經濟部

MOEAWRA1120019

石門水庫至新竹聯通管工程計畫環境監測分析

Environmental Monitoring Analysis of Shihmen Reservoir/ Hsinchu Interconnecting Pipeline Project

114年半年監測工作成果報告-本文(施工期間第5季至第6季)-定稿

主辦機關：經濟部水利署北區水資源分署

執行單位：科進栢誠工程顧問股份有限公司

中華民國 114 年 8 月

專業　　創新　　永續

經濟部水利署北區水資源分署
地址：桃園市龍潭區佳安里佳安路2號
網址：https://www.wra.gov.tw/wranb/
總機：(03)4712001
傳真：(03)4713343

石門水庫至新竹聯通管工程計畫環境監測分析

中華民國114年8月

經濟部水利署北區水資源分署

目　錄

摘要.....摘-1
結論及建議.....結-1
第一章　前言 1-1
1.1 緣起 1-1
1.2 依據 1-2
1.3 監測執行時間 1-4
1.4 執行監測單位 1-6
第二章　監測內容概述 2-1
2.1 工程規劃及進度 2-1
2.2 監測情形概述 2-8
2.3 監測計畫概述 2-32
2.4 監測位址 2-38
2.5 品保品管作業措施概要 2-38
2.6 異常警戒值設定 2-62
2.7 異常監測狀況作業程序 2-77
第三章　監測結果數據分析 3-1
3.1 空氣品質 3-1
3.2 環境噪音振動 3-55
3.3 營建噪音振動(含低頻噪音) 3-89
3.4 河川水文水質 3-100
3.5 工區放流水質 3-129
3.6 地下水文水質 3-133
3.7 交通量 3-164
3.8 陸域生態 3-184
3.8.1 文獻資料彙整 3-184

3.8.2 陸域植物.....3-187
3.8.3 陸域動物.....3-103
3.8.4 保育類物種.....3-225
3.8.5 生態檢核陸域生態調查.....3-232
3.8.6 工程影響分析.....3-234
3.9 水域生態.....3-239
3.9.1 文獻資料彙整.....3-241
3.9.2 本計畫調查成果.....3-241
3.9.3 生態檢核水域生態調查.....3-259
3.9.4 工程影響分析.....3-261
3.10 文化遺址與古蹟調查.....3-263
3.10.1 區域簡介.....3-263
3.10.2 文化資產.....3-266
3.11 生態檢核.....3-275
3.11.1 生態檢核作業辦理原則.....3-275
3.11.2 施工階段目前執行成果說明.....3-276
3.11.3 後續工作內容與執行建議.....3-293
3.12 承諾事項.....3-294
3.12.1 空氣品質模擬.....3-294
3.12.2 噪音振動模擬.....3-303
3.12.3 河川水質模擬.....3-319
第四章　後續工作建議.....4-1
參考文獻.....參-1

附錄

附錄 1　檢測執行單位之認證資料

附錄 2　採樣與分析方法

附錄 3　品保/品管查核記錄

附錄 4　原始數據

附錄 5　現場監測照片

附錄 6　生態調查名錄

附錄 7　審查意見回覆表

附錄 8　模擬作業

表　目　錄

頁　次

表 1　114 年上半年度監測結果之超標狀況及處理情形 結-5
表 2　異常通報事件彙整表 結-12
表 1.2-1　本開發計畫所經過之敏感區位彙整表 1-3
表 1.3-1　環境監測調查作業之調整時程差異 1-4
表 1.3-2　石門水庫至新竹聯通管工程計畫環境監測分析分項進度表 1-5
表 2.1-1　本開發計畫聯通管分段路線一覽表 2-1
表 2.1-2　本開發計畫各里程施工方式一覽表 2-6
表 2.1-3　本開發計畫工程進度 2-7
表 2.2-1　114 年上半年度環境監測情形概述 2-9
表 2.2-2　114 年上半年度生態檢核情形概述 2-31
表 2.3-1　本計畫環境監測點位選點原則 2-33
表 2.3-2　本計畫施工前環境監測計畫表 2-34
表 2.3-3　本計畫施工期間環境監測計畫表 2-35
表 2.5-1　實驗室分析儀器校正 2-43
表 2.5-2　採樣作業準則 2-53
表 2.5-3　空氣品質採樣至運輸過程中注意事項 2-54
表 2.5-4　空氣監測項目檢驗方法與品保目標 2-54
表 2.5-5　噪音振動採樣注意事項 2-56
表 2.5-6　噪音振動監測分析數據品保目標 2-56
表 2.5-7　水質各檢測項目的採樣及保存方法 2-58
表 2.5-8　水文水質監測分析數據品保目標 2-61
表 2.6-1　t 分布臨界值 2-68
表 2.6-2　警戒值擬定標準 2-69
表 2.6-3　空氣品質異常警戒值 2-71
表 2.6-4　環境噪音異常警戒值 2-71
表 2.6-5　水文水質異常警戒值 2-72
表 2.6-6　地下水異常警戒值 2-73

表 2.6-7　調整後空氣品質異常警戒值(第三標) 2-74
表 2.6-8　調整後環境噪音異常警戒值(第三標) 2-74
表 2.6-9　調整後水文水質異常警戒值(第三標) 2-75
表 2.6-10　調整後地下水異常警戒值(第三標) 2-76
表 3.1-1　空氣品質標準 3-2
表 3.1-2　114 年上半年度隧道出口處(A1)空氣品質監測成果 3-13
表 3.1-3　114 年上半年度關西高級中學(A2)空氣品質監測成果 3-14
表 3.1-4　114 年上半年度東光國小(A3)空氣品質監測成果 3-15
表 3.1-5　114 年上半年度沙坑國小(A4)空氣品質監測成果 3-16
表 3.1-6　114 年上半年度橫山國中(A5)空氣品質監測成果 3-17
表 3.1-7　114 年上半年度大肚國小(A6)空氣品質監測成果 3-18
表 3.1-8　114 年上半年度員崠國小(A7)空氣品質監測成果 3-19
表 3.1-9　114 年上半年度運輸路線(A8)空氣品質監測成果 3-20
表 3.1-10　歷次隧道出口處(A1)空氣品質監測成果 3-21
表 3.1-11　歷次關西高級中學(A2)空氣品質監測成果 3-23
表 3.1-12　歷次東光國小(A3)空氣品質監測成果 3-25
表 3.1-13　歷次沙坑國小(A4)空氣品質監測成果 3-27
表 3.1-14　歷次橫山國中(A5)空氣品質監測成果 3-29
表 3.1-15　歷次大肚國小(A6)空氣品質監測成果 3-31
表 3.1-16　歷次員崠國小(A7)空氣品質監測成果 3-33
表 3.1-17　歷次運輸路線(A8)空氣品質監測成果 3-35
表 3.2-1　環境音量標準 3-56
表 3.2-2　振動規制法施行規則之基準值 3-56
表 3.2-3　114 年上半年度平日噪音監測結果 3-61
表 3.2-4　114 年上半年度假日噪音監測結果 3-62
表 3.2-5　114 年上半年度平日振動監測結果 3-63
表 3.2-6　114 年上半年度假日振動監測結果 3-64
表 3.2-7　歷次平日噪音監測結果 3-65
表 3.2-8　歷次假日噪音監測結果 3-66

表 3.2-9　歷次平日振動監測結果 3-67
表 3.2-10　歷次假日振動監測結果 3-68
表 3.3-1　噪音管制標準-營建工程類 3-90
表 3.3-2　114 年上半年度營建噪音監測結果 3-91
表 3.3-3　114 年上半年度營建振動監測結果 3-92
表 3.3-4　114 年上半年度營建低頻監測結果 3-93
表 3.3-5　歷次營建噪音監測結果 3-94
表 3.3-6　歷次營建振動監測結果 3-96
表 3.3-7　歷次營建低頻監測結果 3-98
表 3.4-1　河川污染指數及污染程度計算公式表 3-101
表 3.4-2　114 年上半年度水文水質監測成果 3-104
表 3.4-3　歷次鳳山溪南華橋(W1)水文水質監測成果 3-108
表 3.4-4　歷次油羅溪油羅溪橋(W2)水文水質監測成果 3-110
表 3.4-5　歷次上坪溪竹東大橋(W3)水文水質監測成果 3-112
表 3.5-1　放流水標準 3-130
表 3.5-2　114 年上半年度工區放流水監測結果 3-131
表 3.6-1　114 年上半年度地下水監測成果 3-136
表 3.6-2　歷次關西(U1)地下水監測成果 3-138
表 3.6-3　歷次橫山(U2)地下水監測成果 3-140
表 3.6-4　歷次竹東(U3)地下水監測成果 3-142
表 3.7-1　114 年上半年度交通量調查日期及點位彙整表 3-164
表 3.7-2　號誌化路口服務水準等級劃分標準表 3-165
表 3.7-3　114 年上半年度 T1 測站交通量監測結果分析表 3-167
表 3.7-4　114 年上半年度 T2 測站交通量監測結果分析表 3-169
表 3.7-5　114 年上半年度 T3 測站交通量監測結果分析表 3-173
表 3.7-6　114 年上半年度 T4 測站交通量監測結果分析表 3-177
表 3.7-7　114 年上半年度 T5 測站交通量監測結果分析表 3-181
表 3.8-1　植被類型及植物樣區位置圖 3-191
表 3.8-2　自然度分布圖 3-192

表 3.8-3　土地利用類型面積 3-193
表 3.8-4　114 年上半年植物歸隸屬性統計 3-196
表 3.8-5　歷季陸域植物調查結果比較表 3-196
表 3.8-6　紅皮書受脅植物分布圖 3-200
表 3.8-7　陸域生物調查位置 3-204
表 3.8-8　歷季陸域生態鳥類調查結果比較表 3-205
表 3.8-9　歷季鳥類指標物種調查結果表 3-208
表 3.8-10　歷季陸域生態哺乳類調查結果比較表 3-212
表 3.8-11　114 年上半年紅外線相機記錄物種及有效照片數 3-214
表 3.8-12　114 年上半年紅外線相機記錄物種及 OI 3-214
表 3.8-13　歷季陸域生態兩棲類調查結果比較表 3-216
表 3.8-14　歷季陸域生態爬蟲類調查結果比較表 3-219
表 3.8-15　歷季陸域生態蝴蝶類調查結果比較表 3-222
表 3.8-16　本計畫與生態檢核陸域生態調查結果 3-232
表 3.8-17　本計畫與生態檢核陸域生態調查物種比較 3-234
表 3.8-18　施工前及施工階段陸域生態調查結果比較表 3-238
表 3.9-1　歷季水域生態魚類調查結果比較表 3-242
表 3.9-2　歷季魚類指標物種調查結果表 3-244
表 3.9-3　歷季水域生態蝦蟹螺貝類調查結果比較表 3-247
表 3.9-4　歷季水域生態水棲昆蟲調查結果比較表 3-250
表 3.9-5　歷季水域生態蜻蛉目成蟲調查結果比較表 3-252
表 3.9-6　歷季水域生態浮游性植物調查結果比較表 3-254
表 3.9-7　歷季水域生態浮游性動物調查結果比較表 3-256
表 3.9-8　歷季水域生態附著性藻類調查結果比較表 3-258
表 3.9-9　本計畫各年度秋季與生態檢核調查結果比較 3-260
表 3.9-10　施工前及施工階段水域生態調查結果比較表 3-262
表 3.10-1　計畫路線所經行政區有形文化資產列表 3-268
表 3.10-2　計畫路線所經行政區有形文化資產列表 3-271
表 3.11-1　本計畫歷次審查標的及日期一覽表 3-277

表 3.11-2　歷次審查意見及建議說明一覽表 3-278
表 3.11-3　隧道銜接段工程生態保育措施抽查執行概況表 3-287
表 3.11-4　道路埋設段工程生態保育措施抽查執行概況表 3-290
表 3.12-1　民國 112 年環境部竹東空氣品質測站監測成果 3-294
表 3.12-2　各工程類別施工污染源之排放係數 3-296
表 3.12-3　面源逸散粒狀污染源排放係數及推估結果 3-296
表 3.12-4　敏感點鄰近工程之施工機具空氣污染物排放量 3-297
表 3.12-5　施工期間敏感受體代表點空氣污染物濃度增量模擬成果 3-298
表 3.12-6　施工項目之主要機具表 3-304
表 3.12-7　施工期間施工機具噪音影響評估表 3-308
表 3.12-8　施工期間噪音評估模擬(無防音措施)結果輸出摘要表($L_{日}$) 3-313
表 3.12-9　施工期間噪音評估模擬(有防音措施)結果輸出摘要表($L_{日}$) 3-314
表 3.12-10　振動對建築物及日常生活環境之影響分析 3-315
表 3.12-11　施工機具振動位準影響摘要表 3-316
表 3.12-12　施工期間營建振動評估模擬結果輸出摘要表 3-317
表 3.12-13　跨河落墩段河道採用之曼寧粗糙係數 n 值 3-323
表 3.12-14　WASP 網格劃分成果表 3-325
表 3.12-15　113 年度河道縱斷面結果 3-325
表 3.12-16　油羅溪內灣流量站近五年月平均流量表(單位：CMS) 3-332
表 3.12-17　上坪溪上坪流量站近五年月平均流量表(單位：CMS) 3-333
表 3.12-18　民國 113 年 8 月 8 日地面水質監測資料(環境部水質測站) 3-337
表 3.12-19　民國 113 年 8 月 22 日地面水質監測資料(本計畫河川水質測站) 3-337
表 3.12-20　108 至 113 年環境部水質測站懸浮固體測值監測結果 3-338
表 3.12-21　WASP 水質模擬品質評估 3-339
表 3.12-22　泥沙增量評估邊界設定 3-341
表 3.12-23　WASP 模擬油羅溪水管橋施工期間竹林大橋懸浮固體增量評估 3-341
表 3.12-24　WASP 模擬竹東水管橋施工期間竹林大橋懸浮固體增量評估 3-341
表 3.12-25　單次降雨沖蝕係數 R_m 估算 3-343
表 3.12-26　施工階段工區洪峰流量計算相關係數表 3-344

表 3.12-27　質量平衡計算本計畫施工期間暴雨之懸浮固體增量評估..... 3-345
表 3.12-28　質量平衡計算本計畫施工期間洪峰之懸浮固體增量評估..... 3-345
表 3.12-29　質量平衡計算油羅溪水管橋施工期間正常施工之懸浮固體增量評估..... 3-346
表 3.12-30　質量平衡計算竹東水管橋施工期間正常施工之懸浮固體增量評估.. 3-346
表 4.1-1　　異常通報事件彙整表..... 4-5

圖　目　錄

頁　次

圖 1.1-1　本開發計畫區位置圖 1-1
圖 2.1-1　本計畫聯通管工程定案路線圖 2-1
圖 2.1-2　本開發計畫工程隧道段平縱面圖 2-2
圖 2.1-3　本開發計畫工程明挖段標準斷面圖 2-3
圖 2.1-4　本開發計畫工程出水口緩衝槽平剖面圖 2-4
圖 2.4-1　本計畫施工前環境監測位置圖 2-38
圖 2.5-1　採樣作業流程圖 2-40
圖 2.6-1　鄰近環境部測站與本計畫環境監測測站位置圖 2-62
圖 2.6-2　鄰近環境部空氣品質測站與環境監測背景值比對圖 2-63
圖 2.6-3　鄰近環境部河川水質測站與環境監測背景值比對圖 2-65
圖 2.7-1　異常數據處理流程圖 2-78
圖 2.7-2　環境監測異常現象通報單範例 2-79
圖 3.1-1　本計畫空氣品質監測點位位置 3-2
圖 3.1-2　114 年上半年度各測站 PM_{10} 測值日平均值 3-37
圖 3.1-3　114 年上半年度各測站 $PM_{2.5}$ 測值 24 小時值 3-37
圖 3.1-4　114 年上半年度各測站 SO_2 測值最大小時平均值 3-37
圖 3.1-5　114 年上半年度各測站 NO_2 測值最大小時平均值 3-38
圖 3.1-6　114 年上半年度各測站 CO 測值最大小時平均值 3-38
圖 3.1-7　114 年上半年度各測站 CO 測值最大八小時平均值 3-38
圖 3.1-8　114 年上半年度各測站 O_3 測值最大小時平均值 3-39
圖 3.1-9　114 年上半年度各測站 O_3 測值最大八小時平均值 3-39
圖 3.1-10　114 年上半年度各測站 Pb 測值日平均值 3-39
圖 3.1-11　本計畫各測站與環境部龍潭及竹東測站第一季 PM_{10} 日平均值比對圖 ... 3-40
圖 3.1-12　本計畫各測站與環境部龍潭及竹東測站第二季 PM_{10} 日平均值比對圖 .. 3-40
圖 3.1-13　本計畫各測站與環境部龍潭及竹東測站第一季 $PM_{2.5}$ 日平均值比對圖 .. 3-40
圖 3.1-14　本計畫各測站與環境部龍潭及竹東測站第二季 $PM_{2.5}$ 日平均值比對圖 .. 3-40
圖 3.1-15　本計畫各測站與環境部龍潭及竹東測站第一季 SO_2 小時平均值比對圖 .. 3-41

圖 3.1-16　本計畫各測站與環境部龍潭及竹東測站第二季 SO_2 小時平均值比對圖 .. 3-41
圖 3.1-17　本計畫各測站與環境部龍潭及竹東測站第一季 NO_2 小時平均值比對圖 .. 3-41
圖 3.1-18　本計畫各測站與環境部龍潭及竹東測站第二季 NO_2 小時平均值比對圖 .. 3-41
圖 3.1-19　本計畫各測站與環境部龍潭及竹東測站第一季 CO 小時平均值比對圖 .. 3-42
圖 3.1-20　本計畫各測站與環境部龍潭及竹東測站第二季 CO 小時平均值比對圖 .. 3-42
圖 3.1-21　本計畫各測站與環境部龍潭及竹東測站第一季 O_3 小時平均值比對圖 .. 3-42
圖 3.1-22　本計畫各測站與環境部龍潭及竹東測站第二季 O_3 小時平均值比對圖 .. 3-42
圖 3.1-23　本計畫各測站與環境部龍潭及竹東測站第一季 O_3 最大八小時平均值比對圖 .. 3-43
圖 3.1-24　本計畫各測站與環境部龍潭及竹東測站第二季 O_3 最大八小時平均值比對圖 .. 3-43
圖 3.1-25　114 年上半年度各測站 PM_{10} 日平均值比對環境部竹東測站盒鬚圖 ... 3-44
圖 3.1-26　114 年上半年度各測站 $PM_{2.5}$ 日平均值比對環境部竹東測站盒鬚圖 .. 3-44
圖 3.1-27　114 年上半年度各測站 SO_2 日平均值比對環境部竹東測站盒鬚圖 3-45
圖 3.1-28　114 年上半年度各測站 NO_X 日平均值比對環境部竹東測站盒鬚圖 3-45
圖 3.1-29　114 年上半年度各測站 NO 日平均值比對環境部竹東測站盒鬚圖 3-46
圖 3.1-30　114 年上半年度各測站 NO_2 日平均值比對環境部竹東測站盒鬚圖 3-46
圖 3.1-31　114 年上半年度各測站 CO 最大小時平均值比對環境部竹東測站盒鬚圖 .. 3-47
圖 3.1-32　114 年上半年度各測站 O_3 最大小時平均值比對環境部竹東測站盒鬚圖 .. 3-47
圖 3.1-33　114 年上半年度各測站 PM_{10} 日平均值比對環境部龍潭測站盒鬚圖 ... 3-48
圖 3.1-34　114 年上半年度各測站 $PM_{2.5}$ 日平均值比對環境部龍潭測站盒鬚圖... 3-48
圖 3.1-35　114 年上半年度各測站 SO_2 日平均值比對環境部龍潭測站盒鬚圖 3-49
圖 3.1-36　114 年上半年度各測站 NO_X 日平均值比對環境部龍潭測站盒鬚圖 3-49
圖 3.1-37　114 年上半年度各測站 NO 日平均值比對環境部龍潭測站盒鬚圖 3-50
圖 3.1-38　114 年上半年度各測站 NO_2 日平均值比對環境部龍潭測站盒鬚圖 3-50
圖 3.1-39　114 年上半年度各測站 CO 最大小時平均值比對環境部龍潭測站盒鬚圖 .. 3-51
圖 3.1-40　114 年上半年度各測站 O_3 最大小時平均值比對環境部龍潭測站盒鬚圖 .. 3-51
圖 3.1-41　歷次各測站 PM_{10} 測值日平均值 3-52
圖 3.1-42　歷次各測站 $PM_{2.5}$ 測值 24 小時值 3-52
圖 3.1-43　歷次各測站 SO_2 測值最大小時平均值 3-52
圖 3.1-44　歷次各測站 NO_2 測值最大小時平均值 3-53

圖 3.1-45　歷次各測站 CO 測值最大小時平均值 3-53
圖 3.1-46　歷次各測站 CO 測值最大八小時平均值 3-53
圖 3.1-47　歷次各測站 O_3 測值最大小時平均值 3-54
圖 3.1-48　歷次各測站 O_3 測值最大八小時平均值 3-54
圖 3.1-49　歷次各測站 Pb 測值日平均值 3-54
圖 3.2-1　本計畫環境噪音監測點位位置 3-56
圖 3.2-2　114 年上半年度各測站平日噪音均能音量 $L_{日}$ 比較圖 3-69
圖 3.2-3　114 年上半年度各測站假日噪音均能音量 $L_{日}$ 比較圖 3-70
圖 3.2-4　114 年上半年度各測站平日噪音均能音量 $L_{晚}$ 比較圖 3-71
圖 3.2-5　114 年上半年度各測站假日噪音均能音量 $L_{晚}$ 比較圖 3-72
圖 3.2-6　114 年上半年度各測站平日噪音均能音量 $L_{夜}$ 比較圖 3-73
圖 3.2-7　114 年上半年度各測站假日噪音均能音量 $L_{夜}$ 比較圖 3-74
圖 3.2-8　114 年上半年度各測站平日振動測值 $L_{v10\,日}$ 比較圖 3-75
圖 3.2-9　114 年上半年度各測站假日振動測值 $L_{v10\,日}$ 比較圖 3-76
圖 3.2-10　114 年上半年度各測站平日振動測值 $L_{v10\,夜}$ 比較圖 3-77
圖 3.2-11　114 年上半年度各測站假日振動測值 $L_{v10\,夜}$ 比較圖 3-78
圖 3.2-12　歷次各測站平日噪音均能音量 $L_{日}$ 比較圖 3-79
圖 3.2-13　歷次各測站假日噪音均能音量 $L_{日}$ 比較圖 3-80
圖 3.2-14　歷次各測站平日噪音均能音量 $L_{晚}$ 比較圖 3-81
圖 3.2-15　歷次各測站假日噪音均能音量 $L_{晚}$ 比較圖 3-82
圖 3.2-16　歷次各測站平日噪音均能音量 $L_{夜}$ 比較圖 3-83
圖 3.2-17　歷次各測站假日噪音均能音量 $L_{夜}$ 比較圖 3-84
圖 3.2-18　歷次各測站平日振動測值 $L_{v10\,日}$ 比較圖 3-85
圖 3.2-19　歷次各測站假日振動測值 $L_{v10\,日}$ 比較圖 3-86
圖 3.2-20　歷次各測站平日振動測值 $L_{v10\,夜}$ 比較圖 3-87
圖 3.2-21　歷次各測站假日振動測值 $L_{v10\,夜}$ 比較圖 3-88
圖 3.4-1　本計畫河川監測點位位置 3-101
圖 3.4-2　114 年上半年度各測站水溫測值監測成果 3-114
圖 3.4-3　114 年上半年度各測站 pH 測值監測成果 3-114

圖 3.4-4　114 年上半年度各測站溶氧量測值監測成果 3-114
圖 3.4-5　114 年上半年度各測站生化需氧量測值監測成果 3-115
圖 3.4-6　114 年上半年度各測站化學需氧量測值監測成果 3-115
圖 3.4-7　114 年上半年度各測站懸浮固體測值監測成果 3-115
圖 3.4-8　114 年上半年度各測站比導電度測值監測成果 3-116
圖 3.4-9　114 年上半年度各測站硝酸鹽氮測值監測成果 3-116
圖 3.4-10　114 年上半年度各測站氨氮測值監測成果 3-116
圖 3.4-11　114 年上半年度各測站總磷測值監測成果 3-117
圖 3.4-12　114 年上半年度各測站大腸桿菌群測值監測成果 3-117
圖 3.4-13　114 年上半年度各測站銅測值監測成果 3-117
圖 3.4-14　114 年上半年度各測站鋅測值監測成果 3-118
圖 3.4-15　114 年上半年度各測站鎳測值監測成果 3-118
圖 3.4-16　114 年上半年度各測站鐵測值監測成果 3-118
圖 3.4-17　114 年上半年度各測站錳測值監測成果 3-119
圖 3.4-18　114 年上半年度各測站砷測值監測成果 3-119
圖 3.4-19　114 年上半年度各測站鉛測值監測成果 3-119
圖 3.4-20　114 年上半年度各測站鎘測值監測成果 3-120
圖 3.4-21　114 年上半年度各測站鉻測值監測成果 3-120
圖 3.4-22　114 年上半年度各測站汞測值監測成果 3-120
圖 3.4-23　114 年上半年度各測站流量測值監測成果 3-121
圖 3.4-24　歷次各測站水溫測值監測成果 3-121
圖 3.4-25　歷次各測站 pH 測值監測成果 3-121
圖 3.4-26　歷次各測站溶氧量測值監測成果 3-122
圖 3.4-27　歷次各測站生化需氧量測值監測成果 3-122
圖 3.4-28　歷次各測站化學需氧量測值監測成果 3-122
圖 3.4-29　歷次各測站懸浮固體測值監測成果 3-123
圖 3.4-30　歷次各測站比導電度測值監測成果 3-123
圖 3.4-31　歷次各測站硝酸鹽氮測值監測成果 3-123
圖 3.4-32　歷次各測站氨氮測值監測成果 3-124

圖 3.4-33　歷次各測站總磷測值監測成果 3-124
圖 3.4-34　歷次各測站大腸桿菌群測值監測成果 3-124
圖 3.4-35　歷次各測站銅測值監測成果 3-125
圖 3.4-36　歷次各測站鋅測值監測成果 3-125
圖 3.4-37　歷次各測站鎳測值監測成果 3-125
圖 3.4-38　歷次各測站鐵測值監測成果 3-126
圖 3.4-39　歷次各測站錳測值監測成果 3-126
圖 3.4-40　歷次各測站砷測值監測成果 3-126
圖 3.4-41　歷次各測站鉛測值監測成果 3-127
圖 3.4-42　歷次各測站鎘測值監測成果 3-127
圖 3.4-43　歷次各測站鉻測值監測成果 3-127
圖 3.4-44　歷次各測站汞測值監測成果 3-128
圖 3.4-45　歷次各測站流量測值監測成果 3-128
圖 3.6-1　本計畫地下水監測點位位置 3-135
圖 3.6-2　114 年上半年度各測站水溫測值監測成果 3-144
圖 3.6-3　114 年上半年度各測站 pH 測值監測成果 3-144
圖 3.6-4　114 年上半年度各測站溶氧量測值監測成果 3-144
圖 3.6-5　114 年上半年度各測站生化需氧量測值監測成果 3-145
圖 3.6-6　114 年上半年度各測站化學需氧量測值監測成果 3-145
圖 3.6-7　114 年上半年度各測站懸浮固體測值監測成果 3-145
圖 3.6-8　114 年上半年度各測站氧化還原電位測值監測成果 3-146
圖 3.6-9　114 年上半年度各測站比導電度測值監測成果 3-146
圖 3.6-10　114 年上半年度各測站硝酸鹽氮測值監測成果 3-146
圖 3.6-11　114 年上半年度各測站氯鹽測值監測成果 3-147
圖 3.6-12　114 年上半年度各測站硫酸鹽測值監測成果 3-147
圖 3.6-13　114 年上半年度各測站氨氮測值監測成果 3-147
圖 3.6-14　114 年上半年度各測站總硬度測值監測成果 3-148
圖 3.6-15　114 年上半年度各測站總溶解固體物測值監測成果 3-148
圖 3.6-16　114 年上半年度各測站總酚測值監測成果 3-148

圖 3.6-17　114 年上半年度各測站總有機碳測值監測成果 3-149
圖 3.6-18　114 年上半年度各測站總菌落數測值監測成果 3-149
圖 3.6-19　114 年上半年度各測站大腸桿菌群測值監測成果 3-149
圖 3.6-20　114 年上半年度各測站油脂(正己烷抽出物)測值監測成果 3-150
圖 3.6-21　114 年上半年度各測站鎘測值監測成果 3-150
圖 3.6-22　114 年上半年度各測站鉻測值監測成果 3-150
圖 3.6-23　114 年上半年度各測站銅測值監測成果 3-151
圖 3.6-24　114 年上半年度各測站鐵測值監測成果 3-151
圖 3.6-25　114 年上半年度各測站鉛測值監測成果 3-151
圖 3.6-26　114 年上半年度各測站錳測值監測成果 3-152
圖 3.6-27　114 年上半年度各測站鎳測值監測成果 3-152
圖 3.6-28　114 年上半年度各測站鋅測值監測成果 3-152
圖 3.6-29　114 年上半年度各測站汞測值監測成果 3-153
圖 3.6-30　114 年上半年度各測站砷測值監測成果 3-153
圖 3.6-31　歷次各測站水溫測值監測成果 3-154
圖 3.6-32　歷次各測站 pH 測值監測成果 3-154
圖 3.6-33　歷次各測站溶氧量測值監測成果 3-154
圖 3.6-34　歷次各測站生化需氧量測值監測成果 3-155
圖 3.6-35　歷次各測站化學需氧量測值監測成果 3-155
圖 3.6-36　歷次各測站懸浮固體測值監測成果 3-155
圖 3.6-37　歷次各測站氧化還原電位測值監測成果 3-156
圖 3.6-38　歷次各測站比導電度測值監測成果 3-156
圖 3.6-39　歷次各測站硝酸鹽氮測值監測成果 3-156
圖 3.6-40　歷次各測站氯鹽測值監測成果 3-157
圖 3.6-41　歷次各測站硫酸鹽測值監測成果 3-157
圖 3.6-42　歷次各測站氨氮測值監測成果 3-157
圖 3.6-43　歷次各測站總硬度測值監測成果 3-158
圖 3.6-44　歷次各測站總溶解固體物測值監測成果 3-158
圖 3.6-45　歷次各測站總酚測值監測成果 3-158

圖 3.6-46　歷次各測站總有機碳測值監測成果 3-159
圖 3.6-47　歷次各測站總菌落數測值監測成果 3-159
圖 3.6-48　歷次各測站大腸桿菌群測值監測成果 3-159
圖 3.6-49　歷次各測站油脂(正己烷抽出物)測值監測成果 3-160
圖 3.6-50　歷次各測站鎘測值監測成果 3-160
圖 3.6-51　歷次各測站鉻測值監測成果 3-160
圖 3.6-52　歷次各測站銅測值監測成果 3-161
圖 3.6-53　歷次各測站鐵測值監測成果 3-161
圖 3.6-54　歷次各測站鉛測值監測成果 3-161
圖 3.6-55　114 年上半年度各測站錳測值監測成果 3-162
圖 3.6-56　114 年上半年度各測站鎳測值監測成果 3-162
圖 3.6-57　歷次各測站鋅測值監測成果 3-162
圖 3.6-58　歷次各測站汞測值監測成果 3-163
圖 3.6-59　歷次各測站砷測值監測成果 3-163
圖 3.7-1　本計畫交通監測點位位置圖 3-164
圖 3.7-2　114 年上半年度交通量調查結果比較圖(平日) 3-183
圖 3.7-3　114 年上半年度交通量調查結果比較圖(假日) 3-183
圖 3.8-1　陸域生態調查範圍及位置圖 3-186
圖 3.8-2　歷季陸域植物生態調查結果比較圖 3-195
圖 3.8-3　歷季陸域生態鳥類調查結果比較圖 3-205
圖 3.8-4　歷季鳥類指標物種調查結果比較圖 3-209
圖 3.8-5　歷季陸域生態哺乳類調查結果比較圖 3-212
圖 3.8-6　歷季陸域生態兩棲類調查結果比較圖 3-217
圖 3.8-7　歷季陸域生態爬蟲類調查結果比較圖 3-220
圖 3.8-8　歷季陸域生態蝴蝶類調查結果比較圖 3-223
圖 3.8-9　114 年第一季保育類動物發現位置圖-隧道進水口 3-225
圖 3.8-10　114 年第一季保育類動物發現位置圖-隧道出水口 3-226
圖 3.8-11　114 年第一季保育類動物發現位置圖-南華橋 3-226
圖 3.8-12　114 年第一季保育類動物發現位置圖-南沙坑橋 3-227

圖 3.8-13　114 年第一季保育類動物發現位置圖-油羅溪橋 3-227
圖 3.8-14　114 年第一季保育類動物發現位置圖-竹東大橋 3-228
圖 3.8-15　114 年第一季保育類動物發現位置圖-寶二水庫引水道 3-228
圖 3.8-16　114 年第二季保育類動物發現位置圖-隧道進水口 3-229
圖 3.8-17　114 年第二季保育類動物發現位置圖-隧道出水口 3-229
圖 3.8-18　114 年第二季保育類動物發現位置圖-南華橋..... 3-230
圖 3.8-19　114 年第二季保育類動物發現位置圖-南沙坑橋 3-230
圖 3.8-20　114 年第二季保育類動物發現位置圖-油羅溪橋 3-231
圖 3.8-21　114 年第二季保育類動物發現位置圖-竹東大橋 3-231
圖 3.8-22　114 年第二季保育類動物發現位置圖-寶二水庫引水道 3-232
圖 3.9-1　水域調查樣站位置圖 3-240
圖 3.9-2　歷季水域生態魚類調查結果比較圖 3-242
圖 3.9-3　歷季魚類指標物種調查結果圖 3-245
圖 3.9-4　歷季水域生態蝦蟹螺貝類調查結果比較圖 3-248
圖 3.9-5　歷季水域生態水棲昆蟲調查結果比較圖 3-250
圖 3.9-6　歷季水域生態蜻蛉目成蟲調查結果比較圖 3-252
圖 3.9-7　歷季水域生態浮游性植物調查結果比較圖 3-254
圖 3.9-8　歷季水域生態浮游性動物調查結果比較圖 3-256
圖 3.9-9　歷季水域生態附著性藻類調查結果比較圖 3-258
圖 3.10-1　計畫路線區域地形圖 3-263
圖 3.10-2　計畫路線周邊有形文化資產分布圖 3-270
圖 3.10-3　計畫路線周邊考古遺址分布圖 3-272
圖 3.10-4　路線 500 公尺內 3 處遺址位置 3-273
圖 3.11-1　隧道銜接工程現勘及查核作業說明圖 3-286
圖 3.11-2　隧道銜接段工程生態保育措施說明圖 3-288
圖 3.11-3　道路埋設工程現勘及查核作業說明圖 3-289
圖 3.11-4　道路埋設工程生態保育措施說明圖 3-292
圖 3.12-1　鄰近環境部測站與本計畫測站位置 3-295
圖 3.12-2　施工期間 TSP 最大 24 小時增量模擬 3-299

圖 3.12-3　施工期間 PM_{10} 最大 24 小時增量模擬 3-300
圖 3.12-4　施工期間 $PM_{2.5}$ 最大 24 小時增量模擬 3-300
圖 3.12-5　施工期間 SO_2 最大小時增量模擬 3-301
圖 3.12-6　施工期間 NO_2 最大小時增量模擬 3-301
圖 3.12-7　噪音影響等級評估流程 3-304
圖 3.12-8　本計畫跨河落墩段水理水質網格設定 3-321
圖 3.12-9　跨河落墩段 HEC-RAS 模式建置成果圖 3-323
圖 3.12-10　HEC-RAS 模式水理演算成果 3-324
圖 3.12-11　頭前溪 113 年度河道斷面(斷面 T43.1、T45、Y46) 3-326
圖 3.12-12　頭前溪及油羅溪 113 年度河道斷面(斷面 T47、T48、Y49) .. 3-327
圖 3.12-13　油羅溪 113 年度河道斷面(斷面 Y50、Y51、Y52) 3-328
圖 3.12-14　油羅溪及上坪溪 113 年度河道斷面(斷面 Y53、S1、S2) 3-329
圖 3.12-15　上坪溪 113 年度河道斷面(斷面 S3、S4、S5) 3-330
圖 3.12-16　頭前溪竹林大橋 113 年 8 月模擬及實測流量歷線圖 3-331
圖 3.12-17　113 年 8 月 8 日上坪溪率定驗證點水質模擬結果(網格 10-13) 3-338
圖 3.12-18　113 年 8 月 22 日油羅溪至頭前溪率定驗證點水質模擬結果(網格 1-9)... 3-339
圖 3.12-19　113 年 8 月 22 日上坪溪率定驗證點水質模擬結果(網格 10-13)..... 3-339

摘要

摘要

「石門水庫至新竹聯通管工程計畫」之監測項目包括空氣品質、環境噪音振動、營建噪音振動、交通流量、河川水文水質、地下水、工區放流水、生態調查(含陸域生態及水域生態)、文化遺址與古蹟調查及生態檢核作業共十大項。

本計畫屬於抗旱救旱或臨時緊急狀況備援輸水設施，依「開發行為應實施環境影響評估細目及範圍認定標準」第 13 條第 3 項規定，奉經濟部於 110 年 9 月 9 日以經水字第 11004604870 號函同意免實施環境影響評估。然而，本開發計畫之施工行為對其管線施工通過地區之周圍環境將有不同程度之影響，為瞭解工程開發期間對環境之影響程度，爰擬「石門水庫至新竹聯通管工程計畫環境監測分析」(以下簡稱本計畫)，於施工前及施工階段進行各項環境監測工作。

本開發計畫分三標施工，原預定各標於 112 年 1 月至 6 月執行施工前半年監測作業，因應工程進度調整，各標於 112 年下半年持續進行施工前之環境監測。本計畫第一、二標施工前之監測作業調整為 1 年(112 年 1 月至 12 月)、施工期間調整為 3 年(113 年 1 月~115 年 12 月)；第三標於 113 年 7 月 15 日決標，目前仍在進行相關計畫書提送，114 年 6 月進入施工期，加上施工期間之環境監測，共計執行 4 年之環境監測作業。

本次為施工期間監測調查(114 年 1 月~114 年 6 月)，主要目的為調查施工期間環境現況，以確認釐清施工相關監測項目超標時之參考依據，藉由長期之監測成果，比對環境背景資料及驗證監測期間所執行之改善對策，並依據實際作業需求提供北水分署修改施工行為建議，以有效提升監測品質。

114 年上半年度物化監測結果說明如下：

一、 空氣品質：114 年上半年度除第一季(1-3 月)於隧道出口處(A1)與運輸路線(A8)$PM_{2.5}$ 日平均值，以及沙坑國小(A4)與員崠國小(A7)O_3 最大八小時有超標情形；第二季(4-6 月)於沙坑國小(A4)、員崠國小(A7)及運輸路線(A8)O_3 最大八小

時平均值有超標情形，其餘測站測項均可符合空氣品質標準。

在警戒值比對部分，將工程進度與警戒值超標時間相互比對，第一季(1-3 月)1 月隧道出口處(A1)PM_{10}、$PM_{2.5}$、NO_2最大小時平均值超過警戒值。東光國小(A3)1 月 CO 最大八小時平均值及 O_3 最大八小時平均值有高於警戒值之情形。沙坑國小(A4)NO_2 最大小時平均值超過警戒值。橫山國中(A5)NO_2 最大小時平均值、O_3 最大小時平均值及最大八小時平均值超過警戒值。大肚國小(A6)、員崠國小(A7)O_3 最大小時平均值及最大八小時平均超過警戒值。運輸路線(A8)PM_{10}、$PM_{2.5}$超過警戒值；第二季(4-6 月)4 月於關西高級中學(A2)CO 最大小時平均值及最大八小時平均值超過警戒值。沙坑國小(A4)CO 最大八小時平均值超過警戒值。運輸路線(A8)O_3 最大小時平均值及最大八小時平均值超過警戒值。5 月於東光國小(A3)NO_2最大小時平均值及 CO 最大八小時平均值超過警戒值；第一季(1-3 月)及第二季(4-6 月)運輸路線(A8)測站測值與環境部測站(龍潭及竹東)同日平均值測值比較顯示，兩者監測數值變化趨勢相近，推測此測站警戒值超標受大環境變化影響。而在其餘警戒值超標測站目前並無施工行為，因此推測此次超標屬環境背景影響。

二、 環境噪音振動：114 年上半年度在隧道出口處(NV1) 4 月假日夜間；沙坑國小(NV4)1 月平日日間與 6 月平假日日間及夜間超出第二類一般地區環境音量標準。

在警戒值比對部分，隧道出口處(NV1)4 月假日夜間及 5 月假日日間，運輸路線(NV8)3 月平日夜間超出警戒值，其餘超出警戒值之測站皆未有施工行為。

三、 營建噪音振動：114 年上半年度各測站均可符合營建工程噪音管制標準及環境振動管理指引之參考值。

四、 交通流量:114 年上半年度各路口服務水準介於 A~C 之間，車流通行狀況介於良好至可接受的範圍，尚無異常狀況發生。由於本次監測期間各路口皆未有施工行為，故此監測結果屬環境背景值。

根據目前所掌握之工程排程，預計 114 年下半年度縣道 120 與台 3 路口(T3)周邊將進行施工，將有道路開挖而封閉車道情形；此外，工程車輛進出將經由竹東親水公園內部道路進行跨河工程作業，鄰近監測點 68 快速道路與台 3 交會處(T4)亦可能受到影響，本計畫將持續追蹤測值變化。

五、 河川水文水質：114 年上半年度除鳳山溪南華橋(W1)各季次之總磷及大腸桿菌群測值，以及上坪溪竹東大橋(W3)2 月之總磷、5 月之 pH 值和各季次之大腸桿菌群測值未符合甲類陸域地面水體水質標準，其餘皆符合各地面水體水質標準。

在警戒值比對部分，超過警戒值之測站為施工前或監測時尚無施工行為。

六、 工區放流水質：114 年上半年度在隧道銜接段-3(隧道進水口，即側溝)2 月、5 月及 6 月之懸浮固體，道路埋設段-3(關西二號橋上游)5 月及 6 月之懸浮固體，道路埋設段-4(關西二號橋下游)6 月之懸浮固體，超出放流水標準外，其餘測站測項皆符合放流水標準。而由於道路埋設段-3(關西二號橋上游)位於工區上游，並未受本工程施工行為影響，研判屬環境背景值。隧道銜接段-3(隧道進水口)可能因採樣前因連日降雨，沖刷之逕流廢水亦匯流至下方側溝，因此懸浮固體有超標情形。道路埋設段-4(關西二號橋下游)可能因採樣前連日降雨，造成地表逕流攜帶泥沙進入河川，導致水質混濁。此外，經現場查勘，現場未設置有效的泥沙削減設施或是落實土方管理，於降雨時可能進一步造成泥沙沖刷入河，加劇混濁情形，亦為可能之影響因素之一。

七、 地下水質：114 年上半年度除橫山(U2)1 月之氨氮、鐵及鉛測值，竹東(U3)1 月之鐵及鉛測值有未符合第二類監測標準之情形，其餘皆符合第二類地下水污染監測標準。
在警戒值比對部分，在關西(U1)1 月總硬度及 4 月錳測值，橫山(U2)6 月硝酸鹽氮測值超過警戒值，其餘超過警戒值之測站皆未有施工行為。

其他環境監測項目調查狀況說明:

一、 生態調查：陸域生態 114 年上半年度觀測到多種保育類動物，如大冠鷲、臺灣藍鵲及臺北樹蛙等，於歷年皆有調查到，未發現新種保育類動物，指標物種(五色鳥及大卷尾)觀察之隻次與 112 年及 113 年同季次相比隻次無明顯變化，代表其棲地未因施工受到嚴重影響。水域生態 114 年上半年度，因 113 年冬季及 114 年春季雨量充沛，竹東大橋下游本年無乾涸的情形，物種種類及隻次未受影響，指標物種(台灣石鱝、台灣鬚鱲及粗首馬口鱲)觀察之隻次與 112 年及 113 年同季次相比無明顯變化，水域相關區段尚未施工，後續將持續觀察其變化。

二、 文化遺址與古蹟調查:施工前之調查主要為文獻資料蒐集，相關資料參本報告 3.10 節說明，施工期間為落實開挖監看作業，經與北水分署確認後，以遺址前後 100 公尺(即 200 公尺)為主要監看範圍，於工程行經文化遺址範圍之開挖期間內逐日(次)監看，若開挖時發現疑似考古遺留，可即時進行相關處理措施。目前施工進度已鄰近需調查之敏感點位置，預計於 114 年下半年度實施開挖面監看。

三、 生態檢核：
隧道銜接段工程：施工期間共計辦理 2 次工程現勘及生態保育措施執行情形抽查作業，截至 114 年 5 月 5 日可知 16 項生態保育措施已有落實 14 項，其餘 2 項因施工進度未達而尚未執行。

道路埋設段工程：施工期間共計辦理 2 次工程現勘及生態保育措施執行情形抽查作業，截至 114 年 5 月 5 日可知 20 項生態保育措施，已有落實 14 項，其餘 6 項因施工進度未達而尚未執行。

跨河放水段工程：已於 113 年針對至油羅溪、上坪溪及高灘地段區域進行施工前現況勘查，工程範圍為油羅溪及上坪溪之水域與高灘地環境,堤內主要則為民宅建物與道路,生態棲地系統以河川溪流生態為主。此標段於 114 年 6 月時進入施工階段，將於 114 年下半年度執行施工期間生態保育措施執行情形抽查作業。

針對科進栢誠工程顧問股份有限公司承諾事項，包含交通維持計畫協審、空氣品質模擬、噪音振動模擬及水質模擬作業結果已完成，並彙整說明於 114 年上半年度成果報告內提送，針對模擬作業結果詳參附錄 8。

結論及建議

結論及建議

結論

一、監測結果綜合檢討分析

(一)空氣品質

114年上半年度監測結果，除第一季(1-3月)於隧道出口處(A1)與運輸路線(A8)$PM_{2.5}$日平均值，以及沙坑國小(A4)與員崠國小(A7)O_3最大八小時有超標情形；第二季(4-6月)於沙坑國小(A4)、員崠國小(A7)及運輸路線(A8)O_3最大八小時有超標情形，其餘測站測項均可符合空氣品質標準。

在警戒值比對部分，將工程進度與警戒值超標時間相互比對，第一季(1-3月)1月隧道出口處(A1)PM_{10}、$PM_{2.5}$、NO_2最大小時平均值超過警戒值。東光國小(A3)1月CO最大八小時平均值及O_3最大八小時平均值有高於警戒值之情形。沙坑國小(A4)NO_2最大小時平均值超過警戒值。橫山國中(A5)NO_2最大小時平均值、O_3最大小時平均值及最大八小時平均超過警戒值。大肚國小(A6)、員崠國小(A7)O_3最大小時平均值及最大八小時平均超過警戒值。運輸路線(A8)PM_{10}、$PM_{2.5}$超過警戒值；第二季(4-6月)4月於關西高級中學(A2)CO最大小時平均值及最大八小時平均值超過警戒值。沙坑國小(A4)CO最大八小時平均值超過警戒值。運輸路線(A8)O_3最大小時平均值及最大八小時平均值超過警戒值。5月於東光國小(A3)NO_2最大小時平均值及CO最大八小時平均值超過警戒值。第一季(1-3月)及第二季(4-6月)運輸路線(A8)測站測值與環境部測站(龍潭及竹東)同日平均值測值比較顯示，兩者監測數值變化趨勢相近，推測此測站警戒值超標受大環境變化影響。而在其餘警戒值超標測站目前並無施工行為，因此推測屬環境背景影響。

(二)環境噪音振動

114年上半年度監測結果，除下表測站測值有未符合法規標準情形外，其餘各測站噪音測值均可符合環境音量標準；

振動測值亦均可符合參考之日本振動規制法施行規則基準。

	隧道出口處(NV1)	沙坑國小(NV4)
第一季	-	平日日間
第二季	假日夜間	平假日日間、 平假日夜間
標準	第二類一般地區環境音量標準	

在警戒值比對部分，在隧道出口處(NV1)4 月假日夜間及 5 月假日日間，運輸路線(NV8)3 月平日夜間超過警戒值，初步研判應為環境背景值，其餘超過警戒值之測站皆未有施工行為。

(三)營建噪音振動(含低頻噪音)

114 年上半年度監測結果，各測站均可符合營建工程噪音管制標準及環境振動管理指引之參考值。

(四)交通量

114 年上半年度監測結果，各路口服務水準介於 A~C 之間，車流通行狀況介於良好至可接受的範圍，尚無異常狀況發生。各路口監測期間未進行施工行為，故監測結果屬環境背景值。

根據目前所掌握之工程排程，預計 114 年下半年度縣道 120 與台 3 路口(T3)周邊將進行施工，將有道路開挖而封閉車道情形；此外，工程車輛進出將經由竹東親水公園內部道路進行跨河工程作業，鄰近監測點 68 快速道路與台 3 交會處(T4)亦可能受到影響，本計畫將持續追蹤測值變化。

(五)河川水文水質

114 年上半年度監測結果，除下表測站測值有未符合陸域地面水體水質標準情形外，其餘皆符合各地面水體水質標準。

	鳳山溪南華橋(W1)	上坪溪竹東大橋(W3)
第一季	總磷及大腸桿菌群	總磷及大腸桿菌群
第二季	總磷及大腸桿菌群	pH 值及大腸桿菌群
標準	甲類陸域地面水體水質標準	

在警戒值比對部分，有部分測站測值超過或低於警戒值，經分析各測站為施工前或監測時尚無施工行為，研判應屬大環境之背景影響。

(六)工區放流水

114年上半年度監測結果，除下表測站測值有未符合放流水標準情形外，其餘測項皆符合放流水標準。

推測隧道銜接段-3(隧道進水口，即側溝)超標可能原因，2月超標可能原因為現場開挖作業、隧道土建工程及運輸車輛沖洗之廢水所影響，此外，採樣前因連日降雨，沖刷之逕流廢水亦匯流至下方側溝，因此懸浮固體有超標情形。而5月及6月超標可能原因為採樣前連日降雨，致使山壁泥沙沖刷導致下方側溝水質混濁，因此懸浮固體有超標情形。

推測道路埋設段-3(關西二號橋上游)超標可能原因，由於道路埋設段-3(關西二號橋上游)位於工區上游，並未受本工程施工行為影響，且採樣前因連日降雨，造成地表逕流攜帶泥沙進入河川，導致水質混濁，研判屬環境背景值。

推測道路埋設段-4(關西二號橋下游)超標可能原因，由於採樣前連日降雨，造成地表逕流攜帶泥沙進入河川，導致水質混濁。此外，現場查勘，現場未設置有效的泥沙削減設施或是落實土方管理，於降雨時可能進一步造成泥沙沖刷河道，加劇混濁情形，亦為可能之影響因素之一。

	隧道銜接段-3 (隧道進水口)	道路埋設段-3 (關西二號橋上游)	道路埋設段-4 (關西二號橋下游)
第一季	2月之懸浮固體	-	-
第二季	5月及6月 之懸浮固體	5月及6月 之懸浮固體	6月之懸浮固體
標準	放流水標準		

(七)地下水質

114年上半年度監測結果，除下表測站測值有未符合地下水第二類監測標準之情形，其餘皆符合地下水第二類地下水污染監測標準。

	橫山(U2)	竹東(U3)
第一季	氨氮、鐵、鉛	鐵、鉛
第二季	-	-
標準	地下水第二類監測標準	

在警戒值比對部分，在關西(U1)1 月總硬度及 4 月錳，橫山(U2)6 月硝酸鹽氮測值超過警戒值，其餘超過警戒值之測站皆未有施工行為。

(八)生態調查

114 年上半年度生態調查，觀測到的植物種數持續增加，除了自然氣候外，監測地區內之農作行為、景觀園藝維護等情況也會影響陸域植物的觀測數量。

陸域動物方面，各站穩定發現歷季皆有發現的保育類物種，第一季至第二季氣溫逐漸上升，於第二季各類物種較為活躍，觀察到的隻次及種類較多，以兩棲類、爬蟲類、蝶類最為明顯，顯示氣溫變化對其活躍度影響較大。與本計畫 112 年及 113 年之同季次相比差異不大，指標物種(五色鳥及大卷尾)觀察到的隻次也未有明顯變化，顯示目前施工行為對其棲地未造成嚴重影響。

水域生態因 113 年冬季及 114 年春季時雨量充沛，上坪溪整體流量穩定發生無乾涸的情況，整體物種與歷季相比無明顯變化。指標物種(台灣石鰕、台灣鬚鱲及粗首馬口鱲)因尚未有施工行為，觀察到的隻次也未有明顯變化。

未來本計畫將會持續監測，分析計畫區域內陸域生態及水域生態於各年度之變化。

(九)文化遺址與古蹟調查

施工前之文化遺址與古蹟調查應執行數量為 1 次，施工期間為落實開挖監看作業，經與北水分署確認後，以遺址前後 100 公尺(即 200 公尺)為主要監看範圍，於工程行經文化遺址範圍之開挖期間內逐日(次)監看，若開挖時發現疑似考古遺留，可即時進行相關處理措施。目前施工進度已鄰近需調查之敏感點位置，預計於 114 年下半年實施開挖面監看。

(十)生態檢核

生態檢核工作主要針對施工前參與審查會議，協助審查生態檢核計畫書、生態檢核成果報告，提供專業審查意見。本計畫已於施工階段定期勘查工程現場，追蹤工程對生態環境影響，並建議生態保育措施執行，確保落實生態保育措施。

二、監測結果超標現象因應對策

截至113年12月31日，各標皆已完成發包作業，而第三標雖已發包，但仍在進行相關計畫書提送，尚未開始施工，預計將於114年第二季開始施工，因此114年上半年度所執行之監測除第三標所屬之監測點位外，均屬於施工階段之環境現況監測，未來將做為施工期間監測成果之比對基準，以瞭解施工路線各測項的影響程度，若有超標之情形，亦將根據其所可能造成監測超標之原因，提出改善對策以供工區改善參考。114年上半年度監測結果超標狀況說明及因應對策如表3.1-1所示。

表1　114年上半年度監測結果之超標狀況及處理情形

超標狀況	因應對策
1.空氣品質： 114年上半年度監測結果，除第一季(1-3月)於隧道出口處(A1)與運輸路線(A8)$PM_{2.5}$日平均值，以及沙坑國小(A4)與員崠國小(A7)O_3最大八小時有超標情形；第二季(4-6月)於沙坑國小(A4)、員崠國小(A7)及運輸路線(A8)O_3最大八小時有超標情形，其餘測站測項均可符合空氣品質標準。	第一季(1-3月)超標測站與鄰近環境部測站(龍潭及竹東)同日同時段進行比對，在龍潭測站$PM_{2.5}$日平均值，以及龍潭與竹東測站O_3最大八小時平均值亦有超標情形，推測可能受大環境影響導致超標；第二季(4-6月)超標測站為同日監測，員崠國小(A7)測站屬第三標工程，4月時為施工前監測尚未有施工行為，沙坑國小(A4)、員崠國小(A7)及運輸路線(A8)，經與環境部測站(龍潭及竹東)小時平均質比較，顯示測值差異不大，判斷受大環境影響有偏高之情形。
2.環境噪音振動： 114年上半年度監測結果，除隧道出口處(NV1) 4月假日夜間與沙坑國小(NV4) 1月平日日間及6月平假日日間及夜間超出第二類一般地區環境音量標準，其餘各測站噪音測值均可符合環境音量標準；振動測值亦均可符合參考之日本振動規制法施行規則基準。	經監測當日現場環境及錄音檔比對，隧道出口處(NV1)在4月假日夜間受動物聲響(犬吠)而導致超標，後續將持續觀察測值變化。沙坑國小(NV4) 1月平日日間為除草機聲導致超標；6月平假日日間測值超標原因主要為動物聲響(蟲鳴或鳥叫等)導致。整體而言，監測結果屬環境背景影響而超標，後續將持續追蹤測值變化情形。

表 1　114 年上半年度監測結果之超標狀況及處理情形(續 1)

超標狀況	因應對策
3.水文水質： 114 年上半年度監測結果，除鳳山溪南華橋(W1)各季次之總磷及大腸桿菌群測值，以及上坪溪竹東大橋(W3)2 月之總磷、5 月之 pH 值和各季次之大腸桿菌群測值未符合甲類陸域地面水體水質標準，其餘皆符合各地面水體水質標準。 在警戒值比對部分，超過警戒值之測站為施工前或監測時尚無施工行為。	本計畫跨河段工程尚未展開，油羅溪油羅溪橋(W2)及上坪溪竹東大橋(W3)為施工前監測，監測結果屬環境背景狀況。 鳳山溪南華橋(W1)目前屬於施工期間監測範疇，惟本區尚未實際進行施工作業，因此現階段監測數據可視為施工期間之環境背景值。施工前監測結果顯示，該測站之總磷及大腸桿菌群背景值皆有超標情形，推測可能受鄰近排水匯入影響，導致測值偶有偏高情形，將持續追蹤測值變化情形。
4.工區放流水質： 114 年上半年度監測結果，除隧道銜接段-3(隧道進水口，即側溝)2 月、5 月及 6 月之懸浮固體，道路埋設段-3(關西二號橋上游)5 月及 6 月之懸浮固體，道路埋設段-4(關西二號橋下游)6 月之懸浮固體，超出放流水標準外，其餘測站測項皆符合放流水標準。	道路埋設段-3(關西二號橋上游)位於工區上游，並未受本工程施工行為影響，研判屬環境背景值。隧道銜接段-3(隧道進水口)可能因採樣前因連日降雨，沖刷之逕流廢水亦匯流至下方側溝，因此懸浮固體有超標情形。道路埋設段-4(關西二號橋下游)可能因採樣前連日降雨，造成地表逕流攜帶泥沙進入河川，導致水質混濁。此外，經現場查勘，發現施工廠商於河岸邊傾置廢土，且未設置有效的泥沙削減設施或是落實土方管理，於降雨時可能進一步造成泥沙沖刷入河，加劇混濁情形，亦為可能之影響因素之一。 針對隧道銜接段-3(隧道進水口)之懸浮固體超標情形，推測降雨為導致超標之主因，但仍建議施工單位注意環境管理，避免因漫地流狀況　造成污染問題，並請施工廠商注意廢水處理系統運作情形，確認系統可負荷強降雨之水量，避免因強降雨導致工區廢水溢流而來不及處理，而若可能有無法負荷之情形，建議也應事先擬訂應變措施。而針對道路埋設段-4(關西二號橋下游)之懸浮固體測值超標情形，建議請施工單位落實土方管理，避免類似情況再次發生。

表 1　114 年上半年度監測結果之超標狀況及處理情形(續 2)

超標狀況	因應對策
5.地下水質： 114 年上半年度監測結果，除橫山(U2)1 月之氨氮、鐵、鉛測值，竹東(U3)1 月之鐵及鉛測值有未符合第二類監測標準之情形，其餘皆符合第二類地下水污染監測標準。	本計畫工程，橫山(U2)為施工期間監測，施工前監測結果氨氮、鐵及鉛測值皆有超標之情形，判斷受背景影響，竹東(U3)為施工前監測，後續將於第三標工程展開後持續追蹤測值變化情形。

建議事項

一、目前各標皆已完成發包作業，第一、二標已於 113 年第一季進入施工期，第三標於 113 年 7 月 15 日決標，仍在持續進行細部設計與相關計畫書提送，目前多為施工前之前置作業準備，114 年下半年度預計將隨工程展開安排相關監測作業，未來亦將持續配合第三標統包商之作業規劃，相關會議請通知科進栢誠公司參加，以利了解後續設計成果與工程進度。

二、本計畫涉及跨河段工程施作，是否對河川水質造成影響為環境評估之重點課題之一。科進栢誠公司已於施工前監測進行相關河川水質採樣，並以依據資料進行水質模擬評估，藉此預測施工行為對河川水質之影響。

為提升模擬結果之可信度與評估合理性，本次模擬除採用 HEC-RAS 與 WASP 進行模擬分析外，並輔以符合「環境影響評估河川水質評估模式技術規範」之質量平衡計算方式進行交叉驗證，整合泥砂來源估算與工程條件設定，以補強模式模擬結果之參考價值。後續建議施工廠商參酌本次模擬成果中對於懸浮固體控制相關建議，於實際施工階段切實落實水質維護與污染防治措施，降低對河川水質之衝擊風險。

另因本計畫跨河落墩工程位於頭前溪水源水質保護區內，且下游鄰近隆恩堰取水口，建議基礎開挖期間，針對湧水抽排水應妥善處理，不可逕行排入油羅溪及上坪溪，並視需求加強水質監測與設施功能檢查，確保下游濁度不因施工活動而異常升高。

三、依據噪音及振動模擬結果，於有防音措施下，運土路線及沙坑國小測點，噪音測值仍有略微超過法規標準之情況，雖模擬結果係以施工期間背景音量及施工期間最大噪音計算，仍請施工廠商參考建議相關降噪方法，尤其沙坑國小測點鄰近沙坑社區，於附近施工時，曾有民眾陳情空品與噪振污染影響，此測點仍會持續規劃每月一次之監測頻率，以掌握工程影響情況。

四、本計畫工程路線多位於既有道路上，對於生態之影響相對較低，然仍有部分工區(如隧道進、出水口及水管橋施工區域等)對生態之影響相對較大，目前已進入施工階段監測，故提出相關建議。以下針對施工範圍涵蓋調查點位部分，提出相關生態保育建議：

1. 陸域生態：

(1) 陸域動物：114 年上半年度各測站陸域動物種數及隻次變化未因工程施工而有明顯減少情形，仍以季節性消長為主要因素，惟後續是否有因工程噪音、車輛進出、夜間施工或其他工程行為導致野生動物數量減少或死亡之情形，後續將持續監測各季變化及分析評估。

(2) 陸域植物：目前本工程隧道銜接段於隧道進口及出口的施工，因隧道水土保持工程施工，隧道上方植被覆蓋率有明顯減少，護坡工程施工行為雖限縮於該坡面，但施工範圍較前半年略為增加，且有數株樹木及周邊草地因水泥、沙塵覆蓋死亡，建議應注意周遭植被是否被揚塵覆蓋，並固定沖洗葉面，以避免植被死亡狀況；隧道出口至台 3 線之聯通管開挖工程已開始進行，開挖整地面積明顯增加，整地之區域多為農耕地，故未對鄰近次生林造成影響，因工地鄰近三屯圳，應避免工程施工、機具油料及廢棄物污染河川水質。

建議除既有工程範圍外，施工動線應迴避周邊天然林，並保留當地原生植被環境及胸徑 10 公分以上樹木之保護、施工所使用物料、材料或廢棄物應集中堆置於現有裸地或空地，不得於其他自然棲地任意堆置。

2. 水域生態：各調查點位尚無工程施工，目前水域生物種類的消長以季節變化為主，後續將持續監測各季生態情形與周圍環境變化之相關性。上坪溪預計於 114 年 7 月開始施工，建議跨河放水段應將生態檢核之保育措施納入細部設計，確實完成沉澱池等設施，避免開挖時大量泥沙直接進入河川內，造成水生生物死亡。施工範圍應以圍籬確實區隔，相關廢棄物、污水應妥善收集禁止任意堆置或排放。

五、為降低施工對周遭生態之影響，吸引指標性物種或保育類物種棲息於生態保育補償設施內，本計畫盤點各監測站指標性物種及保育類物種並擇定適合的生態保全對象，規劃設置相關生態保育補償設施，經生態團隊評估後，選擇臺北樹蛙定為生態保育補償設施目標物種，經過現勘確認後已擇定於隧道銜接段之隧道出水進行棲地營造，後續需持續監測調查，並思考規劃讓生態

池結合生態保育與社區營造。

六、於施工前已針對計畫沿線進行文化遺址與古蹟調查之文獻資料蒐集，為落實開挖監看作業，確保妥善履行考古遺址保護之責任，施工期間監看作業將調整為：以遺址前後 100 公尺(即 200 公尺)為主要監看範圍，隨工程進度調整監看頻率，於工程行經文化遺址範圍之開挖期間內逐日(次)監看，若開挖時發現疑似考古遺留，可即時進行相關處理措施。由於本計畫之遺址範圍皆位於聯通管工程道路埋設段，分別為關西東光遺址(位於關西東光里東光國小西北側)及橫山沙坑村遺址(位於橫山鄉沙坑村派出所東側茶園)，請二標統包商提供預定施工進度，並提前於到達前述需監看位置知會科進栢誠公司，以利安排監看作業。

七、工程生態檢核執行應落實民眾參與機制，以利蒐整地方民眾與各方團體意見與建議，建議北水分署應視需求辦理地方民眾參與工作，並邀集科進栢誠公司生態檢核小組人員、相關單位、在地民眾及關心生態議題之民間團體共同參與，針對工程內容進行意見蒐集整合及溝通。

八、本計畫已完成第一、二、三標的交通維持計畫協審，並於施工現場確認相關交通管制及管理符合交通維持計畫。根據目前所掌握之工程排程，預計 114 年下半年度縣道 120 與台 3 交會處(T3)周邊將進行施工，將有道路開挖而封閉車道情形；此外，工程車輛進出將經由竹東親水公園內部道路進行跨河工程作業，鄰近監測點 68 快速道路與台 3 交會處(T4)亦可能受到影響，本計畫將會視工程進度，持續確認現場交通相關管理措施是否符合交通維持計畫，並給予建議。

九、本計畫於 113 年度之環境監測，曾因監測項目超過法規值，經確認與工程造成之原因有關，而發出環境監測異常現象通報單並提供改善建議予北水分署，且針對監測異常事件仍有持續追蹤改善情形，異常通報事件彙整如表 2，相關建議如下說明。

1. 施工廠商已於 113 年 8 月份於進、出水口加裝隔音板，後續監測已無營建噪音振動超標問題；放流水部份，已於 113 年 7 月份於進、出水口裝設污水處理設備，水質超標狀況已有明顯改善，114 年上半年度異常通報狀況與前一年度相比已明顯改善，針對施工可能造成相關環境問題，科進栢誠公司

將配合出席相關說明會或協調會，協助提供監測數據並進行說明。

2. 113 年 10 月 22 日邀集委員至工區現勘，曾反映隧道入口處工區放流水漫流可能影響側溝水質問題，經科進栢誠公司建議並與北水分署討論確認後，已建議現地污水蒐集處理進行改善，並於 113 年 12 月增加側溝下游水質監測，藉以了解工區漫地流匯入側溝後之水質狀況，在 113 年 12 月份之 pH 值有超標之情形，故建議 114 年 1 月份持續進行監測，本半年度之放流水質監測，於 114 年 2 月、5 月及 6 月仍有超標之情形。

3. 承上，施工廠商已提出矯正措施單及豪大雨地表水因應措施，後續將持續監測及觀察數據變化，確保改善後之成效，並提供該點位是否需持續監測之建議供北水分署參酌。

4. 有鑑於第一、二標之工區放流水超標狀況，針對第三標工程，建議應於施工前先行籌備工區污水處理設施，以防止影響頭前溪(隆恩堰)公共給水取水口之水質。

表 2　異常通報事件彙整表

項次	監測日	通報日	項目	說明	建議
1	114.02.21	114.03.05	放流水	隧道銜接段-3(隧道進水口)測站，即下方側溝點位之懸浮固體測值為50.2 mg/L，超過放流水標準(30 mg/L)。	建議請施工單位注意環境管理，避免因漫地流狀況造成污染問題，並請施工廠商注意廢水處理系統運作情形，確認系統可負荷強降雨之水量，避免因強降雨導致工區廢水溢流而來不及處理。
2	114.05.26	114.06.06	放流水	隧道銜接段-3(隧道進水口)測站，即下方側溝點位之懸浮固體測值為102 mg/L，超過放流水標準(30 mg/L)。	建議請施工單位注意環境管理，避免因漫地流狀況造成污染問題，並請施工廠商注意廢水處理系統運作情形，確認系統可負荷強降雨之水量，避免因強降雨導致工區廢水溢流而來不及處理。
3	114.06.05	114.06.17	放流水	隧道銜接段-3(隧道進水口)測站，即下方側溝點位之懸浮固體測值為 495 mg/L，超過放流水標準(30 mg/L)。	推測降雨為導致超標之主因，但仍建議施工單位注意環境管理，避免因漫地流狀況造成污染問題，並請施工廠商注意廢水處理系統運作情形，確認系統可負荷強降雨之水量，避免因強降雨導致工區廢水溢流而來不及處理，而若可能有無法負荷之情形，建議也應事先擬訂應變措施。
4	114.06.05	114.06.17	放流水	道路埋設段-4(關西二號橋下游)之懸浮固體測值為 37.1 mg/L，超過放流水標準(30 mg/L)。	經現場查勘，現場並未設置有效的泥沙削減設施或是落實土方管理，於降雨時可能進一步造成泥沙沖刷入河，加劇混濁情形，亦為可能之影響因素之一，建議請施工單位落實土方管理，避免類似情況再次發生。

第一章　前言

第一章 前言

1.1 緣起

新竹地區為臺灣科技重鎮之一，推估未來用水量有突增式成長情形，惟受臺灣地形條件、降雨時空分布差異、全球氣候變遷及極端降雨與乾旱事件之影響，實有加強新竹地區水源供應穩定，以及多元開發、調度水資源之急迫性及必要性。爰此，經濟部水利署北區水資源分署，研提「石門水庫至新竹聯通管工程計畫」(以下簡稱本開發計畫)，本開發計畫規劃自石門水庫至新竹寶二水庫引水渠道設置聯通管，如圖 1.1-1 所示，使石門水庫可擴大以原水支援新竹寶山、寶二水庫及竹東圳，提升水源設施原水調度與備援能力，達到整體水資源聯合運用之效果。

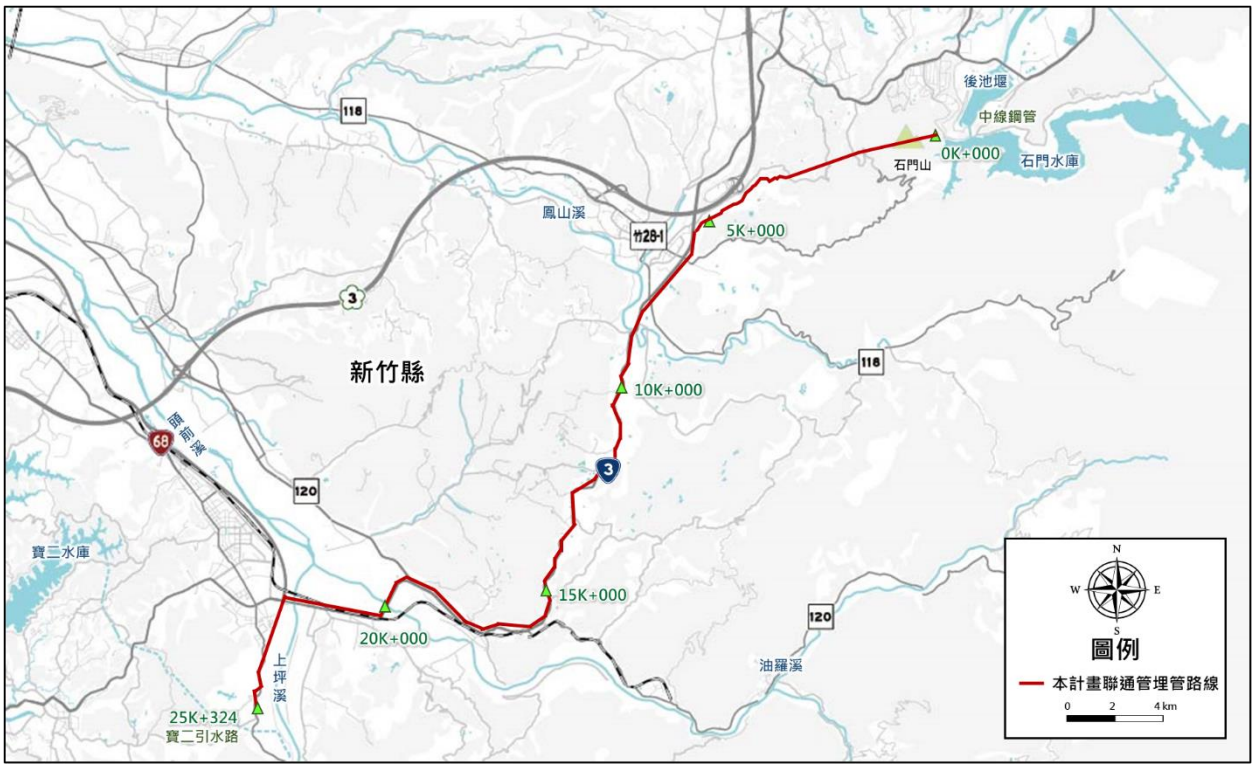


圖 1.1-1　本開發計畫區位置圖

本開發計畫為水資源經營管理上位計畫「臺灣各區水資源經理基本計畫」(110 年 8 月核定本)項下「打造西部廊道供水管網」重點工作，且屬「珍珠串計畫」重要環節之一，順利推動將能發揮強化水資源利用及維持新竹地區供水穩定等功能；本開發計畫聯通管全長約 25.2 公里，管線穿越石門山隧道後，主要沿既有道路台 3 線下方埋管，以及以水管橋方式跨越沿線通過的溪流渠道，最終與寶二水庫

引水渠道連接，以將石門水庫原水送至新竹寶山-寶二水庫。聯通管線全線規劃分成隧道銜接段、道路埋設段及跨河放水段等三標工程發包施工，完工後將使新竹地區於枯水期間具備石門水庫水源調度至新竹地區每日 30 萬噸之緊急供水備援能力。

1.2 依據

由於本計畫屬於抗旱救旱或臨時緊急狀況備援輸水設施，依「開發行為應實施環境影響評估細目及範圍認定標準」第 13 條第 3 項規定，奉經濟部於 110 年 9 月 9 日以經水字第 11004604870 號函同意免實施環境影響評估。然而，本開發計畫之施工行為對其管線施工通過地區之周圍環境將有不同程度之影響，為瞭解工程開發期間對環境之影響程度，爰擬「石門水庫至新竹聯通管工程計畫環境監測分析」(以下簡稱本計畫)，於施工前及施工階段進行各項環境監測工作，並記錄工程開發期間周遭環境及生態因子之變化狀況，以便於後續施工期間若影響超出環保法規相關標準及造成周遭環境品質劣化時，能適時採取減輕對策降低負面影響，同時能更有效督導施工廠商確實遵照環保相關法令進行施工，期以維護工區周遭之環境品質，以免間接引起民怨陳抗，俾利工程順利推展。

本計畫係依據招標文件中委託執行說明書所擬定之環境監測計畫而執行，由於本開發計畫因免辦理環境影響評估，因此並未執行環境現況調查與未來施工之污染模擬評估作業，故未能事先預測未來施工行為對於工程路線周遭環境之影響程度，為瞭解工程開發範圍之環境特性，針對本開發計畫周遭環境之敏感區位進行查詢與確認，表 1.2-1 為沿線各敏感區位查詢彙整表。

由表 1.2-1 可知，本開發計畫沿線之敏感區位包括有經過河川區域、考古遺址、飲用水水源水質保護區、水庫集水區、保安林及森林區等一級敏感區；而且部分區域亦位於地質敏感區、具有淹水潛勢區、山坡地、自來水水質水量保護區、主要河川級重要濕地等二級敏感區；此外，桃園市整體之 $PM_{2.5}$ 與臭氧八小時及新竹縣臭氧八小時值均屬空氣品質三級防制區，而本計畫工程沿線經過關西、橫山與竹東等三處都市計畫區，屆時工程施工將對計畫沿線周遭環境之空品、噪振、交通等均有所影響，甚至造成周邊區域民眾之陳情抗爭，故未來需加強監測分析，以及早準備及因應。

表 1.2-1　本開發計畫所經過之敏感區位彙整表

分類	項目	敏感區位
第一級敏感區位		
災害敏感	河川區域	管線通過油羅溪及上坪溪屬河川區域
文化景觀敏感	考古遺址	台 3 線關西地區有經過考古遺址區域
資源利用敏感	飲用水水源水質保護區或飲用水取水口一定距離	本聯通管工程起點位於飲用水水源水質保護區內；聯通管連接寶二引水渠道位於飲用水取水口一定距離內
	水庫集水區(供家用或供公共給水)	含石門水庫、油羅溪及上坪溪區域屬水庫集水區範圍
	森林(國有林事業區、保安林等森林區)	石門山位於保安林區
	森林(區域計畫劃定之森林區)	石門山位於區域計畫劃定之森林區
第二級敏感區位		
災害敏感	地質敏感區(活動斷層、山崩與地滑、土石流)	石門山部分區域及上坪溪沿線局部區域屬山崩與地滑敏感區
	淹水潛勢	台 3 線跨越鳳山溪、油羅溪及上坪溪大部分區域均為淹水潛勢區
	山坡地	工程沿線大多屬於山坡地區域
資源利用敏感	自來水水質水量保護區	含石門水庫、油羅溪、頭前溪及上坪溪區域屬自來水水質水量保護區
其他	主要河川	石門水庫及經過油羅溪及上坪溪區域屬主要河川區
	重要濕地	油羅溪橋與竹東大橋下游區域為重要濕地區域
其他經中央主管機關認定有必要調查之環境敏感地區		
空氣污染三級防制區		桃園市 $PM_{2.5}$ 與臭氧八小時及新竹縣臭氧八小時值均屬之
經過關西、橫山及竹東等三個都計區，因施工衍生空品、噪振、交通及民意等影響		

註：科進栢誠公司查詢彙整。

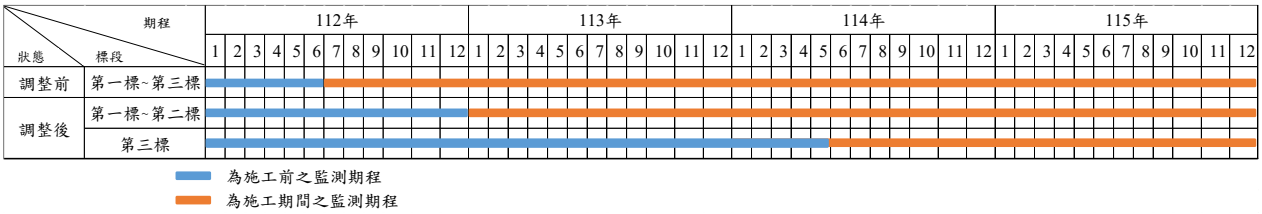
有關監測作業頻率及監測項目之擬定，本計畫除分析沿線施工可能對於環境之影響的敏感點外，亦參考「曾文南化聯通管工程環境監測及生態檢核」計畫，借鏡此案施工可能對於環境及生態造成之影響，因而擬定本計畫之環境監測計畫。

1.3 監測執行時間

整體工作期程自 111 年 12 月 1 日起執行至 115 年 12 月 31 日止，並依公共工程委員會頒布「公共工程生態檢核注意事項」執行生態檢核。

依據工作執行計畫書審查委員意見，施工前之環境背景監測應涵蓋一年四季之調查數據，配合各標工程發包進度調整，為充分瞭解各季別之環境背景及增加施工前生態環境調查之努力量，科進栢誠公司已於 112 年執行施工前一整年之環境監測，有關環境監測調查作業之調整時程差異整理如表 1.3-1。

表 1.3-1　環境監測調查作業之調整時程差異表



註：第一、二標已於 113 年第一季(113 年 1 月至 3 月)進入施工期；第三標已於 114 年 6 月進入施工期，並仍在進行相關計畫書提送，將視後續實際施工現況進行監測調整。

為利本計畫得以順利推行，依據工程之施工期間與進度進行環境監測工作，共計執行 4 年。第一、二標於工程施工前開始進行施工前 1 年(112 年 1 月~112 年 12 月)與施工期間 3 年(113 年 1 月~115 年 12 月)之環境監測；第三標於 114 年 6 月進入施工期，惟目前主要為施工前準備作業，尚未開始有施工行為。此次半年監測成果報告為本計畫第 3 年上半年監測成果彙整，執行期間為 114 年 1 月至 6 月(共兩季)，各分項執行進度如表 1.3-2 所示。

表 1.3-2 石門水庫至新竹聯通管工程計畫環境監測分析分項進度表

監測項目 \ 年 / 季別	112年								113年								114年								115年								實際實行站次	預計執行站次	實際執行百分比(%)
	第1季		第2季		第3季		第4季		第1季		第2季		第3季		第4季		第1季		第2季		第3季		第4季		第1季		第2季		第3季		第4季				
	第1季次		第2季次		第3季次		第4季次		第5季次		第6季次		第7季次		第8季次		第9季次		第10季次		第11季次		第12季次		第13季次		第14季次		第15季次		第16季次				
	預計	實際	預計	實際	預計	實際	預計	實際	預計	實際	預計	實際	預計	實際	預計	實際	預計	實際	預計	實際	預計	實際	預計	實際	預計	實際	預計	實際	預計	實際	預計	實際			
空氣品質	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	8		8		8		8		8		8		81	128	63%
環境噪音振動	8	8	8	8	8	8	8	8	16	13	16	13	16	16	16	13	16	13	16	17	16		16		16		16		16		16		117	240	49%
營建噪音振動	-	-	-	-	-	-	-	-	27	2	27	10	27	10	27	10	27	11	27	12	27		27		27		27		27		27		55	378	15%
交通量	4	4	4	4	4	4	4	4	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8		8		8		8		8		8		64	120	53%
河川水文水質	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		3		3		3		3		3		30	48	63%
工區放流水	-	-	-	-	-	-	-	-	9	1	9	6	9	6	9	7	9	15	9	21	9		9		9		9		9		9		56	126	44%
地下水質	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		3		3		3		3		3		30	48	63%
陸域生態	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7		7		7		7		7		7		70	112	63%
水域生態	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6		6		6		6		6		6		60	96	63%
文化遺址與古蹟調查	-	-	1	1	-	-	-	-	3	-	3	-	3	-	3	-	3	-	3	-	3		3		3		3		-		-		1	31	3%
生態檢核	-	-	1	1	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1		1		1		1		1		7	16	44%

註 1：灰底處為目前已執行之監測作業，112 第 1 季至第 4 季為施工前之監測，第一標隧道銜接段及第二標道路埋設段於 113 年 1 月進入施工期間監測，第三標跨河放水段於 114 年 6 月進入施工期間監測。

註 2：各項目實際執行配合工程展開進度調整。

註 3：因第三標三站測站環境噪音測值，於 113 年 7 月時同時突破歷次最大值，因此 113 年第三季調整監測頻率為 2 次。

註 4：營建噪音及放流水監測配合第一標及第二標進入施工期安排監測作業。

註 5：施工前之文化遺址與古蹟調查應執行數量為 1 次，施工期間調整為於遺址範圍之開挖期間內逐日(次)監看，目前施工進度尚未達到需調查之敏感點位置。

註 6：生態檢核為規劃設計階段調查 1 次，施工階段每季 1 次，完工後執行 1 次。

註 7：「-」表示此項監測項目需配合工程進度，故尚未執行。

註 8：因應施工現況，114 年 6 月起沙坑國小空氣品質及噪音及振動之監測頻率調整為每月 1 次。

1.4 執行監測單位

「石門水庫至新竹聯通管工程計畫」之監測項目包括空氣品質、環境噪音振動、營建噪音振動、交通流量、河川水文水質、地下水、工區放流水、生態調查(含陸域生態及水域生態)、文化遺址與古蹟調查等九項及依據工程會規定所執行之生態檢核覆核作業等。各監測項目由專業監測單位負責調查，再由科進栢誠公司負責統合整理及分析監測數據，而生態檢核作業則是由科進栢誠公司負責生態檢核的團隊負責，於每半年完成各項工作後即彙整編輯各階段報告並完成相關工作，各監測項目之負責單位如下列所示，檢測執行單位之認證資料詳如附錄 1。

(一) 空氣品質：台灣檢驗科技股份有限公司。

(二) 環境噪音振動：台灣檢驗科技股份有限公司。

(三) 營建噪音振動：台灣檢驗科技股份有限公司。

(四) 交通量：台灣檢驗科技股份有限公司。

(五) 河川水質水文：台灣檢驗科技股份有限公司。

(六) 地下水：台灣檢驗科技股份有限公司。

(七) 工區放流水：台灣檢驗科技股份有限公司。

(八) 生態調查：民享環境生態調查有限公司。

(九) 文化遺址與古蹟調查：龍門顧問有限公司。

第二章　監測內容概述

第二章 監測內容概述

2.1 工程規劃及進度

依據「石門水庫至新竹聯通管工程計畫可行性規劃階段報告」及「石門水庫至新竹聯通管工程基本設計報告」，本開發計畫主要為銜接石門水庫至新竹寶二水庫之輸配水管線興建，可擴大以石門水庫原水備援新竹地區每日 30 萬噸，完成後將可強化桃園石門水庫與新竹寶山-寶二水庫及竹東圳水源聯合調度運用。

基本設計階段之工程布置大致可分為隧道銜接段、道路埋設段及跨河放水段。本工程起點於石門水庫中線鋼管分歧新設 ϕ 2,000 mm 輸水管，取水後即施設隧道送水通過石門山，再沿竹 28-1 鄉道轉台 3 線於道路下方埋管，另以鋼管形式分別設置水管橋通過鳳山溪、油羅溪及上坪溪後，於上坪溪高灘地埋管，再轉堤外高灘地道路埋設，至寶山第二水庫之引水渠道止，本工程路線全長 25,210.8 公尺，各段路線詳表 2.1-1，工程總平面圖詳圖 2.1-1。

表 2.1-1 本開發計畫聯通管分段路線一覽表

分段名稱	里程	銜接位置	路線說明	長度(m)
(1)隧道銜接段	0k-22.27~ 5k+844.14	分層取水工中線鋼管	中線鋼管-竹 28-1	5,866.41
(2)道路埋設段	5k+844.14~ 17k+000	台 3 線	台 3 線-橫山鄉	11,155.86
(3)跨河放水段	17k+000~ 25k+210.8	竹東大橋	橫山鄉-上坪溪左岸高灘地-寶二水庫引水渠道	8,210.80
路線全長				25,210.8

資料來源：「石門水庫至新竹聯通管工程基本設計報告」審定本，112.01。

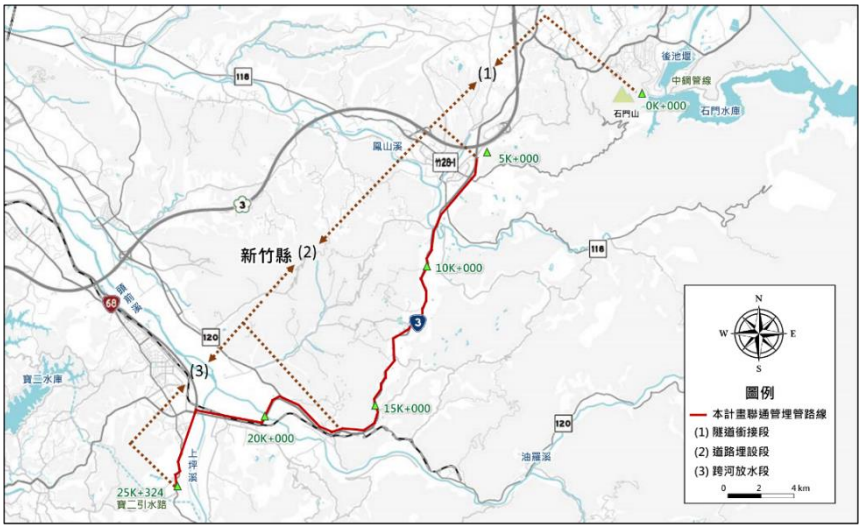
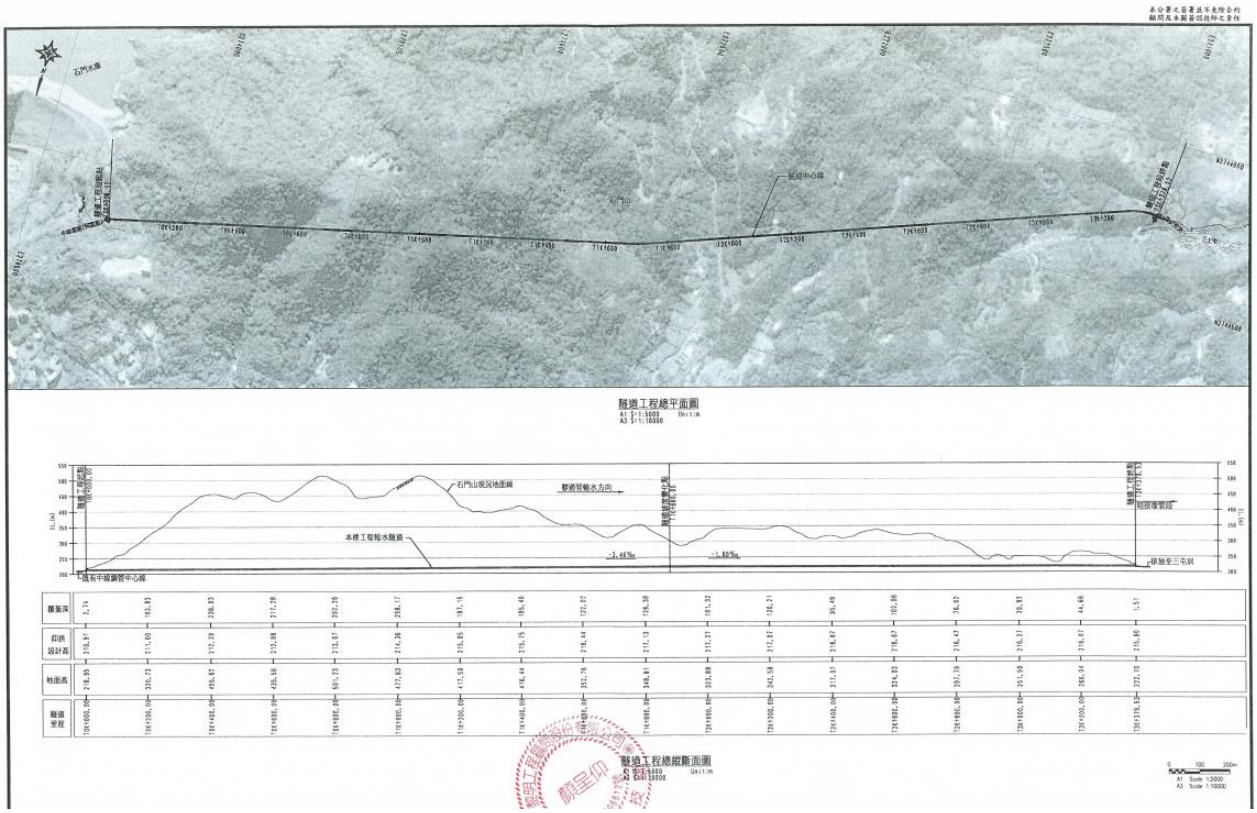


圖 2.1-1 本開發計畫聯通管工程定案路線圖

一、工程規劃

(一)隧道銜接段

本工程起點為石門水庫分層取水工中線鋼管里程 P’0+28.2 位置，分歧新設§2,000 公釐輸水管路。起點於石門水庫中線道路以明挖方式埋設，並且於中線道路側設置一條輸水隧道，內置本輸水管路，隧道里程為 0K+000~3K+382.3，隧道長度 L = 3,382.3 公尺，為中間高，向兩側 0.35%及 0.1%雙斜之設計，隧道斷面寬 5.6 公尺，高 5.9 公尺，為倒 D 形斷面，隧道平縱剖面詳圖 2.1-2。



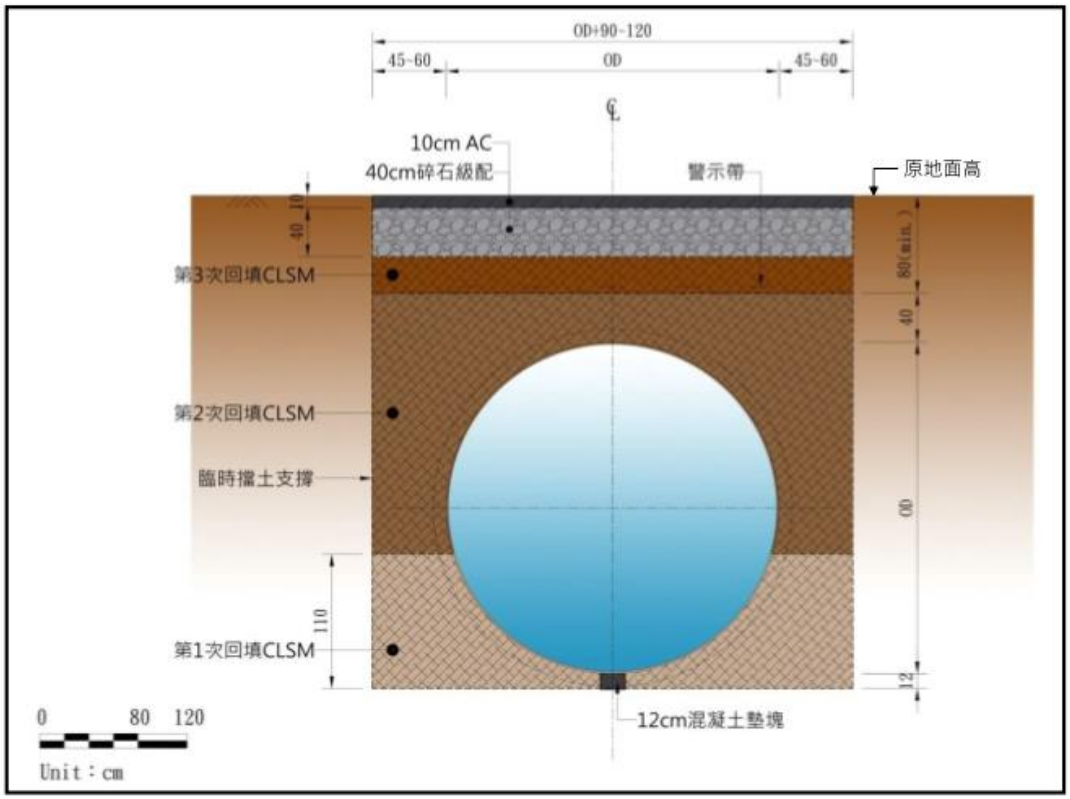
註：資料來源為「石門水庫至新竹聯通管隧道銜接段工程聯通管隧道工程細部設計圖」第三版核定版，民國 114 年 4 月。

圖 2.1-2　本開發計畫工程隧道段平縱面圖

輸水管路於隧道出口後，以明挖方式先沿既有三屯圳旁埋設，至里程 3K+913.13 後埋設於既有竹 28-1 鄉道，並於里程 5K+844.14 與台 3 線銜接。此部分路段除須考量輸水管路埋設之路幅寬度外，於隧道施工期間尚需保有一條大型機具及物料進出之施工道路，故於路線里程 3K+817 起至 5K+844.14 路線範圍，需進行道路拓寬預計至 7.0 公尺。

(二)道路埋設段

本段路線起點為台 3 線與竹 28-1 鄉道交叉口，至過竹東大橋後止，計畫里程 5k+844.14 至 17k+000，主要沿既有台 3 線道路底下埋設，大多以明挖方式設計施工，過河段以水管橋或水底橋設計，部份遭遇橫交構造物或考量水力坡降，則以推管方式設計施工。主要之明挖段埋設位置係於台 3 線道路北上或南下之內側車道，其埋管深度為 1.2 公尺，開挖寬度為 3.2~3.6 公尺，開挖深度為 3.3 公尺，管頂距路面 1.2 公尺以上，遇既有小型橫交管渠等，可將其吊掛支撐，管線於其下方通過。管溝開挖時採用鋼鈑樁進行擋土支撐，橫向支撐則採用 H 型鋼及油壓千斤頂，管溝寬度至少為管體外徑加 1.2 公尺，以利施工人員進出及安裝管體。輸水管路埋設完成後，管溝以 CLSM 分層澆置回填，可避免管溝沉陷損及道路及管體；地表下方採用 40 公分原碎石級配底層回填壓實，再鋪設 10 公分 AC，以確保路基路面安全舒適，明挖段標準斷面如圖 2.1-3。



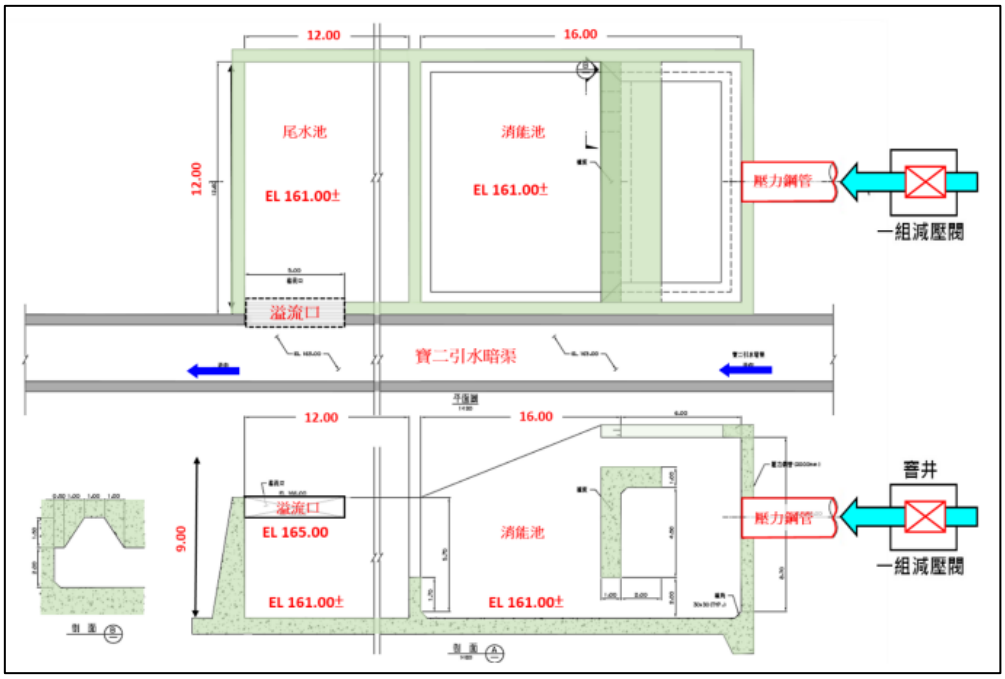
註：資料來源為「石門水庫至新竹聯通管工程基本設計報告」審定本，民國 112 年 1 月。

圖 2.1-3　本開發計畫工程明挖段標準斷面圖

(三)跨河放水段

本段路線起點為橫山國中，輸水管路先沿堤外高灘地埋設後，沿軟橋堤防水防道路埋設，再接至寶二水庫引水渠道放水，本段計畫里程 17K+000 至 25K+210.8。

本段路線皆以明挖方式埋設，並於銜接至寶二水庫引水渠道前設置緩衝槽，進緩衝槽前採用一組減壓閥局部消能後，再進入緩衝槽，緩衝槽布置如圖 2.1-4，此方案緩衝槽為沖擊式消能，主體結構在壓力鋼管出口處設置消能擋板，使其水流沖擊之並消散剩餘能量，其後落入消能池內，本方案槽體長度 L＝32.4 公尺，寬度 W＝14.4 公尺，池底高程 159.34 公尺，溢流口高程 165.44 公尺。緩衝槽出口端則採溢流口形式設置，使池水以溢流方式引入寶二引水暗渠。



註：資料來源為「石門水庫至新竹聯通管工程基本設計報告」審定本，民國 112 年 1 月。

圖 2.1-4　本開發計畫工程出水口緩衝槽平剖面圖

(四)水管橋及水底橋

本工程全線共設 7 座水管橋及 2 座水底橋，用以跨越輸水管路沿線之河川及溪溝，水管橋由北至南分別為關西二號水管橋、南華水管橋、新城水管橋、太平水管橋、北沙坑水管橋、油羅溪水管橋(含頭份林溪)及竹東大橋水管橋；水底橋由北至南分別為苧子園水底橋及南沙坑水底橋。除油羅溪水管橋及竹東大橋水管橋超過 300 公尺外，其餘橋皆小於 60 公尺。

(五)推管段

本工程於埋設聯通管線路線中，因考量地形條件及水力坡降、地上與地下障礙物等因素，無法採用明挖覆蓋工法，須於沿線三處採水平推管方式穿越，避免影響既有結構物與管線之營運情形。

第一段於里程 15k+393.60 至 16K+392.49，推管長度為 941.85 公尺，因此處地形地勢較高，故依據水力坡降布設推管；第二段推管於里程 17k+625.49~17k+779.77，推管長度為 154.28 公尺，該處存在既有二處地下人行道，提供大肚國小對外之人行通道使用，故布設由下方穿越；第三段於里程 20k+179.49~20k+241，推管長度為 61.52 公尺，該處為台鐵內灣支線中豐路平交道，故於平交道二端分別設置推管工作井，藉水平推進工法於台鐵沿線下方穿越。

本計畫之監測作業需配合現場實際工程施工方式進行滾動調整，以使監測成果合理且具有代表性，以下彙整各路段里程之施工方式如表 2.1-2，以作為後續執行施工監測配合調整之參考依據，由於部分工程相關計畫尚未完全完成核定，待核定後將更新相關工程資訊，目前監測安排將會依據各標執行進度及職業安全衛生管控會議之工程現況進行監測安排及調整，以符實際現況。

表 2.1-2　本開發計畫各里程施工方式一覽表

里程		施工方式	路段	走向	長度(m)	備註
起	迄					
-0K+022.27	0K+000.00	明挖	-	-	22.27	
0K+000.00	3K+382.30	隧道	-	-	3382.3	
3K+382.30	3K+913.13	明挖	三屯圳旁	-	530.83	
3K+913.13	5K+844.14	明挖	竹 28-1 鄉道	-	1931.01	
5K+844.14	7K+138.14	明挖	台 3 線 58.2K~59.5K	南下側	1294	
7K+138.14	7K+198.14	水管橋	台 3 線 59.5K~59.6K	下游測	60	關西水管橋
7K+198.14	8K+545.73	明挖	台 3 線 59.6K~60.9K	南下側	1347.59	
8K+545.73	8K+610.73	水管橋	台 3 線 60.9K~61.0K	下游測	65	南華水管橋
8K+610.73	9K+045.63	明挖	台 3 線 61.0K~61.4K	南下側	434.9	
9K+045.63	9K+070.63	水底橋	台 3 線 61.4K	下游測	25	苧子園水底橋
9K+070.63	10K+033.61	明挖	台 3 線 61.4K~62.3K	南下側	962.98	
10K+033.61	10K+053.61	水管橋	台 3 線 62.3K	下游測	20	新城水管橋
10K+053.61	10K+483.72	明挖	台 3 線 62.4K~62.8K	南下側	430.11	
10K+483.72	10K+513.72	水管橋	台 3 線 62.8K	下游測	30	太平水管橋
10K+513.72	12K+828.23	明挖	台 3 線 62.8K~65.2K	南下側	2314.51	
12K+828.23	12K+853.23	水管橋	台 3 線 65.2K	下游測	25	北沙坑水管橋
12K+853.23	13K+968.12	明挖	台 3 線 65.2K~66.4K	13K+500 前：南下側 後：北上側	1114.89	
13K+968.12	14K+010.76	水底橋	台 3 線 66.4K	上游測	42.64	南沙坑水底橋
14K+010.76	15K+506.32	明挖	台 3 線 66.4K~67.6K	北上側	1495.56	
15K+506.32	16K+448.17	推管	台 3 線 67.6K~68.7K	-	941.85	水理需求
16K+392.49	17K+625.49	明挖	台 3 線 68.7K~69.9K	北上側	1233	
17K+625.49	17K+779.77	推管	台 3 線 69.9K~70.0K	-	154.28	國小地下道
17K+779.77	19K+676.72	明挖	台 3 線 70.0K~71.9K	北上側	1896.95	
19K+676.72	20K+098.08	水管橋	台 3 線 71.9K~72.4K	下游測	421.36	油羅溪水管橋
20K+098.08	20K+179.48	明挖	台 3 線 72.4K	南下側	81.4	
20K+179.48	20K+241.00	推管	台 3 線 72.4K~72.5K	-	61.52	鐵路內灣支線
20K+241.00	21K+861.27	明挖	台 3 線 72.5K~74.1K	北上側	1620.27	
21K+861.27	22K+291.27	水管橋	台 3 線 74.1K~74.5K	上游測	430	竹東大橋
22K+291.27	25K+210.80	明挖	上坪溪左岸高灘地	-	2919.53	

註 1：資料來源為「石門水庫至新竹聯通管工程基本設計報告」審定本，民國 112 年 1 月。

註 2：資料來源為「石門水庫至新竹聯通管隧道銜接段工程聯通管隧道工程細部設計圖」第三版核定版，民國 114 年 4 月。

註 3：資料來源為「石門水庫至新竹聯通管道路埋設段工程整體工程布置細部設計圖」第一版核定版，民國 113 年 3 月。

二、工程進度

本開發計畫分三標施工，截至 113 年 12 月 31 日，各標皆已完成發包作業，第二標道路埋設段工程及第一標隧道銜接段分別於 112 年 7 月 5 日及 112 年 7 月 18 日決標，第三標跨河放水段則於 113 年 7 月 15 決標，截至 114 年 6 月 30 日，各標實際進度詳表 2.1-3，第一標於 113 年 3 月開始施工、第二標於 113 年 4 月開始施工，第三標於 114 年 6 月開始進入施工期，目前主要為施工前準備作業，後續將密切與各標之統包商保持聯絡，以配合實際工程進度與工程位置執行相關監測作業。

表 2.1-3　本開發計畫工程進度

各工程項目	預定進度	實際進度	備註
第一標(隧道銜接段)	13.87%	30.99%	112 年 7 月 18 日決標，113 年 3 月開始施工。目前進口端進行隧道開挖作業、噴漿作業；出口端進行隧道開挖作業、噴漿作業、鋼軌樁作業、埋管作業。整體工程預計 117 年 6 月 23 日完工。
第二標(道路埋設段)	52.24%	52.45%	112 年 7 月 5 日決標，113 年 4 月開始施工。目前進行鋼軌樁作業、埋管作業、推進工程。整體工程預計 115 年 11 月 10 日完工。
第三標(跨河放水段)	2.56%	2.66%	113 年 7 月 15 日決標，114 年 6 月開始施工，細設尚在審核中。目前進行鋼軌樁作業、埋管作業。整體工程預計 117 年 5 月 20 日完工。

註：統計至 114 年 06 月 30 日止。

2.2 監測情形概述

114 年上半年度之各項環境監測結果，與環境品質標準測值比對分析之摘要內容，請參考表 2.2-1 之內容，監測工作執行期間為使各項環境因子數據可有效發揮監測成效及達到預先防範與警戒之目的，各項環境因子監測結果與數據分析，詳載於第三章，後續工作建議則於第四章詳述之，原始數據請參閱附錄 4。

表 2.2-1 114 年上半年度環境監測情形概述

監測類別	監測結果摘要	因應對策
空氣品質	114 年上半年度監測結果，除第一季(1-3 月)於隧道出口處(A1)與運輸路線(A8)$PM_{2.5}$日平均值，以及沙坑國小(A4)與員崠國小(A7)O_3最大八小時有超標情形；第二季(4-6 月)於沙坑國小(A4)、員崠國小(A7)及運輸路線(A8)O_3最大八小時有超標情形，其餘測站測項均可符合空氣品質標準。 在警戒值比對部分，將工程進度與警戒值超標時間相互比對，第一季(1-3 月)1 月隧道出口處(A1)PM_{10}、$PM_{2.5}$、NO_2最大小時平均值超過警戒值。東光國小(A3)1 月 CO 最大八小時平均值及O_3最大八小時平均值有高於警戒值之情形。沙坑國小(A4)NO_2最大小時平均值超過警戒值。橫山國中(A5)NO_2最大小時平均值、O_3最大小時平均值及最大八小時平均超過警戒值。大肚國小(A6)、員崠國小(A7)O_3最大小時平均值及最大八小時平均超過警戒值。運輸路線(A8)PM_{10}、$PM_{2.5}$超過警戒值；第二季(4-6 月)4 月於關西高級中學(A2)CO 最大小時平均值及最大八小時平均值超過警戒值。沙坑國小(A4)CO 最大八小時平均值超過警戒值。運輸路線(A8)O_3最大小時平均值及最大八小時平均值超過警戒值。5 月於東光國小(A3)NO_2最大小時平均值及 CO 最大八小時平均值超過警戒值。	第一季(1-3 月)超標測站與鄰近環境部測站(龍潭及竹東)同日同時段進行比對，在龍潭測站 $PM_{2.5}$ 日平均值，以及龍潭與竹東測站 O_3 最大八小時平均值亦有超標情形，推測可能受大環境影響導致超標；第二季(4-6 月)超標測站為同日監測，員崠國小(A7)測站屬第三標工程，4 月時為施工前監測尚未有施工行為，沙坑國小(A4)、員崠國小(A7)及運輸路線(A8)，經與環境部測站(龍潭及竹東)小時平均值比較，顯示測值差異不大，判斷受大環境影響有偏高之情形。 在警戒值比對部分，第一季(1-3 月)與鄰近環境部測站(龍潭及竹東)同日平均值測值比較顯示，測值與鄰近環境部測站上升趨勢相近，推測警戒值超標為整體環境背景較差導致；第二季(4-6 月)運輸路線(A8)測站測值與環境部測站(龍潭及竹東)同日平均值測值比較顯示，兩者監測數值變化趨勢相近，推測此測站警戒值超標受大環境變化影響。而在其餘警戒值超標測站目前並無施工行為，因此推測此次超標屬環境背景影響。 且大部分介於鄰近環境部測站(龍潭及竹東)111~113 年同月份日平均值歷史數據區間內，判斷監測結果屬環境背景影響，後續將再持續追蹤測值變化是否受工程影響。

註：空氣品質監測位置詳圖 3.1-1，p.3-2。

表 2.2-1 114 年上半年度環境監測情形概述(續 1)

監測類別	監測結果摘要	因應對策
環境噪音振動	隧道出口處(NV1) 114 年上半年度監測結果，4 月假日夜間超出第二類一般地區環境音量標準。 沙坑國小(NV4) 114 年上半年度監測結果，1 月平日日間與 6 月平假日日間及夜間超出第二類一般地區環境音量標準。 其餘各測站噪音測值均可符合環境音量標準；振動測值亦均可符合參考之日本振動規制法施行規則基準。 警戒值比對部分，將工程進度與警戒值超標時間相互比對，在隧道出口處(NV1) 4 月假日夜間及 5 月假日日間，運輸路線(NV8) 3 月平日夜間超過警戒值，其餘超過警戒值之測站皆未有施工行為。	隧道出口處(NV1) 經監測當日現場環境及錄音檔比對，在 4 月假日夜間受動物聲響(犬吠)而導致超標，後續將持續觀察測值變化。 沙坑國小(NV4) 經監測當日現場環境及錄音檔比對，1 月平日日間為除草機聲導致超標；6 月平假日日間測值超標原因主要為動物聲響(蟲鳴或鳥叫等)導致。鄰近工區距離沙坑國小測站(NV4)尚有大約 700 公尺，後續將持續關注工程進度及測值變化。 整體而言，錄音檔比對結果，監測結果屬環境背景影響而超標，後續將持續追蹤測值變化情形。 警戒值比對部分，回聽當日監測錄音檔，推測在隧道出口處(NV1)4 月假日夜間受動物聲響(犬吠)而導致超標，5 月假日日間受周圍民眾唱歌影響而導致超標。運輸路線(NV8) 3 月平日夜間超過警戒值，因本工程未於夜間運送土方，推測超標屬環境背景影響，非本工程導致。

註：環境噪音振動監測位置詳圖 3.2-1，p.3-56。

表 2.2-1 114 年上半年度環境監測情形概述(續 2)

監測類別	監測結果摘要	因應對策
營建噪音振動	114 年上半年度監測結果，各測站均可符合營建工程噪音管制標準及環境振動管理指引之參考值。	—
河川水文水質	114 年上半年度監測結果，除鳳山溪南華橋(W1)各季次之總磷及大腸桿菌群測值，以及上坪溪竹東大橋(W3)2 月之總磷、5 月之 pH 值和各季次之大腸桿菌群測值未符合甲類陸域地面水體水質標準，其餘皆符合各地面水體水質標準。 在警戒值比對部分，超過警戒值之測站為施工前或監測時尚無施工行為。	本計畫跨河段工程尚未展開，油羅溪油羅溪橋(W2)及上坪溪竹東大橋(W3)為施工前監測，監測結果屬環境背景狀況。 鳳山溪南華橋（W1）目前屬於施工期間監測範疇，惟本區尚未實際進行施工作業，因此現階段監測數據可視為施工期間之環境背景值。施工前監測結果顯示，該測站之總磷及大腸桿菌群背景值皆有超標情形，推測可能受鄰近排水匯入影響，導致測值偶有偏高情形，將持續追蹤測值變化情形。
交通流量	114 年上半年度監測結果，各路口服務水準介於 A~C 之間，車流通行狀況介於良好至可接受的範圍，尚無異常狀況發生。	各路口監測期間均未有施工行為，故 114 年上半年度監測結果屬環境背景值。根據目前所掌握之工程排程，預計 114 下半年度縣道 120 與台 3 路口(T3)周邊將進行施工，將有道路開挖而封閉車道情形，此外，工程車輛進出將經由竹東親水公園內部道路進行跨河工程作業，鄰近監測點 68 快速道路與台 3 交會處(T4)亦可能受到影響，屆時將持續追蹤測值變化。

註 1：河川水文水質監測位置詳圖 3.4-1，p.3-101。

註 2：交通流量監測位置詳圖 3.7-1，p.3-164。

表 2.2-1 114 年上半年度環境監測情形概述(續 3)

監測類別	監測結果摘要	因應對策
工區放流水質	114 年上半年度監測結果，除隧道銜接段-3(隧道進水口，即側溝)2 月、5 月及 6 月之懸浮固體，道路埋設段-3(關西二號橋上游)5 月及 6 月之懸浮固體，道路埋設段-4(關西二號橋下游)6 月之懸浮固體，超出放流水標準外，其餘測站測項皆符合放流水標準。	道路埋設段-3(關西二號橋上游)位於工區上游，並未受本工程施工行為影響，研判屬環境背景值。隧道銜接段-3(隧道進水口)可能因採樣前因連日降雨，沖刷之逕流廢水亦匯流至下方側溝，因此懸浮固體有超標情形。道路埋設段-4(關西二號橋下游)可能因採樣前連日降雨，造成地表逕流攜帶泥沙進入河川，導致水質混濁。此外，經現場查勘，現場且未設置有效的泥沙削減設施或是落實土方管理，於降雨時可能進一步造成泥沙沖刷入河，加劇混濁情形，亦為可能之影響因素之一。 針對隧道銜接段-3(隧道進水口)之懸浮固體超標情形，推測降雨為導致超標之主因，但仍建議施工單位注意環境管理，避免因漫地流狀況造成污染問題，並請施工廠商注意廢水處理系統運作情形，確認系統可負荷強降雨之水量，避免因強降雨導致工區廢水溢流而來不及處理，而若可能有無法負荷之情形，建議也應事先擬訂應變措施。而針對道路埋設段-4(關西二號橋下游)之懸浮固體測值超標情形，建議請施工單位落實土方管理，避免類似情況再次發生。

表 2.2-1 114 年上半年度環境監測情形概述(續 4)

監測類別	監測結果摘要	因應對策
地下水文水質	114 年上半年度監測結果，除橫山(U2) 1 月之氨氮、鐵、鉛測值，竹東(U3)1 月之鐵及鉛測值有未符合第二類監測標準之情形，其餘皆符合第二類地下水污染監測標準。 在警戒值比對部分，在關西(U1)1 月總硬度及 4 月錳測值，橫山(U2)6 月硝酸鹽氮測值超過警戒值，其餘超過警戒值之測站皆未有施工行為。	本計畫工程，橫山(U2)為施工期間監測，施工前監測結果氨氮、鐵及鉛測值皆有超標之情形，判斷受背景影響，竹東(U3)為施工前監測，後續將於第三標工程展開後持續追蹤測值變化情形。 警戒值比對部分，關西(U1)測站 1 月總硬度及 4 月錳測值有高於警戒值之情形，本測站鄰近隧道出口處，在第一標隧道銜接段，總硬度主要污染源有： (1) 大量抽取地下水可能會改變水流動的模式，使得水與含鈣、鎂的礦層接觸時間延長，進而導致硬度升高。 (2) 工業活動排放含有大量鈣和鎂的物質。 錳主要來源為： (1) 主要來自地層中含錳礦物，為常見地下水背景成分。 (2) 金屬加工、電鍍或鋼鐵相關行業，殘留含錳廢水或化學藥劑。 以上判斷污染來源與本計畫工程無關，可能為受到周邊環境影響使其測值高於警戒值之情形。橫山(U2)測站 6 月硝酸鹽氮測值有高於警戒值之情形，本測站屬第二標道路埋設段，硝酸鹽氮主要污染源為農業活動、生活污水和工業廢水，由於 6 月時鄰近工區已完工，且工區未有逕流廢水排放，推測可能受到周邊環境影響使其測值高於警戒值之情形。

註：地下水文水質監測位置詳圖 3.6-1，p.3-135。

表 2.2-1 114 年上半年度環境監測情形概述(續 5)

監測類別	監測結果摘要			因應對策
陸域生態	1.隧道進水口	維管束植物	共記錄 125 科 370 屬 572 種。喬灌木以樟科及榕屬植物為主，地被植物以耐陰性物種為主。紅皮書受脅植物記錄到 1 種瀕危(EN)(竹柏)，為人為種植於道路兩側，做景觀綠美化使用。 符合台灣入侵種資料庫的外來入侵植物有藿香薊、紫花藿香薊、落葵、白花鬼針、大花咸豐草、巴拉草、倒地鈴、舖地狼尾草、香澤蘭、成功白花菜、昭和草、南美豬屎豆、印度黃檀、非洲鳳仙花、馬纓丹、獨行菜、銀合歡、紅毛草、小花蔓澤蘭、含羞草、酢醬草、大黍、舖地黍、毛西番蓮、象草、番石榴、蓖麻、合果芋、長柄菊、巴拉草等，共計 30 種。	隧道進水口因應工程開發需求，有開發整地行為，應避免破壞周遭次生林，並定期灑水以防植被因揚塵覆蓋而死亡。 若於工程範圍內發現外來入侵種，應納入移除規劃，完工後則可於裸露處補植現地周圍原生物種如香楠、九節木、山黃麻、紅楠、豬母乳、大方榕、鵝掌柴、水金京、水冬瓜、樟 樹、澀葉榕、軟毛柿、楓香、小葉桑等。
		鳥類	共記錄 25 科 48 種 2,117 隻次，其中記錄到 5 種臺灣特有種(臺灣山鷓鴣、臺灣竹雞、五色鳥、臺灣藍鵲、小彎嘴、臺灣紫嘯鶇)、10 種臺灣特有亞種(金背鳩、小雨燕、大冠鷲、黃嘴角鴞、大卷尾、樹鵲、白頭翁、紅嘴黑鵯、山紅頭、頭烏線)及 4 種珍貴稀有之第二級保育類(大冠鷲、黑鳶、黃嘴角鴞、領角鴞)、2 種其他應予保育之第三級保育類(臺灣山鷓鴣、臺灣藍鵲)	—

註：陸域生態監測位置詳圖 3.8-1，p.3-186。

表 2.2-1 114 年上半年度環境監測情形概述(續 6)

監測類別	監測結果摘要			因應對策
陸域生態	1.隧道進水口	哺乳類	共記錄 8 科 13 種 107 隻次，其中記錄到 1 種臺灣特有種(臺灣獼猴)、6 種臺灣特有亞種(赤腹松鼠、大赤鼯鼠、臺灣葉鼻蝠、堀川氏棕蝠、鼬獾、白鼻心)	—
		兩棲類	共記錄 4 科 7 種 123 隻次，其中記錄到 3 種臺灣特有種(盤古蟾蜍、斯文豪氏赤蛙、面天樹蛙)	—
		爬蟲類	共記錄 6 科 8 種 151 隻次，其中記錄到 1 種臺灣特有種(斯文豪氏攀蜥)	—
		蝴蝶類	共記錄 5 科 12 亞科 47 種 1,246 隻次，無記錄到特有種或保育類	—

註：陸域生態監測位置詳圖 3.8-1，p.3-186。

表 2.2-1 114 年上半年度環境監測情形概述(續 7)

監測類別	監測結果摘要			因應對策
陸域生態	2.隧道出水口	維管束植物	共記錄 117 科 346 屬 538 種。喬灌木以樟科及榕屬植物為主，地被植物以耐陰性物種為主。紅皮書受脅植物記錄到 2 種瀕危(EN)(竹柏、牛樟)及 1 種易危(VU)(蒲葵)，均為人為種植於道路兩側、廟宇及庭院周圍做綠美化景觀使用。 符合台灣入侵種資料庫的外來入侵植物有藿香薊、紫花藿香薊、落葵、白花鬼針、大花咸豐草、倒地鈴、舖地狼尾草、香澤蘭、成功白花菜、昭和草、南美豬屎豆、非洲鳳仙花、馬纓丹、獨行菜、銀合歡、紅毛草、小花蔓澤蘭、含羞草、酢醬草、大黍、舖地黍、銀膠菊、毛西番蓮、象草、番石榴、蓖麻、合果芋、長柄菊、巴拉草，共計 29 種。	隧道出水口因應工程開發需求，有開發整地行為，因明挖段作業導致周圍裸露地增加，應避免破壞周遭次生林，並定期灑水以防植被因揚塵覆蓋而死亡。 若於工程範圍內發現外來入侵種，應納入移除規劃，完工後則可於裸露處補植現地周圍原生物種如水冬瓜、茜草樹、水金京、琉球雞屎樹、山龍眼、豬母乳、香葉樹、大葉釣樟、山胡椒、小梗木薑子、大葉楠、五掌楠、猿尾藤、青剛櫟、柏拉木、刺杜密、大輪月桃、燈稱花、紅果金粟蘭、羅氏鹽膚木、軟毛柿、山紅柿、杜英、薯豆、樹杞等。
		鳥類	共記錄 22 科 43 種 1,083 隻次，其中記錄到 4 種臺灣特有種(臺灣竹雞、五色鳥、臺灣藍鵲、小彎嘴)、12 種臺灣特有亞種(金背鳩、小雨燕、大冠鷲、大卷尾、黑枕藍鶲、樹鵲、褐頭鷦鶯、白頭翁、紅嘴黑鵯、粉紅鸚嘴、山紅頭、頭烏線)及 1 種珍貴稀有之第二級保育類(大冠鷲)、2 種其他應予保育之第三級保育類(紅尾伯勞、臺灣藍鵲)	—

註：陸域生態監測位置詳圖 3.8-1，p.3-186。

表 2.2-1 114 年上半年度環境監測情形概述(續 8)

監測類別	監測結果摘要			因應對策
陸域生態	2.隧道出水口	哺乳類	共記錄 10 科 14 種 26 隻次，其中記錄到 1 種臺灣特有種(臺灣刺鼠)、7 種臺灣特有亞種(堀川氏棕蝠、臺灣鼴鼠、穿山甲、臺灣野兔、鼬獾、白鼻心、山羌)及 1 種珍貴稀有之第二級保育類(穿山甲)	—
		兩棲類	共記錄 4 科 6 種 86 隻次，其中記錄到 3 種臺灣特有種(盤古蟾蜍、長腳赤蛙、臺北樹蛙)及 1 種其他應予保育之第三級保育類(臺北樹蛙)	—
		爬蟲類	共記錄 5 科 6 種 46 隻次，其中記錄到 1 種臺灣特有種(斯文豪氏攀蜥)	—
		蝴蝶類	共記錄 5 科 9 亞科 17 種 653 隻次，無記錄到特有種或保育類	—

註：陸域生態監測位置詳圖 3.8-1，p.3-186。

表 2.2-1 114 年上半年度環境監測情形概述(續 9)

監測類別	監測結果摘要			因應對策
陸域生態	3.南華橋	維管束植物	共記錄 92 科 236 屬 324 種。喬灌木以樟科及榕屬植物為主，地被植物以耐陰性物種為主。紅皮書受脅植物記錄到 1 種極危(CR)(蘭嶼羅漢松)及 2 種易危(VU)(臺灣肖楠、薪艾)，均為人為種植於道路兩側、庭院周圍做綠美化景觀使用。 符合台灣入侵種資料庫的外來入侵植物有藿香薊、紫花藿香薊、落葵、白花鬼針、大花咸豐草、倒地鈴、舖地狼尾草、香澤蘭、成功白花菜、昭和草、南美豬屎豆、馬纓丹、獨行菜、銀合歡、紅毛草、小花蔓澤蘭、含羞草、酢醬草、大黍、舖地黍、銀膠菊、毛西番蓮、象草、番石榴、蓖麻、長柄菊、巴拉草，共計 27 種。	南華橋目前尚無工程行為，後續工程應迴避周遭天然林，降低因工程行為造成之裸露地。 若於工程範圍內發現外來入侵種，應納入移除規劃，完工後則可於裸露處補植現地周圍原生物種如水冬瓜、苎草樹、水金京、琉球雞屎樹、山龍眼、豬母乳、香葉樹、大葉釣樟、山胡椒、小梗木薑子、大葉楠、五掌楠、猿尾藤、青剛櫟、柏拉木、刺杜密、大輪月桃、燈稱花、紅果金粟蘭、羅氏鹽膚木、軟毛柿、山紅柿、杜英、薯豆、樹杞等。
		鳥類	共記錄 26 科 45 種 1,678 隻次，其中記錄到 4 種臺灣特有種(臺灣竹雞、五色鳥、小彎嘴、臺灣紫嘯鶇)、12 種臺灣特有亞種(金背鳩、小雨燕、大冠鷲、黃嘴角鴞、大卷尾、黑枕藍鶲、樹鵲、褐頭鷦鶯、黃頭扇尾鶯、白頭翁、紅嘴黑鵯、山紅頭)及 2 種珍貴稀有之第二級保育類(大冠鷲、黃嘴角鴞)、1 種其他應予保育之第三級保育類(紅尾伯勞)	—

註：陸域生態監測位置詳圖 3.8-1，p.3-186。

表 2.2-1 114 年上半年度環境監測情形概述(續 10)

監測類別	監測結果摘要			因應對策
陸域生態	3.南華橋	哺乳類	共記錄 10 科 15 種 85 隻次，其中記錄到 1 種臺灣特有種(臺灣刺鼠)、6 種臺灣特有亞種(赤腹松鼠、臺灣鼴鼠、鼬獾、白鼻心、食蟹獴、山羌)及 1 種其他應予保育之第三級保育類(食蟹獴)	—
		兩棲類	共記錄 5 科 10 種 397 隻次，其中記錄到 2 種臺灣特有種(褐樹蛙、面天樹蛙)	—
		爬蟲類	共記錄 5 科 7 種 129 隻次，其中記錄到 1 種臺灣特有種(斯文豪氏攀蜥)	—
		蝴蝶類	共記錄 5 科 9 亞科 23 種 551 隻次，其中記錄到 1 種臺灣特有亞種(橙端粉蝶)	—

註：陸域生態監測位置詳圖 3.8-1，p.3-186。

表 2.2-1 114 年上半年度環境監測情形概述(續 11)

監測類別	監測結果摘要			因應對策
陸域生態	4.南沙坑橋	維管束植物	共記錄 117 科 349 屬 543 種。喬灌木以常見樟科、五加科及豆科植物為主，地被植物以耐陰性物種為主。紅皮書受脅植物記錄到 1 種極危(CR)(蘭嶼羅漢松)及 2 種易危(VU)(臺灣肖楠、蒲葵)，均為人為種植做綠美化景觀及山坡地造林使用。 符合台灣入侵種資料庫的外來入侵植物有藿香薊、紫花藿香薊、落葵、白花鬼針、大花咸豐草、倒地鈴、舖地狼尾草、香澤蘭、成功白花菜、昭和草、南美豬屎豆、非洲鳳仙花、馬纓丹、獨行菜、銀合歡、紅毛草、小花蔓澤蘭、含羞草、酢醬草、大黍、舖地黍、銀膠菊、毛西番蓮、象草、番石榴、蓖麻、合果芋、長柄菊、巴拉草，共計 29 種。	南沙坑橋目前尚無工程行為，後續工程應迴避周遭天然林，降低因工程行為造成之裸露地。 若於工程範圍內發現外來入侵種，應納入移除規劃，完工後則可於裸露處補植現地周圍原生物種如水冬瓜、苎草樹、水金京、琉球雞屎樹、山龍眼、豬母乳、香葉樹、大葉釣樟、山胡椒、小梗木薑子、大葉楠、五掌楠、猿尾藤、青剛櫟、柏拉木、刺杜密、大輪月桃、燈稱花、紅果金粟蘭、羅氏鹽膚木、軟毛柿、山紅柿、杜英、薯豆、樹杞等。
		鳥類	共記錄 31 科 50 種 1,241 隻次，其中記錄到 7 種臺灣特有種(臺灣竹雞、五色鳥、小彎嘴、大彎嘴、繡眼畫眉、臺灣紫嘯鶇)、14 種臺灣特有亞種(金背鳩、南亞夜鷹、小雨燕、大冠鷲、黃嘴角鴞、大卷尾、黑枕藍鶲、樹鵲、褐頭鷦鶯、白頭翁、紅嘴黑鵯、粉紅鸚嘴、山紅頭、頭烏線)及 2 種珍貴稀有之第二級保育類(大冠鷲、黃嘴角鴞)、1 種其他應予保育之第三級保育類(紅尾伯勞)	—

註：陸域生態監測位置詳圖 3.8-1，p.3-186。

表 2.2-1 114 年上半年度環境監測情形概述(續 12)

監測類別	監測結果摘要			因應對策
陸域生態	4.南沙坑橋	哺乳類	共記錄 9 科 13 種 29 隻次，其中記錄到 6 種臺灣特有亞種(赤腹松鼠、臺灣鼴鼠、臺灣野兔、鬚獐、白鼻心、山羌)	—
		兩棲類	共記錄 5 科 12 種 309 隻次，其中記錄到 4 種臺灣特有種(盤古蟾蜍、褐樹蛙、面天樹蛙、臺北樹蛙)及 1 種其他應予保育之第三級保育類(臺北樹蛙)	—
		爬蟲類	共記錄 7 科 9 種 76 隻次，其中記錄到 1 種臺灣特有種(斯文豪氏攀蜥)	—
		蝴蝶類	共記錄 5 科 13 亞科 35 種 398 隻次，無記錄到特有種或保育類	—

註：陸域生態監測位置詳圖 3.8-1，p.3-186。

表 2.2-1 114 年上半年度環境監測情形概述(續 13)

監測類別	監測結果摘要			因應對策
陸域生態	5.油羅溪橋	維管束植物	共記錄 84 科 226 屬 305 種。喬灌木以河道區域常見陽性先驅植物為主，地被植物同樣以陽性先驅植物為主。紅皮書受脅植物記錄到 2 種易危(VU)(臺灣肖楠、蒲葵)，為人為種植於庭院周圍、農耕地周圍做綠美化使用。 符合台灣入侵種資料庫的外來入侵植物有藿香薊、紫花藿香薊、落葵、白花鬼針、大花咸豐草、落地生根、倒地鈴、舖地狼尾草、香澤蘭、成功白花菜、昭和草、南美豬屎豆、馬纓丹、獨行菜、銀合歡、紅毛草、小花蔓澤蘭、含羞草、酢醬草、大黍、舖地黍、銀膠菊、毛西番蓮、象草、番石榴、蓖麻、長柄菊、巴拉草，共計 28 種。	油羅溪橋目前尚無工程行為，後續工程應迴避周遭天然林，降低因工程行為造成之裸露地。 若於工程範圍內發現外來入侵種，應納入移除規劃，完工後則可於裸露處補植現地周圍原生物種如相思樹、茄冬、朴樹、山羊耳、月橘等。
		鳥類	共記錄 32 科 54 種 1,439 隻次，其中記錄到 6 種臺灣特有種(臺灣竹雞、五色鳥、小彎嘴、繡眼畫眉、臺灣畫眉、臺灣紫嘯鶇)、10 種臺灣特有亞種(金背鳩、南亞夜鷹、小雨燕、大冠鷲、大卷尾、黑枕藍鶲、樹鵲、白頭翁、紅嘴黑鵯、粉紅鸚嘴)及 4 種珍貴稀有之第二級保育類(黑翅鳶、大冠鷲、領角鴞、臺灣畫眉)、1 種其他應予保育之第三級保育類(紅尾伯勞)	—

註：陸域生態監測位置詳圖 3.8-1，p.3-186。

表 2.2-1 114 年上半年度環境監測情形概述(續 14)

監測類別	監測結果摘要			因應對策
陸域生態	5.油羅溪橋	哺乳類	共記錄 10 科 14 種 96 隻次，其中記錄到 1 種臺灣特有種(臺灣刺鼠)、8 種臺灣特有亞種(赤腹松鼠、堀川氏棕蝠、臺灣鼴鼠、臺灣野兔、鼬獾、白鼻心、食蟹獴、山羌)及 1 種其他應予保育之第三級保育類(食蟹獴)	—
		兩棲類	共記錄 4 科 5 種 105 隻次，其中記錄到 2 種臺灣特有種(莫氏樹蛙、面天樹蛙)	—
		爬蟲類	共記錄 5 科 8 種 104 隻次，其中記錄到 1 種臺灣特有種(斯文豪氏攀蜥)	—
		蝴蝶類	共記錄 5 科 11 亞科 30 種 656 隻次，無記錄到特有種或保育類	—

註：陸域生態監測位置詳圖 3.8-1，p.3-186。

表 2.2-1 114 年上半年度環境監測情形概述(續 15)

監測類別	監測結果摘要			因應對策
陸域生態	6.竹東大橋	維管束植物	共記錄 86 科 222 屬 303 種。喬灌木以河道區域常見陽性先驅植物為主，地被植物同樣以陽性先驅植物為主。紅皮書受脅植物記錄到 1 種極危(CR)(蘭嶼羅漢松)，為人為種植於公園周圍做綠美化景觀使用。 符合台灣入侵種資料庫的外來入侵植物有藿香薊、紫花藿香薊、落葵、大花咸豐草、落地生根、倒地鈴、舖地狼尾草、香澤蘭、成功白花菜、昭和草、南美豬屎豆、獨行菜、銀合歡、紅毛草、小花蔓澤蘭、含羞草、酢醬草、大黍、舖地黍、銀膠菊、毛西番蓮、象草、番石榴、蓖麻、長柄菊、巴拉草，共計 26 種。	竹東大橋目前尚無工程行為，後續工程應迴避周遭天然林，降低因工程行為造成之裸露地。 若於工程範圍內發現外來入侵種，應納入移除規劃，完工後則可於裸露處補植現地周圍原生物種如相思樹、茄冬、朴樹、月橘等。
		鳥類	共記錄 23 科 41 種 1,151 隻次，其中記錄到 3 種臺灣特有種(臺灣竹雞、五色鳥、小彎嘴)、12 種臺灣特有亞種(金背鳩、南亞夜鷹、小雨燕、大卷尾、黑枕藍鶲、樹鵲、褐頭鷦鶯、白頭翁、紅嘴黑鵯、粉紅鸚嘴、山紅頭、八哥)及 4 種珍貴稀有之第二級保育類(黑翅鳶、領角鴞、八哥、臺灣畫眉)、1 種其他應予保育之第三級保育類(紅尾伯勞)	—

註：陸域生態監測位置詳圖 3.8-1，p.3-186。

表 2.2-1 114 年上半年度環境監測情形概述(續 16)

監測類別	監測結果摘要			因應對策
陸域生態	6.竹東大橋	哺乳類	共記錄 10 科 13 種 48 隻次，其中記錄到 1 種臺灣特有種(臺灣大蹄鼻蝠)、5 種臺灣特有亞種(赤腹松鼠、堀川氏棕蝠、鼬獾、白鼻心、食蟹獴)及 1 種其他應予保育之第三級保育類(食蟹獴)	—
		兩棲類	共記錄 6 科 11 種 217 隻次，其中記錄到 3 種臺灣特有種(盤古蟾蜍、太田樹蛙、面天樹蛙)	—
		爬蟲類	共記錄 4 科 6 種 75 隻次，無記錄到特有種或保育類	—
		蝴蝶類	共記錄 4 科 8 亞科 21 種 231 隻次，無記錄到特有種或保育類	—

註：陸域生態監測位置詳圖 3.8-1，p.3-186。

表 2.2-1 114 年上半年度環境監測情形概述(續 17)

監測類別	監測結果摘要			因應對策
陸域生態	7.寶二水庫引水道	維管束植物	共記錄 115 科 321 屬 458 種。喬灌木以本島中低海拔森林常見物種為主，地被植物以陽性先驅植物為主。紅皮書受脅植物記錄到 2 種易危(VU)(臺灣肖楠、臺灣火刺木)，均為人為種植於道路兩側、庭院周圍做綠美化景觀使用。 符合台灣入侵種資料庫的外來入侵植物有藿香薊、紫花藿香薊、落葵、白花鬼針、大花咸豐草、落地生根、倒地鈴、舖地狼尾草、香澤蘭、成功白花菜、昭和草、南美豬屎豆、馬纓丹、獨行菜、銀合歡、紅毛草、小花蔓澤蘭、含羞草、酢醬草、大黍、舖地黍、銀膠菊、毛西番蓮、象草、番石榴、蓖麻、長柄菊、巴拉草，共計 28 種。	寶二水庫引水道目前尚無工程行為，後續工程應迴避周遭天然林，降低因工程行為造成之裸露地。 若於工程範圍內發現外來入侵種，應納入移除規劃，完工後則可於裸露處補植現地周圍原生物種如水冬瓜、水金京、琉球雞屎樹、山胡椒、小梗木薑子、大葉楠、五掌楠、青剛櫟、柏拉木、刺杜密、燈稱花、羅氏鹽膚木、軟毛柿、山紅柿、杜英、薯豆、樹杞等。
		鳥類	共記錄 27 科 53 種 1,463 隻次，其中記錄到 6 種臺灣特有種(臺灣竹雞、藍腹鷴、五色鳥、小彎嘴、繡眼畫眉、臺灣畫眉)、14 種臺灣特有亞種(金背鳩、小雨燕、大冠鷲、黃嘴角鴞、領角鴞、大卷尾、小卷尾、黑枕藍鶲、樹鵲、褐頭鷦鶯、黃頭扇尾鶯、白環鸚嘴鵯、白頭翁、紅嘴黑鵯)及 5 種珍貴稀有之第二級保育類(大冠鷲、黑鳶、黃嘴角鴞、領角鴞、臺灣畫眉)、2 種其他應予保育之第三級保育類(臺灣藍鵲、鉛色水鶇)。	—

註：陸域生態監測位置詳圖 3.8-1，p.3-186。

表 2.2-1 114 年上半年度環境監測情形概述(續 18)

監測類別	監測結果摘要			因應對策
陸域生態	7.寶二水庫引水道	哺乳類	共記錄 14 科 19 種 97 隻次，其中記錄到 3 種臺灣特有種(臺灣灰麝鼩、臺灣刺鼠、臺灣大蹄鼻蝠)、10 種臺灣特有亞種(赤腹松鼠、臺灣葉鼻蝠、堀川氏棕蝠、臺灣鼷鼠、穿山甲、鼬獾、白鼻心、食蟹獴、臺灣野豬、山羌)及 1 種珍貴稀有之第二級保育類(穿山甲)、1 種其他應予保育之第三級保育類(食蟹獴)	—
		兩棲類	共記錄 5 科 9 種 175 隻次，其中記錄到 2 種臺灣特有種(盤古蟾蜍、面天樹蛙)	—
		爬蟲類	共記錄 7 科 13 種 221 隻次，其中記錄到 2 種臺灣特有種(斯文豪氏攀蜥、臺灣草蜥)	—
		蝴蝶類	共記錄 5 科 14 亞科 58 種 853 隻次，其中記錄到 1 種臺灣特有種(淺色眉眼蝶)及 1 種臺灣特有亞種(橙端粉蝶)	—

註：陸域生態監測位置詳圖 3.8-1，p.3-186。

表 2.2-1 114 年上半年度環境監測情形概述(續 19)

監測類別	監測結果摘要			因應對策
水域生態	1.南華橋上游	魚類	共記錄 2 科 3 種 143 隻次，其中記錄到 2 種臺灣特有種(臺灣鬚鱲、粗首馬口鱲)，外來種則記錄 1 種(口孵非鯽)	—
		蝦蟹螺貝類	共記錄 2 科 2 種 62 隻次	
		水棲昆蟲	共記錄 4 目 6 科 100 隻次/平方公尺	
		蜻蛉目成蟲	共記錄 4 科 9 種 161 隻次，其中記錄到 2 種臺灣特有種(短腹幽蟌、善變蜻蜓)	
		浮游性植物	共記錄 5 門 16 屬	
		浮游性動物	共記錄 4 門 8 屬	
		附著性藻類	共記錄 4 門 13 屬	
	2.南華橋下游	魚類	共記錄 3 科 7 種 221 隻次，其中記錄到 4 種臺灣特有種(臺灣石魚賓、臺灣鬚鱲、粗首馬口鱲、明潭吻鰕虎)，外來種則記錄 1 種(口孵非鯽)	—
		蝦蟹螺貝類	共記錄 3 科 3 種 92 隻次	
		水棲昆蟲	共記錄 5 目 9 科 179 隻次/平方公尺	
		蜻蛉目成蟲	共記錄 5 科 11 種 209 隻次，其中記錄到 3 種臺灣特有種(白痣珈蟌、短腹幽蟌、善變蜻蜓)，1 種臺灣特有亞種(中華珈蟌原名亞種)	
		浮游性植物	共記錄 4 門 18 屬	
		浮游性動物	共記錄 3 門 8 屬	
		附著性藻類	共記錄 5 門 16 屬	

註：水域生態監測位置詳圖 3.9-1，p.3-240。

表 2.2-1 114 年上半年度環境監測情形概述(續 20)

監測類別	監測結果摘要			因應對策
水域生態	3.油羅溪橋上游	魚類	共記錄 3 科 7 種 116 隻次，其中記錄到 5 種臺灣特有種(臺灣石魚賓、臺灣鬚鱲、粗首馬口鱲、何氏棘鮄、明潭吻鰕虎)，外來種則記錄 1 種(口孵非鯽)	—
		蝦蟹螺貝類	共記錄 3 科 3 種 79 隻次	
		水棲昆蟲	共記錄 5 目 9 科 160 隻次/平方公尺	
		蜻蛉目成蟲	共記錄 5 科 12 種 250 隻次，其中記錄到 3 種臺灣特有種(白痣珈蟌、短腹幽蟌、善變蜻蜓)，1 種臺灣特有亞種(中華珈蟌原名亞種)	
		浮游性植物	共記錄 3 門 12 屬	
		浮游性動物	共記錄 3 門 8 屬	
		附著性藻類	共記錄 3 門 11 屬	
	4.油羅溪橋下游	魚類	共記錄 3 科 7 種 201 隻次，其中記錄到 5 種臺灣特有種(臺灣石魚賓、臺灣鬚鱲、粗首馬口鱲、何氏棘鮄、明潭吻鰕虎)，外來種則記錄 1 種(口孵非鯽)	—
		蝦蟹螺貝類	共記錄 3 科 3 種 145 隻次	
		水棲昆蟲	共記錄 5 目 9 科 246 隻次/平方公尺	
		蜻蛉目成蟲	共記錄 5 科 13 種 263 隻次，其中記錄到 3 種臺灣特有種(白痣珈蟌、短腹幽蟌、善變蜻蜓)，1 種臺灣特有亞種(中華珈蟌原名亞種)	
		浮游性植物	共記錄 4 門 13 屬	
		浮游性動物	共記錄 4 門 9 屬	
		附著性藻類	共記錄 4 門 12 屬	

註：水域生態監測位置詳圖 3.9-1，p.3-240。

表 2.2-1 114 年上半年度環境監測情形概述(續 21)

監測類別	監測結果摘要			因應對策
水域生態	5.竹東大橋上游	魚類	共記錄 3 科 5 種 95 隻次，其中記錄到 4 種臺灣特有種(臺灣石魚賓、臺灣鬚鱲、粗首馬口鱲、明潭吻鰕虎)，外來種則記錄 1 種(口孵非鯽)	—
		蝦蟹螺貝類	共記錄 3 科 3 種 74 隻次	
		水棲昆蟲	共記錄 5 目 9 科 119 隻次/平方公尺	
		蜻蛉目成蟲	共記錄 4 科 9 種 181 隻次，其中記錄到 2 種臺灣特有種(短腹幽蟌、善變蜻蜓)	
		浮游性植物	共記錄 2 門 9 屬	
		浮游性動物	共記錄 3 門 9 屬	
		附著性藻類	共記錄 4 門 12 屬	
	6.竹東大橋下游	魚類	共記錄 3 科 5 種 76 隻次，其中記錄到 4 種臺灣特有種(臺灣石魚賓、臺灣鬚鱲、粗首馬口鱲、明潭吻鰕虎)，外來種則記錄 1 種(口孵非鯽)	—
		蝦蟹螺貝類	共記錄 3 科 3 種 62 隻次	
		水棲昆蟲	共記錄 5 目 8 科 100 隻次/平方公尺	
		蜻蛉目成蟲	共記錄 4 科 9 種 146 隻次，其中記錄到 2 種臺灣特有種(短腹幽蟌、善變蜻蜓)	
		浮游性植物	共記錄 1 門 8 屬	
		浮游性動物	共記錄 4 門 8 屬	
		附著性藻類	共記錄 4 門 10 屬	

註：水域生態監測位置詳圖 3.9-1，p.3-240。

表 2.2-2　114 年上半年度生態檢核情形概述

生態檢核結果摘要	因應對策
1.　隧道銜接段工程： 施工期間共計辦理 2 次工程現勘及生態保育措施執行情形抽查作業，截至 114 年 5 月 5 日可知 16 項生態保育措施已有落實 14 項，其餘 2 項因施工進度未達而尚未執行。 2. 道路埋設段工程： 施工期間共計辦理 2 次工程現勘及生態保育措施執行情形抽查作業，截至 114 年 5 月 5 日可知 20 項生態保育措施，已有落實 14 項，其餘 6 項因施工進度未達而尚未執行。 3.　跨河放水段工程； 已於 113 年針對至油羅溪、上坪溪及高灘地段區域進行施工前現況勘查，工程範圍為油羅溪及上坪溪之水域與高灘地環境，堤內主要則為民宅建物與道路，生態棲地系統以河川溪流生態為主。此標段於 6 月時進入施工階段，將於 114 下半年執行施工期間生態保育措施執行情形抽查作業。	—

2.3 監測計畫概述

為瞭解工程開發範圍之環境特性，本計畫對本開發計畫周遭環境之敏感區位進行查詢與確認(詳表 1.2-1)，本計畫之監測重點則著重於工程沿線敏感點與可能影響之環境因子，由於本開發計畫主要管線開挖施工均沿台 3 線施作且沿線敏感點以學校單位為主，故空氣、噪音監測點位多佈設於沿線學校單位進行監測。

此外，由於台 3 線為桃園龍潭連接新竹縣之南北向重要道路，故交通測站佈設則於沿線重要路口與棄土運輸車輛所經過之主要路線為主；其他項目之監測點位則依工程特性及可能造成之環境影響進行規劃，如：跨河段水管橋施工時對於鳳山溪、油羅溪及上坪溪之水質與生態環境之影響，隧道段入口端施工鑽炸時之噪音振動對石門山隧道入口周邊鳥類生態之影響程度，以及出口端施工對鄰近聚落民宅之噪音振動及棄土運輸對於台 3 線及周邊道路之空品與噪振衝擊等進行考量設置，各測項點位選取原則說明詳表 2.3-1 所示。

本計畫之監測作業依委託服務說明書中需執行施工前及施工期間之環境監測計畫，針對本開發計畫區域之特性，就顯著且重要之環境影響因子進行監測。本計畫於施工期間監測項目包含空氣品質、環境噪音振動、營建工程噪音振動、交通流量、河川水質水文、工地放流水、地下水、陸域生態、水域生態及文化遺址與古蹟調查等十個項目，以及依據工程會之規定覆核統包商所執行之細設與施工階段之生態檢核作業，其監測類別、項目、地點、頻率方法及執行單位詳表 2.3-2 所示，目前施工前之監測日期為隨機安排進行採樣分析，施工階段將配合工程進度與施工位置，視情況檢討調整監測。

表 2.3-1　本計畫環境監測點位選點原則

類別	調查地點	選點原則
空氣品質	1.隧道出口處　2.關西高級中學 3.東光國小　4.沙坑國小 5.橫山國中　6.大肚國小 7.員崠國小　8.運輸路線 1 處	因本開發計畫主要管線開挖施工均沿台 3 線施作，故空氣監測點位佈設於沿線學校單位等敏感點進行監測。
噪音及振動	1.隧道出口處　2.關西高級中學 3.東光國小　4.沙坑國小 5.橫山國中　6.大肚國小 7.員崠國小　8.運輸路線 1 處	因本開發計畫主要管線開挖施工均沿台 3 線施作，故噪音監測點位佈設於沿線學校單位等敏感點進行監測。
營建工程噪音振動	各標工區周界外任何 3 處地點測定(預計分 3 標或 3 地施工)	隧道段入口端施工鑽炸時之噪音振動影響程度，以及出口端施工對鄰近聚落民宅之噪音振動影響，棄土運輸對於台 3 線及周邊道路之噪振衝擊等進行點位考量設置。
交通流量	1.竹 28 與台 3 交會處 2.縣 118 與台 3 交會處 3.縣 120 與台 3 交會處 4.68 快速道路與台 3 交會處	由於台 3 線為桃園龍潭連接新竹縣之南北向重要道路，故交通測站佈設則於沿線重要路口與棄土運輸車輛所經過之主要路線為主。
河川水文水質	1.鳳山溪南華橋 2.油羅溪油羅溪橋 3.上坪溪竹東大橋	監測跨河段水管橋施工時對於鳳山溪、油羅溪及上坪溪水質之影響，
工地放流水質	各標工區放流水或匯入鄰近水體處等各 1 處(預計分 3 標或 3 地施工，得視工程實際狀況調整或增加監測位置)	監測各標工區放流水質之影響，將工程實際狀況調整或增加監測位置。
地下水質	關西、橫山、竹東各 1 處	監測各標工程開挖對地下水質之影響，故各標均設 1 處。
陸域生態	本計畫沿線規劃 7 個調查區域，以每個調查區域之中心規劃點往外半徑 500 公尺為一個調查範圍	為了解隧道開挖、輸水管線埋設、及跨河段施工對陸域生態影響，故沿線規劃 7 個調查區域，分別為隧道進水口、隧道出水口、南華橋、南沙坑橋、油羅溪橋、竹東大橋、寶二水庫引水道。
水域生態	1.油羅溪油羅溪橋(上、下游) 2.上坪溪竹東大橋(上、下游) 3.鳳山溪南華橋(上、下游)	監測跨河段水管橋施工時對於鳳山溪、油羅溪及上坪溪生態環境之影響。
文化遺址與古蹟調查	針對開挖面進行每月 1 次之監看作業	監測各標工程開挖是否發現文化資產，故將針對工程可能影響之開挖面，進行每月 1 次之監看作業。
生態檢核	本計畫路線範圍及影響範圍地區	為了解隧道開挖、輸水管線埋設及跨河段施工對生態影響，故針對本計畫路線範圍及影響範圍地區進行生態檢核。

表 2.3-2　本計畫施工前環境監測計畫表

類別	調查項目	調查地點	頻率/站次	備註
陸域生態	植被調查(含稀有植物、老樹等)、植被分布圖、自然分布度、樣區調查等。鳥類、哺乳類、兩棲類、蝴蝶、蝙蝠、爬蟲類及大型昆蟲之種類、數量、歧異度、分佈、優勢種棲息地、保育類野生動物。(均包含保育類、珍貴稀有種)	本計畫沿線規劃 7 個調查區域，以每個調查區域之中心規劃點往外半徑 500 公尺為一個調查範圍	每季 1 次/7 站	施工前半年每季調查 1 次，每次調查間格 1 個月以上，依據生態調查技術規範季別規定執行
水域生態	浮游性動植物生態（種類、數量、歧異度、分布、優勢種、保育種、珍貴稀有種）、附著性藻類、水生昆蟲、底棲動物、魚類、洄游魚類(均包含保育類、珍貴稀有種)	1.油羅溪油羅溪橋(上、下游) 2.上坪溪竹東大橋(上、下游) 3.鳳山溪南華橋(上、下游)	每季 1 次/6 站	施工前半年每季調查 1 次(配合河川水質採樣執行)
文化遺址與古蹟調查	古蹟、遺址、古物、歷史建築、聚落、文化景觀、民俗及有關文物、特殊建築物(含歷史性、紀念性建築物)、紀念物、其他具有保存價值之建築物暨其周邊景物	施工前針對本計畫施工沿線兩側各推 500 公尺範圍進行文獻資料蒐集	調查 1 次	施工前半年調查 1 次
生態檢核	規劃設計階段： 施工前現場勘查、生態評析、民眾參與及保育對策擬定	本計畫路線範圍及影響範圍地區	調查 1 次	規劃設計階段調查 1 次

註 1：本表為分析本計畫特性後，初步擬定之施工前環境監測、調查及分析作業內容，惟後續仍可依實際狀況需要進行調整。

表 2.3-3　本計畫施工期間環境監測計畫表

類別	調查項目	調查地點	頻率/站次	監測時間(114 年)	備註
空氣品質	落塵量、粒狀污染物（$PM_{2.5}$、PM_{10}、TSP）、SO_2、NO_x(NO、NO_2)、CO、O_3、Pb、碳氫化合物、風向、風速、溫度、濕度	1.隧道出口處　2.關西高級中學 3.東光國小　4.橫山國中 5.大肚國小　6.員崠國小 7.運輸路線 1 處	每季 1 次/7 站	01/20(一)~01/24(五) 04/27(日)~04/29(二) 05/26(一)~05/27(二) 落塵量 01/20(一)~02/20(四) 04/27(日)~04/28(一)	每季 1 次，每次間隔一個月以上，連續 24 小時監測
		1.沙坑國小	每月 1 次/1 站	06/07(六)~06/08(日) 落塵量 06/07(六)~07/07(一)	自 114 年 6 月起，每月 1 次，連續 24 小時監測
噪音及振動	1.噪音：$L_{日}$、$L_{晚}$、$L_{夜}$、L_x、L_{max} 2.振動：$L_{v10日}$、$L_{v10夜}$、L_{vmax}、L_{vx}	1.隧道出口處 2.關西高級中學 3.東光國小　4.沙坑國小 5.運輸路線 1 處	每季 2 次/5 站	01/19(日)~01/20(一) 03/16(日)~03/17(一) 04/27(日)~04/28(一) 05/25(日)~05/26(一)	每季 2 次，每次均含假日及平日，每次連續 48 小時測定。
		1.沙坑國小	每月 1 次/1 站	06/08(日)~06/09(一)	每月 1 次，每次均含假日及平日，每次連續 48 小時測定。
		1.橫山國中　2.大肚國小 3.員崠國小	每季 1 次/3 站	01/19(日)~01/20(一) 04/27(日)~04/28(一)	未進入施工，維持每季 1 次，每次均含假日及平日，每次連續 48 小時測定。
			每季 2 次/3 站	06/08(日)~06/09(一)	每季 2 次，每次均含假日及平日，每次連續 48 小時測定。
噪音振動 營建工程	1.噪音：L_{max}、L_{eq}、L_x 2.振動：L_{vmax}、L_{veq}、L_{v10}、L_x 3.低頻噪音：$L_{max,LF}$、$L_{eq,LF}$	各標工區周界外任何 3 處地點測定(預計分 3 標或 3 地施工)	每月 1 次	01/13(一) 02/21(五) 03/25(二) 04/15(二) 05/26(一) 05/27(二) 06/20(五)	每月 1 次，每次連續 2 分鐘以上

註 1：本表為分析本計畫特性後，初步擬定之施工期間環境監測、調查及分析作業內容，惟後續仍可依實際狀況需要進行調整。

註 2：因應施工現況，114 年 6 月起沙坑國小空氣品質及噪音及振動之監測頻率調整為每月 1 次。

表 2.3-3　本計畫施工期間環境監測計畫表(續 1)

類別	調查項目	調查地點	頻率/站次	監測時間(114 年)	備註
交通流量	車輛類型及數目、道路現況說明、道路服務水準	1.竹 28 與台 3 交會處 2.縣 118 與台 3 交會處 3.縣 120 與台 3 交會處 4.68 快速道路與台 3 交會處 5.竹 28-1 與台 3 交會處	每季 2 次/4 站	01/19(日)~01/20(一) 03/16(日)~03/17(一) 04/27(日)~04/28(一) 05/25(日)~05/26(一)	每季 2 次(每次均含平日及假日)，每次連續 48 小時
河川水文水質	水質部分：水溫、pH、溶氧量、生化需氧量、化學需氧量、懸浮固體、比導電度、硝酸鹽氮、氨氮、總磷、大腸桿菌群、重金屬（銅、鋅、鎳、鐵、錳、砷、鉛、鎘、鉻、汞） 水文部份：流速、流量、水位	1.鳳山溪南華橋 2.油羅溪油羅溪橋 3.上坪溪竹東大橋	每季一次/3 站	02/18(二) 05/27(二)	每季 1 次，每次間隔 1 個月以上，含河川水文資料監測
工地放流水質	水溫、pH 值、DO、BOD、COD、氨氮、SS、油脂、大腸桿菌群	各標工區放流水或匯入鄰近水體處等各 1 處(預計分 3 標或 3 地施工，得視工程實際狀況調整或增加監測位置)	每月 1 次/3 站	01/13(一) 02/21(五) 03/25(二) 04/15(二) 05/26(一) 05/27(二) 06/05(四)	每月 1 次，得視工程實際狀況調整或增加監測位置

註 1：本表為分析本計畫特性後，初步擬定之施工期間環境監測、調查及分析作業內容，惟後續仍可依實際狀況需要進行調整。

註 2：因應施工現況，114 年 4 月起將竹 28 與台 3 交會處(T1)調整至竹 28-1 與台 3 交會處(T5)。

表 2.3-3　本計畫施工期間環境監測計畫表(續 2)

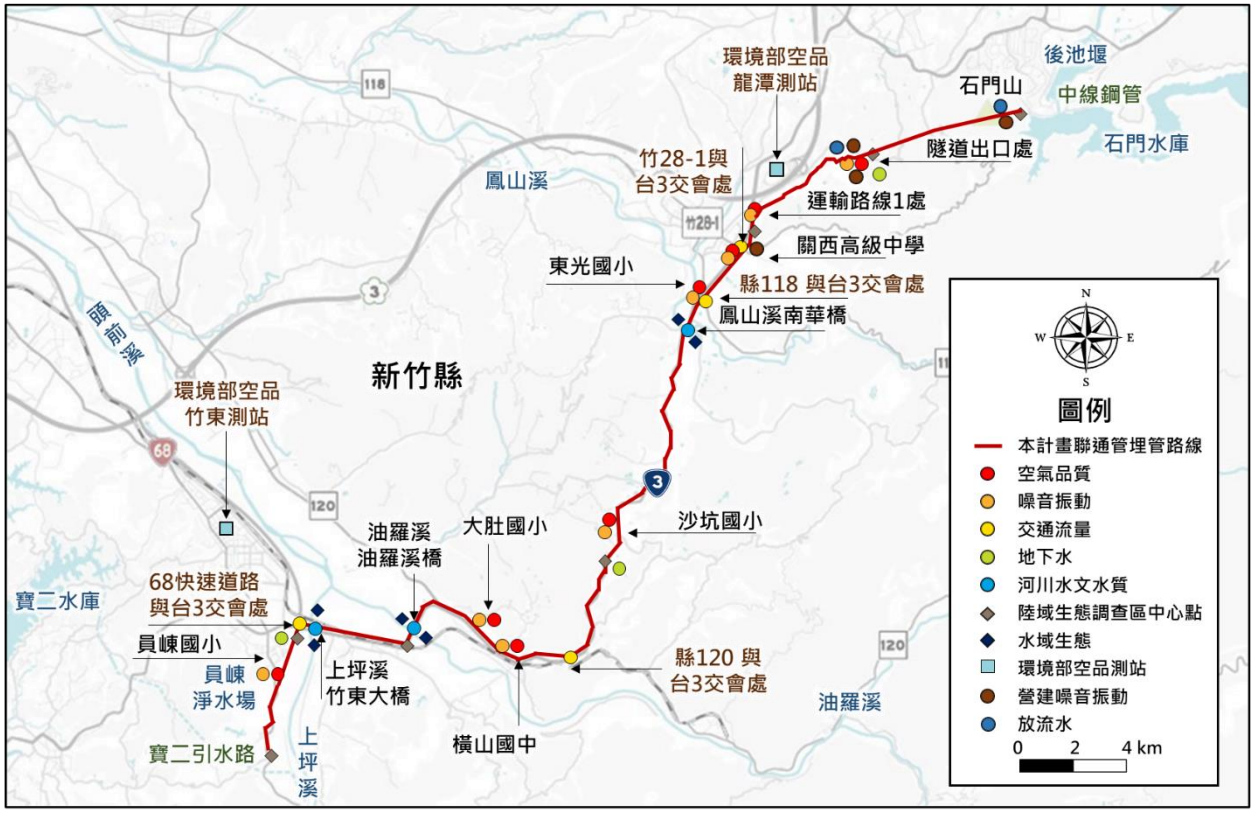
類別	調查項目	調查地點	頻率/站次	監測時間(114 年)	備註
地下水質	水質部分：水溫、pH、比導電度、生化需氧量、化學需氧量、總有機碳、總溶解固體、懸浮固體、氯鹽、硫酸鹽、硝酸鹽氮、總菌落數、油脂、重金屬(銅、鋅、鎳、鐵、錳、砷、鉛、鎘、鉻、汞)、氨氮、大腸桿菌群密度、溶氧、總硬度、總酚、氧化還原電位 水理部份：水位	關西、橫山、竹東各 1 處	每季一次/3 站	01/15(三) 04/29(二) 06/20(五)	每季 1 次，每次間隔 1 個月以上
陸域生態	植被調查(含稀有植物、老樹等)、植被分布圖、自然分布度、樣區調查等。鳥類、哺乳類、兩棲類、蝴蝶、蝙蝠、爬蟲類及大型昆蟲之種類、數量、歧異度、分佈、優勢種棲息地、保育類野生動物。(均包含保育類、珍貴稀有種)	本計畫沿線規劃 7 個調查區域，以每個調查區域之中心規劃點往外半徑 500 公尺為一個調查範圍	每季 1 次/7 站	02/18(四)~02/21(日) 05/26(三)~05/29(六)	每季調查 1 次，每次調查間格 1 個月以上，依據生態調查技術規範季別規定執行
水域生態	浮游性動植物生態（種類、數量、歧異度、分布、優勢種、保育種、珍貴稀有種）、附著性藻類、水生昆蟲、底棲動物、魚類、洄游魚類(均包含保育類、珍貴稀有種)	1.油羅溪油羅溪橋(上、下游) 2.上坪溪竹東大橋(上、下游) 3.鳳山溪南華橋(上、下游)	每季 1 次/6 站	02/18(四)~02/21(日) 05/26(三)~05/29(六)	每季調查 1 次(配合河川水質採樣執行)
文化遺址與古蹟調查	古蹟、遺址、古物、歷史建築、聚落、文化景觀、民俗及有關文物、特殊建築物(含歷史性、紀念性建築物)、紀念物、其他具有保存價值之建築物暨其周邊景物	針對開挖面進行每月 1 次之監看作業	每月 1 次	—	根據施工前調查結果，針對敏感點進行每月 1 次開挖面監看，初估開挖工期至 114 年 12 月
生態檢核	施工階段：開工前作業、協助審查施工單位開工前資料、生態監測、完工後生態保育措施執行狀況及生態環境異常狀況處理 完工後執行 1 次：生態檢核棲地效益評估、維護管理建議	本計畫路線範圍及影響範圍地區	施工階段每季 1 次；完工後執行 1 次	隧道銜接段 03/04(二)、05/05(一) 道路埋設段 03/04(二)、05/05(一)	施工階段每季 1 次；完工後執行 1 次

註 1：本表為分析本計畫特性後，初步擬定之施工期間環境監測、調查及分析作業內容，惟後續仍可依實際狀況需要進行調整。

註 2：有關文化遺址與古蹟調查，為落實開挖監看作業，確保妥善履行考古遺址保護之責任，施工期間監看作業將調整為於工程行經文化遺址範圍之開挖期間內逐日(次)監看。

2.4 監測位址

本計畫自石門水庫至新竹設置聯通管，使石門水庫可擴大以原水支援新竹寶山、寶二水庫及竹東圳，各監測項目監測位址乃根據工程施工特性影響範圍而定，石門水庫至新竹聯通管工程計畫工程施工前環境監測各項環境因子各監測類別之監測位址如圖 2.4-1 所示；測站地點詳述於 2.3 節之表 2.3-2。



註：因應施工現況，114 年 4 月起將竹 28 與台 3 交會處(T1)調整至竹 28-1 與台 3 交會處(T5)。

圖 2.4-1　本計畫施工期間環境監測位置圖

2.5 品保品管作業措施概要

品保與品管作業計畫為任何一個監測工作中不可缺少之一環，執行品保與品管作業可以確保監測數據符合監測目標。

環境品質監測計畫的執行，首重監測所得資料的正確與完整。本計畫建立了一套完整的品保(Quality Assurance, QA)及品管(Quality Control, QC)制度，以確保檢測分析結果的準確性。該制度包含：專業人才訓練、監測儀器規範、標準操作程序、監測儀器保養與維護、監測數據校核及誤差控制等項目。

品質管制是利用標準作業程序，記錄存檔以及校正措施，適當管制並改善監測數據品質的例行性作業；項目包含採樣及檢驗工作、預防性維護、校正及修正措施等。品質保證則是保障數據的品質，亦即數據之精確性及準確性，藉以達到品質管制的成效；包括品質管制工作的查核、精密性檢查、準確性檢查。

監測作業的執行必須具有專業技術及完整之記錄，因此本部份監測工作是委託行政院環境部認定合格的檢驗公司-台灣檢驗科技股份有限公司執行(環署環檢字第 035 號、105 號，附錄一檢附)，以確保品質及公信力。

品保與品管作業計畫之撰寫係參考行政院環境部國家環境研究院出版「專案計畫品質保證規劃書撰寫指引」規定之內容為依據。品保品管作業措施包括現場採樣之品保品管、分析工作之品保品管、儀器維修校正項目及頻率、分析項目之檢測方法及數據處理原則。以下依一般及特定項目之品保品管作業詳細說明如下。

一、一般品保品管

(一)現場採樣之品保品管

樣品採集、輸送及保存是品管步驟中重要的一環，確保所採集的樣品能分析出具有可信度的數據。故採樣作業依如圖 2.5-1 所示，而採樣規劃必須遵行以下幾點：

1.採樣前對檢測地點的了解。

2.依檢測項目不同，規劃採樣方法、人員及行程。

3.採樣前工作準備(儀器之校正，藥品及樣品保存容器準備等事宜)。

4.現場採樣之記錄。

採樣人員到達現場後，依現場標準採樣方法操作，並正確無誤的填寫現場採樣記錄。採樣過程中任合異常狀況，都必須填寫於採樣記錄上，採取適當之應變措施。

5.樣品之運送、保存、交接。

業務人員製作採樣計畫書(行政需求單/工作要求單)
列印採樣記錄表及樣品標籤交予採樣監測人員

↓

準備採樣器材/儀器

↓

檢查公務車狀況

↓

採樣日抵達採樣現場

↓

聯絡客戶/承辦人至採樣位置

↓

執行採樣監測

※依照標準作業程序採集適量具代表性樣品及使用正確保存容器

※依照標準作業程序紀錄具代表性數據或採集具代表性樣品

※樣品需使用正確保存容器添加保存試劑適當保存樣品

※針對採樣現場使用之儀器進行採樣後之性能確認並記錄確認結果

※填寫－1.採樣記錄表

2.樣品標籤及封條

3.各式儀器使用及校正記錄表

4.各類別檢測項目之現場紀錄表

5.其他檢測報告相關紀錄資料

↓

將樣品攜回實驗室

↓

將樣品放入樣品貯存 4℃冷藏櫃或樣品待收樣區
(注意樣品保存期限)
利用條碼機將樣品讀入電腦執行交樣

↓

庶務人員收樣

圖 2.5-1　採樣作業流程圖

(二)分析工作之品保品管

檢驗室之品管措施分為 6 大類：

1.空白分析

(1)檢驗室空白

每 10 個樣品或同一批次需作 1 個空白分析，使用檢驗室之試劑水或吸收液依分析步驟檢驗。

(2)野外空白

將檢驗室之試劑水或吸收液充填於適當的採樣瓶中，旋緊瓶蓋，攜至採樣地點，再隨樣品帶回檢驗室。

2.偵測極限

本檢驗室原則上每一年重新製作 1 次，但若因實驗分析上需要，可重新校正製作。

(1)儀器偵測極限(IDL)：

以儀器商建議之 IDL 值為依據。

(2)方法偵測極限(MDL)：

配製 7 個相同的添加標準品濃度，經過完整的分析步驟，所得標準偏差為 Sa，配製 7 個 3 倍 Sa 濃度的添加標準品，經過完整的分析步驟，所得標準偏差為 Sb，若 Sa2/Sb2<3.05，以公式計算共同標準偏差，最後 MDL 值為共同標準偏差的 2.681 倍。

3.檢量線製備

檢量線必須以檢驗方法上所規定之方法製備，並註明日期、標示方式、分析對象及標準溶液濃度，依此繪出座標曲線、直線之最小平方式及相關係數；可接受之相關係數應≧0.995，儀器對樣品之反應強度需小於最高濃度之標準溶液，最低濃度之標準溶液需接近但稍高於偵測極限值。

4.重複分析

通常每一批次(少於 10 個樣品)或 10 個基質相同之樣品，至少有一樣品執行重複分析。

5.添加標準品分析

將樣品等分為二，一部份直接依步驟分析之，另一部份依序添加不同濃度之標準品再行分析。

6.查核樣品分析

將適當濃度之標準品，添加於試劑水或其他適當之物質中配製而成。

(三)儀器維修校正項目及頻率

本計畫依據廠商提供之操作手冊規定，就儀器名稱、測試項目、頻率、一般程序等製作儀器校正及維護保養日程表，除每工作日校正及維護由當日檢驗室巡查人員負責外，另有責任區域負責人每週維護，其餘均由各該儀器保管負責人按期確實測試，並將各測試結果詳實記錄，以確保儀器正常使用。茲將使用儀器之校正頻率彙整如下表 2.5-1 所示。

表 2.5-1　實驗室分析儀器校正

儀器名稱	測試項目	頻率	一般程度或注意事項	記錄情形	容許誤差
電子天平(2 位數、4 位數及 6 位數天平)	校正：準確度	每年	委由校正暨量測檢驗室執行重複性與線性量測校正	外校記錄	2 位及 4 位數天平，依所能稱重到之最小位數；2 位數(0.05g)4 位數(0.0005g) 6 位數天平，依照原廠校正報告定義之允收標準
		六個月、移動或修復後	以外部重複性校正稱量值執行內部之重複性校正(Repeatability check)	內校記錄	±2SD
		每月	以外部重複性校正稱量值執行內部之刻度校正(One point check)	內校記錄	±3SD
		每次稱量前	零點檢查(Zero check)	—	—
	維護：乾燥清潔水平	每日	水平度，秤盤清理	—	—
		每月	秤盤內部清理	—	
	維護：乾燥清潔水平	每日	秤盤勿重壓，使用時保持水準氣泡居中水平及注意秤盤清潔	—	—
		每月	秤盤內部清理	—	
參考砝碼	校正：準確度	每三年	此為送校單位具追溯砝碼之規範	外校記錄	依照砝碼之等級
工作砝碼	校正：準確度	每年	委由校正暨量測檢驗室執行校正(以經度量衡國家標準檢驗室至少 E2 級參考砝碼為校正標準件)	外校記錄	依照砝碼之等級
4℃冷藏箱	校正：溫度	每日	將溫度計浸於水浴讀取溫度	記錄	±2℃
烘箱	校正：溫度	初次使用前	送校正檢驗室，以熱電偶檢查烘箱內使用位置之平均溫度	外校記錄	溫度使用範圍為其校正點：溫度範圍(誤差)100~110°C (±1)250°C (±12.5)
		每年或設備維修	送校正檢驗室，以熱電偶檢查烘箱內使用位置之平均溫度	外校記錄	
	維護：溫度	使用時	以烘箱溫度檢測器(Sensor)監視溫度並記錄	記錄	

表 2.5-1　實驗室分析儀器校正(續 1)

儀器名稱	測試項目	頻率	一般程度或注意事項	記錄情形	容許誤差
電子式溫濕度計(參考件)	校正：溫度	每年	送校正檢驗室進行多點校正，校正點應能含括欲比對工作件之工作範圍	外校記錄	±1℃
	校正：溼度				±5%
電子式溫濕度計(工作件)	比對：溫度	每年	與參考件進行單點溫度、濕度比對，比對的溫濕度應落在其工作範圍內	內校記錄	±1℃
	比對：溼度				±5%
參考溫度計	校正：溫度	每年	多點(五點以上)校正，送校正檢驗室	外校記錄	± 0.2℃
		六個月	冰點檢查	內校記錄	
工作溫度計	校正：溫度	初次使用前	以參考溫度計進行多點溫度檢查 (包含冰點及另外至少 2 個檢查點以涵蓋使用範圍)	內校記錄	溫度範圍(誤差) -20℃ (± 3) 0~50℃ (± 0.5) 50~100℃ (±1) 100~150℃ (± 2) 註：溫度範圍 0~50℃且最小刻度 1℃之工作溫度計，容許誤差為 ±1℃
		六個月	以參考溫度計進行冰點或使用範圍內之單點檢查	內校記錄	
pH 計	校正：準確度	每三個月	溫度探棒進行校正(同工作溫度計之校正方式)	內校記錄	±0.5℃
		使用前後	先以第一種標準緩衝溶液 pH7 校正，再以第二種標準緩衝溶液 pH4 或 10 校正其斜率。使用後以涵蓋兩種標準緩衝液範圍內測定偏移，零點電位與斜率需落在允收標準。	內校記錄	偏移：±0.05 零點電位： -25~25 mV 斜率： -61~-56 mV/pH
	維護：清潔	使用前後	清洗玻璃電極	—	—
微波萃取/消化系統	校正：準確度	每年	校正微波功率	內校記錄	以廠商建議條件
BOD 培養箱	檢查維護：溫度	每日	以高低溫度計紀錄最高、最低溫	記錄	±1℃

表 2.5-1　實驗室分析儀器校正(續 2)

儀器名稱	測試項目	頻率	一般程度或注意事項	記錄情形	容許誤差
溶氧計	校正：準確度	使用前	單點檢查	內校紀錄	3%
	校正：準確度		電極檢查	紀錄	—
	確認：大氣壓力值		與標準大氣壓力計比對	內校紀錄	< 1%
	校正：飽和溶氧值		使用飽和水蒸氣空氣進行滿點校正	內校紀錄	斜率：0.7~1.25 %飽和度介於100±3%之間
	確認：零溶氧值	每月	以零溶氧溶液進行零點校正/確認	內校紀錄	< 0.1 mg/L
	確認：準確度		以經碘定量法測定溶氧之飽和曝氣水確認	內校紀錄	<0.2 mg/L
	確認：溫度	每三個月	與標準溫度計比對	內校紀錄	0-50℃±0.2℃
餘氯計	校正：準確度	使用前	2 種不同濃度市售標準溶液	內校紀錄	相對誤差值±15%
	校正：準確度	每年	與檢驗室分光光度計進行比對	內校紀錄	相對誤差值±15%
導電度計	校正：準確度	使用前	單點檢查(以 0.01 N KCl 校正)	內校記錄	±10 μmho/cm
	校正：溫度	每年	溫度探棒進行校正 (同工作溫度計之校正方式)	內校記錄	±0.5℃
	校正：準確度	每年	全刻度檢查(0.1、0.01、0.001 N)	內校記錄	0.1 N：±2% 0.01 N：: ±2% 0.001 N：±5%
	維護：清潔	使用前後	清洗電極	—	—
濁度計	校正：準確度	使用前	以標準品進行單點檢查	內校記錄	±1.0 NTU
		每年	Formazin 標準品全刻度校正	內校記錄	20 NTU±1.0 NTU 200 NTU±10 NTU 1000 NTU±50 NTU 4000 NTU±200 NTU
分光光度計	校正：準確度 穩定度 再現性	使用前	檢量線製備(參考標準品)	記錄	依照標準作業程序之要求
		每三個月	波長準確度、吸光度、線性(Linearity)、迷光(Stray light)、樣品吸光槽配對(Matching of cells)之校正	內校記錄	
		每年	請儀器廠商執行外部校正	外校記錄	
	維護：清潔	使用前	清理槽內積垢	—	

表 2.5-1　實驗室分析儀器校正(續 3)

儀器名稱	測試項目	頻率	一般程度或注意事項	記錄情形	容許誤差
感應耦合電漿原子發射光譜儀	校正：穩定度	使用前	波長校正	內校記錄	Calibration lines used 範圍需在 100%
			依各該廠牌建議之 Tuning solution 調校	內校記錄	±2 SD
			以濃度 10 ppm Cu 及 Pb 標準溶液確認其訊號強度比值	內校記錄	
原子吸收光譜儀	校正：穩定度	使用前	以該分析元素之檢量線中濃度確認其吸光值	內校記錄	±3 SD
		每三個月	儀器以 5 ppm Cu 標準溶液確認其吸光值	外校記錄	吸光值≧ 0.50ABS
感應耦合電漿質譜儀	準確度	使用前	Torch 位置校正	內校記錄	In^{115} 訊號強度大於 100 萬
	解析度和質量確認		質量校正	內校記錄	與真實值差異 <0.1amu
	精密度		調校溶液重複讀取五次	內校記錄	RSD≦5%
氣相層析/電子捕捉檢知器/火焰光度偵測器/火焰離子偵測器	校正：穩定度	使用前	用至少一點之標準溶液檢查檢量線	內校記錄	—
氣相層析/質譜儀	校正：準確度	使用前	使用不同之調校標準品確認儀器是否符合標準方法要求	內校記錄	—
真空幫浦	維護：抽換真空油	使用時	油呈乳化狀，則需換油	—	—
35℃培養箱	校正：溫度	每日	將溫度計浸於水浴讀取溫度	記錄	±1℃
無菌台	落菌量測試	每月	在 35±1℃下培養 48 小時，正常狀態下無任何菌落生長	內校記錄	—
	維護：清潔	每400 hrs	更換預濾網	記錄	—
	維護：清潔	每4000 hrs	更換 HEPA 濾網	記錄	—
滅菌釜	維護：清潔	使用前	滅菌物品應使用滅菌指示帶標示是否已滅菌	—	—
	確認：最高溫度	每月	以留點溫度計確認最高溫度	記錄	≧121℃
	確認：滅菌效果	每月	以滅菌指示劑確認滅菌效果	記錄	

表 2.5-1　實驗室分析儀器校正(續 4)

儀器名稱	測試項目	頻率	一般程度或注意事項	記錄情形	容許誤差
過濾設備（微生物濾膜法）	校正：體積	初次使用前	以經校正之量筒校正，校正過濾漏斗之容量刻度，誤差不得超過 2.5%。	內校記錄	<2.5%
		每年		內校記錄	<2.5%
參考濕式流量計	校正：準確度	每年	送校正暨量測檢驗室	外校記錄	±1%
攜帶型分光光度計	校正：準確度 穩定度	使用前	檢量線製備	記錄	R ≧ 0.995
		每年	請儀器廠商執行外部校正	外校記錄	1.迷光吸收度 >2.8abs 2.吸收度±3% 3.波長準確度 ±1.5 nm
濕式流量計	校正：準確度	六個月	以校正合格之濕式流量計校正	內校記錄	±2%
	維護：壓差計 外部清潔	使用時	裝滿水後，勿劇烈晃動，避免流量計損壞。同時壓差計必須裝水	—	—
乾式流量計	校正：準確度	六個月	以校正合格之濕式流量計校正	內校記錄	±2%
	維護：壓差計 外部清潔	使用時	壓差計必須裝水	—	—
	維護：檢視外觀 清潔	使用時	檢查吸引嘴邊緣是否有損壞	—	—
小孔流量計	校正：流量	每年	送至可追溯至國家標準檢驗室校正	外校記錄	R > 0.999
PM_{10} 自動分析儀 (β-ray)	檢查：流量	每工作日	記錄採樣流樣	記錄	± 10%
	檢查：射源強度		記錄 β-ray 射源強度	記錄	原廠規範
	校正：流量	每三個月	以標準流量計進行流量校正	內校記錄	± 10%
	檢查：射源強度		以原廠參考薄膜進行檢查 β-ray 射源強度確認	內校記錄	原廠規範
	校正：流量	儀器新設置、故障修復後	以標準流量計進行流量校正	內校記錄	± 10%
	檢查：射源強度		以原廠參考薄膜進行檢查 β-ray 射源強度確認	內校記錄	原廠規範
	比對：準確度	對測站/測值有疑義時	以 PM_{10} 高量採樣法作數據數值比對測試	內校記錄	內校紀錄：斜率＝1±0.1；截距 0±5μg/m³；R≧0.97
零值空氣產生器 (NIEA A421 使用)	比對：準確度	每年	以 CO 自動分析儀確認 CO 濃度	內校記錄	<0.1 ppm
零值空氣產生器 (NIEA A740 使用)	比對：準確度	六個月	以 THC 自動分析儀確認 THC 濃度	內校記錄	<0.1 ppm (以甲烷濃度計)

表 2.5-1 實驗室分析儀器校正(續 5)

儀器名稱	測試項目	頻率	一般程度或注意事項	記錄情形	容許誤差
高量採樣器 (TSP)	查核：流量 校正：流量	使用前後	流量查核(單點檢查)	內校記錄	TSP：±7% PAH：±7%
		新機啟用時	流量校正(多點校正)	內校記錄	R>0.995； 且各校正點 %E 誤差在 ±5%範圍內 (TSP)
		馬達修理、保養或更換碳刷後			
		流量計修理、調整或更換			
		單點查核時偏離檢量線超過±7%(TSP)			
	校正：計時器	每年	與國家標準時間進行比對	內校記錄	24 小時誤差不超過 2 分鐘 (120 秒)
簡易型氣象站 (參考件) 溫度、溼度 風速、風向	校正：準確度	每二年	送中央氣象局或可追溯至國家標準檢驗室校正	外校記錄	溫度：±0.5℃ 溼度(%)： ±5% 風速：±5% 風向：方位角 ±10 度
簡易型氣象站 (工作件) 溫度、溼度 風速、風向	比對：準確度	每年	溫度、濕度、風速、風向：使用標準件執行比對	內校記錄	溫度：±1.0℃ 溼度：±10% 風速：±15% 風向：需一致 (16 方位)
風速計 (NIEA P201,P205,P206 噪音量測使用)	校正：準確度	每二年	送中央氣象局或可追溯至國家標準檢驗室校正	外校記錄	<1.0 m/s，受校風速值至少有一受校點需介於 4～6 m/s

表 2.5-1　實驗室分析儀器校正(續 6)

儀器名稱	測試項目	頻率	一般程度或注意事項	記錄情形	容許誤差
懸浮微粒採樣器($PM_{2.5}$)	功能檢查： (1)時間校對 (2)大氣壓力 (3)環境溫度 (4)濾紙溫度	使用前後	(1)採樣前檢查採樣器顯示時間 (2)工作大氣壓力計置於採樣器同高處處比對 (3)工作溫度計置於採樣器環境溫度計旁比對 (4)工作溫度計置於採樣器濾紙匣位置中心下游 1 公分處比對	內校紀錄	(1)±1 分鐘 (2)±10 mmHg (3)±2℃ (4)±1℃
	校正：流量	採樣器經運送過程後 每工作日 單點流量查核結果差值超過-0.668~0.668 (L/min)範圍 調整採樣器流量量測系統 採樣器經機電維護	利用活塞式紅外線流量校正器以採樣器操作流量 16.7 L/min ± 10%的流量範圍內，選擇 3 個點流量校正點進行流量校正(多點校正)	內校紀錄	多點校正後，需執行流量查核
	查核：流量	執行多點流量校正後 每次採樣結束後	利用活塞式紅外線流量校正器以採樣器操作流量 16.7 L/min，執行流量查核(單點檢查)	內校紀錄	採樣器面板讀值與標準流量計讀值的差值須介於 -0.668~0.668 (L/min)之間
	比對：計時器	每年	與國家標準時間進行比對	內校紀錄	一個月誤差不超過 1 分鐘
	維護：保養	採樣前	檢查篩分器	使用紀錄	—
		每執行五個樣品的採樣後	清理篩分器		
		每 2 週	清潔進氣口		
		六個月	清理遮雨罩下空氣擋板		
			清潔進氣口空氣濾網		

表 2.5-1　實驗室分析儀器校正(續 7)

儀器名稱	測試項目	頻率	一般程度或注意事項	記錄情形	容許誤差
NO_x、SO_2、CO、O_3、THC 自動分析儀(空氣品質監測車)	檢查：準確度	使用前後	零點、全幅(以測定範圍最大濃度之 80%測定範圍)及中濃度(全幅 50%濃度)檢查 中濃度檢查： 使用前(僅 THC 需執行) 使用後(NO_x、SO_2、CO、O_3、THC 需執行)	內校記錄	NO、O_3 零點±20 ppb 全幅±20 ppb 中濃度±20 ppb SO_2 零點±4 ppb 全幅±3% 中濃度±3% CO 零點± 0.5 ppm 全幅± 0.8 ppm 中濃度± 0.8 ppm THC 零點± 0.4 ppm 全幅± 0.8 ppm 中濃度± 0.8 ppm NO_x、SO_2、CO、O_3、THC 修正值應在儀器規範範圍內
	校正：準確度	新裝設的儀器 儀器主要設備經維護後 使用前後準確度不符合規範 每六個月	以全幅濃度之 0% 、20% 、40% 、60% 、80% 、100%等六種不同濃度之校正氣體進行多點校正	內校記錄	R>0.995
	清潔保養	每兩週	保持內部及散熱風扇濾網清潔，並注意各接頭是否鬆脫	—	—
	維護:濾紙更換			—	—
NO_x 自動分析儀	檢查：NO_2 轉化率	每年	進行 NO_2 轉化率測試	內校記錄	轉化率>96%
THC 自動分析儀	檢查：NMHC 去除率	六個月	以丙烷標準氣體進行 NMHC 去除率測試	內校記錄	NMHC 全幅±1.2 ppm
	檢查：反應時間	六個月	通入氣體後，儀器讀值到達最高穩定之 90%處所需時間	內校記錄	小於 2 min
動態氣體稀釋器(空氣品質監測車)	校正：流量	每年	與可追溯至國家標準檢驗室之參考標準件進行比對	內校記錄	R>0.995 點流量偏差±2%
	校正：流量(NIEA A740 使用)	六個月	與可追溯至國家標準檢驗室之參考標準件進行比對	內校紀錄	R>0.995 點流量偏差±2%
	臭氧產生器光度計比對：準確度	每年	與可追溯至國家標準檢驗室之參考標準件進行比對	內校記錄	線性誤差≦3%

表 2.5-1　實驗室分析儀器校正(續 8)

儀器名稱	測試項目	頻率	一般程度或注意事項	記錄情形	容許誤差
聲音校正器	校正：準確度	每年	送至可追溯至國家標準之檢驗室校正	外校記錄	±0.3 dB (1000 Hz)
噪音計	確認：準確度	使用前後	聲音校正器確認	內校記錄	±0.7 dB，且前後值差之絕對值不得大於 0.3 dB
	檢定：準確度	每二年	送至可追溯至國家標準之檢驗室校正	外校記錄	±0.7 dB
	低頻檢查：準確度	每二年	送至可追溯至國家標準之檢驗室校正	外校記錄	±0.5 dB (20~200 Hz 內低、中、高三種不同頻率)
標準振動源	校正：準確度	每年	送校正檢驗室校正	外校記錄	±1.0 dB
振動計	確認：準確度	使用前後	標準振動源確認	內校記錄	±1.0 dB
	校正：準確度	每二年	送至可追溯至國家標準之檢驗室校正	外校記錄	±1.0 dB
參考大氣壓力計	校正：壓力	每年	送氣象局或可追溯至國家標準檢驗室校正	外校記錄	一般環境大氣壓力範圍(至少 5 點)，每點的誤差絕對值≦ 0.75 mmHg
	維護：清潔	使用時	固定於高處時，避免落下，造成損傷	—	—
工作大氣壓力計	確認：壓力	使用前	以參考大氣壓力計比對確認	內校記錄	比對確認當時環境的大氣壓力，誤差絕對值≦2.5 mmHg
	維護：清潔	使用時	固定於高處時，避免落下，造成損傷	—	—
定量幫浦	校正：流量	使用前後	以紅外線流量校正器校正	內校記錄	<5%
	維護：清潔	使用時	避免酸性氣體腐蝕，需有保護裝置	—	—
	校正：時間	每年	與國家標準時間進行比對 1 小時	內校記錄	1 小時誤差不可大於 5 秒
滅火器(乾粉)	維護：填充劑	每月	檢查外觀、壓力、保存期限	記錄	—
滅火器(CO_2)	檢查：重量	每 3 個月	檢查滅火器重量	記錄	與前次重量差異需<10%
緊急淋浴設備	維護：管路	每月	管路是否暢通	記錄	—

(四)監測數據品質目標

監測數據組的品質先與評估標準作比對，以確認其數據可接受性。再以 5 種特性表示數據品質。

1.精確性(Precision)－指一組重複分析其各測定值間接近的程度。

2.準確性(Accuracy)－指一測定值或一組測定值之平均值與其確認值或配製值接近的程度。

3.完整性(Completeness)－完整性係指成功蒐集到的與欲蒐集的數據數量之比率。

4.比較性(Comparability)－比較性係指數據組中不同來源的數據，其相似之程度，以及不同數據組之間可比較程度。

為使本計畫監測之數據能夠和其它監測機構之結果互相比較，因此應該要求監測數據所使用之單位能夠一致。例如氣體濃度都是以標準狀況在一大氣壓，25℃為準，監測之單位為 ppm(V)，懸浮微粒為μg/m^3。水質監測項目則以 mg/L 為準。

5.代表性(Representativeness)－表示蒐集到的數據是能準確地反映出樣品族群。

二、特定項目品保品管作業

(一)空氣品質

為確保因本計畫工程施工對周遭環境空氣品質的可能影響及附近環境品質，遂進行空氣品質監測站品質保證作業。

1.現場採樣之品保/品管

(1)現場初勘

採樣人員(包含現場檢測人員)至現場進行環境現況瞭解，初勘時應攜帶指南針、電錶、現場地圖及相機等工具，對現場進行初步調查，以利往後採樣/監測作業順利執行。

(2)採樣計畫之擬定

採樣前應針對檢測的污染物，準備採樣器材或檢查自動監測設備是否良好。並依表 2.5-2 採樣作業準則進行採樣，詳細採樣至運輸過程中注意事項請參考表 2.5-3。

2.分析工作之品保/品管

在空氣品質採樣方面，粒狀顆粒物監測均依規定之標準操作程序即刻進行採樣，並遵照環境部所公告之標準方法進行分析，空氣品質監測中除各項自動監測儀器外，另裝有稀釋氣體校正器、風向/風速/溫溼度計、零氣體產生器及資料收集器等，以用於校正時稀釋標準氣體、提供零點氣體及測定氣象條件。

表 2.5-2 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物之影響。 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	全頻噪音： 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。 2. 測量地點： 測量地點在室外者，距離周圍建築物 1~2 公尺。 道路邊地區：距離道路邊緣 1 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 1 公尺以上。
	低頻噪音： 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。 2. 測量地點：室內，距離室內牆壁或其他主要反射面至少 1 公尺及離窗戶約 1.5 公尺。
振動	1. 測定地點： 無緩衝物，且踩踏十分堅固之堅硬地點。 無傾斜或凹凸之水平面。 2. 不受溫度、電氣、磁氣等外圍條件影響之地點。
水質	1. 承受水體監測點以選擇施工路段與溪流會合處。 2. 放流水水質以採集各工區之廢水及臨時排水排放口。 3. 採集水質會合，以採集穩定混合均勻且具代表性水為主。 4. 採集河川水之水樣時，依河面寬度於規範之間距與深度採集水樣，並混合均勻為一混合水樣。

表 2.5-3 空氣品質採樣至運輸過程中注意事項

採樣程序	目的	注意事項
現場記錄	了解採樣當天現場一些可能造成之干擾	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	使用測定前預先開機運轉至流量穩定，才開始測定 24 小時之值
運送空白	為確保分析結果之正確性，每次均有一組運送空白樣品	以運送空白，瞭解運送過程之樣品未受污染
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	依照環境部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

3.儀器維修校正項目及頻率

本計畫執行之空氣品質與氣象監測中，連續自動監測之分析儀分別為高量採樣器與風速、風向計等，各項監測儀器之維修校正項目與頻率等情形，茲以表 2.5-1 表示之。

4.分析項目之檢測方法

本計畫空氣品質監測係依照環境部所公告之標準方法進行，各檢測項目所使用之分析方法及偵測極限詳述於表 2.5-4。

5.數據處理原則

若分析數據小於偵測極限時，以無法被偵測(ND)表示之並註明其方法偵測極限值(MDL)及單位。

表 2.5-4 空氣監測項目檢驗方法與品保目標

序號	分析項目	檢測方法[註1]	偵測極限	單位	重複分析差異百分比(%)	查核分析回收率(%)	樣品添加分析回收率(%)
1	總懸浮微粒(TSP)	NIEA A102	0.0001	g	-	-	-
2	細懸浮微粒($PM_{2.5}$)	NIEA A205	<2.0	$\mu g/m^3$	-	-	-
3	懸浮微粒(PM_{10})	NIEA A206	<1 [註2]	$\mu g/m^3$	-	-	-
4	落塵量	NIEA A216	-	g/m^2/月			
6	Pb	NIEA A306	0.0921	$\mu g/m^3$	0~20	80~120	80~120
7	二氧化硫(SO_2)	NIEA A416	0.71 [註2]	ppb	-	-	-
8	氮氧化物(NO_X)	NIEA A417	1.47 [註2]	ppb	-	-	-
9	臭氧(O_3)	NIEA A420	1.46 [註2]	ppb	-	-	-
10	一氧化碳(CO)	NIEA A421	0.055 [註2]	ppm	-	-	-
11	碳氫化合物(THC)	NIEA A740	0.031 [註2]	ppm	-	-	-

註 1：NIEA 為行政院環境部公告之檢測方法。

註 2：為最小偵測極限 LDL。

(二)噪音振動

1.現場採樣之品保/品管

本計畫之噪音監測作業除遵照環境部公告之標準方法進行外，並依照表 2.5-2 之採樣作業準則進行採樣工作，而詳細採樣注意事項請參考表 2.5-5。噪音監測以環境部公告之環境音量標準第三條所述之設定、測定方法並參考 NIEA P201、NIEA P204 及 NIEA P205 之規定辦理。

2.分析工作之品保/品管

噪音之監測由監測人員於現場填寫現場記錄表，註明現場工作情形、監測時程、突發噪音事件並繪製監測地點平面配置圖(或照片)、噪音源與監測點相關位置圖(或照片)。

3.儀器維修校正項目及頻率

噪音監測計維修校正項目與頻率等情形，茲以表 2.5-1 表示之。其校正於每日使用前，以標準音源校正其容許讀值為 94±0.7 dB(A)，現場量測前後進行之電子式輸入校正讀值，於外界氣壓變化範圍在±10%之內時，溫度變化於-10℃～50℃範圍間，而濕度在 30%～90%相對濕度下，其誤差不可超過±0.3 dB(A)，外界氣壓變化於±10%時，其誤差不可超過 0.5 dB(A)，而溫度或濕度若超出上述範圍時，其誤差不可超過 1.0 dB(A)。

4.分析項目之檢測方法

計畫監測項目使用之檢測方法、偵測極限、重複分析詳述於表 2.5-6。

5.數據處理原則

分析人員應同時對於數據進行研判與分析如下：

(1)現場突發之噪音，如飛機、警車鳴笛聲等，應註記於現場工作表中。

(2)將監測結果與法規值比較，判斷是否超過管制標準。

(3)綜合比較結果與現場記錄表，撰寫結果與分析。

表 2.5-5 噪音振動採樣注意事項

採樣程序	目的	注意事項
器材清點	確保器材設備之完整性	填寫儀器使用記錄表
確定音位校正有效期限	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度至 1.2m ~ 1.5m
電子式校正	確保儀器之穩定性	利用 NL-18/31 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 2.5-6 噪音振動監測分析數據品保目標

序號	分析項目	檢測方法[註1]	單位	儀器偵測極限	精密度	準確性
1	噪音	NIEA P201	dB(A)	30	±0.3 dB(A)	±0.7 dB(A)
2	振動	NIEA P204	dB	30	±0.3 dB	±1.0 dB
3	低頻噪音	NIEA P205	dB(A)	25	±0.3 dB(A)	±0.7 dB(A)

註 1：噪音監測所使用之儀器為 RION NA-06、NA-28、NL-31、NL-32 型噪音計；振動監測所使用之儀器為 RION VM53A、PV-83B、PV-83C 型振動位準計。

註 2：當噪音低於 30 dB 時，偵測值變動大，故低於 30 dB 時以 30 dB 計。

(三)水文水質

1.現場採樣之品保品管

(1)樣品標籤

採樣準備時品保助理於樣品容器上黏貼標籤，並以油性簽字筆紀錄計畫名稱、樣品名稱、儲存條件、採樣日期及附註事項。

(2)現場採樣紀錄

於現場採樣時應即刻填寫採樣監控表，詳細紀錄樣品序號、採樣位置、採樣日期、時間、樣品基質、外觀及數量等。水溫/氣溫及 pH 在現場立刻量測後，亦應詳實紀錄於採樣監控表。

(3)樣品輸送及管理

於採樣完成後應仔細清點所採樣品及所攜設備，並檢查樣品是否包裝妥當，再將樣品瓶保存於 4℃以下保溫冰箱中，整批送回實驗室。

(4)樣品處理與保存

樣品取得後必須採取必要措施，以確保樣品原有之物理化學性質，不同的樣品及不同的分析項目有不同的保存要求，本計畫參照中華民國行政院環境部國家環境研究院公告之水質檢測方法總則(NIEA W102)對樣品採集的容器、保存方式及儲存時間加以整理如表 2.5-7 所示。

2.分析工作之品保品管

本計畫水質分析工作之樣品分析品保，可由下列步驟建立完成：

(1)樣品登錄

將所有樣品登錄於樣品登錄表上，詳載樣品編號、送入日期、保存期限等事項，做為實驗室之永久記錄。

(2)取樣分析

於進行各項分析工作之前，應先查閱樣品登錄表，確認樣品進行分析後，方得取樣分析。經前處理後之樣品，不得再置回樣品冷藏庫，以避免交互干擾。

(3)數據紀錄

於檢測分析時，應隨時將最原始直接之數據正確紀錄於工作記錄本中。

表 2.5-7 水質各檢測項目的採樣及保存方法

檢測項目	最少樣品量 (mL)[註1]	樣品保存容器	保存方法[註2]	最長保存期限
大腸桿菌群	120	無菌杯	4±2°C冷藏 （有餘氯時需添加適量之硫代硫酸鈉）	24小時
總菌落數	120	無菌杯	4±2°C冷藏 （有餘氯時需添加適量之硫代硫酸鈉）	24小時
懸浮固體	1000	抗酸性之玻璃或塑膠瓶	暗處，4±2°C	7天
總溶解固體	400	抗酸性之玻璃或塑膠瓶	暗處，4±2°C	7天
溫度/pH 值/溶氧/ORP/導電度	1000	玻璃或塑膠瓶	-	立刻分析 (現場測定)
總硬度	200	玻璃或塑膠瓶	加硝酸使水樣pH<2	7天
總磷	100	以1+1熱鹽酸洗淨之璃瓶	加硫酸使水樣pH<2，暗處，4°C冷藏。	7天
硝酸鹽氮	200	玻璃或塑膠瓶	暗處，4±2°C	48小時
金屬(銅、鎳、鉛、鋅、鉻、鎘、鐵、錳)	100	以1+1硝酸洗淨之塑膠瓶	加硝酸使pH < 2，4±2°C冷藏	180天
砷	100	以1+1硝酸洗淨之塑膠瓶	加硝酸使pH < 2，4±2°C冷藏	180天
汞	100	以1+1硝酸洗淨之塑膠瓶	加硝酸使pH < 2，4±2°C冷藏	35天
氯鹽	400	塑膠瓶或玻璃瓶	-	28天
硫酸鹽	400	塑膠瓶或玻璃瓶	暗處，4±2°C冷藏	7天
氨氮	500	玻璃或塑膠瓶	硫酸，pH < 2，暗處，4±2°C冷藏。水樣中含有餘氯，則應於採樣現場加入去氯試劑	7天
油脂	1000	廣口玻璃瓶採集（採樣前廣口玻璃瓶先以清潔劑清潔，於清水洗淨後再以正己烷淋洗，以去除干擾物質）	若水樣於採樣後2小時內無法分析，以1＋1鹽酸或1＋1硫酸酸化水樣至pH小於2，並於4°C冷藏。不得以擬採之水樣預洗。	28天
生化需氧量	1000	玻璃或塑膠瓶	暗處，4±2°C冷藏	48小時
化學需氧量	100	玻璃或塑膠瓶	加硫酸使水樣之pH<2，暗處，4±2°C冷藏	7天
總酚	1000	密封之棕色玻璃瓶	硫酸，pH<2，暗處，4±2°C冷藏	28天
總有機碳	50	褐色玻璃瓶(瓶蓋內附鐵氟龍墊片)	不可預洗，硫酸pH<2，裝樣後不得含有氣泡，暗處，4±2°C冷藏	14天

3.分析儀器及校正方法：

水質分析儀器之校正方法如表 2.5-1 所列。

4.分析項目之檢測方法：

水文水質監測項目之檢測品保品管分析規定及標準詳表 2.5-8 所示。

5.數據處理原則：

(1)數據紀錄之處理及保存

檢驗數據追蹤工作小組及實驗室為配合數據及紀錄之可追溯性，故備有品管查核之運作；可藉由查核動作，追蹤到所需資料及數據或得知造成異常分析之原因，進而採取改善措施。

(2)數據運算

有關水文水質之數據運算，平均值均採用算術平均值。

(四)交通量

1.現場採樣及分析工作之品保/品管

本計畫採用「長時間數位錄影/人工判讀調查法」進行交通流量監測，此法係結合「錄影調查」與「調查員調查法」之特性與優點，進行連續長時間資料蒐集作業，並精簡人力、減少調查員生理因素干擾，以兼顧車種辨識與車輛計數之正確性。並以人工方式依速限行駛，紀錄行駛過程之延滯狀況，統計路口各方向之路口延滯，且依此方式計算各路段之平均旅行速率及平均行駛速率。

2.分析項目之檢測方法

調查前 1~2 日，至現場尋覓適當置高地點，以適當角度架設攝影機以拍攝路段交通車流，啟動數位錄影設備使攝影機開始自動進行長時間錄影(最長可連續達 6 天)。

錄影期間派遣 1~2 人巡迴查看以確保設備正常運作及錄影成果完整，必要時可隨時處理突發狀況。為顧及夜間錄影品

質，攝影機拍攝地點盡可能選擇路燈照明充足之處，以避免攝得影片畫面受車燈干擾致無法辨認車種。

內業處理則先將儲存於硬碟內之數位影片檔案分類以免混淆錯置，之後視可處理時間之長短，僱用一定人員以人工判讀方式按各車種進行車輛數計數作業。

3.數據處理原則

依據交通部運輸研究所編印之「台灣地區公路容量手冊」換算各種指標，以推估路段、路口之服務水準。以分析附近地區所調查之交通概況，期能瞭解本計畫區施工期間雙向行車數量、車流狀況及影響車輛行駛等因素，進而確定本計畫交通運輸對當地交通之影響程度。

(五)考古遺址

本項目調查在瞭解施工整地及挖掘期間，對維修基地鄰近之古蹟或遺址可能產生之影響，執行方法將聘請考古專業人員依據〈文化資產保存法施行細則〉第 27 條第 4 項「施工監看」及第 5 項「其他必要措施」辦理，於施工整地及挖掘期間至古蹟或遺址現場監看與調查，詳實紀錄現場狀況。

表 2.5-8 水文水質監測分析數據品保目標

序號	分析項目	檢測方法[註1]	方法偵測極限	單位	重複分析差異百分比 (%)	查核分析回收率 (%)	樣品添加分析回收率(%)
1	大腸桿菌群	NIEA E202	10	CFU/100 mL	-	-	-
2	總菌落數	NIEA E203	5	CFU/mL	-	-	-
3	懸浮固體	NIEA W210	1.0	mg/L	0~20	-	-
4	總溶解固體	NIEA W210	5.0	mg/L	0~10(數值<25，為20)	-	-
5	水溫	NIEA W217	-	℃	-	-	-
6	pH	NIEA W424	-	-	± 0.1	-	-
7	氧化還原電位	NIEA W103	-	mV	-	-	-
8	總硬度	NIEA W208	1.7	mg/L	0~15	85~115	80~120
9	比導電度	NIEA W203	-	MΩ/cm	-	-	-
10	硝酸鹽氮	NIEA W436	0.01	mg/L	0~20	80~120	75~125
11	銅	NIEA W311	0.005	mg/L	0~20	80~120	80~120
12	鋅	NIEA W311	0.006	mg/L	0~20	80~120	80~120
13	鎳	NIEA W311	0.004	mg/L	0~20	80~120	80~120
14	鐵	NIEA W311	0.009	mg/L	0~20	80~120	80~120
15	錳	NIEA W311	0.004	mg/L	0~20	80~120	80~120
16	鉛	NIEA W311	0.0026	mg/L	0~20	80~120	80~120
17	鎘	NIEA W311	0.001	mg/L	0~20	80~120	80~120
18	鉻	NIEA W311	0.004	mg/L	0~20	80~120	80~120
19	汞	NIEA W330	0.00015	mg/L	0~20	80~120	75~125
20	砷	NIEA W434	0.0003	mg/L	0~20	80~120	75~125
21	氯鹽	NIEA W415	0.04	mg/L	0~20	85~115	80~120
22	總磷	NIEA W427	0.002	mg P/L	0~20	80~120	80~120
23	氨氮	NIEA W437	0.01	mg/L	0~15	85~115	85~115
24	溶氧量	NIEA W455	-	mg/L	-	-	-
25	油脂	NIEA W506	1.0†	mg/L	-	78~114	-
26	生化需氧量	NIEA W510	1.0†	mg/L	0~20	±30.5 mg/L	-
27	化學需氧量	NIEA W517	3.2	mg/L	0~20	85~115	-
28	總酚	NIEA W521	0.0015	mg/L	0~15	85~115	80~120
29	硫酸鹽	NIEA W415	0.04	mg/L	0~20	85~115	80~120
30	總有機碳	NIEA W532	0.05	mg/L	0~15	85~115	75~125
31	流量	NIEA W022	-	m^3/sec	-	-	-

2.6 異常警戒值設定

環境監測警戒值的設定建立在法規標準的基準下，可用於檢測和反應可能因工程引起的環境污染事件，並確保工程施作時，環境及民眾不會受到不良影響，可以早期發現潛在的環境問題，科進栢誠便能及時提醒施工廠商，並分析環境問題來源，在工程進行過程中及時調整和實施防範措施。

本計畫使用 108 至 112 年環境部空氣品質鄰近測站(包括竹東與龍潭測站)的數據，與本計畫 112 年蒐集的環境監測背景值進行比較(採用之鄰近測站數據與本計畫監測數據皆使用相同單位)，由圖 2.6-2 可發現監測背景值多落在盒鬚圖內，顯示背景值與整體環境差異不大，使用監測背景值估算警戒值足以反映當地空氣品質之情況。

在河川水質方面，使用 108 至 112 年環境部河川水質鄰近測站(包括內灣吊橋、竹東大橋、竹林大橋、渡船大橋與寶山水庫取水口)的數據，與本計畫 112 年蒐集的環境監測背景值進行比較。僅針對包含各月資料的項目進行比較分析，從圖 2.6-3 可觀察到，監測背景值大多落在盒鬚圖內，僅在第四季時有明顯超出合理範圍，推測因環境部測站與本計畫監測位置存在一定距離(圖 2.6-1)，且河川水質易受到豐枯水期的影響，可能導致兩者數據有所落差。在第 4 季水質監測時，由於水體較混濁，可能使監測數據出現異常狀況，持續觀察是否有此情形的發生。目前來看，監測背景值較能反映當地環境狀況，因此本計畫仍將其作為警戒值計算的基準。

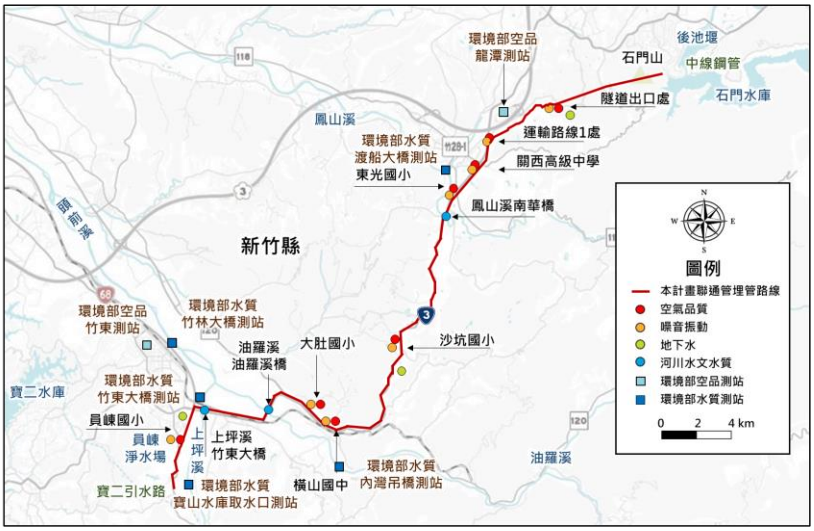


圖 2.6-1　鄰近環境部測站與本計畫環境監測測站位置圖

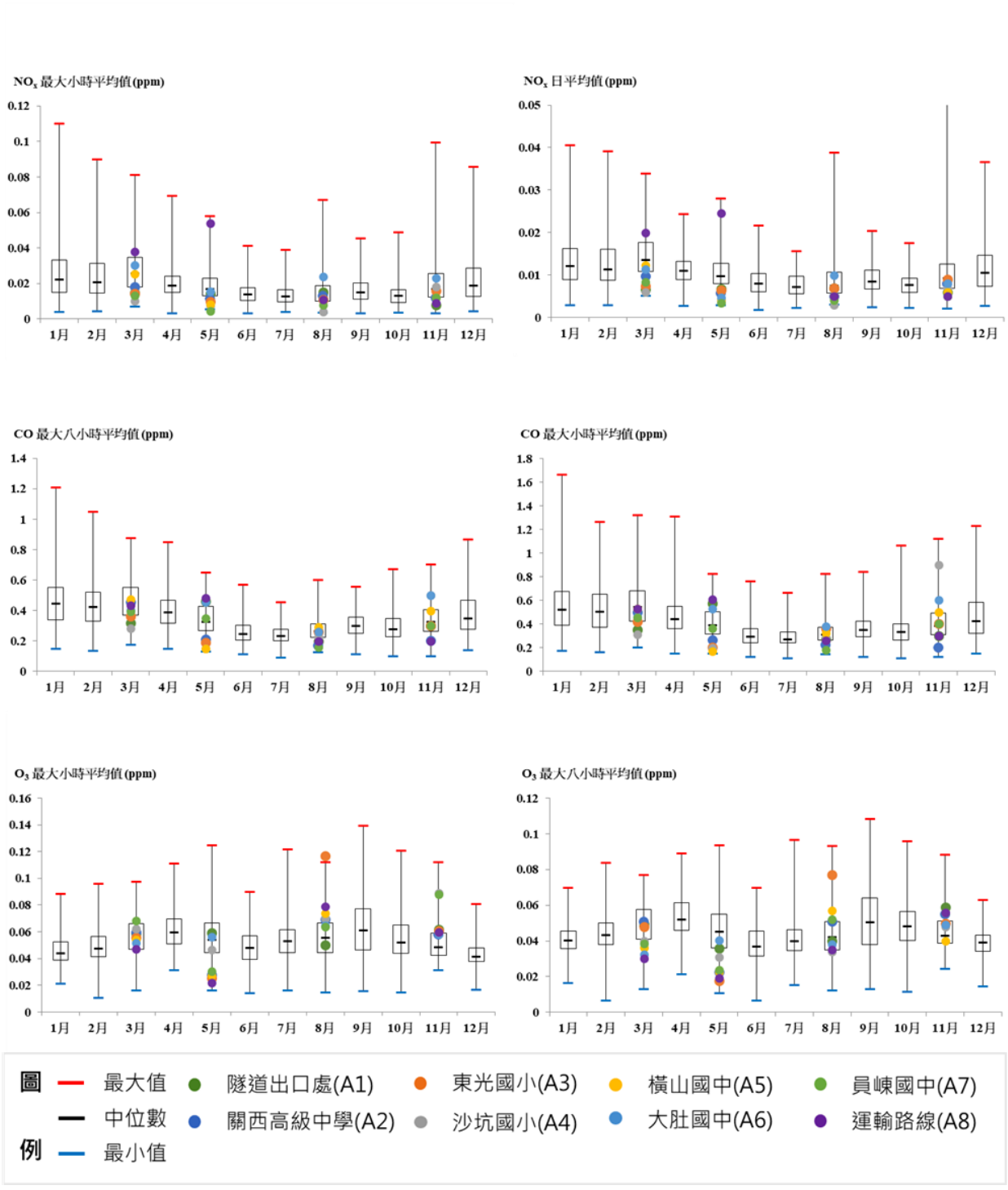


圖 2.6-2　鄰近環境部空氣品質測站與環境監測背景值比對圖

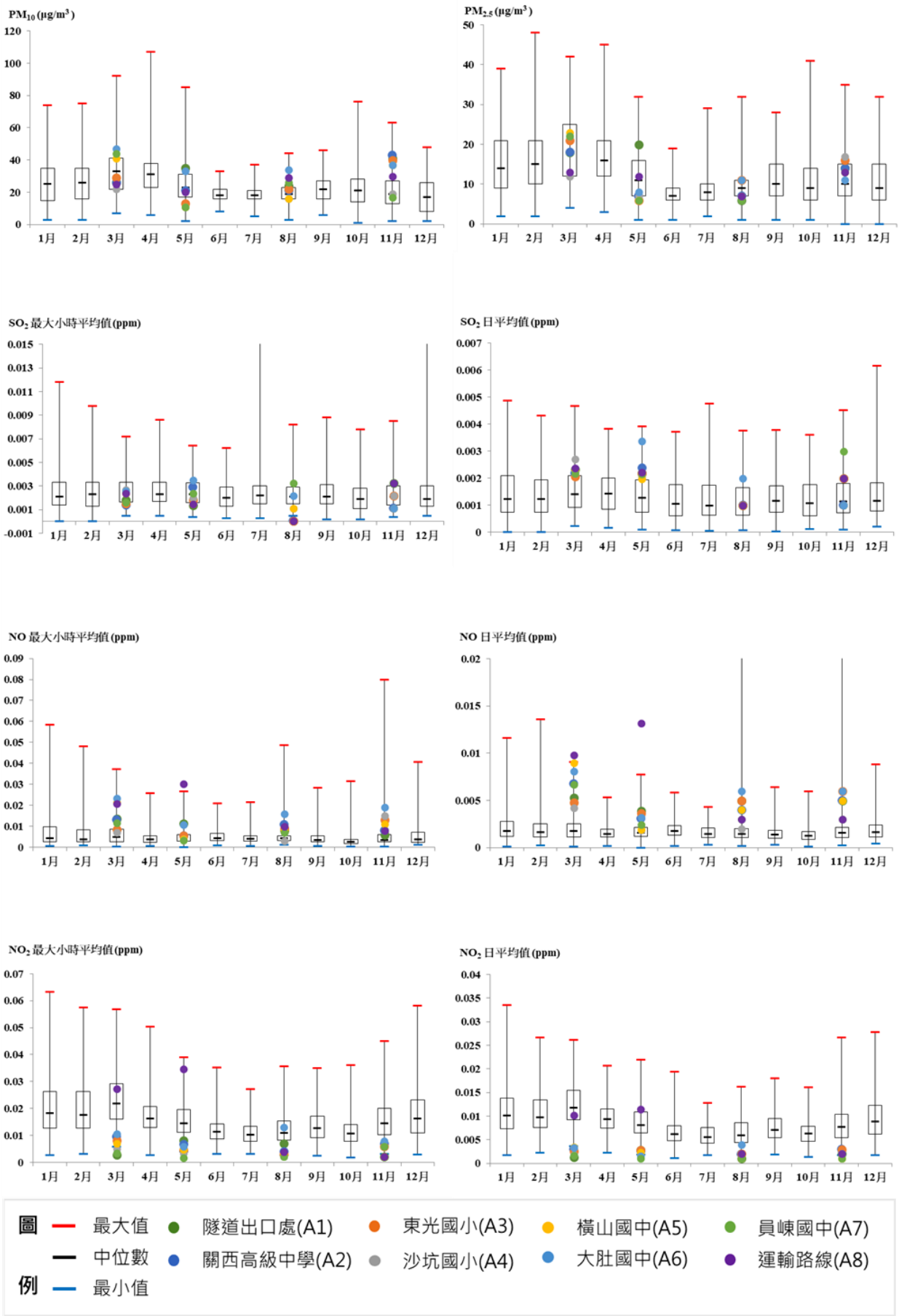


圖 2.6-2　鄰近環境部空氣品質測站與環境監測背景值比對圖(續)

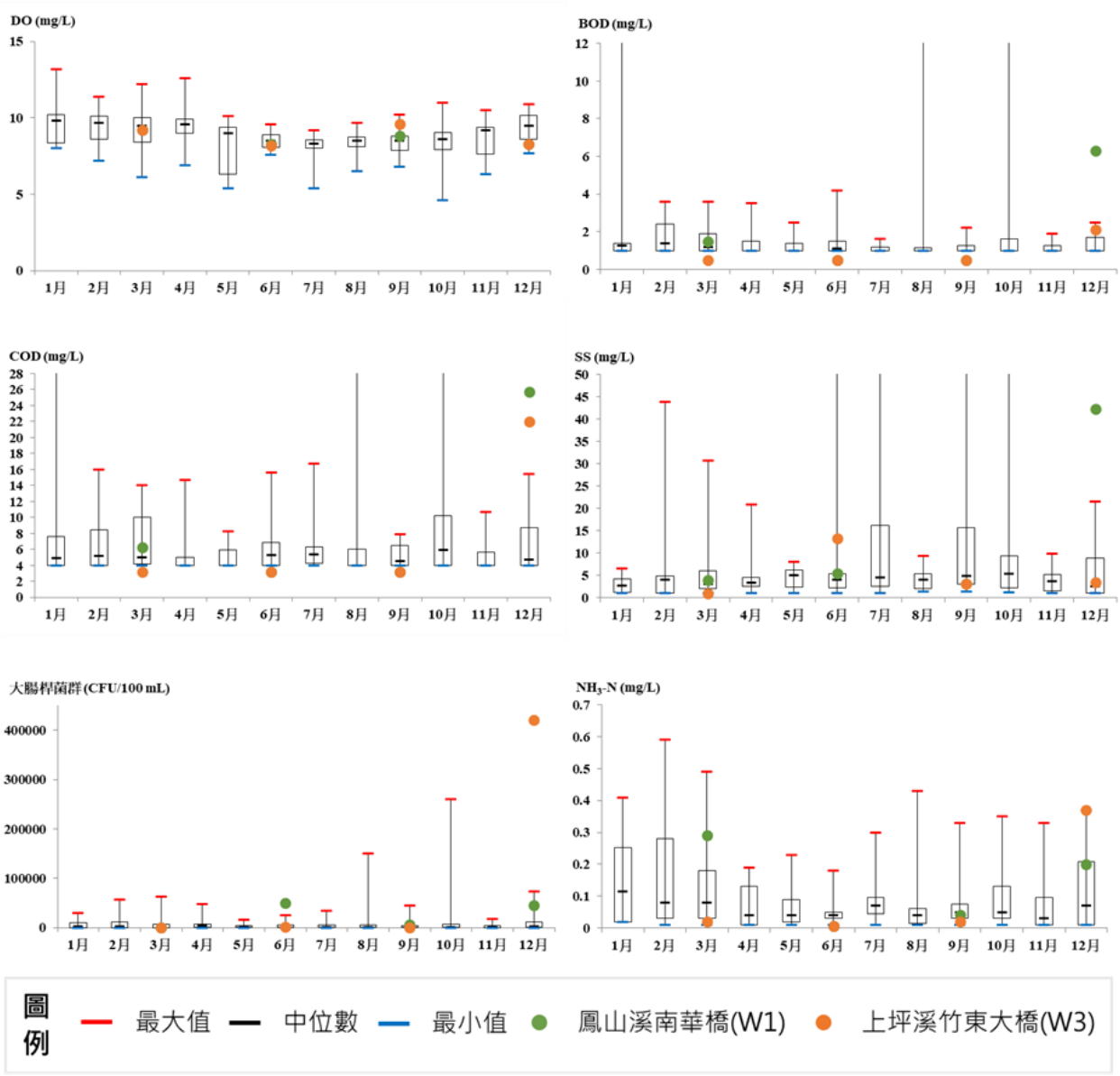


圖 2.6-3　鄰近環境部河川水質測站與環境監測背景值比對圖

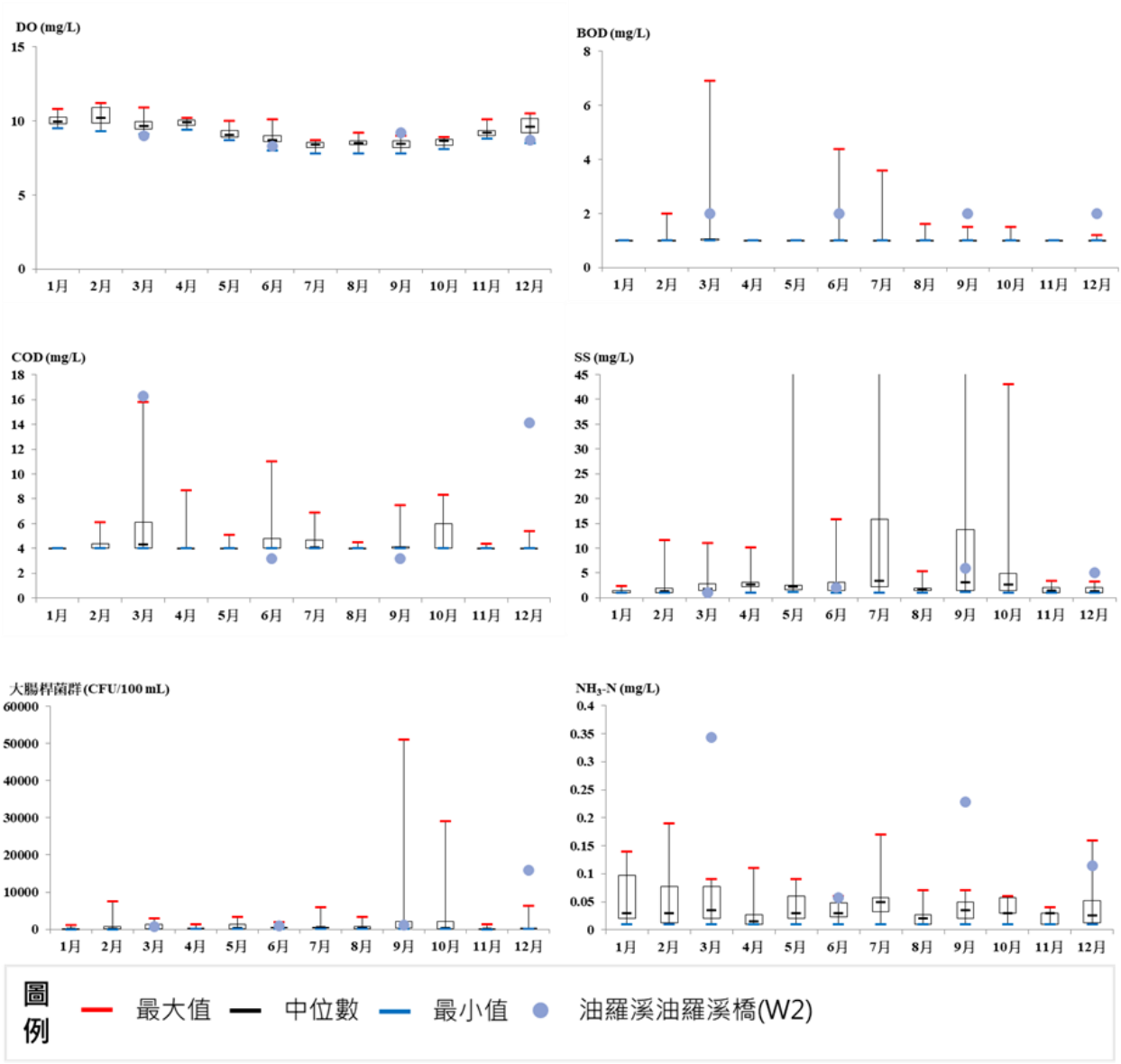


圖 2.6-3　鄰近環境部河川水質測站與環境監測背景值比對圖(續)

本計畫警戒值使用 112 年蒐集的環境監測背景值，並搭配適當的統計方法，建立客觀的評估標準，幫助工程符合相關法規及環境標準，確保環境監測的即時性及準確性，警戒值制定方法如下：

一、信賴區間計算目的與原則

針對具有法規值之項目進行計算，使用環境監測背景值計算90%信賴區間，找出涵蓋母體平均值的範圍，母體平均值代表該測站環境背景平均值，監測數值落在此範圍內，表示測值與背景值無顯著差異。

二、背景值資料來源與統計特性

環境監測背景值為使用施工前 112 年第 1 季至第 4 季監測數據，因過去僅執行各季共 4 次監測，樣本數較缺乏，無法達成常態分佈，且無法使用常態曲線與標準分數(Z 分布)找出信賴區間，因此在未達成常態分佈的前提下，選用相對 Z 分布更適用於小樣本(n<30)的 t 分布(Student's t-distribution)來計算 90%信賴區間，並依照法規與監測背景資料特性選用單尾或雙尾檢定，公式如下：

$$\bar{X} \pm t_{n-1,\frac{1-p}{2}} \frac{S}{\sqrt{n}}$$

其中，$\bar{X}$為樣本平均值、S 為樣本標準差、n 為樣本數、p 為 90%，t 分布臨界值於表 2.6-1 呈現。

表 2.6-1　t 分布臨界值

單尾檢定顯著水準			
信心水準 (註 2) / df (註 1)	**90%**	**95%**	**97.5%**
	0.1	**0.05**	**0.025**
雙尾檢定顯著水準			
信心水準 (註 2) / df (註 1)	**80%**	**90%**	**95%**
	0.2	**0.1**	**0.05**
1	3.078	6.314	12.707
2	1.886	2.920	4.303
3	1.638	2.353	3.182
4	1.533	2.132	2.776
5	1.476	2.015	2.571
6	1.440	1.943	2.447
7	1.415	1.895	2.365
8	1.397	1.860	2.306
9	1.383	1.833	2.262
10	1.372	1.812	2.228
11	1.363	1.796	2.201
12	1.356	1.782	2.179
13	1.350	1.771	2.160
14	1.345	1.761	2.145
15	1.341	1.753	2.131
16	1.337	1.746	2.120
17	1.333	1.740	2.110
18	1.330	1.734	2.101
19	1.328	1.729	2.093
20	1.325	1.725	2.086
21	1.323	1.721	2.080
22	1.321	1.717	2.074
23	1.319	1.714	2.069
24	1.318	1.711	2.064
25	1.316	1.708	2.060
26	1.315	1.706	2.056
27	1.314	1.703	2.052
28	1.313	1.701	2.048
29	1.311	1.699	2.045
30	1.310	1.697	2.042

註 1：df 為自由度，計算方式為樣本數減 1。

註 2：信心水準為信賴區間包含母體平均值的機率。

三、警戒值設定原則與調整機制

根據環境監測背景值特性，制定四種警戒值擬定標準，詳如表 2.6-2。

表 2.6-2　警戒值擬定標準

標準	情形	案例
1	警戒值計算結果超過法規，並且該測項背景值曾經有超標情形，則保留此數值。	鳳山溪南華橋 BOD 警戒值計算結果為 6.6 mg/L，超過法規值，該測站第一季及第四季 BOD 超過法規值(1.0 mg/L)，因此保留此數值。
2	警戒值計算結果超過法規，但過去測項背景值皆未超過法規值，則將警戒值修正為法規值。	東光國小第三季 O_3 最大小時平均值為 0.117 ppm，接近法規值(0.12 ppm)，該測站 O_3 最大小時平均值警戒值計算結果為 0.126 ppm，超過法規值，因此修正為 0.12 ppm。
3	測項背景值在每季皆為 ND 或皆小於 MDL，則將警戒值修正為 2 倍 MDL，表示環境在工程施作後產生兩倍變動。	關西測站汞警戒值每季皆為 ND，因此警戒值訂為 0.00030 mg/L(MDL 為 0.00015 mg/L)。
4	皆不屬於以上情況時，警戒值直接使用 t 分布方法算出的結果。	—

目前警戒值的設定僅考慮環境背景因素，在往後工程開始施作後，應根據工程活動時的環境狀況做及時調整，使警戒值更符合工程實際情況，有助於制定更適合的環境監測計畫及規範。

四、超過警戒值之應變原則與處理流程

若監測結果超過異常警戒值(表 2.6-3~6)，進入異常監測狀況作業程序(於 2.7 節詳述)，若非調查分析失誤造成且判定可能受本計畫工程影響，則視為異常狀況發生，於報告中以「超過異常警戒值」標示，並探討其可能原因，採取應變及處理。

第三標測站 113 年度尚未有施工行為，因此警戒值使用 112 年及 113 年數據重新計算，計算結果詳表 2.6-7~10，並於 114 年第一季開始使用。

本計畫各項監測數據若有超過警戒值，將會視狀況採取以下措施：

1.比對超過警戒值之幅度，確認影響程度

2.確認工程進度，釐清是否因為施工影響

3.比對鄰近測站測值、歷史測值，確認是否為環境背景

若監測值超過警戒值，將視為工程可能對環境造成影響的指標，並作為早期發現潛在環境問題的依據。這些情況的處理流程將與超過法規標準的處理方式相同，在超過法規標準前即關注及處理，確保我們的環境保護措施能夠及時且有效地應對。

表 2.6-3　空氣品質異常警戒值

測項			隧道出口處 (A1)	關西高級中學(A2)	東光國小 (A3)	沙坑國小(A4)	運輸路線 (A8)	空氣品質標準
PM_{10}	日平均值	$\mu g/m^3$	38	36	35	21	30	75
$PM_{2.5}$	24 小時值	$\mu g/m^3$	20	16	19	15	14	30
SO_2	最大小時平均值	ppm	0.003	0.003	0.004	0.004	0.003	0.065
NO_2	最大小時平均值	ppm	0.013	0.012	0.012	0.012	0.026	0.1
CO	最大小時平均值	ppm	0.5	0.4	0.4	0.7	0.6	31
	最大八小時平均值	ppm	0.4	0.4	0.3	0.4	0.5	9
O_3	最大小時平均值	ppm	0.062	0.068	0.096	0.081	0.072	0.10
	最大八小時平均值	ppm	0.055	0.057	0.068	0.044	0.048	0.06

註：計算警戒值使用 90%信心水準，df 為 3，因此選用 1.638 作為臨界值。

表 2.6-4　環境噪音異常警戒值

測項			NV1: 隧道出口處 (第二類)	NV2: 關西 高級中學 (第三類)	NV3: 東光國小(第三類)	NV4: 沙坑國小(第二類)	NV8: 運輸路線(第三類)	第二類管制區內緊鄰八公尺以上之道路邊地區	第三類管制區內緊鄰八公尺以上之道路邊地區
平日	$L_{日}$	dB(A)	53.5	60.2	61.6	58.3	72.5	60	74
	$L_{晚}$	dB(A)	54.6	57.2	58.2	57.7	68.7	55	73
	$L_{夜}$	dB(A)	52.8	55.0	55.8	55.6	66.9	50	69
假日	$L_{日}$	dB(A)	54.7	59.1	62.9	57.0	74.0	60	74
	$L_{晚}$	dB(A)	55.5	57.5	59.8	53.9	70.9	55	73
	$L_{夜}$	dB(A)	53.2	55.8	56.6	56.0	70.2	50	69

註：計算警戒值使用 90%信心水準，df 為 3，因此選用 1.638 作為臨界值。

表 2.6-5　水文水質異常警戒值

測項		鳳山溪 南華橋(W1)	甲類陸域地面水體水質標準	保護人體健康相關環境基準
pH 值	—	8.0~8.7	6.5~8.5	—
DO	mg/L	≧8.3	≧6.5	—
BOD	mg/L	≦4.5	≦1	—
SS	mg/L	≦29.3	≦25	—
NH_3-N	mg/L	≦0.24	≦0.1	—
總磷	mg P/L	≦0.157	≦0.02	—
大腸桿菌群	CFU/ 100 mL	≦4.6×10^4	≦50	—
銅	mg/L	≦0.010	—	≦0.03
鋅	mg/L	≦0.020	—	≦0.5
鎳	mg/L	≦0.005	—	≦0.1
錳	mg/L	≦0.124	—	≦0.05
砷	mg/L	≦0.0012	—	≦0.05
鉛	mg/L	≦0.0052	—	≦0.01
鎘	mg/L	≦0.002	—	≦0.005
鉻	mg/L	≦0.008	—	≦0.05
汞	mg/L	≦0.00030	—	≦0.001

註：計算警戒值使用 90%信心水準，df 為 3，因此選用 1.638(單尾)與 2.353(雙尾)作為臨界值。

表 2.6-6　地下水異常警戒值

測項		關西(U1)	橫山(U2)	第二類監測標準
硝酸鹽氮	mg/L	1.69	0.29	50
氯鹽	mg/L	12.2	5.73	625
硫酸鹽	mg/L	27.8	176.8	625
NH_3-N	mg/L	0.06	1.45	0.25
總硬度	mg/L	80.9	710	750
總溶解固體物	mg/L	128	799	1250
總酚	mg/L	0.0052	0.0117	0.14
總有機碳	mg/L	1.7	4.9	10
鎘	mg/L	0.002	0.0010	0.025
鉻	mg/L	0.008	0.0082	0.25
銅	mg/L	0.01	0.014	5
鐵	mg/L	0.57	16.50	1.5
鉛	mg/L	0.008	0.391	0.05
錳	mg/L	0.007	1.865	0.25
鎳	mg/L	0.008	0.007	0.5
鋅	mg/L	0.031	0.058	25
汞	mg/L	0.0003	0.0003	0.01
砷	mg/L	0.0006	0.0155	0.25

註：計算警戒值使用 90%信心水準，df 為 3，因此選用 1.638 作為臨界值。

表 2.6-7　調整後空氣品質異常警戒值(第三標)

測項			橫山國中 (A5)	大肚國小 (A6)	員崠國小 (A7)	空氣品質標準
PM_{10}	日平均值	$\mu g/m^3$	26	35	27	75
$PM_{2.5}$	24 小時值	$\mu g/m^3$	14	14	14	30
SO_2	最大小時平均值	ppm	0.003	0.003	0.003	0.065
NO_2	最大小時平均值	ppm	0.017	0.018	0.010	0.100
CO	最大小時平均值	ppm	0.5	0.5	0.5	31
	最大八小時平均值	ppm	0.4	0.4	0.4	9
O_3	最大小時平均值	ppm	0.062	0.061	0.069	0.100
	最大八小時平均值	ppm	0.043	0.043	0.049	0.060

註：計算警戒值使用 90%信心水準，df 為 7，因此選用 1.415 作為臨界值。

表 2.6-8　調整後環境噪音異常警戒值(第三標)

測項			NV5: 橫山國中 (第三類)	NV6: 大肚國小 (第三類)	NV7: 員崠國小 (第三類)	第三類管制區內緊鄰八公尺以上之道路邊地區
平日	$L_{日}$	dB(A)	57.6	59.0	57.6	74
	$L_{晚}$	dB(A)	56.7	54.7	50.4	73
	$L_{夜}$	dB(A)	54.4	53.4	47.8	69
假日	$L_{日}$	dB(A)	69.2	57.1	56.4	74
	$L_{晚}$	dB(A)	65.3	54.6	52.8	73
	$L_{夜}$	dB(A)	64.0	52.7	51.4	69

註：計算警戒值使用 90%信心水準，df 為 8，因此選用 1.397 作為臨界值。

表 2.6-9　調整後水文水質異常警戒值(第三標)

測項		油羅溪 油羅溪橋 (W2)	上坪溪 竹東大橋 (W3)	甲類陸域地面水體水質標準	乙類陸域地面水體水質標準	保護人體健康相關環境基準
pH 值	—	8.3~8.6	8.1~8.5	6.5~8.5	6.5~9.0	—
DO	mg/L	≧8.6	≧8.5	≧6.5	≧5.5	—
BOD	mg/L	≦2.0	≦1.0	≦1	≦2	—
SS	mg/L	≦3.5	≦5.2	≦25	≦25	—
NH_3-N	mg/L	≦0.02	≦0.12	≦0.1	≦0.3	—
總磷	mg P/L	≦0.027	≦0.098	≦0.02	≦0.05	—
大腸桿菌群	CFU/100 mL	≦5.5×10^3	≦1.3×10^5	≦50	≦5000	—
銅	mg/L	≦0.010	≦0.010	—	—	≦0.03
鋅	mg/L	≦0.016	≦0.015	—	—	≦0.5
鎳	mg/L	≦0.008	≦0.008	—	—	≦0.1
錳	mg/L	≦0.005	≦0.008	—	—	≦0.05
砷	mg/L	≦0.0006	≦0.0003	—	—	≦0.05
鉛	mg/L	≦0.0052	≦0.0052	—	—	≦0.01
鎘	mg/L	≦0.002	≦0.002	—	—	≦0.005
鉻	mg/L	≦0.004	≦0.008	—	—	≦0.05
汞	mg/L	≦0.00030	≦0.00030	—	—	≦0.001

註：計算警戒值使用 90%信心水準，df 為 7，因此選用 1.415 (單尾)與 1.895 (雙尾)作為臨界值。

表 2.6-10　調整後地下水異常警戒值(第三標)

測項		竹東(U3)	第二類監測標準
硝酸鹽氮	mg/L	0.89	50
氯鹽	mg/L	7.27	625
硫酸鹽	mg/L	67.3	625
NH_3-N	mg/L	0.02	0.25
總硬度	mg/L	244	750
總溶解固體物	mg/L	294	1250
總酚	mg/L	0.0032	0.14
總有機碳	mg/L	1.6	10
鎘	mg/L	0.002	0.025
鉻	mg/L	0.005	0.25
銅	mg/L	0.018	5
鐵	mg/L	3.71	1.5
鉛	mg/L	0.188	0.05
錳	mg/L	0.122	0.25
鎳	mg/L	0.005	0.5
鋅	mg/L	0.056	25
汞	mg/L	0.00030	0.01
砷	mg/L	0.0008	0.25

註：計算警戒值使用 90%信心水準，df 為 7，因此選用 1.415 作為臨界值。

2.7 異常監測狀況作業程序

監測結果異常且經確認，並以異常通報單通知北水分署後，並採取「立即向現場管理單位(工務科工務所主任或監造單位)反應及檢討」、「建議採取臨時性應變措施」及「迅速通知主管單位(品管科承辦人員)」等緊急應變措施，進行現場環境狀況檢討、採取臨時污染防治措施以及擬定減輕不利影響之對策，以適時改善或控制污染情況，並發揮監測工作之最大功能與效益。

一、異常監測結果之發生

異常監測結果之發生可分為即時測得及非即時測得等兩種情況，可即時測得之項目，如水質之溫度、pH、溶氧及導電度等，可透過現場儀器量測直接測得異常情形；非即時測得之項目則需攜回實驗室分析或透過後續逐時計算方可瞭解現場異常狀況，而依據科進桓誠品保品管要求，所有合作之檢測單位，須於採樣後約 20~30 日內提供監測結果原始檔，供本工作團隊進行數據之同步確認及分析，如發生異常情形時亦將於取得數據後 3~5 天內進行異常原因釐清。

二、異常監測結果之再確認

發生異常監測結果之應變流程，如圖 2.7-1 所示，當發生結果異常時，將透過品保、品管計畫進行逐一檢驗，若判斷異常為來自背景或執行誤差之影響，則進行內部執行結果修正；將經由比對歷次之監測紀錄、現場環境狀況，以及本團隊之技術顧問經驗，確認異常之影響項目、範圍、強度及時間後，若確認為工程造成之異常，將以「環境監測異常通報單」(如圖 2.7-2)通知業主，並持續追蹤污染來源。

三、異常監測結果之應變及處理

當異常監測結果發生且經確認，並以異常通報知會業主後，並採取「立即向現場管理單位反應及檢討」、「建議採取臨時性應變措施」及「迅速通知主管單位」等緊急應變措施，進行現場環境狀況檢討、採取臨時污染防治措施以及擬定減輕不利影響之對策，以適時改善或控制污染情況，並發揮監測工作之最大功能與效益。科進栢誠公司通報異常結果事件後，會再針對各事件改善情況持續追蹤，並對未來將有施工行為之工區給予提醒，避免工程行為影響環境現況。

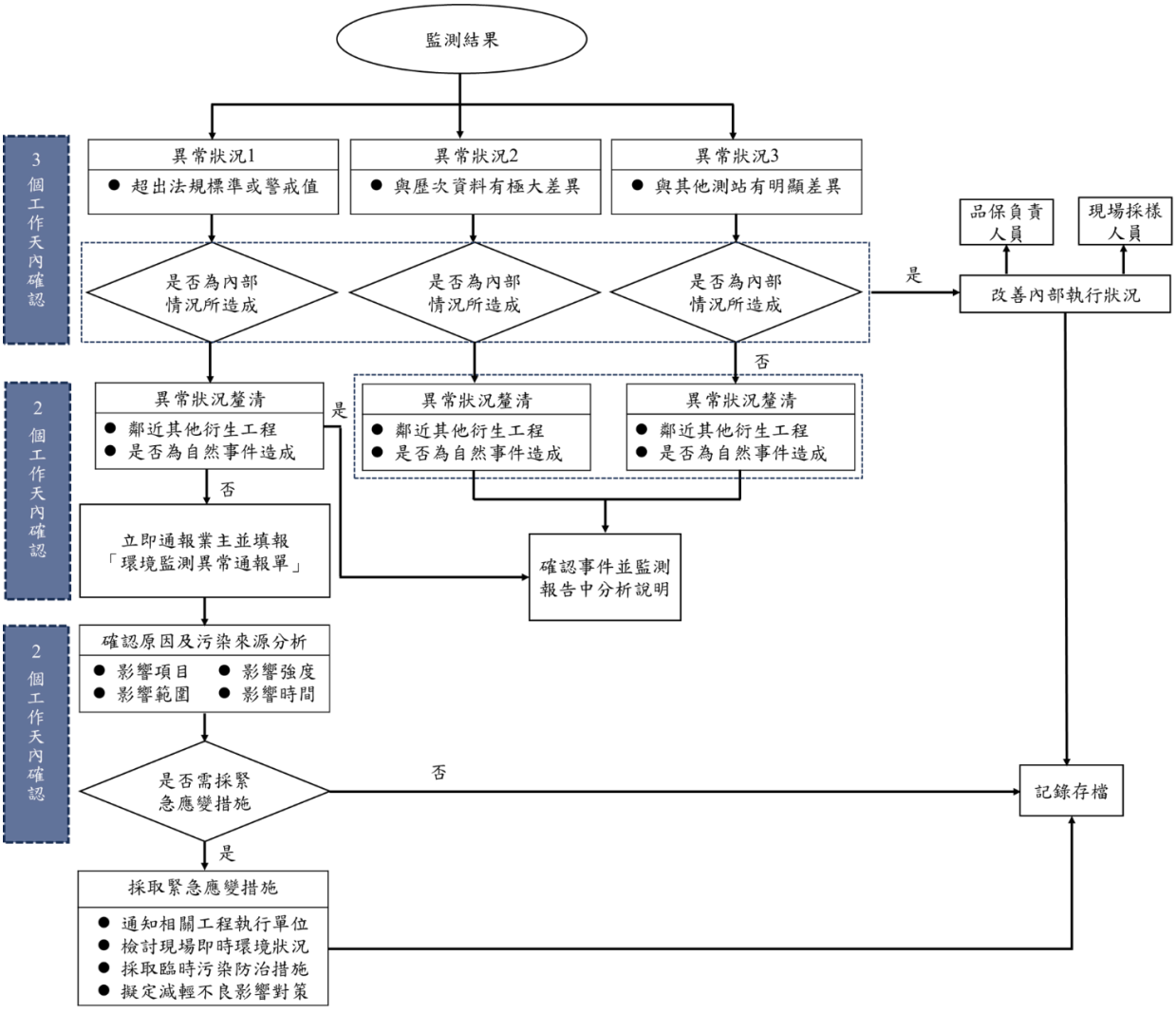


圖 2.7-1　異常數據處理流程圖

環境監測異常現象通報單

計畫名稱：石門水庫至新竹聯通管工程計畫環境監測及評估

監測時間：112 年 3 月 1 日
通報日期：112 年 3 月 2 日
監測點位：南華橋
異常項目：風山溪水質 pH 測值超過甲類水體水質標準

原因分析：

本次現場監測結果(如表 1)，於鳳山溪南華橋測站之 pH 測值為 8.7，有略超過甲類地面水體分類及水質標準(6.8~8.5)，其餘現場測值均可符合法規標準。經檢視現場採樣紀錄表，品保品管要求均符合規定且現場環境(如圖 1)並無明顯異常，推測本次測值偏高係屬環境背景狀況。

表 1　現場監測結果

項目 / 監測點位及日期		水溫	pH	溶氧量
		℃	-	mg/L
鳳山溪南華橋	112/03/01	20.3	8.7	6.6
甲類地面水體分類及水質標準		-	6.5~8.5	≧6.5

圖 1　現場環境照

因應措施及建議事項：

本次 pH 測值超標情形，由於目前為施工前之監測，推測主要係受環境背景狀況影響，後續將持續觀察測值變化情形。

承辦單位：科進栢誠工程顧問股份有限公司　　檢測單位：台灣檢驗科技股份有限公司

檢核人 蔡光遠　　填表人 黃暐鈞

圖 2.7-2　環境監測異常現象通報單範例

第三章 監測結果數據分析

第三章 監測結果數據分析

3.1 空氣品質

為瞭解施工期間產生之空氣粒狀污染物對環境之衝擊，本計畫規劃於隧道出口處(A1)、關西高級中學(A2)、東光國小(A3)、沙坑國小(A4)、橫山國中(A5)、大肚國小(A6)、員崠國小(A7)及運輸路線 1 處(A8)，共 8 處測點進行施工前每季 1 次連續 24 小時之監測工作，另沙坑國小(A4)自 114 年 6 月起，每月 1 次，連續 24 小時監測，點位如圖 3.1-1 所示，監測項目包含總懸浮微粒(TSP)、細懸浮微粒($PM_{2.5}$)、懸浮微粒(PM_{10})、二氧化硫(SO_2)、氮氧化物(NO_x)、一氧化氮(NO)、二氧化氮(NO_2)、一氧化碳(CO)、臭氧(O_3)、鉛(Pb)、碳氫化合物、落塵量及氣象(風速、風向、溫度及濕度)，此外，本計畫監測成果除與空氣品質標準進行比對分析外，亦新增環境背景值之平均值及標準差，並列出各測項警戒值，以為後續施工監測時提出改善建議之評估標準，如表 3.1-1 所示。

114 年上半年度別於第一季(01/20(一)~01/24(五))及第二季(04/27(日)~04/29(二)、05/26(一)~05/27(二)及 06/07(六)~06/08(日))執行，監測結果彙整於表 3.1-2~9 及圖 3.1-2~10；除與法規標準比較，另與當日環境部竹東及龍潭空品測站測值比對，彙整如圖 3.1-11~24，其分析討論說明如下。

本計畫為了解各點位之背景狀況，另蒐集彙整環境部鄰近空品測站，分析竹東及龍潭測站近 3 年(111~113 年)之細懸浮微粒($PM_{2.5}$)、懸浮微粒(PM_{10})、二氧化硫(SO_2)、氮氧化物(NO_x)、一氧化氮(NO)、二氧化氮(NO_2)、一氧化碳(CO)、臭氧(O_3)等測值，114 年上半年度各項監測結果之比對盒鬚圖，彙整如圖 3.1-25~40。

本計畫歷次監測結果彙整於表 3.1-10~17 及圖 3.1-41~49。

另空氣品質模擬已更新施工期間敏感受體代表點空氣污染物濃度增量模擬，並對本計畫之開發行為擬定環境影響減輕的對策，詳附錄 8。

表 3.1-1 空氣品質標準

項目	標準值		單位
粒徑小於等於十微米(μm)之懸浮微粒(PM_{10})	日平均值或24小時值	75	μg／m^3(微克／立方公尺)
	年平均值	30	
粒徑小於等於二.五微米(μm)之懸浮微粒($PM_{2.5}$)	24小時值	30	μg／m^3(微克／立方公尺)
	年平均值	12	
二氧化硫(SO_2)	小時平均值	0.065	ppm(體積濃度百萬分之一)
	日平均值	－	
	年平均值	0.008	
二氧化氮(NO_2)	小時平均值	0.100	ppm(體積濃度百萬分之一)
	年平均值	0.021	
一氧化碳(CO)	小時平均值	31	ppm(體積濃度百萬分之一)
	八小時平均值	9	
臭氧(O_3)	小時平均值	0.100	ppm(體積濃度百萬分之一)
	八小時平均值	0.060	

註：資料來源為環境部，民國 113 年 09 月 30 日公布。

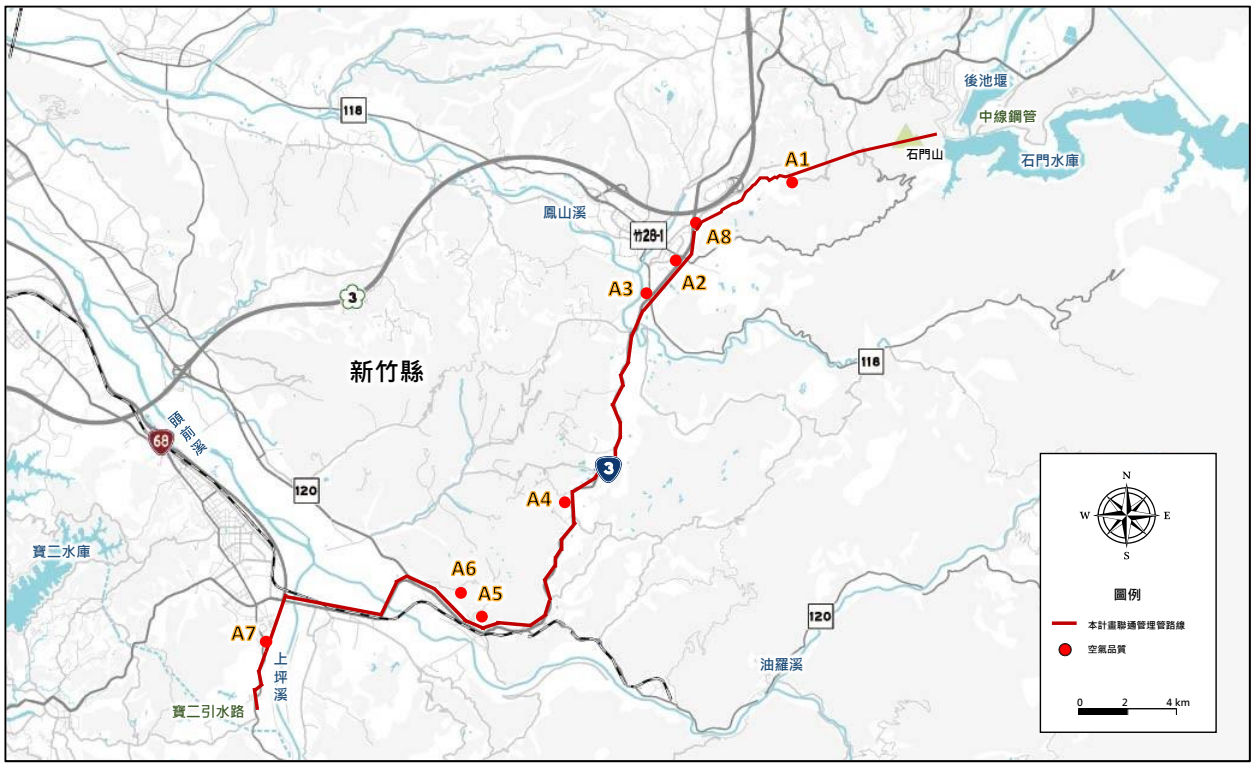


圖 3.1-1 本計畫空氣品質監測點位位置

一、總懸浮微粒(TSP)

隧道出口處(A1)114 年上半年度測值介於 14~47 μg/m^3。

關西高級中學(A2)114 年上半年度測值介於 30~31 μg/m^3。

東光國小(A3)114 年上半年度測值介於 15~33 μg/m^3。

沙坑國小(A4)114 年上半年度測值介於 24~46 μg/m^3。

橫山國中(A5)114 年上半年度測值介於 33~36 μg/m^3。

大肚國小(A6)114 年上半年度測值介於 40~51 μg/m^3。

員崠國小(A7)114 年上半年度測值介於 44~56 μg/m^3。

運輸路線(A8)114 年上半年度測值介於 41~43 μg/m^3。

二、懸浮微粒(PM_{10})

隧道出口處(A1)114 年上半年度測值介於 10~43 μg/m^3。

關西高級中學(A2)114 年上半年度測值介於 26~27 μg/m^3。

東光國小(A3)114 年上半年度測值介於 12~20 μg/m^3。

沙坑國小(A4)114 年上半年度測值介於 16~38 μg/m^3。

橫山國中(A5)114 年上半年度測值介於 23~32 μg/m^3。

大肚國小(A6)114 年上半年度測值介於 25~30 μg/m^3。

員崠國小(A7)114 年上半年度測值介於 24~29 μg/m^3。

運輸路線(A8)114 年上半年度測值介於 28~37 μg/m^3。

以上測站 PM_{10} 測值皆可符合空氣品質標準(113 年 9 月 30 日起為 75 μg/m^3)，各測站各月測值，皆介於鄰近環境部測站(龍潭及竹東)111~113 年同月份日平均值歷史數據區間，如圖 3.1-23 及圖 3.1-31 所示。

1 月隧道出口處(A1)、橫山國中(A5)、員崠國小(A7)及運輸路線(A8)測站 PM_{10} 測值有超過警戒值之情形，鄰近環境部測站(龍潭及竹東)當日平均值測值比較，如圖 3.1-23 所示，隧道出口處(A1)及運輸路線(A8)測值與鄰近環境部測站上升趨勢相近，橫山國中

(A5)及員崠國小(A7)1 月份時尚未有施工行為，推測警戒值超標為整體環境背景較差導致；4 月沙坑國小(A4)PM_{10} 測值有超過警戒值之情形，4 月份時尚未有施工行為，推測警戒值超標為整體環境背景較差導致。

三、細懸浮微粒($PM_{2.5}$)

隧道出口處(A1)114 年上半年度測值介於 7~33 μg/m^3。

關西高級中學(A2)114 年上半年度測值均為 13 μg/m^3。

東光國小(A3)114 年上半年度測值介於 8~15 μg/m^3。

沙坑國小(A4)114 年上半年度測值介於 8~19 μg/m^3。

橫山國中(A5)114 年上半年度測值介於 13~17 μg/m^3。

大肚國小(A6)114 年上半年度測值介於 15~18 μg/m^3。

員崠國小(A7)114 年上半年度測值介於 19~19 μg/m^3。

運輸路線(A8)114 年上半年度測值介於 14~34 μg/m^3。

以上測站 $PM_{2.5}$ 測值除隧道出口處(A1)與運輸路線(A8)$PM_{2.5}$ 日平均值有超標情形，其餘均符合空氣品質標準(30 μg/m^3)，隧道出口處(A1)與運輸路線(A8)與鄰近環境部測站(龍潭及竹東)同日同時段進行比對，在龍潭測站 $PM_{2.5}$ 日平均值有超標情形，推測可能受大環境影響導致超標。

各測站各月測值，除 1 月隧道出口處(A1)及運輸路線(A8)高於環境部竹東測站 111~113 年同月份日平均值歷史數據區間，其餘皆介於鄰近環境部測站(龍潭及竹東)111~113 年同月份日平均值歷史數據區間，如圖 3.1-24 及圖 3.1-32 所示。

1 月除隧道出口處(A1)與運輸路線(A8)外，沙坑國小(A4)、橫山國中(A5)、大肚國小(A6)及員崠國小(A7)測站 $PM_{2.5}$ 測值有亦超過警戒值之情形，與工程施工期程比對，沙坑國小(A4、橫山國中(A5)、大肚國小(A6)及員崠國小(A7)1 月份時尚未有施工行為，且與鄰近環境部測站(龍潭及竹東)同日同時段進行比對亦有超標情形如圖 3.1-13 及圖 3.1-14 所示，皆有相同上升趨勢，推測可能受大環境影響導致超標。

四、二氧化硫(SO_2)

隧道出口處(A1)114 年上半年度二氧化硫測值之最大小時平均值均為 0.002 ppm 及日平均值介於 0.001~0.002 ppm。

關西高級中學(A2)114 年上半年度二氧化硫測值之最大小時平均值介於 0.002~0.003 ppm 及日平均值均為 0.002 ppm。

東光國小(A3)114 年上半年度二氧化硫測值之最大小時平均值介於 0.003~0.004 ppm 及日平均值均為 0.003 ppm。

沙坑國小(A4)114 年上半年度二氧化硫測值之最大小時平均值介於 0.001~0.002 ppm 及日平均值介於 0.001~0.002 ppm。

橫山國中(A5)114 年上半年度二氧化硫測值之最大小時平均值介於 0.002~0.003 ppm 及日平均值介於 0.001~0.003 ppm。

大肚國小(A6)114 年上半年度二氧化硫測值之最大小時平均值介於 0.002~0.003 ppm 及日平均值介於 0.001~0.002 ppm。

員崠國小(A7)114 年上半年度二氧化硫測值之最大小時平均值均為 0.002 ppm 及日平均值均為 0.001 ppm。

運輸路線(A8)114 年上半年度二氧化硫測值之最大小時平均值均為 0.002 ppm 及日平均值介於 0.001~0.002 ppm。

以上測站測值均符合空氣品質標準(SO_2 最大小時平均值 0.065 ppm)。

114 年上半年部份測站有高於環境部竹東測站 111~113 年同月份日平均值歷史數據區間，如圖 3.1-25 及圖 3.1-33 所示，經與鄰近環境部測站(龍潭及竹東)同日同時段進行比對亦有超標情形如圖 3.1-15 及圖 3.1-16 所示，皆有上升趨勢，推測可能受大環境影響導致超標。

五、二氧化氮(NO_2)、一氧化氮(NO)、氮氧化物(NO_x)

隧道出口處(A1)114 年上半年度二氧化氮測值之最大小時平均值介於 0.013~0.025 ppm 及日平均值介於 0.007~0.014 ppm；一氧化氮測值之最大小時平均值介於 0.002~0.009 ppm 及日平均值介於

0.001~0.002 ppm；氮氧化物測值之最大小時平均值介於0.015~0.027 ppm及日平均值介於0.008~0.016 ppm。

關西高級中學(A2)114年上半年度二氧化氮測值之最大小時平均值介於0.005~0.009 ppm及日平均值介於0.002~0.006 ppm；一氧化氮測值之最大小時平均值介於0.003~0.008 ppm及日平均值介於0.001~0.004 ppm；氮氧化物測值之最大小時平均值介於0.007~0.016 ppm及日平均值介於0.004~0.010 ppm。

東光國小(A3)114年上半年度二氧化氮測值之最大小時平均值介於0.014~0.019 ppm及日平均值介於0.008~0.009 ppm；一氧化氮測值之最大小時平均值介於0.004~0.007 ppm及日平均值介於0.002~0.003 ppm；氮氧化物測值之最大小時平均值介於0.018~0.022 ppm及日平均值均為0.011 ppm。

沙坑國小(A4)114年上半年度二氧化氮測值之最大小時平均值介於0.004~0.027 ppm及日平均值介於0.002~0.008 ppm；一氧化氮測值之最大小時平均值介於0.001~0.017 ppm及日平均值介於0.001~0.004 ppm；氮氧化物測值之最大小時平均值介於0.005~0.044 ppm及日平均值介於0.003~0.012 ppm。

橫山國中(A5)114年上半年度二氧化氮測值之最大小時平均值介於0.017~0.020 ppm及日平均值介於0.007~0.008 ppm；一氧化氮測值之最大小時平均值介於0.005~0.006 ppm及日平均值介於0.002~0.003 ppm；氮氧化物測值之最大小時平均值介於0.022~0.023 ppm及日平均值介於0.008~0.011 ppm。

大肚國小(A6)114年上半年度二氧化氮測值之最大小時平均值均為0.015 ppm及日平均值介於0.007~0.008 ppm；一氧化氮測值之最大小時平均值介於0.006~0.007 ppm及日平均值介於0.002~0.004 ppm；氮氧化物測值之最大小時平均值介於0.020~0.021 ppm及日平均值介於0.009~0.012 ppm。

員崠國小(A7)114年上半年度二氧化氮測值之最大小時平均值介於0.008~0.010 ppm及日平均值介於0.005~0.006 ppm；一氧化氮測值之最大小時平均值介於0.002~0.005 ppm及日平均值均為0.001 ppm；氮氧化物測值之最大小時平均值介於0.009~0.015 ppm及日平均值均為0.007 ppm。

運輸路線(A8)114 年上半年度二氧化氮測值之最大小時平均值介於 0.016~0.024 ppm 及日平均值介於 0.007~0.013 ppm；一氧化氮測值之最大小時平均值均為 0.002 ppm 及日平均值均為 0.001 ppm；氮氧化物測值之最大小時平均值介於 0.017~0.025 ppm 及日平均值介於 0.009~0.015 ppm。

以上測站測值均符合空氣品質標準(NO_2 最大小時平均值 0.100 ppm)。各測站之 NO_X 測值除部份測站有略低於龍潭測站，其餘皆介於鄰近環境部測站(龍潭及竹東)111~113 年同月份日平均值歷史數據區間，如圖 3.1-26 及圖 3.1-34 所示；各測站之 NO 測值皆介於鄰近環境部測站(龍潭及竹東)111~113 年同月份日平均值歷史數據區間，如圖 3.1-27 及圖 3.1-35 所示；各測站之 NO_2 測值除沙坑國小(A4)及員崠國小(A7)略低於環境部測站(龍潭及竹東)111~113 年同月份日平均值歷史數據區間，其餘測站皆介於歷史數據區間，如圖 3.1-28 及圖 3.1-36 所示。

114 年上半年度 1 月隧道出口處(A1)、東光國小(A3)、橫山國中(A5)及沙坑國小(A4)之 NO_2 最大小時平均值超過警戒值之情形，與環境部測站(龍潭及竹東)小時平均值比較，如圖 3.1-17 顯示，除沙坑國小(A4)有略高於環境部測站(龍潭及竹東)，其餘皆與環境部測站(龍潭及竹東)測值差異不大，沙坑國小(A4)及橫山國中(A5)1 月份時尚未有施工行為，判斷受大環境影響有偏高之情形；5 月東光國小(A3) NO_2 最大小時平均值超過警戒值之情形，與環境部測站(龍潭及竹東)小時平均值比較，如圖 3.1-18 顯示測值差異不大，判斷受大環境影響有偏高之情形。

六、一氧化碳(CO)

隧道出口處(A1)114 年上半年度一氧化碳測值之最大小時平均值均為 0.4 ppm 及最大八小時平均值介於 0.3~0.4 ppm。

關西高級中學(A2)114 年上半年度一氧化碳測值之最大小時平均值介於 0.4~0.7 ppm 及最大八小時平均值介於 0.4~0.7 ppm。

東光國小(A3)114 年上半年度一氧化碳測值之最大小時平均值介於 0.4~0.5 ppm 及最大八小時平均值均為 0.4 ppm。

沙坑國小(A4)114 年上半年度一氧化碳測值之最大小時平均值介於 0.3~0.7 ppm 及最大八小時平均值介於 0.3~0.7 ppm。

橫山國中(A5)114 年上半年度一氧化碳測值之最大小時平均值介於 0.3~0.4 ppm 及最大八小時平均值介於 0.2~0.3 ppm。

大肚國小(A6)114 年上半年度一氧化碳測值之最大小時平均值介於 0.3~0.8 ppm 及最大八小時平均值介於 0.3~0.5 ppm。

員崠國小(A7)114 年上半年度一氧化碳測值之最大小時平均值介於 0.3~0.4 ppm 及最大八小時平均值均為 0.3 ppm。

運輸路線(A8)114 年上半年度一氧化碳測值之最大小時平均值均為 0.4 ppm 及最大八小時平均值均為 0.4 ppm。

以上測站測值均符合空氣品質標準(CO 最大小時平均值 31 ppm)及最大八小時平均值 9 ppm)。各測站測值除 4 月大肚國小(A6)測值超過 111~113 年同月份竹東測站最大小時平均值歷史數據區間，其餘皆介於鄰近環境部測站(龍潭及竹東)111~113 年同月份最大小時平均值歷史數據區間，如圖 3.1-29 及圖 3.1-37 所示。

114 年上半年度 1 月東光國小(A3)CO 最大八小時平均值有超過警戒值之情形；4 月關西高級中學(A2)CO 最大小時平均值及最大八小時平均值、沙坑國小(A4)CO 最大八小時平均值、大肚國小(A6)CO 最大小時平均值及最大八小時平均值有超過警戒值之情形；5 月東光國小(A3)CO 最大八小時平均值有超過警戒值之情形，1 月沙坑國小(A4)測站屬第二標工程，1 月時尚未有施工行為，且與環境部測站(龍潭及竹東)小時平均值比較，如圖 3.1-19 顯示測值差異不大，判斷受大環境影響有偏高之情形；4 月關西高級中學(A2)、沙坑國小(A4)及大肚國小(A6)皆有高於環境部測站(龍潭及竹東)小時平均值，如圖 3.1-20 顯示，與工程行為確認，關西高級中學(A2)路段已於 113 年 8 月完工，現已無工程行為，沙坑國小(A4)附近工程預計於 114 年 8 月開始，於 4 月尚未有工程行為，大肚國小(A6)測站屬第三標工程，4 月時為施工前監測，尚未有施工行為，皆屬環境背景影響；5 月東光國小(A3) 與環境部測站(龍潭及竹東)小時平均值比較，如圖 3.1-20 顯示測值差異不大，判斷受大環境影響有偏高之情形。

七、臭氧(O_3)

隧道出口處(A1)114 年上半年度臭氧測值之最大小時平均值介於 0.047~0.052 ppm 及最大八小時平均值介於 0.039~0.041 ppm。

關西高級中學(A2)114 年上半年度臭氧測值之最大小時平均值介於 0.048~0.057 ppm 及最大八小時平均值介於 0.038~0.051 ppm。

東光國小(A3)114 年上半年度臭氧測值之最大小時平均值介於 0.045~0.051 ppm 及最大八小時平均值介於 0.034~0.039 ppm。

沙坑國小(A4)114 年上半年度臭氧測值之最大小時平均值介於 0.062~0.084 ppm 及最大八小時平均值介於 0.049~0.076 ppm。

橫山國中(A5)114 年上半年度臭氧測值之最大小時平均值介於 0.069~0.079 ppm 及最大八小時平均值介於 0.054~0.055 ppm。

大肚國小(A6)114 年上半年度臭氧測值之最大小時平均值介於 0.054~0.068 ppm 及最大八小時平均值介於 0.047~0.055 ppm。

員崠國小(A7)114 年上半年度臭氧測值之最大小時平均值介於 0.077~0.086 ppm 及最大八小時平均值介於 0.074~0.079 ppm。

運輸路線(A8)114 年上半年度臭氧測值之最大小時平均值介於 0.052~0.083 ppm 及最大八小時平均值介於 0.034~0.071 ppm。

以上測站測值，除 1 月沙坑國小(A4)與員崠國小(A7)O_3 最大八小時平均值有超標情形；4 月沙坑國小(A4)、員崠國小(A7)及運輸路線(A8)O_3 最大八小時平均值有超標情形，其餘測站測項均可符合空氣品質標準(O_3 最大小時平均值 0.100 ppm 及最大八小時平均值 0.060 ppm)。1 月沙坑國小(A4)及大肚國小(A6)為同日監測，經與環境部測站(龍潭及竹東)小時平均值比較，如圖 3.1-21 顯示測值差異不大，且沙坑國小(A4)測站屬第二標工程，1 月時尚未有施工行為，大肚國小(A6)測站屬第三標工程，1 月時為施工前監測，尚未有施工行為，判斷受大環境影響有偏高之情形；4 月沙坑國小(A4)、員崠國小(A7)及運輸路線(A8)為同日監測，員崠國小(A7)測站屬第三標工程，4 月時為施工前監測，尚未有施工行為，沙坑國小(A4)、員崠國小(A7)及運輸路線(A8)，經與環境部測站(龍潭及竹東)小時平均值比較，如圖 3.1-22 顯示測值差異不大，判斷受大環境影響有偏高之情形。

114 年上半年度 1 月橫山國中(A5)、大肚國小(A6)、員崠國小(A7)O_3 最大小時平均值及最大八小時平均值，及沙坑國小(A4)O_3 最大八小時平均值有超過警戒值之情形；4 月橫山國中(A5)、運輸

路線(A8)O_3最大小時平均值及最大八小時平均值、大肚國小(A6)最大小時平均值有超過警戒值之情形。除上述超標之測站所述，橫山國中(A5)及大肚國小(A6)屬第三標工程，1 月及 4 月時為施工前監測，尚未有施工行為，經與環境部測站(龍潭及竹東)小時平均值比較，如及圖 3.1-21 及圖 3.1-22 顯示測值差異不大，判斷受大環境影響有偏高之情形。

八、鉛(Pb)

隧道出口處(A1)114 年上半年度鉛測值之日平均值介於 0.0027~0.0120 μg/m^3。

關西高級中學(A2)114 年上半年度鉛測值之日平均值介於 0.0039~0.0087 μg/m^3。

東光國小(A3)114 年上半年度鉛測值之日平均值介於 0.0025~0.0074 μg/m^3。

沙坑國小(A4)114 年上半年度鉛測值之日平均值介於 0.0056~0.0110 μg/m^3。

橫山國中(A5)114 年上半年度鉛測值之日平均值介於 0.0077~0.0100 μg/m^3。

大肚國小(A6)114 年上半年度鉛測值之日平均值介於 0.0110~0.0140 μg/m^3。

員崠國小(A7)114 年上半年度鉛測值之日平均值介於 0.0120~0.0130 μg/m^3。

運輸路線(A8)114 年上半年度鉛測值之日平均值介於 0.0088~0.0120 μg/m^3。

九、碳氫化合物(THC)

隧道出口處(A1)114 年上半年度碳氫化合物測值之最大小時平均值介於 2.15~2.58 ppm 及日平均值介於 2.06~2.45 ppm。

關西高級中學(A2)114 年上半年度碳氫化合物測值之最大小時平均值介於 2.17~2.58 ppm 及日平均值介於 2.01~2.45 ppm。

東光國小(A3)114 年上半年度碳氫化合物測值之最大小時平均

值介於 2.25~2.32 ppm 及日平均值介於 2.16~2.20 ppm。

沙坑國小(A4)114 年上半年度碳氫化合物測值之最大小時平均值介於 1.93~2.62 ppm 及日平均值介於 1.88~2.36 ppm。

橫山國中(A5)114 年上半年度碳氫化合物測值之最大小時平均值介於 2.21~2.44 ppm 及日平均值介於 2.15~2.35 ppm。

大肚國小(A6)114 年上半年度碳氫化合物測值之最大小時平均值介於 2.11~2.27 ppm 及日平均值介於 2.04~2.08 ppm。

員崠國小(A7)114 年上半年度碳氫化合物測值之最大小時平均值介於 2.07~2.18 ppm 及日平均值介於 2.03~2.15 ppm。

運輸路線(A8)114 年上半年度碳氫化合物測值之最大小時平均值介於 2.24~2.26 ppm 及日平均值介於 2.13~2.18 ppm。

十、氣象

114 年上半年度隧道出口處(A1)的溫度介於 16.0~18.6℃，濕度介於 90~96%，最頻風向分別為北及東北風，風速介於 0.3~0.6 m/s。

關西高級中學(A2)的溫度介於 16.1~24.3℃，濕度介於 89~91%，最頻風向分別為東南東西南西風，風速介於 1.0~1.4 m/s。

東光國小(A3)的溫度介於 15.9~19.4℃，濕度介於 90~92%，最頻風向分別為北北西及北風，風速介於 0.4~0.6 m/s。

沙坑國小(A4)的溫度介於 13.4~27.2℃，濕度介於 72~88%，最頻風向分別為北、東北及北風，風速介於 0.1~1.9 m/s。

橫山國中(A5)的溫度介於 18.2~19.1℃，濕度介於 65~76%，最頻風向均為北風，風速介於 0.5~1.0 m/s。

大肚國小(A6)的溫度介於 18.4~23.1℃，濕度介於 65~85%，最頻風向分別為東南東及西北西，風速介於 0.5~0.7 m/s。

員崠國小(A7)的溫度介於 15.0~21.4℃，濕度介於 55~66%，最頻風向分別為東南東及東南風，風速介於 1.1~1.3 m/s。

運輸路線(A8)的溫度介於 16.4~20.8℃，濕度介於 67~90%，最頻風向分均為東風，風速介於 0.3~1.3 m/s。

另空氣品質模擬已完成施工期間敏感受體代表點空氣污染物濃度增量模擬，與 114 年上半年度測值進行比對，除隧道出口處(A1)1 月 $PM_{2.5}$、NO_2 及運輸路線(A8)1 月 PM_{10}、$PM_{2.5}$ 與鄰近環境部測站(龍潭及竹東)同日平均值測值比較顯示，皆有上升趨勢，推測為整體環境背景導致高於空氣污染物濃度增量模擬；東光國小(A3)5 月 SO_2 及沙坑國小(A4)4 月 PM_{10}，高於空氣污染物濃度增量模擬，東光國小(A3)目前並無施工行為，沙坑國小(A4)附近推進坑工程行為亦影響不大，因此推測此次屬環境背景影響，其餘測站測項皆低於模擬值，並對本計畫之開發行為擬定環境影響減輕的對策，詳附錄 8。

表 3.1-2　114 年上半年度隧道出口處(A1)空氣品質監測成果

項目及單位 / 測站及時間		TSP	PM_{10}	$PM_{2.5}$	Pb	SO_2		NO_2		NO		NO_x		CO		O_3	
		24 小時值	日平均值	24 小時值	日平均值	最大小時平均值	日平均值	最大小時平均值	日平均值	最大小時平均值	日平均值	最大小時平均	日平均值	最大小時平均值	最大八小時平均值	最大小時平均值	最大八小時平均值
		μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
施工期間	114/01/22~23	47	43	33	0.0120	0.002	0.001	0.025	0.014	0.009	0.002	0.027	0.016	0.4	0.4	0.052	0.039
	114/05/26~27	14	10	7	0.0027	0.002	0.002	0.013	0.007	0.002	0.001	0.015	0.008	0.4	0.3	0.047	0.041
警戒值		—	**38**	**20**	—	**0.003**	—	**0.013**	—	—	—	—	—	**0.5**	**0.4**	**0.062**	**0.055**
空氣品質標準 (113.09.30 後)		—	75	30	—	0.065	—	0.100	—	—	—	—	—	31	9	0.100	0.060

註 1：空氣品質標準參考民國 113 年 9 月 30 日(環境部空字第 1131062467 號)修正公告之「空氣品質標準」。
註 2：灰底表未符合空氣品質標準，底線為超過警戒值，「—」係表該項目無單位、測值或法規標準。
註 3：各項數值四捨五入後填入表中。

表 3.1-2　114 年上半年度隧道出口處(A1)空氣品質監測成果(續)

項目及單位 / 測站及時間		NMHC		THC		風向	風速	溫度	濕度	落塵(註 1)
		最大小時平均值	日平均值	最大小時平均值	日平均值	盛行風向	日平均值	日平均值	日平均值	月平均值
		ppm	ppm	ppm	ppm	方位	m/s	℃	%	(g/m²/month)
施工期間	114/01/22~23	0.20	0.12	2.58	2.45	北	0.3	16.0	90	0.69
	114/05/26~27	0.16	0.09	2.15	2.06	東北	0.6	18.6	96	2.20

註 1：落塵採樣時間為 114 年 1 月 20 日至 114 年 2 月 20 日、114 年 4 月 25 日至 114 年 5 月 24 日

表 3.1-3　114 年上半年度關西高級中學(A2)空氣品質監測成果

項目及單位 / 測站及時間		TSP	PM_{10}	$PM_{2.5}$	Pb	SO_2		NO_2		NO		NO_x		CO		O_3	
		24 小時值	日平均值	24 小時值	日平均值	最大小時平均值	日平均值	最大小時平均值	日平均值	最大小時平均值	日平均值	最大小時平均	日平均值	最大小時平均值	最大八小時平均值	最大小時平均值	最大八小時平均值
		μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
施工期間	114/01/23~24	31	27	13	0.0087	0.003	0.002	0.009	0.006	0.008	0.004	0.016	0.010	0.4	0.4	0.048	0.038
	114/04/27~28	30	26	13	0.0039	0.002	0.002	0.005	0.002	0.003	0.001	0.007	0.004	0.7	0.7	0.057	0.051
警戒值		—	**36**	**16**	—	**0.003**	—	**0.012**	—	—	—	—	—	**0.4**	**0.4**	**0.068**	**0.057**
空氣品質標準 (113.09.30 後)		—	75	30	—	0.065	—	0.100	—	—	—	—	—	31	9	0.100	0.060

註 1：空氣品質標準參考民國 113 年 9 月 30 日(環境部空字第 1131062467 號)修正公告之「空氣品質標準」。
註 2：灰底表未符合空氣品質標準，底線為超過警戒值「—」係表該項目無單位、測值或法規標準。
註 3：各項數值四捨五入後填入表中。

表 3.1-3　114 年上半年度關西高級中學(A2)空氣品質監測成果(續)

項目及單位 / 測站及時間		NMHC		THC		風向	風速	溫度	濕度	落塵(註 1)
		最大小時平均值	日平均值	最大小時平均值	日平均值	盛行風向	日平均值	日平均值	日平均值	月平均值
		ppm	ppm	ppm	ppm	方位	m/s	℃	%	(g/m²/month)
施工期間	114/01/23~24	0.20	0.14	2.56	2.37	東南東	1.4	16.1	89	3.96
	114/04/27~28	0.10	0.06	2.17	2.01	西南西	1.0	24.3	91	5.23

註 1：落塵採樣時間為 114 年 1 月 20 日至 114 年 2 月 20 日、114 年 4 月 25 日至 114 年 5 月 24 日。

表 3.1-4　114 年上半年度東光國小(A3)空氣品質監測成果

項目及單位 / 測站及時間		TSP	PM_{10}	$PM_{2.5}$	Pb	SO_2		NO_2		NO		NO_x		CO		O_3	
		24 小時值	日平均值	24 小時值	日平均值	最大小時平均值	日平均值	最大小時平均值	日平均值	最大小時平均值	日平均值	最大小時平均	日平均值	最大小時平均值	最大八小時平均值	最大小時平均值	最大八小時平均值
		μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
施工期間	114/01/23~24	33	20	15	0.0074	0.003	0.003	0.014	0.008	0.007	0.003	0.018	0.011	0.5	0.4	0.051	0.034
	114/05/26~27	15	12	8	0.0025	0.004	0.003	0.019	0.009	0.004	0.002	0.022	0.011	0.4	0.4	0.045	0.039
警戒值		—	**35**	**19**	—	**0.004**	—	**0.012**	—	—	—	—	—	**0.4**	**0.3**	**0.096**	**0.068**
空氣品質標準 (113.09.30 後)		—	75	30	—	0.065	—	0.100	—	—	—	—	—	31	9	0.100	0.060

註 1：空氣品質標準參考民國 113 年 9 月 30 日(環境部空字第 1131062467 號)修正公告之「空氣品質標準」。
註 2：灰底表未符合空氣品質標準，底線為超過警戒值，「—」係表該項目無單位、測值或法規標準。
註 3：各項數值四捨五入後填入表中。

表 3.1-4　114 年上半年度東光國小(A3)空氣品質監測成果(續)

項目及單位 / 測站及時間		NMHC		THC		風向	風速	溫度	濕度	落塵(註 1)
		最大小時平均值	日平均值	最大小時平均值	日平均值	盛行風向	日平均值	日平均值	日平均值	月平均值
		ppm	ppm	ppm	ppm	方位	m/s	℃	%	(g/m²/month)
施工期間	114/01/23~24	0.18	0.11	2.32	2.20	北北西	0.4	15.9	90	8.37
	114/05/26~27	0.14	0.07	2.25	2.16	北	0.6	19.4	92	3.62

註 1：落塵採樣時間為 114 年 1 月 20 日至 114 年 2 月 20 日、114 年 4 月 25 日至 114 年 5 月 24 日。

表 3.1-5　114 年上半年度沙坑國小(A4)空氣品質監測成果

項目及單位 / 測站及時間		TSP	PM_{10}	$PM_{2.5}$	Pb	SO_2		NO_2		NO		NO_x		CO		O_3	
		24 小時值	日平均值	24 小時值	日平均值	最大小時平均值	日平均值	最大小時平均值	日平均值	最大小時平均值	日平均值	最大小時平均	日平均值	最大小時平均值	最大八小時平均值	最大小時平均值	最大八小時平均值
		μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
施工期間	114/01/20~21	38	21	19	0.0110	0.002	0.001	0.027	0.008	0.017	0.004	0.044	0.012	0.3	0.3	0.071	0.067
	114/04/28~29	46	38	15	0.0066	0.002	0.002	0.004	0.002	0.001	0.001	0.005	0.003	0.7	0.7	0.084	0.076
	114/06/07~08	24	16	8	0.0056	0.001	0.001	0.005	0.003	0.004	0.001	0.007	0.004	0.3	0.3	0.062	0.049
警戒值		**－**	**21**	**15**	**－**	**0.004**	**－**	**0.012**	**－**	**－**	**－**	**－**	**－**	**0.7**	**0.4**	**0.081**	**0.044**
空氣品質標準 (113.09.30 後)		－	75	30	－	0.065	－	0.100	－	－	－	－	－	31	9	0.100	0.060

註 1：空氣品質標準參考民國 113 年 9 月 30 日(環境部空字第 1131062467 號)修正公告之「空氣品質標準」。
註 2：灰底表未符合空氣品質標準，底線為超過警戒值，「－」係表該項目無單位、測值或法規標準。
註 3：各項數值四捨五入後填入表中。

表 3.1-5　114 年上半年度沙坑國小(A4)空氣品質監測成果(續)

項目及單位 / 測站及時間		NMHC		THC		風向	風速	溫度	濕度	落塵(註 1)
		最大小時平均值	日平均值	最大小時平均值	日平均值	盛行風向	日平均值	日平均值	日平均值	月平均值
		ppm	ppm	ppm	ppm	方位	m/s	℃	%	(g/m²/month)
施工期間	114/01/20~21	0.37	0.12	2.62	2.36	北	0.1	13.4	72	3.10
	114/04/28~29	0.10	0.05	1.93	1.88	東北	1.9	20.4	75	7.55
	114/06/07~08	0.07	0.03	2.16	2.06	北	0.2	27.2	88	16.3

註 1：落塵採樣時間為 114 年 1 月 20 日至 114 年 2 月 20 日、114 年 4 月 25 日至 114 年 5 月 24 日、114 年 6 月 7 日至 114 年 7 月 7 日。

表 3.1-6　114 年上半年度橫山國中(A5)空氣品質監測成果

測站及時間 \ 項目及單位		TSP	PM_{10}	$PM_{2.5}$	Pb	SO_2		NO_2		NO		NO_x		CO		O_3	
		24 小時值	日平均值	24 小時值	日平均值	最大小時平均值	日平均值	最大小時平均值	日平均值	最大小時平均值	日平均值	最大小時平均	日平均值	最大小時平均值	最大八小時平均值	最大小時平均值	最大八小時平均值
		μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
施工前	114/01/21~22	36	<u>32</u>	<u>17</u>	0.0100	0.002	0.001	<u>0.020</u>	0.008	0.006	0.003	0.023	0.011	0.4	0.3	<u>0.069</u>	<u>0.055</u>
	114/04/28~29	33	23	13	0.0077	0.003	0.003	0.017	0.007	0.005	0.002	0.022	0.008	0.3	0.2	<u>0.079</u>	<u>0.054</u>
警戒值		**－**	**26**	**14**	**－**	**0.003**	**－**	**0.017**	**－**	**－**	**－**	**－**	**－**	**0.5**	**0.4**	**0.062**	**0.043**
空氣品質標準 (113.09.30 後)		－	75	30	－	0.065	－	0.100	－	－	－	－	－	31	9	0.100	0.060

註 1：空氣品質標準參考民國 113 年 9 月 30 日(環境部空字第 1131062467 號)修正公告之「空氣品質標準」。
註 2：灰底表未符合空氣品質標準，底線為超過警戒值，「－」係表該項目無單位、測值或法規標準。
註 3：各項數值四捨五入後填入表中。

表 3.1-6　114 年上半年度橫山國中(A5)空氣品質監測成果(續)

測站及時間 \ 項目及單位		NMHC		THC		風向	風速	溫度	濕度	落塵(註 1)
		最大小時平均值	日平均值	最大小時平均值	日平均值	盛行風向	日平均值	日平均值	日平均值	月平均值
		ppm	ppm	ppm	ppm	方位	m/s	℃	%	(g/m²/month)
施工前	114/01/21~22	0.13	0.07	2.44	2.35	北	0.5	18.2	65	0.65
	114/04/28~29	0.11	0.08	2.21	2.15	北	1.0	19.1	76	2.54

註 1：落塵採樣時間為 114 年 1 月 20 日至 114 年 2 月 20 日、114 年 4 月 25 日至 114 年 5 月 25 日。

表 3.1-7　114 年上半年度大肚國小(A6)空氣品質監測成果

項目及單位 / 測站及時間		TSP	PM_{10}	$PM_{2.5}$	Pb	SO_2		NO_2		NO		NO_x		CO		O_3	
		24 小時值	日平均值	24 小時值	日平均值	最大小時平均值	日平均值	最大小時平均值	日平均值	最大小時平均值	日平均值	最大小時平均	日平均值	最大小時平均值	最大八小時平均值	最大小時平均值	最大八小時平均值
		μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
施工前	114/01/21~22	40	25	18	0.0110	0.002	0.002	0.015	0.007	0.006	0.002	0.020	0.009	0.3	0.3	0.068	0.055
	114/04/27~28	51	30	15	0.0140	0.003	0.001	0.015	0.008	0.007	0.004	0.021	0.012	0.8	0.5	0.054	0.047
警戒值		**－**	**35**	**14**	**－**	**0.003**	**－**	**0.018**	**－**	**－**	**－**	**－**	**－**	**0.5**	**0.4**	**0.061**	**0.043**
空氣品質標準 (113.09.30 後)		－	75	30	－	0.065	－	0.100	－	－	－	－	－	31	9	0.100	0.060

註 1：空氣品質標準參考民國 113 年 9 月 30 日(環境部空字第 1131062467 號)修正公告之「空氣品質標準」。
註 2：灰底表未符合空氣品質標準，底線為超過警戒值，「－」係表該項目無單位、測值或法規標準。
註 3：各項數值四捨五入後填入表中。

表 3.1-7　114 年上半年度大肚國小(A6)空氣品質監測成果(續)

項目及單位 / 測站及時間		NMHC		THC		風向	風速	溫度	濕度	落塵(註 1)
		最大小時平均值	日平均值	最大小時平均值	日平均值	盛行風向	日平均值	日平均值	日平均值	月平均值
		ppm	ppm	ppm	ppm	方位	m/s	℃	%	(g/m²/month)
施工前	114/01/21~22	0.07	0.04	2.11	2.04	東南東	0.7	18.4	65	2.03
	114/04/27~28	0.11	0.08	2.27	2.08	西北西	0.5	23.1	85	5.25

註 1：落塵採樣時間為 114 年 1 月 20 日至 114 年 2 月 20 日、114 年 4 月 25 日至 114 年 5 月 25 日。

表 3.1-8　114 年上半年度員崠國小(A7)空氣品質監測成果

項目及單位 / 測站及時間		TSP	PM_{10}	$PM_{2.5}$	Pb	SO_2		NO_2		NO		NO_x		CO		O_3	
		24 小時值	日平均值	24 小時值	日平均值	最大小時平均值	日平均值	最大小時平均值	日平均值	最大小時平均值	日平均值	最大小時平均	日平均值	最大小時平均值	最大八小時平均值	最大小時平均值	最大八小時平均值
		μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
施工前	114/01/20~21	44	29	19	0.0120	0.002	0.001	0.010	0.006	0.005	0.001	0.015	0.007	0.3	0.3	0.077	0.074
	114/04/28~29	56	24	19	0.0130	0.002	0.001	0.008	0.005	0.002	0.001	0.009	0.007	0.4	0.3	0.086	0.079
警戒值		—	**27**	**14**	—	**0.003**	—	**0.010**	—	—	—	—	—	**0.5**	**0.4**	**0.069**	**0.049**
空氣品質標準 (113.09.30 後)		—	75	30	—	0.065	—	0.100	—	—	—	—	—	31	9	0.100	0.060

註 1：空氣品質標準參考民國 113 年 9 月 30 日(環境部空字第 1131062467 號)修正公告之「空氣品質標準」。
註 2：灰底表未符合空氣品質標準，底線為超過警戒值，「—」係表該項目無單位、測值或法規標準。
註 3：各項數值四捨五入後填入表中。

表 3.1-8　114 年上半年度員崠國小(A7)空氣品質監測成果(續)

項目及單位 / 測站及時間		NMHC		THC		風向	風速	溫度	濕度	落塵(註 1)
		最大小時平均值	日平均值	最大小時平均值	日平均值	盛行風向	日平均值	日平均值	日平均值	月平均值
		ppm	ppm	ppm	ppm	方位	m/s	℃	%	(g/m²/month)
施工前	114/01/20~21	0.05	0.03	2.07	2.03	東南東	1.1	15.0	66	1.00
	114/04/28~29	0.10	0.08	2.18	2.15	東南	1.3	21.4	55	4.03

註 1：落塵採樣時間為 114 年 1 月 20 日至 114 年 2 月 20 日、114 年 4 月 25 日至 114 年 5 月 25 日。

表 3.1-9　114 年上半年度運輸路線(A8)空氣品質監測成果

項目及單位 / 測站及時間		TSP	PM_{10}	$PM_{2.5}$	Pb	SO_2		NO_2		NO		NO_x		CO		O_3	
		24 小時值	日平均值	24 小時值	日平均值	最大小時平均值	日平均值	最大小時平均值	日平均值	最大小時平均值	日平均值	最大小時平均	日平均值	最大小時平均值	最大八小時平均值	最大小時平均值	最大八小時平均值
		μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
施工期間	114/01/22~23	43	37	34	0.0120	0.002	0.001	0.024	0.013	0.002	0.001	0.025	0.015	0.4	0.4	0.052	0.034
	114/04/28~29	41	28	14	0.0088	0.002	0.002	0.016	0.007	0.002	0.001	0.017	0.009	0.4	0.4	0.083	0.071
警戒值		—	**30**	**14**	—	**0.003**	—	**0.026**	—	—	—	—	—	**0.6**	**0.5**	**0.072**	**0.048**
空氣品質標準 (113.09.30 後)		—	75	30	—	0.065	—	0.100	—	—	—	—	—	31	9	0.100	0.060

註 1：空氣品質標準參考民國 113 年 9 月 30 日(環境部空字第 1131062467 號)修正公告之「空氣品質標準」。
註 2：灰底表未符合空氣品質標準，底線為超過警戒值，「—」係表該項目無單位、測值或法規標準。
註 3：各項數值四捨五入後填入表中。

表 3.1-9　114 年上半年度運輸路線(A8)空氣品質監測成果(續)

項目及單位 / 測站及時間		NMHC		THC		風向	風速	溫度	濕度	落塵(註 1)
		最大小時平均值	日平均值	最大小時平均值	日平均值	盛行風向	日平均值	日平均值	日平均值	月平均值
		ppm	ppm	ppm	ppm	方位	m/s	℃	%	(g/m²/month)
施工期間	114/01/22~23	0.15	0.08	2.26	2.13	東	0.3	16.4	90	1.24
	114/04/28~29	0.09	0.06	2.24	2.18	東	1.3	20.8	67	2.44

註 1：落塵採樣時間為 114 年 1 月 20 日至 114 年 2 月 20 日、114 年 4 月 25 日至 114 年 5 月 25 日。

表 3.1-10　歷次隧道出口處(A1)空氣品質監測成果

項目及單位 / 測站及時間		TSP	PM_{10}	$PM_{2.5}$	Pb	SO_2		NO_2		NO		NO_x		CO		O_3	
		24 小時值	日平均值	24 小時值	日平均值	最大小時平均值	日平均值	最大小時平均值	日平均值	最大小時平均值	日平均值	最大小時平均	日平均值	最大小時平均值	最大八小時平均值	最大小時平均值	最大八小時平均值
		μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
施工前	112/03/20~21	39	26	18	0.0130	0.003	0.002	0.014	0.005	0.003	0.001	0.015	0.007	0.4	0.3	0.059	0.050
	112/05/20~21	42	35	20	0.0067	0.002	0.002	0.011	0.004	0.008	0.003	0.014	0.007	0.6	0.5	0.059	0.036
	112/08/20~21	34	24	6	0.0019	0.001	0.001	0.008	0.005	0.007	0.001	0.015	0.007	0.3	0.2	0.050	0.040
	112/11/18~19	53	41	14	0.0092	0.004	0.002	0.006	0.005	0.002	0.002	0.008	0.006	0.3	0.3	0.062	0.059
施工期間	113/02/17~18	32	26	13	0.0100	0.002	0.002	0.014	0.005	0.003	0.002	0.015	0.007	0.5	0.4	0.067	0.050
	113/05/24~25	41	33	10	0.0053	0.002	0.002	0.014	0.006	0.012	0.003	0.020	0.010	0.7	0.3	0.039	0.021
	113/08/25~26	32	26	12	0.0026	0.001	0.001	0.005	0.003	0.006	0.001	0.012	0.004	0.2	0.2	0.068	0.057
	113/10/26~27	53	46	18	0.0067	0.001	0.001	0.014	0.007	0.006	0.003	0.016	0.010	0.4	0.4	0.057	0.041
	114/01/22~23	47	43	33	0.0120	0.002	0.001	0.025	0.014	0.009	0.002	0.027	0.016	0.4	0.4	0.052	0.039
	114/04/28~29	14	10	7	0.0027	0.002	0.002	0.013	0.007	0.002	0.001	0.015	0.008	0.4	0.3	0.047	0.041
警戒值		**—**	**38**	**20**	**—**	**0.003**	**—**	**0.013**	**—**	**—**	**—**	**—**	**—**	**0.5**	**0.4**	**0.062**	**0.055**
空氣品質標準 (109.09.18 後)		—	100	35	—	0.075	—	0.100	—	—	—	—	—	35	9	0.120	0.060
空氣品質標準 (113.09.30 後)		—	75	30	—	0.065	—	0.100	—	—	—	—	—	31	9	0.100	0.060

註 1：空氣品質標準參考民國 109 年 9 月 18 日(環署空字第 1091159220 號)修正及 113 年 9 月 30 日(環境部空字第 1131062467 號)修正公告之「空氣品質標準」。
註 2：灰底表未符合空氣品質標準，底線為超過警戒值，「—」係表該項目無單位、測值或法規標準。
註 3：各項數值四捨五入後填入表中。

表 3.1-10　歷次隧道出口處(A1)空氣品質監測成果(續)

測站及時間 \ 項目及單位		NMHC		THC		風向	風速	溫度	濕度	落塵
		最大小時平均值	日平均值	最大小時平均值	日平均值	盛行風向	日平均值	日平均值	日平均值	月平均值
		ppm	ppm	ppm	ppm	方位	m/s	℃	%	(g/m^2/month)
施工前	112/03/20~21	0.11	0.07	2.05	1.95	東北東	0.4	21.2	80	2.61
	112/05/20~21	0.78	0.13	2.93	2.21	北北東	0.2	24.8	93	2.47
	112/08/20~21	0.11	0.09	2.10	2.10	東北東	0.6	26.7	84	2.72
	112/11/18~19	0.10	0.08	2.21	2.18	東北	1.7	14.2	64	3.43
施工期間	113/02/17~18	0.14	0.09	2.01	1.91	東北	0.4	18.1	85	2.60
	113/05/24~25	0.66	0.14	2.75	2.18	北北東	0.2	24.6	92	1.89
	113/08/25~26	0.09	0.07	2.12	2.09	東北	0.3	27.5	86	2.32
	113/10/26~27	0.11	0.09	2.46	2.34	北	0.3	26.7	85	0.69
	114/01/22~23	0.20	0.12	2.58	2.45	北	0.3	16.0	90	5.14
	114/05/26~27	0.16	0.09	2.15	2.06	東北	0.6	18.6	96	2.20

表 3.1-11　歷次關西高級中學(A2)空氣品質監測成果

項目及單位 / 測站及時間		TSP	PM_{10}	$PM_{2.5}$	Pb	SO_2		NO_2		NO		NO_x		CO		O_3	
		24 小時值	日平均值	24 小時值	日平均值	最大小時平均值	日平均值	最大小時平均值	日平均值	最大小時平均值	日平均值	最大小時平均	日平均值	最大小時平均值	最大八小時平均值	最大小時平均值	最大八小時平均值
		μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
施工前	112/03/20~21	45	26	18	0.0081	0.002	0.002	0.013	0.007	0.009	0.003	0.018	0.010	0.5	0.5	0.060	0.051
	112/05/20~21	35	21	7	0.0019	0.004	0.002	0.005	0.003	0.007	0.003	0.011	0.006	0.3	0.2	0.028	0.022
	112/08/19~20	22	21	7	0.0025	0.001	0.001	0.011	0.004	0.004	0.002	0.013	0.005	0.2	0.2	0.069	0.051
	112/11/18~19	51	43	14	0.0073	0.002	0.001	0.008	0.005	0.007	0.003	0.012	0.008	0.2	0.2	0.058	0.055
施工期間	113/02/24~25	12	8	6	0.0030	0.002	0.002	0.016	0.006	0.003	0.001	0.019	0.007	0.6	0.5	0.030	0.029
	113/05/25~26	38	29	12	0.0098	0.002	0.002	0.015	0.006	0.004	0.002	0.017	0.008	0.3	0.3	0.062	0.041
	113/08/25~26	30	23	12	0.0030	0.001	0.001	0.004	0.002	0.006	0.002	0.010	0.004	0.6	0.6	0.069	0.061
	113/10/26~27	71	43	21	0.0083	0.002	0.002	0.014	0.008	0.006	0.003	0.016	0.010	0.5	0.4	0.052	0.036
	114/01/23~24	31	27	13	0.0087	0.003	0.002	0.009	0.006	0.008	0.004	0.016	0.010	0.4	0.4	0.048	0.038
	114/04/27~28	30	26	13	0.0039	0.002	0.002	0.005	0.002	0.003	0.001	0.007	0.004	0.7	0.7	0.057	0.051
警戒值		**—**	**36**	**16**	**—**	**0.003**	**—**	**0.012**	**—**	**—**	**—**	**—**	**—**	**0.4**	**0.4**	**0.068**	**0.057**
空氣品質標準 (109.09.18 後)		—	100	35	—	0.075	—	0.100	—	—	—	—	—	35	9	0.120	0.060
空氣品質標準 (113.09.30 後)		—	75	30	—	0.065	—	0.100	—	—	—	—	—	31	9	0.100	0.060

註 1：空氣品質標準參考民國 109 年 9 月 18 日(環署空字第 1091159220 號)修正及 113 年 9 月 30 日(環境部空字第 1131062467 號)修正公告之「空氣品質標準」。
註 2：灰底表未符合空氣品質標準，底線為超過警戒值，「—」係表該項目無單位、測值或法規標準。
註 3：各項數值四捨五入後填入表中。

表 3.1-11　歷次關西高級中學(A2)空氣品質監測成果(續)

測站及時間 \ 項目及單位		NMHC		THC		風向	風速	溫度	濕度	落塵
		最大小時平均值	日平均值	最大小時平均值	日平均值	盛行風向	日平均值	日平均值	日平均值	月平均值
		ppm	ppm	ppm	ppm	方位	m/s	℃	%	(g/m^2/month)
施工前	112/03/20~21	0.30	0.19	2.23	2.12	東南東	0.2	21.7	87	24.3
	112/05/20~21	0.09	0.07	2.50	2.27	東南	1.8	30.2	61	2.12
	112/08/19~20	0.18	0.14	2.30	2.20	北北東	0.3	27.0	87	3.55
	112/11/18~19	0.11	0.08	2.12	2.08	東南東	1.4	14.4	62	2.97
施工期間	113/02/24~25	0.12	0.06	2.17	2.07	東南東	0.4	14.1	84	1.71
	113/05/25~26	0.21	0.12	2.36	2.23	東南東	0.2	26.6	84	4.43
	113/08/25~26	0.13	0.08	2.07	2.03	東南東	0.8	29.2	81	3.92
	113/10/26~27	0.16	0.12	2.39	2.27	西北	0.2	28.2	89	3.29
	114/01/23~24	0.20	0.14	2.56	2.37	東南東	1.4	16.1	89	3.96
	114/04/27~28	0.10	0.06	2.17	2.01	西南西	1.0	24.3	91	5.23

表 3.1-12　歷次東光國小(A3)空氣品質監測成果

測站及時間 \ 項目及單位		TSP	PM_{10}	$PM_{2.5}$	Pb	SO_2		NO_2		NO		NO_x		CO		O_3	
		24小時值	日平均值	24小時值	日平均值	最大小時平均值	日平均值	最大小時平均值	日平均值	最大小時平均值	日平均值	最大小時平均	日平均值	最大小時平均值	最大八小時平均值	最大小時平均值	最大八小時平均值
		μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
施工前	112/03/20~21	48	29	21	0.0080	0.002	0.002	0.009	0.005	0.008	0.003	0.014	0.007	0.4	0.4	0.056	0.048
	112/05/30~31	18	13	6	0.0015	0.003	0.002	0.006	0.004	0.004	0.003	0.010	0.006	0.2	0.2	0.025	0.018
	112/08/18~19	33	22	11	0.0028	0.001	0.001	0.009	0.005	0.003	0.002	0.011	0.007	0.4	0.3	0.117	0.077
	112/11/17~18	53	40	16	0.0110	0.003	0.002	0.013	0.006	0.006	0.003	0.016	0.009	0.4	0.3	0.061	0.050
施工期間	113/02/17~18	37	28	17	0.0096	0.003	0.002	0.020	0.007	0.008	0.003	0.022	0.009	0.6	0.5	0.067	0.049
	113/05/23~24	41	25	11	0.0071	0.002	0.002	0.012	0.007	0.009	0.003	0.016	0.010	0.3	0.2	0.033	0.026
	113/08/26~27	39	30	14	0.0031	0.001	0.001	0.004	0.003	0.003	<0.00107	0.007	0.004	0.3	0.2	0.069	0.039
	113/10/24~25	7	4	ND	ND	0.001	0.001	0.008	0.004	0.004	0.002	0.012	0.006	0.2	0.2	0.046	0.045
	114/01/23~24	33	20	15	0.0074	0.003	0.003	0.014	0.008	0.007	0.003	0.018	0.011	0.5	0.4	0.051	0.034
	114/05/26~27	15	12	8	0.0025	0.004	0.003	0.019	0.009	0.004	0.002	0.022	0.011	0.4	0.4	0.045	0.039
警戒值		—	**35**	**19**	—	**0.004**	—	**0.012**	—	—	—	—	—	**0.4**	**0.3**	**0.096**	**0.068**
空氣品質標準(109.09.18後)		—	100	35	—	0.075	—	0.100	—	—	—	—	—	35	9	0.120	0.060
空氣品質標準(113.09.30後)		—	75	30	—	0.065	—	0.100	—	—	—	—	—	31	9	0.100	0.060

註1：空氣品質標準參考民國109年9月18日(環署空字第1091159220號)修正及113年9月30日(環境部空字第1131062467號)修正公告之「空氣品質標準」。

註2：灰底表未符合空氣品質標準，底線為超過警戒值，「－」係表該項目無單位、測值或法規標準。

註3：各項數值四捨五入後填入表中。

表 3.1-12　歷次東光國小(A3)空氣品質監測成果(續)

測站及時間 \ 項目及單位		NMHC		THC		風向	風速	溫度	濕度	落塵
		最大小時平均值	日平均值	最大小時平均值	日平均值	盛行風向	日平均值	日平均值	日平均值	月平均值
		ppm	ppm	ppm	ppm	方位	m/s	℃	%	(g/m^2/month)
施工前	112/03/20~21	0.20	0.13	2.03	1.95	南南西	0.4	21.6	81	3.64
	112/05/30~31	0.10	0.08	2.06	1.96	北北東	1.1	27.2	80	5.00
	112/08/18~19	0.18	0.10	2.30	2.20	東南東	0.5	25.4	89	6.25
	112/11/17~18	0.12	0.09	1.98	1.92	北北東	1.3	13.2	69	8.54
施工期間	113/02/17~18	0.13	0.08	2.17	2.08	南	0.6	18.1	77	3.53
	113/05/23~24	0.15	0.11	2.25	2.21	北	0.3	24.5	93	4.80
	113/08/26~27	0.10	0.07	2.10	2.06	南南西	0.3	28.1	82	4.17
	113/10/24~25	0.07	0.03	2.25	2.21	北	3.3	22.7	96	6.61
	114/01/23~24	0.18	0.11	2.32	2.20	北北西	0.4	15.9	90	8.37
	114/05/26~27	0.14	0.07	2.25	2.16	北	0.6	19.4	92	3.62

表 3.1-13　歷次沙坑國小(A4)空氣品質監測成果

項目及單位 / 測站及時間		TSP	PM_{10}	$PM_{2.5}$	Pb	SO_2		NO_2		NO		NO_x		CO		O_3	
		24 小時值	日平均值	24 小時值	日平均值	最大小時平均值	日平均值	最大小時平均值	日平均值	最大小時平均值	日平均值	最大小時平均	日平均值	最大小時平均值	最大八小時平均值	最大小時平均值	最大八小時平均值
		μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
施工前	112/03/20~21	42	22	12	0.0065	0.003	0.003	0.007	0.004	0.005	0.002	0.010	0.006	0.3	0.3	0.062	0.040
	112/05/29~30	29	11	7	0.0016	0.003	0.002	0.004	0.002	0.004	0.002	0.007	0.004	0.2	0.1	0.047	0.031
	112/08/20~21	23	16	6	0.0025	0.002	0.001	0.003	0.002	0.002	0.001	0.004	0.003	0.3	0.2	0.070	0.034
	112/11/02~03	35	19	17	0.0053	0.003	0.002	0.015	0.005	0.006	0.002	0.018	0.007	0.9	0.5	0.089	0.048
施工期間	113/02/16~17	13	9	7	0.0022	0.002	0.002	0.009	0.005	0.006	0.002	0.015	0.007	0.5	0.4	0.045	0.035
	113/05/23~24	20	12	10	0.0035	0.002	0.001	0.020	0.009	0.011	0.003	0.031	0.012	1.0	0.4	0.039	0.031
	113/08/26~27	27	21	15	0.0024	0.002	0.001	0.005	0.002	0.006	0.002	0.009	0.004	0.4	0.3	0.074	0.047
	113/10/24~25	10	5	ND	ND	0.002	0.002	0.008	0.004	0.006	0.002	0.011	0.006	0.2	0.2	0.042	0.040
	114/01/20~21	38	21	19	0.0110	0.002	0.001	0.027	0.008	0.017	0.004	0.044	0.012	0.3	0.3	0.071	0.067
	114/04/28~29	46	38	15	0.0066	0.002	0.002	0.004	0.002	0.001	0.001	0.005	0.003	0.7	0.7	0.084	0.076
	114/06/07~08	24	16	8	0.0056	0.001	0.001	0.005	0.003	0.004	0.001	0.007	0.004	0.3	0.3	0.062	0.049
警戒值		**—**	**21**	**15**	**—**	**0.004**	**—**	**0.012**	**—**	**—**	**—**	**—**	**—**	**0.7**	**0.4**	**0.081**	**0.044**
空氣品質標準 (109.09.18 後)		—	100	35	—	0.075	—	0.100	—	—	—	—	—	35	9	0.120	0.060
空氣品質標準 (113.09.30 後)		—	75	30	—	0.065	—	0.100	—	—	—	—	—	31	9	0.100	0.060

註 1：空氣品質標準參考民國 109 年 9 月 18 日(環署空字第 1091159220 號)修正及 113 年 9 月 30 日(環境部空字第 1131062467 號)修正公告之「空氣品質標準」。
註 2：灰底表未符合空氣品質標準，底線為超過警戒值，「—」係表該項目無單位、測值或法規標準。
註 3：各項數值四捨五入後填入表中。

表 3.1-13　歷次沙坑國小(A4)空氣品質監測成果(續)

測站及時間 \ 項目及單位		NMHC		THC		風向	風速	溫度	濕度	落塵
		最大小時平均值	日平均值	最大小時平均值	日平均值	盛行風向	日平均值	日平均值	日平均值	月平均值
		ppm	ppm	ppm	ppm	方位	m/s	℃	%	(g/m^2/month)
施工前	112/03/20~21	0.11	0.08	1.93	1.84	西南	0.4	22.8	74	10.10
	112/05/29~30	0.36	0.28	2.06	2.01	北北西	0.6	30.2	65	3.11
	112/08/20~21	0.12	0.08	1.90	1.90	南南東	0.2	26.5	91	2.11
	112/11/02~03	0.32	0.12	2.51	2.21	南南西	0.2	22.6	75	1.49
施工期間	113/02/16~17	0.13	0.09	1.98	1.91	北北東	0.2	16.0	90	1.94
	113/05/23~24	0.20	0.09	2.19	2.12	北北西	0.1	24.6	93	1.20
	113/08/26~27	0.07	<0.026	2.02	1.97	南南東	0.4	27.8	80	1.83
	113/10/24~25	0.16	0.05	2.21	2.08	北	0.7	23.4	95	2.82
	114/01/20~21	0.37	0.12	2.62	2.36	北	0.1	13.4	72	3.10
	114/04/28~29	0.10	0.05	1.93	1.88	東北	1.9	20.4	75	7.55
	114/06/07~08	0.07	0.03	2.16	2.06	北	0.2	27.2	88	16.3

表 3.1-14　歷次橫山國中(A5)空氣品質監測成果

項目及單位 / 測站及時間		TSP	PM_{10}	$PM_{2.5}$	Pb	SO_2		NO_2		NO		NO_x		CO		O_3	
		24 小時值	日平均值	24 小時值	日平均值	最大小時平均值	日平均值	最大小時平均值	日平均值	最大小時平均值	日平均值	最大小時平均	日平均值	最大小時平均值	最大八小時平均值	最大小時平均值	最大八小時平均值
		μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
施工前	112/03/21~22	69	41	23	0.0100	0.003	0.002	0.021	0.009	0.007	0.003	0.025	0.012	0.5	0.5	0.054	0.036
	112/05/30~31	14	11	6	ND	0.002	0.002	0.004	0.002	0.005	0.002	0.008	0.004	0.2	0.1	0.027	0.023
	112/08/19~20	26	16	7	0.0028	0.002	0.001	0.008	0.004	0.003	0.001	0.011	0.005	0.3	0.3	0.074	0.057
	112/11/18~19	47	37	13	0.0053	0.002	0.001	0.011	0.005	0.002	0.001	0.012	0.006	0.5	0.4	0.059	0.040
	113/02/16~17	23	13	8	0.0030	0.003	0.002	0.012	0.006	0.01	0.002	0.019	0.008	0.5	0.4	0.046	0.034
	113/05/24~25	27	13	6	0.0045	0.001	0.001	0.022	0.007	0.014	0.004	0.034	0.012	0.5	0.3	0.043	0.029
	113/08/27~28	35	15	13	0.0049	0.002	0.001	0.020	0.006	0.010	0.003	0.030	0.009	0.4	0.4	0.079	0.049
	113/10/25~26	22	16	10	0.0020	0.002	0.002	0.012	0.006	0.007	0.004	0.017	0.010	0.3	0.3	0.045	0.029
	114/01/21~22	36	32	17	0.0100	0.002	0.001	0.020	0.008	0.006	0.003	0.023	0.011	0.4	0.3	0.069	0.055
	114/04/28~29	33	23	13	0.0077	0.003	0.003	0.017	0.007	0.005	0.002	0.022	0.008	0.3	0.2	0.079	0.054
警戒值		**—**	**26**	**14**	**—**	**0.003**	**—**	**0.017**	**—**	**—**	**—**	**—**	**—**	**0.5**	**0.4**	**0.062**	**0.043**
空氣品質標準 (109.09.18 後)		—	100	35	—	0.075	—	0.100	—	—	—	—	—	35	9	0.120	0.060
空氣品質標準 (113.09.30 後)		—	75	30	—	0.065	—	0.100	—	—	—	—	—	31	9	0.100	0.060

註 1：空氣品質標準參考民國 109 年 9 月 18 日(環署空字第 1091159220 號)修正及 113 年 9 月 30 日(環境部空字第 1131062467 號)修正公告之「空氣品質標準」。

註 2：灰底表未符合空氣品質標準，底線為超過警戒值，「－」係表該項目無單位、測值或法規標準。

註 3：各項數值四捨五入後填入表中。

表 3.1-14　歷次橫山國中(A5)空氣品質監測成果(續)

測站及時間 \ 項目及單位		NMHC		THC		風向	風速	溫度	濕度	落塵
		最大小時平均值	日平均值	最大小時平均值	日平均值	盛行風向	日平均值	日平均值	日平均值	月平均值
		ppm	ppm	ppm	ppm	方位	m/s	℃	%	(g/m^2/month)
施工前	112/03/21~22	0.42	0.22	2.22	2.11	東北東	0.3	23.9	87	1.73
	112/05/30~31	0.47	0.20	2.15	2.09	南南東	0.4	27.7	86	2.09
	112/08/19~20	0.12	0.09	2.00	1.90	東北	0.4	27.2	87	3.17
	112/11/18~19	0.07	<0.05	2.20	2.13	東北	1.1	15.2	64	2.28
	113/02/16~17	0.08	0.04	2.12	2.02	東南東	0.5	16	82	2.29
	113/05/24~25	0.13	0.04	2.19	1.99	東北東	0.4	25.6	86	5.21
	113/08/27~28	0.09	0.04	2.11	2.00	西南	0.5	29.0	73	6.96
	113/10/25~26	0.13	0.09	2.29	2.13	北	0.2	28.4	86	2.03
	114/01/21~22	0.13	0.07	2.44	2.35	北	0.5	18.2	65	0.65
	114/04/28~29	0.11	0.08	2.21	2.15	北	1.0	19.1	76	2.54

表 3.1-15　歷次大肚國小(A6)空氣品質監測成果

測站及時間 \ 項目及單位		TSP	PM_{10}	$PM_{2.5}$	Pb	SO_2		NO_2		NO		NO_x		CO		O_3	
		24 小時值	日平均值	24 小時值	日平均值	最大小時平均值	日平均值	最大小時平均值	日平均值	最大小時平均值	日平均值	最大小時平均	日平均值	最大小時平均值	最大八小時平均值	最大小時平均值	最大八小時平均值
		μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
施工前	112/03/21~22	89	47	22	0.0130	0.003	0.002	0.023	0.008	0.011	0.003	0.030	0.011	0.5	0.4	0.052	0.032
	112/05/29~30	62	33	8	0.0032	0.004	0.003	0.011	0.003	0.006	0.002	0.016	0.005	0.5	0.5	0.056	0.040
	112/08/21~22	70	34	11	0.0045	0.003	0.002	0.016	0.006	0.013	0.004	0.024	0.010	0.4	0.3	0.065	0.038
	112/11/17~18	45	37	11	0.0063	0.002	0.001	0.019	0.006	0.008	0.002	0.023	0.008	0.6	0.5	0.058	0.049
	113/02/15~16	44	23	12	0.0050	0.003	0.002	0.013	0.006	0.01	0.002	0.023	0.008	0.4	0.4	0.053	0.042
	113/05/24~25	35	16	7	0.0047	0.002	0.002	0.020	0.007	0.014	0.004	0.034	0.011	0.3	0.3	0.034	0.016
	113/08/27~28	47	30	13	0.0057	0.001	0.001	0.016	0.007	0.008	0.003	0.023	0.010	0.3	0.2	0.074	0.044
	113/10/24~25	8	5	ND	ND	0.002	0.002	0.003	0.002	0.002	0.001	0.005	0.004	0.4	0.3	0.047	0.044
	114/01/21~22	40	25	18	0.0110	0.002	0.002	0.015	0.007	0.006	0.002	0.020	0.009	0.3	0.3	0.068	0.055
	114/04/27~28	51	30	15	0.0140	0.003	0.001	0.015	0.008	0.007	0.004	0.021	0.012	0.8	0.5	0.054	0.047
警戒值		**—**	**35**	**14**	**—**	**0.003**	**—**	**0.018**	**—**	**—**	**—**	**—**	**—**	**0.5**	**0.4**	**0.061**	**0.043**
空氣品質標準 (109.09.18 後)		—	100	35	—	0.075	—	0.100	—	—	—	—	—	35	9	0.120	0.060
空氣品質標準 (113.09.30 後)		—	75	30	—	0.065	—	0.100	—	—	—	—	—	31	9	0.100	0.060

註 1：空氣品質標準參考民國 109 年 9 月 18 日(環署空字第 1091159220 號)修正及 113 年 9 月 30 日(環境部空字第 1131062467 號)修正公告之「空氣品質標準」。
註 2：灰底表未符合空氣品質標準，底線為超過警戒值，「—」係表該項目無單位、測值或法規標準。
註 3：各項數值四捨五入後填入表中。

表 3.1-15　歷次大肚國小(A6)空氣品質監測成果(續)

測站及時間 \ 項目及單位		NMHC		THC		風向	風速	溫度	濕度	落塵
		最大小時平均值	日平均值	最大小時平均值	日平均值	盛行風向	日平均值	日平均值	日平均值	月平均值
		ppm	ppm	ppm	ppm	方位	m/s	℃	%	(g/m^2/month)
施工前	112/03/21~22	0.16	0.12	2.08	1.96	東	0.8	24.1	77	1.69
	112/05/29~30	0.15	0.09	2.58	2.16	東	1.7	30.4	59	6.49
	112/08/21~22	0.19	0.12	2.20	2.00	東南東	0.4	28.9	83	11.6
	112/11/17~18	0.11	0.05	2.28	2.16	東	1.8	14.2	61	3.98
	113/02/15~16	0.11	0.08	1.98	1.92	東北東	1.2	19.5	84	5.44
	113/05/24~25	0.18	0.13	2.44	2.14	東南東	0.4	25.5	84	7.29
	113/08/27~28	0.11	0.08	2.28	2.14	東南東	0.3	28.9	75	5.77
	113/10/24~25	0.05	0.04	1.93	1.89	東	2.2	23.8	99	3.78
	114/01/21~22	0.07	0.04	2.11	2.04	東南東	0.7	18.4	65	2.03
	114/04/27~28	0.11	0.08	2.27	2.08	西北西	0.5	23.1	85	5.25

表 3.1-16　歷次員崠國小(A7)空氣品質監測成果

測站及時間 \ 項目及單位		TSP	PM_{10}	$PM_{2.5}$	Pb	SO_2		NO_2		NO		NO_x		CO		O_3	
		24小時值	日平均值	24小時值	日平均值	最大小時平均值	日平均值	最大小時平均值	日平均值	最大小時平均值	日平均值	最大小時平均	日平均值	最大小時平均值	最大八小時平均值	最大小時平均值	最大八小時平均值
		μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
施工前	112/03/21~22	65	44	22	0.0120	0.002	0.002	0.012	0.007	0.003	0.002	0.013	0.008	0.5	0.4	0.068	0.039
	112/05/30~31	20	11	6	ND	0.003	0.002	0.003	0.002	0.002	0.001	0.004	0.003	0.4	0.3	0.030	0.024
	112/08/18~19	38	26	6	0.0016	0.004	0.001	0.007	0.003	0.002	0.001	0.008	0.004	0.2	0.2	0.064	0.052
	112/11/02~03	33	17	13	0.0065	0.004	0.003	0.008	0.003	0.006	0.001	0.012	0.005	0.4	0.3	0.088	0.056
	113/02/15~16	23	15	11	0.0056	0.003	0.002	0.010	0.004	0.001	<0.00107	0.011	0.005	0.4	0.4	0.058	0.048
	113/05/23~24	25	14	11	0.0038	0.002	0.002	0.012	0.006	0.006	0.002	0.015	0.008	0.4	0.3	0.035	0.030
	113/08/26~27	30	27	14	0.0032	0.001	0.001	0.005	0.002	0.002	0.001	0.007	0.004	0.6	0.6	0.079	0.055
	113/10/25~26	26	18	11	0.0028	0.002	0.001	0.007	0.004	0.004	0.002	0.009	0.006	0.5	0.4	0.047	0.037
	114/01/20~21	44	29	19	0.0120	0.002	0.001	0.010	0.006	0.005	0.001	0.015	0.007	0.3	0.3	0.077	0.074
	114/04/28~29	56	24	19	0.0130	0.002	0.001	0.008	0.005	0.002	0.001	0.009	0.007	0.4	0.3	0.086	0.079
警戒值		**—**	**27**	**14**	**—**	**0.003**	**—**	**0.010**	**—**	**—**	**—**	**—**	**—**	**0.5**	**0.4**	**0.069**	**0.049**
空氣品質標準(109.09.18後)		—	100	35	—	0.075	—	0.100	—	—	—	—	—	35	9	0.120	0.060
空氣品質標準(113.09.30後)		—	75	30	—	0.065	—	0.100	—	—	—	—	—	31	9	0.100	0.060

註1：空氣品質標準參考民國109年9月18日(環署空字第1091159220號)修正及113年9月30日(環境部空字第1131062467號)修正公告之「空氣品質標準」。

註2：灰底表未符合空氣品質標準，底線為超過警戒值，「—」係表該項目無單位、測值或法規標準。

註3：各項數值四捨五入後填入表中。

表 3.1-16　歷次員崠國小(A7)空氣品質監測成果(續)

測站及時間 \ 項目及單位		NMHC		THC		風向	風速	溫度	濕度	落塵
		最大小時平均值	日平均值	最大小時平均值	日平均值	盛行風向	日平均值	日平均值	日平均值	月平均值
		ppm	ppm	ppm	ppm	方位	m/s	℃	%	(g/m^2/month)
施工前	112/03/21~22	0.15	0.10	2.04	1.91	西北	0.5	23.8	76	2.97
	112/05/30~31	0.09	0.07	2.08	2.05	東南	2.2	27.7	77	2.81
	112/08/18~19	0.11	0.08	2.10	2.00	東南東	0.7	26.1	90	2.36
	112/11/02~03	0.11	0.06	1.97	1.87	西	0.2	22.7	71	1.77
	113/02/15~16	0.09	0.03	1.93	1.82	東南東	1.4	19.1	72	1.49
	113/05/23~24	0.23	0.15	2.34	2.17	東南東	0.3	24.3	90	3.61
	113/08/26~27	0.09	0.07	2.10	2.00	西南西	0.7	28.4	80	3.33
	113/10/25~26	0.13	0.09	1.99	1.89	西	0.6	28.1	96	2.05
	114/01/20~21	0.05	0.03	2.07	2.03	東南東	1.1	15.0	66	1.00
	114/04/28~29	0.10	0.08	2.18	2.15	東南	1.3	21.4	55	4.03

表 3.1-17　歷次運輸路線(A8)空氣品質監測成果

測站及時間 \ 項目及單位		TSP	PM_{10}	$PM_{2.5}$	Pb	SO_2		NO_2		NO		NO_x		CO		O_3	
		24 小時值	日平均值	24 小時值	日平均值	最大小時平均值	日平均值	最大小時平均值	日平均值	最大小時平均值	日平均值	最大小時平均	日平均值	最大小時平均值	最大八小時平均值	最大小時平均值	最大八小時平均值
		μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
施工前	112/03/20~21	54	25	13	0.0070	0.003	0.002	0.021	0.010	0.027	0.010	0.038	0.020	0.5	0.4	0.047	0.030
	112/05/19~20	28	20	12	0.0058	0.002	0.002	0.030	0.013	0.035	0.011	0.054	0.025	0.6	0.5	0.022	0.019
	112/08/19~20	41	29	7	0.0022	0.001	0.001	0.010	0.003	0.004	0.002	0.011	0.005	0.3	0.2	0.079	0.035
	112/11/18~19	39	30	13	0.0066	0.004	0.002	0.008	0.003	0.002	0.002	0.009	0.005	0.3	0.2	0.060	0.056
施工期間	113/02/24~25	25	16	7	0.0028	0.002	0.002	0.009	0.006	0.002	0.001	0.011	0.007	0.4	0.3	0.031	0.030
	113/05/25~26	32	19	11	0.0100	0.002	0.002	0.014	0.006	0.005	0.002	0.016	0.008	0.3	0.3	0.063	0.040
	113/08/25~26	27	16	12	0.0031	0.002	0.001	0.004	0.002	0.002	0.001	0.006	0.004	0.3	0.3	0.079	0.068
	113/10/25~26	25	18	10	0.0022	0.001	0.001	0.011	0.005	0.007	0.004	0.014	0.009	0.4	0.3	0.042	0.029
	114/01/22~23	43	37	34	0.0120	0.002	0.001	0.024	0.013	0.002	0.001	0.025	0.015	0.4	0.4	0.052	0.034
	114/04/28~29	41	28	14	0.0088	0.002	0.002	0.016	0.007	0.002	0.001	0.017	0.009	0.4	0.4	0.083	0.071
警戒值		**—**	**30**	**14**	**—**	**0.003**	**—**	**0.026**	**—**	**—**	**—**	**—**	**—**	**0.6**	**0.5**	**0.072**	**0.048**
空氣品質標準 (109.09.18 後)		—	100	35	—	0.075	—	0.100	—	—	—	—	—	35	9	0.120	0.060
空氣品質標準 (113.09.30 後)		—	75	30	—	0.065	—	0.100	—	—	—	—	—	31	9	0.100	0.060

註 1：空氣品質標準參考民國 109 年 9 月 18 日(環署空字第 1091159220 號)修正及 113 年 9 月 30 日(環境部空字第 1131062467 號)修正公告之「空氣品質標準」。
註 2：灰底表未符合空氣品質標準，底線為超過警戒值，「—」係表該項目無單位、測值或法規標準。
註 3：各項數值四捨五入後填入表中。

表 3.1-17　歷次運輸路線(A8)空氣品質監測成果(續)

測站及時間 \ 項目及單位		NMHC		THC		風向	風速	溫度	濕度	落塵
		最大小時平均值	日平均值	最大小時平均值	日平均值	盛行風向	日平均值	日平均值	日平均值	月平均值
		ppm	ppm	ppm	ppm	方位	m/s	℃	%	(g/m^2/month)
施工前	112/03/20~21	0.31	0.26	2.11	2.05	西北西	0.3	22.9	82	1.36
	112/05/19~20	0.31	0.14	2.37	2.24	北北東	0.2	22.8	95	3.59
	112/08/19~20	0.20	0.09	2.10	2.00	東北	0.5	26.6	91	1.89
	112/11/18~19	0.06	0.05	1.90	1.87	東北東	1.1	14.6	66	5.48
施工期間	113/02/24~25	0.13	0.10	2.26	2.21	東北東	1.5	14.4	98	1.97
	113/05/25~26	0.23	0.14	2.53	2.26	北北東	0.3	26.3	83	2.71
	113/08/25~26	0.07	0.03	2.05	2.01	東南東	0.3	27.9	84	10.30
	113/10/25~26	0.10	0.07	2.44	2.27	北	0.3	26.9	85	1.98
	114/01/22~23	0.15	0.08	2.26	2.13	東	0.3	16.4	90	1.24
	114/04/28~29	0.09	0.06	2.24	2.18	東	1.3	20.8	67	2.44

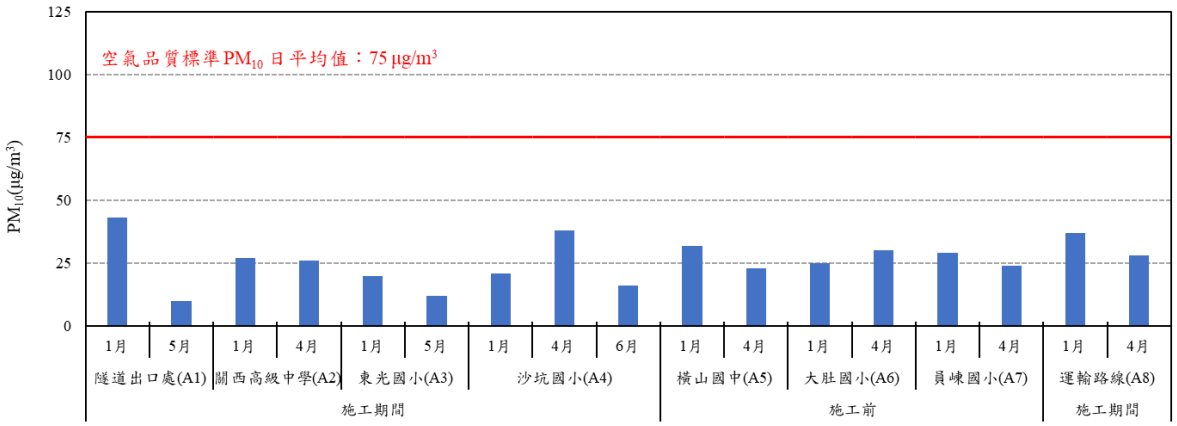


圖3.1-2　114年上半年度各測站PM_{10}測值日平均值

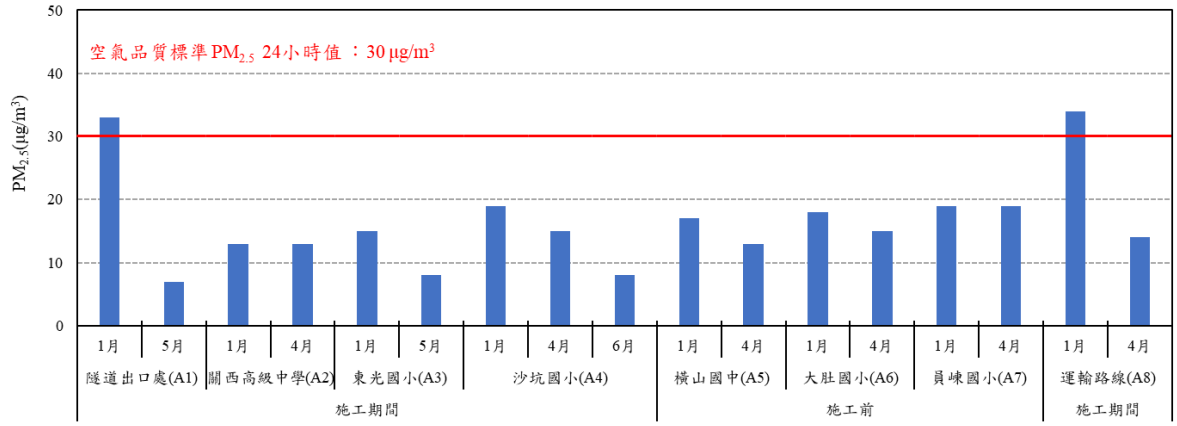


圖3.1-3　114年上半年度各測站$PM_{2.5}$測值24小時值

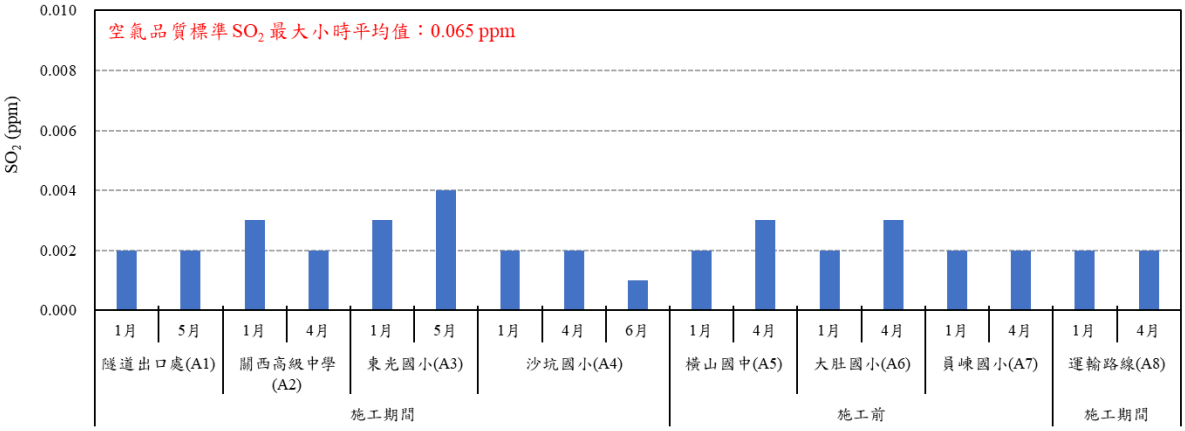


圖3.1-4　114年上半年度各測站SO_2測值最大小時平均值

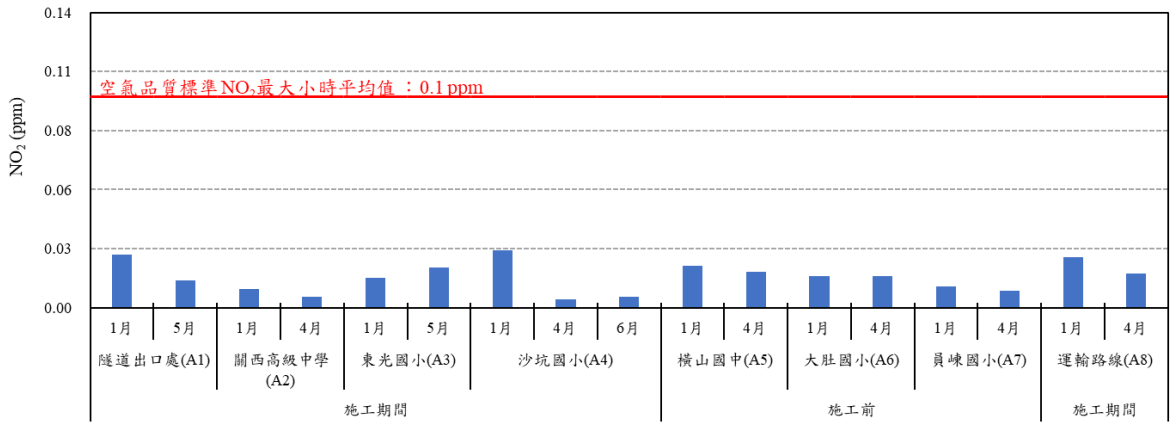


圖3.1-5　114年上半年度各測站NO_2測值最大小時平均值

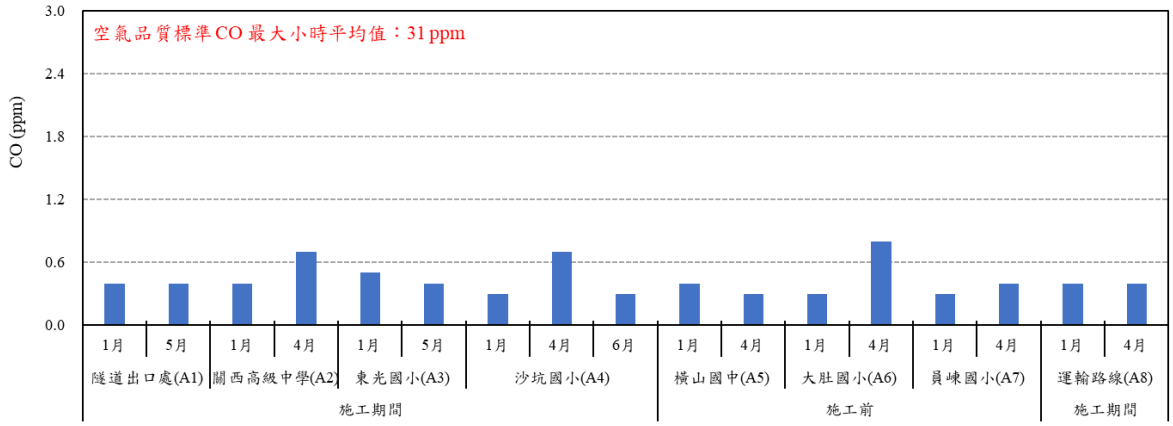


圖3.1-6　114年上半年度各測站CO測值最大小時平均值

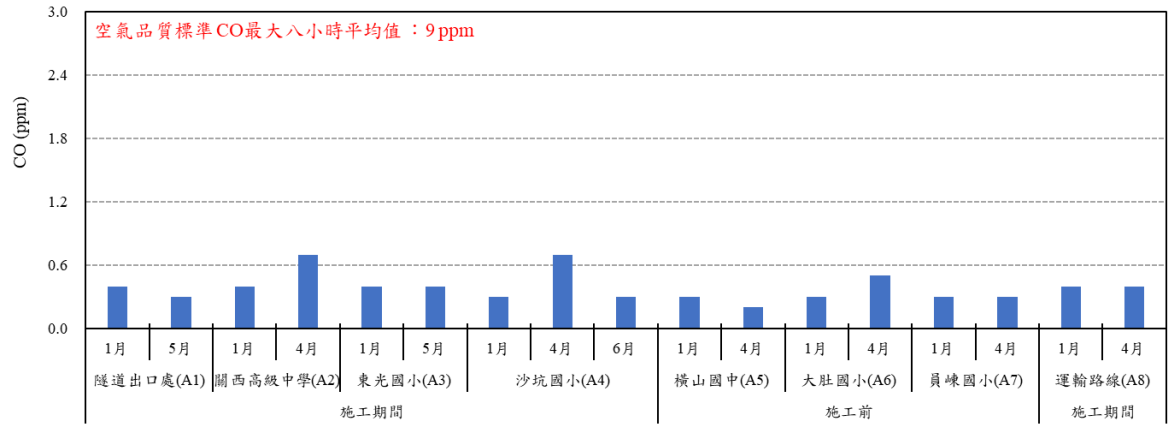


圖3.1-7　114年上半年度各測站CO測值最大八小時平均值

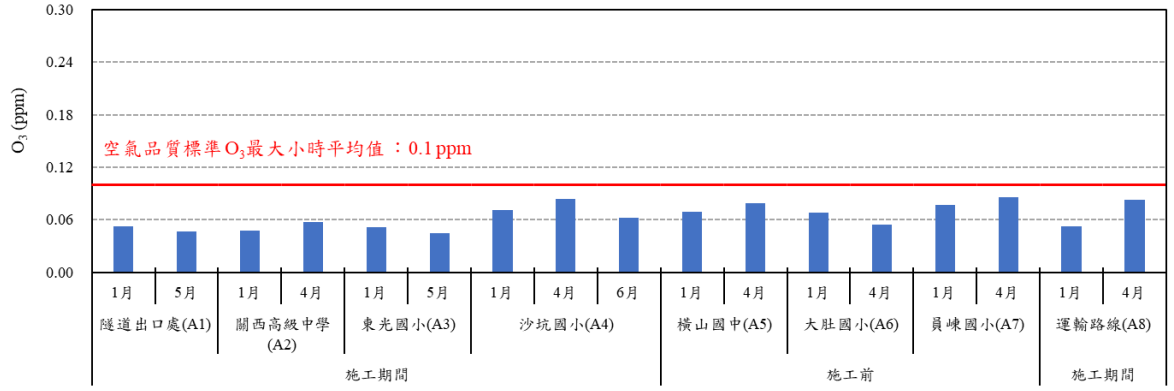


圖3.1-8　114年上半年度各測站O_3測值最大小時平均值

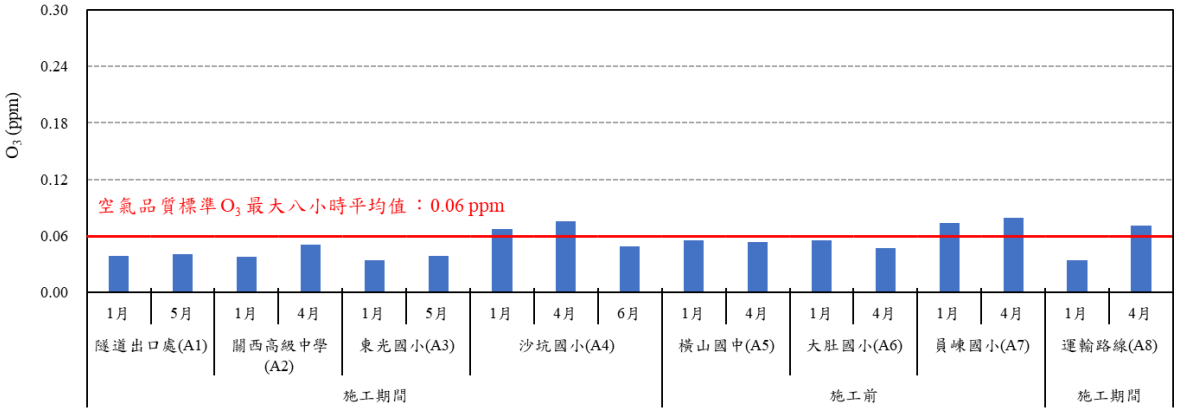


圖3.1-9　114年上半年度各測站O_3測值最大八小時平均值

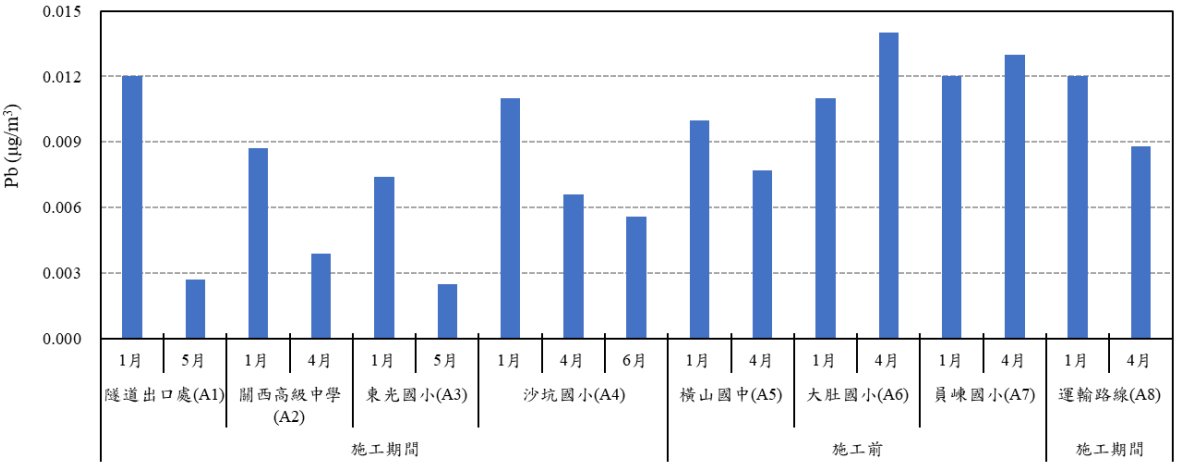


圖3.1-10　114年上半年度各測站Pb測值日平均值

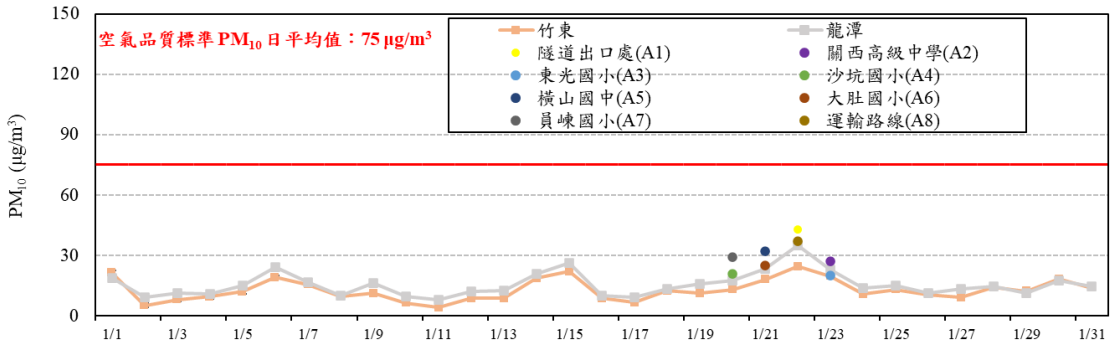


圖3.1-11　本計畫各測站與環境部龍潭及竹東測站第一季PM_{10}日平均值比對圖

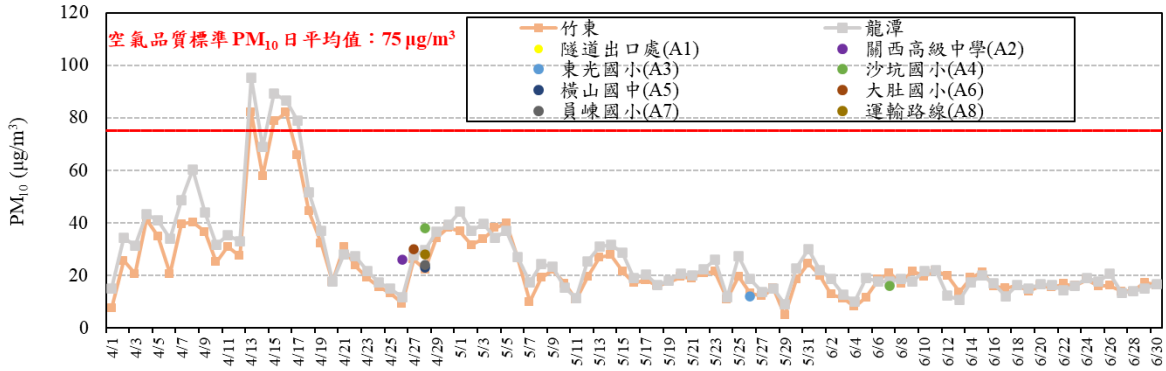


圖3.1-12　本計畫各測站與環境部龍潭及竹東測站第二季PM_{10}日平均值比對圖

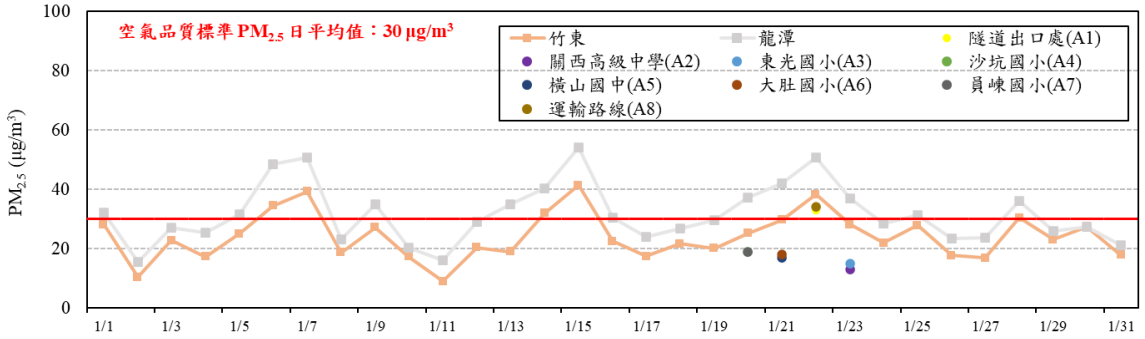


圖 3.1-13　本計畫各測站與環境部龍潭及竹東測站第一季 $PM_{2.5}$ 日平均值比對圖

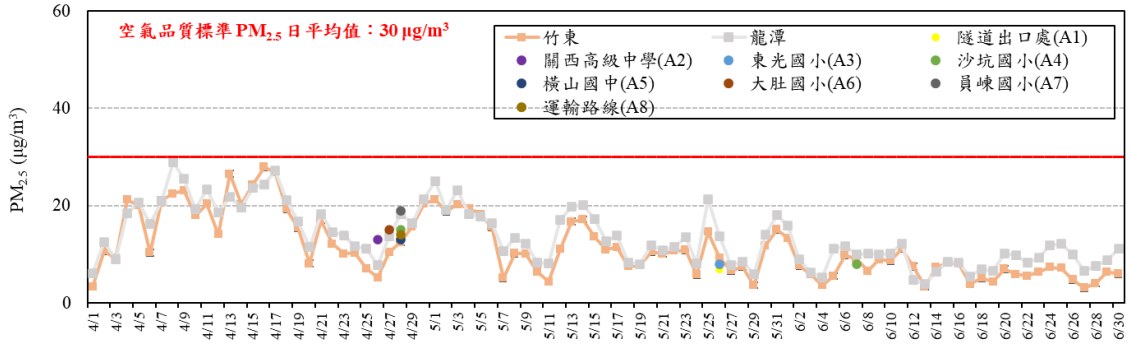


圖 3.1-14　本計畫各測站與環境部龍潭及竹東測站第二季 $PM_{2.5}$ 日平均值比對圖

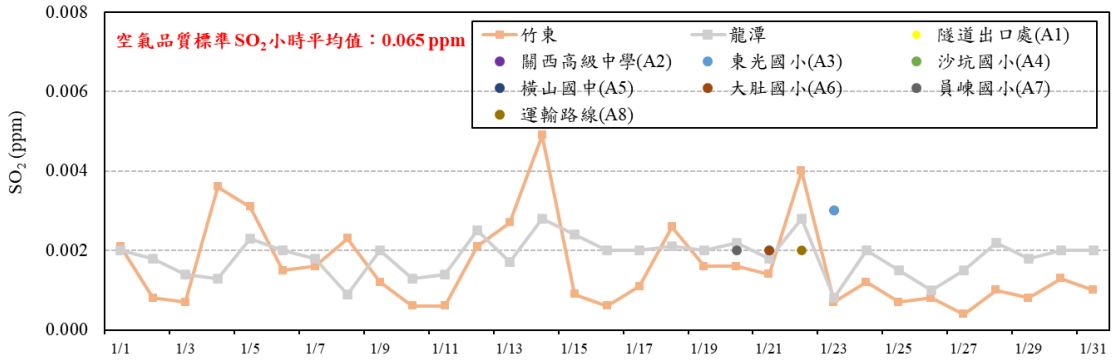


圖 3.1-15　本計畫各測站與環境部龍潭及竹東測站第一季 SO_2 小時平均值比對圖

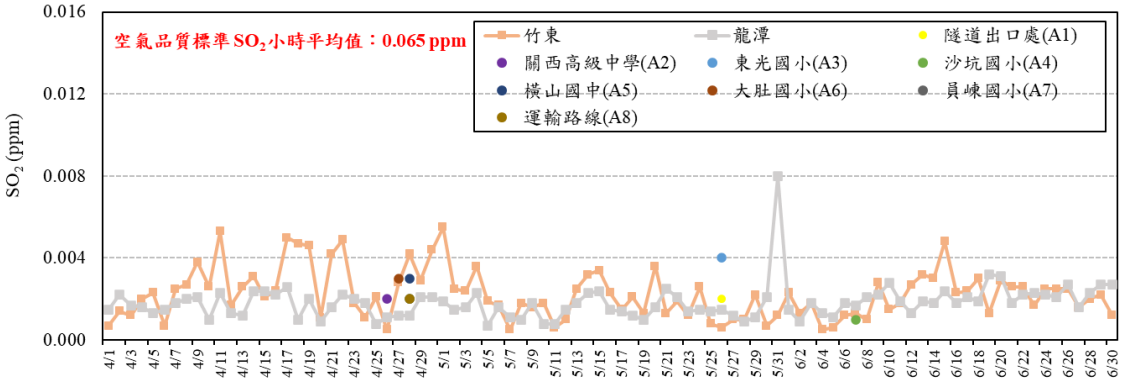


圖 3.1-16　本計畫各測站與環境部龍潭及竹東測站第二季 SO_2 小時平均值比對圖

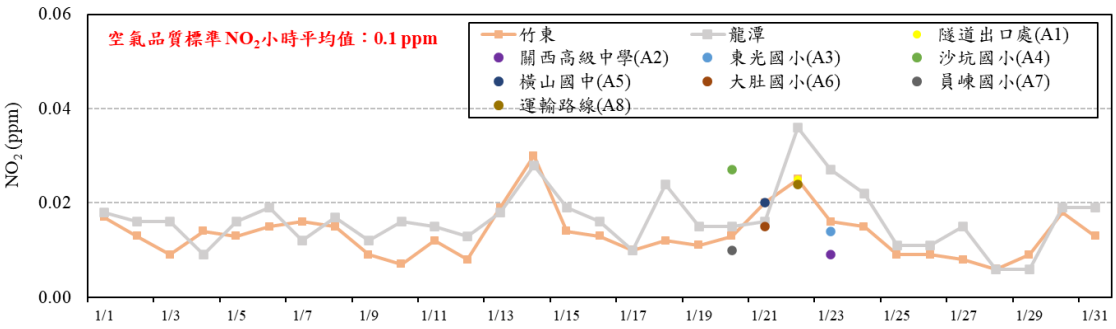


圖 3.1-17　本計畫各測站與環境部龍潭及竹東測站第一季 NO_2 小時平均值比對圖

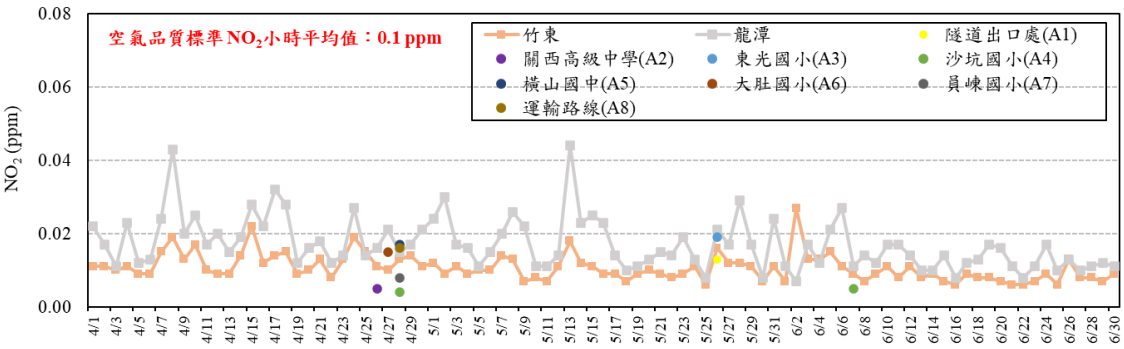


圖 3.1-18　本計畫各測站與環境部龍潭及竹東測站第二季 NO_2 小時平均值比對圖

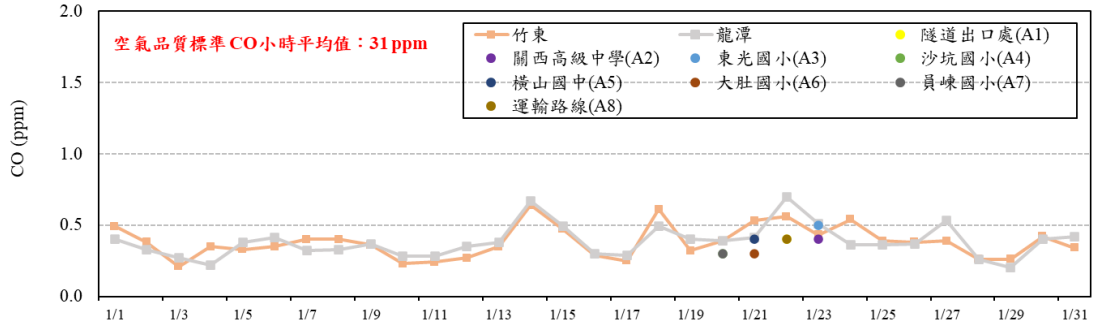


圖 3.1-19　本計畫各測站與環境部龍潭及竹東測站第一季 CO 小時平均值比對圖

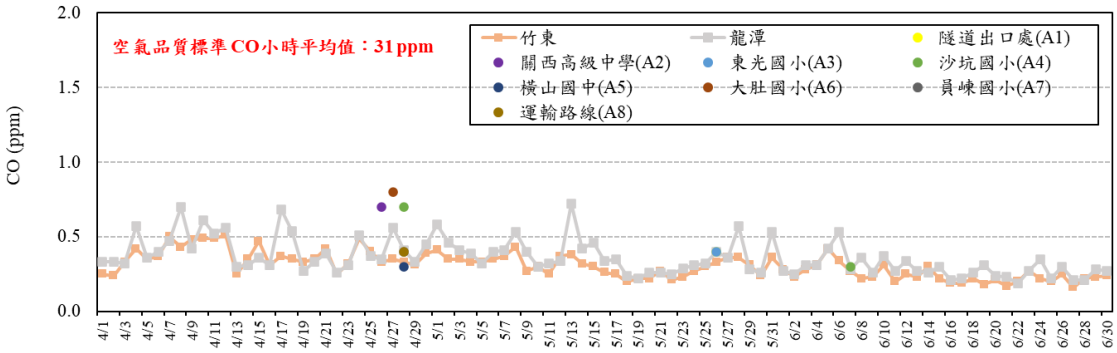


圖 3.1-20　本計畫各測站與環境部龍潭及竹東測站第二季 CO 小時平均值比對圖

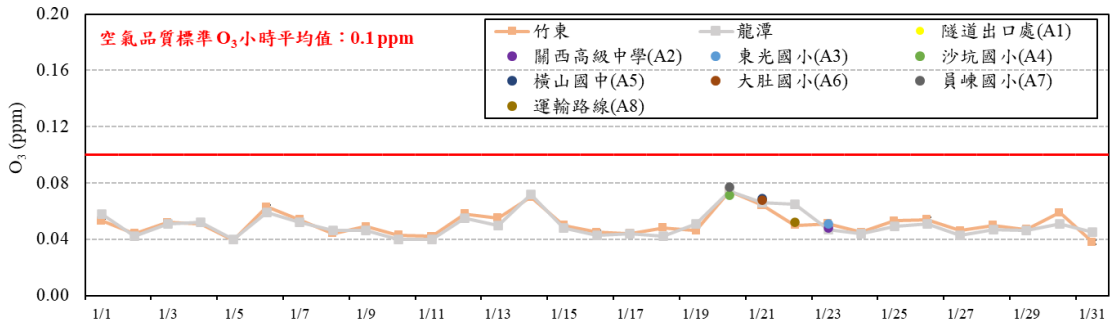


圖 3.1-21　本計畫各測站與環境部龍潭及竹東測站第一季 O_3 小時平均值比對圖

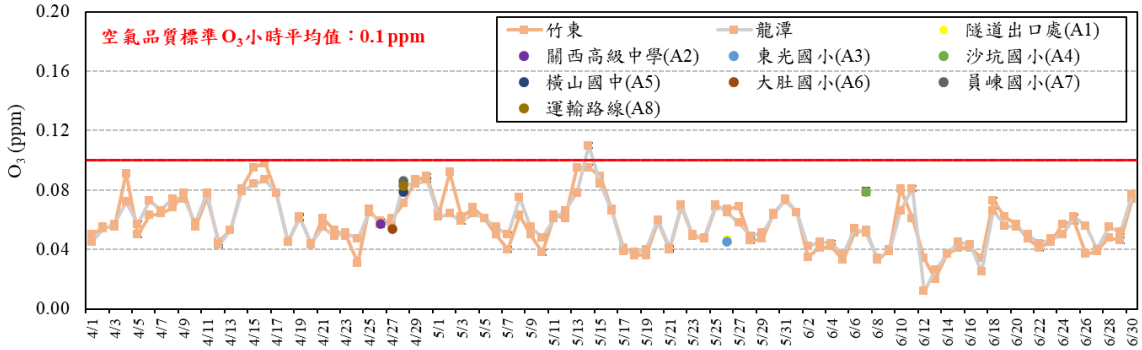


圖 3.1-22　本計畫各測站與環境部龍潭及竹東測站第二季 O_3 小時平均值比對圖

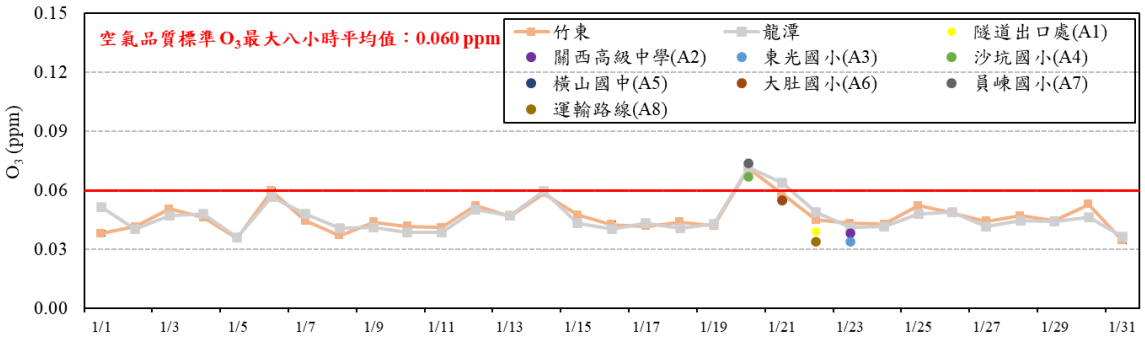


圖 3.1-23　本計畫各測站與環境部龍潭及竹東測站第一季 O_3 最大八小時平均值比對圖

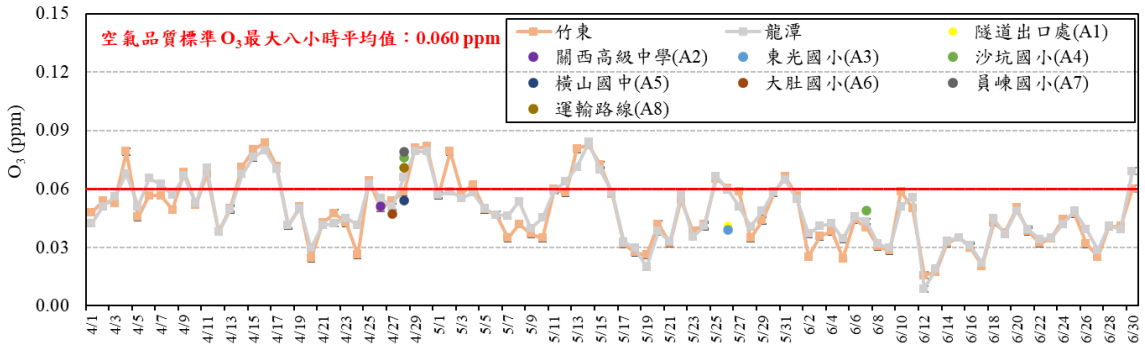


圖 3.1-24　本計畫各測站與環境部龍潭及竹東測站第二季 O_3 最大八小時平均值比對圖

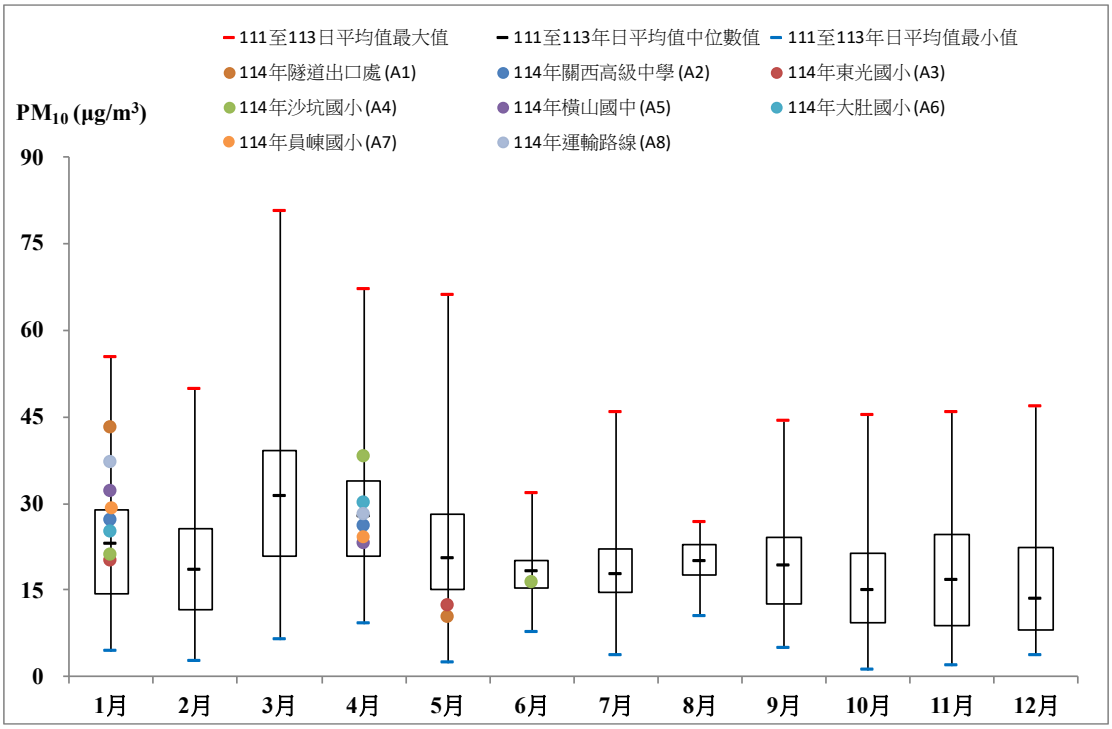


圖 3.1-25　114 年上半年度各測站 PM_{10} 日平均值比對環境部竹東測站盒鬚圖

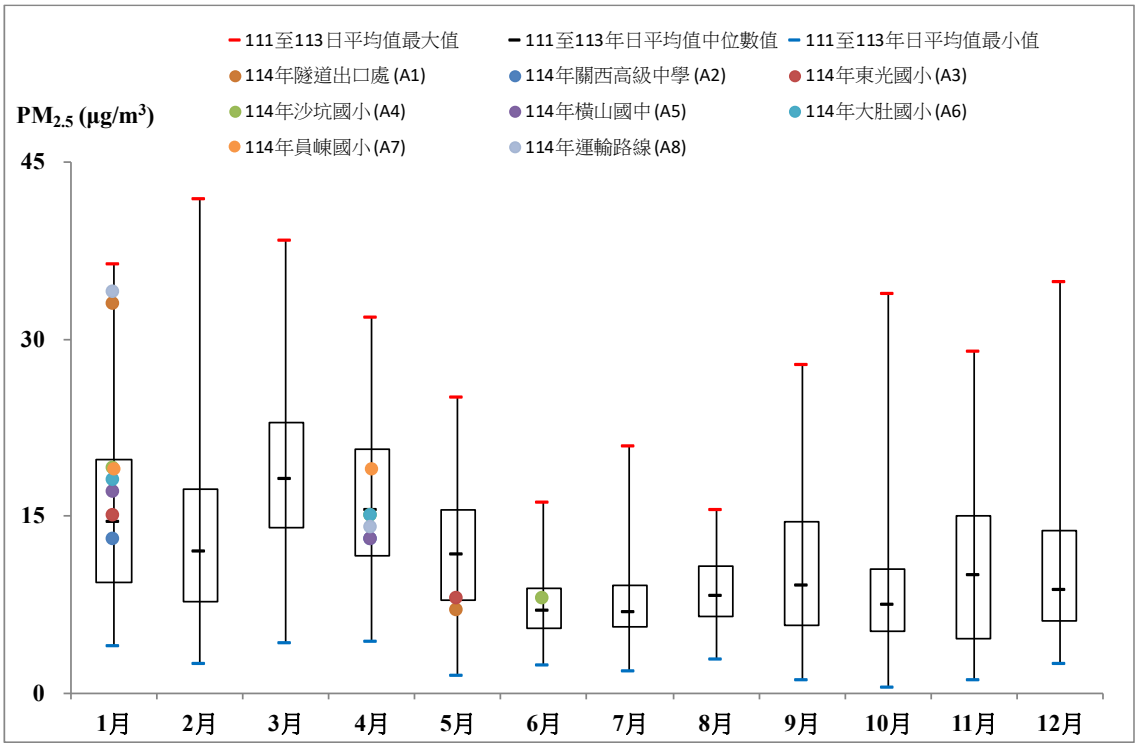


圖3.1-26　114年上半年度各測站$PM_{2.5}$日平均值比對環境部竹東測站盒鬚圖

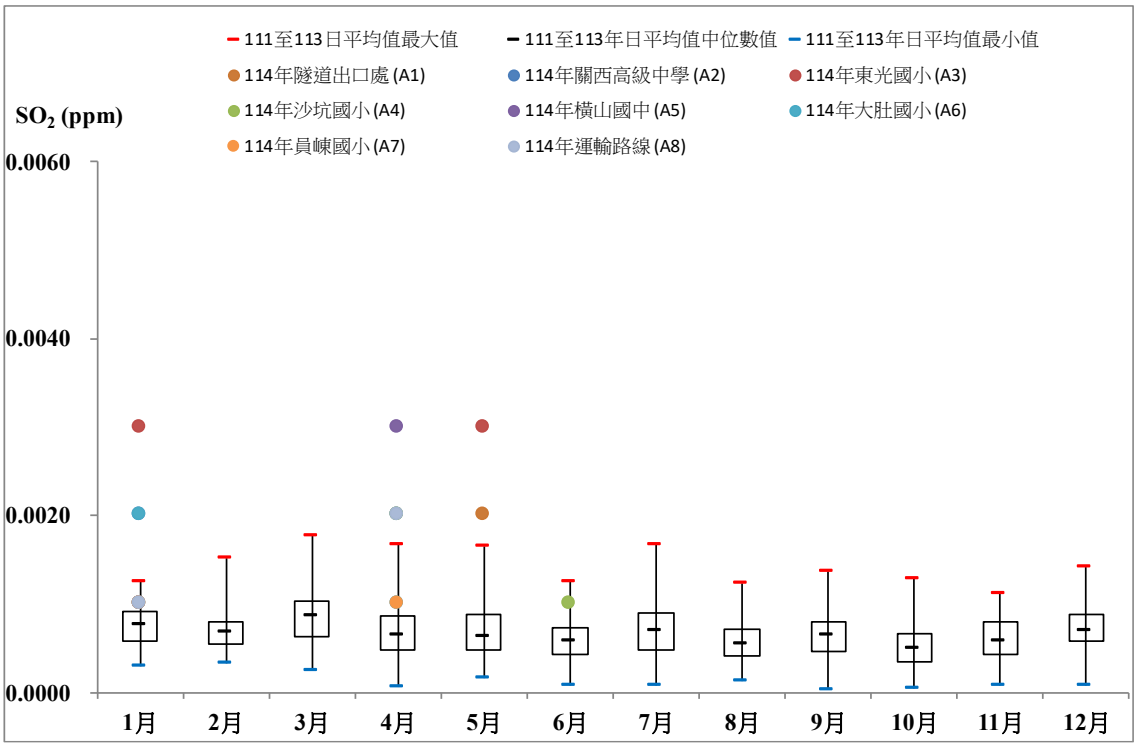


圖3.1-27　114年上半年度各測站SO_2日平均值比對環境部竹東測站盒鬚圖

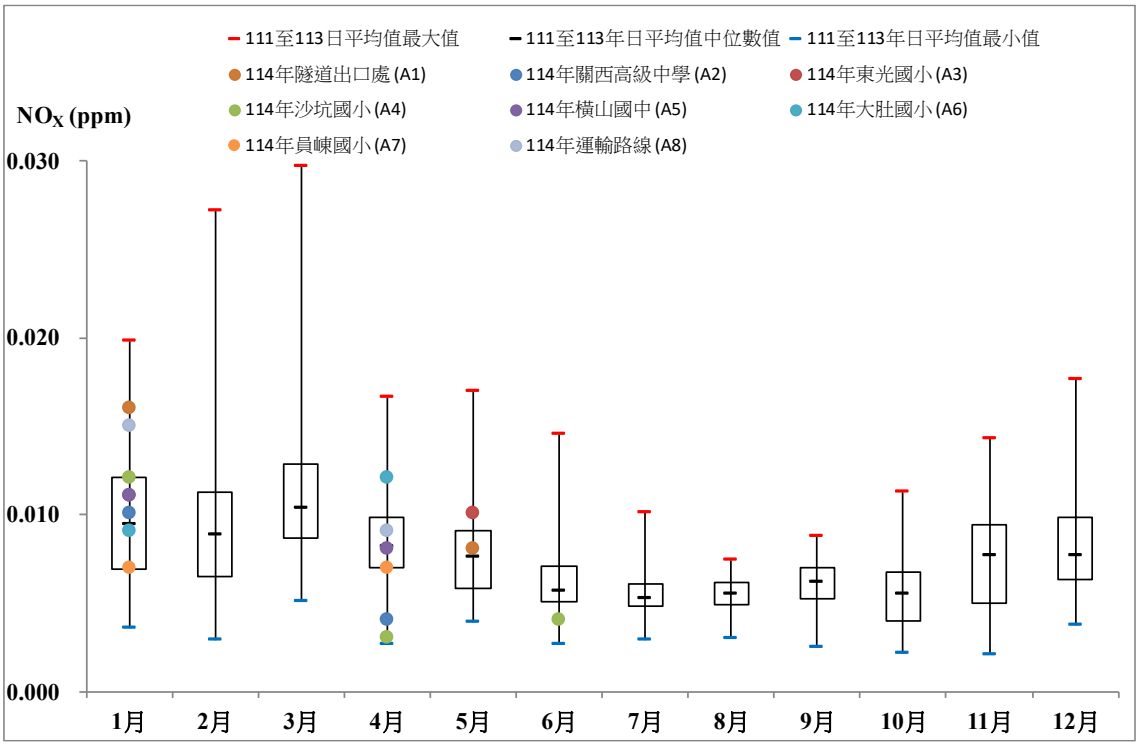


圖3.1-28　114年上半年度各測站NO_X日平均值比對環境部竹東測站盒鬚圖

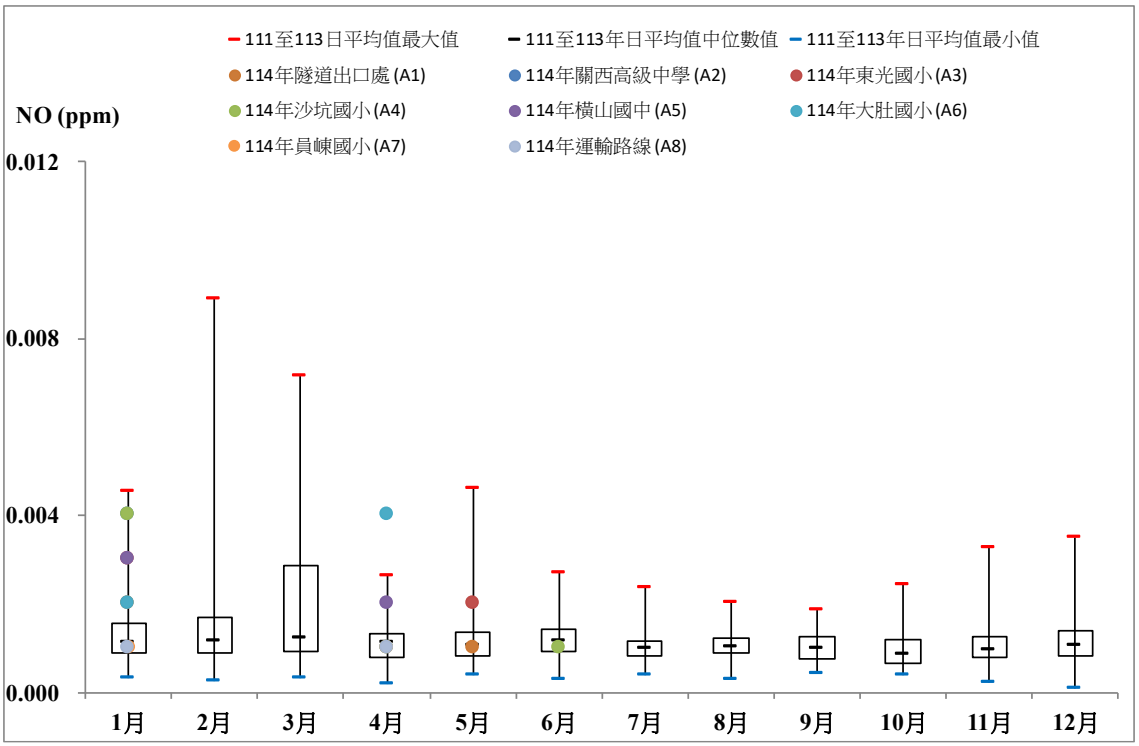


圖 3.1-29　114 年上半年度各測站 NO 日平均值比對環境部竹東測站盒鬚圖

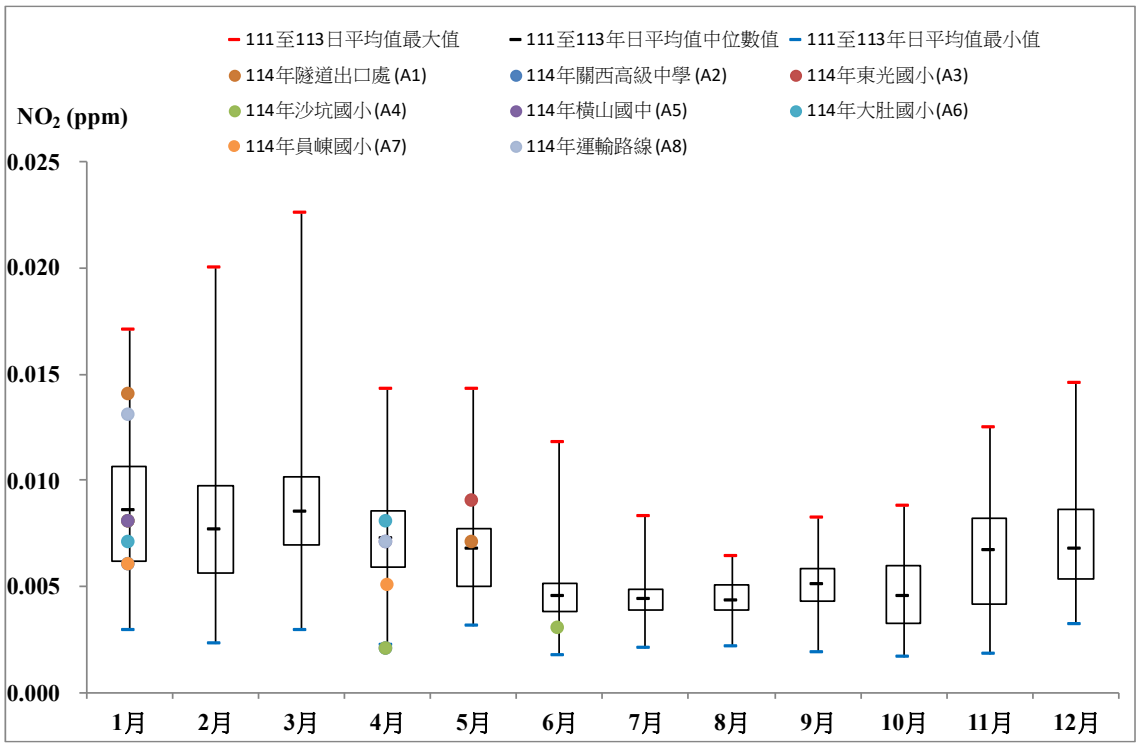


圖3.1-30　114年上半年度各測站NO_2日平均值比對環境部竹東測站盒鬚圖

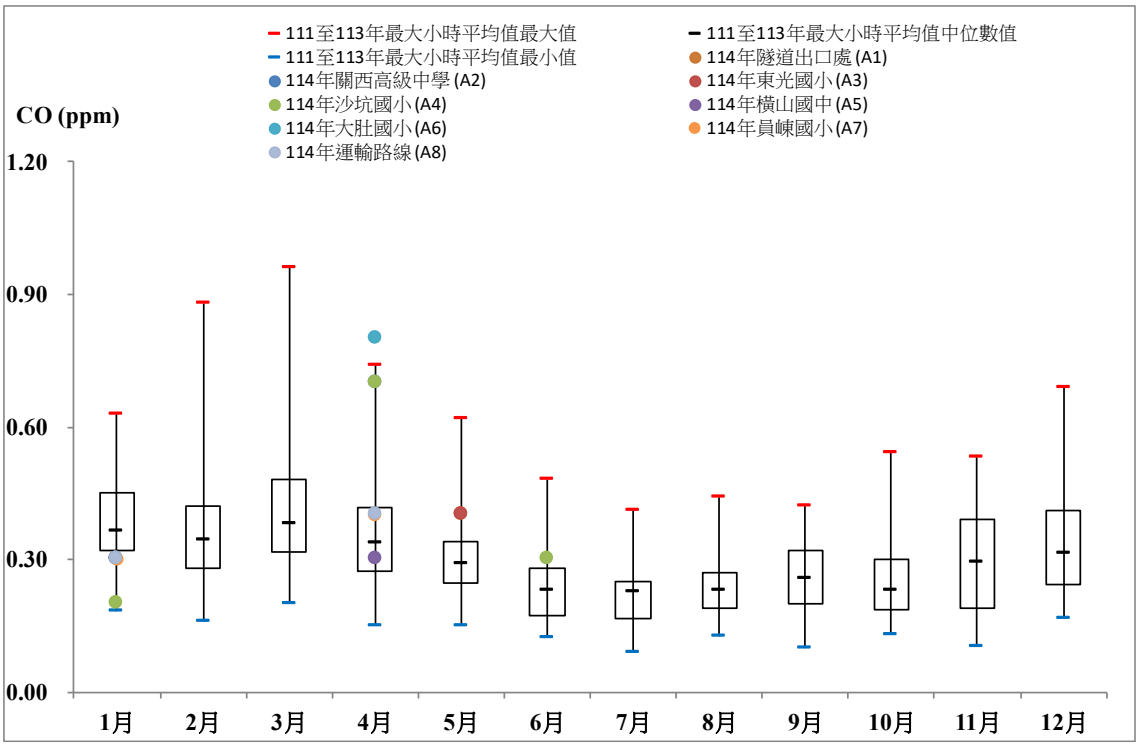


圖 3.1-31　114 年上半年度各測站 CO 日平均值比對環境部竹東測站盒鬚圖

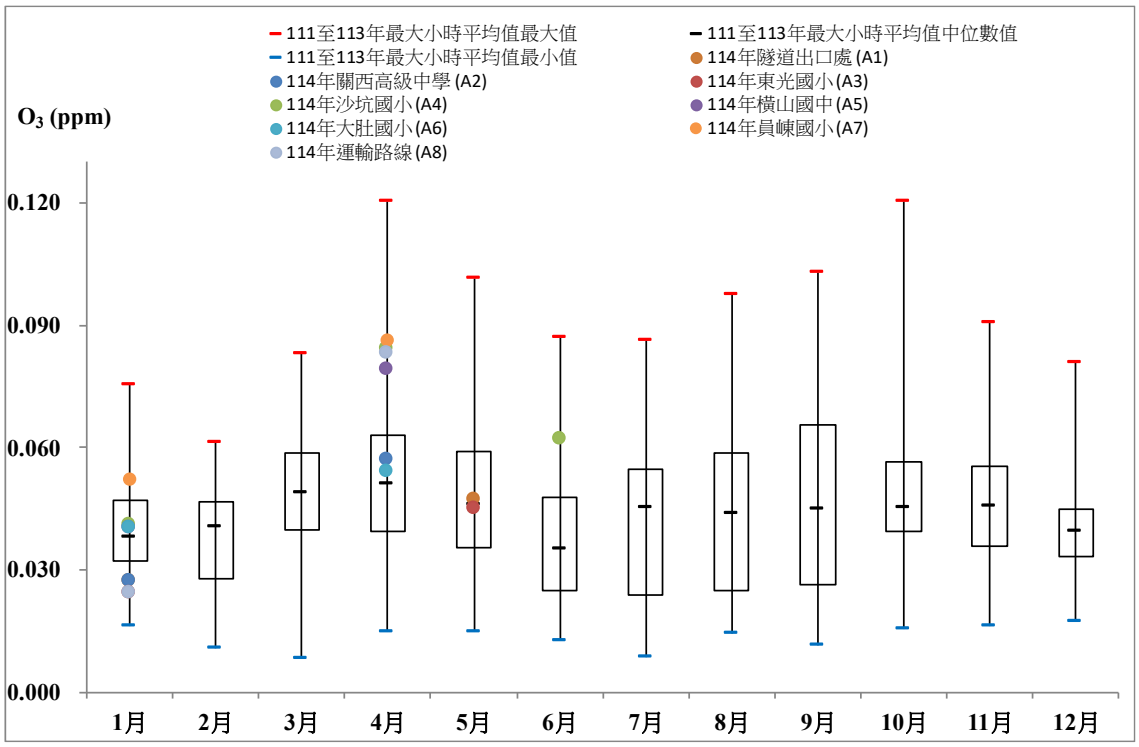


圖 3.1-32　114 年上半年度各測站 O_3 日平均值比對環境部竹東測站盒鬚圖

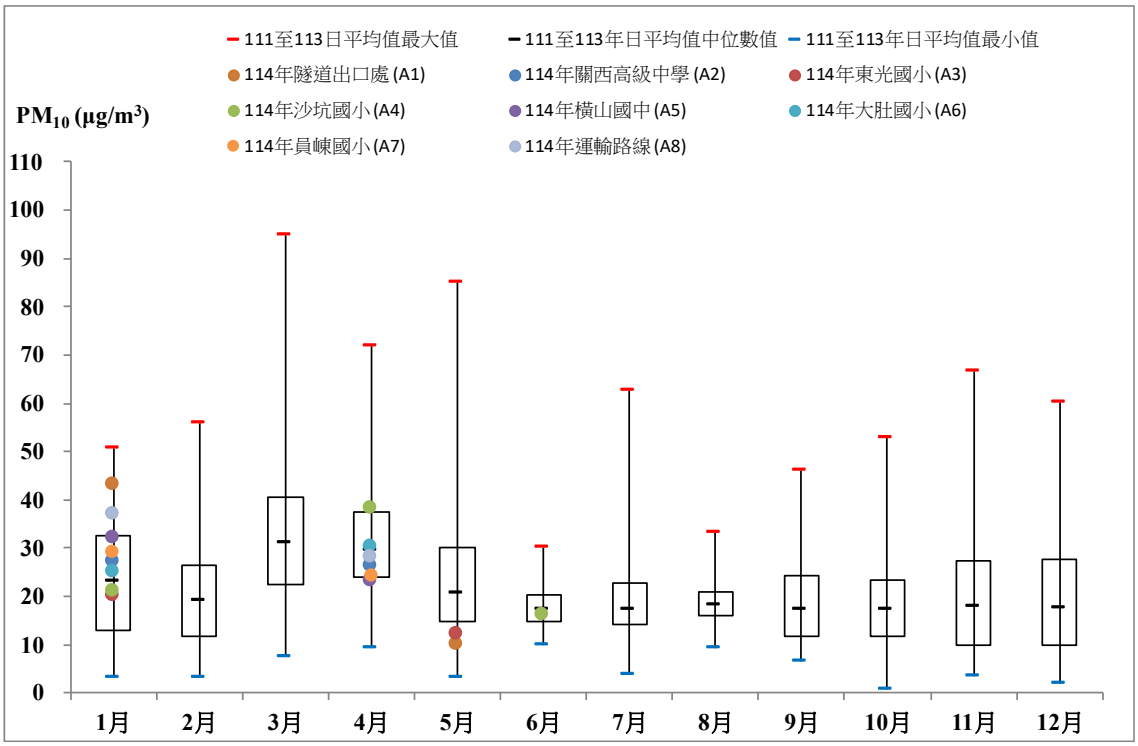


圖 3.1-33　114 年上半年度各測站 PM_{10} 日平均值比對環境部龍潭測站盒鬚圖

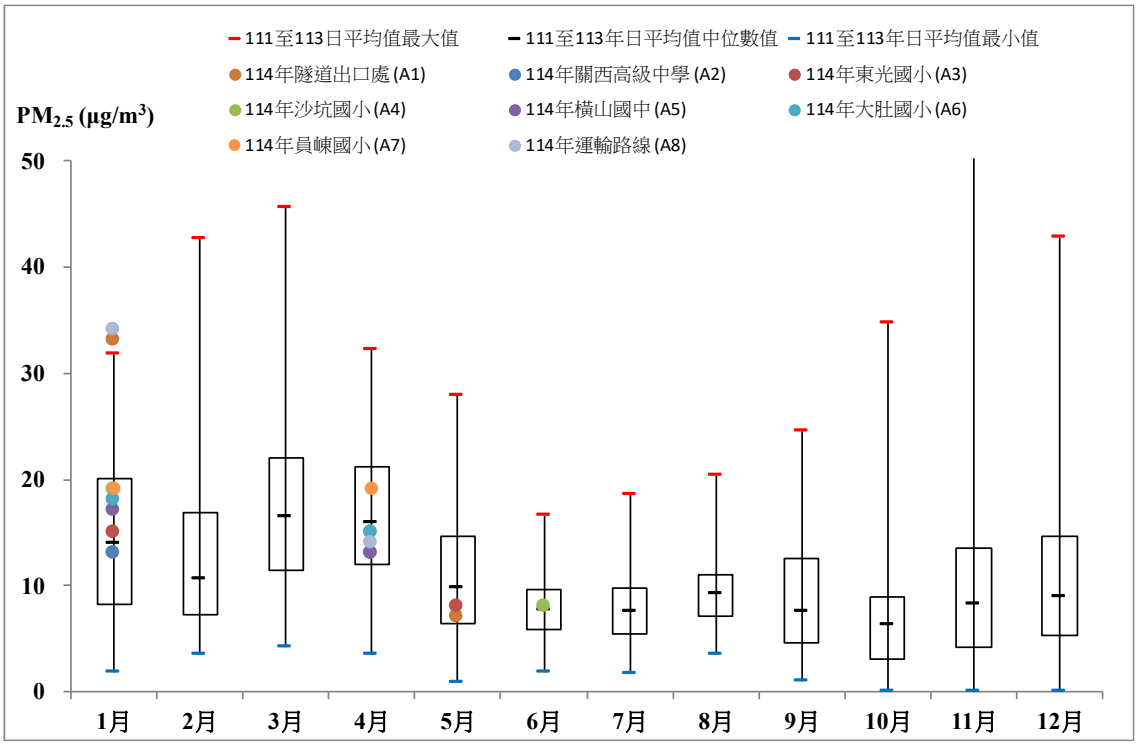


圖 3.1-34　114 年上半年度各測站 $PM_{2.5}$ 日平均值比對環境部龍潭測站盒鬚圖

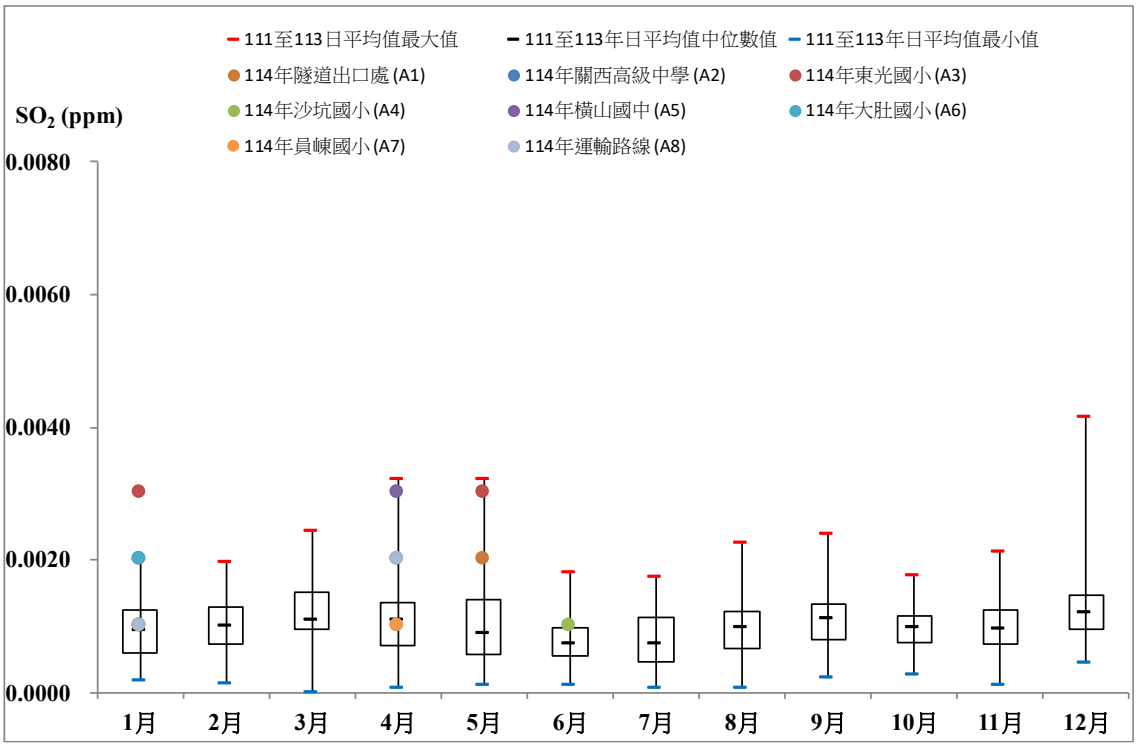


圖 3.1-35　114 年上半年度各測站 SO_2 日平均值比對環境部龍潭測站盒鬚圖

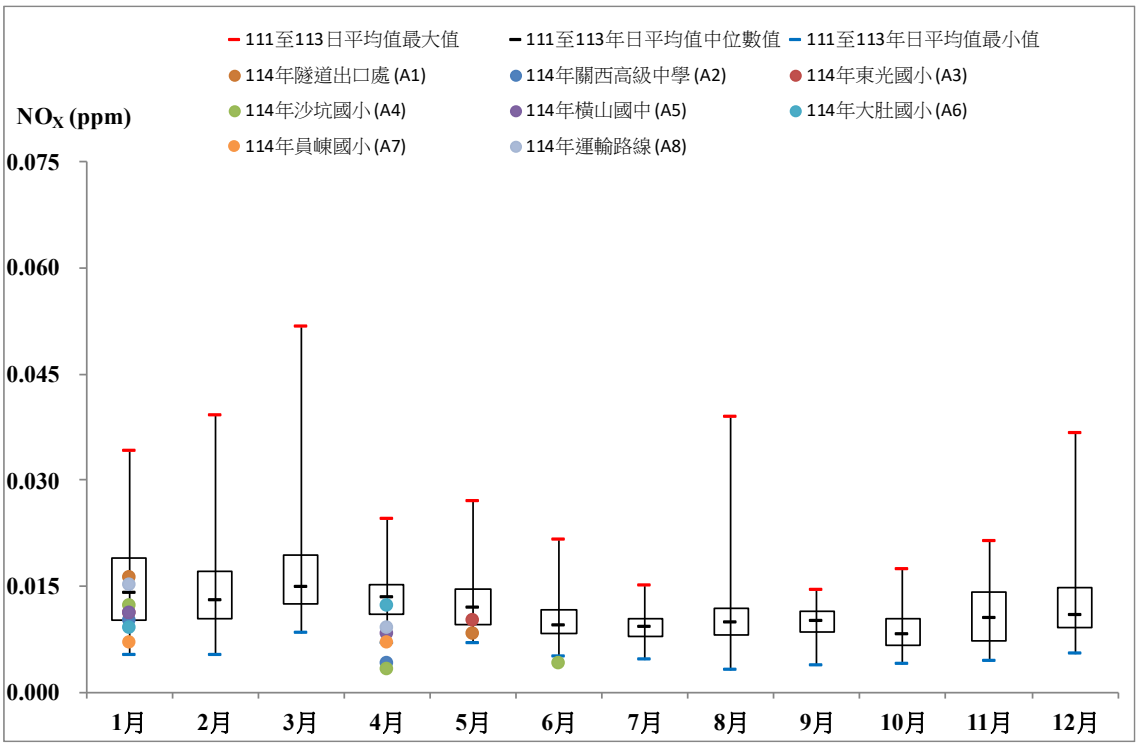


圖 3.1-36　114 年上半年度各測站 NO_X 日平均值比對環境部龍潭測站盒鬚圖

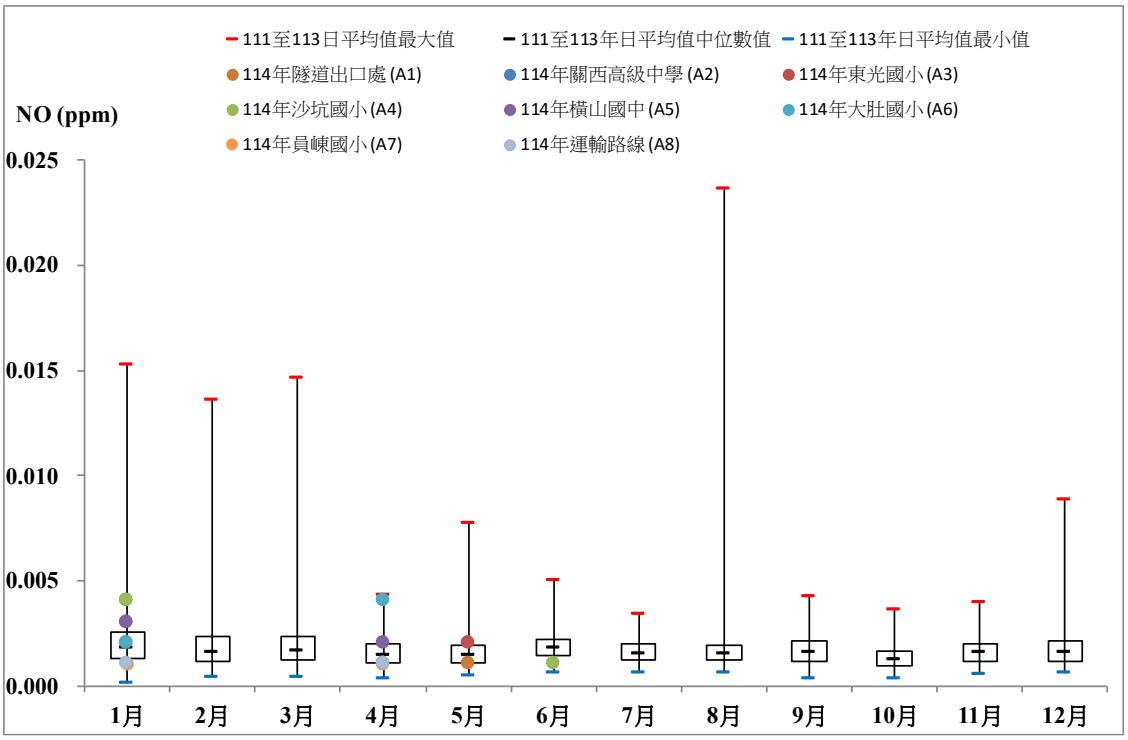


圖 3.1-37　114 年上半年度各測站 NO 日平均值比對環境部龍潭測站盒鬚圖

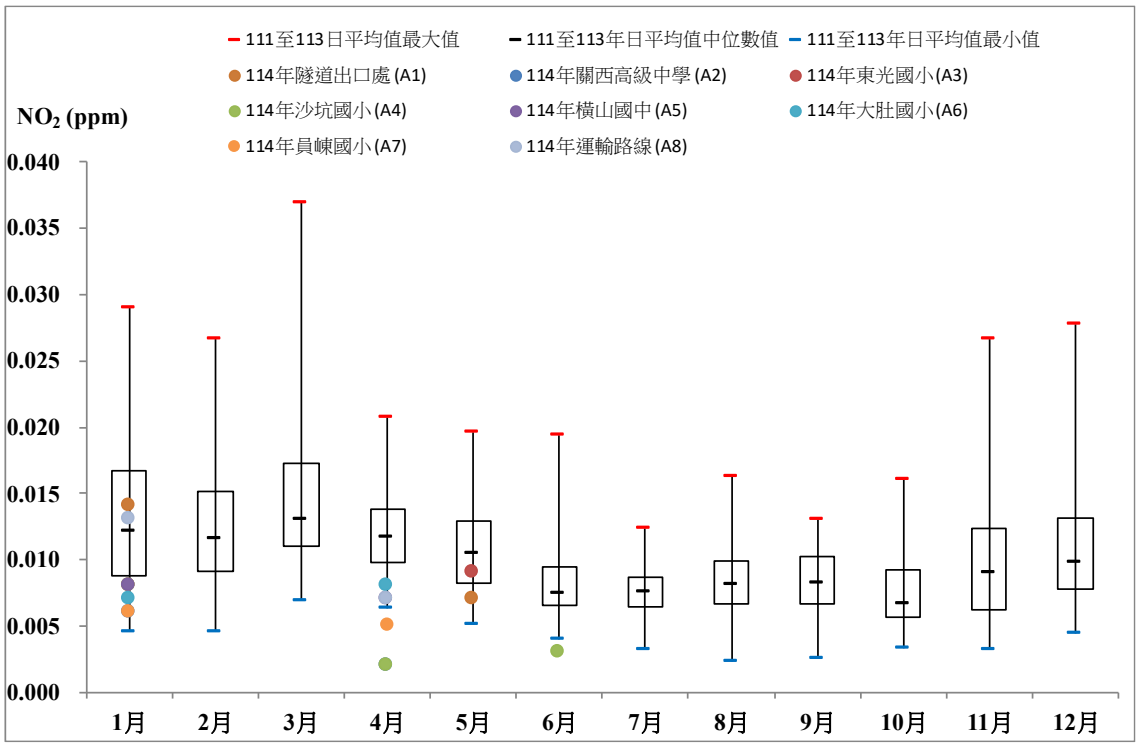


圖 3.1-38　114 年上半年度各測站 NO_2 日平均值比對環境部龍潭測站盒鬚圖

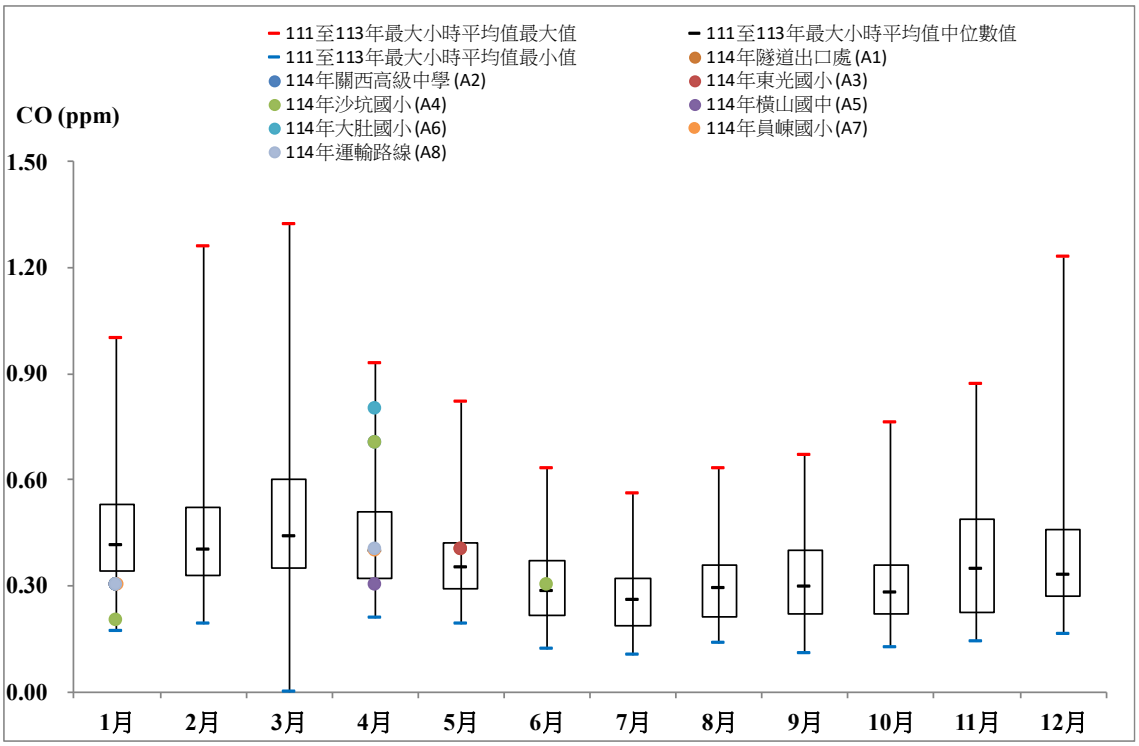


圖 3.1-39　114 年上半年度各測站 CO 最大小時平均值比對環境部龍潭測站盒鬚圖

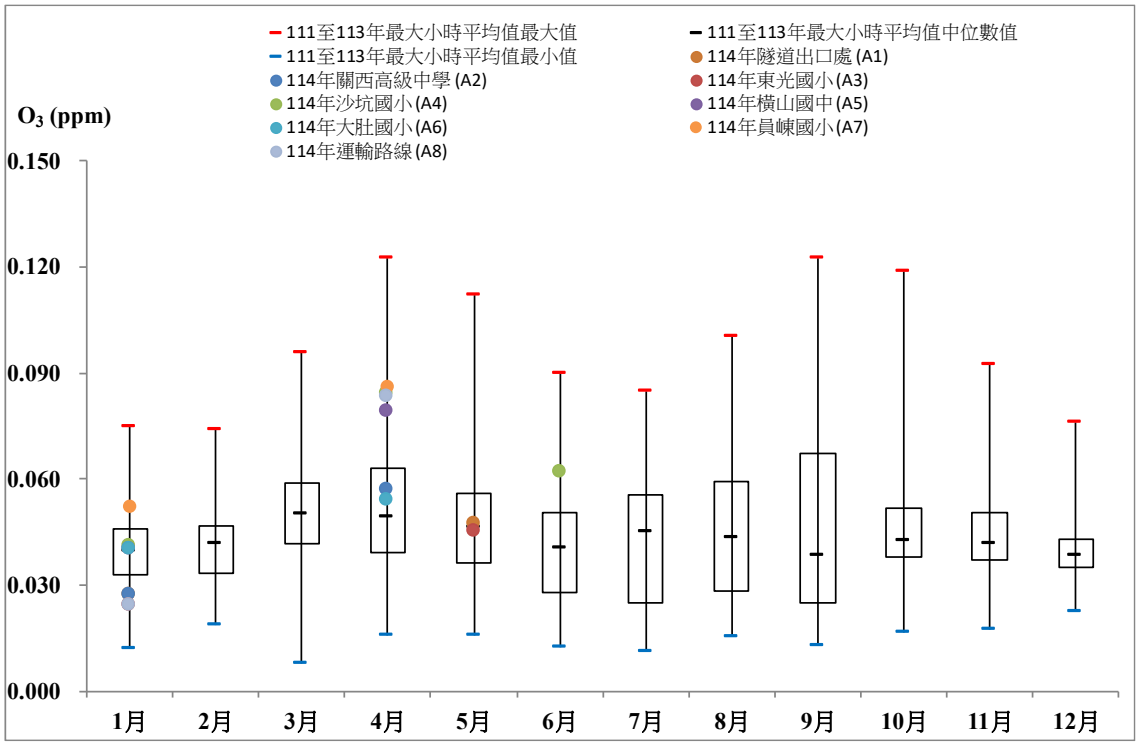


圖3.1-40　114年上半年度各測站O_3最大小時平均值比對環境部龍潭測站盒鬚圖

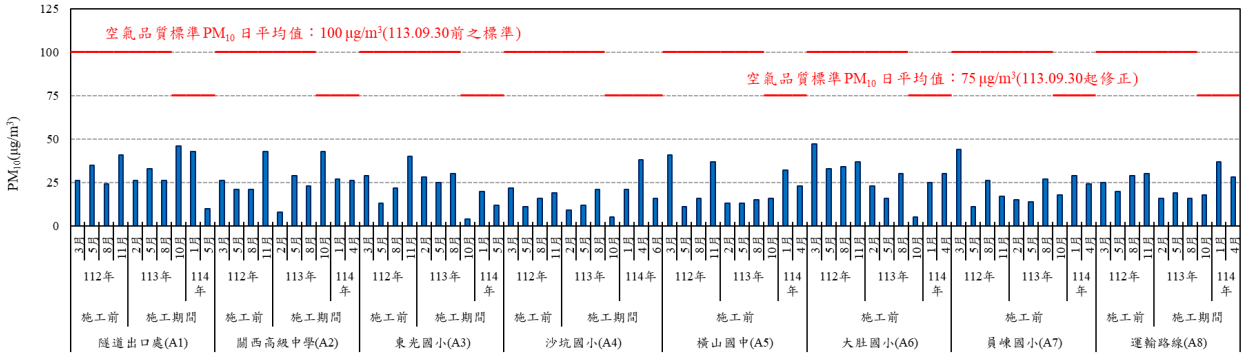


圖3.1-41　歷次各測站PM_{10}測值日平均值

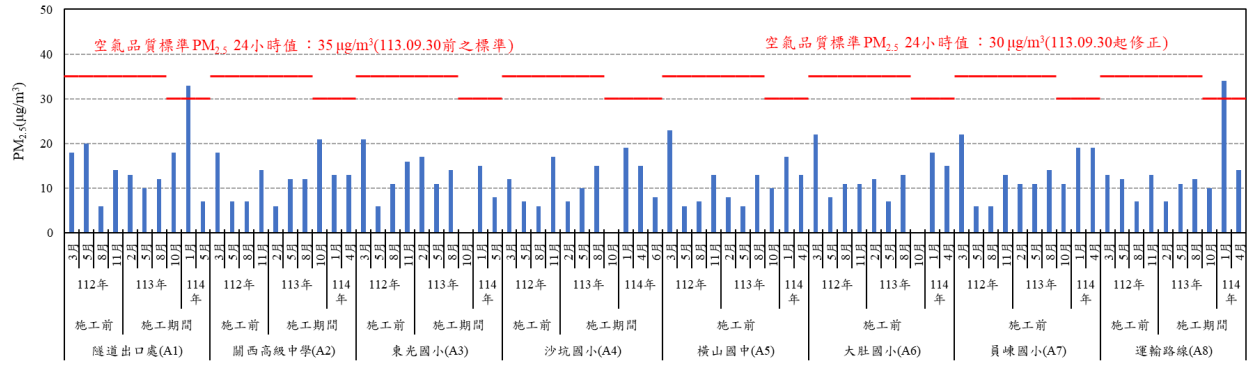


圖3.1-42　歷次各測站$PM_{2.5}$測值24小時值

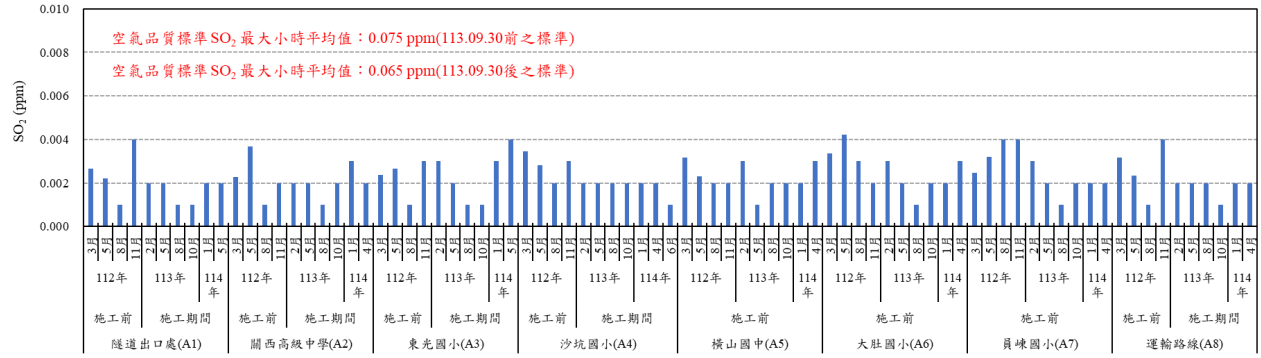


圖3.1-43　歷次各測站SO_2測值最大小時平均值

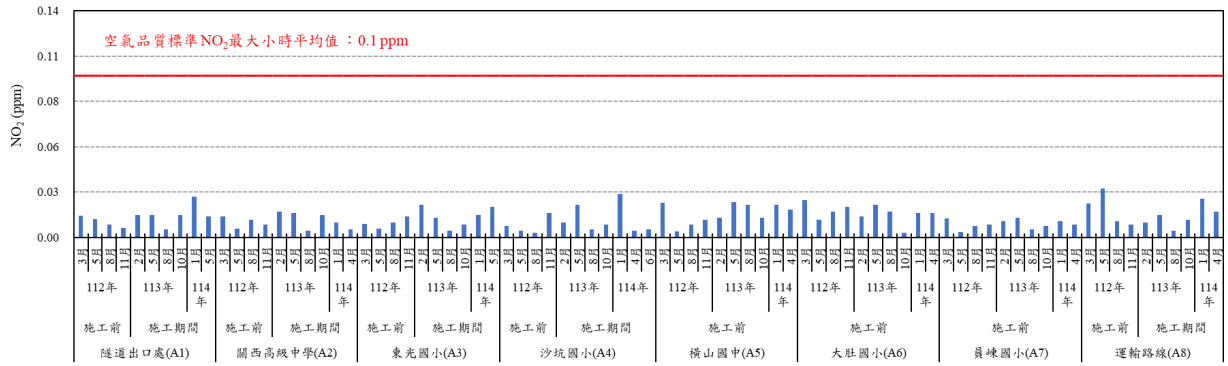


圖3.1-44　歷次各測站NO_2測值最大小時平均值

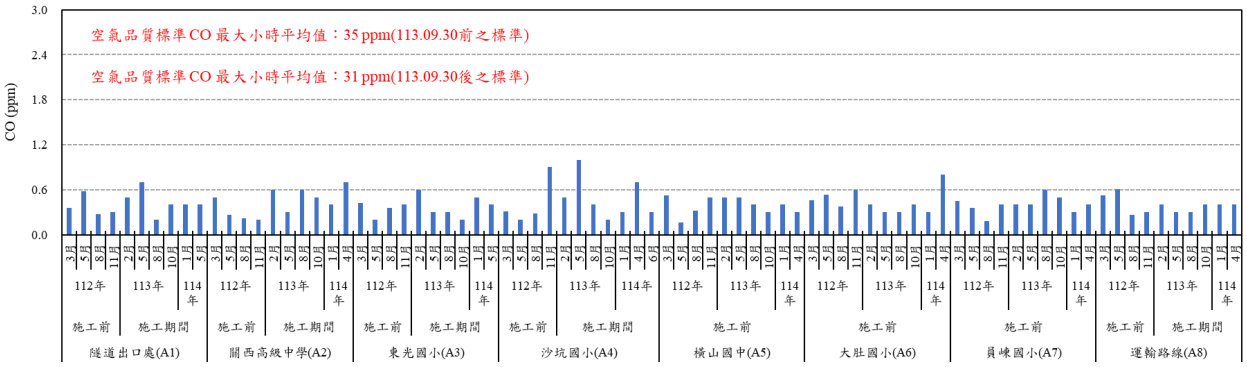


圖3.1-45　歷次各測站CO測值最大小時平均值

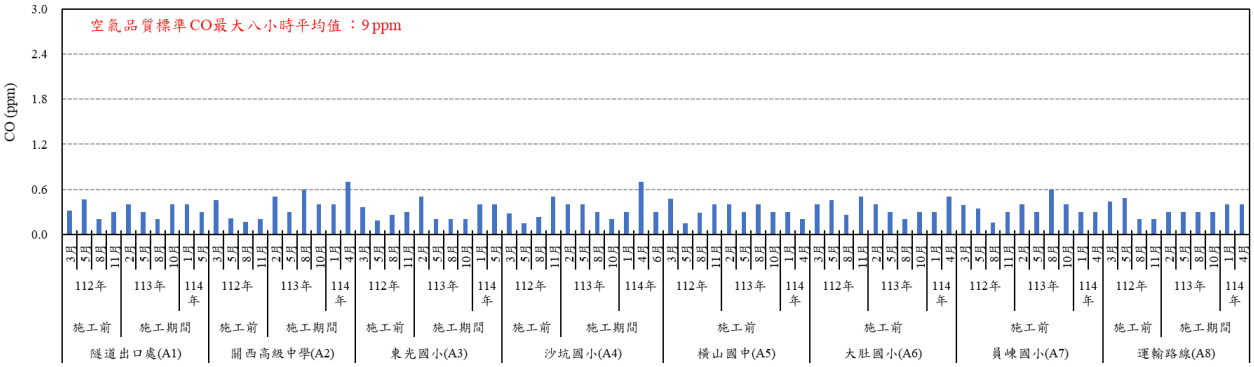


圖3.1-46　歷次各測站CO測值最大八小時平均值

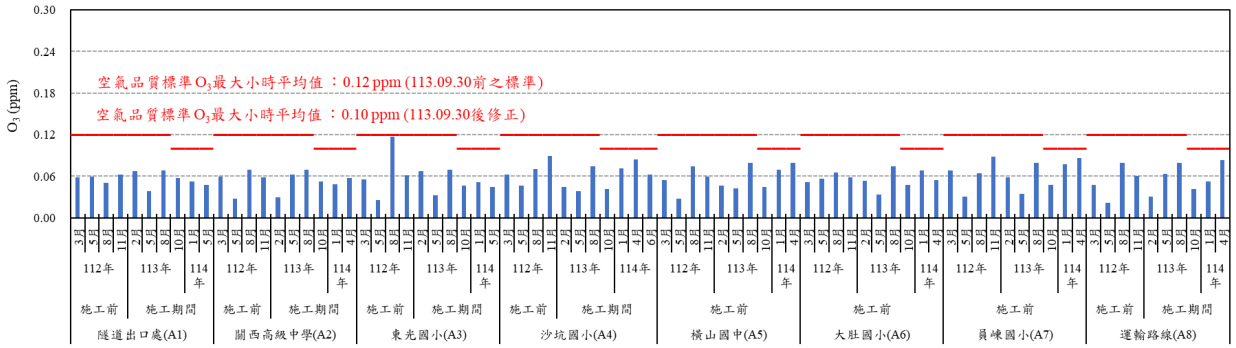


圖3.1-47　歷次各測站O_3測值最大小時平均值

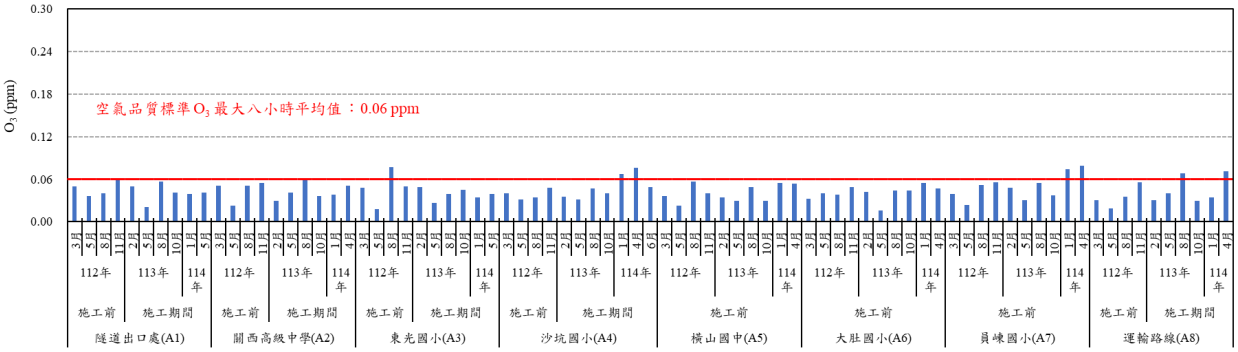


圖3.1-48　歷次各測站O_3測值最大八小時平均值

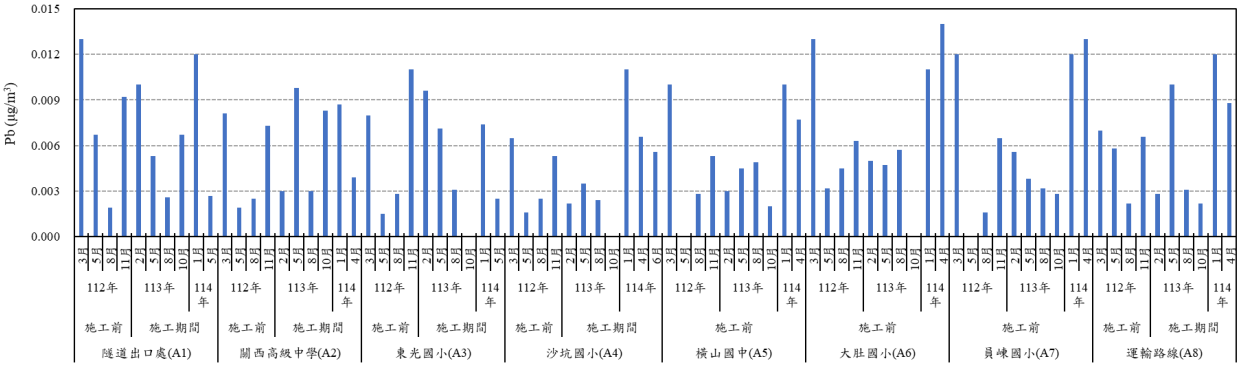


圖3.1-49　歷次各測站Pb測值日平均值

3.2 環境噪音振動

為瞭解本工程沿線鄰近地區之敏感受體的噪音曝露量、本工程土方運送運輸道路之噪音振動現況、以及施工機具與運輸車輛所造成影響，本計畫規劃於隧道出口處(NV1)、關西高級中學(NV2)、東光國小(NV3)、沙坑國小(NV4)、橫山國中(NV5)、大肚國小(NV6)、員崠國小(NV7)及運輸路線 1 處(NV8)，進行施工前每季 1 次、施工期間每季 2 次之調查，每次監測於假日及非假日各執行一天，並連續執行 24 小時，點位如圖 3.2-1 所示。目前第一標及第二標已進入施工期，第三標於 5 月前為施工前階段，依工程預定進度於 6 月進入施工階段，頻率調整為每季監測 2 次。

114 年上半年度於 01/19(日)~01/20(一)、03/16(日)~03/17(一)、04/27(日)~04/28(一)、05/25(日)~05/26(一)執行。其中因沙坑工區道路距離周圍民宅較近，較容易受到工程施工影響，因此調整周邊敏感點沙坑國小(NV4)之監測頻率為每月 1 次，並於 06/08(日)~06/09(一)執行採樣。

由於本計畫工程施工工區大致均位於沿線道路，且各敏感測站均緊鄰施工道路旁，為確實掌握工程施工時對各敏感受體影響程度，因此測站佈設位置均位於各敏感受體鄰近道路附近區域，其中除隧道出口處及沙坑國小採用第二類一般地區環境音量，其餘測站屬於第三類管制區內緊鄰八公尺以上道路，相關環境音量標準詳表 3.2-1 所示，而有關振動，由於目前國內法令尚未對振動有所規範，故參考日本環境省公布之「振動規制法施行規則」做為比對之參考標準，本計畫隧道出口處及沙坑國小所採用之振動參考標準屬於第一種區域，其餘測站屬於第二種區域，如表 3.2-2 所示。

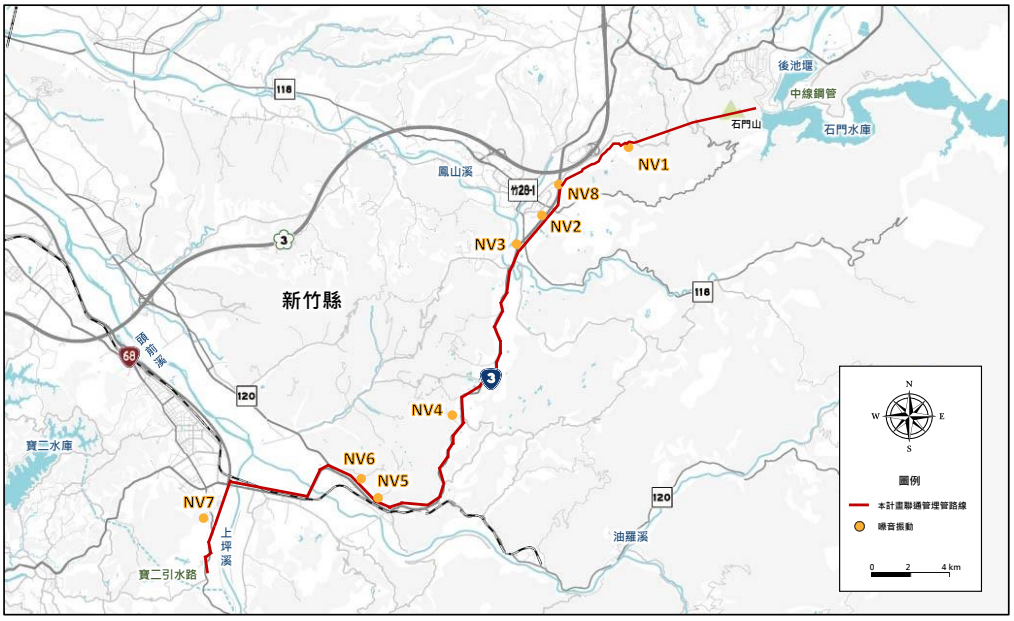


圖 3.2-1 本計畫環境噪音監測點位位置

表 3.2-1　環境音量標準

單位：dB(A)

管制區		均能音量(L_{eq})		
		日間	晚間	夜間
道路邊地區環境音量標準				
第三類或第四類管制區內	緊臨未滿 8 公尺之道路	74	73	69
	緊臨 8 公尺以上道路	76	75	72
一般地區環境音量標準				
第二類		60	55	50

註：1.日間：第一、二類管制區指上午 6 時至晚上 8 時；第三、四類管制區指上午 7 時至晚上 8 時。
2.晚間：第一、二類管制區指晚上 8 時至晚上 10 時；第三、四類管制區指晚上 8 時至晚上 11 時。
3.夜間：第一、二類管制區指晚上 10 時至翌日上午 6 時；第三、四類管制區指晚上 11 時至翌日上午 7 時。
4.環境音量標準係引用環境部於民國 99 年 1 月 21 日所公告之「環境音量標準」。

表3.2-2　振動規制法施行規則之基準值

單位：dB

管制區 / 時段	第一種區域	第二種區域
日間(註 3)	65	70
夜間	60	65

註：1.參考日本環境省「振動規制法施行規則」。
2.第一種區域指需保持良好居住環境之區域，如住宅區。第二種區域指居住使用區域(住宅區)混合商業及工業區使用地(含工業區)。
3.參照日本「振動規制法施行規則」之時段規定及本計畫工程施工特性，擬定日間時段指上午 8 時至晚上 10 時；夜間時段指晚上 10 時至翌日上午 8 時。
4.由於測定值具大幅、不規則之變動特性，故指標值為國內普遍通用較嚴之 L_{V10} 統計值(日本法規係以統計上端 80%值)

本次於敏感受體進行環境噪音振動監測，監測結果分別如表 3.2-3~6 及圖 3.2-2~11 所示，並與噪音各測項警戒值進行比對，逐時監測結果則詳附錄四原始數據，歷次監測結果彙整於表 3.4-7~10 及圖 3.4-12~21，以下針對噪音及振動監測結果進行說明：

一、噪音

(一)隧道出口處(NV1)

114 年上半年度平日各時段均能音量 $L_{日}$、$L_{晚}$及 $L_{夜}$分別介於 51.5~53.5 dB(A)、42.0~51.7 dB(A)、43.9~49.3 dB(A)，L_{max}則介於 72.3~86.6 dB(A)；假日各時段均能音量 $L_{日}$、$L_{晚}$及 $L_{夜}$分別介於 49.9~55.1 dB(A)、43.9~47.8 dB(A)、41.7~56.6 dB(A)，L_{max}則為 78.0~93.2 dB(A)。

除 4 月假日夜間超出第二類一般地區環境音量標準外，其餘各時段音量均符合標準，無明顯異常發生，經監測當日現場環境及錄音檔比對，判斷為動物聲響(犬吠)而導致超標，非本工程影響，後續將持續觀察測值變化。

(二)關西高級中學(NV2)

114 年上半年度平日各時段均能音量 $L_{日}$、$L_{晚}$及 $L_{夜}$分別介於 58.1~60.8 dB(A)、53.2~57.2 dB(A)、53.7~55.4 dB(A)，L_{max}則介於 79.8~87.3 dB(A)；假日各時段均能音量 $L_{日}$、$L_{晚}$及 $L_{夜}$分別介於 58.4~60.1 dB(A)、56.1~60.9 dB(A)、51.7~55.0 dB(A)，L_{max}則介於 79.7~87.1 dB(A)，各時段音量均符合標準，無明顯異常發生。

(三)東光國小(NV3)

114 年上半年度平日各時段均能音量 $L_{日}$、$L_{晚}$及 $L_{夜}$分別介於 53.5~59.6 dB(A)、48.6~55.7 dB(A)、46.2~54.7 dB(A)，L_{max}則介於 77.4~84.1 dB(A)；假日各時段均能音量 $L_{日}$、$L_{晚}$及 $L_{夜}$分別介於 53.4~60.6 dB(A)、48.7~54.4 dB(A)、45.5~52.0 dB(A)，L_{max}則為 82.7~103.2 dB(A)，各時段音量均符合標準，無明顯異常發生。

(四)沙坑國小(NV4)

114 年上半年度平日各時段均能音量 $L_{日}$、$L_{晚}$及 $L_{夜}$分別介於 55.3~64.2 dB(A)、41.2~52.9 dB(A)、40.8~53.3 dB(A)，L_{max}則介於 76.1~95.7 dB(A)；假日各時段均能音量 $L_{日}$、$L_{晚}$及 $L_{夜}$分別介於 53.3~61.9 dB(A)、42.2~53.1 dB(A)、40.4~53.0 dB(A)，L_{max}則為 75.2~89.6 dB(A)。

除 1 月平日日間與 6 月平假日日間及夜間超出第二類一般地區環境音量標準外，其餘各時段音量均符合標準，無明顯異常發生，經監測當日現場環境及錄音檔比對，推測 1 月為除草機聲導致超標，6 月日間測值超標原因主要為動物聲響(蟲鳴或鳥叫等)導致。且截至 114 年 6 月 30 日，鄰近工區距離沙坑國小測站(NV4)尚有大約 700 公尺，後續將持續關注工程進度及測值變化。

(五)橫山國中(NV5)

114 年上半年度平日各時段均能音量 $L_{日}$、$L_{晚}$及 $L_{夜}$分別介於 56.1~57.3 dB(A)、51.8~54.9 dB(A)、49.0~54.2 dB(A)，L_{max}則介於 78.7~81.4 dB(A)；假日各時段均能音量 $L_{日}$、$L_{晚}$及 $L_{夜}$分別介於 55.6~56.7 dB(A)、52.7~54.1 dB(A)、47.3~50.6 dB(A)，L_{max}則為 78.0~79.7 dB(A)，各時段音量均符合標準，無明顯異常發生。

(六)大肚國小(NV6)

114 年上半年度平日各時段均能音量 $L_{日}$、$L_{晚}$及 $L_{夜}$分別介於 57.2~57.7 dB(A)、52.6~53.8 dB(A)、50.3~51.7 dB(A)，L_{max}則介於 81.1~83.4 dB(A)；假日各時段均能音量 $L_{日}$、$L_{晚}$及 $L_{夜}$分別介於 56.6~58.0 dB(A)、52.5~53.5 dB(A)、49.3~51.2 dB(A)，L_{max}則為 80.5~81.5 dB(A)，各時段音量均符合標準，無明顯異常發生。

(七)員崠國小(NV7)

114 年上半年度平日各時段均能音量 $L_{日}$、$L_{晚}$及 $L_{夜}$分別介於 52.4~58.0 dB(A)、49.8~52.1 dB(A)、43.0~52.7 dB(A)，L_{max}則介於 72.2~90.9 dB(A)；假日各時段均能音量 $L_{日}$、$L_{晚}$及 $L_{夜}$分別介於 49.1~56.5 dB(A)、46.7~49.5 dB(A)、43.7~53.1 dB(A)，L_{max}則為 80.5~81.5 dB(A)，各時段音量均符合標準，無明顯異常發生。

(八)運輸路線 1 處(NV8)

114 年上半年度平日各時段均能音量 $L_{日}$、$L_{晚}$及 $L_{夜}$分別介於 71.1~71.8 dB(A)、64.7~66.7 dB(A)、65.0~67.3 dB(A)，L_{max}則介於 94.0~100.2 dB(A)；假日各時段均能音量 $L_{日}$、$L_{晚}$及 $L_{夜}$分別介於 71.7~72.6 dB(A)、67.2~70.8 dB(A)、62.9~67.0 dB(A)，L_{max}則為 91.3~107.5 dB(A)，各時段音量均符合標準，無明顯異常發生。

彙整並分析 114 年上半年度各測站超標原因，隧道出口處及沙坑國小測站測值偶有超標情形。經分析，可能係受現場生態環境因素影響所致，且上述測站於施工前偶有超標紀錄，顯示其監測結果易受環境背景條件變動影響，進而出現超標情形。

彙整並分析 114 年上半年度各測站超過警戒值原因，將工程進度與超過警戒值時間相互比對。

上半年度在隧道出口處(NV1)、關西高級中學(NV2)、沙坑國小(NV4)、大肚國小(NV6)、員崠國小(NV7)及運輸路線(NV8)有超過警戒值。回聽當日監測錄音檔，推測在隧道出口處(NV1)4 月假日夜間受動物聲響(犬吠)而導致超標，5 月假日日間受周圍民眾唱歌影響而導致超標。運輸路線(NV8)3 月平日夜間超過警戒值，因本工程未於夜間運送土方，推測超標屬環境背景影響，非本工程導致。而在 114 年上半年在關西高級中學(NV2)、沙坑國小(NV4)、大肚國小(NV6)及員崠國小(NV7)目前並無施工行為，因此推測此次超標屬環境背景影響。

二、振動

114 年上半年度振動監測結果，$L_{v10\ 日}$及 $L_{v10\ 夜}$分別介於 30.0~50.5 dB 及 30.0~36.8 dB 之間，L_{vmax}介於 38.6~81.0 dB 之間，均符合參考之日本振動規制法施行規則基準，後續將持續觀察測值變化情形。

另噪音振動模擬已完成施工期間敏感受體代表點營建工程噪音振動模擬，本次模擬影響等級皆屬無影響或可忽略影響，並對本計畫之開發行為擬定降噪方法，詳附錄 8。

將實測值與模擬值進行比對，噪音部分，除沙坑國小(NV4)114 年 1 月平日日間與 6 月平假日日間超過噪音評估模擬(有防音措施)合成音量，其餘測站測值皆低於模擬合成音量；振動部分，除員崠國小(NV7)114 年 6 月平日日間超過營建振動評估模擬合成振動量，其餘測站測值皆低於模擬合成振動量，上述測站截至 114 年 6 月 30 日皆無施工行為，因此推測屬環境背景影響。

表3.2-3　114年上半年度平日噪音監測結果

單位：dB(A)

測站		監測日期	$L_{日}$	$L_{晚}$	$L_{夜}$	L_{max}
施工期間	隧道出口處(NV1)	114/01/20(一)	51.9	51.7	43.9	86.6
		114/03/17(一)	53.5	42.0	49.3	80.2
		114/04/28(一)	51.5	45.6	46.6	85.3
		114/05/26(一)	52.2	50.0	47.9	72.3
		警戒值	**53.5**	**54.6**	**52.8**	—
	沙坑國小(NV4)	114/01/20(一)	64.2	50.8	40.8	95.7
		114/03/17(一)	55.3	41.2	49.4	76.1
		114/04/28(一)	56.8	47.2	41.6	85.6
		114/05/26(一)	57.1	50.7	49.8	78.4
		114/06/09(一)	62.4	44.8	53.3	91.3
		警戒值	**58.3**	**57.7**	**55.6**	—
第二類一般地區環境音量			60	55	50	—
施工期間	關西高級中學(NV2)	114/01/20(一)	59.7	57.2	53.7	79.8
		114/03/17(一)	58.1	53.2	54.2	81.1
		114/04/28(一)	60.2	54.6	54.8	87.2
		114/05/26(一)	60.8	55.7	55.4	87.3
		警戒值	**60.2**	**57.2**	**55.0**	—
	東光國小(NV3)	114/01/20(一)	53.5	50.4	46.2	77.4
		114/03/17(一)	58.4	51.9	54.7	84.1
		114/04/28(一)	55.2	48.6	49.5	78.8
		114/05/26(一)	59.6	55.7	52.0	83.2
		警戒值	**61.6**	**58.2**	**55.8**	—
	運輸路線(NV8)	114/01/20(一)	71.7	66.7	65.0	94.0
		114/03/17(一)	71.8	65.1	67.3	97.7
		114/04/28(一)	71.1	64.7	66.8	97.3
		114/05/26(一)	71.8	66.6	66.0	100.2
		警戒值	**72.5**	**68.7**	**66.9**	—
施工前	橫山國中(NV5)	114/01/20(一)	56.4	53.9	49.9	81.4
		114/04/28(一)	56.1	51.8	49.0	79.6
施工期間		114/06/09(一)	57.3	54.9	54.2	78.7
		警戒值	**57.6**	**56.7**	**54.4**	—
施工前	大肚國小(NV6)	114/01/20(一)	57.2	53.8	50.3	83.4
		114/04/28(一)	57.7	53.8	51.0	82.7
施工期間		114/06/09(一)	57.6	52.6	51.7	81.1
		警戒值	**59.0**	**54.7**	**53.4**	—
施工前	員崠國小(NV7)	114/01/20(一)	52.4	50.1	43.0	81.4
		114/04/28(一)	53.7	52.1	46.7	76.7
施工期間		114/06/09(一)	58.0	49.8	52.7	80.0
		警戒值	**57.6**	**50.4**	**47.8**	—
第三類管制區內緊鄰八公尺以上之道路邊地區			74	73	69	—

註：1.一般地區環境音量標準係依據民國 109 年 8 月 6 日環境部環署空字第 1090057114A 號令。
2.道路交通噪音環境音量標準係依據民國 99 年 1 月 21 日環境部環署空字第 0990006225D 號令。
3.各項數值四捨五入後填入表中。
4.灰底表示超過管制區分類之環境音量標準；底線表示超過警戒值。

表3.2-4　114年上半年度假日噪音監測結果

單位：dB(A)

測站		監測日期	$L_{日}$	$L_{晚}$	$L_{夜}$	L_{max}
施工期間	隧道出口處(NV1)	114/01/19(日)	53.3	43.9	41.7	93.2
		114/03/16(日)	50.1	46.8	49.6	78.0
		114/04/27(日)	49.9	47.8	56.6	80.6
		114/05/25(日)	55.1	47.2	49.7	88.5
		警戒值	**53.5**	**54.6**	**52.8**	—
	沙坑國小(NV4)	114/01/20(一)	55.6	42.2	40.5	89.6
		114/03/17(一)	53.3	49.6	46.1	78.1
		114/04/28(一)	54.7	43.6	40.4	86.4
		114/05/26(一)	55.8	52.9	49.8	79.6
		114/06/09(一)	61.9	53.1	53.0	75.2
		警戒值	**58.3**	**57.7**	**55.6**	—
第二類一般地區環境音量			60	55	50	—
施工期間	關西高級中學(NV2)	114/01/19(日)	59.8	56.1	53.1	79.7
		114/03/16(日)	58.4	60.9	51.7	87.1
		114/04/27(日)	59.0	58.3	53.8	85.6
		114/05/25(日)	60.1	56.5	55.0	79.7
		警戒值	**60.2**	**57.2**	**55.0**	—
	東光國小(NV3)	114/01/19(日)	53.4	48.7	45.5	83.3
		114/03/16(日)	58.8	54.4	51.5	82.9
		114/04/27(日)	54.7	52.8	49.0	82.7
		114/05/25(日)	60.6	52.4	52.0	103.2
		警戒值	**61.6**	**58.2**	**55.8**	—
	運輸路線(NV8)	114/01/19(日)	72.2	68.3	62.9	104.1
		114/03/16(日)	71.9	67.5	63.4	98.9
		114/04/27(日)	72.6	70.8	67.0	107.5
		114/05/25(日)	71.7	67.2	64.1	91.3
		警戒值	**74.0**	**70.9**	**70.2**	—
施工前	橫山國中(NV5)	114/01/19(日)	55.6	53.3	47.3	79.7
		114/04/27(日)	55.7	52.7	48.8	78.7
施工期間		114/06/08(日)	56.7	54.1	50.6	78.0
		警戒值	**69.2**	**65.3**	**64.0**	—
施工前	大肚國小(NV6)	114/01/19(日)	56.6	52.9	49.3	80.6
		114/04/27(日)	57.0	52.5	51.2	80.5
施工期間		114/06/08(日)	58.0	53.5	50.0	81.5
		警戒值	**57.1**	**54.6**	**52.7**	—
施工前	員崠國小(NV7)	114/01/19(日)	49.2	46.7	43.7	82.8
		114/04/27(日)	49.1	47.8	44.1	73.8
施工期間		114/06/08(日)	56.5	49.5	53.1	77.4
		警戒值	**56.4**	**52.8**	**51.4**	—
第三類管制區內緊鄰八公尺以上之道路邊地區			74	73	69	—

註：1.一般地區環境音量標準係依據民國 109 年 8 月 6 日環境部環署空字第 1090057114A 號令。
2.道路交通噪音環境音量標準係依據民國 99 年 1 月 21 日環境部環署空字第 0990006225D 號令。
3.各項數值四捨五入後填入表中，底線表示超過警戒值。

表3.2-5　114年上半年度平日振動監測結果

單位：dB

測站		監測日期	$L_{V10\,日}$	$L_{V10\,夜}$	L_{vmax}
施工期間	隧道出口處(NV1)	114/01/20(一)	30.0	30.0	60.4
		114/03/17(一)	30.0	30.0	64.4
		114/04/28(一)	30.0	30.0	42.2
		114/05/26(一)	30.0	30.0	38.7
	沙坑國小(NV4)	114/01/20(一)	30.0	30.0	63.0
		114/03/17(一)	31.6	30.1	59.0
		114/04/28(一)	30.0	30.0	39.6
		114/05/26(一)	30.0	30.0	49.5
		114/06/09(一)	37.2	34.3	70.1
第一種區域振動規制法基準			65	60	–
施工期間	關西高級中學(NV2)	114/01/20(一)	30.0	30.0	43.4
		114/03/17(一)	30.0	30.0	45.3
		114/04/28(一)	31.0	30.0	74.8
		114/05/26(一)	30.0	30.0	44.5
	東光國小(NV3)	114/01/20(一)	30.0	30.0	46.4
		114/03/17(一)	30.0	30.0	48.9
		114/04/28(一)	30.0	30.0	46.2
		114/05/26(一)	30.0	30.0	46.3
	運輸路線(NV8)	114/01/20(一)	31.1	30.0	52.7
		114/03/17(一)	30.2	30.0	56.1
		114/04/28(一)	31.7	31.0	74.1
		114/05/26(一)	30.0	30.0	55.3
施工前	橫山國中(NV5)	114/01/20(一)	31.7	30.0	54.9
		114/04/28(一)	30.3	30.0	57.5
施工期間		114/06/09(一)	39.8	30.4	65.3
施工前	大肚國小(NV6)	114/01/20(一)	34.5	30.0	61.3
		114/04/28(一)	30.0	31.3	46.4
施工期間		114/06/09(一)	31.6	30.8	56.0
施工前	員崠國小(NV7)	114/01/20(一)	30.0	30.0	44.1
		114/04/28(一)	30.0	30.0	50.0
施工期間		114/06/09(一)	50.5	36.4	77.9
第二種區域振動規制法基準			70	65	–

註：我國目前尚無振動管制標準，故參考日本環境省「振動規制法施行規則」

表3.2-6　114年上半年度假日振動監測結果

單位：dB

測站		監測日期	$L_{V10\,日}$	$L_{V10\,夜}$	L_{vmax}
施工期間	隧道出口處(NV1)	114/01/19(日)	30.0	30.0	51.4
		114/03/16(日)	30.0	30.0	75.7
		114/04/27(日)	30.0	30.0	38.6
		114/05/25(日)	30.0	30.0	48.1
	沙坑國小(NV4)	114/01/19(日)	30.0	30.0	44.7
		114/03/16(日)	30.0	30.0	41.7
		114/04/27(日)	30.0	30.0	43.1
		114/05/25(日)	30.0	30.0	50.7
		114/06/08(日)	39.2	30.0	70.7
第一種區域振動規制法基準			65	60	–
施工期間	關西高級中學(NV2)	114/01/19(日)	30.0	30.0	39.0
		114/03/16(日)	30.0	30.0	41.5
		114/04/27(日)	32.1	33.5	76.9
		114/05/25(日)	30.0	30.0	45.8
	東光國小(NV3)	114/01/19(日)	30.0	30.0	47.0
		114/03/16(日)	30.0	30.0	47.7
		114/04/27(日)	30.0	30.0	43.9
		114/05/25(日)	30.0	30.0	46.9
	運輸路線(NV8)	114/01/19(日)	30.0	30.0	47.7
		114/03/16(日)	30.0	30.0	50.4
		114/04/27(日)	32.0	36.0	75.2
		114/05/25(日)	30.0	30.0	54.7
施工前	橫山國中(NV5)	114/01/19(日)	30.4	30.0	55.6
		114/04/27(日)	30.5	30.1	56.0
施工期間		114/06/08(日)	35.5	31.0	64.3
施工前	大肚國小(NV6)	114/01/19(日)	30.6	30.3	53.2
		114/04/27(日)	32.1	32.1	81.0
施工期間		114/06/08(日)	32.2	30.0	58.3
施工前	員崠國小(NV7)	114/01/19(日)	30.0	30.0	39.4
		114/04/27(日)	30.0	30.0	49.1
施工期間		114/06/08(日)	46.8	36.8	75.7
第二種區域振動規制法基準			70	65	–

註：我國目前尚無振動管制標準，故參考日本環境省「振動規制法施行規則」。

表3.2-7　歷次平日噪音監測結果

單位：dB(A)

監測時間＼測站		隧道出口處 (NV1)			關西高級中學 (NV2)			東光國小 (NV3)			沙坑國小 (NV4)			運輸路線 (NV8)			橫山國中 (NV5)			大肚國小 (NV6)			員崠國小 (NV7)		
		$L_{日}$	$L_{晚}$	$L_{夜}$	$L_{日}$	$L_{晚}$	$L_{夜}$	$L_{日}$	$L_{晚}$	$L_{夜}$	$L_{日}$	$L_{晚}$	$L_{夜}$	$L_{日}$	$L_{晚}$	$L_{夜}$	$L_{日}$	$L_{晚}$	$L_{夜}$	$L_{日}$	$L_{晚}$	$L_{夜}$	$L_{日}$	$L_{晚}$	$L_{夜}$
施工前	112/03/27(一)	53.5	46.8	44.0	60.3	56.0	53.6	59.6	53.9	51.3	54.4	44.2	40.0	72.2	67.3	66.2	56.2	52.9	49.7	57.8	53.3	51.3	55.8	52.7	44.9
	112/05/26(五)	53.2	52.3	49.9	60.1	57.9	54.6	60.2	57.3	53.9	58.0	52.8	52.7	72.5	69.7	67.1	61.5	68.8	63.9	57.9	55.8	51.8	64.6	46.8	47.6
	112/08/21(一)	52.0	56.8	54.8	58.9	56.0	55.3	62.5	59.0	57.3	58.6	61.9	58.8	72.0	66.3	66.7	55.3	52.8	51.9	57.0	55.9	55.4	51.8	50.4	49.1
	112/11/20(一)	53.3	47.0	35.6	59.1	54.5	53.4	59.5	53.9	52.0	55.5	40.3	39.0	72.4	66.5	66.2	56.4	54.3	52.7	56.3	51.0	50.2	55.4	51.6	42.5
施工期間	113/01/15(一)	55.1	52.1	43.9	61.4	57.0	53.8	60.5	55.3	51.1	57.0	46.8	41.5	73.2	69.7	66.5	57.0	52.3	50.1	58.0	53.2	51.0	54.9	46.5	41.0
	113/03/25(一)	53.9	52.8	49.4	59.3	53.7	53.0	56.5	49.9	49.6	55.8	51.2	45.8	73.6	66.0	67.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	113/04/22(一)	53.3	50.3	42.5	58.6	55.7	52.2	59.4	52.0	52.4	59.8	51.7	49.5	71.2	63.5	65.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	113/05/27(一)	55.4	47.8	51.1	66.4	52.4	52.5	59.0	50.6	52.8	60.3	46.3	51.1	69.6	62.7	63.3	55.5	51.3	51.0	57.7	50.9	51.1	56.8	48.3	49.6
	113/07/22(一)	51.2	54.6	54.0	58.3	53.5	52.8	60.3	61.1	52.4	59.9	51.4	52.1	70.9	66.8	65.9	56.6	52.3	52.9	62.7	57.6	57.7	57.7	49.6	47.5
	113/09/30(一)	52.7	44.1	47.1	60.0	51.6	54.3	58.1	51.4	51.2	56.8	49.4	48.9	71.6	63.4	64.7	55.8	49.4	48.7	58.2	52.6	50.5	53.0	50.1	49.8
	113/10/28(一)	50.1	49.2	50.5	59.5	55.0	53.3	52.9	51.3	50.2	57.6	49.4	46.0	71.6	65.3	65.7	56.2	52.4	48.8	57.3	52.2	50.4	52.6	48.8	44.7
	113/12/02(一)	55.4	45.0	38.4	59.1	54.5	53.1	59.2	52.8	52.1	56.8	46.9	39.3	71.8	65.2	65.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	114/01/20(一)	51.9	51.7	43.9	59.7	57.2	53.7	53.5	50.4	46.2	64.2	50.8	40.8	71.7	66.7	65.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	114/03/17(一)	53.5	42.0	49.3	58.1	53.2	54.2	58.4	51.9	54.7	55.3	41.2	49.4	71.8	65.1	67.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	114/04/28(一)	51.5	45.6	46.6	60.2	54.6	54.8	55.2	48.6	49.5	56.8	47.2	41.6	71.1	64.7	66.8	56.1	51.8	49.0	57.7	53.8	51.0	53.7	52.1	46.7
	114/05/26(一)	52.2	50.0	47.9	60.8	55.7	55.4	59.6	55.7	52.0	57.1	50.7	49.8	71.8	66.6	66.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	114/06/09(一)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	62.4	44.8	53.3	—	—	—	57.3	54.9	54.2	57.6	52.6	51.7	58.0	49.8	52.7
警戒值		**53.5**	**54.6**	**52.8**	**60.2**	**57.2**	**55.0**	**61.6**	**58.2**	**55.8**	**58.3**	**57.7**	**55.6**	**72.5**	**68.7**	**66.9**	**57.6**	**56.7**	**54.4**	**59.0**	**54.7**	**53.4**	**57.6**	**50.4**	**47.8**
環境音量標準		60	55	50	74	73	69	74	73	69	60	55	50	74	73	69	74	73	69	74	73	69	74	73	69
適用管制區類別		第二類管制區內緊鄰八公尺以上之道路邊地區			第三類管制區內緊鄰八公尺以上之道路邊地區						第二類管制區內緊鄰八公尺以上之道路邊地區			第三類管制區內緊鄰八公尺以上之道路邊地區										

註：1.一般地區環境音量標準係依據民國 109 年 8 月 6 日環境部環署空字第 1090057114A 號令。

2.道路交通噪音環境音量標準係依據民國 99 年 1 月 21 日環境部環署空字第 0990006225D 號令。

3.各項數值四捨五入後填入表中。

4.「–」表示無監測值；灰底表示超過管制區分類之環境音量標準；底線表示超過警戒值。

表3.2-8　歷次假日噪音監測結果

單位：dB(A)

監測時間＼測站		隧道出口處 (NV1)			關西高級中學 (NV2)			東光國小 (NV3)			沙坑國小 (NV4)			運輸路線 (NV8)			橫山國中 (NV5)			大肚國小 (NV6)			員崠國小 (NV7)		
		$L_{日}$	$L_{晚}$	$L_{夜}$	$L_{日}$	$L_{晚}$	$L_{夜}$	$L_{日}$	$L_{晚}$	$L_{夜}$	$L_{日}$	$L_{晚}$	$L_{夜}$	$L_{日}$	$L_{晚}$	$L_{夜}$	$L_{日}$	$L_{晚}$	$L_{夜}$	$L_{日}$	$L_{晚}$	$L_{夜}$	$L_{日}$	$L_{晚}$	$L_{夜}$
施工前	112/03/26(日)	55.7	46.5	47.3	59.2	56.5	53.3	59.4	56.1	52.0	56.5	44.7	43.1	72.3	70.0	65.2	55.3	52.6	49.4	57.2	54.6	51.1	48.3	43.8	48.6
	112/05/27(六)	49.5	53.6	51.6	60.2	56.3	56.0	60.7	57.5	55.6	57.6	52.0	53.4	73.2	69.7	71.2	56.8	54.5	56.3	58.4	54.0	54.0	50.2	47.0	47.4
	112/08/20(日)	53.7	56.7	54.6	59.9	57.6	55.7	64.2	61.3	57.7	54.5	56.1	58.7	73.7	69.5	69.3	56.7	52.6	54.6	57.8	57.2	55.2	50.3	48.7	46.9
	112/11/19(日)	47.1	37.4	48.4	60.0	57.5	54.0	60.8	56.7	52.8	54.0	43.5	39.5	74.2	71.5	65.3	59.0	54.7	56.4	56.7	53.3	50.0	46.0	46.3	40.5
施工期間	113/01/14(日)	56.5	64.3	37.4	59.8	56.5	52.1	58.9	53.6	50.2	53.9	44.1	39.5	73.5	69.3	65.2	56.1	52.9	48.6	57.3	53.9	49.6	47.6	42.4	39.6
	113/03/24(日)	52.1	48.3	46.4	59.5	55.4	53.3	56.2	51.4	50.4	53.6	46.1	52.6	75.1	69.6	66.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	113/04/21(日)	50.3	49.9	43.4	58.5	53.8	54.6	60.0	55.3	54.5	54.1	49.9	47.9	72.5	68.4	67.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	113/05/26(日)	54.8	46.9	52.5	58.9	55.2	53.7	58.4	53.9	53.8	55.2	48.1	50.6	70.9	66.1	63.1	55.0	50.9	50.1	56.3	51.3	50.9	54.8	46.7	49.2
	113/07/21(日)	52.2	56.3	54.9	57.5	53.7	52.5	60.4	53.7	54.2	54.8	53.6	52.3	72.3	68.5	66.9	56.8	55.5	52.6	62.2	58.8	58.2	53.6	48.3	48.0
	113/09/29(日)	49.6	48.1	47.1	59.5	56.5	53.8	58.2	54.0	51.4	53.0	48.1	45.6	72.8	68.9	65.9	55.4	51.7	50.3	57.2	52.8	51.3	49.3	50.9	46.9
	113/10/27(日)	51.8	50.0	48.6	59.3	56.1	54.3	57.8	49.8	46.0	61.8	44.4	42.6	72.4	68.9	68.1	56.0	53.3	47.9	57.2	53.6	50.1	53.0	45.8	42.8
	113/12/01(日)	50.1	36.7	37.0	59.9	55.9	52.4	59.5	55.3	52.8	54.3	44.2	39.4	73.5	69.0	65.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	114/01/19(日)	53.3	43.9	41.7	59.8	56.1	53.1	53.4	48.7	45.5	55.6	42.2	40.5	72.2	68.3	62.9	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	114/03/16(日)	50.1	46.8	49.6	58.4	60.9	51.7	58.8	54.4	51.5	53.3	49.6	46.1	71.9	67.5	63.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	114/04/27(日)	49.9	47.8	56.6	59.0	58.3	53.8	54.7	52.8	49.0	54.7	43.6	40.4	72.6	70.8	67.0	72.6	70.8	67.0	55.7	52.7	48.8	57.0	52.5	51.2
	114/05/25(日)	55.1	47.2	49.7	60.1	56.5	55.0	60.6	52.4	52.0	55.8	52.9	49.8	71.7	67.2	64.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	114/06/08(日)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	61.9	53.1	53.0	—	—	—	56.7	54.1	50.6	58.0	53.5	50.0	56.5	49.5	53.1
警戒值		**54.7**	**55.5**	**53.2**	**59.1**	**57.5**	**55.8**	**62.9**	**59.8**	**56.6**	**57.0**	**53.9**	**56.0**	**74.0**	**70.9**	**70.2**	**69.2**	**65.3**	**64.0**	**57.1**	**54.6**	**52.7**	**56.4**	**52.8**	**51.4**
環境音量標準		60	55	50	74	73	69	74	73	69	60	55	50	74	73	69	74	73	69	74	73	69	74	73	69
適用管制區類別		第二類管制區內緊鄰八公尺以上之道路邊地區			第三類管制區內緊鄰八公尺以上之道路邊地區						第二類管制區內緊鄰八公尺以上之道路邊地區			第三類管制區內緊鄰八公尺以上之道路邊地區											

註：1.一般地區環境音量標準係依據民國 109 年 8 月 6 日環境部環署空字第 1090057114A 號令。

2.道路交通噪音環境音量標準係依據民國 99 年 1 月 21 日環境部環署空字第 0990006225D 號令。

3.各項數值四捨五入後填入表中。

4.「–」表示無監測值；灰底表示超過管制區分類之環境音量標準、底線表示超過警戒值。

表3.2-9　歷次平日振動監測結果

單位：dB

監測時間＼測站		隧道出口處 (NV1)		關西高級中學 (NV2)		東光國小 (NV3)		沙坑國小 (NV4)		運輸路線 (NV8)		橫山國中 (NV5)		大肚國小 (NV6)		員崠國小 (NV7)	
		$L_{V10日}$	$L_{V10夜}$	$L_{V10日}$	$L_{V10夜}$	$L_{V10日}$	$L_{V10夜}$	$L_{V10日}$	$L_{V10夜}$	$L_{V10日}$	$L_{V10夜}$	$L_{V10日}$	$L_{V10夜}$	$L_{V10日}$	$L_{V10夜}$	$L_{V10日}$	$L_{V10夜}$
施工前	112/03/27(一)	30.6	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	31.6	30.0	31.7	30.0	30.8	30.2	30.0	30.0
	112/05/26(五)	34.7	31.2	33.6	30.0	32.3	30.0	36.8	30.2	36.4	31.3	32.6	30.0	45.4	39.0	38.0	34.8
	112/08/21(一)	31.9	32.8	30.0	30.0	30.0	32.0	30.0	30.0	32.5	32.4	32.9	30.0	37.8	30.3	30.7	30.0
	112/11/20(一)	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	31.1	30.3	37.8	36.8	32.0	30.0	32.7	30.4	32.5	30.0
施工期間	113/01/15(一)	32.3	30.6	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	31.4	30.0	32.7	30.0	32.0	31.2	30.0	30.0
	113/03/25(一)	32.8	31.4	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	31.9	30.0	—	—	—	—	—	—
	113/04/22(一)	30.0	30.0	35.6	32.4	31.1	30.0	30.0	30.0	31.5	30.0	—	—	—	—	—	—
	113/05/27(一)	35.5	30.0	37.7	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	31.9	30.4	32.9	30.0	31.7	30.3	30.0	30.0
	113/07/22(一)	30.0	30.0	0.0	20.0	30.1	30.0	30.0	30.0	30.8	30.0	45.9	35.9	30.0	30.0	30.0	30.0
	113/09/30(一)	30.0	30.2	39.1	30.1	30.0	30.0	30.8	30.0	37.3	30.9	33.5	30.0	30.0	30.8	44.4	32.9
	113/10/28(一)	30.0	30.0	31.4	32.3	30.0	30.0	30.0	30.0	35.7	36.1	31.8	30.0	32.2	30.6	30.0	30.0
	113/12/02(一)	30.0	30.0	30.2	30.1	30.0	30.0	30.0	30.0	31.1	30.0	—	—	—	—	—	—
	114/01/20(一)	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	31.1	30.0	—	—	—	—	—	—
	114/03/17(一)	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	31.6	30.1	30.2	30.0	—	—	—	—	—	—
	114/04/28(一)	30.0	30.0	31.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	31.7	31.0	30.3	30.0	30.0	31.3	30.0	30.0
	114/05/26(一)	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	—	—	—	—	—	—
	114/06/09(一)	—	—	—	—	—	—	37.2	34.3	—	—	39.8	30.4	31.6	30.8	50.5	36.4
振動規制法施行規則基準		65	60	70	65	70	65	65	60	70	65	70	65	70	65	70	65
適用管制區類別		第一種區域振動規制法基準		第二種區域振動規制法基準				第一種區域振動規制法基準		第二種區域振動規制法基準							

註：1.我國目前尚無振動管制標準，故參考日本環境省「振動規制法施行規則」。
2.「－」表示無監測值。

表3.2-10　歷次假日振動監測結果

單位：dB

監測時間＼測站		隧道出口處 (NV1)		關西高級中學 (NV2)		東光國小 (NV3)		沙坑國小 (NV4)		運輸路線 (NV8)		橫山國中 (NV5)		大肚國小 (NV6)		員崠國小 (NV7)	
		$L_{V10日}$	$L_{V10夜}$	$L_{V10日}$	$L_{V10夜}$	$L_{V10日}$	$L_{V10夜}$	$L_{V10日}$	$L_{V10夜}$	$L_{V10日}$	$L_{V10夜}$	$L_{V10日}$	$L_{V10夜}$	$L_{V10日}$	$L_{V10夜}$	$L_{V10日}$	$L_{V10夜}$
施工前	112/03/26(日)	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	32.9	31.9	30.0	30.0
	112/05/27(六)	35.3	40.8	32.0	30.0	34.4	30.2	39.8	35.2	33.2	32.5	31.6	30.0	41.9	38.8	38.5	35.8
	112/08/20(日)	34.7	30.0	30.0	30.0	31.5	30.0	30.0	30.0	32.7	30.0	30.1	30.0	39.2	35.4	30.3	30.0
	112/11/19(日)	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	43.5	36.8	30.6	30.0	32.5	30.6	32.9	30.0
施工期間	113/01/14(日)	39.9	33.6	30.4	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.3	30.0	30.2	30.0	30.5	32.2	30.0	30.0
	113/03/24(日)	37.8	33.4	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	—	—	—	—	—	—
	113/04/21(日)	30.0	30.0	34.8	30.3	31.3	30.5	30.0	30.0	30.0	30.0	—	—	—	—	—	—
	113/05/26(日)	31.9	30.0	37.7	30.1	30.0	30.0	30.0	30.0	30.9	30.0	30.4	30.0	32.9	31.9	30.0	30.0
	113/07/21(日)	30.0	30.0	37.4	30.1	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	48.7	33.8	31.8	32.6	30.0	30.0
	113/09/29(日)	30.0	30.0	39.3	31.1	30.0	30.0	30.5	30.0	36.1	30.3	30.3	30.0	32.1	32.6	45.9	38.4
	113/10/27(日)	30.0	30.0	37.9	30.2	30.0	30.0	30.0	30.0	42.1	48.3	30.0	30.0	35.0	34.2	30.0	30.0
	113/12/01(日)	30.5	30.0	30.7	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	—	—	—	—	—	—
	114/01/19(日)	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	—	—	—	—	—	—
	114/03/16(日)	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	—	—	—	—	—	—
	114/04/27(日)	30.0	30.0	32.1	33.5	30.0	30.0	30.0	30.0	32.0	36.0	30.5	30.1	32.1	32.1	30.0	30.0
	114/05/25(日)	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	—	—	—	—	—	—
	114/06/08(日)	—	—	—	—	—	—	39.2	30.0	—	—	35.5	31.0	32.2	30.0	46.8	36.8
振動規制法施行規則基準		65	60	70	65	70	65	65	60	70	65	70	65	70	65	70	65
適用管制區類別		第一種區域振動規制法基準		第二種區域振動規制法基準				第一種區域振動規制法基準		第二種區域振動規制法基準							

註：1.我國目前尚無振動管制標準，故參考日本環境省「振動規制法施行規則」。
2.「－」表示無監測值。

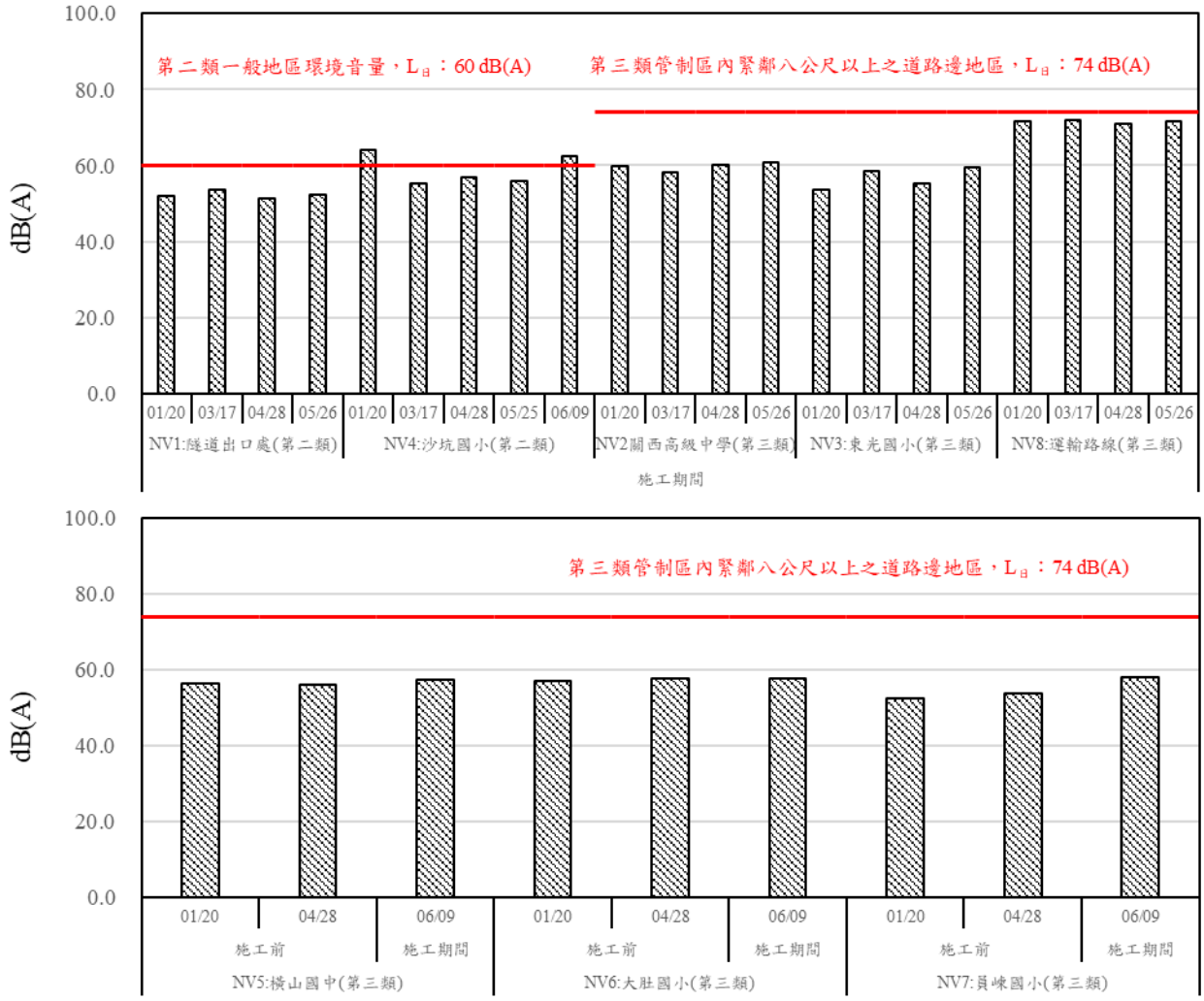


圖 3.2-2　114 年上半年度各測站平日噪音均能音量 L 日比較圖

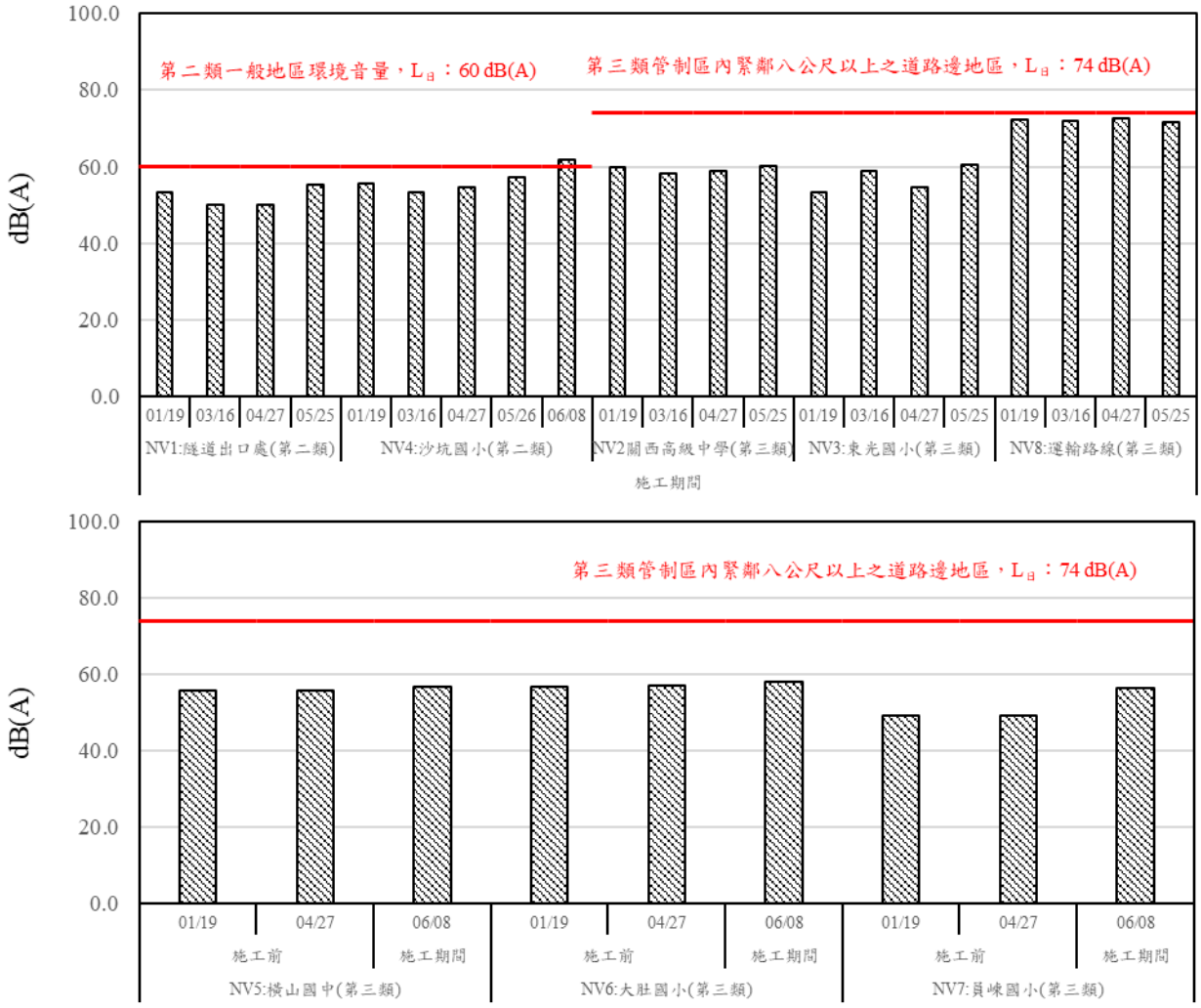


圖 3.2-3　114 年上半年度各測站假日噪音均能音量 L 日比較圖

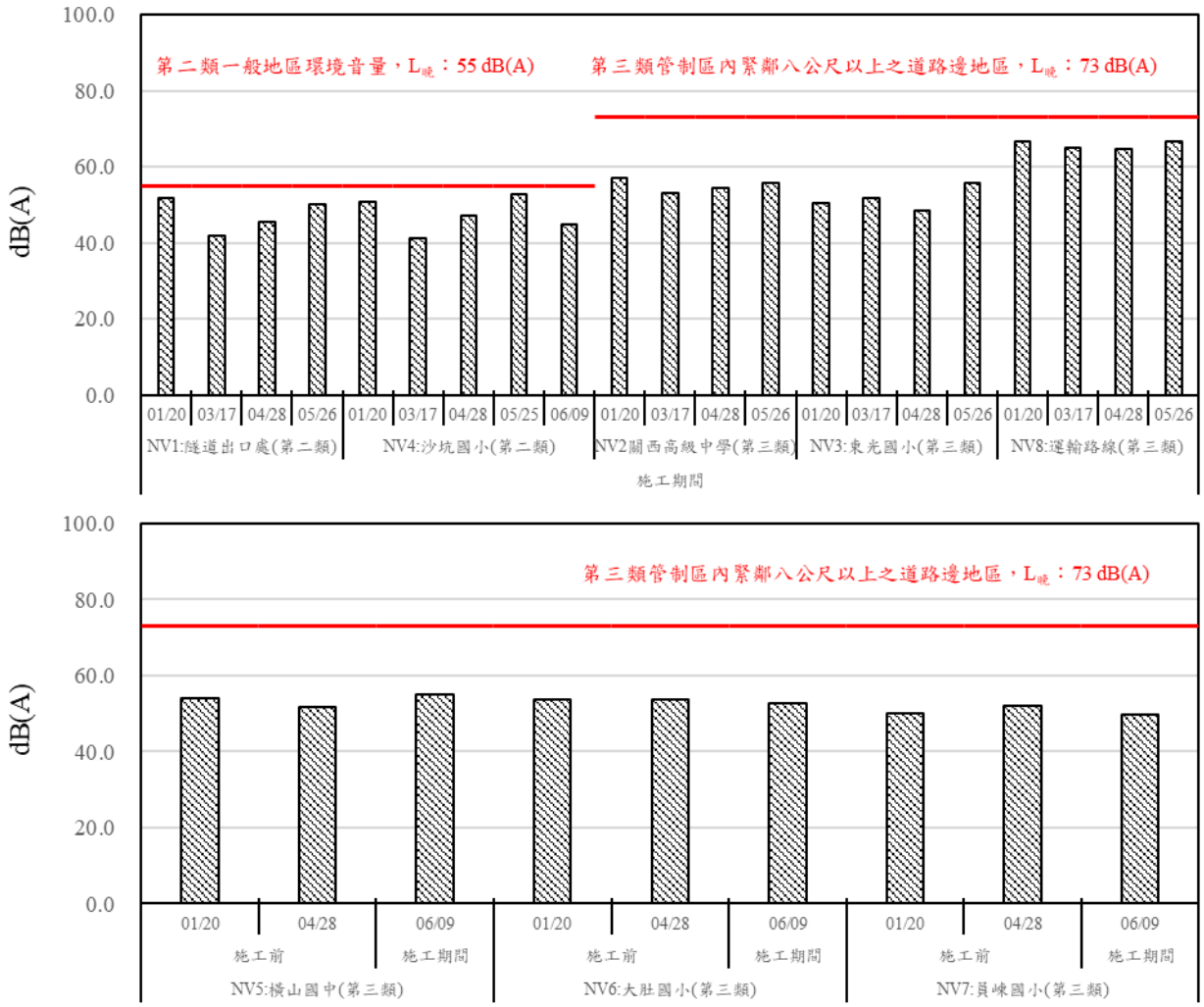


圖 3.2-4　114 年上半年度各測站平日噪音均能音量 L 晚比較圖

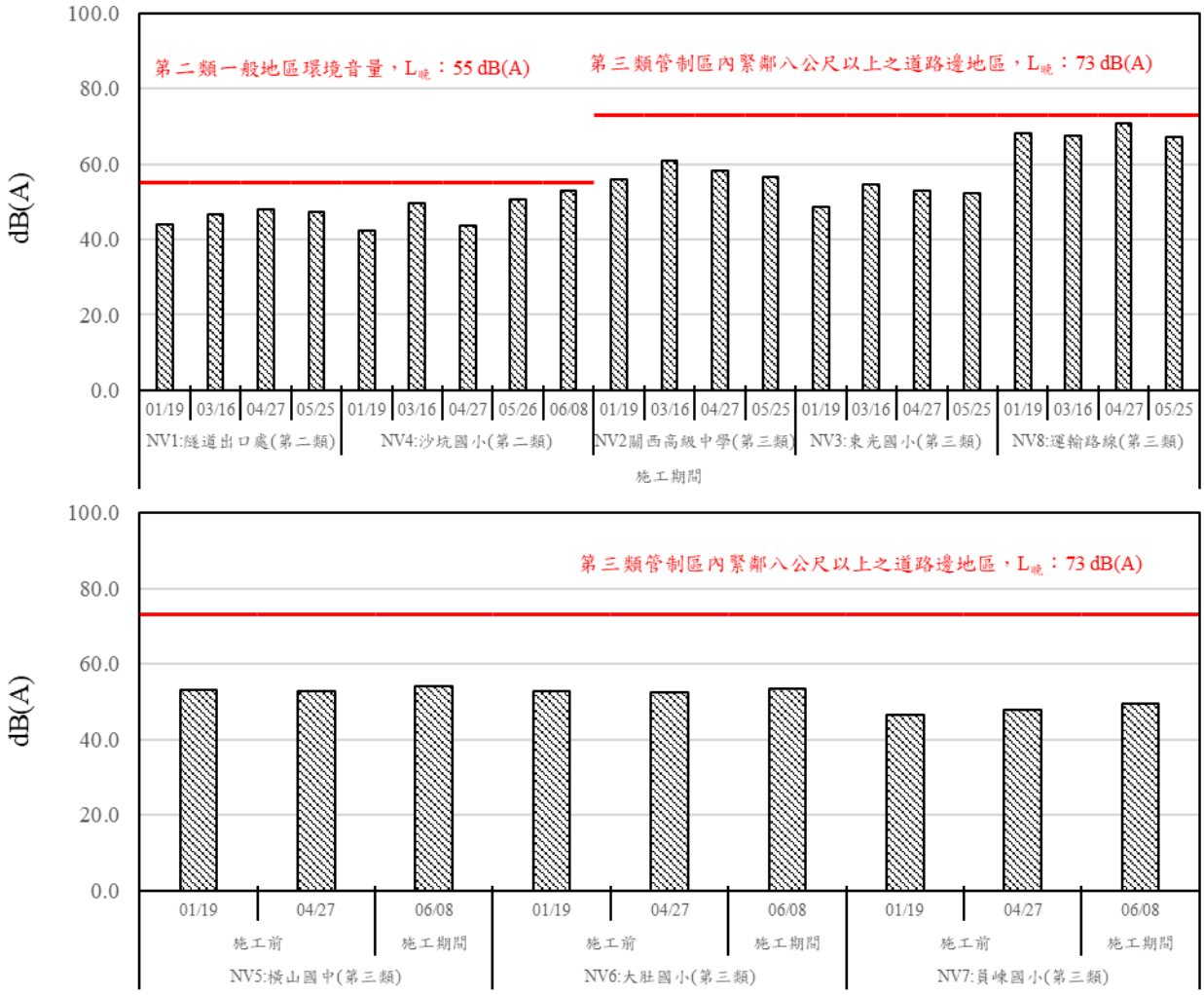


圖 3.2-5　114 年上半年度各測站假日噪音均能音量 L 晚比較圖

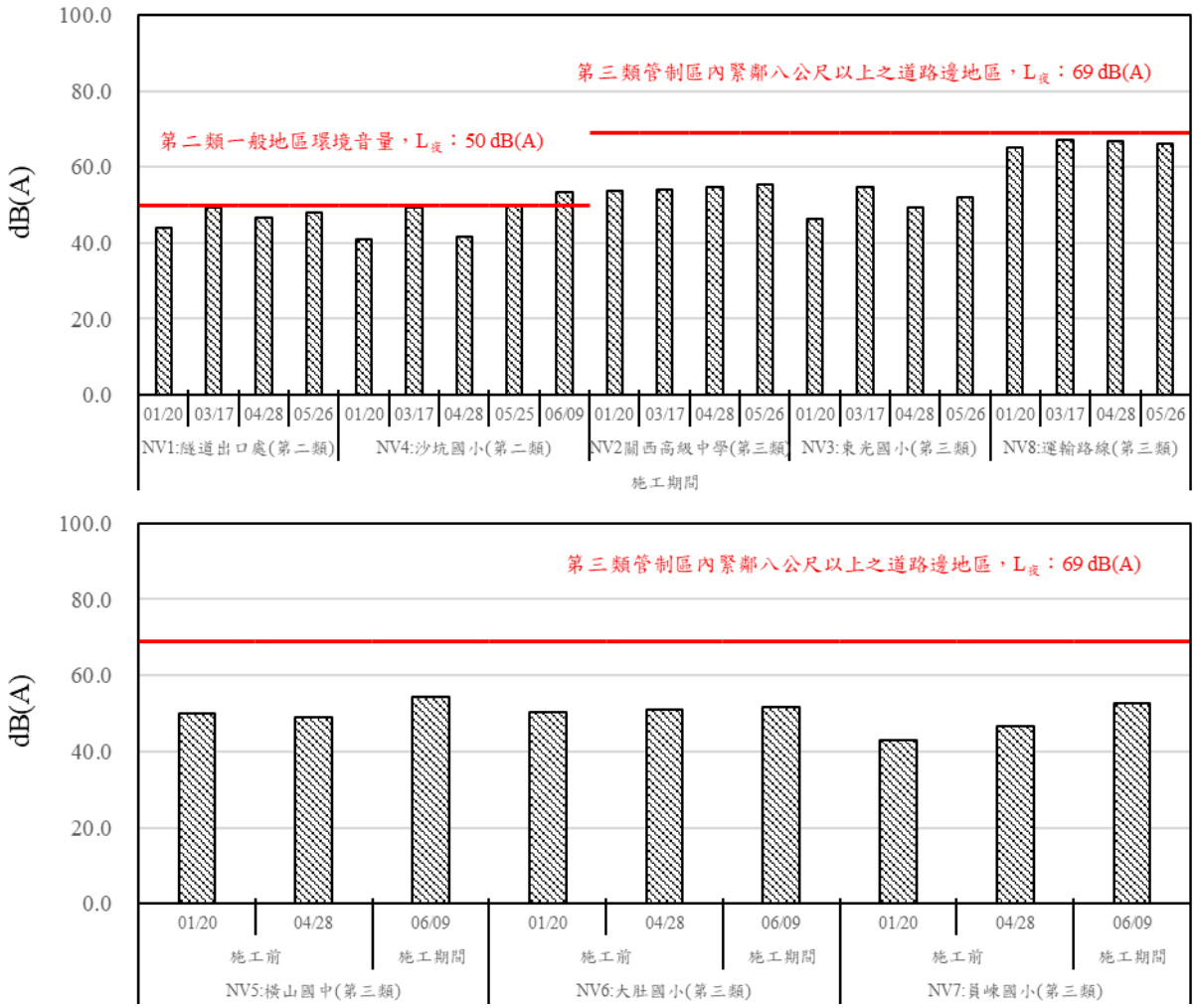


圖 3.2-6　114 年上半年度各測站平日噪音均能音量 L 夜比較圖

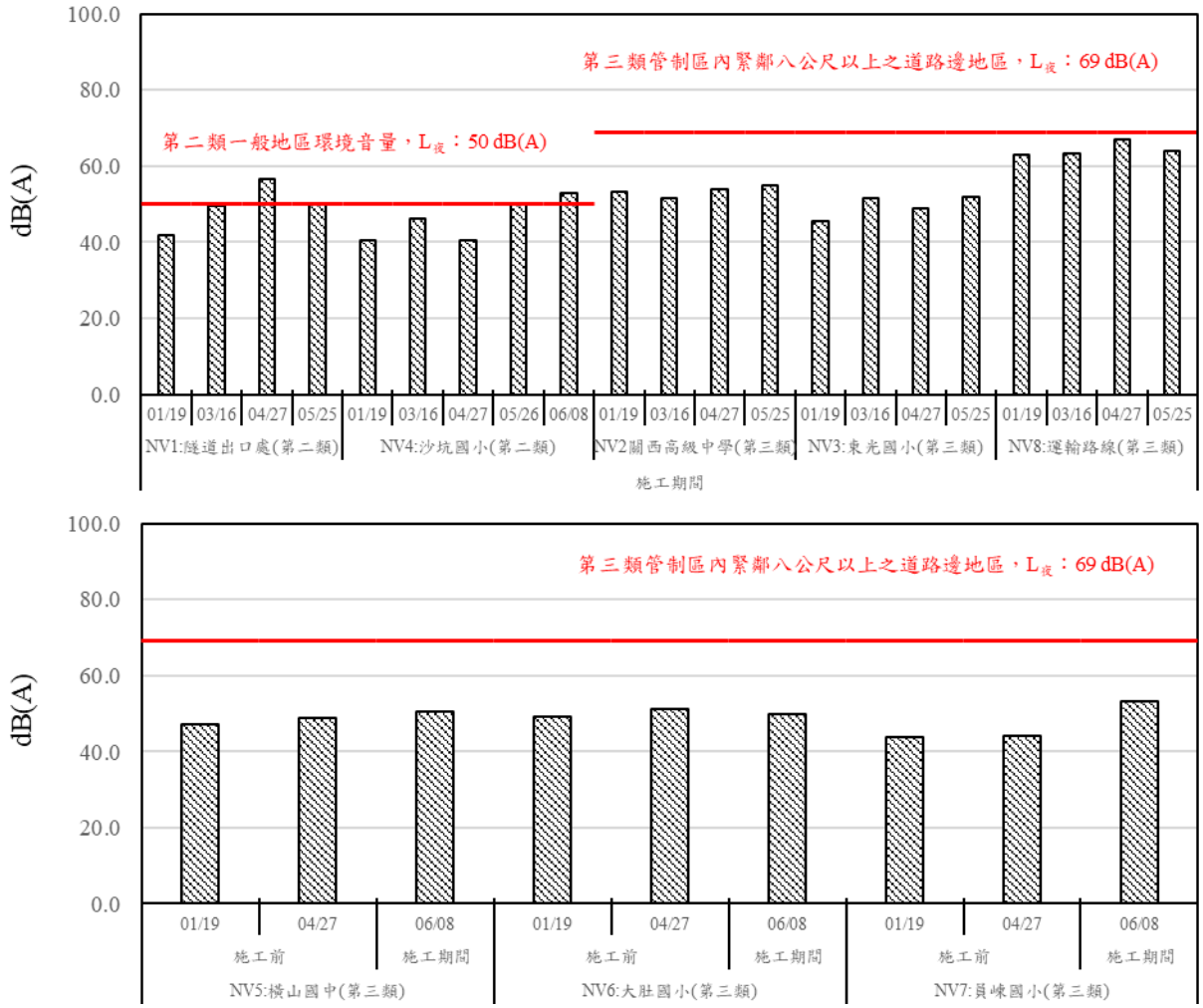


圖 3.2-7　114 年上半年度各測站假日噪音均能音量 L 夜比較圖

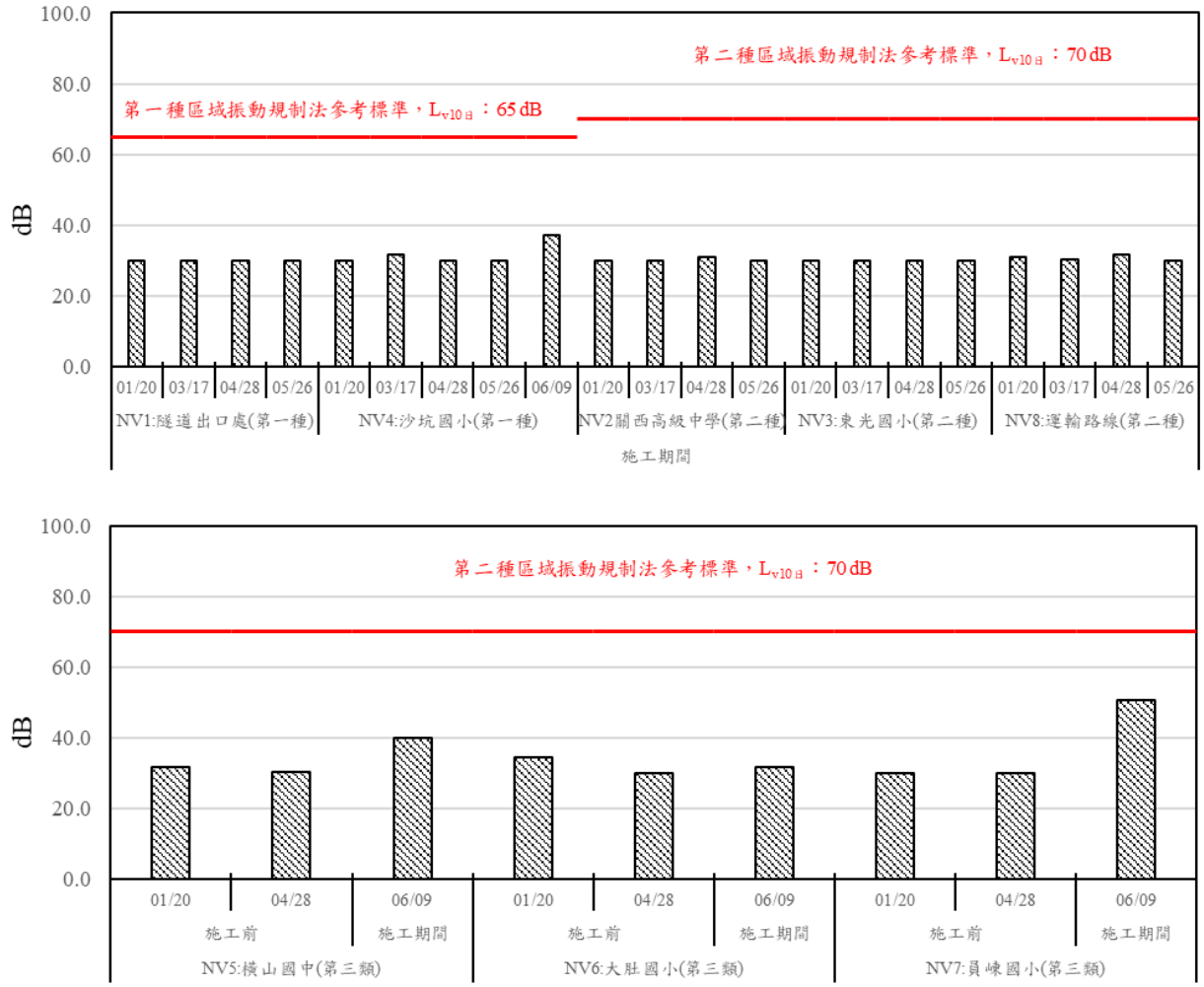


圖 3.2-8　114 年上半年度各測站平日振動測值 $L_{v10日}$ 比較圖

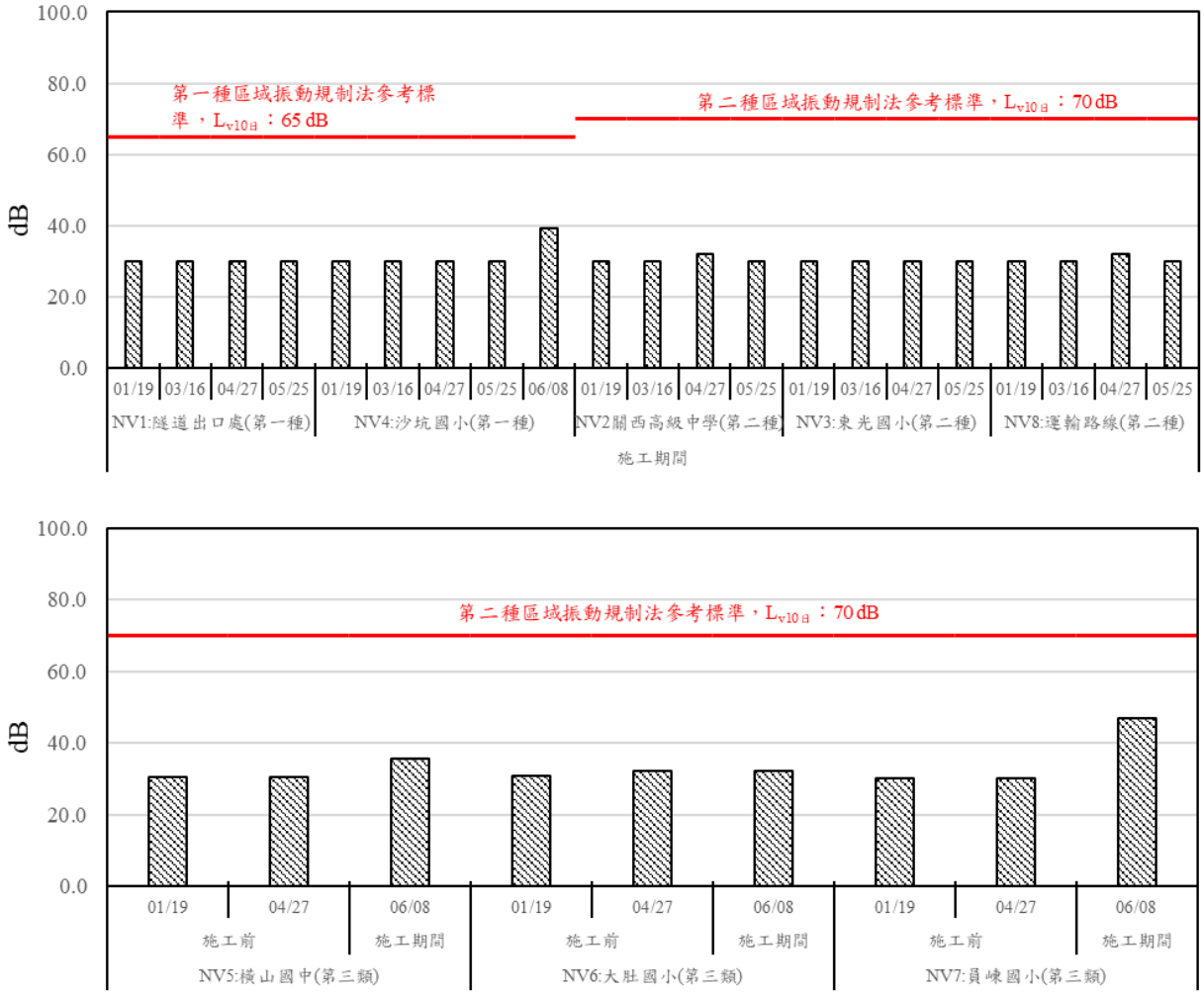


圖 3.2-9　114 年上半年度各測站假日振動測值 $L_{v10日}$ 比較圖

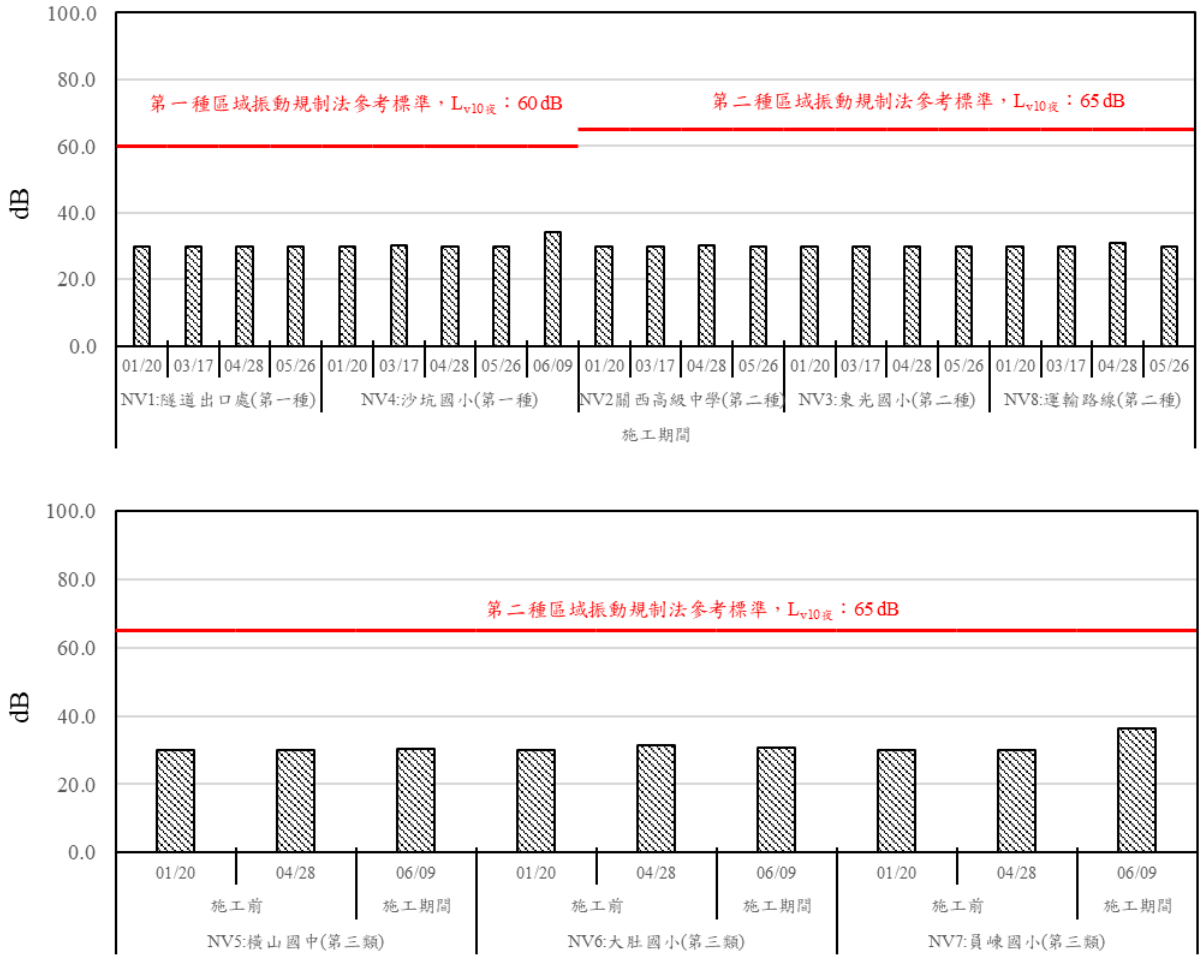


圖 3.2-10　114 年上半年度各測站平日振動測值 $L_{v10夜}$比較圖

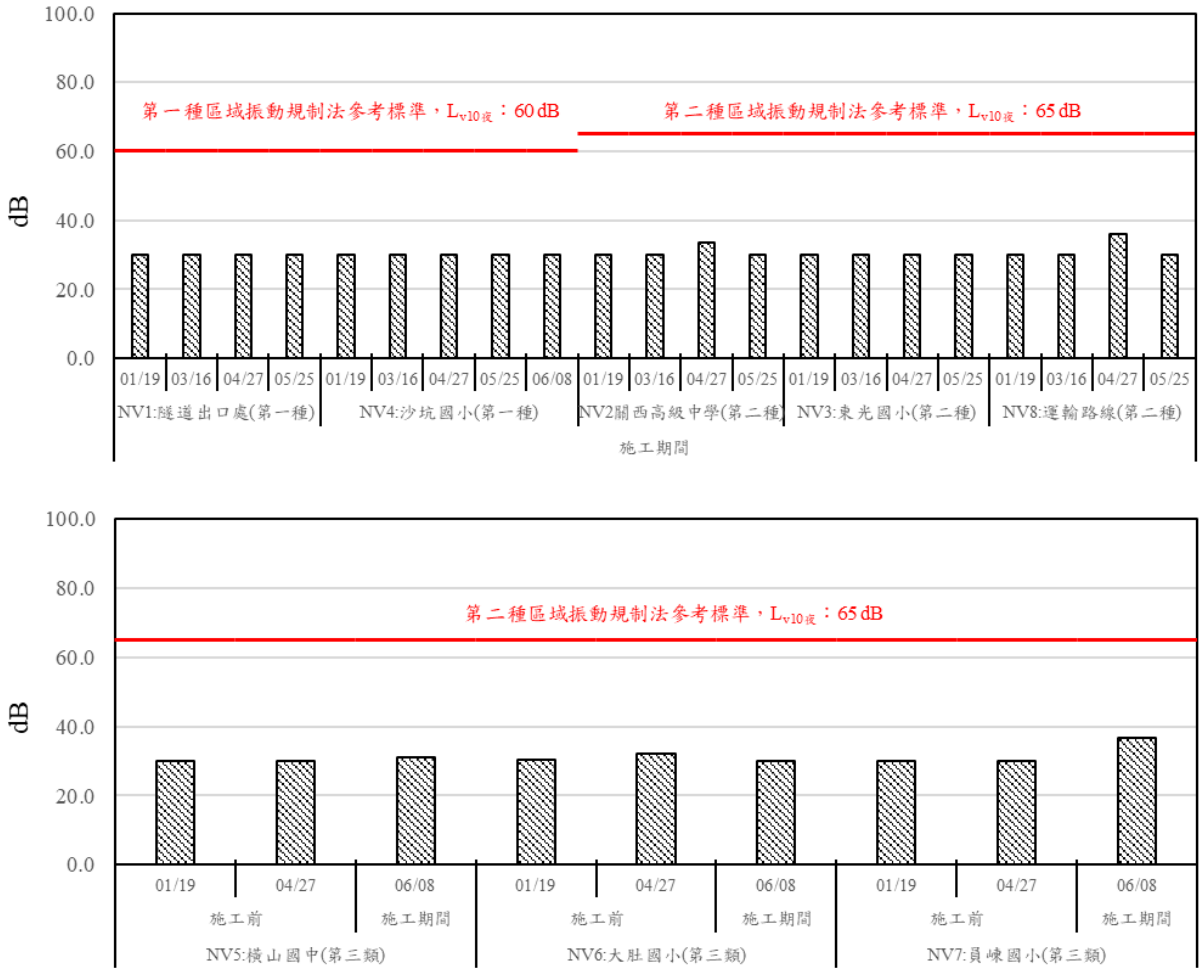


圖 3.2-11　114 年上半年度各測站假日振動測值 $L_{v10夜}$比較圖

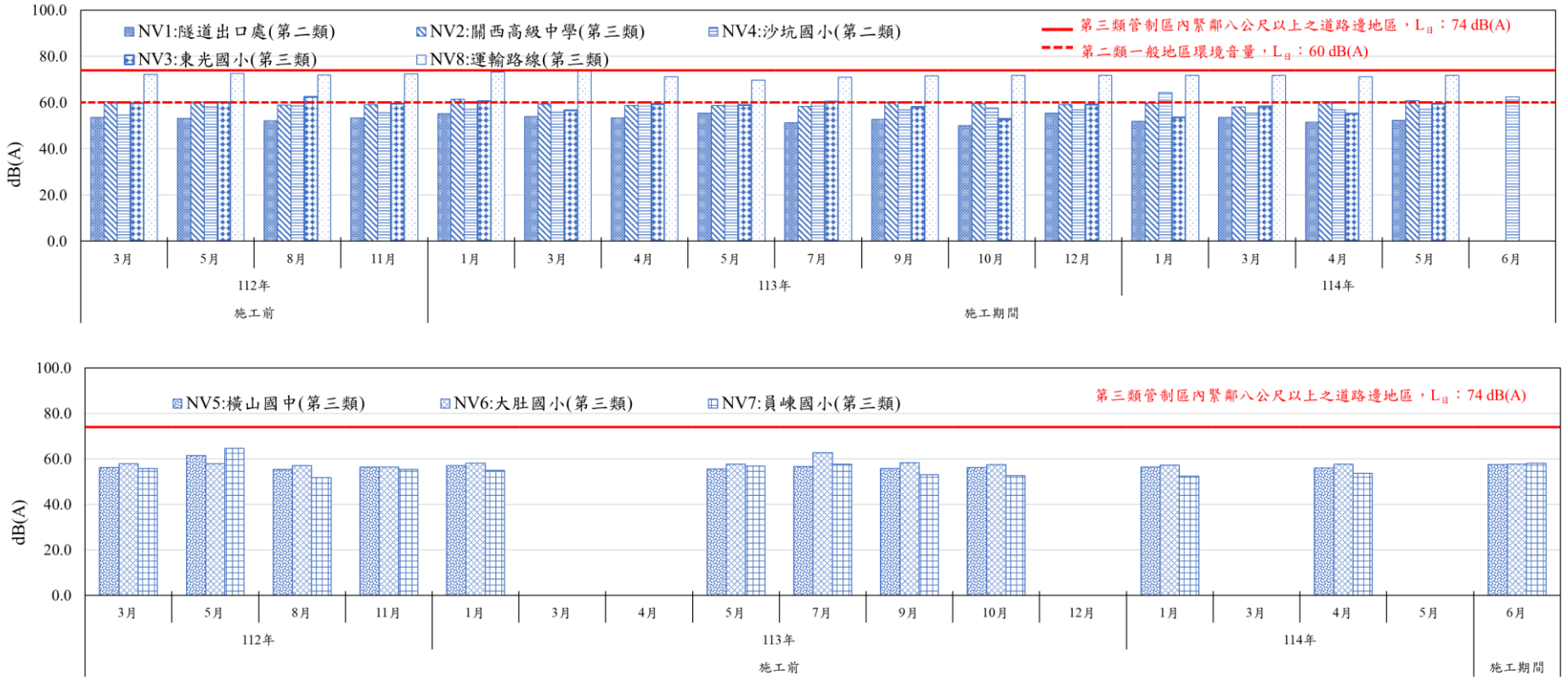


圖 3.2-12　歷次各測站平日噪音均能音量 $L_{日}$比較圖

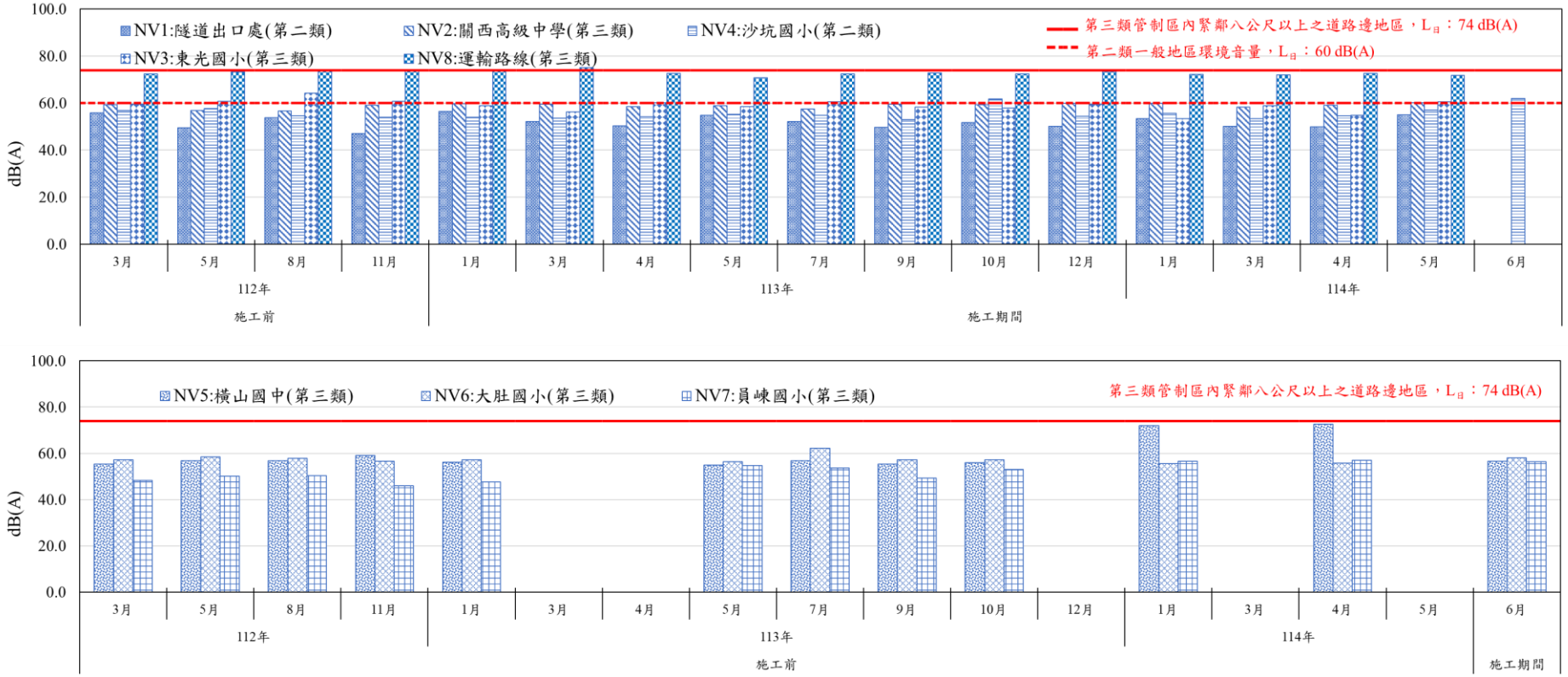


圖 3.2-13　歷次各測站假日噪音均能音量 L日比較圖

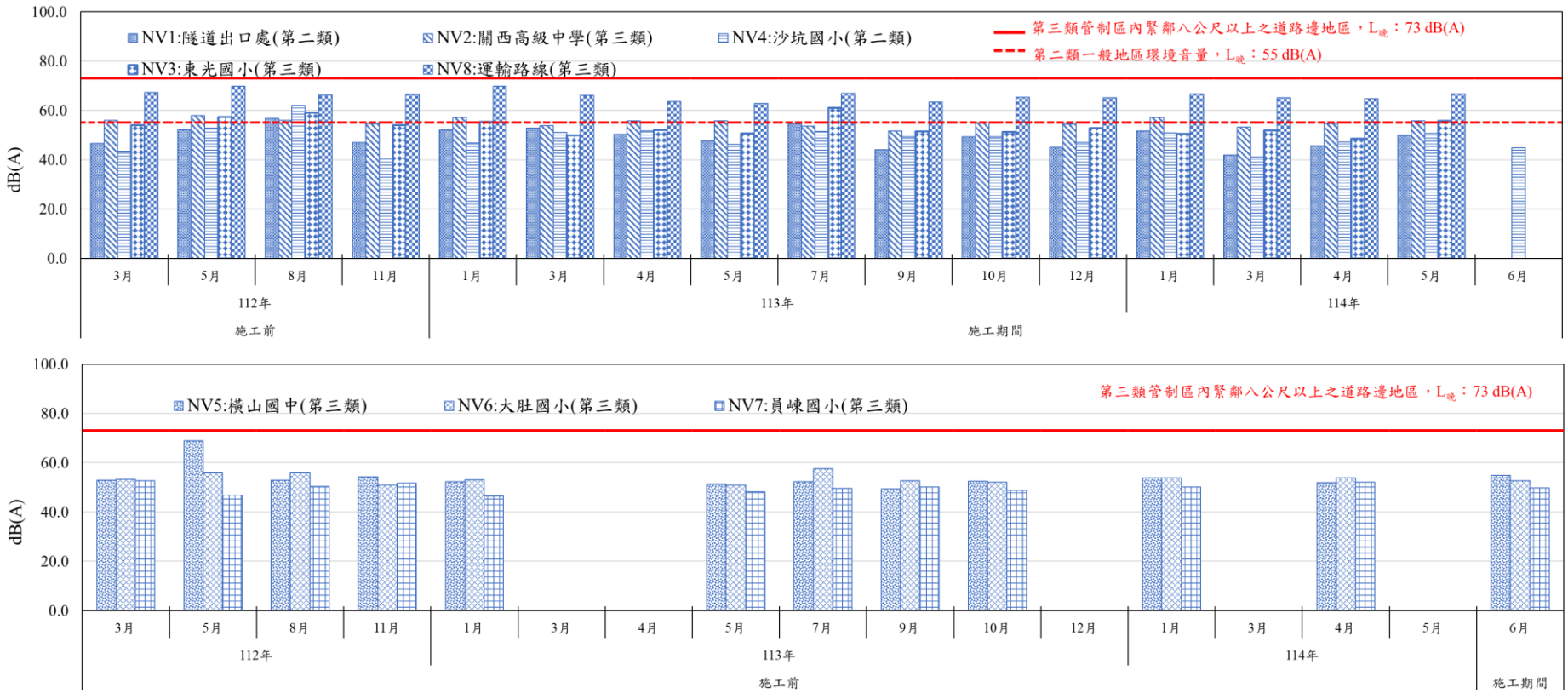


圖 3.2-14　歷次各測站平日噪音均能音量 $L_{晚}$比較圖

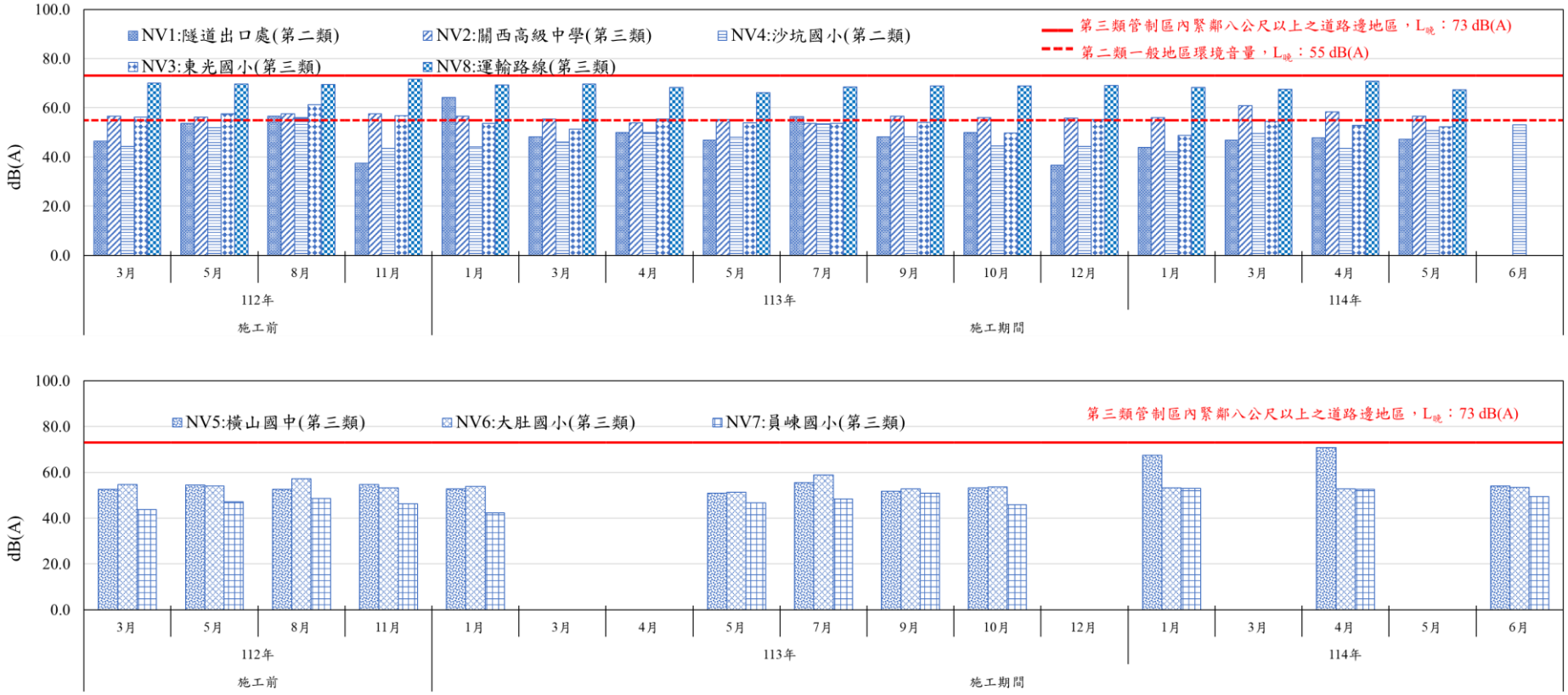


圖 3.2-15　歷次各測站假日噪音均能音量 $L_{晚}$比較圖

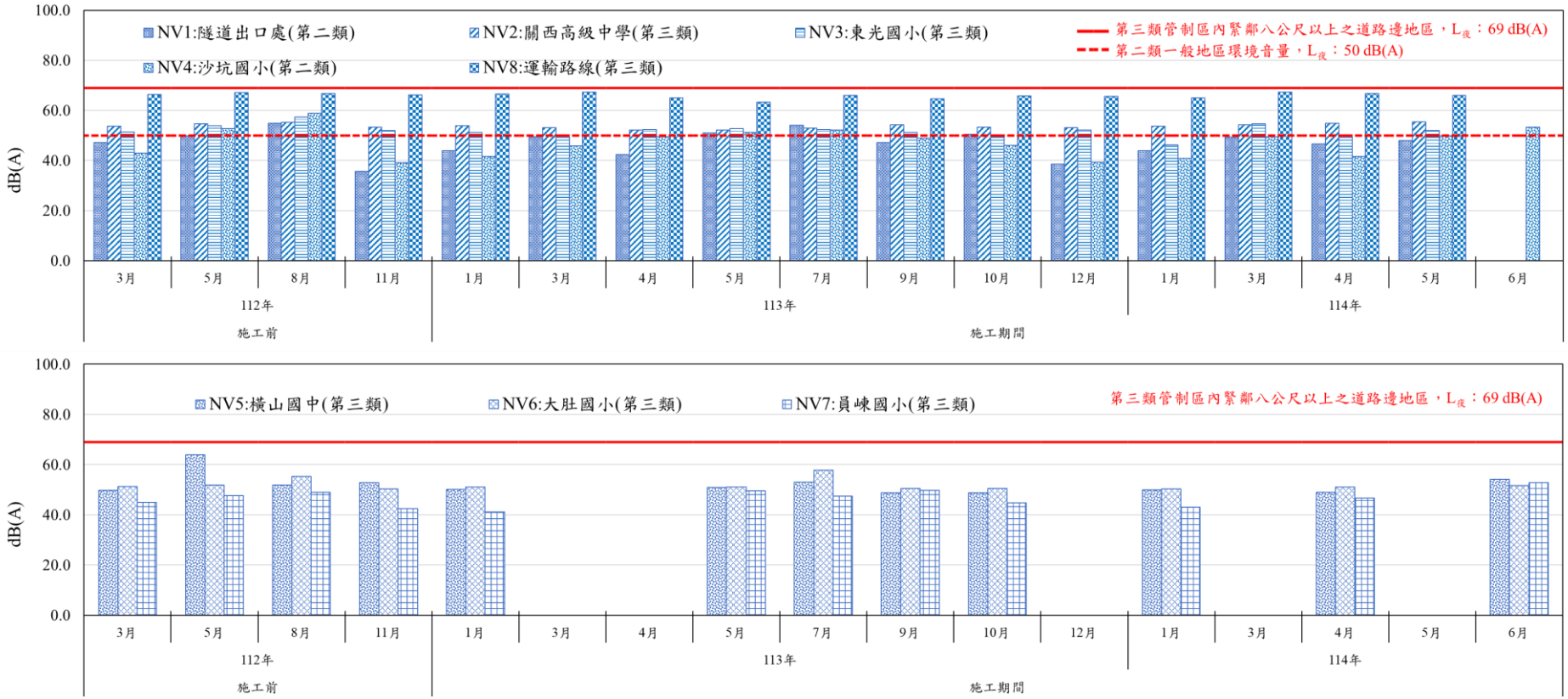


圖 3.2-16　歷次各測站平日噪音均能音量 $L_{夜}$ 比較圖

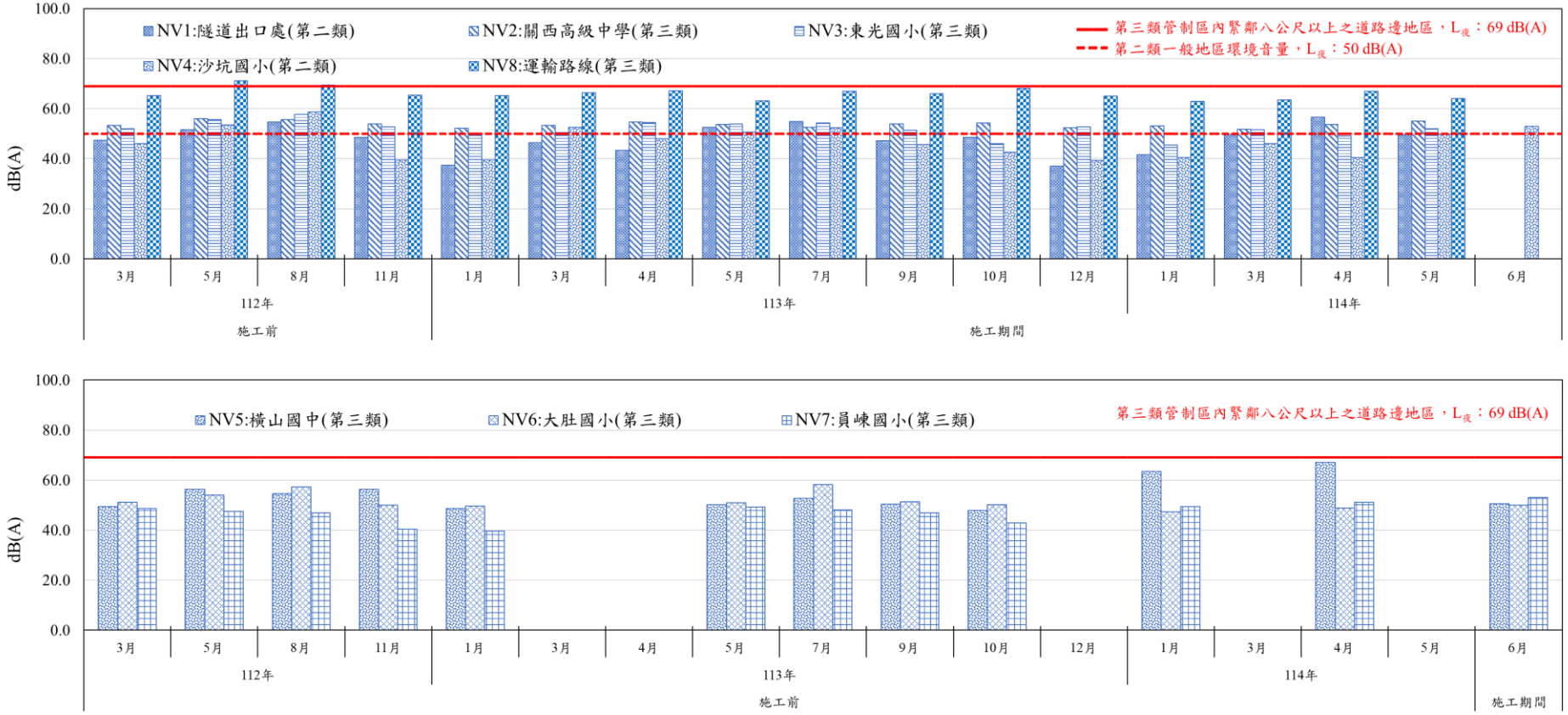


圖 3.2-17　歷次各測站假日噪音均能音量 $L_{夜}$ 比較圖

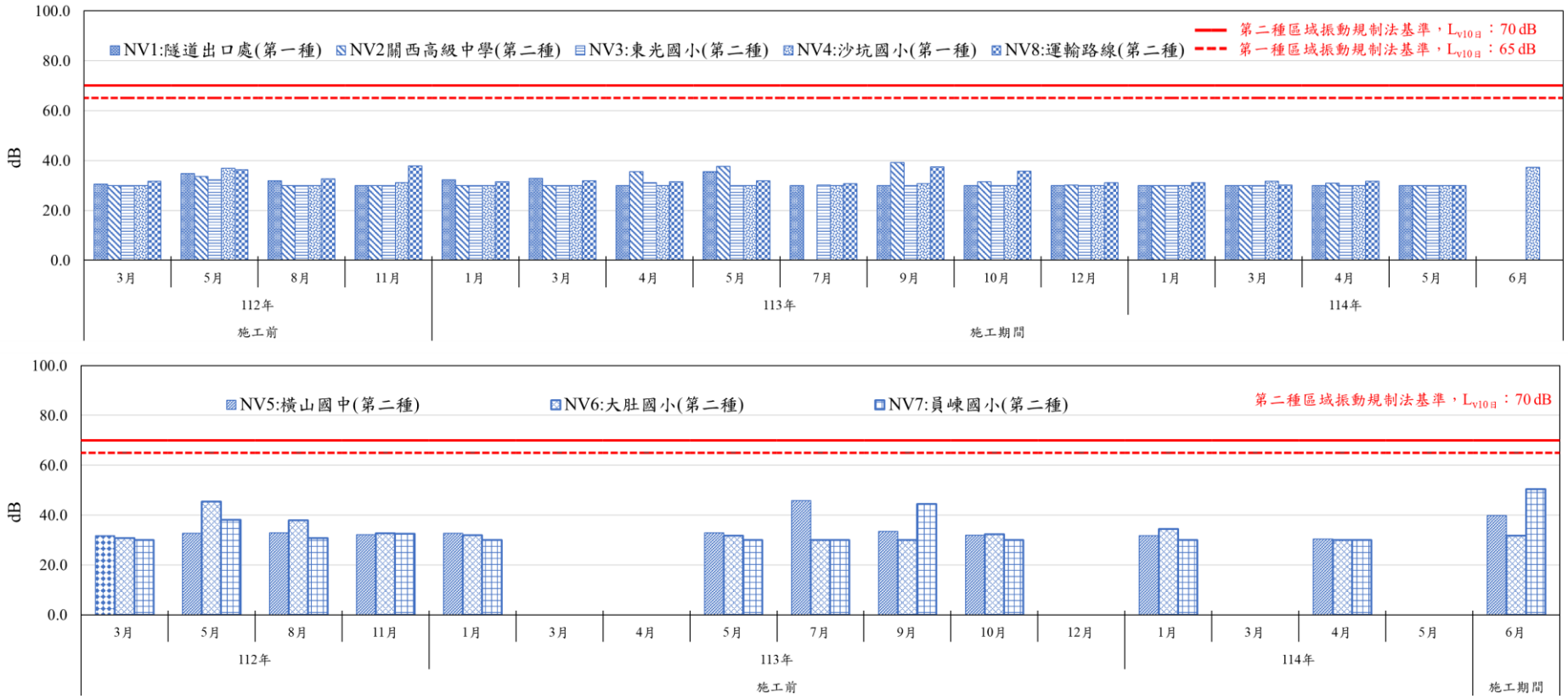


圖 3.2-18　歷次各測站平日振動測值 $L_{v10日}$ 比較圖

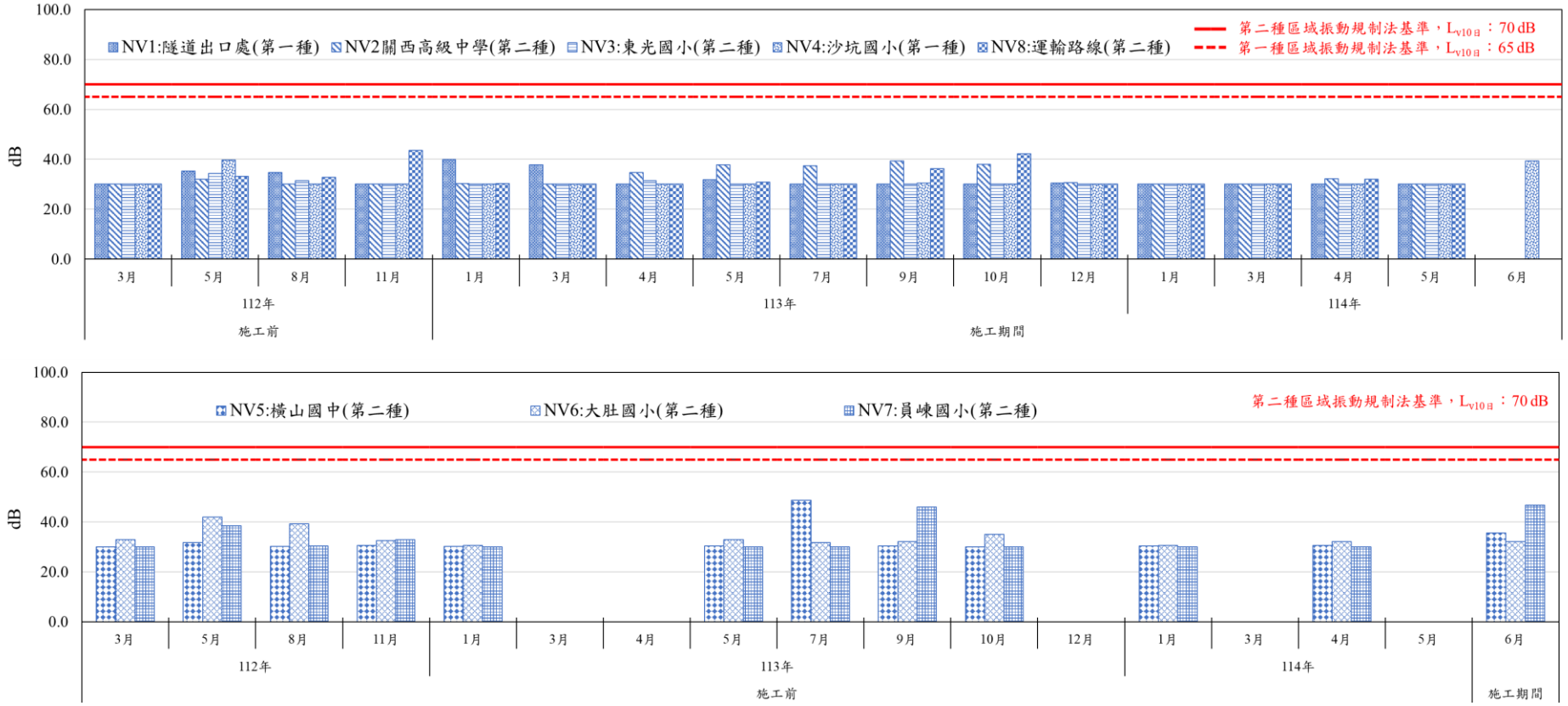


圖 3.2-19　歷次各測站假日振動測值 $L_{v10日}$ 比較圖

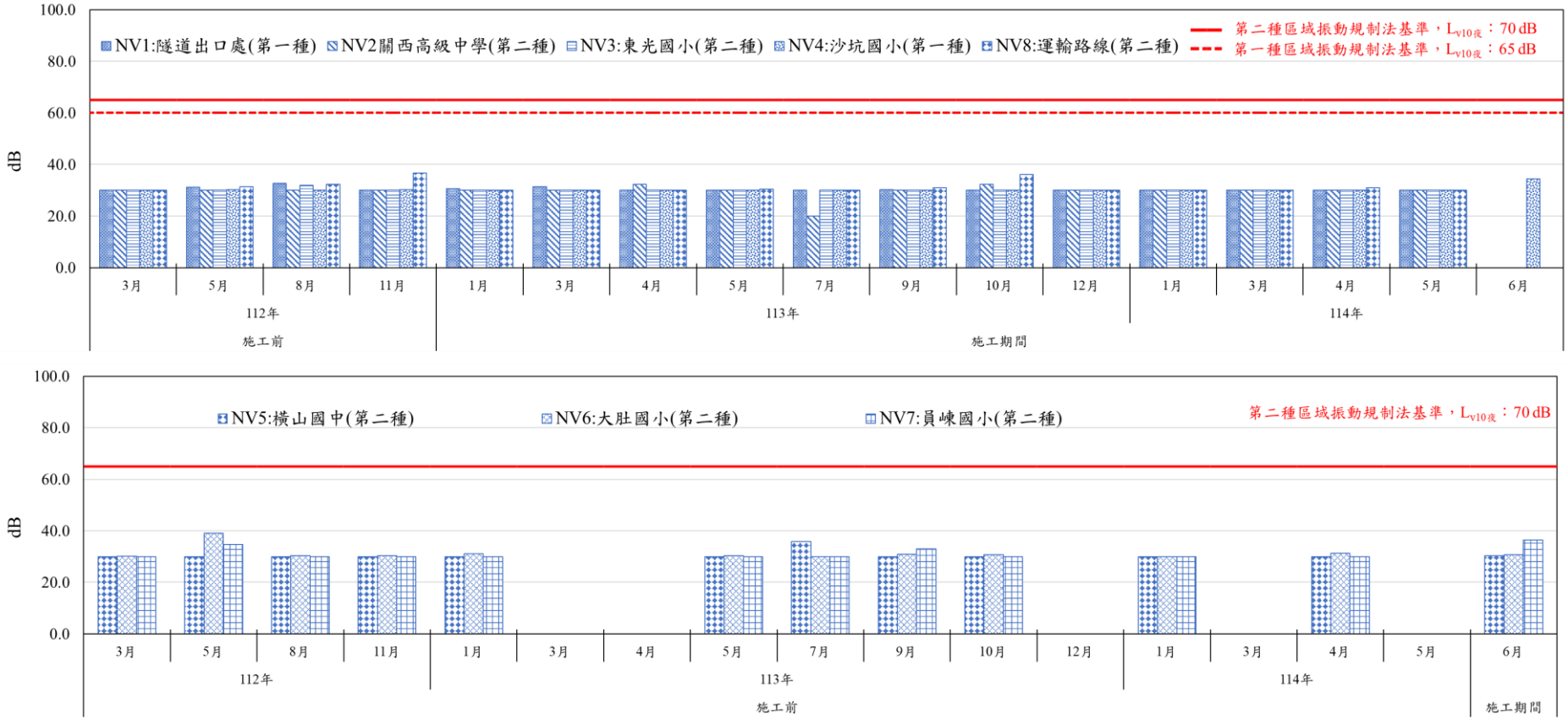


圖 3.2-20　歷次各測站平日振動測值 $L_{v10夜}$比較圖

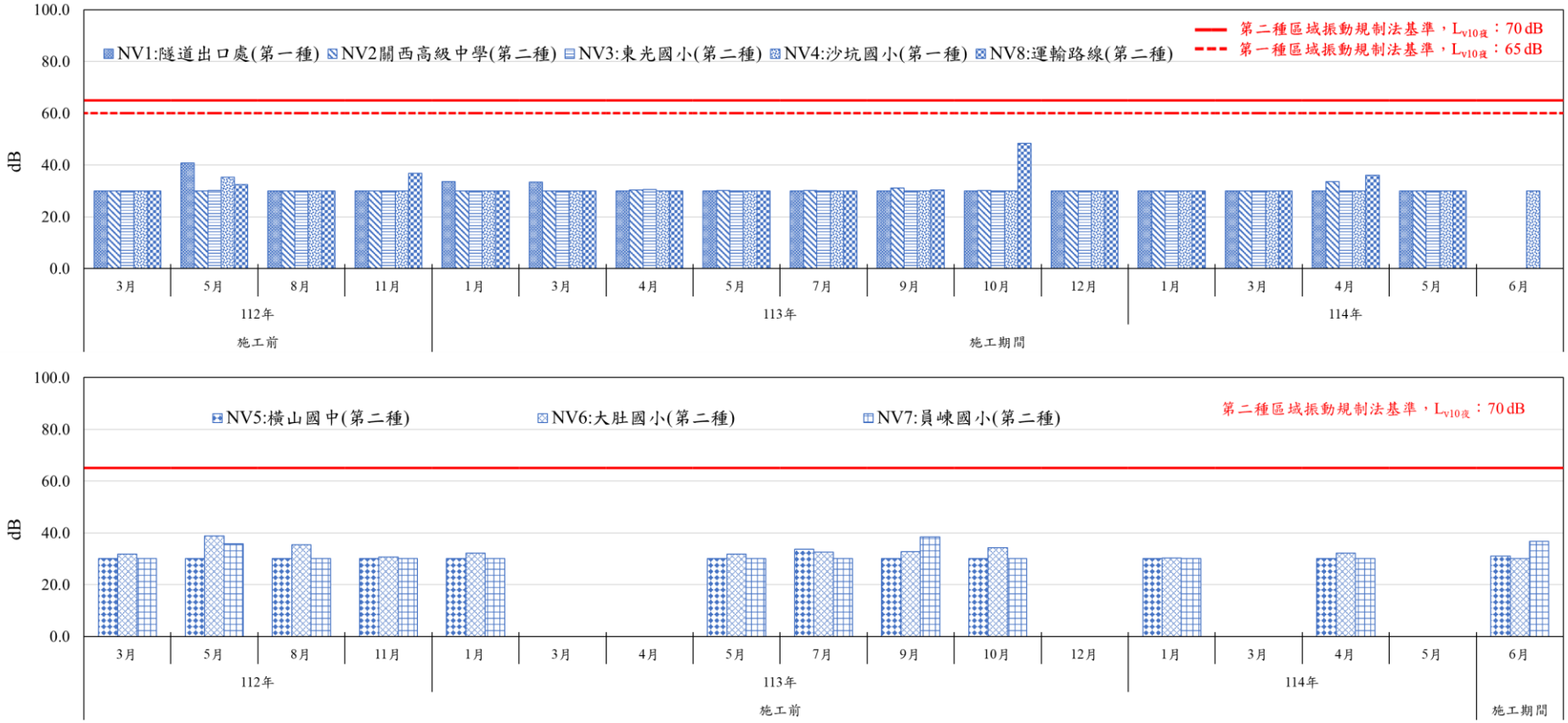


圖 3.2-21　歷次各測站假日振動測值 $L_{v10夜}$比較圖

3.3 營建噪音振動(含低頻噪音)

為瞭解施工對鄰近敏感區之噪音及振動影響，本計畫針對工區周界進行營建噪音監測工作，測點位於隧道銜接段之隧道進口及隧道出口，道路埋設段之明挖段及推進坑，共 4 個測點，其中隧道銜接段-1(隧道進水口)於隧道進口監測，隧道銜接段-2(隧道出水口)於隧道出口監測。監測頻率為施工期間每月進行一次監測，每次取樣時間連續二分鐘以上。依據噪音管制法施行細則之規定，本計畫之監測點位屬於第一類到第三類管制區，監測結果將依管制區類別及營建工程噪音管制標準(如表 3.3-1 所示)進行比較。114 年上半年於 01/13(一)、02/21(五)、03/25(二)、04/15(二)、05/26(一)、5/27(二)、06/20(五)執行，監測結果如表 3.3-2~3.3-4 所示，歷次監測結果如 3.3-5~3.3-7 所示。

一、營建噪音

114 年上半年監測結果，道路埋設段-1 及道路埋設段-2(推進坑)背景值 L_{eq} 測值為 57.5~66.8 dB(A)及 45.6~64.8 dB(A)，隧道銜接段-1(隧道進水口)、隧道銜接段-2(隧道出水口)、道路埋設段-1 及道路埋設段-2(推進坑)實測值 L_{eq} 為 53.4~64.4 dB(A)、53.3~61.7 dB(A)、65.0~71.1 dB(A)及 65.5~70.2 dB(A)，各測站均可符合營建工程噪音管制標準。

二、營建振動

114 年上半年監測結果，道路埋設段-1 及道路埋設段-2(推進坑)背景值 L_{veq} 測值為 40.2~51.1 dB 及 36.3~47.1 dB，隧道銜接段-1(隧道進水口)、隧道銜接段-2(隧道出水口)、道路埋設段-1 及道路埋設段-2(推進坑)實測值 L_{veq} 測值為 34.9~55.7 dB、39.5~58.4 dB、51.3~59.9 dB 及 44.1~71.9dB，均可符合環境振動管理指引之參考值。

三、營建低頻噪音

114 年上半年監測結果，道路埋設段-1 及道路埋設段-2(推進坑)背景值 L_{eq} 測值為 29.9~39.4 dB(A)及 28.8~40.0 dB(A)，隧道銜接段-1(隧道進水口)、隧道銜接段-2(隧道出水口)、道路埋設段-1 及道路埋設段-2(推進坑)實測值 L_{eq} 測值為 30.4~35.4 dB(A)、31.9~42.7 dB(A)、

34.0~41.8 dB(A)及 39.4~43.9 dB(A)，各測站均可符合營建工程噪音管制標準。

表 3.3-1　噪音管制標準-營建工程類

單位：dB(A)

頻率及時段 / 管制區		20 Hz 至 200 Hz(低頻)			20 Hz 至 20 kHz(全頻)		
		日間	晚間	夜間	日間	晚間	夜間
均能音量 (L_{eq})	第一類	44	44	39	67	47	47
	第二類	44	44	39	67	57	47
	第三類	46	46	41	72	67	62
	第四類	49	49	44	80	70	65
最大音量 (L_{max})	第一、二類	-	-	-	100	80	70
	第三、四類	-	-	-	100	85	75

註：1.管制區分類係依據噪音管制法施行細則之分類規定。

2.噪音管制標準-營建工程類係依據中華民國 102 年 8 月 5 日環署空字第 1020065143 號令修正公告之「噪音管制標準」。

3.時段分區如下：

日間：各類管制區指上午 7 時至晚上 7 時。

晚間：第一、二類管制區指晚上 7 時至晚上 10 時；第三、四類管制區指晚上 7 時至晚上 11 時。

夜間：第一、二類管制區指晚上 10 時至翌日上午 7 時；第三、四類管制區指晚上 11 時至翌日上午 7 時。

表 3.3-2　114 年上半年度營建噪音監測結果

單位：dB(A)

監測點位	監測日期	機具	均能音量(L_{eq})		最大音量(L_{max})	
			實測值	背景值	實測值	背景值
隧道銜接段-1 (隧道進水口)	114/01/13	送風機	53.4	-	66.4	-
	114/02/21	送風設備	59.1	-	61.4	-
	114/03/25	內部施工	63.1	-	71.3	-
	114/04/15	內部施工	60.2	-	69.8	-
	114/05/26	挖土機	59.5	-	70.6	-
	114/06/20	內部施工	64.4	-	70.6	-
營建工程噪音第一類管制標準 (日間，20 Hz至20 kHz)			67		100	
隧道銜接段-2 (隧道出水口)	114/01/13	送風機	61.7	-	68.8	-
	114/02/21	送風設備	57.0	-	69.4	-
	114/03/25	內部施工	57.1	-	67.1	-
	114/04/15	內部施工	54.0	-	59.3	-
	114/05/27	內部施工	53.3	-	54.5	-
	114/06/20	內部施工	59.9	-	63.9	-
營建工程噪音第二類管制標準 (日間，20 Hz至20 kHz)			67		100	
道路埋設段-1	114/02/21	挖土機	66.0	63.7	78.6	66.3
	114/03/25	鑽機	71.1	63.8	85.8	68.2
	114/04/15	挖土機	67.0	61.0	80.8	68.0
	114/05/26	鑽孔機	68.8	66.8	82.7	72.4
	114/06/20	挖土機	65.0	57.5	81.6	58.8
道路埋設段-2 (推進坑)	114/01/13	發電機	70.2	63.8	84.3	69.1
	114/02/21	發電機	65.5	61.0	83.5	68.0
	114/03/25	吊掛機具	65.5	57.8	76.5	64.0
	114/04/15	吊掛機具	69.3	45.6	86.3	47.0
	114/05/26	挖土機	67.9	64.8	81.1	67.7
	114/06/20	挖土機	66.9	62.8	79.1	63.3
營建工程噪音第三類管制標準 (日間，20 Hz至20 kHz)			72		100	

註：1.營建工程噪音管制標準係依據中華民國 102 年 8 月 5 日環署空字第 1020065143 號令修正公告之「噪音管制標準」。

表 3.3-3　114 年上半年度營建振動監測結果

單位：dB

監測點位	監測日期	機具	均能音量(L_{veq})		最大音量(L_{vmax})	
			實測值	背景值	實測值	背景值
隧道銜接段-1 (隧道進水口)	114/01/13	送風機	39.1	-	45.5	-
	114/02/21	送風設備	34.9	-	36.6	-
	114/03/25	內部施工	38.4	-	40.1	-
	114/04/15	內部施工	55.7	-	61.8	-
	114/05/26	挖土機	38.7	-	42.4	-
	114/06/20	內部施工	44.2	-	47.6	-
隧道銜接段-2 (隧道出水口)	114/01/13	送風機	58.4	-	74.5	-
	114/02/21	送風設備	50.2	-	57.7	-
	114/03/25	內部施工	39.5	-	44.1	-
	114/04/15	內部施工	40.2	-	47.5	-
	114/05/27	內部施工	39.8	-	41.2	-
	114/06/20	內部施工	40.6	-	47.2	-
第一類、第二類管制區(日間)			75		98	
道路埋設段-1	114/02/21	挖土機	51.3	48.5	62.2	49.6
	114/03/25	鑽機	52.9	47.8	60.3	54.6
	114/04/15	挖土機	53.8	51.1	65.3	52.2
	114/05/26	鑽孔機	59.9	40.2	68.1	41.6
	114/06/20	挖土機	57.3	46.9	71.2	52.3
道路埋設段-2	114/01/13	發電機	53.6	41.1	68.7	44.4
	114/02/21	發電機	47.9	47.1	57.1	48.4
	114/03/25	吊掛機具	44.1	41.6	59.4	45.0
	114/04/15	吊掛機具	46.5	36.3	60.6	36.8
	114/05/26	挖土機	52.2	46.9	59.2	50.5
	114/06/20	挖土機	71.9	43.3	79.3	46.0
第三類、第四類管制區(日間)			80		105	

註：1.營建工程振動標準係參考國內「環境振動管理指引」。

表 3.3-4　114 年上半年度營建低頻監測結果

單位：dB(A)

監測點位	監測日期	機具	均能音量($L_{eq,LF}$)		最大音量(L_{max})	
			實測值	背景值	實測值	背景值
隧道銜接段-1 (隧道進水口)	114/01/13	送風機	35.1	-	41.2	-
	114/02/21	送風設備	33.1	-	35.6	-
	114/03/25	內部施工	34.5	-	37.2	-
	114/04/15	內部施工	34.3	-	35.6	-
	114/05/26	挖土機	30.4	-	38.6	-
	114/06/20	內部施工	35.4	-	51.5	-
營建工程噪音第一類管制標準 (日間，20 Hz至200 Hz)			44		未規定	
隧道銜接段-2 (隧道出水口)	114/01/13	送風機	32.6	-	48.2	-
	114/02/21	送風設備	40.0	-	53.4	-
	114/03/25	內部施工	42.7	-	52.3	-
	114/04/15	內部施工	36.6	-	43.6	-
	114/05/27	內部施工	31.9	-	35.1	-
	114/06/20	內部施工	37.6	-	39.6	-
營建工程噪音第二類管制標準 (日間，20 Hz至200 Hz)			44		未規定	
道路埋設段-1	114/02/21	挖土機	37.6	36.0	57.0	38.8
	114/03/25	鑽機	37.4	32.7	52.0	36.8
	114/04/15	挖土機	41.8	34.1	49.9	35.6
	114/05/26	鑽孔機	40.5	39.4	58.2	42.3
	114/06/20	挖土機	34.0	29.9	42.5	33.0
道路埋設段-2	114/01/13	發電機	39.4	36.1	54.5	41.6
	114/02/21	發電機	42.0	39.1	56.6	44.0
	114/03/25	吊掛設備	41.7	38.9	55.8	43.8
	114/04/15	吊掛機具	41.7	39.9	56.6	46.1
	114/05/26	挖土機	43.9	40.0	57.3	41.9
	114/06/20	挖土機	41.9	28.8	54.2	31.1
營建工程噪音第三類管制標準 (日間，20 Hz至200 Hz)			46		未規定	

註：1.營建工程噪音管制標準係依據中華民國 102 年 8 月 5 日環署空字第 1020065143 號令修正公告之「噪音管制標準」。

表 3.3-5　歷次營建噪音監測結果

單位：dB(A)

監測點位	監測日期	機具	均能音量(L_{eq})		最大音量(L_{max})	
			實測值	背景值	實測值	背景值
隧道銜接段-1 (隧道進水口)	113/03/26	挖土機	65.7	63.4	69.7	64.8
	113/04/26	灌漿機	58.9	56.1	63.4	56.9
	113/05/23	挖土機	63.8	61.2	74.9	62.1
	113/06/25	挖土機	65.0	58.7	69.7	59.2
	113/07/26	挖土機	56.6	55.9	62.8	56.6
	113/08/26	挖土機	52.0	-	60.5	-
	113/09/25	挖土機	61.1	-	62.6	-
	113/10/25	挖土機	65.7	-	74.4	-
	113/11/22	挖土機	57.8	-	63.4	-
	113/12/03	抽風設備	53.9	-	61.3	-
	114/01/13	送風機	53.4	-	66.4	-
	114/02/21	送風設備	59.1	-	61.4	-
	114/03/25	內部施工	63.1	-	71.3	-
	114/04/15	內部施工	60.2	-	69.8	-
	114/05/26	挖土機	59.5	-	70.6	-
	114/06/20	內部施工	64.4	-	70.6	-
營建工程噪音第一類管制標準 (日間，20 Hz至20 kHz)			67		100	
隧道銜接段-2 (隧道出水口)	113/03/26	挖土機	49.1	46.8	62.1	47.4
	113/04/26	挖土機	64.3	62.7	76.0	65.0
	113/05/23	挖土機	59.5	53.7	74.8	54.6
	113/06/25	工人施工	59.9	57.0	66.4	57.6
	113/07/26	挖土機	59.6	59.2	69.5	59.9
	113/08/26	挖土機	54.5	-	61.8	-
	113/09/25	挖土機	59.2	-	76.1	-
	113/10/25	挖土機	57.6	-	60.4	-
	113/11/22	挖土機	63.1	-	70.4	-
	113/12/03	抽風設備	50.8	-	60.3	-
	114/01/13	送風機	61.7	-	68.8	-
	114/02/21	送風設備	57.0	-	69.4	-
	114/03/25	內部施工	57.1	-	67.1	-
	114/04/15	內部施工	54.0	-	59.3	-
	114/05/27	內部施工	53.3	-	54.5	-
	114/06/20	內部施工	59.9	-	63.9	-
隧道銜接段-3 (隧道出水口)	113/05/23	內部施工	61.2	58.6	68.0	60.2
	113/06/25	工人施工	57.6	55.6	65.2	57.4
	113/07/26	挖土機	53.2	53.0	60.6	53.9
營建工程噪音第二類管制標準 (日間，20 Hz至20 kHz)			67		100	

註：1.營建工程噪音管制標準係依據中華民國 102 年 8 月 5 日環署空字第 1020065143 號令修正公告之「噪音管制標準」。

表 3.3-5　歷次營建噪音監測結果(續)

單位：dB(A)

監測點位	監測日期	機具	均能音量(L_{eq})		最大音量(L_{max})	
			實測值	背景值	實測值	背景值
道路埋設段-1	113/05/23	挖土機	65.6	59.6	75.4	64.0
	113/06/25	挖土機、混凝土車	69.1	67.6	76.9	76.5
	113/07/26	打樁機	78.2	75.6	85.9	81.8
	113/08/26	挖土機	71.4	63.2	81.8	65.8
	113/09/25	挖土機	69.2	58.7	81.2	61.9
	113/10/25	氣動挖掘機	70.6	69.5	78.1	72.3
	113/11/22	挖土機	67.1	64.8	81.4	68.8
	113/12/02	挖土機	71.3	61.9	84.3	62.9
	114/02/21	挖土機	66.0	63.7	78.6	66.3
	114/03/25	鑽機	71.1	63.8	85.8	68.2
	114/04/15	挖土機	67.0	61.0	80.8	68.0
	114/05/26	鑽孔機	68.8	66.8	82.7	72.4
	114/06/20	挖土機	65.0	57.5	81.6	58.8
道路埋設段-2 (推進坑)	113/12/02	吊車	63.3	60.7	75.1	64.9
	114/01/13	發電機	70.2	63.8	84.3	69.1
	114/02/21	發電機	65.5	61.0	83.5	68.0
	114/03/25	吊掛機具	65.5	57.8	76.5	64.0
	114/04/15	吊掛機具	69.3	45.6	86.3	47.0
	114/05/26	挖土機	67.9	64.8	81.1	67.7
	114/06/20	挖土機	66.9	62.8	79.1	63.3
營建工程噪音第三類管制標準 (日間，20 Hz至20 kHz)			72		100	

註：1.營建工程噪音管制標準係依據中華民國 102 年 8 月 5 日環署空字第 1020065143 號令修正公告之「噪音管制標準」。

表 3.3-6　歷次營建振動監測結果

單位：dB

監測點位	監測日期	機具	均能音量(L_{veq})		最大音量(L_{vmax})	
			實測值	背景值	實測值	背景值
隧道銜接段-1 (隧道進水口)	113/03/26	挖土機	46.1	46.1	61.5	46.5
	113/04/26	灌漿機	44.4	41.7	49.6	44.9
	113/05/23	挖土機	57.4	39.2	65.5	40.3
	113/06/25	挖土機	43.5	36.8	49.7	39.4
	113/07/26	挖土機	45.2	42.6	50.5	43.3
	113/08/26	挖土機	47.5	-	51.6	-
	113/09/25	挖土機	45.0	-	62.3	-
	113/10/25	挖土機	48.9	-	55.7	-
	113/11/22	挖土機	47.9	-	50.7	-
	113/12/03	抽風設備	43.7	-	47.8	-
	114/01/13	送風機	39.1	-	45.5	-
	114/02/21	送風設備	34.9	-	36.6	-
	114/03/25	內部施工	38.4	-	40.1	-
	114/04/15	內部施工	55.7	-	61.8	-
	114/05/26	挖土機	38.7	-	42.4	-
	114/06/20	內部施工	44.2	-	47.6	-
隧道銜接段-2 (隧道出水口)	113/03/26	挖土機	51.5	43.9	61.6	45.2
	113/04/26	挖土機	53.7	53.5	62.7	53.8
	113/05/23	挖土機	63.1	42.4	71.3	43.0
	113/06/25	工人施工	38.1	37.2	49.8	37.9
	113/07/26	挖土機	44.4	44.0	53.1	45.6
	113/08/26	挖土機	50.3	-	64.1	-
	113/09/25	挖土機	47.5	-	56.5	-
	113/10/25	挖土機	39.3	-	46.3	-
	113/11/22	挖土機	50.6	-	58.7	-
	113/12/03	抽風設備	38.5	-	46.2	-
	114/01/13	送風機	58.4	-	74.5	-
	114/02/21	送風設備	50.2	-	57.7	-
	114/03/25	內部施工	39.5	-	44.1	-
	114/04/15	內部施工	40.2	-	47.5	-
	114/05/27	內部施工	39.8	-	41.2	-
	114/06/20	內部施工	40.6	-	47.2	-
隧道銜接段-3 (隧道出水口)	113/05/23	內部施工	60.4	43.0	63.4	43.5
	113/06/25	工人施工	48.4	36.2	50.7	36.5
	113/07/26	挖土機	49.8	45.9	55.9	47.3
第一類、第二類管制區(日間)			75		98	

註：1.營建工程振動標準係參考國內「環境振動管理指引」。

表 3.3-6　歷次營建振動監測結果(續)

單位：dB

監測點位	監測日期	機具	均能音量(L_{veq})		最大音量(L_{vmax})	
			實測值	背景值	實測值	背景值
道路埋設段-1	113/05/23	挖土機	61.3	58.9	73.5	60.0
	113/06/25	挖土機、混凝土車	48.4	48.4	60.9	50.4
	113/07/26	打樁機	55.1	37.5	58.0	39.4
	113/08/26	挖土機	54.7	40.5	61.7	41.7
	113/09/25	挖土機	58.2	36.7	60.3	37.3
	113/10/25	氣動挖掘機	64.4	58.5	66.5	60.5
	113/11/22	挖土機	54.9	48.5	67.0	54.7
	113/12/03	挖土機	52.4	45.4	63.1	48.4
	114/02/21	挖土機	51.3	48.5	62.2	49.6
	114/03/25	鑽機	52.9	47.8	60.3	54.6
	114/04/15	挖土機	53.8	51.1	65.3	52.2
	114/05/26	鑽孔機	59.9	40.2	68.1	41.6
	114/06/20	挖土機	57.3	46.9	71.2	52.3
道路埋設段-2	113/12/03	吊車	44.2	38.6	60.3	41.5
	114/01/13	發電機	53.6	41.1	68.7	44.4
	114/02/21	發電機	47.9	47.1	57.1	48.4
	114/03/25	吊掛機具	44.1	41.6	59.4	45.0
	114/04/15	吊掛機具	46.5	36.3	60.6	36.8
	114/05/26	挖土機	52.2	46.9	59.2	50.5
	114/06/20	挖土機	71.9	43.3	79.3	46.0
第三類、第四類管制區(日間)			80		105	

註：1.營建工程振動標準係參考國內「環境振動管理指引」

表 3.3-7　歷次營建低頻監測結果

單位：dB(A)

監測點位	監測日期	機具	均能音量($L_{eq,LF}$)		最大音量(L_{max})	
			實測值	背景值	實測值	背景值
隧道銜接段-1 (隧道進水口)	113/03/26	挖土機	27.0	26.1	36.4	27.4
	113/04/26	灌漿車	30.2	25.9	43.2	27.0
	113/05/23	挖土機	27.9	25.8	44.8	26.8
	113/06/25	挖土機	29.6	28.3	38.3	29.3
	113/07/26	挖土機	28.3	27.6	40.9	28.6
	113/08/26	挖土機	30.5	-	38.6	-
	113/09/25	挖土機	31.5	-	36.9	-
	113/10/25	挖土機	39.2	-	55.6	-
	113/11/22	挖土機	30.6	-	44.2	-
	113/12/03	抽風設備	32.1	-	50.2	-
	114/01/13	送風機	35.1	-	41.2	-
	114/02/21	送風設備	33.1	-	35.6	-
	114/03/25	內部施工	34.5	-	37.2	-
	114/04/15	內部施工	34.3	-	35.6	-
	114/05/26	挖土機	30.4	-	38.6	-
	114/06/20	內部施工	35.4	-	51.5	-
營建工程噪音第一類管制標準 (日間，20 Hz至200 Hz)			44		未規定	
隧道銜接段-2 (隧道出水口)	113/03/26	挖土機	30.1	29.9	35.9	31.5
	113/04/26	挖土機	30.7	26.8	40.6	28.2
	113/05/23	挖土機	42.0	34.4	54.3	36.1
	113/06/25	工人施工	53.8	53.2	62.5	54.2
	113/07/26	挖土機	54.5	54.3	63.6	54.8
	113/08/26	挖土機	32.1	-	33.8	-
	113/09/25	挖土機	41.7	-	48.1	-
	113/10/25	工人施工	38.8	-	41.4	-
	113/11/22	挖土機	31.0	-	43.3	-
	113/12/03	抽風設備	32.6	-	42.7	-
	114/01/13	送風機	32.6	-	48.2	-
	114/02/21	送風設備	40.0	-	53.4	-
	114/03/25	內部施工	42.7	-	52.3	-
	114/04/15	內部施工	36.6	-	43.6	-
	114/05/27	內部施工	31.9	-	35.1	-
	114/06/20	內部施工	37.6	-	39.6	-
隧道銜接段-3 (隧道出水口)	113/05/23	內部施工	32.8	32.4	38.5	33.4
	113/06/25	工人施工	51.7	50.2	55.3	51.0
	113/07/26	挖土機	38.2	36.6	43.3	37.6
營建工程噪音第二類管制標準 (日間，20 Hz至200 Hz)			44		未規定	

註：1.營建工程噪音管制標準係依據中華民國 102 年 8 月 5 日環署空字第 1020065143 號令修正公告之「噪音管制標準」。

表 3.3-7　歷次營建低頻監測結果(續)

單位：dB(A)

監測點位	監測日期	機具	均能音量($L_{eq,LF}$)		最大音量(L_{max})	
			實測值	背景值	實測值	背景值
道路埋設段-1	113/05/23	挖土機	38.3	35.1	49.5	35.9
	113/06/25	挖土機、混凝土車	35.0	33.9	46.9	36.0
	113/07/26	打樁機	38.8	32.9	49.1	34.3
	113/08/26	挖土機	43.0	42.8	52.8	45.0
	113/09/25	挖土機	36.8	35.3	43.4	36.5
	113/10/25	氣動挖掘機	42.2	40.6	51.6	46.7
	113/11/22	挖土機	41.5	35.7	54.9	37.1
	113/12/03	挖土機	42.3	39.4	56.1	43.1
	114/02/21	挖土機	37.6	36.0	57.0	38.8
	114/03/25	鑽機	37.4	32.7	52.0	36.8
	114/04/15	挖土機	41.8	34.1	49.9	35.6
	114/05/26	鑽孔機	40.5	39.4	58.2	42.3
	114/06/20	挖土機	34.0	29.9	42.5	33.0
道路埋設段-2	113/12/03	吊車	41.4	33.6	58.3	35.7
	114/01/13	發電機	39.4	36.1	54.5	41.6
	114/02/21	發電機	42.0	39.1	56.6	44.0
	114/03/25	吊掛設備	41.7	38.9	55.8	43.8
	114/04/15	吊掛機具	41.7	39.9	56.6	46.1
	114/05/26	挖土機	43.9	40.0	57.3	41.9
	114/06/20	挖土機	41.9	28.8	54.2	31.1
營建工程噪音第三類管制標準(日間，20 Hz至200 Hz)			46		未規定	

註：1.營建工程噪音管制標準係依據中華民國 102 年 8 月 5 日環署空字第 1020065143 號令修正公告之「噪音管制標準」。

3.4 河川水文水質

為瞭解本計畫路線施工期間跨河段施工對河川水質水量之可能影響，故針對鳳山溪南華橋、油羅溪油羅溪橋及上坪溪竹東大橋，共 3 處進行監測，點位如圖 3.4-1 所示，水質項目包含水溫、pH、溶氧量、生化需氧量、化學需氧量、懸浮固體、比導電度、硝酸鹽氮、氨氮、總磷、大腸桿菌群及重金屬(銅、鋅、鎳、鐵、錳、砷、鉛、鎘、鉻及汞)等，水文項目包含流速、流量及水位。

依據環境部及地方政府「水區、水體分類」公告說明表，本計畫之鳳山溪南華橋及上坪溪竹東大橋段屬甲類水體，油羅溪油羅溪橋屬乙類水體，故監測結果將與「地面水體分類及水質標準」所公告之甲類及乙類地面水體水質標準相比，以探討水文水質狀況。

而河川污染指數及污染程度依據 102 年 5 月 30 日環署水字第 1020045468 號函「河川污染指數(RPI)基準值及計算方式修正」研商會議結論，參考國家環境研究院102年公告「檢測報告位數表示規定」，調整計算 RPI 公式，相關計算方式詳表 3.4-1 所示。

本項目監測頻率為每季執行一次，114 年上半年度第一季已於 02/18(二)，第二季已於 05/27(二)執行採樣分析作業，茲彙整監測結果如表 3.4-2 及圖 3.4-2~23，並列出各測項警戒值，其中鳳山溪南華橋(W1)為依據 112 年之數據建立警戒值，並據此比較 113 年及 114 年之監測結果；油羅溪油羅溪橋(W2)及上坪溪竹東大橋(W3)為依據 112 年及 113 年之數據建立警戒值，並據此比較 114 年之監測結果。歷次監測結果彙整於表 3.4-3~5 及圖 3.4-24~45，各測項若有低於方法偵測極限或報告極限之測定值，將分別以「ND」或「<報告極限值」標示於表中，避免資訊過於繁雜，將不在圖中進行標示，以便檢視。

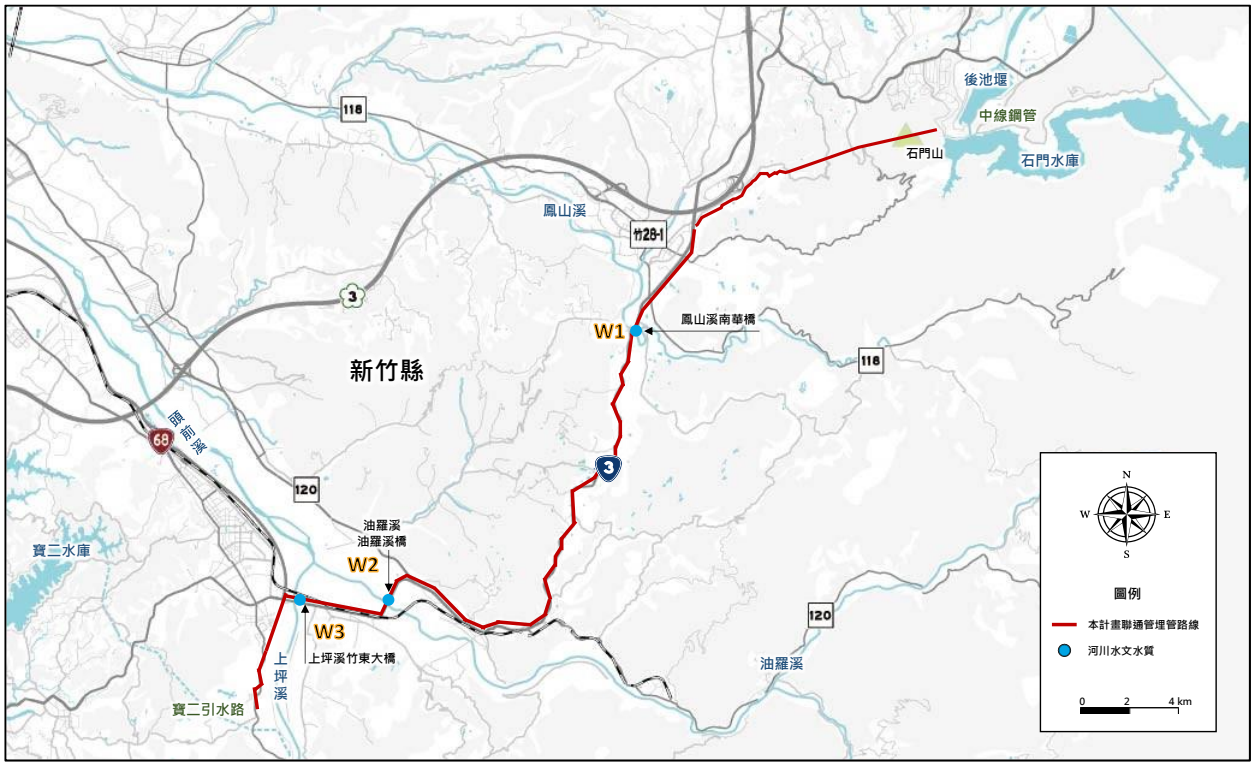


圖 3.4-1 本計畫河川監測點位位置

表 3.4-1　河川污染指數及污染程度計算公式表

水質/項目	單位	未(稍)受污染	輕度污染	中度污染	嚴重污染
溶氧量 (DO)	mg/L	DO≧6.5	6.5＞DO≧4.6	4.5≧DO≧2.0	DO＜2.0
生化需氧量 (BOD_5)	mg/L	BOD_5≦3.0	3.0＜BOD_5≦4.9	5.0≦BOD_5≦15.0	BOD_5＞15.0
懸浮固體 (SS)	mg/L	SS≦20.0	20.0＜SS≦49.9	50.0≦SS≦100	SS＞100
氨氮 (NH_3-N)	mg/L	NH_3-N≦0.50	0.50＜NH_3-N≦0.99	1.00≦NH_3-N≦3.00	NH_3-N＞3.00
點數	-	1	3	6	10
污染指數積分值 (S)	-	S≦2.0	2.0＜S≦3.0	3.1≦S≦6.0	S＞6.0

(一)鳳山溪南華橋(W1)

114 年上半年度總磷及大腸桿菌群測值於 2 月及 5 月未符合甲類陸域地面水體水質標準。在警戒值比對部分，各項測值皆未超過警戒值。

(二)油羅溪油羅溪橋(W2)

114 年上半年度皆符合乙類陸域地面水體水質標準。在警戒值比對部分，pH 測值於 2 月及 5 月超過警戒值(8.3~8.6)，總磷測值於 2 月及 5 月超過警戒值(0.027 mg/L)，錳測值於 5 月超過警戒值(0.005 mg/L)。

(三)上坪溪竹東大橋(W3)

114 年上半年度 pH 測值於 5 月、總磷測值於 2 月、大腸桿菌群測值於 2 月及 5 月未符合甲類陸域地面水體水質標準。在警戒值比對部分，pH 及錳測值於 5 月超過警戒值(8.1~8.5 及 0.008 mg/L)。

本計畫跨河段工程尚未展開，油羅溪油羅溪橋(W2)及上坪溪竹東大橋(W3)為施工前監測，監測結果屬環境背景狀況。

鳳山溪南華橋(W1)目前屬於施工期間監測範疇，惟本區尚未實際進行施工作業，因此現階段監測數據可視為施工期間之環境背景值。施工前監測結果顯示，該測站之總磷及大腸桿菌群背景值皆有超標情形，推測可能受鄰近排水匯入影響，導致測值偶有偏高情形，將持續追蹤測值變化情形。

依據環境部全國環境水質監測資訊網資料，與本計畫監測點位鄰近測站，如鳳山溪渡船大橋測站之溶氧量、生化需氧量、大腸桿菌群、氨氮、總磷及上坪溪寶山水庫取水口、竹東大橋之生化需氧量、大腸桿菌群、總磷，其近 5 年之測值常有超過水體標準之情形，推測為部分溪流沿線有許多支流匯集各聚落之生活污水，故部分有機性指標項目較易超過水體標準，考量未來本計畫施工期間之工程特性，有機污染排放造成之水質污染狀況應屬輕微，惟仍應持續觀測各測值之變化，以釐清本工程施工可能造成之影響。

另河川水質模擬已完成，詳附錄 8。本計畫河川水質模擬係參考「環境影響評估河川水質評估模式技術規範」建置 HEC-RAS 與 WASP 模式。惟建置模型時受限於模擬範圍地形陡峭及水文變化大，實際率定與驗證筆數不足，與技術規範建議之每組至少五筆仍有落差，且部分河段模擬易出現無水情形，致模式運行穩定性受影響。為加強成果可信度

與適法性，並依據技術規範第 4 點之要求，本報告同步採用質量平衡方式評估施工期間懸浮固體濃度變化，作為模擬結果之驗證與補充。

泥沙增量情境假設方面，依地質鑽探成果，施工開挖岩性中頁岩與砂質泥岩具高風化性與細碎特性，易產生粒徑小於 0.063 mm 之泥砂，於河道中不易沉降並長時間懸浮，影響下游 SS 濃度。參考文獻及特性評估，細顆粒泥砂占比採 20%作為模擬基準，經沉砂池(去除率 80%)後，油羅溪水管橋及竹東水管橋每日實際進入河道之細顆粒泥砂分別約 5.9 公噸及 6.6 公噸。

模擬結果顯示，於頭前溪竹林大橋位置，油羅溪水管橋施工泥砂增量對 SS 影響約為 2,083 mg/L，竹東水管橋約為 2,355 mg/L；質量平衡計算則顯示，油羅溪水管橋正常施工條件下 SS 增量約 7.30 mg/L，竹東水管橋約 8.16 mg/L。後續水管橋施工時將與實測值進行比對。

表 3.4-2　114 年上半年度水文水質監測成果

時間及地點 ＼ 項目			水溫	pH 值	DO	BOD	COD	SS	比導電度	硝酸鹽氮	氨氮	總磷	大腸桿菌群
			℃	—	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	MΩ-cm	mg/L	mg/L	mg P/L	CFU/100mL
施工期間	鳳山溪南華橋(W1)	02/18(二)	17.1	8.0	9.2	<1.0	ND	4.0	2.99×10^{-3}	0.84	0.06	0.054	1.5×10^{3}
		05/27(二)	21.7	8.1	9.6	<1.0	<10.0(3.203)	5.3	5.24×10^{-3}	0.62	ND	0.057	1.2×10^{4}
MDL			—	—	—	1.0	3.2	1.0	—	0.01	0.01	0.002	10
警戒值			—	**8.0~8.7**	**≧8.3**	**≦4.5**	—	**≦29.3**	—	—	**≦0.24**	**≦0.157**	**≦4.6×10^{4}**
施工前	上坪溪竹東大橋(W3)	02/18(二)	18.3	8.3	9.7	<1.0	ND	2.4	2.95×10^{-3}	0.59	<0.05(0.0123)	0.045	1.2×10^{2}
		05/27(二)	25.3	8.6	8.8	<1.0	ND	1.7	3.82×10^{-3}	0.55	<0.05(0.0123)	0.018	6.5×10^{2}
MDL			—	—	—	1.0	3.2	1.0	—	0.01	0.01	0.002	10
警戒值			—	**8.1~8.5**	**≧8.5**	**≦1.0**	—	**≦5.2**	—	—	**≦0.12**	**≦0.098**	**≦1.3×10^{5}**
甲類陸域地面水體水質標準(註 1 及註 2)			—	6.5~8.5	≧6.5	≦1	—	≦25	—	—	≦0.1	≦0.02	50

註 1：依據環境部民國 78 年 4 月 28 日公告之鳳山溪水區及衛生福利部民國 75 年 4 月 8 日公告之頭前溪水區水體分類及水質標準，鳳山溪南華橋及上坪溪竹東大橋屬甲類地面水體，油羅溪油羅溪橋屬乙類地面水體。

註 2：地面水體分類及水質標準依據民國 106 年 9 月 13 日(環署空字第 1060071140 號)修正公告之「地面水體分類及水質標準」，「－」係表該項目無單位、測值或法規標準；灰底則表超過陸域地面水體水質標準/保護人體健康相關環境基準，底線為超過警戒值。

註 3：測定值低於方法偵測極限(MDL)時，以「ND」表示，並註明方法偵測極限(MDL)；若低於報告極限之值，將以「<報告極限值」表示；若高於 MDL 但低於檢量線最低濃度時，以「<檢量線最低濃度值」表示，並括號註明實測值。

註 4：監測數據如為「ND」或「<報告極限值」，以 1/2MDL 做為計算警戒值之背景數據，表中各項數值皆以四捨五入方式呈現。

表 3.4-2　114 年上半年度水文水質監測成果(續 1)

時間及地點 \ 項目			銅	鋅	鎳	鐵	錳	砷	鉛	鎘	鉻	汞	流量	流速	水位	河川污染指數	污染程度
			mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	m^3/sec	m/sec	m		
施工期間	鳳山溪南華橋(W1)	02/18(二)	ND	<0.020 (0.0083)	ND	0.110	0.027	<0.0020 (0.00042)	<0.008 (0.0030)	ND	ND	ND	2.12	0.97	0.12	1.0	未(稍)受污染
		05/27(二)	<0.020 (0.0089)	ND	ND	0.211	0.023	ND	ND	ND	ND	ND	11.5	0.99	0.23	1.0	未(稍)受污染
MDL			0.005	0.005	0.004	0.009	0.004	0.0003	0.0026	0.001	0.004	0.00015	—	—	—	—	—
警戒值			**≦0.010**	**≦0.020**	**≦0.005**	—	**≦0.124**	**≦0.0012**	**≦0.0052**	**≦0.002**	**≦0.008**	**≦0.00030**	—	—	—	—	—
施工前	上坪溪竹東大橋(W3)	02/18(二)	ND	<0.020 (0.0141)	ND	0.053	ND	ND	ND	ND	ND	ND	7.81	1.27	0.33	1.0	未(稍)受污染
		05/27(二)	ND	<0.020 (0.0094)	ND	0.097	0.039	ND	ND	ND	ND	ND	17.8	0.70	0.40	1.0	未(稍)受污染
MDL			0.005	0.005	0.004	0.009	0.004	0.0003	0.0026	0.001	0.004	0.00015	—	—	—	—	—
警戒值			**≦0.010**	**≦0.015**	**≦0.008**	—	**≦0.008**	**≦0.0003**	**≦0.0052**	**≦0.002**	**≦0.008**	**≦0.00030**	—	—	—	—	—
保護人體健康相關環境基準(註 1 及註 2)			≦0.03	≦0.5	≦0.1	—	≦0.05	≦0.05	≦0.01	≦0.005	≦0.05	≦0.001	—	—	—	—	—

註 1：依據環境部民國 78 年 4 月 28 日公告之鳳山溪水區及衛生福利部民國 75 年 4 月 8 日公告之頭前溪水區水體分類及水質標準，鳳山溪南華橋及上坪溪竹東大橋屬甲類地面水體，油羅溪油羅溪橋屬乙類地面水體。

註 2：地面水體分類及水質標準依據民國 106 年 9 月 13 日(環署空字第 1060071140 號)修正公告之「地面水體分類及水質標準」,「－」係表該項目無單位、測值或法規標準；灰底則表超過陸域地面水體水質標準/保護人體健康相關環境基準，底線為超過警戒值。

註 3：測定值低於方法偵測極限(MDL)時，以「ND」表示，並註明方法偵測極限(MDL)；若高於 MDL 但低於檢量線最低濃度時，以「<檢量線最低濃度值」表示，並括號註明實測值。

註 4：監測數據如為 ND，以 1/2MDL 做為計算警戒值之背景數據，表中各項數值皆以四捨五入方式呈現。

表 3.4-2　114 年上半年度水文水質監測成果(續 2)

時間及地點 ＼ 項目			水溫	pH 值	DO	BOD	COD	SS	比導電度	硝酸鹽氮	氨氮	總磷	大腸桿菌群
			℃	—	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	MΩ-cm	mg/L	mg/L	mg P/L	CFU/100mL
施工前	油羅溪油羅溪橋(W2)	02/18(二)	17.7	8.1	9.5	<1.0	ND	3.5	3.75×10^{-3}	0.54	<0.05 (0.0143)	0.028	5.0×10^{2}
		05/27(二)	24.5	8.0	8.7	<1.0	<10.0(3.603)	3.0	4.10×10^{-3}	0.54	ND	0.028	7.0×10^{2}
MDL			—	—	—	1.0	3.2	1.0	—	0.01	0.01	0.002	10
警戒值			—	**8.3~8.6**	**≧8.6**	**≦2.0**	—	**≦3.5**	—	—	**≦0.02**	**≦0.027**	**≦5.5×10^{3}**
乙類陸域地面水體水質標準 (註 1 及註 2)			—	6.5~9.0	≧5.5	≦2	—	≦25	—	—	≦0.3	≦0.05	≦5000

註 1：依據環境部民國 78 年 4 月 28 日公告之鳳山溪水區及衛生福利部民國 75 年 4 月 8 日公告之頭前溪水區水體分類及水質標準，鳳山溪南華橋及上坪溪竹東大橋屬甲類地面水體，油羅溪油羅溪橋屬乙類地面水體。

註 2：地面水體分類及水質標準依據民國 106 年 9 月 13 日(環署空字第 1060071140 號)修正公告之「地面水體分類及水質標準」,「－」係表該項目無單位、測值或法規標準；灰底則表超過陸域地面水體水質標準/保護人體健康相關環境基準，底線為超過警戒值。

註 3：測定值低於方法偵測極限(MDL)時，以「ND」表示，並註明方法偵測極限(MDL)；若低於報告極限之值，將以「<報告極限值」表示；若高於 MDL 但低於檢量線最低濃度時，以「<檢量線最低濃度值」表示，並括號註明實測值。

註 4：監測數據如為「ND」或「<報告極限值」，以 1/2MDL 做為計算警戒值之背景數據，表中各項數值皆以四捨五入方式呈現。

表 3.4-2　114 年上半年度水文水質監測成果(續 3)

時間及地點 ＼ 項目			銅	鋅	鎳	鐵	錳	砷	鉛	鎘	鉻	汞	流量	流速	水位	河川污染指數	污染程度
			mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	m^3/sec	m/sec	m		
施工前	油羅溪油羅溪橋(W2)	02/18(二)	ND	<0.020 (0.0074)	ND	0.060	ND	ND	ND	ND	ND	ND	4.16	0.508	0.29	1.0	未(稍)受污染
		05/27(二)	ND	<0.020 (0.0093)	ND	0.087	<0.020 (0.0087)	ND	ND	ND	ND	ND	9.26	0.64	0.33	1.0	未(稍)受污染
MDL			0.005	0.005	0.004	0.009	0.004	0.0003	0.0026	0.001	0.004	0.00015	—	—	—	—	—
警戒值			**≦0.010**	**≦0.016**	**≦0.008**	**—**	**≦0.005**	**≦0.0006**	**≦0.0052**	**≦0.002**	**≦0.004**	**≦0.00030**	—	—	—	—	—
保護人體健康相關環境基準(註 1 及註 2)			≦0.03	≦0.5	≦0.1	—	≦0.05	≦0.05	≦0.01	≦0.005	≦0.05	≦0.001	—	—	—	—	—

註 1：依據環境部民國 78 年 4 月 28 日公告之鳳山溪水區及衛生福利部民國 75 年 4 月 8 日公告之頭前溪水區水體分類及水質標準，鳳山溪南華橋及上坪溪竹東大橋屬甲類地面水體，油羅溪油羅溪橋屬乙類地面水體。

註 2：地面水體分類及水質標準依據民國 106 年 9 月 13 日(環署空字第 1060071140 號)修正公告之「地面水體分類及水質標準」,「－」係表該項目無單位、測值或法規標準；灰底則表超過陸域地面水體水質標準/保護人體健康相關環境基準，底線為超過警戒值。

註 3：測定值低於方法偵測極限(MDL)時，以「ND」表示，並註明方法偵測極限(MDL)；若高於 MDL 但低於檢量線最低濃度時，以「<檢量線最低濃度值」表示，並括號註明實測值。

註 4：監測數據如為 ND，以 1/2MDL 做為計算警戒值之背景數據，表中各項數值皆以四捨五入方式呈現。

表 3.4-3　歷次鳳山溪南華橋(W1)水文水質監測成果

項目 / 時間及地點		水溫	pH 值	DO	BOD	COD	SS	比導電度	硝酸鹽氮	氨氮	總磷	大腸桿菌群
		℃	—	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	MΩ-cm	mg/L	mg/L	mg P/L	CFU/100mL
施工前	112/03/21(二)	23.1	8.4	9.2	1.5	6.3	4.0	2.40×10^{-3}	0.19	0.29	0.045	9.0×10^{2}
	112/06/05(一)	25.6	8.2	8.3	<1.0	ND	5.5	2.90×10^{-3}	0.65	ND	0.088	5.0×10^{4}
	112/09/05(二)	26.1	8.7	8.8	<1.0	ND	3.1	2.52×10^{-3}	0.51	<0.05(0.04)	0.057	6.5×10^{3}
	112/12/04(一)	18.8	8.1	8.3	6.3	25.7	42.3	2.04×10^{-3}	0.55	0.20	0.203	4.5×10^{4}
施工期間	113/02/17(六)	16.4	8.6	9.3	<1.0	ND	3.4	2.75×10^{-3}	0.37	0.05	0.054	9.0×10^{2}
	113/05/09(四)	25.0	8.4	9.1	<1.0	5.9	3.9	2.26×10^{-3}	0.23	<0.05(0.03)	0.066	3.5×10^{2}
	113/08/22(四)	26.5	8.0	8.1	<1.0	ND	3.0	2.43×10^{-3}	0.64	ND	0.060	1.1×10^{4}
	113/11/12(二)	23.9	8.1	8.4	<1.0	ND	1.8	2.59×10^{-3}	0.81	<0.05(0.0228)	0.026	1.5×10^{3}
	114/02/18(二)	17.1	8.0	9.2	<1.0	ND	4.0	2.99×10^{-3}	0.84	0.06	0.054	1.5×10^{3}
	114/05/27(二)	21.7	8.1	9.6	<1.0	<10.0(3.203)	5.3	5.24×10^{-3}	0.62	ND	0.057	1.2×10^{4}
MDL		—	—	—	1.0	3.2	1.0	—	0.01	0.01	0.002	10
警戒值		—	**8.0~8.7**	**≧8.3**	**≦4.5**	—	**≦29.3**	—	—	**≦0.24**	**≦0.157**	**≦4.6×10^{4}**
甲類陸域地面水體水質標準(註 1 及註 2)		—	6.5~8.5	≧6.5	≦1	—	≦25	—	—	≦0.1	≦0.02	≦50

註 1：依據環境部民國 78 年 4 月 28 日公告之鳳山溪水區及衛生福利部民國 75 年 4 月 8 日公告之頭前溪水區水體分類及水質標準，鳳山溪南華橋及上坪溪竹東大橋屬甲類地面水體，油羅溪油羅溪橋屬乙類地面水體。

註 2：地面水體分類及水質標準依據民國 106 年 9 月 13 日(環署空字第 1060071140 號)修正公告之「地面水體分類及水質標準」，「－」係表該項目無單位、測值或法規標準；灰底則表超過陸域地面水體水質標準/保護人體健康相關環境基準，底線為超過警戒值。

註 3：測定值低於方法偵測極限(MDL)時，以「ND」表示，並註明方法偵測極限(MDL)；若低於報告極限之值，將以「<報告極限值」表示；若高於 MDL 但低於檢量線最低濃度時，以「<檢量線最低濃度值」表示，並括號註明實測值。

註 4：監測數據如為「ND」或「<報告極限值」，以 1/2MDL 做為計算警戒值之背景數據，表中各項數值皆以四捨五入方式呈現。

表 3.4-3　歷次鳳山溪南華橋(W1)水文水質監測成果(續)

時間及地點 \ 項目		銅	鋅	鎳	鐵	錳	砷	鉛	鎘	鉻	汞	流量	流速	水位	河川污染指數	污染程度
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	m^3/sec	m/sec	m		
施工前	112/03/21(二)	ND	<0.020 (0.0068)	ND	0.124	0.044	ND	ND	ND	ND	ND	0.226	0.170	0.29	1.0	未(稍)受污染
	112/06/05(一)	ND	<0.020 (0.0190)	ND	0.308	0.036	ND	ND	ND	ND	ND	5.79	0.860	0.76	1.0	未(稍)受污染
	112/09/05(二)	ND	<0.020 (0.0068)	ND	0.156	0.024	<0.0020 (0.00049)	ND	ND	ND	ND	2.21	0.288	0.65	1.0	未(稍)受污染
	112/12/04(一)	ND	0.021	<0.020 (0.0071)	2.42	0.169	<0.0020 (0.00163)	ND	ND	ND	ND	3.61	0.500	0.58	2.8	輕度污染
施工期間	113/02/17(六)	ND	<0.020 (0.0141)	ND	0.186	0.032	<0.0020 (0.00078)	ND	ND	ND	ND	0.416	0.092	0.39	1.0	未(稍)受污染
	113/05/09(四)	ND	<0.020 (0.0082)	ND	0.197	0.057	<0.0020 (0.00031)	ND	ND	ND	ND	0.743	0.130	0.76	1.0	未(稍)受污染
	113/08/22(四)	ND	<0.020 (0.0073)	ND	0.205	0.022	ND	ND	ND	ND	ND	2.34	0.383	0.80	1.0	未(稍)受污染
	113/11/12(二)	ND	<0.020 (0.0051)	ND	0.125	0.025	0.0031	ND	ND	ND	ND	2.34	0.285	0.71	1.0	未(稍)受污染
	114/02/18(二)	ND	<0.020 (0.0083)	ND	0.110	0.027	<0.0020 (0.00042)	<0.008 (0.0030)	ND	ND	ND	2.12	0.97	0.12	1.0	未(稍)受污染
	114/05/27(二)	<0.020 (0.0089)	ND	ND	0.211	0.023	ND	ND	ND	ND	ND	11.5	0.99	0.23	1.0	未(稍)受污染
MDL		0.005	0.005	0.004	0.009	0.004	0.0003	0.0026	0.001	0.004	0.00015	—	—	—	—	—
警戒值		**≦0.010**	**≦0.020**	**≦0.005**	—	**≦0.124**	**≦0.0012**	**≦0.0052**	**≦0.002**	**≦0.008**	**≦0.00030**	—	—	—	—	—
保護人體健康相關環境基準 (註 1 及註 2)		≦0.03	≦0.5	≦0.1	—	≦0.05	≦0.05	≦0.01	≦0.005	≦0.05	≦0.001	—	—	—	—	—

註 1：依據環境部民國 78 年 4 月 28 日公告之鳳山溪水區及衛生福利部民國 75 年 4 月 8 日公告之頭前溪水區水體分類及水質標準，鳳山溪南華橋及上坪溪竹東大橋屬甲類地面水體，油羅溪油羅溪橋屬乙類地面水體。

註 2：地面水體分類及水質標準依據民國 106 年 9 月 13 日(環署空字第 1060071140 號)修正公告之「地面水體分類及水質標準」,「－」係表該項目無單位、測值或法規標準；灰底則表超過陸域地面水體水質標準/保護人體健康相關環境基準，底線為超過警戒值。

註 3：測定值低於方法偵測極限(MDL)時，以「ND」表示，並註明方法偵測極限(MDL)；若高於 MDL 但低於檢量線最低濃度時，以「<檢量線最低濃度值」表示，並括號註明實測值。

註 4：監測數據如為 ND，以 1/2 MDL 做為計算警戒值之背景數據，表中各項數值皆以四捨五入方式呈現。

註 5：鋅之 MDL 於 112 及 113 年為 0.005 mg/L，114 年為 0.006 mg/L；錳之 MDL 於 112 年為 0.005 mg/L，113 及 114 年為 0.004 mg/L；鉛之 MDL 於 112 年 3、6 月為 0.0040 mg/L，112 年 9、12 月為 0.0025 mg/L，113 及 114 年為 0.0026 mg/L。

表 3.4-4　歷次油羅溪油羅溪橋(W2)水文水質監測成果

時間及地點 ＼ 項目		水溫	pH 值	DO	BOD	COD	SS	比導電度	硝酸鹽氮	氨氮	總磷	大腸桿菌群
		℃	—	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	MΩ-cm	mg/L	mg/L	mg P/L	CFU/100mL
施工前	112/03/21(二)	23.0	8.4	9.0	<1.0	16.3	<1.0	3.50×10^{-3}	0.33	<0.05(0.03)	0.018	7.5×10^{2}
	112/06/05(一)	25.3	8.5	8.3	<1.0	ND	2.0	5.20×10^{-3}	0.54	ND	0.031	1.0×10^{3}
	112/09/05(二)	26.0	8.7	9.2	<1.0	ND	6.0	3.89×10^{-3}	0.50	<0.05(0.02)	0.006	1.1×10^{3}
	112/12/04(一)	21.5	8.2	8.7	<1.0	14.1	5.0	3.22×10^{-3}	0.52	<0.05(0.01)	0.045	1.6×10^{4}
	113/02/17(六)	19.5	8.4	9.2	<1.0	ND	<1.0	3.65×10^{-3}	0.32	<0.05(0.02)	0.020	1.4×10^{3}
	113/05/09(四)	25.1	8.4	8.3	<1.0	3.8	1.4	3.50×10^{-3}	0.30	<0.05(0.02)	0.016	4.5×10^{2}
	113/08/22(四)	25.8	8.2	8.5	<1.0	ND	1.7	4.15×10^{-3}	0.55	ND	0.019	1.1×10^{2}
	113/11/12(二)	23.7	8.7	8.7	<1.0	ND	3.1	4.37×10^{-3}	0.55	ND	0.017	1.5×10^{3}
	114/02/18(二)	17.7	8.1	9.5	<1.0	ND	3.5	3.75×10^{-3}	0.54	<0.05 (0.0143)	0.028	5.0×10^{2}
	114/05/27(二)	24.5	8.0	8.7	<1.0	<10.0(3.603)	3.0	4.10×10^{-3}	0.54	ND	0.028	7.0×10^{2}
MDL		—	—	—	1.0	3.2	1.0	—	0.01	0.01	0.002	10
警戒值		—	**8.3~8.6**	**≧8.6**	**≦2.0**	—	**≦3.5**	—	—	**≦0.02**	**≦0.027**	**≦5.5×10^{3}**
乙類陸域地面水體水質標準 (註 1 及註 2)		—	6.5~9.0	≧5.5	≦2	—	≦25	—	—	≦0.3	≦0.05	≦5000

註 1：依據環境部民國 78 年 4 月 28 日公告之鳳山溪水區及衛生福利部民國 75 年 4 月 8 日公告之頭前溪水區水體分類及水質標準，鳳山溪南華橋及上坪溪竹東大橋屬甲類地面水體，油羅溪油羅溪橋屬乙類地面水體。

註 2：地面水體分類及水質標準依據民國 106 年 9 月 13 日(環署空字第 1060071140 號)修正公告之「地面水體分類及水質標準」,「－」係表該項目無單位、測值或法規標準；灰底則表超過陸域地面水體水質標準/保護人體健康相關環境基準，底線為超過警戒值。

註 3：測定值低於方法偵測極限(MDL)時，以「ND」表示，並註明方法偵測極限(MDL)；若低於報告極限之值，將以「<報告極限值」表示；若高於 MDL 但低於檢量線最低濃度時，以「<檢量線最低濃度值」表示，並括號註明實測值。

註 4：監測數據如為「ND」或「<報告極限值」，以 1/2MDL 做為計算警戒值之背景數據，表中各項數值皆以四捨五入方式呈現。

表 3.4-4　歷次油羅溪油羅溪橋(W2)水文水質監測成果(續)

時間及地點 \ 項目		銅	鋅	鎳	鐵	錳	砷	鉛	鎘	鉻	汞	流量	流速	水位	河川污染指數	污染程度
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	m^3/sec	m/sec	m		
施工前	112/03/21(二)	ND	<0.020 (0.0082)	ND	0.047	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.476	0.108	0.53	1.0	未(稍)受污染
	112/06/05(一)	ND	<0.020 (0.0184)	ND	0.089	<0.020 (0.0051)	ND	ND	ND	ND	ND	9.40	0.790	0.20	1.0	未(稍)受污染
	112/09/05(二)	ND	<0.020 (0.0135)	ND	0.081	<0.020 (0.0082)	ND	ND	ND	ND	ND	2.40	0.482	0.24	1.0	未(稍)受污染
	112/12/04(一)	ND	<0.020 (0.0071)	ND	0.206	<0.020 (0.0053)	ND	ND	ND	ND	ND	5.44	1.38	0.35	1.0	未(稍)受污染
	113/02/17(六)	ND	ND	ND	0.071	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.455	0.129	0.42	1.0	未(稍)受污染
	113/05/09(四)	ND	<0.0020 (0.0087)	ND	0.069	0.0049	ND	ND	ND	ND	ND	1.75	0.307	0.32	1.0	未(稍)受污染
	113/08/22(四)	0.03	ND	ND	0.055	ND	ND	ND	ND	<0.020 (0.0075)	ND	5.46	0.583	0.15	1.0	未(稍)受污染
	113/11/12(二)	ND	ND	ND	0.092	ND	ND	ND	ND	ND	ND	5.41	0.565	0.32	1.0	未(稍)受污染
	114/02/18(二)	ND	<0.020 (0.0074)	ND	0.060	ND	ND	ND	ND	ND	ND	4.16	0.508	0.29	1.0	未(稍)受污染
	114/05/27(二)	ND	<0.020 (0.0093)	ND	0.087	<0.020 (0.0087)	ND	ND	ND	ND	ND	9.26	0.64	0.33	1.0	未(稍)受污染
MDL		0.005	0.005	0.004	0.009	0.004	0.0003	0.0026	0.001	0.004	0.00015	—	—	—	—	—
警戒值		**≦0.010**	**≦0.016**	**≦0.008**	—	**≦0.005**	**≦0.0006**	**≦0.0052**	**≦0.002**	**≦0.004**	**≦0.00030**	—	—	—	—	—
保護人體健康相關環境基準 (註 1 及註 2)		≦0.03	≦0.5	≦0.1	—	≦0.05	≦0.05	≦0.01	≦0.005	≦0.05	≦0.001	—	—	—	—	—

註 1：依據環境部民國 78 年 4 月 28 日公告之鳳山溪水區及衛生福利部民國 75 年 4 月 8 日公告之頭前溪水區水體分類及水質標準，鳳山溪南華橋及上坪溪竹東大橋屬甲類地面水體，油羅溪油羅溪橋屬乙類地面水體。

註 2：地面水體分類及水質標準依據民國 106 年 9 月 13 日(環署空字第 1060071140 號)修正公告之「地面水體分類及水質標準」，「－」係表該項目無單位、測值或法規標準；灰底則表超過陸域地面水體水質標準/保護人體健康相關環境基準，底線為超過警戒值。

註 3：測定值低於方法偵測極限(MDL)時，以「ND」表示，並註明方法偵測極限(MDL)；若高於 MDL 但低於檢量線最低濃度時，以「<檢量線最低濃度值」表示，並括號註明實測值。

註 4：監測數據如為 ND，以 1/2MDL 做為計算警戒值之背景數據，表中各項數值皆以四捨五入方式呈現。

註 5：鋅之 MDL 於 112 及 113 年為 0.005 mg/L，114 年為 0.006 mg/L；錳之 MDL 於 112 年為 0.005 mg/L，113 及 114 年為 0.004 mg/L；鉛之 MDL 於 112 年 3、6 月為 0.0040 mg/L，112 年 9、12 月為 0.0025 mg/L，113 及 114 年為 0.0026 mg/L。

表 3.4-5　歷次上坪溪竹東大橋(W3)水文水質監測成果

項目 / 時間及地點		水溫	pH 值	DO	BOD	COD	SS	比導電度	硝酸鹽氮	氨氮	總磷	大腸桿菌群
		℃	—	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	MΩ-cm	mg/L	mg/L	mg P/L	CFU/100mL
施工前	112/03/21(二)	23.6	8.1	9.2	<1.0	ND	<1.0	3.50×10^{-3}	0.39	<0.05(0.02)	0.018	50
	112/06/05(一)	25.3	8.0	8.2	<1.0	ND	13.3	4.20×10^{-3}	0.67	ND	0.031	1.3×10^{3}
	112/09/05(二)	27.7	8.7	9.6	<1.0	ND	3.2	3.01×10^{-3}	0.63	<0.05(0.02)	0.015	6.5×10^{2}
	112/12/04(一)	20.3	8.0	8.3	2.1	22.0	3.4	1.96×10^{-3}	1.19	0.37	0.272	4.2×10^{5}
	113/02/17(六)	19.8	8.5	9.3	<1.0	ND	<1.0	3.66×10^{-3}	0.37	<0.05(0.02)	0.031	1.0×10^{1}
	113/05/09(四)	25.6	8.5	8.4	<1.0	4.5	1.0	3.83×10^{-3}	0.32	0.05	0.018	4.0×10^{2}
	113/08/22(四)	26.8	8.2	8.2	<1.0	ND	1.7	3.42×10^{-3}	0.62	ND	0.021	3.5×10^{2}
	113/11/12(二)	24.2	8.4	8.8	<1.0	ND	<1.0	3.47×10^{-3}	0.56	ND	0.020	3.5×10^{2}
	114/02/18(二)	18.3	8.3	9.7	<1.0	ND	2.4	2.95×10^{-3}	0.59	<0.05(0.0123)	0.045	1.2×10^{2}
	114/05/27(二)	25.3	8.6	8.8	<1.0	ND	1.7	3.82×10^{-3}	0.55	<0.05(0.0123)	0.018	6.5×10^{2}
MDL		—	—	—	1.0	3.2	1.0	—	0.01	0.01	0.002	10
警戒值		**—**	**8.1~8.5**	**≧8.5**	**≦1.0**	**—**	**≦5.2**	**—**	**—**	**≦0.12**	**≦0.098**	**$\leqq1.3\times10^{5}$**
甲類陸域地面水體水質標準 (註 1 及註 2)		—	6.5~8.5	≧6.5	≦1	—	≦25	—	—	≦0.1	≦0.02	≦50

註 1：依據環境部民國 78 年 4 月 28 日公告之鳳山溪水區及衛生福利部民國 75 年 4 月 8 日公告之頭前溪水區水體分類及水質標準，鳳山溪南華橋及上坪溪竹東大橋屬甲類地面水體，油羅溪油羅溪橋屬乙類地面水體。

註 2：地面水體分類及水質標準依據民國 106 年 9 月 13 日(環署空字第 1060071140 號)修正公告之「地面水體分類及水質標準」,「－」係表該項目無單位、測值或法規標準；灰底則表超過陸域地面水體水質標準/保護人體健康相關環境基準，底線為超過警戒值。

註 3：測定值低於方法偵測極限(MDL)時，以「ND」表示，並註明方法偵測極限(MDL)；若低於報告極限之值，將以「<報告極限值」表示；若高於 MDL 但低於檢量線最低濃度時，以「<檢量線最低濃度值」表示，並括號註明實測值。

註 4：監測數據如為「ND」或「<報告極限值」，以 1/2MDL 做為計算警戒值之背景數據，表中各項數值皆以四捨五入方式呈現。

表 3.4-5　歷次上坪溪竹東大橋(W3)水文水質監測成果(續)

時間及地點 \ 項目		銅	鋅	鎳	鐵	錳	砷	鉛	鎘	鉻	汞	流量	流速	水位	河川污染指數	污染程度
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	m^3/sec	m/sec	m		
施工前	112/03/21(二)	ND	<0.020 (0.0064)	ND	0.042	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.028	0.157	0.08	1.0	未(稍)受污染
	112/06/05(一)	ND	<0.020 (0.0188)	ND	0.596	<0.020 (0.0162)	ND	ND	ND	ND	ND	22.7	0.590	0.75	1.0	未(稍)受污染
	112/09/05(二)	ND	<0.020 (0.0086)	ND	0.084	0.008	ND	ND	ND	ND	ND	3.02	0.296	0.49	1.0	未(稍)受污染
	112/12/04(一)	ND	<0.020 (0.0101)	ND	0.251	<0.020 (0.0075)	<0.0020 (0.00049)	ND	ND	ND	ND	1.68	0.482	0.27	1.0	未(稍)受污染
	113/02/17(六)	ND	<0.020 (0.0057)	ND	0.045	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.02	1.24	0.19	1.0	未(稍)受污染
	113/05/09(四)	ND	<0.020 (0.0061)	ND	0.069	ND	ND	ND	ND	ND	ND	4.63	1.12	0.33	1.0	未(稍)受污染
	113/08/22(四)	ND	<0.020 (0.0054)	ND	0.081	0.0098	<0.0020 (0.00037)	ND	ND	ND	ND	5.79	1.32	0.35	1.0	未(稍)受污染
	113/11/12(二)	ND	ND	ND	0.059	ND	ND	ND	ND	ND	ND	9.13	0.319	0.62	1.0	未(稍)受污染
	114/02/18(二)	ND	<0.020 (0.0141)	ND	0.053	ND	ND	ND	ND	ND	ND	7.81	1.27	0.33	1.0	未(稍)受污染
	114/05/27(二)	ND	<0.020 (0.0094)	ND	0.097	0.039	ND	ND	ND	ND	ND	17.8	0.70	0.40	1.0	未(稍)受污染
MDL		0.005	0.005	0.004	0.009	0.004	0.0003	0.0026	0.001	0.004	0.00015	—	—	—	—	—
警戒值		**≦0.010**	**≦0.015**	**≦0.008**	—	**≦0.008**	**≦0.0003**	**≦0.0052**	**≦0.002**	**≦0.008**	**≦0.00030**	—	—	—	—	—
保護人體健康相關環境基準 (註 1 及註 2)		≦0.03	≦0.5	≦0.1	—	≦0.05	≦0.05	≦0.01	≦0.005	≦0.05	≦0.001	—	—	—	—	—

註 1：依據環境部民國 78 年 4 月 28 日公告之鳳山溪水區及衛生福利部民國 75 年 4 月 8 日公告之頭前溪水區水體分類及水質標準，鳳山溪南華橋及上坪溪竹東大橋屬甲類地面水體，油羅溪油羅溪橋屬乙類地面水體。

註 2：地面水體分類及水質標準依據民國 106 年 9 月 13 日(環署空字第 1060071140 號)修正公告之「地面水體分類及水質標準」,「－」係表該項目無單位、測值或法規標準；灰底則表超過陸域地面水體水質標準/保護人體健康相關環境基準，底線為超過警戒值。

註 3：測定值低於方法偵測極限(MDL)時，以「ND」表示，並註明方法偵測極限(MDL)；若高於 MDL 但低於檢量線最低濃度時，以「<檢量線最低濃度值」表示，並括號註明實測值。

註 4：監測數據如為 ND，以 1/2MDL 做為計算警戒值之背景數據，表中各項數值皆以四捨五入方式呈現。

註 5：鋅之 MDL 於 112 及 113 年為 0.005 mg/L，114 年為 0.006 mg/L；錳之 MDL 於 112 年為 0.005 mg/L，113 及 114 年為 0.004 mg/L；鉛之 MDL 於 112 年 3、6 月為 0.0040 mg/L，112 年 9、12 月為 0.0025 mg/L，113 及 114 年為 0.0026 mg/L。

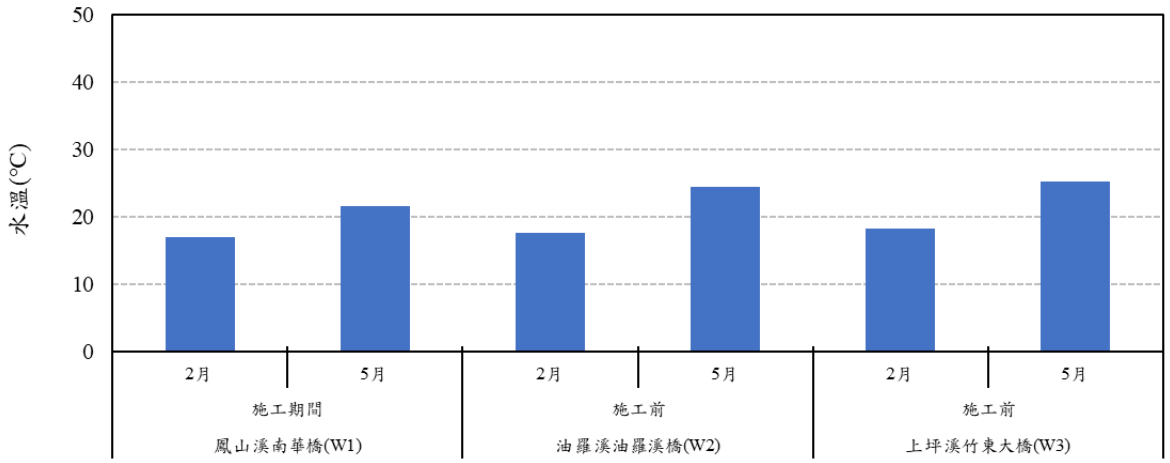


圖3.4-2　114年上半年度各測站水溫測值監測成果

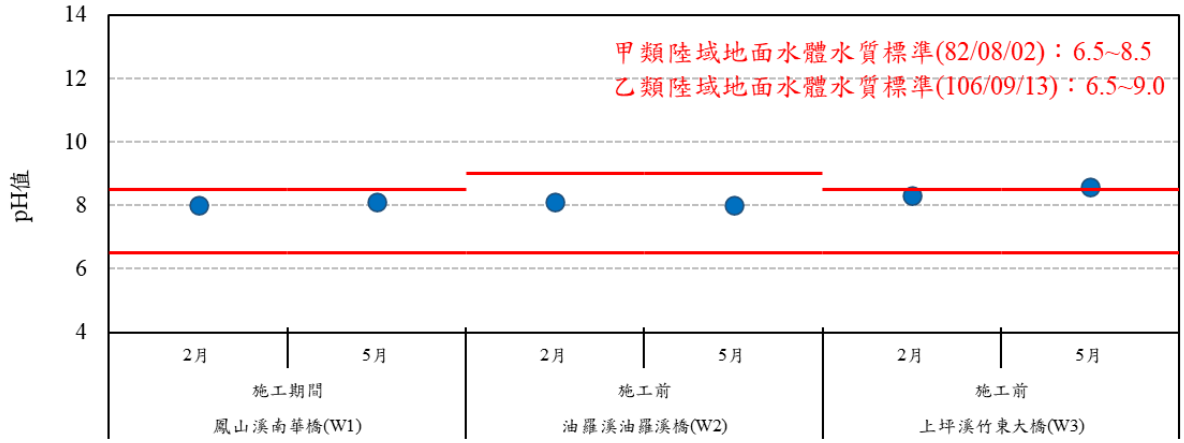


圖3.4-3　114年上半年度各測站pH測值監測成果

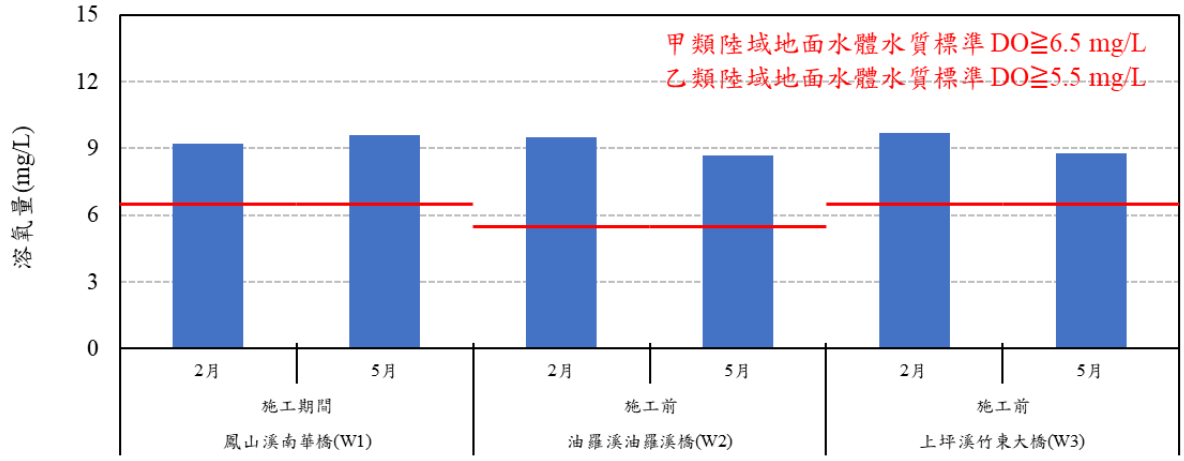
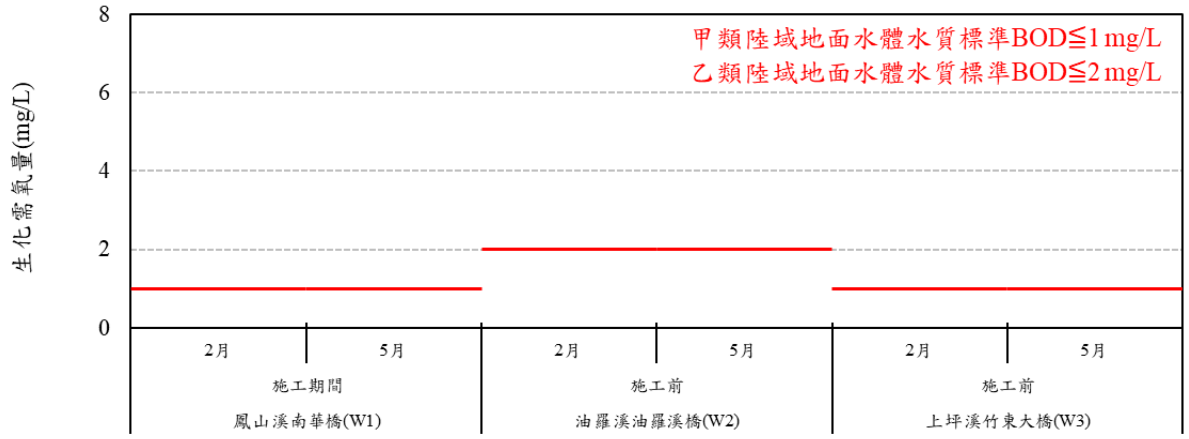
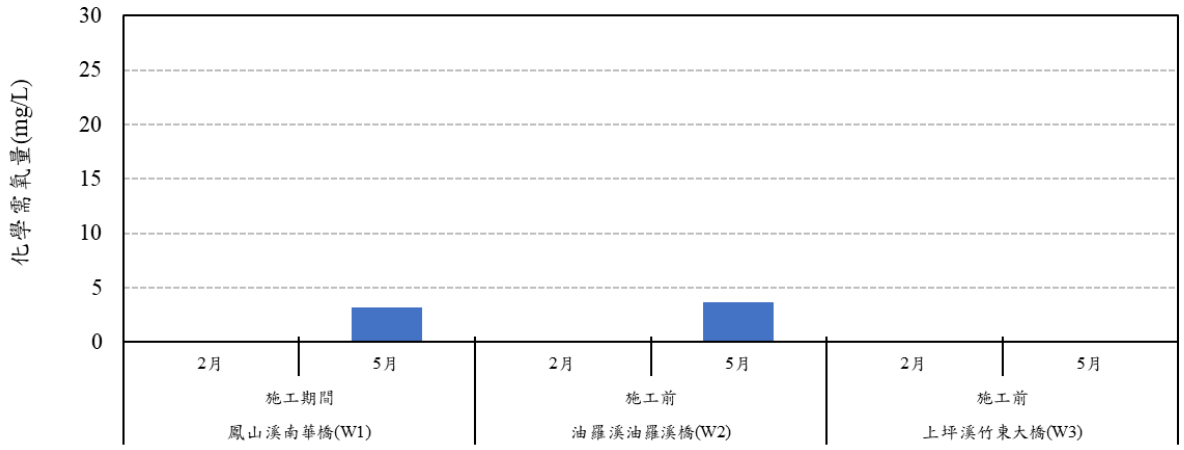


圖3.4-4　114年上半年度各測站溶氧量測值監測成果



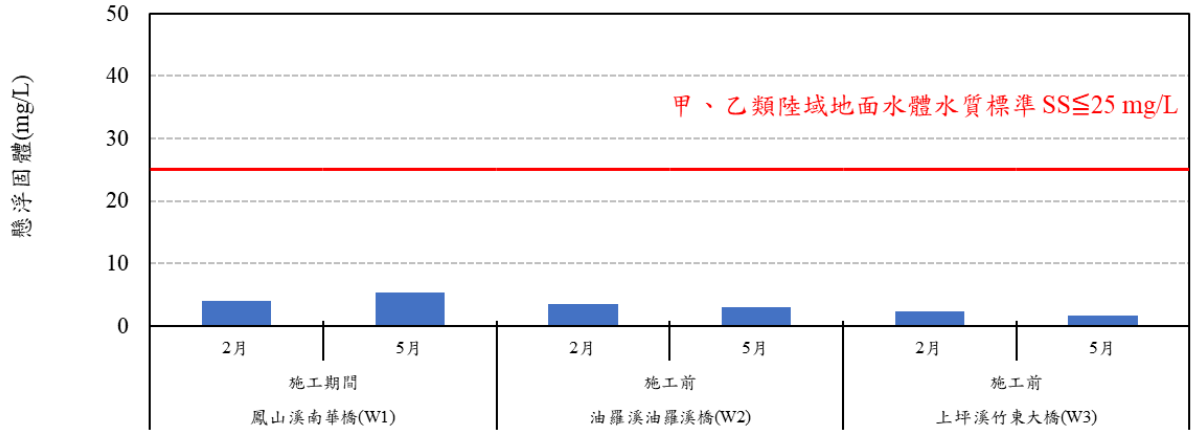
註：未標示者為<1.0 mg/L。

圖3.4-5　114年上半年度各測站生化需氧量測值監測成果



註：未標示者為 ND，MDL 之數值為 3.2 mg/L。

圖3.4-6　114年上半年度各測站化學需氧量測值監測成果



註：未標示者為<1.0 mg/L。

圖3.4-7　114年上半年度各測站懸浮固體測值監測成果

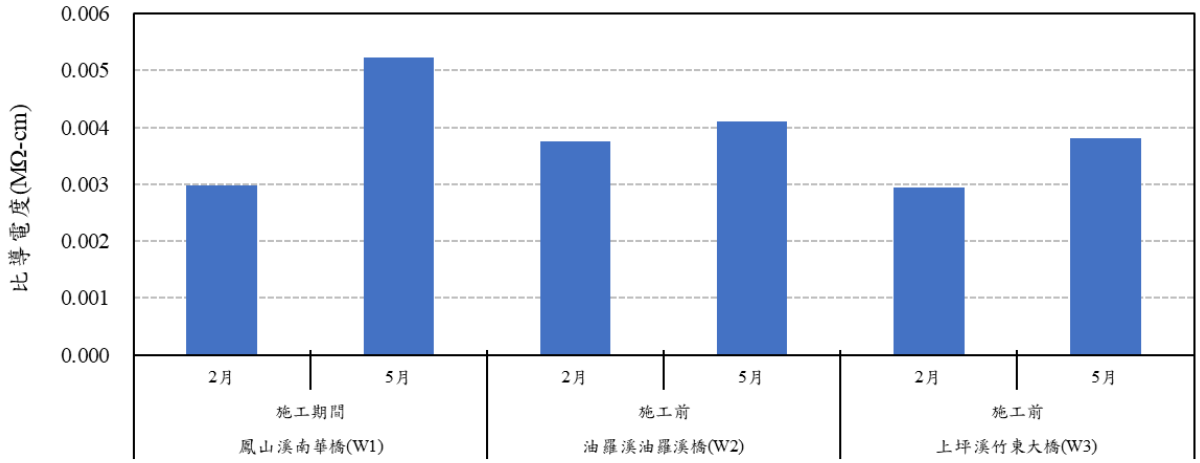


圖3.4-8　114年上半年度各測站比導電度測值監測成果

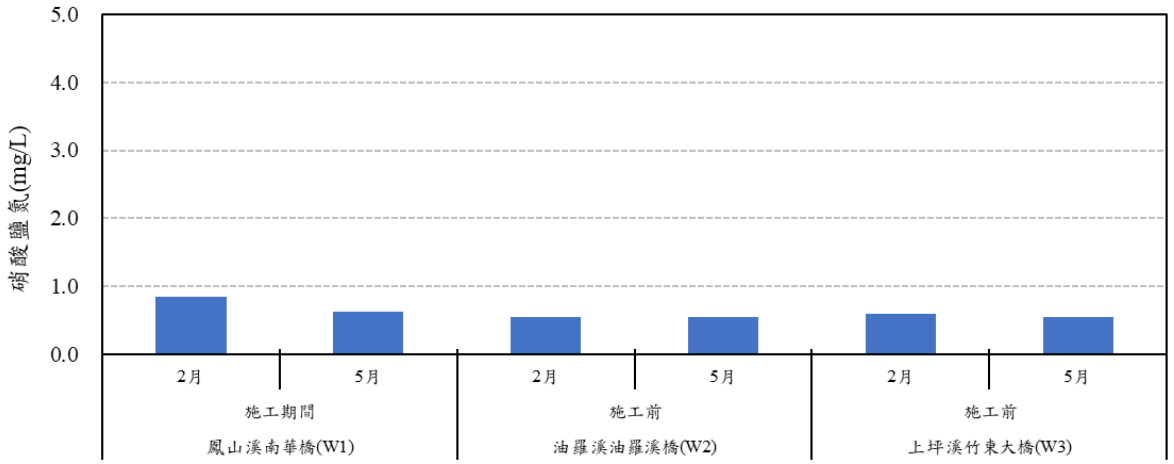
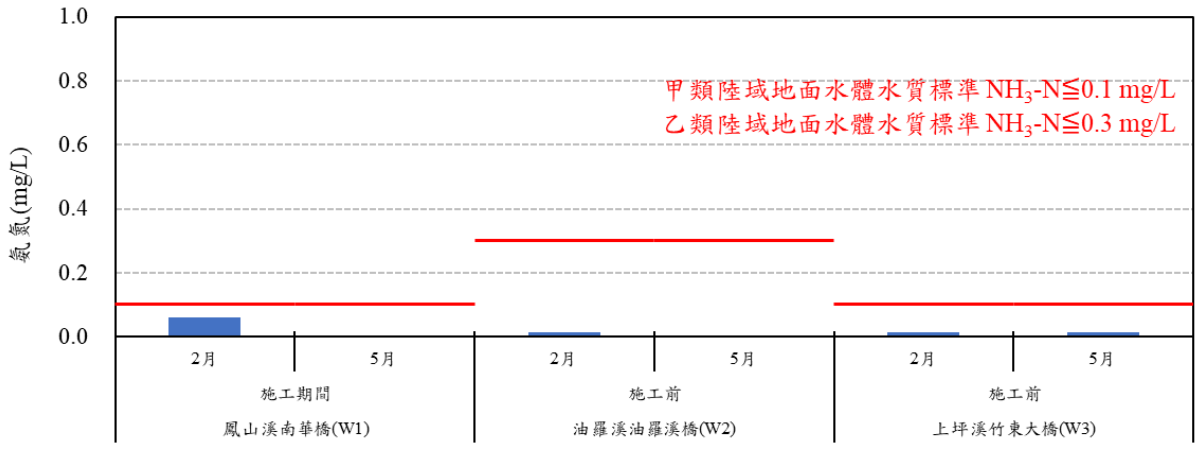


圖3.4-9　114年上半年度各測站硝酸鹽氮測值監測成果



註：未標示者為 ND，MDL 之數值為 0.01 mg/L。

圖3.4-10　114年上半年度各測站氨氮測值監測成果

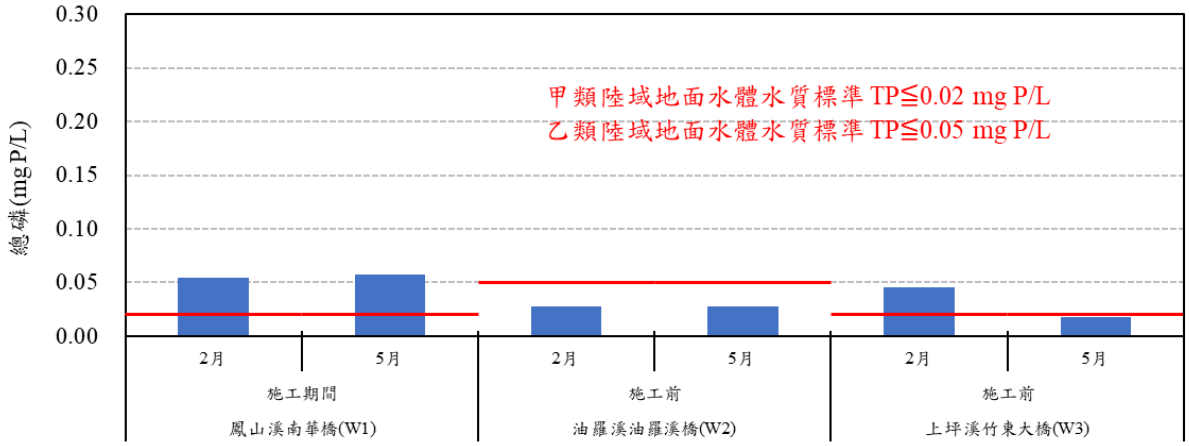


圖3.4-11　114年上半年度各測站總磷測值監測成果

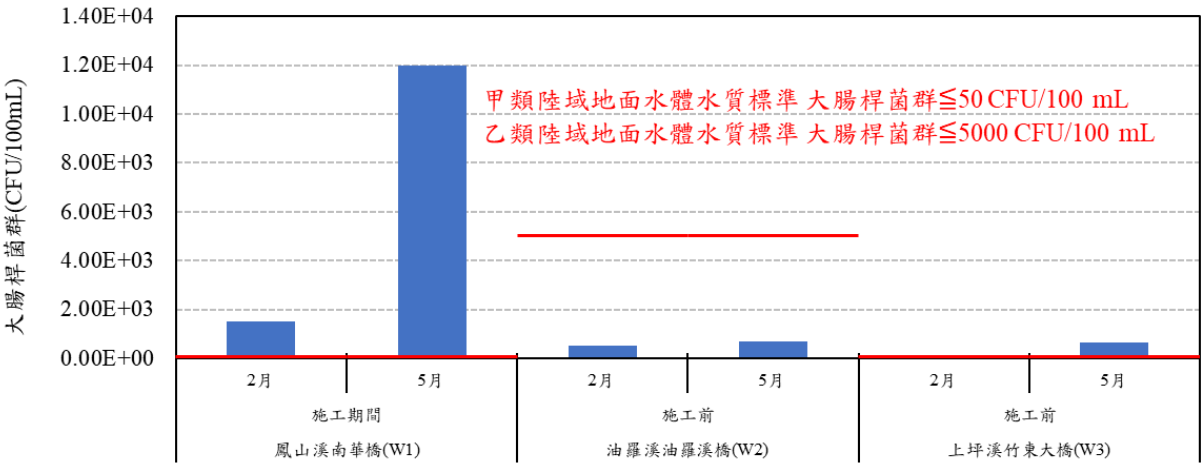
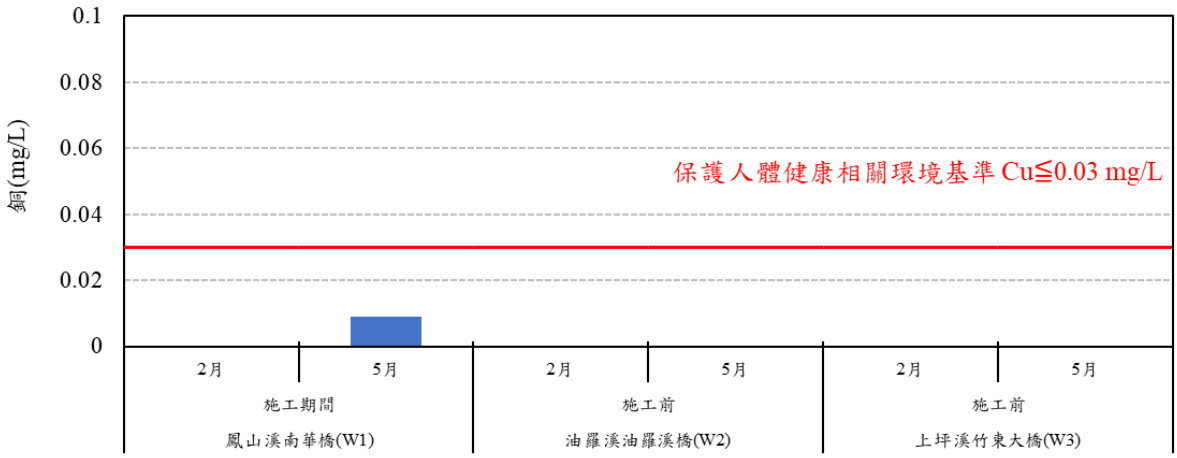
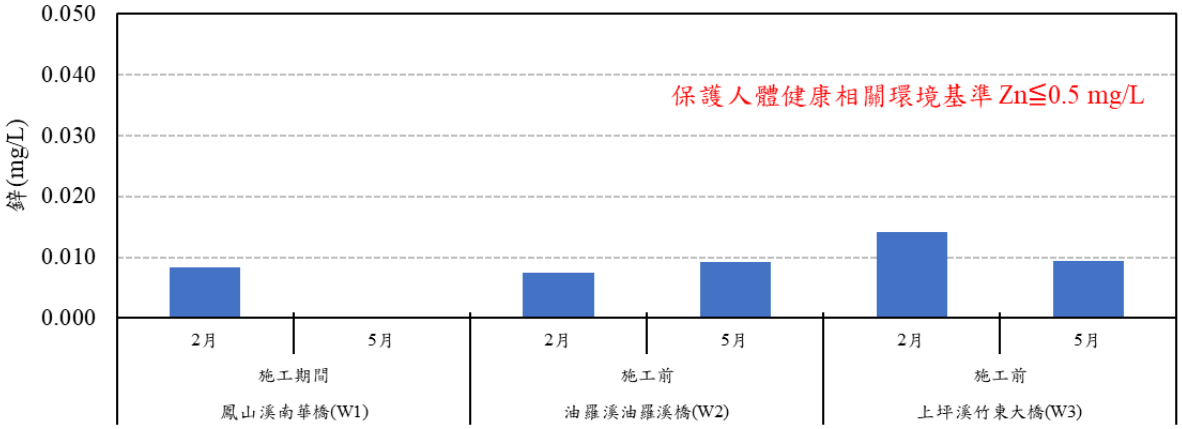


圖3.4-12　114年上半年度各測站大腸桿菌群測值監測成果



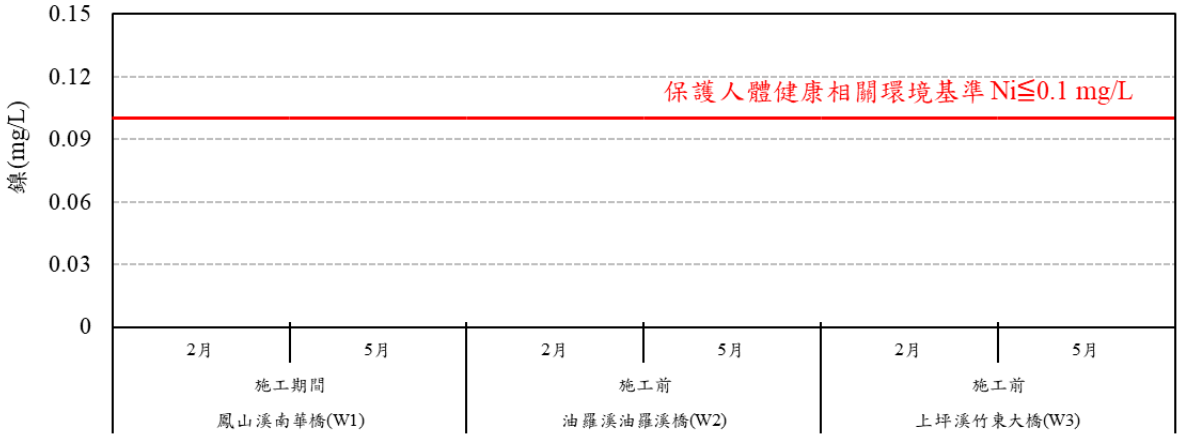
註：未標示者為 ND，MDL 之數值為 0.005 mg/L。

圖3.4-13　114年上半年度各測站銅測值監測成果



註：未標示者為 ND，MDL 之數值為 0.006 mg/L。

圖3.4-14　114年上半年度各測站鋅測值監測成果



註：未標示者為 ND，MDL 之數值為 0.004 mg/L。

圖3.4-15　114年上半年度各測站鎳測值監測成果

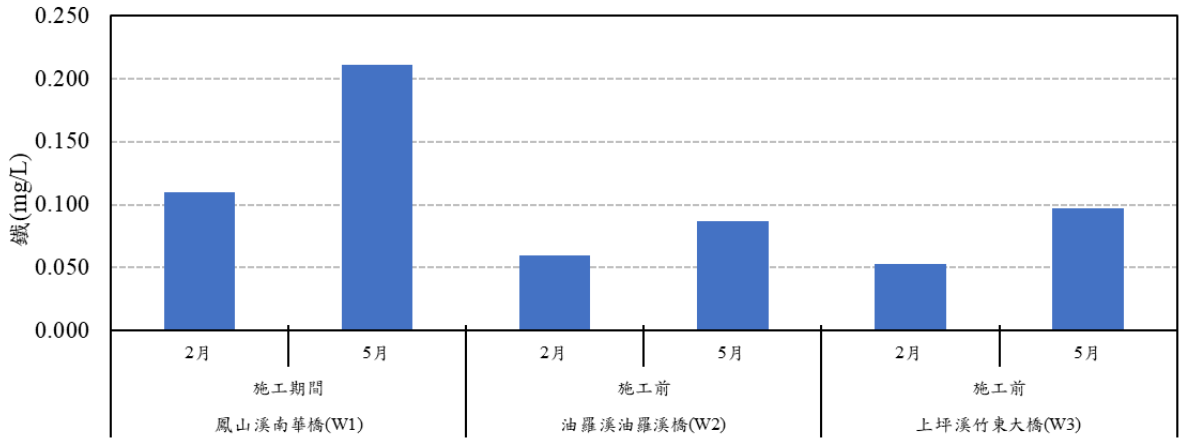
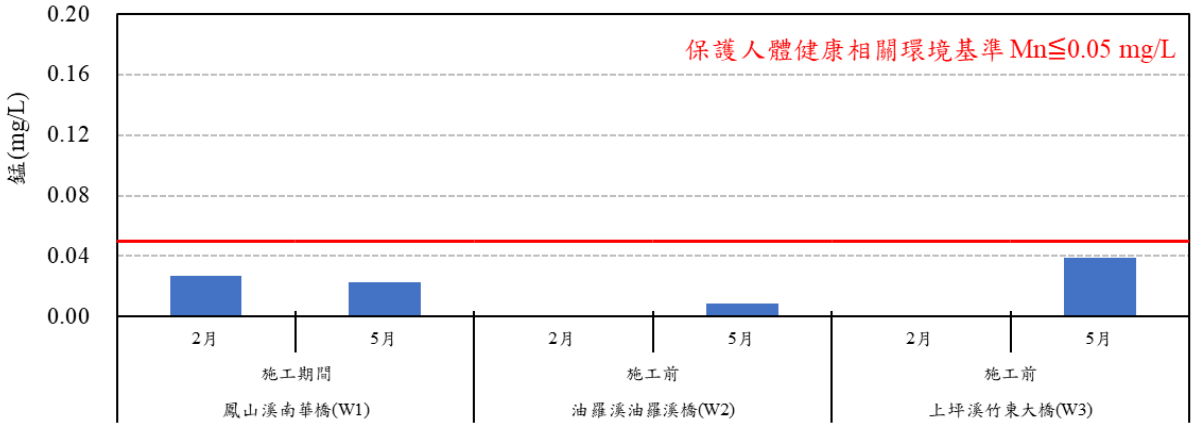
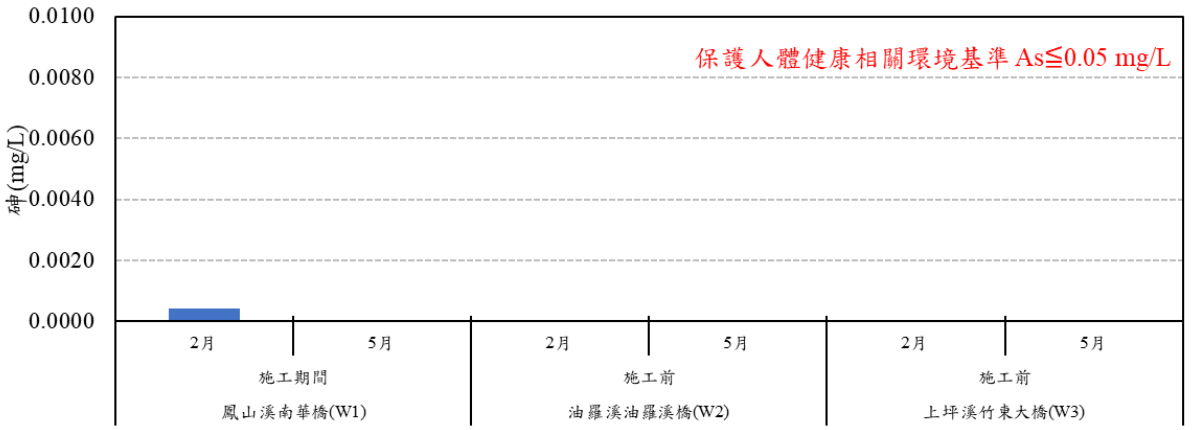


圖3.4-16　114年上半年度各測站鐵測值監測成果



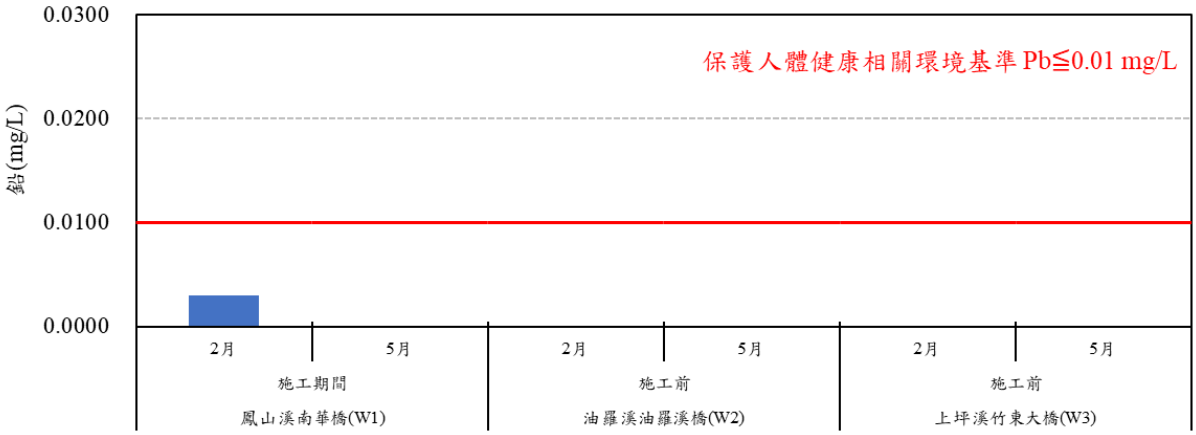
註：未標示者為 ND，MDL 之數值為 0.004 mg/L。

圖3.4-17　114年上半年度各測站錳測值監測成果



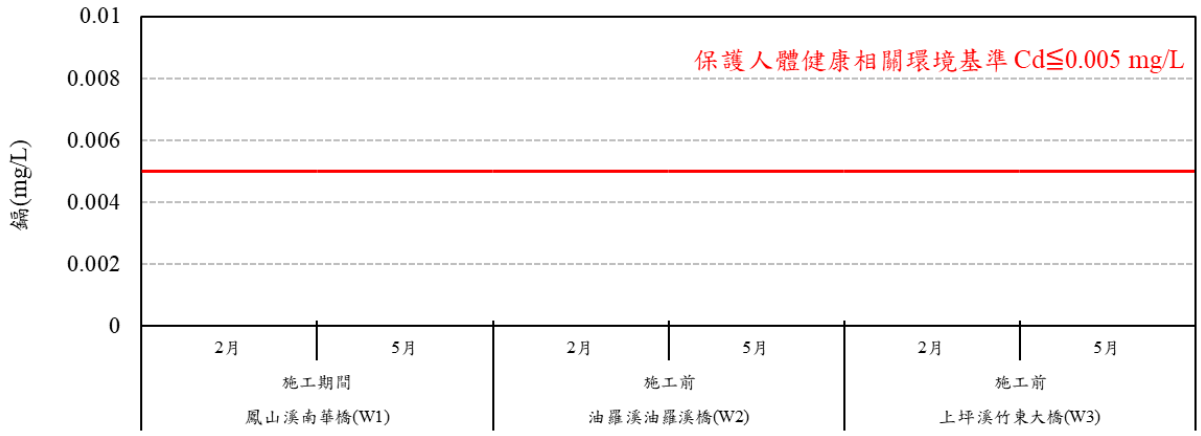
註：未標示者為 ND，MDL 之數值為 0.0003 mg/L。

圖3.4-18　114年上半年度各測站砷測值監測成果



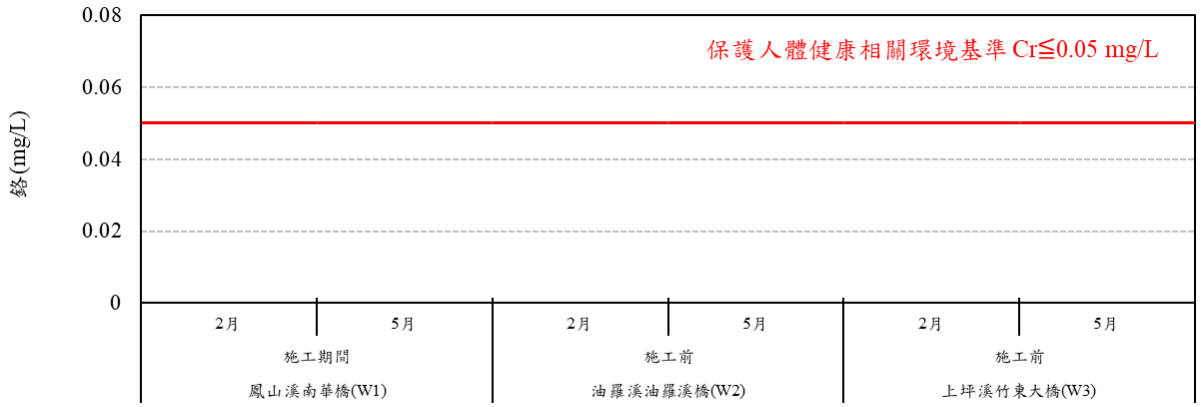
註：未標示者為 ND，MDL 之數值為 0.0026 mg/L。

圖3.4-19　114年上半年度各測站鉛測值監測成果



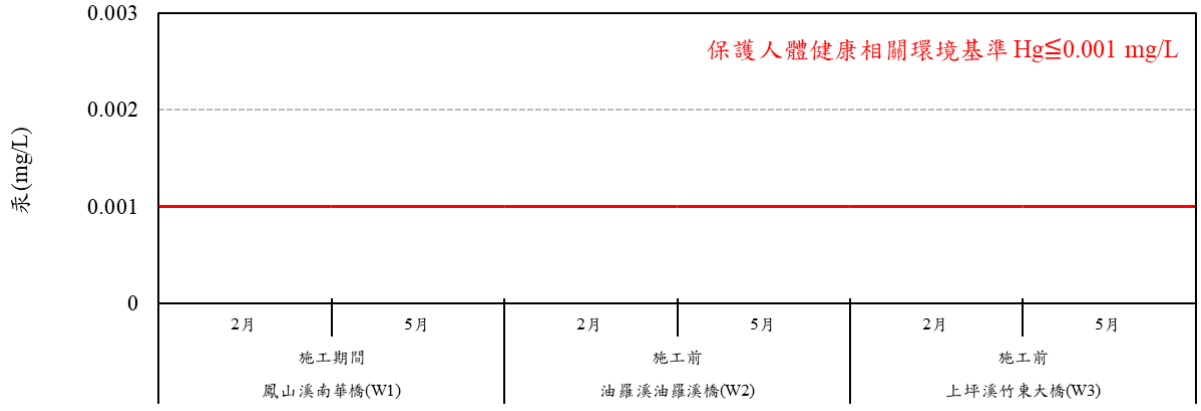
註：未標示者為 ND，MDL 之數值為 0.001 mg/L。

圖3.4-20　114年上半年度各測站鎘測值監測成果



註：未標示者為 ND，MDL 之數值為 0.004 mg/L。

圖3.4-21　114年上半年度各測站鉻測值監測成果



註：未標示者為 ND，MDL 之數值為 0.00015 mg/L。

圖3.4-22　114年上半年度各測站汞測值監測成果

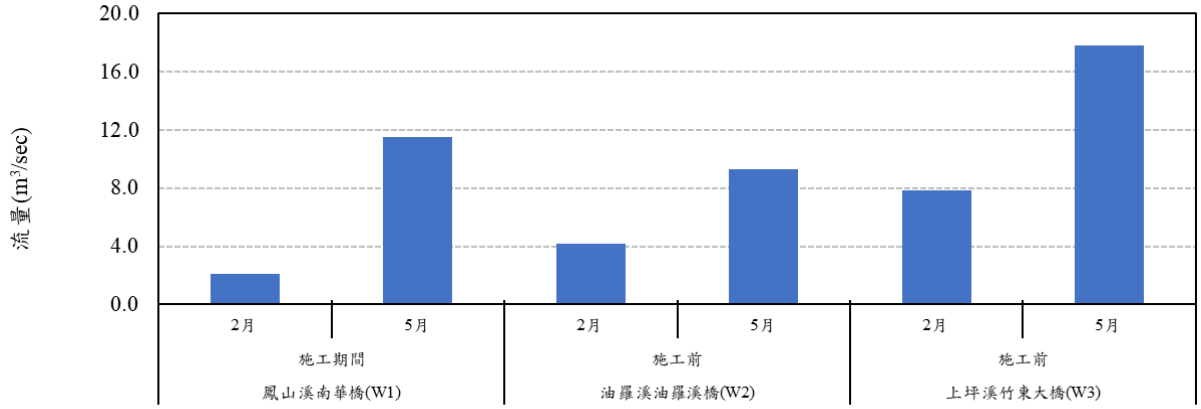


圖3.4-23　114年上半年度各測站流量測值監測成果

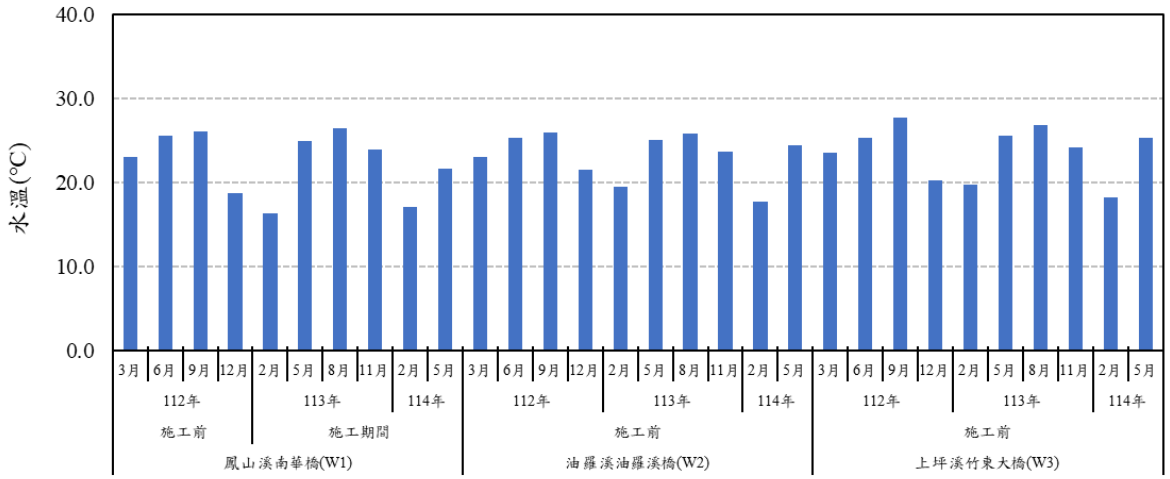


圖3.4-24　歷次各測站水溫測值監測成果

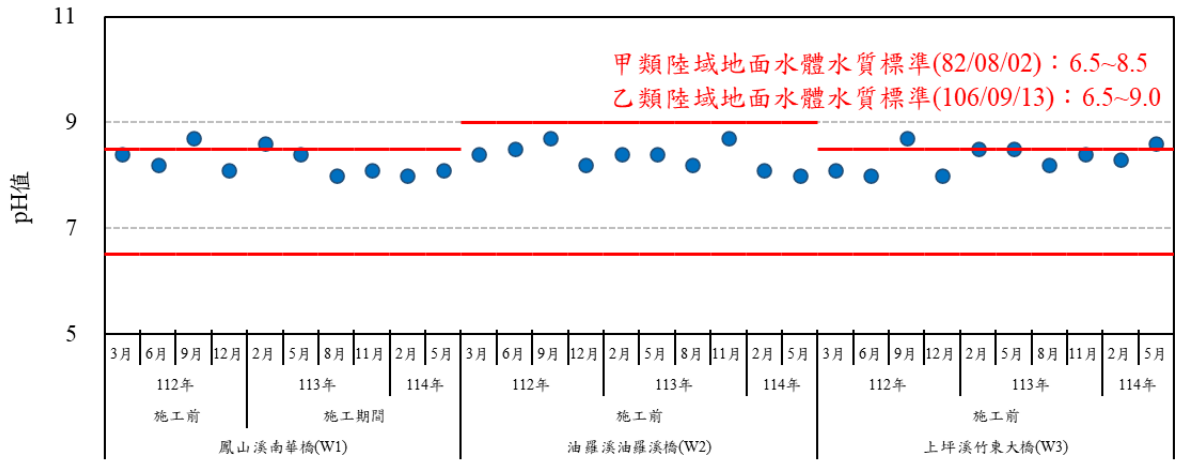


圖3.4-25　歷次各測站pH測值監測成果

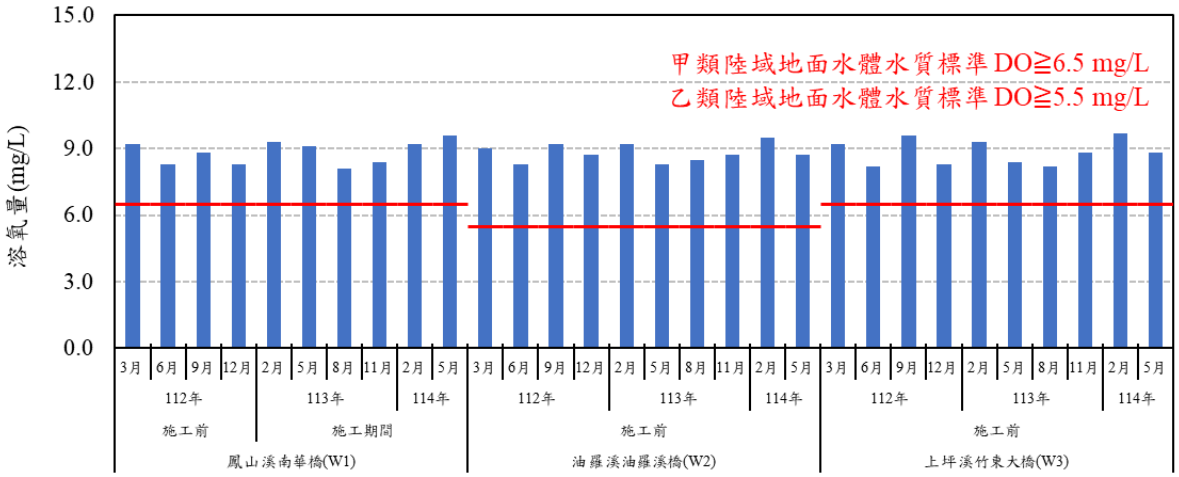
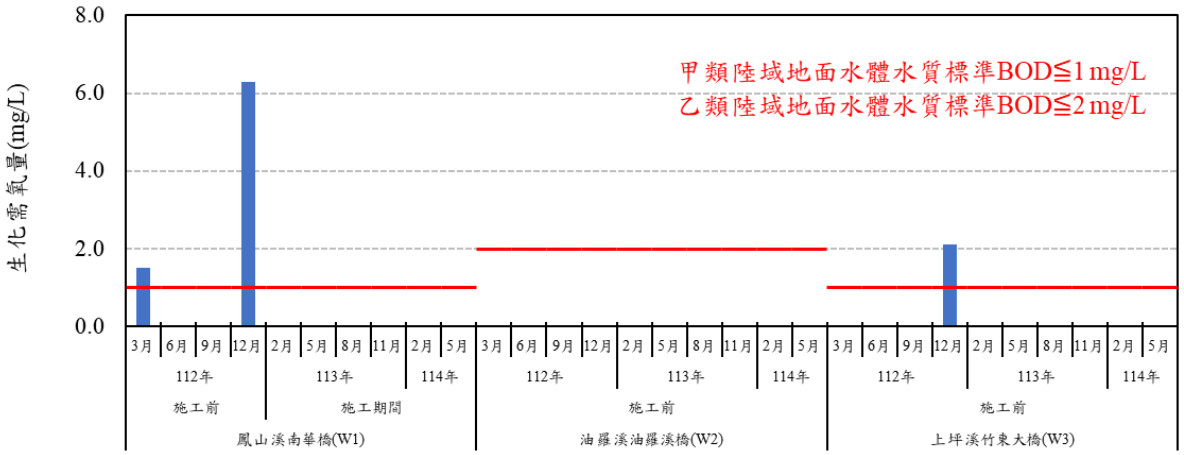
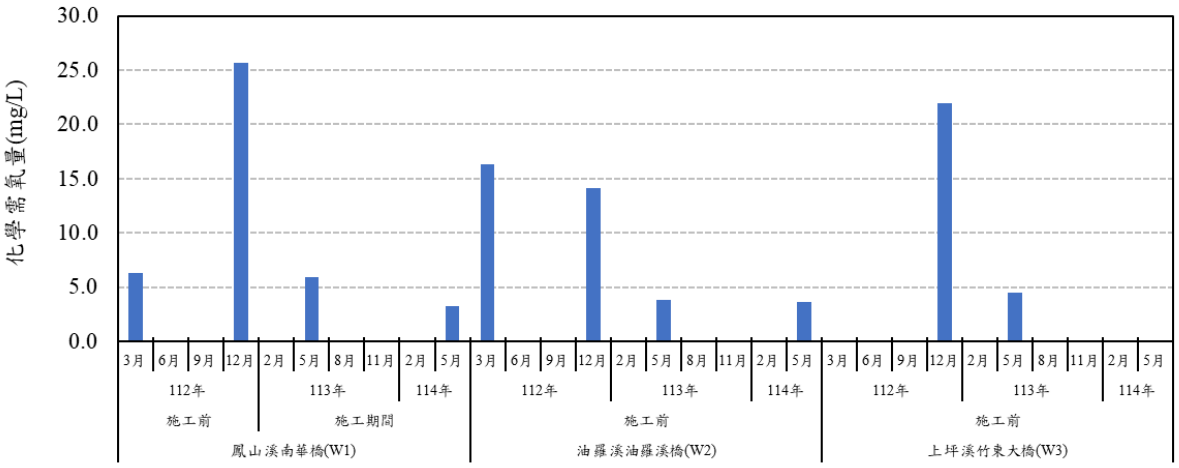


圖3.4-26　歷次各測站溶氧量測值監測成果



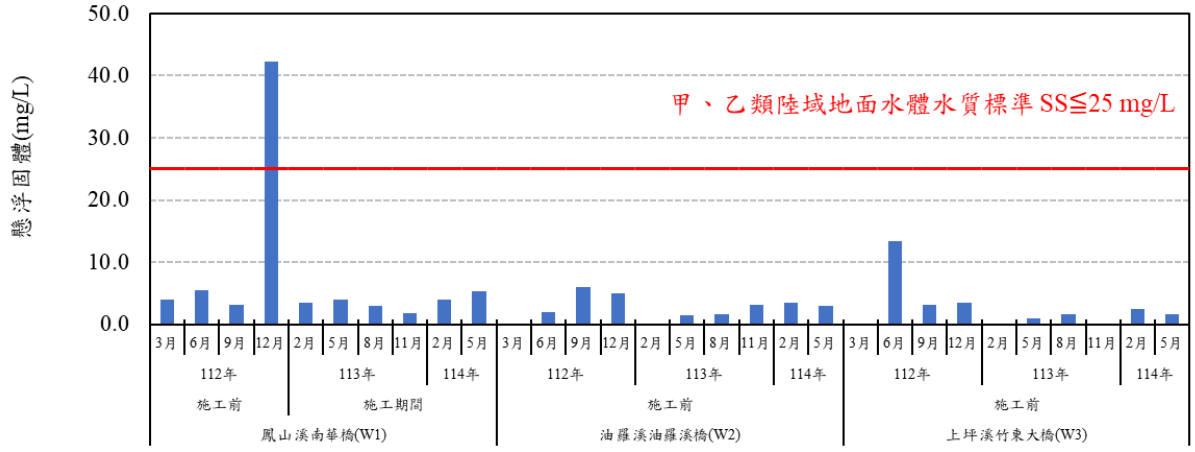
註：未標示者為<1.0 mg/L。

圖3.4-27　歷次各測站生化需氧量測值監測成果



註：未標示者為 ND，MDL 之數值為 3.2 mg/L。

圖3.4-28　歷次各測站化學需氧量測值監測成果



註：未標示者為<1.0 mg/L。

圖3.4-29　歷次各測站懸浮固體測值監測成果

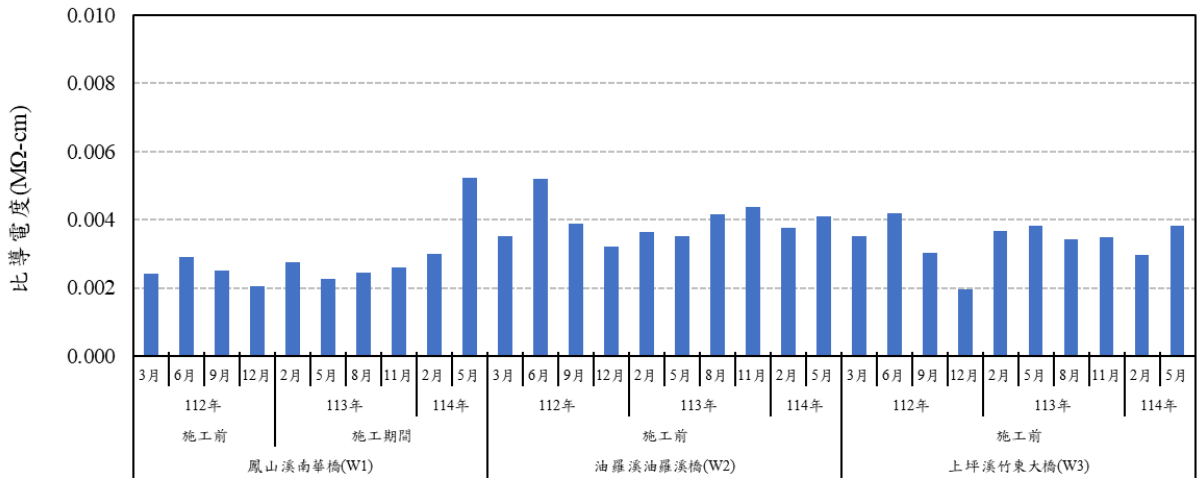


圖3.4-30　歷次各測站比導電度測值監測成果

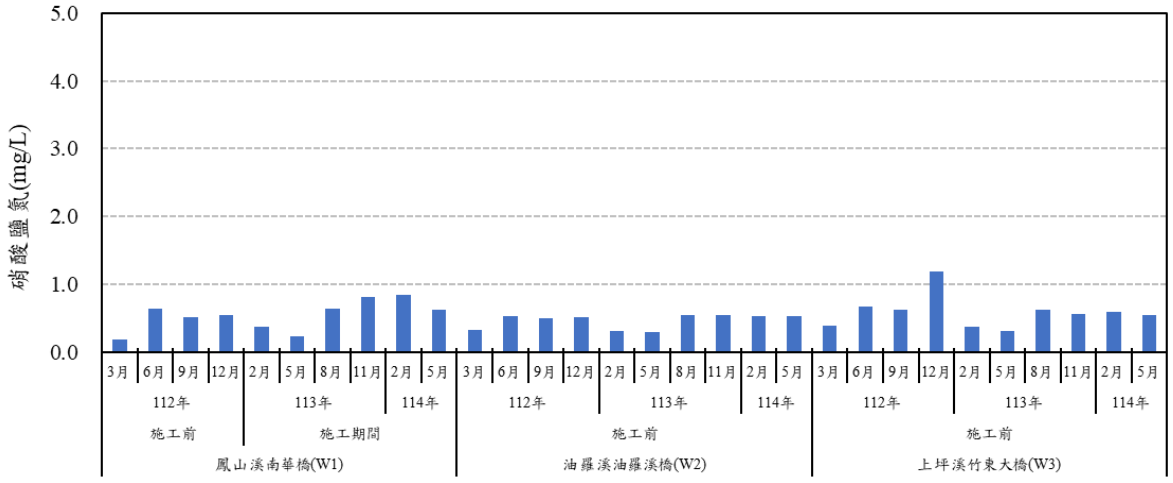
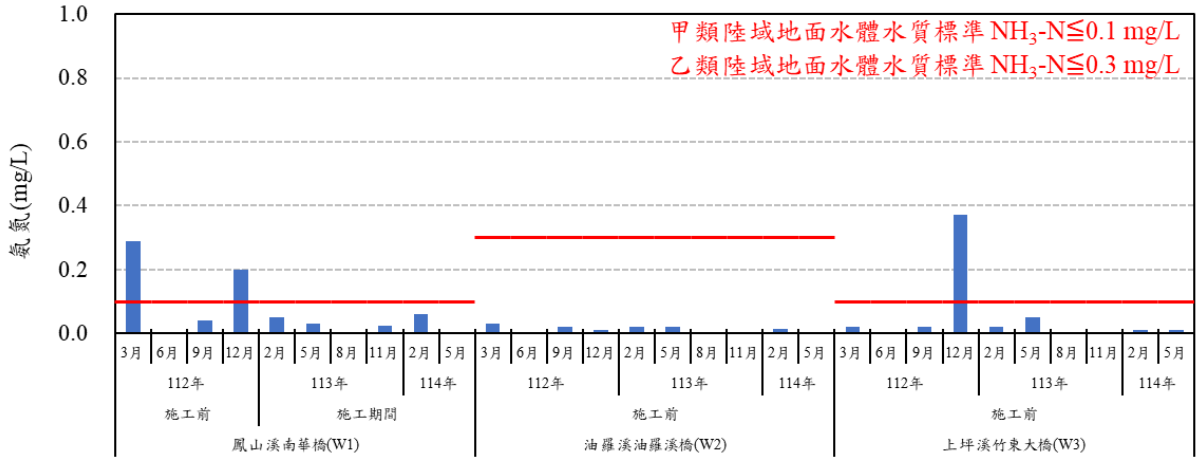


圖3.4-31　歷次各測站硝酸鹽氮測值監測成果



註：未標示者為 ND，MDL 之數值為 0.01 mg/L。

圖3.4-32　歷次各測站氨氮測值監測成果

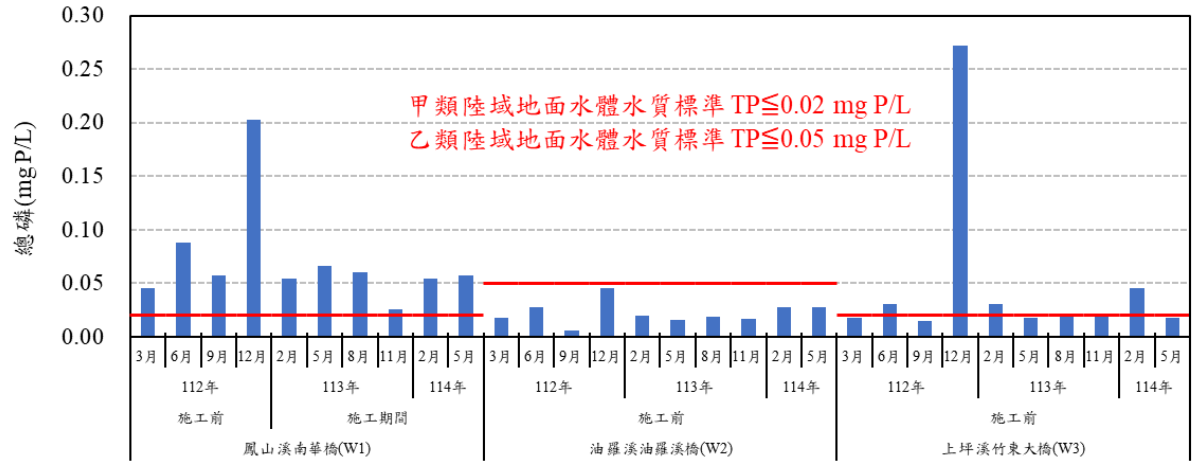


圖3.4-33　歷次各測站總磷測值監測成果

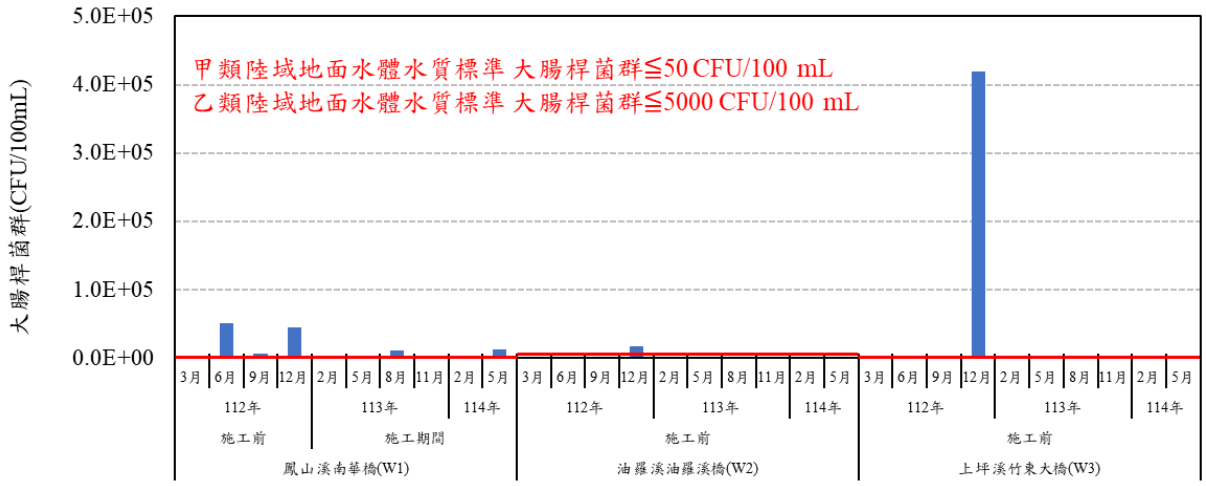
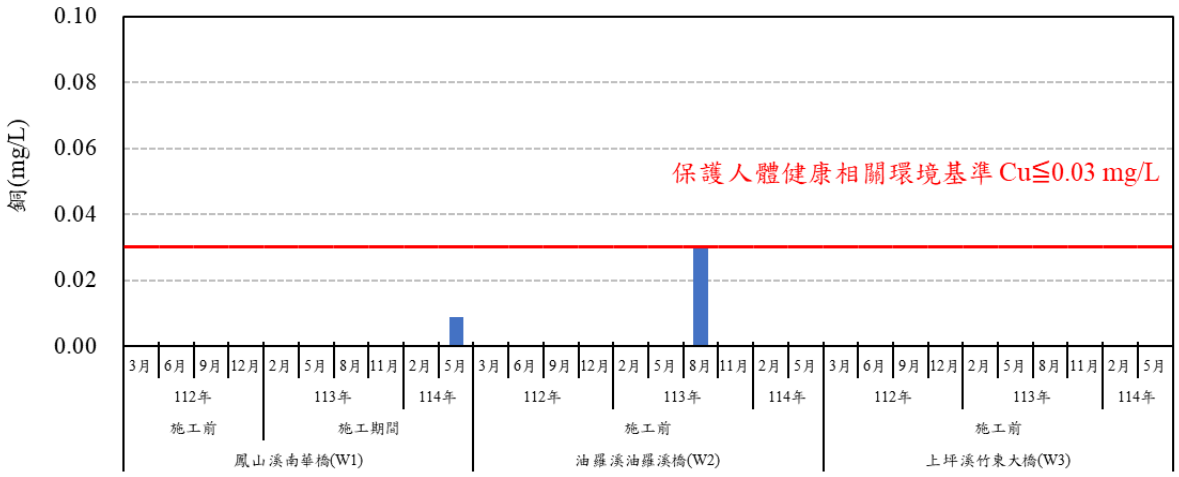
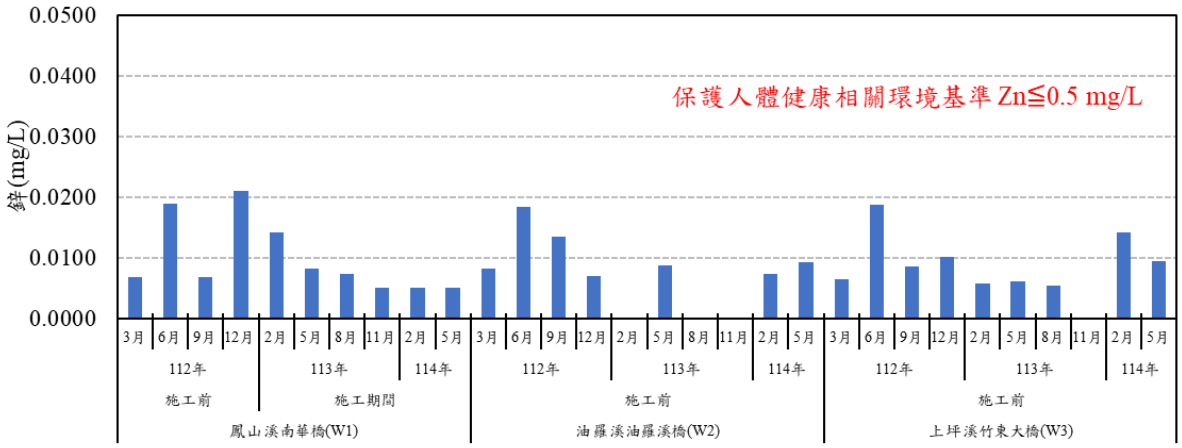


圖3.4-34　歷次各測站大腸桿菌群測值監測成果



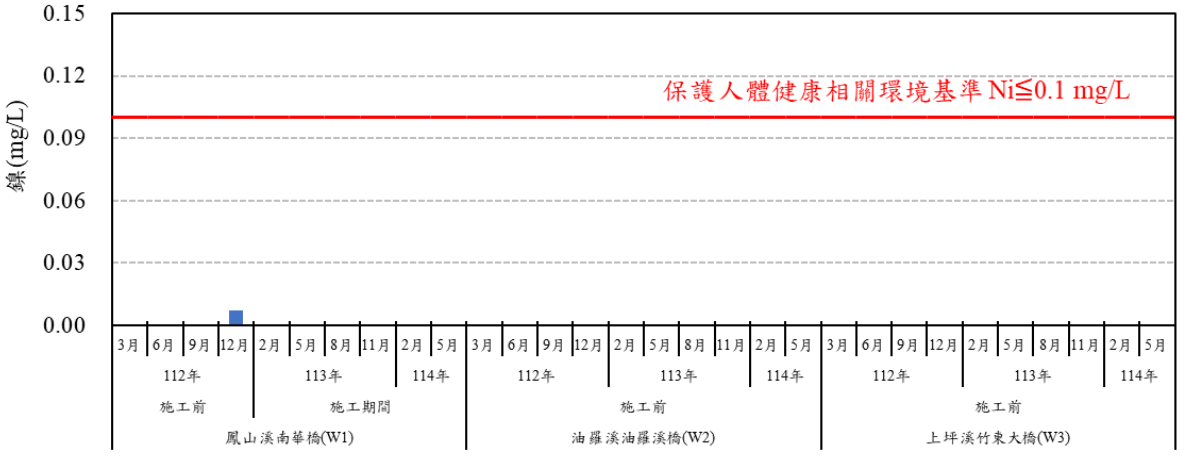
註：未標示者為 ND，MDL 之數值為 0.005 mg/L。

圖3.4-35　歷次各測站銅測值監測成果



註：未標示者為 ND，MDL 之數值於 112 及 113 年為 0.005 mg/L，114 年為 0.006 mg/L。

圖3.4-36　歷次各測站鋅測值監測成果



註：未標示者為 ND，MDL 之數值為 0.004 mg/L。

圖3.4-37　歷次各測站鎳測值監測成果

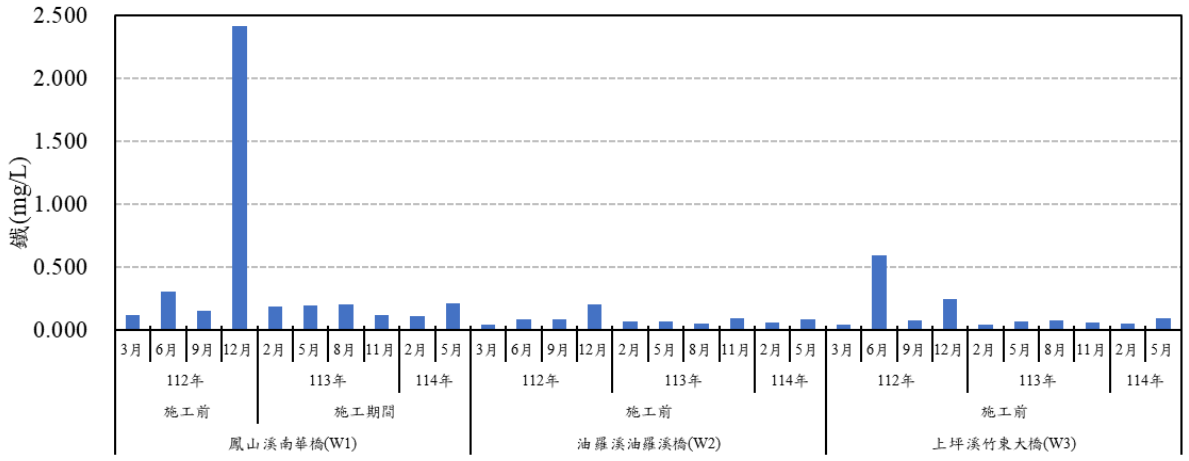
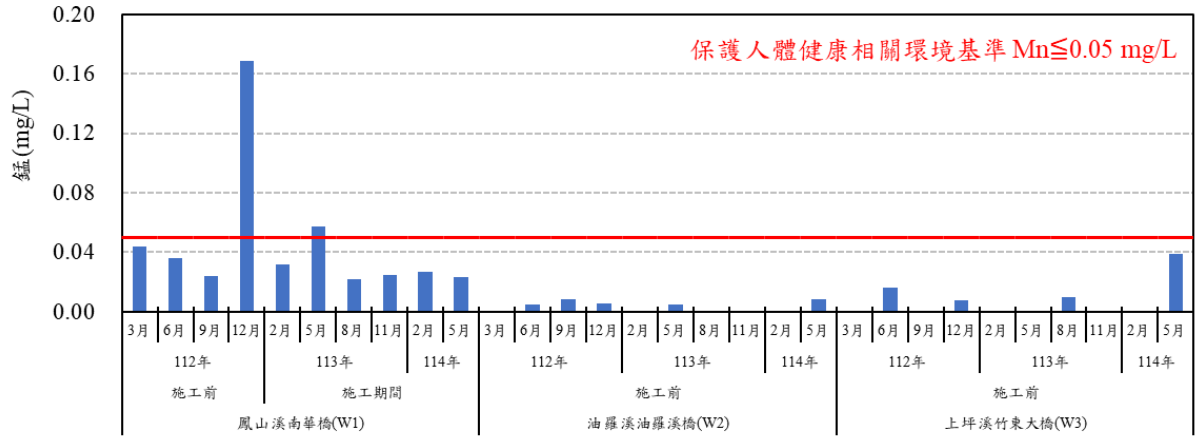
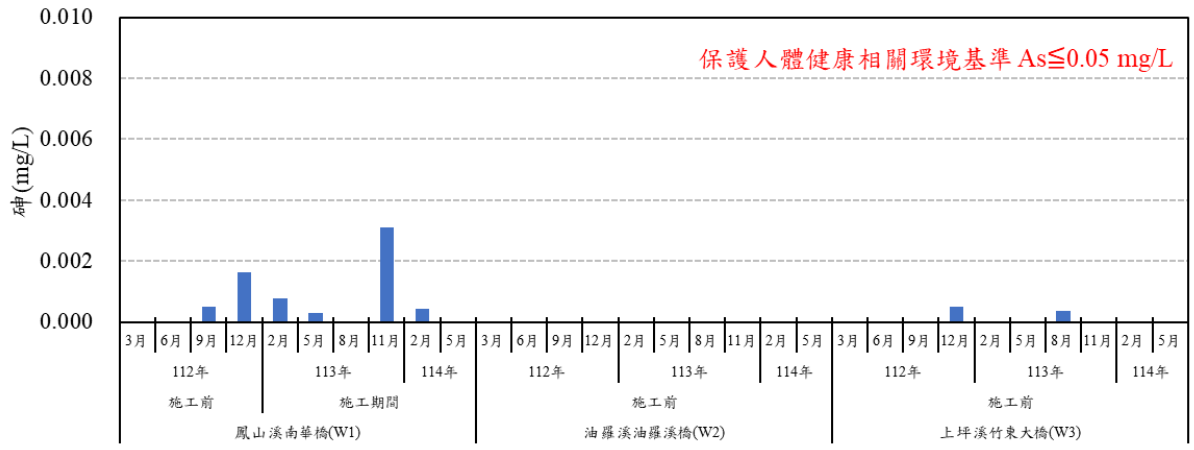


圖3.4-38　歷次各測站鐵測值監測成果



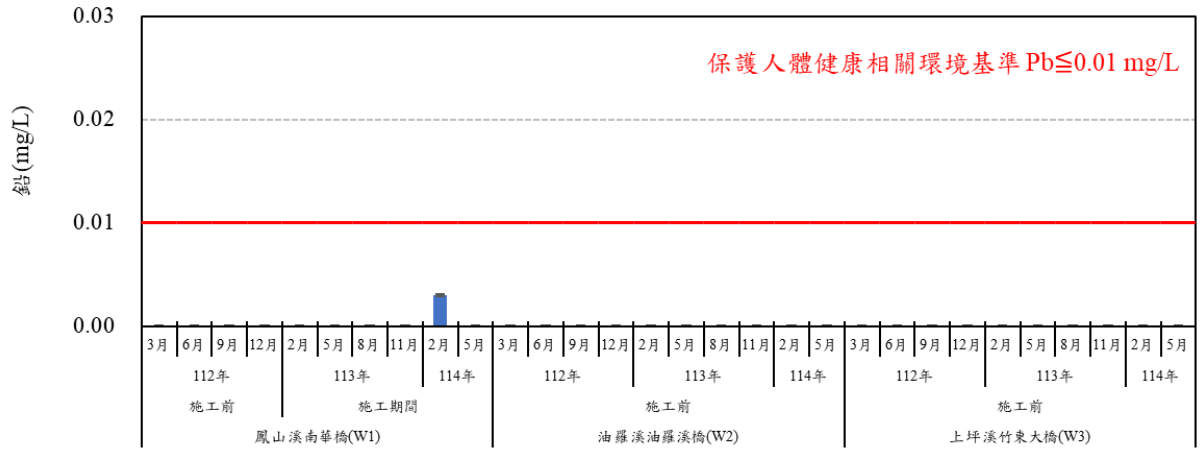
註：未標示者為 ND，MDL 之數值於 112 年為 0.005 mg/L，113 及 114 年為 0.004 mg/L。

圖3.4-39　歷次各測站錳測值監測成果



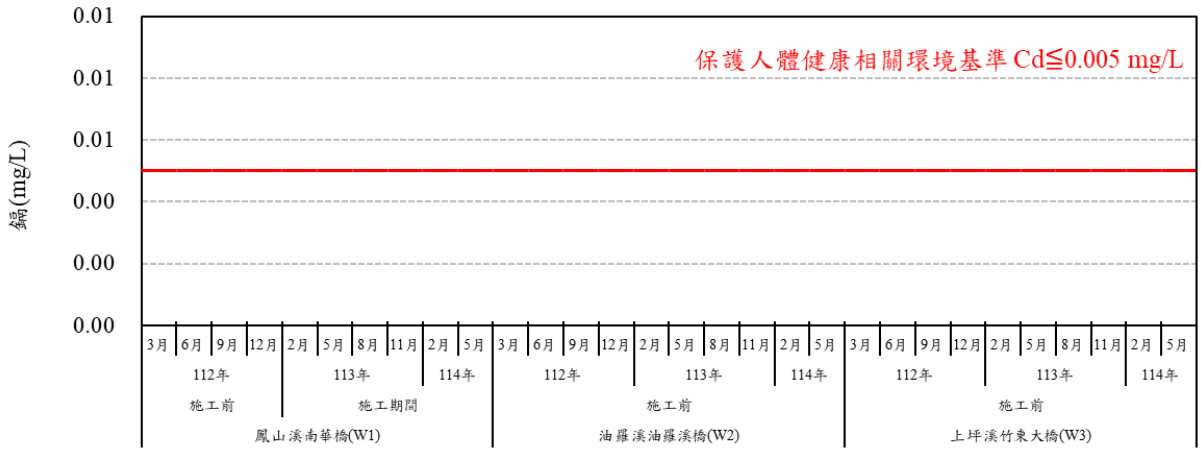
註：未標示者為 ND，MDL 之數值為 0.0003 mg/L。

圖3.4-40　歷次各測站砷測值監測成果



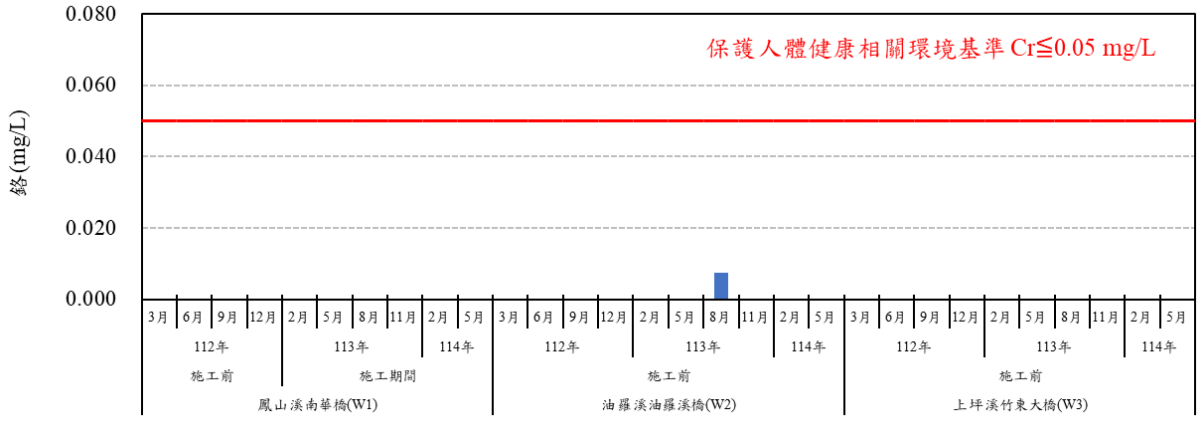
註：未標示者為 ND，MDL 之數值 112 年 3、6 月為 0.0040 mg/L，112 年 9、12 月為 0.0025 mg/L，113 及 114 年為 0.0026 mg/L。

圖3.4-41　歷次各測站鉛測值監測成果



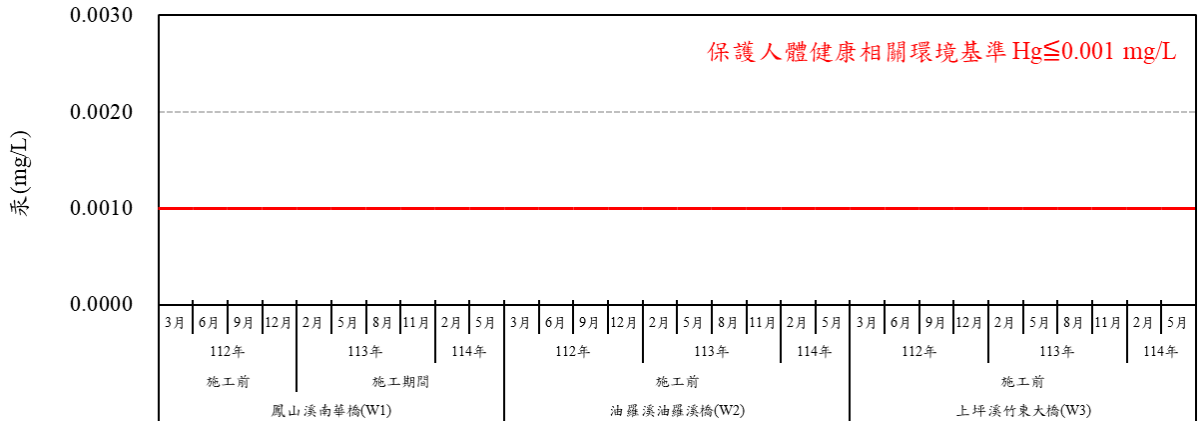
註：未標示者為 ND，MDL 之數值為 0.001 mg/L。

圖3.4-42　歷次各測站鎘測值監測成果



註：未標示者為 ND，MDL 之數值為 0.004 mg/L。

圖3.4-43　歷次各測站鉻測值監測成果



註：未標示者為 ND，MDL 之數值為 0.00015 mg/L。

圖3.4-44　歷次各測站汞測值監測成果

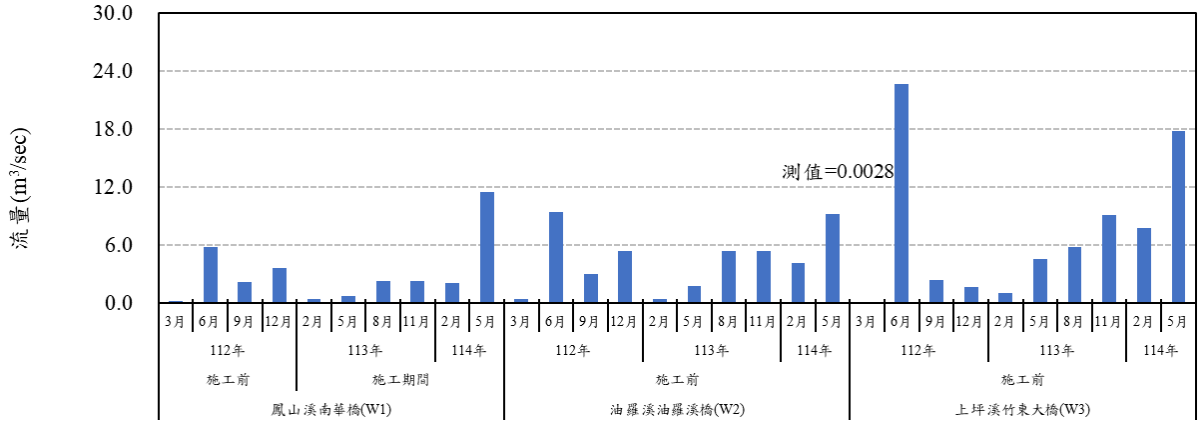


圖3.4-45　歷次各測站流量測值監測成果

3.5 工區放流水質

為瞭解施工期間工區污水處理後之水質結果，本計畫規劃於各工區污水放流口進行採樣，其中隧道銜接段-1(隧道進水口)於隧道進口監測，隧道銜接段-2(隧道出水口)於隧道出口監測。監測頻率為施工期間每月進行一次監測。

第一標隧道銜接段-1(隧道進水口)，因施工致使工程廢水溢流至側溝，可能因此造成淤積及影響水質，又本計畫於 113 年 10 月 22 日進行環境監測現勘與諮詢，委員曾反映放流水漫流可能影響側溝水質問題，故經與分署確認後安排於 113 年 12 月起開始進行監測，藉以了解水質狀況，並確認施工廠商之水質處理措施是否需再進行調整，隧道銜接段-3(隧道進水口即下方側溝點位)因 113 年 12 月之 pH 值超標，故安排持續監測，114 年上半年度於 114 年 2 月、5 月及 6 月亦有懸浮固體超標之情形，故目前此點位仍持續監測中；第一標隧道銜接段(隧道出水口)，因應 114 年 1 月 9 日隧道銜接段執行進度及職業安全衛生管控會議結論，於 114 年 2 月新增檢測工區三屯圳上游及工區三屯圳下游兩點位；第二標道路埋設段，因應 114 年 3 月 3 日分署來函，為了解各水管橋施工時河道上、下游影響，因此於 114 年 3 月新增檢測關西二號橋上游及關西二號橋下游兩點位，後續亦將依據各水管橋施工進度，安排河道上、下游水質監測。

監測結果將依放流水標準(如表 3.5-1 所示)進行比較，114 年上半年度已於 01/13(一)、02/21(五)、03/25(二)、04/15(二)、05/26(一)、05/27(二)、06/05(四)執行，各測站之監測結果分述說明如下，監測結果彙整如表 3.5-2 所示。

隧道銜接段-1(隧道進水口)結果顯示各測項皆符合放流水標準。

隧道銜接段-2(隧道出水口)結果顯示各測項皆符合放流水標準。

隧道銜接段-3(隧道進水口)(此點位為工區側溝)結果顯示，於 2 月、5 月及 6 月懸浮固體測值超過放流水標準，推測 2 月超標可能原因為現場開挖作業、隧道土建工程及運輸車輛沖洗之廢水所影響，此外，採樣前因連日降雨，沖刷之逕流廢水亦匯流至下方側溝，因此懸浮固體有超標情形。而推測 5 月及 6 月超標可能原因為採樣前連日降雨，致使山壁泥沙沖刷導致下方側溝水質混濁，因此懸浮固體有超標情形。

隧道銜接段-4(三屯圳工區上游)結果顯示各測項皆符合放流水標準。

隧道銜接段-5(三屯圳工區下游)結果顯示各測項皆符合放流水標準。

道路埋設段-3(關西二號橋上游)結果顯示，於 5 月及 6 月懸浮固體測值超過放流水標準，由於道路埋設段-3(關西二號橋上游)位於工區上游，並未受本工程施工行為影響，且採樣前因連日降雨，造成地表逕流攜帶泥沙進入河川，導致水質混濁，研判屬環境背景值。

道路埋設段-4(關西二號橋下游)結果顯示，於 6 月懸浮固體測值超過放流水標準，推測超標原因為採樣前連日降雨，造成地表逕流攜帶泥沙進入河川，導致水質混濁。此外，經查勘現場未設置有效的泥沙削減設施或是落實土方管理，於降雨時可能進一步造成泥沙沖刷進河道，加劇混濁情形，亦為可能之影響因素之一。

針對隧道銜接段-3(隧道進水口)之懸浮固體超標情形，推測降雨為導致超標之主因，但仍建議施工單位注意環境管理，避免因漫地流狀況造成污染問題，並請施工廠商注意廢水處理系統運作情形，確認系統可負荷強降雨之水量，避免因強降雨導致工區廢水溢流而來不及處理，而若可能有無法負荷之情形，建議也應事先擬訂應變措施。而針對道路埋設段-4(關西二號橋下游)之懸浮固體測值超標情形，建議請施工單位落實土方管理，避免類似情況再次發生。

表 3.5-1 放流水標準

適用範圍	項目	最大限值	備註
事業、污水下水道系統及建築物污水處理設施之廢污水共同適用	水溫	一、放流水排放至非海洋之地面水體者： 1.攝氏三十八度以下(適用於五月至九月)。 2.攝氏三十五度以下(適用於十月至翌年四月)	—
	氫離子濃度指數	六・○–九・○	
	油脂 (正己烷抽出物)	一○	—
貯煤場、營建工地、土石方堆(棄)置場	生化需氧量	三○	營建工地及土石方堆(棄)置場之管制僅適用於未依規定採行必要措施者。
	化學需氧量	一○○	
	懸浮固體	三○	

註：參考民國 113 年 12 月 18 日行政院環境部環部水字第 1131081975 號令修正發布之放流水標準附表八。

表 3.5-2 114 年上半年度工區放流水監測結果

監測點位	監測日期	水溫	pH 值	DO	BOD	COD	氨氮	SS	油脂	大腸桿菌群
		℃		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	CFU/100 mL
隧道銜接段-1(隧道進水口)	114/01/13	20.8	8.2	8.8	<1.0	ND	<0.05(0.0215)	<1.0	<1.0	<10
隧道銜接段-2(隧道出水口)	114/01/13	15.8	8.1	9.6	<1.0	<10(3.691)	<0.05(0.0155)	4.9	<1.0	2.2×10^3
隧道銜接段-3(隧道進水口)	114/01/13	18.4	8.4	9.0	<1.0	<10(5.885)	0.63	1.6	<1.0	<10
隧道銜接段-1(隧道進水口)	114/02/21	17.1	8.1	9.5	1.0	ND	0.08	<1.0	<1.0	<10
隧道銜接段-2(隧道出水口)	114/02/21	18.9	7.5	10.0	<1.0	ND	<0.05(0.0127)	<1.0	<1.0	85
隧道銜接段-3(隧道進水口)	114/02/21	16.7	7.3	9.5	1.6	14.3	1.04	50.2	<1.0	3.3×10^3
隧道銜接段-4(三屯圳工區上游)	114/02/21	18.3	8.3	9.4	<1.0	ND	<0.05(0.0115)	<1.0	<1.0	2.9×10^3
隧道銜接段-5(三屯圳工區下游)	114/02/21	17.8	8.3	9.8	<1.0	<10.0(4.185)	<0.05(0.0210)	<1.0	<1.0	3.8×10^3
隧道銜接段-1(隧道進水口)	114/03/25	19.8	7.8	9.2	<1.0	<10(3.203)	<0.05(0.0408)	<1.0	<1.0	<10
隧道銜接段-2(隧道出水口)	114/03/25	21.2	8.1	4.6	<1.0	<10(4.204)	<0.05(0.0432)	1.5	<1.0	90
隧道銜接段-3(隧道進水口)	114/03/25	21.7	8.6	7.9	<1.0	<10(5.005)	0.13	27.7	<1.0	1.6×10^2
隧道銜接段-4(三屯圳工區上游)	114/03/25	19.1	8.0	7.8	<1.0	<10(3.203)	3.14	1.2	<1.0	1.7×10^2
隧道銜接段-5(三屯圳工區下游)	114/03/25	21.4	8.1	6.8	<1.0	<10(4.004)	0.10	11.5	<1.0	3.9×10^2
道路埋設段-3(關西二號橋上游)	114/03/25	23.2	9.0	7.8	<1.0	<10(8.408)	<0.05(0.0355)	5.6	<1.0	2.3×10^2
道路埋設段-4(關西二號橋下游)	114/03/25	23.0	9.0	8.2	<1.0	<10(7.407)	<0.05(0.0372)	7.5	<1.0	2.7×10^2
隧道銜接段-1(隧道進水口)	114/04/15	20.4	8.2	6.9	<1.0	ND	0.07	2.6	<1.0	<10
隧道銜接段-2(隧道出水口)	114/04/15	22.6	8.0	7.0	<1.0	ND	0.14	1.2	<1.0	1.7×10^3
放流水標準(113/12/18)		5-9 月≦38℃ 10-4 月≦35℃	6.0~9.0	-	≦30	≦100	-	≦30	≦10	-

註：參考民國 113 年 12 月 18 日行政院環境部環部水字第 1131081975 號令修正發布之放流水標準附表八。

表 3.5-2 114 年上半年度工區放流水監測結果(續)

監測點位	監測日期	水溫	pH 值	DO	BOD	COD	氨氮	SS	油脂	大腸桿菌群
		℃		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	CFU/100 mL
隧道銜接段-3(隧道進水口)	114/04/15	20.3	8.1	6.8	<1.0	<10(5.195)	0.17	8.5	<1.0	3.2×10^3
隧道銜接段-4(三屯圳工區上游)	114/04/15	20.4	7.8	7.0	<1.0	<10(4.595)	<0.05(0.0165)	<1.0	<1.0	3.1×10^3
隧道銜接段-5(三屯圳工區下游)	114/04/15	21.2	8.0	7.0	<1.0	<10(3.996)	<0.05(0.0121)	2.5	<1.0	2.9×10^3
道路埋設段-3(關西二號橋上游)	114/04/15	23.3	8.4	7.0	<1.0	<10(6.893)	<0.05(0.0146)	4.9	<1.0	1.1×10^3
道路埋設段-4(關西二號橋下游)	114/04/15	24.0	8.3	7.1	<1.0	<10(5.294)	<0.05(0.0163)	7.0	<1.0	4.3×10^3
隧道銜接段-1(隧道進水口)	114/05/26	20.8	8.3	8.3	<1.0	ND	<0.05(0.0150)	<1.0	<1.0	<10
隧道銜接段-2(隧道出水口)	114/05/27	23.6	7.7	9.9	<1.0	<10(3.804)	ND	<1.0	<1.0	1.2×10^4
隧道銜接段-3(隧道進水口)	114/05/26	20.1	8.2	8.6	1.8	14.8	0.06	102	<1.0	2.8×10^2
隧道銜接段-4(三屯圳工區上游)	114/05/26	19.5	7.8	8.4	<1.0	<10(6.610)	<0.05(0.0233)	2.3	<1.0	1.6×10^4
隧道銜接段-5(三屯圳工區下游)	114/05/26	19.7	8.0	8.4	<1.0	ND	<0.05(0.0282)	12.3	<1.0	2.7×10^4
道路埋設段-3(關西二號橋上游)	114/05/26	20.7	8.2	8.6	1.4	14.0	0.07	40.8	<1.0	3.6×10^3
道路埋設段-4(關西二號橋下游)	114/05/26	20.5	8.3	8.7	1.6	<10(9.814)	0.08	19.7	<1.0	3.6×10^3
隧道銜接段-1(隧道進水口)	114/06/05	23.4	8.2	5.7	<1.0	ND	<0.05(0.0205)	8.2	<1.0	<10
隧道銜接段-2(隧道出水口)	114/06/05	23.8	8.1	4.4	1.5	ND	0.10	6.0	<1.0	2.7×10^2
隧道銜接段-3(隧道進水口)	114/06/05	22.6	8.5	5.4	<1.0	16.9	<0.05(0.0436)	495	<1.0	3.3×10^2
隧道銜接段-4(三屯圳工區上游)	114/06/05	22.1	7.6	7.1	<1.0	<10(7.500)	<0.05(0.0234)	2.9	<1.0	2.6×10^4
隧道銜接段-5(三屯圳工區下游)	114/06/05	22.0	7.9	6.2	<1.0	<10(6.700)	<0.05(0.0411)	3.9	<1.0	1.4×10^4
道路埋設段-3(關西二號橋上游)	114/06/05	23.7	7.9	6.4	1.9	13.9	0.06	38.0	<1.0	2.5×10^4
道路埋設段-4(關西二號橋下游)	114/06/05	23.7	8.0	6.2	1.6	12.7	0.11	37.1	<1.0	3.8×10^3
放流水標準(113/12/18)		5-9 月<38℃ 10-4 月<35℃	6.0~9.0	-	30	100	-	30	10	-

註：參考民國 113 年 12 月 18 日行政院環境部環部水字第 1131081975 號令修正發布之放流水標準附表八。

3.6 地下水文水質

為瞭解本計畫路線施工期間對地下水之可能影響，故針對關西(U1)、橫山(U2)及竹東(U3)，共 3 處進行監測，本計畫分別於關西、橫山及竹東選擇距離管線埋設施工較近之水位觀測井進行監測，點位如圖 3.6-1 所示，水質項目包含水溫、pH、比導電度、生化需氧量、化學需氧量、總有機碳、總溶解固體、懸浮固體、氯鹽、硫酸鹽、硝酸鹽氮、總菌落數、油脂、重金屬(銅、鋅、鎳、鐵、錳、砷、鉛、鎘、鉻、汞)、氨氮、大腸桿菌群密度、溶氧、總硬度、總酚、氧化還原電位等，水理項目包含水位。依據環境部「地下水污染管制標準」公告說明表，本計畫之地下水屬第二類，故監測結果將與「地下水污染管制標準」所公告之第二類監測標準值相比，以探討地下水狀況。本項目監測頻率為每季執行一次，監測時間在第一季為 01/15(三)，第二季為 04/29(二)及 06/20(五)，皆已執行採樣分析作業。其中在第二季橫山(U2)測站因原採樣水井無水可採，改為鄰近水井執行採樣。

目前主體工程進度，在第一標隧道銜接段，於 113 年 3 月 31 日開始進行隧道開挖工程，在隧道進水口及出水口進行隧道挖掘；第二標道路埋設段工程，於 113 年 4 月 8 日開始進行明挖工程；第三標跨河放水段目前尚未有實際工程行為。

(一)關西(U1)

本測站 114 年上半年度之地下水各項測值皆符合第二類監測標準。

本測站 114 年上半年度 1 月總硬度及 4 月錳測值有超過警戒值之情形，本測站鄰近隧道出口處，在第一標隧道銜接段，總硬度主要污染源有(1)大量抽取地下水可能會改變水流動的模式，使得水與含鈣、鎂的礦層接觸時間延長，進而導致硬度升高(2)工業活動排放含有大量鈣和鎂的物質；錳主要來源為(1)主要來自地層中含錳礦物，為常見地下水背景成分(2) 金屬加工、電鍍或鋼鐵相關行業，殘留含錳廢水或化學藥劑，以上判斷污染來源與本計畫工程無關，可能為受到周邊環境影響使其測值超過警戒值之情形。

(二)橫山(U2)

本測站 114 年上半年度 1 月之氨氮、鐵、鉛測值有未符合第二類監測標準之情形。

另本次 6 月硝酸鹽氮測值有超過警戒值之情形，本測站屬第二標道路埋設段，硝酸鹽氮主要污染源為農業活動、生活污水和工業廢水，由於 6 月時鄰近工區已完工，且工區未有逕流廢水排放，推測可能受到周邊環境影響使其測值超過警戒值之情形。

(三)竹東(U3)

本測站 114 年上半年度 1 月之鐵及鉛測值有未符合第二類監測標準之情形。

另本次 1 月氨氮、鉻、鎳及鋅測值有超過警戒值之情形，本測站屬第三標跨河放水段，1 月時為施工前監測，監測結果屬環境背景影響。

關西(U1)及橫山(U2)為施工期間監測，監測結果橫山(U2)，氨氮測值施工前監測結果介於 0.63~1.63 mg/L，114 年上半年度監測結果介於 ND~0.53 mg/L，部分測值超過第二類監測標準(0.25 mg/L)，鐵測值施工前監測結果介於 2.18~17.7 mg/L，114 年上半年度監測結果介於 1.25~5.05 mg/L，部分測值超過第二類監測標準(0.25 mg/L)，鉛測值施工前監測結果介於 0.118~0.428 mg/L，114 年上半年度監測結果介於 ND~0.141 mg/L，部分超過第二類監測標準(0.05 mg/L)，判斷受背景影響。

竹東(U3)5 月前為施工前監測，後續將持續追蹤測值變化情形。茲彙整監測結果如表 3.6-1 及圖 3.6-2~30 並列出各測項警戒值，歷次監測結果彙整於表 3.4-2~4 及圖 3.4-31~59。

各測項若有低於方法偵測極限或報告極限之測定值，將分別以「ND」或「<報告極限值」標示於表中，避免資訊過於繁雜，將不在圖中進行標示，以便檢視。

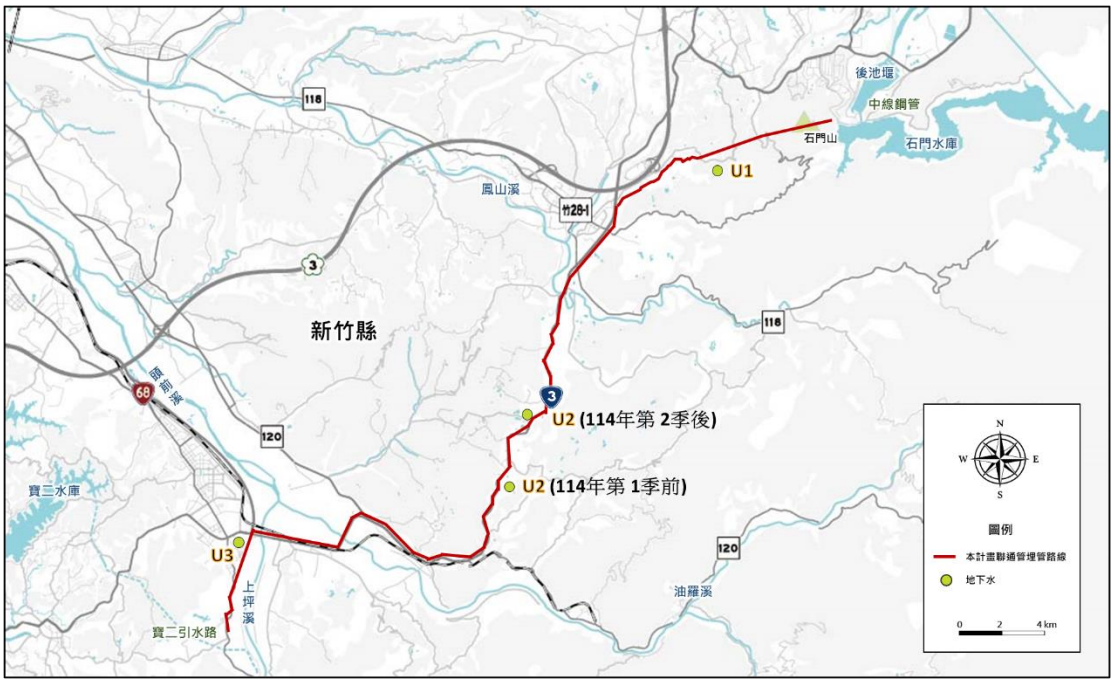


圖 3.6-1 本計畫地下水監測點位位置

表 3.6-1　114 年上半年度地下水監測成果

時間及地點 \ 項目			水溫	pH 值	DO	BOD	COD	SS	氧化還原電位	比導電度	硝酸鹽氮	氯鹽	硫酸鹽	NH_3-N	總硬度	總溶解固體物	總酚	總有機碳	總菌落數	大腸桿菌群
			℃	—	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mV	MΩ・cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	CFU/mL	CFU/100mL
施工期間	關西(U1)	01/15(三)	20.9	6.3	4.2	<1.0	ND	12.8	281	4.35×10^{-3}	0.41	3.07	28.1	ND	85.3	101	ND	0.6	1.9×10^{3}	3.5×10^{2}
		04/29(二)	22.9	6.3	5.4	<1.0	8.0	3.0	280	5.99×10^{-3}	0.96	1.13	2.99	<0.05 (0.0133)	31.4	56.0	ND	1.4	3.0×10^{3}	3.8×10^{3}
警戒值			—	—	—	—	—	—	—	—	**1.69**	**12.2**	**27.8**	**0.06**	**80.9**	**128**	**0.0052**	**1.7**	—	—
施工期間	橫山(U2)	01/15(三)	21.6	6.7	3.3	1.2	26.1	28.6	-91.7	2.47×10^{-3}	0.05	2.48	14.3	0.53	50.0	53.5	ND	2.1	2.2×10^{3}	2.9×10^{2}
		06/20(五)	24.3	6.0	2.5	<1.0	ND	1.0	161	4.72×10^{-3}	1.25	4.34	14.3	ND	64.3	86	ND	0.6	7.4×10^{3}	2.1×10^{3}
警戒值			—	—	—	—	—	—	—	—	**0.29**	**5.73**	**176.8**	**1.45**	**710**	**799**	**0.0117**	**4.9**	—	—
施工前	竹東(U3)	01/15(三)	21.2	7.4	5.2	1.4	27.9	158	92.1	2.46×10^{-3}	0.76	5.41	63.7	<0.05 (0.0356)	237	255	<0.0050 (0.0028)	0.9	3.0×10^{3}	9.0×10^{2}
		04/29(二)	21.8	7.4	6.5	<1.0	7.8	12.0	113	2.91×10^{-3}	0.79	2.30	58.1	ND	162	208	ND	0.7	93	70
警戒值			—	—	—	—	—	—	—	—	**0.89**	**7.27**	**67.3**	**0.02**	**244**	**294**	**0.0032**	**1.6**	—	—
第二類監測標準 (102/12/18)			—	—	—	—	—	—	—	—	50	625	625	0.25	750	1250	0.14	10	—	—

註 1：地下水污染監測標準依據民國 102 年 12 月 18 日(環署土字第 1020109443 號)修正公告告之「地下水污染監測標準」,「－」係表該項目無單位、測值或法規標準；灰底則表超過地下水污染監測標準，底線為超過警戒值。

註 2：監測數據如為 ND，以 1/2 MDL 做為計算警戒值之背景數據，表中各項數值皆以四捨五入方式呈現。

表 3.6-1　114 年上半年度地下水監測成果(續)

時間及地點 \ 項目			油脂(正己烷抽出物)	鎘	鉻	銅	鐵	鉛	錳	鎳	鋅	汞	砷	水位
			mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	m
施工期間	關西(U1)	01/15(三)	<1.0	ND	ND	ND	0.072	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2.722
		04/29(二)	<1.0	ND	ND	ND	0.061	ND	0.026	ND	<0.020 (0.0104)	ND	ND	1.434
警戒值			—	**0.002**	**0.008**	**0.01**	**0.57**	**0.008**	**0.007**	**0.008**	**0.031**	**0.00030**	**0.0006**	—
施工期間	橫山(U2)	01/15(三)	<1.0	ND	ND	ND	5.05	0.141	0.168	ND	0.058	ND	ND	6.414
		06/20(五)	<1.0	ND	ND	ND	1.25	ND	0.022	ND	<0.020 (0.0130)	ND	ND	無法量測 (註 3)
警戒值			—	**0.0010**	**0.0082**	**0.014**	**16.50**	**0.391**	**1.865**	**0.007**	**0.058**	**0.00030**	**0.0155**	—
施工前	竹東(U3)	01/15(三)	<1.0	ND	<0.020 (0.0085)	<0.020 (0.0115)	2.51	0.084	0.080	<0.020 (0.0065)	0.103	ND	<0.0020 (0.00039)	3.612
		04/29(二)	<1.0	ND	ND	ND	0.431	0.033	<0.020 (0.0171)	ND	<0.020 (0.0189)	ND	ND	4.643
警戒值			—	**0.002**	**0.005**	**0.018**	**3.71**	**0.188**	**0.122**	**0.005**	**0.056**	**0.00030**	**0.0008**	—
第二類監測標準 (102/12/18)			—	0.025	0.25	5	1.5	0.05	0.25	0.5	25	0.01	0.25	—

註 1：地下水污染監測標準依據民國 102 年 12 月 18 日(環署土字第 1020109443 號)修正公告告之「地下水污染監測標準」,「－」係表該項目無單位、測值或法規標準；灰底則表超過地下水污染監測標準，底線為超過警戒值。

註 2：監測數據如為 ND，以 1/2 MDL 做為計算警戒值之背景數據，表中各項數值皆以四捨五入方式呈現。

註 3：因橫山(U2)測站原採樣水井無水可採，改為鄰近水井執行採樣，此水井密封無法開啟，故無法量測水位。

表 3.6-2　歷次關西(U1)地下水監測成果

時間及地點 \ 項目		水溫	pH 值	DO	BOD	COD	SS	氧化還原電位	比導電度	硝酸鹽氮	氯鹽	硫酸鹽	NH_3-N	總硬度	總溶解固體物	總酚	總有機碳	總菌落數	大腸桿菌群
		℃	—	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mV	MΩ・cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	CFU/mL	CFU/100mL
施工前	112/03/28(二)	20.8	6.1	2.5	<1.0	5.1	<1.0	206	4.37×10^{-3}	0.90	16.90	24.2	0.01	72.1	121	ND	0.5	3.3×10^{3}	2.3×10^{3}
	112/05/19(五)	23.0	6.1	5.9	<1.0	7.4	4.1	-22.3	9.93×10^{-3}	1.22	2.03	4.22	0.07	41.5	68.5	ND	1.6	2.7×10^{4}	4.1×10^{4}
	112/08/18(五)	27.1	6.6	4.6	<1.0	6.7	12.3	249	7.19×10^{-3}	2.02	1.63	4.31	0.04	54.2	71.0	ND	1.8	1.8×10^{5}	3.1×10^{5}
	112/11/17(五)	22.9	6.4	5.2	<1.0	5.7	<1.0	149	4.52×10^{-3}	0.81	4.88	32.1	ND	88.5	137	ND	0.6	7.0×10^{2}	9.5×10^{2}
施工期間	113/02/15(一)	22.0	6.3	4.4	<1.0	ND	1.3	211	3.83×10^{-3}	1.43	4.86	28.9	<0.05(0.03)	95.2	142	ND	0.6	2.9×10^{3}	9.0×10^{2}
	113/05/24(五)	24.3	6.4	4.4	<1.0	10	3.7	199	4.65×10^{-3}	2.62	5.20	10.4	<0.05(0.02)	61.0	57.5	0.0083	1.9	4.7×10^{3}	4.6×10^{3}
	113/07/26(五)	27.0	6.7	5.0	<1.0	8.1	2.0	221	1.14×10^{-2}	0.62	1.07	1.98	<0.05(0.05)	36.4	48.0	ND	2.2	1.1×10^{4}	2.2×10^{4}
	113/10/25(五)	26.0	6.1	2.3	<1.0	3.1	1.8	235	4.33×10^{-3}	0.49	3.05	24.9	ND	81.0	122	ND	1.1	1.8×10^{4}	2.2×10^{4}
	114/01/15(三)	20.9	6.3	4.2	<1.0	ND	12.8	281	4.35×10^{-3}	0.41	3.07	28.1	ND	85.3	101	ND	0.6	1.9×10^{3}	3.5×10^{2}
	114/04/29(二)	22.9	6.3	5.4	<1.0	8.0	3.0	280	5.99×10^{-3}	0.96	1.13	2.99	<0.05 (0.0133)	31.4	56.0	ND	1.4	3.0×10^{3}	3.8×10^{3}
警戒值		—	—	—	—	—	—	—	—	**1.69**	**12.24**	**27.81**	**0.06**	**80.9**	**128**	**0.0052**	**1.7**	—	—
第二類監測標準 (102/12/18)		—	—	—	—	—	—	—	—	50	625	625	0.25	750	1250	0.14	10	—	—

註 1：地下水污染監測標準依據民國 102 年 12 月 18 日(環署土字第 1020109443 號)修正公告告之「地下水污染監測標準」,「－」係表該項目無單位、測值或法規標準；灰底則表超過地下水污染監測標準，底線為超過警戒值。

註 2：監測數據如為 ND，以 1/2 MDL 做為計算警戒值之背景數據，表中各項數值皆以四捨五入方式呈現。

表 3.6-2　歷次關西(U1)地下水監測成果(續)

時間及地點 \ 項目		油脂(正己烷抽出物)	鎘	鉻	銅	鐵	鉛	錳	鎳	鋅	汞	砷	水位
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	m
施工前	112/03/28(二)	<1.0	ND	ND	ND	0.296	ND	ND	ND	0.038	ND	ND	2.750
	112/05/19(五)	<1.0	ND	ND	ND	0.199	ND	0.007	ND	0.023	ND	ND	1.589
	112/08/18(五)	<1.0	ND	ND	ND	0.752	ND	0.007	ND	0.011	ND	ND	1.3
	112/11/17(五)	<1.0	ND	ND	ND	0.0282	ND	ND	ND	0.009	ND	ND	2.660
施工期間	113/02/15(一)	<1.0	ND	ND	ND	0.054	ND	ND	ND	<0.020(0.0101)	ND	ND	2.142
	113/05/24(五)	<1.0	ND	ND	ND	0.137	ND	ND	ND	<0.020(0.0169)	ND	ND	2.462
	113/07/26(五)	<1.0	ND	ND	ND	0.105	ND	ND	ND	<0.020(0.0167)	ND	ND	1.422
	113/10/25(五)	<1.0	ND	ND	ND	0.040	ND	ND	ND	<0.020(0.0086)	ND	ND	1.537
	114/01/15(三)	<1.0	ND	ND	ND	0.072	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2.722
	114/04/29(二)	<1.0	ND	ND	ND	0.061	ND	0.026	ND	<0.020(0.0104)	ND	ND	1.434
警戒值		**—**	**0.002**	**0.008**	**0.01**	**0.57**	**0.008**	**0.007**	**0.008**	**0.031**	**0.0003**	**0.0006**	**—**
第二類監測標準(102/12/18)		—	0.025	0.25	5	1.5	0.05	0.25	0.5	25	0.01	0.25	—

註 1：地下水污染監測標準依據民國 102 年 12 月 18 日(環署土字第 1020109443 號)修正公告告之「地下水污染監測標準」,「－」係表該項目無單位、測值或法規標準；灰底則表超過地下水污染監測標準，底線為超過警戒值。

註 2：監測數據如為 ND，以 1/2 MDL 做為計算警戒值之背景數據，表中各項數值皆以四捨五入方式呈現。

表 3.6-3　歷次橫山(U2)地下水監測成果

時間及地點 \ 項目		水溫	pH 值	DO	BOD	COD	SS	氧化還原電位	比導電度	硝酸鹽氮	氯鹽	硫酸鹽	NH_3-N	總硬度	總溶解固體物	總酚	總有機碳	總菌落數	大腸桿菌群
		℃	—	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mV	MΩ · cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	CFU/mL	CFU/100mL
施工前	112/03/20(一)	23.7	7.8	1.9	2.0	22.1	1100.0	-42.1	3.9×10^{-3}	0.38	3.64	53.30	0.71	127	316	0.0166	1.7	<5	<10
	112/05/19(五)	23.1	7.3	4.4	7.1	63.0	187.0	-87.2	1.3×10^{-3}	0.14	6.25	68.20	1.28	404	492	ND	5	7.2×10^{2}	1.5×10^{3}
	112/08/18(五)	25.8	7.3	4.0	4.3	34.6	160	-85.7	8.5×10^{-3}	0.13	4.78	157	1.63	678	783	ND	4.9	2.8×10^{4}	4.9×10^{4}
	112/11/17(五)	22.1	7.1	5.8	<1.0	24.6	391	-82.2	7.9×10^{-4}	0.11	4.76	199	0.63	724	818	0.0033	2.2	3.7×10^{2}	2.0×10^{2}
施工期間	113/03/26(二)	22.9	7.2	5.4	3.1	26.8	1060	-92.9	2.25×10^{-3}	<0.05 (0.05)	7.35	18.8	0.95	187	244	<0.0050 (0.0025)	3.2	2.1×10^{3}	4.5×10^{2}
	113/05/24(五)	24.5	7.0	5.1	3.1	21.1	71.5	-88.2	3.09×10^{-3}	0.06	5.85	30.8	1.60	122	200	0.0060	2.8	<5	<10
	113/07/26(五)	25.2	6.8	3.7	2.5	24.4	35.5	-67.7	2.3×10^{-3}	0.18	6.61	3.33	3.95	136	190	<0.0050 (0.0044)	3.4	1.0×10^{3}	4.5×10^{2}
	113/10/25(五)	26.4	7.5	3.8	<1.0	18.1	45	-76	2.43×10^{-3}	0.61	3.07	59.7	ND	126	240	ND	2.2	13	30
	114/01/15(三)	21.6	6.7	3.3	1.2	26.1	28.6	-91.7	2.47×10^{-3}	0.05	2.48	14.3	0.53	50.0	53.5	ND	2.1	2.2×10^{3}	2.9×10^{2}
	114/06/20(五)	24.3	6.0	2.5	<1.0	ND	1.0	161	4.72×10^{-3}	1.25	4.34	14.3	ND	64.3	86.0	ND	0.6	7.4×10^{3}	2.1×10^{3}
警戒值		—	—	—	—	—	—	—	—	**0.29**	**5.73**	**176.8**	**1.45**	**710**	**799**	**0.0117**	**4.9**	—	—
第二類監測標準 (102/12/18)		—	—	—	—	—	—	—	—	50	625	625	0.25	750	1250	0.14	10	—	—

註 1：地下水污染監測標準依據民國 102 年 12 月 18 日(環署土字第 1020109443 號)修正公告告之「地下水污染監測標準」,「－」係表該項目無單位、測值或法規標準；灰底則表超過地下水污染監測標準，底線為超過警戒值。

註 2：監測數據如為 ND，以 1/2 MDL 做為計算警戒值之背景數據，表中各項數值皆以四捨五入方式呈現。

表 3.6-3　歷次橫山(U2)地下水監測成果(續)

時間及地點 \ 項目		油脂(正己烷抽出物)	鎘	鉻	銅	鐵	鉛	錳	鎳	鋅	汞	砷	水位
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	m
施工前	112/03/20(一)	<1.0	0.001	ND	0.012	2.18	0.428	0.098	0.005	0.058	ND	0.0024	7.183
	112/05/19(五)	<1.0	ND	0.007	0.010	11.4	0.191	1.310	0.007	0.058	ND	0.0124	6.269
	112/08/18(五)	<1.0	ND	0.009	0.014	17.7	0.358	1.840	0.008	0.047	ND	0.0144	4.27
	112/11/17(五)	<1.0	ND	0.006	ND	13.3	0.118	1.650	0.005	0.040	ND	0.0142	6.265
施工期間	113/03/26(二)	<1.0	ND	<0.020 (0.0110)	<0.020 (0.0124)	16.5	0.285	0.595	<0.020 (0.0148)	0.121	ND	0.0033	6.222
	113/05/24(五)	<1.0	ND	<0.020 (0.005)	<0.020 (0.007)	10.1	0.367	0.425	ND	0.075	ND	<0.0020 (0.00079)	5.743
	113/07/26(五)	<1.0	ND	<0.020 (0.005)	ND	2.34	0.405	0.406	ND	0.033	ND	<0.0020 (0.00049)	5.432
	113/10/25(五)	<1.0	ND	ND	ND	0.899	0.047	0.023	ND	<0.020(0.0182)	ND	ND	5.451
	114/01/15(三)	<1.0	ND	ND	ND	5.05	0.141	0.168	ND	0.058	ND	ND	6.414
	114/06/06(五)	<1.0	ND	ND	ND	1.25	ND	0.022	ND	<0.020(0.0130)	ND	ND	無法量測 (註 3)
警戒值		**—**	**0.0010**	**0.0082**	**0.014**	**16.50**	**0.391**	**1.865**	**0.007**	**0.058**	**0.0003**	**0.0155**	**—**
第二類監測標準(102/12/18)		—	0.025	0.25	5	1.5	0.05	0.25	0.5	25	0.01	0.25	—

註 1：地下水污染監測標準依據民國 102 年 12 月 18 日(環署土字第 1020109443 號)修正公告告之「地下水污染監測標準」,「－」係表該項目無單位、測值或法規標準；灰底則表超過地下水污染監測標準，底線為超過警戒值。

註 2：監測數據如為 ND，以 1/2 MDL 做為計算警戒值之背景數據，表中各項數值皆以四捨五入方式呈現。

註 3：因橫山(U2)測站原採樣水井無水可採，改為鄰近水井執行採樣，此水井密封無法開啟，故無法量測水位。

表 3.6-4　歷次竹東(U3)地下水監測成果

時間及地點 \ 項目		水溫	pH 值	DO	BOD	COD	SS	氧化還原電位	比導電度	硝酸鹽氮	氯鹽	硫酸鹽	NH_3-N	總硬度	總溶解固體物	總酚	總有機碳	總菌落數	大腸桿菌群
		℃	—	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mV	MΩ・cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	CFU/mL	CFU/100mL
施工前	112/03/20(一)	22.9	7.5	3.3	5.5	37.8	314.0	75.5	2.2×10^{-3}	0.63	6.70	73.00	0.02	330	354	ND	2.2	2.6×10^{2}	1.5×10^{2}
	112/05/19(五)	22.7	7.3	6.1	2.6	19.6	75.4	-54.2	2.1×10^{-3}	1.11	5.46	71.00	0.03	253	308	0.0029	2.5	7.2×10^{3}	1.2×10^{4}
	112/08/18(五)	28.0	7.5	6.3	1.4	14.2	52.2	172	2.9×10^{-3}	0.74	2.01	52.9	0.01	171	218	ND	1.2	3.0×10^{4}	5.0×10^{4}
	112/11/17(五)	24.6	7.5	7.4	<1.0	9.8	69.5	87.4	2.7×10^{-3}	0.59	4.91	62.4	ND	179	239	ND	0.9	9.2×10^{2}	1.6×10^{3}
	113/02/15(一)	23.7	7.5	7.6	<1.0	ND	52	188	2.31×10^{-3}	0.87	6.01	57.2	<0.05(0.02)	202	260	<0.050 (0.0017)	0.5	1.9×10^{2}	75
	113/05/24(五)	23.8	7.4	5.2	1.2	8.0	8.7	219	2.35×10^{-3}	0.66	6.65	63.2	<0.05(0.02)	202	228	0.0068	0.6	1.8×10^{2}	9.0×10^{1}
	113/07/26(五)	26.3	7.2	5.0	<1.0	6.5	16.1	249	1.8×10^{-3}	1.03	4.87	72.4	ND	240	318	<0.0050 (0.0025)	0.9	1.2×10^{4}	1.4×10^{4}
	113/10/25(五)	27.7	7.3	4.7	<1.0	6.4	58	61.3	2.67×10^{-3}	0.68	11.2	51.6	<0.05 (0.0213)	138	216	ND	0.6	25	50
	114/01/15(三)	21.2	7.4	5.2	1.4	27.9	158	92.1	2.46×10^{-3}	0.76	5.41	63.7	<0.05 (0.0356)	237	255	<0.0050 (0.0028)	0.9	3.0×10^{3}	9.0×10^{2}
	114/04/29(二)	21.8	7.4	6.5	<1.0	7.8	12.0	113	2.91×10^{-3}	0.79	2.30	58.1	ND	162	208	ND	0.7	93	70
警戒值		—	—	—	—	—	—	—	—	**0.89**	**7.27**	**67.3**	**0.02**	**244**	**294**	**0.0032**	**1.6**	—	—
第二類監測標準 (102/12/18)		—	—	—	—	—	—	—	—	50	625	625	0.25	750	1250	0.14	10	—	—

註 1：地下水污染監測標準依據民國 102 年 12 月 18 日(環署土字第 1020109443 號)修正公告告之「地下水污染監測標準」,「－」係表該項目無單位、測值或法規標準；灰底則表超過地下水污染監測標準，底線為超過警戒值。

註 2：監測數據如為 ND，以 1/2 MDL 做為計算警戒值之背景數據，表中各項數值皆以四捨五入方式呈現。

表 3.6-4　歷次竹東(U3)地下水監測成果(續)

時間及地點 \ 項目		油脂(正己烷抽出物)	鎘	鉻	銅	鐵	鉛	錳	鎳	鋅	汞	砷	水位
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	m
施工前	112/03/20(一)	<1.0	ND	0.010	0.046	7.86	0.208	0.299	0.010	0.083	ND	0.0020	6.750
	112/05/19(五)	<1.0	ND	ND	0.007	2.54	0.194	0.068	ND	0.046	ND	0.0003	5.445
	112/08/18(五)	<1.0	ND	ND	0.007	1.94	0.167	0.061	ND	0.034	ND	ND	4.565
	112/11/17(五)	<1.0	ND	0.005	0.012	4.30	0.314	0.099	0.005	0.062	ND	0.0007	6.038
	113/02/15(一)	<1.0	ND	ND	<0.020 (0.0073)	1.250	0.072	0.025	ND	0.025	ND	ND	6.567
	113/05/24(五)	<1.0	ND	ND	ND	0.486	0.033	<0.020(0.0123)	ND	0.067	ND	ND	5.865
	113/07/26(五)	<1.0	ND	ND	ND	0.351	0.058	<0.020 (0.0103)	ND	<0.020 (0.0193)	ND	ND	3.951
	113/10/25(五)	<1.0	ND	ND	<0.020 (0.0060)	0.676	0.073	<0.020 (0.0168)	ND	<0.020 (0.0150)	ND	ND	3.362
	114/01/15(三)	<1.0	ND	<0.020 (0.0085)	<0.020 (0.0115)	2.51	0.084	0.080	<0.020 (0.0065)	0.103	ND	<0.0020 (0.00039)	3.612
	114/04/29(二)	<1.0	ND	ND	ND	0.431	0.033	<0.020(0.0171)	ND	<0.020 (0.0189)	ND	ND	4.643
警戒值		**—**	**0.002**	**0.005**	**0.018**	**3.71**	**0.188**	**0.122**	**0.005**	**0.056**	**0.00030**	**0.0008**	**—**
第二類監測標準(102/12/18)		—	0.025	0.25	5	1.5	0.05	0.25	0.5	25	0.01	0.25	—

註 1：地下水污染監測標準依據民國 102 年 12 月 18 日(環署土字第 1020109443 號)修正公告告之「地下水污染監測標準」,「－」係表該項目無單位、測值或法規標準；灰底則表超過地下水污染監測標準，底線為超過警戒值。

註 2：監測數據如為 ND，以 1/2 MDL 做為計算警戒值之背景數據，表中各項數值皆以四捨五入方式呈現。

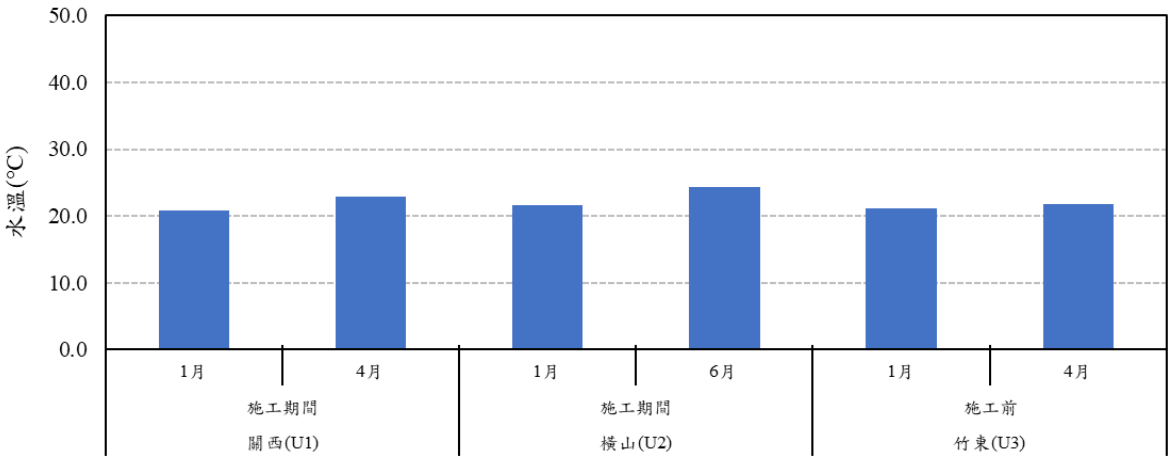


圖3.6-2　114年上半年度各測站水溫測值監測成果

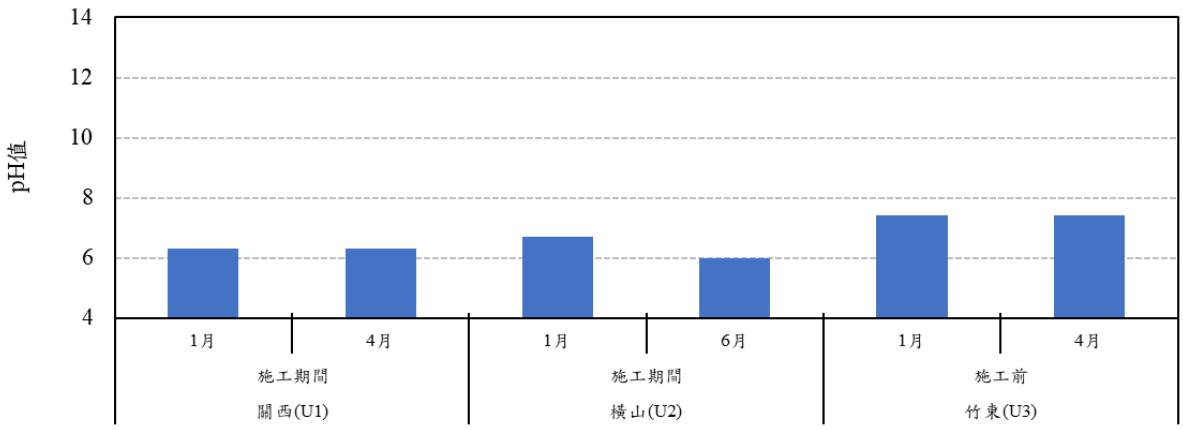


圖3.6-3　114年上半年度各測站pH測值監測成果

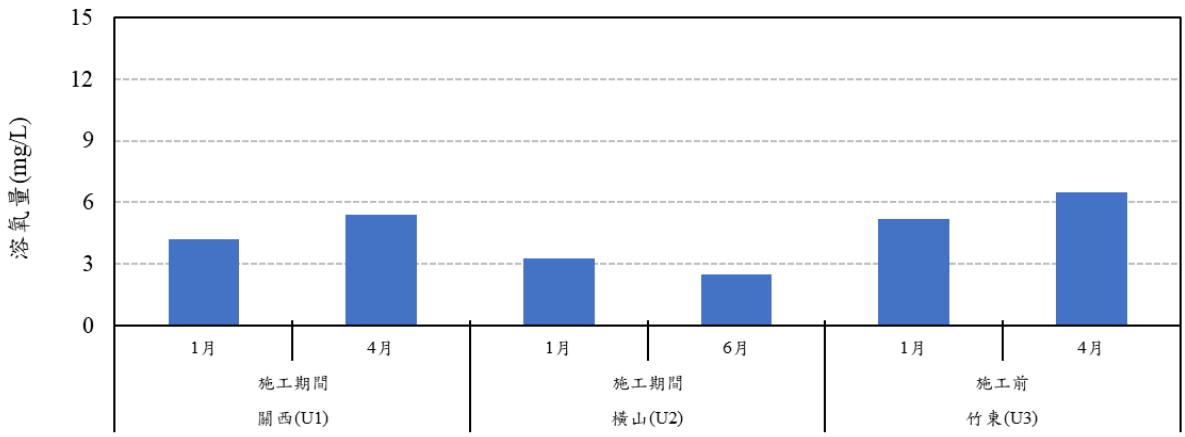
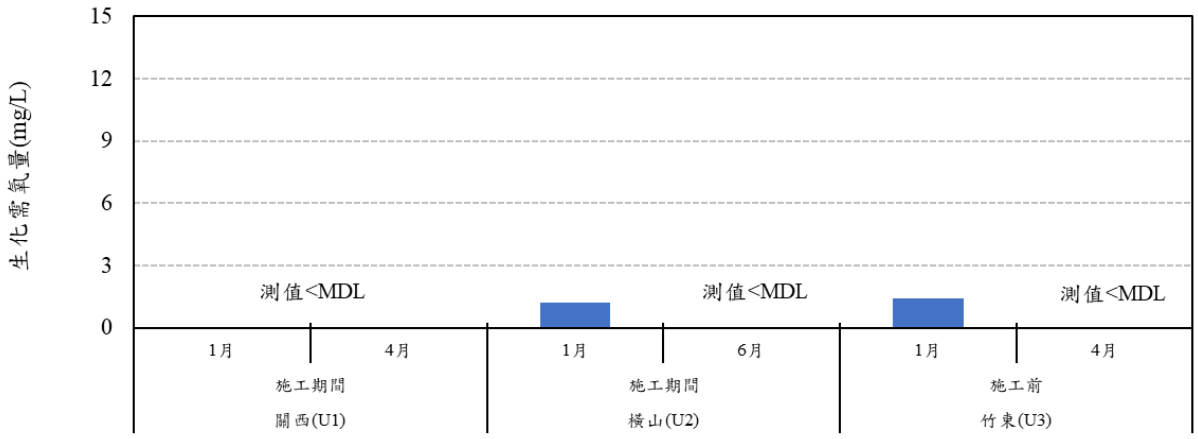
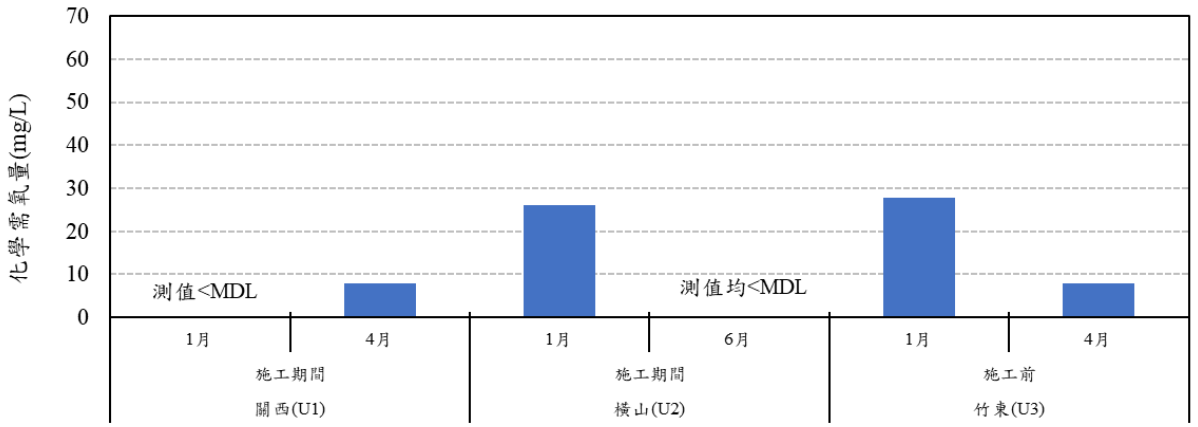


圖3.6-4　114年上半年度各測站溶氧量測值監測成果



註：MDL 之數值為 1.0 mg/L。

圖3.6-5　114年上半年度各測站生化需氧量測值監測成果



註：MDL 之數值為 2.8 mg/L。

圖3.6-6　114年上半年度各測站化學需氧量測值監測成果

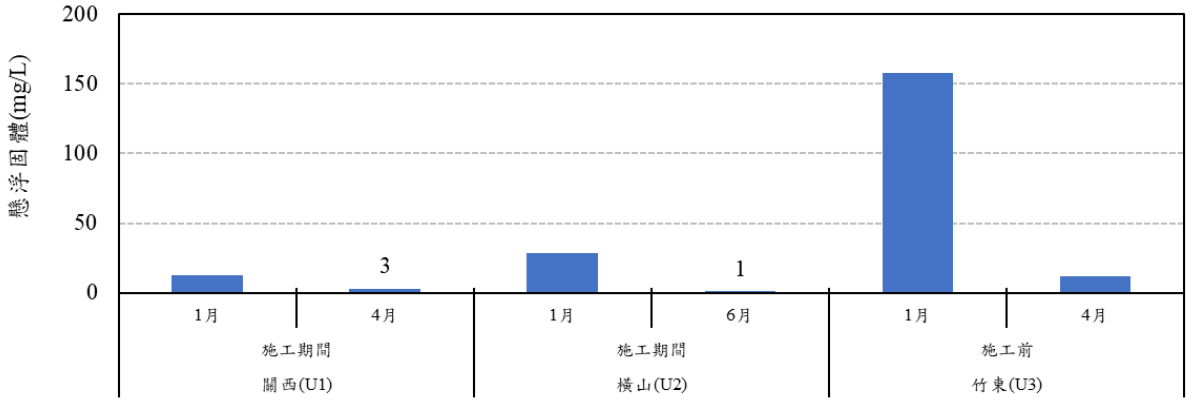


圖3.6-7　114年上半年度各測站懸浮固體測值監測成果

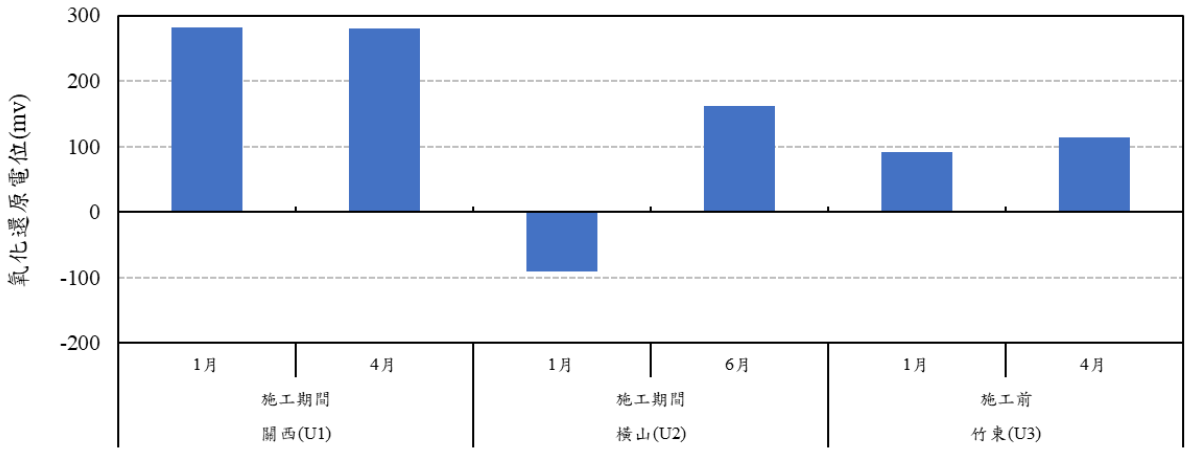


圖3.6-8　114年上半年度各測站氧化還原電位測值監測成果

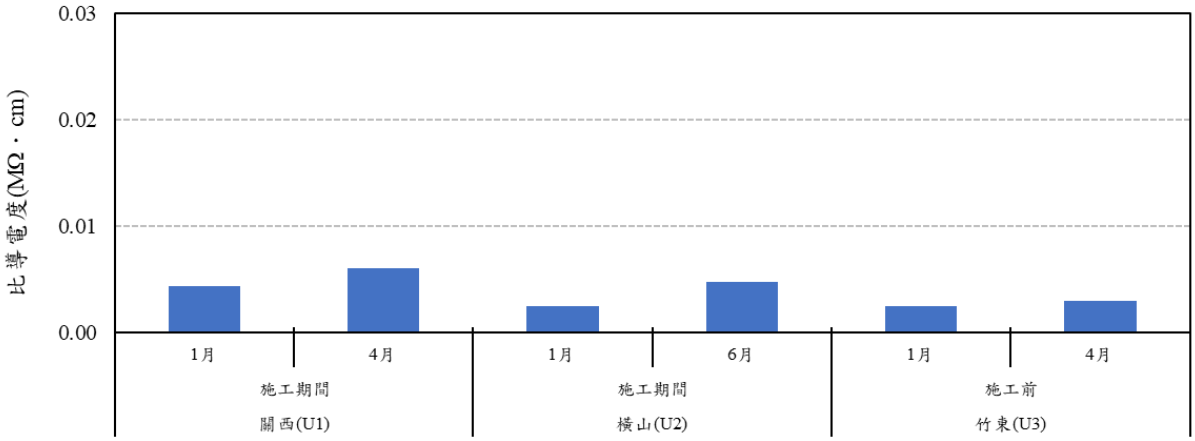


圖 3.6-9　114年上半年度各測站比導電度測值監測成果

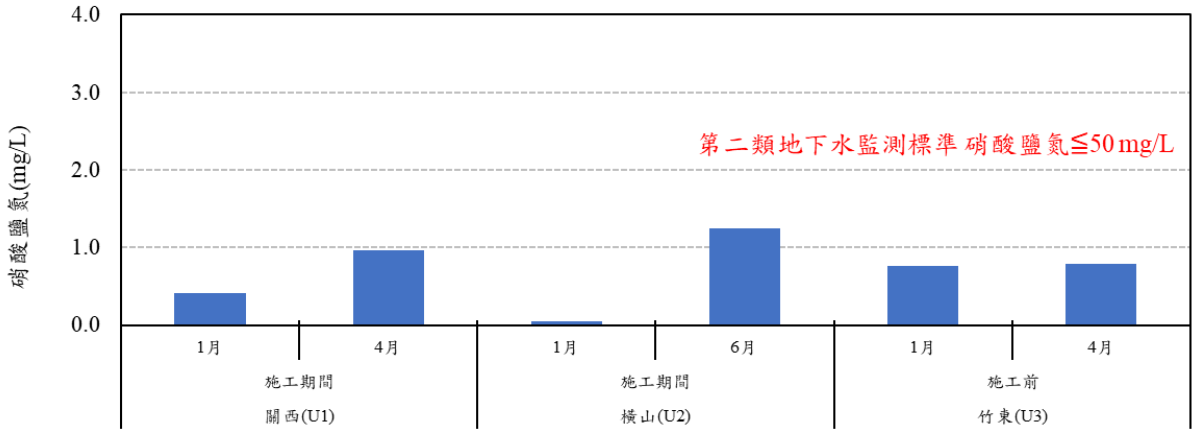


圖3.6-10　114年上半年度各測站硝酸鹽氮測值監測成果

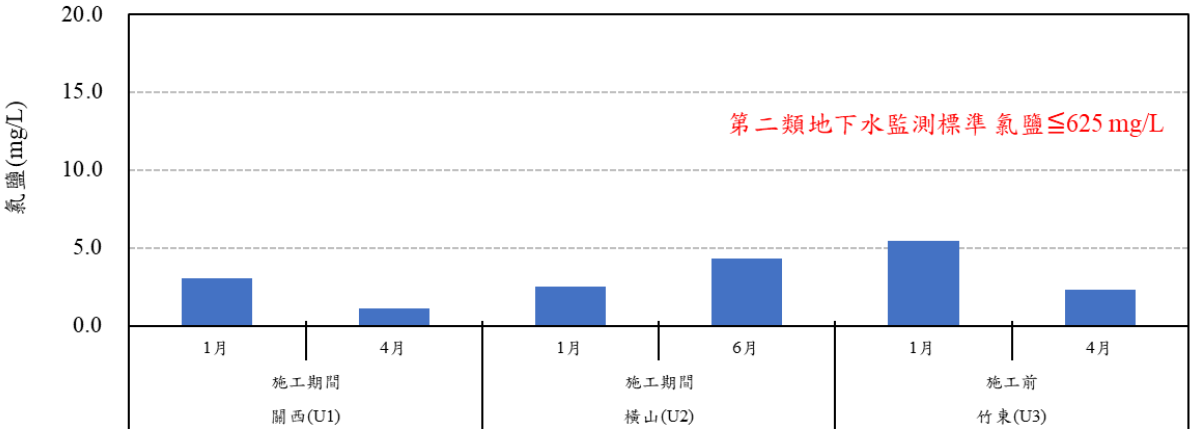


圖3.6-11　114年上半年度各測站氯鹽測值監測成果

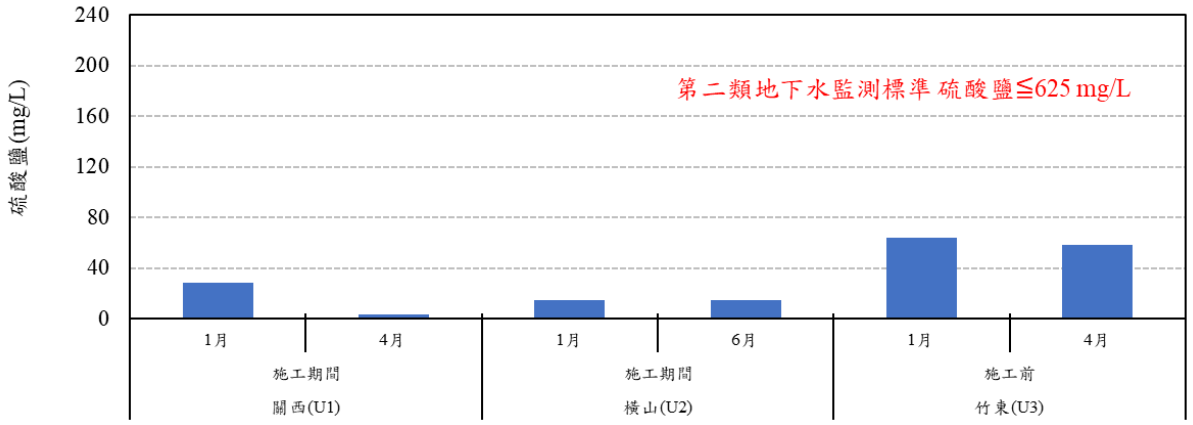
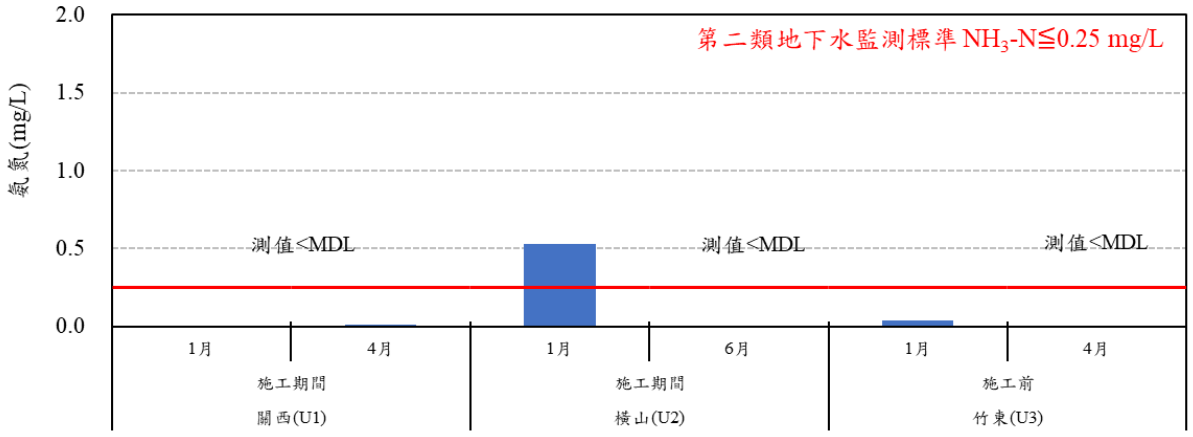


圖3.6-12　114年上半年度各測站硫酸鹽測值監測成果



註：MDL 之數值為 0.01 mg/L。

圖3.6-13　114年上半年度各測站氨氮測值監測成果

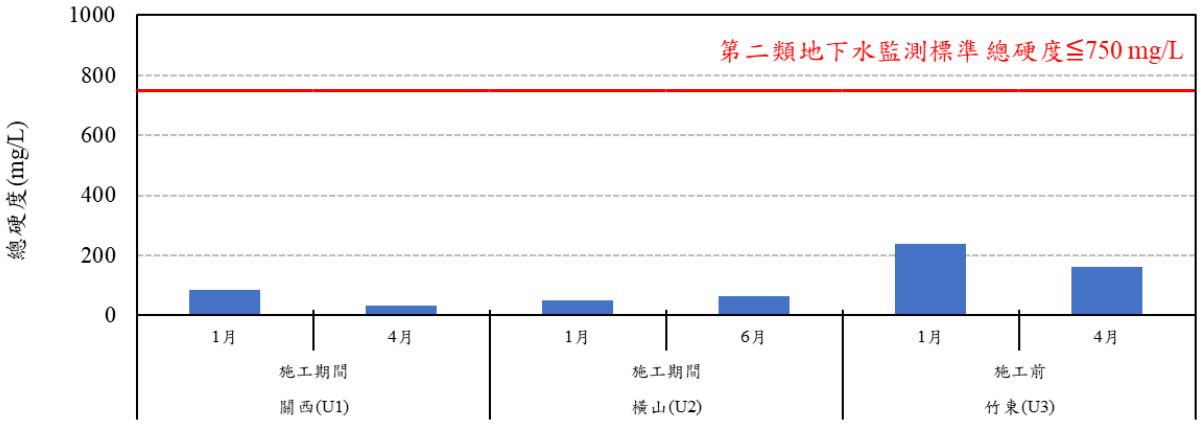


圖3.6-14　114年上半年度各測站總硬度測值監測成果

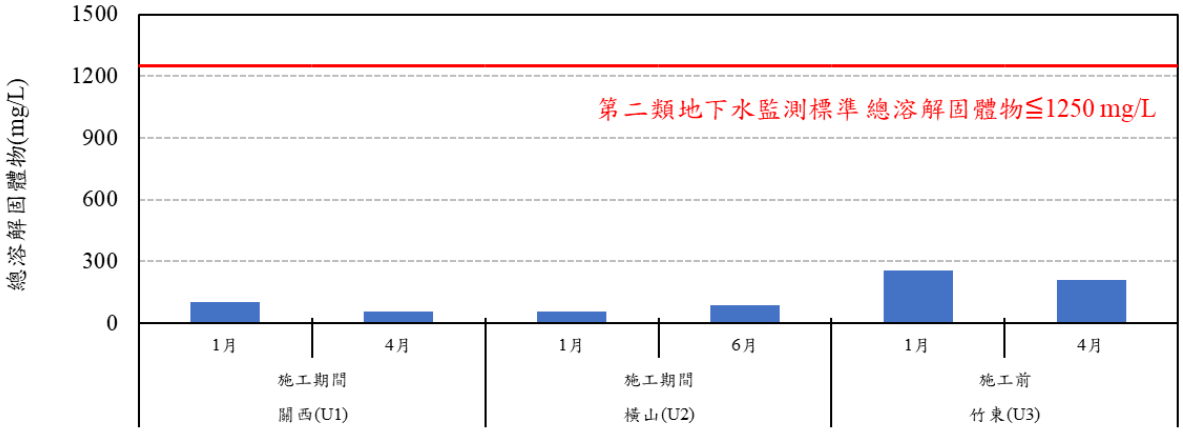
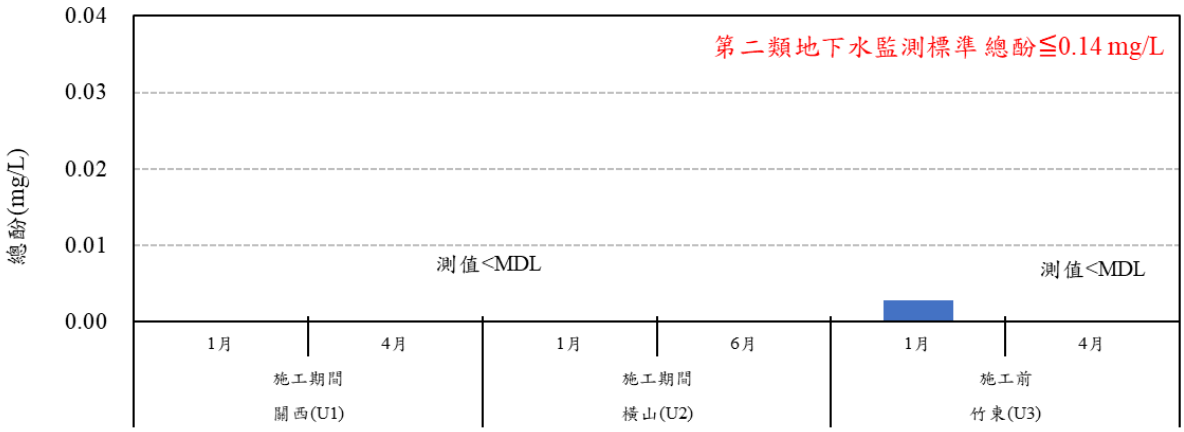


圖3.6-15　114年上半年度各測站總溶解固體物測值監測成果



註：MDL 之數值為 0.0015 mg/L。

圖3.6-16　114年上半年度各測站總酚測值監測成果

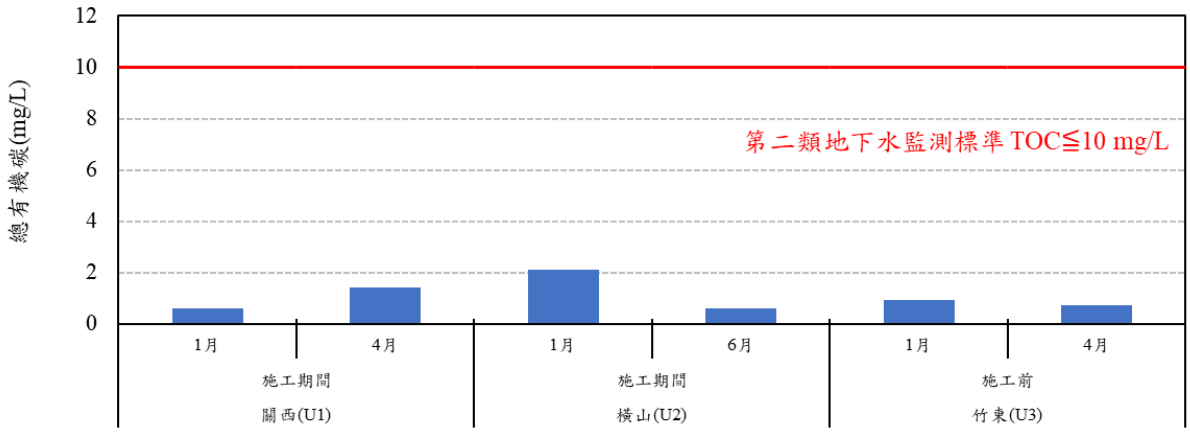
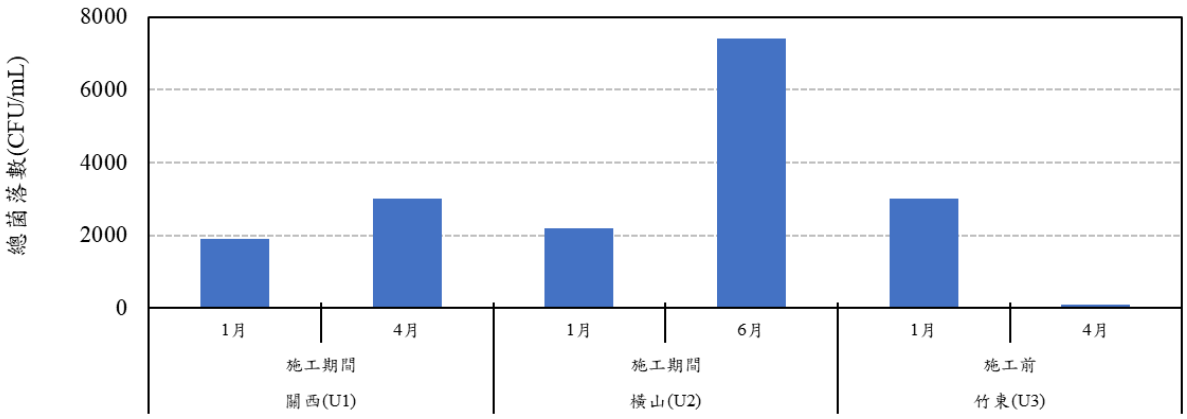
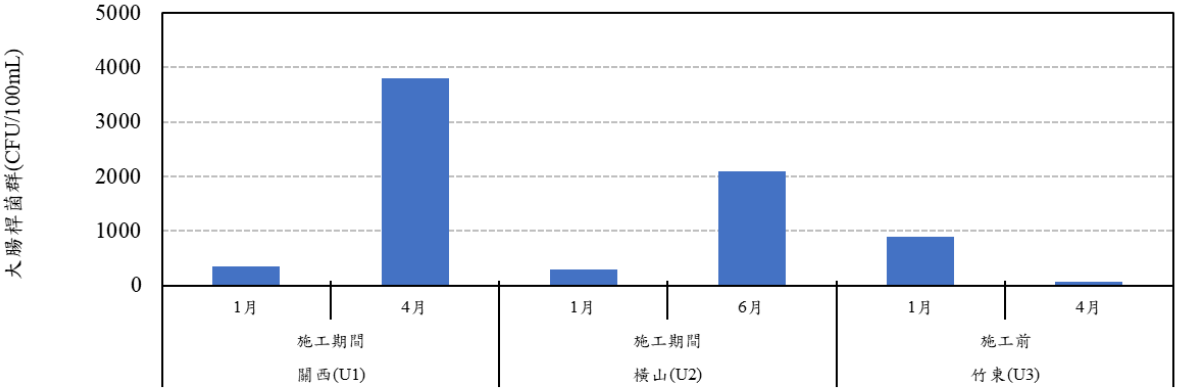


圖3.6-17　114年上半年度各測站總有機碳測值監測成果



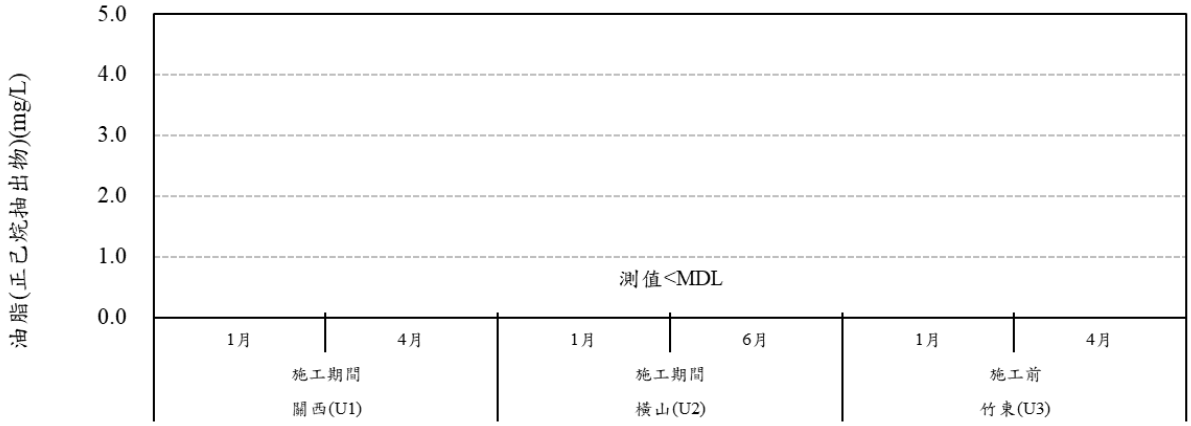
註：MDL 之數值為 5 CFU/mL。

圖3.6-18　114年上半年度各測站總菌落數測值監測成果



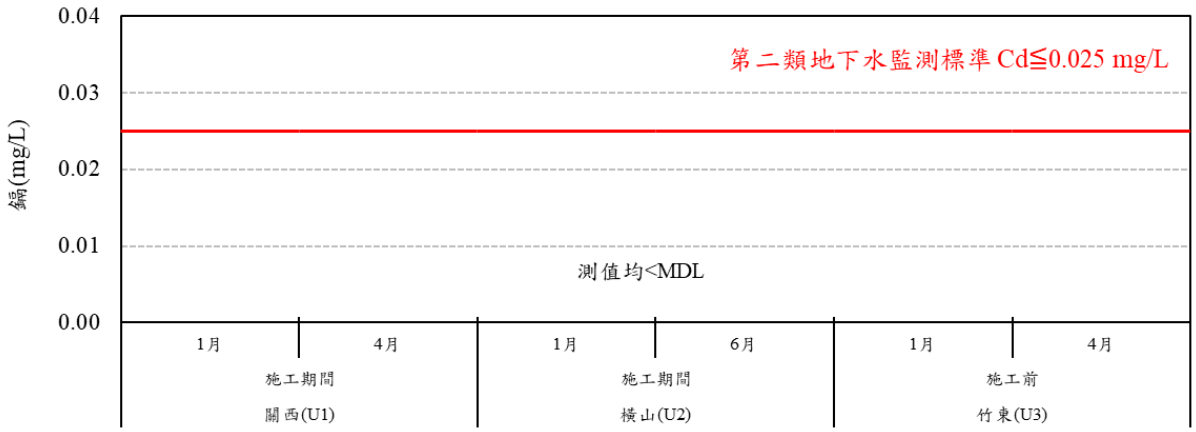
註：MDL 之數值為 10 CFU/100mL。

圖3.6-19　114年上半年度各測站大腸桿菌群測值監測成果



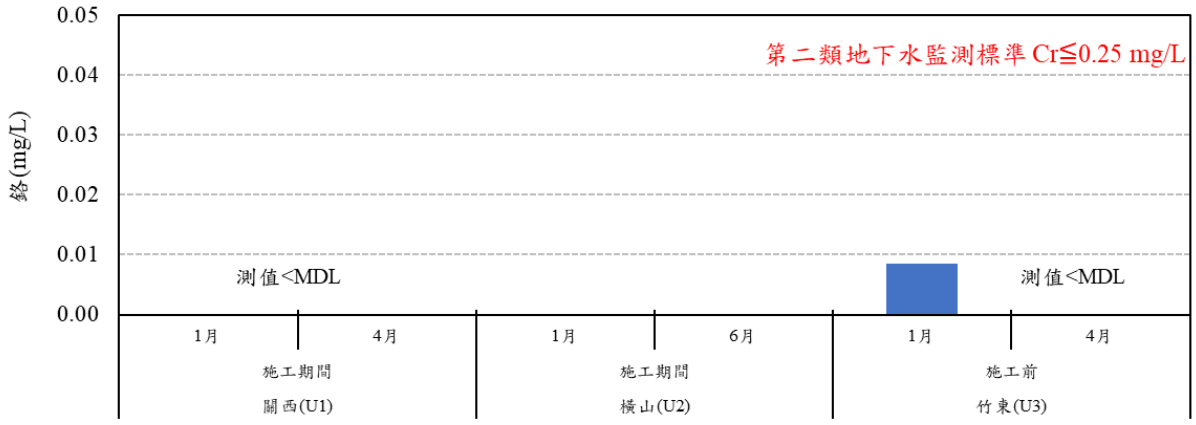
註：MDL 之數值為 1.0 mg/L。

圖3.6-20　114年上半年度各測站油脂(正己烷抽出物)測值監測成果



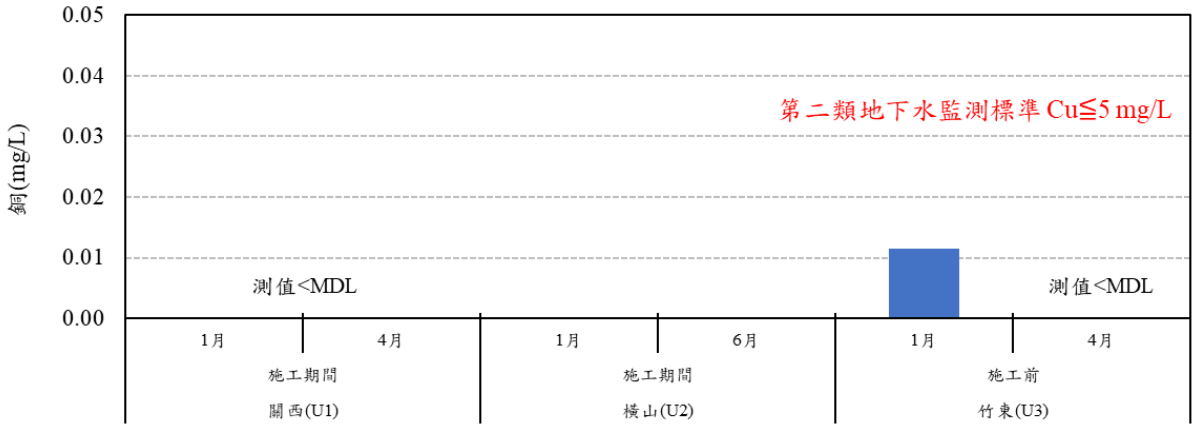
註：MDL 之數值為 0.001 mg/L。

圖3.6-21　114年上半年度各測站鎘測值監測成果



註：MDL 之數值為 0.004 mg/L。

圖3.6-22　114年上半年度各測站鉻測值監測成果



註：MDL 之數值為 0.005 mg/L。

圖3.6-23　114年上半年度各測站銅測值監測成果

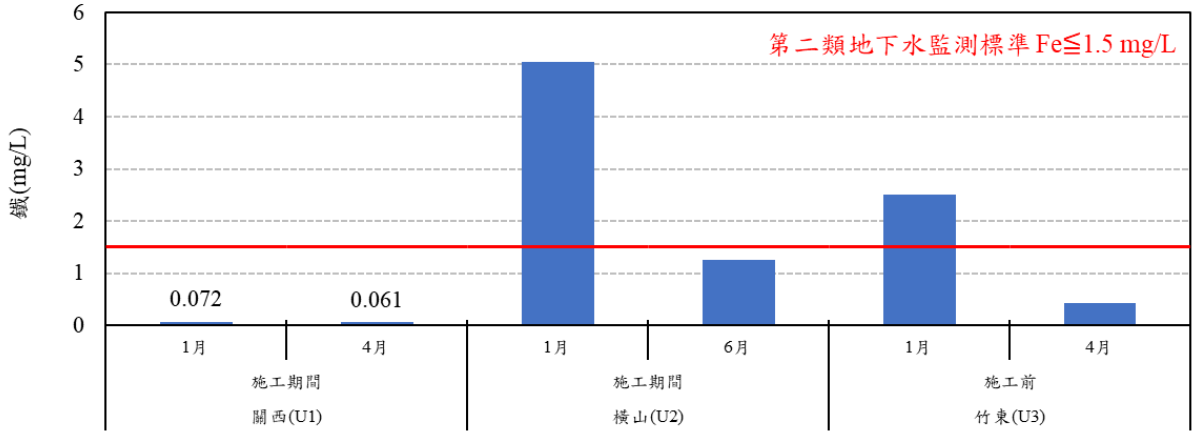
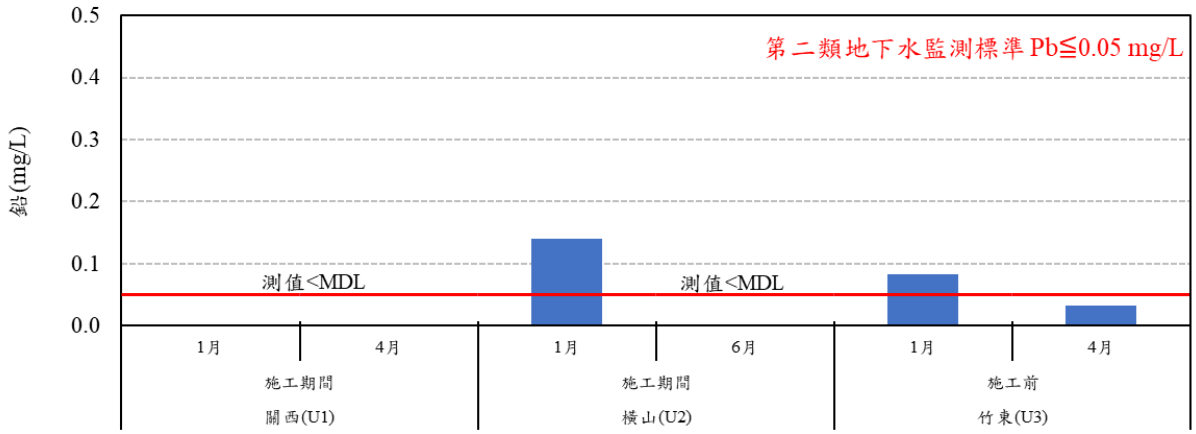
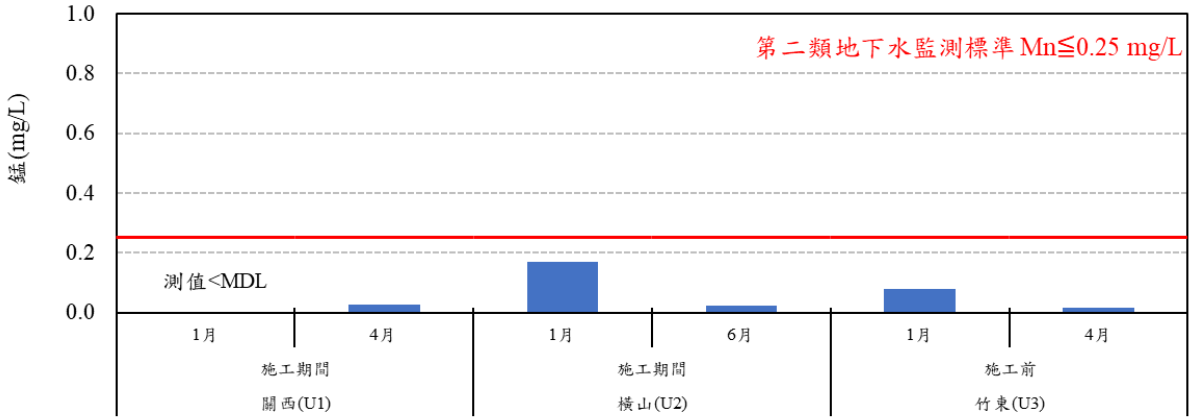


圖 3.6-24　114 年上半年度各測站鐵測值監測成果



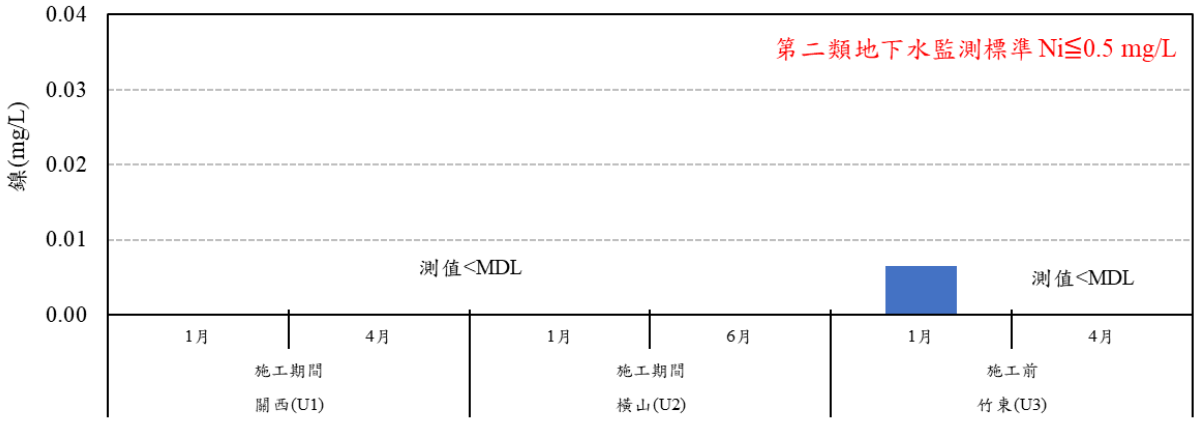
註：MDL 之數值為 0.0026 mg/L。

圖 3.6-25　114 年上半年度各測站鉛測值監測成果



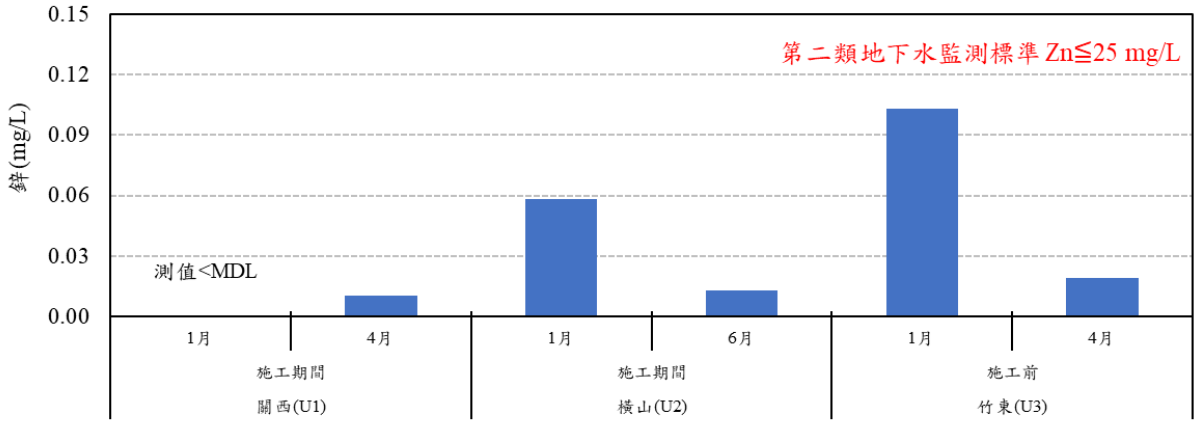
註：MDL 之數值為 0.004 mg/L。

圖 3.6-26　114 年上半年度各測站錳測值監測成果



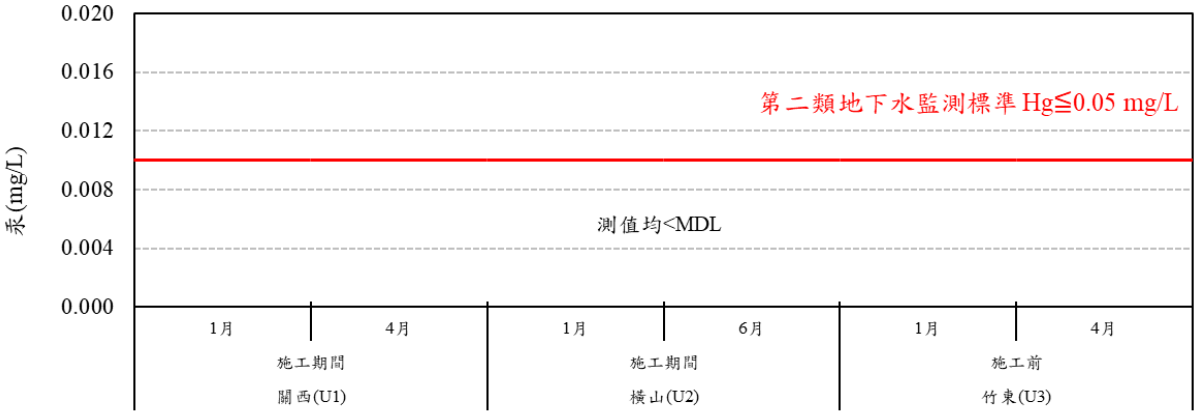
註：MDL 之數值為 0.004 mg/L。

圖 3.6-27　114 年上半年度各測站鎳測值監測成果



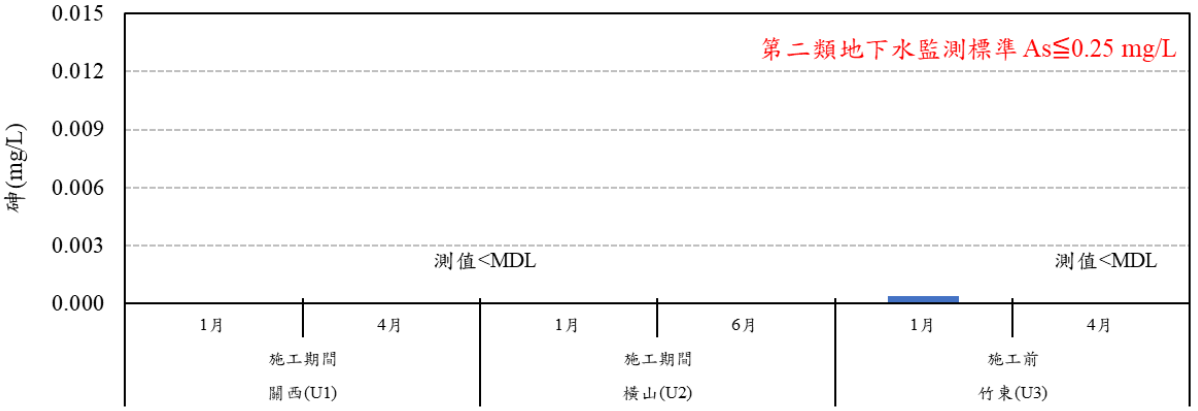
註：MDL 之數值為 0.006 mg/L。

圖 3.6-28　114 年上半年度各測站鋅測值監測成果



註：MDL 之數值為 0.00015 mg/L。

圖 3.6-29　114 年上半年度各測站汞測值監測成果



註：MDL 之數值為 0.0003 mg/L。

圖 3.6-30　114 年上半年度各測站砷測值監測成果

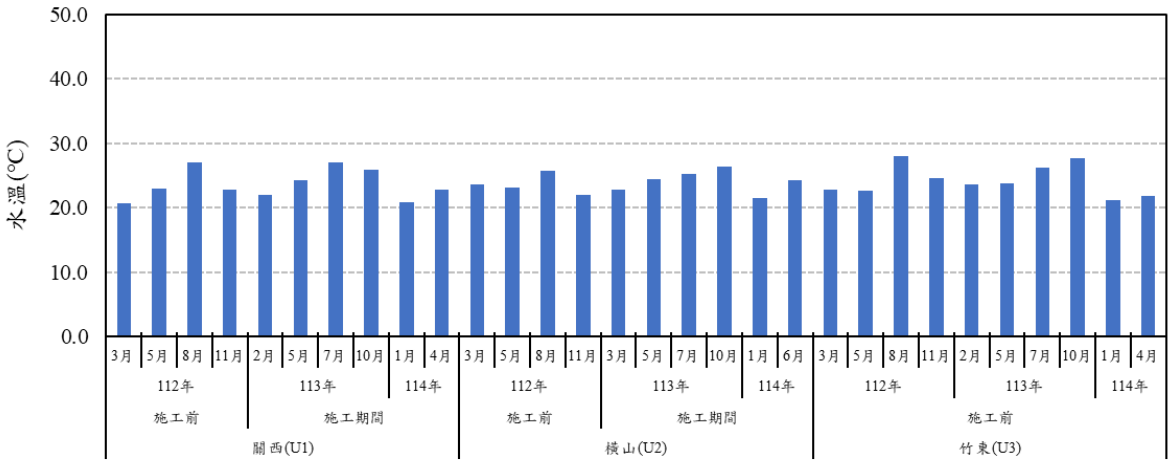


圖 3.6-31　歷次各測站水溫測值監測成果

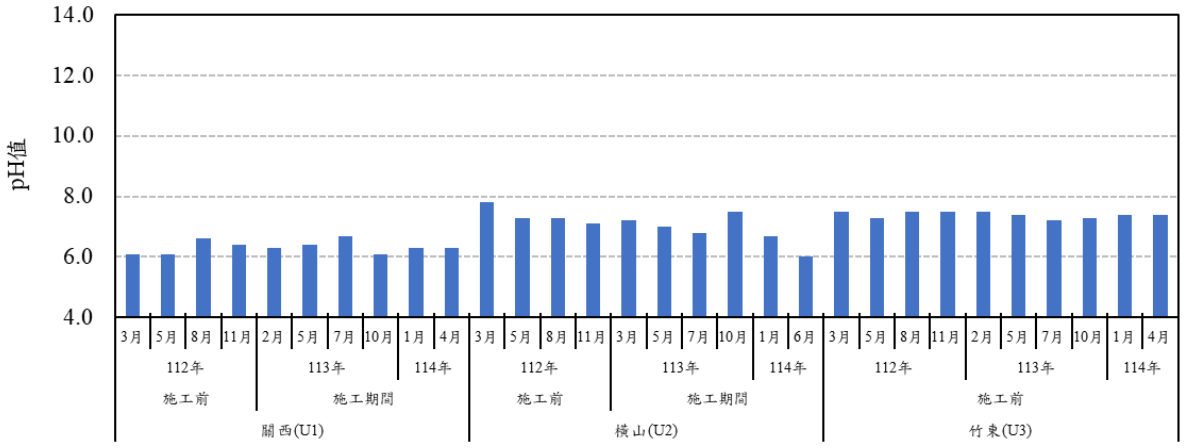


圖 3.6-32　歷次各測站 pH 測值監測成果

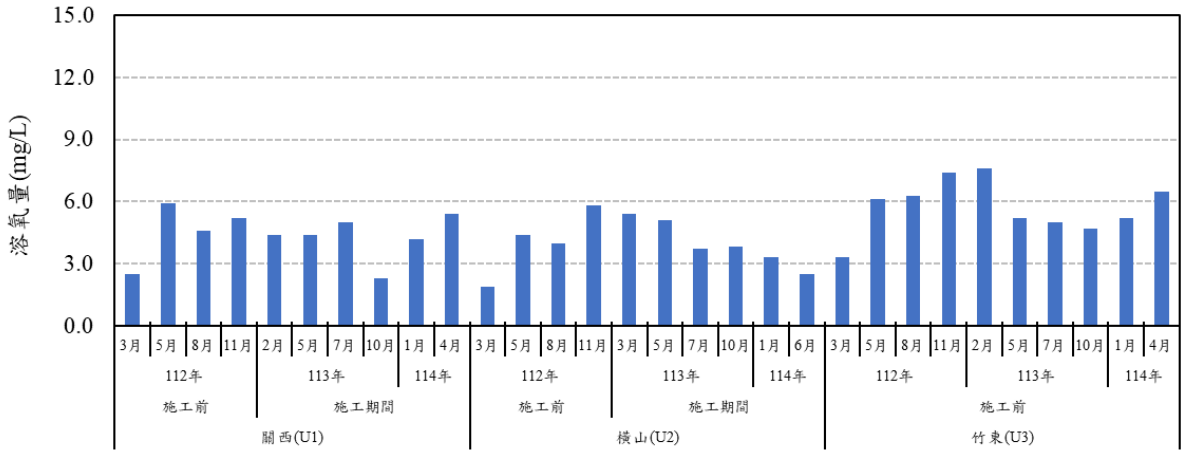
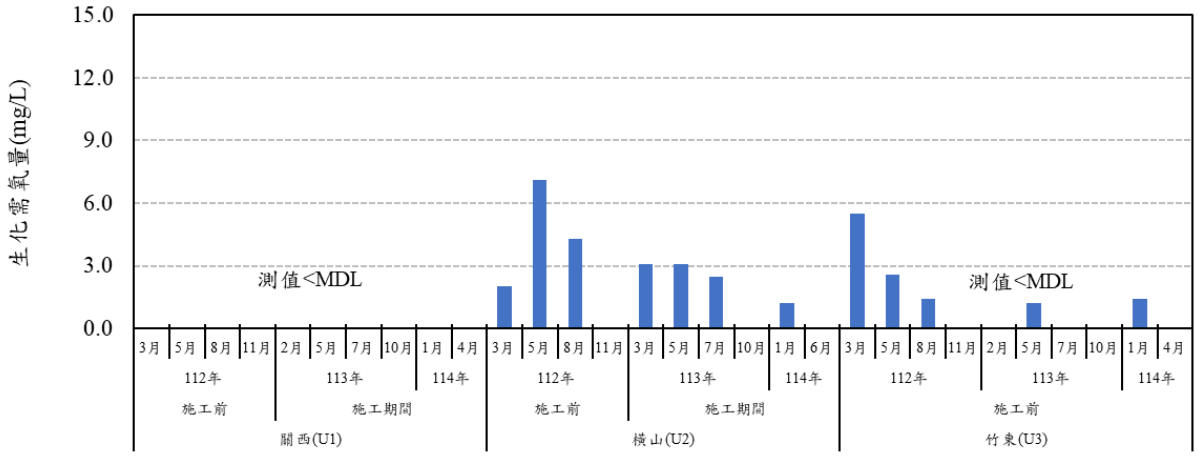
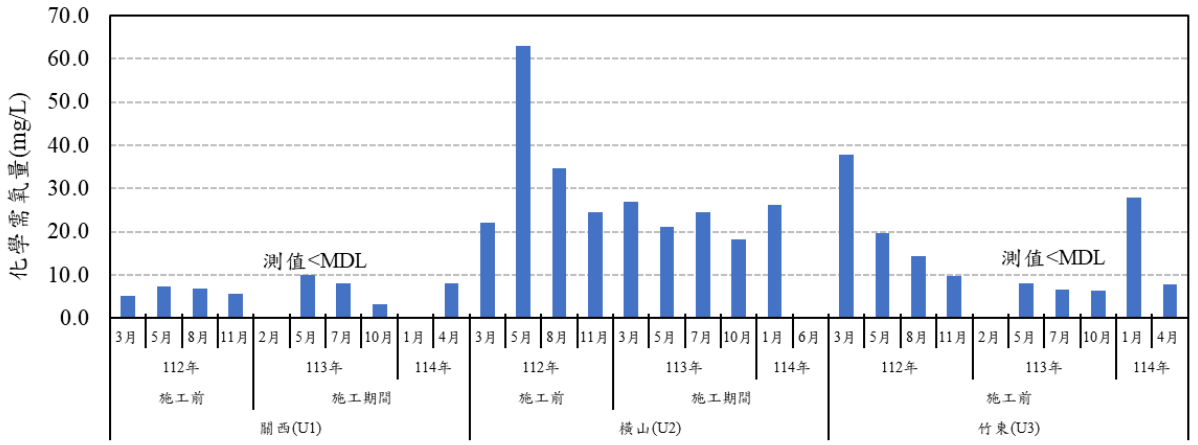


圖 3.6-33　歷次各測站溶氧量測值監測成果



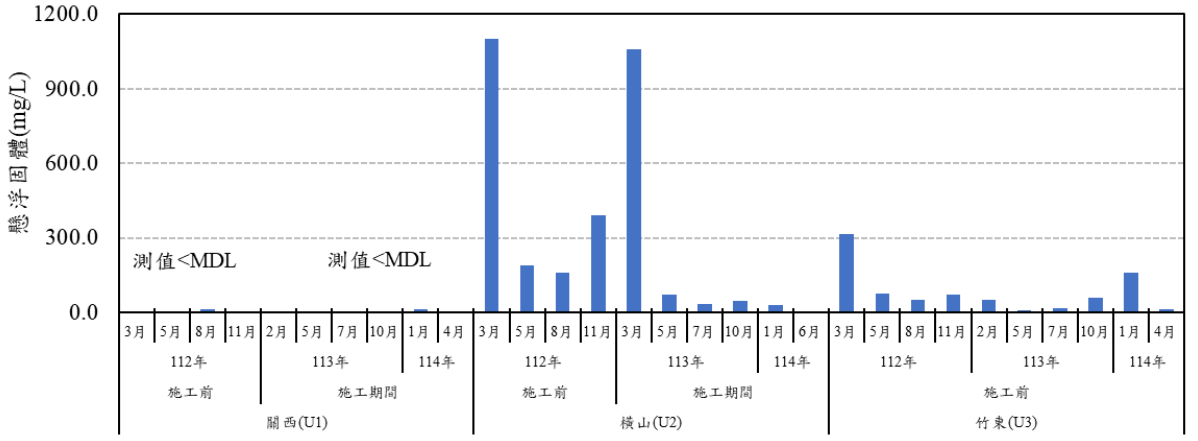
註：MDL 之數值為 1.0 mg/L。

圖 3.6-34　歷次各測站生化需氧量測值監測成果



註：MDL 之數值為 2.8 mg/L。

圖 3.6-35　歷次各測站化學需氧量測值監測成果



註：MDL 之數值為 1.0 mg/L。

圖 3.6-36　歷次各測站懸浮固體測值監測成果

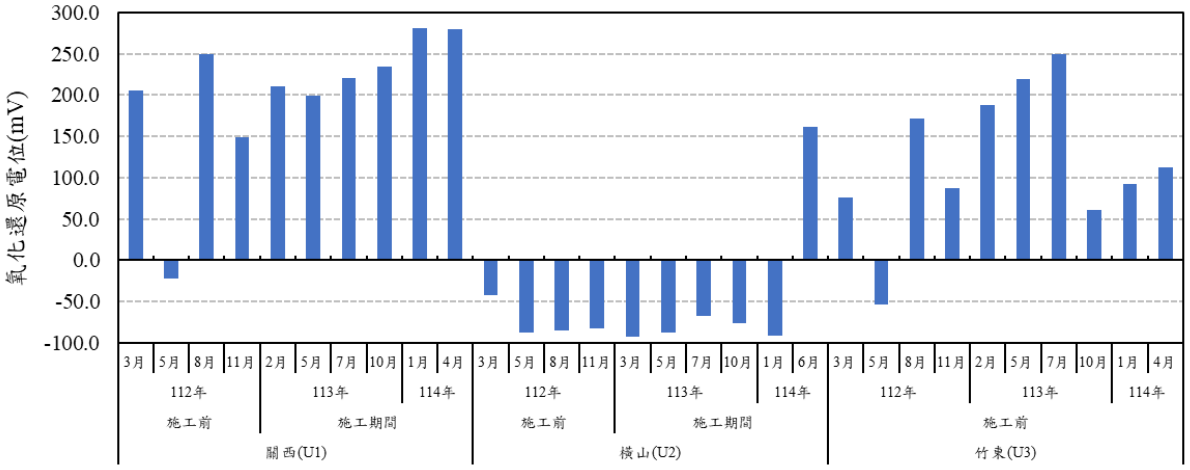


圖 3.6-37　歷次各測站氧化還原電位測值監測成果

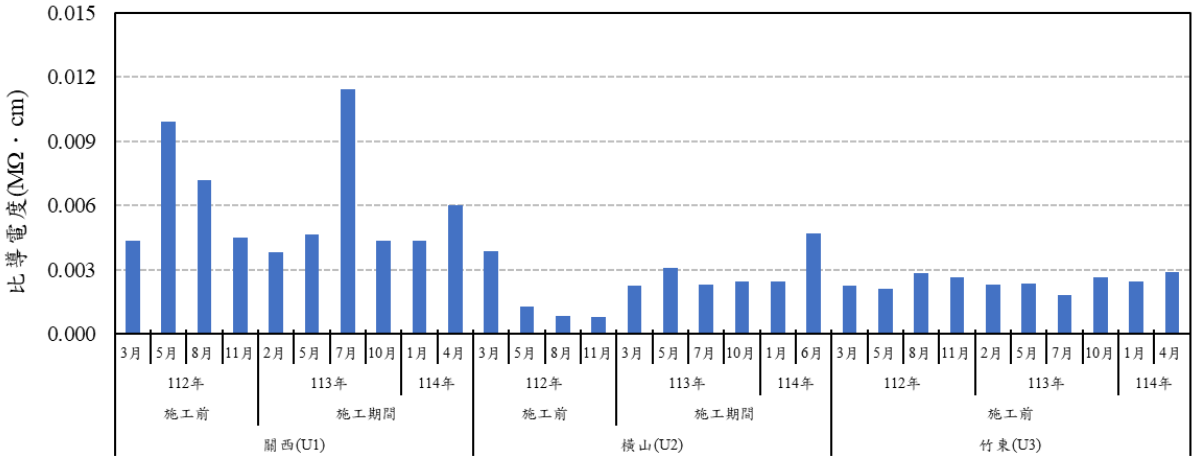


圖 3.6-38　歷次各測站比導電度測值監測成果

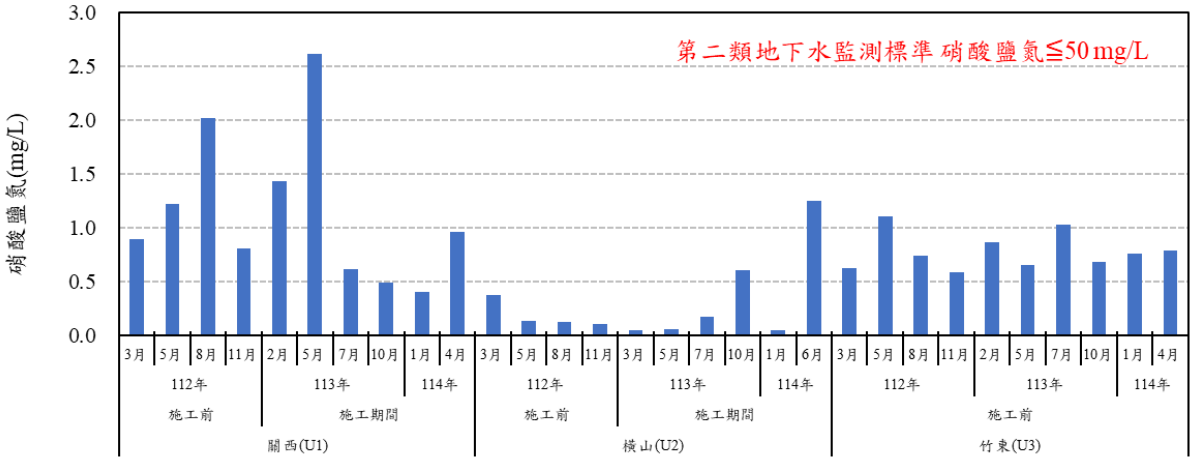


圖 3.6-39　歷次各測站硝酸鹽氮測值監測成果

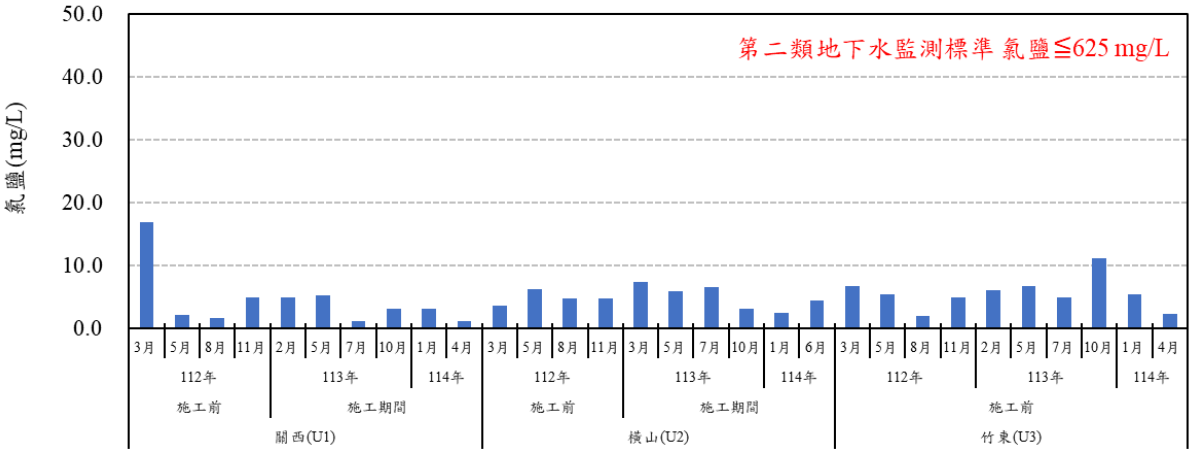


圖 3.6-40　歷次各測站氯鹽測值監測成果

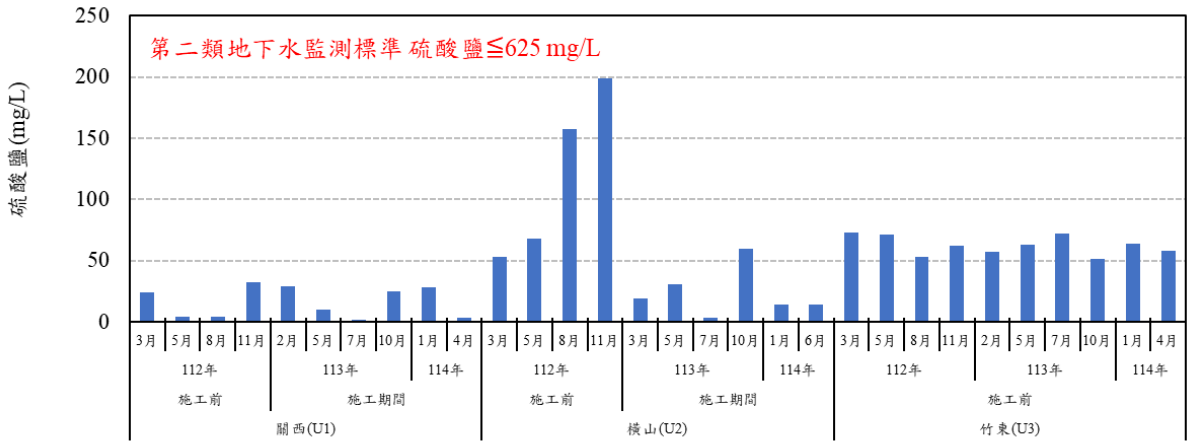


圖 3.6-41　歷次各測站硫酸鹽測值監測成果

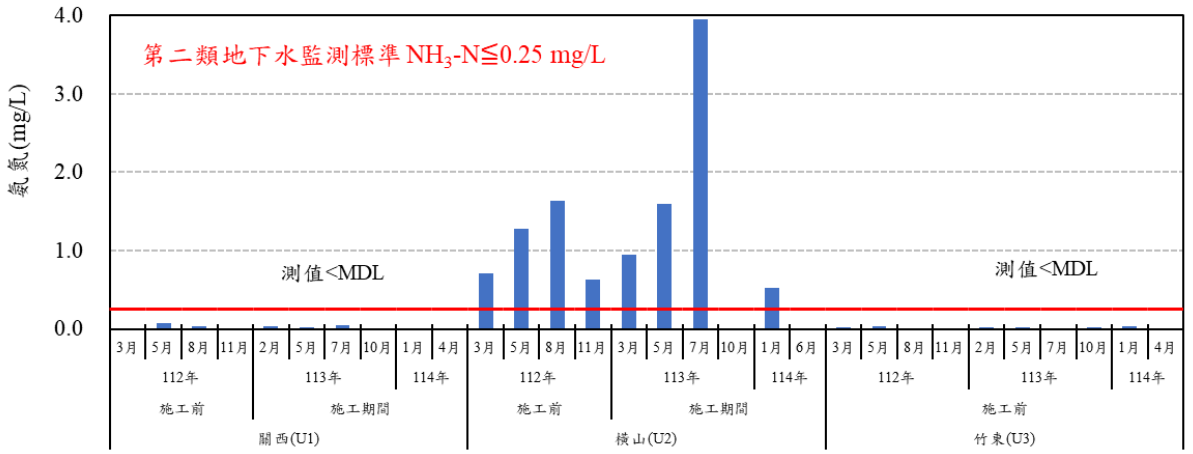


圖 3.6-42　歷次各測站氨氮測值監測成果

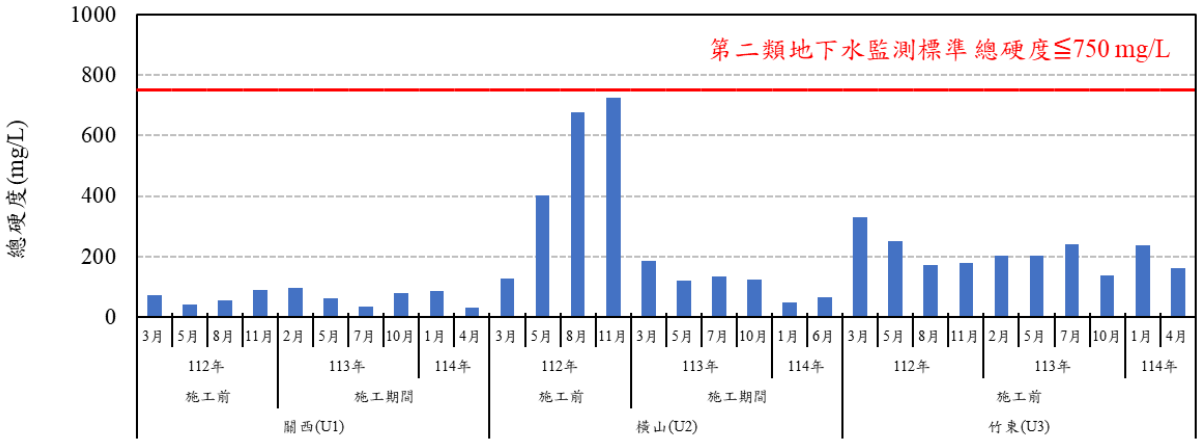


圖 3.6-43　歷次各測站總硬度測值監測成果

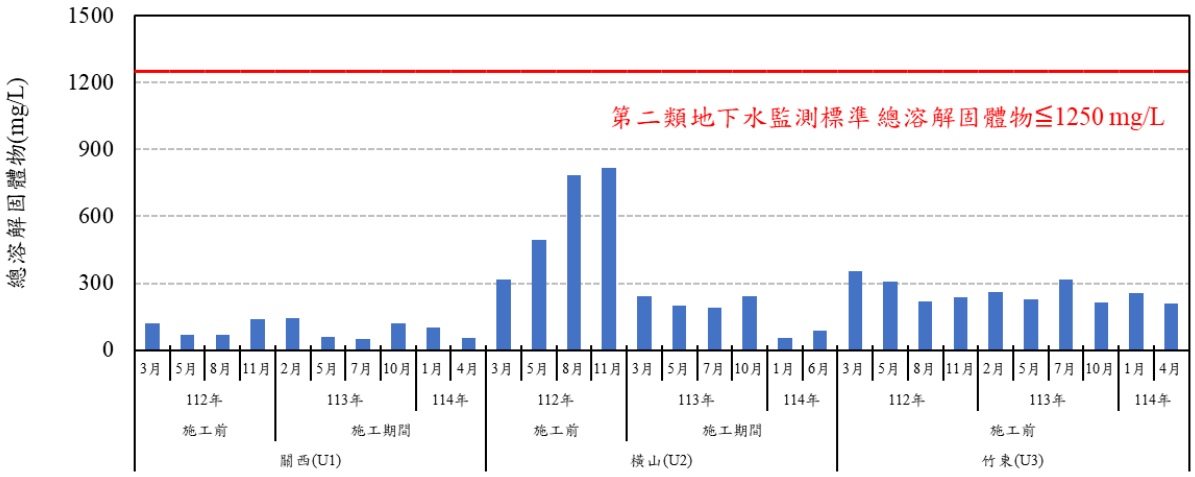
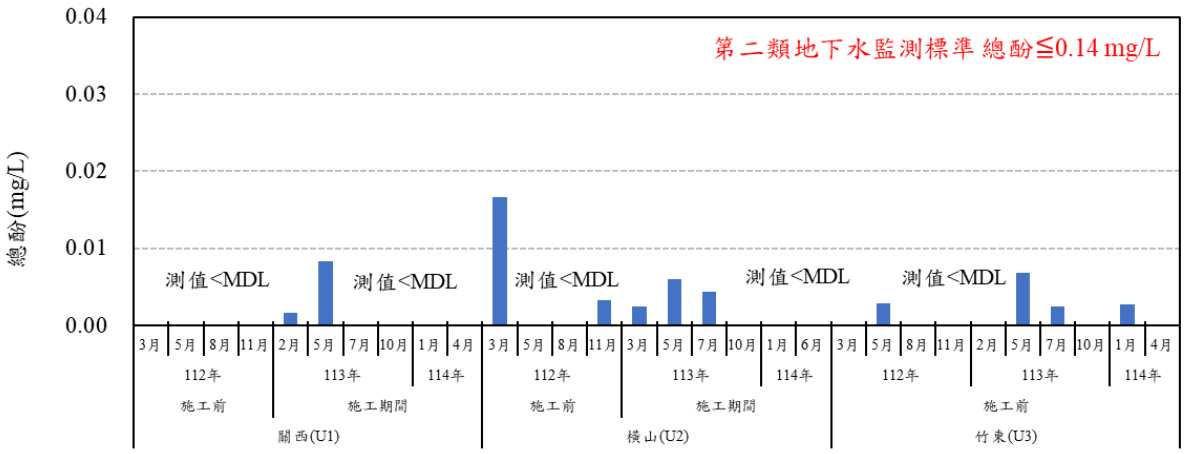


圖 3.6-44　歷次各測站總溶解固體物測值監測成果



註：MDL 之數值為 0.0026 mg/L。

圖 3.6-45　歷次各測站總酚測值監測成果

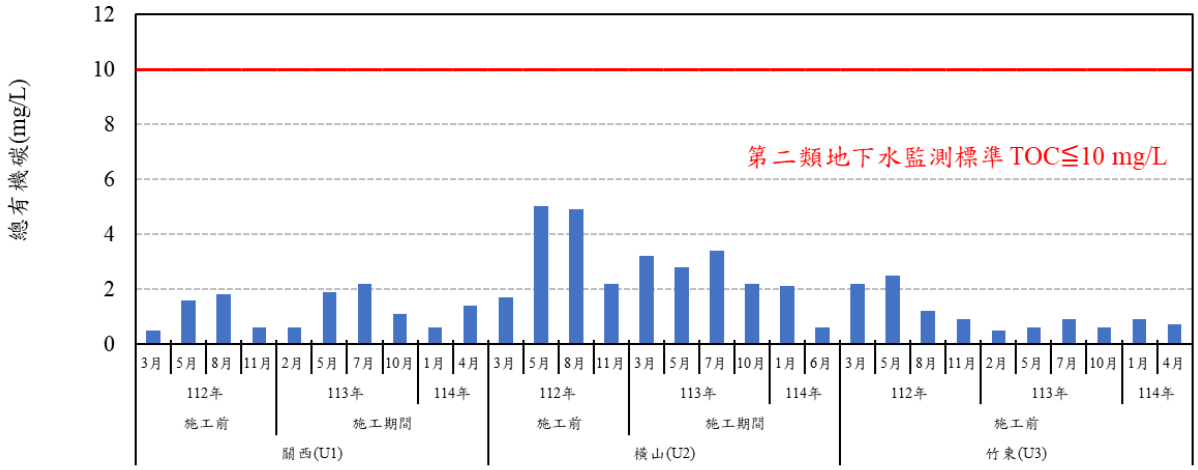
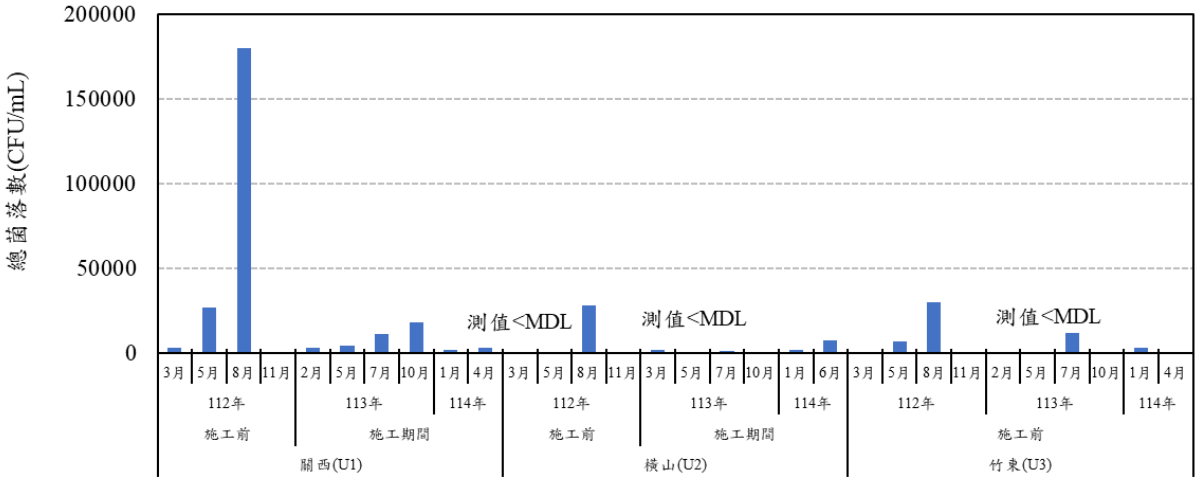
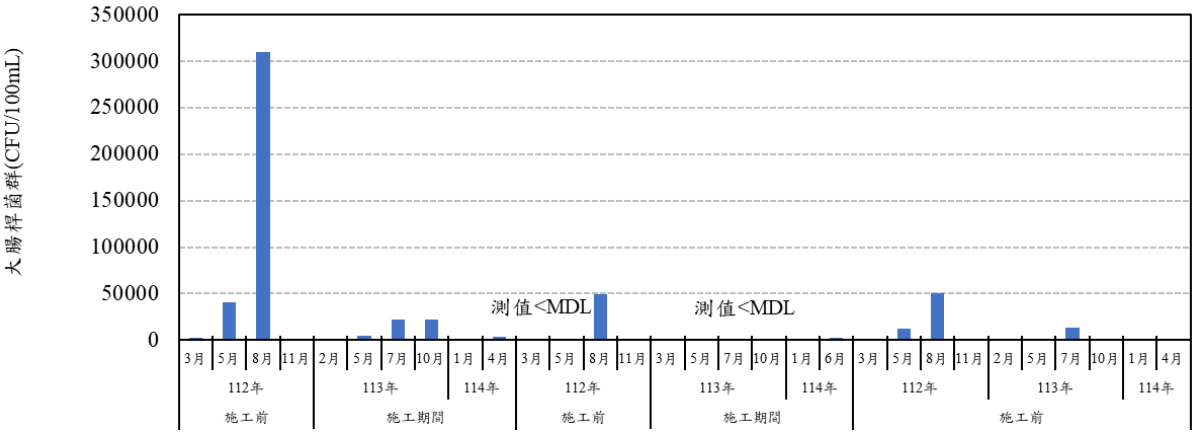


圖 3.6-46　歷次各測站總有機碳測值監測成果



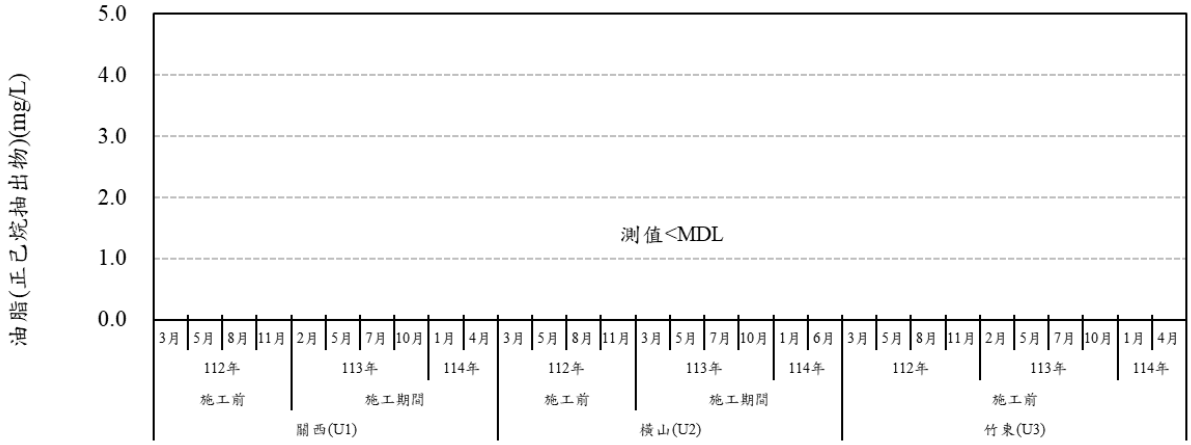
註：MDL 之數值為 5 CFU/mL。

圖 3.6-47　歷次各測站總菌落數測值監測成果



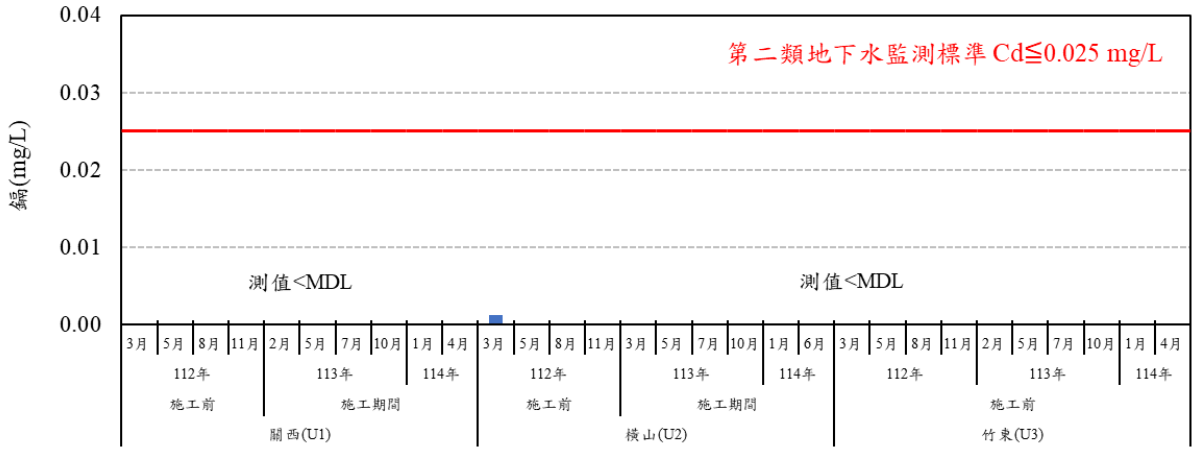
註：MDL 之數值為 10 CFU/100mL。

圖 3.6-48　歷次各測站大腸桿菌群測值監測成果



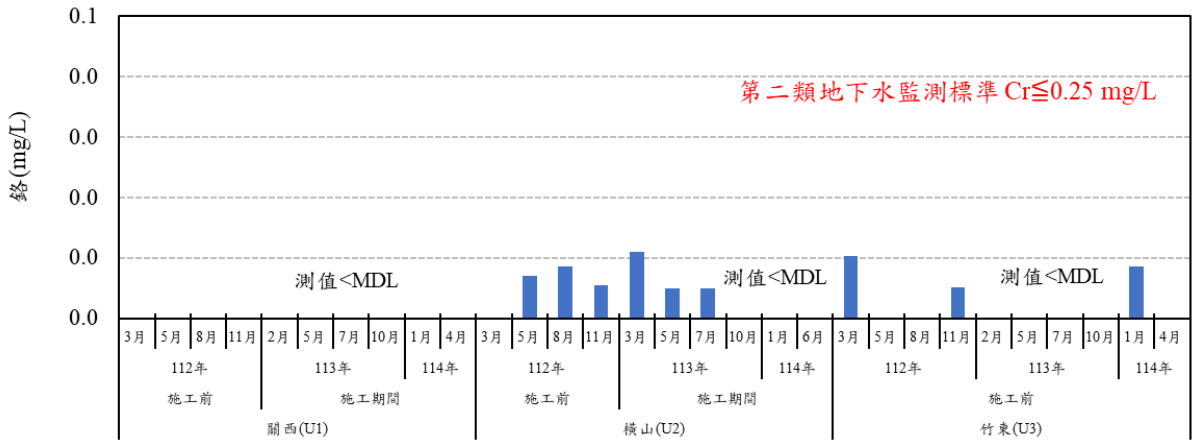
註：MDL 之數值為 1.0 mg/L。

圖 3.6-49　歷次各測站油脂(正己烷抽出物)測值監測成果



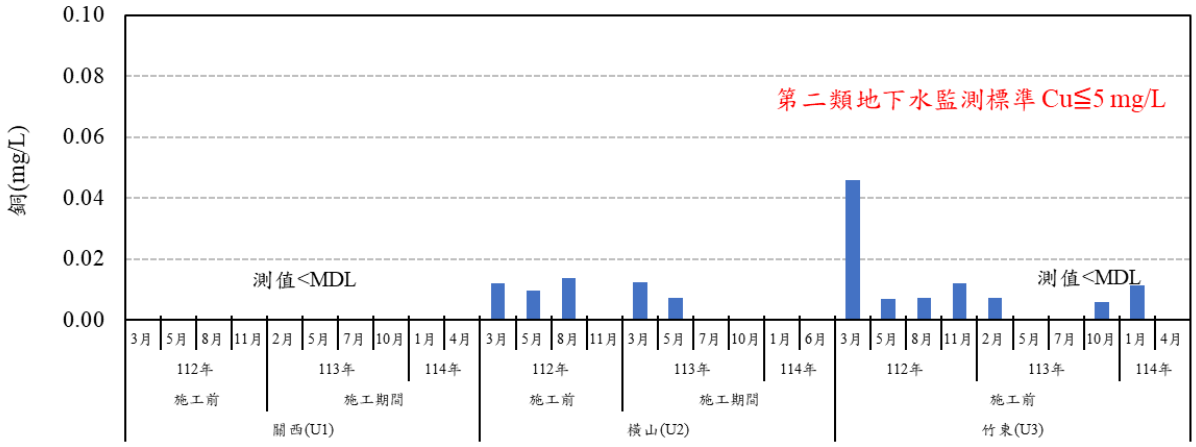
註：MDL 之數值為 0.001 mg/L。

圖 3.6-50　歷次各測站鎘測值監測成果



註：MDL 之數值為 0.004 mg/L。

圖 3.6-51　歷次各測站鉻測值監測成果



註：MDL 之數值為 0.005 mg/L。

圖 3.6-52　歷次各測站銅測值監測成果

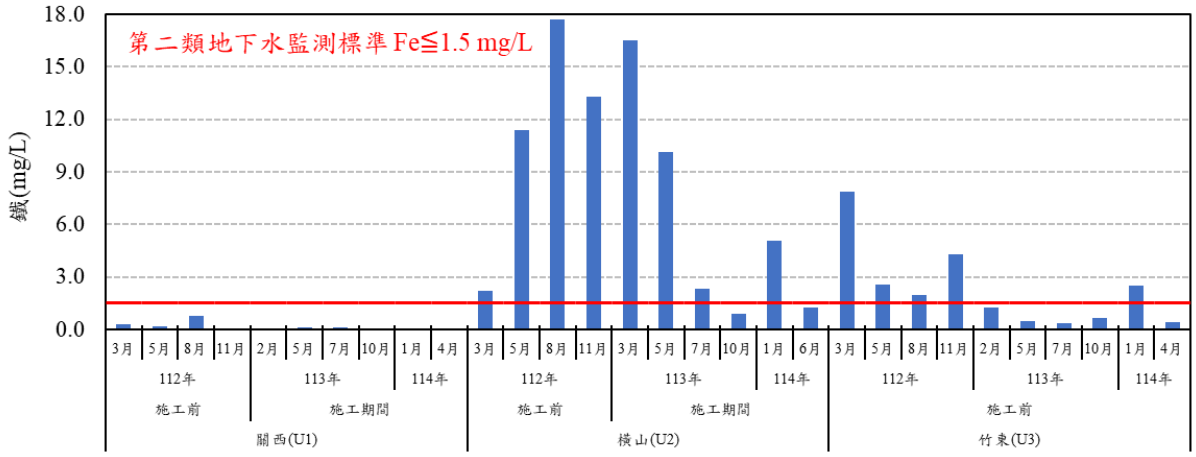
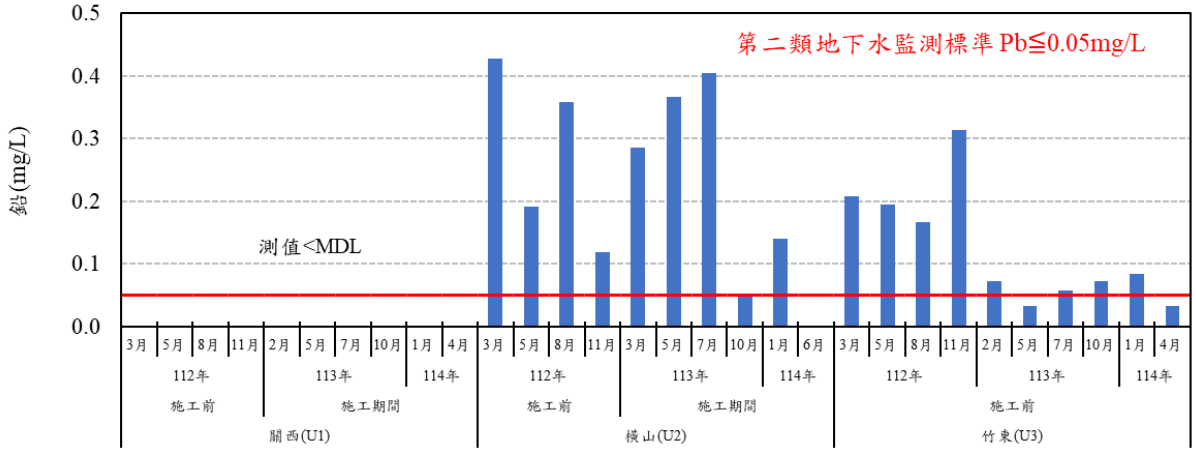
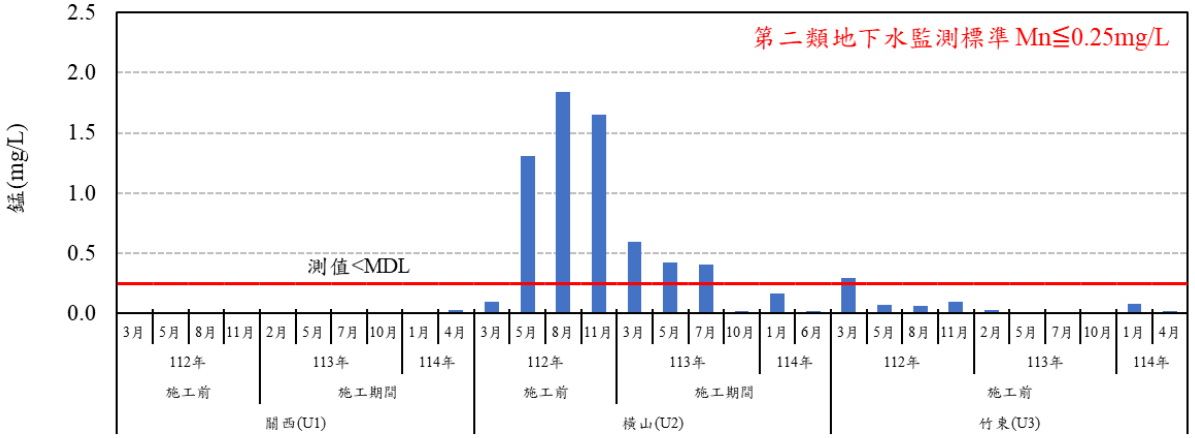


圖 3.6-53　歷次各測站鐵測值監測成果



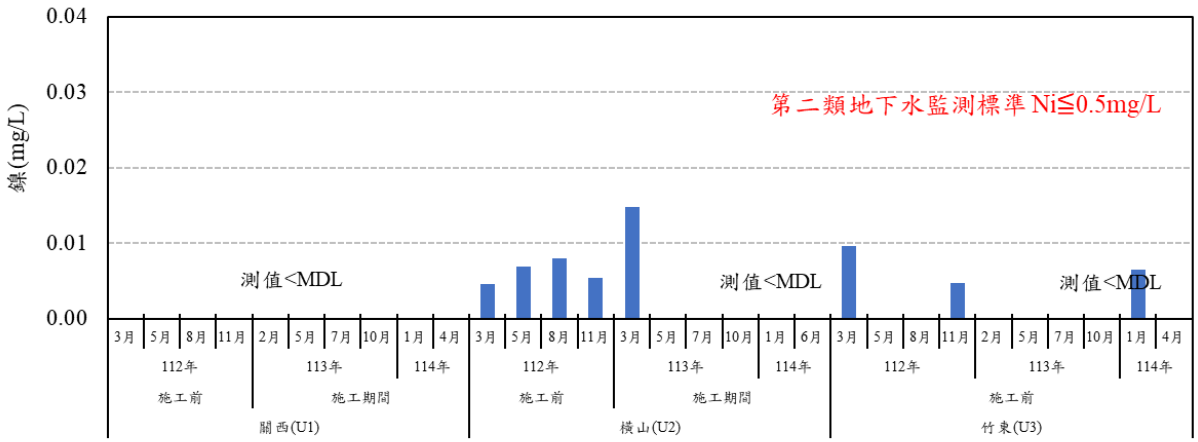
註：MDL 之數值於 112 年第 1 季、2 季為 0.004 mg/L，112 年第 3 季後皆為 0.0026 mg/L。

圖 3.6-54　歷次各測站鉛測值監測成果



註：MDL 之數值為 0.005 mg/L。

圖 3.6-55　114 年上半年度各測站錳測值監測成果



註：MDL 之數值為 0.004 mg/L。

圖 3.6-56　114 年上半年度各測站鎳測值監測成果

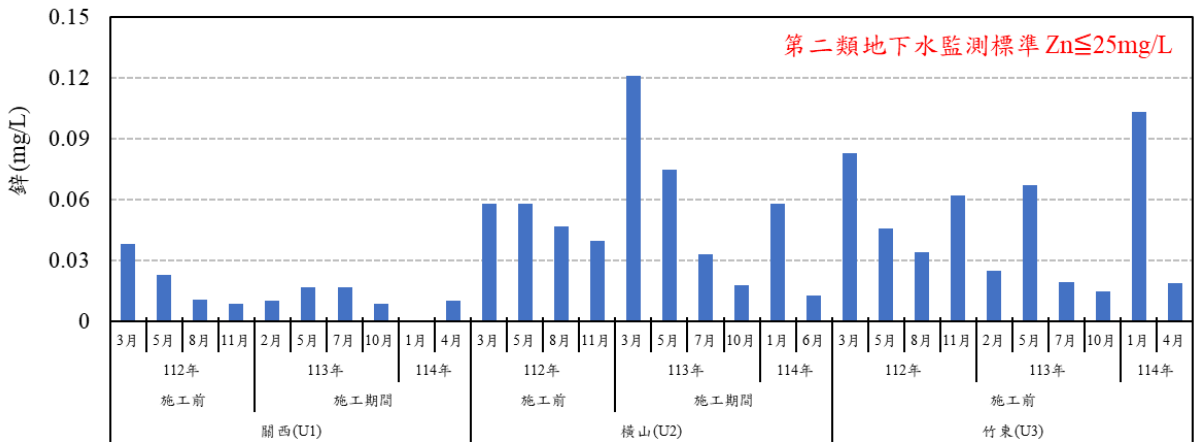
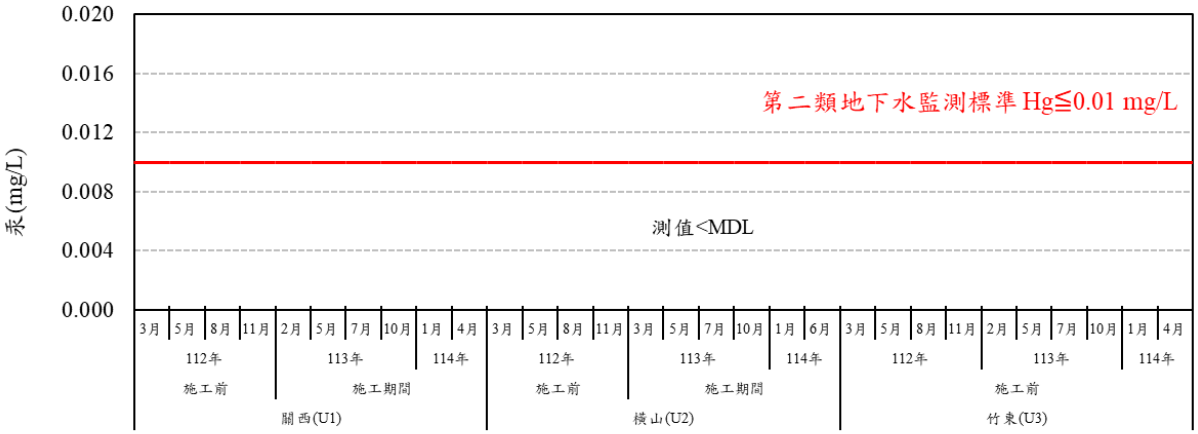
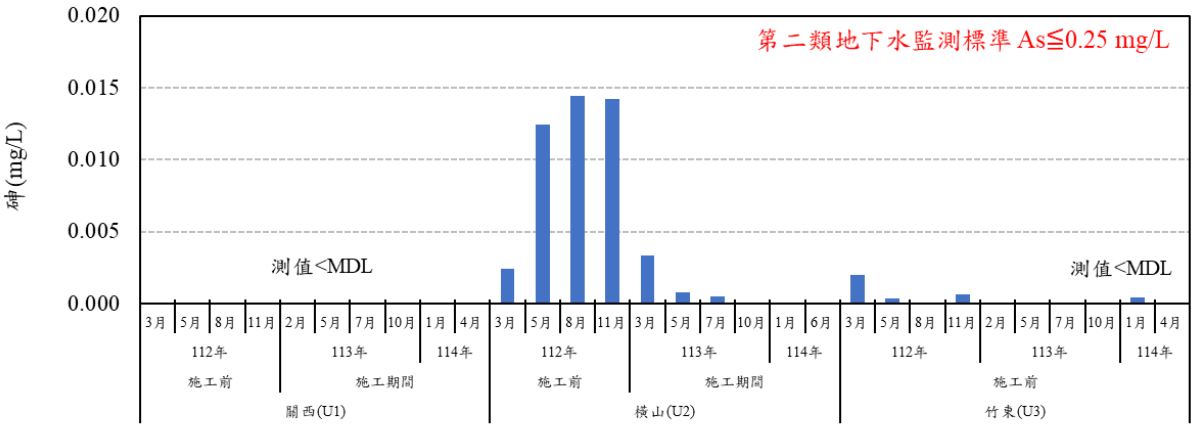


圖 3.6-57　歷次各測站鋅測值監測成果



註：MDL 之數值為 0.00015 mg/L。

圖3.6-58　歷次各測站汞測值監測成果



註：MDL 之數值為 0.003 mg/L。

圖3.6-59　歷次各測站砷測值監測成果

3.7 交通量

為瞭解工區施工期間的交通運輸，對當地交通流量之影響，及對道路服務品質之影響程度，本計畫於竹 28 與台 3 交會處(T1)、縣 118 與台 3 交會處(T2)、縣 120 與台 3 交會處(T3)及 68 快速道路與台 3 交會處(T4)等 4 處路口，進行每季 2 次(包含平日及假日)交通量監測。另外，因 T1 路段已完成埋管，已無施工行為，經與分署確認後，114 年第二季起調整監測點位，即取消竹 28 與台 3 交會處(T1)並新增竹 28-1 與台 3 交會處(T5)。各點位位置詳圖 3.7-1，調查日期及點位彙整如表 3.7-1。

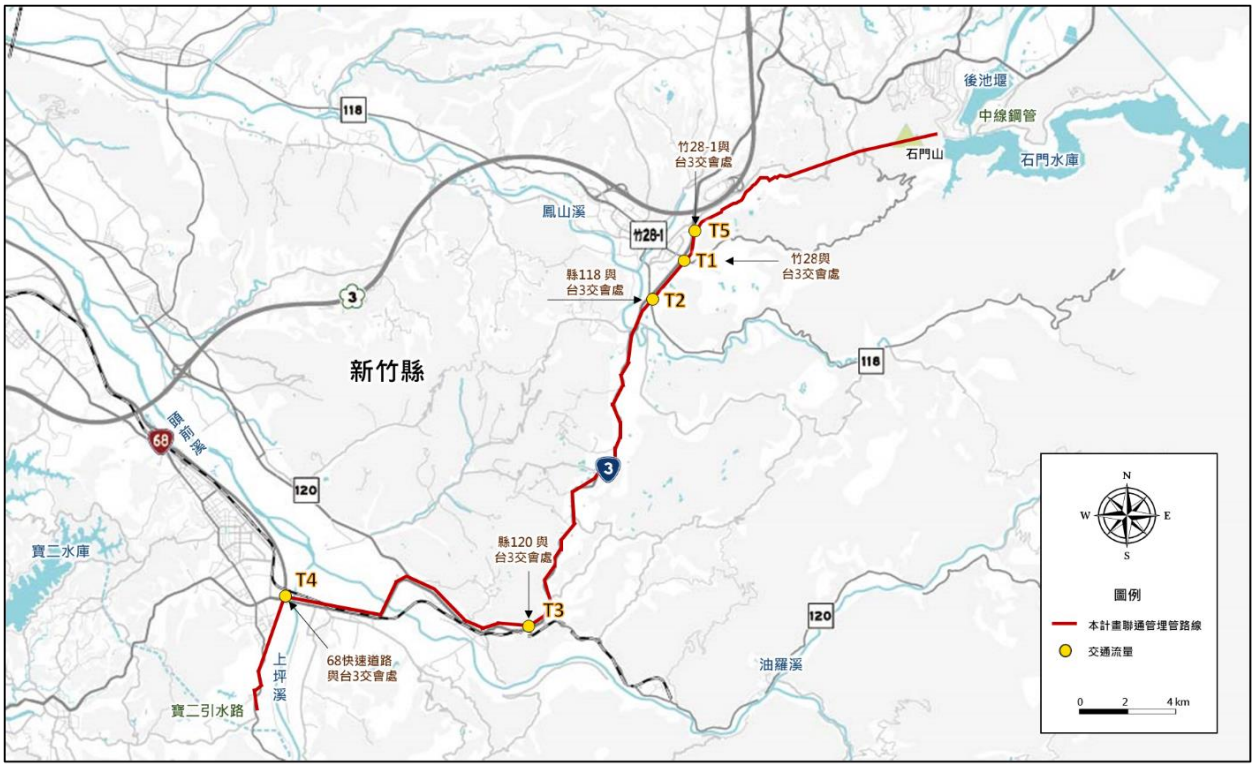


圖3.7-1　本計畫交通監測點位位置圖

表 3.7-1　114 年上半年度交通量監測日期及點位彙整表

監測點位	第一季		第二季	
	第一次	第二次	第一次	第二次
	1/19(日) ~1/20(一)	3/16(日) ~3/17(一)	4/27(日) ~4/28(一)	5/25(日) ~5/26(一)
竹28與台3交會處(T1)	V	V	-	-
縣118與台3交會處(T2)	V	V	V	V
縣120與台3交會處(T3)	V	V	V	V
68快速道路與台3交會處(T4)	V	V	V	V
竹28-1與台3交會處(T5)	-	-	V	V

註：本年度第二季第一次監測起，監測點位取消竹 28 與台 3 交會處(T1)並新增竹 28-1 與台 3 交會處(T5)。

交通量調查分析內容包括車輛類型及數目、道路服務水準及施工交維計畫執行效益評估。道路服務水準根據「2022 年臺灣公路容量手冊」號誌化路口服務水準評斷標準評估，如表 3.7-2 所示。

表 3.7-2　號誌化路口服務水準等級劃分標準表

服務水準	平均停等延滯時間，d (秒/車)
A	$d \leq 15$
B	$15 < d \leq 30$
C	$30 < d \leq 45$
D	$45 < d \leq 60$
E	$60 < d \leq 80$
F	$d > 80$

資料來源：「2022 年臺灣公路容量手冊」，交通部運輸研究所，民國 111 年 6 月。

114 年上半年度各路口平假日上、下午尖峰時段交通量及服務水準分析結果，彙整如表 3.7-3~3.7-7 及圖 3.7-2~3 所示，說明如下：

一、竹 28 與台 3 交會處(T1)：

無論平假日，路口服務水準均為 B 級，車流通行狀況良好，尚無異常情形。該路口交通量監測期間皆無進行車道封閉相關工程，故此調查結果為環境背景值。

二、縣道 118 與台 3 交會處(T2)：

路口服務水準介於 A~B 級，車流通行狀況良好。該路口交通量監測期間皆無進行車道封閉相關工程，故此調查結果為環境背景值。

三、縣道 120 與台 3 交會處(T3)：

路口服務水準介於 B~C 級，車流通行狀況尚可。該路口交通量監測期間皆無進行車道封閉相關工程，故此調查結果為環境背景值。

四、68 快速道路與台 3 交會處(T4)：

路口服務水準介於 B~C 級，車流通行狀況尚可接受。該路口交通量監測期間皆無進行車道封閉相關工程，故此調查結果為環境背景值。

五、竹 28-1 與台 3 交會處(T5)：

無論平假日路口服務水準均為 A 級，車流通行狀況良好。該路口交通量監測期間皆無進行車道封閉相關工程，故此調查結果為環境背景值。

綜合上述，114 年上半年度各路口服務水準介於 A~C 之間，車流通行狀況屬於良好至可接受的範圍，尚無異常狀況發生，且均為環境背景值；根據目前所掌握之工程排程，預計下半年度縣道 120 與台 3 交會處(T3)周邊將進行施工，將有道路開挖而封閉車道情形；此外，工程車輛進出將經由竹東親水公園內部道路進行跨河工程作業，鄰近監測點 68 快速道路與台 3 交會處(T4)亦可能受到影響，本計畫將持續追蹤測值變化。

表3.7-3　114年上半年度T1測站交通量監測結果分析表

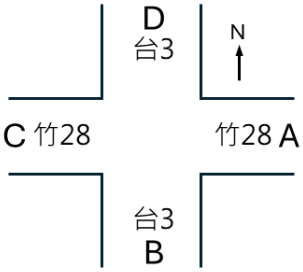
路口名稱	監測日期		尖峰時段	方向	轉向交通量(PCU)			交通量(PCU)	延滯(秒/PCU)	服務水準	平均延滯	服務水準
					左轉	直行	右轉					
T1 竹 28 與台 3 交會處  	施工中	114/1/20 (一)	上午 07:00~08:00	A	26	60	25	110	24.9	B	16.4	B
				B	73	416	17	505	13.6	A		
				C	54	53	67	173	27.4	B		
				D	26	321	26	373	12.6	A		
			下午 17:00~18:00	A	9	61	54	124	24.9	B	15.8	B
				B	53	376	16	444	13.0	A		
				C	42	51	43	135	25.8	B		
				D	18	299	42	358	12.4	A		
		114/1/19 (日)	上午 11:00~12:00	A	30	91	47	167	26.5	B	17.5	B
				B	77	404	16	496	13.7	A		
				C	48	69	103	220	28.8	B		
				D	38	425	34	496	13.4	A		
			下午 14:00~15:00	A	12	68	39	119	24.8	B	17.4	B
				B	60	746	21	827	15.9	B		
				C	50	74	83	207	28.1	B		
				D	27	337	42	405	12.9	A		

表3.7-3　114年上半年度T1測站交通量監測結果分析表(續)

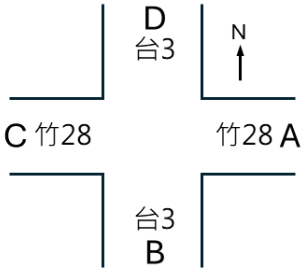
路口名稱	監測日期		尖峰時段	方向	轉向交通量(PCU)			交通量(PCU)	延滯(秒/PCU)	服務水準	平均延滯	服務水準
					左轉	直行	右轉					
T1 竹 28 與台 3 交會處  	施工中	114/3/17 (一)	上午 07:00~08:00	A	14	61	27	102	24.4	B	16.8	B
				B	96	430	12	537	14.3	A		
				C	69	43	79	190	28.4	B		
				D	20	317	63	399	12.8	A		
			下午 17:00~18:00	A	7	50	18	75	23.7	B	15.7	B
				B	56	279	14	349	12.4	A		
				C	43	61	57	160	26.4	B		
				D	14	244	62	320	12.2	A		
		114/3/16 (日)	上午 11:00~12:00	A	15	88	36	139	25.3	B	16.9	B
				B	57	388	14	458	13.2	A		
				C	51	63	84	197	27.9	B		
				D	34	357	52	442	13.1	A		
			下午 14:00~15:00	A	16	57	29	102	24.4	B	16.7	B
				B	42	647	8	696	14.7	A		
				C	54	58	81	192	27.8	B		
				D	27	342	31	400	12.8	A		

表3.7-4　114年上半年度T2測站交通量監測結果分析表

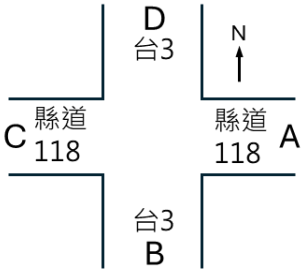
路口名稱	監測日期		尖峰時段	方向	轉向交通量(PCU)			交通量(PCU)	延滯(秒/PCU)	服務水準	平均延滯	服務水準
					左轉	直行	右轉					
T2縣道118與台3交會處  	施工中	114/1/20 (一)	上午 07:00~08:00	A	51	129	80	260	29.5	B	13.1	A
				B	176	341	24	541	10.2	A		
				C	37	97	236	370	8.7	A		
				D	72	262	26	360	10.2	A		
			下午 17:00~18:00	A	21	102	73	195	25.3	B	12.1	A
				B	214	334	27	574	10.6	A		
				C	33	87	197	316	8.9	A		
				D	43	249	23	315	10.0	A		
		114/1/19 (日)	上午 11:00~12:00	A	25	113	85	222	19.7	B	17.0	B
				B	172	334	16	522	21.3	B		
				C	37	92	292	420	5.7	A		
				D	58	364	54	476	21.1	B		
			下午 14:00~15:00	A	16	72	105	192	19.1	B	19.1	B
				B	238	602	29	869	23.1	B		
				C	38	57	192	286	5.9	A		
				D	60	288	47	394	20.0	B		

表3.7-4　114年上半年度T2測站交通量監測結果分析表(續1)

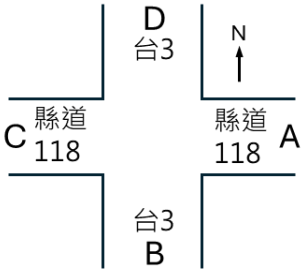
路口名稱	監測日期		尖峰時段	方向	轉向交通量(PCU)			交通量(PCU)	延滯(秒/PCU)	服務水準	平均延滯	服務水準
					左轉	直行	右轉					
T2縣道118與台3交會處  	施工中	114/3/18 (一)	上午 07:00~08:00	A	23	106	91	220	26.6	B	12.3	A
				B	185	360	30	574	10.5	A		
				C	41	94	242	377	8.7	A		
				D	73	292	35	399	10.4	A		
			下午 17:00~18:00	A	14	87	41	141	23.4	B	11.6	A
				B	198	270	25	492	10.2	A		
				C	25	116	182	322	10.3	A		
				D	48	197	31	275	9.5	A		
		114/3/17 (日)	上午 11:00~12:00	A	11	89	77	177	18.7	B	16.6	B
				B	163	295	12	470	20.0	B		
				C	38	68	210	316	6.0	A		
				D	34	310	60	404	20.0	B		
			下午 14:00~15:00	A	11	65	86	162	18.5	B	17.9	B
				B	194	547	20	760	21.3	B		
				C	45	67	194	306	6.7	A		
				D	46	284	57	386	19.7	B		

表3.7-4　114年上半年度T2測站交通量監測結果分析表(續2)

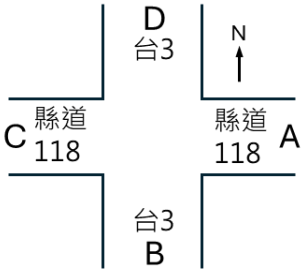
路口名稱	監測日期		尖峰時段	方向	轉向交通量(PCU)			交通量(PCU)	延滯(秒/PCU)	服務水準	平均延滯	服務水準
					左轉	直行	右轉					
T2縣道118與台3交會處  	施工中	114/4/28 (一)	上午 07:00~08:00	A	21	99	96	215	26.4	B	12.5	A
				B	164	273	30	467	9.9	A		
				C	33	86	174	293	9.5	A		
				D	63	233	31	326	9.9	A		
			下午 17:00~18:00	A	8	102	43	153	23.6	B	11.4	A
				B	147	200	21	368	9.6	A		
				C	23	104	194	320	9.2	A		
				D	59	197	27	283	9.5	A		
		114/4/27 (日)	上午 11:00~12:00	A	29	146	130	305	21.8	B	25.4	B
				B	222	413	23	658	42.0	C		
				C	53	110	303	466	6.9	A		
				D	73	480	101	654	23.7	B		
			下午 14:00~15:00	A	29	156	175	359	23.4	B	22.1	B
				B	248	678	28	953	28.2	B		
				C	53	79	255	387	6.5	A		
				D	52	383	80	514	21.7	B		

表3.7-4　114年上半年度T2測站交通量監測結果分析表(續3)

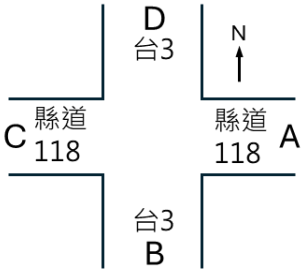
路口名稱	監測日期		尖峰時段	方向	轉向交通量(PCU)			交通量(PCU)	延滯(秒/PCU)	服務水準	平均延滯	服務水準
					左轉	直行	右轉					
T2縣道118與台3交會處  	施工中	114/5/26 (一)	上午 07:00~08:00	A	37	103	76	215	26.8	B	12.4	A
				B	198	285	34	516	10.3	A		
				C	35	80	202	316	8.5	A		
				D	60	208	31	298	9.7	A		
			下午 17:00~18:00	A	11	70	40	121	22.7	B	10.9	A
				B	183	199	22	404	10.0	A		
				C	21	75	165	261	8.3	A		
				D	58	188	34	279	9.4	A		
		114/5/25 (日)	上午 11:00~12:00	A	8	98	107	213	19.4	B	17.3	B
				B	196	447	23	665	20.5	B		
				C	46	80	191	317	7.3	A		
				D	55	244	69	367	19.0	B		
			下午 13:00~14:00	A	20	104	95	218	19.6	B	17.2	B
				B	184	447	15	646	19.9	B		
				C	22	67	149	238	6.5	A		
				D	35	202	40	277	18.3	B		

表3.7-5　114年上半年度T3測站交通量監測結果分析表

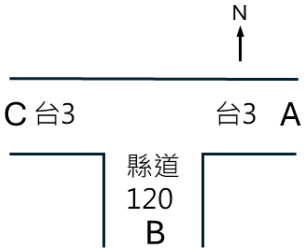
路口名稱	監測日期		尖峰時段	方向	轉向交通量(PCU)			交通量(PCU)	延滯(秒/PCU)	服務水準	平均延滯	服務水準
					左轉	直行	右轉					
T3縣道120與台3交會處  	施工中	114/1/20 (一)	上午 07:00~08:00	A	102	248	-	349	39.6	C	27.5	B
				B	205	-	65	270	32.4	C		
				C	-	210	277	486	16.0	B		
				D	-	-	-	-	-	-		
			下午 17:00~18:00	A	46	241	-	286	28.1	B	26.1	B
				B	276	-	76	352	34.2	C		
				C	-	205	208	412	17.7	B		
				D	-	-	-	-	-	-		
		114/1/19 (日)	上午 11:00~12:00	A	181	237	-	417	36.8	C	30.3	C
				B	204	-	137	340	36.3	C		
				C	-	162	270	432	19.3	B		
				D	-	-	-	-	-	-		
			下午 14:00~15:00	A	156	190	-	346	36.1	C	33.2	C
				B	302	-	278	580	41.3	C		
				C	-	240	309	549	22.8	B		
				D	-	-	-	-	-	-		

表3.7-5　114年上半年度T3測站交通量監測結果分析表(續1)

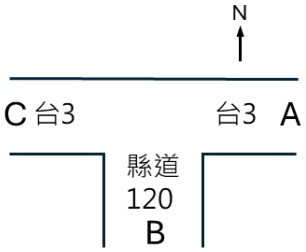
路口名稱	監測日期		尖峰時段	方向	轉向交通量(PCU)			交通量(PCU)	延滯(秒/PCU)	服務水準	平均延滯	服務水準
					左轉	直行	右轉					
T3縣道120與台3交會處  	施工中	114/3/18 (一)	上午 07:00~08:00	A	64	310	-	374	30.5	C	25.6	B
				B	182	-	42	224	31.8	C		
				C	-	257	246	503	19.1	B		
				D	-	-	-	-	-	-		
			下午 16:00~17:00	A	50	166	-	216	30.7	C	26.1	B
				B	258	-	86	344	33.6	C		
				C	-	155	189	344	15.7	B		
				D	-	-	-	-	-	-		
		114/3/17 (日)	上午 11:00~12:00	A	182	198	-	380	38.6	C	31.7	C
				B	232	-	149	380	37.1	C		
				C	-	189	256	444	21.2	B		
				D	-	-	-	-	-	-		
			下午 14:00~15:00	A	232	197	-	429	45.5	D	34.0	C
				B	250	-	227	477	38.9	C		
				C	-	262	381	643	22.6	B		
				D	-	-	-	-	-	-		

表3.7-5　114年上半年度T3測站交通量監測結果分析表(續2)

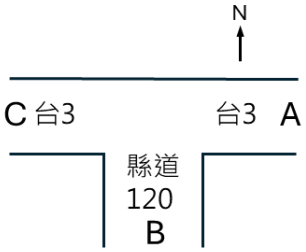
路口名稱	監測日期		尖峰時段	方向	轉向交通量(PCU)			交通量(PCU)	延滯(秒/PCU)	服務水準	平均延滯	服務水準
					左轉	直行	右轉					
T3縣道120與台3交會處  	施工中	114/4/28 (一)	上午 07:00~08:00	A	41	210	-	251	27.9	B	24.3	B
				B	199	-	32	231	32.4	C		
				C	-	194	202	396	17.4	B		
				D	-	-	-	-	-	-		
			下午 17:00~18:00	A	49	184	-	232	29.8	B	23.9	B
				B	175	-	33	208	31.6	C		
				C	-	124	179	303	14.2	A		
				D	-	-	-	-	-	-		
		114/4/27 (日)	上午 11:00~12:00	A	322	295	-	617	65.6	E	41.9	C
				B	261	-	244	505	39.5	C		
				C	-	205	396	601	19.6	B		
				D	-	-	-	-	-	-		
			下午 14:00~15:00	A	294	281	-	574	54.1	D	39.2	C
				B	253	-	367	619	44.3	C		
				C	-	205	396	601	19.6	B		
				D	-	-	-	-	-	-		

表3.7-5　114年上半年度T3測站交通量監測結果分析表(續3)

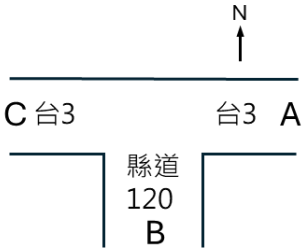
路口名稱	監測日期		尖峰時段	方向	轉向交通量(PCU)			交通量(PCU)	延滯(秒/PCU)	服務水準	平均延滯	服務水準
					左轉	直行	右轉					
T3縣道120與台3交會處  	施工中	114/5/26 (一)	上午 07:00~08:00	A	63	228	-	291	31.4	C	25.5	B
				B	176	-	31	206	31.8	C		
				C	-	218	208	426	18.4	B		
				D	-	-	-	-	-	-		
			下午 17:00~18:00	A	33	186	-	219	26.6	B	23.2	B
				B	171	-	35	206	31.5	C		
				C	-	150	179	329	15.7	B		
				D	-	-	-	-	-	-		
		114/5/25 (日)	上午 11:00~12:00	A	130	200	-	330	32.8	C	33.3	C
				B	317	-	287	603	42.0	C		
				C	-	187	243	430	21.5	B		
				D	-	-	-	-	-	-		
			下午 13:00~14:00	A	93	168	-	261	30.0	C	39.2	C
				B	277	-	276	553	40.7	C		
				C	-	183	186	369	43.3	C		
				D	-	-	-	-	-	-		

表3.7-6　114年上半年度T4測站交通量監測結果分析表

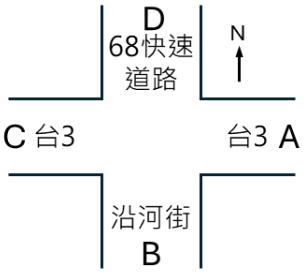
路口名稱	監測日期		尖峰時段	方向	轉向交通量(PCU)			交通量(PCU)	延滯(秒/PCU)	服務水準	平均延滯	服務水準
					左轉	直行	右轉					
T4 68 快速道路與台 3 交會處 	施工中	114/1/20(一)	上午07:00~08:00	A	1	553	376	930	28.9	B	40.4	C
				B	38	136	32	205	55.5	D		
				C	703	562	38	1,303	50.5	D		
				D	215	11	568	794	33.2	C		
			下午17:00~18:00	A	8	667	265	939	33.2	C	31.0	C
				B	44	13	20	77	39.2	C		
				C	463	602	22	1,087	30.3	C		
				D	257	35	676	968	29.0	B		
		114/1/19(日)	上午11:00~12:00	A	7	500	206	712	27.9	B	27.2	B
				B	13	27	13	52	31.1	C		
				C	504	448	21	972	31.1	C		
				D	249	19	506	773	21.3	B		
			下午15:00~16:00	A	5	430	391	825	19.5	B	32.8	C
				B	19	23	17	58	31.5	C		
				C	592	465	26	1,082	50.4	D		
				D	229	12	414	654	20.5	B		

表3.7-6　114年上半年度T4測站交通量監測結果分析表(續1)

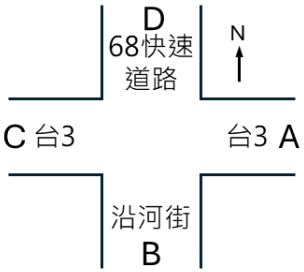
路口名稱	監測日期		尖峰時段	方向	轉向交通量(PCU)			交通量(PCU)	延滯(秒/PCU)	服務水準	平均延滯	服務水準
					左轉	直行	右轉					
T4 68 快速道路與台 3 交會處  	施工中	114/3/18(一)	上午07:00~08:00	A	5	605	367	977	32.8	C	41.3	C
				B	26	119	32	177	50.6	D		
				C	720	596	36	1,352	54.6	D		
				D	195	4	616	814	27.4	B		
			下午17:00~18:00	A	5	646	255	906	31.7	C	29.5	B
				B	33	22	17	71	38.3	C		
				C	446	516	35	997	29.3	B		
				D	222	37	628	886	26.7	B		
		114/3/17(日)	上午11:00~12:00	A	2	449	246	697	24.1	B	28.2	B
				B	25	23	13	61	31.7	C		
				C	539	526	26	1,091	35.6	C		
				D	243	5	470	717	20.6	B		
			下午16:00~17:00	A	10	443	359	811	21.2	B	35.5	C
				B	41	27	14	82	33.0	C		
				C	604	452	39	1,095	54.6	D		
				D	207	18	363	587	20.0	B		

表3.7-6　114年上半年度T4測站交通量監測結果分析表(續2)

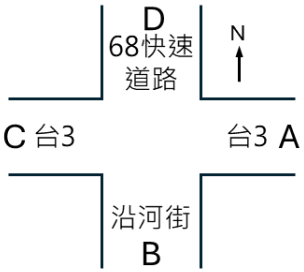
路口名稱	監測日期		尖峰時段	方向	轉向交通量(PCU)			交通量(PCU)	延滯(秒/PCU)	服務水準	平均延滯	服務水準
					左轉	直行	右轉					
T4 68 快速道路與台 3 交會處 	施工中	114/4/28(一)	上午07:00~08:00	A	0	551	352	902	28.6	B	42.8	C
				B	42	128	20	189	53.4	D		
				C	733	564	16	1,312	60.1	E		
				D	188	3	543	733	26.4	B		
			下午17:00~18:00	A	4	485	175	663	28.8	B	28.8	B
				B	25	17	13	54	37.3	C		
				C	457	487	49	993	30.6	C		
				D	174	29	677	880	26.3	B		
		114/4/27(日)	上午11:00~12:00	A	2	592	314	908	28.4	B	29.8	B
				B	18	19	11	47	31.2	C		
				C	540	546	17	1,102	35.7	C		
				D	309	12	546	866	23.6	B		
			下午14:00~15:00	A	0	439	513	952	17.0	B	33.3	C
				B	15	56	19	90	32.5	C		
				C	598	590	36	1,223	48.8	D		
				D	407	3	484	894	29.6	B		

表3.7-6　114年上半年度T4測站交通量監測結果分析表(續3)

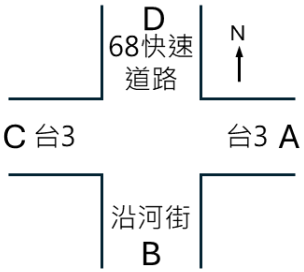
路口名稱	監測日期		尖峰時段	方向	轉向交通量(PCU)			交通量(PCU)	延滯(秒/PCU)	服務水準	平均延滯	服務水準
					左轉	直行	右轉					
T4 68 快速道路與台 3 交會處 	施工中	114/5/26(一)	上午07:00~08:00	A	2	564	359	924	30.1	C	43.0	C
				B	40	123	29	192	53.5	D		
				C	732	532	25	1,289	60.6	E		
				D	172	5	542	719	25.1	B		
			下午17:00~18:00	A	13	586	201	799	31.9	C	29.7	B
				B	19	33	4	55	37.1	C		
				C	458	492	42	991	30.7	C		
				D	203	43	662	907	26.3	B		
		114/5/25(日)	上午11:00~12:00	A	1	482	273	756	24.5	B	25.5	B
				B	21	34	8	63	31.6	C		
				C	496	464	21	981	29.7	B		
				D	206	6	377	589	19.2	B		
			下午13:00~14:00	A	0	356	344	700	17.6	B	29.3	B
				B	12	99	11	121	33.5	C		
				C	552	333	24	908	43.3	C		
				D	196	11	338	545	20.1	B		

表3.7-7　114年上半年度T5測站交通量監測結果分析表

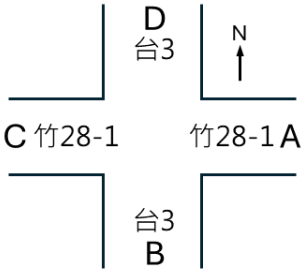
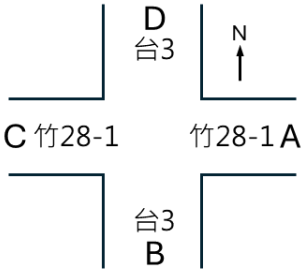
路口名稱	監測日期		尖峰時段	方向	轉向交通量(PCU)			交通量(PCU)	延滯(秒/PCU)	服務水準	平均延滯	服務水準
					左轉	直行	右轉					
T5 竹 28-1 與台 3 交會處 	施工中	114/4/28 (一)	上午 07:00~08:00	A	14	11	14	38	29.8	B	9.7	A
				B	2	474	17	493	7.6	A		
				C	38	12	5	55	30.7	C		
				D	6	317	10	333	7.1	A		
			下午 17:00~18:00	A	18	11	14	42	30.8	C	9.6	A
				B	5	290	8	303	7.4	A		
				C	14	8	3	25	30.1	C		
				D	21	339	22	382	7.7	A		
		114/4/27 (日)	上午 11:00~12:00	A	10	14	22	45	30.9	C	10.1	A
				B	3	649	14	666	8.7	A		
				C	21	16	7	43	30.9	C		
				D	7	660	19	685	8.8	A		
			下午 14:00~15:00	A	8	9	19	36	30.5	C	10.6	A
				B	2	1,021	11	1,034	10.6	A		
				C	16	12	2	29	30.3	C		
				D	15	508	25	548	8.4	A		

表3.7-7　114年上半年度T5測站交通量監測結果分析表(續)

路口名稱	監測日期		尖峰時段	方向	轉向交通量(PCU)			交通量(PCU)	延滯(秒/PCU)	服務水準	平均延滯	服務水準
					左轉	直行	右轉					
T5 竹 28-1 與台 3 交會處 	施工中	114/5/26 (一)	上午 07:00~08:00	A	13	12	13	37	29.7	B	9.6	A
				B	1	433	17	450	7.4	A		
				C	41	6	5	51	30.7	C		
				D	6	283	15	304	7.0	A		
			下午 17:00~18:00	A	17	6	17	39	30.7	C	9.5	A
				B	6	250	7	263	7.3	A		
				C	12	8	3	23	30.0	C		
				D	10	341	37	387	7.7	A		
		114/5/25 (日)	上午 11:00~12:00	A	11	9	6	26	30.1	C	9.5	A
				B	2	626	9	636	8.6	A		
				C	23	9	7	38	30.8	C		
				D	3	393	15	411	7.7	A		
			下午 14:00~15:00	A	7	6	11	24	30.3	C	9.3	A
				B	2	663	19	684	8.8	A		
				C	8	10	1	19	29.8	B		
				D	8	281	19	308	7.4	A		

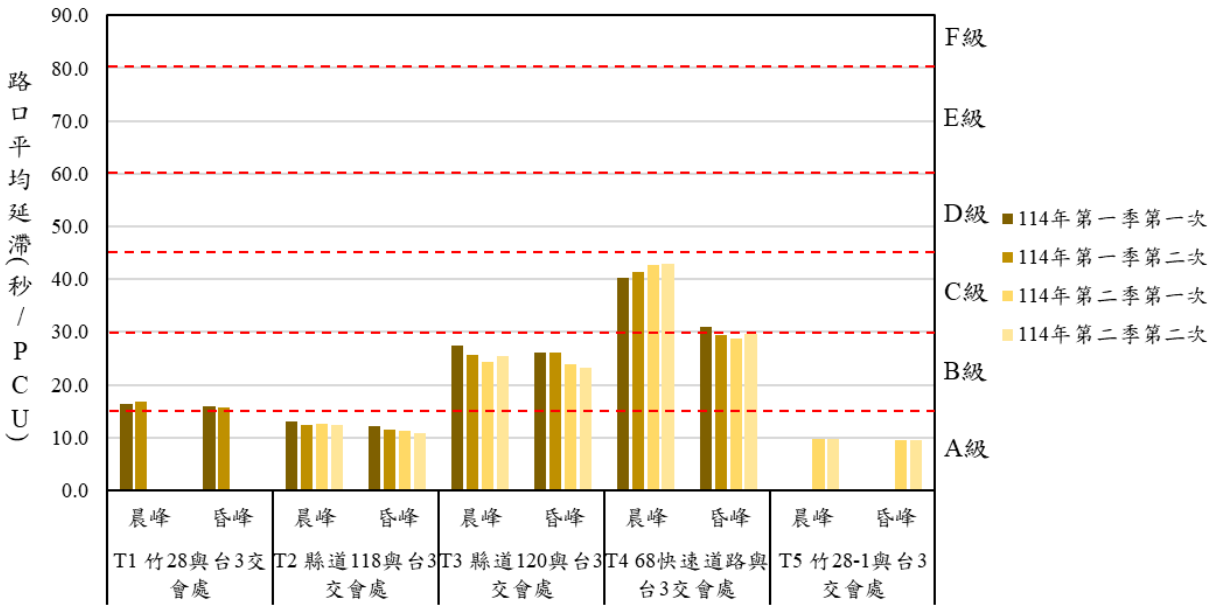


圖 3.7-2 114 年上半年度交通量監測結果比較圖(平日)

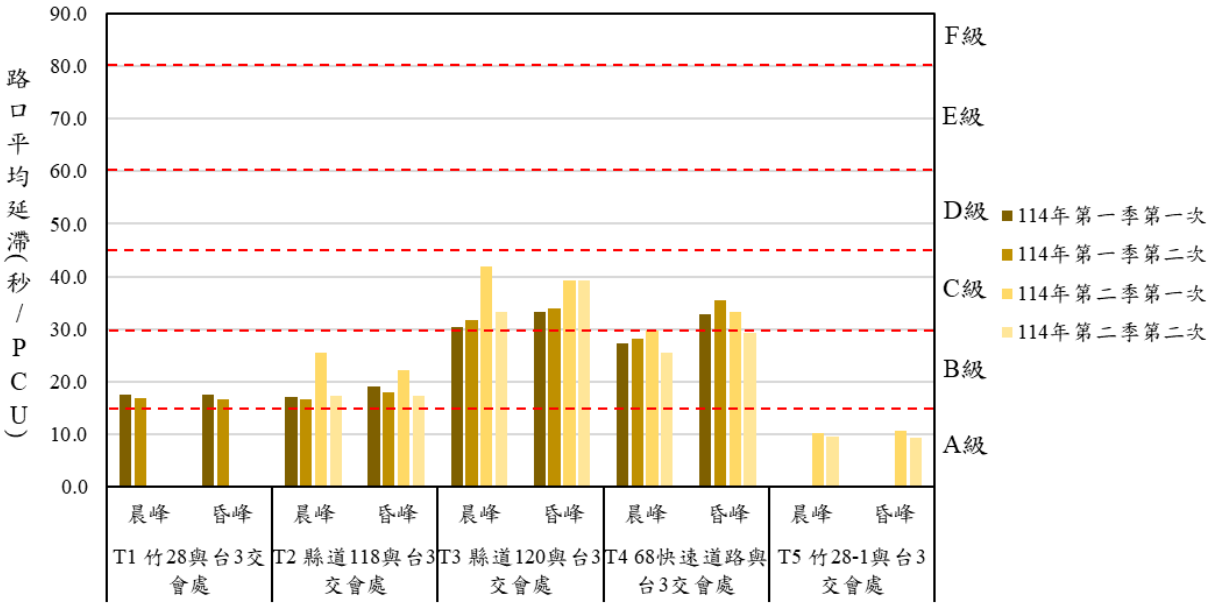


圖 3.7-3 114 年上半年度交通量監測結果比較圖(假日)

3.8 陸域生態

114 年上半年陸域生態(包括植物、鳥類、哺乳類、兩棲類、爬蟲類及蝶類等)調查時間為 114 年 2 月 18 日~2 月 21 日、114 年 5 月 26 日~5 月 29 日，相關調查作業範圍及樣區位置如圖 3.8-1 所示。監測範圍以樣區為中心半徑五百公尺進行調查，以下將針對本計畫歷史資料及各區域過去其他專案之調查資料進行彙整，與本計畫之調查結果進行比對分析，以初步了解計畫區之生態背景狀況，並分析開工後對於各樣區的影響。

其中隧道進水口站於隧道進口監測，隧道出水口站於隧道出口監測，而橫坑入口站因配合施工計畫，已移至南沙坑橋站進行監測，故本計畫施工前第 4 季生態調查取消橫坑入口站，改為南沙坑橋站進行生態調查。

本計畫將選定各區域指標物種，做為施工前、中、後之參考，指標物種具有對環境變化的指標性，其消長可反映當前的生態型態變化，因調查方式多以人為捕捉、觀察進行，其選定原則應為數量較多、較易發現或具有生態代表價值為原則，以非保育類且數量較多的臺灣特有種或特有亞種較為良好的選擇。

在陸域指標物種上建議選擇鳥類，鳥類對植被變化敏感、數量較多、也容易觀察，根據監測鳥類種類及數量的變化可以協助判斷工程對周圍植被及棲地的影響，各站指標物種可參考鳥類調查結果。

3.8.1 文獻資料彙整

在進行本計畫生態調查前，已蒐集於本計畫區周邊過去所執行之生態調查文獻資料，以做為比較參考，分別有「111 年北區水資源局轄區生態檢核及生態環境敏感區位建置之生態調查」(經濟部水利署北區水資源分署，民國 111 年)、「頭前溪河川情勢調查」(經濟部水利署第二河川局，民國 110 年)、「鳳山溪河川情勢調查」(經濟部水利署第二河川局，民國 103 年)、「石門水庫集水區陸域生態之調查研究」(經濟部水利署北部水資源局，民國 93 年)。將本計畫與上述文獻重疊或相近之陸域生態調查進行彙整，由於本計畫與文獻之調查範圍、年分、季次並不完全相同，故僅對於調查之種類數量及組成進行比較，若文獻季次之季節與本計畫不相同時會標註季節，無標註則與本計畫相同第 1 季~第 4 季調查季節依序為春、夏、秋及冬。

針對文獻資料中最接近本計畫各樣站之生態資料做為參考，「111 年北區水資源局轄區生態檢核及生態環境敏感區位建置之生態調查」-石

門大壩站與本計畫隧道進水口站；「石門水庫至新竹聯通管-設計階段生態檢核成果報告」-第五區段與本計畫隧道出水口站最為接近；「鳳山溪河川情勢調查」-渡船頭橋站與本計畫南華橋站最為接近；「石門水庫至新竹聯通管-設計階段生態檢核成果報告」-第五區段與本計畫南沙坑橋站最為接近；「頭前溪河川情勢調查」-油羅溪站、竹東大橋站及上坪堰站，分別與本計畫油羅溪站、竹東大橋站及寶二引水道站最為接近。

以下彙整各文獻資料參考樣站之生態報告：

1. 石門大壩站：「111 年北區水資源局轄區生態檢核及生態環境敏感區位建置之生態調查」陸域生態調查，石門大壩站共記錄 601 種維管束植物，75 種鳥類，9 種哺乳類，14 種兩棲類，10 種爬蟲類，55 種蝶類。
2. 第三區段：「石門水庫至新竹聯通管-設計階段生態檢核成果報告」陸域生態調查，第三區段共記錄鳥類 27 種，哺乳類 4 種，兩棲類 5 種，爬蟲類 5 種，蝶類 25 種。
3. 渡船頭橋站：「鳳山溪河川情勢調查」陸域生態調查，渡船頭橋站共記錄 213 種維管束植物，49 種鳥類，3 種哺乳類，6 種兩棲類，12 種爬蟲類，19 種蝶類。
4. 第五區段：「石門水庫至新竹聯通管-設計階段生態檢核成果報告」陸域生態調查，第五區段共調查鳥類 21 種，哺乳類 7 種，兩棲類 5 種，爬蟲類 7 種，蝶類 23 種。
5. 油羅溪站：「頭前溪河川情勢調查」陸域生態調查，油羅溪站共記錄 116 種維管束植物，28 種鳥類，1 種哺乳類，6 種兩棲類，3 種爬蟲類，15 種蝶類。
6. 竹東大橋站：「頭前溪河川情勢調查」陸域生態調查，竹東大橋站共記錄 137 種維管束植物，33 種鳥類，2 種哺乳類，5 種兩棲類，2 種爬蟲類，26 種蝶類。
7. 上坪堰站：「頭前溪河川情勢調查」陸域生態調查，上坪堰站共記錄 176 種維管束植物，24 種鳥類，5 種哺乳類，10 種兩棲類，6 種爬蟲類，46 種蝶類。

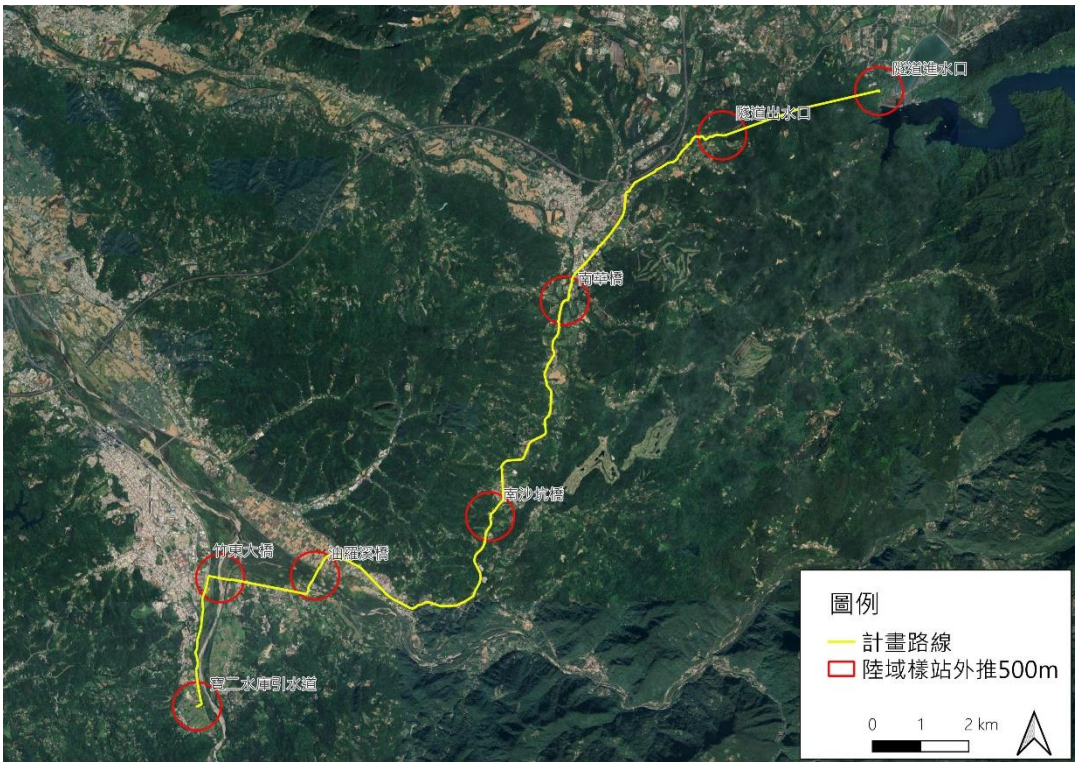


圖 3.8-1 陸域生態調查範圍及位置圖

3.8.2 陸域植物

一、植被概況

本計畫之監測範圍橫跨桃園市龍潭區、新竹縣關西鎮、橫山鄉及竹東鎮等行政區，植被類型以次生林、農耕地、人工建物、草生灌叢及水域環境為主，植被類型分布如表 3.8-1 所示，自然度分布如表 3.8-2 所示，土地利用類型面積詳見表 3.8-3。

另外，根據環境部「植物生態評估技術規範」，自然度可依現地情況與植群組成區分為五級：

1. 自然度 0—由於人類活動所造成之無植被區，如都市、房舍、道路、機場等。
2. 自然度 1—裸露地：由於天然因素造成之無植被區，如河川水域、礁岩、天然崩塌所造成之裸地等。
3. 自然度 2—農耕地：植被為人工種植之農作物，包括果樹、稻田、雜糧、特用作物等，以及暫時廢耕之草生地等，其地被可能隨時更換。
4. 自然度 3—造林地：包含伐木跡地之造林地、草生地及火災跡地之造林地，以及竹林地。其植被雖為人工種植，但其收穫期長，恒定性較高，不似農耕地經常翻耕、改變作物種類。
5. 自然度 4—原始草生地：在當地大氣條件下，應可發育為森林，但受立地因子如土壤、水分、養分及重複干擾等因子之限制，使其演替終止於草生地階段，長期維持草生地之形相。
6. 自然度 5—天然林地區：包括未經破壞之樹林，以及曾受破壞，然已演替成天然狀態之森林；即植物景觀、植物社會之組成與結構均頗穩定，如不受干擾其組成及結構在未來改變不大。

(一) 隧道進水口：

1. 次生林(自然度 5a)：為本區分布面積最大的植被類型，包含水庫周圍的人造林、自然次生林等，樣區調查結果可見香楠、九節木、山黃麻、紅楠、豬母乳、大冇榕、鵝掌柴、水金京、水冬瓜、樟樹、澀葉榕、軟毛柿、楓香、小葉桑等，地被則可見山棕、小毛蕨、牛乳榕、廣葉鋸齒雙蓋蕨、大線蕨、月桃、全緣卷柏、姑婆芋、烏毛蕨、風藤、番仔藤、漢氏山葡萄、柚葉藤、闊葉樓梯草、長梗紫麻、雞屎樹、山桂花、中國穿鞘花、臺灣山桂花、三葉崖爬藤、九節木、腎蕨等，均為本島中低海拔森林常見物種。
2. 草生灌叢(自然度 3)：主要分布於水庫壩體下方，以先驅草本植物為主。

3. 農耕地(自然度 2)：零星分布調查範圍，以種植果樹為主。
4. 水域環境(自然度 1)：為石門水庫的水體流動範圍，因有定期清理及排放水，僅靠岸處有部分親水植物及先驅草本植物。
5. 人工建物(自然度 0)：為人為開發利用最頻繁的類型，包含道路、房舍、停車場、裸地等，地表以人為栽培物種及常見菊科地被植物為主。

(二) 隧道出水口：

1. 次生林(自然度 5a)：為本區分布面積最大的植被類型，包含水庫周圍的人造林、自然次生林等，樣區調查結果可見鵝掌柴、紅楠、油桐、九節木、野桐、白匏子、相思樹、山黃麻、油茶、香楠、米碎柃木等，地被則可見烏毛蕨、廣葉鋸齒雙蓋蕨、山棕、姑婆芋、月桃、長梗紫麻、千金藤、山桂花、風藤、野莧菜、臺灣山桂花、雞屎樹、杜若、闊葉樓梯草、觀音座蓮、密毛小毛蕨、牛乳榕、中國穿鞘花、全緣卷柏、柚葉藤、腎蕨、伏石蕨等，均為本島中低海拔森林常見物種。
2. 草生灌叢(自然度 3)：零星分布三屯圳周圍，以象草、五節芒、白背芒等先驅草本植物為主。
3. 農耕地(自然度 2)：零星分布調查範圍，種植作物包含短期蔬菜、檳榔、龍眼樹等果樹。
4. 水域環境(自然度 1)：為三屯圳範圍，周圍可見耐陰喜濕性植物及部分先驅植物。
5. 人工建物(自然度 0)：為人為開發利用最頻繁的類型，包含道路、房舍、停車場、裸地等，地表以人為栽培物種及常見菊科地被植物為主。

(三) 南華橋：

1. 次生林(自然度 5a)：分布於調查範圍的西南側及東北側，樣區調查結果可見鵝掌柴、紅楠、相思樹、九節木、小葉桑、野桐、香楠、山黃麻、大葉釣樟、構樹、大冇榕、軟毛柿等，地被則可見烏毛蕨、廣葉鋸齒雙蓋蕨、過溝菜蕨、月桃、牛乳榕、姑婆芋、青苧麻、番仔藤、雞屎樹、千金藤、山蘇花、鳳尾蕨、山棕、腎蕨、芒萁、三角葉西番蓮、大花咸豐草、葎草、葛藤、賽芻豆、天仙果、九節木、冇骨消等，均為本島中低海拔森林常見物種。
2. 草生灌叢(自然度 3)：分布於鳳山溪及老社寮圳周圍，以常見芒草類植物及先驅樹種為主。
3. 農耕地(自然度 2)：廣泛分布於調查範圍內，種植水稻、短期蔬菜等。
4. 水域環境(自然度 1)：為鳳山溪及老社寮圳範圍，周圍可見耐陰喜濕性植

物及部分先驅植物。

5. 人工建物(自然度 0)：為人為開發利用最頻繁的類型，包含道路、房舍、停車場、裸地等，地表以人為栽培物種及常見菊科地被植物為主。

(四) 南沙坑橋：

1. 次生林(自然度 5a)：為本區分布面積最大的植被類型，樣區調查結果可見鵝掌柴、紅楠、九節木、白匏子、相思樹、香楠、水冬瓜等，地被則可見筆筒樹、烏毛蕨、頭花香苦草、九節木、冇骨消、杜虹花、臺灣油點草、廣葉鋸齒雙蓋蕨、過溝菜蕨、華八仙、月桃、油跋、大頭艾納香、虎葛、牛乳榕、青苧麻、萊氏線蕨、單葉雙蓋蕨、粗齒革葉紫萁、姑婆芋、千金藤、全緣卷柏、九節木等，均為本島中低海拔森林常見物種。

2. 草生灌叢(自然度 3)：零星分布村落周圍，以象草、五節芒、白背芒等先驅草本植物為主。

3. 農耕地(自然度 2)：零星分布調查範圍，種植作物包含各類短期蔬菜、柑橘、龍眼樹等果樹。

4. 水域環境(自然度 1)：主要為新城圳流經範圍，周圍可見耐陰喜濕性植物及部分先驅植物。

5. 人工建物(自然度 0)：為人為開發利用最頻繁的類型，包含道路、房舍、停車場、裸地等，地表以人為栽培物種及菊科、禾本科地被植物為主。

(五) 油羅溪橋：

1. 草生灌叢(自然度 3)：主要分布於河道兩側及周圍環境，樣區調查結果可見銀合歡、相思樹、構樹、野桐、小葉桑、雀榕、血桐等，地被則可見五節芒、象草、番仔藤、葎草、大花咸豐草、小花蔓澤蘭、紫花藿香薊、海金沙、紫花酢醬草、銀膠菊、銀合歡、賽葛豆、三角葉西番蓮、落葵等，均為本島中低海拔區域常見物種。

2. 農耕地(自然度 2)：廣泛分布於調查範圍內，種植水稻、短期蔬菜等。

3. 水域環境(自然度 1)：為油羅溪範圍，由於溪床開闊，兩岸可見許多銀合歡、構樹、野桐、象草、五節芒等先驅植物的生長。

4. 人工建物(自然度 0)：為人為開發利用最頻繁的類型，包含道路、房舍、停車場、裸地等，地表以人為栽培物種及常見菊科地被植物為主。

(六) 竹東大橋：

1. 草生灌叢(自然度 3)：主要分布於河道兩側及周圍環境，樣區調查結果可見銀合歡、相思樹、構樹、野桐、山黃麻、血桐、小葉桑等，地被則可

見大花咸豐草、番仔藤、紫花藿香薊、象草、三角葉西番蓮、小花蔓澤蘭、野莧菜、葎草、銀膠菊、鳳尾蕨、賽芻豆、節節花、小毛蕨、海金沙、毛西番蓮、串鼻龍、銀合歡、酢醬草、三角葉西番蓮等，均為本島中低海拔區域常見物種。

2. 農耕地(自然度 2)：零星分布於調查範圍內，種植水稻、短期蔬菜等。

3. 水域環境(自然度 1)：為上坪溪範圍，由於溪床開闊，兩岸可見許多銀合歡、構樹、野桐、象草、五節芒等先驅植物的生長。

4. 人工建物(自然度 0)：為人為開發利用最頻繁的類型，包含道路、房舍、停車場、裸地等，地表以人為栽培物種及常見菊科地被植物為主。

(七) 寶二水庫引水道：

1. 次生林(自然度 5a)：零星分布於調查範圍的西側，樣區調查結果可見相思樹、油桐、鵝掌柴、大冇榕、牛乳榕、山黃麻、小葉桑、龍眼樹、紅楠等，地被則可見臺灣蘆竹、五節芒、象草、腎蕨、三角葉西番蓮、葎草、小毛蕨、大花咸豐草、姑婆芋、海金沙、番仔藤、紫花藿香薊、光果龍葵、姑婆芋、鳳尾蕨、海金沙、賽芻豆、菝葜、銀合歡、串鼻龍、漢氏山葡萄等，均為本島中低海拔森林常見物種。

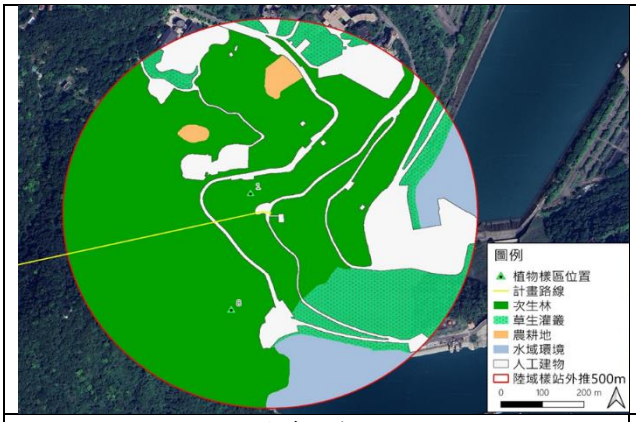
2. 草生灌叢(自然度 3)：主要分布於河道兩側及周圍環境，樣區調查結果可見銀合歡、構樹、野桐等，地被則可見五節芒、象草、番仔藤、大花咸豐草、紫花藿香薊、葎草、小毛蕨、小花蔓澤蘭、紫花酢醬草、海金沙、賽芻豆等，均為本島中低海拔區域常見物種。

3. 農耕地(自然度 2)：為本區分布面積最大的植被類型，主要作物為水稻，其餘果樹為龍眼、芒果、柿子等。

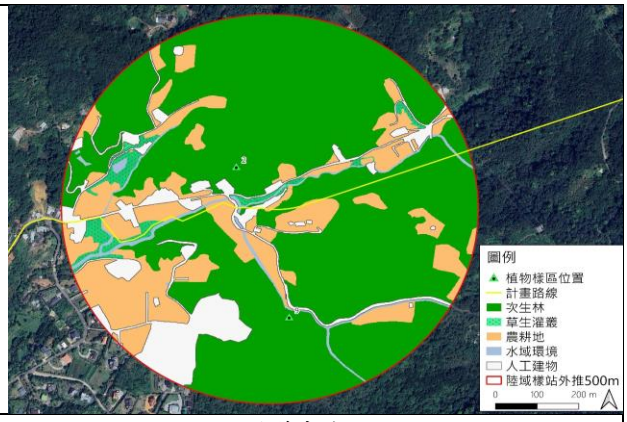
4. 水域環境(自然度 1)：為上坪溪範圍，由於溪床開闊，兩岸可見許多銀合歡、構樹、野桐、象草、五節芒等先驅植物的生長。

5. 人工建物(自然度 0)：為人為開發利用最頻繁的類型，包含道路、房舍、停車場、裸地等，地表以人為栽培物種及常見菊科地被植物為主。

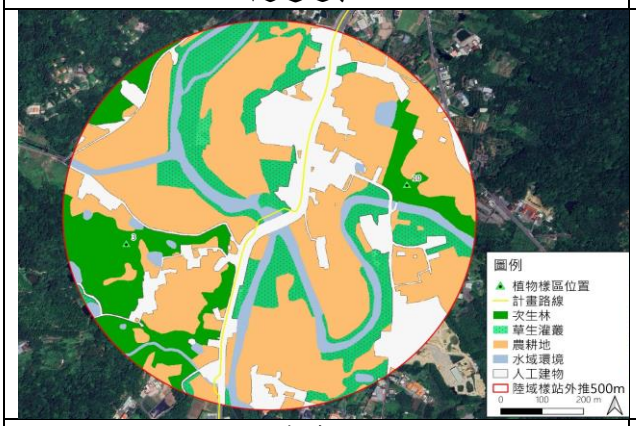
表3.8-1 植被類型及植物樣區位置圖



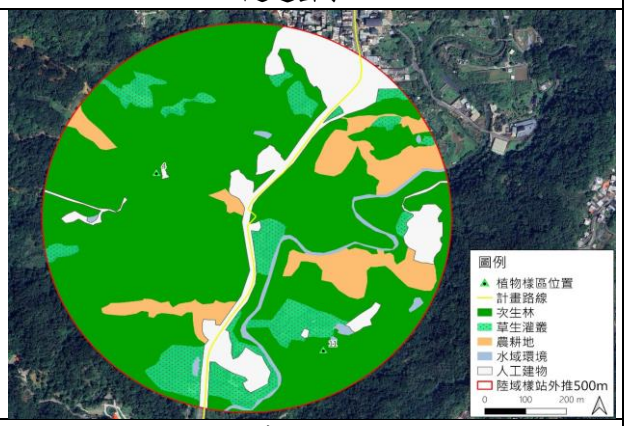
隧道進水口



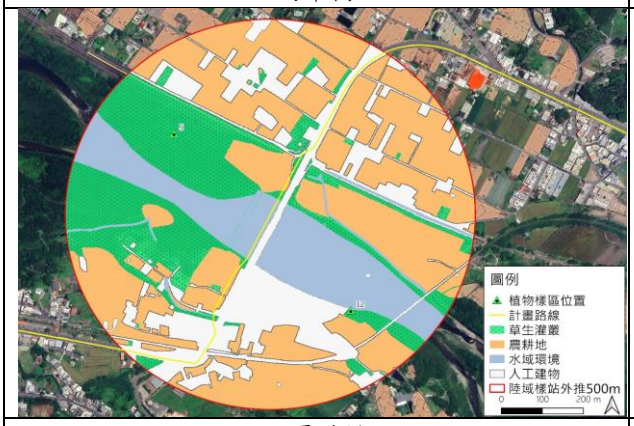
隧道出水口



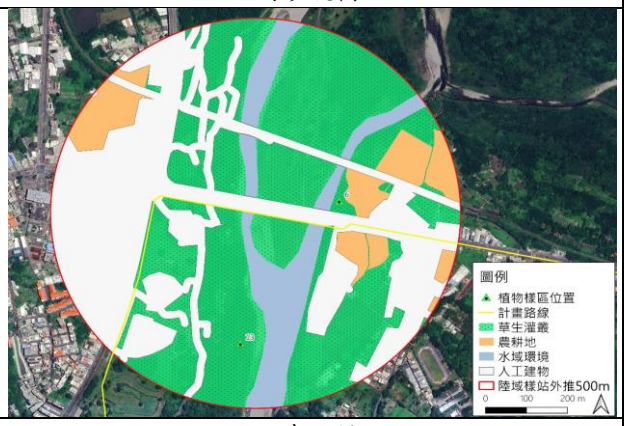
南華橋



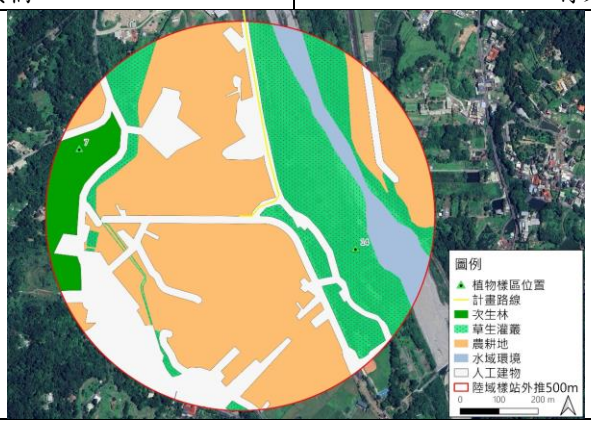
南沙坑橋



油羅溪橋

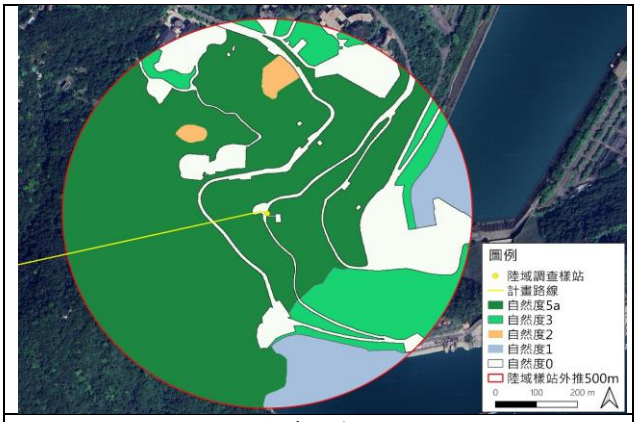


竹東大橋

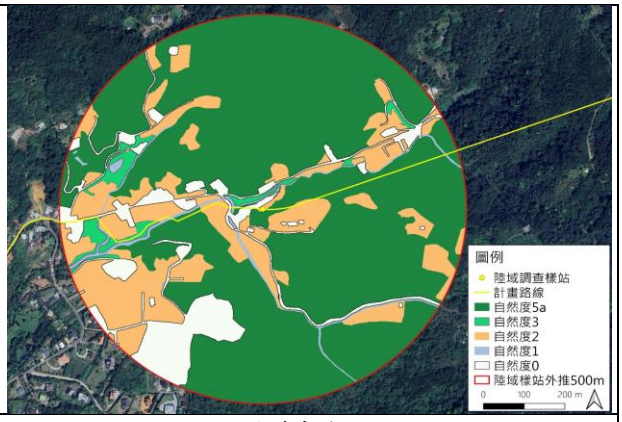


寶二水庫引水道

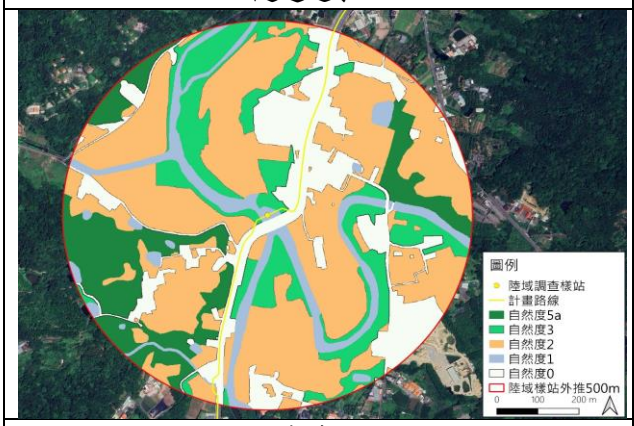
表3.8-2 自然度分布圖



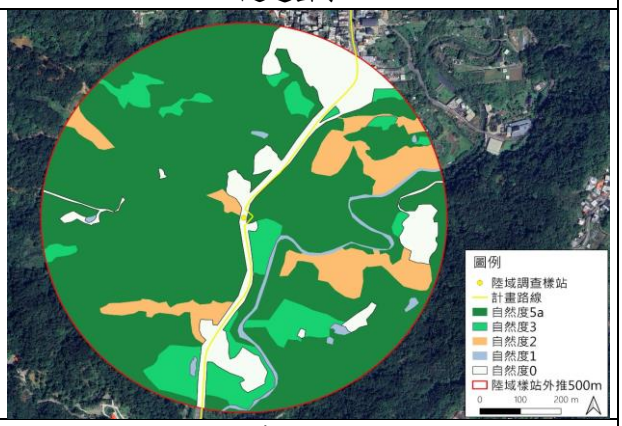
隧道進水口



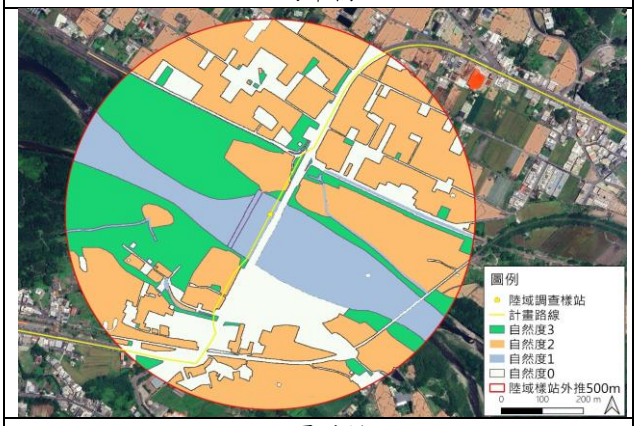
隧道出水口



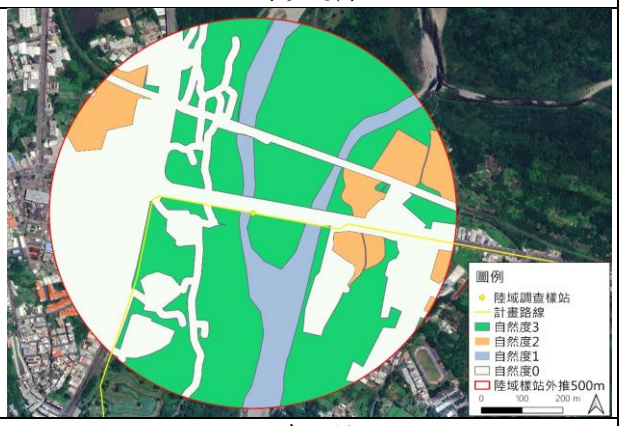
南華橋



南沙坑橋



油羅溪橋



竹東大橋

寶二水庫引水道

表3.8-3 土地利用類型面積

位置	植被類型	次生林	草生灌叢	農耕地	水域環境	人工建物	合計
	自然度	自然度 5a	自然度 3	自然度 2	自然度 1	自然度 0	
隧道進水口	面積(ha)	49.04	9.35	0.88	5.99	13.28	78.54
	百分比(%)	62.4	11.9	1.1	7.6	16.9	100
隧道出水口	面積(ha)	53.66	1.64	14.20	1.39	7.65	78.54
	百分比(%)	68.3	2.1	18.1	1.8	9.7	100
南華橋	面積(ha)	10.03	11.67	35.47	6.22	15.15	78.54
	百分比(%)	12.8	14.9	45.2	7.9	19.3	100
南沙坑橋	面積(ha)	53.89	7.20	7.14	1.38	8.95	78.55
	百分比(%)	68.6	9.2	9.1	1.8	11.4	100
油羅溪橋	面積(ha)	0.00	16.71	32.93	11.66	17.25	78.54
	百分比(%)	0.0	21.3	41.9	14.8	22.0	100
竹東大橋	面積(ha)	0.00	34.43	6.33	7.69	30.09	78.54
	百分比(%)	0.0	43.8	8.1	9.8	38.3	100
寶二水庫引水道	面積(ha)	3.71	17.27	35.68	4.22	17.66	78.54
	百分比(%)	4.7	22.0	45.4	5.4	22.5	100

註：面積計算以四捨五入到小數點第二位。

二、植物物種組成

114 年上半年陸域植物調查第 1 季植物調查共記錄 144 科 473 屬 745 種；第 2 季植物調查共記錄 144 科 473 屬 745 種。植物歸隸屬性詳見表 3.8-4。植物名錄詳見附錄 6。歷季陸域植物調查結果比較詳見圖 3.8-2 及表 3.8-5 所示

以下依各站所調查植物記錄與文獻資料進行比較：

1. 隧道進水口：本計畫隧道進水口站陸域植物調查，114 年第 1 季共記錄 570 種植物；114 年第 2 季共記錄 572 種植物；113 年第 1 季共記錄 563 種植物；113 年第 2 季共記錄 565 種植物；113 年第 3 季共記錄 567 種植物；113 年第 4 季共記錄 569 種植物；112 年第 1 季共記錄 555 種植物；112 年第 2 季共記錄 559 種植物；112 年第 3 季共記錄 559 種植物；112 年第 4 季共記錄 561 種植物；「石門水庫集水區陸域生態之調查研究」石門山站陸域植物調查，共記錄 250 種植物；「111 年北區水資源局轄區生態檢核及生態環境敏感區位建置之生態調查」石門大壩站陸域植物調查，共記錄 601 種植物。
2. 隧道出水口：本計畫隧道出水口站陸域植物調查，114 年第 1 季共記錄 536 種植物；114 年第 2 季共記錄 538 種植物；113 年第 1 季共記錄 528 種植物；113 年第 2 季共記錄 530 種植物；113 年第 3 季共記錄 532 種植物；113 年第 4 季共記錄 534 種植物；112 年第 1 季共記錄 521 種植物；112 年第 2 季共記錄 524 種植物；112 年第 3 季共記錄 525 種植物；112 年第 4 季共記錄 527 種植物；「石門水庫至新竹聯通管-設計階段生態檢核成果報

告」第三區段陸域植物調查，共記錄 179 種植物。

3. 南華橋：本計畫南華橋站陸域植物調查，114 年第 1 季共記錄 322 種植物；114 年第 2 季共記錄 324 種植物；113 年第 1 季共記錄 312 種植物；113 年第 2 季共記錄 314 種植物；113 年第 3 季共記錄 317 種植物；113 年第 4 季共記錄 320 種植物；112 年第 1 季共記錄 298 種植物；112 年第 2 季共記錄 305 種植物；112 年第 3 季共記錄 307 種植物；112 年第 4 季共記錄 310 種植物；「鳳山溪河川情勢調查」渡船頭橋站植物調查，共記錄 213 種植物。

4. 南沙坑橋：本計畫南沙坑橋站陸域植物調查，114 年第 1 季共記錄 542 種植物；114 年第 2 季共記錄 543 種植物；113 年第 1 季共記錄 535 種植物；113 年第 2 季共記錄 537 種植物；113 年第 3 季共記錄 539 種植物；113 年第 4 季共記錄 540 種植物；112 年第 4 季共記錄 532 種植物；；「石門水庫至新竹聯通管-設計階段生態檢核成果報告」第五區段陸域植物調查，共記錄 227 種植物。

5. 油羅溪橋：本計畫油羅溪橋站陸域植物調查，114 年第 1 季共記錄 303 種植物；114 年第 2 季共記錄 305 種植物；113 年第 1 季共記錄 293 種植物；113 年第 2 季共記錄 295 種植物；113 年第 3 季共記錄 298 種植物；113 年第 4 季共記錄 301 種植物；112 年第 1 季共記錄 276 種植物；112 年第 2 季共記錄 286 種植物；112 年第 3 季共記錄 288 種植物；112 年第 4 季共記錄 290 種植物；「頭前溪河川情勢調查」油羅溪橋站植物調查，共記錄 116 種植物。

6. 竹東大橋：本計畫竹東大橋站陸域植物調查，114 年第 1 季共記錄 301 種植物；114 年第 2 季共記錄 303 種植物；113 年第 1 季共記錄 290 種植物；113 年第 2 季共記錄 295 種植物；113 年第 3 季共記錄 297 種植物；113 年第 4 季共記錄 299 種植物；112 年第 1 季共記錄 273 種植物；112 年第 2 季共記錄 283 種植物；112 年第 3 季共記錄 285 種植物；112 年第 4 季共記錄 287 種植物；「頭前溪河川情勢調查」竹東大橋站植物調查，共記錄 137 種植物。

7. 寶二引水道：本計畫寶二引水道站陸域植物調查，114 年第 1 季共記錄 456 種植物；114 年第 2 季共記錄 458 種植物；113 年第 1 季共記錄 445 種植物；113 年第 2 季共記錄 449 種植物；113 年第 3 季共記錄 452 種植物；113 年第 4 季共記錄 454 種植物；112 年第 1 季共記錄 425 種植物；112 年第 2 季共記錄 435 種植物；112 年第 3 季共記錄 438 種植物；112 年第 4 季共記錄 440 種植物；「頭前溪河川情勢調查」上坪堰站植物調查，共記

錄 176 種植物。

比較 112 年至 114 年植物種數變化，因調查區域皆為低海拔，區域內植物種類未因四季溫度變化而有種族消亡的情況，故植物種數皆逐漸增加。與文獻相比，本計畫各站調查之植物種數多數高於文獻，僅「111 年北區水資源局轄區生態檢核及生態環境敏感區位建置之生態調查」-石門大壩站略高於本計畫調查之植物種數，其餘文獻種數差異較大之原因可能為調查範圍、年分或季次不同而造成的調查差異。

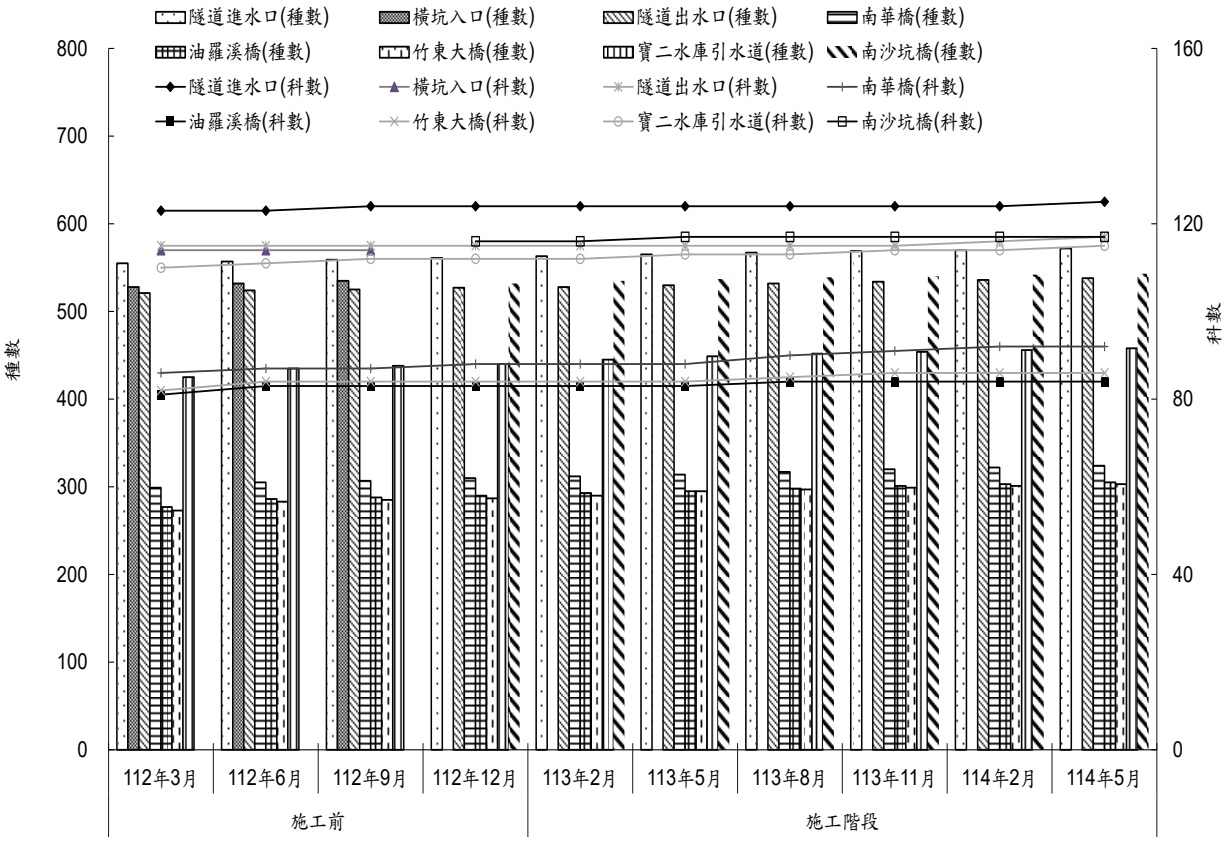


圖 3.8-2 歷季陸域植物生態調查結果比較圖

表3.8-4 114年上半年植物歸隸屬性統計

物種		蕨類植物	裸子植物	雙子葉植物	單子葉植物	合計
類別	科	26	6	96	16	144
	屬	45	10	325	91	471
	種	76	12	518	139	745
型態	喬木	3	11	153	9	176
	灌木	0	1	99	6	106
	藤本	0	0	86	11	97
	草本	73	0	180	113	366
屬性	特有	2	2	29	9	42
	原生	74	3	306	85	468
	歸化	0	0	97	22	119
	栽培	0	7	86	23	116
環評等級	第一級	0	0	1	0	1
	第三級	0	1	1	0	2
紅皮書等級	CR	0	1	0	0	1
	EN	0	1	1	0	2
	VU	0	1	2	1	4
	NT	0	0	2	0	2
	LC	76	2	306	91	475
	DD	0	0	4	0	4
	NA	0	0	125	24	149
	NE	0	7	78	23	108

註 1：環評等級：依據「植物生態評估技術規範」認定，第一級：分佈狹隘，數量極少，或有極具減少之趨勢，已瀕臨絕滅或已野外滅絕。當開發工程於此類植物生育地進行時，造成唯一棲地的破壞而使得該種類立即絕滅第三級：分布廣泛，但分布區內數量少。當工程於此類植物生育地進行時，造成棲地減少及數量下降，但不至於使該種立即絕滅。

註 2：紅皮書等級：依「2017 臺灣維管束植物紅皮書名錄」認定，CR：極危、EN：瀕危、VU：易危、NT：近危、LC：暫無危機、DD：資料缺乏、NA：不適用、NE：未評估。

表 3.8-5 歷季陸域植物調查結果比較表

季別		隧道進水口		橫坑入口		隧道出水口		南華橋		南沙坑橋		油羅溪橋		竹東大橋		寶二水庫引水道	
		科數	種數	科數	種數	科數	種數	科數	種數	科數	種數	科數	種數	科數	種數	科數	種數
施工前	112 年 03 月	123	555	114	528	115	521	86	299	-	-	81	277	82	273	110	425
	112 年 06 月	123	557	114	532	115	524	87	305	-	-	83	286	84	283	111	435
	112 年 09 月	124	559	114	535	115	525	87	307	-	-	83	288	84	285	112	438
	112 年 12 月	124	561	-	-	115	527	88	310	116	532	83	290	84	287	112	440
施工階段	113 年 02 月	124	563	-	-	115	528	88	312	116	535	83	293	84	290	112	445
	113 年 05 月	124	565	-	-	115	530	88	314	117	537	83	295	84	295	113	449
	113 年 08 月	124	567	-	-	115	532	90	317	117	539	84	298	85	297	113	452
	113 年 11 月	124	569	-	-	115	534	91	320	117	540	84	301	86	299	114	454
	114 年 02 月	124	570	-	-	116	536	92	322	117	542	84	303	86	301	114	456
	114 年 05 月	125	572	-	-	117	538	92	324	117	543	84	305	86	303	115	458

註：因橫坑入口樣站不施工，後續調查工作移至南沙坑橋樣站。

三、稀有物種與特有物種

珍貴稀有植物認定依據「文化資產保存法」及農業部(中華民國 108 年 4 月 23 日農林務字第 1081700421 號公告)認定之珍貴稀有植物名錄。本計畫 114 年上半年陸域植物調查無記錄到珍貴稀有植物。

受脅植物認定依據「2017 臺灣維管束植物紅皮書名錄」(臺灣植物紅皮書編輯委員會，2017)，物種受脅類別為極危(Critically Endangered, CR)、瀕危(Endangered, EN)、易危(Vulnerable, VU)，調查共記錄到 1 種極危(CR)(蘭嶼羅漢松)、3 種瀕危(EN)(竹柏、牛樟、流蘇)及 5 種易危(VU)(臺灣肖楠、蘄艾、臺灣火刺木、日本山茶、蒲葵)，均為人為種植於道路兩側、廟宇及庭院周圍做綠美化景觀使用，分布位置如表 3.8-6 所示。

(一) 隧道進水口調查共記錄到 1 種瀕危(EN)(竹柏)，為人為種植於道路兩側，做景觀綠美化使用。

(二) 隧道出水口調查共記錄到 2 種瀕危(EN)(竹柏、牛樟)及 1 種易危(VU)(蒲葵)，均為人為種植於道路兩側、廟宇及庭院周圍做綠美化景觀使用。

(三) 南華橋調查共記錄到 1 種極危(CR)(蘭嶼羅漢松)及 2 種易危(VU)(臺灣肖楠、蘄艾)，均為人為種植於道路兩側、庭院周圍做綠美化景觀使用。

(四) 南沙坑橋調查共記錄到 1 種極危(CR)(蘭嶼羅漢松)及 2 種易危(VU)(臺灣肖楠、蒲葵)，均為人為種植做綠美化景觀及山坡地造林使用。

(五) 油羅溪橋調查共記錄到 2 種易危(VU)(臺灣肖楠、蒲葵)，為人為種植於庭院周圍、農耕地周圍做綠美化使用。

(六) 竹東大橋調查共記錄到 1 種極危(CR)(蘭嶼羅漢松)，為人為種植於公園周圍做綠美化景觀使用。

(七) 寶二水庫引水道調查共記錄到 2 種易危(VU)(臺灣肖楠、臺灣火刺木)，均為人為種植於道路兩側、庭院周圍做綠美化景觀使用。

稀特有植物認定依據環境部公告之「植物生態評估技術規範」(中華民國 91 年 3 月 28 日環署綜字第 0910020491 號公告)所附「臺灣地區稀特有植物名錄」，本季調查共記錄到 1 種環評等級 1 的臺灣火刺木及 2 種環評等級 3 的臺灣肖楠、牛樟，均為人為種植於道路兩側、廟宇周圍、造林地，做景觀綠美化及山坡地造林使用，分別說明如下。

(一) 隧道進水口調查無記錄到稀特有植物。

(二) 隧道出水口調查記錄到 1 種環評等級 3 的牛樟，為人為種植於廟宇周

圍，做景觀綠美化使用。

(三) 南華橋調查記錄到 1 種環評等級 3 的臺灣肖楠，為人為種植於道路兩側，做景觀綠美化使用。

(四) 南沙坑橋調查記錄到 1 種環評等級 3 的臺灣肖楠，為人為種植於造林地，做山坡地造林使用。

(五) 油羅溪橋調查記錄到 1 種環評等級 3 的臺灣肖楠，為人為種植於農耕地周圍，做景觀綠美化使用。

(六) 竹東大橋調查無記錄到稀特有植物。

(七) 寶二水庫引水道調查記錄到 1 種環評等級 1 的臺灣火刺木及 1 種環評等級 3 的臺灣肖楠，均為人為種植於道路兩側，做景觀綠美化使用。

臺灣特有種植物的部分，本季調查共記錄 42 種，為臺灣金狗毛蕨、擬笈瓦葦、臺灣肖楠、臺灣五葉松、臺灣馬藍、大錦蘭、布朗藤、牛樟、土肉桂、小梗木薑子、香楠、山芙蓉、土防己、臺灣土防己、雨傘仔、玉山紫金牛、薄葉風藤、臺灣苳藤、臺灣何首烏、臺灣火刺木、石斑木、禿懸鉤子、水柳、樟葉楓、青楓、臺灣欒樹、柄果苧麻、小花鼠刺、山香圓、細葉山茶、石朴、三葉崖爬藤、臺灣崖爬藤、山芋、黃藤、臺灣百合、臺灣油點草、長枝竹、短軸莠竹、桂竹、大輪月桃、三奈，除部分為人為種植於道路、農耕地周圍，其餘均可於次生林環境中發現，分別說明如下。

(一) 隧道進水口調查共記錄 31 種，為臺灣金狗毛蕨、槭葉石葦、臺灣五葉松、臺灣馬藍、布朗藤、小梗木薑子、香楠、山芙蓉、土防己、臺灣土防己、雨傘仔、玉山紫金牛、薄葉風藤、臺灣苳藤、臺灣何首烏、樟葉楓、青楓、臺灣欒樹、小花鼠刺、山香圓、石朴、柄果苧麻、三葉崖爬藤、山芋、黃藤、臺灣百合、長枝竹、短軸莠竹、桂竹、大輪月桃、三奈，除部分為人為種植於道路、農耕地周圍，其餘均可於次生林環境中發現。

(二) 隧道出水口調查共記錄 32 種，為臺灣金狗毛蕨、槭葉石葦、臺灣五葉松、臺灣馬藍、布朗藤、牛樟、小梗木薑子、香楠、山芙蓉、土防己、臺灣土防己、雨傘仔、玉山紫金牛、薄葉風藤、臺灣苳藤、臺灣何首烏、樟葉楓、青楓、臺灣欒樹、小花鼠刺、山香圓、石朴、三葉崖爬藤、山芋、黃藤、臺灣百合、臺灣油點草、長枝竹、短軸莠竹、桂竹、大輪月桃、三奈，除部分為人為種植於道路、農耕地周圍，其餘均可於次生林環境中發現。

(三) 南華橋調查共記錄 11 種，為臺灣肖楠、小梗木薑子、香楠、薄葉風藤、石斑木、青楓、臺灣欒樹、臺灣百合、臺灣油點草、長枝竹、桂竹，除部分為人為種植於道路、農耕地周圍，其餘均可於次生林環境中發現。

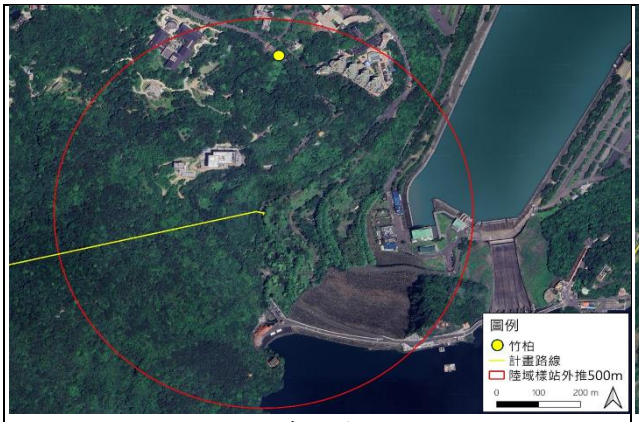
(四) 南沙坑橋調查共記錄 32 種，為臺灣金狗毛蕨、楓葉石葦、臺灣肖楠、臺灣五葉松、臺灣馬藍、布朗藤、小梗木薑子、香楠、山芙蓉、土防己、臺灣土防己、雨傘仔、玉山紫金牛、薄葉風藤、臺灣苎藤、臺灣何首烏、樟葉楓、青楓、臺灣欒樹、小花鼠刺、山香圓、石朴、三葉崖爬藤、山芋、黃藤、臺灣百合、臺灣油點草、長枝竹、短軸莠竹、桂竹、大輪月桃、三奈，除部分為人為種植於道路、農耕地周圍，其餘均可於次生林環境中發現。

(五) 油羅溪橋調查共記錄6種，為臺灣肖楠、薄葉風藤、禿懸鉤子、臺灣欒樹、長枝竹、桂竹，除薄葉風藤及禿懸鉤子為自生之種類外，其餘均為人為種植於道路、農耕地周圍。

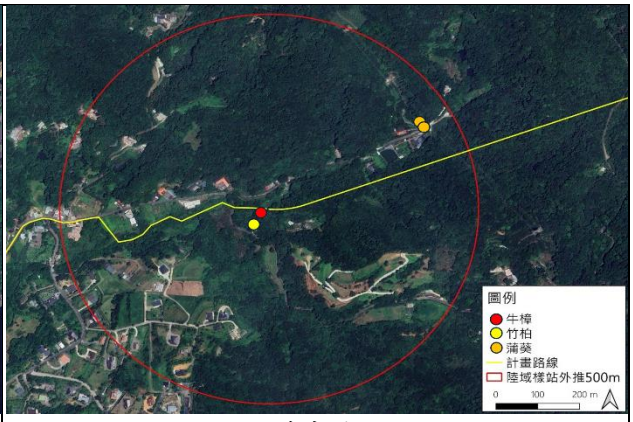
(六) 竹東大橋調查共記錄9種，為薄葉風藤、水柳、臺灣欒樹、石朴、三葉崖爬藤、黃藤、臺灣百合、長枝竹、桂竹，除部分為人為種植於道路、農耕地周圍，其餘均可於次生林環境中發現。

(七) 寶二水庫引水道調查共記錄 24 種，為臺灣金狗毛蕨、臺灣肖楠、臺灣五葉松、大錦蘭、布朗藤、土肉桂、小梗木薑子、香楠、薄葉風藤、臺灣苎藤、臺灣何首烏、臺灣火刺木、臺灣欒樹、小花鼠刺、細葉山茶、石朴、三葉崖爬藤、臺灣崖爬藤、黃藤、臺灣油點草、長枝竹、桂竹、大輪月桃、三奈，除部分為人為種植於道路、農耕地周圍，其餘均可於次生林環境中發現。

表3.8-6 紅皮書受脅植物分布圖

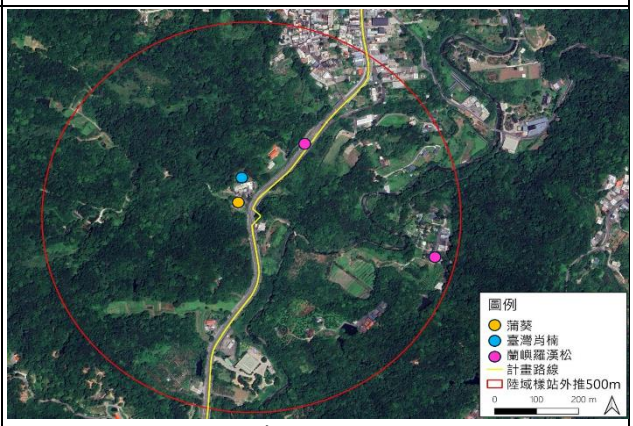


隧道進水口

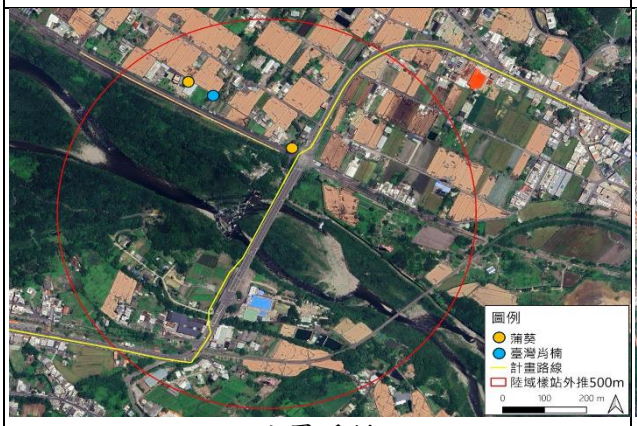


隧道出水口

南華橋

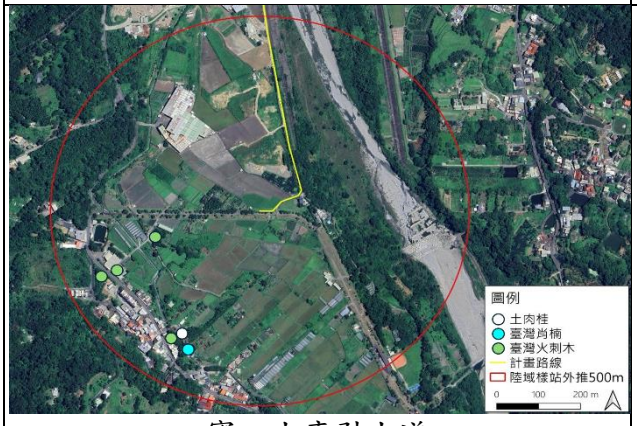


南沙坑橋



油羅溪橋

竹東大橋



寶二水庫引水道

四、大樹調查

依據桃園市政府於中華民國 109 年 11 月 20 日府法制字第 1090294712 號令公告「桃園市樹木保護自治條例」，調查未發現公告的受保護樹木及特定樹木，且未發現符合特定樹木認定標準的樹木(闊葉樹樹幹胸高直徑須達到 2.5 公尺以上，針葉樹樹幹胸高直徑須達到 1.8 公尺以上)。

依據新竹縣政府於中華民國 100 年 6 月 20 日府綜法字第 1000076645 號令公告「新竹縣珍貴樹木保護自治條例」，調查未發現公告的珍貴樹木及符合珍貴樹木認定標準的樹木(樹幹胸高直徑須達到 4.7 公尺以上)。

五、植物樣區物種組成

本計畫針對監測範圍內植相組成較為完整之植物社會進行樣區取樣，量測記錄物種種類及胸徑，每季各樣站各設置 2 處植物樣區，共 14 處，藉以初步掌握各樣站植群內部現況，分別說明如下。

(一) 隧道進水口：喬灌木以樟科及榕屬植物為主，如香楠、九節木、山黃麻、紅楠、豬母乳、大冇榕、鵝掌柴、水金京、水冬瓜、樟樹、澀葉榕、軟毛柿、楓香、小葉桑等，地被植物以耐陰性物種為主，如山棕、小毛蕨、牛乳榕、廣葉鋸齒雙蓋蕨、大線蕨、月桃、全緣卷柏、姑婆芋、烏毛蕨、風藤、番仔藤、漢氏山葡萄、柚葉藤、闊葉樓梯草、長梗紫麻、雞屎樹、山桂花、中國穿鞘花、臺灣山桂花、三葉崖爬藤、九節木、腎蕨等，均為本島中低海拔森林常見物種。

(二) 隧道出水口：喬灌木以樟科及榕屬植物為主，如鵝掌柴、紅楠、油桐、九節木、野桐、白匏子、相思樹、山黃麻、油茶、香楠、米碎柃木等，地被植物以耐陰性物種為主，如烏毛蕨、廣葉鋸齒雙蓋蕨、山棕、姑婆芋、月桃、長梗紫麻、千金藤、山桂花、風藤、野莧菜、臺灣山桂花、雞屎樹、杜若、闊葉樓梯草、觀音座蓮、密毛小毛蕨、牛乳榕、中國穿鞘花、全緣卷柏、柚葉藤等，均為本島中低海拔森林常見物種。

(三) 南華橋：喬灌木以樟科及榕屬植物為主，如鵝掌柴、紅楠、相思樹、九節木、小葉桑、野桐、香楠、山黃麻、大葉釣樟、構樹、大冇榕、軟毛柿等，地被植物以耐陰性物種為主，如烏毛蕨、廣葉鋸齒雙蓋蕨、過溝菜蕨、月桃、牛乳榕、姑婆芋、青苧麻、番仔藤、雞屎樹、千金藤、山蘇花、鳳尾蕨、山棕、腎蕨、芒萁、三角葉西番蓮、大花咸豐草、葎草、葛藤、賽芻豆、天仙果等，均為本島中低海拔森林常見物種。

(四) 南沙坑橋：喬灌木以常見樟科、五加科及豆科植物為主，如紅楠、鵝掌柴、相思樹、九節木、香楠、白匏子、水冬瓜等，地被植物以耐陰性物種為主，如筆筒樹、烏毛蕨、頭花香苦草、九節木、冇骨消、杜虹花、

臺灣油點草、廣葉鋸齒雙蓋蕨、過溝菜蕨、華八仙、月桃、油跋、大頭艾納香、虎葛、牛乳榕、青苧麻、萊氏線蕨、單葉雙蓋蕨、粗齒革葉紫萁、姑婆芋、千金藤、全緣卷柏等，均為本島中低海拔森林常見物種。

(五) 油羅溪橋：喬灌木以河道區域常見陽性先驅植物為主，如銀合歡、相思樹、構樹、野桐、小葉桑、雀榕、血桐等，地被植物同樣以陽性先驅植物為主，如五節芒、象草、番仔藤、葎草、大花咸豐草、小花蔓澤蘭、紫花藿香薊、海金沙、紫花酢醬草、銀膠菊、賽芻豆、三角葉西番蓮、落葵等，均為本島中低海拔區域常見物種。

(六) 竹東大橋：喬灌木以河道區域常見陽性先驅植物為主，如銀合歡、相思樹、構樹、野桐、山黃麻、血桐、小葉桑等，地被植物同樣以陽性先驅植物為主，如大花咸豐草、番仔藤、紫花藿香薊、象草、三角葉西番蓮、小花蔓澤蘭、野莧菜、葎草、銀膠菊、鳳尾蕨、賽芻豆、節節花、小毛蕨、海金沙、毛西番蓮、串鼻龍等，均為本島中低海拔區域常見物種。

(七) 寶二水庫引水道：喬灌木以本島中低海拔森林常見物種為主，包含相思樹、油桐、鵝掌柴、大冇榕、牛乳榕、山黃麻、小葉桑、龍眼樹、紅楠、銀合歡、構樹、野桐等，地被植物以陽性先驅植物為主如臺灣蘆竹、五節芒、象草、腎蕨、三角葉西番蓮、葎草、小毛蕨、大花咸豐草、姑婆芋、海金沙、番仔藤、紫花藿香薊、光果龍葵、姑婆芋、鳳尾蕨、海金沙、賽芻豆、菝葜、漢氏山葡萄等。

六、植物樣區指數分析

(一) 喬灌木植物樣區指數：樣區內物種數介於 3~9 種且均為常見物種；Simpson 指數(λ)介於 0.13~0.63，如果優勢度集中於少數種時，λ值愈高；Shannon 指數(H')介於 0.75~2.10，種數愈多，種間的個體分布愈平均，則值愈高；多樣性指標(N_1)介於 2.13~8.17，其值愈接近物種數時，多樣性愈高；多樣性指標(N_2)介於 1.58~7.53，其值愈接近多樣性指標(N_1)時，多樣性愈高；多樣性指標(E_5)介於 0.51~0.96，此指數可代表植物社會組成的均勻程度，指數愈高，則組成愈均勻。整體而言，除樣區 5、樣區 6、樣區 12、樣區 13、樣區 14 的物種較少且組成較不平均，可能有優勢種存在(銀合歡及相思樹)之外，其餘樣區組成相對豐富且均勻，無明顯優勢物種。

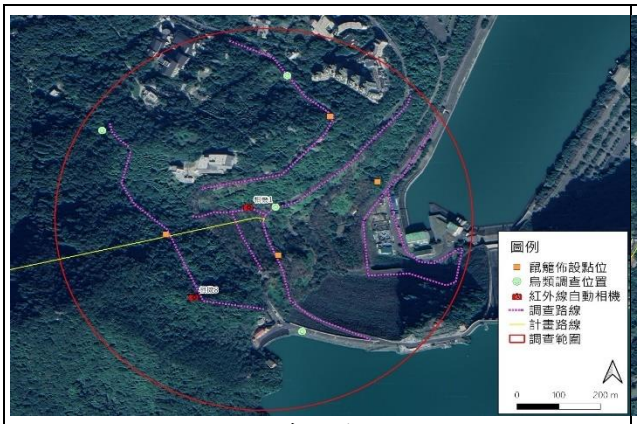
(二) 地被植物樣區指數：樣區內物種數介於 13~15 種且均為常見物種；Simpson 指數(λ)介於 0.10~0.17，如果優勢度集中於少數種時，λ值愈高；Shannon 指數(H')介於 2.09~2.47，種數愈多，種間的個體分布愈平均，則值愈高；多樣性指標(N_1)介於 8.06~11.83，其值愈接近物種數時，多樣性

愈高；多樣性指標(N_2)介於 5.95~10.46，其值愈接近多樣性指標(N_1)時，多樣性愈高；多樣性指標(E_5)介於 0.70~0.92，此指數可代表植物社會組成的均勻程度，指數愈高，則組成愈均勻。整體而言，樣區組成皆屬相對豐富且均勻，無明顯優勢物種。

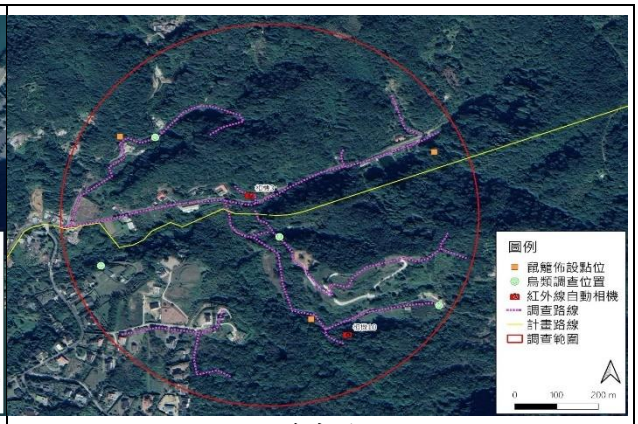
3.8.3 陸域動物

114 年上半年陸域生態調查監測共設有 7 處樣站，分別為隧道進水口、隧道出水口、南華橋、南沙坑橋、油羅溪橋、竹東大橋、寶二水庫引水道，各樣站調查位置如表 3.8-7 所示。歷季生物名錄詳附錄 6。各項陸域動物監測結果說明如下。

表3.8-7 陸域生物調查位置

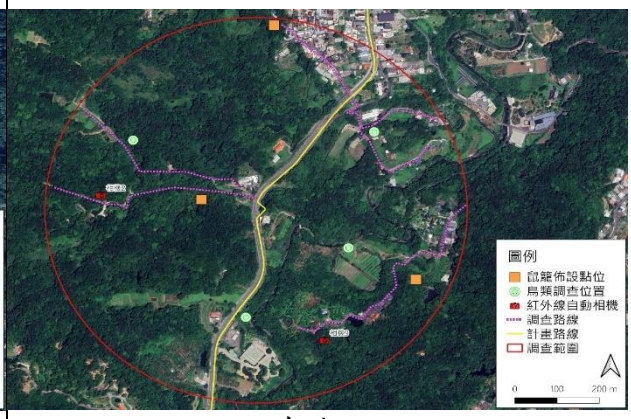


隧道進水口



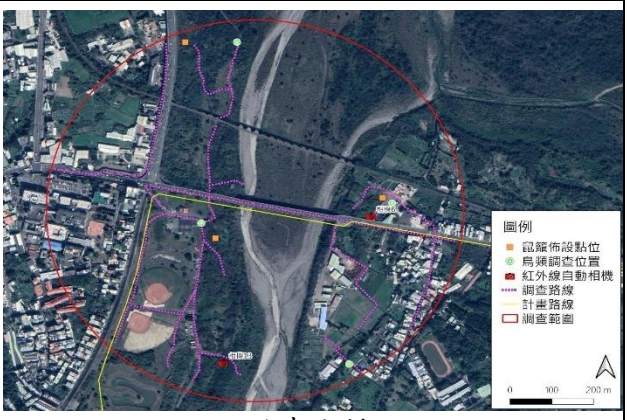
隧道出水口

南華橋

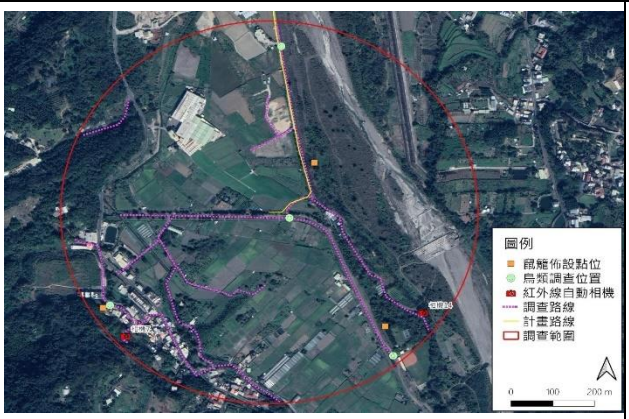


南沙坑

油羅溪橋



竹東大橋



寶二水庫引水道

一、 鳥類

(一) 114 年上半年陸域生態調查，鳥類共記錄 38 科 78 種 5,511 隻次，第 1 季鳥類共記錄 37 科 75 種 2,430 隻次；第 2 季鳥類共記錄 35 科 69 種 3,081 隻次。歷季調查結果如表 3.8-8 及圖 3.8-3 所示。

表3.8-8 歷季陸域生態鳥類調查結果比較表

季別	測站	隧道進水口		橫坑入口		隧道出水口		南華橋		南沙坑橋		油羅溪橋		竹東大橋		寶二水庫引水道	
		種數	隻數	種數	隻數	種數	隻數	種數	隻數	種數	隻數	種數	隻數	種數	隻數	種數	隻數
施工前	112 年 03 月	34	584	29	333	26	315	41	426	-	-	43	345	33	283	39	364
	112 年 06 月	37	654	28	366	25	338	41	523	-	-	41	425	34	360	39	432
	112 年 09 月	34	557	28	291	27	261	37	436	-	-	40	332	30	274	38	328
	112 年 12 月	44	355	-	-	37	182	34	283	40	223	45	271	33	191	41	244
施工階段	113 年 02 月	36	547	-	-	27	296	41	359	39	308	46	335	35	262	41	343
	113 年 05 月	36	677	-	-	26	369	42	542	45	448	41	442	33	366	38	453
	113 年 08 月	32	577	-	-	23	244	36	487	36	291	40	389	33	325	41	421
	113 年 11 月	42	316	-	-	35	174	34	290	37	194	45	274	33	198	41	246
	114 年 02 月	35	524	-	-	27	262	42	422	36	177	46	366	35	287	43	392
	114 年 05 月	36	658	-	-	26	358	42	532	36	271	42	452	33	351	41	459

註：因 112Q4 橫坑入口不施工，無調查資料，並改至南沙坑橋調查。

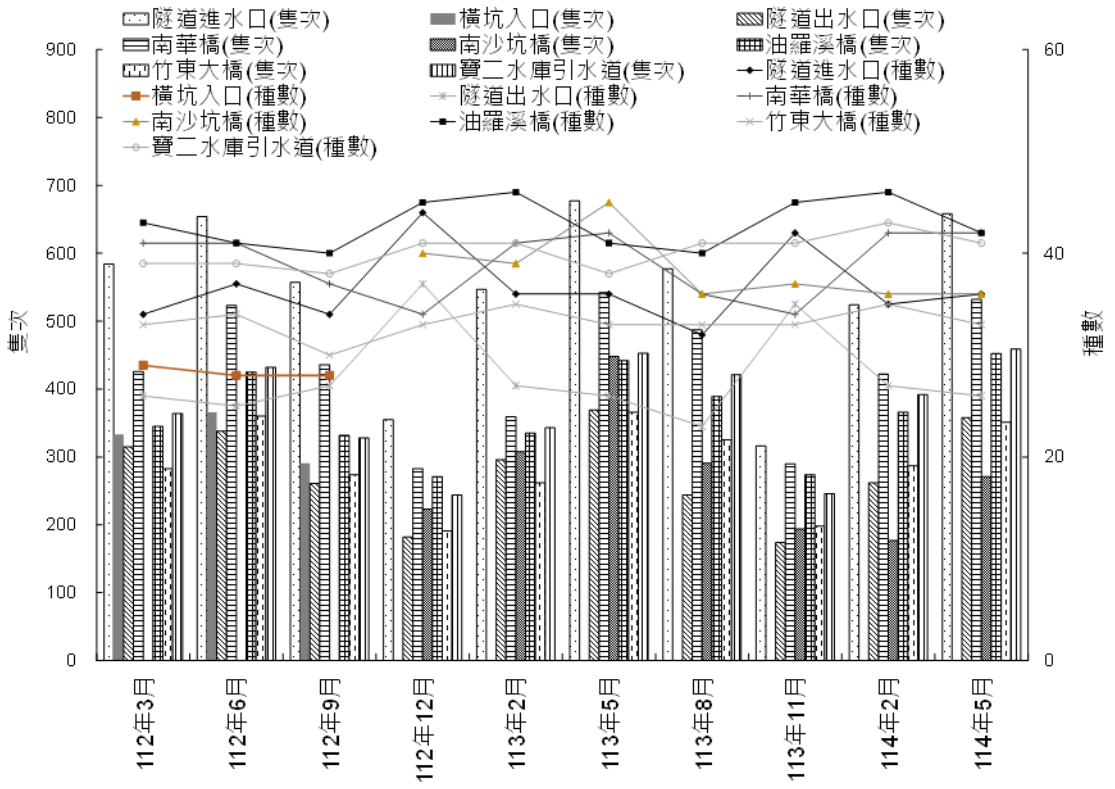


圖 3.8-3 歷季陸域生態鳥類調查結果比較圖

(二) 本計畫調查到之鳥類依生態同功群分析，以覓食時之棲地利用為分類依據，共分為7群，包括樹林性陸禽、草原性陸禽、空域飛禽(持續於空中飛行覓食者)及屬水鳥性質者，泥灘涉禽、水域高草游涉禽、水域泥岸游涉禽、水岸性陸禽，水鳥性質者均棲息於本計畫周邊鄰近溪流之環境。多數鳥類物種兼具留鳥或候鳥等多重遷徙屬性，本報告依據中華民國野鳥學會鳥類紀錄委員會在 112 年公佈之臺灣鳥類名錄，取其中最普遍的族群進行以下遷徙屬性分析，114 年上半年所記錄的鳥類中，包括引進種 6 種(野鴿、喜鵲、黑領椋鳥、家八哥、白尾八哥、白腰鵲鴝)，冬候鳥 11 種(東方環頸鴴、小環頸鴴、磯鷸、大白鷺、紅尾伯勞、極北柳鶯、白氏地鶇、赤腹鶇、白腹鶇、灰鶺鴒、東方黃鶺鴒)，夏候鳥 4 種(北方中杜鵑、小白鷺、家燕及黃頭鷺)，其餘為本區域之鳥種組成以留鳥為主。

(三) 臺灣特有種共記錄到8種(臺灣竹雞、藍腹鷴、五色鳥、臺灣藍鵲、小彎嘴、繡眼畫眉、臺灣畫眉、臺灣紫嘯鶇)與特有亞種20種(金背鳩、南亞夜鷹、小雨燕、大冠鷲、黃嘴角鴞、領角鴞、大卷尾、小卷尾、黑枕藍鶲、樹鵲、褐頭鷦鶯、黃頭扇尾鶯、白環鸚嘴鵯、白頭翁、紅嘴黑鵯、粉紅鸚嘴、山紅頭、頭烏線、八哥、鉛色水鶇)。保育類動物共記錄8種珍貴稀有之第二級保育類(黑翅鳶、大冠鷲、黃嘴角鴞、領角鴞、臺灣畫眉、八哥、林鵰、藍腹鷴)、3 種其他應予保育之第三級保育類(紅尾伯勞、臺灣藍鵲、鉛色水鶇)。其中大冠鷲及林鵰為空中盤旋個體，藍腹鷴、臺灣藍鵲、黃嘴角鴞、領角鴞、臺灣畫眉為濃密樹林的鳥鳴紀錄，黑翅鳶及紅尾伯勞則於空曠農耕地及其周邊樹林為主要利用環境，八哥則發現於人為活動頻繁之草生地及周圍農地，鉛色水鶇主要於多裸露石頭的溪流發現。而活動時段方面，除了黃嘴角鴞及領角鴞則為夜行性物種，其餘皆為日行性物種。

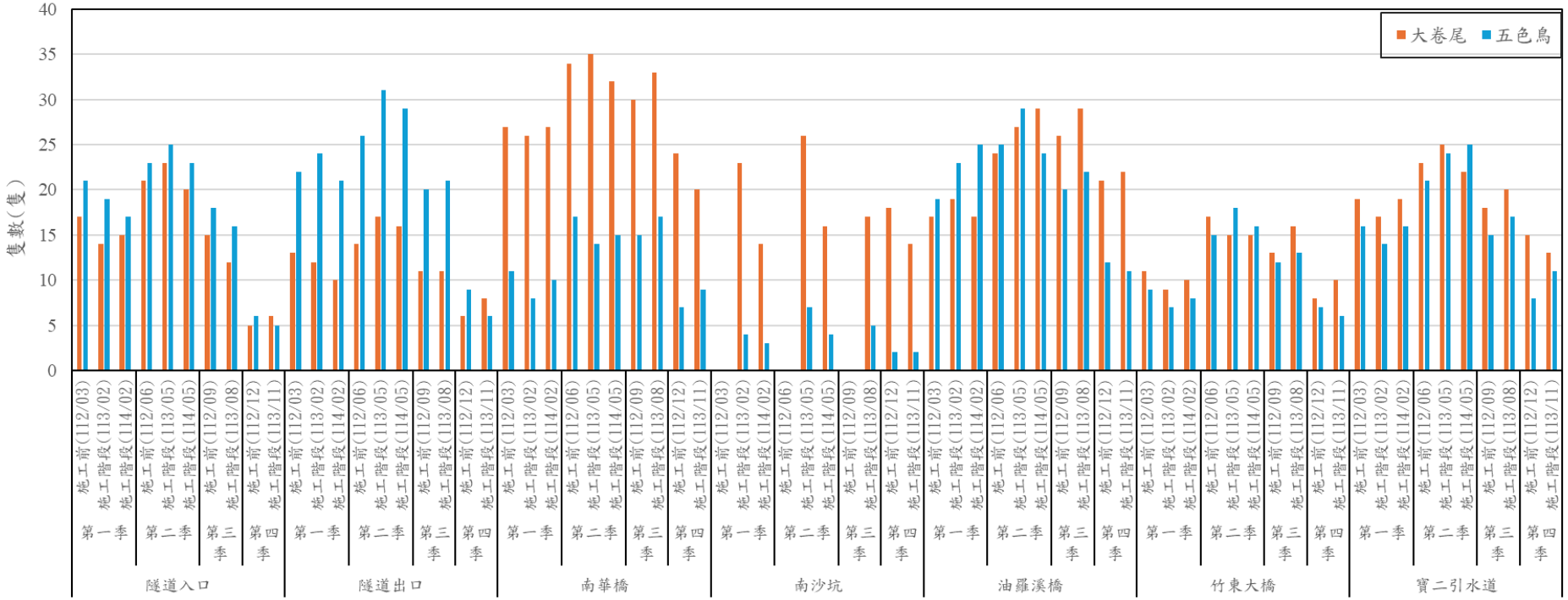
(四) 依據「2024 臺灣鳥類紅皮書名錄」(林瑞興等，2024)，物種受脅等級可分為滅絕(Extinct, EX)、野外滅絕(Extinct in the Wild, EW)、區域滅絕(Regional Extinct, RE)、極危(Critically Endangered, CR)、瀕危(Endangered, EN)、易危(Vulnerable, VU)、接近受脅(Near Threatened, NT)、暫無危機(Least Concern, LC)、資料缺乏(Data Deficient, DD)、不適用(Not Applicable, NA)及未評估(Not Evaluated, NE)等，其中「2024 臺灣鳥類紅皮書名錄」認定具有受脅類別的種類為極危類別(CR)、瀕危類別(EN)及易危類別(VU)。而所記錄之 78 種鳥類，受脅物種有 3 種瀕危(EN)(粉紅鸚嘴、臺灣畫眉、八哥)及 4 種易危(VU)(黑鳶、棕背伯勞、鉛色水鶇、小雲雀)。

(五) 依據指標性物種選定原則，選定各樣站出現頻率較高之物種，扣除對環境變化及人為擾動耐受性較高之物種，做為該站之指標物種。各站指標物種為大卷尾及五色鳥，歷季發現數量如表 3.8-9 及圖 3.8-4 所示，施工前及施工中發現數量無明顯變化，表示各區域皆未因施工行為明顯影響物種棲息。

表 3.8-9 歷季鳥類指標物種調查結果表

測站	隧道入口		隧道出口		南華橋		南沙坑		油羅溪		竹東大橋		寶二引水道	
調查時間	大卷尾(隻)	五色鳥(隻)	大卷尾(隻)	五色鳥(隻)	大卷尾(隻)	五色鳥(隻)	大卷尾(隻)	五色鳥(隻)	大卷尾(隻)	五色鳥(隻)	大卷尾(隻)	五色鳥(隻)	大卷尾(隻)	五色鳥(隻)
112Q1(施工前)	17	21	13	22	27	11	-	-	17	19	11	9	19	16
113Q1(施工階段)	14	19	12	24	26	8	23	4	19	23	9	7	17	14
114Q1(施工階段)	15	17	10	21	27	10	14	3	17	25	10	8	19	16
112Q2(施工前)	21	23	14	26	34	17	-	-	24	25	17	15	23	21
113Q2(施工階段)	23	25	17	31	35	14	26	7	27	29	15	18	25	24
114Q2(施工階段)	20	23	16	29	32	15	16	4	29	24	15	16	22	25
112Q3(施工前)	15	18	11	20	30	15	-	-	26	20	13	12	18	15
113Q3(施工階段)	12	16	11	21	33	17	17	5	29	22	16	13	20	17
112Q4(施工前)	5	6	6	9	24	7	18	2	21	12	8	7	15	8
113Q4(施工階段)	6	5	8	6	20	9	14	2	22	11	10	6	13	11

註：因 112 年第四季橫坑入口不施工，無調查資料，並改至南沙坑橋調查。



註：因 112 年第四季橫坑入口不施工，無調查資料，並改至南沙坑橋調查。

圖 3.8-4 歷季鳥類指標物種調查結果比較圖

(六) 114 年上半年隧道進水口鳥類歧異度指數 H’皆為 2.99，均勻度指數 E 為 0.83～0.84；隧道出水口鳥類歧異度指數 H’為 2.78～2.82，均勻度指數 E 為 0.84～0.86；南華橋鳥類歧異度指數 H’為 3.37～3.39，均勻度指數 E 為 0.90～0.91；南沙坑橋鳥類歧異度指數 H’為 3.15～3.17，均勻度指數 E 為 0.88～0.89；油羅溪橋鳥類歧異度指數 H’為 3.34～3.39，均勻度指數 E 為 0.88～0.89；竹東大橋鳥類歧異度指數 H’為 3.06～3.07，均勻度指數 E 為 0.86～0.87；寶二水庫引水道鳥類歧異度指數 H’為 3.27～3.36，均勻度指數 E 為 0.88～0.89。監測結果顯示，歧異度指數南華橋及油羅溪橋最高，顯示此處物種相對豐富；均勻度指數方面，各區數值均屬偏高，無特別明顯優勢群。

(七) 以下為各站所調查之鳥類記錄與文獻資料：

1. 隧道進水口：本計畫隧道進水口站陸域生態調查，114 年第 1 季共記錄 35 種鳥類，第 2 季為 36 種；113 年各季分別記錄 36 種、36 種、32 種及 42 種鳥類；112 年則分別記錄 34 種、37 種、34 種及 44 種鳥類。

   另參考其他相關計畫之調查結果，「石門水庫集水區陸域生態之調查研究」中，石門山站共記錄 48 種鳥類；而「111 年北區水資源局轄區生態檢核及生態環境敏感區位建置之生態調查」中，石門大壩站於第 1 至第 3 季分別記錄 55 種、33 種及 35 種鳥類。

2. 隧道出水口：本計畫隧道出水口站陸域生態調查，114 年第 1 季共記錄 27 種鳥類，第 2 季為 26 種；113 年各季分別記錄 27 種、26 種、23 種及 35 種鳥類；112 年則分別記錄 26 種、25 種、27 種及 37 種鳥類。

   另參考其他相關計畫之調查結果，「石門水庫至新竹聯通管-設計階段生態檢核成果報告」第三區段共記錄 27 種鳥類。

3. 南華橋：本計畫南華橋站陸域生態調查，114 年各第 1 季與第 2 季皆記錄 42 種鳥類；113 年各季分別記錄 41 種、42 種、36 種及 34 種鳥類；112 年則分別記錄 41 種、41 種、37 種及 34 種鳥類。

   另參考其他相關計畫之調查結果，「鳳山溪河川情勢調查」渡船頭橋站於第 1 至第 4 季分別記錄 34 種、30 種、35 種及 28 種鳥類。

4. 南沙坑橋：本計畫南沙坑橋站陸域生態調查，114 年各第 1 季與第 2 季皆記錄 36 種鳥類；113 年各季分別記錄 39 種、45 種、36 種及 37 種鳥類；112 年第 4 季則記錄 40 種鳥類。

   另參考其他相關計畫之調查結果，「石門水庫至新竹聯通管-設計階段生態檢核成果報告」第五區段共記錄 21 種鳥類。

5. 油羅溪橋：本計畫油羅溪橋站陸域生態調查，114 年第 1 季共記錄 46 種鳥類，第 2 季為 42 種；113 年各季分別記錄 46 種、41 種、40 種及 45 種鳥類；112 年則分別記錄 43 種、41 種、40 種及 45 種鳥類。

   另參考其他相關計畫之調查結果，「頭前溪河川情勢調查」油羅溪橋站於第 1 至第 4 季分別記錄 28 種、23 種、21 種及 26 種鳥類。

6. 竹東大橋：本計畫竹東大橋站陸域生態調查，114 年第 1 季共記錄 35 種鳥類，第 2 季為 33 種；113 年各季分別記錄 35 種、33 種、33 種及 33 種鳥類；112 年則分別記錄 33 種、34 種、30 種及 33 種鳥類。

   另參考其他相關計畫之調查結果，「頭前溪河川情勢調查」竹東大橋站於第 1 至第 4 季分別記錄 25 種、18 種、29 種及 29 種鳥類。

7. 寶二引水道：本計畫寶二引水道站陸域生態調查，114 年第 1 季共記錄 43 種鳥類，第 2 季為 41 種；113 年各季分別記錄 41 種、38 種、41 種及 42 種鳥類；112 年則分別記錄 39 種、39 種、38 種及 41 種鳥類。

   另參考其他相關計畫之調查結果，「頭前溪河川情勢調查」上坪堰站於第 1 至第 4 季分別記錄 13 種、21 種、11 種及 15 種鳥類。

二、 哺乳類

(一) 114 年上半年陸域生態調查，哺乳類共記錄 16 科 29 種 287 隻次；第 1 季哺乳類共記錄 15 科 27 種 132 隻次；第 2 季哺乳類共記錄 15 科 28 種 155 隻次。以上種類數及隻次為實際捕獲、目擊記錄、紅外線相機紀錄及蝙蝠偵測器紀錄。歷季調查結果如表 3.8-10 及圖 3.8-5 所示。

表3.8-10 歷季陸域生態哺乳類調查結果比較表

季別 \ 測站		隧道進水口		橫坑入口		隧道出水口		南華橋		南沙坑橋		油羅溪橋		竹東大橋		寶二水庫引水道	
		種數	隻數	種數	隻數	種數	隻數	種數	隻數	種數	隻數	種數	隻數	種數	隻數	種數	隻數
施工前	112 年 3 月	8	47	9	16	9	7	7	18	-	-	8	23	6	11	12	17
	112 年 6 月	11	54	13	20	15	9	9	27	-	-	10	34	9	15	18	24
	112 年 9 月	10	38	11	11	9	7	10	19	-	-	10	25	7	9	13	13
	112 年 12 月	7	13	-	-	8	8	11	11	7	11	10	14	5	9	11	12
施工階段	113 年 2 月	8	30	-	-	12	6	12	17	11	11	10	21	8	11	16	15
	113 年 5 月	12	42	-	-	10	9	11	27	8	7	11	32	9	17	18	23
	113 年 8 月	9	25	-	-	10	5	13	27	7	3	13	30	10	12	17	20
	113 年 11 月	5	10	-	-	8	4	10	14	10	8	11	13	9	8	10	11
	114 年 2 月	10	40	-	-	12	5	13	17	11	9	11	25	13	15	18	21
	114 年 5 月	12	36	-	-	12	8	14	28	10	5	13	35	10	15	19	28

註：因 112Q4 橫坑入口不施工，無調查資料，並改至南沙坑橋調查。

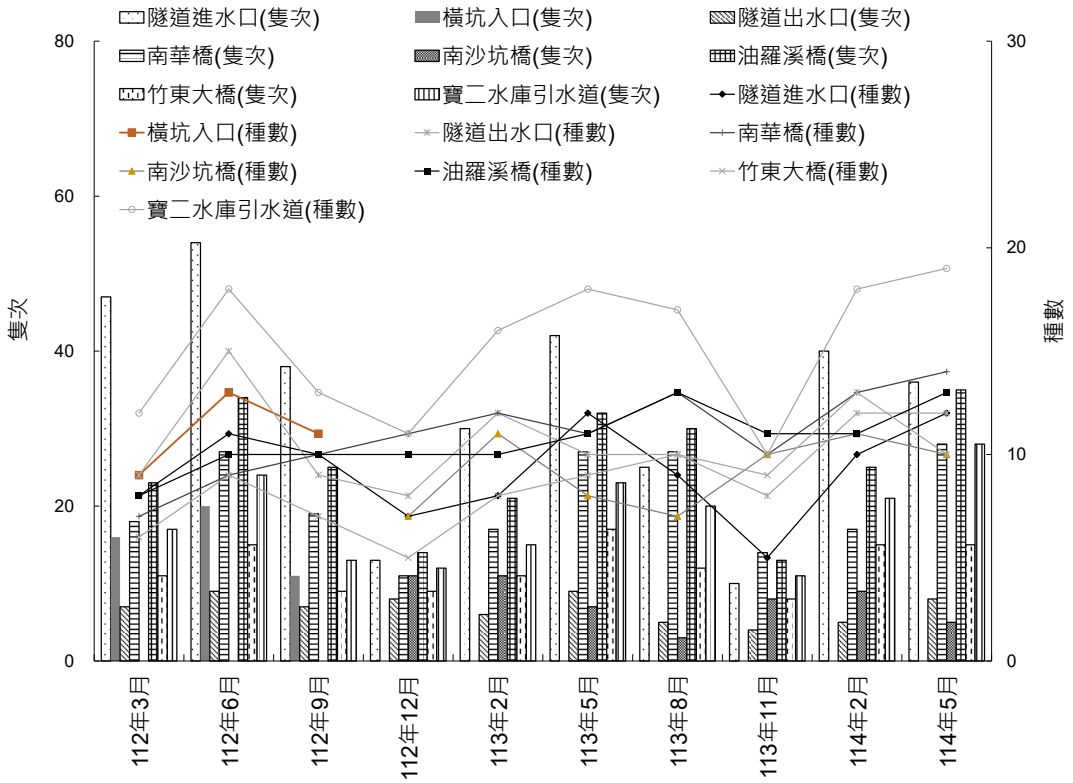


圖 3.8-5 歷季陸域生態哺乳類調查結果比較圖

(二) 臺灣特有種共記錄4種(臺灣灰麝鼩、臺灣刺鼠、臺灣大蹄鼻蝠、臺灣小蹄鼻蝠)及臺灣特有亞種12種(赤腹松鼠、大赤鼯鼠、臺灣葉鼻蝠、堀川氏棕蝠、臺灣鼴鼠、穿山甲、臺灣野兔、鼬獾、白鼻心、食蟹獴、臺灣野豬、山羌)，赤腹松鼠多屬日間活動，大赤鼯鼠及翼手目則為夜行性物種，臺灣鼴鼠、臺灣野兔是洞穴挖掘痕跡紀錄，發現於農耕地或草生地等棲地。其餘物種則棲息於調查範圍內之次生林環境，由紅外線相機所拍攝紀錄。保育類動物共記錄 1 種珍貴稀有之第二級保育類(穿山甲)及1種其他應予保育之第三級保育類(食蟹獴)。

(三) 依據「2017 臺灣陸域哺乳類紅皮書名錄」(鄭錫奇等，2017)，物種受脅等級可分為滅絕(Extinct, EX)、野外滅絕(Extinct in the Wild, EW)、區域滅絕(Regional Extinct, RE)、極危(Critically Endangered, CR)、瀕危(Endangered, EN)、易危(Vulnerable, VU)、接近受脅(Near Threatened, NT)、暫無危機(Least Concern, LC)、資料缺乏(Data Deficient, DD)、不適用(Not Applicable, NA)及未評估(Not Evaluated, NE)等，其中「2017 臺灣陸域哺乳類紅皮書名錄」認定具有受脅類別的種類為極危類別(CR)、瀕危類別(EN)及易危類別(VU)。而所記錄之29種哺乳類，受脅物種有1種易危(VU)(穿山甲)。

(四) 114 年上半年隧道進水口哺乳類歧異度指數 H'為 1.17～1.28，均勻度指數 E 為 0.80～0.84；隧道出水口哺乳類歧異度指數 H'為 0.95～1.04，均勻度指數 E 為 0.86～0.95；南華橋哺乳類歧異度指數 H'為 1.61～1.73，均勻度指數 E 為 0.90～0.96；南沙坑橋哺乳類歧異度指數 H'為 0.50～1.37，均勻度指數 E 為 0.72～0.99；油羅溪橋哺乳類歧異度指數 H'為 1.14～1.21，均勻度指數E為0.75～0.82；竹東大橋哺乳類歧異度指數H'為 1.21～1.44，均勻度指數 E 為 0.87～0.89；寶二水庫引水道哺乳類歧異度指數H'皆為1.63，均勻度指數E皆為0.91。監測結果顯示，歧異度指數南華橋及寶二水庫引水道偏高，顯示此處物種相對豐富；均勻度指數方面，各區數值均屬偏高，無特別明顯優勢群。

(五) 紅外線自動相機作動期間為 113 年 11 月 11 日～114 年 5 月 27 日，各季皆有 14 台紅外線自動相機，總工作時數為 65,920 小時。檢閱 113 年 11 月～114 年 5 月紅外線自動照相機影像及照片紀錄共記錄山羌、白鼻心、赤腹松鼠、臺灣刺鼠、食蟹獴、臺灣野兔、鼬獾、穿山甲、臺灣野豬等 9 個物種。檢視紅外線自動照相機影像所記錄的 9 種哺乳類。運用出現頻度指數(Occurrence Index，OI)(裴家騏和姜博仁，2002)將其標準化，調查結果顯示，本計畫以鼬獾出現頻率最高，如表 3.8-11～12 所示。整體來看，哺乳類物種尚屬豐富。

表3.8-11 114年上半年紅外線相機記錄物種及有效照片數

樣站位置	物種 / 編號	鬚獾	白鼻心	赤腹松鼠	臺灣刺鼠	食蟹獴*	山羌	臺灣野豬	臺灣野兔	穿山甲*
		有效照片數								
隧道進水口	相機#1	87		6						
	相機#8	48		14	2					
隧道出水口	相機#3	81	3		3		3			3
	相機#10	41	4		1		4			
南華橋	相機#4	66	6	2	1	4	6			2
	相機#11	42	2	3	1		2			
南沙坑橋	相機#2	145	3	2		2	3		16	
	相機#9	39	12	7			12		1	
油羅溪橋	相機#5	33	2	4		2	2		7	
	相機#12	13		1						
竹東大橋	相機#6	47	30		3	31	30			
	相機#13	29	13				13			
寶二水庫引水道	相機#7	197	156	2		7	156	23		2
	相機#14	71	46	1			46	2		

表3.8-12 114年上半年紅外線相機記錄物種及OI

樣站位置	物種 / 編號	鬚獾	白鼻心	赤腹松鼠	臺灣刺鼠	食蟹獴*	山羌	臺灣野豬	臺灣野兔	穿山甲*
		出現頻度指數								
隧道進水口	相機#1	18.4	1.3	1.3						
	相機#8	10.2	1.1	3.0	0.4					
隧道出水口	相機#3	17.2			0.6		0.6			
	相機#10	8.7			0.2		0.9			
南華橋	相機#4	14.0	1.9	0.4	0.2	0.9	1.3			
	相機#11	8.9	0.8	0.6	0.2		0.4			
南沙坑橋	相機#2	30.7	3.4	0.4		0.4	0.6		3.4	
	相機#9	8.3		1.5			2.5		0.2	
油羅溪橋	相機#5	7.0	3.6	0.9		0.4	0.4		1.5	
	相機#12	2.8	1.5	0.2						
竹東大橋	相機#6	10.0	6.2		0.6	6.6	6.4			
	相機#13	6.2	3.0				2.8			
寶二水庫引水道	相機#7	41.9	5.5	0.4		1.5	33.2	4.9		0.4
	相機#14	15.1	2.1	0.2			9.8	0.4		

(六) 以下為各站所調查之哺乳類記錄與文獻資料：

1. 隧道進水口：本計畫隧道進水口站陸域生態調查，114 年第 1 季共記錄 10 種哺乳類，第 2 季為 12 種；113 年各季分別記錄 8 種、12 種、9 種及 5 種哺乳類；112 年則分別記錄 8 種、11 種、10 種及 7 種哺乳類。

   另參考其他相關計畫之調查結果，「石門水庫集水區陸域生態之調查研究」中，石門山站共記錄 12 種哺乳類；而「111 年北區水資源局轄區生態檢核及生態環境敏感區位建置之生態調查」中，石門大壩站於第 1 季及第 3 季分別記錄 4 種與 5 種哺乳類。

2. 隧道出水口：本計畫隧道出水口站陸域生態調查，114 年各第 1 季與第 2 季皆記錄 12 種哺乳類；113 年各季分別記錄 12 種、10 種、10 種及 8 種哺乳類；112 年則分別記錄 11 種、17 種、9 種及 8 種哺乳類。

   另參考其他相關計畫之調查結果，「石門水庫至新竹聯通管-設計階段生態檢核成果報告」第三區段共記錄 4 種哺乳類。

3. 南華橋：本計畫南華橋站陸域生態調查，114 年第 1 季共記錄 13 種哺乳類，第 2 季為 14 種；113 年各季分別記錄 12 種、11 種、13 種及 10 種哺乳類；112 年則分別記錄 9 種、9 種、10 種及 11 種哺乳類。

   另參考其他相關計畫之調查結果，「鳳山溪河川情勢調查」渡船頭橋站於第 1 至第 4 季分別記錄 2 種、2 種、1 種及 2 種哺乳類。

4. 南沙坑橋：本計畫南沙坑橋站陸域生態調查，114 年第 1 季共記錄 11 種哺乳類，第 2 季為 10 種；113 年各季分別記錄 11 種、8 種、7 種及 10 種哺乳類；112 年第 4 季則記錄 7 種哺乳類。

   另參考其他相關計畫之調查結果，「石門水庫至新竹聯通管-設計階段生態檢核成果報告」第五區段共記錄 7 種哺乳類。

5. 油羅溪橋：本計畫油羅溪橋站陸域生態調查，114 年第 1 季共記錄 11 種哺乳類，第 2 季為 13 種；113 年各季分別記錄 19 種、11 種、13 種及 11 種哺乳類；112 年則分別記錄 8 種、12 種、10 種及 10 種哺乳類。

   另參考其他相關計畫之調查結果，「頭前溪河川情勢調查」油羅溪橋站於第 1 季及第 3 季未觀察到哺乳類，第 2 季與第 4 季各記錄 1 種。

6. 竹東大橋：本計畫竹東大橋站陸域生態調查，114 年第 1 季共記錄 13 種哺乳類，第 2 季為 10 種；113 年各季分別記錄 8 種、9 種、10 種及 9 種哺乳類；112 年則分別記錄 6 種、9 種、7 種及 5 種哺乳類。

   另參考其他相關計畫之調查結果，「頭前溪河川情勢調查」竹東大橋站於第 1 季及第 2 季各記錄 2 種，第 3 季未觀察到哺乳類，第 4 季記錄 3

種。

7. 寶二引水道：本計畫寶二引水道站陸域生態調查，114 年第 1 季共記錄 18 種哺乳類，第 2 季為 19 種；113 年各季分別記錄 16 種、18 種、17 種及 10 種哺乳類；112 年則分別記錄 12 種、18 種、13 種及 11 種哺乳類。

另參考其他相關計畫之調查結果，「頭前溪河川情勢調查」上坪堰站於第 1 至第 4 季分別記錄 2 種、4 種、3 種及 2 種哺乳類。

三、 兩棲類

(一) 114 年上半年陸域生態調查，兩棲類共記錄 6 科 19 種 781 隻次，第 1 季兩棲類共記錄 6 科 18 種 339 隻次；第 2 季兩棲類共記錄 5 科 16 種 442 隻次。所記錄之蛙類，主要棲息於調查範圍內之樹林底層環境、溪流灘地、溝渠及農耕地等棲地類型。歷季調查結果如表 3.8-13 及圖 3.8-6 所示。

表3.8-13 歷季陸域生態兩棲類調查結果比較表

季別 \ 測站		隧道進水口		橫坑入口		隧道出水口		南華橋		南沙坑橋		油羅溪橋		竹東大橋		寶二水庫引水道	
		種數	隻數	種數	隻數	種數	隻數	種數	隻數	種數	隻數	種數	隻數	種數	隻數	種數	隻數
施工前	112 年 03 月	6	38	6	45	4	21	9	112	-	-	5	26	11	60	7	47
	112 年 06 月	6	49	6	50	4	28	9	139	-	-	5	33	10	73	7	57
	112 年 09 月	6	34	5	34	4	21	9	106	-	-	4	22	10	50	7	40
	112 年 12 月	4	15	-	-	4	12	9	58	8	38	4	13	7	23	7	23
施工階段	113 年 02 月	7	38	-	-	5	22	10	107	10	92	5	24	11	45	7	39
	113 年 05 月	6	48	-	-	4	28	9	127	11	120	5	34	10	77	7	52
	113 年 08 月	5	25	-	-	4	20	9	121	8	74	5	30	11	69	8	56
	113 年 11 月	4	12	-	-	5	16	9	62	7	25	4	17	7	26	7	28
	114 年 02 月	6	33	-	-	5	18	10	111	8	52	5	29	11	54	7	45
	114 年 05 月	6	38	-	-	4	24	9	130	11	79	5	37	10	75	8	59

註：因 112Q4 橫坑入口不施工，無調查資料，並改至南沙坑橋調查。

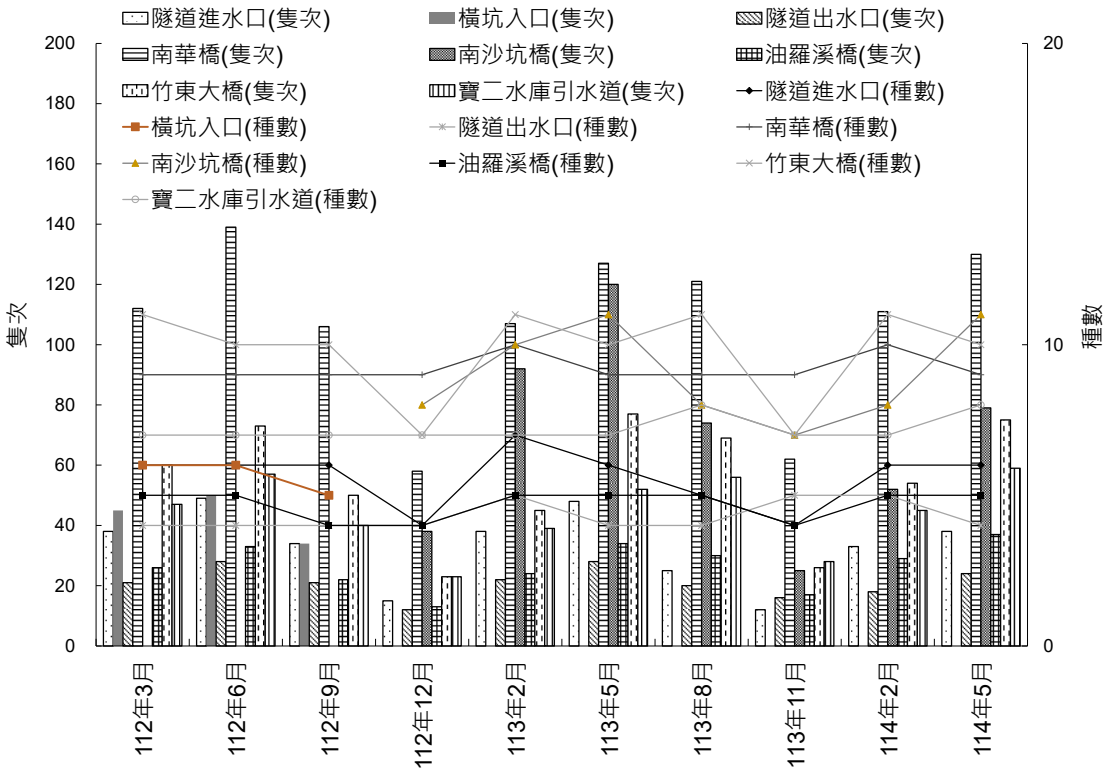


圖 3.8-6 歷季陸域生態兩棲類調查結果比較圖

(二) 臺灣特有種共記錄8種(盤古蟾蜍、長腳赤蛙、梭德氏赤蛙、太田樹蛙、褐樹蛙、面天樹蛙、莫氏樹蛙、臺北樹蛙)，盤古蟾蜍多棲息於山路旁溝渠，其餘多發現於次生林或河流灘地。監測記錄到 1 種其他應予保育之第三級保育類物種(臺北樹蛙)。

(三) 依據「2017 臺灣兩棲類紅皮書名錄」(林春富等，2017)物種受脅等級可分為滅絕(Extinct, EX)、野外滅絕(Extinct in the Wild, EW)、區域滅絕(Regional Extinct, RE)、極危(Critically Endangered, CR)、瀕危(Endangered, EN)、易危(Vulnerable, VU)、接近受脅(Near Threatened, NT)、暫無危機(Least Concern, LC)、資料缺乏(Data Deficient, DD)、不適用(Not Applicable, NA)及未評估(Not Evaluated, NE)等，其中「2017 臺灣兩棲類紅皮書名錄」認定具有受脅類別的種類為極危類別(CR)、瀕危類別(EN)及易危類別(VU)。而所記錄之 19 種兩棲類，有 1 種易危(VU)(臺北樹蛙)的受脅物種。

(四) 114 年上半年隧道進水口兩棲類歧異度指數 H'為 1.57～1.63，均勻度指數 E 為 0.87～0.91；隧道出水口兩棲類歧異度指數 H'為 1.18～1.35，均勻度指數 E 為 0.84～0.85；南華橋兩棲類歧異度指數 H'為 1.87～1.96，均勻度指數 E 皆為 0.85；南沙坑橋兩棲類歧異度指數 H'為 1.88～2.07，均勻度指數 E 為 0.86～0.90；油羅溪橋兩棲類歧異度指數 H'為 1.42～

1.44，均勻度指數 E 為 0.88～0.89；竹東大橋兩棲類歧異度指數 H’為 2.03～2.06，均勻度指數E為0.86～0.88；寶二水庫引水道兩棲類歧異度指數 H’為 1.86～1.95，均勻度指數 E 為 0.94～0.95。監測結果顯示，歧異度指數以南沙坑、竹東大橋較高，顯示此處物種相對豐富；均勻度指數方面，各區數值均屬中等偏高，無特別明顯優勢群。

(五) 以下為各站所調查之兩棲類記錄與文獻資料：

1. 隧道進水口：本計畫隧道進水口站陸域生態調查，114 年各第 1 季與第 2 季皆記錄 6 種兩棲類；113 年各季分別記錄 7 種、6 種、5 種及 4 種；112 年則分別記錄 6 種、6 種、6 種及 4 種兩棲類。

   另參考其他相關計畫之調查結果，「石門水庫集水區陸域生態之調查研究」中，石門山站共記錄 13 種兩棲類；而「111 年北區水資源局轄區生態檢核及生態環境敏感區位建置之生態調查」中，石門大壩站於第 1 季及第 3 季分別記錄 14 種與 8 種兩棲類。

2. 隧道出水口：本計畫隧道出水口站陸域生態調查，114 年第 1 季共記錄 5 種兩棲類，第 2 季為 4 種；113 年各季分別記錄 5 種、4 種、4 種及 5 種兩棲類；112 年則分別記錄 4 種、4 種、4 種及 4 種兩棲類。

   另參考其他相關計畫之調查結果，「石門水庫至新竹聯通管-設計階段生態檢核成果報告」第三區段共記錄 5 種兩棲類。

3. 南華橋：本計畫南華橋站陸域生態調查，114 年第 1 季共記錄 10 種兩棲類，第 2 季為 9 種；113 年各季分別記錄 10 種、10 種、9 種及 9 種兩棲類；112 年則分別記錄 9 種、9 種、6 種及 9 種兩棲類。

   另參考其他相關計畫之調查結果，「鳳山溪河川情勢調查」渡船頭橋站於第 1 至第 4 季分別記錄 4 種、3 種、3 種及 4 種兩棲類。

4. 南沙坑橋：本計畫南沙坑橋站陸域生態調查，114 年第 1 季共記錄 8 種兩棲類，第 2 季為 11 種；113 年各季分別記錄 10 種、11 種、8 種及 7 種兩棲類；112 年第 4 季則記錄 8 種兩棲類。

   另參考其他相關計畫之調查結果，「石門水庫至新竹聯通管-設計階段生態檢核成果報告」第五區段共記錄 5 種兩棲類。

5. 油羅溪橋：本計畫油羅溪橋站陸域生態調查，114 年各第 1 季與第 2 季皆記錄5種兩棲類；113年各季分別記錄5種、5種、5種及4種兩棲類；112 年則分別記錄 5 種、5 種、4 種及 4 種兩棲類。

   另參考其他相關計畫之調查結果，「頭前溪河川情勢調查」油羅溪橋站於第 1 至第 4 季分別記錄 6 種、6 種、2 種及 3 種兩棲類。

6. 竹東大橋：本計畫竹東大橋站陸域生態調查，114 年第 1 季共記錄 11 種兩棲類，第 2 季為 10 種；113 年各季分別記錄 11 種、10 種、11 種及 7 種兩棲類；112 年則分別記錄 10 種、10 種、10 種及 7 種兩棲類。

另參考其他相關計畫之調查結果，「頭前溪河川情勢調查」竹東大橋站於第 1 至第 4 季分別記錄 7 種、3 種、2 種及 6 種兩棲類。

7. 寶二引水道：本計畫寶二引水道站陸域生態調查，114 年各第 1 季與第 2 季皆記錄 8 種兩棲類；113 年各季分別記錄 7 種、7 種、8 種及 7 種兩棲類；112 年則各季皆記錄 7 種兩棲類。

另參考其他相關計畫之調查結果，「頭前溪河川情勢調查」上坪堰站於第 1 至第 4 季分別記錄 9 種、8 種、5 種及 10 種兩棲類。

四、 爬蟲類

(一) 114 年上半年陸域生態調查，爬蟲類共記錄 9 科 15 種 447 隻次，第 1 季爬蟲類共記錄 9 科 14 種 188 隻次；第 2 季爬蟲類共記錄 9 科 15 種 259 隻次。所記錄之爬蟲類，主要棲息於調查範圍內之次生林、人工建物、農耕地及草生荒地等棲地類型。歷季調查結果如表 3.8-14 及圖 3.8-7 所示。

表3.8-14 歷季陸域生態爬蟲類調查結果比較表

季別 \ 測站		隧道進水口		橫坑入口		隧道出水口		南華橋		南沙坑橋		油羅溪橋		竹東大橋		寶二水庫引水道	
		種數	隻數	種數	隻數	種數	隻數	種數	隻數	種數	隻數	種數	隻數	種數	隻數	種數	隻數
施工前	112 年 03 月	8	51	10	63	4	9	5	27	-	-	6	21	3	14	9	45
	112 年 06 月	8	61	10	73	4	16	6	39	-	-	7	34	3	18	10	71
	112 年 09 月	6	40	8	52	4	10	4	27	-	-	6	23	3	14	8	50
	112 年 12 月	5	21	-	-	4	9	3	14	6	13	6	16	2	10	9	31
施工階段	113 年 02 月	7	38	-	-	5	13	5	28	7	17	7	23	2	16	8	41
	113 年 05 月	8	64	-	-	4	17	6	44	8	27	6	34	4	23	9	70
	113 年 08 月	6	34	-	-	4	9	6	41	7	20	8	33	5	26	12	73
	113 年 11 月	5	15	-	-	4	7	3	16	4	12	6	18	2	10	9	37
	114 年 02 月	6	33	-	-	3	8	6	34	5	16	7	29	3	19	9	49
	114 年 05 月	7	39	-	-	4	18	5	40	7	24	7	39	3	20	10	79

註：因 112Q4 橫坑入口不施工，無調查資料，並改至南沙坑橋調查。

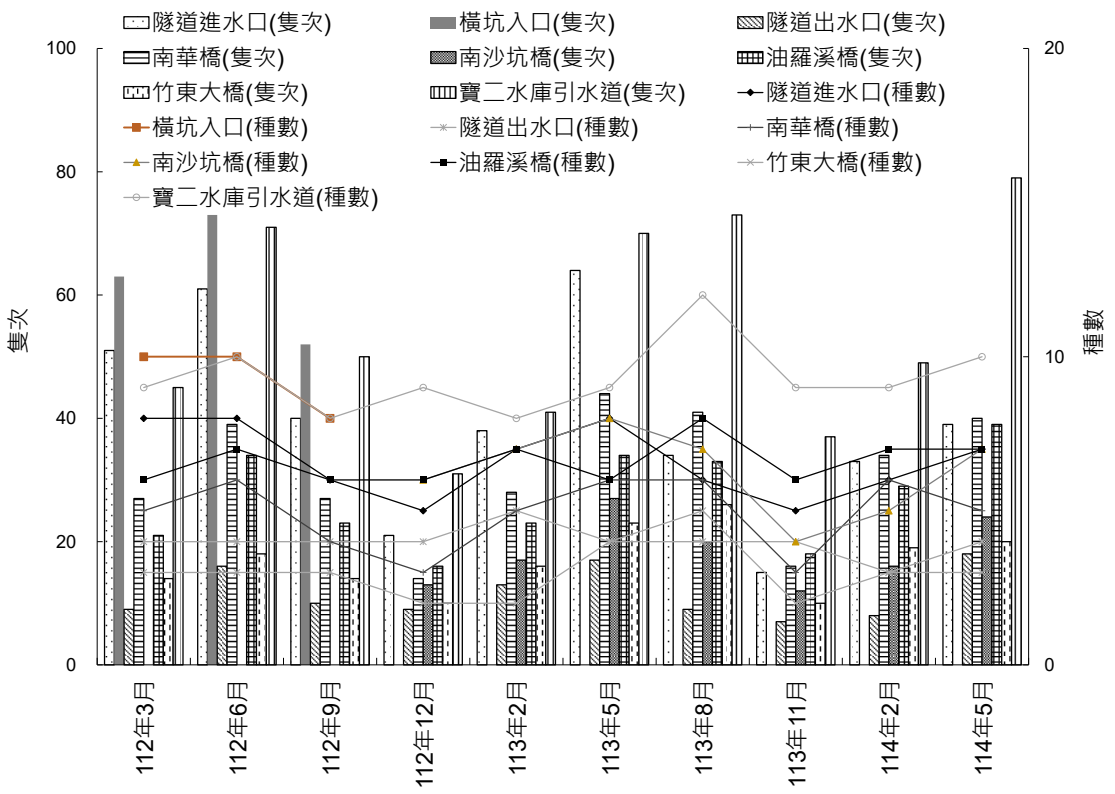


圖 3.8-7 歷季陸域生態爬蟲類調查結果比較圖

(二) 臺灣特有種共記錄 2 種(斯文豪氏攀蜥、臺灣草蜥)，斯文豪氏攀蜥多發現於農耕地或步道周圍樹叢，臺灣草蜥發現於次生林中的步道旁或草生灌叢等棲地。未記錄到爬蟲類之保育類物種。

(三) 依據「2017 臺灣爬蟲類紅皮書名錄」(陳元龍等，2017)物種受脅等級可分為滅絕(Extinct, EX)、野外滅絕(Extinct in the Wild, EW)、區域滅絕(Regional Extinct, RE)、極危(Critically Endangered, CR)、瀕危(Endangered, EN)、易危(Vulnerable, VU)、接近受脅(Near Threatened, NT)、暫無危機(Least Concern, LC)、資料缺乏(Data Deficient, DD)、不適用(Not Applicable, NA)及未評估(Not Evaluated, NE)等，其中「2017 臺灣爬蟲類紅皮書名錄」認定具有受脅類別的種類為極危類別(CR)、瀕危類別(EN)及易危類別(VU)。而所記錄 15 種爬蟲類，均無記錄到受脅物種。

(四) 114 年上半年隧道進水口爬蟲類歧異度指數 H'為 1.67～1.69，均勻度指數 E 為 0.87～0.93；隧道出水口爬蟲類歧異度指數 H'為 0.97～1.26，均勻度指數 E 為 0.89～0.91；南華橋爬蟲類歧異度指數 H'為 1.10～1.19，均勻度指數 E 為 0.67～0.68；南沙坑橋爬蟲類歧異度指數 H'為 1.32～1.77，均勻度指數 E 為 0.82～0.91；油羅溪橋爬蟲類歧異度指數 H'為 1.73～1.74，均勻度指數 E 皆為 0.89；竹東大橋爬蟲類歧異度指數 H'為

0.63～0.64，均勻度指數 E 皆為 0.58；寶二水庫引水道爬蟲類歧異度指數 H'為 1.94～1.95，均勻度指數 E 為 0.85～0.88。測結果顯示，歧異度指數寶二水庫引水道最高，顯示此處物種相對豐富；均勻度指數方面，除了南華橋及竹東大橋之外，其餘各區數值均屬偏高，無特別明顯優勢群；南華橋及竹東大橋數值均屬中等偏低，有特別明顯優勢群(南華橋及竹東大橋均為無疣蝎虎)。

(五) 以下為各站所調查之爬蟲類紀錄與文獻資料：

1. 隧道進水口：本計畫隧道進水口站陸域生態調查，114 年第 1 季共記錄 6 種爬蟲類，第 2 季為 7 種；113 年各季分別記錄 7 種、8 種、6 種及 5 種爬蟲類；112 年則分別記錄 8 種、8 種、6 種及 5 種爬蟲類。

   另參考其他相關計畫之調查結果，「石門水庫集水區陸域生態之調查研究」石門山站共記錄 8 種爬蟲類；而「111 年北區水資源局轄區生態檢核及生態環境敏感區位建置之生態調查」石門大壩站於第 1 季及第 3 季分別記錄 8 種與 6 種爬蟲類。

2. 隧道出水口：本計畫隧道出水口站陸域生態調查，114 年第 1 季共記錄 3 種爬蟲類，第 2 季為 4 種；113 年各季分別記錄 5 種、4 種、4 種及 4 種爬蟲類；112 年則各季皆記錄 4 種爬蟲類。

   另參考其他相關計畫之調查結果，「石門水庫至新竹聯通管-設計階段生態檢核成果報告」第三區段共記錄 5 種爬蟲類。

3. 南華橋：本計畫南華橋站陸域生態調查，114 年第 1 季共記錄 6 種爬蟲類，第 2 季為 5 種；113 年各季分別記錄 5 種、6 種、6 種及 3 種爬蟲類；112 年則分別記錄 5 種、6 種、4 種及 3 種爬蟲類。

   另參考其他相關計畫之調查結果，「鳳山溪河川情勢調查」渡船頭橋站於第 1 至第 4 季分別記錄 10 種、3 種、5 種及 3 種爬蟲類。

4. 南沙坑橋：本計畫南沙坑橋站陸域生態調查，114 年第 1 季共記錄 5 種爬蟲類，第 2 季為 7 種；113 年各季分別記錄 7 種、8 種、7 種及 4 種爬蟲類；112 年第 4 季則記錄 6 種爬蟲類。

   另參考其他相關計畫之調查結果，「石門水庫至新竹聯通管-設計階段生態檢核成果報告」第五區段共記錄 7 種爬蟲類。

5. 油羅溪橋：本計畫油羅溪橋站陸域生態調查，114 年各第 1 季與第 2 季皆記錄 7 種爬蟲類；113 年各季分別記錄 7 種、6 種、8 種及 6 種爬蟲類；112 年則分別記錄 6 種、3 種、6 種及 6 種爬蟲類。

   另參考其他相關計畫之調查結果，「頭前溪河川情勢調查」油羅溪橋站

於第 2 季記錄 3 種爬蟲類，其餘季次皆無觀察到爬蟲類。

6. 竹東大橋：本計畫竹東大橋站陸域生態調查，114 年各第 1 季與第 2 季分別記錄 3 種爬蟲類；113 年各季分別記錄 2 種、4 種、5 種及 2 種爬蟲類；112 年則分別記錄 3 種、2 種、3 種及 2 種爬蟲類。

另參考其他相關計畫之調查結果，「頭前溪河川情勢調查」竹東大橋站於第 1 季與第 4 季未觀察到爬蟲類，第 2、3 季分別記錄 1 種爬蟲類。

7. 寶二引水道：本計畫寶二引水道站陸域生態調查，114 年第 1 季共記錄 9 種爬蟲類，第 2 季為 10 種；113 年各季分別記錄 8 種、9 種、12 種及 9 種爬蟲類；112 年則分別記錄 9 種、6 種、8 種及 9 種爬蟲類。

另參考其他相關計畫之調查結果，「頭前溪河川情勢調查」上坪堰站於第 1 季未觀察到爬蟲類，第 2 至第 4 季則分別記錄 3 種、4 種及 1 種爬蟲類。

五、 蝶類

(一) 114 年上半年陸域生態調查，蝶類共記錄 5 科 16 亞科 81 種 2,599 隻次，第 1 季蝶類共記錄 5 科 16 亞科 70 種 1,079 隻次；第 2 季蝶類共記錄 5 科 16 亞科 79 種 1,520 隻次。歷季調查結果如表 3.8-15 及圖 3.8-8 所示。

表3.8-15 歷季陸域生態蝴蝶類調查結果比較表

季別 \ 測站		隧道進水口		橫坑入口		隧道出水口		南華橋		南沙坑橋		油羅溪橋		竹東大橋		寶二水庫引水道	
		種數	隻數	種數	隻數	種數	隻數	種數	隻數	種數	隻數	種數	隻數	種數	隻數	種數	隻數
施工前	112 年 03 月	43	398	30	210	11	174	20	144	-	-	29	167	19	43	57	222
	112 年 06 月	43	443	30	239	13	224	22	173	-	-	29	205	19	63	56	292
	112 年 09 月	37	314	25	163	11	179	18	128	-	-	24	158	19	48	46	175
	112 年 12 月	30	156	-	-	13	137	17	94	17	49	23	116	16	43	39	122
施工階段	113 年 02 月	40	393	-	-	10	159	19	133	18	68	27	135	19	47	52	210
	113 年 05 月	43	467	-	-	13	212	22	170	31	179	29	207	19	67	56	293
	113 年 08 月	35	247	-	-	10	159	18	157	24	114	24	193	19	71	46	222
	113 年 11 月	27	139	-	-	10	119	17	91	12	37	23	123	16	46	38	128
	114 年 02 月	37	317	-	-	10	142	19	143	14	47	25	144	19	54	52	232
	114 年 05 月	43	430	-	-	16	201	21	169	25	130	33	215	18	64	56	311

註：因 112Q4 橫坑入口不施工，無調查資料，並改至南沙坑橋調查。

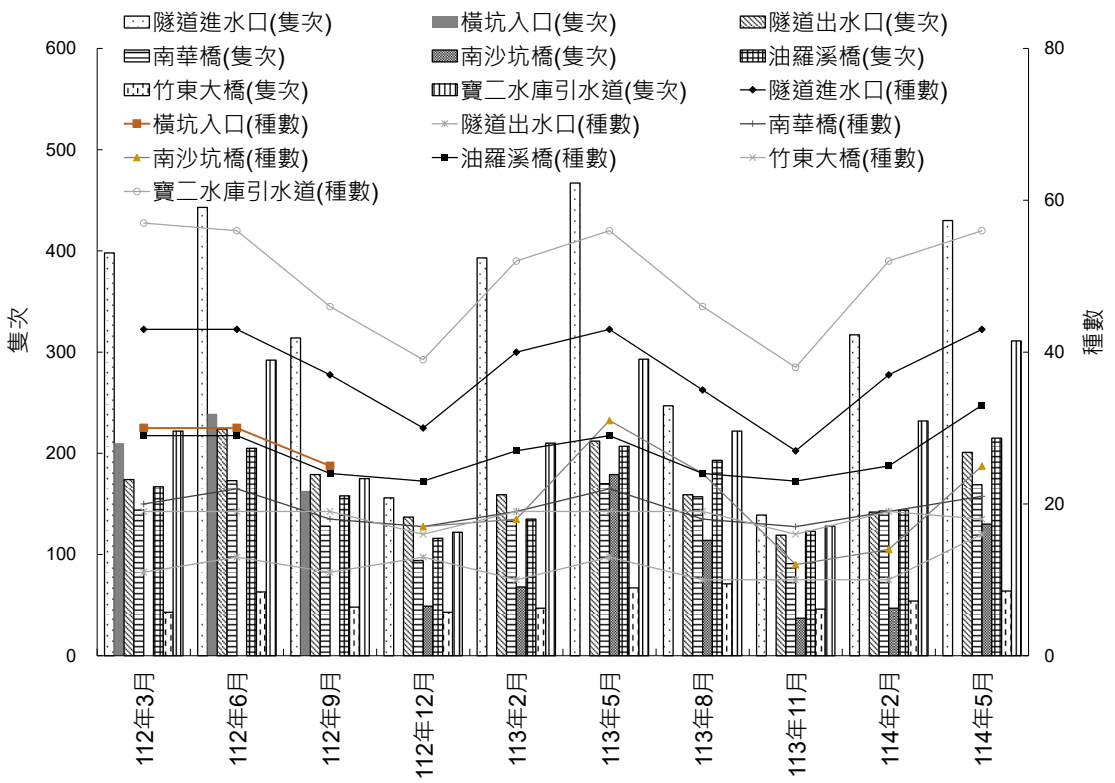


圖 3.8-8 歷季陸域生態蝴蝶類調查結果比較圖

(二) 臺灣特有種共記錄 1 種(淺色眉眼蝶)及臺灣特有亞種 1 種(橙端粉蝶)，以上 2 種蝴蝶類物種主要活動於草生灌叢或樹林林緣的農耕地或步道。未記錄到蝶類之保育類物種。

(三) 114 年上半年隧道進水口蝴蝶類歧異度指數 H'為 3.35～3.41，均勻度指數 E 為 0.91～0.93；隧道出水口蝴蝶類歧異度指數 H'為 1.00～1.57，均勻度指數 E 為 0.43～0.57；南華橋蝴蝶類歧異度指數 H'為 2.07～2.21，均勻度指數 E 為 0.70～0.73；南沙坑橋蝴蝶類歧異度指數 H'為 2.20～2.83，均勻度指數 E 為 0.83～0.88；油羅溪橋蝴蝶類歧異度指數 H'為 2.49～2.72，均勻度指數 E 為 0.77～0.78；竹東大橋蝴蝶類歧異度指數 H'為 2.37～2.49，均勻度指數 E 為 0.82～0.85；寶二水庫引水道蝴蝶類歧異度指數 H'為 3.51～3.54，均勻度指數 E 為 0.88～0.89。監測結果顯示，歧異度指數寶二水庫引水道最高，顯示此處物種相對豐富；均勻度指數方面，除了隧道口出水口之外，其餘各區數值均屬偏高，無特別明顯優勢群；隧道口出水口數值屬中等偏低，有特別明顯優勢群(白粉蝶)。

(四) 以下為各站所調查之蝶類記錄與文獻資料：

1. 隧道進水口：本計畫隧道進水口站陸域生態調查，114 年第 1 季共記錄 37 種蝶類，第 2 季為 43 種；113 年各季分別記錄 40 種、43 種、35 種及 27 種蝶類；112 年則分別記錄 43 種、43 種、37 種及 30 種蝶類。

另參考其他相關計畫之調查結果，「石門水庫集水區陸域生態之調查研究」石門山站共記錄 26 種蝶類；「111 年北區水資源局轄區生態檢核及生態環境敏感區位建置之生態調查」石門大壩站於第 1 季及第 3 季分別記錄 52 種及 31 種蝶類。

2. 隧道出水口：本計畫隧道出水口站陸域生態調查，114 年第 1 季共記錄 10 種蝶類，第 2 季為 16 種；113 年各季分別記錄 10 種、13 種、10 種及 10 種蝶類；112 年則分別記錄 11 種、13 種、11 種及 13 種蝶類。

另參考其他相關計畫之調查結果，「石門水庫至新竹聯通管-設計階段生態檢核成果報告」第三區段共記錄 25 種蝶類。

3. 南華橋：本計畫南華橋站陸域生態調查，114 年第 1 季共記錄 19 種蝶類，第 2 季為 21 種；113 年各季分別記錄 19 種、22 種、18 種及 17 種蝶類；112 年則分別記錄 20 種、22 種、18 種及 17 種蝶類。

另參考其他相關計畫之調查結果，「鳳山溪河川情勢調查」渡船頭橋站於第 1 至第 4 季分別記錄 14 種、16 種、15 種及 13 種蝶類。

4. 南沙坑橋：本計畫南沙坑橋站陸域生態調查，114 年第 1 季共記錄 14 種蝶類，第 2 季為 25 種；113 年各季分別記錄 18 種、31 種、24 種及 12 種蝶類；112 年第 4 季則記錄 17 種蝶類。

另參考其他相關計畫之調查結果，「石門水庫至新竹聯通管-設計階段生態檢核成果報告」第五區段共記錄 23 種蝶類。

5. 油羅溪橋：本計畫油羅溪橋站陸域生態調查，114 年第 1 季共記錄 25 種蝶類，第 2 季為 33 種；113 年各季分別記錄 27 種、29 種、24 種及 23 種蝶類；112 年則分別記錄 29 種、29 種、24 種及 23 種蝶類。

另參考其他相關計畫之調查結果，「頭前溪河川情勢調查」油羅溪橋站於第 1 至第 4 季分別記錄 8 種、8 種、12 種及 6 種蝶類。

6. 竹東大橋：本計畫竹東大橋站陸域生態調查，114 年第 1 季共記錄 19 種蝶類，第 2 季為 18 種；113 年各季分別記錄 19 種、19 種、19 種及 16 種蝶類；112 年則分別記錄 19 種、19 種、19 種及 16 種蝶類。

另參考其他相關計畫之調查結果，「頭前溪河川情勢調查」竹東大橋站於第 1 至第 4 季分別記錄 3 種、8 種、21 種及 7 種蝶類。

7. 寶二引水道：本計畫寶二引水道站陸域生態調查，114 年第 1 季共記錄 52 種蝶類，第 2 季為 56 種；113 年各季分別記錄 52 種、56 種、46 種及 38 種蝶類；112 年則分別記錄 57 種、56 種、46 種及 39 種蝶類。

另參考其他相關計畫之調查結果，「頭前溪河川情勢調查」上坪堰站於

第 1 至第 4 季分別記錄 18 種、19 種、31 種及 5 種蝶類。

3.8.4 保育類物種

114 年上半年陸域生態調查共發現 14 種保育類，其中 9 種珍貴稀有之第二級保育類(黑翅鳶、大冠鷲、黃嘴角鴞、領角鴞、臺灣畫眉、八哥、林鵰、藍腹鷴、穿山甲)、5 種其他應予保育之第三級保育類(紅尾伯勞、臺灣藍鵲、鉛色水鶇、食蟹獴、臺北樹蛙)。保育類鳥類 11 種、哺乳類 2 種、兩棲類 1 種，爬蟲類及蝶類無發現保育類動物，保育類動物發現位置如圖 3.8-9～22 所示。

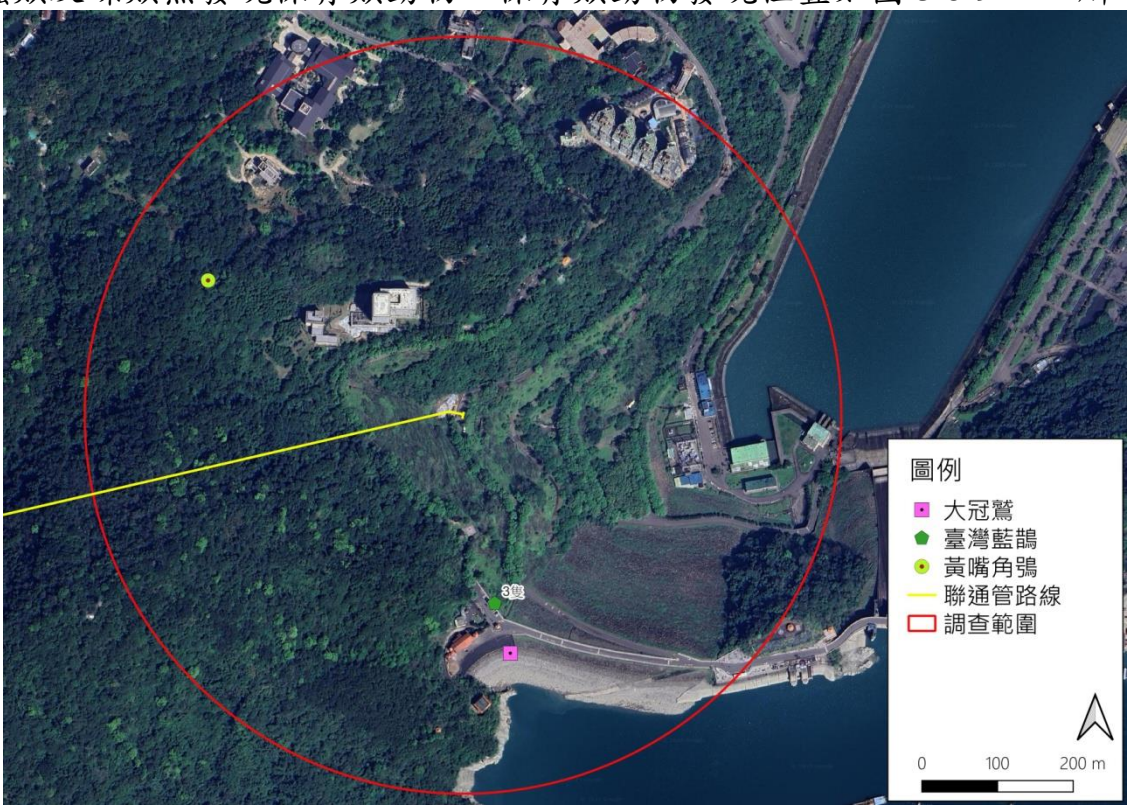


圖 3.8-9 114 年第一季保育類動物發現位置圖-隧道進水口

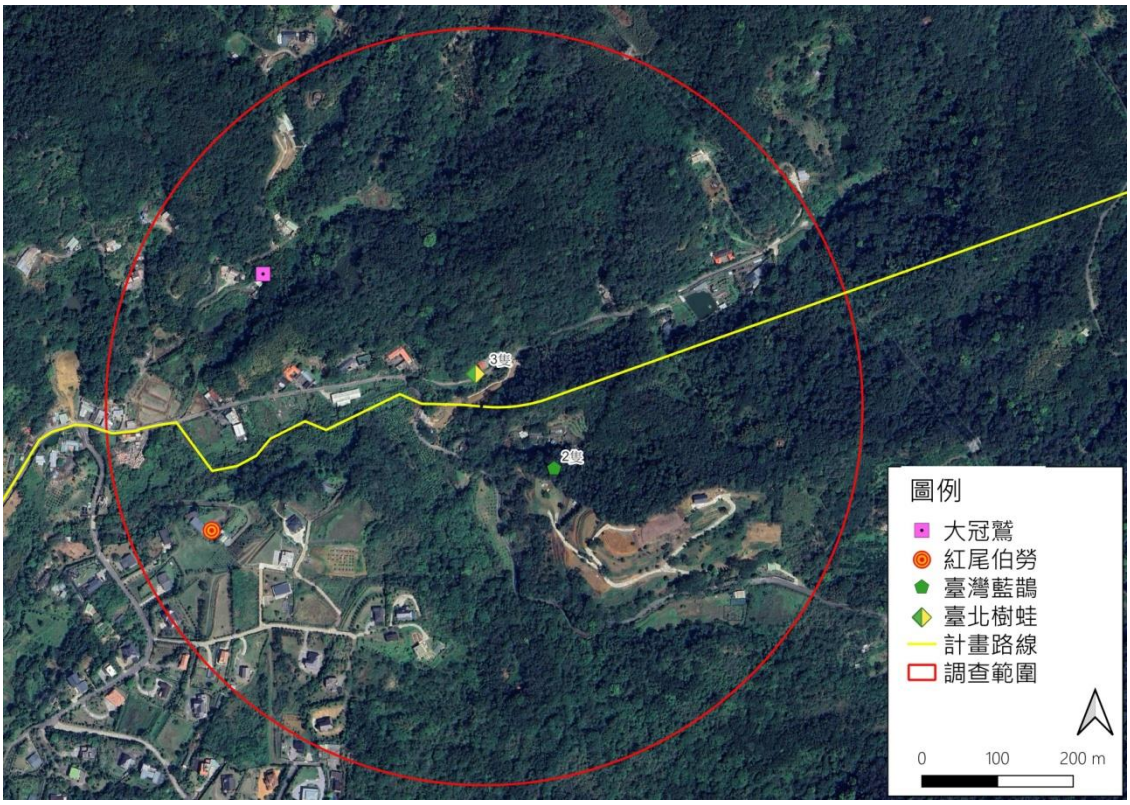


圖 3.8-10 114 年第一季保育類動物發現位置圖-隧道出水口

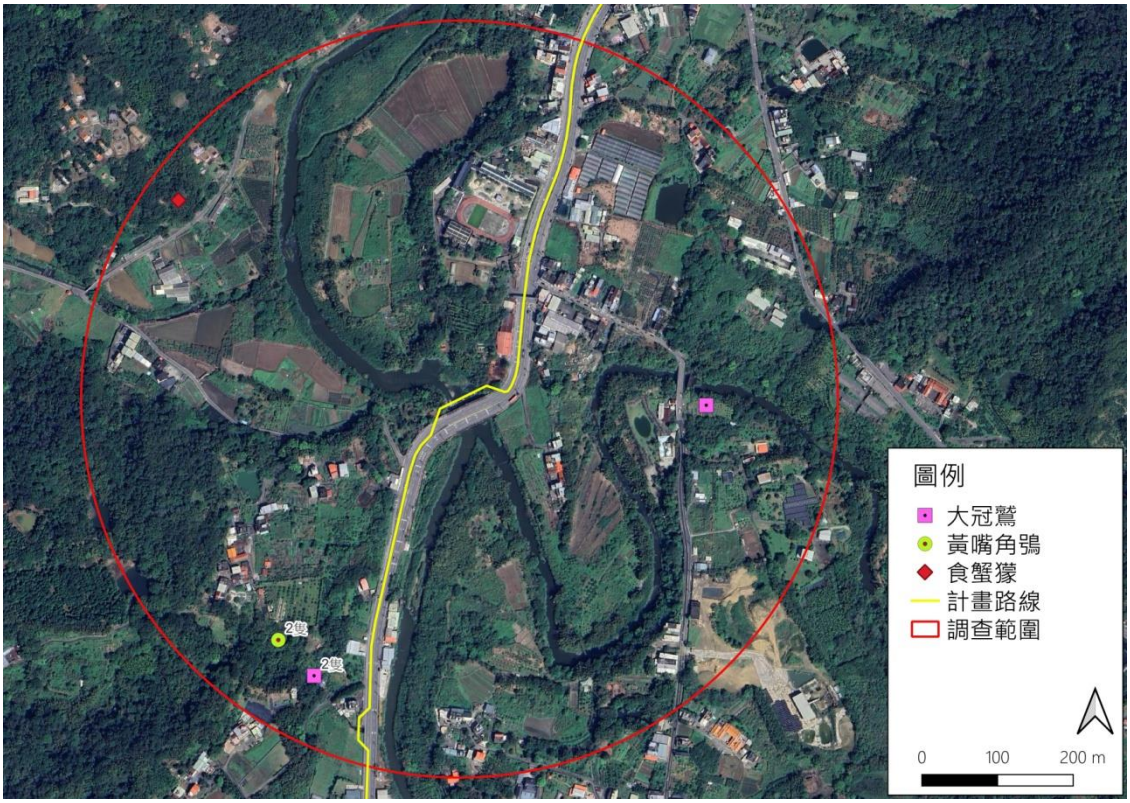


圖 3.8-11 114 年第一季保育類動物發現位置圖-南華橋

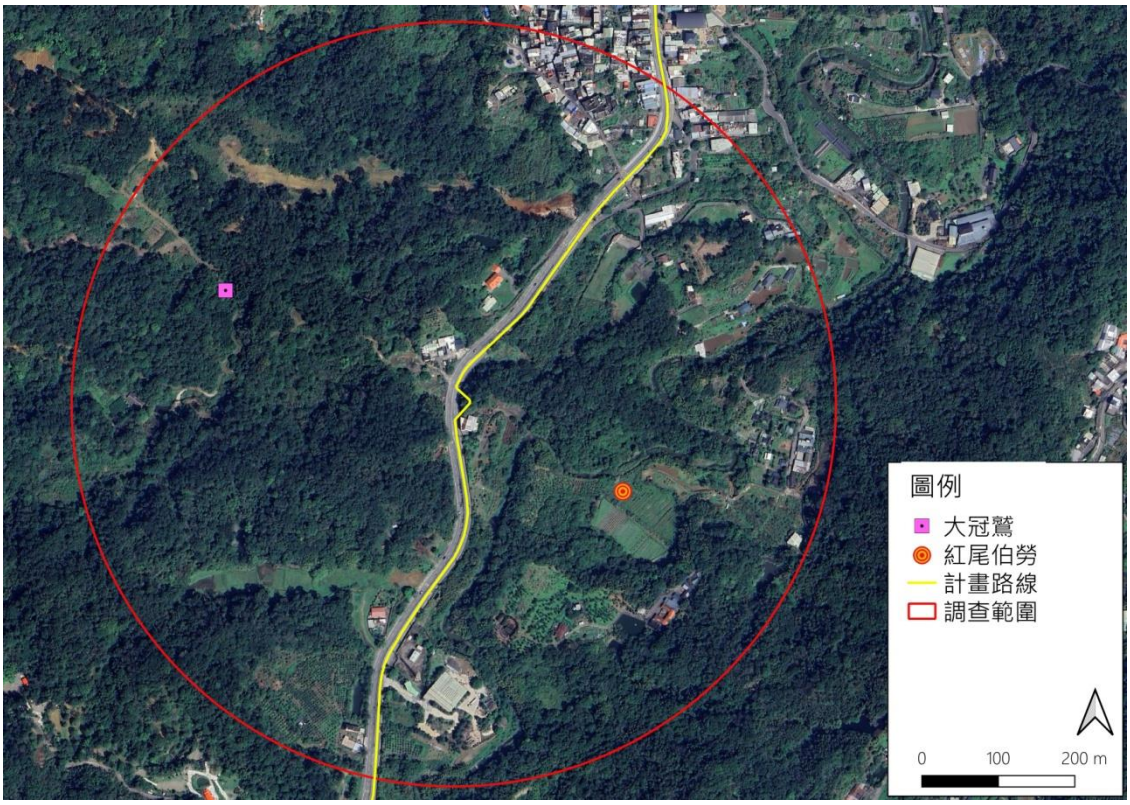


圖 3.8-12 114 年第一季保育類動物發現位置圖-南沙坑橋

圖 3.8-13 114 年第一季保育類動物發現位置圖-油羅溪橋

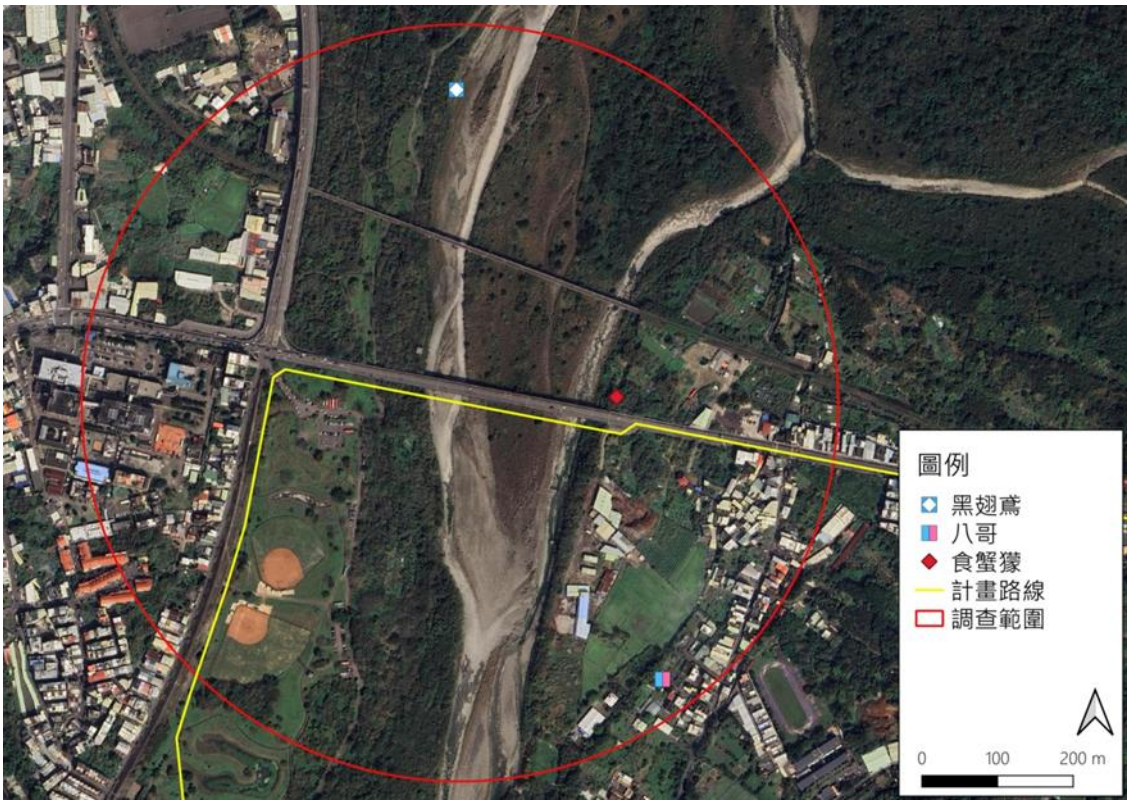


圖 3.8-14 114 年第一季保育類動物發現位置圖-竹東大橋

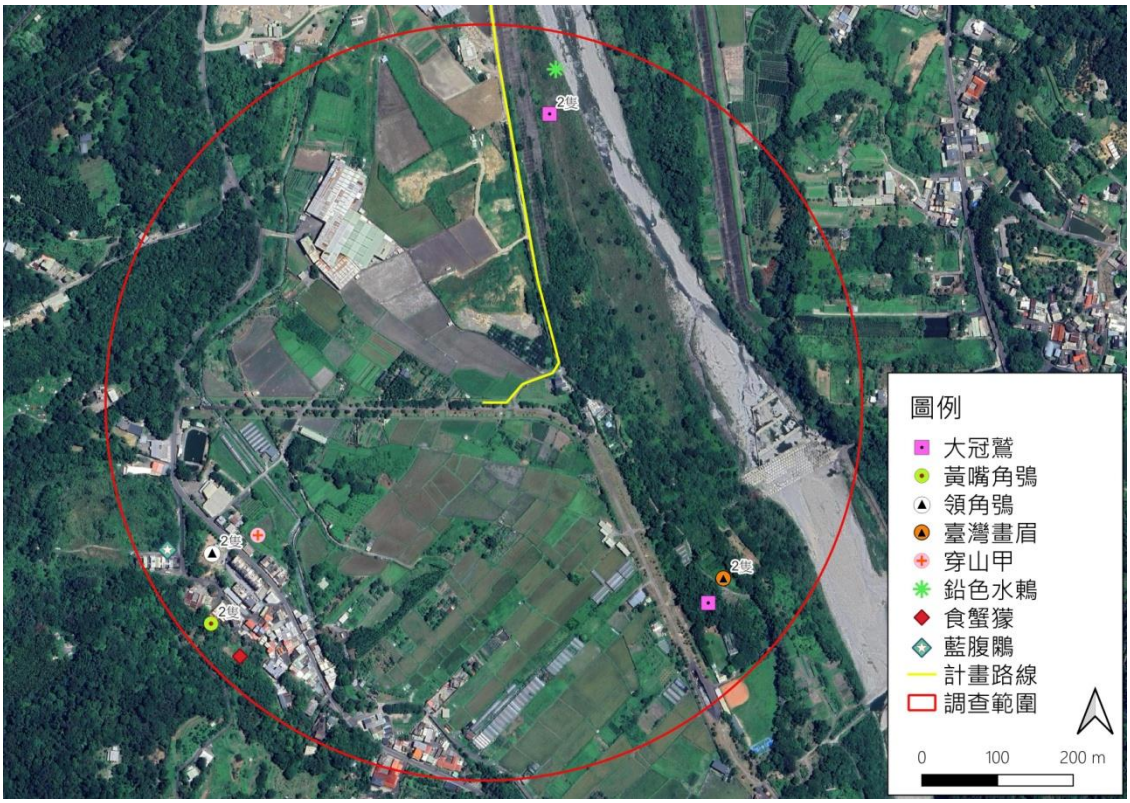


圖 3.8-15 114 年第一季保育類動物發現位置圖-寶二水庫引水道

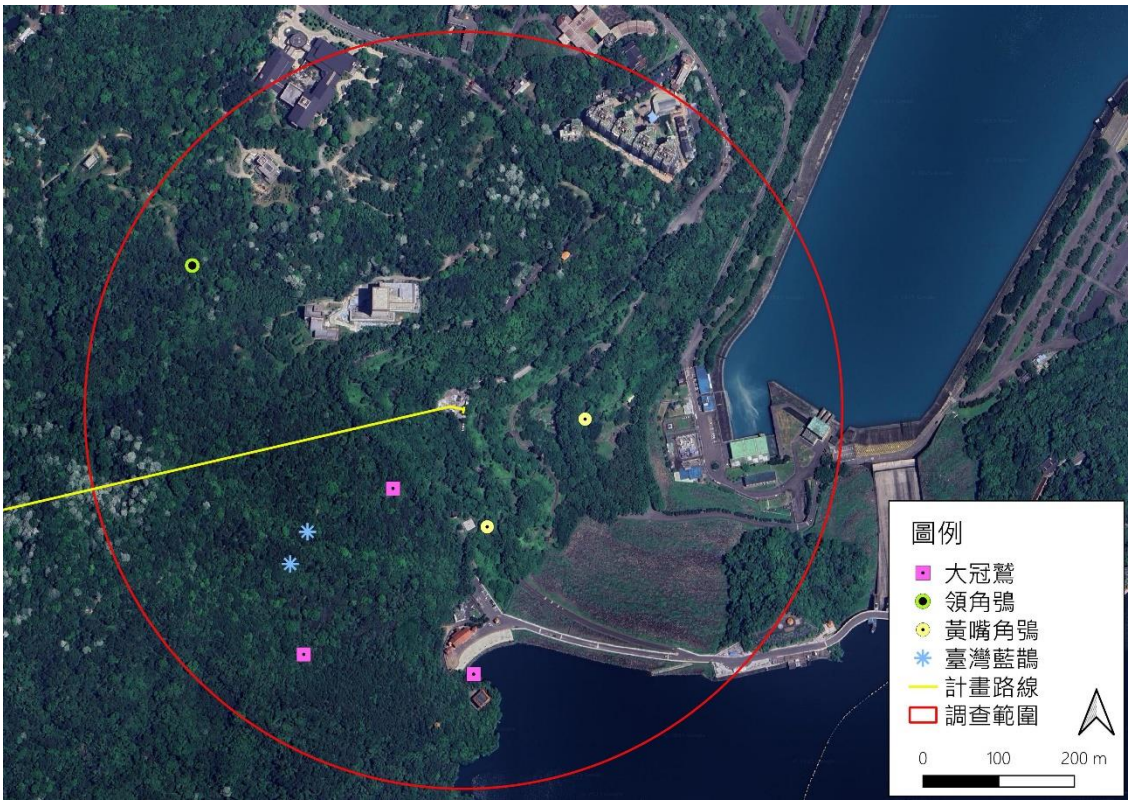


圖 3.8-16 114 年第二季保育類動物發現位置圖-隧道進水口

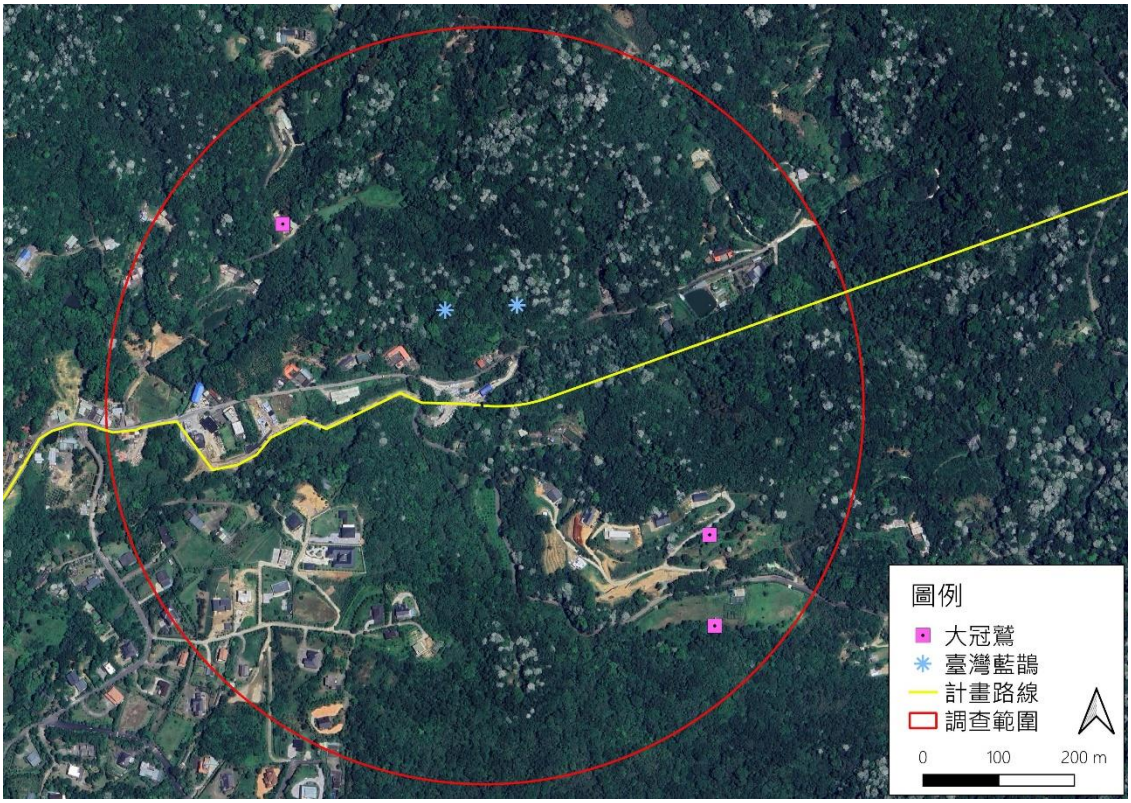


圖 3.8-17 114 年第二季保育類動物發現位置圖-隧道出水口

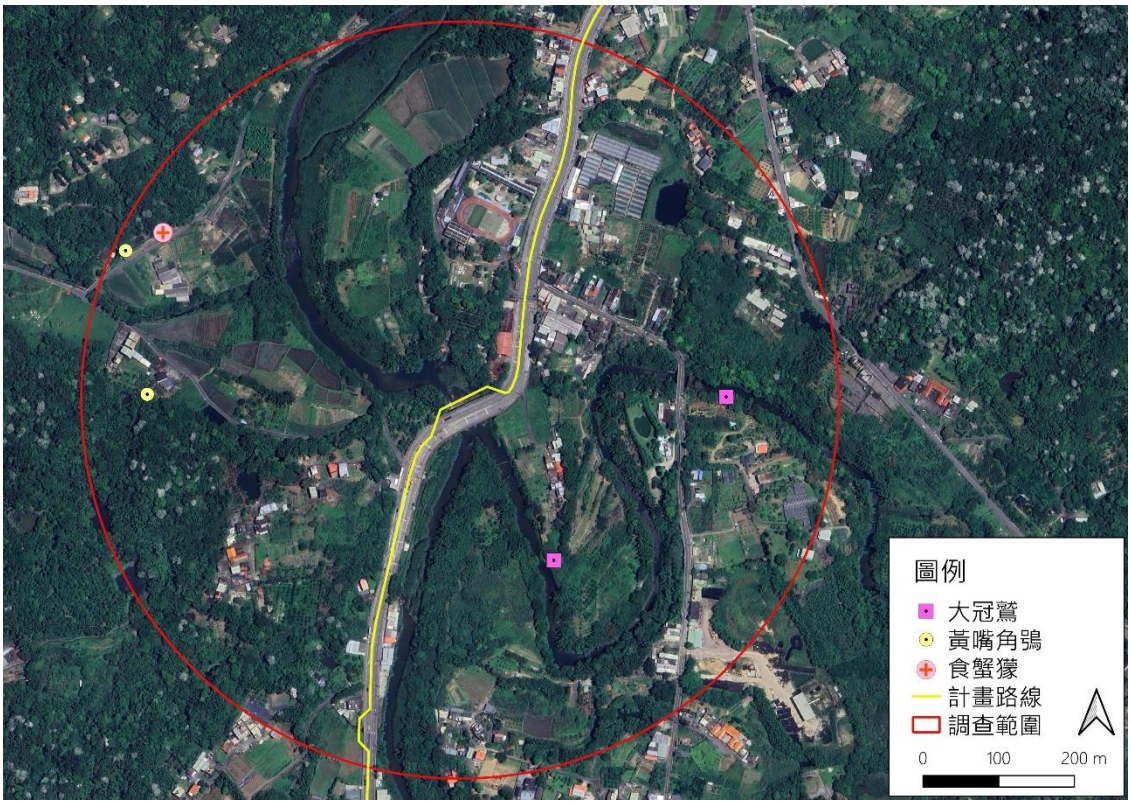


圖 3.8-18 114 年第二季保育類動物發現位置圖-南華橋

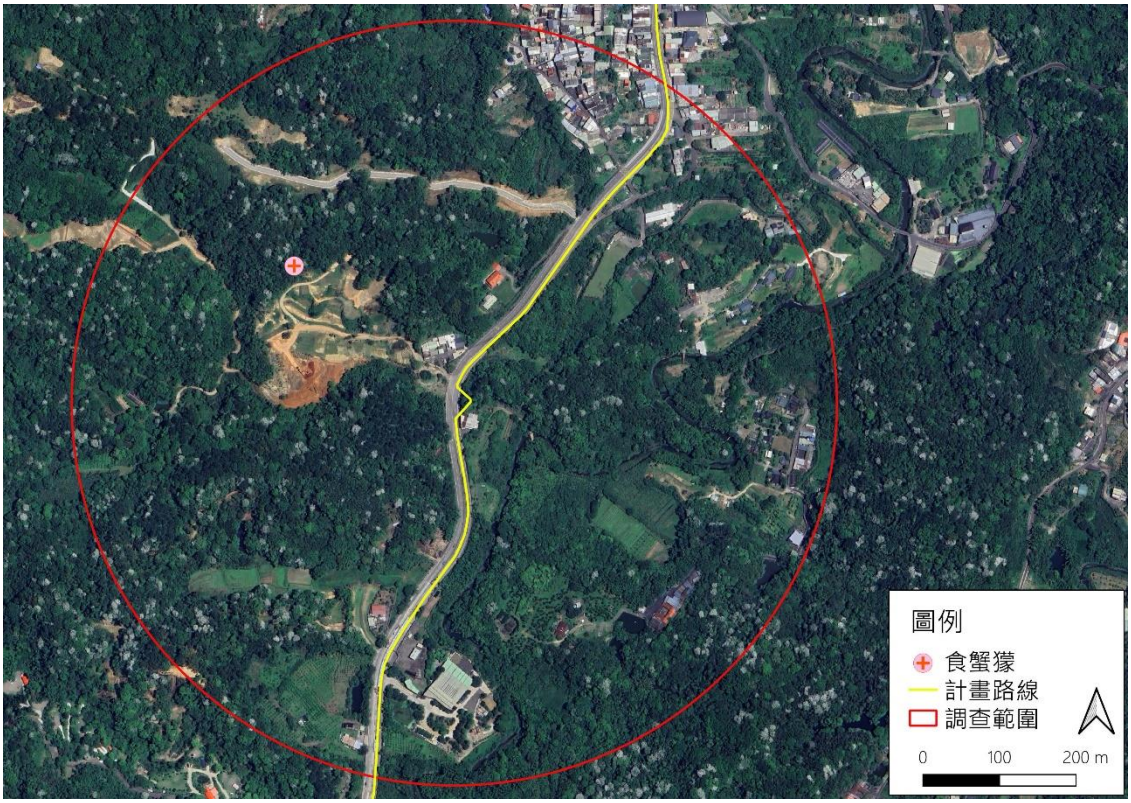


圖 3.8-19 114 年第二季保育類動物發現位置圖-南沙坑橋

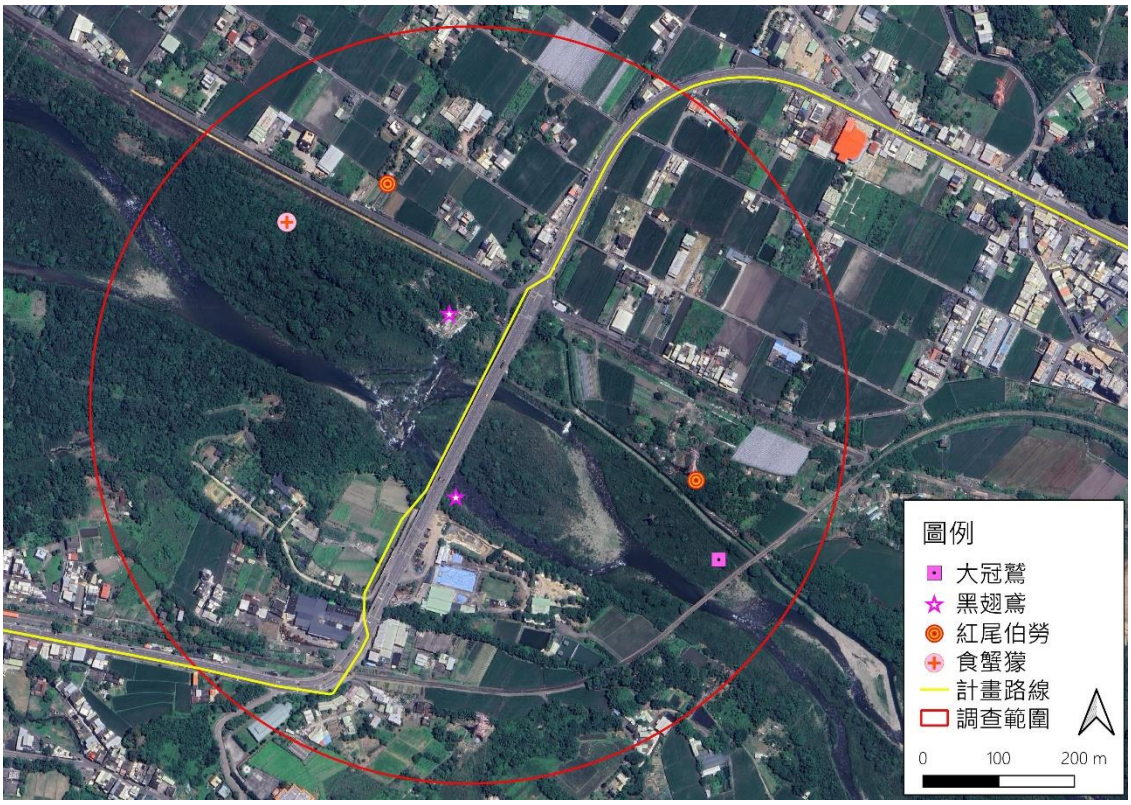


圖 3.8-20 114 年第二季保育類動物發現位置圖-油羅溪橋

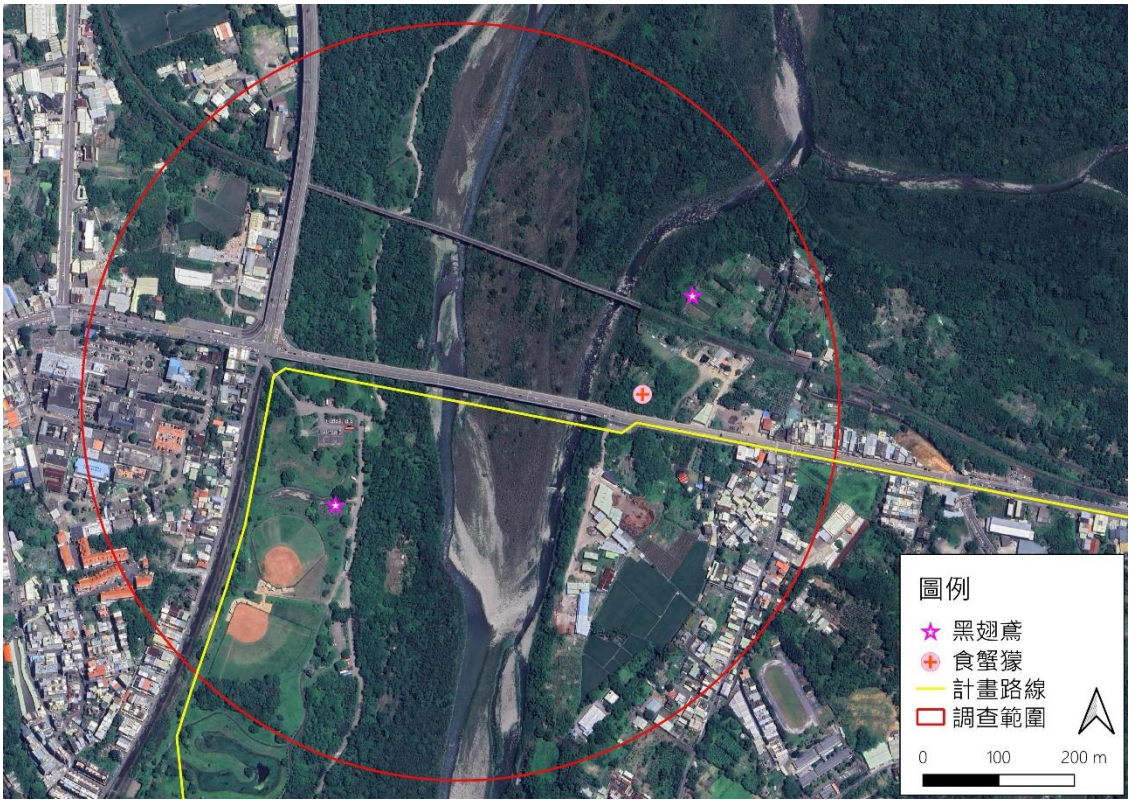


圖 3.8-21 114 年第二季保育類動物發現位置圖-竹東大橋

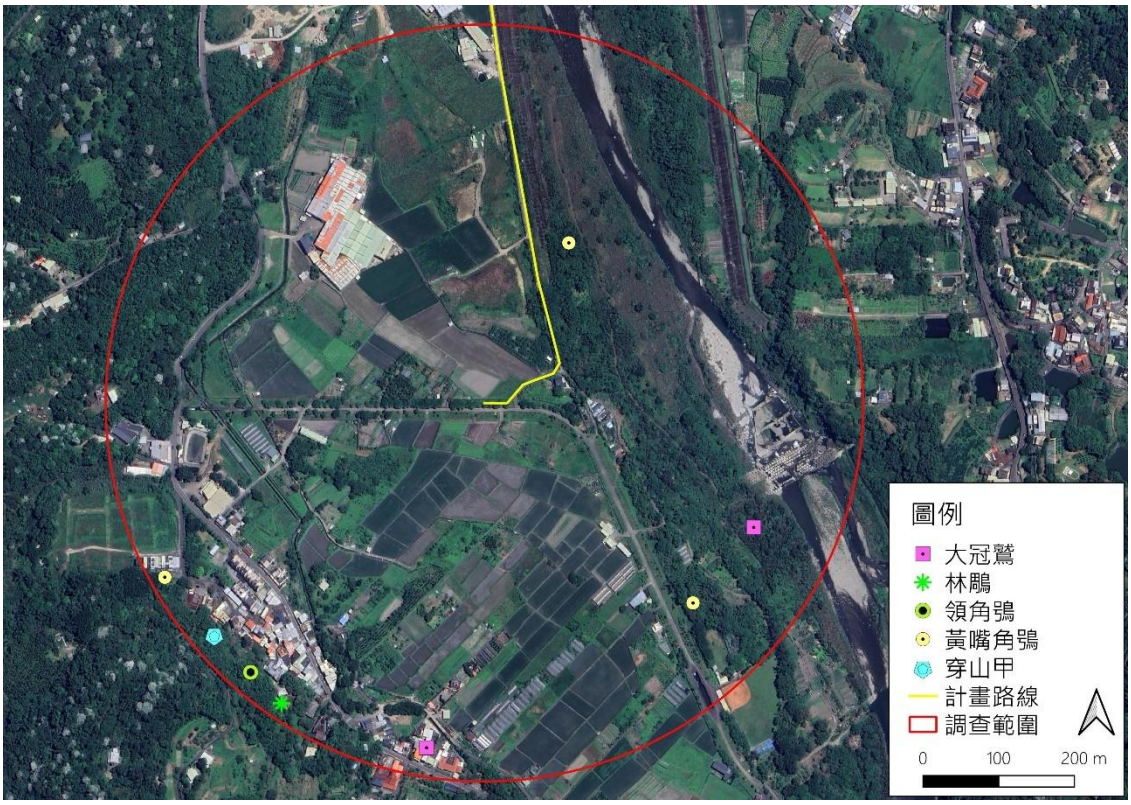


圖 3.8-22 114 年第二季保育類動物發現位置圖-寶二水庫引水道

3.8.5 生態檢核陸域生態調查

石門水庫至新竹聯通管工程案於 111 年 9 月實施設計階段陸域生態調查，作為生態檢核之依據，該生態調查範圍共有七個區段，其中第一、第二、第三、第四、第五及第七區段分別與本計畫陸域生態調查隧道進水口站、橫坑入口站、隧道出水口站、南華橋站、南沙坑橋站、寶二水庫引水道站位置相似，為了提高參考性，僅與本計畫各年度秋季調查結果進行分析比對，排除因季度不同之環境差異，維管束植物因生態檢核成果報告內為整體區域之調查結果，無細分各區段維管束植物調查結果，故無從比較。生態檢核成果陸域生態調查維管束植物共 137 科 409 屬 585 種，鳥類共 9 目 6 科 48 種，哺乳類共 6 目 11 科 13 種，兩棲類共 1 目 5 科 9 種，爬蟲類共 2 目 8 科 15 種，蝶類共 5 科 50 種。保育類記錄「珍貴稀有野生動物」東方蜂鷹、大冠鷲、黑鳶、黃嘴角鴞、領角鴞、藍腹鷴、穿山甲等 7 種，「其他應予保育野生動物」紅尾伯勞、臺灣藍鵲、食蟹獴等 3 種。與本計畫調查成果比對如表 3.8-16 及 17 所示。

表3.8-16 本計畫與生態檢核陸域生態調查結果

調查時間	維管束植物	鳥類	哺乳類	兩棲類	爬蟲類	蝶類
生態檢核 111 年秋季調查	585 種	48 種	13 種	9 種	15 種	50 種
本計畫 112 年秋季調查	718 種	66 種	25 種	14 種	16 種	76 種
本計畫 113 年秋季調查	733 種	65 種	25 種	15 種	18 種	67 種

以下為生態檢核各區段與本計畫相似樣站之調查成果：

一、 生態檢核第一區段共調查鳥類 28 種，哺乳類 3 種，兩棲類 5 種，爬蟲類 4 種，蝶類 26 種；本計畫 112 年秋季生態調查，隧道進水口站共調查鳥類 34 種，哺乳類 12 種，兩棲類 6 種，爬蟲類 4 種，蝶類 36 種；本計畫 113 年秋季生態調查，隧道進水口站共調查鳥類 32 種，哺乳類 9 種，兩棲類 5 種，爬蟲類 6 種，蝶類 35 種。

二、 生態檢核第二區段共調查鳥類 25 種，哺乳類 6 種，兩棲類 6 種，爬蟲類 4 種，蝶類 20 種；本計畫 112 年秋季生態調查，橫山入口站共調查鳥類 28 種，哺乳類 12 種，兩棲類 5 種，爬蟲類 8 種，蝶類 25 種；本計畫 113 年秋季生態調查時橫山站已移至南沙坑站。

三、 生態檢核第三區段共調查鳥類 27 種，哺乳類 4 種，兩棲類 5 種，爬蟲類 5 種，蝶類 25 種；本計畫 112 年秋季生態調查，隧道出水口站共調查鳥類 27 種，哺乳類 11 種，兩棲類 4 種，爬蟲類 4 種，蝶類 11 種；本計畫 113 年秋季生態調查，隧道出水口站共調查鳥類 23 種，哺乳類 10 種，兩棲類 4 種，爬蟲類 4 種，蝶類 10 種。

四、 生態檢核第四區段共調查鳥類 20 種，哺乳類 9 種，兩棲類 5 種，爬蟲類 5 種，蝶類 11 種；本計畫 112 年秋季生態調查，南華橋站共調查鳥類 37 種，哺乳類 10 種，兩棲類 9 種，爬蟲類 4 種，蝶類 18 種；本計畫 113 年秋季生態調查，南華橋站共調查鳥類 36 種，哺乳類 13 種，兩棲類 9 種，爬蟲類 6 種，蝶類 18 種。

五、 生態檢核第五區段共調查鳥類 21 種，哺乳類 7 種，兩棲類 5 種，爬蟲類 7 種，蝶類 23 種；本計畫 112 年秋季生態調查時尚無南沙坑站；本計畫 113 年秋季生態調查，南沙坑站共調查鳥類 36 種，哺乳類 7 種，兩棲類 8 種，爬蟲類 7 種，蝶類 24 種。

六、 生態檢核第六區段共調查鳥類 17 種，哺乳類 4 種，兩棲類 5 種，爬蟲類 5 種，蝶類 13 種。本計畫無相近調查範圍，故無從比較。

七、 生態檢核第七區段共調查鳥類 27 種，哺乳類 8 種，兩棲類 1 種，爬蟲類 4 種，蝶類 9 種；本計畫 112 年秋季生態調查，寶二引水道站共調查鳥類 38 種，哺乳類 14 種，兩棲類 7 種，爬蟲類 8 種，蝶類 46 種；本計畫 113 年秋季生態調查，寶二引水道站共調查鳥類 41 種，哺乳類 17 種，

兩棲類 8 種，爬蟲類 12 種，蝶類 46 種。

表3.8-17 本計畫與生態檢核陸域生態調查物種比較

	特有種	特有亞種	保育類
僅本案秋季發現 (112 年 9 月及 113 年 8 月)	臺灣畫眉、臺灣山鷓鴣、臺灣獼猴、臺灣灰麝鼩、臺灣大蹄鼻蝠、盤古蟾蜍、長腳赤蛙、太田樹蛙、褐樹蛙	南亞夜鷹、小卷尾、白環鸚嘴鵯、粉紅鸚嘴、頭烏線、臺灣葉鼻蝠、堀川氏棕蝠、臺灣野兔	臺灣畫眉(II)、臺灣山鷓鴣(III)
僅生態檢核發現 (111 年 9 月)	藍腹鷴、大彎嘴、斯文豪氏赤蛙、翠斑草蜥、泰雅鈍頭蛇	-	藍腹鷴(II)、東方蜂鷹(II)

生態檢核與本計畫 112 年度及 113 年度秋季陸域生態調查比較下，本計畫多數站區物種皆較為豐富，其中隧道進水口站、南華橋及寶二引水道站物種豐富度高於生態檢核第一區段、第四區段及第七區段；南沙坑站物種豐富度與第五區段相近；僅隧道出水口站豐富度較低，兩棲類、爬蟲類、蝶類調查物種略低於生態檢核第三區段之調查結果。

整體而言，同季次之生態調查，本計畫陸域生態調查成果之物種豐富度高於生態檢核陸域生態調查成果，調查結果之差異性研判應為調查範圍、調查路線略有差異所致，同季次之調查結果具有較高的參考性，未來將持續比較本計畫同季次之陸域生態調查，觀察各年度物種之變化。

3.8.6 工程影響分析

本工程於 113 年已進入施工階段監測，本章節將分析各樣站施工前及施工階段周遭環境及陸域生態物種變化，並提出相關建議，施工前及施工階段物種比對如表 3.8-18 所示。

一、 隧道進水口

目前為施工階段監測，現場進水口隧道上方人造林已鋪設水泥以加固隧道工程作業。雖進水口隧道上方植被覆蓋率有明顯減少，水泥固化工程行為雖限縮於該坡面，但有數株樹木及周邊草地因水泥覆蓋死亡狀況；現場有持續進行作業廢水回收過濾及淨化，但因近日多雨影響，工地仍可見雨水逕流未能收集，與過濾後的水體一同流入水溝。現場有於水溝增設簡易沉澱池，並回抽至淨水設備處理。後續是否有因工程廢氣、廢水、揚塵或其他工程行為導致次生林被破壞或崩塌情形，則須持續監測各季施工情形與周圍環境變化。

以施工前陸域生態調查到之物種作為背景資料，施工階段新發現的物種共 13 種，其中包含 1 種其他應予保育之第三級保育類物種(臺灣山鷓鴣)，施工階段未發現的物種共 5 種，其中包含 2 種珍貴稀有之第二級保育類(魚鷹、穿山甲)及 1 種其他應予保育之第三級保育類物種(食蟹獴)，未發現之保育類物種於施工前皆僅一季有發現，研判在該站點未有穩定族群，或於該物種遷徙或擴大覓食範圍時觀測到。施工階段整體種數及隻次變化未見因工程行為而有明顯減少情形，仍以季節消長為主要因素，惟後續是否有因工程噪音、車輛進出、夜間施工或其他工程行為導致野生動物數量減少或死亡之情形，後續將持續監測各季變化。

建議確實執行細設內生態檢核保育措施，且施工動線應迴避周邊天然林，並保留當地原生植被環境及胸徑 10 公分以上之樹木、施工所使用物料、材料或廢棄物應集中堆置於現有裸地或空地，不得於其他自然棲地另闢堆置區。水溝沉澱池易累積油污於水面，建議增加清理油污的頻率，避免降雨時大量油污隨雨水沖至水溝下游，對水溝下游造成污染。

二、 隧道出水口

目前為施工階段監測，出水口隧道上方及周圍農耕地已鋪設水泥以利隧道加固及工程車輛進出。雖周圍植被覆蓋率有些微減少，但因減少之區域為農耕地(油茶、短期蔬菜)的一部分，且工程行為均於圍籬內進行，未於其他地區進行開挖整地，因此未對鄰近次生林(鵝掌柴、樟樹、筆筒樹等)造成影響，明挖工程已開始進行，開挖整地面積持續增加，橫跨三屯圳之埋設段正在復舊中，後續是否有因工程廢氣、廢水、揚塵或其他工程行為導致次生林被破壞或崩塌情形，則須持續監測各季施工情形與周圍環境變化。

以施工前陸域生態所調查之物種為基準，施工階段新發現的物種共16種，施工階段未發現的物種共6種。施工階段整體種數及隻次變化未見因工程行為而有明顯減少情形，仍以季節消長為主要因素，惟後續是否有因工程噪音、車輛進出、夜間施工或其他工程行為導致野生動物數量減少或死亡之情形，後續將持續監測各季變化。

建議確實執行細設內生態檢核保育措施，且既有工程範圍外，施工動線應迴避周邊天然林，並保留當地原生植被環境及胸徑 10 公分以上之樹木、施工所使用物料、材料或廢棄物應集中堆置於現有裸地或空地，不得於其他自然棲地另闢堆置區。

三、 南華橋

目前正進行道路埋設段的工程，因施工範圍位於道路正中央，故鄰近環境無工程影響之虞，陸域植物的種類以季節消長及鄰近居民栽植的種類變化為主。

以施工前陸域生態調查到之物種作為背景資料，施工階段新發現的物種共 8 種，其中包含 1 種珍貴稀有之第二級保育類(穿山甲)，施工前所調查到的物種在施工階段皆有發現。施工階段整體種數及隻次變化未見因工程行為而有明顯減少情形，仍以季節消長為主要因素，惟後續是否有因工程噪音、車輛進出、夜間施工或其他工程行為導致野生動物數量減少或死亡之情形，後續將持續監測各季變化。

建議確實執行細設內生態檢核保育措施，且相關廢棄物、污水應妥善收集禁止任意堆置或排放。

四、 南沙坑

目前雖為施工階段監測，但此調查地點尚無工程施工，故無工程影響之虞，陸域植物的種類以季節消長及鄰近居民栽植的種類變化為主。此外，鄰近地區正進行其他水土保持工程，並有人工栽種之綠化植栽，故植被覆蓋率略有變動，然與本工程無涉。

以施工前陸域生態調查到之物種作為背景資料，施工階段新發現的物種共 47 種，其中包含 1 種其他應予保育之第三級保育類物種(臺北樹蛙)，施工階段未發現的物種共 6 種，因橫坑入口取消施工，112 年第 4 季調查樣站移至南沙坑，故施工階段新發現的物種較多。施工階段整體種數及隻次變化未見因工程行為而有明顯減少情形，仍以季節消長為主要因素，惟後續是否有因工程噪音、車輛進出、夜間施工或其他工程行為導致野生動物數量減少或死亡之情形，後續將持續監測各季變化。

建議確實執行細設內生態檢核保育措施，且相關廢棄物、污水應妥善收集禁止任意堆置或排放。

五、 油羅溪橋

目前雖為施工階段監測，但此調查地點尚無工程施工，故無工程影響之虞，陸域植物的種類以季節消長及鄰近居民栽植的種類變化為主。

以施工前陸域生態調查到之物種作為背景資料，施工階段新發現的物種共 8 種，施工階段未發現的物種共 1 種。陸域動物的種類以季

節消長為主，後續須持續監測各季生態情形與周圍環境變化。

建議跨河放水段將生態檢核納入細設，制定相關保育措施，後續施工範圍應以圍籬確實區隔，相關廢棄物、污水應妥善收集禁止任意堆置或排放。

六、 竹東大橋

目前雖為施工階段監測，但此調查地點尚無工程施工，故無工程影響之虞，陸域植物的種類以季節消長及鄰近居民栽植的種類變化為主。

以施工前陸域生態調查到之物種作為背景資料，施工階段新發現的物種共 8 種，其中包含 1 種珍貴稀有之第二級保育類(穿山甲)，施工前所調查到的物種在施工階段皆有發現。陸域動物的種類以季節消長為主，後續須持續監測各季生態情形與周圍環境變化。

建議跨河放水段將生態檢核納入細設，制定相關保育措施，後續施工範圍應以圍籬確實區隔，相關廢棄物、污水應妥善收集禁止任意堆置或排放。

七、 寶二水庫引水道

目前雖為施工階段監測，但此調查地點尚無工程施工，故無工程影響之虞，陸域植物的種類以季節消長及鄰近居民栽植的種類變化為主。

以施工前陸域生態調查到之物種作為背景資料，施工階段新發現的物種共 13 種，其中包含 2 種珍貴稀有之第二級保育類(藍腹鷴、林鵰)及 1 種其他應予保育之第三級保育類物種(臺灣藍鵲)，施工階段未發現的物種共 1 種，其中包含 1 種珍貴稀有之第二級保育類(黑鳶)，未發現之保育類物種於施工前皆僅一季有發現，研判在該站點未有穩定族群，或於該物種遷徙或擴大覓食範圍時觀測到。陸域動物的種類以季節消長為主，後續須持續監測各季生態情形與周圍環境變化。

建議跨河放水段將生態檢核納入細設，制定相關保育措施，後續施工範圍應以圍籬確實區隔，相關廢棄物、污水應妥善收集禁止任意堆置或排放。

表3.8-18 施工前及施工階段陸域生態調查結果比較表

樣站	施工階段新發現	施工階段未發現
1.隧道進水口	臺灣山鷓鴣、巨嘴鴉、灰背鶇、臺灣刺鼠、臺灣葉鼻蝠、堀川氏棕蝠、山家蝠、臺灣獼猴、斯文豪氏赤蛙、柑橘鳳蝶、異粉蝶、橙端粉蝶、眼蛱蝶	魚鷹、極北柳鶯、野鴿、穿山甲、食蟹獴
2.隧道出水口	巨嘴鴉、斑紋鷦鶯、洋燕、赤腰燕、大彎嘴、頭烏線、臺灣紫嘯鶇、臺灣刺鼠、山羌、貢德氏赤蛙、臺北樹蛙、紅斑蛇、白梅花蛇、青鳳蝶、靛色琉灰蝶、白裳貓蛱蝶	翠翼鳩、黃頭鷺、極北柳鶯、藍磯鶇、赤腹松鼠、龜殼花
3.南華橋	花嘴鴨、大彎嘴、臺灣紫嘯鶇、東亞摺翅蝠、穿山甲、梭德氏赤蛙、股鱗蜓蜥、方環蝶	-
4.南沙坑	南亞夜鷹、紅冠水雞、白腹秧雞、高蹺鴴、黑冠麻鷺、黃嘴角鴞、小啄木、綠畫眉、粉紅鸚嘴、大彎嘴、繡眼畫眉、灰鶺鴒、絨山蝠、東亞家蝠、臺灣野兔、鼬獾、白鼻心、食蟹獴、山羌、盤古蟾蜍、福建大頭蛙、褐樹蛙、臺北樹蛙、雨傘節、長尾真稜蜥、印度蜓蜥、赤尾青竹絲、無尾白紋鳳蝶、翠鳳蝶、纖粉蝶、遷粉蝶、黃蝶、亮色黃蝶、袖弄蝶、雅波灰蝶、豆波灰蝶、靛色琉灰蝶、金斑蝶、淡紋青斑蝶、絹斑蝶、苧麻珍蝶、豆環蛱蝶、網絲蛱蝶、黯眼蛱蝶、幻蛱蝶、大波眼蝶、切翅眉眼蝶	普通夜鷹、緋秧雞、赤背條鼠、龜殼花、竹橙斑弄蝶、方環蝶
5.油羅溪橋	灰頭鷦鶯、褐頭鷦鶯、堀川氏棕蝠、熱帶橙斑弄蝶、莧藍灰蝶、淡紋青斑蝶、黃襟蛱蝶、眉眼蝶	多姿麝鳳蝶
6.竹東大橋	臭鼩、臺灣刺鼠、東亞家蝠、穿山甲、山羌、斯文豪氏攀蜥、鉛山壁虎、淡紋青斑蝶	-
7.寶二水庫引水道	藍腹鷴、東方環頸鴴、林鵰、臺灣藍鵲、巨嘴鴉、大彎嘴、白氏地鶇、臺灣紫嘯鶇、高頭蝠、東亞摺翅蝠、貢德氏赤蛙、紅斑蛇、暮眼蝶	黑鳶

3.9 水域生態

114 年上半年水域生態(包括魚類、蝦蟹螺貝類、水棲昆蟲、蜻蛉目成蟲、浮游性植物、浮游性動物、附著性藻類等)調查時間為 114 年 2 月 18 日~2 月 21 日、114 年 5 月 26 日~5 月 29 日，相關調查作業範圍及樣區位置如圖 3.9-1 所示。監測位置為各站上下游，以下將針對本計畫歷史資料及各區域過去其他專案之調查資料進行彙整，並與本計畫之調查結果進行比對分析，以初步了解計畫區之生態背景狀況。

本計畫將選定各區域指標物種，做為施工前、中、後之參考，指標物種具有對環境變化的指標性，其消長可反映當前的生態型態變化，因調查方式多以人為捕捉、觀察進行，其選定原則應為數量較多、較易發現或具有生態代表價值為原則，以非保育類且數量較多的臺灣特有種或特有亞種較為良好的選擇。

在水域指標物種上選擇魚類，魚類對水質及流速等變化敏銳，也較容易捕捉，是能夠代表不同等級水污染的物種，根據監測魚類種類及數量的變化可以協助判斷工程是否有影響周圍的水域環境，各站指標物種可參考魚類調查結果。

圖 3.9-1 水域調查樣站位置圖

3.9.1 文獻資料彙整

在進行本計畫生態調查前，已蒐集於本計畫區周邊過去所執行之生態調查文獻資料，以做為比較參考，分別有「頭前溪河川情勢調查」(經濟部水利署第二河川局，民國 110 年)、「鳳山溪河川情勢調查」(經濟部水利署第二河川局，民國 103 年)。將本計畫與上述文獻重疊或相近之陸域生態調查進行彙整，由於本計畫與文獻之調查範圍、年分、季次並不完全相同，故僅對於調查之種類數量及組成進行比較。

針對文獻資料中最接近本計畫各樣站之生態資料做為參考，「鳳山溪河川情勢調查」-渡船頭橋站與本計畫鳳山溪-南華橋站最為接近；「頭前溪河川情勢調查」-油羅溪站及竹東大橋站，分別與本計畫油羅溪-油羅溪站及上坪溪-竹東大橋站最為接近。

以下彙整各文獻資料參考樣站之生態報告：

1. 渡船頭橋站：「鳳山溪河川情勢調查」水域生態調查，渡船頭橋站共記錄 18 種魚類，11 種蝦蟹螺貝類，21 科水棲昆蟲類，11 種蜻蛉成蟲類，22 屬浮游植物，20 屬附著性藻類。
2. 油羅溪站：「頭前溪河川情勢調查」水域生態調查，油羅溪站共記錄 13 種魚類，5 種蝦蟹螺貝類，21 科水棲昆蟲類，11 種蜻蛉成蟲類，2 屬浮游植物，8 屬附著性藻類。
3. 竹東大橋站：「頭前溪河川情勢調查」水域生態調查，竹東大橋站共記錄 10 種魚類，2 種蝦蟹螺貝類，14 科水棲昆蟲類，12 種蜻蛉成蟲類，2 屬浮游植物，8 屬附著性藻類。

3.9.2 本計畫調查成果

114 年水域生態調查第 1 季的調查時間為 2 月中，屬於冬季，雖為枯水期但雨量充足，竹東大橋仍維持穩定流量，並無乾涸的狀況，第 2 季為 5 月底，屬於春季，氣溫逐漸升高，進入雨季，河川流量逐漸上升。監測共設有 6 處樣站，分別為鳳山溪-南華橋站、油羅溪-油羅溪橋站及上坪溪-竹東大橋站之上、下游各設一處測站。114 年上半年水域生物名錄詳附錄 6。依歷季監測結果與過去文獻調查資料進行比較，各項水域生態監測結果說明如下。

一、魚類

(一) 114 年上半年水域生態調查，魚類共記錄 3 科 9 種 393 隻次，第 1 季魚類共記錄 3 科 8 種 155 隻次，第 2 季魚類共記錄 3 科 9 種 238 隻次。歷季調查結果如表 3.9-1 及圖 3.9-2 所示

表3.9-1 歷季水域生態魚類調查結果比較表

季別	測站	南華橋				油羅溪橋				竹東大橋			
		上游		下游		上游		下游		上游		下游	
		種	隻	種	隻	種	隻	種	隻	種	隻	種	隻
施工前	112 年 03 月	3	43	5	50	4	13	6	49	3	19	0	0
	112 年 06 月	3	41	5	60	6	25	6	52	4	12	4	10
	112 年 09 月	3	39	6	62	6	34	7	56	5	16	5	15
	112 年 12 月	3	38	6	49	6	23	6	40	3	22	0	0
施工階段	113 年 02 月	3	18	6	32	6	15	7	35	3	11	0	0
	113 年 05 月	3	39	7	66	7	34	7	59	5	22	5	17
	113 年 08 月	3	46	7	68	6	39	7	63	5	30	5	29
	113 年 11 月	3	40	7	55	6	28	7	44	5	32	5	30
	114 年 02 月	3	22	6	35	7	23	7	38	5	19	5	18
	114 年 05 月	3	34	7	62	7	36	7	58	5	26	5	22

註：竹東大橋施工前(112 年 3 月)、施工前(112 年 12 月)及施工階段(113 年 2 月)皆呈現乾涸狀態，故未記錄到任何魚類。

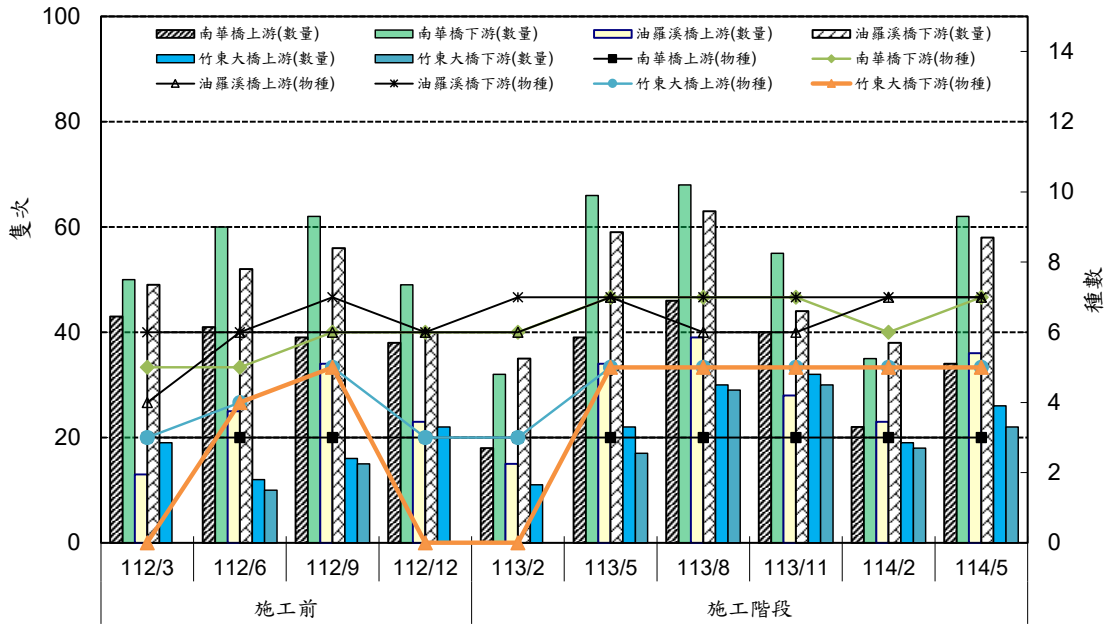


圖 3.9-2 歷季水域生態魚類調查結果比較圖

(二) 臺灣特有種共記錄到 5 種臺灣特有種(臺灣石魚賓、臺灣鬚鱲、粗首馬口鱲、何氏棘魞及明潭吻鰕虎)，外來種則記錄 1 種(口孵非鯽)，未記錄到珍貴稀有、洄游性及保育類物種。

(三) 依據「2024 臺灣淡水魚類紅皮書名錄」(楊正雄等，2024)物種紅皮書等級可分為極危(Critical, CR)、瀕危(Endanered, EN)、易危(Vulnerable, VU)及接近受脅(Near- Threatened, NT)及暫無危機(Least Concern, LC)等，其中「2024 臺灣淡水魚類紅皮書名錄」認定屬於受脅物種的類別為極危(CR)、瀕危(EN)及易危(VU)。本季調查未記錄到紅皮書受脅物種。

(四) 依據指標性物種選定原則，選定各樣站出現頻率較高之物種，扣除對環境變化及人為擾動耐受性較高之物種，做為該站之指標物種。各站指標物種為台灣石鱝、台灣鬚鱲及粗首馬口鱲，歷季發現數量如表 3.9-2 及圖 3.9-3 所示，目前各點位尚未進行施工行為，各指標物種整體無明顯變化。

表3.9-2 歷季魚類指標物種調查結果表

測站	南華橋			油羅溪橋			竹東大橋		
調查時間	台灣石鱝(隻)	台灣鬚鱲(隻)	粗首馬口鱲(隻)	台灣石鱝(隻)	台灣鬚鱲(隻)	粗首馬口鱲(隻)	台灣石鱝(隻)	台灣鬚鱲(隻)	粗首馬口鱲(隻)
112Q1(施工前)	0	23	9	10	15	12	5	9	5
113Q1(施工階段)	2	13	9	7	12	11	3	6	2
114Q1(施工階段)	3	17	11	12	11	12	7	12	7
112Q2(施工前)	0	30	16	16	19	22	3	0	7
113Q2(施工階段)	2	28	20	18	23	26	5	8	10
114Q2(施工階段)	2	24	24	18	22	27	10	13	11
112Q3(施工前)	4	26	20	17	24	24	7	5	7
113Q3(施工階段)	5	32	25	22	27	32	9	15	22
112Q4(施工前)	2	20	9	11	14	15	10	20	17
113Q4(施工階段)	3	25	16	13	16	19	13	19	19

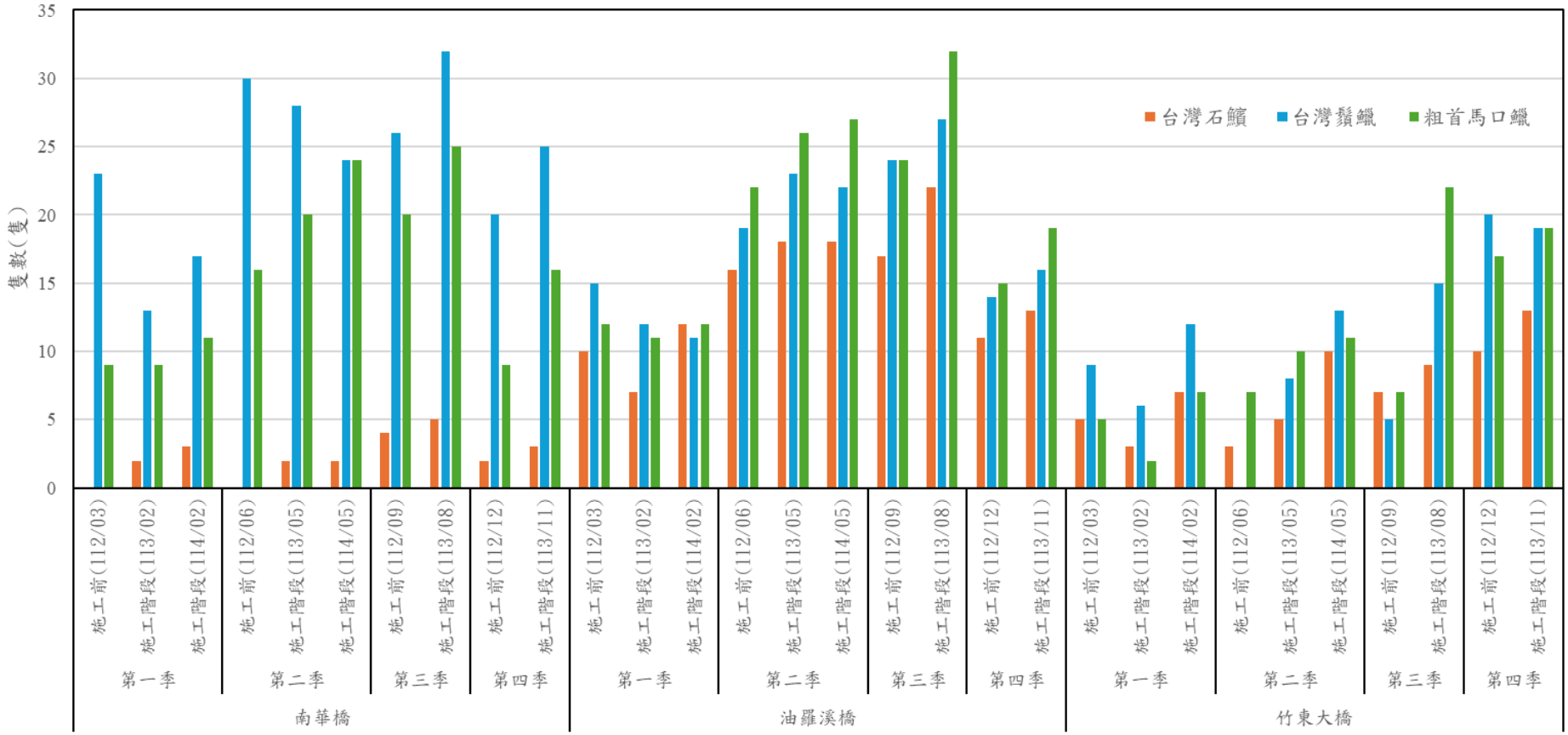


圖 3.9-3 歷季魚類指標物種調查結果圖

(五) 114年上半年各測站歧異度指數H’及均勻度指數E，南華橋上游歧異度指數 H’=0.96～0.99，均勻度指數 E=0.87～0.91；南華橋下游歧異度指數 H’=1.43～1.56，均勻度指數 E=0.74～0.87；油羅溪橋上游歧異度指數 H’=1.77～1.82，均勻度指數 E=0.91～0.94；油羅溪橋下游歧異度指數 H’=1.70～1.88，均勻度指數 E=0.87～0.97；竹東大橋上游歧異度指數 H’=1.47～1.57，均勻度指數 E=0.91～0.97；竹東大橋下游歧異度指數 H’=1.50～1.55，均勻度指數 E=0.93～0.96。由以上結果顯示，歧異度指數以油羅溪橋上游及下游較高，顯示此測站群聚內生物種類之豐富程度較高；均勻度指數方面各測站數值多為屬中等偏高，表示各測站之物種個體數分配偏屬均勻，無優勢物種出現。

(六) 依據「臺灣河川魚類水質指標之研究」(王漢泉，2002)魚類水質指標可分為五個水質等級，分別為未受污染指標魚種(鯝魚)、輕度污染指標魚種(石魚賓及臺灣纓口鰍)、普通污染指標魚種(溪哥)、中度污染指標魚種(烏魚、花身雞魚、環球海鰶、鯉魚及鯽魚)及嚴重污染指標魚種(大眼海鰱、吳郭魚、泰國鱧魚、大鱗鯰及琵琶鼠)，如依據魚類調查結果評估水質狀況，南華橋上游記錄到普通污染指標魚種(粗首馬口鱲)，因此南華橋上游水質狀況為普通污染；南華橋下游及竹東大橋上、下游皆記錄到輕度污染指標魚種(臺灣石魚賓)，因此南華橋下游及竹東大橋上、下游水質狀況為輕度污染；油羅溪上、下游記錄到未受污染指標魚種(臺灣白甲魚)，因此油羅溪上、下游水質狀況為未受污染。

(七) 114年上半年各測站生物整合性指數(Index of Biotic Integrity，IBI)，評估水質狀況，經計算南華橋上游皆為 15；南華橋下游為 23~25；油羅溪橋上游皆為25；油羅溪橋下游為25~27；竹東大橋上游為21~23；竹東大橋下游為 21~23。由上述結果顯示，除了南華橋上游之外，其餘各測站皆屬於輕微污染；南華橋上游屬於中等污染

(八) 以下為各站所調查之魚類記錄與文獻資料：

1. 鳳山溪-南華橋：本計畫南華橋站水域生態調查，114年第1季共記錄6種魚類，第2季為7種；113年各季分別記錄6種、7種、7種及7種魚類；112年則分別記錄5種、5種、6種及6種魚類。

   另參考其他相關計畫之調查結果，「鳳山溪河川情勢調查」渡船頭橋站於第1至第4季分別記錄11種、10種、14種及12種魚類。

2. 油羅溪-油羅溪橋：本計畫油羅溪橋站水域生態調查，114 年第 1 季共記錄7種魚類，第2季為7種；113年各季皆記錄7種魚類；112年則分別

記錄 6 種、6 種、7 種及 6 種魚類。

另參考其他相關計畫之調查結果，「頭前溪河川情勢調查」油羅溪橋站共記錄 13 種魚類。

3. 上坪溪-竹東大橋：本計畫竹東大橋站水域生態調查，114 年第 1 季共記錄 5 種魚類，第 2 季為 5 種；113 年各季分別記錄 3 種、5 種、5 種及 5 種魚類；112 年則分別記錄 3 種、4 種、5 種及 3 種魚類。

另參考其他相關計畫之調查結果，「頭前溪河川情勢調查」竹東大橋站共記錄 10 種魚類。

二、蝦蟹螺貝類

(一) 114 年上半年水域生態調查，蝦蟹螺貝類共記錄 5 科 5 種 255 隻次，第 1 季蝦蟹螺貝類共記錄 5 科 5 種 107 隻次，第 2 季蝦蟹螺貝類共記錄 5 科 5 種 148 隻次。歷季調查結果如表 3.9-3 及圖 3.9-4 所示。

表3.9-3 歷季水域生態蝦蟹螺貝類調查結果比較表

季別 \ 測站		南華橋				油羅溪橋				竹東大橋			
		上游		下游		上游		下游		上游		下游	
		種	隻	種	隻	種	隻	種	隻	種	隻	種	隻
施工前	112 年 03 月	3	12	3	22	3	16	3	40	2	13	0	0
	112 年 06 月	2	15	3	27	3	23	3	43	2	10	2	8
	112 年 09 月	2	15	3	26	3	22	3	39	2	10	2	10
	112 年 12 月	2	10	3	22	3	15	3	35	2	7	0	0
施工階段	113 年 02 月	2	9	3	17	3	12	3	28	2	10	0	0
	113 年 05 月	2	16	3	25	3	23	3	37	3	23	3	20
	113 年 08 月	2	21	3	26	3	25	3	43	3	25	3	22
	113 年 11 月	2	16	3	24	3	19	3	37	3	16	3	20
	114 年 02 月	2	11	3	18	3	17	3	30	3	13	3	18
	114 年 05 月	2	15	3	24	3	24	3	35	3	27	3	23

註：竹東大橋施工前(112 年 3 月)、施工前(112 年 12 月)及施工階段(113 年 2 月)皆呈現乾涸狀態，故未記錄到任何蝦蟹螺貝類。

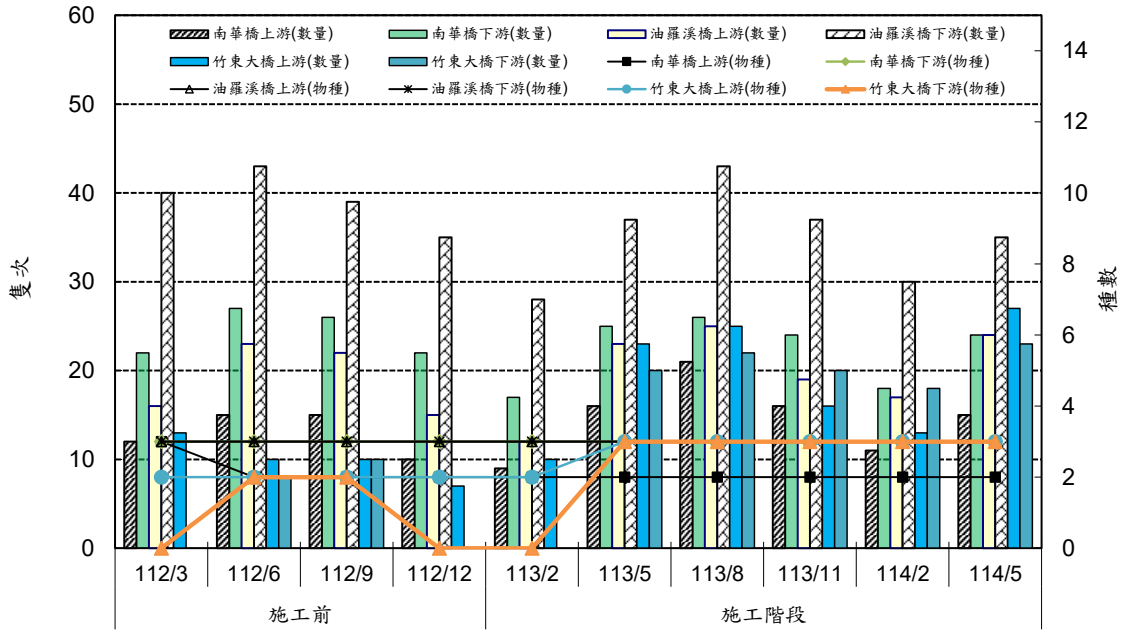


圖 3.9-4 歷季水域生態蝦蟹螺貝類調查結果比較圖

(二) 本計畫共記錄 1 種洄游性物種(日本絨螯蟹)，未記錄到珍貴稀有、外來種及保育類物種。

(三) 114 年上半年各測站歧異度指數 H'及均勻度指數 E，南華橋上游歧異度指數 H'=0.66～0.69，均勻度指數 E=0.99～1.00；南華橋下游歧異度指數 H'=0.79～0.90，均勻度指數 E=0.72～0.82；油羅溪橋上游歧異度指數 H'=0.90～1.06，均勻度指數 E=0.82～0.96；油羅溪橋下游歧異度指數 H'=0.92～1.08，均勻度指數 E=0.83～0.98；竹東大橋上游歧異度指數 H'=0.93～1.01，均勻度指數 E=0.84～0.92；竹東大橋下游歧異度指數 H'=1.00～1.05，均勻度指數 E=0.91～0.95。由以上結果顯示，歧異度指數以油羅溪橋平均較高，顯示此測站群聚內生物種類之豐富程度較高，南華橋上游平均較低，顯示此測站群聚內生物種類之豐富程度較低；均勻度指數方面各測站數值皆屬中等偏高，表示各測站之物種個體數分配偏屬均勻，無優勢物種出現。

(四) 以下為各站所調查之蝦蟹螺貝類記錄與文獻資料：

1. 鳳山溪-南華橋：本計畫南華橋站水域生態調查，114 年第 1 季共記錄 3 種蝦蟹螺貝類，第 2 季為 3 種；113 年各季皆記錄 3 種蝦蟹螺貝類；112 年各季皆記錄 3 種蝦蟹螺貝類。

   另參考其他相關計畫之調查結果，「鳳山溪河川情勢調查」渡船頭橋站於第 1 至第 4 季分別記錄 9 種、6 種、8 種及 7 種蝦蟹螺貝類。

2. 油羅溪-油羅溪橋：本計畫油羅溪橋站水域生態調查，114 年第 1 季共記錄 3 種蝦蟹螺貝類，第 2 季為 3 種；113 年各季皆記錄 3 種蝦蟹螺貝類；112 年各季皆記錄 3 種蝦蟹螺貝類。

另參考其他相關計畫之調查結果，「頭前溪河川情勢調查」油羅溪橋站共記錄 13 種蝦蟹螺貝類。

3. 上坪溪-竹東大橋：本計畫竹東大橋站水域生態調查，114 年第 1 季共記錄 3 種蝦蟹螺貝類，第 2 季為 3 種；113 年各季分別記錄 2 種、3 種、3 種及 3 種蝦蟹螺貝類；112 年各季皆記錄 2 種蝦蟹螺貝類。

另參考其他相關計畫之調查結果，「頭前溪河川情勢調查」竹東大橋站共記錄 10 種蝦蟹螺貝類。

三、水棲昆蟲

(一) 114 年上半年水域生態調查，水棲昆蟲共記錄 5 目 9 科 224 隻次/平方公尺，第 1 季水棲昆蟲共記錄 5 目 9 科 194 隻次/平方公尺，第 2 季水棲昆蟲監測共記錄 5 目 9 科 254 隻次/平方公尺。歷季調查結果如表 3.9-4 及圖 3.9-5 所示。

表3.9-4 歷季水域生態水棲昆蟲調查結果比較表

季別	測站	南華橋				油羅溪橋				竹東大橋			
		上游		下游		上游		下游		上游		下游	
		科	隻	科	隻	科	隻	科	隻	科	隻	科	隻
施工前	112 年 03 月	7	23	9	42	7	29	9	68	8	26	0	0
	112 年 06 月	7	26	9	52	9	38	9	72	8	28	7	19
	112 年 09 月	7	26	9	53	9	42	9	74	9	28	9	22
	112 年 12 月	7	24	9	44	9	35	9	68	8	27	0	0
施工階段	113 年 02 月	6	17	9	32	8	27	9	53	7	17	0	0
	113 年 05 月	6	28	9	48	9	45	9	68	8	32	8	30
	113 年 08 月	6	27	9	54	9	49	9	61	8	39	8	34
	113 年 11 月	6	28	9	45	9	39	9	64	9	31	9	36
	114 年 02 月	6	22	9	38	9	30	9	54	9	24	9	26
	114 年 05 月	6	30	9	46	9	44	9	63	8	38	7	33

註：竹東大橋施工前(112 年 3 月)、施工前(112 年 12 月)及施工階段(113 年 2 月)皆呈現乾涸狀態，故未記錄到任何水棲昆蟲。

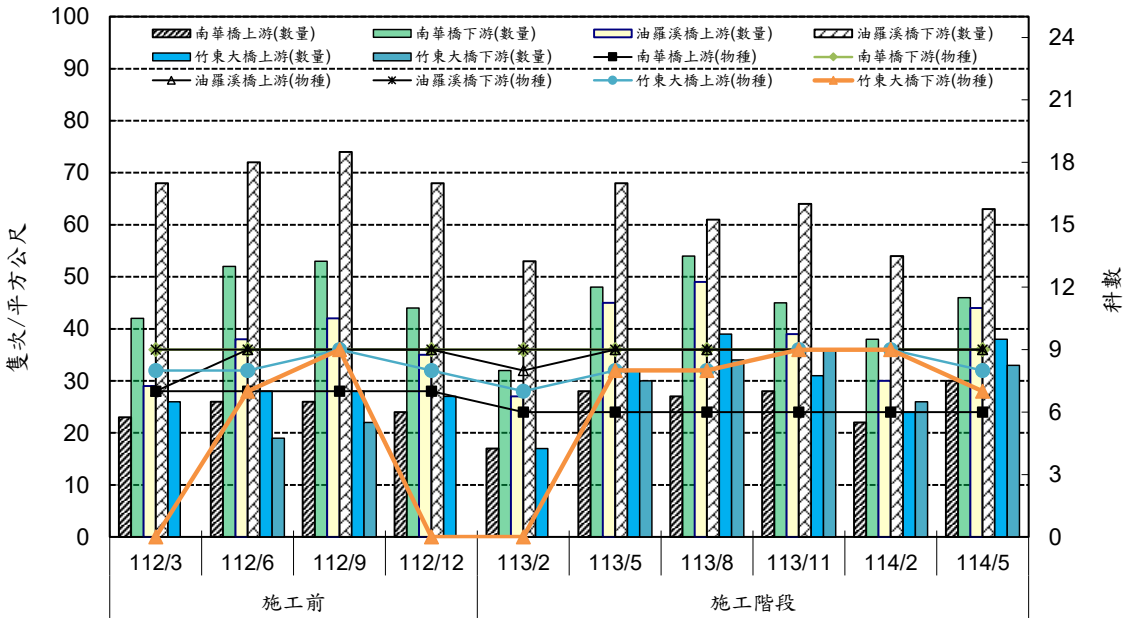


圖 3.9-5 歷季水域生態水棲昆蟲調查結果比較圖

(二) 本計畫未記錄到特有種及保育類物種。

(三) 114 年上半年各測站歧異度指數 H'及均勻度指數 E，南華橋上游歧異度指數 H'為 1.71～1.74，均勻度指數 E 為 0.95～0.97；南華橋下游歧異度指數 H'皆為 2.07，均勻度指數 E 為 0.94；油羅溪橋上游歧異度指數 H'為 2.09～2.13，均勻度指數 E 為 0.95～0.97；油羅溪橋下游歧異度指數 H'為 2.01～2.06，均勻度指數 E 為 0.91～0.94；竹東大橋上游歧異度指數 H'為 1.92～2.08，均勻度指數 E 為 0.92～0.95；竹東大橋下游歧異度指數 H'為 1.78～1.92，均勻度指數 E 為 0.88～0.91。由以上結果顯示，歧異度指數各測站數值皆屬中等偏高，顯示各測站群聚內生物種類之豐富程度高；均勻

度指數方面各測站數值皆屬偏高，表示各測站之物種個體數分配偏屬均勻，無優勢物種出現。

(四) 114 年上半年各測站 Hilsenhoff 科級生物指數(Family-level biotic index，FBI)評估水質狀況，經計算南華橋上游 FBI 為 4.18～4.20；南華橋下游 FBI 為 3.93～4.17；油羅溪橋上游 FBI 為 4.12～4.37；油羅溪橋下游 FBI 為 3.86～4.17；竹東大橋上游 FBI 為 3.95～4.34；竹東大橋下游 FBI 為 4.25～4.35。由上述結果顯示，各測站水質在七等水質潔淨度之第一~第三等級之間，即水質等級為好、優良及極佳之評價，經分析各測站水質評價受河川流量影響，河川流量較高時，整體水質會有上升的情況。

以下為各站所調查之水棲昆蟲類記錄與文獻資料：

1. 鳳山溪-南華橋：本計畫南華橋站水域生態調查，114 年第 1 季共記錄 9 科水棲昆蟲，第 2 季為 9 科；113 年各季皆記錄 9 科水棲昆蟲；112 年各季皆記錄 9 科水棲昆蟲。

   另參考其他相關計畫之調查結果，「鳳山溪河川情勢調查」渡船頭橋站於第 1 至第 4 季分別記錄 11 科、11 科、18 科及 13 科水棲昆蟲。

2. 油羅溪-油羅溪橋：本計畫油羅溪橋站水域生態調查，114 年第 1 季共記錄 9 科水棲昆蟲，第 2 季為 9 科；113 年各季分別記錄 9 科、9 科、8 科及 9 科水棲昆蟲；112 年各季皆記錄 9 科水棲昆蟲。

   另參考其他相關計畫之調查結果，「頭前溪河川情勢調查」油羅溪橋站共記錄 21 科水棲昆蟲。

3. 上坪溪-竹東大橋：本計畫竹東大橋站水域生態調查，第 1 季共記錄 9 科水棲昆蟲，第 2 季為 8 科；113 年各季分別記錄 7 科、9 科、9 科及 9 科水棲昆蟲；112 年各季分別記錄 8 科、8 科、9 科及 8 科水棲昆蟲。

   另參考其他相關計畫之調查結果，「頭前溪河川情勢調查」竹東大橋站共記錄 14 科水棲昆蟲。

四、蜻蛉目成蟲

(一) 114 年上半年水域生態調查，蜻蛉類共記錄 5 科 13 種 505 隻次，第 1 季蜻蛉類共記錄 4 科 9 種 188 隻次，第 2 季蜻蛉類共記錄 5 科 13 種 317 隻次。歷季調查結果如表 3.9-5 及圖 3.9-6 所示。

表 3.9-5 歷季水域生態蜻蛉目成蟲調查結果比較表

季別	測站	南華橋				油羅溪橋				竹東大橋			
		上游		下游		上游		下游		上游		下游	
		種	隻	種	隻	種	隻	種	隻	種	隻	種	隻
施工前	112 年 03 月	8	29	7	35	9	46	8	36	8	30	6	17
	112 年 06 月	9	42	9	46	9	65	9	56	9	43	9	34
	112 年 09 月	9	46	10	59	9	74	8	65	9	52	9	40
	112 年 12 月	9	51	10	69	8	77	8	81	8	53	6	39
施工階段	113 年 02 月	8	25	8	30	8	34	8	34	8	28	6	16
	113 年 05 月	9	40	11	56	12	67	13	71	9	49	9	41
	113 年 08 月	9	47	11	57	12	73	13	75	9	51	9	45
	113 年 11 月	9	49	11	66	10	76	11	83	9	53	9	44
	114 年 02 月	8	30	8	34	8	36	8	35	8	31	8	22
	114 年 05 月	9	39	11	51	12	66	13	67	8	51	8	43

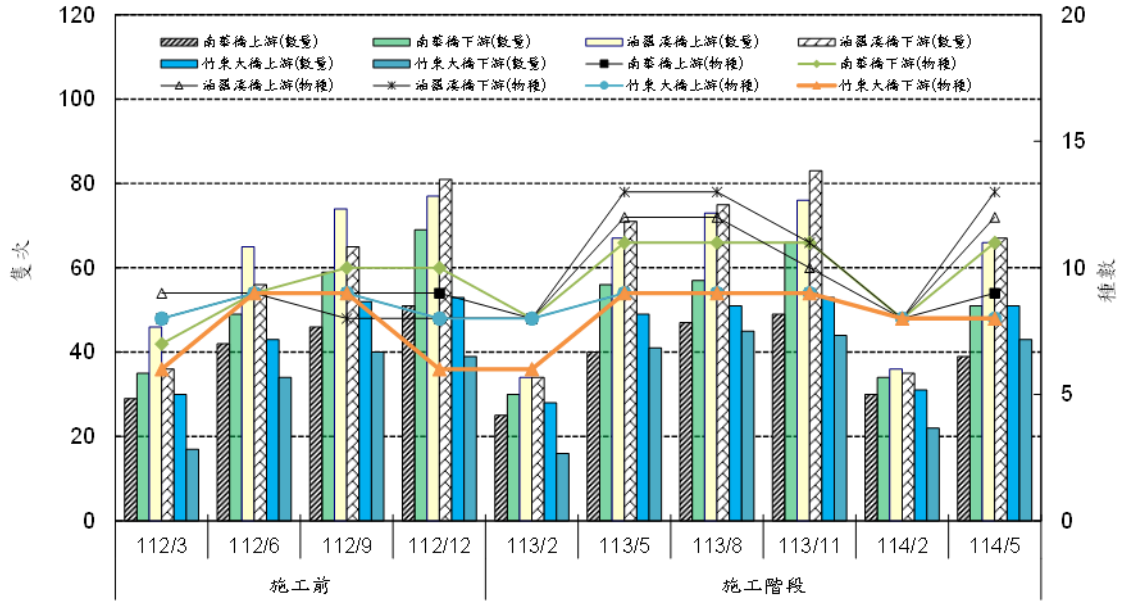


圖 3.9-6 歷季水域生態蜻蛉目成蟲調查結果比較圖

(二) 共記錄 3 種臺灣特有種(白痣珈蟌、短腹幽蟌及善變蜻蜓)，1 種臺灣特有亞種(中華珈蟌原名亞種)，未記錄到保育類物種。

(三) 114 年上半年各測站歧異度指數 H'及均勻度指數 E，南華橋上游歧異度指數 H'為 1.85～1.87，均勻度指數 E 為 0.85～0.89；南華橋下游歧異度指數 H'為 1.88～2.06，均勻度指數 E 為 0.86～0.90；油羅溪橋上游歧異度指數 H'為 1.73～2.05，均勻度指數 E 為 0.82～0.83；油羅溪橋下游歧異度指數 H'為 1.90～2.13，均勻度指數 E 為 0.83～0.91；竹東大橋上游歧異度指數 H'為 1.80～1.89，均勻度指數 E 為 0.87～0.91；竹東大橋下游歧異度指數 H'為 1.66～1.86，均勻度指數 E 為 0.90～0.93。由以上結果顯示，歧異度指數以南華橋下游及油羅溪橋較高，顯示此測站群聚內生物種類之豐富程度較高；均勻度指數方面各測站數值皆屬偏高，表示各測站之物種個體數分配偏屬均勻，無優勢物種出現。

(四) 以下為各站所調查之蜻蛉類記錄與文獻資料：

1. 鳳山溪-南華橋：本計畫南華橋站水域生態調查，114 年第 1 季記錄 9 種蜻蛉類，第 2 季為 10 種蜻蛉類；113 年各季分別記錄 9 種、11 種、11 種及 11 種蜻蛉類；112 年各季分別記錄 8 種、9 種、10 種及 10 種蜻蛉類。

   另參考其他相關計畫之調查結果，「鳳山溪河川情勢調查」中，渡船頭橋站於第 1 至第 4 季分別記錄 4 種、4 種、10 種及 5 種蜻蛉類。

2. 油羅溪-油羅溪橋：本計畫油羅溪橋站水域生態調查，114 年第 1 季記錄 8 種蜻蛉類，第 2 季為 10 種蜻蛉類；113 年各季分別記錄 8 種、12 種、13 種及 13 種蜻蛉類；112 年各季分別記錄 9 種、9 種、8 種及 8 種蜻蛉類。

   另參考其他相關計畫之調查結果，「頭前溪河川情勢調查」油羅溪橋站共記錄 11 種蜻蛉類。

3. 上坪溪-竹東大橋：本計畫竹東大橋站水域生態調查，114 年第 1 季記錄 8 種蜻蛉類，第 2 季為 7 種蜻蛉類；113 年各季分別記錄 8 種、9 種、9 種及 9 種蜻蛉類；112 年各季分別記錄 8 種、9 種、9 種及 8 種蜻蛉類。

   另參考其他相關計畫之調查結果，「頭前溪河川情勢調查」竹東大橋站共記錄 12 種蜻蛉類。

五、浮游性植物

(一) 114 年上半年水域生態調查，浮游性植物共記錄 5 門 17 屬 1,368,700 細胞數/公升，第 1 季浮游植物共記錄 4 門 16 屬 1,395,200 細胞數/公升，第 2 季浮游植物共記錄 4 門 17 屬 1,342,200 細胞數/公升。歷季調查結果如表

3.9-6 及圖 3.9-7 所示。

表3.9-6 歷季水域生態浮游性植物調查結果比較表

季別	測站	南華橋				油羅溪橋				竹東大橋			
		上游		下游		上游		下游		上游		下游	
		屬	數量	屬	數量	屬	數量	屬	數量	屬	數量	屬	數量
施工前	112 年 03 月	12	553,600	11	385,600	8	262,400	7	216,000	11	235,200	0	0
	112 年 06 月	9	416,000	11	398,400	7	214,400	8	200,000	9	118,400	8	171,200
	112 年 09 月	8	760,000	10	308,800	6	249,600	8	204,800	6	110,400	6	132,800
	112 年 12 月	13	422,400	14	299,200	12	326,400	6	286,400	12	121,600	0	0
施工階段	113 年 02 月	11	486,400	12	257,600	9	193,600	8	201,600	7	123,200	0	0
	113 年 05 月	10	502,400	11	350,400	10	273,600	8	224,000	9	161,600	8	129,600
	113 年 08 月	11	632,000	12	390,400	9	320,000	9	240,000	8	153,600	7	158,400
	113 年 11 月	12	412,800	11	230,400	10	292,800	7	212,800	8	104,000	7	131,200
	114 年 02 月	11	457,600	10	264,000	8	236,800	8	200,000	7	113,600	8	123,200
	114 年 05 月	10	422,400	9	265,600	9	208,000	7	206,400	8	121,600	8	118,400

註 1：數量單位為細胞數/公升。

註 2：竹東大橋施工前(112 年 3 月)、施工前(112 年 12 月)及施工階段(113 年 2 月)皆呈現乾涸狀態，故未記錄到任何浮游性植物。

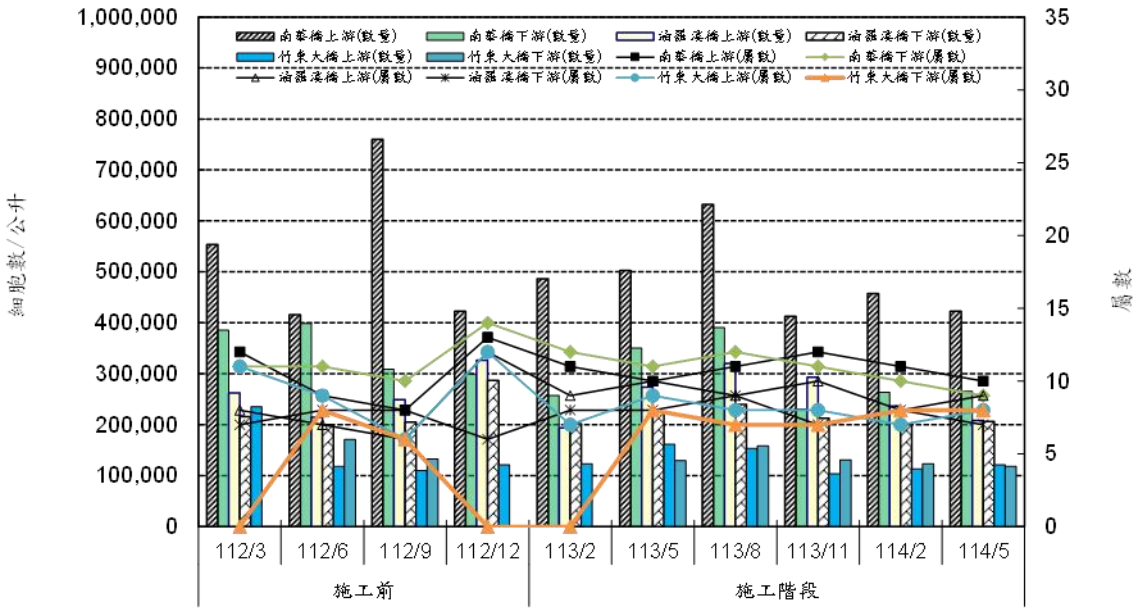


圖 3.9-7 歷季水域生態浮游性植物調查結果比較圖

(二) 114 年上半年各測站歧異度指數 H'及均勻度指數 E，南華橋上游歧異度指數 H'為 1.24～1.47，均勻度指數 E 為 0.52～0.64；南華橋下游歧異度指數 H'為 1.50～1.66，均勻度指數 E 為 0.68～0.72；油羅溪橋上游歧異度指數 H'為 1.12～2.01，均勻度指數 E 為 0.54～0.91；油羅溪橋下游歧異度指數 H'為 1.14～1.17，均勻度指數 E 為 0.55～0.60；竹東大橋上游歧異度指數 H'為 1.34～1.35，均勻度指數 E 為 0.65～0.69；竹東大橋下游歧異度指數 H'為 1.33～1.42，均勻度指數 E 為 0.64～0.68。由以上結果顯示，歧異度指數以油羅溪各季歧異度指數浮動較大，推測可能是受河川流量影響；

均勻度指數方面各測站數值皆屬中等偏低，表示各測站之物種個體數分配偏屬不均勻，有優勢物種出現(各測站皆為舟形藻)。

(三) 以下為各站所調查之浮游植物記錄與文獻資料：

1. 鳳山溪-南華橋：本計畫南華橋站水域生態調查，114 年第 1 季共記錄 13 屬浮游性植物，第 2 季為 14 屬；113 年各季分別記錄 14 屬、13 屬、12 屬及 14 屬；112 年各季皆記錄 14 屬浮游性植物。

   另參考其他相關計畫之調查結果，「鳳山溪河川情勢調查」中，渡船頭橋站於第 1 至第 4 季分別記錄 11 屬、13 屬、12 屬及 11 屬浮游性植物。

2. 油羅溪-油羅溪橋：本計畫油羅溪橋站水域生態調查，114 年第 1 季記錄 11 屬浮游性植物，第 2 季為 9 屬；113 年各季分別記錄 10 屬、11 屬、10 屬及 12 屬浮游性植物；112 年各季記錄 9 屬、5 屬、9 屬及 12 屬浮游性植物。

   另參考其他相關計畫之調查結果，「頭前溪河川情勢調查」油羅溪橋站共記錄 2 屬浮游性植物。

3. 上坪溪-竹東大橋：本計畫竹東大橋站水域生態調查，114 年第 1 季記錄 8 屬浮游性植物，第 2 季為 12 屬；113 年各季分別記錄 7 屬、10 屬、10 屬及 9 屬；112 年各季記錄 12 屬、11 屬、12 屬及 12 屬浮游性植物。

   另參考其他相關計畫之調查結果，「頭前溪河川情勢調查」竹東大橋站共記錄 2 屬浮游性植物。

六、浮游性動物

(一) 114 年上半年水域生態調查，浮游性動物共記錄 4 門 10 屬 620 個體數/公升，第 1 季浮游性動物共記錄 4 門 10 屬 632 個體數/公升，第 2 季浮游性動物共記錄 4 門 10 屬 608 個體數/公升。歷季調查結果如表 3.9-7 及圖 3.9-8 所示。

表3.9-7 歷季水域生態浮游性動物調查結果比較表

季別	測站	南華橋				油羅溪橋				竹東大橋			
		上游		下游		上游		下游		上游		下游	
		屬	數量	屬	數量	屬	數量	屬	數量	屬	數量	屬	數量
施工前	112 年 03 月	5	116	6	156	6	196	5	112	5	100	0	0
	112 年 06 月	4	84	6	144	5	184	4	84	5	36	3	24
	112 年 09 月	5	120	5	148	6	172	5	88	5	40	3	32
	112 年 12 月	6	88	7	112	8	228	8	124	9	72	0	0
施工階段	113 年 02 月	5	92	6	124	6	164	5	92	5	68	0	0
	113 年 05 月	7	104	8	136	8	184	6	100	9	80	6	60
	113 年 08 月	6	108	8	160	8	204	7	116	8	72	5	76
	113 年 11 月	7	100	6	108	7	180	6	108	8	76	7	72
	114 年 02 月	7	96	8	116	7	172	7	100	9	80	6	68
	114 年 05 月	7	100	7	112	8	164	7	92	9	84	6	56

註 1：數量單位為個體數/公升。

註 2：竹東大橋下游施工前(112 年 3 月)、施工前(112 年 12 月)及施工階段(113 年 2 月)皆呈現乾涸狀態，故未記錄到任何浮游性動物。

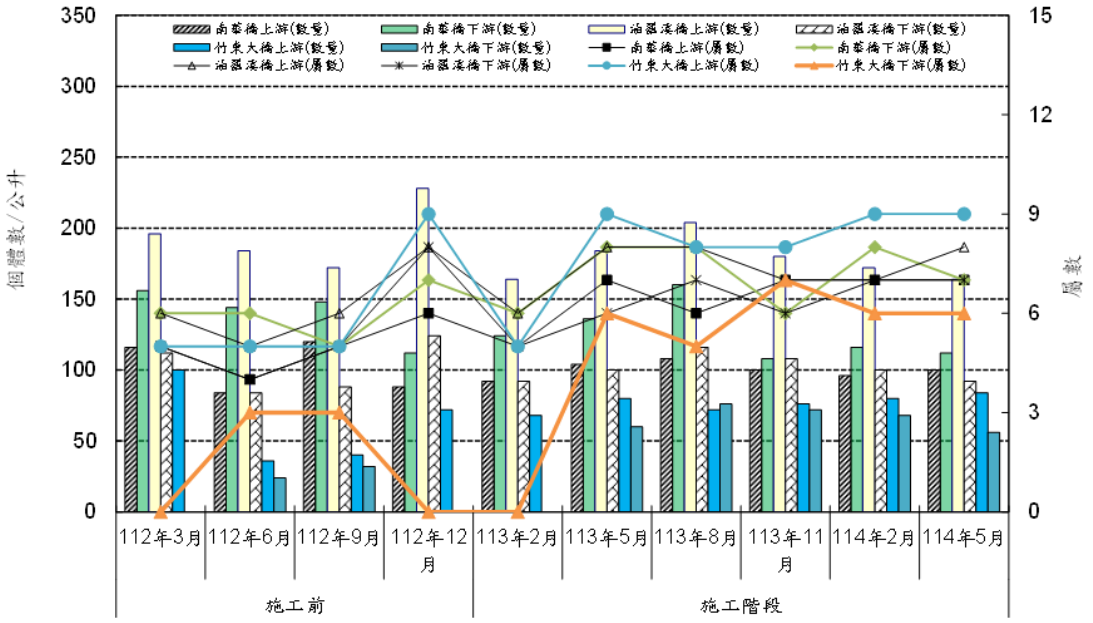


圖 3.9-8 歷季水域生態浮游性動物調查結果比較圖

(二) 114 年上半年各測站歧異度指數 H'及均勻度指數 E，南華橋上游歧異度指數 H'為 1.82～1.83，均勻度指數 E 為 0.93～0.94；南華橋下游歧異度指數 H'為 1.76～1.90，均勻度指數 E 為 0.90～0.91；油羅溪橋上游歧異度指數 H'為 1.73～1.76，均勻度指數 E 為 0.85～0.89；油羅溪橋下游歧異度指數 H'為 1.69～1.90，均勻度指數 E 為 0.87～0.97；竹東大橋上游歧異度指數 H'為 2.07～2.13，均勻度指數 E 為 0.94～0.97；竹東大橋下游歧異度指數 H'為 1.71～1.73，均勻度指數 E 為 0.96～0.97。由以上結果顯示，歧異度指數以竹東大橋上游較高，顯示此測站群聚內生物種類之豐富程度較高；均勻度指數方面各測站數值皆屬偏高，表示各測站之物種個體數分配偏屬均勻，無優勢物種出現。

(三) 以下為各站所調查之浮游性動物記錄與文獻資料：

1. 鳳山溪-南華橋：本計畫南華橋站水域生態調查，114 年第 1 季共記錄 9 屬浮游性動物，第 2 季為 10 屬；113 年各季分別記錄 8 屬、10 屬、10 屬及 8 屬浮游性動物；112 年各季分別記錄 6 屬、6 屬、7 屬及 9 屬浮游性動物。

   另參考其他相關計畫之調查結果，「鳳山溪河川情勢調查」渡船頭橋站無調查浮游性動物，故無從比對。

2. 油羅溪-油羅溪橋：本計畫油羅溪橋站水域生態調查，114 年第 1 季共記錄 9 屬浮游性動物，第 2 季為 10 屬；113 年各季分別記錄 7 屬、10 屬、8 屬及 8 屬浮游性動物；112 年各季分別記錄 6 屬、5 屬、8 屬及 8 屬浮游性動物。

   另參考其他相關計畫之調查結果，「頭前溪河川情勢調查」油羅溪橋站無調查浮游性動物，故無從比對。

3. 上坪溪-竹東大橋：本計畫竹東大橋站水域生態調查，114 年第 1 季及第 2 季皆記錄 10 屬浮游性動物；113 年各季分別記錄 5 屬、10 屬、8 屬及 10 屬浮游性動物；112 年各季分別記錄 5 屬、5 屬、6 屬及 9 屬浮游性動物。

   另參考其他相關計畫之調查結果，「頭前溪河川情勢調查」竹東大橋站無調查浮游性動物，故無從比對。

七、附著性藻類

(一) 114 年上半年水域生態調查，附著性藻類共記錄 4 門 17 屬 16,710,000 細胞數/100 平方公分，第 1 季附著性藻類監測共記錄 3 門 14 屬 16,500,000 細胞數/100 平方公分，第 2 季附著性藻類監測共記錄 4 門 13 屬 16,920,000 細胞數/100 平方公分。歷季調查結果如表 3.9-8 及圖 3.9-9 所示。

表3.9-8 歷季水域生態附著性藻類調查結果比較表

季別	測站	南華橋				油羅溪橋				竹東大橋			
		上游		下游		上游		下游		上游		下游	
		屬	數量	屬	數量	屬	數量	屬	數量	屬	數量	屬	數量
施工前	112 年 03 月	7	810,000	10	2,200,000	6	720,000	10	1,590,000	11	9,750,000	0	0
	112 年 06 月	10	2,240,000	9	3,880,000	7	1,080,000	9	1,890,000	5	440,000	6	110,000
	112 年 09 月	7	1,150,000	9	2,160,000	5	1,020,000	8	1,650,000	6	490,000	5	120,000
	112 年 12 月	7	610,000	8	1,240,000	5	840,000	8	1,450,000	7	740,000	0	0
施工階段	113 年 02 月	11	1,340,000	10	3,400,000	6	1,210,000	7	2,670,000	9	6,860,000	0	0
	113 年 05 月	9	2,820,000	11	3,710,000	10	1,420,000	9	2,450,000	10	7,020,000	9	2,150,000
	113 年 08 月	10	2,730,000	10	2,950,000	9	1,810,000	9	1,870,000	8	6,800,000	8	3,220,000
	113 年 11 月	10	2,600,000	10	2,810,000	7	1,660,000	6	1,360,000	7	5,430,000	7	2,490,000
	114 年 02 月	11	1,900,000	12	3,690,000	6	1,540,000	7	1,260,000	11	5,390,000	9	2,720,000
	114 年 05 月	9	2,150,000	10	3,560,000	6	1,570,000	9	1,400,000	10	6,140,000	8	2,100,000

註 1：數量單位為細胞數/100 平方公分。

註 2：竹東大橋下游施工前(112 年 3 月)、施工前(112 年 12 月)及施工階段(113 年 2 月)皆呈現乾涸狀態，故未記錄到任何附著性植物。

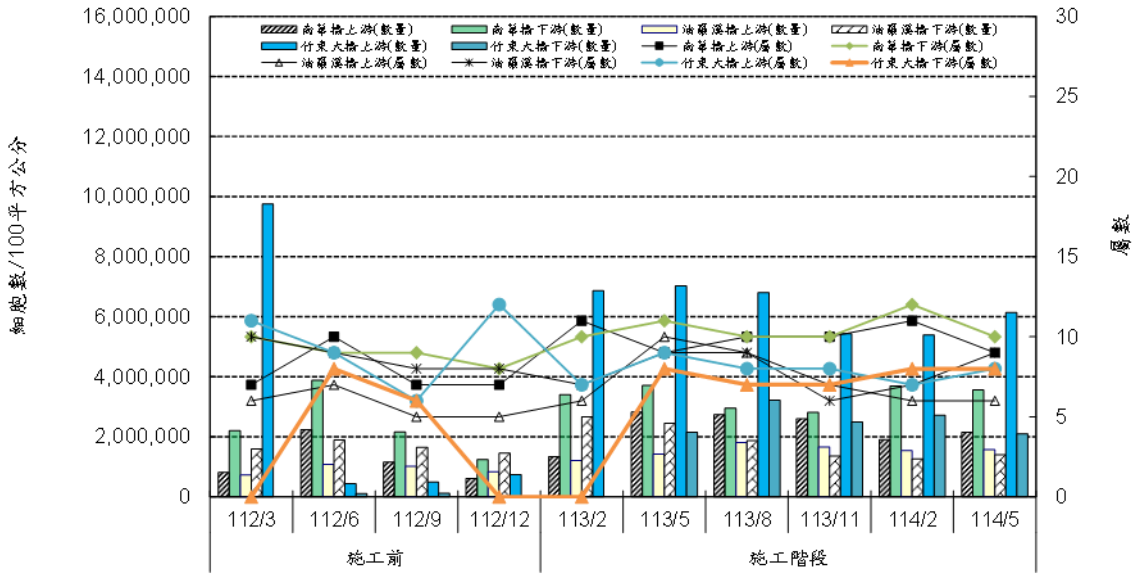


圖 3.9-9 歷季水域生態附著性藻類調查結果比較圖

(二) 114 年上半年各測站歧異度指數 H'及均勻度指數 E，南華橋上游歧異度指數 H'為 2.05～2.09，均勻度指數 E 為 0.86～0.95；南華橋下游歧異度指數 H'為 1.74～1.95，均勻度指數 E 為 0.70～0.84；油羅溪橋上游歧異度指數 H'為 1.42～1.46，均勻度指數 E 為 0.79～0.81；油羅溪橋下游歧異度指數 H'為 1.78～1.93，均勻度指數 E 為 0.88～0.91；竹東大橋上游歧異度指數 H'為 1.89～1.92，均勻度指數 E 為 0.80～0.82；竹東大橋下游歧異度指數 H'為 1.64～1.74，均勻度指數 E 為 0.75～0.84。由以上結果顯示，歧異度指數以南華橋上游較高，顯示此測站群聚內生物種類之豐富程度較高；均勻度指數方面各測站數值皆屬中等偏高，表示各測站之物種個體數分配偏屬均勻，無優勢物種出現。

(三) 各測站藻屬指數(Genus index, GI)判別水質狀況，計算結果南華橋上游 GI 為 0.77～1.49；南華橋下游 GI 為 1.16～4.75；油羅溪橋上游 GI 為 0.80～1.44；油羅溪橋下游 GI 為 1.79～1.83；竹東大橋上游 GI 為 3.72～6.19；竹東大橋下游 GI 為 1.33～1.88。由以上結果顯示，水質較好的為油羅溪下游及竹東大橋上游，整體水質為輕度污染。其餘測站皆為輕度污染至中度污染。

(四) 以下為各站所調查之附著性藻類記錄與文獻資料：

1. 鳳山溪-南華橋：本計畫南華橋站水域生態調查，114 年第 1 季共記錄 13 屬附著性藻類，第 2 季為 10 屬；113 年各季分別記錄 13 屬、11 屬、11 屬及 11 屬附著性藻類；112 年各季分別記錄 10 屬、10 屬、10 屬及 9 屬附著性藻類。

   另參考其他相關計畫之調查結果，「鳳山溪河川情勢調查」中，渡船頭橋站於第 1 至第 4 季分別記錄 17 屬、12 屬、17 屬及 17 屬附著性藻類。

2. 油羅溪-油羅溪橋：本計畫油羅溪橋站水域生態調查，114 年第 1 季及第 2 季皆記錄 9 屬附著性藻類；113 年各季分別記錄 7 屬、11 屬、12 屬及 7 屬附著性藻類；112 年各季分別記錄 10 屬、10 屬、9 屬及 8 屬附著性藻類。

   另參考其他相關計畫之調查結果，「頭前溪河川情勢調查」油羅溪橋站共記錄 8 屬附著性藻類。

3. 上坪溪-竹東大橋：本計畫竹東大橋站水域生態調查，114 年第 1 季記錄 12 屬附著性藻類，第 2 季為 10 屬；113 年各季分別記錄 9 屬、12 屬、9 屬及 7 屬附著性藻類；112 年各季分別記錄 11 屬、7 屬、7 屬及 7 屬附著性藻類。

   另參考其他相關計畫之調查結果，「頭前溪河川情勢調查」竹東大橋站共記錄 8 屬附著性藻類。

3.9.3 生態檢核水域生態調查

石門水庫至新竹聯通管工程案於 111 年 9 月實施設計階段水域生態調查，作為生態檢核之依據，該水域生態調查共有三個樣站，鳳山溪樣站、油羅溪樣站、上坪溪樣站，與本計畫水域生態調查鳳山溪-南華橋站、油羅溪-油羅橋站、上坪溪-竹東大橋站位置相似，為減少變因及增加參考性，將此生態檢核調查結果及各樣站調查結果與本計畫各年度秋季調查結果進行

分析比對，因生態檢核之附著性藻類調查成果呈現方式與本計畫有異，故無法進行各站比對。

生態檢核成果水域生態調查魚類 2 目 5 科 10 種、底棲生物 2 目 4 科 6 種、水生昆蟲 8 目 18 科、附著性藻類 5 門 28 屬 43 種。無記錄到保育類。與本計畫調查成果比對如表 3.9-9 所示。

表3.9-9 本計畫各年度秋季與生態檢核調查結果比較

	魚類	蝦蟹螺貝類	水生昆蟲類	附著性藻類
生態檢核 111 年秋季調查	10 種	6 種	18 科	28 屬
本計畫 112 年秋季調查	7 種	4 種	9 科	15 屬
本計畫 113 年秋季調查	9 種	5 種	9 科	14 屬

以下為生態檢核各樣站與本計畫相似站之調查成果：

一、 生態檢核鳳山溪樣站共調查魚類 9 種，蝦蟹螺貝類 6 種，水生昆蟲 10 科，附著性藻類 19 屬；本計畫鳳山溪-南華橋站，112 年共調查魚類 6 種，蝦蟹螺貝類 3 種，水生昆蟲 9 科，附著性藻類 9 屬；113 年共調查魚類 7 種，蝦蟹螺貝類 3 種，水生昆蟲 9 科，附著性藻類 11 屬。

二、 生態檢核油羅溪樣站共調查魚類 4 種，蝦蟹螺貝類 1 種，水生昆蟲 13 科，附著性藻類 10 屬；本計畫油羅溪-油羅溪橋站，112 年共調查魚類 7 種，蝦蟹螺貝類 3 種，水生昆蟲 9 科，附著性藻類 8 屬；113 年共調查魚類 7 種，蝦蟹螺貝類 3 種，水生昆蟲 9 科，附著性藻類 12 屬。

三、 生態檢核上坪溪樣站共調查魚類 4 種，蝦蟹螺貝類 2 種，水生昆蟲 7 科，附著性藻類 16 屬；本計畫上坪溪-竹東大橋站，112 年共調查魚類 5 種，蝦蟹螺貝類 2 種，水生昆蟲 9 科，附著性藻類 6 屬；113 年共調查魚類 5 種，蝦蟹螺貝類 3 種，水生昆蟲 9 科，附著性藻類 9 屬。

生態檢核於水域生態各種類略高於本計畫調查種數，比較本案與生態檢核調查之差異物種，僅本案生態調查到之特有種共 1 種，為粗口馬首鱲，其餘調查到之特有種皆相同。其中以上坪溪樣站調查結果最為相似，未來將持續以本計畫之秋季水域生態調查結果與生態檢核水域生態調查結果進行比較，觀察相同季節之生物種類差異性及各年度之變化。

3.9.4 工程影響分析

本工程於113年已進入施工階段監測，實際施工進度至114年上半年止尚未進入水域生態點位，故本章節僅提供各樣站施工前及施工階段周遭環境及陸域生態物種變化作為參考，待實際施工進度到達水域生態點位時再做後續分析，施工前及施工階段物種比對如表3.9-10所示。

一、 南華橋

目前雖為施工階段監測，但此調查點位尚無工程施工，故無工程影響之虞，水域生物種類的消長以季節變化為主，後續須持續監測各季生態情形與周圍環境變化。

建議跨河放水段將生態檢核納入細設，制定相關保育措施，後續施工範圍應以圍籬確實區隔，相關廢棄物、污水應妥善收集禁止任意堆置或排放。

二、 油羅溪橋

目前雖為施工階段監測，但此調查點位尚無工程施工，故無工程影響之虞，水域生物種類的消長以季節變化為主，後續須持續監測各季生態情形與周圍環境變化。

建議跨河放水段將生態檢核納入細設，制定相關保育措施，後續施工範圍應以圍籬確實區隔，相關廢棄物、污水應妥善收集禁止任意堆置或排放。

三、 竹東大橋

目前雖為施工階段監測，但此調查點位尚無工程施工，故無工程影響之虞，水域生物種類的消長以季節變化為主，後續須持續監測各季生態情形與周圍環境變化。

建議跨河放水段將生態檢核納入細設，制定相關保育措施，後續施工範圍應以圍籬確實區隔，相關廢棄物、污水應妥善收集禁止任意堆置或排放。

表3.9-10 施工前及施工階段水域生態調查結果比較表

樣站	施工階段新發現	施工階段未發現
1.南華橋上游	棘匣蟲、鞍甲輪蟲、盤星藻屬、柵藻屬、曲殼藻屬、等片藻屬、平板藻屬	日本絨螯蟹、扁蜉科、波緣藻屬、直鏈藻屬、裸藻屬、彎契藻屬
2.南華橋下游	極樂吻鰕虎、中華珈蟌原名亞種、線蟲、棍形藻屬、布紋藻屬、羽紋藻屬、小環藻屬、平板藻屬	螺旋藻屬、波緣藻屬、直鏈藻屬
3.油羅溪橋上游	何氏棘魚、中華珈蟌原名亞種、霜白蜻蜓中印亞種、直鏈藻屬、顫藻屬、柵藻屬、等片藻屬、棒杆藻屬	顫藻屬、肋縫藻屬、囊裸藻屬
4.油羅溪橋下游	白痣珈蟌、中華珈蟌原名亞種、呂宋蜻蜓、霜白蜻蜓中印亞種、等片藻屬、單趾輪蟲、顫藻屬、柵藻屬、小環藻屬、平板藻屬	腔輪蟲、雙眉藻屬、囊裸藻屬
5.竹東大橋上游	囊螺、盤星藻屬、布紋藻屬、平板藻屬	膠網藻屬、等片藻屬、異極藻屬、小環藻屬、直鏈藻屬、囊裸藻屬、線蟲
6.竹東大橋下游	囊螺、曲殼藻屬、雙眉藻屬、等片藻屬、小環藻屬、隱藻屬、臂尾輪蟲、單趾輪蟲、旋輪蟲、橈足類的無節幼蟲、線蟲、顫藻屬、盤星藻屬、柵藻屬、等片藻屬、小環藻屬、直鏈藻屬	纖維藻屬、異極藻屬

3.10 文化遺址與古蹟調查

3.10.1 區域簡介

(一)自然環境

本計畫路線行經桃園龍潭區、新竹縣關西鎮、橫山鄉與竹東鎮等行政區。以石門水庫為起點，穿越太平山、石門山後，行經既有產業道路，經湖口台地東南側，進入鳳山溪流域及其支流，沿台 3 線道路之路段往南延伸，路線於橫山鄉一帶轉為東西向，並以水管橋方式跨越頭前溪支流油羅溪與上坪溪，最後於竹東鎮附近之上坪溪左岸高灘地往南轉向，連接至寶二水庫引水渠道。地形方面，路線主要位於西部麓山帶或河流兩側，地形主要為丘陵與河谷地，整體地勢由東北向西南緩降(圖 3.10-1)。

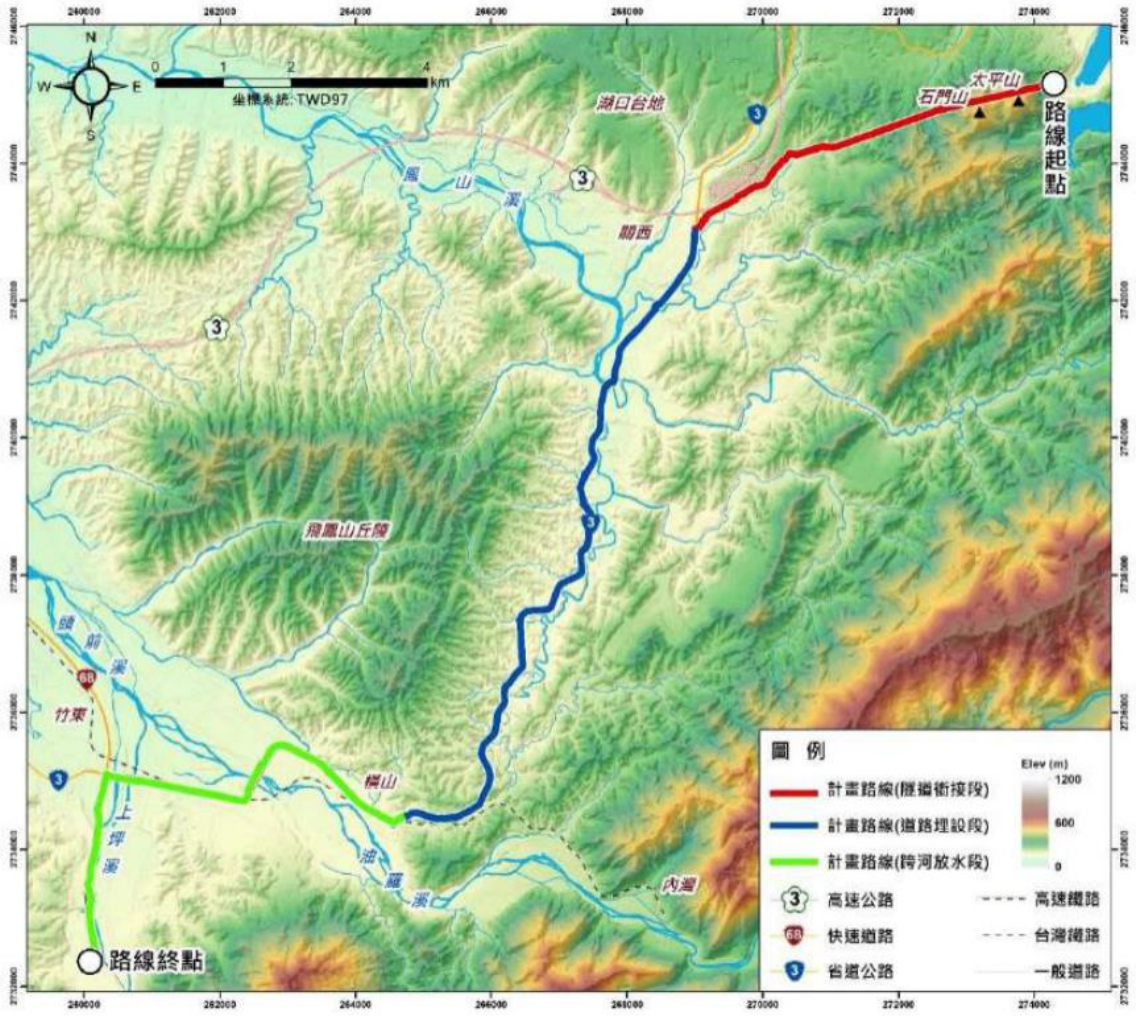


圖 3.10-1　計畫路線區域地形圖 (圖片引自經濟部水利署北區水資源局，2023:2-7)

(二)歷史人文

一、史前時期

新竹地區的考古調查與研究工作最早始於日治時期，為森丑之助在山區進行的調查，發現五指山、加孔山、鵝公髻等遺址，除大坪庄遺址出土陶器之外，其餘遺址出土多為打製石器(森丑之助，1911)。1963 年盛清沂進行新竹縣市進行考古調查時，陸續發現香山·南港、紅毛港遺址、鳳山溪流域之關西·南山、關西·東光、新埔·內立遺址、客雅溪流域之青草湖、御史崎遺址、頭前溪流域之竹東·番社子遺址等 8 處考古遺址(盛清沂，1964)。之後新竹地區亦進行數次的考古遺址普查工作，包含 1980 年由台灣大學考古人類學系執行之「全省重要史蹟勘察與整修建議—考古遺址與舊社部份」(黃士強、劉益昌，1980)、1992 年中國民學會執行之「臺閩地區考古遺址普查研究計畫第一期」(黃士強，1993)、2000 年中研院史語所執行之「臺閩地區考古遺址普查研究計畫第五期」(李匡悌等，2000)、2008 年台灣大學人類學系執行之「新竹縣考古遺址普查補遺計畫」(陳有貝，2008)、2009 年台灣打里摺文化協會執行之「新竹市考古遺址普查計畫」(劉益昌，2009)，以及「110 年度新竹縣考古遺址普查計畫」，目前新竹縣已知之考古遺址共計 51 處(蕭清松，2022)。

關於新竹地區的文化層序，因本區域考古學研究較少、資料較缺乏，故文化層序的建立主要從北部史前文化發展體系為主，李匡悌等人對於桃竹苗地區史前文化層序分類上大致相同，按時間先後分為大坌坑文化、細繩紋陶文化(紅毛港)、圓山文化、植物園文化以及近代漢人時期(李匡悌等，2000)；而劉益昌則認為依目前的考古資料並無法確認新竹市與鄰近地區具有大坌坑文化的出現，並將其分為新石器時代中期紅毛港類型、新石器時代晚期、金石並用時代苑裡類型與金屬器時代新港類型四個階段(劉益昌 2009:85-98)。

二、歷史時期

計畫路線所經過的新竹地區，在漢人入墾以前，主要為泰雅族、賽夏族、平埔族道卡斯族的聚居地。

道卡斯族群的分布範圍由台灣西部鳳山溪以南到大甲溪以北之間，包含今日新竹縣、苗栗縣，以及台中市大甲區以北的區域。道卡斯族可分為三個社群，一為新竹平原竹塹社群，二為現今苗栗一帶中港溪至烏眉溪以北的後壠社群，三為烏眉溪以南至大甲溪以北的蓬山社群。明鄭永曆 16 年(1662)漢人開始進入竹塹社發展，永曆 30 年(1675)明鄭於此

區設置通事。康熙 50 年(1712)，以王世傑為首的拓墾集團進入新竹平原開墾，起源地由新竹市東區東門街一帶往外擴展，隨著墾民亦多，並於雍正十一年(1733)築竹塹城，並令原居於廳城預定地的社民遷到竹塹北門城外，即是所謂的「舊社」。然而，舊社常因竹塹溪(頭前溪)氾濫影響，故又於乾隆十四年(1749 年)遷往竹北地區，成為「竹塹新社」，乾隆 25 年(1760)在新社建立「采田福地」，為竹塹社七姓祭祀公業共同祭拜祖先與福德正神的祠廟(詹素娟、張素玢，2001)。

而隨著漢人開墾壓縮到生活空間，道卡斯族被迫遷離原本的竹塹社，而遷往現今竹北一帶。隨後持續往東北移動，沿著鳳山溪、頭前溪中上游開墾新埔、橫山，甚至到關西馬武督高地。關西長期以來為泰雅族馬武督社群的傳統生活領域，因竹塹社的生活領域逐漸擴張到近山地區，因此常常與鄰近的賽夏族、泰雅族等發生競合關係(黃紹恆總編纂，2018)。

另有部分社民往東向新埔、關西方向遷徙。加上咸豐年間，因閩粵械鬥受到波及，社民散居於竹北堡之枋寮、新埔、鹹菜棚與新竹堡之番仔陂、犁頭嘴等庄(詹素娟、張素玢，2001)。其中鹹菜棚(今日關西地區)因移入者多，嘉慶至道光年間形成街肆，道光九年(1829)改稱為「鹹菜甕街」，後改稱「鹹菜棚街」(洪敏麟，1983)。鹹菜甕之名的來源有三，第一，因臨近溪流魚蝦眾多，多如鹹菜；第二，因其位在鳳山溪與牛欄河之間的河階面，三面為丘陵、周邊山地環繞，地形狀似甕的形勢；第三，伊能嘉矩認為鹹菜甕一詞來自於道卡斯族對馬武督流域的統稱(伊能嘉矩，1909；劉明怡，2010)。

行政隸屬方面，關西最初於1793年隸屬淡水廳美里庄墾區、竹塹社地，1877 年改隸屬新竹縣，範圍橫跨竹北一堡(鹹菜甕庄墾區)、竹北二堡(合興庄墾區)；1897 年關西地區隸屬於臺北縣桃園辦務署之咸菜硼支；1898 年改隸臺北縣新竹辦務署之咸菜硼支署；1901 年改隸桃園廳之咸菜硼支廳。1920 年，臺灣總督府重新規劃臺灣街市制度，咸菜硼因與日語發音關西相近，因而改名「關西」，區域涵蓋原先的咸菜硼區與石岡區，合併為關西街，隸屬於新竹州新竹郡。1946 年廢除州郡街庄制度，關西街改為關西鎮(黃紹恆總編纂，2018)。

橫山地區在漢人尚未入墾之前，部分河階地屬於道卡斯族竹塹社社地，而泰雅族、賽夏族則生活在地勢高且崎嶇的地方。漢人在橫山地區的開墾，則是自乾隆初年開始，大多是來自廣東的粵籍移民。當時橫山地區尚為界外之地，直至乾隆五十五年(1790)，官府劃立土牛溝與番界，本區屬於漢人自行向官府請墾設隘的隘墾區，吸引更多漢人進行拓墾，

因此促進拓墾組織與墾區庄的形成，至19世紀末，現今橫山的範圍已出現 6 個墾區庄，包含金興庄、濫仔庄、聯興庄、八十份庄、中興庄與合興庄(白偉權，2010)。

竹東鎮包含竹塹社保留區與隘墾區。保留區包含今員山里、柯湖里、頭重里、二重里、三重里、陸豐里、雞林里與仁愛里範圍，這些地區因耕地距離番社遙遠、社民不力耕作等因素，而在乾隆末年至嘉慶、道光年間陸續以賸耕、典當等方式轉與漢人。除上述區域外皆屬於隘墾區，從乾隆三十四年(1769)起，始有零星粵籍人士入墾，大規模的開墾自嘉慶十一年(1806)，由墾戶金惠成 14 股進入樹杞林、大窩浪地區開墾並建立聚落，道光三十四年(1834)之前已設有員山仔、三重埔、荖仔埔與樹杞林等隘；之後拓墾九芎林南邊，最後是閩粵合組墾號共同拓墾新竹東南丘陵一帶，顯示漢人由平原向丘陵入墾的歷程(郭楚淋，2010)。

3.10.2 文化資產

本節所稱文化資產係以文化部文化資產局已公告、登錄或指定之「有形文化資產」，以及尚未經過登錄或指定，但經過調查之「疑似考古遺址」。

(一)　指定或登陸之有形文化資產

經查詢文化部文化資產網站登錄之有形文化資產，顯示計畫路線所經行政區(桃園市龍潭區、新竹縣關西鎮、橫山鄉及竹東鎮)共有 1 處古蹟與 17 處歷史建築(如表 3.10-1)。其中有 1 處古蹟(竹東甘屋渤海堂)與 1 處歷史建築(竹東圳入水口)位於計畫路線 500 公尺內(圖 3.10-2)。

摘錄文化部文化資產網資料如下:

1. 竹東甘屋渤海堂(古蹟)

建於1916年，位於竹東鎮內舊稱「員崠子」的位置，於光緒年間金惠成彭家捐出土地，由甘氏宗族的甘惠南主導，興建員崠子三元宮，除了作為在地信仰中心，也作為製腦料墾民樟腦的集會場所。建築表現日治大正時期的營造技術。建築空間復合了漢式與日式居住文化，漢式合院建築並混合洋式建築外觀風格，為一堂二橫屋三合院配置，但做出少見的二層式堂屋，與西式拱弧形拱廊的橫屋等二特色，院城仍維持原建石鋪設的長條石材，採石砌台基，卵石砌牆基，正堂為面寬五開間，左右橫屋三開間，簷廊採磚砌弧拱，左右橫屋牆堵磚雕型式不同，西式簷牆上以卷草泥塑雜面向，也見證了竹東的拓墾歷史。

2. 竹東圳入水口(歷史建築)

竹東圳於昭和元年開始興建，於西元 1928 年完工通水。全長約 4600 餘公尺，沿著等高線開鑿，遇山開隧道，大小隧道共 13 座。其中，竹東圳第一號隧道入水口為營造至今，少數還保持原貌的隧道。第一號隧道入水口採磚造，造型古樸優美，碑除刻有「竹東圳」三字外，另有「民國十五年十月起工」,「民國十七年一月竣功」及「創設功勞者林春秀」落款。以磚做為結構材，以拱做為隧道結構的承重的古典做法，能代表時代性的建築技術的意義；而其做為竹東圳的代表性的入水口，承載了竹東圳的歷史意義。目前全日對外開放。

表 3.10-1 計畫路線所經行政區有形文化資產列表

行政區	個案名稱	資產類別	資產種類	與計畫路線距離
桃園市龍潭區	龍潭聖蹟亭	直轄市定古蹟	寺廟	>500 公尺
	龍潭翁新統大屋(正廳、右第一護龍)	直轄市定古蹟	宅第	>500 公尺
	龍潭烏樹林翁宅祖堂六桂傳香	歷史建築	宅第	>500 公尺
	龍潭三和江夏科文祖堂	歷史建築	宅第	>500 公尺
	龍潭三坑川盛信記商店	歷史建築	宅第	>500 公尺
	大平橋	歷史建築	橋梁	>500 公尺
	龍潭國小日式宿舍	歷史建築	宅第	>500 公尺
	龍潭武德殿	歷史建築	衙署	>500 公尺
新竹縣關西鎮	關西樹德醫院	歷史建築	醫院	>500 公尺
	關西豫章堂羅屋書房	歷史建築	書院	>500 公尺
	關西南陽堂鄧屋	歷史建築	宅第	>500 公尺
	關西台灣紅茶公司	歷史建築	產業	>500 公尺
	關西太和宮	縣(市)定古蹟	寺廟	>500 公尺
	關西鄭氏祠堂	縣(市)定古蹟	祠堂	>500 公尺
	關西分駐所	縣(市)定古蹟	衙署	>500 公尺
	關西東安古橋	縣(市)定古蹟	橋梁	>500 公尺
	范朝燈故居	縣(市)定古蹟	宅第	>500 公尺
新竹縣橫山鄉	大山背樂善堂	縣(市)定古蹟	寺廟	>500 公尺
	內灣派出所	歷史建築	衙署	>500 公尺
新竹縣竹東鎮	竹東車站	歷史建築	車站	>500 公尺
	竹東蕭如松故居建築群	歷史建築	宅第	>500 公尺
	竹東頭重並禁、示禁二碑	歷史建築	碑碣	>500 公尺
	植松材木竹東出張所	歷史建築	產業	>500 公尺

表 3.10-1 計畫路線所經行政區有形文化資產列表(續)

行政區	個案名稱	資產類別	資產種類	與計畫路線距離
新竹縣竹東鎮	新竹縣竹東鎮	歷史建築	產業	>500 公尺
	儒醫吳天祐紀念碑	歷史建築	牌坊,碑碣	>500 公尺
	竹東曉江亭	縣(市)定古蹟	其他設施	>500 公尺
	竹東甘屋渤海堂	縣(市)定古蹟	宅第	>500 公尺
	竹東九牧第	縣(市)定古蹟	宅第	>500 公尺

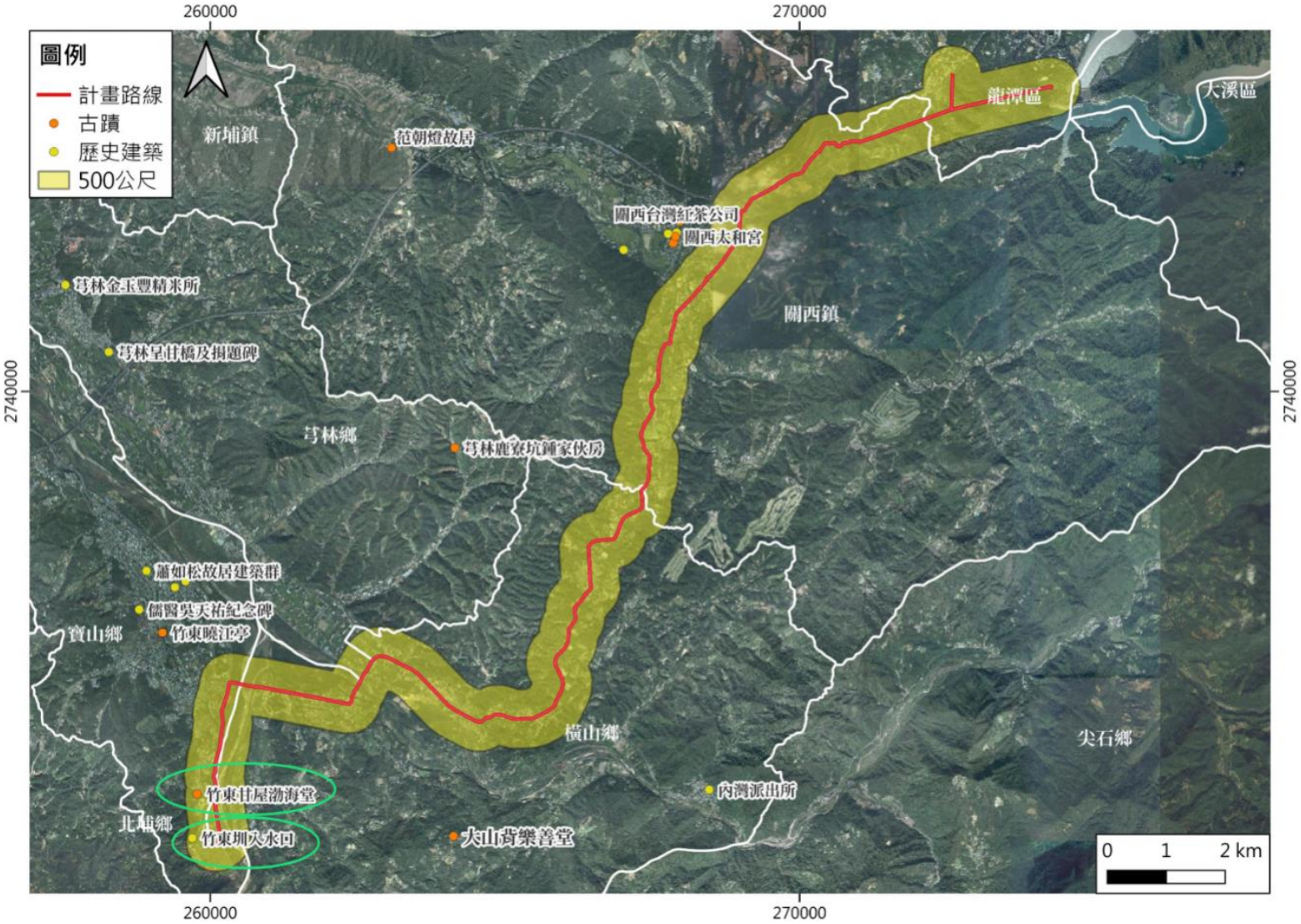


圖 3.10-2　　計畫路線周邊有形文化資產分布圖

(二)　疑似文化遺產-考古遺址

本節所敘述的考古遺址資料主要搜集自日治時期以來調查發現的考古遺址為主，本計畫路線所經之鄉鎮目前經調查所知的考古遺址，分別為:桃園市龍潭區 5 處、新竹縣關西鎮 6 處、橫山鄉 3 處與竹東鎮 2 處，共計有 16 處，如表 3.10-2(李匡悌等 2000；陳有貝 2008；蕭清松 2022；楊鳳屏 2016)。其中有 3 處位於計畫路線 500 公尺範圍內，分別為「關西•南山遺址」、「關西•東光遺址」與「沙坑村遺址」(圖 3.10-3、圖 3.10-4)。

表 3.10-2　計畫路線所經行政區有形文化資產列表

行政區	遺址名稱	文化類型	距離畫路線
桃園市龍潭區	二坪	不詳	>500 公尺
	旭隆磚廠	舊石器時代晚期	>500 公尺
	三坑子	植物園文化(2600-1800B.P.)	>500 公尺
	三坑子II	訊塘埔/圓山/植物園文(4800-3800 B.P./3300-2300 B.P./2600-1800 B.P.)	>500 公尺
	龍潭•大坪	訊塘埔/圓山文化(4800-3800B.P./3300-2300 B.P.)	>500 公尺
新竹縣關西鎮	關西•南山	不詳	約 450 公尺
	關西•東光	不詳	遺址範圍緊鄰計畫路線
	蝙蝠洞(帽盒山)	新港系統	>500 公尺
	德光	不詳	>500 公尺
	馬武督	十三行文化(1500-300B.P.)	>500 公尺
	水坑口	不詳	>500 公尺
新竹縣橫山鄉	沙坑村	不詳	約 69 公尺
	二十分	不詳	>500 公尺
	砅子	不詳	>500 公尺
新竹縣竹東鎮	番社子	不詳	>500 公尺
	頭重埔	不詳	>500 公尺

整理自蕭清松 2022；楊鳳屏 2016

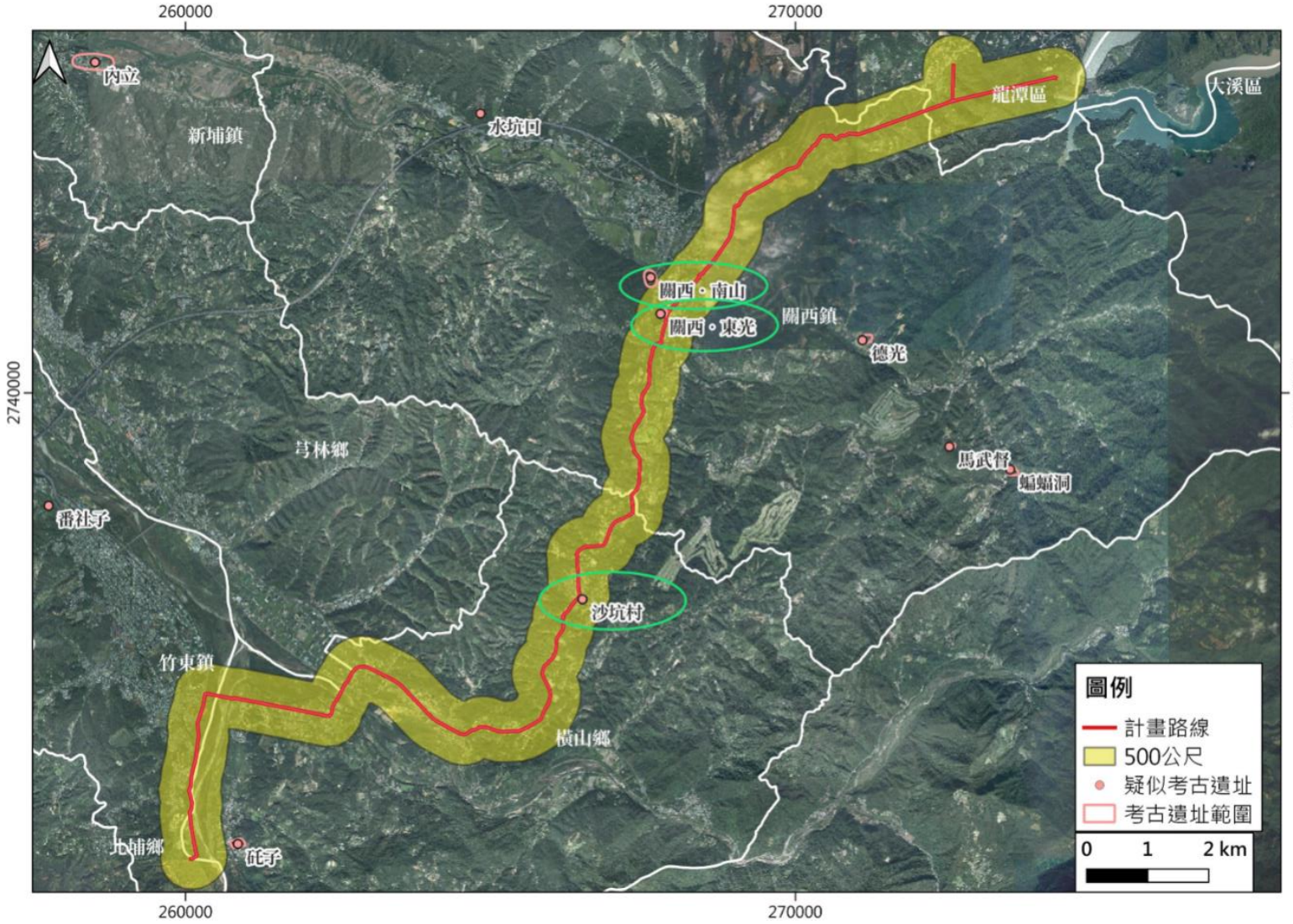


圖 3.10-3　　計畫路線周邊考古遺址分布圖

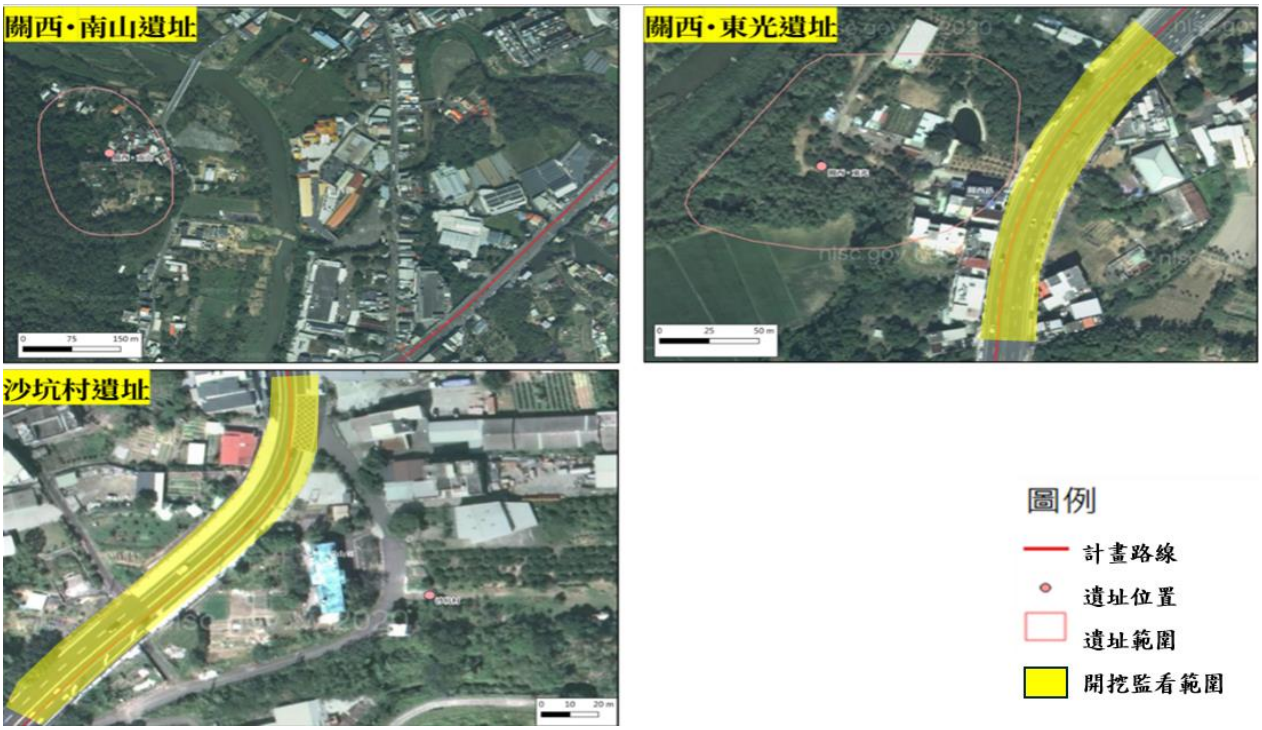


圖 3.10-4　　計畫路線 500 公尺內 3 處遺址位置

關於距離計畫路線 500 公尺內之 3 處遺址，整理歷年普查調查資料(李匡悌等 2000；陳有貝 2008；蕭清松 2022)，說明如下:

(一) 關西‧南山遺址

位於關西南山里鳳山溪西側，渡船頭橋西南側河岸坡地上民宅後方。1964 年盛清沂調查時發現打製石鋤，後續於李匡悌等人於 2000 年調查、陳有貝 2008 年調查以及 2021 年蕭清松等人調查時皆未發現遺物。文化類型與年代不詳。遺址現作為旱作田地、竹林、柑橘果園與墓地使用。

(二) 關西‧東光遺址

位於關西東光里東光國小西北側，由進發木材行旁小巷進入，191 號民宅前方坡地，1964 年盛清沂調查時發現打製石鋤、1997 年中油委託中鼎工程公司調查時於東光國小左側門地層斷面發現零星碎陶、2000 年李匡悌等人調查時發現打製斧鋤型器。文化類型與年代不詳。2021 年蕭清松等人調查時並未發現遺物，遺址上為竹林與荒地，雜草矮樹密布，且堆積現代廢棄物，推測本遺址部份範圍因民宅興建與耕作已遭到破壞。

(三) 沙坑村遺址

位於橫山鄉沙坑村派出所東側茶園。1994 年張光仁等人調查時發現黃橙色夾粗砂陶，後續於 2008 年調查、2021 年調查時皆無所獲。文化類型與年代不詳。推測可能因台 3 縣道路開發與耕作行為而遭破壞。周邊現作為農地、民宅使用。

本計畫施工前之文化遺址與古蹟調查應執行數量為 1 次，施工期間為落實開挖監看作業，經與北水分署確認後，以遺址前後 100 公尺(即 200 公尺)為主要監看範圍，於工程行經文化遺址範圍之開挖期間內逐日(次)監看，若開挖時發現疑似考古遺留，可即時進行相關處理措施。目前施工進度已鄰近需調查之敏感點位置，預計於 114 年下半年實施開挖面監看。

3.11 生態檢核

3.11.1 生態檢核作業辦理原則

本計畫參酌公共工程委員會 112 年 7 月 18 日「公共工程生態檢核注意事項」相關規定、依據經濟部水利署 109 年 4 月「水庫集水區工程生態檢核執行參考手冊」及經濟部水利署 112 年 4 月「經濟部水利署河川、區域排水及海岸工程生態檢核參考手冊」協助設計及施工廠商辦理本案工程設計、施工及維護管理等生態檢核作業，以落實工程生態檢核作業推動，減輕本工程計畫對生態環境之影響及彰顯北水分署推動本工程計畫之時，亦兼具生態保育及環境保護責任。

生態檢核作業目前涉及規劃設計與施工等兩作業階段，目前隧道銜接段、道路埋設段及跨河放水段工程皆為施工階段，惟跨河放水段目前尚未有工程施作，各工程階段辦理工作內容說明如下。

一、規劃設計階段

本計畫組成生態背景及工程專業之跨領域工作團隊，進行施工前現場勘查、生態評析，並針對細設階段生態檢核計畫及成果報告書(如既有生態環境資料與關注議題生態環境情報圖、關注物種、關注議題、生態保育原則與生態復育等)進行審核檢討並提出改善建議，以確認本工程計畫涉及主要生態保全對象與關注議題，並提供工程統包商擬定生態保育措施方案對策之參考依據。

二、施工階段

1.施工前

參與審查會議，協助審查生態檢核計畫書、生態檢核成果報告，提供專業審查意見。若有不足，將於施工期間進行滾動檢討改善並提出具體可行改善對策建議。

此外協助輔導各分標工程統包廠商進行施工前生態檢核教育訓練宣導，讓施工人員確實了解工區主要關注物種與生態敏感區域，在施工中配合落實之各項生態保育措施。

2.施工中

於施工期間進行工程現勘及輔導查核統包廠商確實落實相關生態保育措施執行，有效減輕環境異常狀況發生，進而達到生態保育目標成效。同時於施工期間將進行施工環境現地監測、生態保育措施執行情形勘查及協助設置生態保育補償設施與監看調查，並持續分析檢討相關措施與補償設施成效，必要時提出改善建議。

若遇環境生態異常時，配合工程主辦機關啟動環境生態異常狀況處理作業程序，提供改善對策建議，有效降低生態環境衝擊。

3.完工後

完工後一個月內，協助檢視工區生態環境恢復情況，確認生態保全對象存活狀況，分析工程生態保育措施執行成效，將相關執行成效檢討成果供其他類似工程案件參考調整，有助減輕工程負面影響。

3.11.2 施工階段目前執行成果說明

一、施工前提供審查意見及相關會議參與

本計畫於施工前完成多次生態檢核計畫書及成果報告的審查與修訂，並於 114 年 4 月 25 日參加生態保育督導小組第三次會議，協助審查成果報告，參酌督導小組委員意見，追蹤後續辦理情況，並推動生態保育措施落實。歷次審查標的及時間詳列於表 3.11-1。

在每次審查中，本計畫針對資料完整性、準確性及專業性提出意見，主要內容包括：確認作業內容符合生態檢核要求、統一報告目錄格式、協助制定具體且量化的生態保育措施，以及確認關注物種與生態保全對象。確保計畫書及成果報告符合「公共工程生態檢核注意事項」相關規定，並提升生態保育措施的可行性，減少工程對生態環境的影響。審查意見與建議詳見表 3.11-2。

表 3.11-1 本計畫歷次審查標的及日期一覽表

標別	審查標的	審查日期
隧道銜接段工程	設計階段生態檢核成果報告(第一版第一次修正)	113 年 03 月 06 日
	設計階段生態檢核成果報告(第一版第二次修正)	113 年 04 月 02 日
	設計階段生態檢核成果報告(第一版第三次修正)	113 年 05 月 03 日
	施工階段生態檢核計畫書(第一版第三次修正)	113 年 04 月 15 日
	施工階段生態檢核成果報告(113 年度)(第一版)	114 年 04 月 25 日
	施工階段生態檢核成果報告(113 年度)(第一版第一次修正)	114 年 06 月 18 日
道路埋設段工程	細部設計階段生態檢核成果報告(第一版)	113 年 04 月 16 日
	細部設計階段生態檢核成果報告(第一版第一次修正)	113 年 05 月 03 日
	細部設計階段生態檢核成果報告(第一版第二次修正)	113 年 05 月 30 日
	施工階段生態檢核計畫書(第一版)	113 年 08 月 08 日
	施工階段生態檢核計畫書(第一版第一次修正)	113 年 08 月 29 日
	施工階段生態檢核成果報告(113 年度)(第一版)	114 年 04 月 25 日
	施工階段生態檢核成果報告(113 年度)(第一版第一次修正)	114 年 06 月 03 日
跨河放水段工程	細部設計階段生態檢核計畫(第一版第二次修正)	113 年 12 月 05 日
	聯通管明挖段(上坪溪段)工程細部設計圖(第一版第四次修正)	114 年 04 月 18 日

資料來源：本計畫整理

表 3.11-2 歷次審查意見及建議說明一覽表

審查標的	審查意見及建議
隧道銜接段工程設計階段生態檢核成果報告(第一版第一次修正) 113 年 03 月 06 日	1. 依據公共工生態檢核注意事項最新規定，生態檢核作業包含生態檢核、民眾參與、資訊公開等三大部分，而本案報告書僅論述生態檢核部分，未說明民眾參與及資訊公開辦理執行方法與內容，以符合生態檢核精神，請補充說明。 2. 圖 1-1 上於計畫路線上應標示本標工程範圍。 3. P5-1 於其他文獻關注物種中，應增加基設階段生態檢核成果及環境監測報告，並選擇文獻關注物種(如臺北樹蛙、黃嘴角鴞及領角鴞)，納入關注物種名單內(表 5-1)，增列習性概述及可能造成影響，並擬定生態保育措施。 4. P5-2 將生態保全對象列為大片面積之天然林，該如何監測工程對於此保全對象的影響？或是如何確保保全對象不受工程影響。 5. P5-2 坡地棲地評估及水域棲地評估成果應納入本文中，另建議後續於施工期間應定期進行棲地評估，以了解棲地環境變化情形。 6. P5-3 生態關注區域圖繪製低度敏感區中再區分人為干擾區。 7. P5-3 調查關注物種位置應標示於圖 5-1、5-2 及設計書圖內。 8. P5-6 生態保育措施建議重新調整： (1)為保留當地原生植被環境及胸徑 10 公分以上之樹木，工區範圍內是否有需保全樹木？應參酌基本設計階段成果予以確認釐清，應該標註位置於後續細部設計圖面，並訂定相關保全樹木移植計畫內容。 (2)應該於此階段確認臺北樹蛙可能利用之靜止水塘，並迴避該區域之開發。 (3)工程材料放置區域及工程車停放區域應明確標註於設計書圖內。 9. 請協助提供關注本工程生態議題之專家學者及地方 NGOs 團體，供機關邀請對象參考。 10. 自主檢查表未將生態保育措施全部納入。
隧道銜接段工程設計階段生態檢核成果報告(第一版第二次修正) 113 年 04 月 02 日	1. 將所調查到之樹木，數量、位置、保護措施說明清楚。

資料來源：本計畫整理。

表 3.11-2 歷次審查意見及建議說明一覽表(續 1)

審查標的	審查意見及建議
隧道銜接段工程設計階段生態檢核成果報告(第一版第三次修正) 113 年 05 月 03 日	1. P.3-18 所擇定關注物種，與 P.2-3 應聚焦於穿山甲、八色鳥、臺北樹蛙等物種不同。請重新釐清關注物種之擇定。 2. 第三章 生態補充調查，各類別請再補充調查的日期。 3. P.4-20 民眾參與請補充辦理時間於本文中。 4. 表 4-11 非本計畫內容，請釐清後更正。
隧道銜接段工程施工階段生態檢核計畫書(第一版第三次修正) 113 年 04 月 15 日	1. 審查意見回覆字型及大小請統一。 2. 目錄的項次請一致，第二章請調整為 2.1。 3. 請釐清生態檢核作業範圍於與生態檢核調查範圍，請將生態檢核調查應改為生態補充調查。 4. P18 第二章於施工期進行水、陸域生態監測與第三章內容是否相同？若相同應將第三章內容整併至第二章。 5. P20 應為附件一。 6. P24 環境異常狀況處理請於第二章工作項目說明，非設計階段統整。 7. 請增加預期成果章節，包含施工階段生態檢核作業期程、施工階段生態檢核作業預期成果。 8. 生態保育措施請與設計階段成果報告書一併修正。 9. P15-17 生態檢核工作團隊學歷證書請移至附件。

資料來源：本計畫整理。

表 3.11-2 歷次審查意見及建議說明一覽表(續 2)

審查標的	審查意見及建議
道路埋設段工程細部設計階段生態檢核成果報告(第一版) 113 年 04 月 16 日	1. 建議將民眾參與訪談成果放入第四章 4.6 節內補充說明。 2. 臺灣生物多樣性網路應為「台灣生物多樣性網絡」。 3. P28-29 關注物種及野生野生動物部分，請將(一)迴避及(三)迴避予以合併。 4. P29 施工前說明會向施工廠商介紹及宣導該物種相關習性，應為施工前向施工廠商介紹及宣導該物種相關習性。 5. 於南華橋及新城橋發現穿山甲洞穴紀錄，其中新城橋處甚至在工程範圍內，請提出更具體之生態保育措施？如工區範圍洞穴周遭用黃色警戒帶標示圈圍，避免施工行為侵入等。 6. P29 水管橋鎮敦應為鎮「墩」 7. 請確認以下生態保育措施是否可行： 【減輕】有關施工區域明顯標示限制車速低於 30 公里以下之標牌，減少野生動物道路致死機會。請確認是否車速需低於 30 公里？ 【補償】若因施工行為導致植被遭受移除而產生之裸露地環境，建議可於工程完工後撒播原生草、樹籽，或栽植原生苗木，加速整體植被恢復。 【減輕】水管橋施工時，為避免開挖土方直接落入水域環境提高水土濁度使水域生態受害，利用鋼板樁等擋土臨時設施防止該情形發生。請確認是否有設置擋土臨時設施？ 【減輕】避免施工區域之逕流廢水未經處理直接流入鄰近之水域環境，設置防止污染水體之截流溝或導水溝。請確認是否有設置截流溝或導水溝？ 8. 附 2-12 頁 1-3 棲地照片紀錄請跨頁呈現。 9. 關注物種及保全對象位置應標示於設計書圖內。 10. 生態保育措施執行位置建議應明確標示於設計書圖內。 11. 請協助提供關注本工程生態議題之專家學者及地方 NGOs 團體，供機關邀請對象參考。 12. 簡報內提到未涉及水域生態，但其工程有涉及水域，與內容不一致，若報告內有類似問題請修正。 13. 將所調查到之樹木，數量、位置、保護措施說明清楚。 14. 施工圍籬的形式為何，是否會影響到穿山甲。 15. 土方堆置區的位置需標示清楚，利於施工廠商作業。

資料來源：本計畫整理。

表 3.11-2 歷次審查意見及建議說明一覽表(續 3)

審查標的	審查意見及建議
道路埋設段工程細部設計階段生態檢核成果報告(第一版第一次修正) 113 年 05 月 03 日	1. 審查意見請補充辦理情形之頁碼/章節。 2. 生態保育措施建議敘明其效果，請將辦理情形補充於本文中。 3. 生態保育措施平面圖，未見土方堆置區域位置，請補充。 4. 生態保育措施平面圖建議分段分區呈現。避免比例尺過大，而無法清楚呈現實際位置。
道路埋設段工程細部設計階段生態檢核成果報告(第一版第二次修正) 113 年 05 月 30 日	1. 「以現地訪談之方式蒐集當地民眾意見，統整問題及內容記」文句有缺字，請再檢查。 2. 依照審查意見辦理情形，將生態保育措施平面圖「分段分區」呈現，以利各項生態保育措施落實。生態保育措施圖及保全樹木及物種分布位置圖仍以全區工程圖面呈現，請再補充說明。
道路埋設段工程施工階段生態檢核計畫書(第一版) 113 年 08 月 08 日	1. 2-1 頁有關引用《水庫集水區工程生態檢核執行參考手冊》應更新至 109 年 4 月版本。 2. 3-1 頁《公共工程生態檢核注意事項》應更新至 112 年 07 月 18 日。 3. 3-3 頁與 4-1 頁內容相同，請重新調整。第四章施工階段生態檢核作業，應參考「公共工程生態檢核注意事項」，依工程實際狀況及前期成果，依施工前、施工期間、完工後階段擬定工作項目，非以原則呈現。 4. 4-2 頁表名為道路埋設段工程工程生態衝擊議題及保育對策一覽表，其內容並未說明生態衝擊議題，請補充說明。 5. 4-2 頁可與工程施工廠商共同檢討規劃設計階段擬定之 20 項生態保育措施可應用於施工階段生態保育措施自主檢查的妥適性與可行性。 6. 表 4-2 公共工程生態檢核自評表及其他檢核表單部分內容有誤(如監造廠商)，請重新檢視更正。 7. 請補充棲地環境評估方法及指標，以確認施工對於生態影響，請於第三章補充方法，第四章補充評估的頻率、位置。 8. 請增加預定工作計畫期程及預期成果等章節，包含施工階段生態檢核作業期程、施工階段生態作業預期成果。 9. 請具體說明環境異常狀況處理計畫及流程。 10. 請具體說明保全對象(如菲島福木、臺北樹蛙及穿山甲等)的生態保育措施。 11. 針對有落墩水管橋跨河之工程段，落墩施工行為可能影響水域生物棲息，本計畫建議增做生態補充調查，以瞭解工程對水域生態的影響

資料來源：本計畫整理。

表 3.11-2 歷次審查意見及建議說明一覽表(續 4)

審查標的	審查意見及建議
道路埋設段工程施工階段生態檢核計畫書(第一版第一次修正) 113 年 08 月 29 日	1. 水域監測計畫請補充調查樣點數量、測站位置，並用圖呈現說明。目前規劃僅調查 1 次，請評估是否足以說明施工影響，並建議調查時間應落在水域施工期間。 2. 請參酌細設階段生態檢核成果，將生態保育措施於設計書圖內標示。 3. 表 4-1 生態保育對策應為「生態保育措施」。 4. 有關水管橋生態受施工衝擊部分論述不足，建議請於表 4-1 加強補充相關論述。如鎮墩工程之噪音和震動可能驅離水域生物，或對移動速度慢的螺貝類造成生存威脅。
跨河放水段工程細部設計階段生態檢核計畫(第一版第二次修正) 113 年 12 月 05 日	1. 本工程民眾參與對象，除在地民眾關心外，環保團體亦可能關注，未來請協助提供關注本工程生態議題之團體，供機關邀請對象參考。 2. 建議於文獻蒐集結果納入「石門水庫至新竹聯通管通工程環境監測分析」監測成果，補充稀有植物及保育類動物發現位置圖，作為本計畫生態檢核之生態背景資料，以提出符合現地之保育措施。 3. 後續執行時繪製之生態關注圖，請依實際施工可能影響範圍(約 100 公尺)繪製，呈現道路及跨河兩側區域即可。 4. 後續執行時請再重新盤點保全樹木之物種、座標及數量，並納入報告。
聯通管明挖段(上坪溪段)工程細部設計圖(第一版第四次修正) 114 年 04 月 18 日	1. [減輕]施工機具動線以既有道路為主，需另闢相關車輛動線道路則應確認臺灣大豆分布狀況進行移植，移植至頭前溪生態公園(暫定地方級)。 2. [減輕]水管橋施工建議採取半半施工法，同時間只在一岸施工以減少對生物干擾、河床底質擾動程度，並避免完全阻斷河川水流。 3. [迴避]若需移植保全樹木，應參照植栽移植計畫，於施工前擬定移植作業，並依各樹種移植適期期間進行移植作業。

資料來源：本計畫整理。

表 3.11-2 歷次審查意見及建議說明一覽表(續 5)

審查標的	審查意見及建議
隧道銜接段工程施工階段生態檢核成果報告(113 年度)(第一版) 114 年 04 月 25 日	1. 圖六之「野鳥重要棲息地」應為「重要野鳥棲息地」。 2. 依據臺灣維管束植物紅皮書名錄分級，國家受脅物種分為國家極危(NCR)、國家瀕危(NEN)及國家易危(NVU)，請確實依據臺灣紅皮書修改受脅類別英文縮寫。 3. P.31，隧道進口處兩棲類隻次與名錄不符，特有種發現 2 種刮弧內有 3 種，請確認。 4. P.33，紅外線自動照相機之內容，本年度兩次，應表示為(113/1 至 113/6)及(113/6 至 113/12)，已利閱讀。 5. 蜻蛉類發現特有種善變蜻蜓，名錄無標示其為特有種。 6. P.40，大冠鷲應為「日行性」，非「日習性」。 7. 臺北樹蛙於三屯圳周邊活動，出口處送風機運轉聲是否會對其求偶行為造成影響？ 8. P.43 表格應為表七，無表號及表名。 9. 貴團隊有進行棲地評估，惟僅呈現棲地評估成果，未說明其歷次評估成果之代表意義? 10. 圖十六僅有圖名，缺漏圖片。 11. 表九公共工程生態檢核自評表機關名稱請修正為經濟部水利署北區水資源分署。 12. 表九公共工程生態檢核自評表填列並非只是進行勾選，應補充說明相關辦理情形或詳相關附表。 13. 依據臺灣維管束植物紅皮書名錄分級，國家受脅物種分為國家極危(NCR)、國家瀕危(NEN)及國家易危(NVU)。依據臺灣陸域哺乳類紅皮書名錄分級，另有國家接近受脅(NNT)等級。物種名錄請確實依據各類臺灣紅皮書規範修正受脅類別英文縮寫。 14. 哺乳類名錄表內物種數小計及數量小計與表內資訊不符。 15. 請更新政府單位名稱如環境保護署應為環境部，農業委員會應為農業部等。 16. 2.2 節生態文獻及第四章應以不同季別敘述物種種類以利比較。 17. 第四章中植物、哺乳類及鳥類不以測站位置分別敘述之原因為何。 18. 第四章之兩棲類、爬蟲類及蝴蝶類，已見種類組成以測站位置分別敘述，但後續內容，如優勢種、保育類及特有種與特有亞種又將其合併敘述之原因為何。

資料來源：本計畫整理。

表 3.11-2 歷次審查意見及建議說明一覽表(續 6)

審查標的	審查意見及建議
道路埋設段工程施工階段生態檢核成果報告(113 年度)(第一版) 114 年 04 月 25 日	1. 1.2 節之文獻資料來源為何？ 2. P.5，該頁所述及關注物種眾多，請釐清工區影響範圍是否涉及相關關注物種，避免後續造成 NGO 團體疑慮。 3. P.17，針對被移除之菲島福木是否仍有使用警示帶或圍籬區隔。 4. 表 2-3 項次 11，台北樹蛙繁殖期為 10 月至次年 3 月，本次報告應有涵蓋涉及，請檢討確認。 5. 表 2-3 項次 13 請補充說明水管橋橋敦與橋台開挖之工期為何? 6. 表 2-4 最後一列為何?是否為總分合計?
道路埋設段工程施工階段生態檢核成果報告(113 年度)(第一版第一次修正) 114 年 06 月 03 日	1. 封面及報告格式尚未依北水分署規定之格式修正，如報告封面之色彩、不需內文封面及需要章節隔頁等。 2. 2.8 節僅有標題，未有內容。 3. 審查意見及回覆說明表若有修正，應附上圖說/章節/頁次等，以利比對。 4. 表 2-7 之表標題日期誤植為 5 月。 5. 陳委員映竹所提第二點意見，良好之溝通機制提出之時間未敘明，是否已經提出? 6. 工務科所提第二點意見，未見各階段生態的變化時間序 7. 計劃科所提第四點意見，圖 1-3 及圖 1-4 仍不易判讀，是否已無法提高清晰度? 8. 科進栢誠工程顧問股份有限公司所提第一點，本次報告有涵蓋涉及台北樹蛙繁殖期，應補充說明南沙坑區段工程施作之工期為何。 9. 科進栢誠工程顧問股份有限公司所提第七點，113 年 7 月份自主檢查表仍有印刷模糊情形。 10. 1.2 節所蒐集與彙整之文獻資料為何，應於內文敘述中提及。
隧道銜接段工程施工階段生態檢核成果報告(113 年度)(第一版第一次修正) 114 年 06 月 18 日	1. 編號 39 及 42 應有涵蓋隧道銜接段之意見，請確認補充回覆。 2. p.1-17，圖一之序號錯誤，請確認是否為圖 1.6.2。 3. p.1-14，內文中「保育措施實施位置如圖一、圖所示」，圖片之序號錯誤，請確認修正。

資料來源：本計畫整理。

二、施工中查核生態保育措施

本計畫於施工階段定期勘查工程現場，追蹤工程對生態環境影響，確保落實生態保育措施，提供具體的改善建議及異常狀況處理，以強化生態保育措施的成效。

執行相關工作以「經濟部水利署河川、區域排水及海岸工程生態檢核參考手冊」C-05 施工階段生態保育措施抽查表及相關照片，填列表單佐證實際抽查情形。

於隧道銜接工程施工期間 114 年 3 月 4 日、5 月 5 日，共計辦理 2 次工程現勘及生態保育措施執行情形抽查作業，詳圖 3.11-2。截至 5 月 5 日可知 16 項生態保育措施已有落實 14 項，其餘 2 項因施工進度未達而尚未執行。相關執行成果，詳表 3.11-3 及圖 3.11-3，辦理情形詳附件之附表 C-05。

於道路埋設工程施工期間 114 年 3 月 4 日、5 月 5 日，共計辦理 2 次工程現勘及生態保育措施執行情形抽查作業，詳圖 3.11-4。截至 5 月 5 日可知 20 項生態保育措施，已有落實 14 項，其餘 6 項因施工進度未達而尚未執行。相關執行成果，詳表 3.11-4 及圖 3.11-5，辦理情形詳附件之附表 C-05。

現勘隧道銜接段隧道入口	現勘隧道銜接段隧道入口
現勘隧道銜接段隧道出口	現勘隧道銜接段隧道出口
現勘隧道銜接段明挖覆蓋段	現勘隧道銜接段明挖覆蓋段

圖 3.11-1 隧道銜接工程現勘及查核作業說明圖

表 3.11-3 隧道銜接段工程生態保育措施抽查執行概況表

檢查項目	03/04	05/05
[迴避]隧道進口處位置迴避周邊天然林，盡量保留當地原生植被環境及胸徑 10 公分以上之樹木。	■	■
[迴避]施工期間避免 4 月至 7 月進行，減少八色鳥繁殖影響，若工期無法迴避，則需事先於繁殖季時進行調查，了解巢位大致位置。	■	■
[迴避]確認臺北樹蛙可能利用之靜止水塘，減少施作位置影響，或迴避該區域之開發。	■	■
[縮小]施工便道優先使用既有道路，盡量不另開闢新施工便道。	■	■
[縮小]施工所使用的物料或材料集中堆置區，以現有裸地或空地為主，不另於自然棲地另闢堆置區。	■	■
[減輕]工程進行時應針對短期土方堆置區覆蓋帆布或黑紗網，減少風吹揚塵。	■	■
[減輕] 定時對施工道路及車輛進行灑水降低揚塵量，原則上每日應至少四次，分別是上、下午的上工前及下工後。	■	■
[減輕]開挖區域若無法迴避胸徑 10 公分以上之樹木，而必需進行移植者，應於施工前擬定移植計畫，並進行移植作業。	■	■
[減輕]劃設工程材料放置區域及工程車停放區域，減少對地表植被及原生樹木生育地環境的干擾及維護根系生長。	■	■
[減輕]施工期間架設施工圍籬，或使用低噪音機具，減少噪音傳播。	■	■
[減輕]施工期間生活廢棄物應妥善處理，尤其食物廚餘，須密封集中堆置。	■	■
[減輕]廢棄物依據營建廢棄物處理，而可回收再利用之廢棄物應交由回收商資源回收或再利用機構再利用。	▧	▧
[減輕]施工整地中嚴禁使用除草劑及殺蟲劑等化學藥劑。	■	■
[減輕]施工區域內限速在 30 公里/小時以下，並設置告示牌，避免路殺。	■	■
[減輕]除隧道內施工外，其於明挖段應禁止夜間施工。	■	■
[補償]若因施工而需移除部分樹種(如陽性樹種或外來樹種等不適合移植者)，應計算剷除之數量，在工程完工前於地表裸露地區進行樹木及原生草種補植，以複層林方式栽植。	▧	▧

■ 合格 ▧ 未達施工進度，尚未執行 ☒ 不合格

迴避臺北樹蛙棲地	物料堆置區以現有空地為主
使用原有道路做為施工便道	定期灑水降低揚塵量
採低噪音機具(噪音未超標)	生活廢棄物集中堆置

圖 3.11-2 隧道銜接段工程生態保育措施說明圖

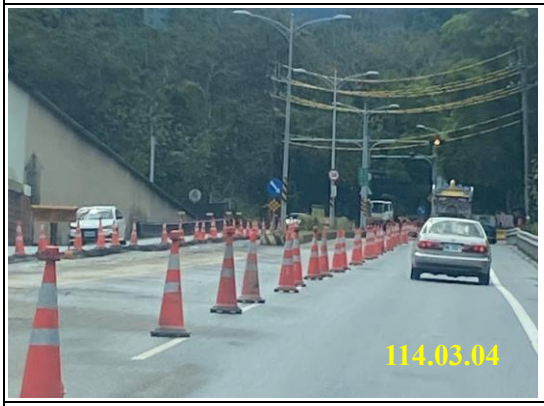
現勘道路埋設工程	現勘道路埋設工程
	
現勘道路埋設工程	現勘道路埋設工程
現勘道路埋設工程	現勘道路埋設工程

圖 3.11-3 道路埋設工程現勘及查核作業說明圖

表 3.11-4 道路埋設段工程生態保育措施抽查執行概況表

檢查項目	03/04	05/05
[迴避]計畫路線記錄有蒲葵、流蘇樹及菲島福木等稀有植物，為保留稀有植物之種源，以原地保留方式，施工前以警示帶或圍籬等方式清楚區隔，避免施工機具誤傷。	■	■
[迴避]為保全良好棲地環境，工程施作除施作水管橋區域路段，其餘路段工程迴避往南向上坡林相良好處，包括機具及物料堆置或土方堆置區皆禁止利用良好林相區域範圍。	■	■
[迴避]因南沙坑橋周邊曾有臺北樹蛙及穿山甲記錄，故工程須迴避8K+140東側良好之次生林環境，以供物種棲息利用。	▨	▨
[減輕]計畫路線因水管橋基礎開挖作業，涉及之竹柏、臺灣肖楠、樟樹、烏心石及茄苳等喬木，多屬稀有、特有及原生樹種，依照工程會規定進行移植，避免進行斷頭式移植修剪，應保留至少2/3樹冠幅，提升移植之存活率。	▨	■
[減輕]計畫路線兩側多種植樟樹之行道樹，明挖段路線應迴避沿線行道樹及分隔島上喬、灌木，若涉及施工範圍將依照工程會規定進行移植，分隔島上之植栽於完工後進行復舊補植，以維護既有微棲地環境。	■	■
[減輕]施工車輛及機具頻繁進出工區易造成揚塵，以致周圍林木葉片表面覆蓋塵土，影響其光合作用及呼吸作用進行，導致植物正常生長，故應定時對施工道路及車輛進行灑水降低揚塵量。	■	■
[減輕]沿線山坡地環境植被良好，透過現勘及民眾訪談皆顯示該區域多為穿山甲活動領域，於施工前說明會向施工廠商介紹及宣導該物種相關習性，提高整體人員保育觀念，並建立完整之通報管道及正確之救傷機制。	■	■
[減輕]禁止整段路線全面施工，以分段進行施工，減輕對野生動物之干擾，其施工區段應架設施工圍籬，避免野生動物誤入工區而受害。	■	■
[減輕]施工區域明顯標示限制車速低於 30 公里以下之標牌，減少野生動物道路致死機會。	■	■

■ 合格 ▨ 未達施工進度，尚未執行 ☒ 不合格

表 3.11-4 道路埋設段工程生態保育措施抽查執行概況表(續)

檢查項目	03/04	05/05
[減輕]因穿山甲及大部分野生動物活動旺盛期間多於黃昏至清晨期間，故施工時間禁止夜間施工，於早上8點後至下午 5 點前為宜，減輕對野生動物活動之干擾。	■	■
[迴避]因南沙坑周邊有臺北樹蛙活動記錄，故於本區段工程施作應盡量迴避冬季臺北樹蛙繁殖期(10 月至次年 3 月)施作。	▧	▧
[迴避]施工期間應妥善處理施工及民生廢棄物，尤其食物廚餘應須集中放置於加蓋之垃圾桶內，並於當天帶離工區，避免因廚餘留滯工區而吸引野生動物或遊蕩犬貓聚集，衍生其他生態議題。	■	■
[縮小]限制水管橋鎮敦及橋台開挖範圍，以最小量體做為規劃，減少周邊植被受到擾動之範圍。	▧	▧
[減輕]工程挖填之土砂，預先規劃土砂堆置區堆放，並覆蓋帆布或黑紗網，減輕揚塵危害。	■	■
[補償]若因施工行為導致植被遭受移除而產生之裸露地環境，建議可於工程完工後撒播原生草、樹籽，或栽植原生苗木，加速整體植被恢復。	▧	▧
[減輕]水管橋施工時，禁止施工機具直接進入溪床環境，施工便道應利用兩側道路，以最短路徑進入施工，維持水域棲地環境不受擾動。	▧	■
[減輕]水管橋施工時，為避免開挖土方直接落入水域環境提高水土濁度使水域生態受害，利用鋼板樁等擋土臨時設施防止該情形發生。	▧	■
[減輕]苧子園橋及南沙坑橋皆有常流水，工程進入施作需確實設置擋排水設施避免溪水混濁，並以引流方式維持常流水環境。	▧	▧
[減輕]南沙坑溪床底質環境良好，應維持既有溪床底質環境，於完工時將卵塊石回拋置溪床內。	▧	▧
[減輕]避免施工區域之逕流廢水未經處理直接流入鄰近之水域環境，設置防止污染水體之截流溝或導水溝。	▧	■

■ 合格 ▧ 未達施工進度，尚未執行 ☒ 不合格

<table>
<tr><td>
</td><td>
</td></tr>
<tr><td>現場無民生廢棄物</td><td>迴避良好林相區域</td></tr>
<tr><td>
</td><td>
</td></tr>
<tr><td>架設施工圍籬</td><td>設置減速提醒</td></tr>
<tr><td>
</td><td>
</td></tr>
<tr><td>施工未有揚塵產生</td><td>於日間施工</td></tr>
</table>

圖 3.11-4　道路埋設工程生態保育措施說明圖

3.11.3 後續工作內容與執行建議

一、審核施工階段生態檢核成果報告

針對後續施工廠商提出之施工階段生態檢核成果報告，提出審查意見。後續編撰施工階段生態檢核成果報告建議如下：

1. 有關施工階段生態保育措施內容，應依照細部設計階段成果報告書核定之生態保育措施內容。並確保涵蓋生態保育、公民參與及資訊公開之三大原則。

2. 施工階段應確實落實施工自主檢查及保育措施執行確認。並以相片紀錄及具體描述生態保育措施落實情形。

3. 將生態保育措施、生態保全對象及關注物種標示於設計書圖中，以利施工人員執行。

二、查核施工中生態保育措施

將持續不定期抽查施工現場，至少每季一次執行生態保育措施查核，追蹤工程對生態環境影響。確保避免破壞高度敏感區域、保護保全對象等。並依據查核結果和現場檢查情況，提供具體的改善建議及異常狀況處理，以強化生態保育成效。相關執行工作以生態檢核附表填列佐證。

三、建議生態保育措施執行

針對本工程計畫辦理施工階段生態檢核作業，依據前述相關執行工作，彙整相關建議說明如下：

1. 工程應依照細部設計階段生態檢核成果報告核定版本，以及 113 年度施工階段生態檢核成果報告之建議，嚴格落實生態保育措施，有效降低生態環境衝擊。

2. 建議隧道銜接段之進出口周遭，道路埋設段已埋設水管路段，可提前進行樹木及原生草種的補植，並移除外來入侵種植物，儘早復育當地生態。

3. 建議在工區休息區域或顯眼處張貼關注物種(如臺北樹蛙、穿山甲)的照片及說明，並加強施工人員的教育訓練，以提高保育意識。

4. 道路埋設段生態保育措施多針對水管橋工程，建議在施作水管橋工程時，增加生態監測及生態保育措施查核頻度，以確保保育措施的有效實施和工程對生態環境的影響降到最低。

3.12 承諾事項

3.12.1 空氣品質模擬

本計畫開發附近之既有空氣品質監測站有環境部竹東測站，統計民國 112 年監測資料詳表 3.12-1(位置請詳圖 3.12-1)，顯示各項測值除細懸浮微粒 $PM_{2.5}$ 之 24 小時值有超出空氣品質標準情形，其餘項目皆符合空氣品質標準。

表 3.12-1　民國 112 年環境部竹東空氣品質測站監測成果

月份	$PM_{10}(\mu g/m^3)$ 最大日平均值或 24 小時值	$PM_{2.5}(\mu g/m^3)$ 最大 $PM_{2.5}$ 24 小時值	SO_2(ppm) 最大小時平均值	NO_2(ppm) 最大小時平均值
1	55	36.0	0.0025	0.0337
2	43	25.0	0.0040	0.0388
3	51	27.0	0.0037	0.0366
4	66	30.0	0.0058	0.0276
5	66	23.0	0.0052	0.0200
6	31	16.0	0.0053	0.0177
7	27	20.9	0.0038	0.0134
8	25	13.9	0.0028	0.0133
9	34	22.1	0.0025	0.0148
10	45	33.8	0.0035	0.0165
11	45	24.0	0.0038	0.0259
12	34	22.1	0.0033	0.0278
空氣品質標準	75	30.0	0.0650	0.1000

註 1：空氣品質標準參考民國 113 年 9 月 30 日(環境部空字第 1131062467 號)修正公告之「空氣品質標準」。
註 2：資料來源為環境部之空氣品質監測網 https://airtw.moenv.gov.tw/CHT/Query/InsValue.aspx

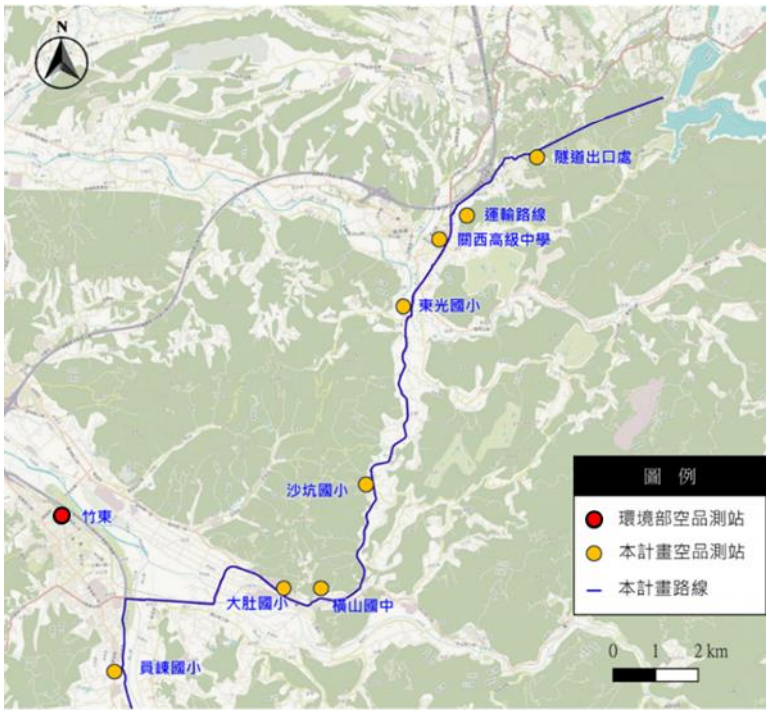


圖 3.12-1　鄰近環境部測站與本計畫測站位置

施工階段空氣污染源為施工作業面，空氣污染物排放主要來自整地開挖、填土料傾卸、施工機具操作排放廢氣等；本模擬以 AERMOD 模式進行施工階段之空氣品質影響評估，並採用環境部空氣品質模式支援中心公開之 110 至 112 年氣象檔及地形檔，背景資料則採用本計畫現況調查 112 年第 1 季至第 4 季空氣品質測站之最大實測值。

一、污染源說明

(1)面源排放量

根據環境部公告之「面源排放係數 TEDS12.0 版」表 B2-2 面源逸散性粒狀污染源排放係數表，如表 3.12-2。進而推估本計畫工區裸露面在採灑水作為揚塵防制措施下，粒狀污染物面源排放係數在減量 51%後之排放量。截至 114 年 5 月 31 日工程進度，鄰近關西高中監測點的施工區域已全數完工，故本次分析以最保守之施工情境(即其餘敏感點的鄰近工程如隧道洞口邊坡穩定、開挖工程、明挖工程之尖峰工期同時施工)推估本計畫之排放量詳表 3.12-3。

表 3.12-2　各工程類別施工污染源之排放係數

工程類別	排放係數 單位	TSP 排放係數	PM_{10} 排放係數	$PM_{2.5}$ 排放係數
道路工程-隧道	kg/m^2/月	0.211	0.117	0.0234
管線開挖工程	kg/m^2/月	0.256	0.142	0.0284

資料來源：環境部最新公告之「面源排放係數 TEDS12.0 版」。

表 3.12-3　面源逸散粒狀污染源排放係數及推估結果

施工項目	排放係數 (kg/m^2/月)			施工作業 面積 (m^2)	逸散 控制 效率	排放量 (g/s)		
	TSP	PM_{10}	$PM_{2.5}$			TSP	PM_{10}	$PM_{2.5}$
隧道北洞口邊坡穩定及開挖工程	0.211	0.117	0.0234	231.46	51%	0.0093	0.0052	0.0010
隧道南洞口邊坡穩定及開挖工程	0.211	0.117	0.0234	346.63		0.0139	0.0077	0.0015
明挖工程	0.256	0.142	0.0284	408		0.0197	0.0110	0.0022

(2)施工機具排放

施工過程中，除因開挖造成地表裸露造生逸散揚塵外，操作各施工機具時，其所排放之廢氣，亦為主要空氣污染源。本計畫採用加州南岸空氣品質區(South Coast Air Basin, SCAB)之排放係數，估算本計畫開發作業時在敏感點鄰近工程之施工機具組合同時最大操作數量所排放之空氣污染物排放量如表 3.12-4。

表 3.12-4　敏感點鄰近工程之施工機具空氣污染物排放量

工程項目	機具名稱	最大同時操作數量	空氣污染物排放係數(g/s/輛)				
			TSP	PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_X	NO_x
隧道北洞口邊坡穩定及開挖工程	挖土機	1	0.0042	0.0042	0.0039	0.0003	0.1058
	鑽堡	1	0.0005	0.0005	0.0005	0.0002	0.0361
	噴漿機	1	0.0003	0.0003	0.0002	0.0000	0.0067
	混凝土壓送車	1	0.0003	0.0003	0.0002	0.0000	0.0067
	破碎機	1	0.0011	0.0011	0.0010	0.0001	0.0366
	送風機	1	0.0015	0.0015	0.0014	0.0001	0.0315
總排放量(g/s)			0.0079	0.0079	0.0072	0.0008	0.2234
隧道南洞口邊坡穩定及開挖工程	挖土機	1	0.0042	0.0042	0.0039	0.0003	0.1058
	鑽堡	1	0.0005	0.0005	0.0005	0.0002	0.0361
	噴漿機	1	0.0003	0.0003	0.0002	0.0000	0.0067
	混凝土壓送車	1	0.0003	0.0003	0.0002	0.0000	0.0067
	破碎機	1	0.0011	0.0011	0.0010	0.0001	0.0366
	送風機	1	0.0015	0.0015	0.0014	0.0001	0.0315
總排放量(g/s)			0.0079	0.0079	0.0072	0.0008	0.2234
明挖工程	挖土機	2	0.0042	0.0042	0.0039	0.0003	0.1058
	混凝土車	1	0.0003	0.0003	0.0002	0.0000	0.0067
	卡車	4	0.0018	0.0018	0.0017	0.0002	0.0533
總排放量(g/s)			0.0159	0.0159	0.0147	0.0014	0.4313

註 1：參考加州南岸空氣品質區，South Coast Air Basin, SCAB。

註 2：依環境部 109 年 3 月 20 日公告之「移動污染源燃料成分管制標準」規定，將自 109 年 7 月 1 日起加嚴車用柴油標準，其中包括硫含量加嚴至 10 mg/kg，本計畫於排放量推估中已予以適當修正。

註 3：依「TEDS 12.0 面源排放推估技術手冊」，$TSP/PM_{10}/PM_{2.5}$ 之比率約為 1:1:0.92。

二、模擬結果分析

採 AERMOD 模式進行施工階段之空氣品質影響評估，模擬結果及模擬增量圖，如表 3.12-5、圖 3.12-2~6，以下針對各模擬結果進行說明：

(1)粒狀污染物(TSP、PM_{10}、$PM_{2.5}$)

施工期間於工地周界設置施工圍籬，晴天時定期於施工區之裸露地表及車行路面確實灑水，再輔以一般行政管理措施(如塵逸散性之工程材料採行覆蓋防塵布、防塵網等)以降低因開發造成粒狀物的污染。

1. 由 TSP 模擬結果顯示，附近各敏感受體之 24 小時值增量介於 1.75~21.62 $\mu g/m^3$。

2. 由 PM_{10} 模擬結果顯示，附近各敏感受體之日平均值增量介於 0.98~12.01 $\mu g/m^3$，與背景濃度加成後符合空氣品質標準。

3. 由 $PM_{2.5}$ 模擬結果顯示，附近各敏感受體之 24 小時值增量介於 0.22~2.34 $\mu g/m^3$，與背景濃度加成後符合空氣品質標準。

(2)氣狀污染物(SO_2、NO_2)

1. 由 SO_2 模擬結果顯示，附近各敏感受體之最大小時平均值增量介於 0.0001~0.0006 ppm，與背景濃度加成後符合空氣品質標準。

2. 由 NO_2 模擬結果顯示，附近各敏感受體之最大小時平均值增量介於 0.0062~0.0405 ppm，與背景濃度加成後符合空氣品質標準。

表 3.12-5　施工期間敏感受體代表點空氣污染物濃度增量模擬成果

空氣污染物	位置	模擬項目	模擬最大值增量(TWD97 系統)	背景值【註 1】	加成值	空氣品質標準【註 2】
TSP ($\mu g/m^3$)	隧道出口處	24 小時值	6.05	53	59.05	—
	關西高級中學		1.75	51	52.75	
	東光國小		21.62	53	74.62	
	沙坑國小		17.66	42	59.66	
	橫山國中		19.44	69	88.44	
	大肚國小		12.46	89	101.46	
	員崠國小		8.87	65	73.87	
	運輸路線		3.89	54	57.89	
PM_{10} ($\mu g/m^3$)	隧道出口處	日平均值	3.37	41	44.37	75
	關西高級中學		0.98	43	43.98	
	東光國小		12.01	40	52.01	
	沙坑國小		9.81	22	31.81	
	橫山國中		10.86	41	51.86	
	大肚國小		7.05	47	54.05	
	員崠國小		5.07	44	49.07	
	運輸路線		2.34	30	32.34	
$PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$)	隧道出口處	24 小時值	0.69	20	20.69	30
	關西高級中學		0.22	18	18.22	
	東光國小		2.34	21	23.34	
	沙坑國小		2.04	17	19.04	
	橫山國中		2.03	23	25.03	
	大肚國小		1.44	22	23.44	
	員崠國小		1.06	22	23.06	
	運輸路線		0.83	13	13.83	
SO_2 (ppm)	隧道出口處	最大小時平均值	0.0001	0.004	0.0041	0.065
	關西高級中學		0.0001	0.004	0.0041	
	東光國小		0.0006	0.003	0.0036	
	沙坑國小		0.0006	0.003	0.0036	
	橫山國中		0.0002	0.003	0.0032	
	大肚國小		0.0003	0.004	0.0043	
	員崠國小		0.0004	0.004	0.0044	
	運輸路線		0.0003	0.004	0.0043	

註 1:模擬環境敏感點背景濃度採於敏感點架設臨時空氣品質測站之 112 年實測最大值。
註 2:空氣品質標準參考民國 113 年 9 月 30 日(環境部空字第 1131062467 號)修正公告之「空氣品質標準」。

表 3.12-5　施工期間敏感受體代表點空氣污染物濃度增量模擬成果(續)

空氣污染物	位置	模擬項目	模擬最大值增量 (TWD97 系統)	背景值【註 1】	加成值	空氣品質標準【註 2】
NO_2 (ppm)	隧道出口處	最大小時平均值	0.0065	0.014	0.0205	0.100
	關西高級中學		0.0062	0.013	0.0192	
	東光國小		0.0405	0.013	0.0535	
	沙坑國小		0.0385	0.015	0.0535	
	橫山國中		0.0162	0.021	0.0372	
	大肚國小		0.0192	0.023	0.0422	
	員崠國小		0.0355	0.012	0.0475	
	運輸路線		0.0153	0.030	0.0453	

註 1:模擬環境敏感點背景濃度採於敏感點架設臨時空氣品質測站之 112 年實測最大值。

註 2:空氣品質標準參考民國 113 年 9 月 30 日(環境部空字第 1131062467 號)修正公告之「空氣品質標準」。

註 3:本計畫利用全係數進行 NO_x 模擬進行估算，得氮氧化物之模擬結果並利用臭氧限制(Ozone Limited)轉換 NO_2 濃度(ppm)。

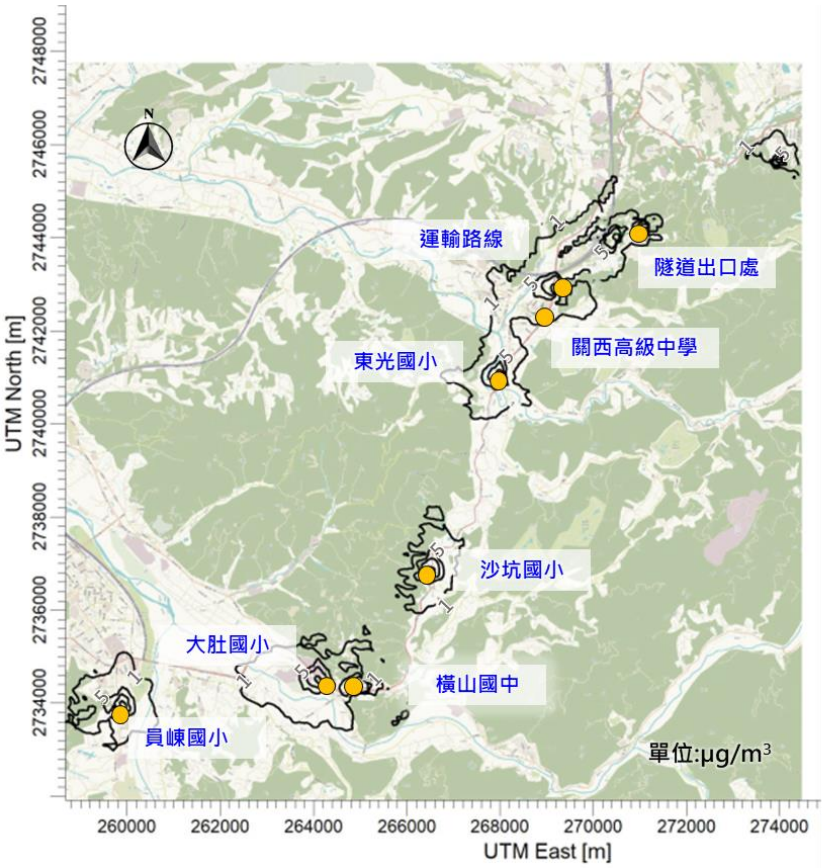


圖 3.12-2　施工期間 TSP 最大 24 小時增量模擬

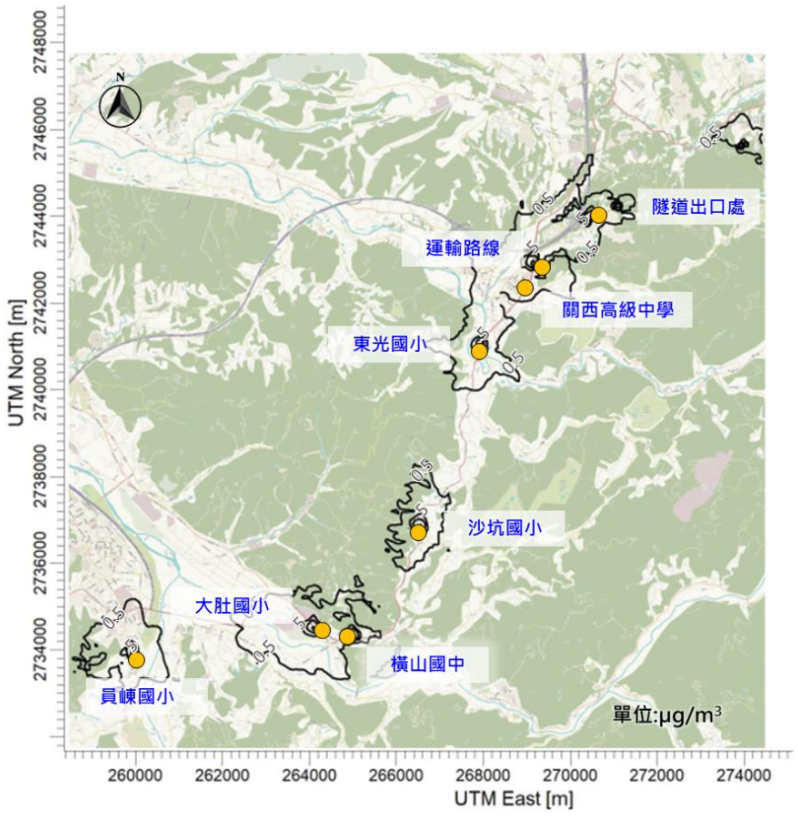


圖 3.12-3　施工期間 PM_{10} 最大 24 小時增量模擬

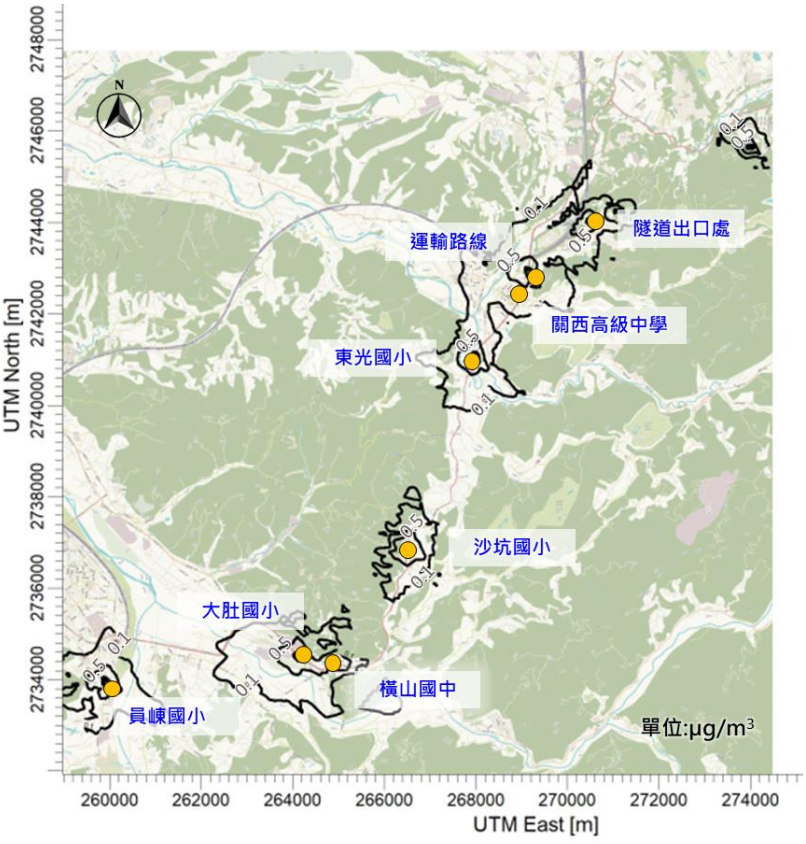


圖 3.12-4　施工期間 $PM_{2.5}$ 最大 24 小時增量模擬

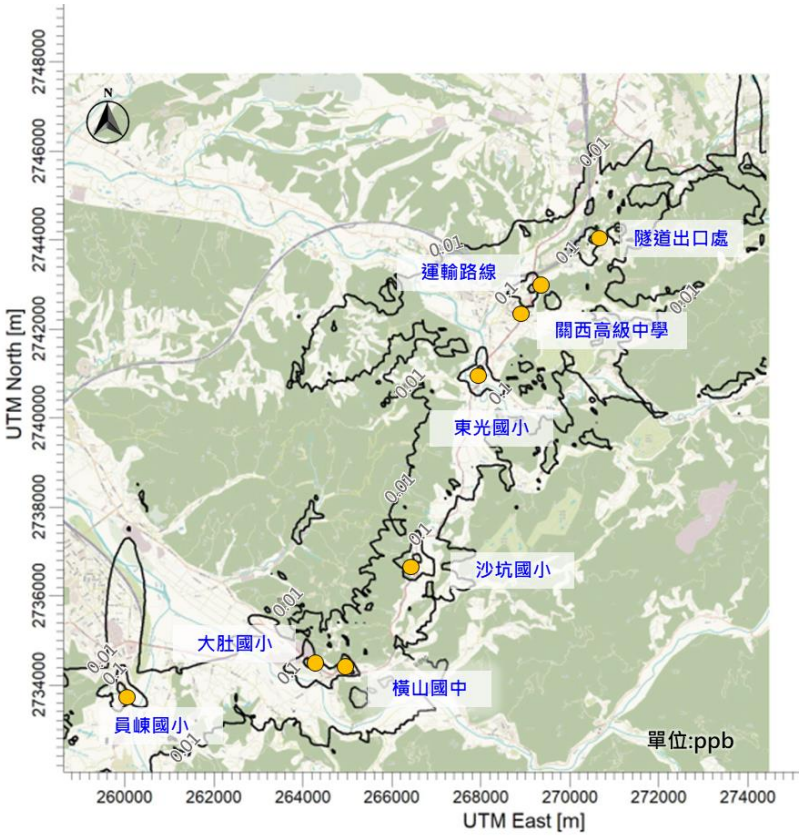


圖 3.12-5　施工期間 SO_2 最大小時增量模擬

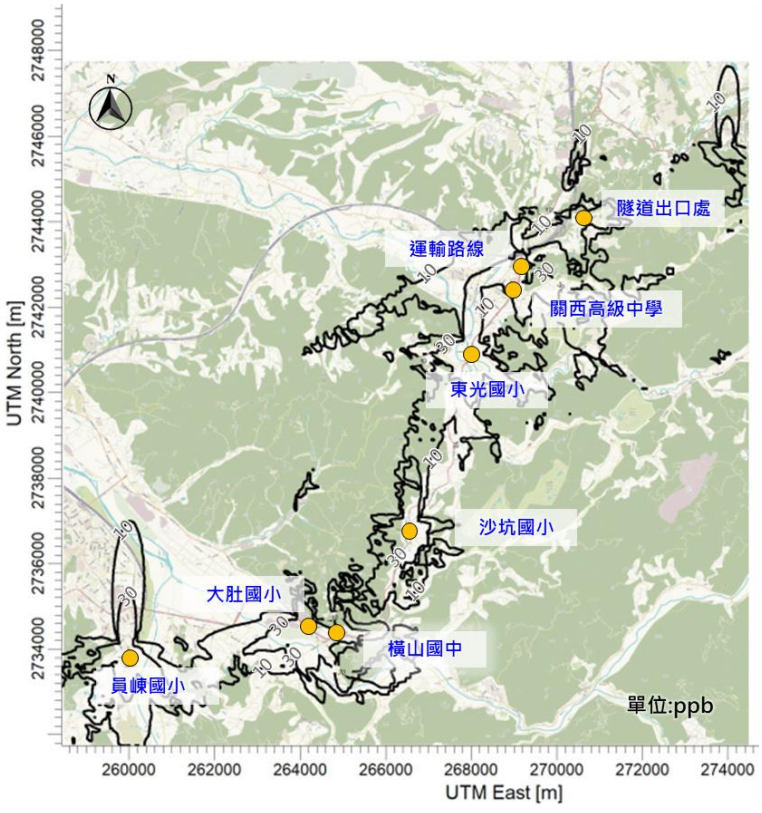


圖 3.12-6　施工期間 NO_2 最大小時增量模擬

三、環境保護對策

本計畫模擬結果均符合環境部公告之「空氣品質標準」，惟施工期間將對當地環境帶來或大或小的影響，故針對本計畫之開發行為擬定環境影響減輕的對策。

1. 使用具粉塵逸散性之工程材料、砂石、土方或廢棄物，且其堆置於營建工地者，採行有效抑制粉塵之防制設施，如覆蓋防塵布、覆蓋防塵網等。

2. 從事具粉塵逸散性之開挖、回填、搬運、裝卸、夯實、篩分或其他易致粉塵逸散之作業前，應灑水保持濕潤。

3. 工地內之車行路徑，採行鋪設鋼板、舖設混凝土、舖設瀝青混凝土或舖設粗級配等有效抑制粉塵之防制設施。

4. 工地內之裸露區域，採行覆蓋防塵布、防塵網或地表夯實定期灑水等有效抑制粉塵之防制設施。

5. 施工機具引擎使用符合標準之汽柴油成分，以確保符合排氣標準，並定期維修保養使維持最佳操作狀態；要求運輸車輛怠速熄火，以維護空氣品質。

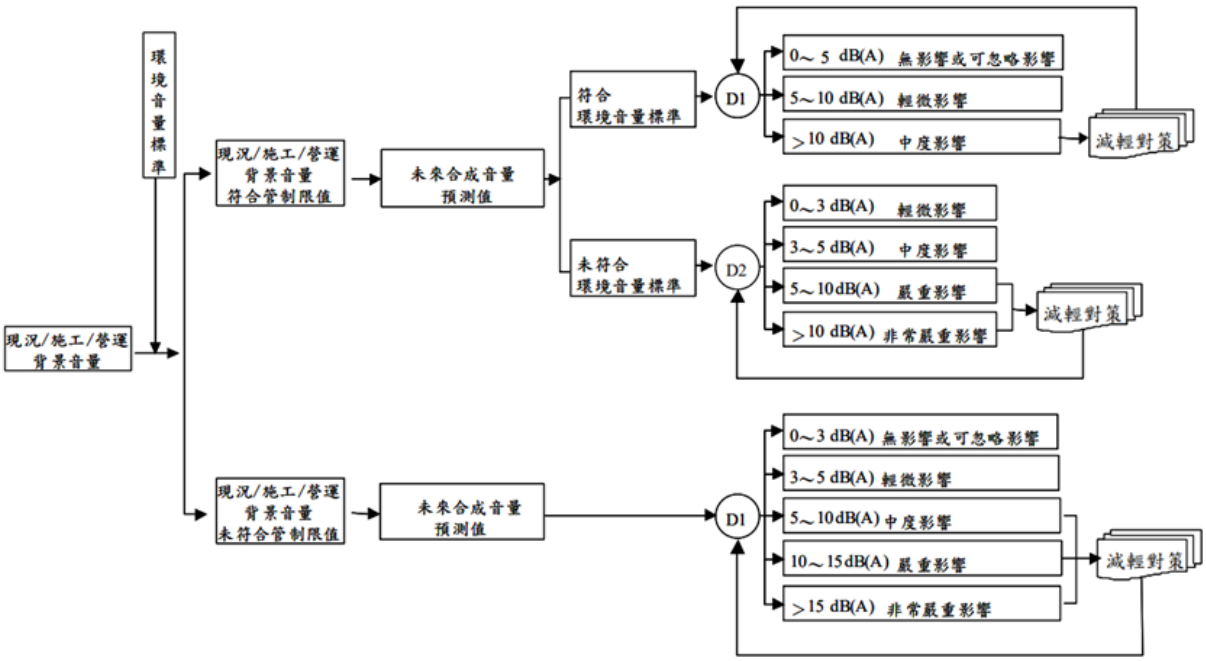
6. 縮短開挖作業工期並避免在強風時作業；且因施工工地揚起之粒狀污染物與挖填面積大小成比例關係，將採分區挖填，減少同一時間排放源面積。

3.12.2 噪音振動模擬

依據本計畫施工路線規劃，盤點鄰近主要敏感點包含「隧道出口處」、「運土路線」、「關西高級中學」、「東光國小」、「沙坑國小」、「橫山國中」、「大肚國小」及「員崠國小」共 8 處。本計畫路線地形地質狀況不同，施工工法性質亦有所不同，其工法主要分為隧道段、明挖覆蓋段、推管段及水管橋段，為了解施工期間對鄰近敏感點之影響，將模擬施工期間機具產生之噪音量及振動量，並與環境噪音及振動監測結果進行合成，藉以評估施工期間影響情形，噪音及振動模擬說明如下：

一、噪音

施工期間，施工機具所產生之噪音將自作業面向工區外傳播屬點源污染，其影響範圍多侷限於工區附近，故本評估工作採用德國 DataKustik 公司所發展之「CadnaA」噪音電腦模式進行預測與分析。該模式特點在於可同時或分別考慮點源、線源及面源等不同型式噪音源及其合成之音量，除可推估個別敏感點之噪音量外，亦可預測整個計畫區內外之等噪音線，將此預測音量與各受體背景音量合成。後續再依據環境部之噪音影響等級評估流程來判定影響程度，有關噪音影響等級評估流程，如圖 3.12-7 所示。



註 1：D1 為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。
註 2：D2 為未來合成音量預測值與環境音量標準之噪音增量。
註 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)。
註 4：資料來源為黃乾全，「環境影響評估專業人員培訓講習會講義噪音與振動評估」，環境部，民國 87 年 1 月。

圖 3.12-7　噪音影響等級評估流程

(一)營建工程噪音

有關施工項目之主要機具、聲功率位準與最大同時操作數量，如表 3.12-6 所示。施工期間背景音量為各敏感點於 112 年第 1 季至第 4 季監測結果 $L_{日}$之最大值，模擬施工期間機具產生之噪音量，以評估施工期間影響情形。

表 3.12-6　施工項目之主要機具表

工程項目	機具名稱	聲功率位準 dB(A)	最大同時操作數量
隧道洞口邊坡穩定及開挖(南洞口)	挖土機	109	1
	鑽堡	70	1
	噴漿機	109	1
	混凝土壓送車	107	1
	破碎機	120	1
	送風機	108	1
明挖覆蓋	挖土機	109	2
	混凝土壓送車	107	1
	卡車	109	4

資料來源：施工機具之聲功率位準係參考環境部「營建工程噪音評估模式技術規範」，民國 91 年 2 月。

(二)營建工程噪音模擬結果

本計畫截至 114 年 5 月 31 日，明挖覆蓋工程已完成三段，分別為台三線與竹 28-1 路口至馬武督路口、沙坑村北端至公車站牌(土地公站)及推進坑 W01 口至南沙坑橋，將模擬施工項目主要機具所產生之噪音衰減至各敏感點之結果，並針對未符合標準之敏感點探討有無施工圍籬之噪音增量，模擬結果彙整如表 3.12-7、表 3.12-8 及表 3.12-9 所示，其影響評估依據各敏感點分述如下：

1.隧道出口處

(1)隧道洞口邊坡穩定及開挖工程(南洞口)

經空間距離自然衰減至隧道出口處音量為 56.3 dB(A)，經與實測背景值 55.7 dB(A)合成之後，$L_日$預測合成值為 59.0 dB(A)，可符合一般地區第二類音量標準 60 dB(A)，噪音增量為 3.3 dB(A)，根據影響等級評估流程圖評定，屬無影響或可忽略影響。

(2)明挖覆蓋工程

經空間距離自然衰減至隧道出口處音量為 65.7 dB(A)，經與實測背景值 55.7 dB(A)合成之後，$L_日$預測合成值為 66.1 dB(A)，未符合一般地區第二類音量標準 60 dB(A)，噪音增量為 6.1 dB(A)，根據影響等級評估流程圖評定，屬於嚴重影響。若考量施工圍籬，$L_日$預測合成值將降低為 59.2 dB(A)，噪音增量將減為 3.5 dB(A)，根據影響等級評估流程圖評定，屬無影響或可忽略影響。

2.運土路線

經空間距離自然衰減至運土路線音量為 68.3 dB(A)，經與實測背景值 74.2 dB(A)合成之後，$L_日$預測合成值為 75.2 dB(A)，未符合第三類管制區內緊鄰八公尺以上之道路邊地區標準 74 dB(A)，噪音增量為 1.2 dB(A)，根據影響等級評估流程圖評定，屬於輕微影響。若考量施工圍籬，$L_日$預測合成值將降低為 74.4 dB(A)，噪音增量將減為 0.4 dB(A)，根據影響等級評估流程圖評定，屬無影響或可忽略影響。

3.關西高級中學

由於關西高級中學附近工程已完工，其餘明挖覆蓋工程經空間距離自然衰減至關西高級中學音量為 41.8 dB(A)，經與實測背景值 60.3 dB(A)合成之後，L日預測合成值為 60.4 dB(A)，符合第三類管制區內緊鄰八公尺以上之道路邊地區標準 74 dB(A)，噪音增量為 0.1 dB(A)，根據影響等級評估流程圖評定，屬無影響或可忽略影響。

4.東光國小

經空間距離自然衰減至東光國小音量為 69.4 dB(A)，經與實測背景值 64.2 dB(A)合成之後，L日預測合成值為 70.5 dB(A)，符合第三類管制區內緊鄰八公尺以上之道路邊地區標準 74 dB(A)，噪音增量為 6.3 dB(A)，根據影響等級評估流程圖評定，屬於輕微影響。若考量施工圍籬，L日預測合成值將降低為 65.5 dB(A)，噪音增量將減為 1.3 dB(A)，根據影響等級評估流程圖評定，屬無影響或可忽略影響。

5.沙坑國小

經空間距離自然衰減至沙坑國小音量為 63.8 dB(A)，經與實測背景值 58.6 dB(A)合成之後，L日預測合成值為 64.9 dB(A)，未符合一般地區第二類音量標準 60 dB(A)，噪音增量為 4.9 dB(A)，根據影響等級評估流程圖評定，屬於中度影響。若考量施工圍籬，L日預測合成值將降低為 60.2 dB(A)，噪音增量將減為 0.2 dB(A)，根據影響等級評估流程圖評定，屬無影響或可忽略影響。

6.橫山國中

經空間距離自然衰減至橫山國中音量為 69.7 dB(A)，經與實測背景值 61.5 dB(A)合成之後，L日預測合成值為 70.3 dB(A)，符合第三類管制區內緊鄰八公尺以上之道路邊地區標準 74 dB(A)，噪音增量為 8.8 dB(A)，根據影響等級評估流程圖評定，屬於輕微影響。若考量施工圍籬，L日預測合成值將降低為 64.6 dB(A)，噪音增量將減為 3.1 dB(A)，根據影響等級評估流程圖評定，屬無影響或可忽略影響。

7.大肚國小

經空間距離自然衰減至大肚國小音量為 64.7 dB(A)，經與實測背景值 58.4 dB(A)合成之後，$L_{日}$預測合成值為 65.6 dB(A)，符合第三類管制區內緊鄰八公尺以上之道路邊地區標準 74 dB(A)，噪音增量為 7.2 dB(A)，根據影響等級評估流程圖評定，屬於中度影響。若考量施工圍籬，$L_{日}$預測合成值將降低為 61.3 dB(A)，噪音增量將減為 2.9 dB(A)，根據影響等級評估流程圖評定，屬無影響或可忽略影響。

8.員崠國小

經空間距離自然衰減至員崠國小音量為 65.0 dB(A)，經與實測背景值 64.6 dB(A)合成之後，$L_{日}$預測合成值為 67.8 dB(A)，符合第三類管制區內緊鄰八公尺以上之道路邊地區標準 74 dB(A)，噪音增量為 3.2 dB(A)，根據影響等級評估流程圖評定，屬無影響或可忽略影響。

由上述模擬結果可知，隧道洞口邊坡穩定及開挖工程對敏感點隧道出口處屬於無影響或可忽略影響。明挖覆蓋工程在無施工圍籬情境下，對於敏感點隧道出口處屬於嚴重影響；對於敏感點沙坑國小及大肚國小屬於中度影響；對於敏感點運土路線、東光國小及橫山國中屬於輕微影響；對於敏感點關西高級中學及員崠國小屬於無影響或可忽略影響。針對嚴重影響、中度影響及輕微影響之敏感點進一步評估，若考量施工圍籬情境下，所有敏感點增量皆屬無影響或可忽略影響。

表 3.12-7　施工期間施工機具噪音影響評估表

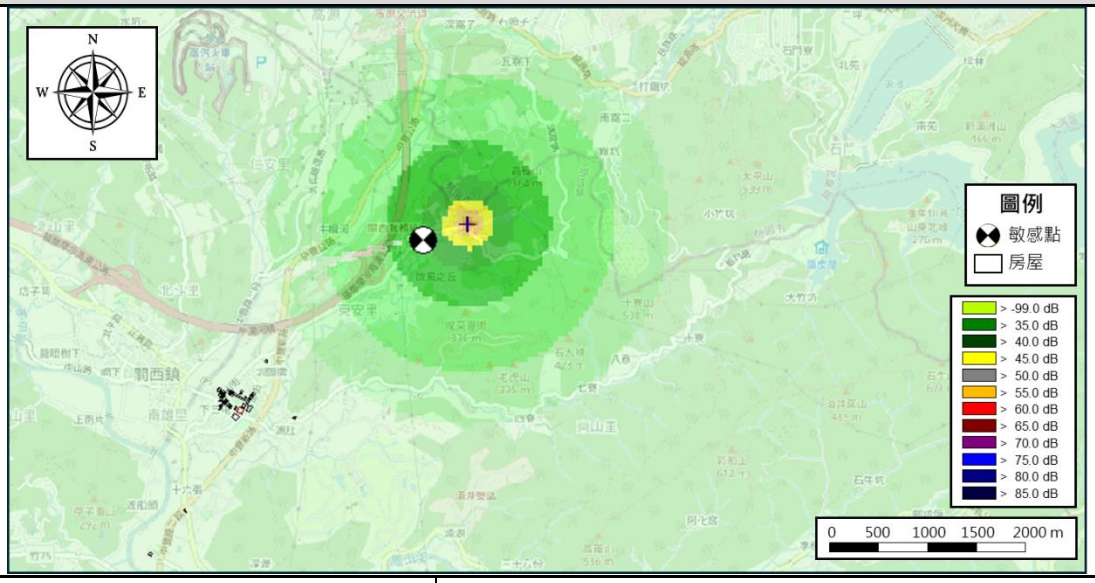
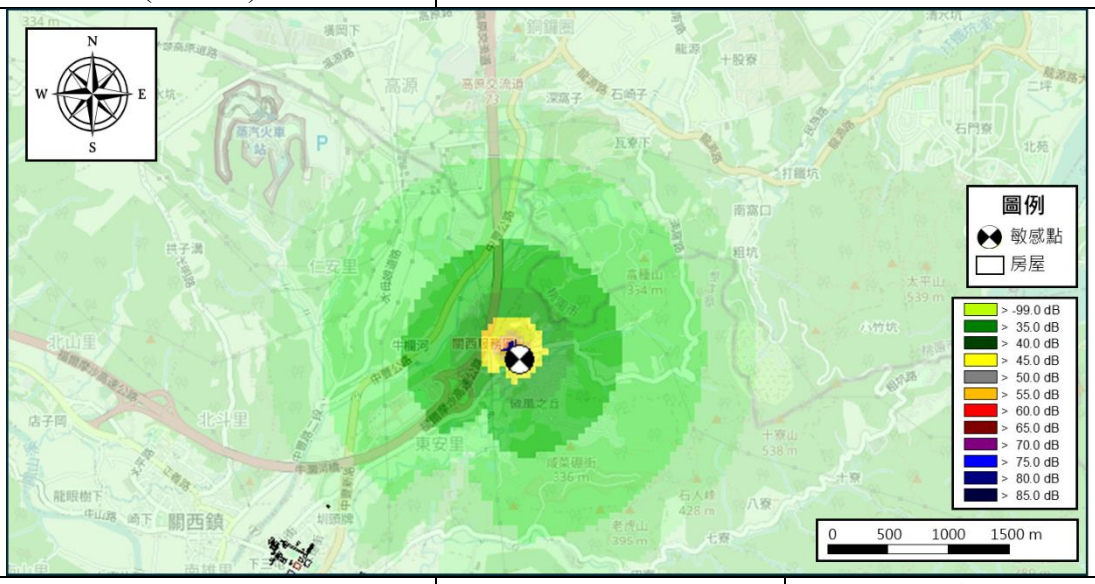
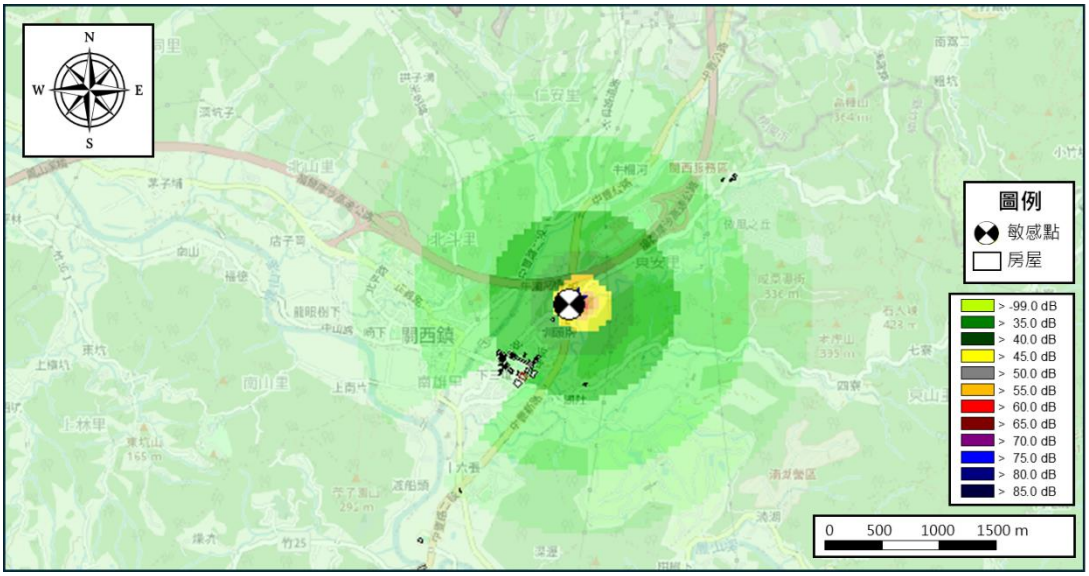
<table>
<tr><th colspan="3">敏感點：隧道出口處</th></tr>
<tr><td colspan="3"> 
</td></tr>
<tr><td colspan="2">工程項目</td><td>施工機具衰減至敏感點
合成音量 dB(A)</td></tr>
<tr><td colspan="2">隧道洞口邊坡穩定及開挖
(南洞口)</td><td>59.0</td></tr>
<tr><td colspan="3"> 
</td></tr>
<tr><td>工程項目</td><td>施工機具衰減至敏感點
合成音量 dB(A)</td><td>施工圍籬減輕至
敏感點音量 dB(A)</td></tr>
<tr><td>明挖覆蓋</td><td>66.1</td><td>59.2</td></tr>
</table>

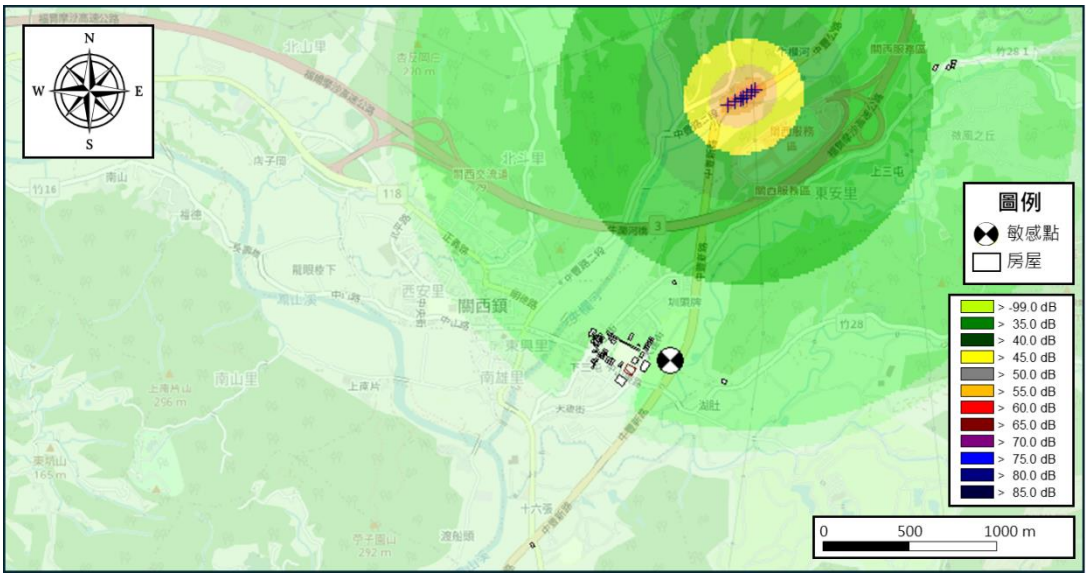
表 3.12-7　施工期間施工機具噪音影響評估表(續 1)

敏感點：運土路線



工程項目	施工機具衰減至敏感點合成音量 dB(A)	施工圍籬減輕至敏感點音量 dB(A)
明挖覆蓋	75.2	74.4

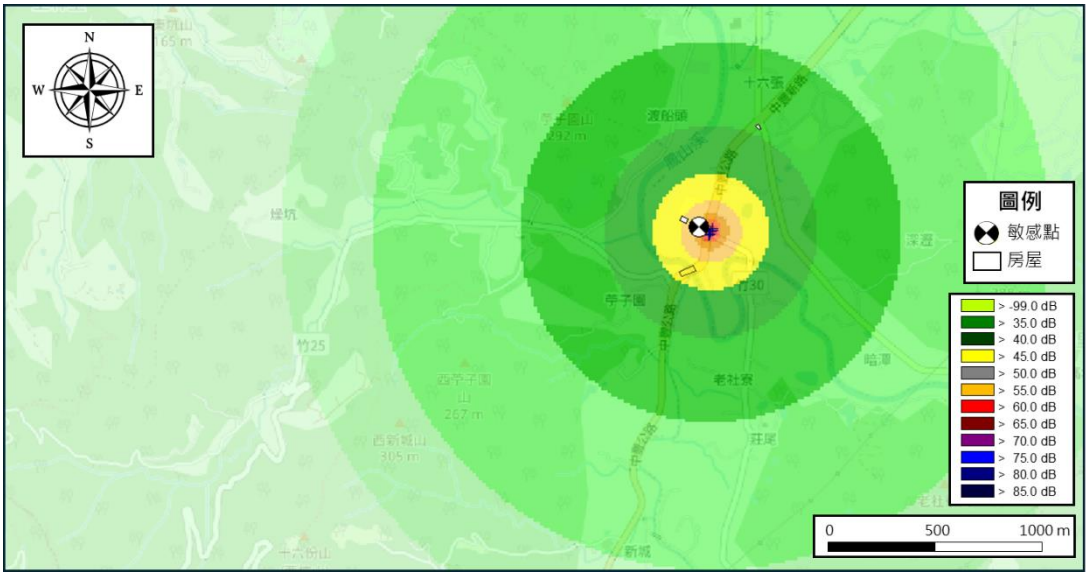
敏感點：關西高級中學



工程項目	施工機具衰減至敏感點合成音量 dB(A)
明挖覆蓋	60.4

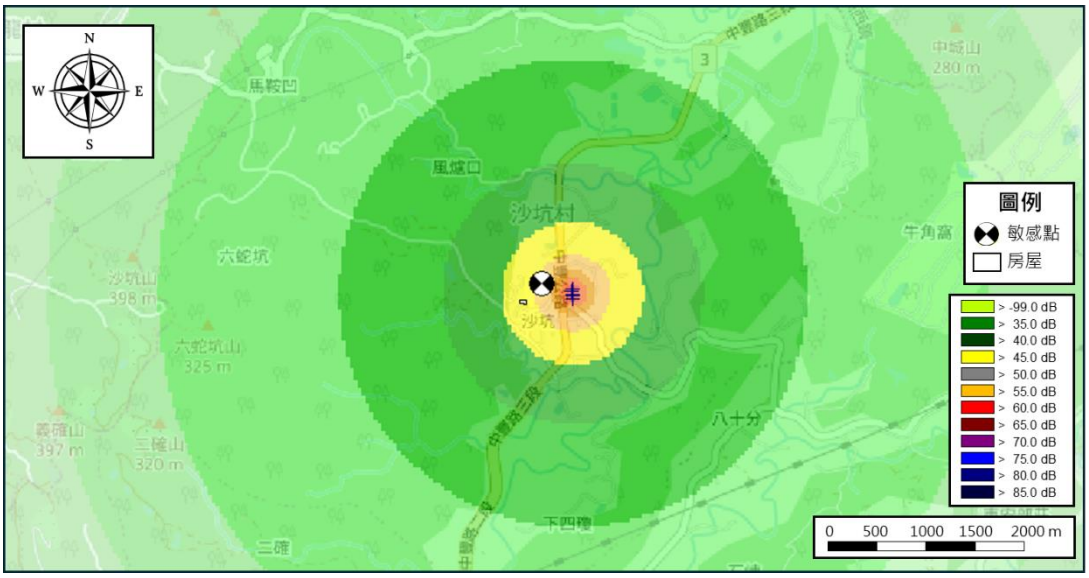
表 3.12-7　施工期間施工機具噪音影響評估表(續 2)

敏感點：東光國小



工程項目	施工機具衰減至敏感點合成音量 dB(A)	施工圍籬減輕至敏感點音量 dB(A)
明挖覆蓋	70.5	65.5

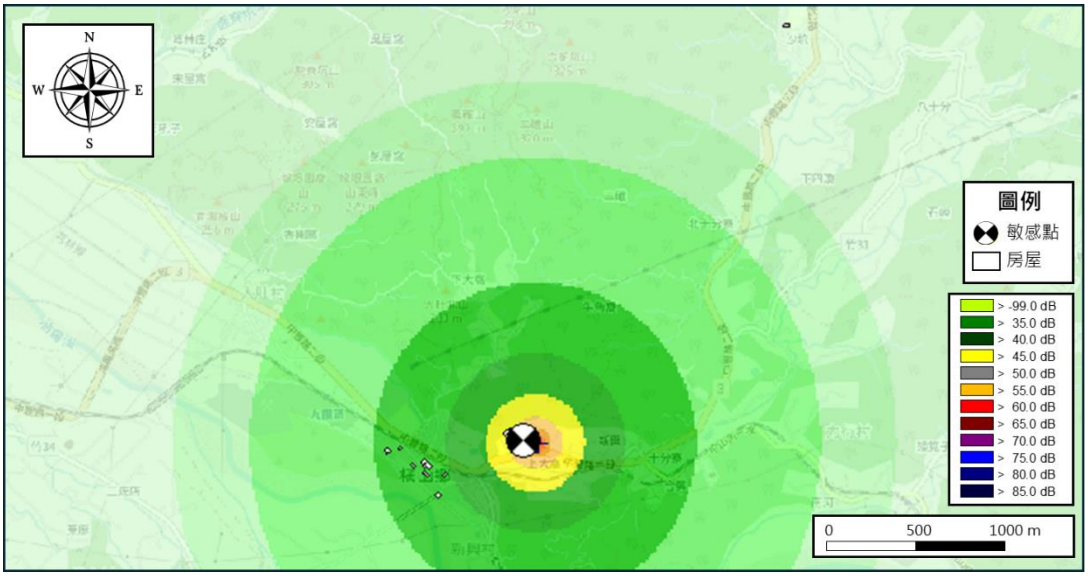
敏感點：沙坑國小



工程項目	施工機具衰減至敏感點合成音量 dB(A)	施工圍籬減輕至敏感點音量 dB(A)
明挖覆蓋	64.9	60.2

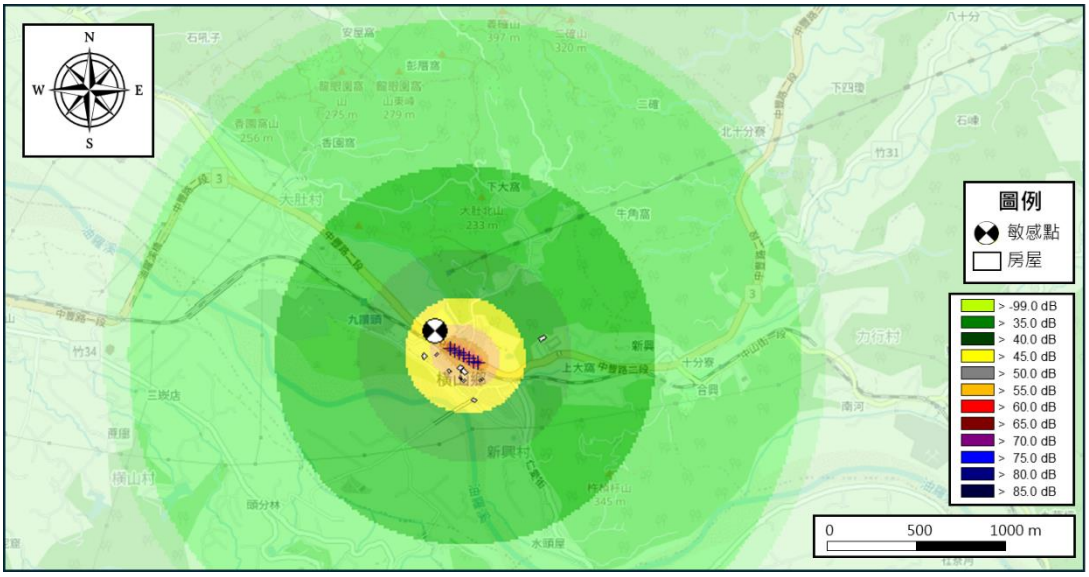
表 3.12-7　施工期間施工機具噪音影響評估表(續 3)

敏感點：橫山國中



工程項目	施工機具衰減至敏感點合成音量 dB(A)	施工圍籬減輕至敏感點音量 dB(A)
明挖覆蓋	70.3	64.6

敏感點：大肚國小



工程項目	施工機具衰減至敏感點合成音量 dB(A)	施工圍籬減輕至敏感點音量 dB(A)
明挖覆蓋	65.6	61.3

表 3.12-7　施工期間施工機具噪音影響評估表(續 4)

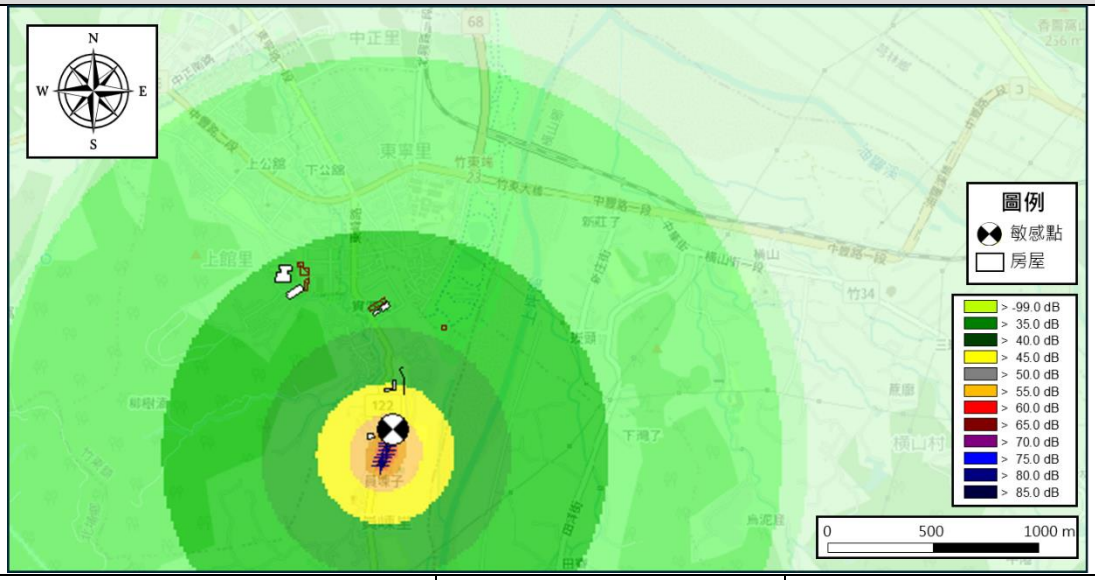
敏感點：員崠國小		
		
工程項目	**施工機具衰減至敏感點合成音量 dB(A)**	**施工圍籬減輕至敏感點音量 dB(A)**
明挖覆蓋	67.8	65.3

表 3.12-8　施工期間噪音評估模擬(無防音措施)結果輸出摘要表($L_日$)

工程項目	項目 / 敏感點	現況環境背景音量 dB(A)	施工期間背景音量 dB(A)	施工期間最大噪音 dB(A)	施工期間合成音量 dB(A)	噪音增量 dB(A)	噪音管制區類別	法規標準 dB(A)	影響等級
隧道洞口邊坡穩定及開挖(南洞口)	隧道出口處	55.7	55.7	56.3	59.0	3.3	一般地區音量標準(第二類)	60	無影響或可忽略影響
明挖覆蓋	隧道出口處	55.7	55.7	65.7	66.1	6.1	一般地區音量標準(第二類)	60	嚴重影響
	運土路線	74.2	74.2	68.3	75.2	1.2	第三類管制區內緊鄰八公尺以上之道路邊地區	74	輕微影響
	關西高級中學	60.3	60.3	41.8	60.4	0.1	第三類管制區內緊鄰八公尺以上之道路邊地區	74	無影響或可忽略影響
	東光國小	64.2	64.2	69.4	70.5	6.3	第三類管制區內緊鄰八公尺以上之道路邊地區	74	輕微影響
	沙坑國小	58.6	58.6	63.8	64.9	4.9	一般地區音量標準(第二類)	60	中度影響
	橫山國中	61.5	61.5	69.7	70.3	8.8	第三類管制區內緊鄰八公尺以上之道路邊地區	74	輕微影響
	大肚國小	58.4	58.4	64.7	65.6	7.2	第三類管制區內緊鄰八公尺以上之道路邊地區	74	中度影響
	員崠國小	64.6	64.6	65.0	67.8	3.2	第三類管制區內緊鄰八公尺以上之道路邊地區	74	無影響或可忽略影響

註 1：「現況環境背景音量」為 112 年第 1 季至第 3 季監測結果 $L_日$之最大值，本評估假設「施工期間背景音量」與「現況環境背景音量」相同，

註 2：預估「施工期間最大噪音」以所有可能同時操作之作業機具施工噪音量加以合成，亦即採用對環境最具影響之施工情境進行營建噪音之模擬分析。

註 3：「施工期間合成音量」=「施工期間背景音量」⊕「施工期間最大噪音」。⊕表示依聲音計算原理之相加。

註 4：噪音影響等級評估流程參見圖 3.12-7。

註 5：「施工期間合成音量」符合「環境音量標準」時：「噪音增量(D1)」=「施工期間合成音量」－「施工期間背景音量」。「施工期間合成音量」不符合「環境音量標準」時：「噪音增量(D2)」=「施工期間合成音量」－「環境音量標準」。

註 6：灰底表示超過法規標準。

表 3.12-9　施工期間噪音評估模擬(有防音措施)結果輸出摘要表($L_{日}$)

工程項目	項目 / 敏感點	現況環境背景音量 dB(A)	施工期間背景音量 dB(A)	施工期間最大噪音 dB(A)	施工期間合成音量 dB(A)	噪音增量 dB(A)	噪音管制區類別	法規標準 dB(A)	影響等級
明挖覆蓋	隧道出口處	55.7	55.7	56.6	59.2	3.5	一般地區音量標準(第二類)	60	無影響或可忽略影響
	運土路線	73.7	73.7	60.2	74.4	0.4	第三類管制區內緊鄰八公尺以上之道路邊地區	74	無影響或可忽略影響
	東光國小	64.2	64.2	59.5	65.5	1.3	第三類管制區內緊鄰八公尺以上之道路邊地區	74	無影響或可忽略影響
	沙坑國小	58.6	58.6	55.0	60.2	0.2	一般地區音量標準(第二類)	60	無影響或可忽略影響
	橫山國中	61.5	61.5	61.6	64.6	3.1	第三類管制區內緊鄰八公尺以上之道路邊地區	74	無影響或可忽略影響
	大肚國小	58.4	58.4	58.1	61.3	2.9	第三類管制區內緊鄰八公尺以上之道路邊地區	74	無影響或可忽略影響

註 1：「現況環境背景音量」為 112 年第 1 季至第 4 季監測結果 $L_{日}$之最大值，本評估假設「施工期間背景音量」與「現況環境背景音量」相同，

註 2：預估「施工期間最大噪音」以所有可能同時操作之作業機具施工噪音量加以合成，亦即採用對環境最具影響之施工情境進行營建噪音之模擬分析。

註 3：「施工期間合成音量」=「施工期間背景音量」⊕「施工期間最大噪音」。⊕表示依聲音計算原理之相加。

註 4：噪音影響等級評估流程參見圖 3.12-7。

註 5：「施工期間合成音量」符合「環境音量標準」時：「噪音增量(D1)」=「施工期間合成音量」－「施工期間背景音量」。「施工期間合成音量」不符合「環境音量標準」時：「噪音增量(D2)」=「施工期間合成音量」－「環境音量標準」。

註 6：灰底表示超過法規標準。

二、振動

本計畫主要係參照環境部「環境振動評估模式技術規範」進行影響評估分析，營建工程振動影響依據其「附件五：工廠及作業場所振動模式」進行評估，並輔以環境部環境振動管理指引建議值及日本振動規制法施行規則基準值作為本小節振動影響評估之比較基準。

表 3.12-10 為振動對建築物及日常生活環境之影響分析，開發行為所引起之振動將對附近建築物及居民生活將造成不同程度的影響，嚴重時可能導致建築物龜裂及妨礙生理睡眠等現象，由表可知 55 dB 以下為無感振動現象(人體對振動之有感位準 55 dB)。

表 3.12-10　振動對建築物及日常生活環境之影響分析

影響評估	日本氣象廳	日本江島淳–地盤振動的對策	日本(JIS)	
振動級	地震級	可導致建築物損害之影響	對生理影響	對睡眠影響
55 dB 以下	○級-無感	-	經常之微重力	-
55~65 dB	I級-微震	無被害-弱振動	開始感覺振動	對睡眠無影響
65~75 dB	II級-輕震	無被害-中等振動	-	低度睡眠有感覺
75~85 dB	III級-弱震	粉刷龜裂-強振動	工廠作業工人八小時有不舒服感	深度睡眠有感覺
85~95 dB	IV級-中震	牆壁龜裂-強烈的振動	人體開始有生理影響	深度睡眠有感覺
95~105 dB	V級-強震	構造物受破壞-非常強烈的振動	生理顯著影響	-
105~110 dB	VI級-裂震	-	-	-
110 dB 以上	VII級-激震	-	-	-

本計畫依據「環境振動評估模式技術規範」之「附件五：工廠及作業場所振動模式」進行營建工程振動評估，模式說明如下：

$$L_{V10} = L_0 - 20log\left(\frac{r}{r_0}\right)^n - 8.68\alpha(r - r_0)$$

L_{V10}：距振動發聲源 r (公尺)距離之振動位準(預測值)
L_0：距振動發聲源 r_0 (公尺)距離之振動位準(基準值)
n：半無限自由表面之傳播實體波場合 n = 2
r：預測點距高架柱中心線之距離(公尺)
r_0：基準點柱中心線之距離(公尺)
α：地盤之內部衰減(黏土：0.01~0.02，淤泥：0.02~0.03)

將各工程項目於施工期間機具種類、最大同時操作數量及振動值施作合成 L_{v10} 作為各敏感點模擬依據，模擬結果如表 3.12-11 及表 3.12-12 所示。結果顯示，各敏感點之營建工程振動位準增量均小於 10.0 dB，合成振動量均符合參考之環境部環境振動管理指引建議值及日本振動規制法施行規則基準值，另依振動對建築物及日常生活環境之影響分析評估，施工期間合成振動量皆小於 55 dB，如表 3.12-10 所示，屬於無感振動，故預期營建工程產生之振動影響極為輕微。

表 3.12-11　施工機具振動位準影響摘要表

工程項目	機具名稱	最大同時操作數量	L_0(單部)	L_0(合成)
隧道洞口邊坡穩定及開挖(南洞口)	挖土機	1	71	71.0
	鑽堡	1	61	61.0
	噴漿機	1	60	60.0
	混凝土壓送車	1	58	58.0
	破碎機	1	72	72.0
	送風機	1	58	58.0
	合成			75.0
明挖覆蓋	挖土機	2	71	74.0
	混凝土壓送車	1	58	58.0
	卡車	4	58	64.0
	合成			74.5

註 1：表中 L_0 值為距離振動源 10 公尺處之振動位準值之最大值。
註 2：灰底為工程項目施工合成音量最大值。
註 3：施工機具振動位準，採用「高速公路施工環境管理與監測技術準則」，交通部臺灣區國道新建工程局，民國 81 年。

表 3.12-12　施工期間營建振動評估模擬結果輸出摘要表

工程項目	項目 / 敏感點	現況環境背景振動量(dB)	施工期間背景振動量(dB)	施工期間最大營建振動位準(dB)	施工期間合成振動量(dB)	振動位準增量(dB)	環境部環境振動管理指引(營建工程)		日本振動規制法施行規則	
							管制區類別	日及晚建議值(dB)	管制區類別	日間時段基準值(dB)
隧道洞口邊坡穩定及開挖(南洞口)	隧道出口處	35.3	35.3	<10.0	35.3	<0.1	第一、二類管制區	55	第一種區域	65
明挖覆蓋	隧道出口處	35.3	35.3	42.3	43.1	7.8	第一、二類管制區	55	第一種區域	65
	運土路線	43.5	43.5	42.3	46.0	2.5	第三、四類管制區	60	第二種區域	70
	關西高級中學	33.6	33.6	<10.0	33.6	<0.1	第三、四類管制區	60	第二種區域	70
	東光國小	34.4	34.4	42.3	43.0	8.6	第三、四類管制區	60	第二種區域	70
	沙坑國小	39.8	39.8	45.2	46.3	6.5	第一、二類管制區	55	第一種區域	65
	橫山國中	32.9	32.9	42.3	42.8	9.9	第三、四類管制區	60	第二種區域	70
	大肚國小	45.4	45.4	42.3	47.1	1.7	第三、四類管制區	60	第二種區域	70
	員崠國小	38.5	38.5	42.3	43.8	5.3	第三、四類管制區	60	第二種區域	70

註 1：本評估工作假設「施工期間背景振動量」與「現況環境振動量」相同。

註 2：「施工期間合成振動量」=「施工期間背景振動量」⊕「施工期間最大營建振動位準」。⊕表示依聲音計算原理之相加。

註 3：「振動位準增量」=「施工期間合成振動量」－「施工期間背景振動量」。

三、綜合評估

本次模擬主要係針對敏感點之鄰近工程進行模擬，因此主要模擬隧道段及明挖覆蓋段，以了解其施工可能產生之影響。另外，為降低施工期間所產生之噪音對周邊環境影響，建議考慮以下降噪方法：

1. 施工期間設置隔音措施，如施工圍籬等或其他簡易隔音設備，以減少噪音源擴散。
2. 施工機具採用低噪音、低振動之機型，經常維修以維持良好使用狀態與正常操作，並定期保養維修，防止機件鬆動，產生不必要之噪音振動。
3. 將噪音源及振動源遠離敏感受體，對於具方向性之機械噪音，調整其方位使傳音方向背向敏感受體。
4. 挖土機作業期間，將使卡車靠近挖土機，避免挖土機來回長距離移動，亦避免過多機具同時施工。
5. 施工車輛限制行駛車速，行經學校、住宅區或民宅等敏感點時，禁止急加速、急減速及鳴按喇叭，以降低突增之噪音量。

3.12.3 河川水質模擬

本計畫河川水質模擬評估，係參考民國 113 年 10 月 13 日環境部公告修正之「環境影響評估河川水質評估模式技術規範」(以下簡稱技術規範)辦理。然而，實際就本計畫施工條件及泥沙增量排放情境而言，工區放流水匯入頭前溪前已具備相當長之流程距離(油羅溪段約 2 公里、上坪溪段約 0.9 公里，至頭前溪再流經約 2.8 公里至竹林大橋)，且排放水體為溪流性河川，水理條件變化快速，與技術規範所建議適用情境不盡相符。

此外，依技術規範針對施工階段評估之規定，跨河段工程僅需以質量平衡公式評估其對下游環境部監測站(竹林大橋)水質與水量之影響，無需進行完整之 WASP 模式率定與驗證。儘管如此，為提升本案模擬評估之技術品質與加值性成果，仍規劃使用 HEC-RAS 與 WASP 模式進行分析，以預測施工期間泥砂排放對下游水體懸浮固體濃度之潛在影響。

惟實務執行過程中，仍受限於河道地形條件(如河床高低落差大、溪段短促)導致水理模式計算常出現無水情形，使模擬無法穩定運行，故本次水質模擬範圍以涵蓋施工區周邊為主，並向上游延伸斷面進行計算。模擬結果後續將就輸入參數假設與操作限制逐一說明。

依本案施工內容，落墩工程並無生活污水排放，且施工工地與機具出入皆依據「營建工地逕流廢水削減計畫」及「營建工程空氣污染防制設施管理辦法」之相關措施辦理。然而，於跨河段落墩工程進行期間，預期仍將有一定量之砂石進入水體，估計於油羅溪橋及竹東大橋施工處每日將分別新增 60.2 及 67.8 m^3 砂石進入河川(如圖 3.12-8 之 2 號及 12 號網格)，並對下游竹林大橋(如圖 3.12-8 之 9 號網格)造成懸浮固體(Suspended Solids, SS)濃度之衝擊。

為求謹慎並避免竹林大橋受跨河落墩工程開挖而導致懸浮固體影響其河川污染指數之評定，故參考技術規範營運階段期間建議採用之 WASP 污染物傳輸模式及水利單位常用之 HEC-RAS 水動力模式，評估跨河段落墩工程施作期間對竹林大橋之懸浮固體濃度影響，若懸浮固體有超過 100 mg/L 使 RPI 達到中度污染程度以上之可能，則建議施工單位需執行相關減輕對策。

河道落墩工程的非點源污染，主要包括開挖、圍堰、混凝土澆置及施工擾動所造成之懸浮固體與濁度(Turbidity)增加。本次模擬水體範圍如圖 3.12-8 所示，涵蓋油羅溪(1 至 4 號網格，起點為油羅溪橋上游，終點為與頭前溪匯流處)、上坪溪(10 至 13 號網格，起點為竹東大橋上游，終點為與頭前溪匯流處)及頭前溪(5 至 9 號網格，起點為油羅溪及上坪溪匯入處，終點為竹林大橋)，各水體網格設計流量配置如下所述：

1. 油羅溪設計水量之流量資料，採用水利署內灣測站 113 年 8 月之流量。(分析流程詳見 HEC-RAS 水理模式，(六)施工期間流量分析)
2. 上坪溪設計水量之流量資料，採用水利署上坪測站 113 年 8 月之流量。(分析流程詳見 HEC-RAS 水理模式，(六)施工期間流量分析)。
3. 頭前溪設計水量之水位資料，採用水利署竹林大橋測站 113 年 8 月之水位資料。
4. 本計畫河川水體水質評估係針對工區泥沙增量影響進行分析，評估橋墩下構施工期間對承受水體(油羅溪及上坪溪)可能造成之泥砂排放。

根據模式規範，開發單位應依規範的步驟與方法進行質量平衡公式評估，以評估施工階段排放泥沙對河川水質之影響。惟本計畫承諾以 HEC-RAS 水動力模式搭配 WASP 水質模式進行承受水體懸浮固體水質評估。本次模擬將以圖 3.12-8 之網格設定，包含油羅溪、上坪溪及頭前溪在內均以 HEC-RAS 水動力模式計算網格水理參數，包括斷面流速、水深與網格水體積，再以 WASP 模式優養模組模擬網格懸浮固體水質。以下分 HEC-RAS 及 WASP 模式說明模式設定及模擬結果。

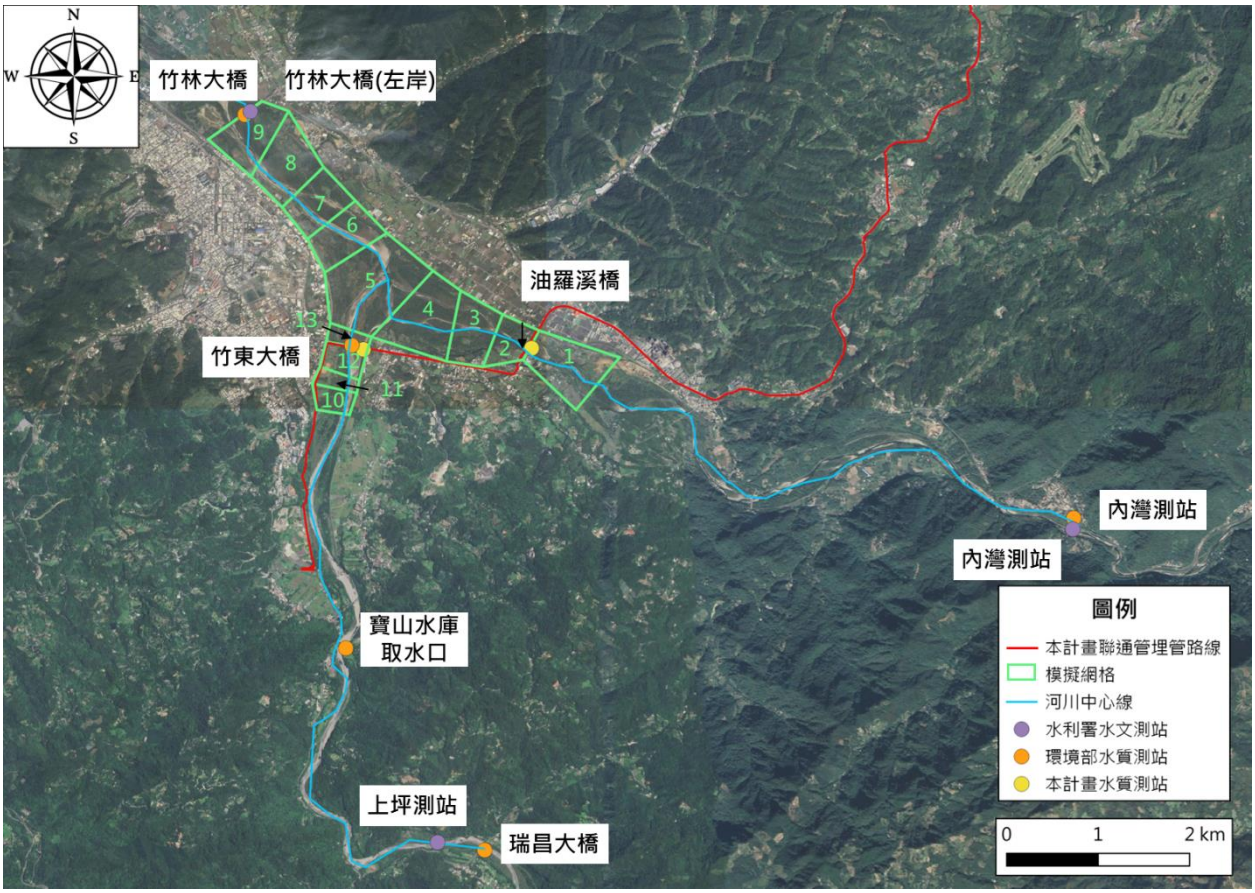


圖 3.12-8　本計畫跨河落墩段水理水質網格設定

一、HEC-RAS 水理模式

HEC-RAS 的歷史最早可追溯至 1968 年美國工兵團發表的 HEC-2，這是美國第一個用於計算不規則渠道水位剖面的模式，1991 年工兵團開發了第一版介面化的 HEC-RAS 1.0，而後工兵團也陸續增加以及修正模式中的計算功能，例如 2001 年 HEC-RAS 3.0 中增加了變量流(unsteady flow)模擬功能，2008 年 HEC-RAS 4.0 增加了沉積物傳輸(sediment transport)模擬，而 2016 年 HEC-RAS 5.0 更是把模式原本模擬的維度由一維增加至二維，而 2021 年 6 月推出的最新版 HEC-RAS 6.0 則是進一步改善二維模擬的計算速度和增加二維沉積物傳輸模擬並改善原有的功能，本次評估工作採用 2022 年 03 月發布之 HEC-RAS 6.2，以下將針對 HEC-RAS 的原理和模式建置設定進行介紹。

(一) HEC-RAS 基本方程式

HEC-RAS 在一維定量流的原理是採用標準步推法(Standard Step Method)求解能量方程式，控制方程式如下：

$$Z_2 + Y_2 + \frac{\alpha_2 U_2^2}{2g} = Z_1 + Y_1 + \frac{\alpha_1 U_1^2}{2g} + h_e \quad (1)$$

式中 Z_2 和 Z_1 分別為上游及下游河道高程；Y_2 和 Y_1 分別為上游及下游水深；U1 和 U2 分別為上游及下游平均流速；α_2 和 α_1 分別為上游及下游水深流速權重係數；g 為重力加速度；h_e 為能量水頭損失。能量水頭損失主要為摩擦力、斷面束縮或擴大等因素造成，因此可表示為：

$$h_e = L\bar{S}_f + C\left|\frac{\alpha_2 U_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 U_1^2}{2g}\right| \quad (2)$$

式中 L 為河道加權長度；$\bar{S}_f$ 為兩斷面間的摩擦坡降；C 為束縮或擴大損失係數。河道加權長度可由下式計算求得：

$$L = \frac{L_{lob}\bar{Q}_{lob} + L_{ch}\bar{Q}_{ch} + L_{rob}\bar{Q}_{rob}}{\bar{Q}_{lob} + \bar{Q}_{ch} + \bar{Q}_{rob}} \quad (3)$$

式中 L_{lob} 、L_{ch} 、L_{rob} 分別為河道左側灘地、主深槽、右側灘地的長度；$\bar{Q}_{lob}$ 、$\bar{Q}_{ch}$ 、$\bar{Q}_{rob}$ 則分別為河道左側灘地、主深槽、右側灘地的平均流量，流量主要以曼寧公式計算而得。

HEC-RAS 的一維變量流的計算是根據質量和動量守恆原理，其中連續方程式與動量方程式可分別表示如下，

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} - q_l = 0 \quad (4)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial QU}{\partial x} + gA\left(\frac{\partial z}{\partial x} + S_f\right) = 0 \quad (5)$$

式中 A 為河道斷面積；q_l 為側流量，包含本計畫擬評估之泥沙增量量；$\partial z/\partial x$ 為水面坡降。

(二) HEC-RAS 地文資料設定

地文資料包括河川各斷面的幾何形狀、斷面之間的距離以及曼寧係數等，其中幾何形狀可反應出不同水位條件下，斷面的通水面積、水面寬度、水力半徑等參數；斷面之間的距離亦影響地形坡度的變化、水面線的斜率等；曼寧粗糙係數主要反應河床底質、粒徑或植生等不同狀態對河道流速、流量的影響，跨河落墩段各河段曼寧 n 值如表 3.12-13 所示。將河道斷面樁座標及主河道座標輸入後，即可完成跨河落墩段 HEC-RAS 模式建置，成果如圖 3.12-9。

表 3.12-13　跨河落墩段河道採用之曼寧粗糙係數 n 值

主流(斷面號)/支流(里程)	左高灘地	深槽	右高灘地
油羅溪(斷面 49~斷面 53)	0.04	0.04	0.04
上坪溪(斷面 1~斷面 5)	0.04	0.04	0.04
頭前溪(斷面 43.1、斷面 45~斷面 48)	0.04	0.04	0.04

資料來源：頭前溪水系支流油羅溪治理計畫(第一次修正)，經濟部水利署，民國 106 年。

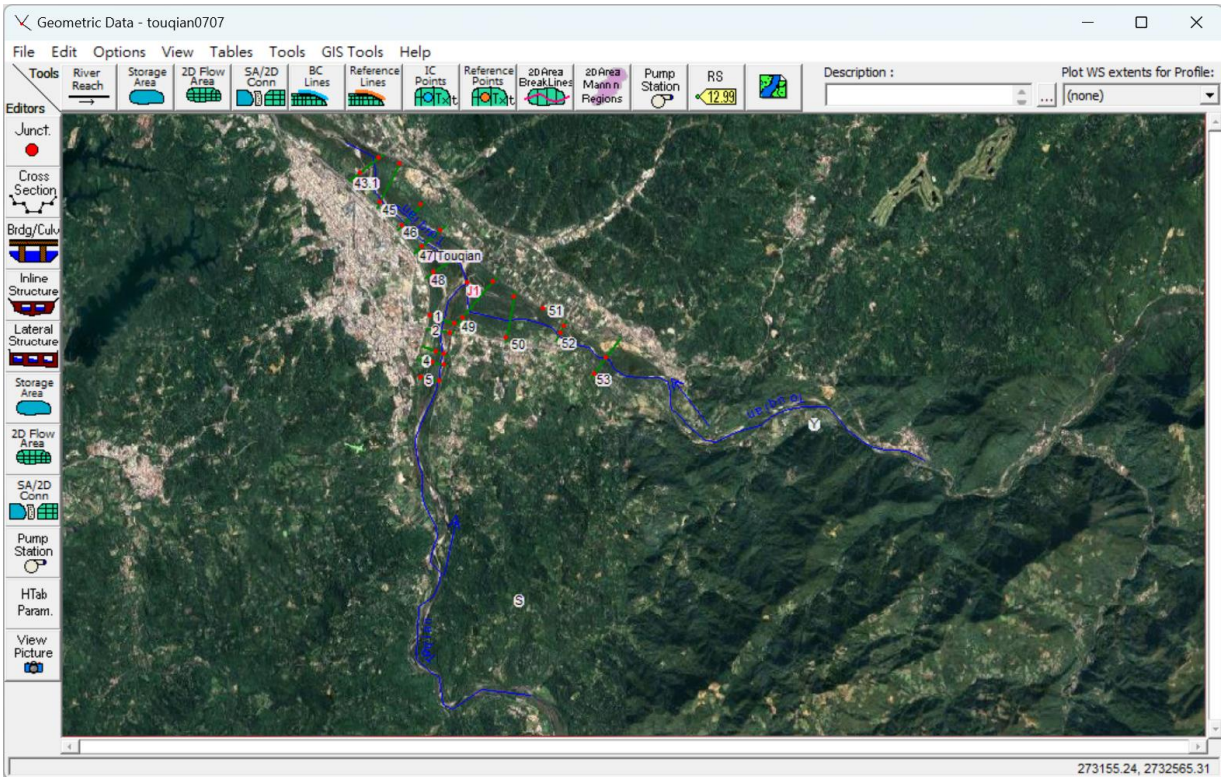


圖 3.12-9　跨河落墩段 HEC-RAS 模式建置成果圖

(三) HEC-RAS 邊界條件設定

定量流模擬中，上游邊界條件為各河段之流量，下游邊界條件則可選擇輸入固定水位、臨界水深、正常水深或水位流量率定曲線；在變量流模擬中，上游邊界條件可選擇輸入水位歷線、流量歷線或水位流量歷線，而下游邊界條件除了水位歷線或流量歷線之外，亦可選擇正常水深或水位流量率定曲線。

經由水理計算分析後可得到沿河各斷面在各時刻的水位、流速、流量、通水面積、水面寬以及水力半徑等水理參數，如圖 3.12-10，後續提供 WASP 水質模式進行水質模擬使用。

Profile Output Table - Standard Table 1

File Options Std. Tables Locations Help

HEC-RAS Plan: Plan 14 Profile: Max WS Reload Data

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
S	5	Max WS	90.42	135.61	137.48		137.65	0.012855	1.80	50.21	98.82	0.81
S	4	Max WS	90.12	133.75	135.35		135.44	0.004212	1.34	67.13	88.48	0.49
S	3	Max WS	89.93	132.94	133.96		134.12	0.011761	1.75	51.38	98.01	0.77
S	2	Max WS	89.67	129.83	130.92		131.01	0.004336	1.34	66.98	90.91	0.50
S	1	Max WS	89.64	127.33	128.74	128.71	128.98	0.017151	2.20	40.81	73.88	0.94
Y	53	Max WS	83.92	152.20	153.56		153.65	0.004839	1.31	64.02	97.17	0.52
Y	52	Max WS	84.23	142.80	143.82		144.03	0.015027	2.01	41.94	78.90	0.88
Y	51	Max WS	84.42	136.93	137.75		137.89	0.010536	1.66	50.71	96.79	0.73
Y	50	Max WS	84.29	129.90	131.00	130.99	131.37	0.016661	2.68	31.43	41.30	0.98
Y	49	Max WS	84.19	122.51	123.61		123.78	0.012491	1.84	45.85	85.77	0.80
Touqian	48	Max WS	117.00	114.54	117.48		117.53	0.001340	0.97	121.15	111.03	0.30
Touqian	47	Max WS	116.88	112.05	112.85		113.05	0.016494	1.98	59.01	121.44	0.91
Touqian	46	Max WS	116.83	105.94	106.79		106.98	0.009085	1.91	61.02	84.57	0.72
Touqian	45	Max WS	115.08	101.36	102.63		102.78	0.006450	1.68	68.60	89.65	0.61
Touqian	43.1	Max WS	100.89	97.28	100.92	98.21	100.93	0.000206	0.40	254.47	217.06	0.12

Minimum channel elevation.

圖 3.12-10　HEC-RAS 模式水理演算成果

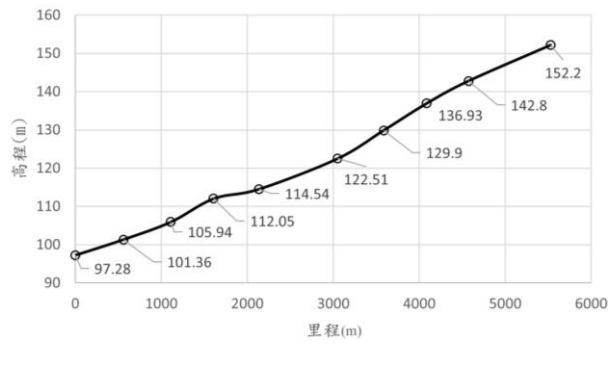
(四) HEC-RAS 及 WASP 網格設定

本次模擬模擬範圍由油羅溪油羅溪橋上游 900 公尺處及上坪溪竹東大橋上游 850 公尺處，匯流於頭前溪後至頭前溪竹林大橋。依水利署 113 年 9 月調查之油羅溪、上坪溪及頭前溪之河道大斷面(圖 4 至圖 8)資料，配合水質採樣位置，共劃分 13 個河段(Segment)，其中油羅溪主流 4 個河段，上坪溪主流 4 個河段及頭前溪主流 5 個河段，各河段長度其對應之斷面編號劃分成果如表 3.12-14 所示，河道縱斷面結果如表 3.12-15 所示，河道斷面如圖 3.12-11~15 所示。

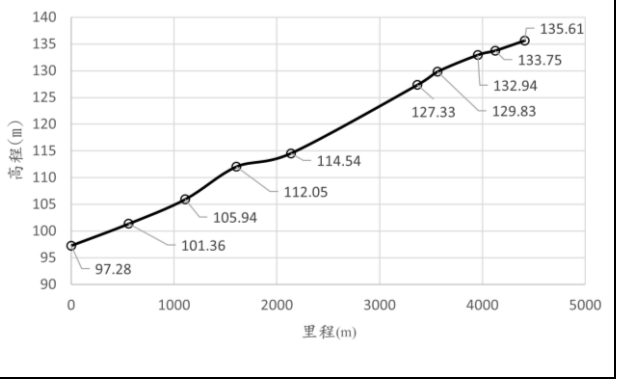
表 3.12-14　WASP 網格劃分成果表

斷面資料			WASP 網格劃分成果			
河系	斷面編號/支流里程	累距(m)	Segment 編號	Segment 對應斷面編號/里程	河段長度(m)	河段中心累距(m)
頭前溪及油羅溪	Y53	26989.45	1	SEC：Y53～Y52	956.51	26511.19
	Y52	26032.94	2	SEC：Y52～Y51	487.37	25789.25
	Y51	25545.56	3	SEC：Y51～Y50	498.71	25296.21
	Y50	25046.85	4	SEC：Y50～T49	537.02	24778.34
	Y49	24509.83	5	SEC：Y49～T48	913.00	24053.33
	T48	23596.83	6	SEC：T48～T47	529.36	23332.15
	T47	23067.47	7	SEC：T47～T46	498.22	22818.36
	T46	22569.25	8	SEC：T46～T45	550.61	22293.95
	T45	22018.64	9	SEC：T45～T43.1	591.42	21722.94
	T43.1	21427.23	0			
上坪溪	S5	2281.53	10	SEC：S5～S4	283.42	2139.82
	S4	1998.11	11	SEC：S4～S3	169.92	1913.15
	S3	1828.19	12	SEC：S3～S2	391.83	1632.28
	S2	1436.36	13	SEC：S2～S1	196.99	1329.49
	S1	1231.00	0			

表 3.12-15 113 年度河道縱斷面結果



油羅溪至頭前溪



上坪溪至頭前溪

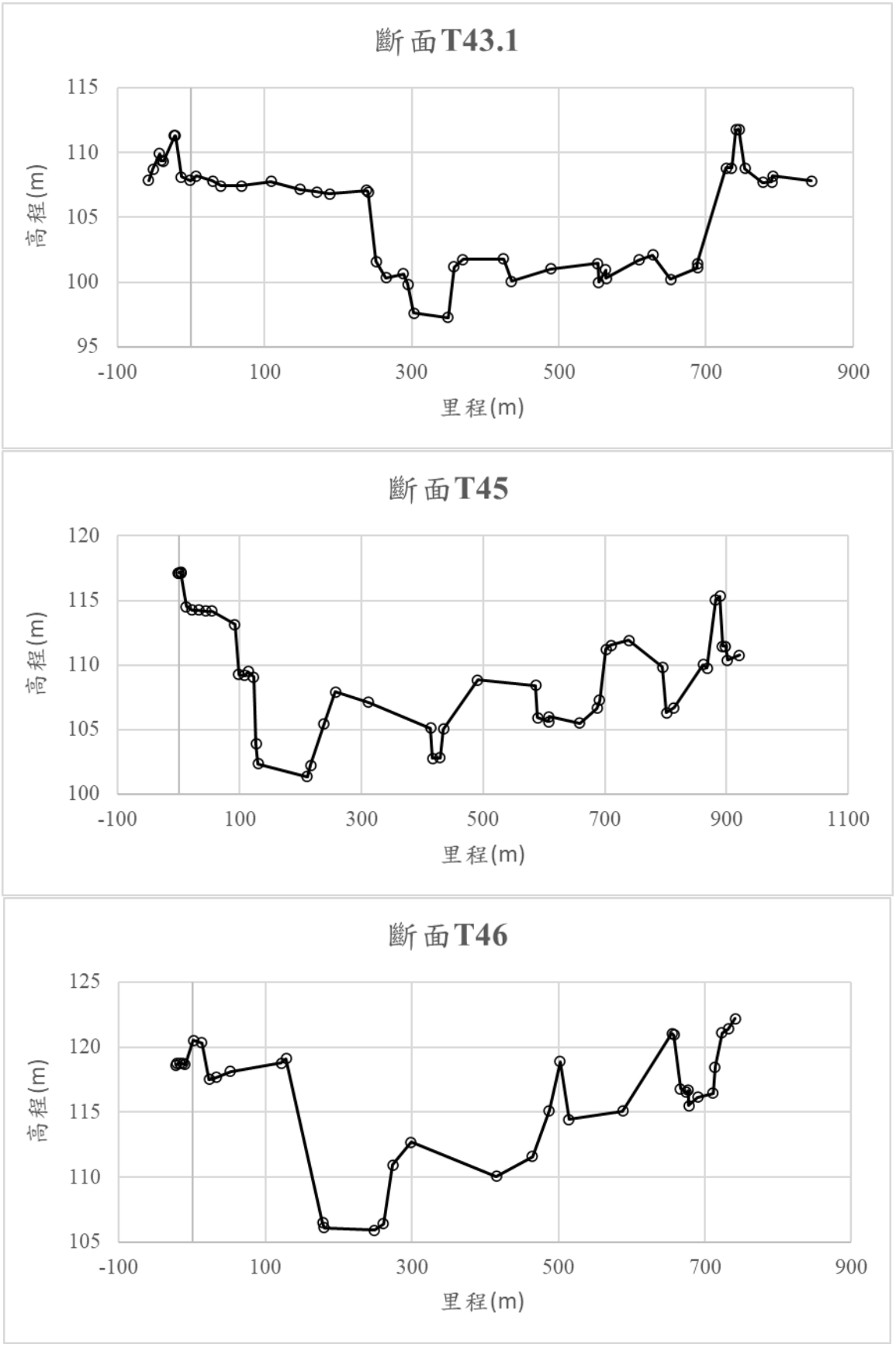


圖 3.12-11　頭前溪 113 年度河道斷面(斷面 T43.1、T45、Y46)

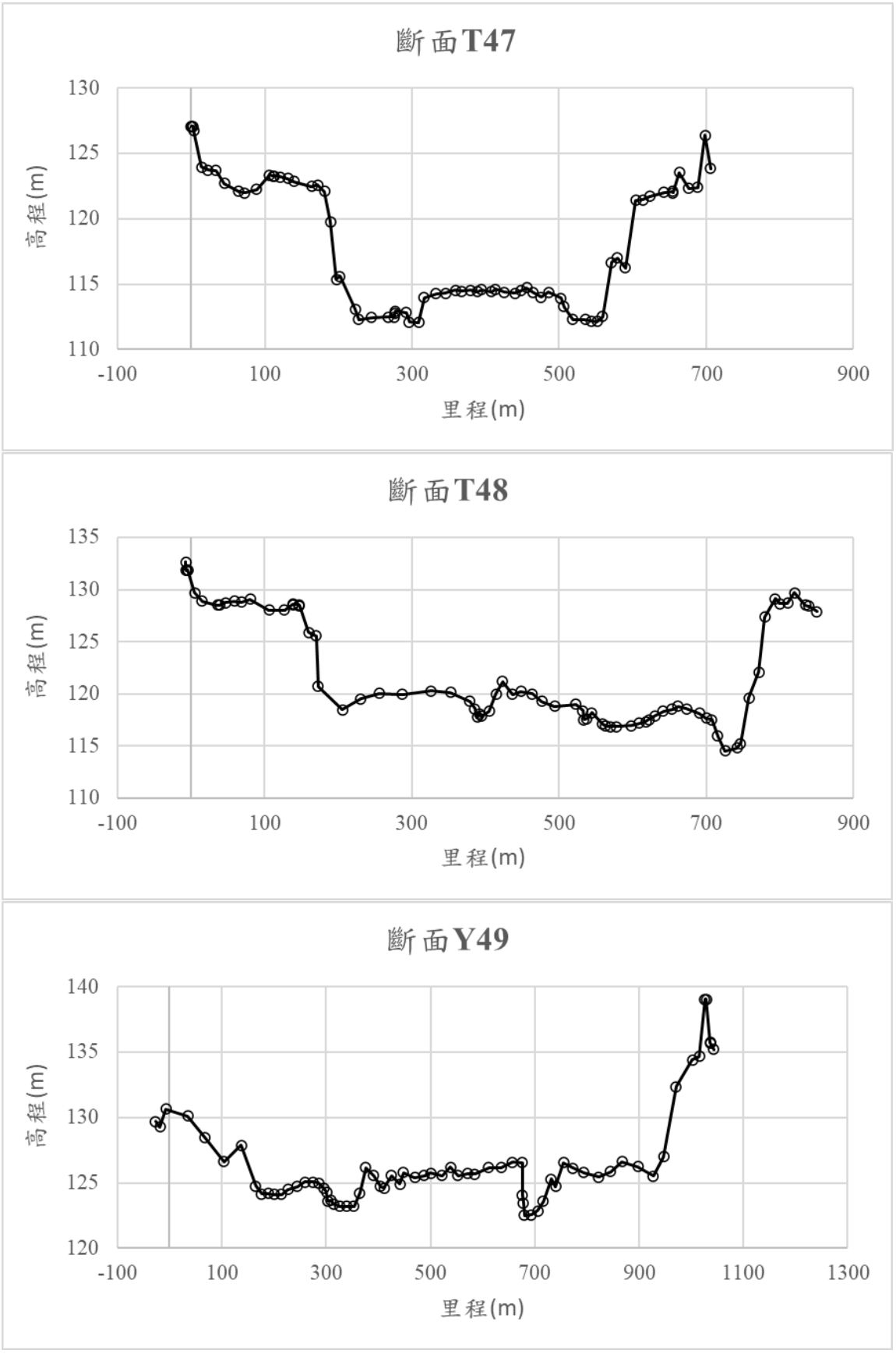


圖 3.12-12　頭前溪及油羅溪 113 年度河道斷面(斷面 T47、T48、Y49)

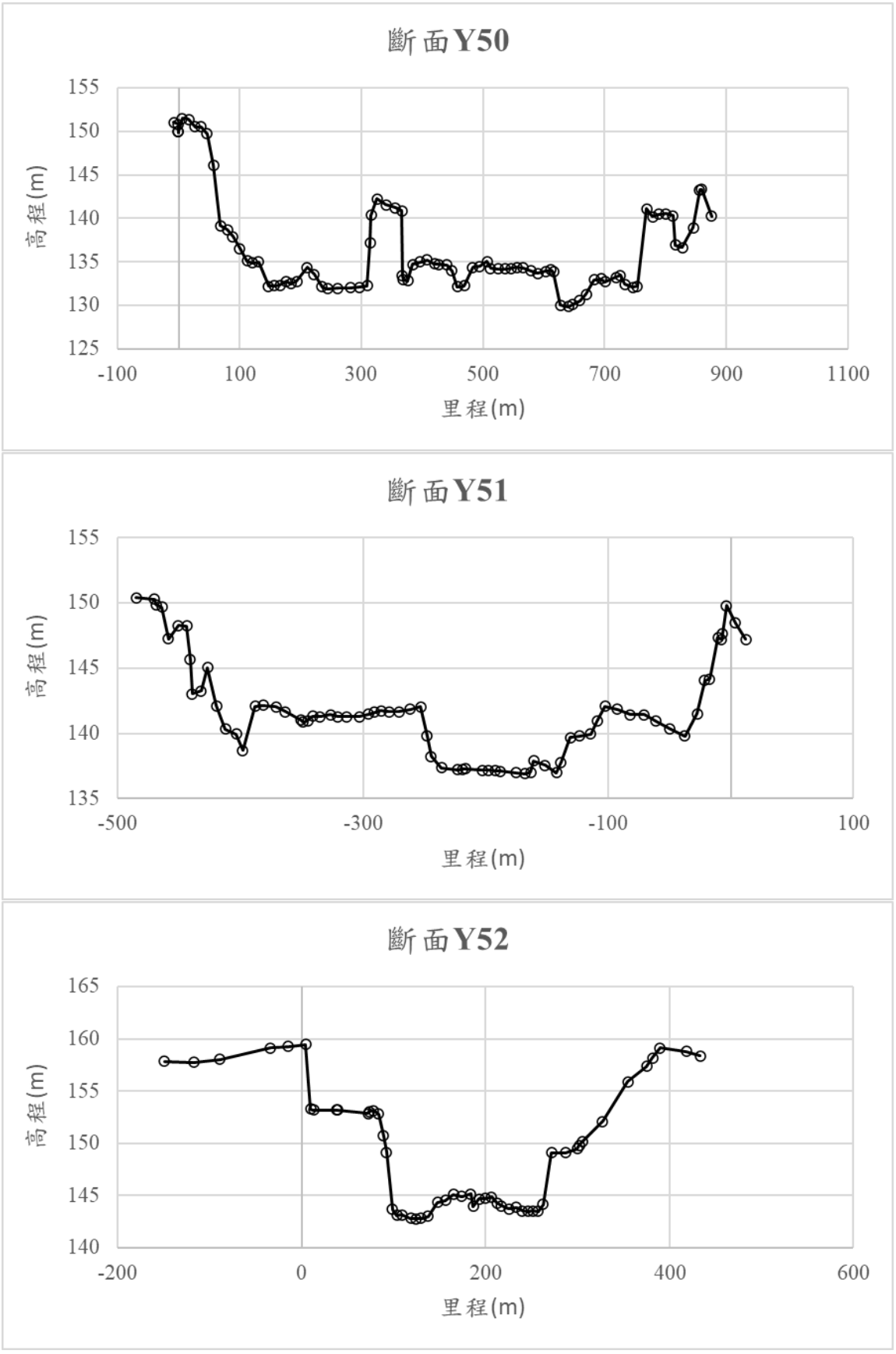


圖 3.12-13　油羅溪 113 年度河道斷面(斷面 Y50、Y51、Y52)

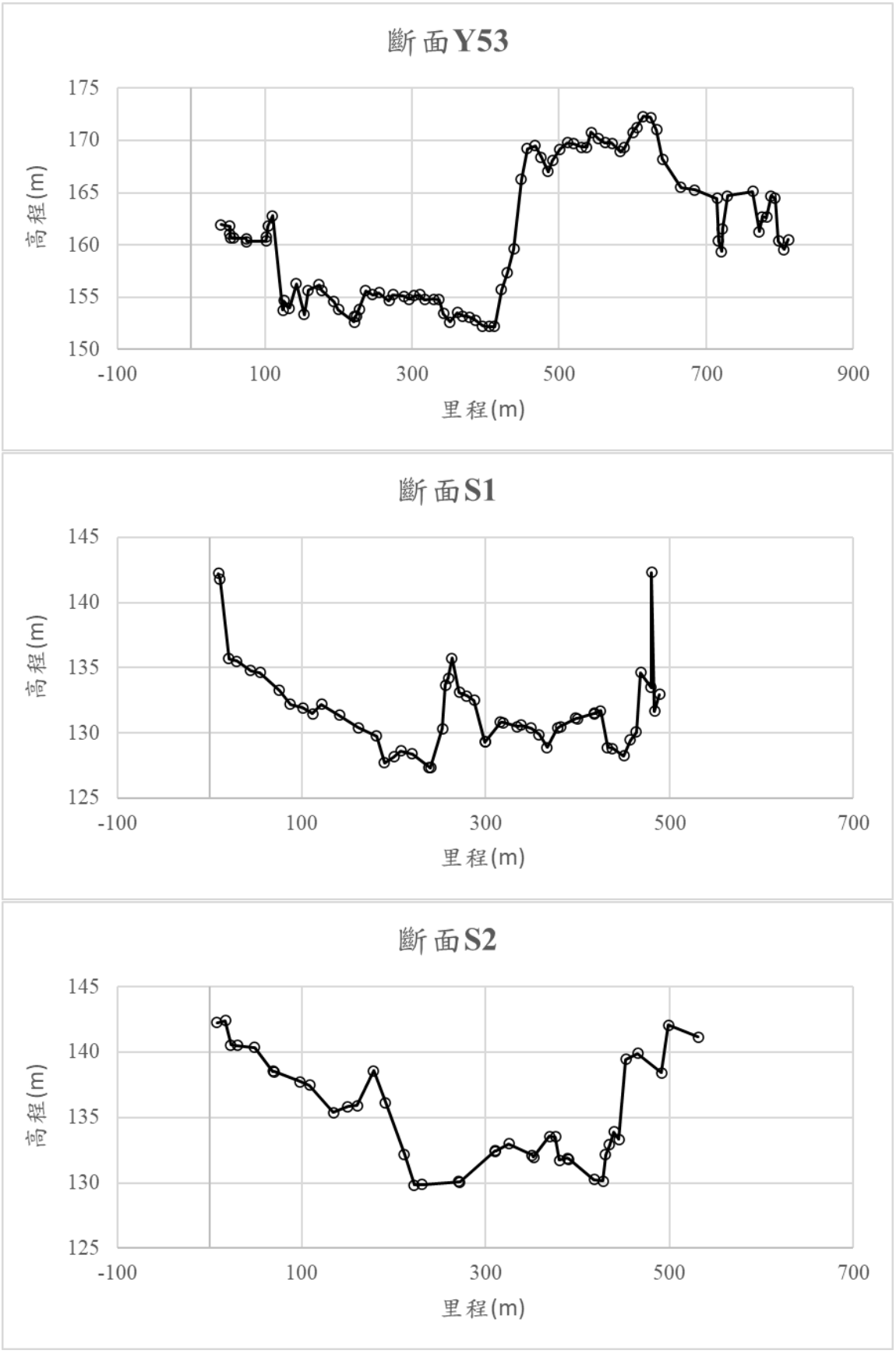


圖 3.12-14　油羅溪及上坪溪 113 年度河道斷面(斷面 Y53、S1、S2)

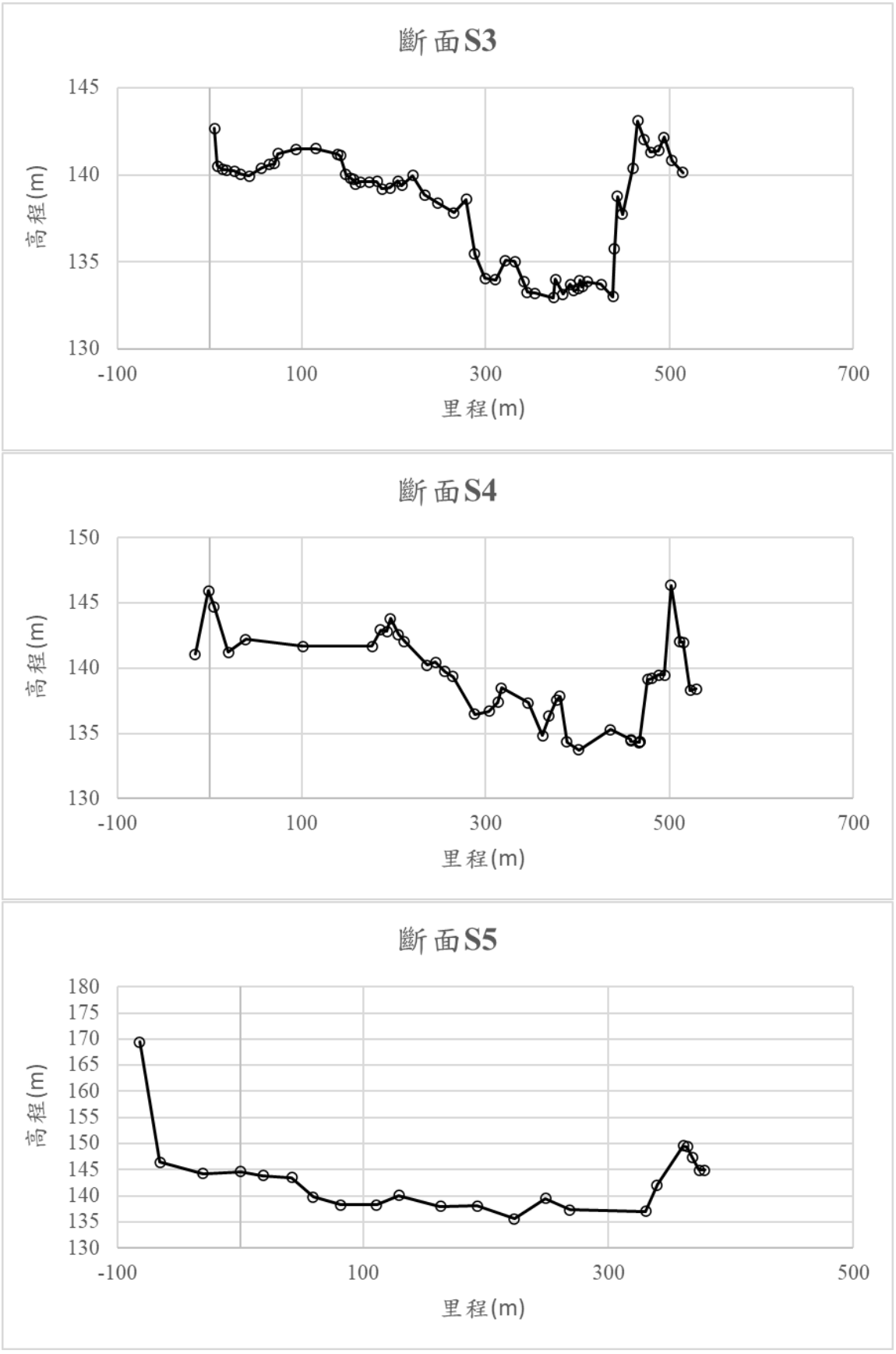


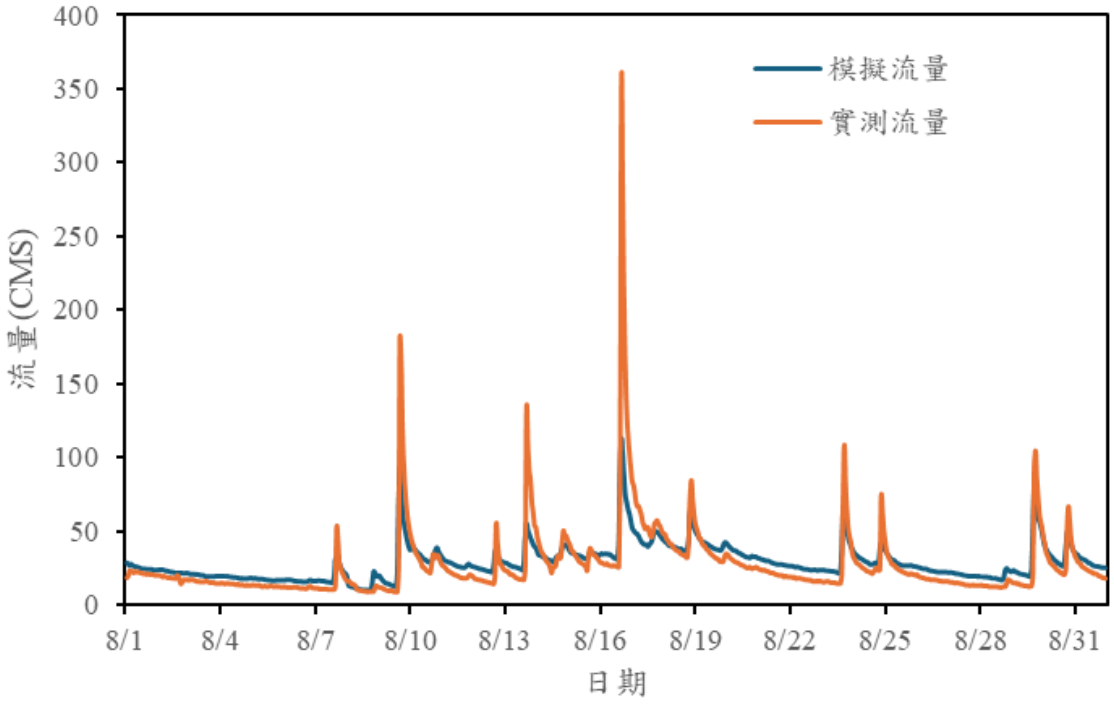
圖 3.12-15　上坪溪 113 年度河道斷面(斷面 S3、S4、S5)

(五) HEC-RAS 水理模擬驗證

油羅溪主流現有經濟部水利署於內灣吊橋設置之流量觀測站(內灣測站)，本計畫採用該測站之觀測資料作為油羅溪上游之流量邊界條件。上坪溪主流則設有一處水利署流量觀測站為昌惠橋(上坪測站)。另由於上坪堰為寶山第二水庫取水設施，取水量受水庫操作影響較大，難以準確估算，故本計畫採用昌惠橋(上坪測站)之流量紀錄，並扣除上坪堰寶二水庫之引水量後，作為上坪溪上游之流量邊界條件。

本次模擬配合施工預定時程，模擬 113 年 8 月期間油羅溪水管橋上游及上坪溪竹東大橋上游匯流至頭前溪後，流經頭前溪竹林大橋之水理變化情形。模擬結果與經濟部水利署竹林大橋測站於同期間之流量實測資料進行比對，成果如圖 3.12-16 所示。

雖部分實測流量數據可能受局部暴雨、颱風或短時間洪水事件影響，出現偏高情形，惟實際施工期間若遇類似強降雨或水位過高狀況，基於作業安全及設備保護原則，將不進行橋墩下構作業。因此，本模擬所採用之設計水量將排除極端天候條件下的流量變異，較能合理反映施工期間常態水文條件。整體而言，113 年 8 月模擬流量與實測數據趨勢相符。



資料來源：經濟部水利署水文資訊網整合服務系統。

圖 3.12-16　頭前溪竹林大橋 113 年 8 月模擬及實測流量歷線圖

(六) 施工期間流量分析

本次模擬根據第三標跨河放水段工程進度，評估跨河橋墩預計施工時程，作為後續模式模擬之輸入條件。依據工程規劃，上坪溪水管橋預計於 114 年 7 月 23 日進場施工，油羅溪水管橋則預計於 115 年 7 月施作；考量資料時效性與模擬代表性，模擬所使用之河道斷面資料為 113 年 9 月水利署調查成果；惟前述提及目前 HEC-RAS 水理模式建置困難，僅能使用 113 年 8 月期間之水文資料進行模擬作業，故本次模擬模擬時間選擇 113 年 8 月作為橋墩施工期間泥砂增量對下游河段水質影響之背景設計水量。

依據監測站歷史紀錄，如表 3.12-16 及表 3.12-17 所示，113 年 8 月油羅溪與上坪溪平均流量分別為 16.36 與 19.13 CMS，作為模式輸入水文條件。關於橋墩下構施工造成之潛在污染源，主要考量水下施工產生之泥砂排放影響。本計畫橋墩採擴展式基礎設計，並使用全套管樁工法，經計算，油羅溪水管橋橋墩下構之總開挖體積為 1325.9 m^3，上坪溪水管橋則為 1493.3 m^3，施工天數均預估為 22 個工作天，並以每日正常工作時段 8 小時進行推估。

據此推估，油羅溪橋墩每小時之平均排砂量約為 7.53 m^3，上坪溪橋墩則為 8.48 m^3，該排砂量將作為污染負荷輸入 WASP 模式之基礎，以評估工程期間泥砂對河川水質造成之影響程度。

表 3.12-16　油羅溪內灣流量站近五年月平均流量表 (單位：CMS)

年 月份	109	110	111	112	113	平均流量
1	1.18	1.89	1.53	2.77	2.04	1.88
2	1.02	1.59	6.10	2.23	2.27	2.64
3	2.05	1.73	6.83	1.76	2.12	2.90
4	3.20	1.69	5.47	5.12	3.80	3.86
5	9.50	4.30	10.8	7.98	5.90	7.70
6	4.35	15.5	9.41	17.9	8.12	11.0
7	4.56	34.2	7.63	10.2	17.6	14.8
8	4.35	17.2	3.88	15.5	16.4	11.5
9	3.40	5.49	36.5	10.6	8.40	12.9
10	1.99	2.60	6.10	5.92	5.47	4.42
11	1.22	1.84	3.00	3.29	8.22	3.51
12	1.17	1.27	1.91	3.10	2.95	2.08

資料來源：「臺灣水文年報」，經濟部水利署。

表 3.12-17　上坪溪上坪流量站近五年月平均流量表 (單位：CMS)

年 月份	109	110	111	112	113	平均流量
1	1.97	2.05	1.78	4.96	4.04	2.96
2	1.73	1.49	10.8	3.77	5.03	4.57
3	2.77	1.68	9.76	3.01	4.34	4.31
4	4.07	1.43	9.71	8.73	6.77	6.14
5	9.82	2.35	16.2	11.7	10.7	10.2
6	5.69	13.5	12.7	17.0	11.4	12.0
7	2.42	36.1	7.72	14.0	17.5	15.6
8	3.01	21.6	3.5	19.3	19.1	13.3
9	2.77	9.72	42.5	15.3	9.39	15.9
10	1.97	3.60	6.07	8.09	8.99	5.74
11	1.40	1.89	3.93	5.20	13.5	5.18
12	1.59	1.25	3.85	4.86	4.6	3.23

資料來源：「臺灣水文年報」，經濟部水利署。

二、WASP 水質模式

(一) 模式簡介

WASP 水質模式全名為 Water Quality Analysis Simulation Program，是一個整合河川水力要素基本計算，以及水中污染物傳輸-宿命數學方程式數值分析計算的電腦程式。1980 年代初期在美國環境部的資金補助下，由美國曼哈頓學院的 Di Toro 教授團隊開始發展 WASP 模式軟體 (Di Toro et al., 1983; Connolly and Winfield, 1984; Ambrose, R.B. et al., 1988)。WASP 的開發目的是提供一個便利使用的科學工具，讓使用者能解釋及預測水體在天然作用下(物理、生物及化學作用)或承受人為污染時會產生的水質時空變化，以能評估污染衝擊、水體涵容能力與水質反應，並協助水質管理與水污染防治決策之擬定。

與一般河川水質模式相比，WASP 最大的特色是可連結其他水理模式的計算結果以彌補其本身基本水力要素計算能力之不足，此稱為 Hydrodynamic Linkage。因此，若與 2 或 3 維水理模式連結，WASP 亦可共用其網格設定進行 2 或 3 維之傳輸計算與水質模擬；若與降雨逕流模式整合，則可模擬非點源污染對水質的影響；與沉質傳輸模式結合，則可加強其本身的顆粒物質模擬機制。此外，WASP 可將水體分為水層與底泥層兩種網格動態模擬水質，而其整合之污染物與水質反應機制與國內常用之 QUAL2K 水質模式類似(亦為模式規範所建議)，主要為水棲生物所關切之環境參數，包括水溫、一般污染物及其水質衝擊(氮、磷、溶氧、BOD、底泥耗氧、病原菌、浮游與底棲藻類)、有機污染物及其

水質衝擊、毒性污染物及其水質衝擊(重金屬、汞)。

美國環境部在 1970-1990 年代曾補助不少水質模式的開發，但大多數模式軟體都因使用頻率不高、被其他模式整合、政策考量或電腦作業系統改版無法支援而退場。因為 WASP 的擴充彈性大，且除了美國外亦廣為其他國家使用，因此 WASP 是少數獲得長期補助得以持續改版更新的水質模式。從 1983 年正式問世開始迄今已更新到 WASP 第 8 版，可支援 64-bit Windows 作業系統，並有完整的資料輸入視窗介面(Preprocessor)及模擬結果的時序化與空間化展示介面(Post Processor)，WASP 歷次更新內容包括程式核心(水力計算與傳輸方程式)的擴充與加強、增加可模擬污染物與反應機制、改善數值分析運算速度、輸出入介面友善化、以及系統支援性。目前 WASP 已廣泛應用於各種地面水體的水質模擬，包括海洋、河川、河口及湖泊等，在美國的長期應用案例除了一般污染物外，還包括以下特殊污染事件，可見其應用之水體類型廣泛，且涵蓋的污染物與水質反應機制相當完整。

1.坦帕灣(Tampa Bay)、波多馬克河口(Potomac Estuary)水質優養問題

2.五大湖的 PCB 污染問題

3.德拉瓦河口(Delaware Estuary)揮發性有機物污染問題

4.Deep River (北卡羅來納州)的重金屬污染問題

5.Savannah River (喬治亞州)的汞污染問題

雖然 WASP 僅內建基本的水理計算功能，計算複雜流況時需以 hydrodynamic linkage 連結如 HEC-RAS 之類的詳細水動力模式；不過，在水質模擬部分，WASP 被歸類為高詳細度(High Level of Detail)水質模式(Shoemaker et. al, 2005)，其污染物傳輸與宿命方程式具有模擬多項水質參數的能力。從 WASP 7 開始，模式依污染物之性質分為五大模擬程序，包括(1)優養程序(Eutrophication)、(2)持恆性毒性物質程序(Toxicant)、(3)有機毒性化學物質程序(Organic Toxicant)、(4)汞程序(Mercury)，以及(5)熱程序(Heat)，能模擬多達 40 項水質參數。到了 WASP 8，模擬程序整合為優養程序與毒性物質程序兩大類，模擬水質參數增加了新興污染物與加工奈米級材料(Engineered nanomaterials)(Suhendra et. al, 2020)，為目前免費使用的水質模式中唯一具此模擬功能者。

本計畫關切之懸浮固體水質於 WASP 懸浮物模組為一套獨立程序，包含相關常數、參數及時間函數，並在每個模型中作為一個單元執行。與其他狀態變數相同，懸浮物藉由平流和擴散作用於水體各區段間傳輸。此外，懸浮物可經由沉降沉積至表層底泥(即沉積物)層，再經侵蝕及再懸浮回到水體，並最終埋藏至更深層的底泥層。這些懸浮物傳輸過程將於下文詳述。

(二) WASP8 固體系統模擬說明

本計畫採用 WASP8 模式「描述性固體傳輸(Descriptive Solids Transport)」作為懸浮固體模擬方式。該設定允許針對各區段分別指定沉降速率與再懸浮速率，以模擬橋墩施工期間排放泥沙對水體中固體動態的影響。整體模擬依據如下：

1.模擬概念與機制

本模擬依據 WASP8 對於固體傳輸行為的機制，主要涵蓋以下四個過程：

沉降(Settling)：模擬固體自水體柱區段垂直移動至下層區段的過程，沉降通量由該區段之懸浮固體濃度與設定沉降速率(w_s, m/day)相乘獲得。

沉積(Deposition)：固體自水體柱區段沉積至底棲區段。於本設定中，沉積速率等同於使用者設定之沉降速率，無額外底床剪應力條件判斷。

再懸浮(Resuspension)：模擬底棲區段中沉積固體再次進入水體柱區段之過程，其通量由區段再懸浮速率(w_r, m/day)與底棲固體濃度相乘獲得。

掩埋(Burial)：為模型自動依據質量守恆計算，不需額外設定。

(1)沉降與沉積：

WASP8 模型中，每個水體柱區段須指定一組固體沉降速率 w_s(m/day)，WASP 會將 w_s與該區段的固體濃度(g/m^3)相乘，計算出固體向下區段的通量(g/m^2-day)。沉積速率則通常設定為沉降速率的一定比例，詳細機制可參考操作手冊第六節之 Deposition 說明。使用 Solids Option = 0(描述性固體傳輸模式)時，模型將依據使用者指定的沉降速率進行沉積模擬，亦可透過參數設定，讓沉積速率與底床剪應力產生連動。

而對於粗粉土或更大粒徑的粒子，其沉降與沉積速率可能相當高，容易造成數值運算負擔。當模型判定單一時間步內某水體區段的沉降通量導致超過0.1%的固體質量損失時，將自動引用附錄一所述之解析解，計算平均固體濃度 C*(g/m^3)，並據此完成當步沉降與平流輸出之模擬。

(2)再懸浮：

於 WASP8 模型中，每個表層底棲區段須指定一組固體再懸浮速率(單位：m/day)。模型將該速率與底棲區段中累積的固體濃度(g/m^3)相乘，以計算由底床重新釋回水體柱區段的固體通量(g/m^2-day)，模擬底床沉積物於特定水動力條件下再度進入水體的動態過程。

(三) WASP 模式運用之限制條件與檢查

1.基本限制：

WASP 最大水質模擬項目 16 個、網格劃分數量 4,000 個、可設反應速率常數(constant data)210 個、可設環境特性參數 45 項(例如大氣沉降量)、可設具時變性之環境狀態函數 23 個(例如水體浮游動物數量)、污染負荷輸入 50 個及邊界條件 150 個。

本計畫初步規劃最大水質模擬項目 1 個、網格劃分數量 13 個、反應速率常數 15 個內、環境特性參數(尚未規劃)、具時變性之環境狀態函數 1 個(水溫)、污染負荷輸入 2 個(油羅水管橋及上坪水管橋)、邊界條件 3 個，均在模式限制範圍內。

(1)WASP 假設污水排放至河川後立刻混合。

(2)WASP 無法模擬非水相液體(Non aqueous phase liquids, NAPLs)，如苯、甲苯及油污等水質參數。本計畫無此限制。

(3)WASP 之盒式控制體積必需常保有水狀態，即使水量極低也必須保持河寬水位，無法模擬受淤泥灘、潮泥灘及洪水平原影響而使水量集中於某處的狀態。本計畫以 HEC-RAS 測試 113 年 8 月油羅溪及上坪溪可保持至頭前溪竹林大橋有水。

(四) WASP 邊界設定與污染物輸入條件

1.邊界設定及率定驗證：

本計畫參考民國 114 年 8 月 8 日之環境部水質資料，調查結果如表 3.12-18，另外本計畫於民國 114 年 8 月 22 日執行河川水質調查，調查結果如表 3.12-19。調查包括油羅溪油羅溪橋及上坪溪竹東大橋，進行水理及水質模式邊界設定與參數率定驗證說明如下，相關點位配置請參照圖 3.12-8。

1. 邊界組：油羅溪上游 1 點、上坪溪上游 1 點，2 次事件共 4 筆。
2. 率定組：108 至 113 年環境部水質測站懸浮固體測值監測結果比對濃度增減。
3. 驗證組：113 年 8 月 8 日之竹東大橋共 1 筆；113 年 8 月 22 日之油羅溪橋及竹東大橋共 2 筆，合計共 3 筆。

表 3.12-18　民國 113 年 8 月 8 日地面水質監測資料(環境部水質測站)

檢測項目	採樣地點與輸入模式條件				
	內灣	油羅溪橋	竹林大橋	寶山水庫取水口	竹東大橋
	上游邊界	率定驗證點	下游邊界	上游邊界	率定驗證點
水量(CMS)	9.645	-	11.92	1.642	-
懸浮固體(mg/L)	1.2	-	<1.0	1.5	<1.0

註：若分析濃度為<1.0 mg/L，則以 1.0 mg/L 估計。

表 3.12-19　民國 113 年 8 月 22 日地面水質監測資料(本計畫河川水質測站)

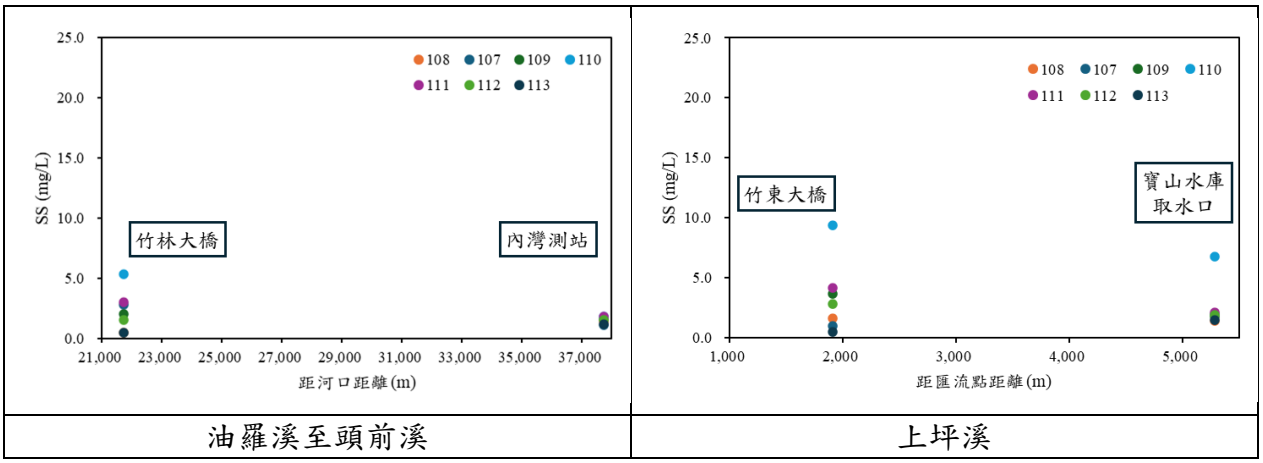
檢測項目	採樣地點與輸入模式條件				
	內灣	油羅溪橋	竹林大橋	寶山水庫取水口	竹東大橋
	上游邊界	率定驗證點	下游邊界	上游邊界	率定驗證點
水量(CMS)	14.06	5.76	17.81	10.65	5.79
懸浮固體(mg/L)	-	1.7	-	-	1.7

由於本計畫所涉河段具有地形陡峭、水文變化大等特性，水理模式建置過程中易出現無水情形，導致模擬無法穩定運行，斷面設計因此以涵蓋施工區域為主，並向上游延伸必要距離以形成穩定水力條件。此外，受限於場址觀測條件與調查時程，實際可取得之率定與驗證資料筆數不足，與技術規範中建議之每組至少五筆觀測值尚有落差。因此比對 108 至 113 年間環境部水質監測站之懸浮固體濃度

資料如表 3.12-20 所示，整體濃度變化不大，顯示河段區域水流較快，顆粒物易被輸送而不易沉積。基此特性，WASP 模式中懸浮固體之沉降速率設定為 0.0 m/day，並確認此設定值仍符合技術規範建議範圍。

另計算率定驗證點模擬與實測水質之 MAPE (平均絕對誤差百分比，Mean Absolute Percentage Error)評估模擬成果是否位於合理預測範圍內，模擬過程中之水質參數率定結果如表 3.12-21、圖 3.12-17~19 所示，水質驗證 3 筆為合理預測(20%)。

表 3.12-20　108 至 113 年環境部水質測站懸浮固體測值監測結果



油羅溪至頭前溪　　上坪溪

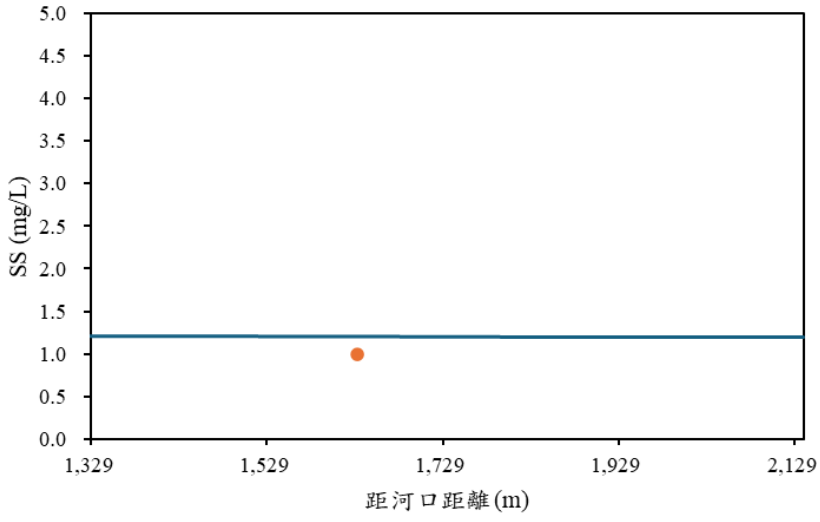


圖 3.12-17　113 年 8 月 8 日上坪溪率定驗證點水質模擬結果(網格 10-13)

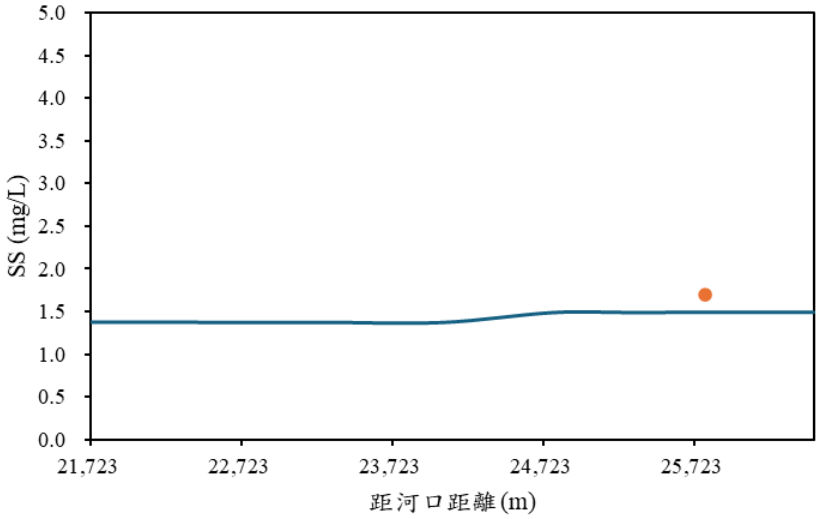


圖 3.12-18　113 年 8 月 22 日油羅溪至頭前溪率定驗證點水質模擬結果(網格 1-9)

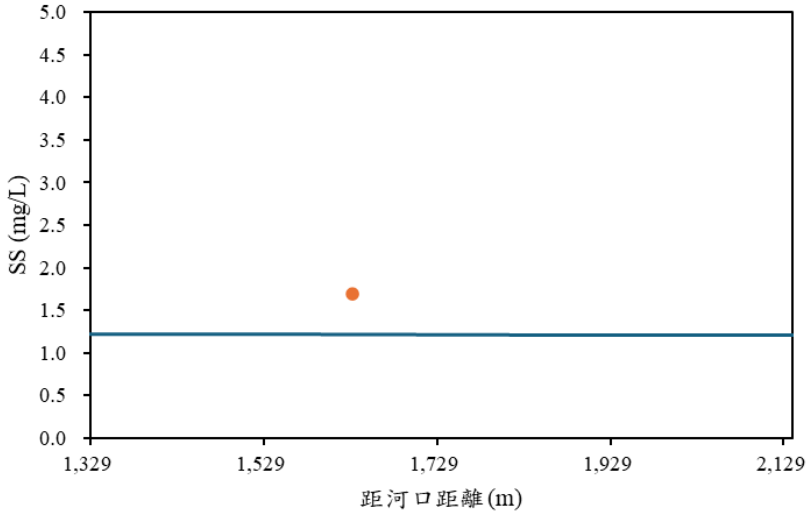


圖 3.12-19　113 年 8 月 22 日上坪溪率定驗證點水質模擬結果(網格 10-13)

表 3.12-21　WASP 水質模擬品質評估

事件	率定驗證點	懸浮固體	備註
113 年 8 月 8 日	竹東大橋	16%	驗證
113 年 8 月 22 日	竹東大橋	14%	
	油羅溪橋	31%	
驗證 MAPE		20%	合理

2.泥沙增量情境假設：

經綜合評估後，油羅溪水管橋及竹東水管橋之模擬參數設定，細顆粒泥砂排放量均採用泥砂總量的 20%作為估算基準。此設定係參考本計畫地質結果，兩座橋梁施工區域地層組成主要為砂岩、頁岩、礫岩及砂質泥岩等混合岩性，其中頁岩與砂質泥岩具高風化性及粒徑細碎之特性，於開挖過程中較易產生粒徑小於 0.063 mm 之泥砂，該類細顆粒泥砂在河道中不易沉澱，將長時間懸浮於水體中，成為影響下游水質懸浮固體濃度的主要成分。為此，初步選用 20%作為細顆粒泥砂占比進行模擬。

油羅溪水管橋每日施工 8 小時期間，平均每小時排放泥砂約 7.53 m^3/h，相當於每日約 60.2 m^3。若以比例 20%計算，則每日細顆粒泥砂排放量約為 12.04 m^3；竹東水管橋每日每小時平均排放泥砂為 8.48 m^3/h，每日總量約 67.8 m^3，若以比例 20%計算，則每日細顆粒泥砂排放量約為 13.56 m^3。參酌「施工活動非點源污染最佳管理作業規範」對泥沙控制設施之效率推估，沉砂池對懸浮固體之平均去除率可達 80%以上，經計算後實際進入河道之細顆粒泥砂排放量油羅溪水管橋及竹東水管橋分別為每日 5.9 公噸及 6.6 公噸。

(五) 泥沙增量評估：懸浮固體

本計畫以設計水量評估有無泥沙增量的情況下水質之差異，模式流量及邊界水質設定如表 3.12-22 所示，其中上游邊界為 113 年 8 月環境部內灣測站及寶山水庫取水口測站水質；下游邊界為 113 年 8 月環境部竹林大橋替代。油羅水管橋工區及竹東水管橋泥沙增量分別為每日 5.9 公噸及 6.6 公噸。

本計畫泥沙增量衝擊懸浮固體模擬成果如表 3.12-23 及表 3.12-24 所示，以頭前溪竹林大橋所在 9 號網格為代表，油羅溪水管橋施工泥沙增量對頭前溪懸浮固體增量衝擊為 2,083 mg/L，竹東水管橋施工泥沙增量對頭前溪懸浮固體增量衝擊為 2,355 mg/L。

表 3.12-22　泥沙增量評估邊界設定

網格	泥沙增量評估邊界設定	水量(CMS)	懸浮固體	邊界
1	油羅溪橋上游約 900 公尺(113 年 8 月水質)	16.4	1.2 mg/L	上游
9	竹林大橋(113 年 8 月水質)	11.9	<1.0 mg/L	下游
10	竹東大橋上游約 850 公尺(113 年 8 月水質)	19.1	1.5 mg/L	上游
26	油羅水管橋工區泥沙增量	-	5.9 ton/d	側流
22	竹東水管橋工區泥沙增量	-	6.6 ton/d	側流

表 3.12-23　WASP 模擬油羅溪水管橋施工期間竹林大橋懸浮固體增量評估

位置	網格	平均水量(CMS)	懸浮固體平均濃度(mg/L)	懸浮固體增量(mg/L)
竹林大橋	9	29.65	2,084	2,083

表 3.12-24　WASP 模擬竹東水管橋施工期間竹林大橋懸浮固體增量評估

施工位置	網格	平均水量(CMS)	懸浮固體平均濃度(mg/L)	懸浮固體增量
竹林大橋	9	29.65	2,356	2,355

(六)模擬條件限制與技術規範差異說明

由於本計畫所涉河段為地形陡峭之區域，且部分區段於建模時易產生無水情形，導致 HEC-RAS 於河段連續模擬時產生不穩定問題，因此本次模擬僅能以 113 年 8 月水文資料作為模擬基礎，對施工期間泥砂排放進行評估，使得無法依據「技術規範」以進行完整水質模式建置與率定驗證之可行性。

為補強模擬成果之可信度與適法性，並依據「技術規範」第 4 點之要求，本次模擬後續採用質量平衡方式進行施工期間懸浮固體濃度變化評估，作為模擬結果之驗證與補充。透過模式模擬與質量平衡同步執行，俾利整體水質影響分析更為完善且符合技術規範之要求。

三、質量平衡

(一)土壤流失量(A)值

本計畫施工期間之非點源污染係以暴雨期間土壤沖蝕為主，於挖填整地階段及橋墩下構工區為裸露狀態，可採用通用土壤流失公式(USLE)，公式如下：

$$A_m = R_m \times K_m \times L \times S \times C \times P$$

式中，A_m：土壤流失量(ton/ha-year)

R_m：降雨沖蝕指數(MJ-mm/ha-hr-year)

K_m：土壤沖蝕性指數(ton-ha-hr-year/MJ-mm-ton-year)

L：波長因子，L= (l/22.13)m

式中，l = 坡長之水平距離

當坡度小於 1%，m=0.2

當坡度介於 1%與 3%，m=0.3

當坡度介於 3%與 5%，m=0.4

當坡度大於 5%，m=0.5

S：坡度因子，$S=65.41\sin^2\theta + 4.56\sin\theta + 0.065$

式中，θ：(°)

C：覆蓋與管理因子

P：水土保持處理因子

經參考「水土保持手冊」相關參數，在 25 年降雨強度 60 分鐘降雨延時之單次Rm參數為 653.6 MJ-mm/ha-h，如表 3.12-25 所示，K_m 參數為 0.0389(橫山)，L 參數坡面代表坡長=5 m，平均坡度為 2%，採 m=0.3，故 $L=(5/22.13)^{0.3}=0.64$。S 參數道路平均坡度為 2%，故θ=1.15°，計算得 S=0.182，C 參數假設裸露地表為 1，P 參數亦為 1，另根據工程配置，裸露地表面積約為 0.4 公頃。

綜上所述，在 25 年降雨強度 60 分鐘降雨強度下裸露面之土壤流失量為每公頃 9 公噸，裸露地表土壤預估流失量約為 3.6 公噸。

表 3.12-25　單次降雨沖蝕係數 R_m 估算

延時 (min)	降雨量 P(mm)	降雨強度 I(mm/h)	單位降雨量之降雨動能 E(MJ/ha-mm)	降雨動能 E×P(MJ/ha)	30 分鐘降雨強度 I_{30}(mm/h)
10	2.4705	14.8230	0.2212	0.547	-
20	5.8373	35.0236	0.2538	1.482	-
30	15.6055	93.6328	0.2830	4.416	47.8
40	9.0874	54.5243	0.2706	2.459	61.1
50	4.6494	27.8964	0.2452	1.140	58.7
60	2.8751	17.2506	0.2270	0.653	33.2
總降雨動能				10.697 MJ/ha	
R_m				653.6 MJ-mm/ha-h	

(二)降雨強度(I)值

合理化公式中之降雨強度(I)推估依據「水土保持技術規範」第 16 條，公式如下：

$$\frac{I_t^T}{I_{60}^{25}} = (G + H \log T) \frac{A}{(t+B)^C}$$

$$I_{60}^{25} = \left(\frac{P}{25.29 + 0.094\,P} \right)^2$$

$$A = \left(\frac{P}{-189.96 + 0.31\,P} \right)^2$$

$$B = 55$$

$$C = \left(\frac{P}{-381.71 + 1.45\,P} \right)^2$$

$$G = \left(\frac{P}{42.89 + 1.33\,P} \right)^2$$

$$H = \left(\frac{P}{-65.33 + 1.836\,P} \right)^2$$

式中，T：重現期距(年)

t：降雨延時或集流時間(分)

I_t^T：重現期距 T 年，降雨延時 t 分鐘之降雨強度(mm/h)

I_{60}^{25}：重現期距 25 年，降雨延時 60 分鐘之降雨強度(mm/h)

P：年平均降雨量(公釐)

A、B、C、G、H：係數

取集流時間 10 分鐘，重現時距為 25 年，中央氣象局「梅花」雨量測站 104～113 年平均年降雨量之平均值為 2,432.2 mm，代入上述公式計算後求得竹東地區降雨強度值為 111.54 mm/h。

(三)逕流量分析結果

合理化公式如下：

$$Qp = \frac{1}{360} C \times I \times A$$

式中

Q_p=洪峰流量(CMS)

C=逕流係數

I=集流時間再現期之降雨強度(mm/h)

A=集水區面積(ha)

將以上推估參數代入合理化公式後，可求得橋墩施工期間工區總地表逕流量 Q_p 約為 0.124 CMS，如表 3.12-26 所示。

表 3.12-26　施工階段工區洪峰流量計算相關係數表

年平均雨量 (mm)	重現期距 T(year)	逕流係數 C	降雨強度 I(mm/h)	集水區面積 A(ha)	洪峰流量 $Q_p(m^3/sec)$
2,432.2	25	1	111.54	0.4	0.124

(四)懸浮固體增量結果

1.暴雨情境：

由前述推估一次暴雨期間，本計畫施工期間採用三角歷線法估算一次重現期距 25 年之暴雨事件下的逕流體積，公式如下:

$$V_{eff} = (\frac{t_b \times Q_p}{2}) \times 3600$$

式中，V_{eff}：集水區逕流體積(m^3)

t_b：基期(h)

經上述公式計算，本工程重現期距 25 年之逕流體積約為 74.7 m^3，並由前述推估一次暴雨期間，本計畫工作區所產生之土砂量為 3.6 公噸。在未設置任何保護措施下，逕流廢水中懸浮固體濃度約為 48,193 mg/L。

為控制施工期間之土壤流失與非點源污染，本計畫將於初期階段於工區排水出口設置臨時滯洪沉砂池，並於工區周圍設置截水溝，引導逕流進入沉砂池後再排放，以降低對承受水體之影響。參酌「施工活動非點源污染最佳管理作業規範」對泥沙控制設施之效率推估，沉砂池對懸浮固體之平均去除率可達 80%以上，據此推估施工期間暴雨事件所產生之逕流廢水懸浮固體濃度約可降低至 9,638.6 mg/L。

依據「技術規範」第 4 點「非點源污染模擬」相關規定，採用質量平衡公式進行評估，以推估施工期間暴雨事件所產生之土壤沖蝕對下游水質(懸浮固體)之影響。經質量平衡分析，施工期間逕流廢水對下游承受水體之懸浮固體增量為約 42.38 mg/L。評估結果顯示，該濃度將無法符合乙類水體 25 mg/L 之水質標準，如表 3.12-27 所示。

另評估評估洪峰期間影響時，施工逕流廢水對下游承受水體之懸浮固體增量為約 0.1 mg/L，如表 3.12-28 所示。

表 3.12-27　質量平衡計算本計畫施工期間暴雨之懸浮固體增量評估

承受水體	環境水質懸浮固體 (mg/L)	施工期間逕流量 (CMS)	施工期間逕流水質 (mg/L)	承受水體水質懸浮固體評估結果 (mg/L)	施工期間水質懸浮固體濃度增量 (mg/L)	承受水體類別	水質標準 (mg/L)
頭前溪竹林大橋	<1.0	0.124	9,638.6	43.38	42.38	乙類	25

註 1：頭前溪水質及流量為依據環境部 113 年 8 月資料，其中流量平均值 28.06 CMS。
註 2：本計畫施工期間逕流量採重現期距 25 年洪峰流量，詳表 3.12-26。

表 3.12-28　質量平衡計算本計畫施工期間洪峰之懸浮固體增量評估

承受水體	環境水質懸浮固體 (mg/L)	施工期間逕流量 (CMS)	施工期間逕流水質 (mg/L)	承受水體水質懸浮固體評估結果 (mg/L)	施工期間水質懸浮固體濃度增量 (mg/L)	承受水體類別	水質標準 (mg/L)
頭前溪竹林大橋	2,816	0.124	9,638.6	2816.1	0.1	乙類	25

註 1：頭前溪竹林大橋懸浮固體濃度為依據環境部民國 83 至 113 年資料，懸浮固體濃度歷年最大值。
註 2：頭前溪竹林大橋流量係參考經濟部水利署第二河川分署「頭前溪本流治理規劃檢討報告」，頭前溪上下游各主要河段之計畫洪水量分配採用 8,120 CMS，民國 107 年。
註 3：本計畫施工期間逕流量採重現期距 25 年洪峰流量，詳表 3.12-26。

2.正常施工情境：

依前述地質鑽探成果，施工開挖岩性中頁岩與砂質泥岩具高風化性與細碎特性，易產生粒徑小於 0.063 mm 之泥砂，於河道中不易沉降並長時間懸浮。參考文獻及特性評估，細顆粒泥砂占比採 20%作為模擬基準。經沉砂池(去除率 80%)處理後，油羅溪水管橋及竹東水管橋每日實際進入河道之細顆粒泥砂分別約 5.9 公噸及 6.6 公噸。質量平衡計算顯示，正常施工條件下油羅溪水管橋 SS 增量約 7.30 mg/L，竹東水管橋約 8.16 mg/L，如表 3.12-29 及表 3.12-30 所示。

綜合比較兩情境結果，暴雨情境下 SS 增量顯著高於正常施工情境，顯示暴雨事件為施工期間對下游水質影響之主要來源，惟正常施工仍需配合防治措施以降低細顆粒泥砂進入河道的風險。

表 3.12-29　質量平衡計算油羅溪水管橋施工期間正常施工之懸浮固體增量評估

承受水體	環境水質懸浮固體 (mg/L)	施工期間逕流量 (CMS)	施工期間逕流水質 (mg/L)	承受水體水質懸浮固體評估結果 (mg/L)	施工期間水質懸浮固體濃度增量 (mg/L)	承受水體類別	水質標準 (mg/L)
頭前溪竹林大橋	<1.0	-	-	8.30	7.30	乙類	25

註：頭前溪水質及流量為依據環境部 113 年 8 月資料，其中流量平均值 28.06 CMS。

表 3.12-30　質量平衡計算竹東水管橋施工期間正常施工之懸浮固體增量評估

承受水體	環境水質懸浮固體 (mg/L)	施工期間逕流量 (CMS)	施工期間逕流水質 (mg/L)	承受水體水質懸浮固體評估結果 (mg/L)	施工期間水質懸浮固體濃度增量 (mg/L)	承受水體類別	水質標準 (mg/L)
頭前溪竹林大橋	<1.0	-	-	9.16	8.16	乙類	25

註：頭前溪水質及流量為依據環境部 113 年 8 月資料，其中流量平均值 28.06 CMS。

四、減輕對策

為降低施工期間暴雨事件所產生之逕流廢水對下游水體懸浮固體濃度的影響，施工單位應確實依照經核定之維護管理計畫執行各項設施設置與維護作業。具體減輕對策包括以下 6 點：

1. 強化施工現場裸露地控管：

降低裸露地面積與裸露時間，採圍堰方式進行河道隔離施工時，所開挖之泥砂與含泥水應妥善處理，沉降後聚積之泥砂應集中於施工區內適當位置堆置，並採取覆蓋與圍堰防護措施，防止降雨造成再懸浮或逕流攜帶流失。

2. 教育訓練與人員巡檢機制：

加強施工人員對非點源污染防制設施之教育訓練，並於施工期間安排專人每日巡檢重點設施，確保設施功能正常及應變措施即時到位。

3. 強降雨或颱風期間應變作為：

如遇豪雨等重大降雨事件，施工單位應事先向業主與監造單位通報，提前部署防泥砂逸流應變措施，包括覆蓋帆布、加設沙包、擋土板及強化圍堰等，以降低暴雨期間對河道水質之衝擊。

4. 建議設置攔污濁幕：

於水中施工區域周圍布設攔污濁幕，用以圍堵因施工擾動而擴散的懸浮泥沙，將影響範圍侷限在最小區域內。應根據水流速度、水深與現場條件選擇適當型式與材質，並定期檢查有無破損、淤積狀況，適時清理與調整位置以維持功能。

5. 建立完整的水質監測機制：

為即時掌握設施功效與環境影響，建議於施工區上游(背景值)、施工區側旁及下游設置濁度監測點，定期量測並記錄濁度變化，倘若監測值顯著升高，應立即啟動應變計畫以防止污染擴散。

6. 滾動式檢討與即時調整：

建議施工單位依據實際降雨、施工進度及監測結果，滾動式調整防制設施與應變對策，確保各項最佳管理措施(BMPs)能隨現場條件即時更新，維持最佳減緩效果。

第四章　後續工作建議

第四章　後續工作建議

一、目前各標皆已完成發包作業，第一、二標已於 113 年第一季進入施工期，第三標於 113 年 7 月 15 日決標，仍在持續進行細部設計與相關計畫書提送，目前多為施工前之前置作業準備，預計 114 年下半年度將隨工程展開安排相關監測作業，未來亦將持續配合第三標統包商之作業規劃，相關會議請通知科進栢誠公司參加，以利了解後續設計成果與工程進度。

二、本計畫涉及跨河段工程施作，是否對河川水質造成影響為環境評估之重點課題之一。科進栢誠公司已於施工前監測進行相關河川水質採樣，並以依據資料進行水質模擬評估，藉此預測施工行為對河川水質之影響。

為提升模擬結果之可信度與評估合理性，本次模擬除採用 HEC-RAS 與 WASP 進行模擬分析外，並輔以符合「環境影響評估河川水質評估模式技術規範」之質量平衡計算方式進行交叉驗證，整合泥砂來源估算與工程條件設定，以補強模式模擬結果之參考價值。後續建議施工廠商參酌本次模擬成果中對於懸浮固體控制相關建議，於實際施工階段切實落實水質維護與污染防治措施，降低對河川水質之衝擊風險。

另因本計畫跨河落墩工程位於頭前溪水源水質保護區內，且下游鄰近隆恩堰取水口，建議基礎開挖期間，針對湧水抽排水應妥善處理，不可逕行排入油羅溪及上坪溪，並視需求加強水質監測與設施功能檢查，確保下游濁度不因施工活動而異常升高。

三、依據噪音及振動模擬結果，於有防音措施下，運土路線及沙坑國小測點，噪音測值仍有略微超過法規標準之情況，雖模擬結果係以施工期間背景音量及施工期間最大噪音計算，仍請施工廠商參考建議相關降噪方法，尤其沙坑國小測點鄰近沙坑社區，於附近施工時，曾有民眾陳情空品與噪振污染影響，此測點仍會持續規劃每月一次之監測頻率，以掌握工程影響情況。

四、本計畫工程路線多位於既有道路上，對於生態之影響相對較低，然仍有部分工區(如隧道進口、出口及水管橋施工區域等)對生態之影響相對較大，目前已進入施工階段監測，故提出相關建議。以下針對施工範圍涵蓋調查點位部分，提出相關生態保育建議：

1. 陸域生態：

(1) 陸域動物：114 年上半年度各測站陸域動物種數及隻次變化未因工程施工而有明顯減少情形，仍以季節性消長為主要因素，惟後續是否有因工程噪音、車輛進出、夜間施工或其他工程行為導致野生動物數量減少或死亡之情形，後續將持續監測各季變化及分析評估。

(2) 陸域植物：目前本工程隧道銜接段於隧道進口及出口樣站的施工，因隧道水土保持工程施工，隧道上方植被覆蓋率有明顯減少，護坡工程施工行為雖限縮於該坡面，但施工範圍較前半年略為增加，且有數株樹木及周邊草地因水泥、沙塵覆蓋死亡，建議應注意周遭植被是否被揚塵覆蓋，並固定沖洗葉面，以避免植被死亡狀況；出水口至台 3 線之聯通管開挖工程已開始進行，開挖整地面積明顯增加，整地之區域多為農耕地，故未對鄰近次生林造成影響，因工地鄰近三屯圳，應避免工程施工、機具油料及廢棄物污染河川水質。

建議除既有工程範圍外，施工動線應迴避周邊天然林，並保留當地原生植被環境及胸徑 10 公分以上樹木之保護、施工所使用物料、材料或廢棄物應集中堆置於現有裸地或空地，不得於其他自然棲地任意堆置。

2. 水域生態：各調查點位尚無工程施工，目前水域生物種類的消長以季節變化為主，後續將持續監測各季生態情形與周圍環境變化之相關性。上坪溪預計於 114 年 7 月開始施工，建議跨河放水段應將生態檢核之保育措施納入細部設計，確實完成沉澱池等設施，避免開挖時大量泥沙直接進入河川內，造成水生生物死亡。施工範圍應以圍籬確實區隔，相關廢棄物、污水應妥善收集禁止任意堆置或排放。

五、為降低施工對周遭生態之影響，吸引指標性物種或保育類物種棲息於生態保育補償設施內，本計畫盤點各監測站指標性物種及保育類物種並擇定適合的生態保全對象，規劃設置相關生態保育補償設施，經生態團隊評估後，選擇臺北樹蛙為生態保育補償設施目標物種，經過現勘確認後已擇定於隧道進口進行棲地營造，後續需持續監測調查，並思考規劃讓生態池結合生態保育

與社區營造。

六、於施工前已針對計畫沿線進行文化遺址與古蹟調查之文獻資料蒐集，為落實開挖監看作業，確保妥善履行考古遺址保護之責任，施工期間監看作業將調整為：以遺址前後 100 公尺(即 200 公尺)為主要監看範圍，隨工程進度調整監看頻率，於工程行經文化遺址範圍之開挖期間內逐日(次)監看，若開挖時發現疑似考古遺留，可即時進行相關處理措施。由於本計畫之遺址範圍皆位於聯通管工程道路埋設段，分別為關西東光遺址(位於關西東光里東光國小西北側)及橫山沙坑村遺址(位於橫山鄉沙坑村派出所東側茶園)，請二標統包商提供預定施工進度，並提前於到達前述需監看位置知會科進栢誠公司，以利安排監看作業。

七、工程生態檢核執行應落實民眾參與機制，以利蒐整地方民眾與各方團體意見與建議，建議北水分署應視需求辦理地方民眾參與工作，並邀集科進栢誠公司生態檢核小組人員、相關單位、在地民眾及關心生態議題之民間團體共同參與，針對工程內容進行意見蒐集整合及溝通。

八、本計畫已完成第一、二、三標的交通維持計畫協審，並於施工現場確認相關交通管制及管理符合交通維持計畫。根據目前所掌握之工程排程，預計 114 年下半年度縣道 120 與台 3 交會處(T3)周邊將進行施工，將有道路開挖而封閉車道情形；此外，工程車輛進出將經由竹東親水公園內部道路進行跨河工程作業，鄰近監測點 68 快速道路與台 3 交會處(T4)亦可能受到影響，本計畫將會視工程進度，持續確認現場交通相關管理措施是否符合交通維持計畫，並給予建議。

九、本計畫於 113 年度之環境監測，曾因監測項目超過法規值，經確認與工程造成之原因有關，而發出環境監測異常現象通報單並提供改善建議予北水分署，且針對監測異常事件仍有持續追蹤改善情形，異常通報事件彙整如表 4.1-1，相關建議如下說明。

1. 施工廠商已於 113 年 8 月份於進、出水口加裝隔音板，後續監測已無營建噪音振動超標問題；放流水部份，已於 113 年 7 月份於進、出水口裝設污水處理設備，水質超標狀況已有明顯改善，114 上半度異常通報狀況與前一年度相比已明顯改善，針對施工可能造成相關環境問題，科進栢誠公司將配

合出席相關說明會或協調會，協助提供監測數據並進行說明。

2. 113 年 10 月 22 日邀集委員至工區現勘，曾反映隧道進口工區放流水漫流可能影響側溝水質問題，經科進栢誠公司建議並與北水分署討論確認後，已建議現地污水蒐集處理進行改善，並於 113 年 12 月增加側溝下游水質監測，藉以了解工區漫地流匯入側溝後之水質狀況，在 113 年 12 月份之 pH 值有超標之情形，故建議 114 年 1 月份持續進行監測，本半年度之放流水質監測，於 114 年 2 月、5 月及 6 月仍有超標之情形。

3. 承上，施工廠商已提出矯正措施單及豪大雨地表水因應措施，後續將持續監測及觀察數據變化，確保改善後之成效，並提供該點位是否需持續監測之建議供北水分署參酌。

4. 有鑑於第一、二標之工區放流水超標狀況，針對第三標工程，建議應於施工前先行籌備工區污水處理設施，以防止影響頭前溪(隆恩堰)公共給水取水口之水質。

表 4.1-1 異常通報事件彙整表

項次	監測日	通報日	項目	說明	建議
1	114.02.21	114.03.05	放流水	隧道銜接段-3(隧道進水口)測站，即下方側溝點位之懸浮固體測值為 50.2 mg/L，超過放流水標準(30 mg/L)。	建議請施工單位注意環境管理，避免因漫地流狀況造成污染問題，並請施工廠商注意廢水處理系統運作情形，確認系統可負荷強降雨之水量，避免因強降雨導致工區廢水溢流而來不及處理。
2	114.05.26	114.06.06	放流水	隧道銜接段-3(隧道進水口)測站，即下方側溝點位之懸浮固體測值為 102 mg/L，超過放流水標準(30 mg/L)。	建議請施工單位注意環境管理，避免因漫地流狀況造成污染問題，並請施工廠商注意廢水處理系統運作情形，確認系統可負荷強降雨之水量，避免因強降雨導致工區廢水溢流而來不及處理。
3	114.06.05	114.06.17	放流水	隧道銜接段-3(隧道進水口)測站，即下方側溝點位之懸浮固體測值為 495 mg/L，超過放流水標準(30 mg/L)。	推測降雨為導致超標之主因，但仍建議施工單位注意環境管理，避免因漫地流狀況造成污染問題，並請施工廠商注意廢水處理系統運作情形，確認系統可負荷強降雨之水量，避免因強降雨導致工區廢水溢流而來不及處理，而若可能有無法負荷之情形，建議也應事先擬訂應變措施。
4	114.06.05	114.06.17	放流水	道路埋設段-4(關西二號橋下游)之懸浮固體測值為 37.1 mg/L，超過放流水標準(30 mg/L)。	經現場查勘，現場並未設置有效的泥沙削減設施或是落實土方管理，於降雨時可能進一步造成泥沙沖刷入河，加劇混濁情形，亦為可能之影響因素之一，建議請施工單位落實土方管理，避免類似情況再次發生。

参 考 文 献

参 考 文 献

參考文獻

1. 環境影響評估環境監測報告書格式：行政院環境部，民國 86 年 5 月 26 日公告。
2. 環境影響評估法：行政院環境部，民國 92 年 1 月 8 日修正公布，環署綜字第 09100255720 號。
3. 環境影響評估法施行細則:行政院環境部,民國 107 年 4 月 11 日修正公布，環署綜字第 1070026376 號。
4. 開發行為環境影響評估作業準則：行政院環境部，民國 110 年 2 月 2 日修正公布，環署綜字第 1101004742 號。
5. 空氣品質標準：行政院環境部，民國 109 年 9 月 18 日修正公布，環署空字第 1091159220 號令修正。
6. 環境音量標準：行政院環境部，民國 99 年 1 月 21 日公布，環署空字第 0990006225D 號令發布。
7. 噪音管制標準：行政院環境部，民國 102 年 8 月 5 日修正公布，環署空字第 1020065143 號令修正。
8. 噪音管制區劃定作業準則:行政院環境部,民國 109 年 8 月 5 日修正公布，環署空字第 1090057114A 號令修正。
9. 日本振動規制法施行規則：參考日本法規標準。
10. 地面水體分類及水質標準:行政院環境部,民國 106 年 9 月 13 日修正公布，環署水字第 1060071140 號令修正。
11. 放流水標準：行政院環境部，民國 108 年 4 月 29 日修正公布，環署水字第 1080028628 號令修正。
12. 路段服務水準劃分標準：2022 年臺灣公路容量手冊，交通部運輸研究所，民國 111 年 6 月。
13. 環境檢測方法：行政院環境部國家環境研究院。
14. 文化資產保存法：中華民國 105.07.27 總統華總-義字第 09100255720 號令修正發布。
15. 考古遺址監管保護辦法：文化部文化資產局 106.06.28 文授資局綜字第 10630065341 號令修正發布。
16. 石門水庫至新竹聯通管工程基本設計報告(審定本),經濟部水利署北區水資源局，中華民國 112 年 1 月。
17. 王慷林。2004。觀賞竹類。中國建築工業出版社。
18. 呂福原、歐辰雄、呂金誠，1999。台灣樹木解說（一）（二）（三）。行政院農業部。
19. 李松柏。2007。台灣水生植物圖鑑。晨星出版社。
20. 徐國士。1988。臺灣野生草本植物。臺灣省政府教育廳。
21. 徐國士等。1987。台灣稀有植物群落生態調查。行政院農業部。

22.張永仁。2002。野花圖鑑。遠流出版社。
23.張碧員等。2000。台灣野花 365 天。大樹出版社。
24.許建昌。1971。臺灣常見植物圖鑑，I-庭園路旁耕地的花草。臺灣省教育會。
25.許建昌。1975。臺灣常見植物圖鑑，VII-臺灣的禾草。臺灣省教育會。
26.郭城孟。1997。台灣維管束植物簡誌（第 1 卷）。行政院農業部。
27.郭城孟。2001。蕨類圖鑑。遠流台灣館。
28.陳玉峰。1995。台灣植被誌(第一卷)：總論及植被帶概論。玉山社。
29.陳玉峰。2007。台灣植被誌 第九卷，物種生態誌。前衛出版社。
30.陳玉峰。2007。台灣植被誌 第六卷，闊葉林(二)(上、下) 。前衛出版社。
31.陳俊雄、高瑞卿。2008。台灣行道樹圖鑑。貓頭鷹出版社。
32.劉和義、楊遠波、呂勝由。1999。台灣維管束植物簡誌（第 2 卷）。行政院農業部。
33.劉和義、楊遠波、呂勝由、施炳霖。2000。台灣維管束植物簡誌（第 3 卷）。行政院農業部。楊遠波、劉和義、彭鏡毅、施炳霖、呂勝由。2000。台灣維管束植物簡誌（第 4 卷）。行政院農業部。
34.楊遠波、劉和義、林讚標。2001。台灣維管束植物簡誌（第 5 卷）。行政院農業部。
35.楊遠波、劉和義。2002。台灣維管束植物簡誌（第 6 卷）。行政院農業部。
36.羅宗仁、鍾詩文。2007。台灣種樹大圖鑑(上) (下)。天下文化。
37.Heinrich W.1985.Vegetation of the Earth, and Ecological Systems of the Geobiosphere. Springer-Verlag.
38.Huang, T. C. et al. (eds). 1993-2003. Flora of Taiwan, Vol. 1-6.
39.方偉宏。2008。臺灣受脅鳥種圖鑑。貓頭鷹出版社。
40.方偉宏。2008。臺灣鳥類全圖鑑。貓頭鷹出版社。
41.向高世、李鵬祥、楊懿如。2009。臺灣兩棲爬行類圖鑑。貓頭鷹出版社。
42.呂光洋、杜銘章、向高世。2002。臺灣兩棲爬行動物圖鑑(第二版)。中華民國自然保育協會。
43.呂光洋、陳添喜、高善、孫承矩、朱哲民、蔡添順、何一先、鄭振寬。1996。臺灣野生動物資源調查---兩棲類動物調查手冊。行政院農業部。
44.呂光洋。1990。台灣區野生動物資料庫：兩棲類（II）。行政院農業部。臺北。157 頁。
45.林良恭、趙榮台、陳一銘、葉雲吟。1998。自然資源保護區域資源調查監測手冊。行政院農業部。
46.林良恭。2004。臺灣的蝙蝠。國立自然科學博物館。
47.祁偉廉。2008。臺灣哺乳動物(最新修訂版)。天下文化出版社。
48.徐堉峰。2018。臺灣蝶類誌第一卷鳳蝶科。行政院農業部林務局。

49.徐堉峰。2018。臺灣蝶類誌第二卷粉蝶科。行政院農業部林務局。
50.徐堉峰。2019。臺灣蝶類誌第三卷弄蝶科。行政院農業部林務局。
51.徐堉峰。2020。臺灣蝶類誌第四卷灰蝶科。行政院農業部林務局。
52.徐堉峰。2021。臺灣蝶類誌第五卷蛺蝶科。行政院農業部林務局。
53.徐堉峰。2013。臺灣蝴蝶圖鑑(上)、(中)、(下)。晨星出版社
54.張永仁。2007。蝴蝶 100：臺灣常見 100 種蝴蝶野外觀察及生活史全紀錄（增訂新版）。遠流出版社。
55.楊平世。1996。臺灣野生動物資源調查之昆蟲資源調查手冊。行政院農業部。
56.楊懿如。2002。賞蛙圖鑑-台灣蛙類野外觀察指南(第二版)。中華民國自然與生態攝影學會。
57.臺灣省特有生物研究保育中心。1998。兩棲類及爬蟲類調查方法研習手冊。
58.鄭錫奇、方引平、周政翰。2015。臺灣蝙蝠圖鑑(第二版)。行政院農業部特有生物研究保育中心。
59.山岸高旺。1998。淡水藻類寫真集。內田老鶴圃。
60.水野壽彥。1980。日本淡水藻圖鑑。保育社。
61.王漢泉。1999。淡水河系魚類生物監測分析。行政院環境部環境檢測所。
62.台灣省政府教育廳。1991。水棲昆蟲生態入門。
63.松木和雄。1978。台灣產春蜓科稚蟲分類之研究。台灣省立博物館科學年刊21:133-180。
64.林春吉。2007。台灣淡水魚蝦（上、下）。天下文化出版社。
65.林斯正、楊平世。2016。臺灣蜻蛉目昆蟲檢索圖鑑。行政院農業部特有生物研究保育中心
66.林斯正。1999。台灣產蜻蜓科(蜻蛉目)幼蟲分類研究。私立東海大學生物系碩士論文。
67.林曜松、梁世雄。1996。台灣野生動物資源調查之淡水魚資源調查手冊。行政院農業部。
68.邵廣昭、陳靜怡。2005。魚類圖鑑-台灣七百多種常見魚類圖鑑。遠流出版社。
69.施志昀、李伯雯。2009。台灣淡水蟹圖鑑。晨星出版社。
70.施志昀等。1998。台灣的淡水蝦。國立海洋生物博物館籌備處。
71.施志昀等。1999。台灣的淡水蟹。國立海洋生物博物館籌備處。
72.徐歷鵬。1997。台灣地區毛翅目昆蟲之分類研究。私立東海大學生物系博士論文。3706pp。
73.袁澍。1995。浮游生物學。南山堂出版社。
74.康世昌。1993。台灣的蜉蝣目（四節蜉蝣科除外）。國立中興大學昆蟲學研究所博士論文。
75.森若美代子、齊家。2000。台灣地區水庫浮游藻類圖鑑。行政院環境部國家

環境研究院。

76.廣瀨弘幸、山岸高旺(編)。1977。日本淡水藻圖鑑。內田老鶴圃。

77.賴景陽。1988。貝類(台灣自然觀察圖鑑)。渡假出版社有限公司。

78.Chihara Mitsuo and Masaaki Murano. 1997. An Illustrated Guide To Marine Plankton In Japan Eng. Tokai University Press. Tokyo. i-xxxvi, pp1574.

79.Hilsenhoff, W. L. 1988. Rapid field assessment of organic pollution with family-level biotic index. J. N. Am. Benthol. Soc. 7(1):65-68.

80.Sournia, A. 1978. Phytoplankton Manual, United Nations Educational, Scientific and cultural Organization. 337pp.

81.尤少彬。2005。由涉水鳥同功群探討沿海濕地的生態建設。水域與生態工程研討會。

82.文化部(文化資產局)、行政院農業部。2019。廢止「自然紀念物－珍貴稀有植物」臺灣油杉之指定，並修正臺灣穗花杉及清水圓柏說明內容。中華民國 108 年 4 月 23 日農林務字第 1081700421 號公告。

83.行政院農業部。2019。陸域保育類野生動物名錄。中華民國 108 年 1 月 9 日農林務字第 1071702243A 號公告。

84.行政院環境部。2002。植物生態評估技術規範。中華民國 91 年 3 月 28 日環署綜字第 0910020491 號公告。

85.行政院環境部。2011。動物生態評估技術規範。中華民國 100 年 7 月 12 日環署綜字第 1000058655C 號公告。

86.行政院環境部國家環境研究院。2011。河川底棲水生昆蟲採樣方法(NIEA E801.31C)。環署檢字第 1000109874 號公告。

87.行政院環境部國家環境研究院。2011。湖河池泊水庫藻類採樣方法(NIEA E504.42C)。環署檢字第 1000109874 號公告

88.佐竹久男。1980。新編水質污濁調查指針。日本水產資源保護協會編。恆星社厚生閣。pp. 185-186。

89.林明志。1994。關渡地區鳥類群聚動態與景觀變遷之關係。輔仁大學生物學研究所碩士論文。

90.林春富、楊正雄、林瑞興。2017。2017 臺灣兩棲類紅皮書名錄。行政院農業部特有生物研究保育中心。南投。

91.林瑞興、邱承慶、潘森識。2024。2246 臺灣鳥類紅皮書名錄。行政院農業部生物多樣性研究所。南投。

92.莊進源、郭崇義、林慧芳。1984。台灣地區湖沼水庫浮游生物水質污染指標研究。行政院環境保護局。

93.陳元龍、林德恩、林瑞興、楊正雄。2017。2017 臺灣陸域爬行類紅皮書名錄。行政院農業部特有生物研究保育中心，行政院農業部林務局。南投。

94.黃增泉、吳俊宗、謝長富。1999。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。國立台灣大學植物學系，共 68 頁。

95.楊正雄、曾子榮、林瑞興、曾晴賢、廖德裕。2017。2017 臺灣淡水魚類紅皮書名錄。行政院農業部特有生物研究保育中心。南投。

96.楊玉祥、丁宗蘇、吳森雄、吳建龍、阮錦松、林瑞興、蔡乙榮。2020。2020年臺灣鳥類名錄。中華民國野鳥學會。臺北，臺灣。

97.臺灣植物紅皮書編輯委員會。2017。2017 臺灣維管束植物紅皮書名錄。行政院農業部特有生物研究保育中心、行政院農業部林務局、臺灣植物分類學會。南投。

98.蔡厚男、邱銘源、呂慧穎。2003。道路建設與生態工法。熊貓出版社。

99.鄭先祐。1993。生態環境影響評估學。財團法人徐氏基金會。

100. 鄭育麟。1991。環工指標微生物，復文書局。

101. 鄭錫奇、張簡琳玟、林瑞興、楊正雄、張仕緯。2017。2017 臺灣陸域哺乳類紅皮書名錄。行政院農業部特有生物研究保育中心、行政院農業部林務局。南投。

102. 賴雪端。1997。台灣本土性底棲藻類做為河川水質生物指標之研究。中興大學植物系博士論文。

103. 戴漢章。2009。關渡自然公園棲地經營管理對鳥類相影響。國立台灣大學生態學與演化生物學研究所碩士論文。

104. Krebs, C. J. 1994. Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance. 4th ed. HarperCollins College Publishers, New York.

105. Ludwing, J. A. and J. F. Reynolds. 1988. Statistical ecology. A primer on methods and computing. John Wiley & Sons. 338pp.

106. Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Croom Helm Ltd, London, UK.

107. 白偉權 2010 〈橫山鄉〉。《臺灣地名辭書卷十四 新竹縣》。南投：國史館臺灣文獻館。

108. 伊能嘉矩 1909 《大日本地名辭書續編 第三 臺灣》。東京：富山房。

109. 森丑之助 1911〈臺灣に於ける石器時代の遺跡に就て(上)(中)(下)〉，《台灣 1911 時報》，19：17-19；20:7-10；21:23-25。

110. 李匡悌、周必雄、邱鴻霖、潘怡仲（李匡悌等 2000） 2000 《台閩地區考古遺址普查研究計畫第五期研究報告－桃園縣、新竹縣市、苗栗縣》。內政部委託：中央研究院歷史語言所執行。

111. 洪敏麟 1983 《臺灣舊地名之沿革第二冊（下)》。南投縣：臺灣省文獻委員會。

112. 盛清沂 1964 〈新竹縣地區史前遺址調查報告〉,《臺灣文獻》15（4）：93-122。

113. 陳有貝 2008《新竹縣考古遺址普查補遺計畫》。新竹縣政府文化局委託，台灣大學人類學系執行。

114. 郭楚淋 2010 〈竹東鎮〉。《臺灣地名辭書卷十四 新竹縣》。南投：國史館臺灣文獻館。

115. 黃士強 1993 《臺閩地區考古遺址普查研究計畫第一期研究報告》。中華民族學會出版。

116. 黃士強、劉益昌 1980 《全省重要史蹟勘察與整修建議─考古遺址與舊社部份》。交通部觀 光局委託，國立台灣大學考古人類學系執行。

117. 黃紹恆總編纂 2018 《關西鎮誌》。新竹縣關西鎮公所。

118. 楊鳳屏 2016 《桃園考古遺址普查計畫期末報告》。庶古文創事業股份有限公司。

119. 經濟部水利資源局 2023 《石門水庫至新竹聯通管工程基本設計報告》。經濟部水利資源局。

120. 詹素娟、張素玢 2001 《平埔族史篇》(北)北台灣平埔族族群史。南投：台灣省文獻委員會。

121. 劉益昌 2009 《新竹市考古遺址普查與研究計畫成果報告書》。新竹市文化局委託，台灣打里摺文化協會執行。

122. 劉明怡 2010 〈關西鎮〉。《臺灣地名辭書卷十四 新竹縣》。南投：國史館臺灣文獻館。

123. 蕭清松 2022 《110 年度新竹縣考古遺址普查計畫之成果報告》。新竹縣政府文化局委託，足印文化有限公司執行。

124. 文化部文化資產局網站 (https://nchdb.boch.gov.tw/) 檢索日期：2023/07/20

125. Ambrose, R.B. et al. (1988). WASP4, A Hydrodynamic and Water Quality Model--Model Theory, User's Manual, and Programmer's Guide. U.S. Environmental Protection Agency, Athens, GA. EPA/600/3-87-039

126. Connolly, J.P. and R. Winfield. (1984). A User's Guide for WASTOX, a Framework for Modeling the Fate of Toxic Chemicals in Aquatic Environments. Part 1: Exposure Concentration. U.S. Environmental Protection Agency, Gulf Breeze, FL. EPA-600/3-84-077.

127. Di Toro, D.M., J.J. Fitzpatrick, and R.V. Thomann. (1983). Water Quality Analysis Simulation Program (WASP) and Model Verification Program (MVP) - Documentation. Hydroscience, Inc., Westwood, NY, for U.S. EPA, Duluth, MN, Contract No. 68-01-3872.

128. Shoemaker, L., T. Dai, and J. Koenig (2005). TMDL Model Evaluation and Research Needs. Tetra Tech Inc., Fairfax, VA, for U.S. EPA, Cincinnati, OH, Contract No. 68-C-04-007.

129. Suhendra, E., Chih-Hua Chang, Wen-Che Hou, Yi-Chin Hsieh (2020). A review on the environmental fate models for predicting the distribution of engineered nanomaterials in surface waters. International Journal of Molecular Sciences, 21(12), 1-19.

130. 環境影響評估河川水質評估模式技術規範，環境部，民國 113 年。

131. 臺灣水文年報，經濟部水利署，民國 106 年。

132. 頭前溪水系支流油羅溪治理計畫(第一次修正)，經濟部水利署，民國 106 年。

133. 頭前溪本流治理規劃檢討報告，經濟部水利署，民國 107 年。
134. 水土保持手冊，農業部農村發展及水土保持署，民國 106 年。
135. 水土保持技術規範，農業部農村發展及水土保持署，民國 112 年。