

附錄 4.1 空氣品質模式 ISCST3 基本原理

一、空氣品質評估方法

本計畫之空氣品質預測，乃蒐集當地氣象資料(地面、高空)及採取合適模式模擬施工期間空氣品質之變化，並與當地各空氣品質監測資料加以比較(疊加)，進行空氣品質影響評估。

二、空氣品質模式之選用

本計畫區空氣品質影響評估採用之模式，將針對本計畫區之特性，考慮下列因素：

- (1) 模式必須能適用於多樣性之污染源。
- (2) 模式須能預測長期(年、月)短期(日、小時)平均時間濃度值及最大值，俾與環境空氣品質標準比較。
- (3) 模式必須能符合計畫區附近之地形特性。
- (4) 模式之複雜程度及輸入資料須能與既有之氣象資料相配合。
- (5) 模式須經學術界廣泛認可及驗證。

經上述程序篩選後，本評估工作採用民國 87 年 7 月 28 日環保署公告「空氣品質模式評估技術規範」所認可之 ISCST3(Industrial Source Complex Short-Term Dispersion Model, ISC3)模式，作為預測施工期間施工面及營運期間生產事業排放對環境空氣品質影響之工具；並另以 CALINE4 模式作為施工期間及營運期間運輸車輛交通廢氣對環境影響之評估工具。

三、ISCST3 模式概述

(一) 通用性

1. 污染源種類：點源、面源、體源、露天(洞)坑源。
2. 污染物種類：惰性污染性或較不活潑之一階反應污染物(如二氧化硫)，不適用於反應性污染物，另外可以適用於連續性之毒性污染物之排放。
3. 適合區域：都市區域、鄉村區域。
4. 適合地形：平坦、簡單地形。
5. 適合模擬範圍：傳輸距離在 50 公里以內。

6. 模擬時間：適合長期(一年)或短期(一小時)模擬。

(二) 模式基本特色

1. 模式種類：為一高斯(Gaussian)煙流模式。
2. 擴散係數：都市區域之擴散係數為 Briggs(1976)所研究之擴散係數。鄉村區域之擴散係數則為 Tuner(1969)之擴散係數。

$$\sigma_y = 465.11628x \tan(\text{TH})$$

$$\text{TH} = 0.017453293[c - d \ln x]$$

$$\sigma_z = ax^b$$

X：下風距離(km)

σ_y, σ_z ：擴散尺度(m)

a, b, c, d：經驗係數(參考美國 EPA：ISCST3 模式使用手冊)

3. 風剖面係數：可自行修改都市或鄉村的風剖面係數值或使用程式中預設值。
4. 下沖效應：考慮煙囪下沖現象，Briggs(1974)，與建築物下洗現象，Scire & Schulman(1980)。
5. 煙流上升：考慮熱浮力與動量煙流上升，熱浮力煙流上升採取 Briggs(1969, 1971, 1975)公式。
6. 面源計算：使用有限橫風線污染源假設。
7. 體源計算：使用虛點源來模擬體源。
8. 沈澱與沈降：可計算沈降量。

四、CALINE4 模式概述

(一) 適用性

1. 污染源種類：公路線源、停車場。
2. 污染物種類：CO、TSP、NO₂ 及惰性氣體。
3. 適合區域：都市、鄉村區域。
4. 適合地形：簡單地形。
5. 適合模擬範圍：傳輸距離在 50 公里內。

6. 模擬時間：適合一小時至 24 小時模擬。

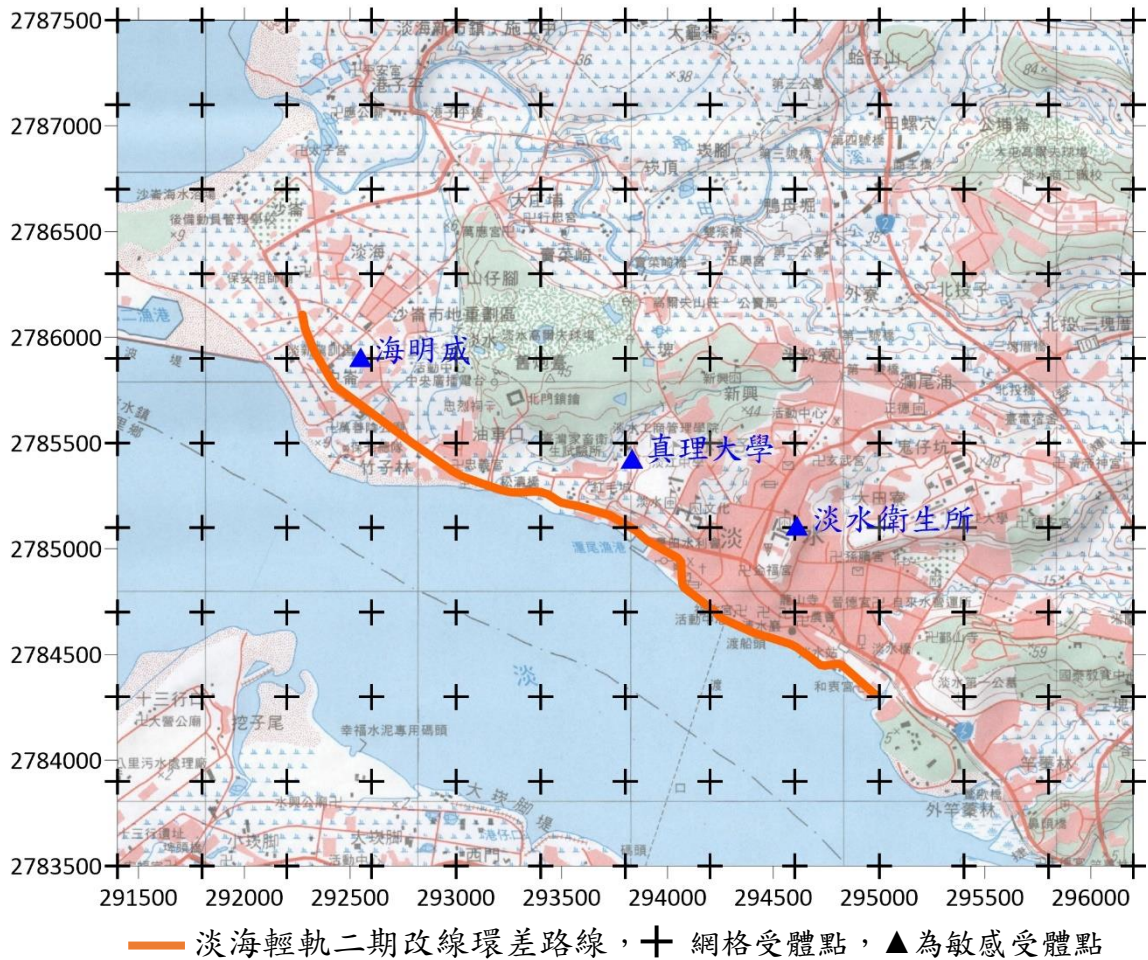
(二) 模式基本特色

1. 模式種類：為一高斯(Gaussian)煙流模式。
2. 擴散係數：垂直擴散係數引自 Benson(1982)修正版本；水平擴散係數引自 Draxler(1976)之研究。
3. 風剖面係數：可自行修改風剖面係數值或使用程式預設值。
4. 沉澱及沉降：沉澱(Seteling)及沉降(Deposition)效應可視需要引用。

附錄 4.2 模式使用參數說明

一、模擬範圍及網格設定

本計畫之模擬範圍以計畫區為中心向外延伸，淡海輕軌二期改線環差施工期間模擬範圍定為 TWD97 東西向 291,400 至 296,200 m、南北向 2,783,500 至 2,787,520 m 之 4.8 公里×4 公里矩形方塊，詳如附圖 II-1 所示。



附圖 II-1 本計畫施工期間空氣品質模擬範圍及受體點分佈

二、受體點資料

施工期間以 400 公尺間隔之網格設置受體點，並設定淡海輕軌二期改線環差路線之鄰近敏感受體點，包括海明威、真理大學及淡水衛生所等三處敏感受體點，各受體點位置詳如附圖 II-1 所示。

三、氣象資料之輸入

本計畫區影響範圍內之現有氣象資料中，以中央氣象局淡水測站

(站號 46690，地面氣象)資料及板橋(站號 46692，探空氣象)資料距離本計畫區最近，亦最具代表性，故引用上述氣象測站民國 106-108 年之氣象資料做為本計畫 ISCST3 擴散模式模擬所需之氣象輸入資料，資料由環保署空氣品質模式支援中心網站下載，附表 II-1 列示為輸入氣象參數之來源及其計算方法。

附表 II-1 模式輸入氣象參數表

輸入參數	資料來源及計算方法
1.風向剖面係數	使用模式內定值
2.風速計高度、逐時風向、風速、溫度	中央氣象局民國 106-108 年淡水測站地面氣象資料
3.穩定度	中央氣象局淡水測站民國 106-108 年地面氣象資料之風速及雲量資料，以 Pasquill 分類法推估求得
4.混合層高度	中央氣象局淡水測站地面氣象資料及同年板橋測站探空資料，經 Holtzworth 法計算求得

四、排放源資料

模式模擬淡海輕軌二期改線環差之施工期間污染排放情形，推估其污染增量狀況，施工期間排放源資料分別說明如下：

(一)施工期間

淡海輕軌二期改線環差之施工期間對於周遭空氣品質所可能產生影響之排放源，大致可分為土木工程揚塵(含車輛行經未鋪面道路產生之粒狀物逸散)以及施工機具與運輸車輛排放之廢氣，其排放量推估結果摘要如附表 V.2-2~3，並將上述三種排放源計算方法分述如後：

附表 V.2-2 架空線段施工期間排放量推估及模式輸入資料

項目		污染物	排放量(g/s)					
			TSP	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO _x	NO ₂	CO
工作項目	土木工程		0.260	0.150	0.030 ^{註1}	-	-	-
	施工機具		0.273	0.150 ^{註2}	0.030 ^{註1}	0.001	0.293	0.912
	區內運輸車輛廢氣 ^{註3}		0.005	0.004	0.003	1.73E-05	0.053	0.025

合計	0.507	0.284	0.063	0.001	0.346	0.938
----	-------	-------	-------	-------	-------	-------

備註：1.以美國 AP42 construction PM_{2.5}/PM₁₀ 之比例及 PM₁₀ 排放量，推估 PM_{2.5} 排放量。

2.施工機具 PM₁₀ 排放量之推估以 道路(隧道)工程(道路) 之 PM₁₀ 與 TSP 之排放係數比例配合施工機具之 TSP 排放量計算而得。

3.運輸車輛排放量依據 TED11.0 柴油大貨車行駛速率 30 km/hr 之排放係數推估。

附表 V.2-3 無架空線段及平面車站之施工期間各施工區排放量計算

項目		污染物	排放量(g/s)					
			TSP	PM ₁₀	PM _{2.5}	SOx	NO ₂	CO
工作項目	土木工程		0.400	0.230	0.050 ^{註1}	-	-	-
	施工機具		0.273	0.150 ^{註2}	0.030 ^{註1}	0.001	0.293	0.912
	區內運輸車輛廢氣 ^{註3}		0.004	0.004	0.003	1.70E-05	0.052	0.025
合計			0.677	0.384	0.083	0.001	0.345	0.937

備註：1.以美國 AP42 construction PM_{2.5}/PM₁₀ 之比例及 PM₁₀ 排放量，推估 PM_{2.5} 排放量。

2.施工機具 PM₁₀ 排放量之推估以 道路(隧道)工程(道路) 之 PM₁₀ 與 TSP 之排放係數比例配合施工機具之 TSP 排放量計算而得。

3.運輸車輛排放量依據 TED11.0 柴油大貨車行駛速率 30 km/hr 之排放係數推估。

1. 土木施工及車行揚塵

依據「空氣污染總量管制制度推行先期作業及空氣污染排放量推估標準方法建立計畫」(行政院環境保護署，民國 88 年)之土木施工揚塵推估：

$$\text{排放量} = \text{排放係數} \times \text{活動強度} \times \text{控制因子}$$

施工面之排放係數，參採環保署「營建工程空氣污染防制費徵收制度檢討與修正計畫(民國 89 年)」所建立之「工程類別法本土化排放係數表」，選取適用於各分區開發之排放係數(此係數已將工地外帶泥土之車行揚塵一併考慮)，活動強度則為施工面之作業面積，依據施工計畫進行設定，預估淡海輕軌二期改線環差之施工階段中架空線段最大開挖面積約 1.5 公頃，而無架空線段及平面車站之施工階段中最大開挖面積約 2.3 公頃，引用之排放係數均為道路(隧道)工程(道路)，詳如附表 V.2-4 所示。

控制因子則為施行之減輕對策之防制效率，各項工程、活動強度則

依據施工計畫進行設定，各項防制效率則參考附表 V.2-5 營建工程防制措施執行內容及其防塵效率，施工期間於工地周界設置施工圍籬，工地設有專用洗滌車輛或與土石有關機具之清洗措施，每日上、下午於施工區之裸露地表及車行路面確實灑水一次，再輔以一般行政管理措施(如土石運輸車輛覆蓋不透氣防塵塑膠布等)以降低因開發造成粒狀物的污染，於本計畫淡海輕軌二期改線環差之施工期間平均防制效率設定為 75%。

2. 施工機具排放廢氣

施工機具排放則依工程規劃所估算參與施工之機具數量，並引用 AP-42 列示之排放係數，推得 TSP、SO₂、NO₂、CO 之排放係數及排放量，有關各項污染物排放量計算詳見附表 V.2-6~7。

3. 運輸車輛排放廢氣

工區內運輸車輛之增量，依據淡海輕軌二期改線環差之施工計畫預估尖峰時段施工機具各型式每小時車次，估算每日施工運輸車次為雙向 12 車次，及每輛車平均行駛長度雙向於架空線段約 1.72 km 及無架空線段及平面車站月約 1.69 km 共計約 3.4 km，並參考環保署 TEDS11.0 移動源排放量計算手冊中之柴油大貨車排放係數進行計算。另施工期間之人員車輛進出所衍生之交通量評估如附表 V.2-8 所示，車輛旅次發生在中正東-學府路口、中山-文化路口及中正-文化路口，將該些路段之衍生旅次，以 Caline4 模式計算其各污染物在敏感點的最大小時濃度增量與背景濃度進行合成濃度評估。

彙整本計畫施工期間之各項排放量，包括土木施工、施工機具及工區運輸車輛之各項污染物排放量計算結果彙整如附表 V.2-2~3 所示。

附表 V.2-4 工程類別法本土化排放係數表

工程類別法本土化排放係數表(90年版)						
工程類別	費基	排放係數 單位	總逸散粉塵 排放係數	TSP 排放係數	PM ₁₀ 排放係 數	
			新排放係數	新排放係數	新排放係數	
建築(房屋) 工程	(RC 結構)	基地面積·工期	kg/m ² /月	0.7169	0.2	0.1111
	(SRC 結 構)	基地面積·工期	kg/m ² /月	0.6846	0.191	0.1061

	(拆除)	地板總面積	kg/m ²	0.2564	0.0715	0.0397
道路(隧道)工程	道路(隧道)工程(道路)	施工面積·工期	kg/m ² /月	0.536	0.1495	0.0831
	道路(隧道)工程(隧道)	隧道面積·工期	kg/m ² /月	0.7556	0.2108	0.1171
管線工程	管線工程	施工面積·工期	kg/m ² /月	0.9171	0.2559	0.1422
橋樑工程	橋樑工程	橋面面積·工期	kg/m ² /月	0.4747	0.1324	0.0736
區域開發工程	(社區)	開發面積·工期	噸/公頃/月	2.0408	0.5694	0.3163
	(工業區)	開發面積·工期	噸/公頃/月	3.3841	0.9441	0.5245
	(遊樂區)	開發面積·工期	噸/公頃/月	1.55	0.4325	0.2403
其它建築工程	其它建築工程	施工面積·工期	kg/m ² /月	0.293	0.0815	0.0296
		合約經費	kg/百萬元	107.2	29.9088	16.616

資料來源：環保署，營建工程空氣污染防制費徵收制度檢討與修訂計畫，民國 89 年。

附表 V.2-5 防制措施執行內容及其防塵效率

防制措施	措施內容	防塵效率(%)
清洗措施	工地設有專用洗滌車輛或與土石有關機具之清洗措施	80
鋪設鋼板措施	鋪設於車行之砂土石路面	60
灑水噴霧	車行工地路面	90
	堆料棄土區/傾卸作業	80
	裸露空地	90
防塵罩網等措施	採用網徑 0.5mm，網距 3mm 為參考基準	20
	土石運輸車輛離工地前覆蓋防塵塑膠布	90
防塵屏措施	工地周界築有 1.8m 以上之圍籬	40
集塵系統(配有收集導管)	重力沉降或慣性衝擊器	80
	吸塵器、袋式集塵器、噴淋槽	90
防塵覆被	植被、化學穩定劑	90
管理措施	配有一般管理措施，如地面粉土清掃工作	50
其他措施	指非上述之其他防制措施	50

資料來源：公私場所固定污染源申請空氣污染防制費減免辦法，民國八十六年六月。

附表 V.2-6 架空線段施工機具數量、排放係數與排放量計算

一、各機具污染物排放量		排放係數(g/hr/輛)				
施工機具種類	數量	TSP	SO _x	NO _x	NO ₂ ^{註1}	CO
挖土(破碎)機	2	184	0.950	1,741	174	568
傾卸卡車	4	77.9	0.380	858	85.8	260
吊卡車	2	50.7	0.280	571	57.1	157

灑水車	2	22.7	0.140	393	39.3	138
夯實機	2	77.9	0.380	858	85.8	260
二、總排放量(g/hr)		982	5.02	10,558	1,056	3,284
總排放量(g/s)		0.273	0.001 ^{註2}	2.93	0.293	0.912

備註：1.依據 U.S. EPA(1982)之量測報告，柴油排氣中 NO/NOx 之比率約為 0.73~0.93(視引擎運轉程度而定)。

2.自民國 101 年 01 月 01 日國內柴油含硫量已降低至 10ppmw。由於 U.S. EPA AP-42 排放係數彙編(1985)中以含硫量 0.22%為推估基準，本計畫於排放量推估中已予以適當修正。

附表 V.2-7 無架空線段及平面車站施工機具數量、排放係數與排放量計算

一、各機具污染物排放量		排放係數(g/hr/輛)				
施工機具種類	數量	TSP	SO _x	NO _x	NO ₂ ^{註1}	CO
挖土(破碎)機	2	184	0.950	1,741	174	568
傾卸卡車	4	77.9	0.380	858	85.8	260
吊卡車	2	50.7	0.280	571	57.1	157
灑水車	2	22.7	0.140	393	39.3	138
夯實機	2	77.9	0.380	858	85.8	260
二、總排放量(g/hr)		982	5.02	10,558	1,056	3,284
總排放量(g/s)		0.273	0.001 ^{註2}	2.93	0.293	0.912

備註：1.依據 U.S. EPA(1982)之量測報告，柴油排氣中 NO/NOx 之比率約為 0.73~0.93(視引擎運轉程度而定)。

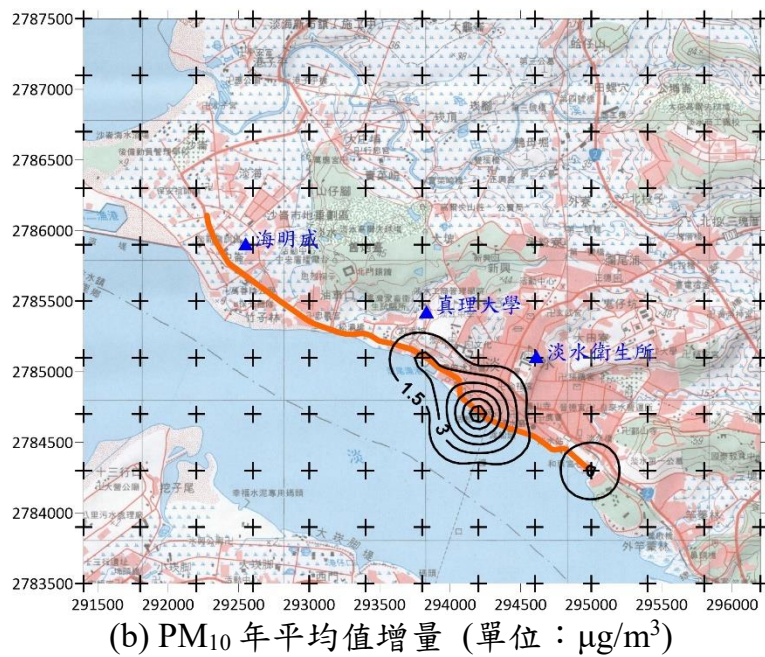
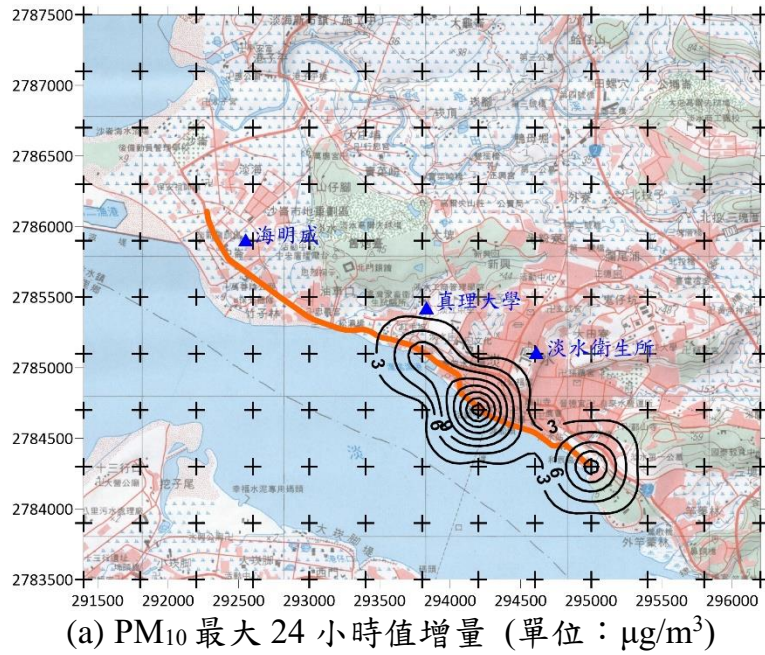
2.自民國 101 年 01 月 01 日國內柴油含硫量已降低至 10ppmw。由於 U.S. EPA AP-42 排放係數彙編(1985)中以含硫量 0.22%為推估基準，本計畫於排放量推估中已予以適當修正。

表 V.2-8 本計畫施工期間交通衍生之尖峰車輛數

起訖點	交通增量(雙向)			平均排放係數(g/km/s)				
	機車 (輛/hr)	小客車 (輛/hr)	大貨車 (輛/hr)	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	NO _x	CO
中正東-學府路口	35	24	10	0.03	0.002	<0.001	0.028	0.038
中山-文化路口								
中正-文化路口								

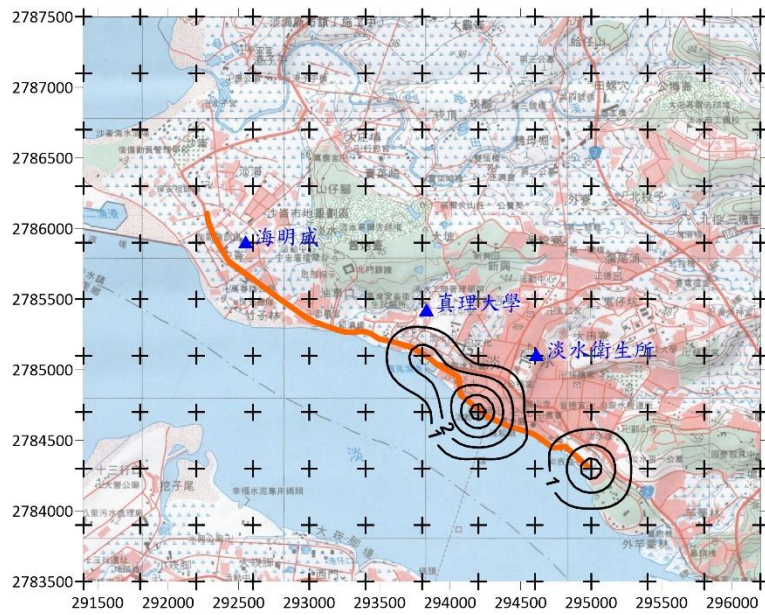
備註：本計畫推估

附錄 4.3 淡海輕軌二期改線環差施工期間模擬結果等濃度圖

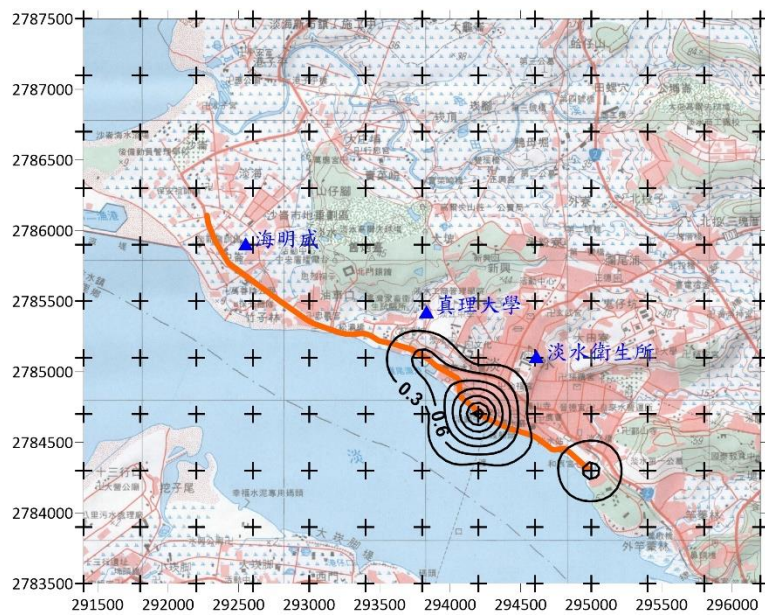


— 淡海輕軌二期路線，+ 網格受體點，▲ 為敏感受體點

附圖 III-1 施工期間 PM₁₀ 增量模擬結果等濃度圖



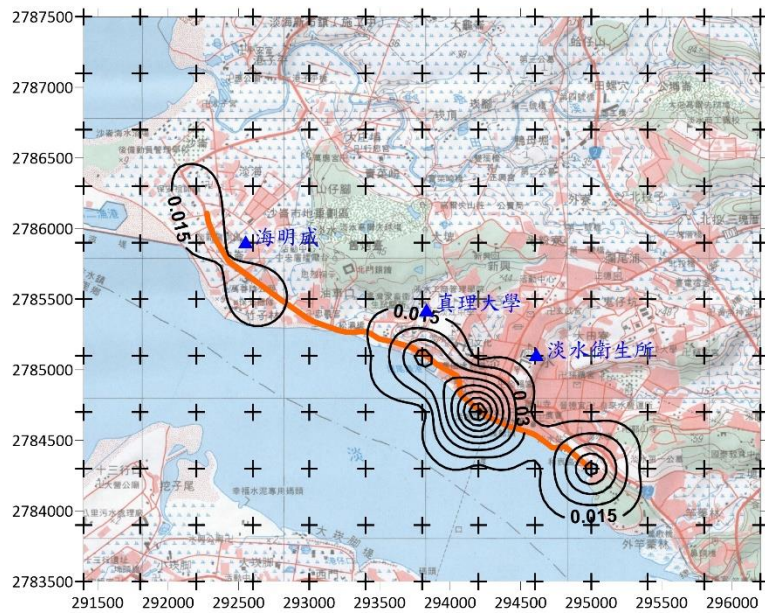
(a) PM_{2.5} 最大 24 小時值增量 (單位：μg/m³)



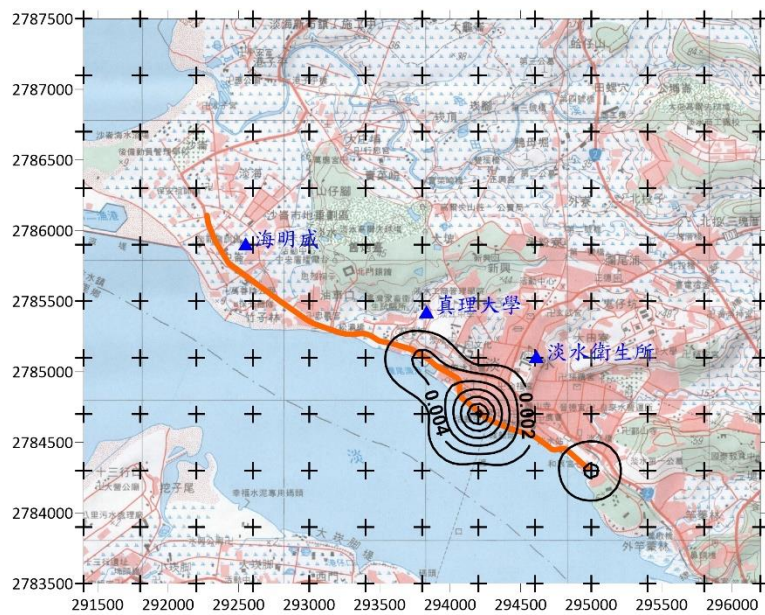
(b) PM_{2.5} 年平均值增量 (單位：μg/m³)

— 淡海輕軌二期路線，+ 網格式體點，▲ 為敏感受體點

附圖 III-2 施工期間 PM_{2.5} 增量模擬結果等濃度圖



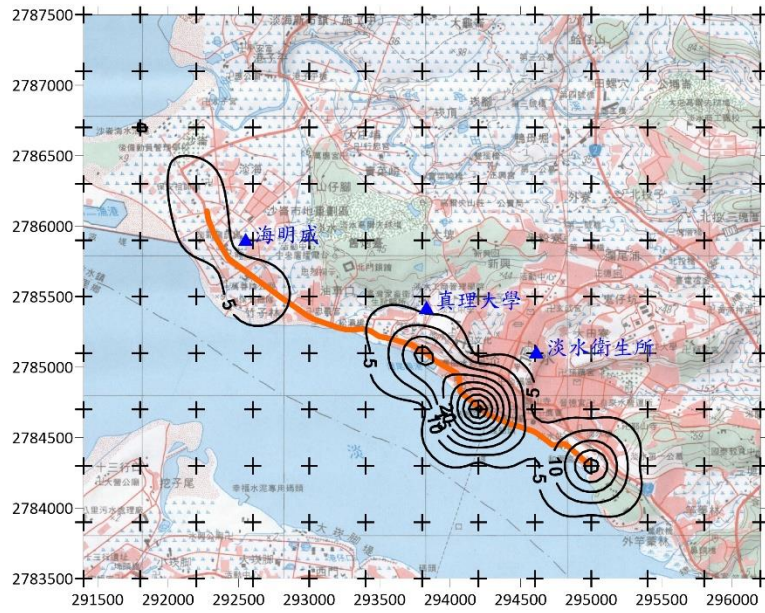
(a) SO₂ 最大小時值增量 (單位：ppb)



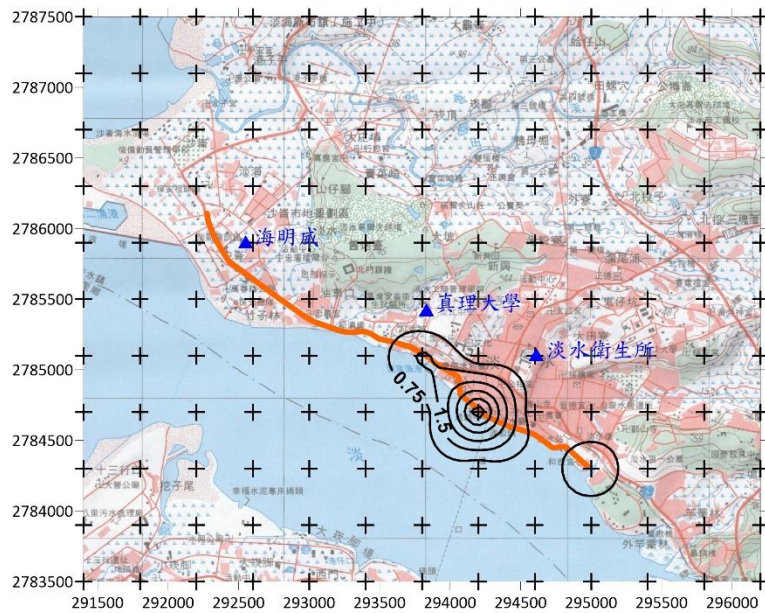
(b) SO₂ 年平均值增量 (單位：ppb)

— 淡海輕軌二期路線，+ 網格式體點，▲ 為敏感受體點

附圖 III-3 施工期間 SO₂ 增量模擬結果等濃度圖



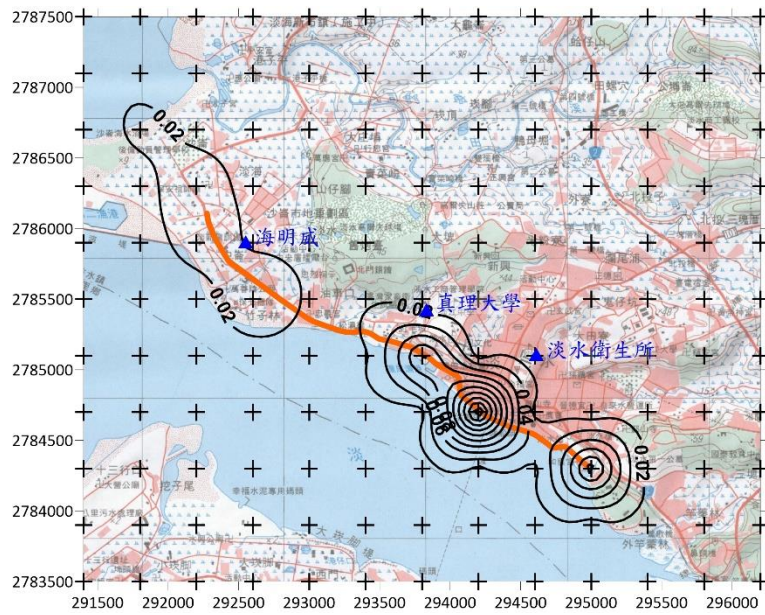
(a) NO₂ 最大小時值增量 (單位：ppb)



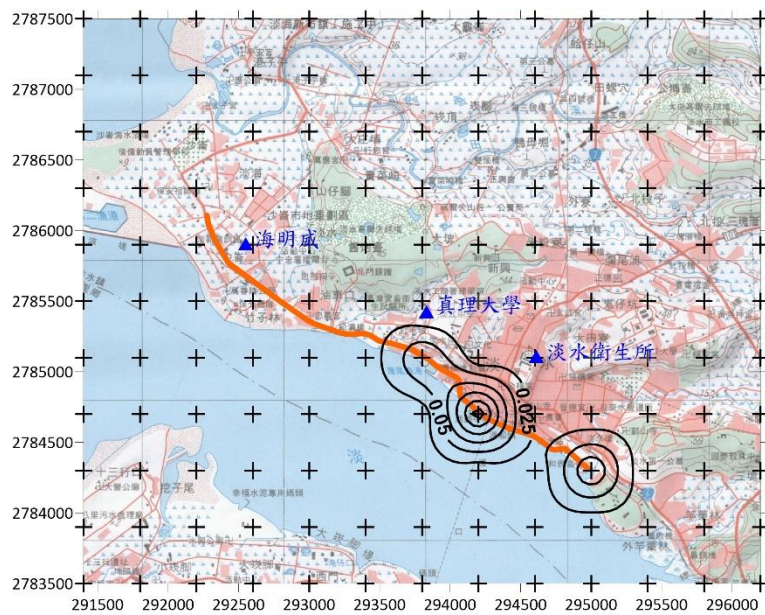
(b) NO₂ 年平均值增量 (單位：ppb)

— 淡海輕軌二期路線，+ 網格式體點，▲ 為敏感受體點

附圖 III-4 施工期間 NO₂ 增量模擬結果等濃度圖



(a) CO 小時值增量 (單位：ppm)



(b) CO 8 小時值增量 (單位：ppm)

— 淡海輕軌二期路線，+ 網格受體點，▲ 為敏感受體點

附圖 III-5 施工期間 CO 增量模擬結果等濃度圖