



作者簡介 我，鄭勝丰，就讀於台北的徐匯中學直升班，一向對自己的要求都很高，不論是課業或是 操行。不論何時，總是喜歡觀察身邊的一切事物，循著那一絲絲的痕跡，悟出一些平常所學不 到的事情，靜觀自得。從小的我很喜歡接近大自然，尤其是山中純淨的小溪，宛如發現一塊無 染之地，盡情享受那悠閒的時間，絲毫不受台北灰塵黑土的一絲汙染，遠源流長的小溪，正代 表著生命源源不息的意境。這是我第二次榮譽獲獎，意義十分重大，一路辛苦走來，總算也有了代價，同時更要感謝在我身旁默默支持我的人，感謝他們!沒有了他們就沒有了我。 作者:鄭 勝 丰
就讀學校:徐匯高中 指導老師:鄭 清 和 一、研究動機 對於消波塊的研究，我一直有很高的興趣，令我好奇的是各種奇型怪狀的水泥塊結構，竟能有這麼大的功用，不僅能阻擋垃圾達保護水源，更能消波阻浪保護河岸、海邊的安全，就是這份神奇的效果，激起我的研究動機。 二、研究目的 1.明瞭消波塊阻浪的效果。 2.了解各種消波塊其形狀對波浪的影響。 3.設計更精確的實驗裝置，以了解各種消波塊 對波浪的阻浪性能何者較佳。 4.研究消波塊置於河流中的效果 5.設計精確的實驗裝置，以了解消波塊在河流 中的作用。

三、研究設備與器材 (一)、研究設備 1、測各種消波塊的孔隙率設備說明 2、測試河流中消波塊

名 稱	用 途	備 註
分隔大小不同的兩個容器量克力箱	用以測試不同形狀消波塊以量測其孔隙率	適用於量測其孔隙率

3、消波塊的消波效果設備說明 (二)研究器材:八種消波塊分繪於下

名 稱	用 途	備 註
雙邊馬達	波浪製造器起波用	可分為一、二、三等不同的轉速！
有網點鋼	網點採落之砂可量測	可讓其水分偏流起砂、增重量！
砂 槽	放置二種粗細不一的砂	二種粗細不一的砂可量測其不同的比例與作測試
起波透明箱	器材主體方便觀察用	壓力力組構造，用以觀察起波效果。
電子磅秤	砂、增重量量器	可精確測砂、增重量！
各種消波塊	研究之主要器材	共有八種
海 綿	防止波浪反射	利用海綿吸水力強可吸起進入的波浪，避免反射波影響實驗結果！



編號 1 天允塊



編號 2 力力



編號3:利水塊



編號4 雙U塊



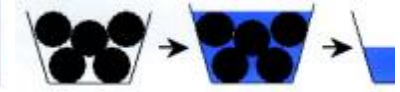
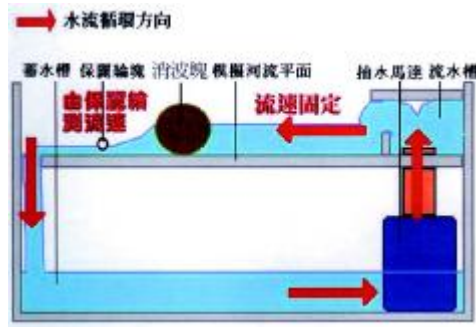
編號5 元鼎塊



編號6 三瓣空心鼎形塊

(三)、實驗裝置： 1.消波塊

性能模擬裝置示意圖 2.消波塊在河流中的性能研究模擬裝置示意圖 3、消波塊孔隙率測試示意圖



編號	物品名稱	功 用
1	疏水槽	避免淤塞，便於觀察
2	減速消流塊	利用海綿的吸水特性，可吸收進入的波浪，避免反射波，減影響實驗結果
3	砂、礫石收集布網	置於消流塊下面，藉以測量砂石或礫石流失之質量
4	沙 槽	盛裝沙灘置於消流塊後以測定流失之砂、礫石
5	消流塊	置於消流塊後以測量阻流性能
6	抽水器	抽動波浪之用
7	馬 達	以不同轉速用以改變流速

(四)、消波塊性能研究實驗方法 (1) 海邊測試法 1.規則排列法: 2.亂拋試驗法 (2) 河流測試法: 數字圖表分析: (一)、阻擋物: 細砂 20%、海砂 30%、礫石 50% 波速一速(20 cm/s)時的規則

控制 變因	水深 4 公分 三十個消流塊
阻擋物:	①細 砂 20%、海 砂 30%、礫 石 50% ②細 砂 20%、海 砂 50%、礫 石 30% ③細 砂 50%、海 砂 30%、礫 石 20%
抽脫 變因	流速速度分別用: 一速(20cm/s)、二速(45cm/s)、三速(100cm/s) 四速(120cm/s)
因應 變因	測海、細砂(礫石)流失量收集網，當漏掉水份後秤其重量，實驗數次測量取誤差最小之四次，並求其平均值。

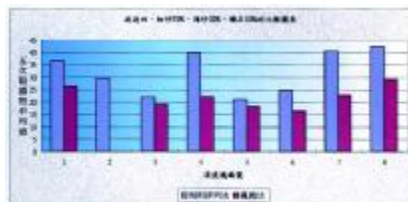
排列法與亂拋法五次阻擋物平均重量的圖表比較:

控制 變因	水深 4 公分 三十個消流塊
阻擋物:	①細 砂 20%、海 砂 30%、礫 石 50% ②細 砂 20%、海 砂 50%、礫 石 30% ③細 砂 50%、海 砂 30%、礫 石 20%
抽脫 變因	流速速度分別用: 一速(20cm/s)、二速(45cm/s)、三速(100cm/s) 四速(120cm/s)
因應 變因	測海、細砂(礫石)流失量收集網，當漏掉水份後秤其重量，實驗數次測量取誤差最小之四次，並求其平均值。

控制 變因	流速速度分別用: 一速(20cm/s)、二速(45cm/s)、三速(100cm/s) 四速(120cm/s)
抽脫 變因	測海、細砂(礫石)流失量收集網，當漏掉水份後秤其重量，實驗數次測量取誤差最小之四次，並求其平均值。
因應 變因	測海、細砂(礫石)流失量收集網，當漏掉水份後秤其重量，實驗數次測量取誤差最小之四次，並求其平均值。



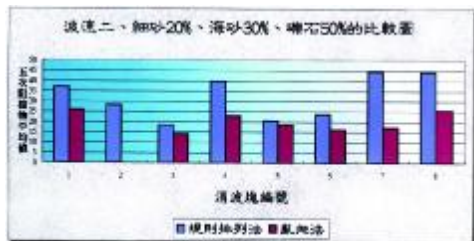
圖(一)



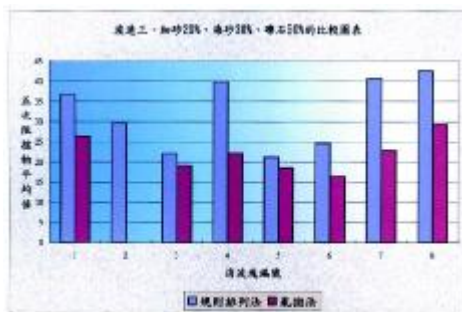
圖(四)

(二)、阻擋物: 細砂

20%、海砂 30%、礫石 50% 波速二速(45 cm/s)時的規則排列法與亂拋法五次阻擋物平均重量的圖表比較: (三)、阻擋物: 細砂 20%、海砂 30%、礫石 50% 波速三速(100 cm/s)時的規則排列法與亂拋法五次阻擋物平均重量的圖表比較: (四)、阻擋物: 細砂 20%、海砂 30%、礫石 50% 波速四速(120 cm/s)時的規則排列法與亂拋法五次阻擋物平均重量的圖表比較:

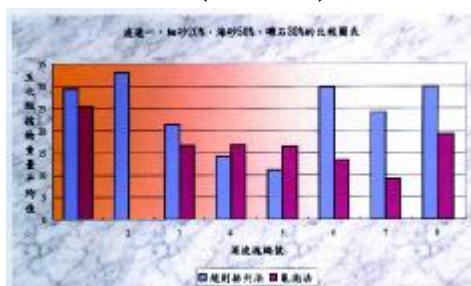


圖(二)

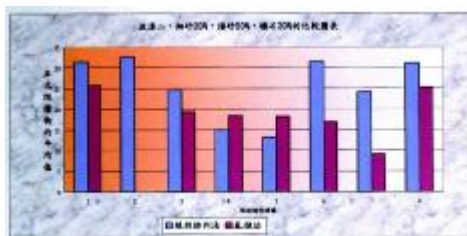


圖(三)

分析:由上四圖獲知當阻擋物為細砂20%、海砂 30%、礫石50%時，則亂拋法較則排列法的消波效果為好!且編號3的消波效果最佳！(五)、阻擋物：細砂 20%、海砂 50%、礫石 30% 波速一速(20 cm/s)時的規則排列法與亂拋法五次阻擋物平均重量的圖表比較：(六)、阻擋物：細砂 20%、海砂 50%、礫石 30% 波速二速(45 cm/s)時的規則排列法與亂拋法五次阻擋物平均重量的圖表比較：(七)、阻擋物：細砂 20%、海砂 50%、礫石 30% 波速三速(100 cm/s)時的規則排列法與亂拋法五次阻擋物平均重量的圖表比較：

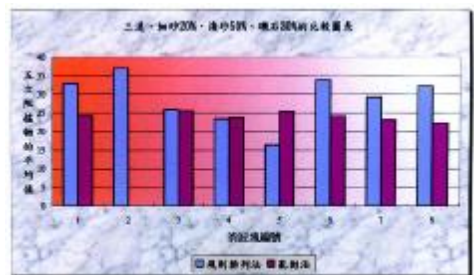


圖(五)



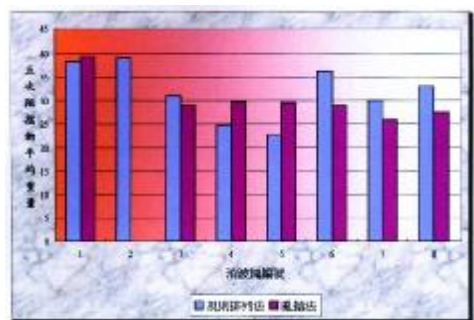
圖(六)

較：

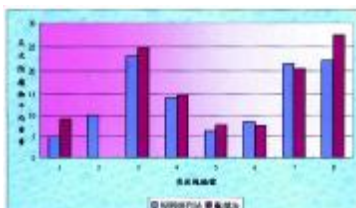


圖(七)

(八)、阻擋物：細砂 20%、海砂 50%、礫石 30% 波速四速(120 cm/s)時的規則排列法與亂拋法五次阻擋物平均重量的圖表比較： 分析:由上圖獲知當阻擋物為細砂20%、海砂50%、礫石30%時，則大部份消波塊以亂拋法的消波效果為好!且編號7的消波效果最佳。(九)、阻擋物：細砂 50%、海砂 30%、礫石 20% 波速一速(20 cm/s)時的規則排列法與亂拋法五次阻擋物平均重量的圖表比較：

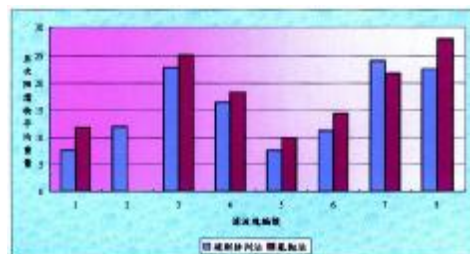


圖(九)



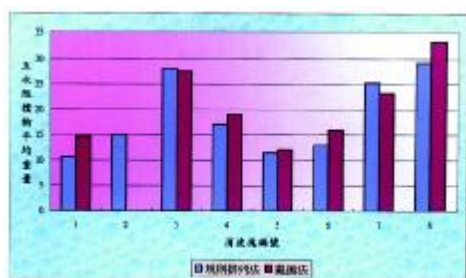
圖(十)

(十)、阻擋物：細砂 50%、海砂 30%、礫石 20% 波速二速(45 cm/s)時的規則排列法與亂拋法五次阻擋物平均重量的圖表比較：(十一)、阻擋物：細砂 50%、海砂 30%、礫石 20% 波速三速(100 cm/s)時的規則排列阻擋物平均重量的圖表比較：(十二)、阻擋物：細砂 50%、海砂 30%、礫石 20% 波速三速(120 cm

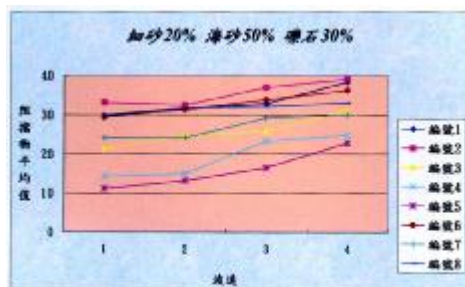


圖(十)

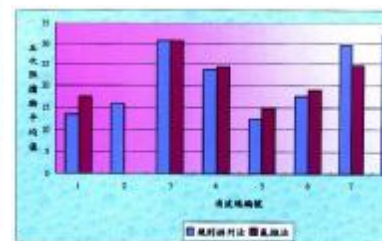
法與亂拋法五次阻擋物平均重量的圖表比較：



圖(十一)

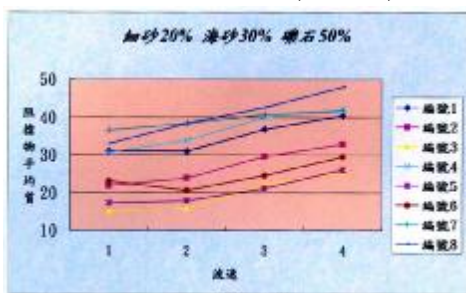


圖(十四)



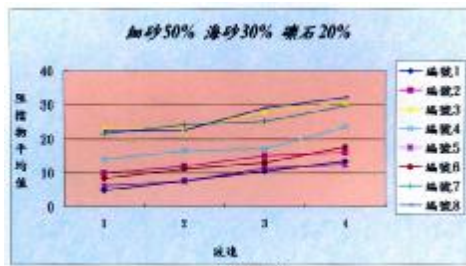
圖(十二)

獲知當阻擋物為細砂50%、海砂30%、礫石20%時，則大部份消波塊反而以規則排列法的消波效果的消波效果最佳。(十三)、規則排列法時，阻擋物：細砂20%、海砂30%、礫石50%時八種消波塊三、四速下的消波驅勢圖分析:由上圖獲知當阻擋物為細砂20%、海砂30%、礫石50%時，當速度時消波效果最好。(十四)、規則排列法時，阻擋物：細砂20%、海砂50%、礫石30%時八種消波塊三、四速下的消波驅勢圖分析:由圖(十四)獲知當阻擋物為細砂20%、海砂50%、礫石30%時，結果仍然當速度為二速(45cm/s)時消波效果最好。(十五)、規則排列法時，阻擋物：細砂50%、

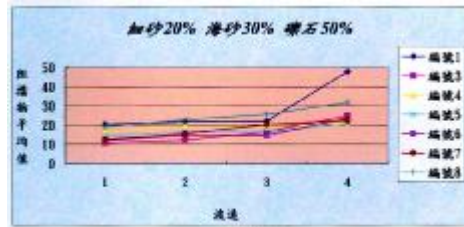


圖(十三)

海砂30%、礫石20%時八種消波塊在一、二、三、四速下的消波驅勢圖分析:由上圖(十五)獲知當阻擋物為細砂50%、海砂30%、礫石20%時，規則排列法消波效果最佳反而為一速(20cm/s)時。(十六)、亂拋法時，阻擋物：細砂20%、海砂30%、礫石50%時八種消波塊在一、二、三、四速下的消波驅勢圖分析:由(十六)圖獲知當阻擋物為細砂20%、海砂30%、礫石50%時，消波效果最佳仍然為一速(20cm/s)時。(十七)、亂拋法時，阻擋物：細砂20%、海砂50%、礫石30%時八種消波塊在一、二、三、四速下



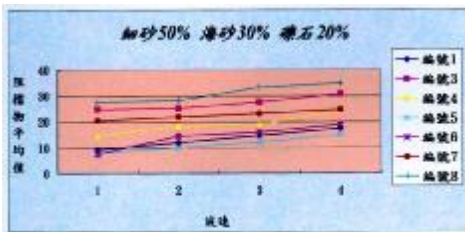
圖(十五)



圖(十六)

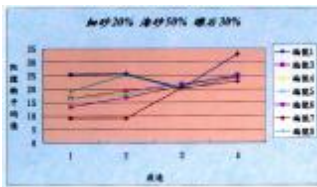
的消波驅勢圖

分析:由上圖(十七)獲知當阻擋物為細砂20%、海砂50%、礫石30%時,規則排列法消波效果最好仍為一速(20cm/s)時且編號一及七其在一二速時消波效果相同。(十八)、亂拋法時,阻擋物:細砂50%、海砂30%、礫石20%時八種消波塊在一、二、三、四速下的消波驅勢圖分析:由圖(十八)獲知當阻擋物為細砂50%、海砂30%、礫石20%時,亂拋法消波效果最佳仍然為一速(20cm/s)時,但編號一的消波塊,則一二速有相同接近的效果。(十九)、編號二五六三種消波塊在河流中的消波測試數據如下:1



圖(十七)

編號二						
五排(長:34.5cm)						
	1	2	3	4	5	平均
速率(cm/s)	25.00	19.71	18.18	16.75	20.55	19.71
時間(秒)	1.50	1.75	2.06	2.06	1.28	1.73
四排(長:39cm)						
	1	2	3	4	5	平均
速率(cm/s)	21.08	20.42	18.93	21.91	23.84	21.20
時間(秒)	1.72	1.91	2.06	1.78	1.65	1.82
三排(長:43cm)						
	1	2	3	4	5	平均
速率(cm/s)	24.16	21.5	20.77	21.63	22.87	22.28
時間(秒)	1.78	2	2.07	1.97	1.88	1.94



圖(十八)

編號五						
五排(長:35cm)						
	1	2	3	4	5	平均
速率(cm/s)	13.94	12.41	12.92	14.58	14.40	13.65
時間(秒)	2.51	5.82	2.74	2.40	2.43	3.18
四排(長:40cm)						
	1	2	3	4	5	平均
速率(cm/s)	15.09	18.26	18.78	20.41	20.30	18.57
時間(秒)	2.85	2.19	2.13	1.96	1.97	2.18
三排(長:45cm)						
	1	2	3	4	5	平均
速率(cm/s)	20.36	18.37	18.99	21.53	22.06	20.26
時間(秒)	2.21	2.45	2.37	2.09	2.04	2.23

編號六						
五排(長:37.5cm)						
	1	2	3	4	5	平均
速率(cm/s)	21.80	23.44	21.43	19.95	23.15	21.95
時間(秒)	1.72	1.80	1.75	1.88	1.82	1.71
四排(長:42cm)						
	1	2	3	4	5	平均
速率(cm/s)	18.34	17.00	16.41	20.70	16.80	17.85
時間(秒)	2.29	2.47	2.56	2.03	2.5	2.37
三排(長:47.5cm)						
	1	2	3	4	5	平均
速率(cm/s)	22.73	20.21	21.11	22.62	20.83	21.50
時間(秒)	2.09	2.35	2.25	2.1	2.28	2.21

編號一							
第一類型箱			第二類型箱				
第一次	6.8	3.8	55.88%	第一次	9.3	5.9	63.44%
第二次	6.7	4.0	59.70%	第二次	8.6	5.4	62.78%
第三次	6.9	4.3	62.32%	第三次	8.9	5.6	62.92%
第四次	6.2	3.9	62.90%	第四次	8.7	5.6	64.37%
第五次	6.1	3.7	60.66%	第五次	8.9	5.6	62.92%
平均			60.29%	平均			63.29%

編號三							
第一類型箱				第二類型箱			
第一次	9.0	4.9	54.44%	第一次	12.2	6.4	52.46%
第二次	8.5	4.7	55.29%	第二次	12.9	7.0	54.26%
第三次	9.1	4.9	53.85%	第三次	12.8	6.7	52.34%
第四次	8.6	4.4	51.16%	第四次	12.4	6.5	52.42%
第五次	7.5	4.0	53.33%	第五次	12.8	6.7	52.34%
第六次	8.7	4.7	54.02%	第六次	12.5	6.9	55.20%
				第七次	9.3	5.0	53.76%
				第八次	7.1	3.9	54.80%
平均			53.68%	平均			53.17%

(二十)消波塊的孔隙率數值

編號一							
第一類型箱				第二類型箱			
第一次	6.8	3.8	55.88%	第一次	9.3	5.9	63.44%
第二次	6.7	4.0	59.70%	第二次	8.6	5.4	62.79%
第三次	6.9	4.3	62.32%	第三次	8.9	5.6	62.92%
第四次	6.2	3.9	62.90%	第四次	8.7	5.6	64.37%
第五次	6.1	3.7	60.66%	第五次	8.9	5.6	62.92%
平均			60.28%	平均			63.29%

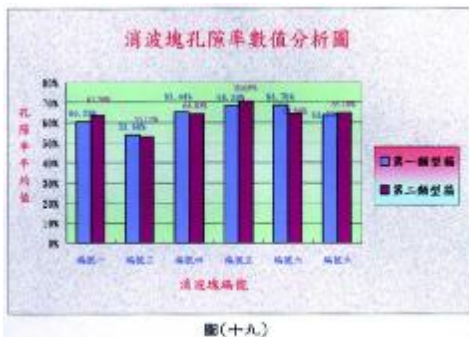
編號三							
第一類型箱				第二類型箱			
第一次	9.0	4.9	54.44%	第一次	12.2	6.4	52.46%
第二次	8.5	4.7	55.29%	第二次	12.9	7.0	54.26%
第三次	9.1	4.9	53.83%	第三次	12.8	6.7	52.34%
第四次	8.6	4.4	51.16%	第四次	12.4	6.5	52.42%
第五次	7.5	4.0	53.33%	第五次	12.8	6.7	52.34%
第六次	8.7	4.7	54.32%	第六次	12.5	6.9	55.20%
				第七次	9.3	5.0	53.76%
				第八次	7.1	3.9	54.83%
平均			53.68%	平均			53.17%

編號七							
第一類型箱				第二類型箱			
第一次	6.5	4.3	66.15%	第一次	9.7	5.3	64.95%
第二次	6.7	4.3	64.18%	第二次	9.4	5.9	62.77%
第三次	6.7	4.1	61.19%	第三次	9.2	5.6	60.22%
第四次	6.7	4.2	62.69%	第四次	9.9	5.6	66.67%
第五次	6.5	4.2	64.62%	第五次	9.8	5.5	66.33%
				第六次	8.2	5.2	63.41%
平均			63.77%	平均			65.18%

編號四							
第一類型箱			第二類型箱				
第一次	10.6	6.9	65.09%	第一次	15.1	9.8	64.90%
第二次	9.8	6.5	67.35%	第二次	14.6	9.4	64.38%
第三次	10.1	6.3	65.35%	第三次	15.1	9.7	64.24%
第四次	10.1	6.5	64.38%	第四次	15.2	9.6	63.16%
第五次	10.3	6.7	65.05%	第五次	14.5	9.4	64.83%
平均			65.44%	平均			64.30%

編號五							
第一類型箱				第二類型箱			
第一次	14.5	10.9	68.97%	第一次	19.5	13.1	67.18%
第二次	14.4	9.6	66.67%	第二次	19.5	14.1	69.74%
第三次	14.5	10.4	71.72%	第三次	19.5	13.1	67.18%
第四次	13.8	9.1	65.94%	第四次	20.1	14.1	70.15%
第五次	13.4	9.2	68.66%	第五次	19.9	13.1	65.83%
平均		68.58%		平均		68.01%	

由圖(十九)分析知:孔隙率最佳者為編號五的消波塊，而編號三的消波塊其孔隙率最低。孔隙率高的水量及砂量均較多，可使消波塊具有阻擋砂礫及涵養水份的功能。六 討論及應用 (一)、由推知:不管細砂、海砂或是礫石其比例為何?消波塊亂拋法的消波效果均較規模排列法來得好!這在海邊所看到的消波塊均為雜亂放置的原因了! (二)、由圖十三至圖十八可推知:消波塊的消波效果較好!這也就是為什麼颱風時，消波塊的作用大。



編號六							
第一類型箱				第二類型箱			
第一次	8.8	6.7	68.37%	第一次	13.5	8.9	65.20%
第二次	9.9	6.7	67.68%	第二次	13.9	8.7	63.97%
第三次	9.6	6.9	71.88%	第三次	13.5	8.4	62.22%
第四次	9.4	6.2	65.96%	第四次	13.9	8.9	64.30%
第五次	10.3	7.2	69.90%	第五次	13.2	8.8	66.87%
平均			68.76%	平均			64.56%

(三)、不論在亂拋法和規則排列法的試驗上，消波塊的阻浪效果除了形狀、孔隙率、穩定度、組合時的契合性效果外，尚須考慮其隨意組合時之對稱性，由實驗數據得知，以上各種形狀其隨意組合其對稱性均不錯，因此當波浪衝擊時無法突破其阻攔，故能達到阻浪消波的效果。(四)由數據顯示:消波塊的孔隙率越大,其消波效果越好! (五)在河流的試驗中,消波塊的穩定度是考慮河流中放置消波塊的主要因素。

七、結論 由於臺灣四面環海，受海流及波浪的影響甚大！不同海流的海水溫度不同，其中的生物也不相同，所以海流影響流經地區的氣候，也影響漁產。而海面的波浪只是隨海面起伏運動而已，水分子本身並不隨波形前進；這在海面、湖面都可觀察得到。波浪的力量相當大，船行水面都會顛簸不已。引起波浪最主要的原因是風，愈大的風就能吹起愈高的波浪。而本實驗引起波浪過程並非靠風力，而是利用馬達帶動起波器來攪動水面達成製造波浪的效果，其優、缺點分析如下:優點如下: 1.可使波浪保持恆速 2.可依不同馬達轉速設計成不同的波速 缺點如下: 1.無法真正模擬出風吹海面(或河面)瞬息萬變的風速影響波動 2.無法模擬各種地形對波浪的影響 水面波浪傳到海岸前，由於水變淺了，波浪便會破碎，波浪破碎後產生的力量，會使沙石移動因而改變海岸的地形，也會破壞岸上的建築，所以海港一定築有防波堤，海

邊村莊容易受到海浪拍擊的地方也多築有防波堤，這些防波堤前尚須擺放一些消波塊，以增加防波堤的效果，因此一個好的消波塊設計應考量以下幾點：1.能吸收、分散波浪水流之能量。2.塊體相互之組合良好，深具安定性。3.鋼模之組合拆卸便捷，混凝土塊製作容易，施工方便。4.節省材料、人力及施工時間，具高經濟性。5.重心低抗傾覆力大。6.契合性佳，安定性強。7.整齊美觀，搬運方便。又因為消波塊的功效並不只於海邊，尚有保護橋墩、保護河岸、攔沙石或是減緩流速等...都是消波塊重要的功能，故我們延伸了消波塊的用途，並進一步的實驗消波塊其在河流中的作用，其在河流中的優缺點如下：優點：(1)可保持水流速度一致性(2)整個河流時驗儀坡度其為水平(0度)缺點：(1)因使用抽水馬達故不能調整水流速度(2)水流速度變化不易測得且無法模擬實際的地形環境。

八、參考資料及其它 (一)、參考資料 1. 國中地科課本上冊第八章

九、評語 本作品以消波塊不同型式之排列判斷消波塊之阻波效能，具有創意並有實用價值符合香港聯校科展之主題。2. 顏仁鴻譯：應用數值分析。臺北，曉園出版社，1997。

(二)、其它 鳴謝：若沒有以下單位的協助，本實驗無法獲得這麼完美的結果！1. 欽岳實業股份有限公司 2. 凌克港灣股份有限公司 3. 伯杰企業股份有限公司 4. 臺灣治水工業股份有限公司 5. 久允興業股份有限公司 6. 岳達工業股份有限公司 7. 安川利水工業股份有限公司 8. 臺灣治水工業股份有限公司 9. 網路上中央、臺大、清大、成大、交大、淡江、文化等同好提供的意見在此一併謝過。10. 另感謝臺大海洋所陳教授、成大水利及海洋工程學系蔡教授的撥空指導。

附錄：消波塊在海邊、河流中的測試模型實驗照片

