

中華民國第 65 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 生活與應用科學科(三)

(鄉土)教材獎

083007

梳子不梳頭-梳子壩對流速降低與水質的影響

學校名稱： 新北市淡水區育英國民小學

作者：	指導老師：
小四 林書聿	楊惠芸
小四 黃鈺珊	林芝伊
小四 林庭宇	
小四 王竑允	

關鍵詞： 生態工法、垃圾穿越率、水利設施

梳子不梳頭-梳子壩對流速降低與水質的影響

摘要

公司田溪整治設置梳子壩、疊瀑、深水池、護址工石籠等設施，對公司田溪水質、河岸動植物種類與數量，底棲生物種類與數量、水中污染物降低有正面提升效果，其中梳子壩設置最多共 20 處，利用自製水工模型，自製流速計，樂高積木排列出不同排列、形狀、間距、高度數量位置等，找出降低水流流速效果最佳，且漂流物穿越時間最短、穿越率最高的設計，研究結果：梳子壩水流流速降低，漂流物穿越時間越長，梳子壩設置河段末端與梳子壩組間距較大時，流速降低效果顯著，漂流物穿越時間增加較少。所以公司田溪在河口末端計設置 9 個梳子壩，且分散於數條溪流，可以有效降低水流流速，及漂流物穿越時間。

壹、研究動機

公司田溪是本學區最大的溪流，中下游流經人口密集的淡海新市鎮，為學區最重要的溪流，在淡海新市鎮鎮密設計與規劃多功能設計，包括防洪、休閒、景觀、生態等考量，沿著溪流兩側設有人行車道、步道、親水休閒區域。公司田溪整治與其他溪流不同的地方，建設時採用生態工法水利設施，提供動植物的棲地，河岸兩側樹木大部分自然生長，河道採用接近自然河道的樣態，恢復成適合原生底棲生物的生存的環境，我和家人去散步時看到許多河道中有水利設施，階梯式魚道、疊瀑、深水池、梳子壩、護址工石籠、溪中大型巨石、水泥格格樑植生護岸等設施，發現梳子壩最多，梳子壩一般設置在上游區域主要是攔阻土石流或巨大岩塊、減少流出土砂量、防止溪床堆積物移動、將土石流轉化成為土砂流等功能，為何會在公司田溪中下游設置，公司田溪中下游坡度不大，土石量也不高，為何設置這麼多梳子壩一定有重要的原因，因此我們想透過研究了解公司田溪的梳子壩，與其他梳子壩在功能上的差異，本研究也發現在梳子壩的前方經常會堆積垃圾，是否可以找到堆積垃圾的原因，與解決堆積垃圾的方法，作為研究的主軸。

貳、研究目的

- 一、訪問專家學者了解公司田溪水利設施與溪流環境特性
- 二、研究公司田溪水利設施的種類與分布特徵
- 三、檢測公司田溪水質污染程度與水利設施相關性
- 四、觀察水利設施與堤岸植物、底棲生物分布的關連性
- 五、分析不同排列方式與形狀的梳子壩在流速調控上的效益
- 六、評估梳子壩的設置對水質淨化效果的影響
- 七、探討不同水利設施組合對流速調控上的效益
- 八、進行溪流測試驗證自製梳子壩模型可行性

參、文獻探討

一、梳子壩

在土石流或土砂流量較高之溪流，為減少大量土砂流出致災，而將防砂壩壩體加以改良，其中壩體設計成狀似梳子型態者，謂之梳子壩。梳子壩屬透過型壩，在一般山地洪流時，水流及土砂得以穿越壩體，使壩體上游可以維持適當之貯砂空間，以備土石流或高砂流通過時，可適時發揮攔阻土砂和延遲流出時間之效果。

二、梳子壩主要功能

1. 攔阻土石流或巨大岩塊，減少流出土砂量。2. 調節土石流及高含砂流之土砂輸出量。3. 延遲土石流或高含砂流流出扇狀地時間。4. 防止溪床堆積物移動。5. 將土石流轉成為土砂流。

三、公司田溪

淡水公司田溪發源自大屯山，溪長約 15 公里，為淡水鎮內第一大溪流，流經港仔坪注入臺灣海峽。公司田相傳為荷蘭東印度公司為供應淡水及雞籠守軍物資所開闢遺留的。西元 1654 年，據《巴達維亞城日記》得知，漢人已被允許到淡水，人數逐年增加並用牛耕作（新北市政府水利局，2021）。主流：發源於大屯山下，流經觀光果園、楓樹湖、大溪橋、泉州厝、口湖子、下水尾仔、頂埤島、埤島橋、虎頭山、風空口、公司田橋、崁腳、賣菜崎、大庄，經港仔坪注入臺灣海峽，幹流長度 13.50 公里，流域面積 24.32 平方公里（淡水維基百科，2024）。

四、自然生態工法在溪流治理上的規劃設計理念（林維明，2011）

- （一）安全考量：盡可能達到生態系統或景觀的再生，週邊環境狀況、上下游區域生態及景觀的連續性，設計適合創造生態系統或景觀的水保防災構造物。
- （二）生態保育考量：維持工址原有地形及面貌，採多樣性之流速變化，多元的生態棲息。
- （三）經濟與景觀之考量：自然、取之於現地，應滿足生物需求，達到斷面之多樣性。

五、河流水質自淨功能（RIVER SCENE，2019）

河流生態系會自我平衡無機物、有機物、生產與分解就是自淨。河流產生污染主要指堆積的物質太多，來不及過濾、附著、消耗、分解、搬運，於是停滯、堆積、變質、污黑、產生惡臭、傳播病菌，造成河川污染現象。

六、科展相關研究（本表由作者製表）

詹昆樺、陳俊穎、張哲維（2008）	影響土石流產生有三大要素：1. 豐富鬆散的堆積物、2. 充足的水分（地表水及地下水）、3. 足夠的坡度（重力影響大）。
郭益廷、鄭鈞元、李柔嫻（2018）。	鋼管壩實驗在進行壩體降高度後得知可以將砂和石完全透出，不論透砂率與透石率皆優於梳子壩。

肆、研究器材設備與前置研究

一、觀察不同的梳子壩的差異

我們在網路上查閱相關梳子壩的資料，發現梳子壩大小與類型差異很大，依據梳子壩設置，進行實際的觀察基隆河員山子攔河堰前方梳子壩、瑞芳大粗坑梳子壩、雙溪虎豹潭梳子壩、與公司田溪梳子壩比較分析如下。



圖 4-1 類型 1 大粗坑梳子壩
(本圖由指導老師拍攝)



圖 4-2 類型 2 基隆河梳子壩
(本圖由指導老師拍攝)



圖 4-3 類型 3 公司田溪梳子壩
(本圖由指導老師拍攝)

表 4-1 不同梳子壩大小與功能(本表由作者製表)

壩體大小	設置位置與排列	主要功能
類型 1：高度 3-10m，壩柱間距 0.5~3.0m (圖 4-1)。	河流上游，坡度大，容形成土石流區域，單排較多，多排設計較少。	阻擋土石流，防止溪床堆積物移動，將土石流轉化成為土砂流。
類型 2：高度 1-3m，壩柱間距 0.5~3m，壩柱高度在經溪流洪水水位 (圖 4-2)。	河流中游區域，多排設置。	阻擋大型岩石或大型漂流物防止相關水利設施，因大型岩石或大型漂流物受損。
類型 3：高度 1m 以下壩柱間距 0.3~0.5m，壩柱高度約在經溪流常性水位 (圖 4-3)。	河流下游或水流坡度較溪流，多排設置。	水流流速降低，阻擋岩石漂流物。

二、公司田溪梳子壩(固床工跳石)：梳子壩總寬度 8.0m~10m，壩柱寬度 0.5m，單體壩柱長度 0.68m，壩柱高度約 1.0m，壩柱 2 層前後直線排列，壩柱間隙 0.5m，具有攔截土石流，穩定河床基礎，減緩水流流速，作為步道通行等功能。

三、器材設備

(一)水質檢測：共立水質檢測包重金屬、總磷 COD、 NO_3^- 、 NO_2^- 、 NH_4^+ 、 PO_4^{3-} 、檢測儀 DO 檢測計、pH 計、鹽度計)。

(二)安全設備：防滑鞋×6、安全帽×6、救生衣×6。

(三)自製水工模型(圖 4-4)

1. 模擬河道長度 440cm 寬度 23cm，高度 20cm，坡度 4.3%。公司田溪河道寬度 1,050cm，模擬河道縮小比 1/45。上下水池水量各為 250L，利用抽水馬達將水由下水池抽到上水池。上下水池水循環，降低水資源使用。
2. 在上水池設有 1.5 吋水伐，可以調節水量為 0.5L/sec、1.0L/sec、1.5L/sec、2.0L/sec、2.5L/sec，5 種水量大小。河道末端流速：1.43m/sec、1.70 m/sec、1.91 m/sec、1.99 m/sec、2.09m/sec。



圖 4-4 自製水工模型
(本圖由指導老師拍攝)



圖 4-5 自製水工模型操作 1
(本圖由指導老師拍攝)



圖 4-6 自製水工模型操作 2
(本圖由指導老師拍攝)

(四) 水工模型的建構與操作

1. 以樂高模組塊 16x8 為基板，利用不同形狀的樂高積木，做不同形式的梳子壩。
2. 進行空白實驗：

- (1) 水流流速檢測：沒有裝設梳子壩，利用自製流速計測試水流變化，每組測試至少進行 5 次，以獲得穩定平均值共 5 次，求平均值。每一種流量進行 5 次實驗求平均值。

表 4-2 水量與流速比對表(本表由作者製表)

水量	0.5L/sec	1.0L/sec	1.5L/sec	2.0L/sec	2.5L/sec
河道末端流速	1.43 m/sec	1.70 m/sec	1.91 m/sec	1.99 m/sec	2.09 m/sec

- (2) 模擬漂浮性垃圾：沒有裝設梳子壩，在不同的水量下，於河道前端投放保麗龍球直徑 5mm，約 20 顆，記錄保麗龍球由河道前端流到河道末端所需的時間。共 5 次，求平均值。
- (3) 模擬沈水性垃圾：沒有裝設梳子壩，在不同的水量下，於河道前端投放 BB 彈球（模擬沈水性漂流物和土石泥沙）約 20 顆，記錄 BB 彈與由河道前端流到河道末端所需的時間。

3. 進行實驗組：

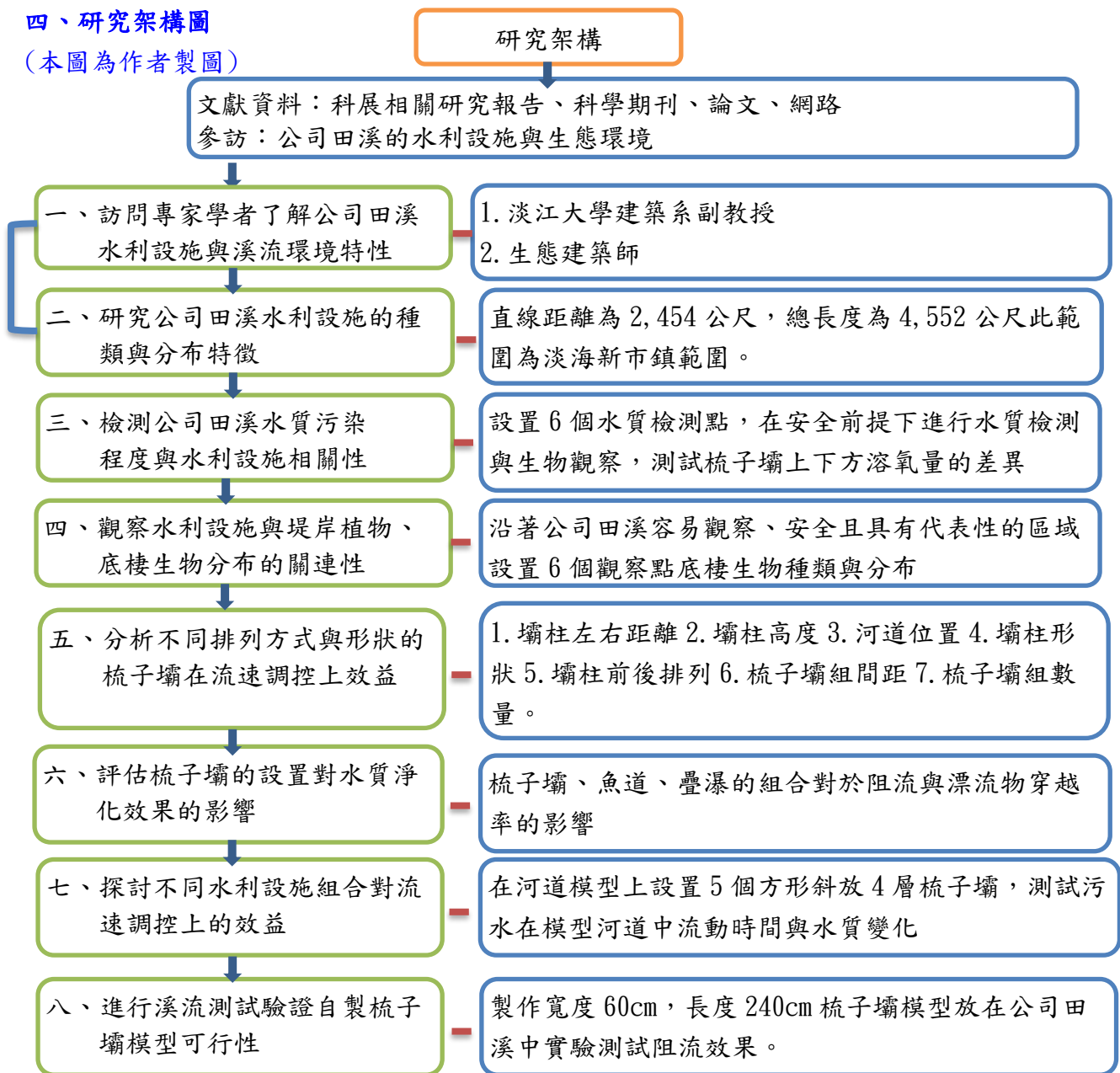
- (1) 將製作的梳子壩裝設在模擬河道中。
- (2) 梳子壩對水流流速的影響：不同的水量下，利用自製的水流流速計檢測，共計 5 種流量，每一種流量進行 5 次實驗求平均值。
- (3) 梳子壩對漂浮性垃圾的影響：不同的水量下，在河道前端投放保麗龍球直徑 5mm 約 20 顆，記錄保麗龍球由河道前端流到河道末端所需的時間。共 5 次，求平均值。
- (4) 梳子壩對沈水性垃圾的影響：不同的水量下，在河道前端投放 BB 彈球（模擬沈水性漂流物和土石泥沙）約 20 顆，記錄 BB 彈與由河道前端流到河道末端所需的時間。共 5 次，求平均值。



圖 4-7 實驗過程照片 (本圖由指導老師拍攝)

四、研究架構圖

(本圖為作者製圖)



伍、研究過程與方法

一、訪問專家學者了解公司田溪水利設施與溪流環境特性



圖 5-1 訪問教授
(本圖由指導老師拍攝)



圖 5-2 訪問生態建築師
(本圖由指導老師拍攝)

1. 大學建築系副教授團隊守護公司田溪計畫。
2. 生態建築師對於生態環境之保育、復育與教育工作具有相當之熱忱與經驗。

二、研究公司田溪水利設施的種類與分布特徵

公司田溪堤岸的動植物種類與數量，相較於其他的都會型溪流在生物多樣性與種類較多，我們觀察公司田溪中建構了很多的水利設施。由出海口到台 2 線道路，直線距離為 2454m，總長度為 4552m，此範圍為淡海新市鎮第一期工程範圍。我們想了解這一些水利設施，對於溪流的水質、生物種類、防洪設施、休憩活動是否有相關性？

（一）調查方法

1. 我們由公司田溪橋上方開始步行，拍照紀錄公司田溪中的相關水利設施，並利用手機定位拍照紀錄。
2. 將觀察結果利用 Google 地圖測量距離。
3. 將觀察的結果繪製在 Google 地圖上。

三、檢測公司田溪水質污染程度與水利設施相關性

公司田溪全長約 24 公里，主要河段 15 公里。其中由出海口至台 2 乙線道路區域為淡海新市鎮第一期計畫直線距離 2454 m，河道總長 4552 m，流經淡海新市鎮人口密集區。我們由上方的碑島橋至沙崙出海口，共設置 6 個水質檢測點，在安全前提下進行水質檢測與生物觀察。

表 5-1 水質檢測位置表(本表由作者製表)

檢測位置	經緯度	海拔 (m)	溪流整 治類型	溪流環境	檢測重要性
1 碑島橋	25°11' 45.57"N 121°27' 05.20"E	44	中度	農業使用	原始溪流水質
2 天水一墅	25°11' 16.51"N 121°26' 27.83"E	19	高度	新市鎮住區	進入住宅居
3 義山路	25°11' 10.99"N 121°25' 16.75"E	14	高度	新市鎮住區	人口密集區域
4 富麗社區	25°11' 22.28"N 121°25' 58.63"E	9	高度	新市鎮住區	人口密集區域
5 江南頤和	25°11' 35.70"N 121°25' 41.19"E	6	高度	新市鎮住區	人口密集區域
6 捷運鐵橋	25°11' 25.09"N 121°25' 16.36"E	1	高度	新市鎮住區	出海口



圖 5-3 公司田溪檢測位置圖（本圖利用 google 地圖由取代繪製）

（一）檢測方法

1. 沿著公司田溪容易觀察、安全，且具有代表性的區域設置 6 個，由上游碑島橋（原始農田）、天水一墅、義山路、富麗社區、江南頤和、捷運鐵橋（出海口），共計 6 個觀察點

進行水質檢測。

2. 檢測儀器：溶氧量 DO (溶氧計)、濁度 (濁度計)、pH 值 (pH 計)、鹽度 (光學鹽度計)、總固體含量 (TDS)。
3. 共立檢測包、重金屬 ME、COD 化學含氧量、BOD 生化含氧量、硝酸 NO_3^- 、亞硝酸 NO_2^- 、磷酸 PO_4^{3-} 、氨氮含量 NH_4^+ 、銅離子 ppm。
4. 檢測日期：2024 年 10 月 12 日，天氣晴，溫度 24-28 度。
5. 檢測日期：2024 年 12 月 14 日，天氣陰，溫度 14-18 度。



圖 5-4 檢測濁度
(本圖由指導老師拍攝)



圖 5-5 共立檢測包檢測水質
(本圖由指導老師拍攝)



圖 5-6 檢測溶氧量
(本圖由指導老師拍攝)

四、觀察水利設施與堤岸植物、底棲生物分布的關連性

公司田溪中下游區域流經淡海新市鎮人口密集區域，但汙染程度較低的因素，我們可由研究二的發現推測可能為：淡海新市鎮設計下水道系統，沒有將家庭污水直接排入公司田溪；新市鎮無工業區，因此公司田溪的汙染較低。大部分的河段為輕度汙染，河口段為輕中度汙染。河口段經常有人釣魚，漲潮期可見到大量的魚群。

公司田溪堤岸主要為水泥自由格內部填大鵝卵石的結構 (亂石自由格)，中間有一小段為深水池提供魚類棲息空間為水泥垂直牆面，我們想了解亂石自由格的間隙是否能做為提供植物生長的空間和動物的棲息地方。

(一) 觀測方法：

1. 沿著公司田溪容易觀察、安全且具有代表性的區域設置 6 個觀察點：從上游碑島橋 (原始農田)、天水一墅、義山路、富麗社區、江南頤和到捷運鐵橋 (出海口)，共計 6 個觀察點，進行動植物調查。
2. 在每一個觀察點進行堤岸植物、鳥類、昆蟲觀察。觀察時間 30 分鐘。
3. 用相機拍照紀錄。可以辨別的物種當場紀錄結果，無法辨別的物種則利用 Google 辨別系統進行比對，再無法識別則請專家鑑定物種名稱。

五、分析不同排列方式與形狀的梳子壩在流速調控上的效益

由研究一、二、三發現：在水質方面，公司田溪橋到江南頤和社區水質為輕度汙染，出海口為中度汙染。公司田溪流經人口密集的區域，但水質汙染不嚴重，不知是否與水利設施相關？其中最特別是溪流中有 20 座梳子壩，在溪流中梳子壩大部分以單排設計為主，公司田溪的梳子壩卻大都是雙排排列。公司田溪在淡海新市鎮區坡度約 0.8-1.5%，水流流速不快，土石流或高含砂流流出也不多，為何要興建這麼多梳子壩？公司田溪梳子壩壩體設計採用雙排設計，前後排大部分採用錯位排列，我們想要了解這種設計對於水流流速、土石流動、溪流中漂浮物的穿越是否有影響？我們想找到降低水流流速最佳，且溪流中的漂流物穿越時間

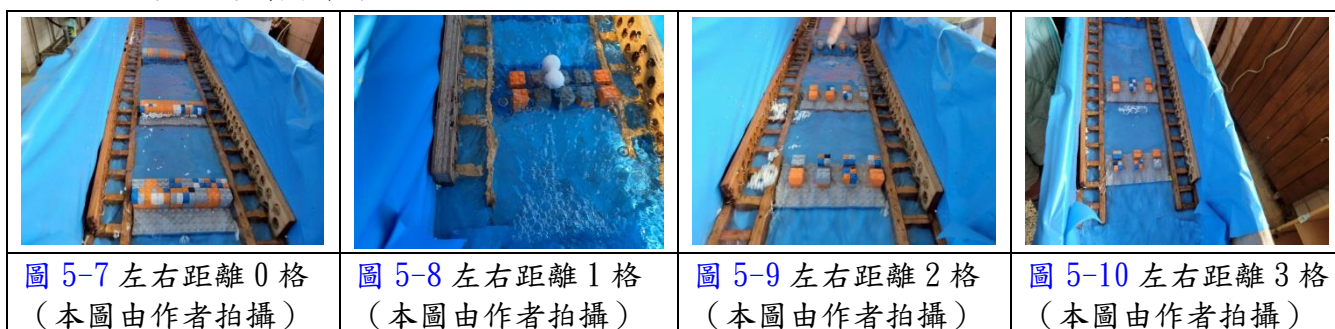
增加最少的梳子壩設計、形狀與排列方式，有可能嗎？

(一) 不同的梳子壩柱左右距離對於流速降低與漂流物的影響

了解梳子壩柱左右距離不同時，左右距離大小是否會影響水流流速變化？是否會影響河流中的漂流物的穿越時間？

1. 建構模型

- (1) 使用樂高模組塊 16x8 為基板，2x2 的樂高積木疊高二層做為梳子壩柱，做不同左右間距的梳子壩，左右距離為 0 格(圖 5-7)、1 格(圖 5-8)、2 格(圖 5-9)、3 格(圖 5-10)，共 4 種。
- (2) 將自製樂高梳子壩，架設在河道前段位置。
- (3) 梳子壩共計設置 3 組，每一組的間距為 25 公分。河道長度 4.4m。
- (4) 實驗方法：詳見，詳見，肆、研究器材設備與前置研究，三、器材設備，(四) 水工模型的建構與操作。

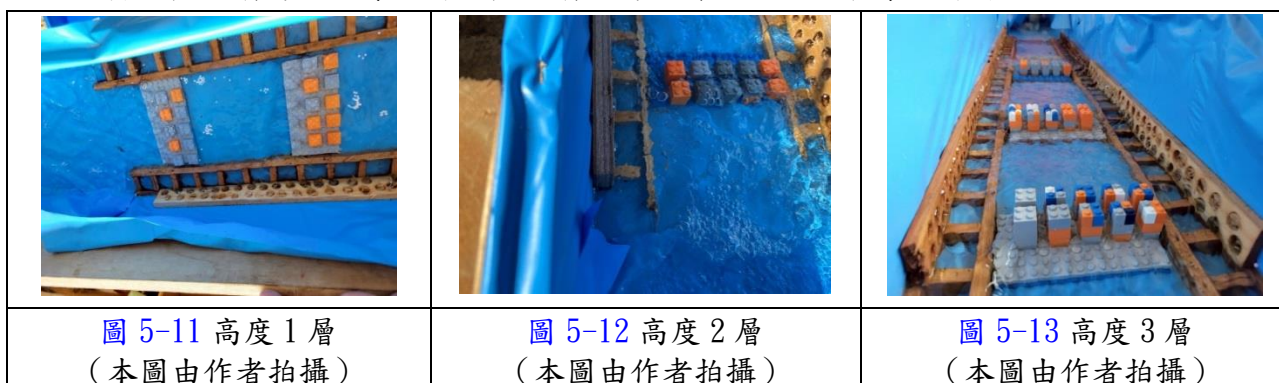


2. 實驗操控

- (1) 操作變因：梳子壩左右距離 0 格、1 格、2 格、3 格。
- (2) 控制變因：5 種水流量，水量 0.5L/sec、水量 2：1.0/sec、水量 3：1.5/sec、水量 4：2.0/sec、水量 5：2.5/sec。河道坡度 4.03%，梳子壩裝設前端間。
- (3) 應變變因：5 種水流量下的水流流速、保麗龍與 BB 彈流動時間、觀測保麗龍與 BB 彈流動方式與路徑。

(二) 梳子壩柱不同高度對於流速降低與漂流物的影響

我們進行戶外觀察發現，在公司田溪的梳子壩的高度，有明顯的差異，也在基隆河，發現梳子壩高度也有差異，梳子壩的高度對於阻流效果有差異嗎？



1. 建構模型

- (1) 使用樂高模組塊 16x8 為基板，2x2 的樂高積木疊高二層做為梳子壩柱，做不同高度高度為 1 層 (圖 5-11)、2 層 (圖 5-12)、3 層 (圖 5-13)，共 3 種。

- (2) 將自製樂高梳子壩，架設在河道前段位置。
- (3) 梳子壩共計設置 3 組，每一組的間距為 25 公分。河道長度 4.4m，
- (4) 實驗方法：詳見，實驗流程：詳見，肆、研究器材設備與前置研究，三、器材設備，(四) 水工模型的建構與操作。

2. 實驗操控

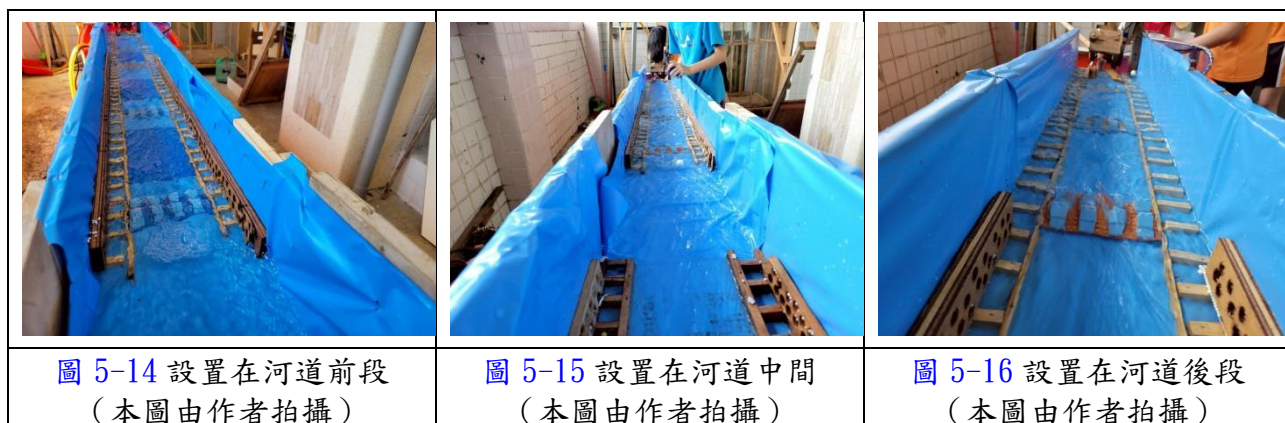
- (1) 操作變因：梳子壩高度 0 層（比對組）、1 層、2 層、3 層。
- (2) 控制變因：與實驗一相同

(三) 梳子壩裝設在河道不同位置對流速降低與漂流物的影響

由研究二發現：公司田溪梳子壩並不是等以相等距離裝設，其中河口區前段就有 8 個。我們想要了解梳子壩的主要裝設點為什麼都在河口區？梳子壩設置點離河口遠近，是否會影響水流流速變化及河流中漂流物的穿越時間？

1. 建構模型

- (1) 使用樂高模組塊 16×8 為基板，2×2 的樂高積木疊高二層做為梳子壩柱，做相同間距的梳子壩。
- (2) 共設置 3 組梳子壩，梳子壩間距為 30 公分。
- (3) 將自製樂高梳子壩，架設於模擬河道全長 4.4m 的前端 50 公分位置（圖 5-14）、中間 200 公分位置（圖 5-15）、後端 350 公分位置（圖 5-16）。
- (4) 實驗流程：詳見，肆、研究器材設備與前置研究，三、器材設備，(四) 水工模型的建構與操作



2. 實驗操控

- (1) 操作變因：梳子壩裝設於河道的前端、中間、後端。
- (2) 控制變因：與實驗一相同

(四) 不同形狀的梳子壩柱對流速降低與漂流物的影響

我們在相關資料中查到：柱體形狀不同會影響水流正面衝擊的面積。我們想要了解，不同形狀的梳子壩柱(例如：方形斜向或圓形)，是否會影響水流流速變化及河流中漂流物的穿越時間？

1. 建構模型

- (1) 使用樂高模組塊 16×8 為基板，2×2 的樂高積木疊高二層、橫排 2 列做梳子壩柱。
圓形梳子壩（圖 5-17）、梯行梳子壩（圖 5-18）、方形梳子壩（圖 5-19）。
- (2) 共設置 3 組梳子壩，梳子壩間距為 30 公分。

(2) 將自製樂高梳子壩，架設在河道中段 200 公分位置。

(3) 實驗流程：詳見，實驗流程：詳見，肆、研究器材設備與前置研究，三、器材設備
(四) 水工模型的建構與操作



圖 5-17 圓形梳子壩
(本圖由作者拍攝)



圖 5-18 梯形梳子壩
(本圖由作者拍攝)

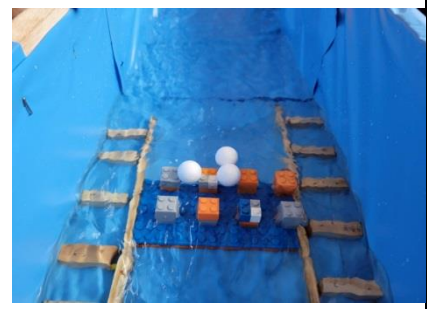


圖 5-19 方形梳子壩
(本圖由作者拍攝)

2. 實驗操控

(1) 操作變因：不同形狀的梳子壩柱(方形、圓形、梯形)。

(2) 控制變因：與實驗一相同

(五) 不同梳子壩柱前後排列方式對流速降低與漂流物的影響

如果梳子壩的壩柱，前後排列的方式不同時，前後壩柱錯位排列 (圖 5-20)，前後壩柱同一直線 (圖 5-21) 對於阻流效果，與漂流物會有影響嗎？

1. 建構模型

(1) 使用樂高模組塊 16x8 為基板，2x2 的高積木疊高二層、橫排 2 列做梯梳子壩柱。

(2) 共設置 3 組梳子壩，梳子壩間距為 30 公分。

(2) 將自製樂高梳子壩，架設在河道中段 200 公分位置。

(3) 實驗流程：詳見，實驗流程：詳見，肆、研究器材設備與前置研究，三、器材設備，(四) 水工模型的建構與操作

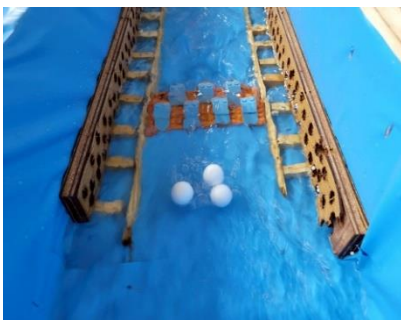


圖 5-20 錯位排列
(本圖由作者拍攝)



圖 5-21 直線排列
(本圖由作者拍攝)

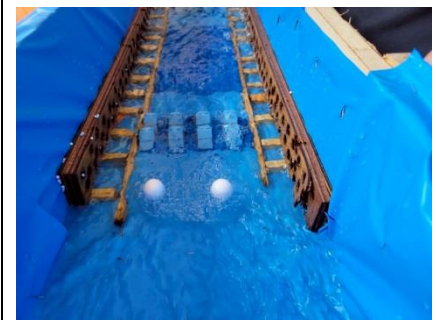


圖 5-22 直線排列保麗龍球因渦流卡住 (本圖由作者拍攝)

2. 實驗操控

(1) 操作變因：排列方式 (直線、並排)。

(2) 控制變因：與實驗一相同。

(六) 研究梳子壩組間距對流速降低與漂流物的影響

我們發現公司田溪梳子壩的間距不同，在河口地區梳子壩的間距較短，在防災公園附近間距較短，梳子壩的間距會影響阻泥效果與物體穿越時間嗎？

1. 建構模型

- (1) 使用樂高模組塊 16×8 為基板，2×2 梯形樂高積木疊高二層、橫排 2 列做梳子壩柱。方形梳子壩、圓形梳子壩、梯行梳子壩。
- (2) 共設置 3 組梳子壩，梳子壩間距為 30 公分（圖 5-23）、50 公分（圖 5-24）、100 公分（圖 5-25）。
- (3) 將自製樂高梳子壩，架設在河道中段 200 公分位置。
- (4) 實驗流程：詳見，實驗流程：詳見，肆、研究器材設備與前置研究，三、器材設備，（四）水工模型的建構與操作



圖 5-23 梳子壩間距 30 公分
（本圖由作者拍攝）



圖 5-24 梳子壩間距 50 公分
（本圖由作者拍攝）



圖 5-25 梳子壩間距 100 公分
（本圖由作者拍攝）

2. 實驗操控：

- (1) 操作變因：梳子壩組間距為 30 公分、50 公分、100 公分。
- (2) 控制變因：與實驗一相同

（七）研究梳子壩組數量對流速降低與漂流物的影響

1. 建構模型

- (1) 使用樂高模組塊 16×8 為基板，2×2 的梯形樂高積木疊高二層、橫排 2 列做梳子壩柱，梯行梳子壩。
- (2) 梳子壩間距為 50 公分，設置梳子壩數量 3 組（圖 5-26）、4 組（圖 5-26）、5 組（圖 5-26）。
- (2) 將自製樂高梳子壩，架設在河道末端段 400 公分位置向上設置。
- (3) 實驗流程：詳見，實驗流程：詳見，肆、研究器材設備與前置研究，三、器材設備，（四）水工模型的建構與操作。



圖 5-26 梳子壩 3 組（本圖
由作者拍攝）



圖 5-27 梳子壩 4 組（本圖
由作者拍攝）

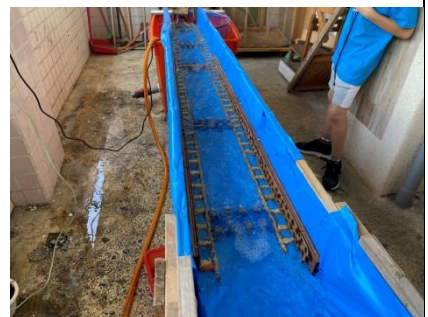


圖 5-28 梳子壩 5 組（本圖
由作者拍攝）

2. 實驗操控：

- (1) 操作變因：梳子壩組數量 3 組、4 組、5 組。

(2) 控制變因：與實驗一相同。

六、評估梳子壩的設置對水質淨化效果的影響

我們發現公司田溪的水質與附近的樹梅坑溪比較，在中下游流域優於樹梅坑溪，這應該與公司田溪進行生態工法有相關性。

(一) 實驗方法

1. 在河道模型上設置 5 個方形 4 層梳子壩。
2. 取樹梅坑溪下游污水 12 公升，加入水工模型下方的儲水池水量 200 公升，均勻混合後測量儲水池的水質，溶氧量、COD、硝酸、硝酸、氨氮、pH 值 6 項數據，並利用 16 合 1 測試紙進行檢測。
3. 開啟抽水馬達將下方的儲水池的污水，輸送到上水池，開啟水閥，水量為 1.15L/ sec，水流末端流速為 1.53m/sec。持續循環流動 10、20、30、40、50 分鐘。
4. 讓受污染的水經過梳子壩的水流的變化作用，觀察污水流經梳子壩後水質的變化。
5. 分別在水流流動 10、20、30、40、50 分鐘後測量受污染的水的水質變化。

(二) 實驗操控

(1) 操作變因：分別在水流流動 10、20、30、40、50 分鐘後水質變化。

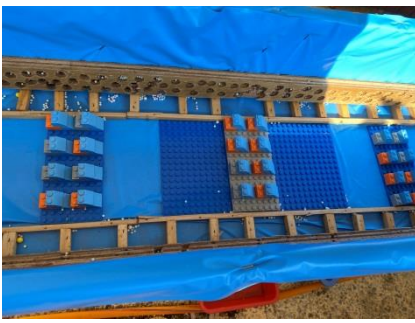

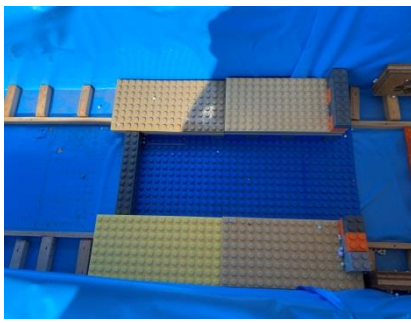
(2) 控制變因：與實驗一相同

七、探討不同水利設施組合對流速調控上的效益

公司田溪有很多水利設施，除了梳子壩外還有魚道、疊瀑等設施，這一些水利設施對於阻流效果與垃圾穿越是否會有影響？

(一) 建構模型

1. 使用樂高模組塊 16x8 為基板，2x2 的梯形樂高積木疊高二層、橫排 3 列做梯行梳子壩柱 3 組（圖 5-29）。
2. 利用 2x2 方塊排列出，豎孔導壁魚道一組（圖 5-30）。利用 2x2 方塊排列出疊瀑 1 組（圖 5-31）進行實驗。
3. 將自製樂高梳子壩，架設在河道末端段 200 公分位置向下設置。
4. 先裝設梳子壩實驗完成後，再豎孔導壁魚道 1 組，實驗完成後，再增加疊瀑 1 組進行實驗。
5. 實驗流程：詳見，實驗流程：詳見，肆、研究器材設備與前置研究，三、器材設備，（四）水工模型的建構與操作。

		
圖 5-29 梯形梳子壩柱 3 組 (本圖由作者拍攝)	圖 5-30 豎孔導壁魚道 1 組 (本圖由作者拍攝)	圖 5-31 疊瀑 1 組 (本圖由作者拍攝)

2. 實驗操控：

(1) 操作變因：梳子壩實驗完成後，再豎孔導壁魚道 1 組，實驗完成後，再增加疊瀑 1 組進行實驗。

(2) 控制變因：與實驗一相同。

八、進行溪流測試驗證自製梳子壩模型可行性

依據本研究發現，梳子壩具有阻擋土石流、鞏固河床、減緩流速等功能，依據本研究實驗結果設計新的梳子壩模型，放置在公司田溪溪流中，進行水流流速檢測降低效果。

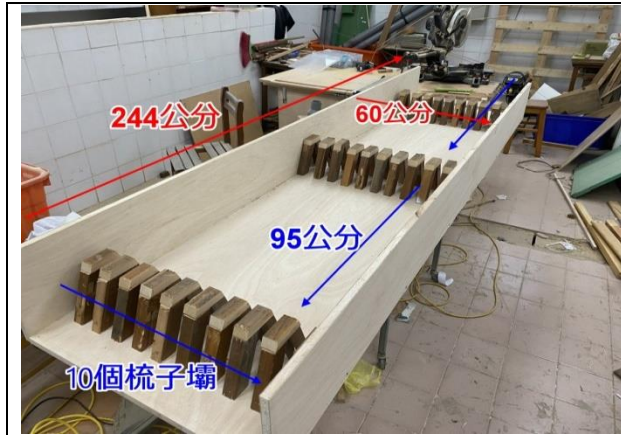


圖 5-32 自製梳子壩柱 3 組壩柱 (本圖由作者拍攝)

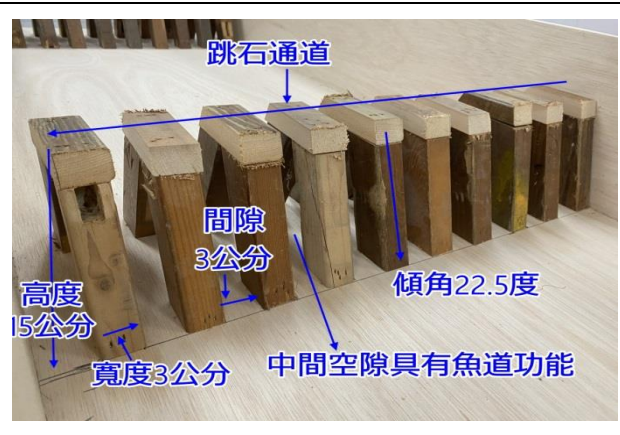


圖 5-33 壩柱設置說明 (本圖由作者拍攝)

(一) 實驗方法

1. 梳子壩(圖 5-32)全長 244 公分、寬度 60 公分，設置 3 層梳子壩，每一層有 10 個壩體，壩柱高度 15 公分，寬度 3 公分、厚度 4 公分壩體，前柱傾斜 22.5 度，後柱傾斜 22.5 度，壩體為八字形，壩體前柱傾斜 22.5 度可降低反向渦流的形成，降低漂流物穿越的時間，後柱傾斜具有斜撐的功能，可強化壩體的結構。
2. 壩體(圖 5-33)下方空間為生物洄游與海降的休息空間。壩體上方設有跳石步道，提供兩岸通行。

陸、研究結果與討論

一、訪問專家學者了解公司田溪水利設施與溪流環境特性

(一) 大學建築系副教授

1. 請問公司田溪的水利設施有哪些？

答：公司田溪的水利設施是比較完整的規劃，從堤岸的設計，溪流中的梳子壩、疊瀑、深水池魚道，主要是有防洪兼顧生態與休閒設計。

2. 請問溪流中的梳子壩是水流減速的功能嗎？

答：這裡的梳子壩主要是阻擋土石，形成自然的溪底底棲環境，讓底棲生物棲息，對於阻擋水流的功能應該是河口段的效果比較明顯，梳子壩上方可以讓兩岸方便通行。

(二) 生態建築師

1. 請問公司田溪中的梳子壩的功能？

答：公司田溪的梳子壩在原設計圖上是固床工跳石，主要的目的是在鞏固河床，兩岸通行依據外觀設計，會有梳子壩的功能，攔截土石流與水流流速降低的功能。

2. 請問公司田溪中的魚類有哪些？

答：公司田溪的魚類，與一般溪流的魚類類似。

3 請問生態工法？

答：生態工法三要件 對於棲地植物動物優先考量，就地取材，因地制宜。

二、公司田溪水利設施的種類與分布特徵

(一) 研究結果

1. 水利設施分布圖



圖 6-1 公司田溪水利設施分布圖（本圖利用 google 地圖由作者繪製）

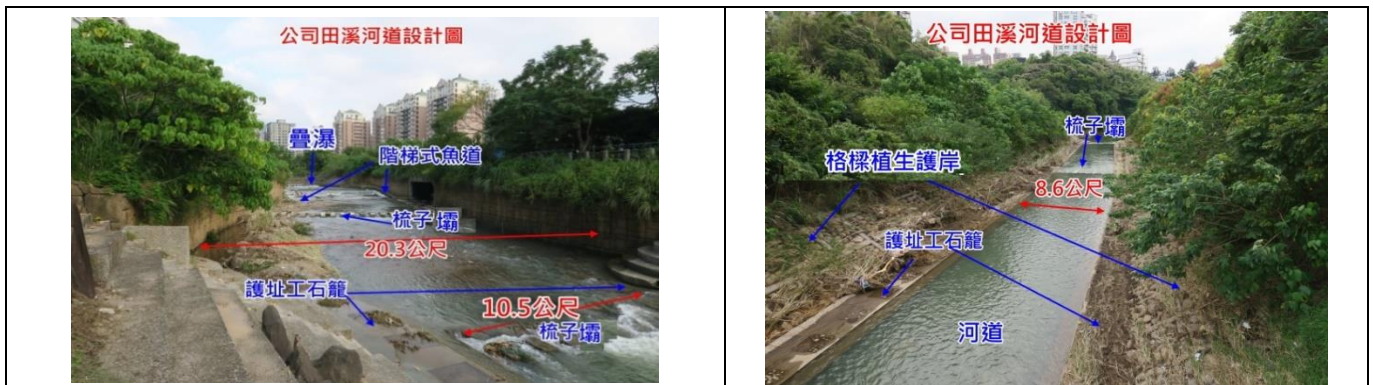


圖 6-2 公司田溪深水池與疊瀑配置圖（本圖由作者繪製）

圖 6-3 公司田溪水河道配置圖（本圖由作者繪製）



圖 6-4 公司田溪梳子壩配置圖（本圖由作者繪製）

圖 6-5 公司田溪魚道配置圖（本圖由作者繪製）

2. 水利設施樣式與分布

表 6-1 水利設施數量、樣式、大小分布表(本表由作者製表)

水利設施	數量與形式	大小	配置方式與位置
梳子壩 (圖 6-6) (固床工跳石)	20	8.0-12.3m	主要在河口與防災公園旁
疊瀑(圖 6-7) (重力式攔水堰)	14	8.0-15.6m	一個疊瀑一個深水池
深水池 (圖 6-8)	14	45.3-145.3m	一個疊瀑一個深水池
魚道 1 (圖 6-9) 階梯式魚道	中央階梯魚道 兩側豎孔導壁	寬 12.53、長 8.63 落差約 2.1m	防災公園旁
魚道 2 階梯式魚道	中央階梯魚道 兩側豎孔導壁	寬 15.43m、長 10.53m 落差約 2.5m	防災公園旁
大型亂石 (圖 6-10)	人工設置	0.3m~1.5m	河道中
護址工石籠 (圖 6-11)	大部分主河道 2 側	寬度 1m	河道兩側
格樑植生護岸 (圖 6-11)	大部分主要河堤	高 6-8m	河道兩側



圖 6-6 梳子壩 (本圖由取代拍攝)

圖 6-7 疊瀑 (本圖由取代拍攝)

圖 6-8 深水池 (本圖由取代拍攝)

圖 6-9 魚道 (本圖由取代拍攝)

圖 6-10 溪流中大型亂石魚道
(本圖由取代拍攝)

圖 6-11 格樑植生護岸與護址工石籠
(本圖由取代拍攝)

3. 水利設施的效能分析

表 6-2 水利設施生態功能表(本表為作者製表) ■主要功能 ■次要功能

	降低 流速	水體淨 化	水體溶 氧	生物洄 游路徑	底棲生 物棲息	植物生 長	阻擋土 石流	鞏固河 道
階梯式魚道	■	■	■	■	■		■	■
疊瀑	■	■	■	■				■
深水池	■	■		■	■			
梳子壩	■	■	■	■			■	■
護址工石籠	■	■	■		■	■		■
溪中大型巨石	■	■	■	■	■			■
格樑植生護岸	■					■		■

(二) 討論

1. 公司田溪的水利設施並不是等距離配置，主要設置於河口。在公司田溪橋遺址至河畔公園

段設置：階梯式魚道、疊瀑、深水池、梳子壩、護址工石籠、亂石水泥格斜坡河堤；荷蘭社區至河口段主要是：梳子壩、護址工石籠、亂石水泥格斜坡河堤；江南頤和社區段則為：護址工石籠、亂石水泥格斜坡河堤。

2. 疊瀑與深水池設置有 14 處，疊瀑下方緊接深水池，均設置在公司田溪橋遺址至河畔公園。在深水池的前後方，均有設置親水階梯與導流灣。
3. 梳子壩：除了有降低水流流速的功能外，也可以增加溪流的自淨效應。另外可以做為溪流兩側的來往的通道。
4. 護址工石籠：公司田溪在兩側低水位處設置護址工石籠與一般的工法不同，格樑植生護岸中間鋪設大礫石的生態工法，有護堤、阻流、魚道、提供生物棲地的功能。
5. 格樑植生護岸（綠格子）：河堤結構較佳，可以抵擋較大的水流。屬河堤生態工法，可提供動植物棲地。
6. 我們分析階梯式魚道、疊瀑、深水池、梳子壩設置位置，大部分設在居民主要活區域或相關設施附近，屬於為「人」設計。沿溪兩側設有人行道、車道及階梯步道等親水空間，有完整的公司田溪水文化生態。水利局於施工期間持續與在地公民團體溝通，一同使河岸景觀優美並使河川整治後之公司田溪具有親水生態保育的功能（新北市政府，2024）。
7. 海天一墅社區下方長 186m、台北灣第二期社區對岸長 113m 的河堤未做護堤工程，讓我們感到疑惑。這些地方邊坡已經裸落，如果遇到大量溪水長期沖刷，河堤崩塌的危險。
8. 2024 年 10 月 12 日觀察時發現蟹類大量死亡，原因不明，需要進一步研究。

三、檢測公司田溪水質污染程度與水利設施相關性

（一）秋季水質檢測研究結果

1. 檢測日期：2024 年 10 月 12 日，天氣晴，溫度 24-28。

表 6-3 水利設施上下方溶氧量變化(本表由作者製表)

檢測項目	檢測點	碑島橋	天水一墅	義山路	富麗社區	江南頤和	捷運鐵橋
1. 梳子壩溶氧量增加 ppm		無	0.1	0.1	0.1	無	0.1
2. 疊瀑溶氧量增加 ppm		無	0.2-0.3	0.2-0.3	0.2-0.3	無	無

表 6-4 精準儀器與共立檢測包秋季檢測結果表(本表由作者製表)

檢測項目	檢測點	碑島橋	天水一墅	義山路	富麗社區	江南頤和	捷運鐵橋
1. 溶氧量 DO (溶氧計)		7.3	6.7	12.6	7.0	6.8	5.8
2. 濁度 (濁度計)		7.63	6.19	8.94	7.14	11.8	11.3
3. pH 值 (pH 計)		6.8	7.2	6.8	6.8	7.2	6.6
4. 鹽度 (光學鹽度計) ‰		0	0	0	0	0	3
5. 重金屬 ME ppm		0	0	0	0	0.2	0.2
6. COD 化學含氧量 ppm		5 輕	5 輕	5 輕	13 輕中	5 輕	20 中
7. 硝酸 NO ₃ ⁻ ppm		0.5 輕	0.5 輕	0.5 輕	0.5 輕	0.5 輕	2.0 中
8. 亞硝酸 NO ₂ ⁻ ppm		0.02 輕	0.02 輕	0.02 輕	0.5 中	0.02 輕	0.05 輕
9. 磷酸 PO ₄ ⁻³ ppm		0	0	0	0	0	0
10. 氨氮含量 NH ₄ ⁺ ppm		0.2 輕	0.2 輕	0.3 輕中	0.5 輕中	0	0
11. 銅離子 (試劑) ppm		0	0	0	0	0	0

（二）討論秋季水質污染程度

1. 儀器與共立檢測包

- (1) COD 化學含氧量顯示：上游為輕度污染，下游為中度污染。
- (2) 硝酸 NO_3^- 、亞硝酸 NO_2^- 含量顯示：全河段為輕度到中度污染。
- (3) 氨氮含量顯示：上游為輕度污染，推測與人口密集有關，公司田溪流經人口密集區域，多少會受到人為的污染，如果與大屯溪水質比較差異並不大，大約是輕度到中污染程度。相關報導淡水公司田溪變「泡泡河」來源找到了！（ETtoday 新聞雲）。
- (4) 由表 6-4，發現，水流流經梳子壩與疊瀑後，水體經過撞擊、曝氣、攪拌讓水體與空氣的接觸面積和時間都增加，梳子壩大約可提升 0.1ppm，疊瀑可提升 0.3ppm 有提升水體溶氧量的效果（環境部水資源淨化處理）。

（三）冬季水質檢測結果

1. 檢測日期：2024 年 12 月 14 日，天氣陰，溫度 14-18

表 6-5 精準儀器與共立檢測包季檢測結果表(本表由作者製表)

檢測項目	檢測點	碑島橋	天水一墅	義山路	富麗社區	江南頤和	捷運鐵橋
1. 溶氧量 DO (溶氧計)		7.2	6.6	8.4	7.3	5.6	5.8
2. 濁度 (濁度計)		8.32	9.63	11.42	9.02	11.4	11.4
3. pH 值 (pH 計)		6.6	6.6	6.8	7.2	7.2	6.6
4. 鹽度 (光學鹽度計) ‰		0	0	0	0	0	20
5. 重金屬 ME ppm		0	0	0	0	0.2	0.2
6. COD 化學含氧量 ppm		5	5	5	5	5	20
7. 硝酸 NO_3^- ppm		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	2.0
8. 亞硝酸 NO_2^- ppm		0.02	0.02	0.02	0.5	0.02	0.05
9. 磷酸 PO_4^{3-} ppm		0	0	0	0	0	0
10. 氨氮含量 NH_4^+ ppm		0.2	0.2	0.3	0.5	0	0
11. 銅離子 ppm		0	0	0	0	0	0

表 6-6 梳子壩與疊瀑溶氧量增加檢測表(本表由作者製表)

檢測項目	檢測點	碑島橋	天水一墅	義山路	富麗社區	江南頤和	捷運鐵橋
1. 梳子壩溶氧量增加 ppm		無	0.1	0.1	0.1	無	0.1
2. 疊瀑溶氧量增加 ppm		無	0.2-0.3	0.2-0.3	0.2-0.3	無	0.1

（三）討論冬季與秋季差異

- (1) 冬季與秋季水質檢測結果相近，水質污染的程度大部分是輕度、輕中度污染，水質比一般有流經人口密集的区域好很多。
- (2) 流經主要住區的公司田溪水質污染程度低，推測應該與家庭污水處理系統完善，河岸相關水利設施形成的溪流的自淨效應有關。

四、觀察水利設施與堤岸植物、底棲生物分布的關連性

（一）研究結果

1. 底棲動物相魚類

表 6-7 公司田溪魚類分布現況(本表由作者製表)

多■觀察 10 隻以上 少□觀察 3~10 隻 稀○觀察小於 3 隻

科別	中文名	碑島橋	天水一墅	義山路	富麗社區	江南頤和	捷運鐵橋
笛鯛科	單斑笛鯛						○
鯛科	黃鰭翅鯛						○

鰱科	花身雞魚						□
鯔科	大鱗鯔						■
	烏魚						■
慈鯛科	吳郭魚	□	■	□	□	□	
鯉科	劍尾魚				○	○	
	馬口魚	■	○	○	○	○	
	臺灣石鱮	■	○	○	○	○	
鰕虎科	明潭吻鰕虎	□	□	□	□	□	
	日本禿頭鰕			○	○	○	

2. 蟹類

表 6-8 公司田溪堤岸蟹類分布現況(本表由作者製表)

多■觀察 10 隻以上 少□觀察 3~10 隻 稀○觀察小於 3 隻

科別	中文名	碑島橋	天水一墅	義山路	富麗社區	江南頤和	捷運鐵橋
地蟹科	兇狠圓軸蟹						○
手蟹科	無齒螳臂蟹						■
	紅螳臂蟹						■
	褶痕擬相手蟹						■
	雙齒近相手蟹						■
沙蟹科	中華沙蟹						□
	角眼沙蟹						□
	斯氏沙蟹						□
	網紋招潮蟹						□
	清白招潮蟹						□
弓蟹科	伍氏厚蟹						□
	台灣厚蟹						□
	隆脊張口蟹						■
	日本絨螯蟹	□	□	□	□	□	□
梭子蟹科	鋸緣青蟬						○

3. 堤岸植物：桑科（構樹、小葉桑、榕樹、雀榕、牛乳榕、菱果榕），大戟科（血桐、野桐、烏桕、大飛揚草），榆科（朴樹、山黃麻），菊科（小花蔓澤蘭、大花咸豐草、白花鬼針、蟛蜞菊、掃帚菊、野筒蒿、黃鵪菜、天人菊），豆科（相思樹、濱茛豆、葛根、田菁、濱刀豆、水黃皮、洋紫荊）。禾本科（孟仁草、巴拉草、大黍、象草、小馬唐、麻竹、綠竹、蒺藜草、狗牙根、紫果馬唐、亨利馬唐、牛筋草、五節芒、水生黍、玉米、濱刺麥、甜根子草），山欖科（大葉山欖），防己科（木防己），葡萄科（漢式山葡萄、小葉山葡萄），芭蕉科（香蕉），蕁麻科（苧麻），薔薇科（湄葉懸鉤子），蓼科（火炭母草、羊蹄），薑科（月桃、野薑花），樟科（樟樹、香楠），芸香科（月橘、柚子、檸檬），海金沙科（海金沙），西番蓮科（小葉西番蓮），莧科（空心蓮子草、刺莧、凹葉野莧菜、青莧、野莧菜、紫莖牛膝、節節花、蓮子草），茄科（瑪瑙珠、龍葵），無患子科（台灣欒樹、龍眼），千屈菜科（九芎），木犀科（光蠟樹），楊梅科（楊梅），錦葵科（黃槿、朱槿、金午時花），天南星科（姑婆芋、黃金葛、芋頭），石蒜科（文珠蘭、孤挺花），柳葉菜科（月見草、水丁香），旋花科（馬鞍藤、菟絲子、牽牛花），馬鞭草科（蔓荊），木麻黃科（木麻黃），露兜樹科（林投），酢漿草科（黃花酢醬草、紫花酢醬草），龍舌蘭科（龍舌蘭），藜科（變葉藜），辣木科（辣木）。共計 34 科。

(二) 討論公司田溪水利設施對生態環境的影響

1. 底棲生物動物相

- (1) 蟹類：河口處為潮間帶濕地，主要的潮間帶蟹類，以沙蟹科、相手蟹科、弓蟹科為主。江南頤和以上目前只發現日本絨螯蟹。
- (2) 魚類：河口處，泥沙海岸線魚類，其中大鱗鰻、烏魚最多，經常有人到此地釣魚。江南頤和以上溪流常見的魚類，吳郭魚、馬口魚、石鱸、明潭吻鰕虎等。

2. 公司田溪整體興建時考慮到週邊環境與生態，主要以生態河堤，除了可以提供防洪功能外，格樑植生護岸生態工法也提供植物生長與動物棲息的空間。公司田溪河堤主要的植物為自然生長，少部分為人工種植。以桑科大戟科、榆科、菊科、豆科、禾本科為主。

五、分析不同排列方式與形狀的梳子壩在流速調控上的效益

研究（一）不同梳子壩柱間距對流速降低與漂流物穿越的影響

1. 研究結果

表 6-9 比對組實驗數據(本表由作者製表)

項度 水量	流速 (sec)	保麗龍 (sec)	BB 彈 (sec)
0.5(L/sec)	1.43	5.50	5.68
1.0(L/sec)	1.70	4.84	5.16
1.5(L/sec)	1.91	4.52	4.74
2.0(L/sec)	1.99	4.18	4.20
2.5(L/sec)	2.09	3.66	3.96

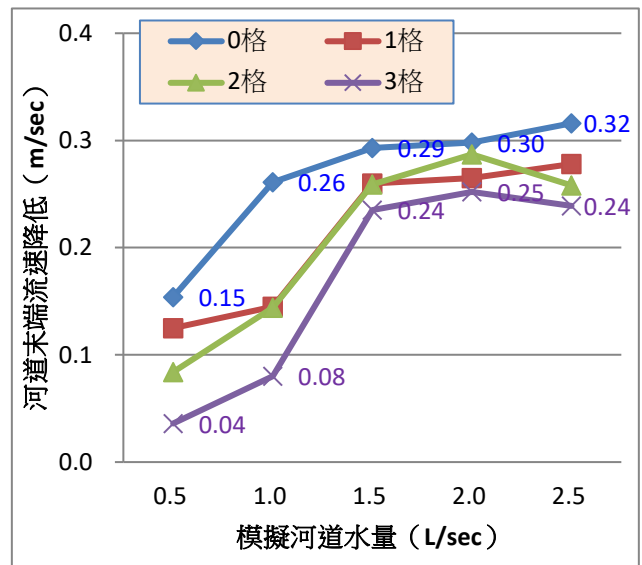


圖 6-12 不同間距道末端流速(本圖由指導老師繪製)

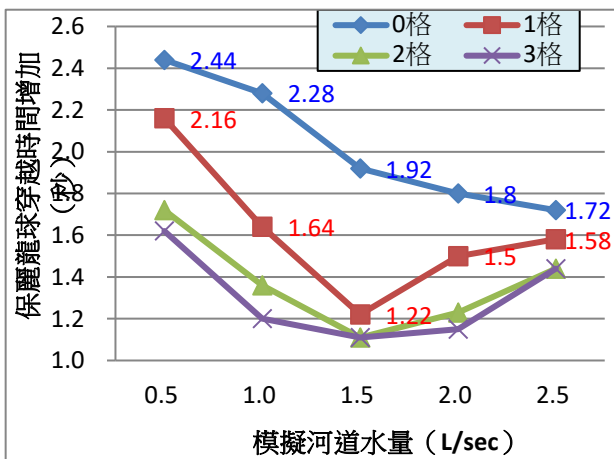


圖 6-13 不同間距保麗龍穿越時間增加(本圖由指導老師繪製)

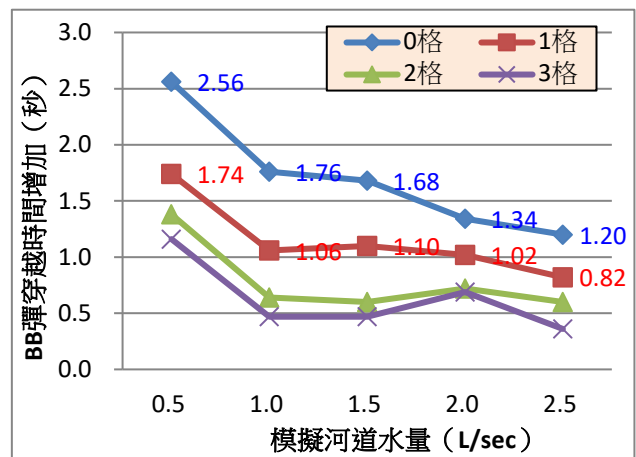


圖 6-14 不同間距 BB 彈穿越時間增加(本圖由指導老師繪製)

2. 討論

- (1) 降低流速：由圖 6-12 發現，模擬河道水量越大時，降低流速效果越佳的現象約減速 0.32 m/sec，降速效果約 15%，由於水量超過 1.5(L/sec)時，主要的水流由梳子壩上

方流過，沒有經過梳子壩，因此降低流速效果沒有明顯增加。間距越小時，流速的降低效果佳。

- (2) **保麗龍球穿越時間增加**：由圖 6-13 發現，梳子壩間距越小時，保麗龍球的穿越時間增加越多，無間距的梳子壩增加 2.44 秒，增加約 46% 時間，與其他有間距梳子壩有明顯的差異。研究發現當水量少時，會在第一道梳子壩前形成反向渦流保麗龍球容易卡在第一道梳子壩前方，水量大時，會在第二、三道梳子壩前形成反向渦流，保麗龍球容易卡在第二、三道梳子壩前方。
- (3) **BB 彈穿越時間增加**：圖 6-14 發現、當梳子壩間距越小時，BB 彈穿越時間增加越多，在流速 0.5(L/sec) 增加最多 2.56 秒，增加約 45% 時間，水量大於 1.5(L/sec) 時，大部分的 BB 彈會由梳子壩上方越過，因此穿越時間差異不大。

(二) 研究不同的梳子壩柱高度對流速降低與漂流物穿越的影響

1. 研究結果

表 6-10 比對組實驗數據(本表由作者製表)

項度 水量	流速 (sec)	保麗龍 (sec)	BB 彈 (sec)
0.5(L/sec)	1.43	5.50	5.68
1.0(L/sec)	1.70	4.84	5.16
1.5(L/sec)	1.91	4.52	4.74
2.0(L/sec)	1.99	4.18	4.20
2.5(L/sec)	2.09	3.66	3.96

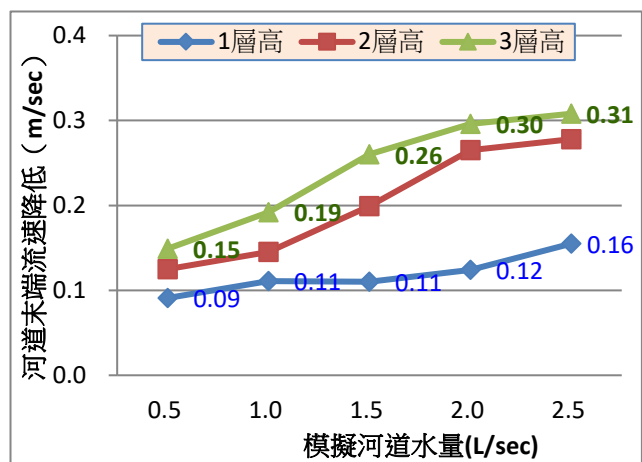


圖 6-15 不同梳子壩柱高度水流流速降低效果

(本圖由指導老師繪製)

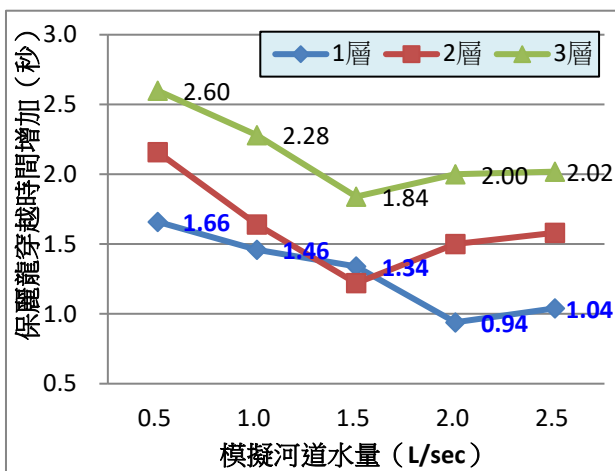


圖 6-16 不同高度保麗龍穿越時間增加(本圖由指導老師繪製)

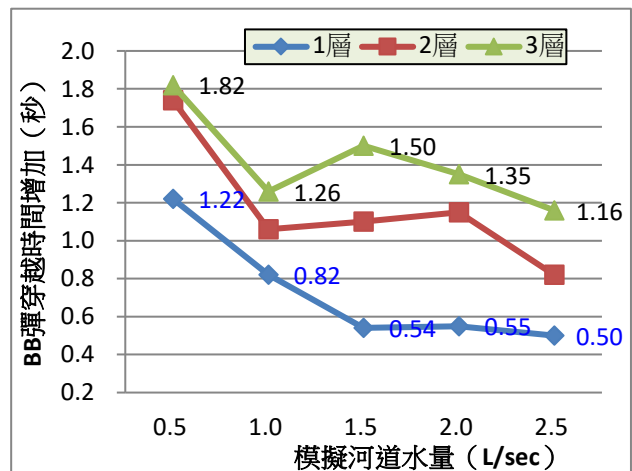


圖 6-17 不同高度 BB 彈穿越時間增加(本圖由指導老師繪製)

2. 討論

- (1) **降低流速**：由圖 6-15 發現，梳子壩高度越高時，降低流速的效果越佳，高度 2 層、3 層時降低效果較明顯 0.31 m/sec，降速效果約 15%，當梳子壩高度越高時，所能阻擋

的水位高度較高，尤其是在水量越大時阻流效果越明顯。

- (2) **保麗龍球穿越時間增加**：由圖 6-16 發現梳子壩高度越高時，保麗龍球穿越時間增加越多，3 層時時間增加 2.60 秒，約增加 47% 時間。當梳子壩高度 1 層時，大部分保麗龍可以越過梳子壩，2、3 層時在水量小時會從梳子壩的間隙穿越，當水量大時，會在梳子壩前方所形成的反向渦流，讓保麗龍球停滯很久，所以穿越時間增加越多。
- (3) **BB 彈穿越時間增加**：由圖 6-17 發現梳子壩高度越高時，3 層時間增加 1.82 秒，增加時間約 32%，梳子壩高度 1 層時，BB 彈可以越過梳子壩，2、3 層時在水量小時會從梳子壩的間隙穿越，穿越時間增加。

(三) 研究不同河段位的梳子壩對流速降低與漂流物穿越的影響

1. 研究結果

表 6-11 比對組實驗數據(本表由作者製表)

項度 水量	流速 (sec)	保麗龍 (sec)	BB 彈 (sec)
0.5(L/sec)	1.43	5.50	5.68
1.0(L/sec)	1.70	4.84	5.16
1.5(L/sec)	1.91	4.52	4.74
2.0(L/sec)	1.99	4.18	4.20
2.5(L/sec)	2.09	3.66	3.96

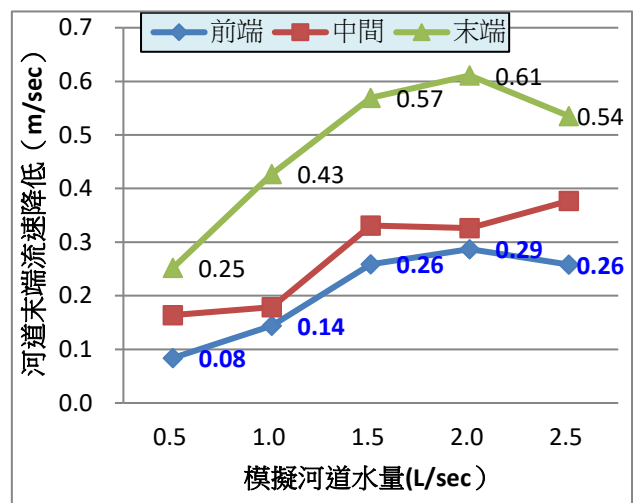


圖 6-18 不同位置降低流速效果(本圖由指導老師繪製)

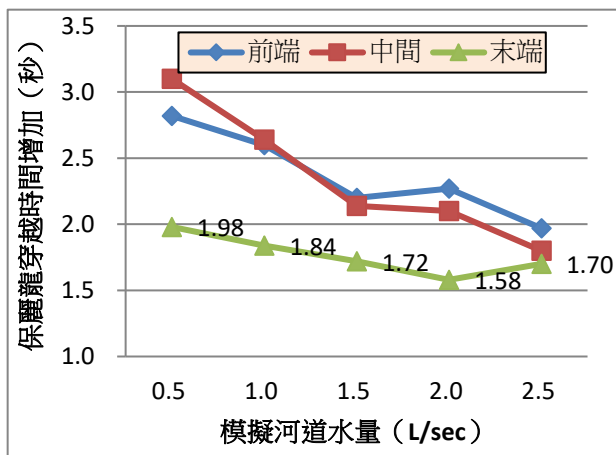


圖 6-19 不同位置保麗龍穿越時間(本圖由指導老師繪製)

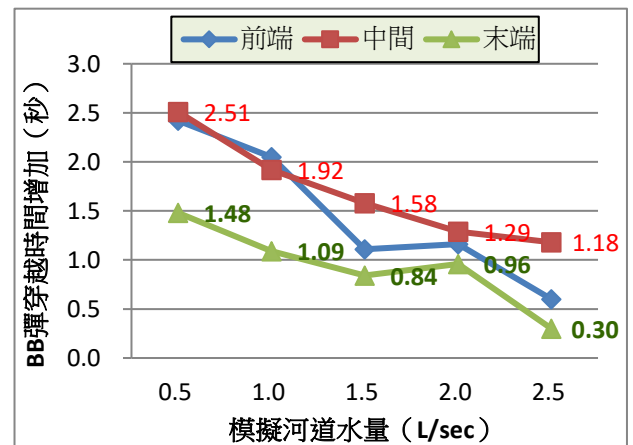


圖 6-20 不同位置 BB 彈穿越時間(本圖由指導老師繪製)

2 討論

- (1) **降低流速**：由圖 6-18 發現，梳子壩設置在河道末端時時，降低流速的效果最佳可降低流速 0.62 m/sec，約降低效果 30%，與前端、中間有明顯的差異層時降低效果較明顯，尤其在水量較大時差異更大。
- (2) **保麗龍球穿越時間增加**：由圖 6-19 發現梳子壩河道末端時，保麗龍球的穿越時間增加

最少，穿越時間增加 1.98 秒，約增加穿越時間 36%，與前端、中間有明顯的差異層時降低效果較明顯，尤其在水量較大時差異更大，當水量大時差異有減少的現象。

(3) BB 彈穿越時間增加：由圖 6-20 發現，梳子壩河道末端時，BB 彈穿越時間增加最少，穿越時間增加 1.48 秒，約增加穿越時間 26%。當水量越大時穿越時間有增加越少的現象。

(四) 研究不同形狀的梳子壩柱對流速降低與漂流物穿越的影響

1. 研究結果

表 6-12 比對組實驗數據(本表為作者製表)

項度 水量	流速 (sec)	保麗龍 (sec)	BB 彈 (sec)
0.5(L/sec)	1.43	5.50	5.68
1.0(L/sec)	1.70	4.84	5.16
1.5(L/sec)	1.91	4.52	4.74
2.0(L/sec)	1.99	4.18	4.20
2.5(L/sec)	2.09	3.66	3.96

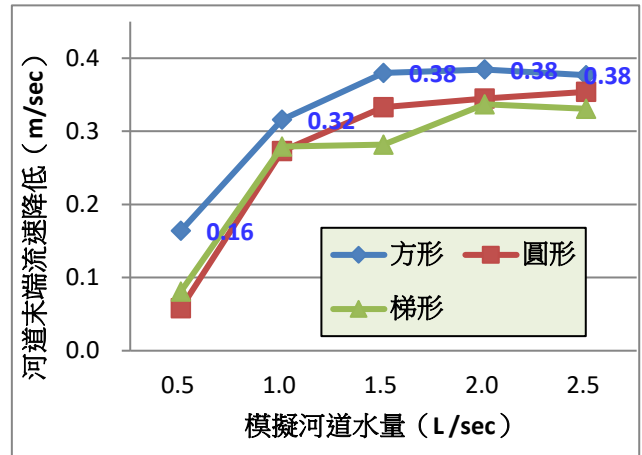


圖 6-21 不同形狀保麗龍穿越時間(本圖由指導老師繪製)

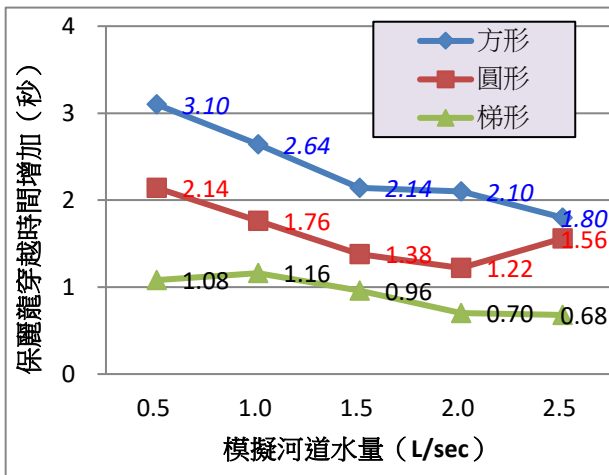


圖 6-22 不同形狀保麗龍穿越時間增加(本圖由指導老師繪製)

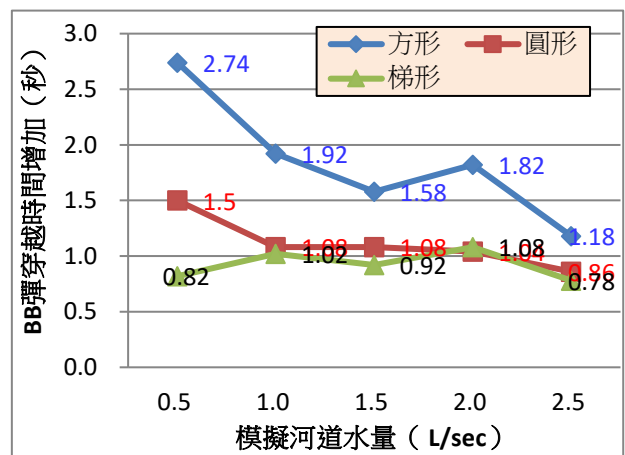


圖 6-23 不同形狀 BB 彈穿越時間增加(本圖由指導老師繪製)

2. 討論

- (1) 降低流速：由圖 6-21 發現，方形梳子壩，降低流速效果最佳，流速降低 0.38 m/sec 約降低流速 18%，但與圓形、梯形差異不大。
- (2) 保麗龍球的穿越時間：由圖 6-22 發現，梯形梳子壩，保麗龍球的穿越時間增加最少，穿越時間增加 1.98 秒，約增加穿越時間 19.6%，與圓形、梯形有明顯，觀察發現，梯形梳子壩可將水流 向上抬升，因此保麗龍球穿越時間較短。降低效果較明顯，尤其在水量較大時差異更大，當水量大時差異有減少的現象。
- (3) BB 彈穿越時間增加：由圖 6-23 發現，梯形梳子壩、BB 彈穿越時間增加最少，穿越時間增加 0.82 秒，約增加穿越時間 14.4%。梯形梳壩為斜面，比較容易穿越梳子壩。

(五) 研究錯位與平行梳子壩柱對流速降低與漂流物穿越的影響

1. 研究結果

表 6-13 比對組實驗數據(本表由作者製表)

項度 水量	流速 (sec)	保麗龍 (sec)	BB 彈 (sec)
0.5(L/sec)	1.43	5.50	5.68
1.0(L/sec)	1.70	4.84	5.16
1.5(L/sec)	1.91	4.52	4.74
2.0(L/sec)	1.99	4.18	4.20
2.5(L/sec)	2.09	3.66	3.96

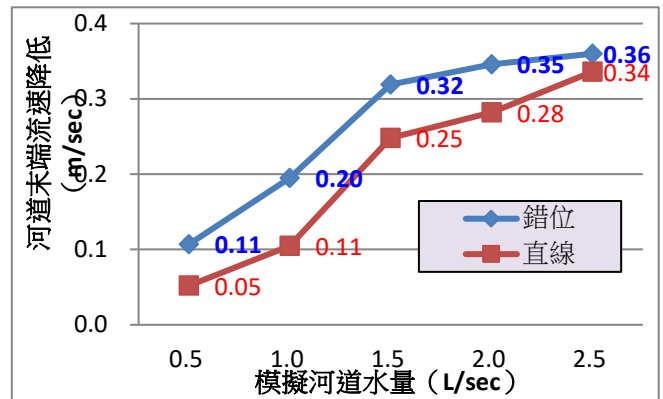


圖 6-24 不同排列降低流速效果(本圖由指導老師繪製)

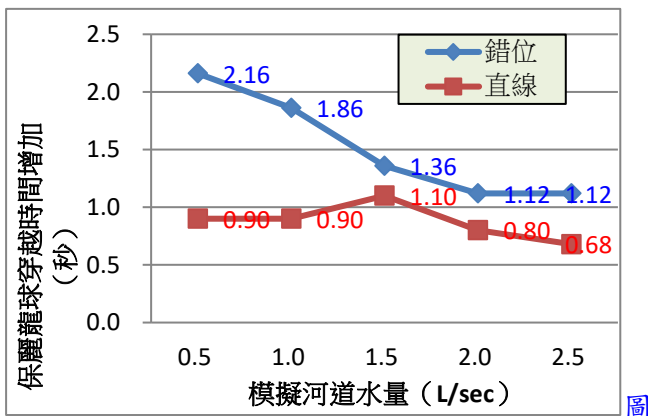


圖 6-25 不同排列保麗龍穿越時間(本圖由指導老師繪製)

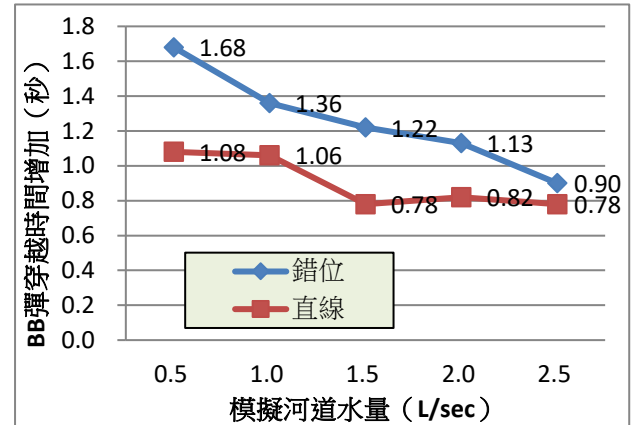


圖 6-26 不同排列 BB 彈穿越時間(本圖由指導老師繪製)

2. 討論：

- (1) **流速降低**：由圖 6-24 錯位排列流速降低效果效果優於直線排列。
- (2) **保麗龍、BB 彈錯位排列的穿越時間**：由圖 6-25、6-26 發現，錯位排列時增加高於直線排列列方式，錯位排列阻擋水流的截面積，大於直線排列，因此阻流效果較佳，錯位排列，阻擋水流動方向，使水流流速變慢，漂流物穿越時間增加。

(六)研究梳子壩組距離對流速降低與漂流物穿越的影響

1. 實驗結果

表 6-14 比對組實驗數據(本表由作者製表)

項度 水量	流速 (sec)	保麗龍 (sec)	BB 彈 (sec)
0.5(L/sec)	1.30	4.2	4.02
1.0(L/sec)	1.43	4.14	3.38
1.5(L/sec)	1.56	3.56	3.22
2.0(L/sec)	1.72	3.14	2.9
2.5(L/sec)	1.90	2.81	2.45

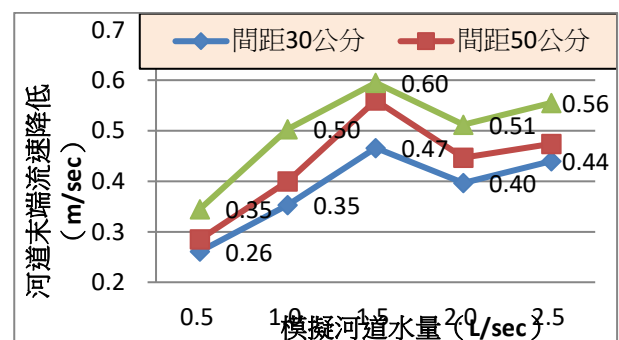


圖 6-27 不同間距降低流速效果(本圖由指導老師繪製)

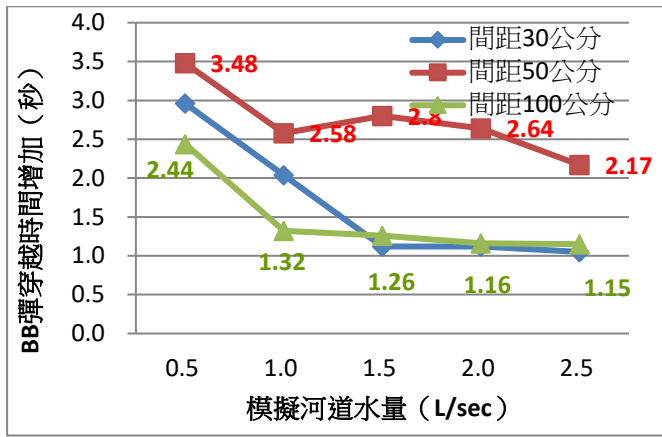


圖 6-2 不同間距 BB 彈穿越時間增加 (本圖由指導老師繪製)

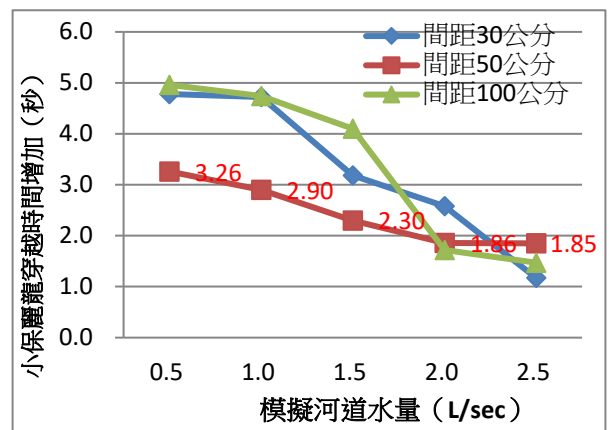


圖 6-29 不同間距小保麗龍穿越時間增加(本圖由指導老師繪製)

2. 討論

- (1) **降低流速**：由圖 6-27 發現，不同梳子壩間距越大降低效果越佳，100cm 時降低流速 0.60m/sec，降低效果 38%。
- (2) **由 BB 彈穿越時間增加**：由圖 6-28 不同梳子壩間距 BB 彈穿越時間增加 3.48 秒，增加 87 時間，100 公分穿越時間增加最少。
- (3) **小保麗龍穿越時間增加**：由圖 6-29 發現，梳子壩間距小保麗龍穿越時間增加，在水量低時以 50 公分增加最少，高水量時差異不大。
- (4) **大保麗龍穿越時間增加**：由圖 6-30 發現，梳子壩間距大保麗龍穿越時間增加，低水量差異不大，大保麗龍球幾乎會卡在梳子壩前方的渦流中。高水量時間距 50 公分穿越時間增加最少。

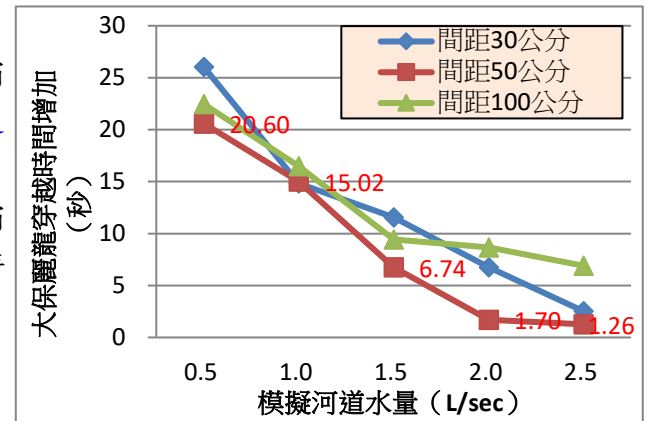


圖 6-30 不同間距大保麗龍穿越時間增加(本圖由指導老師繪製)

(七) 研究不同數量梳子壩組對流速降低與漂流物穿越的影響

表 6-15 比對組實驗數據(本表由作者製表)

項度 水量	流速 (sec)	保麗龍 (sec)	BB 彈 (sec)
0.5(L/sec)	1.45	5.68	5.44
1.0(L/sec)	1.71	5.16	4.84
1.5(L/sec)	1.92	4.74	4.52
2.0(L/sec)	1.97	4.20	4.18
2.5(L/sec)	2.10	3.02	3.66

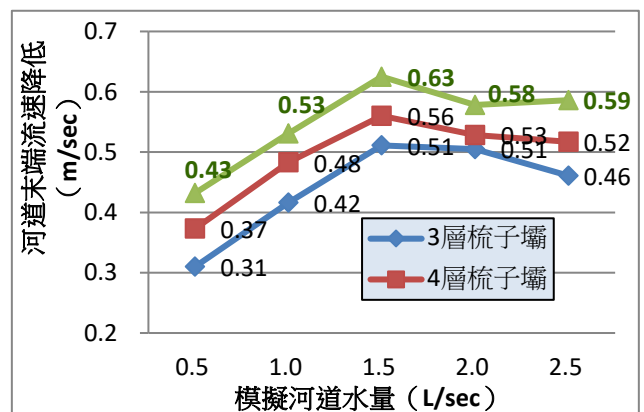


圖 6-31 不同數量梳子壩的阻流效果(本圖由指導老師繪製)

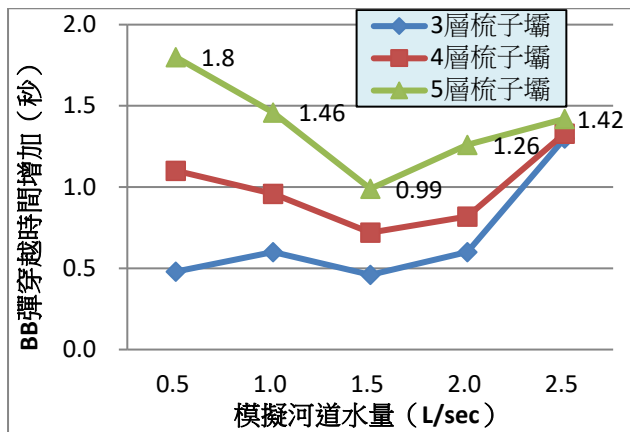


圖 6-32 不同數量梳子壩 BB 彈穿越時間增加

(本圖由指導老師繪製)

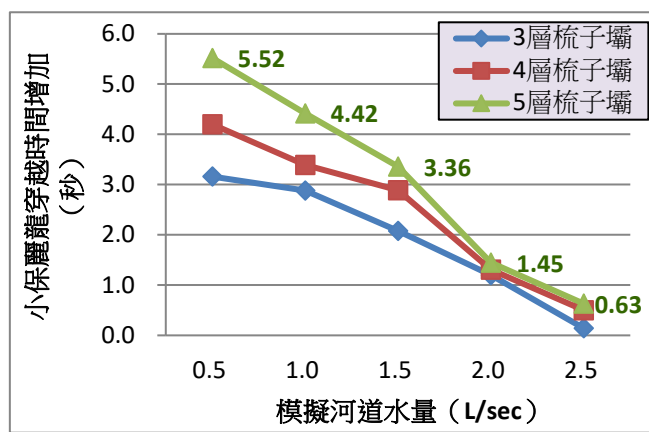


圖 6-33 不同數量小保麗龍球穿越時間增加

(本圖由指導老師繪製)

2. 討論

(1) 降低流速：由圖 6-31 發現，梳子壩的數量越多阻流效果越佳的現象降低 0.63m/sec，降低效果 40%。

(2) BB 彈穿越時間增加：由圖 6-32 發現，梳子壩數量越多 BB 彈穿越時間增加越多，低水量時差異較大，高水量時差異較小，水流主要以越過梳子壩為主，因此穿越時間增加較少。

(3) 小保麗龍穿越時間增加：圖 6-33 發現，梳子壩數量越多小保麗龍球穿越時間增加越多，低水量時差異較大，高水量時，水

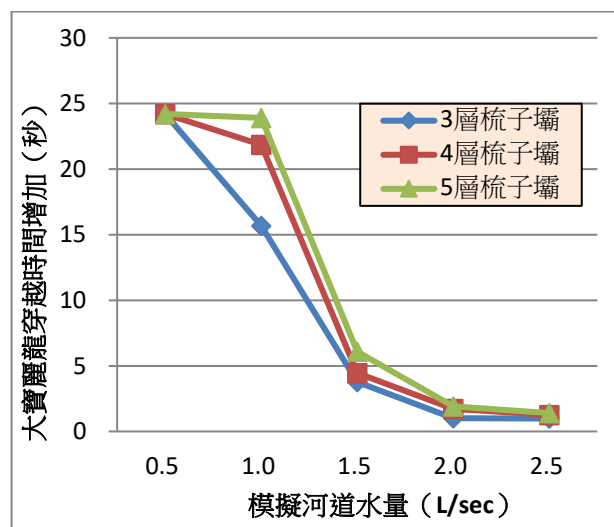


圖 6-34 不同數量大保麗龍球穿越時間增加(本圖由指導老師繪製)

(4) 大保麗龍穿越時間增加：由圖 6-34 發現，梳子壩間距大保麗龍穿越時間增加，低水量時差異不大，大保麗龍球幾乎會卡在梳子壩前方的渦流中。

六、評估梳子壩的設置對水質淨化效果的影响

(一) 研究結果

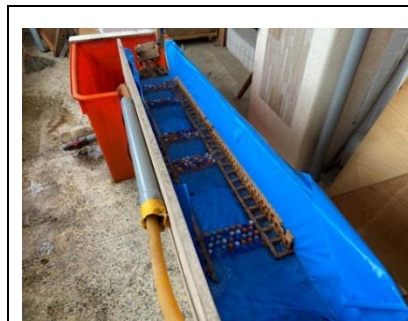


圖 6-39 設置 5 個方形 4 層梳子壩(本圖由取代拍攝)



圖 6-40 COD 檢測結果(本圖由取代拍攝)

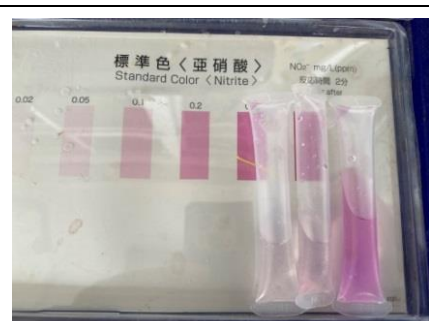


圖 6-41 亞硝酸鹽檢測結果(本圖由取代拍攝)

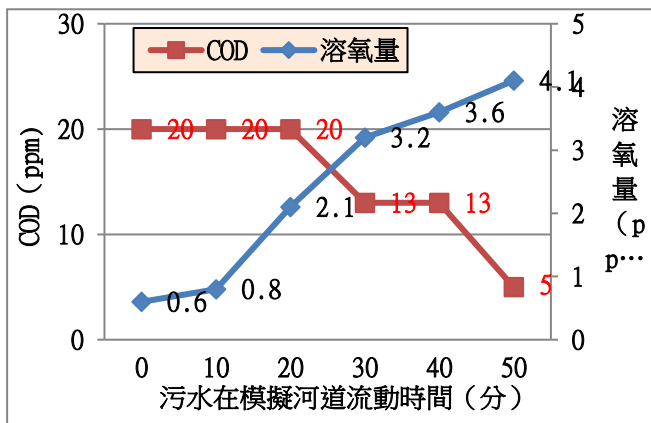


圖 6-42 COD、溶氧量濃度變化(本圖由指導老師繪製)

(二) 討論

1. 由實驗水流流過梳子壩對於水質 COD、溶氧量、硝酸鹽、亞硝酸鹽、氨氮有降低的效果可以將水質由中度污染降低到輕度污染。
2. 發現污水在梳子壩的流動時間越長時，對於水質 COD、溶氧量、硝酸鹽、亞硝酸鹽、氨氮有降低的效果越佳。實驗的結果推測，公司田溪的梳子壩、疊瀑、護址工石籠對於水中的污染物有降低的效果，所以公司田溪的水質較其他溪流佳。

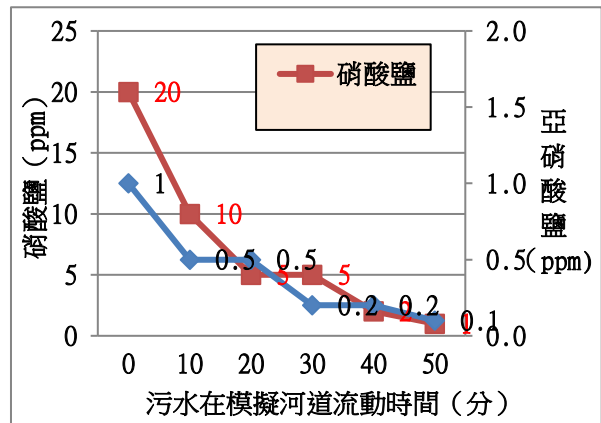


圖 6-43 硝酸鹽、亞硝酸鹽濃度變化(本圖由指導老師繪製)

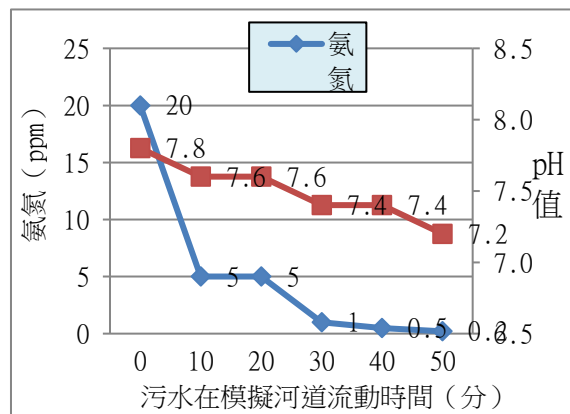


圖 6-44 氨氮、pH 值濃度變化(本圖由指導老師繪製)

七、研究公司田溪水利設施對流速降低與漂流物穿越的影響

表 6-16 比對組實驗數據(本表由作者製表)

項度 水量	流速 (sec)	保麗龍 (sec)	BB 彈 (sec)
0.5(L/sec)	1.45	4.18	3.94
1.0(L/sec)	1.71	4.04	3.38
1.5(L/sec)	1.92	3.66	3.16
2.0(L/sec)	1.97	3.24	2.96
2.5(L/sec)	2.10	2.84	2.58

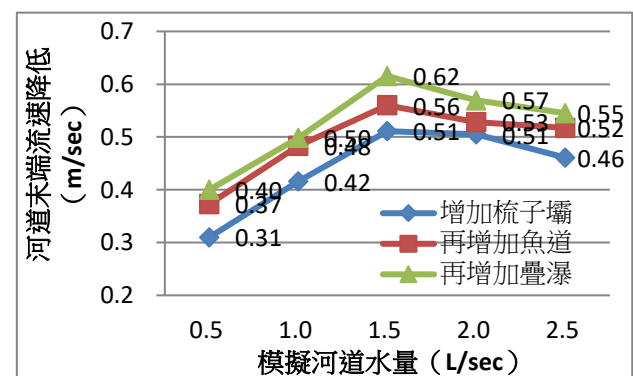


圖 6-45 水利設施的阻流效果(本圖由指導老師繪製)

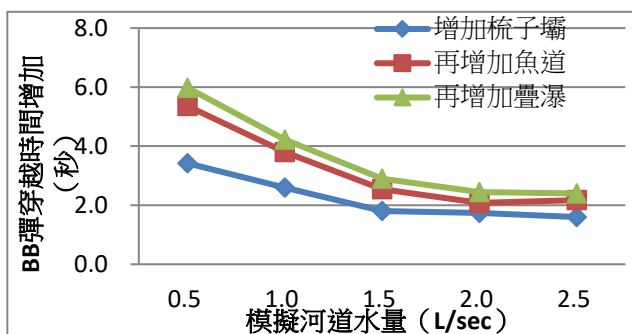


圖 6-46 水利設施與 BB 彈穿越時間增加(本圖由指導老師繪製)

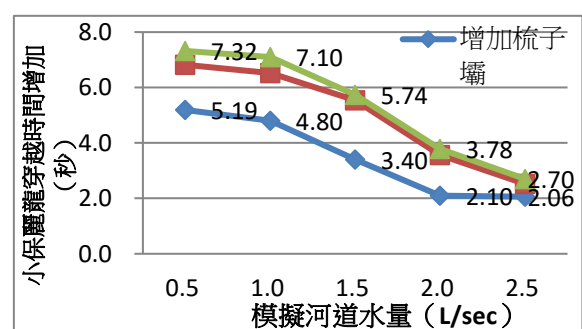


圖 6-47 水利設施與小寶麗球穿越時間增加(本圖由指導老師繪製)

2. 討論

(1) 降低流速：由圖 6-45 發現，水利設施越多時，水流流速降低越多，最多

0.62m/sec。降低 34% 效果，水利設施越多時，水流流速降低越多，在低水量時增加較多，在高水量時增加較少。

(2) 漂流物時間增加：由圖 6-46、6-47、6-48 發現，梳子壩與魚道會使小保麗龍球、大保麗龍球穿越時間增加較多，疊瀑對於保麗龍球穿越時間影響較低。

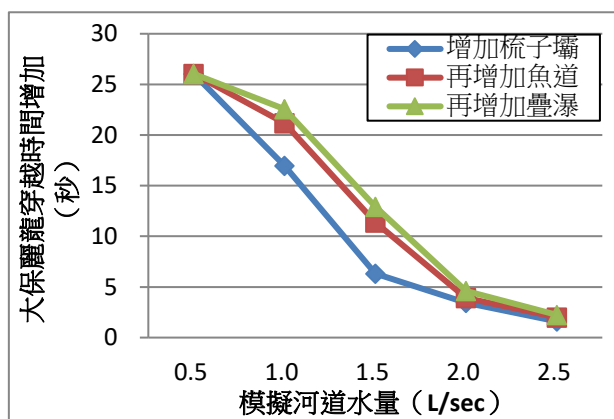


圖 6-48 水利設施與大保麗龍球穿越時間增加

(本圖由指導老師繪製)

八、進行溪流測試驗證自製梳子壩模型可行性

(一) 放置梳子壩

我們選擇公司田溪碑島橋下方溪流作為實驗場所。水流穩定、水深較淺、相對安全。



圖 6-49 梳子壩模型好重

(本圖由指導老師拍攝)



圖 6-50 終於搬到溪流中

(本圖由指導老師拍攝)

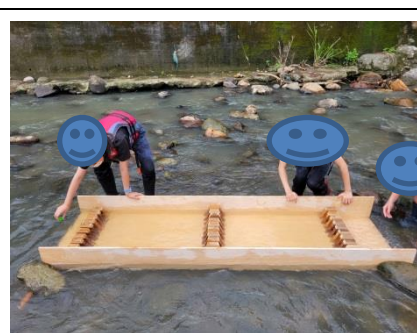


圖 6-51 實驗測試

(本圖由指導老師拍攝)

(二) 實際測試結果

1. 利用寶特瓶蓋測試，穿越梳子壩為平均 7.2 秒、比對溪流瓶蓋穿越時間為 4.3 秒水流流速，有明顯的下降。
2. 水流流入第一組梳子壩內，流速明顯下降，進入第二組梳子壩內流速明顯下降，流出第三組梳子壩外，流速有增加。
3. 在第一組梳子壩與第二組梳子壩、第二組梳子壩與第三組梳子壩內，水流流速明顯下降，類似流速較慢的深水池，與利用水工模型實驗有些差異。

柒、結論

一、訪問專家學者了解公司田溪水利設施與溪流環境特性

- (一) 公司田溪水利設施對於防洪、生態、底棲動物有正面的效果。
- (二) 公司田溪底棲生態豐富性、生物多樣性較高。

二、公司田溪水利設施的種類與分布特性：水利設施的種類與數量的樣態梳子壩、疊瀑、深水池、魚道、溪流中大型亂石、護址工石籠、亂石水泥格斜坡河堤、生態孔，多項生態工法與設施，這些設施兼顧防洪排水、生態、休閒等多項功能，其中比較特殊的有，溪中的疊瀑與梳子壩的設計，疊瀑可增加水中溶氧量，誘導魚類洄游路徑，梳子壩共計有 20 個

非常特別，梳子壩主要功能，攔阻土石流或巨大岩塊，減少流出土砂量，防止溪床堆積物移動、將土石流轉化為土砂流等功能。在公司田溪中梳子壩有增加溶氧量、提供生物通道，降低水流流速，作為河岸兩側的通道功能。

三、檢測公司田溪水質污染程度與水利設施相關性：公司田溪穿越人口密集的住宅區，流域面積涵蓋人口大約 3~4 萬人，約淡水區 25% 人口，水質應改會受到嚴重的污染，經過秋季與春季的檢測結果，公司田溪橋遺址至江南頤和社區，為中輕度污染。河口區為中度污染，污染程度與其他地區小很多，由此可見生態化的溪流設計對於降低溪流污染有一定的作用。

四、觀察水利設施與堤岸植物、底棲生物分布的關連性

植物種類：大多數是自然生長，種類較多，相對的吸引的生物也多樣性。

底棲生物：蟹類，河口段以泥沙潮間帶蟹類為主，沙蟹科、相手蟹科、弓蟹科為主。

江南頤和社區以上目前只發現日本絨螯蟹。魚類河口段，以豆仔魚、烏魚為主。江南頤和社區以上吳郭魚。

五、分析不同排列方式與形狀的梳子壩在流速調控上的效益

(一) 梳子壩柱間距：間距越小阻流效果越佳，保麗龍球、BB 彈穿越時間增加越長，水量小時影響較大，水量大時影響較小。

(二) 梳子壩柱高度：高度越高阻流效果越佳，保麗龍球、BB 彈穿越時間增加越長，水量小時影響較大，水量大時影響較小。

(三) 河段位置：河道末端阻流效果較佳，保麗龍球、BB 彈穿越時間增加較少。

(四) 梳子壩柱形狀：方形阻流效果較佳，保麗龍球、BB 彈穿越時間增加較長。梯形梳子壩阻流效果略差，保麗龍球、BB 彈穿越時間增加較短。

(五) 梳子壩柱排列：錯位阻流效果較佳，保麗龍球、BB 彈穿越時間增加較長。平行梳子壩阻流效果略差，保麗龍球、BB 彈穿越時間增加較短。

(六) 梳子壩組間距：間距越大時阻流效果較佳，保麗龍球較短。間距越短時間距越大時阻流效果較差。

(七) 梳子壩組數量：梳子壩數量越多阻流效果較佳，保麗龍球、BB 彈穿越時間增加較長。梳子壩越少流效果略差，保麗龍球、BB 彈穿越時間增加較短。

表 7-1 不同的梳子壩模組降低流速與漂流物時間增加比對表(本表由作者製表)

項目 \ 梳子壩條件	梳子壩柱間距	梳子壩柱高度	河段位置	梳子壩形狀	梳子壩柱排列	壩組數量間距	壩組數量
流速降低效果最佳	無間距	3 層	末端	方形	錯位	100 公分	5 組
漂流物穿越時間增加最多	無間距	3 層	前端	方形	錯位	50 公分	5 組

(八) 表 7-1，大部分設置條件，當梳子壩降低流速增加，漂流物穿越時間增加，只有河段位置設置在末端流速降低效果佳，漂流物穿越時間增加較少，壩組數量間距較大，降低流速較佳，漂流物穿越時間增加較少。

(九) 現在終於明白，為什麼公司田溪的梳子壩設置那麼多，分散在條溪流，並在河口末端設置 9 個梳子壩，這樣可以有效降低水流流速，漂流物穿越時間增加相對較少。

六、評估梳子壩的設置對水質淨化效果的影響：梳子壩對於水質 COD、溶氧量、硝酸鹽、亞硝酸鹽、氨氮有降低的效果。污水在梳子壩的流動時間越長時，對於水質 COD、溶氧

量、硝酸鹽、亞硝酸鹽、氨氮有降低的效果越佳。

七、探討不同水利設施組合對流速調控上的效益

- (一) 水利設施越多時，水流 流速降低越多。水利設施越多時，水流流速降低越多，在低水量時增加較多，在高水量 時增加較少。
- (二) 梳子壩與魚道會使小保麗龍球、大保麗龍球穿越時間增加較多，壘瀑對於保麗龍球穿越時間影響較低。

八、進行溪流測試驗證自製梳子壩模型可行性

在 2.44 公尺的梳子壩模型流速明顯下降 59%，在第一組梳子壩與第二組梳子壩、第二組梳子壩與第三組梳子壩內，水流流速明顯下降，類似流速較慢的深水池。

九、建議梳子壩設置組合以河道寬度 8 公尺為例

本研究建議依設置目的(阻水流型與阻土石流型) 設置梳子壩組合如表 7-2。

表 7-2 梳子壩設置組合建議表(本表由作者製表)

要件 型態	梳子壩柱 左右間距 (公尺)	梳子壩柱 高度(公 尺)	梳子壩河 段位置	梳子壩柱 形狀	梳子壩柱 排列	梳子壩組 間距(公 尺)	梳子壩組 數量 (組)
阻水 流型	0.4-0.5 公尺	1.0-2.0	末端	方形、梯 形	錯位、直 線	100 公尺 以上	10 組以 上
阻土 石流型	0.5-1.0 公尺	3 以上	前端	方形	直線	依據土石 流情況	依據土石 流情況

捌、參考文獻

- 一、黃美琪(2000)。親水性堤岸設計原則之建立。國立交通大學，學術論文。
- 二、國家公園季刊(2008)。台灣溪流生態的生機與危機。專訪中興大取代命科學系林幸助教授。
- 三、陳文彥(2006)。以水族生物環境檢測法探討植生對於河川自淨作用的影響—以竹北豆子埔溪為例。國立清華大學碩士學術論文。
- 四、林哲安、翟宗柔、高浚傑、鄭采瞳、陳翎郡、李瑀靜(2015)。溪的眼淚-樹梅坑溪污染調查與溪流自淨效應之研究。中華民國第 55 屆中小學科學展。
- 五、施心翊(2005)。野溪整治工法之生態棲地評估研究。國立東華大學，學術論文。
- 六、淡水區公司田溪河川環境營造工程基本暨細部設計報告(修正後)新北市政府水利局中華民國 110 年月。
- 七、林維明(2011)。自然生態工法在溪流治理上的規劃設計理念。[水利會訊](#)。第十二期 28-學術天地。
- 八、蔡沛恩、孫睿駿、廖庭毅(2023)。魚道魚到—魚道對大屯溪水生動物變動探究全國科展 63 屆。
- 九、淡水公司田溪。淡水維基百科。
- 十、黃聖庭(2024 年 07 月 28 日)。淡水公司田溪變「泡泡河」來源找到了! [ETtoday 社會新聞](#)。<https://www.ettoday.net/news/20240728/2786095.htm>
- 十一、新北市政府水利局(2022)。打造魚兒一條安全回家的路 公司田溪生態環境再優化。[新北市訊](#)。

<https://www.ntpc.gov.tw/ch/home.jsp?id=e8ca970cde5c00e1&dataserno=da9d23e460b8672bad6928284d284c42>

十二、新北市政府水利局(2022)。無混凝土工法修復淡水公司田溪護岸達成雙贏目標。[新北市訊](#)。

<https://www.ntpc.gov.tw/ch/home.jsp?id=e8ca970cde5c00e1&dataserno=286970b413cleebd0fc312d51e9f6eac>

十三、王峻昌(2022)新北公司田溪護岸修復保生態 治理工程不來硬的。[新北市訊](#)。

<https://www.ntpc.gov.tw/ch/home.jsp?id=e8ca970cde5c00e1&dataserno=64ee7ee4db0db528924ea98c458a0103>

十四、水利局在淡水區公司田溪及三芝區八蓮溪推動環境改善工程，雙雙獲得「2021 年工程環境與美化獎」<https://newtalk.tw/news/view/2021-12-17/682992>

十五、林雨莊(2019)。河流水質自淨功能。[RIVER SCENE](#)。

https://epataiwan.blogspot.com/2019/09/blog-post_36.html

十六、詹昆樺、陳俊穎、張哲維(2008)。土石流不流-探討土石流成因、對橋墩的破壞及預防機制。中華民國第四十八屆中小學科學展覽會作品說明書。

十八、郭益廷、鄭鈞元、李柔嫻(2018)。會呼吸的梳子壩華山土石流整治實察與透砂率探究。中華民國第 58 屆中小學科學展覽會作品說明書。

十九、薛皓薰(2008)。叱「柵」風雲--透水柵工法在台灣的適用性研究。48 屆中小學科學展覽會作品說明書。

【評語】 083007

本作品以公司田溪為場域，探討溪流環境特性及水工設施對生態與流速的影響，結合梳子壩模型實作與漂浮/沉水垃圾試驗，展現良好的環境觀察力與實踐素養。後續可關注自然水體常見的枯枝落葉之模擬試驗，並確認河川重要水質項目與呈現的環境現象，以提升應用參考價值。

作品海報

A photograph of a stream with a stone weir and a stone staircase. The weir is made of several large, rectangular stones placed across the stream, creating a small waterfall effect. The water is flowing over the weir, creating white foam. To the right of the weir, there is a stone staircase leading up to a stone wall. The stream is surrounded by green vegetation and rocks.

梳子不梳頭

梳子壩對流速降低與水質的影響

摘要

公司田溪整治設置梳子壩、疊瀑、深水池、護址工石籠等設施，對公司田溪水質、河岸動植物種類與數量，底棲生物種類與數量、水中污染物降低有正面提升效果，其中梳子壩設置最多共20處，利用自製水工模型，自製流速計，樂高積木排列出不同排列、形狀、間距、高度數量位置等，找出降低水流流速效果最佳，且漂流物穿越時間最短、穿越率最高的設計，研究結果：梳子壩水流通速降低越佳，漂流物穿越時間越長，但梳子壩河段位置設置末端與梳子壩組間距較大時，流速降低效果較佳，穿越物穿越時間增加較少，所以公司田溪梳子壩設置那麼多，分散在條溪流，在河口末端設置9個梳子壩，可以有效降低水流流速，穿越物穿越時間增加相對較少。

壹、研究動機

我和家人去散步時看到許多河道中有水利設施，階梯式魚道、疊瀑、深水池、梳子壩、護址工石籠、溪中大型巨石、水泥格亂石斜坡河堤等設施，發現梳子壩最多我們想透過研究了解公司田溪的梳子壩，與其他梳子壩在功能上的差異，梳子壩的前方經常會堆積垃圾，是否可以找到堆積垃圾的原因。

貳、研究目的

- 一、訪問專家學者了解公司田溪水利設施與溪流環境特性
- 二、研究公司田溪水利設施的種類與分布特徵
- 三、檢測公司田溪水質污染程度與水利設施相關性
- 四、觀察水利設施與堤岸植物、底棲生物分布的關連性
- 五、分析不同排列方式與形狀的梳子壩在流速調控上的效益
- 六、評估梳子壩的設置對水質淨化效果的影響
- 七、探討不同水利設施組合對流速調控上的效益
- 八、進行溪流測試驗證自製梳子壩模型可行性

參、研究設備與器材

水質檢測：共立水質檢測包（重金屬、總磷、COD、NO₃⁻、NO₂⁻、NH₄⁺、PO₄³⁻），BOD水質檢測包，檢測儀（DO檢測計、pH計、鹽度計）。16合一水質檢測條，5合一水質檢測條，自製水樣攪取器、水質檢測包水質檢測試劑與試紙。水質檢測儀（DO計、pH計、光學鹽度計、TDS水質硬度計）。土壤pH計、光學鹽度計。防滑鞋× 6、安全帽×6、救生衣×6。自製水工模型。



圖1自製水工模型

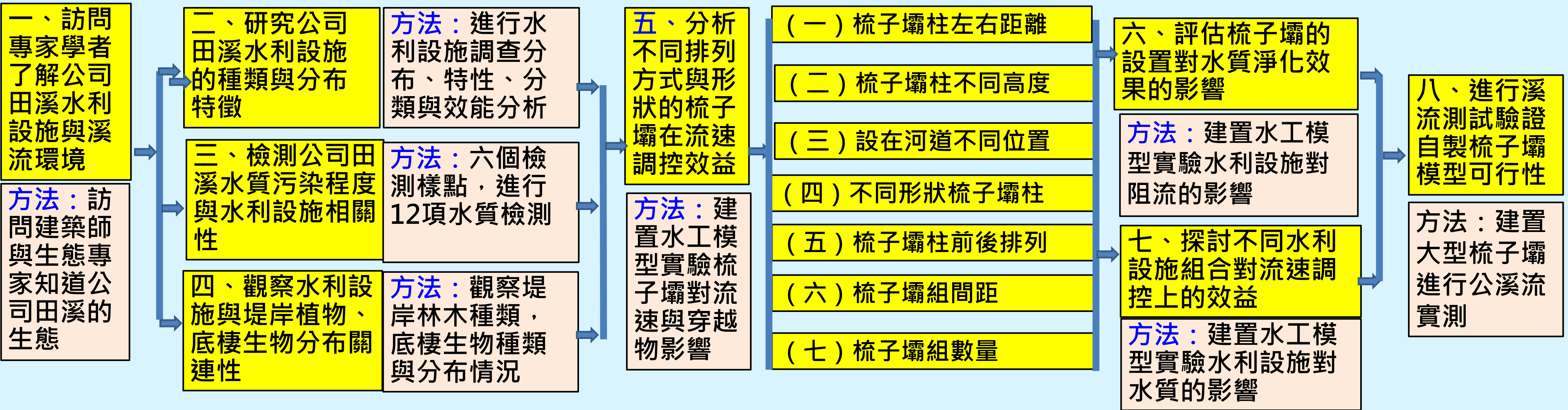


圖2自製水工模型操作1



圖3自製水工模型操作2

肆、研究架構與方法



伍、研究結果與討論

一、訪問專家學者了解公司田溪水利設施與溪流環境特性

研究結果：公司田溪的梳子壩在原設計圖上是固床工跳石，主要的目的是在鞏固河床，兩岸通行依據外觀設計，會有梳子壩的功能，攔截土石流與水流流速降低的功能。

二、研究公司田溪水利設施的種類與分布特徵

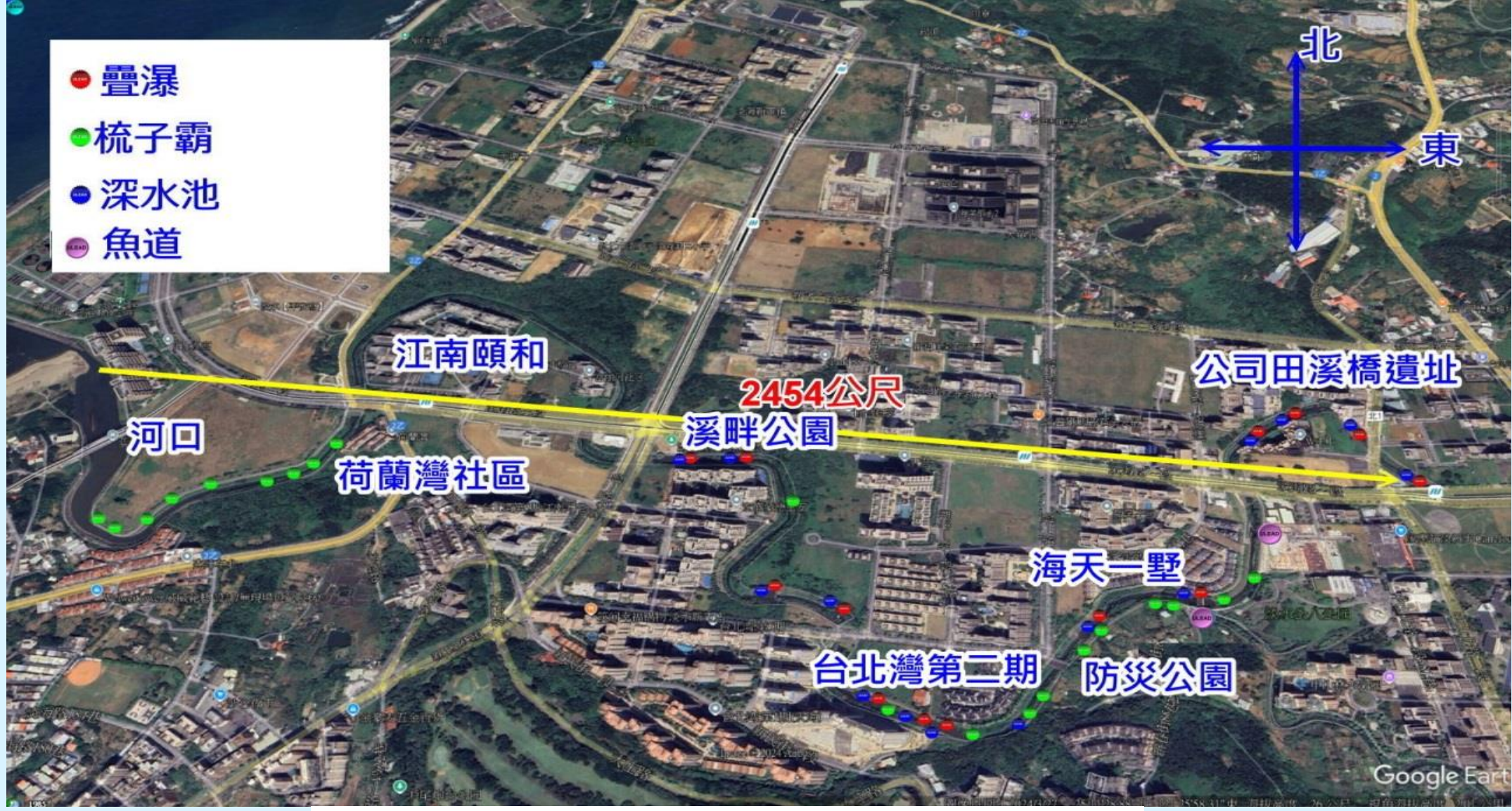


圖5-1公司田溪水利設施分布圖

功能	降低流速	水體淨化	水體溶氧	生物迴游路徑	底棲生物棲息	植物生長	阻擋土石流	鞏固河道
水利設施								
階梯式魚道	■	■	■	■	■		■	■
疊瀑	■	■	■	■				■
深水池	■	■		■	■			
梳子壩	■	■	■	■			■	■
護址工石籠	■	■	■		■	■		■
溪中大型巨石	■	■	■	■	■			■
格樑植生護岸	■					■		■




圖5-2公司田溪水河道配置（1）




圖5-3公司田溪河道配置（2）



圖5-4公司田溪魚道配置圖



圖5-5公司田溪梳子壩配置圖




圖5-6公司田溪深水池配置

三、公司田溪中下游區域水質與水利設施相關性

表5-2共立檢測包與儀器檢測結果分析表

檢測點	碑島橋	天水一墅	義山路	富麗社區	江南頤和	捷運鐵橋
1.溶氧量	7.2	6.6	8.4	7.3	5.6	5.8
2.濁度	8.32	9.63	11.42	9.02	11.4	11.4
3.pH值	6.6	6.6	6.8	7.2	7.2	6.6
4.鹽度‰	0	0	0	0	0	20
5.重金屬ppm	0	0	0	0	0.2	0.2
6.COD ppm	5	5	5	5	5	20
7.硝酸ppm	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	2.0
8.亞硝酸ppm	0.02	0.02	0.02	0.5	0.02	0.05
9.磷酸ppm	0	0	0	0	0	0
10.氮氣ppm	0.2	0.2	0.3	0.5	0	0
11.銅離子ppm	0	0	0	0	0	0

研究結果：

(一) 捷運鐵橋下的總鹼度較高。碑島橋、天水一墅、義山路段由亞硝酸鹽、硝酸鹽顯示有輕度污染，推測與上游的農耕化學肥料或住家未設置污水處理系統有關。全河段無重金屬污染，可能是因為淡海新市鎮以住宅區為主，少有工業區。

(二) 儀器與共立檢測包：COD化學含氧量顯示：上游為輕度污染，下游為中度污染。硝酸、亞硝酸含量顯示全河段為輕度到中度污染。

(三) 檢測水質發現有大量的日本絨螯蟹，大量的大量的死亡，原因有待進一步研究。

四、公司田溪堤岸動物與植物分布的相關性（底棲動物相）

表5-3公司田溪堤岸蟹類分布現況表

科別	中文名	碑島橋	天水一墅	義山路	富麗社區	江南頤和	捷運鐵橋
地蟹科	兕狼圓軸蟹						○
手蟹科	無齒螳臂蟹						■
	紅螳臂蟹						■
	褶痕擬相手蟹						■
	雙齒近相手蟹						■
沙蟹科	網紋招潮蟹						○
	清白招潮蟹						○
弓蟹科	台灣厚蟹						○
	隆脊張口蟹						■
	日本絨螯蟹	○	○	○	○	○	○
梭子蟹科	鋸緣青蟹						○

表5-4公司田溪魚類分布現況

科別	中文名	碑島橋	天水一墅	義山路	富麗社區	江南頤和	捷運鐵橋
笛鯛科	單斑笛鯛						○
鯛科	黃鰭翅鯛						○
鯛科	花身雞魚						○
鰻科	大鱗鰻						■
	扁魚						■
慈鯛科	吳郭魚	○	■	○	○	○	○
鯉科	劍尾魚						○
	馬口魚	■	○	○	○	○	○
	臺灣石鱗	■	○	○	○	○	○
鰕虎科	明潭吻鰕虎	○	○	○	○	○	○
	日本禿頭鯊			○	○	○	○

多■密度3隻以上少□密度1～3隻 稀○密度小於1隻

研究結果：

(一) 蟹類：河口處為潮間帶濕地，主要的潮間帶蟹類，以沙蟹科、相手蟹科、弓蟹科為主。江南頤和以上目前只發現日本絨螯蟹。

(二) 魚類：河口處，泥沙海岸線魚類。江南頤和以上溪流常見的魚類吳郭魚、馬口魚、石鱗、明潭吻鰕虎等。

五、公司田溪梳子壩對於阻流效果與漂流物穿越的影響

(一) 不同的梳子壩柱左右距離對於水流流速與穿越物的影響

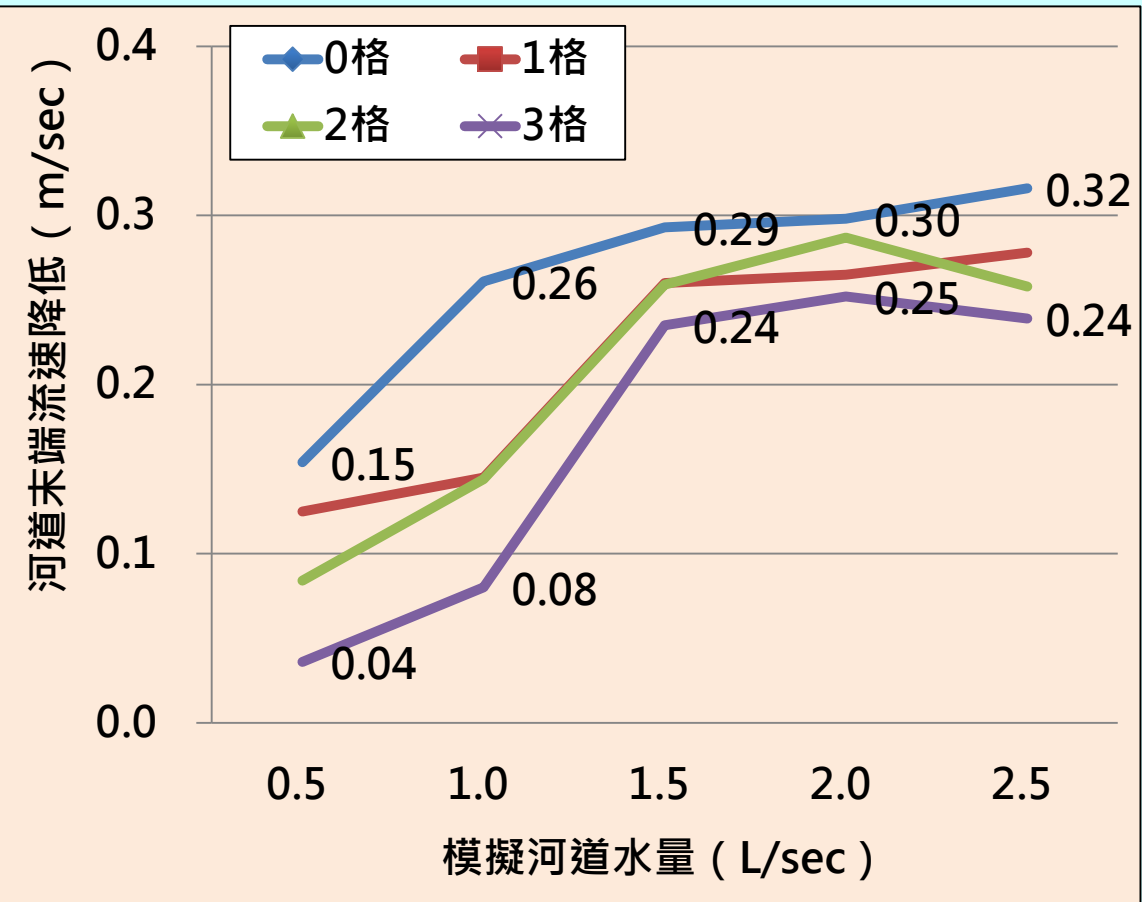


圖5-7不同間距道末端流速圖

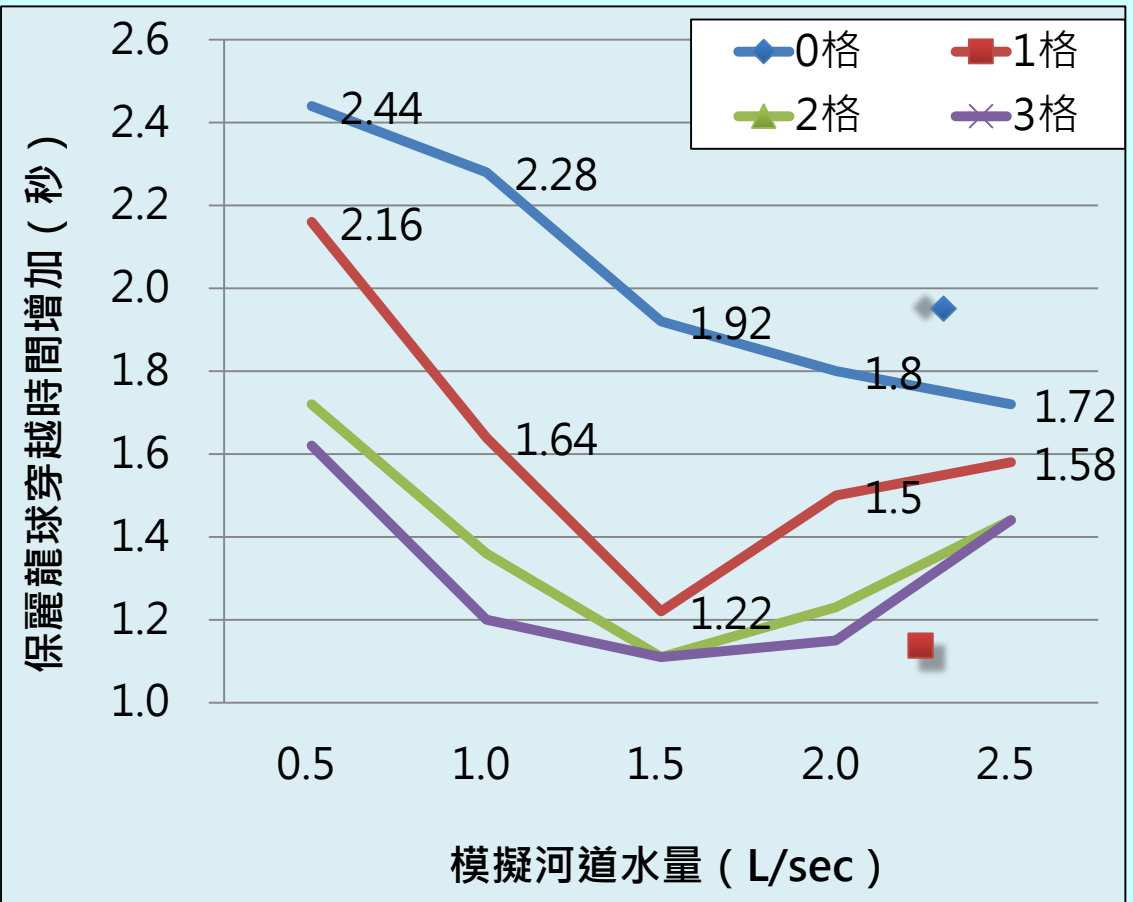


圖5-8不同間距保麗龍穿越時間增加

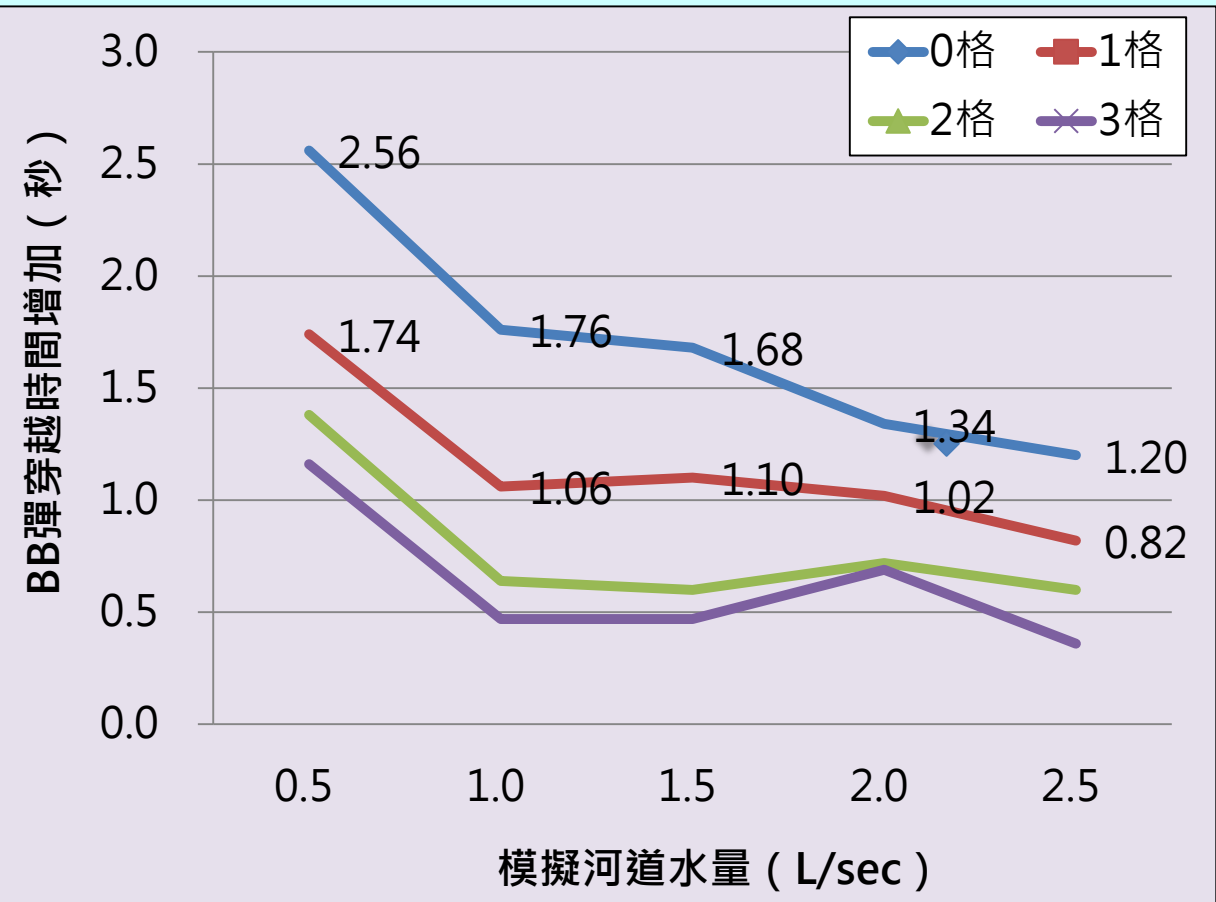


圖5-9不同間距BB彈穿越時間增加



圖5-10左右距離0格



圖5-11左右距離1格

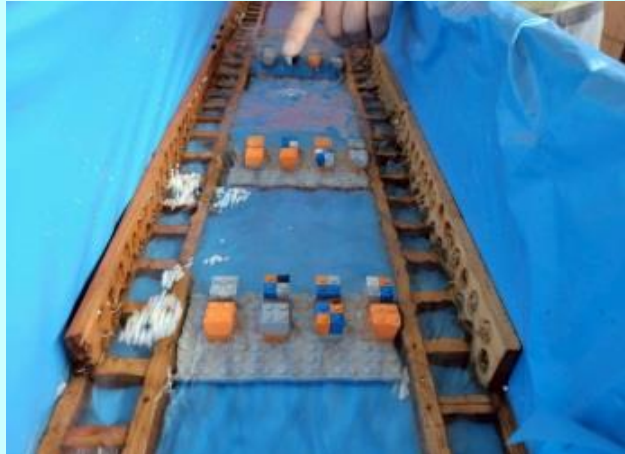


圖5-12左右距離2格



圖5-13左右距離3格

研究結果：梳子壩柱間距間距越小阻流效果越佳，保麗龍球、BB彈穿越時間增加越長，水量小時影響較大，水量大時影響較小。

(二) 研究不同的梳子壩柱高度對流速降低與漂流物穿越的影響

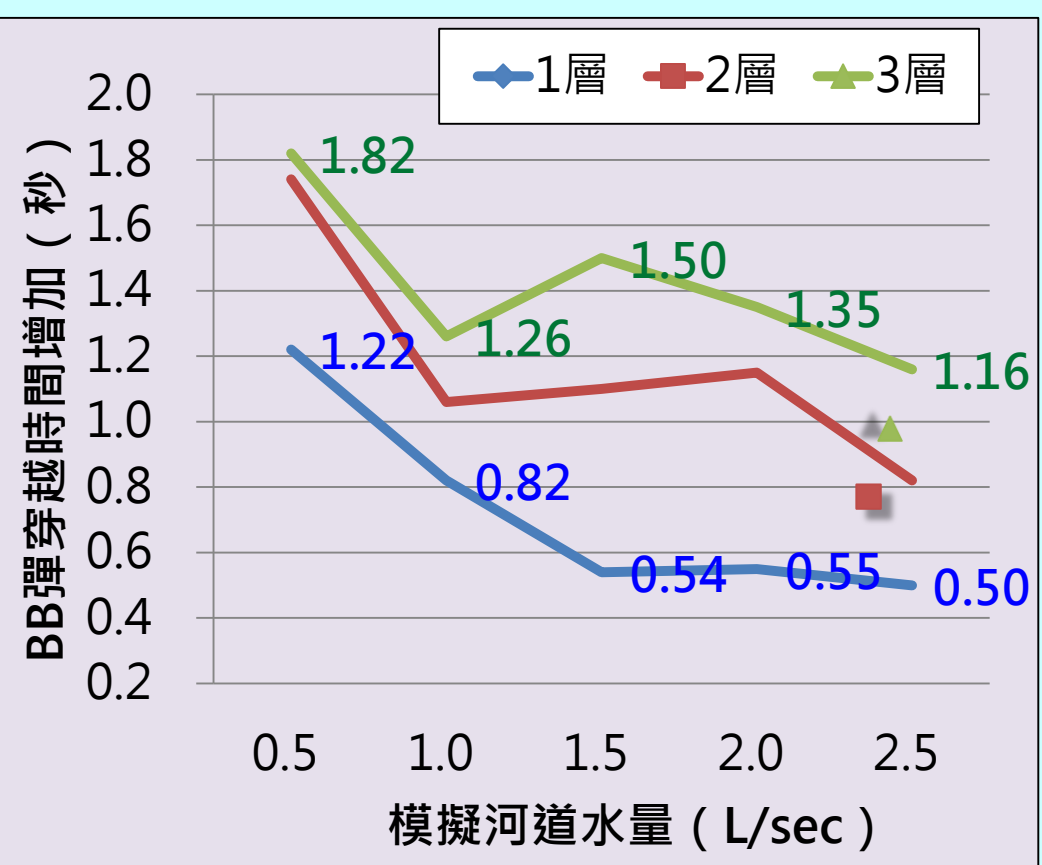
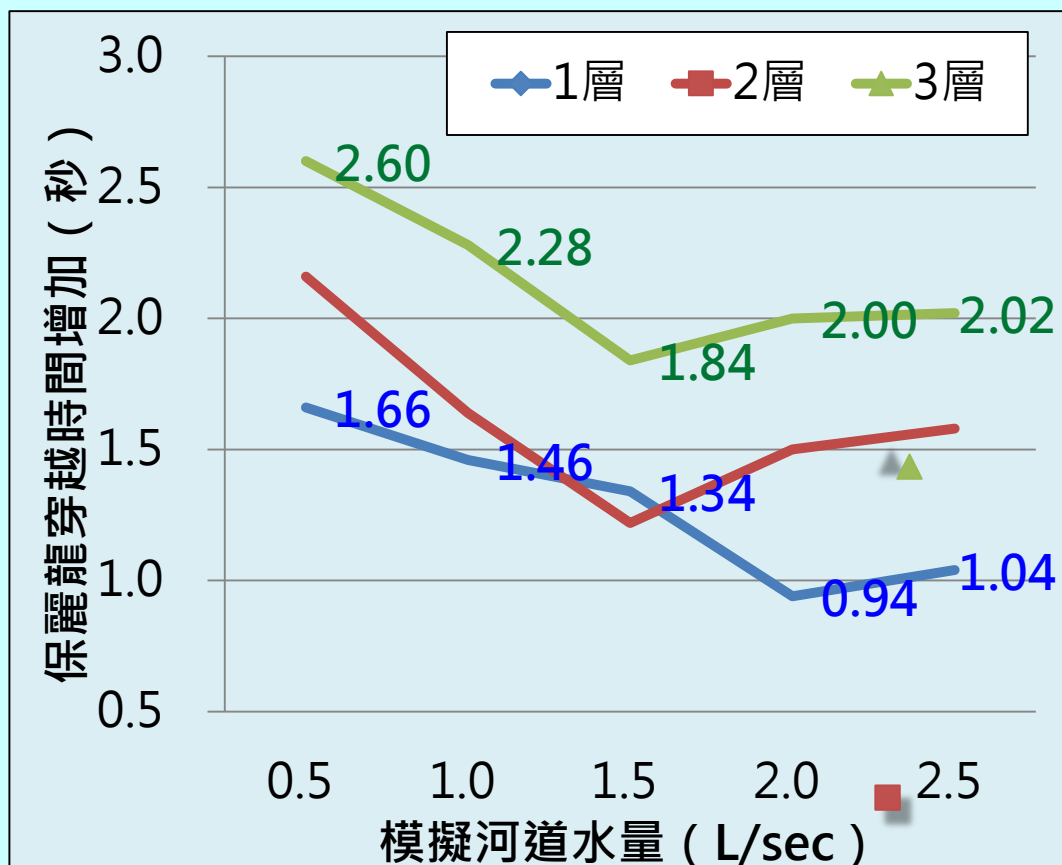
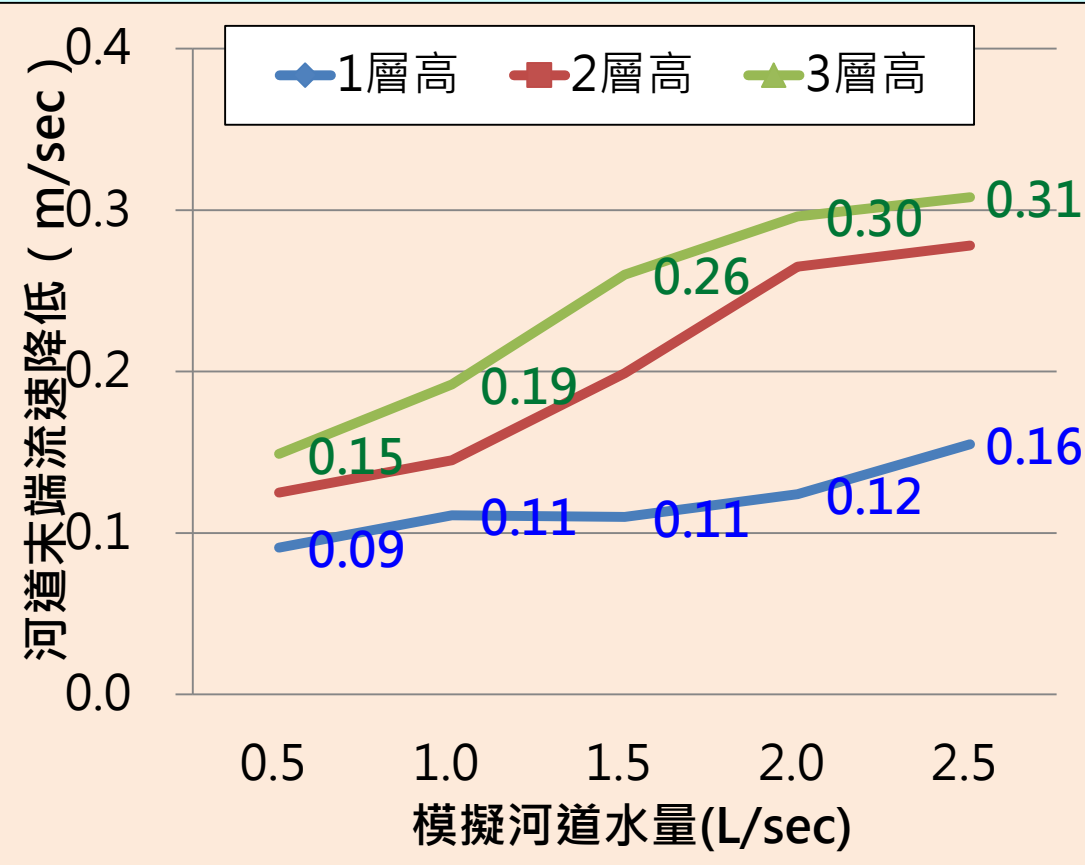


圖5-14不同梳子壩柱高度水流流速降低 圖5-15不同高度保麗龍穿越時間增加 圖5-16不同高度BB彈穿越時間增加

研究結果：梳子壩柱高度高度越高阻流效果越佳，保麗龍球、BB彈穿越時間增加越長，水量小時影響較大，水量大時影響較小。

(三) 研究不同河段位的梳子壩對流速降低與漂流物穿越的影響

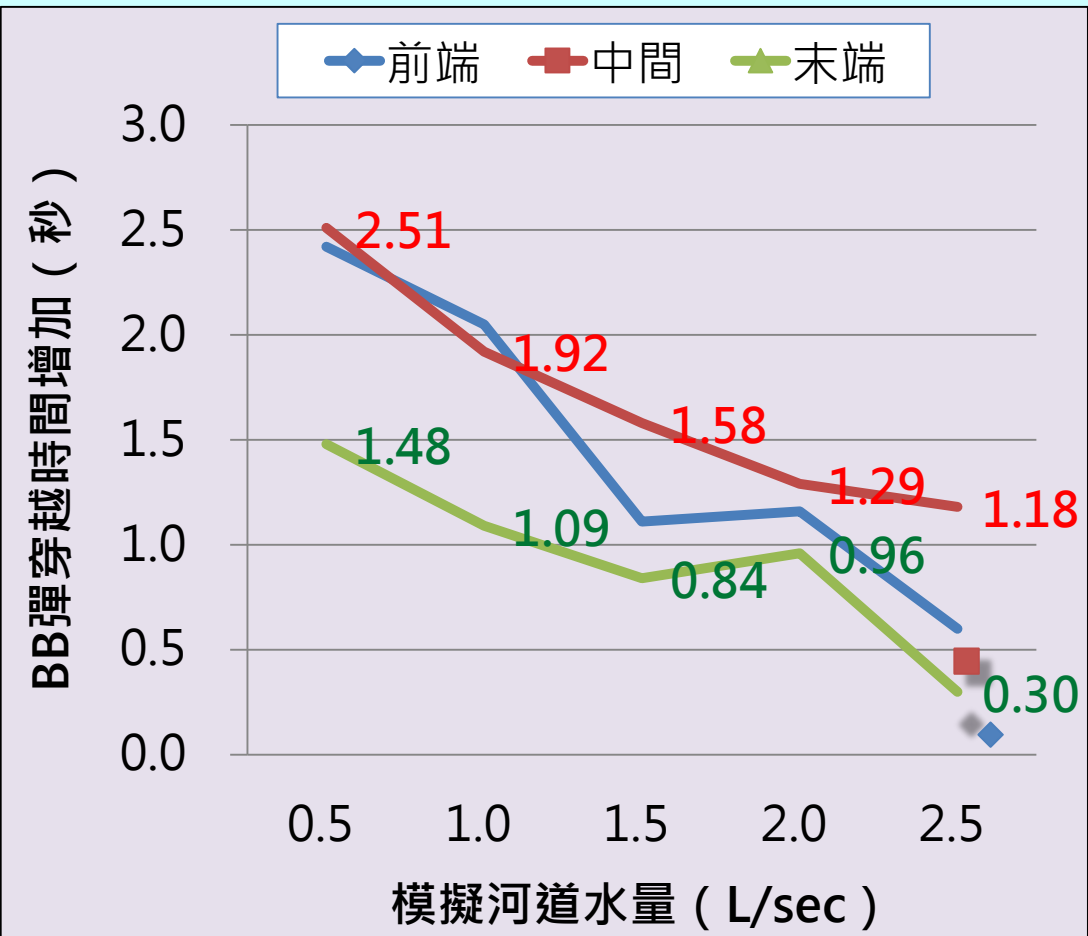
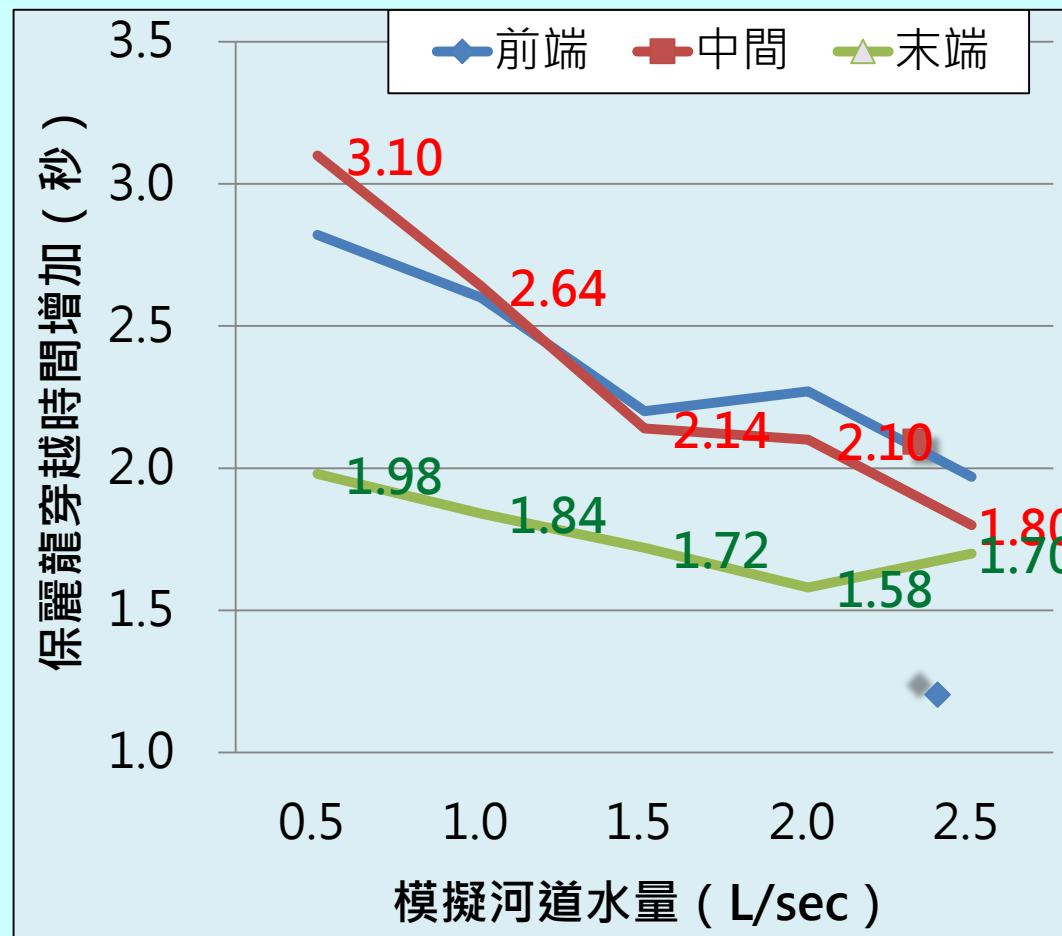
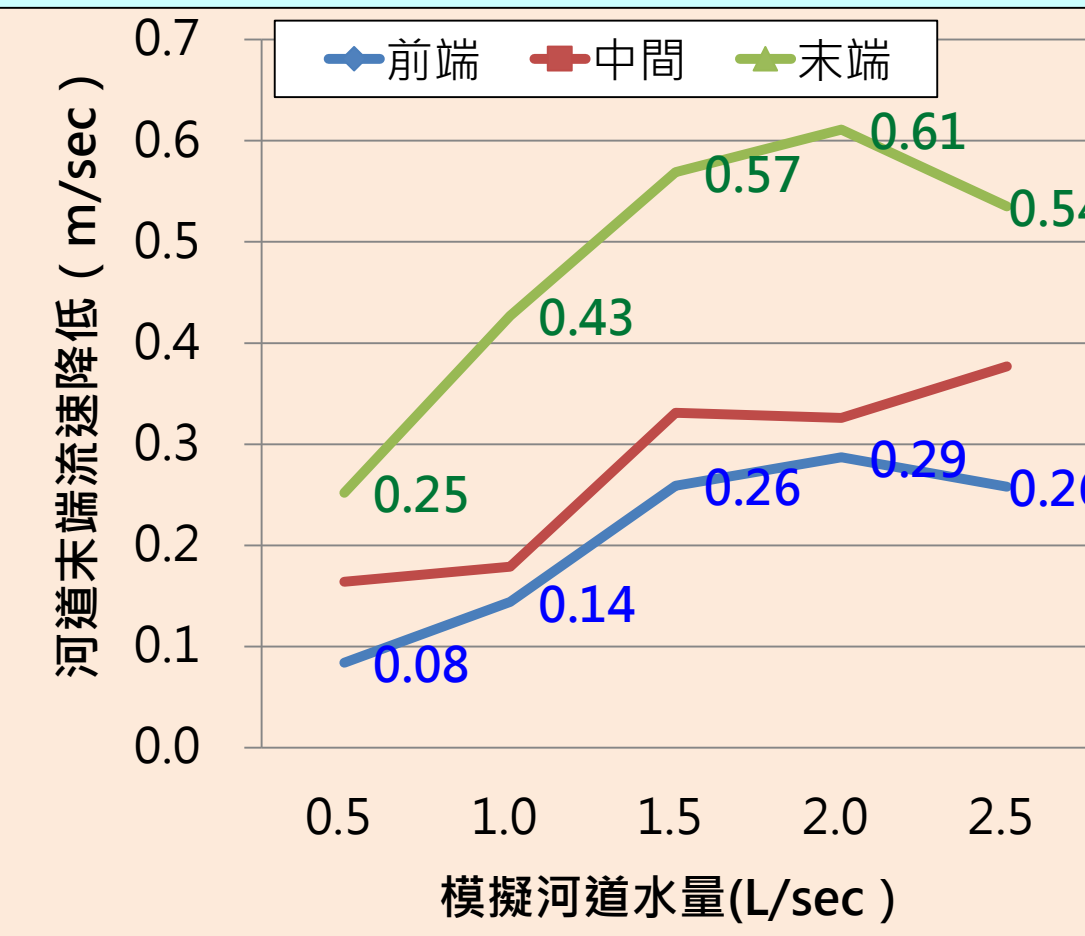


圖5-20不同位置降低流速效果 圖5-21不同位置保麗龍穿越時間增加 圖5-22不同位置BB彈穿越時間增加

研究結果：河段位置，河道末端阻流效果較佳，保麗龍球、BB彈穿越時間增加較少。

(四) 研究不同形狀的梳子壩柱對流速降低與漂流物穿越的影響

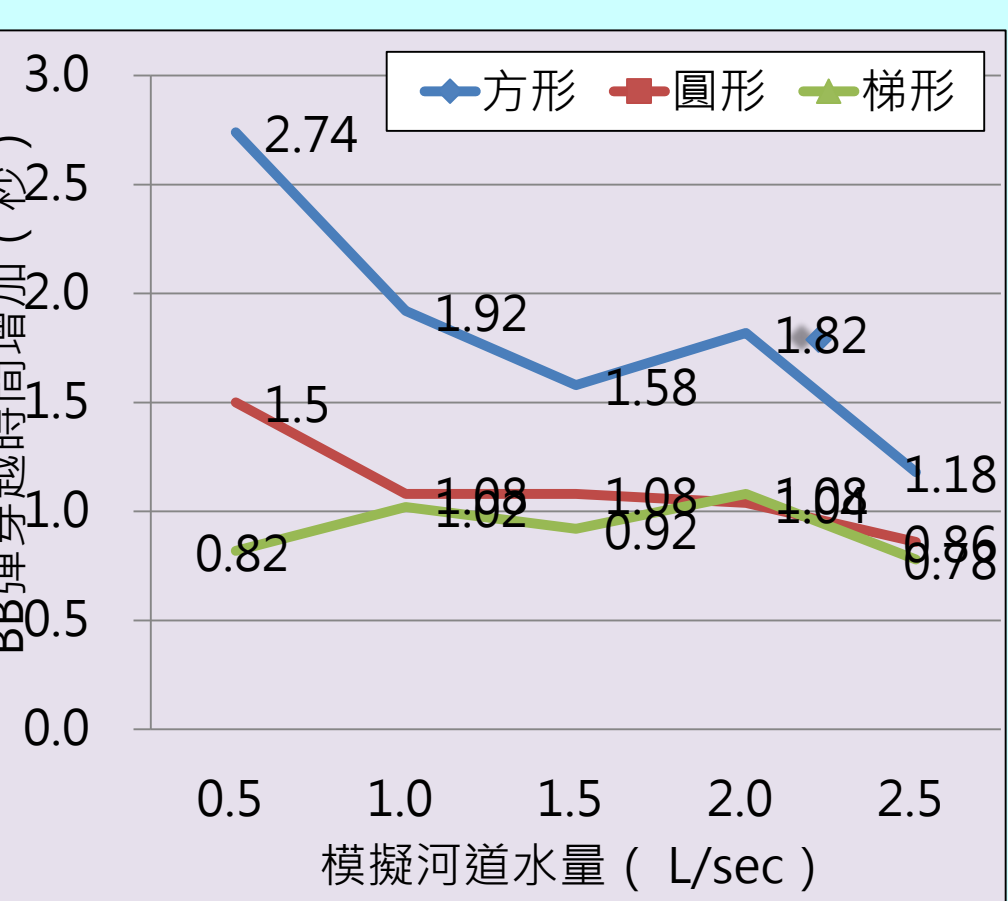
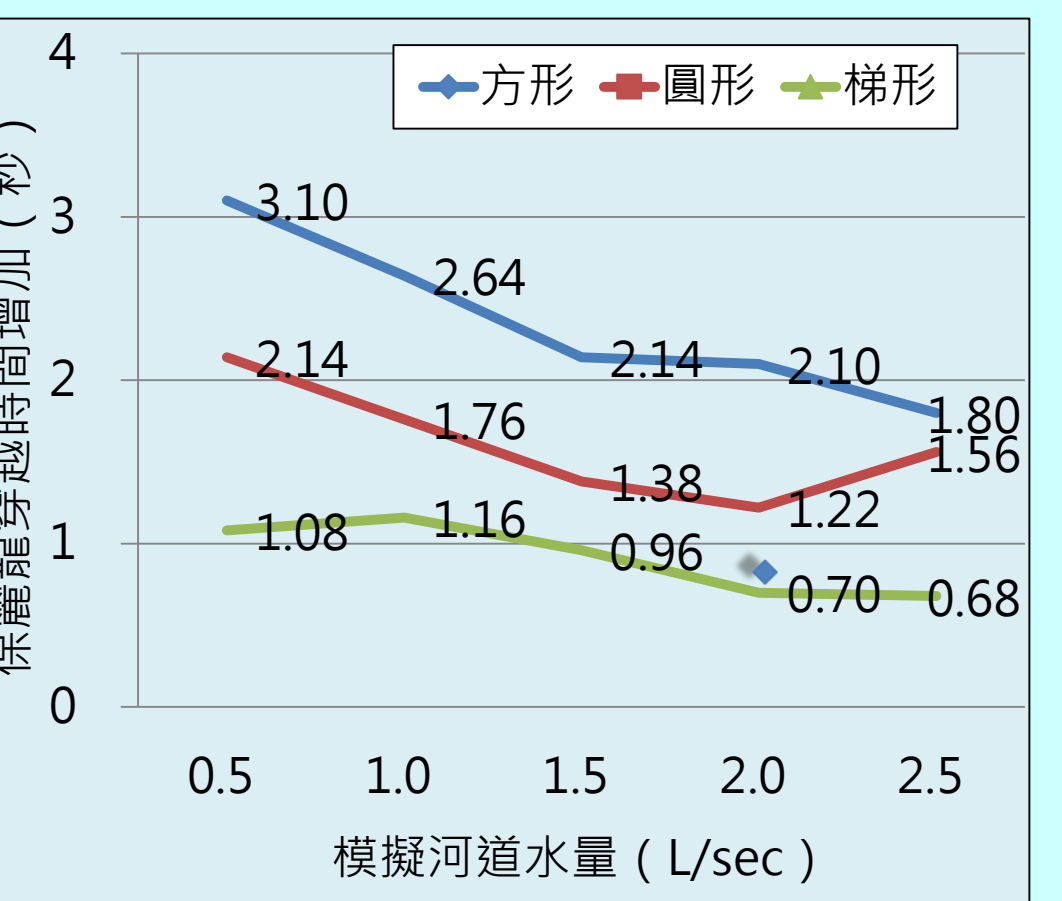
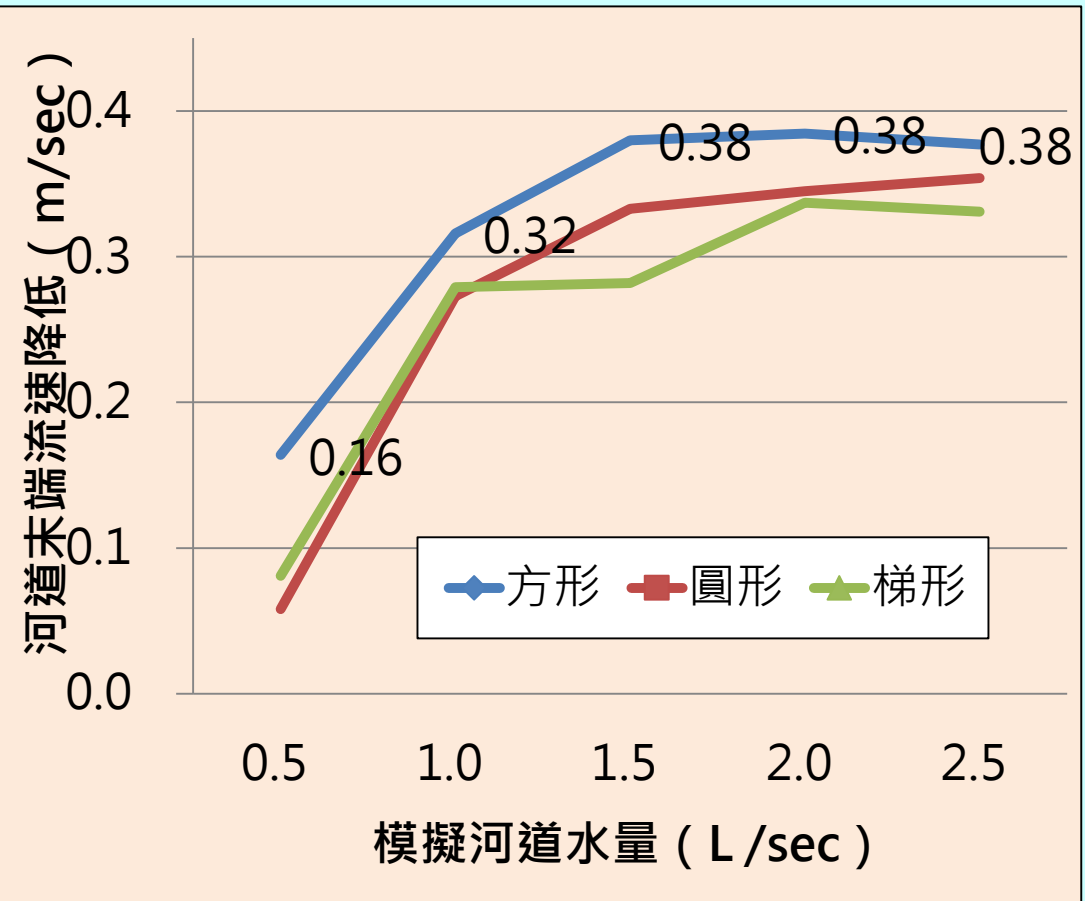


圖5-26不同形狀流速降低 圖5-27不同形狀保麗龍穿越時間增加 圖5-28不同形狀BB彈穿越時間增加

研究結果：梳子壩柱形狀，方形阻流效果較佳，保麗龍球、BB彈穿越時間增加較長。梯形梳子壩阻流效果略差，保麗龍球、BB彈穿越時間增加較短。

(五) 研究錯位與平行梳子壩柱對流速降低與漂流物穿越的影響 (研究結果)

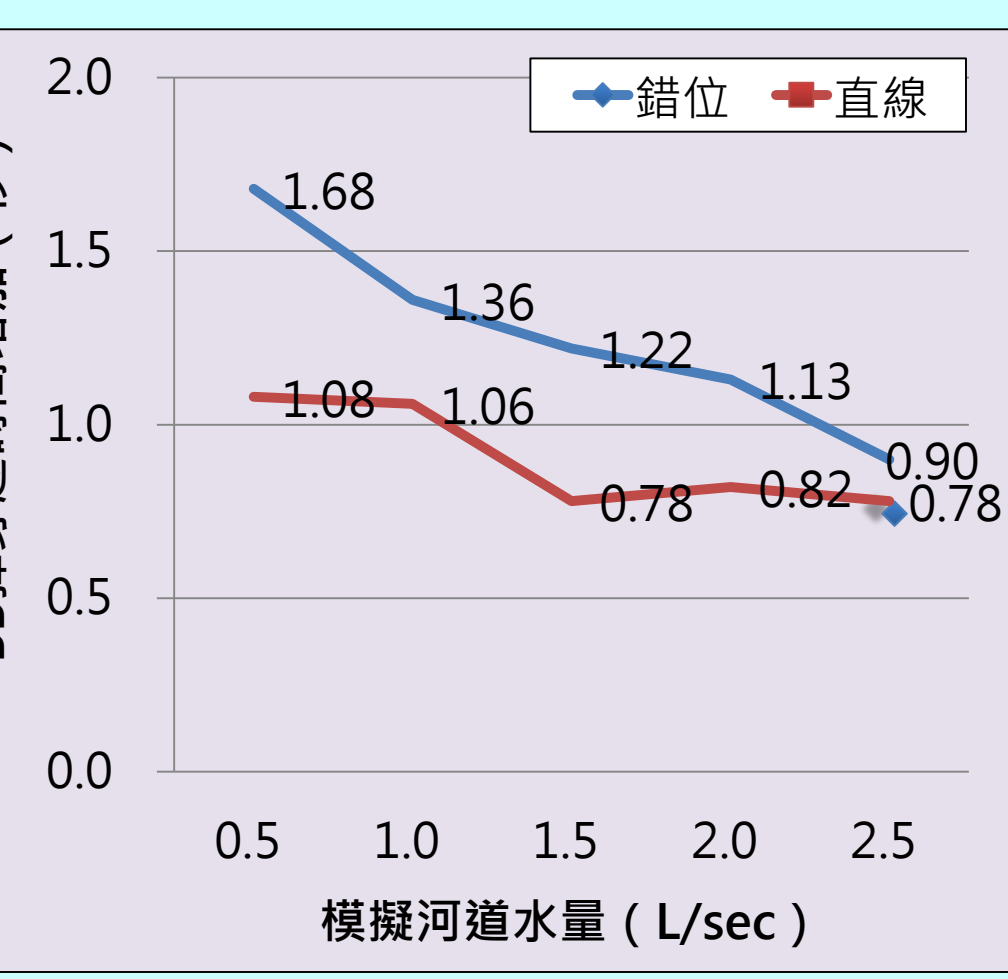
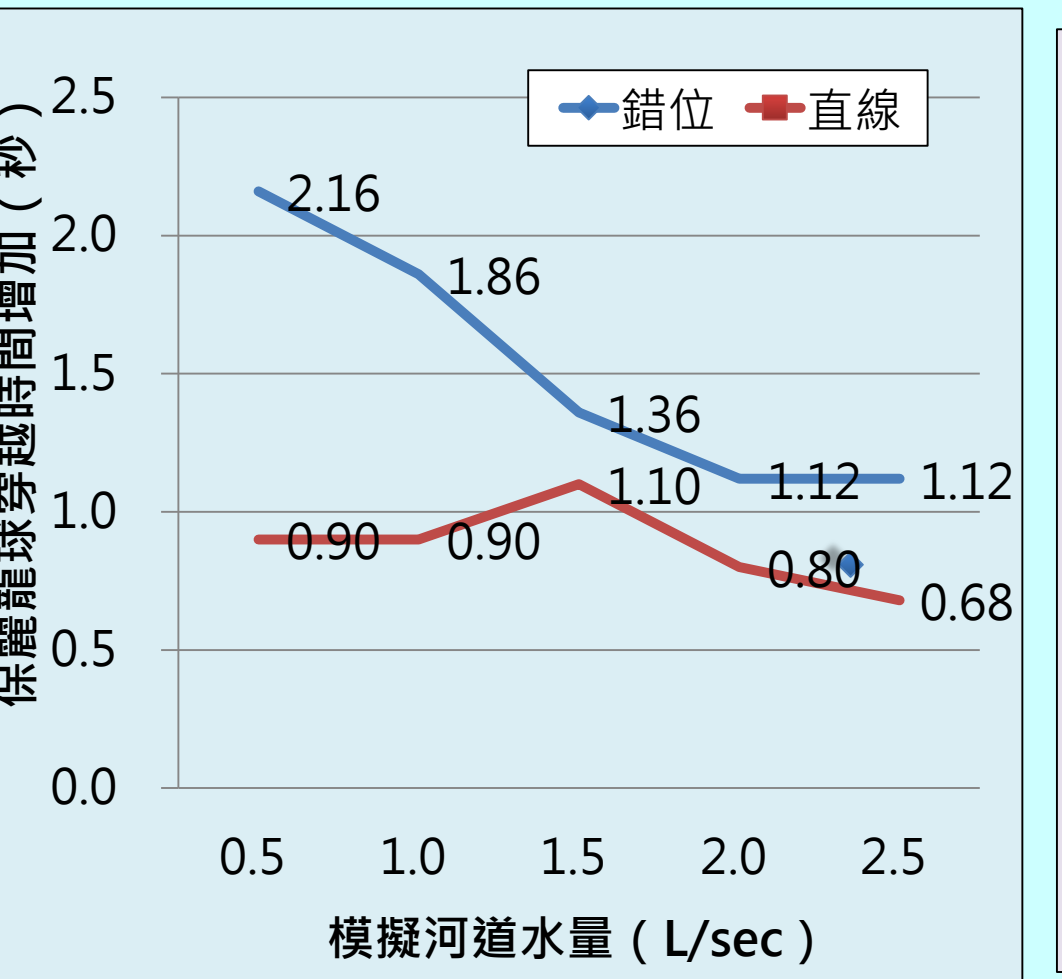
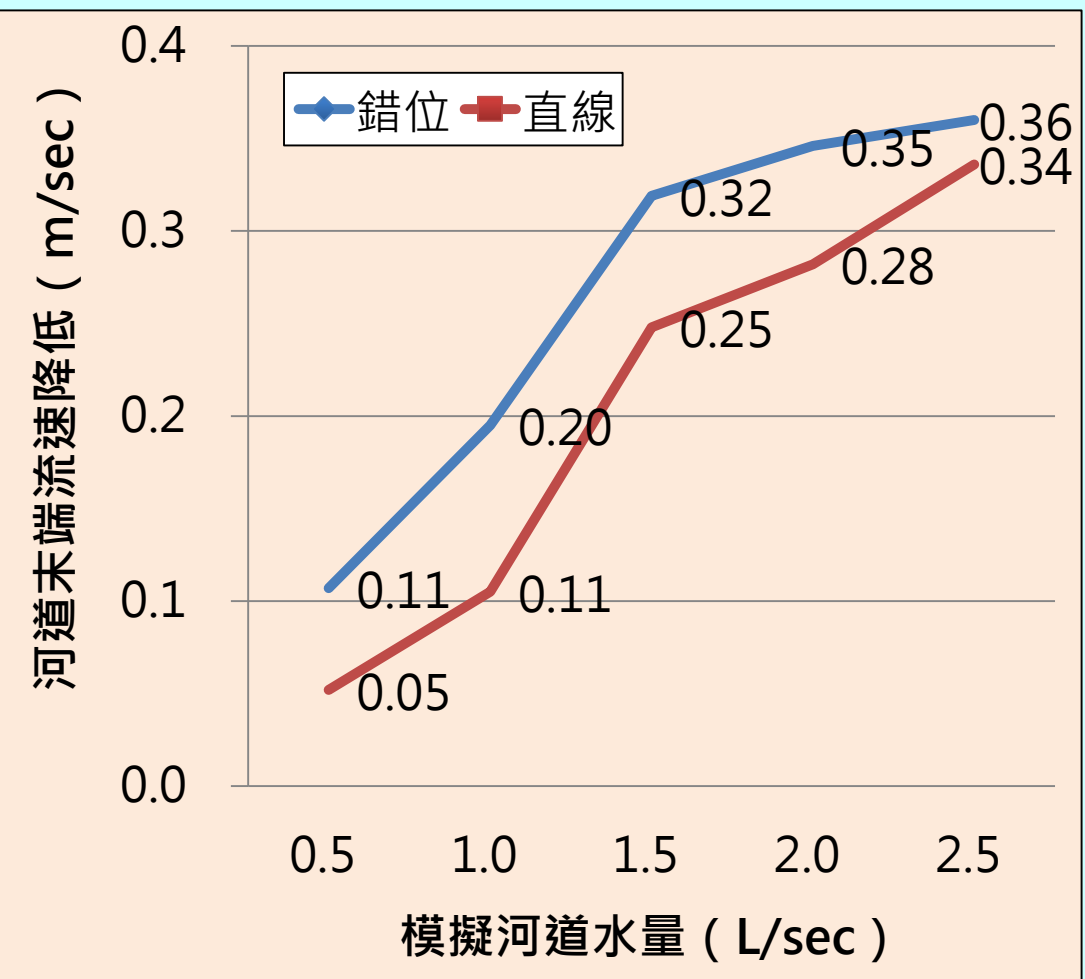


圖5-32不同排列降低流速效果

圖5-33不同排列保麗龍穿越時間增加

圖5-34不同排列BB彈穿越時間增加

研究結果：梳子壩柱排列錯位阻流效果較佳，保麗龍球、BB彈穿越時間增加較長。平行梳子壩阻流效果略差，保麗龍球、BB彈穿越時間增加較短。

(六) 研究梳子壩組距離對流速降低與漂流物穿越的影響 (研究結果)

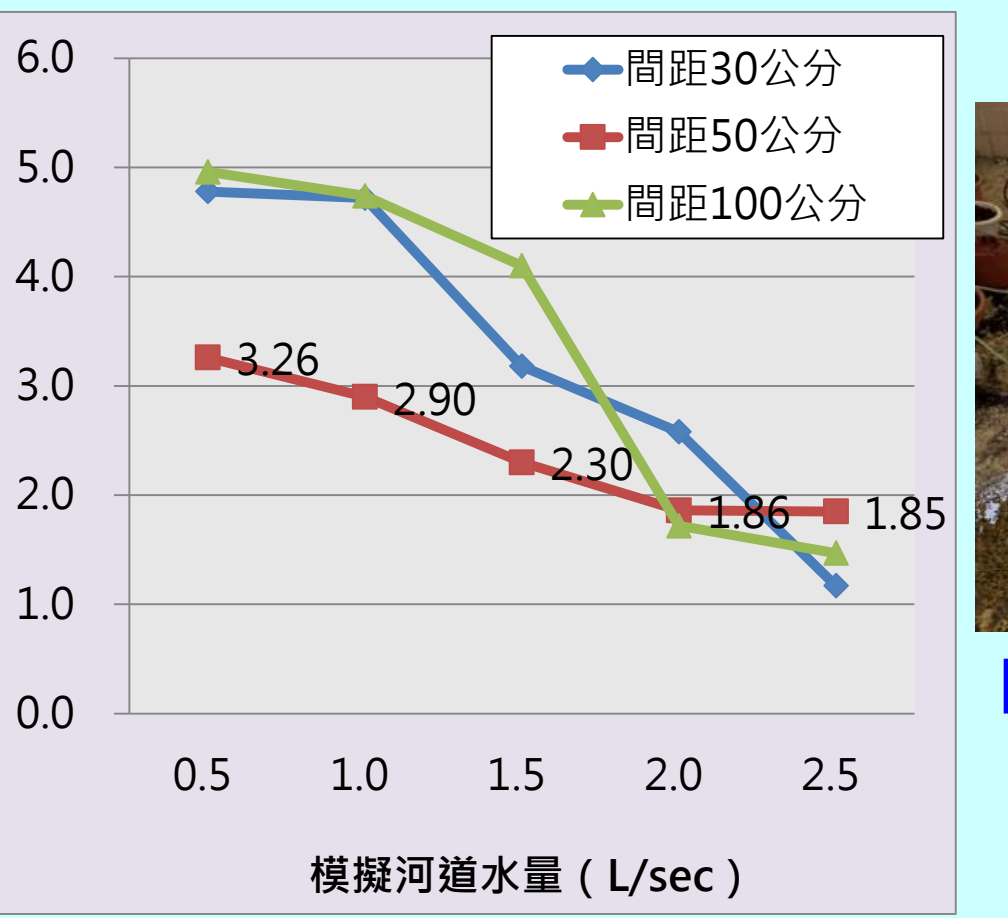
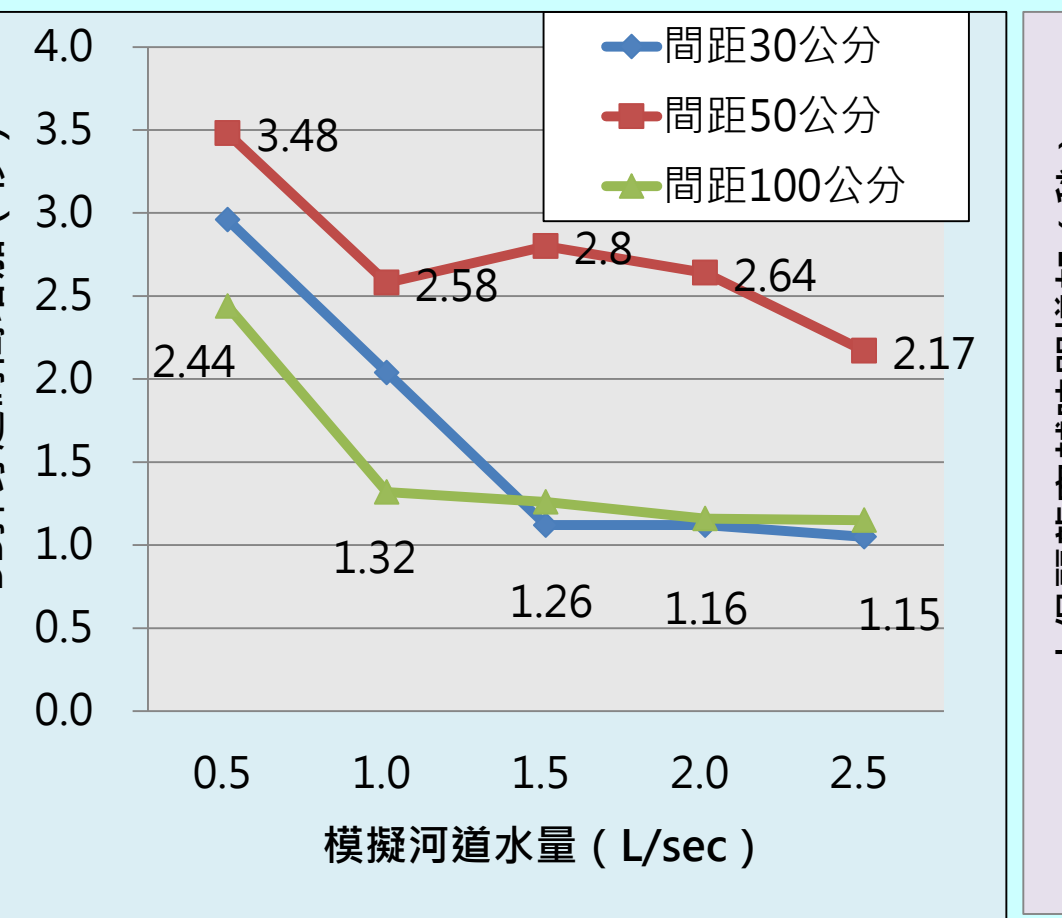
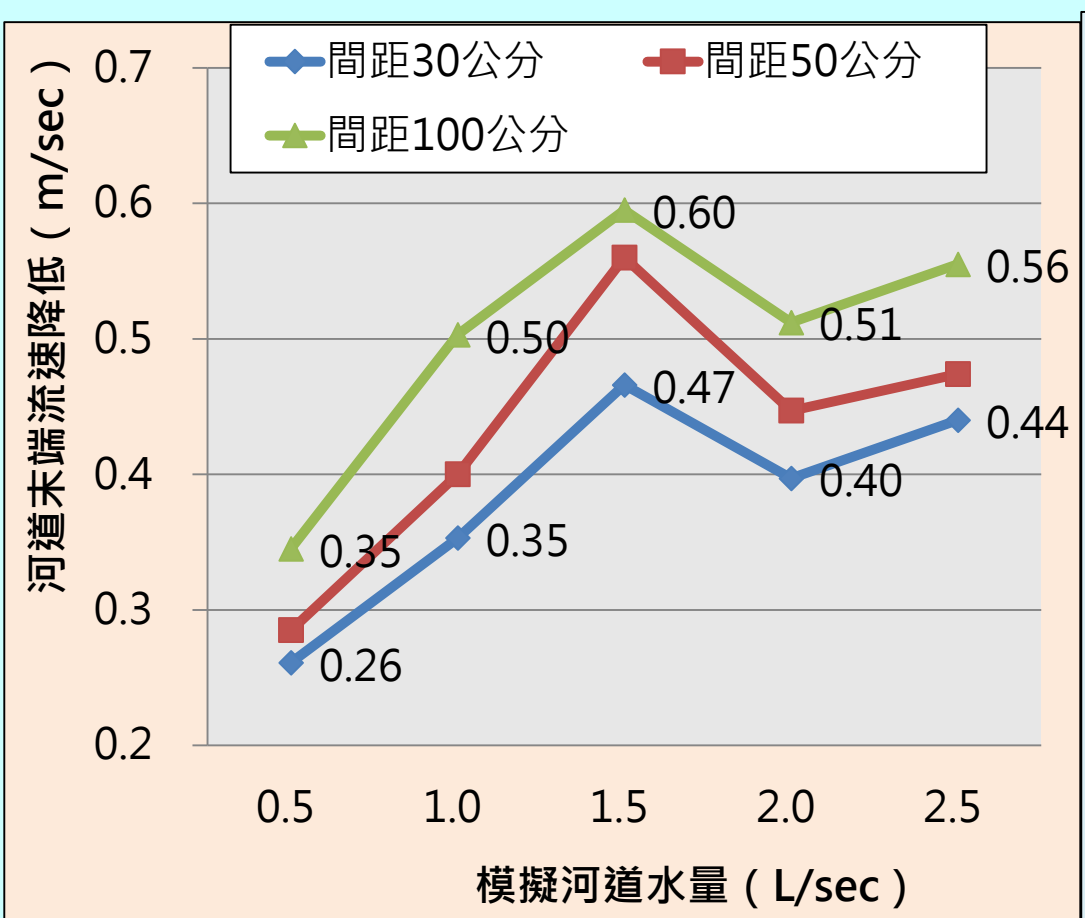


圖5-38降低流速效果

圖5-39 BB彈穿越時間增加

圖5-40小保麗龍穿越時間增加

研究結果：梳子壩組間距。間距越大時阻流效果較佳，保麗龍球較短。間距越短時間距越大時阻流效果較差。



圖5-41梯形梳子壩柱3組

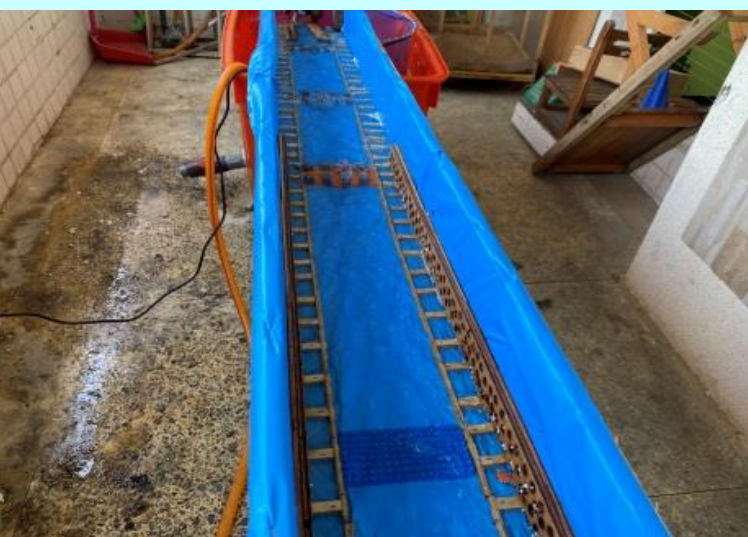


圖5-42豎孔導壁魚道1組



圖5-43疊瀑1組

(七) 研究不同數量梳子壩組對流速降低與漂流物穿越的影響

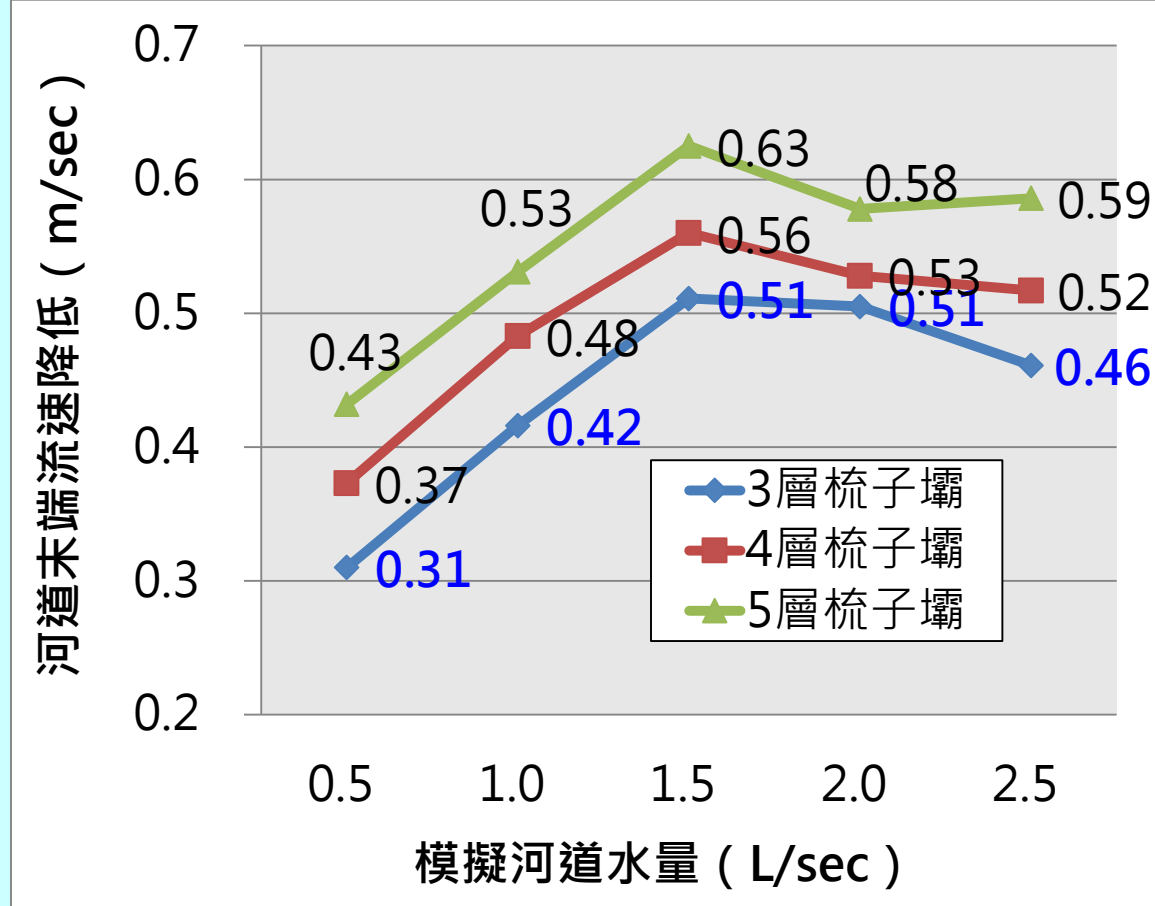


圖5-44不同數量梳子壩的阻流效果

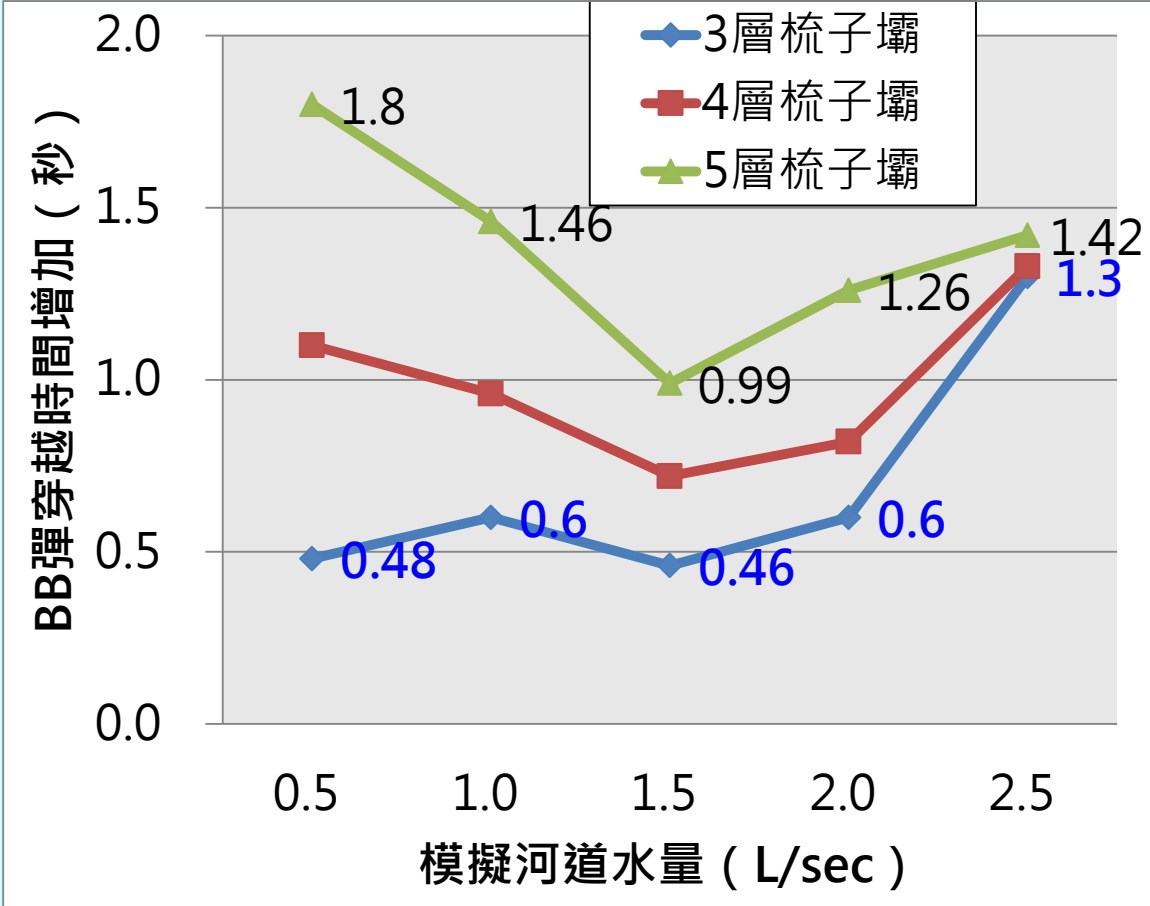


圖5-45不同數量梳子壩BB彈穿越時間增加圖

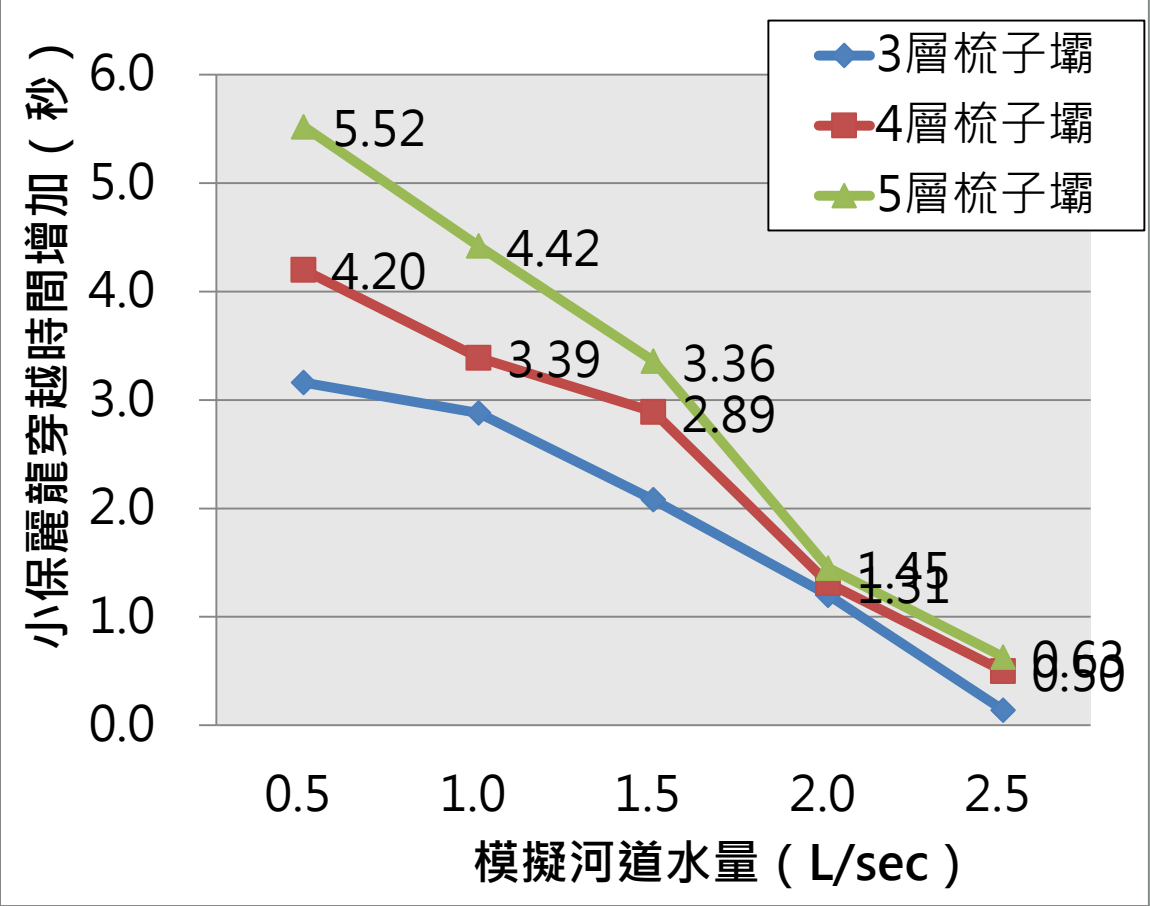


圖5-46不同數量小保麗龍球穿越時間增加

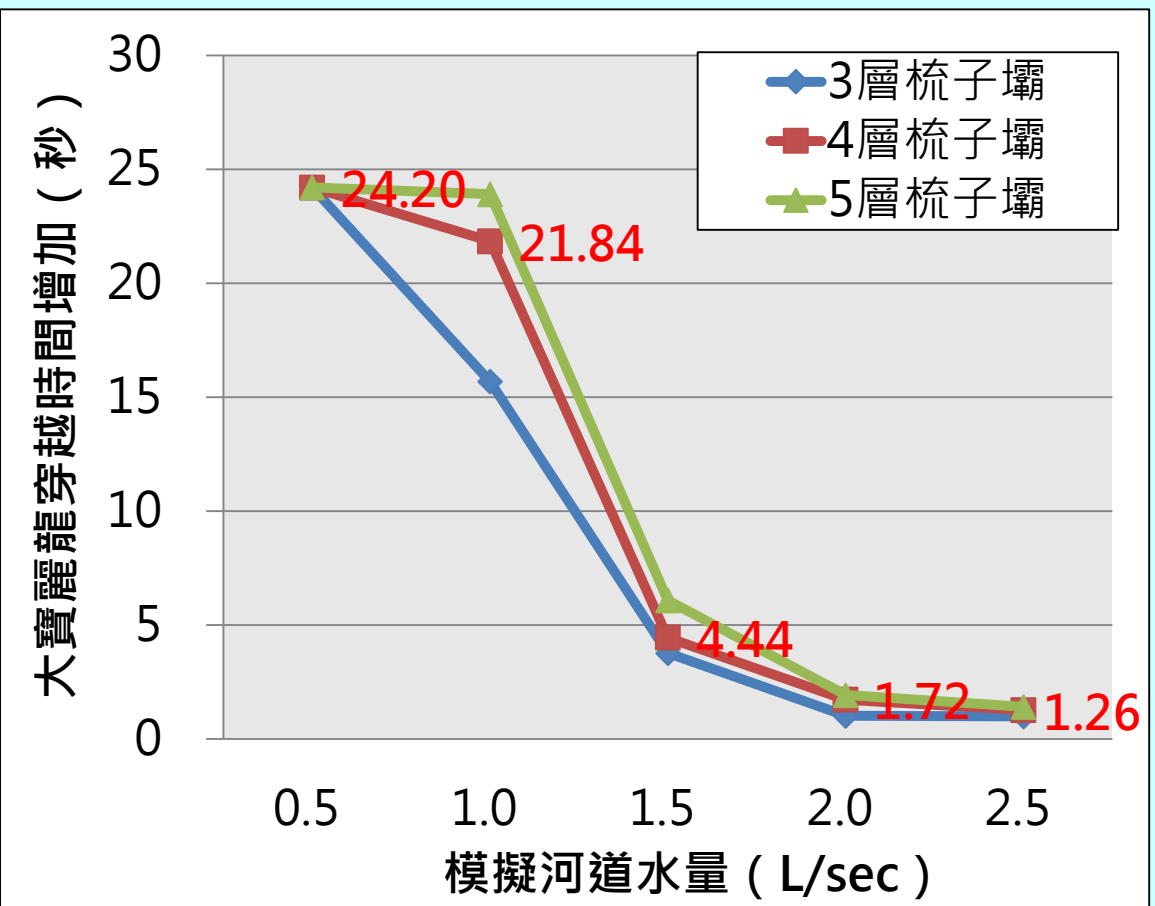


圖5-47不同數量大保麗龍球穿越時間增加

研究結果：梳子壩數量越多阻流效果較佳，保麗龍球、BB彈穿越時間增加較長。梳子壩越少流效果略差，保麗龍球、BB彈穿越時間增加較短。

六、評估梳子壩的設置對水質淨化效果的影響

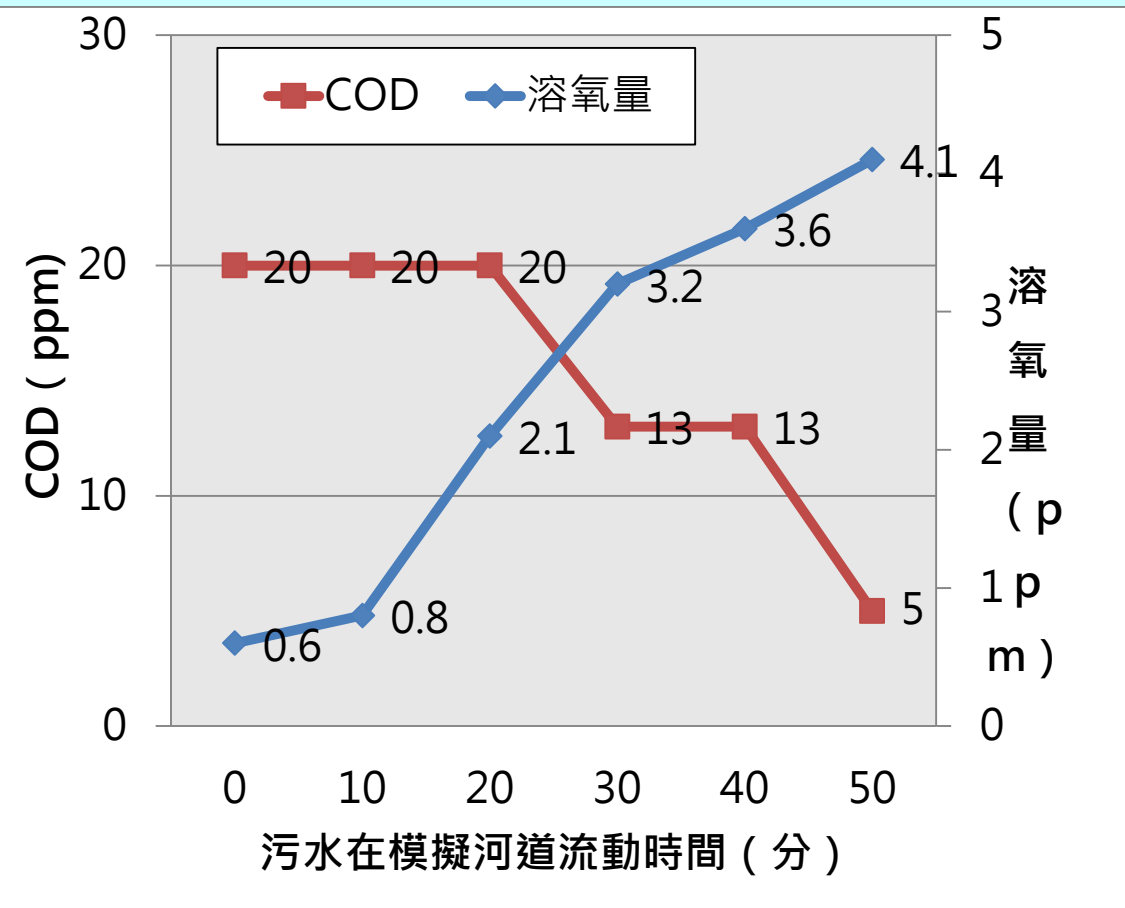


圖5-48梳子壩對COD、溶氧量

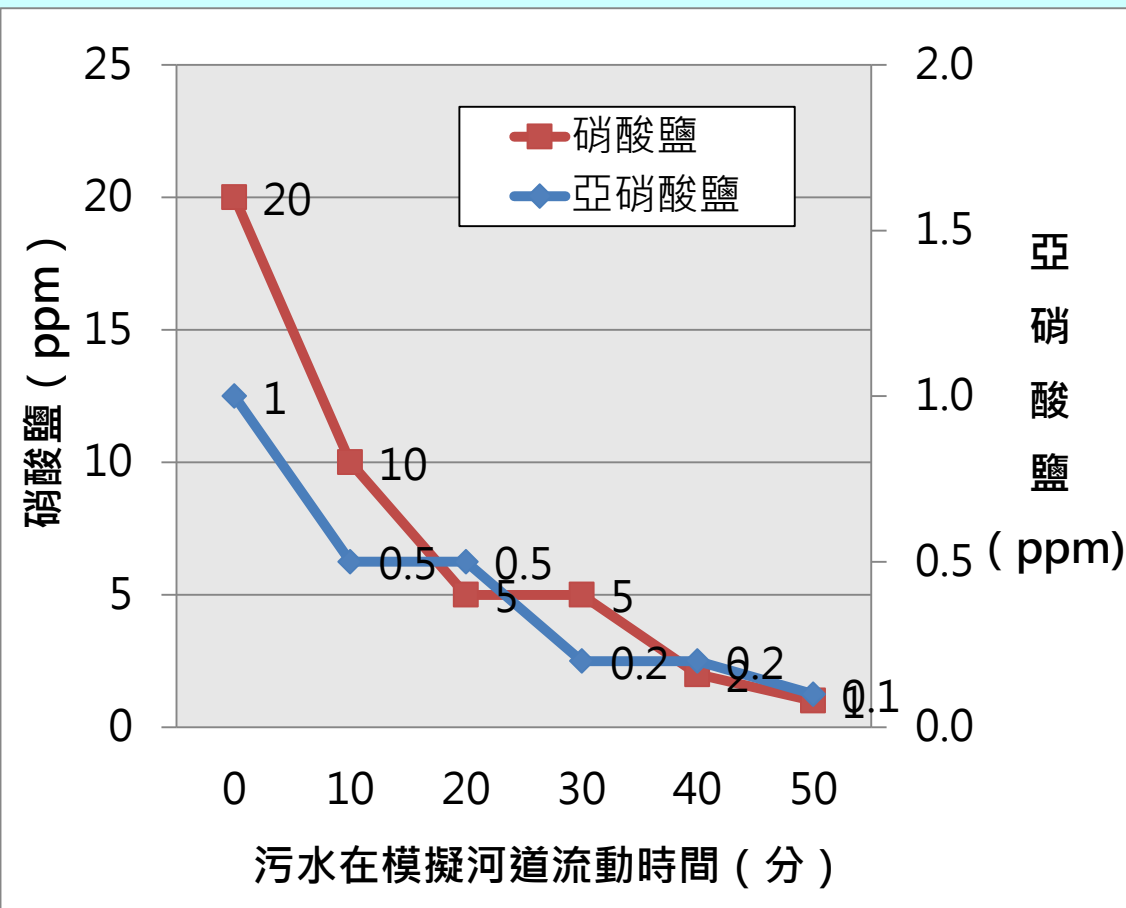


圖5-49梳子壩對硝酸鹽、亞硝酸鹽

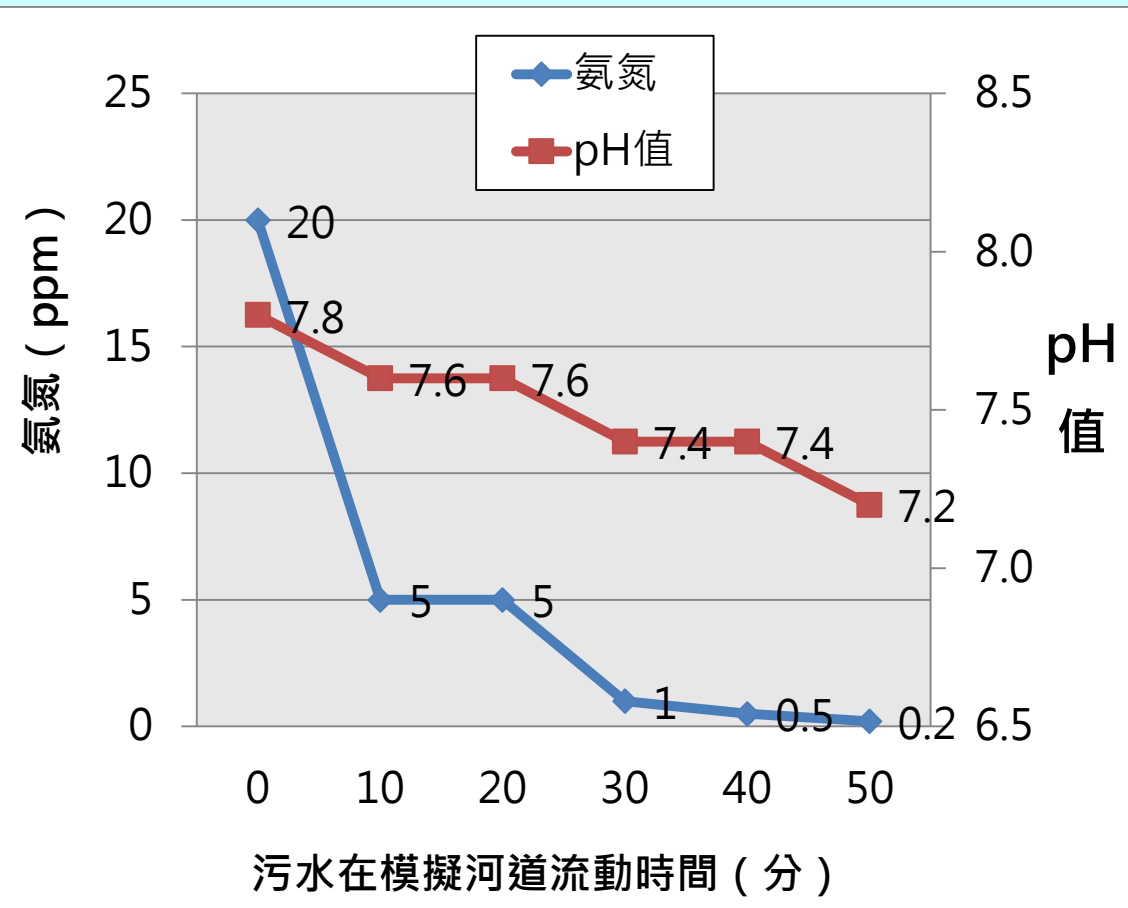


圖5-50梳子壩對氨氮、pH值



圖5-51五層梳子壩

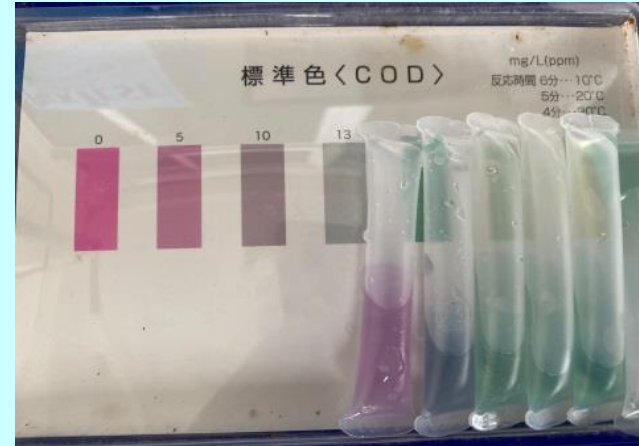


圖5-52 COD檢測結果



圖5-53氨氮含量檢測結果



圖5-54硝酸鹽檢測結果

研究結果：

(一) 由實驗水流流過梳子壩對於水質COD、溶氧量、硝酸鹽、亞硝酸鹽、氨氮有降低的效果。可以將水質由中度污染降低到輕度污染。

(二) 發現污水在梳子壩的流動時間越長時對於水質COD、溶氧量、硝酸鹽、亞硝酸鹽、氨氮有降低的效果越佳。

(三) 由實驗的結果推測，公司田溪的梳子壩、疊瀑、護址工石籠對於水中的污染物有降低效果，因此公司田溪水質較其他溪流佳。

七、研究公司田溪水利設施對流速降低與漂流物穿越的影響

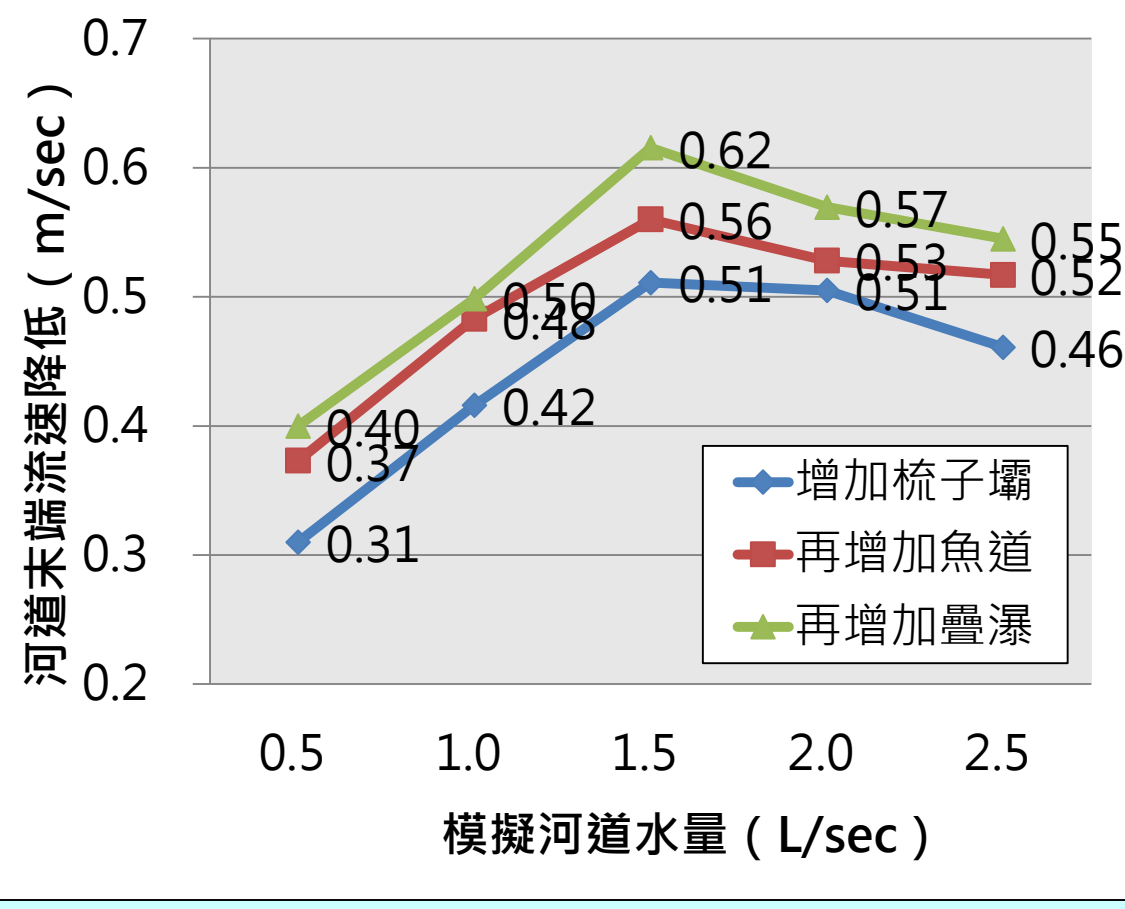


圖5-55阻流效果

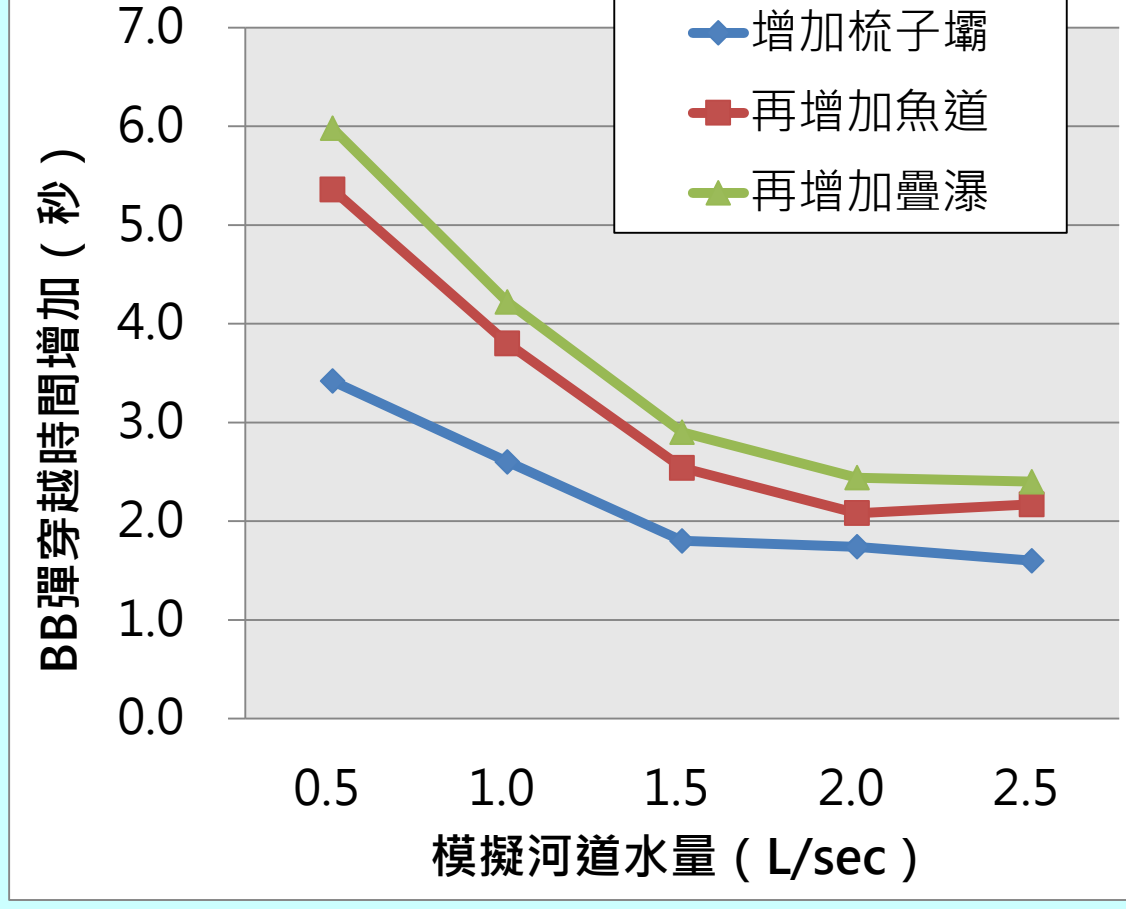


圖5-56 BB彈穿越時間增加

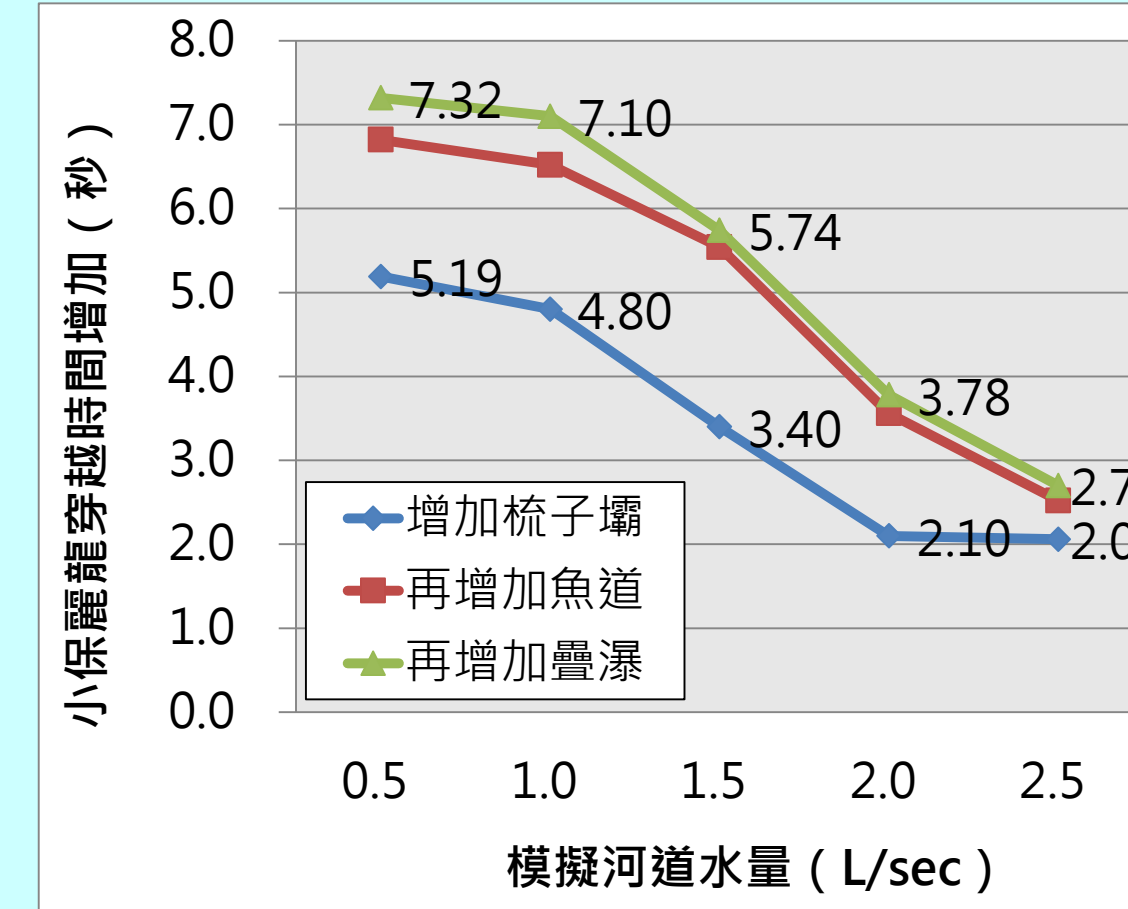


圖5-57小保麗球穿越時間增加

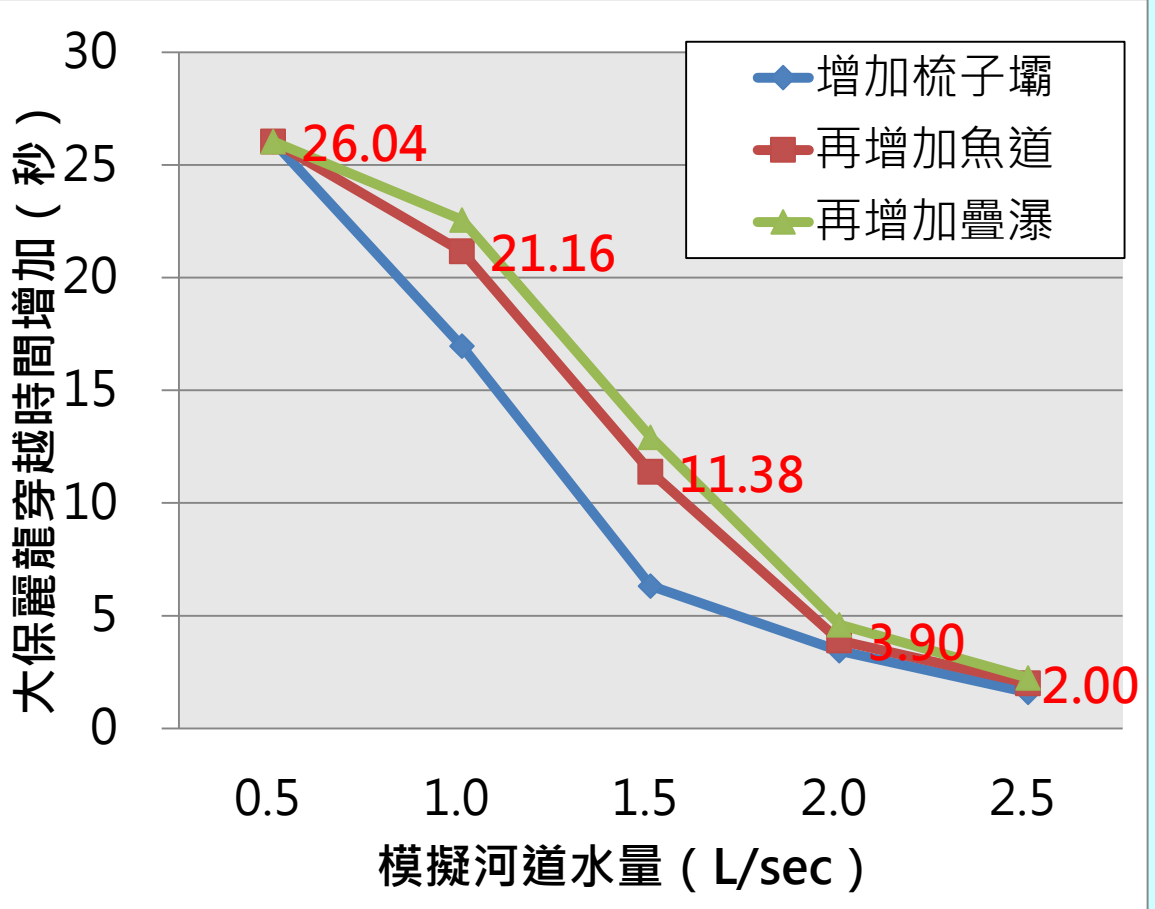


圖5-58大保麗龍球穿越時間增加

研究結果：

(一) 降低流速：由圖5-55發現，水利設施越多時，水流流速降低越多0.62m/sec。降低34%效果，在低水量時降低較多，在高水量時降低較少

(二) 穿越物時間增加：由圖5-56、5-57、5-58發現，梳子壩與魚道會使小保麗龍球、大保麗龍球穿越時間增加較多，疊瀑對於保麗龍球穿越時間影響較低。

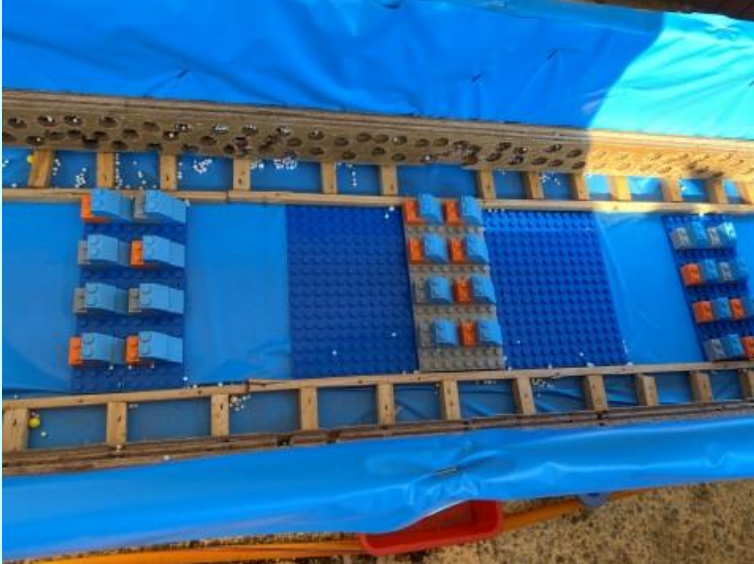


圖5-59 梳子壩



圖5-60魚道

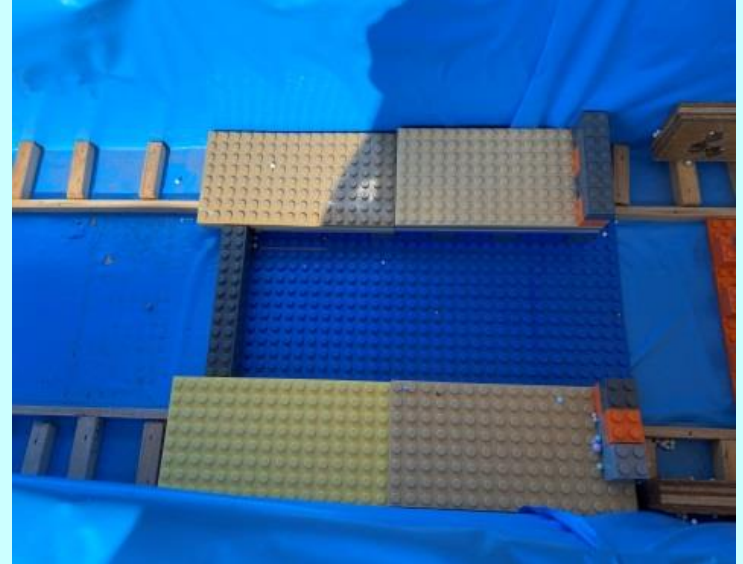


圖5-61疊瀑

八、進行溪流測試驗證自製梳子壩模型可行性



圖5-62抬到溪流



圖5-63進行實驗

研究結果：

(一) 利用寶特瓶蓋測試，穿越梳子壩為平均7.2秒、比對溪流瓶蓋穿越時間為4.3秒水流流速，有明顯的下降。

(二) 在第一組梳子壩與第二組梳子壩、第二組梳子壩與第三組梳子壩內，水流流速明顯下降，類似流速較慢的深水池，與利用水工模型實驗有些差異。

陸、結論

- 一、公司田溪水利設施對於防洪、生態、底棲動物、水質有正面的效果。
- 二、公司田溪中梳子壩有增加溶氧量、提供生物通道，降低水流流速，作為河岸兩側的通道功能。
- 三、公司田溪橋遺址至江南頤和社區，為中輕度污染。河口區為中度污染，污染程度與其他地區小很多，由此可見生態工法的溪流設計對於降低溪流污染有一定的作用。
- 四、植物種類：大多數是自然生長，種類較多，相對的吸引的生物也多樣性。河口為潮間帶生態、江南頤和社區以上為溪流生態。
- 五、梳子壩降低流速增加，穿越物穿越時間增加，只有河段位置設置在末端流速降低效果佳，穿越物穿越時間增加較少，壩組數量間距較大，降低流速較佳，穿越物穿越時間增加較少。現在終於明白，為什麼公司田溪的梳子壩設置那麼多，分散在條溪流，並在河口末端設置9個梳子壩，這樣可以有效降低水流流速，穿越物穿越時間增加相對較少。
- 六、梳子壩對於水質COD、溶氧量、硝酸鹽、亞硝酸鹽、氨氮有降低的效果。污水在梳子壩的流動時間越長時，對於水質COD、溶氧量、硝酸鹽、亞硝酸鹽、氨氮有降低的效果越佳。
- 七、水利設施越多時，水流流速降低越多，設施越多漂流物穿越時間增加越多。
- 八、在2.44公尺的梳子壩模型流速明顯下降59%，在第一組梳子壩與第二組梳子壩、第二組梳子壩與第三組梳子壩內，水流流速明顯下降，類似流速較慢的深水池。

柒、參考文獻

一、黃美琪 (2000)。親水性堤岸設計原則之建立。國立交通大學。學術論文。

二、國家公園季刊 (2008)。台灣溪流生態的生機與危機。專訪中興大學生命科學系林幸助教授。

三、陳文彥 (2006)。以水族生物環境檢測探討植生對於河川自淨作用的影響。以竹北豆子埔溪為例。國立清華大學碩士學術論文。

四、林哲安、羅宗榮、喬淑興、鄭采聰、陳淑聰、李瑞靜 (2015)。溪的眼淚-樹梅坑溪污染調查與溪流自淨效應之研究。中華民國第 55 屆中小學科學展。

五、施心晴 (2005)。野溪整治工法之生態棲地評估研究。國立東華大學。學術論文。

六、淡水區公司田溪河川環境營造工程基本暨細部設計報告(修正後)新北市政府水利局中華 民國110年月。

七、林維明 (2011)。自然生態工法在溪流治理上的規劃設計理念。水利資訊 第十二期28-學術天地。

八、蔡沛恩、孫睿駿、廖庭毅 (2023)。魚道魚到--魚道對大屯溪水生動物變動探究全國科展63屆。

九、淡水公司田溪。淡水維基百科。

十、淡水公司田溪變「泡泡河」來源找到了 (ETtoday社會新聞)。

十一、打造魚兒一條安全回家的路 公司田溪生態環境再優化 (新北市訊、2022)。

十二、無濕婆土工法修復淡水公司田溪護岸建成雙贏目標 (新北市訊、2022)。

十三、新北公司田溪護岸修復保生態 治理工程不來硬的 (王峻昌、2022)。

十四、淡水新市鎮公司田溪 下游海空嚴重 (好房網2022)。

十五、水利局在淡水區公司田溪及三芝區八種溪推動環境改善工程，雙雙獲得「2021年工程環境與美化獎」，https://newtalk.tw/news/view/2021-12-17/682992

本海報所有照片及圖表皆為師生共同拍攝及繪製。