



109 創新研究

# 應用微型沖刷樁觀測系列固床工下游局部 沖刷深度之動態變化及其合理間距之設計

期 末 簡 報

計畫  
主持人

林秉賢 博士

執行  
日期

109年02月06日  
至  
109年12月31日

簡報  
日期

111年03月01日



01

前言

02

基本資料蒐集與調查

03

微型沖刷樁組成與觀測原理

04

現場觀測資料擷取

05

分析與討論

06

結論與建議



# 01 | 前言

Application of micro-scouring piles to observe local scour depths downstream of a series of structures Design of Dynamic Change of Degree and Reasonable Spacing

# 前言

## 緣起

系列固床工是台灣山坡地野溪極為常見之野溪工程，不論工法理論或是實務技術均已臻成熟，但因橫向構造物導致通水斷面突然改變，水流沖刷河床能力提升，使構造物下游造成有限範圍之局部沖刷現象

## 緣起

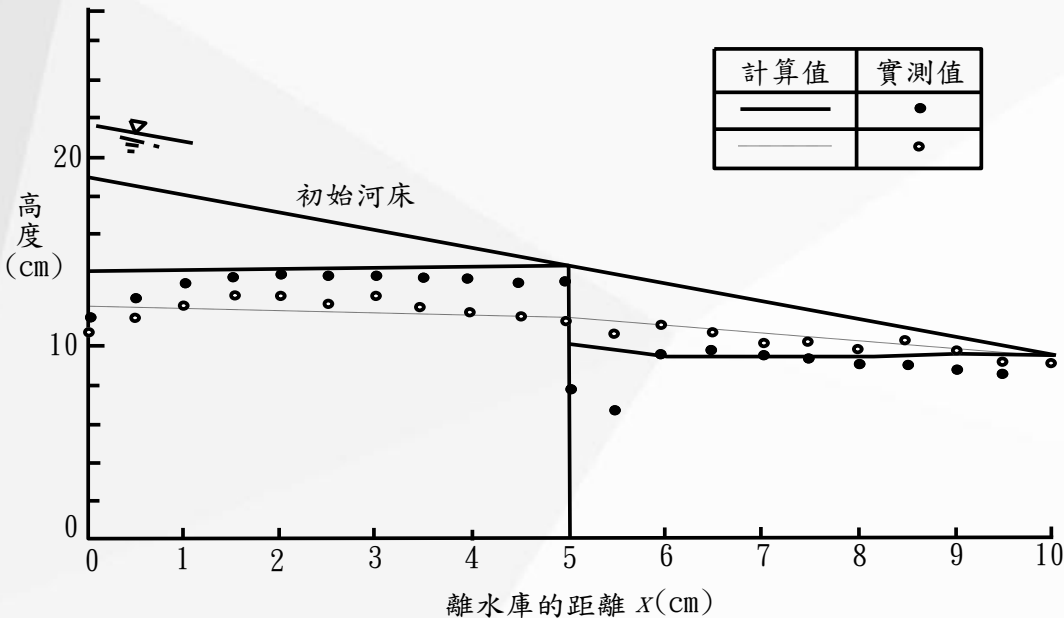
當系列固床工前、後固床工間距過大時，導致後一座固床工下游溪床基礎泥砂遭水流淘空，倘若遇有基礎深度不足之情事，則固床工下游局部沖刷深度之發生及發展，勢必導致固床工之毀損或失去效能

## 目標

掌握固床工下游局部沖刷深度之動態變化，就能確認系列固床工間距之合理性，進而就可以提供固床工基礎深度設計之參採

# 文獻回顧

## 系列固床工間距相關研究



有、無固定床面的河床下降比較

池谷 浩(1977)

$$L_s = \begin{cases} (1 \sim 2) / S_d & 1/30 > S_d > 1/60 \\ (1 \sim 1.5) / S_d & S_d < 1/60 \end{cases}$$

黃政達(1995)

$$L_s = 4.67 d_{65}^{0.14} h^{-0.73} S_o^{-0.45}$$

游繁結(1996)

$$L_s = 4.67 \frac{d_{65}^{0.14}}{h^{0.73} S_o^{0.45}}$$

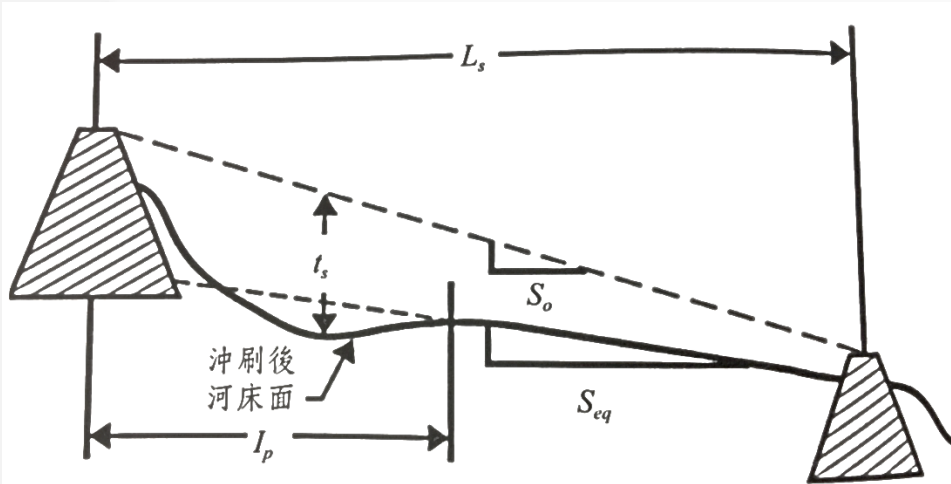
劉世昌(1997)

$$\text{床質粒徑偏大者: } L_s = \frac{100 \times H_g}{1.2 + 1.5 \times S_o}$$

$$\text{床質粒徑偏小者: } L_s = \frac{100 \times H_g}{4.5 + 1.1 \times S_o}$$

# 文獻回顧

## 局部沖刷坑深度與固床工間距之相關性研究



連惠邦(2001)以室內渠槽試驗

$$\frac{S_{ro} - S_r}{\sqrt{gL}} = 8 \times 10^{-5} \left( \frac{W - W_c}{W} \right)^{2.81} \left( \frac{L_o - L_s}{L_o} \right)^{2.81} S_o^{1.23}$$

王志豪 (2008)

$$\frac{t_s}{H_s} = 0.318 + 2.314 \left( \frac{a_1}{H_s} \right) - 0.15 \left( \frac{a_1}{\Delta d_{50}} \right)$$

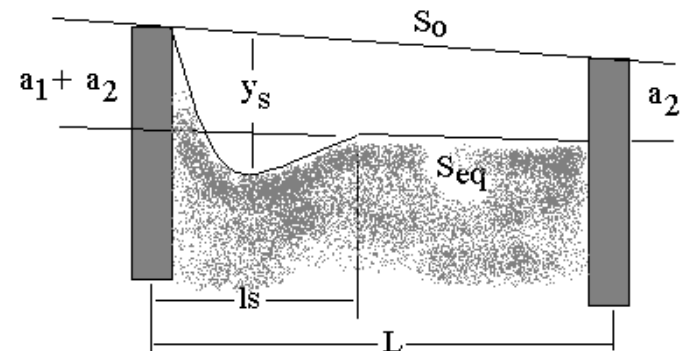
$$\frac{S_{ra}}{\sqrt{gh}} = 2.9 \times 10^{-4} \left( \frac{W - W_c}{W} \right)^{0.86} \left( \frac{L_s}{L_o} \right)^{0.37} S_o^{1.28}$$

緩坡河道( $S_0 \leq 0.02$ )

$$\frac{t_s}{H_s} = 0.180 \frac{a_1}{(\rho_s / \rho_w - 1) d_{50}} + 0.369$$

山區陡坡河道(坡度  $\geq 0.08$ )

$$\frac{t_s}{H_s} = 0.436 + 0.06 \left[ \frac{a_1}{(\rho_s / \rho_w - 1) d_{95}} \right]^{1.4908} + 1.4525 \left[ \frac{a_1}{H_s} \right]^{0.8626}$$



# 文獻回顧

## Beacon相關應用文獻



義大世界與工研院(2014)合作推出 Beacon 導覽APP，經由Beacon 藍牙發射裝置搭配App，讓遊客透過導航功能，帶遊客到他們想去的櫃位及車位，當遊客蒞臨有提供優惠的櫃位時，亦可經由App獲得購物優惠之價格及相關優惠訊息。

何超(2018)利用硬體系統包括Beacon 基站和Beacon集中器，搭載傳感器的基站和集中器組成傳感網路，作為室內環境監測之硬件平台。

湯國俊與李來春(2015)透過Beacon藍牙發射器研究國立臺北科技大學校史館展場提供參訪者互動的展覽環境。

黃悅深與劉敏(2015)發表基於Beacon的移動圖書館應用方案比現有圖書館LBS建構方案具有更好情景感知性、易用性和經濟性。



## 02 | 基本資料蒐集與調查

- 選定原則及場址
- 基本資料分析

Application of micro-scouring piles to observe local scour depths downstream of a series of structures Design of Dynamic Change of Degree and Reasonable Spacing

# 選定原則及場址

集水區面積、溪床質、固床工坐落範圍平均溪床坡度、斷面尺寸等均應略有差異

應具有3-5座以上系列固床工，且其系列固床工之間距應有所差異

01

苗栗縣南港溪支流大坪野溪河道治理工程

02

苗栗縣苑裡溪集水區石頭溪櫻花橋下游系列固床工

臺中市草湖溪集水區支流北溝溪民生橋上游土砂災害治理工程



# 基本資料分析

## 苗栗縣南港溪支流 大坪野溪河道治理工程

位於水保局山坡地集水區  
之苑裡溪集水區內



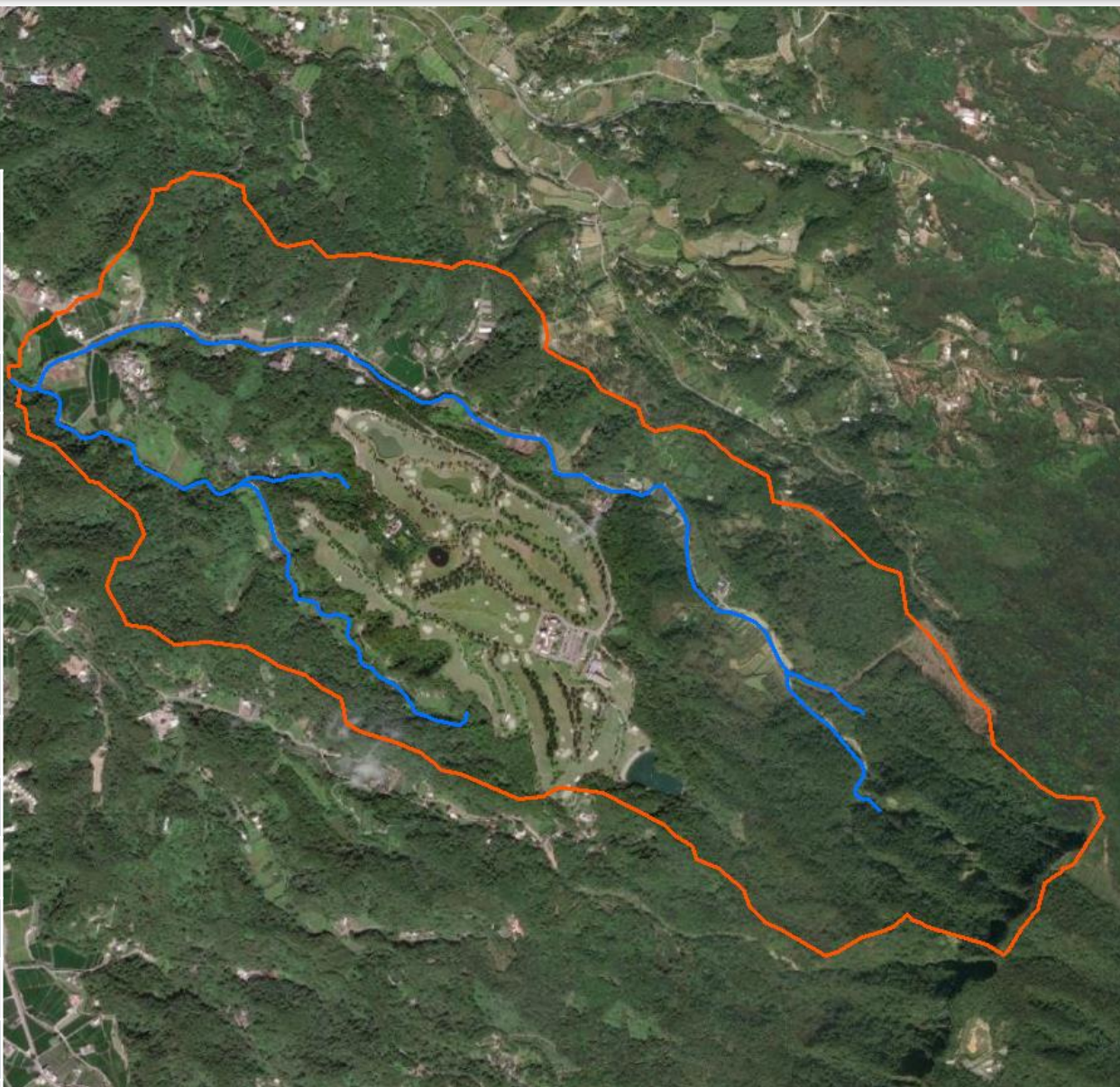
|                          |         |
|--------------------------|---------|
| 集水區面積(ha)                | 709.96  |
| 主流長度(m)                  | 5.1     |
| 最低高程(m)                  | 13.6    |
| 最高高程(m)                  | 195.4   |
| 平均高程(m)                  | 142     |
| 集水區主要坡度                  | 六級坡     |
| 集水區主要坡向                  | 西南      |
| 集水區主要地質                  | 卓蘭層     |
| 平均氣溫(°C)                 | 22.9    |
| 年平均雨量(mm)                | 1,707.3 |
| 平均粒徑(mm)                 | 0.32    |
| D <sub>50</sub> 代表粒徑(mm) | 1.01    |
| 固床工數量                    | 7       |
| 監測處有效高度(cm)              | 0       |
| 監測處固床工間距(m)              | 34.9    |

# 基本資料分析

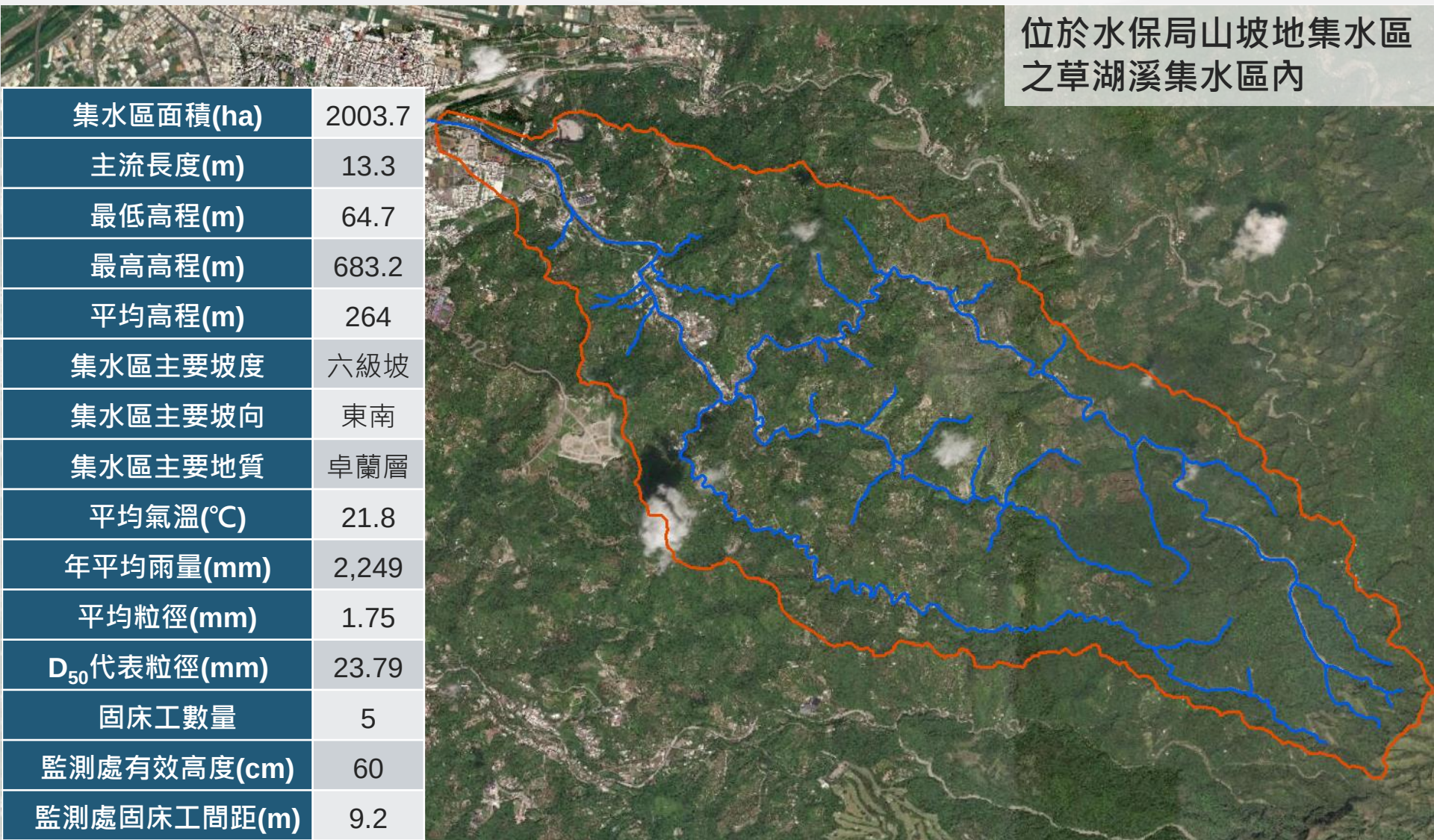
苗栗縣苑裡溪集水區  
石頭溪櫻花橋下游系列固床工

位於水保局山坡地集水區  
之苗栗縣南港溪集水區

|                          |             |
|--------------------------|-------------|
| 集水區面積(ha)                | 422.17      |
| 主流長度(m)                  | 3.7         |
| 最低高程(m)                  | 603.4       |
| 最高高程(m)                  | 422         |
| 平均高程(m)                  | 154         |
| 集水區主要坡度                  | 二級坡         |
| 集水區主要坡向                  | 西向          |
| 集水區主要地質                  | 頭嵙山層<br>香山段 |
| 平均氣溫(°C)                 | 21.3        |
| 年平均雨量(mm)                | 2,128.5     |
| 平均粒徑(mm)                 | 1.04        |
| D <sub>50</sub> 代表粒徑(mm) | 12.73       |
| 固床工數量                    | 10          |
| 監測處有效高度(cm)              | 40          |
| 監測處固床工間距(m)              | 39          |



# 基本資料分析 | 臺中市草湖溪集水區支流北溝溪民生橋上游土砂災害治理工程





# 03 | 微型沖刷樁組成與觀測原理

- 微型沖刷磚組及觀測原理
- 水深計規格及觀測原理

Application of micro-scouring piles to observe local scour depths downstream of a series of structures Design of Dynamic Change of Degree and Reasonable Spacing

# 微型沖刷磚組及觀測原理



## 01

### 混凝土製圓柱體

由混凝土包覆PVC管所組成，柱體高度約5cm，直徑為10cm，圓柱體頂面預留直徑約7.7cm，深度約7cm的圓柱形空間，以嵌入小型無線定位發射器



## 02 小型無線定位發射器

採低耗電Beacon作為無線定位發射器，Beacon密度略高於水體無法浮出水面，故置於壓克力盒內，並於盒蓋與盒身處塗上防水膠水及黏貼防水膠布以避免溪水滲入



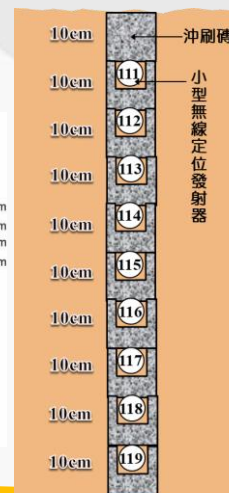
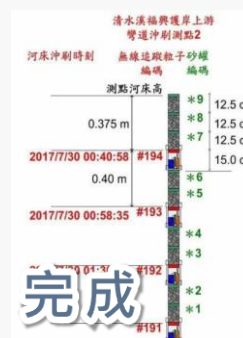
## 03 組合

將混凝土製圓柱體與小型無線定位發射器組合



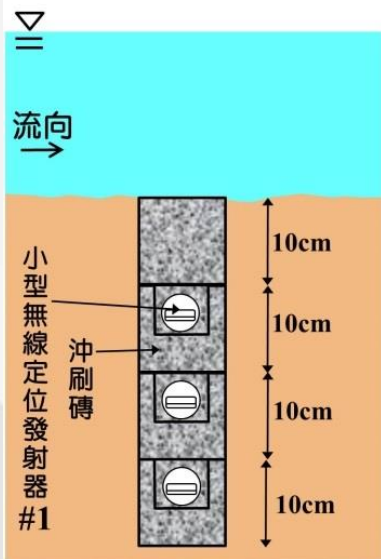
## 04 組裝微型沖刷磚組

將組合後沖刷磚疊合

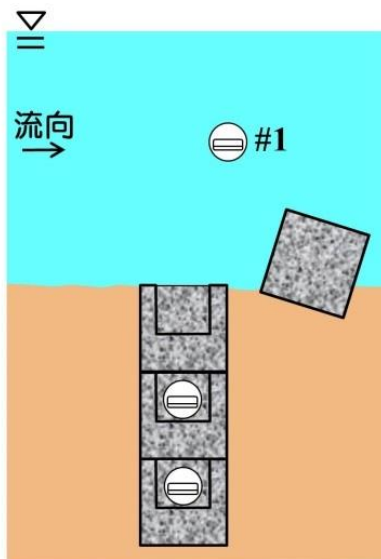


# 微型沖刷磚組及觀測原理

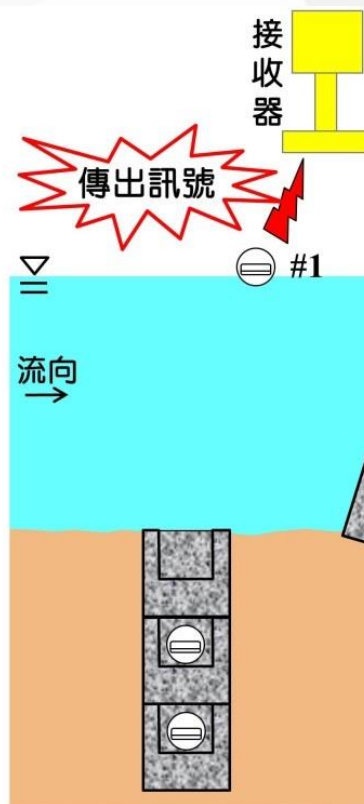
● 設置原則：本計畫沖刷坑埋設位置以河道內已有沖刷坑為主要埋設位置，且埋設於沖刷坑最深處，如無沖刷坑則以溪流中心線固床工中間下游0.5m處，並依據現地進行調整。



沖刷磚高度10cm，含小型無線定位發射器

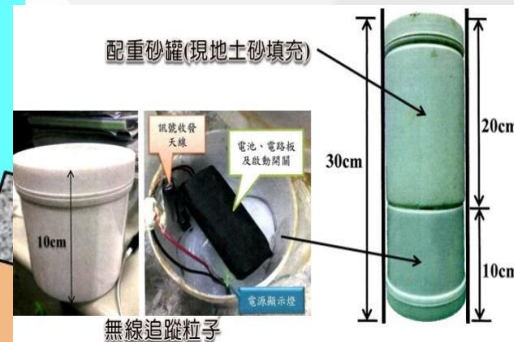
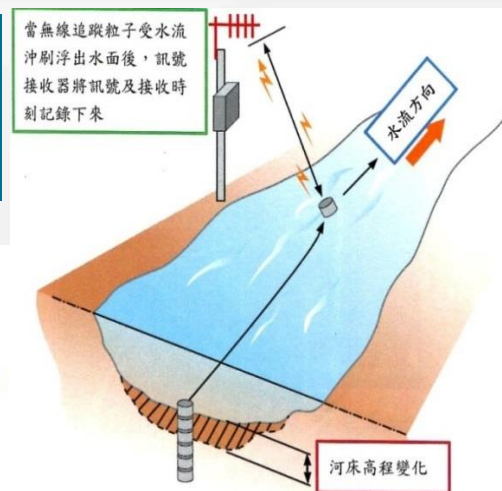


當河床沖刷10cm，沖刷磚位移，發射器(#1)上浮至水面



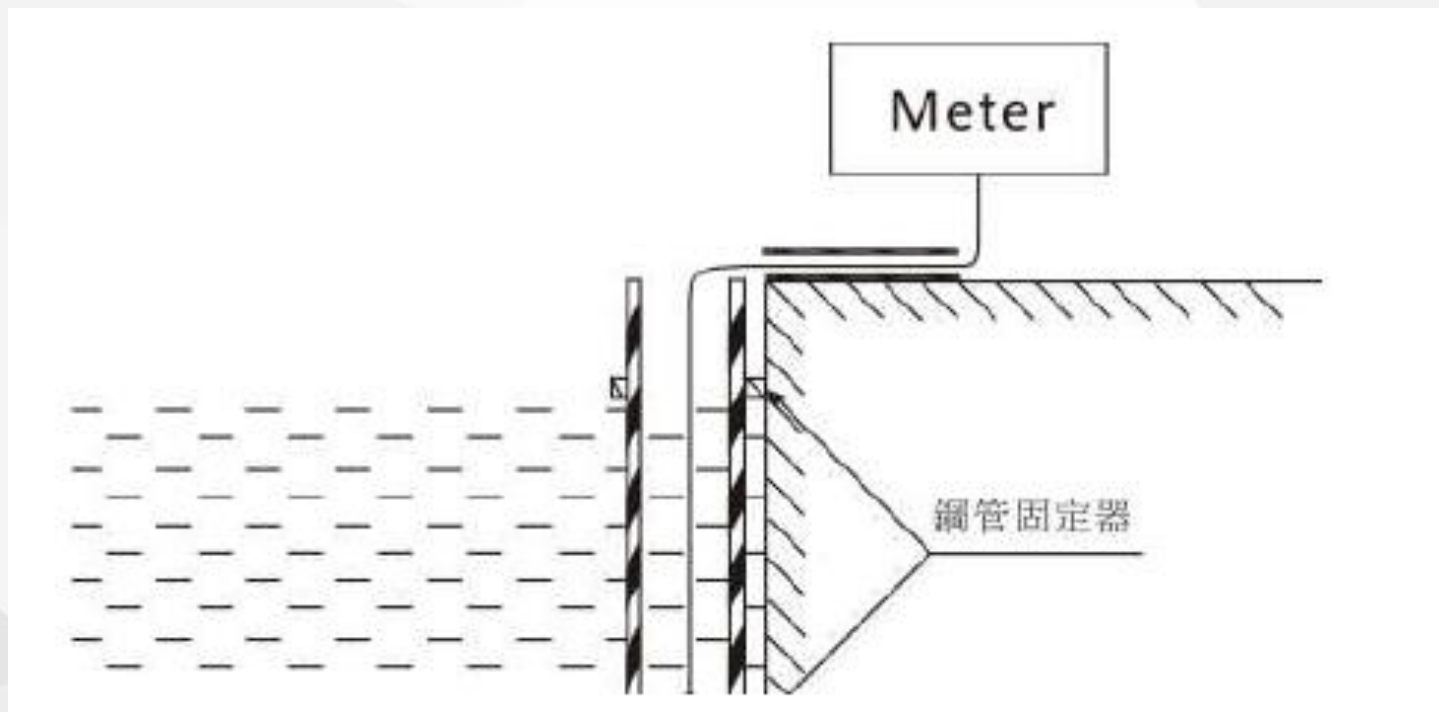
空氣可傳出訊號，接收器收到信號：

- ✓ 發射器編號#1 (知河床沖刷10cm)
- ✓ 時間(知沖刷發生時間)



# 水深計規格及觀測原理

- 水深計採自計式壓力式水深計，並以採10分鐘紀錄一筆
- 本計畫採用之水深計利用所測液體靜壓與該液體的高度成比例的原理，將靜壓轉換為電流信號。感測器本體為全密封不銹鋼結構，投入式設計，具精度高、體積小、安裝使用方便等特點。水池、水井、水庫、河道等場所之水深測量。
- 主要設置於護岸旁，位於沖刷樁埋設下游位置，與接收站共構



## 04 | 現場觀測資料擷取

- 苗栗縣南港溪支流大坪野溪河道治理工程
- 苗栗縣苑裡溪集水區石頭溪櫻花橋下游系列固床工
- 臺中市草湖溪集水區支流北溝溪民生橋上游土砂災害治理工程

Application of micro-scouring piles to observe local scour depths downstream of a series of structures Design of Dynamic Change of Degree and Reasonable Spacing

# 苗栗縣南港溪支流大坪野溪河道治理工程

## 布置情形

- 沖刷磚埋設於距離固床工下游中間約2.7m處
- 沖刷磚接收器與水深計共構，設於沖刷樁下游約14.9公尺固床工上游處
- 沖刷樁設置於既有沖刷坑內之最底部，與溪床間距約40-45 cm，並往下配置10顆沖刷磚

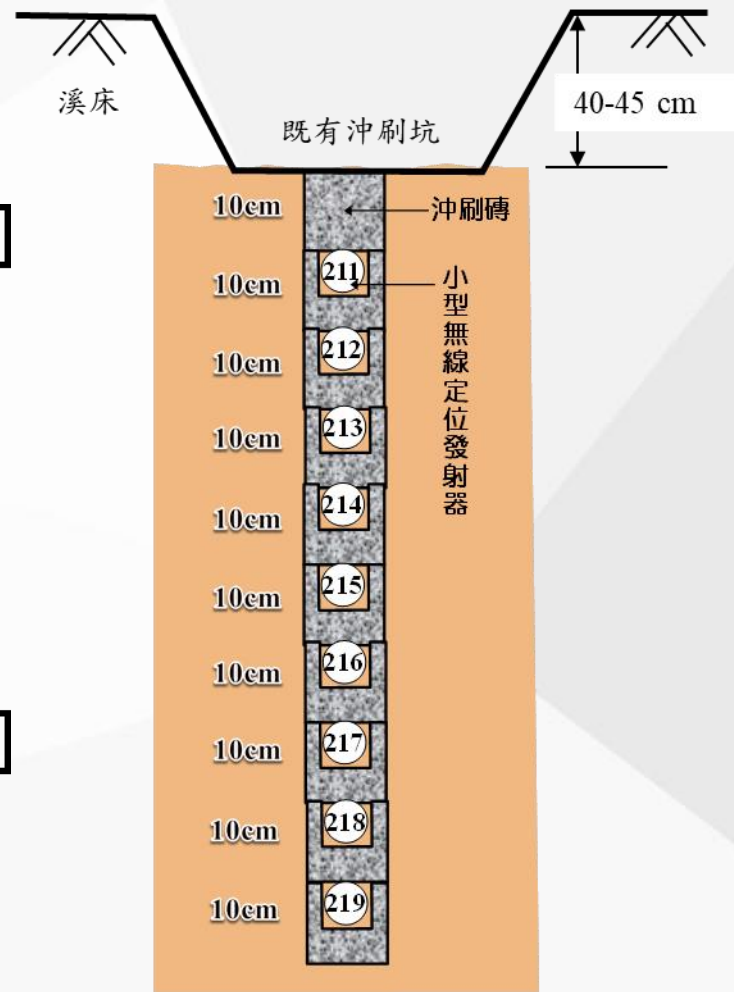
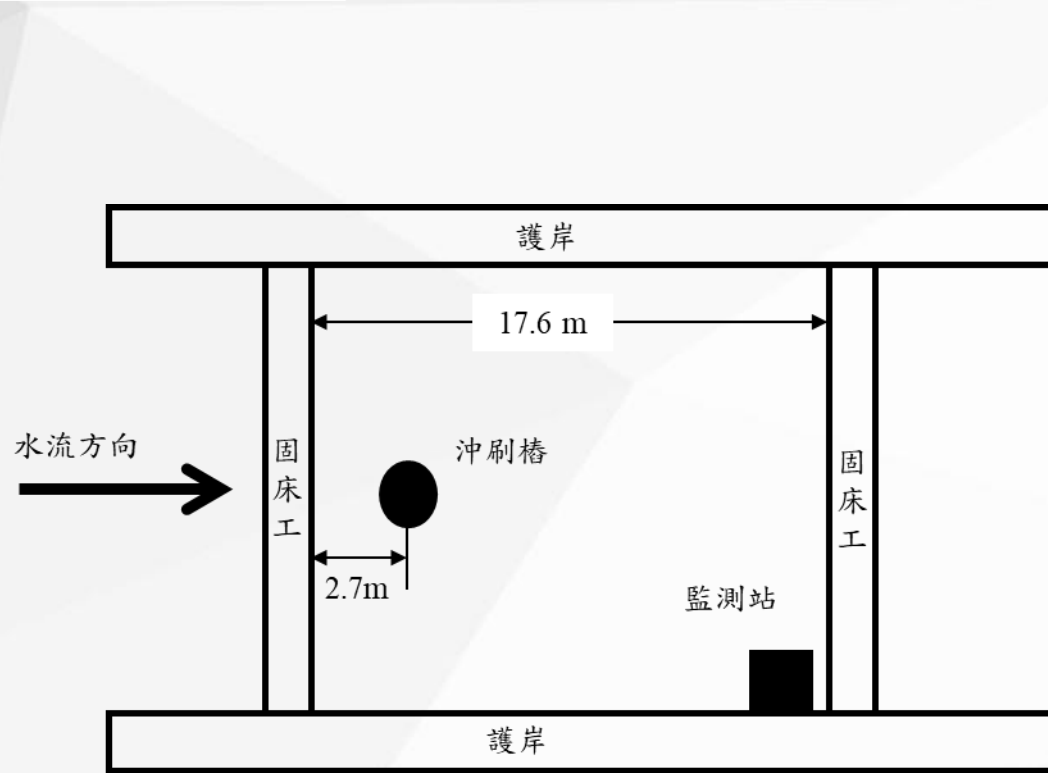


圖例

- 沖刷樁位置
- 監測站位置
- 連續固床工位置

# 苗栗縣南港溪支流大坪野溪河道治理工程

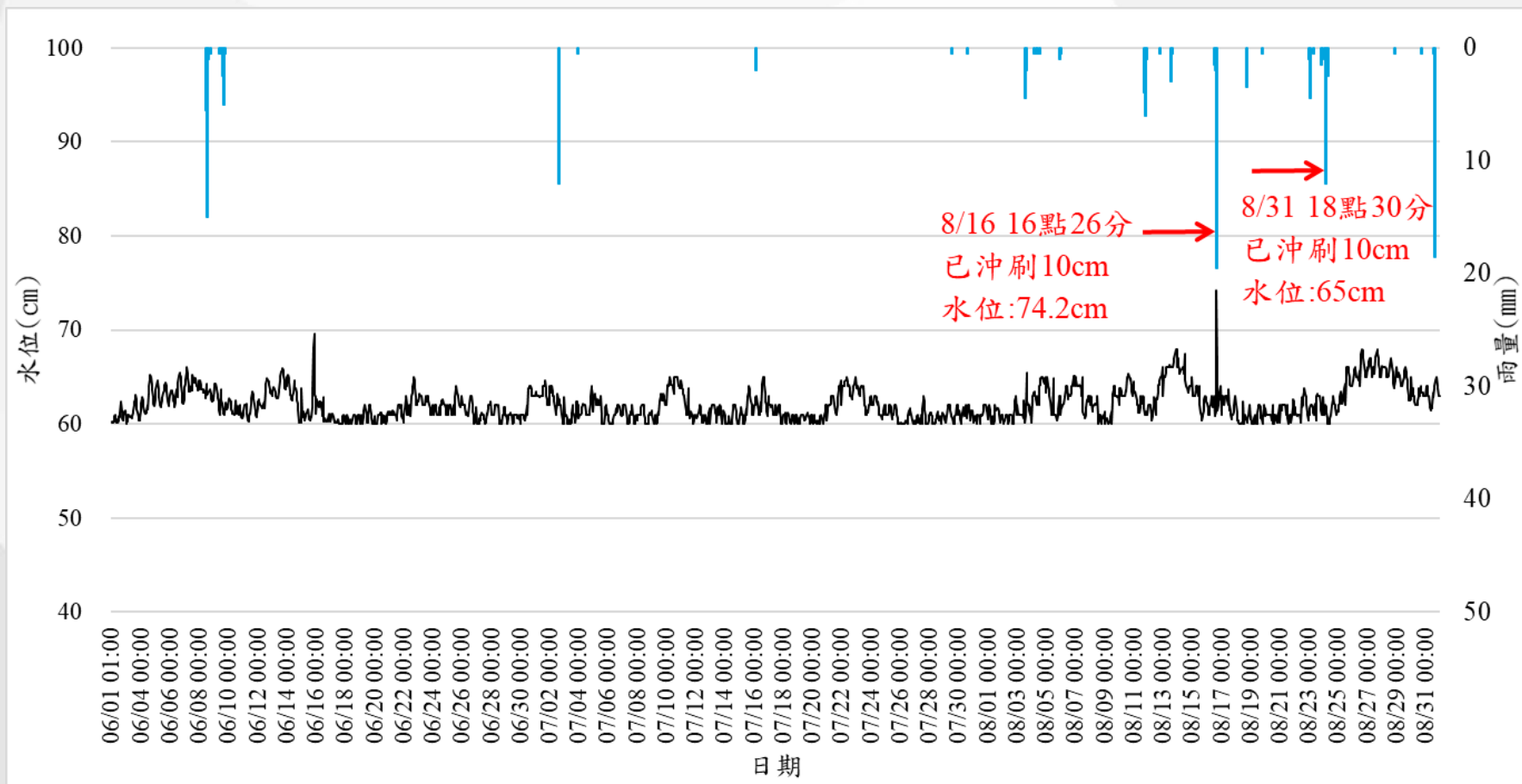
## 布置情形



# 苗栗縣南港溪支流大坪野溪河道治理工程

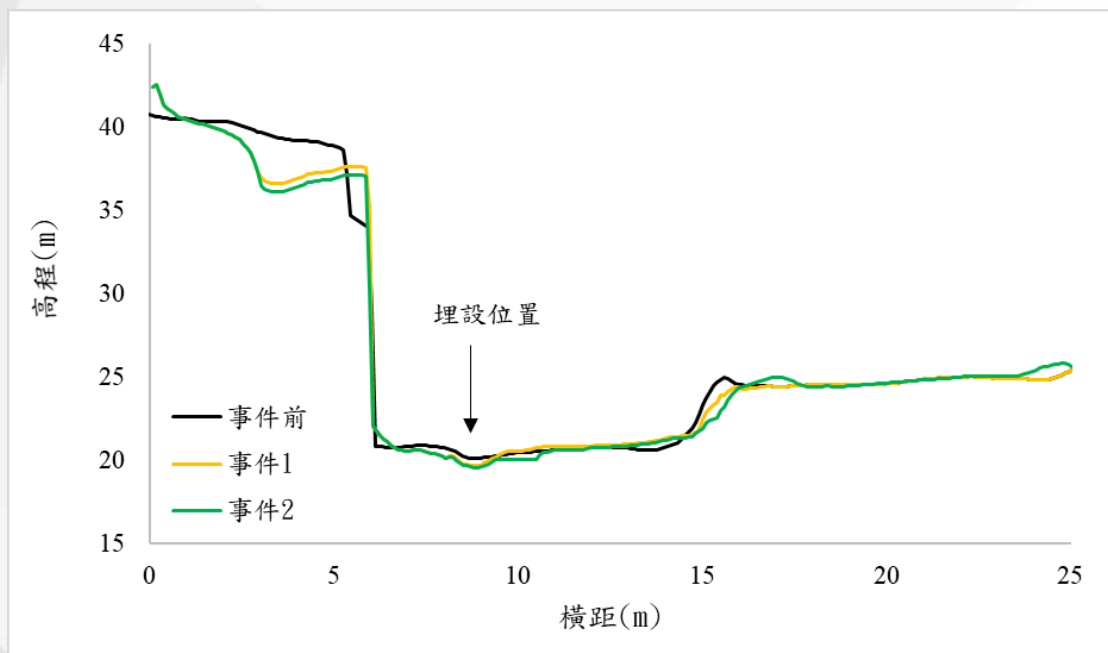
## 監測情形

自6月1日開始實施監測，直到10月31日止，分別8月16日 16點26分沖出一個沖刷樁，其相應沖刷深度為10公分，此時固床工上相應水深為74.2公分；第二次沖刷樁沖出時間為8月31日 18點30分，沖出深度為10公分，固床工上相應水深為65公分



# 苗栗縣南港溪支流大坪野溪河道治理工程

## 固床工下游斷面變動



- 第一次降雨事件，雖遭水流沖出一個沖刷磚，惟現況沖刷坑深度僅為43公分，顯然有部分沖刷深度遭土砂回淤，其沖刷痕跡已不可見
- 但第二次降雨事件，溪床卻有明顯地下降，其沖刷深度約達10公分，並無被土砂所回淤，現況沖刷坑深度達50公分

# 苗栗縣苑裡溪集水區石頭溪櫻花橋下游系列固床工

## 布置情形

- 沖刷磚埋設於距離固床工下游中間約2.0m處
- 沖刷磚接收器與水深計共構，設於沖刷樁下游約58.7公尺固床工上游處
- 沖刷樁設置於既有沖刷坑內之最底部，與溪床間距約25-28 cm，並往下配置10顆沖刷磚

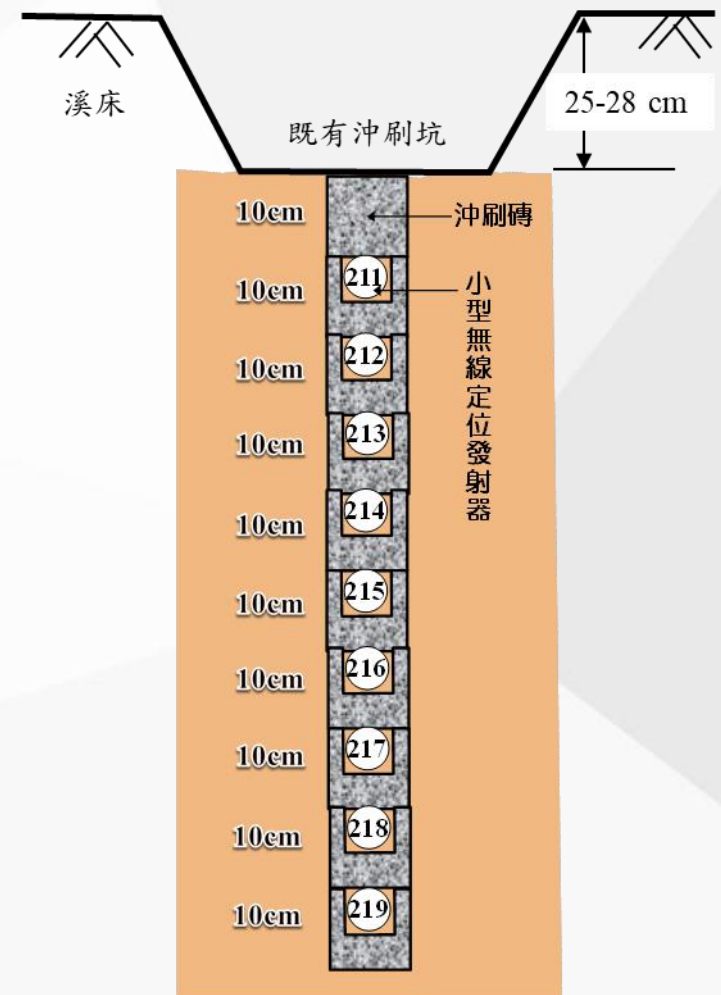
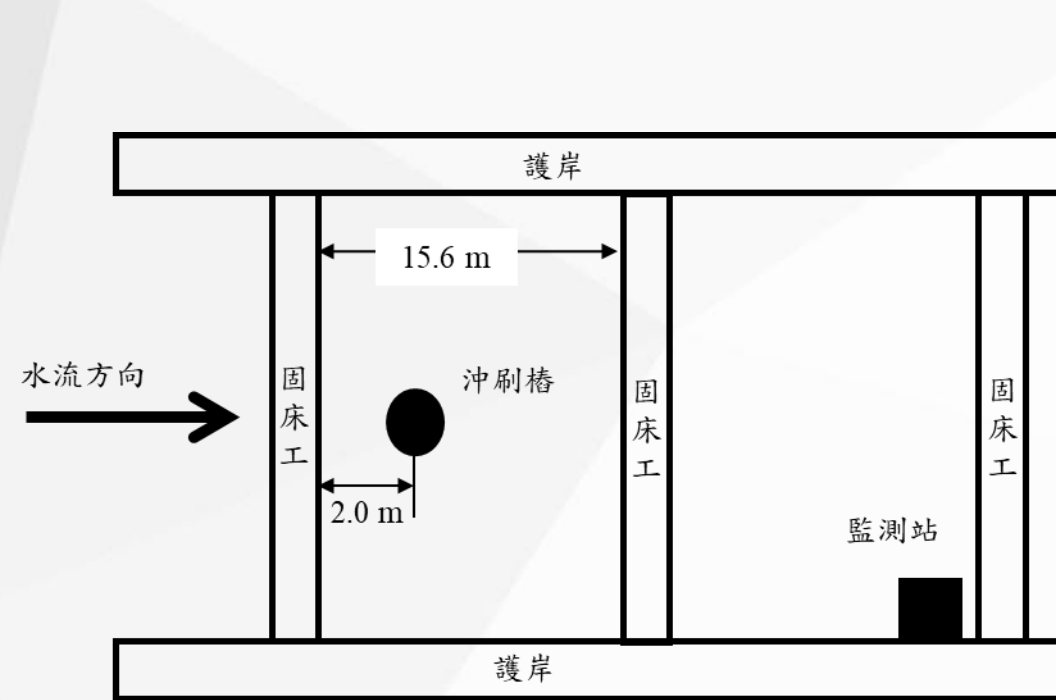
### 圖例

- 沖刷樁位置
- 監測站位置
- 連續固床工位置



# 苗栗縣苑裡溪集水區石頭溪櫻花橋下游系列固床工

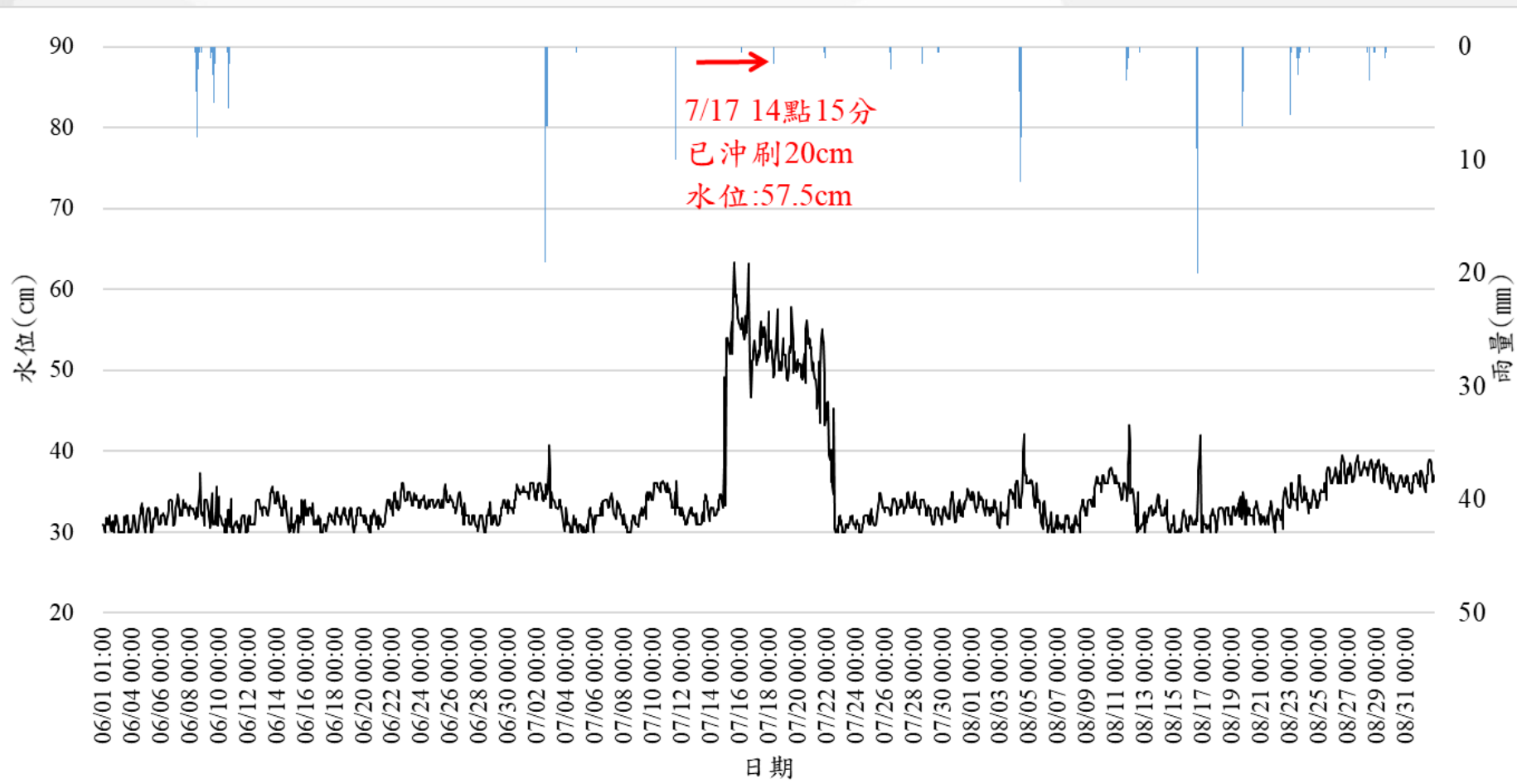
## 布置情形



# 苗栗縣苑裡溪集水區石頭溪櫻花橋下游系列固床工

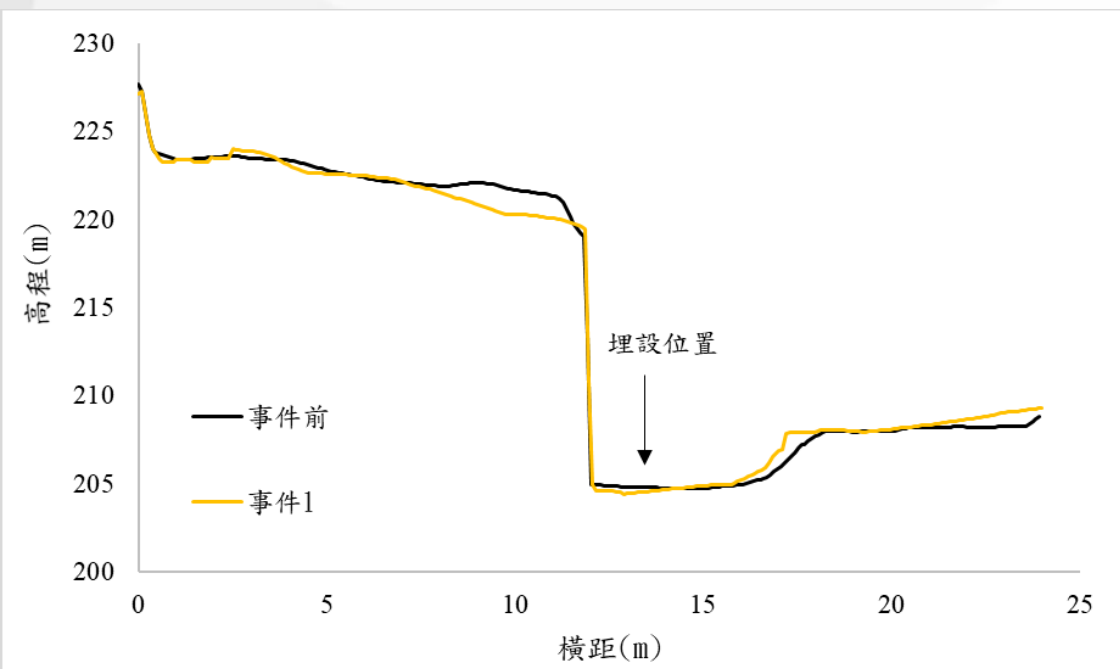
## 監測情形

自6月1日開始實施監測，直到10月31日止，僅於7月17日 14點15分發生一次較顯著的降雨事件，並沖出兩個沖刷磚，顯示沖刷深度為20公分，而相應水深為57.5公分



# 苗栗縣苑裡溪集水區石頭溪櫻花橋下游系列固床工

## 固床工下游斷面變動



- 降雨沖刷過程，有2個沖刷磚被沖出沖，故刷深度介於20-30cm之間，又原沖刷樁頂部與溪床之間距為25-28cm，故實際沖刷深度達47cm
- 惟現況實際沖刷坑深度為30cm，顯然沖刷坑在洪水退去之後遭土砂回淤達17-20cm，這表徵最大沖刷坑深度係發生於降雨過程，降雨之後所顯現出來的沖刷情形，實無法反映真實的沖刷程度

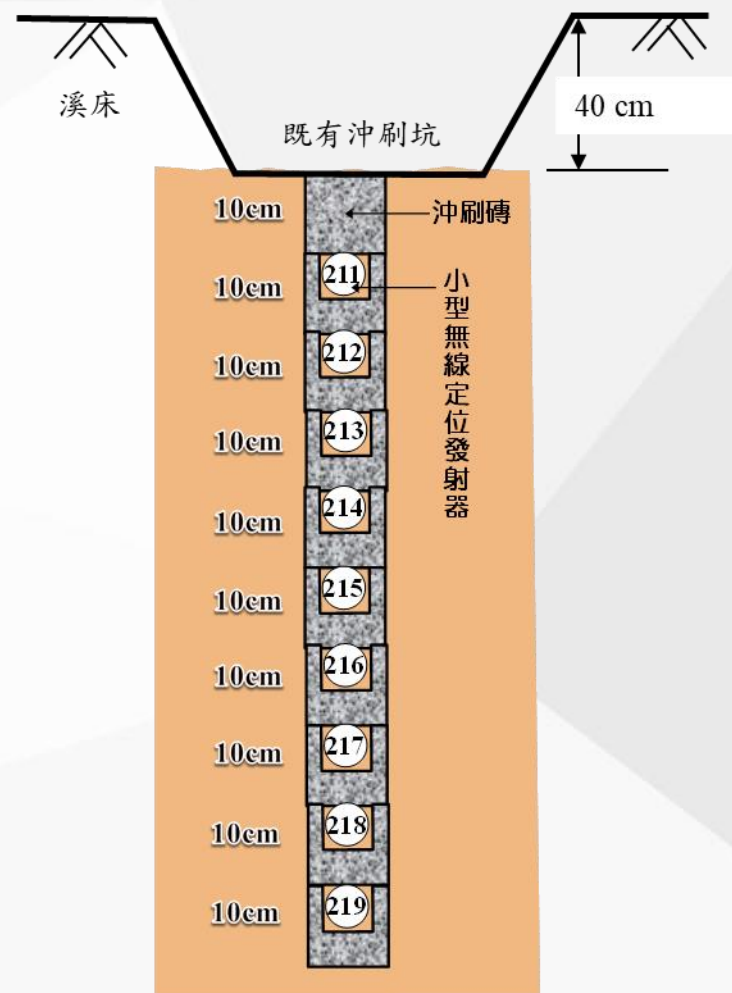
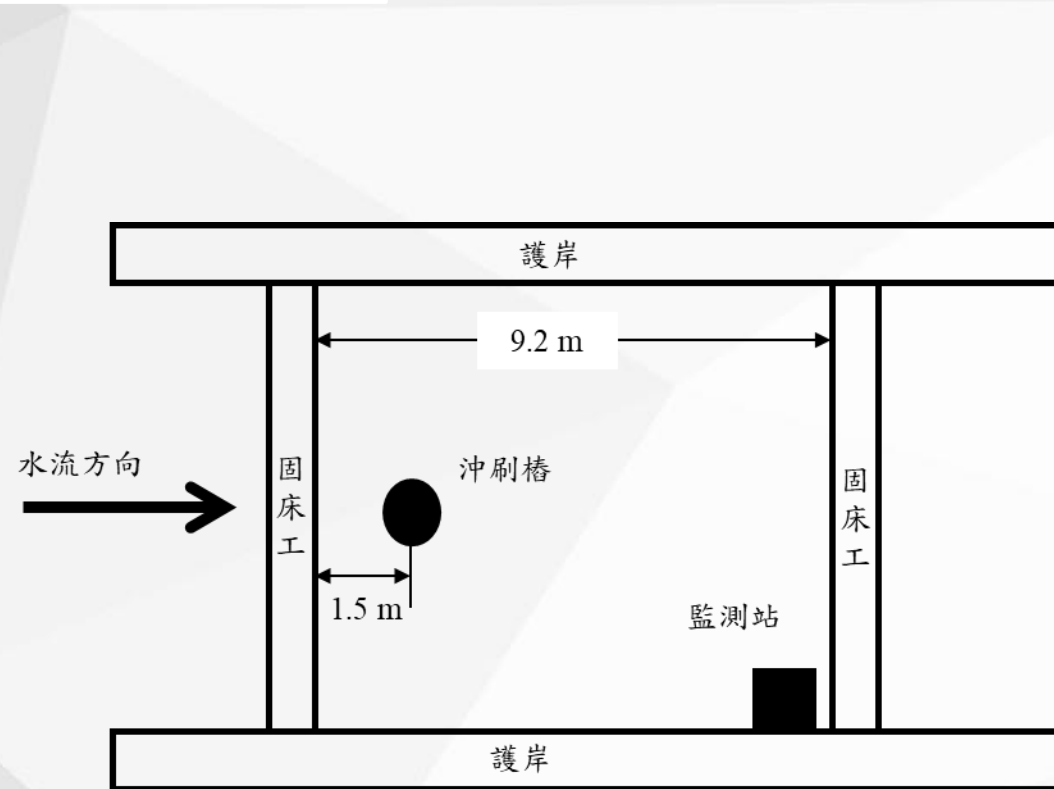
# 臺中市草湖溪集水區支流 北溝溪民生橋上游土砂災害治理工程

## 布置情形



# 臺中市草湖溪集水區支流 北溝溪民生橋上游土砂災害治理工程

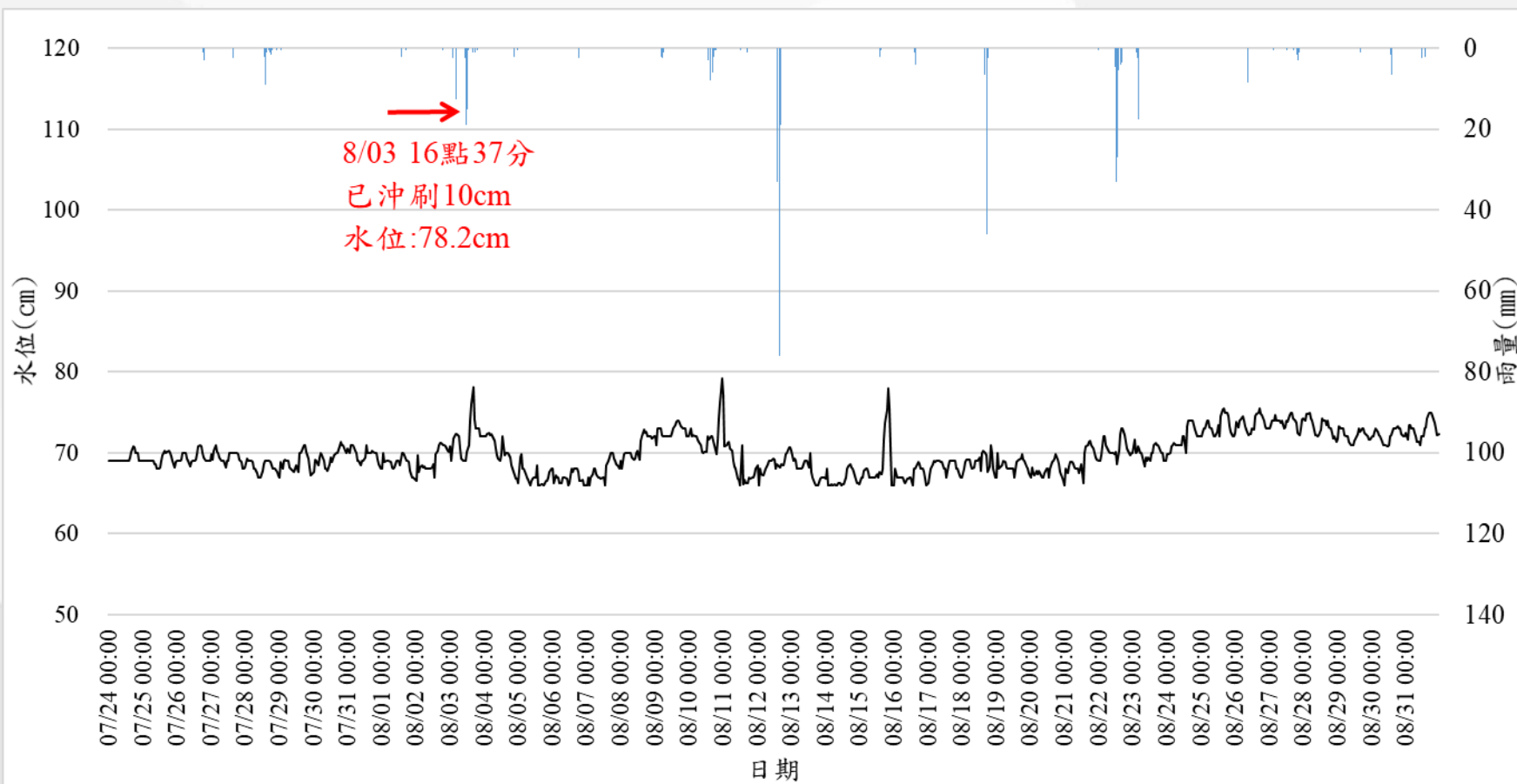
## 布置情形



# 臺中市草湖溪集水區支流 北溝溪民生橋上游土砂災害治理工程

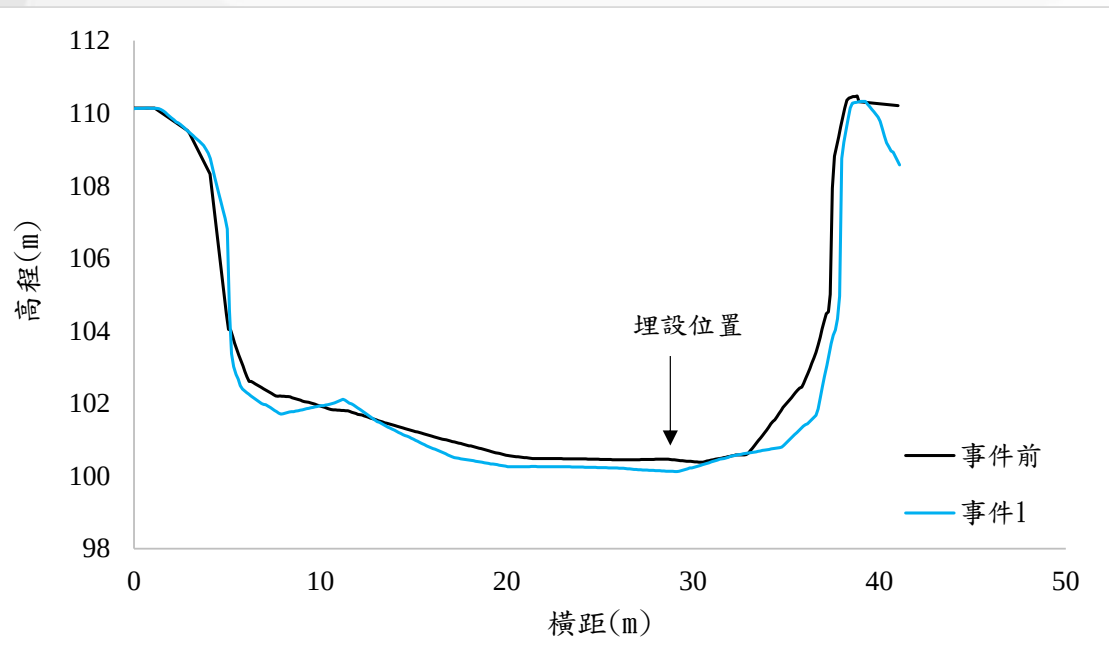
## 監測情形

自7月24日開始實施監測，直到10月31日止，僅於8月03日 16點37分發生一次較顯著的降雨事件，並沖出一個沖刷磚，顯示沖刷深度為10公分，而相應水深為78.2公分



# 臺中市草湖溪集水區支流 北溝溪民生橋上游土砂災害治理工程

## 固床工下游斷面變動



- 降雨事件所沖刷之深度並無回淤情形，而且在監測位置以外溪床斷面均有沖刷下降的痕跡，顯示溪流目前正處於溪床沖刷下降之發展趨勢
- 本場址因沖刷樁頂部與溪床間距達40公分，加上約10公分的沖刷深度，故實際沖刷深度達50公分

## 05 | 分析與討論

- 變異數分析(ANOVA)
- 固床工下游局部沖刷坑沖刷深度分析
- 固床工下游局部沖刷坑深度與其間距驗證

Application of micro-scouring piles to observe local scour depths downstream of a series of structures Design of Dynamic Change of Degree and Reasonable Spacing

# 變異數分析 (ANOVA)

- 研究於計畫執行期間，於三處監測場址僅僅觀測到四場降雨事件所造成的顯著沖刷現象，雖不足以建構其相關降雨與沖刷之規律
- 惟通過變異性分析(Analysis of variance，簡稱ANOVA)，並參考前人研究成果，仍能建立固床工下游局部沖刷坑深度之關係

## ANOVA理論

- 是試驗設計資料常用之基本統計分析工具
- 透過比較因子間對某一以等距/比值尺度測量之變項，在平均數上的差異是否達到顯著時，是一種比較多樣本之情況

## 分析方法

- 單因子變異數分析法：表示**僅有一個自變項和一個應變項**，每組獨立樣本量測過程中，只受一種變數影響
- 二因子變異數分析法：為**有二個自變項和一個應變項**，就是某現象並非僅受單一因子的影響，甚至存在另一個因子的效應
- 多因子變異數分析法：**有二個以上自變項和一個應變項**，各因子共同作用時，是否對應變項產生獨立影響，與其影響的程度

# 固床工下游局部沖刷坑沖刷深度分析

## 組別說明

本計畫採用**二因子變異數分析法**，推求不同公式參數之間關係並加以比較分析

| 組別  | 採用參數                |                     |
|-----|---------------------|---------------------|
| 組別1 | 水深條件(y)             | 溪床質代表粒徑( $D_{50}$ ) |
| 組別2 | 水深條件( y )           | 溪床坡度( $S_0$ )       |
| 組別3 | 水深條件(y )            | 固床工間距( $L_s$ )      |
| 組別4 | 溪床質代表粒徑( $D_{50}$ ) | 溪床坡度( $S_0$ )       |
| 組別5 | 溪床質代表粒徑( $D_{50}$ ) | 固床工間距( $L_s$ )      |
| 組別6 | 溪床坡度( $S_0$ )       | 固床工間距( $L_s$ )      |

# 固床工下游局部沖刷坑沖刷深度分析

## 分析結果說明

| 組別  | R      | R <sup>2</sup> | 調整後<br>R <sup>2</sup> | F      | 顯著值  | 參數              | 係數       | 標準<br>誤差 | t檢定   | P值   | 沖刷公式                               |
|-----|--------|----------------|-----------------------|--------|------|-----------------|----------|----------|-------|------|------------------------------------|
| 組別1 | 0.9968 | 0.9936         | 0.4904                | 155.04 | 0.06 | y               | 0.752    | 0.06     | 12.55 | 0.01 | $t_s = 0.752y - 0.226D_{50}$       |
|     |        |                |                       |        |      | D <sub>50</sub> | -0.226   | 0.31     | -0.73 | 0.54 |                                    |
| 組別2 | 0.9968 | 0.9936         | 0.4904                | 155.04 | 0.06 | y               | 0.661    | 0.05     | 12.27 | 0.01 | $t_s = 0.661y + 184.053S_0$        |
|     |        |                |                       |        |      | S <sub>0</sub>  | 184.053  | 131.61   | 1.40  | 0.30 |                                    |
| 組別3 | 0.9968 | 0.9936         | 0.4904                | 155.04 | 0.06 | y               | 0.524    | 0.02     | 24.59 | 0.00 | $t_s = 0.524y + 0.965L_s$          |
|     |        |                |                       |        |      | Ls              | 0.965    | 0.10     | 9.72  | 0.01 |                                    |
| 組別4 | 0.8481 | 0.7193         | 0.0790                | 2.56   | 0.40 | D <sub>50</sub> | 0.923    | 1.90     | 0.49  | 0.68 | $t_s = 10.923D_{50} + 1162.913S_0$ |
|     |        |                |                       |        |      | S <sub>0</sub>  | 1162.913 | 908.28   | 1.28  | 0.33 |                                    |
| 組別5 | 0.9860 | 0.9722         | 0.4584                | 35.02  | 0.12 | D <sub>50</sub> | 0.703    | 0.54     | 1.30  | 0.32 | $t_s = 0.703D_{50} + 2.906L_s$     |
|     |        |                |                       |        |      | Ls              | 2.906    | 0.49     | 5.90  | 0.03 |                                    |
| 組別6 | 0.9776 | 0.9558         | 0.4337                | 21.61  | 0.15 | S <sub>0</sub>  | -322.870 | 575.56   | -0.56 | 0.63 | $t_s = -332.87S_0 + 3.832L_s$      |
|     |        |                |                       |        |      | Ls              | 3.832    | 1.10     | 3.49  | 0.07 |                                    |

備註：沖刷深度=  $t_s$  (cm)、溪床坡度= $S_0$ 、溪床質代表粒徑=  $D_{50}$  (mm)、固床工間距= $L_s$  (m)、水深條件= $y$  (cm)

# 固床工下游局部沖刷坑沖刷深度分析

## 分析結果說明

| 組別  | 本計畫監測降雨事件          | 實際沖刷深度<br>(cm) | 公式推估沖刷深度<br>(cm) | 誤差<br>百分比(%) | 平均誤差<br>百分比(%) |
|-----|--------------------|----------------|------------------|--------------|----------------|
| 組別1 | 櫻花橋下游系列固床工(事件1)    | 47             | 40.40            | 14.0%        | 7.1%           |
|     | 大坪野溪河道治理工程(事件1)    | 53             | 55.61            | 4.9%         |                |
|     | 大坪野溪河道治理工程(事件2)    | 50             | 48.68            | 2.6%         |                |
|     | 民生橋上游土砂災害治理工程(事件1) | 50             | 53.48            | 7.0%         |                |
| 組別2 | 櫻花橋下游系列固床工(事件1)    | 47             | 47.19            | 0.4%         | 5.1%           |
|     | 大坪野溪河道治理工程(事件1)    | 53             | 51.78            | 2.3%         |                |
|     | 大坪野溪河道治理工程(事件2)    | 50             | 45.70            | 8.6%         |                |
|     | 民生橋上游土砂災害治理工程(事件1) | 50             | 54.60            | 9.2%         |                |
| 組別3 | 櫻花橋下游系列固床工(事件1)    | 47             | 47.09            | 0.2%         | 1.0%           |
|     | 大坪野溪河道治理工程(事件1)    | 53             | 53.91            | 1.7%         |                |
|     | 大坪野溪河道治理工程(事件2)    | 50             | 49.83            | 1.1%         |                |
|     | 民生橋上游土砂災害治理工程(事件1) | 50             | 49.83            | 0.3%         |                |
| 組別4 | 櫻花橋下游系列固床工(事件1)    | 47             | 69.89            | 48.7%        | 49.0%          |
|     | 大坪野溪河道治理工程(事件1)    | 53             | 18.38            | 65.3%        |                |
|     | 大坪野溪河道治理工程(事件2)    | 50             | 18.38            | 63.2%        |                |
|     | 民生橋上游土砂災害治理工程(事件1) | 50             | 40.57            | 18.9%        |                |
| 組別5 | 櫻花橋下游系列固床工(事件1)    | 47             | 60.09            | 27.9%        | 15.5%          |
|     | 大坪野溪河道治理工程(事件1)    | 53             | 46.04            | 13.1%        |                |
|     | 大坪野溪河道治理工程(事件2)    | 50             | 46.04            | 7.9%         |                |
|     | 民生橋上游土砂災害治理工程(事件1) | 50             | 43.46            | 13.1%        |                |
| 組別6 | 櫻花橋下游系列固床工(事件1)    | 47             | 51.31            | 9.2%         | 15.6%          |
|     | 大坪野溪河道治理工程(事件1)    | 53             | 54.94            | 3.7%         |                |
|     | 大坪野溪河道治理工程(事件2)    | 50             | 54.94            | 9.9%         |                |
|     | 民生橋上游土砂災害治理工程(事件1) | 50             | 30.09            | 39.8%        |                |

誤差百分比以組別3之誤差最小，值為1.0%

誤差百分比以組別4誤差為最大，值為49.0%

以平均誤差百分比結果顯示，平均誤差百分比為0.4%~9.2%，以組別3為最佳

# 固床工下游局部沖刷坑沖刷深度分析

## 分析結果說明

- 由於以往固床工局部沖刷公式內參數較為複雜，難以透過現地簡易監測得到相關數據，因此本計畫利用所蒐集相關文獻，**挑選相關參數透過統計學角度推求固床工局部沖刷公式，所求得公式亦能具有物理意義**
- 依據現況分析結果顯示，以組別3表現為最佳，推求出公式為下式

$$\frac{t_s}{y} = 0.542 + 0.965 \frac{L_s}{y}$$

沖刷深度 =  $t_s$  (cm)、水深條件 =  $y$  (cm)、固床工間距 =  $L_s$  (m)

- 由於本年度無較大降雨事件，故所推估公式較適用於低強度降雨事件，期望未來可以於不同區域透過持續監測，以求得包含較大降雨場次所分析之公式，並延伸運用推求適用於陡、緩坡、礫石河床或砂質河床等各別所適用之公式

# 固床工下游局部沖刷坑深度與其間距驗證

- 除變異性分析取得局部沖刷深度與水深溪床坡度之關係外，本研究分別選取 Gaudio, et al. (2000) 及 Lenzi. et al. (2002) 之局部沖刷公式進行比較
- 實測局部沖刷坑深度與 Gaudio 及 Lenzi 計算結果顯示，Lenzi 計算結果與實測值較為接近，雖然各場址普遍偏低約 10cm，惟已掌握了一定的變化趨勢
- 兩公式之計算結果，在溪床坡度較為平緩的情況下其間距過大而失去系列固床工互為保護之效果，故不適用之，即便在溪床坡度較陡的溪流，兩公式的計算結果也都超過合理間距(=25公尺)(水土保持手冊，2017)。

| 場址項目         | 石頭溪<br>櫻花橋下游 | 大坪野溪  |       | 北溝溪<br>民生橋上游 |
|--------------|--------------|-------|-------|--------------|
|              |              | 第一次   | 第二次   |              |
| 實測沖刷深度(cm)   | 47           | 53    | 50    | 50           |
| Gaudio(cm)   | 22.9         | 29.6  | 25.9  | 31.2         |
| Lenzi(cm)    | 31.8         | 40.07 | 36.0  | 43.3         |
| 劉世昌(1997)    | 39.2         | 70.3  | 70.3  | 32.7         |
| 水土保持手冊(2005) | 20.0         | 114.7 | 114.7 | 50.0         |



## 06 | 結論與建議

Application of micro-scouring piles to observe local scour depths downstream of a series of structures Design of Dynamic Change of Degree and Reasonable Spacing

# 結論與建議

## 微型沖刷磚之可行性

成功驗證微型沖刷磚可做局部沖刷坑深度即時動態監測。今年無較大降雨事件，故所實測沖刷數據僅適用於低流量事件

## 公式推估成果

$$\frac{t_s}{y} = 0.542 + 0.965 \frac{L_s}{y}$$

$t_s$  = 沖刷深度(cm)     $y$  = 水深(cm)

$L_s$  = 固床工間距(m)

## 實測資料比較

經實測資料比較過去沖刷深度與固床工間距公式，結果顯示Lenzi在已知的溪床坡度、固床工間距及水流條件下之沖刷坑深度，與實測沖刷坑深度普遍約低於10cm，惟其變化趨勢已略有掌握



結論



建議

## 持續監測或擴大監測

建議可以持續進行現場監測，擴大監測場址，以取得更多的實測數據，作為系列固床工基礎及其合理間距之設計依據

結論  
與  
建議





逢甲大學

感謝聆聽

敬請指教



Feng Chia University Construction and Disaster Prevention Research Center