工程管考系統登錄之工程內容)



# 現場調查紀錄

| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/08/12 | 地點：利吉 9 鄰野溪土砂防治工程 | |
| 調查人員：畢媛、林羿均、劉恣峰、張朝瑋 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：264686 | Y：2526077 |
| 護岸長約 244 m，A 型固床工約 10 座，B 型固床工約 19 座，(箱涵)約 2 座，過水路面約 2 處等 (工程管考系統登錄之工程內容) | | |



# 現場調查紀錄

| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/08/12 | 地點： 藤橋溪支流及北源 31 鄰等加強工程 | |
| 調查人員：畢媛、林羿均、劉忞峰、張朝瑋 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：274955 | Y：2532214 |
| A 工區：1.新建排水溝 117 m、2.A 型固床工 1 座、3.B 型固床工 11 座，B 工區：4.新建排水溝 44 m、5.B 型固床工 4 座 (工程管考系統登錄之工程內容) | | |



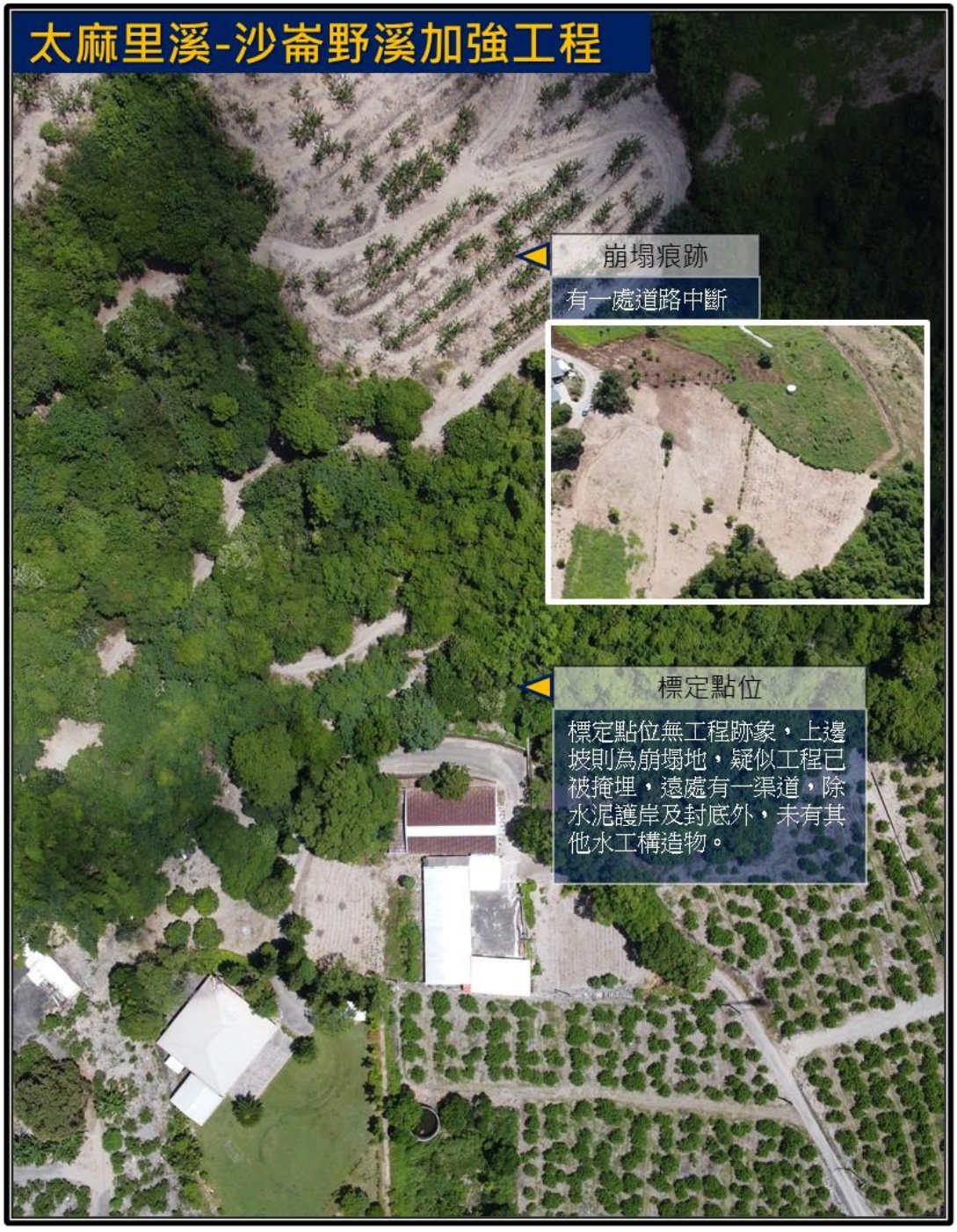
# 現場調查紀錄

| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/08/18 | 地點： 太麻里鄉舊省道南坑護岸改善工程 | |
| 調查人員：吳振遠、陳秋翰、蔡博仰、陳士樑、卓研安 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：252351 | Y：2506113 |
| 1.A 型護岸 73.3 m、2.B 型護岸 17.49 m、3.A 型固床工 3 座、4.B 型固床工 3 座、5.C 型固床工 1 座、6.石籠護坡 41 m (工程管考系統登錄之工程內容) | | |



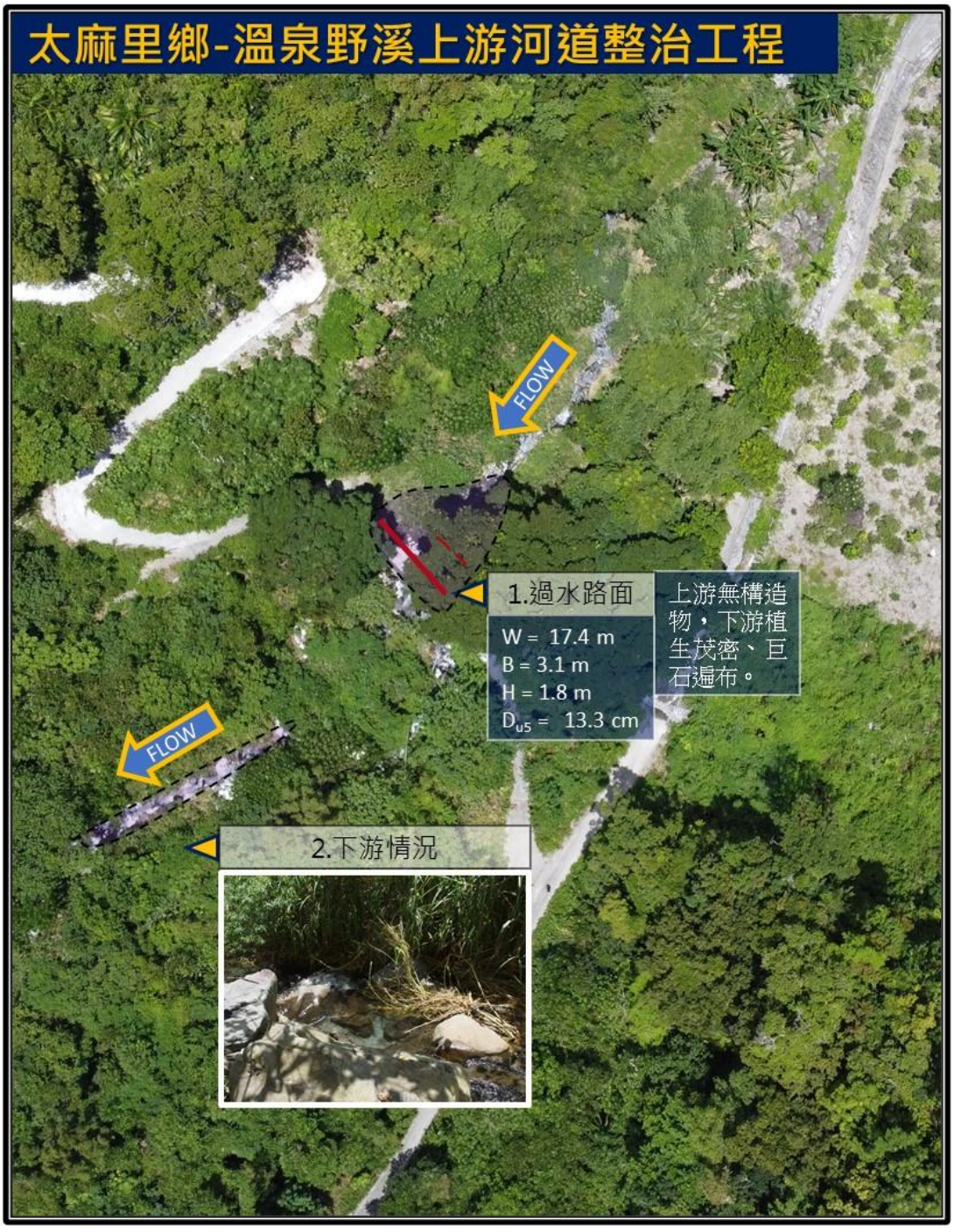
# 現場調查紀錄

| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/08/18 | 地點：太麻里溪沙崙野溪加強工程 | |
| 調查人員：吳振遠、陳秋翰、蔡博仰、陳士楑、卓研安 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：249638 | Y：2502799 |
| 1.護岸加固 530 m，固床工加固約 20 座 (工程管考系統登錄之工程內容) | | |



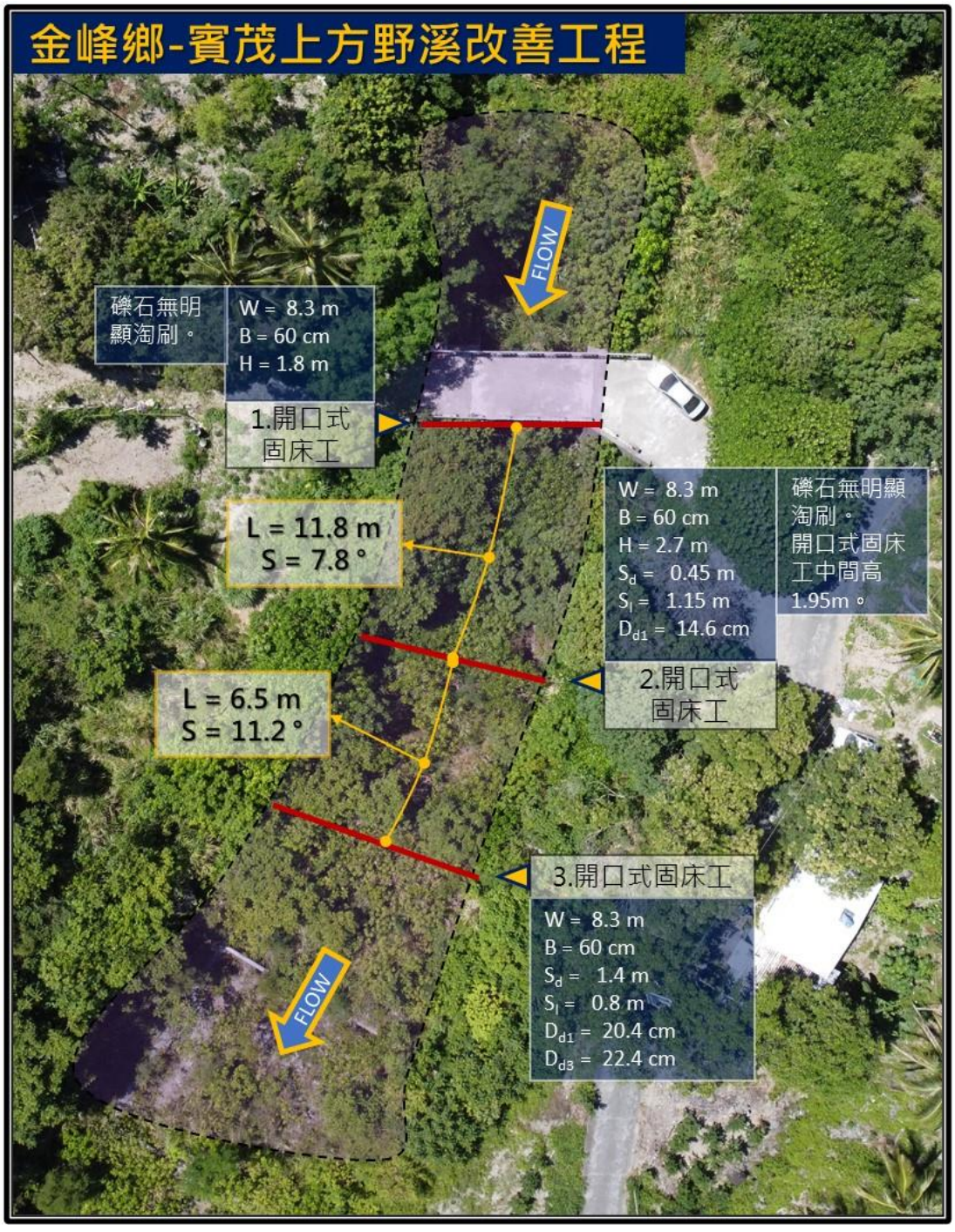
# 現場調查紀錄

| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/08/18 | 地點：溫泉野溪上游河道整治工程 | |
| 調查人員：吳振遠、陳秋翰、蔡博仰、陳士楑、卓研安 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：243165 | Y：2494259 |
| 固床工 12 座、A 型固床工 11 座、B 型固床工 1 座 (工程管考系統登錄之工程內容) | | |



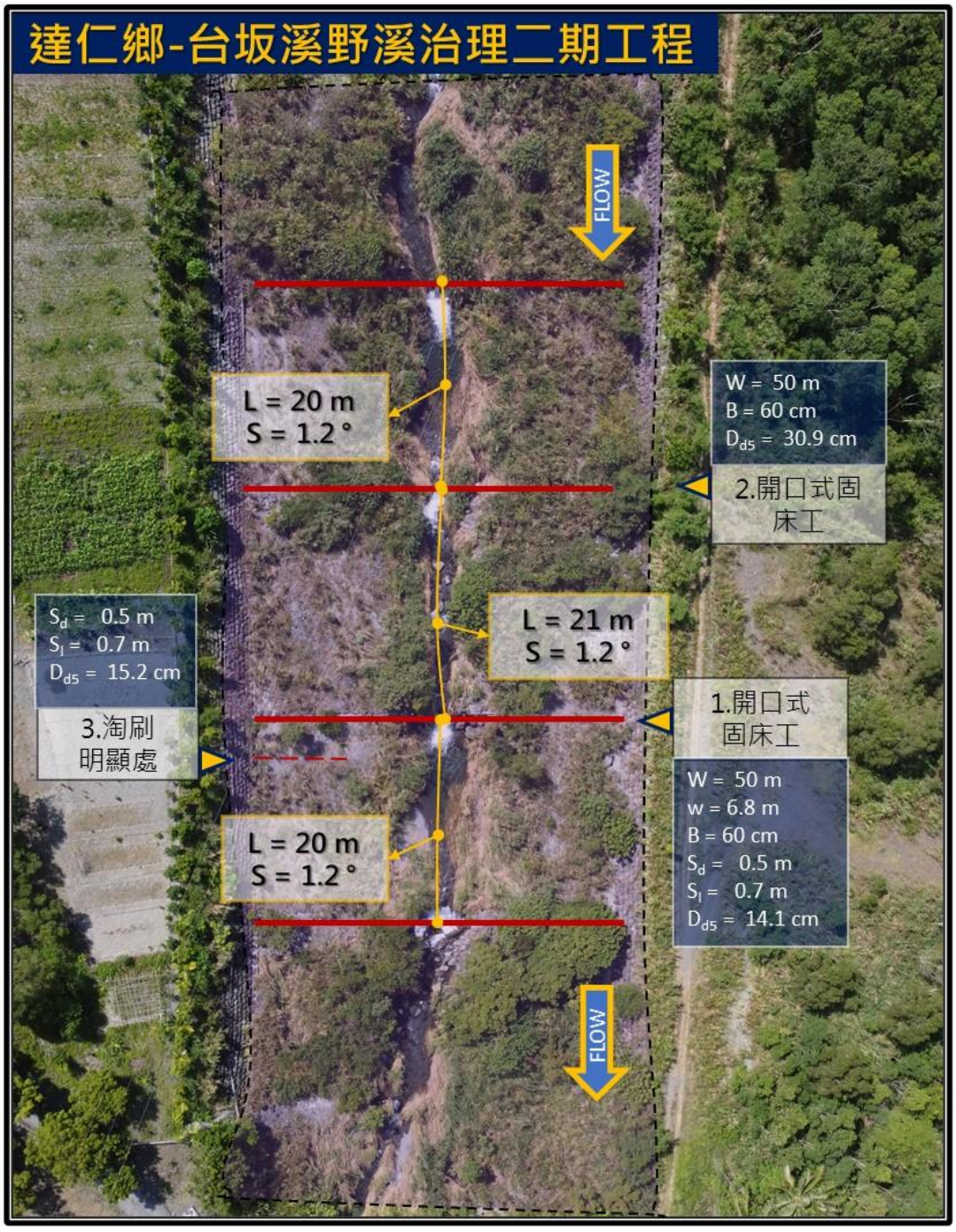
# 現場調查紀錄

| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/08/18 | 地點：賓茂上方野溪改善工程 | |
| 調查人員：吳振遠、陳秋翰、蔡博仰、陳士楑、卓研安 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：245617 | Y：2493695 |
| 固床工 21 座、跌水 2 座、護岸 185.5 m、河道整理 70 m、消能塊 15 組 (工程管考系統登錄之工程內容) | | |



# 現場調查紀錄

| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/08/18 | 地點：台坂溪野溪治理二期工程 | |
| 調查人員：吳振遠、陳秋翰、蔡博仰、陳士楑、卓研安 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：240798 | Y：2486075 |
| 固床工 11 座、護岸 702 公尺、梳子壩 1 座 | (工程管考系統登錄之工程內容) | |



# 現場調查紀錄

| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/08/18 | 地點：南興村坡面蝕溝整治二期及鄰近蝕溝加強工程 | |
| 調查人員：吳振遠、陳秋翰、蔡博仰、陳士楑、卓研安 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：238394 | Y：2468143 |
| 固床工 9 座、護岸 332 m、箱涵 2 座 (工程管考系統登錄之工程內容) | | |



# 現場調查紀錄

| | | |
|---|---|---|
| 日期：2021/08/18 | 地點：南田村第一大排上游野溪整治二期工程 | |
| 調查人員：吳振遠、陳秋翰、蔡博仰、陳士楑、卓研安 | | |
| 調查點位座標(TWD97) | X：238273 | Y：2465305 |
| 固床工 6 座、護岸 148.4 m (工程管考系統登錄之工程內容) | | |

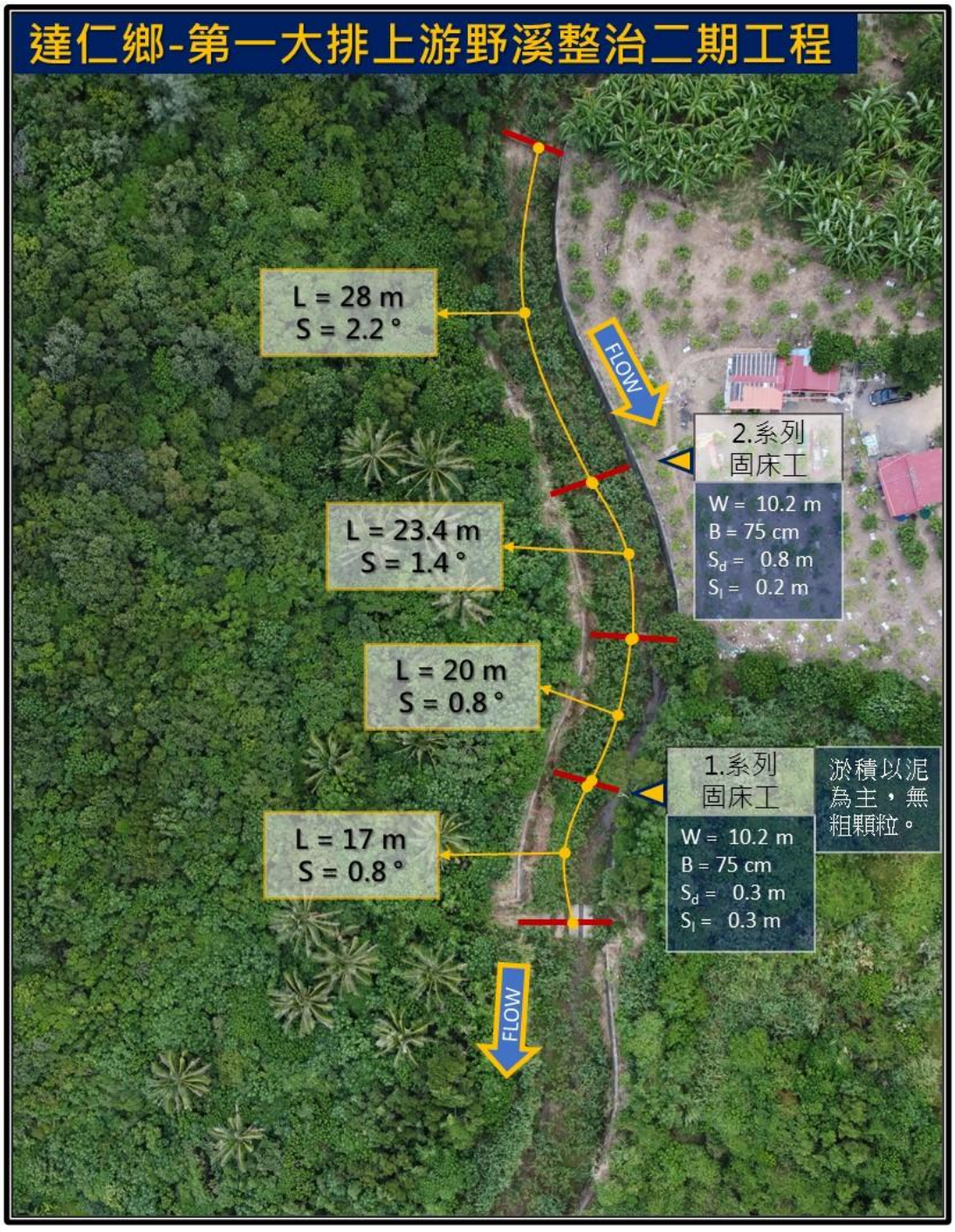


表 3-2 彙整現地調查點位的治理後渠道平均坡度、固床工趾部最大淘刷深度、淘刷長度，以及固床工上、下游 5 m 範圍的溪床表面粒徑調查結果。圖 3-2 及圖 3-3 則是分別針對治理段溪床的平均坡度與渠道寬度於調查點位的出現頻率百分比繪圖。

表 3 - 2. 現地調查點位之調查成果彙整

| 編號 | 工程名稱 | 縣市 | 鄉鎮 | 村里 | 溪床坡度 (%) | 溪幅寬度 (m) | 最大淘刷深度 (淘刷長度) (m) | 固床工上游床質粒徑(cm) | 固床工下游床質粒徑(cm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 106-SCWF-15-4-025 | 萬安親水公園旁及武潭野溪整治工程 | 屏東縣 | 泰武鄉 | 佳平村 | 3.0 | 10 ~ 25 | 1.2 (14) ~ 1.9 (5.6) | 15 ~ 41 | 28 ~ 31 |
| 106-SCWF-15-4-026 | 潘壽野溪整治七期工程 | 屏東縣 | 來義鄉 | 箕湖村 | 0.3、0.6 | 5.6 ~ 7.5 | 0.6 (1.8) | — | 26.7 |
| 108-SCWF-02-4-045 | 獅子鄉丹路段及楓林段台 9 線旁野溪護岸整治工程 | 屏東縣 | 獅子鄉 | 丹路村 | 2.5、5.0 | 17、18 | 1.5 (4.0)、0.8 (2.5)、1.8 (3.0) | 17 ~ 24 | 19 ~ 23 |
| 108-SCWF-06-4-019 | 林祿溪野溪治理二期工程 | 屏東縣 | 滿州鄉 | 永靖村 | 0.4、0.5 | 10 ~ 12 | — | 河床表面材質以土壤為主 | |
| 108-SCWF-15-4-034 | 出火風景區旁東門溪上游支流野溪治理工程 | 屏東縣 | 恆春鎮 | 山腳里 | 查無治理構造物 | | | | |
| 106-ADE-01-4-125 | 巴阿力優斯野溪二期整治工程 | 屏東縣 | 泰武鄉 | 平和村 | 1.2 | 7 | 0.4 (5.6) | 14 | 15 |
| 106-ADE-29-4-028 | 巴莎野溪整治工程 | 屏東縣 | 春日鄉 | 春日村 | 2 | 5、7 | 1.2 (1.6)、0.13 (0.5) | 12 | 10 ~ 15 |
| 107-ADE-03-4-037 | 蜈蜞溝上游坑溝整治工程 | 屏東縣 | 春日鄉 | 春日村 | 2 ~ 3 | 5 | 0.6 (4.0)、1.45 (2.2) | 河床表面材質以渣物為主 | |
| 108-ADE-35-4-006 | 林祿溪射麻裡段 406-6 等地號旁野溪整治工程 | 屏東縣 | 滿州鄉 | 永靖村 | 1.0 ~ 1.25 | 15 | 0.4 (3.0) | 10 | 15 |
| 108-ADE-46-4-011 | 砂尾堀旁野溪整治三期工程 | 屏東縣 | 恆春鎮 | 大光里 | — | 7 | 植生茂密，無法調查構造物及床質粒徑 | | |
| 109-ADE-07-4-016 | 內寮村上游野溪整治二期工程 | 屏東縣 | 春日鄉 | 春日村 | 2.1 | 16、18 | 0.9 (5.0)、1.5 (4.8)、1.3 (2.7) | 12 ~ 18 | 13 ~ 14 |
| 109-ADE-43-4-004 | 大光路野溪整治二期工程 | 屏東縣 | 恆春鎮 | 大光里 | 0.3 ~ 1.8 | 5 | 目前無淘刷痕跡 | 河床表面材質以土壤為主 | |
| 105-SCWF-01-4-201 | 野溪整治工程 | 高雄市 | 內門區 | 溝坪里 | 0.7、2.4 | 3 ~ 4 | — | 16 ~ 20 | 24 ~ 25 |
| 106-SCWF-08-4-012 | 大田野溪整治工程 | 高雄市 | 甲仙區 | 大田里 | 0.07、0.3 | 6.0、6.5 | 0.6 (2.0)、0.8 (3.0) | — | — |
| 106-SCWF-08-4-013 | 大坑野溪整治二期工程 | 高雄市 | 杉林區 | 上平里 | 0.15 | 7 | 0.6 ~ 1.2 (1.0) | 14.3 ~ 20.8 | |
| 106-SCWF- | 火公野溪整治二期工 | 高雄 | 杉林 | 杉林 | 0.6 | 7 | 0.4 (3.5) | 18 | 18 |

| 編號 | 工程名稱 | 縣市 | 鄉鎮 | 村里 | 溪床坡度(%) | 溪幅寬度(m) | 最大淘刷深度(淘刷長度)(m) | 固床工上游床質粒徑(cm) | 固床工下游床質粒徑(cm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 15-4-021 | 程 | 市 | 區 | 里 | | | | | |
| d107-SCWF-06-4-024 | 玉門野溪整治三期工程 | 高雄市 | 內門區 | 永吉里 | 0.3 ~ 7.3 | 5.5 ~ 6.0 | 目前無淘刷痕跡 | — | — |
| 108-SCWF-15-4-022 | 竹林溝野溪整治二期工程 | 高雄市 | 內門區 | 溝坪里 | 4.2 ~ 8.4 | 7.5 ~ 8.3 | 固床工間設置靜水池並拋石 | 27 ~ 37 | 24 ~ 37 |
| 105-ADE-04-4-001 | 茄苳湖吉橋下游整治工程 | 高雄市 | 杉林區 | 木梓里 | 0.63 ~ 0.69 | 3.5 ~ 4.0 | — | 20 | 20 |
| 105-ADE-11-4-031 | 杉林段 310-3 地號旁野溪整治二期工程 | 高雄市 | 杉林區 | 杉林里 | — | 3.5 | 溪床以混凝土鋪底 | — | — |
| 105-ADE-17-4-031 | 大竹崙野溪整治工程 | 高雄市 | 內門區 | 金竹里 | — | 4.0 ~ 9.8 | 植生茂密，無法調查構造物及床質粒徑 | | |
| 107-ADE-03-4-033 | 園頂野溪整治三期工程 | 高雄市 | 內門區 | 永吉里 | 2.1 | 2.5 | 0.3、0.5 | — | — |
| 108-ADE-40-4-011 | 華園 3 號前二期及上游野溪整治工程 | 高雄市 | 內門區 | 溝坪里 | 0.35、0.7 | 4.5 ~ 5.0 | 目前無淘刷痕跡 | 18 ~ 20 | 22 ~ 24 |
| 108-ADE-40-4-012 | 茄苳湖段 134 等地號旁野溪整治工程 | 高雄市 | 杉林區 | 木梓里 | 17.6 | 調查時遭逢暴雨 | | | |
| 108-ADE-45-4-028 | 溝坪段 86 地號等野溪整治工程 | 高雄市 | 內門區 | 金竹里 | 1.4 ~ 2.44 | 4.5 | 植生茂密，無法調查構造物及床質粒徑 | | |
| 108-ADE-45-4-031 | 溝坪段 684 地號等野溪整治工程 | 高雄市 | 內門區 | 溝坪里 | 0 ~ 2.1 | 5 ~ 7 | 目前無淘刷痕跡 | 14 | 13 |
| 105-SCWF-17-4-006-99 | 牛稠野溪整治四期工程 | 臺南市 | 玉井區 | 三埔里 | — | 11 | 0.7 (—) | 24 | 24 |
| 108-SCWF-02-4-021 | 186 區道旁野溪整治工程 | 臺南市 | 楠西區 | 龜丹里 | 0.5 ~ 0.8 | 4 ~ 6 | — | 17 ~ 26 | 14.5 ~ 17 |
| 108-SCWF-15-4-013 | 密枝野溪治理二期工程 | 臺南市 | 楠西區 | 密枝里 | 0.7 ~ 7.3 | 5.5 ~ 8.0 | 1.3 ( 6.5) | 16 ~ 24 | 23 |
| 108-SCWF-15-4-018 | 九層林段 0593-002 等地號野溪整治工程 | 臺南市 | 玉井區 | 層林里 | — | 10.5 ~ 12.8 | 調查時遭逢暴雨 | | |
| 107-ADE-34-4-001 | 鹿田土地公野溪整治工程 | 臺南市 | 楠西區 | 鹿田里 | — | 7 ~ 8 | — | — | — |
| 107-ADE-34-4-002 | 內埔野溪支流二期工程 | 臺南市 | 楠西區 | 灣丘里 | 1.05 | 5 ~ 6 | — | — | — |
| 108-ADE-29-4-013 | 陸天野溪整治工程 | 臺南市 | 龍崎區 | 楠坑里 | — | 5 | 植生茂密，無法調查構造物及床質粒徑 | | |
| 108-ADE-31-4-008 | 龜丹王萊野溪整治三期工程 | 臺南市 | 楠西區 | 龜丹里 | 0.7 ~ 2.1 | 16.5 ~ 17.5 | — | 25 ~ 39 | 14 ~ 42 |
| 109-ADE-26-4-074 | 菜寮野溪護岸修復工程 | 臺南市 | 南化區 | 南化里 | 0.9 ~ 14.1 | 15.8 ~ 23.8 | 部分溪段拋石 | 25.7 | 14.8 ~ 19.8 |
| 109-ADE-26-4-076 | 鹿田土地公野溪整治二期工程 | 臺南市 | 楠西區 | 鹿田里 | — | 7 ~ 8 | — | 因河道內水位高，無法量測 | |
| 109-ADE-29-4-001 | 南化段 1080 等地號野溪整治工程 | 臺南市 | 南化區 | 南化里 | 0.7 ~ 2.1 | 20 ~ 23.2 | 彎道外側設置丁壩 5 座，目前無淘刷痕跡 | 11 ~ 13 | 15 |
| 109-ADE-29-4-009 | 下山溪野溪整治二期工程 | 臺南市 | 龍崎區 | 崎頂里 | 0.35 | 7.9 | — | 因河道內水位高，無法量測 | |

| 編號 | 工程名稱 | 縣市 | 鄉鎮 | 村里 | 溪床坡度(%) | 溪幅寬度(m) | 最大淘刷深度(淘刷長度)(m) | 固床工上游床質粒徑(cm) | 固床工下游床質粒徑(cm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 109-ADE-33-4-007 | 照豐野溪整治工程 | 臺南市 | 楠西區 | 照興里 | 2.1 ~ 16.9 | 3.7 ~ 5.0 | — | 9 ~ 25 | 7 ~ 49 |
| 106-ADE-01-5-063 | 楠溪野溪加強整治工程 | 臺東縣 | 海端鄉 | 崁頂村 | 15.8 | 10.2 ~ 12.8 | 1.7 (3) | 21 ~ 32 | 27 ~ 45 |
| 108-ADE-01-5-004 | 錦屏野溪治理工程 | 臺東縣 | 海端鄉 | 海端村 | 8.7 ~ 26.8 | 5.5 ~ 8.5 | 0.8 (1.5) | 17 ~ 22 | 25 |
| 108-SCWF-01-5-008 | 龍泉部落野溪整治二期工程 | 臺東縣 | 海端鄉 | 廣原村 | 7.8 ~ 14.1 | 8 ~ 10 | 0.4 (0.2) | 42 ~ 79 | 27 ~ 98 |
| 108-ADE-25-5-033 | 泥水北溪上游治理工程 | 臺東縣 | 池上鄉 | 振興村 | 7.5 | 10 | 高度落差大，因此無法進入空拍及構造物確認 | | |
| 108-SCWF-14-5-005 | 萬安溪支流上游整治工程 | 臺東縣 | 池上鄉 | 富興村 | 高度落差大無法進入，河床植生茂密，導致人工構造物遭掩蓋 | | | | |
| 108-SCWF-14-5-004 | 大坡南溪整治工程 | 臺東縣 | 池上鄉 | 大坡村 | 1.7 ~ 4.7 | 20 | 無明顯淘刷 | 河床以細顆粒為主 (<10 cm) | |
| 105-ADE-21-5-063 | 成功橘子山野溪治理工程 | 臺東縣 | 成功鎮 | 三民里 | 4.2 ~ 4.9 | 4.5 ~ 5.7 | 1.4 (4) | — | 26 ~ 40 |
| 107-SCWF-01-5-012 | 南溪護岸三期工程 | 臺東縣 | 東河鄉 | 泰源村 | 0.4 ~ 1.6 | 10 ~ 15 | — | — | 16 ~ 17 |
| 105-SCWF-01-5-210 | 泰源 16 鄰野溪三期及鄰近野溪整治工程 | 臺東縣 | 東河鄉 | 泰源村 | — | 1.5 ~ 2.0 | 無明顯淘刷 | 床質以淤泥為主 | |
| 106-ADE-01-5-058 | 知路橋及泰源 16 鄰等鄰近野溪整治工程 | 臺東縣 | 東河鄉 | 東河村 | 7.8 | 7 | 0.7 | 43 | 29 ~ 35 |
| 107-SCWF-07-5-007 | 羊橋溪等鄰近野溪加強維護改善工程 | 臺東縣 | 東河鄉 | 興昌村 | 3.5 ~ 8.7 | 12 ~ 20 | 0.8 (2) | 15 ~ 19 | 11 ~ 34 |
| 107-ADE-24-4-004 | 山腳野溪整治二期工程 | 臺南市 | 玉井區 | 豐里里 | 4.4 | 2.9 ~ 3 | 無明顯淘刷 | 多為水泥碎塊 | |
| 107-ADE-24-4-015 | 萊宅野溪支流整治工程 | 臺南市 | 楠西區 | 照興里 | 1.0 ~ 5.8 | 4 ~ 9 | 1.96 (1) | 因水深過深而無法量測河床粒徑 | |
| 107-ADE-03-4-010 | 坑仔內野溪整治及護岸改善工程 | 臺南市 | 楠西區 | 照興里 | 1.4 ~ 6.3 | 5.3 ~ 7 | 1 (—) | 15 ~ 27 | 18 ~ 25 |
| 107-LL-04-5-001 | 紅葉紅谷橋野溪復建二期工程 | 臺東縣 | 延平鄉 | 紅葉村 | — | 3 | 植生茂密，無法調查構造物及粒徑 | | |
| 109-LL-04-5-001 | 紅葉紅谷橋野溪復建三期工程 | 臺東縣 | 延平鄉 | 紅葉村 | 0.02 | 7 ~ 9 | — | 47 | — |
| 108-SCWF-14-5-002 | 東縣 DF038 野溪上游治理工程 | 臺東縣 | 卑南鄉 | 明峰村 | 7 ~ 8.4 | 0.5 ~ 1 | 無明顯淘刷 | — | 13.4 |
| 105-ADE-01-5-131 | 明峰村東 37-1 鄉道旁坑溝治理工程 | 臺東縣 | 卑南鄉 | 明峰村 | 34 ~ 65 | 14 | 植生茂密，無法調查構造物及粒徑 | | |
| 105-SCWF-01-5-207 | 新斑鳩溪整治一期工程 | 臺東縣 | 卑南鄉 | 初鹿村 | 植生茂密，區塊被鐵網整片圍繞，無法調查內部的構造物及粒徑 | | | | |
| 108-SCWF-01-5-005 | 萬萬溪與新班鳩溪匯流口下游加強維護工程 | 臺東縣 | 卑南鄉 | 美農村 | — | 15 ~ 20 | 植生茂密，無法調查構造物及粒徑 | | |
| 106-SCWF-06-5-001 | 舊斑鳩溪九期整治工程 | 臺東縣 | 卑南鄉 | 美農村 | — | 1 | 植生茂密，無法調查構造物及粒徑 | | |
| 109-ADE-26-5-083 | 賓朗十股 9 鄰安全排水工程 | 臺東縣 | 卑南鄉 | 賓朗村 | 11.2 ~ 14.1 | 0.65 ~ 0.8 | 溪床拋設礫石，無淘刷 | 38.8 | 27.4 |
| 108-SCWF-14-5-001 | 利吉 9 鄰野溪土砂防治工程 | 臺東縣 | 卑南鄉 | 利吉村 | 4.2 ~ 34.8 | 1.5 ~ 6.5 | 0.3 (4) | 19.7 | 38.6 |
| 106-SCWF-06-5-004 | 郡界野溪整治二期工程 | 臺東縣 | 東河鄉 | 都蘭村 | — | 11.5 | 0.6 (3) | 36.8 | 43.6 |

| 編號 | 工程名稱 | 縣市 | 鄉鎮 | 村里 | 溪床坡度(%) | 溪幅寬度(m) | 最大淘刷深度(淘刷長度)(m) | 固床工上游床質粒徑(cm) | 固床工下游床質粒徑(cm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 108-ADE-25-5-034 | 藤橋溪支流及北源 31 鄰等加強工程 | 臺東縣 | 東河鄉 | 都蘭村 | 因植生茂密、地形複雜，故無法進入進行調查 | | | | |
| 106-ADE-29-5-034 | 太麻里鄉舊省道南坑護岸改善工程 | 臺東縣 | 太麻里鄉 | 華源村 | 私人土地無法進入拍攝，禁飛區無法空拍 | | | | |
| 108-SCWF-01-5-002 | 太麻里溪沙崙野溪加強工程 | 臺東縣 | 太麻里鄉 | 大王村 | 標定點位未尋得工程跡象 | | | | |
| 106-SCWF-06-5-005 | 溫泉野溪上游河道整治工程 | 臺東縣 | 太麻里鄉 | 金崙村 | — | 17.4 | — | 13.6 | — |
| 106-ADE-01-5-060 | 賓茂上方野溪改善工程 | 臺東縣 | 金峰鄉 | 金崙村 | 13.7 ~ 19.8 | 8.3 | 1.4 (1.15) | 14.6 | 22.4 |
| 105-SCWF-01-5-208 | 台坂溪野溪治理二期工程 | 臺東縣 | 達仁鄉 | 台坂村 | 2.1 | 50 | 0.5 ~ (0.7) | — | 14.1 ~ 30.9 |
| 105-ADE-01-5-124 | 南興村坡面蝕溝整治二期及鄰近蝕溝加強工程 | 臺東縣 | 大武鄉 | 南興村 | 因植生茂密、地形複雜，故無法進入進行調查 | | | | |
| 105-ADE-01-5-123 | 南田村第一大排上游野溪整治二期工程 | 臺東縣 | 大武鄉 | 南田村 | 1.4 ~ 3.8 | 10.2 | 0.8 (0.3) | 河床質以泥為主，無粗顆粒 | |
| 105-SCWF-01-4-201 | 柑林野溪整治工程 | 高雄市 | 內門區 | 溝坪里 | 0.6 ~ 2.4 | 3 ~ 4 | — | 16 ~ 20 | 25 |
| 107-SCWF-06-4-018 | 行金橋下游野溪整治工程 | 臺南市 | 大內區 | 二溪里 | 0.35 ~ 1.5 | 6.3 ~ 9.1 | 0.6 (1.9) | 9 ~ 15 | 7 ~ 15 |

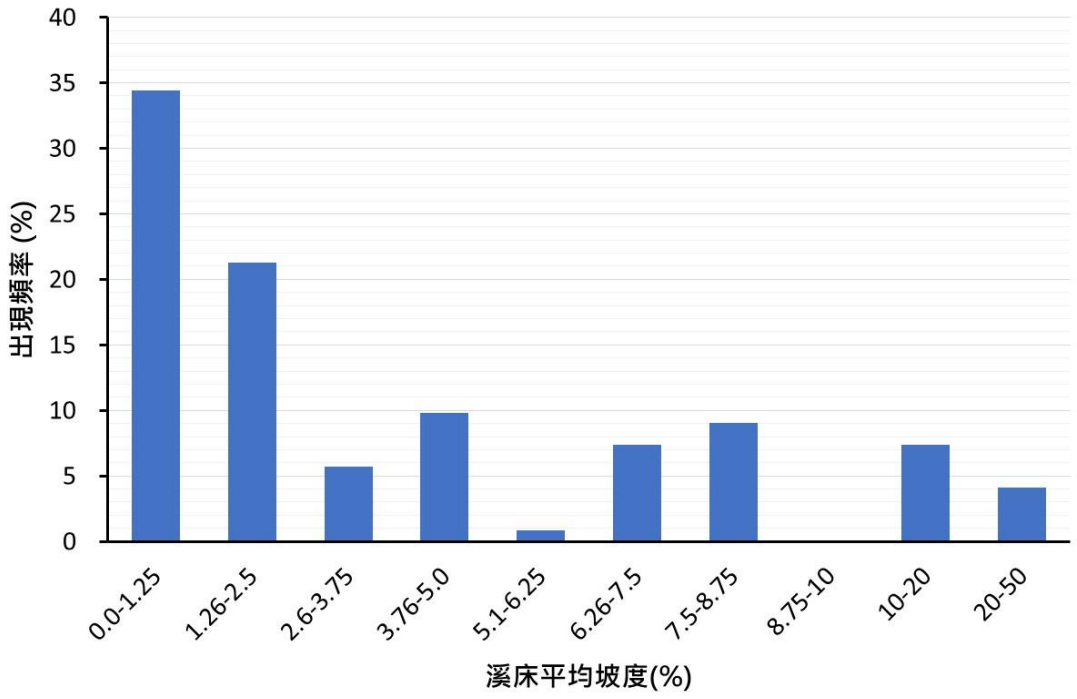



圖 3 - 2. 調查點位之整治段溪床平均坡度及出現頻率

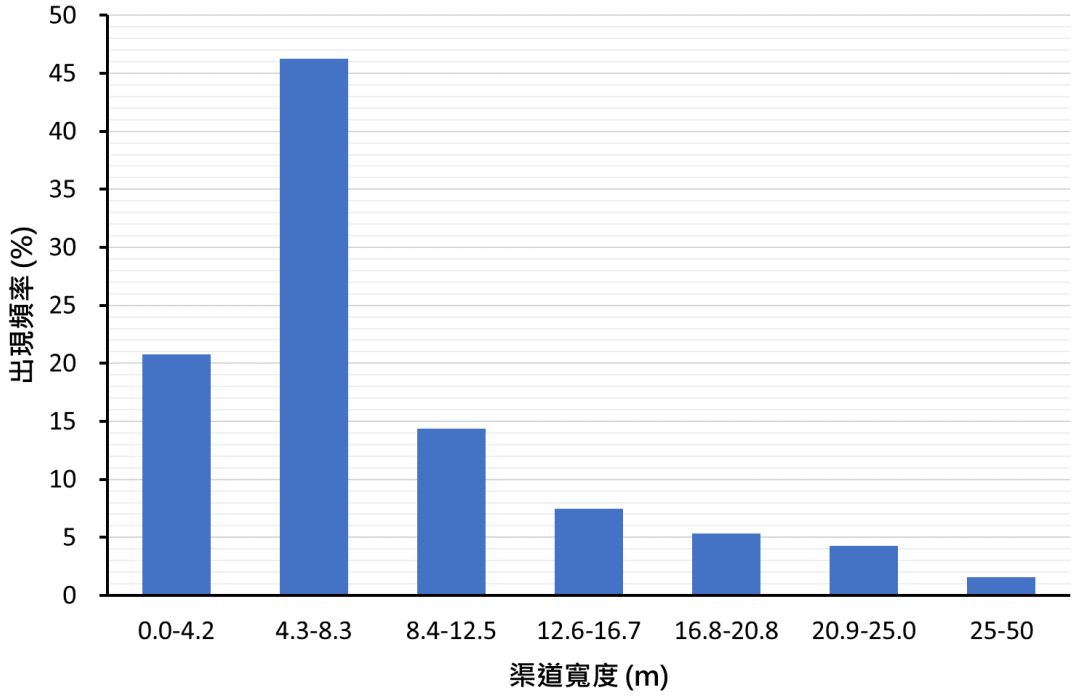



圖 3 - 3. 調查點位之整治段渠道寬度及出現頻率

就本計畫野溪治理現況調查所見而言，大多數調查點位治理段多呈現較為順直的渠道型態，與下游平原地區所形成的河道蜿蜒型態截然不同。下游平原地區的河川蜿蜒型態通常以數百公尺、甚至數公里的空間尺度呈現，是河流經過長時間的沖刷、沉積運動逐漸形成的。此種蜿蜒型態的生成機制主要源自於河道左、右兩岸流速的不對等，導致河道的外側岸受到水流沖刷能量高於內側岸，而逐漸在外側岸形成沖刷、而內側岸則逐漸形成河曲沙丘 (point bar)。

山坡地範圍內的野溪因為受溪流兩岸地形的侷限、地質條件較為複雜、溪流兩岸常見農業為主的土地使用行為，以及緊鄰的保全對

象，難以讓溪流可以形成與平原地區相同的蜿蜒型態。再方面，為顧及保全對象的安全與需求，山坡地範圍內的溪流兩岸往往沒有辦法取得足夠的洪氾空間，使得河道會在較小的範圍內發生大角度的彎曲(圖 3-4)。除此之外，現勘資料中出現高達 67.02% 的渠道寬度小於 8.3 m，如圖 3-3 所示。若要依據「水土保持手冊」對於設置丁壩之溪流寬度 30 m 以上的建議，則基本上所調查的工程點位完全沒有設置丁壩的可能。同時，在本計畫實際現場調查過程中，也鮮少見到人工整治後的渠道內有近自然蜿蜒的發生。傳統水土保持工程之野溪整治主要以安全排水、調整輸砂、調整溪床坡度為主要訴求，若改以生態友善、渠道型態多樣性為出發點，配合生態檢核的期待，而從不同的角度去思考未來野溪整治，本計畫認為改變傳統的固床觀念、借助挑流工的挑流效果，以營造侷限蜿蜒也許是一個可行的選項。



圖 3 - 4. 山坡地野溪兩岸用地受限 (臺南楠西區-密枝野溪)

為確保保全對象的安全，治理過後的野溪通常利用護岸與固床工構成整流工程，如圖 3-5 及圖 3-6 所示。溪流流線接近筆直，這是因為系列式固床工的開口設計，使得低水位時水流集中於河道中央的深槽線中；高水位時，水流則會被兩側的護岸所約束，水流的流向始終順應著構造物的配置而流動。在規模較小的溪流中，幅寬更為窄小，當幅寬度小於 10 m 時，兩側護岸對於水流自由擺盪的限制更為明顯，難以形成自然的蜿蜒型態，這種溪流型態也屬野溪治理過後常見的一種型態。



圖 3 - 5. 野溪治理過後的溪流型態 (屏東滿洲鄉-林祿溪)



圖 3 - 6. 野溪治理過後的溪流型態 (高雄內門區-竹林溝溪)

深潭與淺灘是指小區域內溪床高度有明顯落差的溪床地形，通常成對發生，地勢相對低者稱為深潭，地勢相對高者則為淺灘。深潭與淺灘可以反映溪水沖刷能量的不均勻，也可以藉此看出溪流所歷經的發育過程，健康的水域環境中多可發現深潭與淺灘的存在。

深潭與淺灘常在溪流的彎曲段發生，在彎曲段的外側，由於慣性作用，使得水流具有較大的土砂輸送容量(sediment transport capacity)，造成上游來砂不易停積，且會持續對攻擊岸的坡腳進行淘刷，使得溪床下切，因此攻擊岸的趾部常有深潭存在，也是需要構造物加強保護的區段。在彎曲段的內側，則會因為土砂輸出不及而持續出現堆積，導致溪床抬升，長時間的作用下產生明顯的高低落差。圖

3-7 與圖 3-8 即為現勘所見的兩個案例。



圖 3 - 7. 深潭與淺灘地形-枯水期 (屏東恆春鎮-東門溪)



圖 3 - 8. 深潭與淺灘地形 (臺南南化區-菜寮溪)

橫向構造物 (transverse structures) 的下游也有機會產生深潭 (圖 3-9)，又稱為淘刷坑 (scour hole)，淘刷坑產生自橫向構造物與河床之間高程落差所產生的投潭水流 (plunge flow)，這種型態的深潭雖然有助於溪床型態的多樣，但也容易將水域生態廊道區隔化，或因為深潭深度過深而影響到橫向構造物的穩定性，類似型態的深潭也會因為河道上有礫石或漂流木等的堆積而自然發生。



圖 3 - 9. 構造物趾部因局部淘刷所產生的深潭地形

本計畫在出火風景區旁的野溪實地調查中發現，調查段內未有治理工程的介入，其溪床流線蜿蜒、型態豐富 (圖 3-10)，並發現這個調查點的特色為溪床床質顆粒粒徑懸殊，在洪水進行選擇性輸砂 (selective transport) 時，自然形成多樣化的溪床型態。第二個特點為溪流兩岸有多處岩盤出露 (圖中的紅點處)，由於岩盤相對具有較高力學強度，因此岩盤的位置決定了溪流流線的走向，在這個調查點位也發現因岩盤的存在而發生的挑流效果 (圖中的黃色箭頭指向)。

藉由現場調查之所見，以及第二章文獻回顧中所探討溪流型態、蜿蜒、與生態水力學的整理，本研究認為，山坡地溪流受兩岸地形限制、保全對象的需求等因素，使其發展受限，形成前述的侷限蜿蜒(confined meander)，溪流侷限在左右護岸之間擺盪，造成山坡地溪流外觀上的不協調、型態上的渠道化。

本研究期望藉由挑流工法的研發與測試，企圖於侷限幅寬的順直渠道內營造出蜿蜒，又可稱為「被動式蜿蜒 (passive meander)」(Thorne et al., 1997)。



圖 3 - 10. 未經人為擾動之溪流蜿蜒型態

# 第四章 水工試驗及成果

水工試驗主要是在測試本計畫所設計及研發的挑流構造物及隱入式固床工，並瞭解挑流構造物與隱入式固床工的設置是否可以達成本計畫擬解決整治後野溪單調化、傳統式固床工將水域隔間化的問題。

## 第一節　水工試驗渠槽與相關量測設備

本研究使用國立屏東科技大學水土保持系陡坡水工實驗室的半循環式渠槽進行水工試驗，試驗渠槽全長 4.0 m、寬 0.91 m、深 0.3 m，渠槽最大可調坡度為 11%，渠槽內配有可調幅寬之不銹鋼護岸一組，可依據需求調整試驗幅寬，護岸岸坡斜率為 1:0.3 (V:H)。

試驗渠槽配有獨立供水系統、電磁式流量計與流量控制閥門，可依據試驗流量的需求進行調節。試驗渠槽的出口下游端配置沉砂水箱，方便出流的試驗用砂沉積，沉砂後的水則由一只沉水幫浦反送回供水系統，以達到用水循環的目的。

試驗渠槽兩側槽壁上配置一組平行齒軌，用於提供量測儀器臺車行走。為因應本計畫之執行，平行齒軌已完成改裝，以一組步進馬達搭配 Arduino UNO 板、步進馬達驅動器控制儀器臺車自動往返。臺車上另外設計橫向滑軌與小型臺車，其目的在於搭載高解析度雷射掃

描器，同樣以步進馬達驅動並搭配 Arduino UNO 板進行自動往返控制。試驗渠槽設備如圖 4 - 1 所示。

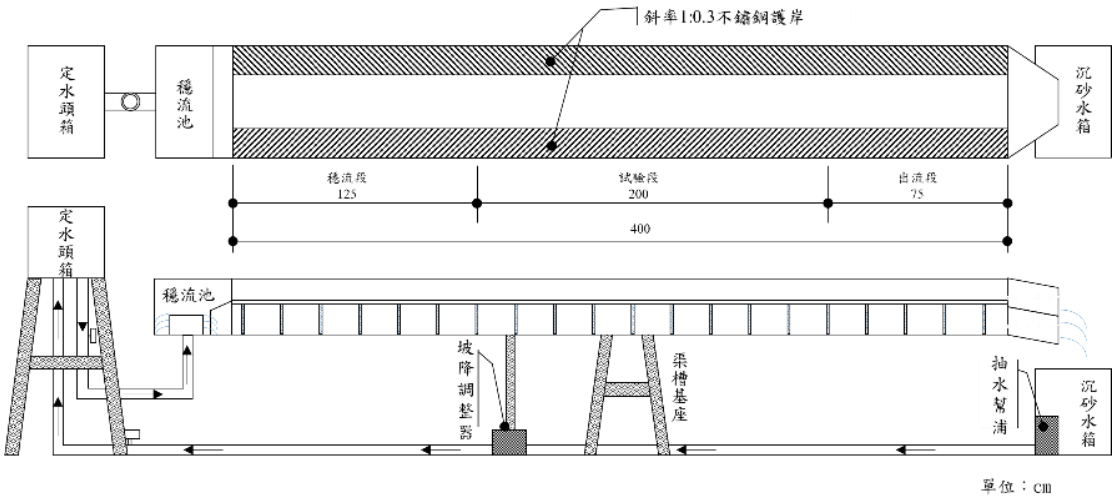



圖 4 - 1. 水工試驗渠槽設備示意圖 (陳宥達，2016)

本計畫所採用的高解析度雷射掃描器，其解析度高達 75 μm ( = 75 × $10^{-3}$ mm)，雷射光源距離標的物間之最大可量測距離為 30 cm，該設備扮演試驗溪床高程的掃瞄工作，溪床高程掃描包含水工試驗前與試驗後的溪床高掃瞄。

為了自動記錄高解析雷射掃描器的位置座標，本計畫於儀器臺車上安裝一具拉線式位移計，最大拉伸長度為 2.5 m，同時於小型臺車上裝設一支線性位移尺，其最大拉伸長度為 30 cm，兩具位移計量測的範圍足以涵蓋本計畫水工渠槽的量測區間。量測區間位於水工渠槽的中間段，以去除上游穩流段及下游出口控制段的影響。

兩具位移計均由變電器提供穩定的直流電，位移計的輸出訊號則是與資料擷取系統 (Data Acquisition System; DAS) 連結，其最大擷取頻率高達 50,000 Hz；亦即，每一秒鐘可以擷取 50,000 筆資料。本計畫採用 5 Hz 的頻率對高解析雷射掃描器反饋的訊號進行擷取，並與筆記型電腦連結，進行資料擷取、傳輸及儲存。藉由資料擷取器與筆記型電腦的連結，可以立即觀看所量測的動床高程、掃描器所在的沿程位置座標，以及小型臺車橫跨渠槽時的座標，如此完成溪床掃描的三維座標資料，做為後製數值地形模型 (Digital Elevation Model; DEM) 使用。

本計畫採用 15-cm 展距的電子式線性位移尺，用於量測試驗期間試驗渠道內數個斷面的動床砂面高程及水面高程，用於斷面水深的計算。

## 第二節　水工試驗設計

水工模型試驗採用縮尺試驗，因此必須要符合原型 (prototype) 與模型 (model) 之間的相似定律 (Laws of Similitude)；其中包含幾何相似 (geometric similitude)、運動相似 (kinematic similitude)，以及動力相似 (dynamic similitude)。由於水工試驗涉及明渠流 (open-channel flow)，因此縮尺模型試驗設計必須要符合福祿定律 (Froude Law) (毛

壽彭，1987)。

水工試驗縮尺比例的選取，必須考量甚至遷就於 (1).實驗室幫浦所能提供的流量範圍、(2).動床床砂於試驗渠槽坡度範圍下得以啟動的臨界流量、 (3).試驗渠槽側壁對水流產生的邊界效應；亦即水工試驗水深與渠寬的寬深比 (width-depth ratio)，以及(4).縮尺後試驗用砂的取得難易及靜電效應。由於無法改變重力大小，因此，本計畫的水工模型試驗屬於不等比模型 (distorted model) 試驗；亦即重力的影響無法依據試驗縮尺而調整其作用力大小。

經評估後，本計畫水工試驗採用模型縮尺比例為 1:50。試驗渠槽 2.5 m 的量測區段，相當於實物 125 m 的直線溪段；0.3 m 的試驗渠寬，相當於實物 15 m 的整治溪幅寬。為減少動床試驗用砂量，本計畫在試驗渠槽內架設 6 分防水夾板底座，並以矽利康交進行夾板固定與防漏，如此，動床填砂深度為 0.15 m，相當於實物 7.5 m 的溪床深度，於本年度水工試驗期間並未發生水流淘刷至防水夾板的情形。

通常進行動床 (mobile bed) 水工模型試驗時，試驗設計可採加砂 (sediment feed) 試驗或所謂的「清水流」 (clear-flow without sediment feed) 試驗；其中，加砂試驗是於試驗過程中不斷地在試驗渠槽上游以加砂器對試驗渠槽進行加砂，而清水流試驗乃是採用上游不加砂的

方式進行，以獲知動床經由水力淘刷 (hydraulic scour) 及水力洗選 (hydraulic sorting) 之後試驗動床可能發生的最惡劣狀態 (Tregnaghi, et al. 2006)。為了達到本計畫的目的，瞭解所設計的挑流工及隱入式固床工對於溪流蜿蜒與湍瀨的營造狀況，故本計畫採用「清水流動床」試驗。

溪床粒徑對於溪床床形 (bedforms)發展、蜿蜒型態、泥沙啟動運動 (incipient motion)、泥沙運移、遮蔽 (sheltering) 效應 ，以及溪床胄甲 (armoring) 的發生具有影響。由於泥沙輸送是水流與泥沙之間動態作用下的產物，水流對於溪床產生的邊界剪應力 (boundary shear stress) 提供溪床泥沙啟動的驅動力，而泥砂粒徑及其對應的自重 (self-weight) 決定了抵擋外力作用的阻抗力大小。當驅動力超過阻抗力時，泥沙隨即進入臨界啟動 (critical incipient motion) 狀態。

若不考慮粗粒徑泥沙對細粒徑泥沙所產生的遮蔽作用，亦不考慮粗粒徑泥沙對於邊界層 (boundary layer) 發展及交互的影響，那麼泥沙啟動的研究結果當以 Shields Diagram 莫屬，如圖 4 - 2 所示。Shields Diagram 經常用於決定泥沙輸送所需要的臨界剪應力大小，是河川治理需要參考的重要依據。圖中橫軸為邊界雷諾數 (boundary Reynolds Number)，或稱為顆粒雷諾數 (Particle Reynolds Number)；縱軸為臨界 Shields 剪應力，或稱為無因次剪應力 (dimensionless shear stress)。

若是要瞭解水流的條件是否可以達到啟動泥沙的臨界剪應力時，需先計算設計水力境況下的顆粒雷諾數，之後依據顆粒雷諾數計算的結果沿著縱軸的方向前進，尋找臨界 Shields 剪應力並且必須要落在曲線的上方。曲線上方的區域代表溪床泥沙必定會啟動；反之，若是落於曲線下方時，則溪床泥沙將不會被啟動，最後在求得對應的剪應力。

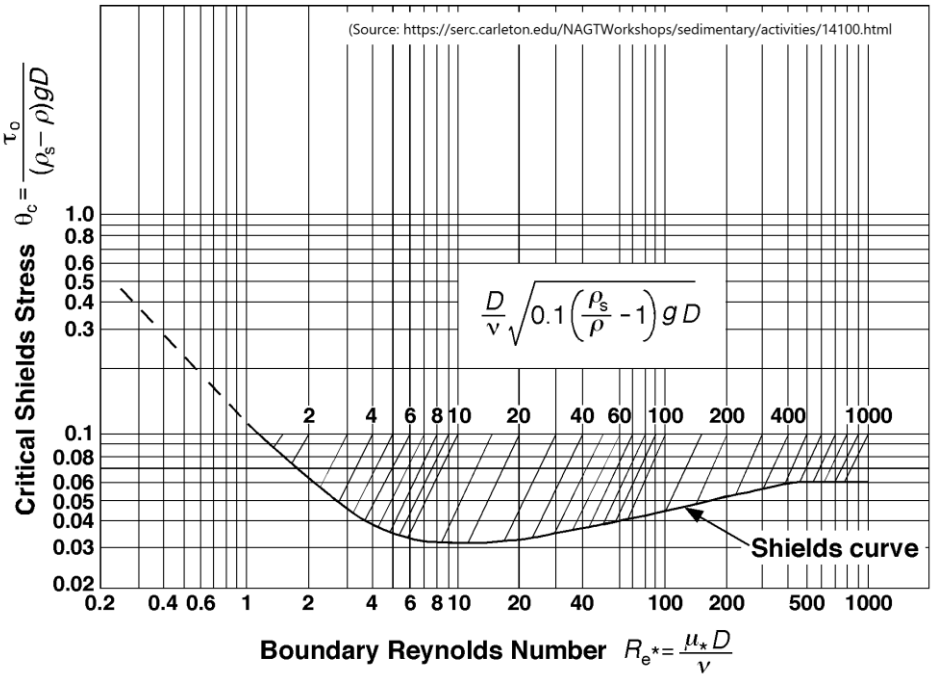



圖 4 - 2. Shields Diagram

本計畫依據 Shields Diagram 計算的結果、實驗室幫浦能夠提供的流量範圍、經費與執行時間的限制，以及過去近 20 年累積的水工試驗經驗，決定採用平均代表粒徑 ($D_{50}$) 為 1.05 mm 的混和粒徑床砂，床砂的粒徑分佈曲線如圖 4 - 3 所示。以縮尺比例 1:50 計算，平均代表粒徑 1.05 mm 的試驗床砂相當於實物 52.5 mm 的溪床床砂；

其中 5.22%的實物混和床砂粒徑大於 118.0 mm、12.25% 的實物混和床砂粒徑小於 15.0 mm、82.53% 的實物混和床砂粒徑介於 15.0 mm ~ 118.0 mm 之間。

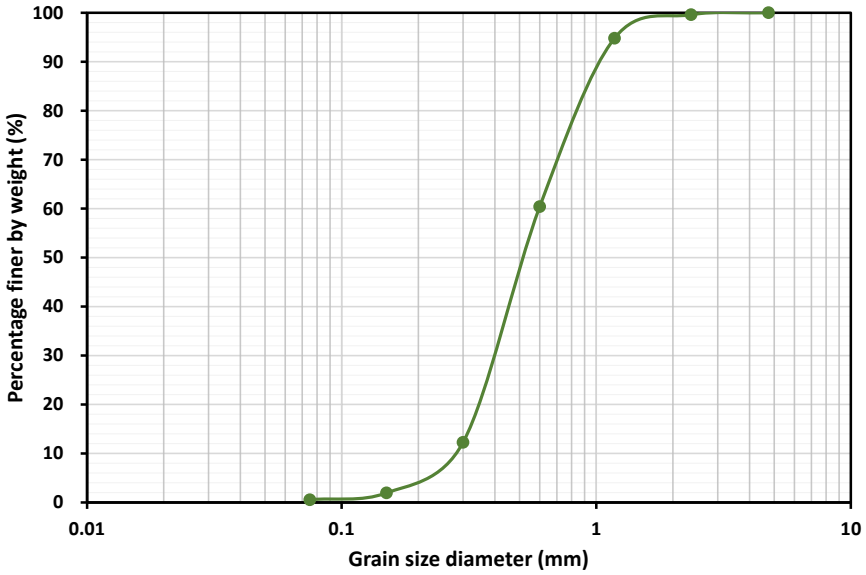



圖 4 - 3. 試驗床砂之粒徑分佈曲線

## 第三節 水工試驗流程

本年度本計畫水工試驗包含：(1)挑流工設計研發、(2)挑流工定床試驗測試、(3)挑流工動床試驗、(4)隱入式固床工設計研發、(5)隱入式固床工初步測試等項目。挑流工定床試驗的主要目的，在於(1)決定挑流工之軸向與護岸的夾角、(2)挑流工構造之間的間距、(3)挑流工群之間的組距 (group interval)。

水工試驗之流程圖，如圖 4 - 4 所示。

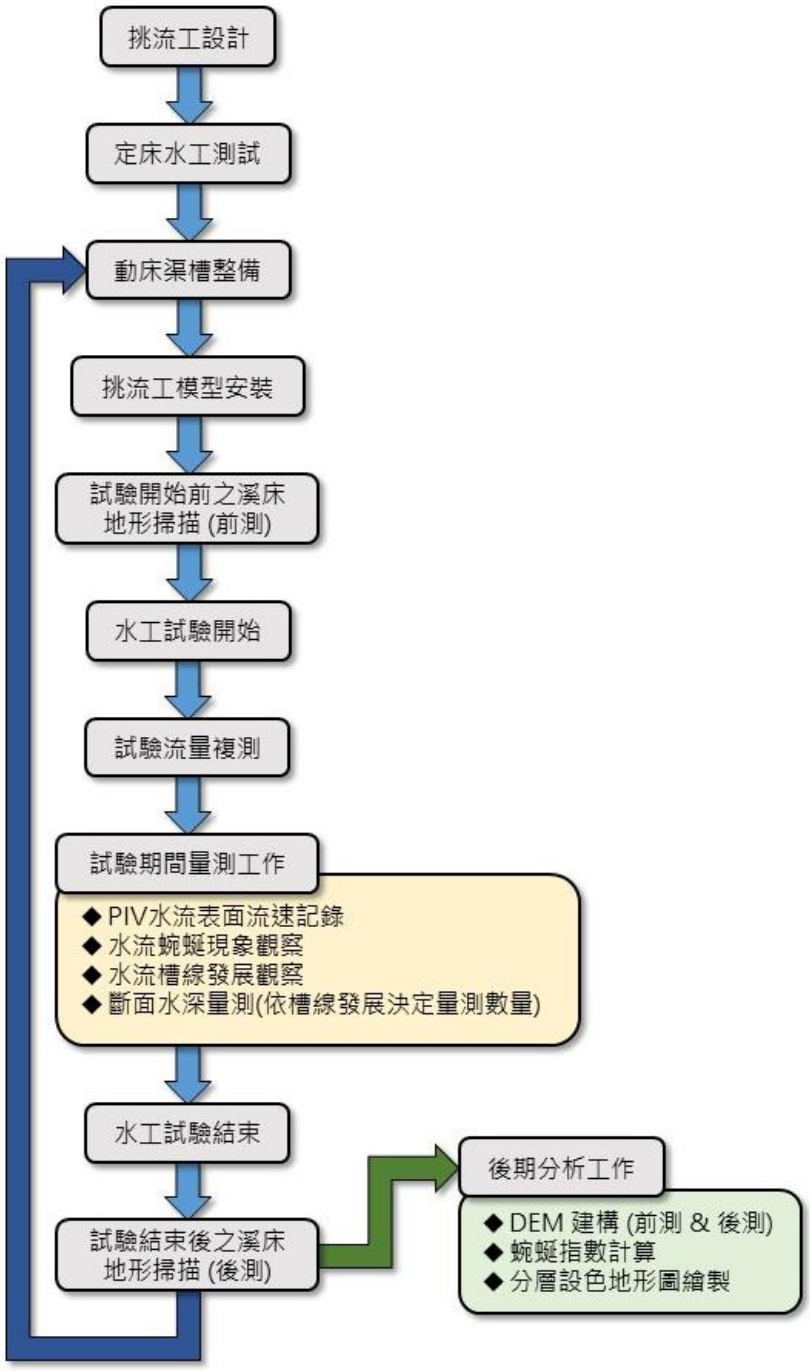



圖 4 - 4. 水工試驗流程圖

為避免渠床表面床砂於試驗過程中發生水力洗選而逐漸粗化，故

每次試驗完成後，須先將床砂進行人工翻攪、不足砂量的補充、渠床床砂的重新夯實、整平及鋪設。

試驗前、後的溪床高程則利用本計畫自行撰寫的 DataScreening 程式進行原始高程資料的篩選與過濾，用以篩除原始資料中的雜訊，之後利用 Surfer® 軟體產出試驗段溪床的數值地形模型 (Digital Elevation Model; DEM)。試驗後溪床彎曲度指數 (sinuosity index) 的計算，乃是利用所建構的數值地形模型進行資料萃取與計算；其中包含深槽彎曲指數 (thalweg sinuosity index) 以及試驗過程終止時水流於試驗渠道段所留下外緣彎曲指數，或稱為左右岸彎曲指數 (LB & RB sinuosity indices)。左右岸彎曲指數的計算，本研究利用「分層設色」的手段，將試驗後高解析雷射地形掃描所產製的數值地形模型進行色階設定與分層，再將分層萃取的地形進行人工數畫作業，以訂定出水流於試驗渠道段左右兩岸所遺留下來的軌跡，方便進行左右岸彎曲指數的計算。

為瞭解挑流工對於水流流速的影響，本計畫利用顆粒影像測速技術 (Particle Image Velocimetry; PIV) 追蹤水流表面浮球顆粒的流速與向量。本年度僅針對幅求顆粒軌跡做定性的探討，流速及向量則做為明年度細部定量分析使用。

## 第四節　挑流工設計與定床水工試驗

最常使用的挑流結構物 (current deflector) 當屬丁壩 (spur dike)，其主要功能在於改變水流方向、降低近岸水流流速、促進泥砂的掛淤及造灘、保護溪岸和溪床免受冲刷，經常設置於受溪流流路攻擊的溪岸段。由於野溪溪幅狹窄，不利於丁壩的設置，因此，「水土保持手冊」不建議於溪幅寬度小於 30 m 使用丁壩。 (水土保持手冊，2017)。

丁壩結構可分為透水 (permeable) 及不透水 (impermeable) 兩種；倘若丁壩的設計是要讓水流越過壩頂，則該類型的丁壩稱為浸沒 (submerged) 丁壩，否則稱為非浸沒 (non-submerged) 丁壩。透水丁壩主要用於溪床床質為细砂或粉细砂的沖積平原河道上，與傳統不透水丁壩相比具有一定的透水率，對水流具有導透功能，除了挑流控導的作用外，還可以減緩過壩水流的流速，使泥砂在壩後沉積。同時，壩頭所在位置的溪床局部淘刷深度小於一般的不透水丁壩。

不透水丁壩主要功能在於挑離水流，並於壩間促成淤積。越流式的不透水丁壩，容易於其下游側及壩頭 (丁壩結構物伸向溪流中心的部分稱之) 產生溪床刷深。當溪水流經不越流式之不透水丁壩時，水流大多沿壩身向溪流中心集中，致使壩頭處的溪床容易產生激烈沖刷。因此，一般不透水丁壩均採越流式低壩身方式設計 (水土保持手

冊，2017)。

丁壩的效果決定於以下五項因子： (1) 壩身長度、(2) 壩軸方向、(3) 壩頂寬度、(4) 壩頭高度、(5) 壩根向溪流中心之縱坡；其中，壩根係指丁壩壩身與溪岸或護岸相接的部分。各個關鍵因子之間對於丁壩的設計目標而言，並非完全獨立，事實上，各個決定因子又與溪流的溪幅、溪流的流量、整治段的水力坡降，以及溪床的床質粒徑息息相關。

挑流工就功能性而言與丁壩相同，國外對於兩者的定義並沒有特別區分，但是產生了兩個不一樣的名詞，丁壩為 spur dike、挑流工為 current deflector。就挑流工的英文名詞而言，較容易觀詞思義，詞義上是將水流「反彈」。本計畫採用挑流工的名詞，其目的希望與丁壩有所區隔，同時希望避免國人對於「丁壩僅適用於河幅超過 30 m 的河川」的既定印象。

過去對於丁壩或挑流工的研究大多發現挑流構造物的型式、結構物伸入溪流中的長度、結構物軸向與溪岸或護岸的夾角決定了挑流的成效。然而，整如前所述，溪流幅寬、溪流流量、整治段的水力坡降亦影響挑流的成效。在經費與執行期限的雙重約束下，本計畫無法逐一對各項影響因子進行探討，因此，本計畫參考英國挑流工的成功案例，示意圖如圖 4 - 5 及圖 4 - 6 所示，以兩組為一個單元，一組設

置在左岸、另一組在右岸，採交錯方式排列，並以不同的出露水面高度進行設計，結合日本「低水水制工」及「高水水制工」的概念。低水水制工的設計理念在於降低水制工軸體溪床間的高程落差，以減少水制工「舌部」所產生的溪床淘刷規模；高水水制工的設計理念在於面對高水位時溪水對於溪岸或護岸的攻擊，利用高水水制工軸體的傾角，改變水流攻擊的方向。

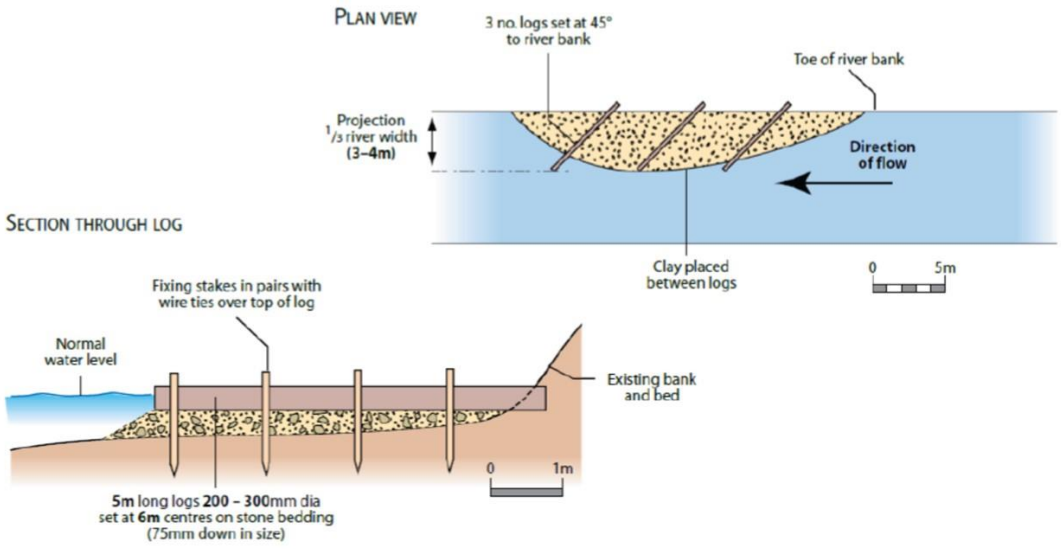



圖 4 - 5. 英國挑流工案例一

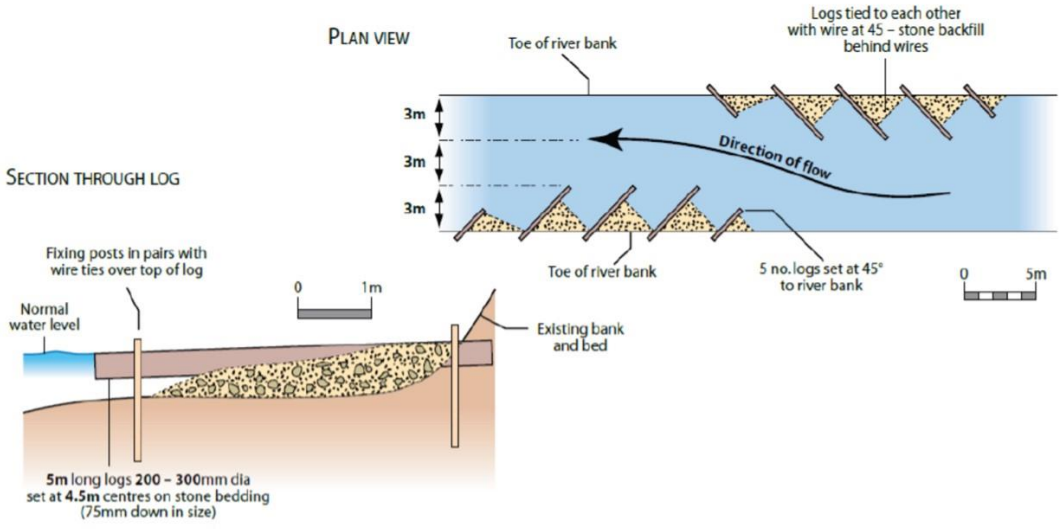



圖 4 - 6. 英國挑流工案例二

本計畫所設計的挑流工模型共有A型 (圖4 - 7) 與B型 (圖4 - 8) 兩種款式，兩款挑流工最大的差異在於構造物軸體頭、尾之間的斜度。A 型挑流工模型的斜度較陡，介於 14% ~ 33 %之間，乃參考日本水制工之概念，利用構造物軸體斜度偏陡的設計使挑流工能順應水位高度的變化，兼顧面對高水位與低水位時的挑流功能。B 型挑流工的軸體斜度較緩，介於 1.5% ~ 3.5%之間，用以代表傳統式的丁壩型式。

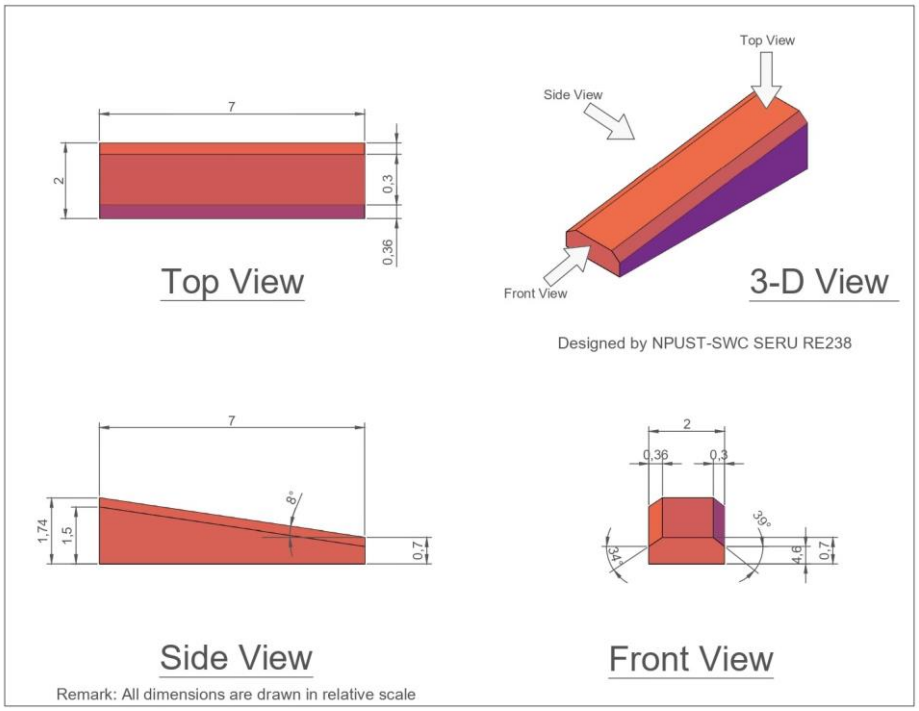



圖 4 - 7. A 型挑流工模型三視圖

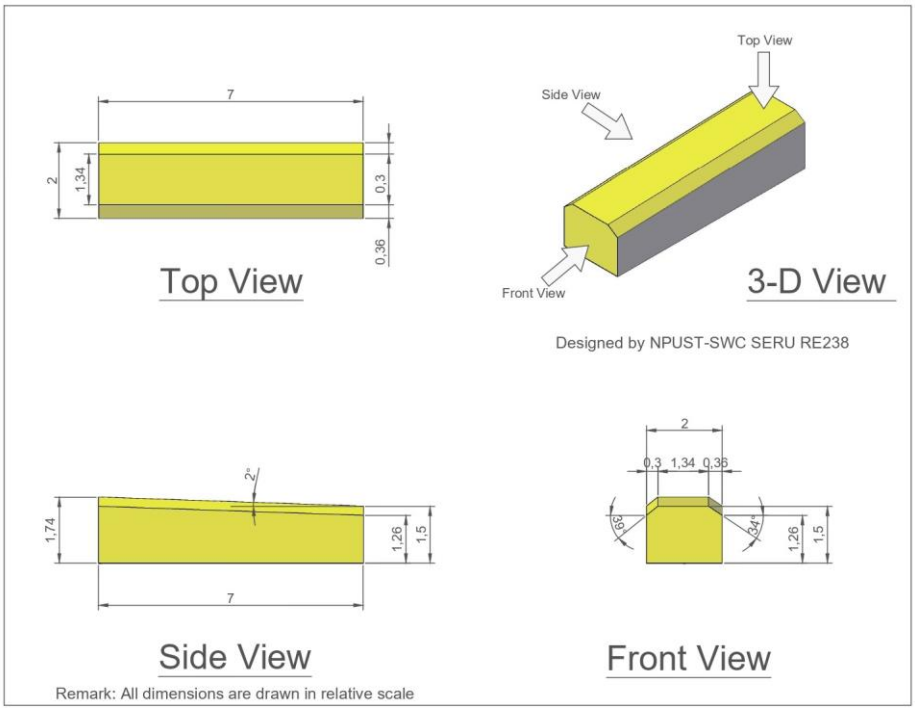



圖 4 - 8. B 型挑流工模型三視圖

挑流工的軸體長度，依據水工試驗縮尺 1:50 比例縮小後，共計有 3 cm、5 cm、7 cm 三種，軸體長度與試驗渠槽寬度的長度比例分別為 1/10、1/4、1/3，其中 1/3 的長度比例最常採用，亦為「水土保持手冊」所建議。至於 1/10、1/4 之長度比則是本計畫為了模擬堆積於溪岸之巨礫或其他具備挑流效果之物體所設計，希望能藉此瞭解此類挑流物體對於蜿蜒營造的影響。

一般而言，當水流通過挑流工時，會受其影響而被趕往溪流中心，隨後將會因為慣性的作用而逐漸偏回岸邊，水流偏回岸邊所需行經的沿程距離代表了該挑流工的作用範圍，而影響此作用範圍的最大因子為挑流工的長度。在考量挑流工長度受限於 0.2 ~ 0.3 倍溪幅寬度的前提下 (水土保持手冊，2017)，若要延伸挑流工的作用範圍，設置系列式挑流工是最簡單的做法。兩座挑流工間的間距，將影響其作用範圍以及挑流效果的連續性。

本計畫設計的系列挑流工以軸體長度 3 cm、5 cm、7 cm 共 3 座為一組，形成挑流工群，軸體長度 3 cm 的挑流工配置在上游、長度 7 cm 的挑流工配置在下游，2 座挑流工之間距以靠上游之挑流工軸體長度 (L) 的 2 倍 (2L) 或是 4 倍 (4L) 做為設計間距。

為了達到於侷限邊界 (confined boundaries) 內形成蜿蜒之目的，挑流工群交錯配置於試驗渠槽的左右兩岸，每組挑流工之間以

14 cm 及 28 cm 做為組間的距離 (以下稱為「組距」)。組距長度的設計理念類似於挑流工長度，主要目的在於測試挑流工群的作用範圍。最後，挑流工軸向與護岸法夾角($\theta$)則選用 45°及 90°兩種，以測試軸向與護岸夾角對挑流的影響；其中，90°夾角為「水土保持手冊」丁壩單元中的「垂直丁壩」所用，軸體軸向與護岸呈 90°夾角、45°夾角乃是依據英國挑流工案例一 (如圖 4－5) 的建議角度。

定床測試以 A 型與 B 型挑流工做為水流觀察的對象且全程不加砂，屬於清水流-定床試驗。定床水工測試的條件參數整理如下表：

表 4 - 1. 挑流工定床水工試驗參數表

| 條件項目 | 條件參數 |
|---|---|
| 挑流工型式 | A 型、B 型 |
| 挑流工-護岸夾角(θ) | 45°、90° |
| 挑流工間距 ($D_I$) | 2L、4L |
| 挑流工組距 ($G_I$) | 14 cm、28 cm |

備註：L 代表上游緊鄰挑流工之軸體長度、試驗縮尺比例為 1:50

本計畫採用顆粒影像測速法 (PIV)，於水槽上游的左、中、右岸分別投放紅、白、藍不同顏色的浮球顆粒，藉由顆粒通過的軌跡來瞭解挑流工群的挑流效果。圖 4 - 9 至圖 4 - 16 為挑流工群挑流測試的成果，圖中紅、白、藍顏色浮球顆粒所行走的軌跡以圓圈點表示。藉由測試期間不同時間點所拍攝的影像分格套疊，並以色塊圈畫出紅、

白、藍顏色浮球顆粒行走軌跡及涵蓋範圍，就可以清楚辨識出 A 型與 B 型挑流工群對於水流的影響。圖中的水流方向均為從圖的正上方進入試驗渠槽，再由圖的下方流出。

圖右下角所標註的代號；例如：45°-4L-28，代表測試條件是：(1) 挑流工軸向與護岸的夾角為 45°、(2) 挑流工間距設定為緊鄰之上游挑流工軸體長度的 4 倍、(3) 28 則為挑流工群之間的組距為 28 cm。

如前所述，本計畫設計的系列式挑流工群是以軸體長度 3 cm、5 cm、7 cm 等 3 座為一組，軸體長度 3 cm 的挑流工靠上游、軸體長度 7 cm 的挑流工靠近下游。因此，4L 所代表的意義就是，長度 5 cm 挑流工與長度 3 cm 挑流工之間的間距為 3 cm 挑流工軸體長度的 4 倍；換句話說，3 cm 與 5 cm 挑流工之間的間距為 12 cm。同理，長度 5 cm 挑流工與長度 7 cm 挑流工之間的間距為 5 cm 挑流工軸體長度的 4 倍；亦即，5 cm 與 7 cm 挑流工之間的間距為 20 cm。

為了方便辨識，A 型挑流工群以紅色熱塑性塑料 3D 列印， B 型挑流工群以黃色熱塑性塑料 3D 列印，比例尺均亦採 1:50 設計。為了測試方便辨識起見，本計畫保留試驗渠槽內前期研究的既有預鑄塊模型，模型內填入礫石，以營造出曼寧糙度 0.003 ~ 0.041、中值為 0.019 的定床邊界。定床試驗期間的渠槽寬度設定為 0.2 m，渠槽坡度為 2%。

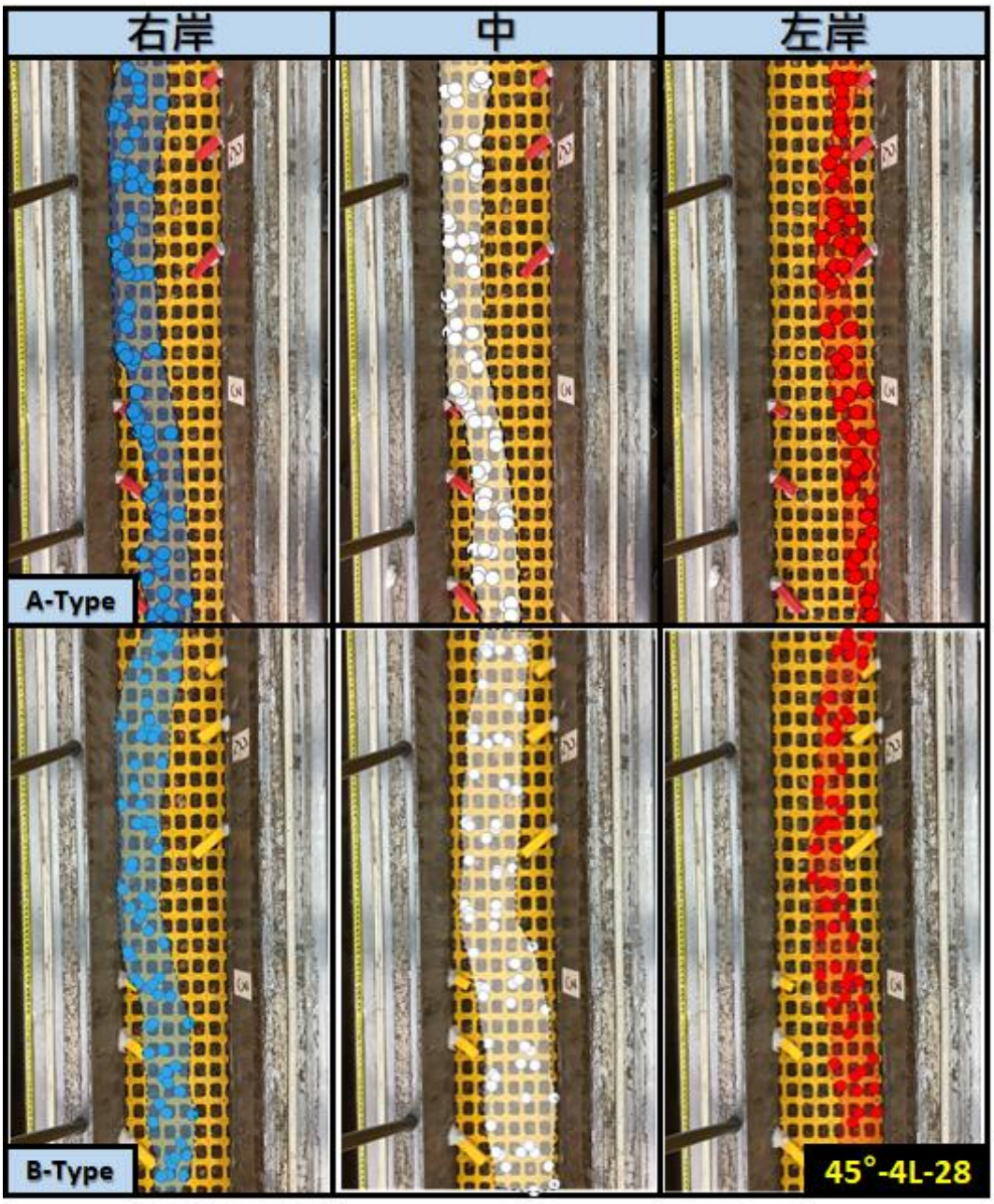



圖 4 - 9. A 型與 B 型挑流工群對水流的影響 (45˚-$D_I$_4L-$G_I$_28)

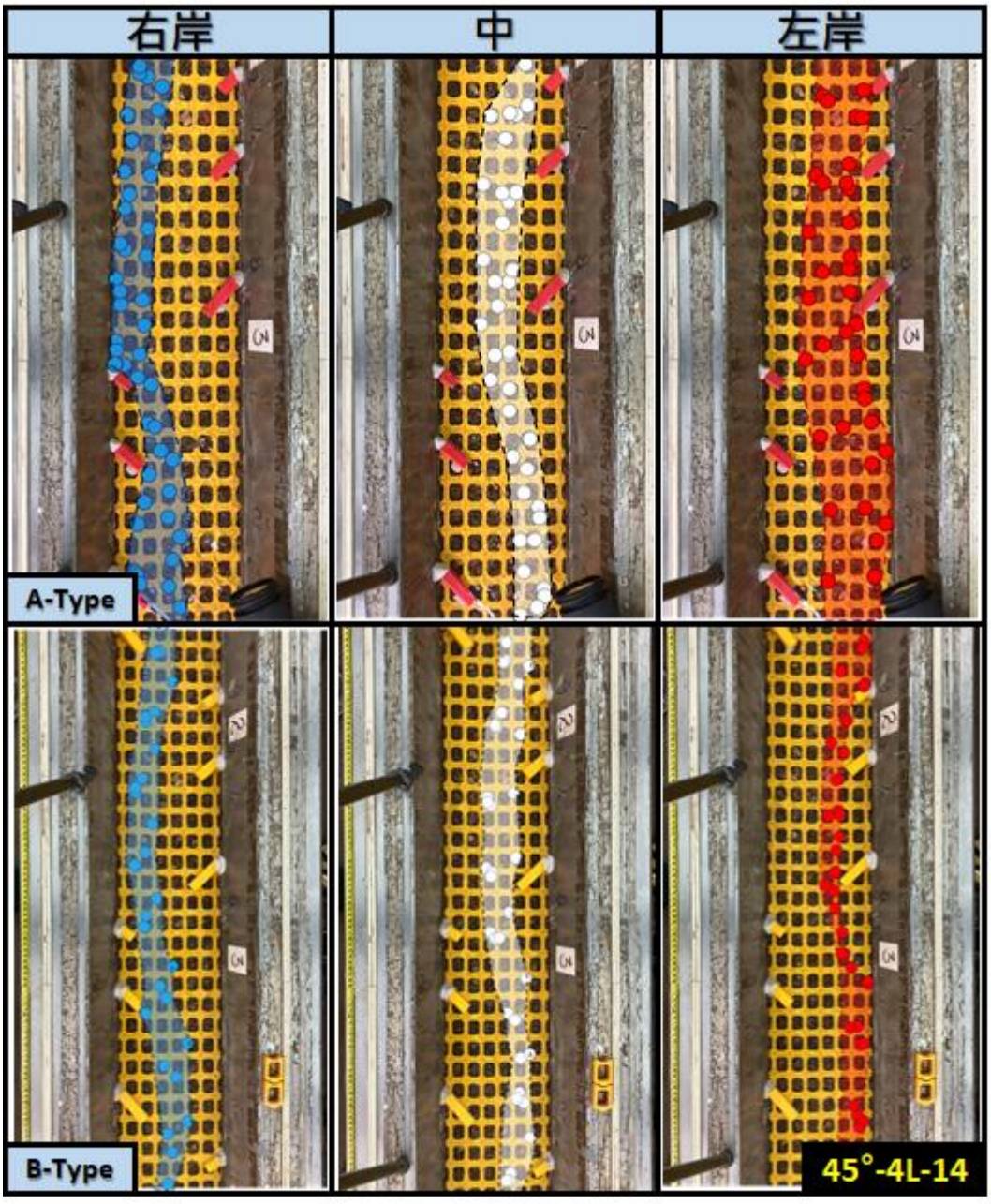



圖 4 - 10. A 型與 B 型挑流工群對水流的影響 (45°-$D_I$_4L-$G_I$_14)

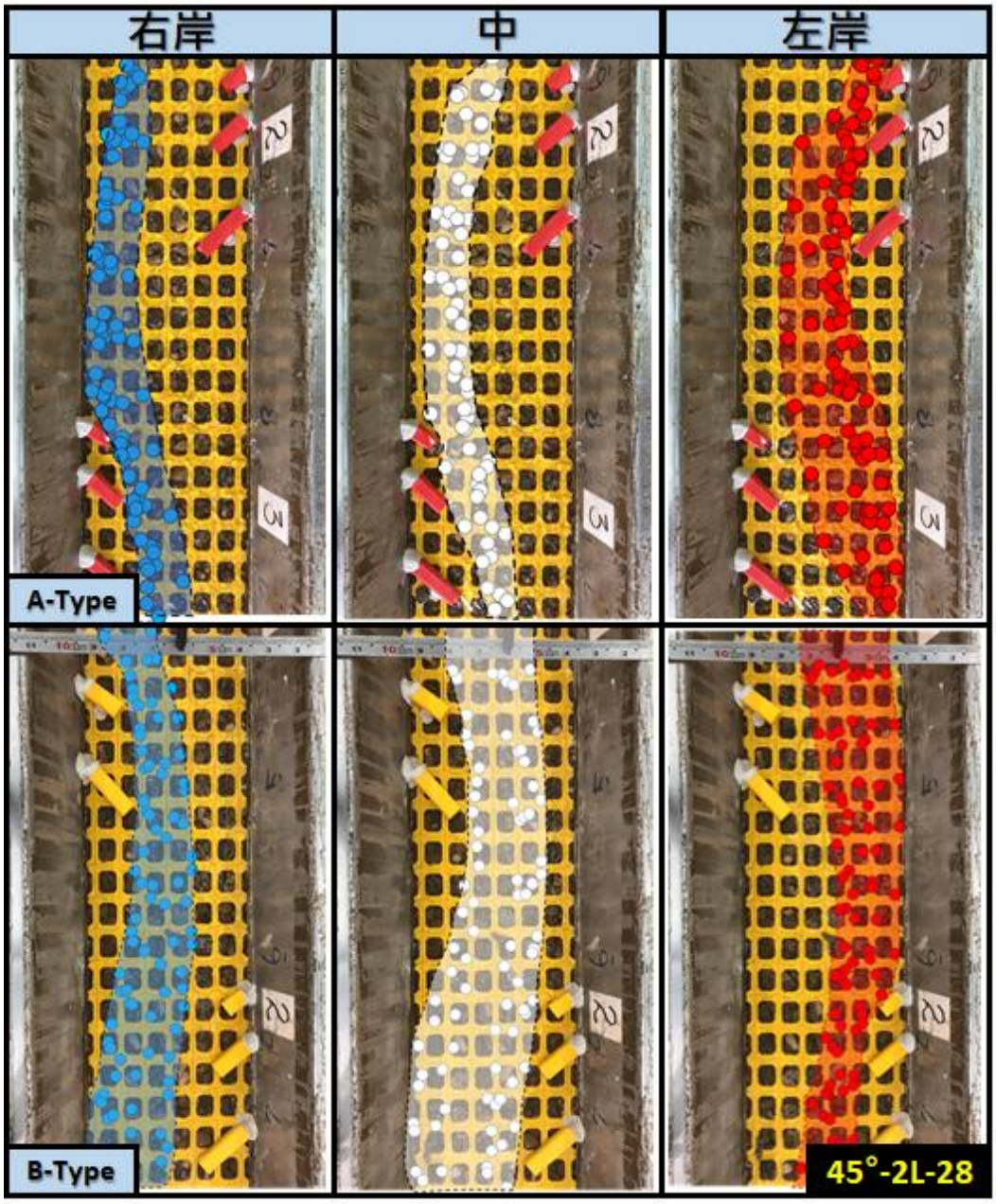



圖 4 - 11. A 型與 B 型挑流工群對水流的影響 (45°-$D_I$_2L-$G_I$_28)

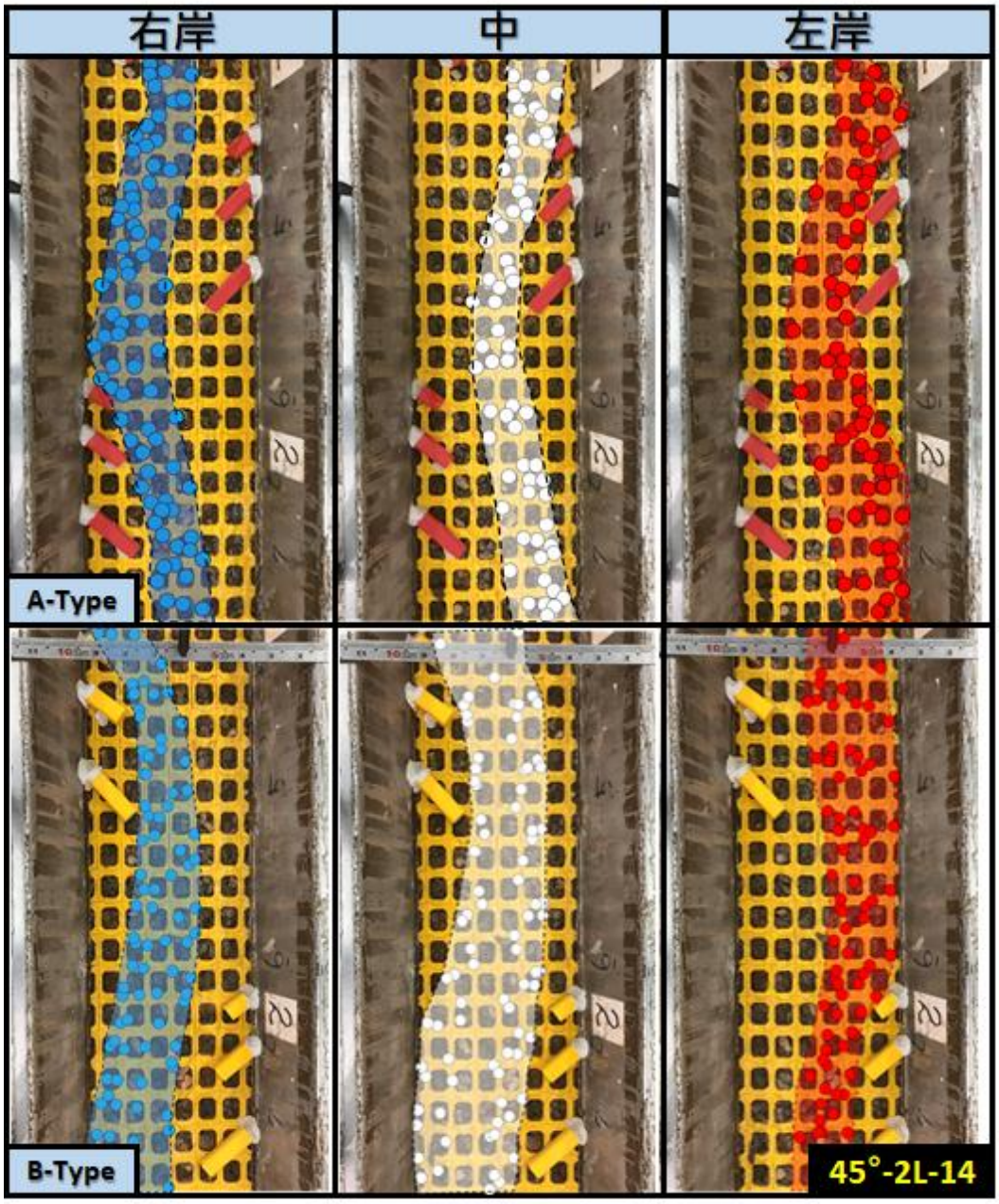



圖 4 - 12. A 型與 B 型挑流工群對水流的影響 (45°-$D_I$_2L-$G_I$_14)




圖 4 - 13. A 型與 B 型挑流工群對水流的影響 (90°-$D_I$_4L-$G_I$_28)

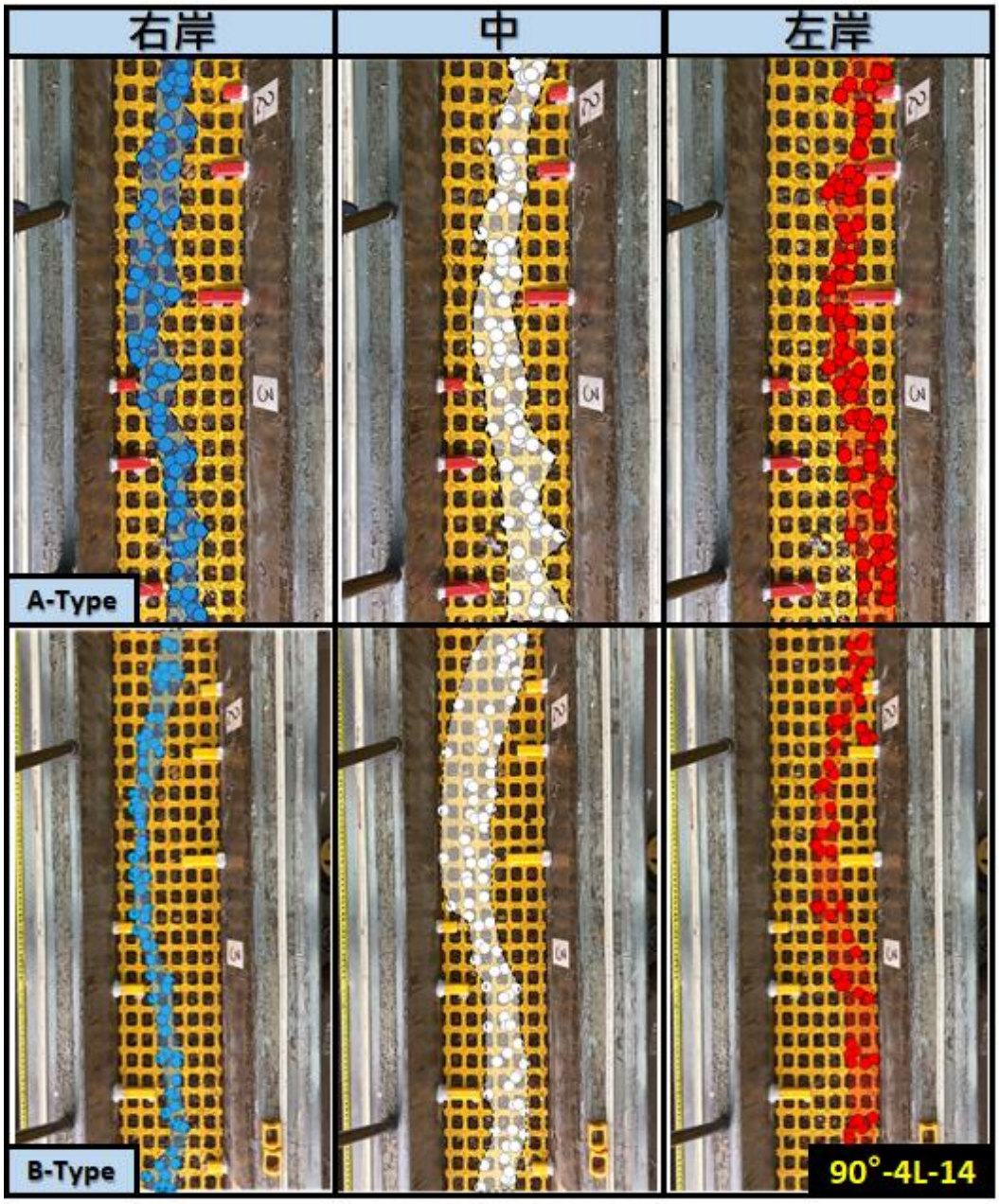



圖 4 - 14. A 型與 B 型挑流工群對水流的影響 (90°-$D_I$_4L-$G_I$_14)

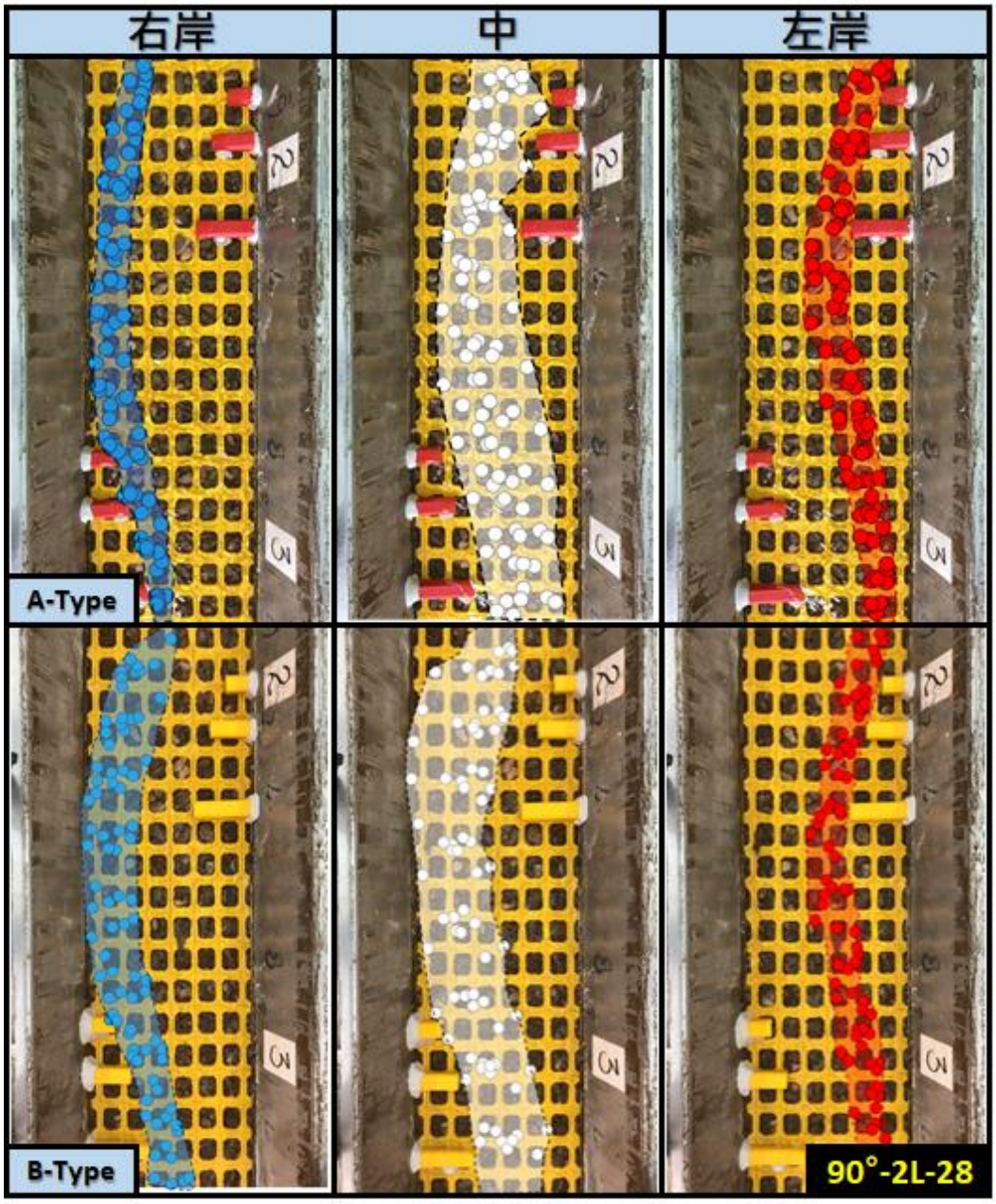



圖 4 - 15. A 型與 B 型挑流工群對水流的影響 (90°-$D_I$_2L-$G_I$_28)




圖 4 - 16. A 型與 B 型挑流工群對水流的影響 (90°-$D_I$_2L-$G_I$_14)

定床水工測試之主要目的，在於探索挑流工水工試驗參數與水流蜿蜒之間的關係，定床試驗結果顯示，溪流的蜿蜒程度確實受到挑流工的型式以及不同配置條件影響。在 A、B 型挑流工的比較試驗中發現，B 型挑流工的水流蜿蜒程度高於 A 型挑流工，且浮球顆粒有較高的機會被 B 型挑流工所攔截。試驗過程中也發現 B 型挑流工周遭的水流較為紊亂，A 型挑流工的挑流效果較低，但流線較為平順。

如前所述，A 型挑流工模型的軸身斜度較陡，介於 14% ~ 33 % 之間，乃是參考日本水制工的設計概念，利用斜度偏陡的軸身設計使挑流工能順應水位高低的變化，兼顧高水位與低水位時的挑流功能。B 型挑流工模型的軸身斜度較緩，介於 1.5% ~ 3.5%之間，用以代表傳統式的丁壩型式。由於 A 型挑流工軸身斜度較陡，因此在相同的試驗流量條件下，軸舌及軸身潛入水中的程度與範圍較 B 型挑流工為深且廣，造成挑流工結構體與試驗渠床間的高程落差較小，因此營造出較為平順的流線蜿蜒型態。

B 型挑流工則不然，由於軸身斜度較緩，因此當水流遇到 B 型挑流工時，會陰問構造物的存在而受阻，水流必須消耗更多的能量在構造物迎水面的渦流中以及繞過軸舌的路徑中，導致浮球顆粒在較低流量時容易受到挑流工的阻攔。

挑流工的間距及組距也可影響流線的蜿蜒程度，或可將其理解為

系列式挑流工群的密集程度。挑流工群的密集程度對於溪流蜿蜒具有正向影響，雖然挑流工的挑流力道不會隨挑流工群的密度提高而增加，但會迫使水流在較短的距離內做出擺盪。若比較挑流工間距為 2L 以及 4L 的浮球顆粒軌跡可以發現,在挑流工間距為 4L 的情況下，3 座挑流工似乎形成獨立挑流作業，通過挑流工的浮球顆粒常以直線軌跡向下游流動；但在挑流工間距為 2L 的情況下，3 座挑流工的挑流效果似乎可視為一個整體，共同對水流進行挑流作用。因此，相較間距 4L 的挑流工群而言，間距 2L 的挑流工群具有創造更明顯挑流幅度的潛勢。

## 第五節　挑流工之動床水工試驗

本計畫於定床水工試驗中已掌握清水流、定床條件下水流蜿蜒的趨勢、發生的機制等定性成果，因此，在定床水工試驗所掌握之基礎上，將試驗渠槽加以改造，進行動床水工試驗，以測試不同試驗參數於動床條件下挑流工群的表現。

動床水工試驗所採用之挑流工模型採用改良式的 B 型挑流工設計，主要是源自於定床試驗對 A 型與 B 型的觀察，以及考量動床試驗期間可能為發生的動床淘刷，因此調整後的改良式 B 型挑流工與定床試驗的 B 型挑流工略有不同，調整設計後的設計圖如圖 4 - 17 ~

圖 4 -19 所示；其中，圖 4 - 17 軸身長 7 cm、圖 4 - 18 軸身長 5 cm、圖 4 - 19 則為軸身長 3 cm 的挑流工。

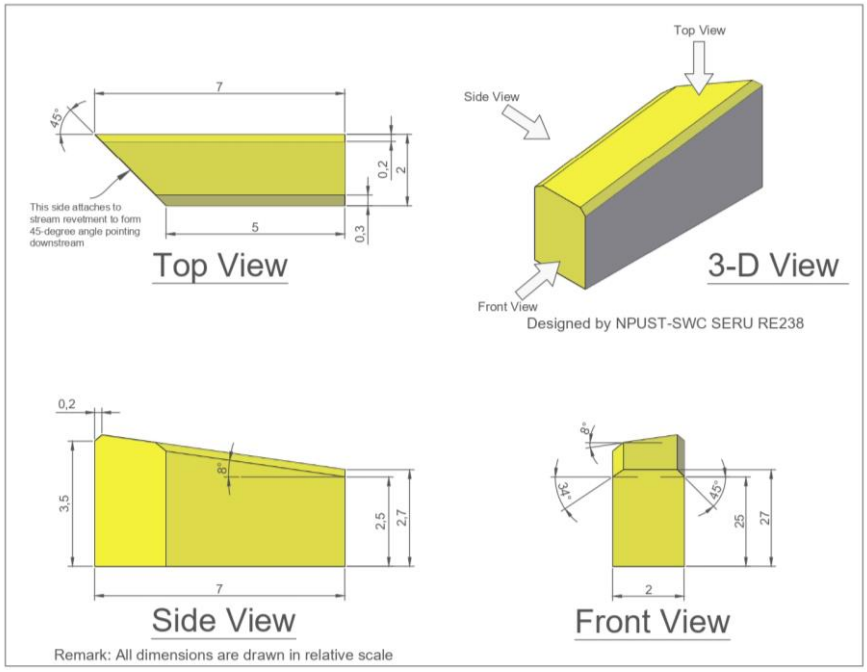



圖 4 - 17. 動床試驗所採用之改良後 B 型挑流工 (最下游)

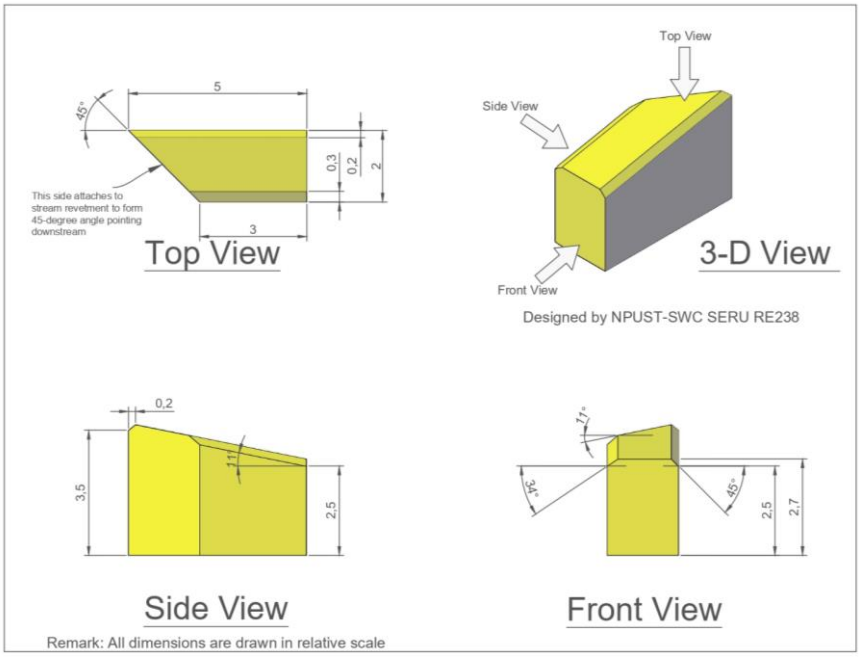



圖 4 - 18. 動床試驗所採用之改良後 B 型挑流工 (中間)

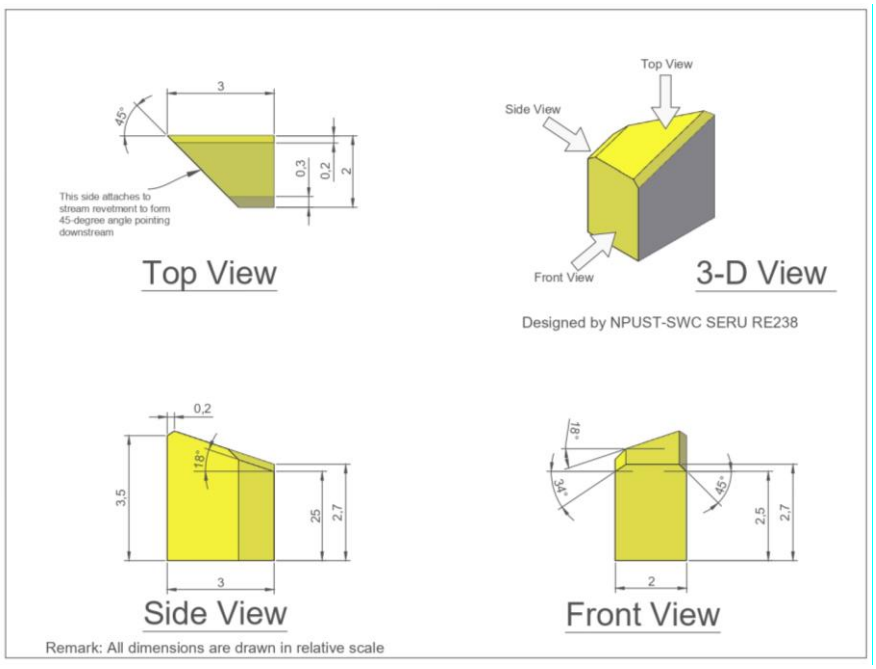



圖 4 - 19. 動床試驗所採用之改良後 B 型挑流工 (最上游)

動床試驗與定床試驗所使用的 B 型與改良式 B 型挑流工模型間以「基礎深度」、「挑流工頂部迎水面之斜度」的差異最大。更改基礎深度的理由，是為了應付試驗渠槽從定床改變至動床時動床可能遭遇的最大淘刷深度，而增加挑流工頂部迎水面之斜度的理由，則是為了減少水流與挑流工接觸時所引發的嚴重渦流。動床水工試驗之挑流工群配置示意圖，如圖 4 - 20 所示。

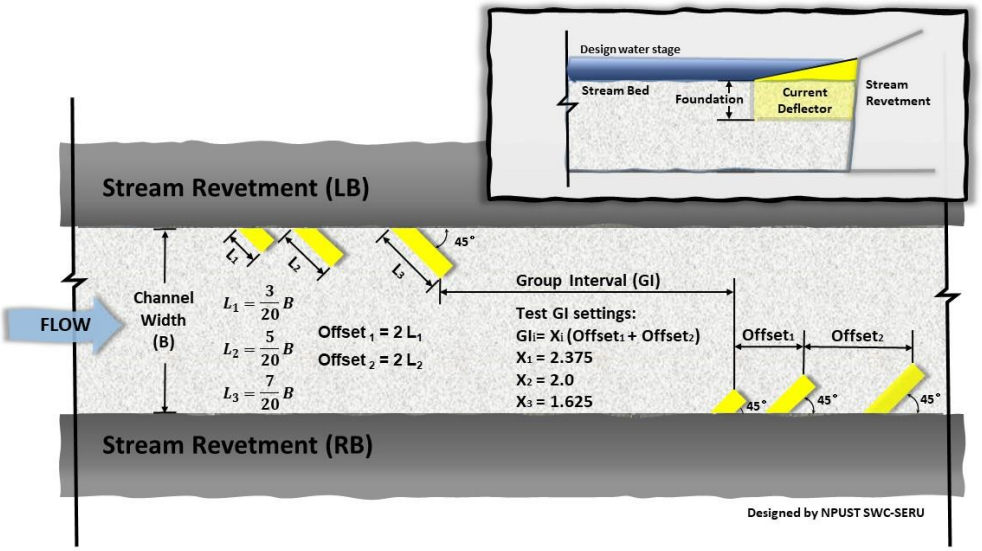



圖 4 - 20. 動床水工試驗之挑流工群配置示意圖

本計畫動床試驗所採用之試驗參數，係以為平均代表粒徑 ($D_{50}$) 為 1.05 mm 之混和砂做為試驗用砂，試驗用砂的粒徑分佈如前所述。動床試驗與定床試驗的訴求不同，在定床試驗中可以藉由 PIV 觀察到水流流動的軌跡，然而，蜿蜒、深潭等自然溪床地形是否能真正產生，除試驗流量外，泥沙是否能被啟動而後往下游輸送也是一大關鍵。本研究所選用的試驗砂中值粒徑，按照縮尺比例計算將當於實物 52.5 mm 的溪床床砂，又依據前述 Shields Diagram 的計算，已確定在動床水工試驗的流量範圍下足以發生啟動運動，有利於溪床型態之觀察與測量。

本計畫搭配不同的渠槽坡度 (0.5 % 、1.3%、 2.0 %)、挑流工群組距 (26 cm、32 cm、38 cm)，以及水位高度 (低、中、高) 做為試

驗參數。試驗流量乃依照水流流經挑流工時所淹及的高度定之，有低水位 (水流淹及構造物頭部)、高水位 (水流淹及構造物頂部) 以及中水位 (水流介於兩者之間)，共計三種情境。相鄰兩挑流工的間距維持為 2L，能有效鞏固挑流工之挑流工作範圍。

動床試驗採定量流，試驗時間為 90 分鐘，每場試驗結束後均重新拌砂，再將試驗渠槽依照預先設定之條件設置完畢後，再進行下一場試驗，本計畫共計完成 18 場動床水工試驗。

本計畫以高解析度雷射測距儀進行試驗渠床的地形掃描，於試驗量測段間，約可產生 55 ~ 60 萬筆 3 維數值地形資料，再以 SURFER® 軟體進行數據視覺化作業，以釐清試驗渠槽之深槽線、沖、淤分布，及其與構造物配置之間的關係。同時，利用自行研發之程式尋找深槽線位置，並以深槽線長度 ($L_{深槽}$) 及試驗段長度 ($L_{試驗段}$) 之比值，量化溪床彎曲度指數 (SI)。動床試驗之成果如圖 4 - 21 ~ 4 - 38 所示。

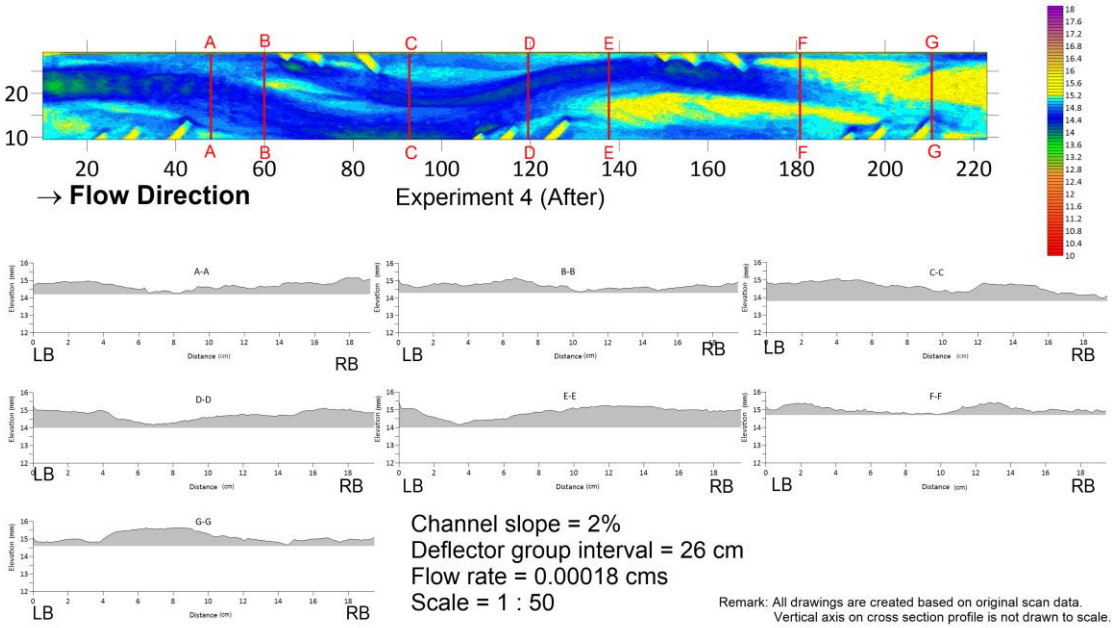



圖 4 - 21. 挑流工動床試驗成果(Qmin_GI=26_S = 2%_SI = 1.073)

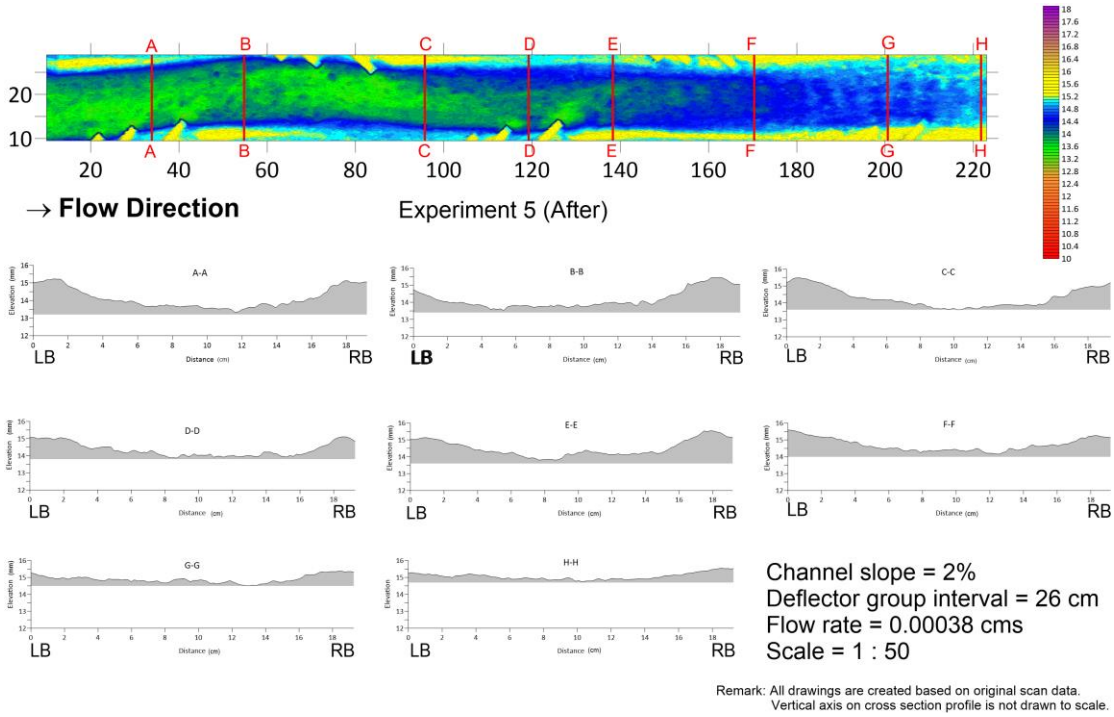



圖 4 - 22. 挑流工動床試驗成果(Qmid_GI=26_S = 2%_SI = 1.021)

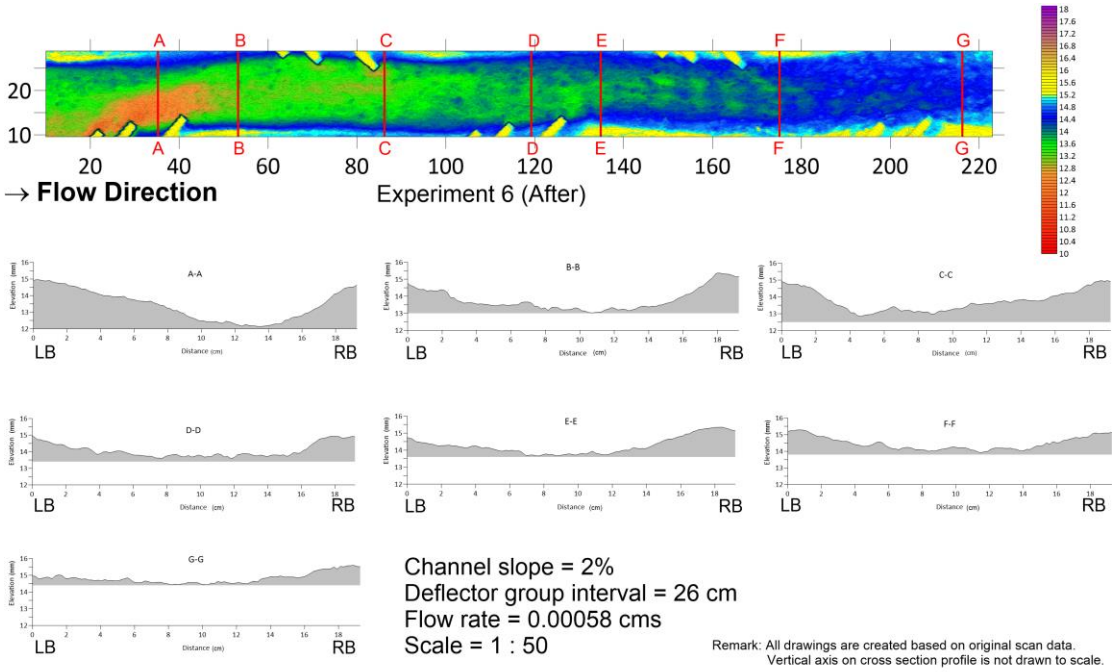



圖 4 - 23. 挑流工動床試驗成果(Qmax_GI=26_S = 2%_SI = 1.003)

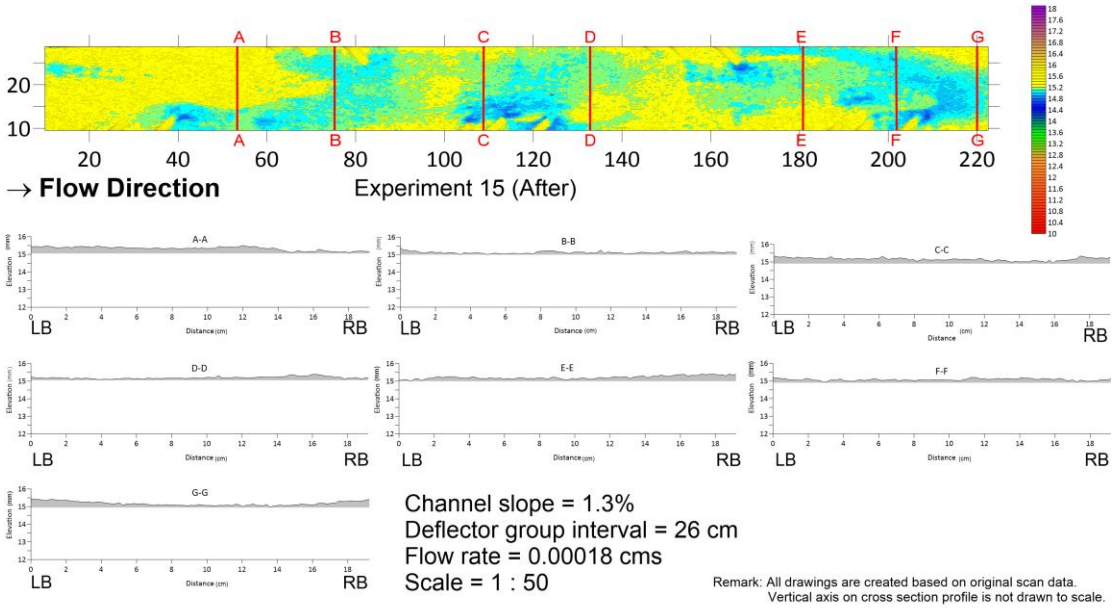



圖 4 - 24. 挑流工動床試驗成果(Qmin_GI=26_S = 1.3%_SI = 1.023)

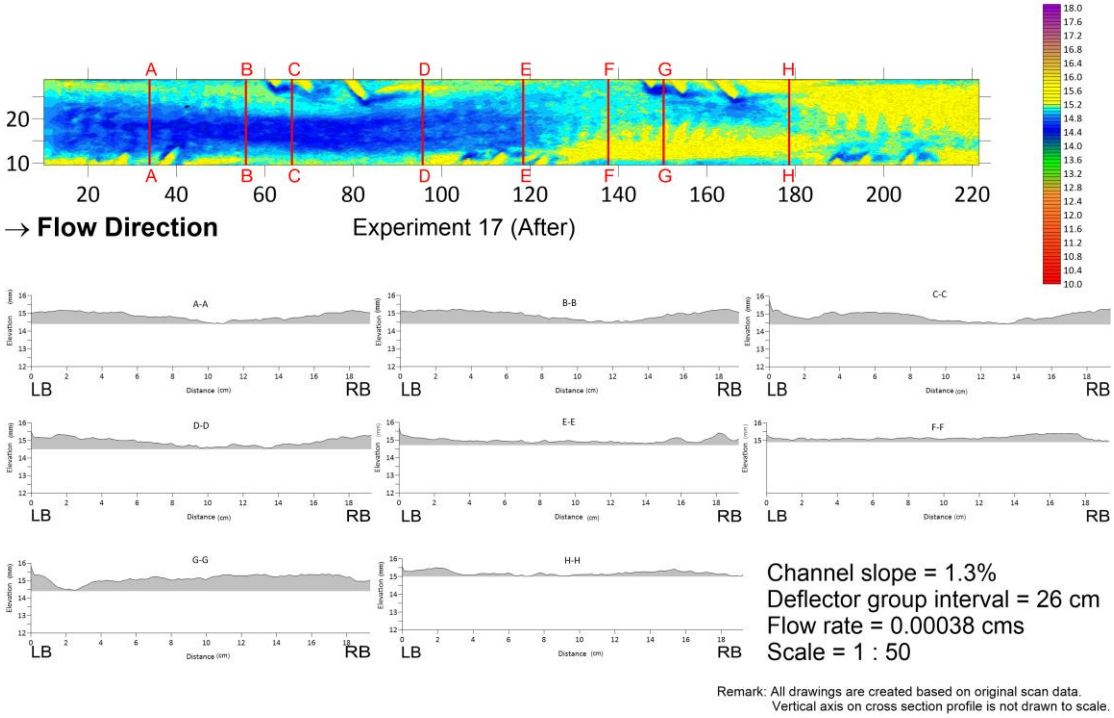



圖 4 - 25. 挑流工動床試驗成果(Qmid_GI=26_S = 1.3%_SI = 1.013)

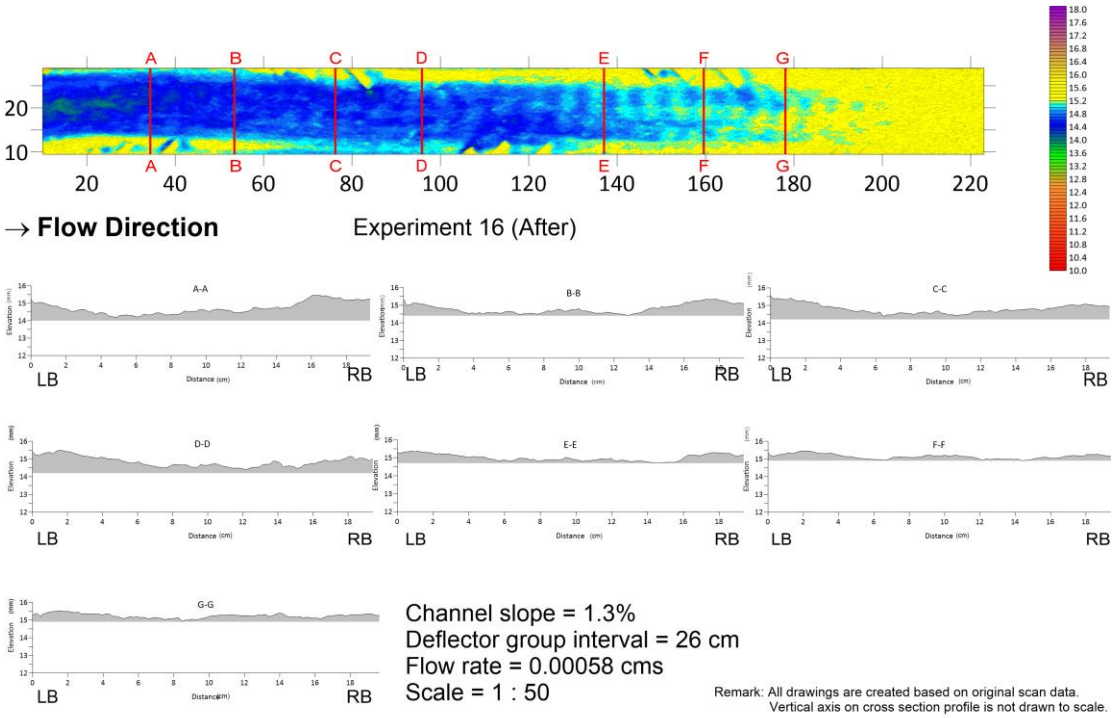



圖 4 - 26. 挑流工動床試驗成果(Qmax_GI=26_S = 1.3%_SI = 1.004)

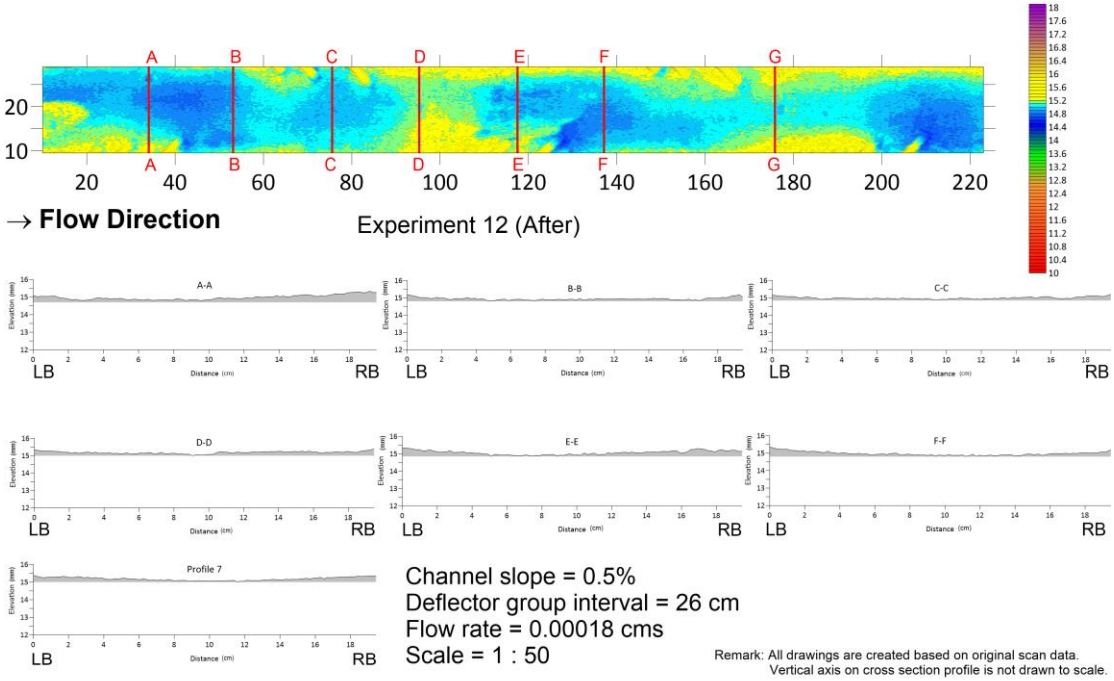



圖 4 - 27. 挑流工動床試驗成果(Qmin_GI=26_S = 0.5%_SI = 1.001)

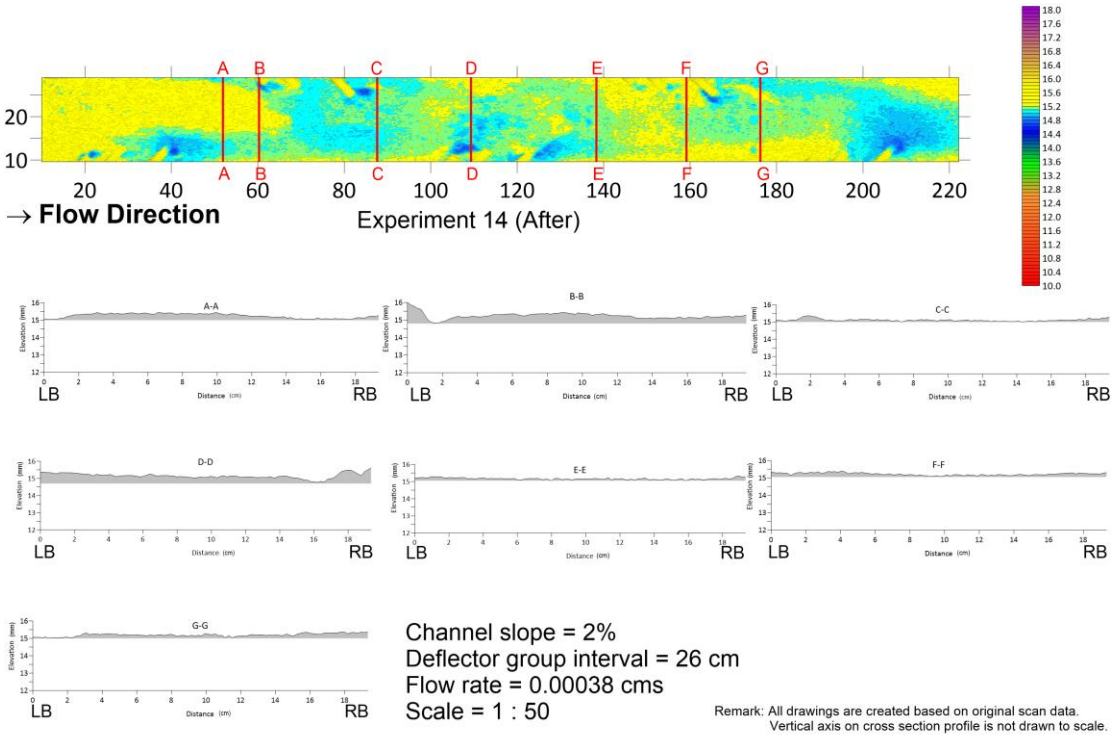



圖 4 - 28. 挑流工動床試驗成果(Qmid_GI=26_S = 0.5%_SI = 1.002)

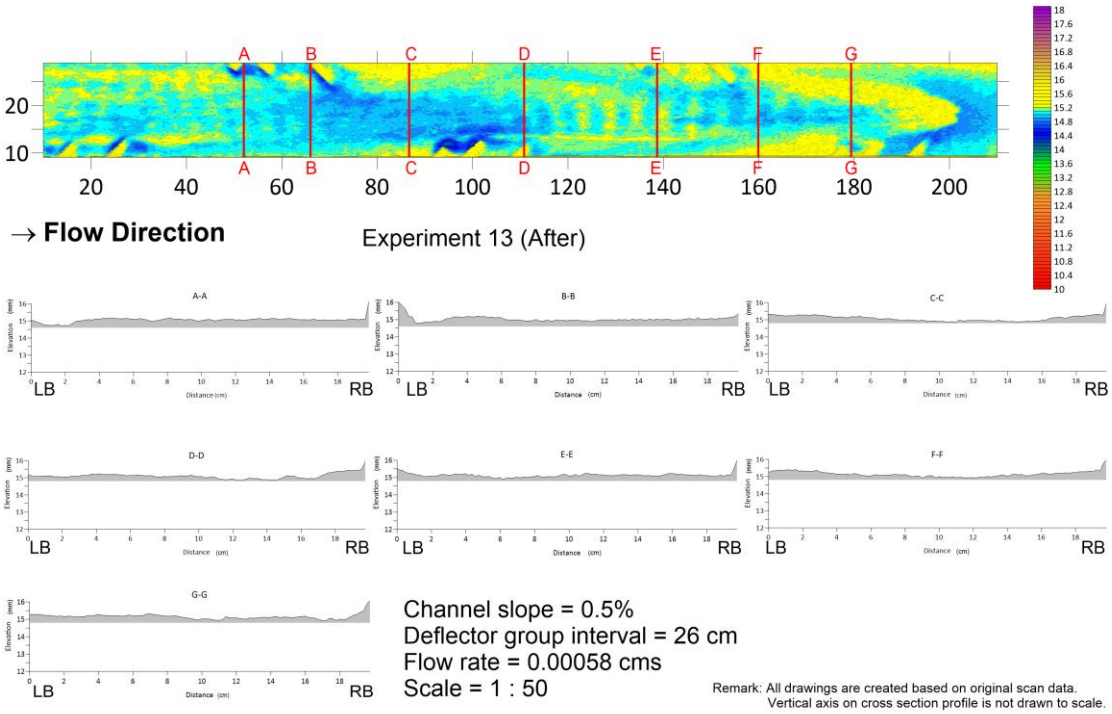



圖 4 - 29. 挑流工動床試驗成果(Qmax_GI=26_S = 0.5%_SI = 1.011)

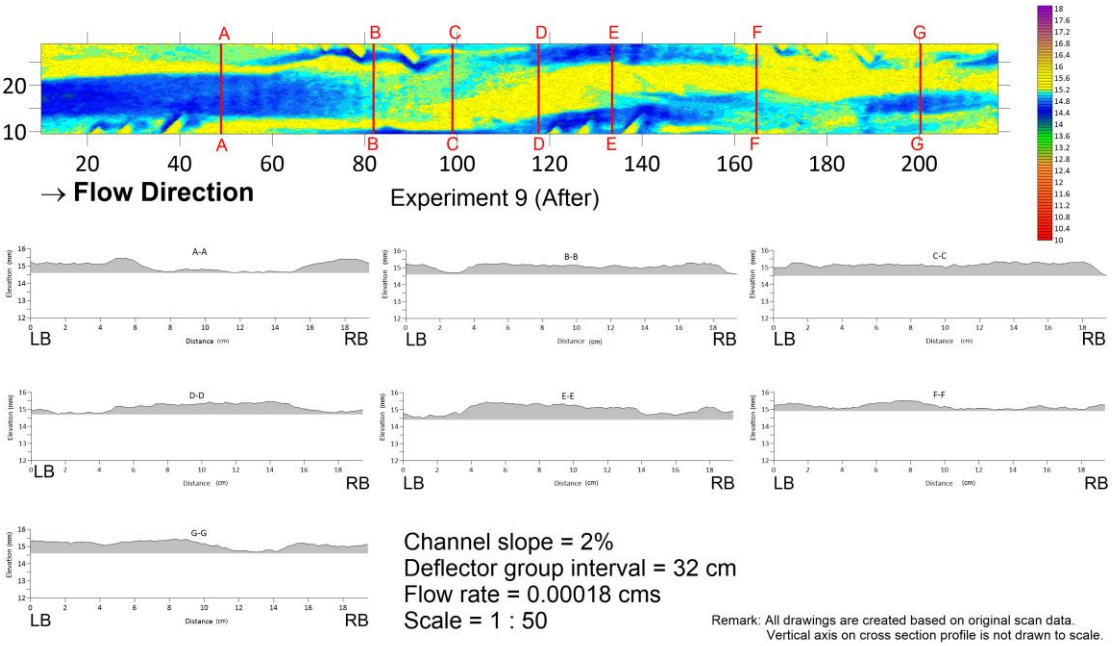



圖 4 - 30. 挑流工動床試驗成果(Qmin_GI=32_S = 2%_SI = 1.029)

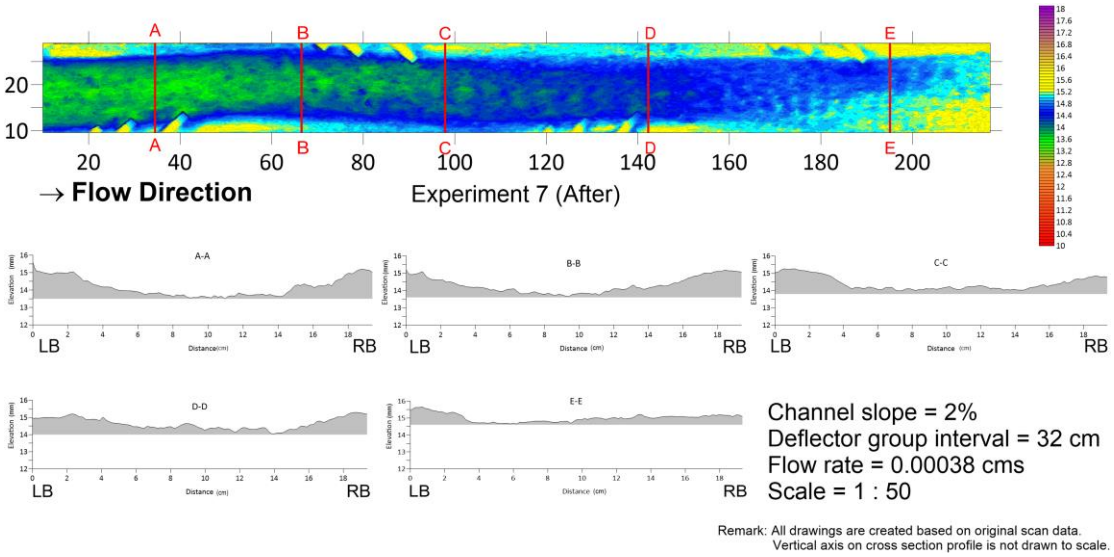



圖 4 - 31. 挑流工動床試驗成果(Qmid_GI=32_S = 2%_SI = 1.002)

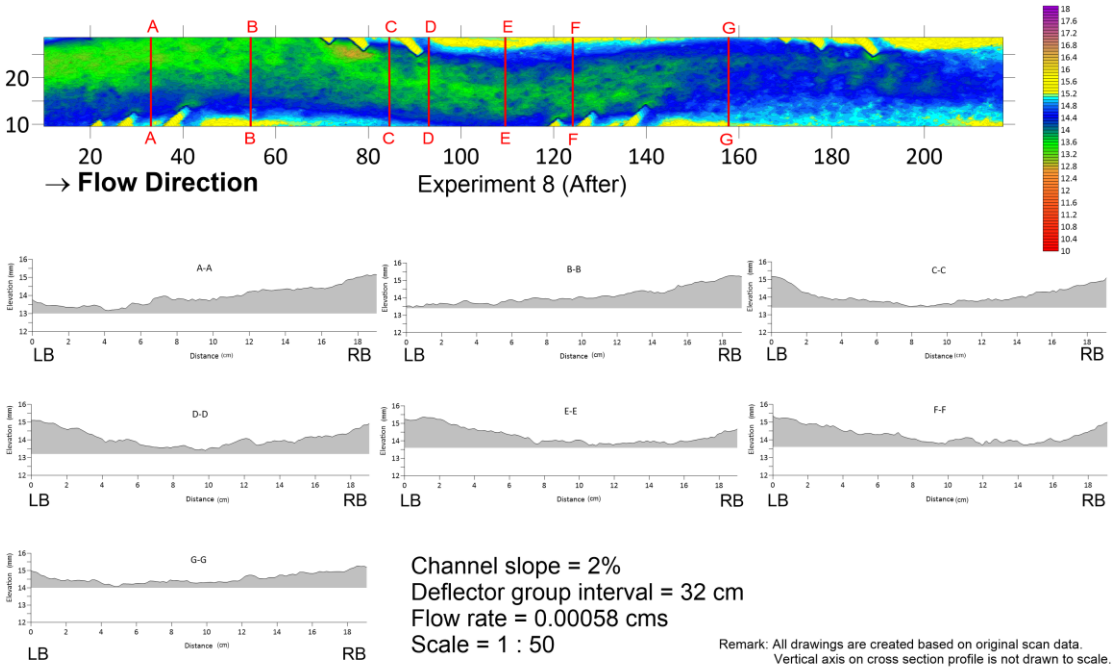



圖 4 - 32. 挑流工動床試驗成果(Qmax_GI=32_S = 2%_SI = 1.003)

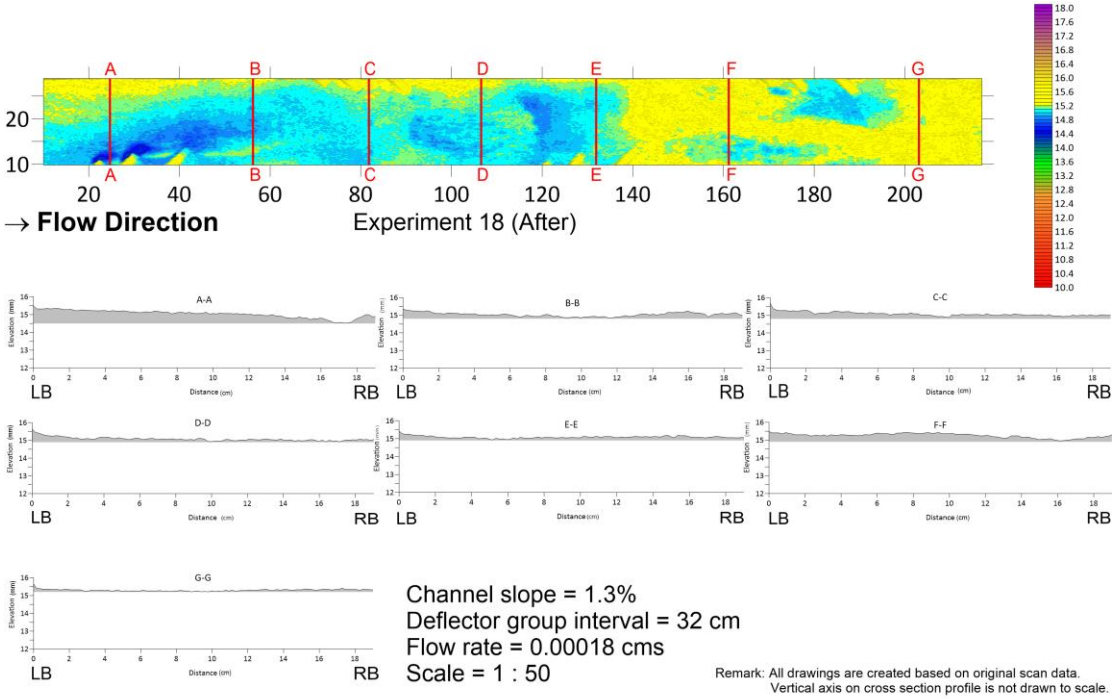



圖 4 - 33. 挑流工動床試驗成果(Qmin_GI=32_S = 1.3%_SI = 1.008)

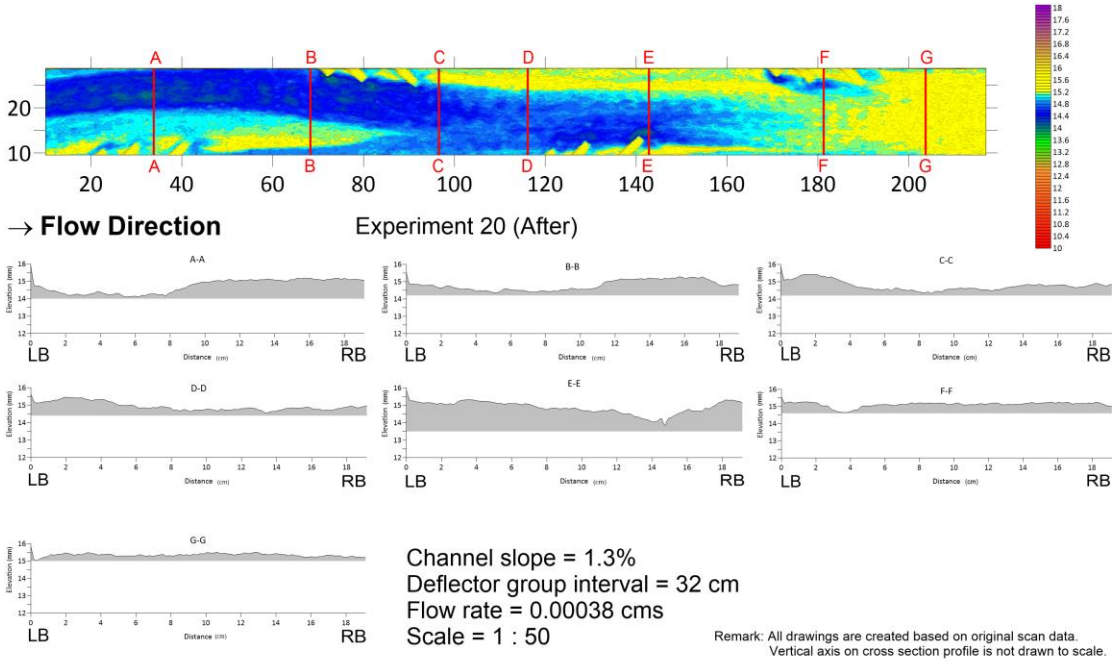



圖 4 - 34. 挑流工動床試驗成果(Qmid_GI=32_S = 1.3%_SI = 1.009)

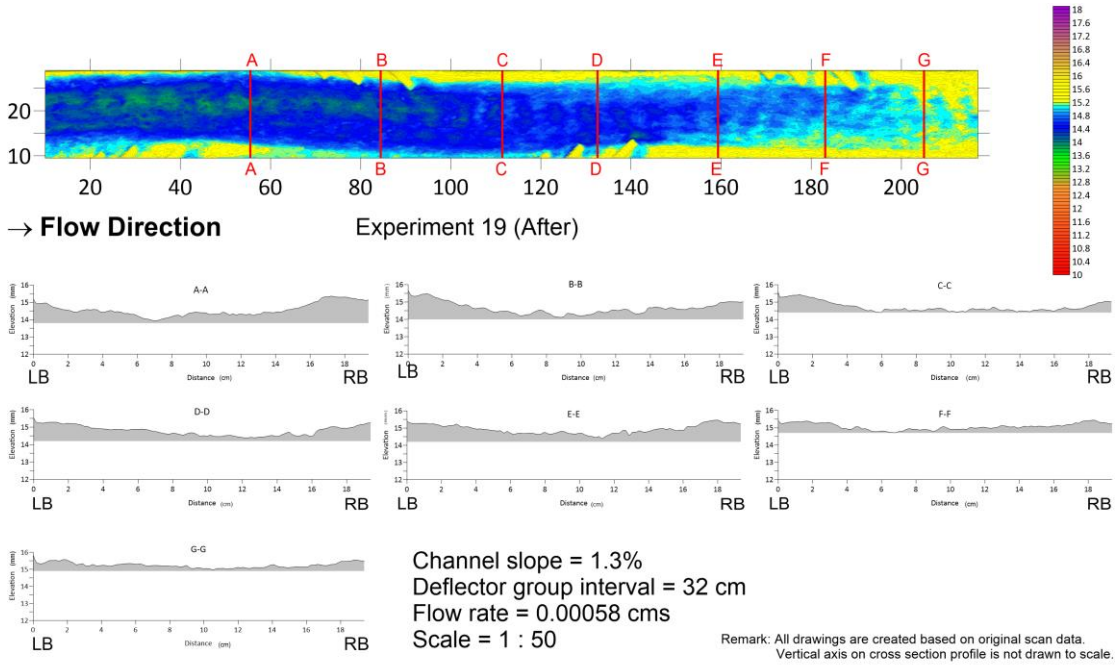



圖 4 - 35. 挑流工動床試驗成果(Qmax_GI=32_S = 1.3%_SI = 1.003)

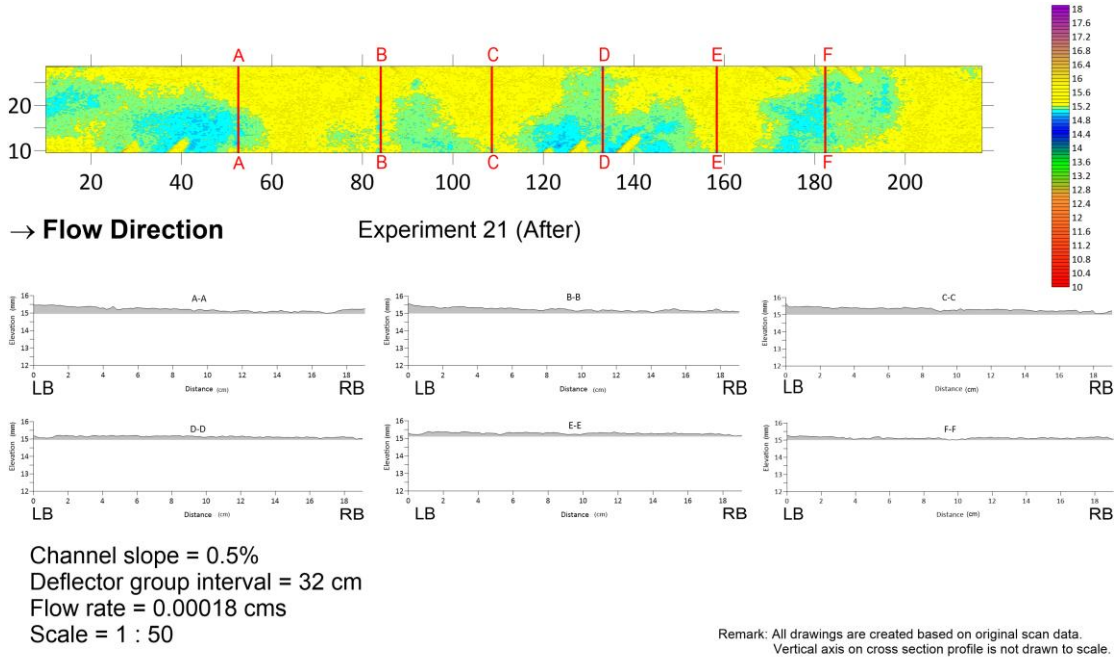



圖 4 - 36. 挑流工動床試驗成果(Qmin_GI=32_S = 0.5%_SI = 1.002)

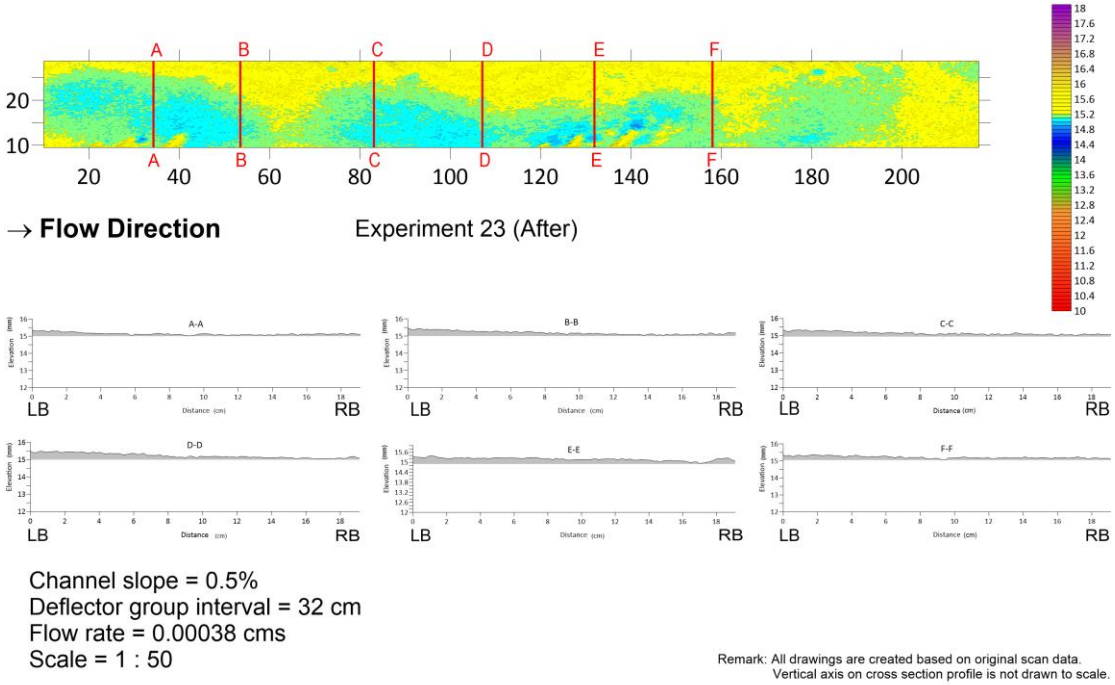



圖 4 - 37. 挑流工動床試驗成果(Qmid_GI=32_S = 0.5%_SI = 1.003)

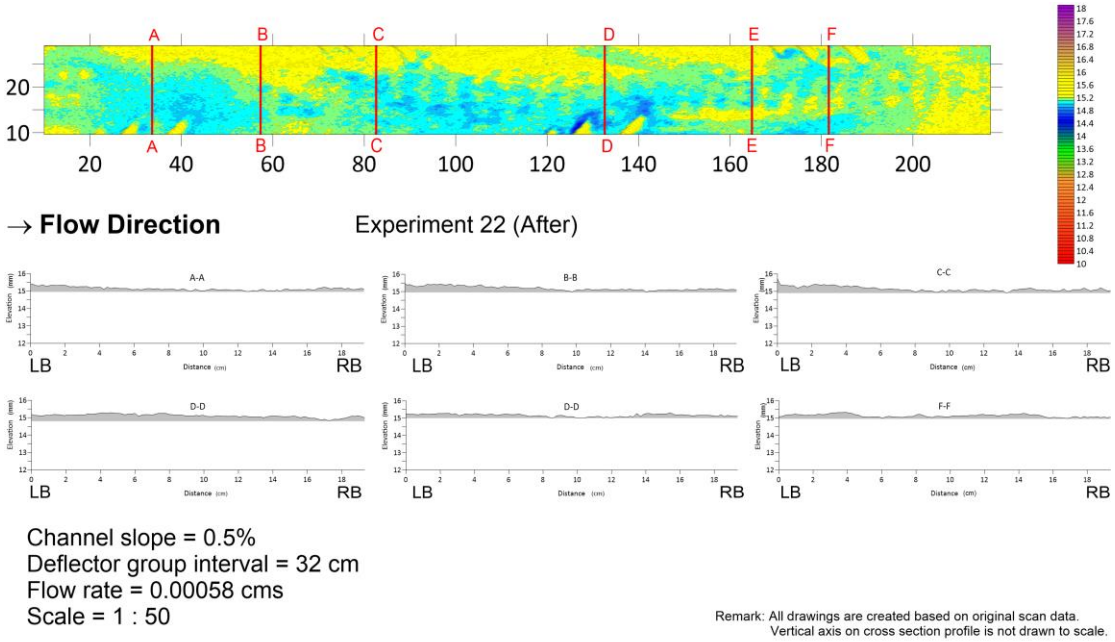



圖 4 - 38. 挑流工動床試驗成果(Qmax_GI=32_S = 0.5%_SI = 1.008)

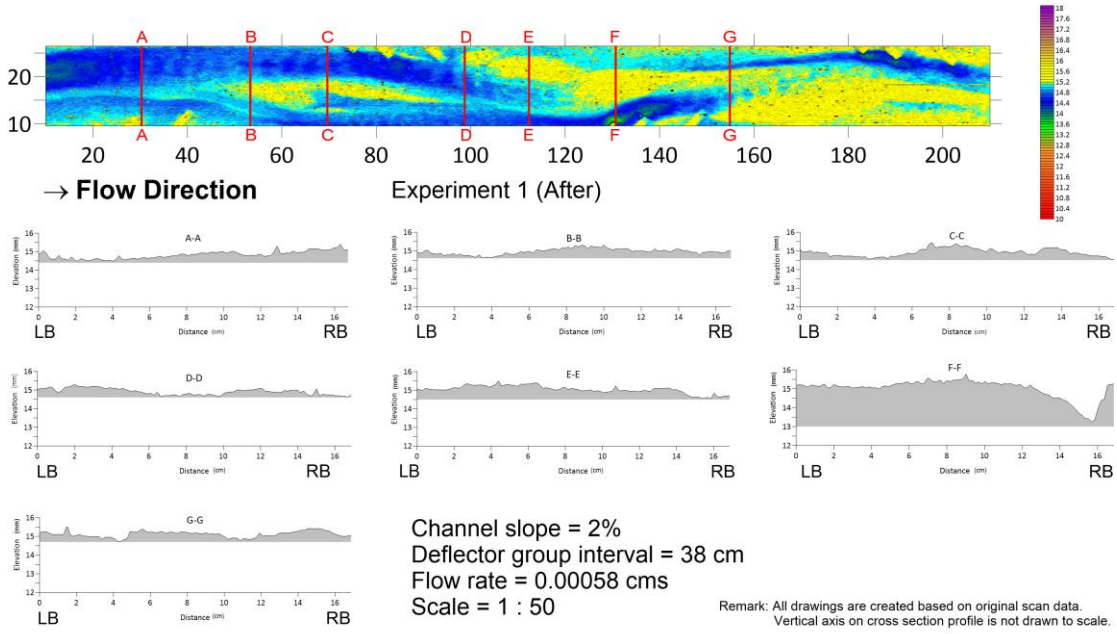



圖 4 - 39 挑流工動床試驗成果(Qmax_GI=38_S = 2%_SI = 1.023)

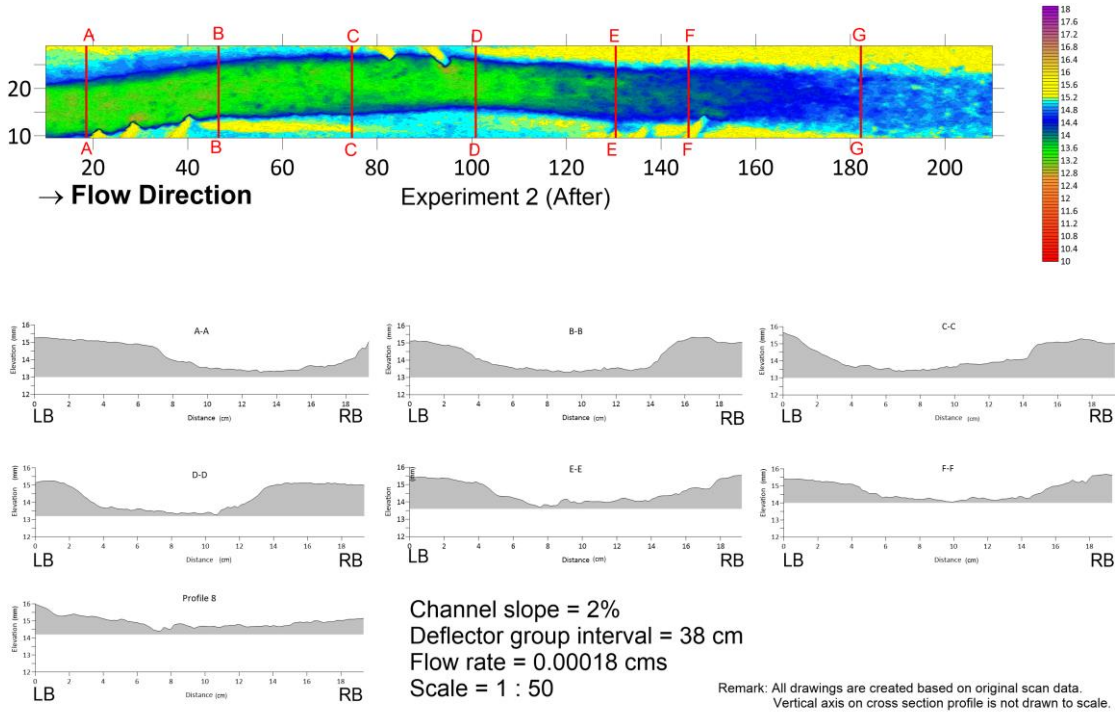



圖 4 - 40 挑流工動床試驗成果(Qmin_GI=38_S = 2%_SI = 1.002)

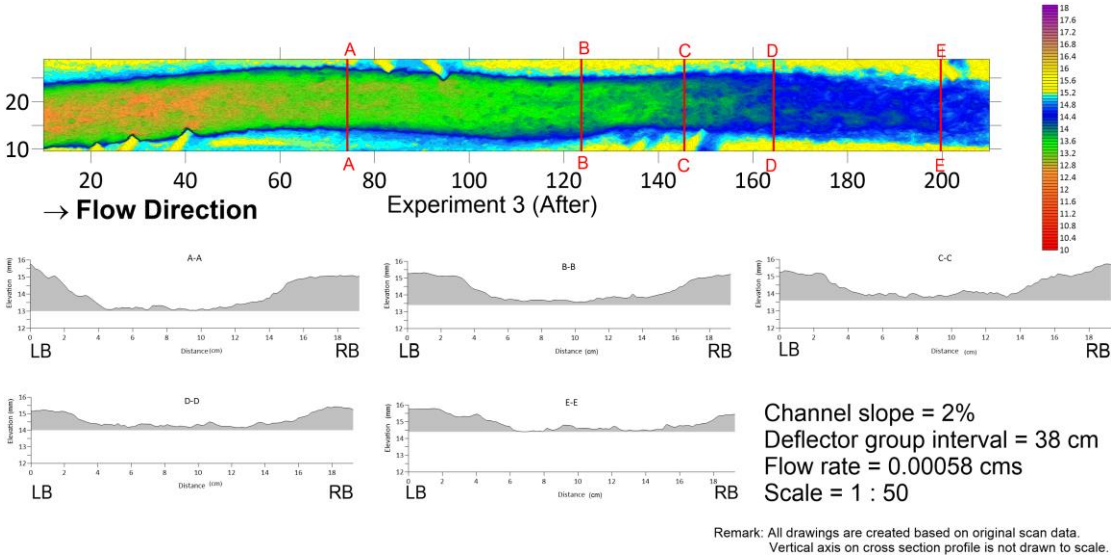



圖 4 - 41 挑流工動床試驗成果(Qmax_GI=38_S = 2%_SI = 1.001)

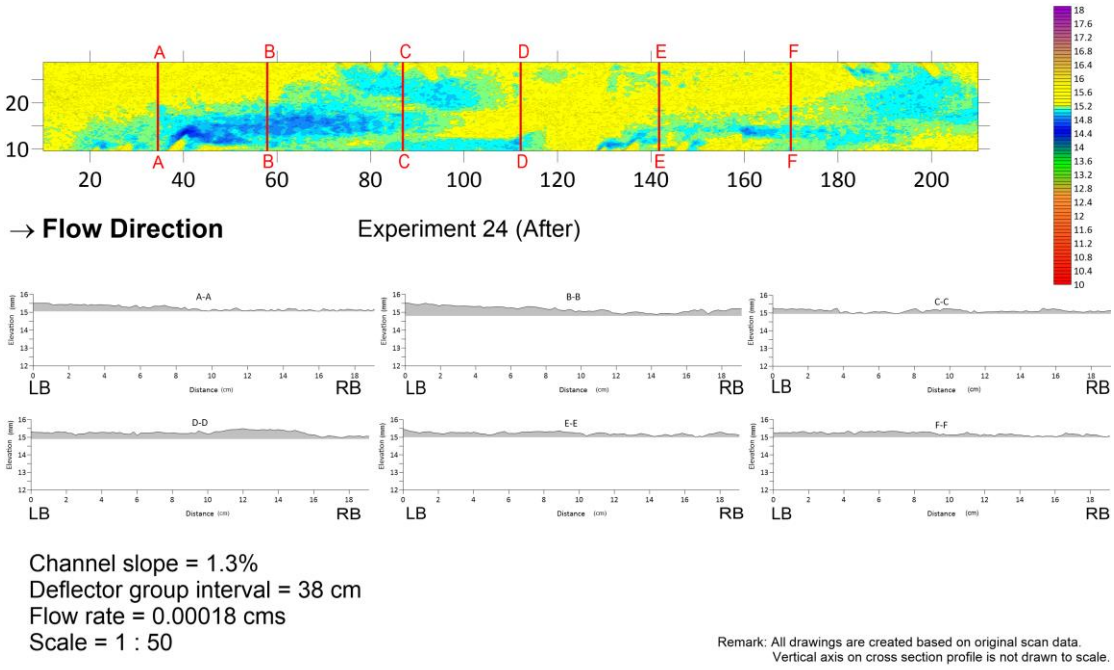



圖 4 - 42 挑流工動床試驗成果(Qmin_GI=38_S = 1.3%_SI = 1.007)

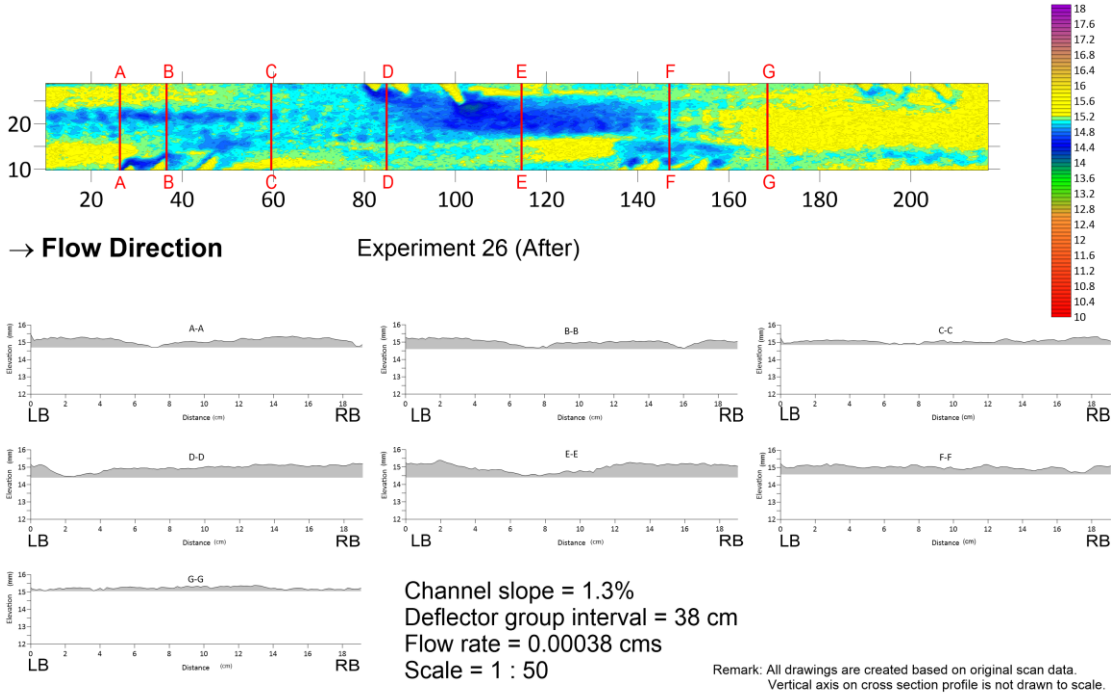



圖 4 - 43 挑流工動床試驗成果(Qmid_GI=38_S = 1.3%_SI = 1.005)

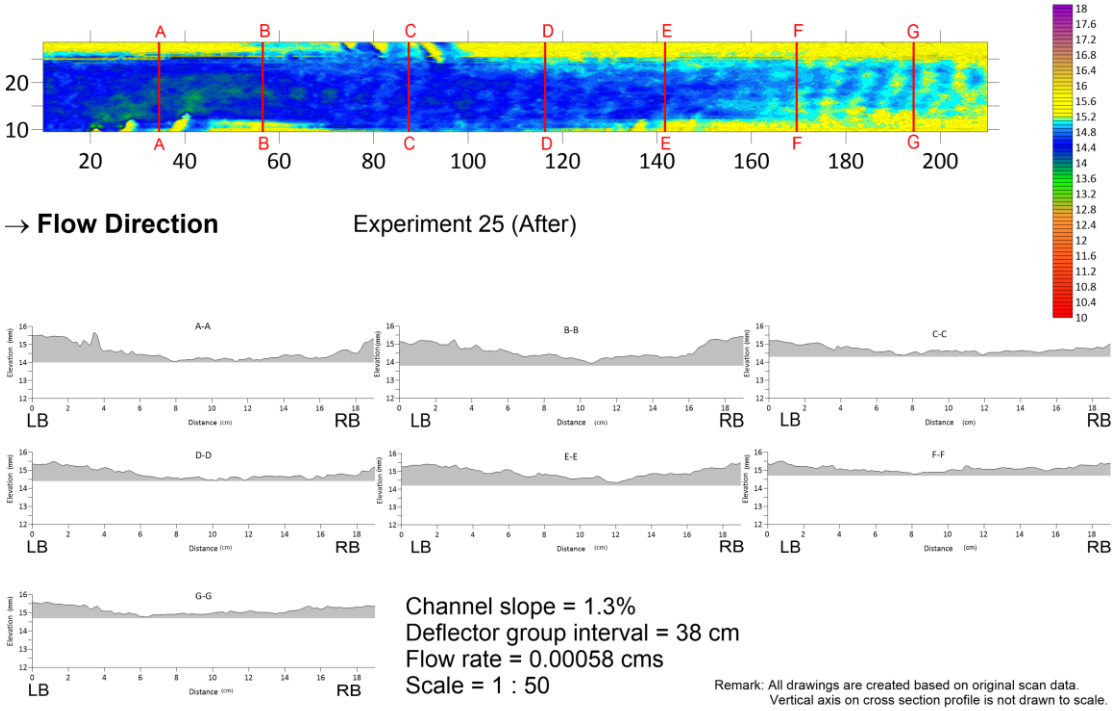



圖 4 - 44 挑流工動床試驗成果(Qmax_GI=38_S = 1.3%_SI = 1.002)

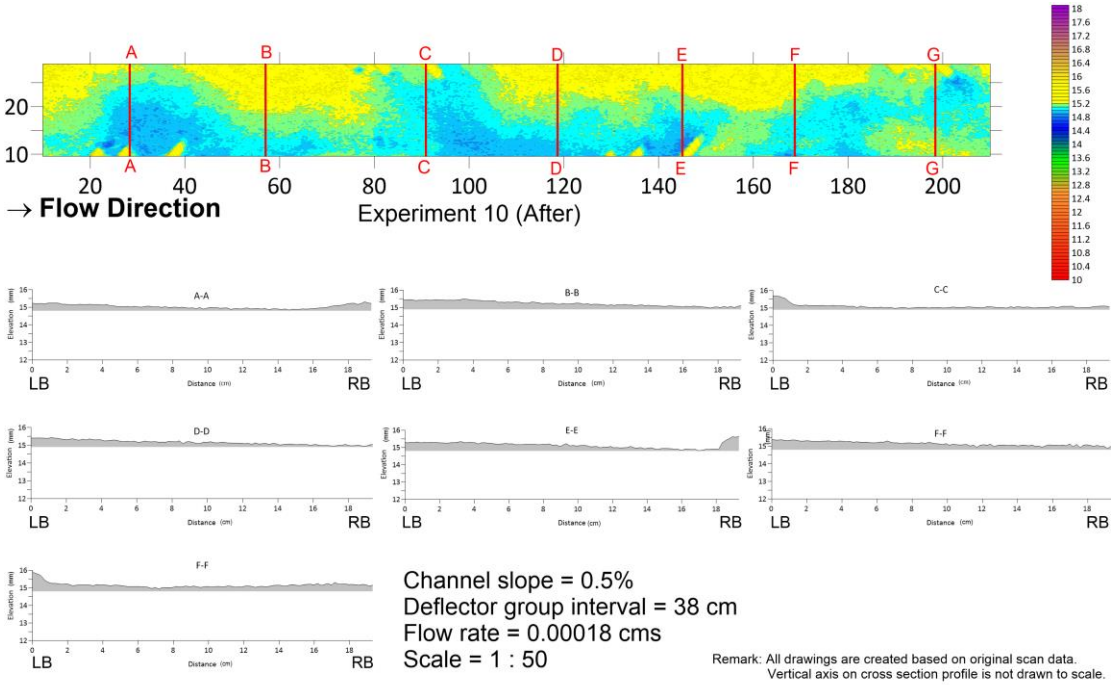



圖 4 - 45 挑流工動床試驗成果(Qmin_GI=38_S = 0.5%_SI = 1.005)

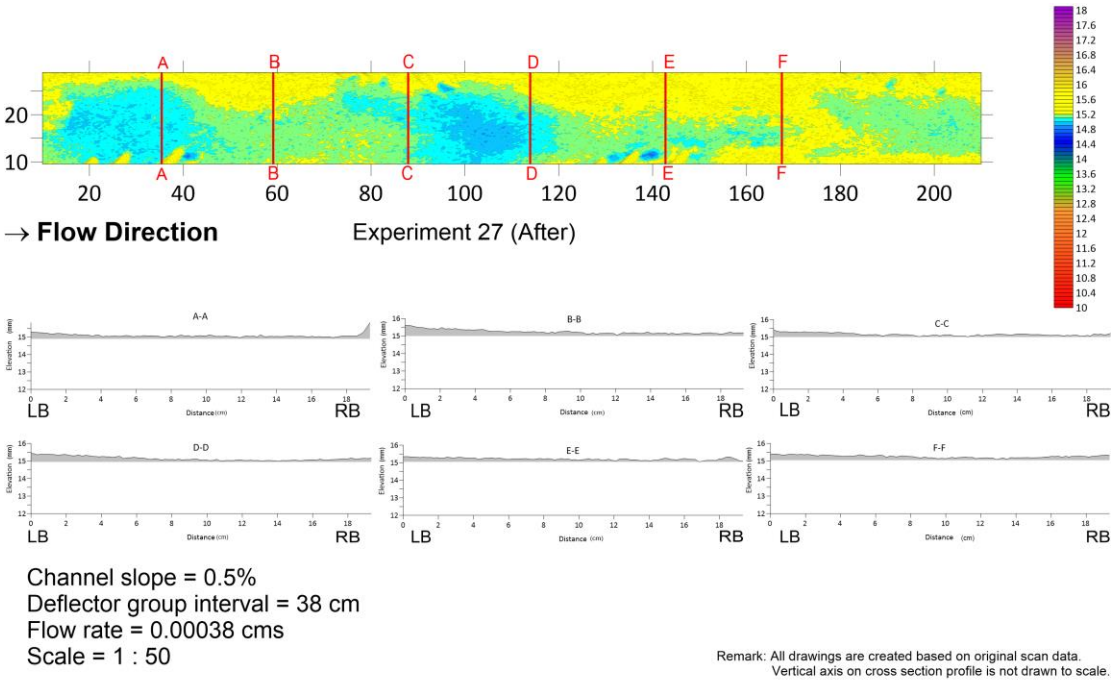



圖 4 - 46 挑流工動床試驗成果(Qmid_GI=38_S = 0.5%_SI = 1.013)

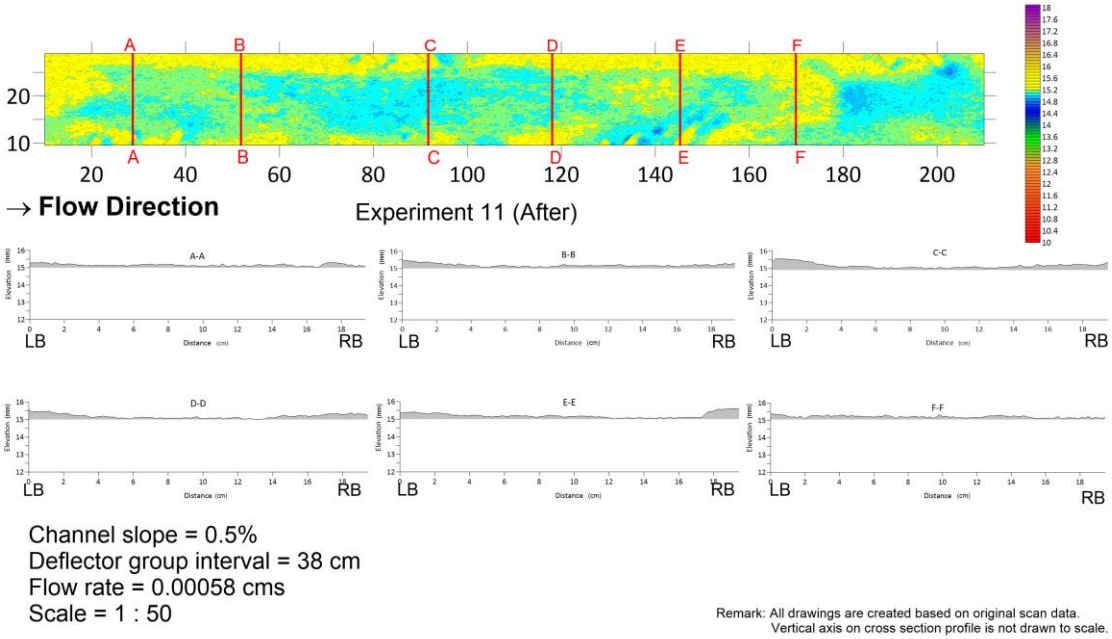



圖 4 - 47 挑流工動床試驗成果(Qmax_GI=38_S = 0.5%_SI = 1.014)

綜合整理各場動床試驗所獲得的深槽彎曲指數、左右岸彎曲指數，如表 4-2 所示。表中的平均試驗流量範圍分別為：Qmin = 0.00018 cms、Qmid = 0.00037 cms、Qmax = 0.00058 cms，若以試驗縮尺 1:50 反算，則平均試驗流量對應實物流量則分別為 Qmin = 3.22 cms、Qmid = 6.51 cms、Qmax = 10.33 cms。

表 4 - 2 挑流工動床試驗之彎曲指數分析總整

| 組距 (cm) | 試驗流量 | 彎曲指數 (SI) | 渠床坡度 (%) | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 0.5 | 1.3 | 2.0 |
| 26 | Qmin | 左岸 | 1.003 | 1.006 | 1.006 |
| | | 深槽 | 1.001 | 1.023 | 1.073 |
| | | 右岸 | 1.003 | 1.008 | 1.023 |
| | Qmid | 左岸 | 1.003 | 1.003 | 1.107 |
| | | 深槽 | 1.002 | 1.013 | 1.021 |
| | | 右岸 | 1.000 | 1.234 | 1.141 |
| | Qmax | 左岸 | 1.073 | 1.002 | 1.020 |
| | | 深槽 | 1.011 | 1.004 | 1.003 |
| | | 右岸 | 1,007 | 1.002 | 1.003 |
| 32 | Qmin | 左岸 | 1.003 | 1.008 | 1.022 |
| | | 深槽 | 1.002 | 1.008 | 1.029 |
| | | 右岸 | 1.000 | 1.003 | 1.049 |
| | Qmid | 左岸 | 1.001 | 1.010 | 1.002 |
| | | 深槽 | 1.003 | 1.009 | 1.002 |
| | | 右岸 | 1.001 | 1.004 | 1.083 |
| | Qmax | 左岸 | 1.010 | - | 1.003 |
| | | 深槽 | 1.008 | 1.003 | 1.003 |
| | | 右岸 | 1.001 | 1.004 | 1.010 |
| 38 | Qmin | 左岸 | 1.116 | 1.008 | 1.009 |
| | | 深槽 | 1.005 | 1.007 | 1.023 |
| | | 右岸 | 1.002 | 1.000 | 1.007 |
| | Qmid | 左岸 | 1.006 | 1.005 | 1.003 |
| | | 深槽 | 1.013 | 1.005 | 1.002 |
| | | 右岸 | 1.001 | 1.003 | 1.002 |
| | Qmax | 左岸 | 1.002 | 1.001 | 1.008 |
| | | 深槽 | 1.020 | 1.002 | 1.001 |
| | | 右岸 | 1.002 | 1.002 | 1.059 |

由表 4-2 的彙整可以看出本計畫所設計的挑流工群及其配置可以改變深槽及兩岸的蜿蜒，深槽彎曲指數最高可達 1.073、水流營造兩

岸蜿蜒的彎曲指數最高可達 1.234。若以 Morisawa (1985) 對於溪流彎曲度的溪流型態分類標準，順直河道的彎曲指數小於 1.05、彎曲河道的彎曲指數大於 1.05、蜿蜒河道的彎曲指數大於 1.5、辮狀河道的彎曲指數大於 1.3、網狀河道的彎曲指數大於 2.0，可見本計畫利用所設計的挑流工群可以在兩岸受護岸所侷限的環境下形成彎曲甚至達到辮狀河道的型態。

至於挑流工群對於水流的流速、水深的改變，以及湍瀨的形成，則列為本計畫第二年度的工作重點。

## 第六節 隱入式固床工之設計與測試

隱入式固床工於本年度屬於測試階段，主要的設計理念係為解決傳統式固床工所無法避免的高度落差問題。傳統式固床工以實心混凝土為主要材料，一般橫置於溪床上，出露溪床的高度一般低於 50 cm，其功能主要以調整溪床坡降、控制土砂輸送、調整水流流心為主。若從生態的角度觀之，傳統式固床工最為人所詬病的缺點是固床工頂緣與下游溪床之高程落差，常造成生態縱向廊道的中斷，使得魚類無法迴游至上游產卵；若從工程的角度觀之，則是投潭水流所產生的溪床淘刷對固床工自身基礎所帶來的威脅。為解決上述的問題，本計畫嘗試創造新式的「隱入式固床工」，顧名思義，此款固床工設置後其頂

緣將被埋藏在溪床以下，平時不會影響溪床型態的發展，僅在洪流發生時或河床侵蝕嚴重時發揮功能。這種設計理念主要的訴求，是希望在鞏固溪床安定的同時，也能避免高程落差所帶來的負面影響。

圖 4 - 39 所示之 A 型隱入式固床工採「圓弧形」設計，圓弧形設計可以減緩固床工與水流接觸時所產生的摩擦，且可將靠近兩岸之水流引導向槽線中央。無論來自上游的水流，或是流往下游的水流，皆會因為 A 型隱入式固床工的圓弧形設計而往中間匯集。A 型隱入式固床工同時參考日本水制工概念，固床工高度以中心為最低，向兩岸方向漸次提高，在不同水位條件下預期可發揮束縮水流的效果。同時，為了使隱入式固床工可以有助於溪床蜿蜒的營造，本計畫將固床工的軸向與渠道沿程方向之夾角調整至 120°，使通過隱入式固床工的水流可以產生偏向，如圖 4 - 39 ① 所示。

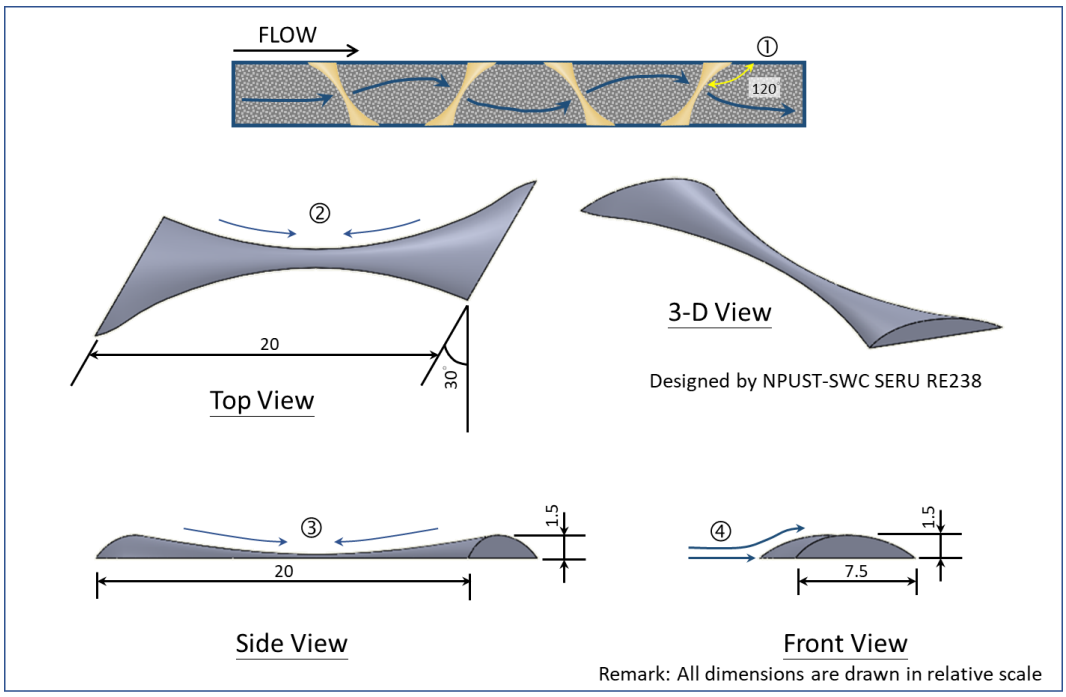



圖 4 - 48. A 型隱入式固床工設計圖

除了隱入式固床工外，透水式固床工也是一種有益於生態廊道沿續的工法。由於透水式固床工並非實心，因此既不存在高度落差對於迴游物種所造成的不利，也可有效減少投潭水流的淘刷能量。除了 A 型隱入式固床工外，本計畫設計了 B、C、D 三款隱入式透水固床工，其設計概念主要以框柵式為主要構造，於框內填置塊石，使部分水流可自構造內通過。設計圖如下：

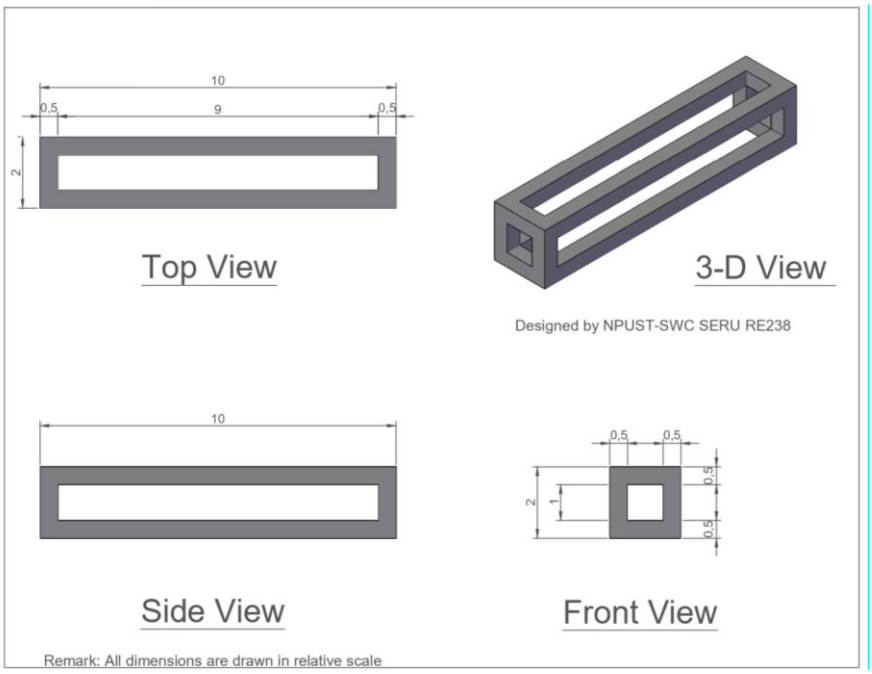



圖 4 - 49. B 型隱入式透水固床工設計圖

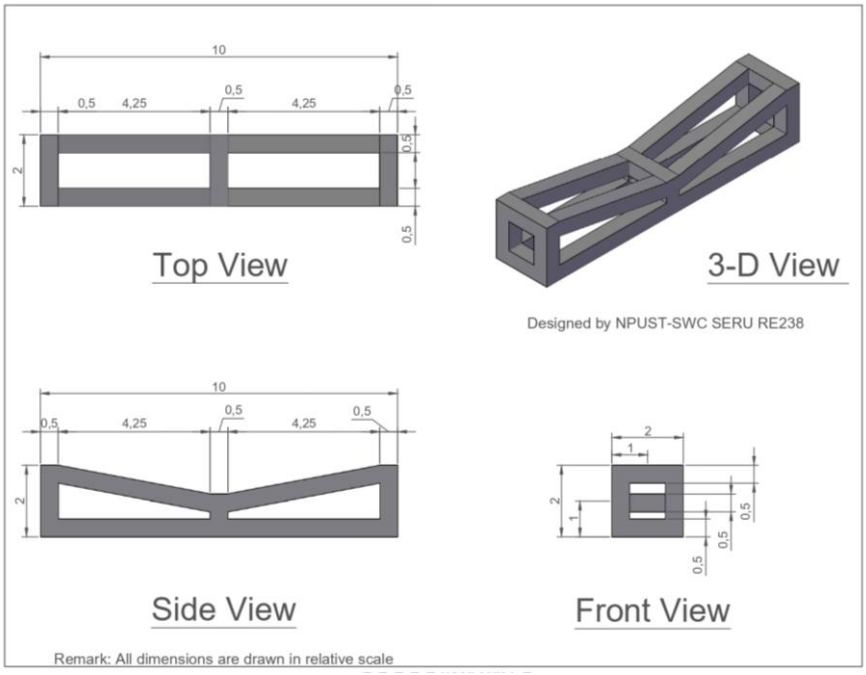



圖 4 - 50. C 型隱入式透水固床工設計圖

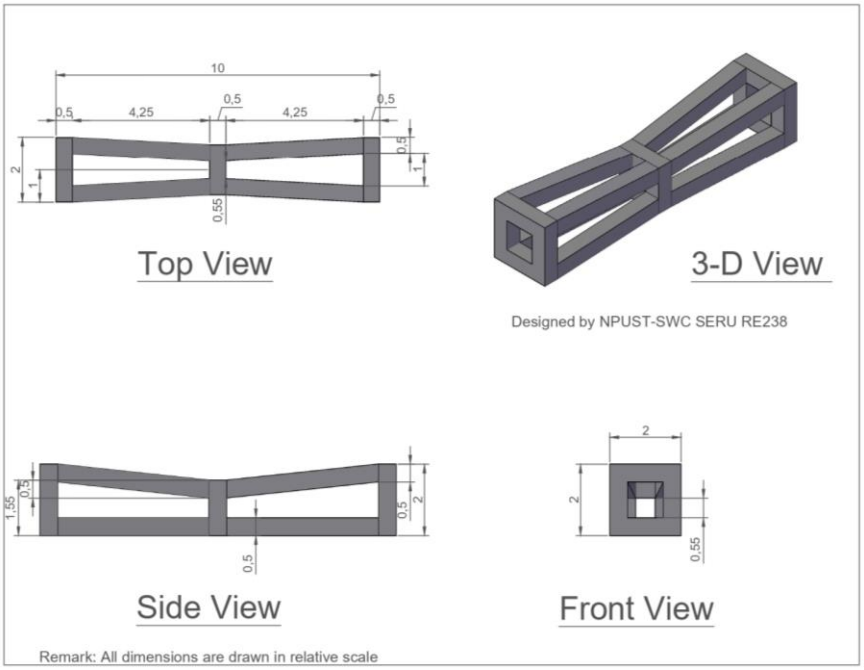



圖 4 - 51. D 型隱入式透水固床工設計圖

為了瞭解隱入式透水固床工是否能夠營造出湍瀨的可能，本計畫將D型隱入式透水固工配置於挑流工群之間進行初步測試，配置位置及棟床水工試驗測試後的渠床樣貌如圖 4-44 所示，圖中黃色曲線代表測試試驗後渠槽深槽線所在的位置。

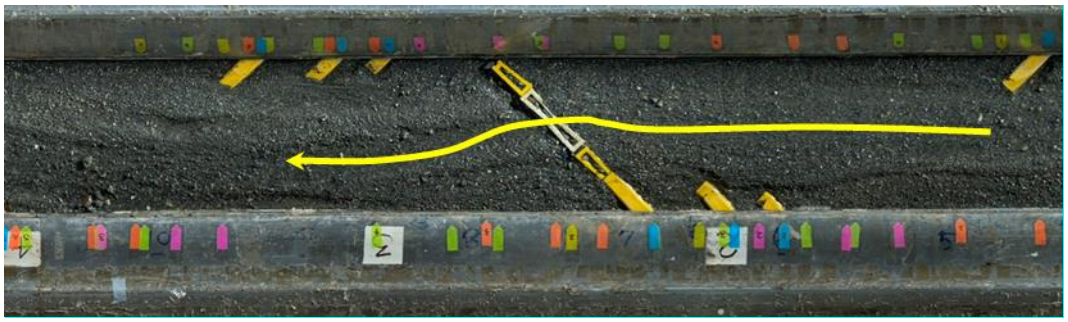


圖 4 - 52. 固床工軸向改變對於水流方向的影響

由於屬於初步測試，因此並未對 D 型隱入式透水固床工驗試驗

進行水深、PIV 流速及試驗後的渠床地形掃描，主要投入的工作是對該型固床工進行水流流心改變、結構物上游土砂的淤積、結構物下游的渠床淘刷，以及挑流工群所營造出溪床蜿蜒的影響，以做為明年度修正設計的參考。

初步試驗的結果發現，挑流工群無法與 D 型隱入式透水固床工同時存在。雖然固床工採用隱入渠床下的設計，但當上游挑流工群對渠床床砂做工並產生溪床蜿蜒後，深槽及溪床蜿蜒受到隱入式固床工的阻擋而無法持續延伸，所產生的試驗床砂因此在隱入式固床工的兩翼淤積，淤積的結果改變了深槽與蜿蜒溪床的坡度，此時，土砂持續向上游方向堆積，摧毀了挑流工群所發展出來的深槽及溪流蜿蜒。

初步試驗的結果亦發現， D 型隱入式透水固床工的軸向角決定了溢流而過的水流的流心方向，此時 D 型隱入式固床工下游端的挑流工群不再產生挑流的功能，所有水流的方向幾乎完全由隱入式固床工的軸向及水流攻擊岸所控制，水流幾乎完全不視下游挑流工群存在。D 型隱入式透水固床工的初步測試宣告失敗，但觀察之所見有助於明年度對隱入式固床工設計的修正，更有助於隱入式固床工的配置位置及軸向角的修正。

# 第五章 結論

野溪治理是水土保持治山防災業務的重要工作，關係到保全對象的安全，也關係到坡地資源的保育。面對現實的問題，以人工治理手段介入自然環境的做法再所難免，但是水生生態及河濱棲地明顯受到難以釐清或挽救的干擾亦為不爭的事實。

水利工程對生態系可能產生的衝擊包括：1. 棲地的單一化、2. 河川地貌改變影響了溪流流速與水深，進而導致水溫受到影響、3. 溪流型態受到人工渠道化後，破壞原始樣貌及水岸生物之生存環境，使濱溪緩衝帶消失，溪流輸砂量及流速提高，造成河溪納洪量減少。

一般而言，改善環境品質的經營管理手段，最常見到以下四種：復育 (Restoration)、修復 (Rehabilitation)、改善 (Enhancement)，以及創造 (Creation)，四種不同的手段須因地制宜，無分優劣。臺灣早期進行水利工程治理規劃時，大多數整治目標僅能進行「改善」與「創造」，且多著重於河道的土砂清疏、災後復建、護岸植生資材使用及親水設施規劃。倘若透過復原或增加河道蜿蜒度，配合湍瀨-深潭等元素，則有機會使自然棲地修復甚至復育。

本計畫屬工程技術研發領域之創新計畫，以兩年度做為全程創研規劃，本年度為計畫執行的第一年，執行期間始於 110 年 1 月 27 日，

止於 110 年 12 月 31 日。本年度完成的主要工作項目包含：(1) 水工試驗渠槽整備、(2) 挑流工設計、3D 模型列印與組裝、(3) 隱入式固床工設計、3D 模型列印與組裝、(4) 水工試驗與分析，以及 (5) 現場調查等。

現場調查發現，高達 67.02% 的渠道寬度小於 8.3 m，且整治後的野溪高度渠道化，並慣用固床工構造來達到穩定流心、調整溪流縱坡的目的，但卻使整治後的野溪水域完全隔間化，固床工下游趾部溪床的局部淘刷明顯。無可厚非的，山坡地溪流受兩岸地形限制、保全對象的需求等因素，使其發展受限，溪流被侷限在左右護岸之間擺盪，造成山坡地溪流外觀上的不協調、型態上的渠道化。本計畫認為，當生態檢核機制漸漸健全，野溪治理的思維與工法勢必要提早因應。

德國聯邦政府聯邦國會（Federal legislation）所建立的 70 條聯邦水資源法（the Federal Water Resources Act）之第 31 條聲明：「河川整治工程必須同時考慮到河川結構的調整，因為會使河溪景觀之外貌與遊憩等潛在功能有所變動，以及增進河溪生態棲地的負載能力。」

本計畫藉由挑流工的設計、定床與動床水工試驗，已獲得本年度的初步結論，本計畫所設計的挑流工群及其配置可以改變深槽及兩岸的蜿蜒，深槽彎曲指數最高可達 1.073、水流營造兩岸蜿蜒的彎曲指數最高可達 1.234。若以 Morisawa (1985) 對於溪流彎曲度的溪流型

態分類標準，順直河道的彎曲指數小於 1.05、彎曲河道的彎曲指數大於 1.05、蜿蜒河道的彎曲指數大於 1.5、辮狀河道的彎曲指數大於 1.3、網狀河道的彎曲指數大於 2.0，可見本計畫利用所設計的挑流工群可以在兩岸受護岸所侷限的環境下形成彎曲甚至達到辮狀河道的型態。

除了挑流工外，本計畫亦設計四款隱入式固床工，並對其中的 D 型隱入式透水固床工進行初步動床測試。測試試驗的結果發現，挑流工群無法與 D 型隱入式透水固床工同時存在。當上游挑流工群對渠床產生蜿蜒後，深槽及溪床蜿蜒受到隱入式固床工的阻擋而無法持續延伸，土砂在隱入式固床工的兩翼淤積，改變了深槽與蜿蜒溪床的坡度，並持續向上游方向堆積，摧毀了挑流工群所發展出來的深槽及溪流蜿蜒。

初步試驗的結果亦發現， D 型隱入式透水固床工的軸向角決定了溢流而過的水流的流心方向，固床工下游端的挑流工群不再產生挑流的功能。D 型隱入式透水固床工的初步測試宣告失敗，但觀察之所見有助於明年度對隱入式固床工設計的修正。

本計畫認為，透過不同資材及形狀所組合的河工結構物必定有其特殊的設計功能，藉由改變流況、流場、流速、水深，來提升流況歧異度、營造溪流蜿蜒、產生湍瀨-深潭結構，並提供水生生物避難與繁衍的場所，最終達到整流、囚砂、造就不同型態棲地環境的修復與

復育目標。

# 參考文獻


1. 毛壽彭，水工模型試驗，中國土木水利工程學會，臺灣，14-7～14-57，1987。
2. 水土保持手冊，工程篇，行政院農業委員會水土保持局，2017。
3. 行政院農業委員會水土保持局，"透水式固床工之工法研發與水理特性研究 (一) – 成果報告書"， 行政院農業委員會水土保持局，2016。
4. 行政院農業委員會水土保持局，"透水式固床工之工法研發與水理特性研究 (二) – 成果報告書"， 行政院農業委員會水土保持局，2017。
5. 行政院農業委員會水土保持局，"透水式固床工之工法研發與水理特性研究 (三) – 成果報告書"， 行政院農業委員會水土保持局，2018。
6. 何國勇，"近直線弧型開口式固床工應用於野溪治理之研究"，國立屏東科技大學水土保持系，162 頁，碩士論文，2007。
7. 林原巧，"開口式固床工應用於野溪整治之研究，國立屏東科技大學水土保持系，碩士論文，98 頁，2005。
8. 林瑞仁，"開口式帶工對整治後溪流蜿蜒促成可行性之研究"，國

立屏東科技大學水土保持系，碩士論文，65 頁，2004。

9. 陳沛霖，"圓弧型開口式固床工應用於野溪整治之研究"，國立屏東科技大學水土保持系，碩士論文，143 頁，2006。
10. 陳宥達，"透過式固床工水理特性及抑制淘刷效果之研究"，國立屏東科技大學水土保持系，碩士論文，93 頁，2016。
11. A.D. Abrahams, G. Li, and J.F. Atkinson, " Step-pool streams: Adjustment to maximum flow resistance," *Water Resources Research* 31, 2593-2602, 1995.
12. R.P. Beckinsale, " River regimes, " *In*: Chorley, R.J. (ed.), *Introduction to physical hydrology*, London, Methuen, 176-192, 1969.
13. D.I. Bray, " Regime Equations for Gravel-bed Rivers, " In：Hey, R.D., Bathurst, J.C. and Thorne, C.R. (eds), *Gravel-bed Rivers*. Wiley, Chichester, 517-552, 1980.
14. R. Cereghino, J.L. Giraydel, and A. Compin, " Spatial analysis of stream invertebrates distribution in the Adour-Garonne drainage basin (France), using Kohonen self organizing maps, " *Ecol. Modell.* 146(1-3), 167-180, 2001.
15. Y.-D. Chen and C.-C. Wu, " Permeable Groundsills in Flow Alternation and Scour Control for Headwater Streams, " River Flow 2020, *Proceedings of the 10th Conference on Fluvial Hydraulics*,

July 7th -10th , Delft, Netherlands, 2020.

16. A. Chin, "The Periodic Nature of Step-pool Mountain Streams," *American Journal of Science*, 302, 144-167, 2002.
17. M. Church, "Channel morphology and typology," In: Calow, P. and Petts, G.E. (eds), *The river's handbook: hydrological and ecological principles*. Oxford: Blackwell, 126-143, 1992.
18. W.M. Davis, "The geographical cycle," Geographical Journal 14, 481-504, 1899.
19. R.I. Ferguson, "The Threshold Between Meandering and Braiding," In：Smith, K.V.A. (ed.), *Channels and Channel Control Structures, Proceedings of the First International Conference on Hydraulic Design in Water Resources Engineering*. Springer-Verlag, Berlin, 6.15-6.29, 1984.
20. J. Fredsoe, "Meandering and Braiding of Rivers," *Journal of Fluid Mechanics*, 84, 609-624, 1978.
21. O.T. Gorman and J.R. Karr, "Habitat Structure and Stream Fish Communities," *Ecology*, 59(3), 507-515, 1978.
22. G.E. Grant and T.Mizuyama, "Origin of step-pool sequences in high-gradient streams: A flume experiment," *Proceedings of the Japan-U.S. Workshop on Snow Avalanche, Landslide, Debris Flow Prediction and Control*. Sept. 30 – Oct. 2, 1991. Tsukuba, JAPAN: 523-532, 1991.

23. A.M. Harvey, "Chanel capacity and the adjustment of streams to hydrologic regime, " *Journal of Hydrology* 8, 82-98, 1969.

24. R.D. Hey, "Stable River Morphology, " In: *Applied Fluvial Geomorphology for River Engineering and Management*, C.R. Throne, R.D. Hey, and M.D. Newson (eds), Wiley, Chichester, p. 237-268, 1997.

25. R.D. Hey and C.R. Thorne, "Stable Channel with Mobile Gravel Beds, " Journal of Hydraulic Engineering, 112, 671-689, 1986.

26. L. B. Leopold, *A view of the river*, Harvard University Press, Cambridge, MA, pp. 298, 1994.

27. L.B. Leopold and M.G. Wolman, *River Channel Patterns — Braided, Meandering and Straight*, USGS, Professional Paper 282B, 1957.

28. L.B. Leopold, M.G. Wolman, and J.P. Miller, *Fluvial Processes in Geomorphology*, Freeman, San Francisco, 1964.

29. M. Morisawa, *River - Forms and Process*, Longman, London, 1985.

30. T. Okazaki, Y. Gonda, Y. Nissii, and H. Kawabe, "Characteristics of Step-Pool Morphology in the Mountain Streams of Japan, " Disaster Mitigation of Debris Flows, Slope Failures and Landslides, 379-390, 2006.

31. G. Parker, "On the Cause and Characteristic Scales of Meandering and Braiding in Rivers, " American Journal of Science, 278,

1253-1268, 1976.

32. D.L. Rosgen, " A Classification of Natural Rivers, " *Catena*, 22, 169~199, 1994.
33. S.A. Schumm, *The fluvial system*, New York, John Wiley &Sons, 338 p, 1977.
34. S.A. Schumm, " Evolution and response of the fluvial system, sedimentological implications, " In: Ethridge, F.G., Flores, R.M. (Eds.), *Recent and Nonmarine Depositional Environments*. SEPM (Society for Sedimentary Geology), Special Publication 31, 1981.
35. M.A. Stevens, D.B. Simons, and E.V. Richardson, " Non-equilibrium river form, " *Journal of Hydraulics Division American Society of Civil Engineers* 101, HY5, 557-566, 1975.
36. C.R. Thorne, R.D. Hey, and M.D. Newson, *Applied Fluvial Geomorphology for River Engineering and Management*, John Wiley & Sons Ltd., 376 pp., 1997.
37. Z.Y. Wang, C.S. Melching, X.H. Duan, and G.A. Yu. "Ecological and hydraulic studies of step-pool systems, " *Journal of Hydraulic Engineering* 135(9): 705-717, 2009.
38. J.G. Whittaker and M.N.R. Jaeggi, " Origin of step-pool systems in mountain streams, " *Journal of Hydraulics Division American Society of Civil Engineers* 108: 758-773, 1982.
39. E.E. Wohl and D.M. Thompson, " Velocity characteristics along a small step-pool channel, " *Earth Surface Processes and Landforms*

25: 353-367, 2000.

40. C.C. Wu and Y.C. Lin, "Diversity of streambed features caused by open-slot groundsills," In: *River Flow 2006*, edited by Ferreira, Alves, Leal and Cardoso. *Proceedings of the International Conference on Fluvial Hydraulics*, Lisbon, Portugal, Sept. 6-8, Taylor & Francis, pp. 1665-1671, 2006.

# 附錄

## 附錄一、期初審查會議紀錄暨回覆辦理情形

| 項次 | 審查意見 | 回覆辦理情形 |
|---|---|---|
| **報告內容審查意見：** | | |
| 1 | 計畫試驗採清水流動床試驗，不考慮上游來砂量，然而上游來砂量會影響渠床形貌變化，可能亦為一重要的影響因子。 | 本試驗之主要訴求在於創造可以提高渠床蜿蜒度的方法。因此，試驗現階段專注於測試不同工法配置所產生的效果，因此不考慮於試驗中增加供砂。 |
| 2 | 水工試驗考慮 水工試驗考慮6個影響因子，預計總共進行幾組試驗。 | 本研究考量的6個影響因子皆與溪床型態的變化有密切關聯，但試驗的場次並不會做滿6項因子之完整交叉排列，而是以蜿蜒創造為主要目的。因此，本研究將從6項因子之中找尋最相關者，而後進行重點測試。 |
| 3 | 第2-8頁，計畫以「沖淤規模」及「蜿蜒度」做為挑流構造物與隱入式固床工之成效評估指標，其中沖淤為空間分布，如何量化並比較各組試驗成果？ | 本計畫針對沖淤規模之量化，以電子式測距儀進行高精度地形測量後，以SURFER軟體繪製渠道之地形分層設色圖，可有效將各組試驗之沖淤規模差異視覺化。 |
| 4 | 在水工試驗，挑流構造物及隱入式固床工的設計參數是否為單一定值，不考慮為影響因子，如挑流構造物與河岸之夾角、挑流構造物的長度與河寬之比例等。 | 感謝指導，將於本年度後續報告中加強說明。 |
| 5 | 建議於「現場調查與案例收集」，考慮挑流構造物的相關設計參數，如挑流構造物與河 | 感謝指導，將於本年度後續報告中加強說明。 |

| 項次 | 審查意見 | 回覆辦理情形 |
|---|---|---|
| | 岸之夾角、挑流構造物的長度與河寬之比例等。 | |
| 6 | 挑流構造物設計僅蒐集英國案例，建議增加德國、奧地利、日本等地形相似國家常用案例做為參考佐證。 | 感謝指導，各國成功的案例均值得學習與參考，但不見得可以達到佐證的目的，畢竟挑流構造物是否能達到設計時想定的目標仍受到溪流流量、溪床坡度、床質粒徑的影響，屬於動態的系統。未來年度將加強國外案例的蒐集。 |
| 7 | 計畫目的為溪流蜿蜒營造之創新工法，惟有蜿蜒性未見探討，請提出具體研究方法、步驟。 | 本研究所探討之蜿蜒性，具體上可以「彎曲指數(sinuosity index)」來量化，將於本年度後續報告中加強說明。 |
| 8 | 請補附參與研究人員學經歷及人力配置、分工。 | 遵照辦理，已增加附錄三。 |
| 9 | P.2-3丁壩主要施設於溪幅寬度較大及受攻擊的溪岸段，故為局部施設，如何營造溪流蜿蜒度，建議補充說明。 | 感謝指導，將於本年度後續報告中加強說明。 |
| 10 | P.2-4二、三標題皆有3D模型列印與組裝，惟內容並未提及「3D模型列印與組裝」，建議修正標題或補充內容。 | 感謝指導，將於本年度後續報告中加強說明。 |
| 11 | 水土保持手冊並無隱入式固床工一詞，建議仍用固床工，於內容說明補充主要以低於溪床高度之固床工進行探討。 | 固床工為出露溪床表面高度甚矮的橫向構造物之統稱，過去20年以來，固床工的型式開始出現多元設計；例如：淺碟式固床工、開口式固床工、弧形固床工等，進而產生新的名詞，以便達到「顧名思義」之目的。隱入式固床工，倘若研究成功，亦將以「隱入式固床工」命名之。 |

| 項次 | 審查意見 | 回覆辦理情形 |
|---|---|---|
| 12 | 固床工以保護溪床免於被洪水沖刷下切為目的之橫向阻水構造物，如何營造溪流蜿蜒度，建議補充說明。 | 感謝指導，將於本年度後續報告中加強說明。 |
| 13 | 丁壩與固床工內容均只探討施設方式與溪流蜿蜒型態之關係，並未提及友善生態營造，建議補充說明。 | 感謝指導，將於本年度後續報告中加強說明。至於友善生態營造，將列為第二年度的工作項目之一。 |
| 14 | P2-9「…依據各工程項目內容進行第二次篩選」，請補充說明篩選方式。 | 感謝指導，將於本年度後續報告中加強說明。 |
| 15 | 現場案例調查與收集中提及「…是否有機會於治理段間形成縱、橫向的生態廊道」，是否可補充說明判斷機制。 | 整治段內形成生態廊道之可能性，以是地形是否保有連續性、是否具有急遽之高程落差、材質是否友善於生態遷徙(不可過於光滑、陡急)、是否有利於生態繁衍(多棲地、多孔性)等特性加以判斷。 |
| 16 | 溪流蜿蜒有益於環境生態友善，本研究針對挑流工、固床工等工項，試問挑流工之設置與溪流寬度間之關係為何？如何決定及取捨？ | 本研究依照文獻調查結果以及台灣工程實務經驗將丁壩之最大長度設計為渠道寬度之1/3，最小長度則為渠道寬度之1/10。因此，可於試驗中觀察不同挑流工及渠道寬度關係之間所呈現的蜿蜒營造效果。 |
| 17 | 補充說明試驗床砂粒徑如何決定。 | 感謝指導，將於本年度後續報告中加強說明。 |
| 18 | 補充說明透水式挑流構造物之試驗操作變項組合及其水理特性影響。 | 透水式挑流構造物之變項以通透度(Permeability)為主，及構造物內可供水體自由流通的體積比。對於水理特性而言，具有透水性之構造物可有效分散水流強度；從生態營造的角度而言，透水性設計則有助於增加棲地空間。 |

| 項次 | 審查意見 | 回覆辦理情形 |
|---|---|---|
| 19 | 補充說明相關挑選現場調查區位之原則。 | 現場調查點位之篩選方式，本研究團隊依照工程項目內容、工程完工年份、調查區位之可調查性等因素，最後篩選出符合本研究之調查最大效益者，實施現場調查。 |
| 20 | 年計畫係二年期之第一年，既屬工程技術創新研發，宜有全程計畫之分年目標、預期成效供參。 | 感謝指導，遵照辦理。 |
| 21 | 本計畫目前已完成近五年相關野溪治理工程地點及內容之篩選 (如表3-2) 79處，是否全納入現場調查或再挑選幾處適合者？評估原則為何？ | 本計畫於表3-2中所列之79處工程地點，皆已確定納入現場調查之點位，並不會進行更進一步的篩選。現場調查點位之篩選方式，本研究團隊依照工程項目內容、工程完工年份、調查區位之可調查性等因素，最後篩選出符合本研究之調查最大效益者，實施現場調查。 |
| 22 | 建請擇一處現場符合(理想)生態友善及自然野溪河相型態之未治理野溪河段實施現況調查記錄，供試驗設計參據及後續治理成果之觀察與檢視。 | 感謝指導，將建請水土保持局另外成立委辦補助案，進行未治理野溪河段的現況調查記錄與治理成果的觀察。 |

# 附錄二、期中審查會議紀錄暨回覆辦理情形

| 項次 | 審查意見 | 回覆辦理情形 |
|---|---|---|
| **報告內容審查意見：** | | |
| 1 | 請增加摘要，列出計畫目的、工作項目；至期中已完成項目、獲致或觀測之初步成果、待完成項目及時程、遭遇困難及解決對策、事項等。 | 遵照辦理。 |
| 2 | 現場調查紀錄之空拍圖請標示水流方向；工程項目：空污防治舖面請概述其工法。 | 已於現場調查紀錄表中標示水流方向，空污防治舖面與本計畫之目的無關。 |
| 3 | 初步推論於溪幅較小之野溪不適運用丁壩工法，且調查案例僅一處施設丁壩，建議加強各型固床工之水工試驗，以符合工程設計之運用需求。 | 感謝指導，各型固床工水工試驗的增加已超過本計畫研提的目標、工作項目與經費，建請水土保持局另外成立委辦補助案辦理。 |
| 4 | 現地調查之完成重果豐盛，值得肯定。 | 感謝指導。 |
| 5 | 水工試驗為接下來之重點，試問進行測試時可有發現問題？如何解決請併與說明。正是試驗時，如何安排各種規格組合排列方式去測？請補充說明，其試驗之內容與現場實際情形如何結合？最終產出如何運用？皆於期末說明並附相關資料佐參。 | 感謝指導，遵照辦理。 |
| 6 | 請補充期初審查意見之辦理情形。 | 遵照辦理。 |
| 7 | 圖3-1請補充無法完成調查之點位。 | 遵照辦理，已於圖3-1中標示。 |

| 項次 | 審查意見 | 回覆辦理情形 |
|---|---|---|
| 8 | 現場調查紀錄之工程內容是圖示之工程內容數量不同，請補充說明(如萬安親水公園旁及武潭野溪治理工程內容為固床工7座，圖示僅標示2座)。 | 調查紀錄中之工程內容係指工程管考系統資料之搜尋結果；而圖示中所列之工程內容數量，是指實地現場調查之工程內容。<br>除此之外，本計畫之目的並非做構造物調查，也非執行工程查核。現場調查的用意主要是要彰顯調查地點野溪整治的樣態以及共通點，做為未來野溪整治精進的參考或借鏡。 |
| 9 | P.3-53內文提及「目前所調查的工程點位完全沒有設置丁壩的可能」，本研究主要研究丁壩之應用，請補充說明未來如何應用於水保局之治理工程。 | 本研究的主要研究目的在於探討整治後順直溪流蜿蜒營造的可能性，期望能夠改變目前國內野溪渠道化的觀感落差，丁壩並非唯一手段。<br>將於期末報告中明確說明本研究的目的，以免造成誤解。 |
| 10 | 第四章已有水工試驗相關成果，表5-1中之水工試驗與分析之目前成果卻為0，請修正。 | 感謝委員對期中階段水工前期試驗成果的肯定，期末報告中會遵照修正。 |

# 附錄三、期末審查會議紀錄暨回覆辦理情形

| 項次 | 審查意見 | 回覆辦理情形 |
|---|---|---|
| **報告內容審查意見：** | | |
| 1 | 可尋找試驗區與分局、在地NGO共同施作環境營造，並搭配後續追蹤調查，作為生態案例驗證。 | 感謝指教，第二年度可考慮列入工作項目中，並尋求合作的分局選定地點試作。 |
| 2 | 非常有參考性的指標前期試驗，有助於改進野溪治理設計方法。 | 謝謝指教與對本研究的認同。 |

# 附錄四、研究人員之學經歷

| 職稱 | 姓名 | 學經歷 |
|---|---|---|
| 計畫主持人 | 吳嘉俊 | 學歷：<br>美國密西西比大學土木工程博士<br>重要經歷：<br>國立屏東科技大學專任教授 (1999.08 ~ 迄今)<br>國立屏東科技大學專任副教授 (1992.02 ~ 1999.07)<br>National Sedimentation Lab., Oxford, MS, USDA-ARS (1985.08 ~ 1991.12)<br>研究領域及專長：<br>泥沙輸送、土壤沖蝕、水土保持 |
| 研究人員 | 陳宥達 | 學歷：<br>國立屏東科技大學土木工程研究所博士候選人 (2020.08 ~ 迄今)<br>國立屏東科技大學水土保持系碩士 (2015.09 ~ 2017.08)<br>研究經歷及專長：<br>行政院農業委員會水土保持局補創新計畫「透水式固床工之工法研發與水理特性研究(一)、(二)」(2015.09 ~ 2017.08)<br>研究領域及專長：<br>水工試驗、土壤沖蝕 |
| 研究人員 | 畢媛 | 國立屏東科技大學水土保持系碩士生 (2021.09 ~ 迄今) |
| 研究人員 | 倪湘志 | 國立屏東科技大學水土保持系碩士 (2019.09 ~ 2021.06)<br>研究領域及專長：<br>水工試驗 |

| 職稱 | 姓名 | 學經歷 |
|---|---|---|
| 研究人員 | 卓研安 | 國立屏東科技大學水土保持系大學在校生(2018.09 ~ 迄今) |
| 研究人員 | 張朝瑋 | 國立屏東科技大學水土保持系大學在校生(2018.09 ~ 迄今) |