

第五章 大膽島客運碼頭配置方案規劃研析

一、大膽島碼頭區位研選

(一)碼頭區位環境概述

大膽島客運碼頭設置區位之選擇，主要考量因素包括：海域海象條件、海域地形、陸域環境影響及操船安全性等。大膽島狀似悠游的天鵝，最上部鵝頭即為北山，中間部分鵝頸為中央沙灘，下部鵝身即為南山；依地形看來，上部與中間部分略呈南北向，下部則呈東西走向。今為方便描述海岸區位，北山兩側分別稱為北東岸、北西岸，中央沙灘亦分中東岸、中西岸，南山兩側則分南北岸及南南岸，如圖 5-1 所示。茲依碼頭區位考量因素，就海岸特性分析碼頭設置之適宜性，說明如下。

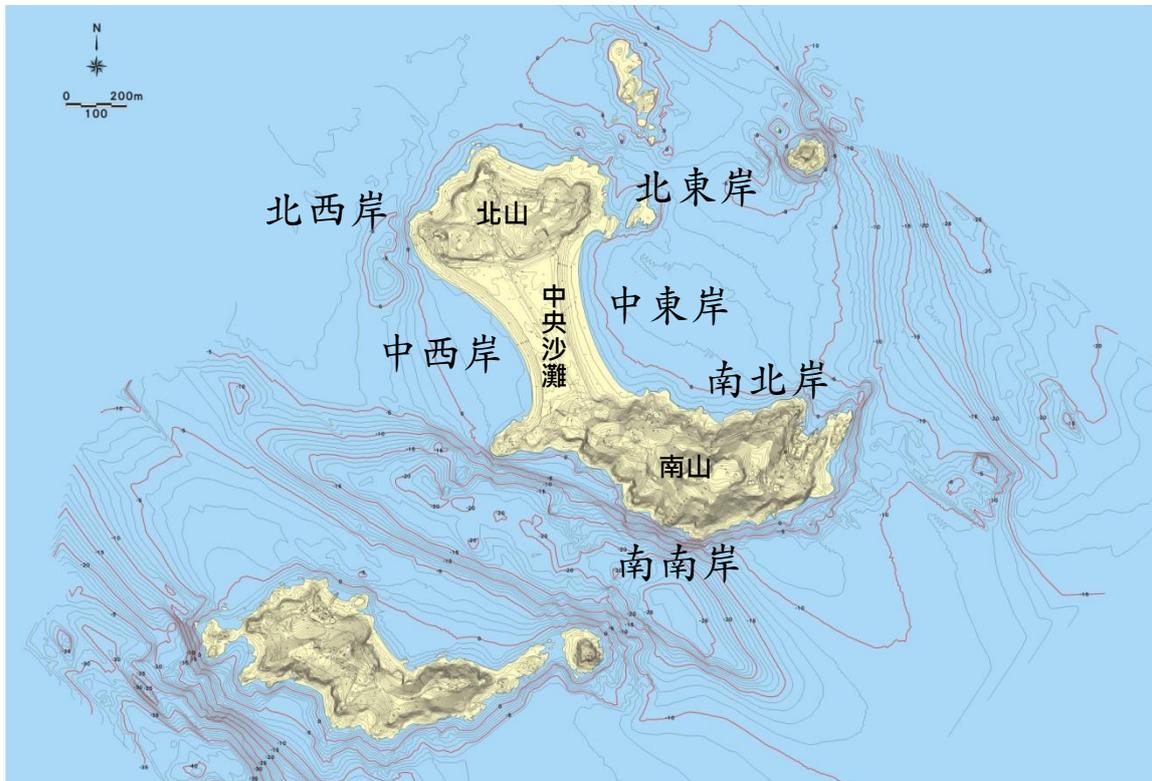


圖5-1 大膽島海岸分佈示意圖

1. 海象條件

海象條件與地形之遮蔽有關。依大膽島地形來看，南南岸除西側略有二膽島之遮蔽外，其餘皆直接面臨東南海面，受波浪影響較大；南北岸因島嶼遮蔽可不受南浪影響，但東向及冬季東北風浪可直接影響；北東岸及中東岸仍會受東向及冬季東北風浪之影響；北西岸雖不受東向及南向波浪影響，但北方無遮蔽，仍受冬季風浪侵襲。故從遮蔽性而言，中西岸因南有二膽島遮蔽，北有大膽島可擋東北季風浪，故受波浪影響較小，此從冬季時中西岸海面常見漁船錨泊，證明中西岸為大膽島冬季海象最穩靜之海域。

2. 海域地形

依據本計畫海域地形水深測量成果及實地勘查大膽島海岸樣貌，中東岸及中西岸為沙質海岸，坡度較緩，其中中西岸坡度在近岸較緩，平均約距離海岸線 200m 才可達-3.0m 深，中東岸則為離岸地形較緩，-3.0m 水深距海岸約有 300m 之遠；南南岸及南北岸為岩石海岸，陸上地形陡峭，南南岸海上地形比北岸為陡，距海岸線約 30m 即可達-8.0m 之深；北東岸及北西岸亦為岩石海岸，地勢較緩，其中北東岸前側海面有三處礁岩，因此水深變化大，北西岸地形西側較陡，北側海岸地形較緩。故綜合大膽島海域地形特性，以南南岸西側、南北岸東側及北西岸北側具有興建碼頭之優勢，中西岸及中東岸因屬沙岸地勢較緩，維持碼頭水深較為不易，其餘海岸因地形陡峭或礁岩地形，顯較缺乏設置碼頭之條件。

3. 陸域環境影響

就大膽島陸域環境而言，南南岸及南北岸因地形陡峭，要設立陸上設施及聯外道路，須開鑿山壁，影響陸上環境地貌甚大；位處北山兩側之北東岸及北西岸，陸上地勢雖較南山緩，但仍有

約 10m 之高差，設置碼頭相關設施時仍對既有環境有一定之破壞；而中東岸及中西岸陸上地勢緩，陸上腹地大，設置碼頭陸上設施不必鑿山破壞，對陸上環境之影響應屬最小。

4. 操船安全

依據水深地形測量成果，大膽島北東岸外海有三處礁岩，所以對行經北東岸及中東岸外海之航行船隻較為不利。

(二) 碼頭區位方案研擬

綜上所述，大膽島海岸環境條件如表 5-1 所示。北東岸礁岸林立，有操船上的安全疑慮；北西岸面對廈門南海域，冬季風浪影響大；中東岸為沙灘海岸，水淺無法滿足本計畫船型吃水，且區位仍受東-東南向颱風波浪影響；中西岸同為沙灘海岸，因有良好之遮蔽區域，對冬季及夏季風浪影響相當小，但因水深淺，無法滿足本計畫船型吃水；南北岸雖不受南向颱風浪影響，但仍須防範冬季風浪之侵襲，且本段後側陸域地勢陡峭，無腹地可利用，僅在東側灣凹處即現有碼頭處有較佳之天然遮蔽地形及後側腹地可資利用；而南南岸部分，除西側區因二膽島可遮蔽南向颱風影響，且不受北向季浪影響，又陸域地勢相對較緩外，其餘海岸不但直接面對南向海域，受到夏季季風與颱風波浪影響甚鉅，也因海岸地勢陡峭，高程 0m 至 +40m 間距僅約 60m，且無腹可用。

表5-1 大膽島海岸環境條件比較表

海岸	缺點	優點
北東	礁岩多不利航行、水深條件不足	南浪遮蔽佳
北西	北向無遮蔽、航程長	南~東向遮蔽佳
中東	水深條件不足、沙灘海岸水深無法維持	南浪遮蔽佳
中西	水深條件不足、沙灘海岸水深無法維持、航程長	南~北向遮蔽佳
南北	地形陡峭、北向無遮蔽	南~東向遮蔽佳
南南	地形陡峭、南向無遮蔽	北浪遮蔽佳、地形水深足

因此，考量各項因子，大膽島較適合設置碼頭之區位有二，如圖 5-2 所示。區位方案一為現有碼頭處，區位方案二為南南岸西側海岸即早期舊碼頭(古渡頭)，概述如下：

1. 方案一(現有碼頭)

方案一位於本島南山東側小灣澳，為既有碼頭現址，灣澳略呈東北走向，由於現有地勢對於南向及東向波浪具有遮蔽效果，所以成為本島海上交通之登陸點。現況如圖 5-3 所示。

2. 方案二(古渡頭)

方案二區位於南山西側，即早期之古渡頭。古渡頭自民國 38 年軍方進駐後乃建立碼頭作為大膽島之交通入口，未久即因遭砲擊損毀後即未修復利用，軍方乃另於南山東側即現碼頭闢建碼頭替代古渡頭之功能迄今。古渡頭因北有小虎山延伸出海，具冬季風浪之遮蔽效果，南有二膽島可略抵擋南向波浪之直接侵襲，早期為本島海上出入口。現況如圖 5-4 所示。

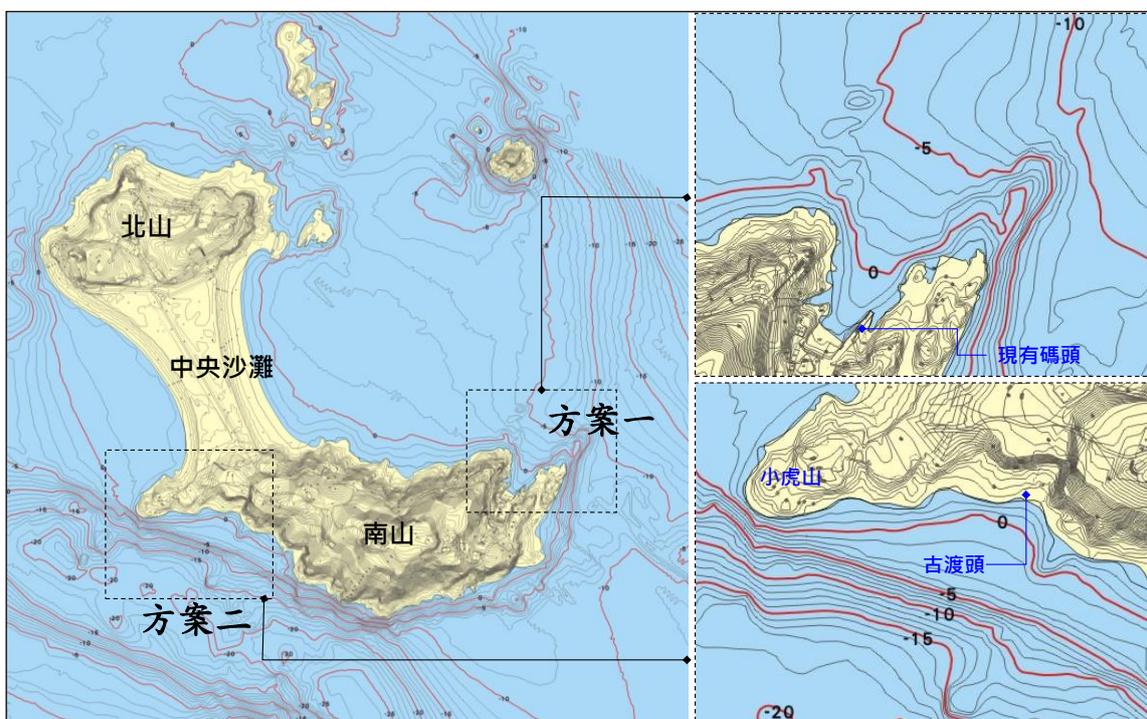


圖 5-2 大膽島碼頭區位方案位置示意圖



圖5-3 大膽島碼頭區位方案一現場環境勘查圖



圖5-4 大膽島碼頭區位方案二現場環境勘查圖

(三) 區位方案配置比較

茲配合區位環境特性並滿足本計畫需求之下，初步規劃兩區位方案可能之配置，說明如下：

1. 區位方案一配置(現有碼頭區位)

現有碼頭位處大膽島南岸東側小灣澳內，灣澳呈東北走向，灣澳東側礁石自陸域延伸入海，地勢由高而低，提供大膽島碼頭天然之屏障，然因突岬長度有限，季浪期並無法提供良好之遮蔽。故方案一之配置除基本水深之需求外，首重船隻於季風期仍可供船隻安全停泊。

方案一構想乃藉由部分礁石與適度防波堤設施構成本碼頭配置如圖 5-5。即自現有碼頭線方向延伸向海 110m 興建碼頭，為減少波浪影響，碼頭前緣再以正北向興建防波堤(兼碼頭)40m；本案需浚挖泊地水深至-4.0m 以滿足水深需求，其土方作為碼頭後側背填土方使用，達到挖填平衡目標。初估本案建設經費約 3.9 億元。

2. 區位方案二配置(古渡頭區位)

古渡頭位於小虎山突岬東側，距岬頭約 250m，岬頭至古渡頭海岸地形呈東西走向，古渡頭以南則轉為東南走向，古渡頭恰好位處海岸地形轉折處，憑藉著地形的遮蔽，古渡頭完全不受東北季風影響，但對偏南波浪則影響較大，因此古渡頭碼頭配置首重設置防南向浪設施。故依據古渡頭附近海岸地形，考量船隻迴旋空間，於約距地形轉折處以南 60m 處設置防波堤，防波堤配置約垂直海岸線，設置長度延伸 100m 後轉折往 60 度往北延伸 70m，形成凹型水域；另陸域設施部分，防波堤後側陸域地形陡峭無腹地可用，僅古渡頭北側尚有較平緩土地可資利用，但與海岸地形高差約 15m，因此須構築斜道並配合護岸設施形成連結道路。配置如圖 5-6 所示。

古渡頭近岸水深地形坡度約 1/30，但在-2m 以深水域坡度則約 1/8 左右，因此防波堤前端水深坡陡，工程斷面需特別考量外海側保護措施，施工風險較高。初估本案建設經費(含候船室及聯外道路工程)約 5.07 億元。

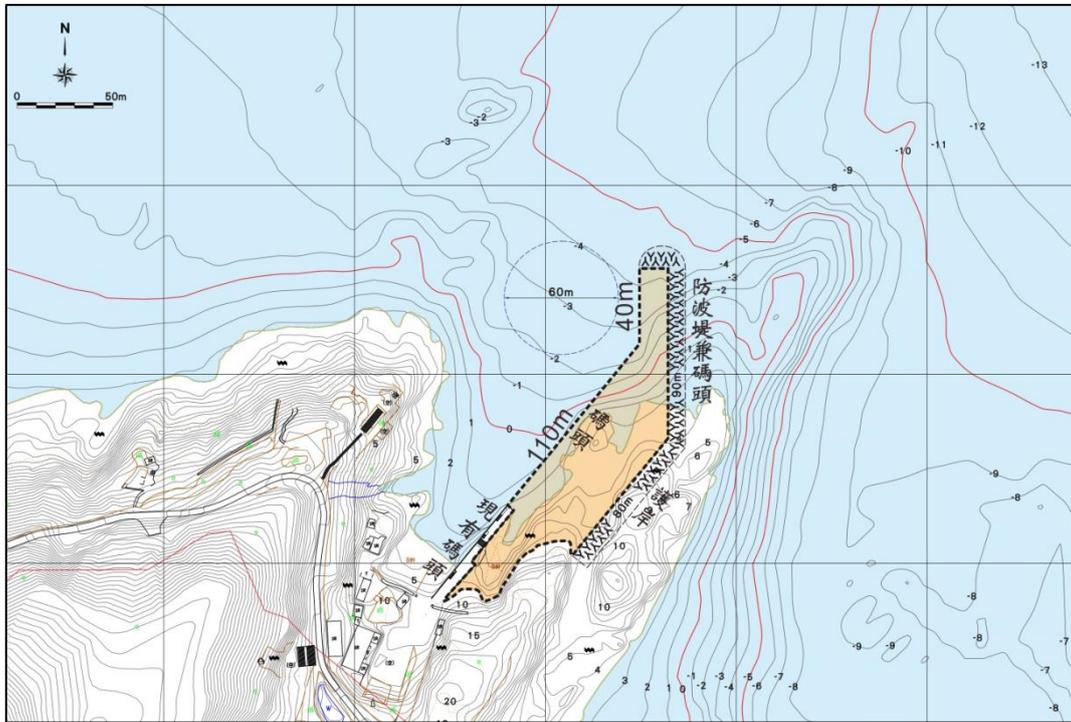


圖5-5 區位方案一配置圖

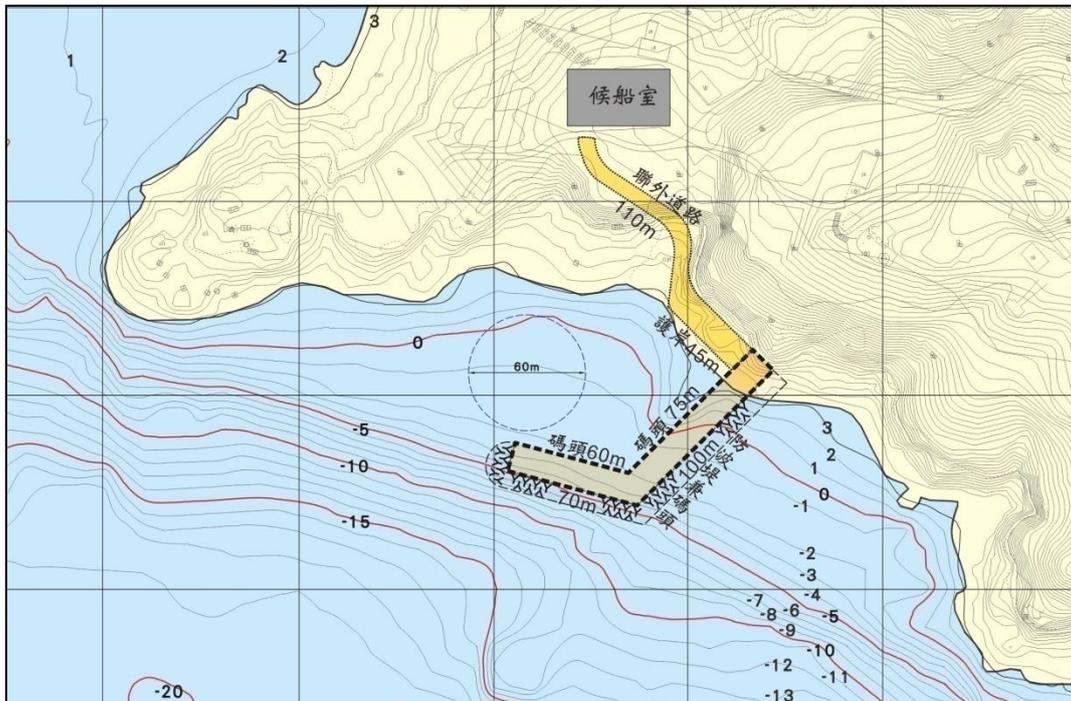


圖5-6 區位方案二配置圖

3. 穩靜分析比較

為了解方案一及方案二之水域穩靜狀況，本計畫分別於季風波浪及颱風波浪下就現況及碼頭配置後進行數值模擬分析，詳見附錄一，成果說明如下。

(1) 季風波浪

由計算結果知，就季風波浪而言，方案一區位現況水域於夏季波浪下水域波高在 0.3m 以下，冬季波浪則略為提高至 0.3m~0.4m，水域稍不穩靜，但方案一經碼頭設施配置後可有效遮蔽，冬季時波浪已可降至 0.3m 以下；而方案二區位由於地形遮蔽影響，季浪期間水域相當穩靜，波高均在 0.3m 以下。

(2) 颱風波浪

颱風波浪之下，方案一區位，現況水域以 SE 向颱風波浪影響最大，水域波高約 1.0~1.5m 間，但增建碼頭後防波堤設施可提供適當遮蔽，水域波高降至 0.5m~1.0m；而方案二區位以 S 向颱風波浪最具威脅，近岸波高約在 1.5m~2.5m 之間，但在碼頭配置之後，各向颱風波浪侵襲下，港內水域波浪最大為 0.5m~1.0m；

因此，季風期間方案一區位現況水域於冬季風浪雖略為不穩靜，惟碼頭配置後已將水域波浪降至 0.3m 以下，而方案二區位則完全不受季風影響；颱風期間方案一及方案二區位，現況水域波高最高分別達 1.5m 及 2.5m，但碼頭配置後可將港內波浪降至 1m 以內。

(四) 區位方案建議

依據本計畫測量成果及實地現況勘查比較分析方案一及方案二之差別，如表 5-2 所示。方案一(現有碼頭)雖受冬季浪影響大，但可以延長防波堤之方式改善，且因腹地及陸域設施已具，未來

建設時，其破壞環境程度有限；而方案二(古渡頭)最大優勢在於因小虎山岬及二膽島之遮蔽幾不受冬季風浪影響，惟現況除破舊階梯外幾無任何設施，若未來開發新建，則包括防波堤、碼頭、聯外道路及陸域設施均得重建，影響現有環境較大，尤其古渡頭海岸地形較陡，鑿山破土影響地貌甚鉅，顯與戰地觀光為發展主軸應儘可能保存戰地風光之原則相違背，另方案二因地處位置位於西側，往來金門航程上較方案一為長。

此外，方案一及方案二初擬碼頭配置長度分別為 150m 及 170m，均未達「開發行為應實施環境影響評估細目及範圍認定標準」所規定開發達 500m 之長度，但方案二建設屬新建港灣設施工程，牽涉海岸水域及陸域之開發，對環境具一定之影響，若依據「永續海岸整體發展方案(第二期)」內容，或依近年國內環保意識高漲之情勢，方案二之開發恐另需辦理環境影響評估作業；而方案一屬既有碼頭設施改善性質，非屬海岸新建之設施，應無須辦理環評。

綜上考量方案一及方案二現有海象條件、海域地形、陸域環境影響、航程條件、施工性及法令限制，本計畫建議採方案一，即以現有碼頭區位當作未來大膽島對外之海上據點。

表5-2 大膽島增設碼頭區位方案比較

考量因子	方案一 (現有碼頭)	方案二 (古渡頭)
海象條件	1. 易受北向風浪影響。 2. 不受南向波浪影響，但於偏東向波浪略有影響。	1. 不受季風波浪影響。 2. 雖有二膽島之遮蔽，但波浪繞射效應，於南～東南向大浪時仍受影響。 3. 本區面臨大、二膽島間之水域，由於二島間距離僅800m，形同狹長海溝，漲退潮期間潮流較大，船隻航行可能略有影響。
海域地形	從現有斜道0m處至外海，坡度約為1:23，如要滿足船型吃水深，碼頭堤線延伸長度較長。	從現有沙灘0m處至外海，坡度約為1:13，較易滿足船型吃水深，但因坡陡可能面臨海床較深致工程造價高之問題。
陸域環境影響	本區腹地已有碼頭後側設施，包括候船室、廣場及聯外道路均已設置完成，未來不致破壞現有陸域環境。	本區位雖為清朝古渡頭，但現場已無任何設施，僅有人行階梯及小徑可抵岸邊，未來建設時將鑿山破土，勢必破壞現有地形地貌。
航程條件	現有碼頭至水頭距離約12公里，航程需時約39分鐘。	古渡頭至水頭距離約13.8公里，航程需時約45分鐘。
施工性	可利用現有碼頭做為施工碼頭或補給。	1. 須先興建施工碼頭，或利用現有碼頭，再陸運至工址，動線較長。 2. 外海地勢坡陡，施工風險高。
法令限制	屬既有碼頭設施改善性質，非新建港灣設施，應無須辦理環境影響評估。	屬新建港灣設施工程，牽涉海岸水域及陸域之開發，對環境具一定之影響，若依據「永續海岸整體發展方案(第二期)」內容，恐另需辦理環境影響評估作業。
工程費	3.9億元	5.07億元
建議方案	●	

二、大膽島客運碼頭配置方案規劃研擬

(一)碼頭配置方案研擬原則

碼頭配置規劃須於符合計畫之需求性下，研擬滿足計畫船隻靠泊功能之碼頭，但在配置方案研擬過程中尚需考量環境面影響、使用便利性、工程經費及後續維護等因素，經充分分析後選定最適之方案。

由前章本計畫需求之分析中知，本計畫主要係增設大膽島客運碼頭設施以因應未來登島觀光旅客需求，規劃碼頭船席需求 2 席，且至少有 1 席無須候潮，計畫目標船隻規模為現有太武號，其吃水需求為低潮以下 4.0m 深；而就提供碼頭使用之功能言，碼頭並不提供避風功能，當風浪大時船隻須返回大小金門母港避風。

(二)平面配置方案研擬

大膽島增設碼頭之區位經分析比較選定現有碼頭為最佳區位，配置方案除須滿足本計畫需求外，應充分配合島內軍事防衛之需，如避免影響軍事坑道及現有斜道運補功能等，且充分利用天然屏障條件以降低興建成本為原則。配置方案說明如下。

1. 方案甲(如圖 5-7)

(1)配置構想:

方案甲考量儘量縮減主體長度以降低興建成本，因此防波堤設施長度縮減，至於泊地水深不足部分則以浚深方式以滿足計畫需求。本配置碼頭線以現有碼頭前直線延伸 110m 後轉折正北向再延伸 40m，其中 110m 直線段中有 40m 向內凹規劃，用以提供保護以配置浮動碼頭。方案甲配置前端部分屬防波堤兼碼頭使用，防波堤總長度 90m；另碼頭後側與原岩壁間以所浚挖土方填築成陸地，面積約 0.3 公頃，可供相關設施使用。

(2) 靠泊功能:

本配置規劃有浮動碼頭，浮動碼頭船席與旁邊岸壁碼頭合併使用，長度 40m，足供 1 個船席，另最前端部分碼頭長 50m 亦可供 1 個船席，所以低潮時本碼頭即有 2 個船席可使用，但因配置缺乏對北向浪之遮蔽，於北向浪大時可能影響靠泊功能。

(3) 環境影響:

本配置儘量縮短伸入海中之主體結構，防波堤僅突出原岬頭 90m，又本港址附近海岸屬岩岸，對附近海岸影響實屬有限；另本案須浚深泊地以滿足水深需求，浚挖之土方用於碼頭後側之填方，符合浚填平衡原則，影響環境應屬有限。

2. 方案乙(如圖 5-8)

(1) 配置構想:

方案乙考量水深及船席需求，乃直接依現有天然岬角地形於岬頭處以正北向興建防波堤 130m，其中前端 80m 部分並兼作碼頭使用；另順著現有岬角地勢興建護岸銜接現有碼頭以作為新建碼頭聯外之用。依本案配置平時應可抵擋東～東北向波浪，但受北方季節波浪影響較大，故本案保留中段區域作為消波區，增加泊地水域之穩靜。

(2) 靠泊功能:

本案防波堤前端並兼碼頭使用，現有地形水深約在 -3.0～-5m 間，平時應有 2 個船席泊位無需候潮靠泊使用

(3) 環境影響:

本配置將碼頭功能規劃至前端區域，並以護岸聯繫陸域，對現有碼頭應無影響，開發時除打除部分海岬岩石以興建護岸，對陸域環境影響應屬有限；另本港址附近海岸屬岩岸，雖本案防波堤突出岬頭 130m，但對附近海岸地形影響應有限。

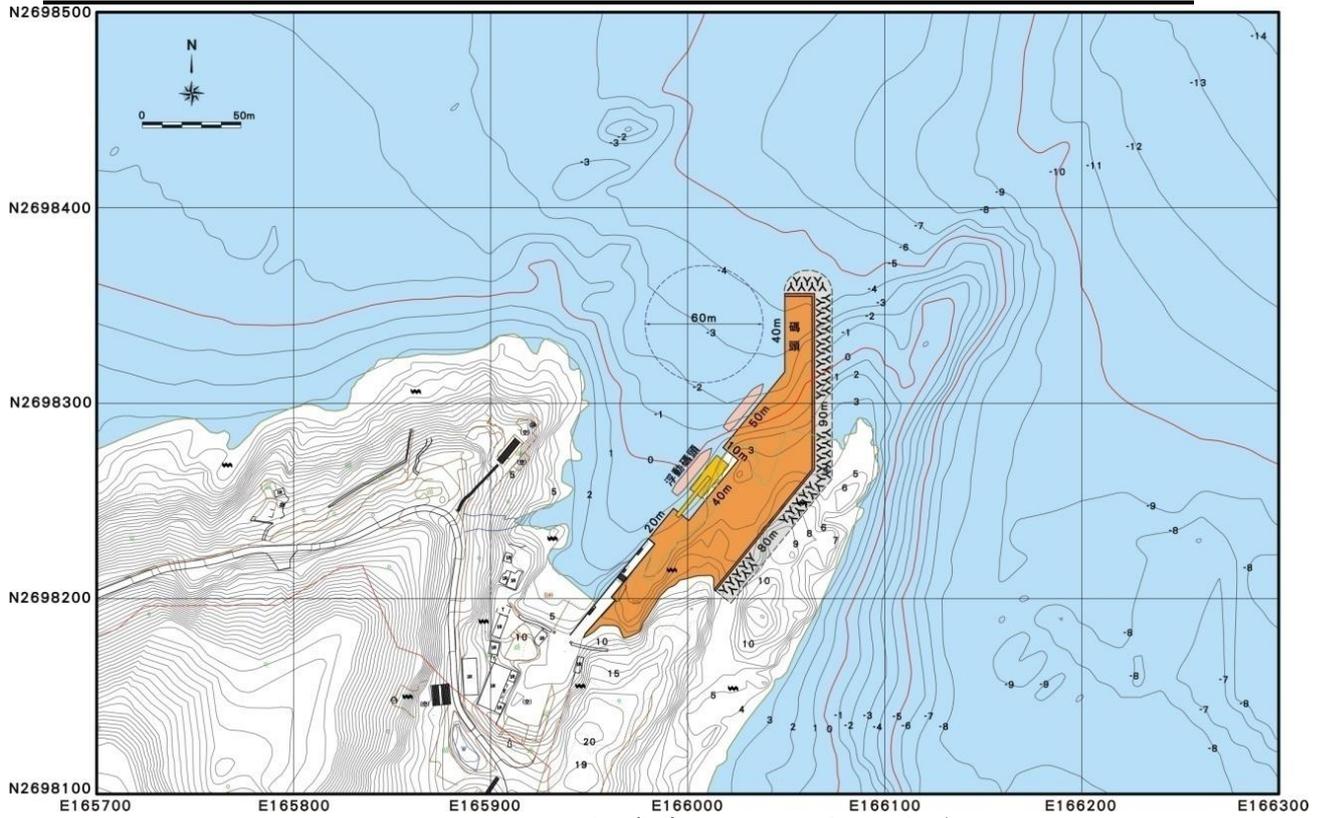


圖5-7 大膽島碼頭配置圖-方案甲

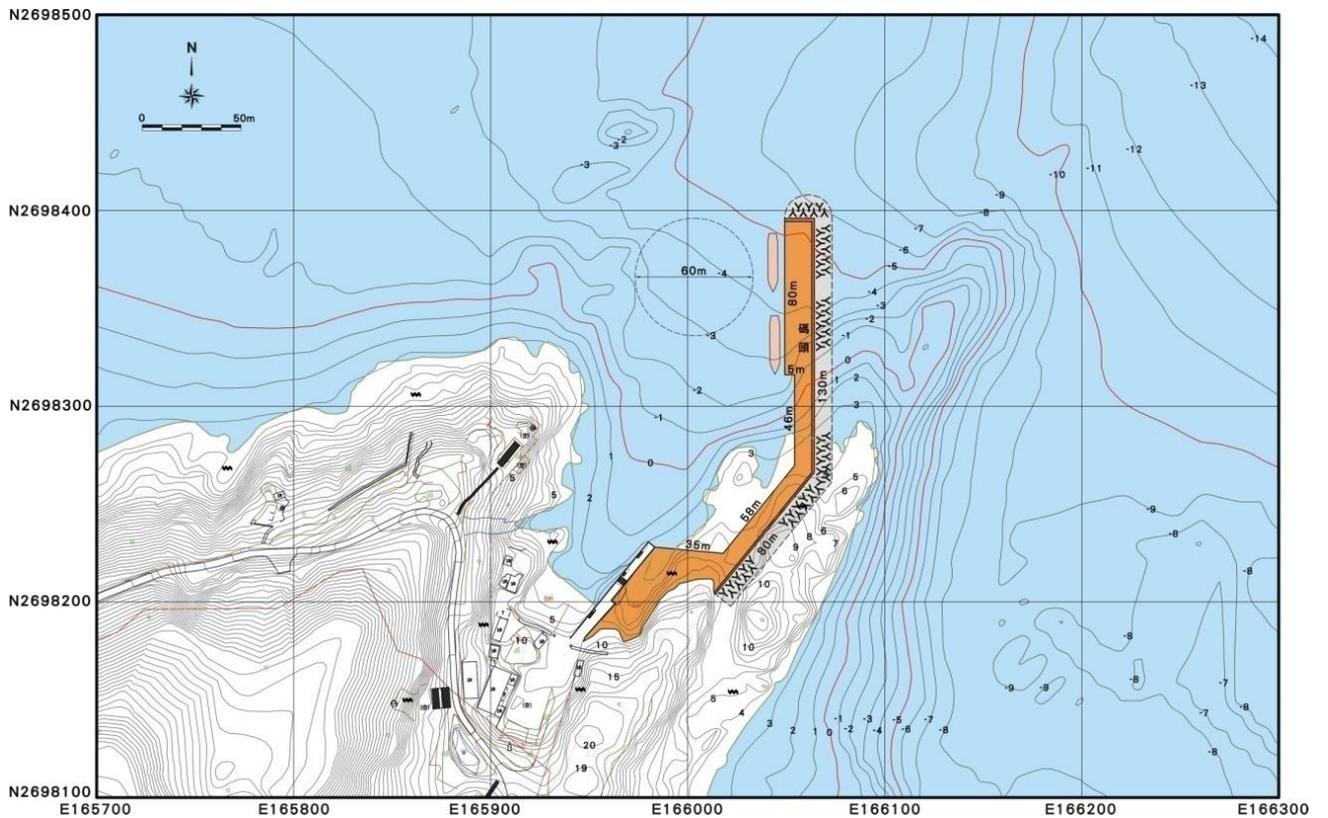


圖5-8 大膽島碼頭配置圖-方案乙

三、水域穩靜數值分析

(一)波浪條件及計算範圍

參考第二章基本資料蒐集分析之季風及颱風波浪結果，本計畫數值模式計算條件，颱風波浪、季風波浪及潮位如表 5-3 所示。

表5-3 大小二膽客運碼頭數值計算輸入條件

內容	輸入條件		
	波向	波高(公尺)	週期(秒)
颱風 波浪	S	6.6	10.8
	SE	7.1	11.2
	E	5.7	10.0
季風 波浪	NNE	2.0	7.0
	S	1.5	7.0
計算 潮位	颱風(暴潮位)		+6.63
	季風(平均高潮位)		+4.97

數值計算範圍如圖 5-9 所示，離散網格尺寸為 5m，計算網格數為 620×343，故計算範圍為 3095m×2475m。

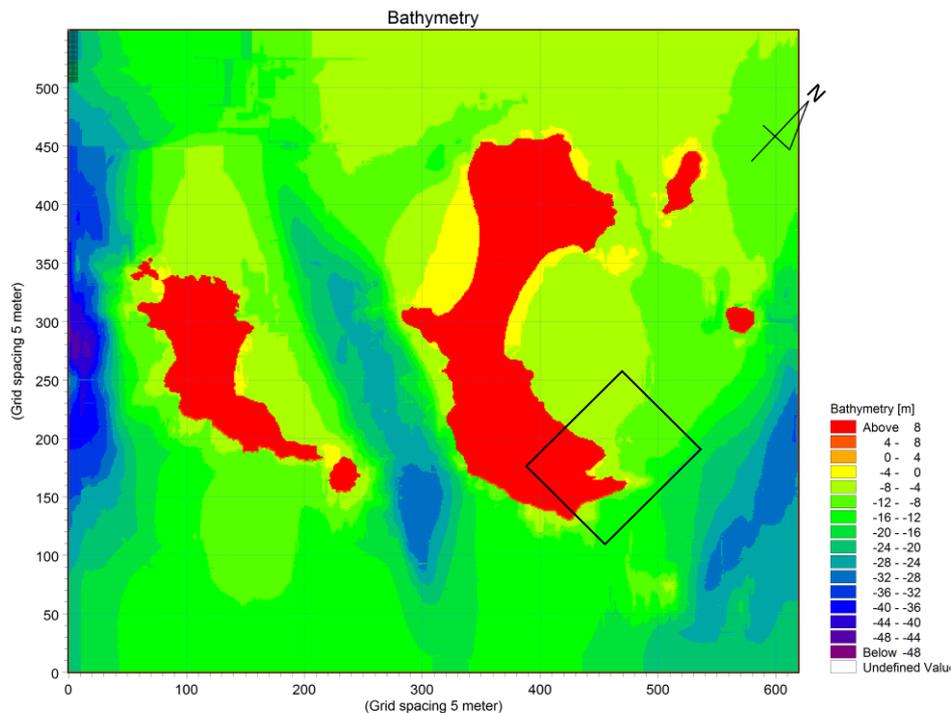


圖5-9 大膽數值計算範圍及改善方案區位圖

(二) 模擬方法

1. 計算模式

本計畫模擬大膽島碼頭現況以及方案改善後於颱風波浪作用下之穩靜度，以 MIKE21 之 BW 模組進行鄰近海域近岸波浪模擬分析，以了解大膽島碼頭受不同入射方向颱風波浪作用時港內波高之分布情形。

2. 模式理論

丹麥水利研究所(DHI)所研發之數值模擬軟體 MIKE 21 之 BW 模組進行數值模擬，該模組係以求解 Boussinesq 方程式之自由液面變動量方式，達到求得港域內波高分布之目的。BW 模組之控制方程式為質量守恆及動量守恆方程式，分別表示如下：

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial q}{\partial y} = 0$$

$$\frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{p^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\partial \eta}{\partial x} + \frac{gp\sqrt{p^2+q^2}}{Ch^2} - E \left(\frac{\partial^2 p}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 q}{\partial y^2} \right) = \frac{1}{3} Dh \left(\frac{\partial^3 p}{\partial x^2 \partial t} + \frac{\partial^3 q}{\partial x \partial y \partial t} \right)$$

$$\frac{\partial q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{pq}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{q^2}{h} \right) + gh \frac{\partial \eta}{\partial y} + \frac{gq\sqrt{p^2+q^2}}{Ch^2} - E \left(\frac{\partial^2 p}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 q}{\partial y^2} \right) = \frac{1}{3} Dh \left(\frac{\partial^3 q}{\partial y^2 \partial t} + \frac{\partial^3 p}{\partial x \partial y \partial t} \right)$$

其中 $\eta(x,y,t)$ 為自由液面

$p(x,y,t)$ 為 x 方向之通量

$q(x,y,t)$ 為 y 方向之通量

$D(x,y)$ 為平均水深， $h=D+\eta$

C 為 Chezy 底床摩擦係數

E 為 Eddy 渦滯係數

$$p = uh, \quad q = vh$$

其中 $u(x,y,t)$ 為 x 方向之水深剖面積分平均流速

$v(x,y,t)$ 為 y 方向之水深剖面積分平均流速

由於波浪作用下流體水平流速分量在垂直方向之分布極複雜，學者們對其分布有不同之假設，但在淺水中則各種說法趨於一致，即淺水中垂直方向上各點之水平流速約等於平均流速，故以往 Boussinesq 方程式僅能準確描述淺水區之波浪，在水深較深之範圍則依不同假設之水平流速分布剖面有不同之結果，丹麥水力研究所(DHI)經實驗驗證，其 BW 模組所假設之水平流速分布剖面在水深波長比(h/L)高達 0.5 時仍可得到相當準確之模擬結果。

在波浪入射持續作用一段時間達到穩態(steady state)後，可由方程式解得之結果 η 求得波高之分布，波高與 η 之關係如下：

$$H_{mo} = 4\sqrt{\frac{\sum \eta^2 - (\sum \eta)^2 / N}{N-1}}, \quad N \text{ 必須包含數十個週期，若入射波浪}$$

為規則波則僅數個週期，惟其波高 $H_{reg} = \frac{(\xi_{max} - \xi_{min})}{2}$ ， H_{mo} 係依能量定義求得，而 H_{reg} 係依波形求得，兩者關係為 $H_{mo} = \sqrt{2}H_{reg}$ 。

在數值模式中，消波岸壁的反射率計算係以設置多孔介質層的方式進行之，其計算方式如下：

$$k_{ref} = \frac{(1-\varepsilon) + (1+\varepsilon)e^{-2i\kappa B}}{(1+\varepsilon) + (1-\varepsilon)e^{-2i\kappa B}} \quad \text{其中 } \kappa = \frac{\omega}{C}\sqrt{1-if_p}, \quad \varepsilon = \frac{1}{\sqrt{1-if_p}},$$

f_p 及 B 分別為流體在多孔介質層的阻力係數及多孔介質層的厚度。

在應用時，可先決定模式中多孔介質層設置的厚度，再利用上式反射率與阻力係數的關係，找出各種岸壁型式反射率所對應的阻力係數。

(三) 穩靜度分析

本計畫分別以季風及颱風波浪進行大膽島碼頭現況、方案甲及方案乙之穩靜數值計算，季風波浪主要考慮 S 及 NNE 向，颱風波浪則主要考慮 S、SE 及 E 向，各配置穩靜計算結果說明如下：

1. 現況

現況之季風波浪及颱風波浪穩靜計算結果，如圖 5-10 所示，概述如下：

(1) 季風波浪

由圖 5-10 之 a、b 可知，S 向季風波浪由於受地形遮蔽，現況夏季季風時波浪都小於 0.3m；冬季 NNE 向季風波浪作用時，現有碼頭附近波高小於 0.3m，但接近灣澳外海附近，波高可達 0.5~1.0m。

(2) 颱風波浪

由圖 5-10 之 c、d、e 可知 S 向颱風波浪現況穩靜算結果，現有碼頭附近波高為 0.3~0.5m，灣澳口附近海域波高為 0.5~1.0m；SE 向颱風波浪現況穩靜算結果，現有碼頭附近波高為 0.5~1.0m，灣澳口附近海域波高為 1.5~2.0m；E 向颱風波浪現況穩靜算結果，現有碼頭附近波高為 0.4~0.5m，灣澳口附近海域波高為 1.5~2.0m。

2. 配置方案

方案甲及方案乙配置之相關季風波浪及颱風波浪穩靜計算結果，概述如下：

(1) 季風波浪

由現況計算結果可知，S 向季風波浪計算結果，現有碼頭水域已穩靜，故 S 向季風波浪下兩案配置水域下均屬穩靜，如圖 5-11 所示，而方案甲及方案乙配置於 NNE 向季風波浪作用

下，現有碼頭及新建配置附近波高均小於 0.3m，但配置方案乙興建堤長較長，故波高小於 0.3m 區域明顯較大。

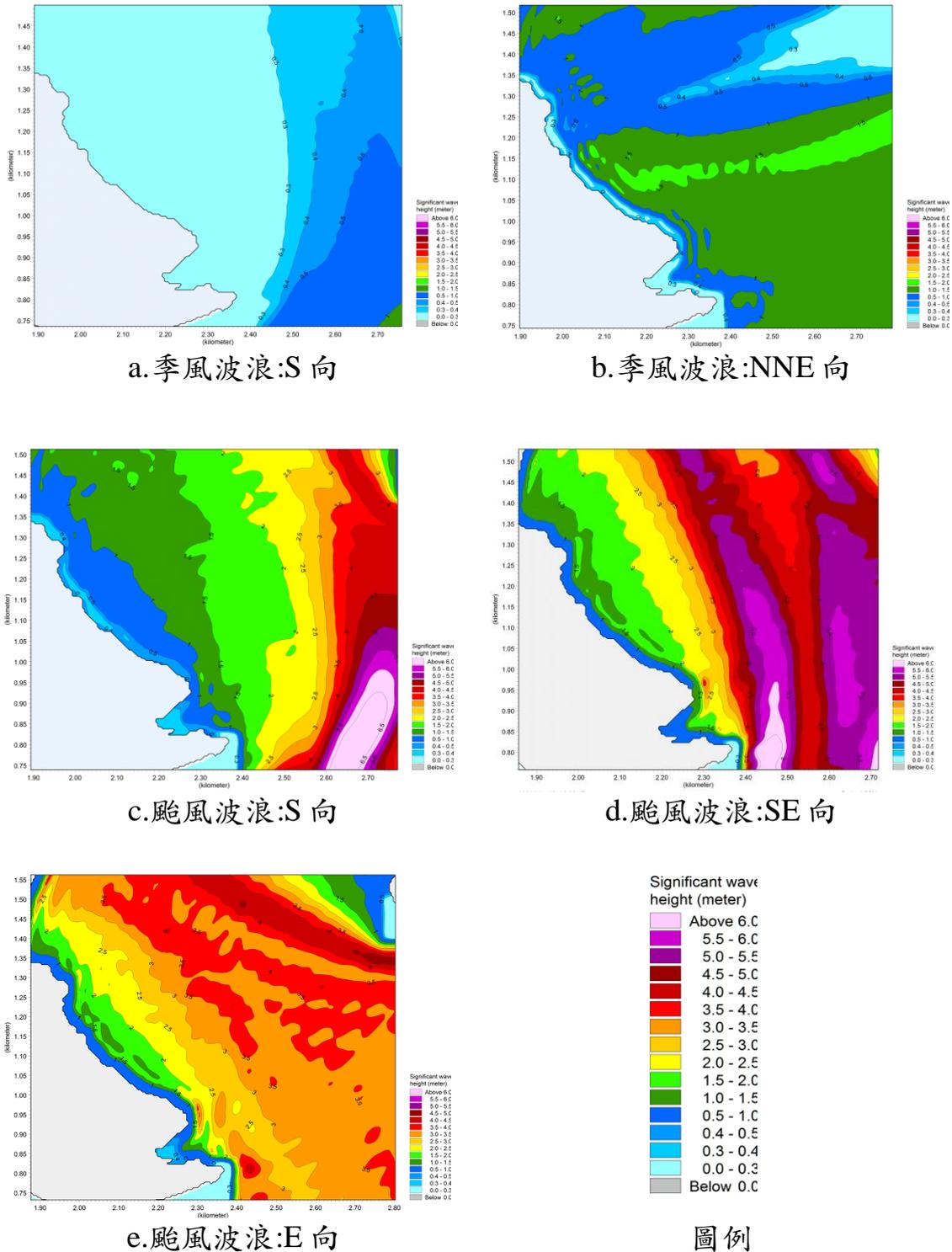
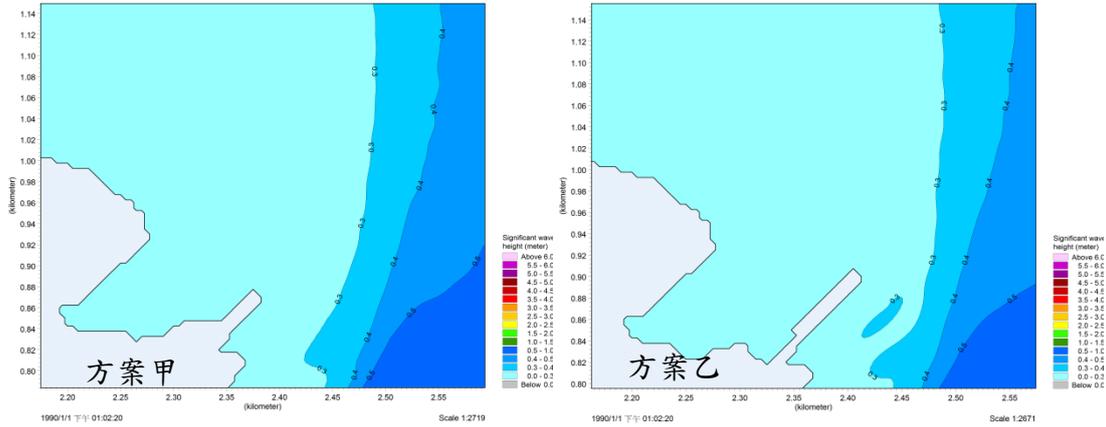
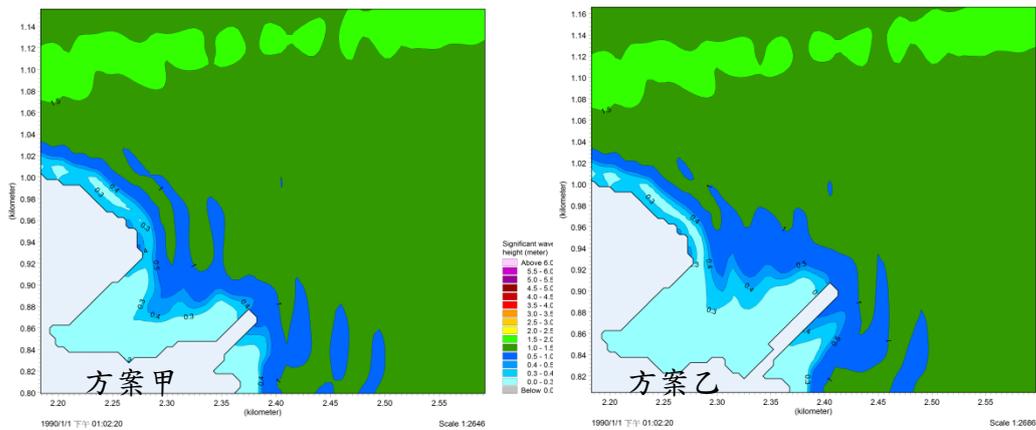


圖5-10 大膽島碼頭海岸現況穩靜計算結果圖



NNE 向季風波浪



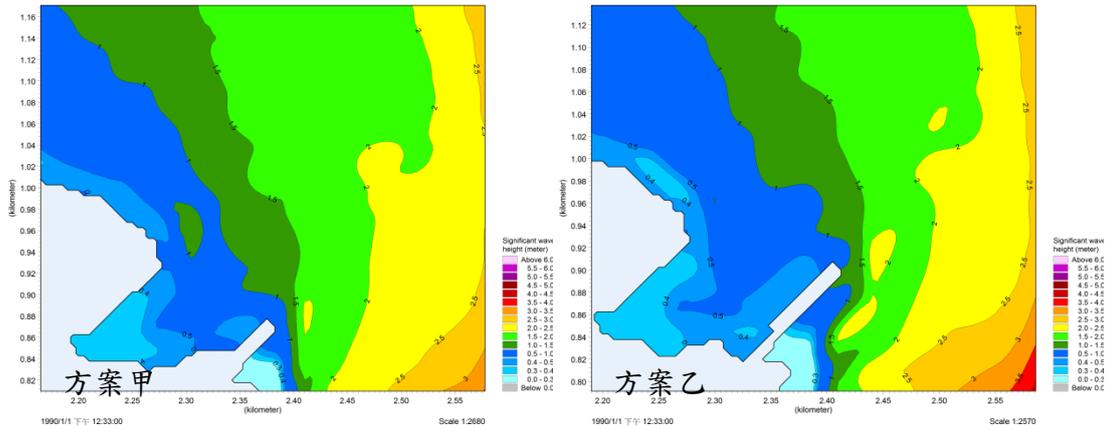
NNE 向季風波浪

圖5-11 大膽島碼頭配置方案季風波浪穩靜計算結果圖

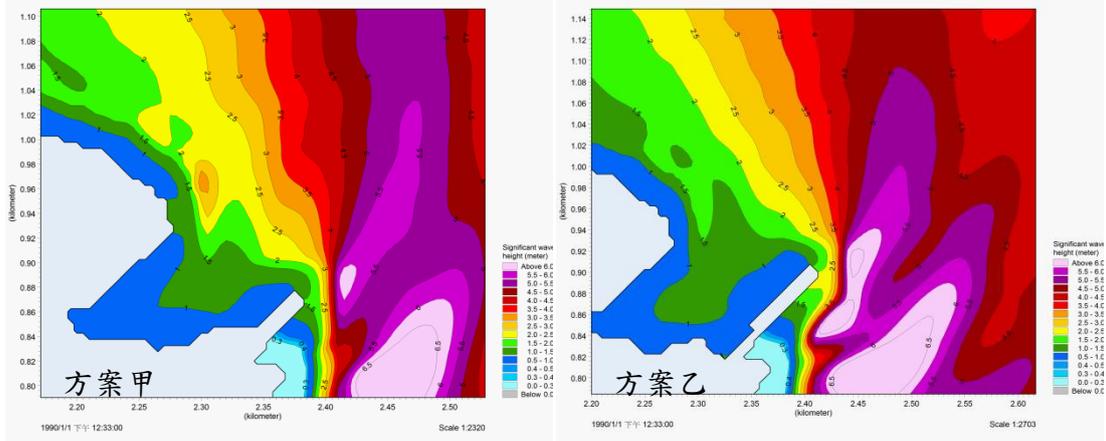
(2) 颱風波浪

數值分析結果如圖 5-12 所示。S 向颱風波浪穩靜算結果，方案甲及方案乙現有碼頭附近波高為 0.3~0.5m，新建碼頭後方案甲僅有局部區域 0.4~0.5m，大多區域為 0.5~1.0m；而方案乙新建碼頭後側波高為 0.4~0.5m。

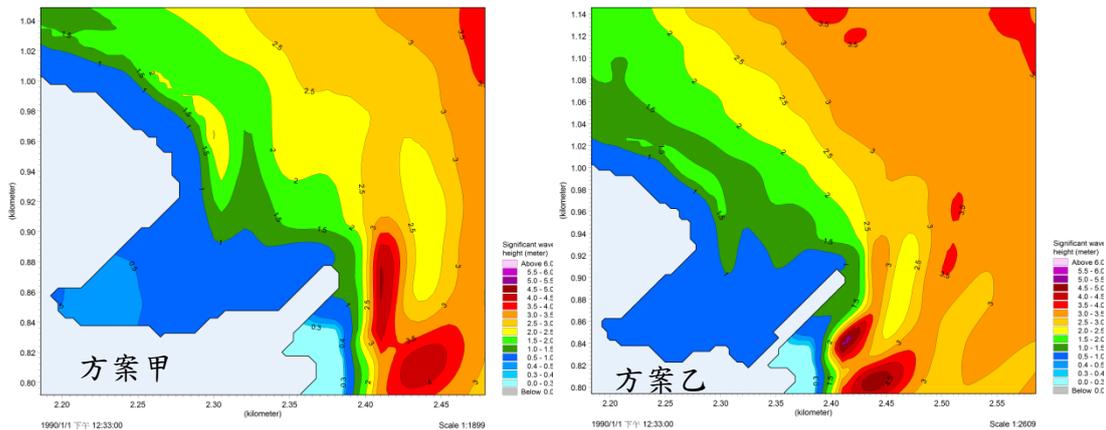
SE 向颱風波浪穩靜算結果，方案甲及方案乙現有碼頭及新建碼頭後側波高均為 0.5~1.0m；E 向颱風波浪穩靜算結果，方案甲現有碼頭附近波高為 0.4~0.5m，新建碼頭後於新建碼頭後側波高為 0.5~1.0m；而方案乙現有及新建碼頭後側波高均為 0.5~1.0m。



S 向颱風波浪



SE 向颱風波浪



E 向颱風波浪

圖5-12 大膽島碼頭配置方案颱風波浪穩靜計算結果圖

四、大膽島客運碼頭配置方案研選

(一)配置方案比較檢討

1.碼頭船席

方案甲碼頭配置以現有碼頭前緣直線延伸規劃，延伸長度計150m，由於現有水深-2~-4m間，故未來以浚深方式獲得需求水深-4.0m，低潮時足供2~3個之船席；而方案乙碼頭總長為80m，現有水深-3.5m~5.0m，平時可供2個船席。

2.碼頭泊地穩靜度

就方案甲及方案乙配置之對波浪之遮蔽性而言，對於東向波浪均有遮蔽效果，但對北向浪較無遮蔽；另就防波堤長度而言，方案乙因長度較長，且泊地內側保留有消波區，泊地水域應較方案甲穩靜。依據前節穩靜數值分析結果，季風波浪期間方案甲及方案乙碼頭水域波浪均在0.3m以下，而颱風波浪下，方案甲及方案乙碼頭水域波浪亦均在1.0m以下，故除方案乙因防波堤較長致穩靜範圍較大外，數值分析結果兩案碼頭水域穩靜狀況應相差有限。

3.航道流況

大膽島配置方案開口略朝北向，本計畫模擬以冬季季風波浪作用下，分別就方案甲及方案乙配置下探究沿岸流狀況，詳附錄二。由沿岸流模擬成果顯示，由於方案甲及方案乙配置規模差異不大，伸入外海之防波堤長度差異僅40m，航道附近水域之流速流向差異並不明顯，流速分布約在1~9.5cm/s間。

4.作業便利性

就旅客之動線而言，方案乙碼頭船席位置較為外側，從碼頭入口至船席登船處距離約200m，故旅客上下船後需步行較長的距

離始可登島，而方案甲碼頭船席位置鄰近現有碼頭入口，相距僅約 80m；另方案甲規劃設置浮動碼頭，方便旅客上下船，而方案乙屬岸壁式碼頭船席，乘客利用階梯上下船，除較不方便外，階梯踏板表層常植生藻類，不利乘客上下船。

此外，方案甲碼頭後線至胸牆間約有 30~40m 之寬度可供人車動線使用，作業相當便利，而方案乙因碼頭後線並無腹地，作業空間並不充足。

5. 環境影響

對於大膽島整體環境而言，方案甲及方岸乙利用現有岬頭以正北向延伸興建防波堤，其堤頭位置僅些微超出南山北岸之海岸延伸線，又附近海岸屬岩岸，故對於附近海岸環境影響有限；若以施工面而言，方案甲因須浚挖水深，顯對於現地環境略有影響，惟浚挖範圍僅約 0.8 公頃，影響尚屬有限；另方案甲及方案乙對於現有岬頭因興建護岸，因而鑿除部分岩壁，係對現有環境最為明顯之影響。

6. 設施維護

方案甲因有浮動碼頭設施，其鋼質材料及相關配件應屬須時常維護之項目，且泊地水深採浚深底床方式獲得，未來須注意會否淤淺，此亦為維護之項目之一；而方案乙實體以混凝土為主，除防舷材須注意維護外，幾無特別維護之項目，故整體而言方案乙較易維護管理。

7. 緊急功能性

碼頭係大膽島對外樞紐，未來島內發生緊急醫療需求時，仍透過大膽島碼頭進行輸運。因此，就碼頭型式而言，方案甲之浮動碼頭具有上下船便利及安全之特性，可迅速完成上下船作業，爭取醫療時效；而方案乙為岸壁式碼頭，遊客上下船須透過岸壁

階梯或上或下，平時不甚便利，況且浪大或風大時安全更為堪慮，可能影響就醫或救災時效性。

8. 腹地面積

方案甲碼頭與後側胸牆間約有 30~40m 之距離，形成之腹地面積約 0.3 公頃，未來可供相關陸域設施使用，而方案乙配置僅為護岸及碼頭設施，並無腹地產生。

9. 興建成本

經估算工程經費，方案甲工程總經費為 3.9 億元，方案乙碼頭位置水深雖然較深，但因銜接現有碼頭段屬護岸設施，單價較低，方案乙工程經費約 3.68 億元。

(二) 較佳定案配置

依據前述對兩案於碼頭船席、水域穩靜度、作業便利性、環境影響、設施維護、緊急應變性、腹地面積及興建成本之比較，如表 5-4 所示。綜言之，水域穩靜度、航道流況及環境影響面上兩方案差異有限；方案乙在設施維護上較具有優勢，興建成本方案乙雖較方案甲少，但相差有限；方案甲在碼頭船席數、作業便利性、緊急應變性及腹地面積上顯較方案乙為佳。考量本案碼頭以載運觀光客為主，上下碼頭設施應兼顧安全及舒適性。因此，本計畫建議採方案甲為大膽島碼頭之配置方案，如圖 5-13 所示。



圖5-13 大膽島客運碼頭定案配置圖

表5-4 大膽島碼頭配置方案比較表

考量因子	方案甲		方案乙	
碼頭船席	碼頭長度 150m，船席計 3 席(包括浮動碼頭 1 席及岸壁碼頭 2 席)。	V		碼頭長度 80m，岸壁碼頭船席 2 席。
泊地穩靜度	冬季風浪下，泊地水域波高 0.3 以下；颱風波浪下，泊地水域波高 1.0m 以下。	V	V	冬季風浪下，泊地水域波高 0.3 以下；颱風波浪下，泊地水域波高 1.0m 以下
航道流況	模擬冬季風浪沿岸流，流速 1~9.5cm/s 間。	V	V	模擬冬季風浪沿岸流，流速 1~8.9cm/s 間。
作業便利性	配置一座浮動碼頭，方便遊客上下船，且碼頭後側有腹地，人行及車輛動線空間足。	V		遊客由岸壁階梯上下船，較不方便；無多餘腹地，作業空間較缺乏，動線較差。
環境影響	工程建設會破壞現有礁岩，但範圍有限；依碼頭配置及附近海岸環境，碼頭配置後對附近海岸地形應不致太大影響。	V	V	工程建設會破壞現有礁岩，但範圍有限；依碼頭配置及附近海岸環境，碼頭配置後對附近海岸地形應不致太大影響。
設施維護	規劃之浮動碼頭其浮箱及固定樁屬鋼製材料，未來須定期維護保養。		V	結構多屬混凝土製材料，未來基本上無須維護保養。
緊急應變性	浮動碼頭上下船方便安全，及動線空間足夠，遇緊急醫療需求下，可迅速上船爭取時效。	V		遇緊急醫療需求下，由岸壁階梯上下船，不方便又有安全虞慮，且碼頭後側無腹地，無足夠空間應急。
腹地面積	約可創造 0.3 公頃之腹地，可供相關陸域設施使用。	V		僅有碼頭面可利用，無多餘之腹地。
興建成本	工程經費約 3.9 億元。		V	工程經費約 3.68 億元。
建議方案	●			

註:V 表相對較佳方案

五、大膽島碼頭整體配置規劃

茲依據前述碼頭定案配置，大膽島客運碼頭於既有碼頭前側水域構築，整體配置如圖 5-14 所示，說明如下。

(一)碼頭平面配置

1.碼頭配置

大膽客運碼頭整體堤線自現有碼頭前端起，以平行原碼頭堤線向前延伸 110m 後，再以正北方向延伸 40m，故碼頭堤線總長 140m，但其中前 110m 段距原碼頭前端 20m 後碼頭堤線轉為內凹 10m，內凹長度 40m，為設置浮動碼頭位置。依據碼頭堤線之配置，碼頭船席至少 2 席，包括浮動碼頭 1 席及岸壁碼頭 1 席，另配置最前端 40m 屬防波堤兼碼頭結構，故其內側仍屬碼頭功能，可供貨輪船或緊急狀況時臨時停靠使用。

2.泊地水域

為滿足本計畫目標船舶吃水深，本碼頭泊地水深浚深至 -4.0m，碼頭浚深範圍自原碼頭前端起，配合地形漸次降挖至浮動碼頭前側即達到需求水深 -4.0m，至於碼頭前側泊地水域，配合西側海岸地形，包括船隻迴旋水域均浚挖至 -4.0m 深。

(二)陸域設施配置

依據碼頭佈置規劃，碼頭與護岸間構築形成新生地，除供遊客及車輛動線空間外，計畫配置包括候船區、停車場及臨時堆置區使用如下：

1.候船區

大膽碼頭原則上以現有之生明廳作為遊客之候船室，提供遊客相關之服務設施，但由於候船室與登船碼頭相距約 100m 以上，

故於浮動碼頭岸肩後側另設有候船區，專供登船遊客候船區域。
候船區長 30m、寬 12m，面積約 360m²。

2. 停車場

位於候船區旁，供接送遊客之車輛使用。停車場長 20m、寬 12m，面積約 240m²，約可停 3 輛小巴士及 36 輛機車。

3. 臨時堆置區

臨時堆置區位較外側，鄰近碼頭船席，提供作為卸載貨物、碼頭雜物等臨時之堆置區，面積約 320m²。

(三) 聯外道路配置

現有大膽碼頭聯外道路主要為南京路。南京路以生明廳廣場起，往北可環繞南山北側並可銜接島內道路，或於生明廳起往南於中正公園銜接西藏路，則可環繞南山南側並可銜接島內道路。本計畫碼頭聯外道路即為現有碼頭聯外道路，遊客上下船後，可步行至生明廳後搭車或步行遊島，或由碼頭岸肩直接上車環島旅遊；遊客回程可由車輛直接運抵碼頭岸邊，或步行至碼頭岸邊登船，故本碼頭聯外道路尚稱完善。

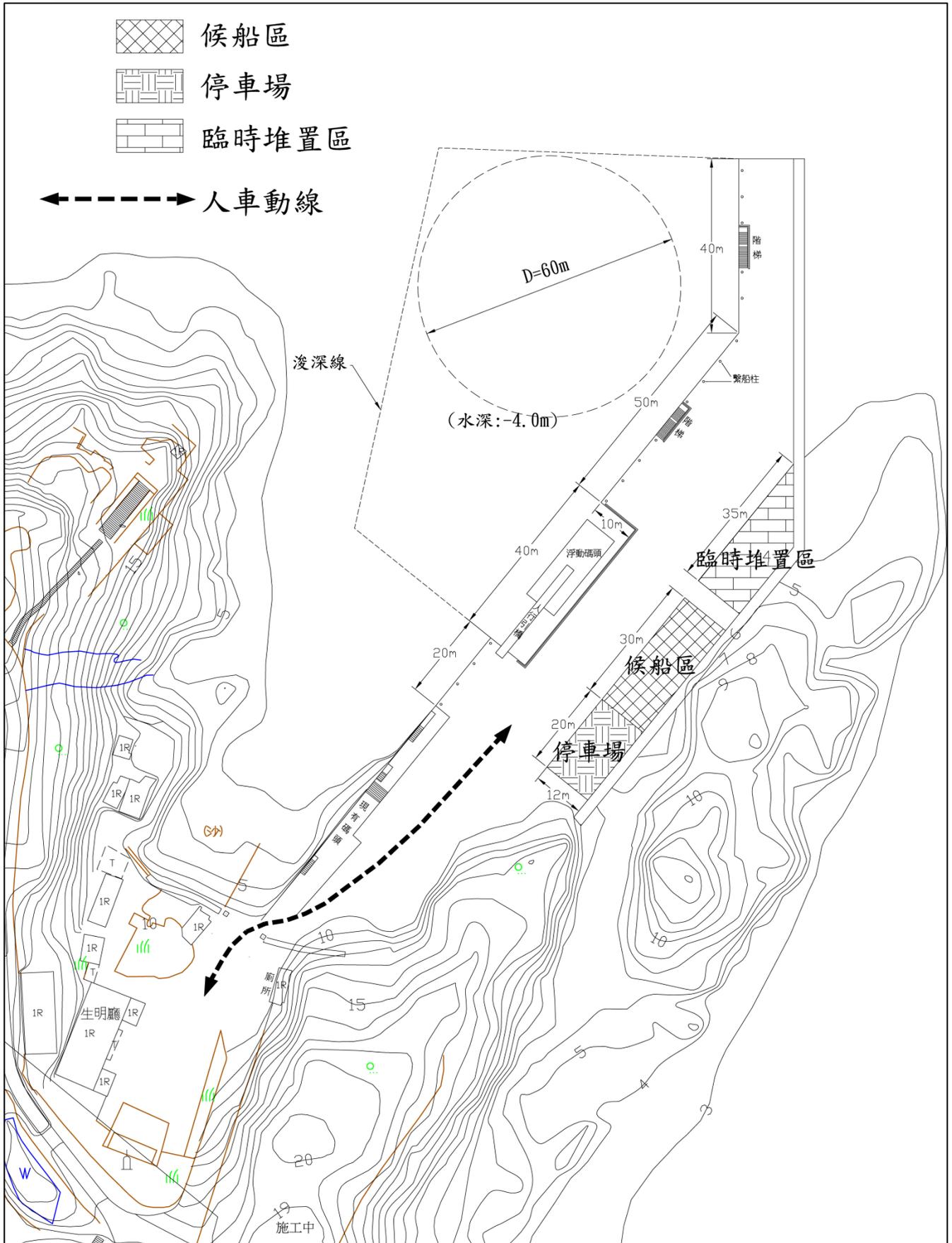


圖5-14 大膽島客運碼頭整體配置圖