



交通部公路總局蘇花公路改善工程處
臺 9 線蘇花公路山區路段改善計畫

水文地質模式檢測及區域水資源環
境影響分析委託專業服務工作

101 年半年度分析評估報告



財團法人中興工程顧問社

中華民國 101 年 12 月

目錄

第一章 前言	1
1.1 計畫緣起	1
1.2 計畫工作內容	2
1.3 工作概況及報告內容	4
第二章 基本資料蒐集分析	7
2.1 地質資料	7
2.1.1 既有地質探查與文獻資料	7
2.1.2 施工中隧道開挖地質紀錄	11
2.2 氣象資料	16
2.2.1 施工前既有氣象站資料	16
2.2.2 施工期間既有氣象站資料	37
2.3 水文資料	37
2.3.1 既有鐵路隧道排水量資料	37
2.3.2 既有河川流量站資料	42
2.4 既有地下水位井觀測資料	55
第三章 施工期間水文地質調查	56
3.1 隧道內出水量觀測	56
3.1.1 隧道開挖面出水量觀測資料蒐集	56
3.1.2 隧道洞口出水量觀測資料蒐集	57
3.2 雨量觀測	76
3.3 既有鐵路隧道排水量觀測	77
3.3.1 鐵路隧道洞口排水設施現況	77
3.3.2 鐵路隧道排水量觀測結果	77
3.4 河川流量觀測	82
3.4.1 自記式河川流量站安裝溪流現況	82
3.4.2 觀測儀器採購與測試	83
3.5 地下水位觀測	86
3.5.1 隧道洞口地下水位觀測資料蒐集	86
3.5.2 既有地下水位觀測井水位量測	90



3.5.3 自記式地下水位觀測井設置狀況	94
3.5.4 地下水位觀測資料分析	99
第四章 隧道鄰近區域三維水文地質模式補充建立	103
4.1 計畫區地層與地質構造特性	103
4.1.1 地層特性	103
4.1.2 地質構造特性	104
4.2 三維水文地質模式建立	107
4.2.1 含水層分區與分層劃分	108
4.2.2 模式建立與整合	111
4.3 三維水文地質模式初步分析成果	126
4.3.1 隧道鄰近區域地下水流況分析	126
4.3.2 隧道開挖出水與鄰近區域地下水文環境影響評估	133
第五章 現階段工作成果及後續工作重點	142
附錄 A 隧道開挖面地質紀錄彙整	
附錄 B 計畫區既有地下水位井資料	

圖目錄

圖 1.3-1	工作執行流程圖	5
圖 2.1-1	B 標觀音隧道及谷風隧道施工進度示意圖	13
圖 2.1-2	觀音隧道里程 7K+558 開挖面地質紀錄.....	14
圖 2.1-3	觀音隧道里程 7K+558 開挖面影像照片	16
圖 2.2-1	本計畫區河川水系與既有雨量站及流量站位置圖	17
圖 2.2-2	氣象局蘇澳雨量站於民國 96 年至 101 年月雨量柱狀圖...	23
圖 2.2-3	氣象局東澳嶺雨量站於民國 100 年至 101 年月雨量柱狀圖	23
圖 2.2-4	氣象局東澳雨量站於民國 96 年至 101 年月雨量柱狀圖...	24
圖 2.2-5	氣象局烏石鼻雨量站於民國 100 年至 101 年月雨量柱狀圖	24
圖 2.2-6	氣象局觀音海岸雨量站於民國 100 年至 101 年月雨量柱狀 圖	25
圖 2.2-7	氣象局和中雨量站於民國 96 年至 101 年月雨量柱狀圖...	25
圖 2.2-8	氣象局富世雨量站於民國 96 年至 101 年月雨量柱狀圖...	26
圖 2.2-9	氣象局布洛灣雨量站於民國 96 年至 101 年月雨量柱狀圖	26
圖 2.2-10	水利署大濁水雨量站於民國 96 年至 100 年月雨量柱狀圖	27
圖 2.2-11	水利署武塔雨量站於民國 96 年至 100 年月雨量柱狀圖...	27
圖 2.2-12	水利署樟林雨量站於民國 96 年至 100 年月雨量柱狀圖...	28
圖 2.2-13	台電思源雨量站於民國 96 年至 100 年月雨量柱狀圖	28
圖 2.2-14	台電和平溪雨量站於民國 96 年至 100 年月雨量柱狀圖...	29
圖 2.2-15	台電太平山雨量站於民國 96 年至 100 年月雨量柱狀圖...	29
圖 2.2-16	蘇澳氣象站於民國 71 年至 99 年氣候資料統計圖	30
圖 2.2-17	氣象局各雨量站 101 年度月雨量比較圖	30
圖 2.3-1	蘇花路廊內既有鐵路隧道排水量觀測結果圖	42
圖 2.3-2	南澳北溪南澳橋流量站 96 年至 100 年各月平均日流	47
圖 2.3-3	南澳北溪南澳圳流量站 96 年至 100 年各月平均日流	47
圖 2.3-4	南澳南溪澳尾橋流量站 96 年至 100 年各月平均日流量圖	48



圖 2.3-5	和平溪希能埔流量站 96 年至 100 年各月平均日流量圖...48
圖 2.3-6	南澳溪-南澳橋流量觀測站穩定基流分析結果.....50
圖 2.3-7	南澳溪-南澳橋流量觀測站逐月基流分析結果.....50
圖 2.3-8	南澳溪-澳尾橋流量觀測站穩定基流分析結果.....51
圖 2.3-9	南澳溪-澳尾橋流量觀測站逐月基流分析結果.....51
圖 2.3-10	南澳溪及其鄰近流域穩定基流指數分析成果.....52
圖 2.3-11	南澳溪及其鄰近流域長期穩定入滲率分析成果.....52
圖 2.3-12	和平溪-希能埔流量觀測站穩定基流分析結果.....53
圖 2.3-13	和平溪-希能埔流量觀測站逐月基流分析結果.....53
圖 2.3-14	和平溪及其鄰近流域穩定基流指數分析成果.....54
圖 2.3-15	和平溪及其鄰近流域長期穩定入滲率分析成果.....54
圖 2.4-1	既有鑽孔之地形高程與山區地下水位關係圖.....55
圖 3.1-1	觀音隧道北口北上線洞口量水堰情況.....59
圖 3.1-2	觀音隧道北口南下線洞口量水堰情況.....60
圖 3.1-3	觀音隧道里程 6k+662.9 施工橫坑與舊北迴鐵路隧道交會處之量水堰情況.....60
圖 3.1-4	觀音隧道里程 8k+225 施工橫坑與舊北迴鐵路隧道交會處之量水堰情況.....61
圖 3.1-5	觀音隧道北口北上線出水量觀測結果圖.....64
圖 3.1-6	觀音隧道北口南下線出水量觀測結果圖.....65
圖 3.1-7	觀音隧道北口北上線 2K+734.2 開挖面狀況.....65
圖 3.1-8	觀音隧道北口北上線 2K+833.2 開挖面岩盤狀況.....66
圖 3.1-9	觀音隧道北口南下線 2K+750.6 開挖面岩盤狀況.....66
圖 3.1-10	觀音隧道 6k+662.9 橫坑出水量觀測結果圖.....72
圖 3.1-11	觀音隧道 7k+572 橫坑出水量觀測結果圖.....72
圖 3.1-12	觀音隧道 8k+225 橫坑出水量觀測結果圖.....73
圖 3.1-13	觀音隧道北上線里程 6K+610 開挖面岩盤狀況.....73



圖 3.1-14	谷風隧道 10K+768 橫坑里程 0K+461.2 開挖面地質狀況	74
圖 3.1-15	谷風隧道 10K+768 橫坑出水量觀測結果圖	75
圖 3.1-16	谷風隧道施工橫坑里程 0K+359 開挖面地質狀況	75
圖 3.2-1	自記式雨量站安裝示意圖	76
圖 3.2-2	自記式雨量計儀器照片	77
圖 3.3-1	既有鐵路隧道洞口排水渠道現況	78
圖 3.3-2	舊北迴鐵路觀音隧道北洞口排水渠道斷面尺寸示意圖	80
圖 3.3-3	北迴鐵路舊觀音隧道南洞口排水渠道斷面尺寸示意圖	80
圖 3.4-1	河川流量站雷達波水位計/流速計安裝示意圖	84
圖 3.4-2	河川流量站計讀&電源供應裝置安裝示意圖	84
圖 3.4-3	河川流量站預計設置地點現況	85
圖 3.4-4	自記式河川流量觀測儀器照片	85
圖 3.5-1	觀音隧道北洞口地下水位觀測井位置示意圖	86
圖 3.5-2	谷風隧道 10k+768 橫坑洞口地下水位觀測井位置示意圖	87
圖 3.5-3	PD-4 既有地下水位井現場量測作業情形	92
圖 3.5-4	PB-6 既有地下水位井現場量測作業情形	92
圖 3.5-5	PB-7 既有地下水位井現場量測作業情形	93
圖 3.5-6	BT-05-01 既有地下水位井現場量測作業情形	93
圖 3.5-7	本計畫擬增設地下水位觀測井位置示意圖	97
圖 3.5-8	地下水位觀測井安裝示意圖	98
圖 3.5-9	電子式水位計儀器照片	99
圖 3.5-10	觀音隧道北洞口地下水位井水位歷時曲線圖	100
圖 3.5-11	谷風隧道 10K+768 橫坑洞口地下水位井水位歷時曲線圖	100
圖 3.5-12	既有觀測井 BT-05-01 地下水位歷時曲線圖	101
圖 3.5-13	既有觀測井 PD-4 地下水位歷時曲線圖	101
圖 3.5-14	既有觀測井 PB-6 地下水位歷時曲線圖	102
圖 3.5-15	既有觀測井 PB-7 地下水位歷時曲線圖	102

圖 4.2-1	斷層帶之可能型態示意圖	110
圖 4.2-2	表層非侷限含水層與深層侷限含水層之判定	110
圖 4.2-3	東澳隧道研究區數值網格與地形高程分布	114
圖 4.2-4	東澳隧道鄰近區域三維水文地質模式	115
圖 4.2-5	觀音隧道研究區數值網格與地形高程分布	116
圖 4.2-6	觀音隧道鄰近區域三維水文地質模式	117
圖 4.2-7	谷風隧道研究區數值網格與地形高程分布	118
圖 4.2-8	谷風隧道鄰近區域三維水文地質模式	119
圖 4.2-9	中仁隧道研究區數值網格與地形高程分布	120
圖 4.2-10	中仁隧道鄰近區域三維水文地質模式	121
圖 4.2-11	仁水隧道研究區數值網格與地形高程分布	122
圖 4.2-12	仁水隧道鄰近區域三維水文地質模式	123
圖 4.3-1	東澳隧道開挖前之地下水總水頭與流向分布變化	129
圖 4.3-2	中仁隧道開挖前之地下水總水頭與流向分布變化	129
圖 4.3-3	仁水隧道開挖前之地下水總水頭與流向分布變化	130
圖 4.3-4	觀音隧道開挖前之地下水總水頭與流向分布變化	132
圖 4.3-5	谷風隧道開挖前之地下水總水頭與流向分布變化	133
圖 4.3-6	模擬東澳隧道開挖後地下水總水頭與流向分布變化	133
圖 4.3-7	模擬中仁隧道開挖後地下水總水頭與流向分布變化	134
圖 4.3-8	模擬仁水隧道開挖後地下水總水頭與流向分布變化	134
圖 4.3-9	模擬觀音隧道開挖後地下水總水頭與流向分布變化	135
圖 4.3-10	模擬谷風隧道開挖後地下水總水頭與流向分布變化	136
圖 4.3-11	東澳隧道沿線區段出水量及累積出水量初步評估結果 ..	139
圖 4.3-12	中仁隧道沿線區段出水量及累積出水量初步評估結果 ..	139
圖 4.3-13	仁水隧道沿線區段出水量及累積出水量初步評估結果 ..	140
圖 4.3-14	觀音隧道沿線區段出水量及累積出水量初步評估結果 ..	140
圖 4.3-15	谷風隧道沿線區段出水量及累積出水量初步評估結果 ..	141

表目錄

表 1.3-1	計畫執行期程表	6
表 2.1-1	本計畫研究範圍各工程地質調查報告彙整一覽表	8
表 2.1-2	本計畫研究範圍相關地質文獻資料彙整一覽表	9
表 2.2-1	本計畫區既有雨量站彙整一覽表	18
表 2.2-2	蘇澳雨量站施工前 5 年及施工中之月雨量資料	18
表 2.2-3	東澳嶺雨量站施工前及施工中之月雨量資料	19
表 2.2-4	東澳雨量站施工前 5 年及施工中之月雨量資料	19
表 2.2-5	烏石鼻雨量站施工前及施工中之月雨量資料	19
表 2.2-6	觀音海岸雨量站施工前及施工中之月雨量資料	19
表 2.2-7	和中雨量站施工前 5 年及施工中之月雨量資料	19
表 2.2-8	富世雨量站施工前 5 年及施工中之月雨量資料	20
表 2.2-9	布洛灣雨量站施工前 5 年及施工中之月雨量資料	20
表 2.2-10	大濁水雨量站施工前 5 年之月雨量資料	20
表 2.2-11	武塔雨量站施工前 5 年之月雨量資料	20
表 2.2-12	樟林雨量站施工前 5 年之月雨量資料	21
表 2.2-13	太平山雨量站施工前 5 年之月雨量資料	21
表 2.2-14	和平溪雨量站施工前 5 年之月雨量資料	21
表 2.2-15	思源雨量站施工前 5 年之月雨量資料	21
表 2.2-16	氣象局各雨量站 101 年度月雨量及年雨量值	31
表 2.2-17	武塔雨量站各重現期各降雨延時降雨量分析結果	33
表 2.2-18	樟林雨量站各重現期各降雨延時降雨量分析結果	34
表 2.2-19	蘇澳雨量站各重現期各降雨延時降雨量分析結果	34
表 2.2-20	大濁水雨量站各重現期各降雨延時降雨量分析結果	35
表 2.2-21	布洛灣雨量站各重現期各降雨延時降雨量分析結果	35
表 2.2-22	各雨量站各延時頻率分析最適分布統計表	36
表 2.3-1	計畫區內既有鐵路隧道施工前排水量資料彙整	38



表 2.3-2	本計畫區既有河川流量站彙整表	43
表 2.3-3	希能埔流量站施工前之月平均日流量	43
表 2.3-4	澳尾橋流量站施工前之月平均日流量	44
表 2.3-5	南澳橋流量站施工前之月平均日流量	44
表 2.3-6	南澳圳流量站施工前之月平均日流量	44
表 2.3-7	本計畫各流量站採用不同基流分析方法之基流指數成果.	49
表 2.3-8	本計畫各流量站資料及基流分析結果一覽表	49
表 3.1-1	觀音隧道北口北上線開挖面出水量觀測結果彙整表	56
表 3.1-2	觀音隧道北口北上線之洞口總出水量觀測結果彙整表	61
表 3.1-3	觀音隧道北口南下線之洞口總出水量觀測結果彙整表	63
表 3.1-4	觀音隧道施工橫坑與舊北迴隧道鐵路隧道交會處出水量觀測結果彙整表.....	67
表 3.1-5	B3標隧道施工橫坑與舊北迴隧道鐵路隧道交會處出水量觀測結果彙整表.....	69
表 3.3-1	北迴鐵路隧道洞口排水設施彙整表.....	81
表 3.5-1	觀音隧道北洞口地下水位觀測結果彙整表	87
表 3.5-2	谷風隧道 10k+768 橫坑洞口地下水位觀測結果彙整表	89
表 3.5-3	本計畫擬持續觀測之既有地下水位井彙整表	91
表 3.5-4	設計階段既有地下水位井人工觀測結果彙整表	91
表 3.5-5	自記式水位觀測井施作位置方案規劃及優選順序匯整表.	95
表 3.5-6	自記式地下水位觀測井預計位置	96
表 4.1-1	計畫區域地層之透水性質彙整表	106
表 4.1-2	計畫區域重要斷層特性一覽表	107
表 4.2-1	各類岩石之水力傳導係數範圍	124
表 4.2-2	各地質構造水文地質單元代表性參數參考值	125
表 4.2-3	本計畫初步採用之水文地質參數值.....	125
表 5.1-1	現階段工作成果及後續工作重點	142

第一章 前言

1.1 計畫緣起

位在板塊交界帶之臺灣，地質構造與水文地質條件複雜，加上台灣地區雨量充沛，使得山岳地區地下水儲量豐富。臺9線蘇花公路山區路段改善計畫以8座隧道穿越蘇澳至大清水間之山岳地區，計畫所經過之區域為臺灣地質條件最為複雜之變質岩區。

設計階段雖已分別針對蘇澳-東澳路段之東澳隧道、和中-大清水路段之中仁隧道與仁水隧道分別建立隧道鄰近區域三維水文地質模式，同時對於施工期間可能造成鄰近區域地下水資源與水文地質環境之影響進行評估。惟由國道5號雪山隧道與東部鐵路改善線新永春隧道之施工經驗可知，山岳地區複雜之地下水文地質條件，實不易在設計階段事先精確掌握，隧道施工期間不排除仍有遭遇出水之可能性，除影響施工安全與工程進度外，地下水滲流改變亦可能影響地表環境，使民眾對隧道工程是否造成周圍水資源環境衝擊產生疑慮。

針對隧道施工與鄰近區域地下水資源及水文地質環境可能之影響互動關係，諸如水文地質環境對隧道可能之施工影響、隧道施工對鄰近區域地下水資源環境所造成之短期變化，以及未來營運階段對區域地下水資源環境可能之影響等，有必要予以研究釐清。負責臺9線蘇花公路山區路段改善計畫之蘇花公路改善工程處乃委託辦理「臺9線蘇花公路山區路段改善計畫-隧道水文地質模式檢測與區域水資源環境影響分析委託專業服務工作」(以下簡稱本計畫)，以量化科學方式，透過施工前背景資料蒐集及施工期間水文地質觀測，檢討建立符合實際情形之隧道鄰近區域三維水文地質模式，進一步研判隧道施工可能遭遇之滲湧水問題，釐清隧道施工與周圍區域水資源環境影響關係。

財團法人中興工程顧問社(簡稱中興社)長期致力於岩盤隧道工程研究，以及水文地質及地下水調查分析工作，經公開評選後承接本計畫。於民國 101 年 9 月 1 日起開始執行計畫工作，並依契約規定爰提本(民國 101 年)半年度分析評估報告，敘明計畫執行迄今之工作成果，提供主管機關及地方民眾參考。

1.2 計畫工作內容

本計畫執行期程配合臺 9 線蘇花公路山區路段改善計畫之施工，自民國 101 年 9 月至民國 106 年 8 月止，共計 5 個年度。工作範圍為蘇澳至大清水間之計畫路段改善沿線及鄰近地區，包含蘇澳-東澳段、南澳-和平段及和中-大清水段三個主要施工路段。工作內容分述如下：

1. 資料蒐集分析

(1) 地質資料：

- a. 既有地質探查與文獻資料
- b. 施工中隧道開挖地質紀錄

(2) 氣象資料：

- a. 施工前至少 5 年內之既有雨量站資料
- b. 施工期間既有雨量站資料

(3) 水文資料：

- a. 既有鐵路隧道排水量資料
- b. 施工前至少 5 年及施工期間之既有河川流量站資料

(4) 既有地下水位井觀測資料

(5) 地形圖與 DTM 資料

2. 施工階段水文地質調查

(1) 隧道內出水量觀測：

- a. 隧道開挖面出水量觀測資料蒐集
- b. 隧道洞口總出水量觀測資料蒐集



(2) 雨量觀測：

- a. 增設 2 座自記式雨量站
- b. 自記式雨量站資料蒐集下載

(3) 既有鐵路隧道排水量觀測

(4) 河川流量觀測：

- a. 增設 5 座自記式河川流量站
- b. 自記式河川流量站資料蒐集下載

(5) 地下水位觀測：

- a. 隧道洞口地下水位觀測資料蒐集
- b. 增設 8 座自記式地下水位觀測井，並辦理岩盤透水試驗
- c. 自記式地下水位觀測井資料蒐集下載
- d. 篩選設計階段既有地下水位觀測井可量測者並進行量測

3. 隧道鄰近區域三維水文地質模式之補充建立與整合

4. 隧道鄰近區域水文地質模型檢討修正與驗證

(1) 5 座長隧道三維水文地質模式檢討與修正

(2) 隧道可能湧水問題評估檢討修正

(3) 地下水文地質分區與分層劃分檢討

5. 隧道湧水對水資源環境之影響評估：

(1) 施工階段：

- a. 近域湧水分析模式
- b. 廣域水資源環境影響評估模式
- c. 隧道鄰近敏感區域地下水水位洩降評估
- d. 區域地下水淨補注量影響評估

(2) 完工營運階段：

- a. 長期區域水資源環境影響評估
- b. 營運階段資料蒐集與水文地質觀測計畫研提

6. 成果提送：

- (1) 觀測月報：每月 10 日前彙整前一月份之觀測資料與初步統計分析結果，提送觀測月報送審。
- (2) 半年度分析評估報告：計畫開始第一年底及各年度 7 月底前，彙整委託工作項目成果，進行資料統計分析，與相關課題之評估探討，提送半年度分析評估報告送審，並於審查會進行簡報。
- (3) 年度分析評估報告：計畫開始第二年起之各年度結束後，於次年 1 月底前彙整整年度各項工作成果，進行資料統計分析，與相關課題之評估探討，提送年度分析評估報告送審，並於審查會進行簡報。
- (4) 計畫總結報告：於計畫執行完成後第一個月月底前綜合計畫執行期間之所有觀測資料，以及分析評估結果，經綜合評估後提出總結報告送審，並於審查會進行簡報。

1.3 工作概況及報告內容

中興社依據委託工作內容及特性制訂本計畫工作執行流程，如圖 1.3-1 所示，各要項之執行時程彙整詳見表 1.3-1。

本報告為第一年之工作成果報告，主要總結民國 101 年 9 月 1 日至 101 年 12 月 31 日期間之工作成果，包括基本資料蒐集、施工期間水文地質調查、隧道鄰近區域三維水文地質模式補充建立等。報告共分為五章，第一章概述工作內容；第二章為基本資料蒐集分析；第三章說明施工至今各項水文地質調查工作之現況；第四章闡述觀音及谷風隧道鄰近區域三維水文地質模式補充建立執行結果；第五章則列舉現階段工作成果及後續工作重點。

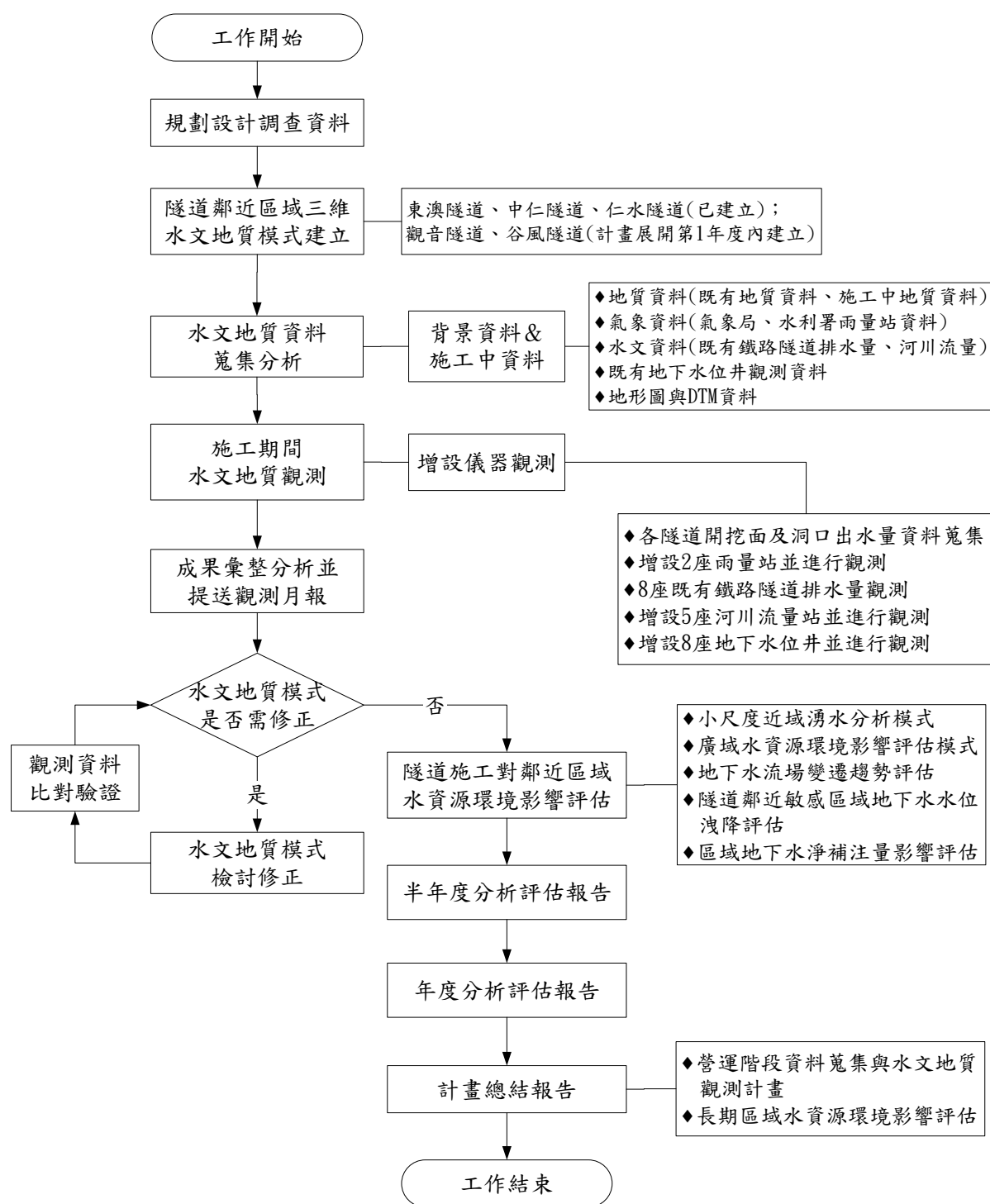


圖 1.3-1 工作執行流程圖

表 1.3-1 計畫執行期程表

期程 工作項目	101年		102年				103年				104年				105年				106年			
	9月	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	第2季	第3季	第4季	第1季	第2季	8月	9月
資料蒐集分析																						
施工期間觀測儀器安裝				4月底																		
施工期間水文地質觀測與儀器維護																						
隧道鄰近區域三維水文地質模式之補充建立與整合																						
隧道鄰近區域水文地質模型檢討修正與驗證																						
隧道湧水對水資源環境影響評估																						
觀測月報撰寫提送																						
半年度分析評估報告撰寫提送				7月底				7月底				7月底				7月底						
年度分析評估報告撰寫提送						1月底				1月底				1月底					1月底			
計畫總結報告撰寫提送																						

第二章 基本資料蒐集分析

臺灣河川具坡陡流急之特性，尤其東部區域更為顯著，河川豐水期與枯水期之流量變化十分劇烈，通常須以數水文年或更長期之觀測資料，才能歸納出較具分析意義之結果。本計畫基本資料蒐集之目的即在建立蘇花改工程施工前之背景值，同時亦在施工期間持續蒐集既有之觀測站量測結果，以為比對參考之用。蒐集之項目包括本計畫區既有之地質、氣象、水文及地下水位等資料。本章主要彙整計畫執行至今之前述各項資料蒐集分析結果，分述如后。

2.1 地質資料

地質資料蒐集包含：(1)既有地質探查與文獻資料；(2)施工中隧道開挖地質紀錄等兩階段資料。分述如下：

2.1.1 既有地質探查與文獻資料

本項工作係蒐集本計畫及鄰近地區既有之地質調查成果、研究文獻及相關工程計畫(如蘇花高速公路、北迴鐵路及東改線等)各階段所完成之地質探查報告與施工紀錄，彙整分析其水文地質調查、試驗與紀錄成果等資料，例如隧道沿線地質模式、透水試驗成果、鑽孔地下水位深度、地質破碎帶分布及特性等相關資料，以作為後續工作執行及評估所需基本參考資料。

本計畫目前已蒐集之工程計畫報告共 26 冊，包含：1977 年~1982 年間之北迴鐵路工程報告 7 冊、1993 年~2003 年間之東部鐵路改善北迴線工程報告 7 冊、1999 年~2005 年間之國道東部高速公路規劃報告 7 冊，以及 2010 年起之台 9 線蘇花公路山區路段改善計畫工程報告 5 冊，彙整如表 2.1-1 所示；另地質文獻資料則初步蒐集共 23 篇(參見表 2.1-2)。

後續仍將由各管道持續蒐集既有與新增之報告與文獻資料，以完善本計畫資料蒐集成果，同時所蒐集之文獻資料將掃描建檔提供

查詢參考。

表 2.1-1 本計畫研究範圍各工程地質調查報告彙整一覽表

工程計畫	工 作 名 稱	時 間
北迴鐵路	永春隧道(北口工區)膨脹性岩盤之施工現狀報告與施工對策	1977
	永春隧道南口地下水調查報告	1977
	臺灣北迴鐵路谷風隧道 32K+600m 附近地滑對策檢討報告	1978
	北迴鐵路工事記錄	1980
	北迴鐵路完工報告(上、中、下冊)	1982
東部鐵路改善 北迴線工程	東部鐵路改善北迴線新永春新建工程—規劃路線初步評估報告	1993
	新南澳隧道地質震測、鑽探及南澳、崇德站場基地鑽探工作報告書	1995
	北迴雙線新清水暨新崇德隧道新建工程—地質與檢測工作總結報告	1996
	東部鐵路改善北迴線新永春新建工程規劃設計工作—8K+058 處突發性湧水崩坍補充地質調查工作報告	2000
	東部鐵路改善北迴線新觀音隧道新建工程—地質記錄研判分析工作總結報告	2001
	北迴雙線新南澳隧道新建工程—隧道地質、計測及爆破分析總結報告書	2001
	北迴雙線新永春隧道新建工程—地質工作、爆破檢測、水壓水量量測作業總結報告書	2003
國道東部 高速公路	國道東部公路蘇澳花蓮段工程規劃—大地工程調查地質調查綜合評估報告	1999
	國道東部公路蘇澳和平段工程初步設計暨配合工作—大地工程調查地表地質調查紀實報告	2003
	國道東部公路蘇澳和平段工程初步設計暨配合工作—隧道通過地下湧水區及地質弱帶評估報告	2003
	國道東部公路蘇澳和平段工程初步設計暨配合工作—大地工程調查綜合評估報告	2003
	國道東部公路蘇澳和平段工程細部設計暨配合工作—大地工程調查綜合評估報告	2004
	國道東部公路和平新城段工程細部設計暨配合工作—大地工程調查綜合評估報告	2005

表 2.1-1(續) 本計畫研究範圍各工程地質調查報告彙整一覽表

工程計畫	工 作 名 稱	時 間
國道東部 高速公路	國道東部公路和平新城段工程細部設計暨配合工作一大地工程調查紀實報告	2005
臺 9 線蘇花 公路山區路 段改善計畫	台 9 線蘇花公路山區路段改善計畫－可行性研究與工程規劃暨優先路段工程設計工作一大地工程調查綜合評估報告	2010
	台 9 線蘇花公路山區路段改善計畫可行性研究與工程規劃暨優先路段工程設計工作一大地工程調查紀實報告	2010
	台 9 線蘇花公路山區路段改善計畫可行性研究與工程規劃暨優先路段工程設計工作－蘇花路廊隧道施工湧水對地表、水文環境之影響及因應研析成果報告	2011
	台 9 線蘇花公路和中大清水段工程委託地質探查服務工作－工程地質鑽探報告書	2011
	台 9 線蘇花公路蘇澳東澳段工程委託地質探查服務工作－工程地質鑽探報告書	2012

表 2.1-2 本計畫研究範圍相關地質文獻資料彙整一覽表

作 者	發表 年份	文 獻 內 容
張石角	1981	「北迴隧道谷音隧道災變之工程地質調查與處理」，工程環境會刊，第二期，第 55-62 頁。
詹新甫	1981	「臺灣北迴隧道沿線地面地質與主要隧道地質剖面」，經濟部中央地質調查所彙刊，第 1 號，第 89-101 頁。
詹新甫，莊文星、 莊德永	1983	「北迴隧道內大南澳片岩之岩石研究」，經濟部中央地質調查所彙刊，第二號，第 71-94 頁。
賴典章	1986	「蘇花公路拓寬工程地質調查研究」，地工技術，第 16 期，第 63-79 頁。
焦中輝	1991	「臺灣東部和平地區之地質構造及其演化」，國立臺灣大學地質學研究所碩士論文。
林啟文，林偉雄、 高銘健	1993	「南澳圖幅及說明書」，經濟部中央地質調查所，五灣分之一臺灣地質圖。
陳其瑞	1996	「臺灣的大理岩」，經濟部中央地質調查所，臺灣地質之八。
陳福勝，何泰源、 趙基勝	1996	「台 9 線清水隧道安全評估勘查報告」，臺灣公路工程，第 22 期，第 8 卷，第 11-32 頁。
賴典章、費立沅、 江崇榮	2003	「臺灣地區地下水分區特性」，水文地質調查與應用研討會論文集，第 1-24 頁，台北

表 2.1-2(續) 本計畫研究範圍相關地質文獻資料彙整一覽表

作者	發表年份	文獻內容
林銘郎、黃燦輝、蔣序元	2003	「新永春隧道湧水段水文地質之探討」，第三屆兩岸結構與大地工程研討會論文集，台北。
曾何騰、孫荔珍	2003	「新永春隧道工程地質調查」，新永春隧道巨量湧水處理工程技術研討會論文集，文三，第 1-15 頁。
傅子仁、查念祖、薛文城	2004	「新永春隧道高壓湧水段處理過程之探討」，岩石力學與工程學報，第 24 卷，第 2 期。
邱琳濱、李勝宗	2004	「國道東部公路蘇澳花蓮段隧道規劃設計之探討」，岩石力學與工程學報，第 23 卷，增刊 2，第 5207-5213 頁。
王執明、藍晶瑩	2005	「臺灣的片麻岩」，經濟部中央地質調查所，臺灣地質之五。
陳肇夏	2008	「臺灣的變質岩」，經濟部中央地質調查所，臺灣地質之十一。
羅偉、劉佳玫、楊昭男、王執明	2009	「新城圖幅及說明書」，經濟部中央地質調查所，五灣分之一臺灣地質圖。
林啟文、高銘健	2009	「蘇澳圖幅及說明書(第二版)」，經濟部中央地質調查所，五灣分之一臺灣地質圖。
林銘郎、王泰典、李佳翰、黃燦輝、鄭富書、洪如江	2011	「變質岩區隧道工程地質特性探討」，變質岩區隧道施工技術研討會。
Tai-Tien Wang, Fu-Shu Jeng, Wei Lo	2011	Mitigating large water ingresses into the New Yungchuen Tunnel, Taiwan, Bulletin of Engineering Geology and the Environment, Vol.70, pp.173-186.
邵厚潔、張財榮、楊家正、陳重吉、陳正勳	2012	「台 9 線蘇花公路改善計畫隧道課題與環境生態因應」，土工技術，第 131 期，第 87-96 頁。
陳營富、王泰典	2012	「蘇花公路修築養護的演進與其受沿線工程地質特性的影響」，土工技術，第 131 期，第 47-58 頁。
羅偉、何恭睿	2012	「臺灣中央山脈東翼地質區和平溪以南的地質調查與地質特性」，土工技術，第 131 期，第 15-22 頁。
林啟文	2012	「中央山脈北部和平溪以北地區地質」，土工技術，第 131 期，第 7-14 頁。

2.1.2 施工中隧道開挖地質紀錄

本計畫將蒐集蘇花改 6 座隧道開挖面地質紀錄，惟目前僅觀音隧道及谷風隧道已施工進洞，其餘 4 座隧道(東澳隧道、武塔隧道、中仁隧道、仁水隧道)則仍未開挖進洞。彙整各隧道至 101 年 12 月底止之施工現況簡要說明如下：

- (1)東澳隧道：東澳隧道長約 3.3 公里，為雙孔單車道隧道。採鑽炸法施工，沿線通過之岩性主要包括板岩、變質砂岩、片岩、夾部分大理岩及角閃岩等。由福清營造公司得標施工，於 12 月 15 日正式開工。
- (2)武塔隧道：武塔隧道長約 464 公尺，為雙孔單車道隧道。採機械開挖施工，沿線之岩性主要包括黑色片岩、綠色片岩、矽質片岩、大理岩與變質燧石等。由泛亞公司施工，目前尚未開挖進洞。
- (3)觀音隧道：觀音隧道長約 7.9 公里，為雙孔單車道隧道。採鑽炸法施工，沿線通過之岩性主要包括黑色片岩、綠色片岩、矽質片岩、大理岩與變質燧石等。隧道施工除由北洞口開挖進洞外，並利用舊山線鐵路隧道增加工作面，增設橫坑進入主隧道(長約 60 公尺)，與主隧道南下線於分別於里程 6K+662.9、7K+572 及 8K+225 處相交。

截至民國 101 年 12 月 26 日，觀音隧道北口北上線及南下線各開挖至里程 2K+839.2 及 2k+764；而 6K+662.9 施工橫坑北向開挖至北上線里程 6K+591.4；7K+572 施工橫坑北向開挖至北上線里程 7K+417.9；另 B3 標 8K+225 施工橫坑北上線南向至里程 8K+364.7，北向則開挖至里程 8K+156.8，至於南下線南下則開挖至里程 8K+327.8，參見圖 2.1-1。

(4)谷風隧道：谷風隧道長約 4.7 公里，為雙孔單車道隧道。採鑽炸法施工，沿線通過之岩性主要包括黑色片岩、綠色片岩、矽質片岩、大理岩與變質燧石等。隧道北口為谷音溪河谷，經由谷音橋與觀音隧道南口銜接，採由內向外開挖出洞方式施工，於臺 9 線里程 148K+300 處增設橫坑進入主隧道，與主隧道南下線里程 10K+768 處相交，分別向南、向北開挖，增闢 4 個工作面，而隧道南口則因施工發現漢本遺址而暫緩施工，進行遺址搶救挖掘作業。

截至民國 101 年 12 月 26 日，10K+768 橫坑之施工進度乃由橫坑里程 0K+350.6 開挖至里程 0K+514.4 處，尚未開挖進入主隧道，參見圖 2.1-1。

(5)中仁隧道：中仁隧道長約 3.9 公里，為雙孔單車道隧道。採鑽炸法施工，沿線通過之岩性主要包括板岩、變質砂岩、片岩、夾部分大理岩及角閃岩等。由介興營造公司施工，目前尚未開挖進洞。

(6)仁水隧道：仁水隧道長約 2.9 公里，為單孔雙車道隧道。採鑽炸法施工，沿線通過之岩性主要包括板岩、變質砂岩、片岩、夾部分大理岩及角閃岩等。目前正研擬隧道斷面差異之「環境影響差異分析」報告，尚未發包施工。

目前配合現場施工進度，本計畫除持續蒐集已開挖之觀音及谷風兩座隧道開挖面地質紀錄(如圖 2.1-2)，開挖面影像照片(如圖 2.1-3 所示)外，並進一步整理各開挖面所出露之岩性、岩石強度、地下水狀況、岩體評分等資料，結果如附錄 A 所示。截至民國 101 年 12 月底，隧道施工未遭遇特殊困難地質狀況。

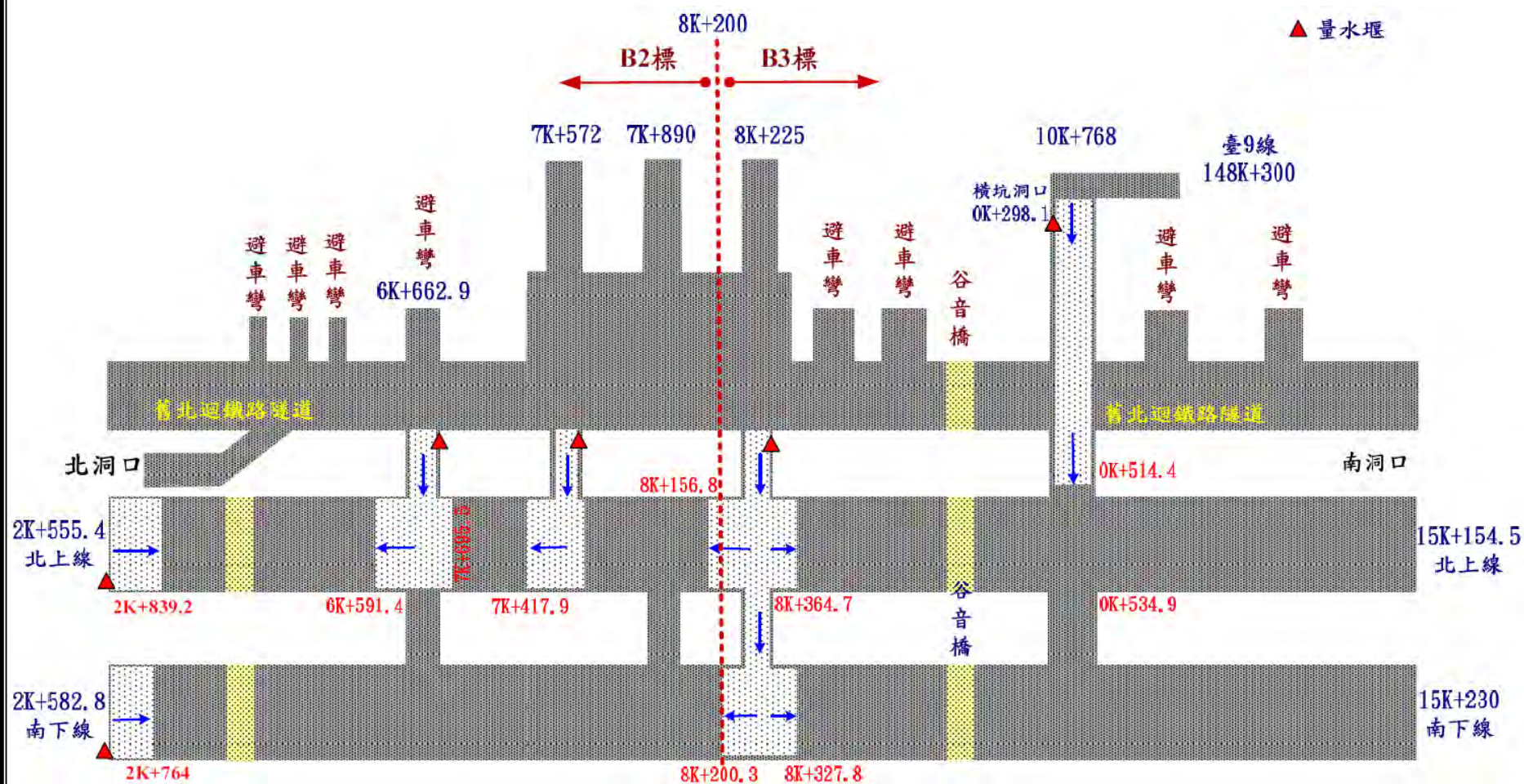


圖1.2-1 B標觀音隧道及谷風隧道施工進度示意圖(截至2012年12月26日)

開挖面地質記錄表		工程名稱：台九線蘇花公路觀音隧道新建工程																																																																																																																							
工作區： ☐ 北洞口 ☐ 南洞口 ☒ 橫坑		日期：101年10月11日																																																																																																																							
里程：7K+560~7K+558		輪數：NN5-4																																																																																																																							
記錄者：蔣鎮平		比例尺 1:100																																																																																																																							
投影分析圖：																																																																																																																									
圖例： BS 黑色片岩 Mar 大理岩																																																																																																																									
風化程度： ☒新鮮 ☐極度 ☐中度 ☐高度 ☐完全風化 岩石強度(MPa)： ☒極強>100 ☐強50-100 ☐中等25-50 ☐弱1-25 ☐極弱<1		岩體描述： 主要為黑色片岩和大理岩夾綠色片岩為主，自立性尚可，不連續面發達，開挖時頂拱會有岩塊掉落。																																																																																																																							
不連續面說明： 不連續面種類： 1. 層面 5. 節理 2. 劈理 6. 剪裂帶 3. 片理 7. 斷層帶 4. 漸進 8. 軟弱岩層 開口程度： 緊閉 - D01 < 3mm - D02 3 - 10mm - D03 10 - 30mm - D04 30 - 100mm - D05 > 100mm - D06 表面粗糙度： 極光滑 - PO 平滑 - SM 中度粗糙 - MR 極粗糙 - ER 表面形態： 平面 - PL 中度起伏 - MR 極起伏 - ER 充填物： 無 - NO 碎石 - CO 砂質粘土 - SA 粉砂質粘土 - SI 粘土質粘土 - CL 燧石 - ST 石英脈 - QZ 方解石 - CA																																																																																																																									
不連續面： <table border="1"> <thead> <tr> <th>編號</th> <th>種類</th> <th>方位</th> <th>傾角</th> <th>間距 (cm)</th> <th>持續性 (m)</th> <th>開口程度</th> <th>粗糙度</th> <th>形態</th> <th>充填物</th> <th>備註</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>3</td> <td>N60W/40N</td> <td>1-20</td> <td>1-5</td> <td>D01</td> <td>SM</td> <td>PL</td> <td>NO</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>5</td> <td>N30E/70N</td> <td>10-30</td> <td>0.5-1</td> <td>D01</td> <td>SM</td> <td>PL</td> <td>NO</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>7</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		編號	種類	方位	傾角	間距 (cm)	持續性 (m)	開口程度	粗糙度	形態	充填物	備註	1	3	N60W/40N	1-20	1-5	D01	SM	PL	NO			2	5	N30E/70N	10-30	0.5-1	D01	SM	PL	NO			3											4											5											6											7											岩塊形態： <table border="1"> <thead> <tr> <th>不連續岩體特性</th> <th>柱狀</th> <th>塊狀</th> <th>層狀</th> <th>片狀</th> <th>板狀</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>>50cm</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>20-30cm</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5-20cm</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1-5cm</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> 開挖時之地下水狀況： 乾 開挖時之岩體狀態： 自立性尚可		不連續岩體特性	柱狀	塊狀	層狀	片狀	板狀	>50cm						20-30cm						5-20cm						1-5cm					
編號	種類	方位	傾角	間距 (cm)	持續性 (m)	開口程度	粗糙度	形態	充填物	備註																																																																																																															
1	3	N60W/40N	1-20	1-5	D01	SM	PL	NO																																																																																																																	
2	5	N30E/70N	10-30	0.5-1	D01	SM	PL	NO																																																																																																																	
3																																																																																																																									
4																																																																																																																									
5																																																																																																																									
6																																																																																																																									
7																																																																																																																									
不連續岩體特性	柱狀	塊狀	層狀	片狀	板狀																																																																																																																				
>50cm																																																																																																																									
20-30cm																																																																																																																									
5-20cm																																																																																																																									
1-5cm																																																																																																																									
CSIR-BMR： 48		岩體類別： III																																																																																																																							
建議： 建議於頂拱打設光撐鋼管(於11~2處)																																																																																																																									

圖 2.1-2 觀音隧道里程 7K+558 開挖面地質紀錄(1/2)

公路總局蘇花公路改善工程處

RMR 岩體評分表

工程名稱：台九線蘇花公路觀音隧道新建工程
工程位置：
日期：10/10/11 里程：7K+560 558 轉次：N15-4 樁進長度：2.0 (M) 記錄者：蔣鎮平

I、岩石材料強度

評分	單壓強度 (MPa)	點荷重強度 (MPa)
15	>250	>10
14	200	8
13	150	6
12	100	4
11	90	3.5
10	80	3
9	70	2.5
8	60	2
7	50	1.75
6	40	1.5
5	30	1.25
4	25	1
3	20	不適用
2	10	
1	5	
0	<1	

II、岩石品質指標

評分	RQD (%)
20	90~100
19	85
18	80
17	75
16	70
15	65
14	60
13	55
12	50
11	45
10	40
9	35
8	30
7	25
6	20
5	15
4	10
3	<10

III、節理間距

評分	間距
20	>2.0m
19	2.0m
18	1.5m
17	1.0m
16	0.8m
15	0.6m
14	0.5m
13	0.4m
12	0.3m
11	0.2m
10	10cm
9	8cm
8	6cm
7	4cm
6	2cm
5	1cm

IV、節理狀況

評分	節理狀況
30	不連續，緊閉，岩壁粗糙堅硬
25	開口 < 1mm，岩壁略粗糙堅硬
20	開口 < 1mm，岩壁略粗糙軟弱
10	連續，具擦痕或夾泥 < 5mm 或開口 1-5mm
0	連續，夾泥 > 5mm 或開口 > 5mm

V、地下水狀況

評分	10 米長隧道出水狀況	節理水壓主應力比	定性狀況
15	無	0	全乾
10	< 10L/min	0	潮
7	10~25L/min	0~0.2	濕
4	25~125L/min	0.2~0.5	滴水
0	> 125L/min	> 0.5	湧水

VI、節理方位

很有利	有利	可	不利	很不利
0	-2	-5	-10	-12

弱面走向垂直隧道軸向		弱面走向平行隧道軸向		平行弱面走向	
隧道開挖方向與弱面傾向相同	隧道開挖方向與弱面傾向相反	弱面走向平行隧道軸向		平行弱面走向	
弱面傾向		弱面傾向		弱面傾向	
45°~90°	20°~45°	45°~90°	20°~45°	45°~90°	20°~45°
很有利	有利	可	不利	很不利	不利

RMR=I+II+III+IV+V+VI=4+7+9+25+15-12=48
岩體等級= III
建議支撐類別= III
記錄編號：

監造單位：郭育安 10120910

承包商：張金福 10120910

圖 2.1-2(續) 觀音隧道里程 7K+558 開挖面地質紀錄(2/2)



圖 2.1-3 觀音隧道里程 7K+558 開挖面影像照片

2.2 氣象資料

本計畫原擬蒐集之氣象資料包括區域內之既有氣象局 8 座雨量站及水利署 3 座雨量站資料。為增加資料量，中興社增加蒐集台電公司在本計畫區內所設置之 3 座雨量站資料，彙整如表 2.2-1 所示，各雨量站位置參見圖 2.2-1。所蒐集之雨量資料可作為評估地下水補注量、隧道內湧水水量、降雨與河川流量關係參考。

2.2.1 施工前既有氣象站資料

(1) 資料蒐集

施工前既有氣象站之資料蒐集涵蓋施工前至少 5 年內之觀測資料，而若儀器設站未滿 5 年，則所蒐集之資料為自設站起之所有觀測資料。截至 101 年底，已完成氣象局 8 座雨量站及台電雨量站 3 座施工前 5 年資料之蒐集工作，結果整理如表 2.2-2~2.2-15 所示。

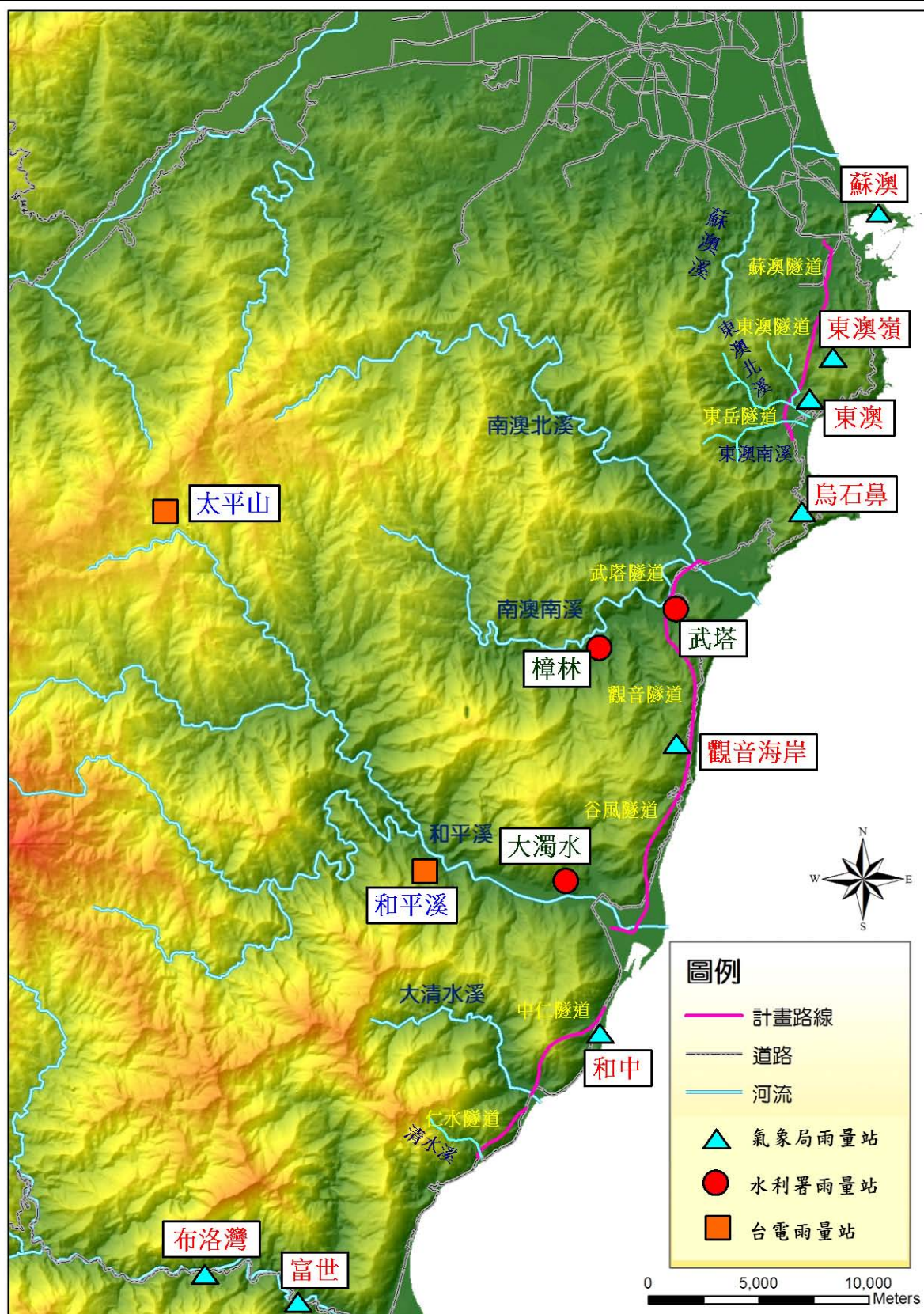


圖 2.2-1 本計畫區河川水系與既有雨量站及流量站位置圖

表 2.2-1 本計畫區既有雨量站彙整一覽表

站名	氣象局站號	水利署站號	台電站號	所屬 單位	記錄年份
蘇澳	467060			氣象局	1981~2012.11
東澳嶺	C1U840			氣象局	2011.7~2012.11
東澳	C0U760			氣象局	2004.6~2012.11
烏石鼻	C1U830			氣象局	2011.1~2012.11
觀音海岸	C1U850			氣象局	2011.7~2012.11
和中	C0T9D0			氣象局	2004.6~2012.11
富世	C0T9C0			氣象局	2004.6~2012.11
布洛灣	C1T830			氣象局	1994~2012.11
大濁水	01U230	2500P003		水利署第一 河川局	1952~2011.12
武塔	01U470	2510P009		水利署第一 河川局	1979~2011.12
樟林	01U450	2510P010		水利署第一 河川局	1980~2011.12
太平山	C0U710		2500P007	台電	1980~2011.12
和平溪			2500P008	台電	1986~2011.12
思源	C0U730		1420P040	台電	1958~2011.12

表 2.2-2 蘇澳雨量站施工前 5 年及施工中之月雨量資料(mm)

年度	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
101	351.2	488.9	267.1	107.4	738.2	356.4	327.4	481.2	227.4	459.8	108.9	756.9
100	489.7	206.5	281	43.8	391.2	74.3	59.4	246.5	141.8	907.2	762.1	840.3
99	376.9	169.4	41.3	188.4	67	208.4	31.4	310.8	311.9	1861	830.5	341
98	282.7	508	150.4	150.4	91.6	230.4	139.8	160.6	618.4	1633	336.2	381.3
97	457	378.4	214.7	180.1	100.1	348.4	256.7	24.7	815.9	590.3	418.1	206.5
96	417.5	80.6	204.1	149.6	215.7	416.6	24.6	817.8	618.1	720.4	1435	366.4

表 2.2-3 東澳嶺雨量站施工前及施工中之月雨量資料(mm)

年度	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
101	503	701	429.5	183	1183.5	550.5	372	754.5	383	786.5	339	819
100	-	-	-	-	-		101	272.5	173.5	1645.5	1173	1420

表 2.2-4 東澳雨量站施工前 5 年及施工中之月雨量資料(mm)

年度	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
101	117.5	242.5	242.5	148.5	969	524	445	833	366.5	450	142.5	473
100	177.5	78.5	171.5	37	406	68.5	123.5	313.5	156.5	1455	914.5	682
99	160.5	124.5	44	133	81.5	218.5	121	235	558.5	1877	478	241
98	173	301	163.5	166	190.5	233	223.5	368.5	855	2460	478	178
97	188	251	173	149.5	74.5	238.5	520.5	28	1216	1251	292	164
96	223.5	91.5	133	166.5	167	420	31	971	597	1147	1602	203

表 2.2-5 烏石鼻雨量站施工前及施工中之月雨量資料(mm)

年度	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
101	107.5	218	281	131.5	1038.5	410.5	348.5	606	261.5	530.5	163	501.5
100	139.5	112	181	35.5	422	59.5	108	278	191	1092	806	539.5

表 2.2-6 觀音海岸雨量站施工前及施工中之月雨量資料(mm)

年度	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
101	82	182	314.5	184	1013	399	359.5	682.5	176.5	232.5	225.5	488.5
100	-	-	-	-	-		112.5	331.5	148	918.5	861	538.5

表 2.2-7 和中雨量站施工前 5 年及施工中之月雨量資料(mm)

年度	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
101	39.5	155	177	179.5	629.5	331.5	335	832	64	92	101.5	235.5
100	11.5	14.5	67	35	207.5	54	80.5	351.5	179.5	831	620	385.5
99	69	83	114	89	123	147	146.5	137	407.5	629	125.5	33
98	49	257	116.5	99.5	347	186	168.5	232	315.5	1731	126	24.5
97	68.5	151	90.5	200	161	349	525	76	817.5	406.5	72	37
96	62	61	36	149	159	334	47	1025	421	671	673.5	34

表 2.2-8 富世雨量站施工前 5 年及施工中之月雨量資料(mm)

年度	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
101	66	133	134.5	109	350	408.5	347.5	764.5	84.5	70.5	95	131
100	22	30.5	46	38	161.5	70.5	52.5	500.5	91	601	513	170
99	31	99	75.5	90	92.5	192	271	104	479.5	478.5	58	46.5
98	32	116.5	139.5	58.5	197	257.5	292	194	384	1285	34.5	25.5
97	54	88.5	63	106.5	68	324.5	691	79	718.5	252.5	60	40.5
96	51.5	90	60	89.5	104.5	297.5	76.5	963.5	491.5	304	495.5	25.5

表 2.2-9 布洛灣雨量站施工前 5 年及施工中之月雨量資料(mm)

年度	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
101	67	128	52	79.5	213.5	385.5	367	974.5	45.5	38	89.5	102.5
100	29	40	44.5	24	158	112.5	123	673	62.5	445.5	492	120
99	36.5	124	27.5	107.5	51.5	124.5	86.5	82.5	659	438.5	76	32.5
98	14	46.5	106.5	63	79	236.5	439	287	228	918.5	40	40.5
97	61.5	92.5	61	50	74	391.5	1071	86	1146	164.5	73.5	40

表 2.2-10 大濁水雨量站施工前 5 年之月雨量資料(mm)

年度	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
100	26	20	57	15	243	36	77	328	100	903	614	375
99	59	100	50	94	64	179	108	158	403	869	158	17
98	28	137	131	91	116	134	201	294	314	2069	91	16
97	71	144	106	81	98	395	527	59	1176	466	58	55
96	69	44	28	79	88	265	7	1087	443	770	743	29

表 2.2-11 武塔雨量站施工前 5 年之月雨量資料(mm)

年度	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
100	19	41	80	18	308	47	68	342	143	699	635	391
99	64	76	17	76	57	192	119	205	274	1497	240	28
98	52	158	110	99	109	150	157	336	462	1650	162	29
97	104	121	118	75	51	161	442	41	1346	662	145	55
96	59	50	0	73	118	299	17	0	644	584	793	42



表 2.2-12 樟林雨量站施工前 5 年之月雨量資料(mm)

年度	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
100	27	31	74	10	208	79	82	351	216	826	516	324
99	64	73	12	48	52	113	111	143	381	1337	250	30
98	41	114	110	72	118	130	197	394	437	1939	181	12
97	104	123	118	60	59	159	601	60	1407	539	120	41
96	70	53	29	59	114	325	28	1160	0	1028	1026	30

表 2.2-13 太平山雨量站施工前 5 年之月雨量資料(mm)

年度	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
100	68	42	87	18	294	174	209	508	140	644	282	182
99	69	112.5	20	104	106.5	207	209.5	177	542.5	792	129.5	41.5
98	21.5	56.5	109.5	96.5	125	214.5	281.5	1002	233	948.5	51	30
97	68	130	112	62	230	210	1062	200	2416	362	133	48
96	97	47	70	97	248	488	124	1214	730	1348	418	20

表 2.2-14 和平溪雨量站施工前 5 年之月雨量資料(mm)

年度	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
100	20	18	49	16	181	54	80	372	110	744	348	183
99	45	72.5	9.5	69	44	129.5	88.5	66	570	1037	103.5	21.5
98	12	49	103	58	70.5	197.5	281	426	328.5	1621	24.5	16.5
97	40	83	64	16	81	78	554	43	952	435	56	24
96	54	24	20	40	78	226	27	859	522	699	418	13

表 2.2-15 思源雨量站施工前 5 年之月雨量資料(mm)

年度	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
100	128	63	97	21	290	113	100	308	198	578	264	309
99	89.5	192	42.5	138.5	74.5	277	217.5	148	325	458	185	121.5
98	48	57	180	177.5	57.5	179.5	57.5	756	110.5	548.5	111.5	79
97	94	144	90	38	122	40	984	78	1610	184	186	118
96	180	28	78	166	102	100	76	863	365	828	466	50

(2) 資料統計分析

本計畫區施工前5年及施工中(96年~101年)之各雨量站資料初步統計分析結果如圖2.2-2~圖2.2-15所示。統計結果顯示計畫區過去歷年(96年~100年)之降雨主要集中於8-11月，各站歷年平均年雨量約介於3000mm~4000mm，遠高於臺灣平均年降雨量2502mm(資料參考自臺灣水文年報，2010)，顯示本計畫區降雨極為豐沛，地下水補注來源不虞匱乏。

另根據蘇澳地區中央氣象局資料顯示(詳圖2.2-16)，每年4月至9月為春夏季，10月至隔年3月為秋冬季，其春夏期間月平均降雨量為186.3mm(資料來源自蘇澳氣象站2010年雨量紀錄)，往往低於平常降雨量，而秋冬季受東北季風影響則為主要雨季，其雨量高於平常值，每年6月至10月為颱風防汛期，發生驟雨頻率甚高。而本年(101年)全年之降雨情形迥異於過去5年，主要降雨集中於5月至8月，並且本年夏季之降雨量亦高於以往5年，而本年9月至11月降雨則較往年低，初步研判係因：(1)本年颱風襲台情形異於往年，101年度8月共有4個颱風侵台，較往年8月颱風襲台個數平均1至2個頻繁，此外，往年10月至11月仍尚有颱風襲台，而今年9月後已無颱風襲台；(2)101年冬季之東北季風偏弱所致。

彙整本計畫區101年度各雨量站之月雨量統計分析比較，如圖2.2-17所示。蘇澳溪流域一年中降雨多集中於5至8月，主要原因可能為夏季之颱風及5、6月梅雨季之滯留鋒面影響所造成，單月降雨最多的月份為5月份；南澳溪流域一年中降雨過去多集中在8至11月間，和平溪流域及立霧溪流域一年中降雨過去多集中在7至10月之豐水期。101年計畫區內降雨多集中於5至8月，單月降雨最多的月份大多為5月(僅立霧溪流域單月降雨最多的月份為8月)，參見表2.2-16。整個計畫區以東澳嶺之降雨量最高，5月份月降雨量達1183.5(mm)，年雨量高達約7004.5(mm)，其於各站之年雨量約為

2500~4900(mm)。

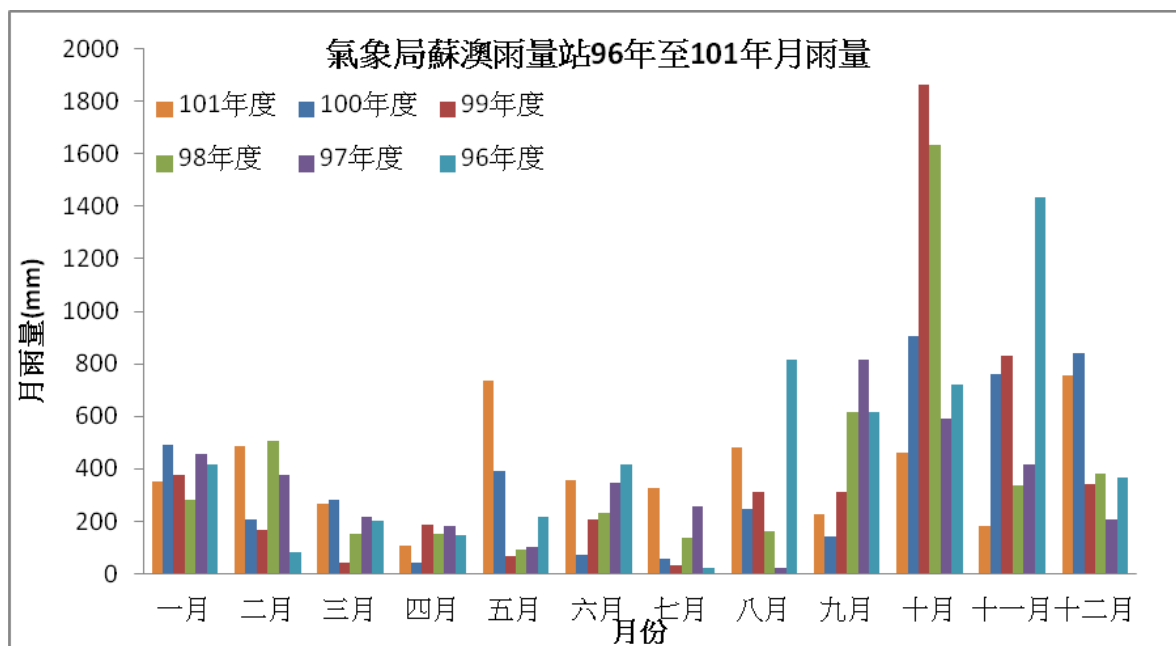


圖 2.2-2 氣象局蘇澳雨量站於民國 96 年至 101 年月雨量柱狀圖

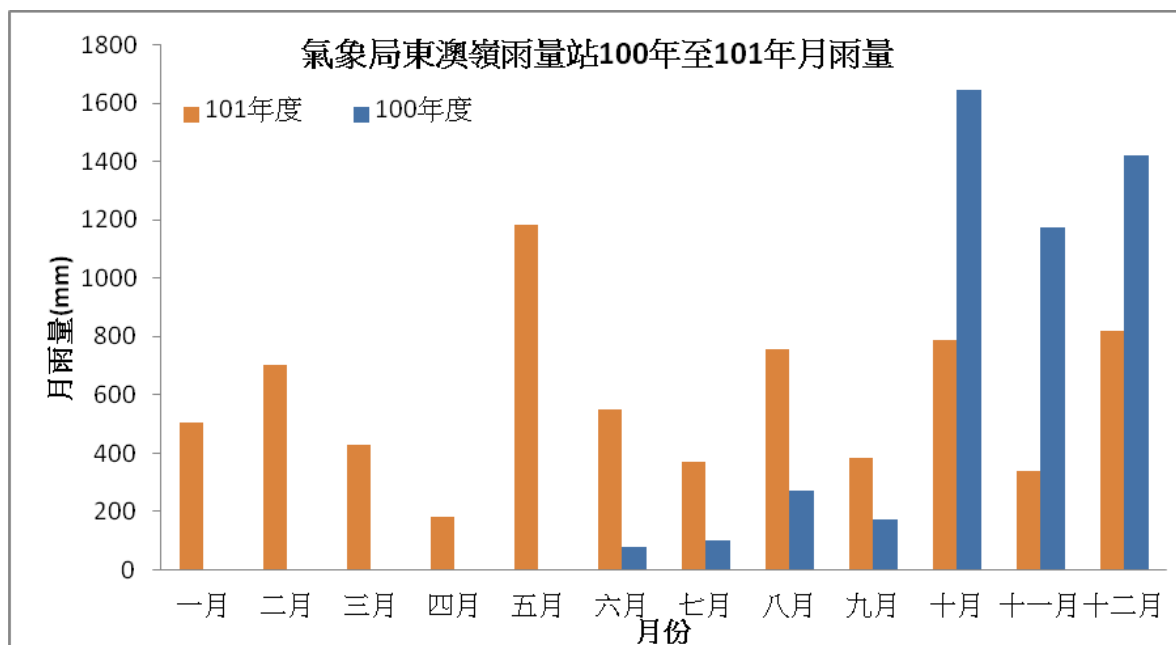


圖 2.2-3 氣象局東澳嶺雨量站於民國 100 年至 101 年月雨量柱狀圖

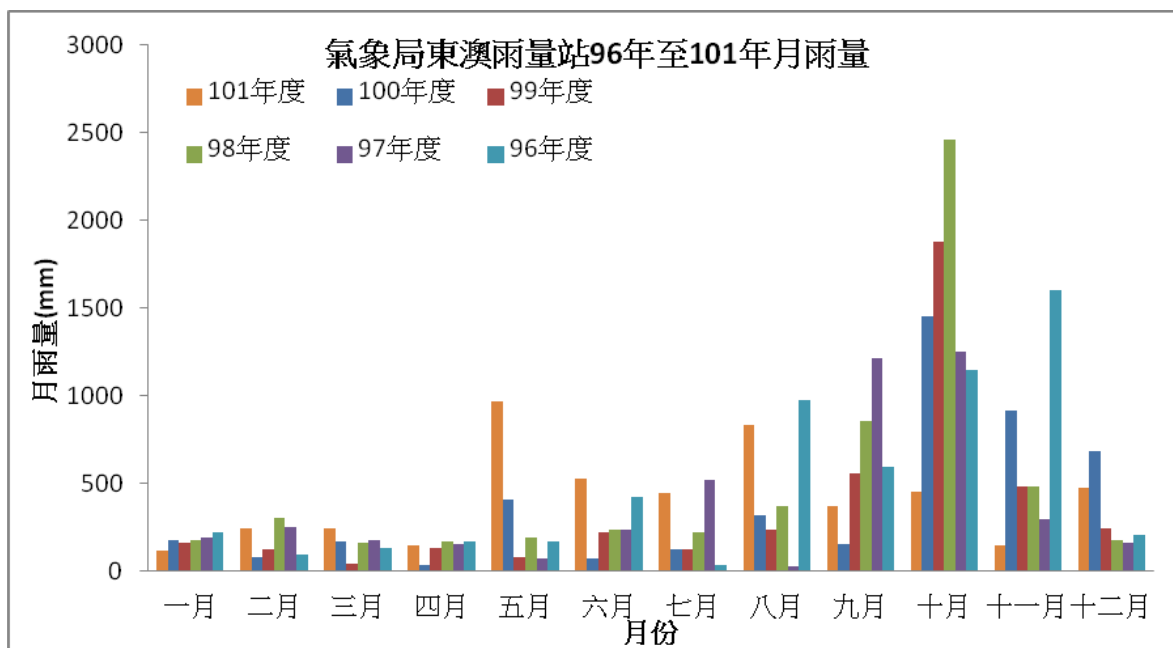


圖 2.2-4 氣象局東澳雨量站於民國 96 年至 101 年月雨量柱狀圖

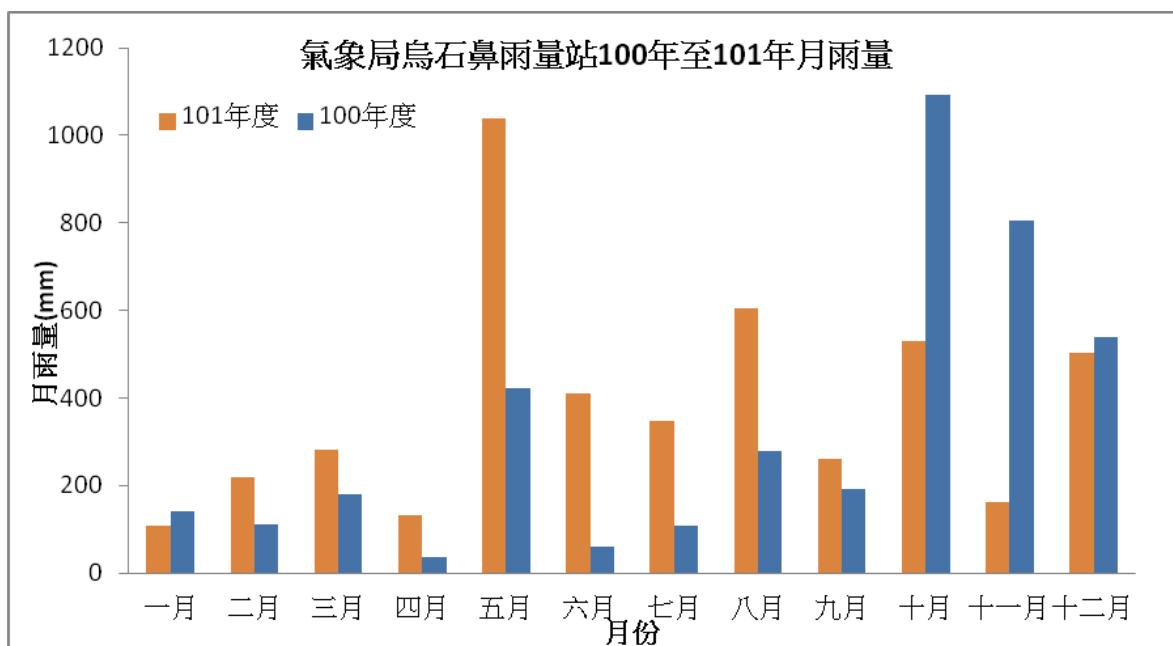


圖 2.2-5 氣象局烏石鼻雨量站於民國 100 年至 101 年月雨量柱狀圖

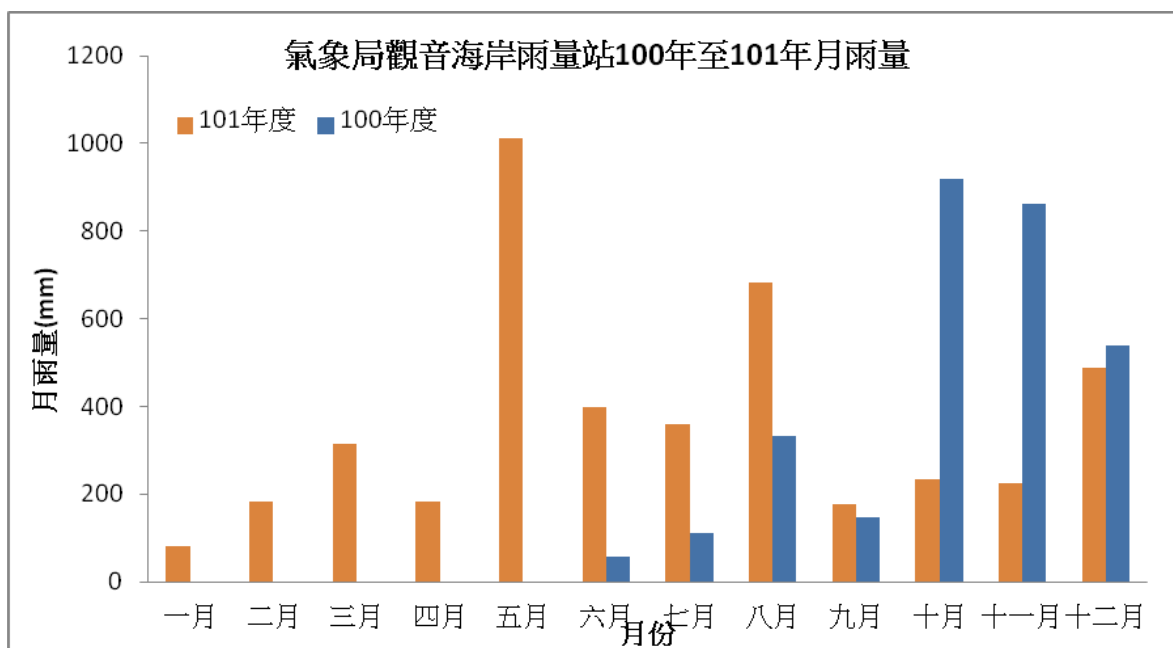


圖 2.2-6 氣象局觀音海岸雨量站於民國 100 年至 101 年月雨量柱狀圖

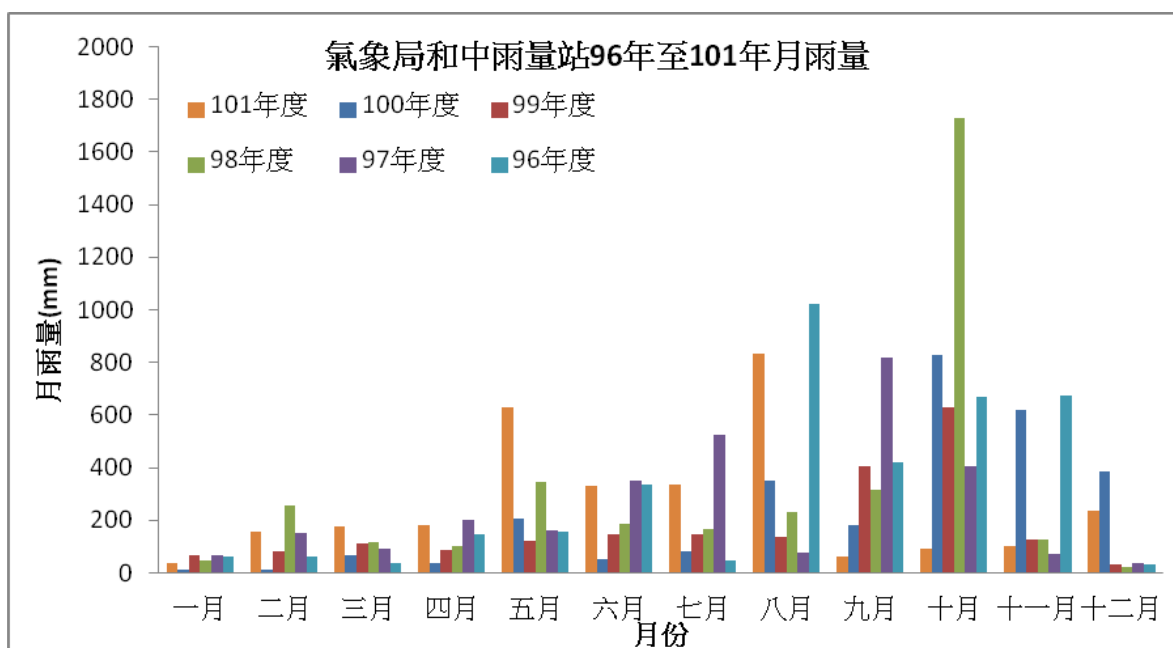


圖 2.2-7 氣象局和中雨量站於民國 96 年至 101 年月雨量柱狀圖

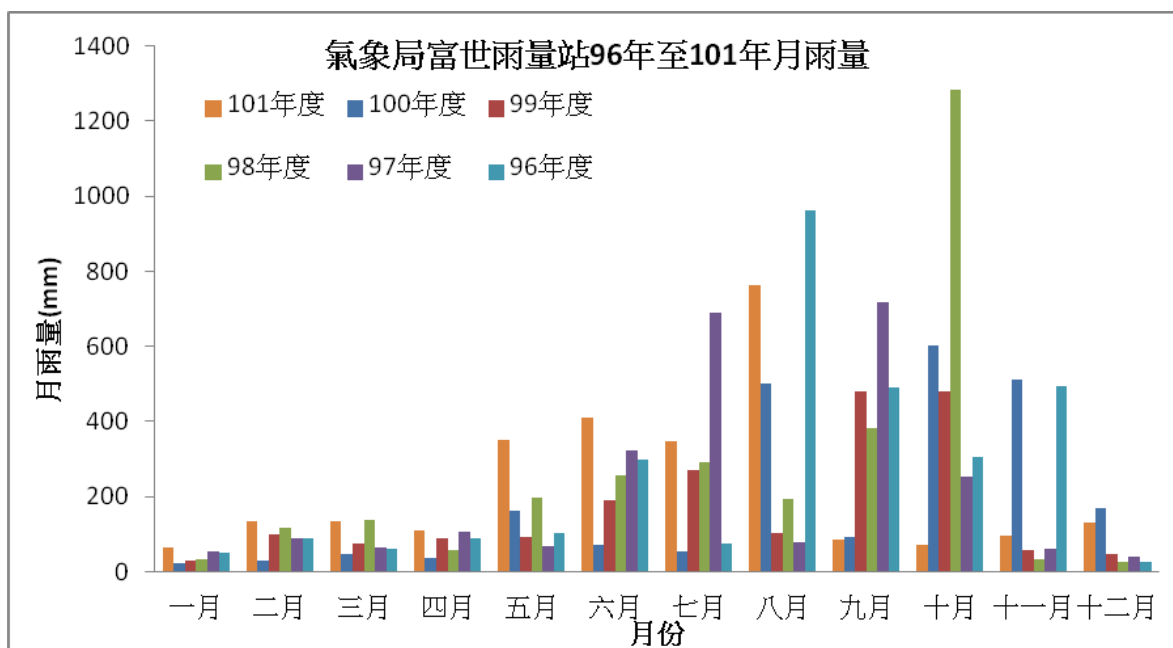


圖 2.2-8 氣象局富世雨量站於民國 96 年至 101 年月雨量柱狀圖

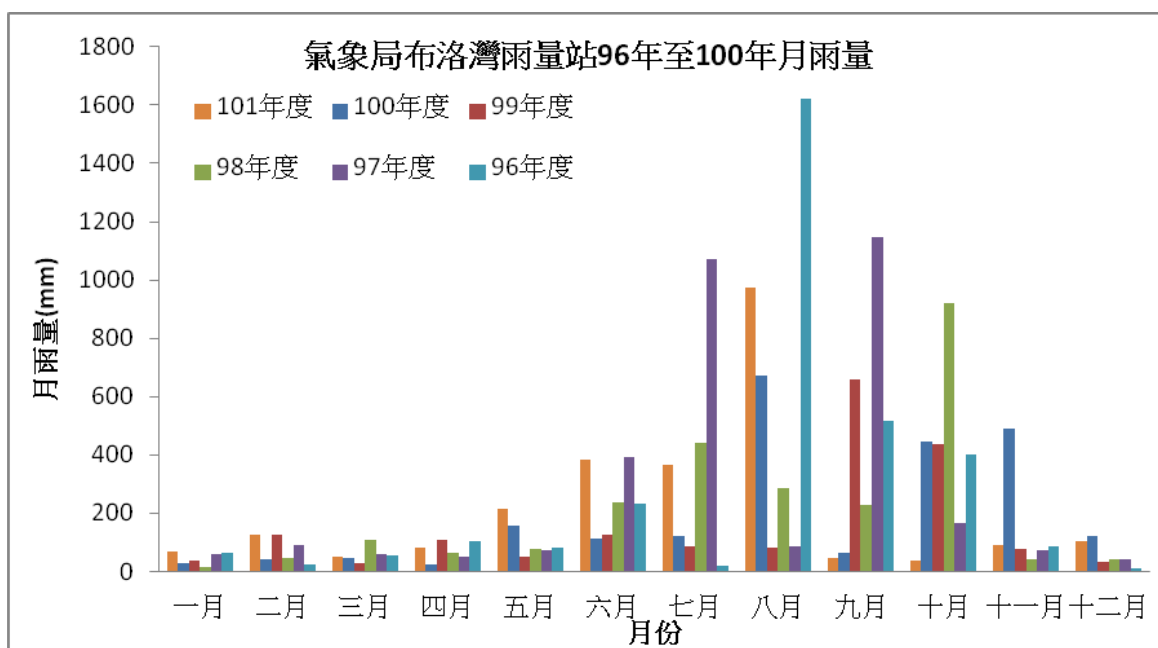


圖 2.2-9 氣象局布洛灣雨量站於民國 96 年至 101 年月雨量柱狀圖

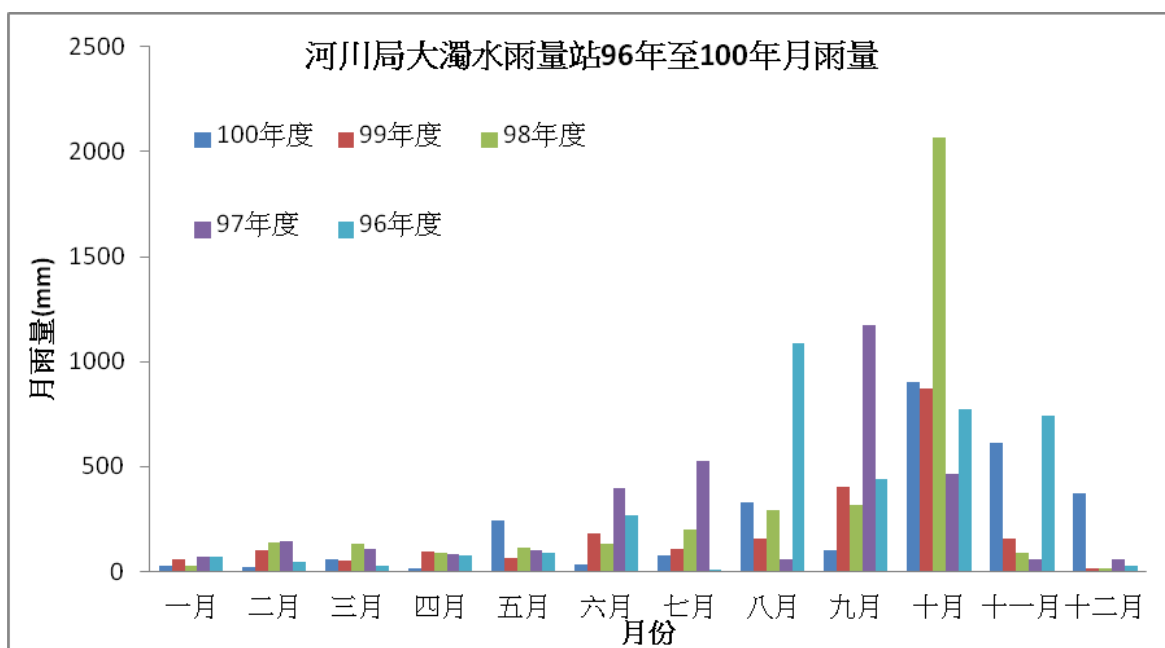


圖 2.2-10 水利署大濁水雨量站於民國 96 年至 100 年月雨量柱狀圖

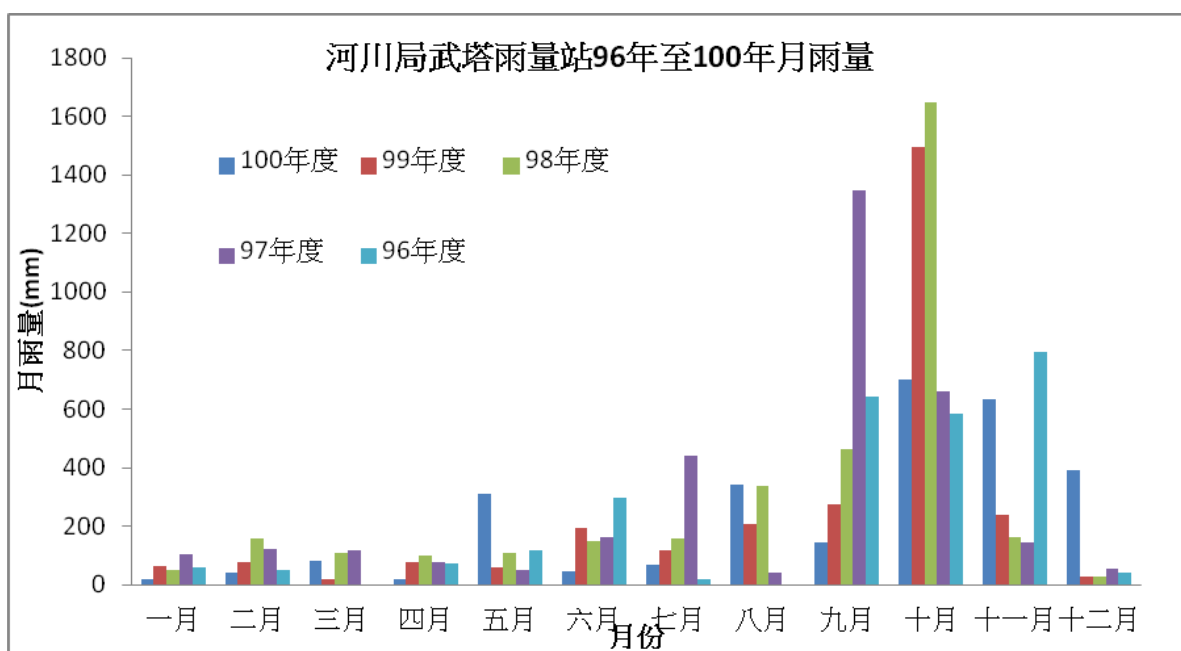


圖 2.2-11 水利署武塔雨量站於民國 96 年至 100 年月雨量柱狀圖

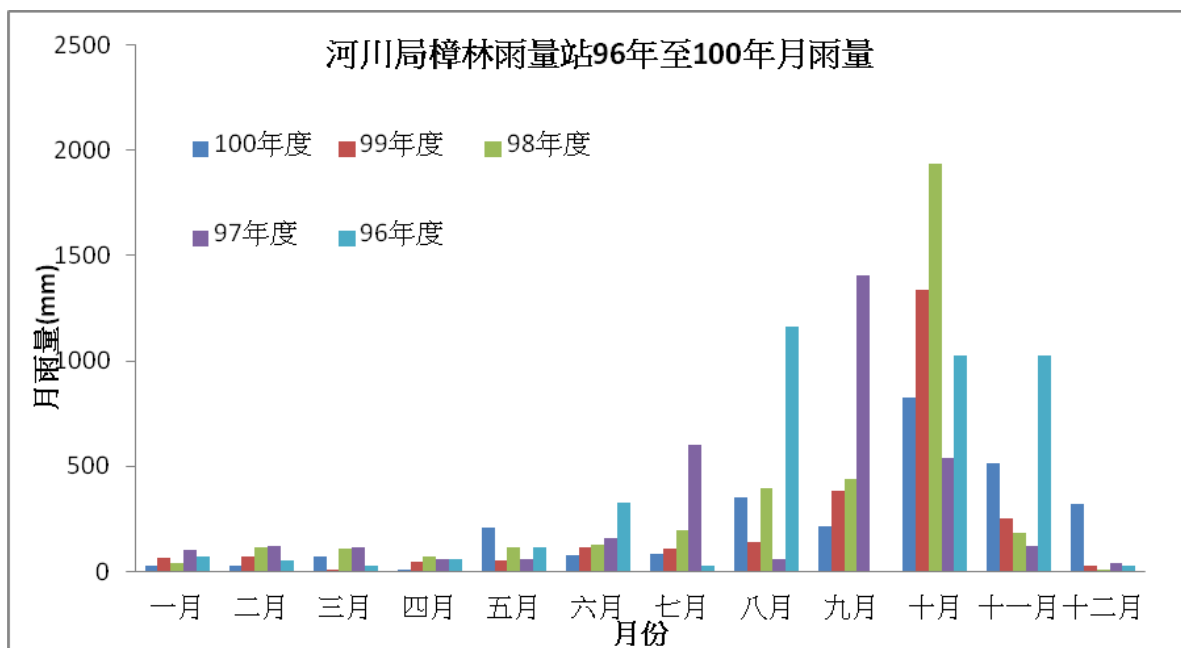


圖 2.2-12 水利署樟林雨量站於民國 96 年至 100 年月雨量柱狀圖

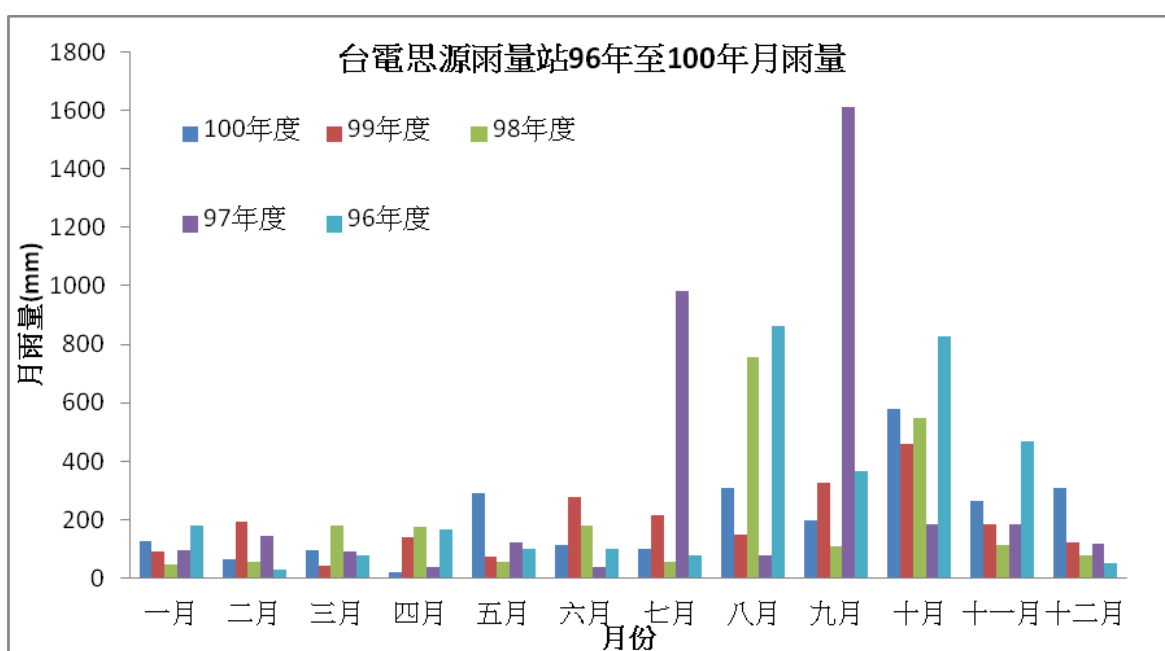


圖 2.2-13 台電思源雨量站於民國 96 年至 100 年月雨量柱狀圖

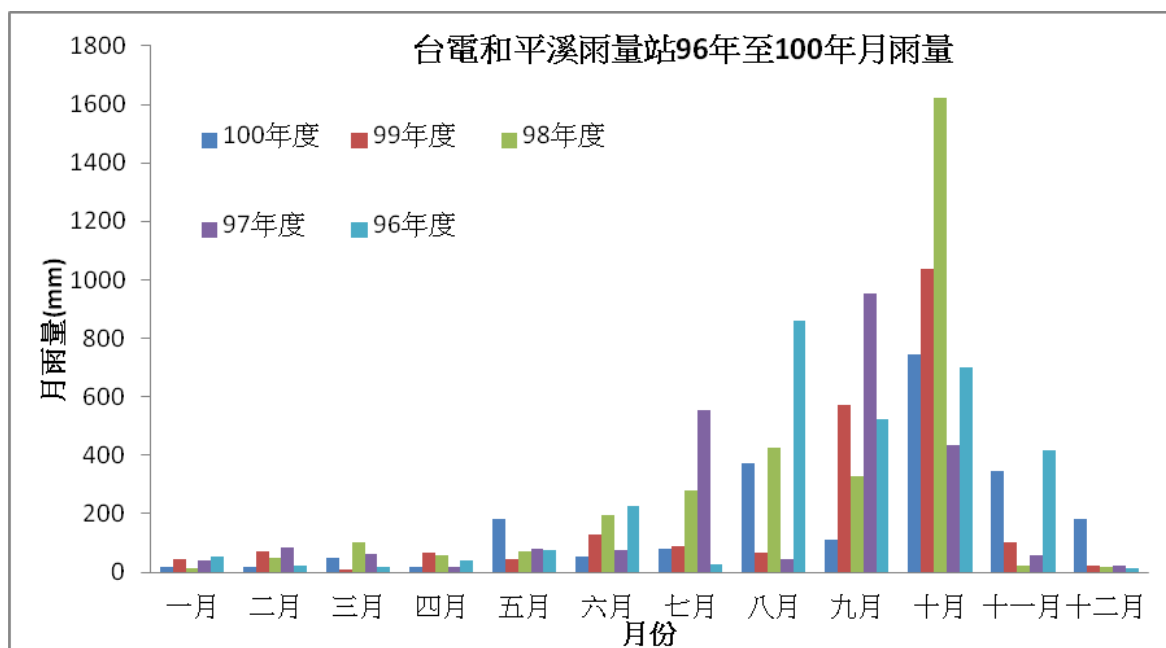


圖 2.2-14 台電和平溪雨量站於民國 96 年至 100 年月雨量柱狀圖

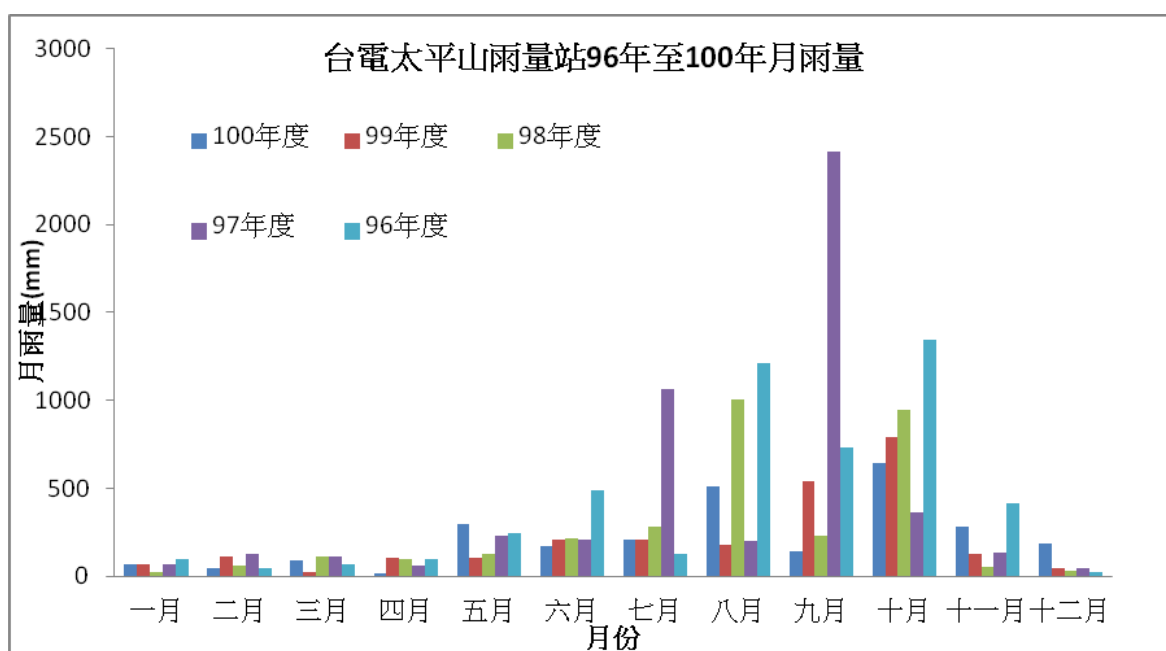
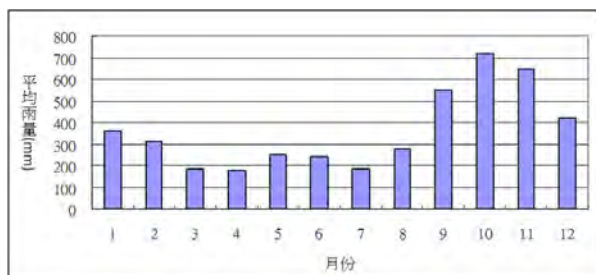
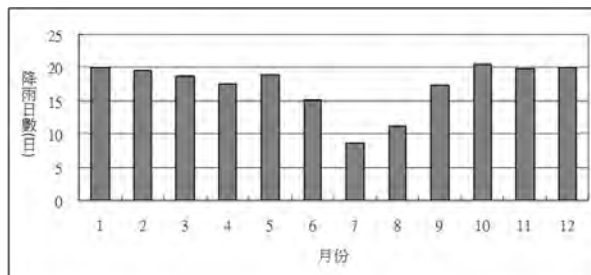


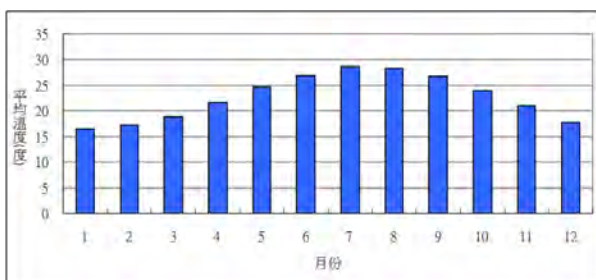
圖 2.2-15 台電太平山雨量站於民國 96 年至 100 年月雨量柱狀圖



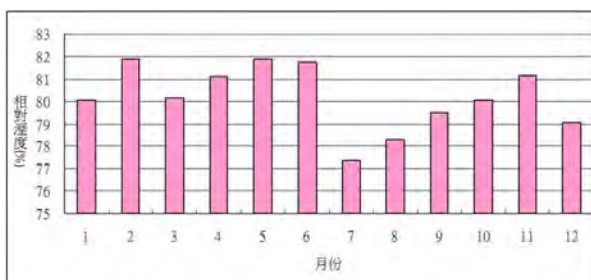
a. 蘇澳氣象站平均雨量統計



b. 蘇澳氣象站平均降水日數統計



c. 蘇澳氣象站平均溫度統計



d. 蘇澳氣象站相對濕度統計

圖 2.2-16 蘇澳氣象站於民國 71 年至 99 年氣候資料統計圖

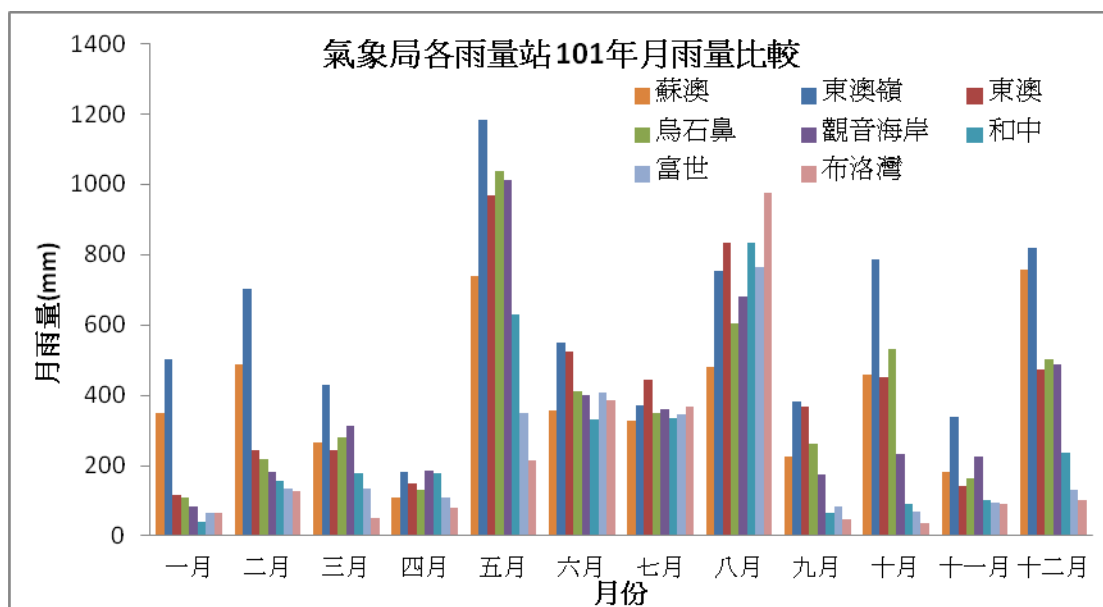


圖 2.2-17 氣象局各雨量站 101 年度月雨量比較圖



表 2.2-16 氣象局各雨量站 101 年度月雨量及年雨量值

雨量站 月份	蘇澳	東澳嶺	東澳	烏石鼻	觀音 海岸	和中	富世	布洛灣
1 月	351.2	503	227.5	107.5	82	39.5	66	67
2 月	488.9	701	242.5	218	182	155	133	128
3 月	267.1	429.5	242.5	281	314.5	177	134.5	52
4 月	107.4	183	148.5	131.5	184	179.5	109	79.5
5 月	738.2	1183.5	969	1038.5	1013	629.5	350	213.5
6 月	356.4	550.5	524	410.5	399	331.5	408.5	385.5
7 月	327.4	372	445	348.5	359.5	335	347.5	367
8 月	481.2	754.5	833	606	682.5	832	764.5	974.5
9 月	227.4	383	366.5	261.5	176.5	64	84.5	45.5
10 月	459.8	786.5	450	530.5	232.5	92	70.5	38
11 月	180.9	339	142.5	163	225.5	101.5	95	89.5
12 月	756.9	819	473	501.5	488.5	235.5	131	102.5
年雨量	4742.8	7004.5	4954	4598	4339.5	3172	2694	2542.5

(3) 降雨頻率分析

降雨頻率分析於水文分析之基本工作項目，目前由政府單位出版較新之降雨頻率分析成果為水利署「颱風時期雨量頻率分析（水利署水文技術組，民國 95 年 9 月）」，該報告採用之分析雨量站為水利署與氣象局雨量站，機率分布則採皮爾遜 III 型與對數皮爾遜 III 型，降雨延時部分有 1、3、6、12、24、48 及 72 小時，雖然該研究已有許多成果可供參考，但並未涵蓋本階段計畫範圍各流域所有可採行之雨量站，此外，既有資料之紀錄年限完整性仍有不足，因此考量計畫需求，乃重新針對計畫範圍之降雨資料進行頻率分析。

本計畫所採用的降雨頻率分析係依據「水利署水文分析報告作業須知」規定辦理，利用年最大值選用法，採年最大降雨序列進行不同延時頻率分析。以常態、二參數對數常態、三參數對數常態、皮爾森 III 型、對數皮爾森 III 型及極端值 I 型等六種機率分布進行降雨頻率分析，並採用卡方檢定法，透過平方差和(SSE)及標準誤差值(SE)判定機率分布之最適度。

依據上述降雨頻率分析方法，可得計劃區域各雨量站各重現期(包含 2、5、10、20、25、50、100 與 200 年)各降雨延時(包含 1、24、48 與 72 小時)之降雨頻率分析，最後可利用流域內所有雨量站降雨頻率分析成果及克利金空間內插法，建立流域各延時各重現期等雨量分布圖。

將所蒐集之計畫區域內各雨量站時雨量資料，選擇雨量紀錄年限至少 10 年以上之雨量站作為降雨頻率分析之有效雨量站。本計畫有效雨量站包含氣象局蘇澳站、氣象局布洛灣站、水利署大濁水站、水利署武塔站及水利署樟林站。另蒐集有效雨量站之颱風及暴雨期間時雨量資料，作為後續三維水文地質模式分析之輸入資料。表 2.2-17~2.2-21 為水利署武塔站、水利署樟林站、氣象局蘇澳站、水利署大濁水站及氣象局布洛灣站，各重現期各降雨延時降雨量之初

步分析結果。

由分析結果可知屬於南澳溪等流域之2個雨量站(武塔站及樟林站)，以200年重現期為例，1小時降雨量範圍為106.9~114.6 mm；24小時降雨量範圍為609.7~933.5 mm；48小時降雨量範圍為743.2~1052.8 mm；72小時降雨量範圍為1033~1062.7 mm。屬於蘇澳溪流域之蘇澳站，以200年重現期為例，1小時降雨量為238.6 mm；24小時降雨量為1438.1 mm；48小時降雨量為1765.2 mm；72小時降雨量為1855.9 mm。屬於和平溪等流域之大濁水站，以200年重現期為例，1小時降雨量為95.89 mm；24小時降雨量為809.9 mm；48小時降雨量為998.3 mm；72小時降雨量為1373.6 mm。屬於立霧溪等流域之布洛灣站，以200年重現期為例，1小時降雨量為151.4 mm；24小時降雨量為1476.8 mm；48小時降雨量為1678.1 mm；72小時降雨量為1676.9 mm。各雨量站降雨頻率分析所採用的最適機率分布分別如表2.2-22所示。

表 2.2-17 武塔雨量站各重現期各降雨延時降雨量分析結果
(降雨量單位：mm)

01U470 武塔					
降雨延時 重現期		1 小時	24 小時	48 小時	72 小時
1.01 年		30.38	129.1	134.2	125.4
2 年		47.59	354.2	449.4	498.8
5 年		61.41	455.3	582.9	665.4
10 年		70.63	503.2	640.3	755.6
20 年		79.37	538.7	679.3	831.7
25 年		82.12	548.3	689.1	854.1
50 年		90.52	573.6	713.6	919
100 年		98.77	593.7	730.9	978.1
200 年		106.9	609.7	743.2	1033
卡方檢定	實際值	0.576	3.314	2.291	0.575
	理論值	3.841(n=1)	3.841(n=1)	3.841(n=1)	3.841(n=1)
平方差和(SSE)		119	6408	14342	26401
標準誤差值(SE)		2.65	19.42	29.05	39.41
最佳分布		皮爾遜III	對數皮爾遜	對數皮爾遜	皮爾遜III

表 2.2-18 樟林雨量站各重現期各降雨延時降雨量分析結果
 (降雨量單位：mm)

01U450 樟林					
降雨延時 重現期		1 小時	24 小時	48 小時	72 小時
1.01 年		29.3	43.06	15.12	45.91
2 年		58.87	430	540.3	582
5 年		75.03	592.7	725.3	761.4
10 年		84.34	678.5	815.1	846.3
20 年		92.43	749.7	885.7	912
25 年		94.86	770.5	905.7	930.4
50 年		101.9	830.2	961.6	981.2
100 年		108.5	884	1010	1024.7
200 年		114.6	933.5	1052.8	1062.7
卡方檢定	實際值	2.516	2.847	2.555	3.560
χ^2_{2n}	理論值	3.841(n=1)	3.841(n=1)	3.841(n=1)	3.841(n=1)
平方差和(SSE)		206	47086	58207	76260
標準誤差值(SE)		3.481	52.63	58.51	66.98
最佳分布		對數皮爾遜	皮爾遜Ⅲ	皮爾遜Ⅲ	皮爾遜Ⅲ

表 2.2-19 蘇澳雨量站各重現期各降雨延時降雨量分析結果
 (降雨量單位：mm)

467060 蘇澳					
降雨延時 重現期		1 小時	24 小時	48 小時	72 小時
1.01 年		44.19	188.9	248.3	287.1
2 年		57.08	276.9	373.3	449
5 年		76.3	396.7	530.3	630.2
10 年		94.43	509.9	673.7	786.8
20 年		116.8	650.6	847.4	969.5
25 年		125.1	703.2	911.2	1035
50 年		154.8	893.4	1138.6	1262.6
100 年		192	1133.7	1418.8	1533.2
200 年		238.6	1438.1	1765.2	1855.9
卡方檢定	實際值	3.616	2.725	0.401	2.589
χ^2_{2n}	理論值	3.841(n=1)	3.841(n=1)	3.841(n=1)	3.841(n=1)
平方差和(SSE)		994	40864	39193	41099
標準誤差值(SE)		6.068	38.9	38.1	39.02
最佳分布		對數皮爾遜	對數皮爾遜	對數皮爾遜	對數皮爾遜

表 2.2-20 大濁水雨量站各重現期各降雨延時降雨量分析結果
 (降雨量單位：mm)

01U230 大濁水				
降雨延時 重現期	1 小時	24 小時	48 小時	72 小時
1.01 年	23.76	78.22	59.54	132.3
2 年	55.63	328.2	404.4	427.1
5 年	68.78	463.4	577.7	648.8
10 年	75.66	542.4	676.2	795.8
20 年	81.34	612.1	761.6	935.2
25 年	83	633.2	787.2	979
50 年	87.74	695.5	862.4	1112.8
100 年	92	754.1	932.3	1244.1
200 年	95.89	809.9	998.3	1373.6
卡方檢定	實際值	2.683	1.976	2.532
χ^2_{2n}	理論值	5.991(n=2)	3.841(n=1)	3.841(n=1)
平方差和(SSE)	142	20994	28549	48951
標準誤差值(SE)	2.89	36.22	42.24	55.31
最佳分布	常態分布	皮爾遜III	皮爾遜III	對數皮爾遜

表 2.2-21 布洛灣雨量站各重現期各降雨延時降雨量分析結果
 (降雨量單位：mm)

C1T830 布洛灣				
降雨延時 重現期	1 小時	24 小時	48 小時	72 小時
1.01 年	31.99	119.6	153.2	151
2 年	62.98	523.7	621.7	640.9
5 年	84.81	803.3	902.9	916.9
10 年	98.79	968.6	1073.5	1083.2
20 年	111.8	1110.8	1227.4	1233.1
25 年	115.8	1152.8	1274.4	1279.1
50 年	128	1273.1	1415	1416.9
100 年	139.9	1380.4	1549	1548.9
200 年	151.4	1476.8	1678.1	1676.9
卡方檢定	實際值	1.018	2.052	0.839
χ^2_{2n}	理論值	3.841(n=1)	3.841(n=1)	3.841(n=1)
平方差和(SSE)	271	17300	37654	33575
標準誤差值(SE)	4.397	35.15	51.86	48.97
最佳分布	皮爾遜III	對數皮爾遜	皮爾遜III	對數常態III



表 2.2-22 各雨量站各延時頻率分析最適分布統計表

項次	站號	站名	所屬流域	頻率分析年份*	資料年限 (至 100 年)	管轄單位	1hr 最適機率分布	24hr 最適機率分布	48hr 最適機率分布	72hr 最適機率分布	備註
1	01U470	武塔	南澳溪流域	1980~1981,1985,1992, 1994~1996,1998~2010	20	水利署	皮爾遜 III	對數皮爾遜 III	對數皮爾遜 III	皮爾遜 III	
2	01U450	樟林	南澳溪流域	1980~1981,1991~1992, 1994~1996,1998~2010	20	水利署	對數皮爾遜 III	皮爾遜 III	皮爾遜 III	皮爾遜 III	
3	467060	蘇澳	蘇澳溪流域	1982~2011	30	氣象局	對數皮爾遜 III	對數皮爾遜 III	對數皮爾遜 III	對數皮爾遜 III	
4	01U230	大濁水	和平溪流域	1981,1985,1991, 1994~1996,1998~2010	19	水利署	常態分布	皮爾遜 III	皮爾遜 III	對數皮爾遜 III	
5	C1T830	布洛灣	立霧溪流域	1995~2011	17	氣象局	皮爾遜 III	對數皮爾遜 III	皮爾遜 III	對數常態 III	

2.2.2 施工期間既有氣象站資料

計畫區內既有之 11 座雨量站(氣象局雨量站 8 座、水利署雨量站 3 座及台電雨量站 3 座，參見表 2.2-1)，本計畫持續蒐集蘇花改施工期間之雨量資料。其中氣象局 8 座雨量站於民國 101 年 9 月至 12 月之雨量資料請參見表 2.2-2~表 2.2-9，結果顯示民國 101 年計畫區秋季之降雨量大致低於往年(民國 96 年~100 年)。至於台電及水利署於民國 101 年之雨量站資料，因主管單位資料尚未釋出，故未納入本次半年度分析評估報告，後續將配合其資料釋出之規定與時程，辦理資料蒐集，並納入計畫分析研判參考。

2.3 水文資料

本計畫水文資料蒐集項目包括：(1)計畫區內既有鐵路隧道排水量背景資料、(2)計畫區內既有河川流量站於施工前及施工期間之流量資料。資料蒐集結果說明如下：

2.3.1 既有鐵路隧道排水量資料

由於東部鐵路北迴線之舊永春隧道及新永春隧道在施工期間均曾遭遇大量湧水情形，其中新永春隧道之最大湧水量達約 80 噸/分鐘，引發水資源流失之疑慮。因此本計畫乃蒐集計畫區既有隧道在蘇花改施工前之排水量資料，以建立背景值。

蘇花路廊內既有鐵路隧道洞口排水溝有地下水流出者，主要為蘇澳三號、新蘇澳二及三號、永春、新永春、南澳隧道、新南澳、新武塔、觀音、谷風、新觀音、和平、新和平、和仁、新和仁、清水及新清水等隧道，其他隧道洞口之排水量則極微量或無流水情形。施工前既有鐵路隧道排水量資料蒐集結果，彙整如表 2.3-1 所示，資料進一步分析如圖 2.3-1 所示。結果可見永春隧道南口、新永春隧道南口及新觀音隧道北口在完工營運後仍持續有明顯之出水量，其中永春隧道最大出水量約 25 噸/分鐘(415 公升/秒)，新永春隧道最大出水量可達

約 50 噸/分鐘(761 公升/秒)左右，而新觀音隧道之最大出水量亦約達 30 噸/分鐘(397 公升/秒)左右。

表 2.3-1 計畫區內既有鐵路隧道施工前排水量資料彙整(1/4)

隧道名稱	排水量(公升/秒)(2009/4~2009/10)							
	洞口	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月
蘇澳一號	北口	0	0	0	0	0	0	0
	南口	0	0	0	0	0	0	0
蘇澳二號	北口	0	0	0	0	0	0	0
	南口	0	0	0	0	0	0	0
蘇澳三號	北口	0	0	0	0	0	0	0
	南口	0.06	0	0	0	0	0	0
蘇澳四號	北口	0	0	0	0	0	0	0
	南口	0	0	0	0	0	0	0
新蘇澳一號	北口	0	0	0	0	0	0	0
	南口	0	0	0	0	0	0	0
新蘇澳二號	北口	0.96	0.81	0.65	0.46	0.35	0.44	0.6
	南口	0	0	0	0	0	0	0
新蘇澳三號	北口	0	0	0	0	0	0	0
	南口	0.7	0	0	0	0	0	0
新蘇澳四號	北口	0	0	0	0	0	0	0
	南口	0	0	0	0	0	0	0
永春	北口	19.9	15.1	15.2	15.1	14.8	16	16.23
	南口	158.5	205	202	201	201	220	223.08
新永春	北口	91.1	56.5	55.6	53.5	51.3	57.5	58.15
	南口	684	663.5	664	663.8	663.5	664.7	665.22
東澳	北口	0	0	0	0	0	0	0
	南口	0	0	0	0	0	0	0
新東澳	北口	0	0	0	0	0	0	0
	南口	0	0	0	0	0	0	0
南澳	北口	140.6	47.8	47.2	46.4	45.6	47.1	47.34
	南口	5.89	0.85	0.84	0.73	0.64	0.73	0.84
新南澳	北口	57.2	57.2	56.5	55.3	53.7	54.8	55.14
	南口	9.4	7.5	6.6	5.9	5	5.9	6.15
武塔一號	北口	0	0	0	0	0	0	0
	南口	0	0	0	0	0	0	0

表 2.3-1(續) 計畫區內既有鐵路隧道施工前排水量資料彙整(2/4)

隧道 名稱	排水量(公升/秒)(2009/11~2010/5)							
	洞口	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月
蘇澳 一號	北口	0	0	0	0	0	0	0
	南口	0	0	2.39	0	0	0	0
蘇澳 二號	北口	0	0	0	0	0	0	0
	南口	0	0	0	0	0	0	0
蘇澳 三號	北口	0	0	0	0	0	0	0
	南口	0	無	0.15	0.12	0.09	0	0
蘇澳 四號	北口	0	0	0	0	0	0	0
	南口	0	0	0	0	0	0	0
新蘇澳 一號	北口	0	0	0	0	0	0	0
	南口	0	0	0	0	0	0	0
新蘇澳 二號	北口	0.6	0.96	7.02	0.65	0.46	0.35	1.32
	南口	0	0	0	0	0	0	0
新蘇澳 三號	北口	0	0	0	0	0	0	0
	南口	0	0.31	2.1	0.9	0.44	0.23	0.15
新蘇澳 四號	北口	0	0	0	0	0	0	0
	南口	0	0	0	0	0	0	0
永春	北口	17.09	17.16	18.6	18.14	17.56	23.55	29.52
	南口	224.56	245.14	414.63	254.81	236.28	222.31	214.29
新永春	北口	59.83	71.53	83.54	78.19	76.78	76.89	70.44
	南口	665.97	666.72	760.94	697.94	677.42	669.86	696.34
東澳	北口	0	0	0	0	0	0	0
	南口	0	0	0	0	0	0	0
新東澳	北口	0	0	0	0	0	0	0
	南口	0	0	0	0	0	0	0
南澳	北口	58.75	59.95	77.17	55.73	56.2	44.59	29.26
	南口	23.7	27.87	39.13	30.65	24.6	23.72	21.27
新南澳	北口	55.4	55.99	64	33.98	25.12	23.71	21.14
	南口	7.6	11.99	19.56	11.71	11.14	9.81	9.53
武塔 一號	北口	0	0	0	0	0	0	0
	南口	0	0	0	0	0	0	0

表 2.3-1(續) 計畫區內既有鐵路隧道施工前排水量資料彙整(3/4)

隧道 名稱	排水量(公升/秒)(2009/4~2009/10)							
	洞口	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月
新武塔	北口	0.53	0.3	0.3	0.3	0.3	0.45	0.39
	南口	0	0	0	0	0	0	0
觀音	北口	12.5	10.3	9.7	8.9	8	9.8	10.96
	南口	10.74	1.39	1.28	1.2	1.01	1.22	1.63
鼓音	北口	0	0	0	0	0	0	0
	南口	0	0	0	0	0	0	0
谷風	北口	0	0	0	0	0	0	0
	南口	0	0	0	0	0	0	0
新觀音	北口	347	331	328	315	312	325	331.19
	南口	97	80	78	65	64	68	70.59
和平	北口	12.4	5.1	4.7	4.3	3.3	3.9	5.77
	南口	19	12	12	9	7.5	8.2	18.26
新和平	北口	9.1	6.6	6.2	5.8	4.6	5.1	5.74
	南口	0	0	0	0	0	0	0
和仁	北口	0.33	0.3	0.26	0.23	0.19	0.19	0.19
	南口	0	0	0	0	0	0	0
新和仁	北口	0.7	0.5	0.42	0.36	0.33	0.43	0.44
	南口	0	0	0	0	0	0	0
清水	北口	0	0	0	0	0	0	0
	南口	0.71	0.11	0.06	0.04	0.03	0.05	0.13
新清水	北口	0	0	0	0	0	0	0
	南口	0.37	0.37	0.28	0.23	0.19	0.26	0.28
崇德	北口	0	0	0	0	0	0	0
	南口	0	0	0	0	0	0	0
新崇德	北口	0	0	0	0	0	0	0
	南口	0	0	0	0	0	0	0

表 2.3-1(續) 計畫區內既有鐵路隧道施工前排水量資料彙整(4/4)

隧道 名稱	排水量(公升/秒)(2009/11~2010/5)							
	洞口	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月
新武塔	北口	0.24	0	0	0	0.07	0.11	0.15
	南口	0	0	0	0	0	0	0
觀音	北口	15.66	23.71	35.17	32.44	30.65	29.92	29.55
	南口	5.98	19.84	75.66	71.08	70.32	67.96	66.76
鼓音	北口	0	0	0	0	0	0	0
	南口	0	0	0	0	0	0	0
谷風	北口	0	0	0	0	0	0	0
	南口	0	1.08	0	0	0	0	0
新觀音	北口	332.67	357.03	397.97	389.31	368.53	363.25	361.28
	南口	73.21	77.18	115.88	111.15	104.89	89.01	87.5
和平	北口	7.26	8.76	15.64	11.23	8.8	7.05	5.8
	南口	25.43	33.38	54.25	39.88	27.93	19.56	17.06
新和平	北口	5.98	6.08	9.19	6.4	4.4	3.15	1.92
	南口	0	0	0	0	0	0	0
和仁	北口	0.2	0.22	0.48	0.42	0.39	0.39	0.39
	南口	0	0	0	0	0	0	0
新和仁	北口	0.56	0.77	1.51	1.5	1.51	1.51	1.56
	南口	0	0	0	0	0	0	0
清水	北口	0	0	0	0	0	0	0
	南口	0.17	0.26	0.32	0.31	0.68	1.7	2.23
新清水	北口	0	0	0	0	0	0	0
	南口	0.38	0.56	0.59	0.58	0.63	1.01	1.13
崇德	北口	0	0	0	0	0	0	0
	南口	0	0	0	0	0	0	0
新崇德	北口	0	0	0	0	0	0	0
	南口	0	0	0	0	0	0	0

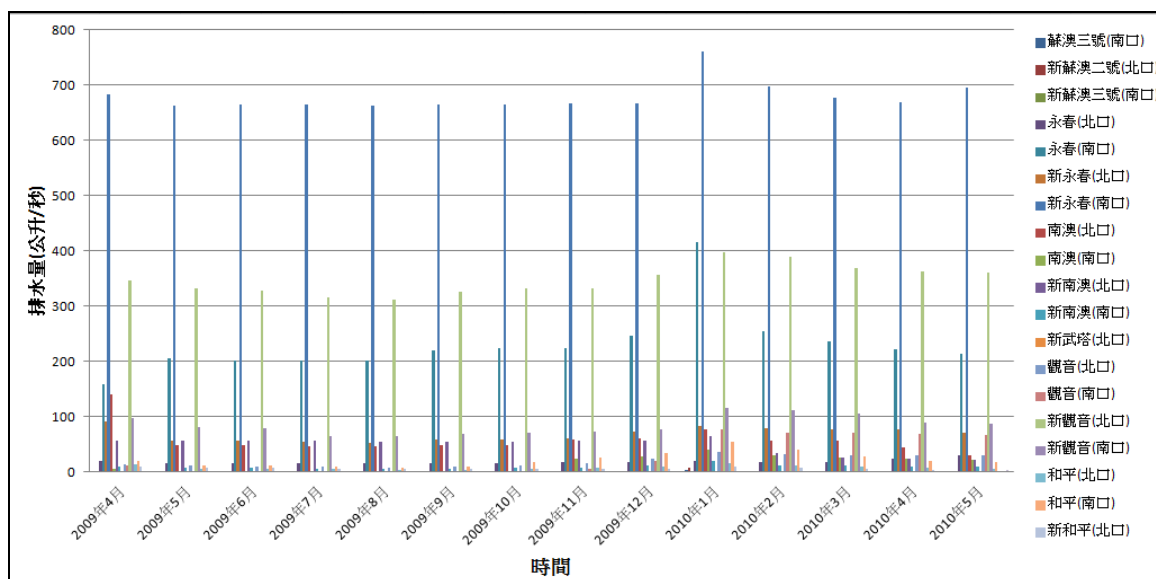


圖 2.3-1 蘇花路廊內既有鐵路隧道排水量觀測結果圖

2.3.2 既有河川流量站資料

(1) 資料蒐集

計畫區內既有之河川流量站計有 12 座，分別隸屬第一河川局及第九河川局管轄，參見表 2.3-2。本計畫所蒐集之資料包含蘇花改施工前至少 5 年內之觀測資料，而若儀器設站未滿 5 年，則蒐集自設站起之所有觀測資料，資料蒐集結果如表 2.3-3~表 2.3-6 所示。

計畫區內水利署所轄之既有河川流量站，目前仍在運作中之流量站為和平溪之希能埔(2500H003)流量站、南澳溪北溪之南澳橋(2510H006)及南澳圳(2510H007)兩流量站、以及南澳南溪之澳尾橋(2510H004)流量站，故施工期間之河川流量資料蒐集乃針對此 4 座流量站。目前民國 101 年度之河川流量資料，水利署尚未釋出，故未納入本分析評估報告，後續將配合其資料釋出之規定與時程，辦理資料蒐集，以作為地下水補注量評估、隧道內出水量與水文環境變化間關係等參考。

表 2.3-2 本計畫區既有河川流量站彙整表

站名	站號	量測河川	管理單位	記錄年份
希能埔	2500H003	和平溪	第一河川局	1975~2000, 2002~2010
澳尾橋	2510H004	南澳南溪	第一河川局	1974~2000, 2002~2010
南澳橋	2510H006	南澳北溪	第一河川局	1999~2000, 2002~2010
南澳圳	2510H007	南澳北溪	第一河川局	1999~2000, 2002~2009
大濁水	2500H001	和平溪	第一河川局	1937~1939, 1941
希能埔(左)	2500H009	和平溪	第一河川局	1992
南澳	2510H002	南澳北溪	第一河川局	1947, 1951
澳尾橋(合)	2510H005	南澳北溪	第一河川局	1975~2000
南澳圳	2510H008	南澳北溪	第九河川局	1995~1998
阿育	2460H002	立霧溪	第九河川局	1939~1942
力霧	2460H003	立霧溪	第九河川局	1952, 1954~1957
婆賽干	2460H004	立霧溪	第九河川局	1937~1938

表 2.3-3 希能埔流量站施工前之月平均日流量(立方公尺/秒)

年度	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
100	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	125.6	269.7	29.8	19.1
99	15.3	47.5	9.6	1.0	0.5	0.0	0.0	8.8	25.6	32.3	34.4	11.4
98	3.8	5.8	7.5	6.4	6.7	6.6	13.7	18.3	16.7	126.5	19.0	15.3
97	4.9	0.1	3.7	5.1	0.1	0.7	67.7	123.0	48.4	53.2	24.9	40.9
96	19.0	10.5	9.3	10.4	12.2	63.1	35.6	407.3	506.3	592.1	325.5	221.5



表 2.3-4 澳尾橋流量站施工前之月平均日流量(立方公尺/秒)

年度	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
100	3.2	16.7	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.1	26.7	25.5
99	0.0	0.0	0.4	0.4	0.1	0.4	0.2	0.2	0.0	54.9	24.4	3.9
98	3.0	2.6	3.2	2.4	2.3	2.8	4.0	19.1	13.0	50.0	1.6	1.1
97	4.8	5.7	5.3	2.8	1.9	4.3	22.1	11.1	105.7	27.3	10.9	4.4
96	1.4	0.9	0.6	0.1	0.9	16.6	8.3	69.6	34.6	97.5	63.7	23.8

表 2.3-5 南澳橋流量站施工前之月平均日流量(立方公尺/秒)

年度	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
100	5.0	4.6	4.8	2.9	4.2	6.7	3.6	3.1	13.5	19.5	16.1	28.4
99	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	15.6	14.5	15.3
98	2.4	2.4	6.1	7.2	6.0	3.6	5.1	20.8	5.6	63.7	19.0	11.7
97	12.3	17.4	4.3	2.4	3.7	14.6	20.8	14.3	34.5	46.9	53.7	78.3
96	16.3	11.1	11.4	10.9	9.5	18.3	12.2	36.2	27.5	53.3	46.5	13.0

表 2.3-6 南澳圳流量站施工前之月平均日流量(立方公尺/秒)

年度	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.3	0.7
99	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
98	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.2	0.0
97	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
96	0.3	0.3	0.3	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
95	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
94	0.5	0.4	0.2	0.8	0.7	0.4	0.7	0.2	—	0.1	0.7	0.1
93	0.4	1.0	2.0	0.8	0.9	1.2	1.0	0.8	0.5	0.1	0.3	0.1

註:南澳圳(2510H007)從 99.8~100.10 進行儀器更新,此區間為無資料,更新後站名更改為南澳圳(1)(2510H013)

(2) 資料統計分析

本計畫針對目前計畫區內仍在運作中之 4 座河川流量站，進行其月平均日流量統計，結果如圖 2.3-2~圖 2.3-5 所示。

由南澳北溪之南澳橋測站及南澳圳測站、南澳南溪之澳尾橋測站及和平溪之希能埔測站之流量資料統計結果顯示，其中可見 3-5 月為枯水期，9-12 月為豐水期，與一般臺灣河川於 11 月至翌年 4 月為枯水期之情形不同，研判主要因冬季受東北季風影響降雨所致。而由流量與雨量關係資料顯示，月平均流量大致與月雨量之變化一致，但仍有些許不一致之處，推測其原因有：

- a. 由於流量站上游之支流多，集水區面積廣闊，集水區內雨量分佈殊異，因此其流量受到上游集水區整體雨量之影響，僅能與鄰近之雨量站雨量資料大致吻合，而無法完全一致。
- b. 月降雨量與月平均流量呈現延遲反應之現象，降雨時地表逕流較易直接反映於河川流量，但入滲至地表下後再補注至河川流量部分則因地下水滲流速度較慢，有延遲反映於河川流量之現象。
- c. 在颱風豪雨期間，降雨量高度集中，高降雨強度時間短暫，雖使得累積之月降雨量提高，但因多為地表逕流而流入河道，僅造成短時間內之流量高峰值，於颱風豪雨期間過後，河川流量快速消退，若後續並無較多之雨量，則其月平均流量無法相對獲得提高。

(3) 河川基流量分析

河川基流量分析可提供作為集水區地下水穩定補注量評估參考，由於分析需至少 10 年以上之各流域長時期的河川流量資料，因此本計畫乃針對具 10 年以上資料之 4 座河川流量站(和平溪之希能埔流量站、南澳溪北溪之南澳橋及南澳圳流量站、以及南澳南溪之澳尾橋流量站)，進行河川基流量分析。

本計畫河川基流量分析採用美國地質調查所(USGS)建議之基流分離法與 Eckhardt 濾波法，估計出各測站所代表集水區之河川基流量，如表 2.3-7 所示。表 2.3-8 為採用 USGS 建議之基流分離法針對南澳溪流域及和平溪流域基流量分析成果，計有 4 處流量站，其中南澳圳流量站所代表之集水區面積較小，故不列入分析。表中包含測站名稱、測站編號、集水面積(測站所代表集水區面積)、河川流量年均深度、基流量年均深度、基流指數、穩定基流量年均深度、穩定基流指數等各項資料。

南澳溪流域內之各次集水區長期河川流量除以集水區面積後之年均深度為 240.17 cm 及 285.47 cm，利用穩定基流分析所得之穩定基流量年均深度為 41.14 cm 及 115.12 cm，穩定基流指數為 17.13% 及 40.33%，穩定基流指數之平均值約為 28.73%。圖 2.3-6 及圖 2.3-7 分別為南澳橋站穩定基流量分析及逐月基流分析結果，而圖 2.3-8 及圖 2.3-9 則分別為澳尾橋站穩定基流量分析及逐月基流分析結果。其南澳溪流域內地下水補注之空間分布情形分析，南澳溪流域內雖有 2 個流量站資料可供分析，但因流量站距離相近，故只能瞭解該流量站代表集水區之河川基流量(如圖 2.3-10 所示)，無法獲知地下水補注之空間變化，圖 2.3-11 則顯示南澳溪流域內長期穩定入滲量分析成果。另就南澳溪流域內地下水補注之時間分布情形而言，逐月基流分析結果顯示，以南澳橋流量站為例，可發現南澳溪流域之地下水補注主要集中於每年之 9 月至 12 月間，其中又以 10 月為地下水補注之最高峰。

和平溪流域內之次集水區長期河川流量除以集水區面積後之年均深度為 235.7 cm，利用穩定基流分析所得之穩定基流量年均深度為 90.55 cm，穩定基流指數為 38.42%。圖 2.3-12 為希能埔站穩定基流量分析結果，進一步進行希能埔流量站之逐月基流分析(如圖 2.3-13 所示)。其和平溪流域內地下水補注之空間分布情形分析，而和平溪流域內只有 1 個流量站可供分析，故僅能瞭解該流量站所代表集水區之河川基流量，無法獲知地下水補注之空間變化，如圖

2.3-14 所示，圖 2.3-15 則顯示和平流域內長期穩定入滲量之分析成果。結果顯示和平流域之地下水補注主要集中於每年之 8 月至 11 月間，其中又以 10 月為地下水補注之最高峰。

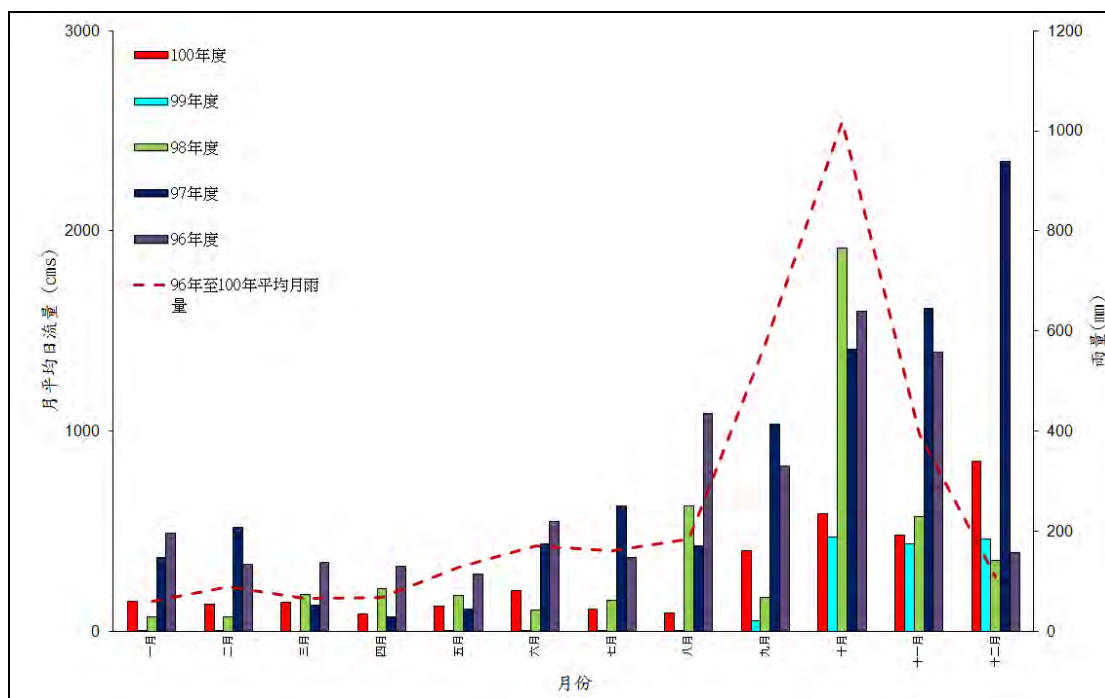


圖 2.3-2 南澳北溪南澳橋流量站 96 年至 100 年各月平均日流

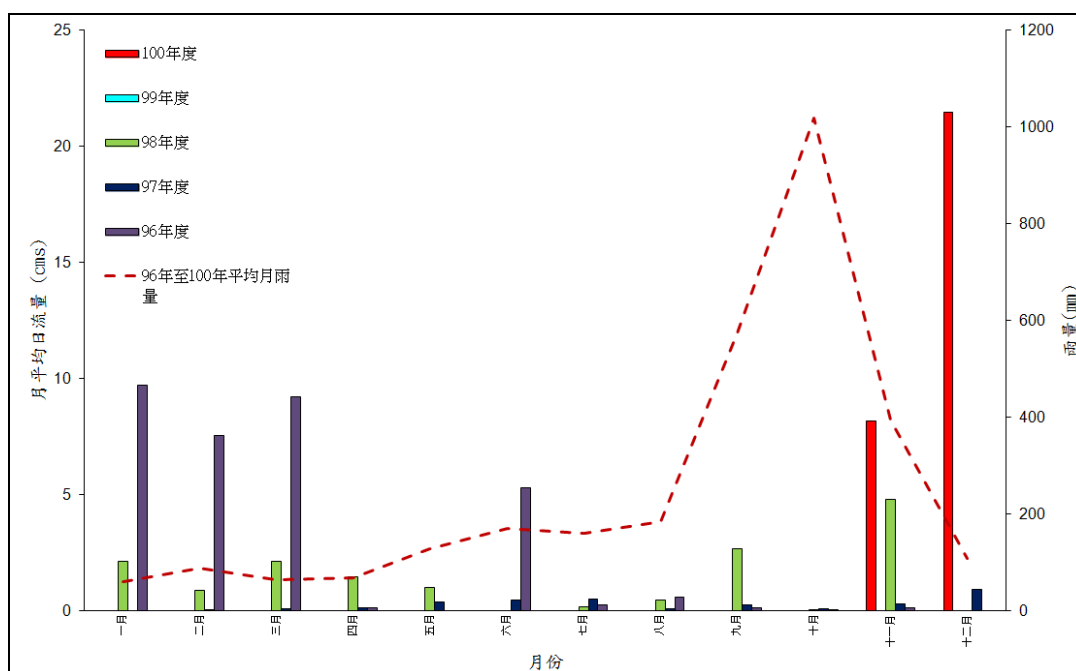


圖 2.3-3 南澳北溪南澳圳流量站 96 年至 100 年各月平均日流

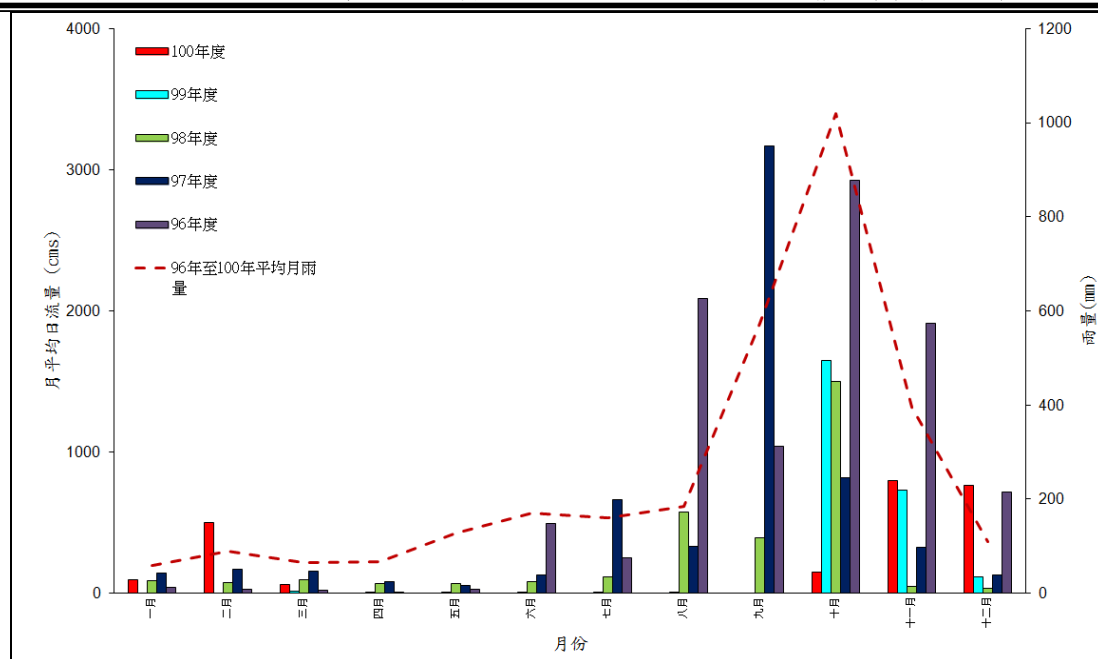


圖 2.3-4 南澳南溪澳尾橋流量站 96 年至 100 年各月平均日流量圖

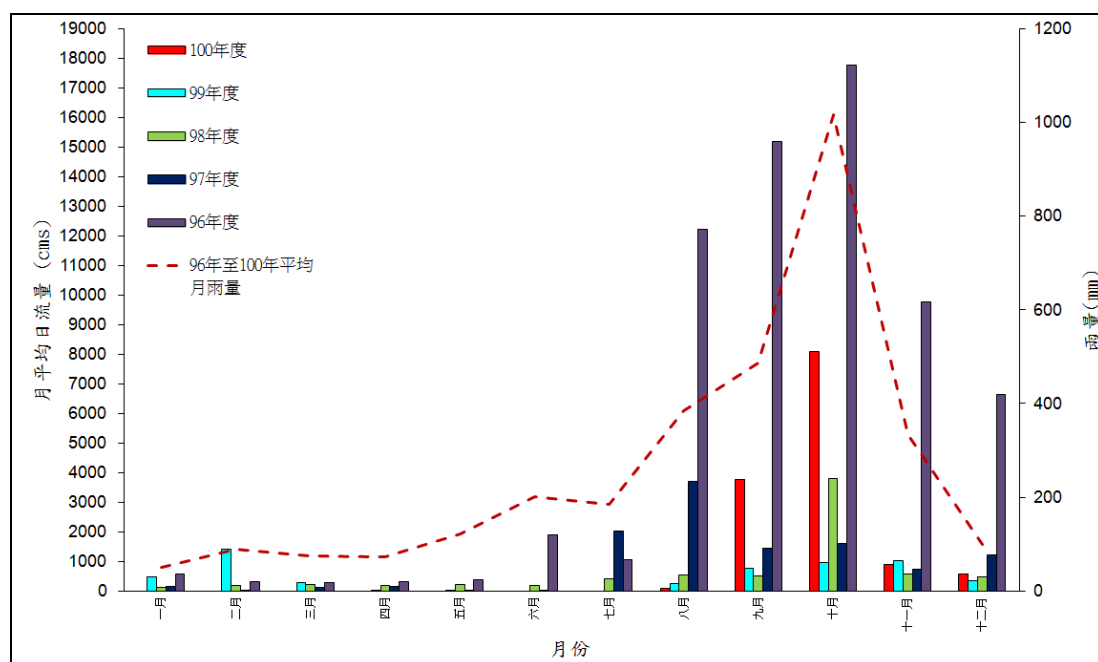


圖 2.3-5 和平溪希能埔流量站 96 年至 100 年各月平均日流量圖

表 2.3-7 本計畫各流量站採用不同基流分析方法之基流指數成果

流域	站號	站名	集水面積 (km ²)	標高(m)	分析年份	USGS 基流指數 (%)	濾波法 基流指數 (%)
南澳溪	2510H006	南澳橋	169.72	1700	1999-2000, 2002-2009	77.39	67
南澳溪	2510H004	澳尾橋	139.35	2600	1974-1983, 1985-2000, 2003-2010	54	53.4
和平溪	2500H003	希能埔	553.01	2800	1975-2000, 2002-2007, 2009	68.73	63.7

表 2.3-8 本計畫各流量站資料及基流分析結果一覽表

流域	站號	站名	河川流量 年均深度 (cm)	基流量 年均深度 (cm)	基流指數 (%)	穩定基流量 年均深度 (cm)	穩定基流 指數(%)
南澳溪	2510H006	南澳橋	285.47	220.93	77.39	115.12	40.33
南澳溪	2510H004	澳尾橋	240.17	129.68	54	41.14	17.13
和平溪	2500H003	希能埔	235.7	161.99	68.73	90.55	38.42

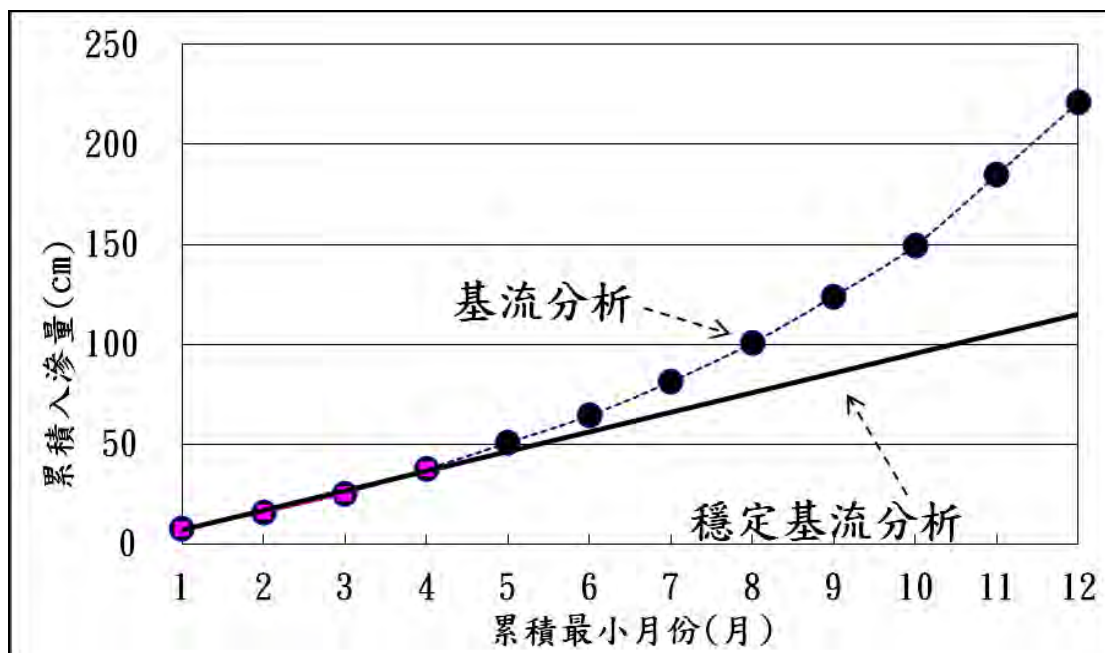


圖 2.3-6 南澳溪-南澳橋流量觀測站穩定基流分析結果

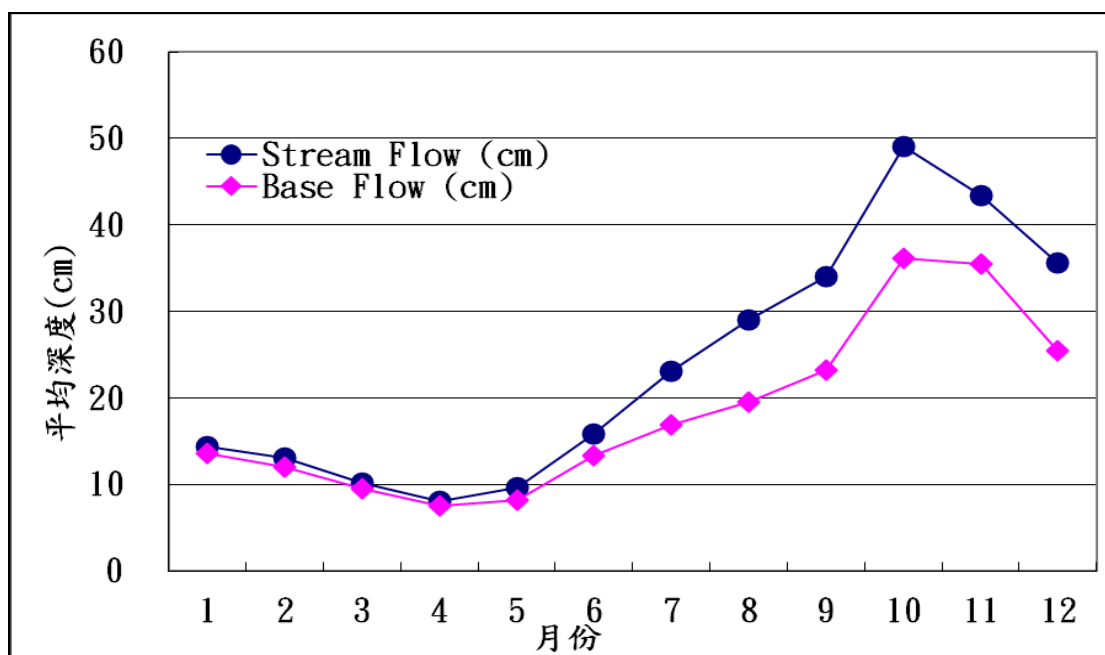


圖 2.3-7 南澳溪-南澳橋流量觀測站逐月基流分析結果

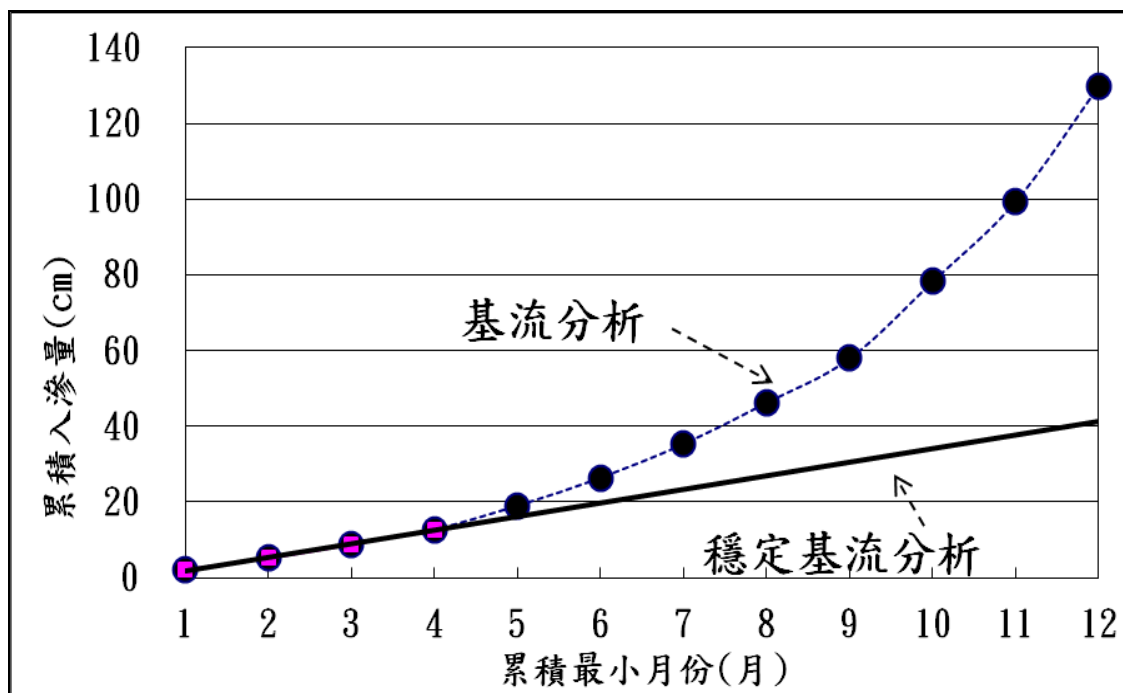


圖 2.3-8 南澳溪-澳尾橋流量觀測站穩定基流分析結果

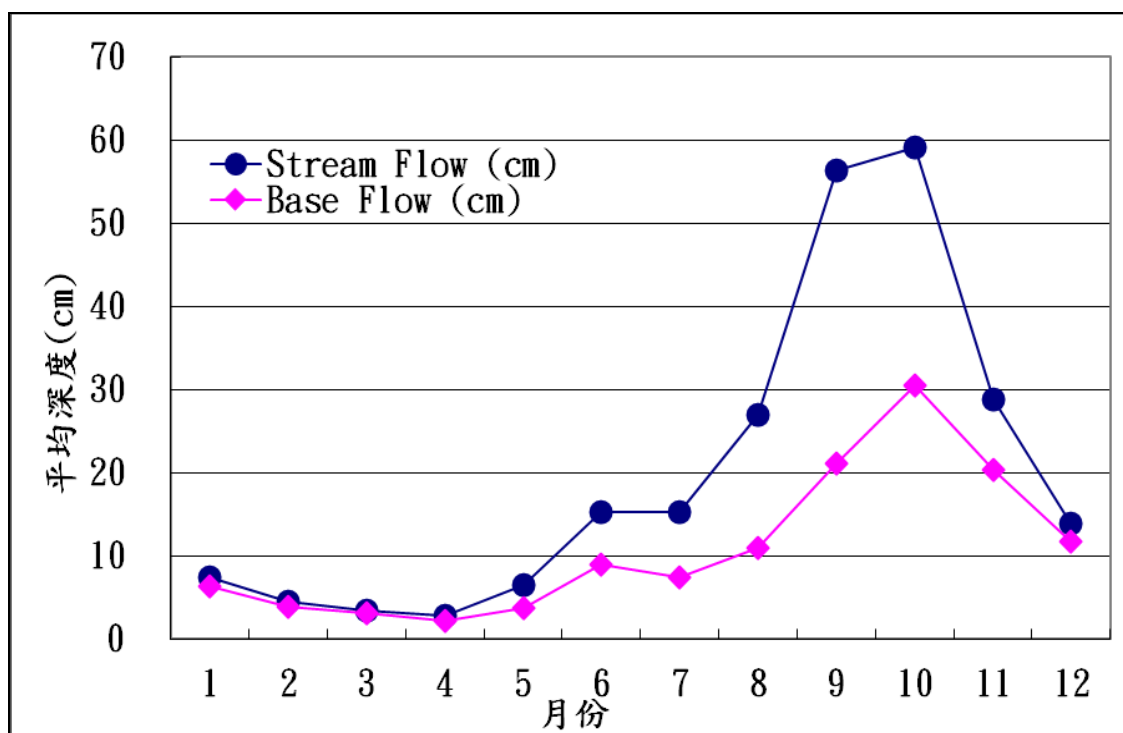


圖 2.3-9 南澳溪-澳尾橋流量觀測站逐月基流分析結果

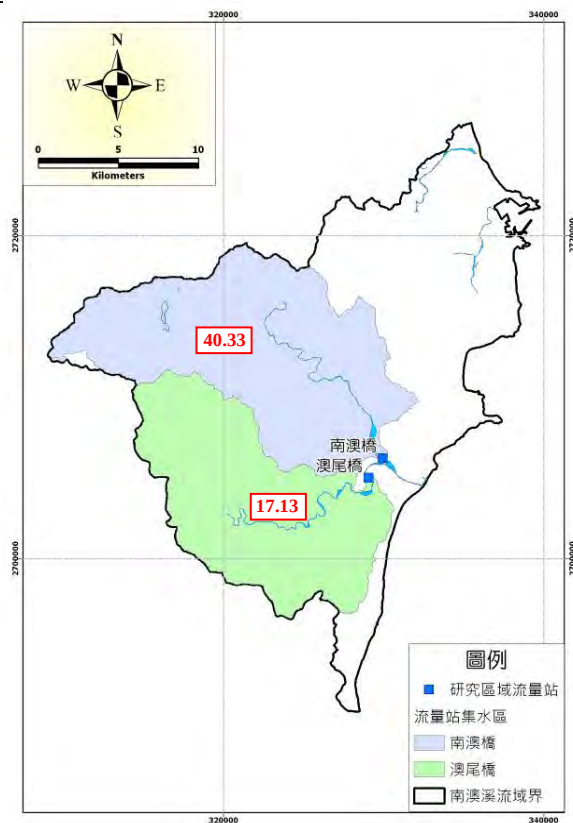


圖 2.3-10 南澳溪及其鄰近流域穩定基流指數分析成果(單位：%)

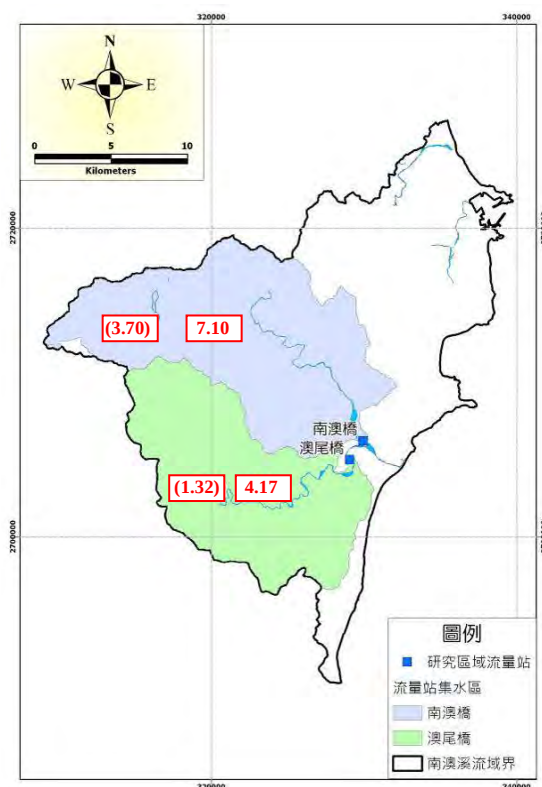


圖 2.3-11 南澳溪及其鄰近流域長期穩定入滲率分析成果(單位： $10^{-8}m/s$)
 (未括弧數字係以基流分析成果推估，而括弧內數字係以穩定基流分析成果推估)

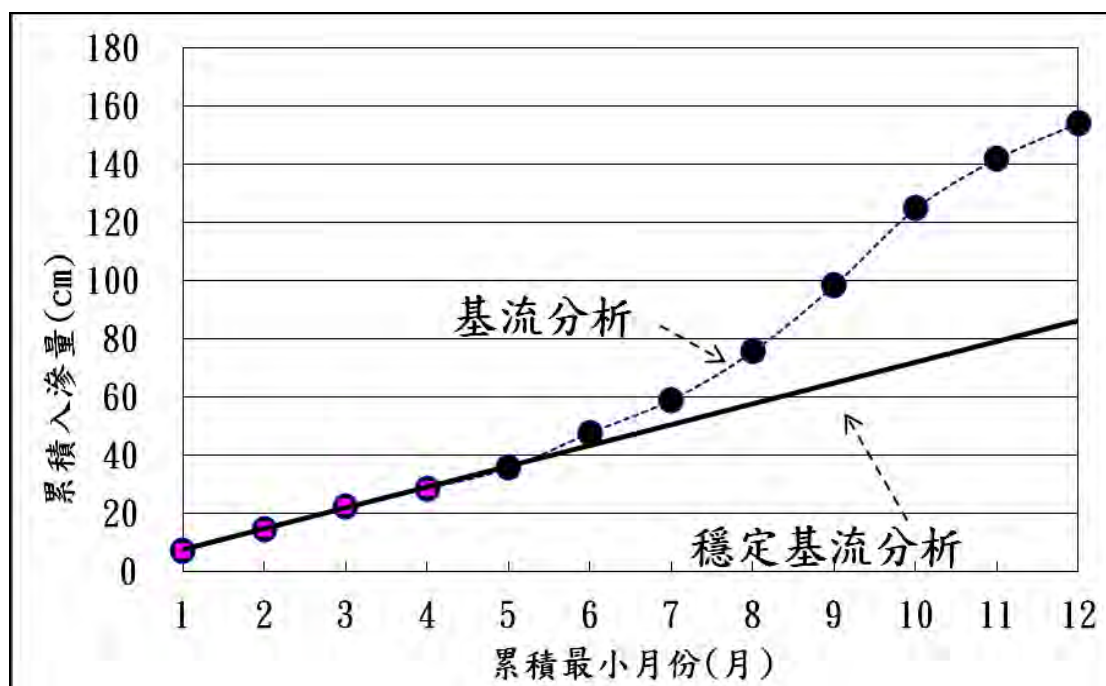


圖 2.3-12 和平溪-希能埔流量觀測站穩定基流分析結果

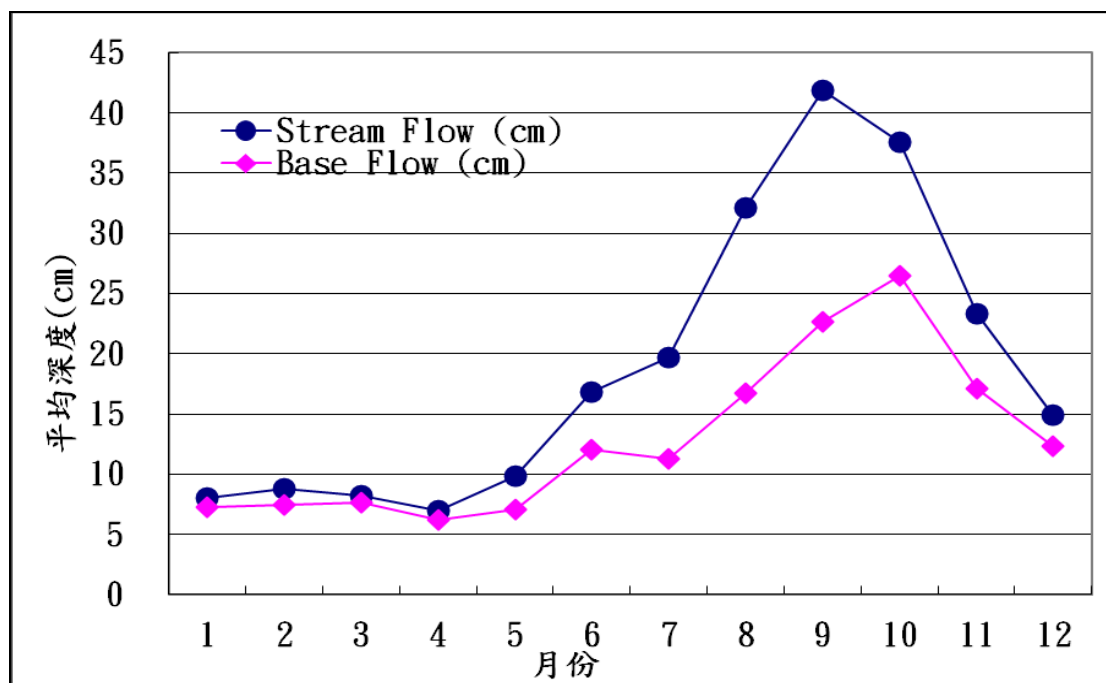


圖 2.3-13 和平溪-希能埔流量觀測站逐月基流分析結果

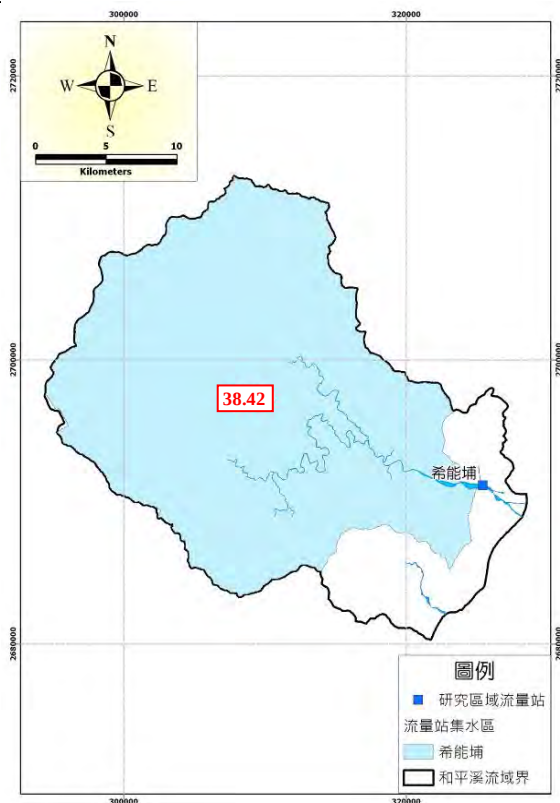


圖 2.3-14 和平溪及其鄰近流域穩定基流指數分析成果(單位：%)

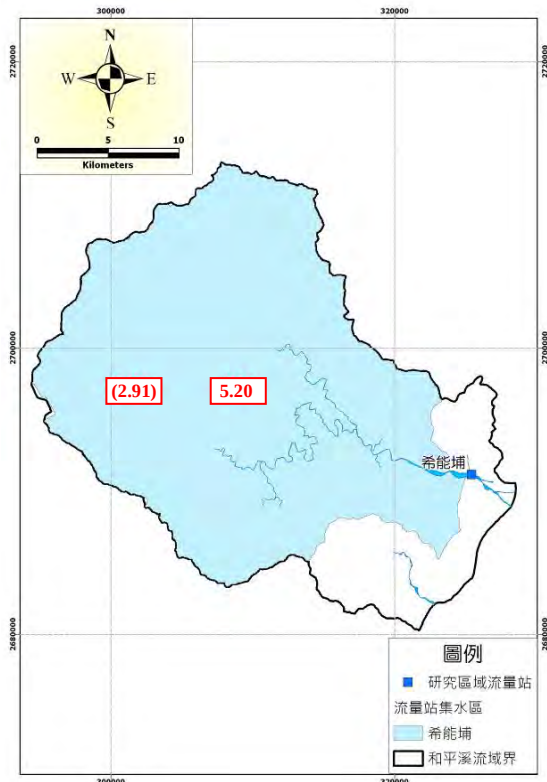


圖 2.3-15 和平溪及其鄰近流域長期穩定入滲率分析成果(單位：10⁻⁸m/s)
(未括弧數字係以基流分析成果推估，而括弧內數字係以穩定基流分析成果推估)

2.4 既有地下水位井觀測資料

為瞭解計畫區初始地下水位背景資料，本計畫乃蒐集計畫區內相關工程計畫在不同規設階段所鑽設之地下水位觀測井資料。目前所蒐集之資料包括東部鐵路改善計畫、國道東部高速公路、蘇花改可行性研究及蘇花改細設等計畫在不同階段所辦理之地質探查孔地下水位資料，共計 302 孔地下水位資料，各鑽孔地下水位資料彙整於附錄 B。

地下水流場之分佈與地形及地質構造相關，匯集雨水的水系型態與流域面積，因流域內之河谷、沖積扇等不同地形，具不同之地下水蘊藏特徵，圖 2.4-1 為所蒐集之鑽孔孔位高程與地下水位高程關係圖，結果顯示本研究區域之地下水位與地形高程有相當高之關聯性，回歸結果參見如下式，此關係式可作為評估計畫區初始地下水位分佈與流向之參考。

$$GW = 0.8513 \times E - 6.6074 \quad (2.1)$$

式中之 GW 為地下水位高程； E 為地表高程。

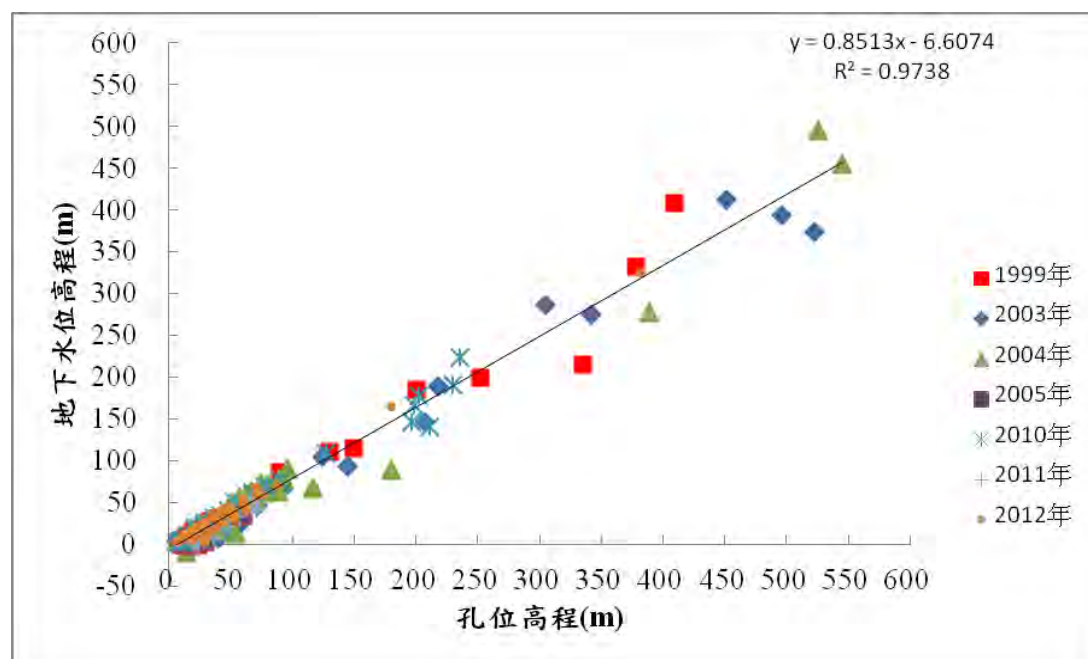


圖 2.4-1 既有鑽孔之地形高程與山區地下水位關係圖

第三章 施工期間水文地質調查

3.1 隧道內出水量觀測

本計畫所關注之 5 座長隧道工程，目前僅 B 標之觀音隧道及谷風隧道已開挖進洞，因此現階段僅蒐集此兩座隧道施工廠商之隧道內出水量觀測資料，結果說明如下：

3.1.1 隧道開挖面出水量觀測資料蒐集

B 標隧道開挖面出水量量測工作，目前辦理情形主要包括：(1)現場地質師開挖面進行岩體評分時，評估判斷開挖面地下水滲流情形；(2)隧道開挖如遭遇明顯出水時，現場施工人員以簡易量測設備概估開挖面出水量；(3)隧道開挖面之不取心探查孔施作過程，如發現異常出水時，則針對出水量進行推估。

有關施工廠商地質師所評估之開挖面地下水滲流情形請參見附錄 A。整體而言，B 標隧道施工至今尚未遭遇嚴重出水情形，施工廠商於 101 年 11 月起已在觀音隧道北口北上線開始辦理開挖面出水量觀測，資料蒐集彙整如表 3.1-1 所示。

表 3.1-1 觀音隧道北口北上線開挖面出水量觀測結果彙整表

(出水量單位：L/min)

量測日期	開挖面里程	出水量	量測日期	開挖面里程	出水量
2012.11.01	2K+714.7	0	2012.11.07	2K+725.2	0
2012.11.02	2K+716.2	0	2012.11.08	2K+726.7	0
2012.11.03	2K+719.2	0	2012.11.09	2K+729.7	0
2012.11.04	2K+721.7	0	2012.11.10	2K+731.2	0
2012.11.05	2K+722.2	0	2012.11.11	2K+735.7	0
2012.11.06	2K+723.7	0	2012.11.12	2K+737.2	1.42

表 3.1-1(續) 觀音隧道北口北上線開挖面出水量觀測結果彙整表
 (出水量單位：L/min)

量測日期	開挖面里程	出水量	量測日期	開挖面里程	出水量
2012.11.13	2K+740.2	8.86	2012.12.08	2k+801.7	0
2012.11.14	2K+743.2	5.07	2012.12.09	2k+804.7	0
2012.11.15	2K+746.2	20.54	2012.12.10	2k+806.5	0
2012.11.16	2K+749.2	32.40	2012.12.11	2k+810.7	0
2012.11.17	2K+750.7	13.98	2012.12.12	2k+812.2	0
2012.11.18	2K+753.7	8.86	2012.12.13	2k+815.2	0
2012.11.19	2K+756.7	8.86	2012.12.14	2k+818.2	0
2012.11.20	2K+758.2	9.77	2012.12.15	2k+821.2	0
2012.11.21	2K+761.2	10.74	2012.12.16	2k+822.7	0
2012.11.22	2K+762.7	9.77	2012.12.17	2k+822.7	0
2012.11.23	2K+764.2	10.74	2012.12.18	2k+824.2	0
2012.11.24	2K+767.2	9.77	2012.12.19	2k+827.2	0
2012.11.25	2K+770.2	8.86	2012.12.20	2k+830.2	0
2012.11.26	2K+771.7	5.07	2012.12.21	2k+831.7	0
2012.12.01	2k+786.7	0	2012.12.22	2k+833.2	0
2012.12.02	2k+788.2	0	2012.12.23	2k+836.2	0
2012.12.03	2k+791.2	0	2012.12.24	2k+837.7	0
2012.12.07	2k+798.7	0	2012.12.25	2k+839.2	0

3.1.2 隧道洞口出水量觀測資料蒐集

隧道洞口之總出水量觀測工作，施工廠商目前於主隧道洞口(如圖 3.1-1 及圖 3.1-2)及施工橫坑與舊北迴鐵路隧道交會處邊溝安裝量水堰(如圖 3.1-3 及圖 3.1-4)，每日觀測隧道出水量。

(1) 觀音隧道

觀音隧道北上線洞口總出水量觀測結果彙整如表 3.1-2 及表 3.1-3，進一步彙整鄰近雨量站日雨量、隧道施工進度、開挖面出水量及洞口總出水量等資料，結果如圖 3.1-5~圖 3.1-6 所示。其中可見，觀音隧道北口北上線僅於 10 月下旬有略明顯之出水量，最大值約 217 (L/min)，11 月起之出水量乃大幅減少，至 12 月時之出水量雖略有增加，但水量不大，最大值僅約 188 (L/min)。北口北上線隧道開挖以黑色片岩夾綠色片岩為主，偶夾石英脈，岩體受剪裂帶及褶皺擾動影響破碎，開挖時偶有岩塊掉落，開挖面出水量約在 0~32.4 (L/min) 左右，參見圖 3.1-7~圖 3.1-8；至於觀音隧道北口南下線開挖面則以黑色片岩夾砂質片岩為主，岩體亦擾動破碎，如圖 3.1-9 所示，洞口出水量大致隨開挖深度增加，亦逐漸緩步增加，同時觀音隧道北口南下線之洞口總出水量明顯高於北上線之洞口總出水量，初步研判係因南下線靠近山側地下水來源方向所致。整體而言，觀音隧道北洞口之總出水量仍有限，隧道施工未遭遇異常出水情形。

至於施工橫坑與舊北迴鐵路隧道交會處之量水堰觀測結果，則彙整如表 3.1-4 及表 3.1-5 所示，進一步彙整鄰近雨量站日雨量、隧道施工進度、開挖面出水量及洞口總出水量等資料，結果如圖 3.1-10~圖 3.1-12 所示。其中可見，截至 11 月底在觀音隧道之三座橫坑中，量水堰之出水量皆極微，僅里程 8K+225 橫坑有觀測到出水量，出水量觀測值約為 20~152 (L/min) 左右；而於 12 月上旬(12/6~12/8) 里程 6K+662.9 橫坑出水量突增為 211~368 (L/min)，此段岩盤(里程 6K+610 附近)為黑色片岩偶夾綠色片岩，片理及節理發達，岩體破碎並有軟弱夾泥，開挖面頂拱有明顯出水，出水量約達 50~200 (L/min)，造成頂拱小幅坍塌，開挖面岩盤狀況參見圖 3.1-13，隧道開挖通過此段後，雖仍有滲水，但出水量迅速降低至 100 (L/min) 以下，研判可能係該段地層中存在小水包導致出水量突增。而里程 8K+225 橫坑處

之量水堰，因匯集 4 個工作面之出水量，故其量測值普遍高於另外二座僅匯集 2 個工作面出水之橫坑量水堰，量水堰之出水量約在 50~460 (L/min)，其中 12 月中旬最大出水量(460 L/min)發生時，北上線南下開挖里程至 8K+352~8K+359 處，出露岩盤為黑色片岩夾石英脈，開挖面出現破碎剪裂帶，滲水量約達 30~50 (L/min)，頂拱並有小幅抽心情形。12 月中旬過後，量水堰之水量則逐漸減少，下旬時之出水量僅 100~150 (L/min)。整體而言，出水量仍屬有限。



圖 3.1-1 觀音隧道北口北上線洞口量水堰情況



圖 3.1-2 觀音隧道北口南下線洞口量水堰情況

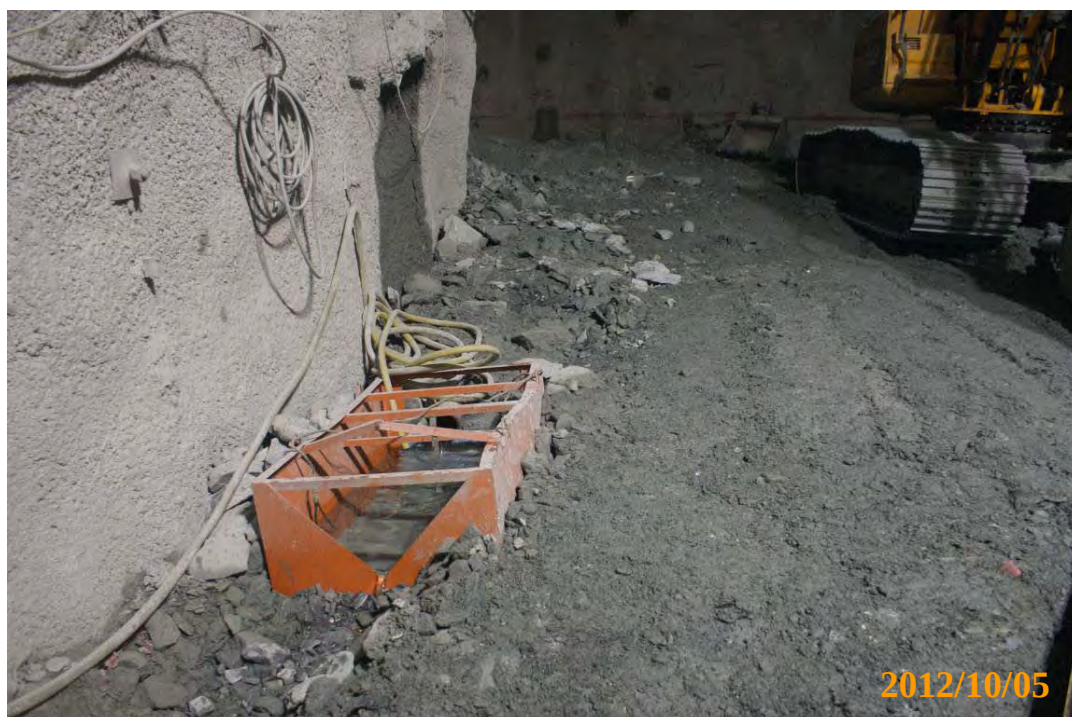


圖 3.1-3 觀音隧道里程 6k+662.9 施工橫坑與舊北迴鐵路隧道交會處之量水堰情況



圖 3.1-4 觀音隧道里程 8k+225 施工橫坑與舊北迴鐵路隧道交會處之量水堰情況

表 3.1-2 觀音隧道北口北上線之洞口總出水量觀測結果彙整表
 (隧道洞口出水量單位：L/min)

量測日期	洞口總出水量	量測日期	洞口總出水量
2012 年 9 月份			
2012.09.10	5	2012.09.19	38.50
2012.09.11	3	2012.09.20	79.00
2012.09.14	12	2012.09.21	38.50
2012.09.15	12	2012.09.22	50.10
2012.09.16	13	2012.09.23	63.57
2012.09.17	28.68	2012.09.24	63.57
2012.09.18	28.68	2012.09.25	28.68



表 3.1-2(續) 觀音隧道北口北上線之洞口總出水量觀測結果彙整表
(隧道洞口出水量單位：L/min)

量測日期	洞口總出水量	量測日期	洞口總出水量
2012 年 10 月份			
2012.10.01	92.850	2012.10.16	116.160
2012.10.02	85.760	2012.10.17	116.160
2012.10.03	79.010	2012.10.18	116.160
2012.10.04	116.590	2012.10.19	120.350
2012.10.05	116.159	2012.10.20	124.600
2012.10.06	116.159	2012.10.21	133.500
2012.10.07	116.159	2012.10.22	188.750
2012.10.08	116.159	2012.10.23	217.750
2012.10.09	116.159	2012.10.24	217.750
2012.10.10	116.159	2012.10.25	217.750
2012.10.11	116.159	2012.10.26	162.200
2012.10.12	116.160	2012.10.27	120.350
2012.10.13	116.160	2012.10.28	96.500
2012.10.14	116.160	2012.10.29	116.159
2012.10.15	116.160	2012.10.30	217.752
		2012.10.31	138.027
2012 年 11 月份			
2012.11.01	133.47	2012.11.15	23.60
2012.11.02	38.50	2012.11.16	38.50
2012.11.03	36.40	2012.11.17	28.68
2012.11.04	23.60	2012.11.18	20.54
2012.11.05	13.98	2012.11.19	28.68
2012.11.06	28.68	2012.11.20	20.54
2012.11.07	38.50	2012.11.21	22.04
2012.11.08	20.54	2012.11.22	20.54
2012.11.09	20.54	2012.11.23	22.04
2012.11.10	28.68	2012.11.24	20.54
2012.11.11	63.57	2012.11.25	20.54
2012.11.12	63.57	2012.11.26	13.98
2012.11.13	38.50		
2012.11.14	28.68		



表 3.1-2(續) 觀音隧道北口北上線之洞口總出水量觀測結果彙整表
(隧道洞口出水量單位：L/min)

量測日期	洞口總出水量	量測日期	洞口總出水量
2012 年 12 月份			
2012.12.01	0	2012.12.14	25.23
2012.12.02	0	2012.12.15	28.68
2012.12.03	0	2012.12.16	138.03
2012.12.04	13.98	2012.12.17	138.03
2012.12.05	5.07	2012.12.18	85.76
2012.12.06	0	2012.12.19	79.01
2012.12.07	16.42	2012.12.20	28.68
2012.12.08	19.11	2012.12.21	28.68
2012.12.09	25.23	2012.12.22	188.75
2012.12.10	16.42	2012.12.23	157.18
2012.12.11	11.76	2012.12.24	28.68
2012.12.12	20.54	2012.12.25	30.51
2012.12.13	28.68		

表 3.1-3 觀音隧道北口南下線之洞口總出水量觀測結果彙整表
(隧道洞口出水量單位：L/min)

量測日期	洞口總出水量	量測日期	洞口總出水量
2012 年 11 月份			
2012.11.01	0	2012.11.14	162.20
2012.11.02	217.75	2012.11.15	162.20
2012.11.03	269.45	2012.11.16	167.31
2012.11.04	211.75	2012.11.17	283.41
2012.11.05	217.75	2012.11.18	217.75
2012.11.06	96.52	2012.11.19	230.06
2012.11.07	162.20	2012.11.20	162.20
2012.11.08	177.84	2012.11.21	162.20
2012.11.09	162.20	2012.11.22	172.53
2012.11.10	157.16	2012.11.23	183.24
2012.11.11	162.20	2012.11.24	183.24
2012.11.12	188.75	2012.11.25	162.20
2012.11.13	162.20	2012.11.26	188.75

表 3.1-3(續) 觀音隧道北口南下線之洞口總出水量觀測結果彙整表
 (隧道洞口出水量單位：L/min)

量測日期	洞口總出水量	量測日期	洞口總出水量
2012 年 12 月份			
2012.12.01	269.45	2012.12.14	343.60
2012.12.02	217.75	2012.12.15	269.45
2012.12.03	162.20	2012.12.16	217.75
2012.12.04	217.75	2012.12.17	217.75
2012.12.05	249.28	2012.12.18	283.41
2012.12.06	177.84	2012.12.19	249.28
2012.12.07	194.35	2012.12.20	249.28
2012.12.08	236.36	2012.12.21	249.28
2012.12.09	269.45	2012.12.22	移置中
2012.12.10	211.75	2012.12.23	移置中
2012.12.11	152.25	2012.12.24	移置中
2012.12.12	152.25	2012.12.25	移置中
2012.12.13	320.21		

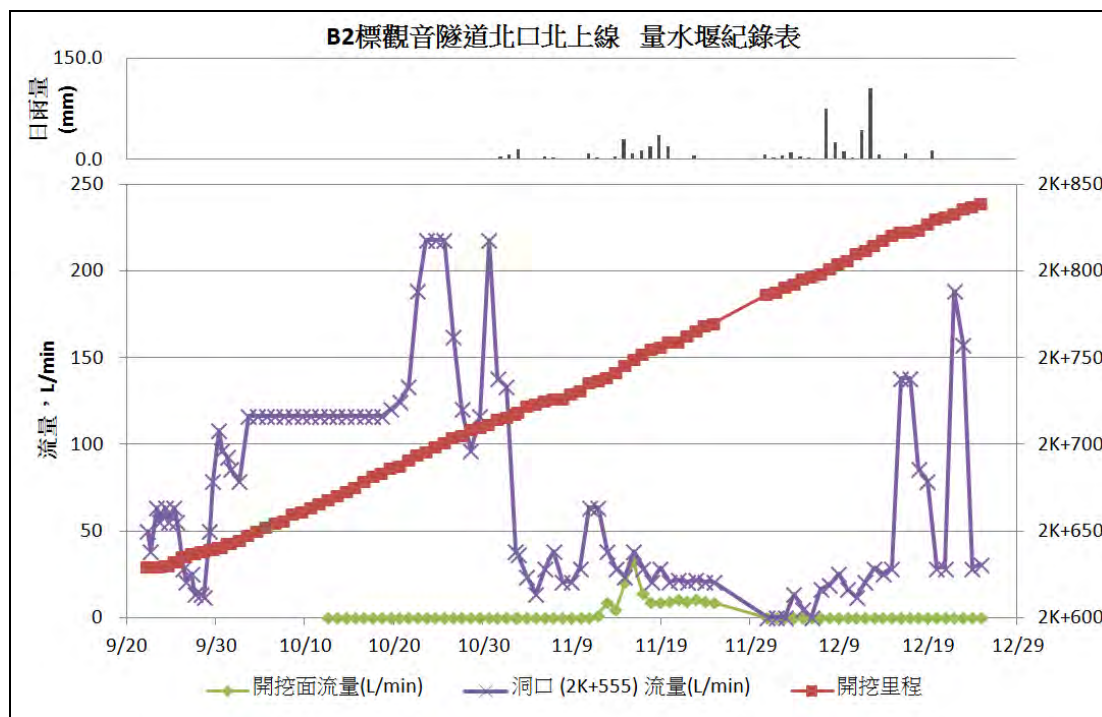


圖 3.1-5 觀音隧道北口北上線出水量觀測結果圖

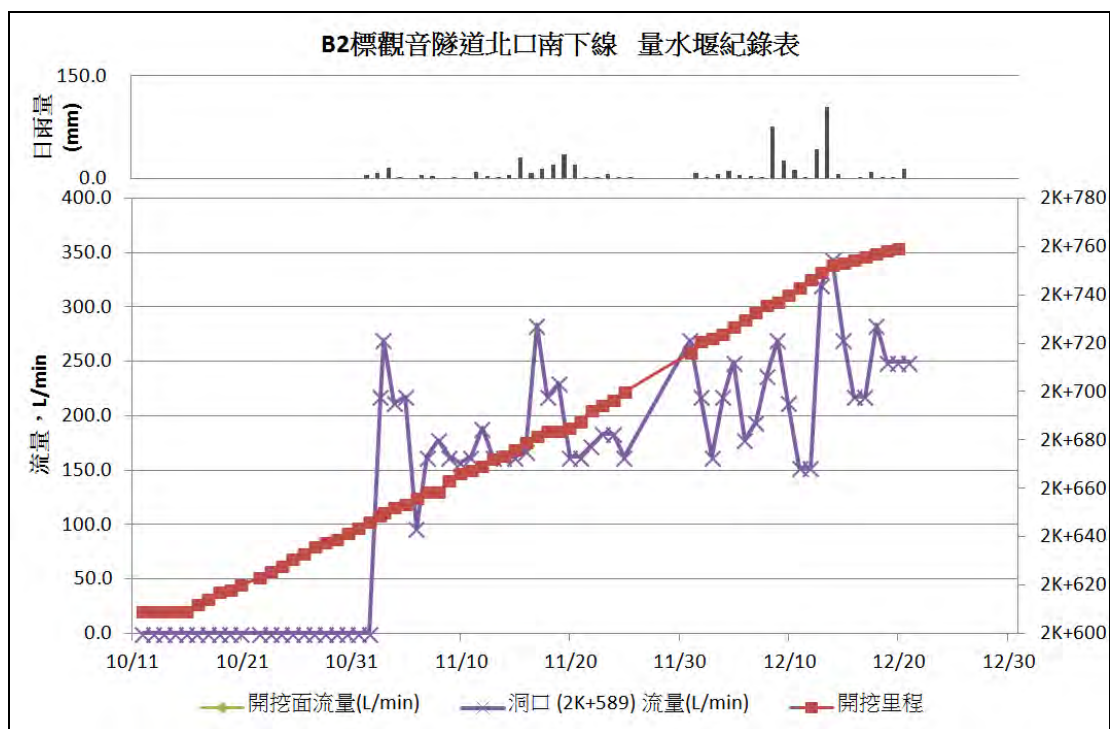


圖 3.1-6 觀音隧道北口南下線出水量觀測結果圖



圖 3.1-7 觀音隧道北口北上線 2K+734.2 開挖面狀況



圖 3.1-8 觀音隧道北口北上線 2K+833.2 開挖面岩盤狀況



圖 3.1-9 觀音隧道北口南下線 2K+750.6 開挖面岩盤狀況



表 3.1-4 觀音隧道施工橫坑與舊北迴隧道鐵路隧道交會處出水量觀測
結果彙整表 (出水量單位：L/min)

量測日期	量水堰出水量	
	6K+662 橫坑	7K+572 橫坑
2012.11.01	0	0
2012.11.02	0	0
2012.11.03	0	0
2012.11.04	0	0
2012.11.05	0	0
2012.11.06	0.058	0
2012.11.07	0.058	0
2012.11.08	0.058	0.03
2012.11.09	0.058	0.03
2012.11.10	0	0
2012.11.11	8.86	0
2012.11.12	8.86	0
2012.11.13	2.47	0
2012.11.14	0.058	0.03
2012.11.15	0.058	0.03
2012.11.16	0.058	0.03
2012.11.17	0.058	0.03
2012.11.18	0.058	0.03
2012.11.19	0.058	0.03
2012.11.20	0.058	0.03
2012.11.21	0.058	0.03
2012.11.22	0.058	0.03
2012.11.23	0.058	0.03
2012.11.24	0.058	0.03
2012.11.25	—	—



表 3.1-4(續) 觀音隧道施工橫坑與舊北迴隧道鐵路隧道交會處出水量觀測結果彙整表 (出水量單位:L/min)

量測日期	量水堰出水量	
	6K+662 橫坑	7K+572 橫坑
2012.12.01	0	5
2012.12.02	0	5
2012.12.03	0	5
2012.12.04	5	5
2012.12.05	60	5
2012.12.06	217	5
2012.12.07	368	5
2012.12.08	211	2
2012.12.09	124	2
2012.12.10	28	2
2012.12.11	28	2
2012.12.12	28	2
2012.12.13	28	2
2012.12.14	28	2
2012.12.15	28	2
2012.12.16	28	2
2012.12.17	78	—
2012.12.18	50	—
2012.12.19	63	—
2012.12.20	63	—
2012.12.21	63	—
2012.12.22	63	—
2012.12.23	79	—
2012.12.24	79	—
2012.12.25	79	—



表 3.1-5 B3 標隧道施工橫坑與舊北迴隧道鐵路隧道交會處出水量觀測結果彙整表
(出水量單位：L/min)

量測日期	量水堰出水量	
	8K+225 橫坑	10K+768 谷風橫坑洞口
2012 年 10 月		
2012.10.01	122	---
2012.10.02	126	---
2012.10.03	119	---
2012.10.04	112	35
2012.10.05	112	15
2012.10.06	107	10
2012.10.07	104	831
2012.10.08	107	21
2012.10.09	111	481
2012.10.10	113	92
2012.10.11	107	177
2012.10.12	102	48
2012.10.13	99	61
2012.10.14	113	48
2012.10.15	107	106
2012.10.16	109	62
2012.10.17	101	55
2012.10.18	101	48
2012.10.19	103	48
2012.10.20	113	38
2012.10.21	111	14
2012.10.22	100	17
2012.10.23	53	48
2012.10.24	53	5
2012.10.25	55	5
2012.10.26	54	55
2012.10.27	53	5
2012.10.28	55	5
2012.10.29	54	5
2012.10.30	56	1
2012.10.31	53	20



表 3.1-5(續) B3 標隧道施工橫坑與舊北迴隧道鐵路隧道交會處
出水量觀測結果彙整表 (出水量單位：L/min)

量測日期	量水堰出水量	
	8K+225 橫坑	10K+768 谷風橫坑洞口
2012 年 11 月		
2012.11.01	56.70	13.92
2012.11.02	59.94	13.92
2012.11.03	54.60	13.92
2012.11.04	57.00	08.98
2012.11.05	48.30	8.98
2012.11.06	62.16	8.98
2012.11.07	58.32	5.28
2012.11.08	20.19	13.92
2012.11.09	48.09	5.28
2012.11.10	58.19	5.28
2012.11.11	48.09	60.71
2012.11.12	48.09	48.09
2012.11.13	37.11	13.92
2012.11.14	42.16	13.92
2012.11.15	60.71	13.92
2012.11.16	152.42	27.92
2012.11.17	37.19	13.92
2012.11.18	109.71	27.92
2012.11.19	48.09	13.92
2012.11.20	48.09	20.19
2012.11.21	109.71	13.92
2012.11.22	48.09	20.19
2012.11.23	48.09	08.98
2012.11.24	48.09	05.28
2012.11.25	48.09	5.28
2012.11.26	37.19	3.28
2012.11.27	91.45	5.28
2012.11.28	75.14	—



表 3.1-5(續) B3 標隧道施工橫坑與舊北迴隧道鐵路隧道交會處
出水量觀測結果彙整表 (出水量單位：L/min)

量測日期	量水堰出水量	
	8K+225 橫坑	10K+768 谷風橫坑洞口
2012 年 12 月		
2012.12.01	109.7	13.9
2012.12.02	74.14	5.3
2012.12.03	203.8	14.0
2012.12.04	152.4	5.3
2012.12.05	109.7	5.3
2012.12.06	109.7	5.3
2012.12.07	91.45	—
2012.12.08	109.7	—
2012.12.09	109.7	—
2012.12.10	298.4	—
2012.12.11	298.4	—
2012.12.12	373.8	—
2012.12.13	264.7	—
2012.12.14	264.4	—
2012.12.15	373.8	5.3
2012.12.16	415.5	9.0
2012.12.17	373.88	13.9
2012.12.18	334.8	—
2012.12.19	203.8	13.92 2
2012.12.20	203.8	9.0
2012.12.21	152.4	8.98
2012.12.22	177.0	8.98
2012.12.23	264.4	8.98
2012.12.24	109.7	8.98
2012.12.25	152.4	—

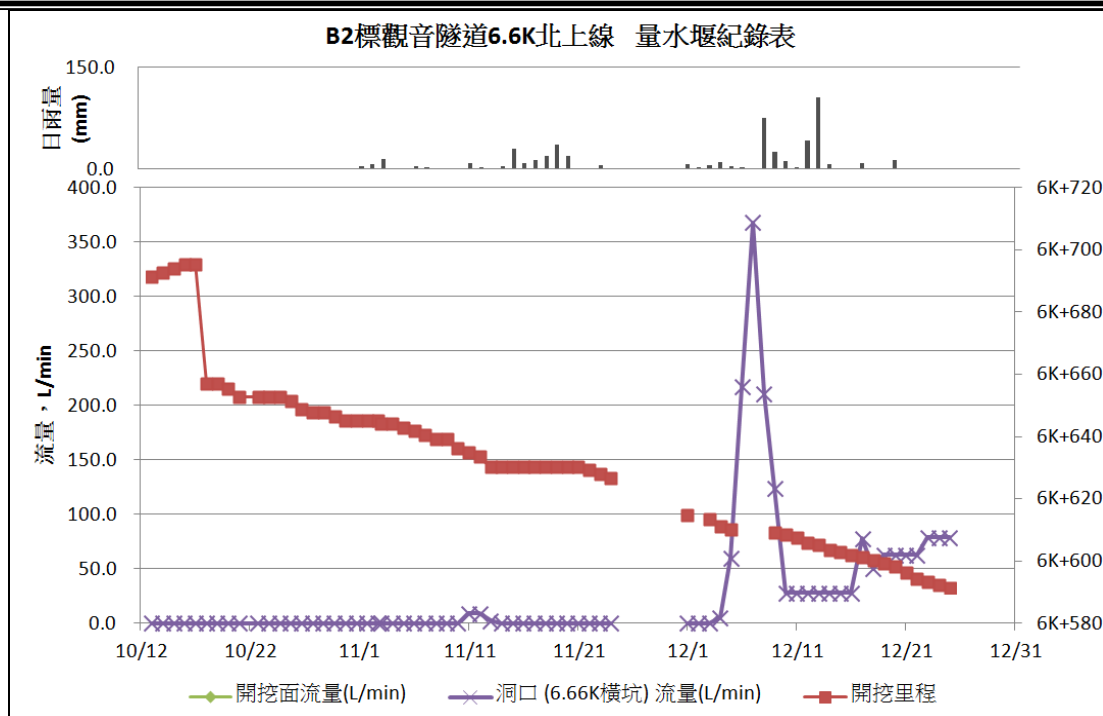


圖 3.1-10 觀音隧道 6k+662.9 橫坑出水量觀測結果圖

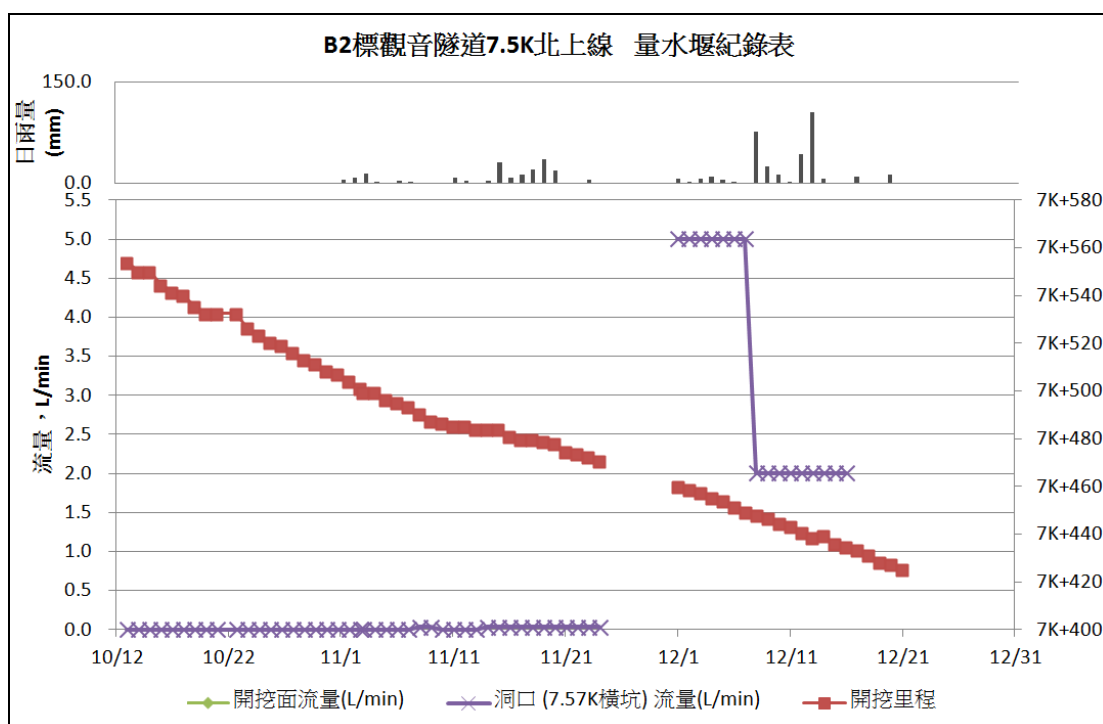


圖 3.1-11 觀音隧道 7k+572 橫坑出水量觀測結果圖

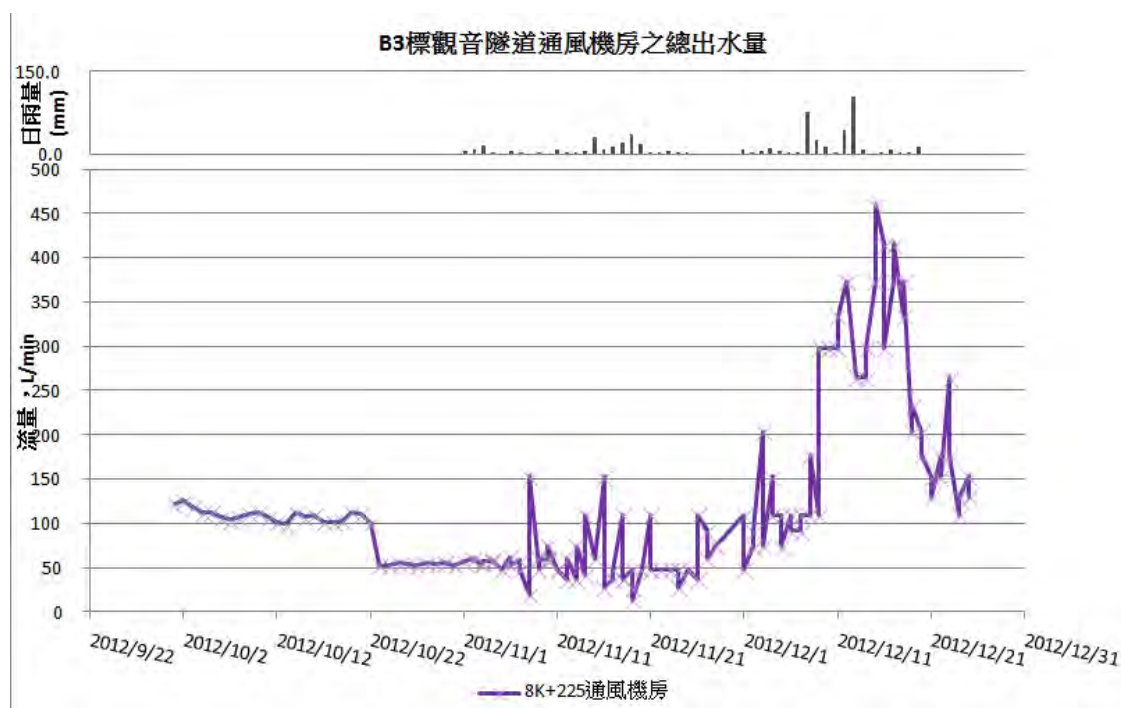


圖 3.1-12 觀音隧道 8k+225 橫坑出水量觀測結果圖



圖 3.1-13 觀音隧道北上線里程 6K+610 開挖面岩盤狀況

(2) 谷風隧道

谷風隧道目前由 10K+768 橫坑開挖進洞，橫坑洞口總出水量觀測結果如圖 3.1-15 所示。10K+768 施工橫坑開挖主要遭遇砂質片岩夾黑色片岩，開挖面大致為全乾至微潮情形，如圖 3.1-14 所示。其中橫坑里程 0K+358 至 0K+361.4 開挖面出現較明顯出水情形，開挖面岩盤褶皺擾動破碎，並有銹染情形(參見圖 3.1-16)，該處因鄰近邊坡為地下水之極佳通路，施工過程於隧道頂拱打設排水孔排水，初期排水孔之排水量雖約達 40-80 (L/min)，但排水量迅速降低減少，故對隧道開挖穩定與施工進度影響不大，該段期間(10 月 7-9 日)洞口觀測到較大之出水量(最高約達 831 L/min)，但 10 月中旬後洞口出水量已趨於平緩。截至 12 月底，本隧道出水量極微。



圖 3.1-14 谷風隧道 10K+768 橫坑里程 0K+461.2 開挖面地質狀況

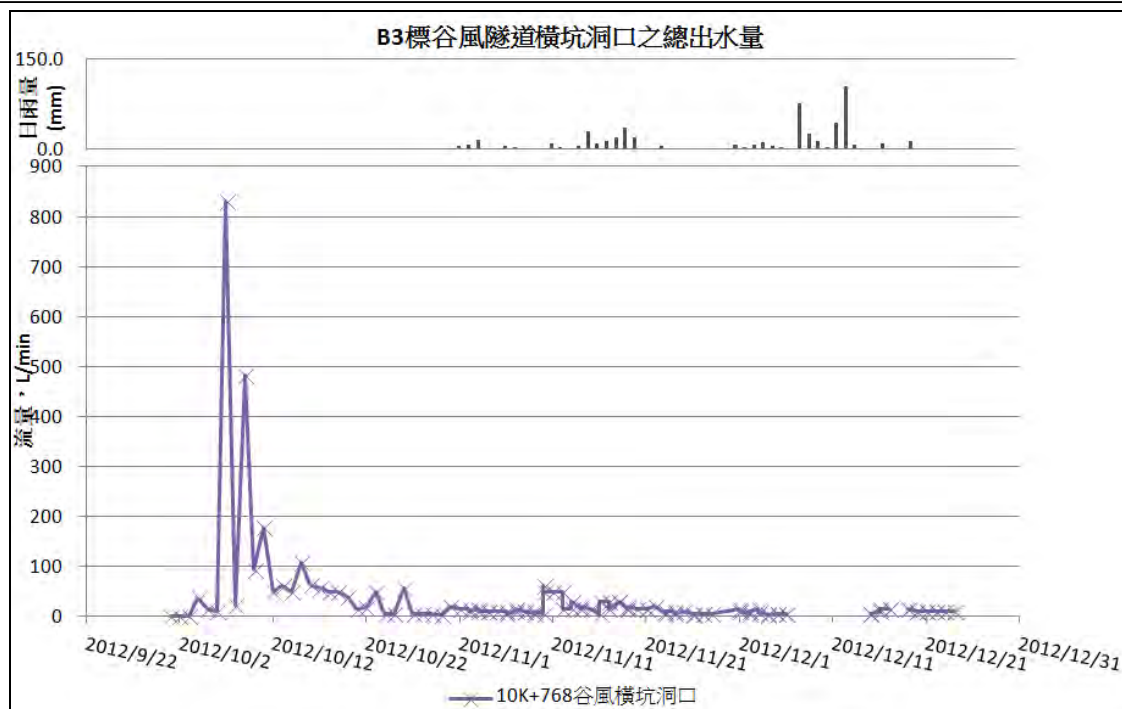


圖 3.1-15 谷風隧道 10K+768 橫坑出水量觀測結果圖



圖 3.1-16 谷風隧道施工橫坑里程 0K+359 開挖面地質狀況

3.2 雨量觀測

本計畫將設置2座自記式雨量觀測儀器，每座雨量站設備包括傾斗式雨量計、資料紀錄盒、太陽能電源供應系統及儀器箱各一組，如圖3.2-1所示。

儀器預定安裝位置為東澳隧道北口及中仁隧道南口之前進工務所，目前已完成儀器採購(如圖3.2-2)，現正進行儀器功能測試與自記式系統整合工作，將於工區前進工務所設置後，儘速前往安裝儀器，進行資料記讀與下載。

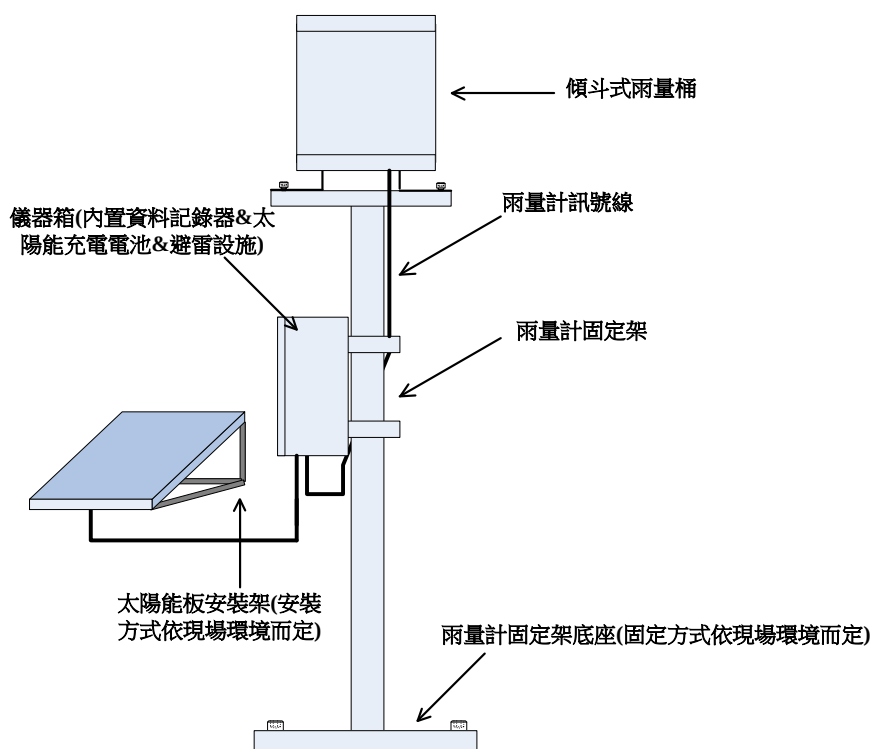


圖 3.2-1 自記式雨量站安裝示意圖



圖 3.2-2 自記式雨量計儀器照片

3.3 既有鐵路隧道排水量觀測

3.3.1 鐵路隧道洞口排水設施現況

本計畫將在蘇花改施工期間對 8 座既有鐵路隧道(永春隧道、新永春隧道、南澳隧道、新南澳隧道、觀音隧道、新觀音隧道、和平隧道、新和平隧道)進行其洞口出水量之人工量測，觀測頻率為每月 1 次。根據現場勘查結果，上述各鐵路隧道洞口排水溝渠現況如表 3.3-1 及圖 3.3-1 所示。

3.3.2 鐵路隧道排水量觀測結果

有關鐵路隧道洞口排水量觀測工作，乃根據各鐵路隧道洞口排水渠道現況，採用不同之觀測方式，簡要說明如下：

1. 目視未發現可量測水量。
2. 排水溝渠有水排出，但因溝渠斷面不規則，且水量相對較小，則可以固定容量(V)之容器量測注滿容器所需之時間(t)，即可

計算流量為 $Q=V/t$ 。

3. 排水溝渠有水排出，且溝渠斷面規則時，以流速計量測排水渠道中間段之表面流速，參考其斷面尺寸 A ，再依據曼寧公式或校正後之水文經驗公式歸估平均流速 v ，即可計算流量 $Q= vA$ 。
4. 排水溝渠有水排出，且溝渠斷面規則時，可設置 V 型、U 型或矩形量水堰，依水流流過堰體之高度，依據校正後之經驗公式計算瞬時流量。

位在工區內之舊北迴鐵路觀音隧道洞口出水量已辦理量測，由於舊北迴鐵路觀音隧道具規則斷面之排水渠道，故採用上述量測方法 3 進行水量觀測。排水渠道斷面尺寸如圖 3.3-2 及圖 3.3-3 所示，量測結果顯示，舊觀音鐵路隧道北洞口於 12 月 26 日之總排水量約 1620 (L/min)，南洞口之總排水量約 482 (L/min)。檢視施工前 2009 年 12 月時之舊觀音鐵路隧道北洞口總排水量約為 1422 (L/min)，南洞口之總排水量則約 1188 (L/min)。現階段排水量與施工前背景值比對結果，舊觀音鐵路隧道洞口排水量未有異常增加情形。至於其餘鐵路隧道則剛因接獲鐵路局轄管單位(宜蘭工務段及花蓮工務段)之同意，後續將於 102 年起正式展開量測作業。

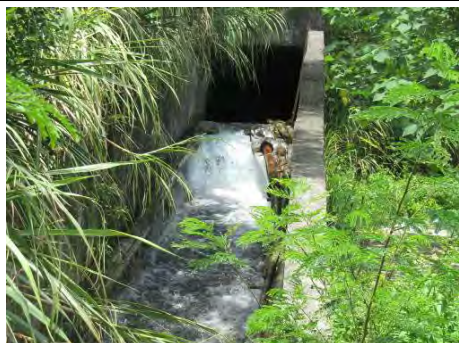


(a)永春隧道北口排水渠道



(b)永春隧道南口之排水渠道

圖 3.3-1 既有鐵路隧道洞口排水渠道現況



(c)新永春隧道南口排水渠道



(d)新觀音隧道北口現況



(e)觀音隧道北口排水渠道



(f)南澳隧道北口排水渠道



(g)南澳隧道南口排水渠道



(h)新南澳隧道北口排水渠道

圖 3.3-1(續) 既有鐵路隧道洞口排水渠道現況



(i)新南澳隧道南口排水渠道



(j)新和平隧道南口排水渠道

圖 3.3-1(續) 既有鐵路隧道洞口排水渠道現況

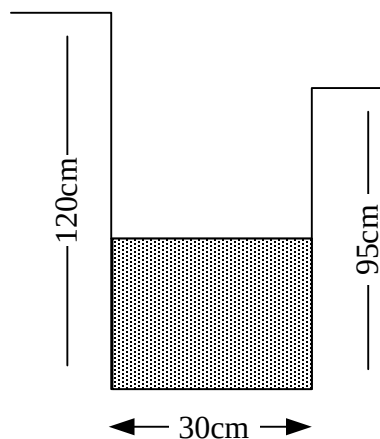


圖 3.3-2 舊北迴鐵路觀音隧道北洞口排水渠道斷面尺寸示意圖

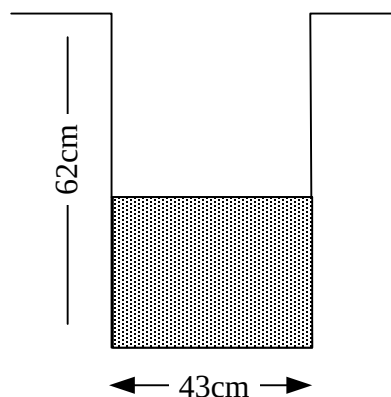


圖 3.3-3 北迴鐵路舊觀音隧道南洞口排水渠道斷面尺寸示意圖



表 3.3-1 北迴鐵路隧道洞口排水設施彙整表

隧道別	南/北口	排水渠道數			現況	備註
		東側	西側	中間		
永春隧道	北口			1	固定斷面渠道	
	南口			1	固定斷面渠道	
新永春隧道	北口	1	1		固定斷面渠道	新永春隧道北口之東西側排水渠道到已匯為單一渠道。
	南口			1	固定斷面渠道	
南澳隧道	北口	1	1		固定斷面渠道	
	南口	1	1		固定斷面渠道	
新南澳隧道	北口	1	1		固定斷面渠道	
	南口	1	1		固定斷面渠道	
觀音隧道	北口	1	1		固定斷面渠道	
	南口	1	1		固定斷面渠道	
新觀音隧道	北口			1	固定斷面渠道	
	南口			1	固定斷面渠道	
和平隧道	北口	1	1		固定斷面渠道 (已廢棄呈漫流狀態)	
	南口	1	1		固定斷面渠道 (已廢棄呈漫流狀態)	
新和平隧道	北口			1	固定斷面渠道 (排水量較小)	
	南口	1	1		固定斷面渠道 (未發現排水)	
合計		20		6	共 26 座溝渠	

3.4 河川流量觀測

3.4.1 自記式河川流量站安裝溪流現況

本計畫將設置 5 處自記式河川流量站，預定於大清水溪(良里溪)、圳頭溪、東澳北溪、清水溪、鼓音溪等 5 條河川之合適位置。安裝以於橫跨上述五條溪流之橋梁側面為原則，每處包含雷達波水位計、雷達波流速計、資料紀錄器、太陽能電源供應系統以及儀器箱各一具，標準記測頻率為每 10 分鐘量測一次，安裝示意如圖 3.4-1 及圖 3.4-2 所示。

預計安裝流量站河川現況與架設計畫分述如下：

- (1) 圳頭溪：圳頭溪上游現況如圖 3.4-3 (a)所示，目前既有橫跨溪流之橋梁及攔砂壩等設施已遭土石流損毀，上游河床路段仍堆積大量砂石，未來地形地貌恐有隨時變化之虞，若於該地架設河川流量站，除架設難度高外，該流量站之資料連續性及資料參考性極易遭外來原因中斷。

經於圳頭溪流域範圍實地現勘後，預計將河川流量站架設於下游段之中油蘇澳油庫壹號橋(圖 3.4-3(b))上，該橋亦屬於圳頭溪流域之下游，但距出海口尚有 2.5 公里以上，不易受海水倒灌、潮汐等因素影響；其次，該段溪流已經過整治，河川斷面變動較小，造成流量估算誤差之變因相對較小，且中油公司於該橋頭設有保全人員，儀器受到破壞之機會甚低，對日後河川流量監測資料之連續性亦較有保障，因此預計將圳頭溪之河川流量監測站改設於此處。

- (2) 東澳北溪：東澳北溪為坡陡流急，河川流量變化甚大之臺灣東部典型河川(圖 3.4-3(c))，該河川於乾季時為乾涸狀態，河床遍佈卵礫石，但與當地河川監理單位探詢後得知東澳北溪於降雨時水量甚大，常造成下游與東澳南溪交會處土石堆積而釀災，因此下游河川段經常性地進行土石清理工作。預計將流量站架設於東澳

北溪之中上游段之橋梁，該土石清理工作尚不至對流量監測作業造成影響。

- (3) 鼓音溪：鼓音溪位於臺 9 線南澳至和平路段路旁之觀音廟附近(即觀音隧道南口與谷風隧道北口銜接處)，觀音廟之北側設有觀音一號橋；南側之觀音二號橋(圖 3.4-3 (d))即為本計畫將監測之鼓音溪河床。鼓音溪流經觀音號二號橋附近係以箱涵方式通過，其斷面十分平整，原擬將流量站將架設於此處，惟該處受土石流影響，目前正進行整治，儀器安裝前將進行最後評估，考量是否仍安裝於此處，抑或移至安裝於谷音溪下游測 B 標工區內。
- (4) 大清水溪：大清水溪橋長約三百公尺，河床距橋面高度約十餘公尺，為本計畫擬新設河川流量站中斷面最寬者(圖 3.4-3(e))。由於該斷面水流出露處約有 4 至 5 處，且常因颱風或暴雨後改變水流出露位置。為使該處河川流量站能確實量測到出露流水之流速與水面高度，雷達波流速計及水位計之固定架將設為可移動式，預留其纜線，如安裝後主流位置改變，則於新主流位置上方新設牆面固定架後，即可將量測設備移動至新的水流出露處，以確保監測資料之有效性及持續性。
- (5) 清水溪：清水橋長僅約十公尺，溪流量穩定(圖 3.4-3(f))，儀器架設及資料擷取作業相對單純，但因該處位在仁水隧道洞口處，未來隧道施工時與流量觀測或許可能出現干擾情形，此部分於實際執行階段將與施工廠商進一步協調與溝通。

3.4.2 觀測儀器採購與測試

自記式儀器設備已於 11 月 19 日採購寄達，如圖 3.4-4，現正進行儀器功能測試、校正及自記式系統整合等程序，測試完成將赴現場安裝。

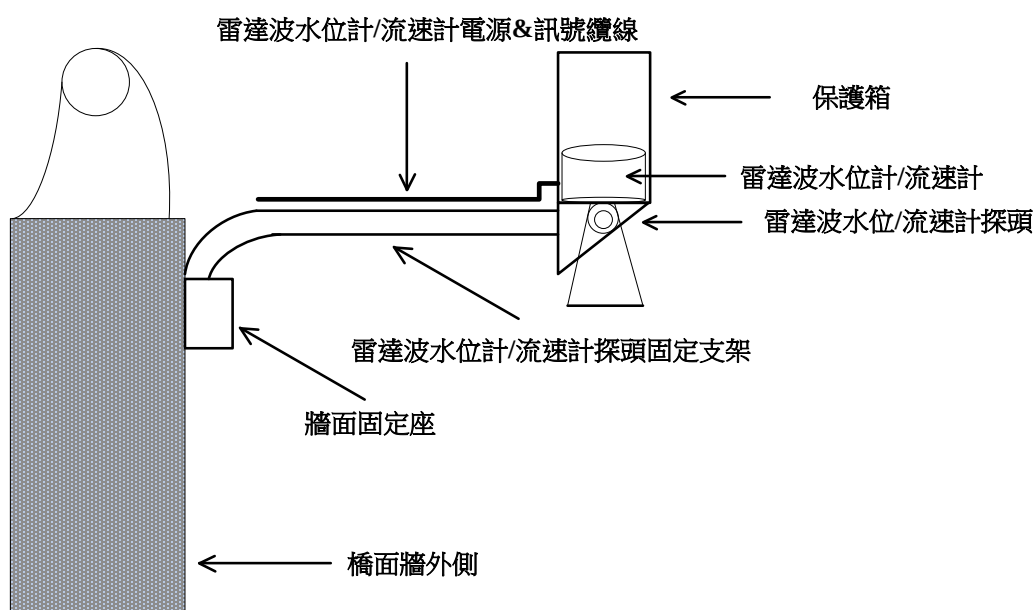


圖 3.4-1 河川流量站雷達波水位計/流速計安裝示意圖

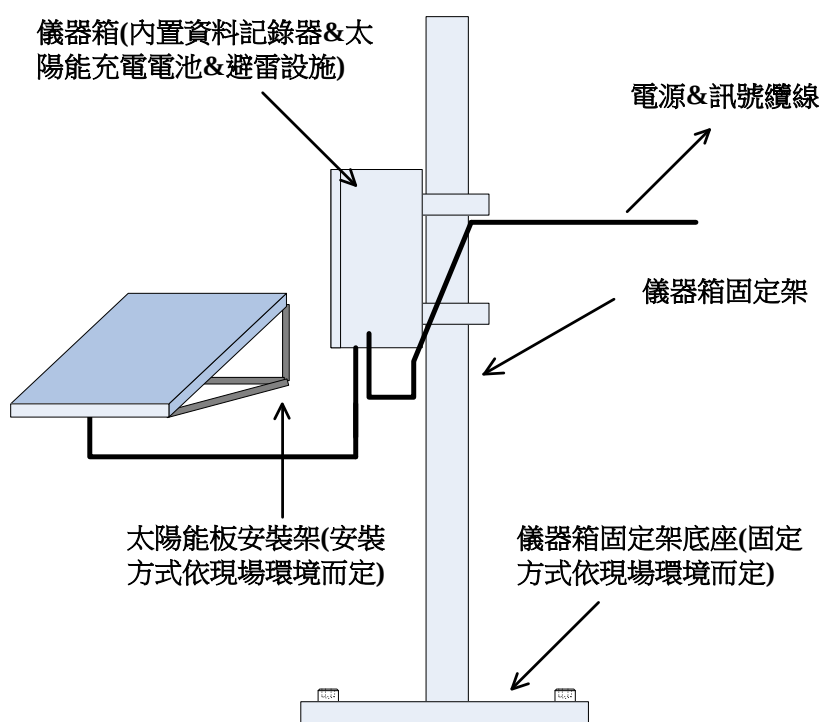


圖 3.4-2 河川流量站計讀&電源供應裝置安裝示意圖



(a) 圳頭溪上游現況



(b) 圳頭溪下游蘇澳油庫壹號橋



(c) 東澳北溪現況



(d) 橫跨鼓音溪觀音二號橋現況



(e) 大清水溪現況



(f) 清水溪流況

圖 3.4-3 河川流量站預計設置地點現況



圖 3.4-4 自記式河川流量觀測儀器照片

3.5 地下水位觀測

本工作項目包括：(1)隧道洞口地下水位觀測、(2)隧道沿線及周邊地區地下水位觀測等工作。現階段工作成果說明如下：

3.5.1 隧道洞口地下水位觀測資料蒐集

隧道洞口地下水位資料係由施工承商辦理，本計畫進行觀測資料蒐集與分析。目前施工中之觀音隧道及谷風隧道分別於觀音隧道北上線北洞口及谷風隧道 10k+768 處橫坑洞口安裝地下水位觀測井。其中觀音隧道北洞口孔深 30 m 之 OW-1 水位井，因孔深(30m)不足，無法確實觀測到地下水位變化，因此施工承商乃於北洞口重新鑽設 OW-2(井深 40 m)及 OW-3(井深 50 m)水位井，以觀測施工期間之地下水位變化情形，水位井位置如圖 3.5-1 及圖 3.5-2 所示。施工中隧道洞口地下水位觀測結果彙整如表 3.5-1~3.5-2。

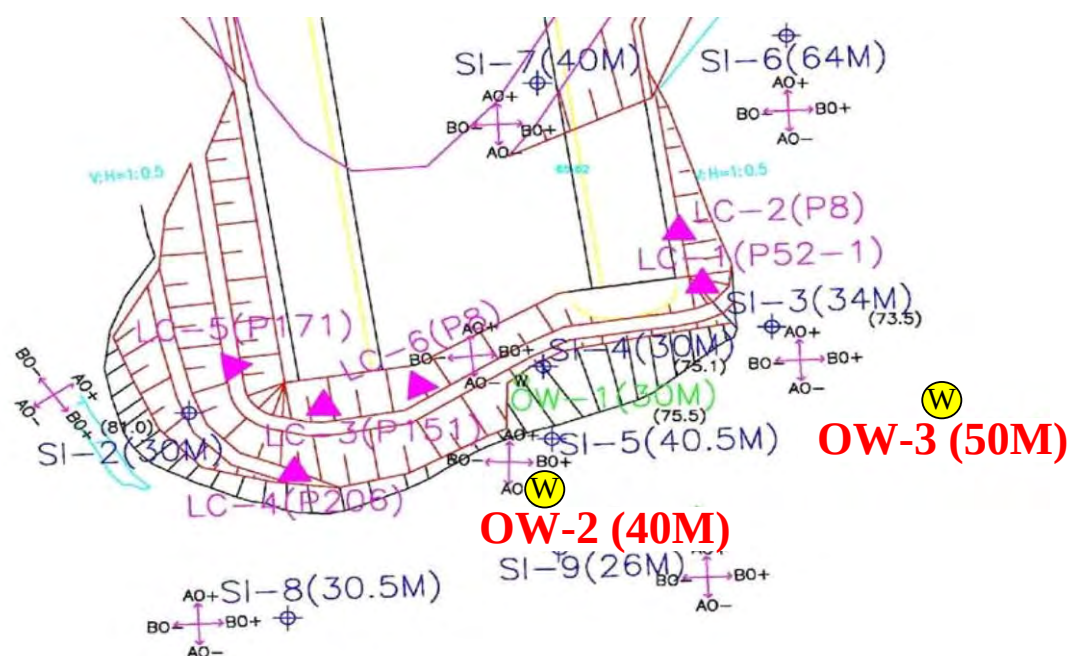


圖 3.5-1 觀音隧道北洞口地下水位觀測井位置示意圖

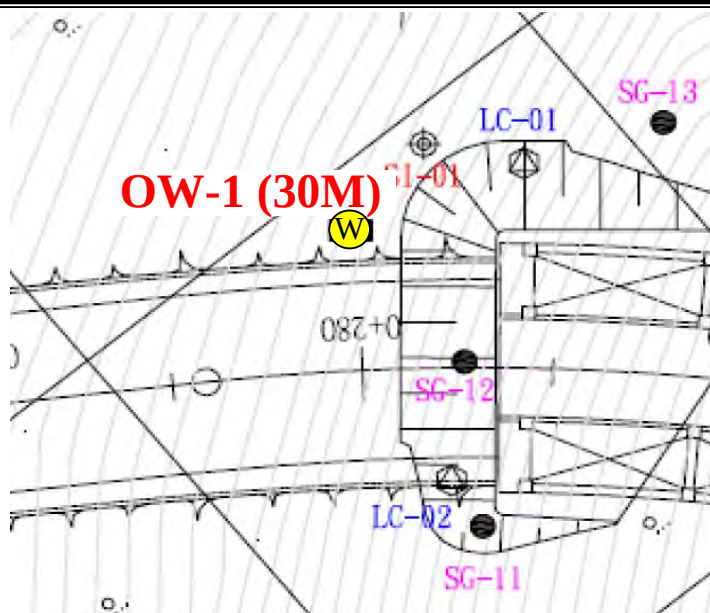


圖 3.5-2 谷風隧道 10k+768 橫坑洞口地下水位觀測井位置示意圖

表 3.5-1 觀音隧道北洞口地下水位觀測結果彙整表(單位：m)

孔號	OW-2	OW-3	孔號	OW-2	OW-3
日期	孔深 40m EL=87.86m	孔深 50m EL=74.01m	日期	孔深 40m EL=87.86m	孔深 50m EL=74.01m
2012 年 10 月					
10/10	—	—	21	-27.72	-42.54
10/11	—	—	22	-27.71	-42.83
10/12	-27.74	—	23	-27.71	-42.85
10/13	-27.47	—	24	-27.74	-43.10
10/14	-27.35	—	25	-27.75	-43.28
10/15	-27.56	—	26	-27.76	-43.42
10/16	-27.6	—	27	-27.76	-43.49
10/17	-27.63	-43.15	28	-27.77	-43.51
10/18	-27.63	-43.26	29	-27.76	-43.80
10/19	—	—	30	-27.66	-43.83
10/20	-27.71	-42.52	31	-27.66	-43.85



表 3.5-1(續) 觀音隧道北洞口地下水位觀測結果彙整表(單位：m)

孔號	OW-2	OW-3	孔號	OW-2	OW-3
日期	孔深 40m EL=87.86m	孔深 50m EL=74.01m	日期	孔深 40m EL=87.86m	孔深 50m EL=74.01m
2012 年 11 月					
11/1	-27.71	-44.1	15	-28.62	-47.78
11/2	-27.70	-44.15	16	-28.68	-47.90
11/3	-27.73	-44.35	17	-28.71	-47.93
11/4	-27.77	-44.37	18	-28.71	-47.95
11/5	-28.00	-44.42	19	-28.74	-47.98
11/6	-28.32	-44.58	20	-28.79	-48.08
11/7	-28.50	—	21	-28.80	-48.10
11/8	-28.57	—	22	-28.90	-48.14
11/9	-28.63	—	23	-28.92	-48.16
11/10	-28.72	—	24	-28.94	-48.16
11/11	-28.83	—	25	-28.93	-48.18
11/12	-28.76	—	26	-28.95	-48.22
11/13	-28.71	-48.10	27	-28.98	-48.25
11/14	-28.65	-47.97	—	—	—
2012 年 12 月					
12/1	-29.04	-48.34	12/14	-29.42	-48.16
12/2	-29.03	-48.35	12/15	-29.55	-48.25
12/3	-29.07	-48.37	12/16	-29.62	-48.34
12/4	-29.11	-48.40	12/17	-29.65	-48.51
12/5	—	—	12/18	-29.67	-48.55
12/6	—	—	12/19	-29.65	-48.57
12/7	-29.18	-48.47	12/20	-29.61	-48.48
12/8	—	—	12/21	-29.49	-48.31
12/9	—	—	12/22	-29.32	-48.17
12/10	—	—	12/23	-29.26	-47.98
12/11	—	—	12/24	-29.23	-47.65
12/12	-29.27	-48.54	12/25	-29.20	-47.61
12/13	-29.36	-48.57	12/26	—	—

註：觀測值為距地表面下水位深度



表 3.5-2 谷風隧道 10k+768 橫坑洞口地下水位觀測結果彙整表(單位：m)

孔號	OW-1	孔號	OW-1	孔號	OW-1
日期	孔深 30m EL=79.22m	日期	孔深 30m EL=79.22m	日期	孔深 30m EL=79.22m
2012 年 10 月					
10/1	-29.24	11	-29.23	21	-29.25
10/2	-29.24	12	—	22	-29.32
10/3	-29.24	13	—	23	-29.32
10/4	-29.25	14	—	24	-29.33
10/5	—	15	-29.23	25	-29.34
10/6	-29.23	16	—	26	-29.34
10/7	—	17	—	27	-29.34
10/8	-29.23	18	-29.25	28	-29.33
10/9	—	19	—	29	-29.17
10/10	—	20	-29.25	30	-29.15
—	—	—	—	31	-29.11
2012 年 11 月					
11/1	-29.06	11	-28.82	21	-28.74
11/2	-28.97	12	-28.82	22	-28.74
11/3	-28.93	13	-28.80	23	-28.74
11/4	-28.93	14	-28.78	24	-28.72
11/5	-28.89	15	-28.78	25	-28.70
11/6	-28.87	16	-28.76	26	-28.70
11/7	-28.87	17	-28.76	27	-28.70
11/8	-28.87	18	-28.76	28	—
11/9	-28.87	19	-28.75	29	—
11/10	-28.85	20	-28.76	30	—

表 3.5-2(續) 谷風隧道 10k+768 橫坑洞口地下水位觀測結果彙整表
 (單位：m)

孔號	OW-1	孔號	OW-1	孔號	OW-1
日期	孔深 30m EL=79.22m	日期	孔深 30m EL=79.22m	日期	孔深 30m EL=79.22m
2012 年 12 月					
12/1	-28.66	11	-28.58	21	-28.23
12/2	-28.66	12	-28.54	22	-28.23
12/3	-28.63	13	-28.49	23	-28.2
12/4	-28.63	14	-28.42	24	-28.2
12/5	-28.63	15	-28.35	25	—
12/6	-28.63	16	-28.35	26	—
12/7	-28.63	17	-28.35		
12/8	-28.60	18	-28.31		
12/9	-28.60	19	-28.25		
12/10	-28.60	20	-28.27		

3.5.2 既有地下水位觀測井水位量測

對於設計階段所鑽設之既有地下水位井，本計畫篩選其中堪用且需持續量測者，在工程施工期間持續進行觀測。設計階段所鑽設之鑽孔數量雖多，但經彙整檢視後，發現許多鑽孔係位在隧道洞口或橋基基礎所在，後續施工時將無法繼續量測；另依據現場勘查結果，發現計畫區因風災影響發生嚴重土石流災害，導致許多水位井遭土石流掩埋或毀損，另亦有部分水位井則因鑽探時所開鑿之施工便道毀損或植生茂密，無法到達孔口位置進行量測。彙整上述狀況，本計畫可繼續量測之既有水位井僅有 4 孔，如表 3.5-3 所示，持續以人工方式進行觀測，本年度觀測結果整理如表 3.5-4，及現場量測作業如圖 3.5-3~圖 3.5-6 所示。

表 3.5-3 本計畫擬持續觀測之既有地下水位井彙整表

計畫名稱	鑽孔編號	孔深 (m)	孔位座標		孔口 高程 (m)	地下水 位深度 (m)	地下水 位高程 (m)
			E	N			
蘇澳東澳段 工程探查	BT-05-01	200	335103	2716414	381.98	57.00	324.98
蘇花改 可行性研究 與工程規劃	PD-4	300	329247	2701390	235.12	18.00	217.12
	PB-6	30	324089	2684901	43.25	20.41	22.84
	PB-7	30	321873	2682954	42.54	11.51	31.00

表 3.5-4 設計階段既有地下水位井人工觀測結果彙整表

孔號 時間	PD-4	PB-6	PB-7	BT-05-01
9 月	-26.70m	-23.20m	-26.70m	—
10 月	-26.94m	-25.12m	-30.21m	-74.10m
11 月	-25.88m	-26.80m	-17.88m	-67.60m
12 月	-26.95m	-28.15m	-30.23m	-63.20m

註：觀測值為距地表面下水位深度



圖 3.5-3 PD-4 既有地下水位井現場量測作業情形



圖 3.5-4 PB-6 既有地下水位井現場量測作業情形



圖 3.5-5 PB-7 既有地下水位井現場量測作業情形



圖 3.5-6 BT-05-01 既有地下水位井現場量測作業情形

3.5.3 自記式地下水位觀測井設置狀況

本計畫將增設自記式地下水位觀測井 8 座，孔深總計 400 公尺。新增水位井位置考量因素包括：(1)三維水文地質模式分析需求、(2)區域水資源環境影響分析研判需求、(3)水位井長期觀測可行性(如避開土石流及崩塌地等潛在地質風險區、道路可達以利資料下載及儀器維護作業等)。對於自記式水位井安裝位置，本計畫首先研擬 17 處可能施作位置方案及其優選順序(詳表 3.5-5)，最終選定 8 處優選方案(參見表 3.5-6，鑽孔位置如圖 3.5-7)，目前正進行用地問題之行政處理程序，俟獲同意後將即刻進場施作。

考量計畫區域內變質岩透水性不高，地下水主要流通管道應為斷層破碎帶、岩性界面及岩盤中張力裂隙。因此在水位井鑽掘過程中，如出現局部岩盤破碎帶並使局部水位提高時，將於監測區段予以封層處理(如圖 3.5-8 部分開口式水位井)，使量測到之地下水位詳實反映裂隙岩體中水流水位之變化，不致受到鑽孔貫穿之地層其他部分水位之影響。但若岩盤裂隙十分均勻或鑽探過程中，未發現斷層破碎帶或局部裂隙集中之層面時，則以圖 3.5-8 之全面開口式水位井方式埋設，以求取該孔平均之地下水位。所增設之地下水位觀測井將安裝自記式水位計，目前已採購 8 支電子式水位計及 2 支備品(如圖 3.5-9)，正進行儀器功能測試及數據校正作業，測試完成後將配合井孔鑽設作業進度逐一安裝，並於鑽掘過程中派員督導，以瞭解局部地層變化，並選用適宜之水位井埋設形式，使水位觀測資料能切實反映區域水位現況。

表3.5-5 自記式水位觀測井施作位置方案規劃及優選順序彙整表

孔 號	地表 高程 (M)	鑽孔 深度 (M)	孔口 坐標 N	孔口 坐標 E	隧道 關係	位置 概述	佈孔 原因	優先 順序
BH-01	108	30	2716923	335487	東澳隧道北段	圳頭溪上游	位於南蘇澳層(板岩或厚層變質砂岩與板岩之互層)，為三維模式分析考量	最優先
BH-02	131	60	2714598	334365	東澳隧道南段	東澳北溪上游	位於沖積層(礫石、砂、泥)上，為三維模式分析考量	最優先
BH-03	72	30	2703410	328873	觀音隧道北段	南澳溪上游支流	位於隧道沿線沖積層(礫石與砂)上，並鄰近聚落	*與BH-13擇一
BH-04	497	100	2698471	329032	觀音隧道南段	南澳南溪支流上游	位於武塔片岩(石墨片岩與石英雲母片岩)上，並鄰近聚落，同時監測山側地下水位，為三維模式分析考量	次優先
BH-05	140	50	2693866	328430	谷風隧道北段	臺9線150.3km處	位於武塔片岩(石墨片岩與石英雲母片岩)，並鄰近隧道，為三維模式分析考量	次優先
BH-06	140	50	2692131	326475	谷風隧道南段	澳花村舊蘇花公路	臨近澳花村，並位於漢本大理岩層(厚層層狀大理岩)	最優先
BH-07	24	30	2685186	325076	中仁隧道北段	和中村內	位於大南澳片岩(片麻岩)，為監測和中村區域	次優先
BH-08	244	70	2682192	320861	仁水隧道北段	大清水溪支流礦場 連絡道路旁	鄰近礦場並位於九曲大理岩上，同時為三維模式分析考量	最優先
BH-09	273	80	2714749	334924	東澳隧道南段	東澳北溪支流礦場 聯絡道路旁	位於角閃岩上，為監測水源保護區	備選
BH-10	209	50	2698956	329595	觀音隧道南段	臺9線142.6km處	位於武塔片岩(綠泥片岩)台9線旁、隧道沿線左側，為三維模式分析考量	備選
BH-11	366	100	2692881	327594	谷風隧道南段	和平溪支流礦場連 絡道路旁	鄰近礦場並位於隧道沿線上，武塔片岩(石墨片岩與石英雲母片岩)	備選
BH-12	416	100	2681845	321602	仁水隧道北段	大清水溪流水泥 原料礦場旁	位於開南岡片麻岩，為監測太魯閣國家公園區域	備選
BH-13	39	30	2704644	328875	觀音隧道北段	武塔村內	位於沖積層(礫石與砂)，為監測武塔村區域	次優先
BH-14	111	40	2702506	326203	觀音隧道北段	金洋村內	位於武塔片岩(石墨片岩與石英雲母片岩)，為監測金洋村區域	備選
BH-15	40	30	2713098	334191	東澳隧道南段	東岳部落附近	位於沖積層(礫石、砂、泥)，為監測東岳部落區域	備選
BH-16	100	50	2692540	325342	谷風隧道南段	澳花村上部部落內	位於沖積層(礫石與砂)，為監測澳花村上部部落區域	備選
BH-17	30	30	2689691	325895	中仁隧道北段	和平村聚落內	位於沖積層(礫石與砂)，為監測和平村聚落(不在隧道沿線上)	備選



表 3.5-6 自記式地下水位觀測井預計位置

孔號	地表高程 (m)	鑽孔深度 (m)	位置		隧道別	位置概述
BH-01	108	30	2716923	335487	東澳隧道 北段	圳頭溪上游
BH-02	131	60	2714598	334365	東澳隧道 南段	東澳北溪上游
BH-04	497	100	2698471	329032	觀音隧道 南段	南澳南溪 支流上游
BH-05	140	50	2693866	328430	谷風隧道 北段	臺9線 150.3 km 處
BH-06	140	50	2692131	326475	谷風隧 道南段	澳花村 舊蘇花公路
BH-07	24	30	2685186	325076	中仁隧道 北段	和中村內
BH-08	244	70	2682192	320861	仁水隧道 北段	大清水溪支流礦 場連絡道路旁
BH-13	39	30	2704644	328875	武塔隧道	武塔村內

註:各水位觀測井深度視現場實際施作之地下水位狀況調整，總深度將達契約規定之 400m 深。

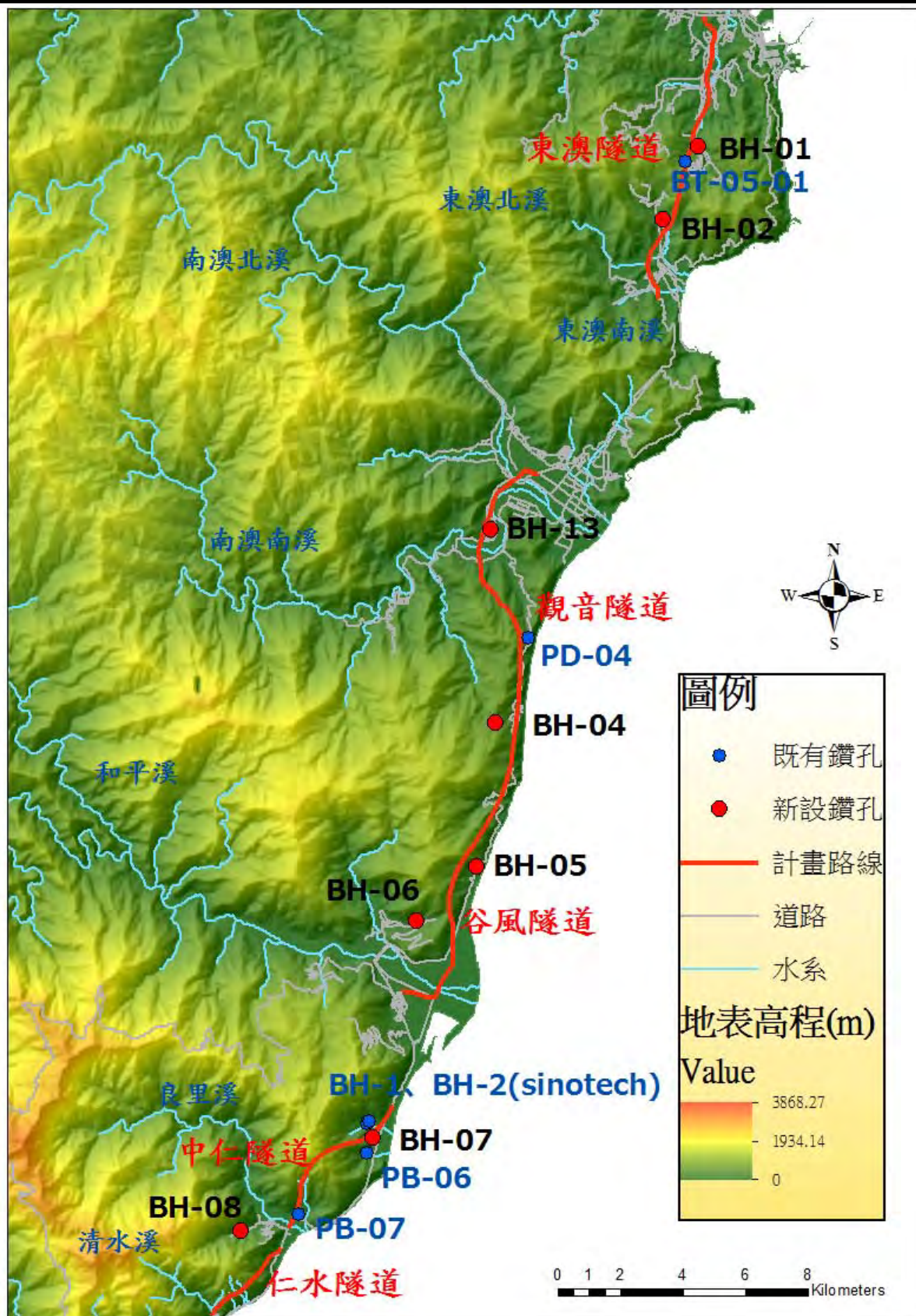


圖 3.5-7 本計畫擬增設地下水位觀測井位置示意圖

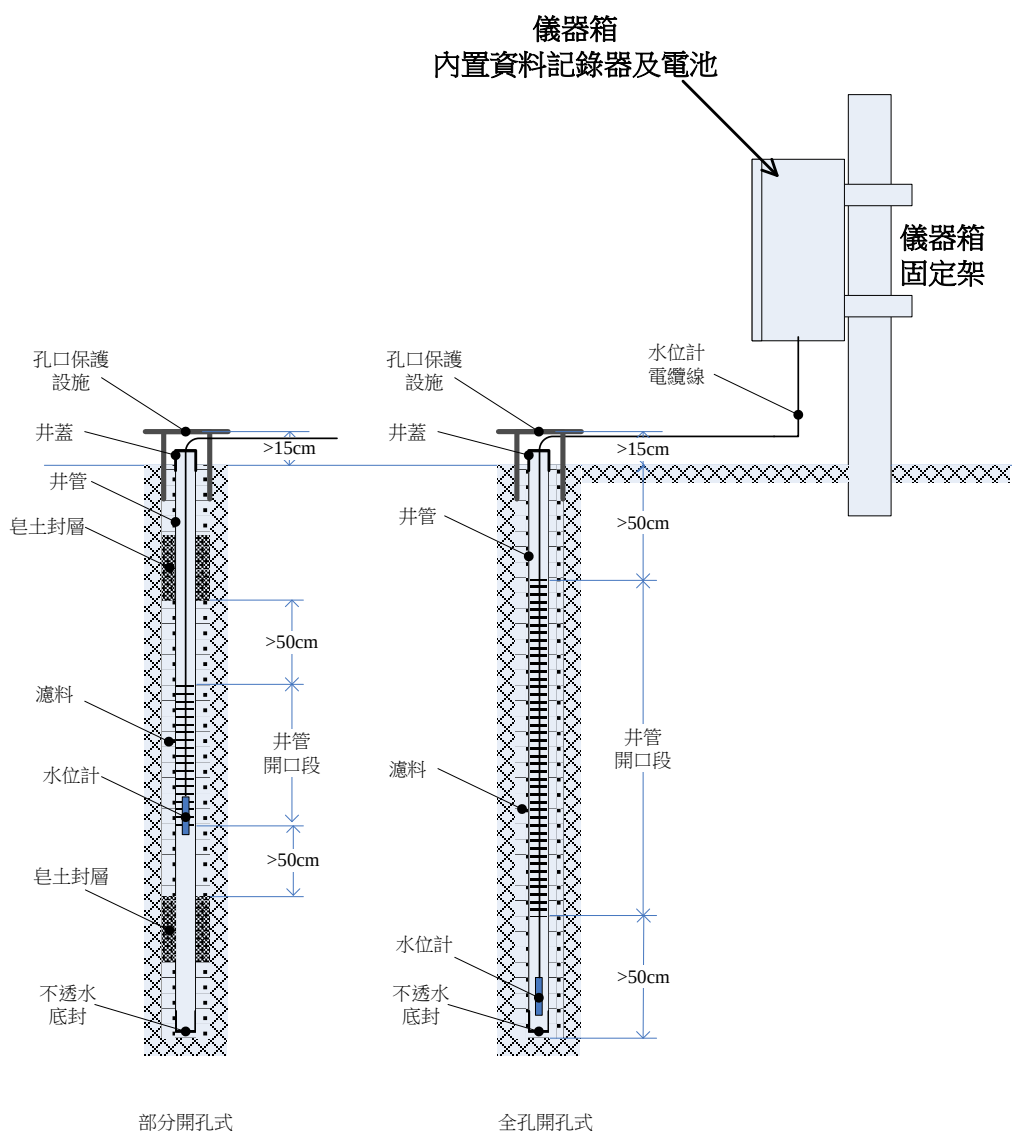


圖 3.5-8 地下水位觀測井安裝示意圖



圖 3.5-9 電子式水位計儀器照片

3.5.4 地下水位觀測資料分析

本計畫觀音隧道及谷風隧道洞口地下水位觀測結果如圖 3.5-10~圖 3.5.11 所示，結果可見本年(101 年)度隧道洞口地下水位並無明顯變化。至於規設階段所設置之既有水位井觀測結果如圖 3.5-12~圖 3.5-15，結果可見東澳隧道附近之 BT-05-01 水位觀測井及觀音隧道附近之 PD-4 水位觀測井之地下水位與規設相較，無明顯差異；而中仁隧道附近之 PB-6 及 PB-7 水位觀測井之地下水位則似較規設階段有明顯之下降，由於中仁隧道尚未開挖施工，因此水位之下降可能受今年在和中地區發生嚴重土石流，以及近期降雨量減少等多項因素所影響，惟後續仍須進一步觀察評估。

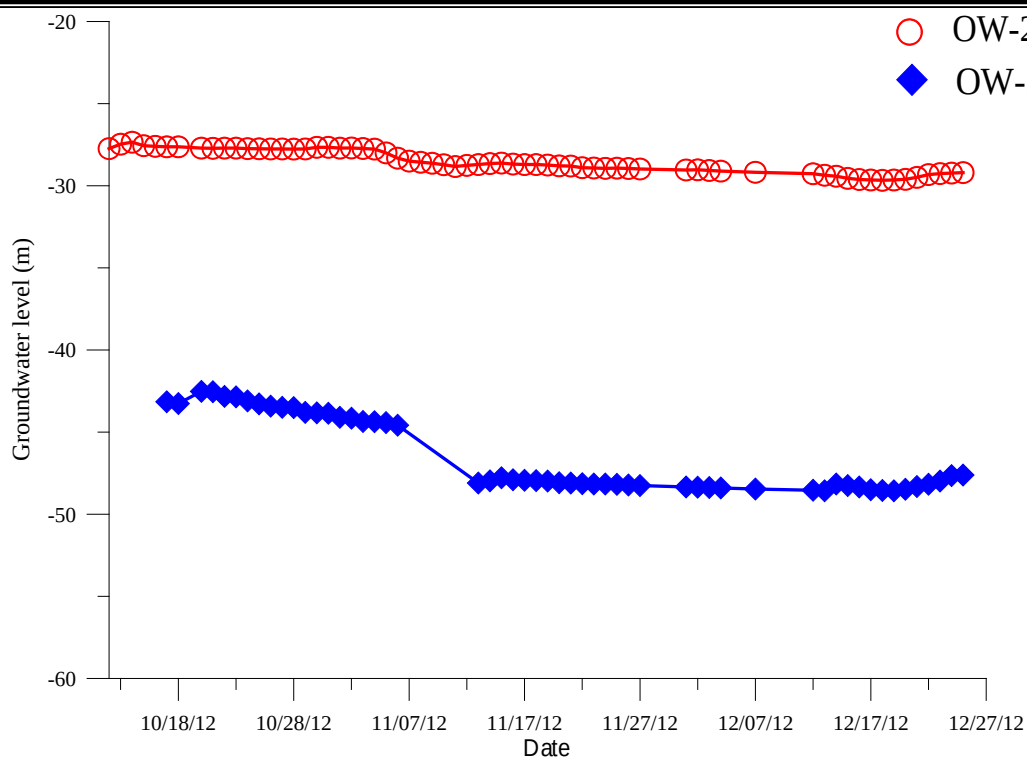


圖 3.5-10 觀音隧道北洞口地下水位井之水位歷時曲線圖

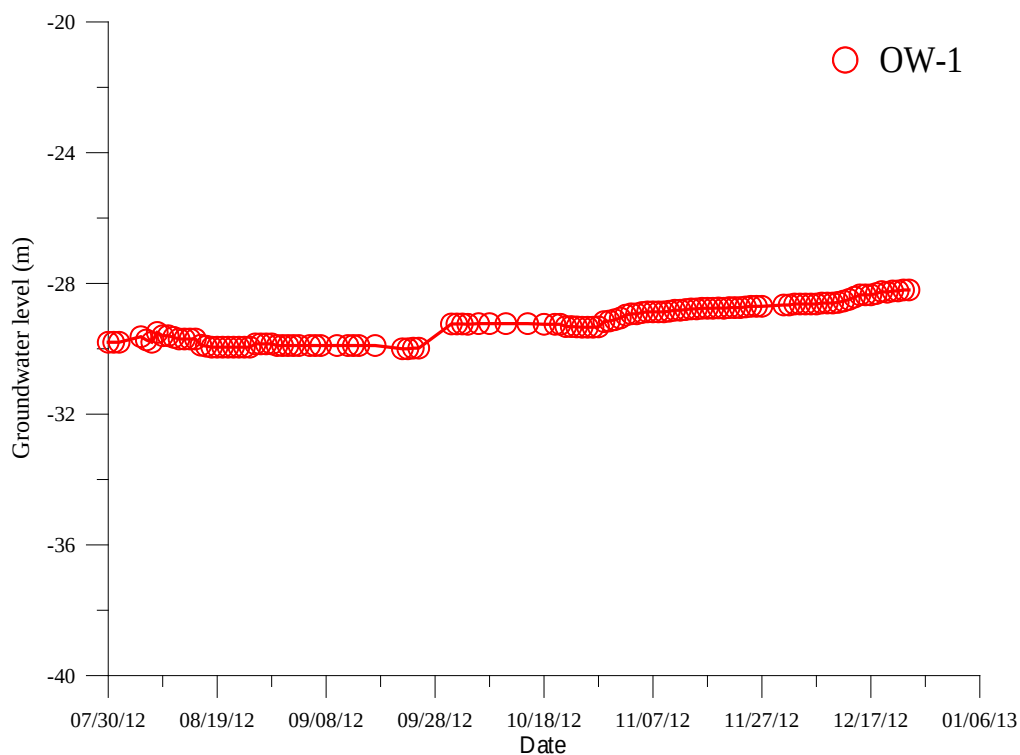


圖 3.5-11 谷風隧道 10K+768 橫坑洞口地下水位井之水位歷時曲線圖

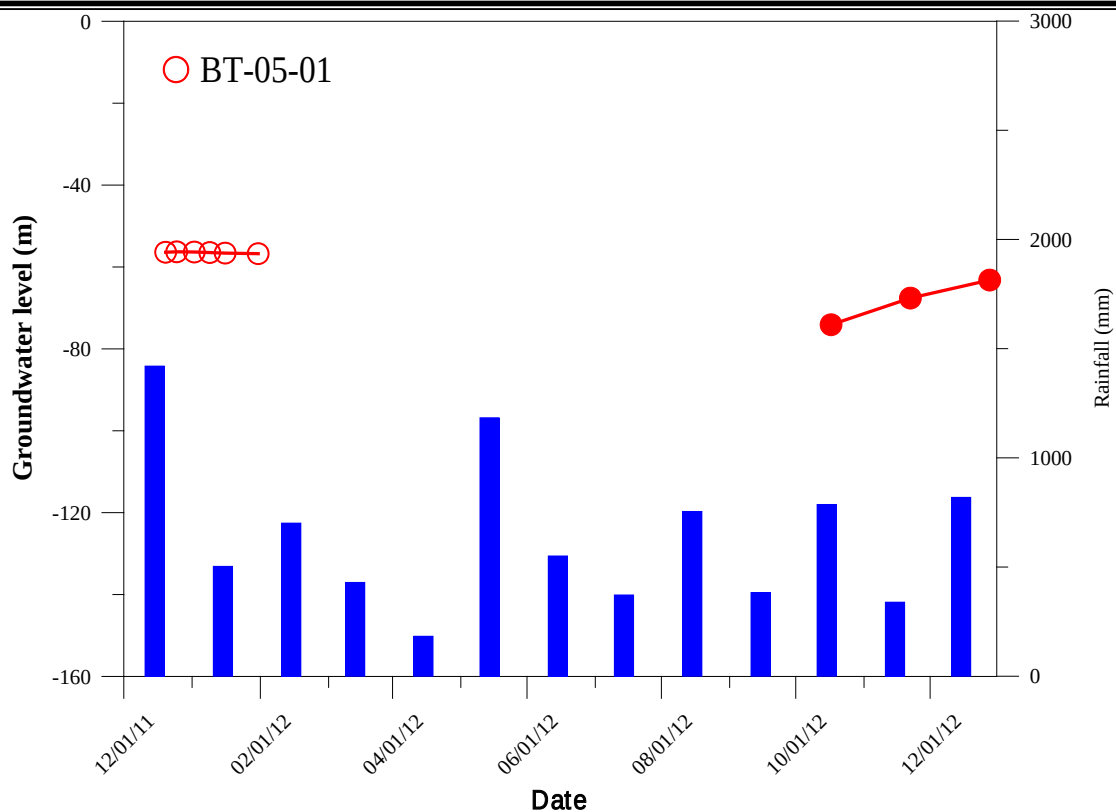


圖 3.5-12 既有觀測井 BT-05-01 之地下水位歷時曲線圖

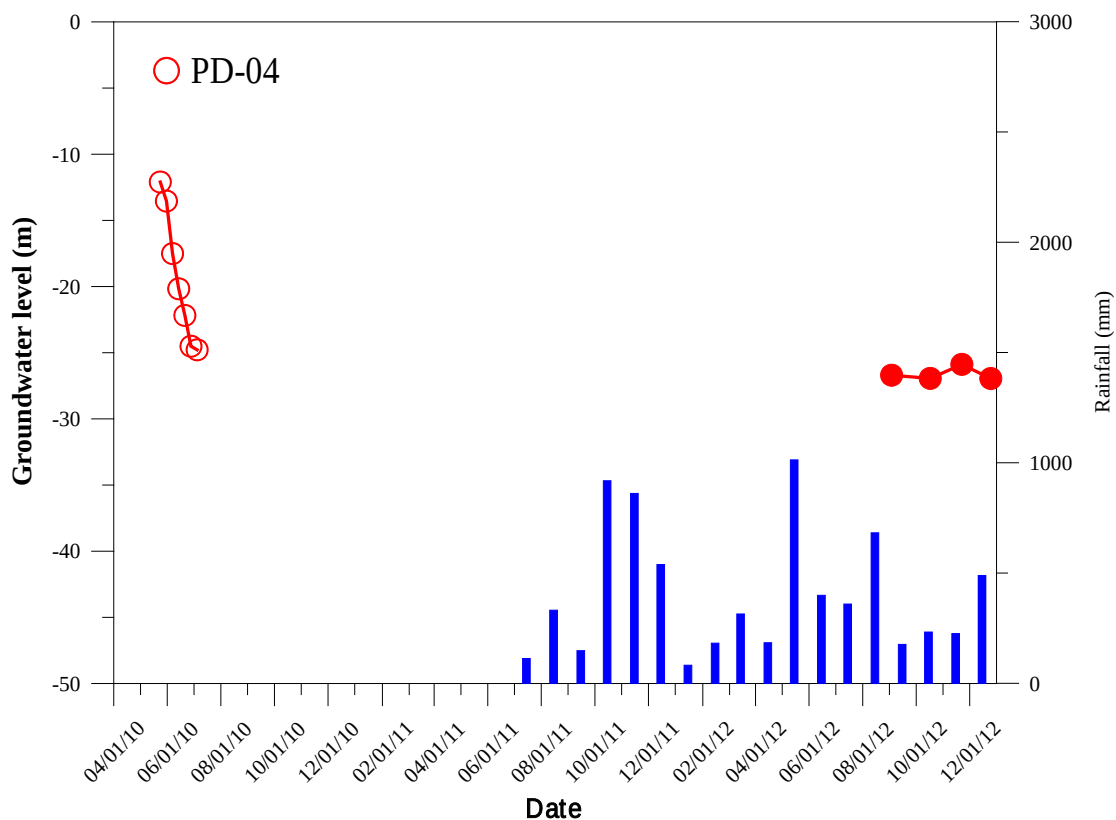


圖 3.5-13 既有觀測井 PD-4 之地下水位歷時曲線圖

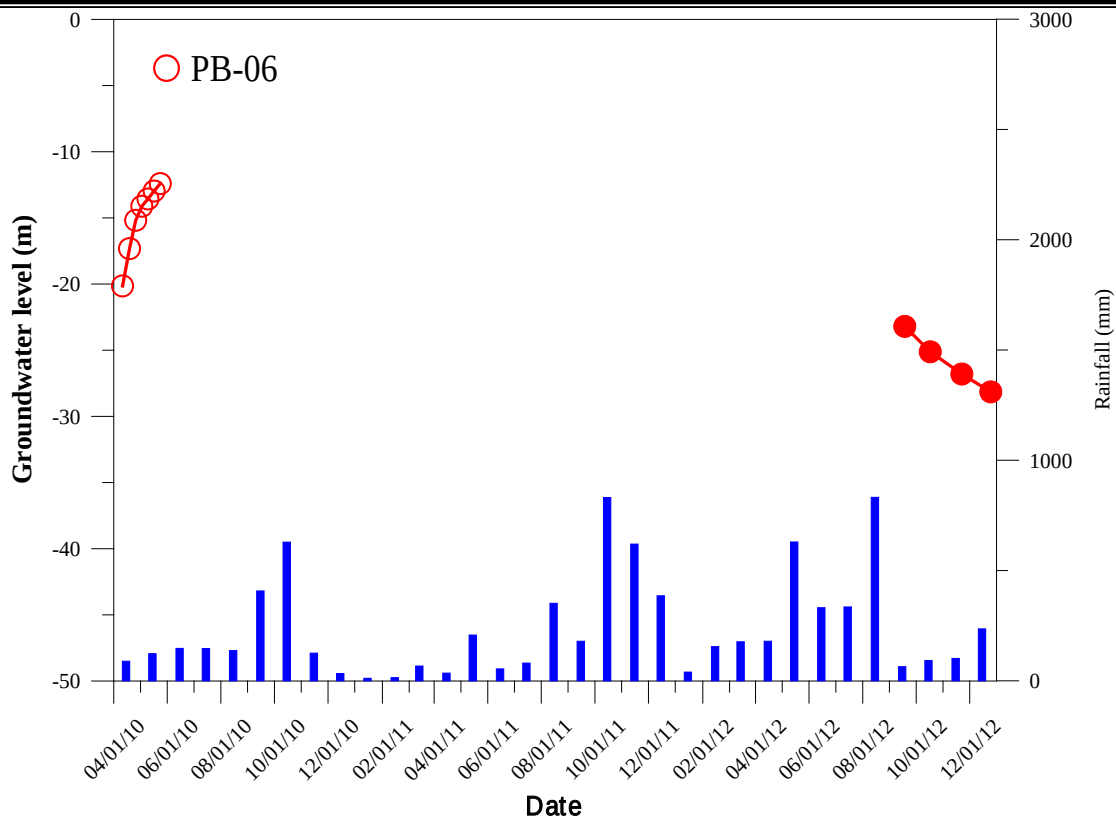


圖 3.5-14 既有觀測井 PB-6 之地下水位歷時曲線圖

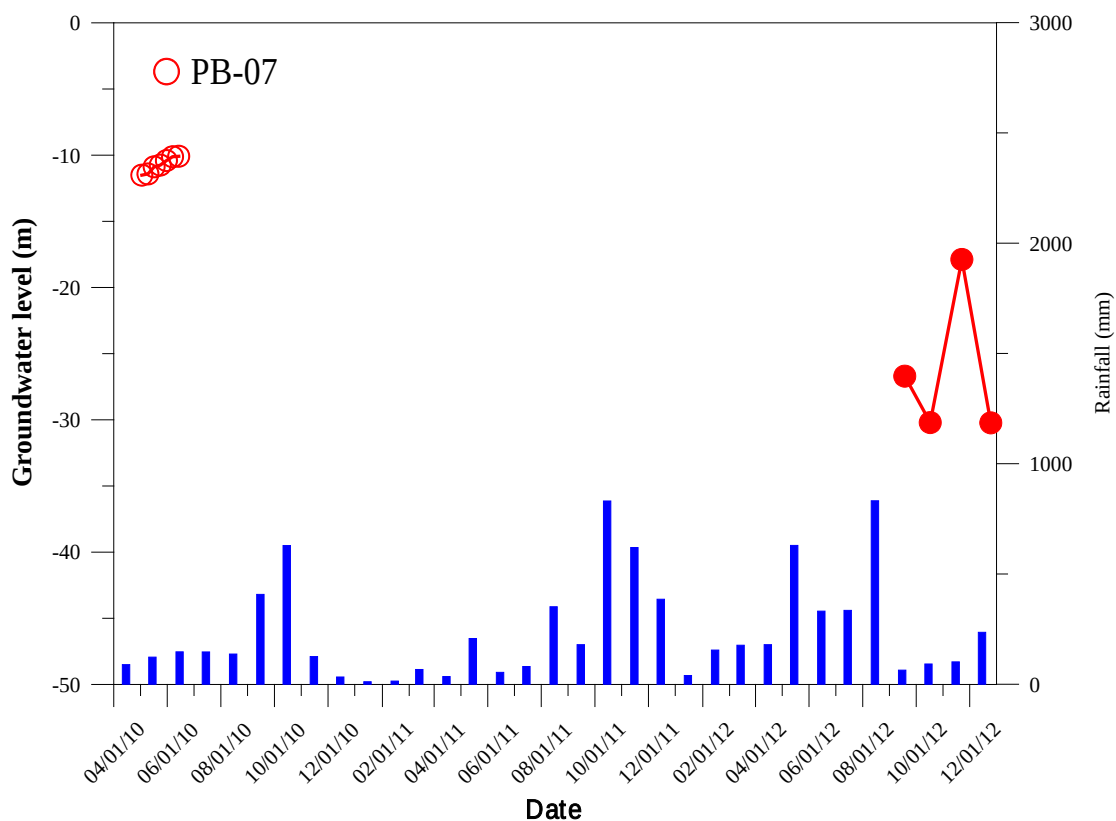


圖 3.5-15 既有觀測井 PB-7 之地下水位歷時曲線圖

第四章 隧道鄰近區域三維水文地質模式補充建立

蘇花改工程全線計有 8 座隧道，其中蘇澳隧道、東岳隧道及武塔隧道等 3 座隧道，因隧道長度均不及 500 公尺，岩覆較淺，若隧道出現滲湧水對周遭環境影響可能亦較輕微，故本計畫三維水文地質模式之建立主要乃針對東澳隧道、觀音隧道、谷風隧道、中仁隧道及仁水隧道等 5 座長度較長且岩覆較深之隧道。

東澳隧道、中仁隧道與仁水隧道等三座隧道已於設計階段初步建立隧道鄰近區域三維水文地質模式。本年度乃整合此 3 座隧道之水文地質模式建立概念、理論與方法，補充建立觀音隧道與谷風隧道之鄰近區域三維水文地質模式，使計畫 5 座長隧道之鄰近區域水文地質模式能在統一概念下建立，並採用一致之分析理論與方法，進行隧道可能出水問題評估及周圍地下水資源環境影響分析。有關觀音隧道及谷風隧道鄰近區域之三維水文地質模式補充建立結果(包含地層與地質構造水文地質特性、含水層分區與分層劃分等)說明如下：

4.1 計畫區地層與地質構造特性

4.1.1 地層特性

本計畫係屬中央山脈東翼地質區，區域內變質岩於部分地區因受斷層或皺褶作用影響，岩體較破碎，而大理岩則易受地下水溶解產生溶洞而提升其透水性。觀音隧道及谷風隧道沿線之地層特性整理說明如下：

(1) 觀音隧道

觀音隧道沿線由北至南分別經過全新世沖積層、武塔片岩、石英片岩、綠泥石片岩、變質燧石及崩積層等。其中武塔片岩夾有黑色片岩、綠色片岩、石英片岩、大理岩及變質燧石等，其中以黑色片岩數量居多，大理岩則以薄層為主，武塔片岩中常出現沿片理滑移錯動之斷層或破碎帶，為地下水可能潛藏區域或地下水流通管道。

(2) 谷風隧道

谷風隧道沿線由北至南分別經過崩積層、石英片岩、武塔片岩、大理岩、漢本大理岩等。其中武塔片岩夾黑色片岩、綠色片岩、石英片岩、大理岩及變質燧石等，與鄰近觀音隧道地層情況類似，武塔片岩以黑色片岩居多，大理岩則多為薄層狀，片岩中常見沿片理滑移錯動之斷層或破碎帶，為地下水可能潛藏區域或地下水流通管道。此外，谷風隧道南段之漢本大理岩則由淺灰色及白色細粒至粗粒大理岩所組成，偶夾薄層綠色片岩、砂質片岩及變質燧石。在地表陡峭邊坡多呈現大量之破裂面，且多為開口，開口寬度在數公釐至數公分間，推估在接近表面處受解壓作用影響，開口內多無物質充填，局部有岩屑或泥質填充，多有銹染現象。

依據前期各階段地質調查成果，並整合東澳隧道、中仁隧道及仁水隧道沿線之岩性，初步彙整本計畫區域地層之透水性質如表 4.1-1 所示。

4.1.2 地質構造特性

計畫區受板塊縫合帶由南往北之大地應力擠壓或剪切影響，使片岩常易沿著片理產生滑移錯動，形成許多局部之斷層或破碎帶，片理亦受擠壓作用滑動牽引形成許多局部區域性之皺褶現象。觀音隧道及谷風隧道沿線之出現之斷層構造整理如下：

(1) 觀音隧道

觀音隧道沿線之斷層走向與主應力方向之關係多為平行或共軛相交，分別呈東西或南東北至西南方向延伸。隧道沿線通過樟樹山斷層及觀音斷層，其中樟樹山斷層為逆斷層，上下盤皆為片岩，走向及傾角呈 $N73^{\circ}W/30^{\circ}N$ ，斷層破碎帶寬度約數十公尺；而觀音斷層亦為上下盤皆為片岩之逆斷層，走向及傾角呈 $N55^{\circ}E/30^{\circ}N$ ，斷層破碎帶寬度約數十公尺。

(2) 谷風隧道

谷風隧道沿線之斷層走向與主應力方向之關係多為平行或共軛相交，分別呈東到西或南東北至西南方向延伸。隧道沿線通過鼓音斷層及谷風斷層，其中鼓音斷層為逆斷層，其上下盤皆為片岩，走向及傾角呈 N55°E/45°N，斷層破碎帶寬度約數十公尺；而谷風斷層亦為上下盤皆為片岩之逆斷層，走向為東西向，傾角呈 30°N，斷層破碎帶寬度約數十公尺。

依據前期各階段地質調查成果，並整合東澳隧道、中仁隧道及仁水隧道沿線之計畫區地質構造，彙整調查區域主要斷層之特性詳表 4.1-2 所示。

表 4.1-1 計畫區域地層之透水性質彙整表

水文地質單元名稱	地層代號	透水性	備註
板層	S1	M	新生代中新世
變質砂岩	Ssm	M	漸新世至使新世
變質灰綠岩	Dia	M	漸新世至使新世
板層與變質砂岩互層	S1/Ssm	M	漸新世至使新世
黑色片岩	Sch-B	M	古生代
大理岩	Mar	M	古生代
漢本大理岩	Hp	M	古生代
矽質片岩	Sch-S	M	古生代
綠色片岩	Sch-C	M	古生代
角閃岩	Amp	M	中生代至古生代
片麻岩	Gn	L	中生代
變質燧石	Wth	M	古生代
綠泥石片岩	Wtc	M	古生代
武塔片岩	Wt	M	古生代
石英片岩	Wtq	M	中生代
沖積層(新河道)	Qa1	MH	新生代全新世
沖積層(舊河道)	Qa2	MH	新生代全新世
沖積層(沖積平原)	Qa3	MH	新生代全新世
崩積層	Qc	H	新生代全新世
台地堆積層	Qt	MH	新生代全新世
海岸堆積層	Qas	MH	新生代全新世
沖積扇堆積層	Qaf	MH	新生代全新世
小帽山斷層	—	H	—
猴椅山斷層	—	H	—
樟樹山斷層	—	H	—
觀音斷層	—	H	—
鼓音斷層	—	H	—
谷風斷層	—	H	—
層間破碎帶	—	H	—
片麻岩破碎岩段	Gn_Frac	MH~ H	—
大理岩破碎岩段	Mar_Frac	MH~ H	—

符號說明：H 代表高透水性，MH 代表中高透水性，M 代表中透水性，ML 代表中低透水性，L 代表低透水性。

表 4.1-2 計畫區域重要斷層特性一覽表

構造名稱	影響隧道	位態	破碎帶寬度	斷層型態	上/下盤(岩性)
小帽山斷層	東澳隧道 4K+250~4K+350 附近	N80°W/ 向南傾斜	百多公尺	斜滑移 (右移+逆衝)	板岩/板岩
猴椅山斷層	東澳隧道 4K+830~4K+960 附近	東西向/ 向南傾斜	二百公尺以上	斜滑移 (右移+逆衝)	綠色片岩/板岩
東猴椅山斷層	東澳北溪河 川橋 7K+500 附近附近	南北向/ 85°N	數十公尺	斜滑移 (逆衝+左移)	片岩、大理岩/ 片岩、大理岩
東澳嶺斷層	東澳北溪河 川橋 7K+280 附近附近	西北走向/ 向南傾斜	數十公尺	逆斷層	角閃岩、片岩/ 片岩
南澳斷層	不影響	N70°E/ 60°N	百多公尺	斜滑移 (逆衝+右移)	片岩/片岩
樟樹山斷層	觀音隧道 4K+830~5K+140 附近	N73°W/ 30°N	數十公尺	逆斷層	片岩/片岩
觀音斷層	觀音隧道 7K+540~7K+640 附近	N55°E/ 30°N	數十公尺	逆斷層	片岩/片岩
鼓音斷層	谷風隧道 10K+530~10K+580 附近	N55°E/ 45°N	數十公尺	逆斷層	片岩/片岩
谷風斷層	谷風隧道 13K+150~13K+230 附近	東西向/ 30°N	數十公尺	逆斷層	片岩/片岩
和中斷層	中仁隧道 1K+400~1K+500 附近	N20-30°E/ 80-90°	數十公尺	平移斷層	片麻岩/大理岩

4.2 三維水文地質模式建立

觀音隧道及谷風隧道之三維水文地質模式補充建立，係參照本計畫其餘 3 座長隧道(東澳隧道、中仁隧道、仁水隧道)在設計階段所建立之隧道鄰近區域三維水文地質模式概念、理論與方法，採用 GMS (Groundwater modeling system)地下水分析系統所內建之 MODFLOW

軟體，結合概念模式(conceptual model)與數值網格(grid model)進行模式建立。概念模式之建立，乃考量地表水系、地形、地質構造、地層位態及水文特性等，首先劃分計畫區地表水系分布與各子集水區範圍，而後彙整計畫區之地形、地質構造與地層資料，結合區域內之地表水文與地質狀況，並進一步進行地下含水層分區與分層劃分，其中含水層分區主要為釐定地下水之水文地質邊界，而含水層分層則主要為釐定計畫區內之主要含水層與阻水層。有關含水層之分區與分層原則，以及模式建立整合結果分別說明如下：

4.2.1 含水層分區與分層劃分

(1) 含水層分區原則

本計畫含水層分區依下述原則來進行：

1.含水層邊界：地下水含水層厚度常隨地形起伏變化而變薄或變厚，其在接近邊界時常變薄而終於自然消失，消失處即為含水層之邊界。

2.地下水分水線：含水層在地形高處時之地下水頭常亦較高，降雨由地表滲入形成地下水，而在地下水分水線兩側之地下水則背向流動，若此種流動途徑經常不變，則地下水分水線亦可視為邊界。

3.地質構造邊界條件：因大地應力作用，岩層發生斷裂及移動造成斷層破碎帶，而斷層帶常可截斷含水層之側向延伸，若斷層本身不透水，或斷層另一側為不透水，均可形成含水層之邊界。一般而言，斷層破碎帶可能會遭遇以下兩種情形，分別為：(1)斷層因角礫大小混雜，孔隙裂隙多、導水性較好，斷層帶本身常構成一高角度與含高地下水水頭之含水層帶；(2)斷層帶因兩側岩石高度剪動擠壓，核心區經常是低滲透性的斷層泥阻隔兩側之含水層，甚至造成受壓含水層，以致一旦隧道開挖穿過斷層泥所構成的阻水層，則可能突然發生大量湧水。洪如江(民國 80 年)曾將斷層帶內之斷層碎屑、斷層泥與斷層兩側破裂岩石之各種可能組合加以分類如圖 4.2-1 所示。依據現

地透水試驗結果配合前述斷層帶分類，可推估斷層帶內之斷層碎屑、斷層泥與斷層兩側破裂岩石之可能組合。

(2) 含水層分層原則

水文地質分層之層次劃分必須從區域性之尺度來考量，亦即各層應有相當之厚度，若細分太多層次，在觀測及管理上亦不可行。故在分層時需掌握區域性主要岩性之分層結構，而將次要之細節捨棄，並考慮區域性地下水觀測與管理之便利性，將系統做合適之切割和劃分，以釐定出水文地質架構。本計畫之分層原則概括如下：

1. 利用厚層並延長較佳之岩層(如大理岩、片岩等)作為分層之依據。

2. 互相連通且滲透性相近之含水層(aquifer)可視為同一層。

3. 薄層或延展不佳之層次則略去不計，經此簡化後，再繪製地層斷面，以顯示地下水層之分層概況。

4. 地質構造常因岩層受到大地應力擠壓造成斷層破碎帶，而成為較佳之儲水層或剪裂泥阻水層，應獨立視為接近垂直之高角度分層。

5. 表層非侷限含水層與深層侷限含水層之判定，乃參考前人以同位素進行區域性地下水之研究(Klaus-Peter, 1995)，其結果指出山岳地區之淺層地下水(非侷限含水層範圍)多分布於地表下 40-100 公尺內(圖 4.2-2)，深層地下水(侷限含水層範圍)多分布於地表下 100-500 公尺內，超過地表下 500 公尺之深層地下水多為原生地下水(connate water)，即在岩層形成過程中就存於地層中之水。其結果亦指出地表降雨所入滲之地下水補注範圍約 85%於淺層地下水中循環，而另 15%於深層地下水中循環。

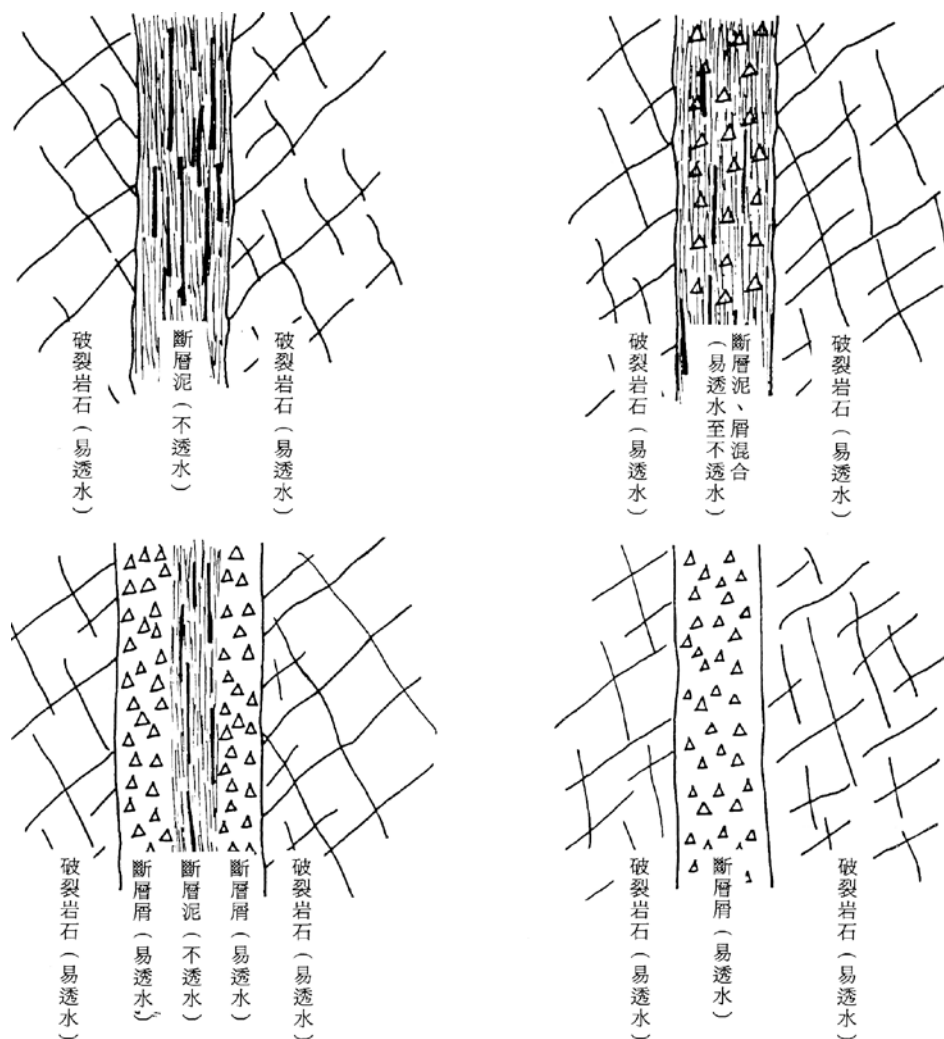


圖 4.2-1 斷層帶之可能型態示意圖(摘自洪如江，1991)

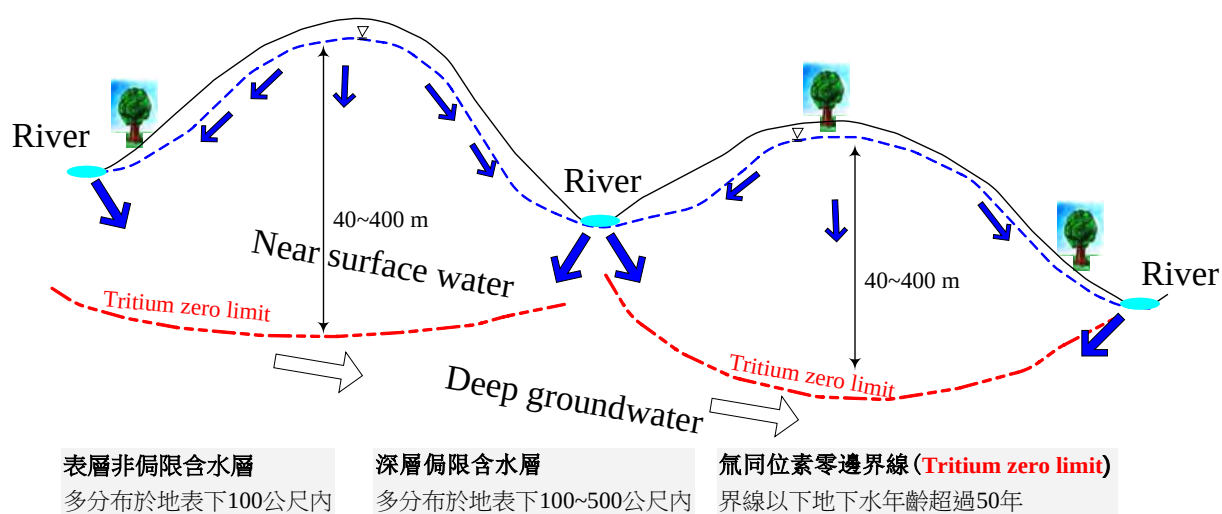


圖 4.2-2 表層非侷限含水層與深層侷限含水層之判定
 (改繪自 Klaus-Peter, 1995)

4.2.2 模式建立與整合

本階段初步完成觀音隧道及谷風隧道之鄰近區域三維水文地質模式補充建立，模型建立步驟如下：

(1) 研究範圍劃定

研究區範圍之劃定係參考隧道沿線鄰近區域之水文地質狀況，包括地表水系、地層及地質構造分布等，並結合地表數值高程資料(40m×40m DEM)，將隧道沿線劃分出適當的子集水區作為分析範圍，以進一步引入地形及水系等邊界條件。建構研究區域之代表性水文地質概念模型時，儘量引入自然邊界，如山脊稜線、河川等邊界條件，再透過含水層之分層、分區，劃定適當之研究範圍邊界及給定合理之邊界條件，本計劃先前劃定之東澳隧道、中仁隧道及仁水隧道之研究範圍如圖 4.2-4(a)、圖 4.2-10(a)及圖 4.2-12(a)，補充建立之觀音隧道及谷風隧道劃定後之研究範圍則如圖 4.2-6(a)及圖 4.2-8(a)所示。

(2) 邊界條件設定

水文地質概念模型內地下水之穩態流場主要由邊界條件所控制，而地下水之暫態流場則受概念模型初始條件之影響較大，若某時段內水文荷載(例如隧道長期湧水)效應延伸廣達邊界時，邊界條件亦會開始影響此暫態流場。邊界條件與初始條件之設定相當重要，若設定不當則將獲得錯誤之預測結果。

本計畫將水文地質邊界分為自然邊界與水力邊界兩大類：自然邊界常見的有不透水岩盤、河流、斷層等；水力邊界則如地下水分水嶺、流線邊界、或是人工排水設施等，須特別留意的是，水力邊界係屬暫時現象，若水文地質條件改變時，則水力邊界之位置可能隨之改變或消失。水文地質邊界可由下列三種數學條件予以描述：(a)特定水頭邊界(又稱 Dirichlet boundary)，其水頭為已知定值，代表一源源不絕的水流供應端，例如常年水位穩定之河流、平均海水位等；(b)特定流量邊界(又稱 Neumann boundary)，其垂直邊界方向之通量(flux)為已知

定值，不考慮地層異質性或構造時之山脊稜線即可視為無側向流量邊界，為此種邊界條件之特例；(c)水頭-流量相依邊界(又稱 Cauchy or mixed boundary)，其邊界流量隨邊界水頭變化而異。

綜合計畫區域內 5 座隧道所採用之水文地質邊界條件有零流量邊界(no-flow boundary)、定水頭邊界(constant-head boundary)、溪流邊界(stream boundary)及地表水補注邊界(surface recharge boundary)等。本計畫之邊界條件設定情形概述如下：

1. 定水頭邊界：東澳隧道研究區之溪流河口水位高程，係視為地下水數值模擬之特定水頭邊界條件，其定水頭值設定乃依據溪流水位高程。另中仁、仁水及補充建立之觀音及谷風隧道之研究區東側與海水為鄰，海岸線為地下水數值模擬典型之定水頭邊界條件，其定水頭值可設定為平均海水面高程，簡化給定為地下水水頭 $h=0$ m 之條件。
2. 零流量邊界：在僅考量重力作用影響情形時，則集水區山脊稜線為區隔兩個地下水系統處，因此在稜線上假定為無側向地下水流通。本計畫東澳隧道之北、西與東側山脊稜線、觀音及谷風隧道之西側及南側山脊稜線、中仁及仁水隧道之西側山脊稜線乃設為側向零流量邊界(horizontal no-flow boundary)。
3. 溪流邊界：溪流邊界條件是允許雙向水流動之邊界條件，若河水位高於地下水位，則由河流入滲至地下含水層；若地下水位高於河水位，則由地下含水層補注流入河道。本計畫東澳隧道北側之蘇澳溪與南側之東澳北溪、觀音隧道北側之南澳南溪、谷風隧道北側之南澳南溪、中仁隧道南北側之和平溪與良里溪、仁水隧道北側之良里溪乃設定為研究範圍之溪流邊界。溪流邊界條件在水文地質及地下水流場所扮演之角色，為地表水與地下水兩者之間互動之水體，可進行後續河水與地下水互動行為評估。溪流河床之高程則參考 40m $\times$ 40m 精度 DEM 資料及現地水文調查資料決定。

4. 地表水補注邊界：地表水補注邊界條件為數值模型用來反應降雨扣除地表逕流後，入滲至地下含水層之補注邊界機制。根據前章節所蒐集之水文資料及基流分析成果，可將地下水有效補注量透過地表水補注邊界予以輸入模型內。本計畫之地下水補注量推估乃根據河川基流分析成果並考慮水文年乾季、雨季循環，獲得較具代表性之補注量。

(3) 初始條件設定

本計畫之初始地下水位條件設定乃依據在規設階段所鑽設之 302 孔鑽井地下水位迴歸結果(參見報告 2.4 節之式 2.1)，建立地下水位與地表高程關係。

(4) 數值模型建置

數值模型網格為水文地質概念模型數值化之產物。模型網格之建置以能精確且有效的代表研究範圍及鄰近地區之水文地質與地下水水文狀況為主要考量，同時儘可能兼顧網格數量以縮短運算時間。以此原則，本計畫補充建立之觀音隧道及谷風隧道數值模型網格，觀音隧道模型之西南角隅及東北角隅分別以 TWD97 坐標(325330, 2692795)及(332330, 2707795)兩點為基準點，東西寬 7,000 公尺，南北長 15,000 公尺，而谷風隧道模型之西南角隅及東北角隅分別以 TWD97 坐標 (323330, 2691595)及(328500, 2700900)兩點為基準點，東西寬 6,000 公尺，南北長 9,100 公尺。由於數值模型網格大小之取決常受制於地下水流速、含水層透水性、計畫目標精度及分析運算時間等因素，不宜過小或過大，否則易造成數值運算發散或產生過大之誤差。因此，經綜合考慮後，觀音隧道模型所建置之模型網格劃分為 235 格×300 格×29 格，共計 2,131,080 個網格數，而谷風隧道則劃分為 157 格×182 格×17 格，共計 485,758 個網格數，網格採等間距佈置，隧道周圍網格則依隧道寬度加密設置，至於網格厚度則視各水文地質單元之三維空間分布而略有不同。

綜合評估各隧道沿線之地表水系、地層、地質構造分布及初估可能影響範圍，並結合地表數值地形模型資料，將隧道沿線劃分適當之子集水區作為分析範圍，以進一步引入地形及水系等邊界條件，各隧道數值網格與地形高程分布如圖 4.2-3、圖 4.2-5、圖 4.2-7、圖 4.2-9 及圖 4.2-11 所示。

各隧道三維模型地層分層係根據地質圖幅、地質鑽探及現地試驗之彙整成果，並以集水區內地層之水文地質狀況及特性為依據進行水文地質單元劃分。本計畫個隧道三維數值模型建立結果如圖 4.2-4、圖 4.2-6、圖 4.2-8、圖 4.2-10 及圖 4.2-12 所示。其中圖 4.2-3(c)、圖 4.2-5(c)、圖 4.2-7(c)、圖 4.2-9(c)及圖 4.2-11(c)為三維模型沿隧道軸線所切出之縱剖面，經與隧道沿線地質剖面圖比對後，可驗證兩者之一致性及其代表性。

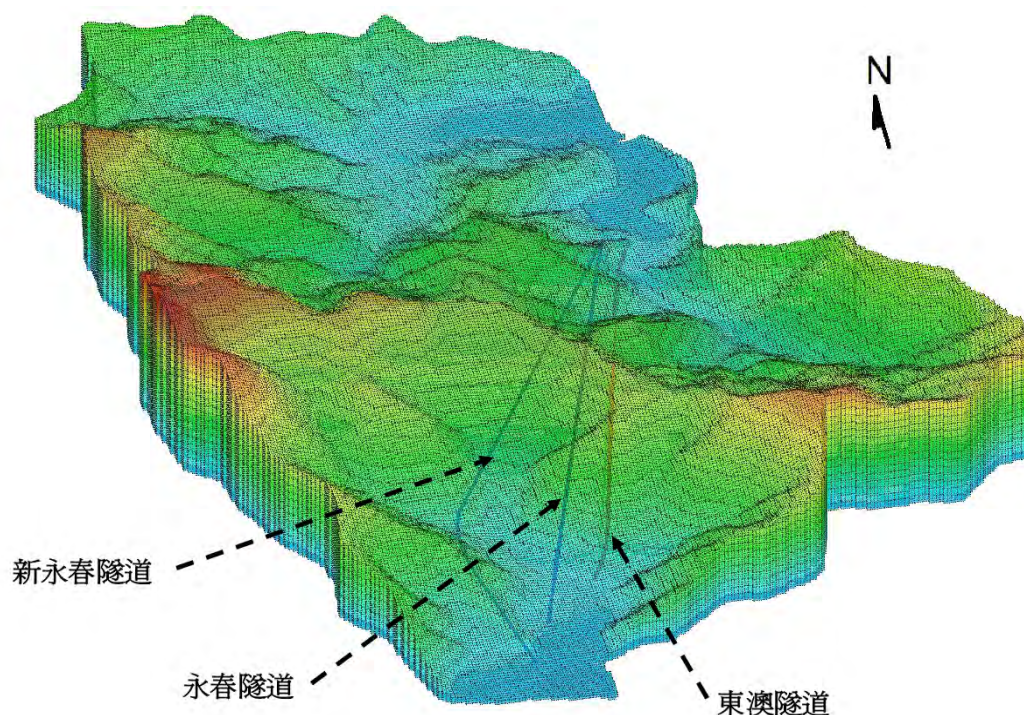


圖 4.2-3 東澳隧道研究區數值網格與地形高程分布

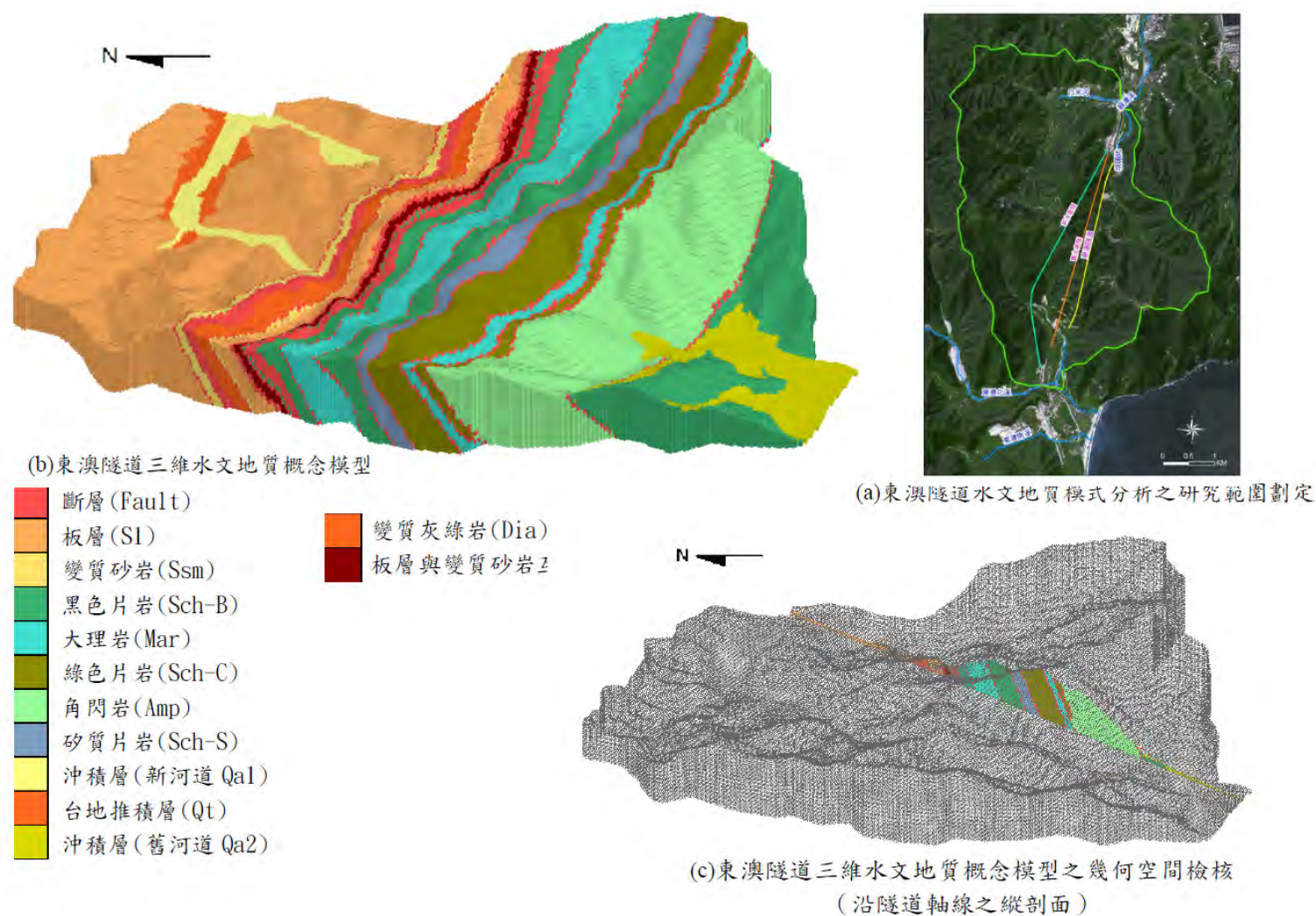


圖 4.2-4 東澳隧道鄰近區域三維水文地質模式

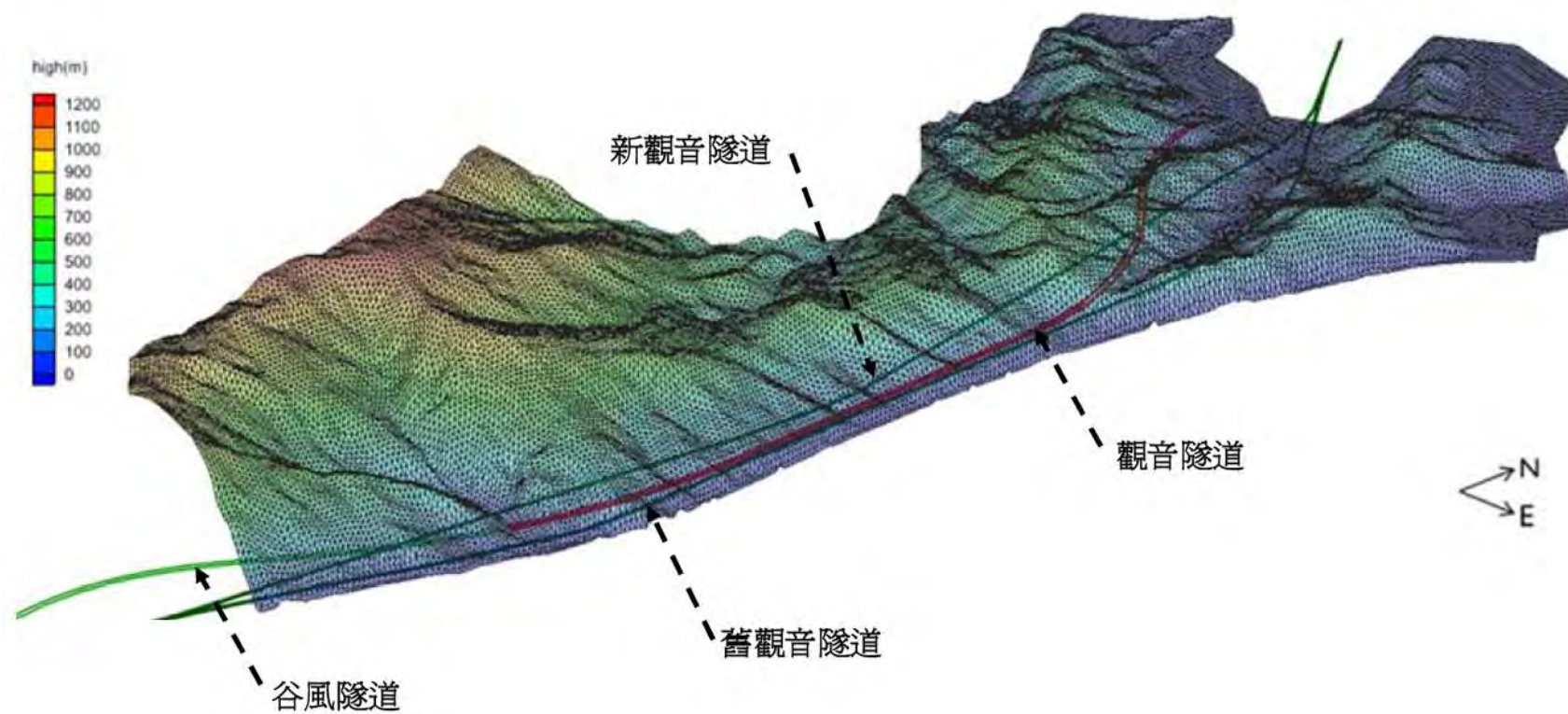


圖 4.2-5 觀音隧道研究區數值網格與地形高程分布

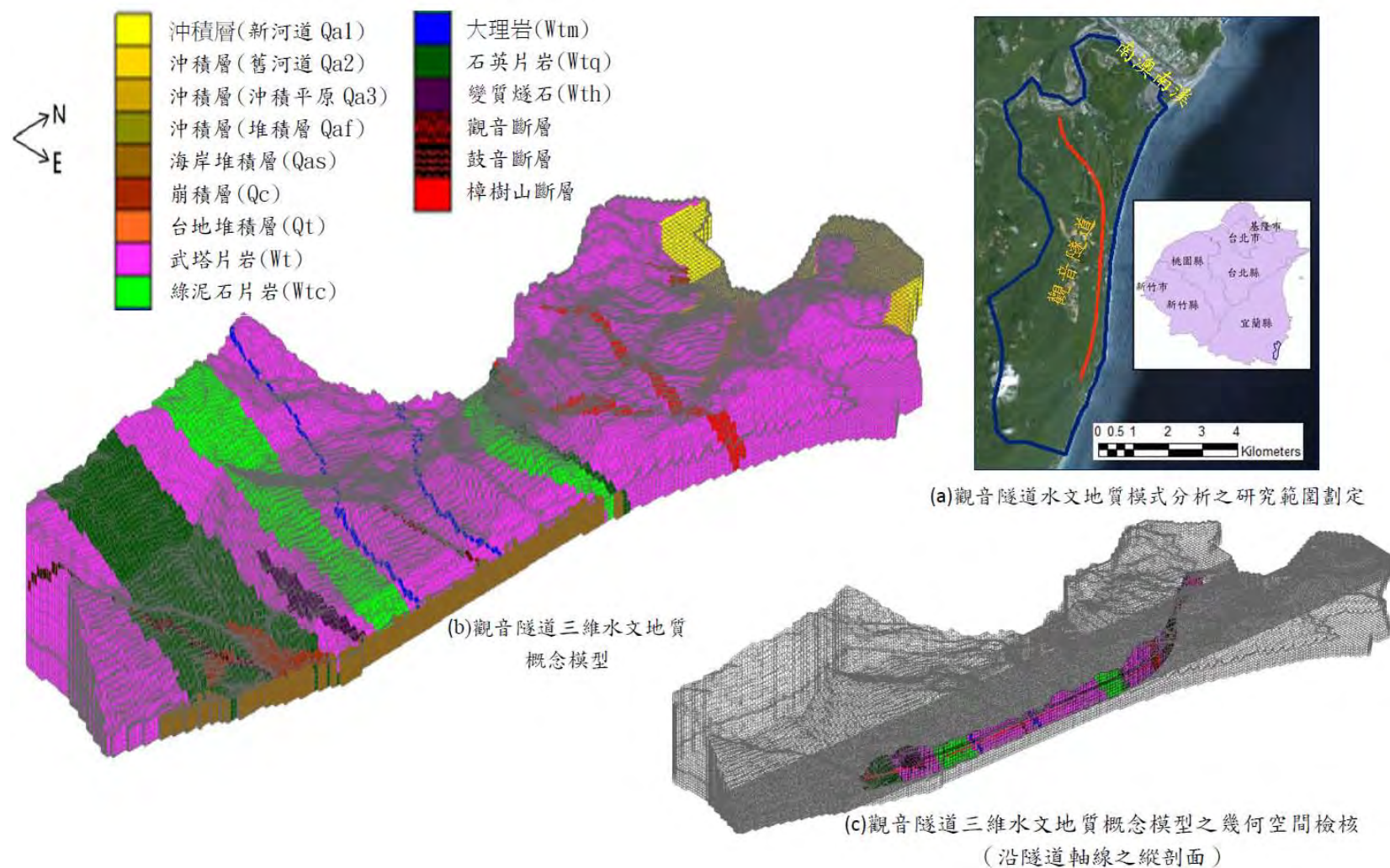


圖 4.2-6 觀音隧道鄰近區域三維水文地質模式

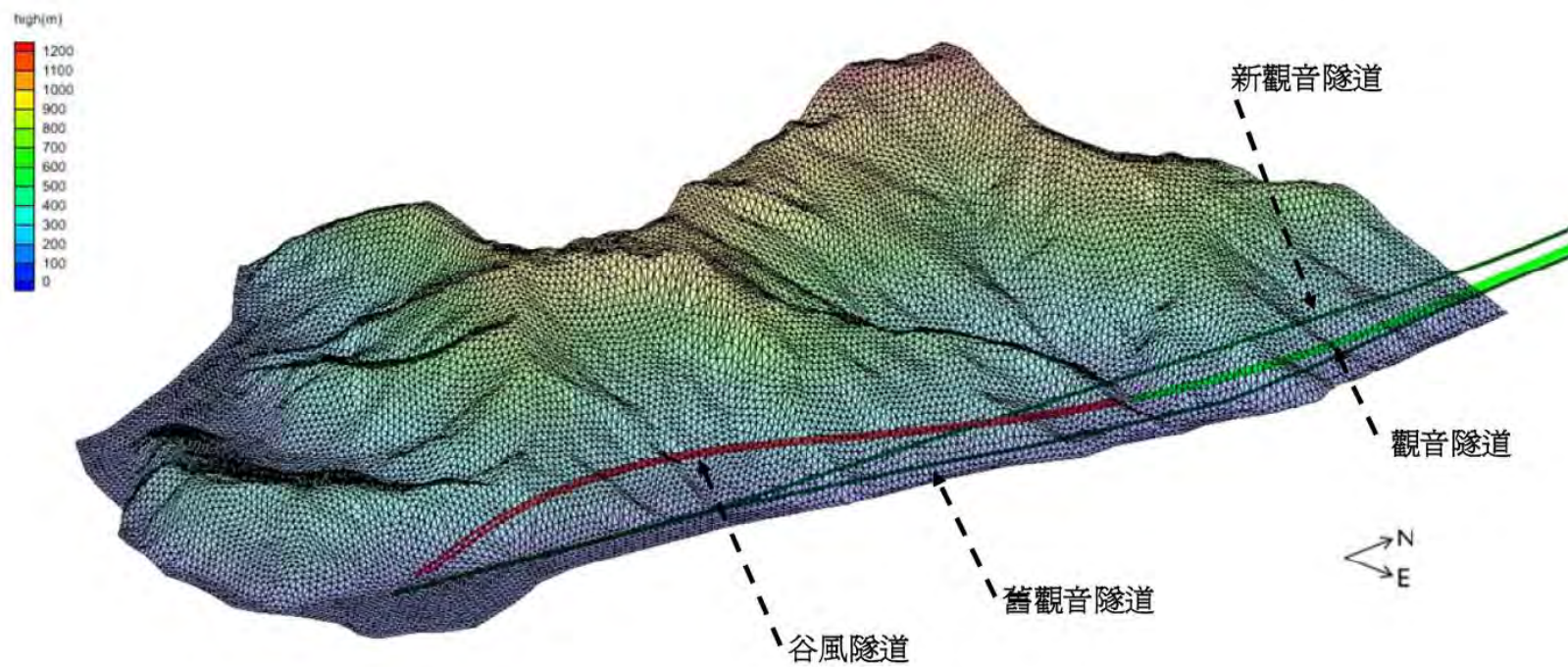


圖 4.2-7 谷風隧道研究區數值網格與地形高程分布

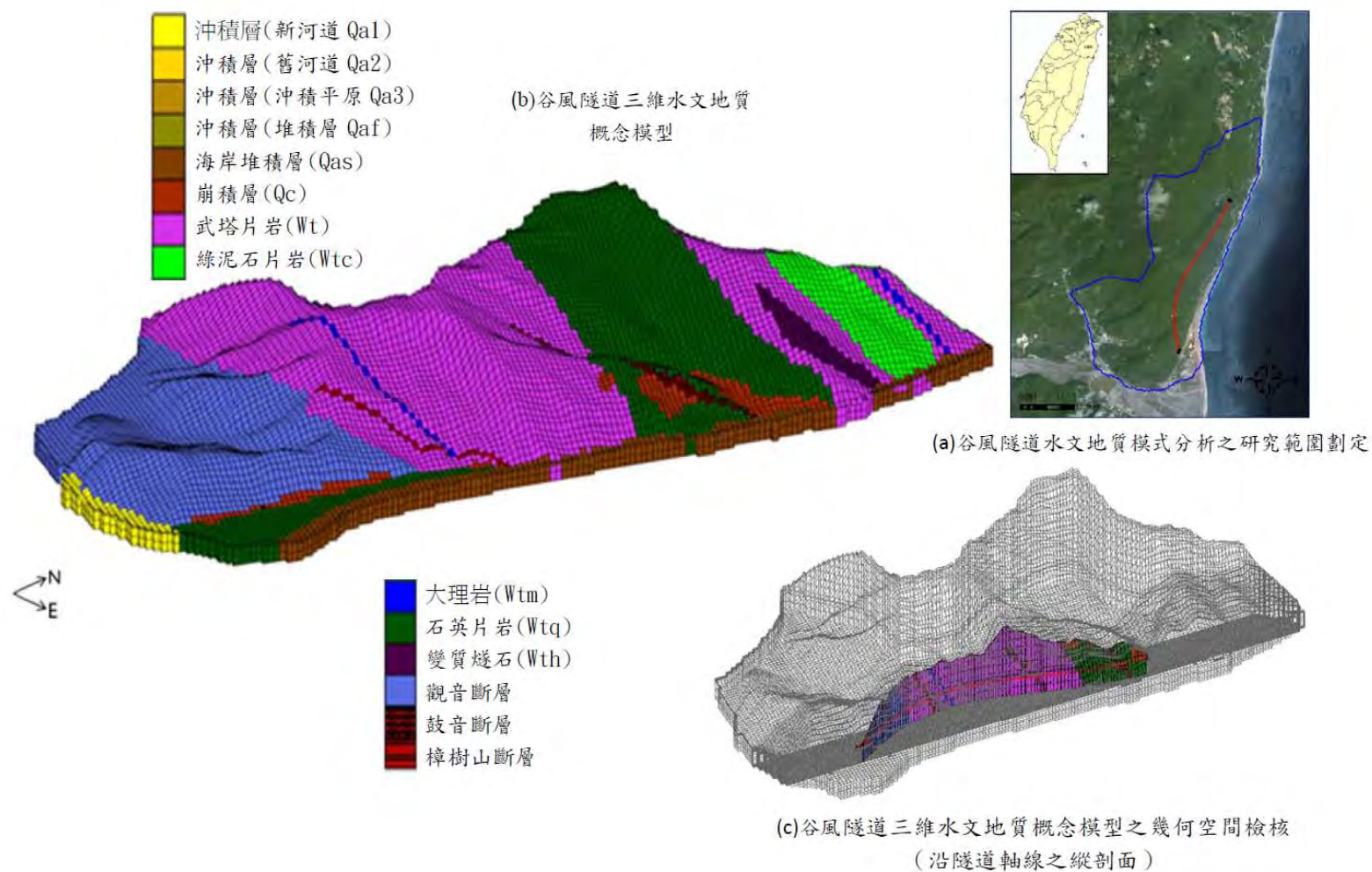


圖 4.2-8 谷風隧道鄰近區域三維水文地質模式

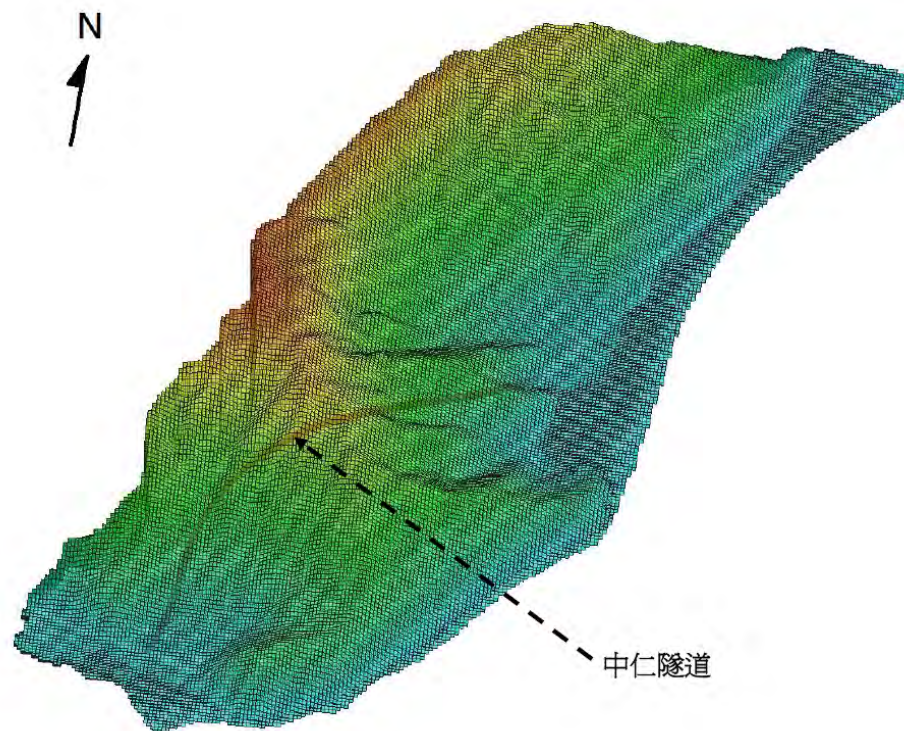


圖 4.2-9 中仁隧道研究區數值網格與地形高程分布

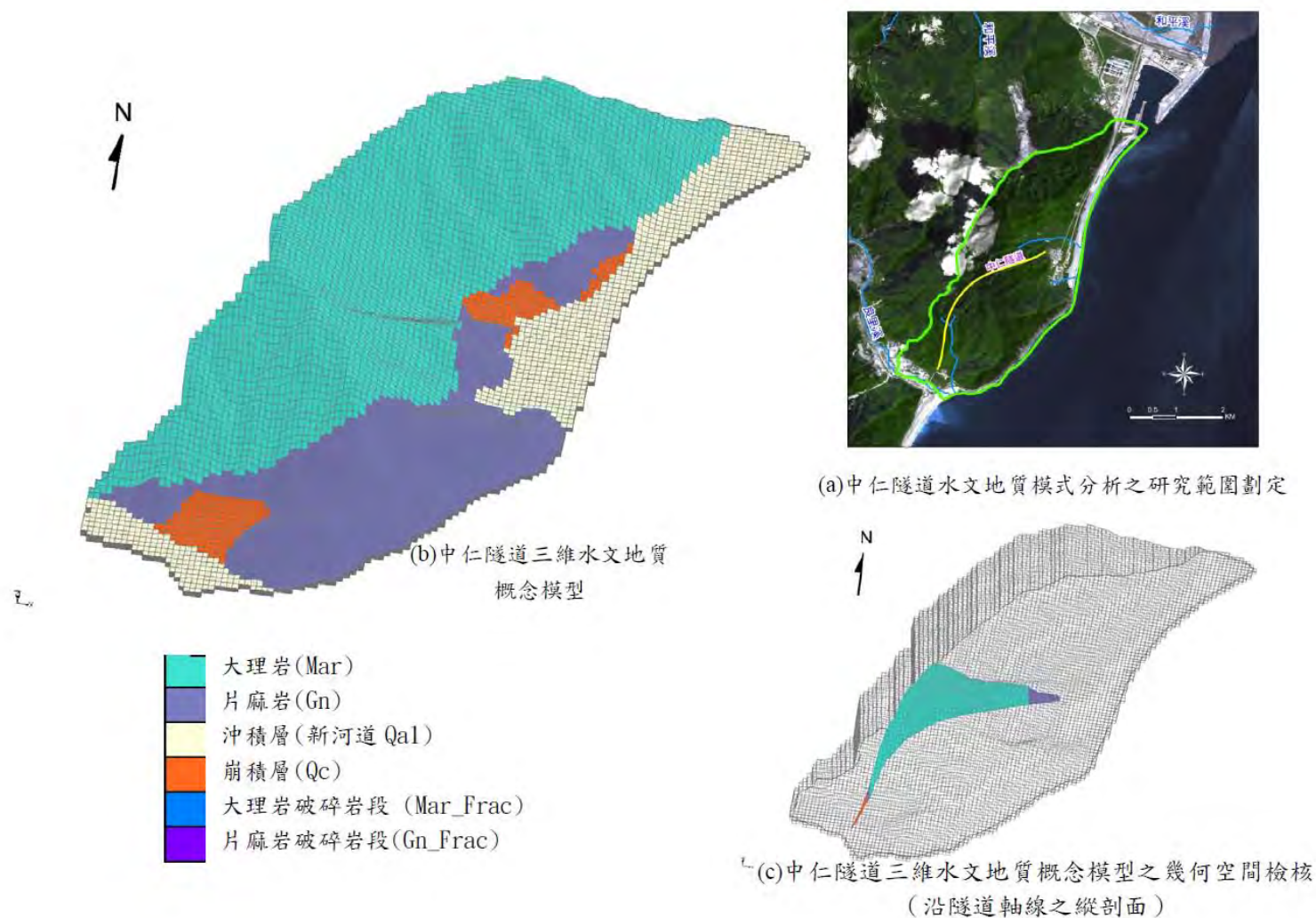


圖 4.2-10 中仁隧道鄰近區域三維水文地質模式

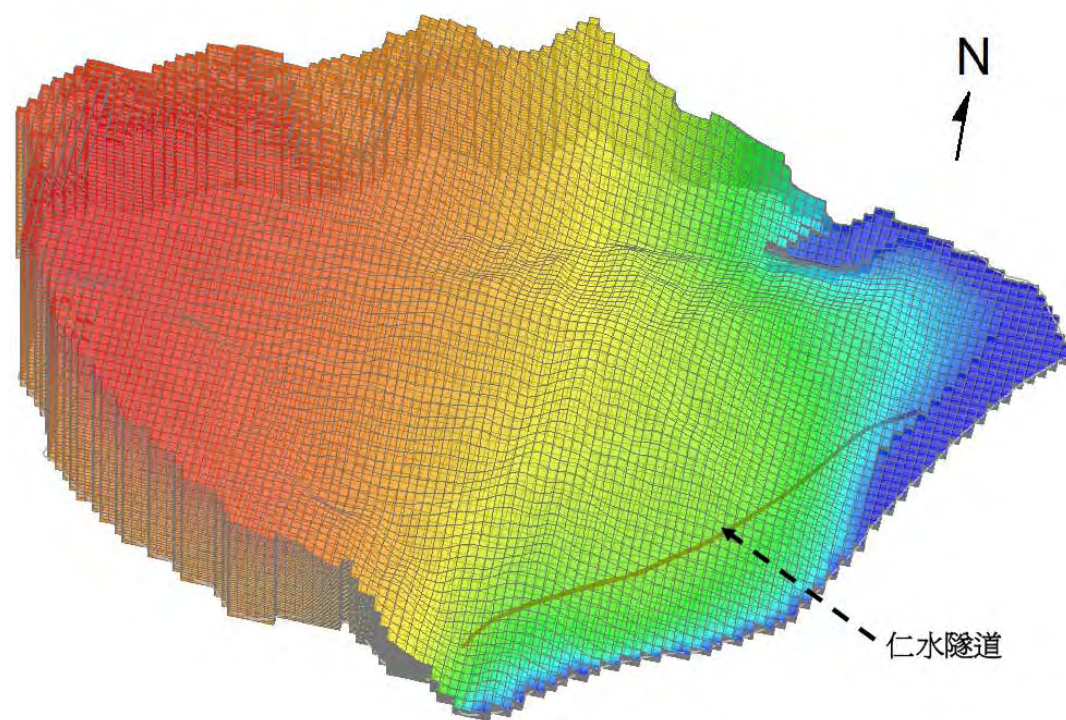


圖 4.2-11 仁水隧道研究區數值網格與地形高程分布

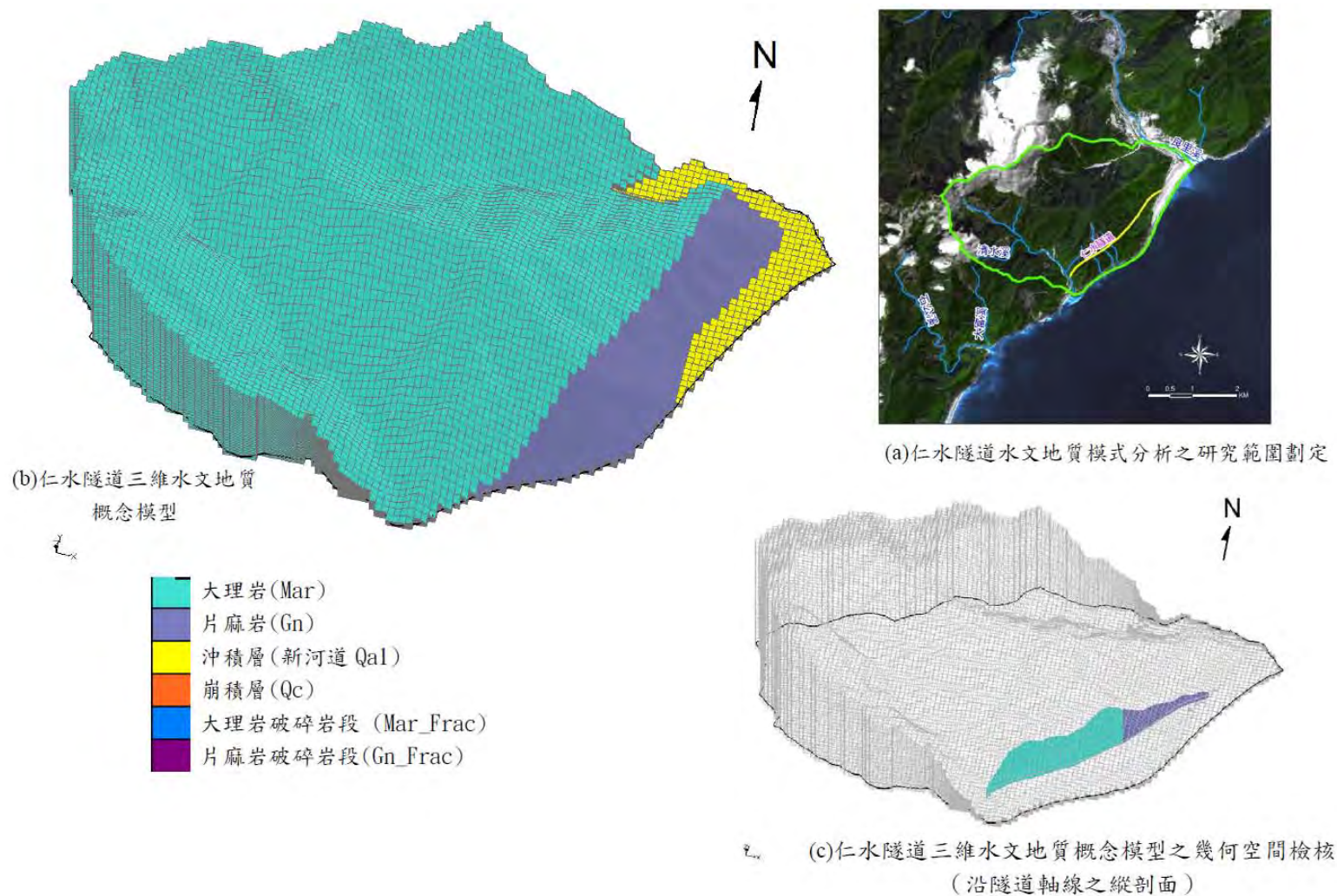


圖 4.2-12 仁水隧道鄰近區域三維水文地質模式

(5) 水文地質單元參數設定

三維水文地質模式所需之相關分析參數包含滲透係數或水力傳導係數(Hydraulic conductivity, K)、儲水係數(Storage coefficient, S)、流通係數(Transmissivity, T)及孔隙率(porosity)等。模式分析係假設裂隙岩體之代表性體積 REV 存在之條件下，採用等效孔隙介質模式建立概念模型，並將前述地下水流動與貯水特性一併納入考量。整合現階段之相關調查、試驗、監測資料及環評階段之部分參數作為輔助，相關參數蒐集整理如表 4.2-1 及表 4.2-2 所示，並透過各水文地質單元之滲透性在空間分布之變異予以考量，獲得本計畫區域完整之水文地質模型所需之參數如表 4.2-3 所示。

由於在設計階段及計畫執行初期之調查、試驗及觀測資料有限，難以精確獲得模式中所有水文地質單元所需之各項參數。而且本計畫區地質複雜，地層破碎程度不一，變質岩常具明顯異向性，其均質性亦偏低，故水文地質參數離散性較高。因此後續計畫執行過程將持續透過施工期間之隧道出水量觀測、地下水位井水位變化、降雨量及河川流量監測等地下與地表水文地質長期觀測資料，進行參數之率定，以獲得能符合現地實際狀況之代表性參數。

表 4.2-1 各類岩石之水力傳導係數範圍 (Croff, 1985)

岩石種類	水力傳導係數 (m/s)
砂岩	$3.0 \times 10^{-12} \sim 6.0 \times 10^{-8}$
粉砂岩	$1.0 \times 10^{-13} \sim 1.4 \times 10^{-10}$
頁岩	$1.0 \times 10^{-15} \sim 2.0 \times 10^{-11}$
破碎火成岩及變質岩	$8.0 \times 10^{-11} \sim 3.0 \times 10^{-6}$
未破碎火成岩及變質岩	$3.0 \times 10^{-16} \sim 2.0 \times 10^{-12}$



表 4.2-2 各地質構造水文地質單元代表性參數參考值

位置	岩體分類	定義	水文特性
斷層帶 核心 ↓	斷層泥 (gouge)	斷層泥佔岩體體積的 70%以上、碎裂岩塊佔岩體體積的 30%以下，具有鱗片狀葉理。	不透水
	斷層角礫岩 (fault breccia)	斷層泥佔岩體體積的 70%以下、碎裂岩塊佔岩體體積的 30%以上，發育葉理及角礫狀岩塊的岩體。	微透水
	微斷層 (micro-fault)	發育無方向性、網狀微斷層之岩體。	透水
	破裂 (fractured rock)	發育破裂面但層理保持完整之岩體。	易透水
斷層帶 外圍	圍岩 (wall-rock)	無破裂面或僅發育少許破裂面且層理完整之岩體 (岩磐)。	不透水

備註：修改自 Sibson (1977)及 Jamison (1979)。

表 4.2-3 本計畫初步採用之水文地質參數值

水文地質 單元名稱	地層代號	透水性	透水係數 K (m/sec)	比貯水係數 Ss (1/m)
板層	S1	M	3.0×10^{-7}	10^{-5}
變質砂岩	Ssm	M	1.0×10^{-7}	10^{-5}
變質灰綠岩	Dia	M	1.0×10^{-7}	10^{-5}
板層與變質砂岩 互層	S1/Ssm	M	8.0×10^{-7}	10^{-5}
黑色片岩	Sch-B	M	7.98×10^{-7}	10^{-5}
大理岩	Mar	M	$1.8 \times 10^{-5} \sim 7 \times 10^{-7}$	10^{-5}
漢本大理岩	Hp	M	$2.5 \times 10^{-6} \sim 2.5 \times 10^{-7}$	10^{-6}
矽質片岩	Sch-S	M	5.29×10^{-7}	10^{-5}
綠色片岩	Sch-C	M	2.34×10^{-7}	10^{-5}
角閃岩	Amp	M	2.24×10^{-7}	10^{-5}
片麻岩	Gn	L	$1.0 \times 10^{-10} \sim 1.0 \times 10^{-8}$	10^{-6}
變質燧石	Wth	M	$1.0 \times 10^{-6} \sim 1.0 \times 10^{-7}$	10^{-5}
綠泥石片岩	Wtc	M	$2.32 \times 10^{-6} \sim 2.32 \times 10^{-7}$	10^{-5}
武塔片岩	Wt	M	$5.0 \times 10^{-6} \sim 5.0 \times 10^{-7}$	10^{-6}
石英片岩	Wtq	M	$1.82 \times 10^{-6} \sim 1.82 \times 10^{-7}$	10^{-5}
沖積層(新河道)	Qa1	MH	$5.0 \times 10^{-5} \sim 5.0 \times 10^{-6}$	10^{-4}

表 4.2-3(續) 本計畫初步採用之水文地質參數值

水文地質 單元名稱	地層代號	透水性	透水係數 K (m/sec)	比貯水係數 Ss (1/m)
沖積層(舊河道)	Qa2	MH	$5.0 \times 10^{-5} \sim 5.0 \times 10^{-6}$	10^{-4}
沖積層(沖積平原)	Qa3	MH	$5.0 \times 10^{-5} \sim 5.0 \times 10^{-6}$	10^{-4}
崩積層	Qc	H	$1.0 \times 10^{-5} \sim 1.0 \times 10^{-6}$	10^{-5}
台地堆積層	Qt	MH	$3.0 \times 10^{-5} \sim 3.0 \times 10^{-6}$	10^{-4}
海岸堆積層	Qas	MH	$3.0 \times 10^{-5} \sim 3.0 \times 10^{-6}$	10^{-4}
沖積扇堆積層	Qaf	MH	$3.0 \times 10^{-5} \sim 3.0 \times 10^{-6}$	10^{-4}
小帽山斷層	—	H	5.0×10^{-5}	10^{-3}
猴椅山斷層	—	H	5.0×10^{-5}	10^{-3}
樟樹山斷層	—	H	$1.0 \times 10^{-5} \sim 1.0 \times 10^{-6}$	10^{-5}
觀音斷層	—	H	$1.0 \times 10^{-5} \sim 1.0 \times 10^{-6}$	10^{-5}
鼓音斷層	—	H	$1.0 \times 10^{-5} \sim 1.0 \times 10^{-6}$	10^{-5}
谷風斷層	—	H	$1.0 \times 10^{-5} \sim 1.0 \times 10^{-6}$	10^{-5}
層間破碎帶	—	H	5.0×10^{-5}	10^{-3}
片麻岩破碎岩段	Gn_Frac	MH~ H	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-6}$	10^{-5}
大理岩破碎岩段	Mar_Frac	MH~ H	$2.0 \times 10^{-8} \sim 2.0 \times 10^{-6}$	10^{-5}

4.3 三維水文地質模式初步分析成果

4.3.1 隧道鄰近區域地下水流況分析

為妥適評估隧道開挖可能出水量及其對鄰近區域地下水環境之影響，本計畫採用 GMS 三維地下水分析軟體內建之 MODFLOW 模式進行地下水控制方程式求解。MODFLOW 模式為美國地質調查所 (USGS) 所發展之三維地下水流動分析模組，該模式歷經超過 25 年持續之更新與驗證，其正確性及功能性已普遍獲產官學界認可，為可靠之地下水模式分析工具。

模式分析原理首先將研究範圍真實之水文地質環境概念化為一理想之三維水文地質模型，再透過數值分析方式評估隧道施工前之區域地下水初始流場，而後模擬隧道開挖後地下水流場隨著隧道開挖進

程之變化，並透過水平衡原理量化分析隧道開挖段之區段出水量及累積出水量，以預判隧道施工所可能遭遇之出水問題並提前防範因應。茲將其原理及隧道開挖前之初始流場分析成果整理如下：

(1) MODFLOW 模式分析原理

基於質量守恆定律與能量守恆定律，可推導出多孔介質體內之三維地下水滲流控制方程式為：

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(K_{xx} \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_{yy} \frac{\partial h}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_{zz} \frac{\partial h}{\partial z} \right) + W = S_s \frac{\partial h}{\partial t} \quad (1)$$

式中， K_{xx} 、 K_{yy} 、 K_{zz} 分別為多孔介質體於 x 、 y 、 z 方向之透水係數； S_s 為比貯水率； h 為水頭； W 為淨源匯量， $W > 0$: 流入量、 $W < 0$: 流出量； t 為時間。

MODFLOW 模組係採用有限差分法求解地下水流動控制方程式。其原理係透過差分網格節點將原連續之函數離散化，以求取網格節點上之函數近似值。

(2) 模式率定

以東澳隧道模型率定經驗為例，鄰近之舊永春及新永春鐵路隧道於施工期間均曾發生湧水問題，特別是在斷層、破碎帶及大理岩溶洞等區段。由於新、舊永春鐵路隧道位在模式研究區範圍內，故對於東澳隧道鄰近區域之三維水文地質模式而言，可視為已存在之排水廊道，且持續有洞口量水資料可供參考，故可將此 2 座鐵路隧道納入作為東澳隧道開挖前之模型率定依據。進行模式率定時，先將舊永春隧道及新永春隧道設定為具有源進及匯出之封閉式排水設施(DRN 模組)，並考量隧道沿線高程變化，將前述洞口水量量測值按集水長度及坡度等條件輸入模式。另採蘇澳地區之平均降雨量及基流分析結果作為地表補注(recharge)依據。

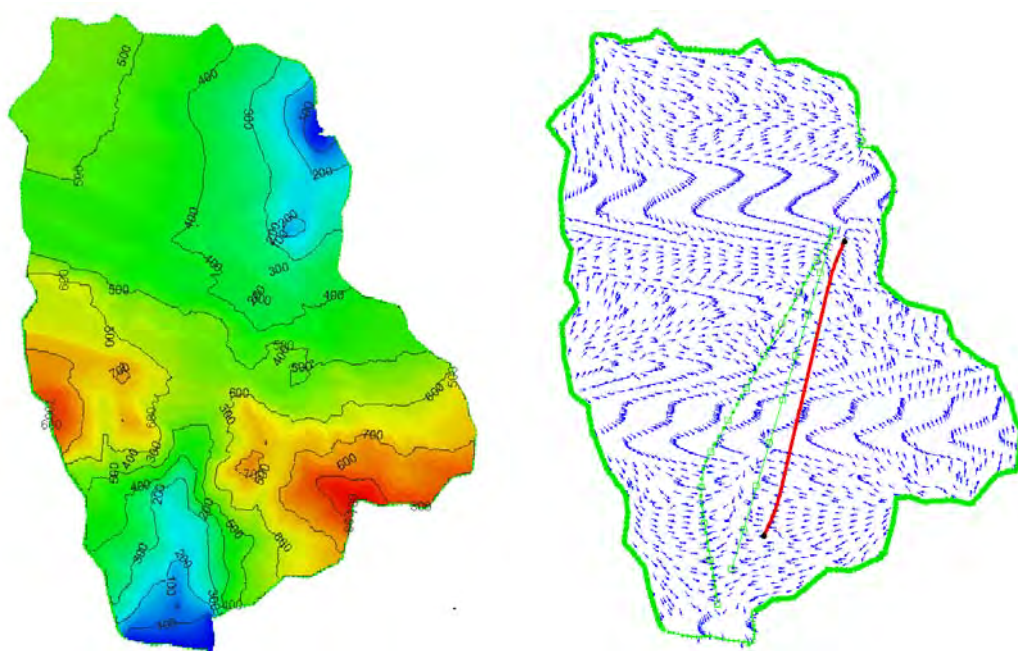
補充建立之觀音隧道及谷風隧道模型亦依上述概念進行模式率定，將模型內視為已存在排水廊道之舊觀音鐵路隧道與新觀音隧道設

定為具有源進及匯出之封閉式排水設施(DRN 模組)。模型率定皆屬逆推問題(inverse problem)範疇，係透過現地水位、水壓或流量等資料校驗(calibration)，反推最適當水文地質概念模型之水理參數或地下水文荷載(如地表入滲量、層界滲漏量或人工抽水量等)，以確保概念模型之正確性與適用性。模型率定成果顯示，本階段所補充建立之觀音隧道及谷風隧道三維水文地質概念模型具有相當程度之代表性與準確度。

(3) 施工前地下水流況初步分析成果

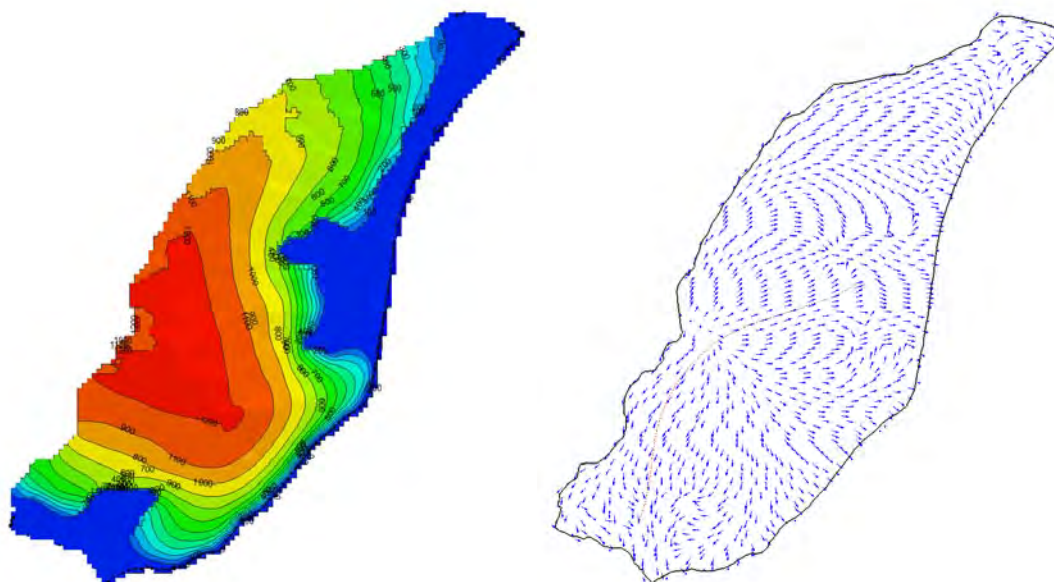
隧道施工前之初始地下水流動分析係透過前述所建立之三維水文地質概念模式進行，分析所採用之水文地質特性及邊界條件同前節所述。以既有之東澳隧道、中仁隧道及仁水隧道模式綜合分析成果顯示，計畫區域初始地下水分布為隨地形分布之重力流趨勢，以山脊稜線為地下水水系之分水嶺，並沿著透水性相對較佳的地質構造流動，此亦為山岳地區地下水流動之特有現象。既有模型分析所得之地下水總水頭分布情形及地下水流況如圖 4.3-1~圖 4.3-3 所示。

本階段所補充建立之觀音隧道施工前之初始地下水流動分析所得之地下水總水頭分布情形如圖 4.3-4 所示，圖中顯示水文地質模型範圍內之地下水水位高程由西側向東側海岸遞減，而地下水流向則主要自西側分別向北及向東南流入東海岸。而谷風隧道施工前之初始地下水流動分析所得之地下水總水頭分布情形如圖 4.3-5 所示，圖中顯示水文地質模型範圍內之地下水水位高程由西側向東側海岸遞減，而地下水流向則主要自西側分別向北及向東南流入東海岸。



(a) 總水頭分布情形 (單位:公尺) (b) 地下水流況 (隧道高程之橫斷面)

圖 4.3-1 東澳隧道開挖前之地下水總水頭與流向分布變化



(a) 總水頭分布情形 (單位:公尺) (b) 地下水流況 (隧道高程之橫斷面)

圖 4.3-2 中仁隧道開挖前之地下水總水頭與流向分布變化

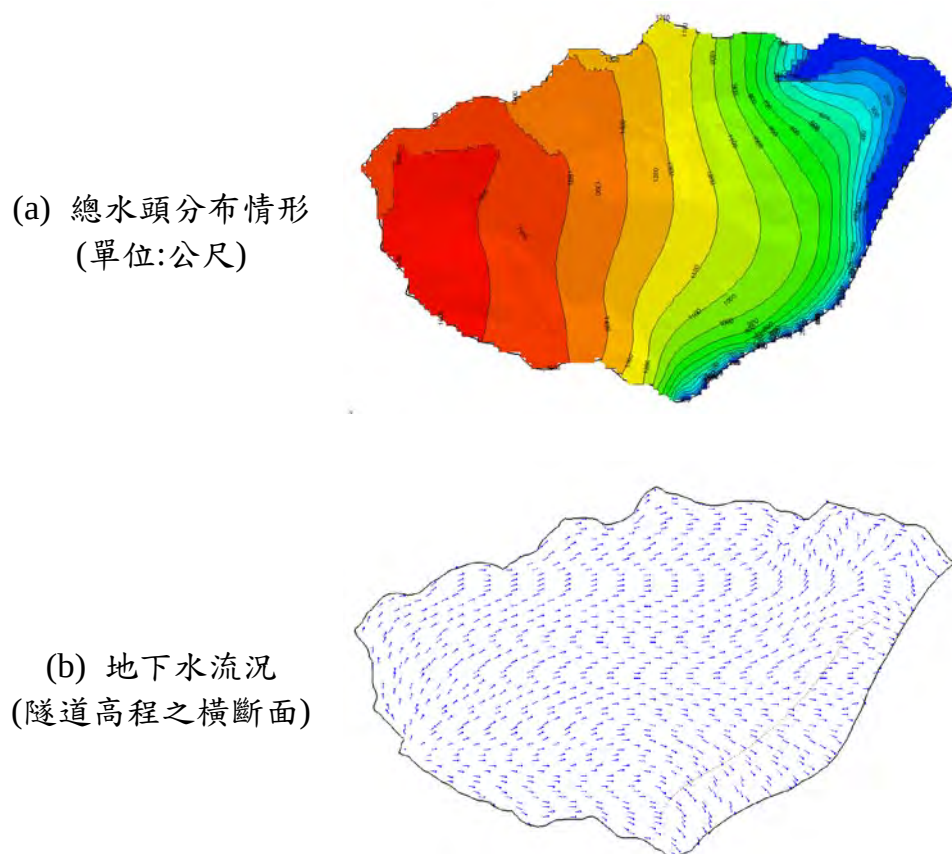
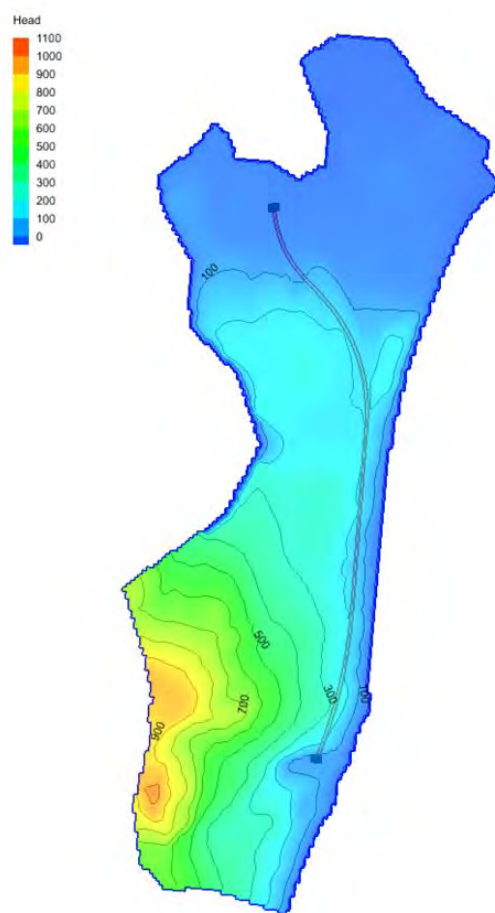
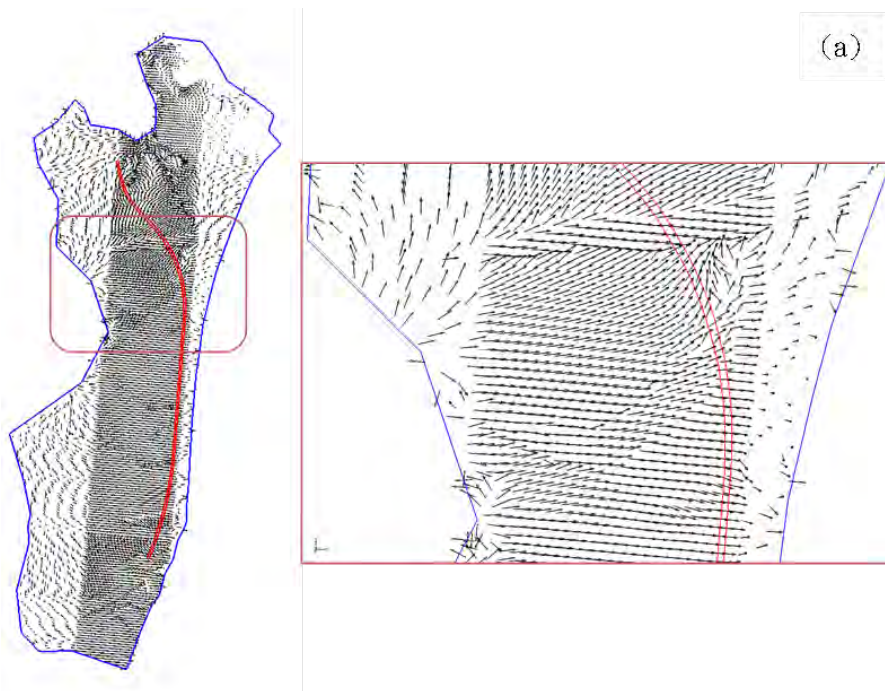


圖 4.3-3 仁水隧道開挖前之地下水總水頭與流向分布變化

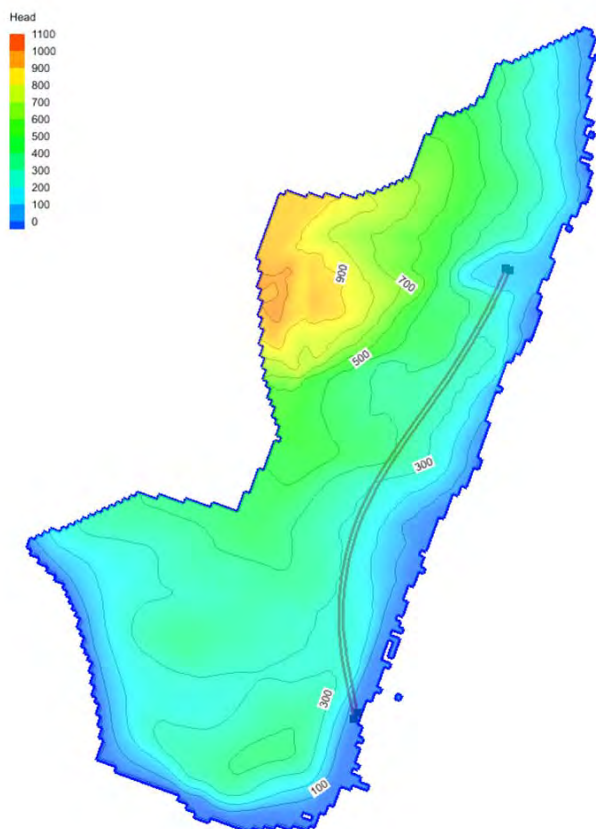


(a) 總水頭分布情形 (單位:公尺)

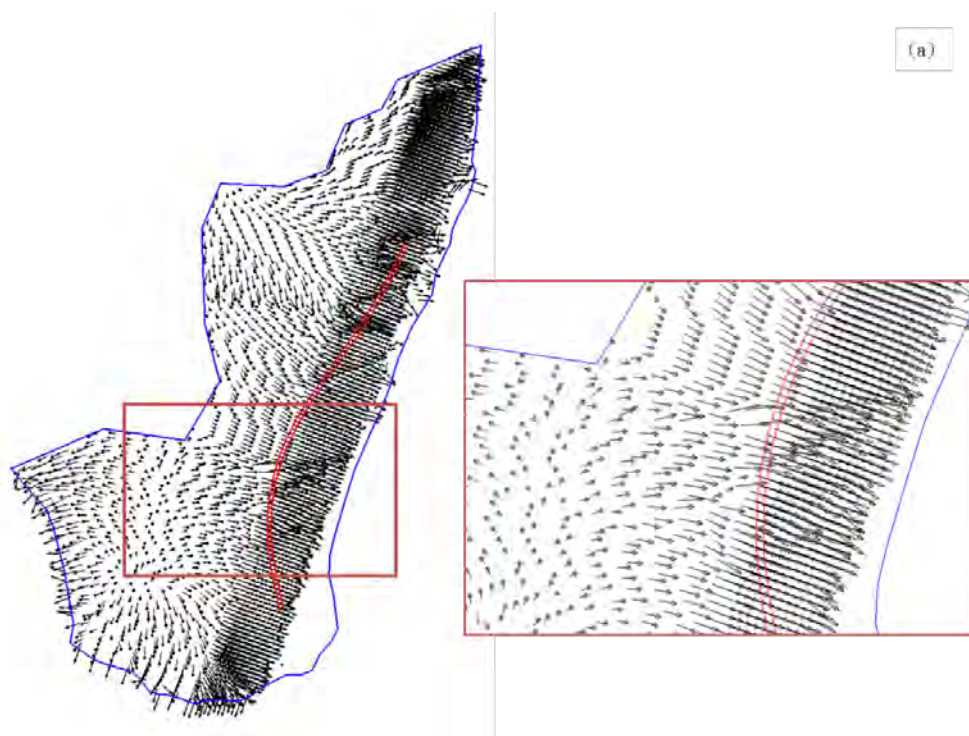


(b) 地下水流況 (隧道高程之橫斷面)

圖 4.3-4 觀音隧道開挖前之地下水總水頭與流向分布變化



(a) 總水頭分布情形 (單位:公尺)



(b) 地下水流況 (隧道高程之橫斷面)

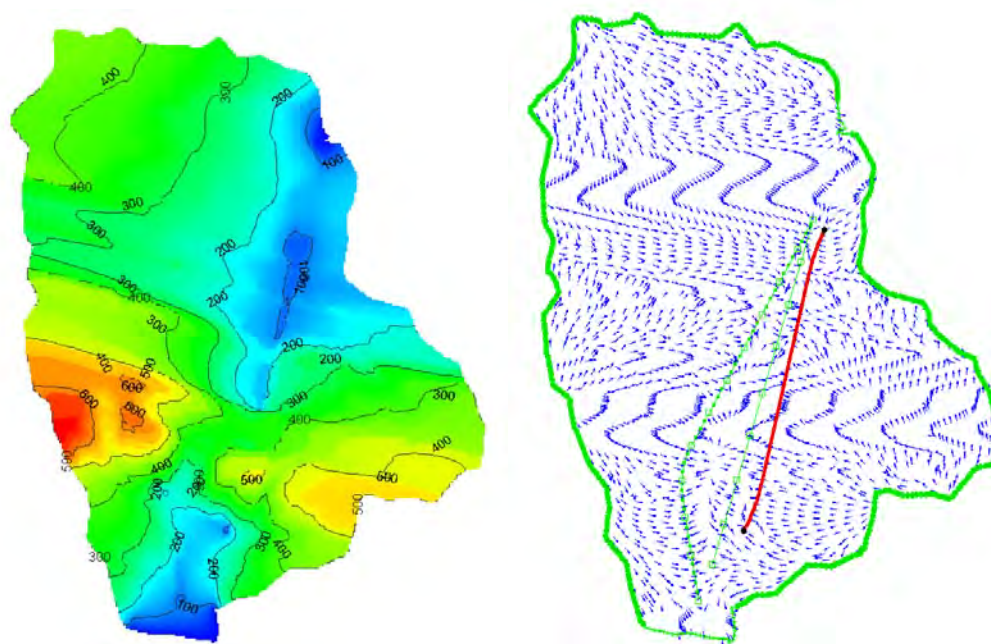
圖 4.3-5 谷風隧道開挖前之地下水總水頭與流向分布變化

4.3.2 隧道開挖出水與鄰近區域地下水文環境影響評估

本計畫進一步模擬分析隧道開挖後之地下水總水頭與流向分布變化，以初步評估隧道出水對鄰近區域地下水文環境影響，分析結果如下：

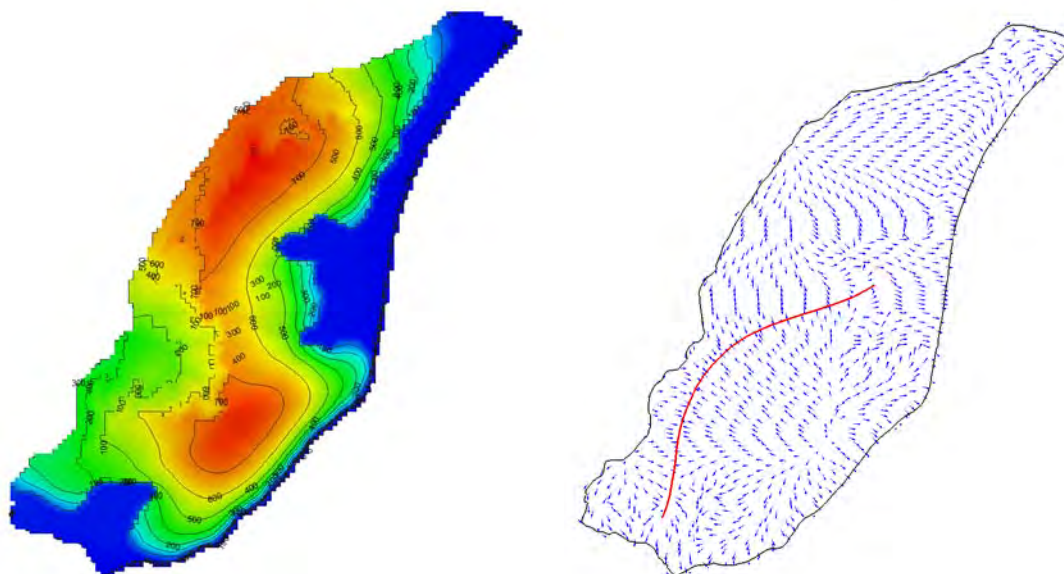
(1) 地下水流場變化

圖 4.3-6~圖 4.3-8 為模擬東澳、中仁及仁水隧道開挖後之研究範圍內地下水總水頭及地下水流況之分布變化情形(暫不考慮襯砌止水之極端保守狀況)。由圖中可知研究範圍地下水流場變化主要發生在隧道沿線約 1-2 公里範圍內。另隧道開挖導致地下水流場發生改變，地下水流由開挖前隨地形分布之重力流動，轉變為受隧道開挖水頭洩降所產生之水力梯度影響，而由四周朝向隧道軸線方向流動。圖 4.3-9~圖 4.3-10 為模擬補充建立之觀音隧道及谷風隧道開挖後之研究範圍內地下水總水頭及地下水流況之分布變化情形。



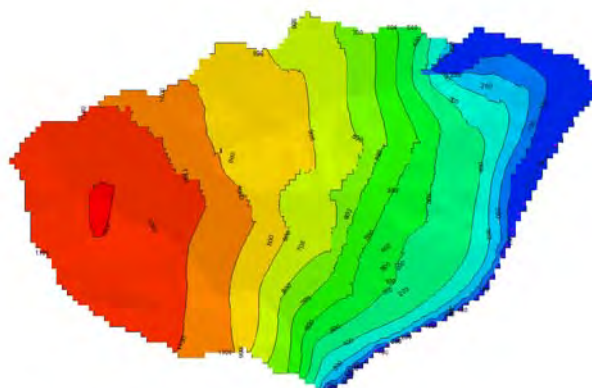
(a) 總水頭分布情形 (單位:公尺) (b) 地下水流況 (隧道高程之橫斷面)

圖 4.3-6 模擬東澳隧道開挖後之地下水總水頭與流向分布變化



(a) 總水頭分布情形 (單位:公尺) (b) 地下水流況 (隧道高程之橫斷面)
 圖 4.3-7 模擬中仁隧道開挖後之地下水總水頭與流向分布變化

(a) 總水頭分布情形
 (單位:公尺)



(b) 地下水流況
 (隧道高程之橫斷面)

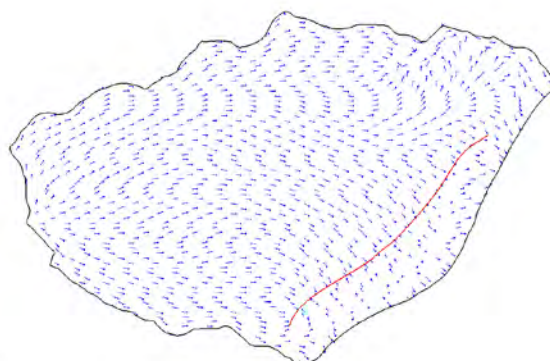
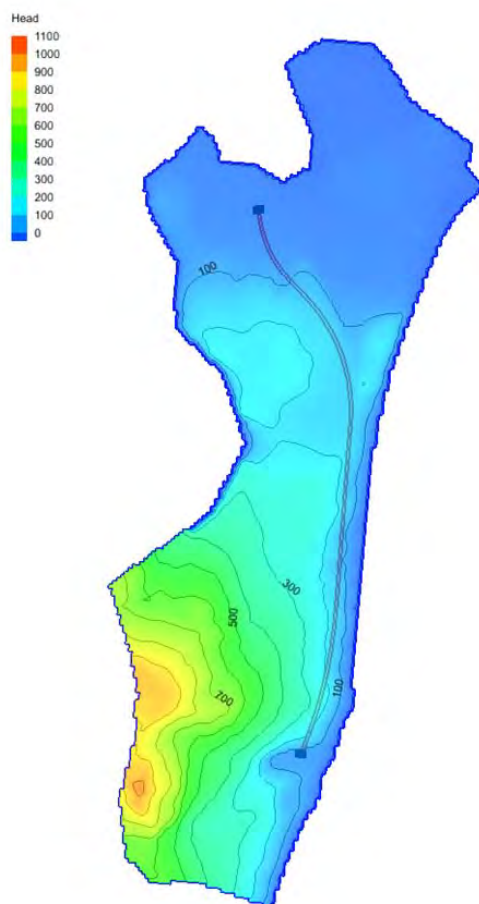
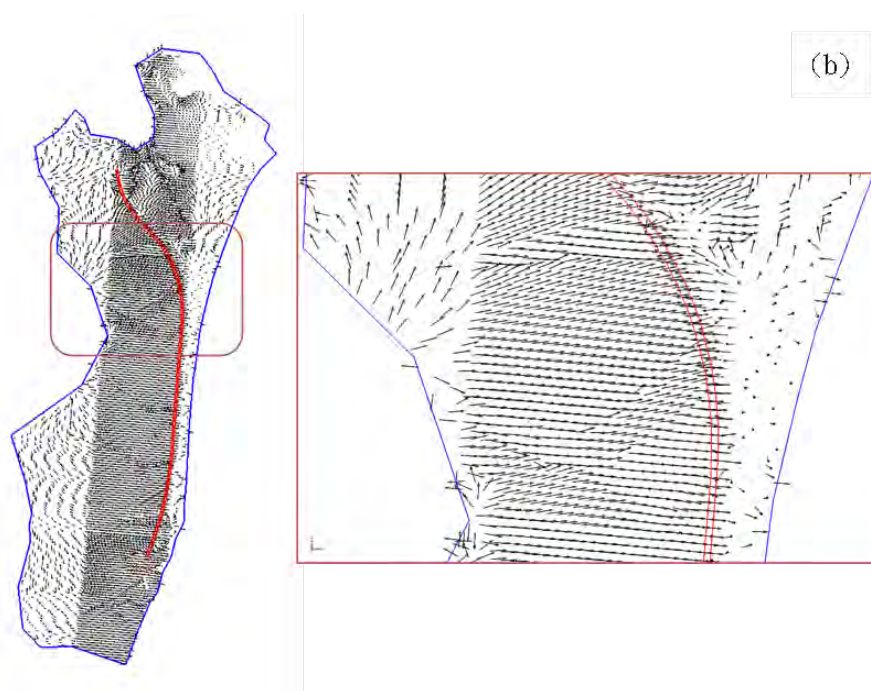


圖 4.3-8 模擬仁水隧道開挖後之地下水總水頭與流向分布變化

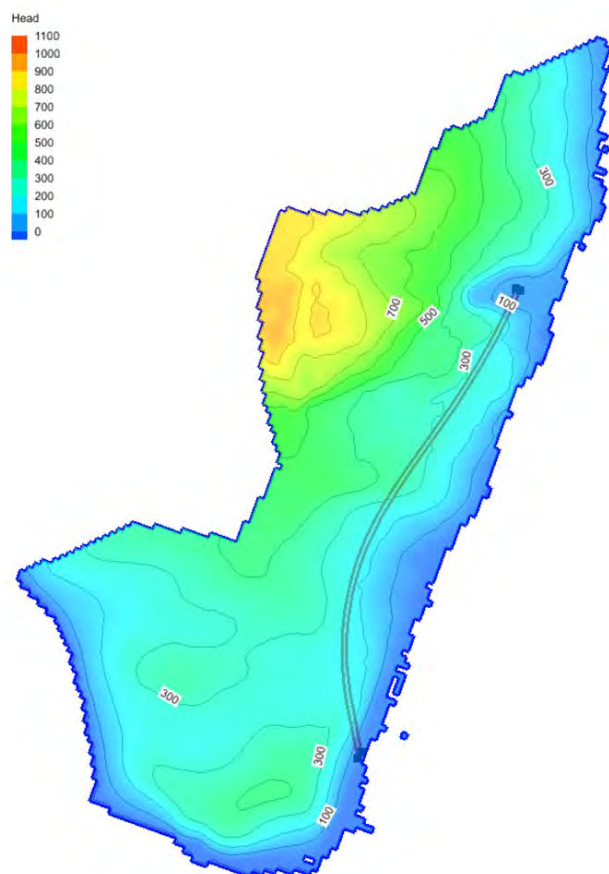


(a) 總水頭分布情形 (單位:公尺)

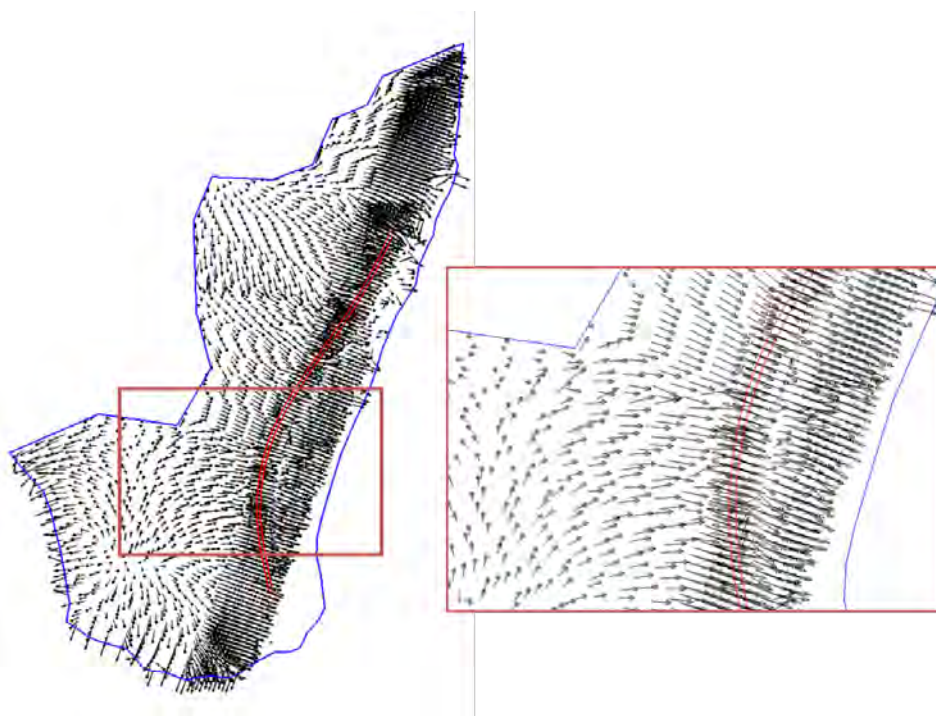


(b) 地下水流況 (隧道高程之橫斷面)

圖 4.3-9 模擬觀音隧道開挖後之地下水總水頭與流向分布變化



(a) 總水頭分布情形 (單位:公尺)



(b) 地下水流況 (隧道高程之橫斷面)

圖 4.3-10 模擬谷風隧道開挖後之地下水總水頭與流向分布變化

(2) 隧道開挖可能出水量估計

本計畫考量隧道開挖所產生之水力梯度、岩層透水性及隧道斷面積，透過水平衡概念及達西定律評估隧道開挖在未施作襯砌止水之裸岩條件下之區段出水量，並將各區段出水量累計為累積出水量。

圖 4.3-11 為東澳隧道南下段(單線)施工期間之出水量分析，主要顯示東澳隧道之區段出水量(圖中長條圖代表每 20m 之區段出水量)及累積出水量之分析成果。圖中之長條圖對應左側縱軸座標，代表每 20m 之區段出水量；至於累積曲線則對應右側縱軸座標，分別代表往北口及南口兩端排出之預估總出水量。結果顯示預期區段出水量集中在小帽山斷層帶、猴椅山斷層帶、層間局部破碎區段及東澳嶺斷層帶。因片岩、大理岩與變質砂岩等地層完整岩體之透水性甚小，但破碎區段之透水性則顯著增大數百倍，故初步研判完整岩段之出水量不高，出水量皆集中在斷層或破碎帶，開挖至該破碎區段需特別留意。其中最大區段出水量預計發生於猴椅山斷層帶，出水量接近 95 (L/min-m)。

圖 4.3-12 為中仁隧道(南下段)施工期間出水分析，主要顯示中仁隧道之區段出水量(圖中長條圖代表每 50m 之區段出水量)及累積出水量之分析成果。結果顯示預期區段出水量在北洞口和中斷層區段及南洞口崩積層。大理岩及片麻岩裂隙發達較破碎區段透水係數較高，初步研判出水量集中於該段，至於大理岩及片麻岩完整岩體之透水係數甚小，完整岩段出水量不高。

圖 4.3-13 為仁水隧道(南下段)施工期間出水分析，主要顯示仁水隧道之區段出水量(圖中長條圖代表每 50m 之區段出水量)及累積出水量(圖中累積曲線)之分析成果。結果顯示，出水量集中在大理岩及片麻岩裂隙發達或破碎區段，至於大理岩及片麻岩完整岩體部分因透水係數小，研判完整岩段之出水量不高。此外，豪雨期間亦需留意地表水與地下水之互動變化。

圖 4.3-14 為觀音隧道(北上段)施工期間出水分析，主要顯示觀音隧道之區段出水量(圖中長條圖代表每 50m 之區段出水量)之分析成果。結果顯示因武塔片岩、綠泥石片岩及石英片岩之透水係數不高，其湧水量也較少。而在大理石易造成溶洞區域、剪裂帶、樟樹山斷層及觀音斷層破碎帶有較大量的湧水出現。故初步研判完整岩段之出水量不高，出水量皆集中在斷層或破碎帶，最大區段出水量預計發生於樟樹山斷層帶，出水量接近 40 (L/min-m)。

圖 4.3-15 為谷風隧道(北上段) 施工期間出水分析，說明谷風隧道之區段出水量(圖中長條圖代表每 50m 之區段出水量)之分析成果。結果顯示因武塔片岩、大理岩、綠泥石片岩及石英片岩之透水係數不高，其湧水量也較少。而在大理岩易造成溶洞區域、剪裂帶、鼓音斷層及谷風斷層破碎帶有較大量的湧水出現。故初步研判完整岩段之出水量不高，出水量皆集中在斷層或破碎帶，最大區段出水量預計發生於鼓音斷層帶，出水量接近 30(L/min-m)。

(3) 小結

初步分析評估結果顯示，本計畫 5 座長隧道之出水量有限，出水主要集中於斷層帶及破碎帶，其中最大出水量可能發生在東澳隧道之猴椅山斷層帶，出水量接近 95 (L/min-m)。惟由於現階段所掌握之水文地質資料仍有限，而本計畫變質岩區之地質變化劇烈，不排除有未掌握或未發現之破碎帶或裂隙溶洞，因此建議施工時仍須謹慎並進行必要之調查。施工過程若調查發現局部水文地質狀況(局部破碎帶或裂隙溶洞)與設計階段有所差異時，將隨時反饋至模式並再行率定，以根據最新之水文地質條件重新檢討開挖面前方出水量，提供因應參考。

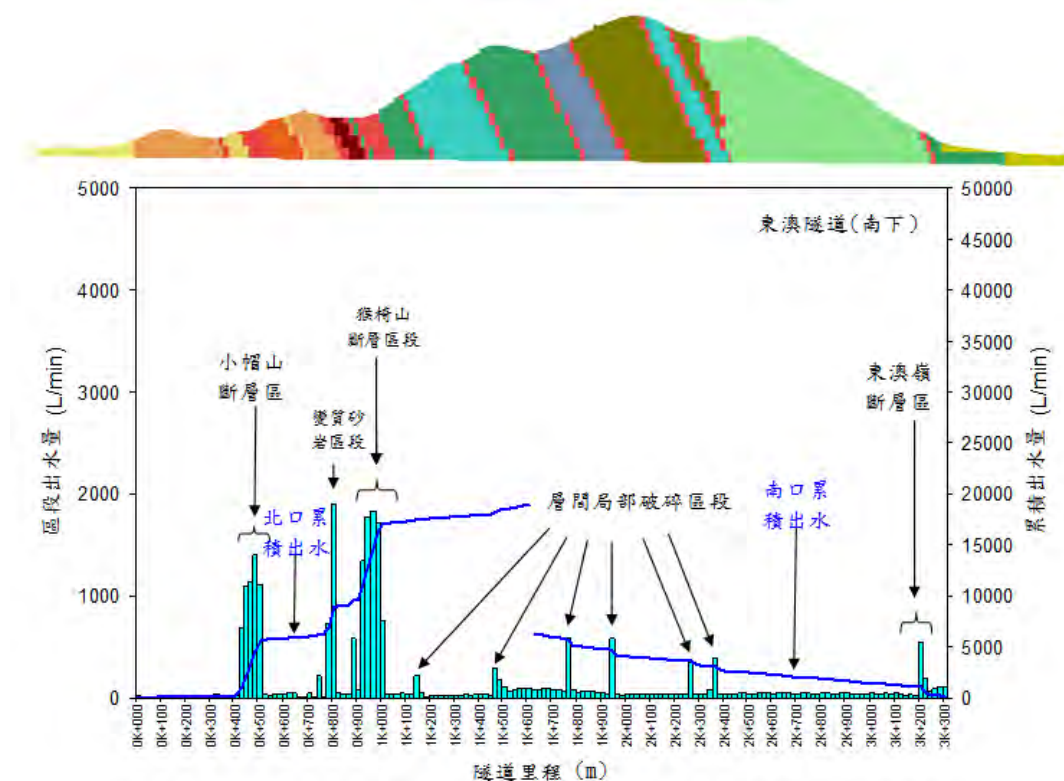


圖 4.3-11 東澳隧道沿線區段出水量及累積出水量初步評估結果

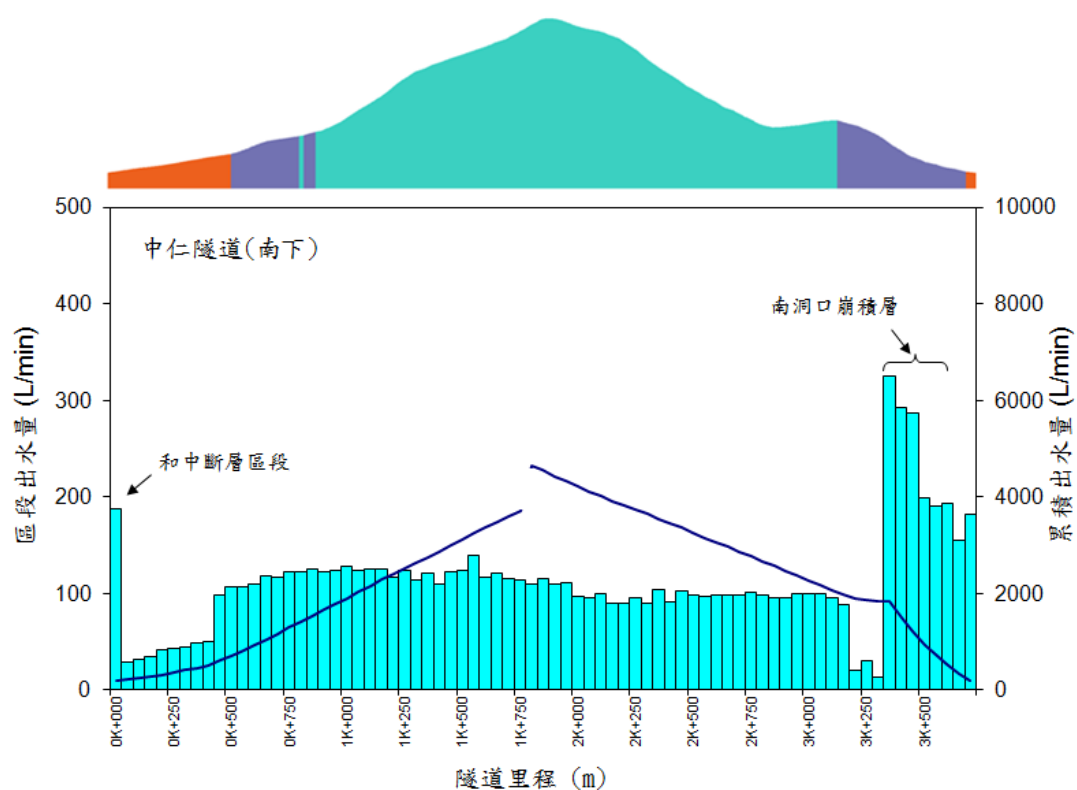


圖 4.3-12 中仁隧道沿線區段出水量及累積出水量初步評估結果

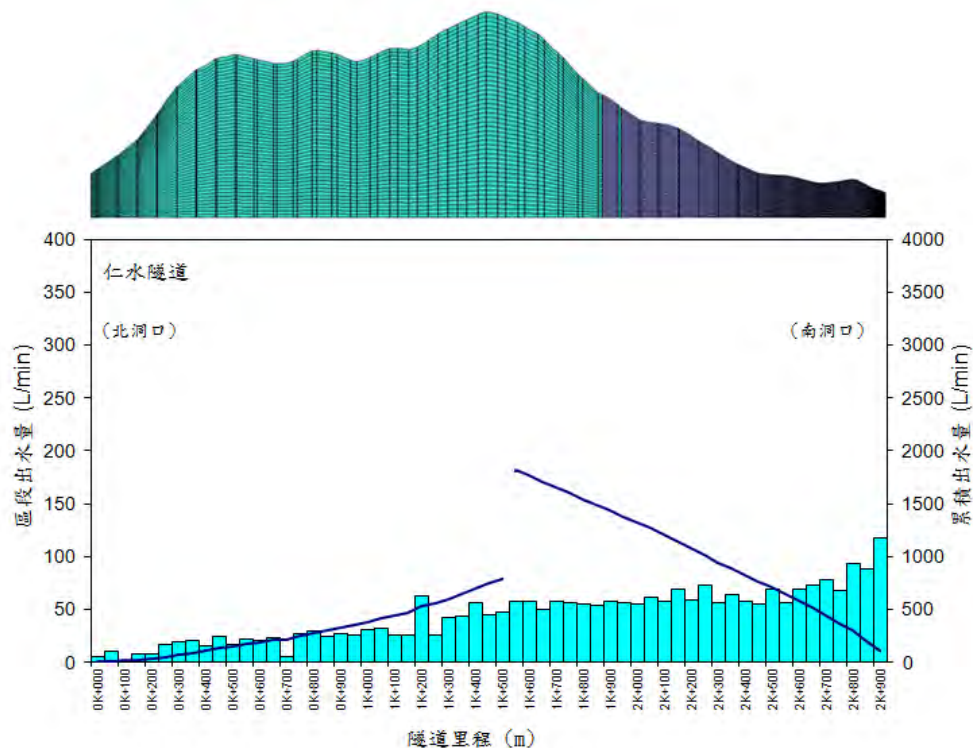


圖 4.3-13 仁水隧道沿線區段出水量及累積出水量初步評估結果

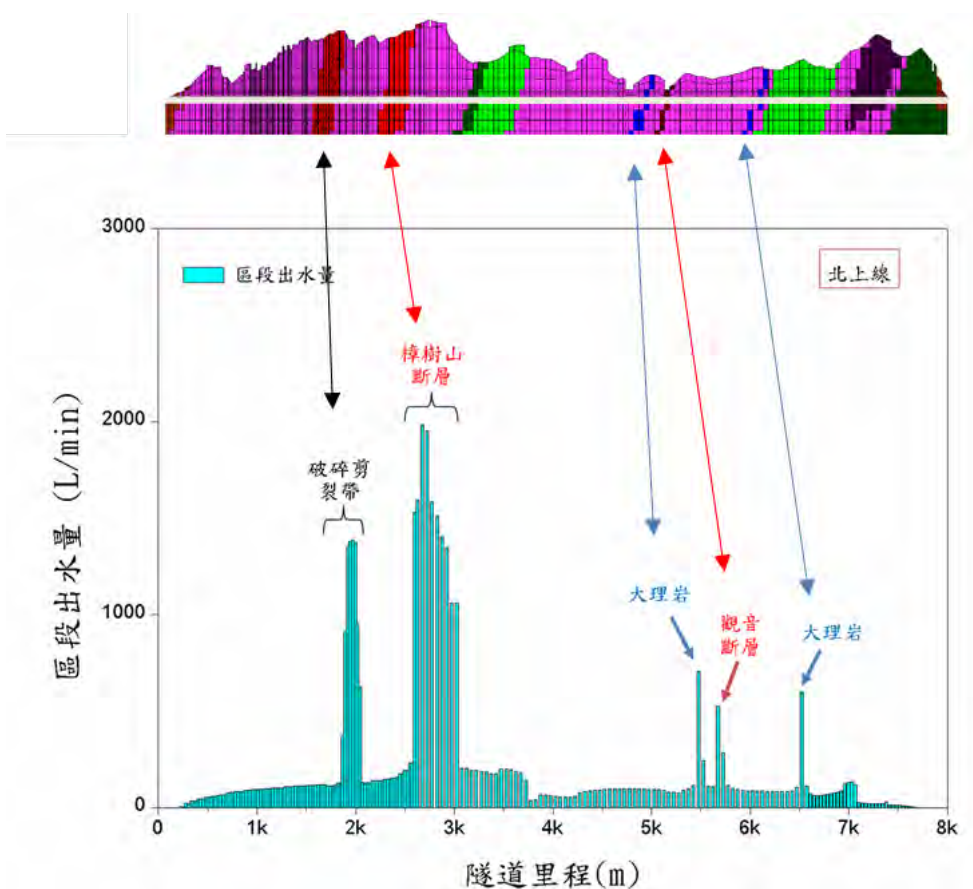


圖 4.3-14 觀音隧道沿線區段出水量及累積出水量初步評估結果

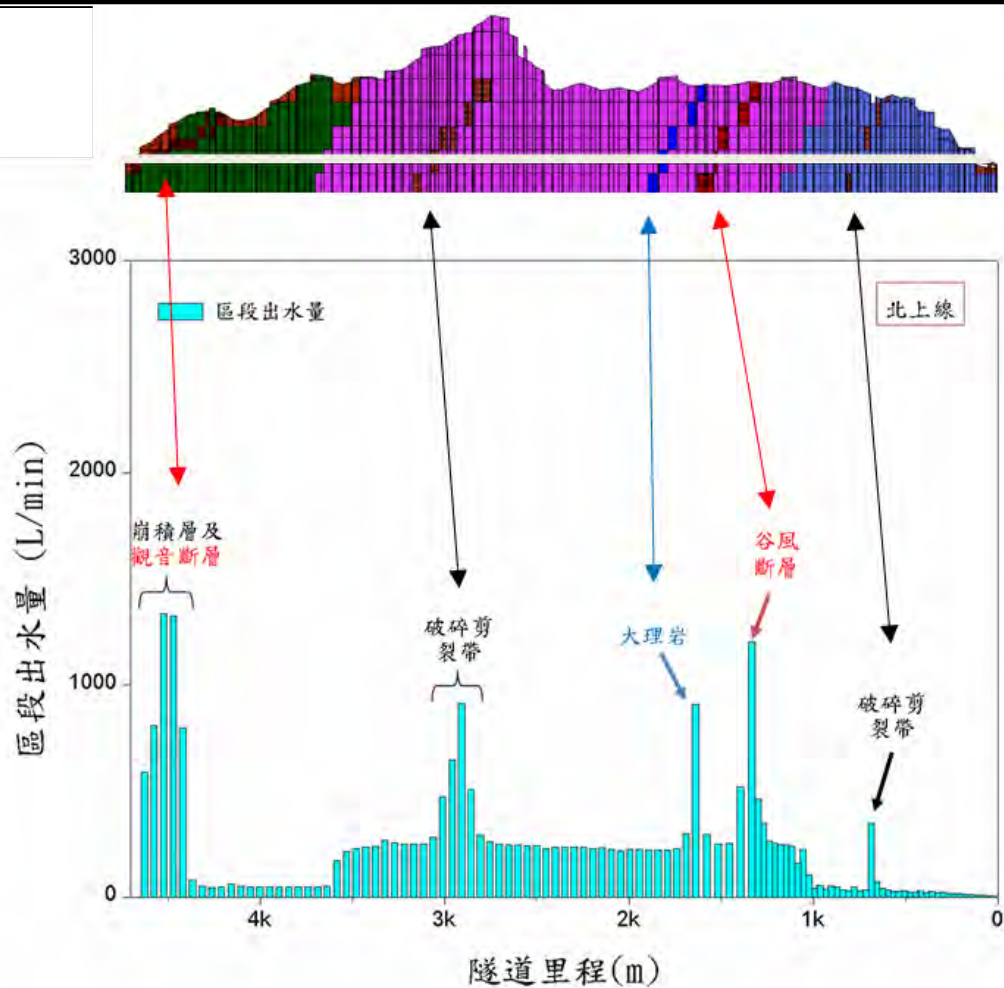


圖 4.3-15 谷風隧道沿線之區段出水量及累積出水量之初步評估結果

第五章 現階段工作成果及後續工作重點

經整理本計畫於現階段(民國 101 年 9 月至 101 年 12 月)辦理之各項工作成果，以及後續辦理之工作重點，列於表 5.1-1 所示。

表 5.1-1 現階段工作成果及後續工作重點

工 作 項 目	現階段工作成果	後續工作重點
1. 資料蒐集分析		
(1) 地質資料	1. 蒐集既有地質探查與文獻資料。 2. 蒐集整理 B 標隧道開挖面地質紀錄。	1. 持續蒐集相關文獻資料。 2. 配合隧道施工進度，持續蒐集本計畫隧道開挖面地質紀錄。
(2) 氣象資料	蒐集分析計畫區內氣象局、水利署及台電之既有雨量站於施工前至少 5 年之資料。	持續蒐集分析既有雨量站資料。
(3) 水文資料	1. 蒐集計畫區內既有鐵路隧道排水量資料。 2. 蒐集計畫區內水利署之既有河川流量站於施工前至少 5 年之資料。 3. 辦理計畫區內主要河川基流量分析，以作為地下水補注評估參考。	持續蒐集分析既有河川流量站資料。
(4) 既有地下水位井資料	蒐集規劃階段所鑽設之 302 孔地下水位井資料，並進行回歸分析，建立計畫區地下水位與地面高程關係式。	—
2. 施工階段水文地質調查		
(1) 隧道內出水量觀測	1. 蒐集 B 標隧道開挖面出水量觀測資料。 2. 蒐集 B 標隧道洞口總出水量觀測資料。	配合隧道施工進度，持續蒐集本計畫隧道出水量資料。
(2) 雨量觀測	自記式雨量計採購與儀器系統測試。	自記式雨量站安裝與資料記錄下載。

表 5.1-1(續) 現階段工作成果及後續工作重點

工 作 項 目	現階段工作成果	後續工作重點
2.施工階段水文地質調查		
(3)既有鐵路隧道排水量觀測	1.鐵路局同意本計畫辦理計畫區內營運中鐵路隧道排水量觀測 2.無營運鐵路隧道排水量人工觀測	持續辦理8座計畫區內鐵路隧道排水量人工觀測。
(4)河川流量觀測	雷達波水位計及流速計採購與儀器系統測試。	自記式河川流量站安裝與資料記讀下載。
(5)地下水位觀測	1.蒐集B標隧道洞口地下水位觀測資料。 2.自記式水位計採購與儀器系統測試。 3.水位觀測井設置位置規劃與既有行政程序辦理。 4.篩選設計階段既有堪用水位井並進行量測。	1.配合隧道施工進度，持續蒐集本計畫隧道洞口地下水位資料。 2.辦理自記式地下水位觀測井鑽孔、透水試驗、儀器安裝與資料記讀下載。 3.持續進行既有水位觀測井人工方式量測
3.隧道鄰近區域三維水文地質模式補充建立與整合		
隧道鄰近區域三維水文地質模式補充建立與整合	1.觀音隧道鄰近區域三維水文地質模式補充建立。 2.谷風隧道鄰近區域三維水文地質模式補充建立。	—
4.隧道鄰近區域水文地質模式檢討修正與驗證		
(1)5座長隧道三維水文地質模式檢討與修正	因A標及C標隧道尚未開挖進洞，故未進行模式檢討修正。	配合隧道施工進度與水文資料蒐集，進行5座長隧道之模式檢討修正。
(2)隧道可能出水問題評估檢討與修正	1.B標隧道模式方初步建立，隧道施工亦未遭遇異常出水，故未辦理檢討修正。 2.A標及C標隧道尚未開挖進洞，故未辦理檢討修正。	配合隧道施工進度與出水情形，進行評估檢討修正。



表 5.1-1(續) 現階段工作成果及後續工作重點

工 作 項 目	現階段工作成果	後續工作重點
5.隧道湧水對水資源環境影響評估		
(1)施工階段	辦理5座長隧道廣域水資源影響初步評估。	1.配合隧道施工進度，持續近域模式分析與廣域水資源影響評估。 2.依所蒐集資料，進行區域地下水淨補注量評估
(2)完工營運階段	—	隧道完工後辦理。



附錄 A 隧道開挖面地質紀錄彙整



表 1 觀音隧道北口北上線開挖面地質紀錄彙整表

里程	輪數	地下水 狀況	岩石強度 (MPa)	主要岩性	RMR
2k+574.5~2k+575.5	R21	微潮	極弱	崩積層	N/A
2k+575.5~2k+576.5	R22	乾~微潮	極弱	崩積層	N/A
2k+576.5~2k+577.5	R23	乾~潮	極弱	崩積層	N/A
2k+577.5~2k+578.5	R24	乾~微潮	極弱	崩積層	N/A
2k+580.5~2k+581.5	R25	乾~潮	極弱	崩積層	N/A
2k+581.5~2k+582.5	R26	潮溼	極弱	崩積層	N/A
2k+582.5~2k+583.5	R27	微潮	極弱	崩積層	N/A
2k+581.5~2k+582.5	R28	濕	極弱	崩積層	N/A
2k+582.5~2k+583.5	R29	濕	極弱	崩積層	N/A
2k+583.5~2k+584.5	R30	濕	極弱	崩積層	N/A
2k+584.5~2k+585.5	R31	濕	極弱	崩積層	N/A
2k+585.5~2k+586.5	R32	濕	極弱	崩積層	N/A
2k+587.5~2k+588.5	R34	乾~微潮	極弱	崩積層	N/A
2k+592.5~2k+593.5	R39	微潮	極弱	崩積層	N/A
2k+593.5~2k+594.5	R40	微潮	極弱	崩積層	N/A
2k+594.5~2k+595.5	R41	乾~微潮	極弱	崩積層	N/A
2k+595.5~2k+596.5	R42	乾~微潮	極弱	崩積層	N/A
2k+596.5~2k+597.5	R43	乾~微潮	極弱	崩積層	N/A
2k+597.5~2k+598.5	R44	乾~微潮	極弱	崩積層	N/A
2k+598.5~2k+599.5	R45	乾~微潮	極弱	崩積層	N/A
2k+599.5~2k+600.5	R46	乾~微潮	極弱	崩積層	N/A
2k+600.5~2k+601.5	R47	乾~微潮	極弱	崩積層	N/A
2k+601.5~2k+602.5	R48	潮	極弱	崩積層	N/A
2k+602.5~2k+603.5	R49	潮	極弱	黃棕色片岩	N/A
2k+603.5~2k+604.5	R50	潮	極弱	黃棕色片岩	N/A
2k+604.5~2k+605.5	R51	滲水	極弱	黃棕色片岩	N/A
2k+605.5~2k+606.5	R52	微潮	極弱	黃棕色片岩	N/A
2k+606.5~2k+607.5	R53	乾~微潮	極弱	黃棕色片岩	N/A
2k+607.5~2k+608.5	R54	微潮	極弱	黃棕色片岩	N/A
2k+608.5~2k+609.5	R55	乾~微潮	極弱	黃棕色片岩	N/A
2k+609.5~2k+610.5	R56	微潮	極弱	黃棕色片岩	N/A
2k+610.5~2k+611.5	R57	乾~微潮	極弱	黃棕色片岩	N/A
2k+611.5~2k+612.5	R58	乾~微潮	極弱	黃棕色片岩	N/A
2k+612.5~2k+613.5	R59	乾~微濕	極弱	黃棕色片岩	N/A
2k+613.5~2k+614.5	R60	濕	極弱	黃棕色片岩	N/A



表 1(續) 觀音隧道北口北上線開挖面地質紀錄彙整表

里程	輪數	地下水 狀況	岩石強度 (MPa)	主要岩性	RMR
2k+614.5~2k+615.5	R61	濕	極弱	黃棕色片岩	N/A
2k+615.5~2k+616.5	R62	濕	極弱	黃棕色片岩	N/A
2k+616.5~2k+617.5	R63	濕	極弱	黃棕色片岩	N/A
2k+617.5~2k+618.5	R64	濕	極弱	黃棕色片岩	N/A
2k+618.5~2k+619.5	R65	滴水	弱	黑色片岩	10
2k+619.5~2k+620.5	R66	滴水	弱	黑色片岩	19
2k+620.5~2k+621.5	R67	濕	弱	黑色片岩	11
2k+621.5~2k+622.5	R68	濕	弱	黑色片岩	不適用
2k+622.5~2k+623.5	R69	潮	弱	黑色片岩	不適用
2k+623.5~2k+624.5	R70	潮	弱	黑綠色片岩	不適用
2k+624.5~2k+625.5	R71	潮	弱	黑綠色片岩	不適用
2k+625.5~2k+626.5	R72	微潮	弱	黑綠色片岩	N/A
2k+626.5~2k+627.5	R73	微濕	弱	黑色片岩	不適用
2k+627.5~2k+628.5	R74	微潮	弱	黑綠色片岩	N/A
2k+640.9~2k+642.1	R86	微濕	弱	黑色片岩	18
2k+642.1~2k+643.3	R87	微滲水	弱	黑色片岩	19
2k+643.3~2k+644.5	R88	微潮	弱	黑色片岩及 綠色片岩	19
2k+644.5~2k+645.7	R89	微濕	弱	黑色片岩	19
2k+645.7~2k+646.9	R90	微潮	弱	黑色片岩與 綠色片岩互層	19
2k+646.9~2k+648.1	R91	微濕	弱	黑色片岩	19
2k+650.4~2k+651.6	R92	微潮	弱	黑色片岩及 綠色片岩	19
2k+651.6~2k+652.8	R93	微濕	弱	黑色片岩	19
2k+651.6~2k+652.8	R94	微潮	弱	黑色片岩及 綠色片岩	19
2k+652.8~2k+654.0	R95	微潮	弱	黑色片岩及 綠色片岩	19
2k+654.0~2k+655.2	R96	微潮	弱	黑色片岩及 綠色片岩	17
2k+655.2~2k+656.4	R97	乾~微潮	弱	黑色片岩及 綠色片岩	17
2k+656.4~2k+657.6	R98	微潮	弱	黑色片岩及 綠色片岩	17



表 1(續) 觀音隧道北口北上線開挖面地質紀錄彙整表

里程	輪數	地下水 狀況	岩石強度 (MPa)	主要岩性	RMR
2k+657.6~2k+658.8	R99	乾	弱	黑色片岩夾 綠色片岩	16
2k+658.8~2k+660.0	R100	微潮	弱	黑色片岩及 綠色片岩	16
2k+660.0~2k+661.2	R101	微濕	弱	黑色片岩及 綠色片岩	20
2k+661.2~2k+662.4	R102	微潮	弱	黑色片岩及 綠色片岩	16
2k+662.4~2k+663.6	R103	微濕	弱	黑色片岩夾 綠色片岩	20
2k+663.6~2k+664.8	R104	右下側滲水 ($< 5 \text{ L/min}$)	弱	黑色片岩	11
2k+664.8~2k+666.0	R105	微濕	弱	黑色片岩夾 綠色片岩	11
2k+666.0~2k+667.2	R106	乾~微潮	弱	黑色片岩	20
2k+667.2~2k+668.4	R107	微滲水	弱	黑色片岩夾 綠色片岩	20
2k+668.4~2k+669.6	R108	微潮	弱	右上:黑色片岩 左下:黑色片岩 夾綠色片岩	20
2k+669.6~2k+670.8	R109	乾~微潮	弱	右上:黑色片岩 左下:黑色片岩 綠色片岩互層	20
2k+670.8~2k+672.0	R110	乾~潮	弱	右上:黑色片岩 左下:黑色片岩 及綠色片岩	20
2k+673.2~2k+672.0	R111	左下方滲水 (約 20 L/min)	弱	黑色片岩	17
2k+673.2~2k+674.4	R112	濕	弱	黑色片岩	17
2k+674.4~2k+675.6	R113	潮	弱	黑色片岩	20
2k+675.6~2k+676.8	R114	微潮	弱	黑色片岩	20
2k+676.8~2k+678.0	R115	微潮	弱	黑色片岩	20
2k+678.0~2k+379.2	R116	微潮	弱	黑色片岩及 綠色片岩	20
2k+679.2~2k+680.4	R117	微潮	弱	黑色片岩及 綠色片岩	20
2k+680.4~2k+682.0	R118	微潮	弱	黑色片岩及 綠色片岩	20



表 1(續) 觀音隧道北口北上線開挖面地質紀錄彙整表

里程	輪數	地下水 狀況	岩石強度 (MPa)	主要岩性	RMR
2k+682.0~2k+683.5	R119	微潮	弱	黑色片岩及 綠色片岩	20
2k+683.5~2k+685.0	R120	微潮	弱	黑色片岩及 綠色片岩	20
2k+685.0~2k+686.5	R121	滴水 (< 10 L/min)	弱	黑色片岩	20
2k+686.5~2k+688.5	R122	兩側滲水 (< 10 L/min)	弱	黑色片岩	20
2k+688.0~2k+690.0	R123	兩側滲水 (< 10 L/min)	弱	黑色片岩	20
2k+690.0~2k+691.5	R124	兩側滲水 (< 10 L/min)	弱	黑色片岩	20
2k+691.5~2k+693.0	R125	兩側及右上側 滲水 (10~15 L/min)	中等	黑色片岩	17
2k+693.0~2k+694.5	R126	兩側及右上側 滲水 (10~15 L/min)	中等	黑色片岩	17
2k+694.5~2k+696.0	R127	兩側滲水 (25 L/min)	弱~中等	黑色片岩夾 綠色片岩	18
2k+696.0~2k+697.5	R128	兩側滲水 (25 L/min)	弱	黑色片岩夾 綠色片岩	17
2k+697.5~2k+699.0	R129	兩側滲水 (10 L/min)	弱	黑色片岩夾 綠色片岩	17
2k+699.7~2k+701.2	R130	左側滲水 (10 L/min)	弱	黑色片岩夾 綠色片岩	17
2k+701.2~2k+702.7	R131	左側滲水 (10 L/min)	弱	黑色片岩夾 綠色片岩	17
2k+706.7~2k+704.2	R132	左側滲水 (10 L/min)	弱	黑色片岩夾 綠色片岩	17
2k+704.2~2k+705.7	R133	左側滲水 (10 L/min)	弱	黑色片岩	17
2k+705.7~2k+707.2	T134	左側滲水 (約 10 L/min)	中等	黑色片岩夾 綠色片岩	17
2k+709.2~2k+708.7	T135	左側滲水 (10 L/min)	弱	黑色片岩夾 綠色片岩	17
2k+708.7~2k+710.2	T136	左側滲水 (約 10 L/min)	中等	黑色片岩夾 綠色片岩	17
2k+710.2~2k+711.7	T137	微滲水 (< 10 L/min)	弱	黑色片岩夾 綠色片岩	20

表 1(續) 觀音隧道北口北上線開挖面地質紀錄彙整表

里程	輪數	地下水 狀況	岩石強度 (MPa)	主要岩性	RMR
2k+711.7~2k+713.2	T138	頂拱滲水	弱	黑色片岩	20
2k+713.2~2k+714.7	T139	微滲水	弱	黑色片岩	20
2k+714.7~2k+716.2	T140	頂拱滲水	弱	黑色片岩	17
2k+716.2~2k+717.7	T141	右測滲水	弱	黑色片岩	17
2k+717.7~2k+719.2	T142	滲水	弱	黑色片岩	17
2k+719.2~2k+720.7	T143	微滲水	弱	黑色片岩	17
2k+720.7~2k+722.2	T144	微滲水	弱	黑色片岩	17
2k+722.2~2k+723.7	T145	微滲水	弱	黑色片岩	17
2k+723.7~2k+725.2	T146	微潮	弱	黑色片岩	18
2k+725.2~2k+726.7	T147	微潮	弱	黑色片岩	18
2k+726.7~2k+728.2	T148	微滲水	弱	黑色片岩	18
2k+728.2~2k+729.7	T149	頂拱滲水	弱	黑色片岩	18
2k+729.7~2k+731.2	T150	右測滲水	弱	黑色片岩	18
2k+731.2~2k+732.7	T151	右測滲水	弱	黑色片岩	18
2k+732.7~2k+734.2	T152	左測滲水	弱	黑色片岩	18
2k+734.2~2k+735.7	T153	左測滲水	弱	黑色片岩	18
2k+735.7~2k+737.2	T154	微滲水	弱	黑色片岩	18
2k+737.2~2k+738.7	T155	微滲水	弱	黑色片岩	18
2k+738.7~2k+740.2	T156	微潮	弱	黑色片岩	18
2k+740.2~2k+741.7	T157	微潮	弱	黑色片岩	18
2k+741.7~2k+743.2	T158	微潮	弱	黑色片岩	27
2k+743.2~2k+744.7	T159	微潮	弱	黑色片岩	32
2k+744.7~2k+746.2	T160	微滲水	弱	黑色片岩夾 砂質片岩	33
2k+746.7~2k+747.7	T161	微滲水	弱	黑色片岩夾 砂質片岩	32
2k+747.7~2k+749.2	T162	微滲水	弱	黑色片岩夾 砂質片岩	32
2k+749.2~2k+750.7	T163	微滲水	弱	黑色片岩夾 砂質片岩	33
2k+750.7~2k+752.2	T164	微滲水	弱	黑色片岩夾 砂質片岩	32
2k+752.2~2k+753.7	T165	微滲水	弱	黑色片岩夾 砂質片岩	33
2k+753.7~2k+755.2	T166	微滲水	弱	黑色片岩	32
2k+755.2~2k+756.7	T167	微滲水	弱	黑色片岩夾 綠色片岩	32



表 1(續) 觀音隧道北口北上線開挖面地質紀錄彙整表

里程	輪數	地下水 狀況	岩石強度 (MPa)	主要岩性	RMR
2k+756.7~2k+758.2	T168	微滲水	弱	黑色片岩夾 綠色片岩	32
2k+758.2~2k+759.7	T169	微潮	弱	黑色片岩夾 綠色片岩	32
2k+759.7~2k+761.2	T170	微潮	弱	黑色片岩夾 綠色片岩	32
2k+761.2~2k+762.7	T171	微潮	弱	黑色片岩夾 綠色片岩	32
2k+762.7~2k+764.2	T172	微潮	弱	黑色片岩夾 綠色片岩	32
2k+764.2~2k+765.7	T173	微潮	弱	黑色片岩夾 綠色片岩	33
2k+765.7~2k+767.2	T174	微潮	弱	黑色片岩夾 綠色片岩	32
2k+767.2~2k+768.7	T175	微潮	弱	黑色片岩夾 綠色片岩	32
2k+768.7~2k+770.2	T176	微潮	弱	黑色片岩夾 綠色片岩	32
2k+770.2~2k+771.7	T177	微潮	弱	黑色片岩夾 綠色片岩	22
2k+770.2~2k+773.2	T178	微潮	弱	黑色片岩夾 綠色片岩	22
2k+773.2~2k+774.7	T179	微潮	弱	黑色片岩夾 綠色片岩	22
2k+774.7~2k+776.2	T180	微潮	弱	黑色片岩夾 綠色片岩	22
2k+776.2~2k+777.7	T181	微潮	弱	黑色片岩夾 綠色片岩	22
2k+777.7~2k+779.2	T182	微潮	弱	黑色片岩夾 綠色片岩	22
2k+779.2~2k+780.7	T183	微潮	弱	黑色片岩夾 綠色片岩	22
2k+780.7~2k+782.2	T184	微潮	弱	黑色片岩夾 砂質片岩	22
2k+782.2~2k+783.7	T185	微潮	弱	黑色片岩夾 砂質片岩	21
2k+783.7~2k+785.2	T186	微潮	弱	黑色片岩夾 砂質片岩	22
2k+785.2~2k+786.7	T187	微潮	弱	黑色片岩夾 砂質片岩	21





表 1(續) 觀音隧道北口北上線開挖面地質紀錄彙整表

里程	輪數	地下水 狀況	岩石強度 (MPa)	主要岩性	RMR
2k+786.7~2k+788.2	T188	微潮	弱	黑色片岩	22
2k+788.2~2k+789.7	T189	微潮	弱	黑色片岩	22
2k+789.7~2k+791.2	T190	微潮	弱	黑色片岩	23
2k+791.2~2k+792.7	T191	微潮	弱	黑色片岩	23
2k+792.7~2k+794.2	T192	微潮	弱	黑色片岩	23
2k+794.2~2k+795.7	T193	微潮	弱	黑色片岩	23
2k+795.7~2k+797.2	T194	微潮	弱	黑色片岩	23
2k+797.2~2k+798.7	T195	微潮	弱	黑色片岩	23
2k+798.7~2k+800.2	T196	微潮	弱	黑色片岩	23
2k+800.2~2k+801.7	T197	滲水	弱	黑色片岩	23
2k+801.7~2k+803.2	T198	滲水	弱	黑色片岩	23
2k+803.2~2k+804.7	T199	滲水	弱	黑色片岩	23
2k+804.7~2k+806.2	T200	微潮	弱	黑色片岩	23
2k+806.2~2k+807.7	T201	微潮	弱	黑色片岩	23
2k+807.7~2k+809.2	T202	微潮	弱	黑色片岩	23
2k+809.2~2k+810.7	T203	微潮	弱	黑色片岩	23
2k+810.7~2k+812.2	T204	微潮	弱	黑色片岩	24
2k+812.2~2k+813.7	T205	微潮	弱	黑色片岩	24
2k+813.7~2k+815.2	T206	滲水	弱	黑色片岩	24
2k+815.2~2k+816.7	T207	滲水	弱	黑色片岩	24
2k+816.7~2k+818.2	T208	滲水	弱	黑色片岩	22
2k+818.2~2k+819.7	T209	滲水	弱	黑色片岩	21
2k+819.7~2k+821.2	T210	滲水	弱	黑色片岩	22
2k+821.2~2k+822.7	T211	滲水	弱	黑色片岩	23
2k+822.7~2k+824.2	T212	微潮	弱	黑色片岩	24
2k+824.2~2k+825.7	T213	滲水	弱	黑色片岩	21
2k+825.7~2k+827.2	T214	滲水	弱	黑色片岩	21
2k+827.2~2k+828.7	T215	微潮	弱	黑色片岩	24
2k+828.7~2k+830.2	T216	微潮	弱	黑色片岩	24
2k+831.7~2k+833.2	T218	微潮	弱	黑色片岩	24
2k+833.2~2k+834.7	T219	微潮	弱	黑色片岩	34
2k+834.7~2k+836.2	T220	乾	弱	黑色片岩	40
2k+836.2~2k+837.7	T221	微潮	弱	黑色片岩	40
2k+837.7~2k+839.2	T222	微潮	弱	黑色片岩	40

表 2 觀音隧道北口南下線開挖面地質紀錄彙整表

里程	輪數	地下水 狀況	岩石強度 (MPa)	主要岩性	RMR
2k+591.6~2k+592.6	R12	頂拱滲水 (約 5 L/min)	弱	黑色片岩及 綠色片岩	22
2k+592.6~2k+593.6	R13	右側滲水 (約 5 L/min)	弱	黑色片岩及 綠色片岩	N/A
2k+593.6~2k+594.6	R14	右側滲水 (<10 L/min)	弱	黑色片岩	不適用
2k+594.6~2k+595.6	R15	右側滲水(約 5 L/min)	弱	黑色片岩及 綠色片岩	N/A
2k+595.6~2k+596.6	R16	右側滲水(約 5 L/min)	中等	黑色片岩及 綠色片岩	N/A
2k+596.6~2k+598.0	R17	微滲水 (<10 L/min)	弱	黑色片岩夾 綠色片岩	不適用
2k+598.0~2k+599.0	R18	微滲水 (<10 L/min)	弱	黑色片岩夾 綠色片岩	不適用
2k+599.0~2k+600.0	R19	右側滲水 (約 5 L/min)	中等	黑色片岩及 綠色片岩	N/A
2k+600.0~2k+601.0	R20	右側滲水 (約 5 L/min)	中等	黑色片岩及 綠色片岩	N/A
2k+601.0~2k+602.0	R21	微潮	弱~中等	黑色片岩及 綠色片岩	N/A
2k+602.0~2k+603.0	R22	微滲水	弱	黑色片岩夾 綠色片岩	不適用
2k+603.0~2k+604.0	R23	右側滲水 (<5 L/min)	弱~中等	黑色片岩及 綠色片岩	N/A
2k+604.0~2k+605.0	R24	右側滲水 (<5 L/min)	弱~中等	黑色片岩及 綠色片岩	N/A
2k+605.0~2k+606.0	R25	微滲水	弱	黑色片岩夾 綠色片岩	不適用
2k+606.0~2k+607.0	R26	右上側微滲 水	弱	黑色片岩夾 綠色片岩	不適用
2k+607.0~2k+607.0	R27	微滲水	弱	黑色片岩夾 綠色片岩	不適用
2k+608.0~2k+609.0	R28	微滲水	弱	黑色片岩夾 綠色片岩	不適用
2k+609.0~2k+610.0	R29	中央滲水 (<5 L/min)	弱	黑色片岩及 綠色片岩	9
2k+610.0~2k+611.0	R30	中央滲水 (<5 L/min)	弱	黑色片岩及 綠色片岩	9
2k+611.0~2k+612.0	R31	中央滲水 (<5 L/min)	弱	黑色片岩及 綠色片岩	9

表 2(續) 觀音隧道北口南下線開挖面地質紀錄彙整表

里程	輪數	地下水 狀況	岩石強度 (MPa)	主要岩性	RMR
2k+612.0~2k+613.0	R32	頂拱及中央 滲水(<5 L/min)	弱	黑色片岩及 綠色片岩	9
2k+613.0~2k+614.0	R33	頂拱滲水 (<5 L/min)	弱	黑色片岩及 綠色片岩	9
2k+614.0~2k+615.0	R34	微潮	弱	黑色片岩及 綠色片岩	9
2k+615.0~2k+616.0	R35	微潮	弱	黑色片岩及 綠色片岩	9
2k+616.0~2k+617.0	R36	微潮	弱	黑色片岩及 綠色片岩	9
2k+617.0~2k+618.0	R37	微潮	弱	黑色片岩及 綠色片岩	10
2k+618.0~2k+619.0	R38	微潮	弱	黑色片岩及 綠色片岩	10
2k+619.0~2k+620.0	R39	微潮	弱	黑色片岩及 綠色片岩	10
2k+620.0~2k+621.0	R40	微潮~中央滴 水(<5 L/min)	弱	黑色片岩及 綠色片岩	10
2k+621.0~2k+622.0	R41	中央滴水 (<5 L/min)	弱	黑色片岩及 綠色片岩	10
2k+622.0~2k+623.0	R42	中央滴水 (<5 L/min)	弱	黑色片岩及 綠色片岩	10
2k+623.0~2k+624.2	R43	微滲水	弱	黑色片岩	20
2k+624.2~2k+625.4	R44	微滲水	弱	黑色片岩	20
2k+625.4~2k+626.6	R45	微滲水	弱	黑色片岩	20
2k+626.6~2k+627.8	R46	微滲水	弱	黑色片岩	20
2k+627.8~2k+629.3	R47	微潮	弱	黑色片岩	20
2k+629.3~2k+630.5	R48	微潮	弱	黑色片岩	20
2k+630.5~2k+631.7	R49	微潮	弱	黑色片岩	20
2k+631.7~2k+632.9	R50	微潮	弱	黑色片岩	20
2k+632.9~2k+634.1	R51	潮	弱	黑色片岩	20
2k+634.1~2k+635.3	R52	潮	弱	黑色片岩	20
2k+635.3~2k+636.5	R53	微潮	弱	黑色片岩	20
2k+636.5~2k+637.7	R54	微潮	弱	黑色片岩	20
2k+637.7~2k+638.9	R55	微潮	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	20
2k+638.9~2k+640.1	R56	微潮	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	20



表 2(續) 觀音隧道北口南下線開挖面地質紀錄彙整表

里程	輪數	地下水 狀況	岩石強度 (MPa)	主要岩性	RMR
2k+640.1~2k+641.3	R57	微濕	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	20
2k+641.3~2k+642.5	T58	微潮	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	20
2k+643.7~2k+644.9	T60	微潮	中等	黑色片岩夾 矽質片岩	20
2k+644.9~2k+646.1	T61	微溼	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	17
2k+646.1~2k+647.3	T62	右側滲水	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	14
2k+647.3~2k+648.5	T63	左側滲水	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	17
2k+648.5~2k+649.7	T64	滲水	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	17
2k+649.7~2k+650.9	T65	滲水	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	17
2k+650.9~2k+652.1	T66	微滲水	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	17
2k+652.1~2k+650.9	T67	微滲水	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	17
2k+650.9~2k+649.7	T68	微滲水	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	17
2k+649.7~2k+650.9	T69	右側滲水	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	17
2k+655.7~2k+656.9	T70	微潮	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	20
2k+656.9~2k+658.4	T71	微潮	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	20
2k+658.4~2k+659.9	T72	微潮	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	20
2k+659.9~2k+661.4	T73	左側滲水	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	20
2k+661.4~2k+662.9	T74	左側滲水	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	17
2k+662.9~2k+664.4	T75	左側滲水	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	17
2k+664.4~2k+665.9	T76	微潮	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	20
2k+665.9~2k+667.4	T77	微潮	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	20





表 2(續) 觀音隧道北口南下線開挖面地質紀錄彙整表

里程	輪數	地下水 狀況	岩石強度 (MPa)	主要岩性	RMR
2k+667.4~2k+668.9	T78	微滲水	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	20
2k+668.9~2k+670.4	T79	左側滲水	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	20
2k+670.4~2k+671.9	T80	左側滲水	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	20
2k+671.9~2k+673.4	T81	左側滲水	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	20
2k+673.4~2k+674.9	T82	左側滲水	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	27
2k+674.9~2k+676.4	T83	左側滲水	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	28
2k+676.4~2k+678.9	T84	滲水	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	23
2k+678.9~2k+680.1	T85	滲水	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	23
2k+680.1~2k+681.3	T86	滲水	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	23
2k+681.3~2k+682.5	T87	滲水	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	23
2k+683.7~2k+684.9	T89	滲水	弱	黑色片岩	20
2k+684.9~2k+686.1	T90	滲水	弱	黑色片岩	20
2k+686.1~2k+687.3	T91	滲水	弱	黑色片岩	20
2k+687.3~2k+688.5	T92	微潮	弱	黑色片岩	20
2k+688.5~2k+689.7	T93	微潮	弱	黑色片岩	20
2k+689.7~2k+690.9	T94	微潮	弱	黑色片岩	20
2k+690.9~2k+692.1	T95	微潮	弱	黑色片岩	20
2k+692.1~2k+693.6	T96	微潮	弱	黑色片岩	20
2k+693.6~2k+695.1	T97	左側滲水	弱	黑色片岩	20
2k+695.1~2k+696.9	T98	左側滲水	弱	黑色片岩	20
2k+696.9~2k+698.1	T99	左右滲水	弱	黑色片岩	17
2k+698.1~2k+699.6	T100	左側滲水	弱	黑色片岩	20
2k+699.6~2k+701.1	T101	左側滲水	弱	黑色片岩	20
2k+701.1~2k+702.6	T102	微滲水	弱	黑色片岩	20
2k+702.6~2k+704.1	T103	微滲水	弱	黑色片岩	20
2k+704.1~2k+705.6	T104	滲水	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	20
2k+705.6~2k+707.1	T105	滲水	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	20





表 2(續) 觀音隧道北口南下線開挖面地質紀錄彙整表

里程	輪數	地下水 狀況	岩石強度 (MPa)	主要岩性	RMR
2k+707.1~2k+708.6	T106	微潮	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	20
2k+708.6~2k+710.1	T107	滲水	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	17
2k+710.1~2k+711.6	T108	微潮	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	20
2k+711.6~2k+713.1	T109	微潮	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	20
2k+713.1~2k+714.6	T110	微潮	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	20
2k+714.6~2k+716.1	T111	微潮	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	20
2k+716.1~2k+717.6	T112	微潮	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	20
2k+717.6~2k+719.1	T113	滲水	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	20
2k+719.1~2k+720.6	T114	滲水	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	20
2k+720.6~2k+722.1	T115	滲水	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	20
2k+722.1~2k+723.6	T116	滲水	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	20
2k+723.6~2k+725.1	T117	滲水	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	20
2k+725.1~2k+726.6	T118	滲水	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	17
2k+726.6~2k+728.1	T119	滲水	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	17
2k+728.1~2k+729.6	T120	滲水	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	17
2k+729.6~2k+731.1	T121	滲水	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	17
2k+731.1~2k+732.6	T122	滲水	弱	黑色片岩	17
2k+732.6~2k+734.1	T123	滲水	弱	黑色片岩	17
2k+734.1~2k+735.6	T124	滲水	弱	黑色片岩	17
2k+735.6~2k+737.1	T125	滲水	弱	黑色片岩	17
2k+737.1~2k+738.6	T126	滲水	弱	黑色片岩	17
2k+738.6~2k+740.1	T127	滲水	弱	黑色片岩	14
2k+740.1~2k+741.6	T128	滲水	弱	黑色片岩	14
2k+741.6~2k+743.1	T129	滲水	弱	黑色片岩	14





表 2(續) 觀音隧道北口南下線開挖面地質紀錄彙整表

里程	輪數	地下水 狀況	岩石強度 (MPa)	主要岩性	RMR
2k+743.1~2k+744.6	T130	滲水	弱	黑色片岩	14
2k+744.6~2k+746.1	T131	滲水	弱	黑色片岩	14
2k+746.1~2k+747.6	T132	滲水	弱	黑色片岩	14
2k+747.6~2k+749.1	T133	滲水	弱	黑色片岩	14
2k+749.1~2k+750.6	T134	滲水	弱	黑色片岩	14
2k+750.6~2k+752.1	T135	滲水	弱	黑色片岩	14
2k+752.1~2k+753.3	T136	滲水	弱	黑色片岩	14
2k+753.3~2k+754.5	T137	滲水	弱	黑色片岩	14
2k+754.5~2k+755.7	T138	滲水	弱	黑色片岩夾 綠色片岩	12
2k+755.7~2k+756.9	T139	滲水	弱	黑色片岩夾 綠色片岩	14
2k+756.9~2k+758.1	T140	滲水	弱	黑色片岩夾 綠色片岩	14
2k+758.1~2k+759.3	T141	滲水	弱	黑色片岩	12
2k+759.3~2k+762.0	T142	滲水	弱	黑色片岩	14
2k+762.0~2k+763.0	T143	滲水	弱	黑色片岩	14
2k+763.0~2k+764.0	T144	微潮	弱	黑色片岩	14

表 3 觀音隧道 6K+662.9 橫坑開挖面地質紀錄彙整表

里程	輪數	地下水 狀況	岩石強度 (MPa)	主要岩性	RMR
0k+000	R0	全乾	中等	綠色片岩	52
0k+000~0k+001	R1	全乾	中等	綠色片岩	52
0k+2.86~0k+3.86	R3	潮	中等	綠色片岩	52
0k+3.86~0k+4.86	R4	潮	中等	綠色片岩	50
0k+4.86~0k+5.86	R5	潮	中等	綠色片岩	53
0k+008.1~0k+009.3	R6	潮	中等	綠色片岩	55
0k+009.3~0k+010.5	R7	濕	中等	綠色片岩	52
0k+010.5~0k+011.7	R8	濕	中等	綠色片岩	50
0k+011.7~0k+012.9	R9	濕	中等	綠色片岩	52
0k+012.9~0k+014.1	R10	濕	中等	綠色片岩及 黑色片岩	50
0k+014.1~0k+015.3	R11	濕	中等	綠色片岩及 黑色片岩	50

表 3(續) 觀音隧道 6K+662.9 橫坑開挖面地質紀錄彙整表





里程	輪數	地下水 狀況	岩石強度 (MPa)	主要岩性	RMR
0k+015.3~0k+016.5	R12	濕	中等	綠色片岩及 黑色片岩	43
0k+016.5~0k+017.7	R14	滴水	中等	綠色片岩	45
0k+017.7~0k+018.9	R15	濕	中等	綠色片岩	42
0k+018.9~0k+020.1	R16	濕	中等	綠色片岩	42
0k+020.1~0k+021.3	R17	濕	中等	綠色片岩	42
0k+021.3~0k+022.5	R18	潮	中等	綠色片岩	45
0k+022.5~0k+023.7	R19	潮	中等	綠色片岩	45
0k+022.1~0k+023.1	R20	潮	中等	綠色片岩	46
0k+023.1~0k+024.1	R21	濕	中等	綠色片岩	44
0k+024.1~0k+025.1	R22	濕	中等	綠色片岩及 黑色片岩	44
0k+025.1~0k+026.1	R23	潮	中等	綠色片岩及 黑色片岩	53
0k+026.1~0k+027.1	R24	潮	中等	綠色片岩及 黑色片岩	52
0k+027.1~0k+028.1	R25	全乾	中等	綠色片岩及 黑色片岩	57
0k+029.1~0k+030.2	R27	潮	中等	黑色片岩	52
0k+030.2~0k+031.4	R28	全乾	中等	黑色片岩	59

表 4 觀音隧道 6k+662.9 橫坑北上線北向開挖面地質紀錄彙整表

里程	輪數	地下水 狀況	岩石強度 (MPa)	主要岩性	RMR
6k+646.5~6k+645.3	NN3-10	微潮	中等	黑色片岩	26
6k+647.7~6k+646.5	NN3-9	乾~微潮	中等	黑色片岩	28
6k+648.9~6k+647.7	NN3-8	乾	中等	黑色片岩	30
6k+650.1~6k+648.9	NN3-7	乾	中等	黑色片岩	30
6k+651.3~6k+650.1	NN3-6	乾	中等	黑色片岩	31
6k+652.7~6k+651.3	NN3-5	乾	中等	黑色片岩	40
6k+654.1~6k+652.7	NN3-4	乾	中等	黑色片岩	46
6k+655.5~6k+654.1	NN3-3	乾	中等	黑色片岩	46
6k+656.9~6k+655.5	NN3-2	乾	中等	黑色片岩	46
6k+658.4~6k+656.9	NN3-1	乾	中等	黑色片岩	56



表 4(續) 觀音隧道 6k+662.9 橫坑北上線北向開挖面地質紀錄彙整表

里程	輪數	地下水 狀況	岩石強度 (MPa)	主要岩性	RMR
6k+645.3~6k+644.1	NN3-T11	微溼	中等	黑色片岩	31
6k+644.1~6k+642.9	NN3-T12	微溼	中等	黑色片岩	31
6k+642.9~6k+641.7	NN3-T13	微潮	中等	黑色片岩	31
6k+641.7~6k+640.5	NN3-T14	微潮	中等	黑色片岩	32
6k+645.3~6k+644.1	NN3-T11	微溼	中等	黑色片岩	31
6k+644.1~6k+642.9	NN3-T12	微溼	中等	黑色片岩	31
6k+642.9~6k+641.7	NN3-T13	微潮	中等	黑色片岩	31
6k+641.7~6k+640.5	NN3-T14	微潮	中等	黑色片岩	32
6k+640.5~6k+639.1	NN3-T15	微潮	中等	黑色片岩	32
6k+639.1~6k+640.5	NN3-T16	右側 滲水	中等	黑色片岩	32
6k+636.3~6k+637.7	NN3-T17	右側 滲水	中等	黑色片岩	32
6k+636.3~6k+634.9	NN3-T18	微潮	中等	黑色片岩	32
6k+634.9~6k+633.5	NN3-T19	微潮	中等	黑色片岩	32
6k+633.5~6k+632.1	NN3-T20	微潮	中等	黑色片岩	32
6k+632.1~6k+630.4	NN3-T21	微潮	中等	黑色片岩	33
6k+630.4~6k+629.2	NN3-T22	右側 滲水	中等	黑色片岩	32
6k+629.2~6k+628.0	NN3-T23	微潮	中等	黑色片岩	31
6k+628.0~6k+626.8	NN3-T24	微潮	中等	黑色片岩	33
6k+626.8~6k+625.6	NN3-T25	微潮	中等	黑色片岩	33
6k+625.6~6k+624.4	NN3-T26	頂拱 滲水	中等	黑色片岩	33
6k+625.6~6k+624.4	NN3-T27	頂拱 滲水	中等	黑色片岩	33
6k+623.2~6k+622.0	NN3-T28	滲水	弱	黑色片岩	28
6k+622.0~6k+620.8	NN3-T29	滲水	弱	黑色片岩	28
6k+620.8~6k+619.6	NN3-T30	滲水	弱	黑色片岩	28
6k+619.6~6k+618.4	NN3-T31	滲水	弱	黑色片岩	25
6k+618.4~6k+617.2	NN3-T32	滲水	弱	黑色片岩	25
6k+617.2~6k+616.0	NN3-T33	微潮	弱	黑色片岩	28
6k+617.2~6k+614.8	NN3-T34	滲水	弱	黑色片岩	28
6k+614.8~6k+613.6	NN3-T35	滲水	弱	黑色片岩	26
6k+613.6~6k+612.4	NN3-T36	滲水	弱	黑色片岩	26
6k+612.4~6k+611.2	NN3-T37	滲水	弱	黑色片岩夾 石英脈	21
6k+611.2~6k+610.0	NN3-T38	滲水	弱	黑色片岩夾 綠色片岩	14

表 4(續) 觀音隧道 6k+662.9 橫坑北上線北向開挖面地質紀錄彙整表

里程	輪數	地下水 狀況	岩石強度 (MPa)	主要岩性	RMR
6k+610.0~6k+609.2	NN3-T39	滲水	弱	黑色片岩夾 綠色片岩	11
6k+609.2~6k+608.4	NN3-T40	滲水	弱	黑色片岩夾 綠色片岩	11
6k+608.4~6k+607.6	NN3-T41	滲水	弱	黑色片岩夾 綠色片岩	11
6k+607.6~6k+606.8	NN3-T42	滲水	弱	黑色片岩夾 綠色片岩	11
6k+606.8~6k+606.0	NN3-T43	滲水	弱	黑色片岩夾 綠色片岩	11
6k+606.0~6k+605.2	NN3-T44	滲水	弱	黑色片岩夾 綠色片岩	11
6k+605.2~6k+604.4	NN3-T45	滲水	弱	黑色片岩夾 綠色片岩	14
6k+604.4~6k+603.6	NN3-T46	滲水	弱	黑色片岩夾 綠色片岩	14
6k+603.6~6k+602.8	NN3-T47	滲水	弱	黑色片岩夾 綠色片岩	14
6k+602.8~6k+602.0	NN3-T48	滲水	弱	黑色片岩夾 綠色片岩	14
6k+602.0~6k+601.2	NN3-T49	滲水	弱	黑色片岩夾 綠色片岩	14
6k+601.2~6k+600.4	NN3-T50	滲水	弱	黑色片岩夾 綠色片岩	14
6k+600.4~6k+599.4	NN3-T51	滲水	弱	黑色片岩夾 綠色片岩	14
6k+599.4~6k+598.4	NN3-T52	滲水	弱	黑色片岩夾 綠色片岩	14
6k+598.4~6k+597.4	NN3-T53	滲水	弱	黑色片岩夾 綠色片岩	14
6k+597.4~6k+596.4	NN3-T54	滲水	弱	黑色片岩夾 綠色片岩	14
6k+596.4~6k+595.4	NN3-T55	滲水	弱	黑色片岩夾 綠色片岩	14
6k+595.4~6k+594.4	NN3-T56	滲水	弱	黑色片岩夾 綠色片岩	14
6k+594.4~6k+593.4	NN3-T57	滲水	弱	黑色片岩夾 綠色片岩	14

表 4(續) 觀音隧道 6k+662.9 橫坑北上線北向開挖面地質紀錄彙整表

里程	輪數	地下水 狀況	岩石強度 (MPa)	主要岩性	RMR
6k+593.4~6k+592.4	NN3-T58	滲水	弱	黑色片岩夾 綠色片岩	14
6k+592.4~6k+591.4	NN3-T59	滲水	弱	黑色片岩夾 綠色片岩	14

表 5 觀音隧道 6k+662.9 橫坑北上線南向開挖面地質紀錄彙整表

里程	輪數	地下水 狀況	岩石強度 (MPa)	主要岩性	RMR
6k+694.1~6k+695.5	NS-3-20	乾~微潮	中等	綠色片岩夾 黑色片岩	41
6k+692.7~6k+694.1	NS-3-19	乾~微潮	中等	黑色片岩	37
6k+691.3~6k+692.7	NS-3-18	乾~微潮	中等	綠色片岩及 黑色片岩	35
6k+689.9~6k+691.3	NS-3-17	乾~微潮	中等	上半:黑色片岩 下半:綠色片岩	36
6k+688.5~6k+689.9	NS-3-16	乾~微潮	中等	綠色片岩	36
6k+687.1~6k+688.5	NS-3-15	右下側滲水 (<5 L/min)	中等	綠色片岩	27
6k+685.7~6k+687.1	NS-3-14	乾	中等	綠色片岩及 大理岩夾綠色 片岩	26
6k+684.3~6k+685.7	NS-3-13	乾	中等	綠色片岩	30
6k+682.9~6k+684.3	NS-3-12	乾~微潮	中等	綠色片岩	25
6k+681.5~6k+682.9	NS-3-11	乾	中等	綠色片岩	24
6k+680.1~6k+681.5	NS-3-10	乾	弱~中等	綠色片岩	24
6k+678.7~6k+680.1	NS-3-9	乾	中等	綠色片岩	24
6k+677.3~6k+678.7	NS-3-8	微潮	弱~中等	綠色片岩與黑 色片岩薄互層	29
6k+675.9~6k+677.3	NS-3-7	乾	弱~中等	綠色片岩	23

表 6 觀音隧道 7K+572 橫坑開挖面地質紀錄彙整表

里程	輪數	地下水 狀況	岩石強 度 (MPa)	主要岩性	RMR
0k+000	R0	全乾	中等	黑色片岩	52
0k+000~0k+001	R1	全乾	中等	黑色片岩	58
0k+001~0k+002	R2	全乾	中等	黑色片岩	58
0k+002~0k+003	R3	潮	中等	黑色片岩	53
0k+003~0k+004	R4	潮	中等	黑色片岩	53
0k+004~0k+005	R5	全乾	中等	黑色片岩	58
0k+005~0k+006	R6	全乾	中等	黑色片岩	57
0k+006~0k+007	R7	全乾	中等	黑色片岩	57
0k+007~0k+008	R8	全乾	中等	黑色片岩	57
0k+008~0k+009	R9	全乾	中等	黑色片岩	57
0k+009.0~0k+010.0	R10	全乾	中等	黑色片岩	57
0k+009.8~0k+011.0	R11	全乾	中等	黑色片岩	57
0k+011.0~0k+012.2	R12	全乾	中等	黑色片岩	58
0k+012.2~0k+013.4	R13	全乾	中等	黑色片岩	59
0k+013.4~0k+014.6	R14	潮	中等	黑色片岩	53
0k+014.6~0k+015.6	R15	潮	中等	黑色片岩	53
0k+015.6~0k+016.6	R16	全乾	中等	黑綠色片岩	59
0k+016.6~0k+017.6	R17	全乾	中等	黑色片岩	61
0k+017.6~0k+019.0	R18	全乾	中等	黑色片岩	61
0k+019~0k+020.4	R19	全乾	中等	黑色片岩及 大理岩	62
0k+020.4~0k+021.8	R20	全乾	中等	黑色片岩及 大理岩	62
0k+021.8~0k+023.2	R21	潮	中等	黑色片岩及 大理岩	57
0k+023.2~0k+024.2	R22	潮	中等	黑色片岩及 大理岩	57
0k+024.7~0k+025.6	R23	潮	中等	黑色片岩及 大理岩	57
0k+025.6~0k+026.8	R24	潮	中等	黑色片岩及 大理岩	57
0k+026.2~0k+027.4	R25	全乾	中等	黑色片岩及 大理岩	62

表 6(續) 觀音隧道 7K+572 橫坑開挖面地質紀錄彙整表

里程	輪數	地下水 狀況	岩石強 度 (MPa)	主要岩性	RMR
0k+027.4~0k+028.6	R26	潮	中等	黑色片岩及 大理岩	55
0k+028.6~0k+029.8	R27	全乾	中等	黑色片岩及 大理岩	59

表 7 觀音隧道 7K+572 橫坑北上線北向開挖面地質紀錄彙整表

里程	輪數	地下水 狀況	岩石強 度 (MPa)	主要岩性	RMR
7k+564.5	NN5-T0	乾	中等	黑色片岩	58
7k+564.5~7k+563.0	NN5-T1	乾	中等	黑色片岩及 大理岩	46
7k+563.0~7k+561.5	NN5-T2	乾	中等	黑色片岩	46
7k+561.5~7k+560.0	NN5-T3	乾	中等	黑色片岩	46
7k+560.0~7k+558.0	NN5-T4	乾	中等	黑色片岩和 大理岩夾綠 色片岩	48
7k+558.0~7k+556.0	NN5-T5	乾	中等	黑色片岩	50
7k+556.0~7k+554.0	NN5-T6	乾	中等	黑色片岩	50
7k+556.0~7k+554.0	NN5-T7	乾	中等	黑色片岩	48
7k+552.0~7k+550.0	NN5-T8	乾	中等	黑色片岩偶 夾石英脈	49
7k+550.0~7k+548.0	NN5-T9	乾	中等	黑色片岩	48
7k+548.0~7k+546.0	NN5-T10	乾	中等	黑色片岩	46
7k+546.0~7k+544.5	NN5-T11	全乾	中等	黑色片岩	50
7k+544.5~7k+543.0	NN5-T12	乾	中等	黑色片岩	47
7k+543.0~7k+541.5	NN5-T13	乾	中等	黑色片岩	47
7k+541.5~7k+540.0	NN5-T14	乾	中等	黑色片岩	46
7k+540.0~7k+538.5	NN5-T15	乾	中等	黑色片岩	45
7k+538.5~7k+537.0	NN5-T16	乾	中等	黑色片岩	45
7k+537.0~7k+535.5	NN5-T17	乾	中等	黑色片岩	45
7k+735.5~7k+734.0	NN5-T18	乾	中等	黑色片岩	45
7k+534.0~7k+532.5	NN5-T19	乾	中等	黑色片岩	45
7k+532.5~7k+531.0	NN5-T20	乾	中等	黑色片岩	45
7k+531.0~7k+529.5	NN5-T21	乾	中等	黑色片岩	45
7k+529.5~7k+528.0	NN5-T22	乾	中等	黑色片岩	46
7k+528.0~7k+526.5	NN5-T23	乾	中等	黑色片岩	46
7k+526.5~7k+525.0	NN5-T24	乾	中等	黑色片岩	45

7k+525.0~7k+523.5	NN5-T25	乾	中等	黑色片岩	45
7k+523.5~7k+522.0	NN5-T26	乾	中等	黑色片岩	44
7k+522.0~7k+520.5	NN5-T27	乾	中等	黑色片岩	44
7k+520.5~7k+519.0	NN5-T28	乾	中等	黑色片岩	44
7k+519.0~7k+517.5	NN5-T29	乾	中等	黑色片岩	44
7k+517.5~7k+516.0	NN5-T30	乾	中等	黑色片岩	44
7k+516.0~7k+514.5	NN5-T31	乾	中等	黑色片岩夾 薄大理岩	44
7k+514.5~7k+513.0	NN5-T32	乾~微潮	中等	黑色片岩	44
7k+513.0~7k+511.5	NN5-T33	乾~微潮	中等	黑色片岩夾 大理岩	43
7k+511.5~7k+510.0	NN5-T34	乾~微潮	中等	黑色片岩夾 大理岩	43
7k+510.0~7k+508.5	NN5-T35	微濕	中等	黑色片岩夾 大理岩	43
7k+508.5~7k+507.0	NN5-T36	微濕	中等	黑色片岩夾 大理岩	42
7k+505.5~7k+504.0	NN5-T38	微潮	中等	黑色片岩夾 大理岩	41
7k+504.0~7k+502.5	NN5-T39	微溼	中等	黑色片岩夾 大理岩	42
7k+502.5~7k+501.0	NN5-T40	微溼	中等	黑色片岩夾 大理岩	42
7k+501.0~7k+499.5	NN5-T41	微溼	中等	黑色片岩夾 大理岩	41
7k+499.5~7k+498.0	NN5-T42	微溼	中等	黑色片岩夾 大理岩	42
7k+498.0~7k+496.5	NN5-T43	微溼	中等	黑色片岩夾 大理岩	41
7k+496.5~7k+495.0	NN5-T44	微溼	中等	黑色片岩夾 大理岩	41
7k+495.0~7k+493.5	NN5-T45	微潮	中等	黑色片岩夾 大理岩	41
7k+493.5~7k+492.0	NN5-T46	微潮	中等	黑色片岩夾 大理岩	42
7k+492.0~7k+490.5	NN5-T47	微潮	中等	黑色片岩	41
7k+490.5~7k+489.0	NN5-T48	微潮	中等	黑色片岩	41
7k+489.0~7k+487.5	NN5-T49	微潮	中等	黑色片岩	41
7k+487.5~7k+486.3	NN5-T50	微潮	中等	黑色片岩	39
7k+486.3~7k+485.1	NN5-T51	微潮	中等	黑色片岩	39
7k+485.1~7k+486.1	NN5-T52	頂拱滲水	中等	黑色片岩	27
7k+484.1~7k+483.1	NN5-T53	滲水	中等	黑色片岩	27
7k+483.1~7k+482.1	NN5-T54	左側滲水	中等	黑色片岩	27

表 7(續) 觀音隧道 7K+572 橫坑北上線北向開挖面地質紀錄彙整表

里程	輪數	地下水 狀況	岩石強度 (MPa)	主要岩性	RMR
7k+482.1~7k+481.1	NN5-T55	頂拱滲水	中等	黑色片岩	26
7k+481.1~7k+480.3	NN5-T56	頂拱滲水	弱	黑色片岩	23
7k+480.3~7k+479.5	NN5-T57	滲水	弱	黑色片岩	23
7k+479.5~7k+478.5	NN5-T58	滲水	弱	黑色片岩	22
7k+478.5~7k+477.5	NN5-T59	滲水	弱	黑色片岩	12
7k+477.5~7k+476.5	NN5-T60	滲水	弱	黑色片岩	13
7k+476.5~7k+475.5	NN5-T61	滲水	弱	黑色片岩	12
7k+476.5~7k+474.5	NN5-T62	滲水	弱	黑色片岩	12
7k+474.5~7k+473.5	NN5-T63	滲水	弱	黑色片岩	12
7k+473.5~7k+472.5	NN5-T64	滲水	弱	黑色片岩	12
7k+472.5~7k+471.5	NN5-T65	滲水	弱	黑色片岩	13
7k+471.5~7k+470.5	NN5-T66	滲水	弱	黑色片岩	13
7k+470.5~7k+469.5	NN5-T67	滲水	弱	黑色片岩	13
7k+469.5~7k+468.5	NN5-T68	滲水	弱	黑色片岩	13
7k+468.5~7k+467.5	NN5-T69	滲水	弱	黑色片岩	13
7k+467.5~7k+466.5	NN5-T70	滲水	弱	黑色片岩	12
7k+466.5~7k+465.5	NN5-T71	滲水	弱	黑色片岩夾 石英脈	12
7k+465.5~7k+464.5	NN5-T72	滲水	弱	黑色片岩夾 石英脈	12
7k+464.5~7k+463.5	NN5-T73	滲水	弱	黑色片岩夾 石英脈	13
7k+463.5~7k+462.3	NN5-T74	滲水	弱	黑色片岩夾 石英脈	15
7k+462.3~7k+461.1	NN5-T75	滲水	弱	黑色片岩夾 石英脈	18
7k+461.1~7k+459.9	NN5-T76	滲水	弱	黑色片岩夾 石英脈	15
7k+459.9~7k+458.7	NN5-T77	滲水	弱	黑色片岩夾 石英脈	15
7k+458.7~7k+457.5	NN5-T78	滲水	弱	黑色片岩夾 石英脈	18
7k+457.5~7k+456.3	NN5-T79	滲水	弱	黑色片岩夾 石英脈	15
7k+456.3~7k+455.1	NN5-T80	滲水	弱	黑色片岩夾 石英脈	15
7k+455.1~7k+453.9	NN5-T81	滲水	弱	黑色片岩夾 石英脈	12

表 7(續) 觀音隧道 7K+572 橫坑北上線北向開挖面地質紀錄彙整表

里程	輪數	地下水 狀況	岩石強度 (MPa)	主要岩性	RMR
7k+453.9~7k+452.7	NN5-T82	滲水	弱	黑色片岩夾 石英脈	12
7k+452.7~7k+451.5	NN5-T83	滲水	弱	黑色片岩夾 石英脈	15
7k+451.5~7k+450.3	NN5-T84	滲水	弱	黑色片岩夾 石英脈	15
7k+450.3~7k+449.1	NN5-T85	滲水	弱	黑色片岩夾 石英脈	15
7k+449.1~7k+447.9	NN5-T86	滲水	弱	黑色片岩夾 石英脈	15
7k+447.9~7k+446.7	NN5-T87	滲水	弱	黑色片岩夾 石英脈	15
7k+446.7~7k+445.5	NN5-T88	滲水	弱	黑色片岩夾 石英脈	15
7k+445.5~7k+444.3	NN5-T89	微潮	弱	黑色片岩夾 石英脈	15
7k+444.3~7k+443.1	NN5-T90	微潮	弱	黑色片岩夾 石英脈	20
7k+443.1~7k+441.9	NN5-T91	微潮	弱	黑色片岩夾 石英脈	20
7k+441.9~7k+440.7	NN5-T92	微潮	弱	黑色片岩夾 石英脈	20
7k+440.7~7k+439.5	NN5-T93	滲水	弱	黑色片岩夾 石英脈	20
7k+439.5~7k+438.3	NN5-T94	滲水	弱	黑色片岩夾 石英脈	19
7k+438.3~7k+437.1	NN5-T95	滲水	弱	黑色片岩夾 石英脈	18
7k+437.1~7k+435.9	NN5-T96	滲水	弱	黑色片岩夾 石英脈	18
7k+435.9~7k+434.7	NN5-T97	滲水	弱	黑色片岩夾 石英脈	18
7k+434.7~7k+433.5	NN5-T98	滲水	弱	黑色片岩夾 石英脈	18
7k+433.5~7k+432.3	NN5-T99	滲水	弱	黑色片岩夾 石英脈	18
7k+432.3~7k+431.1	NN5-T100	微潮	弱	黑色片岩夾 石英脈	18
7k+431.1~7k+429.9	NN5-T101	微潮	弱	黑色片岩夾 石英脈	18

表 7(續) 觀音隧道 7K+572 橫坑北上線北向開挖面地質紀錄彙整表

里程	輪數	地下水 狀況	岩石強度 (MPa)	主要岩性	RMR
7k+429.9~7k+428.7	NN5-T102	微潮	弱	黑色片岩夾 石英脈	18
7k+428.7~7k+427.5	NN5-T103	微潮	弱	黑色片岩夾 石英脈	18
7k+427.5~7k+426.3	NN5-T104	微潮	弱	黑色片岩夾 石英脈	19
7k+426.3~7k+425.1	NN5-T105	微潮	弱	黑色片岩夾 石英脈	19
7k+425.1~7k+423.9	NN5-T106	微潮	弱	黑色片岩夾 石英脈	19
7k+423.9~7k+422.7	NN5-T107	微潮	弱	黑色片岩夾 石英脈	19
7k+422.7~7k+421.5	NN5-T108	微潮	弱	黑色片岩夾 石英脈	19
7k+421.5~7k+420.3	NN5-T109	微潮	弱	黑色片岩夾 石英脈	19
7k+420.3~7k+419.1	NN5-T110	微潮	弱	黑色片岩夾 石英脈	20
7k+419.1~7k+417.9	NN5-T111	微潮	弱	黑色片岩夾 石英脈	20

表 8 谷風隧道 8K+225 橫坑開挖面地質紀錄彙整表

里程	輪數	地下水 狀況	岩石強度 (MPa)	主要岩性	RMR
0k+000.0~0k+001.0	R01	潮	弱	黑色片岩	37
0k+001.0~0k+002.5	R02	潮	弱	黑色片岩	27
0k+002.5~0k+004.0	R03	潮	中等	黑色片岩	33
0k+004.0~0k+005.5	R04	潮	中等	黑色片岩	33
0k+005.5~0k+007.0	R05	潮	中等	黑色片岩	33
0k+007.0~0k+008.5	R06	潮	中等	黑色片岩	32
0k+008.5~0k+010.0	R07	潮	中等	黑色片岩	31
0k+010.0~0k+011.5	R08	潮	中等	黑色片岩	31
0k+011.5~0k+013.0	R09	潮	中等	黑色片岩	35
0k+013.0~0k+014.5	R10	潮	中等	黑色片岩	37
0k+014.5~0k+016.0	R11	潮	中等	黑色片岩	33



表 8(續) 谷風隧道 8K+225 橫坑開挖面地質紀錄彙整表

里程	輪數	地下水 狀況	岩石強度 (MPa)	主要岩性	RMR
0k+016.0~0k+017.0	R12	潮	中等	黑色片岩	29
0k+017.0~0k+018.2	R13	潮	中等	黑色片岩	29
0k+018.2~0k+019.4	R14	濕	弱	黑色片岩	26
0k+019.4~0k+020.6	R15	滴水	弱	黑色片岩	23
0k+020.6~0k+021.8	R16	湧水	弱	黑色片岩	33
0k+021.8~0k+023.0	R17	湧水	弱	黑色片岩	33
0k+023.0~0k+024.5	R18	湧水	弱	黑色片岩	35
0k+024.5~0k+026.0	R19	湧水	中等	黑色片岩	35
0k+026.0~0k+027.5	R20	湧水	中等	黑色片岩	33
0k+027.5~0k+028.7	R21	湧水	中等	黑色片岩	33
0k+028.7~0k+029.9	R22	湧水	中等	黑色片岩	36
0k+029.9~0k+031.1	R23	湧水	中等	黑色片岩	36
0k+050.15~0k+051.65	W01	湧水	中等	黑色片岩	36
0k+051.65~0k+053.15	W02	滴水	中等	黑色片岩	40
0k+053.15~0k+054.65	W03	滴水	中等	黑色片岩	40
0k+054.65~0k+056.15	W04	滴水	中等	黑色片岩	40
0k+056.15~0k+057.15	W05	滴水	中等	黑色片岩	42
0k+057.65~0k+059.15	W06	滴水	中等	黑色片岩	42
0k+059.15~0k+060.65	W07	濕	中等	黑色片岩	45
0k+060.65~0k+062.15	W08	濕	中等	黑色片岩	45
0k+062.15~0k+063.75	W09	潮	中等	黑色片岩	48
0k+063.75~0k+065.25	W10	濕	中等	黑色片岩	45
0k+065.25~0k+066.75	W11	濕	中等	黑色片岩	45
0k+066.75~0k+068.25	W12	濕	中等	黑色片岩	45
0k+068.25~0k+069.75	W13	濕	中等	黑色片岩	40
0k+069.75~0k+071.25	W14	濕	中等	黑色片岩	40
0k+071.25~0k+072.75	W15	濕	中等	黑色片岩	40
0k+072.75~0k+074.25	W16	濕	中等	黑色片岩	40
0k+074.25~0k+075.75	W17	濕	中等	黑色片岩	40
0k+075.75~0k+077.25	W18	濕	中等	黑色片岩	40
0k+077.25~0k+078.75	W19	濕	中等	黑色片岩	43
0k+078.75~0k+080.25	W20	潮	中等	黑色片岩	47
0k+080.25~0k+081.75	W21	潮	中等	黑色片岩	44





表 8(續) 谷風隧道 8K+225 橫坑開挖面地質紀錄彙整表

里程	輪數	地下水 狀況	岩石強度 (MPa)	主要岩性	RMR
0k+081.75~0k+083.25	W22	潮	中等	黑色片岩	44
0k+083.25~0k+084.75	W23	潮	中等	黑色片岩	45
0k+084.75~0k+086.25	W24	濕	中等	黑色片岩	45
0k+086.25~0k+087.75	W25	濕	中等	黑色片岩	45
0k+087.75~0k+089.25	W26	濕	中等	黑色片岩	45
0k+089.25~0k+090.75	W27	潮	中等	黑色片岩	47
0k+090.75~0k+092.25	W28	全乾	中等	黑色片岩	52
0k+092.25~0k+093.75	W29	全乾	中等	黑色片岩	52
0k+093.75~0k+095.25	W30	全乾	中等	黑色片岩	51
0k+095.25~0k+096.75	W31	全乾	中等	黑色片岩	57
0k+096.75~0k+098.25	W32	全乾	中等	黑色片岩	57
0k+098.25~0k+099.75	W33	潮	中等	黑色片岩	52
0k+099.75~0k+101.25	W34	潮	中等	黑色片岩	52
0k+100.84~0k+101.64	W35	潮	中等	黑色片岩	52

表 9 觀音隧道 8K+225 橫坑北上線南向開挖面地質紀錄彙整表

里程	輪數	地下水 狀況	岩石強度 (MPa)	主要岩性	RMR
8k+233.6~8k+235.1	NS7-T01.02	濕	中等	黑色片岩	34
8k+235.1~8k+236.6	NS7-T03	潮	中等	黑色片岩	37
8k+236.6~8k+238.1	NS7-T04	潮	中等	黑色片岩	37
8k+238.1~8k+239.6	NS7-T05	潮	中等	黑色片岩	38
8k+239.6~8k+241.1	NS7-T06	滲水	弱	黑色片岩	38
8k+241.1~8k+242.6	NS7-T07	滲水	弱	黑色片岩	38
8k+242.6~8k+244.1	NS7-T08	滲水	弱	黑色片岩	32
8k+244.1~8k+245.6	NS7-T09	滲水	弱	黑色片岩	38
8k+245.6~8k+245.6	NS7-T09	滲水	弱	黑色片岩	38
8k+245.6~8k+247.1	NS7-T10	潮	弱	黑色片岩 夾石英脈	37
8k+247.1~8k+248.6	NS7-T11	潮	弱	黑色片岩 夾石英脈	37
8k+248.6~8k+250.1	NS7-T12	滴水	弱	黑色片岩 夾石英脈	37



表 9(續) 觀音隧道 8K+225 橫坑北上線南向開挖面地質紀錄彙整表

里程	輪數	地下水 狀況	岩石強度 (MPa)	主要岩性	RMR
8k+250.1~8k+251.6	NS7-T13	滲水	弱	黑色片岩 夾石英脈	27
8k+251.6~8k+253.1	NS7-T14	潮	弱	黑色片岩 夾石英脈	27
8k+253.1~8k+254.6	NS7-T15	潮溼	弱	黑色片岩 夾石英脈	24
8k+254.6~8k+256.1	NS7-T16	左側 滲水	弱	黑色片岩 夾石英脈	24
8k+256.1~8k+257.6	NS7-T17	滲水	弱	黑色片岩	24
8k+257.6~8k+259.1	NS7-T18	滲水	弱	黑色片岩	29
8k+259.1~8k+260.6	NS7-T19	滲水	弱	黑色片岩	29
8k+260.6~8k+262.1	NS7-T20	滲水	弱	黑色片岩	28
8k+262.1~8k+263.6	NS7-T21	滲水	弱	黑色片岩	27
8k+263.6~8k+265.1	NS7-T22	滲水	弱	黑色片岩	26
8k+265.1~8k+266.6	NS7-T23	滲水	弱	黑色片岩	27
8k+266.6~8k+268.1	NS7-T24	滲水	弱	黑色片岩	28
8k+268.1~8k+269.6	NS7-T25	滲水	弱	黑色片岩	28
8k+269.6~8k+271.1	NS7-T26	潮	弱	黑色片岩	29
8k+271.1~8k+272.6	NS7-T27	潮	弱	黑色片岩	30
8k+272.6~8k+274.1	NS7-T28	潮	弱	黑色片岩	28
8k+274.1~8k+275.6	NS7-T29	滲水	弱	黑色片岩	27
8k+275.6~8k+277.1	NS7-T30	滲水	弱	黑色片岩 夾石英脈	27
8k+277.1~8k+278.6	NS7-T31	潮	弱	黑色片岩 夾石英脈	27
8k+278.6~8k+280.1	NS7-T32	滲水	弱	黑色片岩 夾石英脈	29
8k+280.1~8k+281.6	NS7-T33	滴水	弱	黑色片岩 夾石英脈	29
8k+281.6~8k+283.1	NS7-T34	滴水	弱	黑色片岩 夾石英脈	29
8k+283.1~8k+284.6	NS7-T35	滴水	弱	黑色片岩 夾石英脈	29
8k+284.6~8k+286.1	NS7-T36	潮溼	弱	黑色片岩 夾石英脈	29
8k+286.1~8k+287.6	NS7-T37	潮溼	弱	黑色片岩 夾石英脈	29
8k+287.6~8k+289.1	NS7-T38	滴水	弱	黑色片岩 夾石英脈	29

表 9(續) 觀音隧道 8K+225 橫坑北上線南向開挖面地質紀錄彙整表

里程	輪數	地下水 狀況	岩石強度 (MPa)	主要岩性	RMR
8k+289.1~8k+290.6	NS7-T39	滴水	弱	黑色片岩 夾石英脈	29
8k+290.6~8k+292.1	NS7-T40	滴水	弱	黑色片岩 夾石英脈	29
8k+292.1~8k+293.6	NS7-T41	滴水	弱	黑色片岩 夾石英脈	29
8k+293.6~8k+295.1	NS7-T42	微潮	弱	黑色片岩 夾石英脈	29
8k+295.1~8k+296.6	NS7-T43	滴水	弱	黑色片岩 夾石英脈	30
8k+296.6~8k+298.1	NS7-T44	滴水	弱	黑色片岩 夾石英脈	30
8k+298.1~8k+299.6	NS7-T45	滴水	弱	黑色片岩 夾石英脈	30
8k+299.6~8k+301.1	NS7-T46	滴水	弱	黑色片岩 夾石英脈	30
8k+301.1~8k+302.6	NS7-T47	滴水	弱	黑色片岩 夾石英脈	30
8k+302.6~8k+304.1	NS7-T48	滲水	弱	黑色片岩 夾石英脈	30
8k+304.1~8k+305.6	NS7-T49	滲水	弱	黑色片岩 夾石英脈	30
8k+305.6~8k+307.1	NS7-T50	滲水	弱	黑色片岩 夾石英脈	30
8k+307.1~8k+308.6	NS7-T51	滲水	弱	黑色片岩 夾石英脈	30
8k+308.6~8k+310.1	NS7-T52	滲水	弱	黑色片岩 夾石英脈	31
8k+310.1~8k+311.6	NS7-T53	滲水	弱	黑色片岩 夾石英脈	31
8k+311.6~8k+313.1	NS7-T54	滲水	弱	黑色片岩 夾石英脈	31
8k+313.1~8k+314.6	NS7-T55	滲水	弱	黑色片岩 夾石英脈	37
8k+314.6~8k+316.1	NS7-T56	滲水	弱	黑色片岩 夾石英脈	37
8k+316.1~8k+317.6	NS7-T57	滲水	弱	黑色片岩 夾石英脈	37
8k+317.6~8k+319.1	NS7-T58	滲水	弱	黑色片岩 夾石英脈	37

表 9(續) 觀音隧道 8K+225 橫坑北上線南向開挖面地質紀錄彙整表

里程	輪數	地下水 狀況	岩石強度 (MPa)	主要岩性	RMR
8k+319.1~8k+320.6	NS7-T59	滲水	弱	黑色片岩 夾石英脈	37
8k+320.6~8k+322.1	NS7-T60	滲水	弱	黑色片岩 夾石英脈	37
8k+322.1~8k+323.6	NS7-T61	微潮	弱	黑色片岩 夾石英脈	39
8k+323.6~8k+325.1	NS7-T62	滲水	弱	黑色片岩 夾石英脈	35
8k+325.1~8k+326.9	NS7-T63	滲水	弱	黑色片岩 夾石英脈	37
8k+326.9~8k+328.7	NS7-T64	滲水	弱	黑色片岩 夾石英脈	37
8k+328.7~8k+330.5	NS7-T65	滴水	弱	黑色片岩 夾石英脈	37
8k+330.5~8k+332.3	NS7-T66	滴水	弱	黑色片岩 夾石英脈	37
8k+332.3~8k+334.1	NS7-T67	滴水	弱	黑色片岩 夾石英脈	37
8k+334.1~8k+335.9	NS7-T68	微溼	弱	黑色片岩 夾石英脈	37
8k+335.9~8k+337.7	NS7-T69	微溼	弱	黑色片岩 夾石英脈	36
8k+337.7~8k+339.2	NS7-T70	滲水	弱	黑色片岩 夾砂質片 岩	26
8k+339.2~8k+340.7	NS7-T71	滲水	弱	黑色片岩 夾砂質片 岩	29
8k+340.7~8k+342.2	NS7-T72	滲水	弱	黑色片岩 夾砂質片 岩	29
8k+342.2~8k+343.7	NS7-T73	滲水	弱	黑色片岩 夾砂質片 岩	29
8k+343.7~8k+345.2	NS7-T74	滲水	弱	黑色片岩 夾砂質片 岩	28
8k+345.2~8k+346.7	NS7-T75	滲水	弱	黑色片岩 夾砂質片 岩	28

表 9(續) 觀音隧道 8K+225 橫坑北上線南向開挖面地質紀錄彙整表

里程	輪數	地下水 狀況	岩石強度 (MPa)	主要岩性	RMR
8k+346.7~8k+348.2	NS7-T76	滲水	弱	黑色片岩 夾砂質片 岩	27
8k+348.2~8k+349.7	NS7-T77	滲水	弱	黑色片岩 夾石英脈	27
8k+349.7~8k+351.2	NS7-T78	滲水	弱	黑色片岩 夾石英脈	27
8k+351.2~8k+352.7	NS7-T79	滲水	弱	黑色片岩 夾石英脈	27
8k+352.7~8k+354.2	NS7-T80	滲水	弱	黑色片岩 夾石英脈	27
8k+354.2~8k+355.4	NS7-T81	滲水	弱	黑色片岩 夾石英脈	21
8k+355.4~8k+356.6	NS7-T82	滲水	弱	黑色片岩 夾石英脈	21
8k+356.6~8k+357.8	NS7-T83	滲水	弱	黑色片岩 夾石英脈	21
8k+357.8~8k+359.0	NS7-T84	滲水	弱	黑色片岩 夾石英脈	21
8k+359.0~8k+360.2	NS7-T85	滲水	弱	黑色片岩 夾砂質片 岩	19
8k+360.2~8k+361.7	NS7-T86	滲水	弱	黑色片岩 夾砂質片 岩	19
8k+361.7~8k+363.2	NS7-T87	滲水	弱	黑色片岩 夾砂質片 岩	27
8k+363.2~8k+364.7	NS7-T88	滲水	弱	黑色片岩 夾砂質片 岩	28

表 10 觀音隧道 8K+225 橫坑北上線北向開挖面地質紀錄彙整表

里程	輪數	地下水 狀況	岩石強度 (MPa)	主要岩性	RMR
8k+221.3~8k+217.6	NN9-T01	潮溼	弱	黑色片岩 夾石英脈	37
8k+217.6~8k+216.1	NN9-T02	潮	弱	黑色片岩 夾石英脈	37
8k+216.1~8k+214.6	NN9-T03	潮溼	弱	黑色片岩 夾石英脈	37
8k+214.6~8k+213.1	NN9-T04	潮溼	弱	黑色片岩 夾石英脈	37
8k+213.1~8k+211.6	NN9-T05	微潮	弱	黑色片岩 夾石英脈	37
8k+211.6~8k+210.1	NN9-T06	微潮	弱	黑色片岩 夾石英脈	37
8k+210.1~8k+208.6	NN9-T07	微潮	弱	黑色片岩 夾石英脈	37
8k+208.6~8k+207.1	NN9-T08	微潮	弱	黑色片岩 夾石英脈	37
8k+207.1~8k+205.6	NN9-T09	滴水	弱	黑色片岩 夾石英脈	35
8k+205.6~8k+204.1	NN9-T10	微潮	弱	黑色片岩 夾石英脈	35
8k+204.1~8k+202.6	NN9-T11	微潮	弱	黑色片岩 夾石英脈	35
8k+202.6~8k+201.1	NN9-T12	潮溼	弱	黑色片岩 夾石英脈	35
8k+201.1~8k+199.6	NN9-T13	潮溼	弱	黑色片岩 夾石英脈	35
8k+201.1~8k+198.1	NN9-T14	潮溼	弱	黑色片岩 夾石英脈	35
8k+200.0~8k+198.2	NN7-T001	微潮	弱	黑色片夾 石英脈	35
8k+198.2~8k+196.4	NN7-T002	微潮	弱	黑色片夾 石英脈	35
8k+196.4~8k+194.6	NN7-T003	微潮	弱	黑色片夾 石英脈	35
8k+194.6~8k+192.8	NN7-T004	微溼	弱	黑色片夾 石英脈	35
8k+192.8~8k+191.0	NN7-T005	微潮	弱	黑色片夾 石英脈	35

表 10(續) 觀音隧道 8K+225 橫坑北上線北向開挖面地質紀錄彙整表

里程	輪數	地下水 狀況	岩石強度 (MPa)	主要岩性	RMR
8k+221.3~8k+217.6	NN9-T01	潮溼	弱	黑色片岩 夾石英脈	37
8k+191.0~8k+189.2	NN7-T006	微潮	弱	黑色片夾 石英脈	35
8k+189.2~8k+187.4	NN7-T007	微潮	弱	黑色片夾 石英脈	35
8k+187.4~8k+185.6	NN7-T008	微潮	弱	黑色片夾 石英脈	35
8k+185.6~8k+183.8	NN7-T009	微潮	弱	黑色片夾 石英脈	38
8k+183.8~8k+182.0	NN7-T010	微潮	弱	黑色片夾 石英脈	35
8k+182.0~8k+180.2	NN7-T011	微潮	弱	黑色片夾 石英脈	35
8k+180.2~8k+178.4	NN7-T012	微潮	弱	黑色片夾 石英脈	35
8k+178.4~8k+176.6	NN7-T013	微潮	弱	黑色片夾 石英脈	35
8k+176.6~8k+174.8	NN7-T014	微潮	弱	黑色片夾 石英脈	35
8k+174.8~8k+173.0	NN7-T015	微潮	弱	黑色片夾 石英脈	35
8k+173.0~8k+171.2	NN7-T016	微潮	弱	黑色片夾 石英脈	35
8k+171.2~8k+169.4	NN7-T017	微潮	弱	黑色片夾 石英脈	35
8k+169.4~8k+167.6	NN7-T018	微潮	弱	黑色片夾 石英脈	35
8k+167.6~8k+165.8	NN7-T019	微潮	弱	黑色片夾 石英脈	35
8k+165.8~8k+164.0	NN7-T020	微潮	弱	黑色片夾 石英脈	35
8k+164.0~8k+162.2	NN7-T021	微潮	弱	黑色片夾 石英脈	35
8k+162.2~8k+160.4	NN7-T022	微潮	弱	黑色片夾 石英脈	35
8k+160.4~8k+158.6	NN7-T023	微潮	弱	黑色片夾 石英脈	36
8k+158.6~8k+156.8	NN7-T024	微潮	弱	黑色片夾 石英脈	36

表 11 觀音隧道 8K+225 橫坑南下線北向開挖面地質紀錄彙整表

里程	輪數	地下水 狀況	岩石強度 (MPa)	主要岩性	RMR
8k+228.8~8k+225.8	SN10-T01	微潮	弱	黑色片岩	40
8k+225.8~8k+224.3	SN10-T02	滴水	弱	黑色片岩	40
8k+224.3~8k+222.8	SN10-T03	滲水	弱	黑色片岩	40
8k+222.8~8k+221.3	SN10-T04	滲水	弱	黑色片岩	40
8k+221.3~8k+219.8	SN10-T05	乾	弱	黑色片岩	38
8k+219.8~8k+218.3	SN10-T06	乾	弱	黑色片岩	38
8k+218.3~8k+216.8	SN10-T07	乾	弱	黑色片岩	38
8k+216.8~8k+215.3	SN10-T08	乾	弱	黑色片岩	38
8k+215.3~8k+213.8	SN10-T09	乾	弱	黑色片岩	37
8k+213.8~8k+212.3	SN10-T10	乾	弱	黑色片岩	37
8k+212.3~8k+210.8	SN10-T11	乾	弱	黑色片岩	37
8k+210.8~8k+209.3	SN10-T12	乾	弱	黑色片岩	36
8k+209.3~8k+207.8	SN10-T13	乾	弱	黑色片岩	36
8k+207.8~8k+206.3	SN10-T14	乾	弱	黑色片岩	37
8k+206.3~8k+204.8	SN10-T15	乾	弱	黑色片岩	37
8k+204.8~8k+203.3	SN10-T16	乾	弱	黑色片岩	38
8k+203.3~8k+201.8	SN10-T17	乾	弱	黑色片岩	38
8k+201.8~8k+200.3	SN10-T18	乾	弱	黑色片岩	38

表 12 觀音隧道 8K+225 橫坑南下線南向開挖面地質紀錄彙整表

里程	輪數	地下水 狀況	岩石強度 (MPa)	主要岩性	RMR
8k+238.9~8k+241.9	SS8-T01	滲水	弱	黑色片岩 夾石英脈	35
8k+241.9~8k+243.4	SS8-T02	滲水	弱	黑色片岩 夾石英脈	35
8k+243.4~8k+244.9	SS8-T03	滲水	弱	黑色片岩 夾石英脈	36
8k+244.9~8k+246.4	SS8-T04	滲水	弱	黑色片岩 夾石英脈	36
8k+246.4~8k+247.9	SS8-T05	滲水	弱	黑色片岩 夾石英脈	37
8k+247.9~8k+249.4	SS8-T06	滲水	弱	黑色片岩 夾石英脈	37
8k+247.9~8k+249.4	SS8-T06	滲水	弱	黑色片岩 夾石英脈	37
8k+249.4~8k+250.9	SS8-T07	滲水	弱	黑色片岩 夾石英脈	37

表 12(續) 觀音隧道 8K+225 橫坑南下線南向開挖面地質紀錄彙整表

里程	輪數	地下水 狀況	岩石強度 (MPa)	主要岩性	RMR
8k+250.9~8k+252.4	SS8-T08	滴水	弱	黑色片岩 夾石英脈	37
8k+252.4~8k+253.9	SS8-T09	滲水	弱	黑色片岩 夾石英脈	37
8k+253.9~8k+255.4	SS8-T10	滴水	弱	黑色片岩 夾石英脈	37
8k+255.4~8k+256.9	SS8-T11	滴水	弱	黑色片岩 夾石英脈	37
8k+256.9~8k+258.4	SS8-T12	滴水	弱	黑色片岩 夾石英脈	37
8k+258.4~8k+260.2	SS8-T13	滴水	弱	黑色片岩 夾石英脈	37
8k+260.2~8k+262.0	SS8-T14	滴水	弱	黑色片岩 夾石英脈	38
8k+262.0~8k+263.8	SS8-T15	滴水	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	38
8k+263.8~8k+265.6	SS8-T16	滴水	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	38
8k+265.6~8k+267.4	SS8-T17	滴水	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	38
8k+267.4~8k+269.2	SS8-T18	微潮	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	38
8k+269.2~8k+271.0	SS8-T19	微潮	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	38
8k+271.0~8k+272.8	SS8-T20	微潮	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	38
8k+272.8~8k+274.6	SS8-T21	微潮	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	38
8k+274.6~8k+276.4	SS8-T22	微潮	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	36
8k+276.4~8k+278.2	SS8-T23	微潮	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	35
8k+278.2~8k+280.0	SS8-T24	微潮	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	35
8k+280.0~8k+281.8	SS8-T25	微潮	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	35
8k+281.8~8k+283.6	SS8-T26	微潮	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	35
8k+283.6~8k+285.4	SS8-T27	微潮	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	35

表 12(續) 觀音隧道 8K+225 橫坑南下線南向開挖面地質紀錄彙整表

里程	輪數	地下水 狀況	岩石強度 (MPa)	主要岩性	RMR
8k+285.4~8k+287.2	SS8-T28	微潮	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	35
8k+287.2~8k+289.0	SS8-T29	微潮	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	35
8k+289.0~8k+290.8	SS8-T30	微潮	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	35
8k+290.8~8k+292.6	SS8-T31	微潮	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	35
8k+292.6~8k+294.4	SS8-T32	潮溼	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	35
8k+294.4~8k+296.2	SS8-T33	微潮	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	35
8k+296.2~8k+298.0	SS8-T34	微潮	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	35
8k+298.0~8k+299.8	SS8-T35	微潮	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	35
8k+299.8~8k+301.6	SS8-T36	微潮	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	35
8k+301.6~8k+303.4	SS8-T37	微潮	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	35
8k+303.4~8k+305.2	SS8-T38	微潮	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	35
8k+305.2~8k+307.0	SS8-T39	微潮	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	35
8k+307.0~8k+308.8	SS8-T40	微潮	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	35
8k+308.8~8k+310.6	SS8-T41	微潮	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	35
8k+310.6~8k+312.4	SS8-T42	微潮	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	35
8k+312.4~8k+314.2	SS8-T43	微潮	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	35
8k+314.2~8k+316.0	SS8-T44	微潮	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	34
8k+317.0~8k+318.8	SS8-T45	微潮	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	34
8k+318.8~8k+320.6	SS8-T46	微潮	弱	黑色片岩夾 矽質片岩	34
8k+320.6~8k+322.4	SS8-T47	微潮	弱	黑色片岩 夾石英脈	34

表 12(續) 觀音隧道 8K+225 橫坑南下線南向開挖面地質紀錄彙整表

里程	輪數	地下水 狀況	岩石強度 (MPa)	主要岩性	RMR
8k+322.4~8k+324.2	SS8-T48	微潮	弱	黑色片岩 夾石英脈	34
8k+324.2~8k+326.0	SS8-T49	微潮	弱	黑色片岩 夾石英脈	34
8k+326.0~8k+327.8	SS8-T50	微潮	弱	黑色片岩 夾石英脈	34

表 13 谷風隧道 10K+768 橫坑開挖面地質紀錄彙整表

里程	輪數	地下水 狀況	岩石強度 (MPa)	主要岩性	RMR
0k+298.13~0k+298.93	R1	全乾	中等	灰綠-灰黑砂 質片岩	不適用
0k+298.92~0k+299.73	R2	全乾	中等	灰綠-灰黑 砂質片岩	不適用
0k+299.73~0k+300.53	R3	全乾	中等	灰綠-灰黑 砂質片岩	不適用
0k+300.53~0k+301.33	R4	全乾	中等	灰綠-灰黑 砂質片岩	不適用
0k+301.333~0k+302.13	R5	無滲水	中等	灰綠-灰黑 砂質片岩	不適用
0k+302.13~0k+302.93	R6	無滲水	中等	灰綠-灰黑 砂質片岩	不適用
0k+302.93~0k+303.73	R7	全乾	中等	灰白-灰綠 砂質片岩	不適用
0k+303.73~0k+304.53	R8	全乾	中等	灰白-灰綠 砂質片岩	不適用
0k+304.53~0k+305.33	R9	局部滴水	中等	灰白-灰綠 砂質片岩	不適用
0k+305.33~0k+306.13	R10	局部滴水	中等	灰白-灰綠 砂質片岩	不適用
0k+306.13~0k+307.13	R11	全乾	中等	灰-灰綠 砂質片岩	不適用
0k+307.13~0k+308.13	R12	滴水	中等	灰-灰綠 砂質片岩	不適用

表 13(續) 谷風隧道 10K+768 橫坑開挖面地質紀錄彙整表

里程	輪數	地下水 狀況	岩石強度 (MPa)	主要岩性	RMR
0k+308.10~0k+309.10	R13	濕	弱	剪裂泥、 綠色片岩	N/A
0k+309.10~0k+310.10	R14	全乾	弱	矽質片岩、 綠色片岩	N/A
0k+310.10~0k+311.10	R15	全乾	弱	矽質片岩、 綠色片岩	N/A
0k+311.10~0k+312.10	R16	全乾	弱	矽質片岩、 綠色片岩	N/A
0k+312.10~0k+313.10	R17	全乾	弱	崩積物、 綠色片岩	不適 用
0k+313.10~0k+314.10	R18	全乾	弱	崩積物、 綠色片岩	不適 用
0k+314.10~0k+315.10	R19	全乾	弱	崩積物、 綠色片岩	不適 用
0k+315.10~0k+316.10	R20	全乾	中等	崩積物、 綠色片岩	不適 用
0k+316.10~0k+317.10	R21	全乾	中等	矽質片岩、 綠色片岩	不適 用
0k+317.10~0k+318.10	R22	全乾	中等	矽質片岩、 綠色片岩	不適 用
0k+318.10~0k+319.10	R23	全乾	中等	矽質片岩、 綠色片岩	不適 用
0k+319.10~0k+320.10	R24	全乾	中等	矽質片岩、 綠色片岩	不適 用
0k+320.10~0k+321.10	R25	全乾	中等	矽質片岩、 綠色片岩	不適 用
0k+321.10~0k+322.10	R26	全乾	中等	矽質片岩、 綠色片岩	不適 用
0k+322.10~0k+323.10	R27	全乾	中等	矽質片岩、 綠色片岩	不適 用
0k+322.10~0k+324.10	R28	全乾	中等	矽質片岩、 綠色片岩	不適 用
0k+324.10~0k+325.10	R29	全乾	中等	矽質片岩、 綠色片岩	37
0k+325.10~0k+326.10	R30	全乾	中等	矽質片岩、 綠色片岩	38

表 13(續) 谷風隧道 10K+768 橫坑開挖面地質紀錄彙整表

里程	輪數	地下水 狀況	岩石強度 (MPa)	主要岩性	RMR
0k+326.10~0k+327.10	R31	全乾	中等	矽質片岩、 綠色片岩	34
0k+327.10~0k+328.10	R32	全乾	中等	矽質片岩、 綠色片岩	35
0k+328.10~0k+329.10	R33	全乾	中等	矽質片岩、 綠色片岩	37
0k+329.10~0k+330.10	R34	濕	中等	矽質片岩、 綠色片岩	20
0k+330.10~0k+331.10	R35	濕	中等	矽質片岩、 綠色片岩	20
0k+331.10~0k+332.10	R36	濕	中等	矽質片岩、 綠色片岩	20
0k+332.10~0k+333.10	R37	濕	中等	矽質片岩、 綠色片岩	18
0k+333.13~0k+334.13	R38	濕	中等	矽質片岩、 綠色片岩	19
0k+334.13~0k+335.13	R39	潮	中等	矽質片岩、 綠色片岩	34
0k+335.50~0k+336.70	R40	潮	中等	矽質片岩、 綠色片岩	31
0k+336.70~0k+337.90	R41	潮	中等	矽質片岩、 綠色片岩	33
0k+337.90~0k+339.10	R42	潮	中等	矽質片岩、 綠色片岩	33
0k+339.10~0k+340.30	R43	潮	中等	矽質片岩、 綠色片岩	33
0k+340.3~0k+341.5	R44	潮	中等	矽質片岩、 綠色片岩	23
0k+341.5~0k+342.7	R45	潮	中等	矽質片岩、 綠色片岩	24
0k+342.7~0k+343.9	R46	微濕	弱	矽質片岩	32
0k+343.9~0k+345.1	R47	滴水	弱	矽質片岩	33
0k+345.1~0k+346.3	R48	滲水	中等	矽質片岩、 綠色片岩	36
0k+346.3~0k+347.7	R49	滴水	中等	矽質片岩、 綠色片岩	39
0k+347.7~0k+349.1	R50	滴水	中等	矽質片岩、 黑綠色片岩	39

表 13(續) 谷風隧道 10K+768 橫坑開挖面地質紀錄彙整表

里程	輪數	地下水 狀況	岩石強度 (MPa)	主要岩性	RMR
0k+349.1~0k+350.6	R51	滴水	中等	矽質片岩、 黑綠色片岩	36
0k+350.6~0k+352.0	R52	微潮	中等	矽質片岩、 黑綠色片岩	43
0k+352.0~0k+353.4	R53	微潮	中等	矽質片岩、 綠色片岩	39
0k+353.4~0k+354.6	R54	滲水	中等	矽質片岩、 黑綠色片岩	37
0k+354.6~0k+355.8	R55	滲水	中等	矽質片岩、 黑綠色片岩	34
0k+355.8~0k+357.0	R56	滲水	中等	矽質片岩、 綠色片岩	35
0k+357.0~0k+358.0	R57	滲水	中等	矽質片岩、 黑綠色片岩	35
0k+358.0~0k+359.0	R58	湧水	弱	矽質片岩、 黑綠色片岩	20
0k+359.0~0k+359.0	R59	湧水	中等	矽質片岩、 黑綠色片岩	16
0k+359.0~0k+360.6	R60	湧水	弱	矽質片岩、 黑綠色片岩	20
0k+360.6~0k+361.4	R61	湧水	弱	矽質片岩、 黑綠色片岩	20
0k+361.4~0k+362.2	W62	湧水	弱	矽質片岩、 黑色片岩	19
0k+362.2~0k+363.0	W63	滴水	弱	矽質片岩、 黑色片岩	19
0k+363.0~0k+363.8	W64	滴水	弱	矽質片岩、 黑色片岩	19
0k+363.8~0k+364.8	W65	滴水	弱	矽質片岩、 黑綠色片岩	20
0k+364.8~0k+365.8	W66	滴水	弱	矽質片岩、 黑綠色片岩	20
0k+365.8~0k+366.8	W67	滴水	弱	矽質片岩、 綠色片岩	29
0k+366.8~0k+368.0	W68	滲水	弱	矽質片岩、 綠色片岩	34
0k+368.0~0k+369.2	W69	滲水	弱	矽質片岩、 綠色片岩	34

表 13(續) 谷風隧道 10K+768 橫坑開挖面地質紀錄彙整表

里程	輪數	地下水 狀況	岩石強度 (MPa)	主要岩性	RMR
0k+369.2~0k+370.4	W70	滲水	中等	矽質片岩、 黑色片岩	38
0k+370.4~0k+371.6	W71	湧水	中等	矽質片岩、 黑色片岩	38
0k+371.6~0k+372.8	W72	湧水	中等	矽質片岩、 黑色片岩	38
0k+372.8~0k+374.2	W73	微潮	中等	矽質片岩、 黑色片岩	36
0k+374.2~0k+375.6	W74	湧水	中等	矽質片岩、 黑色片岩	36
0k+375.6~0k+377.0	W75	微潮	中等	矽質片岩、 黑色片岩	38
0k+377.0~0k+378.4	W76	微潮	中等	矽質片岩、 黑色片岩	38
0k+378.4~0k+379.8	W77	滴水	中等	矽質片岩、 黑色片岩	38
0k+379.8~0k+381.0	W78	滴水	中等	矽質片岩、 黑色片岩	38
0k+381.0~0k+382.2	W79	滴水	中等	矽質片岩、 黑色片岩	38
0k+382.2~0k+383.4	W80	滴水	中等	矽質片岩、 黑色片岩	36
0k+383.4~0k+384.6	W81	滴水	中等	矽質片岩、 黑色片岩	36
0k+384.6~0k+385.8	W82	滴水	中等	矽質片岩、 黑色片岩	36
0k+385.8~0k+387.0	W83	滴水	中等	矽質片岩、 黑色片岩	36
0k+387.0~0k+388.2	W84	滲水	中等	矽質片岩、 黑色片岩	38
0k+388.2~0k+389.4	W85	滲水	中等	矽質片岩、 黑色片岩	38
0k+389.4~0k+390.6	W86	滲水	中等	矽質片岩、 黑綠色片岩	35
0k+390.6~0k+391.8	W87	滴水	中等	矽質片岩、 黑綠色片岩	36
0k+391.8~0k+393.0	W88	滴水	中等	矽質片岩、 黑綠色片岩	36

表 13(續) 谷風隧道 10K+768 橫坑開挖面地質紀錄彙整表

里程	輪數	地下水 狀況	岩石強度 (MPa)	主要岩性	RMR
0k+393.0~0k+394.2	W89	滴水	中等	矽質片岩、 黑綠色片岩	36
0k+394.2~0k+395.4	W90	滲水	中等	矽質片岩、 黑綠色片岩	36
0k+395.4~0k+396.6	W91	滴水	中等	矽質片岩、 黑色片岩	38
0k+396.6~0k+397.8	W92	滴水	中等	矽質片岩、 黑色片岩	38
0k+397.8~0k+399.0	W93	滴水	中等	矽質片岩、 黑色片岩	38
0k+399.0~0k+400.2	W94	微潮	中等	矽質片岩、 黑色片岩	38
0k+400.2~0k+402.2	W95	微潮	中等	矽質片岩、 黑色片岩	38
0k+402.2~0k+403.4	W96	微潮	中等	矽質片岩、 黑色片岩	38
0k+403.4~0k+404.6	W97	微潮	中等	矽質片岩、 黑色片岩	38
0k+404.6~0k+405.8	W98	右側微潮	中等	矽質片岩、 黑色片岩	36
0k+405.8~0k+407.0	W99	微潮	中等	矽質片岩、 黑色片岩	36
0k+407.0~0k+408.2	W100	全乾	中等	矽質片岩、 黑色片岩	36
0k+408.2~0k+409.4	W101	全乾	中等	矽質片岩、 黑色片岩	36
0k+408.4~0k+409.6	W102	微潮	中等	矽質片岩、 黑色片岩	31
0k+409.6~0k+410.8	W103	全乾	中等	矽質片岩、 黑色片岩	36
0k+410.8~0k+412.0	W104	全乾	中等	矽質片岩、 黑色片岩	36
0k+413.2~0k+415.2	W105	全乾	中等	矽質片岩、 黑色片岩	37
0k+415.2~0k+416.4	W106	全乾	中等	矽質片岩、 黑色片岩	36
0k+416.4~0k+417.6	W107	全乾	中等	矽質片岩、 黑色片岩	36

表 13(續) 谷風隧道 10K+768 橫坑開挖面地質紀錄彙整表

里程	輪數	地下水 狀況	岩石強度 (MPa)	主要岩性	RMR
0k+415.6~0k+416.8	W108	右側滲水	中等	矽質片岩、 黑色片岩	31
0k+416.8~0k+418.0	W109	右側滲水	中等	矽質片岩、 黑色片岩	30
0k+420.0~0k+421.2	W110	局部微潮	中等	矽質片岩、 黑色片岩	30
0k+421.2~0k+422.4	W111	微潮	中等	矽質片岩、 黑色片岩	31
0k+422.4~0k+423.6	W112	微潮	中等	矽質片岩、 黑色片岩	30
0k+423.6~0k+424.8	W113	右側支撐 滲水	中等	矽質片岩、 黑色片岩	28
0k+424.8~0k+426.0	W114	右側支撐 滲水	中等	矽質片岩、 黑色片岩	28
0k+426.0~0k+427.2	W115	微潮	中等	矽質片岩、 黑色片岩	28
0k+427.2~0k+428.4	W116	頂拱滲水	中等	矽質片岩、 黑色片岩	27
0k+428.4~0k+429.6	W117	右側滲水	中等	矽質片岩、 黑色片岩	27
0k+429.6~0k+430.8	W118	右側滲水	中等	矽質片岩、 黑色片岩	27
0k+430.8~0k+432.0	W119	右側滲水	中等	矽質片岩、 黑色片岩	27
0k+432.0~0k+433.2	W120	右側滴水	中等	矽質片岩、 黑色片岩	29
0k+433.2~0k+434.4	W121	滲水	中等	矽質片岩、 黑色片岩	29
0k+434.4~0k+435.6	W122	右側滲水	中等	矽質片岩、 黑色片岩	28
0k+435.6~0k+436.8	W123	右側滲水	中等	矽質片岩、 黑色片岩	28
0k+436.8~0k+438.0	W124	滴水	中等	矽質片岩、 黑色片岩	28
0k+438.0~0k+439.2	W125	滴水	中等	矽質片岩、 黑色片岩	28
0k+439.2~0k+440.4	W126	滴水	中等	矽質片岩、 黑色片岩	28

表 13(續) 谷風隧道 10K+768 橫坑開挖面地質紀錄彙整表

里程	輪數	地下水 狀況	岩石強度 (MPa)	主要岩性	RMR
0k+440.4~0k+441.6	W127	微潮	中等	矽質片岩、 黑色片岩	31
0k+441.6~0k+442.8	W128	滴水	中等	矽質片岩、 黑色片岩	31
0k+442.8~0k+444.0	W129	滴水	中等	矽質片岩、 黑色片岩	28
0k+444.0~0k+445.2	W130	滴水	中等	矽質片岩、 黑色片岩	27
0k+445.2~0k+446.4	W131	滲水	中等	矽質片岩、 黑色片岩	25
0k+446.4~0k+447.6	W132	滲水	中等	矽質片岩、 黑色片岩	25
0k+447.6~0k+448.8	W133	滲水	中等	矽質片岩、 黑色片岩	25
0k+448.8~0k+450.0	W134	微潮	中等	矽質片岩、 黑色片岩	28
0k+448.8~0k+451.2	W135	微潮	中等	矽質片岩、 黑色片岩	28
0k+451.2~0k+452.4	W136	微潮	中等	矽質片岩、 黑色片岩	28
0k+452.4~0k+453.6	W137	滴水微潮	中等	矽質片岩、 黑色片岩	28
0k+453.6~0k+454.8	W138	全乾	中等	矽質片岩、 黑色片岩	32
0k+454.8~0k+456.0	W139	全乾	中等	矽質片岩、 黑色片岩	32
0k+456.0~0k+457.6	W140	全乾	中等	矽質片岩、 黑色片岩	32
0k+457.6~0k+458.8	W141	全乾	中等	矽質片岩、 黑色片岩	33
0k+458.8~0k+460.0	W142	全乾	中等	矽質片岩、 黑色片岩	33
0k+460.0~0k+461.2	W143	全乾	中等	矽質片岩、 黑色片岩	33
0k+461.2~0k+462.4	W144	全乾	中等	矽質片岩、 石英脈	39
0k+462.4~0k+463.8	W145	潮~乾	中等	矽質片岩	36
0k+463.8~0k+465.2	W146	潮~乾	中等	矽質片岩	36

表 13(續) 谷風隧道 10K+768 橫坑開挖面地質紀錄彙整表

里程	輪數	地下水 狀況	岩石強度 (MPa)	主要岩性	RMR
0k+465.2~0k+466.6	W147	全乾	中等	矽質片岩夾 黑色片岩	39
0k+466.6~0k+468.0	W148	全乾	中等	矽質片岩夾 黑色片岩	39
0k+468.0~0k+469.4	W149	全乾	中等	矽質片岩夾 黑色片岩	39
0k+469.4~0k+470.8	W150	全乾	中等	矽質片岩夾 黑色片岩	39
0k+470.8~0k+472.4	W151	全乾	中等	矽質片岩夾 黑色片岩	46
0k+472.4~0k+474.0	W152	全乾	中等	矽質片岩夾 黑色片岩	46
0k+474.0~0k+475.6	W153	全乾	中等	矽質片岩夾 黑色片岩	46
0k+475.6~0k+477.2	W154	全乾	中等	矽質片岩夾 黑色片岩	46
0k+477.2~0k+478.8	W155	全乾	中等	矽質片岩夾 黑色片岩	46
0k+478.8~0k+480.4	W156	全乾	中等	矽質片岩夾 黑色片岩	46
0k+480.4~0k+482.0	W157	全乾	中等	矽質片岩夾 黑色片岩	46
0k+482.0~0k+483.6	W158	全乾	中等	矽質片岩夾 黑色片岩	46
0k+483.6~0k+485.2	W159	全乾	中等	矽質片岩夾 黑色片岩	46
0k+485.2~0k+486.8	W160	全乾	中等	矽質片岩夾 黑色片岩	46
0k+486.8~0k+488.4	W161	全乾	中等	矽質片岩夾 黑色片岩	46
0k+488.4~0k+490.0	W162	全乾	中等	矽質片岩夾 黑色片岩	46
0k+490.0~0k+491.6	W163	全乾	中等	矽質片岩夾 黑色片岩	49
0k+491.6~0k+493.2	W164	全乾	中等	矽質片岩夾 黑色片岩	48
0k+493.2~0k+494.8	W165	全乾	中等	矽質片岩夾 黑色片岩	47

表 13(續) 谷風隧道 10K+768 橫坑開挖面地質紀錄彙整表

里程	輪數	地下水 狀況	岩石強度 (MPa)	主要岩性	RMR
0k+494.8~0k+496.4.	W166	全乾	中等	矽質片岩夾 黑色片岩	48
0k+496.4~0k+497.8.	W167	全乾	中等	矽質片岩夾 黑色片岩	48
0k+497.8~0k+499.2.	W168	全乾	中等	矽質片岩夾 黑色片岩	48
0k+499.2~0k+500.6.	W169	全乾	中等	矽質片岩夾 黑色片岩	48
0k+500.6~0k+502.0.	W170	全乾	中等	矽質片岩夾 黑色片岩	48
0k+502.0~0k+503.4.	W171	全乾	中等	矽質片岩夾 黑色片岩	48
0k+503.4~0k+504.8.	W172	全乾	中等	矽質片岩夾 黑色片岩	48
0k+504.8~0k+506.4.	W173	全乾	中等	矽質片岩夾 黑色片岩	48
0k+506.4~0k+507.4.	W174	全乾	中等	矽質片岩夾 黑色片岩	48
0k+507.4~0k+508.4.	W175	全乾	中等	矽質片岩夾 黑色片岩	45
0k+508.4~0k+509.4.	W176	全乾	中等	矽質片岩夾 黑色片岩	39
0k+509.4~0k+510.4.	W177	全乾	中等	矽質片岩夾 黑色片岩	39
0k+510.4~0k+511.4.	W178	全乾	中等	矽質片岩夾 黑色片岩	39
0k+511.4~0k+512.4.	W179	全乾	中等	矽質片岩夾 黑色片岩	37
0k+512.4~0k+513.4.	W180	全乾	中等	矽質片岩夾 黑色片岩	37
0k+513.4~0k+514.4.	W181	全乾	中等	矽質片岩夾 黑色片岩	37



附錄 B 計畫區既有地下水位井資料





計畫名稱	鑽孔編號	孔深 (m)	孔位座標		孔口高 程(m)	地下 水位 深度 (m)	地下水 位 高程 (m)
			E	N			
國道東部公路蘇澳 和平段工程初步設 計暨配合工作-大地 工程調查鑽探取樣 與現地試驗工作紀 實報告(2003，國工 局)	BB-000-01	40	331768	2723627	15.19	9.30	5.89
	BB-000-02	40	331864	2723534	15.75	9.00	6.75
	BB-001-01	40	332249	2722633	24.67	11.52	13.15
	BT-002-01	100	332655	2722111	69.64	17.10	52.54
	BB-003-01	40	333548	2720693	55.16	11.35	43.81
	BT-004-01	100	333678	2719886	218.10	28.37	189.73
	BB-005-01	40	333849	2719279	53.15	35.59	17.56
	BB-005-02	40	334014	2719053	47.67	28.73	18.94
	BT-007-01	100	333573	2717302	450.91	38.85	412.06
	BT-009-02	80	334174	2714604	124.32	18.96	105.36
	BB-010-01	40	333620	2713950	36.05	25.19	10.86
	BB-011-01	40	332793	2713496	36.64	25.11	11.53
	BF-011-01	40	332812	2713728	38.83	31.42	7.41
	BB-012-01	40	332222	2712488	60.23	28.03	32.20
	BB-012-02	40	332107	2712311	71.67	26.34	45.33
	BB-012-03	40	331881	2712074	92.57	25.10	67.47
	BB-012-04	35	332660	2712270	59.27	31.53	27.74
	BB-012-05	35	332864	2712445	40.42	33.16	7.26
	BT-016-01	160	329616	2708255	305.05	18.00	287.05
	BT-017-01	198	329531	2707931	144.52	52.00	92.52
	BB-018-01	40	329178	2707499	31.74	16.20	15.54



	BF-018-01	40	329387	2707301	29.25	12.95	16.30
	BF-018-02	40	329173	2707284	30.35	13.9	16.45
	BB-018-02	40	328987	2707262	31.48	16.15	15.33
	BB-018-03	40	329144	2707073	26.17	16.10	10.07
	BF-018-03	40	328908	2706830	27.04	12.30	14.74
	BF-018-04	40	328799	2706906	28.34	12.12	16.22
	BE-019-01	30	328408	2706278	26.38	9.20	17.18
	BD-019-01	30	328611	2707454	33.82	15.00	18.82
	BD-019-02	30	326914	2704526	49.44	9.40	40.04
	BD-019-03	30	329591	2705472	13.09	14.45	-1.36
	BE-020-01	30	328161	2705992	28.93	10.55	18.38
	BB-021-01	40	327881	2704765	33.66	4.07	29.59
	BB-022-01	40	326864	2691267	7.64	6.30	1.34
	BT-023-01	150	327708	2702315	522.28	148.9	373.38
	BT-025-01	150	328072	2700999	342.22	67.00	275.22
	BT-026-01	150	328291	2699542	496.58	103.1	393.48
	BT-027-01	100	328811	2699081	206.78	60.00	146.78
	BB-034-01	40	326900	2692095	9.71	4.20	5.51
	BB-035-01	40	326864	2691267	7.64	4.28	3.36
	BD-035-01	30	327007	2691143	6.50	2.89	3.61
	BD-035-02	30	326690	2690792	10.83	5.80	5.03
	DB-036-10	25	326083	2689867	16.62	12.30	4.32
	DB-036-15	20	325518	2690046	22.52	17.02	5.50
	DB-037-13	35	326025	2689101	11.22	10.40	0.82
	DB-037-15	35	325949	2688844	12.19	8.95	3.24



國道東部公路和平新城段工程初步設計暨配合工作-大地工程調查紀實報告(2005, 國工局)	DB-038-05	35	325760	2688243	10.86	9.85	1.01
	DB-038-08	35	325656	2687948	13.20	10.90	2.30
	DB-039-03	28	325542	2687644	13.46	12.60	0.86
	DB-039-11	45	325221	2687069	16.60	10.30	6.30
	DB-040-02	45	325090	2686817	11.91	11.82	0.09
	DB-040-08	32	324820	2686290	11.77	11.35	0.42
	DS-041-07	25	324102	2685509	58.38	23.45	34.93
	DT-049-01	100	319193	2679649	58.46	無	無
	DT-056-06	250	315824	2675118	45.00	無	無
	DB-056-02	28	315862	2675070	22.78	22.15	0.63
	DB-056-04	28	315869	2674861	18.93	20.85	-1.92
	DE-057-02	25	315882	2674069	12.18	10.68	1.50
	DB-057-04	22	315952	2673749	10.61	7.80	2.81
	DE-058-05	20	316247	2672557	16.59	14.28	2.31
	DB-059-04	25	316045	2672531	20.35	17.90	2.45
	DE-059-10	35	316324	2672294	15.93	14.45	1.48
	DB-059-18	30	316002	2672310	22.56	19.20	3.36
	DB-059-34	35	315729	2672174	28.88	25.65	3.23
	DB-059-40	25	315996	2672105	23.47	13.40	10.07
	DB-060-07	25	315340	2670625	12.72	9.15	3.57
	DB-061-01	25	315193	2670500	14.61	9.29	5.32
	DB-000-01	30	331680	2723747	14.42	5.00	9.42
	DB-000-02	30	331889	2723472	37.20	21.43	15.77
	DB-000-03	30	331726	2723684	15.05	5.44	9.61
	DG-000-03	50	331789	2724215	14.10	24.10	-10.00

國道東部公路蘇澳和平段工程細部設計暨配合工作-大地工程調查鑽探取樣與現地試驗工作紀實報告(2004，國工局)	DT-000-03	15	332146	2723102	50.38	2.00	48.38
	DB-001-01	30	332218	2722683	58.35	22.68	35.67
	DB-001-02	30	332295	2722545	26.39	8.40	17.99
	DB-001-03	20	332319	2722384	55.43	9.10	46.33
	DT-001-06	30	333303	2722453	27.60	8.04	19.56
	DB-003-01	20	333215	2721217	75.50	14.43	61.07
	DB-003-02	20	333230	2721198	56.90	0.57	56.33
	DB-003-03	20	333283	2721124	80.50	8.81	71.69
	DB-003-05	15	333491	2720857	80.65	9.10	71.55
	DB-003-06	20	333579	2720599	54.90	6.40	48.50
	DB-003-08	15	333271	2721142	62.80	11.13	51.67
	DB-003-11	20	333433	2720962	74.52	1.15	73.37
	DB-003-12	20	333529	2720786	51.69	9.80	41.89
	DB-003-13	15	333480	2720800	74.32	10.90	63.42
	DT-003-02	30	333363	2721057	96.10	6.05	90.05
	DB-005-01	30	333709	2719347	70.46	18.30	52.16
	DB-005-02	30	333728	2719207	66.60	10.22	56.38
	DB-005-04	15	333669	2718899	66.97	4.50	62.47
	DT-005-04	15	333689	2718913	64.21	4.18	60.03
	DT-005-05	15	333691	2718947	61.35	3.26	58.09
	DT-008-01	100	334272	2715583	525.39	29.70	495.69
	DT-009-01	100	334020	3715367	545.18	90.30	454.88
	DB-009-01	30	333706	2714628	81.26	18.30	62.96
	DB-009-03	30	333695	2714521	65.61	10.90	54.71
	DB-010-03	15	333393	2714183	54.98	無	無



	DB-010-04	20	333298	2714078	47.40	無	無
	DB-010-05	15	333259	2714040	85.44	無	無
	DE-010-01	60	333148	2713890	54.08	40.60	13.48
	DB-011-01	25	332724	2713553	53.07	11.10	41.97
	DB-011-03	15	332663	2713434	40.84	14.18	26.66
	DB-011-05	15	332566	2713258	45.15	13.33	31.82
	DB-011-07	15	332487	2713069	45.70	14.24	31.46
	DB-011-08	16	332450	2712970	47.05	無	無
	DE-011-01	50	332878	2713684	37.79	16.23	21.56
	DS-011-01	50	332517	2712874	116.80	49.05	67.75
	DB-012-01	30	332340	2712732	75.30	無	無
	DB-012-05	15	332205	2712426	64.11	無	無
	DB-012-07	15	332092	2712243	75.70	13.10	62.60
	DB-012-09	15	331971	2712082	88.80	12.00	76.80
	DB-012-11	15	332409	2712257	63.80	無	無
	DB-012-12	20	333129	2712511	34.70	15.70	19.00
	DB-012-14	15	333364	2712583	23.82	13.80	10.02
	DB-012-18	15	333390	2712487	19.70	6.10	13.60
	DG-012-02	15	332632	2712304	51.97	13.10	38.87
	DB-013-02	15	331909	2712006	91.80	12.00	79.80
	DB-018-01	30	329359	2707504	47.12	16.30	30.82
	DB-018-04	30	329291	2707281	27.69	12.40	15.29
	DB-018-06	15	329220	2707104	27.74	13.10	14.64
	DB-018-08	15	329139	2706938	26.99	11.20	15.79
	DB-018-10	20	329023	2707051	28.62	14.00	14.62



	DB-018-15	15	329335	2706817	24.90	13.00	11.90
	DG-018-04	30	328813	2707132	30.40	14.10	16.30
	DB-019-01	15	329079	2706833	26.44	14.00	12.44
	DB-019-02	30	329002	2706727	24.98	6.10	18.88
	DB-019-03	31	328920	2706632	21.71	8.20	13.51
	DB-019-05	30	328741	2706465	23.75	8.10	15.65
	DB-019-06	30	328688	2706421	30.17	10.20	19.97
	DG-019-01	30	328981	2706961	27.40	17.80	9.60
	DB-020-02	15	327960	2705299	27.72	3.90	23.82
	DB-021-02	30	327790	2704957	62.02	無	無
	DB-021-06	30	327630	2704494	53.30	無	無
	DT-021-02	130	327674	2704691	179.67	90.20	89.47
	DB-022-03	30	327684	2703842	41.20	9.10	32.10
	DT-027-01	200	328378	2698624	389.19	111.18	278.01
	DB-030-01	30	328256	2696238	92.26	13.28	78.98
	DB-030-02	30	328237	2696174	88.30	21.60	66.70
	DB-030-04	30	328277	2696156	87.96	25.36	62.60
	DB-034-01	30	326817	2691893	26.27	17.30	8.97
	DB-035-01	18	326847	2691705	10.58	5.40	5.18
	DB-035-02	30	326855	2691584	10.38	6.10	4.28
	DB-035-04	15	326855	2691372	10.73	4.20	6.53
	DB-035-05	15	326834	2691134	6.48	2.40	4.08
	DB-035-07	30	326792	2690949	7.58	3.20	4.38
	PA-1	30	332115	2723040	58.84	9.70	49.14
	PA-3	100	333336	2721618	32.92	5.91	27.01



國道東部公路蘇澳 花蓮段工程規劃大 地工程調查地質鑽 探與現場及室內試 驗報告(1999，國工 局)	PA-5	50	333683	2720473	130.51	19.75	110.76
	PA-6	120	334001	2719760	200.37	15.12	185.25
	PA-8	30	333939	2718860	89.93	3.90	86.03
	PA-9	80	333876	2718672	112.41	地表	-
	PA-11	300	333337	2717343	378.46	46.00	332.46
	PA-12	120	332596	2714707	389.67	-	-
	PA-14	159	330443	2708273	161.69	-	-
	PA-17	100	328601	2706513	43.49	-	-
	PA-20	200	327398	2701175	277.50	湧水	-
	PA-21	300	327862	2699105	409.66	2.00	407.66
	PA-22	200	328048	2697980	646.25	-	-
	PA-25	120	327772	2696039	157.82	-	-
	PA-26	160	326577	2692560	252.32	53.00	199.32
	PA-28	50	325793	2688397	7.98	4.20	3.78
	PA-29	50	324540	2685699	18.47	16.50	1.97
	PA-31	100	322111	2683332	149.38	35.20	114.18
	PA-32	60	321564	2683015	48.26	33.30	14.96
	PA-34	200	320936	2682178	335.43	120.0	215.43
	PA-35	100	316288	2678346	353.65	-	-
	PA-36	250	316246	2677975	268.21	無	無
	PA-38	50	315584	2671591	31.46	17.50	13.96
	PA-39	40	314997	2669320	18.65	9.70	8.95
	PA-40	40	313744	2667637	12.94	9.30	3.64
	PA-41	50	310965	2661345	19.78	4.50	15.28
	PD-1	80	328135	2702824	202.43	湧水	-



蘇花改可行性研究 與工程規劃暨優先 路段設計工作-大地 工程調查紀實報告 (2010，公路總局)	PD-2	150	328547	2702234	211.15	71.10	140.05
	PD-3	150	329052	2702113	127.44	18.30	109.14
	PD-4	300	329246	2701389	235.12	12.10	223.02
	PD-5	80	328997	2700794	202.36	24.30	178.06
	PD-6	80	328877	2699881	198.75	33.12	165.63
	PD-7	80	328690	2697851	196.00	49.80	146.20
	PD-8	150	328612	2697354	230.00	39.80	190.20
	PD-9	25	326797	2690953	8.20	6.00	2.20
	PD-11	30	328383	2706277	25.90	11.70	14.20
	PD-15	50	328975	2706625	25.05	7.21	17.84
	PD-16	50	328943	2706583	20.73	3.01	17.72
	PD-17	27	328802	2706468	21.98	2.05	19.93
	PD-18	50	327929	2705211	28.67	5.05	23.62
	PD-19	38.5	327903	2705125	29.59	4.27	25.32
	PD-20	50	327821	2704973	43.54	18.00	25.54
	PD-21	50	327637	2704407	41.12	6.88	34.24
	PD-22	50	327649	2704144	36.39	4.20	32.19
	PD-23	50	326833	2691935	23.76	17.58	6.18
	PD-24	50	326850	2691761	9.53	6.00	3.53
	PD-25	50	326872	2691630	9.99	6.23	3.76
	PD-26	50	326867	2691518	11.18	6.03	5.15
	PD-27	50	326869	2691413	9.34	5.95	3.39
	PB-1	30	334857	2721234	29.11	16.8	12.31
	PB-2	30	334961	2721046	23.03	7.3	15.73
	PB-4	30	334567	2717814	77.92	8.4	69.52



	PB-5	30	332854	2712341	48.33	7.4	40.93
	PB-6	30	324089	2684902	43.25	11.61	31.64
	PB-7	30	321873	2682954	42.54	9.35	33.19
	PB-8	30	320981	2681334	53.31	3	50.31
	PB-9	30	319191	2679808	67.52	6	61.52
	PB-10	30	335219	2720738	14.85	4.3	10.55
	PB-11	30	334948	2719594	20.11	無	無
	PB-12	30	334709	2717968	48.32	無	無
	PB-13	50	333073	2713294	90.33	13.6	76.73
	PB-14	30	333097	2713073	25.42	6.3	19.12
台 9 線蘇花公路蘇澳東澳段工程委託探查服務工作-工程地質鑽探報告書(2012，公路總局)	BT-00-01	25	335703	2721053	7.17	4.3	2.87
	BE-00-01	20	335881	2720711	12.29	2.7	9.59
	BE-00-02	25	335860	2720751	13.07	2.06	11.01
	BB-00-01	30	336021	2720600	12.01	0.18	11.83
	BB-00-02	30	336032	2720508	12.58	6.08	6.50
	BB-00-03	30	336031	2720464	12.90	3.29	9.61
	BB-00-04	30	336010	2720384	11.46	6.1	5.36
	BB-00-05	35	335982	2720299	18.33	11.7	6.63
	BB-01-01	30	335961	2720211	15.04	8.05	6.99
	BB-01-02	30	335945	2720123	15.88	8.52	7.36
	BB-01-03	30	335944	2720032	17.73	無	無
	BB-01-04	40	335945	2719944	19.31	5.32	13.99
	BB-01-05	30	335945	2719852	17.33	9.07	8.26
	BB-01-06	30	335936	2719763	18.98	2.86	16.12
	BB-01-07	30	335919	2719674	23.75	13.07	10.68



	BB-01-08	30	335895	2719588	29.20	18.96	10.24
	BB-01-09	30	335864	2719503	21.92	8.22	13.70
	BB-01-10	30	335826	2719422	22.29	11.12	11.17
	BB-01-11	30	335806	2719382	22.88	1.12	21.76
	BB-01-12	30	335765	2719302	24.72	12.5	12.22
	BB-02-01	30	335734	2719217	26.01	11.6	14.41
	BB-02-02	30	335723	2719124	27.50	4.8	22.70
	BB-02-03	30	335727	2719073	28.74	4.2	24.54
	BB-02-04	30	335751	2718982	27.80	2.7	25.10
	BB-02-05	35	335791	2718890	28.20	1.58	26.62
	BB-02-06	30	335839	2718754	29.28	5.15	24.13
	BB-02-07	30	335860	2718661	42.84	11.01	31.83
	BB-02-08	30	335869	2718566	44.40	18.55	25.85
	BB-02-09	30	335870	2718521	52.70	23	29.70
	BE-02-01	30	335870	2718494	62.77	24.28	38.49
	BB-02-10	25	335861	2718452	54.58	無	無
	BB-02-11	30	335856	2718372	33.58	2.5	31.08
	BB-03-01	30	335824	2718257	35.46	0.01	35.45
	BB-03-02	30	335789	2718191	36.09	0.1	35.99
	BB-03-03	30	335752	2718127	37.46	0.37	37.09
	BB-03-04	30	335693	2718021	41.58	2.2	39.38
	BB-03-05	30	335678	2718033	40.46	2.6	37.86
	BB-03-06	30	335594	2717935	41.92	2.2	39.72
	BB-03-07	25	335612	2717908	47.32	4.9	42.42
	BB-03-08	30	335533	2717856	44.36	2.55	41.81



	BB-03-09	30	335545	2717808	44.95	2	42.95
	BB-03-10	30	335479	2717777	46.91	7.6	39.31
	BB-03-11	25	335489	2717714	52.80	14.22	38.58
	BB-03-12	25	335430	2717695	61.56	18.16	43.40
	BB-03-13	25	335452	2717643	70.43	3.68	66.75
	BT-03-01	25	335440	2717658	59.46	4.5	54.96
	BT-04-02	100	335218	2716854	180.31	14.9	165.41
	BT-05-01	200	335104	2716414	381.98	56.35	325.63
	BT-07-01	25	334609	2714424	87.61	17.3	70.31
	BT-07-03	25	334615	2714384	75.98	16.55	59.43
	BB-07-01	30	334581	2714356	70.58	13.51	57.07
	BB-07-02	30	334603	2714309	72.64	12.1	60.54
	BB-07-03	35	334552	2714281	59.72	8.9	50.82
	BB-07-04	30	334573	2714246	60.16	10.7	49.46
	BB-07-05	35	334502	2714172	54.06	無	無
	BB-07-06	35	334516	2714140	52.41	無	無
	BB-07-07	35	334454	2714079	50.42	14.6	35.82
	BB-07-08	30	334455	2714042	50.82	8.4	42.42
	BB-07-09	30	334426	2714032	48.30	4.4	43.90
	BB-07-10	30	334414	2713981	45.73	6.11	39.62
	BB-07-11	30	334362	2713930	48.24	8.3	39.94
	BB-07-12	30	334304	2713825	38.50	17.9	20.60
	BB-07-13	30	334249	2713772	34.84	3.5	31.34
	BB-07-14	50	334212	2713706	30.78	23.7	7.08
	BB-08-01	50	334128	2713620	34.61	18.6	16.01



	BB-08-02	30	334063	2713518	30.12	19.8	10.32
	BB-08-03	35	334007	2713454	28.62	27.6	1.02
	BB-08-04	30	333982	2713382	27.89	12.08	15.81
	BB-08-05	35	333927	2713264	29.33	22	7.33
	BB-08-06	30	333917	2713189	49.45	8.7	40.75
	BB-08-07	25	333913	2712972	38.74	8.4	30.34
	BT-08-01	25	333919	2712963	28.68	4.05	24.63
	BB-08-08	30	333926	2712933	23.53	無	無
	BB-08-09	30	333924	2712882	31.77	17.02	14.75
	BB-08-10	30	333938	2712833	28.09	無	無
	BE-09-01	25	333957	2712798	29.37	無	無
	BE-09-02	25	334037	2712696	30.75	無	無
台 9 線蘇花公路 和中大清水段工程 委託探查服務工作- 工程地質鑽探報告 書(2011-公路總局)	NE-00-01	25	325337	2685609	22.34	21.5	0.84
	NB-00-02	35	325325	2685566	22.04	19.4	2.64
	NB-00-03	25	325297	2685524	23.40	22.52	0.88
	NE-01-01	30	325042	2685365	35.96	28.6	7.36
	NT-01-02	25	324965	2685347	56.99	23.45	33.54
	NT-01-03	100	324955	2685330	57.20	-	-
	NT-04-01	100	322672	2682872	70.62	-	-
	NT-04-02	30	322672	2682871	70.72	28.4	42.32
	NT-05-01	25	322635	2682761	45.52	24.8	20.72
	NE-05-03	35	322578	2682546	11.15	5.25	5.90
	SS-00-01	20	322135	2681712	20.76	19.8	0.96
	SS-00-02	20	322086	2681671	33.37	無	無
	SS-00-03	20	322065	2681644	39.79	無	無



	SG-00-04	20	322101	2681616	21.86	19.05	2.81
	ST-00-05	100	322093	2681585	19.15	-	-
	ST-03-01	100	320019	2679603	65.57	-	-
	SB-03-02	20	320019	2679615	72.65	17.6	55.05
	SB-03-03	20	319989	2679559	66.54	17.2	49.34
	SB-03-04	20	320006	2679527	65.10	無	無