

# 新竹市第四十一屆中小學科學展覽會

## 作品說明書

科 別：地球科學

組 別：國中組

作品名稱：竹塹港的今昔-討論頭前溪對舊港島的堆積與搬運

關 鍵 詞：頭前溪、舊港島、河流搬運

編 號：

# 竹塹港的今昔-討論頭前溪對舊港島的堆積與搬運

## 摘要

頭前溪出海口有一座島嶼！原來這是我們新竹市的「舊港島」。在與當地耆老進行訪調後發現，過去的南寮地區包含舊港島，經常飽受水患之苦，直到進行了分洪整治工程，淹水情形才有所改善，而這個歷程也讓我們產生好奇：究竟在分洪整治前後的舊港島，淹水情形會有何不同？又或在整治後是否會對環境造成其他影響。我們依照比例自製舊港島地區模型，並透過水流及細沙進行沖積模擬，我們發現在整治前，河水主要流經左岸，對於右岸的水流並無有效率的分流，在洪災水量時的沖積面積會較一般水量增加至 131.9%；在整治後，堤防及分洪消波塊能發揮效果，但仍在洪災水量時發生漫流至島上，沖積面積仍達到 89.3%；最後，我們在原有的分洪基礎上再加強島上的排水溝渠及延長防洪堤防，可有效降低沖積面積比例至 21.7%。其中又以建設排水溝渠的效果較突出。

## 壹、研究動機

在暑假期間騎乘腳踏車，沿著頭前溪左岸往南寮騎去，在看到紅色的舊港大橋時忽然驚覺，原來頭前溪出海口有一座島嶼！經詢問長輩後才知道，原來這是我們新竹市的「舊港島」。在好奇心的驅使下，騎著腳踏車探訪並環島一周，發現這裡的風景很特別，有需多矮房及早期的閩式建築，在出海口一端有些許的紅樹林，也有在河道上作業的漁民，更可以遠眺南寮漁港。同時我也也觀察到，在河道中有排列整齊且形狀特殊的「消波塊」！而且環島一周均可以看到排水溝渠道及堤防，於是便好奇為何會有這些設施。

後來在一次機會之下走訪舊港島，並順利採訪了當地耆老，獲得了很多有關舊港島的過去與現在。原來在過去，南寮地區包含舊港島，每逢颱風就會淹水，造成當地居民很大的困擾甚至危及生命財產的安全！於是便著手規畫進行頭前溪分洪整治工程，在舊港島地區除了加固島的四周堤防，也放置分洪消波塊，讓舊港島地區的淹水獲得改善，也避免造成重大災害。

在了解這些故事之後，我們對於舊港島的環境以及所經歷過的水災感到好奇，想要了解在分洪整治前，舊港島經歷的水災成因，以及在整治之後雖然改善淹水情形，但是否反而造成另一種環境的影響。我們希望能夠過資料蒐集及模型模擬，來找到因應策略與方法。

## 貳、文獻探討

最早在清朝同治十年(1871)出版的『淡水廳治』裡，頭前溪之位置標示有「竹塹溪」的名稱，日治時代大正四年(1915)出版的『臺灣圖堡』中開始出現『頭前溪』的名稱，至今延用此名稱。現今頭前溪一般指的是油羅溪及上坪溪在竹東大橋附近合流後之中、下游河段。兩支流匯流後流長約 24 公里，主流平均坡降約 1/190，向西流經竹東鎮、芎林鄉、竹北市及新竹市，於新竹市南寮附近與鳳山溪匯流約 500 公尺後注入臺灣海峽。早期先民截引頭前溪水，合股建立隆恩圳，並把竹塹近郊 2000 餘甲荒地化為水田。如今除維持農田灌溉功能外，同時也作為民生及工業用水之需求。[1]

頭前溪與鳳山溪的入海口處有一座沙洲，即為舊港島。在清康熙年間稱為竹塹港；雍正九年(1731)，因生產品之外運，或生活必需品之內輸，往往由此經船舶運輸，遂成為新竹地區之主要港口；嘉慶十八年因在今南寮另築竹塹新港，故原竹塹港乃易名為舊港。[2]

因頭前溪流域地形落差大，流域地勢傾斜，水流湍急，每逢夏季颱風時期常發生河水氾濫。根據新竹縣志記載，頭前溪過去即著手在河岸兩側進行初級防洪工程。在日治時期成立頭前溪治水事務所，進行較大規模的整治工事，只是仍以溪岸堤防設施為主。[3]

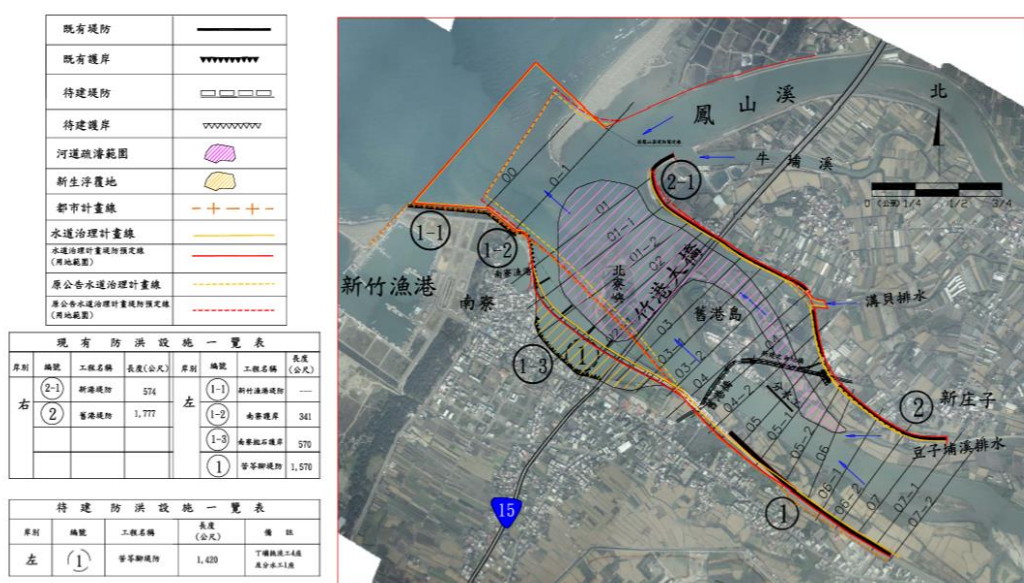
在清光緒年間仍以局部防洪為目的，建築簡陋之防洪工事，以保護沿溪之村莊及田園。爾後在民國六十四年，開始著手規劃頭前溪通盤檢討，範圍自竹東鎮上公館(上坪溪)及橫山鄉大肚(油羅溪)至新竹市南寮止，全長 27 公里。民國七十四年完成法定程序，由經濟部核定台灣省政府公告實施。[1]

在計畫中提到河口段的治理方案有二：第一案為將河道整挖平直，挖除舊港島；第二案為保留舊港島現況，並視需要築堤保護，讓河道分兩支由島的兩側入海。再與地方數次協調後採用方案二，只是為維護公共安全，舊港島的土地必須維持低度使用，並在河口左岸修築苦苓腳堤防及湳雅堤防，以及南寮護岸及舊港堤防。[4]。

後續在民國九十八年再提出修正版，河口段保護標準採用 100 年重現期距洪水量，並以上游攔門砂洲為起算斷面，採用暴潮位 4.0 公尺，意即下游的舊港島 5.57 公尺，同時為維持疏濬後右股流路及主河道之通洪功能，分別於舊港島前緣及左岸凹灣新設堤防段處施設分水工及丁壩挑流工，以束洪、導洪方式並重。

綜觀頭前溪河口段的治理，因此處常受海洋潮流、風浪及颱洪之交互影響，洪氾問題相對複雜，因此以築堤禦洪配合疏濬方式保護河口段周邊住民的生命財產，同時也考量維護該區段的自然生態、特殊河口環境及考量河道長期穩定問題，決定仍保留舊港島於河川區域內，並適度保護，必須限制此地區土地利用，並採低水護岸方式維持現狀，同時也設立水位監測及颱洪預警系統。 [5]

圖 1.頭前溪河口段治理計畫及重要工程布置圖(節錄)。

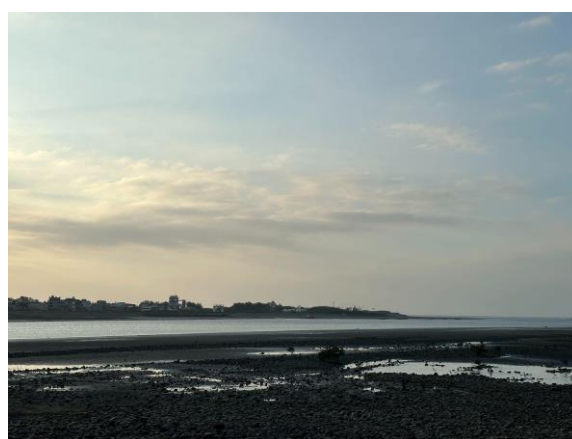


後續採訪當地住民並進行訪調，其實發現在整治後的淹水情形已獲得大幅改善，更間接促成南寮地區的發展。從我們的島[6]一書中也提到，河口海岸也受到突堤效應及侵淤的雙重影響下，台灣許多的河溪口均面臨到類似的問題，利用堤防及消波塊可能延伸出其他海岸及河口的侵淤問題。在訪調過程中了解到防洪警報機制，也從影片中了解到颱風來臨時的洪水威力，對於大自然著實感到敬畏！在訪調後我們更走訪了舊港島周邊的堤防，看到疏洪溝道及分洪消波塊，這趟走訪讓我們對於環境有更進一步的了解。雖然改善了淹水，但也隨之帶來其他的影響，例如河道淤積、洪災水量等的問題仍待解決。

圖 2.組圖：實地踏查舊港島的地貌。



↑ 舊港島上游處的堤防及消波塊。



↑ 舊港島下游出海口一景。



↑ 舊港島下游處的排水溝一景。



↑ 橫跨舊港島的快速道路橋墩。

綜合以上的資訊，我們開始著手設計模擬實驗，打算研究河流水量對於舊港島的沖積情形，透過自製舊港島模型及堤防，以模擬水流進行實驗。[7]



## 參、研究目的

- 一、了解分洪整治前，頭前溪為何會造成舊港島淹水。
- 二、了解分洪整治後，頭前溪的水量對於舊港島周邊的沖積作用。
- 三、了解分洪整治後，頭前溪對於舊港島周邊的沖積變化情形及因應策略。

## 肆、研究設備與器材

### 一、器材：

序	器材	數量/單位	備註
1	舊港島地區模型	1 個	自製，90cmX30cm
2	水桶	1 個	
3	水管	1 條	管徑 1.5cm，約長 100cm
4	海砂	1 桶	約 5kg
5	黏土	2 包	約 1kg

### 二、裝置圖：

圖 3.頭前溪出海口地圖：自水利地理資訊服務平台擷取。



圖 4.自製模型示意圖：墊高高度分別有 25cm 及 45cm。

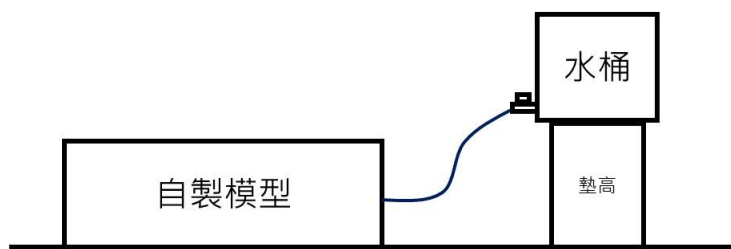
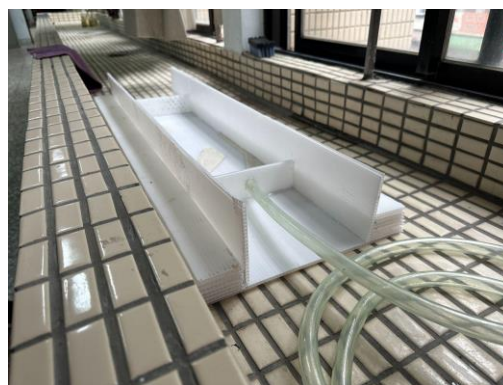


圖 5.模型實體：以實際比例 1：7000 製作，模型大小為 17.5cmX52.2cm



↑ 模型全圖。



↑ 連通水管以模擬上游流水。

## 伍、研究過程或方法

### 一、舊港島模型製作

1. 利用水利地理資訊服務平台擷取頭前溪出海口與舊港島的地圖。
2. 經由量測得到頭前溪出海口沿岸及舊港島的比例。
3. 以海砂為基底，依照比例製成地形模型。
4. 透過黏土仿製堤岸及消波塊的位置。

### 二、模擬分洪整治前的頭前溪河水對於舊港島的影響

1. 在舊港島模型上游底部鋪沙模擬河道。
2. 以水箱模擬頭前溪上游水流，以定量水流持續放流計時 60 秒，並分別墊高高度 25cm 及 45cm，模擬河水對於舊港島周邊的沖積情形。
3. 觀察舊港島周圍沖積情形並做紀錄。

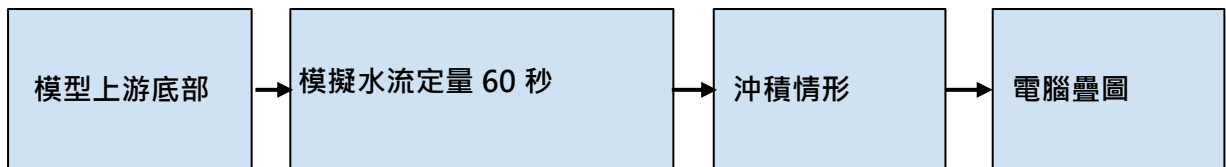
### 三、模擬分洪整治後的頭前溪河水對於舊港島的影響

1. 在舊港島模型上游底部鋪沙模擬河道，並使用黏土製作舊港島周圍堤防及分洪消波塊。
2. 以水箱模擬頭前溪上游水流，以定量水流持續放流計時 60 秒，並分別墊高高度 25cm 及 45cm，模擬河水對於舊港島周邊的沖積情形。
3. 觀察舊港島周圍沖積情形並做紀錄。

### 四、模擬分洪整治後的頭前溪出海口對於舊港島的因應策略。

1. 在舊港島模型上游底部鋪沙模擬河道，並使用黏土製作舊港島周圍堤防及分洪消波塊。
2. 以水箱模擬頭前溪上游水流，以定量水流持續放流計時 60 秒，並分別墊高高度 25cm 及 45cm，模擬河水對於舊港島周邊的沖積情形。
3. 採用(1)延長堤防、(2)增加島內排水，並觀察舊港島周圍沖積情形並做紀錄。

圖 5.模擬實驗流程簡圖。



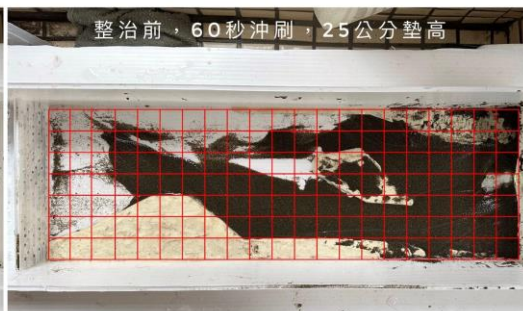
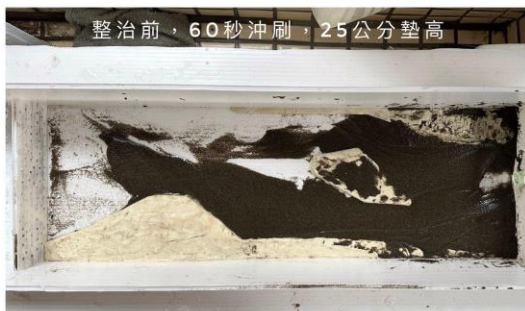
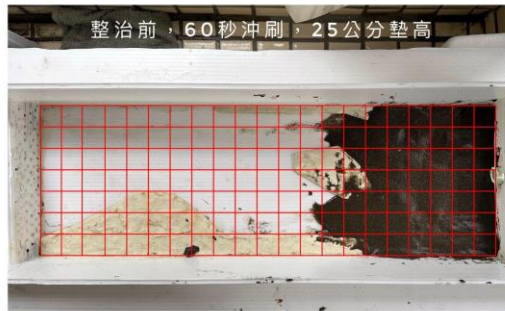


# 陸、研究成果

## 一、模擬整治前的舊港島

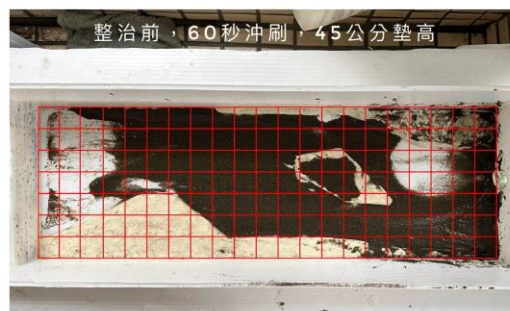
1. 整治前，60 秒沖刷，25 公分墊高：流沙覆蓋格數=33.2 格

每格大小2.5cm X 2.5cm



2. 整治前，60 秒沖刷，45 公分墊高：流沙覆蓋格數=77.0 格

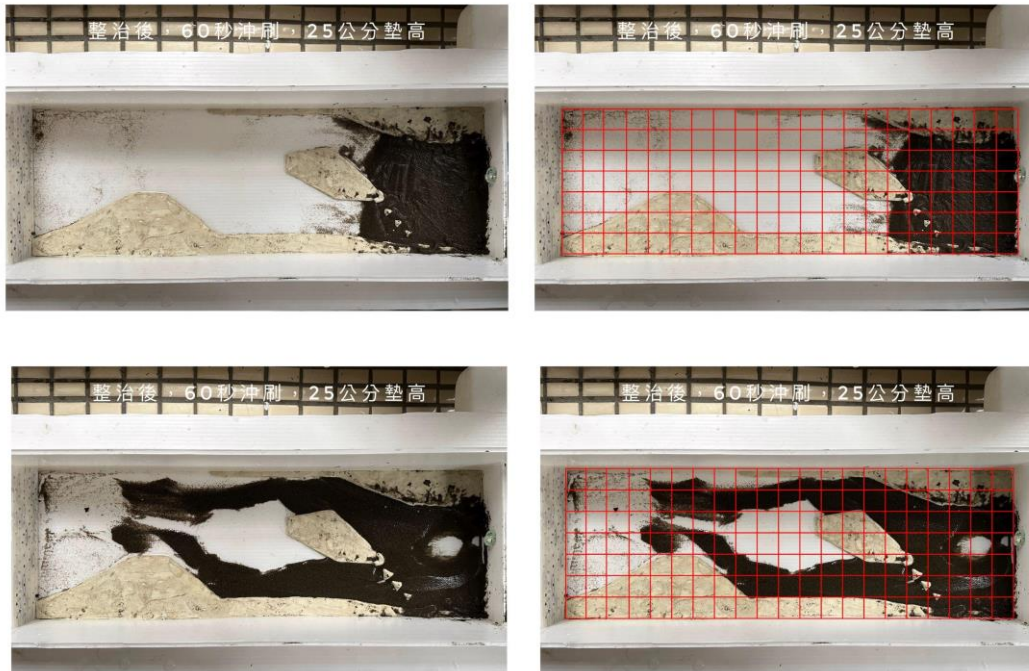
每格大小2.5cm X 2.5cm



## 二、模擬分洪整治後的舊港島

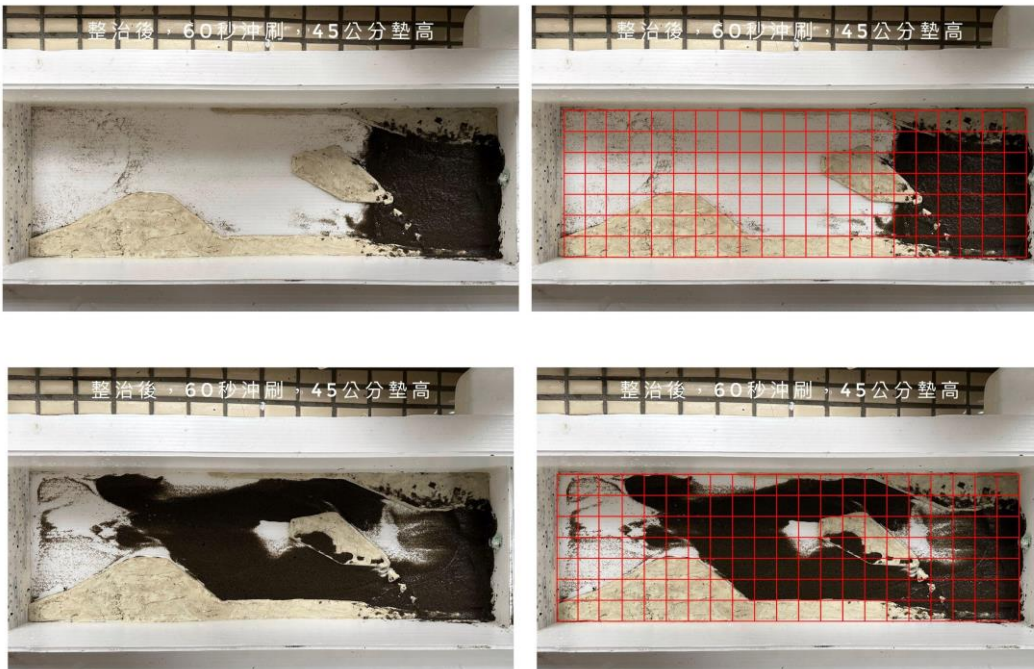
### 1. 整治後，60 秒沖刷，25 公分墊高：流沙覆蓋格數=34.5 格

每格大小2.5cm X 2.5cm



### 2. 整治後，60 秒沖刷，45 公分墊高：流沙覆蓋格數=65.3 格

每格大小2.5cm X 2.5cm

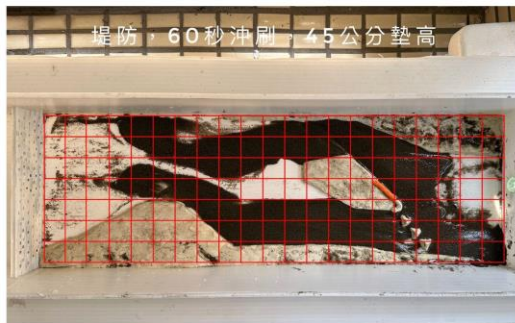
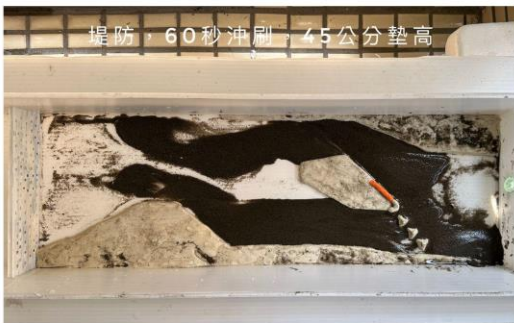
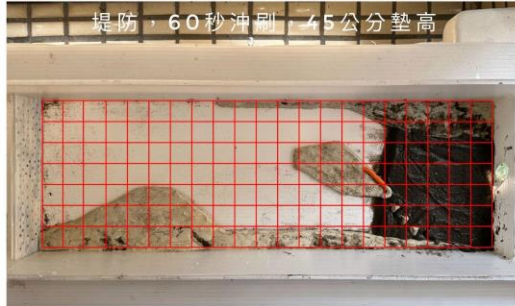




### 三、模擬分洪整治後的舊港島並改變變因

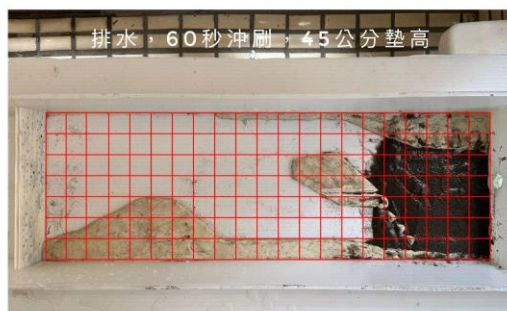
#### 1. 整治後加提防，60 秒沖刷，45 公分墊高：流沙覆蓋格數=54.0 格

每格大小2.5cm X 2.5cm



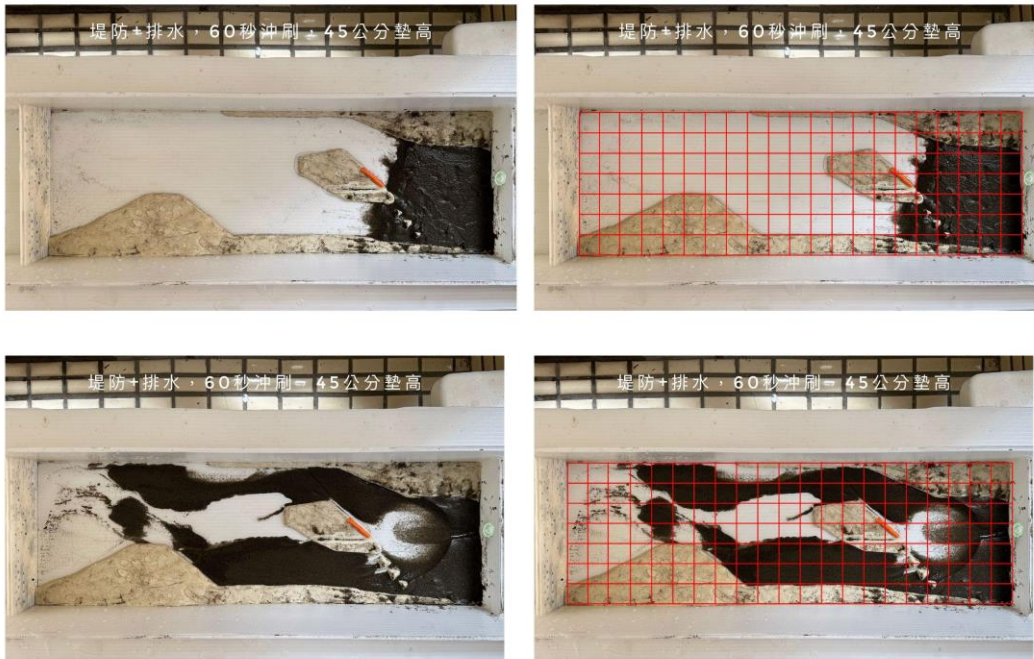
#### 2. 整治後加排水溝，60 秒沖刷，45 公分墊高：流沙覆蓋格數=44.2 格

每格大小2.5cm X 2.5cm



3. 整治後增加提防及排水溝，60 秒沖刷，45 公分墊高：流沙覆蓋格數=42.0 格

每格大小2.5cm X 2.5cm



流沙沖積增加面積(格)	一般水量(25cm) [A]	洪災水量(45cm) [B]	水量差異 [C=B-A]	增加倍數% [C/A]
[1]整治前	33.2	77.0	43.8	131.9%
[2]整治後	34.5	65.3	30.8	89.3%
[3]整治後加提防	同上	54.0	19.5	56.5%
[4]整治後加排水	同上	44.2	9.7	28.1%
[5]整治後加提防及排水	同上	42.0	7.5	21.7%

表 1.各種模擬情形換算沖積面積。

## 柒、實驗討論

- 一、分洪整治前的舊港島，在一般水量時，河水仍有可能漫流至島上造成淹水。在洪災水量時，河水仍主要流經左岸，對於右岸的水流並無有效率的分流，此時沖積面積會較一般水量增加至 131.9%。
- 二、分洪整治後的舊港島，在一般水量時，堤防及分洪消波塊即能發揮分流的效果，平衡左岸及右岸的河水流量。在洪災水量時，仍能有效發揮分流效果，但經長時間沖積，水流仍可能漫流至島上，此時沖積面積會較一般水量增加 89.3%。
- 三、模擬在原有整治工程基礎上再增加島上排水溝渠及延長防洪堤防，可有效降低在洪災水量時產生的淹水情形，可有效降低沖積面積比例至 21.7%。其中又以建設排水溝渠的效果較突出。
- 四、分洪整治後的出海口，左岸可能因南寮漁港產生的突堤效應而造成堆積，反而造成左岸容易溢流至岸上。而對於右岸的搬運，則要在爆量洪水時較明顯，但最後能會匯集在舊港島的出海口附近。

## 捌、實驗結論

- 一、在分洪整治前，舊港島淹水的原因可能為周邊並無法有效疏通水流，而且沒有防洪設施。
- 二、在分洪整治後，堤防及分洪消波塊能達到分流效果，以減緩淹水情形。但長時間的淤積仍可能造成河道變淺，進而溢流至島上。
- 三、在原有的分洪整治之下，若能再增加舊港島上游處的堤防及島內的排水溝渠，能在洪災水量的情形降低舊港島淹水的情形。而且排水會比堵水的效果好。
- 四、未來可再嘗試增加模擬上游河段的長度，或是加強模型的排水，讓模擬實驗能更符合實際情形。



## 玖、參考文獻

- [1]第二河川局，頭前溪的故事 <https://www.wra02.gov.tw/cp.aspx?n=9956>
- [2]新竹市地方寶藏資料庫，舊港的海運 [https://hccg.culture.tw/home/zh-tw/HCLR\\_eco/164852](https://hccg.culture.tw/home/zh-tw/HCLR_eco/164852)
- [3]頭前溪記憶-潘國正
- [4]頭前溪治理規劃報告
- [5]頭前溪河口段治理基本計畫第一次修訂
- [6]我們的島-柯金源
- [7]第 54 屆科展，地科 030507，當海浪遇上陸地
- [8]第 56 屆科展，地科 030508，探討波浪對海岸地形的影響
- [9]第 59 科展，地科 030511，消波塊對橋墩沖刷的影響