

高雄市政府海洋局
統計專題分析
海堤工程對鄰近海岸地形影響研究



提送單位：高雄市政府海洋局

撰寫人：施文松

中華民國 109 年 07 月

摘 要

本計畫目的係針對中芸漁港東防波堤延建第二期工程125M，利用數值模式瞭解中芸漁港泊區的靜穩度變化以及對附近海岸的漂沙地形變遷影響。據此，本計畫之工作項目主要包括基本資料蒐集與既有海域地形變遷資料分析、海岸地形水深測量、漁港及海岸保全對策研究、工程計畫與效益及海域地形變化數值模擬，主要工作成果摘要如下。

本計畫以多音束測深儀及空載光達掃描儀測量周邊海岸水深地形，並針對離岸堤後及潮間帶區域輔以單音束及e-GNSS測量方式，共進行三次陸域及海域地形測量，以空載光達及e-GNSS作業於低潮位時對陸域地形進行量測，再以多音束及單音束測深系統於高潮位時進行海域水深地形測量，確保海陸域地形測量資料重疊區最大化，進而掌握海陸域接合處之地形高程。

中芸漁港107年延長東防波堤125m後，數值分析結果，對本段海岸侵淤變化，不致有明顯影響，故建議採零方案；汕尾漁港右側海岸確實有侵蝕根據本計畫數值分析及歷年水深侵淤變化分析結果，確實有侵蝕情形，市府水利局亦於107年7至9月拋放120個消波塊初步保護該段海岸，由本計畫10710、10801及10805等三次水深地形比較，可知汕尾漁港附近海岸整體上侵淤變化並不大，其次與104/10水深測量結果比較，右側海岸水深0米線附近及現有離岸堤兩側侵蝕較明顯，故建議進行改善方案為延續保護工方式，但由本段海岸灘線並未侵蝕，建議先進行「零方案」，即先持續進行海岸水深地形監測，如原來拋放消波塊保護之海岸段附近，有發生持續侵蝕現象，再考慮本計畫所建議之保護工改善方案，並可考慮配合環境景觀，採用自然材料或造型。

摘要.....	II
壹、緒論.....	1
1.1前言.....	1
1.2研究動機及目的.....	3
1.3計畫範圍.....	3
1.4研究方法.....	4
貳、基本資料蒐集與分析.....	5
2.1自然環境資料.....	5
2.2中芸漁港設施現況.....	18
參、地形水深變遷特性分析.....	21
3.1地形水深平面侵淤分析.....	22
3.2地形水深斷面侵淤分析.....	27
肆、漁港及海岸保全對策研究.....	30
4.1東防波堤延長對鄰近海岸影響分析及改善對策.....	30
4.1.1數值模式建立與驗證.....	30
4.1.2改善對策.....	32
4.2南星計畫西海堤分析及改善對策.....	33
4.2.1成因探討.....	34
4.2.2南星計畫西海堤分析.....	34

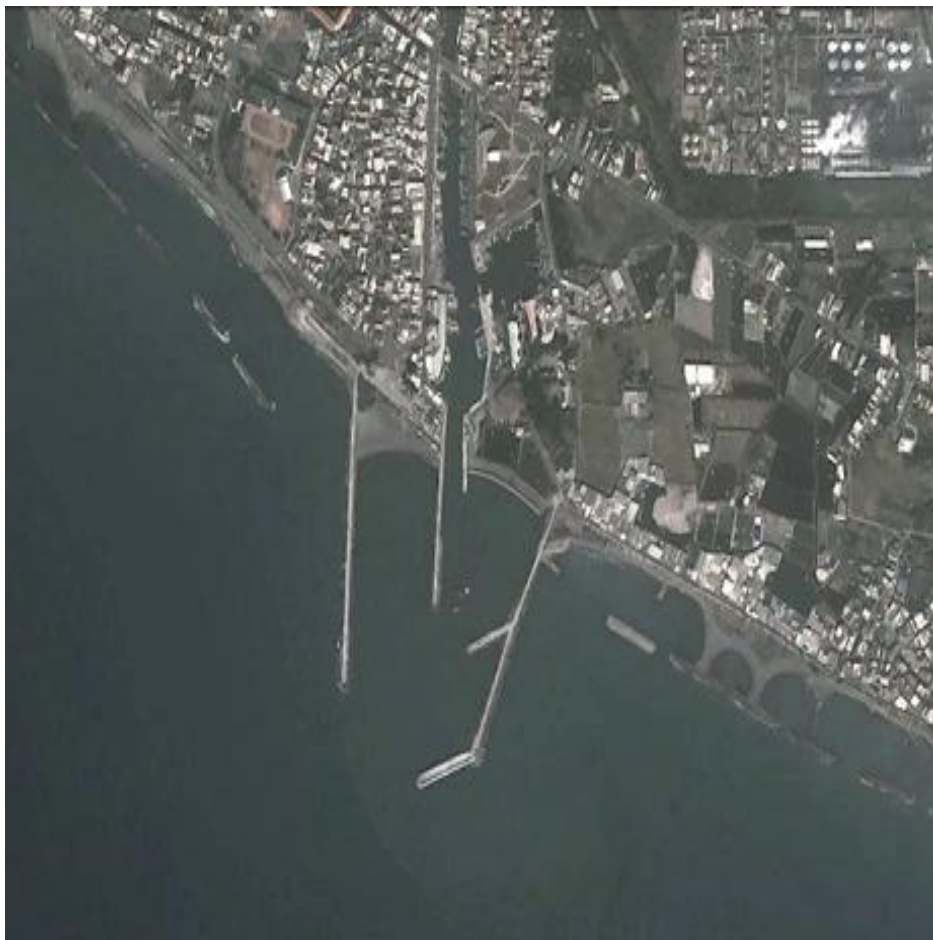
4.2.3改善對策.....	35
4.3汕尾漁港海岸侵蝕分析及改善對策.....	36
4.3.1汕尾漁港右側海岸侵蝕分析.....	36
4.3.2改善對策.....	36
肆、結論及建議.....	30
伍、參考文獻.....	31

壹、緒論

1.1 前言

中芸漁港位於高雄市林園區鳳芸里(地理位置與現況如圖1.1-1)，係利用中芸溪下游水域興建，於民國41開始興建至58年計完成泊地4.8公頃、碼頭998公尺、東西導流堤 171公尺、防砂堤340公尺、護岸635公尺等。因鑑於東西防波堤長度不足，港口航道易受漂砂影響，乃列入「第一期臺灣地區漁港建設方案」予以擴建改善，迄74年度止，本港計先後完成東防波堤330公尺、東西導流堤345公尺、西防砂堤 90公尺、海堤100公尺、護岸748公尺、碼頭1,457公尺。75年度改建原港內護岸為碼頭221公尺、興建海堤207公尺及疏浚航道泊地等。本港設施完善，為一良好之近海漁港，惟港池稍嫌狹長，颱風時泊地有欠穩靜，乃在「第二期臺灣地區漁港建設方案」中，編列經費改善外廓設施，於77年度起興建西防砂堤344公尺、東防波堤156公尺，並改建碼頭449公尺及航道泊地浚挖等。「第三期臺灣地區漁港建設方案」繼續改善外廓設施，於86年延長東防波堤30公尺；88年續延東防波堤36公尺及修復棧橋碼頭50公尺；89年進行港區範圍內之海堤100公尺整建；90年進行魚市場碼頭193公尺之修復及沉砂池工程；91年修護休息碼頭27公尺。前高雄縣政府為謀港區穩靜更進一步改善，乃於92年度辦理水工模型試驗提出東防波堤延建工程，建議堤線由現有東防波堤向西轉折133°後往西延長250m，該工程分為兩期施工，第一期工程由原有東防波堤之末端延長2m後，轉折133°後往西延長125m，該工程已於100年8月完工；民國99年12月25日高雄縣併入高雄市升格

為直轄市後，高雄市政府海洋局乃於100年續辦第二期工程計畫，擬續延長東防波堤125m，以增加颱風時的港口遮蔽效果，於100年12月完成細部設計，亦於103年(8/8~11/6)與104年颱風季進行兩次港內波高觀測以評估第一期工程的穩靜改善效果，目前已於106年2月發包開始辦理第二期延長東防波堤工程125公尺的施工中，該工程已於107年8月完工。



資料來源：Google Earth (2014.02.27攝)

圖 1.1-1 中芸漁港地理位置圖

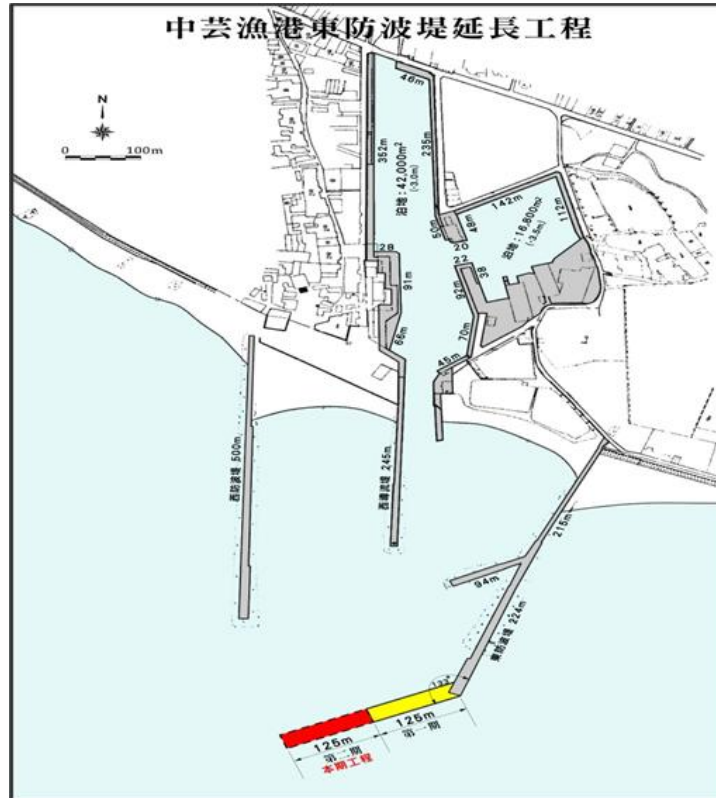


圖 1.1-2 中芸漁港東防波堤延建第二期工程配置規劃圖

1.2 研究動機及目的

高雄市政府海洋局為顧及漁港與海岸保全問題，乃配合工程施工期間「中芸漁港東防波堤延長第二期」，工程內容如圖1.1-2，項目為繼續延長東防波堤125m(標示如圖中紅色色塊)。為求謹慎，本計畫擬對中芸漁港海域進行現況地形水深調查以瞭解颱風季與冬季東北季風後的地形變化，並依據現況地形與海氣象資料進行地形變遷模擬與模式驗證，再據規畫內容分階段評估開發工程對鄰近海岸的地形影響，提出因應的改善對策，以期減少對鄰近海岸環境的負面影響。

1.3 計畫範圍

本計畫將針對中芸漁港鄰近海岸進行地形測量與分析，自高雄洲

際貨櫃中心南海堤至高屏溪河口水域，至少包括沿岸11公里海岸範圍，如圖1.3-1所示。

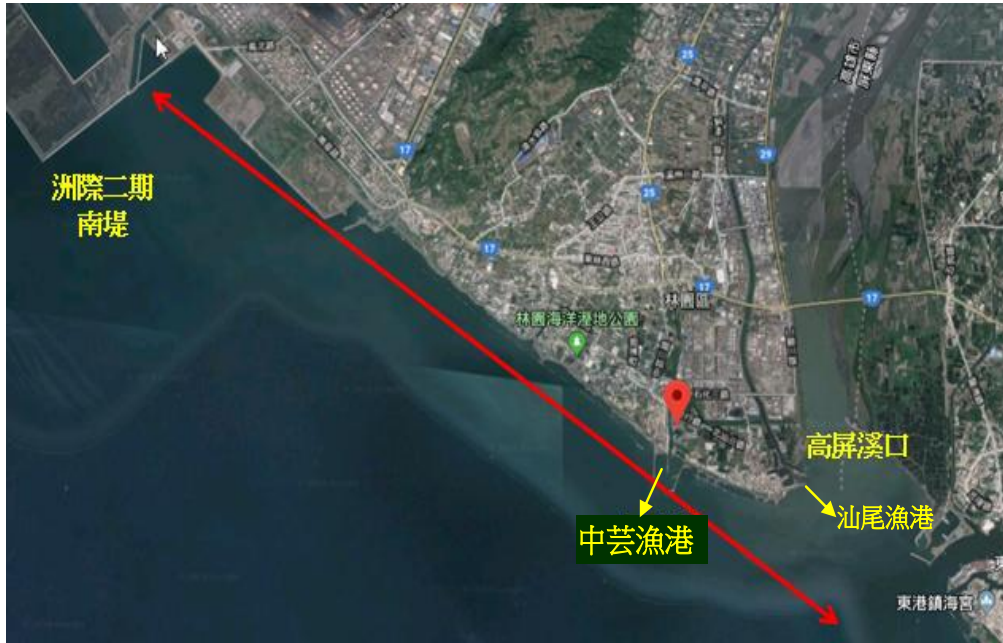


圖1.3-1 計畫範圍

1.4 研究方法

本計畫目的係針對中芸漁港東防波堤延建第二期工程125M及洲際貨櫃中心二期工程，利用數值模式瞭解中芸漁港泊區的靜穩度變化以及對附近海岸的漂沙地形變遷影響。由於靜穩度與漂沙模擬所需考慮的因素非常複雜，雖主管鄰近海岸的第六河川局與漁港主管當局歷年持續監測有多筆地形水深資料，但尚需整合附近海域的潮位與海流調查資料，以及高屏溪的入流與輸砂供應，以更完整考慮計畫海域的波浪、潮流、河川入流與輸沙對中芸漁港的泊區靜穩與漂沙的影響。

據此，本計畫之工作項目主要包括基本資料蒐集與既有海域地形

變遷資料分析、海岸地形水深測量、漁港及海岸保全對策研究。

貳、基本資料蒐集與分析

2.1 自然環境資料

本段海岸基本資料蒐集與分析包括氣象、海象、海岸漂砂、水深地形及河川水文等項目。茲就往昔相關調查研究成果，進行彙整與說明。

一、氣象資料

中芸漁港位於高雄市林園區，當地並未有氣象觀測站，茲蒐集中央氣象局高雄測站之歷年統計資料如下：

(一) 氣溫

由1998至2018年中央氣象局高雄測站氣溫資料，本區月平均氣溫變化如圖2.1-1所示。如高雄地區屬亞熱帶氣候，歷年最高月平均氣溫發生在7月、最低月平均氣溫則發生於1月；6~9月氣溫皆在28°C以上，其中又以7月的29.4°C最高；12月至翌年2月為高雄地區氣溫較低的月份，大致氣溫在20°C左右，其中又以1月的19.8°C最低。

(二) 相對濕度

由1998至2018年中央氣象局高雄測站相對濕度資料，本區月平均相對濕度變化如圖2.1-1所示。高雄地區之月平均相對濕度的變化大致介於71%至80%之間，歷年最小相對濕度出現於3月及12月，最高的月平均相對濕度出現8月。

(三) 降雨

由1998至2018年中央氣象局高雄測站降雨資料，本區月平均降雨量變化及年平均降雨日數如圖2.1-1所示。高雄地區降雨主要集中在每年夏、秋季，亦即5月至9月間，主要降雨多仰賴每年夏、秋季西南氣流及颱風所帶來的降雨，月平均降雨量皆約在200mm以上，其中以8月的506.7mm最高，年平均降雨量約2,023mm。降雨日數係指日降雨大於0.1mm以上之天數，高雄測站月平均降雨日數以8月的16.1日最高，而以2月的2.6日最少，年平均降雨日數約86.6日。

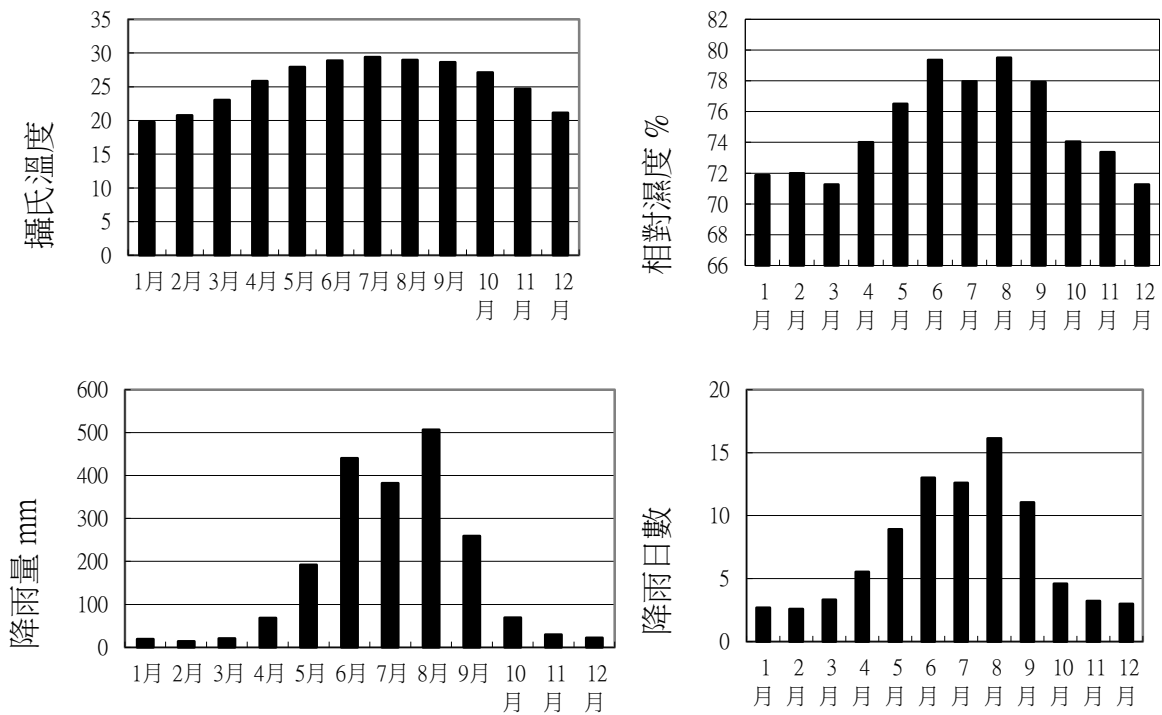


圖2.1-1高雄測站歷年月平均相對濕度、溫度、降雨變化統計圖

(四) 風

依據中央氣象局高雄測站所得之1984年至2017年風力觀測資料，統計分析各月份風力特性如附表2.1-1所示。由分析成果可知，高雄地區年平均風速約為2.6m/sec，冬季期間風向主要以N向為主，夏季期間風向則轉為S向。每年6~9月份因受颱風侵襲影響，極大風風

速約達25~39m/sec，10~12月受東北季風影響，極大風風速仍達22m/sec以上。

表2.1-1 歷年高雄測站風向風速統計表

月份 項目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
平均風速 (m/s)	2.9	2.7	2.6	2.4	2.3	2.5	2.8	2.6	2.5	2.5	2.5	2.7	2.6
最多風向	N	N	N	NW	NW	S	S	S	W	WNW	N	N	N
極大風速 (m/s)	17.8	15.3	25.2	18.4	18.6	25.6	34.3	31	39.1	26.3	27.1	22.8	25.1

資料來源：中央氣象局(1987~2017年)，本計畫彙整。

(五) 颱風

依據中央氣象局科技研究中心專題研究報告「百年侵台颱風路徑圖集及其應用(TROPICAL CYCLONE TRACKS OVER TAIWAN FROM 1897 TO 1996 AND THEIR APPLICATIONS)」[(CWB86-1M-01)，87.6]及氣象局網站資料，統計民國前15年至民國105年計119年間侵襲臺灣及其附近海域之颱風記錄，分析如下：

1. 颱風侵臺頻率

過去119年來侵襲臺灣之颱風，最早在4月下旬，最晚在12月中旬，其中以8月份最多，相當於總數之30.09%，7月與9月次之。颱風每年侵襲臺灣之次數最多達9次，最少零次，平均臺灣地區每年受颱風侵襲之次數為3.93次，其中7月、8月、9月平均約有1次機會。

侵臺颱風方面，影響臺灣的主要季節是在7月至9月，佔全年侵臺颱風總數的74%，1月至6月及10月至12月的比例則分別佔全年侵臺颱風總數的15%及11%。

2017年侵臺颱風共有2個，分別為7月下旬生成並接續登陸的尼莎颱風與海棠颱風，根據中央氣象局最新資料顯示1958~2017年間受颱風侵襲之次數平均為3.63，較氣候值3.93個偏少。歷年來侵臺颱風最多的1年是2001年，有7個颱風侵臺，最少的1年為1964年沒有颱風侵臺。分析最近10年(2008-2017年)平均的颱風生成數、侵臺颱風數分別為23.8、2.8個，均低於1981-2010年的氣候平均值。1958~2017年統計結果如圖2.1-2。

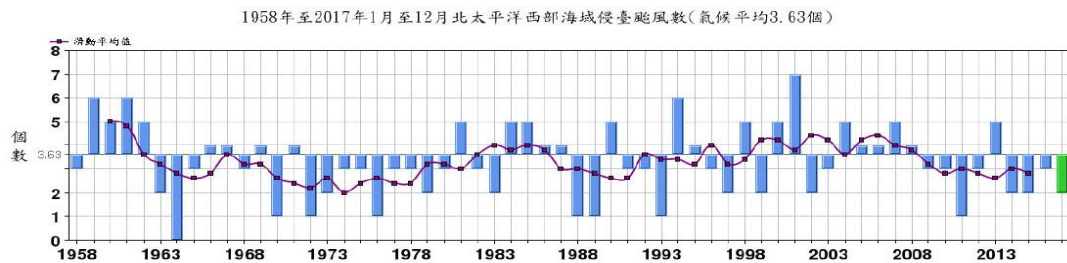


圖2.1-2 1958~2017颱風侵台個數統計

2. 侵臺颱風路徑

颱風侵臺路徑分為十類(如圖2.1-3)，以由臺灣南部海面向西或西北進行之第五類颱風發生率最高，過去119年來總計發生87次，其次為沿臺灣東岸或東部海面北上之第六類颱風發生59次。對本區較具威脅之颱風路徑為第四、第七及第九類路徑，過去119年來總計發生112次，每年平均發生次數為0.93次。統計過去119年來侵臺颱風共計462次，其中登陸臺灣本島計有207次，佔侵臺颱風之44.8%。登陸地段以宜蘭、花蓮間之43次為最多，本計畫案中芸漁港所在之處為18次，佔登陸颱風之8.69%。

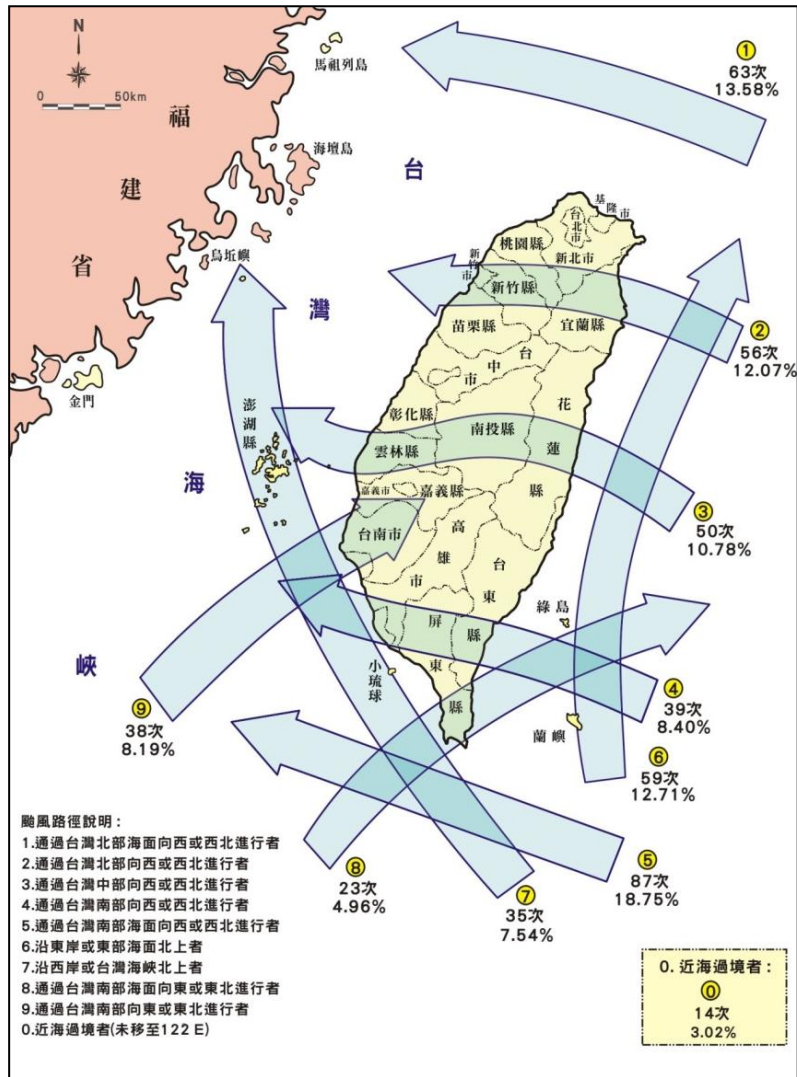


圖 2.1-3 侵臺颱風路徑分類統計圖(1897~2017)

二、海象環境

(一) 潮汐

潮汐為天體萬有引力作用於海面，使海面水位隨之發生變化之現象；高雄海岸潮汐屬半日潮型態，每日有二次海水漲落變動。本港尚無完整潮汐觀測資料，僅有前臺灣省政府漁業局於76年度觀測結果，由於林園區在地理位置上十分接近高雄港，故參考中央氣象局高雄潮位站(中潮系統)。

以往中芸漁港在工程使用上，均採其築港系統為基準，依據高雄市政府海洋局100年10月辦理之「中芸漁港東防波堤(第二期)延建工程」細部設計報告書內容，特引測編號G120一等水準點至港區原測量控制點T4，驗證本港之築港控制點高程零點係位於陸上一等水準點系統零點以下0.218m，據此修正設計潮位為EL+2.35m，其他不同潮位依據高雄港中潮系統加0.218m。

(二) 波浪

1. 季節波浪

為期瞭解高雄沿海地區之常年波浪狀況，茲蒐集相關監測資料加以敘述、分析，經整理計畫區附近波浪之資料來源有五：A.高雄港務局自1966年～1977年間，屬較長期性之觀測結果；B.台南水工所於1992年～1993年間，在高雄港第二港口外側海域進行之測量成果；C.高雄市政府環保局自1996年～1998年間，於高雄港二港口南側大林蒲填海計畫外側海域海上觀測樁之波浪觀測資料；D.交通部運輸研究所港灣技術研究中心，2000~2012年於高雄港外海觀測資料，以及「2012年港灣海氣象觀測資料年報(高雄港)」。

茲將蒐集之波浪觀測成果，綜合彙整如表2.1-2所示。高雄地區冬季波高較小，波高小於1.0m約佔89.1%～92.1%，週期小於9.0秒者約佔90.6%～93.3%。夏季波浪因受颱風波浪影響，波高小於2.0m約佔89.9%～91.2%，週期小於9.0秒者約佔91.1%～92.2%。若考量累積機率90%以上之波高作為港口規劃之評估上限參考值。由上述觀測結果，綜合建議此上限值，即全年波向為W(H=1.5m，T=9sec)，夏季波向SW(H=1.75m，T=10sec)，冬季波向為W(H=1.0m，T=9sec)。

表2.1-2 高雄港季節波浪綜合比較表

研究單位	期間 (年/月)		位置		主要波高分佈(cm)	主要週期分佈(sec)	波浪方向	
							波向	百分比(%)
高雄港務局	1966~1977	全年	高雄港外海		≤ 100 (87.5%)	≤ 9 (89.3)	無波向	無波向
		夏季			≤ 100 (79.2%)	≤ 9 (89.3)	無波向	無波向
		冬季			≤ 100 (95.3%)	≤ 9 (89.4)	無波向	無波向
成大水工所	1992/3~1993/6		高雄港第二港口外側海域	≤100	≤10sec (83.9%)	S~WNW	81.05	
高雄市政府 環保局		全年		≤ 1.5m , 92.6%	≤ 8sec , 88.6%	S~W	56.3	
		夏季		≤ 2.0m , 89.9%	≤ 9sec , 92.2%	S~W	85.5	
		冬季		≤ 1.0m , 89.1%	≤ 8sec , 90.6%	W~N	59.8	
港研中心	2000/12~2010/2 (冬季 12~2 月)		高雄港 外海	<100 (平均 69)	5.0~7.0 (62.1%)	WNW、W	78.8	
	2001/3~2010/5 (春季 3~5 月)			<100 (平均 56)	4.0~7.0 (77.6%)	WNW、W、WSW、 SW、SSW	78.0	
	2001/6~2010/8 (夏季 6~8 月)			<150 (平均 102)	5.0~8.0 (69.3%)	SW、WSW	70.2	
	2001/9~2012/11 (秋季 9~11 月)			<100 (平均 76)	5.0~7.0 (60.0%)	WNW、W、WSW、 SW	79.8	
成大水利系	1997/03~04		港埔	SN	<71	5.3~7.8	SSW、W	---
			港嘴	SO	<80	5.0~6.9	SSW、W	---

2. 颱風波浪

高雄地區位於臺灣西南海岸，平均每年約有0.93個颱風影響中芸漁港附近海域，故附近港工結構物之設計皆須以颱風波浪為基準。因此，颱風資料之完整蒐集及颱風波浪之準確推算，將直接影響海上工程之安全及結構物之安定。

參考前高雄縣政府於2004年8月辦理之「高雄縣彌陀、蚵子寮及中芸港口改善水工模型試驗(第三冊中芸港口改善水工模型試驗成果報告)」係引用高雄港外海之颱風波浪作為水工模型的試驗條件，可

知，侵襲高雄地區之颱風波浪以SSE向波浪最大，而後向N向逐漸減弱，惟可能影響本計畫區之波向以WSW~S向較為明顯。

三、海岸漂沙

蒐集成大水利海洋研究發展文教基金會2008年在二仁溪口至興達漁港間與鳳鼻頭漁港至高屏溪口間，2015年在興達漁港至典寶溪口間所進行之輸砂調查研究。茲將其觀測期間、位置及參考文獻等相關資料彙整如表2.1-3。蒐集之觀測成果，沙灘粒徑資料比較分析整理如表2.1-4，本區域沙灘屬均勻細砂粒或中砂粒。底床質粒徑資料比較分析整理如表2.1-5，本區域底床質調查結果顯示，水深2m、4m及8m 屬於均勻中、細砂粒，水深12m 屬級配好或均勻之細砂粒。

表2.1-3 往昔海岸漂砂調查資料蒐集統計表

調查時間	調查範圍	調查項目	參考文獻
2008/06	鳳鼻頭至高屏溪口	高、低潮灘線、 海域底床質(水深2、4、8、12m)	「高雄海岸基本資料監測調查(鳳鼻頭至高屏溪口及興達至二仁溪口)」，2008年
2008/12			
2015/03	鳳鼻頭至高屏溪口	高、低潮灘線、 海域底床質(水深2、5、8、12m)	「高雄海岸監測調查及離岸堤沉陷原因分析(2/2)」，2015年

表2.1-4 鳳鼻頭至高屏溪口高、低潮灘線粒徑調查分析統計表

調查時間	中值粒徑D ₅₀ (mm)	分類
2008/06	0.129~1.938	均勻細砂粒或中砂粒
2008/12	0.191~2.050	均勻細砂粒或中砂粒
2015/03	0.240~1.388	均勻細砂粒或中砂粒

表2.1-5 底床質粒徑調查分析統計表

調查時間	調查範圍	中值粒徑D ₅₀ (mm)			
		水深2m	水深4m(5m)	水深8m	水深12m
2008/06	二仁溪口至興達漁港	0.105~0.533	0.099~0.530	0.133~0.494	0.117~0.261
2008/11		0.184~0.482	0.173~0.520	0.110~0.414	0.079~0.191

2008/06	鳳鼻頭至高屏溪口	0.423~0.958	0.103~0.744	0.102~0.639	0.117~0.261
2008/12		0.083~0.905	0.108~0.673	0.143~0.426	0.078~0.349
2010/07	興達漁港至典寶溪口	0.167~0.578	0.138~0.427	0.106~0.455	0.093~0.270
2010/12		0.247~0.645	0.132~0.494	0.088~0.321	0.091~0.272
2015/03	二仁溪口至典寶溪口	0.158~0.364	0.168~0.360	0.099~0.309	0.122~0.219
	鳳鼻頭至高屏溪口	0.134~0.698	0.169~0.415	0.185~0.686	0.138~0.429

另外，為瞭解鳳鼻頭漁港~高屏溪海域底床質中值粒徑平面分佈長期變化情形，茲就所蒐集之2008年11月與2015年3月所採集之底床質中值粒徑資料，進行底床質中值粒徑長期變化比較。

由中值粒徑D50長期變化差異分佈資料可知，整體海岸在近岸至水深5m處呈現粒徑變細情形，另外在中芸漁港防波堤附近至水深12m處，粒徑呈現變細情形，在港嘴海堤至中芸海堤段及東溪汕海堤中段水深5~12m區域則呈現粒徑變粗情形。

四、水深地形

本計畫於民國107年10月21日至10月27日進行水深地形測量，地形圖作業成果如圖2.1-6所示，出圖比例尺為1:25000，實際出圖大小為A1。分析104年10月~107年10月期間的地形水深侵淤，如圖2.1-5。圖中顯示中芸港以南之海岸線多呈淤積現象，於離岸堤後端皆已形成繫岸砂洲；而中芸港以北至港埔排水間海岸，僅部分離岸堤後端有繫岸砂洲或砂舌形成，而部份離岸堤後端並無砂源堆積，甚而0m岸線皆已侵退至保護工前緣；而於港埔排水以北至鳳鼻頭漁港間，於離岸堤後端皆無繫岸砂洲或砂舌之堆積，且部分0m岸線已侵退至保護工前緣。地形水深侵淤土方總淤積量為 $3208 \times 10^3 \text{ m}^3$ ，總侵蝕量為 $44329 \times 10^3 \text{ m}^3$ ，合計土方侵蝕量為 $41121 \times 10^3 \text{ m}^3$ 。水深15m外有明顯的

圖2.1-5 水深地形侵淤圖(2015/10~2018/10)

五、河川水文

本計畫範圍鄰近河川主要為高屏溪，屬中央管河川，位於台灣西南部，為高雄市、屏東縣境界，主流河長171公里，流域面積廣達3257平方公里，為台灣流域面積最大、次長之河川；其歷年(38~103年)年平均流量為68.48CMS，歷年(38~103年)實測最大懸移質含砂量為47465PPM。分佈於南投縣南端、嘉義縣東端、台東縣西端及高雄、屏東兩縣的23個鄉鎮市。高屏溪主流上游為荖濃溪，源流位於南投縣信義鄉南端，發源於玉山主峰東北坡，先向東北流，至八通關轉東南，匯集分別源自秀姑巒山西南坡及大水窟山西坡的支流後，轉向南南西進入高雄市境，流經梅山、桃源、寶來、六龜，轉向南流至大津，納東側流入之濁口溪後，轉向西南流至里港，納東南方流入之隘寮溪，續流至嶺口與來自北方之旗山溪(楠梓仙溪)合流後，始稱高屏溪，高屏河流域概況整理如表2.1-6。

表2.1-6 河川主要概況表

高屏溪水系	發源地	玉山山脈玉山主峰(海拔 3,952 公尺)
	流經區域	高雄市：林園區、大寮區、大樹區、六龜區、內門區、甲仙區、茂林區、桃源區、那瑪夏區、杉林區、旗山區、美濃區 屏東縣：新園、萬丹、九如、里港、鹽埔、高樹、三地門、瑪家、霧台等 9 鄉；屏東市
	水系概況	流域面積 3256.9 平方公里 幹流長度 171.0 公里 平均坡度 1:150
	計畫洪水量	24,200 cms

資料來源：水利署網站

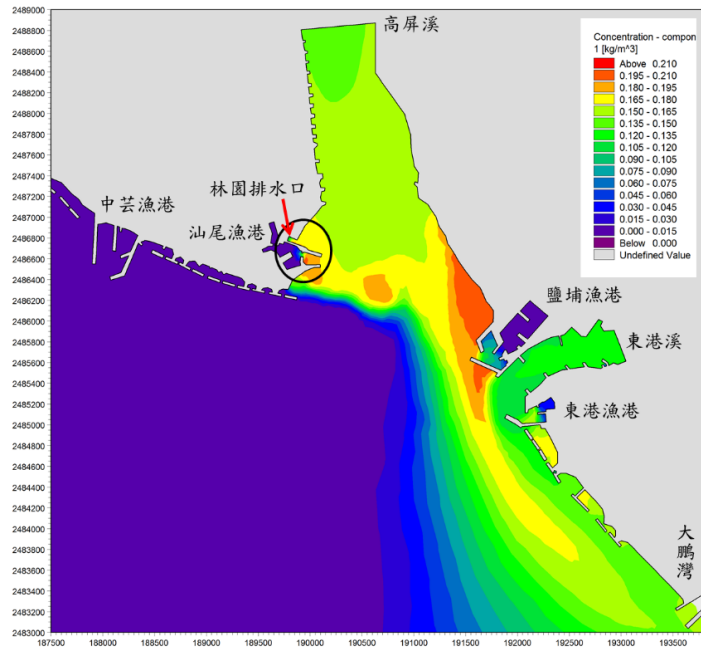
六、河口輸砂及沖淤特性

因高屏溪河口輸砂量對本計畫海岸有相對影響，故蒐集經濟部水利署第七河川局2015年「高屏溪河口輸砂對臨近海岸之影響評估(2/2)」，高屏溪統計里嶺大橋測站之年輸砂量推估，2004年及2008年年輸砂量約在3仟萬立方公尺以上，2009年則因莫拉克颱風事件接近3億立方公尺，如表2.1-7所示。另由MIKE 21數值模擬軟體中之MIKE 21 SW波浪模式進行波浪場模擬，考慮河口重現期100年輸砂的泥沙擴散分布圖(W方向入射波)，由圖2.1-6中可知，受到西向波浪的作用後，流場向東南流動，因此泥沙出高屏溪後亦往東南側擴散，而在汕尾漁港和林園排水口內也可看到高屏溪的漂沙進入到港口。而不論南向或西向波浪的作用下，汕尾漁港和林園排水口皆會因為高屏溪大量的輸砂而造成淤積。其餘於高雄境內河川無河口輸砂相關報告資料。

表2.1-7 高屏溪里嶺大橋年輸砂量計算表

站別	年份	流量-輸砂率定曲線	R-squared	年輸砂量(單位：m ³ /year)
高屏溪 里嶺大橋	2003	$Q_s=0.425 \times Q^{1.876}$	0.972	3,035,688
	2004	$Q_s=0.425 \times Q^{1.876}$	0.972	42,256,151
	2008	$Q_s=0.425 \times Q^{1.876}$	0.972	30,936,097
	2009	$Q_s=0.756 \times Q^{1.982}$	0.891	295,207,051
	2010	$Q_s=23.54 \times Q^{1.431}$	0.860	16,230,456
	2011	$Q_s=367.92 \times Q^{0.5133}$	0.717	1,648,915
	2012	$Q_s=47.944 \times Q^{0.9741}$	0.833	3,831,198
	2013	$Q_s=62.206 \times Q^{0.9647}$	0.844	2,313,621

資料來源：經濟部水利署第七河川局「高屏溪河口輸砂對臨近海岸之影響評估(2/2)」，2015



資料來源：經濟部水利署第七河川局「高屏溪河口輸砂對臨近海岸之影響評估(2/2)」，2015

圖2.1-6 考慮河口重現期100年輸砂後泥沙擴散分布圖(W方向
入射波)

依據經濟部水利署「臺灣水文年報」資料，彙整計畫區水系近十年(2007~2017年)代表測站實測資料，如表2.1-8所示。

表2.1-8 計畫區水系河川及水文特性彙整表

年度	流域	代表站	年平均流量	紀錄最大 洪峰量	紀錄最枯 流量	實測最大懸 移含沙量
2007	高屏溪	荖濃	91.12	1138.57	0.58	10,524
2008		荖濃	82.39	884.46	1.12	4,838
2009		荖濃	-	1074.68	6.08	1,025
2010		荖濃	-	-	-	-
2011		荖濃	-	-	-	-
2012		荖濃	-	-	-	-
2013		荖濃	-	-	-	-
2014		里嶺大橋	-	1382.81	2.23	1,840
2015		荖濃	-	1074.68	6.08	1,025
2016		荖濃	234.27	2172.00	8.73	1,808

2017	里嶺大橋	-	7890.00	6.66	2515
歷年	高屏溪	216.96	27445.91	2.23	60,010

註 1. 資料來源：經濟部水利署，「臺灣水文年報」，2007~2017 年。

註 2. 「-」表該站當年有部分缺測資料，無法統計其值。

註 3. 流量單位：CMS，含沙量單位：PPM。

七、海岸環境生態

本計畫範圍之海岸環境生態以高屏溪口濕地及港嘴潟湖為主，蒐集歷年調查及農委會林務局自然資源與生態資料庫網站；並以植物生態系及動物生態系類別來看，

植物生態系：計有21科38種，區內植物以海濱植物為主要植被，其中海茄苳及苦林盤為優勢種，另有黃槿、林投、仙人掌、血桐、構樹等。

動物生態系：高屏溪口之鳥類約有141種，均屬於沿海河口及平原型鳥類，包括水鳥88種、陸鳥53種。於每年10月到翌年2月會有眾多冬候鳥到此避冬，11月為高峰期，期間常聚集大量鷗科及雁鴨科鳥類。港嘴潟湖內鳥類計有10科、25種，其中水鳥9種，以鷗行鳥科數量最多、鷺科次之；魚類共13科、17種，大部份屬於人工養殖的高經濟價值海水魚，各魚種中以慈鯛科和鯔科魚類數量最多。另高屏溪口之蟹類以弧邊招潮蟹數量最多，其他常見的有網紋招潮蟹、清白招潮蟹、北方呼喚招潮蟹、台灣厚蟹等，另外偶而可發現角眼拜佛蟹、屠氏招潮蟹及糾結清白招潮蟹等稀有種類。

2.2 中芸漁港設施現況

一、中芸漁港建設概要

中芸漁港位於高雄市林園區鳳芸里中芸大排出海口處，為高雄市南部海岸主要漁業基地與避風港，主管機關為高雄市政府。目前第二期延長東防波堤工程125公尺，已於2017年2月發包該工程於2018年8月完工驗收。中芸漁港建港歷史可分四段時期，表2.2-1為中芸漁港歷年的建設情形彙整。

表2.2-1 中芸漁港歷年建設項目統計表

期間	1980~1987年	1996~1997年	1997~200年	2001~2018年
主要建設項目	1.碼頭 1352m 2.東防波堤 330m 3.護岸 748m 4.海堤 347m 5.防砂堤 90 m 6.導流堤 345m 7.泊地 5.8 公頃	1.東防波堤 156m 2.西防砂堤 344m 3.碼頭改建 449m 4.航道泊地疏浚 5.路燈改善 6.拍賣場興建 7.曬網場設置 8.漁民活動中心興建	1.東防波堤 66m 2.棧橋碼頭修復 50m 3.海堤 100m	1.魚市場碼頭修復 193m 2.碼頭修復 27m 3.導航標識燈換修 4.沉砂池 5.東防波堤延建(第一期)125m 6.東防波堤延建(第二期)125m

二、中芸漁港漁業概況

(一) 歷年設籍船隻數量

中芸漁港為高雄市南部地區重要漁港，統計2007~2018年中芸漁港漁船筏數資料如表2.2-2所示，漁船數自2011年後約為200艘內。

表2.2-2 中芸漁港歷年漁船筏數統計表

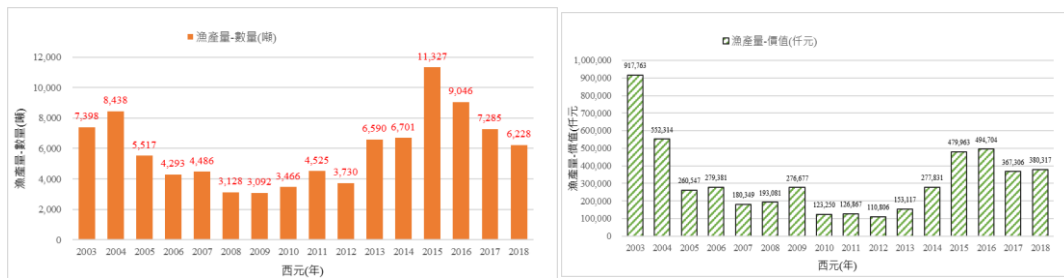
船型 年別	漁筏	舢舨	5T以下	5~10T	10~20T	20~50T	50~100T	100~200T	合計
2007	136	38	12	18	15	43	3	1	266
2008	113	38	12	17	13	36	3	1	233
2009	171	36	10	15	13	34	3	1	283
2010	180	40	9	17	21	54	7	2	330

2011	106	29	7	12	13	29	3	0	199
2012	106	29	7	12	13	28	3	0	198
2013	99	29	7	11	15	30	3	0	194
2014	88	29	7	10	16	28	3	0	181
2015	78	29	6	11	16	27	3	0	170
2016	93	29	7	13	16	27	3	0	188
2017	77	29	3	11	16	28	3	0	167
2018	67	37	3	11	16	27	3	0	164

資料來源：中華民國臺灣地區漁業年報，行政院農業委員會漁業署。
 高雄市漁港別漁產量及漁船筏數，高雄市政府。

(二) 漁業生產量及生產值

統計2003~2018年中芸漁港漁貨生產量及生產值資料如圖2.2-1所示，2009年後漁產量呈現增加趨勢，於2015年達到最高峰，近年(2015年後)漁產量遞減，但仍維持在6,000公噸以上。



資料來源：高雄市漁港別漁產量及漁船筏數，高雄市政府。

圖2.2-1 中芸漁港漁業生產量及生產值圖





圖2.2-2 現勘拍攝照片位置圖

參、地形水深變遷特性分析

為瞭解計畫區海岸地形變遷特性，收集經濟部水利署第六河川局於民國104年委辦之「高雄海岸監測調查及離岸堤沉陷原因分析(1/2)」計畫及高雄港務分公司於民國104年委辦之「高雄港洲際貨櫃中心環境監測計畫」之海岸地形監測資料(監測日期皆為民國104年10月)，並與本計畫所量測之海岸水深地形資料進行分析比較。分析內容包含海岸地形水深平面侵淤分析、斷面分析、海岸線變遷分析及海岸沿岸輸砂趨勢分析

3.1地形水深平面侵淤分析

在平面侵淤分析上，以分區的方式進行比對說明，分區主要考量漂砂終端水深以外海域、海岸保護工堤前水深變化較劇烈處、海岸外廓結構物間之輸沙單元。透過上述之分區原則，在漂砂終端水深-12m以外劃設為SC區區一區，因測區近岸海域地形坡降較為平緩，近岸海域由結構物或離岸堤堤前水深-5m~-12m做為分區劃設為SB區一區，水深-5m附近劃至陸域(SA區)，以中芸漁港做為輸沙單元岸段之分界，因此近岸海域至陸域中芸漁港以北劃為SA-1區，以南則劃為SA-2區。各分區比對面積如表3.1-1，。歷次測量範圍與侵淤比對範圍圖3.1-1

漂砂終端水深係依據2018年8月水利署第六河川局「高雄海岸防護整合規劃報告」，以50年重現期颱風波浪條件應用Houston (1996)公式進行推算之結果，以-12m等深線做為漂砂終端水深之界限，相關引用與計算分析如表3.1-2所示。

表3.1-1 各侵淤比對分區面積

分區	概略水深分佈	比對面積(m ²)
SA-1	陸域至 -5m 以淺	1,924,413
SA-2		897,785
SB	約-5m~-12m	8,786,564
SC	約-12m~-30m	全區：62,911,824
	約-15m~-27m	抽砂區：13,578,656

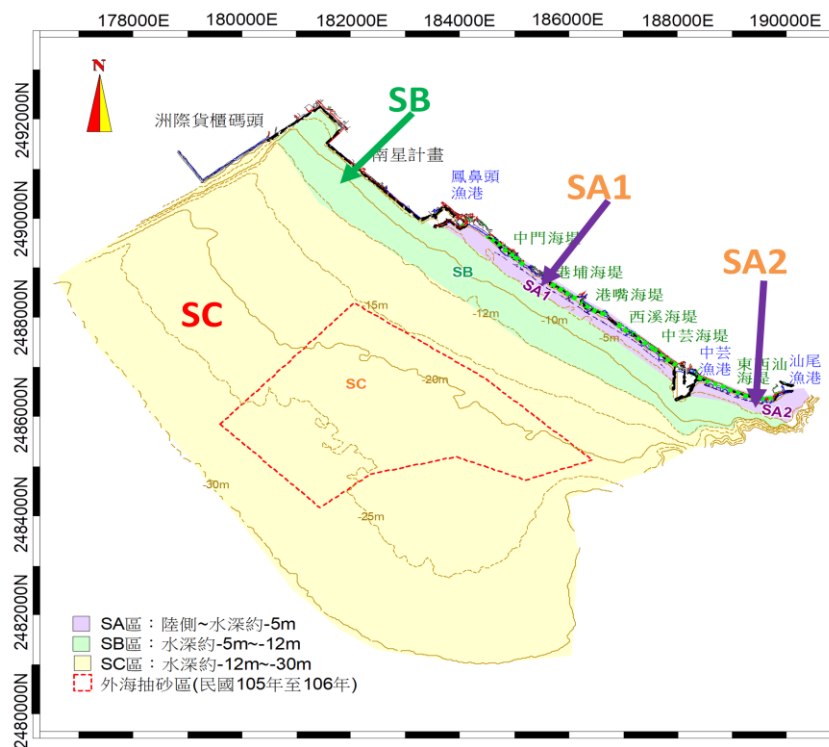


圖3.1-1歷次測量範圍與侵淤比對範圍圖

一、 SA-1分區：位於鳳鼻頭以南至中芸漁港以北陸域至水深約-5m範圍

(一)歷次地形侵淤分析說明

1. 104/10至107/10呈現淤積情形，平均高程增加約+9cm。參閱圖3.1-2，中芸漁港以北之各離岸堤後除中坑門排水出口處之離岸堤後略有侵蝕情形外，其餘離岸堤後均以淤積為主，尤其在中芸漁港北防波堤中芸海堤附近最為明顯；而離岸堤前之侵淤變化，中門海堤與港埔海堤之離岸堤前受波浪作用有較為明顯的堤趾淘蝕情形，其餘大致以淤積情形為主，各離岸堤前有較明顯之侵淤變化。
2. 107/10累積至108/5侵淤變化差異不大，，平均高程降低約

-3cm。參閱圖3.1-2，在中門海堤以北至鳳鼻頭漁港附近有侵蝕情形，中門海堤至港嘴海堤離岸堤堤後略有淤積情形，中間無海堤岸段離岸堤堤後有侵蝕情形；港嘴海堤至中芸漁港之間部分離岸堤堤前有淤積之情形。其餘岸段侵淤情形大致較不明顯。

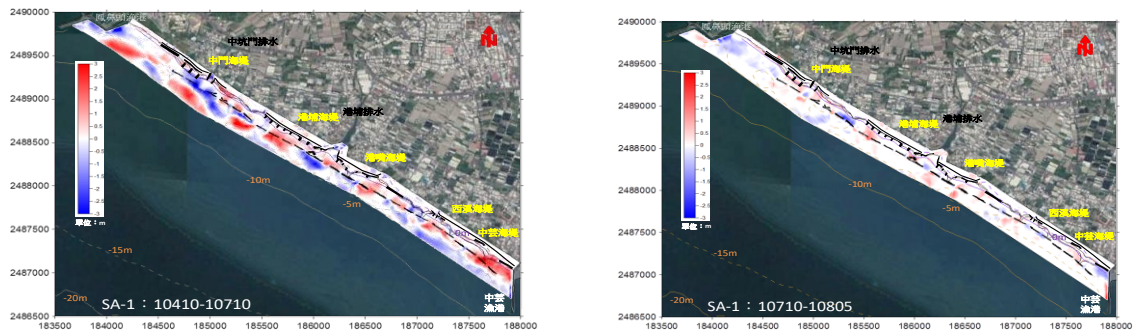


圖3.1-2 SA-1分區地形侵淤變化色階圖

二、 SA-2分區：位於中芸漁港以南至高屏溪以北陸域至水深約-5m範圍

1. 104/10至107/10整體而言侵淤變化不明顯，平均高程增加約+1cm。參閱圖3.1-3，中芸漁港以南之各離岸堤堤後均有明顯之淤積，尤其在中芸漁港南防波堤以南東西汕海堤北段附近最為明顯；本海岸段各離岸堤堤前大致有受波浪淘蝕之情形，但侵淤變化較中芸漁港以北岸段為小。
2. 107/10累積至108/5有侵蝕情形，平均高程降低約-10cm。參閱圖3.1-3，大致上以離岸堤前後四周地形侵蝕較明顯，另汕尾漁港南防波堤岸側有侵蝕情形，其餘範圍以略有侵蝕情形為主。

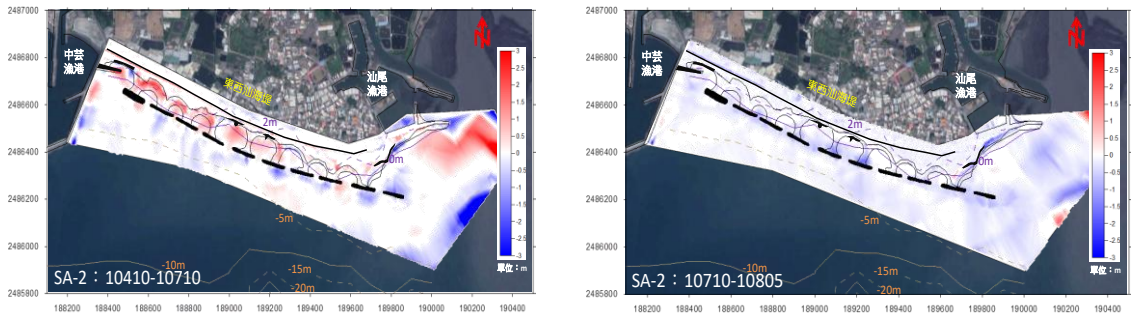
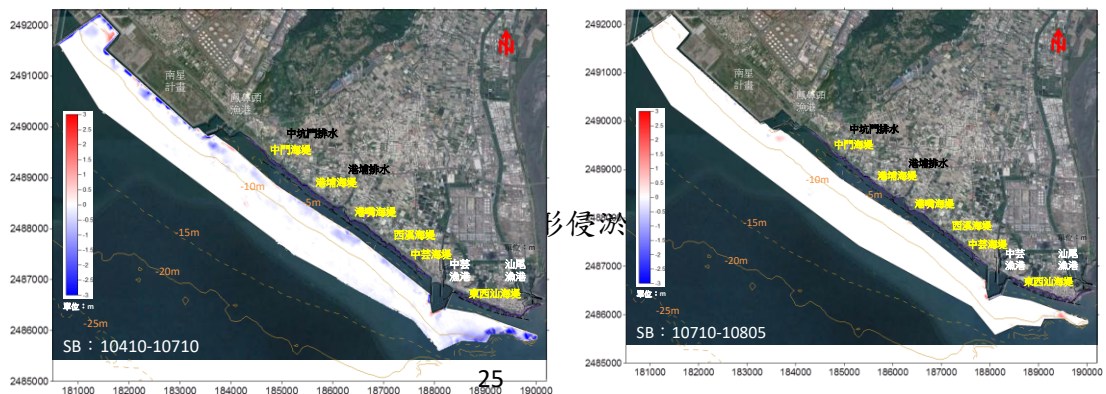


圖3.1-3SA-2分區地形侵淤變化色階圖

三、 SB分區位於洲際貨櫃碼頭以南至高屏溪以北水深約-5m至-12m範圍。

1. 104/10至107/10整體而言有侵蝕情形，平均高程降低約-24cm。參閱圖3.1-4，以洲際貨櫃碼頭至鳳鼻頭漁港南堤岸側，有較明顯之堤趾淘蝕情形，水深-5m等值線附近以略有侵蝕之情形為主；-10m至-12m水深等值線間，在鳳鼻頭漁港以南至中門海堤之間略有淤積情形外，其餘海域範圍仍以侵蝕情形為主；中芸漁港南、北防波堤堤頭處有淤積情形。
2. 107/10累積至108/5地形侵淤變化不明顯，平均高程降低約-2cm。參閱圖3.1-4，在南星計畫圍堤岸側與中芸漁港防波堤附近有較明顯之侵淤變化，鳳鼻頭漁港南略有淤積情形，其餘範圍無明顯之侵淤變化。



四、 SC分區位於洲際貨櫃碼頭以南至高屏溪以北水深約-12m至-30m範圍。

1. 104/10至107/10整體而言有侵蝕情形，侵蝕土方量為-39,156,895m³，平均高程降低約-62cm，如圖3.1-5所示。由於高雄港務分公司為興建洲際貨櫃碼頭填海造陸之粒料來源，於林園海域在水深等值線約-15m至-27m之間規劃抽砂區範圍，自民國105年開始抽沙至民國106年底完成抽砂填海造陸作業。
2. 107/10累積至108/5略有淤積情形，累積淤積土方量為+1,624,517 m³，平均高程增加約+3cm。參閱圖3.1-5，洲際貨櫃碼頭岸側附近有較明顯之淤積情形，其餘海域侵淤表現則不明顯。

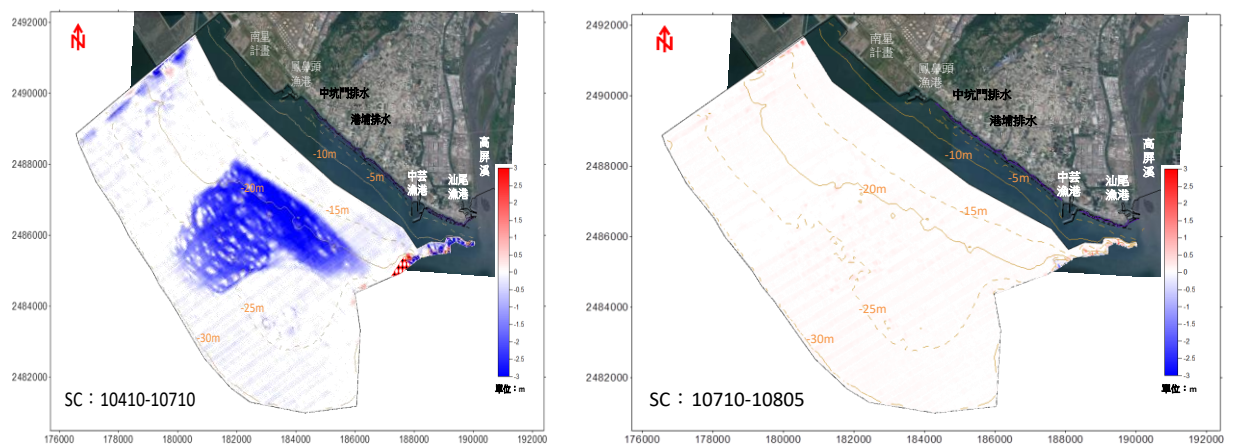


圖3.1-5SC分區地形侵淤變化色階圖

3.2地形水深斷面侵淤分析

- 一、 依據本計畫區陸、海域地形水深實測結果，經內插網格化處理後再擷取相關斷面水深資料，各斷面位置資料如表3.2-1所示。共取16條斷面，斷面位置圖如圖4.2-1所示。大範圍斷面圖上顯示距斷面起點至水深 30米之資料。

表3.2-1 斷面位置坐標

斷面編號	斷面起點(m)		斷面終點(m)		斷面距離(m)
	E	N	E	N	
P01	181803	2491906	176772	2488311	6183
P02	182248	2490991	177328	2487465	6053
P03	182991	2490281	177961	2486681	6186
P04	184312	2489862	178609	2485681	7072
P05	184675	2489556	178835	2485226	7270
P06	185008	2489292	179285	2484814	7266
P07	185424	2488935	179590	2484396	7448
P08	186035	2488496	180753	2483789	7597
P09	186565	2488152	180485	2483293	7783
P10	187057	2487827	180870	2482811	7965
P11	187474	2487564	181222	2482391	8115
P12	187800	2487296	182041	2481727	8010
P13	188603	2486757	186703	2484434	3000
P14	189002	2486591	187990	2485324	1621
P15	189711	2486426	188929	2485447	1253
P16	189952	2486515	189961	2485645	870

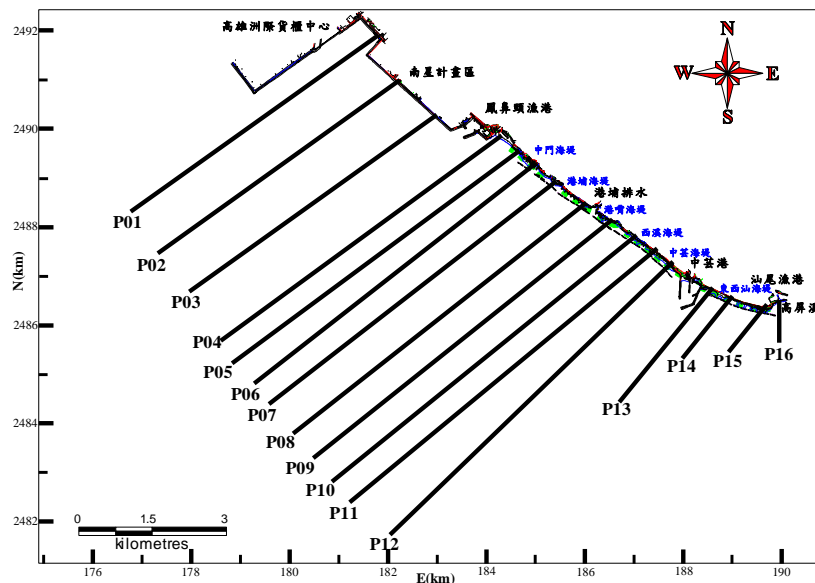
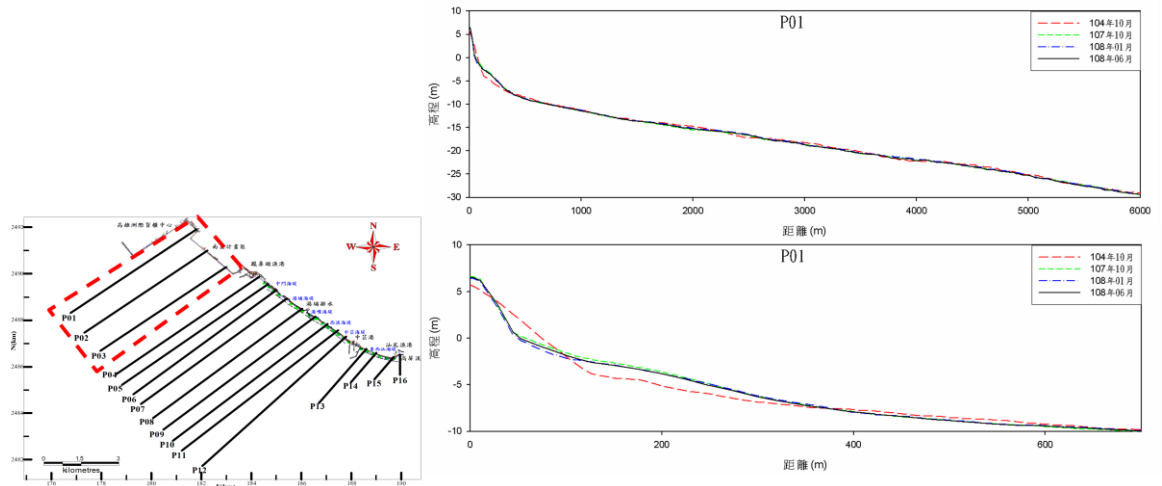


圖3.2-1 高雄洲際貨櫃中心南堤至高屏溪口海岸斷面位置圖

二、 南星計畫區斷面:距斷面起點為填築區、防汛道路及消波塊保護

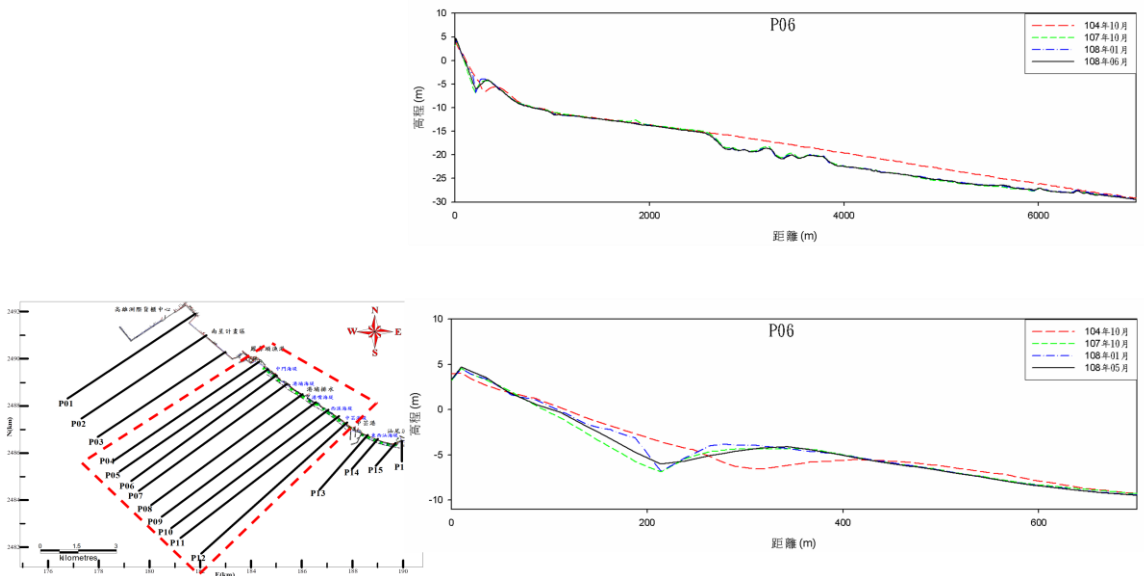
工，近岸端海床約在高程 -5米處，整體的坡降約0.4/100。



三、 鳳鼻頭漁港至中芸港： 斷面起點為植被區，沙灘坡度介於

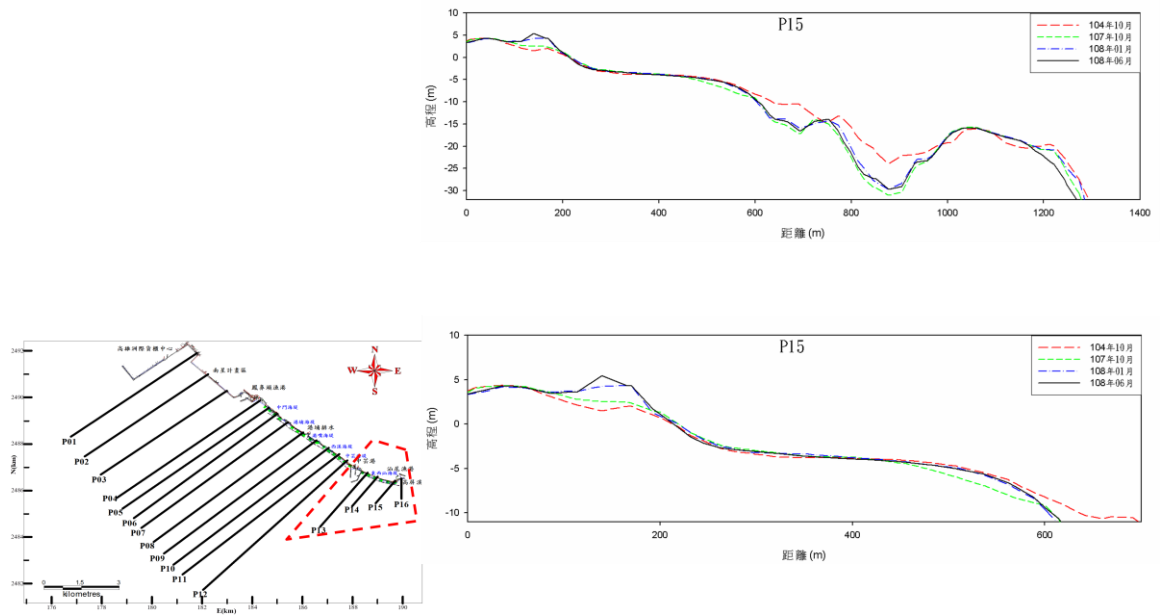
2.8/100 ~ 6.5/100， 高程0~9米坡降介於1.3/100~5.9/100， 高程

-10米以深坡降較為一致，坡度約0.3/100。

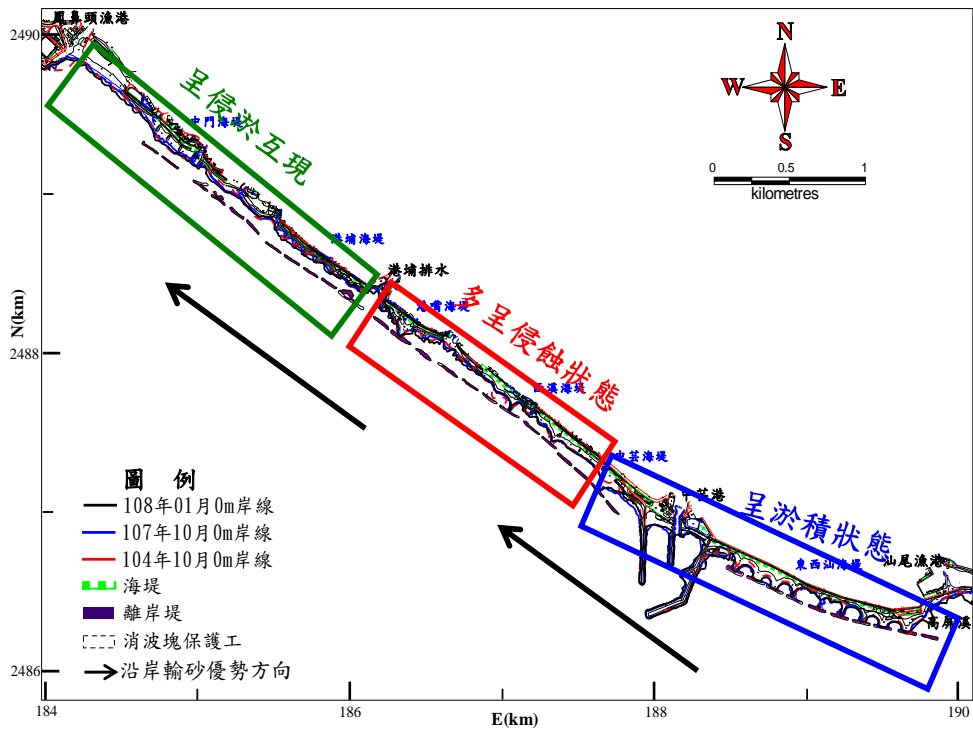


四、 中芸港至高屏溪： 斷面起點為植被區，沙灘坡度介於1/100

~7.4/100，斷面末端為高屏峽谷，108年地形在高屏峽谷皆呈現侵蝕。



五、 依據沿岸輸砂優勢方向推估為西北向或北向，比對計畫之侵淤及岸線分析顯示，中芸港以南之海岸線多呈淤積現象，於離岸堤後端皆已形成繫岸砂洲。中芸漁港北側防波堤附近(中芸海堤南端)，波浪受遮蔽效應影響，相對較其北側海岸段穩靜，故岸側淤積現象較為明顯。中芸港以北至港埔排水間海岸，僅部分離岸堤後端有繫岸砂洲或砂舌形成，而部份離岸堤後端並無砂源堆積，甚而0m岸線皆已侵退至保護工前緣。港埔排水以北至鳳鼻頭漁港間，於離岸堤後端皆無繫岸砂洲或砂舌之堆積，且部分0m岸線已侵退至保護工前緣。



肆、漁港及海岸保全對策研究

4.1 東防波堤延長對鄰近海岸影響分析及改善對策

本項工作主要分析中芸漁港的海岸地形變化，探討現況下的海岸漂砂機制，並模擬將來擴建工程對海岸漂砂與地形變遷趨勢的影響。工作包括(一)數值模式建立、(二)現況數值模擬分析及(三)改善方案數值模擬分析。

4.1.1 數值模式建立與驗證

一、 工作方法

掌握海域地形變化之方法，一般需持續從事海象調查及海域地形水深測量以實際瞭解波浪、海潮流與海底地形，然本案擴建工程將間

接或直接影響海岸漂砂與地形變遷行為，進而改變海岸地形侵淤變化趨勢，需應用數值模擬方法進行現況與開發後的地形變遷影響，以評估出可行方案供開發單位調整設計，以減少對環境的影響。因此依工作步驟規劃3項工作方法如圖6.1-1所示，內容如下：

1. 環境調查資料與施工內容蒐集整理分析：

基於前述基本環境資料蒐集分析成果，整合現地勘查及現場實測之潮汐、海流、波浪、地形與底質粒徑分布與河川入流等資訊，以分析海口漁港的海岸地形變化與漂砂機制，並藉以製作數值模式的輸入條件，資料來源計有：

(1) 現地踏勘資料。

(2) 環境監測計畫調查之環境背景資料(波高、週期、波向、颱風波浪推算表、潮位、海潮流，底質條件，河川入流等)，藉以分析海象變化並供建立數值模式。

(3) 中芸漁港之陸域邊界、海岸結構物與港灣設施配置圖。

2. 數值模式建立與驗證：

模式建立為數值模擬之前置工作，工作包括模擬範圍、輸入條件、使用模式之確立，與確認模式通過驗證能合理重現計畫海域內的海潮流特性。

3. 數值模式分析與預測：

本計畫先模擬現況外廓下的之地形變遷趨勢，確認能符合主要侵

淤趨勢後，再依據開發之外廓設計模擬不同情境下的波浪、流場、與地形侵淤變化，以評估出可行方案供開發單位調整設計。

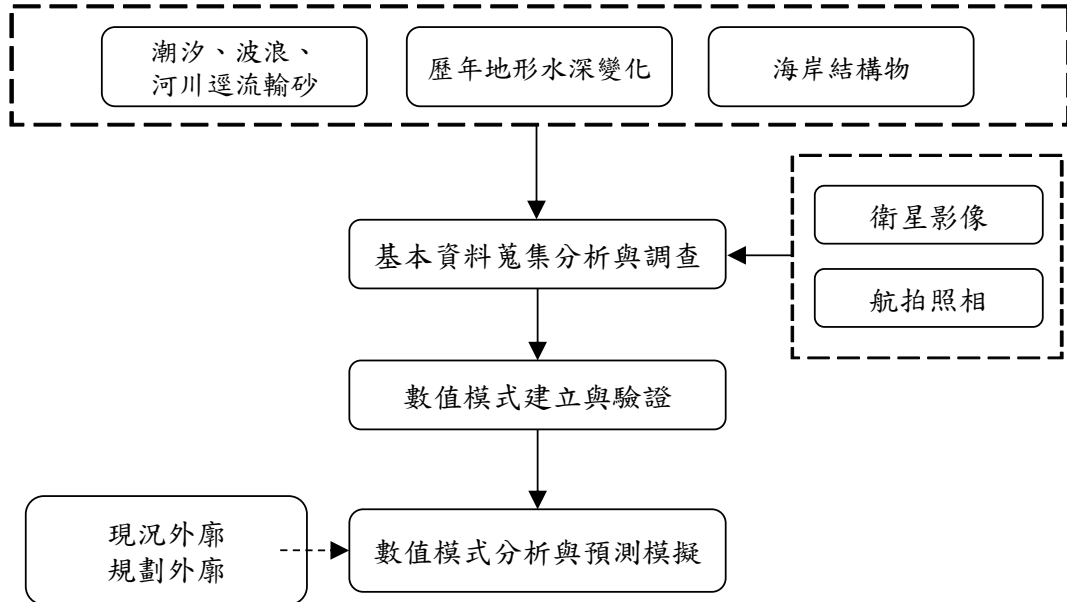


圖4.1.1-1 數值模擬分析之方法與流程

4.1.2 改善對策

- 一、 侵蝕海段 根據 108/7 高雄市一級海岸防護計畫，分析 8510 至 10506 的侵淤變化本計畫分析本區域 10410 至 10710 的侵淤變化本區域海岸中門海堤及港埔海堤附近海域水深確實有較大侵蝕情形發生。
- 二、 漁港疏浚土砂量及須注意問題中芸漁港 107 年完成外廓防波堤延長，未來漁港疏浚量如何變化尚需進一步觀察。汕尾漁港漁船筏，政策上準備遷移至中芸漁港新闢漁筏泊區，本港日後疏浚情形需要注意。
- 三、 養灘需注意問題港埔海堤及港嘴海堤間有頂厝溪，必須注意排

水問題溪口兩邊沙灘均有漁筏停靠。

- 四、建議由於未來漁港疏浚土砂量不確定，養灘區位環境及問題又較為複雜，建議進一步觀察確定未來漁港疏浚土砂量後，再專案進行養灘方案及評估。

4.2南星計畫西海堤分析及改善對策

105年莫蘭蒂颱風後南星計畫西海堤有沉陷及消波塊大量滑落的問題，此與該颱風波浪有關。本研究分析該處堤前在104年6月至12月已有明顯的底床侵蝕現象如圖4.2-1所示，顯示西海堤的沉陷問題除了105年莫蘭蒂颱風波浪破壞外，亦與其它因素有關。

小琉球資料浮標波浪紀錄顯示93年至107年颱風最大波高超過10m的有2次(98年莫拉克颱風與105年莫蘭蒂颱風)，多數颱風最大波高介於3~8m之間。利用與圖7.1-1同期間的波流條件進行模擬，輸入條件同上述104年度夏季至冬季颱風波流條件，而海堤設施波浪吸收率設定:季風波浪下0.7~0.8、颱風波浪下0.5~0.6。所模擬得到的地形變遷趨勢如圖4.2-2所示，圖中顯示西海堤近岸侵淤互現，而堤前與排水渠口附近以侵蝕為主，整體趨勢與實際狀況接近。

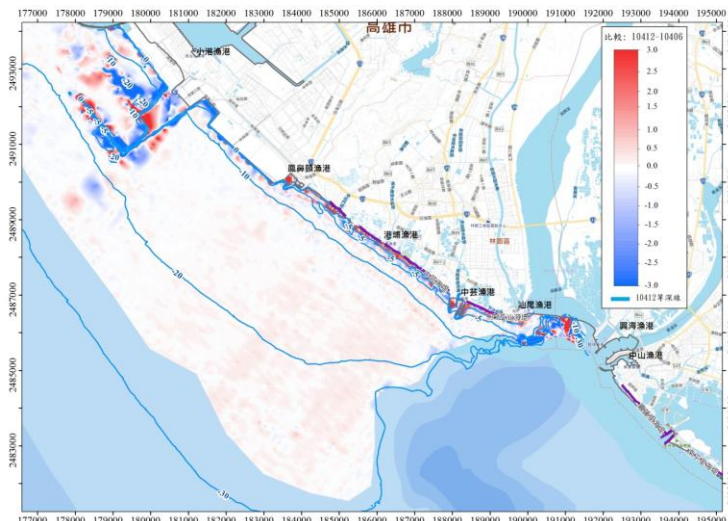


圖4.2-1 侵淤圖

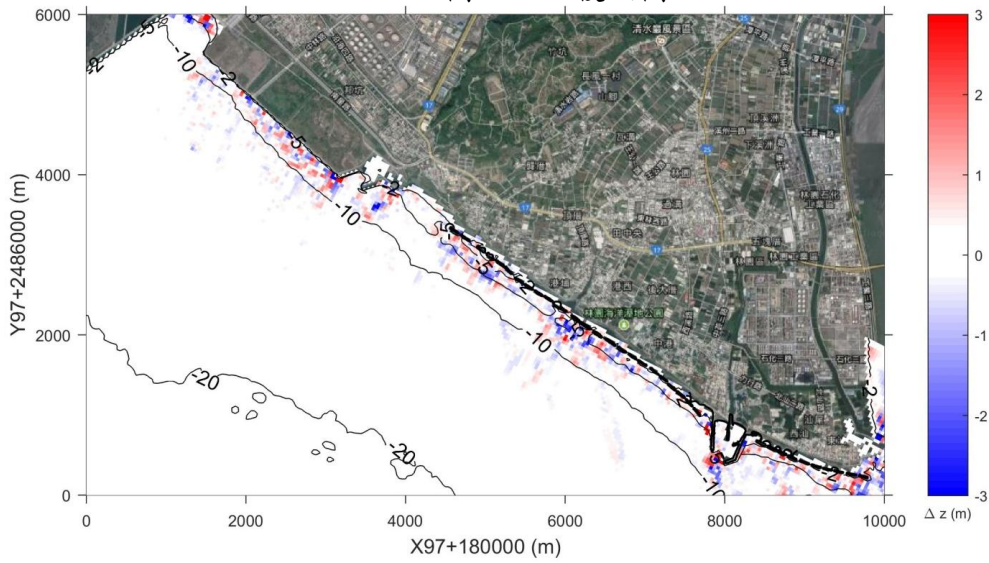


圖4.2-2 模擬所得104年度夏季至冬季颱風波流作用下南星計畫西海堤海域的地形變遷趨勢

4.2.1 成因探討

歷年衛星空照圖 2002年於計畫區第一期隔堤前側即已有局部消波塊塌陷，2006、2008消波塊斜面已有多處呈現塌陷，2016/9 莫蘭蒂颱風後南星計畫西海堤有沉陷及消波塊滑落 2017年進行修建



4.2.2 南星計畫西海堤分析

105年莫蘭蒂颱風後南星計畫西海堤有沉陷及消波塊滑落，此與

該颱風波浪有關。該處堤前在104年6月至12月已有明顯的底床侵蝕現象。模擬所得亦顯示西海堤近岸侵淤互現，而堤前與排水渠口附近以侵蝕為主，趨勢與實際接近。

4.2.3改善對策

- 一、 根據數模結果，較大匯集波浪易直接於堤面消波塊上碎波，造成堤面消波塊移動。
- 二、 參考數值西海堤海域地形變遷趨勢及歷年地形水深變化分析結果，西海堤堤前基礎確實有沖刷侵蝕現象，易造成堤面消波塊滑動。
- 三、 由計畫區歷年空照圖可知，西海堤由2002年小局部消波塊塌陷，至2006年波塊斜面多處呈現塌陷狀況，至2008年海堤前側消波塊流失較為明顯，至2017年海堤前側消波塊流失嚴重，其損壞情形為階段性，故初步研判西海堤消波塊滑落乃一般性海堤損壞。
- 四、 參考日本「海岸設施設計便覽」(2002)所建議將海岸設施產生的異常狀態視損傷的規模和程度、構成構材惡化程度等狀況分為5階段，故初步研判西海堤消波塊滑落乃一般性海堤損壞，屬於第三階段至第四階段。

階段	檢查	評估		維持或修護
	設施狀況	穩定性	功能性	
第1階段	健全的狀態或者極微異常狀態	正常	正常	維持
第2階段	能看到部分惡化和輕度的損傷的異常狀態	下降少許	正常	
第3階段	異常狀態持續擴大	繼續下降	部分下降	
第4階段	異常狀態大	大量下降	大量下降	
第5階段	設施被破壞		功能停止	

4.3 汕尾漁港海岸侵蝕分析及改善對策

4.3.1 汕尾漁港右側海岸侵蝕分析

- 一、 汕尾漁港與第1座離岸間 不同期間有侵有淤 104年~107年 東北側(近漁港)淤積 西南側(離岸堤後)侵蝕
- 二、 104年1月汕尾漁港西側第一座離岸堤後之繫岸沙舌消失。之後至今，汕尾漁港右側海岸在第一座離岸堤東北側局部侵蝕，而整體維持西側第二座離岸堤與堤前沙灘相連的岸線形狀。
- 三、 洪水所攜帶泥沙流出河口，再隨近岸流場漂移，再加上擴散作用使得混濁水團進入汕尾漁港，之後可能因港內水流靜穩而沉積。

4.3.2 改善對策

- 一、 由數模結果研判偏SSE波浪易在汕尾漁港右側海岸匯集較大波高，造成汕尾漁港右側海岸侵蝕。保護對策初步構想以延續本段海岸目前情境，即以離岸堤進行保護，且以形成繫岸沙舌為目標。
- 二、 104/10至107/10期間，爐濟殿前海岸灘線上呈現淤積，近岸淺水處則呈現小侵蝕 107/01至108/05期間海岸灘線變化不大，但近岸淺水處有侵蝕現象 故初步構想以**延續拋放消波塊**保護該段海岸方式做改善方案。
- 三、 由於水深比較結果，右側海岸部分海岸水深0米線附近侵蝕有

較大些，但並未影響目前海灘區域，建議先進行「零方案」即先持續進行海岸水深地形監測，如原來市府水利局拋放消波塊保護之海岸段附近，有發生持續侵蝕現象，在考慮本計畫所建議之保護工改善方案如進行保護工工程，可考慮配合環境景觀，採用自然材料或造型。

肆、結論及建議

- 一、 外業調查分析：完成三次海岸地形測量，兩次海象調查，一次底質調查。
- 二、 地形水深變遷特性分析：更新地形水深平面、斷面侵淤分析、海岸線變遷分析、海岸沿岸輸砂趨勢。冬季波浪作用下(107/10至108/5)，SA-1 長期侵蝕區域呈現明顯回淤，SC 的抽砂區已較107/10略有回淤。
- 三、 中芸港區穩靜改善評估：中芸漁港於107年延長東防波堤125m後，其港內穩靜度於S、SSW及SW等不同方向颱風波浪作用下，其穩靜數值計算結果，除拍賣場及其對面碼頭波高稍微超過0.5m外，其餘多達到相關規範標準。
- 四、 東防波堤延長工程對鄰近海岸的影響性：數值模式在相同波流條件下分別模擬東防波堤未延長與延長後的漂沙地形變遷趨勢，結果確認東防波堤延長工程不致對鄰近海岸有明顯影響。故建議採零方案，即初步不需進行改善對策。
- 五、 南星計畫西海堤問題：利用數值模式重現西海堤近岸的侵蝕

趨勢，確認計畫海域的S~SSW向波浪易在西海堤近岸匯集較大波高，造成破壞。南星計畫西海堤消波塊沉陷並非短期形成，初步研判乃一般性海堤損壞，建議以維護管理作為本計畫改善對策。

六、汕尾漁港右側海岸侵蝕問題：模擬結果研判偏SSE向波浪易在汕尾漁港右側海岸匯集較大波高，造成侵蝕。先持續進行海岸水深地形監測，如原來市府水利局拋放消波塊保護之海岸段附近，有發生持續侵蝕現象，在考慮本計畫所建議之保護工改善方案。

伍、參考文獻

1. Bagnold, R. A. (1954) "Experiments on a gravity-free dispersion of large solid spheres in a Newtonian fluid under shear," Proc. Royal Soc., Vol. 225A.
2. Bayram, A., M. Larson, H. C. Miller and N. Kraus (2000) "Performance of longshore sediment transport formulas evaluated with field data," Proceedings of 27th International Conference on Coastal Engineering, Sydney, A.S.C.E, pp. 3114-3127.
3. Berkohff, J.C.W. (1972) "Computation of combined refraction-diffraction," Proceedings of 13th International Conference on Coastal Engineering, Vancouver, A S.C.E, Vol. 1, pp. 471-490.
4. Isobe, M. (1987) "A parabolic equation model for transformation of

- irregular waves due to refraction, diffraction and breaking,”
Coastal.Engineering in Japan, Vol. 30, pp. 33-47.
5. Li, B. (1994) “An evolution equation for water waves,”
Coasta.Engineering, Vol. 23, pp. 227-241.
 6. Van Rijn, L.C. (1984) “Sediment Transport: part I: bed load
transport; part II: suspended load transport; part III: bed forms and
aluvial roughness,” J. Hydraul. Div., Proc. ASCE, 110 (HY10),
pp.1431-56; (HY11), pp.1613-41; (HY112), pp.1733-54.
 7. 前高雄縣政府（1993），「中芸漁港港口改善規劃」。
 8. 台灣省水利局（1996），「海岸侵蝕防治對策研究-高雄林園段
之探討」。
 9. 國立成功大學水工試驗所（2004），「高雄縣彌陀、蚵子寮及中
芸漁港港口改善水工模型試驗__第三冊__中芸漁港港口改善水
工模型試驗成果報告」。
 10. 財團法人成大水利海洋研究發展文教基金會（2009），「高雄海
岸基本資料監測調查(鳳鼻頭至高屏溪口及興達港至二仁溪
口)」，經濟部水利署第六河川局主辦。
 11. 陳蔚璋（2010），「衛星影像的灘線辨識及其應用至灘線變遷之研
究」，國立交通大學土木工程學系博士論文。
 12. 浩海工程顧問股份有限公司（2011），「中芸漁港東防波堤(第

- 二期)延建工程委託規劃設計服務」，高雄市政府海洋局主辦。
13. 浩海工程顧問股份有限公司 (2012)，「中芸漁港闢建漁筏泊區
可行性評估工作」，高雄市政府海洋局主辦。
 14. 交通部運輸研究所 (2014)，「2012年港灣海氣象觀測資料年報
(高雄港)」。
 15. 國立臺灣海洋大學 (2014)，「一般性海堤禦潮功能檢討」，經
濟部水利署水利規劃試驗所主辦。
 16. 浩海工程顧問股份有限公司 (2015)，「蚵子寮漁港暨中芸漁港
靜穩度改善研究分析」，高雄市政府海洋局主辦。
 17. 財團法人成大研究發展基金會 (2015)，「高雄海岸監測調查及
離岸堤沉陷原因分析(1/2)」，經濟部水利署第六河川局主辦。
 18. 中華民國綠野生態保育協會 (2015)，「海岸資源調查及資料庫建
立案(期初報告書)」，內政部營建署主辦。
 19. 財團法人成大研究發展基金會 (2016)，「高雄海岸監測調查及
離岸堤沉陷原因分析(2/2)」，經濟部水利署第六河川局主辦。
 20. 環佑實業有限公司 (2016)，「高雄港營運作業區及新興開發區
環境監測計畫- 105年度第二次海岸地形調查報告」，臺灣港務股
份有限公司高雄港務分公司主辦。
 21. 浩海工程顧問股份有限公司 (2016)，「中芸漁港波浪觀測調查
工作」，高雄市政府海洋局主辦。

22. 自強工程顧問有限公司（2018），「高雄港外海海岸地形水深測量工作暨因應對策研擬計畫-期中報告」，臺灣港務股份有限公司高雄港務分公司主辦。
23. 交通部觀光局：<http://taiwan.net.tw/w1.aspx>
24. 農委會漁業署網站：<http://www.fa.gov.tw/cht/>
25. 中央氣象局網站：<https://www.cwb.gov.tw>
26. 水利署網站：<https://www.wra.gov.tw>