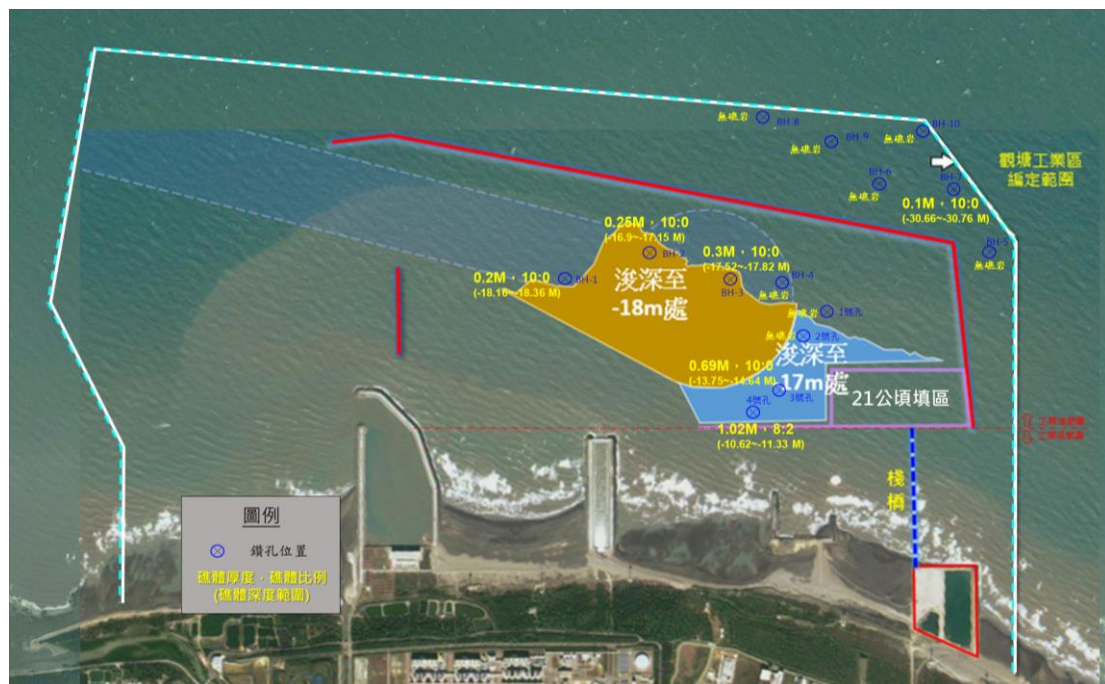


6.2.5 生態環境

原「迴避替代修正方案」開發行為內容，規劃主要有：既有填區工業區 23 公頃，以及工業港之碼頭海堤長度 1,688 公尺，設有 1 座 LNG 碼頭及 1 座備用碼頭，北防波堤 4,280 公尺，南防波堤 450 公尺，碼頭海堤後線外海圍堤造地約 21 公頃填區，以及港內需浚深約 96 公頃的面積。依據原環評書件，計畫區欲覆蓋及浚挖區域水深均於-10m 以下，於 106 年 3 月完成工業專用港範圍之水下無人載具(ROV)藻礁攝影調查。調查結果顯示，港區海水濁度高，透光度很低，海床被沙質覆蓋，僅有零星底棲生物，生物多樣性不豐富，未發現明顯藻礁或殼狀珊瑚藻露出。另套疊台灣中油公司 109 年「第三座液化天然氣接收站建港及圍堤造地新建工程海域地質鑽探工作成果報告書」及「觀塘工業港新增地質鑽探工作成果報告書」之調查結果，如圖 6.2.5-1，浚挖區域有多個鑽探點位有礁體存在，其施工行為將影響水下礁體，對於底棲生物也有不利的影響。



資料來源：本計畫彙整。

圖 6.2.5-1 迴避替代修正方案覆蓋及浚挖區域套疊鑽探資料示意圖

本次變更之外推方案，變更內容主要有：將原本 742 m 棧橋向外海延伸約 455 公尺，並取消 21 公頃填區，海堤總長度縮短，工業港內不浚深，避免浚深帶來的海底擾動產生混濁漂砂，影響藻礁生態。在生態環境之影響可由以下幾個面向進行說明，分述如下：

一、工業港海域生態系統影響分析

蒐集本公司 107 年 11 月「觀塘工業區施工前環境監測報告」以及 108~109 年「觀塘工業區施工期間環境監測報告」亞潮帶海域的環境及生物資料進行分析，透過「主成分分析(Principal component analysis, PCA)」統計方法以及「結構方程模式(Structural Equation Modeling, SEM)」高階統計方法，連結環境資料與生物數據，瞭解環境影響因素與生物參數間的整體結構，以及相互影響的關係及方向，並量化各種環境因素對生物的相對影響程度，以釐清開發行為是否對海域生態產生影響，詳細分析內容詳附錄二，以下摘要結果說明如下：

(一) 海域生態系模式建構與分析

1. 表層生態系模式(圖 6.2.5-2)

結合 107 年至 109 年 135 筆相互配對的表層水質及生物資料(含浮游植物、浮游動物及仔稚魚)所建構的生態系模式，模式中「季節性底質攪動(-)」、「懸浮物與矽酸鹽」、「海水重金屬」及「河川淡水注入(-)」等潛在變項源自於水質主成分分析，其中「河川淡水注入(-)」、「季節性底質攪動(-)」的“(-)”分別代表該潛在變項數值越大時，底質攪動及河川的效應越低；生物方面則以實測變項「甲藻細胞數」、「綠藻細胞數」、「藍綠藻細胞數」、「矽藻細胞數」、「蝦幼生個體數」及「仔稚魚個體數」分別依序估計潛在變項「甲藻豐度」、「綠藻豐度」、「藍綠藻豐度」、「矽藻豐度」、「蝦苗豐度」及「仔稚魚豐度」，至於潛在變項「橈腳類豐度」則由「哲水蚤個體數」、及「劍水蚤個體數」所共同估計。

潛在變項「季節性底質攪動(-)」、「懸浮物與矽酸鹽」、「海水重金屬」及「河川淡水注入(-)」是影響海域表層生物變動的 4 項關鍵因素。其中「季節性底質攪動(-)」對「矽藻豐度」及「蝦苗豐度」分別有 0.52 及 0.43 的顯著正向影響，可能反映秋冬東北強勁時底質攪動劇烈不適合矽藻及蝦苗的生存，或夏季高溫時陽光充足，有利上述兩種生物類群的繁衍；「河川淡水注入(-)」對「橈腳類豐度」、「仔稚魚豐度」、「甲藻豐度」、「綠藻豐度」、及「矽藻豐度」依序有 0.18、0.34、-0.45、-0.26 及 -0.29 的顯著影響，前二者可能代表淡水的注入不利海洋性浮游動物及仔稚魚的生存有關，至於後三者則與伴隨河川而來的磷酸鹽有利各類型藻類的繁殖有關；「懸浮物與矽酸鹽」對「矽藻豐度」0.37 的顯著正向影響，可能反應矽酸鹽為矽藻成長的所需的營養鹽；「海水重金屬」對「甲藻豐度」0.44 的顯著正向影響，隱含甲藻較能忍受污染的環境；有關潛在變項「矽藻豐度」對「橈腳類豐度」及「藍綠藻豐度」分別有 0.85 及 0.24 的顯著正向影響，前者則可能顯露出矽藻為浮游動物的食物，食物充足時，可支持較大量的橈腳類生存，後者則與環境適合時，兩種藻類數量同步增加的現象有關。

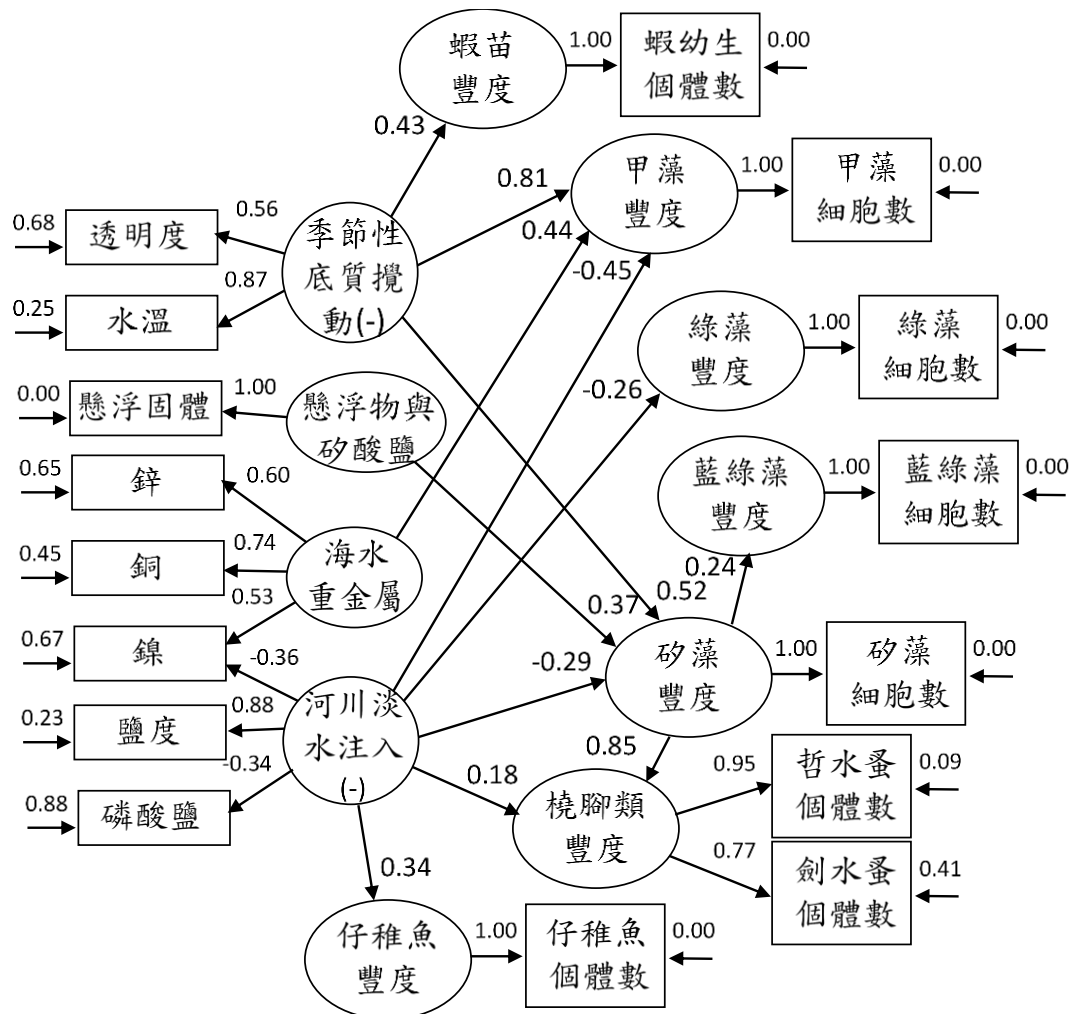


圖 6.2.5-2 觀塘亞潮帶海域以結構方程模式建構之表層生態系模式圖(RMSEA=0.059)

2. 底棲生態系模式(圖 6.2.5-3)

結合 107 年至 109 年 135 筆相互配對的底層水質、底泥及底棲生物(含魚類)資料所建構的底棲生態系模式，模式中「河川淡水注入(-)」、「季節性底質攪動(-)」、「海水重金屬」及「懸浮物與矽酸鹽」等潛在變項源自於水質主成分分析；生物方面則以實測變項「軟體動物個體數」、「棘皮動物個體數」、「刺細胞動物個體數」、「魚類個體數」及「環節動物個體數」分別依序估計潛在變項「軟體動物豐度」、「棘皮動物豐度」、「刺細胞動物豐度」、「魚類豐度」及「環節動物豐度」，至於潛在變項

「十足目豐度」則由「蟹類個體數」、「寄居蟹個體數」及「蝦類個體數」所共同估計。

潛在變項「海水重金屬」及「河川淡水注入(-)」、「季節性底質攪動(-)」是影響本海域各類群底層生物變動的關鍵因素，其中潛在變項「季節性底質攪動(-)」對「十足目豐度」及「魚類豐度」分別有 0.29 及 0.30 的顯著正向影響，代表冬季底質攪動效應大時，蝦蟹類及魚類的數量較少，以及夏季高溫底質攪動效應低，且適逢底層生物繁殖大量出現的季節，故魚蝦蟹類數量較多。模式中有關生物間彼此的關係方面，「環節動物豐度」對「十足目豐度」以及「十足目豐度」對「魚類豐度」分別有 0.67 及 0.53 的正向影響，均反應生物間的食物鏈關係，後者則顯現出蝦蟹為食的魚類；「十足目動物豐度」對「軟體動物豐度」以及「刺細胞動物豐度」對「棘皮動物豐度」分別有 0.79 及 0.50 的顯著正向影響，前者可能隱含生物間的共域生存，後者則呈現若干棘皮生物喜好生活在刺細胞生物繁生的棲地上；在「棘皮動物豐度」及「軟體動物豐度」之間發現前者對後者有-0.77 的顯著負向影響，而後者對前者則有 0.79 的顯著正向影響，彰顯出做為食物的軟體動物數量多時可支持較多的棘皮動物生存，而當棘皮動物多時，大量捕食軟體動物則造成其數量減少。

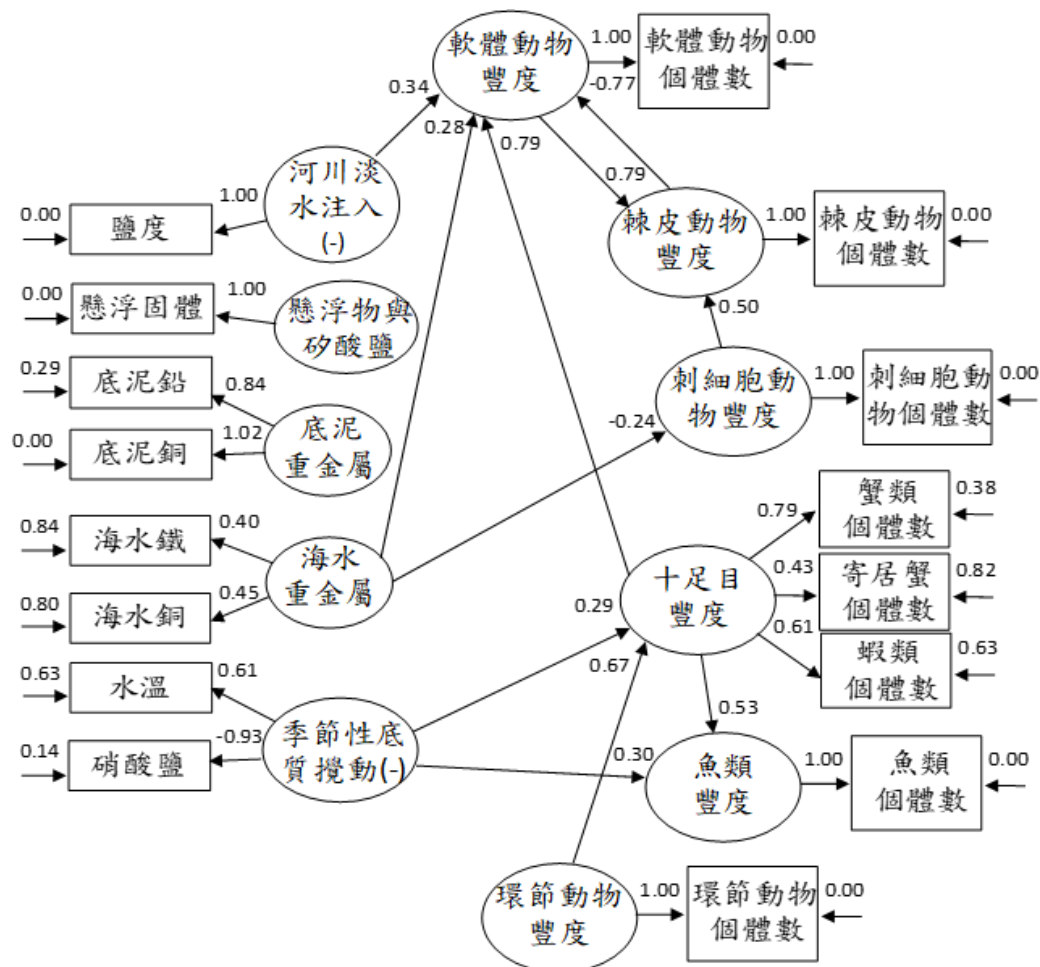


圖 6.2.5-3 觀塘亞潮帶海域以結構方程模式建構之底棲生態系模式圖(RMSEA=0.079)

(二) 強制納入工業港工程阻隔效應之生態系模式建構與分析

依據「109 年觀塘工業區工業專用港施工期間環境監測年度報告」，經由 109 年 5 月及 11 月相同潮時之流場圖發現，11 月份漲潮時，建物下游近岸處的流速較 5 月份為低，呈現出工業港工程建物(棧橋、海堤、沉箱等)有影響流場的現象。故依據棧橋工程的完工比例(109 年 8 月：36.76%，109 年 12 月：54.03%)，假設受影響時間及範圍的測站 109 年 10 月 3A、109 年 10 月 3B、站 109 年 8 月 3A、109 年 8 月 3B，受工業港工程建物影響的程度依序為 4 分、3 分、2 分及 1 分(分數越大，影響程度越高)，至於其他時間及測站認定為不受影響的 0 分，以此設定進行潛在變

項「工業港工程阻隔效應」的估計，並強制納入圖 6.2.5-2 及圖 6.2.5-3 的模式中，重新建構之新模式如圖 6.2.5-4 及圖 6.2.5-5。

在強制納入工業港棧橋、海堤、沉箱等設施影響的表層生態系模式中(圖 6.2.5-4)，潛在變項「工業港工程阻隔效應」對「蝦苗豐度」、「仔稚魚豐度」、「甲藻豐度」及「綠藻豐度」均無顯著影響，僅對「橈腳類豐度」、「矽藻豐度」、「藍綠藻豐度」依序產生-0.27、-0.67、0.39 的顯著影響，推測與棧橋造成的海流減緩效應，降低了大潭電廠溫排水的擴散，其中測站 3A 及 3B 侷限範圍內的橈腳類及矽藻數量因溫排水減少，具有高溫耐受性的藍綠藻數量則反而增加。

在強制納入工業港棧橋、海堤、沉箱等設施影響的底棲生態系模式中(圖 6.2.5-5)，潛在變項「工業港工程阻隔效應」對「軟體動物豐度」、「棘皮動物豐度」、「魚類豐度」及「環節動物豐度」均無顯著影響，僅對「刺細胞動物豐度」有 0.20 的顯著正向影響，推測與相關工程的屏障減緩海流及海浪的效應，有利刺細胞生物的生存有關。

107~109 年資料分析顯示，本海域環境主要受到季節性的底質攪動、河川注入、重金屬、懸浮物及矽酸鹽等因素的影響。其中底質攪動的強度與季節有關，受東北季風的影響，以冬季、近岸及受風面之北邊測線效應較大。浮游植物、浮游動物及仔稚魚等表層生物群集結構主要隨季節而改變，仔稚魚的分布還受到測線及離岸距離的影響。而底棲生物中的魚、蝦、蟹、寄居蟹同樣有著夏季明顯較多的季節變化趨勢；刺細胞動物及棘皮動物則均有在測線 4 較多測線 1、2、5 較少的類似空間分布情形，軟體動物則與之相反。在探討生物變動的原因方面，由生態系模式的結果顯示，浮游性生物受到季節性底質攪動、河川注入、懸浮物、重金屬與食物鏈關係的影響，底棲生物則主要受到季節性底質攪動、河川注入及重金屬的掌控。有關 108~109 年間的 LNG 儲槽區

工程、棧橋工程及沉箱安置工程，所可能導致之海水濁度升高的效應並不明顯，也未對海域生物產生顯著的影響，至於工程所造成海流減緩，則造成局部海域矽藻與橈腳類豐度減少，藍綠藻增加的效應，有關棧橋工程所營造部份海域的屏障效果，則有利刺細胞生物豐度的增加。不過上述影響的範圍有限，且豐度降低均屬海洋中數量佔優勢且隨海流來去的浮游性矽藻與橈腳類，不影響廣大海域的生態系運作，整個觀塘海域亞潮帶生態系的架構主要仍由自然因素所控制。

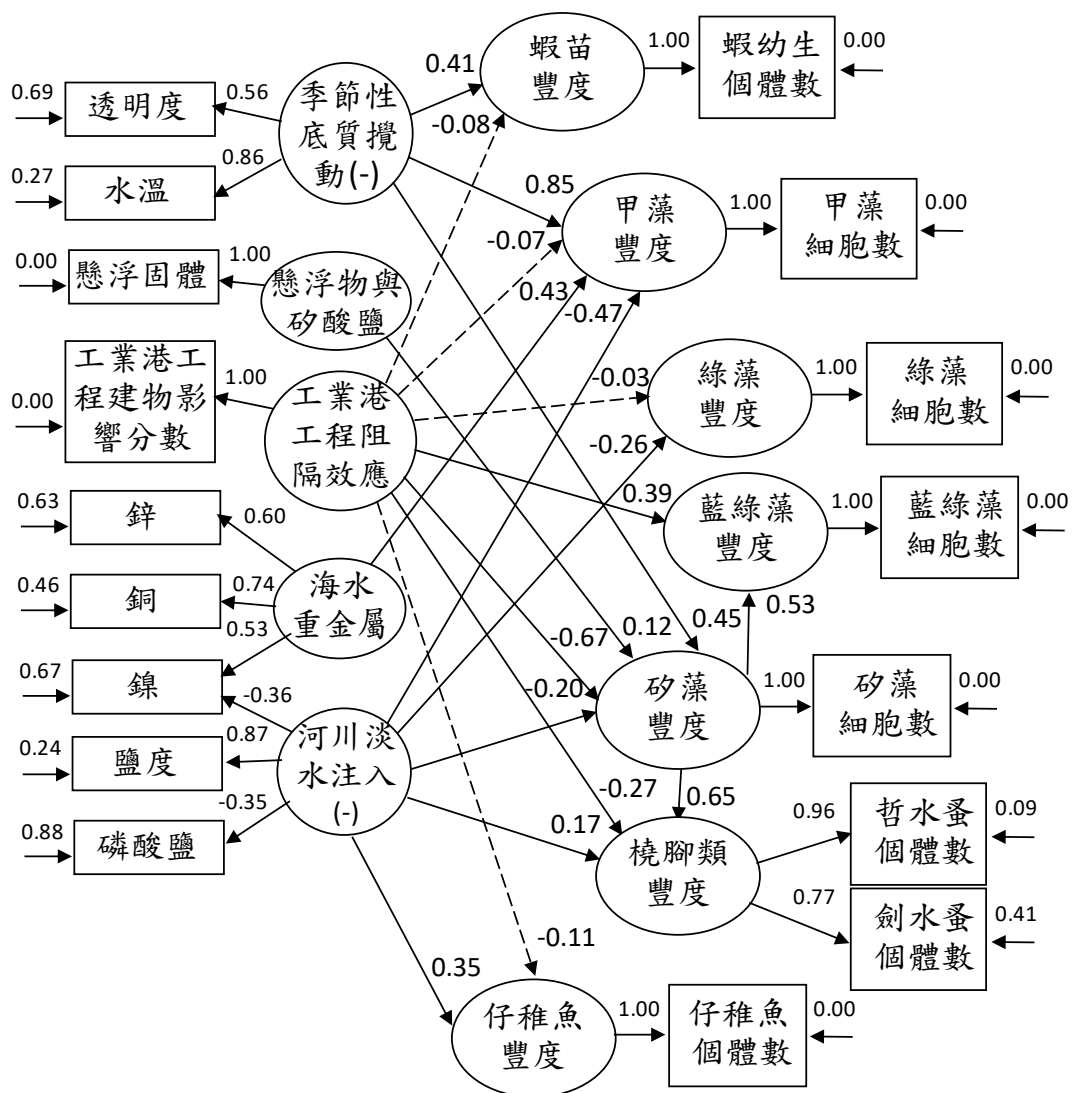


圖 6.2.5-4 觀塘亞潮帶海域以結構方程模式強制納入工程影響所建構表層生態系模式圖(RMSEA=0.056)

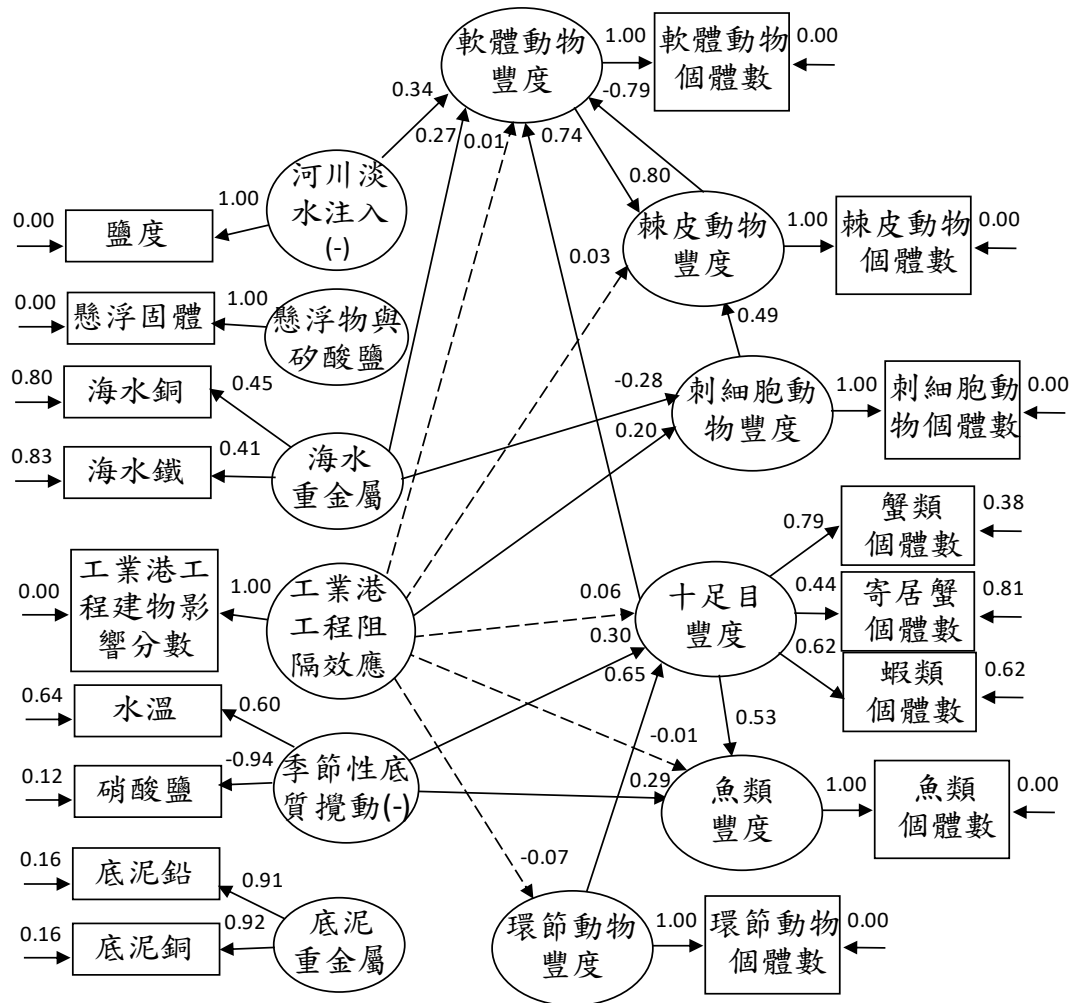


圖 6.2.5-5 觀塘亞潮帶海域以結構方程模式強制納入工程影響所建構之底棲生態系模式圖(RMSEA=0.076)

(三) 海事工程對亞潮帶海域生態影響評估之量化及驗證

結構方程模式中的路徑係數可做為潛在變項間影響程度的依據，並可計算出直接影響、間接影響及合併以上兩者之總影響，可藉由數值的絕對值大小，判斷變項間的相對影響程度(Malaeb, et al., 2000)。將圖 6.2.5-4 及圖 6.2.5-5 計算出各潛在變項間之總影響的摘要表，如表 6.2.5-1 及表 6.2.5-2，可藉由表中數字的絕對值大小，判斷變項間的相對影響程度。

在表層生態系部份(表 6.2.5-1)，「工業港工程阻隔效應」對亞潮帶各類生物的影響，經過統計檢定，對於「綠藻豐度」、「甲藻

豐度」、「蝦苗豐度」及「仔稚魚豐度」均為不顯著影響；對於「藍綠藻豐度」合併直接影響及間接效應後，為甚低的 0.03 的總影響；對於「矽藻豐度」(-0.67)及「橈腳類豐度」(-0.27)的負向影響，則是明顯受到工程影響的浮游生物類群。

在底棲生態系部份(表 6.2.5-1)，「工業港工程阻隔效應」對亞潮帶各類生物的影響，經過統計檢定，對於「環節動物豐度」、「十足目動物豐度」及「魚類豐度」均為不顯著影響；對於「軟體動物豐度」(-0.077)及「棘皮動物豐度」(0.098)僅有微弱的間接影響(相對係數小於 0.1 視為輕微影響)；對於「刺細胞動物豐度」(0.20)的正向影響，則是惟一受到工程影響的底棲生物類群。

檢視 106 年觀塘工業區及工業港的環評預測：「工程導致懸浮物質的局部增高會短暫影響海域生態」，而本研究水質主成分分析的結果則顯示，觀塘海域水體中懸浮物質主要受到東北季風導致的底質攪動所掌控，工程引起的效應並不明顯，生物變動主要仍受季節性底質攪動、河川淡水注入、海水重金屬、懸浮物與矽酸鹽(表 6.2.5-1 及表 6.2.5-2)等非工程因素所影響，與當初環評預測相符；另外，有關「港區採開放式鏤空配置，生物活動將不受影響」，以及「台電溫排水增溫效應對海域生態系影響輕微」，本研究表 6.2.5-1 及表 6.2.5-2 中「工業港工程阻隔效應」顯示有促使刺細胞生物數量增加，矽藻及橈腳類豐度減少的情形，不過因為影響範圍侷限在棧橋下流處海域，且數量減少的矽藻及橈腳類為海域中數量優勢的類群，以及屬於浮游性質，對整體生態系的影響有限，大致仍符合當初的環評預測。

表 6.2.5-1 觀塘亞潮帶海域表層生態系量化影響摘要表

	生物因素	環境因素(含背景人為干擾)				本案干擾
	矽藻豐度	季節性底質攪動(-)	河川淡水注入(-)	海水重金屬	懸浮物與矽酸鹽	工業港工程阻隔效應
綠藻豐度			-0.26			ns
甲藻豐度		0.85	-0.47	0.43		ns
藍綠藻豐度	0.53	0.24(註1)	-0.11(註3)		0.06(註5)	0.03(註7)
矽藻豐度		0.45	-0.20		0.12	-0.67
橈腳類豐度	0.65	0.29(註2)	0.04(註4)		0.08(註6)	-0.27
蝦苗豐度		0.41				ns
仔稚魚豐度			0.35			ns

註：ns：not significant，“+”代表正向影響，“-”代表負向影響
 註 1：由圖 6.2.5-4 之模式計算 $0.45 \times 0.53 = 0.24$
 註 2：由圖 6.2.5-4 之模式計算 $0.45 \times 0.65 = 0.29$
 註 3：由圖 6.2.5-4 之模式計算 $(-0.20) \times 0.53 = -0.11$
 註 4：由圖 6.2.5-4 之模式計算 $(-0.20) \times 0.65 + 0.17 = 0.04$
 註 5：由圖 6.2.5-4 之模式計算 $0.12 \times 0.53 = 0.06$
 註 6：由圖 6.2.5-4 之模式計算 $0.12 \times 0.65 = 0.08$
 註 7：由圖 6.2.5-4 之模式計算 $0.39 - 0.67 \times 0.53 = 0.03$

表 6.2.5-2 觀塘亞潮帶海域底棲生態系量化影響摘要表

	生物因素					環境因素(含背景人為干擾)				本案干擾
	環節動物豐度	刺細胞動物豐度	軟體動物豐度	十足目動物豐度	棘皮動物豐度	水質環境				工業港工程阻隔效應
						季節性底質攪動(-)	河川淡水注入(-)	海水重金屬	懸浮物與矽酸鹽	
環節動物豐度										ns
刺細胞動物豐度								-0.28		0.20
軟體動物豐度	0.48 (註1)	-0.39 (註4)		0.74	-0.79	0.22 (註6)	0.34	0.38 (註10)		-0.077 (註12)
十足目動物豐度	0.65					0.30				ns
棘皮動物豐度	0.38 (註2)	0.49	0.80	0.59 (註5)		0.18 (註7)	0.27 (註9)	0.08 (註11)		0.098 (註13)
魚類豐度	0.34 (註3)			0.53		0.45 (註8)				ns

註：ns：not significant，“+”代表正向影響，“-”代表負向影響
 註 1：由圖 6.2.5-5 之模式計算 $0.65 \times 0.74 = 0.48$
 註 2：由圖 6.2.5-5 之模式計算 $0.65 \times 0.74 \times 0.80 = 0.38$
 註 3：由圖 6.2.5-5 之模式計算 $0.65 \times 0.53 = 0.34$
 註 4：由圖 6.2.5-5 之模式計算 $0.49 \times (-0.79) = -0.48$
 註 5：由圖 6.2.5-5 之模式計算 $0.74 \times 0.80 = 0.59$
 註 6：由圖 6.2.5-5 之模式計算 $0.30 \times 0.74 = 0.22$
 註 7：由圖 6.2.5-5 之模式計算 $0.30 \times 0.74 \times 0.80 = 0.18$
 註 8：由圖 6.2.5-5 之模式計算 $0.29 + 0.30 \times 0.53 = 0.45$
 註 9：由圖 6.2.5-5 之模式計算 $0.34 \times 0.80 = 0.27$
 註 10：由圖 6.2.5-5 之模式計算 $(-0.28) \times 0.49 \times (-0.79) = 0.11$
 註 11：由圖 6.2.5-5 之模式計算 $(-0.28) \times 0.49 = -0.14$
 註 12：由圖 6.2.5-5 之模式計算 $0.20 \times 0.49 \times (-0.79) = -0.077$
 註 13：由圖 6.2.5-5 之模式計算 $0.20 \times 0.49 = 0.098$

(四) 三接外推工程對海域生態影響評估之量化預測

有關未來中油三接工業港外推工程對亞潮帶海域生態的影響，鑒於工程外推後水深增加，原有的浚挖工程取消，以及港區仍採開放式鏤空配置，亞潮帶海域的環境變動因子與目前狀況類似，並無額外增加人為干擾的項目，而且依據「離岸式 LNG 港(三接外推方案)興建對大潭電廠溫排水影響之模擬分析」外推後隔離水道寬度增加，更有利於溫排水的擴散，因此預測未來外推案將依循現有的生態系架構，故可將表 6.2.5-1 及表 6.2.5-2 的現況量化影響摘要表，依據環保署公告之「海洋生態評估技術規範」中「海域生態影響預測摘要說明表」的格式，將其中的關係值，以範圍的方式呈現，並加上影響期間(長期/短期)、可回復性程度及影響範圍的說明，預測特定人為干擾(工業港工程阻隔效應)對整體生態系的影響程度如表 6.2.5-3 及表 6.2.5-4。

表 6.2.5-3 的表層生態系影響預測中，說明原方案(迴避替代修正方案)及工業港外推案(外推方案)之「工業港工程導致海水濁度增加效應」對「綠藻豐度」、「甲藻豐度」、「藍綠藻豐度」、「矽藻豐度」、「橈腳類豐度」、「蝦苗豐度」及「仔稚魚豐度」均為不顯著影響；兩方案之「工業港工程阻隔效應」對「矽藻豐度」及「橈腳類豐度」則將分別有-0.6~-1 及-0.1~-0.3 的中度至高度的負向影響，鑒於工業港及電廠溫排水均為永久設施，故為長時期影響，不過若電廠除役，則對浮游生物的影響則消除，故屬於可回復程度高的影響，至於影響範圍則均為大潭電廠溫排水排放口附近及其兩側沿岸方向的狹長水域，因外推方案溫排水擴散程度較佳，推測影響的範圍將比原方案略小些，對於「藍綠藻豐度」經合併直接及透過「矽藻豐度」的間接影響後，亦將視為影響降低，至於「綠藻豐度」、「甲藻豐度」、「蝦苗豐度」及「仔稚魚豐度」則也將為不顯著影響。

表 6.2.5-4 的底棲生態系影響預測，說明「工業港工程導致海水濁度增加效應」在原方案及外推方案所造成鄰近棧橋、堤防、沉箱施作附近局部海域短暫的海水濁度增高效應，對「環節動物豐度」、「刺細胞動物豐度」、「軟體動物豐度」、「十足目動物豐度」、「棘皮動物豐度」及「魚類豐度」均為不顯著影響；「工業港工程阻隔效應」考量未來工業港完工後對海流所產生的屏障更明顯，預測對刺細胞動物與棘皮動物變動的相關性更高，故將原先表 6.2.5-2 中「刺細胞動物豐度」及「棘皮動物豐度」的係數在轉換時分別上調至 0.3~0.6 以及 0.1~0.3 的輕度至中度正向影響，正好呼應後述永安 LNG 港案例，說明工程量體能夠發揮人工魚礁的功能，反而有助於刺細胞動物(珊瑚類)之生長。鑒於此為永久設施，故為長時期可回復程度低的影響，至於影響範圍則均為棧橋、堤防內範圍，惟外推案棧橋加長，影響的範圍將比原方案更大些，此外，對於其他「環節動物豐度」、「刺細胞動物豐度」、「軟體動物豐度」、「十足目動物豐度」及「魚類豐度」，兩方案則均判斷為不顯著影響。

表 6.2.5-3 三接工業港亞潮帶海域表層生態系影響預測摘要說明表

	生物因素	環境因素(含背景人為干擾)				本案干擾			
	矽藻豐度	季節性底質攪動(-)	河川淡水注入(-)	海水重金屬	懸浮物與矽酸鹽	原方案		工業港外推案	
						工業港工程導致海水濁度增加效應	工業港工程阻隔效應(溫排水增溫影響)	工業港工程導致海水濁度增加效應	工業港工程阻隔效應(溫排水增溫影響)
長期/短期影響	可回復性程度					短期	長期	短期	長期
可回復性程度						高	高	高	高
影響範圍						鄰近棧橋、堤防、沉箱施作附近海域	溫排水排放口附近及其兩側沿岸方向的狹長水域	鄰近棧橋、堤防、沉箱施作附近海域	溫排水排放口附近及其兩側沿岸方向的狹長水域
綠藻豐度			-0.1~ -0.3			ns	ns	ns	ns
甲藻豐度		0.6~1	-0.3~ -0.6	0.3~0.6		ns	ns	ns	ns
藍綠藻豐度	0.3~0.6	0.1~0.3	-0.1~ -0.3		ns	ns	ns	ns	ns
矽藻豐度		0.3~0.6	-0.1~ -0.3		0.1~0.3	ns	-0.6~ -1	ns	-0.6~ -1
橈腳類豐度	0.6~1	0.1~0.3	ns		ns	ns	-0.1~ -0.3	ns	-0.1~ -0.3
蝦苗豐度		0.3~0.6				ns	ns	ns	ns
仔稚魚豐度			0.3~0.6			ns	ns	ns	ns

註：表格內的數字為變項對各類群生物之影響預測(以模式之路徑係數表示，-0.6~-1.0 為高度負向影響(---)；-0.3~-0.6 為中度負向影響(--)；-0.1~-0.3 為輕度負向影響(-)；-0.1~0.1 為不顯著影響(ns: not significant)；0.1~0.3 為輕度正向影響(+)；0.3~0.6 為中度正向影響(++)；0.6~1.0 為高度正向影響(+++))。

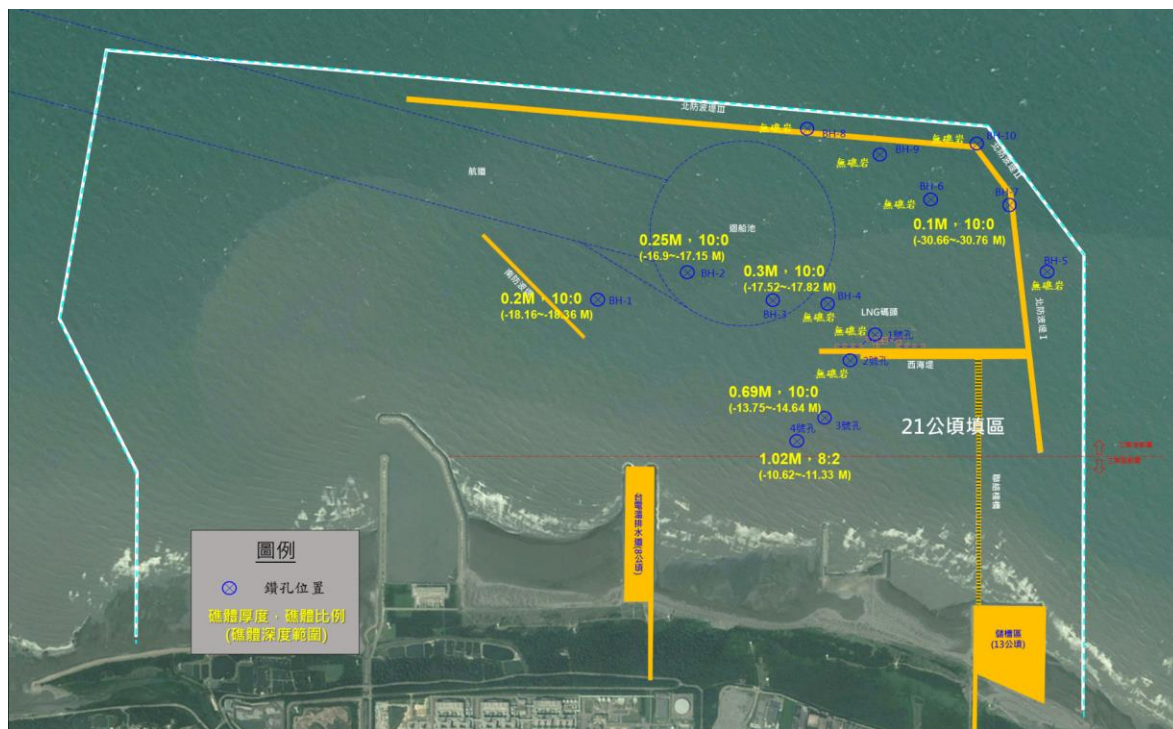
表 6.2.5-4 三接工業港亞潮帶海域底棲生態系影響預測摘要說明表

	生物因素					環境因素(含背景人為干擾)					本案干擾			
	環節動物 豐度	刺細胞 動物豐 度	軟體 動物 豐度	十足 動物 豐度	棘皮 動物 豐度	水質環境				底泥 環境	原方案		工業港外推案	
						季節 性底 質攪 動(-)	河川 淡水 注入 (-)	海水重 金屬	懸浮 物與 矽酸 鹽	底泥 重金 屬	工業港工 程導致海 水濁度增 加效應	工業港工 程阻隔效 應	工業港工 程導致海 水濁度增 加效應	工業港工 程阻隔效 應
長期/短期影響											短期	長期	短期	長期
可回復性程度											高	低	高	低
影響範圍											鄰近棧 橋、堤 防、沉箱 施作附近 海域	棧橋堤防 內範圍	鄰近棧 橋、堤 防、沉箱 施作附近 海域	棧橋堤防 內範圍 (較原方 案為大)
環節動物豐度											ns	ns	ns	ns
刺細胞動物豐度								-0.1~-0.3			ns	0.3~0.6	ns	0.3~0.6
軟體動物豐度	0.3~0.6	-0.3~-0.6		0.6~1	-0.6~-1	0.1~0.3	0.3~0.6	0.1~0.3			ns	ns	ns	ns
十足目動物豐度	0.6~1					0.3~0.6					ns	ns	ns	ns
棘皮動物豐度	0.3~0.6	0.3~0.6	0.6~1	0.3~0.6		0.1~0.3	0.1~0.3	-0.1~-0.3			ns	0.1~0.3	ns	0.1~0.3
魚類豐度	0.3~0.6			0.3~0.6		0.3~0.6					ns	ns	ns	ns

註：表格內的數字為變項對各類群生物之影響預測(以模式之路徑係數表示，-0.6~-1.0 為高度負向影響(---)；-0.3~-0.6 為中度負向影響(--)；-0.1~-0.3 為輕度負向影響(-)；-0.1~0.1 為不顯著影響(ns: not significant)；0.1~0.3 為輕度正向影響(+)；0.3~0.6 為中度正向影響(++)；0.6~1.0 為高度正向影響(+++))。

二、工業港海域生態系實際情形

外推方案由於港型更往外海延伸且取消 21 公頃填區，且工業港內不浚深，整體開發規模減小，避開了鑽探結果中礁體的位置，如圖 6.2.5-6，且對於底棲生物也能維持其生機。



資料來源：本計畫彙整。

圖 6.2.5-6 外推方案域套疊鑽探資料示意圖

根據 110 年 3 月至 4 月 ROV 水下攝影結果(6.1.4 節)，與原環評書件於 106 年 3 月完成工業專用港範圍之水下無人載具(ROV)藻礁攝影調查結果，同樣港區海水濁度高，透光度低，海床被沙質覆蓋，生物多樣性不豐富，僅有零星底棲生物，整體水下生態環境差異不大。但是在港區卵礫石所造成的岩石縫隙之後，複雜的地貌反而讓魚蟹有了些許躲藏的空間得以繁衍，預期未來外推方案海堤施作完成後，能夠發揮人工魚礁功能，讓底棲動物有更多附著生長及培育的空間，使原有生物密度更為提升。

此外，依據台灣中油公司的公開資訊，蒐集在觀塘工業港長期執行的海域（亞潮帶）底棲生物之環境監測資料，並針對大潭 G2 區域延伸出去的海域測站(3A、3B 及 3C)，測站位置詳圖 6.1.4-1，統計歷次

調查的底棲生物物種數及個體數量結果，如圖 6.2.5-7 所示，在第三座液化天然氣接收站建港及圍堤造地新建工程期間，與復工前相比，歷次採樣物種數及個體數(隻)皆高於復工前採樣，物種數及個體數(隻)分別以 109 年第 3 季 52 種及 109 年第 2 季 353 隻為最高，且均發生在 3A 水深 10 m 之測站，顯示本計畫工程對海域（亞潮帶）底棲生物不致產生負面影響。

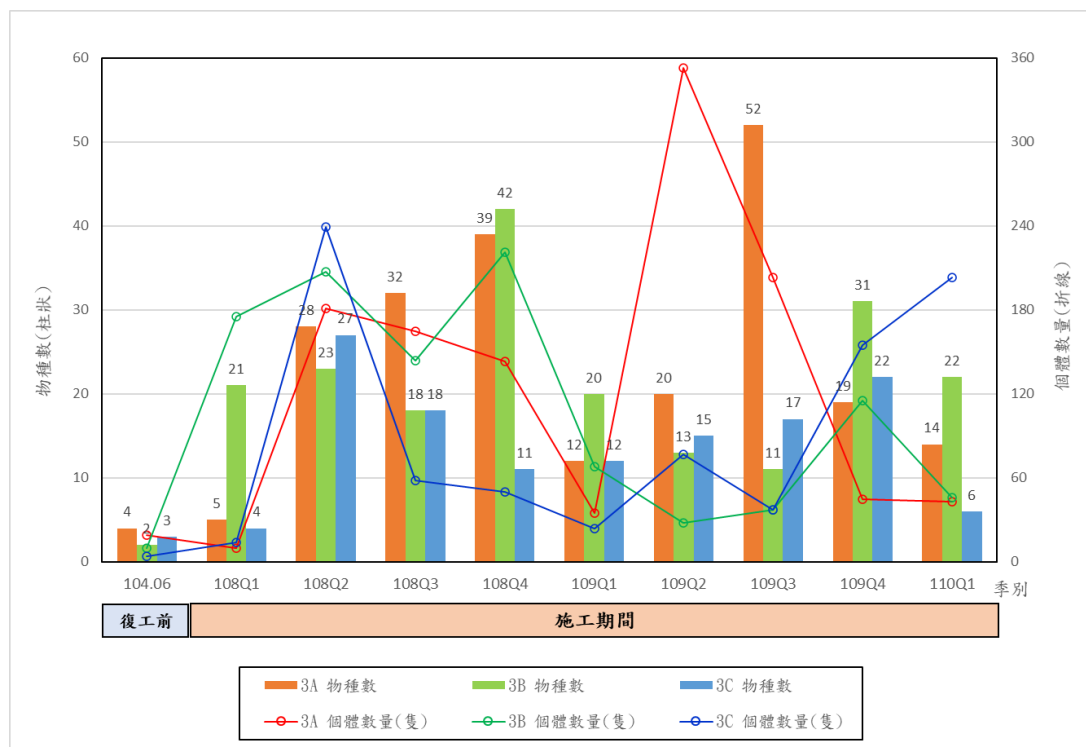


圖 6.2.5-7 大潭 G2 區域歷次海域底棲生物物種數及個體數量調查比較

三、鄰近區域泥沙底質水下攝影及海域底棲生物調查結果

為瞭解解本計畫所在桃園市觀音區之海域(亞潮帶)底棲生物及其生存環境，與同為沙質沿岸之其他西部海域(亞潮帶)差異，茲蒐集近幾年離岸風力發電之環評書件之海域生態底棲生物調查與水下攝影結果內容比較，詳表 6.2.5-5 及表 6.2.5-6，並分述如下：

水下攝影結果摘要部分詳表 6.2.5-5，各離岸計畫海域底質皆被泥沙所覆蓋，海水水質普遍混濁，並有零星珊瑚生長，多記錄到海百合、圓管星珊瑚、雪花珊瑚、柳珊瑚類及軟珊瑚類，且均未發現存活之殼狀珊瑚藻分布，與本計畫前述工業港水下攝影結果類似。

海域(亞潮帶)底棲生物部分，觀音區海域之底棲生物優勢種多為殼菜蛤、多毛類、糠蝦、櫻蛤、抱蛤、簾蛤、象牙貝、彩虹蝸螺、端足類...等，食性多為攝食水體中藻類、懸浮物或砂泥底質中的有機碎屑，偶有發現、水媳、軟珊瑚、柳珊瑚、棘皮動物...等，歷次採樣並未捕獲稀有種或獨特種，亞潮帶之底棲生物優勢種則為多毛綱、雙扇股窗蟹與沙蟹科等物種，上述均為臺灣西部海域泥沙地普遍出現之種類。

表 6.2.5-5 各西部離岸風電環評書件之水下攝影結果摘要比較表

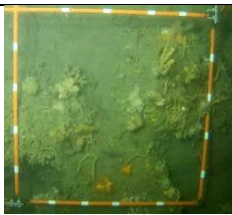
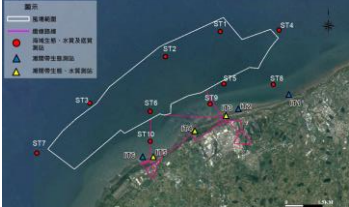
環 評 書 件	新北離岸風力發電 計畫環境影響說明 書	桃園離岸風力發電 廠興建計畫環境影 響說明書	桃新離岸風力發電 廠興建計畫環境影 響說明書	竹風電力離岸風力 發電計畫環境影響 說明書
底 質 概 況	泥沙覆蓋底質	泥沙覆蓋底質	泥沙覆蓋底質	泥沙覆蓋底質
海 水 水 質	混濁	混濁	混濁	混濁
發 現 物 種	海百合、海綿、圓管 星珊瑚、白蘆莖珊 瑚、紅蘆莖珊瑚及 棘穗軟珊瑚等	海百合、圓管星珊 瑚、黑樹角珊瑚、雪 花珊瑚、網扇軟柳 珊瑚、星棘柳珊瑚、 白蘆莖珊瑚、紅蘆 莖珊瑚、柏狀羽螅、 藍綠肉質軟珊瑚、 棘穗軟珊瑚及繖穗 軟珊瑚等	海百合、圓管星珊 瑚、雪花珊瑚、網扇 軟柳珊瑚、橙鈍角 珊瑚、白蘆莖珊瑚、 紅蘆莖珊瑚、強韌 鞭珊瑚、管柳珊瑚、 革葉軟珊瑚、直立 穗軟珊瑚、棘穗軟 珊瑚、實穗軟珊瑚、 繖穗軟珊瑚及黑樹 角珊瑚等	圓管星珊瑚、軟木 軟柳珊瑚、白蘆莖 珊瑚、紅蘆莖珊瑚、 直立穗軟珊瑚、繖 穗軟珊瑚及棘穗軟 珊瑚等
攝 影 照 片				
				

表 6.2.5-6 各西部離岸風電環評書件之海域生態底棲生物調查結果比較表

環評書件	新北離岸風力發電計畫環境影響說明書	桃園離岸風力發電廠興建計畫環境影響說明書	桃新離岸風力發電廠興建計畫環境影響說明書	竹風電力離岸風力發電計畫環境影響說明書	海能離岸風力發電計畫環境影響說明書
地區	新北市三芝西側海域	桃園市觀音及大園區外海	桃園市新屋區外海	新竹市外海	苗栗縣竹南及後龍鎮外海
調查點位			 (第一、二季)  (第三、四季)		
調查時間	106.2~106.11	104.05~105.01	105.03~105.11	105.2~105.11	104.07~106.04
海域底棲	海百合、蔓蛇尾、寄居蟹、沙蠶、管蟲、圓管星珊瑚、白蘆	青象貝、圓象牙貝、浮標織紋螺、滿月蛤、花瓣櫻蛤、火腿	褐帶玉螺、細紋玉螺、浮標織紋螺、正織紋螺、銼紋筍螺、	哈氏仿對蝦、玉米捲管螺、正織紋螺、黃文蛤、日本馬珂	光裸方格星蟲、星蟲、小錐螺、美臍鐘螺、烏賊、網目法

生物	莖珊瑚、紅蘆莖珊瑚、灌叢柳珊瑚、橙火炬珊瑚、網扇軟柳珊瑚、棘穗軟珊瑚、繖穗軟珊瑚、海綿、綴殼螺、擬淺盤海燕、陽燧足、管鞭蝦、柏狀羽螅、石狗公	櫻蛤、日本瑪珂蛤、厚石榴螺、錐螺科的一種、臺灣抱蛤、正織紋螺、細紋玉螺、海百合、短石蛭、褐皮粗米螺、對蝦、蝦蛄、槍蝦、太平洋槍蝦、絲狀長跨蟹、矛形梭子蟹、粗肋織紋螺、櫛蛇尾、沙蠶、圓管星珊瑚、孔氏棘穗軟珊瑚、巨大棘穗軟珊瑚、繖穗軟珊瑚、網扇軟柳珊瑚	中華核螺、玫瑰峨螺、焦斑峨螺、假溝捲管螺、白筆螺、厚蛤、娜娜厚蛤、大馬珂蛤、西施馬珂蛤、環板簾蛤、台灣環簾蛤、火腿櫻蛤、圓象牙貝、褐皮粗米螺、赤蛙螺、寶螺、矛形梭子蟹、赫氏蟬、對蝦、鬚赤蝦、摺痕五角蟹、刺足掘沙蟹、光滑瓷蟹、槍蝦、凹陷管鞭蝦、白紋短角蟹、臺灣捲管螺、沙蠶	蛤、沙蠶、朱紅鶯蛤、寄居蟹、紅星子蟹、毛法螺、象牙鳳螺、千手螺、櫛筍螺、花蛤、粗紋蛤、章魚、刀額新對蝦、鬚赤對蝦、紅星梭子蟹、梭子蟹、長螯拳蟹、槍蝦、大頭花桿狗母、卵鰯、大鱗舌鰯、黑邊鰻、扁魚銜、大馬珂蛤、竹蛭、紋彎錦蛤、鬚赤蝦、矛形子蟹、雙珠筍螺、大馬珂蛤、斷脊似口蝦蛄、圓管星珊瑚、軟木軟柳珊瑚、白蘆莖珊瑚、紅蘆莖珊瑚、直立穗軟珊瑚、繖穗軟珊瑚、棘穗軟珊瑚	螺、瘦毛法螺、白瓷螺、赤蛙螺、木賊峨螺、台灣捲管螺、玉米捲管螺、環板簾蛤、火腿櫻蛤、厚蛤、毛蚶、陽隧足、海百合、彩虹蝸螺、鑽筍螺、正織紋螺、哈氏仿對蝦、寬溝對蝦、刀額新對蝦、絲狀長跨蟹、蚵岩螺、脊尾近蝦蛄、寄居蟹、紅星子、尾近蝦蛄、沙蠶、紅星梭子蟹、棘穗軟珊瑚、軟木軟柳珊瑚、矛形梭子蟹
潮間帶底棲生物	日本絨螯蟹、平背蜆、斑點擬相手蟹、綠色細螯寄居蟹、隱伏硬殼寄居蟹、側指蟬蟹、波紋玉黍螺、粗紋玉黍螺、顆粒玉黍螺、黑瘤海蜷、阿拉伯寶螺、花笠螺、大圓蜆螺、玉女蜆螺、花斑蜆螺、花圓蜆螺、漁舟蜆螺、高青螺、珠螺、草蓆鐘螺、花松螺、鱗笠壺、紋藤壺、奇異海蟑螂、大駝石鶯、蚵岩螺、黑齒牡蠣、肉球近方蟹、方形大額蟹、白紋方蟹、藍指細寄居蟹、肉球皺蟹、日本岩瓷蟹、皺紋團扇蟹、司氏酋婦蟹、鈍齒短槳蟹、黑瘤海蟾、海蜷蟹守螺、	波紋玉黍螺、臺灣玉黍螺、顆粒玉黍螺、粗紋玉黍螺、紫口寶螺、花笠螺、龜甲笠螺、黑玉蜆螺、漁舟蜆螺、玉女蜆螺、粗紋蜆螺、石蜆螺、花青螺、高青螺、草蓆鐘螺、美珠螺、珠螺、粗肋結螺、蚵岩螺、結螺、楔形斧蛤、花蛤、棘牡蠣、葡萄牙牡蠣、平背蜆、肉球近方蟹、斑點擬相手蟹、似方假厚蟹、白紋方蟹、日本絨螯蟹、斯氏沙蟹、雙扇股窗蟹、角眼沙蟹、綠色細螯寄居蟹、寬胸細螯寄居蟹、隱伏硬殼寄居蟹、條紋細螯寄居蟹、皺紋團扇蟹、鈍齒短槳	絨毛近方蟹、平背蜆、白紋方蟹、肉球近方蟹、日本絨螯蟹、角眼沙蟹、雙扇股窗蟹、斯氏沙蟹、環紋蟬、寄居蟹、角突仿對蝦、刀額新對蝦、對蝦科的一種、頑強黎明蟹、綠色細螯寄居蟹、波紋玉黍螺、粗紋玉黍螺、顆粒玉黍螺、細粒玉黍螺、燒酒海蜷、漁舟蜆螺、石蜆螺、玉女蜆螺、白肋蜆螺、草蓆鐘螺、花笠螺、高青螺、花青螺、瘤珠螺、縱條磯海葵、紋藤壺、蚵岩螺、玉螺、沙蠶、奇異海蟑螂、燐蟲、大駝石鶯	平背蜆、白紋方蟹、角眼沙蟹、雙扇股窗蟹、短指和尚蟹、環紋蟬、波紋玉黍螺、細玉黍螺、顆粒玉螺、粗紋玉黍螺、虛線蜆螺、漁舟蜆螺、白肋蜆螺、玉女蜆螺、草蓆鐘螺、高青螺、射線青螺、燐蟲、紋壺、鱗笠藤壺、蚵岩螺、黑齒牡蠣、大駝石鶯、絨毛近方蟹、角突仿對蝦、司氏酋婦蟹、波紋玉螺、細粒玉螺、花笠螺、紋藤壺、鱗笠藤壺、綠殼菜蛤、花松螺、土嘴瓜殼菜蛤、正織紋螺、環文蛤、奇異海蟑螂、截尾薄殼蛤、光裸方格星蟲、縱條磯海	黑齒牡蠣、奇異海蟑螂、大駝石鶯、扁跳蝦、珠螺、草蓆鐘螺、花青螺、紋藤壺、蚵岩螺、肉球近方蟹、秀麗長方蟹、角眼沙蟹、清白招潮蟹、斯氏沙蟹、短身大眼蟹、雙扇股窗蟹、短指和尚蟹、鈍齒短槳蟹、波紋玉黍螺、光裸方格星蟲、石蜆螺、虛線蜆螺、漁舟蜆螺、燐蟲、中華瑪珂蛤、白紋方蟹、方形大額蟹、艾氏活額寄居蟹、環紋蟬、日本蟬、日本岩瓷蟹、艾華股蝦、細粒玉黍螺、顆粒玉黍螺、粗紋玉黍螺、白肋蜆螺、臍孔黑鐘螺、美珠翼法螺、台灣岩

	鵝足青螺、射線青螺、花青螺、草蓆鐘螺、齒輪鐘螺、鱗笠藤壺、稜結螺、白結螺、黑千手螺、斑芋螺、沙蠶、蕩皮參、綠殼菜蛤、伏硬殼寄居蟹、條紋細螯寄居蟹、細巧皺蟹、底棲短槳蟹、庫氏寄居蟹、窄小寄居蟹、角眼沙蟹、太平洋蟹守螺、瘤珠螺、美珠螺、鱗笠藤壺、白管藤壺、大駝石、結螺、有孔右旋蟲、扁跳蝦、管海葵、絨毛近方蟹、司氏婦蟹、底棲短槳蟹、黑瘤海蜷、芝麻螺、石螺、臍孔黑鐘螺、金色美法螺、茗荷、石礮、無斑斜紋蟹、石蜆螺、粗紋蜆螺	蟹、鋸緣青蟳、日本岩瓷蟹、紋藤壺、奇異海蟑螂、鵝茗荷、扁跳蝦、沙蠶、花身鰱、橫紋九刺鮨		葵	螺、鐵斑岩螺、平背蜆、鋸齒長臂蝦、艾德華股蝦、長指細螯寄居蟹、刀額新對蝦、長毛明對蝦、頑強黎明蟹、圍沙蠶、綠殼菜蛤、小眼花簾蛤、花蛤、葡萄牙牡蠣、玉女蜆螺、瘤珠螺、土嘴瓜殼菜蛤
--	---	--	--	---	---

資料來源：本計畫彙整

四、預期工業港完工後之海域生態效益

台灣中油公司位於高雄永安之液化天然氣廠，是台灣第一座液化天然氣接收站。於 1984 年動工興建的 LNG 港為主要配合 LNG 船進出、裝卸的重要港口，永安 LNG 港在地理環境上，緊鄰長年受到嚴重廢水污染的阿公店溪，以往附近海域並未發現有珊瑚之棲息，然而自 LNG 港興建之後，向外海延伸的防波堤恰好阻擋了阿公店溪的污水流入 LNG 港內，使港內海水水質條件相對改善許多，再加上 LNG 港之船舶量少且進出頻率低，水體較未受到船舶油污之汙染，而港口內的消波塊又提供了珊瑚賴以附著生長的基底，因此珊瑚在此大量棲息、繁衍(黃于津，2016)。參考台灣中油公司於民國 108 年 4 月及 11 月期間，進行永安 LNG 港海域的水下珊瑚生態攝影記錄，拍攝位置如圖 6.2.5-8，共完成北碼頭、南防波堤、進水口、排水渠道的水下攝影任務。

整體而言，永安 LNG 港海域，水質清澈、水溫適合珊瑚生長(23~28°C)，分布最多的是軸孔珊瑚及鹿角珊瑚，其次為大腦紋珊瑚、瓣葉珊瑚、角菊珊瑚、芽軟珊瑚及繩紋珊瑚等，如圖 6.2.5-9，貝類、蟹類、水母、海參、海膽、藻類等也均有所發現，為珊瑚礁構成的基礎生物群及食物鏈，尤其又以北碼頭及南防波堤為發現最多珊瑚。永安 LNG 港經營管理活動卻附帶產生長期、有效就地保育生物多樣性的成果，符合「其他有效地區保育措施」的理念。或許本計畫之第三接收站未來完工營運後，透過台灣中油公司有效的管理經營後，對於觀塘這片土地及海域原有的生態，也能承襲永安 LNG 港的發展，而變得更加生機盎然。



圖 6.2.5-8 永安 LNG 港水下攝影位置圖



南防波堤:軸孔珊瑚



南防波堤:鹿角珊瑚



北碼頭:瓣葉珊瑚



南防波堤:大腦紋珊瑚

圖 6.2.5-9 永安 LNG 港水下之珊瑚攝影結果

另外，位於新北市八里區的台北港，透過其港務公司的積極自主管理之下，將環境保護視為港口永續經營的一部份，定期檢視、持續改善港口的環境績效，承諾推動各項環境管理作為，已於 2016 年取得歐洲生態港認證(EcoPorts)，以及 2018 年取得綠色港口獎勵認證(GPAS)，顯示其獲得國際的肯定。在雲林縣麥寮鄉屬於工業專用港的麥寮港，同樣引進綠色港灣(Green Ports)與生態港灣(Eco Ports)概念，並已於 2018 年 9 月通過生態港埠外部驗證並取得證書，且參考麥寮港 2017 年 11 月海洋生態與環境攝影的成果報告，如圖 6.2.5-10，豐富的珊瑚環境及生物多樣性，擺脫工業港髒亂的刻板印象，均要歸功於工業局的安全衛生環境管理執行成果以及人工魚礁效應，除了能維持港域良好的水質，亦能增加海洋生物的棲息空間，達到工業與生態的共榮，值得本案借鏡。

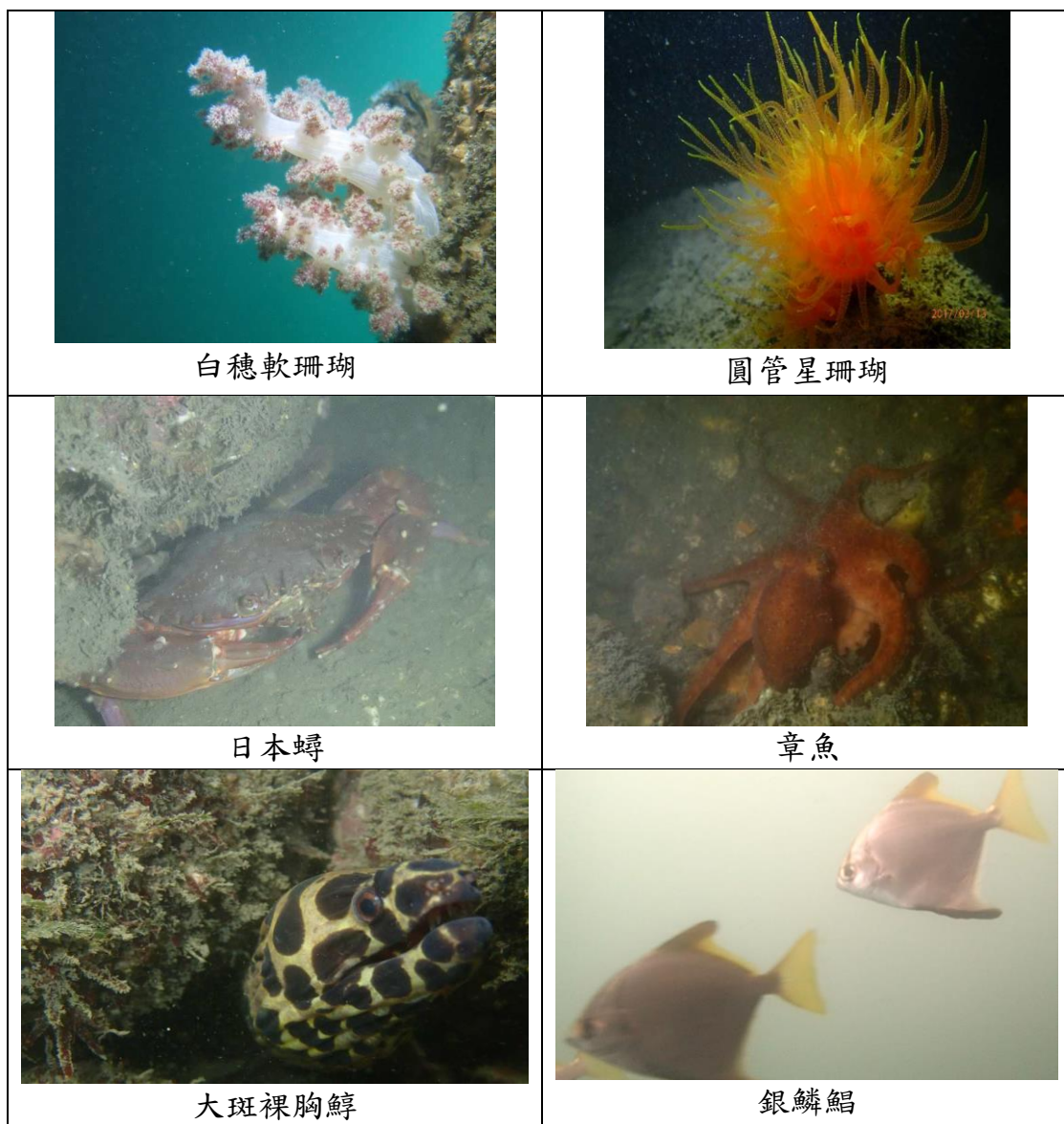


圖 6.2.5-10 麥寮港工業區專用港海洋生態與環境攝影結果

五、小結

綜合上述，第三接收站 108 年開始施工至今無論是亞潮帶或潮間帶之生態狀況都維持穩定良好，並未受到施工明顯影響。工業港內的亞潮帶底棲動物相較於其他海域並無明顯特別差異；而根據調查研究，桃園潮間帶海域具有造礁能力之殼狀珊瑚藻常見優勢藻種，同樣也能於新竹縣新豐藻礁海域區域發現，非屬桃園觀塘特有之棲地類型。

本次變更之外推方案因港型外推及取消 21 公頃填區後，除對於近岸藻礁影響減小，因防波堤遮蔽效果，也有助維持 G1、G2 區裸露藻礁不易被淤砂掩埋，更因港型向外延伸且鏤空之棧橋，有助於港內南北向的洋流進出流動空間，能為港內生物帶來更多的溶氧及營養鹽，增加底棲生物的營養源及棲息空間，保有此區海域生態完整食物鏈，穩定生態系的豐富程度。此外，海洋生物多樣性會因受到保護而有保護區的效果，使生物多樣性變更豐富，符合國際正提倡的不是以海洋保護區目的來開發利用之區域，一樣可以發揮海洋保護區的效果。

過往曾在大潭海域層發現的紅肉丫髻鮫，屬於「國際自然保護聯盟瀕危物種紅色名錄」列為「瀕危」之物種，臺灣周邊海域皆可發現其蹤跡，東與西岸在春末夏初開始可發現小型個體，前述 6.1.4 節中本公司委託調查結果顯示，除鄰近本案永安漁港有捕獲紀錄外，臺灣西部海域亦均有捕獲紀錄，且離岸越遠捕獲的體型越大。因此，本次變更之外推方案較迴避替代修正方案有更多幼鯊的活動空間，對於紅肉丫髻鮫幼鯊生長環境更為友善。