

第七章 主要結構物標準斷面與施工計畫

一、大膽島客運碼頭

(一) 主要結構物標準斷面研擬

1. 主要設計條件

參考國內「港灣構造物設計標準」、「港灣構造物設計基準」及日本「港灣の設施の技術上の基準・同解説」等設計規範，摘錄大膽島碼頭斷面研擬之基準條件如下：

(1) 船型條件

本計畫以現有大小金門客運最大船型(即太武號)為目標船型，其船型條件如表 7-1 所示。

表7-1 本計畫碼頭目標船型條件

船名	總噸位 (ton)	船長 (m)	船寬 (m)	吃水深 (m)	設計水深 (m)	工址水深 (m)
太武號	198.0	28.99	8.2	2.49	-4.0	+2 ~ -4

(2) 設計水位

大膽島並無實測潮位資料，本計畫採水頭港區之潮位資料(築港高程系統)，暴潮位為+6.63m，潮位如表 7-2 所示。

表7-2 本計畫設計潮位資料

最高潮位	HHWL	6.30m
大潮平均高潮位	H.W.O.S.T	5.38m
平均高潮位	MHWL	4.97m
平均潮位	MWL	3.14m
平均低潮位	MLWL	1.38m
大潮平均低潮位	L.W.O.S.T	0.89m
港灣基準水位	CDL	0.07m

(3) 波浪條件

大膽碼頭結構以颱風波浪影響最大，本計畫參考金門縣港務處「水頭港及九宮港遊憩船基地細部規劃」報告(104年9月)，依井島武士及湯麟武博士之理論推算之颱風波浪，其中以 NE

向波浪對本計畫區影響較大，其 50 年迴歸期颱風波浪為波高 7.1m、週期 11.2sec，作為本計畫設計結構物之設計波浪條件。

(4)地質概況

本計畫並無實際之鑽探資料，但從現場勘查知，大膽島碼頭計畫區附近可見岩石塊林立，並無明顯之泥沙覆蓋，計畫區應屬承载力佳之岩石地質。而依據地質震測資料顯示，計畫區於水深-5m 以淺底床表層約有 1m 厚度之沉積層，沉積層以下即為岩盤地質。

(5)地震條件

依據最新港灣構造物設計規範，設計震度 $K_h=0.4 \times S_s^D \times F_a \times I \div 2$ ，其中 S_s^D 為震區水平譜加速度係數，金門地區為 0.5； F_a 為放大係數，本計畫區地質為堅實地盤，屬第一類地盤，放大係數為 1； I 為用途係數，因大膽島碼頭設施破壞後對島域結構並無直接之嚴重影響，故用途係數採 1。因此，大膽島設計震度採 $K_h=0.1$ ($0.4 \times 0.5 \times 1 \times 1 \div 2 = 0.1$)。

2.碼頭斷面研擬

(1)碼頭結構型式建議

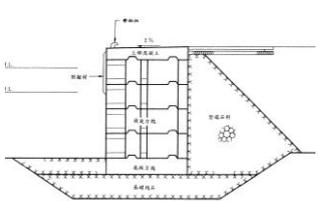
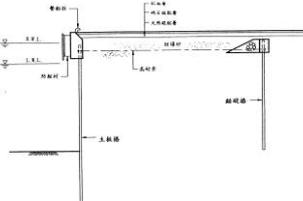
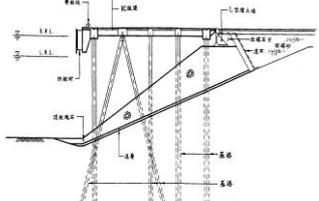
A.固定式碼頭

一般碼頭型式受自然環境、現況、工程條件等因素限制，須因地制宜選擇適合本區環境之型式，常用之碼頭結構斷面依其結構型式大致分為重力式、版樁式、棧橋式等主要型式，優缺點如表 7-3 所示。就碼頭型式之適用條件而言，版樁式及棧橋式斷面較適合於軟弱地質，而大膽碼頭工址地質屬岩石地質，基礎承载力應屬良好，因此，較適合之碼頭型式為重力式，至於板樁式或基樁型式因需克服岩盤，樁基礎施作難度較重力式高，故不建議採用。

另重力式依型式又可分為重力方塊式及沉箱式兩種，一

般沉箱式結構多用於大水深水域，且需有足夠的沉箱製作場地及拖放船機，施工時需較大範圍的沉箱基礎開挖，拖航時亦需較大的水深需求，而本工址水深最深僅約-4.0m，且工址地形近斜向陡坡，基礎炸挖範圍較大，又鄰近區域缺乏沉箱製作場地，未來須於水頭港區施作，再拖航至大膽島工址安放，並需抽砂回填；方塊式碼頭所需較大的混凝土預鑄塊製作及儲放場地，可利用適當地點作為施工場地再運抵工址，且可採端進法施工，因此，採沉箱式結構受施工場地、天候及海象影響的機率遠較方塊式結構高，施工難度亦較高，因此，本計畫初步建議大膽碼頭採重力方塊式結構。

表7-3 各種型式碼頭之特性及優缺點比較表

型式	重力式	板樁式	棧橋式
參考斷面			
適用條件	<ol style="list-style-type: none"> 1.基礎良好之處 2.潮差大之港口 	<ol style="list-style-type: none"> 1.一般地盤 	<ol style="list-style-type: none"> 1.一般地盤或耐震結構
優點	<ol style="list-style-type: none"> 1.堅固耐用使用年限長 2.可採階梯式，方便上下船 3.階梯式具減少反射波增加穩靜 	<ol style="list-style-type: none"> 1.材料及施工設備簡單 	<ol style="list-style-type: none"> 1.不妨礙水流，反射波小
缺點	<ol style="list-style-type: none"> 1.水深大時土壓亦大 	<ol style="list-style-type: none"> 1.岩石地盤打設困難或無法施工 2.使用鋼板樁需防蝕 3.使用混凝土板樁易因施工而有漏砂之虞 4.岸壁反射波大 5.回填土層壓密時間長或須辦理地改 	<ol style="list-style-type: none"> 1.岩石地盤(尤其斜樁)打設困難或無法施工 2.工程費較高 3.小船舶潮差大易進入鼻樑下方產生危險
建議	●		

B. 浮動式碼頭

浮動碼頭結構系統與材質約可分為塑膠製系統、混凝土製系統及鋼鐵製系統等三類。一般而言，塑膠製浮動碼頭系統之優點為質量輕、造價低、維修與更換均容易，缺點為使用年限短、易脆化、不耐衝擊力。

混凝土製浮動碼頭系統之優點在於使用年限長、耐衝擊，如施工精確完成後幾乎無須維修，缺點為呆重大、吃水深、不適宜水深較淺之水域，而混凝土浮箱施工技術性高，須專業性廠商配合施工，如施工有所缺失，完成後幾乎無法修補，另現今之混凝土製浮動碼頭系統大多為專利產品。鋼鐵製浮動碼頭系統之優點在於耐衝擊力、使用年限長、質量介於塑膠與混凝土間，可經由適當之設計控制吃水與乾舷，其缺點為易生銹與滋生介殼類附著生物，故須作經常性保養。

浮動碼頭一般常用製作材質優缺點比較列表，如表 7-4 所示。考量本碼頭未來使用之最大船型為 198 噸的太武號，且應具一定耐浪性，故採用之具備耐衝擊力，且適用於穩靜稍不足的開放水域，故本計畫建議採耐浪佳且施工容易之鋼製浮箱為浮動碼頭主體，目前大小金門交通船碼頭在水頭碼頭及九宮碼頭皆採用鋼製浮箱作浮動碼頭主體，如圖 7-1 所示。

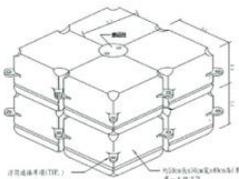
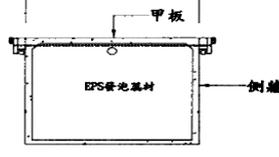
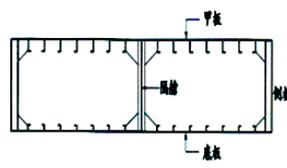


水頭交通船碼頭

九宮交通船碼頭

圖7-1 大小金門交通船浮動碼頭照片圖

表7-4 浮動碼頭製作材質優缺點比較表

材質	塑膠浮筒	混凝土製浮箱	鋼製浮台
參考圖			
實例			
優點	<ul style="list-style-type: none"> ●質量輕 ●造價低 ●維修與更換均容易 	<ul style="list-style-type: none"> ●使用年限長 ●耐衝擊 	<ul style="list-style-type: none"> ●耐衝擊力 ●使用年限長 ●質量界於塑膠與混凝土間，可經由適當之設計控制吃水與乾舷 ●本案可採海上直接拖航至本工區 ●結構自成獨立單元，浪大可維持安定 ●可配合本案需要尺寸製作單元體
缺點	<ul style="list-style-type: none"> ●年限短 ●不耐衝擊力 ●遇颱風時宜吊起，以避免損壞 ●大膽碼頭無外廓遮蔽西側海域，浪大時，每單元易隨波浪起伏，導致銜接處損壞 ●浮筒材質易受日曬導致脆化 	<ul style="list-style-type: none"> ●呆重大 ●吃水深 ●如施工有所缺失，完成後幾乎無法修補 ●現今之混凝土製浮動碼頭連結系統多為專利產品 ●施工技術性高，須專業性廠商配合施工 ●大膽碼頭腹地小，成品須由海上運輸，上下岸吊放較困難 	<ul style="list-style-type: none"> ●造價高 ●易生銹與滋生附著生物，故須作經常性保養
適用環境條件	<ul style="list-style-type: none"> ●適合穩靜度佳及水深小之水域 ●較適合遊艇碼頭使用 ●大膽碼頭水域仍受波浪影響，不適合此塑膠浮筒式 	<ul style="list-style-type: none"> ●適合穩靜度佳水域，適合遊艇碼頭使用 ●大膽碼頭水域仍受波浪影響，不適合此混凝土式 	<ul style="list-style-type: none"> ●穩靜度尚可之開放水域 ●船隻較大(約 20 噸以上船型)
建議			●

(2) 碼頭最適斷面建議

大膽碼頭工址區位如圖 7-2 所示，茲將工址斷面分為防波堤兼碼頭、碼頭及浮動碼頭說明如下：



圖7-2 大膽碼頭各堤址斷面區位圖

A. 防波堤兼碼頭

防波堤兼碼頭位於最前端之轉折段，主要為阻擋東側波浪影響內側碼頭泊區的水域穩靜，具有防波堤的功能，內側並兼作碼頭使用，結構採用重力式方塊堆疊而成，考量重力式方塊碼頭具堤體堅固耐用及施工便利之特性，尤其在大膽島施工場地規模不大，可於金門島覓得較開闊的製作及儲存場地，於天候及海象許可下，以平台船運抵大膽島進行吊放，以減少大膽島施工場地不易覓得的情況。

考量施工運搬困難性，單一預鑄混凝土型塊量體不宜過大，故結構上以 6 層各型式預鑄方塊堆疊而成，施工上以機具開鑿或炸藥爆破方式將現有海底岩盤開鑿至 E.L.-5.5m，再拋放 1.0m 厚之 10~100kg 塊石作為基礎，經整平整坡後，逐

層吊排各型式預鑄方塊，最上層以現場澆置 2.0m 厚之堤面及胸牆混凝土，築成一重力式直立堤主體，內側堤基吊排 3 排護基方塊，堤體內側設置繫船柱及防舷材，外側拋放塊石及消波塊至出水面，堤體寬度為 12m，碼頭面高程為+7.0m，防波堤兼碼頭結構斷面如圖 7-3 所示，含堤頭處理概估每公尺工程費為 166.5 萬元。

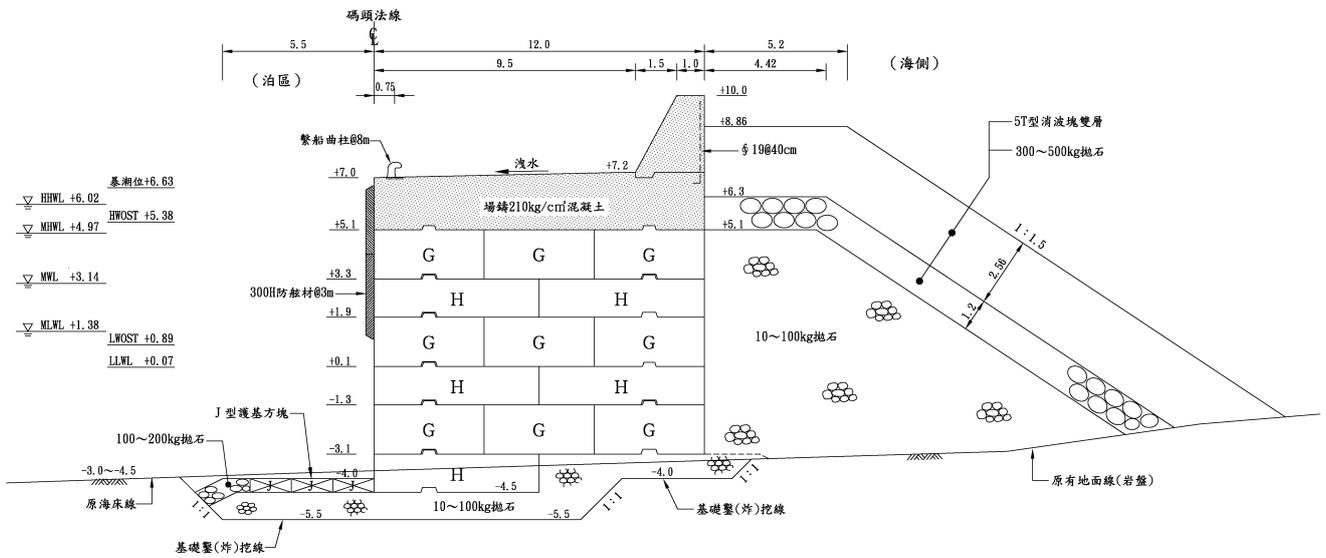


圖7-3 大膽防波堤兼碼頭標準斷面(A-A)構想圖

B. 碼頭

碼頭位於內側段，因後側接鄰現有突岬岩壁，故於碼頭後側與岩壁之間填築新生地，填築土方係由基礎浚挖土方回填，新生地西側為碼頭結構、東側為防波堤型式，碼頭部分以方塊 4~5 層堆疊構成，施工上以機具開鑿或炸藥爆破方式將現有海底岩盤開鑿至 E.L.-5.0m，再拋放 10~100kg 塊石作為基礎，經整平整坡後，逐層吊排各型式預鑄方塊，最上層以現場澆置 2.8m 厚之堤面混凝土，內側堤基吊排 1 排護基方塊；防波堤部分依地形拋放基礎石料，經整平整坡後，再吊排 1 層預鑄方塊，上層再以現場澆置堤面混凝土及胸牆，堤

體外側接鄰岩壁處以混凝土澆置並設置胸牆，胸牆外側將視地形拋置消波塊，碼頭結構如圖 7-4、7-5、7-6 所示，概估每公尺工程費分別為 95.1、152 及 122 萬元。

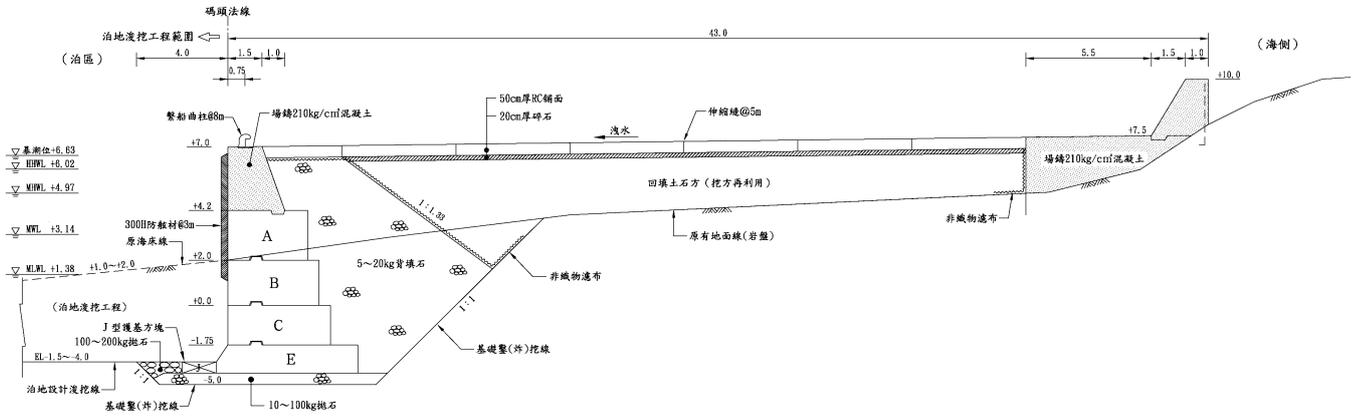


圖 7-4 大膽碼頭標準斷面(B1-B1)構想圖

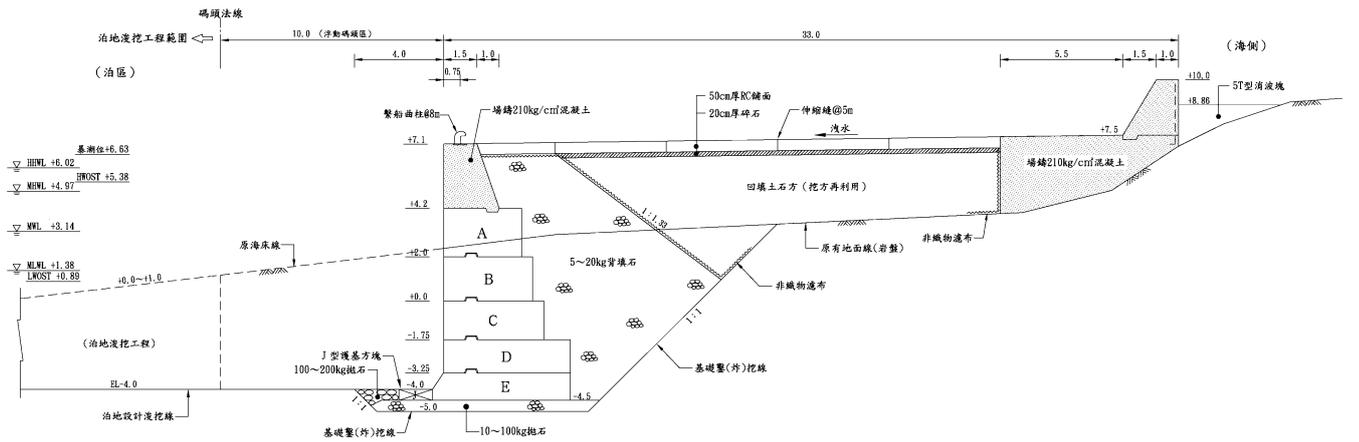


圖 7-5 大膽碼頭標準斷面(B2-B2)構想圖

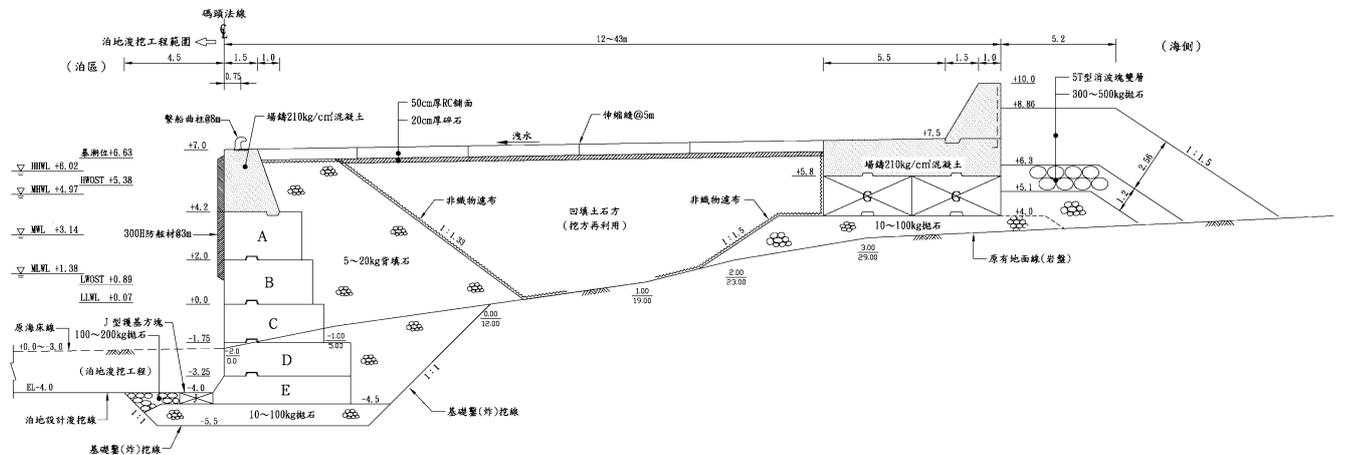


圖 7-6 大膽碼頭標準斷面(B3-B3)構想圖

C. 浮動碼頭

浮動碼頭坐落於碼頭內凹段內，兩側以鋼管樁固定，並有引橋聯繫陸域，方便旅客安全上下船。初步構想浮箱體長 22m、寬 8m、高 2m，如圖 7-7；鋼管樁採樁徑 900mm、樁厚 25mm，基樁入岩長度 3m，樁頂高程取+11m，樁長估計為 18m，惟實際長度仍應視未來設計階段之地質鑽探結果而定。概估本浮動碼頭工程費為 3,130 萬元。

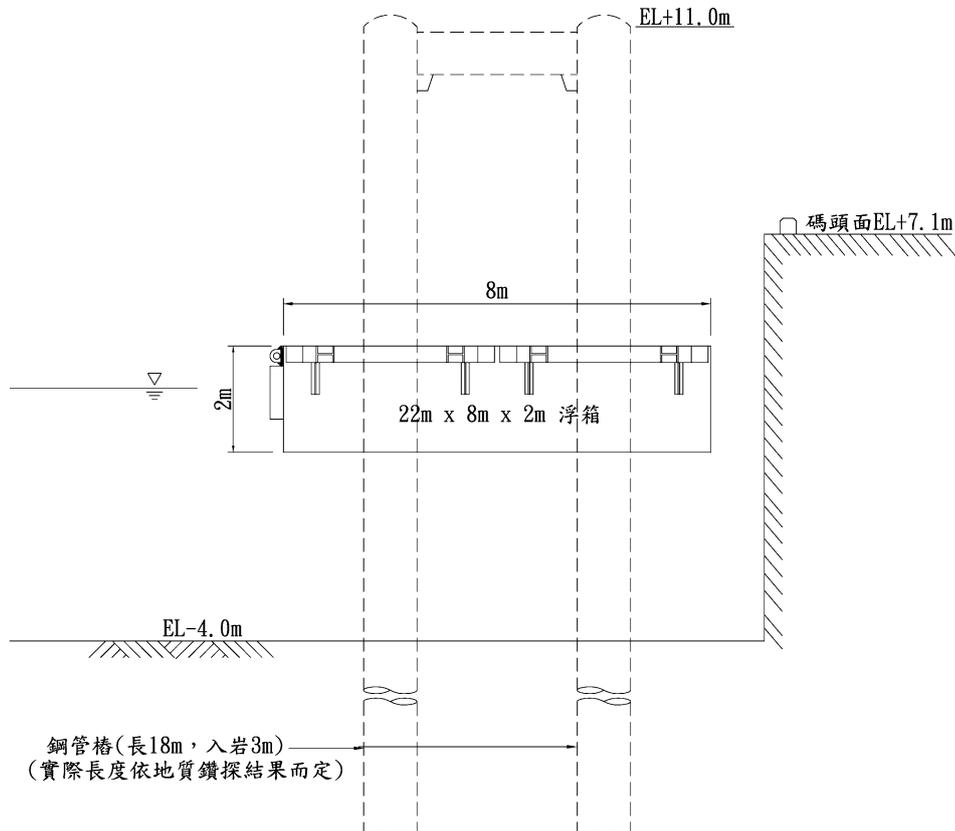


圖7-7 大膽浮動碼頭標準斷面(C-C)構想圖

(二) 工程經費概估

依據大膽島定案配置，本計畫主要工程項目包括防波堤兼碼頭工程、碼頭工程、浮動碼頭工程及泊地疏浚工程，茲依各斷面數量編製工程單價及工程總價如下。

1. 工程單價

(1) 防波堤兼碼頭工程

防波堤兼碼頭總長 40m，包括堤頭端之處理估算每公尺單價為 166.5 萬元，如表 7-5。

表 7-5 大膽防波堤兼碼頭工程每米單價表

項次	項目及說明	單位	數量	單價(元)	複價(元)
1	混凝土	M ³	29.10	3,000	87,300
2	模板	M ²	13.30	550	7,315
3	伸縮縫	M ²	2.90	120	348
4	鋼筋	KG	23.00	32	736
5	G 型方塊製作堆置及吊放	塊	4.50	66,910	301,095
6	H 型方塊製作堆置及吊放	塊	2.50	78,470	196,175
7	J 型方塊製作堆置及吊放	塊	1.50	8,160	12,240
8	橡膠防舷材，H=300mm	組	0.34	190,000	64,600
9	繫船柱，曲柱	座	0.13	37,500	4,875
10	5 t 消波塊製作	塊	11.20	7,950	89,040
11	5 t 消波塊吊放	塊	11.20	1,440	16,128
12	10~100kg 石料及拋放	M ³	104.00	1,380	143,520
13	100~300kg 石料及拋放	M ³	1.20	1,380	1,656
14	300~500kg 石料及拋放	M ³	23.00	1,380	31,740
15	水中炸(挖)岩方	M ³	36.00	3,400	122,400
16	水中整平整坡	m ²	60.00	120	7,200
17	土石方近運回填	M ³	36.00	80	2,880
18	堤頭處理	處	0.0250	3,650,000	91,250
19	船運費	T	605.00	800	484,000
20	零星工料	式	1.00	502	502
小計					1,665,000

(2)碼頭工程

碼頭依寬度分為三段，計 110m，包括起始段 20m、中間內凹段 40m 及前端段 50m，估算每公尺單價分別為 95.1、152 及 122 萬元，如表 7-6~7-8。

表7-6 碼頭工程(一)每米單價表

項次	項目及說明	單位	數量	單價(元)	複價(元)
1	50CM厚鋼筋混凝土鋪面	M ²	33.50	2,010	67,335
2	20CM厚碎石及鋪設費	M ³	6.00	1,480	8,880
3	混凝土	M ³	22.00	3,000	66,000
4	模板	M ²	17.00	550	9,350
5	伸縮縫	M ²	2.20	120	264
6	5~20kg石料及拋放	M ³	49.00	1,380	67,620
7	10~100kg石料及拋放	M ³	5.00	1,380	6,900
8	100~300kg石料及拋放	M ³	1.00	1,380	1,380
9	A型方塊製作堆置及吊放	塊	0.50	70,320	35,160
10	B型方塊製作堆置及吊放	塊	0.50	73,950	36,975
11	C型方塊製作堆置及吊放	塊	0.50	72,930	36,465
12	E型方塊製作堆置及吊放	塊	0.50	76,220	38,110
13	J型方塊製作堆置及吊放	塊	0.50	8,160	4,080
14	襯墊鋪設	M ²	17.00	115	1,955
15	水中炸(挖)岩方	M ³	80.00	3,400	272,000
16	繫船柱，曲柱	座	0.13	37,500	4,875
17	橡膠防舷材，H=300mm	組	0.34	190,000	64,600
18	水中整平整坡	M ²	24.00	120	2,880
19	土石方近運回填	M ³	80.00	80	6,400
20	船運費	T	274.00	800	219,200
21	零星工料	式	1.00	571	571
小計					951,000

表7-7 碼頭工程(二)每米單價表

項次	項目及說明	單位	數量	單價(元)	複價(元)
1	50CM厚鋼筋混凝土鋪面	M ²	23.50	2,010	47,235
2	20CM厚碎石及鋪設費	M ³	4.00	1,480	5,920
3	混凝土	M ³	31.00	3,000	93,000
4	模板	M ²	19.30	550	10,615
5	伸縮縫	M ²	3.10	120	372
6	5~20kg石料及拋放	M ³	59.00	1,380	81,420
7	10~100kg石料及拋放	M ³	5.00	1,380	6,900
8	100~300kg石料及拋放	M ³	1.00	1,380	1,380
9	A型方塊製作堆置及吊放	塊	0.50	70,320	35,160
10	B型方塊製作堆置及吊放	塊	0.50	73,950	36,975
11	C型方塊製作堆置及吊放	塊	0.50	72,930	36,465
12	D型方塊製作堆置及吊放	塊	0.50	79,610	39,805
13	E型方塊製作堆置及吊放	塊	0.50	76,220	38,110
14	J型方塊製作堆置及吊放	塊	0.50	8,160	4,080
15	襯墊鋪設	M ²	19.00	115	2,185
16	水中炸(挖)岩方	M ³	176.00	3,400	598,400
17	繫船柱, 曲柱	座	0.13	37,500	4,875
18	5t消波塊製作	塊	0.80	7,950	6,360
19	5t消波塊製作吊放	塊	0.80	1,440	1,152
20	水中整平整坡	M ²	25.00	120	3,000
21	土石方近運回填	M ³	176.00	80	14,080
22	鋼筋	KG	23.00	32	736
23	轉角銜接段處理	M	0.50	264,000	132,000
24	船運費	T	399.00	800	319,200
25	零星工料	式	1.00	575	575
小計					1,520,000

表7-8 碼頭工程(三) 每米單價表

項次	項目及說明	單位	數量	單價(元)	複價(元)
1	50CM厚鋼筋混凝土鋪面	M ²	25.50	2,010	51,255
2	20CM厚碎石及鋪設費	M ³	4.40	1,480	6,512
3	混凝土	M ³	24.00	3,000	72,000
4	模板	M ²	17.70	550	9,735
5	伸縮縫	M ²	2.40	120	288
6	5~20kg石料及拋放	M ³	62.00	1,380	85,560
7	10~100kg石料及拋放	M ³	33.00	1,380	45,540
8	100~300kg石料及拋放	M ³	1.40	1,380	1,932
9	300~500kg石料及拋放	M ³	9.50	1,380	13,110
10	A型方塊製作堆置及吊放	塊	0.50	70,320	35,160
11	B型方塊製作堆置及吊放	塊	0.50	73,950	36,975
12	C型方塊製作堆置及吊放	塊	0.50	72,930	36,465
13	D型方塊製作堆置及吊放	塊	0.50	79,610	39,805
14	E型方塊製作堆置及吊放	塊	0.50	76,220	38,110
15	J型方塊製作堆置及吊放	塊	0.50	8,160	4,080
16	G型方塊製作堆置及吊放	塊	1.00	66,910	66,910
17	襯墊鋪設	M ²	27.00	115	3,105
18	水中炸(挖)岩方	M ³	55.00	3,400	187,000
19	繫船柱，曲柱	座	0.13	37,500	4,875
20	橡膠防舷材，H=300mm	組	0.34	190,000	64,600
21	5t消波塊製作	塊	5.90	7,950	46,905
22	5t消波塊製作吊放	塊	5.90	1,440	8,496
23	水中整平整坡	M ²	55.00	120	6,600
24	土石方近運回填	M ³	55.00	80	4,400
25	鋼筋	KG	23.00	32	736
26	船運費	T	439.00	800	351,200
27	零星工料	式	1.00	646	646
小計					1,222,000

(3) 浮動碼頭工程

浮動碼頭主要組成包括浮箱 1 座、鋼管樁 8 支、引橋 1 座及附屬設施等，初步估算經費計 3,130 萬元，如表 7-9。

表7-9 浮動碼頭工程經費表

項次	項目及說明	單位	數量	單價(元)	複價(元)
1	鋼管樁打設	支	8	900,000	7,200,000
2	鋼材(鋼管樁加工、塗裝、運輸)	T	160	46,200	7,392,000
3	鋁陽極塊(鋼管基樁用)及安裝	塊	16	20,000	320,000
4	鋼材(連接樑加工、運輸、組立、鍍鋅及油漆、螺栓)	T	18	61,000	1,098,000
5	22×8×2m 浮箱工程	座	1	12,000,000	12,000,000
6	人行引橋製作及架設	座	1	2,000,000	2,000,000
7	岩盤探測費	式	1	1,000,000	1,000,000
8	船運費(大膽島)	T	200	800	160,000
9	零星工料	式	1	130,000	130,000
小計					31,300,000

(4) 泊地疏浚工程

本碼頭泊地現有水深約+2m ~ -4m，計畫浚深至-4.0m，初估岩石挖方約 16,440m³，土石方約 6,290m³，廢方將作為碼頭後側填方使用，工程經費約 5,878 萬元，如表 7-10。

表7-10 泊地疏浚工程經費表

項次	項目及說明	單位	數量	單價(元)	複價(元)
1	基礎挖土石方(水中)	M ³	16,440.00	3,400	55,896,000
2	水中炸(挖)岩方	M ³	6,290.00	160	1,006,400
3	土石方近運回填	M ³	22,730.00	80	1,818,400
4	零星工料	式	1.00	59,200	59,200
小計					58,780,000

2. 工程經費估算

依據前述單價，本工程總價概估為 39,000 萬元，如表 7-11。

表7-11 大膽島增設客運碼頭工程總經費概估表

項次	項目及說明	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
壹	發包工程費					
甲	大膽島客運碼頭增建工程					
一	碼頭工程(一)	M	20	951,000	19,020,000	
二	碼頭工程(二)	M	40	1,520,000	60,800,000	
三	碼頭工程(三)	M	50	1,222,000	61,100,000	
四	防波堤兼碼頭工程(含堤頭部)	M	40	1,665,000	66,600,000	
五	浮動碼頭工程	式	1	31,300,000	31,300,000	
六	泊地疏浚工程	式	1	58,780,000	58,780,000	
	合計(甲一~甲六)				297,600,000	
乙	雜項工程	式	1	8,400,000	8,400,000	約 3%
	合計(甲~乙)				306,000,000	
丙	包商利稅、保險、品管、勞安、及營業稅	式	1	52,000,000	52,000,000	約 17%
	合計(甲~丙)				358,000,000	
貳	間接工作費					
甲	工程管理、設計監造及空污費	式	1	32,000,000	32,000,000	約 9%
	總計				390,000,000	

(三) 施工計畫初擬

1. 施工條件

港灣工程之施工與自然環境有密切關聯，無論施工機具種類選擇或船機動員規模，均受天候及海象條件影響，其中又以海象條件比氣象條件更具影響性。考量金門地區之漲退潮水位差異大，且考量本計畫之工址水深條件，若全以海上施工將受潮位限制而影響施工時間，故應以陸域向海側採端進法方式為主，而輔以海上機具配合施工，且本工址為離島，施工所需的預鑄混凝土型塊及其它施工材料運補均以海運為主，因此，本工程施工與海象最為關係密切，故允許海上施工作業波高之條件限制，乃為施工之重要影響因子。

2. 可工作天估算

(1) 海域工程

影響海上施工之自然條件為氣象、海象兩類；氣象條件為風、雨、霧三種，海象條件為波浪、海流，由於海流狀況影響船機工作較小，僅對於材料之損失及工作效率之影響較顯著，故施工時可不考慮海流對工作限制。當氣象條件超出限度時，對人、機均有不利影響，造成施工障礙，影響人、機安全及施工品質，海象條件更直接影響海上施工。海上條件超出限度時，其施工之船機，人員均無法獲得安全保障。海上工程之施工，由於各類工程其精度與施工機具之不同而異，各類工程視其工作性質依過去工程經驗，其工作之允許波高，如表 7-12 所示。

根據中央氣象局近年來實測波浪資料，統計出每月各波高之比例，依此估算金門地區夏季及冬季波浪分布，再依各項工作特性及經驗，推估海上可工作天數如表 7-13 所示，概估本計畫全年海上工程可施工天數約 130~200 天，約略與水頭港區興建工程設計所規劃之 120~200 天一致。

表7-12 海上各項作業允許波高參考值

項目	作業項目		允許施工波高*(m)
1	海上拋石	堤心及港側	1.5
		基礎及海側	1.0
2	整平整坡	水上	0.8
		水下	0.7
3	各類型塊海上吊放		0.7
4	堤面及胸牆混凝土澆鑄		0.7

註：允許施工波高係指工作地點之波浪

表7-13 海上可工作天數估算表

海上施工項目		季節別	夏季	冬季	合計	備註
海上可 工作天 數	拋石作業	堤心石及港側	168	130	298	1
		基礎及海側	115	80	195	2
	整平整坡	水上	94	59	153	3
		水下	83	49	132	4
	各類型塊海上吊放		83	49	132	4
	堤面及胸牆混凝土		83	49	132	4

- 備註：1.堤心石及港側海上拋石之可工作天係指浪高 $H1/3 < 1.5m$ 。
 2.基礎面及海側拋石之工作天係指浪高 $H1/3 < 1.0m$ 。
 3.水上整平整坡之可工作天係指浪高 $H1/3 < 0.8m$ 。
 4.水下整平整坡、混凝土澆鑄及型塊吊放作業之可工作天係指浪高 $H1/3 < 0.7m$ 。
 5.海上作業項目因受海象影響頗巨，為配合進度需趕工，故工作天數均未扣除例假日及習俗假日。
 6.因大膽島位於離島，若考量颱風影響而提前撤離工址及颱風遠離後進場之航路不計工期，則以可能影響金門地區之颱風(第5、7及9類)每年約有3次而言，颱風前後各1天為航路不計工期，故每年約有6天不計工期。

(2)陸域工程

影響陸上工程之自然條件為風、雨、霧三種，其中霧日之影響不多且時間不長，可不予考慮。風則影響機具、人員操作及安全，為能掌握工期，風速以 $< 10 \text{ m/sec}$ 、降水量 $< 10 \text{ mm}$ 者為可工作天，根據中央氣象局網站近年風速資料及降雨資料，金門地區可工作天如表 7-14 及表 7-15 所示，若考量風速、降雨日數、颱風及每個月 4 日輪休假日，估算計畫工址全年陸上可工作天數約為 269 天，如表 7-16 所示。

表7-14 風速小於 10m/s 每月統計

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合計
日數	30	27	30	29	29	28	29	30	29	31	30	31	353

表7-15 降雨小於 10mm 每月統計

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合計
日數	30	26	28	26	26	24	28	27	28	30	28	29	330

表7-16 陸上工程可工作天數統計表

季節	日曆天 [A]	例假日 [B]	強風及豪雨影響日數			可工作 天 數
			風速 > 10m/sec 機率(%) [C]	日雨量 > 10mm 機率(%) [D]	折減扣除日數= (A-B)(C+D-C×D)	
夏季	183	27	4.9	13.1	28	128
冬季	182	28	2.0	6.0	13	141
合計	365	55	-	-	41	269

註：1. 夏季為 4~9 月；冬季為 10 月至翌年 3 月。

2. 固定例假日每月 4 天，其餘例假日採輪休制，另於 1 月份扣除元旦休假 1 天、2 月份扣除春節休假 3 天、4 月份扣除清明節休假 1 天、6 月份扣除端午節休假 1 天、9 月份扣除中秋節休假 1 天。
3. 強風及豪雨折減扣除日數取無條件進位之整數值。
4. 颱風影響日數已納入強風影響日數，不另扣減。
5. 因大膽島位於離島，若考量颱風影響而提前撤離工址及颱風遠離後進場之航路不計工期，則以可能影響金門地區之颱風(第 5、7 及 9 類)每年約有 3 次而言，颱風前後各 1 天為航路不計工期，故每年約有 6 天不計工期。

3. 施工場地

大膽碼頭工程施工場地主要作為基礎拋石、預鑄混凝土型塊(含消波塊)製作及存放區、模板加工區及工地辦公室(含停車場)、機具工棚為原則。考量大膽島環境現況、現場施工條件等，未來施工場地設置地點以水頭港附近區域為原則，或於港區內之適當碼頭後線最佳，可利用既有空地作為施工場地，碼頭亦可作為工材起卸海運至大膽島之施工碼頭，減少施工場地設於內陸時之車輛運搬運送費用；大膽碼頭工址附近則以小規模之場地作為工材暫置及工務所設置之用。

一般港灣工程之建設多採行端進法施工，係由岸邊向外海逐步施作，並以岸上陸地為工作基地，配合海上工法施工。本計畫施作大膽島碼頭工程，預鑄方塊成品及相關工程材料均由海運運抵工區，配合潮位以現有碼頭作為施工碼頭。

現有碼頭僅有之腹地為生明廳及前側空地，由於其為大膽島重要之運補設施，為避免破壞現有建物及環境，本計畫原則上應避免權充施工場地使用。故依現場使用狀況及地勢，建議現場施工場地如圖 7-8 所示，說明如下：

(1)現場施工場地

本計畫工址位於現有碼頭外側，現況大多為水域，附近可供施工場地僅有生明廳前之廣場，但基於前述原則無法利用，故於施工初期，應於現有碼頭東側低窪地，利用現有碼頭、岩壁及臨時護岸間之空間填築土方，即可創造約 1,000m² 之臨時場地，供初期材料及機具堆置使用。

(2)現場工務區

為提供島上施工人員辦公、住宿及材料儲放等空間，須於工區附近設置工務區。依附近地勢及土地利用，距現有碼頭約 200m 處有一台地，目前為空地並無任何設施，可用面積約 1200m²，且位於現有道路邊，聯結工區相當方便。

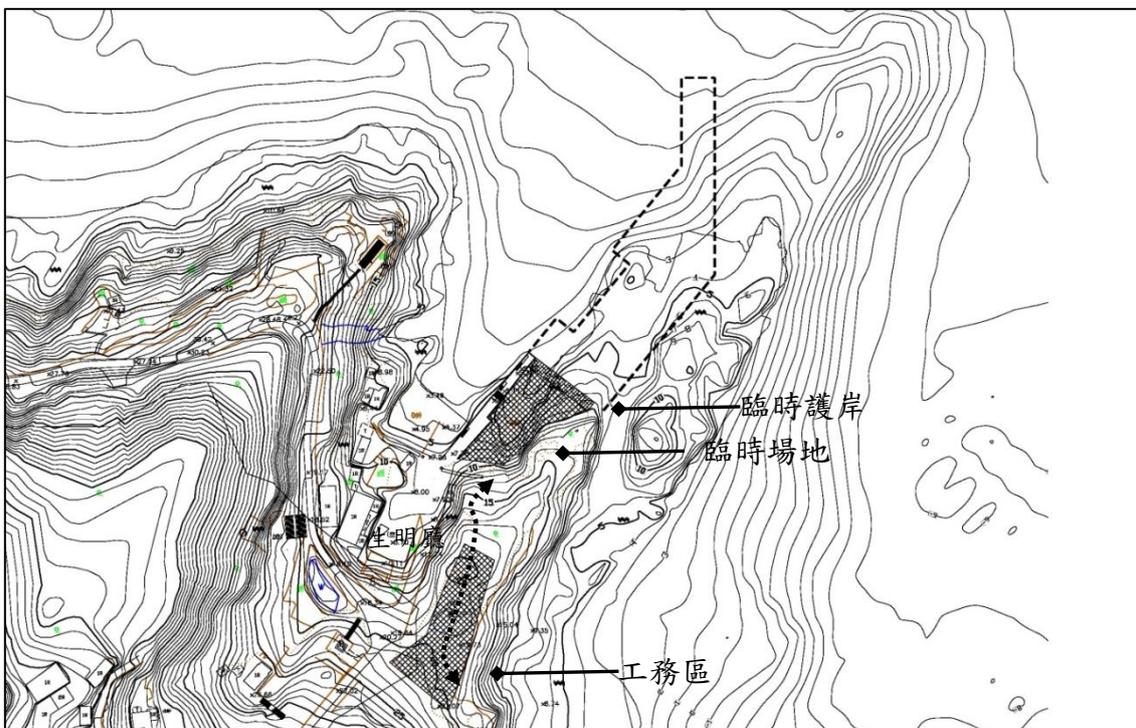


圖7-8 大膽客運碼頭工程施工場地位置構想圖

4. 施工構想

(1) 施工流程

本工程性質屬碼頭工程為主，由於工區位於離島，工料均由金門島完成後運抵工區施作。碼頭施工流程如圖 7-9、7-10 所示：

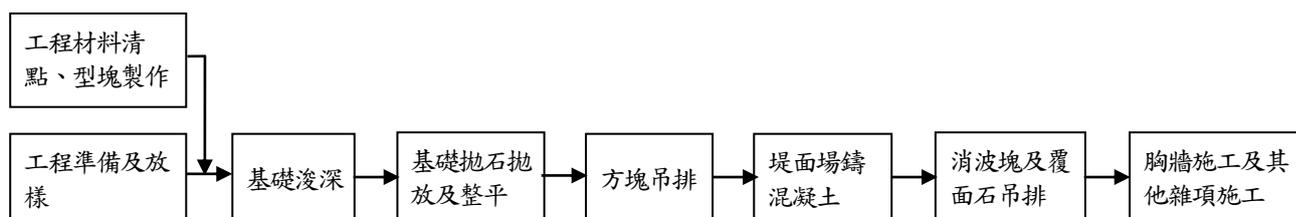


圖7-9 大膽碼頭施工流程示意圖

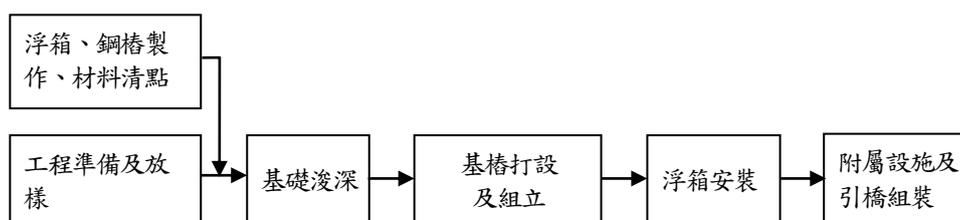


圖7-10 大膽浮動碼頭施工流程示意圖

(2) 主要項目施工構想

A. 堤線定位測量

依據碼頭附近已知控制點，使用電子自動定位儀標定出計畫堤線之起點及終點、轉折點坐標位置，再配合浮標放樣，標示出堤線、拋石基礎中心線及邊緣線。

B. 基礎石料拋放

方塊基礎之堤心料拋放原則採端進法施工，由岸上向海側推進，亦可利用拋石船配合 DGPS 定位系統，導引拋石船抵達拋石位置。一般而言，基礎石料拋放作業多採用底開式拋石船、傾卸式拋石船或抓斗式拋石船等方式施作，此外，為管控拋放位置及降低石料拋放作業對水域污染之影響，可

在預定拋放區以圍網形成限制區域，再利用抓斗船或拋石船作業，可提高作業效率並減少拋石損耗。

C. 拋石基礎整平與整坡

石料拋放因採重力自然沉降於海床堆疊，因此，拋放後之頂面將為凹凸不平，而不平整將造成後續在方塊吊排及安放坐底時的困難，並造成方塊安放後之沉陷量及不均勻沉陷，因此，在石料拋放後應進行整平及整坡工作，使石料呈較緊密的鑲合，減少在上部荷重下造成不均勻沉陷。

過去整平工作多係仰賴潛水俠作業，但對於大型塊石之整平，目前多利用長臂怪手配合潛水俠進行整平作業，可提高作業效率。

預鑄混凝土型塊底部表面平整，整平時之寬度標準通常為兩側多取 0.5~1.0m 餘裕，不同石料間整平之標準如表 7-17 所示。

表7-17 拋石整平整坡許可差規定

位 置	許可差 (單位: cm)
水下不同級石料界面	±50
陸上不同級石料界面	±20
非構造物水下拋石面整坡(坡面整平)	±30
非構造物下陸上拋石面整坡、整平	±10
堤面混凝土底面下拋石面整平	±15
沉箱底面拋石面整平	±10
拋石基礎面或拋石堤面寬度	+不規定, -10
護基方塊底面拋石基礎面整平	±5
拋石堤頂面長度及寬度	+不規定, -10

資料來源：行政院公共工程委員會施工規範[第 02391 章 防波堤]

D. 型塊、消波塊製作

型塊、消波塊製作應選擇開闊空間以利澆置及吊移儲存備用，若考量施工場區平整度及不均勻沉陷問題，於擇定製作場後，可將地表整平以混凝土打底作為施工底模。

考量型塊表面之平整，型塊邊模及消波塊應採用鋼模，

鋼模組合前先清除附著表面之混凝土，並於內側均勻噴灑塗抹脫模劑，其中型塊組模前，底模基礎需先於底層鋪設一層 PE 塑膠布，以利爾後吊移儲存，型塊及消波塊於鋼模及預埋吊件(或吊筋)完成後，進行混凝土澆置，每一個型塊及消波塊澆置需一次完成，不可設施工縫，混凝土澆置完成後，於澆築次日拆除邊模，移置時間則須滿 4 天，且需將型塊、消波塊之製作日期、型別及編號標示於塊體明顯處，吊放須滿 28 日後或達設計強度為原則。儲存時採逐層堆高方式施作，每層計畫堆疊以不超過 3 層為原則，同時各型式型塊及消波塊需分類儲存，以利爾後吊排作業。

E. 型塊及消波塊吊放

型塊及消波塊搬運採船運方式進行，並避免構件於運送途中碰撞，運抵施工地點進行吊排作業。吊排作業係以吊車配合潛水人員進行，其排列方式、數量需依據施工規範、設計圖說，相鄰型塊之間距，需控制於規範之容許誤差值內，依據行政院公共工程委員會施工規範第 03439 章「港灣用預鑄混凝土塊」內容，型塊彼此間距應在 3cm 以內，縱向邊線正負許可差不得超過 5cm 內。

F. 堤面(含胸牆)混凝土澆置

本計畫預鑄方塊或背填料至計畫堤面尚有 0.5~2.5m 厚之堤面及胸牆需進行現場澆置混凝土，為維持施工動線流暢及配合後續堤面施工，每段堤面應分層施作。混凝土澆置採分段分層澆置，型塊堆疊段原則以 20m 為一單元，每次澆置厚度約 30cm，澆置時以震動機確實搗實。混凝土搗實後，在混凝土尚呈塑性狀態時，利用刮板將多餘之混凝土刮除，使完成面高程符合設計要求。堤面與堤面之間設置伸縮縫，伸縮縫固定於已完成之堤面前端。整體堤面施作完成後，伸縮縫外部面層保麗龍再予挖除，並以填縫劑填滿。胸牆設計高

度為 2.5m，比照堤面採分段施工，長度與堤面澆置相同。

至於場鑄混凝土來源，若以大小金門拌合製作，再以船運運抵工區，時間恐已超出規範 90 分鐘需澆置完成之規定，因此，混凝土來源應以大膽島內或於拌合船拌合製作為佳，但考量大膽島內施工場地有限、材料運送問題及用水問題，建議以海上拌合船製作最佳。

G.鋼管基樁打設

浮動碼頭配置範圍內之海底，依設計圖濬挖完成後，於設計圖示鋼管基樁位置，開始鋼管基樁之打設。基樁之打設以海上打設為原則，使用升降平台船或搭設臨時施工構台，上置打樁機具施工，打樁機以全套管鑿擊鑽掘式，採用氣動樁錘等工法施作打設。

5.預估工期

(1)各主要工項施工能量估算

本計畫主要工程包括防波堤兼碼頭工程、碼頭工程、浮動碼頭工程及泊地浚深工程等，工程施工時，各細項工作之施工速度往往成為施工進度之掌控因素，如時程配合不佳，容易造成施工進度落後之狀況。本計畫各主項工程之施工速度概估如表 7-18 所示。

(2)施工進度研擬

依據前述施工流程及施工構想，本計畫各工程之排程如表 7-19 所示；本計畫之施工，不計設計及發包時程，預估需約 400 工作天(13.3 個月)。

表7-18 大膽客運碼頭工程各工項施工能量表

工項	單位	工程數量	施作能量/day
混凝土鋪面	m	150	10
石料拋放	m ³	14,398	650
5T 消波塊製作	個	795	40
5T 消波塊吊放	個	795	50
方塊製作	個	764	20
方塊吊放	個	764	8
襯墊	m ²	2,453	500
整平整坡	m ²	6,801	140
水中挖方(土方)	m ³	6,290	250
水中挖方(岩方)	m ³	29,660	200
鋼管樁打設	支	8	1/2
鋼製浮箱	座	1	1/30
人行引橋	座	1	1/30
燈塔	座	1	1/15

表7-19 大膽客運碼頭工程施工工期預估表

工項	工期 (天)	90	180	270	360	400
工程準備	30	■				
消波塊及方塊製作	100	■	■			
鋼樁、浮箱及引橋製作	90	■	■			
施工前測量	30	■				
炸藥申請	60		■			
碼頭工程 60m(一、二)	110		■	■		
碼頭工程 50m(三)	125			■	■	
防波堤兼碼頭工程	195			■	■	■
浮動碼頭工程	30				■	
泊地浚挖工程	170			■	■	■

二、青岐沙溪堡客運碼頭

(一) 主要結構物標準斷面研擬

1. 設計條件

青岐沙溪堡客運碼頭之設計條件與大膽島客運碼頭之設計條件大致相同，但颱風波浪對沙溪堡影響較大方向為 SSW 向，其 50 年迴歸期颱風為波高 4.6m、週期 9 sec，另依據震測資料顯示，碼頭工址地質上層粗估約有 1~3m 厚之堆積層，堆積層以下即為岩盤地質。

2. 斷面研擬

依據配置規劃青岐沙溪堡碼頭設施包括防波堤兼碼頭及護岸兩種，護岸設施位於近岸，防波堤兼碼頭位於突岬前端，考量工址地形水深及地質狀況，初步斷面結構採重力式，工址斷面區位如圖 7-11 所示，說明說下：

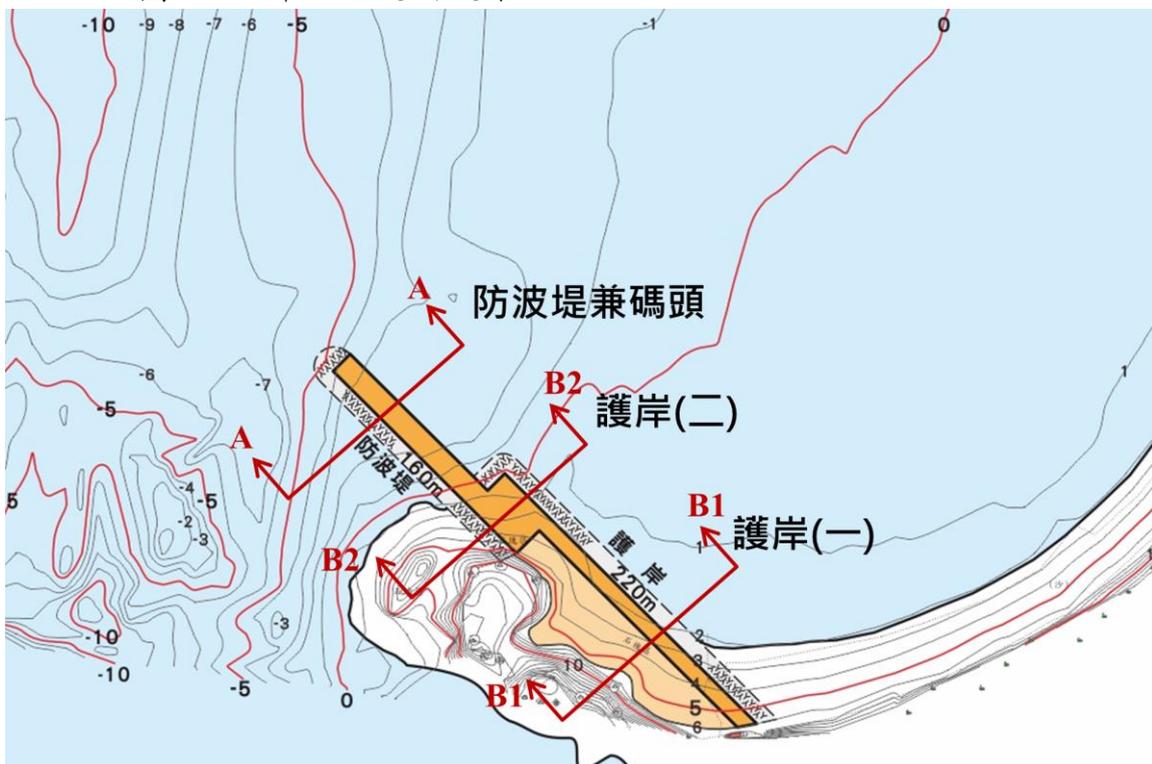


圖7-11 青岐沙溪堡碼頭斷面區位示意圖

(1) 防波堤兼碼頭

本計畫防波堤長 160m，主要功能為阻擋南向波浪，其中 120m 為防波堤並兼碼頭使用，結構採重力式方塊堆疊而成，具堤體堅固耐用且施工便利之特質。考量單一預鑄混凝土型塊量體不宜過大，故結構上以 6 層各型式預鑄方塊堆疊而成，施工上以機具開鑿或鑽炸方式將現有海底岩盤開鑿至 E.L.-5.5m，再拋放 1.0m 厚之 10~100kg 塊石作為基礎，經平整坡後，逐層吊排各型式預鑄方塊，最上層以現場澆置 2.0m 厚之堤面及胸牆混凝土，築成一重力式直立堤主體，內側堤基吊排 3 排護基方塊，堤體內側設置繫船柱及防舷材，外側拋放塊石及消波塊至出水面，堤體寬度為 12m，碼頭面高程為 +7.0m，防波堤兼碼頭結構斷面如圖 7-12 所示，概估每公尺工程費概估為 165 萬元。

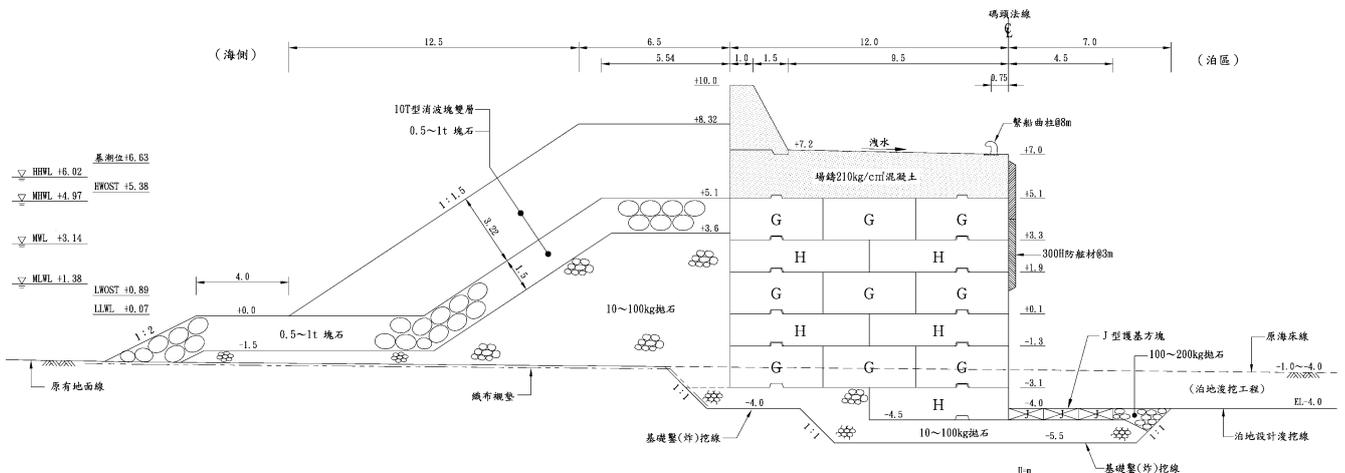


圖 7-12 沙溪堡防波堤兼碼頭標準斷面(A-A)構想圖

(2) 護岸

護岸長度 220m，其中前端 40m 為護岸並兼防波堤使用。護岸水深自 0.0m 到 +6.0m，主要目的為聯繫岬頭處碼頭及聯外道路，並於護岸後側填地供相關設施使用。

護岸主體由混凝土塊、基礎拋石及消波塊組成，施作上於現有海床鋪設織布襯墊後，拋放 10~100kg 塊石至高程至

+4.0m，經整平整坡後，吊放混凝土預鑄方塊，上層澆置 2.0m 厚之混凝土後，再以 5~20kg 塊石作為背填石料，後側再以基礎挖方回填，上層再以碎石級配料整平，護岸結構如圖 7-13 及 7-14 所示，概估每公尺工程費用分別為 25.7、50 萬元。

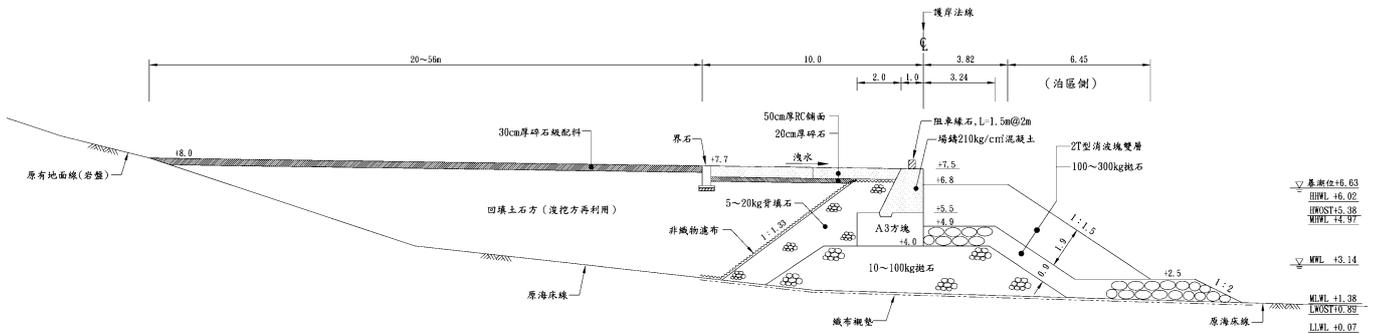


圖7-13 沙溪堡護岸標準斷面(B1-B1)構想圖

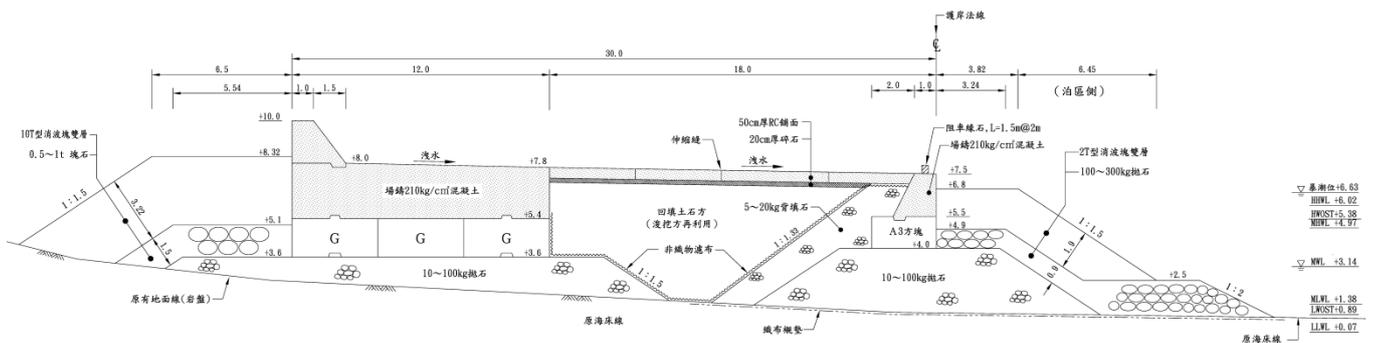


圖7-14 沙溪堡護岸標準斷面(B2-B2)構想圖

(二) 工程經費概估

依據青岐沙溪堡定案配置，主要工程項目包括防波堤兼碼頭工程、護岸工程及泊地浚挖工程，茲依各工程編制工程單價及工程總價如下。

1. 工程單價

(1) 防波堤兼碼頭工程

防波堤兼碼頭總長 120m，包括堤頭端部分，估算每公尺 165 萬元，如表 7-20 所示。

(2) 護岸工程

護岸總長 220m，其中 180m 段護岸(一)估算每公尺 25.7 萬元，如表 7-21 所示，前段護岸(二)兼防波堤估算每公尺 50 萬元，如表 7-22 所示。

(3) 泊地疏浚工程

防波堤兼碼頭段現有水深約 0~-4.0m，計畫浚深泊地至 -4.0m，初估岩石挖方約 14,700m³，土石方約 9,300m³，廢方將作為護岸背填方使用，工程經費約 5,034 萬元，如表 7-23。

表7-20 青岐沙溪堡防波堤兼碼頭工程每米單價表

項次	項目及說明	單位	數量	單價(元)	複價(元)
1	混凝土	M ³	29.00	3,000	87,000
2	模板	M ²	13.30	550	7,315
3	伸縮縫	M ²	2.90	120	348
4	鋼筋	KG	23.00	32	736
5	G 型方塊製作堆置及吊放	塊	4.50	66,910	301,095
6	H 型方塊製作堆置及吊放	塊	2.50	78,470	196,175
7	J 型方塊製作堆置及吊放	塊	1.50	8,160	12,240
8	橡膠防舷材，H=300mm	組	0.34	190,000	64,600
9	繫船柱，曲柱	座	0.13	37,500	4,875
10	10 t 消波塊製作	塊	5.80	15,200	88,160
11	10 t 消波塊吊放	塊	5.80	2,860	16,588
12	10~100kg 石料及拋放	M ³	82.00	1,380	113,160
13	100~300kg 石料及拋放	M ³	1.50	1,380	2,070
14	500~1000kg 石料及拋放	M ³	41.00	1,380	56,580
15	水中炸(挖)岩方	M ³	55.00	3,200	176,000
16	襯墊鋪設	M ²	28.00	120	3,360
17	水中整平整坡	M ²	76.00	120	9,120
18	土石方近運回填	M ³	55.00	80	4,400
19	堤頭處理	處	0.01	31,500,000	264,600
20	船運費	T	601.00	400	240,400
21	零星工料	式	1.00	1,178	1,178
	小計				1,650,000

表7-21 青岐沙溪堡護岸工程(一)每米單價表

項次	項目及說明	單位	數量	單價(元)	複價(元)
1	混凝土	M ³	3.20	3,000	9,600
2	模板	M ²	4.60	550	2,530
3	伸縮縫	M ²	0.30	120	36
4	阻車緣石	座	0.75	3,310	2,483
5	界石	M	1.00	4,170	4,170
6	50CM厚鋼筋混凝土鋪面	M ²	8.60	2,010	17,286
7	20CM厚碎石及鋪設費	M ³	1.40	1,480	2,072
8	A3型方塊製作堆置及吊放	塊	0.50	41,600	20,800
9	2t消波塊製作	塊	9.10	3,400	30,940
10	2t消波塊吊放	塊	9.10	580	5,278
11	拋放石料, 10cm≤卵石直徑	M ³	20.30	1,270	25,781
12	10~100kg石料及拋放	M ³	20.60	1,380	28,428
13	100~300kg石料及拋放	M ³	13.00	1,380	17,940
14	襯墊鋪設	M ²	25.10	120	3,012
15	非織物濾布	M ²	11.00	115	1,265
16	水中整平整坡	M ²	35.00	120	4,200
17	碎石級配料及鋪築	M ³	11.40	1,100	12,540
18	船運費	T	170.00	400	68,000
19	零星工料	式	1.00	640	640
小計					257,000

表7-22 青岐沙溪堡護岸工程(二)每米單價表

項次	項目及說明	單位	數量	單價(元)	複價(元)
1	混凝土	M ³	36.80	3,000	110,400
2	模板	M ²	22.70	550	12,485
3	伸縮縫	M ²	3.70	120	444
4	阻車緣石	座	0.50	3,310	1,655
5	50CM厚鋼筋混凝土鋪面	M ²	17.00	2,010	34,170
6	20CM厚碎石及鋪設費	M ³	3.00	1,480	4,440
7	A3型方塊製作堆置及吊放	塊	0.50	41,600	20,800
8	2t消波塊製作	塊	9.10	3,400	30,940
9	2t消波塊吊放	塊	9.10	580	5,278
10	拋放石料, 10cm≤卵石直徑	M ³	14.50	1,270	18,415
11	10~100kg石料及拋放	M ³	65.30	1,380	90,114
12	100~300kg石料及拋放	M ³	18.60	1,380	25,668
13	襯墊鋪設	M ²	27.30	120	3,276
14	非織物濾布	M ²	21.10	115	2,427
15	水中整平整坡	M ²	93.50	120	11,220
16	船運費	T	319.00	400	127,600
17	零星工料	式	1.00	669	669
小計					500,000

表7-23 青岐沙溪堡泊地疏浚工程經費表

項次	項目及說明	單位	數量	單價(元)	複價(元)
1	水中炸(挖)岩方	M ³	14,700.00	3,200	47,040,000
2	基礎挖土石方(水中)	M ³	9,300.00	140	1,302,000
3	土石方近運回填	M ³	24,000.00	80	1,920,000
4	零星工料	式	1.00	78,000.00	78,000.00
小計					50,340,000

2. 工程經費估算

依據前述單價，本工程總價概估為 41,200 萬元，如表 7-24 所示

表7-24 青岐沙溪堡客運碼頭工程總經費概估表

項次	項目及說明	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
壹	發包工程費					
甲	青岐沙溪堡碼頭工程					
一	防波堤兼碼頭工程(含堤頭部)	M	160	1,650,000	198,000,000	
二	護岸工程(一)	M	220	257,000	46,260,000	
三	護岸工程(二)	M	40	500,000	20,000,000	
四	泊地疏浚工程	式	1	50,340,000	50,340,000	
合計(甲一~甲四)					314,600,000	
乙	雜項工程	式	1	9,000,000	9,000,000	約 3%
合計(甲~乙)					323,600,000	
丙	包商利稅、保險、品管、勞安、及營業稅	式	1	54,400,000	54,400,000	約 17%
合計(甲~丙)					378,000,000	
貳	間接工作費					
甲	工程管理、設計監造及空污費	式	1	34,000,000	34,000,000	約 9%
總計					412,000,000	

註:上表僅考量港灣設施之建設經費，若考慮陸域設施(道路及候船室)則總經費約 46,500 萬元。

(三) 施工計畫初擬

1. 施工條件

港灣工程之施工與自然環境有密切關聯，無論施工機具種類選擇或船機動員規模，均受天候及海象條件影響，其中又以海象條件比氣象條件更具影響性。考量青岐沙溪堡碼頭工址環境，未來施工以陸域向海側採端進法方式為主，而輔以海上機具配合施工，原則上施工所需的預鑄混凝土型塊於烈嶼島內施作，其它施工材料運補以海運運抵九宮碼頭後再以陸運輸運至工址，若施工期間金門大橋已通車，則料源可由大金門以陸運方式運抵。

2. 可工作天數

青岐沙溪堡碼頭工程之可工作天數如前述大膽島碼頭工程分析，海域工程約 120~200 天，陸域工程約 269 天。

3. 施工場地

一般港灣工程之建設多採行端進法施工，係由岸邊向外海逐步施作，並以岸上陸地為工作基地，配合海上工法施工。本計畫施作青岐沙溪堡碼頭工程，工程材料均由陸運運抵工區，以陸上端進工法施工。

依據現場使用狀況及地勢，接鄰工址海岸並無空地做為施工場地使用，但鄰近小道旁即本計畫聯外道路與小道交口處，目前多為草叢空地，面積約 1,500m²，建議可作為施工場地，如圖 7-15 所示。



圖7-15 青岐沙溪堡碼頭工程施工場地位置構想圖

4. 施工構想

(1) 施工流程

本工程包括護岸工程、防波堤兼碼頭工程及泊地疏浚工程，採陸上端進法施工，原則上施工次序依序為護岸、防波堤兼碼頭及泊地疏浚，但為整體施工便利，護岸後側應局部回填以為施工便道及臨時施工場地，故於施作護岸期間應辦理部分疏浚作業以獲得回填料。

本工程以施作防波堤兼碼頭工程最為嚴峻，初步其施工流程如圖 7-16 所示，說明如下：

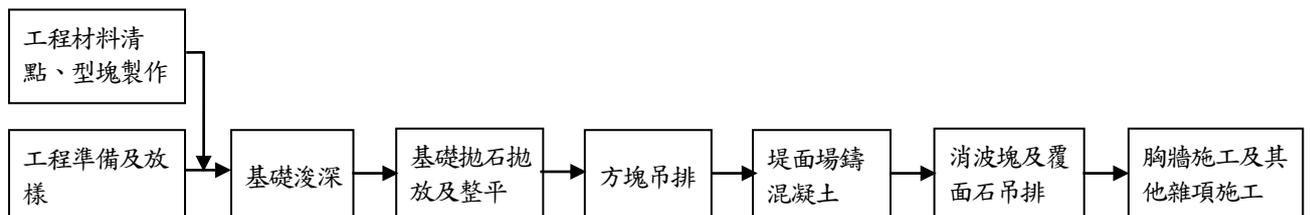


圖7-16 防波堤兼碼頭施工流程圖

(2) 主要項目施工構想

由於本工程結構與大膽島碼頭相仿同為重力式方塊結構，施工構想大致與前述大膽島累同，惟大膽島工程材料均以海運運抵，青岐沙溪堡則以陸運為主。

A. 堤線定位測量

依據碼頭附近已知控制點，使用電子自動定位儀標定出計畫堤線之起點及終點、轉折點坐標位置，再配合浮標放樣，標示出堤線、拋石基礎中心線及邊緣線。

B. 基礎石料拋放

方塊基礎之堤心料拋放原則採端進法施工，由岸上向海側推進，亦可利用拋石船配合 DGPS 定位系統，導引拋石船抵達拋石位置。一般而言，基礎石料拋放作業多採用底開式拋石船、傾卸式拋石船或抓斗式拋石船等方式施作，此外，為管控拋放位置及降低石料拋放作業對水域污染之影響，可在預定拋放區以圍網形成限制區域，再利用抓斗船或拋石船作業，可提高作業效率並減少拋石損耗。

C. 拋石基礎整平與整坡

石料拋放因採重力自然沉降於海床堆疊，因此，拋放後之頂面將為凹凸不平，而不平整將造成後續在方塊吊排及安放坐底時的困難，並造成方塊安放後之沉陷量及不均勻沉陷，因此，在石料拋放後應進行整平及整坡工作，使石料呈較緊密的鑲合，減少在上部荷重下造成不均勻沉陷。

過去整平工作多係仰賴潛水俠作業，但對於大型塊石之整平，目前多利用長臂怪手配合潛水俠進行整平作業，可提高作業效率。

預鑄混凝土型塊底部表面平整，整平時之寬度標準通常為兩側多取 0.5~1.0m 餘裕，不同石料間整平之標準如表 7-17 所示。

D. 型塊、消波塊製作

型塊、消波塊製作應選擇開闊空間以利澆置及吊移儲存備用，若考量施工場區平整度及不均勻沉陷問題，於擇定製

作場後，可將地表整平以混凝土打底作為施工底模。

考量型塊表面之平整，型塊邊模及消波塊應採用鋼模，鋼模組合前先清除附著表面之混凝土，並於內側均勻噴灑塗抹脫模劑，其中型塊組模前，底模基礎需先於底層鋪設一層 PE 塑膠布，以利爾後吊移儲存，型塊及消波塊於鋼模及預埋吊件(或吊筋)完成後，進行混凝土澆置，每一個型塊及消波塊澆置需一次完成，不可設施工縫，混凝土澆置完成後，於澆築次日拆除邊模，移置時間則須滿 4 天，且需將型塊、消波塊之製作日期、型別及編號標示於塊體明顯處，吊放須滿 28 日後或達設計強度為原則。儲存時採逐層堆高方式施作，每層計畫堆疊以不超過 3 層為原則，同時各型式型塊及消波塊需分類儲存，以利爾後吊排作業。

E. 型塊及消波塊吊放

型塊及消波塊搬運採陸運方式進行，並避免構件於運送途中碰撞，運抵施工地點進行吊排作業。吊排作業係以吊車配合潛水人員進行，其排列方式、數量需依據施工規範、設計圖說，相鄰型塊之間距，需控制於規範之容許誤差值內，依據行政院公共工程委員會施工規範第 03439 章「港灣用預鑄混凝土塊」內容，型塊彼此間距應在 3cm 以內，縱向邊線正負許可差不得超過 5cm 內。

F. 堤面(含胸牆)混凝土澆置

混凝土澆置採分段分層澆置，型塊堆疊段原則以 20m 為一單元，每次澆置厚度約 30cm，澆置時以震動機確實搗實。混凝土搗實後，在混凝土尚呈塑性狀態時，利用刮板將多餘之混凝土刮除，使完成面高程符合設計要求。堤面與堤面之間設置伸縮縫，伸縮縫固定於已完成之堤面前端。整體堤面施作完成後，伸縮縫外部面層保麗龍再予挖除，並以填縫劑填滿。胸牆設計高度為 2.5m，比照堤面採分段施工，長度與

堤面澆置相同。

5. 預估工期

(1) 各主要工項施工能量估算

本計畫主要工程包括護岸工程、防波堤兼碼頭工程及泊地疏浚工程等，工程施工時，各細項工作之施工速度往往成為施工進度之掌控因素，如時程配合不佳，容易造成施工進度落後之狀況。本計畫各主項工程之施工速度概估如表 7-25 所示。

表7-25 沙溪堡客運碼頭工程各工項施工能量表

工項	單位	工程數量	施作能量/1day
混凝土鋪面	m	380	10
石料拋放	m ³	38,816	650
消波塊製作	個	3,245	40
消波塊吊放	個	3,245	50
方塊製作	個	1,190	20
方塊吊放	個	1,190	8
襯墊	m ²	14,639	500
整平整坡	m ²	24,740	140
水中挖方(土)	m ³	9,300	250
水中挖方(岩)	m ³	21,391	200

(2) 施工進度研擬

依據前述施工流程及施工構想，本計畫各工程之排程如表 7-26 所示；本計畫之施工，不計設計及發包時程，預估需約 440 工作天(14.7 個月)。

表7-26 沙溪堡碼頭工程施工工期預估表

工項	工期(天)	90	180	270	360	440
工程準備	30	■				
消波塊及方塊製作	200	■	■	■		
施工前測量	30	■				
炸藥申請	60		■			
護岸工程	175		■	■		
防波堤兼碼頭工程	320			■	■	■
泊地浚挖工程	140				■	■