

國道 3 號增設南雲交流道工程(第 D34 標)

委託環境監服務

彙總成果報告

(103 年 4 月至 106 年 4 月)

開發單位：交通部臺灣區國道高速公路局拓建工程處

執行監測單位：松喬環保科技股份有限公司

提送日期：中華民國 106 年 8 月

交通部臺灣區國道高速公路局拓建工程處

計畫名稱：國道3號增設南雲交流道工程
(第D34標)委託環境監測服務

彙總成果報告

(103年4月至106年4月)

監測單位名稱：松喬環保科技股份有限公司

負責人：張子龍

聯絡電話：(02) 2298-3206

綜合評估者：張子龍 _____

目錄

圖目錄.....	1
前言.....	1
1、依據.....	1
2、監測執行期間.....	2
3、執行監測單位.....	2
第一章 監測內容概述.....	4
1.1 工程進度.....	4
1.2 監測計畫概述.....	4
1.3 監測位址.....	10
1.4 品保／品管作業措施概要.....	15
1.5 生態調查品保/品管作業措施概要.....	30
第二章 監測結果數據分析.....	37
2.1 空氣品質及氣象.....	37
2.2 環境噪音振動.....	46
2.3 營建噪音振動.....	54
2.4 工區放流水.....	60
2.5 地表水質.....	67
2.6 交通量.....	76
2.7 生態調查.....	82
第三章 檢討與建議.....	83
3.1 監測結果檢討與因應對策.....	83
3.1.1 監測結果綜合檢討分析.....	83
3.1.2 監測結果異常現象因應對策.....	85
參考文獻.....	88

表目錄

表 1-1 工程進度.....	4
表 1-2 環境監測計畫.....	4
表 1-3 生物調查樣區座標.....	13
表 1-4 採樣作業準則.....	18
表 1-5 採樣至運送過程注意事項.....	19
表 1-6 儀器校正情形.....	23
表 1-7 檢測方法.....	25
表 1-8 檢測項目之單位及有效位數.....	27
表 1-9 調查樣區位置表.....	31
表 1-10 台灣河川不同污染等級的魚類指標.....	35
表 2-1 歷次空氣品質監測結果.....	38
表 2-2 歷次空氣品質監測結果(續).....	39
表 2-3 空氣品質補充調查結果(100 年 6 月環境差異分析).....	40
表 2-4 空氣品質標準.....	41
表 2-5 歷次噪音振動監測結果.....	47
表 2-6 計畫區附近噪音振動補充調查結果(100 年 6 月環境差異分析).....	49
表 2-7 道路交通噪音環境音量標準.....	50
表 2-8 日本環境廳振動規則基準.....	51
表 2-9 營建噪音振動監測結果.....	55
表 2-10 營建工程噪音管制標準.....	57
表 2-11 歷次放流水檢測結果.....	61
表 2-12 歷次地表水質檢測結果.....	68
表 2-13 河川水質補充調查結果(100 年 6 月及 102 年 1 月環境差異分析).....	71
表 2-14 國道 3 號 250km 服務水準.....	76
表 2-15 國道 3 號竹山路尖峰小時交通量與服務水準分析表(環差階段).....	79
表 2-16 根據 V/C 值之服務水準等級劃分標準.....	80
表 2-17 快車道車道寬及橫向淨距調整因素 f_{w1} (無慢車道).....	80
表 2-18 車流方向分佈調整因素 f_d	80
表 3-1 施工前監測之異常狀況及處理情形.....	85
表 3-2 施工階段監測之異常狀況及處理情形.....	86
表 3-3 營運階段監測之異常狀況及處理情形.....	87

圖目錄

圖 1-1 組織計劃圖.....	3
圖 1-2 施工前環境監測位置示意圖.....	10
圖 1-3 施工期間環境監測位置示意圖.....	11
圖 1-4 營運期間環境監測位置示意圖.....	12
圖 1-5 陸域生態調查範圍、路線及樣區分布.....	13
圖 1-6 水域生態調查樣區分布.....	14
圖 1-7 監測作業流程圖.....	15
圖 1-8 採樣作業流程圖.....	16
圖 1-9 調查區位置示意圖.....	30
圖 1-10 調查樣區位置示意圖.....	31
圖 2-1 空氣品質 TSP 監測成果比較.....	42
圖 2-2 空氣品質 PM ₁₀ 監測成果比較.....	42
圖 2-3 空氣品質 PM _{2.5} 監測成果比較.....	42
圖 2-4 空氣品質 SO ₂ 日平均值監測成果比較.....	43
圖 2-5 空氣品質 SO ₂ 小時平均值監測成果比較.....	43
圖 2-6 空氣品質 NO ₂ 日平均值監測成果比較.....	43
圖 2-7 空氣品質 NO ₂ 小時平均值監測成果比較.....	44
圖 2-8 空氣品質 CO 八小時平均值監測成果比較.....	44
圖 2-9 空氣品質 CO 小時平均值監測成果比較.....	44
圖 2-10 空氣品質 O ₃ 八小時平均值監測成果比較.....	45
圖 2-11 空氣品質 O ₃ 小時平均值監測成果比較.....	45
圖 2-12 噪音 L _日 監測成果比較.....	52
圖 2-13 噪音 L _晚 監測成果比較.....	52
圖 2-14 噪音 L _夜 監測成果比較.....	52
圖 2-15 振動 L _{v10 日} 監測成果比較.....	53
圖 2-16 振動 L _{v10 夜} 監測成果比較.....	53
圖 2-17 營建噪音 L _{eq} 監測成果比較.....	58
圖 2-18 營建噪音 L _{max} 監測成果比較.....	58
圖 2-19 營建振動 L _{v10} 監測成果比較.....	59
圖 2-20 營建振動 L _{max} 監測成果比較(續).....	59
圖 2-21 放流水 pH 監測結果.....	64
圖 2-22 放流水水溫監測結果.....	64
圖 2-23 放流水溶氧監測結果.....	64
圖 2-24 放流水懸浮固體監測結果.....	65
圖 2-25 放流水生化需氧量監測結果.....	65

圖 2- 26 放流水化學需氧量監測結果.....	65
圖 2- 27 放流水氨氮監測結果.....	66
圖 2- 28 放流水油脂監測結果.....	66
圖 2- 29 地表水質 pH 監測結果.....	72
圖 2- 30 地表水質水溫監測結果.....	72
圖 2- 31 地表水質導電度監測結果.....	72
圖 2- 32 地表水質水量監測結果.....	73
圖 2- 33 地表水質溶氧監測結果.....	73
圖 2- 34 地表水質懸浮固體監測結果.....	73
圖 2- 35 地表水質生化需氧量監測結果.....	74
圖 2- 36 地表水質氨氮監測結果.....	74
圖 2- 37 地表水質硝酸鹽氮監測結果.....	74
圖 2- 38 地表水質油脂監測結果.....	75
圖 2- 39 地表水質總磷監測結果.....	75
圖 2- 40 地表水質大腸桿菌群監測結果.....	75

前 言

1、依據

現有國道3號竹山路段雖已設置竹山交流道，但其區位於竹山鎮北側，除提供竹山地區民眾進出國道3號外，亦為前往溪頭、杉林溪的主要交流道，無論平、假日均有大量觀光車流進出，常於尖峰時段造成交通壅塞問題，除導致竹山地區民眾上下竹山交流道極為困難外，同時亦因竹山交流道附近區域道路交通壅塞，影響遊客進出竹山地區意願，致衍生竹山地區觀光產業逐漸沒落，有被邊緣化之虞。此外，國道3號竹山交流道(243k+775)與其南側的斗六交流道(260k+300)相距達16.5公里，鄰近鄉鎮市包括彰化縣南側的二水鄉及溪洲鄉、雲林縣北側的林內鄉，均缺乏較直捷的交流道可供民眾進出國道3號，影響上述地區的發展。南雲交流道離高鐵彰化站約為14.5公里，約30分鐘可到達高鐵彰化站，為高鐵彰化站通往國道3號最近之交流道，考量高鐵彰化站已增設之條件下，南雲交流道將為銜接高鐵彰化站聯外道路與國道3號之重要設施。

為服務鄰近地區交通需求，交通部公路總局及彰化縣政府業已完成規劃或提出相關建議，配合高鐵彰化站區聯外道路、高鐵橋下道路、縣道137線改線新闢工程等計畫，形成高鐵與國道3號在彰化八卦山側輔助道路，進一步健全中部地區整體路網。有鑑於此，南投縣政府積極爭取國道3號竹山地區南側新增交流道，並於100年1月獲致交通部核定本計畫前階段之可行性研究報告，擬於250k附近增設「南雲交流道」，期能達成以下之計畫目標：

1. 配合南投縣竹山地區及周邊彰南、北地區的整體發展需要，提供便捷聯外交通運輸服務，以因應現況及未來衍生之旅運需求。
2. 強化國道3號對南投彰化與雲林生活圈之交通運輸服務功能，促進整體生活圈的均衡發展。
3. 健全高鐵彰化站之聯外道路，聯繫高鐵彰化站與國道3號。
4. 強化溪頭、杉林溪等國家級風景區之聯繫，並與八卦山環道路線連結，建構南投—彰化交通新動脈，並提升竹山市區使用國道3號之方便性。

本環境監測是依據「第二高速公路後續計畫環境影響評估報告(南投-新營段)增設南雲交流道工程環境影響差異分析報告」(定稿本)，考量工程施工對自然環境之影響，進行監測及記錄。期能確實掌握於工程施工階段對環境造成之

影響，並於其影響超出涵容能力時，能適時採取減輕對策，落實各項環評承諾及相關環境保護措施。

2、監測執行期間

「國道3號增設南雲交流道工程(第D34標)委託環境監測服務」(以下簡稱「本服務」)，「本服務」分為【施工前】、【施工期間】及【營運期間】等三階段，本次報告係為103年4月至106年4月之環境監測彙總成果。

3、執行監測單位

本監測計畫中，包括空氣品質、營建噪音振動、噪音振動、工區放流水、地表水質、交通流量、陸域生態及水域生態等監測由松喬環保科技股份有限公司執行，並執行監測數據分析及監測報告書之整理，公司資料如下：

公司名稱	松喬環保科技股份有限公司
負責人兼綜合評估者	張子龍
影響評估者	陳建榮
專案工程師	倪崇恩
聯絡電話	(02) 2298-3206 分機 381
傳真	(02) 2298-3314
地址	新北市五股區五工路 149 號 5 樓
環境檢測許可證號	環署環檢字第 004 號

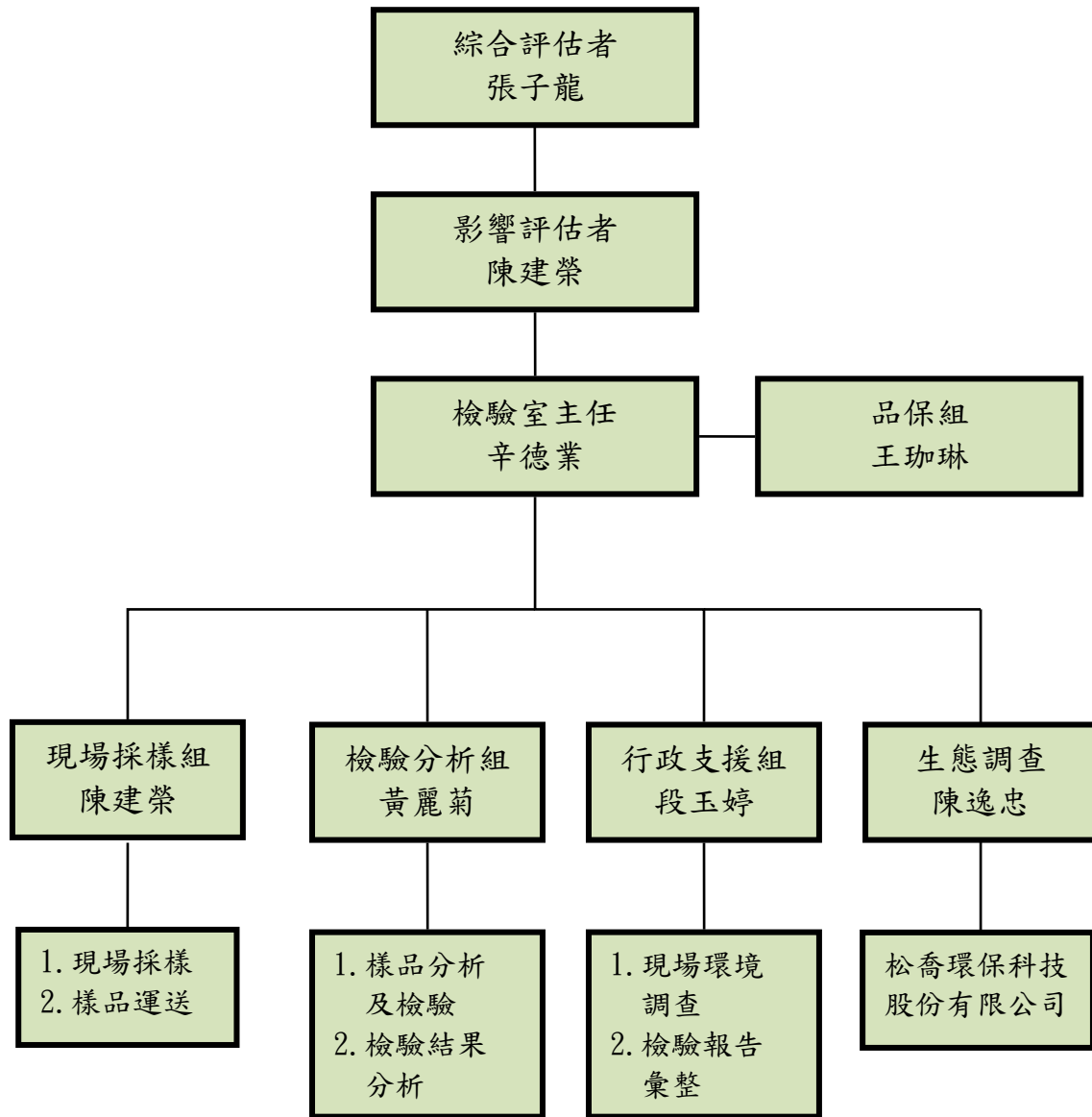


圖 1-1 組織計劃圖

第一章 監測內容概述

1.1 工程進度

本工程已於105年5月4日竣工。

表 1-1 工程進度

工程項目	預定進度(%)	實際進度(%)
主體工程已完工	100	100

1.2 監測計畫概述

表 1-2 環境監測計畫

監測類別	監測項目	監測地點	監測頻率	監測方法	監測單位	監測時間
空氣品質	1. TSP 2. PM ₁₀ 3. SO ₂ 4. NO _x 5. CO 6. O ₃ 7. 風速、風向、溫度、濕度	中和社區	施工前進行1次,每次連續24小時。	1. NIEA A102.12A 2. NIEA A206.10C 3. NIEA A416.12C 4. NIEA A417.11C 5. NIEA A421.12C 6. NIEA A420.11C 7. 標準氣象儀	松喬環保科技股份有限公司	103.04.11-12
	1. TSP 2. PM ₁₀ 3. SO ₂ 4. NO _x 5. CO 6. O ₃ 7. 風速、風向、溫度、濕度 8. PM _{2.5}		施工期間每季進行1次,每次連續24小時。	1. NIEA A102.12A 2. NIEA A206.10C 3. NIEA A416.12C 4. NIEA A417.11C 5. NIEA A421.12C 6. NIEA A420.11C 7. 標準氣象儀 8. NIEA A205.11C		103.05.29-30 103.08.14-15 103.11.20-21 104.02.06-07 104.05.17-18 104.08.22-23 104.11.21-22 105.02.19-20 105.04.21-22
	1. TSP 2. PM ₁₀ 3. SO ₂ 4. NO _x 5. CO 6. O ₃ 7. 風速、風向、溫度、濕度 8. PM _{2.5}		營運階段每季進行1次,每次連續24小時。	1. NIEA A102.12A 2. NIEA A206.10C 3. NIEA A416.12C 4. NIEA A417.11C 5. NIEA A421.12C 6. NIEA A420.11C 7. 標準氣象儀 8. NIEA A205.11C		105.06.16-17 105.09.09-10 105.12.12-13 106.02.02-03

表 1- 2 環境監測計畫(續 1)

監測類別	監測項目	監測地點	監測頻率	監測方法	監測單位	監測時間
噪音	噪音—逐時均能音量(L_{eq})、百分比音量(L_x)($x=5, 10, 50, 90, 95$)、最大音量(L_{max})、 $L_{日}$ 、 $L_{夜}$ 、 $L_{晚}$ 、 L_{dn}	前山路二段223巷附近民宅	施工前進行 1 次，含假日及非假日，每次連續 24 小時。	NIEA P201.95C	松喬環保科技股份有限公司	103.04.11、12
			施工期間每季進行 1 次，含假日及非假日，每次連續 24 小時。			103.05.30、31 103.08.15、16 103.11.21、22 104.02.06、07 104.05.17、18 104.08.28、29 104.11.20、21 105.02.19、20 105.04.22、23
			營運階段每季進行 1 次，含假日及非假日，每次連續 24 小時。			105.06.17、18 105.09.10、11 105.12.11、12 106.02.03、04
振動	振動—逐時均能振動位準(L_{veq})、百分比振動位準(L_{vx})($x=5, 10, 50, 90, 95$) L_{Vmax} 、 $L_{V(10)日}$ 、 $L_{V(10)夜}$	前山路二段223巷附近民宅	施工前進行 1 次，含假日及非假日，每次連續 24 小時。	NIEA P204.90C	松喬環保科技股份有限公司	103.04.11、12
			施工期間每季進行 1 次，含假日及非假日，每次連續 24 小時。			103.05.30、31 103.08.15、16 103.11.21、22 104.02.06、07 104.05.17、18 104.08.28、29 104.11.20、21 105.02.19、20 105.04.22、23
			營運階段每季進行 1 次，含假日及非假日，每次連續 24 小時。			105.06.17、18 105.09.10、11 105.12.11、12 106.02.03、04

表 1-2 環境監測計畫(續 2)

監測類別	監測項目	監測地點	監測頻率	監測方法	監測單位	監測時間
營建噪音	L_{eq} 、 L_x 、 L_{max}	工區周界外 1公尺處施 測	施工期間每月 二次,每次連續 15分鐘。	NIEA P201.95C	松 喬 環 保 科 技 股 份 有 限 公 司	103.05.29
營建振動	L_{v10} 、 L_{vmax}			NIEA P204.90C		103.06.09、24
						103.07.08、31
						103.08.15、29
						103.09.10、30
						103.10.13、29
						103.11.20、28
						103.12.10、30
						104.01.05、19
						104.02.06、26
						104.03.09、23
						104.04.08、28
						104.05.16、28
						104.06.09、25
						104.07.02、28
						104.08.04、26
						104.09.07、21
						104.10.07、26
						104.11.02、22
						104.12.09、22
						105.01.08、26
						105.02.01、19
						105.03.09、22
						105.04.07、22

表 1-2 環境監測計畫(續3)

監測類別	監測項目	監測地點	監測頻率	監測方法	監測單位	監測時間
工區 放流水	1. 水溫	農田導水路 (背景調查)	施工期間每月 一次	1. NIEA W217.51A	松 喬 環 保 科 技 股 份 有 限 公 司	103.05.29
	2. pH			2. NIEA W424.52A		103.06.09
	3. SS			3. NIEA W210.58A		103.07.31
	4. COD			4. NIEA W515.54A		103.08.15
	5. NH ₃ -N	工區洗車台		5. NIEA W448.51B		103.09.10
	6. DO			6. NIEA W422.52B		103.10.13
	7. BOD			7. NIEA W510.55B		103.11.20
	8. 油脂			8. NIEA W506.21B		103.12.10
						104.01.05
						104.02.06
						104.03.09
						104.04.08
						104.05.18
						104.06.25
						104.07.02
						104.08.24
						104.09.21
						104.10.07
						104.11.22
						104.12.22
						105.01.26
						105.02.19
						105.03.09
						105.04.07

備註：1.103年5、6、7月因工區洗車台尚未完成，故以農田導水路之承受水體作為背景調查。

表 1- 2 環境監測計畫(續 4)

監測類別	監測項目	監測地點	監測頻率	監測方法	監測單位	監測時間
地表水質	1. 流量、流速 2. 水溫 3. pH 4. DO 5. BOD 6. SS 7. 比導電度 8. 硝酸鹽氮 9. 氨氮 10. 總磷 11. 大腸桿菌群 12. 油脂	枋寮導水路	施工前進行 1 次。	1. NIEA W022. 51C 2. NIEA W217. 51A 3. NIEA W424. 52A 4. NIEA W422. 52B 5. NIEA W510. 55B 6. NIEA W210. 58A 7. NIEA W203. 51B 8. NIEA W415. 52B 9. NIEA W448. 51B 10. NIEA W427. 53B 11. NIEA E202. 55B 12. NIEA W506. 21B	松喬環保科技股份有限公司	103. 04. 12
		1. 枋寮導水路(工區上游) 2. 枋寮導水路(工區下游)	施工期間每季進行 1 次。			103. 05. 29 103. 08. 15 103. 11. 20 104. 02. 06 104. 05. 18 104. 08. 24 104. 11. 22 105. 02. 19 105. 04. 22
		枋寮導水路	營運階段每季進行 1 次。			105. 06. 16 105. 09. 09 105. 12. 13 106. 02. 02
交通量	流量、車種組成、服務水準	國道 3 號 250km	施工前進行 1 次，含假日及非假日，每次連續 24 小時。 施工期間每季進行 1 次，含假日及非假日，每次連續 24 小時。 營運階段每季進行 1 次，含假日及非假日，每次連續 24 小時。	錄影計數		103. 04. 11、12 103. 05. 30、31 103. 08. 15、16 103. 11. 21、22 104. 02. 06、07 104. 05. 17、18 104. 08. 28、29 104. 11. 20、21 105. 02. 19、20 105. 04. 22、23 105. 06. 17、18 105. 09. 10、11 105. 12. 11、12 106. 02. 03、04

表 1-2 環境監測計畫(續 5)

監測類別	監測項目	監測地點	監測頻率	監測方法	監測單位	監測時間
陸域生態	以蝶類及鳥類為主，並涵蓋其他兩棲類及爬蟲類保育類物種。	計畫區及計畫區邊界延伸500公尺之環境	施工前進行1次現地調查。	穿越線調查法 穿越線法 訪問調查 目視法及 沿線調查法	松喬環保科技股份有限公司	103.04.14-16
			施工期間每季進行1次現地調查。			103.05.29-31 103.07.28-30 103.11.08-11 104.01.22-24 104.05.01-03 104.07.13-16 104.10.28-31 105.02.26-28
			營運階段每季進行1次現地調查。			105.05.24-26 105.09.27-30 105.12.27-30 106.04.22-24
紫斑蝶	每年3~5月期間，每週進行1次調查。	定點調查法 補充調查法	103.05.08、15、23、29 104.03.06、12、18、25 104.04.03、06、16、23、30 104.05.06、13、20、26 105.03.02、09、17、22、30 105.04.04、12、21、28 105.05.04、11、19、24、31 106.03.03、10、17、24、30 106.04.03、10、17、24、30			
水域生態	以魚類、蝦蟹類物種為主。	取本計畫水域樣區W1、W2、W3進行監測比較	施工前進行1次現地調查。	直接觀察法 靜置捕捉法 手撈網採集	松喬環保科技股份有限公司	103.04.14-16
			施工期間每季進行1次現地調查。			103.05.29-31 103.07.28-30 103.11.08-11 104.01.22-24 104.05.01-03 104.07.13-16 104.10.28-31 105.02.26-28
			營運階段每季進行1次現地調查。			105.05.24-26 105.09.27-30 105.12.27-30 106.04.22-24

1.3 監測位址

各監測類別之監測位址如下圖所示。

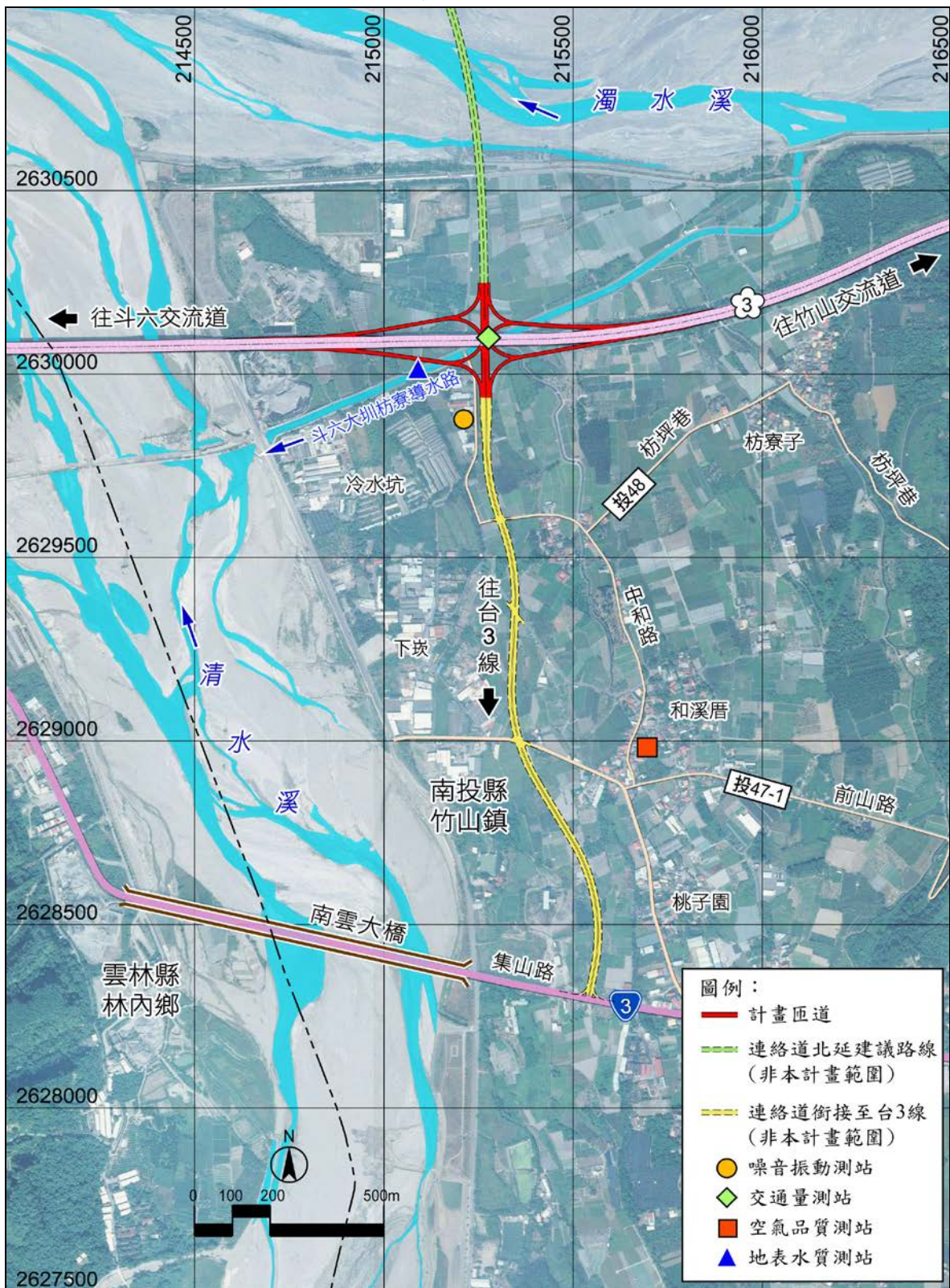


圖 1- 2 施工前環境監測位置示意圖

各監測類別之監測位址如下圖所示。

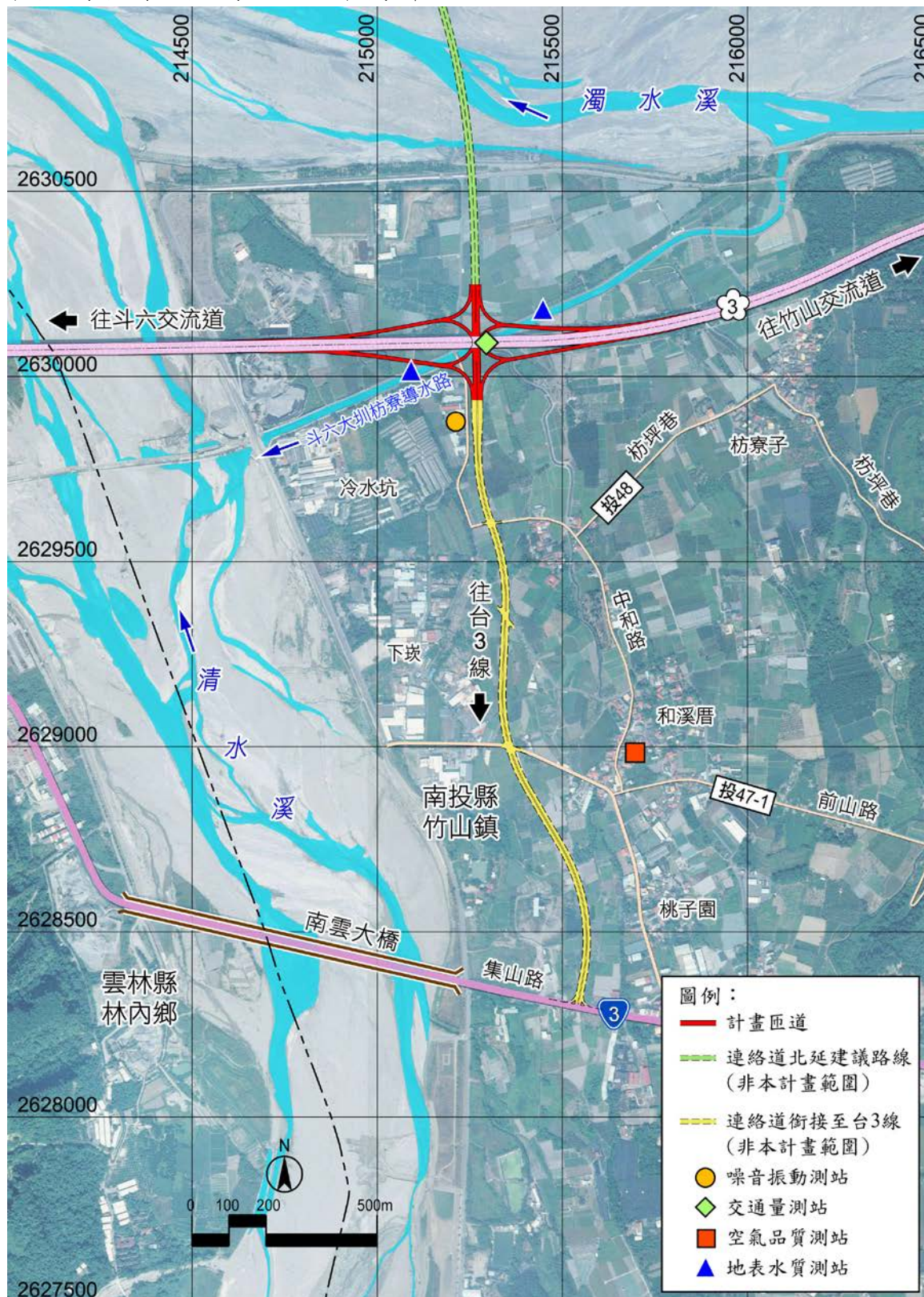


圖 1- 3 施工期間環境監測位置示意圖

各監測類別之監測位址如下圖所示。

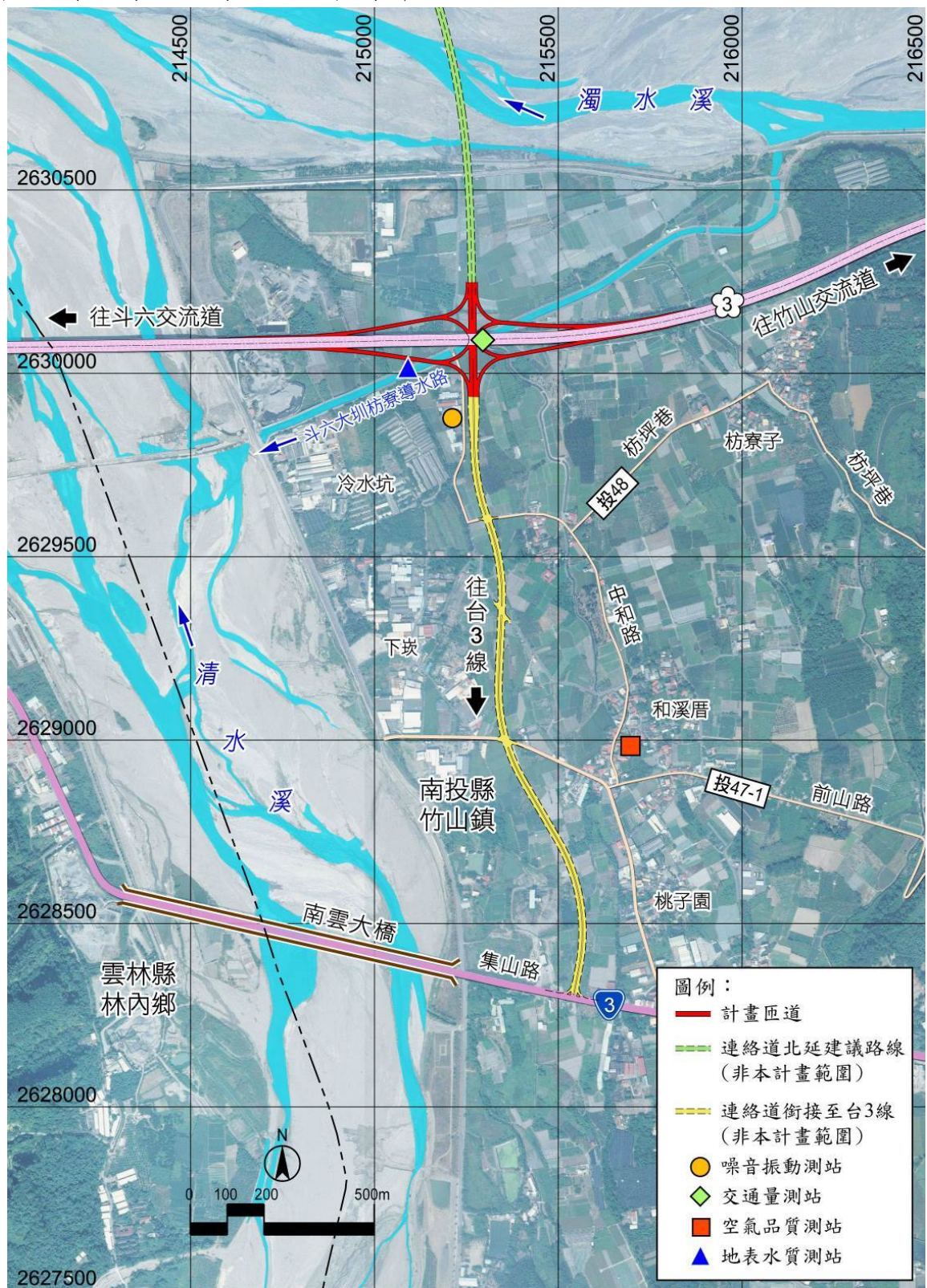


圖 1- 4 營運期間環境監測位置示意圖

表 1-3 生物調查樣區座標

類別	樣區編號	TWD97(X)	TWD97(Y)	海拔	備註
陸域	L1	216100	2630493	123 m	東北側次生林土地公廟
陸域	L2	215715	2630299	125 m	東北側農地及導水路
陸域	L3	215994	2630229	120 m	計畫區交流道東段北側
陸域	L4	215456	2629851	123 m	南側農田, 檳林, 香蕉
陸域	L5	214899	2629937	116 m	養豬廠
陸域	L6	214534	2629904	112 m	清水溪
陸域	L7	214549	2630397	115 m	銀合歡, 構樹
陸域	L8	215034	2630534	117 m	清潔隊
陸域	L9	216516	2629509	152 m	檳林
陸域	L10	216644	2629882	137 m	荔園, 茶園
陸域	L11	213449	2630158	115 m	國道3號252k下, 紫斑蝶道
水域	W1	216527	2630681	113 m	水域1, 濁水溪
水域	W2	214534	2629904	112 m	水域2, 清水溪下游
水域	W3	210973	2631020	94 m	水域3, 濁水溪清水溪匯流下游



圖例 - - - 基地範圍 - - - 鄰近500m範圍 調查路線 L 陸域樣區

圖 1-5 陸域生態調查範圍、路線及樣區分布



圖例 - - - 基地範圍 - - - 鄰近500m範圍 - - - 調查路線 w 水域樣區

圖 1-6 水域生態調查樣區分布

1.4 品保／品管作業措施概要

為確保本監測計畫監測數據品質，除了在樣品檢測分析過程中執行品保品管作業外，更應注意樣品採集、輸送及保存等作業中所有步驟是否依據標準作業程序進行，惟有採集正確且不受污染或變質之樣品，其檢測結果方能代表受測環境的真實值。為達上述目的，監測作業流程圖（圖 1-7 監測作業流程圖）及採樣作業流程圖（圖 1-8 採樣作業流程圖）提供採樣人員從採樣作業開始至樣品送達實驗室接收為止之採樣標準作業程序。

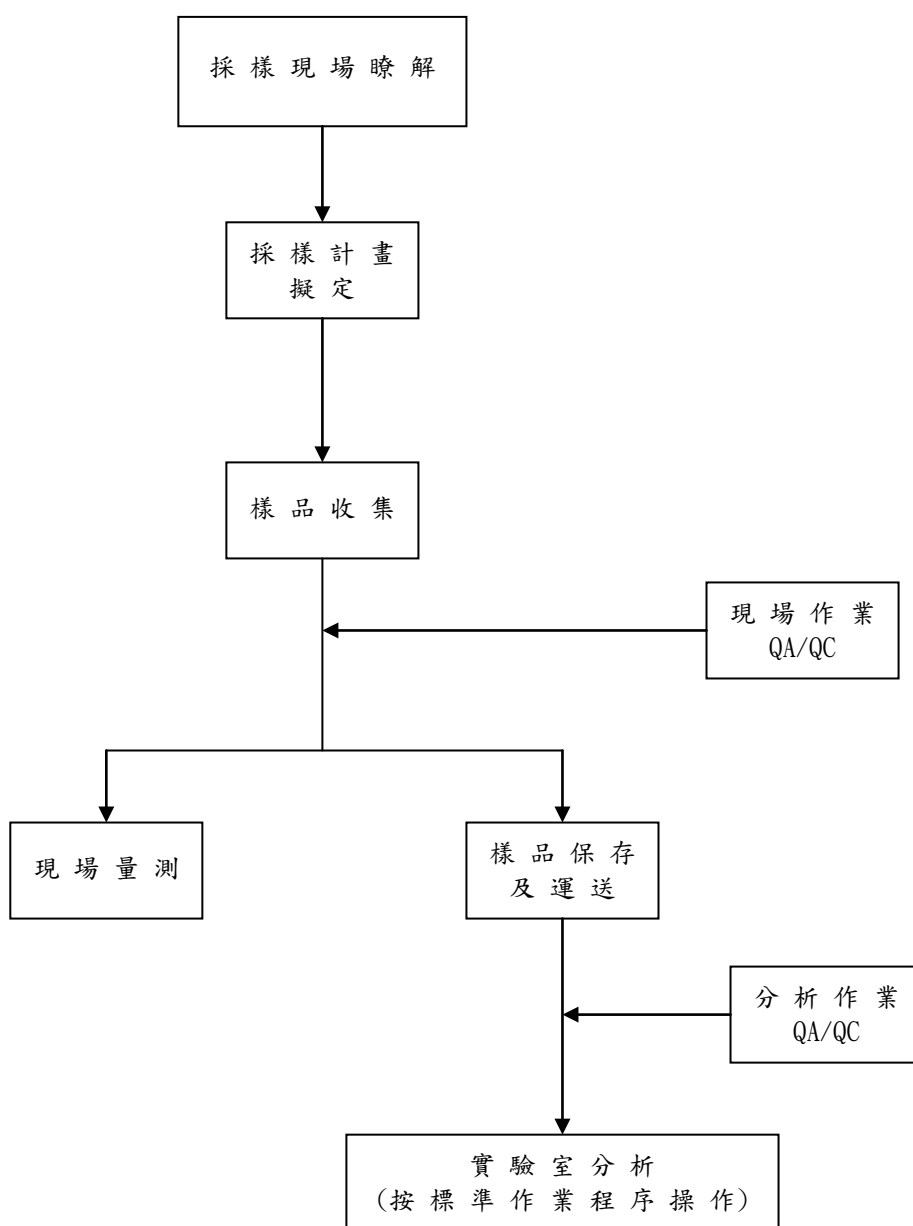


圖 1-7 監測作業流程圖

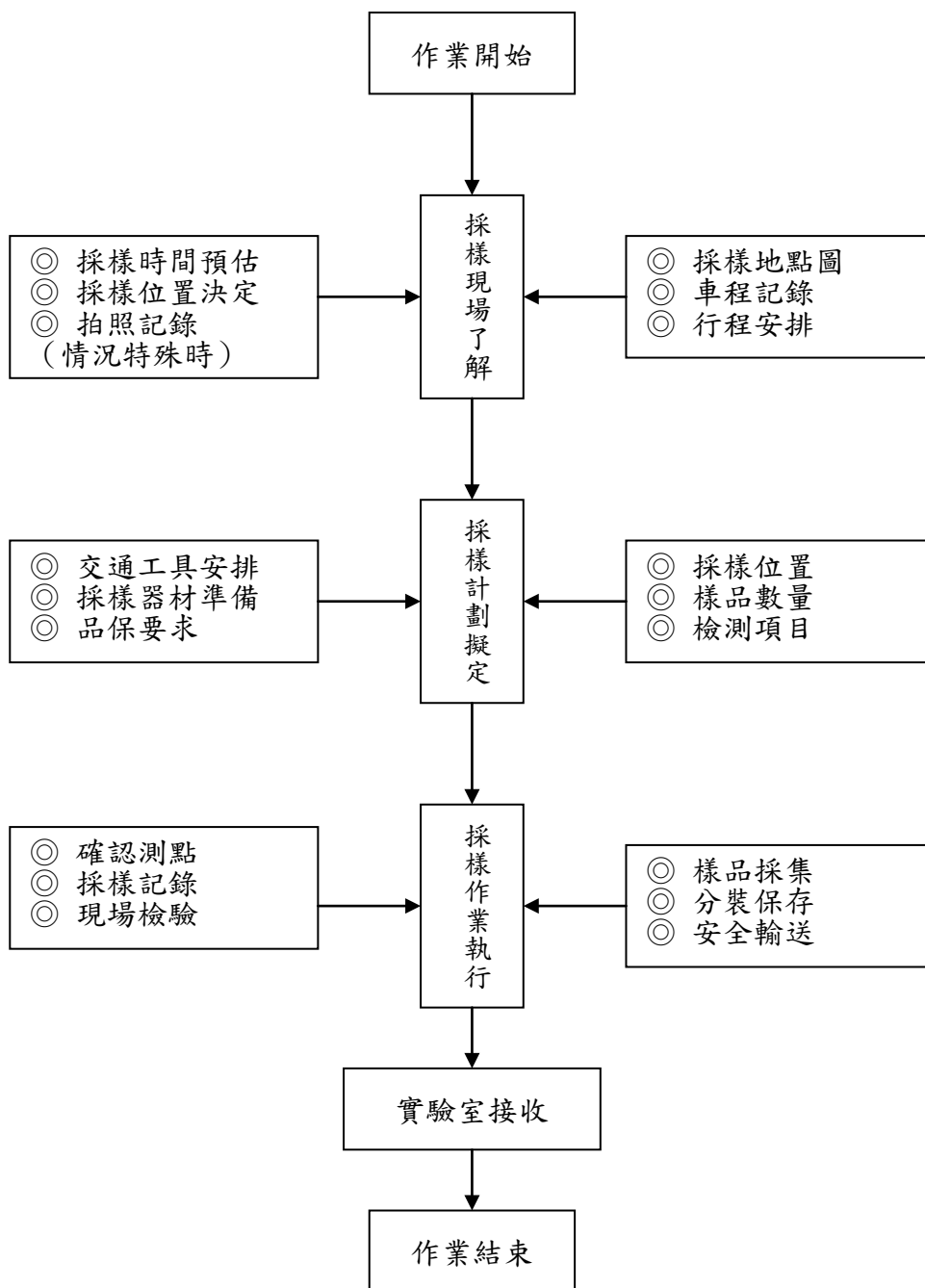


圖 1-8 採樣作業流程圖

本施工期間計畫之監測類別包括空氣品質、噪音振動、營建噪音及振動、工區放流水、地表水質、交通量、陸域生態、水域生態、環境生態調查等，各監測項目採樣現場使用各分析儀器、採樣步驟以及樣品之檢測分析分法，均依規定之標準操作程序進行。

在監測作業上除遵照環保署環檢所公告之標準方法進行外，並依照表 1-4 之採樣作業準則進行採樣工作，並於採樣當日至指定監測點進行各項監測工作。

樣品在採集及輸送的過程中，應使傳遞人員減少至最少，由採樣負責人詳實填寫採樣記錄表，並負責管理整批樣品之點收、包裝及傳送，樣品瓶應保存於保溫冰桶中，整批攜回實驗室，採樣記錄表亦隨此批樣品同時送回，由樣品管理員接收。各監測項目之詳細採樣至運輸過程中注意事項可參考表 1-5 採樣至運送過程注意事項。

表 1-4 採樣作業準則

採樣項目	作業準則
空氣品質	1. 監測站宜尋找空曠地點，附近儘可能遠離建築物及樹林。 2. 遠離交通要道，以避免受交通工具排放污染之影響。 3. 須有便利之電源供應及容量應符合需要。 4. 測站附近不應有大型工作機具。
噪音	1. 測定高度：聲音感應器置於離地或樓板 1.2 至 1.5 公尺之間，接近人耳之高度。 2. 測量地點： (1) 距離道路邊緣一公尺處。但道路邊有建築物者，應距離最靠近之建築物牆面線向外 3.5 公尺以上。
振動	1. 無緩衝物，且踩踏十分堅固之堅硬地點。 2. 無傾斜或凹凸之水平面。 3. 不受溫度、電氣、磁氣等外圍條件影響之地點。
交通流量	1. 人工計數：每人手持計數器及記錄表，計數各類車型種類、數量，並拍照存證。 2. 自動攝影：架設監視鏡頭與錄影機進行錄影，並拍照存證，攜回後再進行計數各類車型種類、數量。
工區放流水	1. 承受水體監測點以選擇施工路段與溪流匯合處。 2. 採樣水質混合。以採集穩定混合均勻且具代表性水樣為主。 3. 採集淨水內之水樣時，以採集混合均勻，深度為水深之 0.6 倍的水樣為主。
地表水質	1. 在河川斷面之左、中、右處各設置一採樣點，依各樣點之實際水深，以下列之 a、b 或 c 之水方進行採樣，然後取左、中、有採樣點之水樣，等體積比例作最終均勻混合後，分裝入採樣瓶中。 a. 當採樣點水淺時(<1.5M)，取 0.6 水深之水。 b. 當採樣點水深介於 1.5~3M 間時，取水面下 0.2、0.8 水深之兩層水，將此兩層水等體積比例混合。 c. 當採樣點水深>3.0M 時，取 0.2、0.6、0.8 三層水，將此三層水等體積比例混合。 2. 採樣動作，應在橋之上游面進行，且注意避免激起底泥。 3. 取樣時，避免有較大固體物(直徑大於 0.6cm 之顆粒)進入水樣中，以避免檢驗誤差。 4. 取水時應儘量於水樣混合較均勻，避免在有很多沉澱物之處取樣。 5. 取得之水樣應直接放入水桶中，至足夠的量為止。

表 1-5 採樣至運送過程注意事項

監測類別	採樣程序	目的	注意事項
空氣品質	現場記錄	了解採樣當天現場一些可能造成干擾。	必須將氣象資料，周界環境因子詳加記載。
	穩定/校正	確保分析所得之數據具有代表性。	使用儀器前必須先經流量校正。
	採樣	採樣時必須先行開機運轉，避免本身機件之誤差。	使用測定前預定開機運轉至流量穩定，才開始測定 24 小時之值。
	儲存/運送	避免樣品因儲存時間過久或是運送不當，造成品質變化。	依照環保署所公告規定項目保存方式加以運送保存，並注意密封時之完整性。
噪音	器材清點	確保器材設備之完整性	填寫儀器使用記錄表。
	確定聲音校正器有效期	保證監測數據標準可追溯性	檢查儀器校正資料。
	現場架設	完成設備組裝	1. 依現勘選定之測點進行監測，並依噪音管制規定之準則來架設。 2. 接上電源將噪音計調整高至 1.2m~1.5m。
	電子式校正	確保儀器之穩定性	利用內設電子訊號由內部資料蒐集系統讀取反應值
	儀器設定	依計畫需求設定資料輸出模式	噪音採用 A 加權，動特性為 Fast，每秒讀取一筆資料。

表 1.5 採樣至運送過程注意事項 (續)

監測類別	採樣程序	目的	注意事項
振動	器材清點	確保器材設備之完整性	填寫儀器使用記錄表。
	確定振動位準校正有效期	保證監測數據標準可追溯性	檢查儀器校正資料。
	現場架設	完成設備組裝	1. 依現勘選定之測點進行監測，並依規定之準則來架設。 2. 接上電源將振動計置於堅硬無傾斜且不受外圍影響之地點。
	電子式校正	確保儀器之穩定性	利用 VM52A 及 VM53A 內設電子訊號，由內部資料蒐集系統讀取反應值。
	儀器設定	依計畫需求設定資料輸出模式	測定方向為 Z 軸。
水質	清洗採樣設備	洗淨採水器以便採取足夠代表該水層之水樣。	須用試劑水清洗採樣器。
	採樣	自水體採取水樣時，應確保水樣化學性質受干擾的程度至最低。	在採取對氣體敏感性較高之項目時，宜避免有氣泡殘存。
	過濾與保存	欲測定水中溶解物質必須先經過濾，且應儘速於採樣後進行，此步驟可視為樣品保存方式之一。而樣品保存則是為避免水樣在分析前變質（如揮發、反應、吸附、光解等）	依各分析項目添加適當之保存試劑及使用清淨之容器保存樣品。
	現場測定	為確保取出樣品為具代表性一些指標於取樣後應儘速分析	pH 值、水溫應於現場立即進行分析。
	樣品保存與運輸	樣品分析前應依樣品保存方式，予以保存，俾使化學性質變化減至最小。	需遵照環保署所公告之樣品保存方法與時間，在限定時間內將樣品送達實驗室進行分析。

1. 現場採樣之品保/品管

- (1). 採樣位置選擇，符合法規要求。
- (2). 儀器採樣前後，需做管路試漏且無滲漏之虞。
- (3). 儀器採樣前後校正。
- (4). 標準氣體等級符合法規要求，使用 NIST 等級。
- (5). 檢量線之 $r > 0.995$ 以上。
- (6). 儀器採樣查核

零點漂移：SO₂ 需符合要求±4ppb，NO_x(NO, NO₂)、O₃ 需符合要求±20ppb，CO 需符合要求±0.5ppm。

全幅漂移：SO₂ 為全幅偏移上限濃度 80%之±3%，CO 為全幅偏移上限濃度 80%之±2%，NO_x(NO, NO₂)、O₃ 需符合要求±20ppb。

中間濃度查核：SO₂、NO_x(NO, NO₂)、O₃、CO 需符合設定查核值±5%。

2. 分析工作之品保/品管

- (1). 檢量線必須以檢驗方法上所規定之方式製備。且必須計算出直線的最小平方式 (Least Square Equation) 及相關係數 r 。可接受的相關係數應 ≥ 0.995 ，儀器對樣品的反應強度必須小於最高濃度的標準溶液，最低濃度的標準溶液必須接近但稍高於偵測極限。每次分析時須製作新的檢量線。
- (2). 檢驗室空白分析：包括運送空白及方法空白樣品分析。空白樣品分析須依各檢測方法之規定執行。
 - a. 運送空白樣品（又稱旅運空白樣品）

用於監控運送過程是否會造成樣品污染。在實驗室中將無菌試劑水或無菌稀釋液置入與盛裝待測樣品相同之採樣容器內（操作過程須避免污染），攜至採樣地點，再與待測樣品放置於同一冰箱運送回實驗室。
 - b. 方法空白樣品（又稱試劑空白樣品）

用於判知樣品在分析過程是否遭受污染。一般使用無菌稀釋液作為方法空白樣品。

使用檢驗室之試劑水依分析步驟，所得測定值為檢驗室空白。檢驗室空白應每日執行，或伴同一批次之樣品執行。檢驗室空白值可接受標準應不大於方法偵測極限之二倍。

(3). 重複分析

- a. 空氣及水質樣品：每十個樣品分或每批次(指少於十個)，至少應有一個樣品執行重複分析。對於不同性質之水樣，如飲用水、河川水、廢水等，應分別計算個別檢測項目之精密度管制之參考範圍。
- b. 以每年十五個重複分析結果相對百分偏差做成管制圖，做為第二個重複分析的管制範圍。若分析結果超過管制範圍，則應檢討分析方法及分析過程後，再將該批樣品重新分析。

$$\text{相對百分偏差 } R(\%) = \frac{|X_1 - X_2|}{1/2 (X_1 + X_2)} \times 100 \%$$

$X_1 \cdot X_2$: 樣品重複分析二次測值

(4). 查核樣品分析

係將適當濃度之標準品(不同於製備檢量線用之一標準品)，添加於試劑水或適當之物質中，配製而成。

- a. 空氣及水質樣品：每十個樣品或每批次(指少於十個)，至少應執行一個查核樣品分析。
- b. 以每年十五個查核樣品分析結果回收率做成管制圖，做為第二年查核樣品分析的管制範圍。若分析結果超過管制範圍，則該段落之分析應再檢討並重新分析。

$$\text{回收率}(\%) = \frac{\text{測試濃度}}{\text{樣品已知濃度}} \times 100 \%$$

(5). 添加標準樣品分析

將樣品等分為二，一部份直接依步驟分析之，另一部份添加適當濃度之標準品後再分析。

- a. 空氣及水質樣品：每十個樣品或每批次(指少於十個)，至少應有一個樣品執行添加樣品分析。
- b. 以每年十五個查核樣品分析結果回收率做成管制圖，做為第二年查核樣品分析的管制範圍。若分析結果超過管制範圍，則該段落之分析應再檢討並重新分析。

$$\text{回收率}(\%) = \frac{\text{樣品添加之分析量} - \text{樣品分析值}}{\text{添 加 量}} \times 100 \%$$

3. 儀器維修校正項目及頻率

表 1-6 儀器校正情形

項次	儀器	項目	頻率
1	二氧化硫分析儀	零點查核，全幅查核	使用前後
2	氮氧化物分析儀	零點查核，全幅查核	使用前後
3	一氧化碳分析儀	零點查核，全幅查核	使用前後
4	臭氧分析儀	零點查核，全幅查核	使用前後
5	β -ray 懸浮微粒分析儀	自動等價膜校正	使用前後
6	皂泡式流量計	流量比對	每年一次, 與可追溯至國家級實驗室進行比對
7	小孔校正器	流量比對	每年一次, 與可追溯至國家級實驗室進行比對
8	高量採樣器	單點流量查核	採樣前、後
		5 點流量校正	每三個月一次
		計時器校正	每年
9	噪音計	聲音校正器校正	每次使用前後校正
		內部電路訊號	
		檢定	每二年送外校
10	振動計	內部電路訊號	每次使用前後校正
		低頻振校正器	
		振幅	每二年送外校
11	風速計	風速	Young CAT 每年送外校
			DAVIS 每二年送外校
			APRS WORLD WIND SENSOR 每二年送外校
12	分析天平	校正	每三年量測中心校正一次，每次使用前校正
13	試劑水製造機	用導電度計量測確定其品質	每十天一次
14	超純水製造機	更換濾心	警告燈亮時

表 1-6 儀器校正情形(續)

項次	儀 器	項 目	頻 率
15	恆溫培養箱	溫度	使用期間
16	高溫滅菌釜	溫度	每月一次
		滅菌功能	每季一次
17	pH 計	使用緩衝溶液校正	使用前
18	pH 計溫度探棒	多點溫度校正	初次使用前
		冰點及單點溫度校正	每三個月一次
19	導電度計	以標準 KCl 溶液校正	使用前
20	原子吸收光譜儀	儀器公司維修校正	每年一次
		由保管人用 Cu, As, Hg 燈管校正	每三個月一次
21	分光光度計	儀器公司維修校正	每年一次
		儀器由保管人自我校正	每三個月一次
22	工作溫度計	多點溫度校正	初次使用前
		冰點及單點溫度校正	每半年一次
23	參考溫度計	完整校正	每十年一次
		冰點校正	每半年一次
24	乾燥烘箱	溫度	每二年一次
			使用前

4. 分析項目之檢測方法

表 1- 7 檢測方法

項次	分 析 項 目	檢 測 方 法	方法偵測極限	儀器偵測極限	
1	空 氣 品 質	二氧化硫	紫外光螢光法 NIEA A416.12C	※	1 號車 0.77 ppb 2 號車 0.94 ppb
2		氮氧化物	化學發光法 NIEA A417.11C	※	1 號車 0.77 ppb 2 號車 0.94 ppb
3		一氧化碳	紅外線法 NIEA A421.12C	※	1 號車 0.77 ppb 2 號車 0.94 ppb
4		臭氧	紫外光吸收法 NIEA A420.11C	※	1 號車 0.77 ppb 2 號車 0.94 ppb
6		懸浮微粒	貝他射線衰減法 NIEA A206.10C	※	<10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
7		總懸浮微粒	高量採樣法 NIEA A102.12A	捕集重 0.5mg	※
8		細懸浮微粒	手動採樣法 NIEA A205.11C	2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	※
9		噪音	噪音 營建噪音	NIEA P201.95C	※
10	振動	振動 營建振動	日本環境廳振動第二種區域 日本特定建設作業振動標準	※	30dB
11	工 區 放 流 水	水溫	NIEA W217.51A	※	※
12		氫離子濃度指數	NIEA W424.52A	※	※
13		懸浮固體	NIEA W210.58A	※	※
14		化學需氧量	NIEA W515.54A	MDL=2.4mg/L	※
15		氨氮	NIEA W448.51B	MDL=0.02mg/L	※
16		溶氧	NIEA W422.52B NIEA W455.52C	※	※
17		生化需氧量	NIEA W510.55B	※	※
18		油脂	NIEA W506.21B	※	※

表 1-7 檢測方法(續)

項次	分析項目		檢測方法	方法偵測極限	儀器偵測極限
19	地表水質	流量、流速	NIEA W022.51C	※	※
20		水溫	NIEA W217.51A	※	※
21		氫離子濃度指數	NIEA W424.52A	※	※
22		溶氧	NIEA W422.52B NIEA W455.52C	※	※
23		生化需氧量	NIEA W510.55B	※	※
24		懸浮固體	NIEA W210.58A	※	※
25		比導電度	NIEA W203.51B	※	※
26		硝酸鹽氮	NIEA W415.52B	MDL=0.002mg/L	※
27		氨氮	NIEA W448.51B	MDL=0.02mg/L	※
28		總磷	NIEA W427.53B	MDL=0.003mg/L	※
29		大腸桿菌群	NIEA E202.55B	※	※
30		油脂	NIEA W506.21B	※	※
31	交通流量	流量 車種組成 服務水準	錄影計數	※	※
32	陸域生態	以蝶類及鳥類為主，並涵蓋其他兩棲類及爬蟲類保育類物種。	穿越線調查法 穿越線法 訪問調查 目視法及沿線調查法	※	※
33	水域生態	以魚類、蝦蟹類物種為主。	直接觀察法 靜置捕捉法 手撈網採集	※	※

5. 數據處理原則

空氣品質測定數據均以算術平均值計算，各污染物之位數，單位如下表所示。

噪音、振動採用對數平均值計算 L_{eq} (均能音量)與 L_{dn} ，其中 L_{dn} (日夜音量)乃是夜間加權10dB(A)計算所得，公式如下：

$$L_{eq} = 10 \log \frac{1}{24} (10^{0.1 \times LA1} + 10^{0.1 \times LA2} + 10^{0.1 \times LA3} + \dots + 10^{0.1 \times LA24})$$

$$L_{dn} = 10 \log \left[\left(\frac{15}{24} 10^{0.1 \times Ld} + \frac{9}{24} 10^{0.1 \times (Ln+10)} \right) \right]$$

氣象環境其中風速、大氣溫度、相對濕度用算術平均值計算。風向係取該時段最多之風向方位為代表。實驗室分析項目係以檢驗室分析過程之有效位數為依據，故小數位數不定。有效測值均以每小時60分鐘，每日24小時為原則，因為本次測定是臨時測站，故此有效測值處理原則均以不漏失為準。

表 1- 8 檢測項目之單位及有效位數

項次	分析項目		單位	最小表示位數	最多有效位數	數據內容
1	空氣品質	二氧化硫	ppm	小數點以下三位	三位	小時平均值
2		氮氧化物	ppm	小數點以下三位	三位	小時平均值
3		一氧化碳	ppm	小數點以下一位	三位	小時平均值
4		臭氧	ppm	小數點以下三位	三位	小時平均值
5		細懸浮微粒	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	個位數	三位	二十四小時值
6		懸浮微粒	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	個位數	三位	日平均值或二十四小時值
7		總懸浮微粒	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	個位數	三位	二十四小時值
8		風向	方位	※	※	最頻風向
9		風速	m/s	小數點以下一位	※	小時平均值
10		大氣溫度	°C	小數點以下一位	※	小時平均值
11		相對濕度	%	個位數	三位	小時平均值
12	噪音	噪音	dB(A)	小數點以下一位	※	對數平均
13	振動	振動	dB	小數點以下一位	※	對數平均
14	水質水量	流量	m^3/min	小數點以下二位	二位	檢測值
15		水溫	°C	小數點以下一位	三位	檢測值
16		氫離子濃度指數	---	小數點以下一位	三位	檢測值
17		溶氧	mg/L	小數點以下一位	三位	檢測值
18		生化需氧量	mg/L	小數點以下一位	三位	檢測值
19		化學需氧量	mg/L	小數點以下一位	三位	檢測值
20		懸浮固體	mg/L	小數點以下一位	三位	檢測值
21		比導電度	$\mu\text{s}/\text{cm}$	個位數	三位	檢測值
22		硝酸鹽氮	mg/L	小數點以下二位	三位	檢測值
23		氨氮	mg/L	小數點以下二位	三位	檢測值
24		總磷	mg/L	小數點以下三位	三位	檢測值
25		大腸桿菌群	CFU/100mL	個位數	二位	檢測值
26	油脂	mg/L	小數點以下一位	三位	檢測值	

一、檢驗報告之位數處理原則

檢驗報告之位數處理原則，依序為

政府機關，如環保署有特殊規定時，依其要求辦理。

環檢所公告之檢測方法中有明訂時，依其要求辦理。

如無上述二項要求，依「檢測報告位數表示規定」處理。

二、有效數字位數修整原則

本檢驗室於分析過程中，以儀器讀值為記錄數值，計算過程皆以真實值進行，檢測數據結果依環檢字第2462號公告為主要原則修整。當出具檢驗報告時，則同時配合下列原則處理。

1. 當原始結果小於該值項之MDL值時，以ND值表示之。

例：原始測值為0.038...，而該項之MDL值為0.044，結果以「ND」表示之，MDL=0.044。

2. 當原始結果大於該項之MDL值，小於該項規定最小表示位數時，以小於該項規定最小表示位數基本單位值表位之。

例：最小表示位數為個位數，而原始測值為0.986...，結果以“<1”表示之，最小表示位數為小數點以下二位，原始測值為0.006...，結果以“<0.01”表示之。

3. 當原始結果大於該項最小表示位數之基本單位值時，應以該項規定之“最小表示位數”及“最多有效位數”並行表示之。

A. 當所欲保留之最後一位數的次位數小於5時，則所保留的最後一位數應維持不變。

例：1.2342→1.23（如欲保留至小數點以下第二位時）

1.2342→1.234（如欲保留至小數點以下第三位時）

B. 當所欲保留之最後一位數的次位數大於5時，則所保留的最後一位數應加1。

例：1.6766→1.68（如欲保留至小數點以下第二位時）

1.6766→1.677（如欲保留至小數點以下第三位時）

C. 當所欲保留之最後一位數的次位數為5時，分以下兩種處理方式：

- (a) 當所欲保留之最後一位數字的次位數為5，而在此5之後，無其他數字或僅有零，且保留之最後一位數為奇數(1、3、5、7、9)時，則此位數應加1；反之，如為偶數(0、2、4、6、8)時，則所保留之最後一位數應維持不變。

例：1.35→1.4 (如欲保留至小數點以下第一位時)

1.3502→1.4 (如欲保留至小數點以下第一位時)

1.45→1.4 (如欲保留至小數點以下第一位時)

1.450→1.4 (如欲保留至小數點以下第一位時)

- (b) 當所欲保留之最後一位數字的次位數為5，而在此5之後含有零以外之任何數字時，則所保留之最後一位數應加1：

例：1.3501→1.4 (如欲保留至小數點以下第一位時)

1.3599→1.4 (如欲保留至小數點以下第一位時)

1.4501→1.5 (如欲保留至小數點以下第一位時)

1.4599→1.5 (如欲保留至小數點以下第一位時)

- (c) 修整之過程應為一次完成，不可分段執行。

例：” 5.346 ” 如欲保留至小數點以下第一位時

(正確) 5.346→5.3

(錯誤) 5.346→5.35→5.4

1.5 生態調查品保/品管作業措施概要

調查區域環境現況

開發區大約位在國道三號竹山交流道(243k+775)與斗六交流道(260k+300)之間，地理位置位於南投縣竹山鎮與雲林縣林內鄉的交界處，北邊有濁水溪從東向西流過，西邊有清水溪從南向北流過，兩溪在調查區的西北邊交會，附近的土地利用型態多為農耕地，海拔平均高度在 100 至 120 公尺之間。

依照臺大森林系蘇鴻傑教授氣候區的分類方法，本區係屬於中西部內陸區，屬於夏雨型氣候，夏季之熱帶對流性雷陣雨及夏、秋時期的颱風，帶來豐沛的雨量，其中六月至八月為雨季降雨量較多，十一月至翌年一月雨量較少為旱季。



圖 1-9 調查區位置示意圖

5.1 調查種類及方法

於開發區的監測調查，選取開發基地四周，清水溪及濁水溪河道附近，及開發區附近產業道路旁之樹林、草地、空地、菜園…，作不同生物類別的調查，調查的生物類別，包括陸生的鳥類、兩棲類、爬蟲類及蝴蝶等。及水域的魚類、蝦蟹類等。其中陸域動物採定點調查，樣區編號從 L1~L11，水域樣區於濁水溪、清水溪及兩溪交會處各取一點監測，樣區編號為 W1~W3，樣區座標及海拔高度請參照下表。

表 1-9 調查樣區位置表

類別	樣區編號	TWD97(X)	TWD97(Y)	海拔	備註
陸域	L1	216100	2630493	123m	東北側次生林土地公廟
陸域	L2	215715	2630299	125m	東北側農地及導水路
陸域	L3	215994	2630229	120m	計畫區交流道東段北側
陸域	L4	215456	2629851	123m	南側農田、檳榔園、香蕉園
陸域	L5	214899	2629937	116m	養豬場
陸域	L6	214534	2629904	112m	清水溪
陸域	L7	214549	2630397	115m	銀合歡及構樹
陸域	L8	215034	2630534	117m	清潔隊
陸域	L9	216516	2629509	152m	檳榔園
陸域	L10	216644	2629882	137m	荔枝園及茶園
陸域	L11	213449	2630158	115m	國道三號 252k 下，紫斑蝶道
水域	W1	216527	2630681	113m	濁水溪
水域	W2	214534	2629904	112m	清水溪下游
水域	W3	210973	2631020	94m	濁水溪及清水溪匯流下游



圖 1-10 調查樣區位置示意圖

5.2 動物生態調查

5.2.1 鳥類調查

鳥類的監測方式採「定點調查」及「補充調查」兩種，「定點調查」樣區共有 11 處(表 1-9 調查樣區位置表及圖 1-10 調查樣區位置示意圖)，選用固定半徑圓圈法進行調查，各樣區中心點以相距 200 公尺為原則，調查估計範圍於小型鳥類約為半徑 30 公尺之區域，大型鳥類約為半徑 100 公尺之區域，為減少重複計數之情形發生，每樣區停留 6 分鐘，紀錄目擊與聽見之鳥類的種類及數量，定點調查之結果作為定量比較及多樣性指數分析之計算。由於僅採用定點抽樣調查記錄往往忽略了調查過程中的其他種類之發現，甚為可惜，為了更有效反應區域內物種資源，於調查範圍內有發現，但非在定點樣區範圍，或非在正式調查時間內發現之物種，則列為「補充調查」之紀錄，但不計入定點調查樣區之多樣性指數計算。如果發現保育類或特殊稀有種鳥類則以手持GPS進行定位。調查以直接目擊為主，若未能直接目擊則根據所聽得之鳥類鳴叫聲判斷，以鳴聲判斷資料時，若所有的鳴叫均來自相同方向且持續鳴叫則記為同一隻鳥。夜間調查以強光手電筒搜尋夜行性之鳥類，並輔以鳴叫聲推定存在之鳥種。

5.2.2 兩棲類

兩棲類的監測方式採「定點調查」及「補充調查」兩種，除了於定點附近方圓 100 公尺範圍搜尋，並在各定點之間，利用穿越線或沿線調查法作為「補充調查」，一般兩棲類調查以目視法為主，搜尋個體、卵泡、幼體，並搭配徒手翻找水域附近較潮濕之覆蓋物及傾聽兩棲類鳴叫聲。計算所見的兩棲類動物種類數量。因部份兩棲類動物屬夜間活動，故進行日、夜間調查。夜間則使用強力手電筒及頭燈協助調查並依鳴唱聲推定存在之物種。調查結果依種類、數量、特有、稀有、保育等級等加以分析。如果發現保育類或特殊稀有種爬蟲類則以手持GPS進行定位。調查並配合訪談，作為參考資料。

5.2.3 爬蟲類

爬蟲類的監測方式採「定點調查」及「補充調查」兩種，除了於定點附近方圓 100 公尺範圍搜尋，並在各定點之間，利用穿越線或沿線調查法作為「補充調查」，沿著穿越道路、森林林徑，盡量深入兩側調查直到無法前進，進行目視調查及翻找洞穴、石塊、落葉堆等覆蓋物，計算路線兩旁所見的爬蟲類動物種類數量。因部份爬行動物屬夜間活動，故於日、夜間均進行調查。夜間則使用強力手電筒及頭燈尋找爬行動物。如果發現保育類或特殊稀有種爬蟲類則以手持GPS進行定位。調查並配合訪談，作為參考資料。

5.2.4 蝴蝶調查

蝴蝶的監測方式採「定點調查」及「補充調查」兩種，除了於定點附近範圍搜尋，並在各定點之間，利用穿越線或沿線調查法作為「補充調查」，以每小時低於1 公里的速度前進，沿著穿越道路、樹林林徑，盡量深入兩側調查直到無法前進。調查方法以掃網、10×25 雙筒望遠鏡及目視進行調查。

5.2.5 動物生態指數分析

(1) 優勢度指數 Simpson 指數(Simpson' s dominance index (C)):

$$C = \sum_{i=1}^n (N_i / N)^2$$

N_i : 為第 i 種生物之個體數

N : 所有種類之個體數

(2) 歧異度指數 Shannon-Wiener 多樣性指數(Shannon-Wiener' s diversity index (H')):

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \log P_i$$

S : 各群聚中所記錄到之動物種數

P_i : 各群聚中第 i 種物種所佔的數量百分比

本指數可綜合反映一群聚內生物種類之豐富度(Species richness)及個體數在種間分配是否均勻。若 H' 值愈大, 則表示群聚間種數愈多或種間分配較均勻。

附註: 計算 Shannon-Wiener 多樣性指數的公式時, \log 值可取 10 或取 2, 但 H' 的值隨 \log 而不同, 因此, 公式中須清楚標出取 \log 的值。

(3) 豐富度指數 Margelef 指標(Margelef' s index(SR)):

$$SR = (S - 1) / \log_{10} N$$

S : 生物之個體種數

N : 所有種類之個體數

SR 愈大則表示該群落內生物愈多。

(4) 均勻度指數

Pielou 均勻度指數(Pielou' s evenness index(J')):

$$(J') = - \sum_{i=1}^S P_i \log P_i / \log s$$

P_i 為物種出現的頻度, s 為總物種數。

當 SR 值愈高, 表示物種數愈多或種間數量分配愈均勻, 其多樣性愈高。 J' 值愈大, 則個體數在種間分配愈均勻。

5.3 水生物生態調查

水生生態的調查包括魚、蝦、蟹類，調查方法及評估方式如下分述，調查的地點選擇離開發區附近三個地點，包括清水溪、濁水溪及兩溪匯流下游處。

5.3.1 魚蝦蟹類調查

為能有效的採集到多樣的魚種以及族群中不同的齡級，我們使用多樣的採集法，詳列如下：直接觀察法 (Direct Observation)、靜置捕捉法 (Passive Capture Method) 和活動捕捉法 (Active Capture Method)，調查溪流魚類的種類和數量。直接觀察法是以視力透過水面計數魚類；靜置捕捉法是以魚籠放置在魚類活動途徑所經過的路線上；活動捕捉法是以手持式漁網捕撈及毛鈎釣採集等法。

直接觀察法：

在水質清澈的水體，目視探查提供給調查者第一線的線索，用以決定後續採樣的地點與方式。台灣溪流一些常見的中大型魚類（如鯉魚、吳郭魚、台灣馬口魚、鮎魚）亦可由目視的方式來估計其族群的相對數量。

靜置捕捉法之魚籠陷阱採集法：

魚餌誘集的方法有許多下列的優點：1. 誘集魚種廣泛。2. 容易採集到小型溪魚以及其它方法所難以採集的魚種（如草食性魚種）。

手撈網採集：

對於河岸邊的仔稚魚，以及躲藏在水生植物體中的小型魚類，利用手撈網（直徑 30 公分，網目 1 釐米）來增加採集的機動性。

訪談：

訪談當地居民、釣客，以彌補在調查期間所可能遺漏的物種。

5.3.2 魚類生物指標法

近幾年來，由於水生生態調查及水質分析資料的累積，除了用理化分析法來評估水質優劣外，亦發展出可藉由生物調查來評估水質。本次調查係採用「魚類生物指標法」及「台灣湖泊野埤及離島溪流樣站之生態現況評定」來作分析。

魚類可以說是溪流中最為大家熟知的水棲生物，同時亦是河川最好的健康指標。在乾淨的河域，釣客可以釣到溪哥、苦花……不僅魚的數量多，種類亦很多。但在較髒的河段，則僅可能發現吉利慈鯛、琵琶鼠……等對環境忍受力較高的魚種。不過，由於魚類的活動性大，許多魚種分佈的水域較廣，可能同時分佈在數個不同污染等級之水域；加上河流較深或河面廣等因素，魚類捕獲並不容易，因此，以魚類作為監測水質之指標生物，在實際應用時，有時候也會受到限制。

依照魚類種類出現情況，來判別水質污染程度的方法如下表：

表 1- 10 台灣河川不同污染等級的魚類指標

等級	名稱	科名	學名	俗名
未受污染	台灣鏟頰魚	鯉科	<i>Varicorhinus barbatulus</i>	鯛魚、苦花、竹葉魚
	高身鏟頰魚	鯉科	<i>Varicorhinus alticorpus</i>	高身鯛魚、赦免、免仔
	香魚	香魚科	<i>Plecoglossus altivelis</i>	年魚、國姓魚、桀魚
	台灣爬岩鰍	平鰭鰍科	<i>Hemimyzon formosanum</i>	台灣間爬岩鰍、石貼仔
輕度污染	脂鯢	鮪科	<i>Leiocassis adiposalis</i>	淡水河鯢、三角鈎、長鰭鯢
	台灣石魚賓	鯉科	<i>Acrossocheilus formosanum</i>	石斑
	台灣纓口鰍	平鰭鰍科	<i>Crossostoma lacustre</i>	石貼仔、鹿仔魚、花貼仔
普通 / 中度污染	平頰鱮	鯉科	<i>Zacco platypus</i>	溪哥、紅貓(雄)
	粗首鱮	鯉科	<i>Zacco pachycephalus</i>	溪哥、苦槽仔、闊嘴郎(雄)
	大眼華鱮	鯉科	<i>Sinibrama macrops</i>	大目孔
	鰲條	鯉科	<i>Hemiculter leucisculus</i>	克氏鱮、烏尾冬、苦槽仔
	短吻鏟柄魚	鯉科	<i>Abbottina brevisrostris</i>	車栓仔、短吻棒花魚
	鰱	鰱科	<i>Mugil cephalus</i>	烏魚
	花身雞魚	鰱科(雞魚科)	<i>Terapon jarbua</i>	
	環球海鯨	鯡魚科	<i>Nematalosa come</i>	
	鯉魚	鯉科	<i>Cyprinus carpio carpio</i>	
	鯽魚	鯉科	<i>Carassius auratus auratus</i>	
	極樂吻鰕虎	鰕虎科	<i>Rhinogobius giurinus</i>	狗甘仔、極樂鰕虎
	褐吻鰕虎	鰕虎科	<i>Rhinogobius brunneus</i>	川鰕虎、狗甘仔
嚴重污染	大肚魚	花鱗魚科	<i>Gambusia affinis</i>	食蚊魚
	泥鰍	鰍科	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	土鰍、胡溜
	大眼海鯢	大眼海鯢科	<i>Megalops cyprinoides</i>	海鯢仔
	吳郭魚	慈鯛科	<i>Tilapia zillii</i>	吉利慈鯛、吉利吳郭魚、尼羅口鱒魚
	琵琶鼠	棘甲鯰科	<i>Liposarcus multiradiatus</i>	垃圾魚
	鱧魚	鱧科	<i>Channa maculatus</i>	雷魚、斑鱧
	泰國鱧	鱧科	<i>Channa striata</i>	

資料來源：(王漢泉，2002)

需注意的是，看到吉利慈鯛並不代表該水域屬嚴重污染的水域，因為吳郭魚也可能出現在乾淨或輕度污染水域。利用魚類指標判定河川污染等級時，應參考以下流程（王漢泉，2002）：

鯛魚出現	->	是	->	未受污染水源
↓ 否				
↓ 石魚賓、臺灣纓口鰍 同時或單獨出現	->	是	->	輕度污染水源
↓ 否				
↓ 溪哥魚種出現	->	是	->	普通至中度污染水源
↓ 否				
↓ 烏魚、花身雞魚、 鯉魚、環球海鯨或鯽魚 有任一魚種或同時出現	->	是	->	中度污染水域
↓ 否				
↓ 大眼海鯰、吉利慈鯛、大鱗鰻、 泰國鱧魚或琵琶屬 有任一魚種或同時出現	->	是	->	嚴重污染水域

第二章 監測結果數據分析

2.1 空氣品質及氣象

「國道3號增設南雲交流道工程(第D34標)委託環境監測服務」之空氣品質調查工作，施工前監測頻率為每季一次，監測項目為TSP、PM₁₀、SO₂、NO_x、CO、O₃、氣象(風速、風向、溫度、濕度)，監測地點為中和社區；施工期間監測頻率為每季一次，監測項目為TSP、PM₁₀、SO₂、NO_x、CO、O₃、氣象(風速、風向、溫度、濕度)，監測地點為中和社區；營運期間監測頻率為每季一次，監測項目為TSP、PM₁₀、PM_{2.5}、SO₂、NO_x、CO、O₃、氣象(風速、風向、溫度、濕度)，監測地點為中和社區。

表 2-1 歷次空氣品質監測結果

項目			SO ₂		NO ₂		NO _x		CO		O ₃		PM ₁₀	TSP	風向	風速	溫度	濕度
單位			ppm		ppm		Ppm		ppm		ppm		μg/m ³	μg/m ³	方位	m/s	°C	%
期程	監測地點	監測日期	日平均值	最大小時平均值	日平均值	最大小時平均值	二十四小時值	最大小時平均值	最大小時平均值	八小時平均值	最大小時平均值	八小時平均值	日平均值或二十四小時值	二十四小時值	最頻風向	日平均值或二十四小時值	日平均值或二十四小時值	日平均值或二十四小時值
環保署空氣品質監測站	竹山	103.04.11-12	0.003	0.006	0.012	0.020	0.014	0.022	0.5	0.4	0.106	0.085	76	—	—	—	—	—
施工前	中和社區	103.04.11-12	0.002	0.003	0.016	0.024	0.021	0.038	0.5	0.3	0.079	0.068	77	122	西	0.8	27.7	67
施工期間(第一季)		103.05.29-30	0.002	0.003	0.005	0.009	0.007	0.014	0.2	0.1	0.043	0.036	74	151	南南東	1.2	26.6	79
施工期間(第二季)		103.08.14-15	0.005	0.007	0.005	0.008	0.006	0.013	0.5	0.4	0.041	0.024	29	65	南南東	0.2	29.0	73
施工期間(第三季)		103.11.20-21	0.007	0.010	0.016	0.026	0.025	0.037	0.7	0.9	0.024	0.057	84	143	北	0.6	21.9	74
施工期間(第四季)		104.02.06-07	0.002	0.003	0.008	0.015	0.003	0.011	0.4	0.2	0.031	0.023	115	221	南南東	0.7	14.9	73
施工期間(第五季)		104.05.17-18	0.002	0.003	0.011	0.018	0.014	0.024	0.5	0.3	0.046	0.037	38	82	西	0.3	27.2	70
施工期間(第六季)		104.08.22-23	0.002	0.003	0.007	0.010	0.009	0.012	0.3	0.4	0.013	0.019	43	81	西	0.3	28.1	80
施工期間(第七季)		104.11.21-22	0.002	0.003	0.021	0.048	0.029	0.069	0.87	0.41	0.032	0.025	30	68	南	0.7	23.3	77
空氣品質標準			0.100	0.250	—	0.250	—	—	35	9	0.120	0.060	125	250	—	—	—	—

註:1. 陰影粗體部分表示超出空氣品質標準。2. 環保署空氣品質監測站-竹山資料來源:行政院環保署空氣品質監測網。3. SO₂、NO_x、NO₂、CO、O₃ 其檢測值皆以小時平均值或八小時平均值之最大值為主。4. “—”表示為無資料。

表 2-2 歷次空氣品質監測結果(續)

項目			SO ₂		NO ₂		NO _x		CO		O ₃		PM _{2.5}	PM ₁₀	TSP	風向	風速	溫度	濕度
單位			ppm		ppm		Ppm		ppm		ppm		μg/m ³	μg/m ³	μg/m ³	方位	m/s	℃	%
期程	監測地點	監測日期	日平均值	最大小時平均值	日平均值	最大小時平均值	二十四小時值	最大小時平均值	最大小時平均值	八小時平均值	最大小時平均值	八小時平均值	日平均值或二十四小時值	日平均值或二十四小時值	二十四小時值	最頻風向	日平均值或二十四小時值	日平均值或二十四小時值	日平均值或二十四小時值
施工期間(第八季)	中和社區	105.02.19-20	0.002	0.004	0.018	0.031	0.024	0.046	0.8	0.6	0.042	0.033	—	80	186	東	2.3	17.9	78
施工期間(第九季)		105.04.21-22	0.002	0.003	0.011	0.018	0.021	0.040	0.3	0.2	0.032	0.025	23	74	162	西南	2.0	24.3	79
營運期間(第一季)		105.06.16-17	0.001	0.002	0.009	0.019	0.004	0.012	0.6	0.4	0.037	0.022	13	40	87	南	1.4	29.0	73
營運期間(第二季)		105.09.09-10	0.001	0.002	0.003	0.004	0.004	0.006	0.2	0.3	0.019	0.014	11	30	71	西	0.6	26.9	81
營運期間(第三季)		105.12.12-13	0.001	0.002	0.015	0.030	0.019	0.034	0.4	0.3	0.039	0.022	9	32	121	南南東	0.9	21.7	78
營運期間(第四季)		106.02.02-03	0.004	0.011	0.019	0.028	0.015	0.025	0.5	0.4	0.072	0.034	38	76	126	南南西	0.9	17.9	69
空氣品質標準			0.100	0.250	—	0.250	—	—	35	9	0.120	0.060	35	125	250	—	—	—	—

註:1. 陰影粗體部分表示超出空氣品質標準。2. 環保署空氣品質監測站-竹山資料來源:行政院環保署空氣品質監測網。3. SO₂、NO_x、NO₂、CO、O₃ 其檢測值皆以小時平均值或八小時平均值之最大值為主。4. “—”表示為無資料。

註: 施工期間第九季細懸浮微粒(PM_{2.5})由華光工程顧問股份有限公司於105年4月26日至4月27日檢測。

表 2-3 空氣品質補充調查結果(100年6月環境差異分析)

項目		監測時地	濁水溪北岸 彰化縣 二水國小	計畫基地	計畫區南側 福田社區	空氣品質 標準
			100.06.23	100.06.24	100.06.25	
平均風速(m/s)			0.8	0.8	0.7	—
二氧化硫 SO ₂ (ppb)	日平均值		1	1	3	100
	最大小時值		4	2	9	250
二氧化氮 NO ₂ (ppb)	日平均值		10	8	5	—
	最大小時值		15	17	8	250
一氧化碳 CO (ppm)	八小時值		0.5	0.4	0.5	9
	最大小時值		0.5	0.6	0.6	35
臭氧 O ₃ (ppb)	八小時值		70	54	38	60
	最大小時值		84	68	46	120
粒徑小於等於10 微米之懸浮微粒 PM ₁₀ (μg/m ³)	日平均值		47	48	37	125
	最大小時值		90	98	77	—
總碳氫化合 THC (ppm)	日平均值		2.1	2.3	2.1	—
	最大小時值		2.3	2.6	2.3	—
鉛 Pb (μg/m ³)	24小時值		ND (<0.05)	ND (<0.05)	ND (<0.05)	—
總懸浮微粒 TSP (μg/m ³)	24小時值		106	95	90	250
落塵量(Ton/km ² /月)			17.25	11.47	47.78	—

註：1. 陰影粗體部分表示超出空氣品質標準。

2. 彰化縣二水國小處量測之臭氧最大8小時平均值有超出空氣品質。

3. “—”表示無資料

表 2-4 空氣品質標準

項目	標準值		單位
總懸浮微粒 (TSP)	二十四小時值	二五〇	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ (微克/立方公尺)
	年幾何平均值	一三〇	
粒徑小於等於十微米(μm) 之懸浮微粒(PM_{10})	日平均值或二十四小時值	一二五	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ (微克/立方公尺)
	年平均值	六五	
粒徑小於等於二·五微米(μm) 之細懸浮微粒($\text{PM}_{2.5}$)	二十四小時值	三五	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ (微克/立方公尺)
	年平均值	一五	
二氧化硫(SO_2)	小時平均值	〇·二五	ppm (體積濃度百萬分之一)
	日平均值	〇·一	
	年平均值	〇·〇三	
二氧化氮(NO_2)	小時平均值	〇·二五	ppm (體積濃度百萬分之一)
	年平均值	〇·〇五	
一氧化碳(CO)	小時平均值	三五	ppm (體積濃度百萬分之一)
	八小時平均值	九	
臭氧(O_3)	小時平均值	〇·一二	ppm (體積濃度百萬分之一)
	八小時平均值	〇·〇六	
鉛(Pb)	月平均值	一·〇	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ (微克/立方公尺)

註:空氣品質標準於中華民國 101 年 5 月 14 日行政院環境保護署環署空字第 1010038913 號令修正發布。

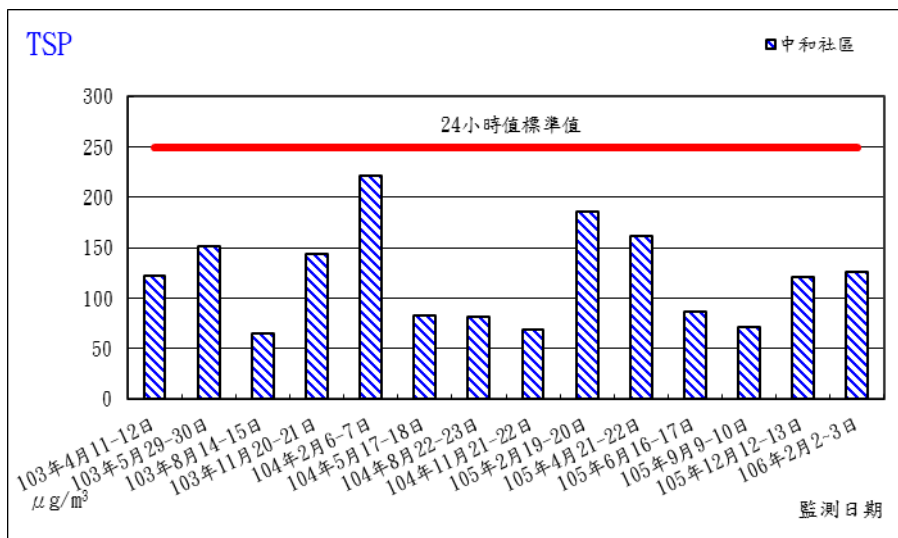


圖 2- 1 空氣品質 TSP 監測成果比較

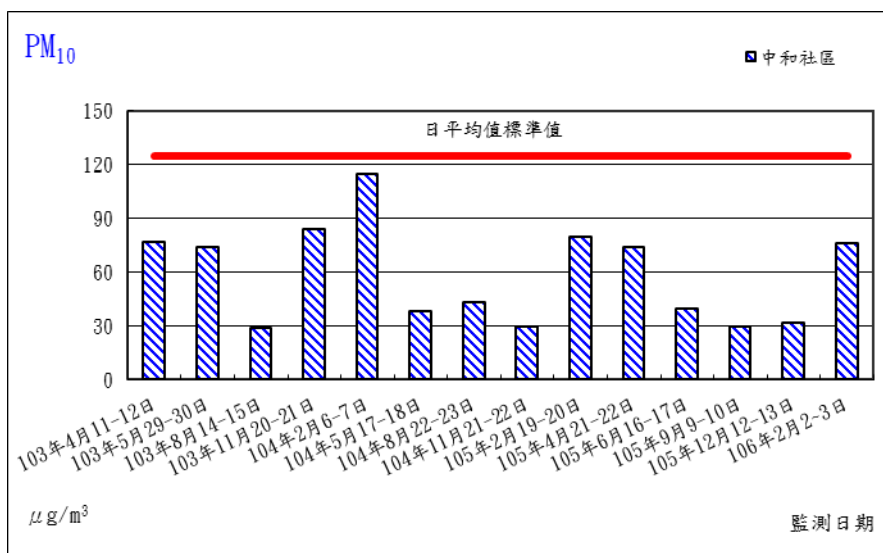


圖 2- 2 空氣品質 PM₁₀ 監測成果比較

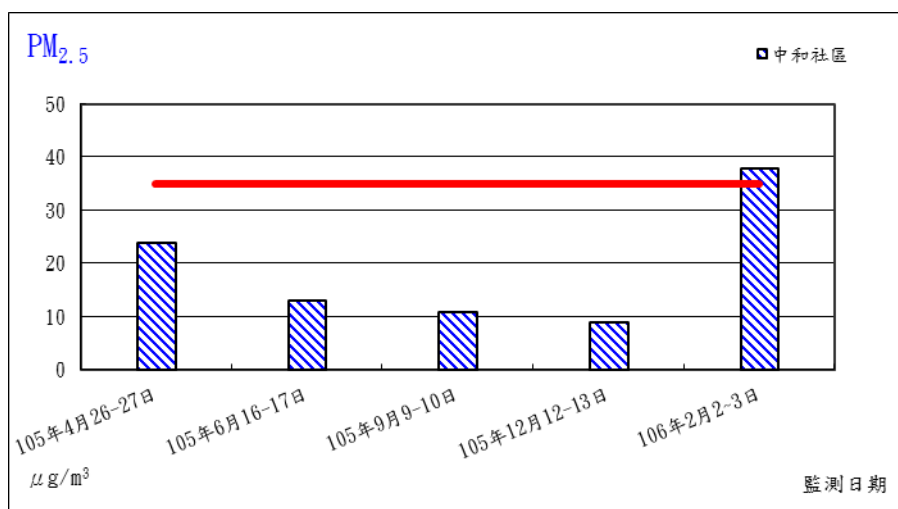


圖 2- 3 空氣品質 PM_{2.5} 監測成果比較

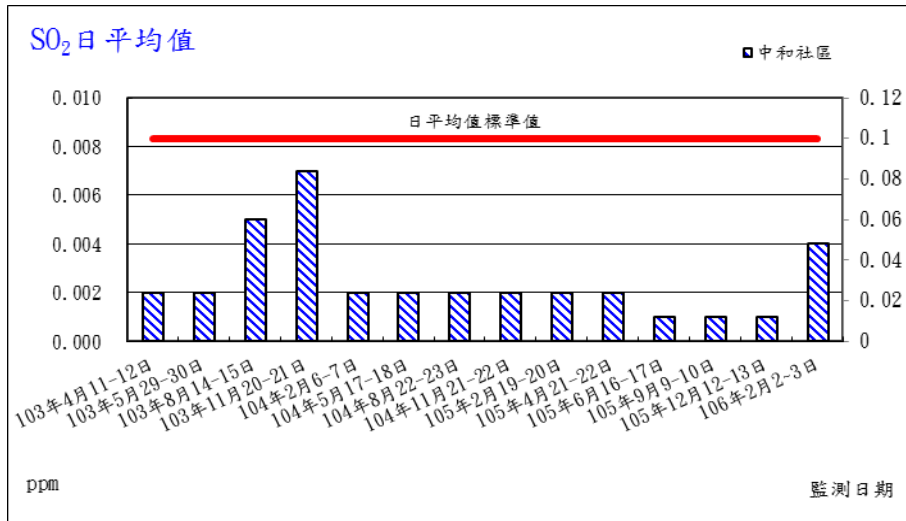


圖 2- 4 空氣品質 SO₂ 日平均值監測成果比較

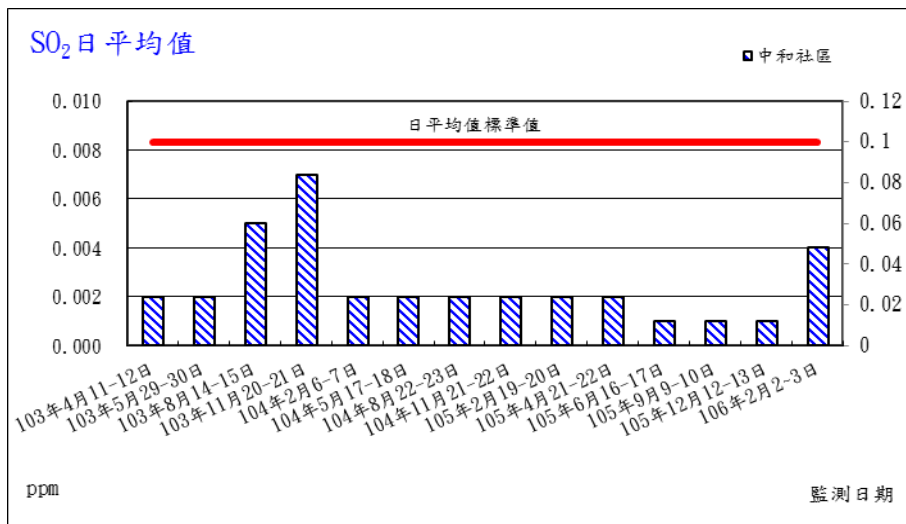


圖 2- 5 空氣品質 SO₂ 小時平均值監測成果比較

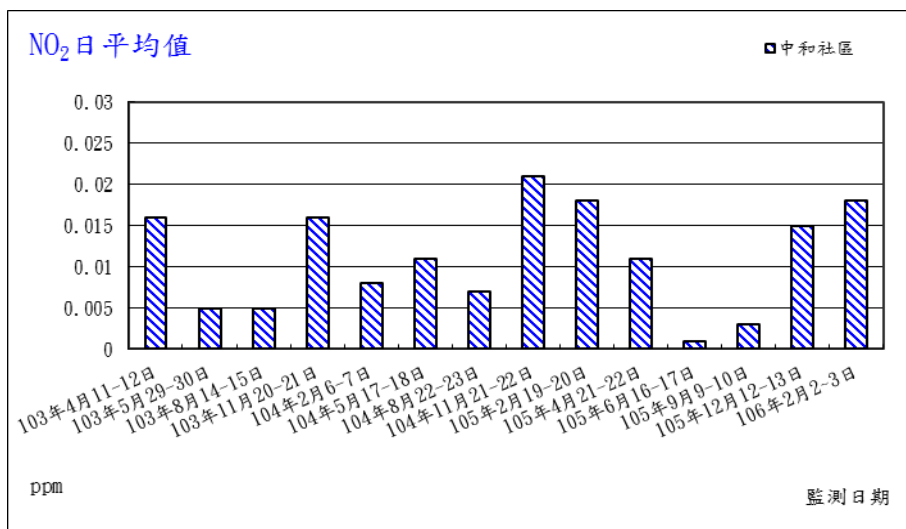


圖 2- 6 空氣品質 NO₂ 日平均值監測成果比較

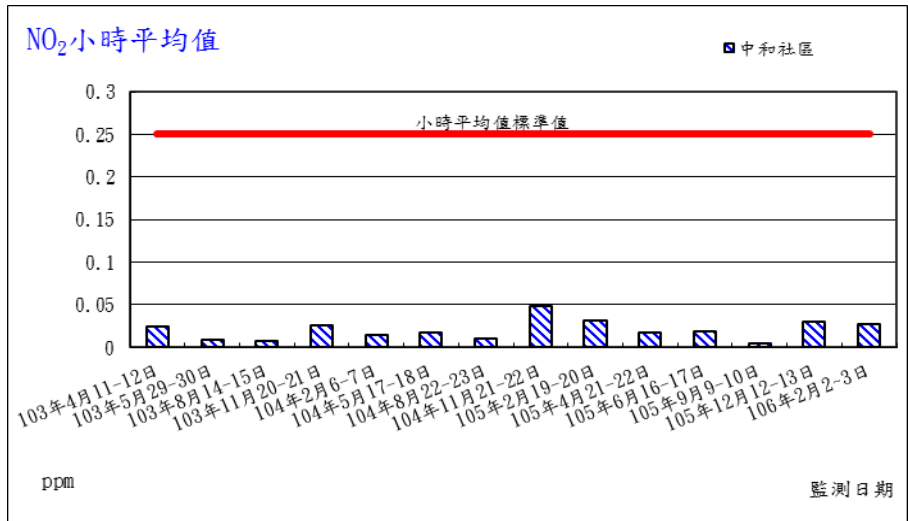


圖 2- 7 空氣品質 NO₂ 小時平均值監測成果比較

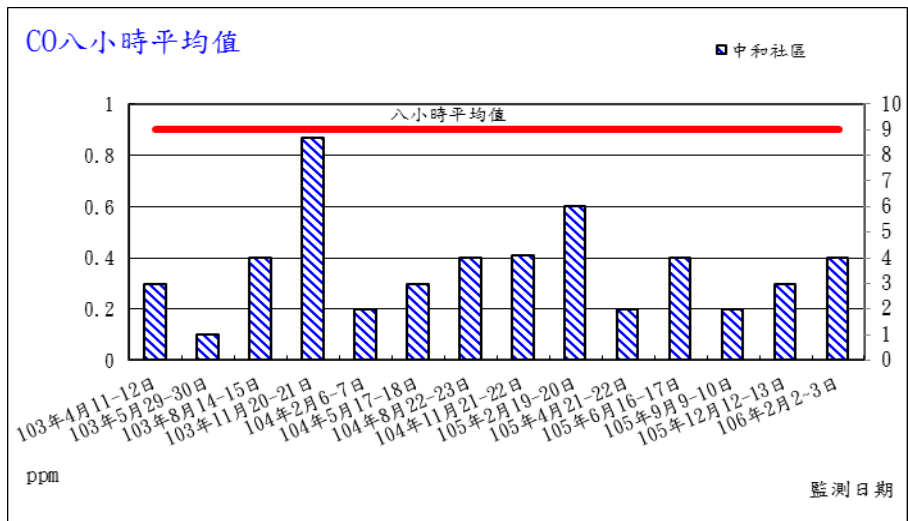


圖 2- 8 空氣品質 CO 八小時平均值監測成果比較

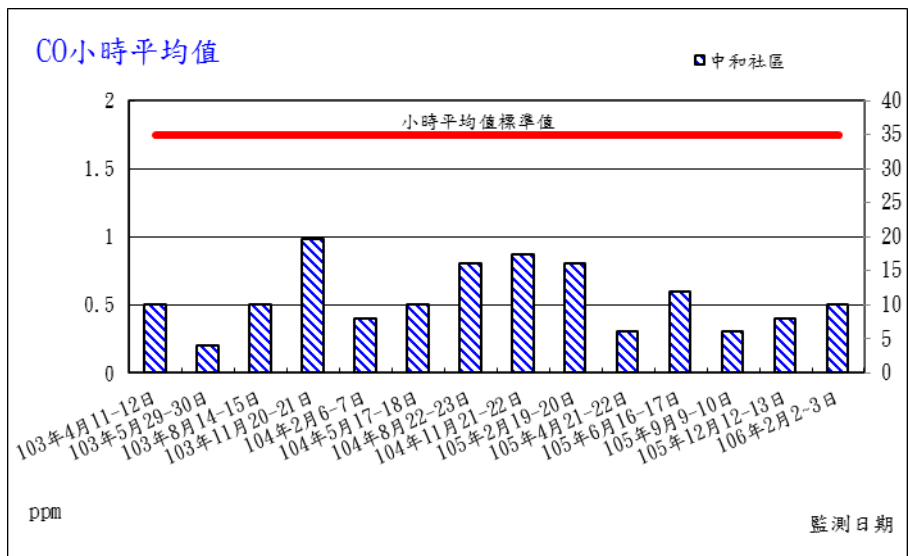


圖 2- 9 空氣品質 CO 小時平均值監測成果比較

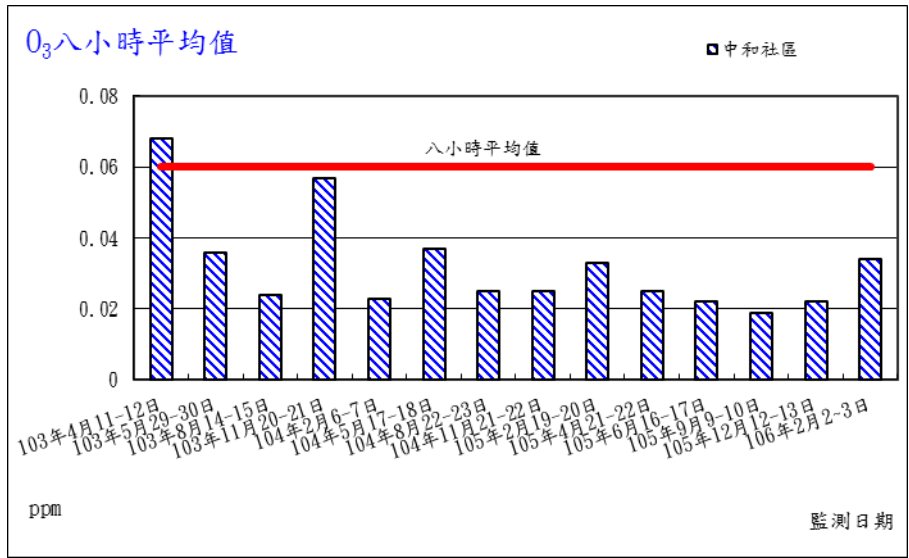


圖 2- 10 空氣品質 O₃ 八小時平均值監測成果比較

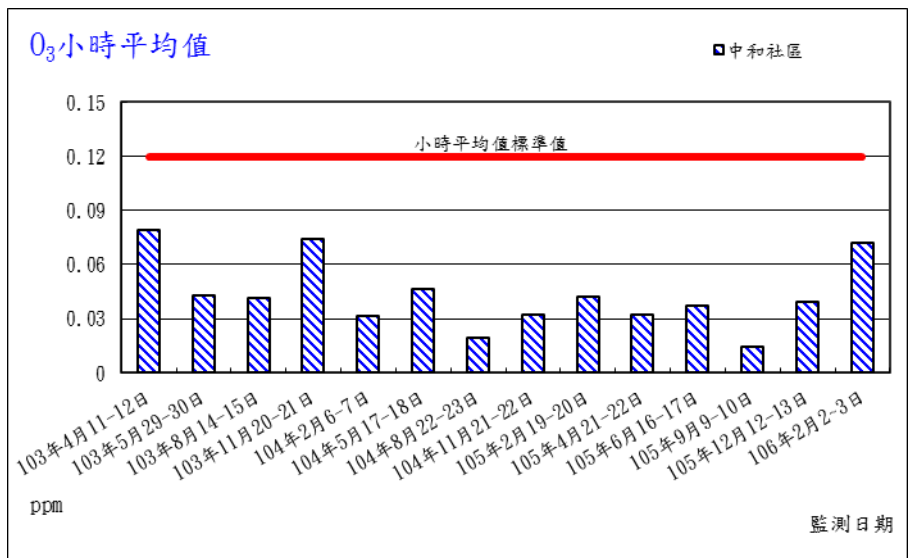


圖 2- 11 空氣品質 O₃ 小時平均值監測成果比較

2.2 環境噪音振動

環境噪音振動調查工作，進行連續 24 小時非假日及假日調查，施工前進行 1 次調查，施工期間每季執行 1 次，營運階段每季執行 1 次，監測地點皆為前山路二段 223 巷附近民宅；另外 100 年 6 月時環境差異分析於計畫區附近進行假日及非假日噪音振動補充調查，監測結果統計表如表 2-6。

監測地點適用於「道路交道噪音環境音量標準第三類管制區內緊鄰未滿八公尺之道路」及「日本環境廳振動規則基準第二種區域」，歷次噪音及振動監測結果均符合標準，如表 2-5 所示。

表 2-5 歷次噪音振動監測結果

測站			監測日期			噪音 dB(A)			振動 dB	
			L _日	L _晚	L _夜	L _{V日}	L _{V夜}			
前山路 二段 223 巷 附近民宅	施工前	103.04.11 (非假日)	61.4	58.9	47.8	30.0	30.0			
		103.04.12 (假日)	60.5	55.4	49.5	30.0	30.0			
	施工期間 (第一季)	103.05.30 (非假日)	59.4	52.4	49.9	30.1	30.0			
		103.05.31 (假日)	58.5	53.4	50.7	30.0	30.0			
	施工期間 (第二季)	103.08.15 (非假日)	60.5	53.3	50.0	36.5	30.0			
		103.08.16 (假日)	61.0	55.0	51.1	30.0	30.0			
	施工期間 (第三季)	103.11.21 (非假日)	63.3	51.0	49.7	30.0	30.0			
		103.11.22 (假日)	64.4	50.9	49.1	30.0	30.0			
	施工期間 (第四季)	104.02.06 (非假日)	60.3	54.0	48.8	30.0	30.0			
		104.02.07 (假日)	58.9	55.1	50.4	30.0	30.0			
	施工期間 (第五季)	104.05.17 (假日)	61.2	53.4	54.1	30.0	30.0			
		104.05.18 (非假日)	57.6	53.0	53.6	30.0	30.0			
	施工期間 (第六季)	104.08.28 (非假日)	59.2	54.1	56.8	30.0	30.0			
		104.08.29 (假日)	62.7	54.7	57.2	31.1	30.0			
	施工期間 (第七季)	104.11.20 (非假日)	59.8	55.1	49.9	30.0	30.0			
		104.11.21 (假日)	59.4	57.1	49.4	30.0	30.0			
	施工期間 (第八季)	105.02.19 (非假日)	60.7	56.5	49.7	30.0	30.0			
		105.02.20 (假日)	60.0	57.7	51.0	30.1	30.0			
	施工期間 (第九季)	105.04.22 (非假日)	62.2	51.7	50.5	30.0	30.0			
		105.04.23 (假日)	61.5	51.1	52.4	30.2	30.0			
環境音量標準／振動管制標準			74	73	69	70	65			

註：環境音量標準：道路交通噪音環境音量標準第三類管制區緊鄰未滿八公尺之道路。

振動管制標準：日本環境廳振動規則基準之第二種區域。

表 2-5 歷次噪音振動監測結果(續)

測站		監測日期	噪音 dB(A)			振動 dB		
			L _日	L _晚	L _夜	L _{V日}	L _{V夜}	
前山路 二段 223 巷 附近民宅	營運 期間 (第一季)	105.06.17 (非假日)	62.1	53.7	50.8	30.0	30.0	
		105.06.18 (假日)	59.5	51.6	52.1	32.2	30.0	
	營運 期間 (第二季)	105.09.10 (非假日)	62.2	50.3	51.3	30.0	30.0	
		105.09.11 (假日)	61.4	53.3	52.1	30.0	30.0	
	營運 期間 (第三季)	105.12.12 (非假日)	59.3	49.6	46.8	30.3	30.1	
		105.12.11 (假日)	61.7	47.9	46.2	30.0	30.0	
	營運 期間 (第四季)	106.02.03 (非假日)	59.3	49.6	46.8	30.0	30.0	
		106.02.04 (假日)	63.8	49.2	52.6	33.7	30.0	
	環境音量標準/振動管制標準			74	73	69	70	65

註：環境音量標準：道路交通噪音環境音量標準第三類管制區緊鄰未滿八公尺之道路。

振動管制標準：日本環境廳振動規則基準之第二種區域。

表 2-6 計畫區附近噪音振動補充調查結果(100年6月環境差異分析)

測站及監測日期		噪音 dB(A)			振動 dB	
		L _日	L _晚	L _夜	L _{V日}	L _{V夜}
前山路二段 223 巷附近民宅	100.06.28~29(非假日)	56.1	51.2	49.7	30.0	30.0
	100.06.25~26(假日)	56.1	55.6	49.6	30.0	30.0
第三類管制區		65	60	55	70	65
林內路二段(台3線)旁聚落	100.06.22~23(非假日)	71.4	68.3	64.1	38.4	32.2
	100.06.25~26(假日)	71.1	68.9	65.4	37.7	33.3
第三類噪音管制區內緊鄰8公尺以上之道路		76	75	72	70	65
大同路(台3線)旁聚落1	100.06.22~23(非假日)	74.6	72.0	69.0	44.9	38.8
	100.06.25~26(假日)	74.4	71.4	68.6	44.3	38.3
大同路(台3線)旁聚落2	100.06.22~23(非假日)	73.2	70.5	68.7	46.3	40.7
	100.06.25~26(假日)	73.4	71.4	67.9	45.4	39.4
第二類噪音管制區內緊鄰8公尺以上之道路		74	70	67	65	60

註：大同路(台3線)旁聚落 L_日、L_晚、L_夜均有超出噪音管制區標準。

表 2-7 道路交通噪音環境音量標準

管制區	均能音量(L _{eq})		
	日間	晚間	夜間
第一類或第二類管制區內 緊鄰未滿八公尺之道路	71	69	63
第一類或第二類管制區內 緊鄰八公尺以上之道路	74	70	67
第三類或第四類管制區內 緊鄰未滿八公尺之道路	74	73	69
第三類或第四類管制區內 緊鄰八公尺以上之道路	76	75	72

資料來源：中華民國 99 年 1 月 21 日行政院環境保護署環署空字第 0990006225D
號令、交通部交路字第 0990085001 號令會銜修正發布全文六條

說明：

一、噪音管制區：

第一類噪音管制區：指環境亟需安定寧之地區。

第二類噪音管制區：指供住宅使用為為且需要安寧之地區。

第三類噪音管制區：以住宅使用為主，但混合商業或工業等使用，且需維護其住宅安寧之地區。

第四類噪音管制區：供工業或交通使用為主，且需防止噪音影響附近住宅安寧之地區。

二、時段區分：

(一)日間：第一、二類管制區指上午六時至晚上八時；

第三、四類管制區指上午七時至晚上八時。

(二)晚間：第一、二類管制區指晚上八時至晚上十時；

第三、四類管制區指晚上八時至晚上十一時。

(三)夜間：第一、二類管制區指晚上十時至翌日上午六時；

第三、四類管制區指晚上十一時至翌日上午七時。

表 2- 8 日本環境廳振動規則基準

時間區分 區域區分	日間 標準值 (L _{v10})	夜間 標準值 (L _{v10})
第一種區域	65 dB	60 dB
第二種區域	70 dB	65 dB

環境振動管制標準

1. 我國目前尚無環境振動管制規範，引用鄰近國家日本環境廳之振動規制法施行規則。
2. 第一種區域：為了維護良好的居住環境，特別需要保持安靜平穩的區域。
第二種區域：住宅區合併商業、工業等用途的區域，為了維護住民的生活環境，不讓生活環境惡化而防止振動發生必要之區域。
3. 日間是從上午五時、六時、七時或八時開始到下午七時、八時、九時或十時為止。
夜間是從下午七時、八時、九時或十時開始到翌日上午五時、六時、七時為止。
4. 本計畫之振動均能計算採用的時間劃分，日間係由上午五時到下午七時，夜間為下午七時到翌日五時。

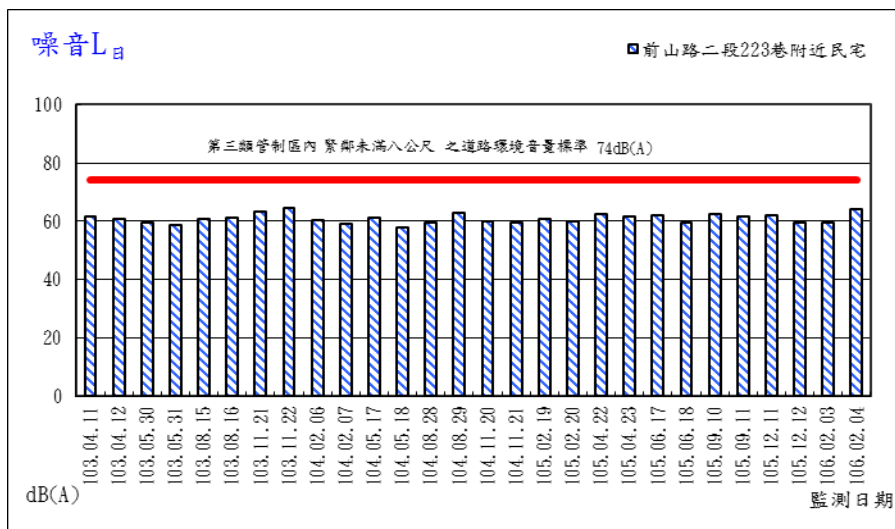


圖 2- 12 噪音 L_d 監測成果比較

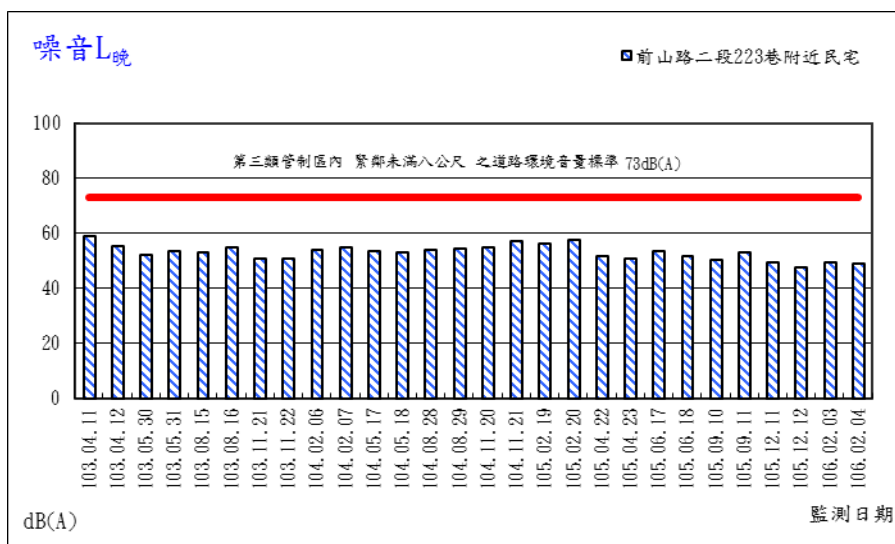


圖 2- 13 噪音 L_晚 監測成果比較

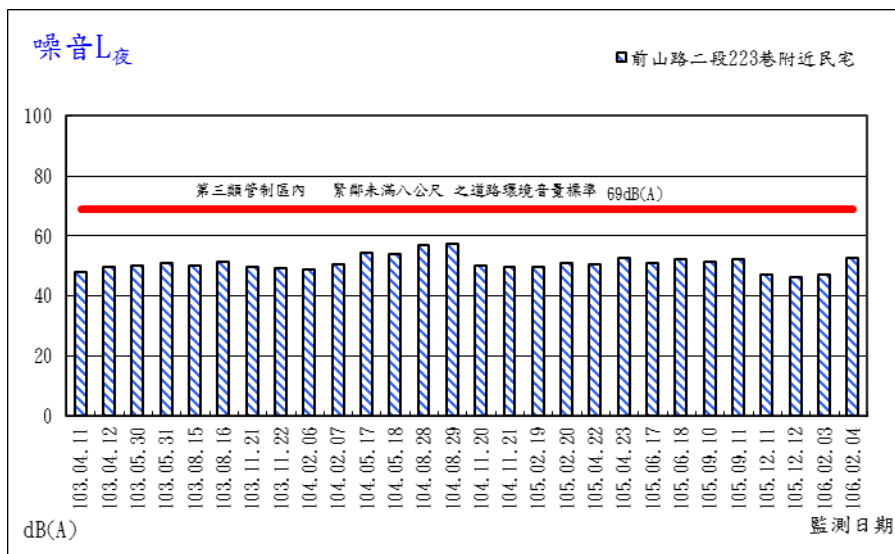


圖 2- 14 噪音 L_夜 監測成果比較

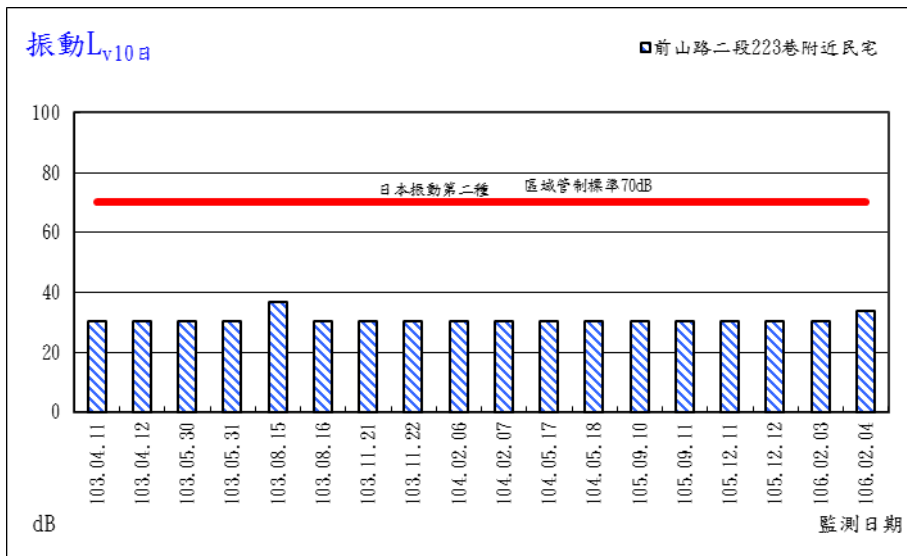


圖 2- 15 振動 L_{v10} 日 監測成果比較

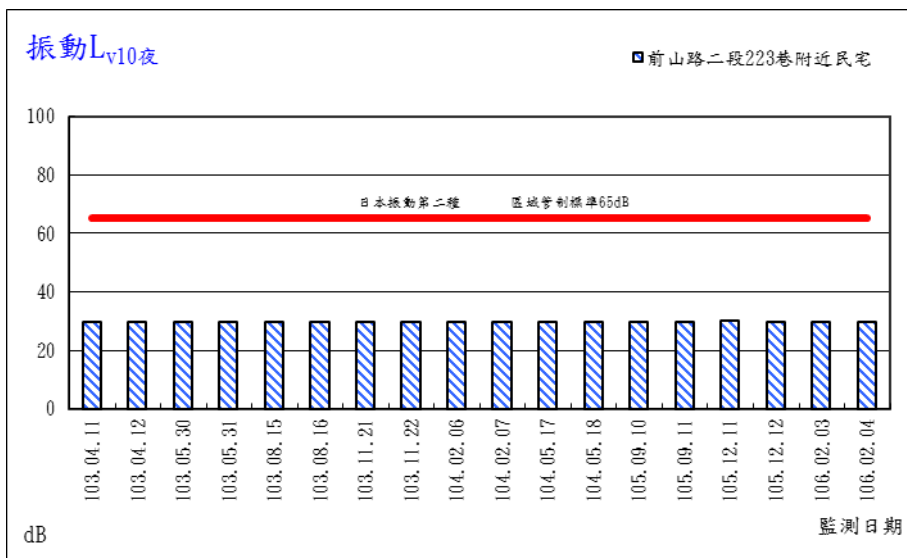


圖 2- 16 振動 L_{v10} 夜 監測成果比較

2.3 營建噪音振動

營建噪音振動調查工作，監測頻率為施工期間每月進行2次各進行連續15分鐘，監測地點為工區周界外1公尺處，監測結果如表2-9所示，監測結果均符合營建噪音及振動標準。

監測地點適用於「營建工程噪音管制標準第三類管制區」及「日本特定建設作業振動標準」。

表 2-9 營建噪音振動監測結果

測站		監測日期	營建噪音 dB(A)		營建振動 dB	
			L _{eq}	L _{max}	L _{v10}	L _{vmax}
工區周界外 1 公尺處	第一季	103.05.29	61.9	72.8	30.0	40.7
		103.06.09	63.1	82.8	30.9	43.3
		103.06.24	62.3	80.0	30.0	37.7
	第二季	103.07.08	65.2	77.8	34.9	46.3
		103.07.31	67.8	83.1	33.5	46.6
		103.08.15	70.7	88.0	42.7	62.9
		103.08.29	66.4	82.7	34.7	39.9
		103.09.10	66.9	83.7	35.0	54.2
		103.09.30	63.4	79.6	32.5	62.3
		103.10.13	67.8	85.9	32.5	50.6
	第三季	103.10.29	64.4	81.9	30.9	68.6
		103.11.20	66.9	83.2	33.2	42.7
		103.11.28	65.0	81.6	30.8	41.3
		103.12.10	61.1	77.0	32.2	38.9
		103.12.30	68.7	90.1	36.6	56.9
	第四季	104.01.05	63.3	79.7	30.8	52.5
		104.01.19	62.9	79.4	42.0	59.7
		104.02.06	57.5	71.6	35.0	57.7
		104.02.26	65.5	75.7	33.8	54.4
		104.03.09	62.7	72.5	32.8	40.9
		104.03.23	65.4	78.8	35.1	57.8
	第五季	104.04.08	65.3	78.7	35.0	57.6
		104.04.28	62.5	80.9	33.2	47.4
		104.05.16	59.5	79.4	32.2	41.1
		104.05.28	70.4	77.9	40.8	51.8
		104.06.09	63.9	81.0	32.0	53.5
		104.06.25	60.3	73.7	33.4	38.0
	第六季	104.07.02	68.3	86.3	40.0	46.5
		104.07.28	64.4	76.6	38.8	50.6
		104.08.04	65.0	80.2	48.6	63.3
104.08.26		67.5	74.4	35.0	48.4	
104.09.07		69.3	81.6	40.1	55.0	
104.09.21		60.8	80.7	35.9	50.6	
營建工程噪音管制標準 / 振動管制標準			72	100	75	-

註：營建工程噪音管制標準：噪音管制標準第六條營建工程噪音管制標準第三類(日間)。
振動管制標準：日本特定建設作業振動標準。

表 2- 9 營建噪音振動監測結果(續)

測站			營建噪音 dB(A)		營建振動 dB	
			監測日期	L_{eq}	L_{max}	L_{v10}
工區周界外 1 公尺處	第七季	104.10.07	67.9	87.1	32.1	45.2
		104.10.26	61.6	80.9	36.7	46.9
		104.11.02	58.7	77.1	43.6	51.2
		104.11.22	59.3	77.1	43.3	51.2
		104.12.09	71.2	83.5	32.1	45.2
		104.12.22	71.9	89.1	38.3	51.0
	第八季	105.01.08	67.6	77.7	38.3	49.5
		105.01.26	60.0	74.4	37.0	44.6
		105.02.01	65.2	84.8	31.1	45.6
		105.02.19	65.7	76.5	30.4	52.1
		105.03.09	72.5	88.9	32.3	40.3
		105.03.22	62.0	78.0	35.6	51.3
	第九季	105.04.07	61.5	80.3	32.6	50.3
		105.04.22	61.2	80.1	32.8	50.5
	營建工程噪音管制標準 / 振動管制標準			72	100	75

註：營建工程噪音管制標準：噪音管制標準第六條營建工程噪音管制標準第三類(日間)。
振動管制標準：日本特定建設作業振動標準。

表 2- 10 營建工程噪音管制標準

管制區		頻率	20Hz 至 20kHz		
		時段	日間	晚間	夜間
均能音量 (L_{eq})	第一類		67	47	47
	第二類		67	57	47
	第三類		72	67	62
	第四類		80	70	65
最大音量 (L_{max})	第一、二類		100	80	70
	第三、四類		100	85	75

註：中華民國 102 年 8 月 5 日行政院環境保護署環署空字第 1020065143 號修正發布。

說明：

一、噪音管制區：

第一類噪音管制區：指環境亟需安定寧之地區。

第二類噪音管制區：指供住宅使用為為且需要安寧之地區。

第三類噪音管制區：以住宅使用為主，但混合商業或工業等使用，且需維護其住宅安寧之地區。

第四類噪音管制區：供工業或交通使用為主，且需防止噪音影響附近住宅安寧之地區。

二、時段區分：

(一)日間：指各類管制區上午七時至晚上七時。

(二)晚間：第一、二類管制區指晚上七時至晚上十時；

第三、四類管制區指晚上七時至晚上十一時。

(三)夜間：第一、二類管制區指晚上十時至翌日上午七時；

第三、四類管制區指晚上十一時至翌日上午七時。

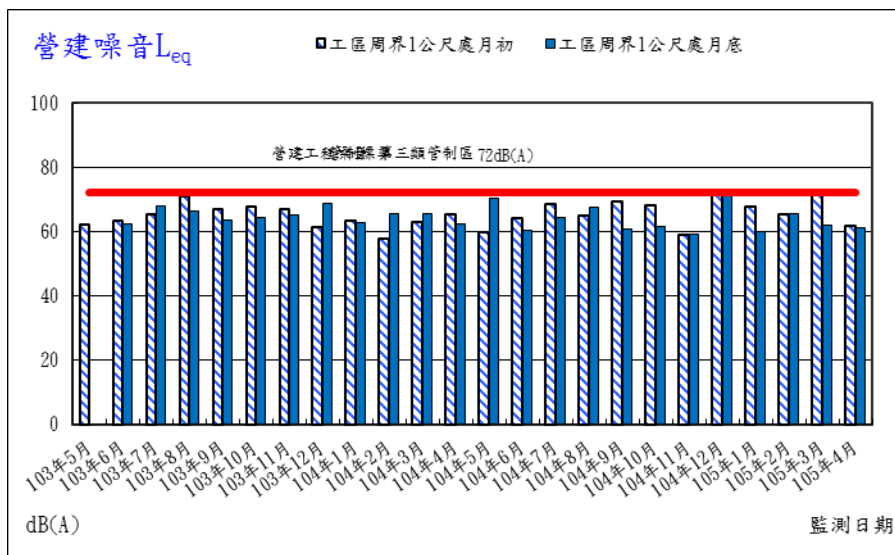


圖 2- 17 營建噪音 L_{eq} 監測成果比較

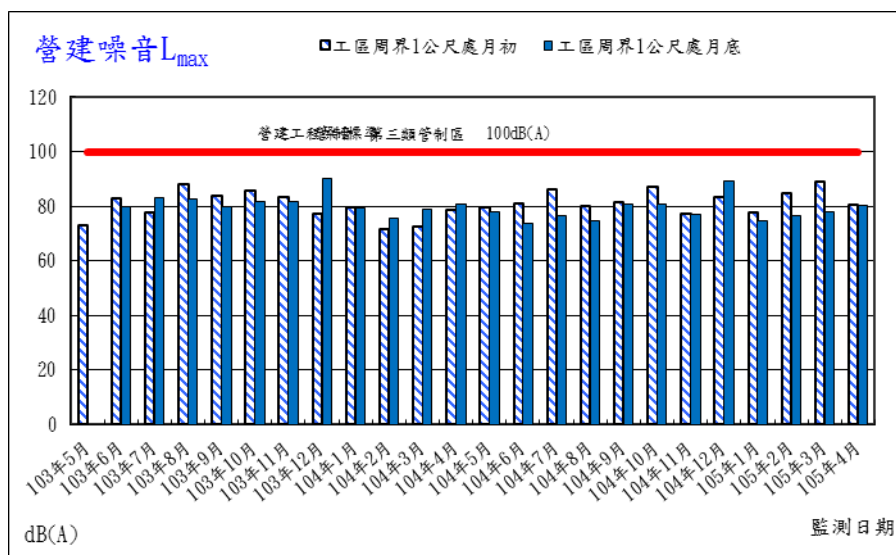


圖 2- 18 營建噪音 L_{max} 監測成果比較

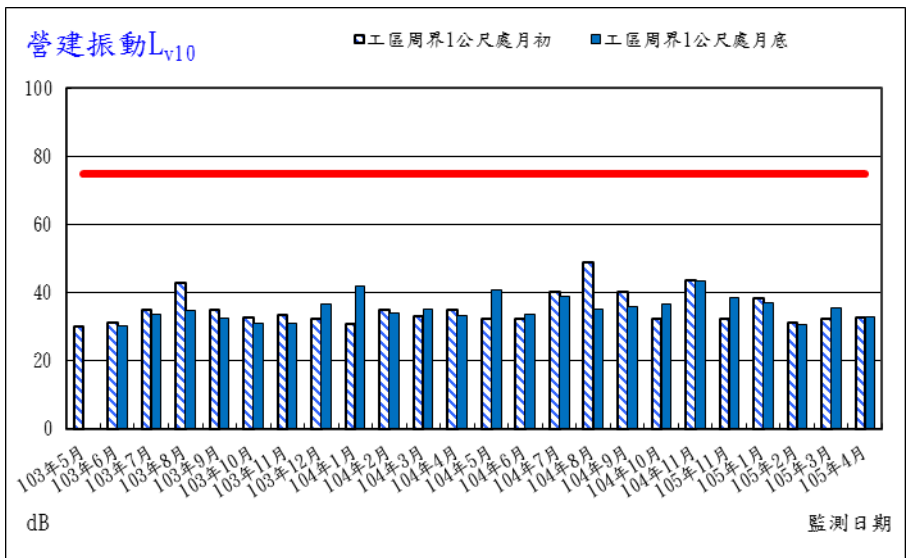


圖 2- 19 營建振動 L_{v10} 監測成果比較

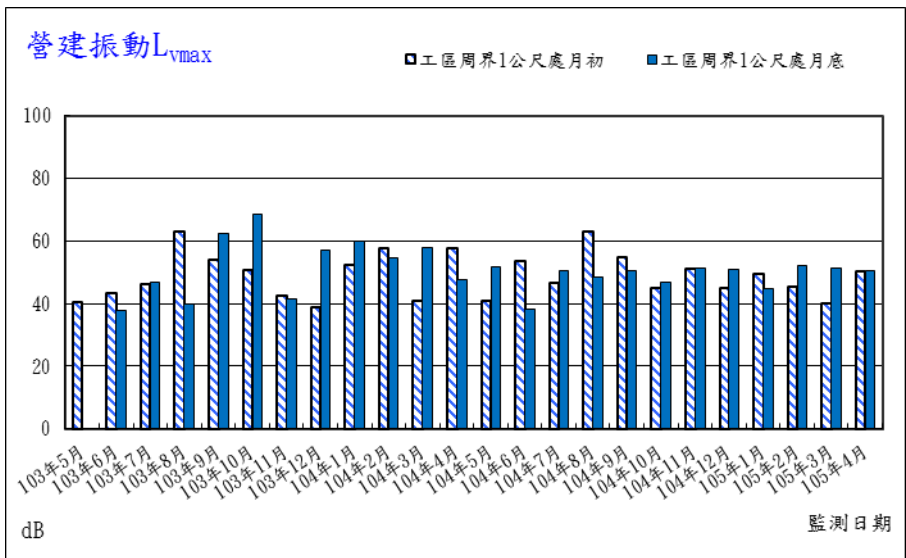


圖 2- 20 營建振動 L_{max} 監測成果比較(續)

2.4 工區放流水

調查地點為工區放流口，監測頻率為施工期間每月一次，監測項目為氫離子濃度指數、水溫、溶氧、懸浮固體、生化需氧量、化學需氧量、氨氮及油脂，其檢測結果如表 2-11 所示。

表 2- 11 歷次放流水檢測結果

監測項目		監測地點		農田導水路 (背景調查)			工區放流水 (工區洗車台沉澱池)		放流水標準
		103.05.29	103.06.09	103.07.31	103.08.15	103.09.10			
氫離子 濃度指數	—	7.2	6.6	7.8	8.3	6.9	6.0-9.0		
水溫	°C	28.1	27.3	32.3	26.0	24.5	38°C以下 (適用於五月至九月) 35°C以下 (適用於十月至翌年四月)		
溶氧	mg/L	5.6	5.3	5.8	5.7	5.5	—		
懸浮固體	mg/L	23.7	15.8	25.6	82.6	24.2	30		
生化需氧量	mg/L	2.5	8.9	5.9	2.3	9.2	30		
化學需氧量	mg/L	12.4	40.8	15.8	13.2	18.2	100		
氨氮	mg/L	0.73	0.03	0.34	0.17	0.07	10		
油脂	mg/L	<0.5	4.1	2.3	<0.5	0.8	—		

註：1. 放流水標準於中華民國 103 年 1 月 22 日行政院環境保護署環署水字第 1030005842 號令修正發布。
 2. ” — ” 表示無標準。
 3. 103.05-07 月因本工區無放流水排放，故以農田導水路做為背景調查。
 4. 103.08-09 月因本工區無放流水排放，故以逕流廢水放流口#5(工區洗車台沉澱池)做為監測調查。

表 2-11 歷次放流水檢測結果(續 1)

監測地點 監測項目		工區放流口										放流水標準
		103.10.13	103.11.20	103.12.10	104.01.05	104.02.06	104.03.09	104.04.08	104.05.18	104.06.25	104.07.02	
氫離子 濃度指數	—	8.8	8.5	7.8	6.9	8.3	7.8	8.6	8.1	8.1	8.2	6.0-9.0
水溫	°C	25.2	20.2	19.3	21.9	17.4	21.9	21.3	26.1	26.1	29.2	38°C以下 (適用於五月至九月) 35°C以下 (適用於十月至翌年四月)
溶氧	mg/L	8.0	5.0	4.4	4.3	7.2	4.6	6.5	7.6	7.6	5.4	—
懸浮固體	mg/L	20.1	155	27.2	23.2	18.8	14.1	21.8	14.7	14.7	17.2	30
生化需氧量	mg/L	<2.0	15.2	17.1	2.7	8.3	9.4	3.2	<2.0	<2.0	3.2	30
化學需氧量	mg/L	6.1	33.0	14.9	12.7	23.1	32.6	17.8	12.1	12.1	8.7	100
氨氮	mg/L	0.06	0.13	0.17	0.02	1.09	1.05	0.55	0.30	0.30	0.04	10
油脂	mg/L	0.6	0.7	1.2	4.8	<0.5	3.2	<0.5	4.0	4.0	4.2	—

註：1. 放流水標準於中華民國 103 年 1 月 22 日行政院環境保護署環署水字第 1030005842 號令修正發布。
 2. ” — ” 表示無標準。
 3. 103.10-104.03 因本工區無放流水排放，故以逕流廢水放流口#5(工區洗車台沉澱池)做為監測調查。

表 2-11 歷次放流水檢測結果(續 2)

監測地點 監測項目		工區放流口									放流水標準
		104.08.24	104.09.21	104.10.07	104.11.22	104.12.22	105.01.26	105.02.19	105.03.09	105.04.07	
氫離子 濃度指數	—	6.9	7.1	6.7	8.0	7.6	8.3	8.1	8.1	7.6	6.0-9.0
水溫	°C	28.9	26.4	26.8	21.5	22.3	11.2	19.6	19.6	22.1	38°C以下 (適用於五月至九月) 35°C以下 (適用於十月至翌年四月)
溶氧	mg/L	7.2	4.9	5.1	5.6	4.7	5.5	4.6	4.6	4.5	—
懸浮固體	mg/L	1.0	23.1	8.0	22.4	2.1	5.8	28.8	28.8	3.1	30
生化需氧量	mg/L	<2.0	5.9	<2.0	4.4	2.5	<2.0	12.7	12.7	<2.0	30
化學需氧量	mg/L	8.0	15	5.2	16.3	8.8	8.9	54.5	54.5	13.1	100
氨氮	mg/L	0.03	0.08	0.13	0.27	0.07	0.05	2.60	2.60	0.07	10
油脂	mg/L	1.6	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	—

註：1. 放流水標準於中華民國 103 年 1 月 22 日行政院環境保護署環署水字第 1030005842 號令修正發布。

2. "—" 表示無標準。

3. 104.04-09 月因本工區無放流水排放，故以逕流廢水放流口#5(工區洗車台沉澱池)做為監測調查。

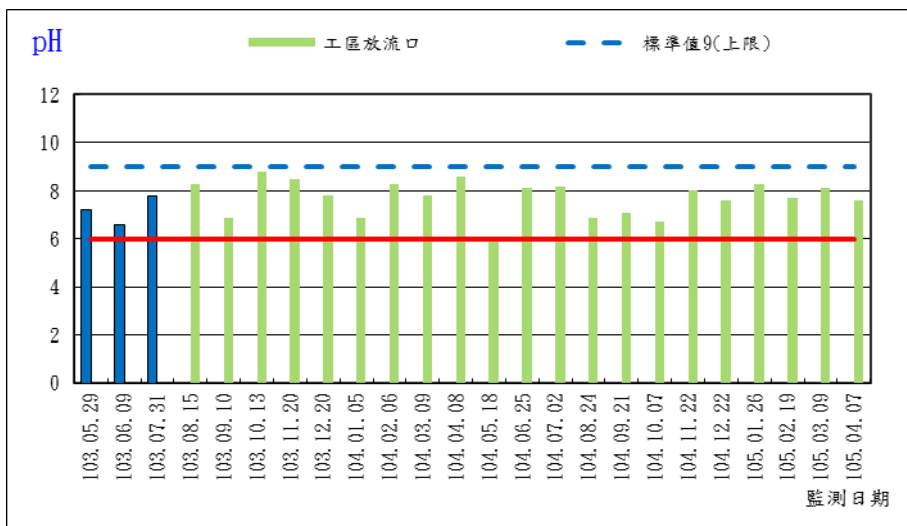


圖 2-21 放流水 pH 監測結果

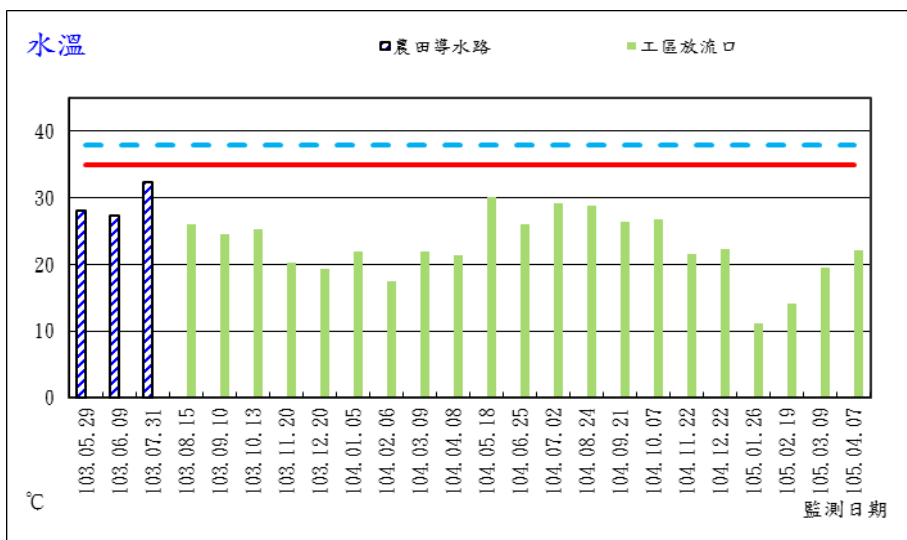


圖 2-22 放流水水溫監測結果

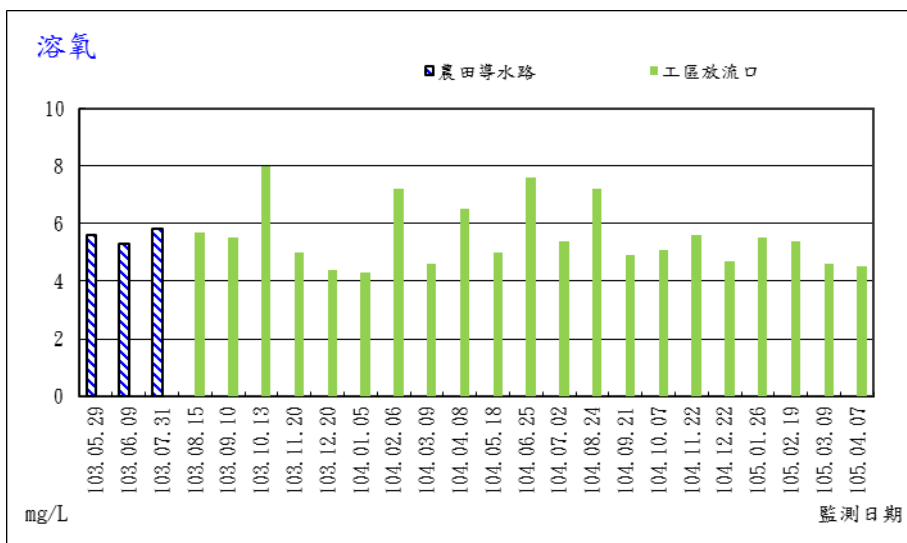


圖 2-23 放流水溶氧監測結果

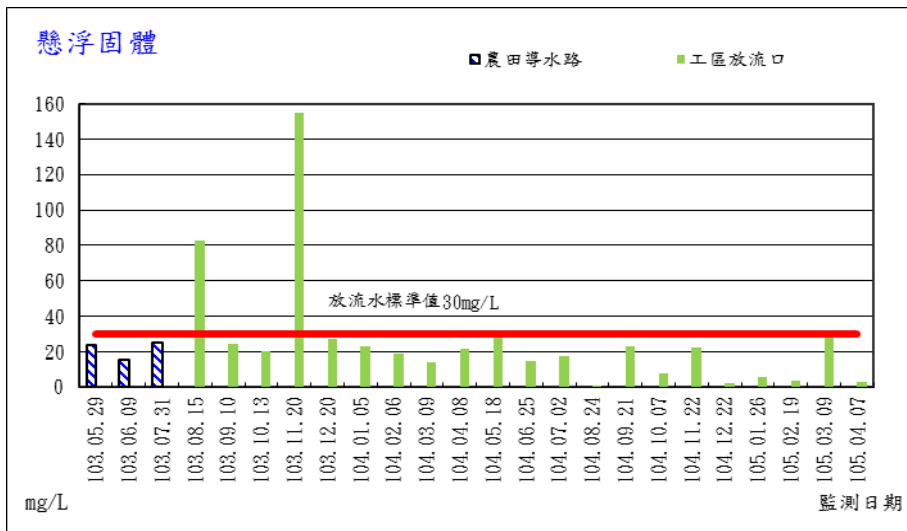


圖 2- 24 放流水懸浮固體監測結果

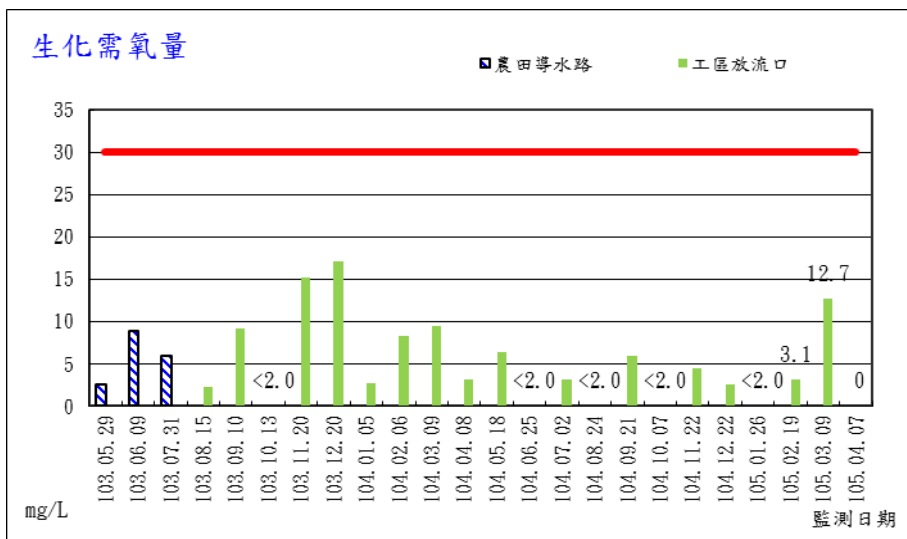


圖 2- 25 放流水生化需氧量監測結果

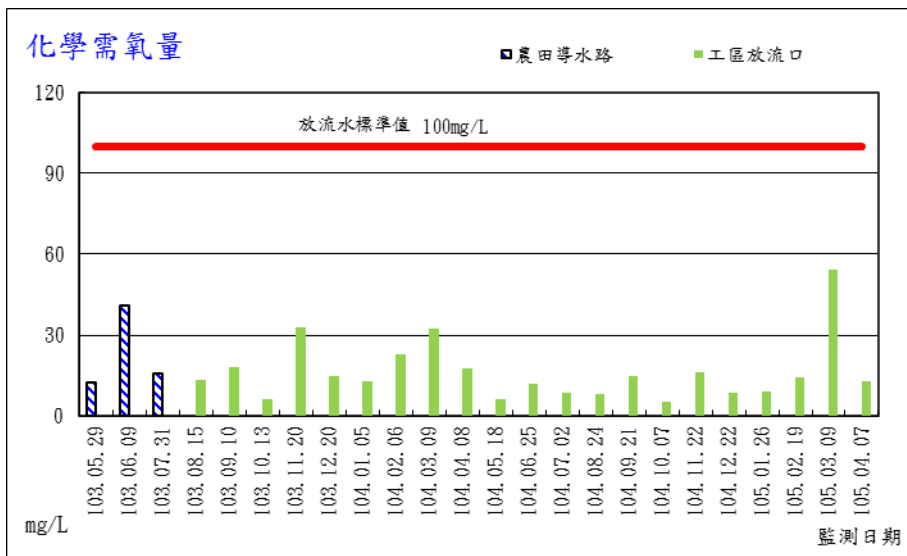


圖 2- 26 放流水化學需氧量監測結果

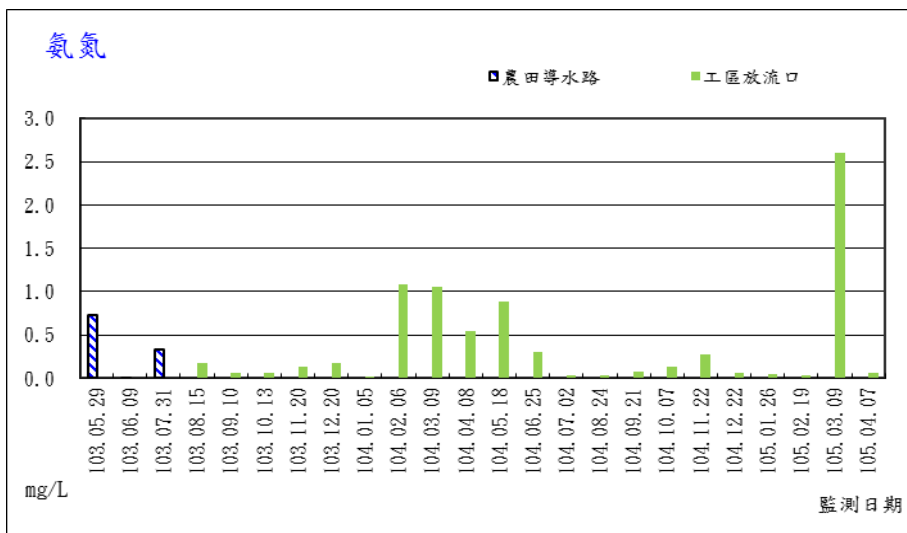


圖 2-27 放流水氨氮監測結果

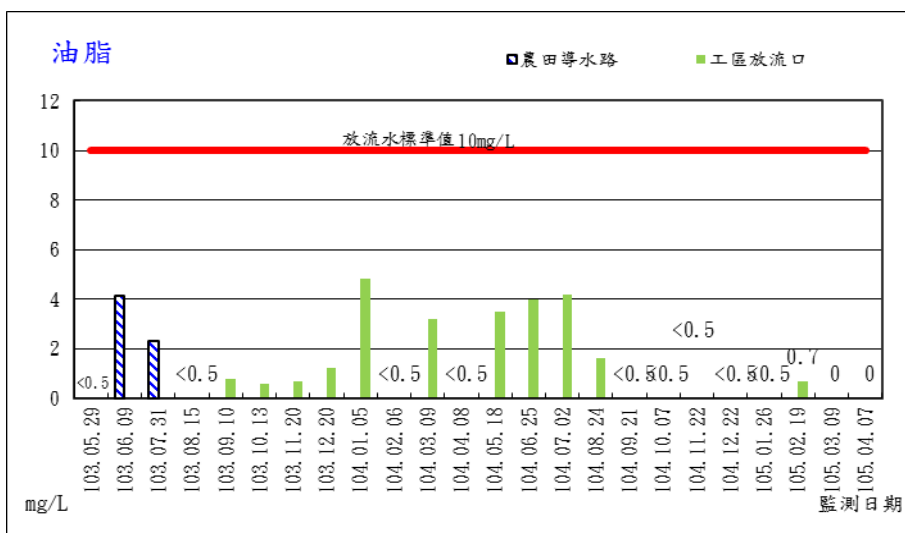


圖 2-28 放流水油脂監測結果

2.5 地表水質

地表水質施工前監測，監測地點為枋寮導水路，監測頻率為施工前(半年)一次；施工階段監測地點為枋寮導水路(工區上游)及枋寮導水路(工區下游)，監測頻率每季一次；營運階段監測地點為枋寮導水路，監測頻率每季一次。監測項目為氫離子濃度指數、水溫、導電度、水量、溶氧、懸浮固體、生化需氧量、氨氮、硝酸鹽氮、油脂、總磷及大腸桿菌群，其檢測結果如表 2-12 所示；另外 100 年 6 月及 102 年 1 月時環境差異分析於計畫區附近進行水質補充調查，補充調查結果顯示，彰雲大橋部份檢測結果高於地面水體乙類標準，檢測結果統計表如表 2-13。檢測結果說明如下：

表 2- 12 歷次地表水質檢測結果

監測項目		監測地點	枋寮導水路	枋寮導水路 (工區上游)	枋寮導水路 (工區下游)	枋寮導水路 (工區上游)	枋寮導水路 (工區下游)	枋寮導水路 (工區上游)	枋寮導水路 (工區下游)	枋寮導水路 (工區上游)	枋寮導水路 (工區下游)	陸域地面水 體 乙類標準
		枋寮導水路 (施工前)	103.05.29 (施工期間)		103.08.15 (施工期間)		103.11.20 (施工期間)		104.02.06 (施工期間)			
氫離子 濃度指數	-	8.0	8.0	7.5	7.3	7.4	7.2	7.2	8.1	8.3	6.0-9.0	
水溫	°C	27.5	28.7	27.8	29.6	30.1	22.1	21.6	18.5	17.5	-	
導電度	μs/cm	478	416	387	303	335	352	379	304	339	-	
流量	m ³ /min	9.57	-	-	-	-	-	12.79	-	-	-	
流速	m/s	1.20-2.40	-	-	-	-	-	0.00-6.30	-	-	-	
溶氧	mg/L	6.2	6.3	6.0	6.0	6.4	5.7	<u>5.2</u>	7.3	7.2	5.5 以上	
懸浮固體	mg/L	9.8	27.7	16.5	7.7	<u>29.6</u>	<u>29.0</u>	25.1	24.7	<u>33.8</u>	25 以下	
生化需氧量	mg/L	<u>6.3</u>	<u>3.5</u>	<u>4.1</u>	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<u>7.6</u>	<u>8.7</u>	2 以下	
氨氮	mg/L	0.22	<u>0.46</u>	0.11	0.25	0.26	<u>0.82</u>	0.24	0.07	<u>0.35</u>	0.3 以下	
硝酸鹽氮	mg/L	1.50	2.25	2.69	3.06	3.60	2.29	2.92	3.26	4.04	-	
油脂	mg/L	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.8	<0.5	<0.5	-	
總磷	mg/L	<u>0.456</u>	<u>0.428</u>	<u>0.410</u>	<u>0.204</u>	<u>0.318</u>	<u>0.644</u>	<u>0.442</u>	<u>0.50</u>	<u>0.75</u>	0.05 以下	
大腸桿菌群	CFU/100mL	3.9×10 ³	2.2×10 ⁴	4.2×10 ³	<u>3.8×10⁴</u>	<u>1.5×10⁴</u>	2.1×10 ³	4.3×10 ³	3.3×10 ³	2.1×10 ³	5.0×10 ³ 以下	

註:1. 依據南投縣政府環境保護局 105 年 5 月 23 日投環局綜字第 1050008845 號函, 本地表水之水體水質屬乙類水體。

2. 本監測水體水質標準以陸域地面水體乙類標準作為依據。

3. " - " 表示無標準。

表 2-12 歷次地表水質檢測結果(續 1)

監測地點 監測項目		枋寮導水路 (工區上游)	枋寮導水路 (工區下游)	枋寮導水路 (工區上游)	枋寮導水路 (工區下游)	枋寮導水路 (工區上游)	枋寮導水路 (工區下游)	枋寮導水路 (工區上游)	枋寮導水路 (工區下游)	枋寮導水路 (工區上游)	枋寮導水路 (工區下游)	陸域地面水體 乙類標準
		104.05.18 (施工期間)		104.08.24 (施工期間)		104.11.22 (施工期間)		105.02.19 (施工期間)		105.04.22 (施工期間)		
氫離子 濃度指數	-	6.7	6.9	6.8	6.9	7.8	7.9	8.1	7.7	7.3	7.4	6.0-9.0
水溫	°C	27.8	28.6	29.8	29.6	25.7	26.0	14.6	15.2	27.4	27.2	-
導電度	μs/cm	300	334	308	346	411	406	374	415	314	326	-
流量	m ³ /min	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
流速	m/s	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
溶氧	mg/L	6.1	<u>5.1</u>	7.2	7.1	6.8	6.6	6.6	6.7	<u>2.3</u>	<u>2.2</u>	5.5 以上
懸浮固體	mg/L	4.7	19.1	3.9	8.8	18.5	8.7	15.6	8.0	13.4	9.2	25 以下
生化需氧量	mg/L	8.8	<2.0	<2.0	<2.0	3.5	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	2 以下
氨氮	mg/L	0.11	<u>0.84</u>	<u>0.41</u>	0.18	<u>0.53</u>	<u>0.32</u>	<u>1.84</u>	0.14	<u>0.76</u>	0.25	0.3 以下
硝酸鹽氮	mg/L	1.40	0.18	3.21	0.44	3.54	2.29	3.28	2.11	3.15	1.28	-
油脂	mg/L	4.1	8.9	<0.5	<0.5	0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.7	<0.5	-
總磷	mg/L	<u>0.97</u>	<u>2.08</u>	<u>0.469</u>	<u>0.808</u>	<u>0.392</u>	<u>0.417</u>	<u>0.254</u>	<u>0.398</u>	<u>0.421</u>	<u>0.743</u>	0.05 以下
大腸桿菌群	CFU/100mL	4.0×10 ³	<u>3.7×10⁴</u>	<u>2.6×10⁴</u>	7.7×10 ²	7.4×10 ²	<u>1.2×10⁴</u>	<u>1.2×10⁴</u>	1.5×10 ³	<u>1.2×10⁴</u>	<u>7.8×10³</u>	5.0×10 ³ 以下

註:1. 依據南投縣政府環境保護局 105 年 5 月 23 日投環局綜字第 1050008845 號函, 本地表水之水體水質屬乙類水體。

2. 本監測水體水質標準以陸域地面水體乙類標準作為依據。

3. " - " 表示無標準。

表 2-12 歷次地表水質檢測結果(續 2)

監測項目		監測地點	枋寮導水路	枋寮導水路	枋寮導水路	枋寮導水路	陸域地面水體 乙類標準
			105.06.16 (營運期間)	105.09.09 (營運期間)	105.12.13 (營運期間)	106.02.02 (營運期間)	
氫離子 濃度指數	-		6.8	7.6	7.6	7.2	6.0-9.0
水溫	°C		27.8	28.1	23.8	20.7	-
導電度	μs/cm		341	309	316	454	-
流量	m ³ /min		-	-	-	-	-
流速	m/s		-	-	-	-	-
溶氧	mg/L		6.7	4.2	6.4	6.6	5.5 以上
懸浮固體	mg/L		18.8	11.2	10.6	8.5	25 以下
生化需氧量	mg/L		2.1	2.9	2.5	3.3	2 以下
氨氮	mg/L		0.36	0.22	0.14	0.27	0.3 以下
硝酸鹽氮	mg/L		3.76	3.24	2.97	2.81	-
油脂	mg/L		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	-
總磷	mg/L		0.330	0.363	0.418	0.707	0.05 以下
大腸桿菌群	CFU/100mL		4.0×10 ³	2.2×10⁵	5.9×10⁴	3.2×10⁴	5.0×10 ³ 以下

註:1. 依據南投縣政府環境保護局 105 年 5 月 23 日投環局綜字第 1050008845 號來函表示,本地表水之水體水質屬乙類水體。

2. 本監測水體水質標準以陸域地面水體乙類標準作為依據。

3. " - " 表示無標準。

表 2- 13 河川水質補充調查結果(100 年 6 月及 102 年 1 月環境差異分析)

檢測項目	單位	地面水體 乙類標準	彰雲大橋	和溪厝圳	斗六大圳 枋寮導水 路上游	斗六大圳 枋寮導水 路下游	斗六大圳 枋寮導水 路上游	斗六大圳 枋寮導水 路下游
			100.06.23	100.06.23	100.06.23	100.06.23	102.01.31	102.01.31
pH	-	6.0-9.0	8.5	8.5	8.4	8.4	7.5	7.6
水溫	°C	—	29.0	28.7	29.5	30.0	22.9	22.5
流量	m ³ /s	—	19.556	0.096	0.074	0.179	0.070	0.088
導電度	μs/cm	—	414	392	386	388	521	525
溶氧	mg/L	≥5.5	5.6	6.9	5.6	6.4	7.4	5.1
生化需 氧量	mg/L	≤2	5.1	2.2	3.2	3.2	3.8	4.5
化學需 氧量	mg/L	—	17.7	7.6	11.2	8.6	31.4	19.2
懸浮固體	mg/L	≤25	9220	18.8	34.9	18.0	5.6	11.4
硝酸鹽氮	mg/L	—	2.20	4.18	3.27	4.25	2.19	2.69
氨氮	mg/L	≤0.3	0.16	0.21	0.34	0.25	1.47	1.49
總磷	mg/L	≤0.05	4.69	0.231	3.27	4.25	0.81	0.93
大腸桿 菌群	CFU/100m L	≤5000	15.000	2,100	3,300	5,400	2,900	9,500
WQI	—	—	43	74	58	64	65	51
分類	—	—	中下	良好	中等	中等	中等	中等

註:1. 陰影粗體部分表示超出地面水體乙類標準。

2. 彰雲大橋生化需氧量、懸浮固體、總磷及大腸桿菌群皆高於乙類水體水質標準。

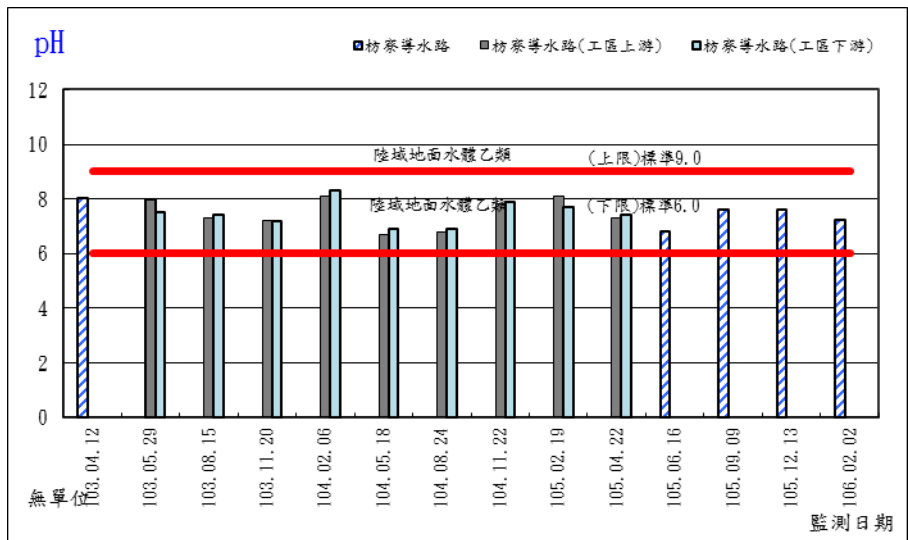


圖 2- 29 地表水質 pH 監測結果

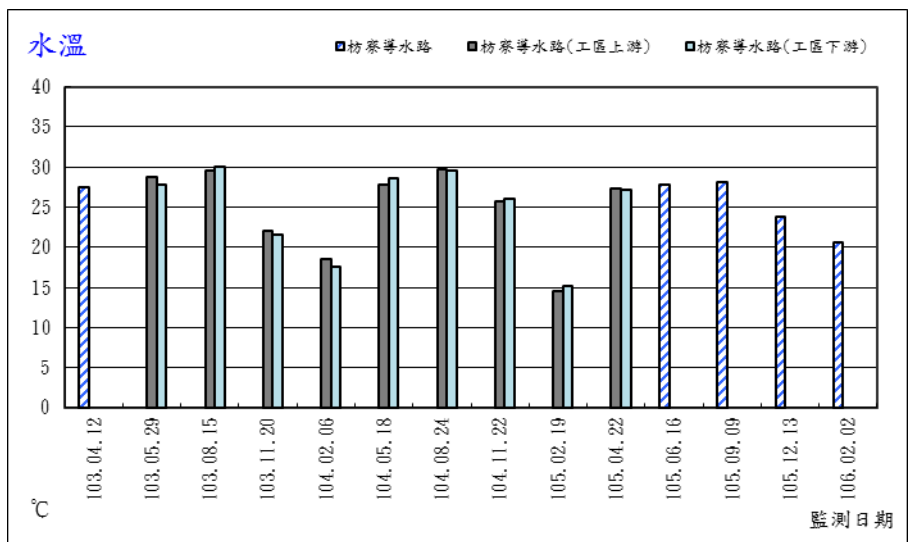


圖 2- 30 地表水質水溫監測結果

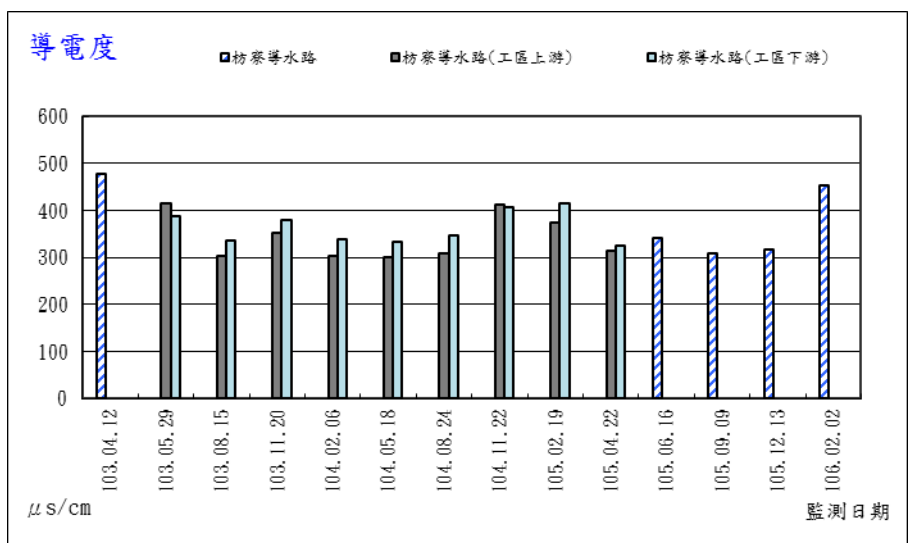


圖 2- 31 地表水質導電度監測結果

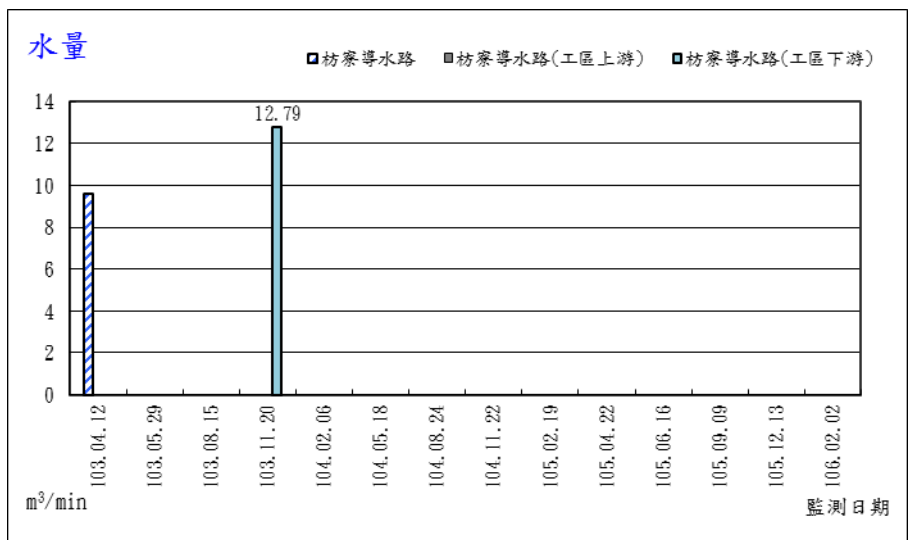


圖 2- 32 地表水質水量監測結果

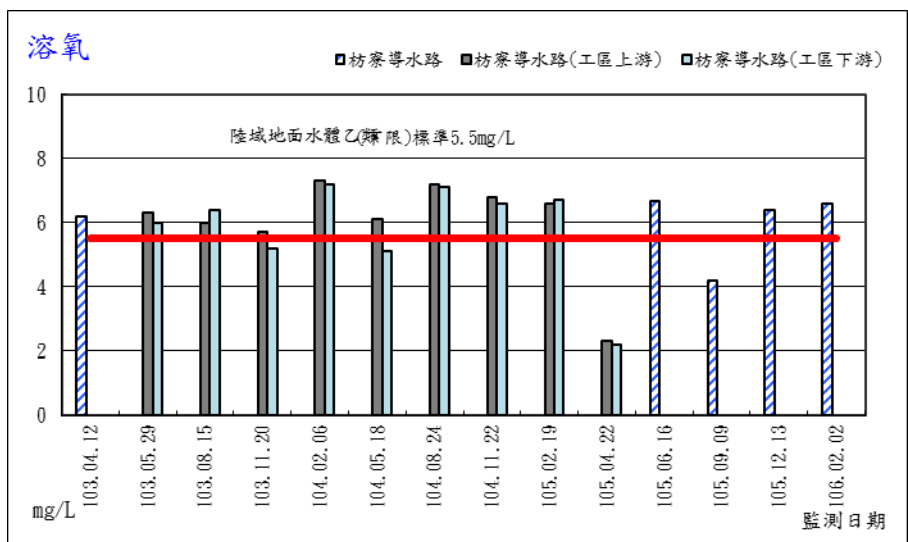


圖 2- 33 地表水質溶氧監測結果

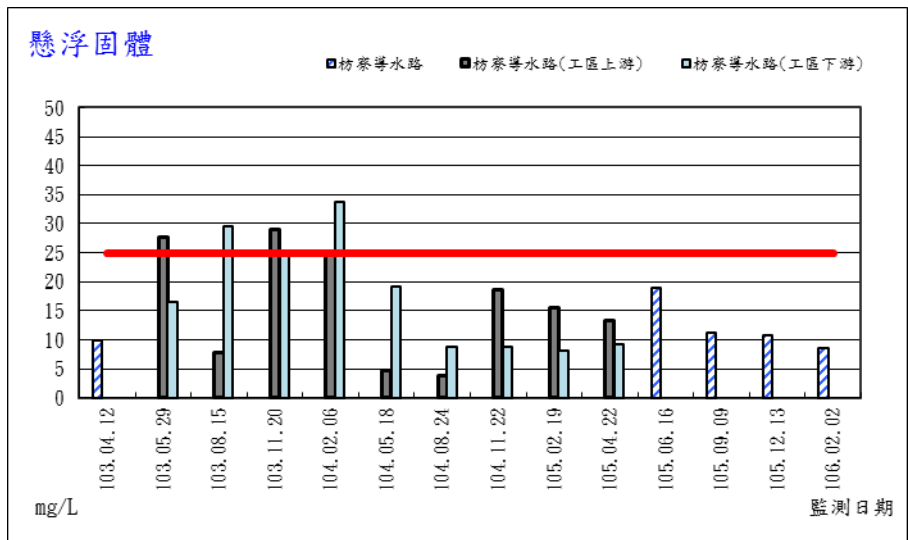


圖 2- 34 地表水質懸浮固體監測結果

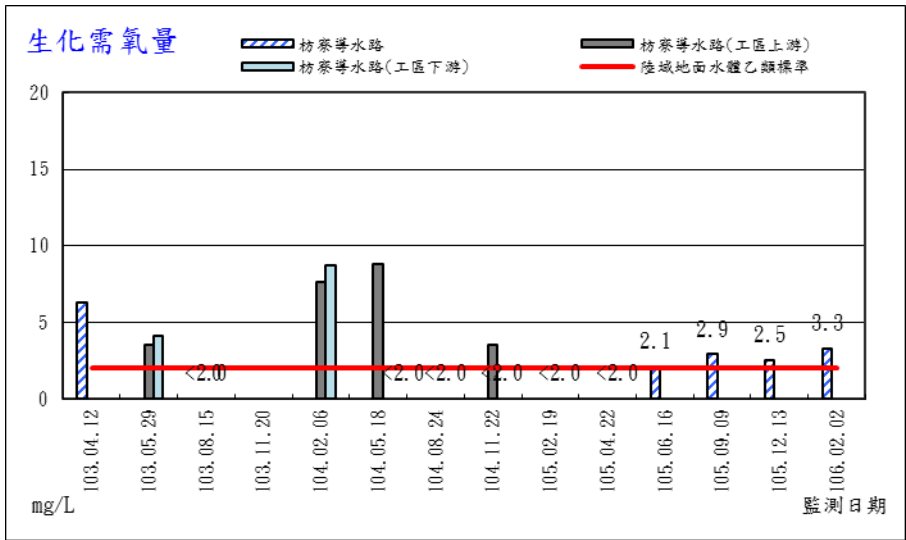


圖 2-35 地表水質生化需氧量監測結果

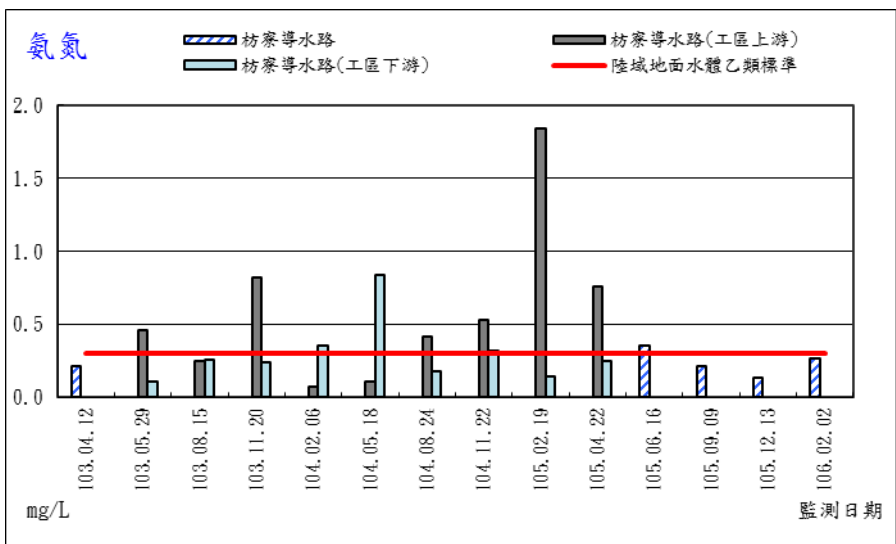


圖 2-36 地表水質氨氮監測結果

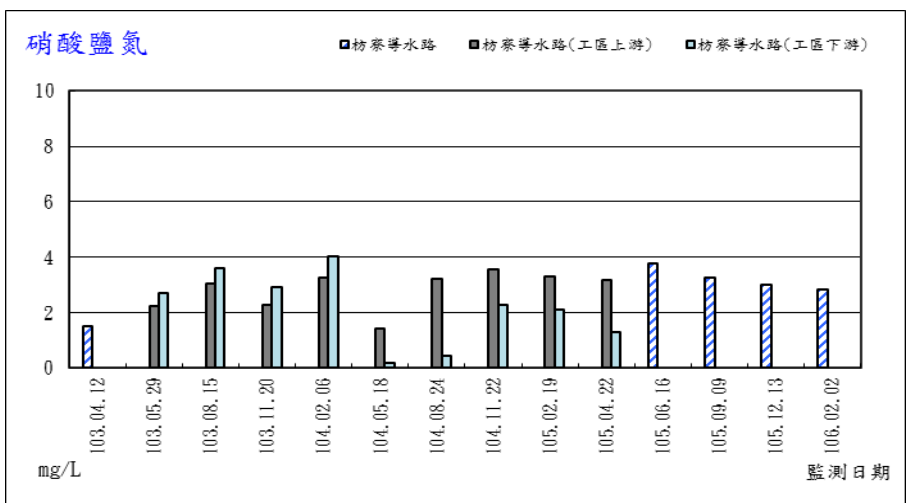


圖 2-37 地表水質硝酸鹽氮監測結果

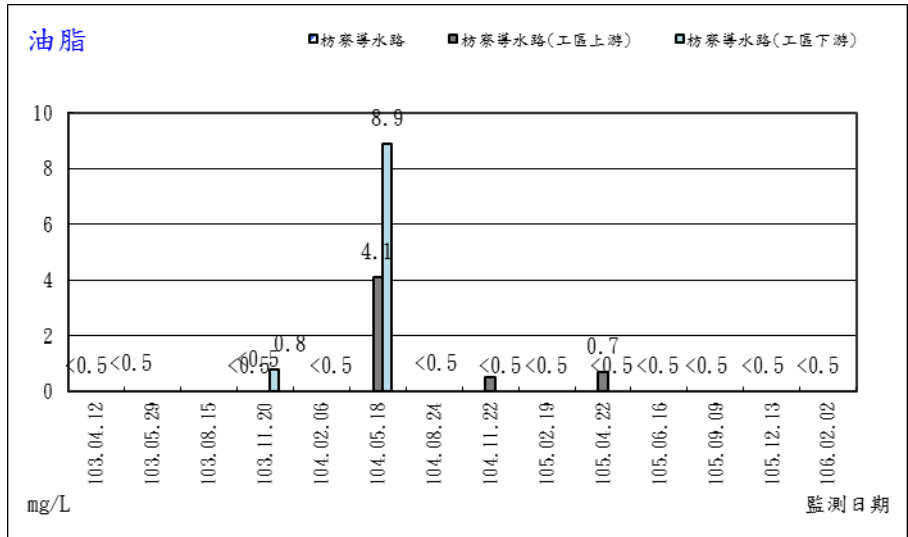


圖 2-38 地表水質油脂監測結果

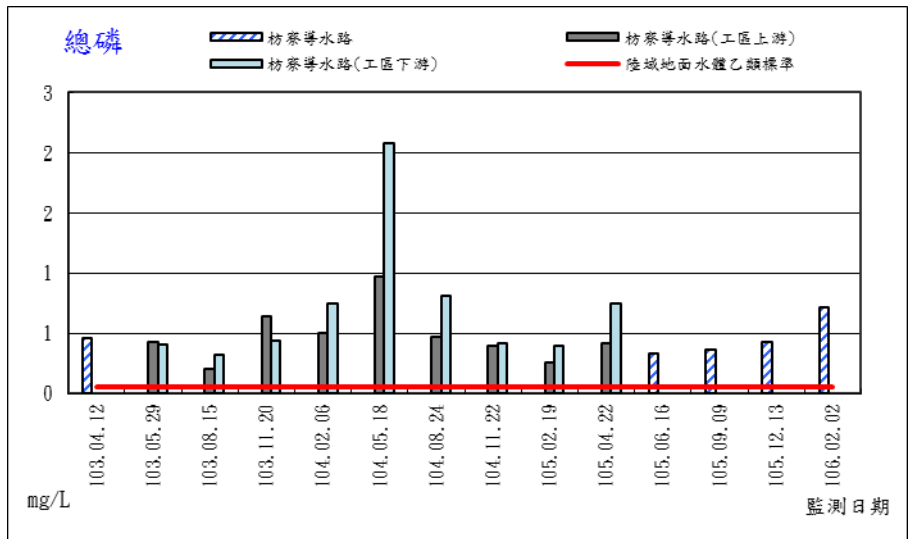


圖 2-39 地表水質總磷監測結果

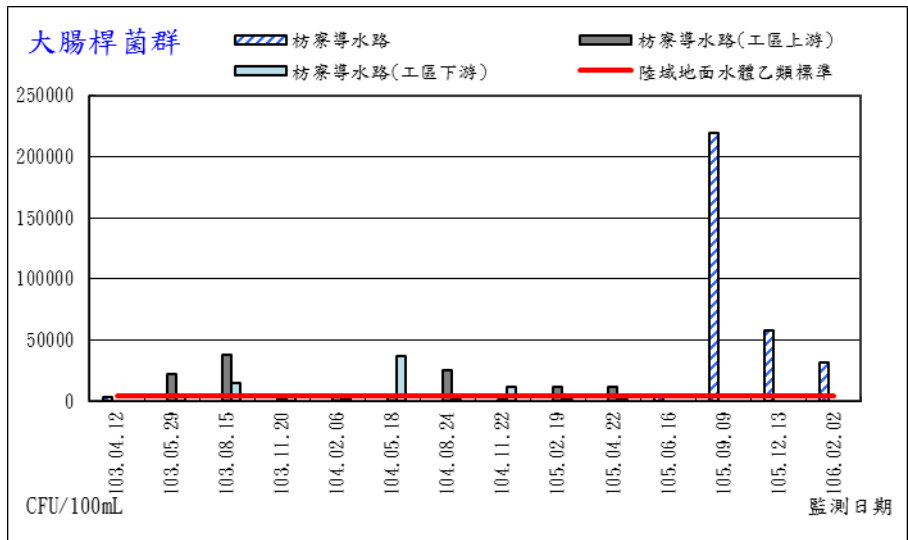


圖 2-40 地表水質大腸桿菌群監測結果

2.6 交通量

針對國道3號250km測站執行交通量調查(含假日及非假日)，各連續24小時，施工前(半年)調查一次，施工階段每季一次，營運階段每季一次，茲依「2011年台灣地區公路容量手冊」依據V/C值之服務水準等級劃分標準(詳表2-16)，就本次交通量調查結果分別說明如下。

表 2- 14 國道 3 號 250km 服務水準

時程	調查日期		尖峰時段	方向	交通流量 V (pcu)	道路容量 C (pcu)	V/C	服務 水準
施工前	103.04.11	非假日	10:00~11:00	往南	1640	6000	0.273	A
			07:00~08:00	往北	1077		0.180	A
	103.04.12	假日	10:00~11:00	往南	1773		0.295	A
			09:00~10:00	往北	1795		0.299	A
施工期間 (第一季)	103.05.30	非假日	10:00~11:00	往南	1608		0.268	A
			07:00~08:00	往北	1316		0.219	A
	103.05.31	假日	10:00~11:00	往南	1791		0.299	A
			09:00~10:00	往北	1899		0.316	A
施工期間 (第二季)	103.08.15	非假日	10:00~11:00	往南	1601	0.267	A	
			07:00~08:00	往北	1246	0.208	A	
	103.08.16	假日	10:00~11:00	往南	1741	0.290	A	
			09:00~10:00	往北	1823	0.304	A	

註：1. 往南方向：南下斗六交流道 往北方向：北上竹山交流道

2. 依據「2011年台灣地區公路容量手冊」

3. 大車之小客車當量值依據「2011年台灣地區公路容量手冊」P4-9計算

$$E=0.53+0.13L-(0.13L-0.47)v/120$$

此式中，

E ：大車之小客車當量； L ：車長(公尺)； v ：車速(公里/小時)

4. 由中區交控中心提供道路容量C值，單一車道為2000，國道3號250K為三車道6000。

表 2-14 國道 3 號 250km 服務水準(續)

時程	調查日期		尖峰時段	方向	交通流量 V (pcu)	道路容量 C (pcu)	V/C	服務 水準
施工期間 (第三季)	103.11.21	非假日	10:00~11:00	往南	1616	6000	0.269	A
			17:00~18:00	往北	1258		0.210	A
	103.11.22	假日	10:00~11:00	往南	1759		0.293	A
			11:00~12:00	往北	1769		0.295	A
施工期間 (第四季)	104.02.06	非假日	10:00~11:00	往南	1775		0.296	A
			17:00~18:00	往北	1613		0.269	A
	104.02.07	假日	10:00~11:00	往南	1094		0.182	A
			11:00~12:00	往北	1456		0.242	A
施工期間 (第五季)	104.05.17	假日	11:00~12:00	往南	1688		0.281	A
			09:00~10:00	往北	1815		0.302	A
	104.05.18	非假日	10:00~11:00	往南	1518		0.253	A
			17:00~18:00	往北	1256		0.209	A
施工期間 (第六季)	104.08.28	假日	11:00~12:00	往南	1681	0.280	A	
			09:00~10:00	往北	1842	0.307	A	
	104.08.29	非假日	17:00~18:00	往南	1526	0.254	A	
			07:00~08:00	往北	1282	0.214	A	
施工期間 (第七季)	104.11.21	假日	10:00~11:00	往南	1830	0.305	A	
			10:00~11:00	往北	1832	0.305	A	
	104.11.20	非假日	10:00~11:00	往南	1564	0.261	A	
			07:00~08:00	往北	1291	0.215	A	
施工期間 (第八季)	105.02.20	假日	10:00~11:00	往南	1811	0.302	A	
			10:00~11:00	往北	1850	0.308	A	
	105.02.19	非假日	08:00~09:00	往南	1638	0.273	A	
			07:00~08:00	往北	1324	0.221	A	
施工期間 (第九季)	105.04.23	假日	10:00~11:00	往南	1804	0.301	A	
			10:00~11:00	往北	1865	0.311	A	
	105.04.22	非假日	08:00~09:00	往南	1582	0.264	A	
			07:00~08:00	往北	1352	0.225	A	

註：1. 往南方向：南下斗六交流道 往北方向：北上竹山交流道

2. 依據「2011年台灣地區公路容量手冊」

3. 大車之小客車當量值依據「2011年台灣地區公路容量手冊」P4-9計算

$$E = 0.53 + 0.13L - (0.13L - 0.47)v/120$$

此式中，E：大車之小客車當量； L：車長(公尺)； v：車速(公里/小時)

4. 由中區交控中心提供道路容量C值，單一車道為2000，國道3號250K為三車道6000。

表 2- 14 國道 3 號 250km 服務水準(續 2)

時程	調查日期		尖峰時段	方向	交通流量 V (pcu)	道路容量 C (pcu)	V/C	服務 水準
營運期間 (第一季)	105.06.17	非假日	18:00~19:00	往南	1686	6000	0.281	A
			18:00~19:00	往北	1848		0.308	A
	105.06.18	假日	10:00~11:00	往南	2565		0.427	B
			11:00~12:00	往北	2039		0.340	A
營運期間 (第二季)	105.09.10	非假日	18:00~19:00	往南	1833		0.305	A
			18:00~19:00	往北	1585		0.264	A
	105.09.11	假日	10:00~11:00	往南	2531		0.422	B
			11:00~12:00	往北	2043		0.341	A
營運期間 (第三季)	105.12.11	假日	11:00~12:00	往南	2428		0.405	B
			11:00~12:00	往北	1954		0.326	A
	105.12.12	非假日	18:00~19:00	往南	1785		0.298	A
			18:00~19:00	往北	1564		0.261	A
營運期間 (第四季)	106.02.04	假日	11:00~12:00	往南	2491		0.415	B
			11:00~12:00	往北	2173		0.362	B
	106.02.03	非假日	18:00~19:00	往南	1956		0.326	A
			18:00~19:00	往北	1734		0.289	A

註：1. 往南方向：南下斗六交流道 往北方向：北上竹山交流道

2. 依據「2011年台灣公路容量手冊」

3. 大車之小客車當量值依據「2011年台灣地區公路容量手冊」P4-9計算

$$E = 0.53 + 0.13L - (0.13L - 0.47)v/120$$

此式中，E：大車之小客車當量； L：車長(公尺)； v：車速(公里/小時)

4. 由中區交控中心提供道路容量C值，單一車道為2000，國道3號250k為三車道6000。

表 2-15 國道3號竹山路尖峰小時交通量與服務水準分析表(環差階段)

分類	尖峰時段	路段	方向	尖峰小時交通量 (PCU/小時)	尖峰小時 服務水準
平日	上午 尖峰小時	名間交流道~竹 山交流道	往南	1,370	A
			往北	2,226	A
		竹山交流道~斗 六交流道	往南	1,674	A
			往北	1,280	A
	下午 尖峰小時	名間交流道~竹 山交流道	往南	2,228	A
			往北	1,360	A
竹山交流道~斗 六交流道		往南	1,394	A	
		往北	1,803	A	
一般 假日	上午 尖峰小時	名間交流道~竹 山交流道	往南	2,473	A
			往北	1,450	A
		竹山交流道~斗 六交流道	往南	1,584	A
			往北	2,686	A
	下午 尖峰小時	名間交流道~竹 山交流道	往南	1,478	A
			往北	2,388	A
竹山交流道~斗 六交流道		往南	2,608	A	
		往北	1,610	A	
春節 連續 假日	上午 尖峰小時	名間交流道~竹 山交流道	往南	3,699	B
			往北	2,207	B
		竹山交流道~斗 六交流道	往南	2,362	B
			往北	4,060	C
	下午 尖峰小時	名間交流道~竹 山交流道	往南	2,342	B
			往北	3,472	B
竹山交流道~斗 六交流道		往南	3,810	C	
		往北	2,294	B	

資料來源：「第二高速公路後續計畫環境影響評估報告(南投-新營段)增設南雲交流道工程環境影響差異分析報告」(定稿本)，調查時間為民國100年6月15日、19日。

表 2- 16 根據 V/C 值之服務水準等級劃分標準

服務水準	V/C 值
A	$V/C \leq 0.35$
B	$0.35 < V/C \leq 0.60$
C	$0.60 < V/C \leq 0.85$
D	$0.85 < V/C \leq 0.95$
E	$0.95 < V/C \leq 1$
F	$V/C > 1$

註：依據「2011年版台灣地區公路容量手冊」表 4.5

表 2- 17 快車道車道寬及橫向淨距調整因素 f_{wl} (無慢車道)

快車道寬	3.75 公尺		3.50 公尺		3.0 公尺		2.7 公尺	
	服務水準 A-D	服務水準 E	服務水準 A-D	服務水準 E	服務水準 A-D	服務水準 E	服務水準 A-D	服務水準 E
橫向淨距 (公尺)								
2.0	1.00	1.00	0.93	0.94	0.84	0.87	0.70	0.76
1.2	0.92	0.97	0.85	0.92	0.77	0.85	0.65	0.74
0.5	0.81	0.93	0.75	0.88	0.68	0.81	0.57	0.70
0	0.70	0.88	0.65	0.82	0.58	0.75	0.49	0.66

註：依據「2011年版台灣地區公路容量手冊」表 12.3

表 2- 18 車流方向分佈調整因素 f_d

方向分佈	0/100	10/90	20/80	30/70	40/60	50/50
f_d	0.71	0.73	0.83	0.89	0.94	1.00

註：依據「2011年版台灣地區公路容量手冊」表 12.7

1. 道路服務水準 V/C

道路服務水準 $V/C = \text{車道流量 } V \div \text{車道小時容量 } C$

- (1) 計算獲得 V/C 值比率後，將其與「2011年台灣地區公路容量手冊」表 4.5 之數據對照。

2. 道路容量 C：

$$C = C1 \times fw1 \times fHV \times fd$$

C1：基本狀況之容量 (2,900PCU/HR)

fw1：車道寬及橫向淨距調查因素 = 1.00

fd：車流方向分佈調整因素

「2011年台灣地區公路容量手冊」表 12.7 車流方向分佈調查因素 fd

fHV：車種調查因素

計算式 $fHV = 1 \div (E1P1 + E2P2)$

E1-小型車 E2-大型車

P1-小型車之小客車當量值

P2-大型車之小客車當量值

2.7 生態調查

以陸域生態來看，變化的情形僅在施工地中，原先出現的生物，大多遷移到附近類似的生態環境中。水域生態來看，從期初到完工，種類及數量變化不大，即使附近還有其他工程在進行，可能也是因為清水溪跟濁水溪的水域夠寬，所以對於工程的包容度也就比較大。陸域及水域之變化，跟季節的變化比較有關，陸域生物是跟四季的變化，而有候鳥出入之變化，水域則因旱季雨季之變化，數量上會有增減。

2.7.1 紫蝴蝶監測調查

本調查中四種紫斑蝶，包括：小紫斑蝶、圓翅紫斑蝶、斯氏紫斑蝶、端紫斑蝶，往年在清明節前後數量最多，106年度似乎比較晚，尤其是下過雨之後的隔天晴朗早上最多，雲林縣林內鄉是從台東、高雄往北遷徙的紫斑蝶必經路徑，往年紫斑蝶會在清明節前後，飛越三號高速公路、濁水溪往北繼續遷徙，數量多時形成「蝶河」的盛況。

種類	105 年														
	02月26日	03月02日	03月09日	03月17日	03月22日	03月30日	04月04日	04月12日	04月21日	04月28日	05月04日	05月11日	05月19日	05月24日	05月31日
圓翅紫斑蝶	0	0	0	12	57	66	120	13	4	7	3	2	0	0	0
端紫斑蝶	0	0	0	9	15	30	28	6	3	7	0	1	0	0	2
斯氏紫斑蝶	1	0	0	8	12	34	155	21	5	8	4	3	3	2	1
小紫斑蝶	0	1	2	13	100	120	70	11	7	12	7	0	3	0	0

種類	105 年		106 年									
	09月27日	21月29日	03月03日	03月10日	03月17日	03月24日	03月30日	04月03日	04月10日	04月17日	04月24日	04月30日
圓翅紫斑蝶	0	0	0	0	9	44	73	30	130	178	40	15
端紫斑蝶	1	2	0	0	8	19	51	45	49	132	31	34
斯氏紫斑蝶	0	0	2	3	7	22	33	80	67	186	37	16
小紫斑蝶	0	0	0	0	5	56	110	50	120	180	66	22

第三章 檢討與建議

3.1 監測結果檢討與因應對策

3.1.1 監測結果綜合檢討分析

3.1.1.1 空氣品質

施工前，監測結果：唯臭氧(O_3)最高八小時平均值之測值為 0.068ppm 超過空氣品質標準(0.060ppm)。

施工期，監測結果：均符合空氣品質標準。

營運期，監測結果：唯第四季細懸浮微粒超過標準，其餘測項均符合空氣品質標準。

3.1.1.2 環境噪音振動

施工前，監測結果：

(1)均符合第三類管制區緊鄰未滿八公尺之道路交通噪音環境音量標準。

(2)均符合日本道路交通及營建工程公害振動規制基準。

施工期，監測結果：噪音振動測值與施工前測值差異不大。

(1)均符合第三類管制區緊鄰未滿八公尺之道路交通噪音環境音量標準。

(2)均符合日本道路交通及營建工程公害振動規制基準。

營運期，監測結果：

(1)均符合第三類管制區緊鄰未滿八公尺之道路交通噪音環境音量標準。

(2)均符合日本道路交通及營建工程公害振動規制基準。

3.1.1.3 營建噪音及振動

施工期，監測結果：

(1) 105年3月9日 L_{eq} 監測值 72.5 dB(A) 超過標準；其餘均符合營建工程噪音管制標準第三類管制區(日間)。

3.1.1.4 工區放流水

施工期，監測結果：

(1) 103年8月現場執行採樣時，發現現場並無水放流，經與施工單位及監造單位確認後，以現場清洗回收水代表放流水做檢驗。經分析結果，懸浮固體之測值為 82.6mg/L，超出放流水標準 30mg/L。

(2) 103年11月份，工區放流水中懸浮固體物之檢測值為 155mg/L，超出放流水標準 30mg/L。

3.1.1.5 地表水水質

施工前，監測結果：

枋寮導水路測站於103年4月12日進行水質採樣，其生化需氧量、總磷測值不符合陸域地面水體乙類標準。

施工期，監測結果：

枋寮導水路(工區上游及工區下游)測站，其溶氧、懸浮固體、生化需氧量、氨氮、總磷、大腸桿菌群，有不符合陸域地面水體乙類標準之情形。

營運期，監測結果：

枋寮導水路測站，其溶氧、生化需氧量、氨氮、總磷、大腸桿菌群，有不符合陸域地面水體乙類標準之情形。

整體地表水質監測結果與環差補充調查結果相差不大。

3.1.1.6 交通流量調查

施工前，調查結果：

(1)非假日南下及北上之服務水準皆為B級。

(2)假日南下及北上之服務水準皆為C級。

施工期，監測結果：

(1)非假日南下及北上之服務水準平均為A~B級。

(2)假日南下及北上之服務水準皆為A~B級。

營運期，監測結果：

(1)非假日南下及北上之服務水準平均為A級。

(2)假日南下及北上之服務水準皆為A~B級。

3.1.1.7 生態調查

以陸域生態來看，變化的情形僅在施工地中，原先出現的生物，大多遷移到附近類似的生態環境中。水域生態來看，從期初到完工，種類及數量變化不大，即使附近還有其他工程在進行，可能也是因為清水溪跟濁水溪的水域夠寬，所以對於工程的包容度也就比較大。陸域及水域之變化，跟季節的變化比較有關，陸域生物是跟四季的變化，而有候鳥出入之變化，水域則因旱季雨季之變化，數量上會有增減。

3.1.2 監測結果異常現象因應對策

1. 施工前監測結果異常狀況

表 3-1 施工前監測之異常狀況及處理情形

項目	異常現象	因應對策
空氣品質	中和社區於103年4月11-12日進行空氣品質監測,其臭氧(O ₃)最高八小時平均值之測值為0.068ppm超過空氣品質標準0.060ppm。	臭氧受到機車廢氣、炎熱高溫影響，汽機車排放廢氣跟光產生化學作用，和氧氣結合就會產生臭氧，溫度愈高紫外線愈強，臭氧濃度就愈高。監測期間為晴天，溫度較高，相對紫外線濃度亦高，臭氧因而超過空氣品質標準，此為空氣背景使然，監測時為施工前監測尚未施工，將於施工時持續進行監測觀察。

2. 施工階段監測結果異常狀況

表 3-2 施工階段監測之異常狀況及處理情形

項目	異常現象	因應對策
放流水質	103年8月現場執行採樣時，發現現場並無水放流，經與督工所、監告單位及施工單位確認後，以現場清洗回收水代表放流水做檢驗。 經分析結果，懸浮固體之測值為82.6mg/L，超出放流水標準30mg/L。	現場清洗回收水並未排放，故未造成水質污染，已請施工單位與監造單位協助，增加洗車台清理淤泥頻率，並且增設一座沉砂池。
放流水質	103年11月份，工區放流水中懸浮固體物之檢測值為155mg/L，超出放流水標準30mg/L。	經查，因工區於取水時已到受汙染水源，連帶導致工區內所有水質皆受到污染。 已請施工單位與監造單位協助，確實記錄水源及流向，並增加洗車台清洗及換水頻率，並且增加取水人員教育訓練。 雖本次工區放流水中懸浮固體物超標，但僅供工區灑水用途。
營建噪音	105年3月9日 L_{eq} 監測值72.5 dB(A)超過營建工程噪音標準 L_{eq} 72 dB(A)。	本工程已接近完工，目前多屬雜項或零星工作，並無大型機具施工，惟鄰標工區正進行植栽填土作業，且有土方車輛進出該工區，因此推估此為超標之原因。
地表水質	105年4月水質監測項目 (1) 溶氧2.3、2.2mg/L，未符合乙類水體標準(5.5mg/L以上)。 (2) 氨氮0.76mg/L，未符合乙類水體標準(0.3mg/L以下)。 (3) 總磷0.421、0.743mg/L，未符合乙類水體標準(0.05mg/L以下)。 (4) 大腸桿菌群12000、7800CFU/100mL，未符合乙類水體標準(5000CFU/100mL以下)。	依據105年5月23日環保局綜字第1050008845號函，地表水質標準修正為乙類水體。 此超標情形於環境影響差異分析調查時，已發現此水體受有機物污染；推測為附近養殖戶及農田工作有關，後續將持續監測。

3. 營運階段監測結果異常狀況

表 3-3 營運階段監測之異常狀況及處理情形

項目	異常現象	因應對策
地表水質	<p>第一季監測項目</p> <p>(1) 生化需氧量2.1mg/L，未符合乙類水體標準(2.0mg/L以下)。</p> <p>(2) 氨氮0.36mg/L，未符合乙類水體標準(0.3mg/L以下)。</p> <p>(3) 總磷0.330mg/L，未符合乙類水體標準(0.05mg/L以下)。</p>	<p>本工程已於105年5月4日竣工，本次調查為105年6月16日，此超標情形於環境影響差異分析調查時，已發現此水體受有機物污染，推測為附近養殖戶及農田工作有關，後續將持續監測。</p>
地表水質	<p>第二季監測項目</p> <p>(1) 溶氧 4.2 mg/L，未符合乙類水體標準(5.5mg/L 以上)。</p> <p>(2) 生化需氧量2.9 mg/L，未符合乙類水體標準(2.0mg/L以下)。</p> <p>(3) 總磷0.363 mg/L，未符合乙類水體標準(0.05mg/L以下)。</p> <p>(4) 大腸桿菌群2.2×10^5 CFU/100mL，未符合乙類水體標準(5000 CFU/100mL以下)。</p>	<p>本工程已於105年5月4日竣工，本次調查為105年9月9日，此超標情形於環境影響差異分析調查時，已發現此水體受有機物污染，此情況於上季調查結果已說明，後續將持續監測。</p>
地表水質	<p>第三季監測項目</p> <p>(1) 生化需氧量2.5 mg/L，未符合乙類水體標準(2.0mg/L以下)。</p> <p>(2) 總磷0.418 mg/L，未符合乙類水體標準(0.05mg/L以下)。</p> <p>(3) 大腸桿菌群59,000 CFU/100mL，未符合乙類水體標準(5,000 CFU/100mL以下)。</p>	<p>本工程已於105年5月4日竣工，此情況於上季調查結果已說明，後續將持續監測。</p>
地表水質	<p>第四季監測項目</p> <p>(1) 生化需氧量3.3 mg/L，未符合乙類水體標準(2.0mg/L以下)。</p> <p>(2) 總磷0.707 mg/L，未符合乙類水體標準(0.05mg/L以下)。</p> <p>(3) 大腸桿菌群32,000 CFU/100mL，未符合乙類水體標準(5,000 CFU/100mL以下)。</p>	<p>本工程已於105年5月4日竣工，106年2月2日調查此水體受有機物污染，推測為附近養殖戶及農田工作有關影響。</p>
空氣品質	<p>第四季監測項目</p> <p>細懸浮微粒測值為$38 \mu\text{g}/\text{m}^3$，高於標準值($35 \mu\text{g}/\text{m}^3$)。</p>	<p>研判本季空氣品質監測 $\text{PM}_{2.5}$ 超標，受大陸東北季風影響地面氣旋加速及大氣擴散不佳影響，而導致測值偏高或超標。對比行政院環境保護署空氣品質監測網-竹山站測站，106年2月2-3日14-14點之 $\text{PM}_{2.5}$ 日平均值為$41 \mu\text{g}/\text{m}^3$。</p>

參考文獻

1. 行政院環境保護署環境檢驗所，環境檢測方法彙編。
2. 空氣品質
 - (1) 中華民國 101 年 5 月 14 日行政院環境保護署環署空字第 1010038913 號令修正發布之“空氣品質標準”。
3. 噪音
 - (1) 中華民國 98 年 9 月 4 日行政院環境保護署環署空字第 0980078181 號令修正公告之“噪音管制區劃定作業準則”。
 - (2) 中華民國 99 年 1 月 21 日行政院環境保護署環署空字第 0990006225D 號令修正公告之“噪音音量標準”。
4. 振動
 - (1) 日本環境廳振動規制法施行細則。
 - (2) 中華民國 94 年 5 月 31 日環署檢字第 0940041213 號公告之“環境振動測量方法”。
5. 交通流量
 - (1) 交通部運輸研究所，臺灣地區公路容量手冊 2011 年技術報告”。
6. 地表水質
 - (1) 行政院環境保護署 87 年 6 月 24 公告之地面水體分類及水質標準。
7. 營建噪音
 - (1) 中華民國 102 年 8 月 5 日行政院環境保護署環署空字第 1020065143 號修正發布“噪音管制標準第六條營建工程噪音管制標準”。
8. 放流水
 - (1) 中華民國 103 年 1 月 22 日行政環境保護署環署水字第 1030005842 號令修正發布“放流水標準”。
9. 與本計畫相關文獻

第二高速公路後續計畫環境影響評估報告(南投-新營段)增設南雲交流道工程環境影響差異分析報告(定稿本)
10. 陸域及水域生態

Boney, A..D. 1975. Phytoplankton. Edward Arnold, London.
Bibby, C. J., N. D. Burgess and D. H. Hill. 1992. Bird Census Techniques. Academic Press. 257pp.
Yanagishi, T. 1992. Plankton Algae in Taiwan (Formosa). Uchida Rokakuho, Tokyo.
Hilsenhoff, W.L. 1988. Rapid Field Assessment of Organic Pollution with a Family-Level Biotic Index. J. N. Am. Benthol. Soc. 7.

- 植物生態評估技術規範。2002。行政院環境保護署，環署綜字第0910020491號公告(91.03.28)。
- 王嘉雄、吳森雄、黃光瀛、楊秀英、蔡仲晃、蔡牧起、蕭慶亮。1991。臺灣野鳥圖鑑。亞舍圖書公司。274頁。
- 中華民國野鳥學會。1995。臺灣鳥類名錄。中華飛羽8(6):22-31。
- 呂光洋。1990。臺灣野生動物資源調查手冊(2)臺灣兩棲爬蟲動物。行政院農業委會。123頁。
- 呂光洋、陳添喜、高善、孫承矩、朱哲民、蔡添順、何一先、鄭正寬。1996。臺灣動物資源調查-兩棲類動物資源調查手冊。行政院農業委會。148頁。
- 周蓮香。1993。陸域脊椎動物之研究方法及工具。生物科學, Vol. 36(2):35-40。
- 祁偉簾。1998。臺灣哺乳動物—野外探險實用大圖鑑。大樹文化事業股份有限公司。255頁。
- 朱賢斌。1999。爬蟲類調查方法介紹及應用。野生動物資源調查方法研習會手冊。臺灣省特有生物研究保育中心。
- 吳嘉俊。1994。臺灣水土保持因子之初步訂定。中華水土保持學報 p. 209-218。
- 行政院環保署。2003。動物生態評估技術規範。行政院環境保護署。134頁。
- 呂光洋、杜銘章、向高世。1999。臺灣兩棲爬行動物圖鑑。中華民國自然生態保育協會、大自然雜誌社。
- 林春富。1999。兩棲類調查方法介紹及應用。野生動物資源調查方法研習會手冊。臺灣省特有生物研究保育中心。
- 許富雄、姚正得。1999。鳥類資源調查方法。野生動物資源調查方法研習會手冊。臺灣省特有生物研究保育中心。
- 陳王時。2003。臺灣31種蛙類圖鑑。社團法人臺北市野鳥學會。
- 黃增泉、吳俊宗、謝長富。1999a。環境影響評估及環境影響說明書有關陸域植物生態之調查及撰寫規範。國立臺灣大學植物學系，共48頁。
- 黃增泉、吳俊宗、謝長富。1999b。環境影響評估及環境影響說明書有關陸域植物生態之調查及撰寫規範---臺灣地區稀特有植物名錄。國立臺灣大學植物學系，共68頁。
- 塔山資訊工作室。1996。臺灣高等植物資料庫(PBASE for C-Windows)。
- 劉崇瑞、蘇鴻傑。1983。森林植物生態學。臺灣商務印書館，臺北。
- 楊遠波、劉和義、呂勝由。1997。臺灣維管束植物簡誌第貳卷。行政院農業委員會。
- 楊遠波、劉和義、林讚標。2003。臺灣維管束植物簡誌第伍卷。行政院農業委員會。
- 楊遠波、劉和義、施炳霖、呂勝由。1998。臺灣維管束植物簡誌第參卷。行政院農業委員會。
- 楊遠波、劉和義、彭鏡毅、施炳霖、呂勝由。1998。臺灣維管束植物簡誌第肆卷。行政院農業委員會。
- 劉小如。1999。臺灣地區外來種鳥類之探討。野鳥7:45~58。
- 劉崇瑞、蘇鴻傑。1983。森林植物生態學。臺灣商務印書館。
- 鄭元春。1984。臺灣的常見野花。渡假出版社有限公司。
- 鄭錫奇、姚正得、林華慶、李德旺、林麗紅、盧堅富、楊耀隆、賴景陽，1996，保育類野生動物圖鑑，臺灣省特有生物研究保育中心。