

## 第七章 預測開發行為可能引起之環境影響

本計畫開發內容分為外廓防波堤及卸收碼頭工程、儲槽及站區設施工程及廠外輸氣管線工程等三部分；營運階段為 LNG 船將 LNG 卸送至儲槽存置，再利用海水作為熱源氣化成 NG，經由陸上輸氣管線供應國內天然氣用戶等天然氣的輸儲作業；茲就施工及營運階段可能衍生之各種環境影響評估說明如后。

### 7.1 地形、地質及土壤

#### 一、陸域地形

計畫區為填築而成之土地，現況地面高程約為 EL+4.40~+4.70，地形相當平坦，施工期間主要為配合未來接收站相關建築物地下室、排水渠道及輸氣管線工程進行土方挖填作業，評估本計畫開發過程對陸域地形影響輕微。

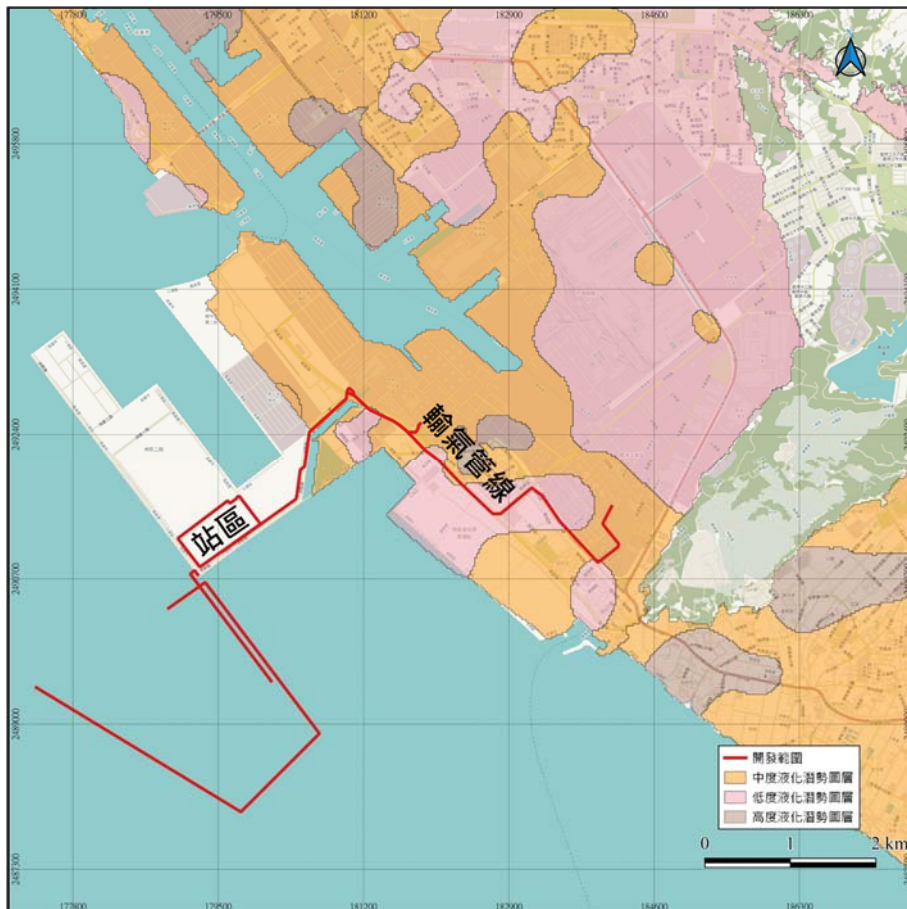
#### 二、陸域地質

依據高雄市政府土壤液化潛勢查詢系統套疊結果，本計畫站區並未位於土壤液化潛勢區，但部分聯外輸氣管線行經中度、低度液化潛勢區範圍，詳圖 7.1-1。另依據本計畫站區地質鑽探結果，本站區地表至 40~50 公尺大致為粉質砂與砂質粉土互層並夾部分黏土層，其中砂及粉土總和所佔比例約達 90% 以上，回填深度 17.0~21.0 公尺；本計畫簡化地層建議參數，如表 7.1-1 所示。根據建築物耐震設計規範及解說(2011)規定，本站區隸屬於高雄市小港區，震區短週期與一秒週期之設計水平譜加速度係數  $S_5^D$  與  $S_1^D$  分別為 0.5 及 0.35；震區短週期與一秒週期之最大考量水平反應譜加速度係數  $S_5^M$  與  $S_1^M$  分別為 0.7 及 0.45。參考「大林石化油品儲運中心第一期地質調查工作」及「大林石化油品儲運中心第二期地質調查工作」現地試驗量測之 Vs30 平均值，可推測本站區應屬於第二類地盤。針對中小度地震(a=0.057 g)、設計地震(a=0.240 g)及最大考量地震(a=0.308 g)之地震水準，採用國家地震工程研究中心所開發之 CPT-based CPTu 液化評估分析程式進行土壤液化潛能評估；依評估結果所示(詳表 7.1-2)，於中小度地震發生時，本站區地層土壤在深度 20 m 範圍內均不會產生液化之現象；而在設計及最大考量地震發生時，其土壤液化潛能指數 PL 皆大於 15，屬於嚴重液化程度。

本計畫站區屬抽砂回填之海埔新生地，大部分回填的材料以灰色砂質粉土及灰色粉質細砂為主，其中砂及粉土總和所佔比例約達 90% 以上，由於回填土層具有高含水量、土壤結構鬆散、不穩定及非均勻等特性，興建過程容易會衍生地表

沉陷量或差異沉陷過大、基礎承载力不足及土壤液化等問題；本計畫規劃採用國內較常使用之地質改良工法，包含動力夯實工法、擠壓砂樁工法等方式；施工前應依據細部地質調查結果，視需要進行地質改良工程，以提高土壤承载力及抗液化能力，確保營運期間操作營運安全。此外，興建 LNG 儲槽時依「建築物耐震設計規範及解說」及 API625 等地上型儲槽標準進行耐震設計，採用樁基礎將荷重傳遞至較深土層，可大幅提升樁基礎側向抵抗力，避免發生側潰或斷樁疑慮。

輸氣管線一般埋設於地下，探查破損位置不易且修復困難，故施工前將進行現地補充地質調查及詳細液化潛能評估，建立液化危害指數分佈資料，管線埋設過程回填排水性佳之砂質土壤，降低地震下土壤液化之影響。在管材部分選用足以承受設計地震力，確保對管線不致造成擠壓、拉伸、挫曲甚至斷裂等損害，提高管線輸氣安全。輸氣管線於原廠製造出廠時外層皆有 PE 包覆(或另柏油包覆)，可隔絕金屬管線直接與地下水層直接接觸，並設有陰極防蝕系統，每季針對陰極防蝕系統進行維護及保養，進行整流站電流輸出、測試點電位量測等，避免管線腐蝕。若遇到環境急遽變化造成管線洩漏或壓力異常，可透過緊急遮斷裝置立即阻斷管線內天然氣輸送，輸氣管線定期執行管線風險評估，確保管線操作安全。



資料來源：高雄市政府土壤液化潛勢查詢系統。

圖 7.1-1 土壤液化潛勢區域與本計畫開發範圍套疊圖

表 7.1-1 陸域建議簡化地層參數

土層編號	土層類別	頂部深度 (m)	底部深度 (m)	平均厚度 (m)	$Q_t$ (t/m <sup>2</sup> )	單位重 (t/m <sup>3</sup> )	不排水剪力強度 $S_u$ (t/m <sup>2</sup> )	有效摩擦角 $\phi'$ (度)	彈性模數 (t/m <sup>2</sup> )
1	SM1	0.00	4.50	4.50	50~80	1.90	—	30.00	1000.00
2	ML1	4.50	9.00	4.50	25~55	1.91	—	30.00	1400.00
3	SM2	9.00	27.00	18.00	40~70	1.93	—	32.00	2000.00
4	ML1	27.00	34.00	7.00	20~60	1.94	—	31.00	2000.00
5	SM3	34.00	50.00	16.00	60~100	1.95	—	33.00	3500.00

表 7.1-2 陸域液化潛能指數評估結果

鑽探孔位	中小度地震 (a=0.057g)		設計地震 (a=0.240g)		最大考量地震 (a=0.308g)	
	液化潛能指數(PL)	液化危害度	液化潛能指數(PL)	液化危害度	液化潛能指數(PL)	液化危害度
C-02-1	0.00	—	38.62	嚴重	47.26	嚴重
C-02-2	0.00	—	32.54	嚴重	40.81	嚴重
C-02-3	0.00	—	35.70	嚴重	43.19	嚴重
C-02-4	0.00	—	37.74	嚴重	46.84	嚴重
C-02-5	0.00	—	42.81	嚴重	50.52	嚴重
C-02-6	0.00	—	38.69	嚴重	47.41	嚴重
C-02-7	0.00	—	27.98	嚴重	36.78	嚴重
C-02-8	0.00	—	34.06	嚴重	42.05	嚴重
C-02-9	0.00	—	34.95	嚴重	43.75	嚴重

### 三、海域地形

為掌握本計畫港域設施設置前後對當地海域地形影響，本計畫委託國立中山大學透過數值模式進行計畫區漂沙之推估，並瞭解漂沙移動之特性及計算海域內之侵淤特性；海岸漂沙以受波浪及潮流之影響為主，本計畫採用丹麥水力研究所(DHI)研發完成之 MIKE 21 軟體進行波浪場及流場模擬，再將波場及流場計算成果，作為海岸漂沙模擬條件，且經由地形的改變重新計算波浪場。

#### (一)設計波浪入射條件

為瞭解季風及颱風不同類型波浪作用下沿岸特性，依據「高雄港洲際貨櫃中心第二期工程計畫委託技術服務工作整體工程細部規劃報告書」，季風及颱風波浪設計條件，如表 7.1-3；在潮位部分，季風採用平均潮位(EL +0.74 公尺)，颱風則採用平均高潮位(EL+0.93 公尺)，基準零點於內政部陸上水準系

統為 EL -0.47 公尺。

表 7.1-3 海域地形變遷評估之設計波浪入射條件

類型	外海波高(m)	週期(sec)	波向
冬季季風波浪	0.77	6.20	W
夏季季風波浪	1.11	6.91	S
10 年迴歸期颱風波浪	6.1	10.4	SSW
	4.1	8.5	WNW

資料來源：高雄港洲際貨櫃中心第二期工程計畫委託技術服務工作整體工程細部規劃報告書。

## (二) 模擬結果說明

### 1. 波場數值模擬

港域設施設置前後，各類型波浪作用下波場特性，如圖 7.1-2~ 圖 7.1-5 所示。在冬季季風波浪作用下，高雄港洲際貨櫃中心以南的現況近岸波高為 0.2~0.6 公尺；本計畫港域設施配置後，由於 LNG 接收站外廓防波堤的遮蔽效應，造成鳳鼻頭漁港北側波高由 0.2~0.6 公尺降低至 0.2 公尺以下，而鳳鼻頭漁港附近波高則由 0.4~0.6 公尺降低至 0.2~0.4 公尺。在夏季季風波浪作用下，現況近岸波高為 0.8~1.0 公尺；港域設施配置後，由於 LNG 接收站外廓防波堤的遮蔽效應，造成鳳鼻頭漁港北側及高雄港洲際貨櫃中心外海波高由 0.8~1.0 公尺降低至 0.2~0.8 公尺。

10 年迴歸期 SSW 向颱風波浪作用下，高雄港洲際貨櫃中心以南的現況近岸波高為 3.5~4.0 公尺；港域設施配置後，由於 LNG 接收站外廓防波堤的遮蔽效應，造成鳳鼻頭漁港北側波高由 3.5~4.0 公尺降低至 1.5~3.5 公尺，而洲際貨櫃中心外海波高則由 5.0~5.5 公尺降低至 2.5~5.0 公尺。10 年迴歸期 WNW 向颱風波浪作用下的波場特性，高雄港洲際貨櫃中心以南的現況近岸波高為 1.5~2.5 公尺；港域設施配置後，由於外廓防波堤的遮蔽效應，造成鳳鼻頭漁港北側波高由 1.5~2.5 公尺降低至 0.5~1.0 公尺。

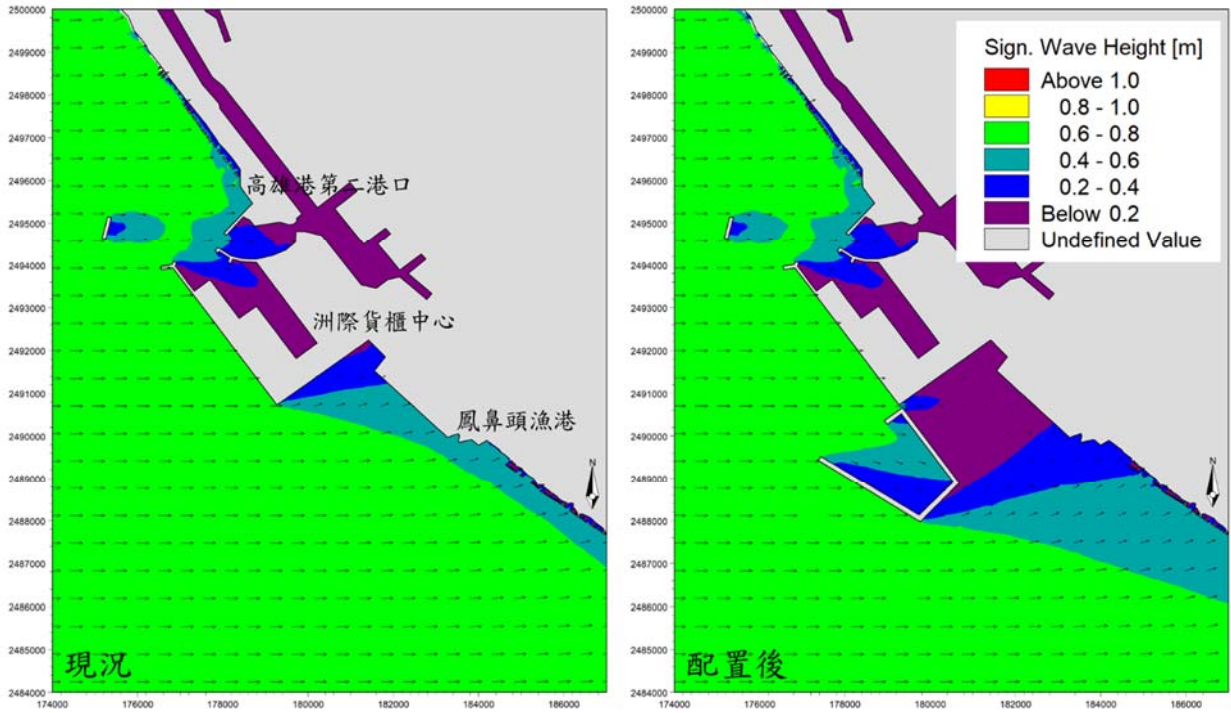


圖 7.1-2 冬季季風波浪作用下配置前後波場比較圖

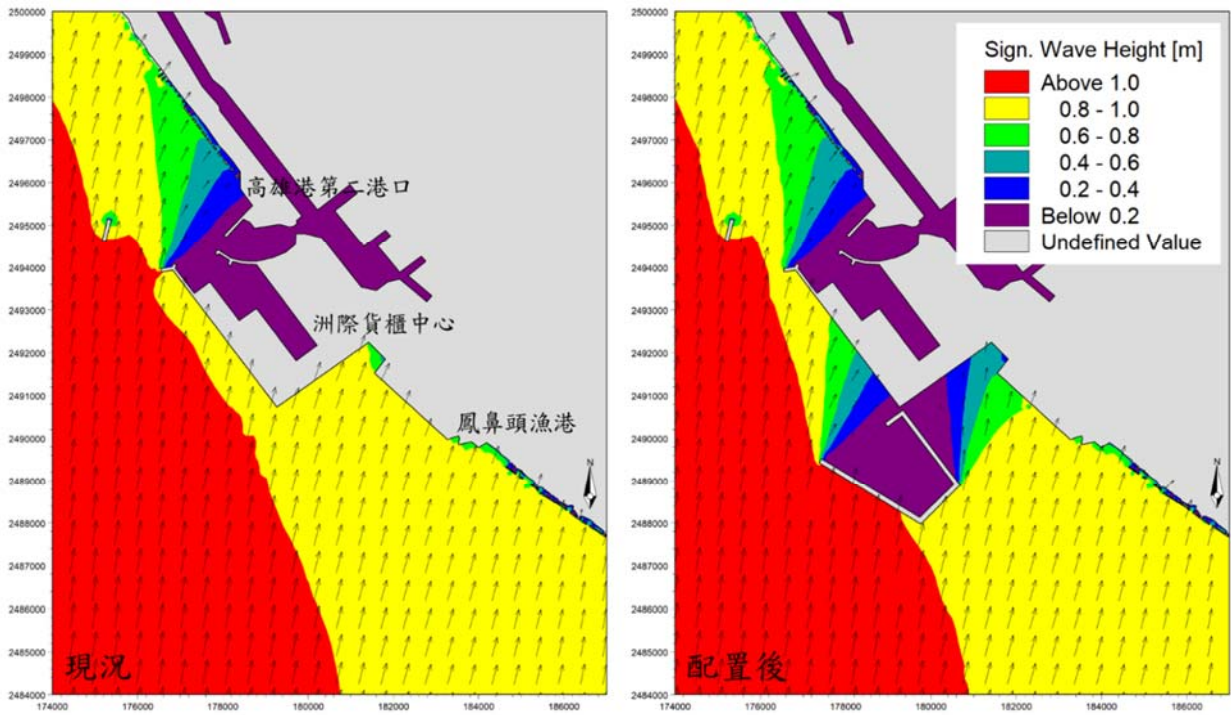


圖 7.1-3 夏季季風波浪作用下配置前後波場比較圖

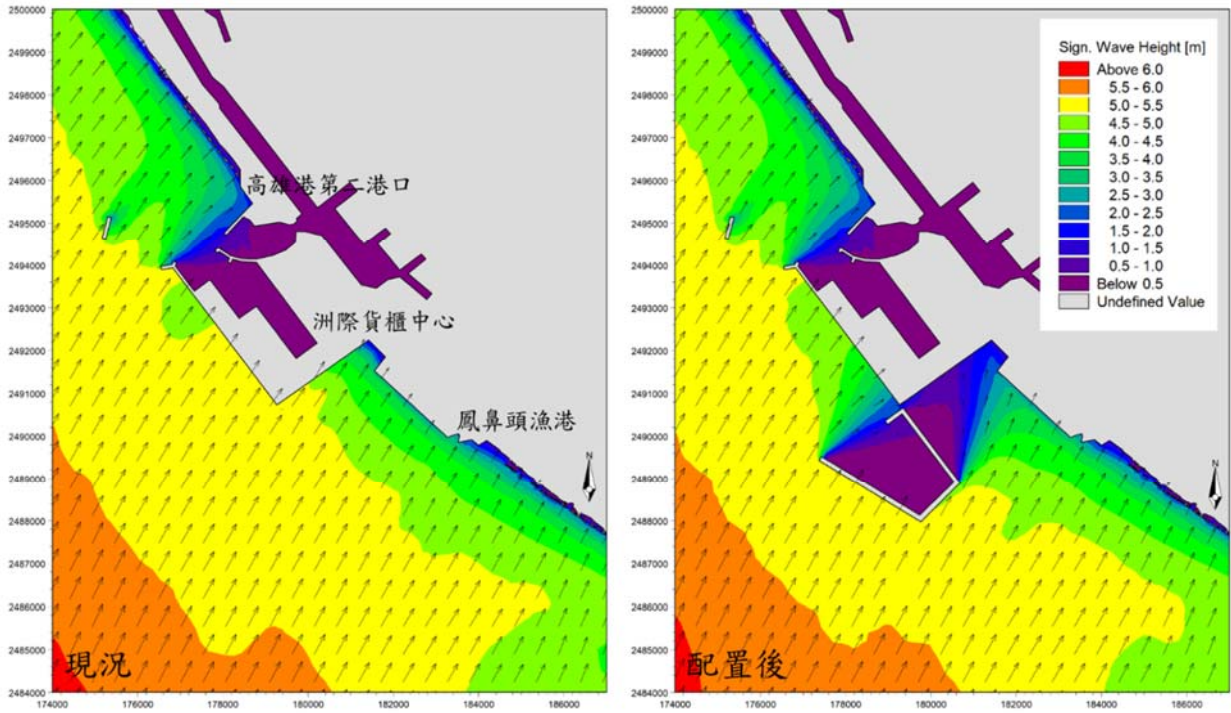


圖 7.1-4 10 年迴歸期颱風波浪作用下配置前後波場比較圖(SSW 向)

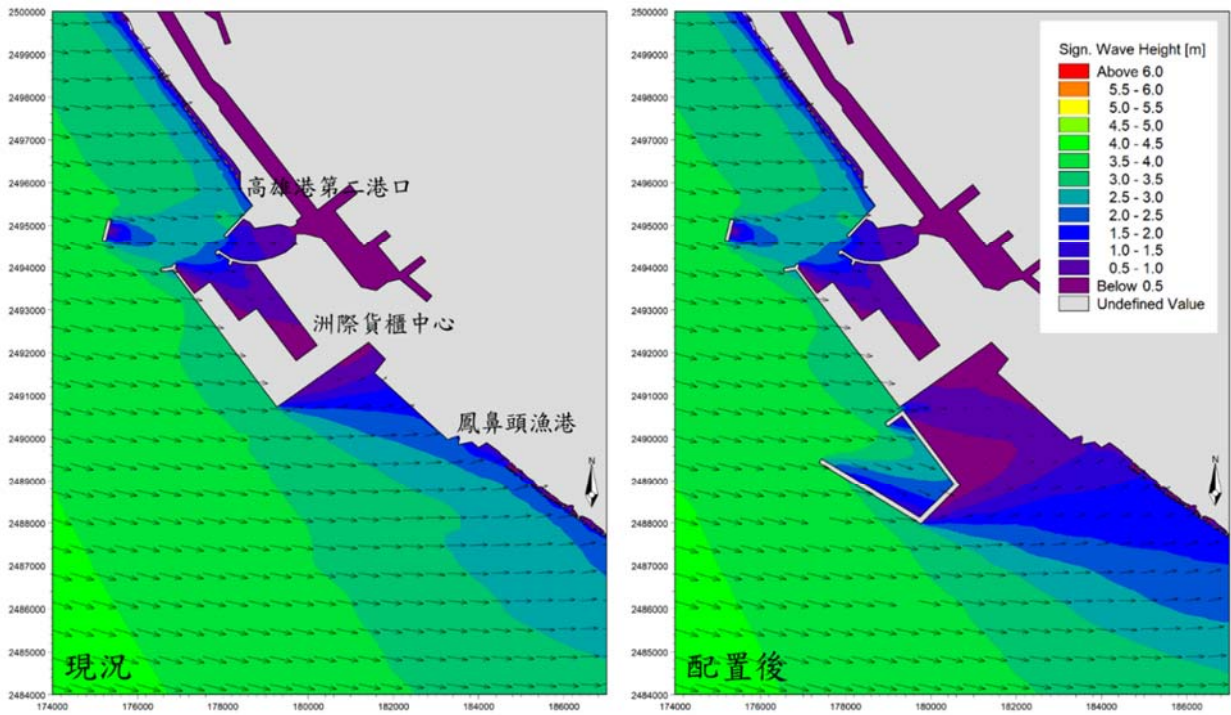


圖 7.1-5 10 年迴歸期颱風波浪作用下配置前後波場比較圖(WNW 向)

## 2. 流場數值模擬

本計畫港域設施設置前後，各類型波浪作用下流場特性，如圖 7.1-6~圖 7.1-9 所示。冬季季風波浪作用下的流場特性，高雄港洲際貨櫃中心以南的現況近岸流速最大發生在鳳鼻頭漁港附近，約為 0.105~0.150 m/s，流向為由北往南；本計畫港域設施配置後，由於 LNG 接收站外廓防波堤的阻擋，造成鳳鼻頭漁港附近近岸流速降低至 0.030~0.045 m/s，並使港域設施與鳳鼻頭漁港間海域流速降低至 0.015 m/s 以下。夏季季風波浪作用下，現況流向為南往北，並在繞過洲際貨櫃中心轉角處會形成較大流速，約為 0.045~0.060 m/s；配置後由於 LNG 接收站外廓防波堤的阻擋，造成港域設施與鳳鼻頭漁港間海域形成逆時針環流，且沿著港域設施東側流速由 0.015 m/s 以下增強至 0.003~0.045 m/s。

在 10 年迴歸期 SSW 向颱風波浪作用下的流場特性，現況流向為南往北，並在繞過洲際貨櫃中心轉角處會形成較大流速，約為 0.40~0.60 m/s；本計畫港域設施配置後，由於 LNG 接收站外廓防波堤的阻擋，造成港域設施與鳳鼻頭漁港間海域形成逆時針環流，且沿著港域設施東側流速由 0.10~0.20 m/s 增強至 0.30~0.50 m/s。而在 10 年迴歸期 WNW 向颱風波浪作用下，高雄港洲際貨櫃中心以南的現況近岸流速最大發生在鳳鼻頭漁港附近，約為 0.30~0.50 m/s，流向為由北往南；配置後由於 LNG 接收站外廓防波堤的阻擋，造成鳳鼻頭漁港附近近岸流速降低至 0.10~0.20 m/s，並使港域設施與鳳鼻頭漁港間流速降低至 0.10 m/s 以下。

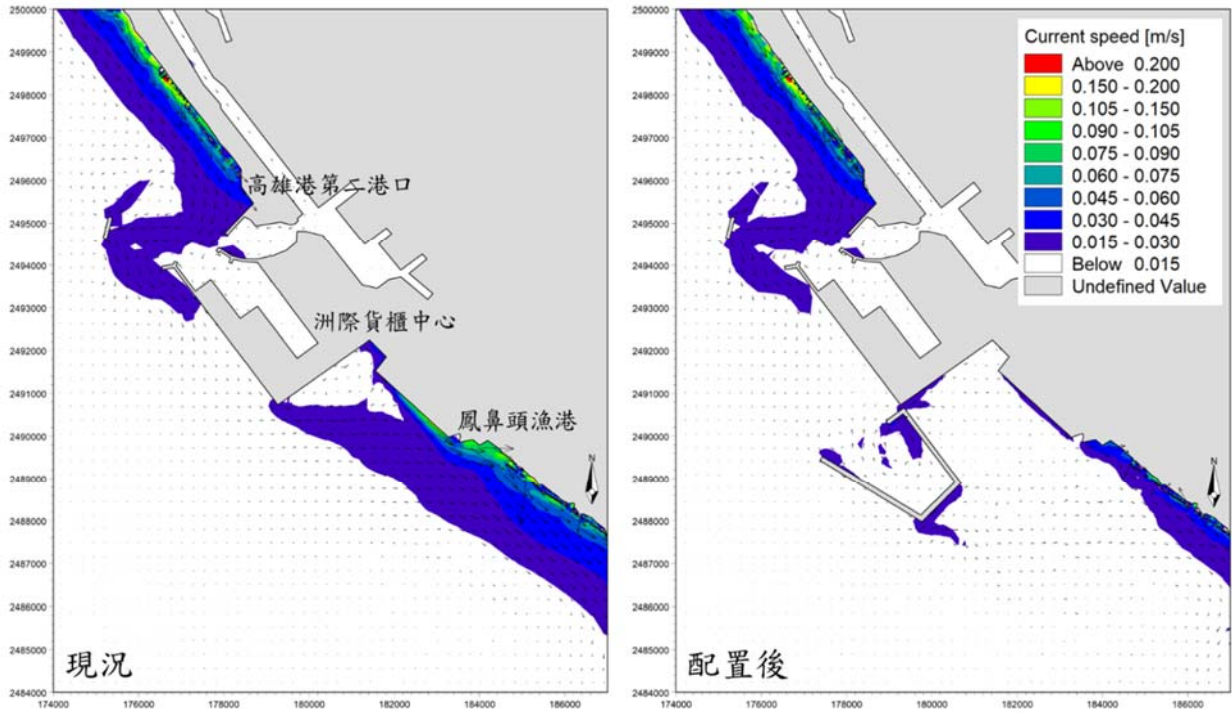


圖 7.1-6 冬季季風波浪作用下配置前後流場比較圖

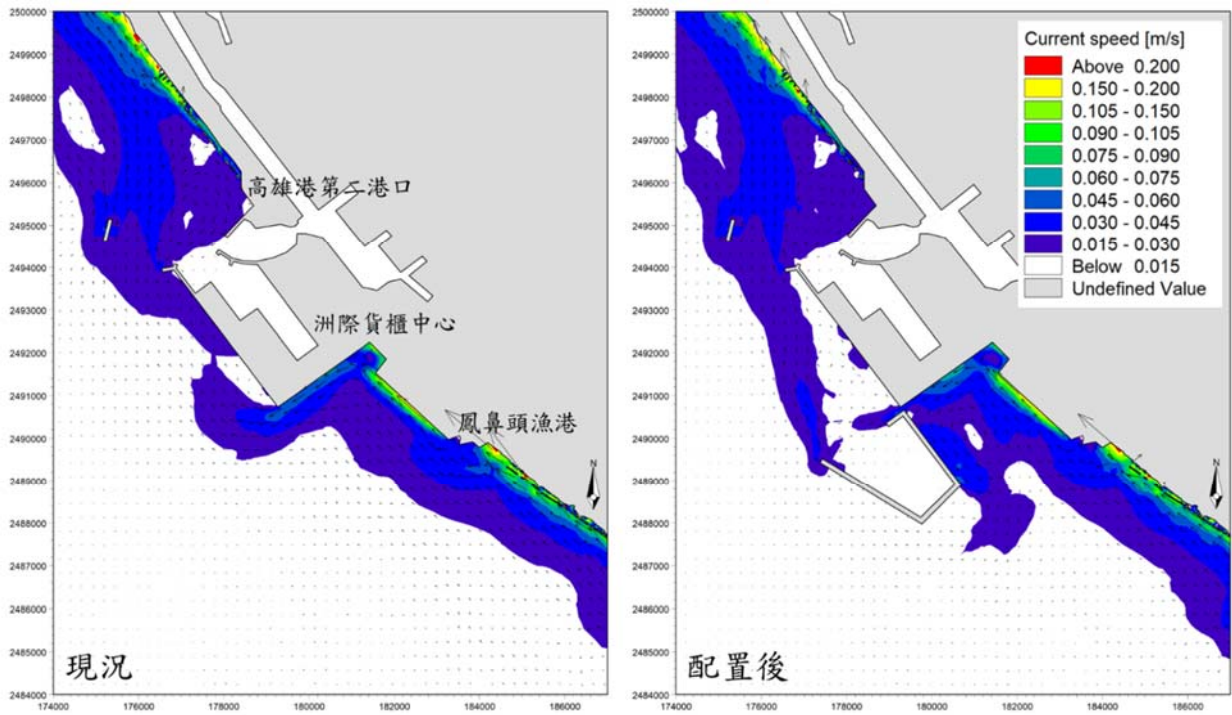


圖 7.1-7 夏季季風波浪作用下配置前後流場比較圖



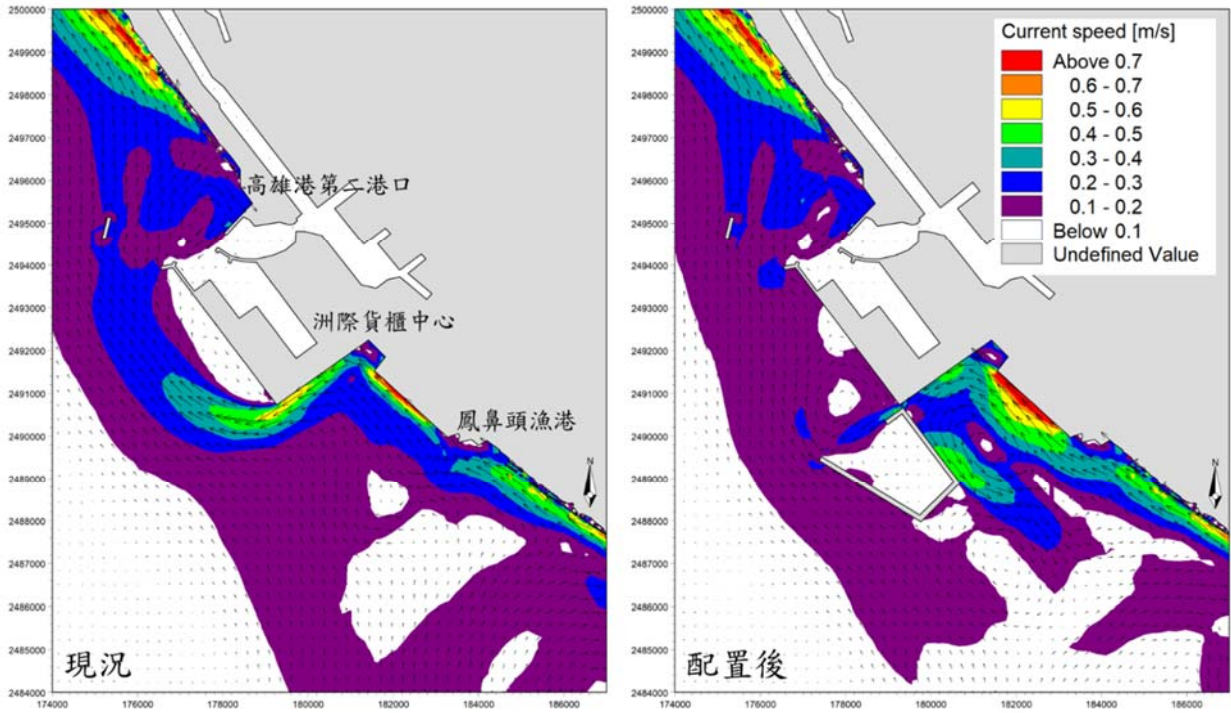


圖 7.1-8 10 年迴歸期颱風波浪作用下配置前後流場比較圖(SSW 向)

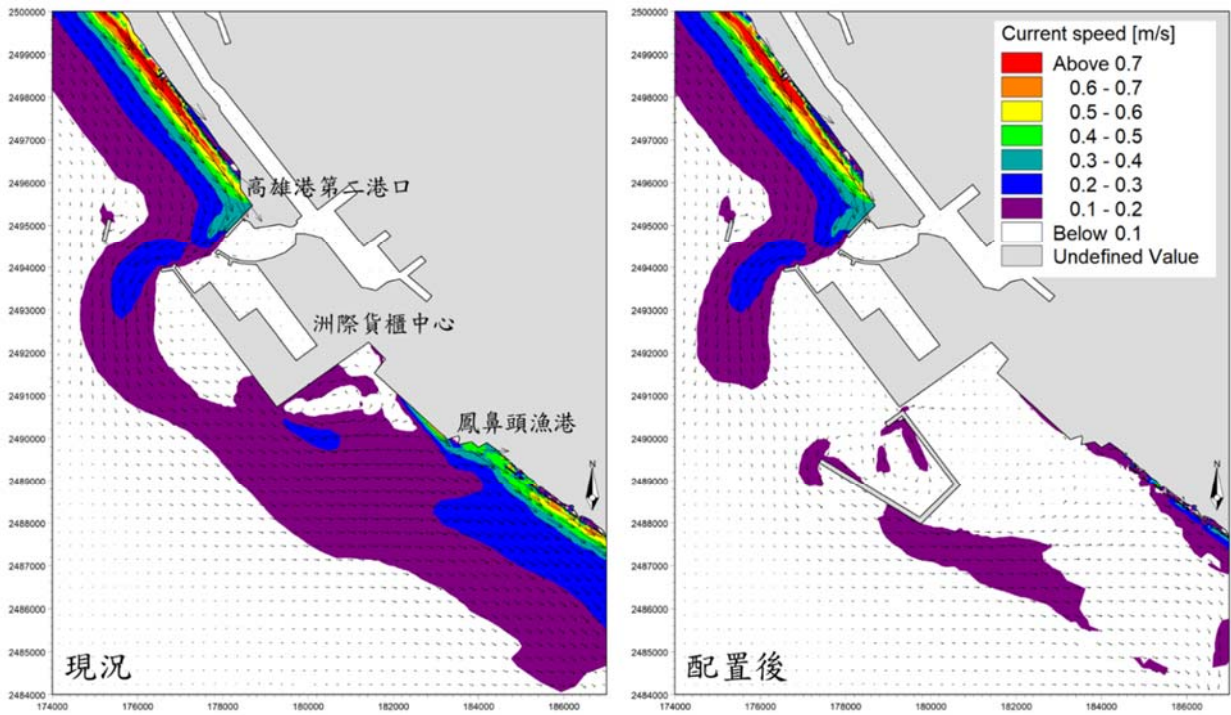


圖 7.1-9 10 年迴歸期颱風波浪作用下配置前後流場比較圖(WNW 向)

### 3. 海岸地形變遷數值模擬

本計畫港域設施設置前後，各設計波浪條件下底床侵淤變化特性，如圖 7.1-10~ 圖 7.1-13。依據模擬結果顯示，在冬、夏季季風波浪作用下，現況大致呈現穩定的現象，港域設施配置後並未造成地形的改變。在 10 年迴歸期 SSW 向颱風波浪作用下，現況地形大致呈現近岸侵蝕遠岸淤積的現象，在高雄港洲際貨櫃中心的南海堤與西海堤交角附近產生侵蝕，並於西海堤外海產生淤積；配置後造成 LNG 接收站外廓防波堤東南側轉角附近侵蝕，而洲際貨櫃中心南海堤附近的侵淤現象轉為穩定，並在鳳鼻頭漁港北側近岸產生淤積。在 10 年迴歸期 WNW 向颱風波浪作用下，現況大致呈現穩定的現象，港域設施配置後並未造成地形的改變

整體而言，在西北向波浪作用下，受到遮蔽效應的影響，造成港域設施與鳳鼻頭漁港間波高跟流速皆降低，但並未造成地形的改變。在西南向波浪作用下，受到遮蔽效應的影響，造成洲際貨櫃中心西海堤附近及南海堤至港域設施間波高降低，流場則因為受到外廓防波堤阻擋，港域設施與鳳鼻頭漁港間流向由配置前的由南往北轉成配置後的逆時針環流，造成外廓防波堤東南側轉角附近侵蝕，而洲際貨櫃中心南海堤附近的侵淤現象轉為穩定，並在鳳鼻頭漁港北側近岸產生淤積。

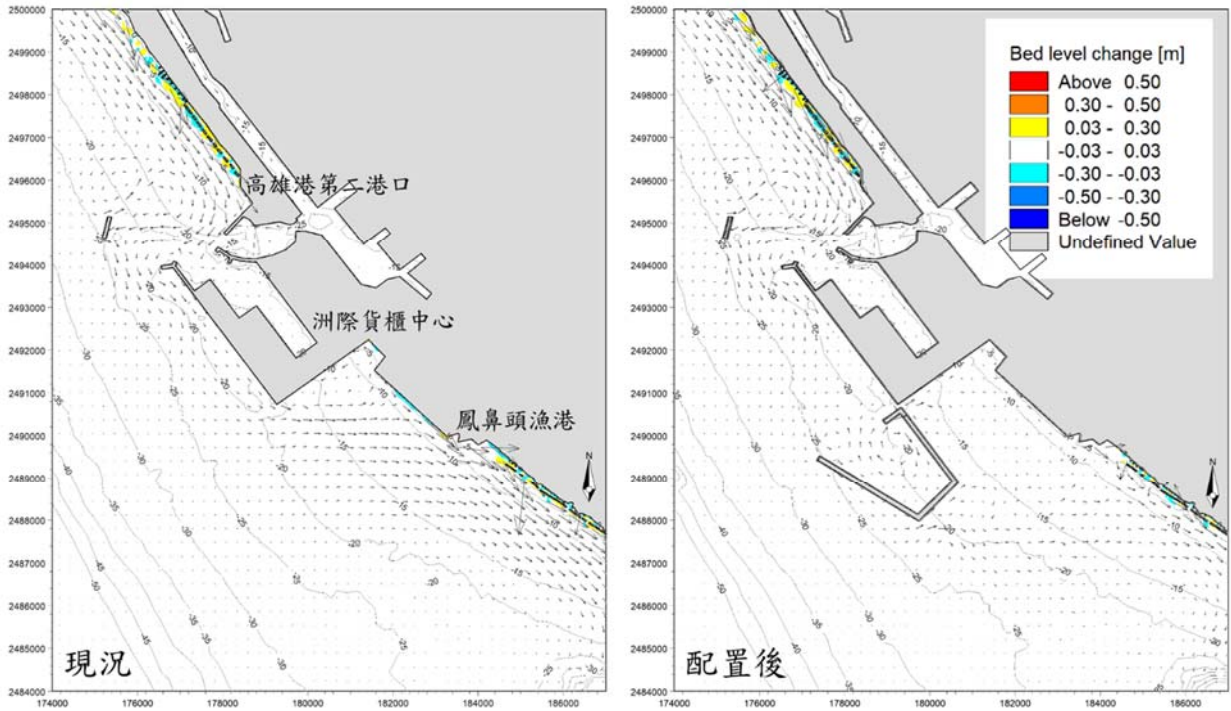


圖 7.1-10 冬季季風波浪作用下配置前後底床侵淤變化比較圖

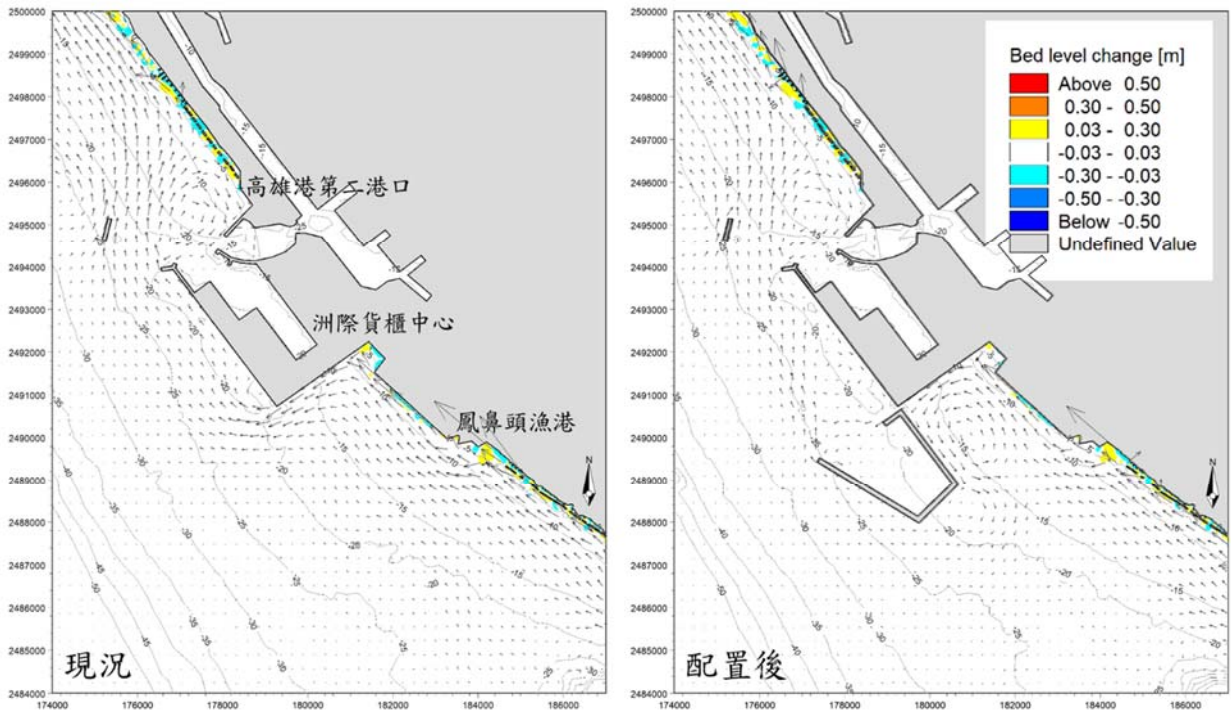


圖 7.1-11 夏季季風波浪作用下配置前後底床侵淤變化比較圖

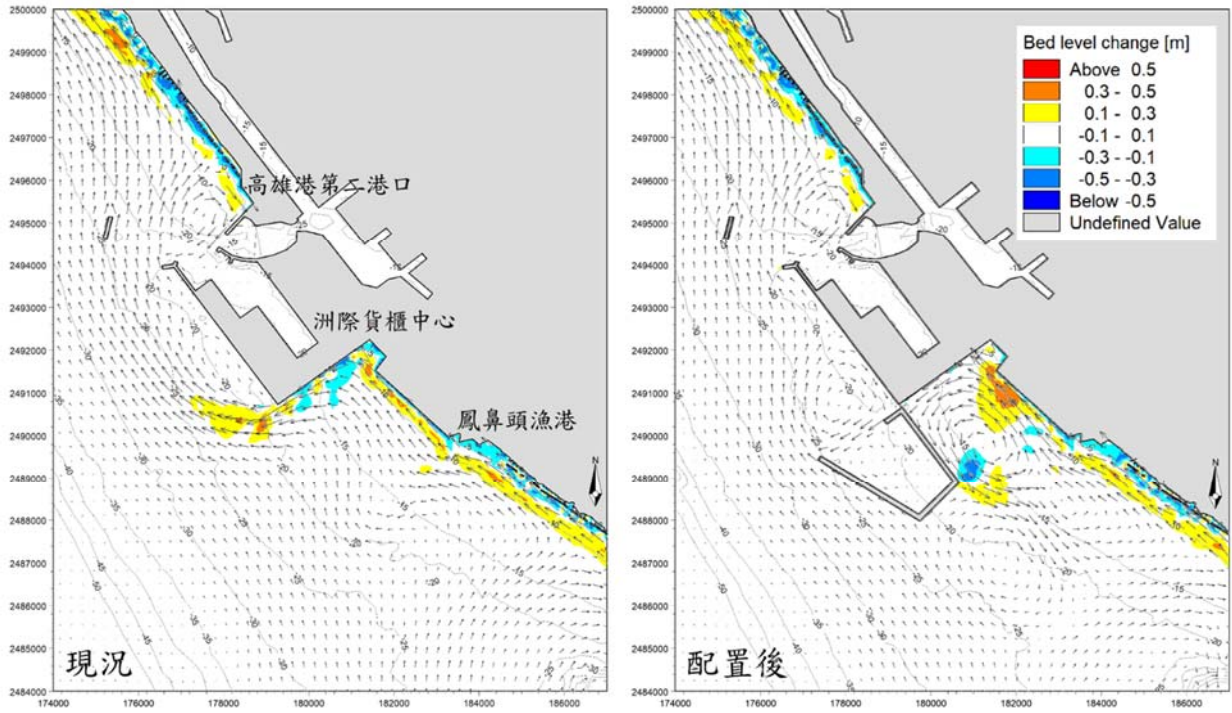


圖 7.1-12 10 年迴歸期颱風波浪作用下配置前後底床侵淤變化比較圖(SSW 向)

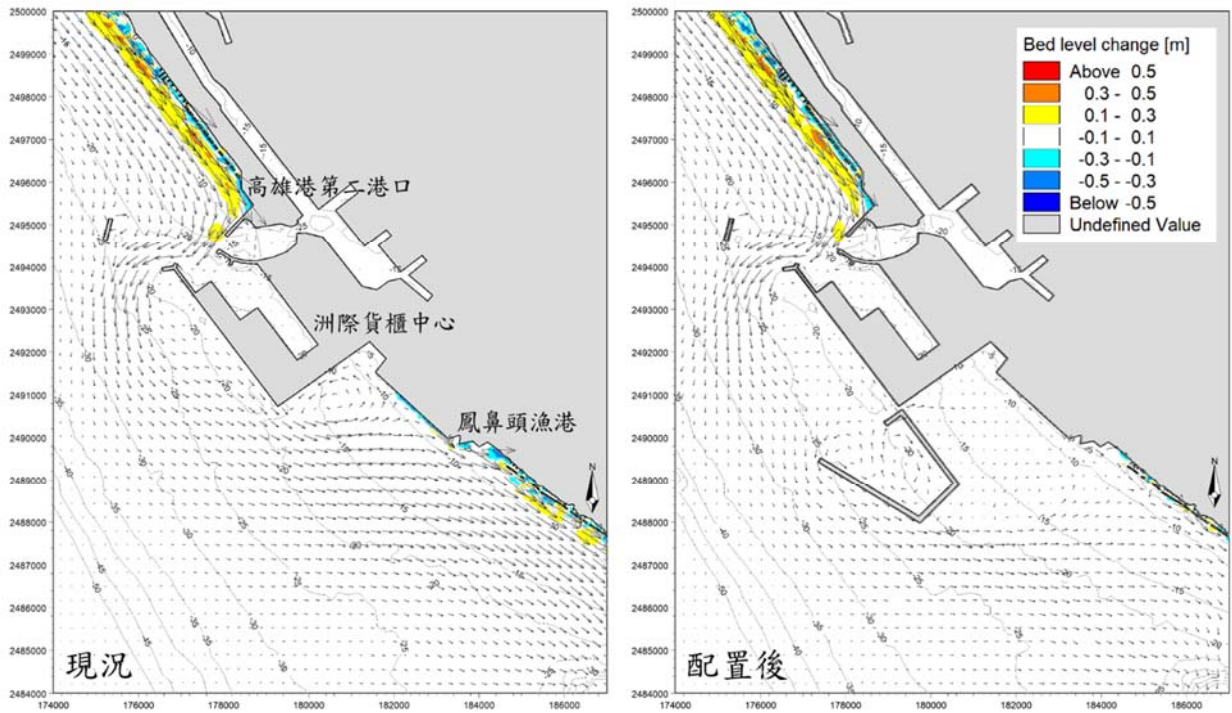


圖 7.1-13 10 年迴歸期颱風波浪作用下配置前後底床侵淤變化比較圖(WNW 向)

## 四、海域地質

依據高雄港洲際貨櫃中心第二期工程計畫成果報告書，海域地層建議參數如表 7.1-4 所示。本計畫依內政部「建築物耐震設計規範及解說」，採用國家地震工程研究中心所開發之 SPT-based HBF 液化評估分析程式進行液化分析(詳表 7.1-5)，於中小度地震發生時，海域地層土壤在深度 20 m 內均不會產生液化之現象；在設計地震發生時，其土壤液化潛能指數 PL 介於 0~ 12.50，顯示基址 20 m 深度內之飽和砂土層液化之危險性偏低，屬輕微至中等液化危害程度；最大考量地震發生時，其土壤液化潛能指數 PL 介於 3.70~ 26.40，基址 20 m 深度內之飽和砂土層液化之危險性大致偏高，屬中等至嚴重液化危害程度。考量現地狀況及參考高雄港洲際貨櫃中心第二期工程設計，本計畫外廓防波堤採用與洲際二期西、南海堤相同之結構型式，且卸收碼頭樁規劃採用樁欂式基礎(基樁型式)，將荷重傳遞至深土層，可提供較高之承載力；後續將要求設計廠商再進一步評估海域地質狀況，採用適當工法提高海域設施承載力，確保接收站卸收安全。

表 7.1-4 海域簡化地層參數

土層編號	土層類別	頂部深度(m)	底部深度(m)	平均厚度(m)	N 值	單位重(t/m <sup>3</sup> )	不排水剪力強度 Su(t/m <sup>2</sup> )	有效摩擦角 $\phi$ (度)	彈性模數(t/m <sup>2</sup> )
1	SM1	10.80	22.20	11.40	14	1.97	—	32.40	3500.00
2	SM2	22.20	48.70	26.50	26	1.98	—	33.20	6500.00
3	ML1	48.70	54.30	5.60	29	1.96	1.5	30.00	4800.00
4	SM3	54.30	70.30	16.00	35	1.97	—	31.70	8750.00
5	ML2	70.30	93.50	22.20	25	1.94	5.9	30.00	8025.00

資料來源：「高雄港洲際貨櫃中心第二期工程計畫」成果報告書。

表 7.1-5 海域液化潛能指數評估結果

鑽探孔位	中小度地震(a=0.057g)		設計地震(a=0.240g)		最大考量地震(a=0.308g)	
	液化潛能指數(PL)	液化危害度	液化潛能指數(PL)	液化危害度	液化潛能指數(PL)	液化危害度
BS07	0.00	—	8.80	中等	26.40	嚴重
BS08	0.00	—	0.0	—	3.70	輕微
BS09	0.00	—	3.00	輕微	10.10	中等
BS10	0.00	—	0.90	輕微	13.10	中等
BS11	0.00	—	12.50	中等	23.40	嚴重
BS12	0.00	—	0.0	—	11.60	中等
BS13	0.00	—	2.10	輕微	18.20	嚴重
BS14	0.00	—	5.10	中等	23.70	嚴重

## 五、土壤

本計畫產生之廢棄物全數委託當地清潔隊或合格清除業者清運處理，生活污水及餐廚廢水妥善收集，處理至符合再生水水質標準後回收使用，應無造成土壤污染之虞；天然氣接收站製程區域皆會鋪設人工鋪面，聯外輸氣管線施工及操作維護期間，亦無造成土壤污染之虞，評估本計畫並不致對土壤造成影響。

## 7.2 水文及水質

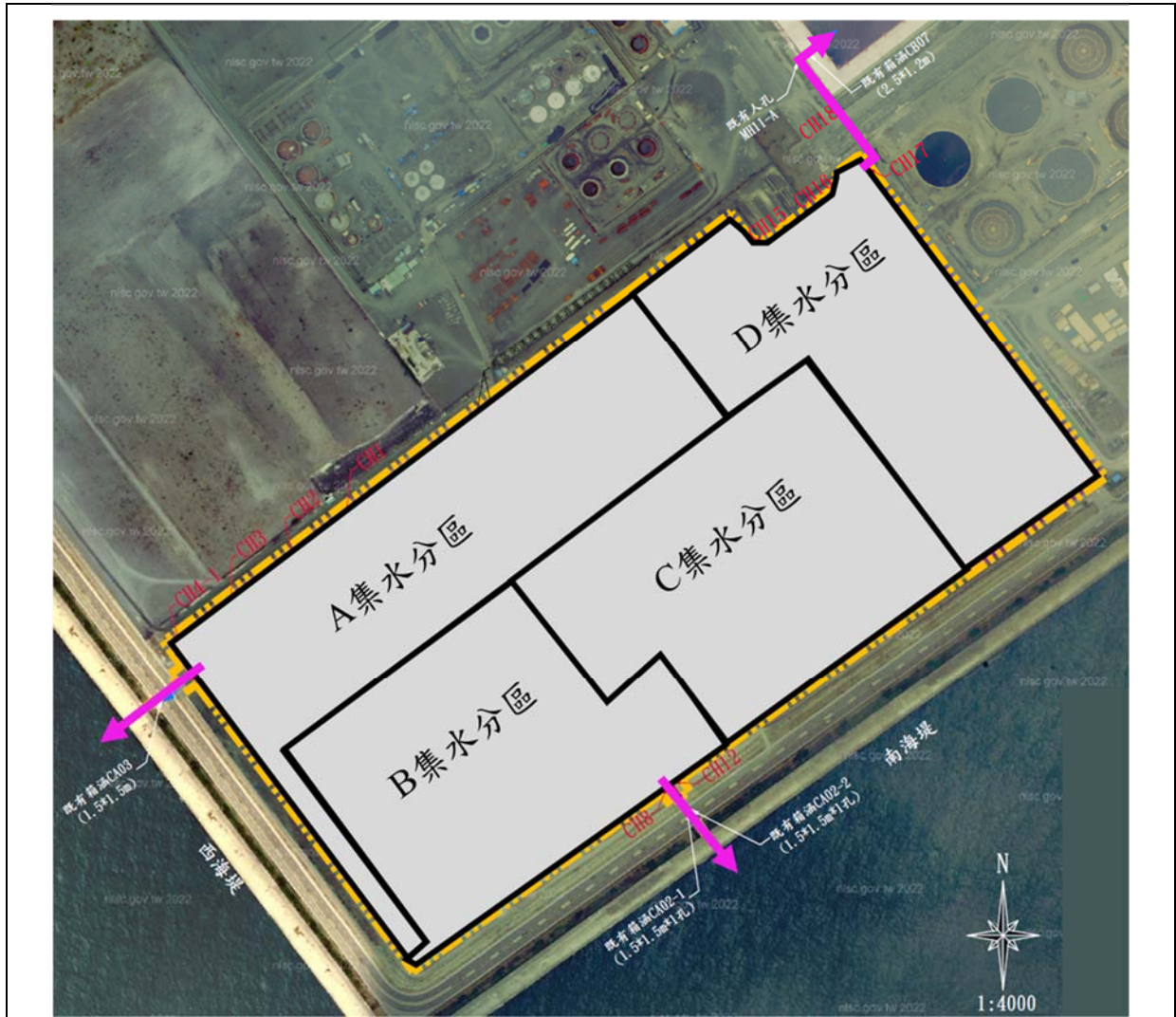
### 7.2.1 水文

#### 一、施工期間

考量本計畫廠內配置及地形高程，施工期間設置3處集水區及臨時排水設施，降雨逕流經臨時排水系統收集後，經沉砂處理分別排至3處既有排水連通箱涵；為降低逕流對鄰近海域水質之影響，地表逕流經沉砂處理後，優先回收做為洗車或工區灑水使用，若無法全數回收，工地之放流水水質應處理至符合放流水標準後始予排放，評估對於地面水文影響應屬輕微。

#### 二、營運期間

依據高雄港洲際貨櫃中心第二期集水區劃分原則，本計畫基地開發面積約37.4公頃，劃分為4個集水區，分別為A集水區(10.7290公頃)、B集水區(8.5949公頃)、C集水區(9.4434公頃)、D集水區(8.6472公頃)，並分別銜接既有西海堤、南海堤及基地東北側等3處既有箱涵進行排放；計畫區集水區及既有排水出口尺寸，詳圖7.2.1-1。針對聯外排水路通洪能力評估以合理化公式及曼寧公式估算既有排水設施通洪能力，確保基地聯外排水路可順利排入高雄港，基地內排水設施以可承容開發後25年重現期距洪峰流量進行設計，如表7.2.1-1所示、有關排水設施水理檢算結果詳表7.2.1-2。



集水區	面積(ha)	排水出口	既有出口尺寸(m) (N@W*H)
A	10.7290	西海堤	2@1.5×1.5 箱涵
B	8.5949	南海堤	2@1.5×1.5 箱涵
C	9.4434	南海堤	2@1.5×1.5 箱涵
D	8.6472	基地東北側	1@2.5×1.2 箱涵

註：此為各集水區初步規劃，後續依據細部設計核定內容調整。

圖 7.2.1-1 集水區及排水系統規劃

表 7.2.1-1 各集水區逕流量

集水分區	逕流係數	集水面積 (ha)	降雨強度 (mm/hr)	設計逕流量 (cms)
A	0.67	10.7290	142.01	2.836
B		8.5949		2.272
C		9.4434		2.496
D		8.6472		2.285

註：此為各集水區初步規劃，後續依據細部設計核定內容調整。

表 7.2.1-2 聯外排水路通洪能力水力計算表

名稱	粗糙係數 n	渠底坡降 S(%)	設計逕流量 Q(cms)	溝寬 w(m)	溝深 h(m)	計算水深 h1(m)	流速 Vd(m/s)	設計流量 Qmax(cms)
CA03	0.015	0.33	2.836	1.5	1.5	1.35	2.367	4.792
CA02-1		0.33	2.272	1.5	1.5	1.35	2.367	4.792
CA02-2		0.30	2.496	1.5	1.5	1.35	2.367	4.792
CB07		0.20	3.155	2.5	1.2	1.08	1.797	4.851

註：1.此為各集水區匯流處之排水系統初步規劃，後續依據細部設計核定內容調整。

2.CB07 設計逕流量包含 D 集水區及隔壁三區開發後之逕流量(2.285+0.87=3.155cms)。

由於地表逕流及冷排水皆匯入至既有排水連通箱涵，需確認本計畫開發對既有排水連通箱涵排水能力之影響。依據港務公司提供既有海堤之連通箱涵設計，斷面積為 13.35m<sup>2</sup>，流速限制為 3 m/s，設計最大流量約為 40.5 cms，營運期間兩排水之渠道 B、C(合計約 4.768 cms)以及冷排水量(13.89 cms)皆匯入至南海堤之既有排水連通箱涵，合計約 18.658 cms 之排水量，評估既有排水連通箱涵應可負荷兩者設計水量。考量連通箱涵之排水能力及本計畫排水量可能對道路下方排水箱涵產生影響，經由柏努力方程式檢核後，顯示當水頭差 0.23 m 時，產生流量 14.0 m<sup>3</sup>/s，道路下方箱涵水位亦可能上升 0.23 m，尚有餘裕空間，評估既有排水箱涵在冷排水排入後，仍有足夠之排水能力。檢算結果，詳表 7.2.1-3~表 7.2.1-4。

表 7.2.1-3 排水渠道與海堤連通箱涵計算檢核

水頭差 (m)	管寬(m)	管高(m)	數量	長度(m)	主要 損失 (m)	次要 損失 (m)	流速 (m/s)	流量 (m <sup>3</sup> /s)
0.23	1.8	3	2	30	0.02	0.13	1.3	14.0

資料來源：「南部備援(洲際)液化天然氣接收站可行性研究及環評工作」期末報告。

表 7.2.1-4 排水渠道與道路下方排水箱涵計算檢核

項目	原水深(m)	排入後水深(m)	排入後出水高(m)
南海堤東北側排水	1.11	1.11+0.23=1.34	0.16
南海堤西南側排水	0.60	0.60+0.23=0.83	0.67

資料來源：「南部備援(洲際)液化天然氣接收站可行性研究及環評工作」期末報告。



### 三、氣候變遷(極端氣候)對本計畫之影響

依據交通部運研所「臺灣海域海平面上升之加速特性研究」，高雄地區海平面水位平均上升率約  $3.58 \pm 0.77$  毫米/年，若設計年限 25 年計算，設計潮位將上升約 0.090 公尺。參考經濟部水利署「因應氣候變遷之海岸風險評估(2/2)」，高雄地區以 50 年重現期統計計算，暴潮偏差約 0.564 公尺(平均增量約 9.44%)，颱風波高約為 14.224 公尺(平均增量約 2.79%)；本基地受洲際貨櫃中心碼頭圍堤保護，其堤頂高程(約+14.0 公尺)，可抵禦多數的波浪越堤，且海堤至站區距離約 55.8~57.8 公尺，可降低波浪越堤直接影響站區之情形。依據國家災害中心淹水潛勢圖(圖 7.2.1-2)，本計畫基地於 24 小時 650 毫米(依據中央氣象局雨量分級定義為超大豪雨)降雨量下亦無淹水之虞。評估基地位於洲際貨櫃中心圍堤內，配合洲際貨櫃中心環港排水系統設計，站區內排水系統以可承容重現期 25 年洪峰流量規劃，應可承受極端氣候強降雨與海象條件等對本計畫之影響，加強減災與韌性。

LNG 儲槽是儲存極低溫( $-162^{\circ}\text{C}$ )液化天然氣，有極佳保溫、隔絕氧氣設計，儲槽壓控制有自動控制與機械式之雙重保護機制。人員 24 小時監控槽壓與控制，當製程偏差時有自動補壓閥與排壓閥導正製程偏差，當自動控制仍無法導正製程時，再由機械式釋壓閥排壓與機械式真空閥補壓來保護，確保運作安全及加強減災與韌性。

LNG 船舶進出港及碼頭作業部分，若因氣候變遷導致海象條件惡劣，對於 LNG 船之進出港、操航、靠泊會造成不利之影響，本計畫對於 LNG 船之操航條件皆訂有進出港與繫泊作業規定。高雄港務公司亦訂定「高雄港船舶進出港管制基準」，船隻進出高雄港皆須要遵守相關作業管制規定。另 LNG 船進港靠泊後進行卸收期間，在惡劣天氣下亦須立即停止卸料作業。後續依據「商港法」、「商港港務管理規則」及「高雄港相關規定」擬定船舶航行管理計畫，落實液化天然氣船進出作業管理。

輸氣管線部分，參考美國 ASME B31.8，已將操作壓力及環境等參數納入考量，管材皆可承受台灣地區環境溫度變化，另輸氣管線於原廠製造出廠時外層皆有 PE 包覆(或另柏油包覆)，可隔絕金屬管線直接與地下水層直接接觸，並設有陰極防蝕系統，每季針對陰極防蝕系統進行維護及保養，進行整流站電流輸出、測試點電位量測等，避免管線腐蝕。若遇到環境急遽變化造成管線洩漏或壓力異常，可透過緊急遮斷裝置，立即阻斷管線內天然氣輸送；另輸氣管線亦定期執行管線風險評估，確保管線操作安全。



資料來源：國家災害防救科技中心。

圖 7.2.1-2 24 小時降下 650 毫米之淹水潛勢與本計畫開發範圍套疊圖

## 7.2.2 港域靜穩度評估

本計畫港型方案係與高雄港務分公司多次討論後定案，天然氣接收站港口與高雄港一港口、二港口方向皆大致為西北向，為進一步確認港域靜穩度符合 LNG 船靠泊需求，本計畫委託國立中山大學進行港域靜穩度評估作業，採用丹麥水力研究所(DHI)之 MIKE 21 數值模擬軟體的 SW 波浪模式進行靜穩度數值模擬分析。

### 一、設計波浪入射條件

考量二種波浪入射條件，(1)季風波浪主要探討平時港埠作業時之港域靜穩條件，在波向的考量方面，分別以全年、夏季及冬季所出現機率最大的波向為條件；在波高及週期方面，考量港口規劃的評估上限，則採累計機率 95% 以上之波浪條件。(2)颱風波浪主要探討碼頭區之安全性，由於波向愈接近港口方向之波浪愈容易進入港內形成威脅，故針對波向正對港口及其左右的 50 年迴歸期颱風波浪進行數值模擬與分析，季風及颱風波浪設定入射條件，如表 7.2.2-1 所示。

### 二、設計水位條件

由於季風波浪作用下之靜穩度數值模擬，主要係考量船隻平常的作業情形，合理水位條件為平均高潮位。颱風來襲時，因風速增強及氣壓降低造成潮位劇增，因此改採設計暴潮位為模擬計算之基準。參考「高雄港第二港口北側防波堤新建

工程水工模型試驗及數值模擬分析成果報告書」，平均高潮位為 EL.+0.99 m，暴潮位為 EL.+2.60 m，其基準零點於內政部陸上水準系統為 EL.-0.55 m。

表 7.2.2-1 港域靜穩度評估之設計波浪入射條件

類型		外海波高(m)	週期(sec)	波向
季風波浪	全年波向	1.5	9.0	W
	夏季波向	1.75	10.0	SW
	冬季波向	1	9.0	W
50 年迴歸期颱風波浪		4.5	8.9	NW
		5.3	9.7	WNW
		5.5	9.8	W
		6.9	11.0	WSW
		7.6	11.6	SW

資料來源：高雄港第二港口北側防波堤新建工程水工模型試驗及數值模擬分析成果報告書。

### 三、模擬結果說明

依據靜穩度分析模擬結果，季風期間碼頭區波高為 0.36~ 0.89 m；颱風波浪模擬結果，以 W 向及 WNW 向颱風波浪對計畫區港內水域影響最大，碼頭區的波高約 3.22~ 3.41 m，其次以 NW 向及 WSW 向颱風波浪對計畫區港內水域影響較大，碼頭區的波高約 2.20~ 2.73 m，而 SW 向颱風波浪對計畫區港內水域影響較小，碼頭區的波高約 1.45 m。模擬情境下碼頭區波高統計及波高分布圖，詳表 7.2.2-2、圖 7.2.2-1~圖 7.2.2-8。顯示本計畫配置的外廓防波堤在季風波浪作用下，碼頭區波高均小於 1.0 m，尚能提供 LNG 碼頭卸料作業的波高需求；在颱風波浪作用下，外廓防波堤能有效阻擋南向的颱風波浪作用，而 WNW 及 W 向颱風波浪較易沿著航道進入港內，並影響港內波高分布，其中以 WNW 向颱風波浪對碼頭區波高影響最大。

表 7.2.2-2 季風期間碼頭區波高統計表

類型	波向	碼頭波高(m)
全年季風波浪	W	0.89
夏季季風波浪	SW	0.36
冬季季風波浪	W	0.60
50 年迴歸期颱風波浪	NW	2.20
	WNW	3.41
	W	3.22
	WSW	2.73
	SW	1.45

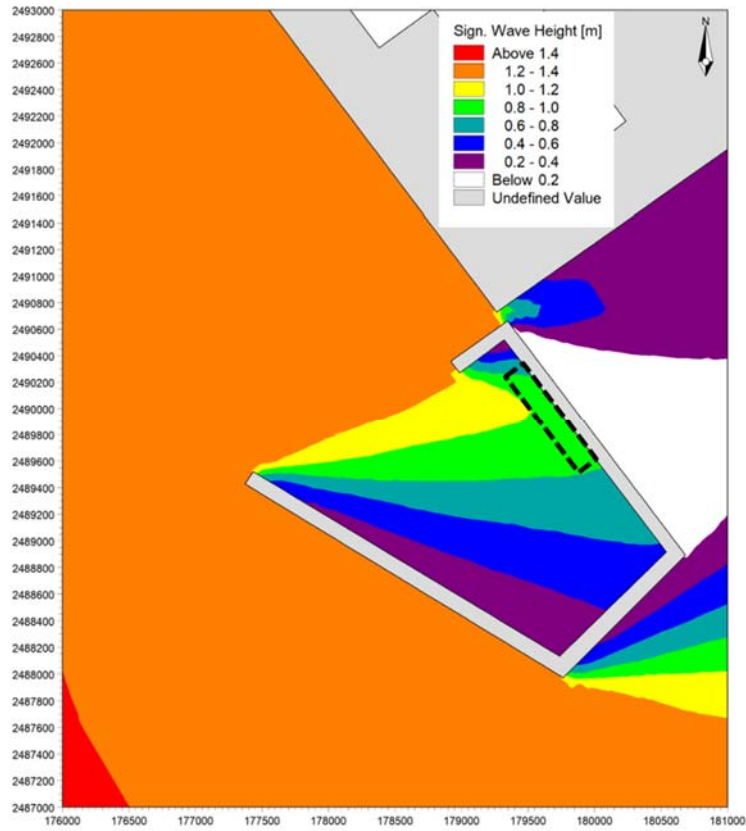


圖 7.2.2-1 全年季風期間波高分布圖

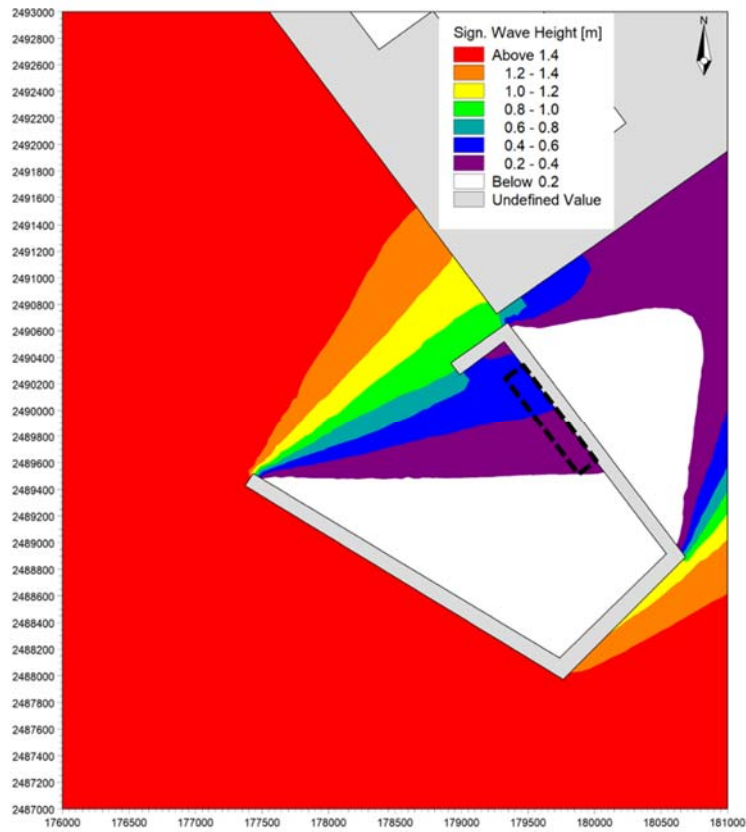


圖 7.2.2-2 夏季季風期間波高分布圖

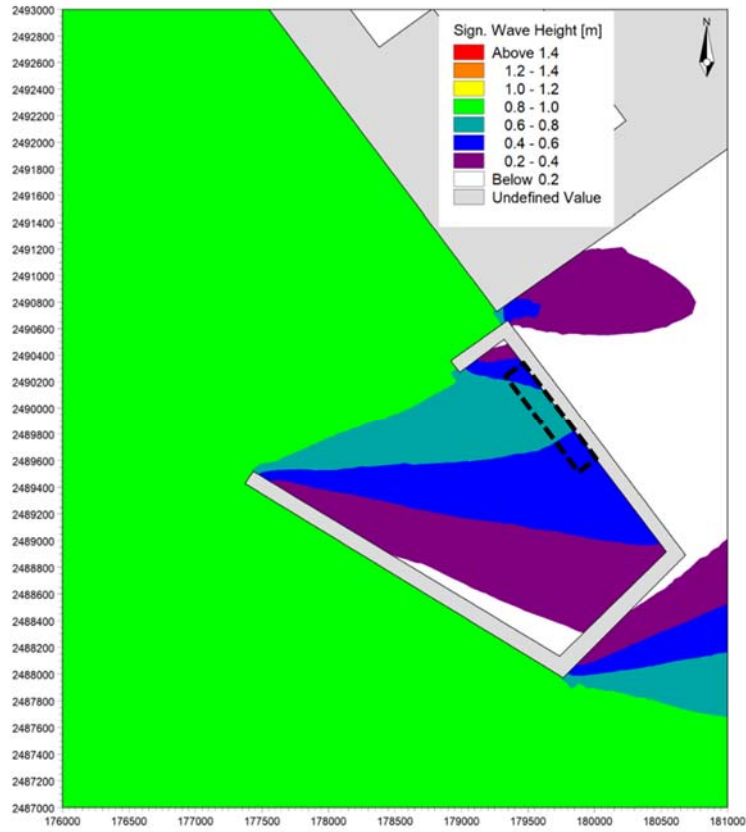


圖 7.2.2-3 冬季季風期間波高分布圖

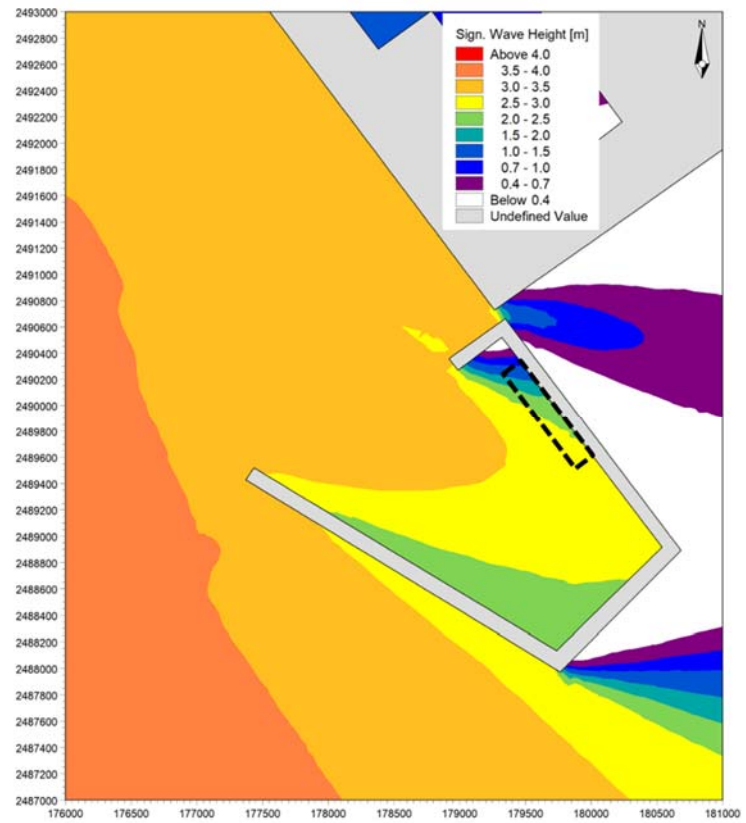


圖 7.2.2-4 颱風期間波高分布圖(NW 向)

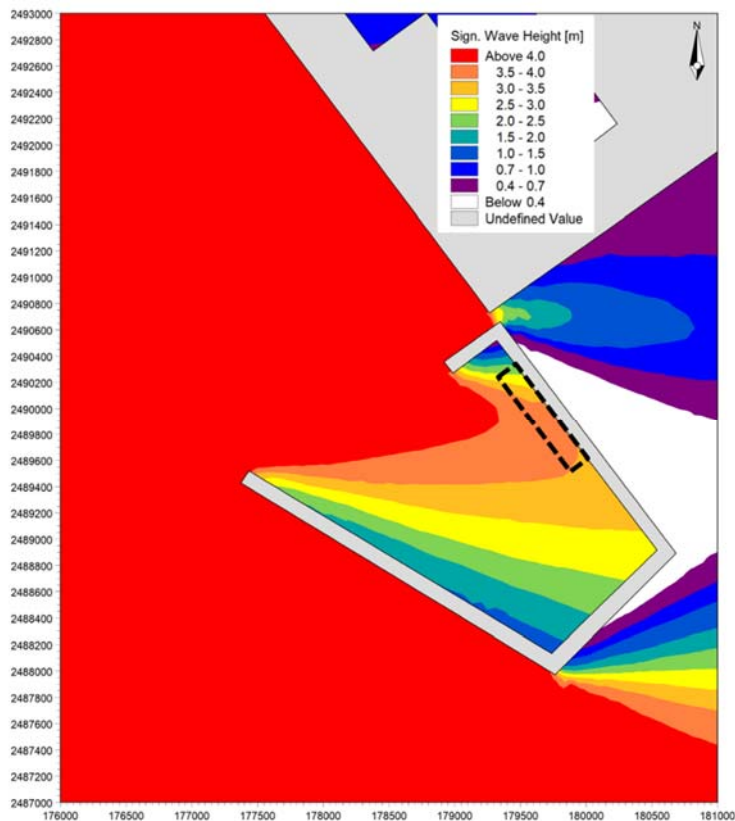


圖 7.2.2-5 颱風期間波高分布圖(WNW 向)

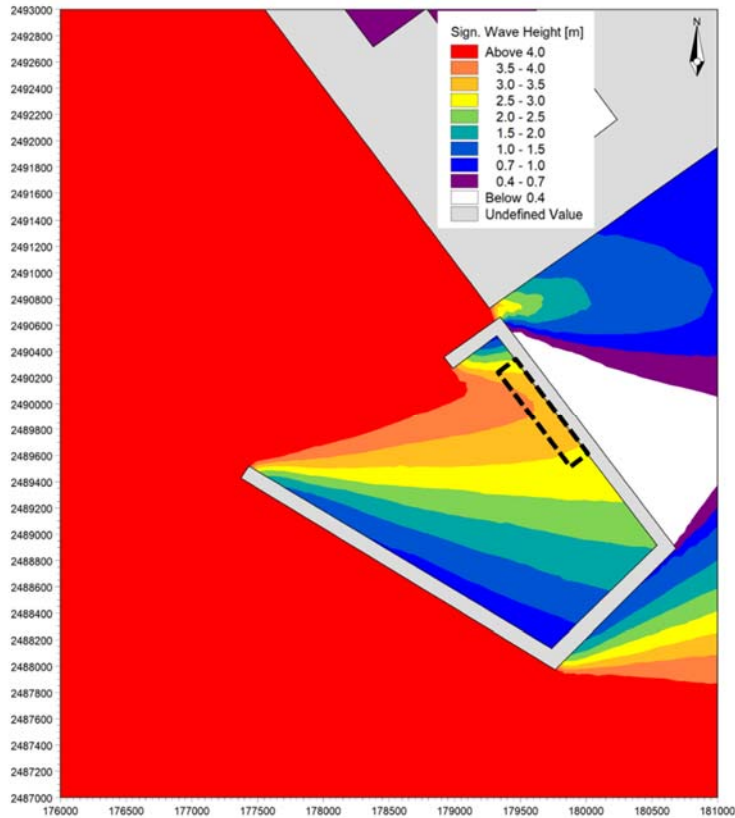


圖 7.2.2-6 颱風期間波高分布圖(W 向)

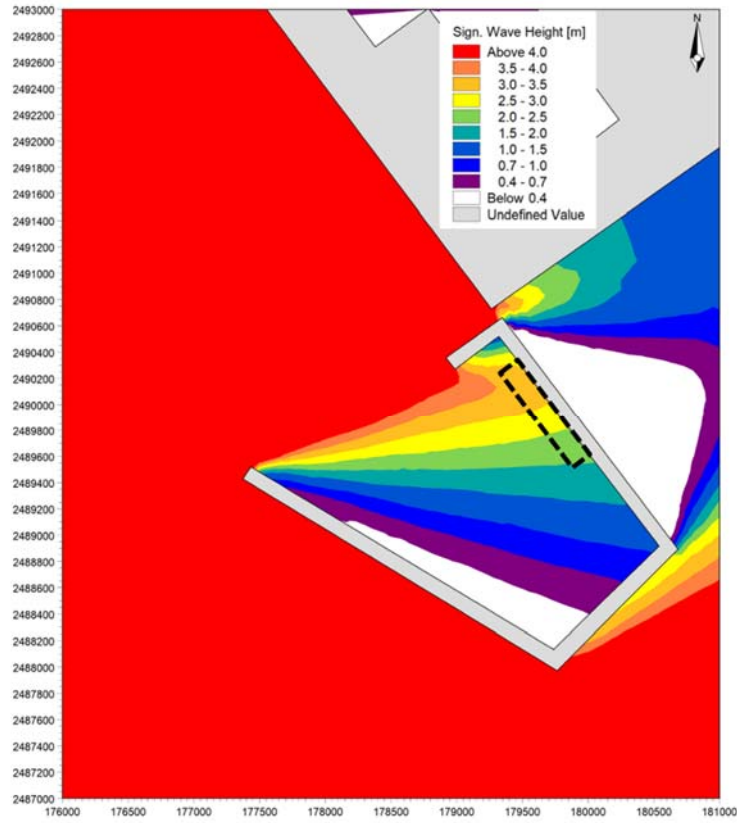


圖 7.2.2-7 颱風期間波高分布圖(WSW 向)

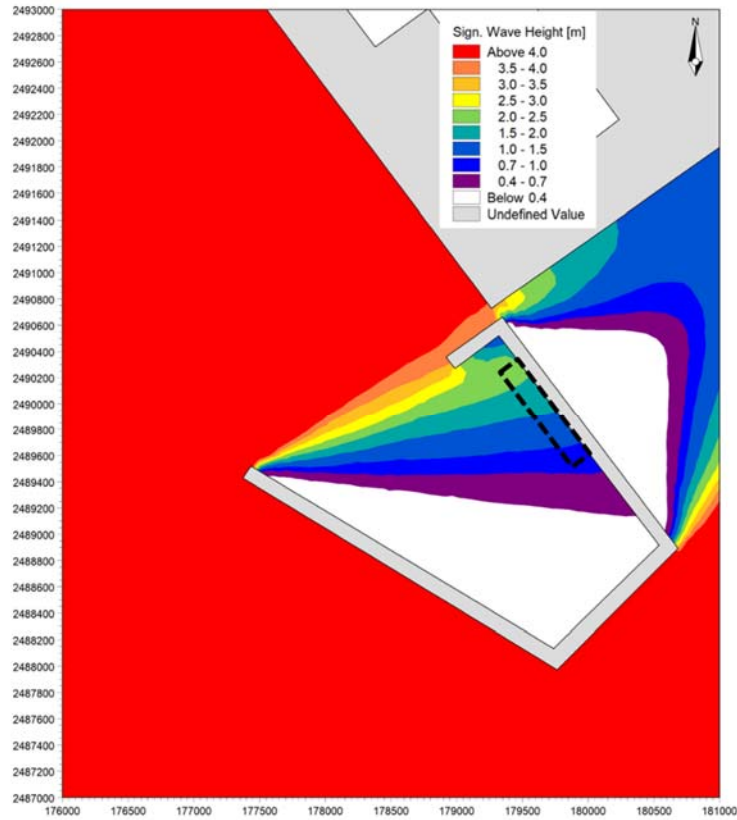


圖 7.2.2-8 颱風期間波高分布圖(SW 向)

## 7.2.3 水質

### 一、施工期間

#### (一) 降雨逕流及洗車廢水

依據「水污染防治措施及檢測申報管理辦法(110.5.31)」第 9 條，施工期間於開挖面或堆置場所，鋪設足以防止雨水進入之遮雨、擋雨及導雨設施，並設置臨時性截、排水設施及沉沙池，收集及處理初期降雨；洗車廢水以施工期間每日離開工地之運輸車輛約 200 車次，每次清洗水量 0.5 m<sup>3</sup> 估算，評估每日洗車廢水量約 100 CMD。本計畫降雨逕流及洗車廢水收集至沉砂池沉澱處理降低懸浮固體物濃度後，優先回收用於洗車或工區灑水，以節約用水及減少工區放流水之排放量；若無法全數回收，工地之放流水水質應處理至符合放流水標準後始予排放，評估對於鄰近海域水質影響相當輕微。

#### (二) 施工人員之生活污水及廢油品

本計畫推估施工尖峰時期每日之工作人員約 400 人，以每人每日污水量 0.03 m<sup>3</sup> 估算，評估本計畫工區每日產生之生活污水量約 12 CMD，規劃責由承包商設置流動式衛生設備供施工人員使用，並委託合格清除業者清運處理，評估不會對鄰近海域水質造成影響。

施工過程因施工機具維修更換之柴油、潤滑油及機油等含油脂廢棄物，後續於工程合約要求承包商應妥善收集後委託合格清除處理或再利用廠商處理，不得隨意棄置。施工作業船舶應依據「海洋污染防治法」及「商港法」辦理，商港區域內，船舶之廢油水、廢棄物或其他污染物質，應留存船上或排洩於岸上收受設施，並委託公民營廢棄物清除處理機構處理；另要求承包商所使用船隻應進行保養維護工作，避免發生船隻漏油情形，評估對於鄰近海域水質影響輕微。

#### (三) 海域水質

##### 1. 海域水質污染擴散模擬

本計畫委託國立中山大學進行海域水質擴散模擬評估，其採用丹麥水力研究所(DHI)MIKE 21 軟體之 MIKE 21 HD 水動力模式進行海域水質擴散模擬，同時配合 Matsumoto 等人(2000)針對 NAO Tide 提出的 NAO.99b 模式的輸出結果作為驅動 HD 模式進行天文潮推算所需的動力邊界條件。



### (1) 排放源條件

本計畫污染來源包含海域工程(外廓防波堤工程及卸收碼頭工程)基礎整平等作業衍生之底質泥沙及陸域工程衍生之地表逕流。因本計畫無須進行海域浚挖，故海域工程(外廓防波堤工程及卸收碼頭工程)分別以工程範圍表層泥沙擾動估算，以 360 mg/L-day 模擬，施工期間模擬連續 8 小時；陸域工程以 30 mg/L(放流水標準)模擬，懸浮固體物沉降速率設定為 0.5 mm/s。為求保守估算，以海、陸域工程同時進行執行影響評估。

### (2) 模擬結果

由模擬結果顯示(圖 7.2.3-1)，海域工程施作期間，漲退潮過程影響最大範圍為以污染源為中心半徑 500 公尺範圍，漲潮期間最大濃度為 10~11 mg/L，而退潮期間最大濃度為 12~13 mg/L，陸域工程最大影響範圍於距排放口 50 公尺內。以影響時間而言，於停止釋放懸浮固體物後 1 小時內濃度降至 3 mg/L 以下，在 2 小時後濃度則降至 1 mg/L 以下，顯示在停止施工後 2 小時即可回復成原有的海域環境條件，評估施工期間對於海域水質屬於短暫性輕微影響。

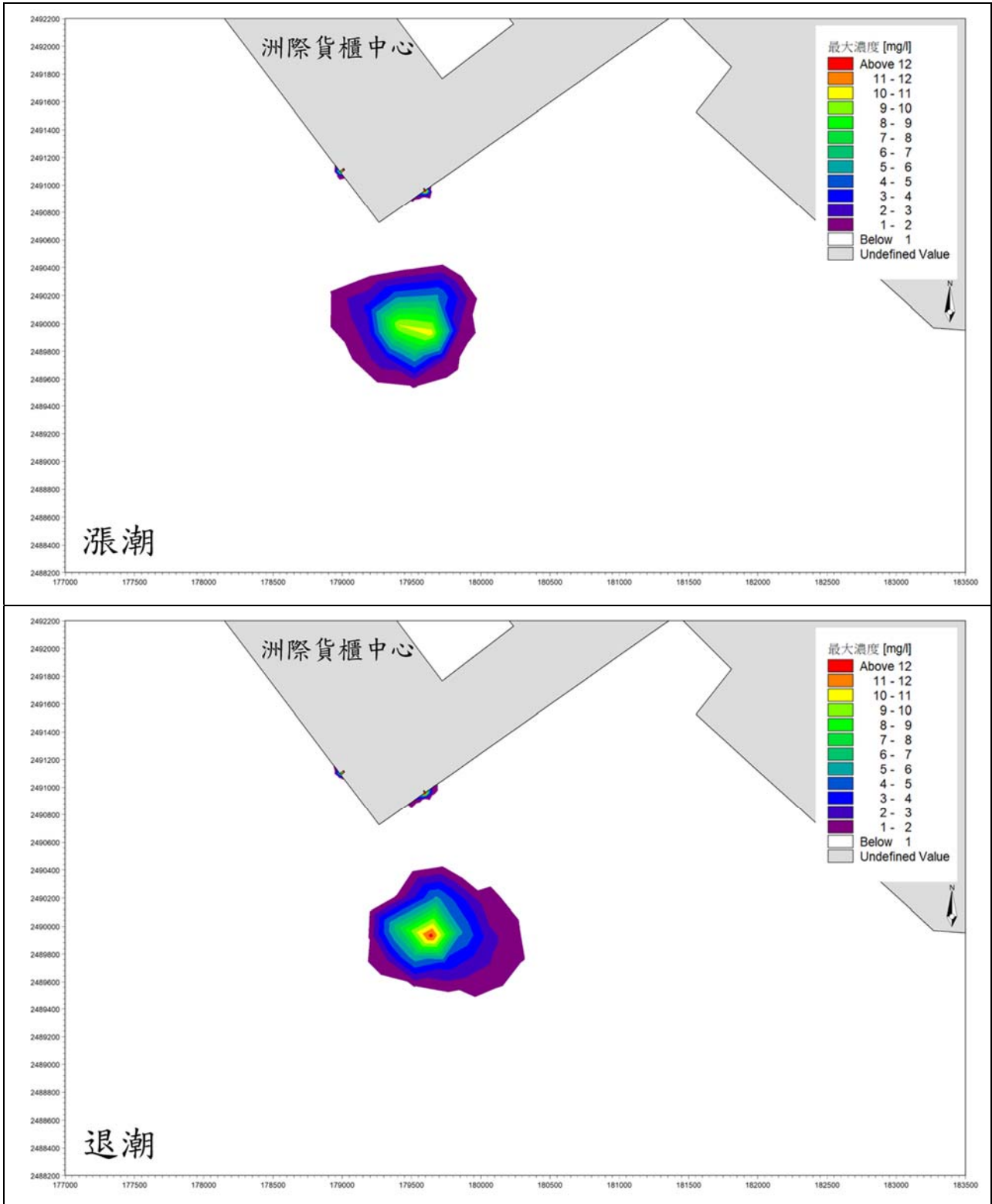


圖 7.2.3-1 海域水質污染擴散模擬圖

## 二、營運期間

### (一)人員廢污水

本計畫營運期間廢污水來源主要為生活污水及餐廚廢水，合計約 23 CMD，餐飲廢水先經過油脂截留槽處理後，再納入污水處理設施處理；本計畫污水處理設施以缺氧好氧系統串聯薄膜生物處理系統(MBR)，將水質處理至符合再生水水質標準後回收作為澆灌使用，評估對於海域水質並無影響。

### (二)冷排水排放

本計畫委託國立臺灣海洋大學進行三維冷溫排水擴散模擬，使用荷蘭代夫特水利研究所(Delft Hydraulics Laboratory)Delft3D-FLOW 軟體進行。

#### 1. 排水條件

依據 113 年 10 月 22 日台電大林電廠溫排水排放位置延伸至外海處可行性研商會議結論，將大林電廠溫排水排放位置延伸至外海納入本計畫工程項目，故本次以「溫排水渠道延伸方案」進行冷溫排水擴散模擬；排放參數依據台電公司提供既有及未來新增機組(含預留擴充)之溫排水資料(111 年 8 月 2 日開字第 1110019637 號函)，溫排水排放量為 160 cms，初始排放溫升為 7.5°C。本計畫冷排水排放量為 13.89 cms，初始排放溫降為 -9°C，排放條件參數，如表 7.2.3-1~表 7.2.3-2 所示

表 7.2.3-1 溫排水出水口設計參數

項目	參數值
排水量	160 cms(既有及未來擴充機組)
初始排放溫升	7.5°C
排放孔數	已設置 4 孔
孔道尺寸	寬 4.1 公尺、高 4.1 公尺
排放流速	2.38 m/sec (使用 4 孔)

表 7.2.3-2 冷排水出水口設計參數

項目	參數值
排水孔道	(W×H×N)2.5 公尺× 2 公尺× 2 孔箱涵
初始排放溫降	-9°C
排水量	13.89 cms

### 2. 模擬情境設定

開發前後模擬情境設定說明如下，模擬情境如圖 7.2.3-2：

- 現況(開發前)：維持原本溫排水之排放口，僅考量溫排水之擴散現象(溫排水量 160 cms)
- 溫排水渠道延伸(開發後)：興建 LNG 卸收港且延伸溫排水渠道，考量冷溫排水共同排放後之擴散現象(溫排水量 160 cms 及冷排水量 13.89 cms)

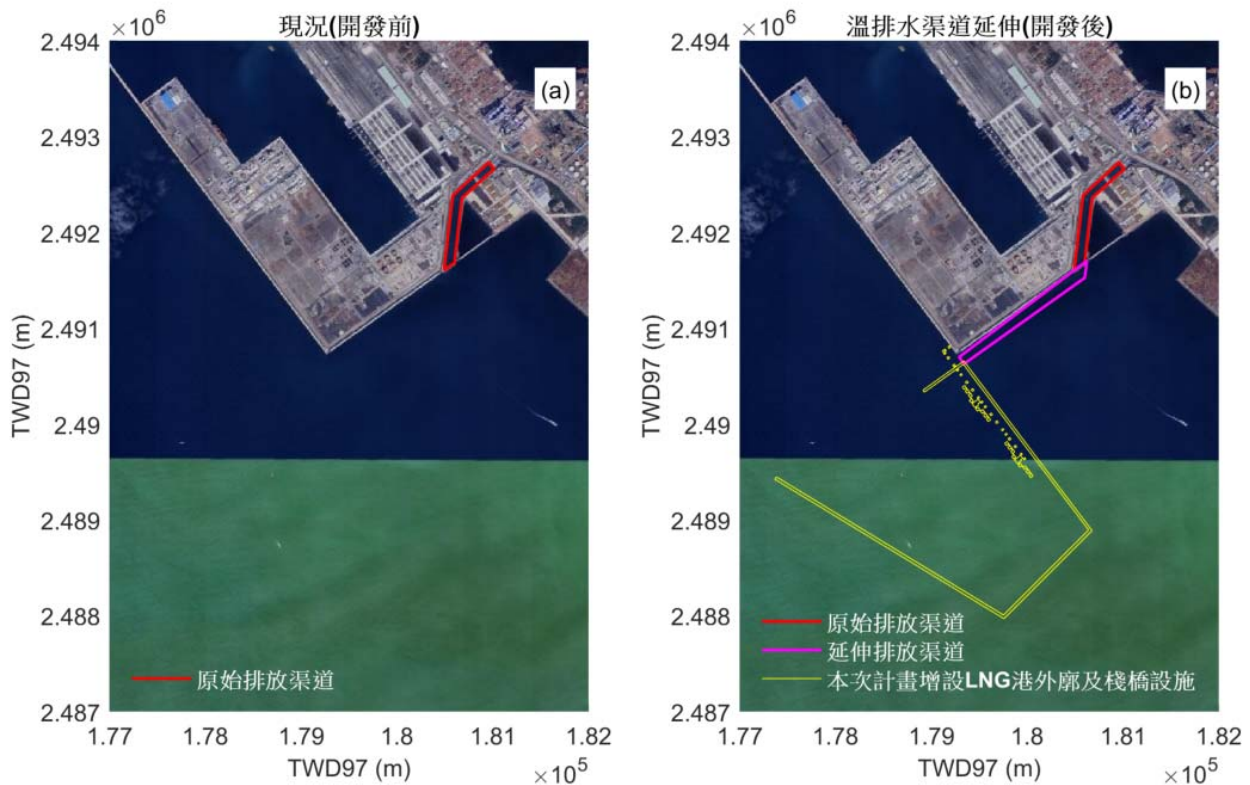


圖 7.2.3-2 模擬情境圖

### 3. 模擬結果

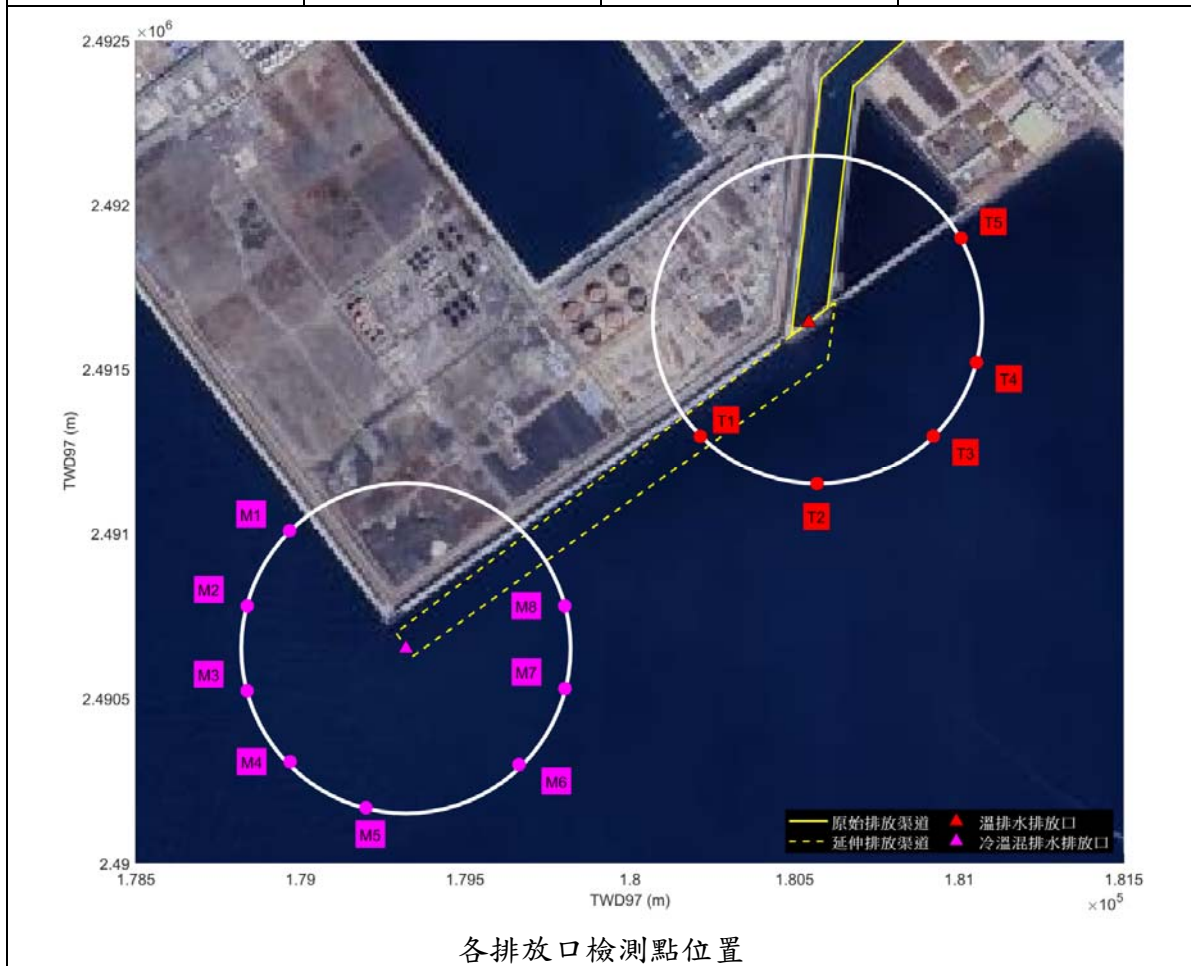
為了解冷溫排水排放對鄰近海域之影響，原溫排水排放口 500 公尺處設定 5 個檢測點(T1~T5)、本計畫冷排水排放口 500 公尺處設定 5 個檢測點(C1~C5)及溫排水延伸渠道排放口設置 8 個檢測點(M1~M8)，以檢視海域水溫變化情形。依據模擬結果(如表 7.2.3-3 及圖 7.2.3-3~圖 7.2.3-4)，現況(開發前)在溫排水排放口 500 公尺處瞬時最大溫差約 2.94~ 3.55°C，符合環境部「放流水標準」之溫差規定(≤4°C)；在完成興建 LNG 卸收港且延伸溫排水渠道(開發後)後，在延伸排放口 500 公尺處瞬時最大溫差約 0.50~ 3.28 °C，各檢測點皆可符合環境部「放流水標準」之溫差規定(≤4°C)。整體而

言，在溫排水渠道延伸(開發後)方案中，溫排水排放口延伸至外海之開放海域，其水深及流速相較於原溫排水排放口處來得大，溫排水對於鄰近海域水溫之影響範圍明顯較現況小，顯示更有利於未來 LNG 港設置後之冷溫排水入海擴散情形。

為避免海水中附著性生物附著於抽取管道管壁造成阻塞，會在海水泵出口管路取部分海水經電解產生次氯酸鈉，添加至抽取海水處，類似於加氯殺菌方式來控制海生物繁殖；在 LNG 氣化過程，海水淋灑於開架式氣化器會與大氣接觸，並透過開放式排放渠道排放至海域，過程中與大氣接觸及曝曬，均可有效降低海水中自由有效餘氯；依既有廠營運經驗，冷排水之自由有效餘氯濃度皆低於 1 mg/L，低於「放流水標準」自由有效餘氯限值(2 mg/L)。此外，氣化過程中海水僅用於熱交換，並添加少量電解海水產生之次氯酸鈉以減少海生物附著影響，因此排放水質與原取用海水水質相同，僅有溫度及自由有效餘氯之差異；評估對於鄰近海洋影響應屬輕微，營運期間將每季執行冷排水之餘氯檢測，確實掌握排放水質變化。

表 7.2.3-3 情境模擬下距排放口 500 公尺處最大溫差值

檢測點	現況港型 (開發前)(°C)	檢測點	溫排水渠道延伸 (開發後)(°C)
T1	2.94	M1	2.72
T2	3.25	M2	3.07
T3	3.27	M3	3.28
T4	3.53	M4	1.14
T5	3.55	M5	1.02
		M6	0.50
		M7	0.52
		M8	0.50



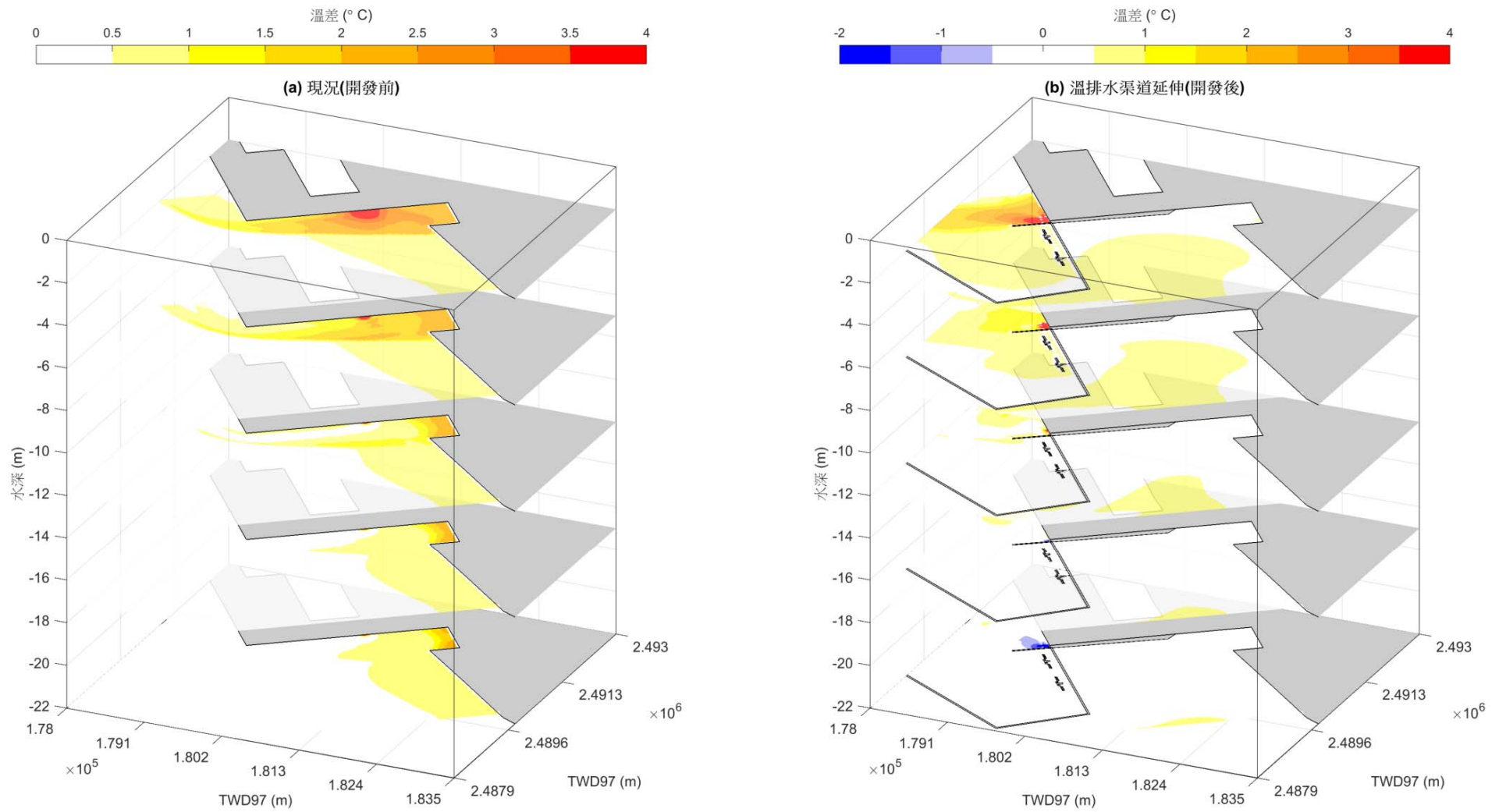
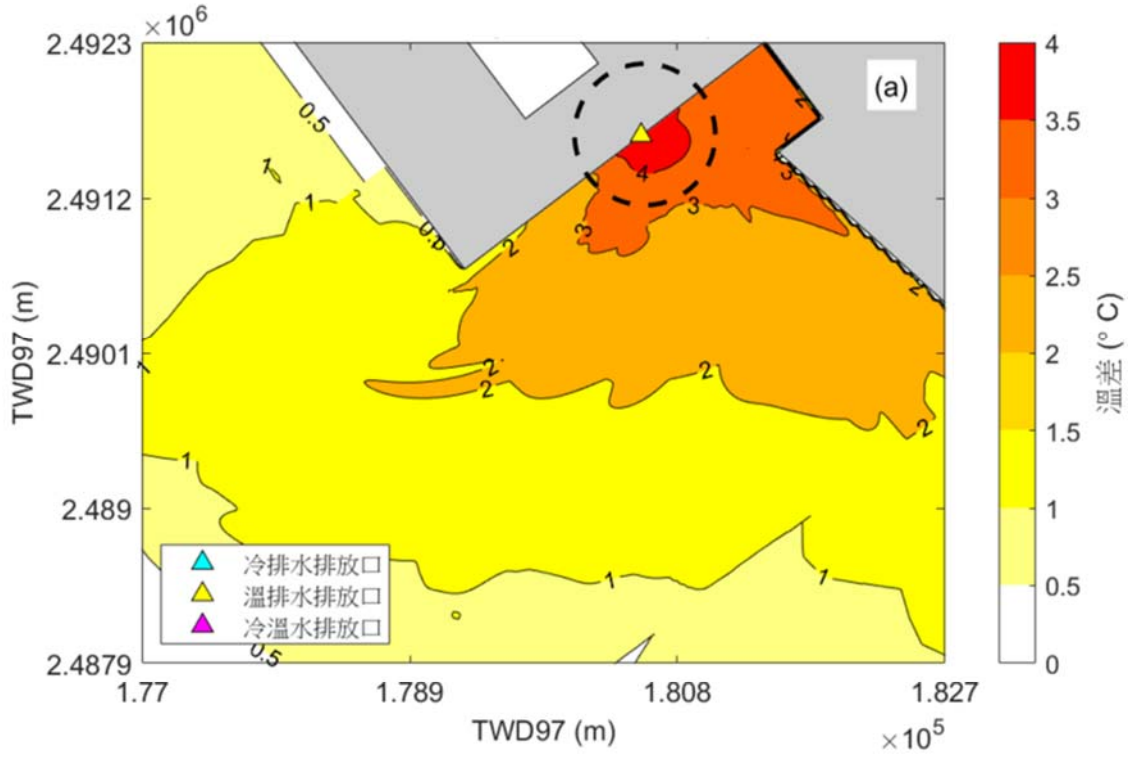
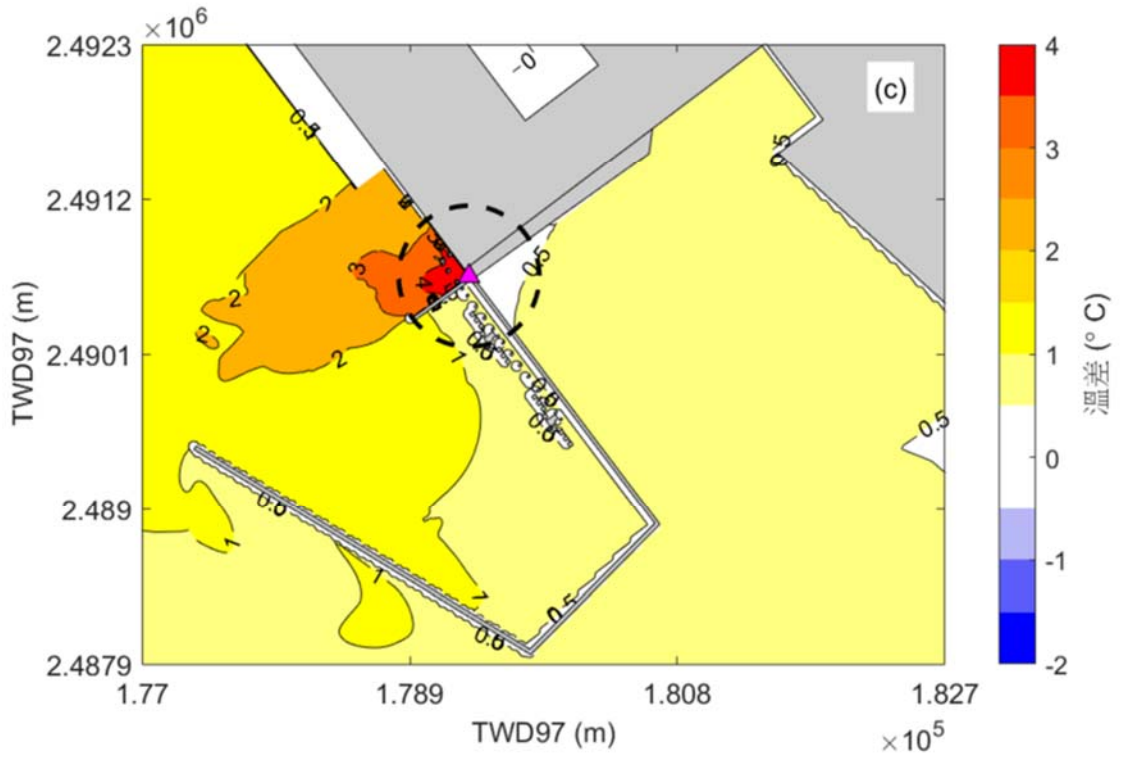


圖 7.2.3-3 排放口鄰近海域之三維瞬時溫差分布圖



現況(開發前)



溫排水渠道延伸(開發後)

圖 7.2.3-4 排放口鄰近海域之最大溫差圖



## 7.2.4 地下水

本計畫施工及營運期間用水來源主要為自來水或海水，並無抽取地下水之行為，且產生之廢棄物全數委託合格清除業者清運處理，生活污水及餐廚廢水妥善收集，處理至符合再生水水質標準後回收使用；天然氣接收站製程區域皆會鋪設人工鋪面，聯外輸氣管線施工及操作維護期間，亦無造成地下水污染之虞，評估施工及營運期間對於地下水水文及水質並無影響。

## 7.3 空氣品質

### 一、施工期間

施工期間衍生之空氣品質負荷主要來自裸露面積揚塵及機具排放廢氣等，而本計畫陸域為接收站港域及卸收碼頭工程沉箱澆鑄、拖放作業等、接收站儲槽及站區設施工程以及聯外輸氣管線工程，海域工程主要為接收站港域及卸收碼頭工程興建等，各階段污染量推估如下：

#### (一) 排放量推估

##### 1. 裸露地表揚塵

參考「排放量推估手冊 TEDS 12.0」之面源排放推估技術手冊，裸露地表揚塵採其他工程，TSP 排放係數以 0.082 公斤/平方公尺-月、PM<sub>10</sub> 排放係數以 0.030 公斤/平方公尺-月、PM<sub>2.5</sub> 排放係數以 0.0091 公斤/平方公尺-月，以裸露面積約 4.5 公頃評估；另依營建工程逸散粉塵推估及其污染防治措施評估(表 7.3-1)，預估防塵效率(Ci)為 63.3%。施工期間裸露地面揚塵排放量 TSP 為 0.522 g/sec、PM<sub>10</sub> 為 0.191 g/sec、PM<sub>2.5</sub> 為 0.058 g/sec。

##### 2. 施工機具排放尾氣

依據工程特性預估參與施工之機具數量，施工高峰期施工作業包含陸域之儲槽興建及站區設施興建工程、防波堤箱體澆鑄/吊放作業等，海域工程包含外廓防波堤及卸收碼頭興建工程等。陸域施工機具部分，參考「排放量推估手冊 TEDS 12.0」之面源排放推估技術手冊之施工機具柴油燃燒排放，推估施工機具空氣污染貢獻量分別：TSP 為 0.375 g/sec、PM<sub>10</sub> 為 0.375 g/sec、PM<sub>2.5</sub> 為 0.345 g/sec、SO<sub>2</sub> 為 0.0018 g/sec、NO<sub>x</sub> 為 4.586 g/sec、CO 為 1.915 g/sec 及 NMHC 為 0.420 g/sec；海域施工部分參考「排放量推估手

冊 TEDS 12.0」之船舶燃燒-主引擎，推估空氣污染貢獻量分別：TSP 為 0.500 g/sec、PM<sub>10</sub> 為 0.500 g/sec、PM<sub>2.5</sub> 為 0.390 g/sec、SO<sub>2</sub> 為 5.410 g/sec、Nox 為 16.310 g/sec、CO 為 15.870 g/sec 及 NMHC 為 2.250 g/sec。施工機具空氣污染物排放量，詳表 7.3-3 及表 7.3-4。

### 3. 管線工程

依據過去工程執行經驗，每月管線施作長度約 150 公尺，參考「排放量推估手冊 TEDS 12.0」之面源排放推估技術手冊，採管線開挖工程計算，TSP 排放係數以 0.256 公斤/平方公尺-月、PM<sub>10</sub> 排放係數以 0.142 公斤/平方公尺-月、PM<sub>2.5</sub> 排放係數以 0.0284 公斤/平方公尺-月，施作面積約 1,500 平方公尺計算；營建工程逸散粉塵推估及其污染防治措施評估(表 7.3-2)，預估防塵效率(Ci)為 48.7%，管線工程施作衍生之排放量 TSP 為 0.076 g/sec、PM<sub>10</sub> 為 0.042 g/sec、PM<sub>2.5</sub> 為 0.008 g/sec。

綜合上述，施工期間陸域工程之空氣污染物總排放量：TSP 為 0.973 g/sec、PM<sub>10</sub> 為 0.608 g/sec、PM<sub>2.5</sub> 為 0.411 g/sec、SO<sub>2</sub> 為 0.0018 g/sec、NOx 為 4.586 g/sec、CO 為 1.915 g/sec 及 NMHC 為 0.420 g/sec；海域工程之空氣污染物總排放量：TSP 為 0.500 g/sec、PM<sub>10</sub> 為 0.500 g/sec、PM<sub>2.5</sub> 為 0.390 g/sec、SO<sub>2</sub> 為 5.410 g/sec 及 NOx 為 16.310 g/sec、CO 為 15.870 g/sec 及 NMHC 為 2.250 g/sec。

表 7.3-1 其他工程-營建工程不同措施之防塵效率綜合評估表

防塵措施	措施參考規範	權重(Wi)	防塵效率	有	無	小計 Wi×Ci
		其它工程	Ci			
一、清洗措施	工地設有專用洗滌車輛或土石有關機具區域	0.15	0.8	√		0.120
二、鋪設措施	鋪設級配於砂土石路面	0.15	0.6	√		0.090
三、灑水噴霧	車行工地路面	0.08	0.9	√		0.072
	堆料棄土區/傾卸作業 裸露地面	0.06 0.08	0.8 0.9	√ √		0.048 0.072
四、防塵罩網 等措施	採用網徑 0.5 mm，網距 3 mm 為參考基準	0.04	0.2		√	0.000
	土石運輸車輛離工地前覆蓋不透氣防塵塑膠布	0.1	0.9	√		0.090
五、防塵屏措施	工地周界築有高 1.8 m 以上的圍籬	0.09	0.4	√		0.036
六、集塵系統	重力沉降或慣性衝擊室	0.04	0.8		√	0.000
	吸塵器、或袋式集塵器、或噴淋槽	0.04	0.9		√	0.000
七、防塵覆被	如植被、化學穩定劑	0.05	0.9	√		0.045
八、管理措施	指配有管理措施如地面粉土清掃工作	0.08	0.5	√		0.040
九、其它措施	-	0.04	0.5	√		0.020
本計畫預估防塵效率						0.633

資料來源：環境部，營建工程逸散粉塵量推估及其污染防治措施評估，民國 85 年 6 月。

表 7.3-2 管線工程-營建工程不同措施之防塵效率綜合評估表

防塵措施	措施參考規範	權重(Wi)	防塵效率	有	無	小計 Wi'Ci
		管線工程	Ci			
一、清洗措施	工地設有專用洗滌車輛或土石有關機具區域	0.15	0.8	√		0.120
二、鋪設措施	鋪設級配於砂土石路面	0.15	0.6		√	0.000
三、灑水噴霧	車行工地路面	0.08	0.9	√		0.072
	堆料棄土區/傾卸作業	0.06	0.8	√		0.048
	裸露地面	0.08	0.9	√		0.072
四、防塵罩網 等措施	採用網徑 0.5 mm，網距 3 mm 為參考基準	0.05	0.2		√	0.000
	土石運輸車輛離工地前覆蓋不透氣防塵塑膠布	0.08	0.9	√		0.072
五、防塵屏措施	工地周界築有高 1.8 m 以上的圍籬	0.07	0.4	√		0.028
六、集塵系統	重力沉降或慣性衝擊室	0.04	0.8		√	0.000
	吸塵器、或袋式集塵器、或噴淋槽	0.05	0.9		√	0.000
七、防塵覆被	如植被、化學穩定劑	0.04	0.9		√	0.000
八、管理措施	指配有一般管理措施如地面粉土清掃工作	0.08	0.5	√		0.040
九、其它措施	-	0.07	0.5	√		0.035
本計畫預估防塵效率						0.487

資料來源：環境部，營建工程逸散粉塵量推估及其污染防制措施評估，民國 85 年 6 月。

表 7.3-3 陸域施工機具空氣污染物排放量

機具名稱	最大同時使用數量(輛)	耗油量(公升/小時)	柴油燃燒排放係數(kg/kL)							排放量(g/s)						
			TSP	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	NMHC	CO	TSP	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	NMHC	CO
推土機	3	12.22	3.61	3.61	3.321	0.017	44.1	4.040	18.410	0.037	0.037	0.034	0.0002	0.449	0.041	0.187
挖土機	3	17.92	3.61	3.61	3.321	0.017	44.1	4.040	18.410	0.054	0.054	0.050	0.0003	0.659	0.060	0.275
吊車	4	30	3.61	3.61	3.321	0.017	44.1	4.040	18.410	0.120	0.120	0.111	0.0006	1.470	0.135	0.614
其他車輛	3	13.63	3.61	3.61	3.321	0.017	44.1	4.040	18.410	0.041	0.041	0.038	0.0002	0.501	0.046	0.209
預拌混凝土車	3	19.43	3.61	3.61	3.321	0.017	44.1	4.040	18.410	0.058	0.058	0.054	0.0003	0.714	0.065	0.298
混凝土泵浦車	2	32.4	3.61	3.61	3.321	0.017	44.1	4.040	18.410	0.065	0.065	0.060	0.0003	0.794	0.073	0.331
合計										0.375	0.375	0.345	0.0018	4.586	0.420	1.915

註：1.排放係數係引用「排放量推估手冊 TEDS 12.0」之面源排放推估技術手冊之施工機具柴油燃燒排放。

2.耗油量係引用「工程餘土平衡與交換之減碳效益評估模式建立之研究」。

表 7.3-4 海域施工機具空氣污染物排放量

機具名稱	最大同時使用數量(輛)	單船排放係數(g/s)							排放量(g/s)						
		TSP	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	VOCs	CO	TSP	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	VOCs	CO
工作船	2	0.020	0.020	0.010	0.180	0.630	0.090	0.520	0.040	0.040	0.020	0.360	1.260	0.180	1.040
平台船	3	0.060	0.060	0.050	0.670	1.970	0.270	1.970	0.180	0.180	0.150	2.010	5.910	0.810	5.910
拖船	2	0.060	0.060	0.050	0.670	1.970	0.270	1.970	0.120	0.120	0.100	1.340	3.940	0.540	3.940
打樁船	2	0.060	0.060	0.050	0.670	1.970	0.270	1.970	0.120	0.120	0.100	1.340	3.940	0.540	3.940
其他船舶	2	0.020	0.020	0.010	0.180	0.630	0.090	0.520	0.040	0.040	0.020	0.360	1.260	0.180	1.040
合計									0.500	0.500	0.390	5.410	16.310	2.250	15.870

註：1.排放係數係引用「排放量推估手冊 TEDS 12.0」之面源排放推估技術手冊之船舶燃燒-主引擎，採各類型船舶引擎馬力平均係數估算。

2.參考「排放量推估手冊 TEDS 12.0」，PM<sub>10</sub>/TSP=1；PM<sub>2.5</sub>/TSP=0.92。

## (二) 模式模擬

為了解施工階段空氣污染物對於空氣品質之影響，參考環境部公告之「空氣品質模式評估技術規範」及「空氣品質模式模擬規範」，採用 AERMOD 模式進行各空氣污染物之增量模擬。

### 1. 模擬條件

- (1) 模擬原生性污染物之模擬期程為 3 年(2020~2022 年)。
- (2) 模擬邊長設定為 10 公里。
- (3) 地形高度採用空氣品質模式支援中心提供 100 公尺解析度地程高度與尺丘高度資料。
- (4) 氣象資料採用空氣品質模式支援中心提供目前最新 2020~2022 年地面氣象資料與探空氣象資料
- (5) 氮氧化物之模擬結果使用臭氧限制(OZONE LIMITED)方式進行轉換；臭氧濃度值採環境部小港測站實測濃度值。

### 2. 模擬結果

施工階段之 PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>、SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、NMHC 及 CO 等空氣污染物最大增量濃度及其發生位置詳表 7.3-5、增量模擬圖詳圖 7.3-1~圖 7.3-13。模擬結果顯示，PM<sub>10</sub> 之日平均及年平均最大增量值分別為 9.769 及 5.546 μg/m<sup>3</sup>，環境敏感點(鳳林國小、鳳林國中、鳳鳴國小)日平均增量值為 1.459~1.492 μg/m<sup>3</sup> 及年平均增量值 0.179~0.197 μg/m<sup>3</sup>；PM<sub>2.5</sub> 之日平均及年平均最大增量值分別為 6.600 及 3.748 μg/m<sup>3</sup>，環境敏感點日平均增量值為 0.986~1.009 μg/m<sup>3</sup> 及年平均增量值 0.122~0.133 μg/m<sup>3</sup>；SO<sub>2</sub> 之小時及年平均最大增量值分別為 13.023 及 0.640 ppb，環境敏感點小時平均增量值為 1.500~1.773 ppb 及年平均增量值 0.012~0.016 ppb；NO<sub>2</sub> 之小時及年平均最大增量值分別為 43.720 及 5.459 ppb，環境敏感點小時平均增量值為 7.776~8.071 ppb 及年平均增量值 0.083~0.102 ppb；NMHC 之小時、日平均及年平均最大增量值分別為 0.024、0.0031 及 0.00174 ppm，環境敏感點小時平均增量值為 0.003~0.004 ppm、0.0002 ppm 及年平均增量值 0.00003~0.0004 ppm；CO 之小時及 8 小時平均最大增量值分別為 0.093 及 0.025 ppm，環境敏感點小時平均增量值為 0.012~0.013 ppm 及 8 小時平均增量值 0.002 ppm。

依據環境背景監測結果顯示，當地 PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub> 即有超過空氣品質標準

之情事；以模擬增量結果而言，最大著地點位於站區工地周邊或鄰近海域(高雄港洲際貨櫃中心範圍)，鄰近聚落距離至少 2.5 公里，對於鄰近社區聚落等環境敏感點增量濃度皆相當小(佔合成濃度約 0.46~ 2.19%)。

表 7.3-5 施工期間空氣污染物最大增量濃度及其發生位置

污染物		受體位置	最大落地濃度(座標)	環境敏感點			
				鳳林國小	鳳林國中	鳳鳴國小	
PM <sub>10</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	日平均值	最大增量	9.769 (179400,2490900)	1.481	1.492	1.459	
		背景值	103	101	79	103	
		合成量	112.769	102.481	80.492	104.459	
	空氣品質標準		75				
	年平均值	最大增量	5.546 (179400,2490900)	0.179	0.196	0.197	
		背景值	38.5	38.5	38.5	38.5	
		合成量	44.046	38.679	38.696	38.697	
	空氣品質標準		30				
	PM <sub>2.5</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	日平均值	最大增量	6.600 (179400,2490900)	1.001	1.009	0.986
			背景值	51	46	45	47
合成量			57.600	47.001	46.009	47.986	
空氣品質標準		30					
年平均值		最大增量	3.748 (179400,2490900)	0.122	0.133	0.133	
		背景值	20.3	20.3	20.3	20.3	
		合成量	24.048	20.422	20.433	20.433	
空氣品質標準		12					
SO <sub>2</sub> (ppb)		小時值	最大增量	13.023 (179500,2488100)	1.500	1.711	1.773
			背景值	36	36	15	33
	合成量		49.023	37.500	16.711	34.773	
	空氣品質標準		65				
	年平均值	最大增量	0.640 (180200,2488300)	0.012	0.014	0.016	
		背景值	2.6	2.6	2.6	2.6	
		合成量	3.240	2.612	2.614	2.616	
	空氣品質標準		8				

註：1.本表採 TWD97 座標系統。

2.背景值係依據高雄港洲際貨櫃中心環境監測計畫或環境部小港測站測值之最大值。

表 7.3-5 施工期間空氣污染物最大增量濃度及其發生位置(續)

污染物		受體位置	最大落地濃度(座標)	環境敏感點			
				鳳林國小	鳳林國中	鳳鳴國小	
NO <sub>2</sub> (ppb)	小時值	最大增量	43.720 (179400,2490900)	7.776	8.071	7.903	
		背景值	50	50	47	49	
		合成量	93.720	57.776	55.071	56.903	
	空氣品質標準		100				
	年平均	最大增量	5.459 (179700,2491100)	0.083	0.093	0.102	
		背景值	17.3	17.3	17.3	17.3	
		合成量	22.759	17.383	17.393	17.402	
	空氣品質標準		21				
	NMHC (ppm)	小時值	最大增量	0.024 (179500,2488100)	0.004	0.003	0.003
			背景值	2.290	2.290	2.290	2.290
合成量			2.314	2.294	2.293	2.293	
空氣品質標準		—					
日平均		最大增量	0.0031 (179700,2491100)	0.0002	0.0002	0.0002	
		背景值	1.160	1.160	1.160	1.160	
		合成量	1.163	1.160	1.160	1.160	
空氣品質標準		—					
年平均		最大增量	0.00174 (179700,2491100)	0.00003	0.00003	0.00004	
		背景值	0.105	0.105	0.105	0.105	
	合成量	0.107	0.105	0.105	0.105		
空氣品質標準		—					
CO (ppm)	小時值	最大增量	0.093 (179500,2488100)	0.013	0.012	0.013	
		背景值	5.560	5.560	5.560	5.560	
		合成量	5.653	5.573	5.572	5.573	
	空氣品質標準		31				
	8小時平均	最大增量	0.025 (179200,2488300)	0.002	0.002	0.002	
		背景值	1.640	1.640	1.640	1.640	
		合成量	1.665	1.642	1.642	1.642	
	空氣品質標準		9				

註：1.本表採 TWD97 座標系統。

2.背景值係依據高雄港洲際貨櫃中心環境監測計畫或環境部小港測站測值之最大值。

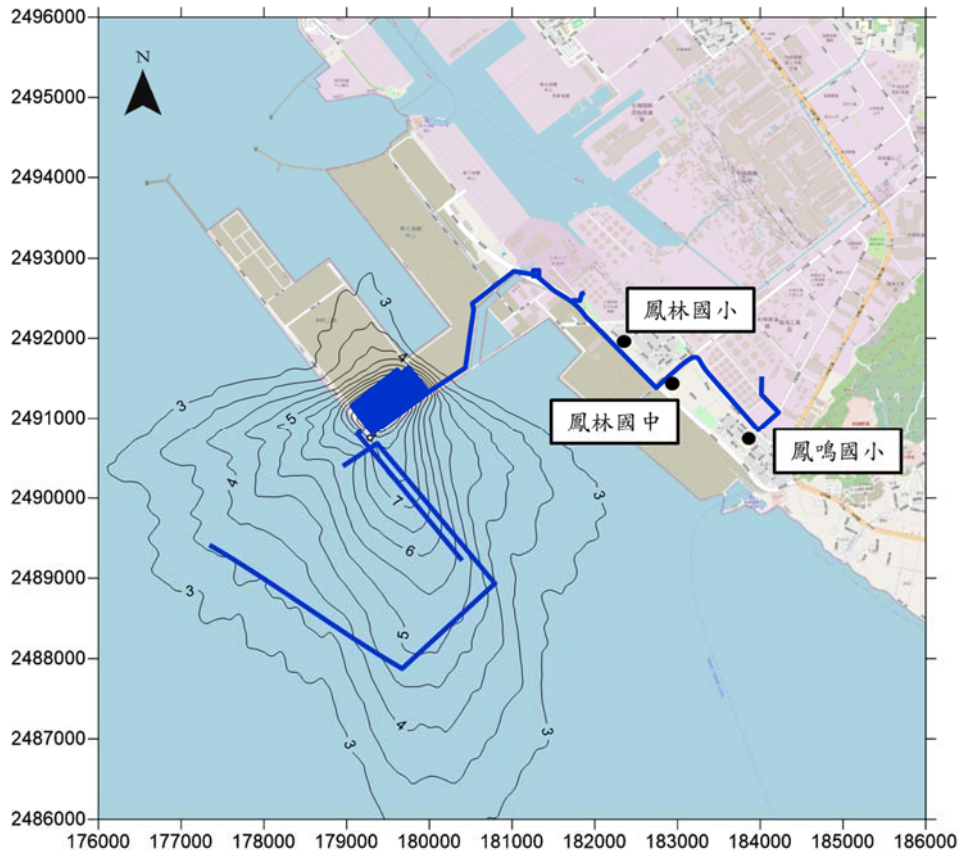


圖 7.3-1 施工期間 PM<sub>10</sub> 之日平均值增量模擬圖

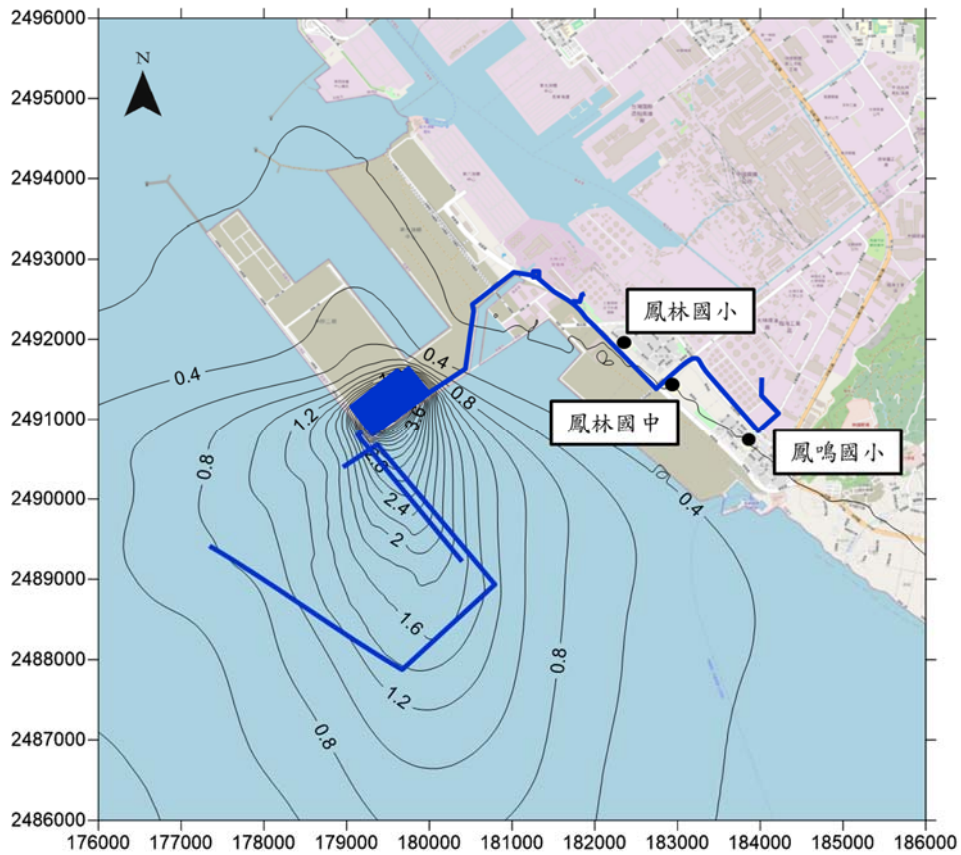


圖 7.3-2 施工期間 PM<sub>10</sub> 之年平均值增量模擬圖



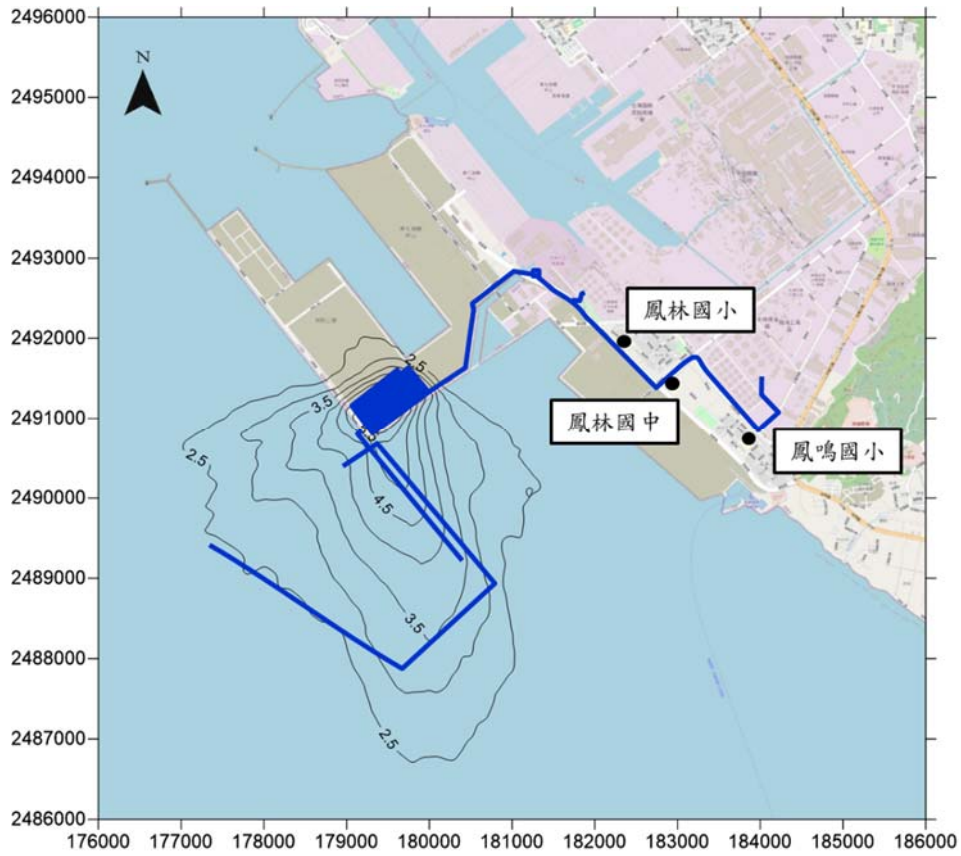


圖 7.3-3 施工期間 PM<sub>2.5</sub> 之日平均值增量模擬圖

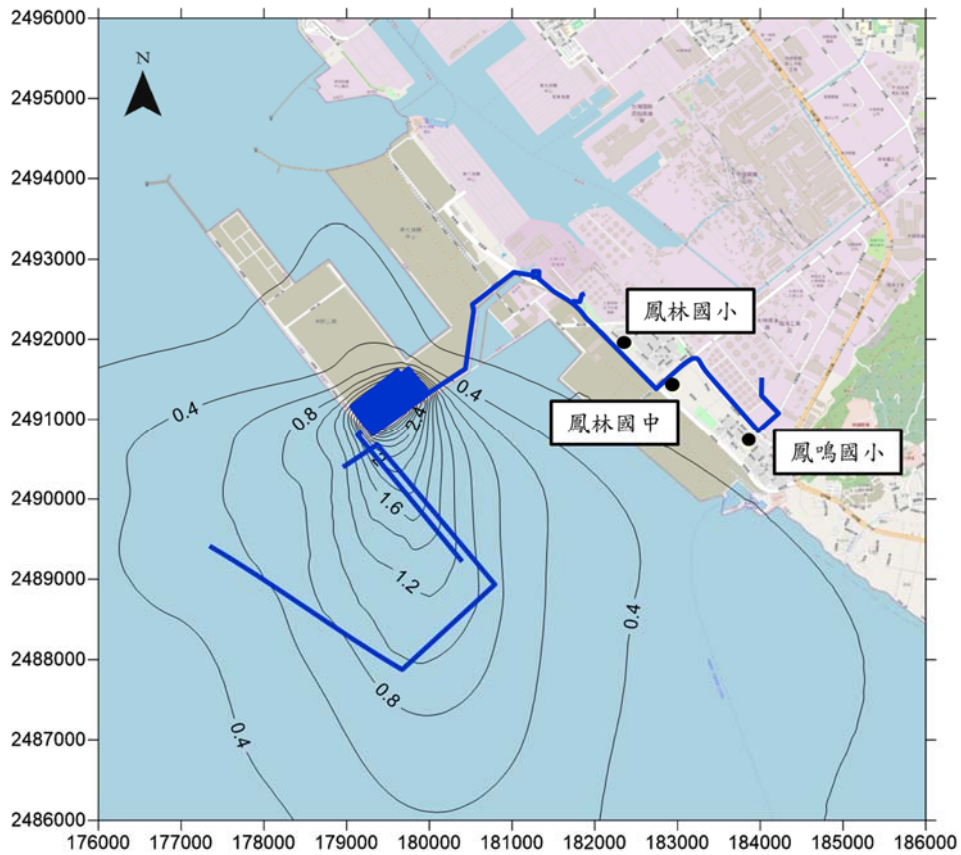


圖 7.3-4 施工期間 PM<sub>2.5</sub> 之年平均值增量模擬圖

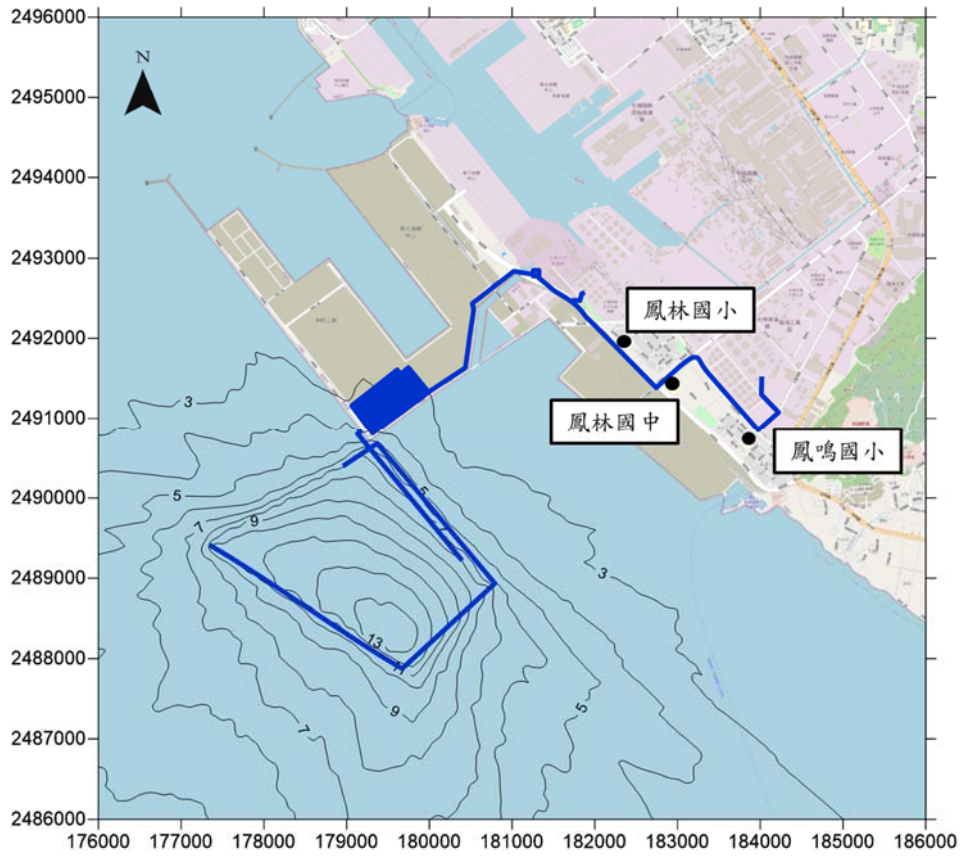


圖 7.3-5 施工期間 SO<sub>2</sub> 之小時值增量模擬圖

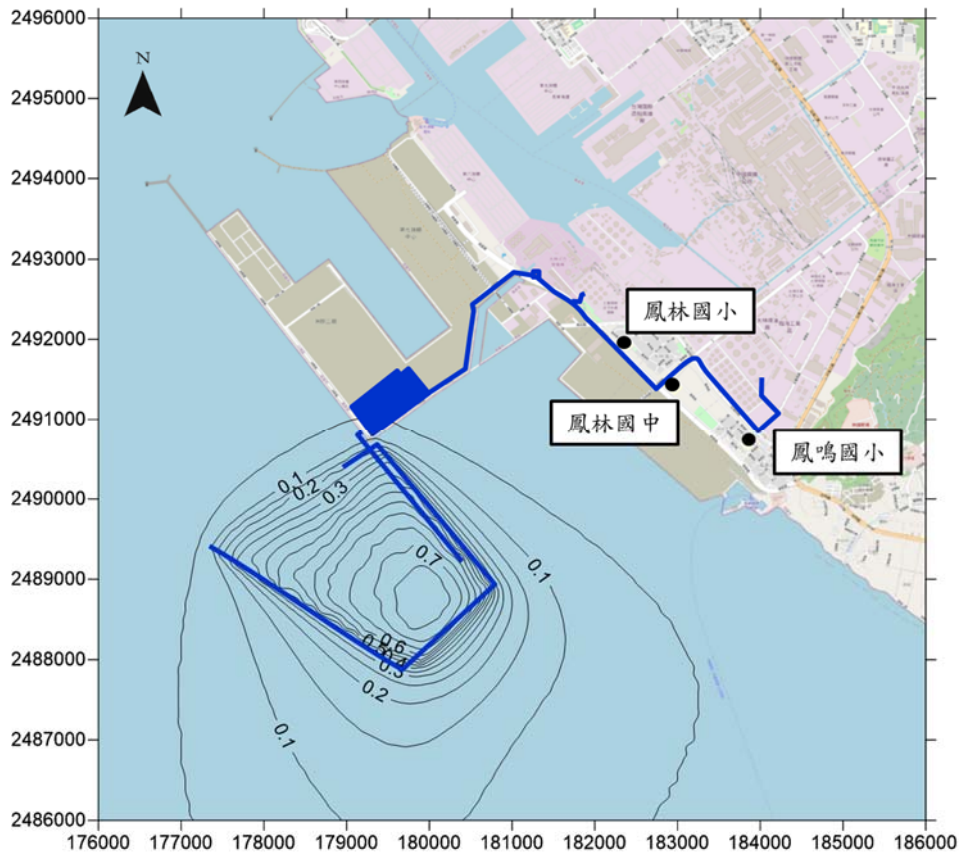


圖 7.3-6 施工期間 SO<sub>2</sub> 之年平均值增量模擬圖

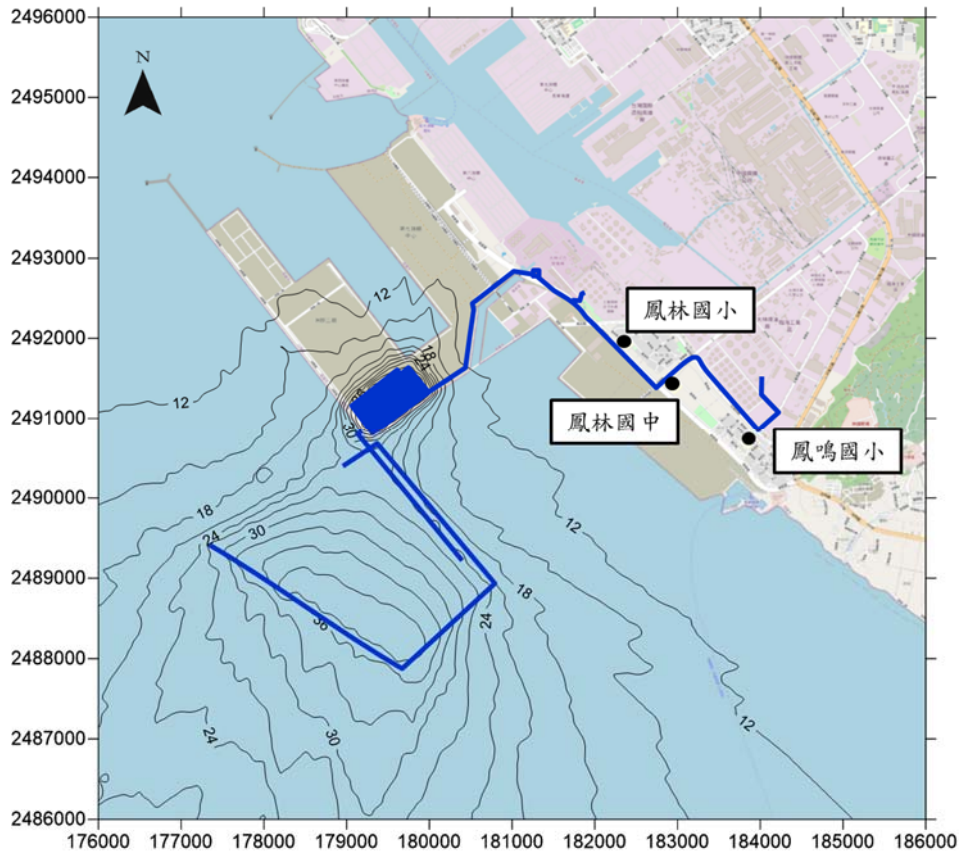


圖 7.3-7 施工期間 NO<sub>2</sub> 之小時值增量模擬圖

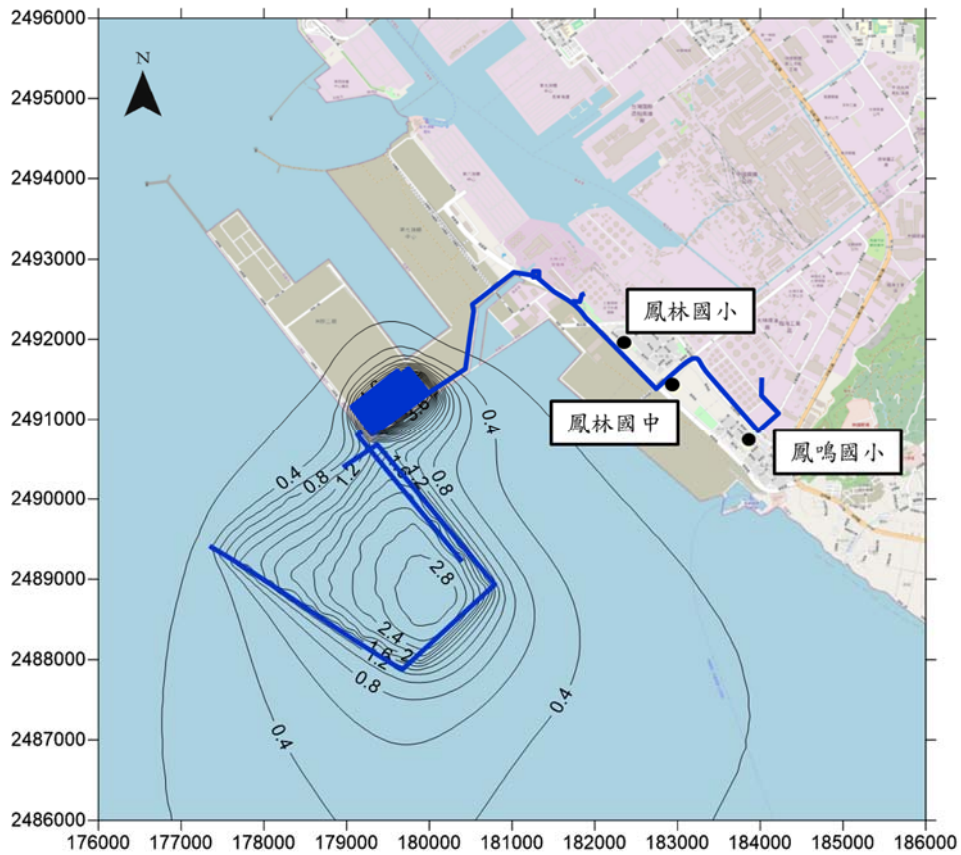


圖 7.3-8 施工期間 NO<sub>2</sub> 之年平均值增量模擬圖



圖 7.3-9 施工期間 NMHC 之小時值增量模擬圖

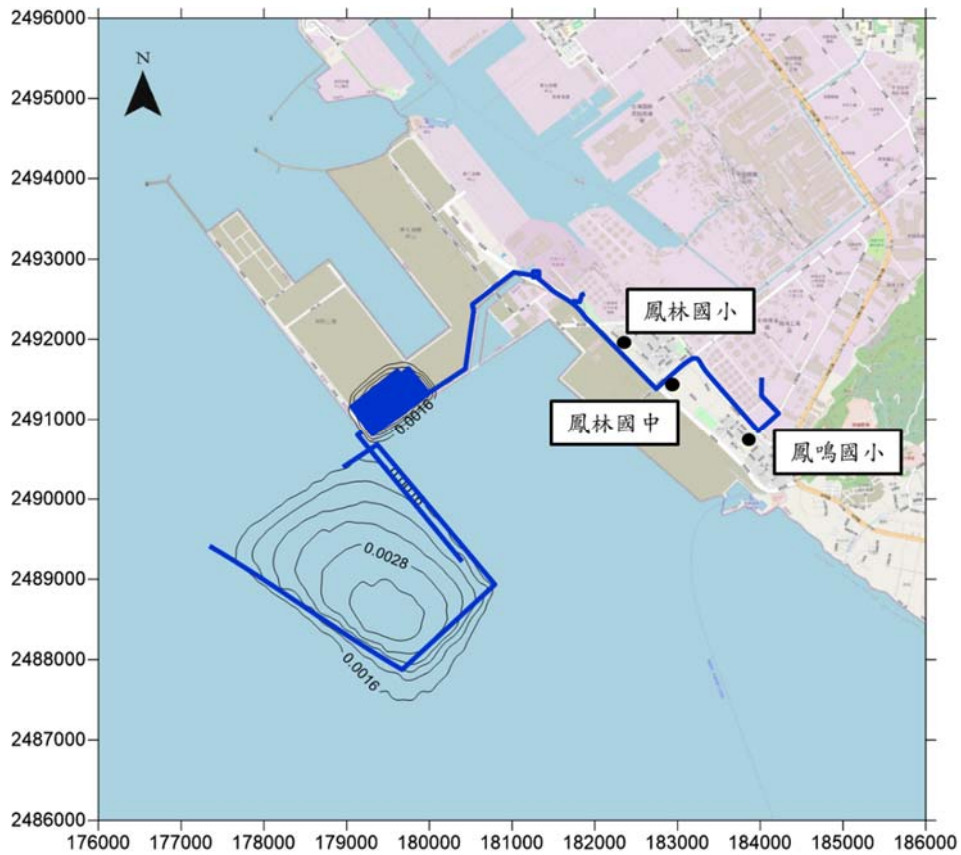


圖 7.3-10 施工期間 NMHC 之日平均值增量模擬圖



圖 7.3-11 施工期間 NMHC 之年平均值增量模擬圖

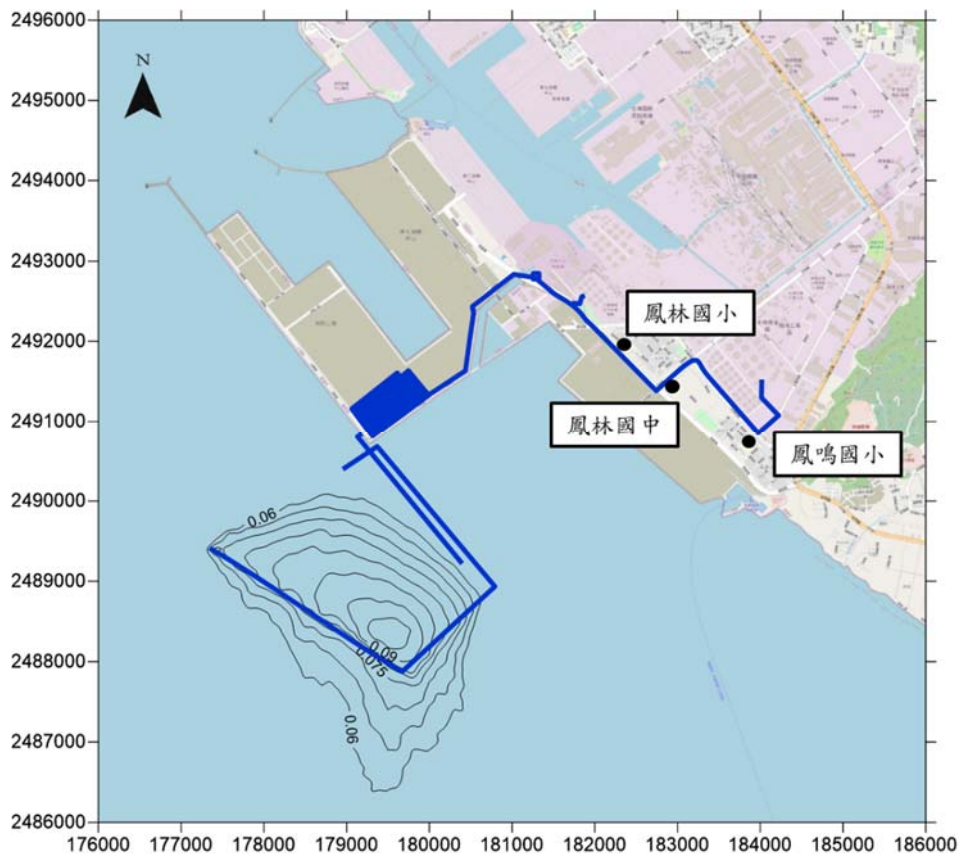


圖 7.3-12 施工期間 CO 之小時平均值增量模擬圖

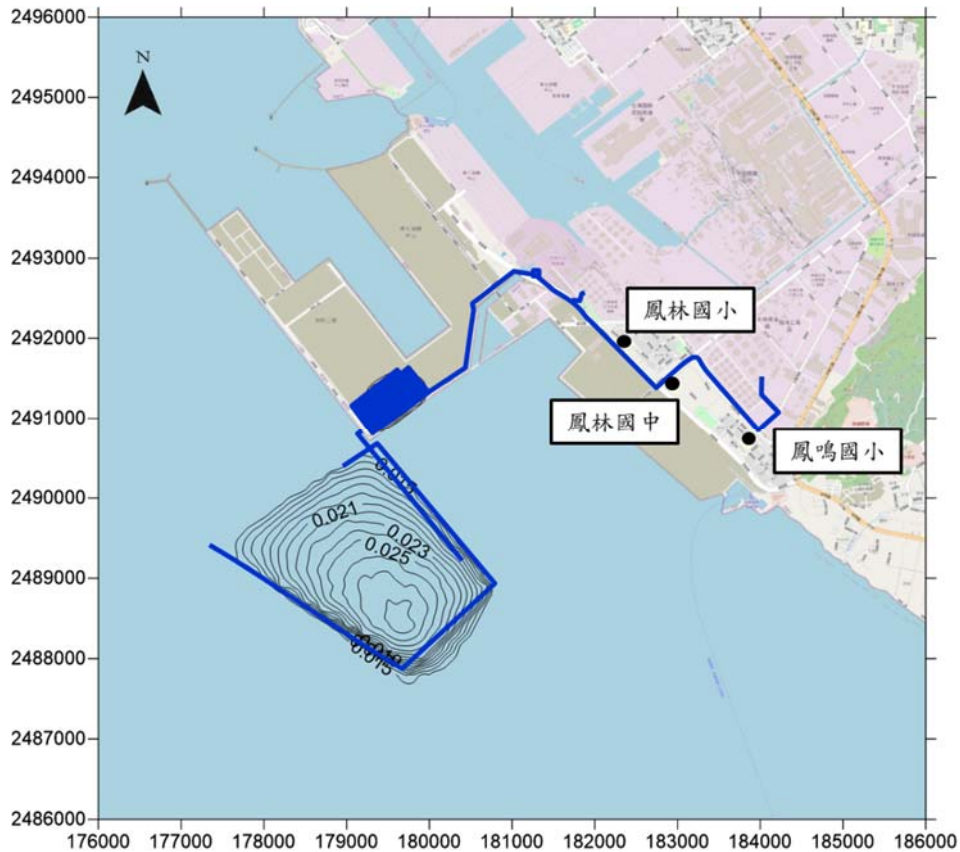


圖 7.3-13 施工期間 CO 之八小時平均值增量模擬圖

### 3. 納入鄰近開發計畫加成評估

納入鄰近「國道 7 號高雄路段計畫環境影響評估報告書」及「大林發電廠燃氣機組更新改建計畫環境影響說明書」進行環境敏感點加成評估(表 7.3-6)，於鳳林國中 PM<sub>10</sub> 之日平均及年平均增量值分別為 2.692 及 0.496  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、PM<sub>2.5</sub> 之日平均及年平均最大增量值分別為 1.489 及 0.223  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、SO<sub>2</sub> 之小時及年平均最大增量值分別為 1.741 及 0.014 ppb、NO<sub>2</sub> 之小時及年平均最大增量值分別為 15.821 及 0.173 ppb；在 PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub> 背景值即已超過空氣品質標準之情事，故加成後皆有超標之情形，其他項目皆符合空氣品質標準。

### 4. 空氣污染物抵換規劃

本計畫施工期間陸域工程(包含裸露地及機具排放)之 PM<sub>2.5</sub> 排放量約 5,194.81 公斤/年、硫氧化物排放量約 15.94 公斤/年、氮氧化物排放量約 41,343.64 公斤/年及 VOCs 約 3,786.05 公斤/年；依據「環境部審查開發行為空氣污染物排放量增量抵換處理原則(113.10.1)」，執行老舊車輛汰舊換新，包含汽油小客車/小貨車換電動車 1,500 輛、柴油小客車/小貨車換電動車 221

輛、大客車/大貨車換電動車 22 輛及機車換電動車 2,000 輛等改善移動污染源之減量措施，採全量抵換額度可抵換 PM<sub>2.5</sub> 約 5,196.62 公斤、SO<sub>x</sub> 約 16.50 公斤、NO<sub>x</sub> 約 98,024.76 公斤、NMHC 約 73,659.80 公斤(詳表 7.3-7)，達成施工期間陸域工程空氣污染物全抵換之目標。

表 7.3-6 施工階段本計畫與鄰近計畫對環境敏感點之加成影響

項目		鳳林國中	項目		鳳林國中	
PM <sub>10</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	日 平 均 值	本計畫增量	1.492	年 平 均 值	本計畫增量	0.196
		燃氣機組更新改建	0.3		燃氣機組更新改建	0.1
		國道七號	0.9		國道七號	0.2
		背景值	79		背景值	38.5
		合成量	81.692		合成量	38.996
	空氣品質標準		75	空氣品質標準		30
PM <sub>2.5</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	日 平 均 值	本計畫增量	1.009	年 平 均 值	本計畫增量	0.133
		燃氣機組更新改建	0.2		燃氣機組更新改建	0.03
		國道七號	0.28		國道七號	0.06
		背景值	45		背景值	20.3
		合成量	46.489		合成量	20.523
	空氣品質標準		30	空氣品質標準		12
SO <sub>2</sub> (ppb)	小 時 平 均 值	本計畫增量	1.711	年 平 均 值	本計畫增量	0.014
		燃氣機組更新改建	0.01		燃氣機組更新改建	<0.01
		國道七號	0.02		國道七號	<0.01
		背景值	15		背景值	2.6
		合成量	16.741		合成量	2.614
	空氣品質標準		65	空氣品質標準		8
NO <sub>2</sub> (ppb)	小 時 平 均 值	本計畫增量	8.071	年 平 均 值	本計畫增量	0.093
		燃氣機組更新改建	3.3		燃氣機組更新改建	0.04
		國道七號	4.45		國道七號	0.04
		背景值	47		背景值	17.3
		合成量	62.821		合成量	17.473
	空氣品質標準		100	空氣品質標準		21

註：1.引用國道 7 號高雄路段計畫環境影響評估報告書、大林發電廠燃氣機組更新改建計畫環境影響說明書之模擬結果。

2.背景值係依據高雄港洲際貨櫃中心環境監測計畫或環境部小港測站測值之最大值。

表 7.3-7 施工期間抵換方案規劃

抵換方式		預估 執行數量	污染物(公斤/年)			
			PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>x</sub>	NO <sub>x</sub>	NMHC
排放量			5,194.81	15.94	41,343.64	3,786.05
需抵換量			<b>5,194.81</b>	<b>15.94</b>	<b>41,343.64</b>	<b>3,786.05</b>
移動源 減量	汽油小客車/小貨車 -換電動(輛/年)	1,500	525.00		21,315.00	41,505.00
	柴油小客車/小貨車 -換電動(輛/年)	221	1,962.48		15,858.96	1,109.42
	大客車/大貨車 -換電動(輛/年)	22	2,329.14	16.50	56,130.80	4,285.38
	機車-換電動(輛/年)	2,000	380.00		4,720.00	26,760.00
抵換量合計			<b>5,196.62</b>	<b>16.50</b>	<b>98,024.76</b>	<b>73,659.80</b>

註：依據「環境部審查開發行為空氣污染物排放量增量抵換處理原則(113.10.1)」辦理。

### (三) 車輛行駛空氣品質影響評估

本計畫為求保守評估，將施工人員上下班車輛及土方、物料運輸車輛等同時納入，施工階段尖峰時期衍生約 64 輛機車、96 輛小客車及 36 輛大型車，交通車輛空氣污染物排放量，如表 7.3-8。

表 7.3-8 施工階段交通車輛之空氣污染物排放量推估

車種	車輛數	放係數(g/km×輛)				
		TSP	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>
機車	64 輛	0.0139	0.012	0.0077	0.0003	0.2492
小客車	96 輛	0.0222	0.0178	0.0096	0.0005	0.0756
大型車	36 輛	0.7422	0.7314	0.6462	0.0024	16.0832
排放量(g/km×hr)		29.7400	28.8072	24.6776	0.1536	602.2016

資料來源：環境部，排放量推估手冊 TEDS 12.0。

以「CALINE-4 線源空氣污染物擴散模式」模擬車輛運輸作業各空氣污染物之增量濃度，相關參數如下。

1. 擴散型式：Worst-Case Wind Direction (TSP、PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>、SO<sub>2</sub>)/Standard (NO<sub>2</sub>)
2. 平均溫度：25.8°C(近 10 年平均溫度)；風速：2.0 m/s(近 10 年平均風速)
3. 穩定度：7；混合層高度：採最低高度 125 m

由模擬結果可知，於南星路道路路緣 10 m 處增量濃度最高，TSP 增量濃度為 2.1 μg/m<sup>3</sup>，PM<sub>10</sub> 增量濃度為 2.0 μg/m<sup>3</sup>，PM<sub>2.5</sub> 增量濃度為 1.7 μg/m<sup>3</sup>，SO<sub>2</sub> 增量濃度為 < 0.1 ppb，NO<sub>2</sub> 增量濃度為 2.17 ppb，與背景值加成後，符合空氣品質標準，且南星路路寬 80 公尺，與鄰近民宅間尚有一定寬度之隔離綠帶，



評估施工期間運輸車輛對臨路民宅影響輕微；施工期間聯外道路路緣空氣污染物增量，如表 7.3-9 所示。

表 7.3-9 施工期間道路路緣空氣污染物增量濃度

離路邊距離 \ 污染物	TSP ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	PM <sub>10</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	PM <sub>2.5</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	SO <sub>2</sub> (ppb)	NO <sub>2</sub> (ppb)
10 m	2.1	2.0	1.7	< 0.1	2.17
20 m	1.4	1.4	1.2	< 0.1	1.24
30 m	1.0	1.0	0.9	< 0.1	0.87
40 m	0.9	0.9	0.8	< 0.1	0.73
50 m	0.8	0.8	0.7	< 0.1	0.65
背景值	—	—	—	36	50
10 m 合成值	—	—	—	36.1	52.17
空氣品質標準	—	—	—	75	100

註：背景值係依據高雄港洲際貨櫃中心環境監測計畫測值之最大值。

## 二、營運期間

### (一) 空氣污染物排放情形及抵換規劃

天然氣主要成分為甲烷，屬無嗅無味之可燃性氣體，輸送過程中無燃燒行為，正常操作下亦無排放情形，僅於設備管線維修時或異常狀況下緊急排放(BOG 無法正常回到船上)，才會將少量 BOG 緊急安全的導入緊急燃燒塔予以燃燒後排放至大氣中，故於正常操作下，廠區周界之甲烷濃度維持在 2~3 ppm 以下。參考本公司既有廠營運經驗，LNG 接收站主要空氣污染物為設備元件產生之微量 VOCs 逸散，以儲槽區之設備元件產生之排放量而言，約有 5,145 個設備元件，其中 60% 為  $0 \text{ ppm} < C \leq 5 \text{ ppm}$ 、40% 為  $5 \text{ ppm} < C \leq 1,000 \text{ ppm}$ ，依據環境部「公私場所固定污染源申報空氣污染防制費之揮發性有機物之行業製程排放係數、操作單元(含設備元件)排放係數、控制效率及其他計量規定」計算，本計畫之 VOC(含甲烷)年排放量約 4,142.61 公斤/年，NMHC 為 455.69 公斤/年；儲槽區之設備元件排放量估算，詳表 7.3-10。在緊急排放部分，參考其他接收站區營運情形估算，預估廢氣燃燒塔及緊急發電使用燃料包含天然氣約 2,870 千立方公尺/年、柴油約 15 公秉/年，依據 SCC 係數(39000689)及「公私場所固定污染源申報空氣污染防制費之硫氧化物及氮氧化物排放係數及控制效率規定」、「公私場所固定污染源申報空氣污染防制費之粒狀污染物、鉛、鎘、汞、砷、六價鉻、戴奧辛排放係數、控制效率及其他計量規定」計算，PM<sub>2.5</sub> 排放量約為 135.44 公斤/年、SO<sub>x</sub> 為 0.27 公斤/年、NO<sub>x</sub> 為 4,773.30 公斤/年(詳表 7.3-11)。

依據「環境部審查開發行為空氣污染物排放量增量抵換處理原則」，執行老舊車輛汰舊換新，包含汽油小客車/小貨車換電動車 231 輛、柴油小客車/小貨車換電動車 275 輛、大客車/大貨車換電動車 7 輛及大貨車/遊覽車換最新期別 14 輛等改善移動污染源之減量措施，採每年排放抵換額度可抵換 PM<sub>2.5</sub> 約 162.65 公斤/年、SO<sub>x</sub> 約 0.28 公斤/年、NO<sub>x</sub> 約 4,927.83 公斤/年、NMHC 約 455.71 公斤/年(詳表 7.3-12)，達成營運期間空氣污染物全抵換之目標。

表 7.3-10 本計畫設備元件排放量估算

設備元件	種類	個數	0 ppm<C≤5 ppm	5 ppm<C≤1,000 ppm	1,000 ppm<C≤10,000 ppm
			元件數量比例		
			60%	40%	—
			單位排放強度(公斤/個/小時)		
閥	氣體	5,000	0	0.00011	0.00165
	輕質液	—	0	0.00007	0.00963
	重質液	—	0	0.00006	0.00023
泵浦軸封	輕質液	20	0	0.00008	0.0335
	重質液	—	0	0.0038	0.0926
壓縮機軸封	氣體	20	0	0.01132	0.264
釋壓閥	氣體	35	0	0.0114	0.279
法蘭	全部	35	0	0.00002	0.00875
開口閥	全部	35	0	0.00013	0.00876
排放量合計(公斤/年)			4,142.61		
甲烷排放量(公斤/年)			3,686.92		
NMHC 排放量(公斤/年)			455.69		

註：1.單位排放強度係參考環境部「公私場所固定污染源申報空氣污染防制費之揮發性有機物之行業製程排放係數、操作單元(含設備元件)排放係數、控制效率及其他計量規定(105.7.25)」。  
 2.設備元件數量係參考台中廠營運資料。  
 3.天然氣的甲烷含量以 89%計算。

表 7.3-11 營運期間污染排放量推估

燃料		設備元件	天然氣 (flare/緊急發電用)	柴油 (緊急發電用)	排放量合計
用量(km <sup>3</sup> /年)(公乘/年)		—	2,870	15	
排放係數 (kg/km <sup>3</sup> ) (kg/公乘)	PM <sub>2.5</sub>	—	0.042	0.993	
	SOX	—	—	0.018	
	NOX	—	1.6	11.704	
	NMHC	—	—	—	
排放量 (kg/年)	PM <sub>2.5</sub>	—	120.54	14.90	135.44
	SOX	—	—	0.27	0.27
	NOX	—	4,597.74	175.56	4,773.30
	NMHC	455.69	—	—	455.69

註：1.用量係參考本公司其他接收站營運數據。

2.排放係數係參考 SCC 係數(39000689)及「公私場所固定污染源申報空氣污染防制費之硫氧化物及氮氧化物排放係數及控制效率規定」、「公私場所固定污染源申報空氣污染防制費之粒狀污染物、鉛、鎘、汞、砷、六價鉻、戴奧辛排放係數、控制效率及其他計量規定」。

3.參考排放量推估手冊 TEDS 12.0，PM<sub>2.5</sub>/TSP=0.88。

表 7.3-12 營運期間抵換方案規劃

抵換方式		預估執行數量	污染物(公斤/年)			
			PM <sub>2.5</sub>	SOx	NOx	NMHC
排放量			135.44	0.27	4,773.30	455.69
需抵換量			<b>162.52</b>	<b>0.27</b>	<b>4,773.30</b>	<b>455.69</b>
移動源減量	汽油小客車/小貨車-換電動(輛)	231	4.62		164.01	318.78
	柴油小客車/小貨車-換電動(輛)	275	121.00		987.25	68.75
	大客車/大貨車-換電動(輛)	7	37.03	0.28	892.99	68.18
	大貨車遊覽車-換最新期別(輛)	14			2,883.58	
抵換量合計			<b>162.65</b>	<b>0.28</b>	<b>4,927.83</b>	<b>455.71</b>

註：依據「環境部審查開發行為空氣污染物排放量增量抵換處理原則(113.10.1)」辦理。

## (二)廢氣燃燒塔緊急排放時對環境影響

參考本公司永安廠資料，當製程操作偏離過大時，將開啟控制閥排放 BOG 至緊急燃燒塔，同時 ESD 系統立即停止船岸卸收，若 ESD 系統失效，則立即通知船方停止卸收，並緊急手動將控制閥關閉；以最大處理量 121.2 公噸/小時(約 157.56 仟立方公尺/小時)作為評估依據，排放時間以 1 分鐘計，活動強度為 2.626 仟立方公尺/分，氮氧化物排放係數參考環境部公告公私場所固定污染源申報空氣污染防制費，甲醛排放係數參考美國 AP-42 甲醛排放係數，

當緊急狀況啟用時氮氧化物排放量約 4.207 公斤，甲醛排放量約  $3.15 \times 10^{-3}$  公斤。依據 CAMx 模擬結果，臭氧最大小時平均增量濃度分別為台南市 0.012 ppb，高雄市 0.022 ppb，屏東縣 0.027 ppb，臭氧最大 8 小時增量濃度為台南市 0.0044 ppb，高雄市 0.0092 ppb，屏東縣 0.0064 ppb，增量濃度遠低於增量限值。依模擬結果顯示，廢氣燃燒塔為緊急狀況時才啟用，非屬常態性操作，若發生異常狀況，廢氣燃燒塔使用時間相當短，且本計畫廢氣燃燒塔設計流量約 110 公噸/小時(與永安廠設定最大處理量 121.2 公噸/小時差異不大)，評估當廢氣燃燒塔使用時排放甲醛對周界空氣品質影響甚微。

表 7.3-13 啟用廢氣燃燒塔之擴散模擬結果

縣市	臭氧小時平均值(ppb)		臭氧 8 小時平均值(ppb)	
	增量濃度	容許增量限值	增量濃度	容許增量限值
台南市	0.012	10.85	0.0044	2
高雄市	0.022	4.85	0.0092	2
屏東縣	0.027	1.15	0.0064	2

資料來源：永安廠北堤新建工程(含站區設施擴建)環境影響說明書第一次環境影響差異分析報告(定稿本)，113.7。  
註：容許增量限值係依環境部「空氣污染物容許增量限值」計算。

### (三) 外部減量效益

本計畫主要為配合高雄市政府能源轉型、脫煤減碳之目標，分擔永安廠供應岡山以南之用氣需求，供應對象主要包含既有大林電廠、南部火力電廠及沿線工業民生用戶，以及後續大林電廠新機組、大林煉油廠新設自發電設備等燃氣需求約 106.5 萬公噸/年、其他潛在燃氣需求廠商(台塑、國喬、中纖、台苯、長春集團等汽電共生煤轉氣需求)，預期供應量約 132.5 萬公噸/年，岡山以南整體天然氣供應需求量將可達約 569 萬公噸/年。保守以每年供應量預估約 600 萬公噸液化天然氣(LNG)估算，參考環境部「公私場所固定污染源申報空氣污染防制費之硫氧化物及氮氧化物排放係數及控制效率規定」、「公私場所固定污染源申報空氣污染防制費之粒狀污染物、鉛、鎘、汞、砷、六價鉻、戴奧辛排放係數、控制效率及其他計量規定」，若以使用同樣總熱值之燃煤量全數改燃燒天然氣估算，可減少粒狀物約 53,695.2 公噸/年(減量約 99.3%)、硫氧化物 237,919.1 公噸/年(減量約 100%)、氮氧化物 125,647.0 公噸/年(減量約 78.9%)之排放量；若是使用同樣總熱值之燃油量全數改以燃燒天然氣，可減少粒狀物約 7,302.2 公噸/年(減量約 95.1%)、硫氧化物 166.1 公噸/年(減量約 100%)、氮氧化物 5,455.8 公噸/年(減量約 14.0%)之排放量；評估本計畫對於改善空氣品質應屬正面效益。

表 7.3-14 下游廠商改燃氣之空氣污染物排放減量成效推估

燃氣	粒狀物	硫氧化物	氮氧化物
排放係數(公斤/千立方公尺)	0.048	0.0	4.245
排放量(公噸/年)	380.2	0.0	33,623.8
燃煤	粒狀物	硫氧化物	氮氧化物
排放係數(公斤/公噸)	4.280	18.829	12.605
排放量(公噸/年)	54,075.3	237,919.1	159,270.8
減量效益(公噸/年)	<b>53,695.2</b>	<b>237,919.1</b>	<b>125,647.0</b>
減量比例(%)	<b>99.3%</b>	<b>100.0%</b>	<b>78.9%</b>
燃油	粒狀物	硫氧化物	氮氧化物
排放係數(公斤/公秉)	0.840	0.018	4.273
排放量(公噸/年)	7,682.4	166.1	39,079.6
減量效益(公噸/年)	<b>7,302.2</b>	<b>166.1</b>	<b>5,455.8</b>
減量比例(%)	<b>95.1%</b>	<b>100.0%</b>	<b>14.0%</b>

註：1.排放係數係依據環境部「公私場所固定污染源申報空氣污染防制費之硫氧化物及氮氧化物排放係數及控制效率規定」、「公私場所固定污染源申報空氣污染防制費之粒狀污染物、鉛、鎘、汞、砷、六價鉻、戴奧辛排放係數、控制效率及其他計量規定」，採燃燒製程之鍋爐污染源排放係數平均值。

2.減量效益= 燃煤排放量-燃氣排放量；減量比例= 減量效益/燃煤(油)排放量×100%。

#### (四)車輛行駛空氣品質影響評估

本計畫為求保守評估，將員工上下班車輛、洽公及公務車輛同時納入，尖峰小時交通衍生量為機車 94 輛、小客車 158 輛；交通運輸衍生之空氣污染排放量，如表 7.3-15。

表 7.3-15 營運期間衍生車輛之空氣污染物排放量推估

車種	車輛數	排放係數(g/km×輛)				
		TSP	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>
機車	94 輛	0.0139	0.012	0.0077	0.0003	0.2492
小客車	158 輛	0.0222	0.0178	0.0096	0.0005	0.0756
排放量(g/km×hr)		4.8142	3.9404	2.2406	0.1072	35.3696

資料來源：環境部，排放量推估手冊TEDS 12.0。

依據環境部公告之「空氣品質模式評估技術規範」，採用 CALINE-4 線源空氣污染物擴散模式，模擬車輛運輸作業各空氣污染物之增量濃度，模擬情境設定請參考施工期間參數說明。由模擬結果可知，於南星路道路路緣 10 m 處增量濃度最高，TSP 增量濃度為 0.3 μg/m<sup>3</sup>，PM<sub>10</sub> 增量濃度為 0.3 μg/m<sup>3</sup>，PM<sub>2.5</sub> 增量濃度為 0.1 μg/m<sup>3</sup>，SO<sub>2</sub> 增量濃度為 < 0.1 ppb，NO<sub>2</sub> 增量濃度為 0.12 ppb，與背景值加成後，符合空氣品質標準，且南星路路寬 80 公尺，與鄰近民宅間尚有一定寬度之隔離綠帶，評估營運期間運輸車輛對臨路民宅影響輕微；營運期間聯外道路路緣空氣污染物增量，如表 7.3-16 所示。

表 7.3-16 營運期間道路路緣空氣污染物增量濃度

離路邊距離 \ 污染物	TSP ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	PM <sub>10</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	PM <sub>2.5</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	SO <sub>2</sub> (ppb)	NO <sub>2</sub> (ppb)
10 m	0.3	0.3	0.1	< 0.1	0.12
20 m	0.2	0.2	0.1	< 0.1	0.06
30 m	0.1	0.1	0.1	< 0.1	0.04
40 m	0.1	0.1	0.1	< 0.1	0.04
50 m	0.1	0.1	0.1	< 0.1	0.03
背景值	—	—	—	36	50
10 m 合成值	—	—	—	36.1	51.39
空氣品質標準	—	—	—	75	100

註：背景值係依據高雄港洲際貨櫃中心環境監測計畫測值之最大值。

### 三、溫室氣體

#### (一) 施工期間

施工期間主要之溫室氣體排放來源為施工機具燃料燃燒、施工用電、人員活動及車輛行駛衍生，溫室氣體排放量約 121,178.7 公噸 CO<sub>2</sub>e/年，彙整如表 7.3-17；本案施工工期約 109 個月，預計於 2031 年底完工，參考本公司其他廠施工進度，採施工進度比例計算各年度溫室氣體排放量，如表 7.3-18。

表 7.3-17 施工期間溫室氣體彙整

排放形式		溫室氣體排放量(公噸 CO <sub>2</sub> e/年)
直接排放	燃料使用	120,404.0
	逸散(人員活動)	141.2
間接排放	外購電力	296.4
	人員通勤	336.6
合計		121,178.2

表 7.3-18 施工期間各年度溫室氣體排放量推估

年度	施工期間溫室氣體排放量(公噸/年)
114	60,589.35
115	121,178.70
116	121,178.70
117	121,178.70
118	121,178.70
119	121,178.70
120	121,178.70

註：本表為參考本公司其他廠施工進度估算，各年度排放量應依後續實際施工狀況計算。

1. 施工機具燃油之溫室氣體排放量估算

參考環境部「溫室氣體排放係數管理表 6.0.4 版」，柴油排放係數為 2.647 公斤 CO<sub>2</sub>e/公升，以本計畫工程施工機具最大同時操作數量估算施工期間溫室氣體排放量；施工期間機具燃料燃燒排放約 120,404.0 公噸 CO<sub>2</sub>e/年。溫室氣體排放量估算，詳表 7.3-19。

● 溫室氣體排放量

$$= \text{機具數量} \times \text{油量(公升/日)} \times \text{工作日數(日/年)} \times \text{柴油排放係數 } 2.646(\text{kg CO}_2\text{e/L}) \div 1000$$

表 7.3-19 施工期間施工機具溫室氣體排放量估算

機具名稱	數量(台)	油量 (公升/小時)	工作時數 (小時/年)	排放係數 (kgCO <sub>2</sub> e/L)	溫室氣體排放量 (公噸 CO <sub>2</sub> e/年)
推土機	3	12.22	2,500	2.647	243.0
挖土機	3	17.92	2,500		356.0
吊車	4	30	2,500		794.0
其他車輛	3	13.63	2,500		271.0
預拌混凝土車	3	19.43	2,500		386.0
混凝土泵浦車	2	32.4	2,500		429.0
機具名稱	數量(台)	油量 (公升/日)	工作日數 (日/年)	排放係數 (kgCO <sub>2</sub> e/L)	溫室氣體排放量 (公噸 CO <sub>2</sub> e/年)
工作船	2	15,000	270	2.646	21,441
平台船	3	15,000	270		32,161
拖船	2	15,000	270		21,441
打樁船	2	15,000	270		21,441
其他船舶	2	15,000	270		21,441
合計					120,404.0

註：1. 油量引用「工程餘土平衡與交換之減碳效益評估模式建立之研究」及參考其他開發案件平均油量。  
 2. 陸域施工日數以每年 2,500 小時(約 313 日)估算，海域施工日數保守以每年施工 3 季計算。  
 3. 溫暖化潛勢係數係引用 IPCC 第六次評估報告版本(CO<sub>2</sub>：1、CH<sub>4</sub>：27.9、N<sub>2</sub>O：273)。

2. 施工用電之溫室氣體排放量估算

依據類似開發工程案例，本計畫每年施工用電約 600,000 度，以經濟部能源署公布 112 年度全國電力排放係數為 0.494 公斤 CO<sub>2</sub>e/度估算，施工期間用電衍生之溫室氣體排放約 296.4 公噸 CO<sub>2</sub>e/年。

- 溫室氣體排放量

$$= \text{電力使用度數} \times \text{電力排放係數} \div 1000$$

### 3. 人員活動之溫室氣體排放量估算

施工期間尖峰最大人力需求約 400 人，依據環境部「溫室氣體排放係數管理表 6.0.4 版」估算，污水處理之溫室氣體排放量約 8.6 公噸 CO<sub>2</sub>e/年。

- CH<sub>4</sub> 排放係數

$$= \text{BOD 排放因子} \times \text{平均污水濃度} \times \text{施工日數} \times \text{每人每天工作時間} \times \text{每人每小時廢水量} \times \text{化糞池處理效率}$$

$$= 0.6 \times 200 \text{ mg/L} \times 313(\text{天}) \times 8(\text{小時/日}) \times 3(\text{公升/小時-人}) \times 85(\%)$$

$$= 0.0007662 \text{ 公噸/人-年}$$

- 污水處理溫室氣體排放量

$$= \text{施工人數} \times \text{CH}_4 \text{ 排放係數} \times \text{GWP 值}$$

$$= 400(\text{人}) \times 0.0007662(\text{公噸/人-年}) \times 27.9 = 8.6 \text{ 公噸 CO}_2\text{e/年}$$

施工期間人員用水量約 3 CMD，以自來水公司公布 112 年度每度用水排放係數為 0.156 公斤 CO<sub>2</sub>e/度估算，施工期間用水衍生之溫室氣體排放約 0.1 公噸 CO<sub>2</sub>e/年。

- 人員用水溫室氣體排放量

$$= \text{用水度數} \times \text{用水排放係數} \times \text{施工日數} \div 1000$$

$$= 3 \text{ 度/日} \times 0.156 \text{ 公斤 CO}_2\text{e/度} \times 313 \text{ 日/年} \div 1000 = 0.1 \text{ 公噸 CO}_2\text{e/年}$$

施工期間人員廢棄物產生量約 542 公斤/日，參考「台灣地區廢棄物焚化處理之生命週期評估與不確定分析」，以廢棄物焚化處理碳排係數為 781.0 公斤 CO<sub>2</sub>e/公噸估算，施工期間人員廢棄物處理衍生之溫室氣體排放約 132.5 公噸 CO<sub>2</sub>e/年。

- 人員廢棄物處理溫室氣體排放量

$$= \text{廢棄物產生量} \times \text{焚化處理排放係數} \times \text{施工日數} \div 1000$$

$$= 0.542 \text{ 公噸/日} \times 781.0 \text{ 公斤 CO}_2\text{e/公噸} \times 313 \text{ 日/年} \div 1000 = 132.5 \text{ 公噸 CO}_2\text{e/年}$$



#### 4. 人員通勤之溫室氣體排放量估算

人員上下班通勤以到小港市區距離及參考 TEDS 12.0 之線源排放量推估手冊中汽機車油耗數據估算，施工期間人員通勤造成之溫室氣體排放量約 336.6 公噸 CO<sub>2</sub>e/年。

表 7.3-20 施工人員使用汽機車之溫室氣體排放量估算

車輛	車輛數	油耗 (公里/公升)	用油量 (公升/日)	排放係數 (kg CO <sub>2</sub> e/公升)	溫室氣體排放量 (公噸 CO <sub>2</sub> e/年)
機車	128	23.2	0.862	2.357	81.4
小型車	192	11.1	1.802	2.357	255.2
合計					336.6

註：1.行駛距離以到小港市區單趟約 10 公里估算。

2.油耗數據係參考 TEDS 12.0 之線源排放量推估手冊；排放係數係參考溫室氣體排放係數管理表 6.0.4 版。

3.溫暖化潛勢係數係引用 IPCC 第六次評估報告版本(CO<sub>2</sub>：1、CH<sub>4</sub>：27.9、N<sub>2</sub>O：273)。

#### 5. 施工期間溫室氣體減量作為

依據「公共工程先期規劃階段節能減碳檢核表」，透過節能節水、減廢再利用規劃等措施減少溫室氣體排放量；後續本公司也會持續積極開發及引進更為新穎及節能減碳之工程方式或物料，相關減碳措施規劃如下：

- (1) 妥善規劃施工程序及進度，減少機具轉情形，並加強施工材料使用及品質管理，降低材料耗損達到減廢之目的。
- (2) 採用高效率機具及採用自動化施工方式，如滑模工法、系統模版、鋼筋籠預組等，提高效率及節省材料。
- (3) 剩餘土石方優先提供高雄港區工程使用(如工程回填、臨時施工場地、基地墊高或堤體回填材料等使用)，減少土方外運處置數量，若仍有剩餘量則送至鄰近合法土資場處置。
- (4) 在非屬結構物或不涉及站區營運安全之工程部分，若符合「垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式」優先使用焚化再生粒料替代工程材料，以落實資源循環再利用
- (5) 可利用資源(如鋼筋廢料、營建機具保養廢油、模板或木材等可回收資源)委託合格回收業者處理。
- (6) 施工期間執行汽油小客車/小貨車換新電動車 1,500 輛、柴油小客車/小貨車換新電動車 221 輛及機車換新電動車 2,000 輛，依據「溫室氣體排放量增量抵換管理辦法」之汰換老舊汽(機)車為電動汽(機)車之減量效

益計算，本計畫執行汰換老舊汽(機)車為電動汽(機)車之總減量效益為 39,426.64 公噸 CO<sub>2</sub>e(4,141.05 公噸 CO<sub>2</sub>e/年)。

## (二) 營運期間

營運期間之溫室氣體排放源包含製程逸散、設備電力使用、員工通勤及人員活動衍生，溫室氣體排放量約 133,555.0 公噸 CO<sub>2</sub>e/年，彙整如表 7.3-21；依據各年度預定供氣比例估算營運期間各年度溫室氣體排放量，如表 7.3-22。

表 7.3-21 營運期間溫室氣體彙整

排放型式		溫室氣體排放量(公噸 CO <sub>2</sub> e/年)
直接排放	逸散(製程)	102.9
	逸散(人員活動)	170.6
間接排放	外購電力	132,994.8
	人員通勤	286.7
合計		133,555.0

表 7.3-22 營運期間各年度溫室氣體排放量推估

年度	營運期間溫室氣體排放量(公噸/年)
118	44,073.0
119	89,482.0
120 ~	133,555.0

註：本表為依據年度預定供氣比例計算，各年度排放量應依後續實際供氣狀況重新計算。

### 1. 電力使用之溫室氣體排放量

依據本案可行性研究報告，本計畫新增主要設備用電(如壓縮機、泵浦)約需 24,490 kW，其他附屬設備用電量以主要設備用電 10%估算，約 2,449 kW，行政區預估用電約 1,000 kW；本計畫營運期間總用量約 27,939kW，保守估算加計 1.1 倍，約 30,733 kW，主要設備用電計算，詳表 7.3-23。

以經濟部能源署公布 112 年度全國電力排放係數為 0.494 公斤 CO<sub>2</sub>e/度估算，本計畫營運期間溫室氣體排放量約 132,994.8 公噸 CO<sub>2</sub>e/年；計算方式分述如下，溫室氣體排放量估算，詳表 7.3-24。

#### ● 溫室氣體排放量(公噸 CO<sub>2</sub>e/年)

$$= \text{電力使用量} \times 24 \text{ 小時/天} \times 365 \text{ 天/年} \times \text{電力排放係數} \div 1000$$

### 2. 設備元件逸散之溫室氣體排放量

製程設備元件逸散之甲烷排放量約 3,686.92 公斤/年，以溫暖化潛勢係

數(引用 IPCC 第六次評估報告版本)27.9 換算，設備元件逸散衍生之溫室氣體排放量約 102.9 公噸 CO<sub>2</sub>e/年。

表 7.3-23 本計畫主要設備用電量計算

項次	主要設備	使用數量(台)	電力(kW/台)	用電量(kW)
1	一級泵	12	320	3,840
2	二級泵	6	2,000	12,000
3	BOG 壓縮機	8	250	2,000
4	海水泵	6	650	3,900
5	海水消防泵	5	120	600
6	淡水消防泵	1	60	60
7	MSO 壓縮機	2	1,045	2,090
合計				24,490

註：本表為初步規劃所需之主要設備數量及單位用電量，後續依實際細部設計資料為準。

表 7.3-24 營運期間溫室氣體排放量估算

項目	用電量 <sup>註</sup> (kW)	電力係數 (公斤 CO <sub>2</sub> e/度)	溫室氣體排放量 (公噸 CO <sub>2</sub> e/年)
主要設備用電	26,939	0.494	116,576.9
行政用電	1,100	0.494	4,760.2
附屬設備用電	2,694	0.494	11,657.7
合計	30,733	—	132,994.8

註：考量營運操作彈性，用電量保守加計 1.1 倍。

### 3. 人員活動之溫室氣體排放量估算

營運期間引進產業人口約 274 人，依據「溫室氣體排放係數管理表 6.0.4 版」估算，污水處理之溫室氣體排放量約 20.0 公噸 CO<sub>2</sub>e/年。

#### ● CH<sub>4</sub> 排放係數

= BOD 排放因子 × 平均污水濃度 × 工作天數 × 每人每天工作時間 × 每人每小時廢水量 × 化糞池處理效率

= 0.6 × 200 mg/L × 365(天) × 8(小時/日) × 3(公升/小時-人) × 85(%)

= 0.00268056 公噸/人-年

#### ● 污水處理溫室氣體排放量

= 人數 × CH<sub>4</sub> 排放係數 × GWP 值

= 274 人 × 0.00268056 公噸/人-年 × 27.9 = 20.0 公噸 CO<sub>2</sub>e/年

營運期間總用水量約 297 CMD，以自來水公司公布 112 年度每度用水排放係數為 0.156 公斤 CO<sub>2</sub>e/度估算，用水衍生之溫室氣體排放約 16.9 公噸 CO<sub>2</sub>e/年。

● 人員用水溫室氣體排放量

$$= \text{用水度數} \times \text{用水排放係數} \times \text{工作日數} \div 1000$$

$$= 297 \text{ 度/日} \times 0.156 \text{ 公斤 CO}_2\text{e/度} \times 365 \text{ 日/年} \div 1000 = 16.9 \text{ 公噸 CO}_2\text{e/年}$$

人員廢棄物產生量約 469 公斤/日，參考「台灣地區廢棄物焚化處理之生命週期評估與不確定分析」，以焚化處理碳排係數為 781.0 公斤 CO<sub>2</sub>e/公噸估算，人員廢棄物處理衍生之溫室氣體排放約 133.7 公噸 CO<sub>2</sub>e/年。

● 人員廢棄物處理溫室氣體排放量

$$= \text{廢棄物產生量} \times \text{焚化處理排放係數} \times \text{工作日數} \div 1000$$

$$= 0.469 \text{ 公噸/日} \times 781.0 \text{ 公斤 CO}_2\text{e/公噸} \times 365 \text{ 日/年} \div 1000 = 133.7 \text{ 公噸 CO}_2\text{e/年}$$

#### 4. 員工通勤之溫室氣體排放量估算

人員上下班通勤衍生之排放量，以到小港市區距離及參考 TEDS 12.0 之線源排放量推估手冊中汽機車油耗數據估算，溫室氣體排放量約 286.7 公噸 CO<sub>2</sub>e/年。

表 7.3-25 人員使用汽機車之溫室氣體排放量估算

車輛	車輛數	油耗 (公里/公升)	用油量 (公升/日)	排放係數 (kg CO <sub>2</sub> e/公升)	溫室氣體排放量 (公噸 CO <sub>2</sub> e/年)
機車	94	23.2	0.862	2.357	69.7
小型車	140	11.1	1.802	2.357	217.0
合計					286.7

註：1.行駛距離以到小港市區單趟約 10 公里估算。

2.油耗數據係參考 TEDS 12.0 之線源排放量推估手冊；排放係數係參考溫室氣體排放係數管理表 6.0.4 版。

3.溫暖化潛勢係數係引用 IPCC 第六次評估報告版本(CO<sub>2</sub>：1、CH<sub>4</sub>：27.9、N<sub>2</sub>O：273)。

#### 5. 本計畫溫室氣體減量效益

本計畫劃設約 3.7 公頃之綠地，採複層植栽，且以種植原生物種為限，保守以栽種間距 6 m 種植 1 株喬木，預估可種植喬木約 1,020 株；參考「建築基地綠化設計技術規範」，採喬木(大喬木、小喬木及棕櫚類)平均樹冠投影面積固碳當量為 1.05 公斤 CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>-yr，投影面積以 36 m<sup>2</sup>，生態綠化修正

係數保守以 0.8 計算，可吸收 30.8 公噸 CO<sub>2</sub>e/yr。

● 綠地植栽之減碳量

$$= \text{植栽種類之單位覆蓋面積之固碳當量} \times \text{植栽之栽種面積基準值} \times \text{數量} \times \text{生態綠化修正係數} \div 1000$$

$$= 1.05(\text{kgCO}_2\text{e}/(\text{m}^2 \cdot \text{yr})) \times 36(\text{m}^2) \times 365(\text{天}/\text{年}) \times 1,020 \times 0.8 \div 1000$$

$$= 30.8 \text{ 公噸 CO}_2\text{e}/\text{年}$$

本計畫規劃於行政大樓、修造大樓及倉庫、備勤宿舍及餐廳等建築物頂樓裝設太陽能光電設施。以頂樓平面面積估算，考量人員維修走道空間，屋頂可裝設太陽能板面積以單層面積之 60% 估算；另依太陽能廠商提供資訊，每片太陽能板之裝置容量為 380 W、尺寸以 2 m<sup>2</sup> 計，本計畫可設置容量約 4,549 kW；參考台灣電力公司 112 年各縣市太陽光電容量因數統計資料，高雄市每千瓦設置容量平均發電量為 3.17 度/日計算，以經濟部能源署公布 112 年度全國電力排放係數為 0.494 公斤 CO<sub>2</sub>e/度估算，本計畫設置太陽能光電設施之減量效益約 2,599.9 公噸 CO<sub>2</sub>e/年。

● 太陽能光電設施之減碳量

$$= \text{裝置容量} \times \text{每千瓦平均發電量} \times 365 \text{ 日}/\text{年} \times \text{電力排放係數} \div 1000$$

$$= 4,549(\text{kW}) \times 3.17(\text{度}/\text{kW} \cdot \text{日}) \times 365(\text{日}/\text{年}) \times 0.494(\text{公斤 CO}_2\text{e}/\text{度}) \div 1000$$

$$= 2,599.9 \text{ 公噸 CO}_2\text{e}/\text{年}$$

本計畫營運期間執行汽油小客車/小貨車換新電動車 231 輛及柴油小客車/小貨車換新電動車 275 輛，依據「溫室氣體排放量增量抵換管理辦法」之汰換老舊汽(機)車為電動汽(機)車之減量效益計算，本計畫執行汰換老舊汽車為電動汽車之總減量效益為 11,090.68 公噸 CO<sub>2</sub>e(1,109.1 公噸 CO<sub>2</sub>e/年)。

為降低區內用水量，設置雨水截流設施儲留雨水提供綠地澆灌使用，並回收空調冷卻水及放流水，作為設備清洗、消防補充、路面灑掃或澆灌使用。本計畫承諾站區行政大樓、備勤宿舍及餐廳等建築物承諾取得合格級綠建築標章，並採購具節能標章之高效率省能產品及省水標章之省水器材，照明設備採符合節能標章之螢光燈管或 T5 等 LED 省電燈具等產品。此外，本計畫留設約 2.0 公頃作為冷能/擴建區，規劃回收 LNG 冷能作為空氣分離、冰水空調系統、乾冰製造、低溫倉儲物流中心或 BOG 再液化等使用，可達到節能減碳之目的。未來將持續推動站內能源使用最佳化，依技

術成熟度發展與導入再生能源、氫能、碳捕捉封存再利用等負碳技術，持續滾動檢討以 2050 年達成淨零排放為長期目標努力。

#### 6. 下游廠商改燃氣之溫室氣體外部減量效益

本計畫主要為配合高雄市政府能源轉型、脫煤減碳之目標，分擔永安廠供應岡山以南之用氣需求，包含既有大林電廠、南部火力電廠及沿線工業民生用戶，以每年供應量預估約 600 萬公噸液化天然氣(LNG)估算，依據溫室氣體排放係數管理表(6.0.4 版)，燃料煤之燃料熱值為 6,080 Kcal/kg，使用每公斤燃料煤排放 2.419 公斤 CO<sub>2</sub>e；柴油之燃料熱值為 8,400 Kcal/L，使用每公升柴油排放 2.615 公斤 CO<sub>2</sub>e；本公司進口之天然氣(NG)之燃料熱值為 9,700 Kcal/m<sup>3</sup>，使用每立方公尺天然氣排放 1.881 公斤 CO<sub>2</sub>e。以每年供應量預估約 600 萬公噸液化天然氣(LNG)計算，燃燒後排放之溫室氣體約 14,897,520 公噸 CO<sub>2</sub>e/年，換算為同熱質燃料煤衍生之溫室氣體排放量約 30,565,338 萬公噸 CO<sub>2</sub>e/年；若以同熱質柴油衍生之溫室氣體排放量約 23,916,043 公噸 CO<sub>2</sub>e/年。

綜合上述，若以使用同樣總熱值之燃煤量全數改燃燒天然氣估算，可減少約 1,567 萬公噸 CO<sub>2</sub>e/年溫室氣體排放，減量比例約 51.3%；若是使用同樣總熱值之燃油量全數改以燃燒天然氣，可減少約 902 萬公噸 CO<sub>2</sub>e/年溫室氣體排放，減量約 37.7%。

- 使用天然氣(NG)之溫室氣體排放量

$$= 6,000,000(\text{公噸 LNG/年}) \times 1,000 \times 1.320(\text{m}^3\text{-NG/kg-LNG}) \times 1.881(\text{公斤 CO}_2\text{e/m}^3\text{-NG}) \div 1,000 = \underline{14,897,520 \text{ 公噸 CO}_2\text{e/年}}$$

- 使用燃料煤之溫室氣體排放量

相同熱值下之燃料煤量

$$= 6,000,000(\text{公噸 LNG/年}) \times 1,000 \times 1.320(\text{m}^3\text{-NG/kg-LNG}) \times 9,700(\text{kcal/m}^3) \div 6,080(\text{kcal/kg})$$

$$= 12,635,526,316 \text{ 公斤/年}$$

使用燃料煤之溫室氣體排放量

$$= 12,635,526,316(\text{公斤/年}) \times 2.419(\text{公斤 CO}_2\text{e/公斤}) \div 1000$$

$$= \underline{30,565,338 \text{ 公噸 CO}_2\text{e/年}}$$

● 使用柴油之溫室氣體排放量

相同熱值下之柴油量

$$= 6,000,000(\text{公噸 LNG/年}) \times 1,000 \times 1.320(\text{m}^3\text{-NG/kg-LNG}) \times 9,700(\text{kcal/m}^3) \div 8,400(\text{kcal/L})$$

$$= 9,145,714,286 \text{ 公升/年}$$

使用柴油之溫室氣體排放量

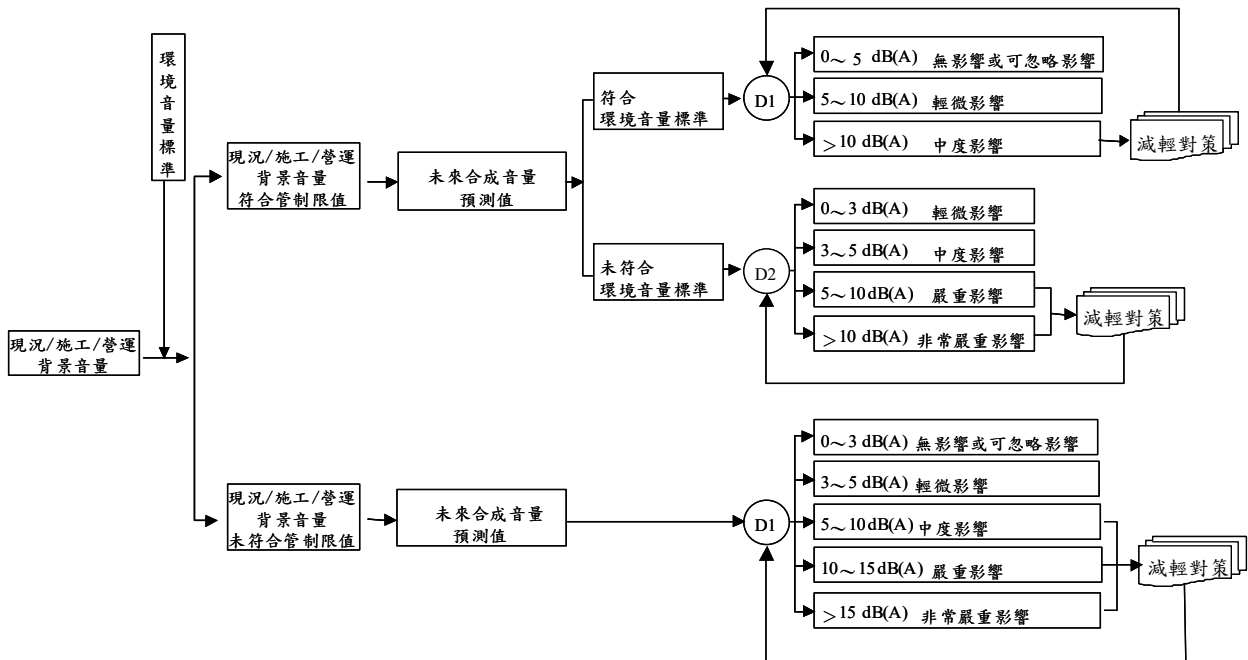
$$= 9,145,714,286(\text{公升/年}) \times 2.615(\text{公斤 CO}_2\text{e/公升}) \div 1000$$

$$= \underline{23,916,043 \text{ 公噸 CO}_2\text{e/年}}$$

## 7.4 噪音

### 一、噪音評估基準

參照環境部「營建工程噪音評估模式技術規範」及「道路交通噪音評估模式技術規範」評估合成噪音增量對鄰近敏感點之噪音影響等級；噪音影響等級評估流程圖，如圖 7.4-1 所示。



- 註：1. D1 未來合成音量預測值與現況/施工/營運背景音量之噪音增量
2. D2 未來合成音量預測值與環境音量標準之噪音增量
3. 等級劃分參考國內噪音法規、美國環保署環境影響評估準則歸類、噪音學原理及控制(蘇德勝著)。
4. 資料來源：黃乾全，「環境影響評估專業人員培訓講習會講義噪音與振動評估」，行政院環境保護署，民國87年1月。

圖 7.4-1 噪音影響等級評估流程圖

## 二、施工期間

本計畫施工期間包含陸域及海域工程，由於海域工程距離鄰近社區聚落已超過 3 公里，考量噪音衰減原理，評估對鄰近社區及學校等環境敏感點影響甚微，故施工期間以陸域工程衍生之噪音源進行評估；茲就其影響分別說明如下：

### (一)機具噪音

採用環境部「營建工程噪音評估模式技術規範」之 Cadna-A 模式，評估施工機具噪音對鄰近敏感點之影響性；施工機具依施工位置及分佈進行評估，受體點位置為鳳林國小、鳳林國中及鳳鳴國小，其距離基地各約 3,000、3,700、4,500 公尺，環境背景音量採施工作業期間 08:00~12:00、13:00~17:00 之逐時音量平均值，如表 7.4-1 所示。噪音源設定如下：

#### 1.儲槽及站區設施工程

- 音源種類：點音源
- 聲功率噪音位準：推土機 3 輛 116 dB(A)、挖土機 3 輛 111 dB(A)、吊車 3 輛 101 dB(A)及其他車輛 3 輛 109 dB(A)。
- 機具操作時間：8 小時/天，08:00~12:00、13:00~17:00。
- 減音措施減音量修正值：0 分貝。

#### 2.防波堤工程

- 音源種類：點音源
- 聲功率噪音位準：預拌混凝土車 3 輛 108 dB(A)、混凝土泵浦車 2 輛 109 dB(A)、吊車 2 輛 101 dB(A)及其他車輛 2 輛 109 dB(A)。
- 機具操作時間：8 小時/天，08:00~12:00、13:00~17:00。
- 減音措施減音量修正值：0 分貝。

依據噪音模擬結果(如表 7.4-2、表 7.4-3 及圖 7.4-2)，施工期間對於鳳林國小、鳳林國中及鳳鳴國小等鄰近環境敏感點之施工階段最大營建噪音為 <0.1 dB(A)，與背景現況合成後噪音值為 52.5 dB(A)、52.8 dB(A)及 53.9 dB(A)，其噪音增量<0.1 dB(A)，屬於「無影響或可忽略影響」之等級；本計畫施工位置距離各敏感點位均在 3 公里以上，依據噪音衰減原理，本案施工機具對於鄰近環境敏感點影響程度均遠低於鄰近其他開發案件，屬於「無影響或可忽略影響」。



在輸氣管線工程部分，考量敏感點距離，於中林路埋設輸氣管線時對社區、學校影響較大，學校鄰近路段可規劃於假日或寒暑假期間進行施作，並採取分段施工，縮短施工時間對當地影響。

表 7.4-1 環境背景音量計算

時段	現況環境背景音量(dB(A))		
	鳳林國小	鳳林國中	鳳鳴國小
08：00~09：00	52.8	52.3	54.9
09：00~10：00	53.0	53.2	57.2
10：00~11：00	54.5	54.1	55.5
11：00~12：00	54.3	54.5	52.3
13：00~14：00	50.8	51.4	51.2
14：00~15：00	50.4	51.0	50.8
15：00~16：00	50.7	52.9	51.5
16：00~17：00	51.4	51.7	52.8
均能音量	52.5	52.8	53.9

註：環境背景音量係參考南星土地開發計畫—自由貿易港區第一期環境監測計畫之監測結果。

表 7.4-2 施工機具噪音量摘要表

**【計畫區與敏感受體位置圖】**

敏感區位	機具名稱 【最大同時操作數量】	聲音功率位準 dB(A)	距離 (m)	施工噪音量 dB(A)	施工合成 噪音量 dB(A)
鳳林國小	推土機【3】	116	3000	<0.1	<0.1
	挖土機【3】	111		<0.1	
	吊車【4】	101		<0.1	
	其他車輛【3】	109		<0.1	
	預拌混凝土車【3】	108		<0.1	
	混凝土泵浦車【2】	109		<0.1	
鳳林國中	推土機【3】	116	3700	<0.1	<0.1
	挖土機【3】	111		<0.1	
	吊車【4】	101		<0.1	
	其他車輛【3】	109		<0.1	
	預拌混凝土車【3】	108		<0.1	
	混凝土泵浦車【2】	109		<0.1	
鳳鳴國小	推土機【3】	116	4500	<0.1	<0.1
	挖土機【3】	111		<0.1	
	吊車【4】	101		<0.1	
	其他車輛【3】	109		<0.1	
	預拌混凝土車【3】	108		<0.1	
	混凝土泵浦車【2】	109		<0.1	

表 7.4-3 施工期間機具噪音評估模式模擬結果輸出摘要表

單位：dB(A)

敏感受體	現況環境 背景音量	施工階段 背景音量	施工階段 最大營建 噪音	施工階段 合成音量	噪音 增量	噪音管制 區類別	環境 音量 標準	影響 等級
鳳林國小	52.5	52.5	<0.1	52.5	<0.1	第二類噪 音管制區	60	無影響 或可忽 略影響
鳳林國中	52.8	52.8	<0.1	52.8	<0.1			
鳳鳴國小	53.9	53.9	<0.1	53.9	<0.1			

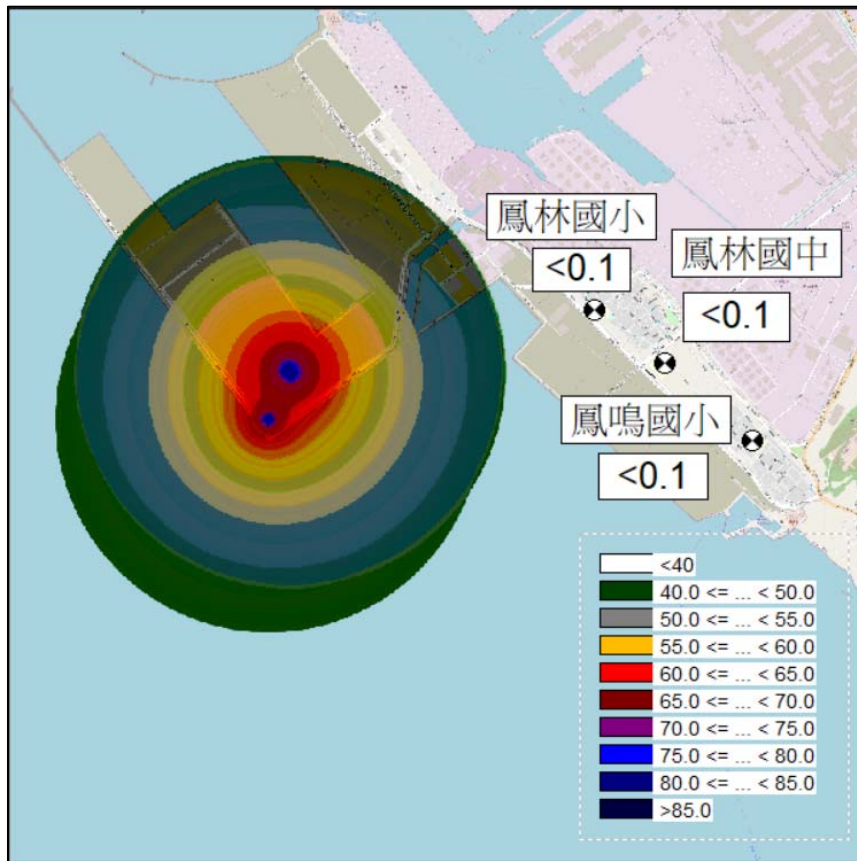


圖 7.4-2 施工期間營建噪音增量模擬圖

(二)交通噪音

本計畫為求保守評估，將施工人員上下班車輛及土方、物料運輸車輛等同時納入，尖峰時期衍生約 64 輛機車、96 輛小客車及 36 輛大型車之噪音影響，其模式模擬之重要參數如下：

1. 車道數/路寬(兩側最外車道中心線間距離)：南星路鳳北路至中林路路段 4 車道/40 公尺寬，南星路中林路至沿海路三段路段 4 車道/23 公尺寬，沿海路三段 6 車道/19 公尺寬。
2. 鋪面材料採瀝青路面，吸音係數為 0。
3. 建築物反射修正值採 0 分貝。
4. 無交通號誌或交叉路口分佈。
5. 道路速限 40 公里/小時。
6. 環境背景音量採施工作業期間 08:00~12:00、13:00~17:00 之逐時音量平均值，如表 7.4-4 所示。

依據交通噪音評估結果(表 7.4-5 及圖 7.4-3)，施工期間衍生車輛對於各路口道路之合成音量為 72.3 dB(A)、68.0 dB(A)及 75.1 dB(A)，仍低於道路交通音量標準，其噪音增量值為 0.2 dB(A)、2.3 dB(A)及 2.0 dB(A)，評估本計畫施工期間對於鄰近路口皆屬於「無影響或可忽略影響」。

另納入鄰近「國道 7 號高雄路段計畫環境影響評估報告書」、「大林發電廠燃氣機組更新改建計畫環境影響說明書」及「高雄都會區大眾捷運系統小港林園線環境影響說明書」等開發計畫(鄰近計畫於各路段衍生車輛數，詳第 7.8 節)，對於各路口之交通噪音合成量為 72.6 dB(A)、70.9 dB(A)及 79.1 dB(A)，其中在沿海三路與南星路口已超過道路交通音量標準，噪音增量值為 0.5 dB(A)、5.2 dB(A)及 3.1 dB(A)，評估對鳳北路與南星路口屬「無影響或可忽略影響」，中林路與南星路口增為「輕微影響」，沿海三路與南星路口增為「中度影響」；噪音模式模擬結果，如表 7.4-6 及圖 7.4-4 所示。

由於中林路、沿海三路等為當地主要通往小港市區或林園區的聯絡道路，且受到大型車行駛路線規定，並無替代道路；為降低對當地交通噪音影響，本計畫剩餘土石方優先提供高雄港區工程使用，降低土方外運處置數量，對於土方、物料運輸作業將避開交通尖峰時間(上午 7 點~上午 9 點及下午 4 點~下午 6 點)，並於工區上下班時段增加交通疏導人員，引導車輛進出，透過減少及分散車流量應可降低對當地衍生之負荷。

表 7.4-4 交通背景音量計算表

時段	現況交通背景音量(dB(A))		
	鳳北路與南星路口	中林路與南星路口	沿海三路與南星路口
08:00~09:00	75.0	64.4	72.5
09:00~10:00	72.5	66.3	72.8
10:00~11:00	72.2	65.9	73.1
11:00~12:00	70.6	66.0	73.1
13:00~14:00	71.2	65.0	71.1
14:00~15:00	70.9	65.2	72.2
15:00~16:00	71.1	65.6	73.2
16:00~17:00	71.7	66.9	75.5
均能音量	72.1	65.7	73.1

註：現況交通背景音量係採高雄港洲際貨櫃中心環境監測計畫監測報告之監測結果。

表 7.4-5 施工期間本計畫交通噪音評估模式模擬結果輸出摘要表

單位：dB(A)

敏感受體	現況交通背景音量	交通背景音量	施工階段交通噪音	施工階段合成音量	噪音增量	噪音管制區類別	道路交通音量標準	影響等級
鳳北路與南星路口	72.1	72.1	57.6	72.3	0.2	第三類或第四類管制區內緊鄰八公尺以上之道路	76	無影響或可忽略影響
中林路與南星路口	65.7	65.7	60.5	66.9	1.2			
沿海三路與南星路口	73.1	73.1	70.3	74.9	1.8			

註：現況交通背景音量計算詳表 7.4-4。

表 7.4-6 施工期間本計畫及鄰近計畫交通噪音模擬結果

單位：dB(A)

敏感受體	現況交通背景音量	交通背景音量	施工階段交通噪音	施工階段合成音量	噪音增量	噪音管制區類別	道路交通音量標準	影響等級
鳳北路與南星路口	72.1	72.1	63.3	72.6	0.5	第三類或第四類管制區內緊鄰八公尺以上之道路	76	無影響或可忽略影響
中林路與南星路口	65.7	65.7	69.3	70.9	5.2			輕微影響
沿海三路與南星路口	73.1	73.1	77.8	79.1	3.1			中度影響

註：現況交通背景音量計算詳表 7.4-4。

### 三、營運期間

本計畫卸收碼頭與大林蒲社區、學校等環境敏感點距離逾 3 公里，且南星路周邊已設置至少 10 米綠帶，考量噪音衰減原理，評估船舶航行與卸收作業對鄰近社區及學校等環境敏感點已屬無影響或輕微影響；故營運期間以上下通勤車輛進行交通噪音評估。為求保守評估，員工上下班車輛、洽公及公務車輛同時納入，尖峰小時交通衍生量為小客車 158 輛及機車 94 輛，其模式模擬之參數設定如下：

- (一)車道數/路寬(兩側最外車道中心線間距離)：南星路鳳北路至中林路路段 4 車道/40 公尺寬，南星路中林路至沿海路三段路段 4 車道/23 公尺寬，沿海路三段 6 車道/19 公尺寬。
- (二)鋪面材料採瀝青路面，吸音係數為 0。
- (三)建築物反射修正值採 0 分貝。
- (四)無交通號誌或交叉路口分佈。
- (五)道路速限 40 公里/小時。

依據交通噪音評估結果(表 7.4-7 及圖 7.4-4)，營運期間衍生車輛對於各路口道路之噪音量為 52.4 dB(A)、56.4 dB(A)及 62.0 dB(A)，合成音量為 72.2 dB(A)、66.2 dB(A)及 73.4 dB(A)，仍低於道路交通音量標準，其噪音增量值為 0.1 dB(A)、0.5 dB(A)及 0.3 dB(A)，評估營運期間對於鄰近路口之交通噪音屬「無影響或可忽略影響」。

另納入鄰近開發計畫加成評估(鄰近計畫於各路段衍生車輛數，詳第 7.8 節)，以 Cadna-A 模式模擬(如表 7.4-8 及圖 7.4-6)，對於各路口之交通噪音合成量為 72.2 dB(A)、66.3 dB(A)及 73.6 dB(A)，亦可符合道路交通音量標準，噪音增量值為 0.1 dB(A)、0.6 dB(A)及 0.5 dB(A)，影響等級方面均屬「無影響或可忽略影響」。

表 7.4-7 營運期間本計畫交通噪音評估模式模擬結果輸出摘要表

單位 dB(A)

敏感受體	現況交通背景音量	交通背景音量	營運階段交通噪音	營運階段合成音量	噪音增量	噪音管制區類別	道路交通音量標準	影響等級
鳳北路與南星路口	72.1	72.1	52.4	72.2	0.1	第三類或第四類管制區內緊鄰八公尺以上之道路	76	無影響或可忽略影響
中林路與南星路口	65.7	65.7	56.4	66.2	0.5			
沿海三路與南星路口	73.1	73.1	62.0	73.4	0.3			

註：現況交通背景音量計算詳表 7.4-4。

表 7.4-8 營運期間本計畫及鄰近計畫交通噪音模擬結果

單位：dB(A)

敏感受體	現況交通背景音量	交通背景音量	營運階段交通噪音	營運階段合成音量	噪音增量	噪音管制區類別	道路交通音量標準	影響等級
鳳北路與南星路口	72.1	72.1	53.9	72.2	0.1	第三類或第四類管制區內緊鄰八公尺以上之道路	76	無影響或可忽略影響
中林路與南星路口	65.7	65.7	57.7	66.3	0.6			
沿海三路與南星路口	73.1	73.1	63.7	73.6	0.5			

註：現況交通背景音量計算詳表 7.4-4。

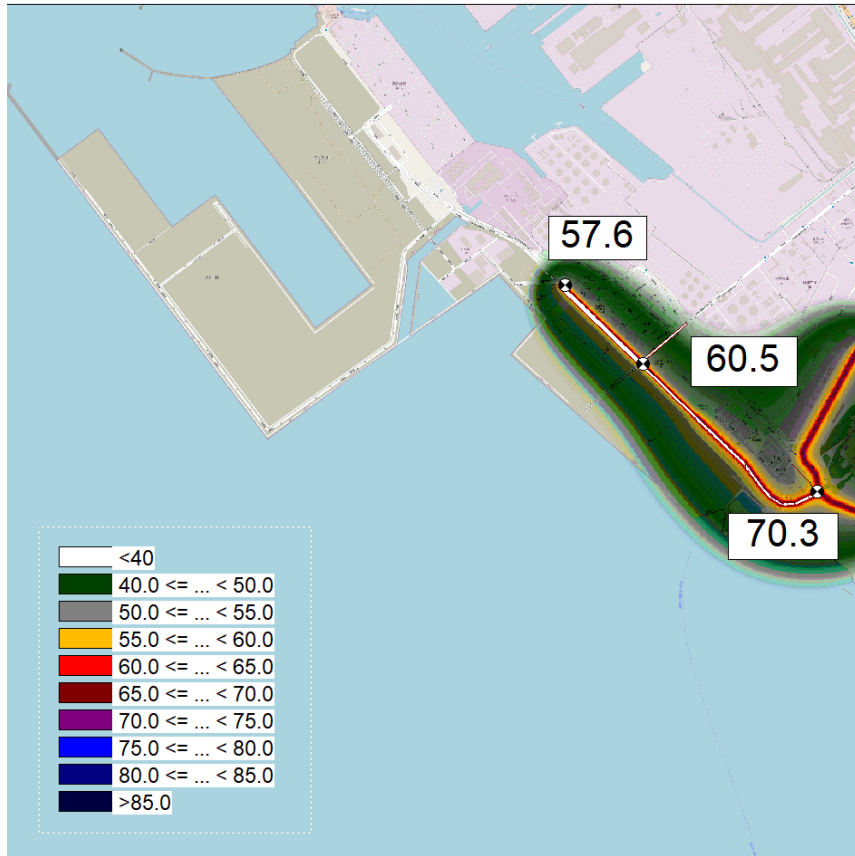


圖 7.4-3 施工期間本計畫交通噪音增量模擬圖

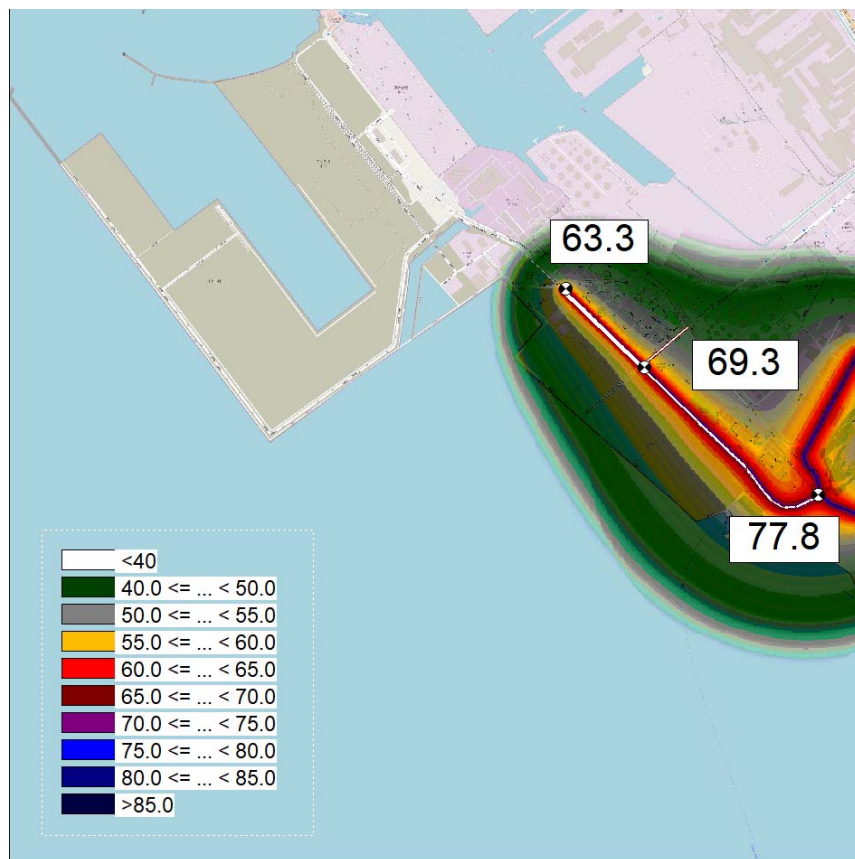


圖 7.4-4 施工期間本計畫及鄰近計畫交通噪音模擬圖

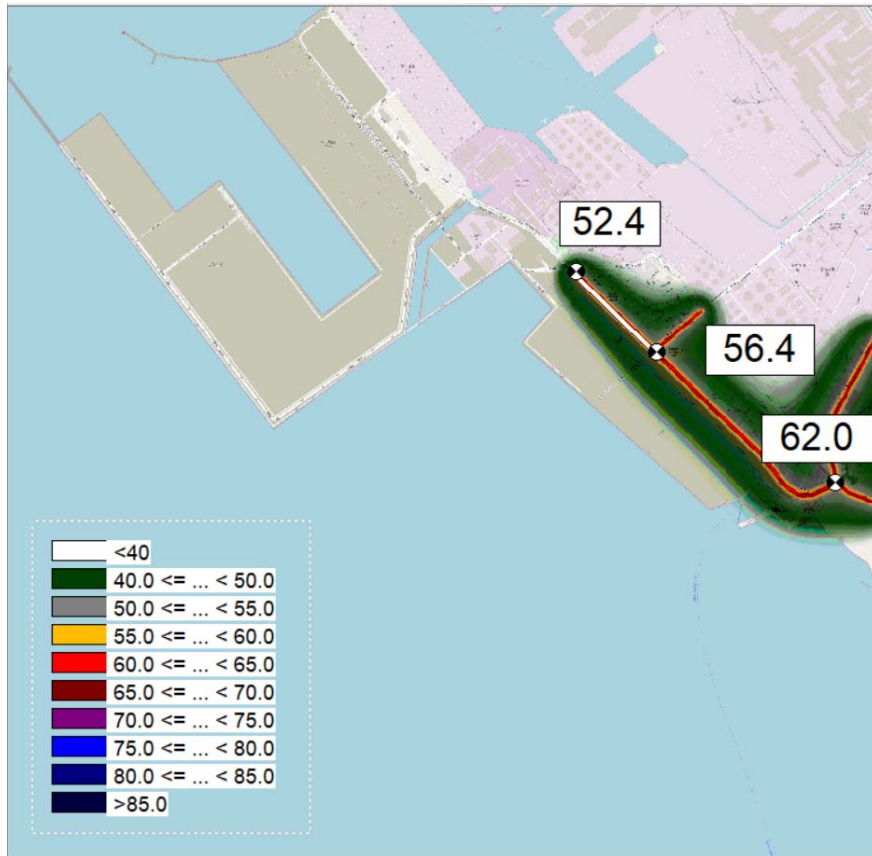


圖 7.4-5 營運期間本計畫交通噪音增量模擬圖

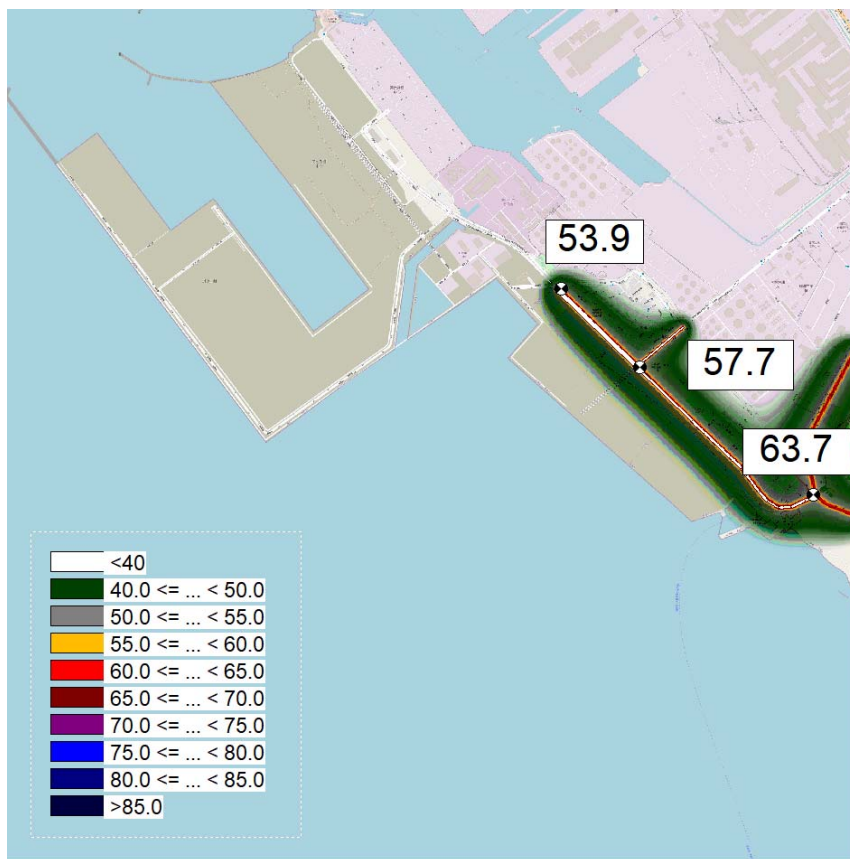


圖 7.4-6 營運期間本計畫及鄰近計畫交通噪音模擬圖



## 7.5 振動

### 一、振動評估基準

參照環境部「環境振動評估模式技術規範」進行影響評估分析，在施工機具振動影響採工廠及作業場所振動預測模式使用指南進行預測推估；道路交通振動影響日本建設省交通振動模式使用指南」進行推估。

### 二、施工期間

由於海域工程距離鄰近社區聚落已超過 3 公里，依據振動傳遞原理，評估對於陸域振動環境影響甚微，故施工期間以陸域工程衍生之振動源進行評估。

#### (一)機具振動

##### 1.工廠及作業場所振動模式：

$$L_{v10} = L_0 - 20 \text{Log} (r/r_0)^n - 8.68 \alpha (r - r_0)$$

式中：

$L_{v10}$ ：距振動發聲源  $r$  (m)距離之振動位準(預測值)。

$L_0$ ：距振動發聲源  $r_0$  (m)距離之振動位準(基準值)。

$n$ ：幾何衰減常數( $n$ )，取 0.83(詳表 7.5-1)。

$r$ ：預測點距高架柱中心線之距離。

$r_0$ ：基準點柱中心線之距離， $r_0 = 10\text{m}$ 。

$\alpha$ ：地盤之內部衰減，取 0.02(詳表 7.5-1)。

施工期間依據不同工程類別使用之工程機具振動位準，詳表 7.5-2，施工階段環境背景振動量，如表 7.5-3 所示。依據施工期間振動影響評估結果(表 7.5-4 及表 7.5-5)，對鳳林國小、鳳林國中及鳳鳴國小等鄰近環境敏感點之振動合成量分別為 35.4 dB、34.7 dB 及 31.2 dB，皆低於環境振動管理指引之營建工程環境振動建議值(55 dB)，評估對於鄰近社區聚落影響應屬輕微；本計畫施工位置距離各敏感點位均在 3 公里以上，依據振動衰減原理，本案施工機具對於鄰近環境敏感點影響程度均遠低於鄰近其他開發案件，評估屬於輕微影響。

表 7.5-1 不同土質衰減常數表

土質 \ 項目	幾何衰減常數 (n)	粘性衰減常數 ( $\alpha$ )
岩盤	1.16	0.02
淤泥	0.83	0.02~0.03
砂礫	0.50	0.01
沃土	0.83	0.01
粘土	0.83	0.01~0.02

資料來源：交通部國道新建工程局「高速公路施工環境管理與監測技術準則」。

表 7.5-2 一般施工機具振動位準表

設備	振動位準, dB (距振動源 10 公尺)	設備	振動位準, dB (距振動源 10 公尺)
推土機	68~74	挖土機	65~71
傾卸卡車	54~58	振動壓路機	65~71
膠輪壓路機	62~66	鑽孔機	53~61
混凝土拌合車	54~58	空氣壓縮機	48~52
拖車	54~58	混凝土泵浦	55~60
混凝土振動機	64~71	吊車	53~57
打樁機	66~74	反循環鑽掘機	64~72
平路機	63~67	瀝青混凝土鋪料機	53~57
水車	53~57	開炸	97~101

資料來源：交通部國道新建工程局「高速公路施工環境管理與監測技術準則」。

表 7.5-3 環境背景振動量平均值

時段 \ 測站	單位：dB		
	鳳林國小	鳳林國中	鳳鳴國小
08:00-09:00	35.1	34.2	31.1
09:00-10:00	36.7	35.8	31.6
10:00-11:00	36.6	36.2	31.8
11:00-12:00	36.8	36.4	30.7
13:00-14:00	34.0	33.6	30.9
14:00-15:00	33.7	33.2	30.9
15:00-16:00	34.7	33.8	31.3
16:00-17:00	33.8	33.3	30.9
平均振動量	35.4	34.7	31.2

註：環境背景振動量係參考南星土地開發計畫—自由貿易港區第一期環境監測計畫之監測結果。

表 7.5-4 施工機具施工振動量摘要表

**【計畫區與敏感受體位置圖】**

敏感區位	機具名稱 【最大同時操作數量】	L <sub>0</sub> (dB)	n	α	距離 r (m)	施工振動量 (dB)	合成振動量 (dB)
鳳林國小	推土機【3】	71	0.83	0.02	3000	<0.1	<0.1
	挖土機【3】	68				<0.1	
	吊車【4】	55				<0.1	
	其他車輛【3】	55				<0.1	
	預拌混凝土車【3】	58				<0.1	
	混凝土泵浦車【2】	60				<0.1	
鳳林國中	推土機【3】	71	0.83	0.02	3700	<0.1	<0.1
	挖土機【3】	68				<0.1	
	吊車【4】	55				<0.1	
	其他車輛【3】	55				<0.1	
	預拌混凝土車【3】	58				<0.1	
	混凝土泵浦車【2】	60				<0.1	
鳳鳴國小	推土機【3】	71	0.83	0.02	4500	<0.1	<0.1
	挖土機【3】	68				<0.1	
	吊車【4】	55				<0.1	
	其他車輛【3】	55				<0.1	
	預拌混凝土車【3】	58				<0.1	
	混凝土泵浦車【2】	60				<0.1	

表 7.5-5 施工機具振動模擬結果

單位：dB

受體名稱	現況環境振動量	施工期背景振動量	施工期施工機具振動量	施工期施工機具合成振動量	環境振動建議值
鳳林國小	35.4	35.4	<0.1	35.4	55
鳳林國中	34.7	34.7	<0.1	34.7	55
鳳鳴國小	31.2	31.2	<0.1	31.2	55

註：環境振動建議值係參考環境振動管理指引。

(二)施工車輛振動

1.平面道路構造預測模式

$$L_{v10} = 65 \log(\log Q^*) + 6 \log V + 4 \log M + 35 + \alpha_\sigma + \alpha_f$$

式中：

$L_{v10}$ ：振動位準 80%範圍的上端值(預測值) (dB)。

$Q^*$ ：500 秒間每一車道等價交通量(輛/500s/車道)，依下得之：

$$Q^* = \frac{500}{3600} \cdot \frac{1}{M} \cdot (Q_1 + 12Q_2)$$

$Q_1$ ：小型車小時交通量(輛/hr)。

$Q_2$ ：大型車小時交通量(輛/hr)。

$M$ ：雙向車道合計車道數。

$V$ ：平均行駛速率(km/hr)。

$\alpha_\sigma$ ：依路面平坦性作的補正值(dB)。

$$\alpha_\sigma = 14 \log \sigma = 9.8；瀝青路面時，\sigma \geq 1\text{mm}。$$

$\sigma$ ：使用 3 m 剖面計時之路面凹凸的標準偏差值(mm)，本計畫以 5 mm 進行估算

$\alpha_f$ ：依地盤卓越振動數作的補正值(dB)。

$$\alpha_f = -20 \log f \quad : f \geq 8$$

$$-18 \quad : 8 > f \geq 4$$

$$-24 + 10 \log f \quad : 4 > f$$

$f$ ：地盤卓越振動數(Hz)，本計畫以 5 Hz 進行估算。

本計畫鄰近道路敏感點包括「鳳北路與南星路口」、「中林路與南星路口」及「沿海三路與南星路口」之預測模式校估後公式如下；本計畫為求保守評估，將施工人員上下班車輛及土方、物料運輸車輛等同時納入，尖峰時期衍生約 64 輛機車、96 輛小客車及 36 輛大型車。

2. 鳳北路與南星路口：

$$L_{V10} = 65 \log(\log Q^*) + 6 \log V + 4 \log M + 19 + \alpha_{\sigma} + \alpha_f$$

3. 中林路與南星路口：

$$L_{V10} = 65 \log(\log Q^*) + 6 \log V + 4 \log M + 19 + \alpha_{\sigma} + \alpha_f$$

4. 沿海三路與南星路口：

$$L_{V10} = 65 \log(\log Q^*) + 6 \log V + 4 \log M + 28 + \alpha_{\sigma} + \alpha_f$$

依據施工期間交通衍生之振動模擬結果(表 7.5-6)，施工車輛對鳳北路與南星路口、中林路與南星路口、及沿海三路與南星路口等鄰近道路之合成振動量分別為 42.3 dB、40.3 dB 及 47.0 dB，符合日本振動規制法施行細則振動基準值第一種區域振動基準值(65 dB)，其振動增量為 0.3~ 1.0 dB，評估施工車輛對鄰近道路敏感點之振動影響應屬輕微。

另納入鄰近「國道 7 號高雄路段計畫環境影響評估報告書」、「大林發電廠燃氣機組更新改建計畫環境影響說明書」及「高雄都會區大眾捷運系統小港林園線環境影響說明書」等開發計畫(鄰近計畫於各路段衍生車輛數，詳第 7.8 節)，對於各路口之交通振動合成量為 44.8 dB、43.3 dB 及 52.7 dB，亦可符合日本振動規制法施行細則振動基準值第一種區域振動基準值(65 dB)，噪音增量值為 2.8 dB、3.5 dB 及 6.7 dB；振動模擬結果，詳表 7.5-7 所示。

表 7.5-6 施工期間本計畫交通振動模擬結果輸出摘要表

單位：dB

受體名稱	項目	現況環境 背景振動量	施工階段 背景振動量	施工階段 合成振動量	振動增量	振動基準值
鳳北路與南星路口		42.0	42.0	42.3	0.3	65 (第一種區域)
中林路與南星路口		39.8	39.8	40.3	0.5	65 (第一種區域)
沿海三路與南星路口		46.0	46.0	47.0	1.0	65 (第一種區域)

註：1. 振動基準值係參考日本振動規制法施行細則振動基準值。

2. 現況背景振動量係採高雄港洲際貨櫃中心環境監測計畫監測報告之監測結果。

表 7.5-7 施工期間本計畫及鄰近計畫車輛交通振動模擬結果

單位：dB

受體名稱	項目	現況環境 背景振動量	施工階段 背景振動量	施工階段 合成振動量	振動增量	振動基準值
鳳北路與南星路口		42.0	42.0	44.8	2.8	65 (第一種區域)
中林路與南星路口		39.8	39.8	43.3	3.5	65 (第一種區域)
沿海三路與南星路口		46.0	46.0	52.7	6.7	65 (第一種區域)

註：1.振動基準值係參考日本振動規制法施行細則振動基準值。

2.現況交通背景音量係採高雄港洲際貨櫃中心環境監測計畫監測報告之監測結果。

### 三、營運期間

本計畫卸收碼頭與大林蒲社區、學校等環境敏感點距離逾 3 公里，且南星路周邊已設置至少 10 米綠帶，考量振動衰減原理，評估船舶航行與卸收作業對鄰近社區及學校等環境敏感點已屬無影響或輕微影響；故本計畫營運期間以上下通勤車輛進行交通振動評估。為求保守評估將員工上下班車輛、洽公及公務車輛同時納入，交通衍生量為小客車 158 輛及機車 94 輛。

依據營運期間交通衍生之振動模擬結果(表 7.5-8)，衍生車輛對鳳北路與南星路口、中林路與南星路口、及沿海三路與南星路口等鄰近道路之合成振動量分別為 42.1 dB、39.9 dB 及 46.2 dB，符合日本振動規制法施行細則振動基準值第一種區域振動基準值(65 dB)，其振動增量為 0.1~0.2 dB，評估營運期間交通車輛對鄰近道路敏感點之振動影響應屬輕微。另納入鄰近開發計畫加成評估(鄰近計畫於各路段衍生車輛數，詳第 7.8 節)，對於各路口之交通振動合成量為 42.1 dB、40.0 dB 及 46.4 dB，亦可符合日本振動規制法施行細則振動基準值第一種區域振動基準值(65 dB)，振動增量值為 0.1 dB、0.2 dB 及 0.4 dB。

表 7.5-8 營運期間本計畫運輸車輛振動評估模式模擬結果

單位：dB

受體名稱	項目	現況環境 背景振動量	營運階段 背景振動量	營運階段 合成振動量	振動增量	振動基準值
鳳北路與南星路口		42.0	42.0	42.1	0.1	65 (第一種區域)
中林路與南星路口		39.8	39.8	39.9	0.1	65 (第一種區域)
沿海三路與南星路口		46.0	46.0	46.2	0.2	65 (第一種區域)

註：1.振動基準值係參考日本振動規制法施行細則振動基準值。

2.現況交通背景音量係採高雄港洲際貨櫃中心環境監測計畫監測報告之監測結果。

表 7.5-9 營運期間本計畫及鄰近計畫運輸車輛振動評估模式模擬結果

單位：dB

受體名稱	項目	現況環境背景振動量	營運階段背景振動量	營運階段合成振動量	振動增量	振動基準值
鳳北路與南星路口		42.0	42.0	42.1	0.1	65 (第一種區域)
中林路與南星路口		39.8	39.8	40.0	0.2	65 (第一種區域)
沿海三路與南星路口		46.0	46.0	46.4	0.4	65 (第一種區域)

註：1.振動基準值係參考日本振動規制法施行細則振動基準值。

2.現況交通背景音量係採高雄港洲際貨櫃中心環境監測計畫監測報告之監測結果。

## 7.6 廢棄物及營建剩餘土石方

### 一、施工期間

#### (一)剩餘土石方

本計畫海域水深已可滿足本計畫 LNG 船運輸停靠之需求，故無需進行港域浚挖工程；陸域站區之地形相當平坦，無須再進行大規模整地工作，但配合未來接收站相關儲槽、建築物地下室、排水渠道及輸氣管線工程進行土方挖填作業，總挖方量約 1,238,784 立方公尺，填方量約 118,040 立方公尺，總計剩餘土方量約 1,120,744 立方公尺(鬆方量約 1,344,893 立方公尺)；剩餘土石方優先提供高雄港區工程使用，如工程回填、臨時施工場地、基地墊高或堤體回填材料等使用；由於暫置區係利用剩餘 2 座儲槽及冷能/擴建區之土地空間劃設，考量站區施工及營運時程進度，規劃於本計畫完工前若仍有剩餘量(最多約 20 萬立方公尺)則陸續運至鄰近合法土資場處置，恢復原地貌提供後續開發使用。

#### (二)一般及營建廢棄物

本計畫施工尖峰期間約有 400 名施工人員，以高雄市平均每人每日垃圾產生量 1.354 公斤估算，每日之生活廢棄物產生量約 542 公斤，規劃於工區內定點設置垃圾桶收集及資源回收；一般及營建廢棄物委託合格之廢棄物清除處理業者清運，可利用資源(如鋼筋廢料、營建機具保養廢油等)，可再次標售、充當模板保養用油或送資源回收廠等方式處理，降低對當地廢棄物處理負荷。

## 二、營運期間

### (一)人員衍生之一般廢棄物

營運期間本計畫預估引進產業人口約 274 人，以高雄市平均每人每日垃圾產生量 1.354 公斤估算，每日之垃圾產生量約 371 公斤。另依據過去營運經驗，初估每年平均停靠之 LNG 船約 100 艘，LNG 船滯港時間原則上不得超過 24 小時，以平均滯留時間約 1 日，每日最多停靠 2 艘船舶估算，每船平均人數約 30 人，單位垃圾量以 1.5 公斤/人/日計；港勤船每船平均人數約 4 人，單位垃圾量以 1.0 公斤/人/日計，船舶人員衍生之廢棄物約 98 公斤/日。評估人員衍生之一般廢棄物約 469 公斤/日，規劃於站區適當位置設置垃圾收集設備及落實資源回收，規劃統一收集後委託合格之廢棄物清除處理業者定期清運。

### (二)船舶保養維修廢棄物

船舶保養維修之殘留廢棄物以每艘船 16 公斤/日，平均滯留時間約 1 日，每日最多停靠 2 艘船舶估算，評估船舶保養維修衍生之廢棄物約 32 公斤/日，規劃由航商自行委託合格清除處理業者清運處理。

## 7.7 生態

### 7.7.1 陸域生態

#### 一、植物生態

依據本計畫生態調查結果(第 6.3 節)，本計畫開發範圍(站區及管線)現況主要為空地、建物、道路等人工建物(自然度 0)，其上幾無植物覆蓋，僅於基地外記錄到 1 種嚴重瀕臨絕滅(Critically Endangered, CR)等級之蘭嶼羅漢松、5 種易受害(Vulnerable, VU)等級之蘆荻、象牙柿、水茄苳、蒲葵、鐵色等植栽皆屬人為栽植於庭園或路旁景觀美化用，評估施工期間對其並無影響。

營運期間本計畫已劃設約 3.7 公頃(佔基地面積約 10%)，作為綠地使用，選擇耐鹽、耐旱、抗風等適應海岸環境特性之濱海樹種，且植栽以種植原生物種為限，預估可增加植栽約 1,020 棵喬木，並搭配誘鳥誘蝶植栽種類，提供生物棲息覓食的環境，進而提升站區生態友善性，評估營運期間對當地植物生態影響應為正面影響。



## 二、動物生態

本計畫生態調查共記錄到第二級保育類 2 種(鳳頭蒼鷹、領角鴉)及其他應予保育之第三級保育類 1 種(紅尾伯勞)，皆於開發範圍之外，所發現的陸域動物之物種，多數為平原至低海拔丘陵地常見之普遍物種；另依農業部林業及自然保育署提供資料，亦有黑翅鳶、東方蜂鷹、東方鶯等保育類物種出現紀錄。本計畫位於高雄港洲際貨櫃中心第二期完工之海埔新生地，現況為大面積之空地，僅零星雜草生長，且鄰近土地多為工地或營運中的工廠，屬於人為擾動相當大的區域，現況調查顯示陸域生態並不豐富；廠外輸氣管線皆沿既有道路下鋪設，途經大多已為住宅社區、工業區等高度發展地區，陸域生態環境亦不豐富。施工期間屬於短暫性行為，且鄰近尚有既有成林區域可供生物休憩覓食，評估施工期間對當地動物生態影響相當輕微；營運期間透過綠地植栽營造，喬木、灌木或草本等相互搭配，建構生態友善環境，提供動物良好之棲息環境，且天然氣接收站營運並無重大污染源，作業型態單純，評估營運期間對於當地動物生態之影響甚微。

### 7.7.2 海域生態

本計畫屬於高雄港商港範圍，且洲際貨櫃中心第二期為填海造地工程，當地海域即已受到人為活動頻繁影響，在現況調查結果顯示鄰近海域生態並無特殊生態系統及保育類物種。由於既有港域水深已符合船舶運輸所需，故本計畫施工期間並無須浚挖作業，減少海域底質擾動情形，且依據本計畫海域水質評估結果(詳第 7.2.3 節)，於停止釋放懸浮固體物後 1 小時內濃度即可降至 3mg/L 以下，在 2 小時後濃度則降至 1mg/L 以下，顯示在停止施工後 2 小時即可回復成原有的海域環境條件。陸域工程期間收集降雨逕流及洗車廢水處理後回收利用，或處理至符合放流水標準後始予排放，降低施工期間對於鄰近海域水質及生態影響。

營運期間，本計畫生活污水及餐廚廢水妥善收集處理至符合再生水水質標準後回收使用，廢油污及廢棄物委託合格清除處理業者統一清運處理，並無隨意棄置及排放至海域之行為；在取(進)水部分，考量生態環境，海水優先採用自然引入，並於海水取(進)水口前設置篩網及攔污柵，避免魚蝦等小型生物被吸入，並於站區內採開放式渠道規劃，藉由自然曝氣過程降低排放水的含氯量。

綜合上述，評估本計畫施工及營運期間對於鄰近生態影響應屬輕微。

## 7.8 交通運輸

### 一、施工期間

#### (一) 施工人員

本計畫施工尖峰日之施工人員約 400 人，假設人員住宿比例約 20%，非住宿需通勤之施工人員約 320 人，參考第 6.6.2 節交通流量調查結果，施工人員使用機車及小型車通勤比例採 40% 及 60%，乘載率保守採 1 人/輛，尖峰小時集中率以 0.5 估算，評估尖峰小時衍生之交通量為機車約 64 輛/hr、小型車約 96 輛/hr。施工人員衍生之交通量計算如表 7.8-1。

表 7.8-1 施工人員衍生之交通量

通勤人數 (人)	通勤車輛	使用率	使用人數 (人)	乘載率 (人/輛)	衍生量 (輛/日)	尖峰小時交通量 (輛/hr)
320	機車	40%	128	1	128	64
	小型車	60%	192	1	192	96
合計						160

#### (二) 工程車輛

本計畫儲槽工程可分為鋼骨結構及混凝土澆置兩部份，2 座儲槽工程之鋼骨結構部份所需材料鋼筋約 2,600 公噸、鋼板約 10,570 公噸，以每台運輸車輛可載運鋼筋(板)約 25 公噸，評估每日衍生之運輸車輛共約 4 輛；混凝土澆置部份，2 座儲槽所需材料混凝土約 48,000 m<sup>3</sup>，以每台運輸車輛可載運混凝土 6 m<sup>3</sup>，評估每日衍生之運輸車輛約 15 車次。本計畫輸氣管線採分段施工，每段衍生剩餘土方約 650 立方公尺，以每台土方運輸車輛可載運土方約 12 立方公尺計算，每段工期約 10 日，平均每日衍生土方運輸車輛約 6 輛。本計畫外廓防波堤與碼頭工程之鋼骨結構部份所需鋼筋約 163,510 公噸，以每台運輸車輛可載運鋼筋(板)約 25 公噸，評估每日衍生之運輸車輛共約 4 車次；混凝土需求約 1,669,400 m<sup>3</sup>，以每台運輸車輛可載運混凝土 6 m<sup>3</sup>，評估每日衍生之運輸車輛約 155 輛。另本計畫外運土方數量最多約 20 萬立方公尺，規劃 2 年內陸續外運，以鬆方比例 1.2 及每輛運土車輛可載運 12 立方公尺土方計算，評估每日衍生之運輸車輛約 32 輛。

綜上，施工期間之大型運輸車輛每日約 216 輛，每小時約 36 車次；考量當地交通狀況，土方、物料運輸作業避開交通尖峰時間(上午 7 點~上午 9 點及下午 4 點~下午 6 點)，降低對當地道路衍生之負荷。

本計畫施工期間尖峰時期每小時衍生之交通量為機車約 64 輛/hr 及小型車 96 輛/hr，大型車輛避開交通尖峰時間運輸，故不納入尖峰小時評估；依據鄰近道路現況交通服務狀況(詳第 6.6.2 節)，進行各路口交通指派，並納入鄰近同期開發之「國道 7 號高雄路段計畫環境影響評估報告書」、「大林發電廠燃氣機組更新改建計畫環境影響說明書」及「高雄都會區大眾捷運系統小港林園線環境影響說明書」等計畫進行施工期間尖峰小時交通影響加成評估，各道路交通指派比例及各路段衍生車流量，如表 7.8-2。

在人員上下班通勤時段(尖峰時段)各路口平均停等延滯評估結果，以本計畫而言，各路口延滯時間平均增加 0.8 秒，道路服務水準介於 C 級~ F 級，與現況服務水準相同，並無降級情形；納入鄰近計畫進行加成評估，各路口延滯時間平均增加 7 秒，道路服務水準介於 C 級~ F 級，在鳳北路、南星路、中林路等皆有降級情形；現況交通在沿海二路、沿海三路等已有車況不佳甚至阻塞情形，主要受到鄰近臨海工業區、工廠及高雄港之上下班通勤車輛、貨物運輸車輛影響。由於中林路、沿海三路等為當地主要通往小港市區或林園區的聯絡道路，且受到大型車行駛路線規定，施工及營運期間並無替代道路；為降低對當地交通影響，本計畫剩餘土石方優先提供高雄港區工程使用，降低土方外運處置數量，對於土方、物料運輸作業將避開交通尖峰時間(上午 7 點~上午 9 點及下午 4 點~下午 6 點)，並於工區上下班時段增加交通疏導人員，引導車輛進出，透過減少及分散車流量降低對當地道路衍生之負荷。

在土方、物料運輸時段(離峰時段)各路口平均停等延滯評估結果，以本計畫而言，各路口延滯時間平均增加 0.5 秒，道路服務水準介於 C 級~ F 級，與現況服務水準相同，並無降級情形；納入鄰近計畫進行加成評估，各路口延滯時間平均增加 1.0 秒，道路服務水準介於 C 級~ F 級，與現況服務水準相同。

輸氣管線施工時間短暫，但必須佔用部份道路面積，導致道路交通容量降低，另施工機具及運輸車輛進出工區時，亦會對鄰近道路交通安全造成影響；施工期間規劃以不影響既有車道數為原則，若需利用既有車道時，亦應採用最小的施工面積，以減少道路交通干擾，工程施作時施工區域應設置警告、禁制、施工等交通標誌，並於周圍設置安全圍籬或交通錐連桿組隔工區，應指派專人進行交通指揮引導車輛通行，以維持交通安全。於施工前研擬交通維持計畫經主管機關核備後始得施工，降低對當地交通影響。

表 7.8-2 施工期間尖峰小時交通指派比例

項目		往高雄市區			往林園
		鳳北路→中林路 →沿海三路	南星路→中林路 →沿海三路	南星路→ 沿海三路	南星路→ 沿海三路
本計畫	指派比例	25%	15%	35%	25%
	機車(輛/hr)	16	10	22	16
	小型車(輛/hr)	24	14	34	24
鄰近計畫	機車(輛/hr)	540	288	252	—
	小型車(輛/hr)	675	360	315	—
	員工接駁車(輛/hr)	17	9	8	—

資料來源：1.大林發電廠燃氣機組更新改建計畫環境影響說明書，112年3月。

2.國道7號高雄路段計畫環境影響評估報告書，111年10月。

3.高雄都會區大眾捷運系統小港林園線環境影響說明書，111年7月。

註：上述計畫之大型運輸車輛承諾避開交通尖峰時間，故不納入尖峰小時評估。

表 7.8-3 施工期間尖峰小時本計畫與鄰近計畫交通影響評估

路口	道路名稱	方向	現況		本計畫		本計畫+鄰近計畫	
			路口延滯(秒)	服務水準	路口延滯(秒)	服務水準	路口延滯(秒)	服務水準
鳳北路與南星路口	鳳北路	往南星路	54	D	54.3	D	54.3	D
		往沿海四路	43	C	43.3	C	43.3	C
	南星路	往洲際貨櫃	33	C	33.7	C	41.3	C
		往中林路	33	C	34	C	45.8	C
沿海三路與南星路口	沿海三路	往小港機場	65	E	65.9	E	74.9	E
		往林園	65	E	66	E	66	E
	南星路	往沿海三路	41	C	42.3	C	42.3	C
		往中林路	42	C	43.2	C	50.9	D
中林路與南星路口	南星路	往鳳北路	54	D	55	D	66	E
		往沿海三路	57	D	57.9	D	62.5	E
	中林路	往大坪頂	43	C	43.2	C	47.5	D
		往南星路	36	C	36.2	C	36.2	C
中林路與沿海三路口	沿海二路	往小港機場	97	F	99.1	F	126	F
	沿海三路	往林園	84	F	84	F	84	F
	中林路	往大坪頂	34	C	34	C	34	C
		往南星路	36	C	37.1	C	53.3	D

註：1.背景車流為113年第2季「南星土地開發計畫—自由貿易港區第一期環境監測計畫監測報告書」。

2.依據交通部運輸研究所「2022年臺灣公路容量手冊」計算。

表 7.8-4 施工期間物料運輸時段(離峰時段)本計畫與鄰近計畫交通影響評估

路口	道路名稱	方向	現況		本計畫		本計畫+鄰近計畫	
			路口延滯(秒)	服務水準	路口延滯(秒)	服務水準	路口延滯(秒)	服務水準
鳳北路與南星路口	鳳北路	往南星路	54	D	—	—	—	—
		往沿海四路	43	C	—	—	—	—
	南星路	往洲際貨櫃	33	C	33.2	C	33.3	C
		往中林路	33	C	33.4	C	33.8	C
沿海三路與南星路口	沿海三路	往小港機場	65	E	65.6	E	66.3	E
		往林園	65	E	65.4	E	66	E
	南星路	往沿海三路	41	C	41.7	C	41.7	C
		往中林路	42	C	42.6	C	43.1	C
中林路與南星路口	南星路	往鳳北路	54	D	54.4	D	54.8	D
		往沿海三路	57	D	57.3	D	57.5	D
	中林路	往大坪頂	43	C	—	—	—	—
		往南星路	36	C	—	—	—	—
中林路與沿海三路口	沿海二路	往小港機場	97	F	97.7	F	99.8	F
	沿海三路	往林園	84	F	—	—	—	—
	中林路	往大坪頂	34	C	—	—	—	—
		往南星路	36	C	—	—	—	—

資料來源：1.大林發電廠燃氣機組更新改建計畫環境影響說明書，112年3月。

2.國道7號高雄路段計畫環境影響評估報告書，111年10月。

3.高雄都會區大眾捷運系統小港林園線環境影響說明書，111年7月。

註：1.背景車流為113年第2季「南星土地開發計畫—自由貿易港區第一期環境監測計畫監測報告書」。

2.依據交通部運輸研究所「2022年臺灣公路容量手冊」計算。

## 二、營運期間

營運期間最大引進員工數約274人，其中80人為輪班人員，採4班制，每班20人，評估尖峰小時最大通勤人數約234人(引進人口數274人-輪班人員80人+前後班輪班人員20人×2=234人)，員工使用機車及小型車通勤比例採40%及60%，乘載率採1人/輛，評估衍生機車及小型車約94輛/hr及140輛/hr，員工通勤衍生之交通量計算，如表7.8-5。

營運期間衍生公務車輛7輛，另每日洽公人員約16人，乘載率採1.5人/輛，評估衍生交通量為11輛/hr。

表 7.8-5 員工衍生之交通量

通勤人數(人)	通勤車輛	使用率	使用人數(人)	乘載率(人/輛)	衍生交通量(輛/hr)
234	機車	40%	94	1	94
	小型車	60%	140	1	140
合計					234

註：通勤人數=引進人口數(274 人)-輪班人員(80 人)+前後班輪班人員(20 人×2)=234 人

綜合上述，本計畫為求保守評估，將員工上下班車輛、洽公及公務車輛加成評估，並納入鄰近同期開發之「國道 7 號高雄路段計畫環境影響評估報告書」、「大林發電廠燃氣機組更新改建計畫環境影響說明書」及「高雄都會區大眾捷運系統小港林園線環境影響說明書」等計畫進行營運期間交通影響加成評估，交通指派比例及各路段衍生車流量，如表 7.8-6。

依據各路口平均停等延滯評估結果，營運期間各路口延滯時間平均增加 1.2 秒，道路服務水準介於 C 級~ F 級，與現況服務水準相同，並無降級情形；納入鄰近計畫進行加成評估，各路口延滯時間平均增加 1.4 秒，道路服務水準介於 C 級~ F 級，亦與現況服務水準一樣，評估對於當地交通影響應屬輕微。由於中林路、沿海三路等為當地通往小港市區或林園區的聯絡道路，且受到大型車行駛路線規定，並無替代道路；為降低對當地交通影響，廠區人員將提供睦鄰保障名額，優先招募當地居民，並於上下班時段提供交通車接駁至捷運站，提升員工搭乘大眾運輸意願，減少員工通勤車輛；營運期間道路服務水準計算如表 7.8-7。

表 7.8-6 營運期間尖峰小時交通指派比例

項目		往高雄市區			往林園
		鳳北路→中林路 →沿海三路	南星路→中林路 →沿海三路	南星路→ 沿海三路	南星路→ 沿海三路
本計畫	指派比例	25%	15%	35%	25%
	機車(輛/hr)	24	14	32	24
	小型車(輛/hr)	40	24	55	39
鄰近計畫	機車(輛/hr)	540	288	252	—
	小型車(輛/hr)	675	360	315	—
	員工接駁車(輛/hr)	17	9	8	—

資料來源：1.大林發電廠燃氣機組更新改建計畫環境影響說明書，112 年 3 月。

2.國道 7 號高雄路段計畫環境影響評估報告書，111 年 10 月。

3.高雄都會區大眾捷運系統小港林園線環境影響說明書，111 年 7 月。

註：上述計畫之大型運輸車輛承諾避開交通尖峰時間，故不納入尖峰小時評估。

表 7.8-7 營運期間尖峰小時本計畫與鄰近計畫交通影響評估

路段	道路名稱	方向	現況		本計畫		本計畫+鄰近計畫	
			路口延滯(秒)	服務水準	路口延滯(秒)	服務水準	路口延滯(秒)	服務水準
鳳北路與南星路口	鳳北路	往南星路	54	D	54.4	D	54.4	D
		往沿海四路	43	C	43.4	C	43.4	C
	南星路	往洲際貨櫃	33	C	34.1	C	34.4	C
		往中林路	33	C	34.6	C	35	C
沿海三路與南星路口	沿海三路	往小港機場	65	E	66.3	E	66.7	E
		往林園	65	E	66.6	E	66.6	E
	南星路	往沿海三路	41	C	43.1	C	43.1	C
		往中林路	42	C	43.9	C	44.2	C
中林路與南星路口	南星路	往鳳北路	54	D	55.6	D	56	D
		往沿海三路	57	D	58.4	D	58.6	D
	中林路	往大坪頂	43	C	43.3	C	43.5	C
		往南星路	36	C	36.3	C	36.3	C
中林路與沿海三路口	沿海二路	往小港機場	97	F	100.5	F	101.4	F
	沿海三路	往林園	84	F	84	F	84	F
	中林路	往大坪頂	34	C	34	C	34	C
		往南星路	36	C	37.8	C	37.8	C

註：1.背景車流為 113 年第 2 季「南星土地開發計畫—自由貿易港區第一期環境監測計畫監測報告書」。

2.依據交通部運輸研究所「2022 年臺灣公路容量手冊」計算。

### 三、停車空間

本計畫規劃地面停車格約 70 格、大車停車格 5 格；行政大樓地下室汽車車位約 73 格、機車車位 55 格；安環大樓地下室汽車車位約 59 格、機車車位 133 格；Security Office 以及備勤宿舍地下室規劃停車格約 26 格、機車車位 38 格，總計基地內劃設停車格約汽車 228 格、機車 226 格及大型車 5 格(實際數量將以細部設計為準)；依據本計畫衍生車輛評估，營運期間員工衍生機車及小型車約 94 輛、140 輛，及公務、洽公車輛等 18 輛，停車位需求總共為機車 94 輛及汽車 158 輛，評估已劃設足夠之停車空間，確保滿足本計畫營運期間停車需求。

## 7.9 景觀及遊憩

### 一、施工期間

本計畫位於高雄港洲際貨櫃中心第二期，由於洲際貨櫃中心屬管制區域，距南星路逾 2 km，至鄰近民宅約 3 km，且靠南星路路側皆有隔離綠帶(寬度約 10 m)，可有效阻隔民眾及遊客視線，故評估對景觀遊憩應不致造成影響。

輸氣管線部份，規劃沿南星路、中林路、沿海四路、大業南路及中亨街設置，採分期施工，工程期間將會佔用部分車道施工，將要求廠商做好交通維持工作，並維持工區整齊，避免施工機具及材料任意堆置或停置，且沿線主要為工業廠房，屬於已高度開發之工業區，評估對當地景觀遊憩應屬輕微影響。施工期間景觀模擬圖如圖 7.9-1。

### 二、營運階段

本計畫主要地標建物包含 6 座地上型儲槽、廢氣燃燒塔、高壓排放塔等，由於洲際貨櫃中心屬管制區域，距南星路逾 2 km，至鄰近民宅至少約 3 km，且靠南星路路側皆有隔離綠帶(寬度約 10 m)，對於洲際貨櫃中心內之建築具景觀阻隔作用，不致對鄰近地區景觀遊憩造成影響；輸氣管線部份，由於廠外輸氣管線採地下化設置，施工完成後即復原行車路面及綠地，應不致對沿線之景觀遊憩造成影響。營運期間景觀模擬圖如圖 7.9-2。

## 7.10 健康風險評估

本計畫營運期間主要為天然氣卸收及輸儲作業，評估本計畫開發行為非屬「營運階段可能運作危害性化學物質達一定規模」及「營運階段可能釋放危害性化學物質之類別」所列情形之一，符合「健康風險評估技術規範」第 12 點規定之「無關聯」認定原則(102 年 2 月 7 日環署綜字第 1020011809 號)，評估不涉及應辦理健康風險評估作業。



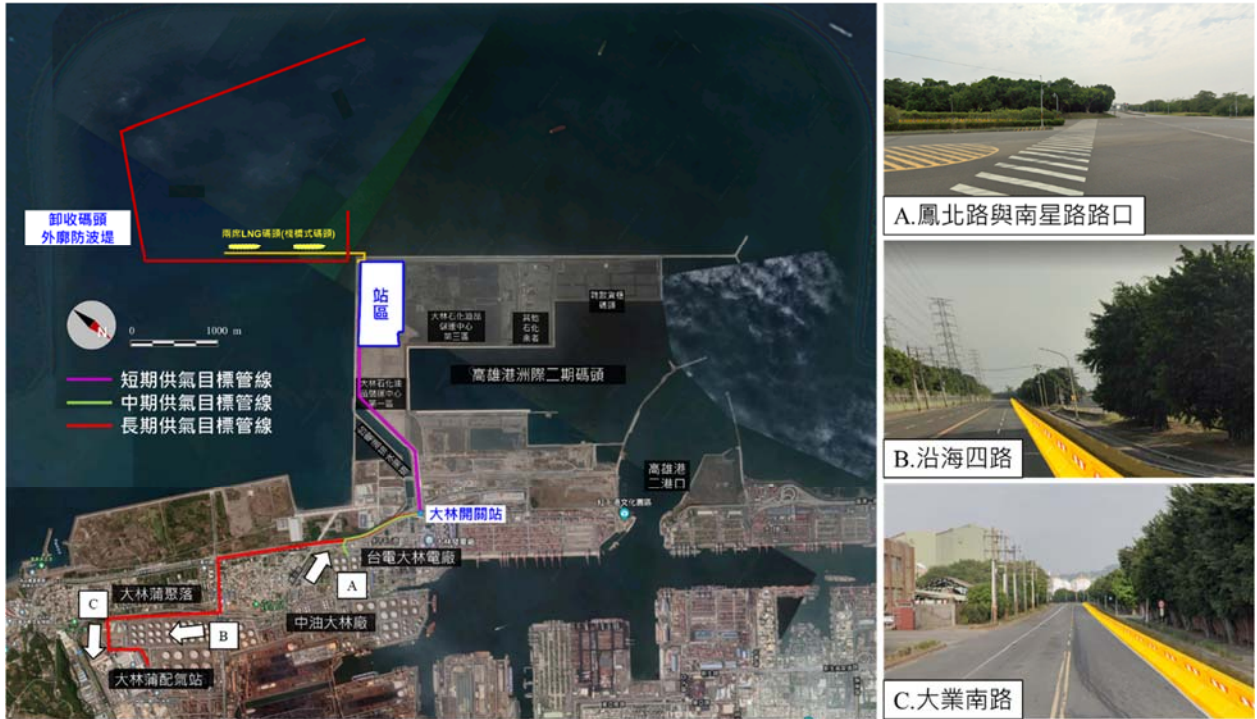


圖 7.9-1 施工期間景觀模擬圖

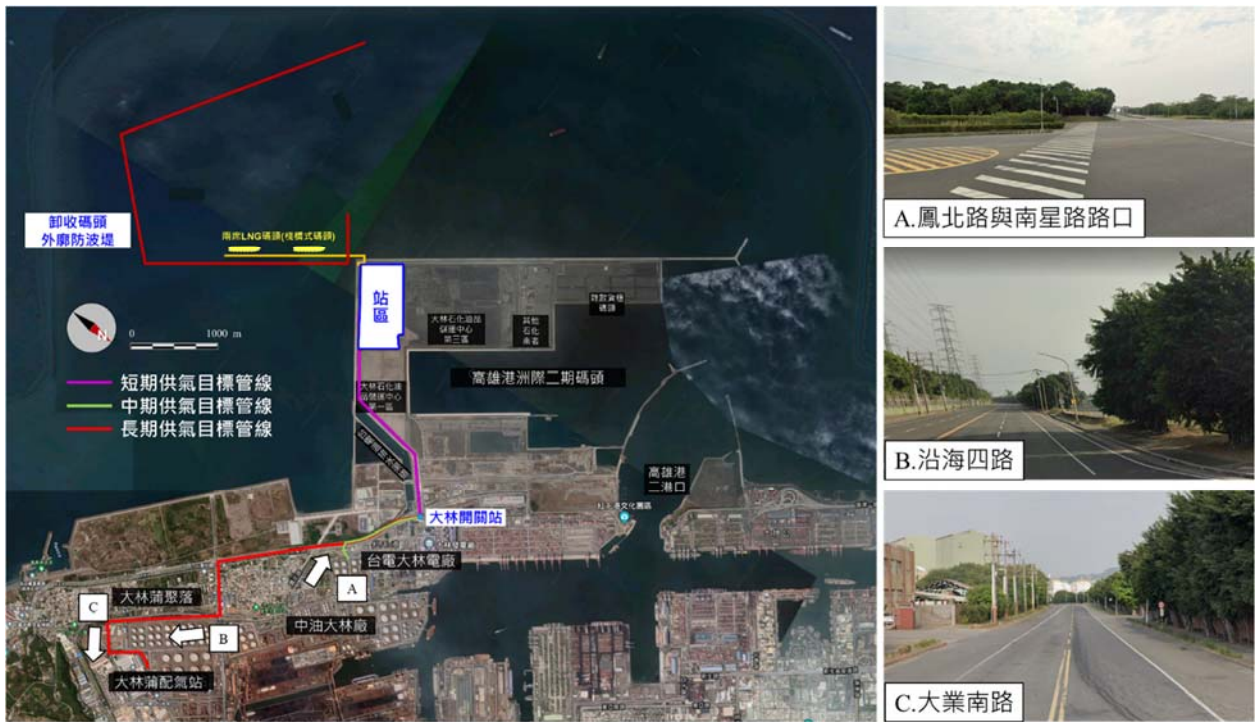


圖 7.9-2 營運期間景觀模擬圖

## 7.11 社會經濟

### 一、土地利用

本計畫 LNG 接收站位於高雄港洲際貨櫃中心第二期，屬於都市計畫區之港埠用地，本計畫為港區可引進產業類別，並已與臺灣港務股份有限公司達成共識，興建完成後亦無變更用地之需求；廠外輸氣管線皆以道路下方埋設為主，且管線埋設後即復原原狀，評估對於計畫區域之土地利用並無影響。

### 二、人口結構

施工人員包含當地居民、外來工程人員、聘(雇)之勞工及臨時工作人員等，對於非涉及專業技術人力要求承包商可優先雇用當地居民，但其中多屬於流動性人口，由承包商安排居住於臨時性工務所或宿舍，整體長遠而言，施工期間對附近地區之人口結構並無實質性影響。營運期間引進之產業人口，可刺激相關產業及衍生商業之引進，吸引人口移入當地或鄰近地區居住，評估對於人口結構會有輕微影響。

### 三、公共設施

施工尖峰期間工程人員預估約 400 人，可增加當地就業率，對附近地區醫療、教育、休閒、警政等公共設施之影響均屬暫時性影響，整體長遠而言，施工期間對附近地區之公共設施並無實質性影響。營運期間本計畫預定引進 274 位就業人口，吸引人口的移入，評估對於當地及鄰近區域之公共設施需求將會增加。

### 四、經濟環境

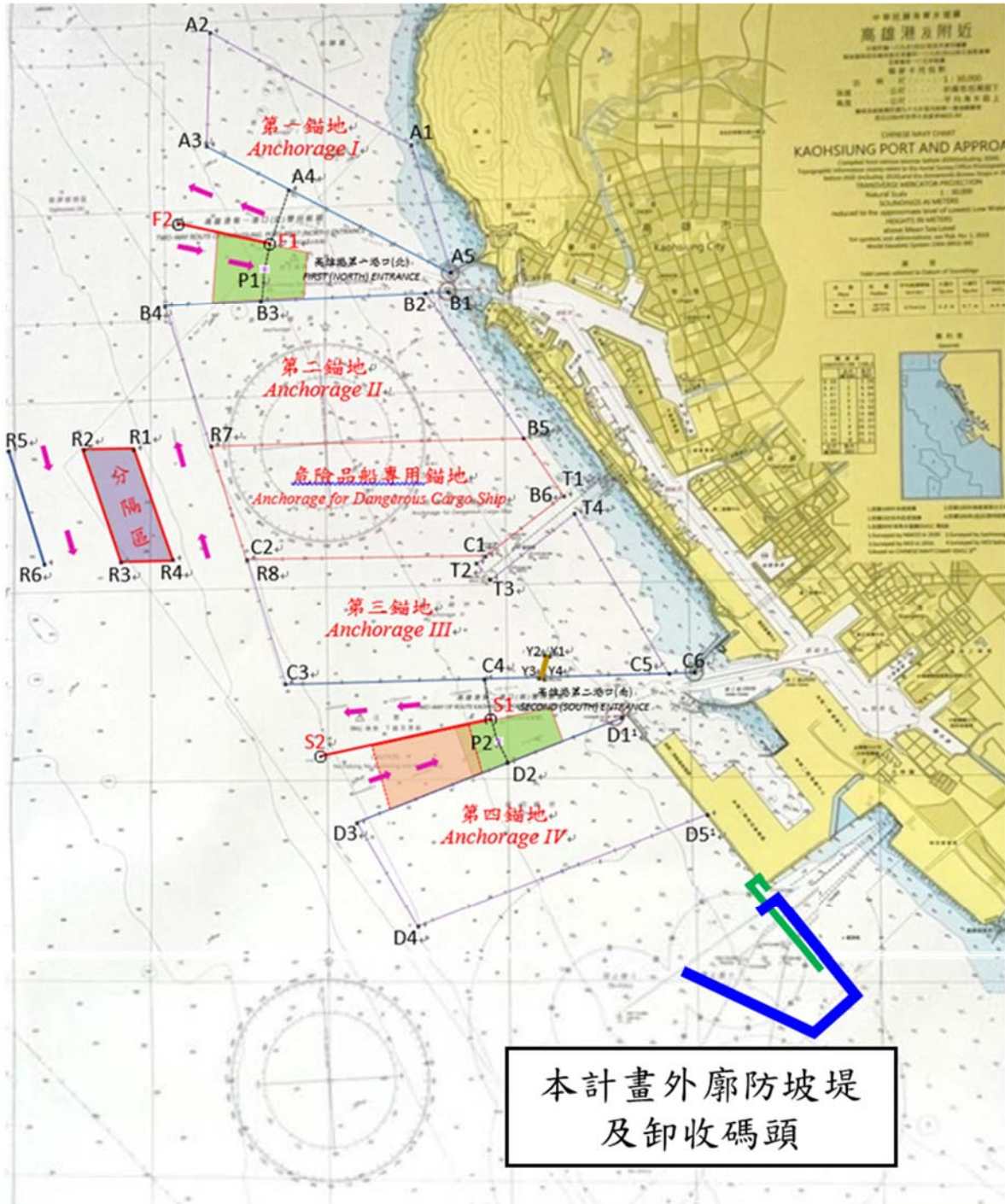
本計畫施工期間預估尖峰期約有 400 人，可增加當地及外地之就業機會，而施工人員亦會增加地區周圍商業及服務業等相關產業之活動，短期間對當地經濟活動之活絡有正面效益，但施工人員屬於流動性人口，整體長遠而言，施工期間對附近地區之經濟環境並無實質性影響。營運期間本計畫預估引進產業人口約 274 位，除增加當地就業機會外，亦會刺激相關產業及衍生商業發展，吸引人口移入，部份就業人口將可能移居附近地區，進而人員眷屬及航運、運輸、餐飲、日用品等服務業人口亦將可能陸續集居附近地區帶動繁榮。評估本計畫對於當地經濟環境影響應屬正面。

### 五、對附近船舶(包括商船與漁船)之影響

本計畫之海域防波堤及碼頭工程位於高雄港洲際二期貨櫃中心西南外海，鄰近高雄商港之第四錨地，未來航道規劃避開錨地範圍，以維持現有公共通行空間；

除第四錨地外，本計畫距高雄港第一、第二港口較遠，且無涉商港現有航道，對高雄港商船航行並無影響；高雄港分道航行制及錨區配置圖，如下圖 7.11-1。

另因外廓防波堤設置可能造成漁船無法原本沿著海岸線即可來回的繞道損失，本公司目前已委託專家學者針對施工及營運期間對漁船航行動線進行影響評估，並持續與漁會積極溝通、協商。



資料來源：高雄港水域船舶交通服務作業指南(112.2.15)。

圖 7.11-1 高雄港分道航行制及錨區配置圖

## 7.12 文化

依據本計畫文化資產調查結果(詳第 6.7 節)，站區位址為填海造陸形成之新生地，廠外輸氣管線為沿既有道路下鋪設，鄰近皆為高度開發之工業區及設區，就其自然、人文歷史的發展來看，計畫範圍內遭遇未被發現的考古、文化、歷史價值之遺跡、遺物的可能性不高；就調查所得的 3 處廟宇、1 處軍事遺跡，均在計畫範圍外，評估本計畫開發行為對其不會造成直接影響，後續施工及營運期間謹依據「文化資產保存法」及「水下文化資產保存法」相關規定辦理，避免文化資產遭受破壞。

## 7.13 安全性分析

### 一、工作方法

本計畫委託雲科製程安全與防災科技股份有限公司針對洲際液化天然氣接收站興建儲槽工程進行安全性分析，使用 DNV 公司的 SAFETI 8.4 (Suite for the Assessment of Flammable, Explosive, and Toxic Impacts)軟體，對火災、爆炸、蒸氣雲擴散等事件進行全面的後果模擬，同時，綜合考慮廠區地理位置、氣象資訊、周邊人口分布以及安全措施，進行失效頻率與事故後果的深入分析，最終，本計畫依量化風險評估(Quantitative Risk Analysis, QRA)方法呈現個人風險與社會風險。本計畫依據美國和歐洲的法規標準，評估風險值是否超過可接受範圍，同時分析各項緩解措施對影響範圍及風險值的改善效果，有效降低潛在風險對個體和社會的影響，確保洲際液化天然氣接收站興建儲槽工程之安全性符合國際標準。

### 二、危害辨識及量化事件列舉

美國化學工程師協會(AIChE)根據過去文獻和研究，綜合研究結果歸納出液化天然氣(LNG)的危害特性。在 LNG 接收站的營運過程中，由於天然氣本身的特性，再加上 LNG 低溫儲存等特點，若在 LNG 相關設施的營運過程中因某種原因發生意外洩漏事故，可能導致相關危害。

本計畫分析接收站製程流程圖、場區配置、操作程序等資料，以故障樹進行分析，並參考相關 LNG 接收站之安全評估資料。選擇之量化事件包括下列可能發生的危害事件：

事件一：卸料臂斷裂，造成 LNG 外洩、火災或爆炸等狀況；

事件二：LNG 進料管破裂，LNG 外洩、火災或爆炸等狀況；

事件三：進料過多造成 LNG 儲槽頂破裂，LNG 外洩、火災或爆炸等狀況；

事件四：BOG 過多造成 LNG 儲槽頂破裂，NG 外洩、火災或爆炸等狀況；

事件五：BOG 再冷凝器管線破裂，LNG 外洩、火災或爆炸等狀況；

事件六：一級泵出料管線破裂、火災或爆炸等狀況；

事件七：二級泵出料管線破裂、火災或爆炸等狀況；

### 三、模擬情境

本計畫後果分析模擬情境分為(1)採行減輕對策前：採用最壞狀況(Worst case)下的模擬結果，屬於對危害事件的保守估計；(2)採行減輕對策後：透過裝設偵測警報系統、緊急關斷設備、高性能消防系統，並制定各種標準作業程序、緊急應變措施及安全管理制度等減輕措施的有效施行，皆能降低危害事件的實際影響。

### 四、頻率分析

失效頻率的評估是基於失誤樹分析方法與國際公認的失效資料來進行，其中使用了 OREDA(Offshore Reliability Data Handbook)的相關資訊。OREDA 為廣泛應用的可靠性資料庫，提供了業界可參考的失效數據。本計畫失效頻率的分析採用更加保守的事件發生頻率，這有助於確保後續量化風險評估工作是全面且無過度樂觀之情形。

表 7.13-1 事件發生機率評估結果

事件	事件描述	造成破口尺寸 (mm)	發生機率 (1/年)	評估依據
一	卸料臂斷裂	508	$5 \times 10^{-6}$	失誤樹分析 <sup>a</sup>
二	LNG 進料管破裂	101.6	$4 \times 10^{-8}$	失誤樹分析 <sup>a</sup>
三	進料過多造成 LNG 儲槽頂破裂	200	$2 \times 10^{-6}$	台中三期風險 評估報告 <sup>b</sup>
四	BOG 過多造成 LNG 儲槽頂破裂	609.6	$2 \times 10^{-7}$	台中三期風險 評估報告 <sup>b</sup>
五	BOG 再冷凝器管線破裂	25.4	$2 \times 10^{-7}$	OREDA <sup>c</sup>
六	一級泵出料管線破裂	25.4	$3 \times 10^{-7}$	OREDA <sup>c</sup>
七	二級泵出料管線破裂	25.4	$3 \times 10^{-7}$	OREDA <sup>c</sup>

註：a. Baker, E G, 1982, Analysis of LNG Import Terminal Release-Prevention System. Pacific Northwest Laboratory。

b. 台中廠第三期投資計畫(增建儲槽及相關附屬設施)環境影響說明書-風險評估報告。

c. OREDA (Offshore Reliability Data Handbook)。

## 五、危害後果及損傷分析

## (一)濃度擴散影響後果

本計畫選擇對 LNG 燃燒下限濃度 5%(50,000 ppm) 做為模擬後果呈現之標準值。於 5%擴散濃度中，採行減輕對策前，各事件影響範圍皆侷限在站區範圍，約 18.8~ 321.3 公尺；採行相關減輕對策後，影響範圍明顯縮小，約 5.0~ 236.9 公尺，減少約 26.3~ 73.4%，顯示所採行措施可有效控制濃度擴散影響範圍，並可降低對鄰近區域之影響。採行相關減輕對策前後之影響距離模擬結果，詳表 7.13-2 及圖 7.13-1~圖 7.13-2。

表 7.13-2 擴散濃度後果影響範圍結果

事件	濃度 50,000 ppm 之影響範圍(公尺)		採行前後差異(公尺) (比例)
	採行減輕對策前	採行減輕對策後	
事件一、卸料臂斷裂	321.3 (冬季最大)	236.9 (冬季最大)	84.4 (26.3%)
事件二、LNG 進料管斷裂	92.3 (冬季最大)	58.7 (冬季最大)	33.6 (36.4%)
事件三、進料過多造成 LNG 儲槽頂破裂	66.1 (冬季最大)	34.7 (冬季最大)	31.4 (47.5%)
事件四、BOG 過多造成 LNG 儲槽頂破裂	18.8 (冬季最大)	5.0 (冬季最大)	13.8 (73.4%)
事件五、BOG 再冷凝器管線破裂	35.0 (冬)	21.6 (冬)	13.4 (38.3%)
事件六、一級泵出料管線破裂	45.8 (冬季最大)	27.8 (冬季最大)	18.0 (39.3%)
事件七、二級泵出料管線破裂	68.7 (冬)	25.0 (冬)	43.7 (63.6%)

註：1.各情境後果分析為模擬 4 種不同氣象條件之最大值。

2.本站址參考中央氣象局高雄市高雄測站氣象資料(2011 年 12 月~2022 年 2 月)。夏：夏季平均風速(2.2 m/s)，大氣穩定度 A-B；冬：冬季平均風速(2.1 m/s)，大氣穩定度 E；夏季最大：夏季最大風速(9.2 m/s)，大氣穩定度 C；冬季最大：冬季最大風速(7.7 m/s)，大氣穩定度 D。



圖 7.13-1 實施減輕措施前之擴散濃度 50,000 ppm 地面影響範圍  
(風速 7.7 M/S，大氣穩定度 D)



圖 7.13-2 實施減輕措施後之擴散濃度 50,000 ppm 地面影響範圍  
(風速 7.7 M/S，大氣穩定度 D)

## (二) 火焰熱輻射影響後果

廠內主要對人員造成損傷之危害類型為火災爆炸，當火災類型呈現火球(Fireball)、噴射火(Jet fire)及池火(Pool fire)時之主要危害則為熱輻射，熱輻射對人員之影響與輻射強度及持續時間有極高之相關聯性，詳細熱輻射之影響，詳如表 7.13-3；本計畫選擇  $37.5 \text{ kW/m}^2$  (對程序設備足夠造成損害)、 $12.5 \text{ kW/m}^2$  及  $4.0 \text{ kW/m}^2$  做為分析劃分標準值。

依據採行減輕對策前模擬結果，本計畫天然氣輸儲設備若破裂而引發噴射火或池火， $4 \text{ kW/m}^2$ 、 $12.5 \text{ kW/m}^2$ 、 $37.5 \text{ kW/m}^2$  熱輻射最大影響範圍皆在站區範圍(約 $<0.05 \sim 547.6$  公尺)，並未影響至鄰近區域；當廠方採行相關減輕對策後，影響範圍明顯縮小，減少約  $17.9 \sim 210.6$  公尺(約  $21.6 \sim 100\%$ )，顯示所採行措施可有效控制濃度擴散影響範圍，並可降低對鄰近區域之影響。採行相關減輕對策前後之影響距離詳表 7.13-3~表 7.13-4、影響範圍詳圖 7.13-3~圖 7.13-4。

表 7.13-3 各輻射強度之極限值

輻射強度 ( $\text{kW/m}^2$ )	觀察到的影響
37.5	對程序設備足夠造成損害
25.0	在無限期的長期曝露下足以點燃木材的最低能量 (非經常性點燃補助火種)
12.5	起始點燃木材、融化塑膠所需最低能量
9.5	8 秒後達到疼痛極限；20 秒後造成二級灼傷
4.0	若無法在 20 秒內到達掩蔽物遮蔽，對人員足以造成疼痛感；然而可能導致皮膚起泡(二級灼傷)
1.6	長期暴露不會造成不舒適感

資料來源：Center for Chemical Process Safety, 1999; DNV, 2009。



表 7.13-4 火焰熱輻射後果影響範圍結果

事件	熱輻射 (kW/m <sup>2</sup> )	火焰熱輻射之影響範圍(公尺)		採行前後差異(公尺) (比例)
		採行減輕對策前	採行減輕對策後	
事件一、卸料臂斷裂	37.5	328.5 (冬季最大)	256.0 (冬季最大)	72.5(22.1%)
	12.5	413.1 (冬季最大)	281.0 (冬季最大)	132.1(32.0%)
	4	547.6 (冬季最大)	351.8 (冬季最大)	195.8(35.8%)
事件二、LNG 進料管斷裂	37.5	< 0.05	< 0.05	—
	12.5	133.9 (冬)	< 0.05	133.9(100%)
	4	210.6 (冬)	< 0.05	210.6(100%)
事件三、進料過多造成 LNG 儲槽頂破裂	37.5	< 0.05	< 0.05	—
	12.5	< 0.05	< 0.05	—
	4	118.8 (冬季最大)	< 0.05	118.8(100%)
事件四、BOG 過多造成 LNG 儲槽頂破裂	37.5	< 0.05	< 0.05	—
	12.5	< 0.05	< 0.05	—
	4	< 0.05	< 0.05	—
事件五、BOG 再冷凝器管線破裂	37.5	49.1 (冬)	< 0.05	49.1(100%)
	12.5	62.6 (冬)	< 0.05	62.6(100%)
	4	80.1 (冬)	52.6 (冬)	27.5(34.3%)
事件六、一級泵出料管線破裂	37.5	< 0.05	< 0.05	—
	12.5	< 0.05	< 0.05	—
	4	< 0.05	< 0.05	—
事件七、二級泵出料管線破裂	37.5	67.7 (冬)	< 0.05	67.7(100%)
	12.5	82.8 (冬)	64.9 (冬)	17.9(21.6%)
	4	104.1 (冬)	72.1 (冬)	32.0(30.7%)

註：1.各情境後果分析為模擬 4 種不同氣象條件之最大值。

2.本站址參考中央氣象局高雄市高雄測站氣象資料(2011 年 12 月~2022 年 2 月)。夏：夏季平均風速(2.2 m/s)，大氣穩定度 A-B；冬：冬季平均風速(2.1 m/s)，大氣穩定度 E；夏季最大：夏季最大風速(9.2 m/s)，大氣穩定度 C；冬季最大：冬季最大風速(7.7 m/s)，大氣穩定度 D。



圖 7.13-3 各事件於實施減輕措施前之熱輻射 4 kw/m<sup>2</sup> 影響範圍  
(風速 7.7 m/s，大氣穩定度 D)



圖 7.13-4 各事件於實施減輕措施後之熱輻射 4 kw/m<sup>2</sup> 影響範圍  
(風速 7.7 m/s，大氣穩定度 D)

## (三) 爆炸超壓影響後果

當洩漏蒸氣雲噴出瞬間遭遇點火源時，則可能產生爆炸危害情境，伴隨爆炸產生的壓力將會對廠區人員及設備造成影響，損害影響如下表 7.13-5；本計畫以 0.21 barg 及 0.14 barg，作為分析劃分標準值。

在採行減輕對策前，爆炸超壓的影響範圍皆侷限站區範圍，約 56.0~708.3 公尺，並未影響鄰近區域；當廠區採行相關減輕對策後，影響範圍減少約 2.4~36.8 公尺(約 2.3~6.9%)，降低對鄰近區域之影響。採行相關減輕對策前後之影響距離模擬結果，詳表 7.13-6；影響範圍詳圖 7.13-5~圖 7.13-6。

表 7.13-5 爆炸壓力產生之損害

壓力(psig)	損害
0.02	惱人的噪音 (137 dB—低頻 10–15 Hz)
0.03	已處在扭曲變形狀況下的大型窗戶玻璃偶而破裂
0.04	爆炸聲音導致玻璃破裂 (143 dB)
0.1	固定小型窗戶玻璃經常性的破裂
0.15	典型的玻璃破碎壓力
0.3	“安全距離”(在此值外有 95% 的機率不會有嚴重的損害)
0.4	有限度的結構物輕微損壞
0.5–1.0	大、小型窗戶通常會破碎，對窗戶外框造成經常性的破壞
0.7	對房屋結構造成經常性的危害
1.0	房舍部份損壞，造成無法居住
1–2	波狀石綿瓦破碎；波狀鐵或鋁製鑲板、拴牢固定物掉落並彎曲；木質鑲板 (標準屋內裝潢) 拴牢固定物掉落
1.3	建築物的鋼骨結構稍微扭曲
2(0.14 barg)	房屋的屋頂及牆壁部份崩塌；非 RC 結構牆或磚牆破壞
2–3	水泥或煤塊(非鋼筋水泥)牆破碎
2.3	結構嚴重損害的下限
2.5	50% 的房屋磚造結構破壞
3(0.21 barg)	工業結構物內重機具(3,000 磅)蒙受少許的損害；建築物的鋼骨結構扭曲並脫離地基
3–4	無鋼骨結構、自裝鋼鐵鑲板外框之建築物完全破壞；石油儲槽破裂
4	輕質工業建築物破壞
5	設施之木質竿柱折斷；建築物內高水壓壓榨機輕微受損
5–7	房屋幾乎完全受損

資料來源：Center for Chemical Process Safety, 1999; DNV, 2009。

表 7.13-5 爆炸壓力產生之損害(續)

壓力(psig)	損害
7	裝載之鐵路貨車翻倒
7-8	磚造鑲板因變形或彎曲而崩落
9	載有乘客之鐵路客車完全破壞
10	建築物幾乎完全解體；重機具 (7,000 磅) 移動且嚴重損壞
14.5	於該爆炸壓力下人類難以生還
30	鋼塔倒塌
88	產生爆坑
300	火山口的極限

資料來源：Center for Chemical Process Safety, 1999; DNV, 2009。

表 7.13-6 爆炸超壓後果影響範圍結果

事件描述	爆炸過壓 (barg)	爆炸超壓之影響範圍(公尺)		採行前後差異(公尺) (比例)
		採行減輕對策前	採行減輕對策後	
事件一、卸料臂斷裂	0.21	668.0 (冬季最大)	639.5 (冬季最大)	28.5(4.3%)
	0.14	708.3 (冬季最大)	671.5 (冬季最大)	36.8(5.2%)
事件二、LNG 進料管斷裂	0.21	160.7 (冬季最大)	154.4 (冬季最大)	6.3(3.9%)
	0.14	169.7 (冬季最大)	161.5 (冬季最大)	8.2(4.8%)
事件三、進料過多造成 LNG 儲槽頂破裂	0.21	129.7 (冬季最大)	123.5 (冬季最大)	6.2(4.8%)
	0.14	138.3 (冬季最大)	130.4 (冬季最大)	7.9(5.7%)
事件四、BOG 過多造成 LNG 儲槽頂破裂	0.21	56.0 (冬季最大)	52.7 (冬季最大)	3.3(5.9%)
	0.14	60.6 (冬季最大)	56.4 (冬季最大)	4.2(6.9%)
事件五、BOG 再冷凝器管線破裂	0.21	136.8 (冬)	133.4 (冬)	3.4(2.5%)
	0.14	141.7 (冬)	137.3 (冬)	4.4(3.1%)
事件六、一級泵出料管線破裂	0.21	71.4 (冬季最大)	69.0 (冬季最大)	2.4(3.4%)
	0.14	74.7 (冬季最大)	71.7 (冬季最大)	3.0(4.1%)
事件七、二級泵出料管線破裂	0.21	192.0 (夏)	187.5 (夏)	4.5(2.3%)
	0.14	198.4 (夏)	192.6 (夏)	5.8(2.9%)

註：1.各情境後果分析為模擬 4 種不同氣象條件之最大值。

2.本站址參考中央氣象局高雄市高雄測站氣象資料(2011 年 12 月~2022 年 2 月)。夏：夏季平均風速(2.2 m/s)，大氣穩定度 A-B；冬：冬季平均風速(2.1 m/s)，大氣穩定度 E；夏季最大：夏季最大風速(9.2 m/s)，大氣穩定度 C；冬季最大：冬季最大風速(7.7 m/s)，大氣穩定度 D。



圖 7.13-5 各事件於實施減輕措施前之爆炸超壓 0.14 barg 影響範圍  
(風速 7.7 m/s，大氣穩定度 D)



圖 7.13-6 各事件於實施減輕措施後之爆炸超壓 0.14 barg 影響範圍  
(風速 7.7 m/s，大氣穩定度 D)

#### (四)採行減輕對策實施之影響後果分析綜合說明

採行減災措施前之模擬條件係採用最壞狀況(Worst case)下的模擬結果，屬於對危害事件的保守估計。在實際運作上，站區會針對製程設備規劃嚴謹的安全設施，包含安全閥或緊急排放裝置、緊急遮斷裝置、緊急停俾系統及火災與氣體偵測系統(FGS)等安全監控/處置機制，並制定各種標準作業程序、緊急應變措施及安全管理制度等的有效施行，皆能有效降低危害事件的實際影響。根據美國氣體協會(American Gas Association, AGA)的研究報告(An Experimental Study on the Mitigation of Flammable Vapor Dispersion and Fire Hazards Immediately Following LNG Spills on Land, 1974)，採用 500 倍高膨脹泡沫可將揮發性蒸汽濃度降低約 60%，同時熱輻射的影響強度可降低約 85%。

綜合各事件影響模擬結果，以冬季最大之氣候(風速 7.7 m/s，大氣穩定度 D)與夏季之氣候(風速 2.2 m/s，大氣穩定度 A-B)影響範圍較大且具代表性；各事件影響範圍皆侷限於站區範圍，並未影響鄰近區域。在採行減輕對策後，各事件的擴散濃度範圍和熱輻射範圍均相較於未採行對策時明顯減少，降低約 21.6~ 100%之距離，顯示透過良好的規劃設計、實施減輕對策以及有效的安全管理措施，可有效降低危害事件的實際影響程度。故後續營運期間應持續強化營運安全，落實作業人員之教育訓練、設施之減災措施與對應緊急應變程序，以降低事件發生機率與後果影響範圍。

#### 六、風險值及安全性評估

風險即為某事件、活動或情況可能使人傷亡或遭受財產損失的可能性；可能性即是造成損失的事件其發生的機率。因此，風險包含兩個基本因素：(1)人的傷亡和(或)財產的損失。(2)事件發生的機率。針對風險評估，將洩漏事件列入考量，各模擬之事件之結果將以個體風險等高線及社會風險，瞭解營運後對鄰近區域之風險，針對個體風險及社會風險說明如下：

##### (一)個體風險等高線

個體風險主要受發生頻率、影響區域及氣候等因素影響，當事故發生時，產生的不良後果對某地區個體所造成傷害的機率，並以個體風險考慮，結果以每年有多少風險表示配合套入地圖之風險等高線表示；而風險等高圖為將港區外相等風險之位置相連接，形成一封閉曲線，顯示該區域個體風險，一

般來說，近廠區處風險大，距離越遠其風險亦隨之減低。本計畫站區個體風險建議標準值，詳表 7.13-7。

綜合全年度的氣候條件下，在七種情境事件綜合評估之風險結果(詳圖 7.13-7)中，個體風險值最高為  $1 \times 10^{-6}$ ，該範圍未接觸周遭敏感區域，因此個體風險值是可以接受的。

表 7.13-7 本計畫場所個體風險比較之建議標準值

說明	LSIR 等高線	標準描述
場所特定危害風險 ( $1.0 \times 10^{-4}$ /年)	$1.0 \times 10^{-4}$	1. 本風險在站區外不被接受 2. $1.0 \times 10^{-4}$ 風險等高線圖不應該超過場址界線
場所特定危害風險 ( $1.0 \times 10^{-5}$ /年)	$1.0 \times 10^{-5}$	1. 本風險在商業或低危害工業區不被接受 2. $1.0 \times 10^{-5}$ 風險等高線圖不應該進到商業或低危害工業發展區
場所特定危害風險 ( $1.0 \times 10^{-6}$ /年)	$1.0 \times 10^{-6}$	1. 本風險在社區不被接受 2. $1.0 \times 10^{-6}$ 風險等高線圖不應該進到社區



圖 7.13-7 採行減輕措施後之個體風險結果圖

(二) 社會風險

社會風險為當危害事件發生後，周遭累積之死亡人數(N)對應事件後果發生頻率累加值(F)的分佈情形，再採用「最低合理可行性原則(As low as reasonably practicable, ALARP)」，依風險的嚴重程度將可能出現的風險進行分級，訂出風險門檻值的上下限，分別是不可接受的風險區域、允許的風險

區域以及廣泛可接受的風險區域。

1. 不可接受的風險區域：屬於高風險區域，當風險值落在此區域，即表示非特殊情況，該風險是不可接受的。
2. 允許的風險區域：屬於中度風險區域，當風險值落在此區域內必須在當前的技術條件下無法進一步降低風險，或降低風險所需的成本遠遠大於降低風險所獲得的效益，才允許此風險可接受。
3. 廣泛可接受的風險區域：屬於低風險區域。當風險值落在此區域以下，其剩餘風險視為可忽略，不需加強預防措施以降低風險。

由於我國對此並無相關之法律規定，本計畫採用荷蘭之社會風險基準作為本案社會風險可允許及可忽略基準，可允許基準從 1 死亡數(頻率= $1 \times 10^{-3}$ /年)到 100 死亡數(頻率= $1 \times 10^{-7}$ /年)；可忽略基準從 1 死亡數(頻率= $1 \times 10^{-5}$ /年)到 100 死亡數(頻率= $1 \times 10^{-9}$ /年)。

綜合全年度的氣候條件下，七種情境事件綜合評估之社會風險值(如圖 7.13-8)，於各項安全措施之確保之下，風險值於可忽略基準之下，然於營運期間應嚴格遵循各項風險降低措施之維護，確保所有安全防護皆有效且符合設計需求。

綜合上述，本計畫之模擬評估之結果，對於興建洲際液化天然氣接收站的風險值落在「廣泛可接受的風險區域」；仍需加強製程監控系統、消防系統、安全跳脫裝置等設備，並制定詳細清楚之緊急應變計畫及標準作業程序，將站內安全管理責任制度落實到位，不同崗位各盡其職，建立必要的安全資訊交流制度和交流管道，保證資訊暢通。此部分已以納入本計畫營運管理計畫及緊急應變計畫制定，透過定期演練及人員訓練，具體落實至日常操作，並縮短緊急事件應變時間，降低安全危害風險。



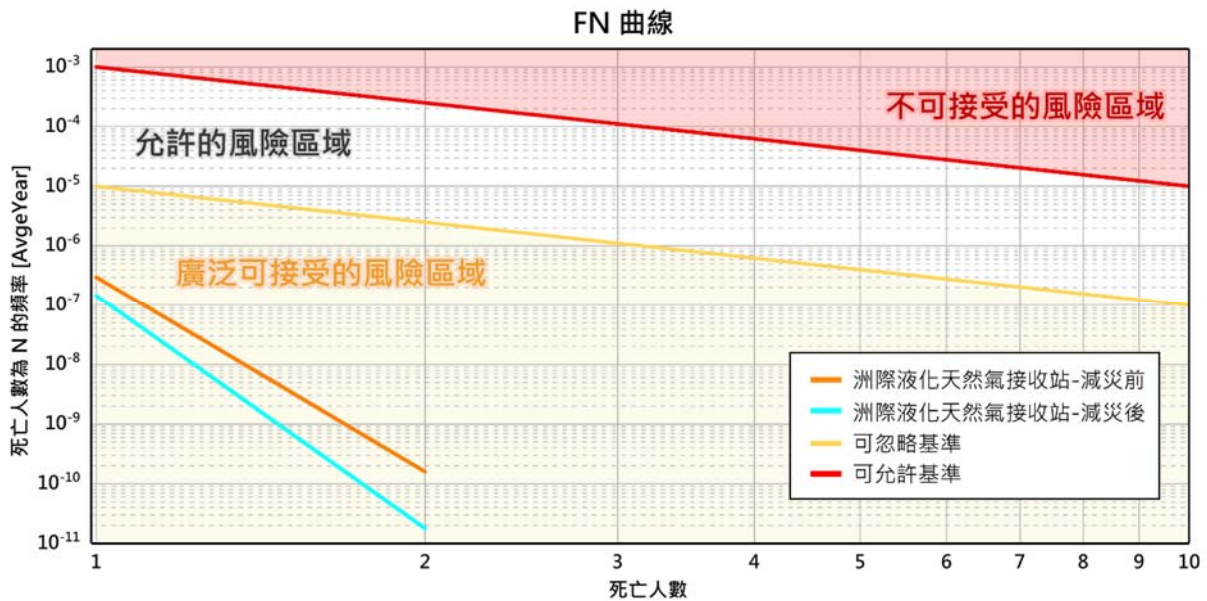


圖 7.13-8 採行減輕措施後之社會風險結果圖

對於輸氣管線較可能發生之危害為天然氣洩漏後並點燃之噴射火焰熱輻射，以 4 kW/m<sup>2</sup>(若無法在 20 秒內到達掩蔽物遮蔽，對人員足以造成疼痛感)熱輻射影響距離約 250 公尺。短期、中期供氣目標管線距離社區至少 1,100、400 公尺，影響應屬輕微；長程供氣目標管線部份管段經過中林路，鄰近大林蒲社區，考量大林蒲遷村計畫推動時程，長期供氣目標期程將視大林蒲遷村計畫推動狀況滾動檢討。

針對輸氣管線風險管理措施，包含施工前進行現地補充地質調查及詳細液化潛能評估，建立液化危害指數分佈資料，管線埋設過程於開挖深度內回填排水性佳之砂質土壤，降低地震下土壤液化之影響。在管材部分選用足以承受設計地震力，確保對管線不致造成擠壓、拉伸、挫曲甚至斷裂等損害。平日管線安全管理方面，規劃全線建置陰極防蝕系統，以外加電流方式保護管線避免腐蝕，並每日派遣人員全線進行輸氣管線巡查，若管線附近有外單位施工則派員駐守避免遭外力破壞，此外，定期執行腐蝕程度檢查(導波及超音波檢測等)、管線包覆破損檢測(CIPS)，並輔以導波及超音波檢測管線厚度等以整體性確認管線狀況，若管線狀況不良存在風險，則執行各項風險緩降措施加強管理，必要時開挖並汰換異常管段，以確保管線輸氣安全。設置管線即時監控系統(包含壓力、溫度、流量、火焰偵測器、可燃氣體偵測器等)連線至站區控制室 24 小時人員監控，並有緊急遮斷裝置、壓力排放裝置等安全監控/處置機制，如有異常發生時，可立即採取應變措施，降低安全危害風險。



圖 7.13-9 輸氣管線與大林蒲社區相對位置圖