



築壩式農塘方型豎井(垂直涵洞式) 溢洪道流量公式及滯洪設計之試驗研究

❏ 專題討論 ❏

計畫主持人：吳銘順 助理教授



逢甲大學
Feng Chia University



- ◆ 壹、前言
- ◆ 貳、工作執行方法與步驟
- ◆ 參、室內試驗
- ◆ 肆、分析與討論
- ◆ 伍、結論與建議



- 部分坡地農塘因社會結構的改變、**疏於養護或遭回填荒廢**，而**導致安全標準不足、功能下降**，可能因暴雨潰決而引發**坡面土砂災害**。
- **維持並活化坡地農塘**為緩解**灌溉水源、遲滯洪水、生態景觀及防災用水**等最簡易且有效的措施之一。



- 自2016年起行政院農業委員會水土保持局大力推動全臺六個分局轄區坡地農塘之**改善及活化工程**
- 其中以**滯洪**(detention)功能為首要，其他包括**淤泥清疏**、**防滲處理**、**引進水設施改善**、**環境改善**等。



○ 溢洪道流量公式之適合性問題

- 一般，築壩式農塘主溢洪道多採用正方形、矩形、圓形、喇叭形等之豎井排洩洪水，其流量為依據美國小型壩工設計(Design of Small Dams)之喇叭形堰流公式計算(水土保持手冊，2017)。但是，在**實務上**因考量施工簡便因素，現況均以**構築方形斷面為主**，惟其**流量公式仍然沿用喇叭形堰流公式**。



○ 緊急溢洪道設置問題

- 實務上因土壩上甚難構築緊急溢洪道，故多數築壩式農塘**並無緊急溢洪道**之設置單一農塘(或滯洪保水設施)滯洪設計。

○ 築壩式農塘滯洪功能改善問題

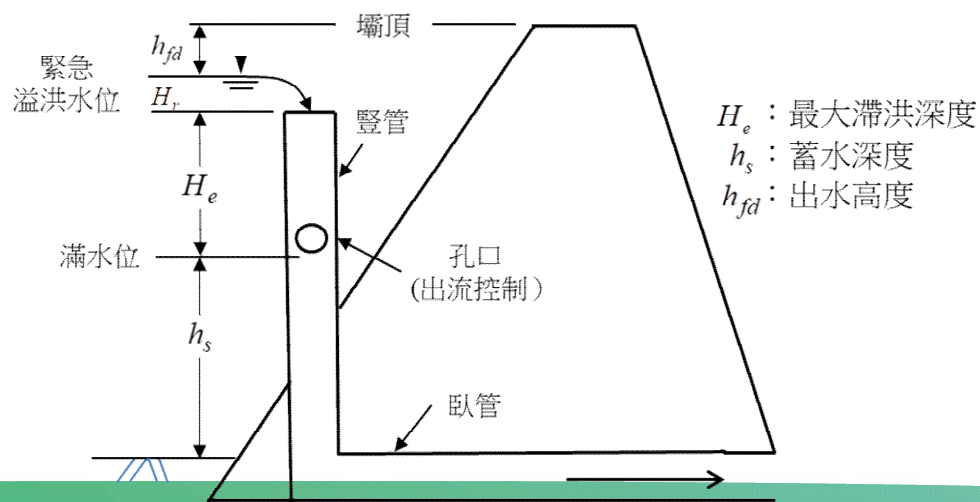
- 在方形豎井溢洪道之側邊設置出水口，而以豎井作為緊急溢洪道，以實現農塘之滯洪及排洪功能。





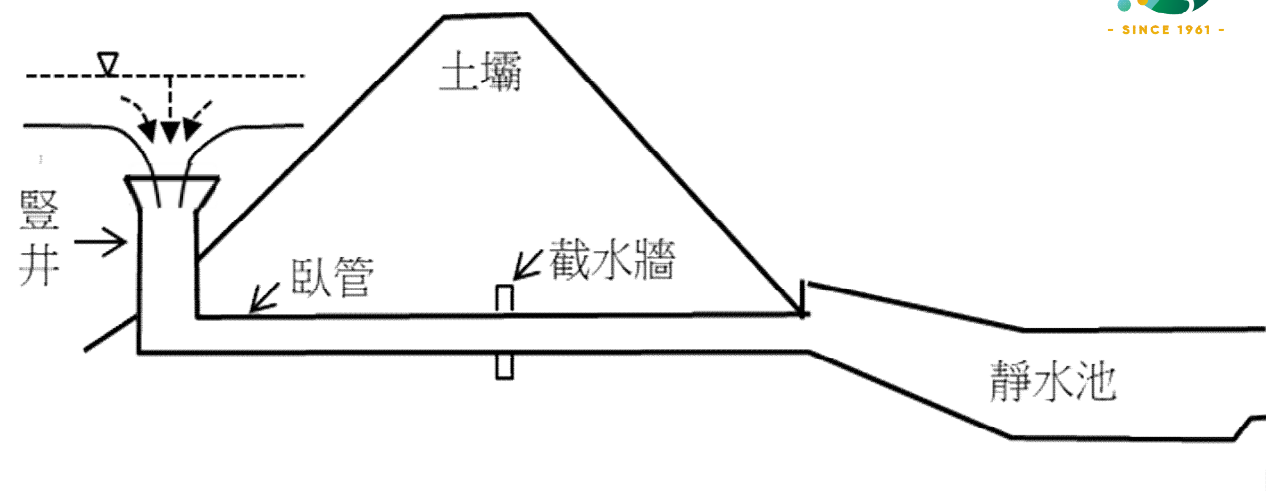
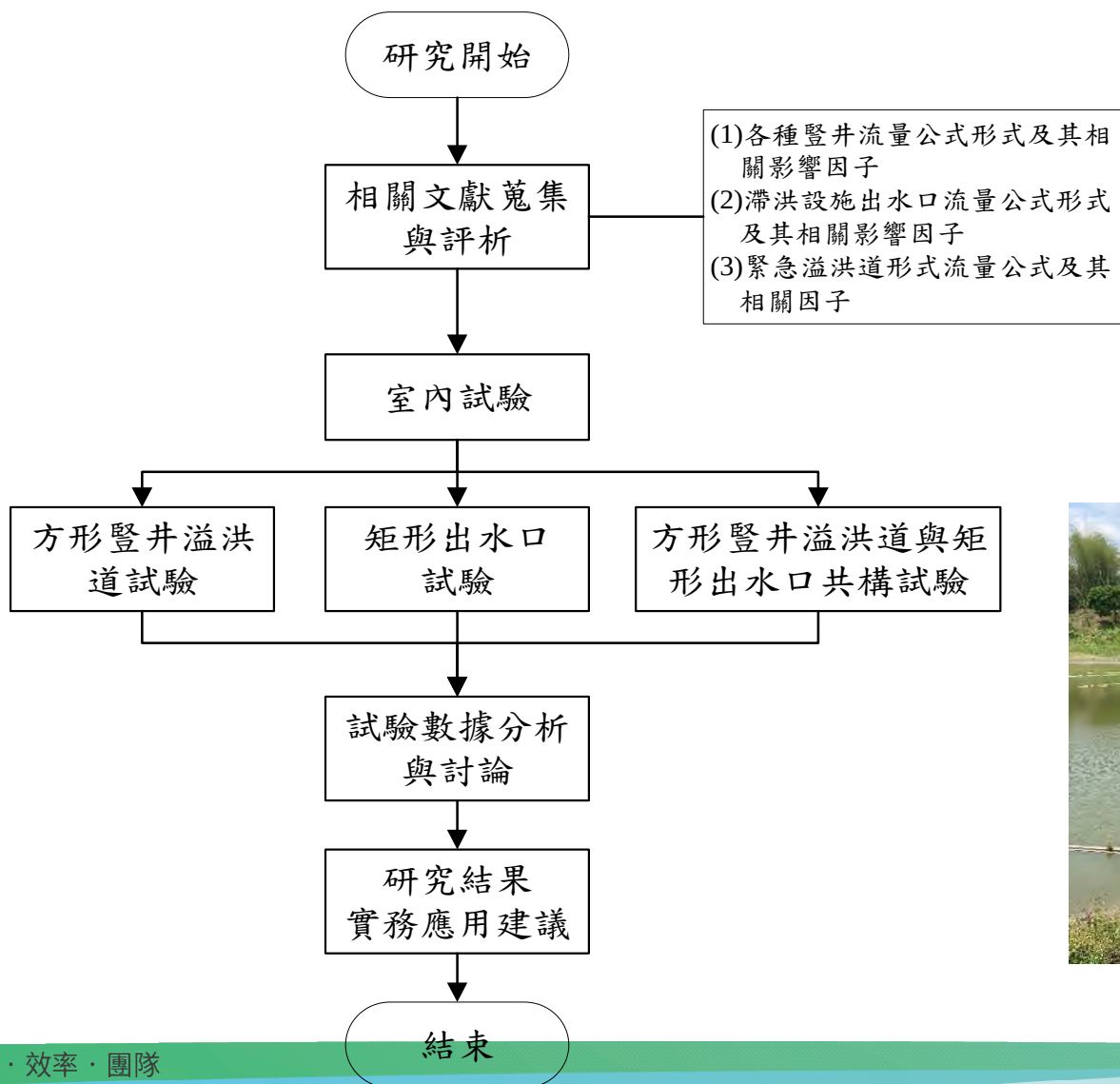
綜上所述，築壩式農塘之豎井溢洪道設計，必須兼取排洪及滯洪功能，而這些功能因均與豎井溢洪道斷面及出水口之流量公式密切有關。

- 方形豎井溢洪道之流量公式
- 方形豎井溢洪道上設置矩形出水口之流量公式
- 方形豎井溢洪道與矩形出水共構情況下之流量公式



工作執行方法與步驟

一、實驗流程

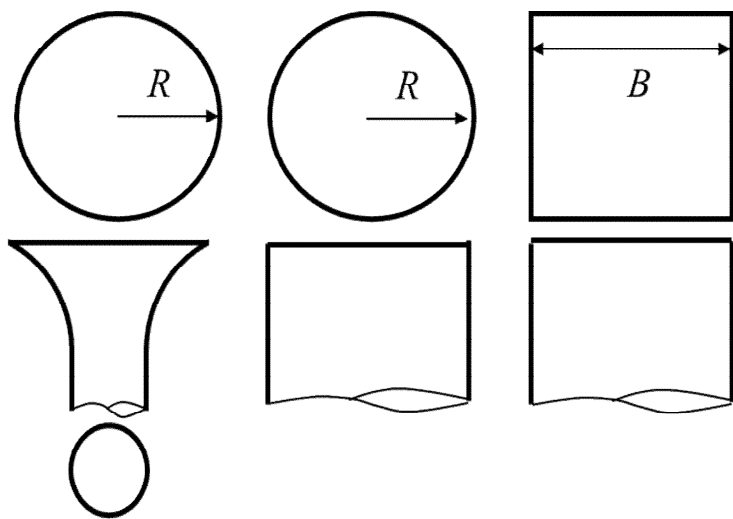


二、文獻回顧

① 豎井式溢流道基本型式

□ Humphreys et al., 1970

$$Q = C_o \sqrt{2g} L_c H^{3/2}$$



(a) 圓形喇叭口

(b) 圓形

(c) 方形

① 圓形喇叭口豎井

□ USBR 1987

- 當 $H/R < 0.5$ 時，屬低溢流水位，其流量係數可表為

$$C_o = 3.4 - 0.5 \frac{H}{R}$$

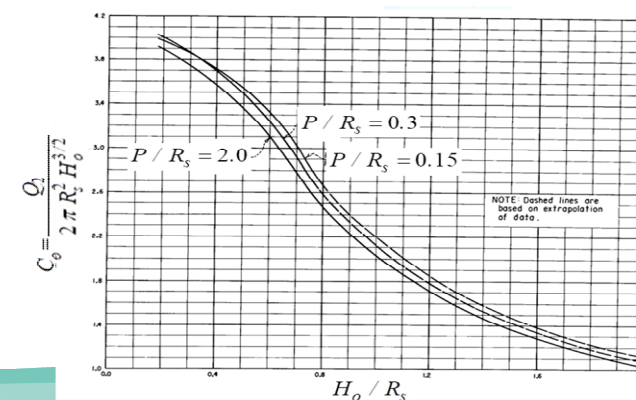
- 當 $H/R > 0.5$ 時，屬高溢流水位，其流量係數可表為

$$C_o = 3.15 - 2.3 \left(\frac{H}{R} - 0.5 \right)$$

- 當 $H/R > 1$ 時，屬孔口流，其流量係數可表為

$$Q = 2.2 C_o A (2gH)^{0.5}$$

H: 溢流水深
R: 豎井半徑



工作執行方法與步驟

二、文獻回顧

② 圓形豎井

□ Humphreys et al., 1970

- 當 $0.1 \leq H/R < 0.95$ 時

$$C_o = 0.638 \left[1 - \frac{0.027}{H / (2R)} \right]^{1.5}$$

- 當 $H/R \geq 0.95$ 時

$$C_o = 1.12 \left[1 - \frac{0.17}{H / (2R)} \right]^{1.5}$$

H: 溢流水深
R: 豎井半徑

③ 方型豎井

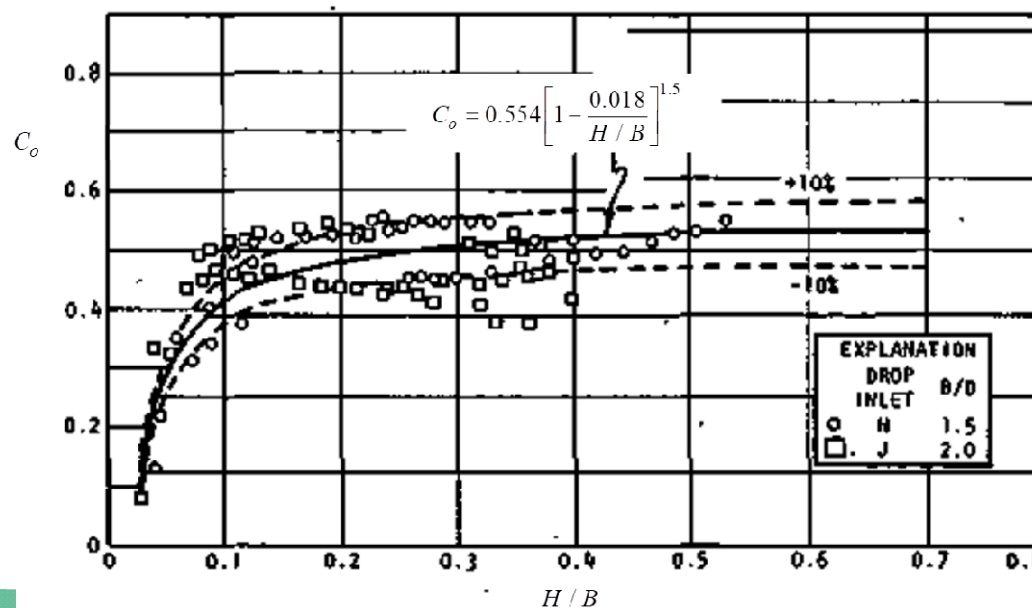
□ Humphreys et al., 1970

- 當 $0.02 < H/R < 0.52$ 時

$$C_o = 0.554 \left[1 - \frac{0.018}{H / B} \right]^{1.5}$$

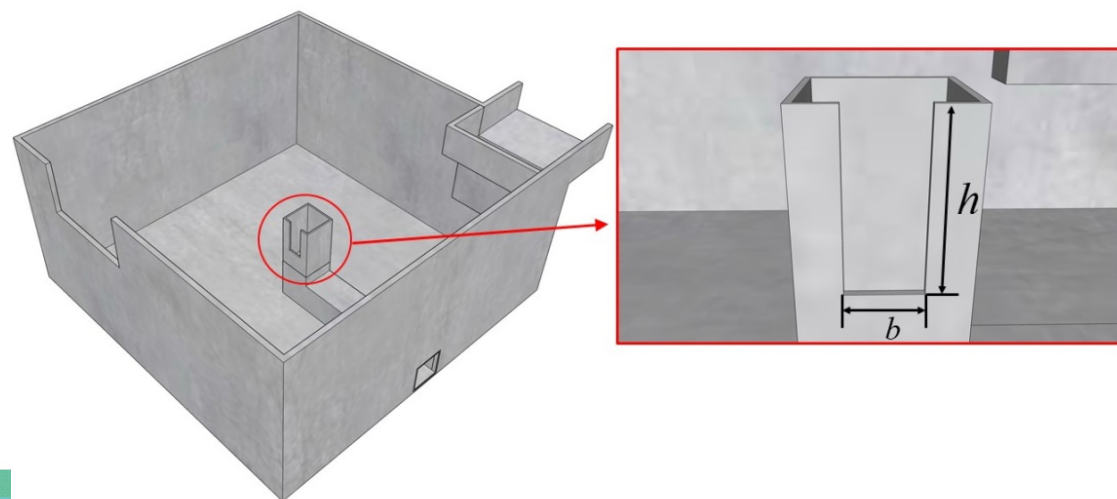
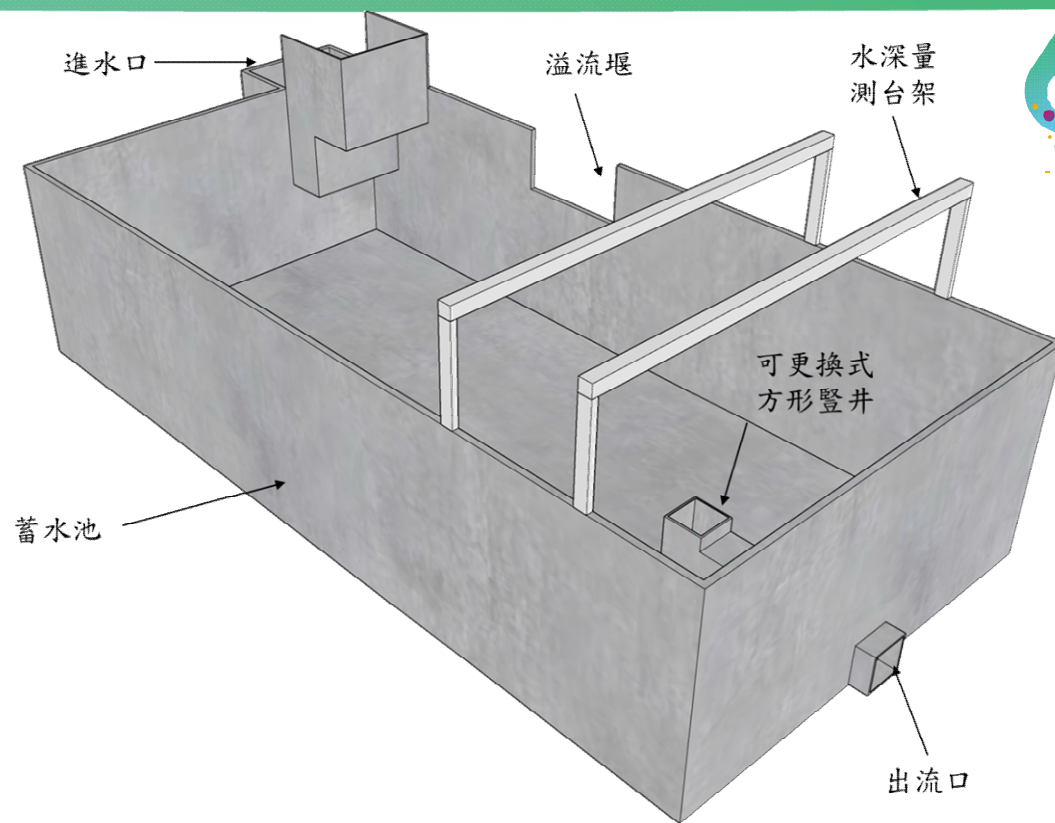
H: 溢流水深
B: 豎井寬度

數據間顯得頗為分散，且範圍較小



試驗裝置

蓄水池(cm)	長: 144; 寬: 72; 高: 36	
方形豎井斷面(cm)	2.0; 4.0; 6.0	
方形豎井高度(cm)	11	
出水口(b×h)(cm)	豎井斷面2.0cm	1.0×7; 1.2×7; 1.4×7
	豎井斷面4.0 cm	2.0×7; 2.4×7; 2.8×7
	豎井斷面6.0 cm	3.0×7; 3.5×7; 4.0×7
方形臥管斷面(cm)	6.0	



試驗裝置

水深量測台架

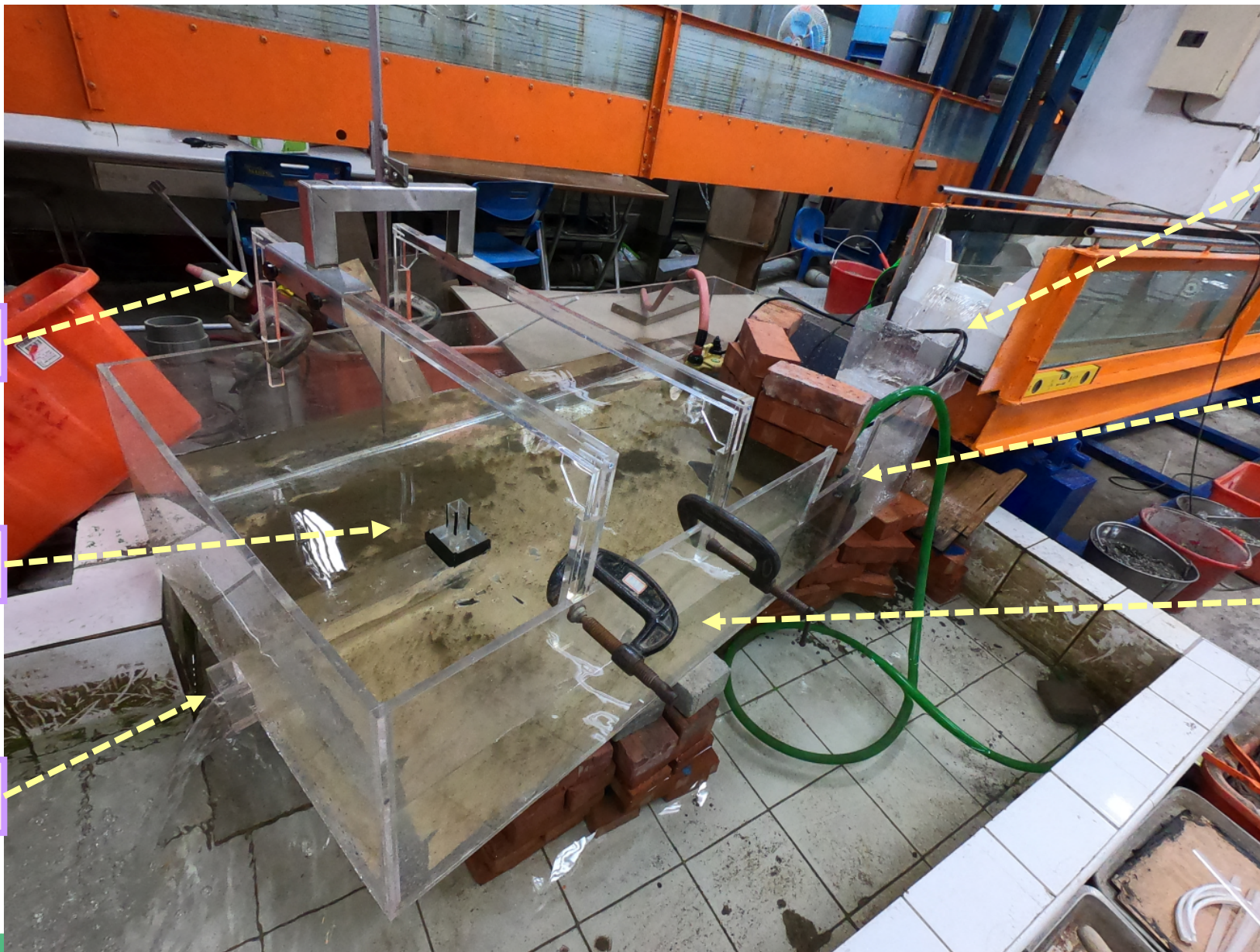
可更換式方形豎井

出水口

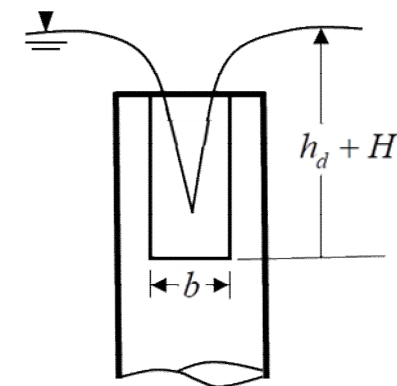
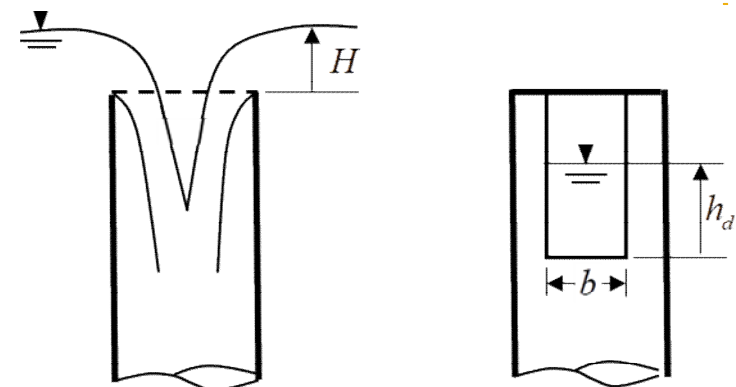
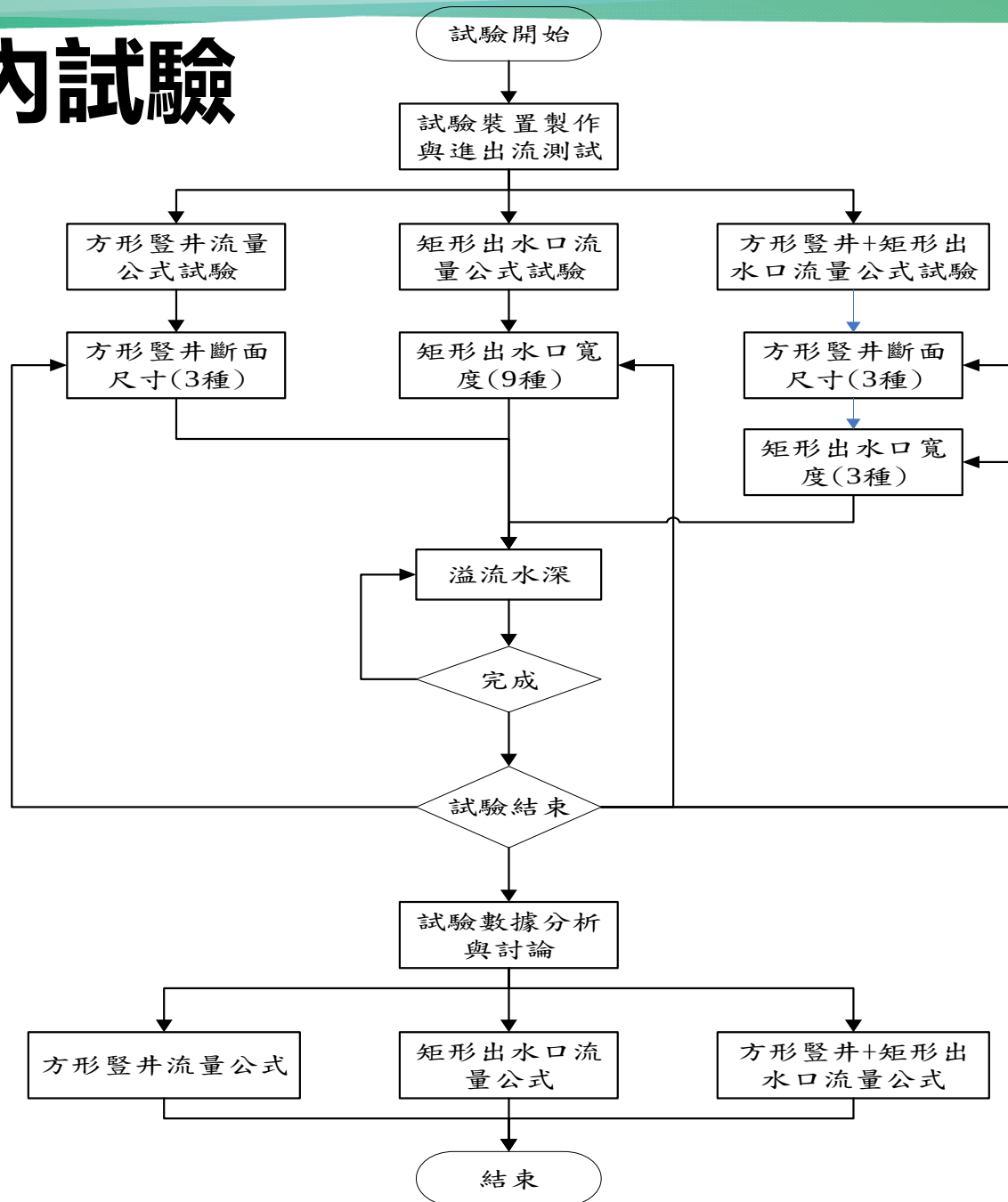
進水口

溢流堰

蓄水池

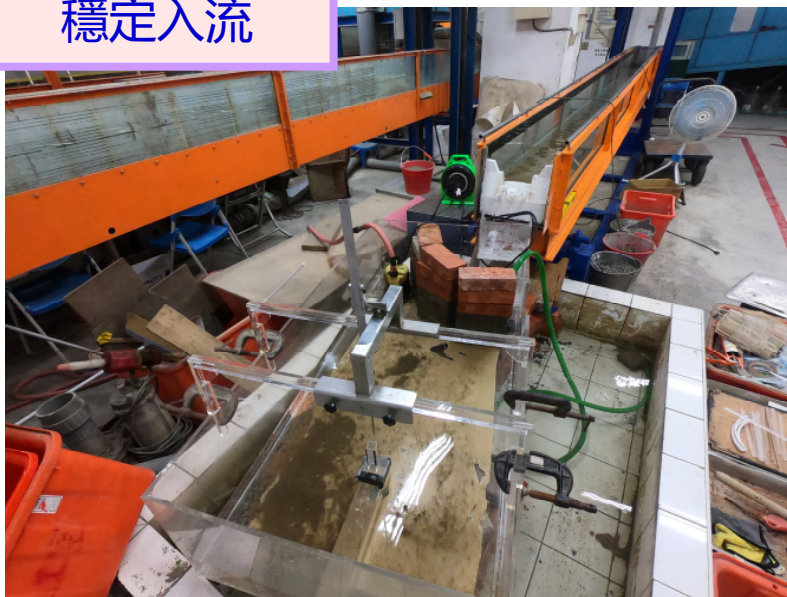


試驗流程

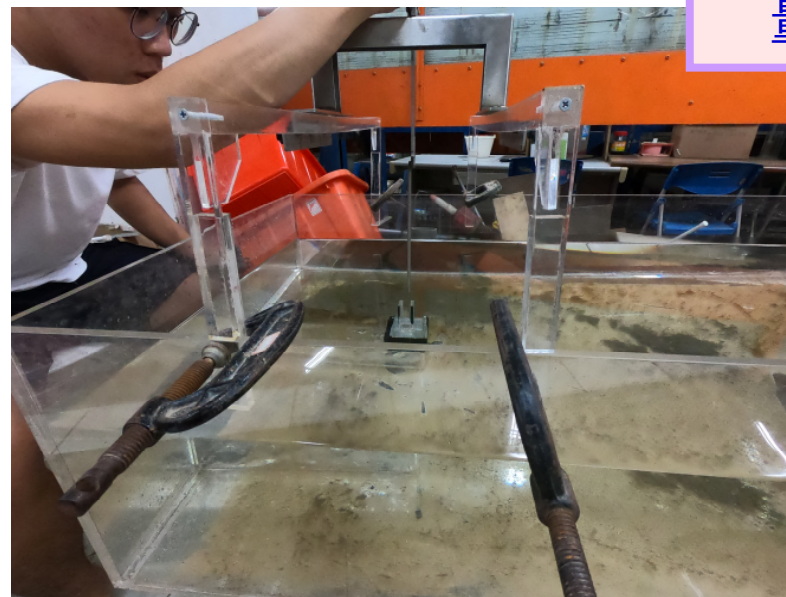


○ 試驗過程

穩定入流



量測水深



量測出流

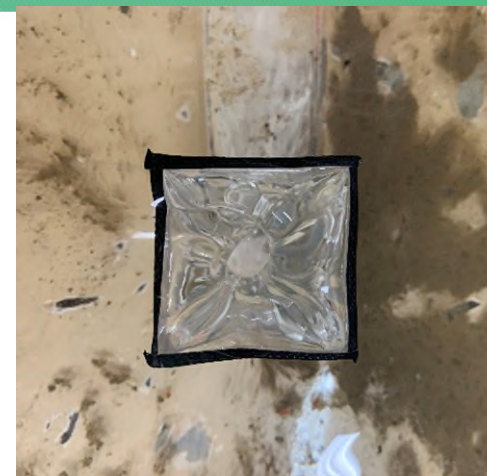


重覆量測



○ 方形豎井流況

堰流流況



堰流與孔口流過渡流況



孔口流流況



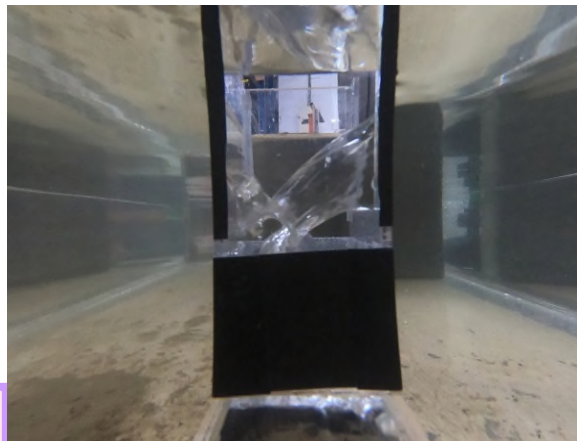
側視圖



俯視圖

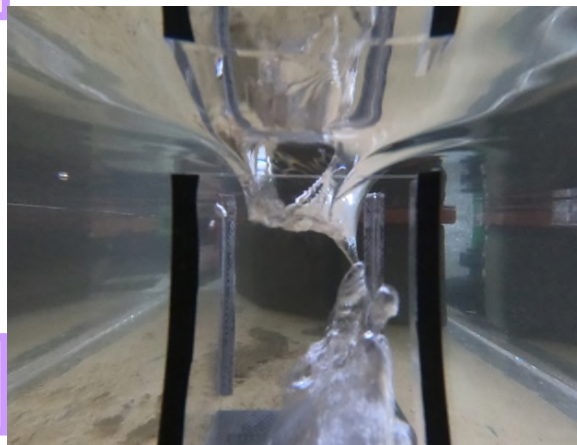
方形豎井與矩形出水口流況

矩形出水口



孔口流過渡流況

堰流與孔口流



堰流與孔口流過渡流況



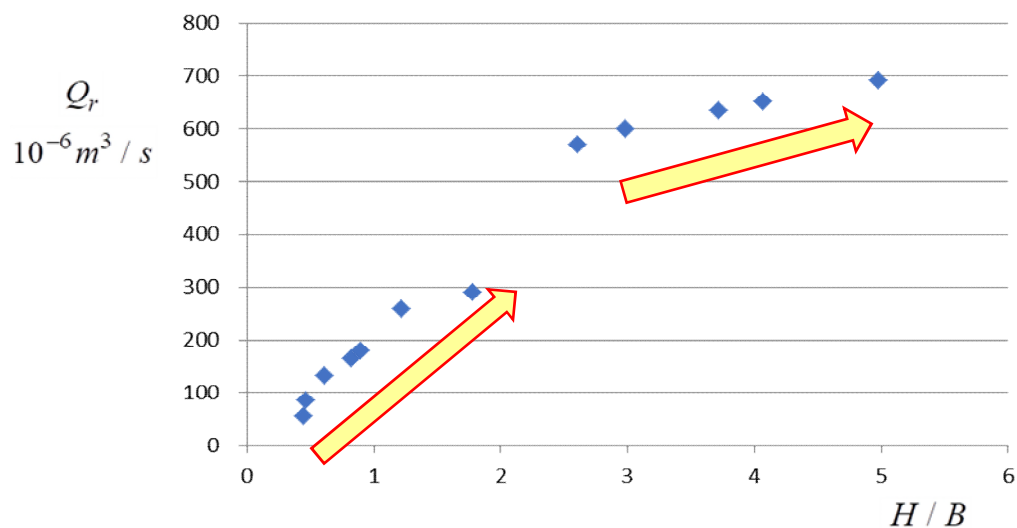
側視圖



俯視圖

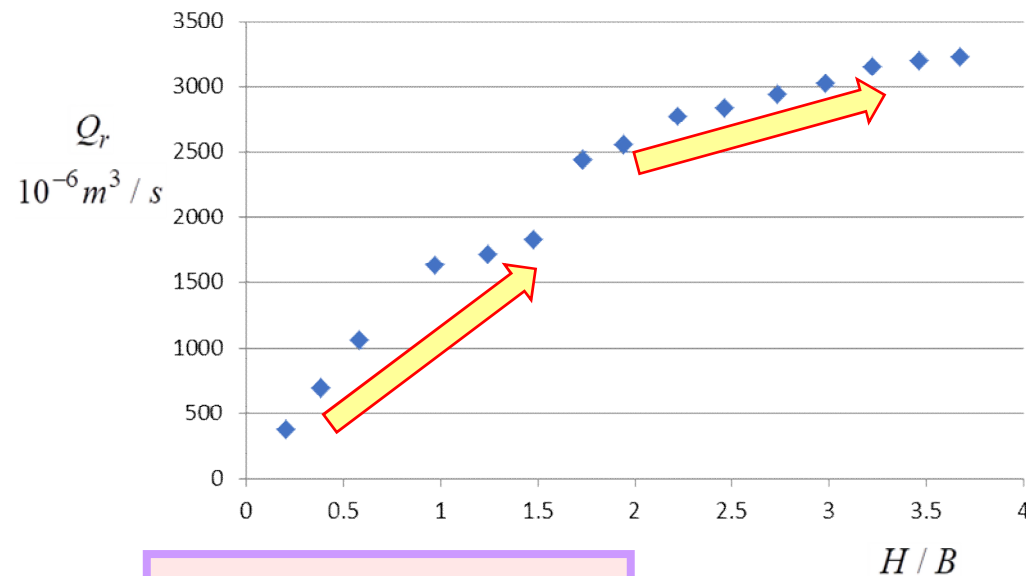
方形豎井

斷面2cm×2cm

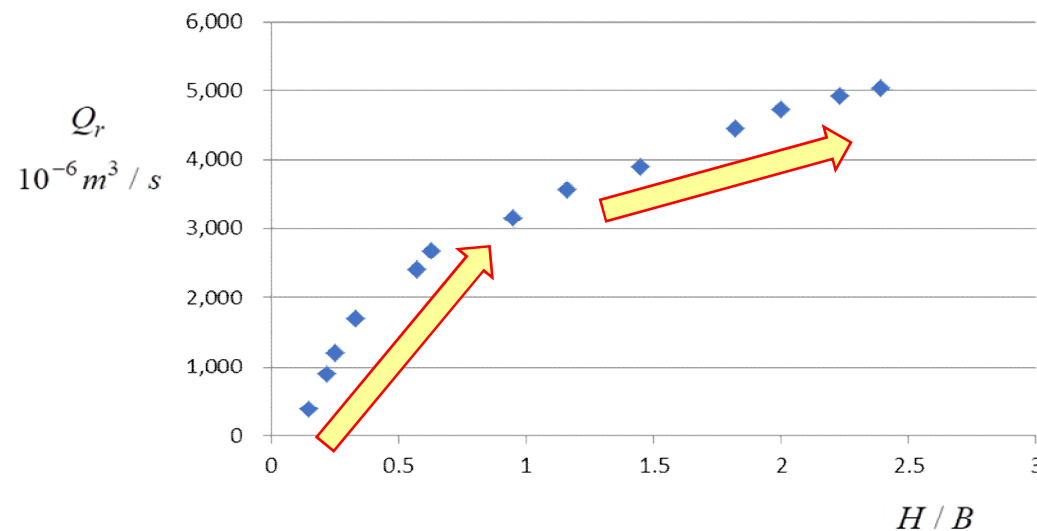


H/B：溢流水深與豎井寬度比

斷面4cm×4cm



斷面6cm×6cm



○ 方形豎井

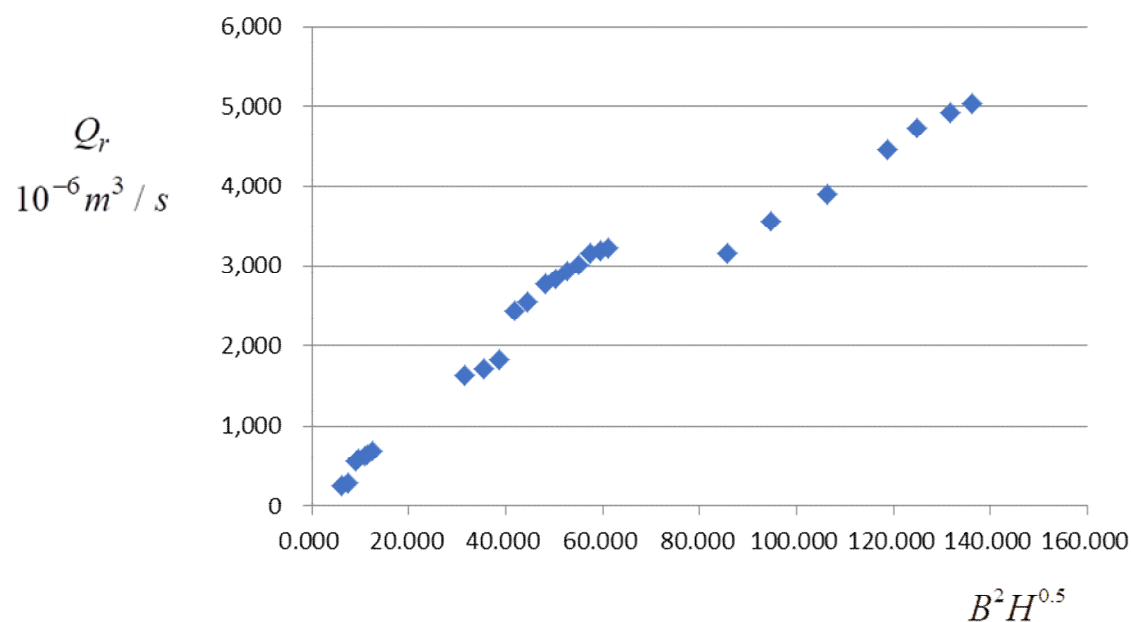
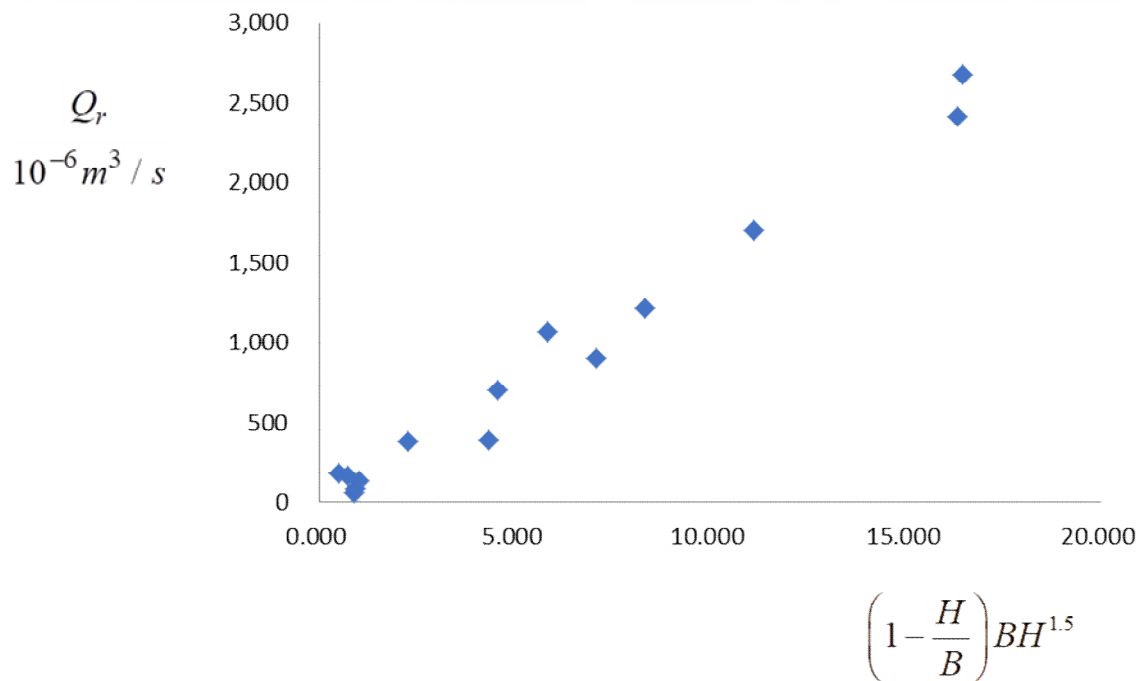
- 當 $H/B < 0.9$ 時，屬堰流水位

$$Q_r = 152 \left(1 - \frac{H}{B} \right) B H^{1.5}$$

- 當 $H/B > 0.9$ 時，屬孔口流水位

$$Q_r = 41.4 B^2 H^{0.5}$$

H/B ：溢流水深與豎井寬度比



○ 矩形出水口

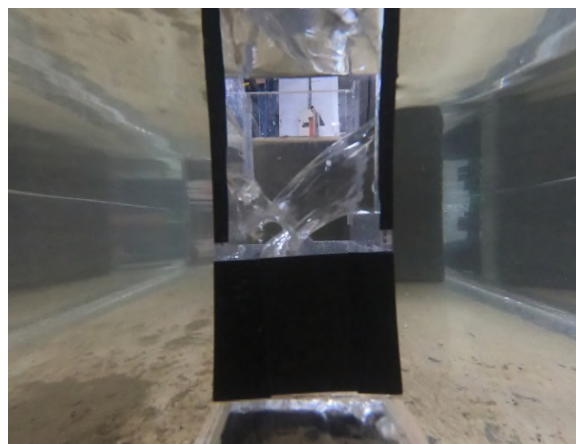
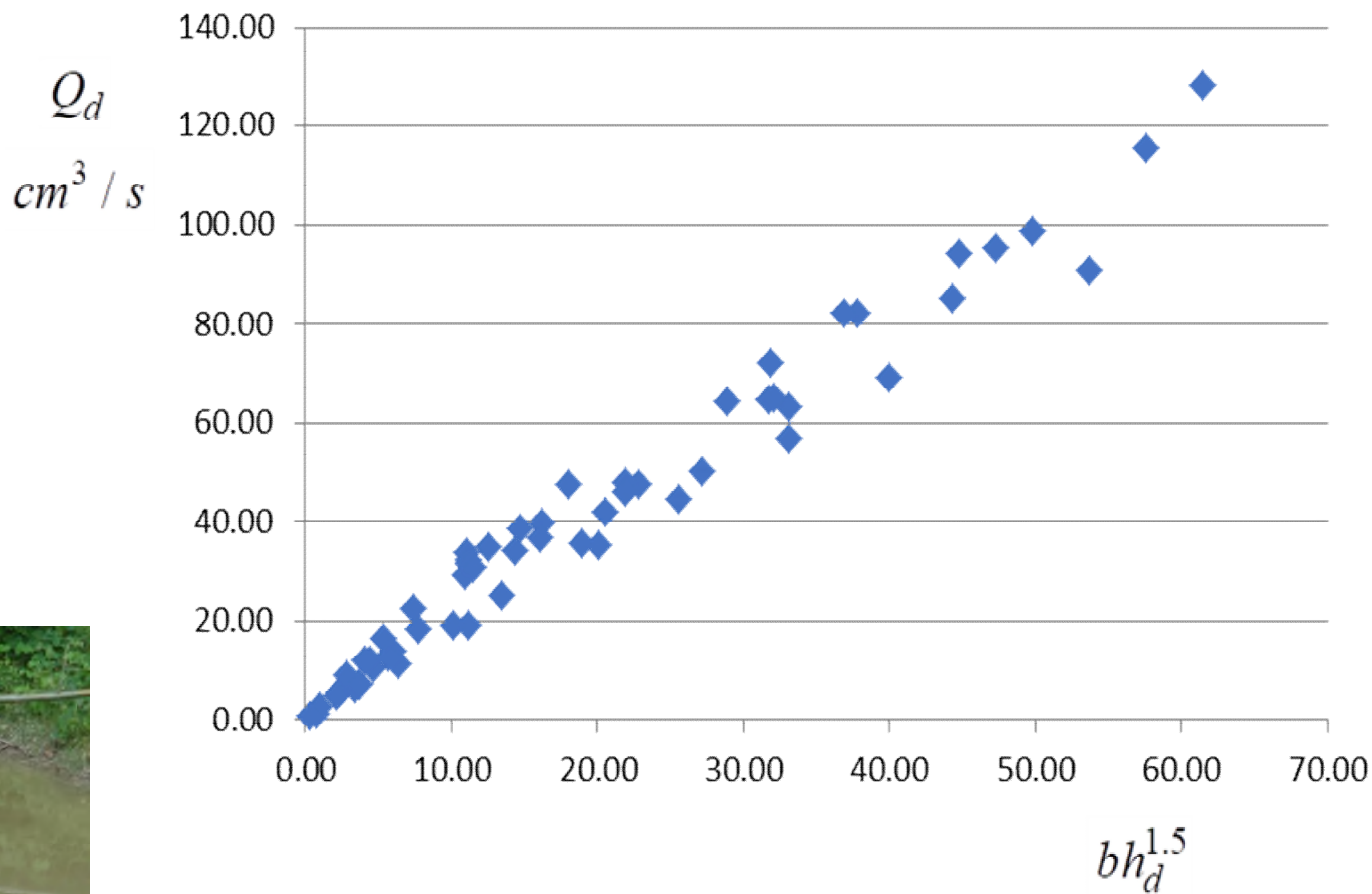
- 堰流水位

$$Q_d = 20.3 b h_d^{1.5}$$

Q_d : 排洪量

B : 方形豎井寬度

h_d : 溢流水深



○ 結論

- 研究係以室內試驗方式，建立方形豎井之溢流量公式，同時採用方形豎井與矩形出水口共構之設計模型，不僅可以節省工程費用，且能共同發揮滯洪及緊急溢洪之雙重功能

○ 建議

- 可以將本研究成果納入「水土保持手冊」中，以取代並補充手冊於農塘設計之不足



報告完畢
敬請指教