

中華民國第 52 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 地球科學科

第三名

080509

搶救「沙灘」大作戰

～探討潛堤對海岸沙灘的影響

學校名稱：高雄市三民區愛國國民小學

作者： 小四 陳彥廷 小四 魏可欣 小四 秦千賀 小四 劉兆恆	指導老師： 陳建良 王雅芬
---	---------------------

關鍵詞：潛堤、波浪、侵蝕


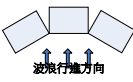
搶救「沙灘」大作戰～探討潛堤對海岸沙灘的影響

摘 要

本研究藉由文獻資料及實地探訪，了解目前旗津地區海岸沙灘嚴重流失，政府希望藉由離岸潛堤的工程發揮安定海灘的功能，保護堤後海岸。

經過實驗的設計探討，我們發現：沒有設置潛堤的海岸打上岸的波浪明顯比任何一組有設置潛堤的波痕高，沙土侵蝕情況也較為嚴重，由此可見，潛堤確實具有阻擋海浪侵蝕海岸的效果。

而不同的潛堤設置條件都具有不同的阻浪效果，研究結果最後發現：設置潛堤較佳的方式是將潛堤設置在不露出水面(剛好在水平面)、離海岸愈近、潛堤間距愈小、與海岸形成某種夾角、增加

潛堤的長度及排列成  或  的形狀，都能增加阻擋

海浪的成效。但是有些條件消波塊使用的個數太多時，將造成成本過高及景觀的破壞，也是值得評估考量的。

壹、研究動機

有一天我看到新聞報導：「旗津海岸被海水侵蝕許多，海岸公園出現多處崩塌。」看到這則新聞讓我回想之前到旗津沙灘遊玩時，就發現到海岸沙灘比以前看到的沙灘少了許多，這到底是什麼原因造成的呢？在社會課程【家鄉走透透】單元(翰林版四上社會科第六單元)的討論中，老師剛好提到了旗津過港隧道的發展及旗津近些年的海岸變化。在好奇心的驅使下，就找了幾個同學一起探討，了解沙灘消失的原因及解決的方法。

貳、研究目的

- 一、實地探訪旗津海岸沙灘的現況。
- 二、探討不同條件下潛堤的作用。
- 三、探討不同的潛堤設置方式對海岸沙灘的影響。
- 四、找出一種設置潛堤較佳的方式。



實地探訪旗津海岸-防波堤現場

參、研究設備與器材

水槽、起波板、馬達、電源供應器、海綿、千斤頂、紙黏土、自製消波塊模型、亮光漆、鐵絲網、電子秤、沙、濾沙篩網、珍珠板、傾斜儀、灰紙板。

肆、研究過程及方法

研究一、實地探訪旗津海岸沙灘的現況。

台灣四面環海，海岸線長達 1139 公里，海岸地形景觀變化萬千，除了富有地形之美外，亦有許多的海岸土地資源，可以應用。近年來台灣的海岸侵蝕問題日益嚴重，政府也投下許多經費補救，類似的海岸侵蝕亦凸顯出台灣海岸地帶的侵蝕問題及其所帶來的災害，將是台灣地區的一個潛在災害問題。

(一)相關資料報導

根據資料顯示：旗津海岸線嚴重流失，當地議員指出最嚴重處為中洲污水廠旁的壘球場，原本球場後面還有沙灘，但現在球場外野後方就是斷崖，退縮至少 100 公尺以上，海巡署的駐點全部流失，道路地也逐漸消失，颱風季節大浪來襲，將危及當地居民。

有專家學者指出，旗津沙灘流失的近因是颱風頻繁，遠因卻是高雄港在 1908 年建設完成後，防波堤擋掉原本會補回沙灘的沙子。因此專家建議，可以將高雄港清淤的泥沙，就近運到旗津做養灘的工作，減緩沙灘流失的速度。

市府相關單位表示，為保護旗津海岸線不再繼續遭受侵蝕，編列七億元進行保護工程，從旗津海水浴場到風車公園，全長 3.6 公里，將建造 2 座人工灣澳潛堤及 8 座離岸潛堤、1 座離岸堤，同時在沙灘上補沙 110 萬立方公尺，沙子的來源則來自一港口航道疏濬的淤沙。由於潛堤設施都在水面下，較不會影響景觀，且兼具防護海岸的功能。

(二)實地探訪

我們實地走訪了旗津地區，觀察摘要如下：

1. 在旗津六號公園內看到肉粽型消波塊，消波塊平行於海岸排列。後來在中洲汙水處理廠旁的沙灘看到更多消波塊，呈 T 字型或 1 字型排列於海岸邊。
2. 在風車公園看到凹凸形狀的鐵片固定在沙灘旁，從資料得知這些鐵片是當時施工時用來固定地基用的，施工結束應當地民眾的要求沒有拆去，就長期埋在沙灘中，想不到現在卻成了保護沙灘的最後底限。沙灘的寬度只剩下不到五公尺，隨時都有海浪拍打上岸。
3. 壘球場附近有一座軍警的崗哨平台已經半沉在海水中。
4. 海岸公園觀景平台週邊放置許多大石頭及消波塊，附近沙灘後方還有岸壁淘空的警語。
5. 海水浴場看到大型機械在施工中，現場有許多半成品消波塊及大型消波塊模型。
6. 中洲福興宮後方看到許多消波塊，沙灘與消波塊有如彎月形，旁邊有新的消波塊，堤岸附近有大型機械施工中。
7. 訪談遊客：發現沙灘漸漸流失，沿岸皆有保護工程施工中。
8. 訪談工務局人員：談到近年來旗津沙灘流失嚴重，已陸續著手進行保護海岸的工程。



以往海岸保護的方式大都以拋放消波塊為主，但向來被環保人士指責為破壞環境和生態的殺手，近年來已逐漸改為興建「離岸潛堤」。

「離岸潛堤」是在離海岸一段距離的位置，以大型的預鑄鼎塊從海底逐漸堆疊而成，大部份沉在水面下，僅露出一小部份，具有岸前消波及聚砂的功能，同時也可發揮類似人工魚礁的聚魚效果。本研究將以旗津海岸線保護工程中的主角～『離岸潛堤』為主要討論對象。

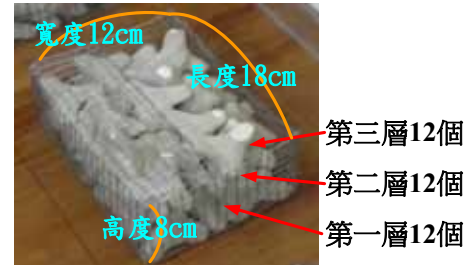
研究二、探討在不同條件下潛堤的作用。

我們自行設計器材進行潛堤實驗之觀測，主要器材包括如下：

1. 消波塊：以紙黏土自製成常見的協克塊型式(狀似肉粽)，並噴上多層亮光漆防水。



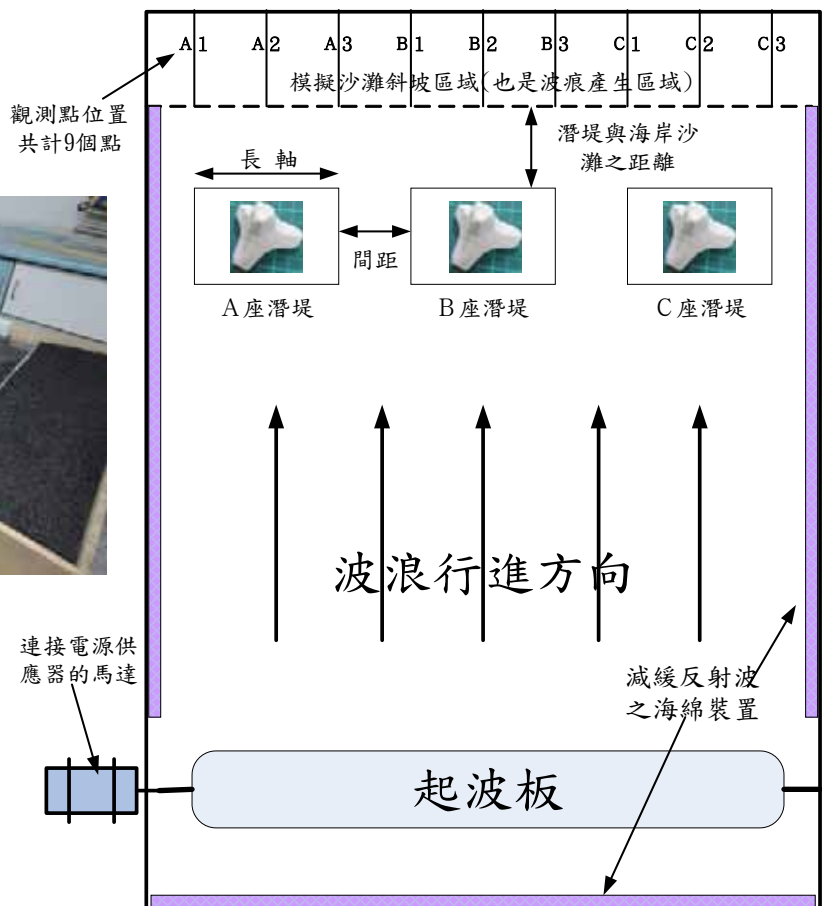
2. 潛堤模型：由自製消波塊堆積成 4 個×3 個的底面、高三層的底面、高三層。再以鐵絲網加以固定成一座，每座需 36 個消波塊組成。



3. 水槽：長 180cm、寬 90cm、高 15cm，底部墊高約成 5 度角，模擬實際海底，海水由深至淺流動；短邊單側裝置大約 5 度斜度之模擬沙灘斜坡，並繪製觀測用刻度；其餘三邊內側裝設有海綿，以利減少波浪前進後的反射波影響實驗結果。

4. 起波器：以馬達連接起波板之軸心，啟動電源由馬達帶動起波板轉動，產生波浪，實驗中以每分鐘轉動 40 圈的速度進行操作。

※完整水槽配置如右圖：



※實驗記錄中「波痕長度」定義如下：

指波浪經潛堤後，水波進入模擬沙灘斜坡的長度。在紙板上各觀測點位置記錄波浪前端到達最遠的痕跡長度。波痕長度愈長，表示波浪力量愈大。

實驗(一)潛堤頂端離海平面不同的距離對其阻浪效果的影響。

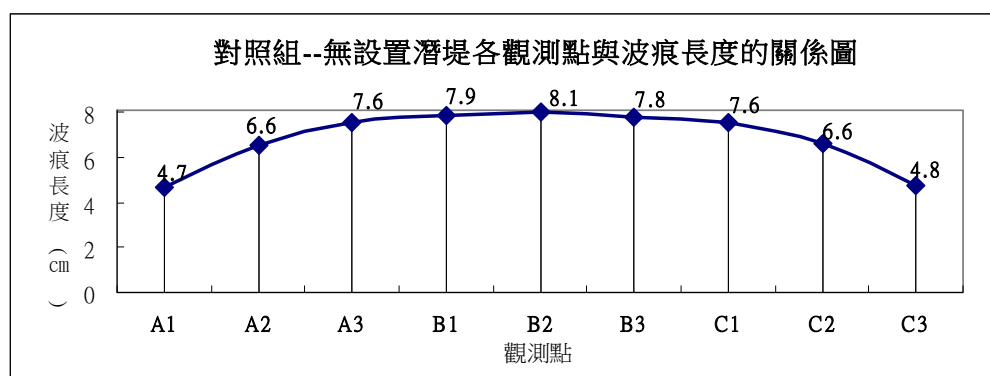
1. 把 3 座高 8cm 的潛堤放在距離海岸沙灘 20 cm、高度在水面下 3cm 處，且平行於海岸的位置，各座潛堤之間相距 9cm。
2. 啟動起波器使之產生波浪，波浪的行進與潛堤長軸成垂直方向，經過 2 分鐘，記錄波浪經過潛堤後打在模擬沙灘斜坡各觀測點上的波痕長度，重覆實驗五次。(詳細數據請參閱附件)
3. 依序改變潛堤在水中的高度，重覆上述 1、2 步驟，觀測並記錄結果。

※潛堤與海平面不同的距離其波痕長度總平均比較表

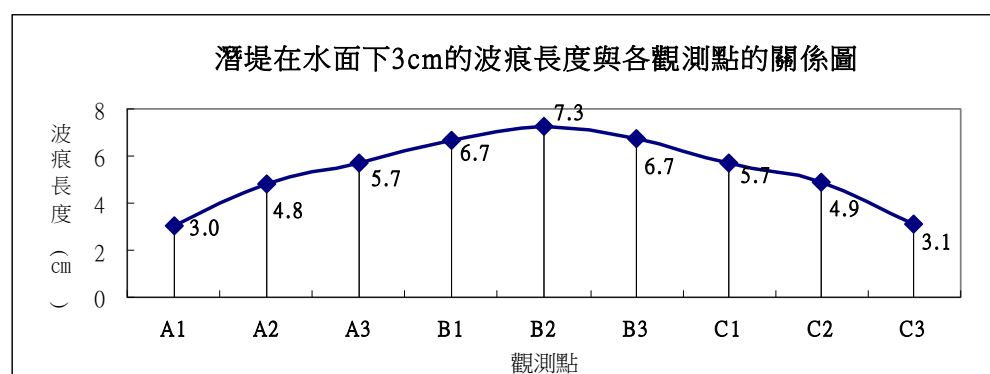
單位：cm

觀測點 高度	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
無潛堤	4.7	6.6	7.6	7.9	8.1	7.8	7.6	6.6	4.8
水面下 3cm	3.0	4.8	5.7	6.7	7.3	6.7	5.7	4.9	3.1
水面下 2cm	3.4	5.3	5.2	5.7	6.4	5.6	5.4	5.3	3.3
水面下 1cm	2.2	4.8	4.3	4.8	5.4	4.7	4.2	4.7	2.1
水平面 0cm	2.0	3.7	2.6	3.8	5.0	4.0	2.5	3.8	1.9
水面上 1cm	1.1	2.5	1.7	2.4	4.5	2.5	1.7	2.4	1.1
水面上 2cm	0.8	1.9	1.3	2.1	3.3	2.1	1.5	1.9	0.8
水面上 3cm	0.8	1.8	1.3	1.7	2.8	1.7	1.4	1.8	0.7

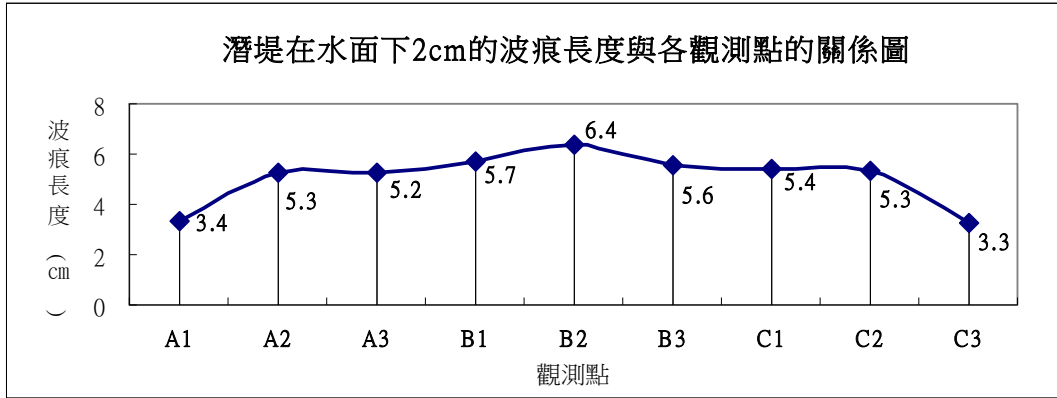
對照組：無潛堤



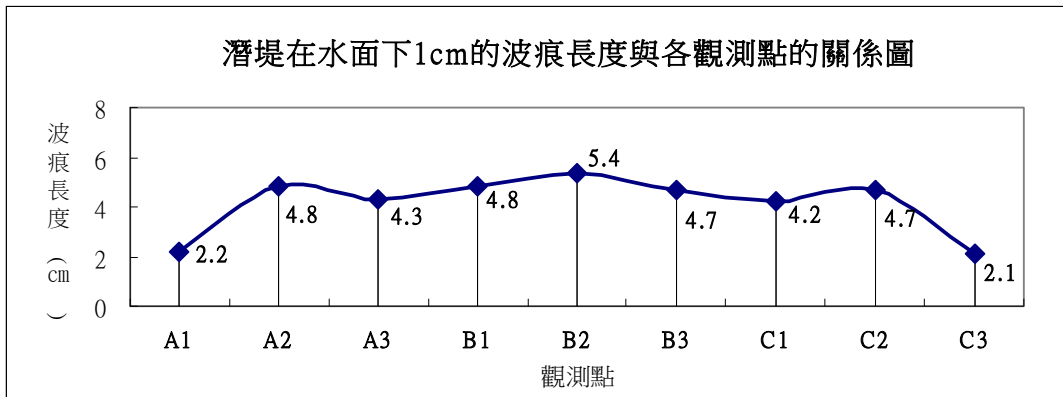
組別：潛堤高度～水面下 3cm



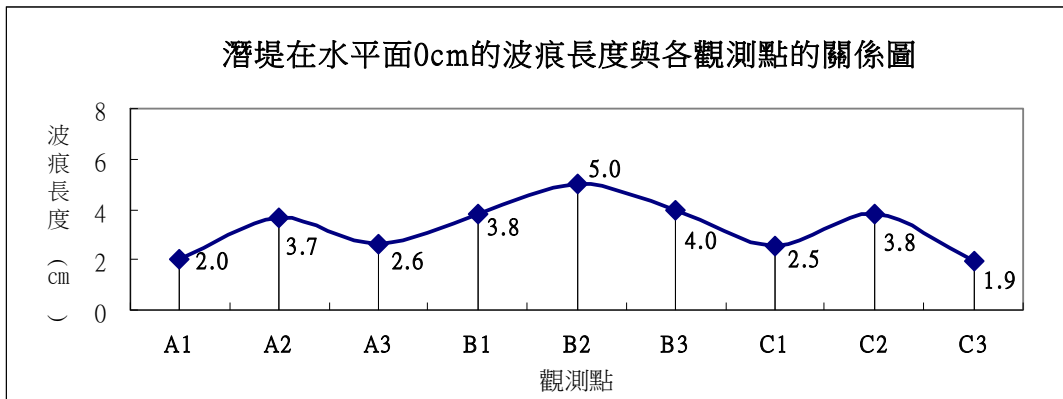
組別：潛堤高度～水面下 2cm



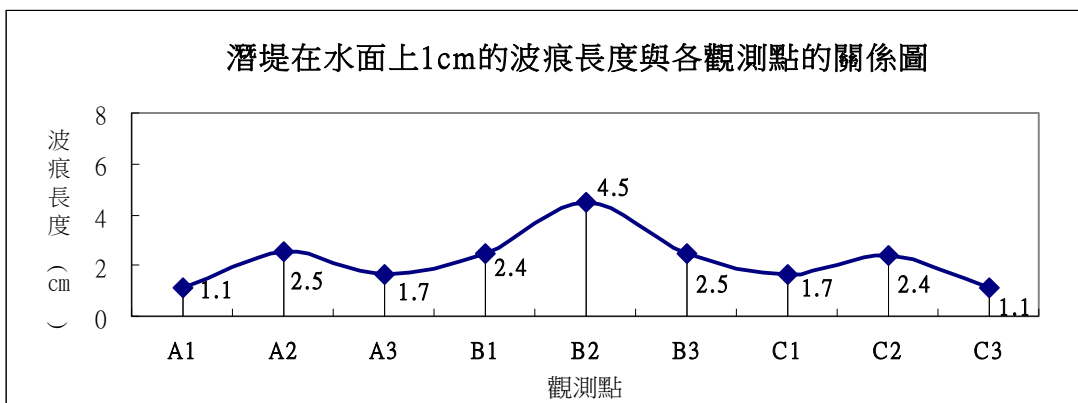
組別：潛堤高度～水面下 1cm



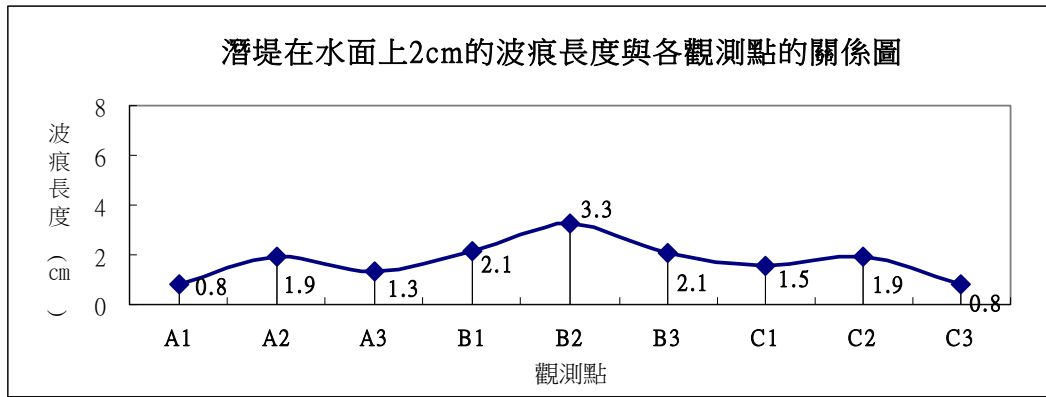
組別：潛堤高度～水平面 0cm



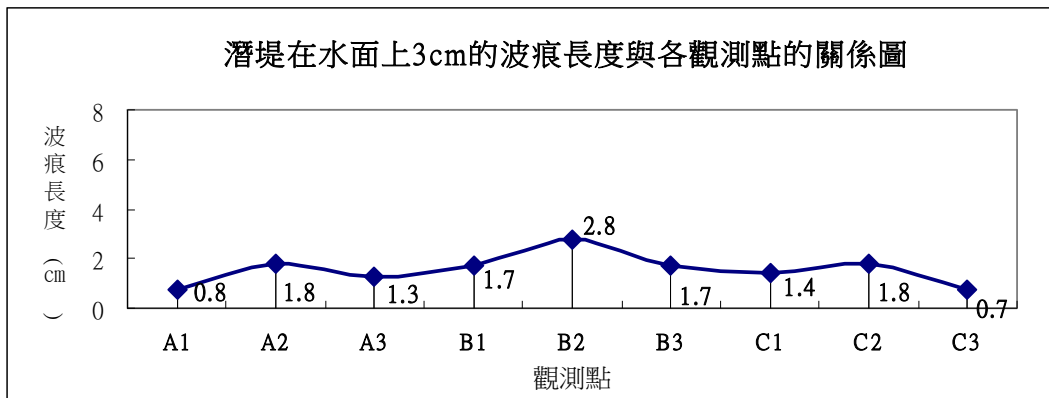
組別：潛堤高度～水面上 1cm



組別：潛堤高度～水面上 2cm



組別：潛堤高度～水面上 3cm



※結果與討論：

1. 沒有設置潛堤時，波痕長度是最長的，代表波浪對海岸的侵蝕力量最大。
2. 依各觀測點波痕長度記錄來看，當潛堤在水面下愈深，波痕長度愈長，顯示阻浪效果較差。在水面及水下的組別中，以水平面 0cm 的波痕長度較短，顯示阻浪效果較佳。
3. 當潛堤超出水面後，波痕長度愈短，顯示阻波效果較好；但本研究主要探討在水面下的「潛」堤為主，進行數據的分析。
4. 發現不同組別中，A、B、C 三座潛堤的波痕高點都在潛堤後方中央 A2、B2、C2 點位置，其中又以 B2 點為最高。

實驗(二)潛堤離海岸不同的距離對其阻浪效果的影響。

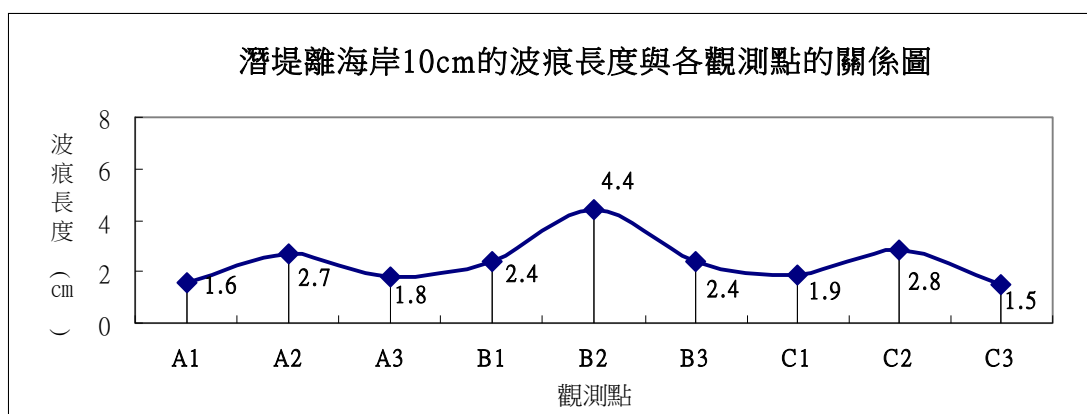
1. 把 3 座高 8cm 的潛堤放在距離海岸沙灘 10 cm、高度在水平面 0cm 處，且平行於海岸的位置，各座潛堤之間相距 9cm。
2. 啟動起波器使之產生波浪，波浪的行進與潛堤長軸成垂直方向，經過 2 分鐘，記錄波浪經過潛堤後打在模擬沙灘斜坡各觀測點上的波痕長度，重覆實驗五次。(詳細數據請參閱附件)
3. 依序改變潛堤離海岸的距離，重覆上述 1、2 步驟，觀測並記錄結果。

※潛堤離海岸不同的距離其波痕長度總平均比較表

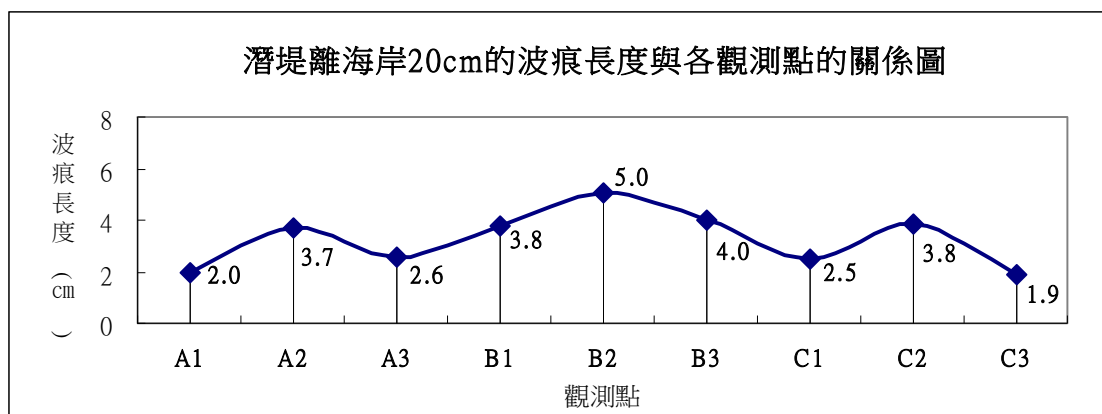
單位：cm

觀測點 距離	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
離海岸 10cm	1.6	2.7	1.8	2.4	4.4	2.4	1.9	2.8	1.5
離海岸 20cm	2.0	3.7	2.6	3.8	5.0	4.0	2.5	3.8	1.9
離海岸 30cm	1.4	2.3	2.7	4.1	5.4	4.1	2.6	2.2	1.3
離海岸 40cm	1.7	2.7	3.9	4.9	5.7	4.8	3.7	2.6	1.7
離海岸 50cm	2.4	3.4	4.6	6.2	7.3	6.1	4.5	3.5	2.4

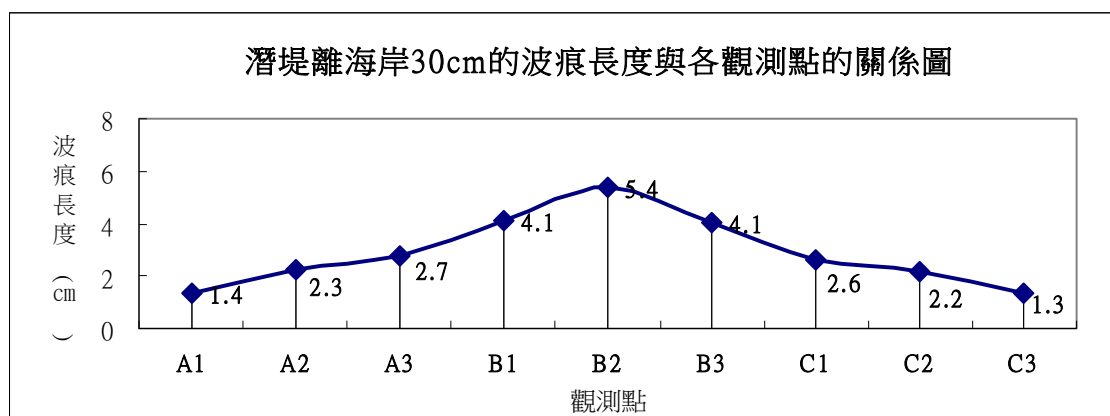
組別：潛堤離海岸距離~10cm



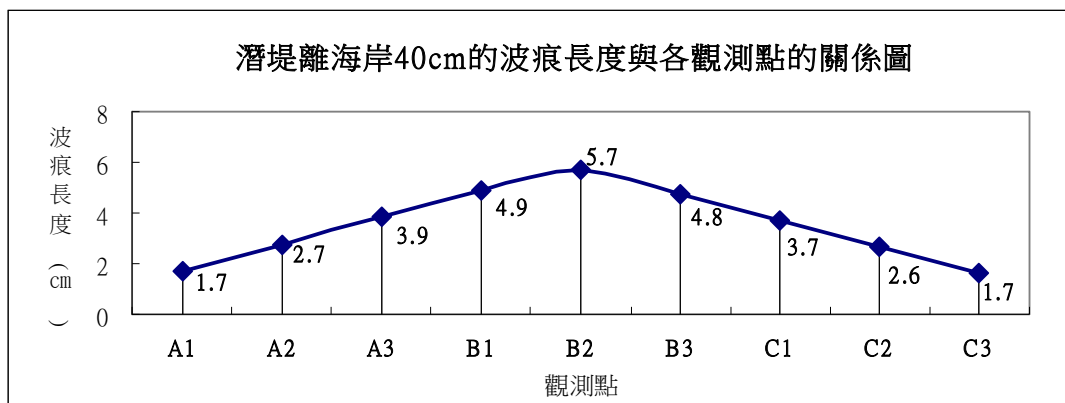
組別：潛堤離海岸距離~20cm



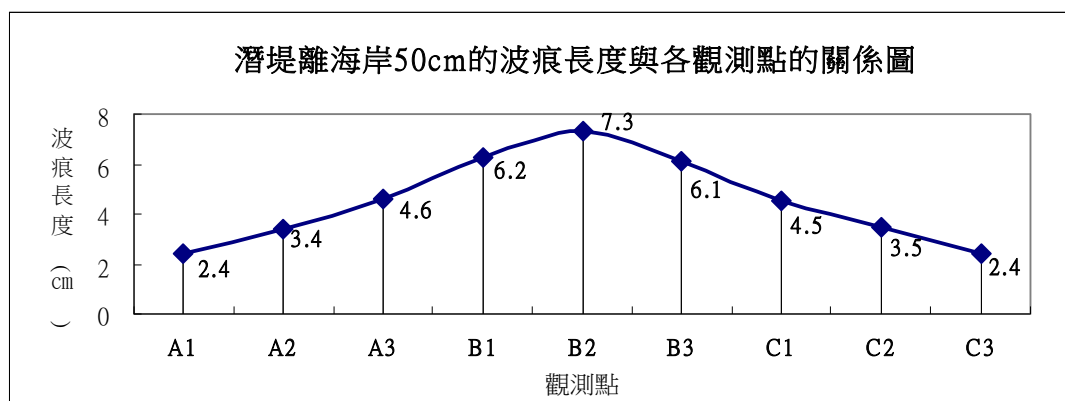
組別：潛堤離海岸距離~30cm



組別：潛堤離海岸距離~40cm



組別：潛堤離海岸距離~50cm



※結果與討論：

1. 依各觀測點波痕長度記錄來看，以潛堤距離海岸 10cm 的波痕長度較短，顯示阻浪效果較好。
2. 當潛堤從緊接海岸到逐漸慢慢遠離海岸 30cm 以後，波痕長度愈來愈長，顯示阻浪效果較差；距離 50cm 時的波痕已經較像「無潛堤」的波痕「形狀」，不過，波痕長度較「無潛堤」的波痕長度為短，顯示潛堤設置的距離離海岸太遠時阻浪效果不佳，但仍比沒有設置潛堤的好。
3. 發現不同組別中，B2 點都是波痕的最高點。

實驗(三)不同的潛堤間距對其阻浪效果的影響。

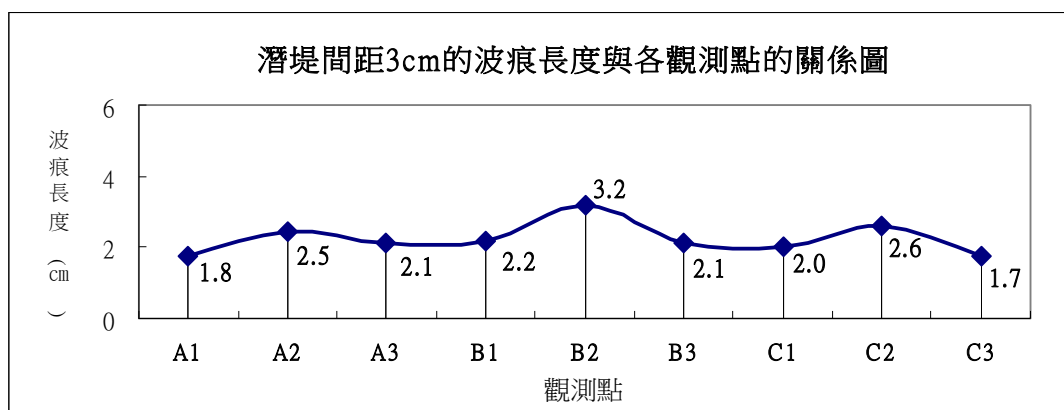
- 步驟 1. 把 3 座高 8cm 的潛堤放在距離海岸沙灘 20 cm、高度在水平面 0cm 處，且平行於海岸的位置，各座潛堤之間相距 3cm。
2. 啟動起波器使之產生波浪，波浪的行進與潛堤長軸成垂直方向，經過 2 分鐘，記錄波浪經過潛堤後打在模擬沙灘斜坡各觀測點上的波痕長度，重覆實驗五次。(詳細數據請參閱附件)
3. 依序改變潛堤與潛堤的間距，重覆上述 1、2 步驟，觀測並記錄結果。

※不同的潛堤間距其波痕長度總平均比較表

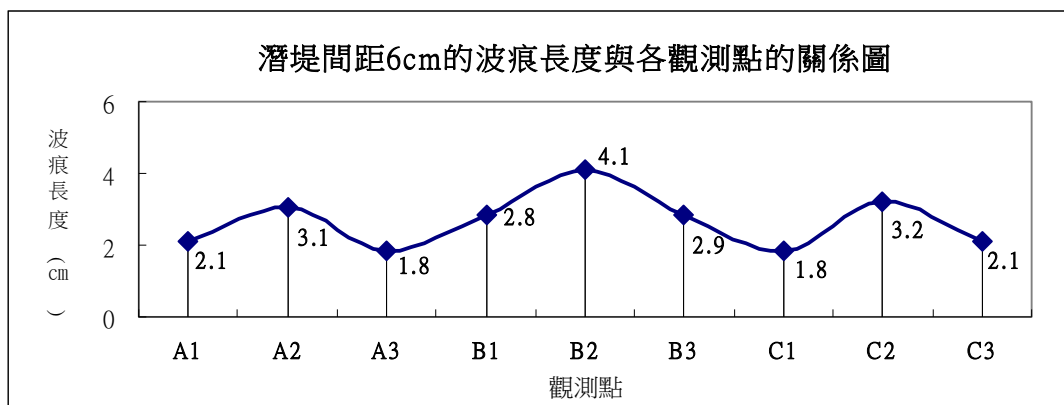
單位：cm

觀測點 間距	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
間距 3cm	1.8	2.5	2.1	2.2	3.2	2.1	2.0	2.6	1.7
間距 6cm	2.1	3.1	1.8	2.8	4.1	2.9	1.8	3.2	2.1
間距 9cm	2.0	3.7	2.6	3.8	5.0	4.0	2.5	3.8	1.9
間距 12cm	1.3	2.0	1.7	3.7	5.7	3.6	1.8	2.1	1.3
間距 15cm	0.9	2.4	1.9	4.2	5.9	4.2	2.0	2.5	0.9

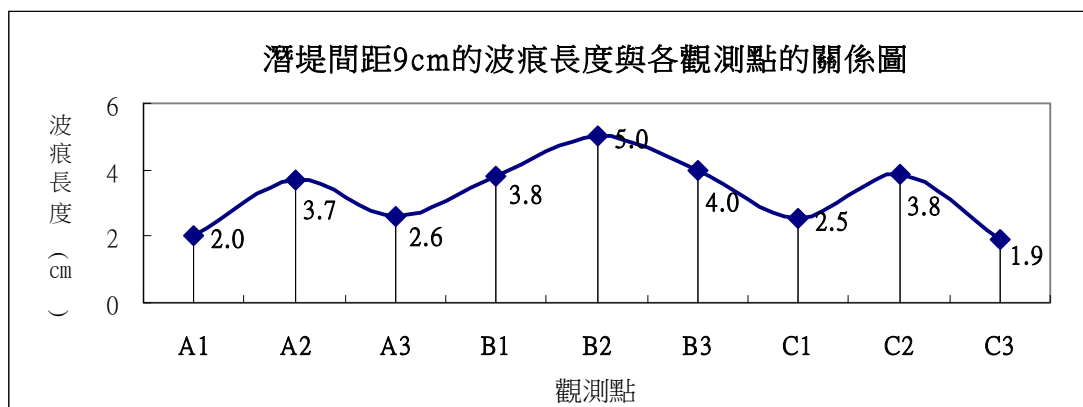
組別：潛堤間距~3cm



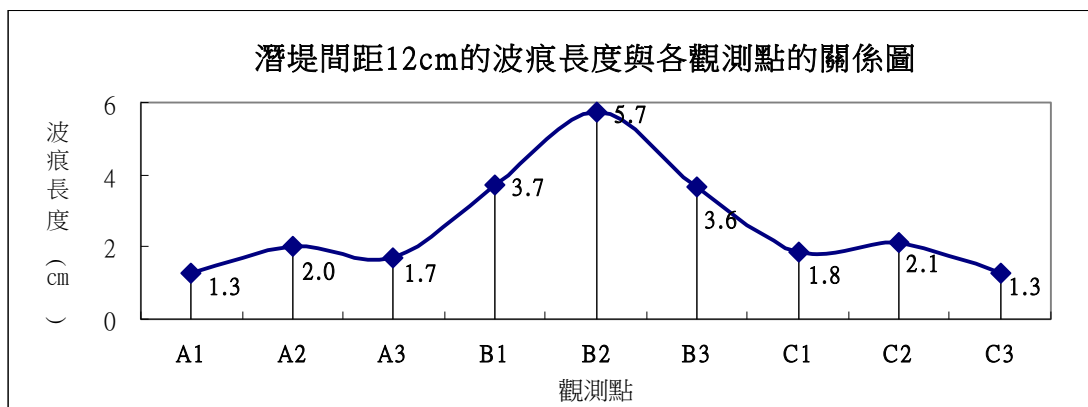
組別：潛堤間距~6cm



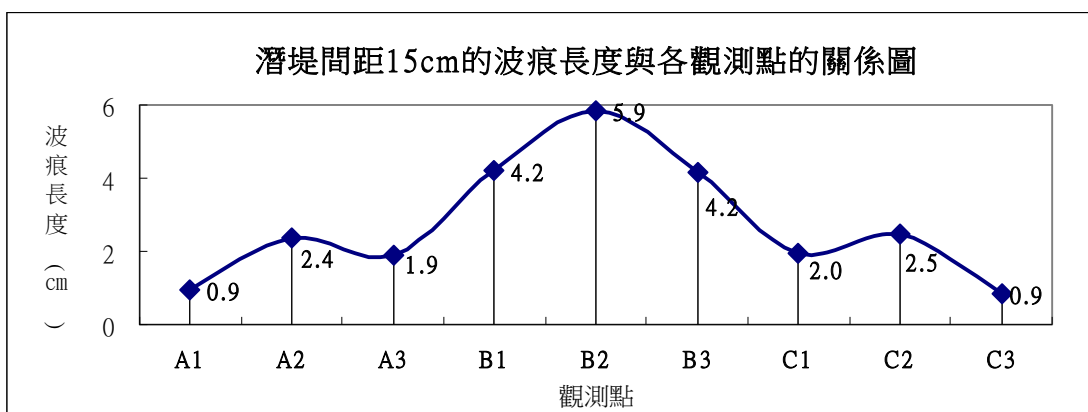
組別：潛堤間距~9cm



組別：潛堤間距~12cm



組別：潛堤間距~15cm



※結果與討論：

1. 依各觀測點波痕長度記錄來看，潛堤與潛堤的間距愈小，其波痕長度愈短，顯示阻浪效果較好。
2. 當潛堤間距超過 9cm 以後，中央位置 B2 點的波痕長度愈來愈長，顯示阻浪效果較差；A、C 座兩側則因為受限於水槽邊，因此，波痕長度變短。
3. 發現不同組別中，A、B、C 三座潛堤的波痕高點都在潛堤後方中央 A2、B2、C2 點位置，其中又以 B2 點為最高。

實驗(四)潛堤與海岸成不同的夾角對其阻浪效果的影響。

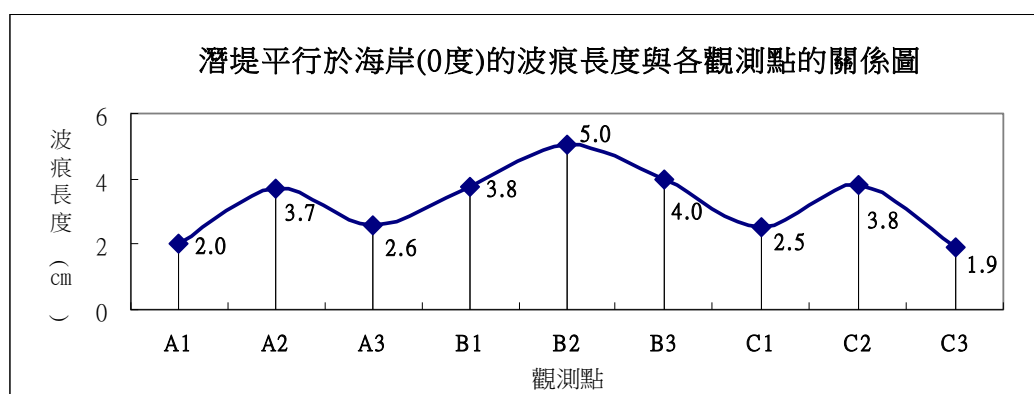
- 步驟 1. 把 3 座高 8cm 的潛堤放在距離海岸沙灘 20 cm、高度在水平面 0cm 處，且平行於海岸(成 0 度角)的位置，各座潛堤之間相距 9cm。
2. 啟動起波器使之產生波浪，波浪的行進與潛堤長軸成垂直方向，經過 2 分鐘，記錄波浪經過潛堤後打在模擬沙灘斜坡各觀測點上的波痕長度，重覆實驗五次。(詳細數據請參閱附件)
 3. 依序改變潛堤與海岸的夾角大小，重覆上述 1、2 步驟，觀測並記錄結果。

※潛堤與海岸成不同的夾角其波痕長度總平均比較表

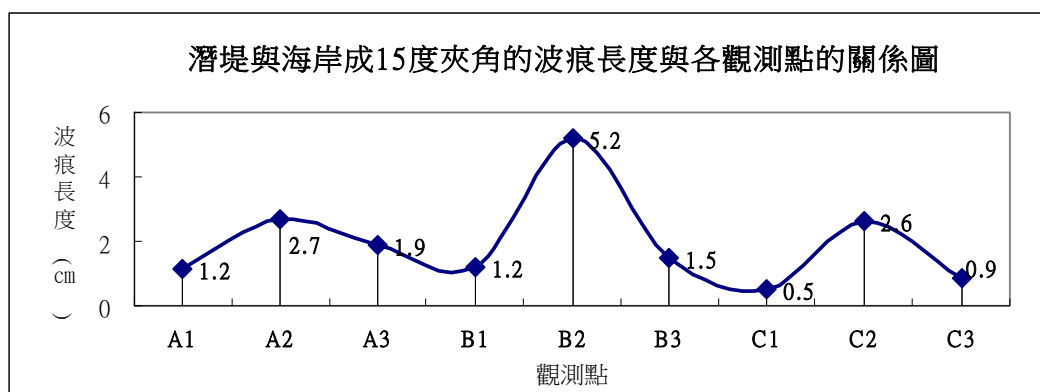
單位：cm

觀測點 夾角	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
夾角 0 度	2.0	3.7	2.6	3.8	5.0	4.0	2.5	3.8	1.9
夾角 15 度	1.2	2.7	1.9	1.2	5.2	1.5	0.5	2.6	0.9
夾角 30 度	1.1	3.1	1.8	0.9	5.4	1.8	0.8	3.1	1.2
夾角 45 度	0.9	3.7	1.6	0.9	5.5	2.1	1.0	3.6	1.1
夾角 60 度	0.9	3.8	1.7	0.7	5.7	2.2	1.2	3.9	1.3
夾角 75 度	0.9	3.7	1.7	0.8	6.0	2.5	1.2	3.8	1.4
夾角 90 度	1.3	4.0	2.0	1.7	4.5	1.8	2.0	4.0	1.5

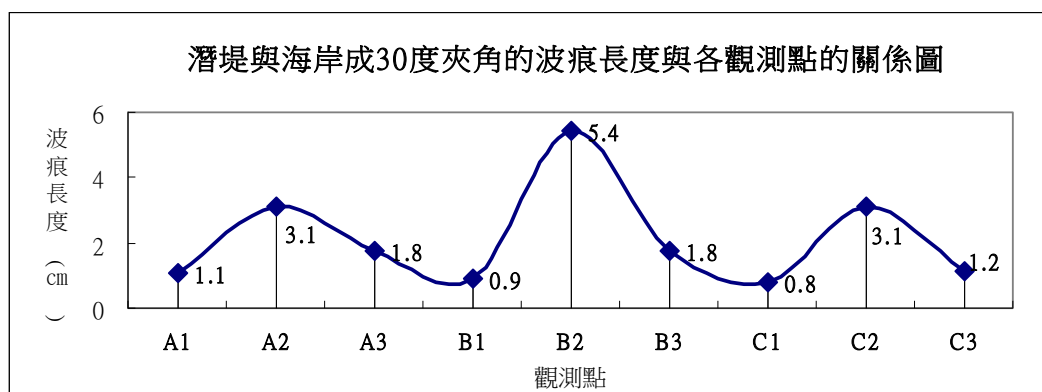
組別：夾角 0 度(與海岸線成平行方向)



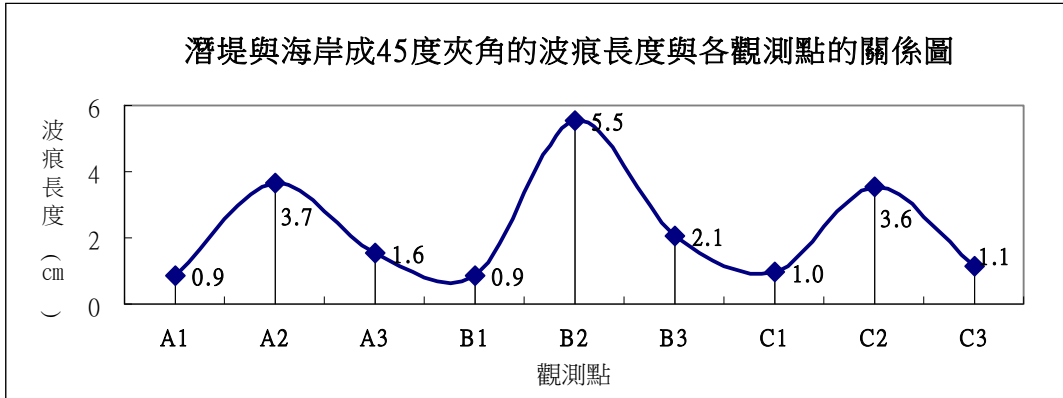
組別：夾角 15 度



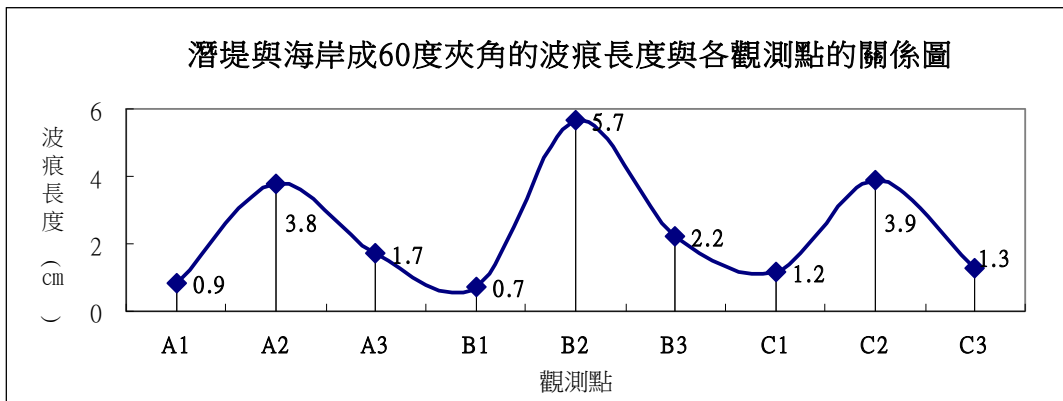
組別：夾角 30 度



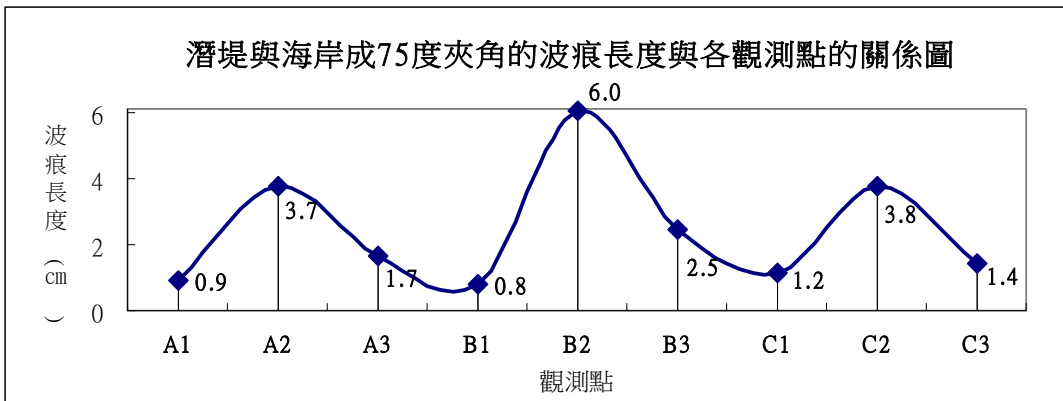
組別：夾角 45 度



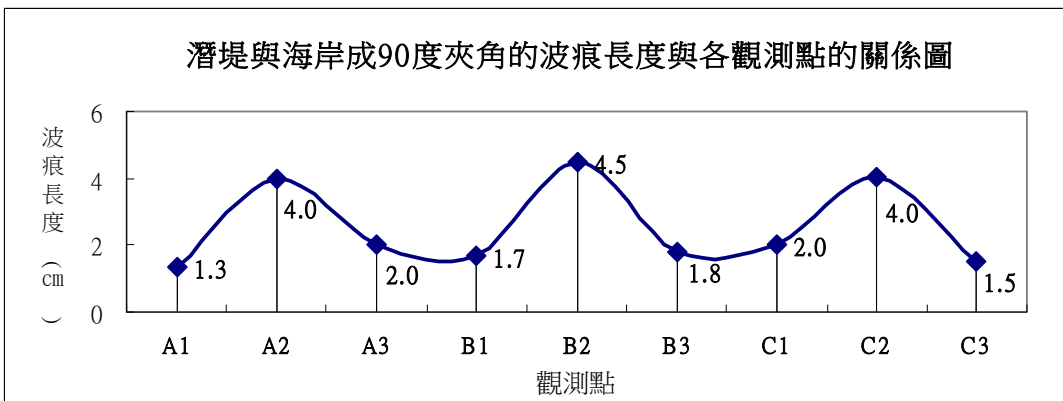
組別：夾角 60 度



組別：夾角 75 度



組別：夾角 90 度

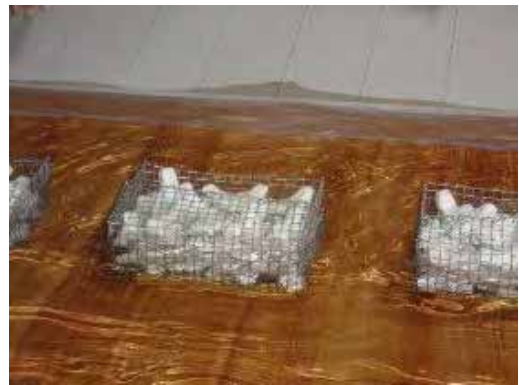


※結果與討論：

1. 依各觀測點波痕長度記錄來看，潛堤與海岸的夾角愈大，其中央位置 B2 點的波痕長度愈長，顯示阻浪效果較差。
2. 潛堤與海岸成 90 度角時，由於長方形潛堤的長度變成了寬度，因此，中央位置 B2 點的波痕長度變短了，顯示阻浪效果變好。
3. 潛堤與海岸形成不同角度後，發現三座潛堤後方的波痕都有「右高左低」的趨勢，應該是與我們所排的潛堤角度方向有關；而 A、B、C 三座潛堤的波痕高點也都在潛堤後方中央 A2、B2、C2 點位置，其中又以 B2 點為最高。



對照組-無潛堤實驗



潛堤在水面上 1cm 的實驗



潛堤離海岸 40cm 距離的實驗



潛堤與潛堤間距 3cm 的實驗



潛堤與海岸不同的夾角實驗



潛堤與海岸線成 60 度夾角的實驗

研究三、探討不同的潛堤設置方式對海岸沙灘的影響。

說明：本研究鋪沙實驗中，都先把沙子以 2mm 篩網濾過，再將沙和水以 3：1 的比例混合，均勻鋪在斜板上，厚度約 2cm。

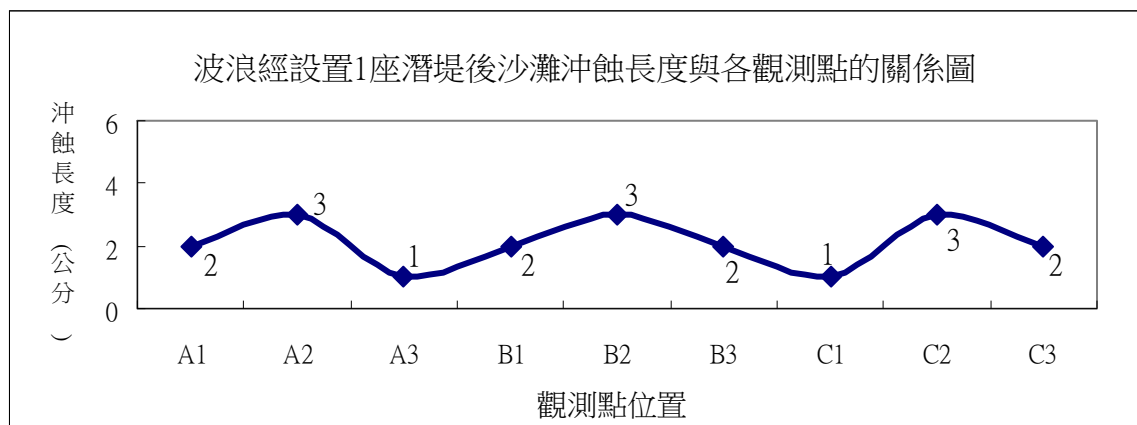
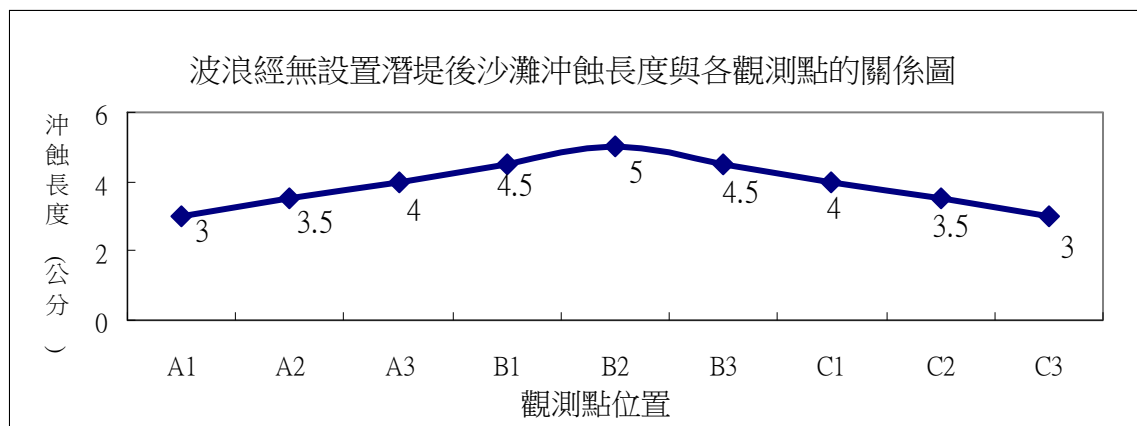
實驗(五)波浪經不同座數潛堤後對斜坡沙灘的影響。

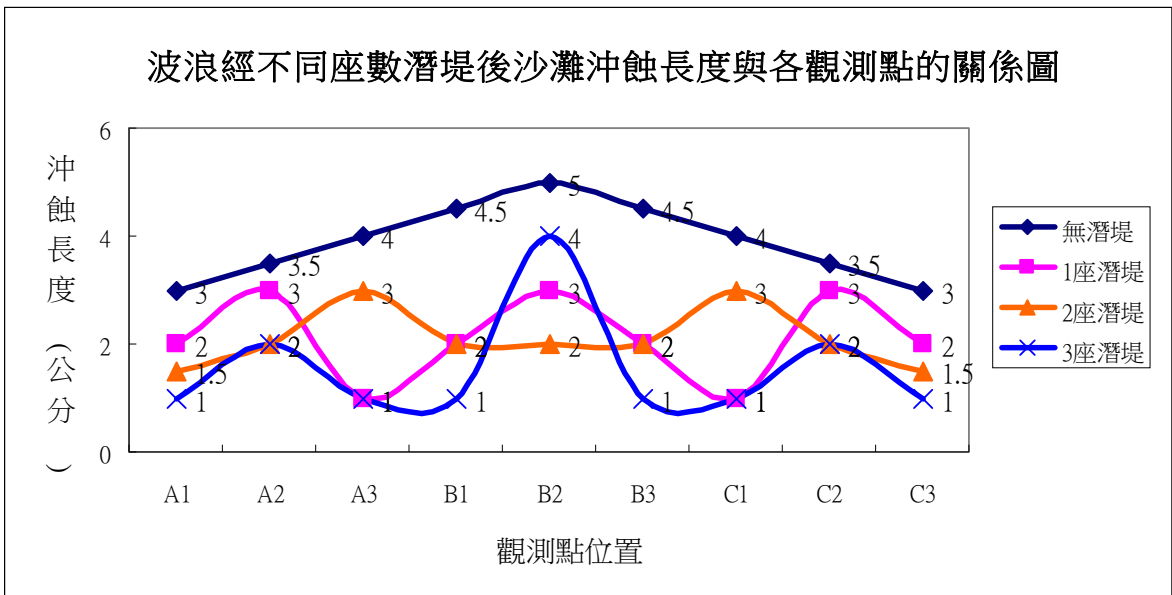
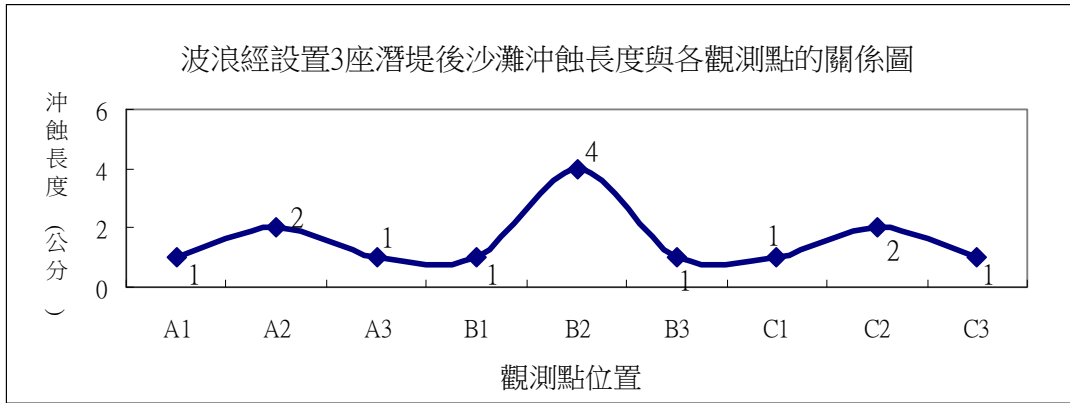
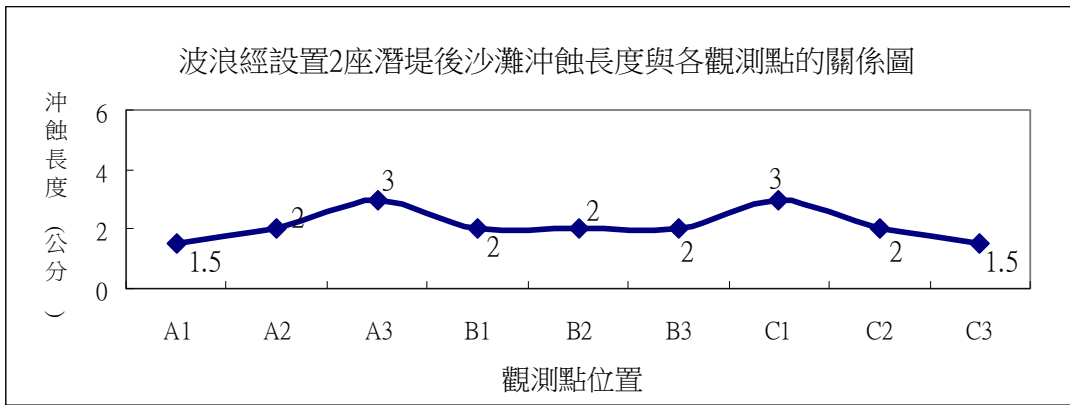
1. 分別把不同座數的潛堤放在離海岸 20cm、高度在水平面 0cm 處，且平行於海岸的位置，啟動起波器後開始實驗。
2. 以每次起波 5 分鐘休息 1 分鐘的方式進行實驗，連續反覆操作 10 次，觀察並記錄斜坡沙灘被波浪沖蝕的長度及情形。

※改變變因：潛堤一座、二座、三座

單位：cm

觀測點 座數	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
無潛堤	3	3.5	4	4.5	5	4.5	4	3.5	3
1 座潛堤	2	3	1	2	3	2	1	3	2
2 座潛堤	1.5	2	3	2	2	2	3	2	1.5
3 座潛堤	1	2	1	1	4	1	1	2	1





無潛堤經波浪沖蝕後的情形



單一座潛堤經波浪侵蝕後的情形



二座潛堤經波浪沖蝕後的情形



三座潛堤經波浪沖蝕後的情形

※結果與討論：

1. 斜板上的沙，經由水波衝擊後，留下明顯的侵蝕情形，其中以完全無設置潛堤的斜坡沙灘，侵蝕情況最為嚴重。
2. 經過一小時的打波後，在設置潛堤的後方中央位置都出現了侵蝕的高點，而三座潛堤後方出現與研究二的結果一致，B2 點位置是波痕的最高點，A2、C2 點是次高點。

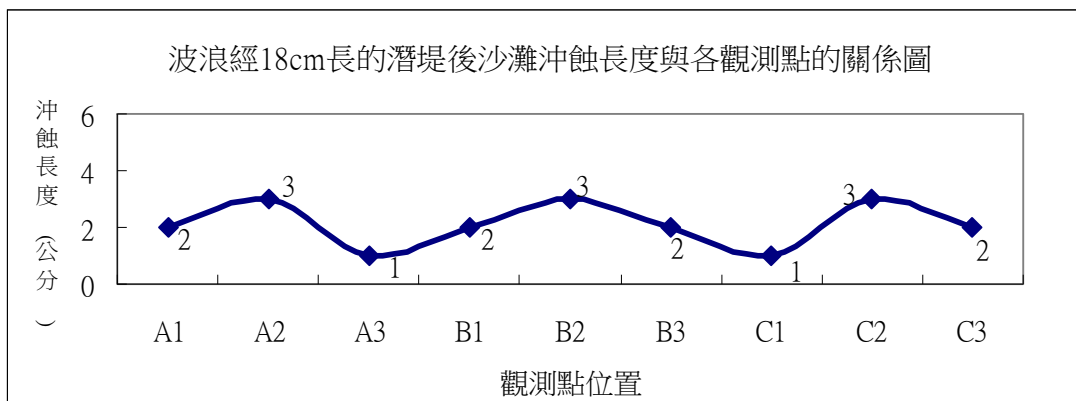
實驗(六)波浪經不同長度的潛堤後對斜坡沙灘的影響。

1. 分別把不同長度的潛堤放在離海岸 20cm、高度在水平面 0cm 處，且平行於海岸的位置，啟動起波器後開始實驗。
2. 以每次起波 5 分鐘休息 1 分鐘的方式進行實驗，連續反覆操作 10 次，觀察並記錄斜坡沙灘被波浪沖蝕的長度及情形。

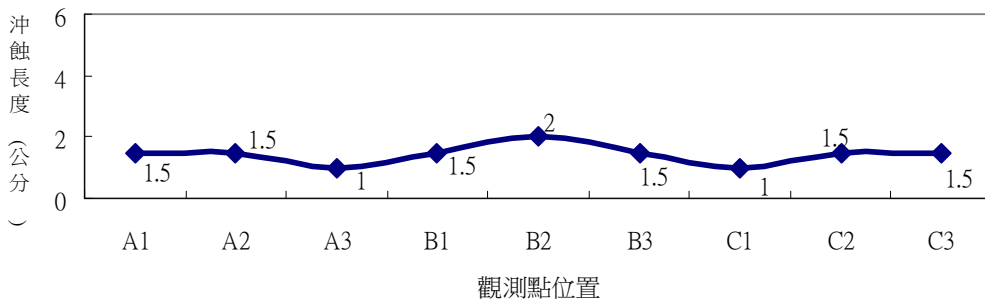
※改變變因：潛堤長度 18cm、36cm、54cm

單位：cm

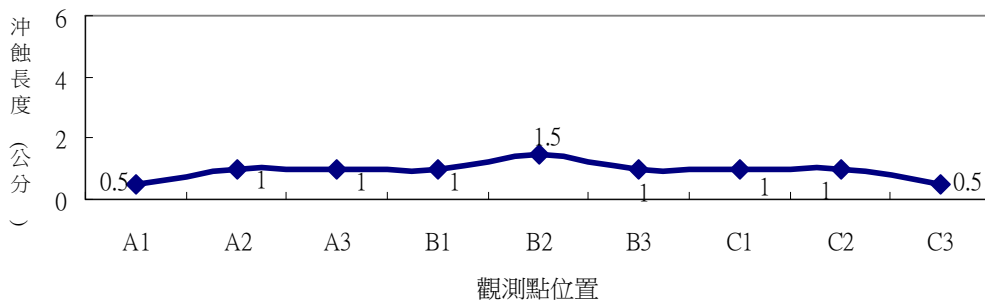
觀測點 長度	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
無潛堤	3	3.5	4	4.5	5	4.5	4	3.5	3
18cm 潛堤	2	3	1	2	3	2	1	3	2
36cm 潛堤	1.5	1.5	1	1.5	2	1.5	1	1.5	1.5
54cm 潛堤	0.5	1	1	1	1.5	1	1	1	0.5



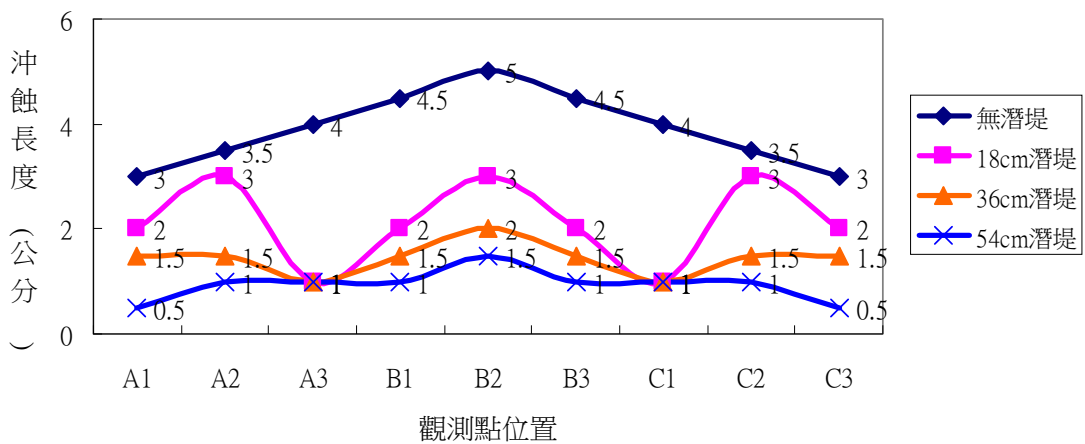
波浪經36cm長的潛堤後沙灘沖蝕長度與各觀測點的關係圖



波浪經54cm長的潛堤後沙灘沖蝕長度與各觀測點的關係圖



波浪經不同長度的潛堤後沙灘沖蝕長度與各觀測點的關係圖



長 18cm 潛堤經波浪沖蝕後的情形



長 36cm 潛堤經波浪沖蝕後的情形



長 54cm 潛堤經波浪沖蝕後的情形



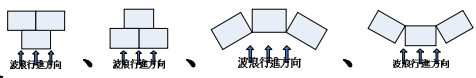
鋪沙實驗操作情形

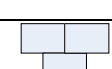
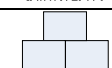
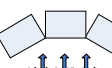
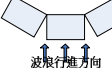
※結果與討論：

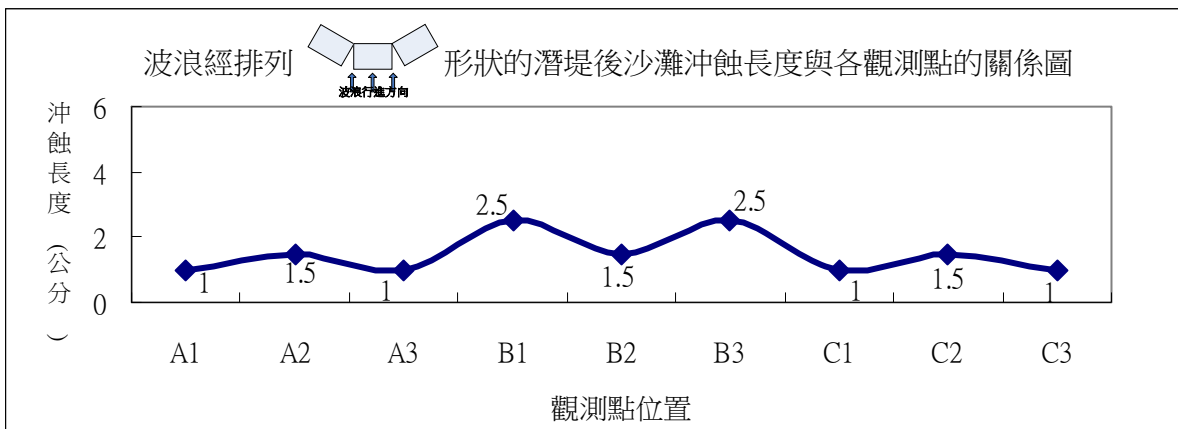
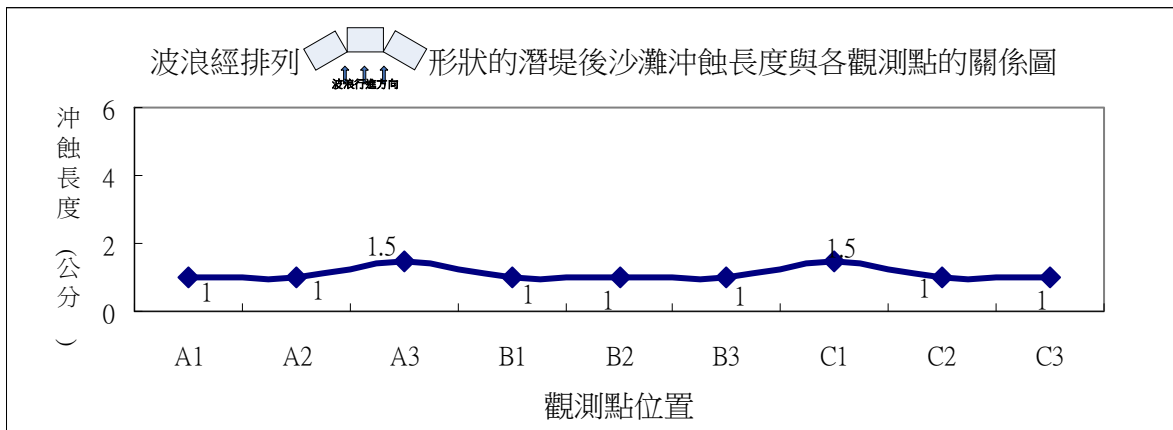
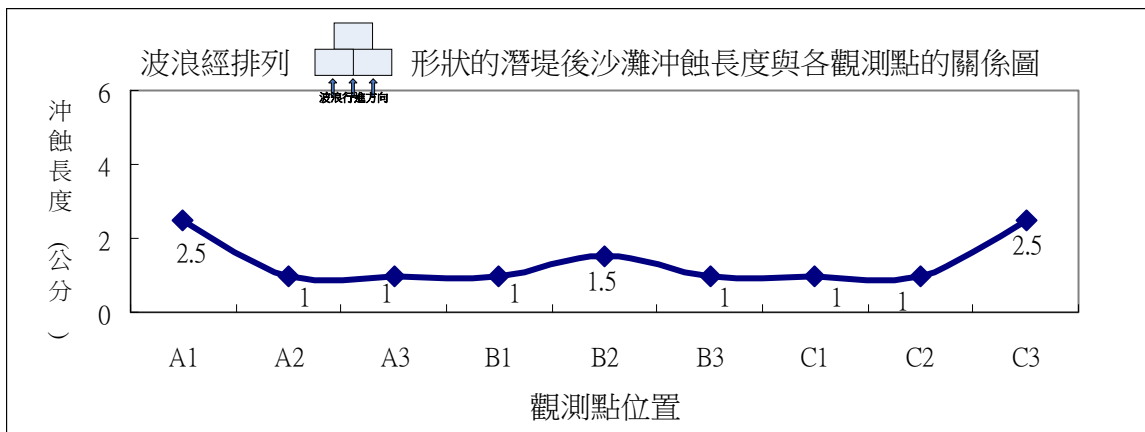
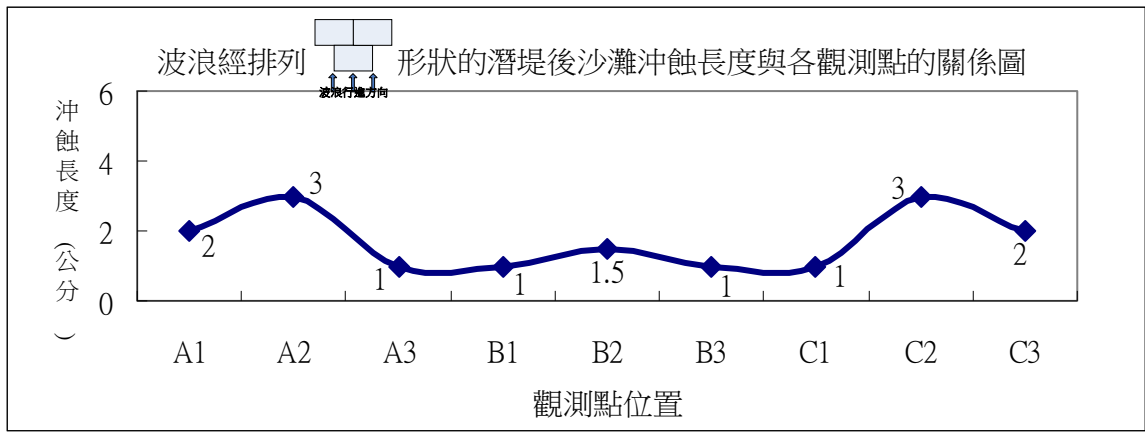
1. 明顯發現潛堤的長度愈長，斜坡沙灘被侵蝕的距離愈短，表示阻擋海浪的效果愈好。
2. 在潛堤後方的中央位置雖然是侵蝕高點，但發現潛堤的長度愈長時，波浪最高 B2 點的侵蝕已漸漸愈來愈少。

實驗(七)波浪經不同排列形狀的潛堤後對斜坡沙灘的影響。

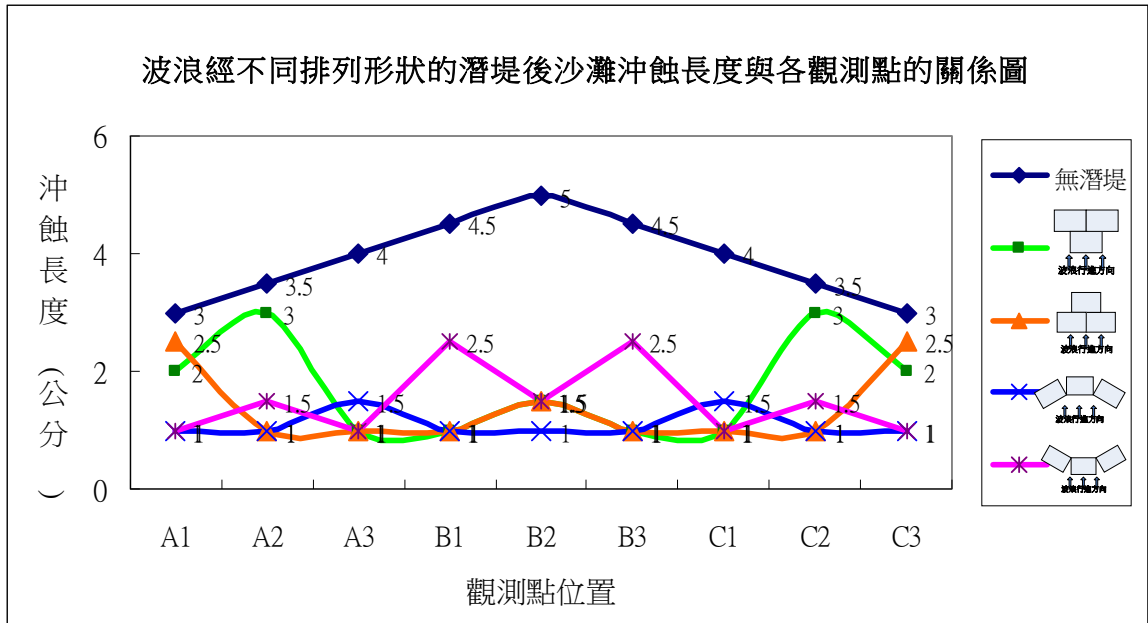
1. 分別把不同排列形狀的潛堤放在離海岸 20cm、高度在水平面 0cm 處，且平行於海岸的位置，啟動起波器後開始實驗。
2. 以每次起波 5 分鐘休息 1 分鐘的方式進行實驗，連續反覆操作 10 次，觀察並記錄斜坡沙灘被波浪沖蝕的長度及情形。

※改變變因：不同排列形狀的潛堤  單位：cm

觀測點 排列形狀	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
無潛堤	3	3.5	4	4.5	5	4.5	4	3.5	3
 波浪行進方向	2	3	1	1	1.5	1	1	3	2
 波浪行進方向	2.5	1	1	1	1.5	1	1	1	2.5
 波浪行進方向	1	1	1.5	1	1	1	1.5	1	1
 波浪行進方向	1	1.5	1	2.5	1.5	2.5	1	1.5	1



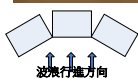
波浪經不同排列形狀的潛堤後沙灘沖蝕長度與各觀測點的關係圖



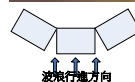
潛堤經波浪沖蝕後的情形



潛堤經波浪沖蝕後的情形


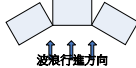




潛堤經波浪沖蝕後的情形




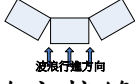
潛堤經波浪沖蝕後的情形

※結果與討論：

- 潛堤排列成不同的形狀，斜坡沙灘被侵蝕的情況也不同，其中發現將潛堤排成  與  的斜坡沙灘被侵蝕的距離較短，表示阻擋海浪的效果較好。

2. 發現寬度較大的潛堤排列，如： 與  潛堤後方的侵蝕也較少。

3. 在組別  中發現 A2 及 C2 點侵蝕較多，是由於這種排法長度較短，A、C 兩側並無潛堤保護。

4. 在組別  中發現 B1 及 B3 點侵蝕較多，是由於這兩點剛好是潛堤與潛堤的交接縫隙。

伍、討 論

一、實驗中發現剛啟動起波器的波浪，很像大海中突然襲來的大浪一樣，侵蝕沙土較為明顯，產生的波痕也較長。

二、實驗中發現波浪會先侵蝕底層的沙，侵蝕到某一個階段，上層的沙就會大塊掉落；經過較長時間波浪沖蝕後，斜坡沙灘會慢慢地趨於穩定，沙土不再大量崩落。

三、在鋪沙實驗中發現沙子與水槽邊(固體物)的交界處，沙子的侵蝕量較明顯，可推測未來潛堤消波塊埋在沙土中，可能會在沙土與消波塊的交接處產生較大的侵蝕現象。

四、本研究主要針對政府在旗津海岸建造的『離岸潛堤』為主要探討對象，因此，從研究中想要發現設置在水平面或水下的阻浪效果如何，但是從實驗結果發現，潛堤設置在超出水面的阻浪效果較好。經討論，發現超出水面的離岸堤美觀效果不佳，而且因為露出的水泥消波塊長時間曬太陽造成大量的吸熱，可能會影響海水溫度或海洋生態。



五、實驗中發現當潛堤間距愈小時，對海岸的阻浪效果愈好，與潛堤長度愈長，阻浪效果愈好相對應。但若在現實情況如此設置將耗費更多消波塊，形成一個完全連貫的離岸海堤，將與原來設置潛堤的目的有所出入。


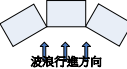
六、當潛堤設置在水下較深或離海岸較遠的地方，雖然阻浪效果較差，不過，與無設置潛堤的比較，仍顯示出有其阻浪的效果。

七、從實驗中發現各變因不同組別中，在 A、B、C 三座潛堤的後方中央位置都出現了侵蝕的高點，其中以 B2 點位置是波痕的最高點，A2、C2 點是次高點。



八、當潛堤與海岸成 90 度角時，潛堤後方中央位置 B2 點的波痕長度變短，顯示阻波效果變好，實際上發現是潛堤的寬度變寬了，這結果可與實驗

(七)  與  的排列方式結果是一致的。


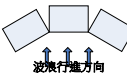
九、實驗中發現潛堤排列成  與  的方式，左右兩側的潛堤較早阻擋到波浪，減弱了波浪的力量，因此，沙土侵蝕較小，阻浪效果較好。

陸、結 論

一、旗津地區目前海岸沙灘嚴重流失，最嚴重處的沙灘已流失 100 至 150 公尺，從實地探訪中也可以明顯的看到。因此，政府近幾年將在旗津海岸建造 2 座人工灣澳潛堤及 8 座離岸潛堤、1 座離岸堤，同時進行養灘。預計潛堤工程可以保護海岸、消滅波浪的侵蝕力量，同時可以減少沙灘的流失。

二、沒有設置潛堤打上岸的波浪明顯比任何一組有設置潛堤的波痕高，侵蝕情況也較為嚴重，由此可見，潛堤確實具有阻擋海浪侵蝕海岸的效果。

三、潛堤設置的條件：在水中的高度、離海岸的距離、潛堤間的間距、與海岸線的夾角、潛堤的座數、潛堤的長度及潛堤排列的形狀等都具有不同的阻浪效果。

四、潛堤設置在不露出水面(剛好在水平面)、離海岸愈近、潛堤間距愈小、與海岸形成某種夾角、增加潛堤的長度及排列成  或  的形狀，都能增加阻擋海浪的成效。但是有些條件消波塊使用的個數太多時，將造成成本過高及景觀的破壞，也是值得評估考量的。

五、波浪經潛堤打向海岸沙灘後，將造成沙灘的侵蝕情形，隨著波浪變小以後出現淤沙堆積，長時間下來受到海浪的一來一往，將形成不同的淤沙或侵蝕情形。

柒、參考資料

一、賴誌遠(民 98)。第六單元-家鄉走透透。國民小學社會第三冊(四上)-。台南：翰林出版。

二、水患治理監督聯盟民。100 年 10 月 5 日，取自：
<http://waterwatch.ngo.org.tw/node/2453>

三、王淑芬(民 99 年 10 月 21 日)。搶救沙灘 旗津將建人工岬灣。中央社。
100 年 11 月 18 日，取自：http://tw.money.yahoo.com/news_article/adbf/d_a_101021_1_29weg

四、林俊全。台灣的海岸。民 100 年 11 月 25 日，取自：

<http://guidance-blog.tcc.edu.tw/gallery/14/台灣的海岸災害與地景.doc>

五、重返我們的島-台灣海岸十年。公共電視-我們的島。100 年 10 月 5 日，

取自：<http://web.pts.org.tw/php/html/island/list.php?pbeno=1198>

六、涂建豐(民 98 年 11 月 24 日)。浪淘沙 旗津海岸線退 120 米。蘋果日報。

民 100 年 10 月 5 日，取自：

http://tw.nextmedia.com/applenews/article/art_id/32112381/IssueID/20091124

七、葛祐豪(民 100 年 9 月 24 日)。搶救海岸線 旗津離岸潛堤動土。自由時報電子報。民 100 年 10 月 5 日，取自：

<http://www.libertytimes.com.tw/2011/new/sep/24/today-south7.htm>



要先秤重才能製作消波塊-50 克重



自己動手製作消波塊



這是我們自己做的喔！



消波塊需要噴上一層防水漆



事先在波痕記錄紙上繪製觀測點



將沙土以 2mm 篩網濾過

附件

實驗(一)潛堤頂端離海平面不同的距離對其阻浪效果的影響～完整數據

對照組：無潛堤

單位：cm

觀測點 次數	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
第一次	5.1	6.7	7.8	7.9	8	7.7	7.5	6.5	4.9
第二次	4.9	6.6	7.5	8	7.9	7.8	7.6	6.6	4.9
第三次	4.7	6.4	7.7	7.7	7.9	7.7	7.7	6.8	5
第四次	4.3	6.7	7.4	8.1	8.3	7.8	7.4	7	4.3
第五次	4.4	6.5	7.4	7.8	8.2	7.9	7.6	6.2	4.8
平均	4.7	6.6	7.6	7.9	8.1	7.8	7.6	6.6	4.8

組別：潛堤高度～水面下 3cm

單位：cm

觀測點 次數	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
第一次	3.1	4.9	5.5	6.8	7.4	6.9	5.5	4.8	2.9
第二次	3	4.6	5.7	6.7	7.5	7	6	5	3.3
第三次	3.1	4.8	5.7	6.9	7	6.6	5.6	4.7	3
第四次	3.1	5	5.6	6.4	7.1	6.6	5.7	5	3.3
第五次	2.8	4.7	5.9	6.5	7.3	6.5	5.7	4.8	3
平均	3.0	4.8	5.7	6.7	7.3	6.7	5.7	4.9	3.1

組別：潛堤高度～水面下 2cm

單位：cm

觀測點 次數	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
第一次	3.2	5.1	5.1	5.5	6.6	5.6	5.5	5.2	3.3
第二次	3.4	5.1	5.3	5.8	6.2	5.5	5.6	5.5	3.4
第三次	3.6	5.3	5	5.5	6.4	5.8	5.5	5.2	3.6
第四次	3.4	5.5	5.5	6	6.5	5.4	5.2	5.3	3
第五次	3.2	5.4	5.3	5.9	6.3	5.6	5.4	5.5	3
平均	3.4	5.3	5.2	5.7	6.4	5.6	5.4	5.3	3.3

組別：潛堤高度～水面下 1cm

單位：cm

觀測點 次數	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
第一次	2	4.7	4.5	4.7	5.5	4.4	4	4.7	2.2
第二次	2.5	4.9	4.4	5	5	4.5	4.2	4.5	2.1
第三次	2.2	4.9	4.1	4.9	5.3	5	4.3	4.8	2.3
第四次	2.1	5	4.1	4.6	5.2	4.7	4.2	4.5	2
第五次	2	4.6	4.3	4.8	5.8	4.8	4.5	4.8	2.1
平均	2.2	4.8	4.3	4.8	5.4	4.7	4.2	4.7	2.1

組別：潛堤高度～水平面 0cm

單位：cm

觀測點 次數	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
第一次	2.1	3.9	2.9	4	5.2	4.2	2.5	3.8	1.8
第二次	1.9	3.6	2.3	3.9	5	3.9	2.6	4	1.7
第三次	2	3.5	2.7	3.3	5	4	2.4	3.7	2
第四次	2.1	3.6	2.7	3.9	5	3.8	2.3	4	2
第五次	1.9	3.8	2.3	3.8	4.9	4	2.8	3.7	2.1
平均	2.0	3.7	2.6	3.8	5.0	4.0	2.5	3.8	1.9

組別：潛堤高度～水面上 1cm

單位：cm

觀測點 次數	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
第一次	1.2	2.5	1.6	2.5	4.3	2.4	1.8	2.2	1.1
第二次	1.3	2.6	1.9	2.3	4.3	2.5	1.5	2.4	1
第三次	1	2.6	1.5	2.6	4.7	2.3	1.5	2.3	1
第四次	1	2.5	1.6	2.2	4.7	2.5	1.6	2.3	1.2
第五次	1.1	2.5	1.8	2.6	4.6	2.7	1.9	2.6	1.4
平均	1.1	2.5	1.7	2.4	4.5	2.5	1.7	2.4	1.1

組別：潛堤高度～水面上 2cm

單位：cm

觀測點 次數	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
第一次	0.5	2	1.5	2.2	3.3	2	1.3	2.1	1
第二次	1	2	1.2	1.9	3	2	1.6	1.9	0.6
第三次	0.5	1.7	1.5	2.4	3.5	2.1	1.6	1.7	1
第四次	1	1.9	1.1	2.1	3.5	2.4	1.7	1.9	0.6
第五次	1	2	1.3	2	3.1	2	1.5	2.1	0.8
平均	0.8	1.9	1.3	2.1	3.3	2.1	1.5	1.9	0.8

組別：潛堤高度～水面上 3cm

單位：cm

觀測點 次數	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
第一次	0.8	1.9	1.2	1.8	2.6	1.9	1.5	1.9	0.5
第二次	1	2	1.3	1.4	2.7	1.7	1.5	1.8	0.9
第三次	0.5	1.5	1.4	1.7	2.8	1.6	1.3	1.7	0.8
第四次	0.8	1.7	1.3	1.9	2.8	1.7	1.2	2	1
第五次	0.7	1.9	1.2	1.8	3	1.6	1.6	1.6	0.5
平均	0.8	1.8	1.3	1.7	2.8	1.7	1.4	1.8	0.7

實驗(二)潛堤離海岸不同的距離對其阻浪效果的影響~完整數據

組別：潛堤離海岸距離~10cm

單位：cm

觀測點 次數	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
第一次	1.8	2.7	1.8	2.2	4.5	2.6	2	2.8	1.6
第二次	1.6	2.3	1.5	2.2	4.6	2.1	1.8	2.9	1.7
第三次	1.5	3	1.8	2.5	4.3	2.3	1.6	2.9	1.3
第四次	1.6	2.8	2	2.6	4.3	2.5	2	2.5	1.5
第五次	1.4	2.5	1.9	2.4	4.4	2.6	2.1	3	1.5
平均	1.6	2.7	1.8	2.4	4.4	2.4	1.9	2.8	1.5

組別：潛堤離海岸距離~20cm

單位：cm

觀測點 次數	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
第一次	2.1	3.9	2.9	4	5.2	4.2	2.5	3.8	1.8
第二次	1.9	3.6	2.3	3.9	5	3.9	2.6	4	1.7
第三次	2	3.5	2.7	3.3	5	4	2.4	3.7	2
第四次	2.1	3.6	2.7	3.9	5	3.8	2.3	4	2
第五次	1.9	3.8	2.3	3.8	4.9	4	2.8	3.7	2.1
平均	2.0	3.7	2.6	3.8	5.0	4.0	2.5	3.8	1.9

組別：潛堤離海岸距離~30cm

單位：cm

觀測點 次數	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
第一次	1.6	2.3	3	4	5.5	4.3	2.4	2.4	1.1
第二次	1.2	2.1	2.9	4.2	5.6	4	2.9	2	1.4
第三次	1.5	2.5	2.6	4.1	5.5	3.9	2.8	2.2	1.5
第四次	1.2	2.1	2.7	4.4	5.3	4.1	2.5	1.9	1.5
第五次	1.4	2.4	2.5	4	5.2	4	2.6	2.3	1.2
平均	1.4	2.3	2.7	4.1	5.4	4.1	2.6	2.2	1.3

組別：潛堤離海岸距離~40cm

單位：cm

觀測點 次數	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
第一次	1.9	3	4.1	4.6	6	5	3.8	2.7	1.5
第二次	1.8	2.7	4	5	5.8	5.1	3.5	2.5	1.6
第三次	1.6	2.6	3.6	5.1	5.7	4.5	3.6	2.9	2
第四次	1.5	2.8	3.7	4.9	5.6	4.6	3.7	2.6	1.5
第五次	1.6	2.5	4	4.7	5.6	4.6	3.8	2.5	1.7
平均	1.7	2.7	3.9	4.9	5.7	4.8	3.7	2.6	1.7

組別：潛堤離海岸距離~50cm

單位：cm

觀測點 次數	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
第一次	2.3	3.2	4.6	5.9	7	6	4.6	3.5	2.3
第二次	2.5	3.5	4.5	6.5	7.4	6.4	4.7	3.7	2.6
第三次	2.5	3.6	4.3	6.2	7.4	6	4.2	3.6	2.2
第四次	2.4	3.5	4.8	6	7.5	6.1	4.6	3.4	2.4
第五次	2.3	3.2	4.7	6.6	7.3	6.2	4.4	3.2	2.5
平均	2.4	3.4	4.6	6.2	7.3	6.1	4.5	3.5	2.4

實驗(三)不同的潛堤間距對其阻浪效果的影響~完整數據

組別：潛堤間距~3cm

單位：cm

觀測點 次數	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
第一次	1.9	2.6	2.1	2.1	3.6	2.4	2	2.8	1.8
第二次	1.8	2.2	2	2.3	3.5	2	2.2	2.6	1.5
第三次	1.6	2.6	2.2	2	3.5	2.2	2	2.4	1.6
第四次	1.6	2.5	2.3	2.3	3.4	2.1	2	2.7	1.9
第五次	1.9	2.4	2	2.2	1.9	2	2	2.5	1.9
平均	1.8	2.5	2.1	2.2	3.2	2.1	2.0	2.6	1.7

組別：潛堤間距~6cm

單位：cm

觀測點 次數	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
第一次	2	2.9	1.7	2.8	4.6	2.8	1.7	3.3	1.9
第二次	1.9	2.9	1.9	2.7	3.9	3	1.7	3.4	2.2
第三次	2.2	3.3	1.8	2.9	4.1	3	2	3	2
第四次	2.3	3.2	1.8	3	3.9	2.9	1.8	3.2	2.1
第五次	2.1	3	1.9	2.8	3.9	2.6	1.9	3.1	2.2
平均	2.1	3.1	1.8	2.8	4.1	2.9	1.8	3.2	2.1

組別：潛堤間距~9cm

單位：cm

觀測點 次數	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
第一次	2.1	3.9	2.9	4	5.2	4.2	2.5	3.8	1.8
第二次	1.9	3.6	2.3	3.9	5	3.9	2.6	4	1.7
第三次	2	3.5	2.7	3.3	5	4	2.4	3.7	2
第四次	2.1	3.6	2.7	3.9	5	3.8	2.3	4	2
第五次	1.9	3.8	2.3	3.8	4.9	4	2.8	3.7	2.1
平均	2.0	3.7	2.6	3.8	5.0	4.0	2.5	3.8	1.9

組別：潛堤間距~12cm

單位：cm

觀測點 次數	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
第一次	1.1	2	1.6	4.2	5.9	3.3	1.8	2.3	1.5
第二次	1.5	2.3	1.5	3.2	5.5	3.7	1.8	2.1	1.1
第三次	1.3	1.8	1.8	3.2	6	3.9	1.7	2.3	1.1
第四次	1.4	2	1.8	4.1	5.6	3.4	2	2	1.5
第五次	1.2	2	1.9	3.9	5.7	3.9	1.9	1.9	1.2
平均	1.3	2.0	1.7	3.7	5.7	3.6	1.8	2.1	1.3

組別：潛堤間距~15cm

單位：cm

觀測點 次數	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
第一次	1	2.4	2	4.3	6.1	4.2	1.8	2.7	0.7
第二次	0.8	2.6	1.9	4.1	5.6	4	1.8	2.5	1
第三次	1	2.1	1.8	4.3	6	4.2	1.9	2.4	0.7
第四次	0.9	2.5	2	4.4	5.7	4.3	2.2	2.6	1
第五次	1	2.3	1.9	4	5.9	4.1	2.1	2.3	0.9
平均	0.9	2.4	1.9	4.2	5.9	4.2	2.0	2.5	0.9

實驗(四)潛堤與海岸成不同的夾角對其阻浪效果的影響~完整數據

組別：夾角 0 度(與海岸線成平行方向)

單位：cm

觀測點 次數	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
第一次	2.1	3.9	2.9	4	5.2	4.2	2.5	3.8	1.8
第二次	1.9	3.6	2.3	3.9	5	3.9	2.6	4	1.7
第三次	2	3.5	2.7	3.3	5	4	2.4	3.7	2
第四次	2.1	3.6	2.7	3.9	5	3.8	2.3	4	2
第五次	1.9	3.8	2.3	3.8	4.9	4	2.8	3.7	2.1
平均	2.0	3.7	2.6	3.8	5.0	4.0	2.5	3.8	1.9

組別：夾角 15 度

單位：cm

觀測點 次數	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
第一次	1.2	2.5	1.5	1.4	5.5	1.4	0.5	3	0.6
第二次	1.3	2.8	1.8	1	5	1.3	0.5	2.3	1
第三次	1	2.8	2.8	0.9	5.1	2.1	0.5	2.5	0.8
第四次	1.1	2.7	1.6	1.4	5.4	1.2	0.5	2.5	1.1
第五次	1.2	2.5	1.6	1.3	5	1.5	0.5	2.9	0.9
平均	1.2	2.7	1.9	1.2	5.2	1.5	0.5	2.6	0.9

組別：夾角 30 度

單位：cm

觀測點 次數	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
第一次	1.1	3.3	1.6	0.9	5.2	1.8	0.8	3.4	1.2
第二次	1.4	3	1.7	1.1	5.5	1.9	1	2.9	1.1
第三次	0.9	3.1	1.9	1	5.1	2	0.6	3.2	0.9
第四次	1	3.2	2	0.8	5.5	1.6	1	3.3	1.4
第五次	1	2.9	1.7	0.8	5.8	1.6	0.6	2.8	1.2
平均	1.1	3.1	1.8	0.9	5.4	1.8	0.8	3.1	1.2

組別：夾角 45 度

單位：cm

觀測點 次數	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
第一次	0.8	3.7	1.6	1.2	5.5	2	1	3.6	1
第二次	1	3.9	1.5	0.5	5.5	2.1	1.2	3.5	1.2
第三次	1	3.7	1.5	1	5.5	2.2	0.8	3.4	1
第四次	0.7	3.4	1.8	1.1	5.5	2.1	0.8	3.7	1.3
第五次	0.8	3.6	1.4	0.5	5.7	2	1	3.6	1.1
平均	0.9	3.7	1.6	0.9	5.5	2.1	1.0	3.6	1.1

組別：夾角 60 度

單位：cm

觀測點 次數	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
第一次	0.5	3.9	1.8	1	5.7	2.3	1.4	3.8	1.3
第二次	1.1	3.9	1.9	0.5	5.5	2.5	1.1	3.9	1.8
第三次	0.5	3.6	1.5	0.5	5.5	1.9	1.2	3.7	1.1
第四次	1	3.9	1.7	0.8	5.8	2.2	1.1	4	1.1
第五次	1.2	3.5	1.8	0.8	5.8	2.3	1	4.1	1.1
平均	0.9	3.8	1.7	0.7	5.7	2.2	1.2	3.9	1.3

組別：夾角 75 度

單位：cm

觀測點 次數	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
第一次	1.1	3.5	1.8	0.9	6	2.7	1.2	4.1	1.4
第二次	0.9	3.7	1.6	1	6	3	1.2	3.7	1.5
第三次	0.7	3.9	1.6	0.6	5.9	2.1	1	3.5	1.3
第四次	1	4	1.6	1	6.1	2.1	1.1	3.7	1.5
第五次	0.8	3.6	1.7	0.6	6.2	2.4	1.3	3.8	1.5
平均	0.9	3.7	1.7	0.8	6.0	2.5	1.2	3.8	1.4

組別：夾角 90 度

單位：cm

觀測點 次數	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
第一次	1.6	3.9	2.1	1.5	4.4	2	1.9	4	1.6
第二次	1.2	3.8	2	1.6	4.6	1.6	2.1	3.9	1.5
第三次	1.4	3.9	2.1	2	4.1	1.8	2.1	4.1	1.5
第四次	1.2	4.1	2	1.6	4.5	1.9	2	4.2	1.3
第五次	1.3	4.1	2	1.8	4.7	1.6	2	4	1.6
平均	1.3	4.0	2.0	1.7	4.5	1.8	2.0	4.0	1.5

【評語】 080509

模擬消波塊對消除海浪對沙灘侵蝕的抵抗，對於防止沙灘破壞有實際的參考價值。