

異型混凝土消波塊在臺灣防洪工程上 之應用評估

The Evaluations of Holtripod Concrete Blocks for Flood Control Projects in Taiwan

本會永久會員

魏 鵬 冀

Peng-chi Wei

一、前 言

防洪工程為減少洪水帶來之災害損失，提高洪水氾濫地區之土地利用。我國古代大禹治水，已盡防洪之能事。近世紀來，防洪工程隨着科技之進步，無論在試驗與理論研究，或實際設計與施工技術，均有長足之進展。近年來臺灣由於社會經濟之高度成長，政府為保護氾濫地區之人民生命財產安全，不惜鉅資，辦理各項防洪工程，保護及開發氾濫地區之水土資源。由於經濟社會之繁榮，傳統之治理河川工法，如鐵絲蛇籠工法，塊石混凝土護腳工法等，受社會環境變異之影響，致塊石採獲不易，專門技術工之難找等，故在施行上漸漸產生困難，須有替代工法以解決此困境，而使用於港口及海岸工之異型混凝土消波塊，經試用於治河工程上，但不解決了上述困境，亦合乎工程經濟原則。

二、異型混凝土消波塊之掘起

混凝土消波塊掘起於二次大戰。當時法國為阻擋德軍戰車之入侵法國本土，設計出一種菱形混凝土塊 (Tetrapod)，放置於各軍事據點，二次大戰後，法國為清除此些擋戰車之菱形混凝土塊，將之棄置於海岸地帶，結果發覺其具有高度消波或消能作用，乃廣汎推廣使用於海岸工程及港灣工事。臺灣水利及港灣界於二次大戰後，亦將之引進使用，並另取外號為「肉粽塊」。

日本為一海島國家，四面臨海，為保護海岸地區，乃仿照菱形消波塊之原理，設計出各種商用異形混凝土消波塊，申請獲取專利，並設計製造各種

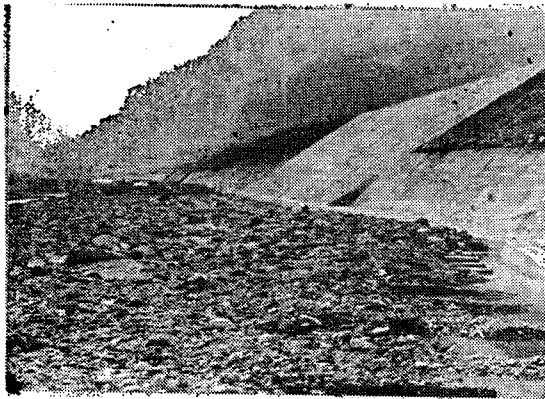
尺寸鐵模，租給海岸、港灣工程業務使用。此些獲專利之商用異型混凝土消波塊，相繼引入本省使用，因其消波效果較菱形塊佳，而逐漸取代菱形塊使用於海岸及港灣工程界。

三、臺灣防洪工程應用之評估

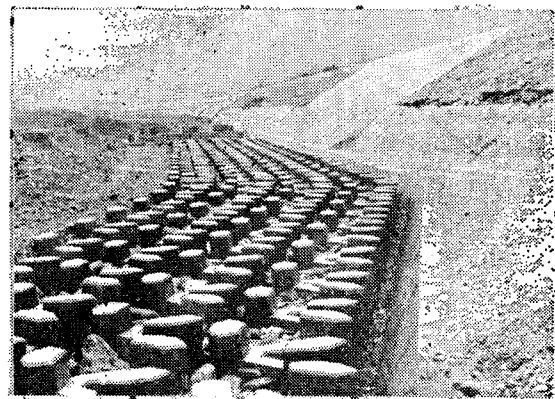
臺灣之河川大都源短流急，洪枯比值大，常常造成極大之洪氾問題，故防洪工程為臺灣之主要水利工程之一。臺灣傳統之河川工事，均用鉛絲蛇籠、方形或手鎗型混凝土塊，以及天然拋石來護基、護腳、固床及制水，此工法沿用甚久。近年來，由於社會環境之變異，致傳統之工法在執行時發生困擾，如蛇籠工之養成不易，工人之雇用困難，天然大塊石或取材過遠費時、費錢等，不易獲得，乃嘗試使用異形消波塊於河川工事，結果發覺效果奇佳。

茲以三腳空心鼎塊 (Holtripod) 使用於臺灣之防洪工程，評估其工程效果。

(一)此種塊體，堆積於填防前，可有相當之粗度，減少水流之能量，同時因有相當空隙，水流鑽入其間散亂干擾，分散水力，亦能大量消減能量，增加沙石淤積之機會，對護腳及保護堤身，甚為有效。如花蓮馬鞍溪導流堤 (圖一)、(圖二)，臺東縣卑南大溪臺東大堤 (圖三)、(圖四)，嘉義縣中埔鄉仁義潭導流堤 (圖五)、(圖六)，彰化縣芬園鄉芬園堤防 (圖七)、(圖八)，其護腳之效果經一、兩次大水後即見效。



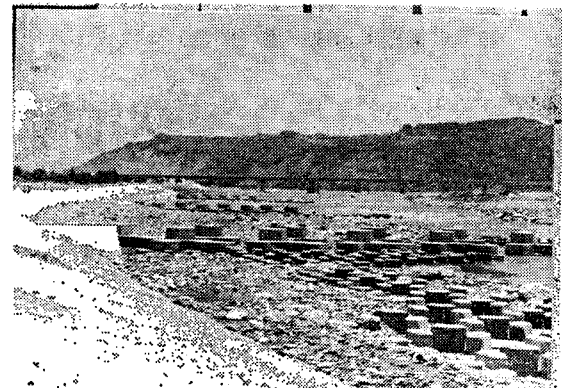
圖一 花蓮縣馬鞍溪導流堤（施工後）
70年4月底完工，70年5月12日攝



圖二 花蓮縣馬鞍溪導流堤（洪水過後）
經過70年5月底及7月中旬兩次颱風
後淤積情形。70年7月28日攝



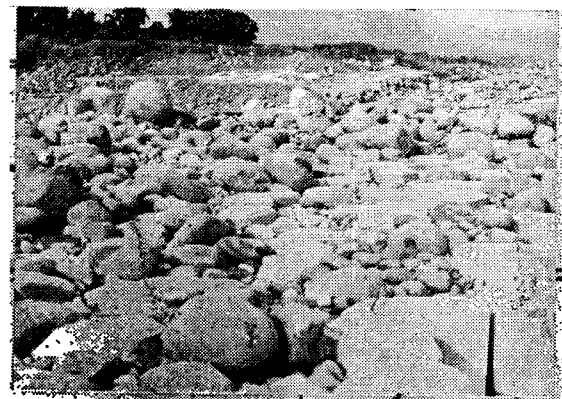
圖三 臺東縣卑南大溪臺東大堤（施工後）
70年5月初完工，70年5月13日攝



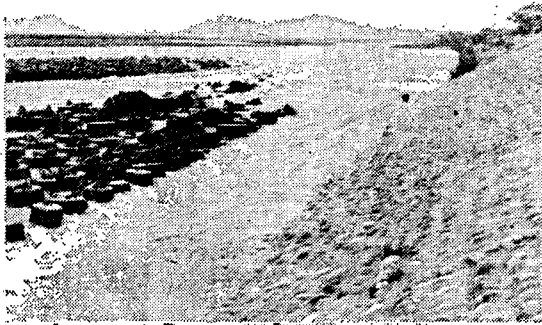
圖四 臺東縣卑南大溪臺東大堤（洪水過後）
經歷70年5月底及7月中旬兩次颱風
後淤積情形。70年7月28日攝



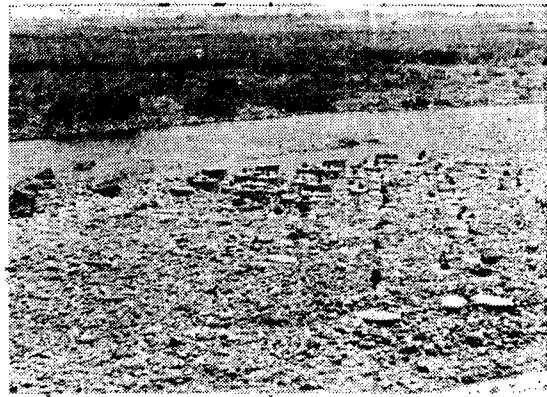
圖五 嘉義縣中埔鄉仁義潭導流堤（施工中）
70年3月攝



圖六 嘉義縣中埔鄉仁義潭導流堤（洪水過後）
經歷70年5月底及7月中旬兩次颱風
後淤積情形。70年7月30日攝



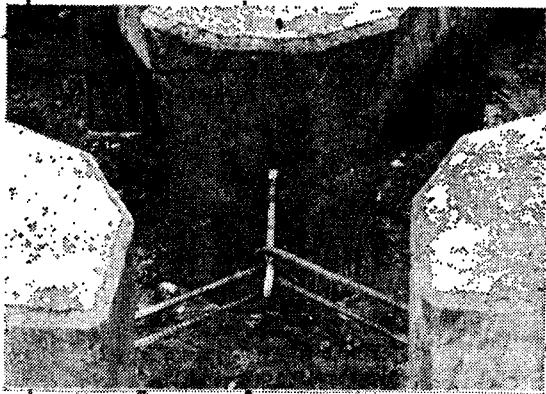
圖七 彰化縣芬園鄉芬園堤防（洪水急流中）
70年7月30日攝



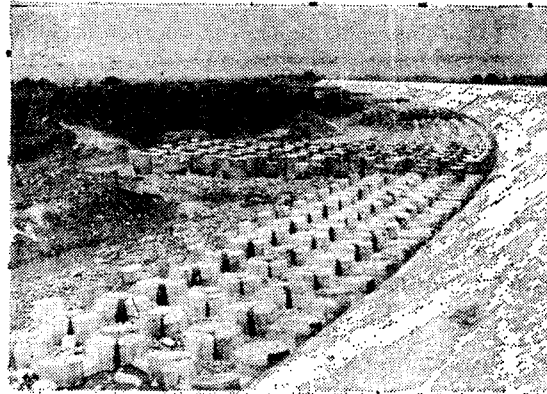
圖八 彰化縣芬園鄉芬園堤防（洪水過後）
67年5月完工，68年6月攝

(二)塊體具有相抗水冲重量，其相互之間有互鎖性 (Interlocking)，且可以相互契合，尤以鋼筋連結個體，連成一體 (圖九)，洪水不易冲

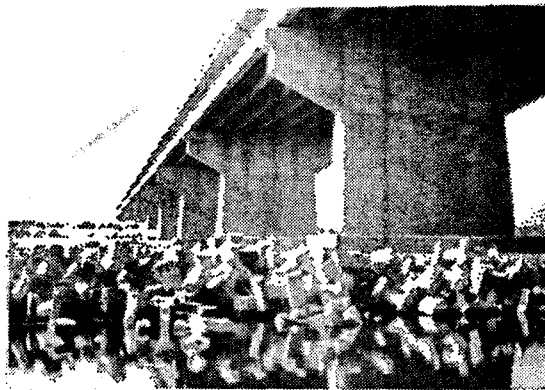
失，可作為丁壩 (圖十)，及公路橋保護橋墩之用 (圖十一)。



圖九 鼎型塊以鋼筋連結



圖十 濁水溪新虎尾堤防丁壩



圖十一 大肚溪公路橋橋墩保護

(二)合乎工程經濟原則。以三脚空心鼎塊與傳統之方塊，施工於堤防護腳之單價（每 100 公尺長每平方公尺之費用，見表一及圖十二~圖十六）比較，經各以叁種不同重量之塊體及兩種排法，同樣 2 噸重之塊體，鼎型塊 A 工法為

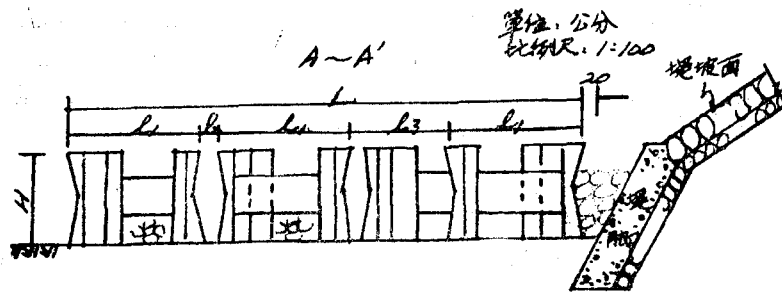
764.48元/m²，鼎型塊 B 工法為 688.58元/m²，而方塊 A 工法為 829.10元/m²，即以鼎型塊施工工程費較省。且鼎型塊高度 1.035^m 而方塊只有 0.6^m 其產生的效果以鼎型塊較優。

表一

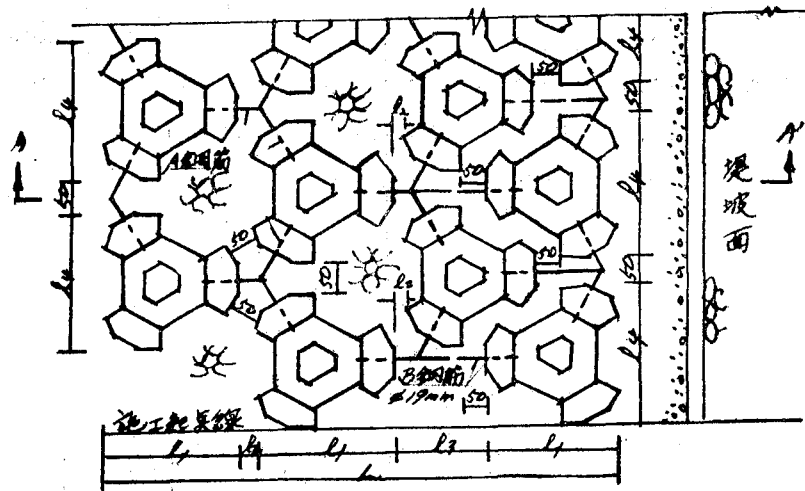
三脚空心鼎塊與方塊工法比較表

(100 公尺長)

項 目	鼎 塊 A 工 法			鼎 塊 B 工 法			方 塊 A 工 法		方塊B工法
	2 ^r 高度 H=1.035 重量 W=2.01 ^r	5 ^r H=1.417 W=5.15 ^r	7 ^r H=1.575 W=7.06 ^r	2 ^r H=1.035 W=2.01 ^r	5 ^r H=1.417 W=5.15 ^r	7 ^r H=1.575 W=7.06 ^r	2.0 ^m ×2.0 ^m ×0.5 ^r H=0.5 W=3.68 ^r	1.2 ^m ×1.2 ^m ×0.8 ^m H=0.6 W=1.99 ^r	1.2 ^m ×1.6 ^m ×0.8 ^m H=0.8 W=3.53 ^r
數 量	190個	148個	136個	190個	148個	136個	126個	335個	265個
混凝土 m ³	165.49	331.08	417.25	165.49	331.08	417.25	201.60	289.44	304.75
模板 鐵模 m ²	1,378.07	2,013.39	2,284.12	1,378.07	2,013.39	2,284.12			
木模 m ²							443.52	964.80	1,017.60
鋼筋 φ19m/m kg	3,655.60	4,047.80	3,784.20	3,357.30	3,673.36	3,419.04	3,185.28	2,009.28	3,793.66
拋石 m ³	44.65	74.16	88.90	66.98	111.24	133.35			
工 程 費									
混凝土 1,400元/m ³	231,686.00	463,512.00	584,150.00	231,686.00	463,512.00	384,150.00	282,240.00	405,216.00	426,650.00
模板 鐵模 70元/m ²	96,464.90	140,937.30	159,888.40	96,464.90	140,937.30	159,888.40			
木模 120元/m ²							53,222.40	115,776.00	122,112.00
鋼筋 22元/kg	80,423.20	89,051.60	83,252.40	73,860.60	80,813.92	75,218.88	70,076.16	44,204.16	83,460.52
拋石 350元/m ³	15,627.50	25,956.00	31,115.00	23,443.00	38,934.00	46,672.50			
其(包括澆置 他(養生器具損耗)	57,876.95	87,199.10	100,228.50	57,788.50	87,295.38	100,101.32	16,561.44	31,758.00	28,938.00
合 計	482,078.55	806,656.00	958,634.30	483,243.00	811,492.60	966,031.10	422,100.00	596,954.16	661,160.52
所佔面積 m ²	630.60	812.80	888.30	701.80	912.30	1,007.90	680.00	720.00	720.00
每平方公尺費用	764.48	992.44	1,079.18	688.58	889.50	958.46	620.74	829.10	918.28

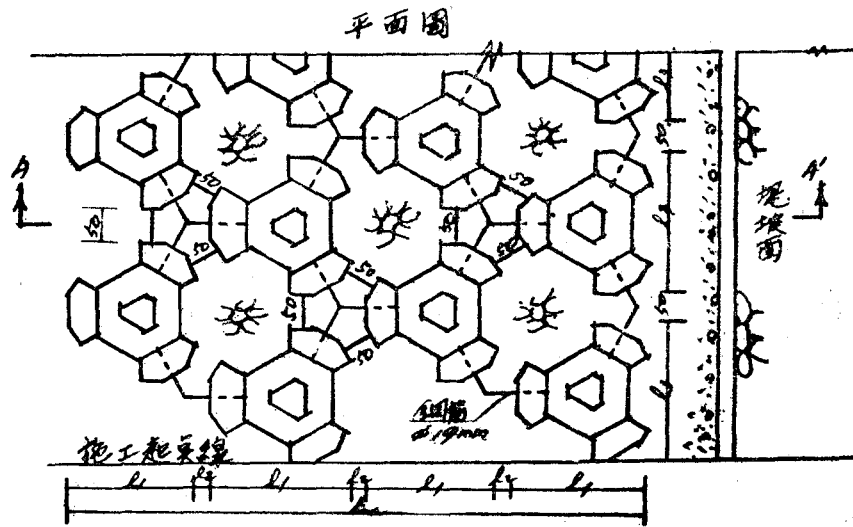
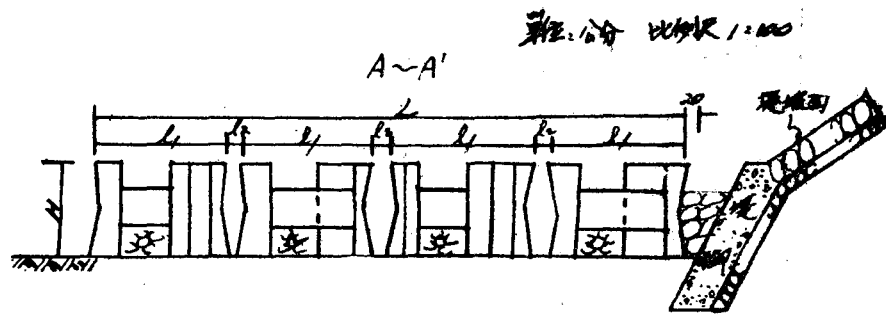


平面圖



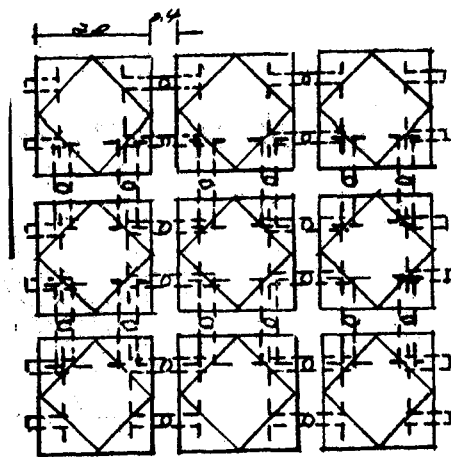
型式 (Ton)	各種排列尺寸						A 鋼筋		B 鋼筋	
	H	L	l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	每支長度	l_5	每支長度
2	103.5	630.6	153.4	29.4	141.0	161.0	40.1	262.9	110.2	403.2
5	141.8	812.8	210.0	24.1	158.7	220.5	44.2	271.3	127.1	437.0
7	157.5	888.3	233.4	22.1	166.0	245.5	46.0	274.7	134.1	450.9

圖十二 鼎型塊 A 工法



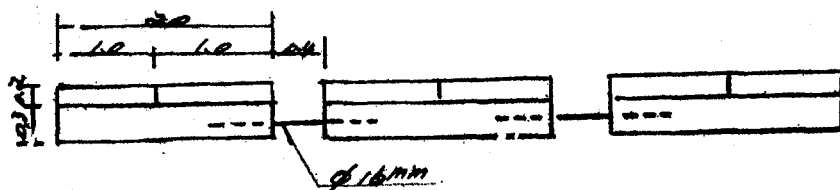
型式 (Ton)	各種排列尺寸					鋼筋	
	H	L	l_1	l_2	l_3	l_4	每支長度
2	103.5	701.8	153.4	29.4	161.0	40.1	262.9
5	141.8	912.3	210.0	24.1	220.5	44.2	271.3
7	157.5	1007.9	235.4	22.1	245.5	46.0	274.7

圖十三 鼎型塊 B 工法



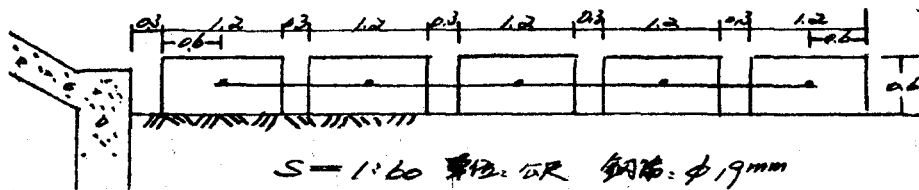
連接鋼筋配置圖

S = 1:100

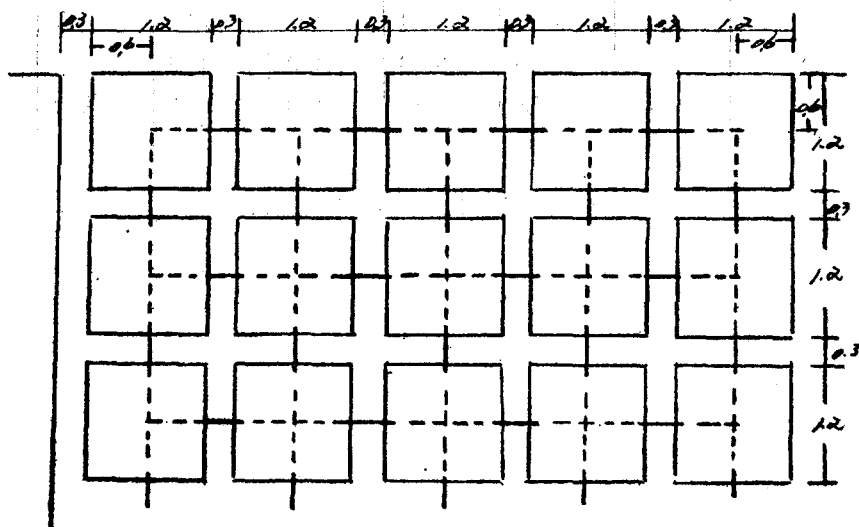


護脚混凝土塊剖面圖 S=1:50

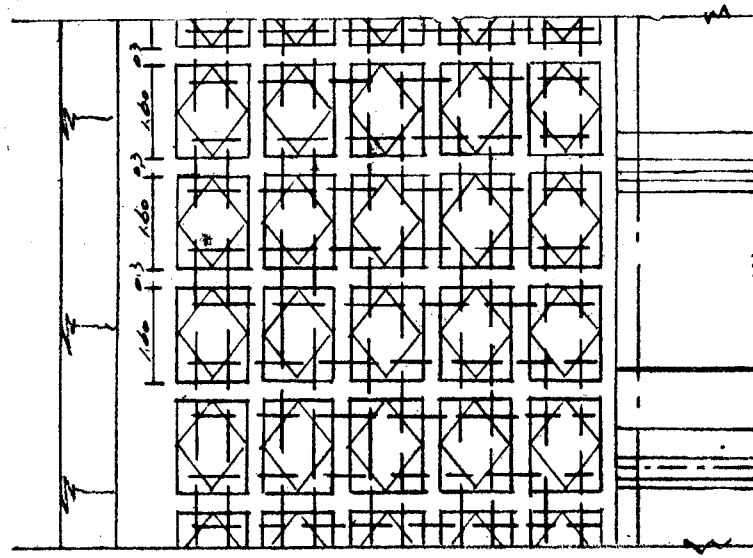
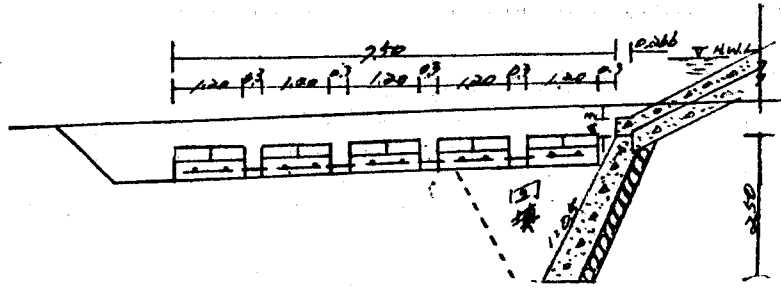
圖十四 方塊A工法 2.0m×2.0m×0.5m



S=1:60 12# HR 鋼筋: φ19mm



圖十五 方塊A工法: 1.2m×1.2m×0.6m



圖十六 方塊B工法 1.2m×1.6m×0.8m

此種塊體設計可依河川及河床之性質，選用不同重量之塊體，發揮防洪作用，確保工程效果。

(1) 依河川流速選用鼎塊重量如下：

1m/sec	1 ^T 以下
2m/sec	1~2 ^T
3m/sec	2~5 ^T
4m/sec	5~7 ^T
5m/sec	7~10 ^T
6m/sec	10 ^T 以上

(2) 依河床土質選用鼎塊重量如下：

小石	1 ^T 以下
卵石 (徑 20cm 以下)	1~2 ^T
卵石 (徑 30cm 以下)	2~5 ^T
卵石 (徑 50cm 以下)	5~7 ^T

塊石 (徑 50cm 以上) 7^T以上

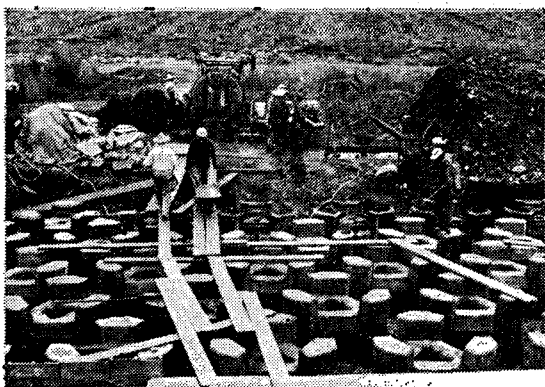
(3) 依河床坡度選用鼎塊重量如下：

1/1,500 以下	1 ^T 以下
1/1,500~1/1,000	1~2 ^T
1/1,000~1/500	2~5 ^T
1/500~1/100	5~7 ^T
1/100 以上	7 ^T 以上

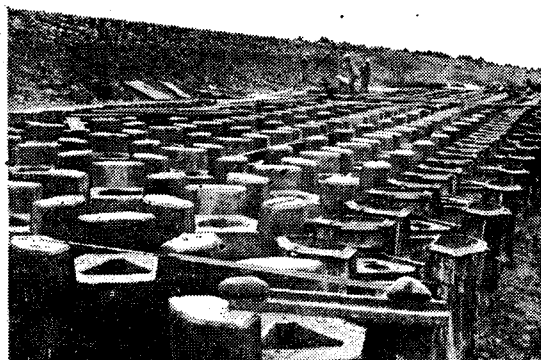
(四) 施工容易，不必搬運。除了特殊地形，鼎型塊必需層積或亂積時，在附近空地預製塊體，再用吊車吊放外，一般用於河川工程之堤防護基、護腳、固床、制水等，係以單層排列，鼎型塊製作之鐵模直接置於鼎塊放置位置澆灌塊體，不必搬運，可節省吊放費用。鐵模組拆便捷，一般工人均可辦到，不必特殊訓練之技術工 (如編蛇籠……等。) 不但工程可順利進行，

而且解決以往因工地吊車無法到達而施工困難之問

題。(圖十七、圖十八)



圖十七 宜蘭縣員山鄉員山堤防(施工中)



圖十八 鼎塊鐵模直接置於鼎塊放置位置澆灌塊體

四、結 論

各種異型消波塊應用於海岸及港灣工程，本省已有相當之績效，但應用於河川工事正在試驗階段，由過去幾年使用之結果，其工程效果較傳統式之工法為佳。尤其今後臺灣因社會經濟之進步，各種

河川工事之技術工不易養成及難找之情形下，異型混凝土消波塊將是最佳之治河工法。本文係以三腳空心鼎塊，使用於本省防洪工程之效果，作一報導，至於排列法是否適當，咸盼工程界先進，不吝指正，以求真善美之境界。

專營土木、水利、建築等工程

淳哲營造有限公司

負責人：王 順 德

地 址：臺南市裕農路六八一巷四〇弄三七號

電 話：(〇六二) 三五〇六二〇
三六三二九六