

# 台 9 線南迴公路拓寬改善後續計畫

## 安朔至草埔段初步路線規劃

### 規劃報告

 交通部公路總局

中華民國 100 年 5 月

交通部公路總局第三區養護工程處  
台9線南迴公路拓寬改善後續計畫安朔至草埔段初步路線規劃  
規劃期末報告

目 錄

	頁 次
第一章 前言 .....	1-1
1.1 計畫緣起 .....	1-1
1.2 工作範圍 .....	1-1
1.3 計畫目標與工作內容 .....	1-2
第二章 基本資料蒐集 .....	2-1
2.1 地形與地質 .....	2-1
2.2 交通量、交通調查分析及未來需求預測 .....	2-14
2.3 氣象與水文 .....	2-15
2.4 河川水系 .....	2-18
2.5 現況環境生態分析 .....	2-19
2.6 景觀環境現況與分析 .....	2-19
2.7 重大建設與相關計畫 .....	2-23
2.8 人文社經及史蹟維護資料調查 .....	2-31
2.9 沿線土地使用分區與土地利用 .....	2-33
第三章 可行性研究階段成果檢討及環評作業 .....	3-1
3.1 道路工程 .....	3-1
3.2 橋梁工程 .....	3-3
3.3 排水工程 .....	3-4
3.4 環評作業 .....	3-5
第四章 工程規劃 .....	4-1

4.1	公路工程 .....	4-1
4.1.1	設計標準與標準斷面 .....	4-1
4.1.2	路線規劃 .....	4-4
4.2	交通運輸工程 .....	4-9
4.2.1	道路現況及其幾何特性 .....	4-9
4.2.2	運輸需求分析與預測 .....	4-15
4.2.3	交通動線說明 .....	4-16
4.2.4	機車及自行車通行評估 .....	4-16
4.3	橋梁工程 .....	4-18
4.3.1	通則 .....	4-18
4.3.2	規範及設計方法 .....	4-19
4.3.3	材料規定 .....	4-22
4.3.4	載重規定 .....	4-25
4.3.5	橋梁配置及施工 .....	4-26
4.4	排水及水土保持工程 .....	4-29
4.4.1	規劃準則 .....	4-29
4.4.2	規劃原則 .....	4-29
4.4.3	相關設計準則 .....	4-30
4.4.4	水土保持計畫及安朔溪土石流潛勢溪流處理 .....	4-35
4.5	隧道工程 .....	4-36
4.5.1	隧道安全和安全設施 .....	4-36
4.5.2	隧道工程設計 .....	4-39
4.5.4	隧道防火及相關材料 .....	4-59
4.5.5	隧道通風系統 .....	4-61
4.6	大地工程 .....	4-66
4.6.1	大地工程調查成果 .....	4-66
4.6.2	大地工程評估分析 .....	4-79
4.6.3	橋梁基礎 .....	4-82
4.6.4	道路邊坡 .....	4-84

4.7	景觀及綠化工程規劃 .....	4-87
4.7.1	計畫道路之景觀定位 .....	4-87
4.7.2	前階段環評承諾及景觀衝擊影響之因應對策 .....	4-87
4.7.3	台 9 南迴段景觀公路定位之因應 .....	4-87
4.7.4	整體景觀風貌與特色構想規劃 .....	4-88
4.7.5	景觀及綠化工程規劃 .....	4-91
4.8	環保工程規劃 .....	4-93
4.9	土方調查規劃 .....	4-94
4.9.1	借棄土區位址 .....	4-94
4.9.2	棄土區運輸道路 .....	4-96
4.10	「安朔枋山鐵路施工便道貫通」方案討論 .....	4-98
4.11	隧道安全與管理評估 .....	4-99
4.12	甲級隧道路段之管理計畫 .....	4-110
4.12.1	前言 .....	4-110
4.12.2	隧道安全管理探討及回顧 .....	4-110
4.12.3	本計畫甲級隧道安全管理計畫 .....	4-112
4.13	隧道口機房和行控中心區位 .....	4-132
4.14	危險物品車輛管理及管制 .....	4-134
第五章 方案之比較研究及評估 .....		5-1
第六章 經濟效益評估 .....		6-1
6.1	評估方法及項目 .....	6-1
6.2	基本假設 .....	6-3
6.3	效益及成本估算 .....	6-4
6.4	敏感度分析 .....	6-15
第七章 用地及拆遷補償概估 .....		7-1
7.1	用地範圍設定原則 .....	7-1
7.2	用地及拆遷補償數量計算 .....	7-3



7.3 用地及拆遷補償費估算 .....	7-4
第八章 經費概估及施工計畫.....	8-1
8.1 工程經費概估原則.....	8-1
8.2 工程數量及經費概估 .....	8-3
8.3 工程工程分標 .....	8-8
8.4 建設時程 .....	8-9
8.5 施工規劃 .....	8-12
第九章 建設計畫 .....	9-1
9.1 計畫緣起 .....	9-1
9.2 計畫目標 .....	9-2
9.3 基本資料調查及分析 .....	9-4
9.4 分年執行策略.....	9-8
9.5 資源需求 .....	9-9
第十章 結論與建議.....	10-1
10.1 結論 .....	10-1
10.2 建議 .....	10-2
附錄一 歷次審查會會議紀錄	
附錄二 路線方案線形資料	
附錄三 五千分之一航照路線圖	

## 表目錄

	頁 次
表 2.1-1 本工址設計地震及最大考量地震之水平譜加速度係數 ( $S_{aD}$ 及 $S_{aM}$ )	2-4
表 2.3-1 氣象測站基本資料表 .....	2-15
表 2.3-2 大武氣象測站氣溫統計表 .....	2-15
表 2.3-3 大武氣象測站風速及風向統計表 .....	2-16
表 2.3-4 大武站歷年降雨日數( $\geq 0.1$ 公厘)統計表 .....	2-16
表 2.3-5 大武站歷年月降雨量統計表 .....	2-17
表 2.3-6 大武站歷年日最大降雨量統計表 .....	2-17
表 2.7-1 上位計畫、空間發展計畫及相關交通建設計畫資料.....	2-23
表 2.8-1 各鄉鎮原住民人口比例分析表.....	2-31
表 2.8-2 計畫區沿線公共設施概況表 .....	2-32
表 3.3-1 壽卡雨量站各再現年 Horner 公式三參數值關係表 .....	3-5
表 3.3-2 壽卡雨量站降雨強度-延時-頻率分析統計表 .....	3-5
表 4.1-1 幾何設計標準表 .....	4-2
表 4.2-1 多車道郊區公路服務水準等級劃分標準 .....	4-9
表 4.2-3 雙車道郊區公路服務水準等級劃分標準 .....	4-9
表 4.2-4 交通流量調查成果表 .....	4-10
表 4.2-5 研究範圍主要道路實質資料及服務水準表 (平常日) .....	4-10
表 4.2-6 研究範圍主要道路實質資料及服務水準表 (假日) .....	4-11
表 4.2-7 研究範圍主要路段延滯服務水準 (平常日) .....	4-14
表 4.2-8 研究範圍主要路段延滯服務水準 (假日) .....	4-14
表 4.2-9 計畫道路現況服務水準分析表.....	4-15
表 4.2-10 目標年(115 年)計畫道路服務水準分析表 .....	4-15
表 4.2-11 目標年(115 年)計畫道路截彎取直後服務水準分析表 .....	4-15
表 4.3-1 公制及國際單位 .....	4-19
表 4.3-2 設計方法及檢核規定 .....	4-20

表 4.3-3	斷面性質.....	4-21
表 4.3-4	後拉法預力混凝土之容許應力 (kgf/cm <sup>2</sup> ) .....	4-22
表 4.3-5	混凝土設計強度 .....	4-22
表 4.3-6	鋼筋稱號對照.....	4-23
表 4.3-7	鋼筋材質及強度 .....	4-23
表 4.3-8	套管規格.....	4-23
表 4.3-9	鋼筋保護層 .....	4-24
表 4.3.10	套管之最大內徑 .....	4-24
表 4.3.11	結構元件之單位重.....	4-25
表 4.3-12	甲方案橋梁配置表.....	4-27
表 4.3-13	乙方案橋梁配置表.....	4-27
表 4.3-14	丙方案橋梁配置表.....	4-27
表 4.4-1	逕流係數.....	4-31
表 4.4-2	設計暴雨再現年 .....	4-31
表 4.4-3	管渠表面曼寧粗糙係數(N 值).....	4-32
表 4.4-4	渠道出水高要求 .....	4-32
表 4.4-5	渠道最大容許流速.....	4-32
表 4.4-6	安朔溪土石流潛勢溪流基本資料表.....	4-36
表 4.5-1	A 岩類之岩體分級標準表 .....	4-46
表 4.5-2	RMR 岩體評分標準.....	4-46
表 4.5-3	RMR 系統之岩體節理位態評估表 .....	4-46
表 4.5-4	本計畫隧道之岩體級別、開挖工法及支撐初步建議.....	4-50
表 4.5-5	隧道遭遇湧水段之處理對策 .....	4-52
表 4.5-6	公路隧道檢查之項目、方式、頻率及檢查對象.....	4-58
表 4.5-7	各種通風方式之適用長度 .....	4-61
表 4.5-8	隧道通風系統比較表 .....	4-62
表 4.5-9	各方案隧道資料表.....	4-63
表 4.5-10	車輛廢氣排放標準.....	4-63

表 4.5-11	隧道內容許濃度 PIARC 建議值.....	4-63
表 4.5-12	方案成本預估.....	4-65
表 4.5-13	方案隧道通風系統評估 .....	4-65
表 4.5-14	甲方案二號隧道不同排煙系統評估比較 .....	4-65
表 4.6-2	鑽孔座標及高程一覽表 .....	4-66
表 4.6-1	鑽孔佈置及試驗數量表 .....	4-67
表 4.6-4	岩盤透水試驗結果.....	4-71
表 4.6-5	鑽孔地下水位觀測成果表.....	4-71
表 4.6-3	土壤一般物理性質試驗結果 .....	4-72
表 4.6-6	岩石一般物理性質試驗結果 .....	4-76
表 4.6-7	岩石直接剪力試驗結果 .....	4-77
表 4.6-8	岩石單軸抗壓強度試驗結果 .....	4-78
表 4.7-1	道路植栽選種建議表 .....	4-90
表 4.9-1	工址附近合格土資場資料.....	4-95
表 4.11-1	省道 9 號安朔草埔路段改線方案安全潛勢.....	4-100
表 4.11-2	年交通量參數之風險評點標準.....	4-102
表 4.11-3	載重貨車每日交通量參數之風險評點標準.....	4-102
表 4.11-4	交通型態參數之風險評點標準.....	4-102
表 4.11-5	交通密度參數之風險評點標準.....	4-103
表 4.11-6	載運危險品車輛通行參數之風險評點標準.....	4-103
表 4.11-7	路線最大縱坡度參數之風險評點標準 .....	4-103
表 4.11-8	淘汰準則之初步評等和最終評等關係 .....	4-103
表 4.11-9	淘汰準則值和關聯因子 .....	4-103
表 4.11-10	省道 9 號安朔草埔路段改線方案風險潛勢.....	4-104
表 4.11-11	省道 9 號安朔草埔路段改線方案風險潛勢.....	4-105
表 4.11-12	省道 9 號安朔草埔路段改線方案通行安全最終評等 .....	4-105
表 4.11-13	省道 9 號安朔草埔路段改線方案通行安全最終評等和風險評等 ..	4-106
表 4.11-14	省道 9 號安朔草埔路段改線方案行控中心設置需求 .....	4-108

表 4.12-1	國內近年來發生之公路隧道災例事故 .....	4-111
表 4.12-2	國外近年來發生之公路隧道災例事故 .....	4-112
表 4.12-3	本計畫甲級隧道規劃設置要求一覽表 .....	4-113
表 4.12-3	本計畫甲級隧道規劃設置要求一覽表 (續 1) .....	4-114
表 4.12-4	隧道空氣品質設計參考值 .....	4-118
表 4.12-5	隧道救援單位一覽表 .....	4-131
表 4.12-6	台東縣達仁鄉隧道段鄰近救災單位一覽表 .....	4-132
表 5.1-1	路線方案評比表 .....	5-2
表 5.1-2	方案評比優選表 .....	5-10
表 6.3-1	單位時間價值分析表 .....	6-4
表 6.3-2	各型車輛行車成本分析表 .....	6-5
表 6.3-3	「台 9 線安朔至草埔段拓寬工程」路網績效分析表 .....	6-5
表 6.3-4	「台 9 線安朔至草埔段拓寬工程」分年效益推估表 (甲方案) .....	6-6
表 6.3-5	「台 9 線安朔至草埔段拓寬工程」分年效益推估表 (乙方案) .....	6-7
表 6.3-6	「台 9 線安朔至草埔段拓寬工程」分年效益推估表 (丙方案) .....	6-8
表 6.3-7	「台 9 線安朔至草埔段拓寬工程」分年成本推估表 (甲方案) .....	6-9
表 6.3-8	「台 9 線安朔至草埔段拓寬工程」分年成本推估表 (乙方案) .....	6-10
表 6.3-9	「台 9 線安朔至草埔段拓寬工程」分年成本推估表 (丙方案) .....	6-11
表 6.3-10	「台 9 線安朔至草埔段拓寬工程」成本效益流量推估表 (甲方案) .....	6-12
表 6.3-11	「台 9 線安朔至草埔段拓寬工程」成本效益流量推估表 (乙方案) .....	6-13
表 6.3-12	「台 9 線安朔至草埔段拓寬工程」成本效益流量推估表 (丙方案) .....	6-14
表 6.3-16	經濟效益評估表 .....	6-15
表 6.4-1	敏感度分析表 .....	6-16
表 7.2-1	規劃路線用地面積概算 .....	7-3
表 8.1-1	主要工程項目參考單價表 .....	8-2
表 8.2-1	台 9 線安朔至草埔段工程經費概算(可行性方案) .....	8-3
表 8.2-2	台 9 線安朔至草埔段工程經費概算(甲方案) .....	8-4
表 8.2-3	台 9 線安朔至草埔段工程經費概算(乙方案) .....	8-5

表 8.2-4	台 9 線安朔至草埔段工程經費概算(丙方案) .....	8-6
表 8.2-5	台 9 線安朔至草埔段工程經費概算(丁方案) .....	8-7
表 8.3-1	規劃路線方案-甲方案構築方式統計表.....	8-8
表 8.3-2	規劃路線甲方案分標計畫表 .....	8-9
表 8.4-1	計畫建設時程(甲方案) .....	8-10
表 8.4-2	工程施工預定進度表(甲方案第一標) .....	8-10
表 8.4-3	工程進度表(甲方案第二標) .....	8-11
表 8.4-4	工程進度表(甲方案第三標,機電標) .....	8-11
表 8.4-5	工程進度表(甲方案第四標,建築標).....	8-12
表 9.3-1	上位及空間發展計畫與本計畫關聯性彙整表 .....	9-5
表 9.3-2	相關計畫與本計畫關聯性彙整表 .....	9-6
表 9.4-1	整體工程預定進度時程表.....	9-9
表 9.5-1	計畫經費估算表 .....	9-10
表 9.5-2	台 9 線安朔至草埔段工程經費概算(甲方案) .....	9-10
表 9.5-3	甲方案分年資金需求表(98 年幣值) .....	9-13
表 9.5-4	甲方案分年資金需求表(當年幣值) .....	9-13

## 圖目錄

	頁次
圖 1.2-1 規劃路線及鄰近區域交通位置示意.....	1-2
圖 2.1-1 計畫區域地形圖.....	2-1
圖 2.1-2 計畫區域地質圖.....	2-2
圖 2.1-3 計畫區附近地震活動分布圖.....	2-5
圖 2.1-4 安朔溪南岸南迴鐵路施工便道上邊坡之大面積圓弧滑動現象.....	2-6
圖 2.1-5 安朔溪支流產業道路上邊坡之大面積坍滑現象.....	2-7
圖 2.1-6 枋山溪北岸南迴鐵路施工便道所見鉛筆狀構造.....	2-8
圖 2.1-7 枋山溪北岸南迴鐵路施工便道所見大量碎屑堆積造成便道遭埋沒現象.....	2-8
圖 2.1-8 枋山溪北岸南迴鐵路施工便道所見之局部順向坡現象.....	2-9
圖 2.1-9 枋山溪北岸南迴鐵路施工便道所見土石崩落現象.....	2-10
圖 2.1-10 南迴公路草埔東方因褶皺作用所產生崩場地現象.....	2-10
圖 2.1-11 枋山溪支流南迴鐵路施工便道所見洪流刮蝕造成邊坡坍塌現象.....	2-11
圖 2.1-12 枋山溪北岸南迴鐵路施工便道所見護岸基礎淘空後坍塌現象.....	2-12
圖 2.1-13 硬頁岩夾變質砂岩－局部節理相當密集發達.....	2-13
圖 2.1-14 硬頁岩夾變質砂岩－砂岩呈凸鏡體狀，開挖面有大量滲水.....	2-13
圖 2.1-15 硬頁岩夾板岩－岩盤常夾有小剪裂帶，局部有滲水情形.....	2-13
圖 2.1-16 硬頁岩夾板岩－夾數公尺厚破碎帶，兩側岩盤受擾動及節理發達.....	2-13
圖 2.4-1 計畫路線河川水系圖.....	2-19
圖 2.6-1 現況環境景觀分析示意圖.....	2-21
圖 2.9-1 安朔溪南岸台九線旁雜林.....	2-28
圖 2.9-2 森永聚落建物.....	2-28
圖 2.9-3 安朔溪支流河谷往上游眺望.....	2-28
圖 2.9-4 安朔溪支流河谷往下游眺望.....	2-28
圖 2.9-5 甲級隧道北口現況.....	2-28
圖 2.9-6 甲級隧道南口現況.....	2-28

圖 3.1-1	可行性研究路線 .....	3-2
圖 3.1-2	可行性研究方案二號隧道北口.....	3-3
圖 4.1-1	半挖半填段道路標準斷面圖(合併線) .....	4-3
圖 4.1-2	橋梁段道路標準斷面圖 .....	4-3
圖 4.1-3	隧道段道路標準斷面圖 .....	4-4
圖 4.1-4	二號隧道北洞口照片 .....	4-4
圖 4.1-5	甲方案縱面圖.....	4-6
圖 4.1-6	乙方案縱面圖.....	4-7
圖 4.1-7	丙方案縱面圖.....	4-8
圖 4-2-1	計畫範圍交通運輸系統示意圖.....	4-12
圖 4.2-2	研究範圍車輛衝突現場 .....	4-11
圖 4.2-2	莫拉克颱風後道路坍方及搶修情形.....	4-13
圖 4.3-1	Xu 及 t 之定義.....	4-21
圖 4.3-2	台灣地區設計用之正溫度梯度曲線.....	4-26
圖 4.4-1	土石流潛勢區位圖.....	4-36
圖 4.5-1	縱流式隧道斷面(無機車道) .....	4-41
圖 4.5-2	縱流式隧道斷面(有機車道) .....	4-42
圖 4.5-3	橫流式隧道斷面(無機車道) .....	4-43
圖 4.5-4	橫流式隧道斷面(有機車道) .....	4-44
圖 4.5-5	台灣地區 A、B、C、D 岩類分布示意圖 .....	4-45
圖 4.5-6	隧道開挖工法.....	4-49
圖 4.5-7	隧道開挖輔助工法.....	4-50
圖 4.5-8	洞口管幕鋼管施作之案例.....	4-51
圖 4.5-9	洞口保護工施作之案例 .....	4-51
圖 4.5-10	洞口於高陡邊坡施作之案例 .....	4-51
圖 4.5-11	洞口回填結構完成施作之案例.....	4-51
圖 4.5-12	隧道擠壓潛能評估圖(Jethwa et al., 1984).....	4-53



圖 4.5-13	二號隧道之施工進度山形圖（未增闢豎井工作面） .....	4-56
圖 4.5-14	二號隧道之施工進度山形圖（有增闢豎井工作面） .....	4-56
圖 4.5-15	隧道結構之檢查與維護流程 .....	4-57
圖 4.6-1	規劃路線甲方案沿線崩塌地分布圖(1/4) .....	4-80
圖 4.6-2	規劃路線甲方案沿線崩塌地分布圖(2/4) .....	4-80
圖 4.6-3	規劃路線甲方案沿線崩塌地分布圖(3/4) .....	4-81
圖 4.6-4	規劃路線甲方案沿線崩塌地分布圖(4/4) .....	4-81
圖 4.6-5	東縣 DF090 土石流潛勢溪流分布圖 .....	4-82
圖 4.6-6	井式基礎施工案例 .....	4-83
圖 4.6-7	沉箱基礎施工案例 .....	4-83
圖 4.6-8	加勁路堤邊坡型式 .....	4-84
圖 4.6-9	路堤坡腳防淘蝕措施 .....	4-84
圖 4.6-10	自由型格梁及灌漿錨筋護坡 .....	4-85
圖 4.6-11	混凝土格梁及預力地錨護坡 .....	4-85
圖 4.6-12	防落石網及囚石溝護坡方式 .....	4-86
圖 4.6-13	順向坡地層採橋梁方式避開之示意圖 .....	4-86
圖 4.7-1	結合當地特色之橋梁設計案例照片 .....	4-91
圖 4.7-2	景觀工程規劃作業流程圖 .....	4-92
圖 4.7-3	植栽規劃作業流程圖 .....	4-93
圖 4.9-1	土資場分佈及剩餘土方運輸路線圖 .....	4-97
圖 4.10-1	安朔枋山鐵路施工便道貫通方案 .....	4-98
圖 4.11-1	車輛檢查站位置圖 .....	4-109
圖 4.12-1	公路隧道緊急應變作業程序圖 .....	4-128
圖 4.13-1	隧道洞口機房及行控中心設立位置圖 .....	4-133
圖 4.13-2	行控中心設立位置圖 .....	4-134
圖 7.1-1	用地範圍設定原則示意圖 .....	7-2
圖 8.5-1	二號隧道北口施工便道平面圖 .....	8-13

圖 8.5-2	通風豎井施工便道平面圖.....	8-13
圖 9.1-1	規劃路線及鄰近區域交通位置示意.....	9-2
圖 9.3-1	本計畫路線與相關計畫相對位置圖.....	9-7
圖 9.4-1	計畫路線平面.....	9-8



# 第一章 前言

## 1.1 計畫緣起

台 9 線南迴路段為花東與高屏地區最主要通行運輸幹線，惟受限於地形，既有道路狀況無法負荷現行交通量，基於產業東移政策、平衡區域發展及地方民意要求下，辦理本段路線截彎取直及拓寬四車道工程，相關計畫推動時程分敘如下：

- 一、91 年 3 月 22 日台東縣籍立法委員及縣長拜會行政院副院長，奉副院長指示由公路總局於 91 年 5 月 16 日召開現地會勘結論，由公路總局辦理太麻里香蘭至大武段及安朔至新路段兩路段拓寬為四車道可行性評估。
- 二、本案 93 年 9 月 7 日公路總局邀集行政院公共工程委員會、經濟建設委員會等相關單位審議可行性評估期末報告，依據評估結果建議：香蘭至大武以三至四車道辦理拓寬、安朔至草埔部分路段以隧道方式截彎取直辦理（四車道）拓寬、草埔至新路以超車道方式（三車道）辦理拓寬。
- 三、交通部 93 年 10 月 29 日陳報行政院，建議本路段以上開方式辦理並擬續辦環境影響評估，並奉行政院 93 年 11 月 3 日核復：「原則同意。」
- 四、公路總局依據行政院核示辦理環境影響評估，另針對南迴公路安朔至草埔段辦理「初步路線規劃及地質探查委託服務工作」。

本段路線配合線形標準提高，完工後行車效益及行車安全均獲改善，增進區域均衡發展，並降低環境及自然資源衝擊。

## 1.2 工作範圍

依可行性階段規劃方案，本計畫範圍北起台東縣達仁鄉安朔溪南岸台九線 459K 處，以一隧道經森永聚落下方進入安朔溪支流河谷，往上游約 4.5 公里後，再以約 4.5 公里甲級隧道到達改道終點屏東縣獅子鄉草埔地區北端之遊仙橋附近(台九線 472K+700 處)，全長約 10 公里，規劃路線及鄰近區域主要公、鐵路交通網示意如圖 1.2-1。



圖 1.2-1 規劃路線及鄰近區域交通位置示意

### 1.3 計畫目標與工作內容

#### 1.3.1 計畫目標

本計畫道路完成後可增加區域內鄉鎮聯外交通之便利性，提供安全迅速高容量運輸功能以提升區域性運輸系統之服務品質，對地區觀光產業發展將有極大助益，進而增進當地居民收益、促進東部地區均衡發展，提升偏遠地區生活水準，可提供花東及屏東地區便捷聯絡道路以配合產業東移計畫，減低原有台9線假日時之擁塞，提昇遊憩服務品質。

#### 1.3.2 工作內容

##### 一、一般之調查與配合工作

1. 新闢路線踏勘選線。
2. 規劃路線現地放樣核對。
3. 購置 1/5,000 地形圖。
4. 「安朔枋山南迴鐵路施工便道貫通方案」討論。

##### 二、工程規劃

1. 相關資料收集。
2. 規劃原則擬定。



3. 規劃設計標準與準則之訂定。
4. 運輸規劃。
5. 公路工程規劃—含設計速率檢討，平縱面線形規劃及公路構造方式研擬等。
6. 排水工程規劃—水文、水理分析及水工結構物配置。
7. 橋樑工程規劃—含基礎型式、結構型態及跨徑配置研析等。
8. 隧道工程規劃—含洞口研選及隧道斷面、施工方法研討。
9. 大地工程規劃—含大地工程分析、地質調查監督、地工工法研選。
10. 砂石料源規劃。
11. 借棄土區規劃—含區位之研擬、工程規劃(含通達道路.)。
12. 交通工程及交通維持規劃。
13. 機電照明工程規劃—含電力、照明、監控、消防、安全及通風系統之運轉維護需求。
14. 環保、水保工程規劃—含施工期間臨時性及通車後之永久性環保、水土保持措施。
15. 景觀、生態工程規劃—公路景觀規劃及環境自然生態考量調查。
16. 用地及拆遷補償概估—含路權劃設及用地、拆遷、地上物、公共設施遷移補償評估調查。
17. 經費概估及施工計劃—含用地及營運、管理、維護費概估及物料需求、施工運輸、道路規劃、分年資金需求、發包與分標策略研擬等。
18. 建設計畫—經濟效益可行性評估及敏感性分析、財務規劃、民營化評估及建議

### 三、大地工程調查

1. 現場鑽探、試驗及取樣工作：以鑽探 15 孔，總深度 600 公尺估計，依總長 10 公里，每公里鑽探 1 孔及重要構造物加鑽 5 孔，合計 15 孔估計。
2. 室內土壤試驗。
3. 資料整理、大地工程地質分析建議。
4. 依實作成果數量結算。





## 第二章 基本資料蒐集

### 2.1 地形與地質

#### 2.1.1 地形

本規劃路線位於屏東縣獅子鄉與台東縣達仁鄉間，屬於中央山脈南端之山麓地形，區內地形陡峭，山脈分佈約呈東北東走向，且有平行之溪流發育，溪谷多陡且深。本區地形，除受中央山脈之隆起運動控制外，區內斷層、岩性及地層走向等分佈亦對地形發育造成影響。

本區台9線為南迴公路之東段（安朔-草埔路段），自台東縣達仁鄉安朔村（高程約30公尺）起，沿安朔溪支流右岸邊坡及山脈稜線蜿蜒而上，至壽峠（路線最高點，高程約500公尺）跨越屏東與台東縣界後，即沿楓港溪右岸邊坡一路下降至終點—屏東縣獅子鄉草埔村（高程約290公尺）。本段公路沿線地形陡峭，且邊坡多存在有風化崩塌之跡象。新規劃路線位於既有台9線之北側，行經安朔溪支流之河谷，路線較平直且地勢平坦，並以甲級隧道穿越安朔溪支流與楓港溪間之分水嶺，解決因地形陡峭所造成之公路養護及行車困難，詳見圖2.1-1。

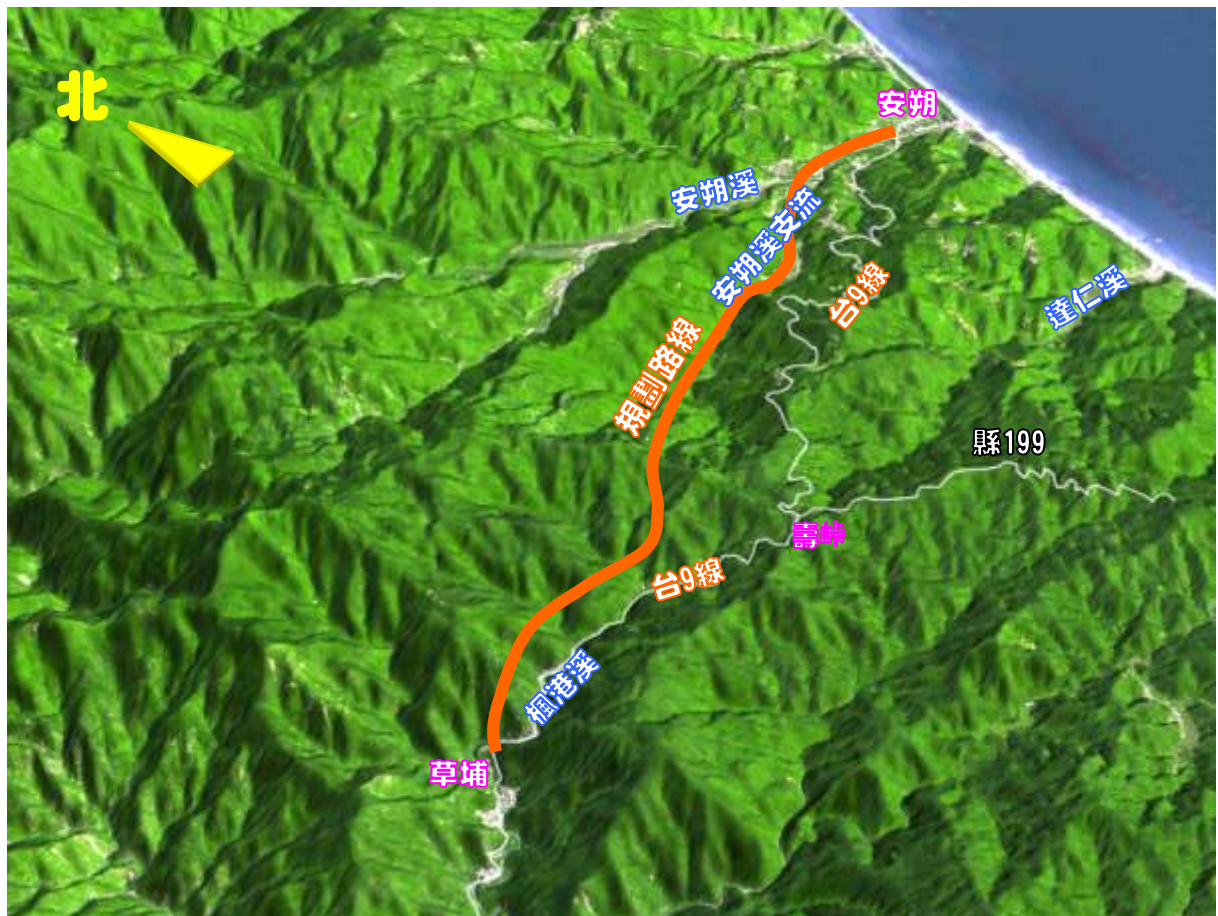


圖 2.1-1 本計畫區地形圖



### 2.1.2 地層與岩性

本規劃路廊附近之地層與岩性，詳見圖 2.1-2 之區域地質圖。除隧道段外，本路線主要沿安朔溪支流河谷蜿蜒，其沿線地層與岩性（由新至老）概述如下：

1. 沖積層：分佈於安朔溪支流河床及較平緩區域，構成物質為礫塊、岩屑和泥砂。本路廊沿線於山溝野溪出口多有沖積扇分佈，大雨時易因水位抬昇、坡度及本身重力之影響，產生向下滑移潛變；若邊坡遭到人為的擾動，易導致開挖面坍塌，故施工時應特別注意。
2. 山麓堆積層：分佈於坡腳或坡度陡變緩之轉折處，主要為自然風化崩落或坡面逕流沖刷所挾帶之泥砂及岩塊所組成，易因降雨或地震而導致不穩定，嚴重者可能造成土石流。
3. 階地堆積層：分佈於溪流兩岸，屬早期河床侵蝕之剩餘材料，與河床高差僅高數公尺，惟較早期者可能超過 10 公尺，主要由鄰近區域地層材料形成之礫塊石、砂、泥等所組成。
4. 潮州層：出露範圍最廣，構成材料以硬頁岩或板岩為主，間夾透鏡狀砂岩。一般而言，岩層劈理由南向北逐漸發達，風化特徵為「洋蔥狀剝蝕」及「筆狀構造」。本層之確實厚度不詳，惟可量測厚度約為 1500 公尺。



圖 2.1-2 計畫區域地質圖





本區主要下伏岩盤位於潮州層，茲就其岩性特徵進一步描述如下：

1. 硬頁岩：分佈最廣，為低度亞變質岩類，係頁岩或泥岩受區域變質作用而形成，惟僅發生變硬作用（Induration），微具劈理發育。風化或解壓後易形成「筆狀構造」，造成邊坡剝蝕現象。本區硬頁岩組成以細粒泥質沉積物為主，呈塊狀，新鮮時外觀為黑色，風化後與一般頁岩近似，為黃褐色。
2. 板岩：本區板岩劈理及節理均甚發達，劈理大致與層理一致或斜交。板岩通常為深灰色至黑色，風化後為黃褐色或褐色，內部常有不規則之石英細脈出現，其位態不定，多與劈理平行、斜交或呈劇烈之褶皺狀。本區板岩與變質砂岩常以互層形式出露。
3. 變質砂岩：以細粒變質砂岩為主，呈淺灰色至深灰色，已有葉理發育，局部具不規則之石英脈，岩質堅硬抗風化能力強。變質砂岩於本區時有出露，且常為厚層塊狀。
4. 變質砂岩與硬頁岩互層：此類互層之砂岩厚度均在 30 公分以下。砂岩所佔比例約 30%，其成份以石英為主，顆粒為細至中粒，新鮮時為暗灰色，風化後表面呈灰褐色。此類互層之節理不甚發達，節理間距大致相等。
5. 上述地質材料以變質砂岩之抗風化侵蝕能力較強，互層次之。硬頁岩之抗蝕能力最差，易受風化剝落形成小碎屑，再經雨水、河流冲刷侵蝕而流失。

### 2.1.3 地質構造

本區地層受地殼多次變動形成密集褶曲構造，且在低度亞變質作用過程中，因岩性差異而產生明顯之板劈理（Slate cleavage）及破劈理（Fracture cleavage）等。茲就本區地質構造特徵分述如下：

1. 層理：本區多數岩層屬於軟弱泥質頁岩，經輕度變質後，原先不明顯之層面就更如模糊，故通常只能在砂頁岩之界面存在。本區岩層走向和傾角變化很大，經常可以看到岩層在短距離內改變其位態。
2. 劈理：包括板劈理及破劈理，前者多發育於板岩及硬頁岩內，後者則常見於砂岩層內。板岩之板劈理發育良好，其間距小於 1 公厘，且劈理面甚為平滑。板岩暴露於地表受風化作用後，常沿劈理面滑動，造成岩層平面滑落；或與兩組高角度節理共同切割，形成岩楔滑落。本區之板劈理走向大致與層理平行或呈低角度斜交，傾向亦大致相仿，惟傾角常不一致。
3. 節理：為岩石於脆性狀態下受應力作用產生之裂面，亦為本區之重要構造。常與劈理、層理相互交切將岩體分割成許多塊狀，不但減弱岩體強度，亦形成許多地質構造破壞之原因。
4. 褶皺：本區地層以板岩及硬頁岩為主，其受擠壓時易產生塑性變形，復因受東西兩大板塊擠壓之強大應力作用，地質構造相當複雜，隨處可見小褶皺，且多呈倒置現象，其褶皺面向東傾斜，軸線則向北或向南傾沒。小褶皺的出現，顯示出本區岩層曾受到相當劇烈之扭曲，同時也反映整個區域之構造型態。根據構造分析得知，本區實際上位於一大複背斜構造之軸部和東翼，此背斜構造之軸部和中央山脈稜線一致，故亦可稱之為中央山脈複背斜構造；此背斜構造基本上為一褶皺面向東傾斜之倒轉背斜，東側地層一般以低角度向東南傾斜，西側地層多以高角度向東反轉或向西傾斜，其兩翼上並附生多條向斜或背斜構造，此種次生構造之褶幅由數百公尺至數公里寬，且多呈現倒轉現象。由於褶皺軸部易形成破碎帶（背斜軸）或蓄積地下水（向斜軸），故隧道施工時易遭遇擠壓、湧水及抽坍等現象。





5. 斷層：就岩石材料強度而言，本區地層較為軟弱，其抵銷大地應力之構造型態仍以褶皺為主；本區大規模斷層較少，但小規模斷層或層間剪裂帶則常見，一般寬度僅約數公尺至十數公尺，並夾厚約數十公分之斷層泥；雖然此類斷層規模均不大，惟隧道開挖時仍易造成擠壓性破壞、局部抽坍，或於斷層泥後方形成水包，導致隧道開挖後瞬間湧水，故施工不可不慎。根據既有地質圖幅顯示，本區已知並有記載之斷層為「楓港溪斷層」（詳見圖 2.1-2），該斷層西起楓港，經楓林、丹路、婆豬古山，抵達東部海岸之里仁溪。根據丹路向斜錯動之跡象，該斷層具有左移性質，而由出露地層年代研判，北側地層相對上昇。本斷層於楓港至新路間，南北兩側地層位態明顯不同，顯示為斷層所接觸。於丹路村後河谷中，牡丹層底部受生物擾動之砂岩層到此突然消失，顯示可能被斷層截切。於女仍山北側河谷中，獅子頭砂岩也在此突然中斷，形成四十公尺高落差之大瀑布，並量得該垂直斷層位態為東西走向。另外，恆春半島東側海岸由於岩性單調且沒有明顯之斷層跡象，故尚為推定之斷層線。

### 2.1.4 地震

臺灣位於歐亞大陸板塊與菲律賓海板塊交界，由於兩大板塊不斷地相互擠壓，每年發生地震（含有感與無感地震）之次數平均不下一萬次，島上結構物隨時有遭受地震襲擊之可能。本計畫區於半徑 100 公里範圍內之地震震央分布詳見圖 2.1-3，平均每年地震次數約 1,247 次，惟絕大多數為規模（ML）小於 3 之微震。根據記載，本區歷年發生之最大地震為 1978 年 7 月 23 日之蘭嶼地震，規模 7.4，震源深度 6.1 公里，震央距離本區約 60 公里；2006 年 12 月 26 日發生於恆春外海之雙地震，規模分別為 6.7 與 6.4，為最近之強震記錄。

1999 年 9 月 21 日台灣地區發生規模 7.3 之九二一集集大地震，造成中部地區許多公路、橋梁及建築物之損壞。有鑒於該大地震對公路橋梁之嚴重損害情況，2000 年 4 月交通部公布局部修正規範，對震區劃分與部分橋梁耐震設計規定有所修正與調整，並於 2008 年 12 月正式頒定「公路橋梁耐震設計規範」之新版規範。新版規範將原來「工址水平加速度係數（Z）」與「工址正規化水平加速度反應譜係數（C）」之乘積改為「工址設計水平譜加速度係數（ $S_{aD}$ ）」，並依各鄉鎮市區之地震危害度分析提供之。此外，除考慮「設計地震（回歸期 475 年）」外，新版規範新增「最大考量地震（回歸期 2500 年）」作用下，允許結構物產生極限塑性變形至結構韌性容量（R）。

本區位於屏東縣獅子鄉及台東縣達仁鄉，屬於一般工址。依據新版規範，以第一類地盤為例（堅實地盤，放大係數  $F_a=1$ ），其設計地震及最大考量地震之水平譜加速度係數（ $S_{aD}$  及  $S_{aM}$ ），分別為獅子鄉的 0.20 及 0.28，與達仁鄉的 0.24 及 0.32，詳如表 2.1-1 所示。

表2.1-1 本工址設計地震及最大考量地震之水平譜加速度係數（ $S_{aD}$ 及 $S_{aM}$ ）

	放大係數 $F_a$	設計地震			最大考量地震		
		$S_S^D$	$S_{DS} = F_a \cdot S_S^D$	$S_{aD} = 0.4S_{DS}$	$S_S^M$	$S_{MS} = F_a \cdot S_S^M$	$S_{aM} = 0.4S_{MS}$
台東縣達仁鄉	1.0	0.5	0.50	0.20	0.7	0.70	0.28
屏東縣獅子鄉	1.0	0.6	0.60	0.24	0.8	0.80	0.32

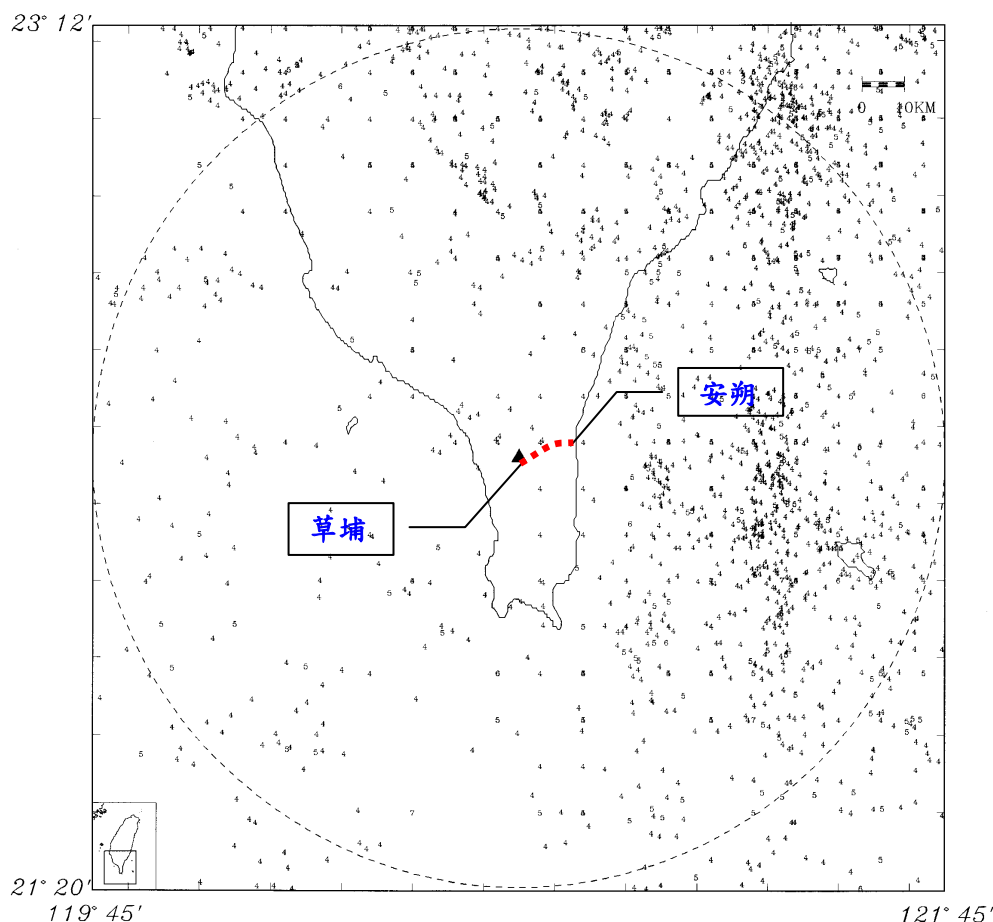


圖 2.1-3 計畫區附近地震活動分布圖

### 2.1.5 邊坡工程地質評估

本計畫路廊帶因人為開發較少，現地地形、地貌及植生多仍維持原來之平衡樣貌，於歷次颱風及豪雨侵襲中所受災害程度較小。根據本計畫區附近已開發路段之邊坡調查，在類似地質及工程條件（如枋山溪、楓港溪及安朔溪等流域）下，研判本計畫邊坡之潛在地質災害如下：

#### 1. 圓弧滑動

計畫路廊位於輕度變質硬頁岩分佈區域，由於變質作用之應力影響下，硬頁岩多含有微裂隙，而近地表之露頭，則由於解壓作用而使微裂隙張開，呈現發達的鉛筆狀構造現象；而含泥量多之硬頁岩，具易風化傾向，當雨水沿發達裂隙侵入風化時，其所形成之風化層厚度大多相當厚。而後因道路開發使坡腳土體與坡面植生遭移除，若邊坡又缺適當保護工，極易因豪雨或長期降雨造成土體形成圓弧破壞。圖 2.1-4 為安朔溪南迴鐵路施工便道上邊坡之大面積圓弧滑動現象，由現場暴露土體可發現材料因高度風化而呈現紅色銹染狀態，圓弧破壞深度估計約 6 公尺左右。此類邊坡若未處理，則其破壞範圍將漸次擴大。

邊坡施工若遇有此類破壞潛能區域，應加強邊坡周邊排水，可採用截水溝設置，但遇陡峭坡面情況建造截水溝難度較大，邊坡穩定性將因施工開挖而降低，可考慮其他有效方法，如加強排



水孔設置等。對於深度較大之崩坍及陡峭邊坡，主要保護措施可為格梁地錨或其他經評估可行之措施。對大規模的地滑邊坡可採用排樁等大型抗剪結構。



圖 2.1-4 安朔溪南岸南迴鐵路施工便道上邊坡之大面積圓弧滑動現象

## 2. 坍滑

部分山坡厚層堆積層因夾有較多的塊石，而使其形成較陡的邊坡，又或山坡出現破碎程度高且潛移面深度深的潛移岩體，而後因道路開發使坡腳土體遭移除，若邊坡又缺適當保護工，極易因長期向下擠壓變位配合降雨增加重量與減少摩擦力而造成土體坍塌。圖 2.1-5 為安朔溪支流產業道路上邊坡之大面積坍滑現象，崩塌地高度估計約 50~60 公尺，邊坡表層堆積土體完全坍滑至谷底，下覆破碎岩盤面出露，道路路基全部流失，由現場暴露土體與下覆岩盤界面可知，該土體平均厚度約 4~5 公尺左右。此類邊坡若未處理，則其破壞範圍將漸次向上與兩側擴大，直至堆積層與岩盤側向邊界為止。

本類邊坡在開發後極易產生不穩定現象，可採用格梁地錨、混凝土面版加地錨或擋土柱(排樁)配合地錨等較重之方式來保持邊坡穩定。一般而言，護坡方法因地而異，應依進一步之地質鑽探調查成果，研判地下水位、地質特性等，並取得地工參數後，再分別擬定適當之護坡方法。





圖 2.1-5 安朔溪支流產業道路上邊坡之大面積坍滑現象

### 3. 岩屑崩積

本區硬頁岩有發達的鉛筆狀構，在硬頁岩含砂量較多地層中，鉛筆狀碎塊不易風化崩解，而以碎塊型式堆積於坡面上（圖 2.1-6），每遇豪雨，則被逕流帶動而沿邊坡逕流所侵蝕之凹溝移動集中，最後則匯合後大量堆積於逕流出口，並造成道路遭掩埋。圖 2.1-7 為枋山溪北岸南迴鐵路施工便道所見大量碎屑堆積造成便道遭埋沒現象，該堆積物高約 15 公尺，底部橫寬約 20 公尺，成錐狀。

風化岩層本身具有相當的穩定性，若不進行高坡開挖，原則上採用噴凝土自由型格梁植生或配合穴植工法；或是以浮根性灌木或爬藤植物植栽工，內鋪設小網格之防落石網，並加設短岩栓(或灌漿錨筋)即可適度加強邊坡的穩定，或是在有足夠路幅寬，預留坡腳路面安全寬度，供作崩坍緩衝區之用，並以箱籠截流溝攔擋，並採定期清碴處理。若風化程度嚴重或做高坡度開挖應以預力鋼腱岩錨來加強邊坡之穩定，並需加強坡面植生保護避免風化速度加快。



圖 2.1-6 枋山溪北岸南迴鐵路施工便道所見鉛筆狀構造



圖 2.1-7 枋山溪北岸南迴鐵路施工便道所見大量碎屑堆積造成便道遭埋沒現象





#### 4. 順向坡滑動

順向坡係指地層的傾斜方向與坡面傾斜方向一致者。順向坡可因坡趾被砍斷而順潛在滑動面（如層面）因岩體之自重作用而下滑，若再加雨水滲入順向坡內的裂面產生水壓及上頂力，將更容易沿下端已被砍斷坡趾之潛在滑動面而下滑。目前本計畫路廊所經區域皆為地層極為扭曲皺褶之硬頁岩，短距離內位態變化大，研判應無潛在大型順向坡的問題，僅有局部順向坡發生的可能，但亦可能產生岩體坍塌破壞問題。圖 2.1-8 為枋山溪北岸南迴鐵路施工便道所見之局部順向坡現象，其由層面所構成的滑動面與由三組節理所形成之分離面清晰可見。

在此類邊坡從事開挖、加載極易引起坍塌，若考量滑動潛能對路線影響不大，或坡度並不陡仍能以工程方式克服，則護坡方式可用岩栓或灌漿錨筋來穩固較小岩塊，或用格梁地錨來加固較大之岩楔。但如果滑動方向與路線正交，或滑動角度過大，必須耗費極大的工程來克服，則建議避免此開發行為，應考慮改線或是以開鑿隧道或是棧橋的方式通過陡坡，惟依目前資料評估，本計畫路廊遭遇此類順向坡機會不大。

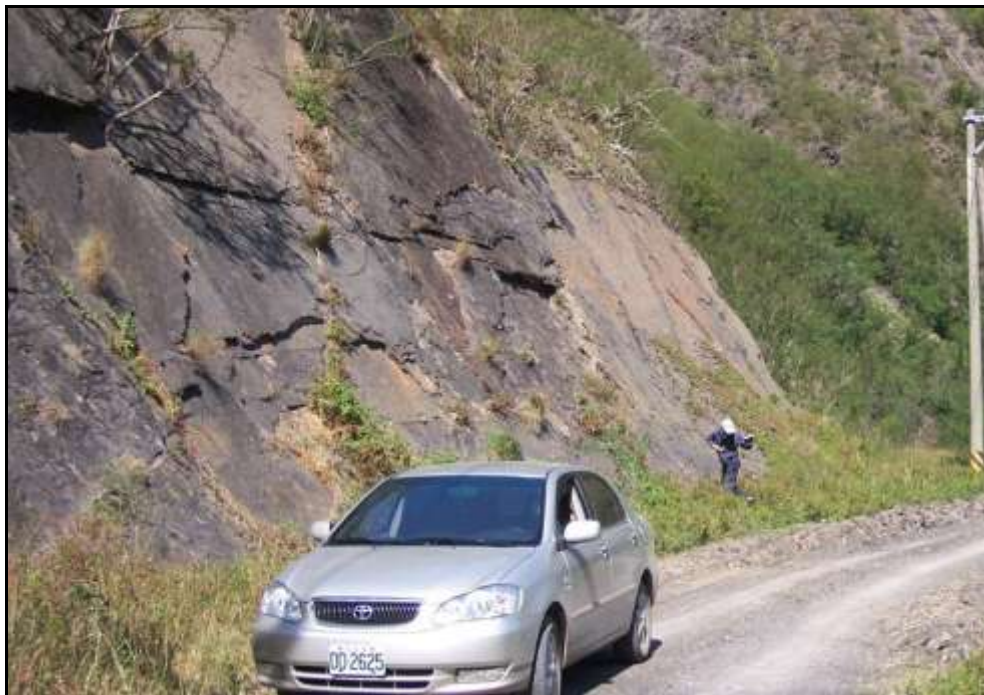


圖 2.1-8 枋山溪北岸南迴鐵路施工便道所見之局部順向坡現象

#### 5. 構造破碎帶

岩盤因節理等不連續面及斷層或褶皺軸等地質構造切割而產生岩楔或破碎岩體，由於上覆堆積層或坡趾土體因施工或其他因素移除後，導致岩體解壓崩解或失衡後崩落。圖 2.1-9 為枋山溪北岸南迴鐵路施工便道所見，因沿層面剪動及節理組切割所產生的破碎帶，經解壓崩解後之崩塌現象。圖 2.1-10 為南迴公路草埔東方（楓港溪流域），因褶皺作用造成強弱地層間相互剪動而破碎，後因河道侵蝕造成坡趾土體被移除後所產生之崩場地現象。此類崩塌現象的規模視破碎帶寬度而定，破碎帶寬度愈寬，可能崩塌規模愈大，山體愈高，可崩塌材料多。



由於此類崩塌現象大多呈線性延展，於山區陡坡其上、下高差頗大，治理極為不易，一般而言，在邊坡開發有此類破壞疑慮處，可採用格梁地錨、混凝土面版加地錨或擋土柱(排樁)配合地錨等較重之方式來保持邊坡穩定。但仍需依各別邊坡進行合宜之地質調查，並利用鑽孔研判地下水位、地質特性等資料，亦需取得地工參數後，再依特性擬定適當之護坡方法。



圖 2.1-9 枋山溪北岸南迴鐵路施工便道所見土石崩落現象



圖 2.1-10 南迴公路草埔東方因褶皺作用所產生崩場地現象





## 6. 洪流侵蝕

颱風豪雨所造成的河川水位快速上漲，往往夾帶大量土石對河岸進行沖蝕，尤其硬頁岩區因堆積大量岩屑，於洪水時可被大量搬運，其對河岸侵蝕作用更加劇烈。圖 2.1-11 為枋山溪支流南迴鐵路施工便道所見洪流刮蝕造成邊坡坍塌現象，其高度約 20 公尺、寬度約 50 公尺，下覆岩盤已完全出露；洪流通過後，於河床留下大量硬頁岩碎屑與石塊，另有許多自上游沖刷而下的樹幹等雜物，顯見上游亦有多處坍塌區域。再者，在洪流的側向侵蝕作用發生時，其對河床的淘深與回填亦不斷在進行，以圖 2.1-11 所在區域為例，整個河谷已為土石所填平，原河道已不復見，顯示洪流所攜帶砂石量相當驚人，惟河床淤積高度因無洪流前資料可供比對，而無從得知。圖 2.1-12 為枋山溪北岸南迴鐵路施工便道所見整排護岸基礎淘空後，道路坍塌流失現象。由當地遺留護岸殘餘部分型態研判，該護岸因基礎較淺，當基礎遭淘蝕後，護岸節塊發生位移而使洪流得以進一步淘蝕基礎及其背後填土，終至所有護岸因基礎淘空而偃倒沖毀，其上之道路亦因此路基流失道路中斷。

道路下邊坡有遭洪流淘蝕顧慮處，如河流攻擊坡，應配合河道整治之堤線，施作護岸保護，惟護岸之基礎深度宜考量可能之沖刷深度，或加深趾墩之施做深度；若為沿河岸橋梁構造物，則應注意橋墩基礎之深度應足以應付可能之淘刷深度，並加強橋墩周邊河床沖刷保護。再者，護岸及橋梁高度亦應考慮洪水位高程，以避免可能的溢頂破壞。



圖 2.1-11 枋山溪支流南迴鐵路施工便道所見洪流刮蝕造成邊坡坍塌現象





圖 2.1-12 枋山溪北岸南迴鐵路施工便道所見護岸基礎淘空後坍塌現象

## 2.1.6 隧道工程地質評估

### 1. 隧道資料整理結果

本計畫隧道段位於屏東縣與台東縣交界之中央山脈南延部分，由於地形陡峭且植被茂密，故可觀察到之岩層露頭較少。南迴鐵路中央隧道距本計畫隧道水平距離僅約 4 公里，其過去隧道開挖之經驗、支撐設計及遭遇困難地質之處理措施等，均可提供本隧道規劃設計之參考。

根據南迴鐵路中央隧道之施工經驗，茲就本隧道可能遭遇之開挖面狀況分述如下：

- (1) 岩性以硬頁岩夾變質砂岩為主，層面與劈理面呈小角度相交，局部節理相當發達（圖 2.1-13），硬頁岩則有受擾動之現象。至於砂岩轉變為凸鏡狀，於兩岩性交界處附近，可能因地層間強度差異過大，往往於擠壓變形過程中產生順層面剪動，並產生局部破碎帶導致易有滲水情形，且局部節理相當密集發達（圖 2.1-14）。且可能因節理密集、岩性界面破碎及變質砂岩裂隙較多，而含大量地下水，開挖時遭遇大量湧水之潛能較高。
- (2) 岩性以硬頁岩夾板岩為主，岩盤常夾有小剪裂帶（圖 2.1-15），寬約 10 至 20 公分，局部有滲水情形。偶有遭遇厚達數公尺之斷層破碎帶（圖 2.1-16），可能造成抽心或隧道支撐完成後仍持續擠壓變形之現象，另斷層兩側岩盤亦有受擾動及節理發達之現象。

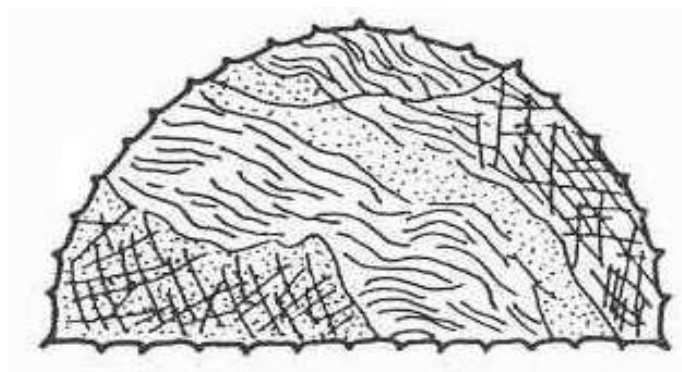


圖 2.1-13 硬頁岩夾變質砂岩－局部節理相當密集發達

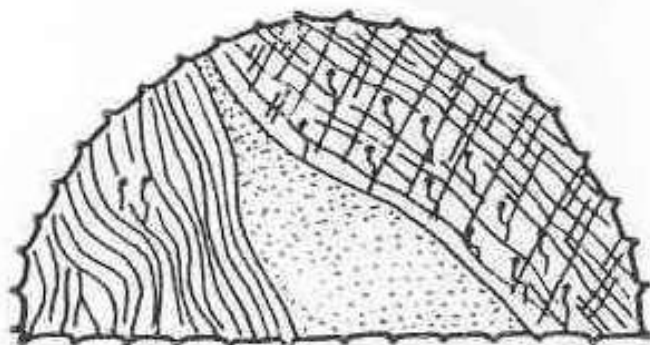


圖 2.1-14 硬頁岩夾變質砂岩－砂岩呈凸鏡體狀，開挖面有大量滲水



圖 2.1-15 硬頁岩夾板岩－岩盤常夾有小剪裂帶，局部有滲水情形

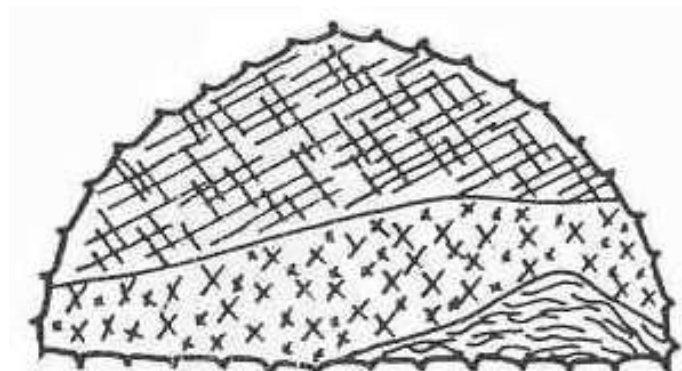


圖 2.1-16 硬頁岩夾板岩－夾數公尺厚破碎帶，兩側岩盤受擾動及節理發達



## 2. 工程地質評估結果

根據前述之隧道開挖面狀況，初步研判隧道可能遭遇之破壞模式，包括岩楔破壞、走動性破壞、擠壓性破壞、湧水及偏壓等，其岩體等級以第Ⅲ、Ⅳ類為主。

有關隧道破壞模式之可能成因，敘述如下：

- (1) 岩楔 (wedge) 破壞：本研究路線隧道段於開挖時可能遭遇由葉理面與主要節理共同組成之岩楔所產生之落盤現象，其中尤以變質砂岩最易發生，因變質砂岩層面發達且層面容易剝離，而其與兩組開裂且主要位態大角度相交之節理相互切割的結果，將造成岩楔，此類岩楔破壞易造成開挖面坍塌、頂拱落盤或側壁破壞，造成施工困擾。
- (2) 走動性 (running and flowing) 破壞：由整體地質構造線分佈緊密的狀況研判，將來隧道開挖過程中遭遇未預期之小規模斷層剪裂帶可能性極高。再者，由研究區地質構造模式評估結果顯示，研究路線通過由大型複背斜所構成之緊密褶皺區，而於複背斜兩側多存在小型局部褶皺構造情況研判，隧道開挖遭遇小型褶皺構造軸部破碎帶之可能性亦極高；同時，亦無法排除遭遇因褶皺運動所產生之層間滑動或軸部剪動等地質弱帶之可能。故隧道鑽掘可能遭遇破碎帶及剪裂帶，而此類破碎帶若通向地表亦可能引進並積蓄地表水，形成受壓水層，另由於本區岩盤特性若混合不同量地下水之情況下，則隧道挖遇破碎帶時可能遭遇包括岩屑崩移、土石流或泥石流等走動性破壞，對隧道鑽掘將造成影響。
- (3) 擠壓性 (squeezing) 破壞：硬頁岩類岩層經剪磨或地下水浸泡後常呈現泥狀軟化且可能因受應力影響而具擠壓性，於隧道開挖後常產生極大的變形量，亦可能導致隧道發生擠壓性破壞。
- (4) 湧水：本計畫研擬隧道所經過之區域，由於岩體曾遭受長期大地應力作用而產生褶曲及剪斷，而此類地質構造所產生之破碎帶或密集節理帶可能接收並儲藏可觀之地下水，故隧道鑽進過程中，仍可能於鑽穿剪裂破碎帶所夾之剪裂泥後，遭遇瞬間且夾帶破碎岩塊之大量湧水現象。
- (5) 偏壓：本計畫隧道所經過區域，若干地形有不對稱現象或路線幾何因素可能造成偏壓之情況，應於路線研究時予以避免，後續階段若需修正線型時，亦應注意避免此一現象發生。

以往中央隧道開挖雖曾遭遇較多困難阻礙，惟根據其完工報告之檢討，不難發現其原因並非全為地質因素所致，包括：(1)選線時地質探查不足，致地質條件未充分掌握；(2)施工確實度未充分掌握（如背填灌漿、勻滑爆破、變形監測、前進鑽探、開挖面研判、支撐選擇、變形即時處理等），造成後續變形加劇問題；(3)隧道開挖支撐理念由 ASSM 轉換為 NATM，施工人員不熟悉及應變不及等。以目前隧道施工觀念、技術與機具設備之成熟與先進，加上已完工中央隧道之施工經驗可供參考，對本計畫後續設計與施工應能有較高程度之掌握。

### 2.2 交通量分析及未來需求預測

依據可行性研究報告之運輸需求分析及預測，本路段既有道路於目標年(民國 115 年)平日及假日之尖峰小時流量(pcu/小時)分別為 1,720 pcu/小時及 1,891pcu/小時，以本路段之道路容量 2,400 pcu/小時分析，其服務水準無論以 V/C 或行駛速率評估之服務水準在平日或假日時均為 E。

### 2.3 氣象與水文





計畫路線沿線附近氣象資料紀錄較為完整、且紀錄年份較長之氣象測站為位在台東縣之中央氣象局大武測站，此測站在某種程度可代表本路線所經地區之地理及氣候情況，其測站基本資料列於表 2.3-1，且所蒐集之氣溫、風、霧日、能見度、降雨日及雨量等氣象資料，茲彙整分述如下：

表2.3-1 氣象測站基本資料表

站號	測站名稱	北緯	東經	地點	風速儀 地上高度 (公尺)	海拔 高度 (公尺)	設站 年份	每日 觀測次 數
467540	大武	22°21'	120°18'	台東縣 大武鄉	12.7	8.1	1940	8

### 2.3.1 氣溫

大武氣象測站歷年各月及年之平均氣溫、平均最高與最低氣溫、絕對最高與最低氣溫及最大日溫差如表 2.3-2 所示。

大武測站記錄之歷年月平均氣溫以七月份的 28.4℃ 最高，一月份的 20.1℃ 最低，年平均氣溫為 24.7℃。歷年絕對最高氣溫發生於五月，為 39.4℃；絕對最低氣溫則發生於二月，為 10℃。每日溫度變化情形為最高氣溫出現於正午時刻，最低氣溫出現在清晨 5、6 點左右。

表2.3-2 大武氣象測站氣溫統計表 單位：℃

統計類別	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年統計值
平均氣溫	20.1	20.6	22.5	24.5	26.6	27.9	28.4	28.0	27.2	25.8	23.7	21.3	24.7
平均最高氣溫	23.5	24.2	26.3	28.6	30.8	32.0	32.6	32.0	31.0	29.1	26.9	24.5	28.5
平均最低氣溫	17.3	17.8	19.4	21.3	23.3	24.6	24.9	24.7	24.0	22.8	20.9	18.5	21.6
絕對最高氣溫	33.0	35.2	37.6	38.2	39.4	38.4	38.6	37.6	37.1	36.6	33.4	32.7	39.4
絕對最低氣溫	10.1	10.0	11.8	14.4	17.7	18.4	21.4	19.2	19.7	16.6	11.1	10.7	10.0

註：中央氣象局「氣候資料年報」大武氣象測站自 1940 年至 2006 統計資料。

### 2.3.2 風

大武氣象測站歷年各月及年之平均風速及風向、最大風速及風向、極大風速如表 2.3-3。

大武測站記錄之歷年月平均風速以十月份的 3.9 公尺/秒最高，六、七月份的 2.4 公尺/秒最低，年平均風速為 3.1 公尺/秒。歷年最大風速及風向發生於十月，為 31.3 公尺/秒之北風。

表2.3-3 大武氣象測站風速及風向統計表 單位：公尺/秒

統計類別	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年統計值
平均風速	3.6	3.4	3.1	2.8	2.4	2.4	2.4	2.4	2.7	3.9	4.4	4.1	年平均 3.1
最大風速及風向	14.3	16.7	18.5	17.3	25	26.7	22	28.3	25	31.3	24.3	16.3	年最大 31.3
	NNE	NNE	ENE	NNE	N	NNE	NE	NNE	NNE	N	NNE	NNE	N
極大風速	29.8	25.5	26.8	29	39.6	43.1	39.8	37.6	43.3	41	34.5	26	年極大 43.3

註：中央氣象局「氣候資料年報」大武氣象測站自 1940 至 2006 年統計資料。



### 2.3.3 降雨日

大武氣象測站歷年降雨日數統計如表 2.3-4 所示。

全年降雨日數約 168.9 日，降雨日數較多之月份集中於 5 月至 9 月。

表2.3-4 大武站歷年降雨日數(≥0.1公厘)統計表 單位：日

年份 \ 月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均值
1940~2000	13.6	13.2	13.0	13.2	15.1	16.5	13.9	15.9	17.3	15.0	12.9	12.2	171.8
2001	9.0	13.0	7.0	16.0	18.0	15.0	16.0	12.0	20.0	8.0	8.0	10.0	152.0
2002	8.0	11.0	8.0	9.0	12.0	9.0	11.0	12.0	15.0	9.0	6.0	16.0	126.0
2003	14.0	7.0	11.0	12.0	10.0	16.0	11.0	13.0	18.0	13.0	13.0	10.0	148.0
2004	11.0	14.0	14.0	9.0	11.0	7.0	18.0	9.0	18.0	10.0	7.0	10.0	138.0
2005	8.0	6.0	9.0	7.0	16.0	21.0	10.0	17.0	20.0	14.0	8.0	9.0	145.0
2006	9.0	12.0	10.0	10.0	12.0	16.0	13.0	8.0	11.0	13.0	5.0	10.0	129.0
月平均值	13.3	13.0	12.7	13.0	14.9	16.3	13.8	15.5	17.3	14.7	12.4	12.1	168.9

資料來源：中央氣象局「氣候資料年報」大武測站自 1940 至 2006 年統計資料。

### 2.3.4 雨量

計畫路線根據設中央氣象局大武測站所記錄之歷年月降雨量統計(表 2.3-5)及日最大降雨量(表 2.3-6)觀之，每年春末夏初之際，大陸冷氣團與太平洋暖氣團勢力於華南至台灣、琉球一帶相持不下所形成之滯留鋒導致之降雨(即俗稱之梅雨)及出現於夏季之颱風帶來之豐沛雨水，為本區降水之主要來源。

大武測站平均年降雨量為 2430.8 公釐，月平均最大降雨量為 7 月份的 432.8 公釐，最小為 1 月份之 49.3 公釐，最大日雨量(24 小時)為 564.0 公釐，發生於 2005 年 7 月。

表2.3-5 大武站歷年月降雨量統計表 單位：公釐

年份 \ 月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年總值
1940~2000	50.4	51.7	55.8	94.6	194.6	399.1	412.9	413.9	393.4	212.0	103.6	54.4	2436.4
2001	64.3	45.7	20.1	37.6	462.7	524.3	362.4	145.1	462.4	51.7	14.5	23.4	2214.1
2002	50.6	43.7	30.4	7.7	155.3	209.5	332.2	390.8	331.0	44.1	22.5	84.3	1702.1
2003	57.6	19.8	41.6	60.4	15.0	432.7	172.9	675.3	300.7	94.9	275.1	8.1	2154.1
2004	17.4	26.4	16.7	32.6	142.4	202.4	903.6	114.1	470.5	18.5	4.0	217.9	2166.4
2005	11.1	30.0	34.5	13.0	114.6	644.3	1105	453.4	872.4	96.5	103.5	51.4	3530.5
2006	30.1	22.0	39.1	78.3	281.9	641.4	936.5	154.8	201.0	54.5	16.2	18.0	2473.8
月平均值	49.3	49.9	53.5	89.6	194.7	403.0	432.8	405.7	397.5	198.4	100.8	55.5	2430.8

資料來源：中央氣象局「氣候資料年報」大武測站，自 1968 年至 2006 年統計資料。



表2.3-6 大武站歷年日最大降雨量統計表 單位：公釐

年份 \ 月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年最大值
1940~2000	54.5	127.1	87.0	140.8	165.7	223.2	410.2	282.5	372.5	78.0	41.3	34.6	410.2
2001	36.5	1.4	15.5	17.5	115.5	108.0	286.5	38.5	774.5	0.2	6.0	5.4	774.5
2002	26.5	0.0	1.6	1.5	58.0	28.5	95.0	49.5	88.5	0.0	2.5	18.0	95.0
2003	11.9	21.5	7.1	46.0	57.2	84.1	44.7	58.0	14.5	19.1	1.5	0.0	84.1
2004	1.5	13.3	10.0	21.5	33.5	9.5	253.5	98.5	34.5	1.5	0.0	45.5	253.5
2005	6.0	87.4	50.0	20.5	106.5	297.0	237.0	85.5	250.5	65.5	3.5	4.1	297.0
2006	4.0	3.5	18.0	30.0	54.0	381.5	154.0	69.5	46.5	5.5	32.0	10.8	381.5
月最大值	54.5	127.1	87.0	140.8	165.7	381.5	410.2	282.5	774.5	78.0	41.3	45.5	774.5

資料來源：中央氣象局「氣候資料年報」大武測站，自1968年至2006年統計資料。



## 2.4 河川水系

規劃路線北起台東縣安朔河流域，南至屏東縣楓港河流域，兩個流域現況及特性分析如下(參見圖 2.4-1)：

### 2.4.1 安朔河流域

安朔溪屬台東縣縣管河川，為普通河川，舊名「阿塋壹溪」，為達仁鄉海岸線的北界，南到塔瓦溪，流路長度 12.10 公里，集水面積 58.40 平方公里，發源於臺東縣達仁鄉卡勃卡那山，往東於安朔村附近流入太平洋中。

規劃路線將沿安朔溪下游段主流及支流河谷，由東北往西南延伸，安朔溪主流目前有水道治理計畫線規劃，路線規劃需考量治理計畫線位址；支流河谷則無治理計畫。

### 2.4.2 楓港河流域

楓港溪屬屏東縣縣管河川，為次要河川，發源於屏東縣太和山，往西於枋山鄉流入台灣海峽中，流路長度 20.32 公里，集水面積 102.52 平方公里，平均流量 7.68cms，年逕流量為 242.3 百萬立方公尺。

規劃路線出隧道後將以橋梁跨越楓港溪支流上游段，再於草埔地區銜接回台九省道。



圖 2.4-1 計畫路線河川水系圖





## 2.5 生態環境現況

依據「台9線南迴公路拓寬改善後續計畫環境影響說明書」調查資料可知，本區陸域之動植物生態多樣化，三季調查共發現23種稀有種植物，75種特有種植物；動物發現有21種台灣特有亞種，一級保育類1種，二級保育類20種，三級保育類14種；水域生態受溪流豐枯水量之影響，生物變化較大，但整體而言，安朔溪之水質及生物生態良好，而且不論陸域或水域生態環境，越往西向之草埔，生態環境越佳。



↑安朔溪河床

## 2.6 景觀環境現況與分析

現階段計畫共提出三條路線規劃，規劃路線依其構築方式及所經區段，而有不同之景觀影響，依環評內容，將本計畫路段劃分為一個景觀同質區，故除參考環評資料外，再經本計畫現勘成果，由於本區整體之自然風光優良，景觀環境均質性高，全路段之景觀同質分區，另依據路廊之開放-封閉程度(詳圖2.6-1)，以及沿線景觀之自然度疊圖而得，將之細分為二類之景觀同質區，分別為「安朔溪河岸景觀同質區」及「安朔-草埔山林溪谷景觀同質區」(詳圖2.6-2)。



↑溪流蜿蜒及河床之溪流景觀

路廊之自然度高，視覺焦點或關注之重點景觀區，主要集中在東側之達仁安朔區段，因為此區段之安朔溪河道廣闊，加上屬本計畫路段人口集中之聚落，且為道路必經之交會處，故而列屬計畫路廊之重點景觀區。



↑自然度高之山林景觀

### 2.6.1 路廊環境景觀特色

本計畫路廊自安朔起，經過安朔溪側之路段，屬「安朔溪河岸景觀同質區」，本區之景觀屬半開放視域，由於安朔溪即將往東出海，溪河在安朔-達仁區段，呈現較為寬闊之視野景觀，加上中遠景之山巒起伏，呈現壯闊又封閉之山河景緻。

本計畫路廊自安朔後轉入山區，在安朔溪、達仁溪、楓港溪支流及周邊山區間行進，構成「安朔-草埔山林溪谷景觀同質區」，本區景觀屬溪谷空間構成之封閉視域，在自然度高之山林及蜿蜒溪流間，構成視野受限但變化多樣之原野型景觀特色。



↑山區狹窄之溪流景觀。





圖 2.6-1 現況環境景觀分析示意圖



圖 2.6-2 計畫路廊景觀同質區分析圖

整體而言，計畫路廊具有下列五種景觀風貌：

- 一、溪谷灘地的農作景觀。
- 二、溪流蜿蜒及河床之溪流景觀。
- 三、山區狹窄之溪流景觀。
- 四、自然度高之山林景觀。
- 五、封閉的隧道景觀

除此之外，由於計畫研提之方案，以及前階段可行性研究方案(提送環評之方案)，除方案丙之路廊，與現有台9線路段重疊較多外，其它方案與現有台9線幾無重疊，屬新建道路，加上現況環境自然度高，人文景觀少，人文景緻主要集中在路線起點之安朔區段，亦即本計畫劃設之重點景觀區內。



除此之外，路廊行經環境以現有自然溪谷山林區為主，少見人文聚落環境，但路廊部分區段為布農族、排灣族等原住民之活動區，且現有台9線沿線，可見具原住民特色之聚落、建物及圖騰，人文色彩鮮明，而計畫路線之四方案中，雖僅有丙方案與現台9重疊度較高，但其它方案之頭尾區段，仍與既有台9線交錯，其中重點景觀區之橋體位置明顯，建議未來設計階段可考量加入原住民圖騰語彙，設計本區橋梁，除此之外，全線橋梁或道路設施之色彩，可採結合環境色彩為原則設計，以配合景觀規劃構想，塑造融入環境或凸顯道路之公路景觀。



主要色彩為

	PANTONE 326-1 Process		PANTONE 318-8 Process		PANTONE 308-1 Process
	PANTONE 203-9 Process		PANTONE 321-1 Process		PANTONE 285-4 Process

圖 2.6-4 環境色彩分析圖

## 2.6.2 路廊方案之景觀衝擊分析

本計畫提出之三條路線規劃(方案甲、方案乙、方案丙)，加上環評報告提出之「可行性方案路線」，共計四方案，其中方案甲、方案乙及可行性方案，均以甲級隧道型式穿越大部分路段(隧道段約 4~5km)，特別是生態環境及自然景觀最豐富的歸田至草埔段，此段甲乙兩方案及可行性方案均以隧道通過，方案丙則採隧道、橋梁及開挖山壁之路堤(塹)方式通過，方案丙之路線最為曲折，經過山脊、山凹及溪谷之路段最多，具有較佳之用路者景觀，但對路外人角度(外部景觀)而言，其景觀之衝擊影響最大，對生態環境之影響也最大。

而對於用路者而言，方案甲、方案乙及可行性方案，均以甲級隧道型式穿越大部分路段，隧道段之封閉空間，影響用路者之視覺體驗。但對路外人(外部景觀)而言，此三方案對周遭生態環境及景觀之影響最較小。

在空間景觀上，配合規劃方案之差異，計畫路廊對用路者具有下列幾個空間效果：(見圖 2.6-1)

一、半開放至開放的行車視野(近海口附近之溪谷路段)。



## 二、封閉性強的行車視野(隧道路段)。

## 三、半開放至封閉行車視野(溪谷至溪流路段)。

對於路外人角度而言，計畫路廊周邊主要之路外者，為現有台 9 線之用路者及沿線聚落村莊居民，方案甲、方案乙、方案丙及可行性方案，以方案丙對路外者之景觀影響最大，其次為可行性方案之路線；因方案丙主採橋梁方式，搭配隧道及路堤路塹之構築方式，在工程方法上較其它方案易對景觀環境造成衝擊，除此之外，其平面路線規劃上，方案丙與現有台 9 線大半沿相同河谷區行進，使路外者可見之機會增加。目前本規劃案以甲方案為主要建議方案。



## 2.7 上位計畫、重大建設與相關計畫

### 2.7.1 上位計畫

台灣在中央山脈由北向南的縱向切割下，分成西部區域與花東區域兩個屬性截然不同的空間結構，除了自然環境差異，產業組成、經濟發展型態及居民生活樣式也因為對外交通的因素而有極大的差別，為改善東部區域現況，順應特色資源建立發展優勢，政府積極擬定各項東部地區發展策略。

與本計畫相涉之重要上位指導計畫包括：行政院於 99 年 2 月 22 日核定之「國土空間發展策略計畫」、96 年 3 月 20 日經建會擬定之「東部永續發展綱要計畫」、變更中之東部區域計畫第二次通盤檢討、南部區域計畫第二次通盤檢討，屏東縣綜合發展計畫、台東縣綜合發展計畫等。上述計畫均將東部對外交通運輸改善列為重要內容，省道台 9 縣南迴公路係南部高屏地區與東部花東地區唯一運輸幹道，其拓寬工程為推動改善東部區域交通之重要工作。

各項上位計畫、政策與本計畫相鏈結之內容整理如表 2.7-1。

表2.7-1 上位及空間發展計畫與本計畫關聯性彙整表

計畫名稱	主管單位	主軸政策	與本計畫之關聯
國土空間發展策略計畫	經濟建設委員會	確立國土空間架構與發展定位，提出全國性之國土保育、產業經濟、城鄉發展、交通運輸通訊、空間治理等五大面向空間發展政策與策略方向，並定位東部區域環境優勢為「東部優質生活產業軸」	1.提高國土機動性、可及性與連結性，創造產業發展機會，提升東部地區聯外公路系統之安全性與可靠性。 2.持續加強照顧東部及離島建設，中央政府應積極改善東部及離島對外交通，以達到地方適性發展之實質與心理需求。
東部永續發展綱要計畫	經濟建設委員會	發展觀光產業，營造東台灣特色之新鄉村社區，妥善保護東部豐富自然資源，強化花東發展核心機能，落實綠色運輸及人本環境，善用東部優勢資源，追求經濟、社會及環境之永續發展。	1.發展綠色運輸系統，針對蘇花公路及南迴公路易肇事及坍塌路段進行必要改善，確保東部聯外公路交通之安全性與可靠性。 2.連接「三心二軸雙環」發展模式中「雙環」之「花東山海南環」，自山邊到海岸整合周邊泛觀光產業資源，建構花東優質景觀廊道。 3.整體規劃砂石運輸改善方案，降低砂石業負面衝擊。
台灣南部區域計畫(二通)草案	內政部	永續發展，環境保育、經濟發展、社會公義並重。	七大發展功能單元之聯外轉運單元目標，便捷南部地區交通網絡，讓區域機能範圍延伸東部區域，有助於以此為核心之屏東次生活圈。
台灣東部區域計畫	內政部	促進區域均衡發展，創造就業機會，強化地方生活圈中心都市功能；促進產業及觀光發展，合理利用自然及人文資源，維護資源之永續性；提高生活品質，改善原住民經濟、文化、教育及生活環境；完善區域運輸交通建設。	1.提升區域交通運輸功能，加速帶動東部觀光及產業的發展，有助於整體經濟上發展。 2.整合陸、海、空運輸及電信資訊系統，以達到人、貨、資訊之快速運輸之改善東部聯外交通目標。





計畫名稱	主管單位	主軸政策	與本計畫之關聯
屏東縣綜合發展計畫	屏東縣政府	發達知識生產科技、營造精緻生活空間、打造國際觀光路線、建設公益福利社會、經營永續安全環境。	帶動屏東地區觀光網絡之完整性，更可擴及東部觀光路線，打造國際級觀光路線。
台東縣綜合發展計畫	台東縣政府	整合自然資源及產業特色，發展觀光遊憩事業；建立多元自主的地方文化生活圈；發展有特色的區域運輸系統；推動資訊軟體高科技研發產業。	加速推動產業東移及觀光遊憩事業之發展，另外亦可滿足民眾對交通之需求，促進區域間之發展。
大武都市計畫	台東縣政府	規劃大武都市計畫區發展之土地使用分區及公共設施。	提昇大武鄉聯外交通運輸功能，進而發揮大武都市計畫之整體機能。
推動知本大學城特定區計畫	台東縣政府	加強人才培訓及帶動東部區域文教與產業之成長。	有助於知本大學城推動，促進東西部教育文化交流。
台東縣達仁鄉全鄉性休閒農業整體發展計畫	台東縣政府	發展有機休閒農場；結合生態及原住民文化，開發定點渡假體驗營。	有助於達仁鄉農業整體發展之推動，將可吸引前往台東及恆春半島觀光之人潮，建構完善之觀光路線。
知本綜合遊樂區開發計畫	台東縣政府	台東縣政府與開發公司採合作開發複合式觀光遊樂區。	可提供便捷的運輸系統，縮短旅途時間，提昇民眾休閒品質。
台東縣景觀願景綱要計畫	台東縣政府	依台東地理環境特徵，提出「南島原鄉花朵」概念，規劃東部平原為「南島原鄉及卑南文化」景觀核心區，花東縱谷為「布農文化」景觀軸線，東海岸為「阿美文化」景觀軸線，離島為「達悟文化」景觀軸線，南迴海岸為「排灣文化」景觀軸線，及利嘉溪之「魯凱文化」景觀軸線等。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.道路景觀設計須參考景觀軸線設置原則。</li> <li>2.規劃於台東縣之台九線入口處設置入口意象。</li> <li>3.可參考模擬設計道路規劃斷面。</li> </ol>

## 2.7.2 相關交通建設計畫

與本計畫有關之重大交通建設計畫包含台9線南迴公路拓寬改善、台26線旭海至安朔段改善計畫及台鐵南迴鐵路電氣化等3項計畫，相關內容說明詳見表2.7-2，計畫位置圖詳見圖2.7-1所示。

表2.7-2 相關計畫與本計畫關聯性彙整表

計畫名稱	計畫內容	計畫年期	與本計畫之關聯
台9線南迴公路拓寬改善	拓寬路線行經台東縣太麻里鄉、大武鄉、達仁鄉及屏東縣獅子鄉、枋山鄉等行政轄區，拓寬改善路段長度共約18.6公里，其中香蘭至大武段(420K+964~445K+880)有6段，共長約6公里；安朔至楓港段(457K+100~489K+000)有11段，共長約12.6公里。	民國95年	同為台9線南迴公路拓寬改善計畫一部分，除提昇道路服務水準，亦可降低車輛營運成本，加速東西部城鄉間之往來，改善整體運輸功能，帶動整個東部區域之發展。



計畫名稱	計畫內容	計畫年期	與本計畫之關聯
台 26 線旭海至安朔段改善計畫	規劃改善路線自安朔至旭海段，計畫路段長 11.9 公里，其中於觀音鼻處闢建長 1,728 公尺之隧道路廊，與縣 199 線、縣 199 甲線及縣 200 線可構成完整之交通路網，達成分散台 9 線交通量並作為其救災替代路線之功能。(第 6 標已於 99 年 12 月 31 日完工)	民國 100 年	本計畫將有助於安朔成為道路樞紐中心，增強東部山線與海線公路聯絡網之完整性
台鐵南迴線鐵路電氣化計畫	自台鐵南迴線鐵路枋寮站 (0K+000) 至台東站 (98K+145) 止，全長約 98 公里，除中央號誌站 (23K+657) 至古莊站 (40K+519) 間長 16.76 公里配置雙軌電化外，其餘路段為單軌電化配置。	民國 106 年	提昇高屏、台東地區方便及穩定之交通運輸網絡，建構快捷、安全、完整之大眾運輸系統



圖 2.7-1 本計畫路線與相關計畫相對位置圖



## 2.8 人文社經及史蹟維護資料調查

依人口、產業及文化資產各方面分析規劃路線附近區域基本資料，範圍包括台東縣太麻里鄉、大武鄉、達仁鄉及屏東縣獅子鄉。

### 2.8.1 社會經濟發展預測與分析

#### 一、人口

##### 1.人口分佈現況分析

根據內政部統計處「內政統計月報」顯示，本計畫路線附近台東縣太麻里、大武鄉、達仁鄉及屏東縣獅子鄉等 4 鄉鎮於民國 99 年底之人口總數、總戶數及人口密度調查（詳表 2.8-1）以台東縣太麻里鄉之人口總數 12,014 人最多，而以台東縣達仁鄉之人口總數 2,236 人最少。男女性比例各鄉鎮以台東縣達仁鄉 120.28%最高，台東縣太麻里鄉 114.68%次之。

若以人口密度觀之，99 年 12 月底以台東縣大武鄉每平方公里 124 人最為稠密，其次為台東縣太麻里鄉 101 人，再其次為屏東縣獅子鄉 16 人。

##### 2.人口成長趨勢分析

台東縣太麻里、大武鄉、達仁鄉及屏東縣獅子鄉等 4 鄉鎮自民國 89 年至民國 99 年之人口數變化情形（詳表 2.8-2）顯示，各鄉鎮 10 年之平均成長率為-1.23%~0.52%，年平均成長人口數為-162~82 人，4 鄉鎮之人口除台東縣大武鄉外，其餘各鄉鎮皆有逐年減少之趨勢，其中以達仁鄉之平均減少率最高，其次為屏東縣獅子鄉。

##### 3.人口遷移狀況分析

太麻里鄉、大武鄉、達仁鄉及獅子鄉等 4 鄉鎮至民國 94 年底之人口遷移狀況詳表 2.8-3 所示。由表中可知該 4 鄉鎮中太麻里鄉遷出人口大於遷入人口，淨遷移人口為-25；另大武鄉、達仁鄉及獅子鄉遷出人口小於遷入人口，淨遷移人口為正值，分別為 294、381 及 51，顯示此三鄉鎮人口有回籠之現象。

##### 4.原住民人口分佈情形

計畫沿線經過台東縣太麻里、大武鄉、達仁鄉及屏東縣獅子鄉等 4 鄉鎮，原住民以排灣族居多，其中獅子鄉原住民佔 94.28%。依據太麻里鄉、大武鄉、達仁鄉及獅子鄉等戶政人口統計顯示，本計畫香蘭-大鳥段沿線經過太麻里鄉香蘭村、金崙村及多良村，原住民以金崙及多良佔全村人口 81.2%及 80.9%最多，而香蘭村僅佔 49.6%；在大武鄉大鳥村及大竹村原住民均各佔全村人口 95.1%及 92.0%。另外安朔-草埔段沿線主要經過達仁鄉安朔村及森永村，原住民各佔 84.2%及 88.3%；而獅子鄉草埔村人口為 801 人，若以獅子鄉原住民佔 90%來推估，約有 720 人（詳表 2.8-4）。



表2.8-1 計畫區附近鄉鎮人口統計表

項目 地區	總戶數 (戶)	人口數(人)			男女比例 (%)	人口密度 (人/平方公里)
		男	女	合計		
太麻里鄉	4,534	6,418	5,5096	12,014	114.69	124
大武鄉	2,541	3,663	3,349	7,012	109.38	101
達仁鄉	1,506	2,236	1,859	4,095	120.28	13
獅子鄉	1,459	2,562	2,311	4,873	110.86	16

資料來源：內政部統計處「內政統計月報」，民國99年12月

表2.8-2 計畫區附近鄉鎮人口成長趨勢表

項目 地區	總人口數(人)		年平均人口 成長數(人)	年平均成長率(%)
	民國89年底	民國99年底		
太麻里鄉	13,635	12,014	-162	-1.23
大武鄉	6,660	7,012	82	0.52
達仁鄉	4,170	4,095	-22	-0.18
獅子鄉	5,139	4,873	-28	-0.53

資料來源：內政部統計處「內政統計月報」，民國99年12月

表2.8-3 計畫區附近鄉鎮人口遷移狀況分析表

項目 地區	遷入人口數	遷出人口數	淨遷徙人口數
太麻里鄉	588	613	-25
大武鄉	721	427	294
達仁鄉	596	215	381
獅子鄉	329	278	51

資料來源：台東縣政府「統計要覽」，民國98年  
屏東縣政府「統計要覽」，民國98年

表2.8-4 各鄉鎮原住民人口比例分析表

項目 地區		全村總 人口數	原住民			原住民佔全村人 口比例(%)
			平地	山地	合計	
太麻里鄉	香蘭村	985	464	21	485	49.24
	金崙村	2,107	1,596	160	1,749	83.01
	多良村	1,125	833	88	921	81.87
大武鄉	大島村	1,485	1,353	54	1,407	94.75
	大竹村	982	882	72	954	97.15
達仁鄉	安朔村	877	81	627	708	80.73
	南田村	443	15	300	315	71.11
	森永村	508	25	407	432	85.04
獅子鄉	草埔村	801	-	-	-	-

註：1.資料來源：太麻里鄉、大武鄉、達仁鄉、獅子鄉戶政事務所網站，統計至民國99年12月底  
2.獅子鄉並無將各村之原住民分別計算，故以全村人口表示





## 二、產業活動

### 1.商業活動

本計畫路段附近之商業活動十分單純，主要以零售及個人服務業居多，商業設施則多集中於市鎮中心地區，而各農村聚落中心則以零星商業活動為主，以提供當地居民之日常生活所需。

### 2.工業活動

本計畫路段附近之工業活動並不十分活絡，工廠登記家數不多，僅有太麻里鄉 9 家及大武鄉 3 家，合計有 12 家，其中太麻里鄉以金屬製品製造業最多佔有 3 家，次為非金屬礦物製造業 2 家，其餘食品製造業、紡織業、木竹製品製造業及印刷各佔 1 家；另大武鄉則有非金屬礦物製造業 2 家及 1 家金屬製品業。

### 3.農業活動

本計畫路段附近之產業結構單純，一、二級產業所佔比例少，在台東縣方面，民國 98 年底太麻里鄉、大武鄉及達仁鄉之農戶數分別為 1,192、565 及 527 戶，分別佔台東縣總戶數 16,495 戶之 7.23 %、3.43 %及 4.22%。其中以太麻里之農戶以自耕農 911 戶為多，其餘為佃農 126 戶及 155 戶之半自耕農。其主要農產品為釋迦、茶葉、金針，並以釋迦、荖花、荖葉等特殊農特產聞名。

在屏東縣方面，其農業相關統計資料仍以 94 年度農林普查資料為基礎，民國 94 年底獅子鄉共有農戶 645 戶，佔屏東縣總戶數 52,259 戶之 1.23%，其中自耕農佔 638 戶，佃農 3 戶。獅子鄉因地形以山坡丘陵為主，地形峻陡，土質不良，故農業已由維生農作物逐漸轉為經濟農作物，其中以愛文芒果及山蘇等為主要經濟農作物。

本計畫沿線農作物種類相當豐富，其中金針、釋迦、小米、鳳梨釋迦及洛神花等為一般觀光產業推動之主力，產地大多以太麻里居冠，詳表 2.8-5 所示。

表2.8-5 本計畫沿線農作物調查一覽表

物種	產季	主要產地	區位
釋迦	1~3 月、7~10 月	太麻里、大武	
波羅蜜	1~2 月、5~9 月	太麻里、大武	
荔枝(玉荷包)	5~6 月	太麻里、大武	
枇杷	1~4 月	太麻里	
小米	5~11 月	大武、達仁	丘陵區
金針	7~9 月	太麻里	丘陵區
洛神花	12~1 月	太麻里	丘陵區
桶柑	11~2 月	太麻里	
鳳梨釋迦	全年	太麻里	
紅龍果	5~11 月	太麻里	
百香果	6~2 月	太麻里	
柴魚片	1~12 月	太麻里	漁港區
太峰茶	全年	太麻里	丘陵區
愛文芒果	5~7 月	獅子鄉	
西瓜	11~1 月	獅子鄉	
高接梨	4~6 月	太麻里	縱谷區

資料來源：輕·近海岸線-太平洋海岸步道系統整體發展計畫(期中報告)，原禾國際規劃設計顧問有限公司，民國 97 年 6 月。



#### 4. 觀光產業

本計畫路段沿線之年度觀光產業有 7 月份忘憂花（金針花）季系列活動、10 月達仁鄉舉辦之傳統祭典－五年祭，以及最讓人贊嘆的跨年第一道曙光等活動（詳表 3.3-6 所示），顯示本計畫沿線觀光產業之特色及豐富度。

表2.8-6 本計畫沿線年度觀光活動一覽表

月份	承辦機關	活動名稱	活動內容	活動地點
1.	台東縣政府	邁向百年曙光活動	1.跨年晚會 2.元旦清晨健走、迎曙光	太麻里鄉第一道曙光園區
7	大武鄉公所	豐年祭典	1.豐年祭體育競技活動 2.原住民舞蹈表演及趣味競賽	大武鄉
7	達仁鄉公所	100 年度收穫祭活動	1.祭祖、祈福 2.民俗競技及趣味競賽 3.尋根之旅 4.農特產品展示 5.原味美食饗宴 6.聯歡晚會	本鄉各村落
8	太麻里鄉金針山休閒農業發展協會	忘憂花季系列活動	1.開幕典禮表演活動 2.金針山休閒農業區行銷活動	金針山休閒農業區
8	太麻里鄉公所	太麻里鄉原住民聯合豐年祭	1.聯合豐年祭體育競技活動 2.原住民舞蹈表演及趣味競賽	大王國小
10	達仁鄉公所	五年祭（亦稱為竹竿祭）	1.傳統祭祀 2.刺球祭祖大典 3.歌謠祭 4.文物及童玩展示 5.生態、文化、產業及景點巡禮 6.親善大使選拔 7.原住民服裝秀 8.送神大會舞	本鄉土板村
11	大武鄉公所	2010 年『武』動油帶魚季印系列活動	以本鄉人文地理環境為背景，規劃一系列活動，分為兩大主幹： 1.主題活動：分為靜態和動態活動 2.配套活動：地方農漁業產品及文化產業的展示與出售 為了提升本鄉藝文內涵、增色活動內容，邀請具有特色之民藝社團前來演出，讓民眾、遊客能欣賞高品質的藝文節目，期能激勵地方人士參與藝文活動的意願及提升生活品質。	大武鄉原住民經濟產業暨文化專區（舊大武國小）

資料來源：台東縣政府觀光局，<http://tour.taitung.gov.tw/chinese/index.asp>，民國 100 年

### 三、土地利用

本計畫路段於安朔至草埔段多屬次生林為主，約佔本段 75.2%，其次為成熟林佔 11.2%，再者為農地果園佔 8.0%；而香蘭至大烏段同樣多屬次生林為主，約佔本段 64.0%，其次為沙灘地佔 16.4%，再者為人工建物佔 9.0%，其他土地利用現況詳表 2.8-7 所示。



表2.8-7 本計畫沿線土地使用現況表

路段	香蘭-大鳥段		安朔-草埔段	
	公頃	百分比(%)	公頃	百分比(%)
人工建物	46	9.0	7	1.6
成熟林	0	0	49	11.2
次生林	328	64.0	328	75.2
草生地	23.05	4.5	17	3.9
裸地	2	0.4	0	0
農地果園	29.05	5.7	35	8.0
沙灘	84	16.4	0	0
合計	512.1	100	436	100

註：1.以道路中心線兩側 200 公尺為計量範圍。  
2.資料來源：本計畫整理

#### 四、公共設施

本計畫路段 4 鄉鎮之公共設施可分為自來水系統、醫療服務、學校及其他公共設施，分述如下：

##### 1.自來水系統

本計畫路段自來水供水系統，歸自來水公司第七區及第十管理處管轄，目前計畫區附近鄉鎮之自來水供水普及率約 17.26%~66.48%（詳表 2.8-8），其中以太麻里鄉普及率最高，獅子鄉最低僅 17.26%。

##### 2.醫療服務

本計畫區附近 4 鄉鎮之各項醫事人員共 103 人，藥商共計 19 家，詳細統計資料詳如表 2.8-9 所示。

##### 3.學校及其他公共設施

本計畫路段沿線一般公共設施計有鐵路車站 3 站、小學 10 所、中學 2 所、醫療衛生機構 1 間、社區活動中心 6 所、小型體育場 1 處、派出所 1 所、檢查哨 3 處及遊樂區 2 處（詳表 2.8-10）。

表2.8-8 自來水供水普及率

地區	行政區域人口數 (A)	供水區域人口 數	實際供水人口數 (B)	普及率 (B/A×100%)
太麻里鄉	12,094	11,244	8,040	66.48
大武鄉	7,160	6,476	4,505	62.92
達仁鄉	4,103	3,314	1,481	36.10
獅子鄉	4,983	4,983	860	17.26

資料來源：台東縣政府「統計要覽」，民國 98 年  
屏東縣政府「統計要覽」，民國 98 年



表2.8-9 計畫區附近鄉鎮之各項醫事人員及藥商數統計表

項 目	太麻里鄉	大武鄉	達仁鄉	獅子鄉	合 計
各項醫事人員(人)	43	20	17	23	103
藥 商(家)	15	4	--	--	19

資料來源：台東縣政府「統計要覽」，民國 98 年  
屏東縣政府「統計要覽」，民國 98 年

表2.8-10 本計畫區沿線公共設施概況表

公共設施	總數	位 置	概 況
鐵路車站	3 站	太麻里鄉、大武鄉	金崙車站、龍溪車站、富山車站
小學	10 所	沿 線	金崙、多良、龍溪、大竹、大鳥、大武、安朔、森永、丹路、獅子
中學	2 所	太麻里鄉、獅子鄉	金崙、獅子
醫療衛生機構	1 間	獅子鄉	草埔衛生室
社區活動中心	6 所	沿 線	金崙鄉公所、加津林 1 所、大鳥 1 所、安朔 1 所、草埔 1 所
小型體育場	1 處	大武鄉	
派出所	1 所	達仁鄉	森永
檢查哨	3 處	沿 線	大鳥出入海檢查哨、壽卡檢查哨、伊屯入山檢查哨
遊樂區	2 處	太麻里鄉、獅子鄉	金崙溫泉、雙流森林遊樂區

## 2.8.2 文化資產

參考本計畫第一階段環境影響評估調查資料

### 一、古蹟-計畫區內無

### 二、史前遺址--計畫區內無

### 三、歷史建築-計畫區內無

四、古道-阿朗壹古道，阿朗壹古道位台東縣達仁鄉通往屏東縣牡丹鄉，百餘年前為恆春進出卑南之要道。目前保存的路線為南田至旭海，南田以南為海岸小徑，海岸多為礫灘，沿途涉水過楓港溪與塔瓦溪，經過觀音鼻，此段為古道最艱難路段，須等退潮時方能經過。繞過觀音鼻，沿礫石海灘前行，已鋪有水泥路，可達旭海古道為交通小徑並無保存具時間深度之設施。

五、風景區-雙流森林遊樂區，位丹路村與草埔村交界，楓港溪上游內文溪與達仁溪交會口南岸，故名雙流。全區面積 1,569 公頃，海拔 175 公尺至 650 公尺，民國 54 年由林務局接管經營，區內有地景、植物、昆蟲可供觀賞，亦包括排灣族石板屋遺跡。

### 六、民俗及有關文物

本案路線跨越台東縣南端太麻里鄉、大武鄉、達仁鄉及屏東縣獅子鄉，區域內原住民以排灣族為大宗，少數卑南族及阿美族。屏東縣獅子鄉大致為排灣族 Vustul/Butsul 亞族下 Caupupulj





及 Sabedeq 支群分布地，臺東縣太麻里鄉、大武鄉、達仁鄉為東部排灣 Paqaluqalu 群分布地。研究者推測 Paqaluqalu 群係自中部排灣族 Paumaumaq 之居地，向東和向南越過中央山脈逐漸移民而來，至台東後遇到卑南、阿美或其他民族後，自然生態環境加上多元族群融合，形成排灣族另一社會文化帶（童春發 2001：16-17）。

許多較大原住民聚落位於距離台九線遙遠之山區，臨公路兩側無具時間深度之原住民建築或其他固定形式之物質文化遺留，值得注意的是祭儀活動。排灣族的宗教祭儀包括固定時間祭儀，如小米祭儀、捕魚祭以及 5 年舉辦 1 次的五年祭，五年祭為 Butsal 系統排灣族最重要祭典，由於原住民多信奉基督教與天主教祭儀，許多傳統祭儀或轉變形態或者消失，五年祭亦逐漸停止舉辦（傅君 1999：23）。其中土坂村為臺東地區排灣族少數仍舉行五年祭者，然聚落與本案路線距離數公里。

近年亦有恢復傳統祭儀之聚落，例如新香蘭社區恢復豐年祭，主導者為教會傳道人與地方意見領袖，其祭儀地點在舊香蘭海濱。但舊香蘭路段為數年前拓寬路段，本案不對祭儀活動產生影響。

## 2.9 沿線土地使用分區與土地利用

規劃路線北起台東縣安朔溪南岸台九線，土地分區屬特定農業區及山坡地保育區，使用現況主要為雜樹林、部分農業種植(參見圖 2.9-1)。路線往西南方以一號隧道穿越森永地區，森永為本區主要聚落，房舍毗鄰道路興建(參見圖 2.9-2)。

通過森永後路線沿安朔溪支流河谷往西南方上朔，河谷土地分區屬山坡地保育區，現況主要為雜樹林、農業種植、零星房舍及進出道路(參見圖 2.9-3 及 4)。

路線蜿蜒通過河谷低階地後，因高程考量須以隧道方式通過地勢較高山地，於通過山稜線後進入屏東縣獅子鄉境，土地分區為林業用地及山坡地保育區，現況主要為未開發林地，人為使用僅屏科大歸田林場建築物、台電輸電線路電塔基座及進出維修道路，兩端隧道口現況參見圖 2.9-5 及 2.9-6。



圖 2.9-1 安朔溪南岸台九線旁雜林



圖 2.9-2 森永聚落建物



圖 2.9-3 安朔溪支流河谷往上游眺望



圖 2.9-4 安朔溪支流河谷往下游眺望



圖 2.9-5 甲級隧道北口現況



圖 2.9-6 甲級隧道南口現況



## 第三章 可行性研究階段成果檢討 及環評作業

### 3.1 道路工程

在可行性研究報告中，計畫路線二號隧道北口以北路段未有繪製於地形圖之路線平面和路線縱面圖。

#### 3.1.1 一號隧道路段

一號隧道路段僅在可行性研究報告 P128 第 7 行有下述之文字敘述：「初步構想由起點構築路堤引道順延安朔溪谷側約標高 100m 爬升穿過森永社區北方公墓下方，再構築排水橋跨越安朔溪支流後，…」，同頁表 3.1-9「一號隧道起迄里程 459K+000~459K+350，長度 350m，沿標高約 100m 穿越過森永社區北方公墓下方」，見圖 3.1-1。此一路線方案由改線起點之高程 35m 爬升至 100m，高差 65m，如以 8% 爬坡約需 800m 餘，由地形圖上量測，改線起點和 100m 等高線的直線距離約 450m，改線起點和一號隧道北口間之路線將是迂迴多彎的，且坡度陡，出一號隧道南口後，高程應在和北口相近的 100m 上下，而安朔溪支流谷底高程在 45m 左右，路線需順地形等高線盤繞，如接高架橋，橋墩高。北口前和南口後的路線若是順著等高線，隧道口處路線要和等高線垂直，則隧道口處之路線平曲線半徑小。

#### 3.1.2 一號隧道和二號隧道間路段

依照可行性研究報告之文字敘述推斷，本路段有 1 座 800m 橋梁，其餘路段是以半挖半填方式或路堤方式構築，推斷採此種構築方式應是從消化隧道開挖多餘土方考量，路線平縱面符合設計速率為 40km/hr。

可行性研究隧道路段長 4,850m，路堤路塹段長 3,650m，路面寬 18m，二號隧道採橫流通風系統無仰拱隧道每孔每公尺出土量約 96m<sup>2</sup>，一號隧道和二號隧道間路段除非是以高填方路堤填築，兩隧道之開挖土方需覓地堆置，高填方路堤對生態環境、視覺景觀之衝擊大，當多餘土方可覓得棄土區時，本路段構築方式應配合符合設計速率之路線平縱面線形檢討之。



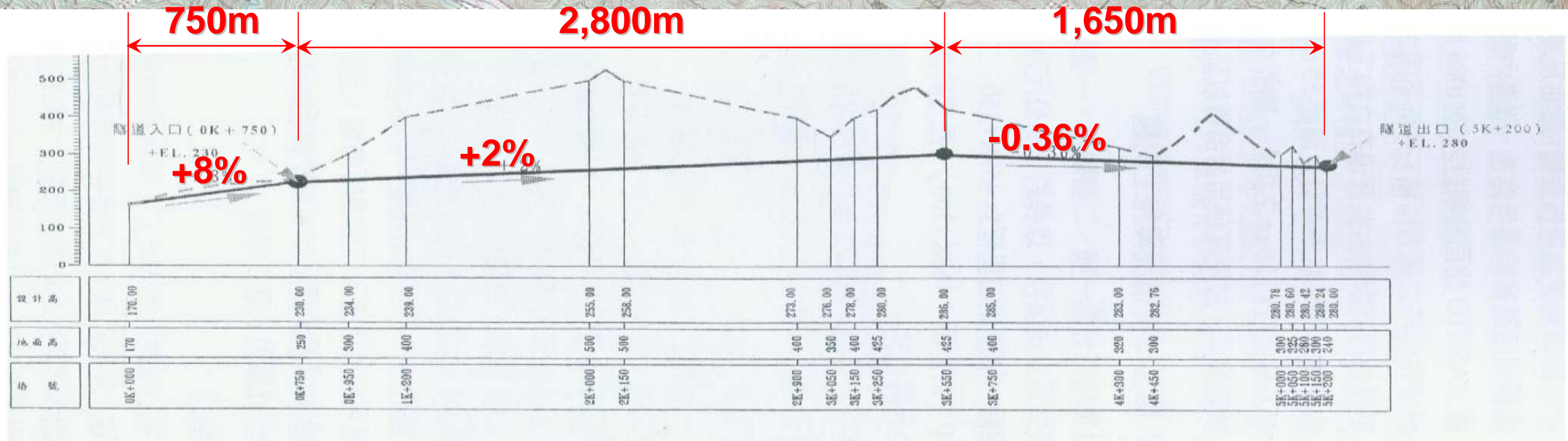
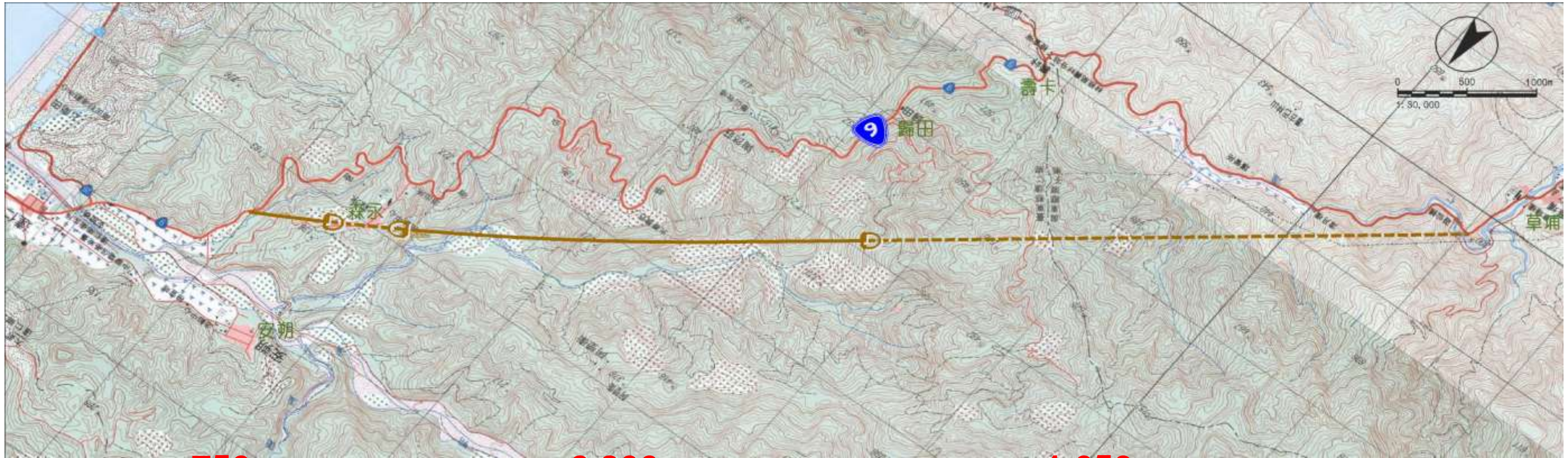


圖3.1.1-1 可行性研究方案平縱面圖





### 3.1.3 二號隧道路段

計畫路線二號隧道之施工期程關係本工程之總工期，可行性研究路線之北口位置見圖 3.1-2，北口高程為 230m，高出安朔溪支流上游寬闊谷地谷底高程約 110m，隧道口前地形高差變化大，闢施工道路到達，將造成較大之環境破壞，等待計畫道路到達時，曠日費時，將影響工期，此外，隧道口前無開曠之空地，施工場地佈置困難，工作難施展。

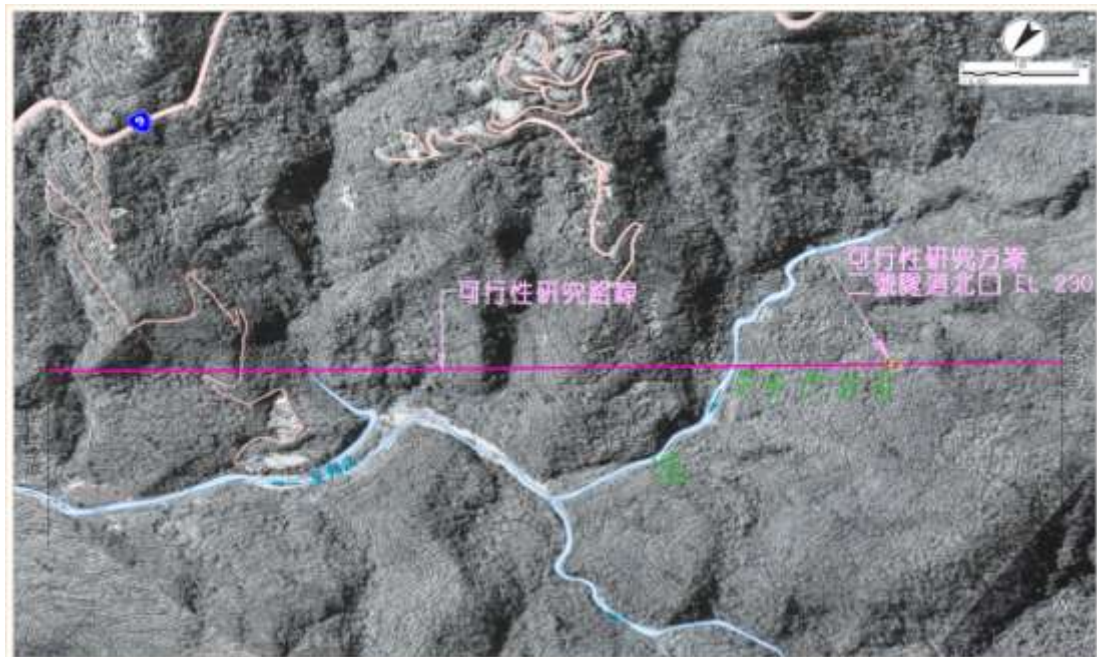


圖 3.1-2 可行性研究方案二號隧道北口

## 3.2 橋梁工程

仍沿用原可行性研究階段之結論，上部結構採預力混凝土梁，惟因並無適當之預鑄場地且為增加行車舒適性，建議排除 I 形梁方案，將其型式更改為雙孔連續箱形梁。

施工方式如採支撐先進工法，其橋梁總長度宜在 1200 公尺以上，始能發揮經濟效益，且路線半徑以大於 400 公尺為佳，在現地情況允許下，可以場鑄逐跨工法替代。而節塊推進工法適用於直線或大半徑圓曲線且縱向單一坡度之橋梁，經濟橋梁長度為 200~800 公尺，因本路線多處跨越安朔溪支流與既有台九線，建議採用懸臂工法，此工法於國內已廣泛應用，國內營造廠商亦累積豐富的施工經驗，對於工程品質與工期控制亦有明確之保障。

下部結構建議採單柱混凝土橋墩或採雙向分離、獨立墩柱型式以避免開挖造成之擾動。墩柱以自充填混凝土(Self-Compacting Concrete 簡稱 SCC)澆置，過程不須施加任何震動搗實，完全藉由混凝土自身之高流動性，通過鋼筋間隙填充至模板各角落，由於高度之自充填特性，大幅提昇傳統混凝土因充填不實所造成之蜂窩及外觀不佳之情形。



### 3.3 排水工程

經調查計畫路線沿線各單位雨量站後，僅水利署設於台東縣之壽卡雨量站始有較完整之長期自記時間雨量觀測紀錄，紀錄始於民國 69 年。本計畫採用自民國 69 年至民國 89 年之資料，以適合本省之 Log-Pearson Type III 方法求得各再現年降雨強度與延時之關係，再經迴歸分析以三參數 Horner 公式表示上述各再現年降雨強度及延時之關係，Horner 公式之表示式為：

$$I = a / (t+b) C$$

I 為降雨強度(公釐/小時)

t 為延時(分鐘)

a、b、c 為參數值

結果列於表 3.3-1 及表 3.3-2。

表 3.3-1 壽卡雨量站各再現年 Horner 公式三參數值關係表

		再 現 年							
		2	5	10	20	25	50	100	200
參 數 值	a	481.799	717.578	966.544	1377.014	1480.656	2190.014	3129.723	5003.538
	b	6.364	13.053	17.937	27.392	27.089	39.150	49.167	67.016
	c	0.4801	0.4877	0.5070	0.5391	0.5445	0.5860	0.6241	0.6794

表 3.3-2 壽卡雨量站降雨強度-延時-頻率分析統計表

再 現 期	延時(min)										
	5	10	20	30	40	60	90	120	180	240	360
2	150.00	125.92	100.15	85.82	76.37	64.29	53.75	47.19	39.16	34.25	28.31
5	175.00	155.33	130.30	114.54	103.45	88.51	74.83	66.07	55.10	48.29	39.96
10	197.44	178.65	152.98	135.87	123.42	106.20	90.03	79.51	66.20	57.89	47.69
20	211.18	195.46	172.01	155.15	142.28	123.68	105.49	93.31	77.62	67.68	55.42
25	224.00	207.01	181.78	163.69	149.91	130.06	110.70	97.77	81.15	70.65	57.73
50	237.97	223.47	200.48	182.95	169.03	148.12	126.87	112.25	93.06	80.76	65.49
100	259.11	245.22	222.45	204.47	189.84	167.31	143.79	127.30	105.33	91.10	73.35
200	273.74	261.54	240.72	223.57	209.16	186.17	161.20	143.14	118.48	102.21	81.69



### 3.4 環評作業

本案依據行政院環保署所頒布「開發行為環境影響評估作業準則」第五條規定，本計畫之開發路段有多處符合地質敏感區域，為有效防止各項可能之危害，特針對本計畫遭遇之各類型地質敏感區域進行分析與探討，並已達認定標準須辦理環境影響評估。

本計畫道路規劃以截彎取直段對生態影響或水土保持之影響將會較大，於設計時及施工中採用各種必要防治措施，例如生態工法(生態廊道、生態照明)規劃設計、挖填平衡設計，各種汙染防治措施及監測。於建設及營運期間，對週遭環境有所影響之空氣品質、噪音振動、水體水質、廢棄物處理等項目，將環境保護對策納入工程設計中，並於施工營運階段確實追蹤考核後續之環境保護執行計畫以及環境監測工作，可將環境負面影響減至最低程度。

本計畫於 97 年 7 月完成修正環境影響說明書送環保署審查，歷五次初審後(97\12\15、98\6\8、98\8\27、99\05\12、99\8\23)，於 99 年 8 月 23 日初審核可，99 年 9 月 20 日環保署環評審查委員會第 198 次會議審查通過。

#### 一、環境敏感區位及特定目的區位

- (一)位於河口、海岸潟湖、紅樹林沼澤、草澤、沙丘、沙洲、珊瑚礁或其他濕地。
- (二)有保育類野生動物或珍貴稀有之植物、動物。
- (三)位於保安林地、國有林、國有林自然保護區或森林遊樂區。
- (四)位於空氣污染三級防制區。
- (五)位於第一、二類噪音管制區。
- (六)位於已劃設限制發展地區(不可開發區及條件發展區)。
- (七)位於山坡地或原住民保留地。
- (八)位於森林區或林業用地。
- (九)位於特定農業區或山坡地保育區(古蹟保存用地、生態保護用地、國土保安用地)。

#### 二、環保署環評審查委員會第 198 次會議

(一)本案審查結論如下：

1. 案經綜合考量環評委員、專家學者、各方意見及開發單位之答覆及採取之減輕與預防措施後，本案有條件通過環境影響評估審查，亦即本案已通過環境影響評估審查。開發單位於施工及營運階段應履行下列負擔，如未切實執行，則違反環境影響評估法第 17 條規定，應依環境影響評估法第 23 條規定予以處分：
  - (1).營建剩餘土石方應於離峰時段運輸。
  - (2).海岸生態工法之安全性應納入監測計畫。
  - (3).生態廊道設置前應至少有 2 年路死動物之調查資料。
  - (4).稀有植物之移植存活率至少應達 85 %
  - (5).應於開發行為施工前 30 日內，以書面告知目的事業主管機關及本署預定施工日期；採分段(分期)開發者，以提報各段(期)開發之第一次施工行為預定施工日期為原則。
  - (6).本環境影響說明書定稿經本署備查後始得施工。
2. 案經環境影響評估審查委員會審查後，認定開發單位未來於施工及營運階段時，確實履行所



提各項污染物對環境影響預防及減輕之措施及上述所附負擔後，已無環境影響評估法第 8 條及其施行細則第 19 條所稱對環境有重大影響之虞，無須進行第二階段環境影響評估。

(二)開發單位應依本專案小組初審時所提之書面及口頭說明予以補充、修正，經本署轉送有關委員及專家學者確認後，納入定稿，送本署核備。

(三)附帶建議

1. 開發案有關景觀配合事項，交通部表示將協助開發單位與該部觀光局協調。
2. 開發案涉及行政院農業委員會林務局、水土保持局及經濟部水利署第七、八河川局業務事項，交通部表示將協助開發單位與各機關協調。





## 第四章 工程規劃

### 4.1 公路工程

#### 4.1.1 設計標準與標準斷面

##### 一、設計速率和設計標準

依據招標文件，計畫路廊以公路等級四級路山嶺區規劃，依照交通部頒佈之「公路路線設計規範」，最低設計速率為 40km/hr。

實際上，計畫路廊北段位在平原區，南段位在山嶺區，以建議路廊方案(甲方案)為例，5K+565(一號隧道北口)以北路段屬平原區，以南路段屬山嶺區。一般而言，當山嶺區路段需要以隧道和高架橋方式構築時，通常採大半徑之平曲線以縮短長度和降低工程費用，較高之設計速率也可提高投資的經濟效益，本計畫路廊之數個路廊方案的山嶺區路段地形條件，即僅適合以隧道和高架橋方式構築，因此設計速率宜較 40km/hr 為高。此外，在設計速率差不大於 20km/hr 之限制條件下，配合計畫路廊前後路段之設計速率在起點安朔以北為 60km/hr，在終點草埔以南為 40km/hr，爰擇定計畫路廊之設計速率為 60km/hr。

茲參據交通部 97 年 1 月頒佈之「公路路線設計規範」，彙整設計速率 60km/hr 之公路路線幾何設計標準如表 4.1-1。

##### 二、道路橫斷面

計畫路廊於隧道路段和隧道兩端路段為分離線，於非隧道路段為合併線。

依照預測交通量，計畫路廊須配置雙向四車道，參據表 4.1-1 標準，訂車道寬為 3.5 公尺；非隧道路段無論是合併線或分離線，外(右)側路肩寬 1.2~2.0 公尺；非隧道路段之分離線內(左)側路肩寬 0.4~0.5 公尺。依照上述分析，計畫路廊合併線路段之車道加路肩總寬度為 18 公尺。

路工段考量規範規定、路廊線形佳和交通量低發生跨越中心線肇事的機率不大，合併線除平曲線半徑 120 公尺路段外，不設置中央分隔帶。為減少土方開挖量和對地表之擾動，以及用地徵收面積，開挖邊坡以格梁及地錨或岩栓護坡處理，半挖半填構築路段緊鄰河道之填方邊坡採重力式擋土牆搭配加勁式擋土牆處理，以減少路線往山側移動而需開挖邊坡，半挖半填構築段之標準斷面詳見圖 4.1-1。

橋梁段則設置中央分隔帶，車道寬度同路堤路塹段，惟內、外路肩寬度需縮減至 0.4 及 1.2 公尺，合併線路段之車道加路肩總寬度為 18 公尺，橋梁路段之標準斷面詳見圖 4.1-2。



表4.1-1 計畫路廊公路路線幾何設計標準

設計項目		設計速率(km/hr)	60	
公路等級及地區分類		四級路平原區和山嶺區		
停車視距 $S_s$ (公尺)	建議值		85	
	容許最小值		70	
超車視距 $S_p$ (公尺)	建議值		410	
	容許最小值		290	
平面線形	平曲線最小半徑(公尺)		120	
	同向曲線最大半徑比 $R_{大}/R_{小}$ (無緩和曲線時)		標準 1.5 最大 2.0	
	同向曲線最短長度(公尺)	切線交角 $\theta$ 建議值	$\theta < 6^\circ$	$2,000/(\theta+6)$
			$\theta \geq 6^\circ$	170
			容許最小值	
	緩和曲線	最短長度	建議值	$8,356/R$
			容許最小值	48
	超高	漸變旋轉軸	建議值	1/180
			容許最小值	1/130
	正常路拱與反向路拱間最小超高漸變率(%)		0.3	
	最大超高值(%)		8	
	免設超高最小曲線半徑(公尺)	建議值		1,900
		容許最小值		1,100
	複曲線中每一圓曲線段最短長度(公尺)		35	
	免設緩和曲線最小半徑(公尺)	建議值		1,000
容許最小值		500		
縱面線形	最大縱坡度(%)		建議值	7
			容許最小值	8
	豎曲線線形		對稱二次拋物線	
	豎曲線曲率變化率(K)	凸形	建議值	18
			容許最小值	13
		凹形	建議值	17
			容許最小值	14
最短豎曲線長度(公尺)		50		
坡度和超高合成坡度(%)		最大值		
		11		
橫斷面	車道寬(公尺)		3.0~3.5	
	左側路肩寬(公尺)	建議值		0.5
		容許最小值		0.25
	右側路肩寬(公尺)	建議值		1.5
		容許最小值		1.2
正常路拱		1.0~2.5		
其他	最小淨高(公尺)		4.6	



隧道路段雙向分離，車道寬不小於非隧道路段，採 3.5 公尺，在禁止機慢車輛行駛(見 4.2-4 節之評估)以及節省工程費之情形下，車道左(內)右(外)兩側路肩寬 0.3 公尺，左、右路肩外側配置寬 1 公尺、淨高 2 公尺之逃生兼維修之步道，步道採 0.15 公尺高度者，以利：(1)小車用路人逃生時車門的開啟，和(2)事故和火災時，受阻車輛駛上停靠，讓出空間讓救難車輛通道。如此配置之隧道路段道路橫斷面見圖 4.1-3。

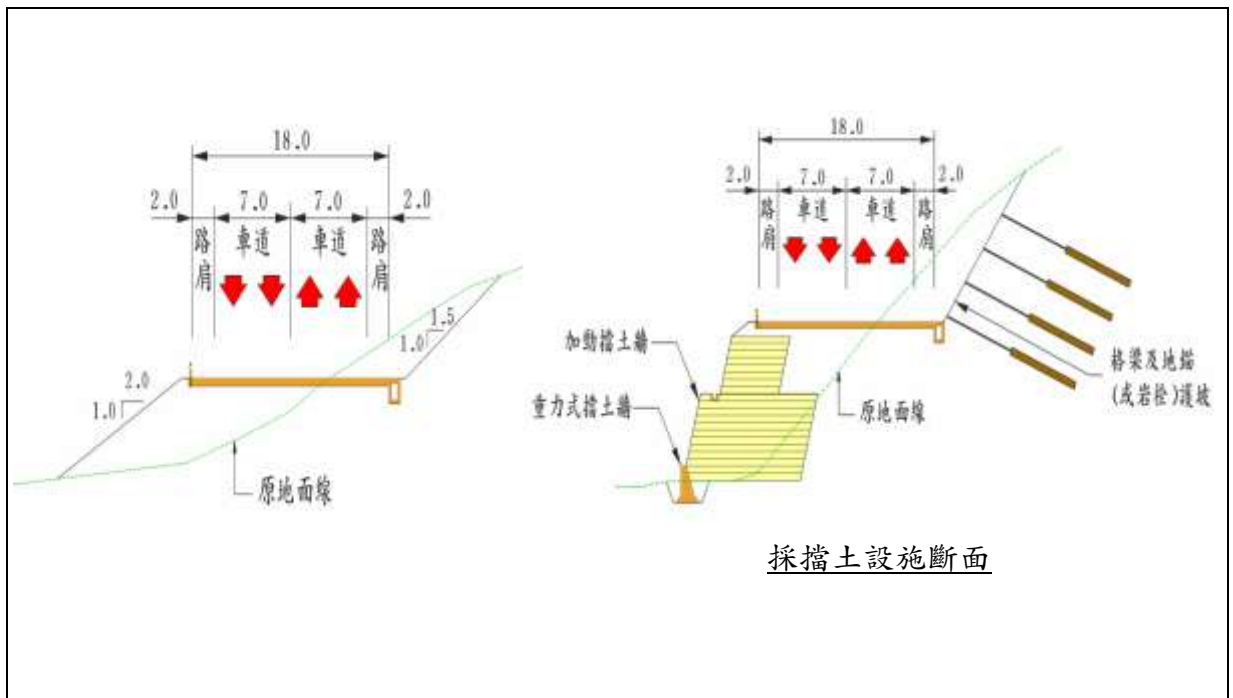


圖 4.1-1 半挖半填段道路標準斷面圖(合併線)

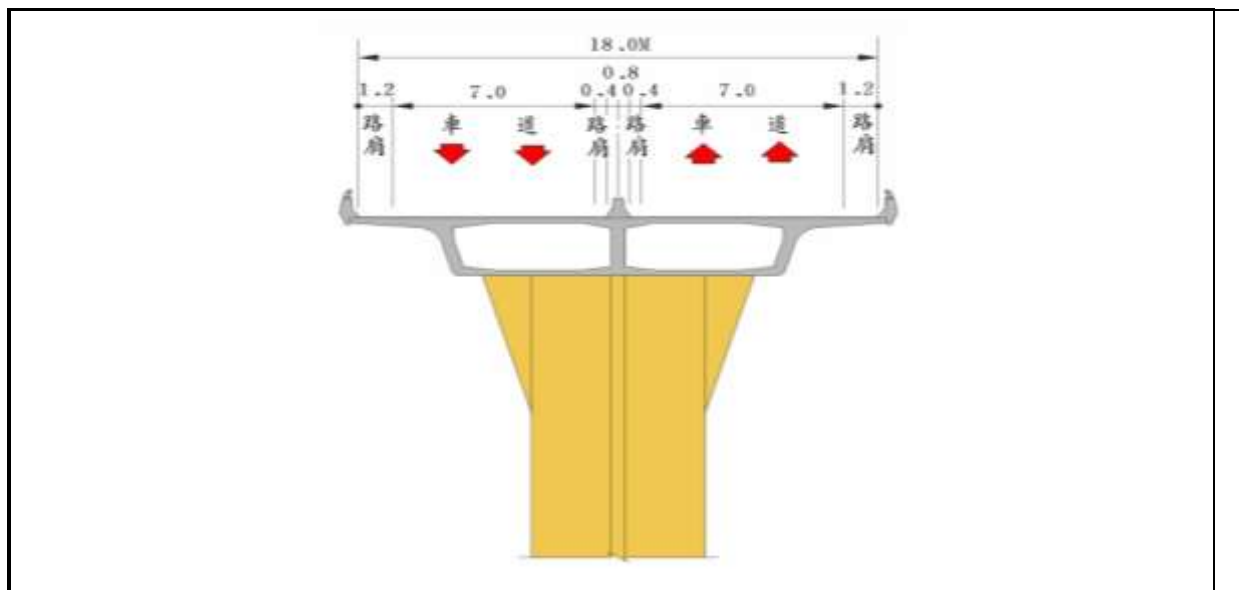


圖 4.1-2 橋梁段道路標準斷面圖

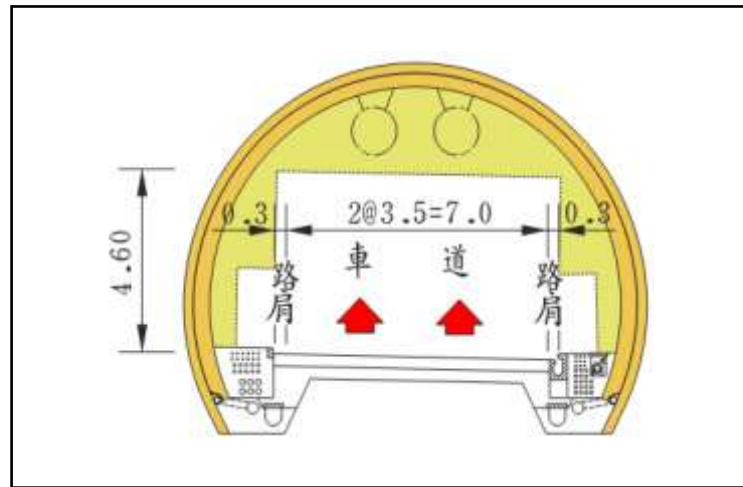


圖 4.1-3 隧道段道路標準斷面圖

#### 4.1.2 路線規劃

##### 一、甲方案

本方案起點於台九線與安朔路交叉口附近(約於台九線里程 443K+300 處)，於台九線岔出後沿安朔溪左岸之水道治理計劃線而行，至路線里程 1K+800 處跨越至安朔溪右岸，隨後沿安朔溪支流左側並順山勢往南而行，於一號隧道前之開放路段均採低矮路堤或橋梁設計，直至路線里程 5K+565 處以長約 180 公尺之短隧道穿越，並於一號隧道南口出洞後南行約 130 公尺，約於路線里程 5K+970 處再佈設長約 4,840 公尺之二號隧道，北洞口高程為 133 公尺，南洞口高程為 278 公尺，



圖 4.1-4 二號隧道北洞口照片

並於臺九線遊仙橋西北側 150 公尺之楓港溪支流河谷出洞，出洞後隨及跨越溪谷，銜接回臺九線，路線全長約 11,006 公尺，平面線形之曲線最小半徑為 200 公尺，隧道路段之最小半徑為 500 公尺，路線之縱坡度約 1.472% 至 3.38% 間，一號隧道之縱坡度為 3.38%，二號隧道之縱坡度為 3.0%。施工期間可沿著溪谷計畫路線位置闢建施工道路即可到達，隧道口前之地形亦較為開闊，可有較寬裕之施工場所，北洞口現勘照片見圖 4.1-4。本方案路線包括橋梁 2,230 公尺、路塹路堤段 3,756 公尺及隧道 5,020 公尺。為配合通風需求於路線里程 8K+890 處設置一深約 140 公尺之通風豎井，其位置約於二號隧道全長之中點且為隧道覆土較淺處，惟需自台九線沿溪谷新闢一長約 600 公尺之通達道路。本方案路線詳見圖 4.1-5。

##### 二、乙方案

本方案平面線形起點於台九線與安朔路交叉口附近(約於台九線里程 443K+300 處)，其中路線里程 0K+000 至 1K+200 路段(約於台九線里程 444K+500 處)業已完成拓寬，故本方案之實際改善





起點係於路線里程 1K+200 以後，改善起點於跨過安朔溪支流後，於森永橋西側約 90 公尺處，以 350 公尺長之隧道穿越，隧道縱坡度為+3.0%，隧道最小半徑 200 公尺，隧道南口跨越安朔溪支流後延溪谷西側南行，惟於路線里程 5K+630 處係以半徑約 180 公尺之平面線形繞過小山丘，與甲方案以短隧道穿越之方式不同，本方案二號隧道之長度為 4,800 公尺，較甲方案縮短約 40 公尺，北洞口高程為 130 公尺，則較甲方案低約 3 公尺，隧道路段縱坡為單一縱坡度，約+3%，隧道最小半徑 500 公尺，隧道南洞口之位置與高程同甲方案。本方案路線包括橋梁 1,360 公尺、路塹路堤段 3,542 公尺及隧道 5,150 公尺。通風豎井考慮設置在屏東科技大學歸田試驗林場之既有道路附近，約在路線里程 7K+980 處，可利用既有道路通達，但豎井位置偏離隧道全長的中點附近(距隧道北洞口約 1,760m，距南洞口約 3,090m)，豎井深度約 310m，較甲方案深。本方案路線線形可達設計速率 60km/hr 之標準，本方案路線線詳見圖 4.1-6。

### 三、丙方案

本方案之起點位置同甲方案，於跨過安朔溪流至安朔溪支流左岸後，隨即於 3K+167 再度跨越至安朔溪支流右岸，並隨山勢蜿蜒爬升，並分別於里程 5K+905 至 6K+045、6K+560 至 6K+900、7K+040 至 7K+250、7K+730 至 9K+370、10K+950 至 12K+250 佈設一、二、三、四及五號隧道，隧道長度約 140 公尺至 1,600 公尺之間，隧道縱坡度約 2.7%至 3.0%，而四號隧道南洞口至五號隧道北洞口(臺九線渡月橋附近)間係沿既有臺九線與溪流間之谷地佈設橋梁，本方案路線包括橋梁 4,660 公尺、路塹路堤段 4,123 公尺及隧道 3,630 公尺。本方案雖減少單一隧道之長度，惟於跨越多處山谷處之跨越橋之橋梁高度將達 62 公尺，施工之困難度較高，且因路線沿線既有之通達道路少，施工期間另需於高山縱谷間開闢多條施工通達道路，增加邊坡穩定與水土保持負擔，且復舊不易，另隧道洞口數多，邊坡處理問題多，洞口易存在偏壓問題，隧道穩定性較差，路線詳見圖 4.1-7。

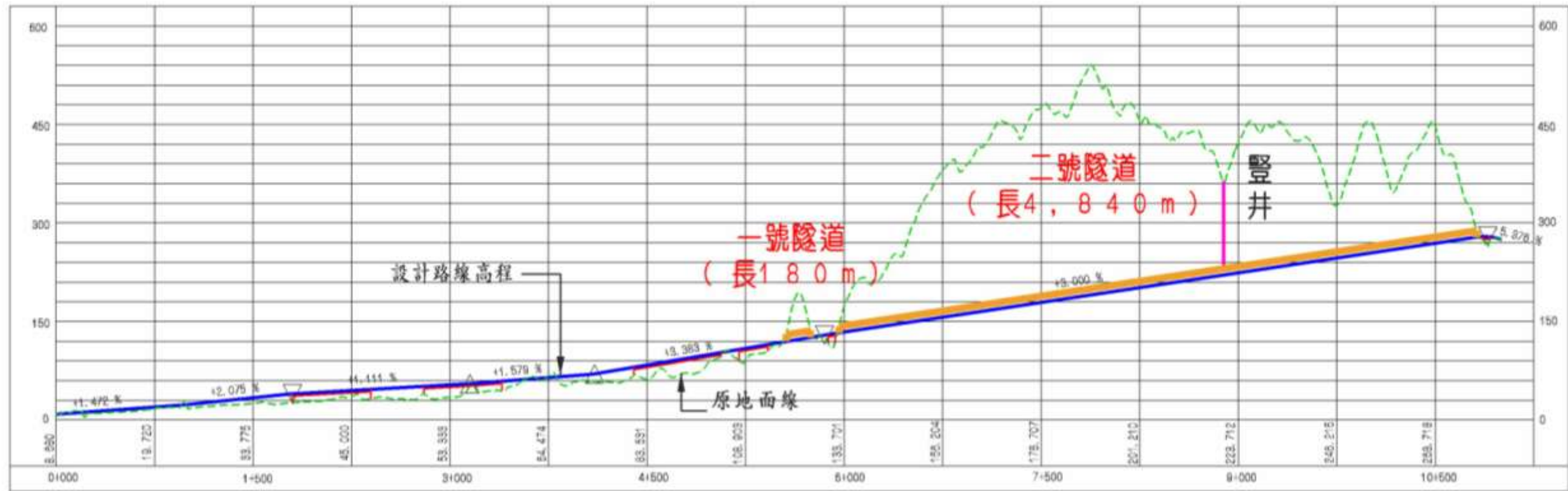
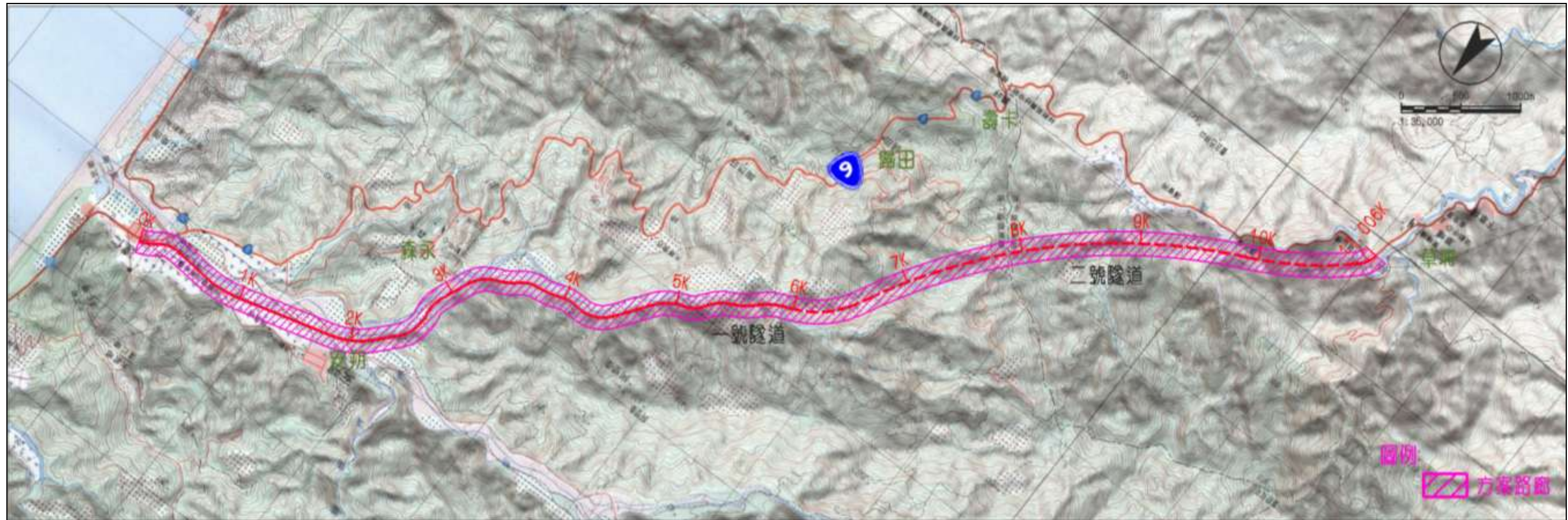


圖 4.1-5 甲方案平縱面圖



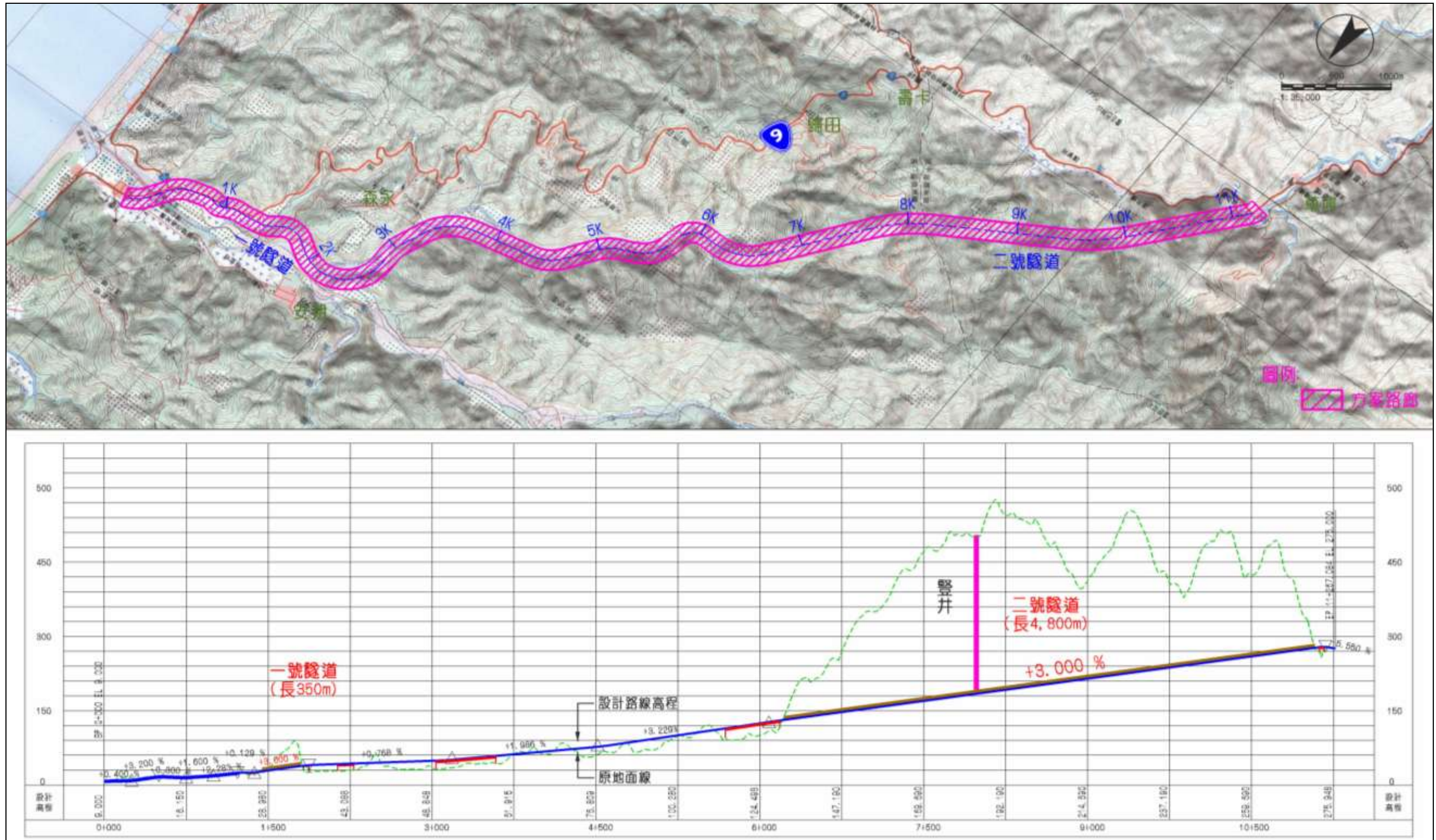


圖 4.1-6 乙方案平縱面圖



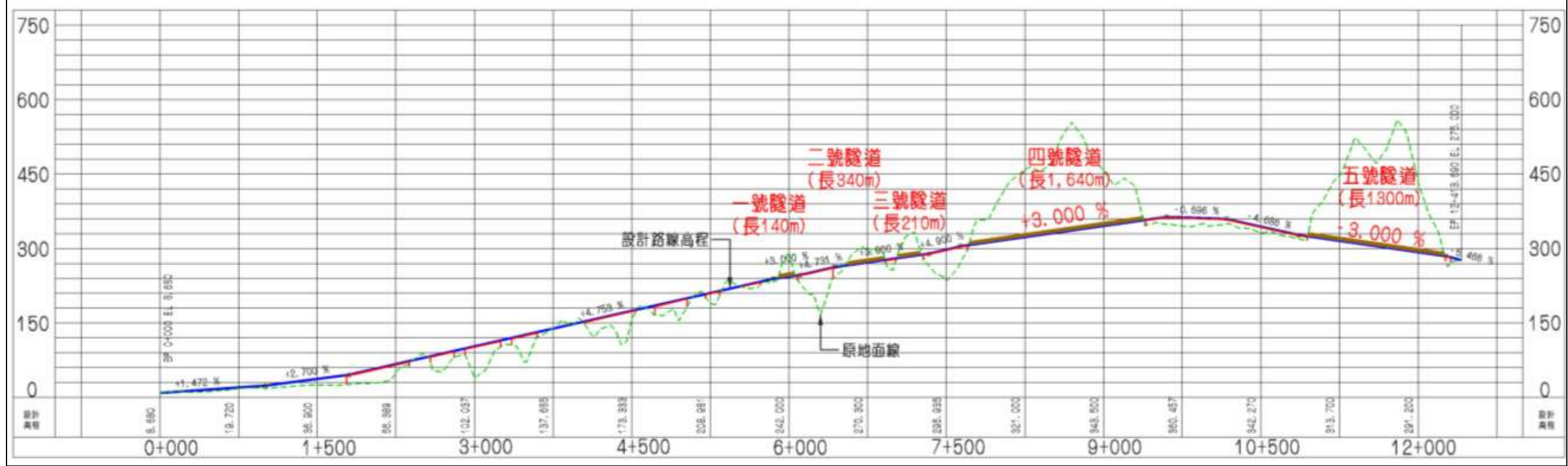


圖 4.1-7 丙方案平縱面圖



## 4.2 交通運輸工程

### 4.2.1 道路現況及其幾何特性

計畫範圍之道路系統主要以台9線為主，其往北可通往花蓮、宜蘭，往西可銜接台1及台26通往高雄、屏東、恆春，相關道路系統詳圖4.2-1。進一步就台9線之莫拉克颱風風災前/後交通量及道路實質條件評估其服務水準，評估標準係依據「2001年台灣地區公路容量手冊」建議之多車道郊區公路及雙車道郊區公路之評估表如表4.2-1~4.2-2所示，並依V/C服務水準標準及路段延滯調查分析進行評估，探討台9線之現況。

表4.2-1 多車道郊區公路服務水準等級劃分標準

服務水準	密度，D (小客車/公里/車道)	平均速率，U (公里/小時)	最大	
			服務流率(小客車/小時/車道)	V/C
A	$D \leq 12$	$U \geq 65$	780	0.371
B	$12 < D \leq 18$	$U \geq 63$	1,134	0.54
C	$18 < D \leq 25$	$U \geq 60$	1,500	0.714
D	$25 < D \leq 33$	$U \geq 55$	1,815	0.864
E	$33 < D \leq 52.5$	$U \geq 40$	2,100	1.000
F	$D > 52.5$	$U \geq 0$	變化很大	變化很大

資料來源：2001年台灣地區公路容量手冊，交通部運輸研究所，民國90年

表4.2-2 雙車道郊區公路服務水準等級劃分標準

服務水準	延滯時間百分比	V/C 上限																				
		平原區						丘陵區						山區								
		平均行駛速率	禁止超車區段百分比					平均行駛速率	禁止超車區段百分比					平均行駛速率	禁止超車區段百分比							
	0	20	40	60	80	100	0	20	40	60	80	100	0	20	40	60	80	100				
A	$\leq 30$	$\geq 65$	0.15	0.12	0.09	0.07	0.05	0.04	$\geq 60$	0.15	0.10	0.07	0.05	0.04	0.03	$\geq 58$	0.14	0.09	0.07	0.04	0.02	0.01
B	$\leq 45$	$\geq 57$	0.27	0.24	0.21	0.19	0.17	0.16	$\geq 55$	0.26	0.23	0.19	0.17	0.15	0.13	$\geq 54$	0.25	0.20	0.16	0.13	0.12	0.10
C	$\leq 60$	$\geq 48$	0.43	0.39	0.36	0.34	0.33	0.32	$\geq 46$	0.42	0.39	0.35	0.32	0.30	0.28	$\geq 45$	0.39	0.33	0.28	0.23	0.20	0.16
D	$\leq 75$	$\geq 40$	0.64	0.62	0.60	0.59	0.58	0.27	$\geq 39$	0.62	0.57	0.52	0.48	0.46	0.43	$\geq 37$	0.58	0.50	0.45	0.40	0.37	0.33
E	$\leq 75$	$\geq 31$	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	$\geq 28$	0.97	0.94	0.92	0.91	0.90	0.90	$\geq 25$	0.91	0.87	0.84	0.82	0.80	0.78
F	100	$< 31$	—	—	—	—	—	—	$< 28$	—	—	—	—	—	$< 25$	—	—	—	—	—	—	—

資料來源：2001年台灣地區公路容量手冊，交通部運輸研究所，民國90年

本計畫於民國96年6月24日(假日)及6月25日(平常日)車流量介於1,593~3,690PCU間(如表4.2-3)，道路服務水準於各測站多屬A~B級；另因應莫拉克颱風後為瞭解風災交通現況，於98年12月6日、12月12日(假日)及98年12月7日、12月11日(平常日)進行交通流量補充調查，補充調查結果車流量介於2,752~4,500PCU間，道路服務水準於各測站多屬A~C級，顯示交通服務水準隨交通量自然成長及莫拉克颱風後所衍生搶修道路工程車輛車流之增加，呈現道路服務水準有下降之情況(詳表4.2-4及表4.2-5)。



表4.2-3 交通流量調查成果表

單位：PCU/day

調查日期	方 向	新香蘭	金崙	大鳥	安朔	草埔
風災前 (假日)	往高雄	2,725	2,461	3,690	3,225	1,933
	往台東	2,759	2,026	2,533	3,542	2,205
風災前 (平日)	往高雄	3,487	1,837	2,813	1,593	2,596
	往台東	2,771	2,033	3,628	1,682	2,286
風災後 (假日)	往高雄	3,889	4,086	3,893	3,190	3,208
	往台東	4,051	3,899	4,099	3,383	3,808
風災後 (平日)	往高雄	3,465	3,502	3,456	2,752	2,776
	往台東	4,443	4,443	4,500	3,296	3,334

註：1.金崙=台9線PCU+東66路口轉台9線PCU-台9線轉東66路口PCU。安朔=台9線PCU+台26線路口轉台9線PCU-台9線轉台26線路口PCU

2.莫拉克颱風前所有測站於96/6/24(假日)、96/6/25(平日)調查交通流量

3.莫拉克颱風後新香蘭、金崙、大鳥測站於98/12/6(假日)、98/12/7(平日)補充調查交通流量；安朔、草埔測站於98/12/12(假日)、98/12/11(平日)補充調查交通流量

表4.2-4 研究範圍主要道路實質資料及服務水準表(平日)

路段	車道數	幾何特性	容量 C (PCU/小時)	尖峰小時流量 V (PCU/小時)		V/C		依 V/C 評估 服務水準	
				風災前	風災後	風災前	風災後	風災前	風災後
新香蘭~金崙	2	標線分隔	2,500	510	705	0.20	0.28	B	C
金崙~大鳥	2	標線分隔	2,500	321	710	0.13	0.28	A	C
大鳥~安朔	4	標線分隔	7,200	595	745	0.08	0.10	A	A
安朔~草埔	2	標線分隔	2,500	212	510	0.08	0.20	A	A

註：1.服務水準按「2001年台灣地區公路容量手冊」多車道郊區公路及雙車道郊區公路評估

2.雙車道道路之容量計算，容量=基本狀況下之容量×快車道車道寬及橫向淨距調整因素×車種調整因素×車流分向分布調整因素  
=2,900(pcu/小時)×1×0.85×1×1=2465@ 2,500(pcu/小時)

3.四車道道路之容量計算，容量=基本狀況下之容量×車道數×快車道車道寬及橫向淨距調整因素×車種調整因素×環境因素=  
2,100(pcu/小時)×4×0.88×1×0.969=7,162@ 7,200(pcu/小時)

4.莫拉克颱風前所有路段於96/6/25(平日)調查交通流量

5.莫拉克颱風後路段新香蘭~金崙、金崙~大鳥於98/12/7(平日)補充調查交通流量；路段大鳥~安朔、安朔~草埔測站於98/12/11(平日)補充調查交通流量



表4.2-5 研究範圍主要道路實質資料及服務水準表（假日）

路段	車道數	幾何特性	容量 C (PCU/小時)	尖峰小時流量 V (PCU/小時)		V/C		依 V/C 評估 服務水準	
				風災前	風災後	風災前	風災後	風災前	風災後
新香蘭~金崙	2	標線分隔	2,500	416	709	0.17	0.28	B	C
金崙~大鳥	2	標線分隔	2,500	415	736	0.17	0.29	B	C
大鳥~安朔	4	標線分隔	7,200	391	548	0.05	0.08	A	A
安朔~草埔	2	標線分隔	2,500	561	651	0.22	0.26	B	B

- 註：1.服務水準按「2001年台灣地區公路容量手冊」多車道郊區公路及雙車道郊區公路評估  
 2.雙車道道路之容量計算，容量=基本狀況下之容量×快車道車道寬及橫向淨距調整因素×車種調整因素×車流方向分布調整因素=2,900(pcu/小時)×1×0.85×1×1=2465@ 2,500(pcu/小時)  
 3.四車道道路之容量計算，容量=基本狀況下之容量×車道數×快車道車道寬及橫向淨距調整因素×車種調整因素×環境因素=2,100(pcu/小時)×4×0.88×1×0.969=7,162@ 7,200(pcu/小時)  
 4.莫拉克颱風前所有路段於 96/6/24（假日）調查交通流量  
 5.莫拉克颱風後路段新香蘭~金崙、金崙~大鳥於 98/12/6（假日）補充調查交通流量；路段大鳥~安朔、安朔~草埔測站於 98/12/12（假日）補充調查交通流量

以車種進行分析，多以小汽車居多，約 60%~80%。大型車及特種車約佔 5%~10%，其餘則為機車。本路段的大型車輛與特種車輛之比例較一般公路為高，部分二車道路段則經常有大型車輛與小汽車的潛在衝突發生。現場潛在交通衝突的情形如圖 4.2-2 所示。



大型車與小型車



大型車與特種車

圖 4.2-2 研究範圍車輛衝突現場

由行駛速率與延滯調查所得之車輛平均行駛速率結果（詳表 4.2-6 及表 4.2-7）顯示，台 9 線「金崙派出所東 66 路~老王釋迦商店」路段平均行駛速率平、假日（上、下午尖峰及離峰時間）介於 41.9~45.6KPH 之間，服務水準均屬 D 級；「大鳥社區發展協會~大溪明隧道」路段平均行駛速率平、假日（上、下午尖峰及離峰時間）介於 52.2~53.4KPH 之間，服務水準均屬 C 級；「草埔基督教奉信教會~屏 199 線」路段平均行駛速率平、假日（上、下午尖峰及離峰時間）介於 33.9~34.8KPH 之間，服務水準均屬 E 級，其中以草埔山區路段平均行駛速率最低，明顯受交通延滯所影響。



圖 4.2-1 計畫範圍交通運輸系統示意圖



另於莫拉克颱風後，補充調查交通延滯結果顯示，道路搶修所於台9線「金崙派出所東66路~老王釋迦商店」路段平均行駛速率平、假日（上、下午尖峰及離峰時間）介於44.6~49.0KPH之間，服務水準均屬C~D級；「大鳥社區發展協會~大溪明隧道」路段平均行駛速率平、假日（上、下午尖峰及離峰時間）介於51.5~57.8KPH之間，服務水準均屬B~C級；「草埔基督教辜信教會~屏199線」路段平均行駛速率平、假日（上、下午尖峰及離峰時間）介於35.9~38.2KPH之間，服務水準均屬E級，其中仍以草埔山區路段平均行駛速率最低，受交通延滯影響，道路平均行駛速率也反應莫拉克颱風後因搶修道路工程車流之增加，呈現平均行駛速率比風災前較為緩慢之情況。

綜合交通容量V/C及路段延滯調查分析之服務水準評估之結果，顯示本計畫路段在歷經莫拉克颱風後道路嚴重受損，台9線南迴公路路段多處道路坍方、土石崩塌，於道路緊急搶通工程施工車輛車流進入公路後，造成交通服務水準下降。而災區道路進行修復，且部分路段僅單向通車，並進行交通管制，故造成風災後交通流量增加、車行速率減緩，而延滯服務水準亦提高之情況。隨道路搶通，車流運行仍明顯受到施工大型車與特種車影響，行駛速率過慢延滯後方車輛，進而增加旅行時間，尤以山區草埔-安朔段更為嚴重，顯示本計畫有其拓寬必要性。莫拉克颱風後道路坍方及搶修情形如圖4.2-2所示。



道路坍方



道路落石



施工大型車輛



道路搶修

圖 4.2-2 莫拉克颱風後道路坍方及搶修情形



表4.2-6 研究範圍主要路段延滯服務水準（平常日）

起迄路段	時 段	方向	平均行駛速率 (km/hr)		服務水準	
			風災前	風災後	風災前	風災後
金崙派出所東66路~老王釋迦商店(新香蘭~金崙段)	上午尖峰時間 (07-09)	往北	44.1	45.6	D	D
		往南	44.8	48.5	D	C
	離峰時間 (13-15)	往北	43.8	48.0	D	C
		往南	43.0	48.5	D	C
	下午尖峰時間 (17-19)	往北	43.2	45.0	D	D
		往南	44.2	44.9	D	D
大鳥社區發展協會~大溪明隧道(金崙~大鳥段)	上午尖峰時間 (07-09)	往北	52.8	53.7	C	C
		往南	52.9	55.6	C	B
	離峰時間 (13-15)	往北	52.8	56.4	C	B
		往南	52.8	57.8	C	B
	下午尖峰時間 (17-19)	往北	52.3	52.6	C	C
		往南	52.2	53.7	C	C
草埔基督教辜信教會~屏199線(安朔~草埔段)	上午尖峰時間 (07-09)	往北	34.4	37.4	E	E
		往南	34.2	38.0	E	E
	離峰時間 (13-15)	往北	33.9	37.2	E	E
		往南	33.9	37.9	E	E
	下午尖峰時間 (17-19)	往北	34.2	36.5	E	E
		往南	34.0	36.4	E	E

- 註：1.服務水準係參考「2001年台灣地區公路容量手冊」  
2.莫拉克風災前所有路段於97/4/18（平常日）調查交通流量  
3.莫拉克風災後路段(新香蘭~金崙段)、(金崙~大鳥段)於98/12/7補充調查道路平均行駛速率；  
路段(安朔~草埔段)於98/12/11補充調查道路平均行駛速率

表4.2-7 研究範圍主要路段延滯服務水準（假日）

起迄路段	時 段	方向	平均行駛速率 (km/hr)		服務水準	
			風災前	風災後	風災前	風災後
金崙派出所東66路~老王釋迦商店(新香蘭~金崙段)	上午尖峰時間 (07-09)	往北	45.6	45.2	D	D
		往南	44.3	46.8	D	C
	離峰時間 (13-15)	往北	43.4	48.3	D	C
		往南	41.9	49.0	D	C
	下午尖峰時間 (17-19)	往北	43.6	44.6	D	D
		往南	42.9	44.6	D	D
大鳥社區發展協會~大溪明隧道(金崙~大鳥段)	上午尖峰時間 (07-09)	往北	52.6	53.1	C	C
		往南	52.2	54.9	C	C
	離峰時間 (13-15)	往北	53.4	55.5	C	B
		往南	53.2	57.0	C	B
	下午尖峰時間 (17-19)	往北	52.2	51.5	C	C
		往南	52.6	52.3	C	C
草埔基督教辜信教會~屏199線(安朔~草埔段)	上午尖峰時間 (07-09)	往北	34.4	36.8	E	E
		往南	34.4	37.9	E	E
	離峰時間 (13-15)	往北	34.8	38.1	E	E
		往南	33.9	38.2	E	E
	下午尖峰時間 (17-19)	往北	34.4	36.1	E	E
		往南	34.4	35.9	E	E

- 註：1.服務水準係參考「2001年台灣地區公路容量手冊」  
2.莫拉克風災前所有路段於97/4/19（假日）調查交通流量  
3.莫拉克風災後路段(新香蘭~金崙段)、(金崙~大鳥段)於98/12/6補充調查道路平均行駛速率；  
路段(安朔~草埔段)於98/12/12補充調查道路平均行駛速率



#### 4.2.2 運輸需求分析與預測

依環境影響評估報告，目前既有道路之假日與平日之服務水準介於為 A~B 級，開發後預測目標年假日及平日道路服務水準則為 A 級，詳表 4.2-8 及表 4.2-9。

表4.2-8 本計畫開發前後主要路段服務水準變化分析表(平日)

路段	開發前					開發後					
	車道數	尖峰小時流量	容量	V/C	服務水準	車道數	尖峰小時流量	容量	V/C	服務水準	
新香蘭-金崙	2	510	2,500	0.20	B	4	1,020	459(往台東)	3,980	0.12	A
								561(往高雄)			
金崙-大馬	2	321	2,500	0.13	A	4	640	288(往台東)	3,980	0.07	A
								352(往高雄)			
大馬-安朔	2	595	2,500	0.24	A	4	1,190	535(往台東)	3,980	0.13	A
								655(往高雄)			
安朔-草埔(零方案)	2	212	2,500	0.08	A	2	410	2,500	0.16	B	
安朔-草埔(新方案隧道段)	-	-	-	-	-	4	205(往台東)	3,950	0.05	A	
							205(往高雄)				

表4.2-9 本計畫開發前後主要路段服務水準變化分析表(假日)

路段	開發前					開發後					
	車道數	尖峰小時流量	容量	V/C	服務水準	車道數	尖峰小時流量	容量	V/C	服務水準	
新香蘭-金崙	2	416	2,500	0.17	B	4	830	374(往台東)	3,980	0.09	A
								456(往高雄)			
金崙-大馬	2	415	2,500	0.17	B	4	830	374(往台東)	3,980	0.09	A
								456(往高雄)			
大馬-安朔	2	391	2,500	0.24	A	4	780	351(往台東)	3,980	0.09	A
								429(往高雄)			
安朔-草埔(零方案)	2	561	2,500	0.22	B	2	1,120	2,500	0.45	D	
安朔-草埔(新方案隧道段)	-	-	-	-	-	4	560(往台東)	3,950	0.14	A	
							560(往高雄)				

註：1.服務水準係參考按「2001年台灣地區公路容量手冊」多車道郊區公路及雙車道郊區公路評估

2.開發後四車道單向道路容量=2,100(pcu/小時)\*2\*0.95\*1\*0.998=3,980；隧道道路容量=2,100\*2\*0.94\*1=3,950

3.依現場調查分析，假日新香蘭至大馬段尖峰小時流量往台東與高雄方向分別佔45%及55%，依此比例分配至拓寬四車道後之流量，隧道段流量假設平均分配

#### 4.2.3 交通動線說明

本計畫原路線安朔至草埔段屬連續彎道路段，其平面線形及縱坡極差，為南迴公路最為瓶頸之路段，若採截彎取直方式，進行拓寬改善，配合地形高程規劃隧道橋梁及路堤方式構築，除可縮短旅程外，亦可提昇公路服務水率。改線截彎取直後佈設四車道，原路線安朔至草埔之全長約 16.20 公里，改善後方案甲、乙、丙之路線全長分別為 11,006 公尺、11,267 公尺及 12,413 公尺，整體行車距離較原路線分別縮短約 5.20、5.00 及 3.65 公里，茲說明如后。

##### 一、甲方案

本方案起點於台九線與安朔路交叉口附近(約於台九線里程 443K+300 處)，於台九線岔出後沿安朔溪左岸之水道治理計畫線而行，至路線里程 1K+800 處跨越至安朔溪右岸，隨後沿安朔溪支流左側並順山勢往南而行，於遊仙橋西北側 150 公尺跨越安朔溪支流後於草埔銜接回台九線，路線全長 11,006 公尺。

##### 二、乙方案





本方案之改善起點約於台九線 444K+500 處，於跨過安朔溪支流後，於森永橋西側約 90 公尺處，以 350 公尺長之隧道穿越，隧道南口跨越安朔溪支流後沿溪谷西側南行，遊仙橋西北側 150 公尺跨越安朔溪支流後於草埔銜接回台九線，路線全長 11,267 公尺。

### 三、丙方案

本方案之起點位置同甲方案，於跨過安朔溪流至安朔溪支流左岸後，隨即於 3K+167 再度跨越至安朔溪支流右岸，順安朔溪右岸之山勢蜿蜒爬升，於遊仙橋西北側 150 公尺跨越安朔溪支流後於草埔銜接回台九線，路線全長 12,553 公尺。

#### 4.2.4 機車及自行車通行評估

本路段於可行性評估及環境影響評估階段皆未有設置機慢車輛通行專用道之規劃，且既有台 9 線於截彎取直路段通車後仍需維持通行，機慢車輛有替代路線可通行，隧道段設置 2m 寬機車專用道將增加土建工程費用，詳細評估如下。

##### 一、重型機車部分

1. 550cc 以上機車車速可符合速限之規定，和汽車之速差小，尾燈亮度足以清晰辨識，交通量低，若能保持安全車距，視同小型車輛行駛車道，交通事故率應不高。
2. 建議容許汽缸容量 550cc 和 550cc 以上機車行駛隧道，視同小型車輛行駛車道，不設置專用車道。

##### 二、機慢車輛部分

1. 隧道中，機慢車輛用路人直接暴露在隧道環境中，車速慢，通過隧道時間長，非火災情境下隧道通風系統啟動門檻值須降低，將增加運轉費用，而機慢車輛交通量甚低，因此增加之費用和效益不成比例。
2. 二號隧道採縱流式通風系統，火災情境下之逃生和撤離階段，失火一孔隧道的風速控制在 3m/sec (10.8km/hr) 左右，若失火的車輛是為載有易燃危險物品之大貨車，風速控制在 4 m/sec (14.4km/hr) 以上，不超過 5 m/sec (18km/hr)。滅火階段，故障除外的所有噴流式風機全部啟動。若允許機慢車輛通行，其車速因車輛性能和騎士能力而異，南下線隧道前和隧道中 3% 以上之上坡路段的長度計 6,800m，騎速可能相當低。若發生載有易燃危險物品之大貨車火災，逃生撤離階段在機慢車輛出隧道前，恐無法以期望之風速運作，增加煙控和接近火場救援撤離受困用路人之困難。延後滅火階段所有風機啟動的時間將延後滅火的時間，增加火勢和滅火的困難度。通風系統改為半橫流式，可無上述問題，但是導致土建、運轉(電費和設備維護)以及機電設施重置費用的增加。
3. 隧道密閉空間大型車輛高速駛過時，氣流方向改變所產生的風壓大於開放空間，將造成重心高之機慢車輛騎乘不穩定，蛇行甚或傾倒。
4. 機慢車輛與汽車共用外車道，高速汽車受阻超車時，易產生潛在之交通事故。
5. 機慢車輛尾燈小，甚或無尾燈，尾燈亮度低，難辨識，被迫撞之風險高。
6. 自行車交通量應是環島騎乘產生之休閒旅次，非在地居民生活旅次，自行車禁行本路廊隧道，環島旅行旅次仍有改線前既有省道可利用，不影響隧道在地居民行之便利。





7. 機慢車輛交通量低(98年丹路每日每向少於380輛)，隧道內設置2m寬專用道將增加土建工程費用12.05億。此外，隧道斷面加大，增加施工風險和工期，既有台9線仍需維持通行，機慢車輛有替代路線可通行。
8. 綜上，計畫路廊隧道建議禁止機慢車輛通行。

依前述評估，本案隧道建議開放汽缸容量550cc和550cc以上機車行駛隧道，不設置專用車道，機慢車輛則不開放行駛。



## 4.3 橋梁工程

### 4.3.1 通則

#### 一、設計原則

##### 1. 基本要求

- (1) 安全性：橋梁結構之設計須考量各類載重需求之安全性。
- (2) 景觀性：橋梁之造型應配合景觀採行合宜型式。
- (3) 經濟性：橋梁配置、材料、工法之選擇應兼顧經濟因素。
- (4) 施工性：橋梁型式及材料之選擇須考量施工性。
- (5) 維護性：設計階段須考慮結構物將來維修及支承換裝需求。
- (6) 符合現地情況：橋梁結構之配置須考量地形、地質、交通、水理及環境等因素，俾符合實質需求。
- (7) 附屬設施設計：橋梁設計須能涵納各項附屬設施需求，並符合行車之安全性及舒適性。

##### 2. 橋梁

- (1) 橋台位置：即橋梁之起迄點，應依地形圖及現地勘查而定，並考量其高度、接近性及施工性。
- (2) 平、立面配置：應考量跨越地物之現有及未來計畫（例如：現有與計畫之河川寬度、道路寬度、都市計畫及其他建設計畫）。
- (3) 結構系統：應考量橋梁之連續長度、跨徑等與橋高之關係，並綜合施工方式及耐震需求等決定適當之結構系統。
- (4) 上部結構
  - A. 型式：應考量相鄰路段情況使銜接後之外觀一致。
  - B. 尺度：寬度應符合橋寬需求，梁深則應配合跨徑及淨高需求合理訂定。
- (5) 下部結構
  - A. 墩柱型式：應配合箱形梁底緣寬度及具足夠空間設置支承及止震裝置。
  - B. 墩柱外形及尺度：應檢核外觀造型之一致性，尺度種類不宜過多以符施工性需求。
- (6) 附屬設施：橋面伸縮縫、支承設備、隔減震裝置、防落橋設施及橋面洩水孔等應依設計功能實需配置。

#### 二、單位

須如表 4.3-1 所列使用台灣地區慣用之公制(Standard Metric Unit)或國際單位(SI, International System of Units)且以公制為主。



表4.3-1 公制及國際單位

	公制	國際單位
長度	m, cm or mm	m, cm or mm
質量	kg or ton	kg or ton
密度	kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>
單位重	kgf/m <sup>3</sup> , tf/m <sup>3</sup>	kN /m <sup>3</sup>
載重及力	kgf, kgf/m, kgf/m <sup>2</sup>	kN, kN/m, kN/m <sup>2</sup>
應力及強度	kgf/cm <sup>2</sup> , tf/m <sup>2</sup>	MPa
彎矩	tf·m	kN·m

## 4.3.2 規範及設計方法

### 一、設計規範

原則上參照下列規範。

#### 1. 交通部

- (1) 交通部九十八年頒「公路橋梁設計規範」。
- (2) 交通部九十七年頒「公路橋梁耐震設計規範」。

#### 2. 公路總局

- (1) 橋梁工程標準圖-鋼筋混凝土版橋(RC 版橋),鋼筋混凝土 T 型梁橋(RCT 型橋), 台灣省交通處公路局, 1991。
- (2) 橋梁工程標準圖-預力混凝土簡支梁橋(PCI 型梁橋) 台灣省交通處公路局, 1991。
- (3) 道路工程標準圖-台灣省交通處公路局, 1991。
- (4) 橋梁工程標準圖-重力式橋墩、懸臂式橋墩、剛架式橋墩, 台灣省公路局, 1985。
- (5) 橋梁工程標準圖-重力式橋台、懸臂式橋台、扶壁式橋台、基樁、沈箱, 台灣省公路局, 1985。

#### 3. 經濟部

- (1) 經濟部九十九年頒「申請跨河建造物設置注意事項」。

#### 4. 美國州公路及運輸協會 (AASHTO)

- (1) AASHTO Standard Specifications for Highway Bridges, 1996。
- (2) AASHTO Guide Specifications for Design and Construction of Segmental Concrete Bridges, 1999。
- (3) AASHTO Guide Specifications for Horizontally Curved Highway Bridges, 1993。

#### 5. 日本道路協會

- (1) 道路橋示方書, 平成八年。

#### 6. 日本道路公團

- (1) 設計要領第二集, 平成十年。

### 二、材料規範

以中國國家標準 (CNS) 為主, 若其無可適用者時得採美國材料試驗協會 (ASTM)、日本工



業規格協會（JIS）或經業主同意之其他規範。

### 三、設計方法及檢核規定

應依表 4.3-2 所示辦理，其中各符號之定義說明如下：

- R：設計垂直反力
- Ra：容許垂直承載力
- Qu：極限垂直承載力
- S.F.：安全因數
- P：基樁設計拉拔力
- Pu：基樁極限拉拔承載力

表4.3-2 設計方法及檢核規定

上部結構	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 容許應力設計法設計</li> <li>• 強度設計法檢核（註 1）</li> </ul>		
下部結構	橋墩及橋台：強度設計法（註 2）		
基礎承載力及設計檢核	平時	直接基礎	$R < Ra = \frac{Qu}{3.0}$ 穩定檢核：滑動 S.F.=1.5，傾覆 S.F.=2.0
		樁基礎	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>R &lt; Ra = \frac{Qu}{3.0}</math></li> <li>• 樁體水平變位（設計地盤面處）&lt;1.0 cm</li> <li>• 檢核負摩擦力（註 3）</li> <li>• 檢核樁體材料之容許應力</li> </ul>
	地震	直接基礎	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>R &lt; Ra = Qu</math></li> <li>• 基礎與土壤受壓接觸面積 <math>\geq \frac{1}{2}</math> 基礎面積</li> <li>• 檢核滑動（註 4）</li> </ul>
		樁基礎	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>R &lt; Qu, P &lt; Pu</math></li> <li>• 受拉拔樁數 <math>\leq \frac{1}{2}</math> 樁數</li> <li>• 檢核樁頭水平變位量（是否與結構分析之基礎變位一致）</li> </ul>
	沖刷	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 200 年洪水頻率參數計算沖刷深度（地震載重取沖刷深度之 <math>\frac{1}{2}</math>）</li> <li>• 長期沖刷深度應依橋梁壽齡合理考量</li> </ul>	
註 1：上部結構之地震力設計依個案（例如剛接墩柱橋梁系統等）考慮。 註 2：橋墩設計地震力應依第 4.3.2 節一.1.(2)目規範辦理，橋台設計地震力之水平加速度係數 $k_h = 0.5S_{DS}$ ，其中 $S_{DS}$ 為工址短週期之設計地震水平譜加速度係數。 註 3：視地質情況需要辦理。 註 4：應檢核是否因基礎滑動影響結構安全。			





#### 四、斷面勁度

各類型載重所採混凝土彈性模數及慣性矩應依表 4.3-3 所示辦理，其中各符號之定義說明如下：

$E_c$ ：混凝土 28 天材齡之彈性模數

$E_{\infty}$ ：混凝土考慮長期變位增加之「計算彈性模數」

$$E_{\infty} = \frac{E_c}{1 + \phi}, \quad \phi: \text{極限潛變係數}$$

$I_g$ ：未開裂斷面之慣性矩

$I_{cr}$ ：開裂斷面之慣性矩

表 4.3-3 斷面性質

載重類型	彈性模數	慣性矩	
		鋼筋混凝土	預力混凝土
乾縮及潛變	$E_{\infty}$	$I_{cr}$	$I_g$
其他	$E_c$	$I_{cr}$	$I_g$

#### 五、容許應力及撓度

1. 鋼筋混凝土之容許應力詳交通部頒「公路橋梁設計規範」。
2. 各類型後拉法預力混凝土之容許應力應符合表 4.3.4 規定，其中各名辭之定義如下：
  - (1) 節塊橋梁：其類型如下
    - A. 平衡懸臂工法
    - B. 場鑄逐跨工法
  - (2) 施工階段應力：潛變及乾縮損失前之暫時應力
  - (3) 完成階段應力：所有預力損失發生後使用載重時之應力
3. 預力鋼腱之容許應力應符合第 4.3.2 節一.1.(1)及一.4.(2)目規範規定
4. 預力梁拉應力區之鋼筋容許應力採  $f_s$ 。
5. 受活載重加衝擊力之橋梁撓度不得大於跨徑之 1/800。

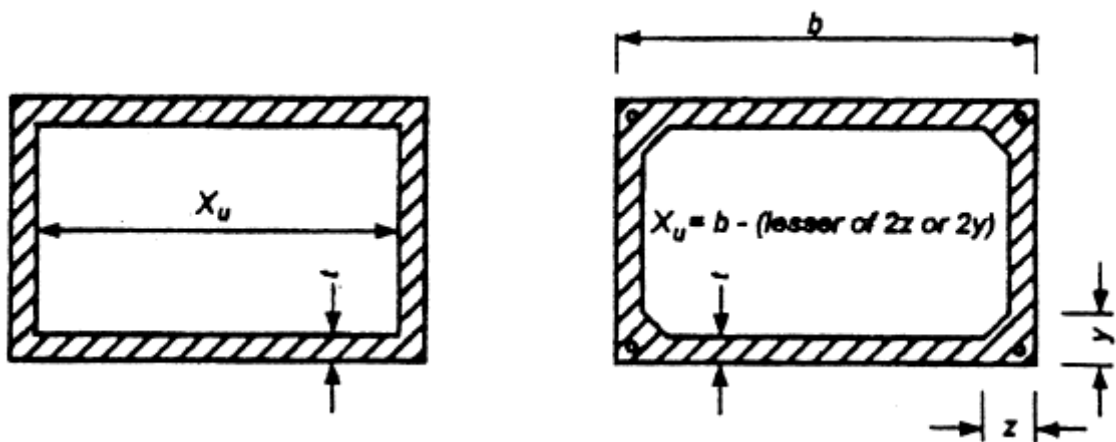


圖 4.3-1  $X_u$  及  $t$  之定義



表4.3-4 後拉法預力混凝土之容許應力 (kgf/cm<sup>2</sup>)

預力混凝土橋梁類型				節塊	其他	
施工階段應力	壓應力			0.6f'ci (註 1)	0.55f'ci	
	拉應力	預壓 拉力區	縱向	有拉力鋼筋	0.8√f'ci (註 2)	—
			無拉力鋼筋	0 (註 3)	—	
		橫向	0.8√f'ci	—		
	其它 區域	有拉力鋼筋		1.6√f'ci	2.0√f'ci	
		無拉力鋼筋		0	0.8√f'ci 或 14	
完成階段應力	壓應力	所有載重組合		0.6f'c (註 1、4)	0.6f'c	
		有效預力 + 自重		0.45f'c (註 1)	0.4f'c	
		(有效預力 + 自重) / 2 + 活重		—	0.4f'c	
	拉應力	預壓 拉力區	縱向	有拉力鋼筋	0.8√f'c (註 5)	1.2√f'c (註 6)
				曝露於嚴重腐蝕情況	—	0.6√f'c (註 6)
			無拉力鋼筋	0 (註 7)	—	
		橫向	0.8√f'c	—		
	其它 區域	有拉力鋼筋		1.6√f'c	—	
		無拉力鋼筋		0	—	

註 1：乾接頭、外置預力時預壓拉力區之縱向壓應力不得小於 7 kgf/cm<sup>2</sup>。  
 註 2：適用於濕接頭、內置及外置預力。  
 註 3：適用於濕接頭、內置預力。  
 註 4：應依翼板或腹板之細長比 (Slenderness Ratio)  $\lambda_w = X_u/t$  加乘下列壓應力折減係數  $\phi_w$ ，  
 $X_u$  及  $t$  詳圖 4.3.1 所示。  
 $\lambda_w \leq 15$ ： $\phi_w = 1.0$   
 $15 < \lambda_w \leq 25$ ： $\phi_w = 1.0 - 0.025(\lambda_w - 15)$   
 $25 < \lambda_w \leq 35$ ： $\phi_w = 0.75$   
 註 5：適用於濕接頭、內置預力。  
 註 6：考量超載情況，採第 4.3.2 節一.1.(1)目規範所訂應力值之 75%。  
 註 7：適用於濕接頭。

### 4.3.3 材料規定

#### 一、材料性質

1. 混凝土：均指水泥混凝土，其設計強度（位於腐蝕區之橋梁須另依業主核可者修正）應依表 4.3-5 規定辦理。

表4.3-5 混凝土設計強度

類型		強度 (kgf/cm <sup>2</sup> )
預力 混凝土	預力混凝土 (含箱形梁之隔梁)	f'c=350
	施預力時之混凝土 (設計圖說另有規定者除外)	f'ci=280
支承之鋼筋混凝土墊		f'c=350
橋墩墩體、場鑄基樁		f'c=280 (水中則為 210)
橋護(隔)欄、進橋板、橋台、止震塊、基樁樁帽、沉箱、擋土牆		f'c=210
無筋混凝土		f'c=140



## 2. 鋼筋

- (1) 應為符合 CNS 560 A2006 「鋼筋混凝土用鋼筋」規定之竹節鋼筋，其稱號對照如表 4.3-6 所示：

表4.3-6 鋼筋稱號對照

設計圖	10φ	13φ	16φ	19φ	22φ	25φ	29φ	32φ	36φ	39φ	43φ
CNS	D10	D13	D16	D19	D22	D25	D29	D32	D36	D39	D43

- (2) 鋼筋之材質、降伏強度  $f_y$  及容許拉應力  $f_s$  應符合表 4.3-7 規定：

表4.3-7 鋼筋材質及強度

稱號	材質	$f_y$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	$f_s$ (kgf/cm <sup>2</sup> )
D19 以上(含)	SD 420W	4,200	1,680
D16 以下(含)	SD 280W	2,800	1,400

3. 預力鋼絞線：除另有註明外應符合 CNS 3332 G3073 「預力混凝土用應力消除無被覆鋼線及鋼絞線」之 SWPR7BL (7 線高拉力低鬆弛鋼絞線) 及依下列參數設計。

- (1) 極限抗拉強度  $f^*s=19,000$  kgf/cm<sup>2</sup>
- (2) 降伏強度  $f^*y=0.9f^*s$
- (3) 彈性模數  $E_s=1.97 \times 10^6$  kgf/cm<sup>2</sup>
- (4) 施預力時梁端 (即千斤頂施力之末端) 臨時容許應力  $f_{sj}=0.75f^*s$

4. 預力混凝土用螺旋套管：應符合表 4.3-8 規定。

表4.3-8 套管規格

套管種類	波浪摩擦係數 K	預力梁種類
鍍鋅金屬套管	$K \leq 0.0049/m$	預鑄 PCI、PCU 形梁
鍍鋅剛性套管	$K \leq 0.0007/m$	其他

5. 鋼件：應符合 CNS 2473 G3039 「一般結構用軋鋼料」之 SS400、CNS 2947 G3057 「焊接結構用軋鋼料」之 SM400、ASTM A36 "Standard Specification for Carbon Structural Steel" 或同等規範規定。

## 二、材料配置規定

### 1. 鋼筋

- (1) 原則上採 D10~D36 之竹節鋼筋，惟配筋密集處應依施工性考量採 D39、D43 鋼筋。
- (2) 設計鋼筋量
  - A. 原則上依計算結果之需求量配置，若考量配合間距或施工等因素可適當酌增鋼筋量，惟設計之實際配筋量應儘可能不大於計算需求量之 10%。
  - B. 墩柱配筋需求量小於墩柱斷面積 1% 時其斷面應儘量縮小，若無法縮減至僅為承受載重所需斷面時，其最少縱向鋼筋量可採減小之有效斷面積 ( $A_g$ )，惟不可少於最小有效斷面之 1%。



(3) 鋼筋續接器：係用於鋼筋須延續性無法預留足夠延伸長度供搭接之處，惟該處所用數量不得大於該處斷面須預留延伸鋼筋總量之 50%，並應於設計圖標示。

2. 鋼筋保護層：應符合表 4.3-9 規定。

表4.3-9 鋼筋保護層

類型	部位		保護層
上部結構	預力 I、U 形梁橋	橋面板頂面	5.0 cm
		橋面板底面	3.0 cm
		預力 I、U 形梁	2.5 cm
		隔梁	4.0 cm
	箱形梁橋	預力橋橋面板頂面	4.0 cm
		RC 橋橋面板頂面	5.0 cm
		箱形梁外側	4.0 cm
預力 T 形梁橋	箱形梁內側及隔梁	2.5 cm	
下部結構 與擋土牆	橋墩（主鋼筋）		5.0 cm
	橋墩（繫筋、箍筋及螺箍筋）		4.0 cm
	橋台、翼牆及擋土牆		5.0 cm
	橋墩、橋台、翼牆及擋土牆等之基礎、沉箱		7.5 cm
	場鑄基樁		10.0 cm
雜項	橋護欄、橋隔欄		4.0 cm
	緣石		2.5 cm
	進橋板頂面及側面		5.0 cm
	進橋板底面		7.5 cm

3. 預力

(1) 原則上採後拉法施工。

(2) 預力鋼絞線以採 12.7 mm $\phi$ 或 15.2 mm $\phi$ 者為原則。

(3) 套管之尺度應依核准之預力工法配以適當內徑及厚度之套管，其最小內徑應符合所採預力工法之規定（建議）值，最大內徑則不得大於表 4.3.10 規定：

表4.3.10 套管之最大內徑

鋼絞線直徑	22 根	19 根	12 根	7 根	其他根數
12.7 mm	9.0 cm	9.0 cm	7.5 cm	5.5 cm	依核可者
15.2 mm	11.0 cm	10.0 cm	8.5 cm	7.0 cm	

(4) 套管若須採合併方式捆紮以不超過二束為原則。

(5) 預力摩擦損失量除特別規定外暫依下列數據計算：

A. 波浪摩擦係數 K：詳第 4.3.3 節一.4.目

B. 曲線摩擦係數  $\mu=0.25$

C. 錨碇滑動量  $\delta \leq 8$  mm





#### 4.3.4 載重規定

##### 一、考量因素

除特別考量外，橋梁結構之分析與設計至少須考量靜載重、活載重、溫度變化及梯度、乾縮及潛變、沉陷、地震、風力、施工載重。

##### 二、靜載重

須含所有結構元件之重量，若未經精確分析時可採表 4.3.11 所示各材料之單位重計算，其他材料之重量則可由其質量及密度求得：

表4.3.11 結構元件之單位重

類型	單位重
鋼筋混凝土、預力混凝土及無筋混凝土	2.4 tf/m <sup>3</sup>
瀝青混凝土鋪面	2.4 tf/m <sup>3</sup>
單管金屬欄杆	50 kgf/m
回填土	1.9 tf/m <sup>3</sup>
防音牆（牆高為 2 m 時）	150 kgf/m
附掛管線（依實際附掛重量估算，無附掛時懸臂板之設計仍應假設橋護欄下方有該載重）	≥100 kgf/m

##### 三、活載重

1. 公路載重：HS20-44 之 1.3 倍。
2. 衝擊載重依第 4.3.2 節一.1.(1)目規範規定辦理。
3. 分布方式
  - (1) 設計車道數 = INT[(B - 2.5)/W] + 1  
 其中 B：橋面淨寬（護欄與護欄或隔欄內緣間距，m）  
 W：路段設計車道寬（m）（≤3.65 m）  
 INT()：取括號內數值之整數值。
  - (2) 數車道同時載重不予折減。

##### 四、溫度變化及梯度

1. 變化範圍為±20°C，溫度係數為 1.1×10<sup>-5</sup>/°C。
2. 上部結構採箱形梁者應考慮溫度梯度效應並依圖 4.3.2 之梯度辦理；負溫度梯度忽略不計。

##### 五、乾縮及潛變

混凝土因乾縮及潛變所致應變應依歐洲混凝土學會-國際預力混凝土學會（CEB-FIP）或美國混凝土協會（ACI-209R）模式計算。

##### 六、沉陷

1. 須詳予評估結構物基礎是否產生差異沉陷。
2. 須考慮相鄰二座橋墩(台)於縱向至少 10 mm 之短期高程差異所致應力。

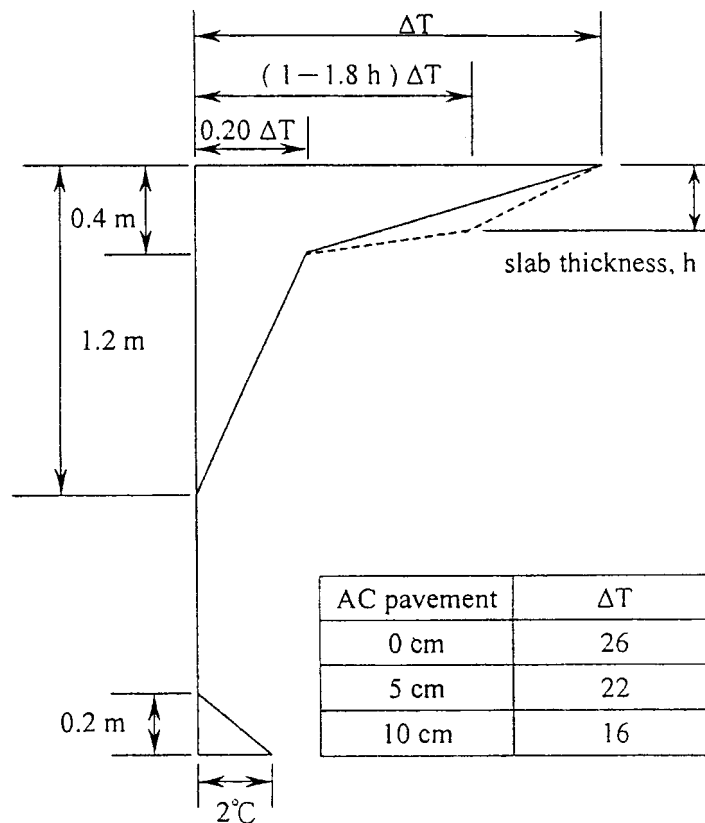


圖 4.3-2 台灣地區設計用之正溫度梯度曲線

## 七、地震

設計地震力及耐震設計依第 5.4.2.1.1(2)目規範規定辦理。

## 八、風力

1. 橋梁結構：依第 4.3.2 節—1.(1)目規範辦理。
2. 標誌結構：設計風速採 200 km/hr。
3. 防音牆：390 kg/m<sup>2</sup>（若無裝設時仍應以 2 m 高加載）。

## 九、施工載重

1. 結構物所承載之模板、材料、設備等施工載重須予考慮，特殊施工法尤應考量所有荷重並檢核結構體對施工中實際使用設備之承載能力。
2. 節塊施工法之設計須考慮潛變、乾縮效應，並依第 4.3.2 節—4.(2)目規範規定考量靜定系統之改變所致施工階段彎矩重分配，並須確保每一施工階段之結構穩定性。

### 4.3.5 橋梁配置及施工

路線甲、乙、丙三方案之橋梁配置及建議施工方式分別列舉於表 4.3-12~表 4.3-14，其中丙方案為橋梁總長度最大者，總共規劃了 14 座橋梁，全長 4660 公尺；其次為甲方案，計規劃了 6 座橋梁，全長 2230 公尺；乙方案亦規劃了 6 座橋梁，全長 1360 公尺。



表4.3-12 甲方案橋梁配置表

編號	起迄里程	橋長	跨徑配置 (m)	最高柱高	結構型式	施工方式
1	1K+800~2K+400	600m	(90+2@120+90)+(4@45)	14m	預力箱形梁	懸臂工法 + 逐跨工法
2	2K+800~3K+395	600m	(90+2@120+90)+(4@45)	15m	預力箱形梁	懸臂工法 + 逐跨工法
3	4K+400~5K+060	660m	2(5@45)+(30+4@45)	21m	預力箱形梁	逐跨工法
4	5K+200~5K+420	220m	4@45+40	18m	預力箱形梁	逐跨工法
5	5K+880~5K+930	50m	50	—	預力箱形梁	場鑄工法
6	10K+810~10K+910	100m	100	—	預力箱形梁	場鑄工法
	總計	2230m				

表4.3-13 乙方案橋梁配置表

編號	起迄里程	橋長	跨徑配置 (m)	最高柱高	結構型式	施工方式
1	1K+314~1K+374	60m	60	—	鋼箱形梁	吊裝工法
2	1K+824~1K+874	50m	50	—	預力箱形梁	場鑄工法
3	2K+134~2K+284	150m	30+3@40	15m	預力箱形梁	逐跨工法
4	3K+034~3K+584	550m	95+3@120+95	17m	預力箱形梁	懸臂工法
5	5K+684~6K+184	500m	85+3@110+85	18m	預力箱形梁	懸臂工法
6	11K+117~11K+167	50m	50	—	預力箱形梁	場鑄工法
	總計	1360m				

表4.3-14 丙方案橋梁配置表

編號	起迄里程	橋長	跨徑配置 (m)	最高柱高	結構型式	施工方式
1	1K+357~1K+477	120m	35+50+35	6m	預力箱形梁	場鑄工法
2	1K+817~2K+517	700m	(90+2@120+90) +(85+110+85)	21m	預力箱形梁	懸臂工法
3	2K+717~2K+867	150m	30+3@40	29m	預力箱形梁	逐跨工法
4	3K+047~3K+347	300m	90+120+90	43m	預力箱形梁	懸臂工法
5	3K+567~3K+747	180m	4@45	25m	預力箱形梁	逐跨工法
6	4K+237~4K+397	160m	4@40	26m	預力箱形梁	逐跨工法
7	4K+447~4K+667	220m	40+4@45	62m	預力箱形梁	逐跨工法
8	4K+847~5K+147	300m	90+120+90	19m	預力箱形梁	懸臂工法
9	5K+977~6K+027	50m	50	—	預力箱形梁	場鑄工法
10	6K+217~6K+627	410m	85+240+85	—	斜張橋	懸臂工法
11	7K+052~7K+177	125m	125	—	下路式鋼拱橋	吊裝工法
12	7K+417~7K+867	450m	100+250+100	—	上路式混凝土拱橋	場鑄工法
13	9K+587~11K+032	1445m	(30+3@40)+(4@45+35)+2(90+3@120+90)	8m	預力箱形梁	逐跨工法 + 懸臂工法
14	12K+402~12K+452	50m	50	—	預力箱形梁	場鑄工法
	總計	4660m				



原則上三個方案之橋梁上部結構皆以混凝土預力箱形梁為主，除甲方案於 5K+880~5K+960 及乙方案於 1K+314~1K+374 處規劃單跨之鋼箱形梁，以吊裝工法施作。

丙方案為三方案中橋梁工期最長與橋梁建造經費最高者，對環境之影響與衝擊也最大。又丙方案因路線縱坡較高，配合沿線地勢，規劃其中 3 座橋梁以景觀橋方式呈現，其餘 11 座橋梁則視地形與施工需求，以逐跨工法或懸臂工法施作。

逐跨工法可視需要，採用支撐先進工法或是場撐逐跨工法，支撐先進工法機械化、自動化之施工流程，使工程進度及品質易於掌控，並可克服地形地物之限制，展現其經濟性。





## 4.4 排水及水土保持工程

### 4.4.1 規劃準則

本規劃準則有規定者從其規定，如未加研訂者，則依照下列規範及文獻之相關規定。

- 一、「公路排水設計規範」，交通部，98年。
- 二、「水土保持技術規範」，行政院農委會，92年。
- 三、「非都市土地開發審議作業規範」，內政部營建署，93年。
- 四、「防洪工程規劃手冊」，台灣省水利局，70年。
- 五、「申請跨河建造物設置注意事項」，經濟部水利署，99年。

### 4.4.2 規劃原則

本工程之排水工程設計原則如下：

- 一、排水系統之設計，依地區降水特性、排水設施之重要性、經濟性、安全性以及災害風險損失而定，並以立即排水為原則。
- 二、因公路施築而產生或原已存在之區域性防洪、排水、水土保持等問題，將協調各主管機關配合辦理。
- 三、已知路線橫越之重要水利計畫，將參據有關機關所提計畫需求，並考慮日後管理及維護方便，預留適當的設施用地空間或預為擴大斷面，洽經主管機關同意後進行規劃。
- 四、因公路通過所阻斷之現有排水路或灌排共用水路，將選用適當之結構設施以銜接上下游水路，灌溉設施則依實際需要予以直接銜接或併線使用為原則。
- 五、路塹段開挖所阻斷之原有排水水路，在不影響既有水路功能和水理情形下，配合減少路線土方數量之考量，原則上將沿本路線改道排放於既有溪流或排水路。
- 六、既有雨水下水道系統或灌溉導水路為路堤覆蓋者，橫交設施需考量未來之流域發展，預估流量並擴大斷面，同時按路堤荷重應力分析重新設計斷面或加強保護措施，此外，若與高架橋路段之橋台、橋墩位置衝突者，應協調主管單位遷移重建或採適當工法就地保護。
- 七、路線通過區域排水方式以漫地流為主者，且其集水面積較大時，為避免上游因路堤阻擋造成流量集中，而下游無水路銜接之困難，將儘量以排水橋方式通過，其亦較易配合未來之排水改善計畫；集水面積較小時，則仍以路堤方式通過，此時將於漫地流上游端之路堤坡趾處設置路側截流溝，經橫交排水箱涵導流至路堤另側後分散排放，以維持當地原有之排水特性。



- 八、配合排水系統配置及地形走向，交流道範圍內邊坡坡趾間大面積空地將配合景觀計畫予以適度整地，並利用整地完成之地表漫流方式排除地表逕流，儘量減少排水結構物之設置。
- 九、管涵或箱涵之選擇，視原水路功能、建造費以及日後維護管理等因素而定。高填方路段排水橋或排水箱涵選用，除考慮造價外，並就區域排水、土方平衡及未來維護費用等因素做比較後決定。
- 十、在疏於清理之情況下，排水溝內堆積之樹枝及各種廢棄物等，易於暴雨時阻塞多孔箱涵之斷面，並影響排水功能，因此，新設排水箱涵均採用單孔設計為原則，如需較大斷面之水路，則採用排水橋跨越。
- 十一、山溝野溪
1. 為減低對於原有山溝野溪水理特性之改變，山溝野溪將採橋梁方式跨越，且依經濟部水利署九十三年公告修正「跨河建造物設置審核要點」之規定，河寬在 50 公尺以下者不得落墩，因此當山溝野溪之河寬度小於 50 公尺，需以大跨徑跨越。箱涵則受限於孔徑，且易為上游冲刷而下之砂石或樹枝堵塞，造成管理維護之不便，故不予採用。
  2. 為保護本路安全，路線橫交或跨越之山溝野溪因坡度較陡而需要整治時，除水路改建為規整之斷面外，尚需考慮現況地形加設消能、固床及邊坡穩定等各項設施，以穩定河槽。上述整治範圍，僅考慮對於本路有直接影響者，範圍外山溪、河堤之整治及上游防止砂石流出之攔砂壩規劃，因牽涉範圍較廣，需協調主管機關來辦理整治工程。
- 十二、所有排水設施，原則採重力方式排水，以減輕維護管理費用，除非必要始使用機械排水或倒虹吸工。
- 十三、因公路興建新設之排水設施銜接原有排水系統時，需防止下游冲刷，因此，山區較陡處，需以跌水工或陡槽等方式消能處理後始導入現有排水溝內。
- 十四、工區開挖整地時應詳予規劃，採分期、分區、分段施工，避免全面挖填形成大面積的裸露面和防止暴雨時土石之流失。同時，為了攔截流失之土石，施工區域應佈設臨時排水路、臨時滯洪與沈砂設施，以免淤積排水路，造成下游水患，或沖毀下游農作物、橋梁、房舍而引起糾紛賠償等情形。

#### 4.4.3 相關設計準則

##### 一、地表逕流量估算

排水構造物通水斷面須滿足上游集水區可能發生之尖峰逕流量，並應依據計畫採用可能發生之設計暴雨再現年、集水區面積及選用逕流係數值以合理化公式估算尖峰逕流量。

##### 1. 逕流係數

逕流係數依集水區之地質、傾斜度、地表覆蓋、土地利用情況、降雨量與延時等而異，本路段使用之逕流係數列表 4.4-1。



## 2. 集流時間

集流時間(tc)係指逕流自集水區最遠一點到達工程地點出水口所需時間，一般為流入時間與流下時間之和，其計算公式如下：

$$tc = t_0 + t'$$

$$t_0 = l/v$$

式中tc：集流時間(小時)

t<sub>0</sub>：流入時間(雨水經地表面由集水區邊界流至河道所需時間)(小時)。

t'：流下時間(雨水流經河道由上游至下游所需時間)。

l：坡面長度(公里)。

v：漫地流流速(一般採用 0.3~0.6m/sec)

流下速度之估算，於人工整治後之規則河段，應根據各河斷面、坡度、粗糙係數、洪峰流量之大小，依曼寧公式計算；天然河段可採用下列芮哈(Rziha)經驗公式估算：

芮哈(Rziha)公式：

$$t' = L/W$$

其中  $W = 72(H/L)^{0.6}$

式中t'：流下時間(小時)

W：流下速度(公里/小時)

H：溪流縱斷面高程差(公里)

L：溪流長度(公里)

表4.4-1 逕流係數

地表狀況	逕流係數
	一般採用
平緩之山坡地	0.60~0.85
旱田及平坦耕地	0.45~0.60
水田	0.70~0.80
市區及鄉鎮商業區	0.75~0.90
工業區及鄉村住宅區	0.50~0.80
路面及路側邊坡	0.70~0.95
施工中地表完全裸露	0.90~1.00

## 3. 設計頻率

本計畫排水結構物採用的設計暴雨再現年如表 4.4-2 所示。

表4.4-2 設計暴雨再現年

構造物種類	設計暴雨再現年
橋面排水	10
地方道路路面及路側排水設施	10
快速道路主線路面及路側排水設施	25



構造物種類	設計暴雨再現年
地方道路箱涵、管涵、溝渠改道	10
快速道路主線、法定山坡地區域箱涵、管涵、溝渠改道	25
區域排水幹線、滯洪設施	50
次要河川堤防及橋墩墩前壅水高計算	50
主要河川堤防及橋墩墩前壅水高計算	100
主、次要河川橋梁梁底淨高	200

#### 4. 渠道水力計算公式

一般渠道內流況多為變量變速流，其渠道之水力計算可視實際情況假設為一維近似定量(Steady state)流或一維漸變流，定量流水力分析應用曼寧公式計算流速及水深，公式中不同結構物採用曼寧粗糙係數(N 值)參照表 4.4-3；漸變流況則需應用能量方程式，由下游往上游回推水深及流速。

表4.4-3 管渠表面曼寧粗糙係數(N值)

結構物類別	N 值
(鋼筋)混凝土溝渠	0.015~0.018
鋼筋混凝土管涵	0.015~0.018
鋼筋混凝土箱涵	0.015~0.018
混凝土砌卵石	0.025

#### 5. 出水高

排水結構物設計最小出水高度，依不同設計水深分別如表 4.4-4。所列數值將參考上游森林被覆、漂木多寡、水土保持及相關水利法規等加以適當調整；渠道彎道段則依流速另行提高出水高。

表4.4-4 渠道出水高要求

設計水深(公分)	最小出水高(公分)
0~60	20
60~100	20~40
100~200	40~60
200~300	60~80
300 以上	80 以上

#### 6. 容許流速

為使設計流量情況下之渠道底床不沖不淤，渠道設計流速不得低於 0.6 公尺/秒，亦不大於表 4.4-5 所列之最大容許流速。渠道縱坡因地形較陡或用地限制而增加，當其流速超過最大容許規定時，為防止沖刷及泥砂危害下游，渠道將加設襯砌保護、砥礪消能及其他防沖蝕措施。





表4.4-5 渠道最大容許流速

溝渠材料	容許流速(公尺/秒)
砂質壤土	0.60
黏土	1.00
草生水路	1.50
乾砌塊卵石(平均粒徑 30 公分以上)	2.00 (註 2)
漿砌塊卵石	2.50 (註 2)
混凝土管涵	3.00 (註 2)
厚混凝土(大於 15 公分)	3.00 (註 2)
薄混凝土(7.5 至 15 公分)	2.00

- 註： 1. 無常水流量之排水渠道，其設計最大容許流速為表列各值之 1.5 倍。  
2. 已考慮加厚混凝土保護層時，表列容許流速可予放寬。

## 二、設計洪水位

1. 沿計畫路線之溝渠水田或低凹地，探詢其過去之最高水位，以供參考。
2. 因高速公路橫互阻擋，致一般水田或低凹地之原地面漫流受阻而集中轉向特定出口(如涵洞)排洩，勢必造成管涵或箱涵頭水位之迴水壅高，故應以調查所得最高水位再加 20 至 30 公分，作為其設計洪水位，或以附近涵洞之頭水位及至該處之坡降，經比較後取其較高值作為設計洪水位。

## 三、橫交灌排水設施

1. 依設計流量所推估之排水構造物水深，宜選用該水深為箱涵高度之 0.8 倍或管涵內徑之 0.75 倍；核算流量則考慮上游水路之出水高度後，以滿流檢討，頭水位儘量以不造成上游迴水漫溢為原則，以免影響當地排水。
2. 新設排水箱涵最小尺寸為 1.5 公尺×1.5 公尺。穿過快速公路主線新設之鋼筋混凝土管涵最小內徑於平原地區為 1.0 公尺，山區為 1.2 公尺，交流道聯絡道及地方道路則為 0.6 公尺。管涵等級視覆土厚度訂定之。
3. 考慮將來區域發展及擴建排水路之需要，除箱、管涵採用較大之斷面外，其渠底高程儘可能較現有溝底低 50 公分以上，暫做無效斷面備用。

## 四、路側與路面排水

1. 路堤、路塹段之路面地表逕流，主要經由路肩邊溝或中央分隔帶排水設施，如預鑄 U 型溝或集水溝、集水井等收集後，排放至路側排水系統，若坡面長度較短，則直接以漫流方式經邊坡逕流至路側排水系統。
2. 兼具灌溉功能之坡趾側明溝，其斷面寬度大於 1 公尺時，需於明溝內設置分隔牆，藉以抬高水位及流速，並於適當位置設灌溉出水口，以利灌溉。
3. 當分析各類進水井之進水格柵通水能量時，將假設其一半面積被樹、草及雜物(如塑膠袋)所堵塞。為防流水漫流至橋面，在下坡路段近橋梁處應設進水井；縱坡平坦時，則將進水井井頂高程降低至少 5 公分，四週邊坡以混凝土鋪面，並將水流相對之一側略予填高，使流水因受



阻擋而容易洩入進水井。進水井底高程如高於原地面 3 公尺以上，需設置陡槽及消能設施，中央分隔帶進水井與路側溝間排水鋼筋混凝土管涵最小內徑採用 60 公分。

4. 為避免橋面逕流流向路坡，橋端進水口需視道路縱坡、超高度等情況設於橋之兩端，其洩水陡槽採用預鑄矩形溝。
5. 路側邊溝於路塹和路堤路段分別採三角形邊溝和明溝。路塹段之路側三角形邊溝，其水面控制在路面基層下緣 5 公分以下，渠底縱坡原則上與道路路線縱坡相同。

## 五、坡面排水

1. 路塹段開挖邊坡坡頂需截流大量地表逕流或開挖坡面易受沖蝕者，需於開挖坡頂線淨距 3 公尺以上處設置坡頂截流溝，邊坡平台上則設置平台溝，並每隔 50 至 100 公尺佈設具有消能設施之洩水溝導流至路側邊溝；高填方路堤段之佈設方式與路塹段相類似。
2. 挖方邊坡以噴凝土工法保護時，平台溝則配合坡面以同一工法一併施築。

## 六、地下排水

1. 路塹或路線設計高程與地面高度差小於 1.5 公尺之低填土路堤路段，需視地下水位高度，於路床下埋設地下排水系統，將地下水位控制於路面結構下方至少 0.9 至 1.2 公尺處，以防止地下水位因毛細作用上升影響路基穩定，進而破壞路面結構。
2. 地下排水管管內平均流速 0.3 至 1 公尺/秒。地下排水管設在邊溝下方，並排放至中央分隔帶進水井、明溝或低地。
3. 地下排水管串聯長度短於 150 公尺時，最小管徑為 15 公分；長於 150 公尺以上時則為 20 公分。
4. 由於缺乏本路通過地點長期之地下水位觀測記錄，故有賴施工中監工人員隨時觀測挖方路段及低填方路段之地下水位情況，如出現湧泉或伏流水，再處理。

## 七、橋面排水

1. 主線橋下如為溪流河川或排水渠道，橋面排水由洩水孔直接排入橋下，不接排水管。
2. 主線橋下如跨越道路、住落聚集或有特殊需求者，橋面排水由格柵式洩水孔收集後以排水管連接至縱向排水管，縱向排水管於橋墩處再匯入至地面排水系統，橋梁上部結構如採用箱型梁方式，則縱向排水管吊掛於箱型梁，以降低景觀衝擊。
3. 主線橋如兼有上述兩種狀況時，則視情形以一個跨度為單位，採取不同之排水系統。
4. 主線橋橋面洩水孔間距原則上不大於 10 公尺。
5. 為避免橫向排水管懸掛於懸臂橋面版下而嚴重破壞跨越橋之景觀，跨越橋將配合流量分析之需求，儘可能減少橋面洩水孔之數目，甚至完全不設洩水孔。

## 八、河川橋梁

應依據經濟部水利署 99 年頒行之「申請跨河建造物設置注意事項」，相關之規定。

## 九、沈砂設施

1. 依「水土保持技術規範」第 91 條規定：「為攔截或沈積土石，減少土石下移、保護下游土地



房舍及公共設施，應設置沈砂設施。」

2. 依前述規範第 92 條規定：「泥砂生產量之估算，採用通用土壤流失公式估算之，並符合下列規定：
  - (1) 臨時性沈砂設施之泥砂生產量估算，依通用土壤流失公式估算值之二分之一。但開挖整地部分每公頃不得小於二百五十立方公尺；未開挖整地或完成水土保持處理部分，每公頃不得小於十五立方公尺。
  - (2) 永久性沈砂設施之泥砂生產量估算，完成水土保持處理或未開挖整地之部分，每公頃不得小於三十立方公尺。」
3. 依「水土保持技術規範」第 93 條規定：「永久性沈砂池至少每年清除一次，臨時性沈砂池應機動清除。沈砂池容量以泥砂生產量 1.5 倍計算。……沈砂池深度一般以 1.5 至 3.5 公尺為宜。」

#### 4.4.4 水土保持計畫及安朔溪土石流潛勢溪流處理

依「水土保持法」之規定，通過公告山坡地之本路線須按行政院農業委員會所頒佈之「水土保持技術規範」進行相關水土保持設施設計，並提送「水土保持計畫」送請主管機關審核，水土保持計畫內容應依「水土保持計畫審核及監督要點」規定之格式編撰，本項工作將於環境差異分析審查通過及初步細部設計提送審查通過後之階段辦理。

依水土保持局資料安朔溪屬土石流潛勢溪流(圖 4.4-1)，因此安朔溪本身溪床穩固對路線選擇相形重要，安朔溪基本資料參見表 4.4-6，歷史災害於 80 年及 87 年颱風來襲帶來豪雨，造成安朔溪溪水暴漲土石溢流，沿台九線公路多數橋梁遭土石沖毀災害。地質上安朔溪屬於廬山層，岩性以板岩、硬頁岩與變質砂岩為主，溪流集水區坡面植被屬中等，部分河道有土石堆積現象，河道轉彎角度較大處，曾發生溢流現象，因此路線規劃時土石流處理、控制及迴避形成重要課題。

目前安朔溪集水區整治由水土保持局第五工程所辦理中，全方位整體治山防災措施包括：

1. 上游崩場地處理及蝕溝控制，以減少土石流砂石材料之來源。
2. 野溪治理，以匡束洪流，避免河道縱橫向沖刷。
3. 防砂工程，以穩定溪流避免縱向沖刷及調節土砂。
4. 強化土石流防災與應變，以減少生命財產損失。

路線規劃配合安朔溪特性及治理工作有以下迴避及減災考量：

1. 路線避開土石流累積區域及山溝出口。
2. 考量蜿蜒河川特性，路線避開凹岸攻擊側佈設。
3. 減少開挖擾動，如以高架橋取代路堤及路塹，或採用較小基礎型式以避免開挖山壁。
4. 路線採高架跨越溪流，需考量土石流及洪水足夠通過空間，橋墩結構設計強度及形狀需考量土石流衝擊特性，採圓形墩柱並設置防撞鋼版。



圖 4.4-1 土石流潛勢區位圖

表4.4-6 安朔溪土石流潛勢溪流基本資料表(東縣DF090)

編號	溪流編號	溪流名稱	地標	長度 (m)	面積 (ha)	保全對象	歷史災害
1	台東 067	安朔溪	安朔 國小	10224	5735	22 戶 64 人	民國 80、87 年颱風，土 石溢流

## 4.5 隧道工程

### 4.5.1 隧道安全和安全設施

公路隧道為一侷限之行車空間，其救援、疏散、通風等功能均受到極大限制，因此當隧道內發生意外事故（如交通事故、火災）時，其所造成之災害往往將較一般路段為大，故必須充分做好防範與因應之對策。此係由於公路隧道具行車空間封閉特性，一旦災害發生，會有聯絡（Communication）困難、救援可及性（Availability）不易及境況（Scenario）難以掌握等特性。

本計畫目前規劃之方案甲、乙及丙三條路線皆有通過隧道段，在行車安全及防災避難上考量之設施，包括隧道避難安全設施、交通安全管制設施、隧道內照明設施、隧道通風設施、路況監控設施及安





全防災與疏散指引設施等，相關設施配置已依交通部頒(99.12)「公路隧道消防安全設備設置規範」檢核，茲簡要說明如下：

### 一、隧道避難安全設施

1. 主隧道：為雙孔單向各兩車道斷面，各孔行車淨寬為 7.6m (=車道 3.5m×2+路肩 0.3m×2)、行車淨高 4.6m、兩側步道寬 1.0m、高 2.0m (可供逃離及維修人員步行之用)、緣石高 15cm (不致防礙故障車輛緊急開門逃生)。
2. 車行聯絡隧道：每 1400 公尺設置一座，緊急(火警或事故)時車輛可經此聯絡隧道由另一向隧道調回方向、或提供人員逃離現場至另一向隧道迅速疏散。
3. 人行聯絡隧道：每 350 公尺設置一座，緊急時人員可藉此聯絡隧道逃離現場至另一向隧道迅速疏散。
4. 緊急停車彎：每 1400 公尺於車行聯絡隧道之另一側設置(主隧道車行方向之右側)，提供車輛故障、緊急停車或避車之用。

### 二、交通安全管制設施

1. 資訊可變標誌：於行車車速限速在每小時 80 公里以上之道路，以設於隧道入口前 300 公尺處為原則。於車速限速在每小時未滿 80 公里之道路，設於隧道入口前 150 公尺處為原則。用來提供各種動態資訊及隧道內之實際狀況，指示駕駛者採取適當措施行駛，以提高行車安全。
2. 紅綠燈號誌：設置於隧道入口前約 150~250 公尺處。用來管制進入隧道內的車流，以免造成堵塞，或於隧道內有交通事故或意外災害發生時封閉隧道之用。
3. 車道管制號誌：設置於隧道內部約每 350 公尺處之各車道上方。當隧道內有嚴重事故發生時，用來管制車道之使用。
4. 速限可變標誌：設置於隧道內部約每 700 公尺處。可依隧道內之實際交通狀況，變更速限，強迫用路者遵守，以控制隧道內行車速率及車流，確保行車安全。

### 三、隧道照明安全設施

1. 一般照明：於隧道內部裝設日光燈，並於隧道進口與出口適應區加裝高壓鈉氣燈加強照明，以提供行車安全所需之照度。
2. 停電時緊急照明：於正常電源停電時，由不斷電電源供電部分燈具，提供隧道內行車所必須之最低照明，避免瞬間停電造成全黑影響行車安全。
3. 火災緊急照明：裝設於車行方向左側人行步道上方 50 公分處，間距約 40~50 公尺。於發生火警時自動點亮，提供避難逃生所需之照明。
4. 避難通道照明：隧道內之避難通道(如人、車行聯絡隧道等)均裝設照明，並由不斷電電源供電，以確保避難疏散之安全。

### 四、隧道通風安全設施

1. 主隧道之通風設施：為通風之需要，將於車道上懸掛噴流式風機，供隧道內塞車時輔助通風之用，以維行車安全。
2. 主隧道之排煙設施：於隧道內發生火警時，將利用噴流式風機作為排煙設備，將火警所產生



之濃煙排出，保障人員之安全。

3. 避難通道之通風安全設施：避難通道內所需之新鮮空氣係由主隧道通風系統提供，當有一隧道發生火警時，尚可由另一隧道供給，以增加供給避難橫坑內所需新鮮空氣之可靠性。

## 五、路況監控設施

1. 中央監視控制中心：為隧道內通風管理、交通流量、照明系統、緊急警報系統、一氧化碳濃度及煙霧測定、交通號誌管理及電力供應等一切設施之管理及監視，使運轉操作人員正確傳達指令，採取有效因應對策，以迅速處理突發狀況及意外災害。
2. 閉路電視設備：於隧道內約每 175 公尺設置一台閉路電視攝影機，平時用以掌握交通狀況，緊急時用以確認通報裝置所接收之訊息及監視消防活動、疏散行動等狀況。
3. 車輛偵測器：於隧道內約每 300 公尺設置一處，以偵測隧道內之交通狀況，如車輛數、車速、占有率等資料。當測得資料超過所設定值時，將啟動相關交控設施，以維持隧道於適當之車流狀況，確保行車安全。
4. 一氧化碳（CO）、一氧化氮（NO）、煙塵濃度偵測器及風速風向偵測器。
5. 輝度偵測器：裝設於隧道洞口前約 150 公尺處，作為隧道內照明控制之用，以提供行車安全所需之照度。

## 六、安全防災與避難疏散指引設施

1. 通報警報設備：包括緊急電話、按鈕式通報裝置、火災偵測器及緊急警報裝置。
2. 消防設備：包括消防栓設備及滅火器等。
3. 避難疏散指引設施：包括避難方向指標、避難通道內之照明、通風、緊急電話、閉路電視攝影機、緊急廣播設備、指引標示板等設施。
4. 通信設備：包括無線電話、AM/FM 廣播設備及緊急廣播設備等。
5. 緊急供電設備：包括緊急發電機設備及不斷電電源設備等。



#### 4.5.2 隧道工程設計

本計畫路線（甲方案）共兩座隧道，包括一號隧道長 180 公尺、二號隧道長 4,840 公尺。依據交通部 99.12 新頒之「公路隧道消防安全設備設置規範」，本計畫二號隧道之長度已達甲級隧道規模，因此在規劃設計、施工、通風系統、安全設施及維護管理等必須審慎、妥善規劃。

茲就本計畫隧道之工程規劃，概述如下：

##### 一、主隧道斷面

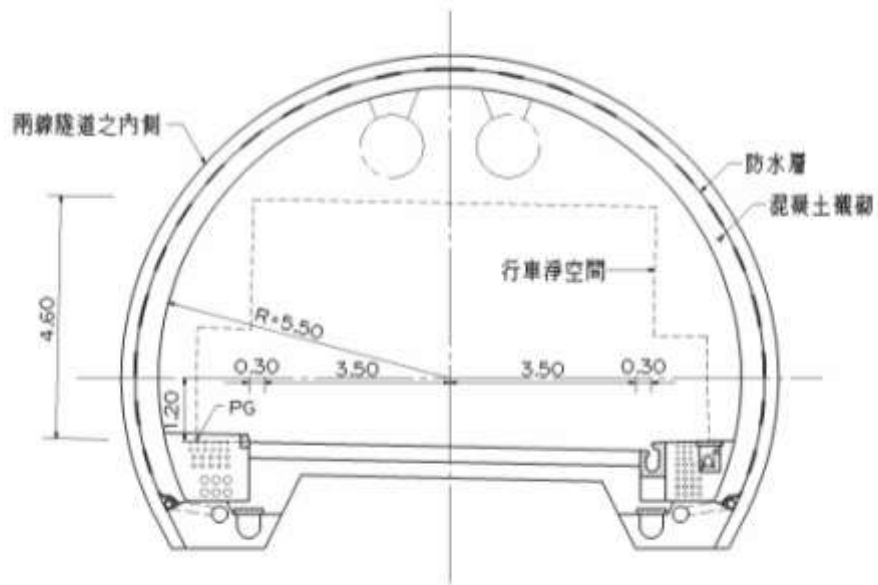
本計畫隧道段路線採「雙向分離」設計，依據行車方向分成南下及北上線、各兩車道寬度，其設計考量及主隧道斷面說明如下：

1. 設計考量：隧道工程之造價主要與其斷面大小有關，故設計上以滿足最小行車淨空要求及相關附屬設施所需空間為基本考量原則。
  - (1) 行車空間：每孔隧道佈設兩線車道及外機車道，隧道內每車道寬 3.5 公尺、兩側路肩各寬 0.3 公尺，整體行車空間淨寬 7.6 公尺、淨高 4.6 公尺。若隧道內欲增設機車道，則在環評承諾條件下，隧道內每車道寬將縮減為 3.35 公尺、機車道設置於外側車道寬 2.0 公尺、保留內側路肩寬 0.3 公尺，整體行車空間淨寬 9.0 公尺、淨高 4.6 公尺。
  - (2) 通風需求：包括「縱流式」及「橫流式」兩種通風系統，另詳 4.5.4 節。通風系統之採用將影響隧道斷面之設計、大小及空間規劃。
  - (3) 幾何形狀：考量隧道開挖後周圍地盤之應力分布狀態，襯砌外緣採平滑化設計，以避免角隅應力集中，並可節省支撐及襯砌用量；隧道洞口段或通過地質較差區段，將採用增設仰拱之閉合斷面，使隧道在結構上獲得較穩定之狀態。
  - (4) 人行步道：設置於路面兩側，供人員維修用途。步道寬 1.0 公尺、淨高 2.0 公尺，高出路面 15 公分，當交通事故發生時，可不影響小型車之車門開啟及兼作車輛故障之臨停空間。
  - (5) 路面設計：採用剛性路面設計，可具有較佳耐久性、穩定性及承載力，減少隧道內路面翻修及維護之困難。
  - (6) 導線管群：位於路面兩側步道下方，作為機電及消防管群之配置空間。
  - (7) 排水系統：位於路面兩側路肩下方，包括邊溝及暗溝等洞內排水設施。
2. 主隧道斷面：依據上述考量及機車道有無，研擬本計畫之主隧道斷面，並按「縱流式」及「橫流式」兩種通風系統分別進行規劃設計，茲說明如下：
  - (1) 縱流式隧道斷面（詳圖 4.5-1 及圖 4.5-2）：
    - A. 起拱線位於 PG 點以上 1.2 公尺處。隧道內空半徑為 5.5 公尺，增設機車道之內空半徑為 6.9 公尺。
    - B. 襯砌形狀採多心圓設計，其厚度由頂拱起隨應力增加而採逐漸增厚設計，襯砌外緣鋪設不織布及防水膜，兩側底部設置盲溝收集排除滲入之地下水，以減少作用於襯砌上之外水壓力。
    - C. 路面邊溝設於低側路肩，採分段隔離設計，每隔 50 公尺即銜接至下方暗溝排放，以避免油污漫延全線增加火災發生時之危害。
    - D. 暗溝設置於兩側路肩下方，為貫通隧道全線之排水系統，用以收集路面邊溝之排水。

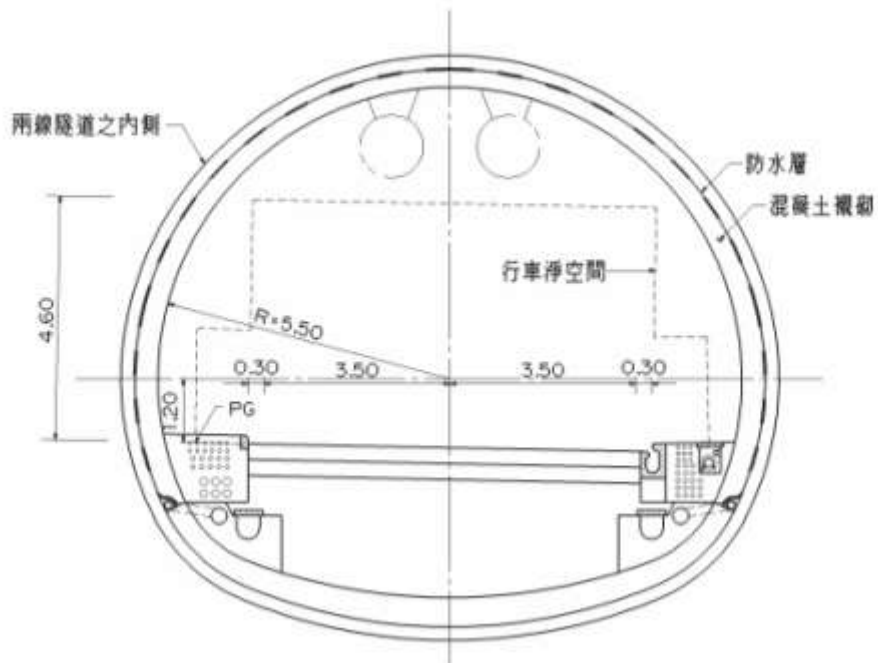


- E. 人行步道設置於道路兩側，其下方可作為機電管線之預埋空間及設置消防管槽。
  - F. 行車淨空上方為噴流式風機附掛之預留空間。
  - G. 隧道依通過地質條件之好壞，分成無仰拱（二心圓）及有仰拱（四心圓）兩種斷面。預估開挖面積無仰拱斷面約 89 平方公尺、有仰拱斷面約 110 平方公尺。若隧道增設機車道，則開挖面積約增加 17~20%，無仰拱斷面約 104 平方公尺、有仰拱斷面約 132 平方公尺。
- (2) 橫流式隧道斷面（詳圖 4.5-3 及圖 4.5-4）：
- A. 其設計原則大致同上，惟配合橫流式通風系統設計，車道上方需預留排氣管道空間約 30 平方公尺，故需採加大隧道斷面設計。
  - B. 起拱線位於 PG 點以上 1.8 公尺處，隧道內空半徑 5.4 公尺。增設機車道斷面之起拱線位於 PG 點以上 1.2 公尺處，隧道內空半徑為 6.0 公尺。
  - C. 考量隧道襯砌之施作流程，排氣管道係採吊掛天花板之隔間方式施作，並按通風系統規劃於適當間距設置排氣出口（風門）。
  - D. 隧道開挖面積較縱流式隧道斷面增加約 36~37%，無仰拱斷面約 122 平方公尺、有仰拱斷面約 150 平方公尺。若再增設機車道，則開挖面積將增加約 45~49%，無仰拱斷面約 129 平方公尺、有仰拱斷面約 164 平方公尺。



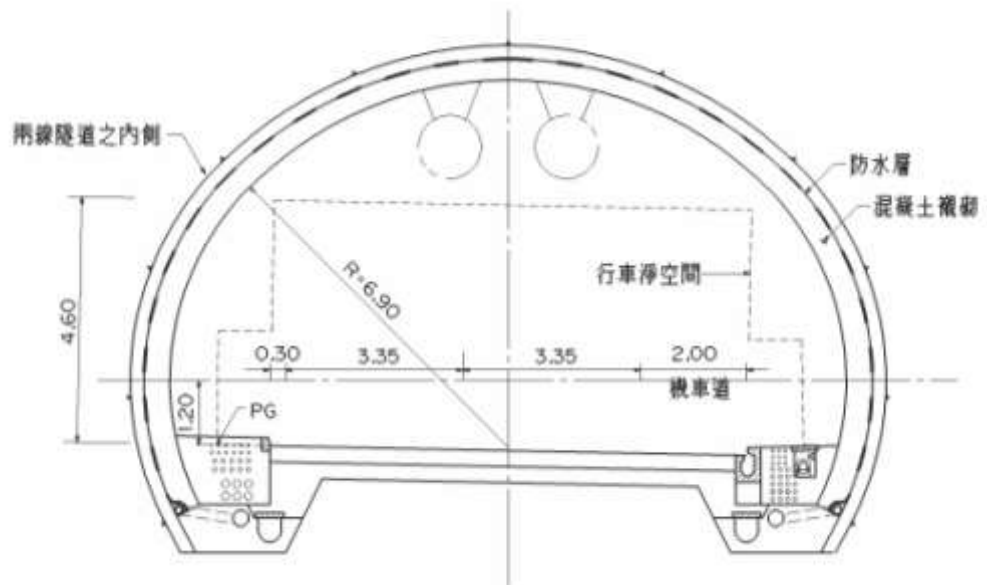


(a) 無仰拱斷面

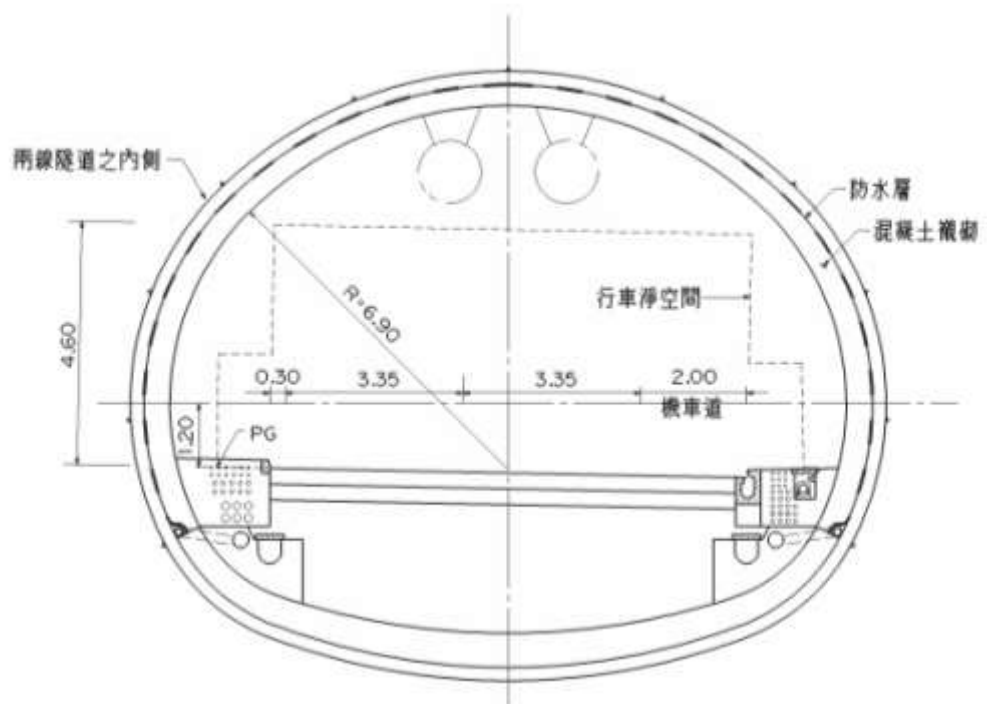


(b) 有仰拱斷面

圖 4.5-1 縱流式隧道斷面(無機車道)

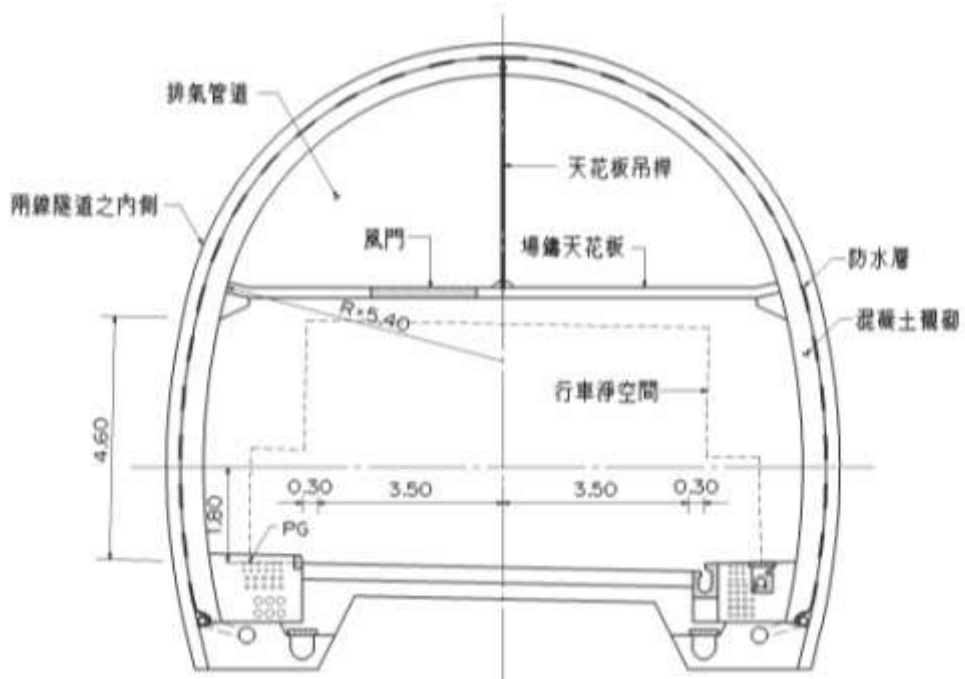


(a) 無仰拱斷面

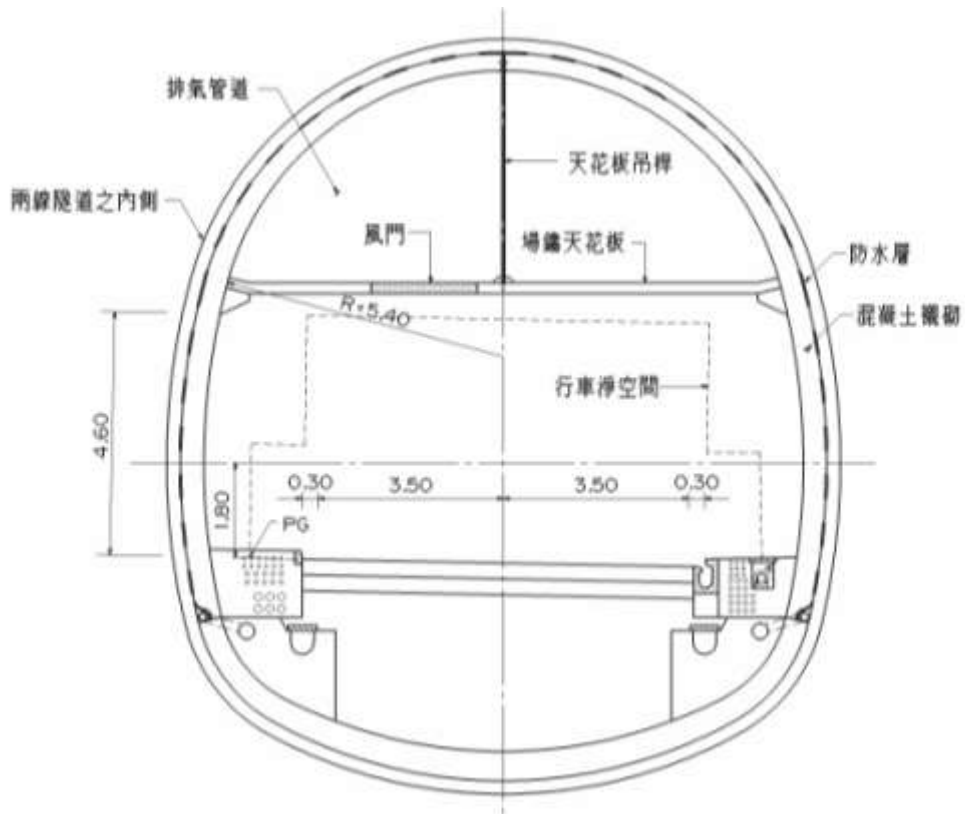


(b) 有仰拱斷面

圖 4.5-2 縱流式隧道斷面(有機車道)

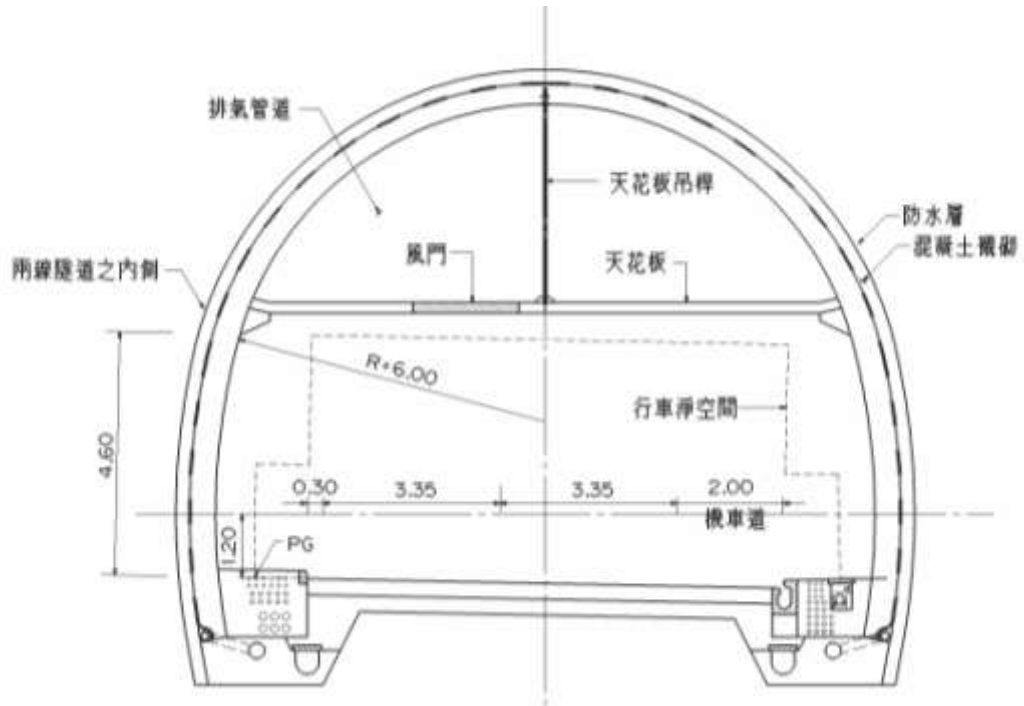


(a) 無仰拱斷面

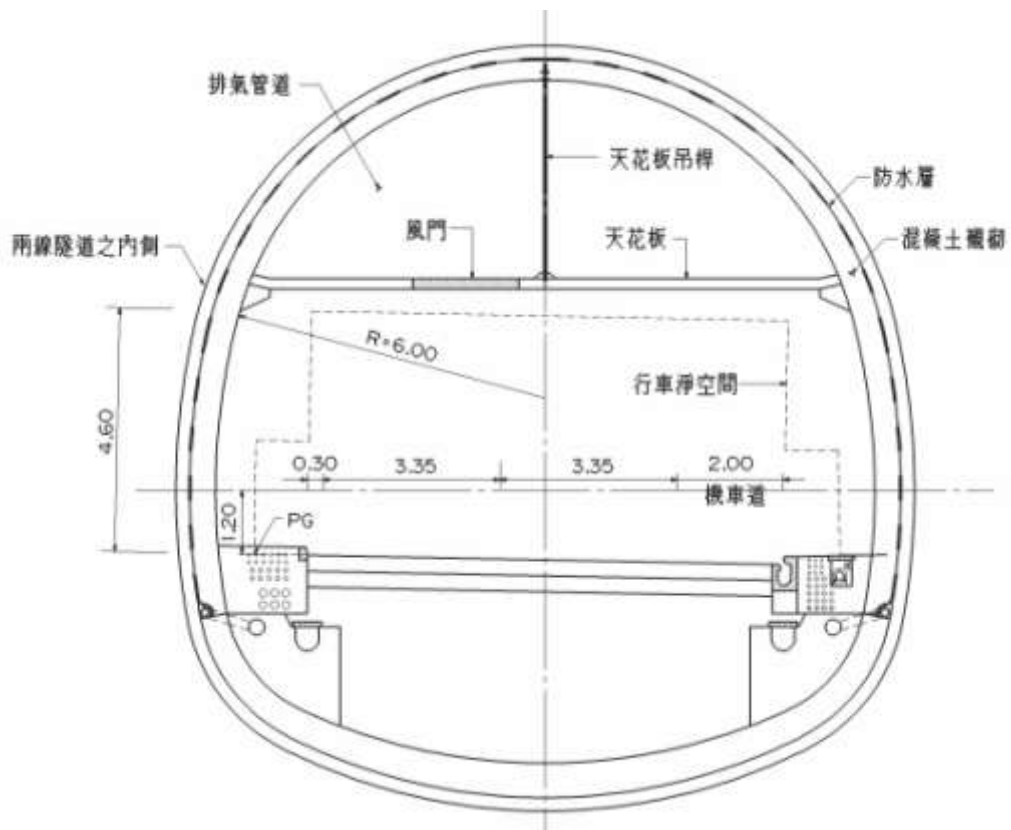


(b) 有仰拱斷面

圖 4.5-3 橫流式隧道斷面(無機車道)



(a) 無仰拱斷面



(b) 有仰拱斷面

圖 4.5-4 橫流式隧道斷面(有機車道)





## 二、隧道岩體分類選擇

岩體分類為評估隧道支撐系統之重要依據。根據公共工程委員會「台灣岩體分類與隧道支撐系統」（簡稱 PCCR 系統），將台灣全區地層歸納劃分為 A、B、C、D 四種岩類，並建立適用之岩體評級法及支撐對策供設計者參考。其中，A 岩類泛指一般變質岩及火成岩類，B 岩類主要為沉積岩、C 岩類為細料含量較高之沉積層，D 岩類為含礫石或塊石較多地層。

本計畫隧道將通過輕度變質板岩或硬頁岩地層，依工程會 PCCR 系統之岩體分類準則研判，該地層屬於 A 岩類（詳圖 4.5-5），大致上對應於 ISRM 地質材料強度分級之中強岩或略高等級，其岩質堅脆、易因大地應力影響而產生發達節理，岩體強度受節理、劈理等弱面控制，屬於構造破壞型式。本岩類地層原則上可適用 RMR 定量評級標準（詳見表 4.5-1~表 4.5-2），其岩體破壞機制受節理位態之影響，其評估準則詳見表 4.5-3。

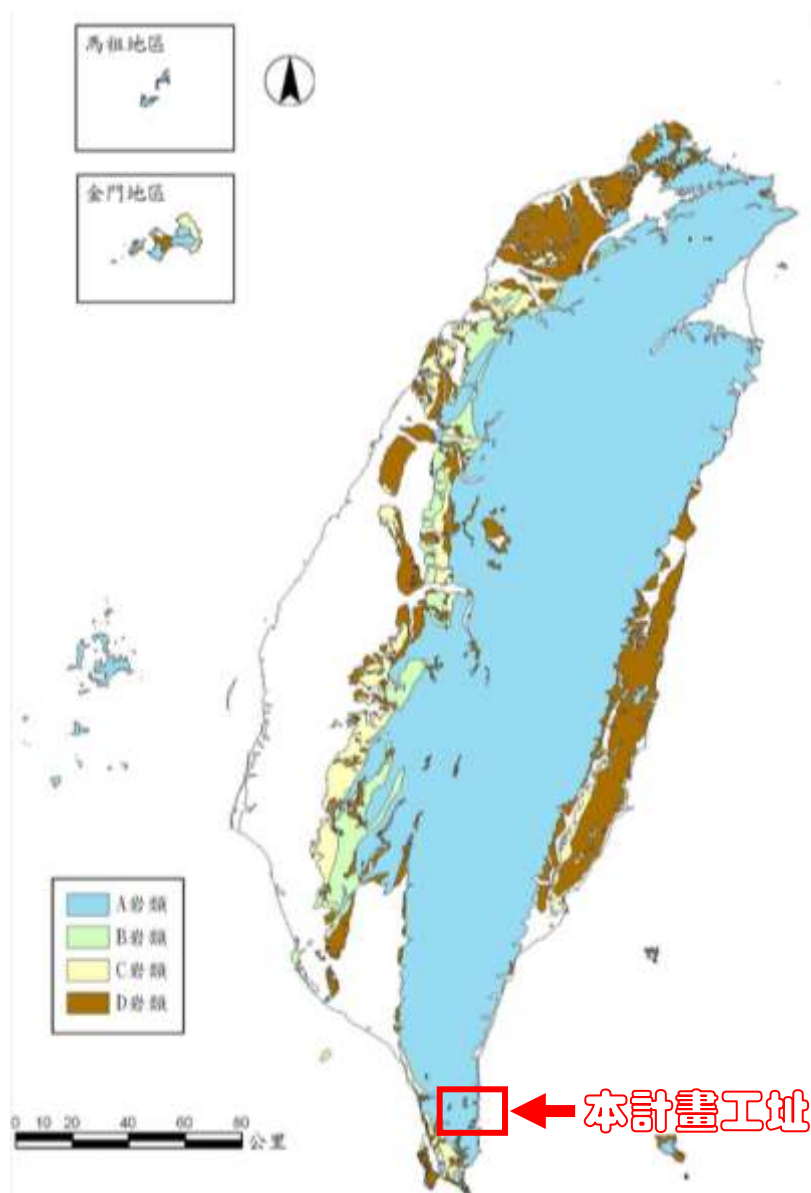


圖 4.5-5 台灣地區 A、B、C、D 岩類分布示意圖



表4.5-1 A岩類之岩體分級標準表

岩體級別	A <sub>I</sub>	A <sub>II</sub>	A <sub>III</sub>	A <sub>IV</sub>	A <sub>V</sub>	A <sub>VI</sub>
RMR 值	≥81	80~61	60~41	40~21	20~11	≤10

表4.5-2 RMR岩體評分標準

1	材料強度	點荷重指數 MPa	> 10	4-10	2-4	1-2	此強度範圍內以單壓強度為準		
		單壓強度 MPa	> 250	100-250	50-100	25-50	5-25	1-5	< 1
	評分	+15	+12	+7	+4	+2	+1	0	
2	RQD %	90-100	75-90	50-75	25-50	< 25			
	評分	+20	+17	+13	+8	+3			
3	節理間距	> 2m	0.6-2m	200-600mm	60-200mm	< 60mm			
	評分	+20	+15	+10	+8	+5			
4	節理情況	不連續，緊閉 岩壁甚粗糙堅硬	開口< 1mm 岩壁略粗糙， 輕度風化	開口> 1mm 岩壁略粗糙， 高度風化	連續， 擦痕或含泥 <5mm 或開口 1-5mm	連續， 含泥>5mm 或開口>5mm			
	評分	+30	+25	+20	+10	0			
5	地下水位情況	10m長隧道之流量	0	< 10ℓ/min	< 25ℓ/min	25-125ℓ/min	> 125ℓ/min		
		節理水壓 / 主應力(σ <sub>1</sub> )	0	0	0-0.2	0.2-0.5	> 0.5		
		一般滲水情況	全乾	潮	濕	滴水	流水		
	評分	+15	+10	+7	+4	0			
6	節理方態 (走向、傾角)		很有利	有利	可	不利	很不利		
	評分	隧道	0	-2	-5	-10	-12		
		基礎	0	-2	-7	-15	-25		
		岩坡	0	-5	-25	-50	-60		

表4.5-3 RMR系統之岩體節理位態評估表

節理走向垂直隧道軸向				節理走向平行隧道軸向		任何節理走向
隧道前進方向 相同於節理傾向		隧道前進方向 逆於節理傾向				
節理傾角						
45°~90°	20°~45°	45°~90°	20°~45°	45°~90°	20°~45°	0°~20°
很有利	有利	可	不利	很不利	可	不利



### 三、隧道可能遭遇之困難地質

根據地質鑽探及大地工程調查結果研判，本計畫隧道可能遭遇之困難地質如下：

1. 隧道洞口穩定性：本計畫隧道洞口施工時宜儘量避免大規模開挖，並做好洞口邊坡保護，尤須注意施工期間避免大量地表水滲入開挖面，造成覆蓋土石之圓弧型滑動。洞口於板岩/硬頁岩開挖時易因劈理及節理開裂而局部鬆動，需注意鬆動岩塊掉落或傾倒破壞。此外，本工址地層擠壓較劇，常見小規模之褶皺，隧道洞口可能遭遇順向坡或順向節理/劈理坡面，隧道洞口開挖或施工道路應避免截斷坡腳而造成滑動。
2. 擠壓地盤：在低強度高岩覆應力之岩層中開挖易產擠壓性破壞。本計畫隧道沿線最大岩覆雖僅數百公尺，惟隧道支撐設計時仍宜考量局部遭遇擠壓變形之可能性，並預為因應。
3. 岩楔：本區地層受擠壓嚴重，局部岩層位態變化較大。根據本階段地質及鑽探調查，現地兩組主要節理均為高角度，分別為 J1:N8E~N-S/70~78E(或 W)及 J2:N70W~E-W/82~88S(或 N)。上述兩組主要節理與零星出現之低角度節理或平緩劈理可能造成隧道頂拱落盤，而平行隧道走向之高角度節理或劈理面可能因解壓造成隧道側壁局部岩盤鬆動。
4. 斷層、破碎帶：本計畫隧道沿線並無區域斷層構造通過，惟由本階段地質鑽探結果顯示，部分岩心仍可發現數十公分至一、二公尺厚之剪裂帶。雖然甲級隧道豎井附近之深孔 (PB-13) 及隧道沿線鑽孔 (PB-14) 之岩心顯示，在隧道高程附近岩盤大致完整，僅局部節理較發達。研判在隧道開挖過程中，不致遭遇大規模區域斷層構造，但局部之剪裂破碎帶或擾動帶則在所難免。厚層剪裂泥後方可能積蓄較豐沛之地下水，軟弱地盤泡水後易造成坍塌。
5. 有害氣體：依據以往隧道施工經驗，砂頁岩互層等沉積環境於斷層帶或褶皺向斜軸部較易遭遇有害氣體。本計畫隧道主要穿越硬頁岩或板岩地層，初步研判遭遇此等有害氣體之可能性較小，惟隧道開挖期間仍宜審慎注意。
6. 隧道湧水，詳如下文。



#### 四、隧道湧水量評估

隧道湧水量評估大致可分為二種模式，其一為隧道沿線之區域湧水，另一為隧道工作面之瞬間湧水。第一種湧水模式，可在地下水位不變之假設條件下，利用穩態地下流網推算其湧水量，再據以擬定適當排水設施；第二種湧水模式，主要為工作面遭遇地質破碎帶之瞬間湧水，其通常較難預測且瞬間湧水量甚大，惟湧水持續之時間較短；以雪山隧道導坑為例，其初始湧水量瞬間湧水量高達 220 l/sec，但隨時間逐漸遞減至穩態湧水量約 70 l/sec，兩者差異達三倍之多。

根據 Goodman et al. (1965)，假設隧道位於均質、均向及無限延伸之自由含水層內，在地下水位維持不變之條件下，若已知含水層之透水係數（K 值）及隧道開挖半徑（r），則其單位長度之湧水量（Q<sub>o</sub>）可依據下式進行推算：

$$Q_o = \frac{2\pi KH_o}{2.3 \log(2H_o/r)}$$

其中

- Q<sub>o</sub> : 單位長度湧水量 (L/sec/m)  
K : 含水層透水係數 (m/sec)  
H<sub>o</sub> : 地下水位高度 (m)  
r : 隧道開挖半徑 (m)

根據本計畫 PB-13、14 鑽孔之岩盤透水試驗成果，其岩盤透水係數約  $1.5 \times 10^{-6}$  m/s。另根據鑽孔水位觀測結果，隧道段之地下水位較高且接近於地表面，故假設地下水位高度為 250m。以本計畫隧道開挖半徑約 6.0m 之條件下，經由上式推算，可推得隧道段穩態流之單位長度湧水量約為 0.5 L/sec/m (32 L/min/m)。

另根據南迴鐵路中央隧道之施工紀錄，該隧道東洞口附近約 29K+180~29K+120 處（全長 60 公尺）曾發生最大湧水量 317 L/sec，其平均單位長度湧水量約 5.28 L/sec/m，遠高於上式推算結果，惟若與雪山隧道導坑之湧水案例相較，其湧水量亦非特別。

本計畫隧道主要穿越板岩或硬頁岩地層，其岩質緻密並非理想之含水層，故研判隧道開挖可能遭遇之地下水將積蓄於劈理、節理或破碎帶中。依據 PB-13 鑽孔資料顯示，於深度 83~85m 及 138~141m 附近遭遇湧水，孔口湧水量約 2~20 L/min 且持續達三個月以上，由鑽孔岩心發現，該湧水段附近為寬約 1.5m 節理發達之破碎帶，研判地下水應是順著岩層裂隙聚集至此破碎帶附近，惟以其破碎帶及湧水規模研判，對隧道施工均不致造成太大之影響。

有鑑於現規劃階段隧道段鑽孔及水位觀測資料較少，其鑽探資料尚不足以作為隧道湧水潛能之評估，故後續設計仍需加強隧道段之補充鑽探，以期獲得更進一步評估之依據。由於隧道段沿線覆蓋較大且施工通達不易，建議後續可於洞口處沿隧道方向規劃較長之水平鑽孔，以較充份掌握隧道洞口段之岩體品質，且若遭遇較大湧水時，亦可設立量水堰進行長期水量觀測。





## 五、隧道開挖工法及支撐設計

本計畫路線二號隧道規模長達 4,840 公尺，且研判開挖時可能遭遇局部湧水、破碎帶及擠壓性地盤，建議宜採國內施工技術較純熟且應變能力較佳之鑽炸法（D&B）施作；惟於隧道洞口段及地質軟弱帶，基於隧道開炸之噪音及振動對周圍環境之影響及造成圍岩擾動等不利因素，建議應採機械開挖方式進行。

本計畫隧道開挖斷面較大，建議宜採「分階開挖」施作，依上半斷面、洞台及仰拱等分成多階式開挖。上半斷面開挖時，可視需要保留部分土心，或施作臨時仰拱、封面噴凝土及前進面岩栓等，以穩定隧道開挖面。若遭遇軟弱地盤、洞口或淺覆蓋段時，可選擇以短台階開挖、中壁開挖、中壁加強開挖、雙側導坑開挖等工法通過（詳圖 4.5-64），或搭配輔助工法如管幕工法（AGF）、灌漿式先進支撐工法（PUIF）等（詳圖 4.5-7）施作，並於仰拱閉合後儘早施作襯砌混凝土。

本計畫隧道之岩體級別、開挖工法及初步支撐設計，建議如表 4.5-4 所示。此外，桁型鋼支保具有重量較輕、組裝容易之優點，且有利於噴凝土充填，可發揮複合構材之良好支撐力；鋼纖維噴凝土具有較高之強度及韌性，可適當減少支撐厚度、發揮立即支撐效果，並可提高施工安全性及節省工時，建議可考量應用於本計畫隧道中。



【短台階開挖工法】



【中壁開挖（單側導坑）工法】



【中壁加強開挖工法】

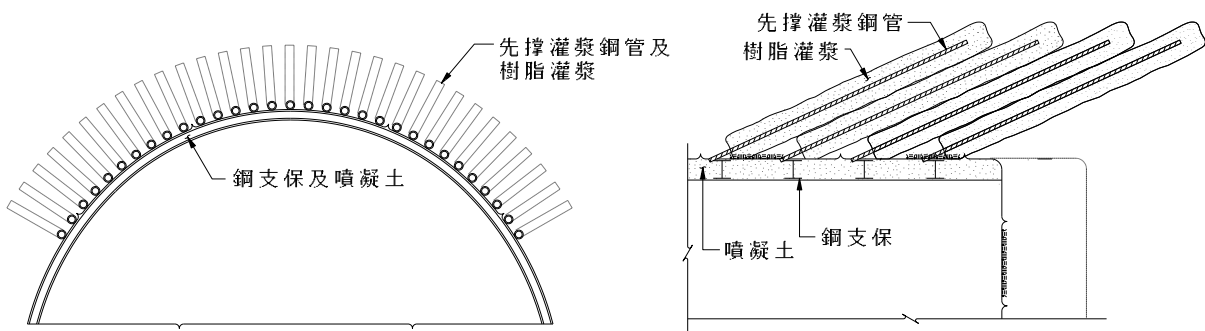


【雙側導坑開挖工法】

圖 4.5-6 隧道開挖工法



【管幕工法 (AGF)】



【灌漿式先進支撐工法 (PUIF)】

圖 4.5-7 隧道開挖輔助工法

表4.5-4 本計畫隧道之岩體級別、開挖工法及支撐初步建議

岩體級別	RMR 分級	開挖工法	噴凝土 厚度(cm)	鋼支保		岩栓		
				尺寸	間距(m)	長度(m)	縱距(m)	橫距(m)
A <sub>I</sub>	≥ 81	台階工法	5 ~ 10	-	-	4 (視需要)	-	-
A <sub>II</sub>	80~61							
A <sub>III</sub>	60~41	台階工法	15	H100x100 (視需要)	-	4 ~ 6	1.5 ~ 2.0	1.5 ~ 2.0
A <sub>IV</sub>	40~21	台階工法	15 ~ 20	H125x125	1.2 ~ 1.5	4 ~ 6	1.2 ~ 1.5	1.5 ~ 2.0
A <sub>V</sub>	20~11	台階工法或 側導坑工法	25	H125x125	1.0 ~ 1.5	6 ~ 9	1.0 ~ 1.5	1.5 ~ 2.0
A <sub>VI</sub>	≤ 10	台階工法或 側導坑工法	25	≥ H150x150	0.8 ~ 1.2	6 ~ 9	0.8 ~ 1.2	1.0 ~ 1.5

註：上表鋼支保及噴凝土可選擇以「桁型鋼支保」及「鋼纖維噴凝土」等作為替代工法。



## 六、隧道洞口段設計

隧道洞口多位於風化崩積層，除施工期間需考滑坡或坡地崩坍外，營運期間尚需考量落石、土石流或地震等之侵襲，因此必需掌握周圍地盤及環境條件，以決定施工方法及保護對策。

隧道洞口段一般係指覆蓋小於  $1\sim 2D$  ( $D$  為隧道開挖寬度)、不易形成地拱之範圍。隧道洞口開挖前必需進行整坡或施作地工保護(如格梁、地錨或排樁等)，必要時應採直接進洞方式以減少邊坡擾動範圍，例如頂拱施作管幕鋼管(詳圖 4.5-8)及洞口增設保護工(詳圖 4.5-9)後再行開挖，且於開挖後應立即施作支撐，以避免岩體鬆動範圍擴大、危及邊坡之穩定。

二號隧道南口位於高陡邊坡上且緊鄰河床，施工難度較高且須考量橋台落墩問題，參考國道六號埔里隧道之經驗，建議可採用橋台施築於隧道內之共構方式(詳圖 4.5-10)。此外，隧道進洞位置可能與地形等高線斜交，必須考量地形偏壓之影響，除另擇適當進洞位置外，亦可採用如回填壓腳或縫地工法等消彌此不利地形因素。

隧道洞門段建議採傾斜突出式，其長度約 10~20 公尺，除具有較佳景觀效果外，經回填較緩坡度後可提高邊坡穩定性，亦可有效避開邊坡落石之影響(詳圖 4.5-11)。

隧道洞口段開挖期間宜搭配適當之監測系統，如地表位移及沉陷觀測點、傾斜儀(量測洞口附近邊坡之位移變化)、地表伸縮儀(量測不同深度地層之變位)等，以隨時掌握周圍岩體變形、受力及鬆弛範圍，作為研判隧道洞口段穩定及調整支撐設計之參考。



圖 4.5-8 洞口管幕鋼管施作之案例



圖 4.5-9 洞口保護工施作之案例



圖 4.5-10 洞口於高陡邊坡施作之案例



圖 4.5-11 洞口回填結構完成施作之案例





## 七、困難地質處理對策

1. 湧水：通常發生於褶皺之向斜軸部，一般係指工作面滲出之流量大於每秒 35 公升，連續 24 小時，導致工作無法正常進行者。施工中對於有湧水疑慮之隧道段，應辦理前進探查鑽孔，預先探查開挖面前方含水帶之存在；若有，則應進一步研判其可能湧水量、水壓及水溫等特性，作為研擬後續因應措施之參考。隧道遭遇湧水段之處理對策，詳見表 4.5-5。若湧水量較小或出水量隨時間遞減時，可選用排水工法；若湧水量較大且無減緩趨勢時，可採用止水工法；惟於異常大量湧水時，則須混合使用排水與止水工法（上堵下排、近灌遠排）。
2. 岩層破碎帶：通常發生於褶皺之背斜軸部或斷層帶。其處理對策包括：打設先撐鋼管或鋼棒、架設高勁度之 H 型鋼支保或設置仰拱等方式，必要時，亦可先行以固結灌漿方式提高岩盤之自持能力後，再進行該段隧道開挖。
3. 擠壓性岩盤：通常發生於岩盤強度相對於大地應力（ $\sigma_c/\gamma h$ ）過低之情形，係因隧道開挖釋放應力超過圍岩材料之強度而引致過量之周緣變形。台灣地區各類岩層在高應力及低強度地質材料之條件下均有發生擠壓之潛能，其研判方式可參考 Jethwa et al. (1984) 提出之經驗準則，詳見圖 4.5-12。擠壓性岩盤之處理對策與岩層破碎帶大致相同，惟於高度擠壓性地盤時，可視需要採局部擴挖或儘快仰拱閉合等方式因應；如預估隧道變形量過大，應研判採用可撓式鋼支保（如 U 型鋼支保）、先撐鋼管或鋼樁、地盤改良等方式輔助施工。
4. 施工中探查及監測系統：為避免隧道施工過程中，因工作面前方之地質狀況不明，突然遭遇高度擠壓性地盤或高壓湧水，而未能預作因應措施而生變故，故施工中應確實執行前方地質探查工作，如 TSP/HSP 震測、地電阻影像剖面及水平前進鑽孔等，以及早掌握前方地質狀況，預為研擬因應對策。此外，為有利掌握隧道開挖期間之變化，以為支撐系統評估或工法有效性之驗證，亦應加強隧道施工中之受力及變形監測，並落實回饋分析設計。

表4.5-5 隧道遭遇湧水段之處理對策

湧水對策	處理工法	適用條件								說明
		湧水量		湧水壓		地層孔隙		岩盤厚度		
		大	小	大	小	大	小	大	小	
排水工法	排水導坑	○		○		○				地質條件許可者
	重力排水		○	○	○	○		○	○	一般湧水區段
	強制排水		○	○	○		○		○	
止水工法	水泥系灌漿		○		○	○			○	一般湧水區段
	化學灌漿	水玻璃		○		○		○	○	一般湧水區段
		聚酯樹脂、矽酸鹽樹脂		○		○		○	○	○



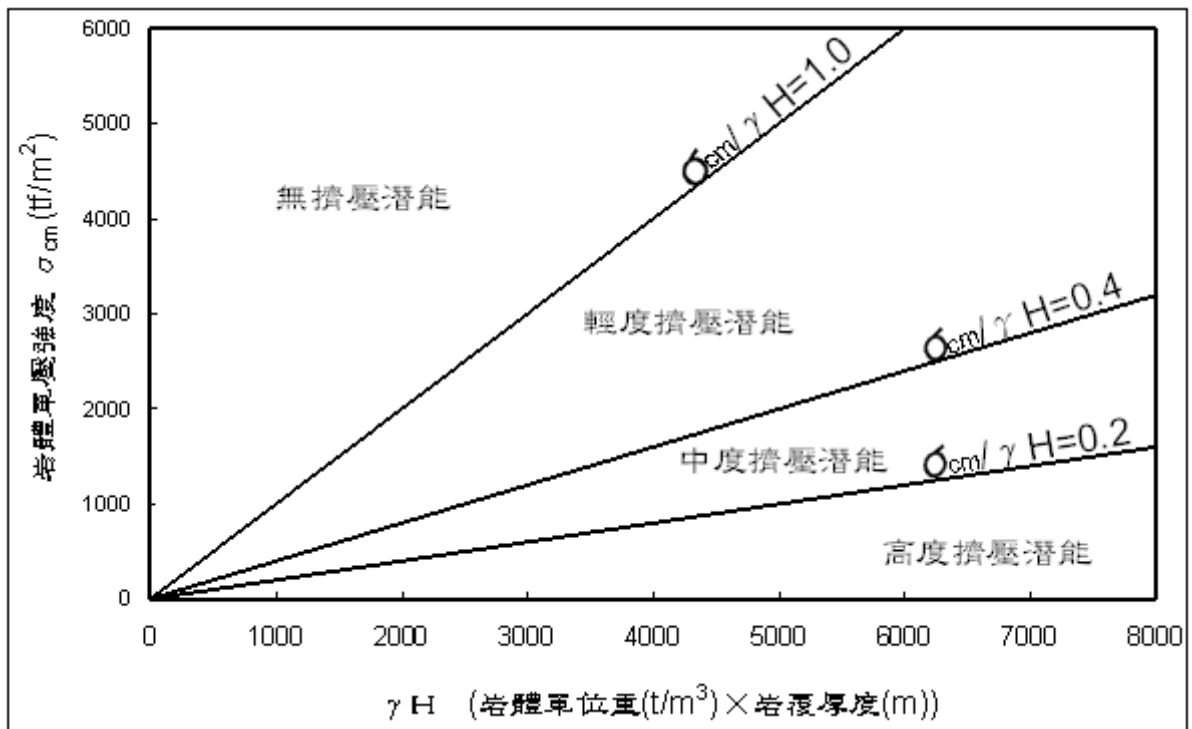


圖 4.5-12 隧道擠壓潛能評估圖(Jethwa et al., 1984)

## 八、隧道防排水系統

1. 隧道防水系統：主要目的在於防止外界地下水入滲隧道內，造成營運期間隧道內滴、滲水之情形，不但影響隧道內之行車安全及外觀，地下水中亦可能存在有害化學物質，導致內襯砌長期耐久性之降低。本計畫隧道於噴凝土與內襯砌間將設置一道防水層，包括外層之不織布及內層之防水膜；不織布係用以保護內層防水膜，避免防水膜因直接摩擦噴凝土面而破損，同時兼具導引排水之功能；防水膜為阻絕地下水入滲之隔離層；所有防水層之材料必須兼顧耐久性與施工性，且不易因施工造成破損。
2. 隧道排水系統：隧道內排水分成「清水」及「污水」兩種系統。
  - (1) 清水系統：主要由隧道兩側之盲溝透水管構成，用以收集隧道周圍入滲之地下水，並以重力方式沿隧道縱坡排出洞外，再放流至既有地面排水系統。
  - (2) 污水系統：主要由隧道路面邊溝及暗溝所構成，用收集隧道路面之雨污水及車輛漏油等。由於此類污水流經路面時可能混入車輛油污及雜物，故每隔一定距離應設有維護人孔及油水分離設計，以利水溝內阻塞雜物之清理，及阻隔溝內油污延漫全線，以避免擴大隧道內火災時之危害程度。污水系統亦同樣以重力方式排出洞外，惟須經適當之油水分離處理後方可再放流至地面排水系統。



## 九、隧道施工規劃

1. 施工道路：本隧道施工期間將以台 9 線為對外主要通達道路，並有溪底便道可資利用，施工期間僅需局部擴寬改善或增建便道/便橋，完工後亦可作為營運維修之專用道路。
  - (1) 一號隧道南、北洞口及二號隧道北洞口：由台 9 線森永附近岔出，沿產業道路進入安朔溪支流谷地至里程 3K+500 附近，之後沿溪底闢建施工便道/便橋抵達洞口。
  - (2) 二號隧道豎井：由台 9 線渡月橋北行約 800m 後岔出，沿溪底闢建施工便道抵達洞口。
  - (3) 二號隧道南洞口：位於台 9 線遊仙橋附近，可沿溪底設置便道或跨溪便橋抵達洞口。
2. 洞口場區佈置：隧道洞外設備主要有噴凝土料倉、混凝土生產設備、電力設備、碴料處理設備、廢污水處理設施、供水及排水設備、材料堆置場、機具維修場、工程用建物及火藥庫等，本隧道洞口腹地均不大，未來需於附近另覓適當場所以為資材設備之存放空間。
3. 隧道施工排水
  - (1) 施工期間裝設、運轉與維護所有臨時抽水站與排水機具、設備，並採取適當之抽排水措施，以避免積水，造成泥濘而影響施工及支撐效果。
  - (2) 施工期間在適當位置設置沉砂池及設置簡易油水分離設施，將來自開挖面之地下水排入沉砂池中，以除去油、砂、污泥及其他懸浮物質，或採用機械設備處理泥水以代替沉砂池。
  - (3) 施工中經處理而排放之水質符合環保法規及當地環保主管機關之規定，沉澱物之清除依相關法規處理。
4. 隧道施工通風
  - (1) 施工期間裝設、運轉及維護通風系統，並於施工現場應備有監測儀器，依相關法令規定量測有毒氣體(CO, NO, CO<sub>2</sub>)、可燃性氣體、粉塵與氧氣之濃度。
  - (2) 工作現場有人時，其能見度應達通視安全距離。
  - (3) 工作現場所裝設之通風系統需能確保工作人員所吸入之空氣在施工機械設備運轉中，以能達到含氧量不少於 19%，受瓦斯煙霧與鑽孔及噴凝土產生之灰塵污染之濃度不大於有礙健康之程度，且慮及時間、溫度、濕度以及多種污染之相乘效果。
  - (4) 對於有毒性及可燃性氣體建立可遙控之監測系統及警報系統。
  - (5) 施工中若有產生粉塵之虞者，依粉塵成份及數量等因素設置適當之集塵設備。
5. 隧道施工照明
  - (1) 施工期間依勞工安全衛生法、勞動檢查法、營造安全衛生設施標準等法令及作業特性裝設、運轉及維護照明設施。所有隧道照明每 100 公尺設置一具停電緊急照明燈，照度在 30Lux 以上或足以提供開挖工作之需。
  - (2) 為便於施工中進行試驗或檢查，需提供適當之可移式高亮度照明設施，並於沿線每 50 公尺設防濕型插座一處，供測量、計測時照明所需。
  - (3) 各項照明設備考量開挖有無可燃氣體發生之可能性，設置防水或防爆照明設備。



## 十、隧道工期預估

隧道施工作業程序包括動員準備、便道及洞口施工、上半斷面開挖、洞台及仰拱開挖、防水膜及襯砌施作、豎井/機房工程、管溝及路面工程等。本計畫二號隧道長達 4,840 公尺，而規劃之開挖工作面僅南、北兩處洞口，為整體工期執行之要徑。

根據國內過去隧道施工案例及類似之背景條件，茲就二號隧道之土建工期推算如下：

### 1. 隧道工期推算之假定條件

- (1) 動員與準備 2 個月
- (2) 便道及洞口施工 5 個月
- (3) 上半斷面開挖於上坡段 70 公尺/月（自然排水），下坡段 65 公尺/月（機械排水）
- (4) 洞台及仰拱開挖於上坡段 90 公尺/月（自然排水），下坡段 85 公尺/月（機械排水）
- (5) 防水膜及混凝土襯砌 150 公尺/月
- (6) 管溝及路面工程 300 公尺/月

### 2. 隧道未增闢豎井工作面之工期約 60 個月（詳圖 4.5-13）

- (1) 考量隧道施工風險較大，可分成兩個施工標發包，並有利後續趕工作業。
- (2) 豎井位置鄰近分標點，評估在此條件下增闢工作面之效用不大。
- (3) 預計第 7 個月進洞，第 46 個月完成隧道上半斷面開挖，第 49 個月完成洞台及仰拱開挖，第 52 個月完成防水膜及混凝土襯砌，第 60 個月完成管溝及路面工程。

### 3. 隧道有增闢豎井工作面之工期約 54 個月（詳圖 4.5-14）

- (1) 本計畫豎井深度約僅 140 公尺，且位置距台 9 線僅 600 公尺，若提供作為隧道之開挖工作面，可有利於縮減整體施作工期。
- (2) 考量豎井工作面之開挖出渣及排水方式，其開挖速率將略低於南、北洞口工作面。
- (3) 預計第 19 個月完成豎井開挖及襯砌，第 37 個月完成隧道上半斷面開挖，第 40 個月完成洞台及仰拱開挖，第 46 個月完成防水膜及混凝土襯砌，第 54 個月完成管溝及路面工程。
- (4) 預計增闢豎井工作面後，可較原分標方案縮減 6 個月工期。

## 4.5.3 隧道土建結構之維護管理

任何土木結構物皆有一定之使用年限，隧道結構亦然。營運中之隧道結構常因外力變化、襯砌材質老化或漏水等因素而影響其既有之使用功能。由於隧道破壞或變形對用路人之生命安全存在極大威脅，甚至可能釀成社會問題，因此隧道維護管理之目的即在於隨時掌握隧道之現況，早期發現其不良異狀，進而研判異狀發生之原因及維修補強之方式。

隧道維護管理流程可參考交通部「公路養護手冊」及「老舊交通隧道之安全檢測、維修與補強技術」研究成果（包括「隧道安全檢測手冊」與「隧道維修與補強手冊」）。針對一般隧道之維護管理流程可大致分為檢查、安全檢測與維修與補強三個階段，茲說明如后並詳見圖 4.5-15。

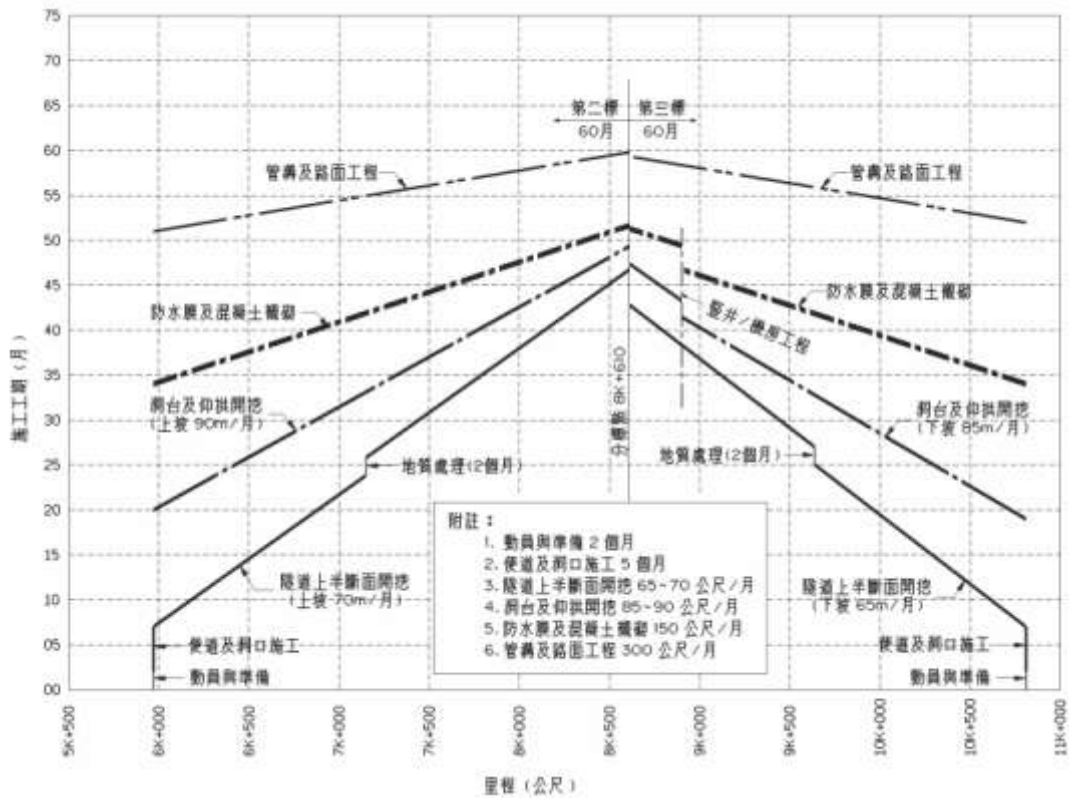


圖 4.5-13 二號隧道之施工進度山形圖 (未增闢豎井工作面)

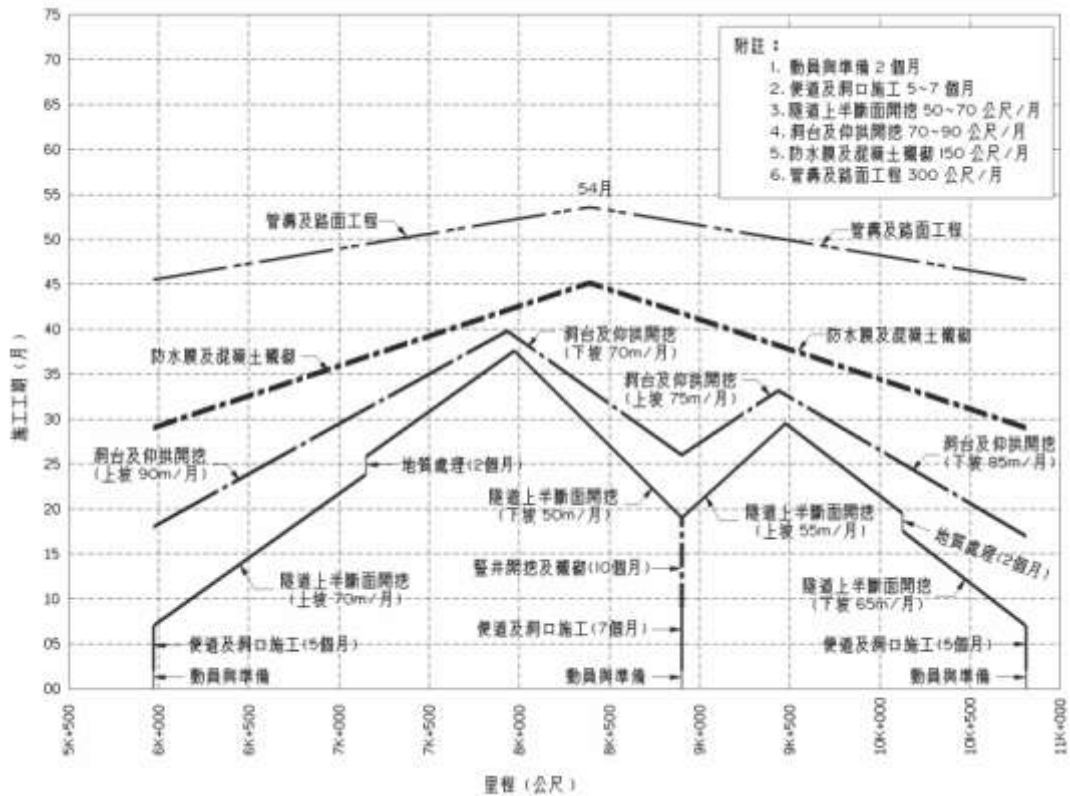


圖 4.5-14 二號隧道之施工進度山形圖 (有增闢豎井工作面)



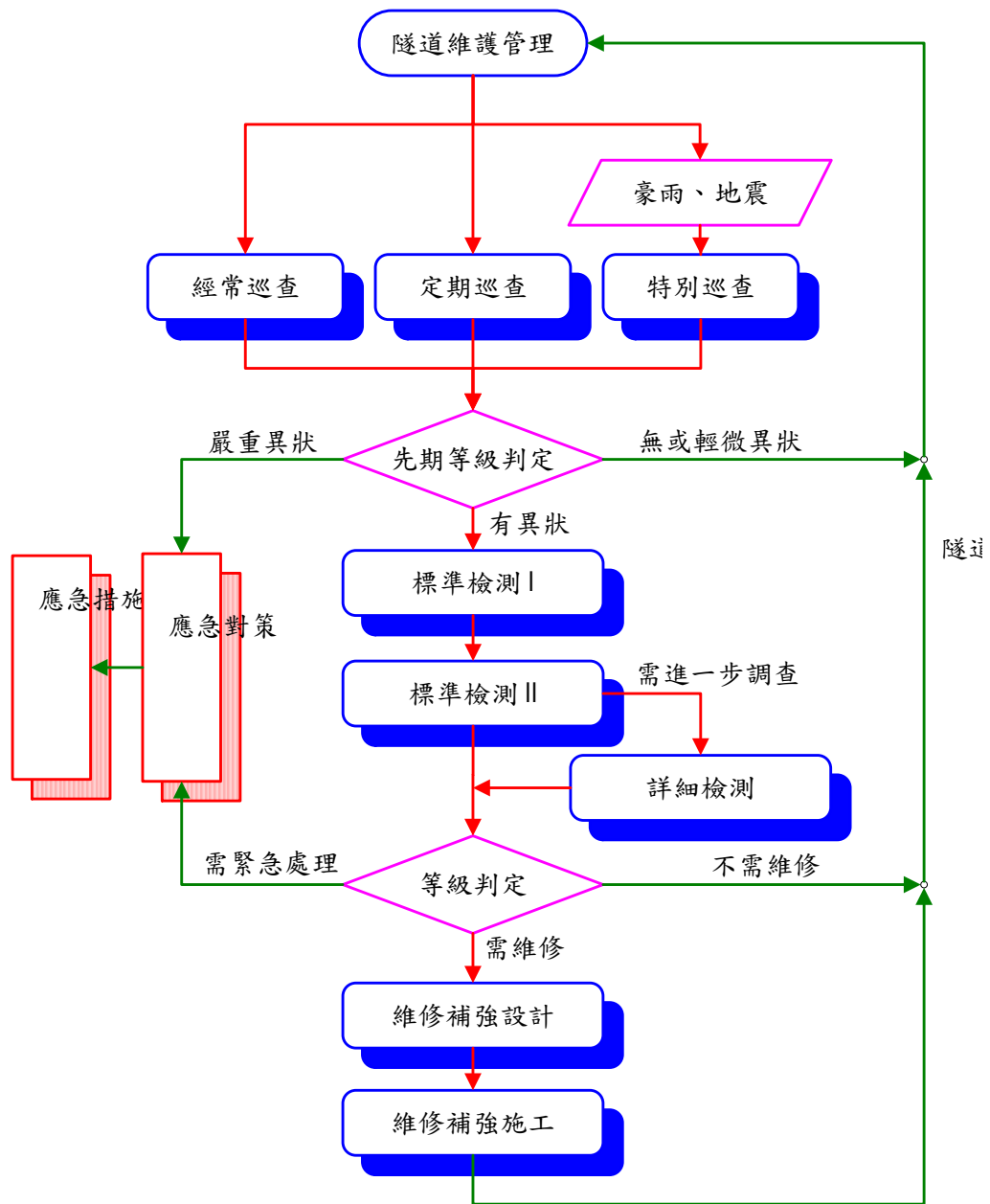


圖 4.5-15 隧道結構之檢查與維護流程

### 一、隧道檢查

公路隧道之檢查工作於交通部頒(1987)「公路養護手冊」中已有詳細規定，茲整理如表 4.5-6 所示。本計畫隧道因屬甲級隧道規模，配合通風系統及安全設施規劃，需增設許多人、車行聯絡隧道、通風機房及豎井等，因此結構複雜且存在多處擴大及交叉斷面，檢查時需特別注意。此外，隧道內滲水及排水系統堵塞等異常檢查，亦應納入未來維護管理手冊之中。



表4.5-6 公路隧道檢查之項目、方式、頻率及檢查對象

檢查項目	巡查方式及頻率	注意事項	構造物檢查對象					
			內襯砌	洞門結構	內裝修飾版	鋪面及排水	洞口邊坡	附屬設施
經常巡查	以目測為主，每月一次	1. 洞口邊坡是否不穩 2. 襯砌是否開裂、漏水 3. 路面及排水設施是否凸起、破損	✓	✓		✓	✓	
定期巡查	以儀器和量具量測，每年一次	1. 襯砌及洞門結構是否剝落、沉陷、位移、傾斜、漏水、鋼筋外露等 2. 襯砌及洞門結構之裂縫長、寬	✓	✓	✓	✓	✓	✓
特別巡查	當發生交通事故、起火爆炸、天然災害及結構嚴重損壞時	3. 鋪面及排水設施是否凸起或破損 4. 內飾板是否破損、掉落	視天災或人為破壞之構造物而定					

## 二、隧道安全檢測

安全檢測依實施內容與時機可分為「標準檢測」與「詳細檢測」兩階段，茲說明如下：

1. 標準檢測：於檢查階段判斷有必要進一步評估時執行，其方式係以較簡易之檢測機械實施。本項標準檢測可分成「標準檢測 I」與「標準檢測 II」兩類：
  - (1) 標準檢測 I：一般於安全評估檢測階段開始時即實施。
  - (2) 標準檢測 II：其實施項目之選擇，以構造物之異狀程度及使用情況為考量。一般而言，標準檢測係採分階段實施，先實施「標準檢測 I」，再視其結果判斷是否追加「標準檢測 II」之必要性及重點項目，同時釐清需進行「標準檢測 II」之構造物區段，以便能集中檢測有問題或有異狀之區段，以節省安全評估檢測之經費及施作時間。但在異狀程度較嚴重時，兩者可考慮一併實施。
2. 詳細檢測：係於進行「標準檢測」後仍無法確切取得構造物維護管理所需之充分資料時實施。主要在取得修復設計所需之詳細資料。「詳細檢測」之方法係採用較精密之儀器進行構造物安全檢測。一般而言，其檢測範圍較「標準檢測」為小，屬於局部區域（包括出現嚴重異狀或需進一步詳測之區域）之詳細檢測。

## 三、隧道維修與補強

由於隧道與其他土木結構物相較，其維修與補強所受之限制較多，選擇維修與補強工法時，必須充份掌握隧道異狀原因、異狀現象、環境條件及施工限制等，以擬訂適當之維修與補強計畫。

一般而言，隧道異狀原因分為外力變化、襯砌材質老化及漏水等，惟各種異狀原因很少單獨發生，大部分均多種原因同時發生，且由於隧道係地下結構物，作用於襯砌之外力及襯砌狀態甚難明確掌握，一般均依異狀之特徵，藉由簡單之檢測結果，據以推估異狀原因，其推估過程中，經驗因素比重仍大。由於交通隧道之維修與補強施工上，常有時間限制，往往需在短時間內完成，以維護交通順暢，故配合交通管制採用機動性高且快速之施工法是維修補強技術考慮之重點。



#### 4.5.4 隧道防火及相關材料

##### 一、隧道防火系統

隧道防火系統通常採取下述三種方法：

###### 1. 隧道內面加第二層的混凝土或噴凝材料

在混凝土襯砌的內部表面噴絕緣材料，為最簡單及最便宜的防火方法。此絕緣材料通常為蛭石水泥，蛭石水泥為無機物不會燃燒，在高溫情況下不會產生煙和釋出有毒氣體。試驗顯示，23mm 蛭石水泥厚度即足以抵抗 RWS 時間溫度曲線之火災，在極端火災可保護混凝土構造物達 24 小時，且受損時易修復。

1999 年白朗峰隧道火災後之修復工程，在避難室使用耐火陶瓷膠凝材料，可達到發生 2 小時碳氫化合物火災及 4 小時 ISO 834 火災時，避難室溫度低於 60°C 之要求。耐火陶瓷膠凝材料抗火性能優於蛭石水泥，耐候性和抵抗隧道清洗高壓水的能力也優於蛭石水泥。

噴凝材料用於隧道防火出現問題的一部分原因為隧道環境，另一原因為賴以附著的化學鍵破壞失效，因此使用噴凝材料為防火材時，大部分情形下應使用鋼筋網以增加附著能力。噴凝材料和防火板材比較，噴凝材料之噴佈厚度、噴佈拌合料之品質易受施工技術良莠之影響。另外當隧道有滲水時也將降低附著力，再加上車輛通行產生的吸力，導致噴材剝落。

###### 2. 包覆

此方法以防火材料做成防火板，固定在隧道牆壁和天花板。防火板之材料有矽酸鈣、蛭石水泥、纖維水泥或岩綿，也可用外部表面為堅固材料(例如鋼)、內部夾岩綿或玻璃綿絕緣材料之合成板。防火板之優點為容易安裝可預製。缺點為安裝費時且價格昂貴。

荷蘭於水底隧道和明挖覆蓋隧道的天花板和牆壁，要求裝設防火板。德國近年試驗雙層中空陶瓷鋼板，在高溫下，塗了琺瑯的鋼板保護鋼筋，縱然火災溫度高於鋼筋熔點，結構物也不會破壞。雙層鋼板間隔 20mm，板間空氣具絕緣效用，並具有沿著隧道縱向導熱的功能。依全尺寸試驗結果，外層溫度達 650°C，結構牆的溫度將不超過 200°C，惟火災地點上方結構物天花板的溫度高於 400°C，不符合荷蘭 RWS 之要求。

防火板以機械方式正確固定，不會受到通過車輛產生吸力和風壓之影響而掉落或變形，亦不受通過車輛排放廢氣之影響。防火板同時具有不受隧道滲水之影響，隧道失火時防火板甚至可過濾汽車材料橡膠和塑膠燃燒所產生的氯氣，可保護隧道襯砌的混凝土和鋼筋。需檢查混凝土基材時，防火板可快速地及簡易地卸下和裝回。

###### 3. 混凝土中添加纖維使混凝土較耐火

另種保護隧道結構混凝土的方法為提高混凝土的耐火能力，其第一種方法為添加聚丙烯纖維以提供混凝土受熱時所產生水蒸氣之排除通道，降低導致混凝土爆裂之壓力；另一種方法為添加鋼纖以增加混凝土之延展性，抵抗較高的內部壓力而不爆裂。以 ISO834 和 RWS 曲線所做的一些試驗有如下兩主要結論：



- (1)高強度、低孔隙混凝土中含有單纖聚丙烯纖維，可大幅降低嚴重火災時(RWS curve)混凝土爆裂的風險。
- (2)鋼纖需配合添加聚丙烯纖維。

除了上述三種防火方法外，尚有其他防火方法：

- 1.防火複合層建於預製的結構襯砌中。
- 2.纖維強化複合物，用以保護纜線等。
- 3.有機被覆，包括預熱產生泡沫、形成厚絕緣層的膨脹性產品。有機被覆應注意其分解後形成許多有機產品，可能有毒性，因此在有用路人的隧道不宜使用。

## 二、計畫路廊二號隧道結構物防火保護

迄今，沒有一個國際標準或法規，規定隧道防火的等級。僅荷蘭和德國訂有行政命令式的標準。荷蘭訂有此標準乃因國土大部分低於海平面，隧道崩塌可能造成隧道附近地區之海水倒灌而淹沒廣大區域，且崩塌的水底隧道修復困難。

2004年頒布之歐盟「泛歐公路網隧道最低安全要求」，規定所有隧道只要結構物之局部崩塌可能造成災難性後果時，需設置隧道結構物防火，例如水底隧道或會造成相鄰結構物崩塌之隧道，應該保證有足夠程度之火災抵抗性。

計畫路廊載重貨車交通量低，良好隧道交通管理策略下，包括保持車距、禁行載運危險品車輛、車況和駕駛人身心狀況檢查等，發生火災的機率低，火災規模亦較小。本計畫隧道為陸地隧道，無隧道結構物火災受損崩塌無法修復之問題。交通量低，火災導致隧道結構物崩塌，修復期間車輛可改道即有省道九號，修復費用和增加之行車成本低於隧道結構物做防火保護的費用，因此進行隧道結構物防火之經濟效益低。此外，火災時若用路人在火災發生後獲知訊息的第一時間內逃生，經由兩孔主隧道間聯絡隧道撤離出隧道外絕無問題。

一般隧道因火災而導致坍塌之機率較微，即或發生，亦多僅限於火場附近，不致影響其他部分之結構安全，其損壞部分可於災後視損傷程度加以修復、加固。目前隧道壁面之防火被覆材料，不論噴塗型或板材型於國內均不普及，且價格昂貴；本計畫隧道總長達5公里，若全線施作防火被覆其造價甚高，恐不符經濟效益。

本計畫隧道段設計已採雙孔、雙向二車道規劃，且依據交通部99.12新頒「公路隧道消防安全設備設置規範」必需設置消防避難及救援設施，包括人、車行連絡隧道及緊急逃生系統等，其對災變之防治及因應已相當完善，因此初步規劃襯砌表面不再增設防火被覆材料。

綜上，計畫路廊二號隧道不建議作隧道結構物防火保護。







表4.5-8 隧道通風系統比較表

項目	型式	縱流式	半橫流式	橫流式
		噴流式風機	送氣/排氣/送排氣	
適合行車狀況		單向	單向或雙向	單向或雙向
隧道長度		適合約 2,000 公尺	適合約 1,000~3,000 公尺	無限制，一般適合 2,000 公尺以上
隧道斷面積		隧道為通風管道，斷面較小	設單一通風管道，斷面較大	設進排氣管道，斷面大
排煙功能		普通	尚佳	佳
通風可靠性		尚佳	良好	佳
隧道內最大縱向風速		單向 11~12m/s 雙向 8m/s	8m/s	無
隧道內空氣品質		濃度自洞口線性增加	進氣型：分布一致 排氣型：分布不均	濃度分布一致
風機噪音		需考量	需考量	較無影響
設備費用		低，具經濟性	中	高
運轉維修費用		低	中	高

## 二、規劃設計之法規依據

1. 國內相關法規及標準
  - (1) 中國國家標準
  - (2) 環保署空氣品質標準
  - (3) 公路隧道安全設施準則
  - (4) 交通工具空氣污染物排放標準
2. 國外相關法規及標準
  - (1) 世界道路協會(PIARC)
  - (2) 美國國家防火協會(NFPA)
  - (3) 日本道路公團(MEPC)

## 三、規劃設計資料

### 1. 隧道資料

各規劃方案之隧道長度列於表 4.5-9。

### 2. 車輛廢氣排放標準(60 公里/小時)

隧道通風系統主要的設計準則以符合國內相關法規為主，若國內法規未規定者，則以世界道路協會(PIARC)等相關規定或標準為依據。本工程規劃將參考上述之標準及考量國內相關法規，建議車輛廢氣排放標準採用 PIARC 1991 年出版之 Road Tunnel 所列之標準如下表 4.5-10。

### 3. 隧道空氣品質標準

空氣品質標準採用 PIARC 建議之標準如下表 4.5-11。



表4.5-9 各方案隧道資料表

方案	隧道名稱	隧道長度(m)
可行性方案	一號隧道	350
	二號隧道	4500
甲方案	一號隧道	180
	二號隧道	4840
乙方案	一號隧道	350
	二號隧道	4800
丙方案	一號隧道	140
	二號隧道	340
	三號隧道	210
	四號隧道	1640
	五號隧道	1300

表4.5-10 車輛廢氣排放標準

項目	CO	粒狀污染物	NO <sub>x</sub>
車種			
小客車	0.12 m <sup>3</sup> /hr-veh	—	0.04 m <sup>3</sup> /hr-veh
重車	0.12 m <sup>3</sup> /hr-veh	76 m <sup>2</sup> /hr-veh	0.66 m <sup>3</sup> /hr-veh

表4.5-11 隧道內容許濃度PIARC建議值

交通狀況	一氧化碳濃度		能見度	
	設計年		Extinction Coefficient(K) ×10 <sup>-3</sup> (m-1)	傳導率 (光束長度：100m) %
	1995	2010		
	ppm	ppm		
交通流暢 50~100km/hr	100	70	5	60
時常塞車，車流完全靜止	100	70	7	50
偶爾塞車，車流完全靜止	150	100	9	40
隧道維修，車流未受干擾	30	20	3	75
隧道關閉	250	200	12	30

#### 4. 火災規模

本工程規劃消防通風規格採火災熱釋放率 100MW，通風系統容量、管線耐火設計及預算估算皆依此標準。

### 四、規劃方案之隧道通風系統探討

#### 1. 可行性方案

本方案規劃之路線有二座隧道，一號隧道長度約 350 公尺，二號隧道長度約 4,500 公尺，此二座隧道規劃為雙孔單向通車，參考本節所述公路隧道通風基本型式，一號隧道長度屬短隧道，隧道通風系統可採用縱流式通風系統或不設置，考量隧道之經濟效益，建議可不設置隧道通風系統；二號隧道長度屬甲級隧道，可採用縱流式加豎井或橫流式，考量隧道之經濟效益及隧道通風功能，隧道通風系統建議可採用縱流式加豎井。縱流式通風系統為空氣流經噴流式風機產生縱向式之空



氣流，將空氣帶入隧道內，然後與車輛之活塞效應所帶入之空氣混合，以產生空氣流動，整個隧道內空氣速度約為相同，空氣污染物濃度將由入口處隨隧道長度增加逐漸增加，對於單向交通之隧道為有效之通風方式。

## 2. 甲方案

本方案規劃之路線有二座隧道，一號隧道長度約 180 公尺，二號隧道長度約 4840 公尺，此二座隧道規劃為雙孔單向通車，參考本節所述公路隧道通風基本型式，一號隧道長度屬短隧道，隧道通風系統可採用縱流式通風系統或不設置，考量隧道之經濟效益，建議可不設置隧道通風系統；二號隧道長度屬甲級隧道，可採用縱流式加豎井或橫流式，考量隧道之經濟效益及隧道通風功能，隧道通風系統建議可採用縱流式加豎井。

## 3. 乙方案

本方案規劃之路線有二座隧道，一號隧道長度約 350 公尺，二號隧道長度約 4,800 公尺，此二座隧道規劃為雙孔單向通車，參考本節所述公路隧道通風基本型式，一號隧道長度屬短隧道，隧道通風系統可採用縱流式通風系統或不設置，考量隧道之經濟效益，建議可不設置隧道通風系統；二號隧道長度屬甲級隧道，可採用縱流式加豎井或橫流式，考量隧道之經濟效益及隧道通風功能，隧道通風系統建議可採用縱流式加豎井。

## 4. 丙方案

本方案規劃之路線有五座隧道，一號隧道長度約 140 公尺，二號隧道長度約 340 公尺，三號隧道長度約 210 公尺，四號隧道長度約 1,640 公尺，五號隧道長度約 1,300 公尺，此五座隧道均規劃為雙孔單向通車，參考本節所述公路隧道通風基本型式，一號隧道至三號隧道長度均屬短隧道，隧道通風系統可採用縱流式通風系統或不設置，考量隧道之經濟效益，建議可不設置隧道通風系統；四號隧道與五號隧道長度不屬甲級隧道，考量隧道之經濟效益及隧道通風功能，隧道通風系統可採用縱流式。

# 五、規劃方案之隧道通風系統比較

隧道通風系統成本包括通風設備初設成本及未來之運轉成本。通風設備之使用年限一般約 20 年左右，因此運轉費用以 20 年為基準進行評估。各方案之成本預估如表 4.5-12 所示，其中可行性方案、甲方案及乙方案因包含甲級隧道，所需噴流風機數量較多外，尚需大型軸流風機將空氣經由豎井送入隧道或排出隧道，故成本均較丙方案高，系統操作與維修也較丙方案複雜。各方案之比較如表 4.5-13 所示。

表4.5-12 方案成本預估

方案	初設成本(元)	運轉成本(元)	總成本(元)
可行性方案	1 億 2100 萬	3 億 700 萬	4 億 2800 萬
甲方案	1 億 2600 萬	3 億 2000 萬	4 億 4600 萬
乙方案	1 億 2900 萬	3 億 2700 萬	4 億 5600 萬
丙方案	5100 萬	1 億 2400 萬	1 億 7500 萬





表4.5-13 方案隧道通風系統評估

方案	系統操作及維修	設備費用	運轉維修費用
可行性方案	複雜	中	中
甲方案	複雜	次高	次高
乙方案	複雜	最高	最高
丙方案	簡單	最低	最低

## 六、點排式排煙系統評估比較

點排式排煙系統為於隧道天花板處每隔若干距離處設置一排煙風門，此排煙風門可為馬達作動式，在平時為關閉狀態，當隧道發生火災時，火警偵測器偵測出火災位置，經由中央監控系統開啟其中一個最接近火災地點之排煙風門，同時由於高溫煙霧之浮力作用，此排煙風門必須是位於火災之上坡側，方可有效地排除煙霧。

點排式排煙系統可為半橫流式或橫流式，考量經濟因素，目前世界各國之規劃均採半橫流式，因此本文以點排式排煙系統之半橫流式隧道通風系統與縱流式隧道通風系統進行比較，半橫流式隧道通風系統與縱流式隧道通風系統之系統優缺點比較如表 4.5-8。此外，以甲方案二號隧道進行土木工程費及隧道通風系統工程費比較，比較結果如表 4.5-14 所示，點排式排煙系統因隧道斷面較大，故其工程費遠大於縱流式排煙系統之費用。

表4.5-14 甲方案二號隧道不同排煙系統評估比較

隧道通風方式	排煙方式	土木工程費 (元)	隧道通風系統工程費 (元)
A.縱流式	縱流式	49 億 8520 萬	1 億 2600 萬
B.半橫流式	點排式	62 億 4360 萬	3 億 7800 萬
半橫流式增加經費(B-A)	-	12 億 5840 萬	2 億 5200 萬



## 4.6 大地工程

### 4.6.1 大地工程調查成果

規劃階段之大地工程調查係以普查為原則，包括地表地質調查、地質鑽探及蒐集既有資料，以通盤瞭解計畫沿線之地層分布、地質構造與岩性分布，作為本階段規劃及後續設計階段地質調查之依據。有關本計畫區地層分布、區域地質(含岩性、地質構造、主要斷層位置及特性)及地表地質調查成果等，另詳 2.1 節。本節將針對地質鑽探調查之成果補充如下：

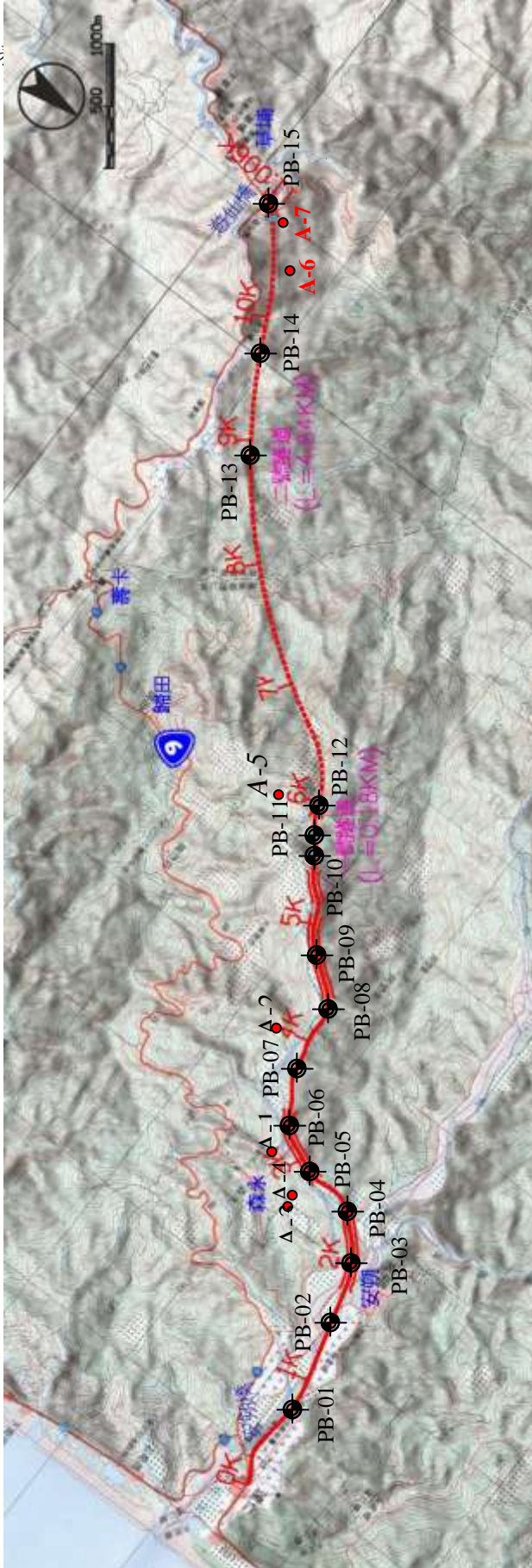
#### 1. 工作範圍

本計畫路線位於台九線南迴路段安朔至草埔間，起點由台九線 459K 附近(安朔橋北側)岔出，沿安朔溪主流及支流往上游延伸約 6 km，之後銜接 1 座甲級隧道 (L=4.84 km) 穿越中央山脈，終點位於台九線 473K 附近(遊仙橋西側)，全長約 11 km。

本計畫全線包括橋梁、路堤/塹及隧道段，鑽探孔位依規劃之結構型式及基礎條件佈設，於預定之隧道洞口、橋梁基礎及重要邊坡等共配置 15 處鑽孔(含取樣)。鑽孔佈設及試驗數量詳表 4.6-1，鑽孔座標及高程詳表 4.6-2。

表4.6-2 鑽孔座標及高程一覽表

鑽孔編號	規劃路線里程	E 座標(m)	N 座標(m)	高程(m)
PB-01	0K+700	2,466,087.030	237,381.710	14.329
PB-02	1K+500	2,465,915.930	236,611.370	22.769
PB-03	2K+010	2,465,752.740	236,123.160	28.131
PB-04	2K+500	2,465,404.660	235,785.270	35.230
PB-05	2K+900	2,465,013.030	235,744.770	33.403
PB-06	3K+360	2,464,624.170	235,513.472	44.031
PB-07	3K+780	2,464,441.990	235,153.270	59.917
PB-08	4K+320	2,464,338.706	234,609.510	60.856
PB-09	4K+770	2,463,990.878	234,330.789	69.826
PB-10	5K+560	2,463,518.550	233,714.790	134.054
PB-11	5K+750	2,463,397.730	233,580.810	130.134
PB-12	5K+970	2,463,292.020	233,389.500	143.128
PB-13	8K+900	2,461,125.288	231,470.242	359.429
PB-14	9K+730	2,460,666.502	230,783.625	327.242
PB-15	10K+920	2,460,009.945	229,776.848	279.210



項目及說明	PB-01	PB-02	PB-03	PB-04	PB-05	PB-06	PB-07	PB-08	PB-09	PB-10	PB-11	PB-12	PB-13	PB-14	PB-15	
單位 總數量	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
里程	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
座標(E)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
座標(N)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
孔深	公尺	30	30.45	20	25	30	35	30	25	25	35	35	150	90.55	20.1	
大地工程試驗	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
一般物理性質試驗	組	11	14	10	4	3	8	6	3	3	3	4	2	5		
土壤直接剪力試驗	組	0														
土壤單軸壓縮試驗	組	0														
土壤無圍壓密試驗	組	0														
土壤三軸強度試驗	組	0														
岩石物理性質試驗	組	28	1	1	1	2	1	2	2	2	2	2	5	5	2	2
岩石直接剪力試驗	組	18	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	4	2	2
岩石單軸壓縮試驗	組	24	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	4	6	2	2
透水試驗	組	6										1	3	2		
鑽探目的	-	-	基礎	基礎	邊坡、基礎	邊坡、基礎	邊坡、基礎	基礎	基礎	隧道、洞口	隧道、洞口	隧道、洞口	隧道、豎井	隧道	隧道	基礎

表4.6-1 鑽孔佈置及試驗數量表

註：圖中紅色圓點及紅色編號為前期鑽孔孔位



(1).PB-01

0~1.00m 回填層。1.00~7.70m 為沖積層，由黃棕色砂土夾岩塊所組成。7.70~8.35m 為卵礫石層，礫石最大粒徑約 3 公分。8.35~18.30m 為沖積層，由黃棕色砂土夾岩塊。18.30~21.40m 為極破碎之黃棕色硬頁岩，岩心品質(RQD)為 0。21.40~30.00m 為極破碎之黃棕色硬頁岩夾板岩所構成，岩心品質(RQD)為 0，其中 27.10~22.60m 具一組高角度節理，29.40~29.50m 節理夾剪裂泥

(2).PB-02

0~1.00m 回填層。1.00~30.45m 沖積層，黃棕色砂土夾岩塊，岩塊由變質砂岩或深灰色硬頁岩所組成。

(3).PB-03

0~1.80m 為卵礫石夾岩塊及中粗砂所組成。1.80~3.20m 為黃棕色黏土。3.20~20.00m 沖積層，棕灰色砂土夾岩塊。

(4).PB-04

0~0.20m 為混凝土夾礫石級配。0.20~6.05m 為黃棕色風化砂岩塊夾粉土質細砂及黏土所組成。6.05~13.20m 砂岩夾石英脈，節理呈不規則破裂局部夾泥且銹染嚴重，岩心品質(RQD)介於 0~45，其中 8.55-9.05m 為黃棕色剪磨角礫岩所組成，12.80-13.20m 夾黃棕色剪裂泥。13.20~25.00m 為灰色硬頁岩，節理呈不規則破裂，16.20-19.30m 破碎且銹染嚴重。19.30-25.00m 灰色硬頁岩，節理呈不規則破裂，岩心品質(RQD)介於 0~50。

(5).PB-05

0~1.50m 回填層。1.50~12.35m 礫石層，岩塊夾中粗砂。12.35~25.00m 為灰色硬頁岩，岩心品質(RQD)介於 0~50。其中 13.60~14.10m 高角度節理夾泥，21.00~21.40m 節理面具銹染現象。

(6).PB-06

0~1.70m 卵礫石。1.70~6.48m 沖積層，黃棕色砂土夾岩塊，岩塊以砂岩為主。6.48~8.70m 為黃棕色砂岩，8.60~8.80m 節理呈不規則破裂。8.7~23.25m 為黃棕色板岩偶夾硬頁岩，岩心品質(RQD)介於 0~50，其中 17.50~17.80m 及 19.80~19.90m 分別夾剪裂泥。23.25~30.00m 為黃棕色砂岩，具一組傾角為 50~70 度之高角度節理，岩心品質(RQD)介於 25~40。

(7).PB-07

0~1.60m 為卵礫石及岩塊夾中粗顆粒砂所組成。1.60~5.20m 為崩積岩塊夾棕色砂質粉土。5.20~6.65m 為崩積岩塊夾紅棕色黏土。6.65~9.90m 為崩積岩塊夾棕灰色粉土。9.90~19.00m 為岩塊夾棕色砂質粉土。19.00~21.00m 為卵礫石夾棕色中粗顆粒砂所組成。21.00~29.00m 為棕灰色板岩夾剪裂泥，局部具銹染現象，岩心品質(RQD)介於 0~10，其中 21.42~21.60m 夾黃棕色剪裂泥；22.85-23.70m、24.50-24.68m、25.20-26.25m、27.40-27.70m 及 28.85-28.95m 分別夾有剪裂泥及板岩角礫。29.00~35.00m 為灰色板岩偶夾硬頁岩及剪裂泥，具一組傾角約為 40~50 度之節理，岩心品質(RQD)介於 0~30，33.50-33.85m 及 34.10-34.20m 夾剪裂泥及板岩角礫。

(8).PB-08





0~2.15m 為回填土。2.15~9.15m 為沖積層，由棕灰色砂土夾岩塊所組成。9.15~11.20m 為破碎之深灰色硬頁岩，具剪磨現象。11.20~20.00m 為灰色硬頁岩所組成，其中 12.00~12.20m 及 12.85~13.20m 夾剪磨角礫岩；19.20~19.50m 夾剪裂泥，岩心品質(RQD)介於 0~60。20.00~30.00m 為灰色硬頁岩偶夾砂岩所組成，具一組傾角約為 40~50 度之節理，其中 22.10~22.30m、22.65~22.75m 及 28.25~28.30m 處分別夾有砂岩；25.50~25.60m 及 28.30~28.40m 處分別夾石英脈，岩心品質(RQD)介於 10~50。

(9).PB-09

0~1.10m 為回填土。1.10~4.50m 為沖積層，由黃棕色砂土夾岩塊所組成。4.50~6.55m 為硬頁岩夾板岩所組成，其中 4.70~4.75m 夾黃棕色剪裂泥；5.75~5.85m 夾黃棕色角礫岩。6.55~12.00m 為灰色硬頁岩夾石英脈所組成，具一組傾角約為 40~50 度之節理，節理面輕微銹染，其中 6.55~7.68m 夾剪磨角礫岩，岩心品質(RQD)介於 20~55。12.00~25.00m 為灰色硬頁岩間夾砂岩所組成。其中 12.20~12.40m、12.70~13.65m、13.90~14.15m、14.40~15.00m 及 15.60~16.00m 處分別為極破碎之岩塊所組成；15.50~15.60m 處夾剪磨角礫。16.90~17.00m 處夾剪裂泥。12.00~25.00m 為灰色硬頁岩間夾砂岩，20.25~20.40m 具一組共軛節理，傾角約為 45 度，20.50~20.60m 處夾剪磨角礫；23.15~23.50m 及 23.90~24.62m 處呈破碎狀，岩心品質(RQD)介於 0~65。

(10).PB-10

0~10.42m 為黃棕色崩積層，岩塊夾黃棕色剪裂泥所組成。10.42~17.20m 為棕灰色硬頁岩所組成，11.00~11.60m 及 12.00~12.50m 處分別夾黃棕色剪裂泥，具一組傾角為 60~70 度之高角度偶現節理，岩心品質(RQD)介於 0~50。17.20~25.00m 深灰色硬頁岩，局部見銹染現象，具一組傾角約為 40~50 度之節理，岩心品質(RQD)介於 0~40。

(11).PB-11

0~7.35m 為崩積岩層，由棕灰色砂土夾岩塊所組成。7.35~20.00m 為灰色硬頁岩，節理面具銹染現象，具一組傾角約為 40~50 度之偶現節理，岩心品質(RQD)介於 0~55。20.00~35.00m 灰色硬頁岩，22.70~23.70m 夾黃棕色剪裂泥。25.40~25.60m 及 26.40~26.55m 分別夾剪裂泥。29.00~31.30m 為不規則節理夾黃棕色剪裂泥，具一組傾角約為 30~70 度之節理，岩心品質(RQD)介於 0~70。

(12).PB-12

0~2.00m 為回填層。2.00~7.20m 為沖積層，由黃棕色砂土夾岩塊所組成。7.20~16.00m 為棕灰色砂岩，13.35~13.70m 為高角度節理(傾角約為 70~80 度)夾泥；14.20~14.55m 為節理夾泥。16.00~18.15m 黃棕色剪裂泥夾岩塊。18.15~20.70m 為棕灰色破碎砂岩，其中 19.20~19.30m 處節理夾泥。20.70~24.85m 砂岩夾頁岩，局部具銹染現象。22.30~22.60m 處節理夾泥。24.85~35.00m 為灰色硬頁岩，26.00~26.30m 為棕灰色剪磨角礫。26.55~26.70m 節具一組共軛節理，傾角約為 45 度。27.20~27.45m、27.67~28.60m、29.38~29.42m、29.42~30.32m 及 30.68~31.10m 處分別夾灰色剪磨角礫及剪裂泥，岩心品質(RQD)介於 0~30。

(13).PB-13

0~3.70m 為沖積層，由棕灰色砂質粉土夾岩塊所組成。3.70~20.00m 為灰色硬頁岩，7.75~7.95m



具一具共軛節理傾角約為 45 度，10.00~10.60m、15.58~15.70m 及 18.00~18.10m 處分別夾黃棕色剪裂泥。10.90~11.20m 節理具銹染現象，13.65~13.80m 夾石英脈。16.35~17.00m 為夾灰黑色剪裂泥夾硬頁岩角礫，岩心品質(RQD)介於 0~90。20.00~40.00m 為灰色硬頁岩偶夾砂岩，其中 33.40~35.60m 夾薄層砂岩，岩心品質(RQD)介於 35~90。40.00~60.00m 為灰色硬頁岩偶夾薄層砂岩，52.70~52.80m 夾石英脈，岩心品質(RQD)介於 0~90。60.00~72.30m 為灰色硬頁岩，62.58m 及 67.95~68.30m 夾薄層石英脈，岩心品質(RQD)介於 0~95。72.30~76.40m 為灰色硬頁岩偶夾砂岩。76.40~90.00m 為砂岩夾硬頁岩，79.70~79.90m 夾石英脈。81.70~81.85m 及 82.45m 夾石英脈。83.00~84.40m 具一高角度節理夾剪裂泥及剪磨角礫。82.70~82.80m 具一組共軛節理，節理傾角約 50 度。90.00~116.40m 灰色硬頁岩夾砂岩，96.60~96.90m 及 97.85~97.90m 夾石英脈。101.10~101.40m 夾具一組共軛節理，節理傾角約 70 度，108.05~108.60m 及 109.40~109.85m 處夾砂岩。112.10~112.15m 夾石英脈。113.38~113.45m 夾剪磨角礫。116.40~150.00m 為灰色硬頁岩，121.20~121.40m 及 138.00~139.40m 夾剪磨角礫。

#### (14).PB-14

0~5.20m 為棕灰色沖積層，由岩塊夾砂土所組成，4.50~5.20m 夾剪磨角礫。5.20~5.80m 為深灰色硬頁岩。5.80~11.15m 為深灰色破碎板岩，局部夾黃棕色剪裂泥，劈理及節理發達，岩心品質(RQD)為 0。11.15~16.50m 為灰色硬頁岩，局部夾灰色砂岩。11.15~11.70m 為灰色砂岩。15.80~16.50m 夾石英脈，岩心品質(RQD)介於 0~10。16.50~17.50m 為深灰色板岩夾剪裂泥。17.50~20.00m 為灰色硬頁岩偶夾砂岩，局部夾石英脈。20.00~80.00m 為灰色硬頁岩，36.70~36.80m 夾剪裂泥。63.35~63.75m 夾剪磨角礫。64.00~65.00m 偶夾石英脈。80.00~90.55m 硬頁岩偶夾石英。

#### (15).PB-15

0~0.20m 為混凝土。0.20~0.30m 為瀝青層。0.30~0.90m 為回填級配料。0.90~1.35m 為覆蓋層，由破碎板岩塊所組成。1.35~9.70m 為灰色硬頁岩。9.00~9.70m 為灰色硬頁岩，節理具銹染現象偶夾薄層黃棕色剪裂泥。9.70~12.20m 為灰色硬頁岩。12.20~20.10m 為灰色硬頁岩，具輕微銹染。其中 13.10~13.60m 為高角度節理夾黃棕色剪裂泥，節理多呈不規則破裂。

### 3. 現地試驗

包括標準貫入試驗、岩盤透水試驗及地下水水位觀測等，茲就其成果說明如下：

#### (1). 標準貫入試驗

施作於一般土層、崩積層或卵礫石層上，共計 112 組，詳如表 4.6-3 所示。平均 N 值約 20~30。

(2). 岩盤透水試驗

共計 6 組試驗，分別施作於二號隧道沿線之 PB-12、13、14 等三處鑽孔，詳如表 4.6-4 所示。根據透水試驗結果，隧道通過地層之平均透水係數約  $1 \times 10^{-5} \sim 2 \times 10^{-4}$  cm/s。

表4.6-4 岩盤透水試驗結果

孔號	試驗位置深度(m)	Lugeon 值
PB-12	25.0~30.0	10.62
PB-13	109.0~114.0	1.42
PB-13	125.5~130.5	-
PB-13	136.0~141.0	11.88
PB-14	73.0~78.0	15.20
PB-14	81.75~86.75	2.58

註：1 Lugeon =  $10^{-5}$  cm/sec

(3). 地下水位觀測

本計畫於各鑽孔均進行地下水位量測，量測期間為 99.1~99.3（枯水季），詳如表 4.6-5 所示。顯示本計畫沿線地下水位大致隨地形地貌變化，深度約介於 0~20m 間。其中，PB-12 鑽孔未觀測到地下水，研判地下水位低於鑽探深度（35m）；PB-13 鑽孔有湧水現象，由於該鑽孔位於野溪河床上，且兩側地勢較高，研判湧水係因地形所導致。

表4.6-5 鑽孔地下水位觀測成果表

孔號	孔口高程 (m)	地下水位深度 (m)	地下水位高程 (m)
PB-01	14.329	8.62	5.709
PB-02	22.769	11.92	10.849
PB-03	28.131	13.43	14.701
PB-04	35.230	14.26	20.97
PB-05	33.403	0.00	33.403
PB-06	44.031	4.73	39.301
PB-07	59.917	10.58	49.337
PB-08	60.856	0.43	60.426
PB-09	69.826	3.29	66.536
PB-10	134.054	16.18	117.874
PB-11	130.134	14.20	115.934
PB-12	143.128	-	-
PB-13	359.429	湧水	-
PB-14	327.242	4.18	323.062
PB-15	279.210	19.19	260.02



表4.6-3 土壤一般物理性質試驗結果

試驗編號	深度(m)	N 值	比重	單位重	含水量	液性限度	塑性限度	粒徑尺寸(%)				土壤分類
				(t/m <sup>3</sup> )	(%)	(%)	(%)	礫石	砂	粉土	黏土	
PB-1-S1	1.05 - 1.50	6	2.67	2.22	10.5	25	10	38	47	12	3	SC
PB-1-S2	2.55 - 3.00	25	2.67	2.21	10.9			55	34	9	2	GW-GM
PB-1-S3	4.05 - 4.50	23	2.66	2.21	12.7			52	38	8	2	GP-GM
PB-1-S4	5.55 - 5.78	>100	2.67	2.09	11.9			57	34	7	2	GP-GM
PB-1-S5	7.05 - 7.50	23	2.67	2.17	9.7			58	33	6	3	GP-GM
PB-1-S6	8.55 - 9.00	26	2.68	2.07	21.2	32	14	27	46	17	10	SC
PB-1-S7	10.05 - 10.50	23	2.67	2.20	14.6			63	26	8	3	GP-GM
PB-1-S8	11.55 - 12.00	26	2.68	2.07	16.6	34	16	44	41	9	6	GC
PB-1-S9	13.05 - 13.50	47	2.68	2.27	12.1	25	10	38	45	13	4	SC
PB-1-S10	14.55 - 15.00	25	2.67	2.20	14.5	27	11	48	39	8	5	GC
PB-1-S11	17.55 - 18.00	51	2.67	2.29	11.1	24	8	15	66	15	4	SC
PB-2-S1	4.05 - 4.50	19	2.67	2.26	12.2			34	53	8	5	SM
PB-2-S2	5.55 - 5.83	>100	2.68	2.29	11.1			52	37	6	5	GP-GM
PB-2-S3	7.05 - 7.50	22	2.67	2.32	9.0			41	47	8	4	SP-SM
PB-2-S4	8.55 - 9.00	24	2.67	2.34	9.2			50	40	6	4	GP-GM
PB-2-S5	10.05 - 10.50	24	2.66	2.22	13.6			24	64	9	3	SP-SM
PB-2-S6	11.55 - 12.00	33	2.66	2.26	11.9			49	43	5	3	GP-GM
PB-2-S7	13.05 - 13.50	22	2.67	2.14	15.0			55	37	6	2	GW-GM
PB-2-S8	14.55 - 15.00	24	2.67	2.13	12.9	27	12	33	54	10	3	SC
PB-2-S9	16.05 - 16.50	22	2.67	2.34	9.1			45	46	6	3	SP-SM
PB-2-S10	17.55 - 18.00	27	2.67	2.11	11.7			53	37	8	2	GW-GM
PB-2-S11	23.55 - 24.00	46	2.67	2.33	9.8	23	8	42	45	10	3	SC
PB-2-S12	26.55 - 27.00	47	2.66	2.27	11.6			39	50	9	2	SP-SM
PB-2-S13	28.05 - 28.30	>100	2.67	2.33	9.4			46	43	8	3	GP-GM
PB-2-S14	30.00 - 30.45	70	2.67	2.31	9.2	26	11	33	52	10	5	SC
PB-3-S1	1.05 - 1.50	13	2.66	2.17	13.5			66	28	4	2	GP-GM
PB-3-S2	4.05 - 4.50	16	2.67	2.34	9.3			50	38	10	2	GP-GM
PB-3-S3	5.55 - 6.00	13	2.67	2.16	14.5			55	36	7	2	GP-GM





試驗編號	深度(m)		N 值	比重	單位重	含水量	液性限度	塑性限度	粒徑尺寸(%)				土壤分類
					(t/m <sup>3</sup> )	(%)	(%)	(%)	礫石	砂	粉土	黏土	
PB-3-S4	7.05	- 7.50	30	2.67	2.35	9.0			53	38	8	1	GP-GM
PB-3-S5	8.55	- 9.00	45	2.68	2.36	8.8	27	10	49	37	9	5	GC
PB-3-S6	10.55	- 10.50	37	2.67	2.36	8.7	27	10	38	48	10	4	SC
PB-3-S7	11.55	- 12.00	93	2.67	2.27	9.5			39	49	9	3	SP-SM
PB-3-S8	13.05	- 13.50	47	2.67	2.35	6.9			62	28	7	3	GP-GM
PB-3-S9	14.55	- 15.00	47	2.67	2.37	8.3	26	11	38	47	11	4	SC
PB-3-S10	17.55	- 18.00	89	2.67	2.30	9.3	25	9	39	47	10	4	SC
PB-4-S1	1.05	- 1.50	8	2.68	2.15	15.0	26	10	46	38	11	5	GC
PB-4-S2	2.55	- 3.00	9	2.68	2.20	12.1	25	10	60	25	11	4	GC
PB-4-S3	4.05	- 4.28	>100	2.67	2.03	12.0	25	9	51	37	10	2	GP-GC
PB-4-S4	5.55	- 6.00	11	2.68	2.15	15.1	26	10	38	45	12	5	SC
PB-5-S1	1.05	- 1.50	30	2.67	2.19	14.1			56	34	7	3	GP-GM
PB-5-S2	2.55	- 3.00	35	2.67	2.33	9.6			41	43	13	3	SM
PB-5-S3	4.05	- 4.50	17	2.66	2.19	11.2			64	28	6	2	GP-GM
PB-5-S4	5.55	- 6.00	23	2.68	2.32	10.3			46	39	11	4	GM
PB-5-S5	8.55	- 9.00	33	2.67	2.20	9.8			35	47	11	7	SM
PB-5-S6	10.55	- 10.50	27	2.67	2.28	11.3			42	47	8	3	SP-SM
PB-5-S7	11.55	- 12.00	32	2.67	2.33	9.7			52	38	8	2	GP-GM
PB-6-S1	2.55	- 3.00	9	2.65	1.73	10.3			71	23	5	1	GP-GM
PB-6-S2	5.55	- 5.83	>100	2.68	2.03	16.8	28	11	31	44	17	8	SC
PB-6-S3	7.05	- 7.65	>100	2.68	2.27	12.1	47	23	10	58	26	6	SC
PB-7-S1	1.05	- 1.50	7	2.67	2.11	13.6			58	30	10	2	GP-GM
PB-7-S2	2.55	- 3.00	14	2.67	2.05	16.6			52	35	10	3	GM
PB-7-S3	4.05	- 4.50	30	2.68	2.14	15.4	27	10	19	51	19	11	SC
PB-7-S4	5.55	- 6.00	20	2.70	2.06	22.5	46	22	20	42	20	18	SC
PB-7-S5	7.05	- 7.50	22	2.69	2.10	20.0	47	23	44	31	16	9	GC
PB-7-S6	8.55	- 9.00	22	2.68	2.15	14.7	32	14	38	38	14	10	SC
PB-7-S7	11.55	- 11.80	>100	2.68	2.18	14.8	24	8	38	44	11	7	SC
PB-7-S8	13.05	- 13.37	>100	2.68	2.19	15.2	34	16	48	37	9	6	GC



試驗編號	深度(m)	N 值	比重	單位重	含水量	液性限度	塑性限度	粒徑尺寸(%)				土壤分類
				(t/m <sup>3</sup> )	(%)	(%)	(%)	礫石	砂	粉土	黏土	
PB-8-S1	1.05 - 1.50	9	2.67	1.77	9.2			44	40	14	2	GM
PB-8-S2	2.55 - 3.00	11	2.67	2.14	17.2			47	43	8	2	GP-GM
PB-8-S3	4.05 - 4.50	7	2.66	2.24	12.7			53	38	6	3	GP-GM
PB-8-S4	5.55 - 6.00	31	2.67	2.18	12.8			44	44	9	3	SP-SM
PB-8-S5	7.05 - 7.50	30	2.67	2.31	10.3			28	60	8	4	SP-SM
PB-8-S6	8.55 - 9.00	40	2.68	2.27	12.2			43	43	8	6	SM
PB-9-S1	1.05 - 1.50	23	2.67	2.27	11.9			46	43	8	3	GP-GM
PB-9-S2	2.55 - 3.00	19	2.67	2.22	13.8	25	9	37	47	11	5	SC
PB-9-S3	4.05 - 4.50	28	2.67	2.17	11.9			59	32	7	2	GP-GM
PB-10-S1	1.05 - 1.50	19	2.68	2.12	11.9	31	13	40	39	15	6	GC
PB-10-S2	2.55 - 3.00	>100	2.67	1.87	11.2	27	11	52	35	10	3	GC
PB-10-S3	4.05 - 4.34	>100	2.67	1.95	14.5	24	8	48	34	14	4	GC
PB-11-S1	1.05 - 1.50	24	2.69	1.73	21.1	36	17	19	45	28	8	SC
PB-11-S2	5.55 - 6.00	95	2.66	2.05	14.3			36	54	9	1	SP-SM
PB-11-S3	7.05 - 6.84	>100	2.66	2.27	11.5			36	53	8	3	SP-SM
PB-12-S1	1.05 - 1.50	5	2.67	2.22	13.9			69	22	7	2	GP-GM
PB-12-S2	2.55 - 3.00	16	2.68	1.91	17.3	28	10	28	46	20	6	SC
PB-12-S3	4.05 - 4.50	24	2.68	1.86	18.1	28	10	17	56	21	6	SC
PB-12-S4	5.55 - 6.00	7	2.68	2.05	16.5	28	10	20	51	19	10	SC
PB-13-S1	1.05 - 1.50	12	2.67	2.22	13.7	26	11	47	39	11	3	GC
PB-13-S2	2.55 - 3.00	21	2.68	2.18	14.1	25	9	50	35	11	4	GC
PB-14-S1	1.05 - 1.50	31	2.67	2.09	7.3			58	32	7	3	GP-GM
PB-14-S2	2.55 - 3.00	10	2.66	1.75	6.2			67	28	4	1	GP-GM
PB-14-S3	4.05 - 4.50	21	2.67	2.28	11.4	32	14	31	53	11	5	SC
PB-14-S4	5.80 - 6.25	37	2.67	2.36	8.4	27	11	50	36	11	3	GC
PB-14-S5	7.05 - 7.35	>100	2.67	2.27	8.6	26	11	20	64	12	4	SC



#### 4. 室內試驗

##### (1). 土壤一般物理性質試驗

共取得 83 組土樣進行本項試驗，其結果整理如表 4.6-3 所示。土壤分類主要為 GC、GM、GP、SC、SM 及 SP 所組成，平均單位重約  $2.0\sim 2.3\text{ t/m}^3$ （比重 2.67）。

##### (2). 岩石一般物理性質試驗

共取得 28 組岩樣進行本項試驗，其結果整理如表 4.6-6 所示。砂岩之平均單位重為  $2.5\text{ t/m}^3$ （比重 2.65），硬頁岩之平均單位重為  $2.7\text{ t/m}^3$ （比重 2.73）。

##### (3). 岩石直接剪力試驗

共取得 18 組岩樣進行本項試驗，其結果整理如表 4.6-7 所示。砂岩之節理面尖峰剪力強度  $c=0.3\text{ t/m}^2$ 、 $\varphi=17.5$  度，殘餘剪力強度  $c=0$ 、 $\varphi=17.5$  度；硬頁岩基本摩擦角  $\varphi=22.5$  度，沿層面、節理面或劈理面之尖峰剪力強度  $c=0.2\sim 1.35\text{ t/m}^2$ 、 $\varphi=17.5\sim 30$  度，殘餘剪力強度  $c=0$ 、 $\varphi=17.5\sim 30$  度。

##### (4). 岩石單軸壓縮試驗

共取得 24 組岩樣進行本項試驗，其結果整理如表 4.6-8 所示。砂岩試體均沿完整岩心破壞，單壓強度介於  $150\sim 900\text{ kg/cm}^2$ ；風化硬頁岩之單壓強度低約  $25\text{ kg/cm}^2$ ；新鮮硬頁岩試體主要沿完整岩心或劈理面破壞，其單壓強度介於  $50\sim 550\text{ kg/cm}^2$ 。



表4.6-6 岩石一般物理性質試驗結果

孔號	深度 (m)	單位重 $\gamma_t$ (t/m <sup>3</sup> )	含水量 $W_n$ (%)	比重 Gs	孔隙比 e	吸水率 (%)	岩性
PB-1	24.95-25.00	2.44	7.4	2.65	0.17	9.7	硬頁岩
PB-4	15.15-15.20	2.60	2.4	2.67	0.05	2.5	硬頁岩
PB-5	17.25-17.28	2.72	0.7	2.74	0.02	1.5	硬頁岩
PB-6	27.70-27.75	2.36	3.6	2.64	0.16	5.3	砂岩
PB-6	28.90-28.95	2.63	0.3	2.66	0.02	0.7	砂岩
PB-7	31.40-31.45	2.72	0.9	2.74	0.02	1.6	硬頁岩
PB-8	16.95-17.00	2.71	0.7	2.74	0.02	1.5	硬頁岩
PB-8	18.00-18.05	2.72	0.4	2.75	0.02	0.9	硬頁岩
PB-9	17.85-17.90	2.71	0.6	2.74	0.02	1.0	硬頁岩
PB-9	21.60-21.65	2.72	0.7	2.74	0.02	1.4	硬頁岩
PB-10	12.70-12.75	2.41	9.1	2.64	0.19	9.5	風化硬頁岩
PB-10	19.72-19.75	2.62	2.3	2.70	0.05	2.5	硬頁岩
PB-11	28.45-28.50	2.72	1.1	2.74	0.02	1.5	硬頁岩
PB-11	31.50-31.55	2.67	3.8	2.70	0.05	3.8	硬頁岩
PB-12	25.15-25.25	2.67	2.2	2.70	0.03	2.7	硬頁岩
PB-12	34.65-34.70	2.76	0.9	2.78	0.02	1.4	硬頁岩
PB-13	69.55-69.60	2.72	0.7	2.74	0.02	1.2	硬頁岩
PB-13	77.00-77.05	2.55	3.8	2.66	0.09	4.4	砂岩
PB-13	113.70-113.75	2.67	1.3	2.70	0.02	2.0	硬頁岩
PB-13	145.70-145.75	2.71	1.1	2.74	0.02	1.6	硬頁岩
PB-13	149.73-149.80	2.72	0.9	2.74	0.02	1.5	硬頁岩
PB-14	39.90-39.95	2.75	0.8	2.77	0.02	1.1	硬頁岩
PB-14	76.60-76.65	2.71	0.9	2.73	0.02	1.1	硬頁岩
PB-14	79.05-79.10	2.72	0.8	2.75	0.02	1.4	硬頁岩
PB-14	82.45-82.50	2.74	0.9	2.76	0.02	1.2	硬頁岩
PB-14	84.10-84.15	2.73	0.8	2.76	0.02	1.1	硬頁岩
PB-15	11.59-11.65	2.71	1.2	2.74	0.02	1.6	硬頁岩
PB-15	19.75-19.80	2.72	0.9	2.74	0.02	1.6	硬頁岩





表4.6-7 岩石直接剪力試驗結果

孔號	深度 (m)	尖峰強度		殘餘強度		岩性	剪力面
		$c_p$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\phi_p$ (degree)	$c_r$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\phi_r$ (degree)		
PB-4	15.05-15.15	0.30	17.5	0.0	17.5	硬頁岩	層面
PB-5	19.85-20.00	0.20	27.0	0.0	26.8	硬頁岩	劈理面
PB-6	28.80-28.90	0.90	27.0	0.0	27.0	砂岩	節理面
PB-7	31.30-31.40	1.35	30.0	0.0	28.2	硬頁岩	劈理面
PB-10	19.72-19.82	0.60	22.5	0.0	22.5	硬頁岩	節理面
PB-10	24.85-24.95	-	-	0.0	22.5	硬頁岩	基本摩擦角
PB-11	31.50-31.62	-	-	0.0	32.0	硬頁岩	節理面
PB-11	32.58-32.68	-	-	0.0	30.5	硬頁岩	節理面
PB-12	18.85-19.00	-	-	0.0	29.5	硬頁岩	劈理面
PB-12	25.25-25.35	-	-	0.0	25.0	硬頁岩	劈理面
PB-13	113.90-114.00	-	-	0.0	29.5	硬頁岩	劈理面
PB-13	149.85-150.00	-	-	0.0	23.0	硬頁岩	劈理面
PB-14	39.70-39.80	-	-	0.0	29.5	硬頁岩	劈理面
PB-14	45.20-45.30	-	-	0.0	27.5	硬頁岩	劈理面
PB-14	81.15-81.25	0.25	28.5	0.0	28.5	硬頁岩	劈理面
PB-14	85.20-85.35	-	-	0.0	32.5	硬頁岩	劈理面
PB-15	4.25-4.35	-	-	0.0	22.0	硬頁岩	劈理面
PB-15	19.90-20.00	-	-	0.0	27.5	硬頁岩	劈理面



表4.6-8 岩石單軸抗壓強度試驗結果

孔號	深度 (m)	含水量 (%)	單位重 (t/m <sup>3</sup> )	單壓強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	破壞應變 (%)	破壞模式	岩性
PB-1	24.80-24.95	7.3	2.44	44.4	0.2	沿完整岩心破壞	硬頁岩
PB-4	21.75-21.90	3.9	2.55	54.1	0.2	沿劈理面(45°)破壞	硬頁岩
PB-5	17.10-17.25	0.9	2.72	102.8	0.2	沿劈理面(70°)破壞	硬頁岩
PB-6	27.55-27.70	4.2	2.36	157.7	0.8	沿完整岩心破壞	砂岩
PB-7	29.00-29.15	1.1	2.71	66.9	0.2	沿劈理面(50°)破壞	硬頁岩
PB-8	18.05-18.20	0.5	2.72	539.9	0.3	沿完整岩心破壞	硬頁岩
PB-9	21.65-21.80	0.7	2.72	260.6	0.3	沿劈理面(45°)破壞	硬頁岩
PB-10	12.55-12.70	6.6	2.41	26.6	0.6	沿完整岩心破壞	風化硬頁岩
PB-10	23.50-23.65	1.3	2.70	174.5	0.4	沿完整岩心破壞	硬頁岩
PB-11	28.30-28.45	0.9	2.72	45.4	0.3	沿劈理面(60°)破壞	硬頁岩
PB-11	32.80-32.95	1.0	2.72	52.9	0.4	沿劈理面(70°)破壞	硬頁岩
PB-12	34.70-34.85	0.8	2.76	146.4	0.7	沿完整岩心及劈理面(30°)破壞	硬頁岩
PB-13	69.60-69.75	0.7	2.72	86.0	0.5	沿劈理面(55°)破壞	硬頁岩
PB-13	77.05-77.20	3.1	2.55	893.4	0.5	沿完整岩心破壞	砂岩
PB-13	128.00-128.15	0.6	2.72	538.5	0.7	沿完整岩心破壞	硬頁岩
PB-13	145.75-145.90	1.0	2.71	69.1	0.4	沿完整岩心及劈理面(70°)破壞	硬頁岩
PB-14	53.82-53.95	0.6	2.73	336.3	0.5	沿完整岩心破壞	硬頁岩
PB-14	58.65-58.80	0.7	2.72	409.7	0.6	沿完整岩心破壞	硬頁岩
PB-14	76.65-76.80	0.8	2.71	339.2	1.8	沿完整岩心破壞	硬頁岩
PB-14	79.10-79.23	0.7	2.72	88.0	0.3	沿完整岩心及劈理面(70°)破壞	硬頁岩
PB-14	82.50-82.63	0.8	2.74	194.6	0.3	沿完整岩心破壞	硬頁岩
PB-14	84.20-84.33	0.6	2.73	451.6	0.5	沿完整岩心破壞	硬頁岩
PB-15	2.00-2.15	2.9	2.59	211.1	0.5	沿完整岩心破壞	硬頁岩
PB-15	11.65-11.80	0.6	2.71	227.2	0.3	沿劈理面(40°)破壞	硬頁岩



## 4.6.2 大地工程評估分析

依據大地工程調查成果，本計畫橋梁及路工段主要位於現代沖積層或老崩塌地上，由砂土、岩塊及卵礫石等所組成，偶夾較厚之粘土或粉土層；下伏岩盤為板岩或硬頁岩，亦為隧道段穿越之主要地層。茲就本計畫沿線之岩盤深度、潛在地質敏感區、隧道段地質評估及土石流潛勢溪流分布等，說明如下：

### 1. 沿線之岩盤深度

- (1) 0K+000~2K+000：因鄰近安朔溪主流下游河床，沖積層較厚、岩盤深度較大，平均約達 20~30m 以上；其中 0k+750 位於山脊突出部附近，岩盤深度較淺。
- (2) 2K+000~4K+000：岩盤深度隨地形地貌變化較大，大致介於 4~21m。2K+500 及 3K+400 岩盤深度約 6m、2K+900（河床）約 13m、3k+800（老崩塌地）約 21m。
- (3) 4K+000~6K+000：岩盤深度介於 4~10m。

### 2. 潛在地質敏感區（圖 4.6-1~4）

- (1) 2K+600 穿越野溪，該處溪床有大量土石堆積。
- (2) 2K+600~2K+900 西側、3K+400~3K+700 西北側及 3K+900~4K+200 北側各有一處老崩塌地，目前各處坡面均植生茂密，惟 3K+900~4K+200 坡趾前緣有植生傾倒及輕微落石現象，研判應為坡地潛移或滑動之跡象。
- (3) 4K+400 穿越野溪，該處溪流上游有多處現生崩塌地分布。
- (4) 4K+400~4K+800 坡趾存在一系列小規模之現生崩塌地
- (5) 5K+970 跨越野溪，該處溪床有較大岩塊堆積，路線規劃應採跨越方式及避免橋梁落墩。

### 3. 隧道段地質評估

- (1) 根據鑽孔岩心研判，隧道段主要位於板岩或硬頁岩地層，岩盤品質大致良好，僅局部有小規模剪裂破碎帶或發達節理。
- (2) 根據 PB-13 鑽孔資料，深度 83~84.4m 遭遇剪裂帶並有少量湧水，研判為一小規模高角度之剪裂破碎帶，對施工影響較微。另於深度 138~141m 遭遇較大湧水，孔口湧水量約 20 L/min，封孔後量測水壓約 3.8 kg/cm<sup>2</sup>，經比對岩心發現，該湧水可能來自深度 139~139.4m 或 141.5m 之高角度開口節理剪裂帶，惟以其規模研判，對隧道施工亦不致造成嚴重影響。
- (3) 根據 PB-12 鑽孔資料顯示，該處洞口岩盤品質稍差，深度 26~32m 有多處剪裂破碎帶，由於該鑽孔係位於高陡邊坡上，研判可能係受地表解壓作用之影響，因此洞口段開挖時應加強邊坡及地質處理。

### 4. 土石流潛勢溪流分布（圖 4.6-5）

- (1) 根據農業委員會水土保持局網站公佈資料，本計畫沿線之安朔溪主、支流屬於中度潛勢之土石流潛勢溪流（東縣 DF090）。
- (2) 根據現地勘查及空拍影像顯示，本計畫沿線 0K+900、3K+100、3K+800、4K+350、5K+150、5K+950 附近之野溪上游存在規模不等之現生崩塌地，且部分野溪中有大量土石堆積之情形，路線規劃應儘量予避開或研擬適當防治對策，以避免或減輕其不利影響。

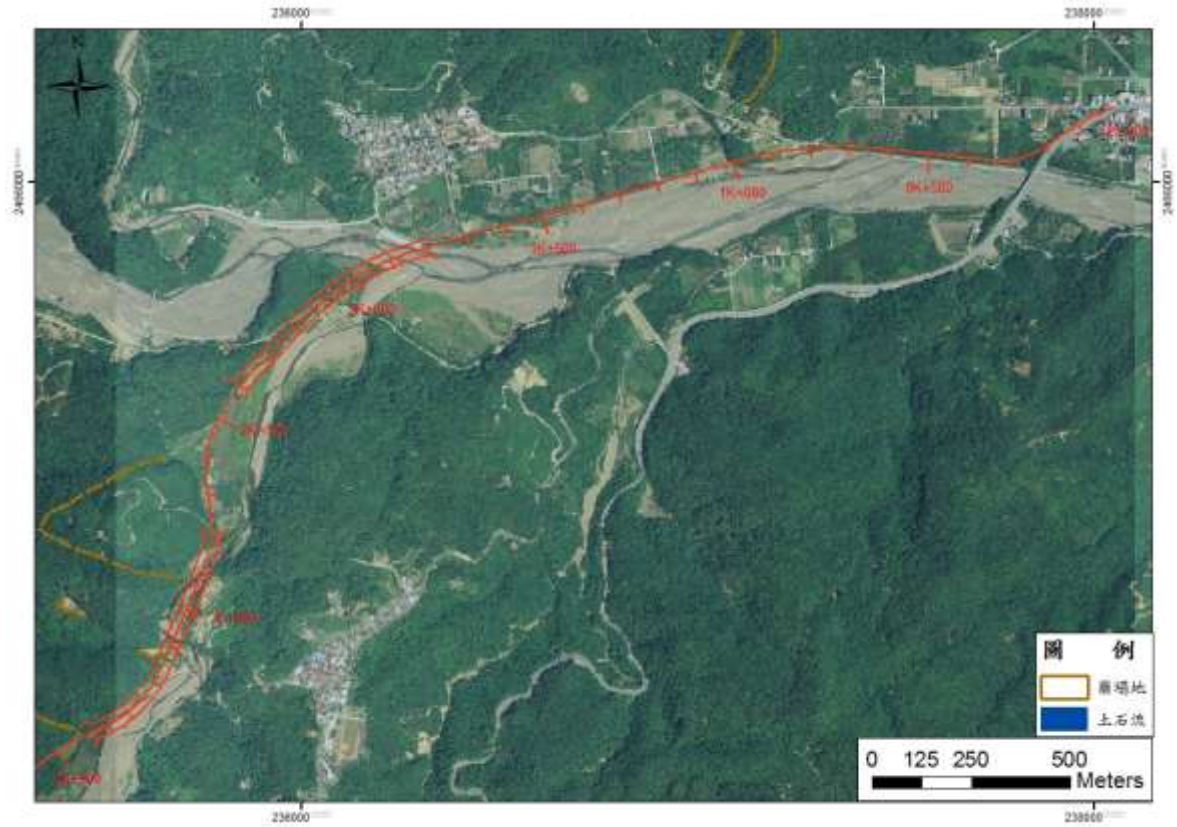


圖 4.6-1 規劃路線甲方案沿線崩塌地分布圖(1/4)

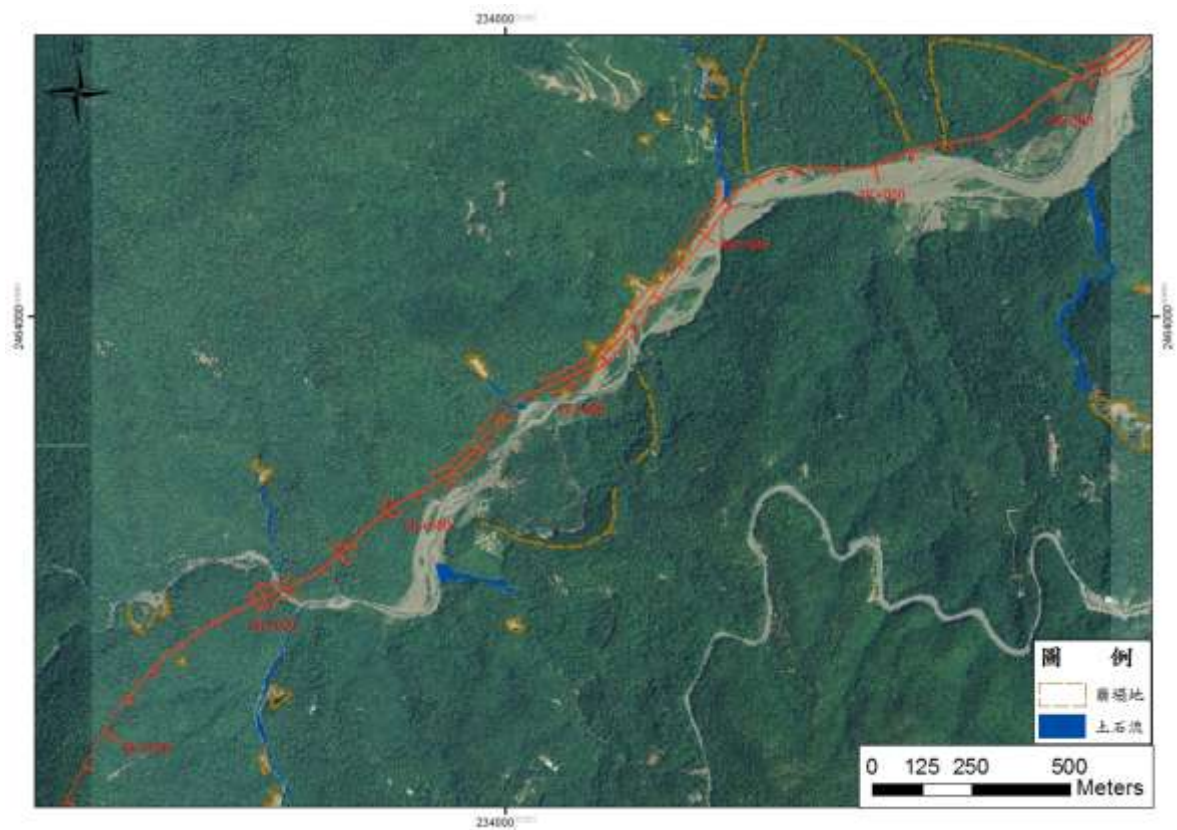


圖 4.6-2 規劃路線甲方案沿線崩塌地分布圖(2/4)



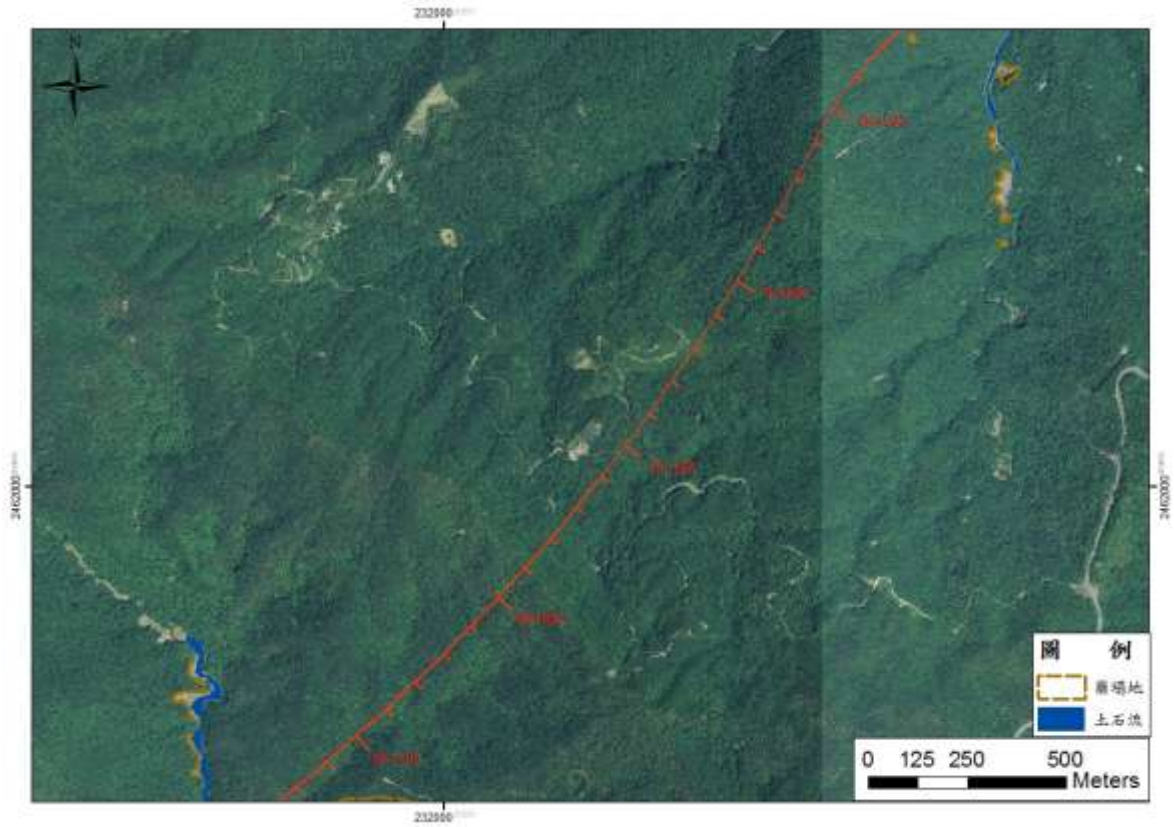


圖 4.6-3 規劃路線甲方案沿線崩場地分布圖(3/4)



圖 4.6-4 規劃路線甲方案沿線崩場地分布圖(4/4)

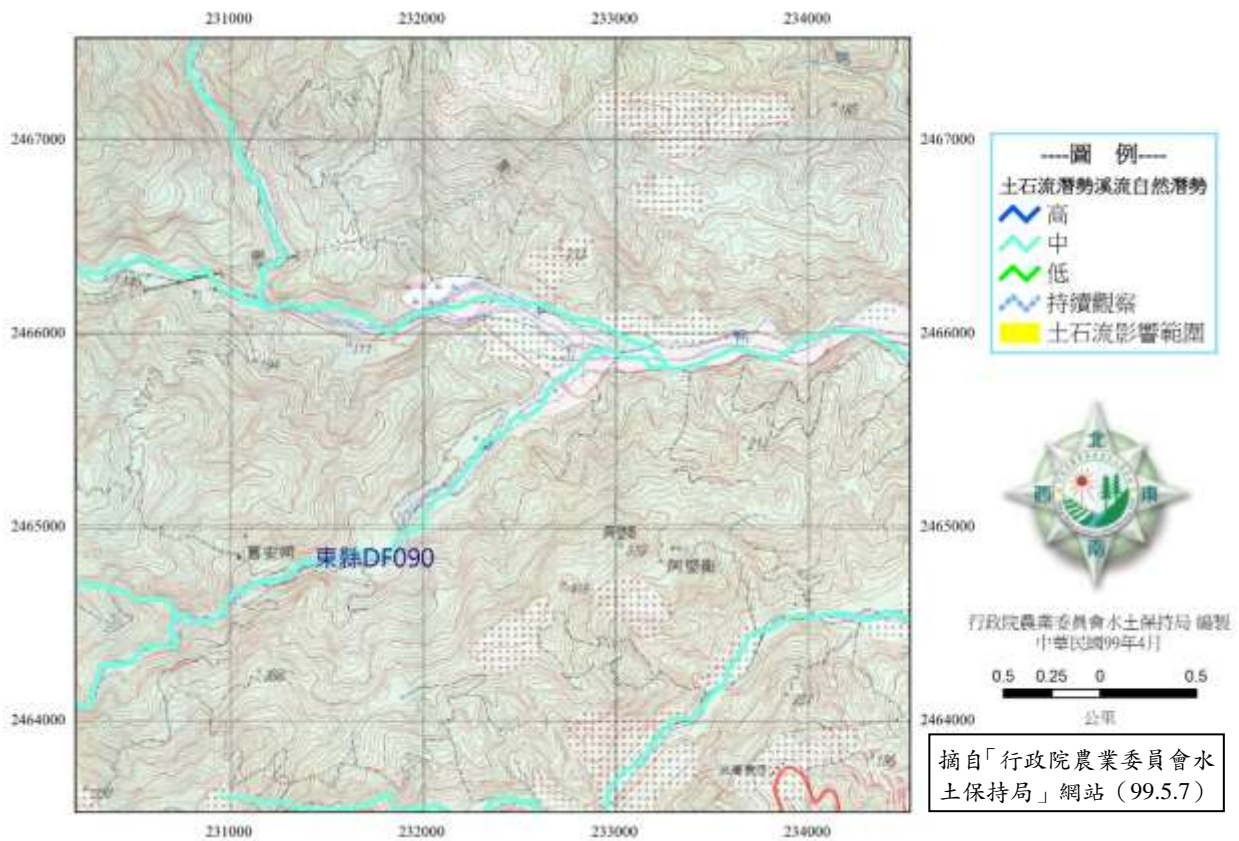


圖 4.6-5 東縣 DF090 土石流潛勢溪流分布圖

### 4.6.3 橋梁基礎

針對本計畫橋梁段之基礎型式選擇、施作工法及地層液化潛能分析等，茲說明如下：

#### 1. 橋梁基礎型式及工法研選

橋梁基礎在使上構荷重能有效傳遞至承載地層，除滿足容許承載力及沉陷量之要求外，應配合現地條件如地形地貌、地質及水文環境等，研選合適之工法及基礎型式。

一般而言，橋梁基礎型式及工法研選之主要考量因素，包括：(1)地層構造與強度性質；(2)地層承載力、承載層或岩盤之深度；(3)地層受荷載之沉陷量；(4)河川沖刷情形；(5)施工環境之考量與限制；(6)工期與成本；及(7)基礎剛度及其對橋梁束制之影響等。

規劃路線橋梁段之基礎，預計可能座落於平坦之河階地、行水區或邊坡上等不同地形條件。原則上，於平坦地形且承載層深度不大時，適合採用擴展基礎；於高陡邊坡上或崎嶇地形，因不利大型機具進場施作，可採用井式基礎（詳圖 4.6-6）；於承載深度較大時，可採用樁基礎或井式基礎設計。當基礎位於河床行水區時，必須考量河川治理計畫及河床沖刷深度，可優先選用口徑大於 1.5 公尺之樁基礎；如河槽沖刷情況不易掌握時，宜選用沉箱基礎（詳圖 4.6-7），除避免樁帽施作之困難外，並可減少基礎開挖期間之抽水費用，及施作圍堰之不利影響。





圖 4.6-6 井式基礎施工案例



圖 4.6-7 沉箱基礎施工案例

## 2. 液化潛能評估

土壤液化係指飽和疏鬆之砂土在地震作用下，剪力波使土壤顆粒產生反覆剪應變，導致孔隙水壓逐漸累積增大，上升之孔隙水壓降低土壤有效應力，更甚者使土壤喪失承受荷重能力而呈液態化狀況，稱為液化現象。土壤發生液化時，可能造成之災害包括結構物上浮、沉陷破裂、基礎承載力減低及側向壓力增加等。

根據交通部 97 年頒「公路橋梁耐震設計規範」規定，在地震地表加速度  $A=(0.4S_{DS})g$  下須檢核液化。此外，極軟弱粘土層及粉土層之強度與承載能力在地震時可能無法提供貢獻，故將耐震設計用土壤參數設為零。根據規範規定，耐震設計用地盤面（基面）應設定於厚度至少 3 公尺以上之土壤參數不為零之土層、或無液化可能之土層上面，因此當土層可能發生液化或為極軟弱土層時，必要時須降低基面，並以折減後之土壤參數求算基礎等值勁度，並重新分析檢核其安全性。

本工址（屏東獅子鄉、台東達仁鄉）於堅實地盤之短週期設計地震水平譜加速度係數（ $S_{DS}$ ）為 0.5~0.6，設計水平地震地表加速度  $A=0.22g$ （用途係數  $I=1.25$ ）。根據本階段地質鑽探成果，於平坦河階地及河床行水區之地下水位多在地表下 10 公尺以內，設計時宜根據土層性質進一步評估基礎承載層液化之可能性。



#### 4.6.4 道路邊坡

針對本計畫路堤段及開挖邊坡之規劃設計、穩定性及擋土工法之研選，茲說明如下：

##### 1. 路堤邊坡

路堤邊坡之構築將綜合考量用地範圍、路基穩定及填土材料特性等因素決定。本計畫路堤段坡比原則上以  $V:H=1:1.5\sim 2$  構築；路堤高度未達 10 公尺者採單階構築，超過 10 公尺以上時，則每 10 公尺為一階分階構築，並設置平台及排水設施。高填坡易伴隨著較大沈陷問題，甚至引發邊坡不穩定，規劃之路堤高度以不大於 20 公尺為原則，並確實規範路堤填築之級配及夯實要求。路堤設計除符合邊坡穩定之要求外，將配合坡面植生綠化保護及排水工程，避免雨水或逕流沖蝕坡面，產生局部坡面崩毀或整體不穩定之現象。

針對鄰近河床段之路堤填坡，為避免侵入或佔用溪流行水區，將採用較陡坡比設計，以減少路堤填坡之構築範圍。原則上鄰近河床側之路堤填坡，規劃將以加勁式邊坡填築（詳圖 4.6-8），除可減少用地範圍外，並有利於邊坡景觀之綠化。此外，鄰河側填坡若位於行水區或水流沖刷之影響範圍內，將另規劃設置護岸或擋土結構，並設置防淘刷保護如石籠、固床工等（詳圖 4.6-9）；0K+000~2K+000 路線緊鄰安朔溪河岸堤防，未來可協調河川單位研擬與堤防共構之可能性。



圖 4.6-8 加勁路堤邊坡型式



圖 4.6-9 路堤坡腳防淘蝕措施





## 2. 開挖邊坡

- (1) 一般土坡：原則上將儘量以較緩坡比開挖（ $V:H=1:1.2\sim 1.5$ ），並配合植生綠化。惟受限於現地地形及路權條件，為避免大規模開挖及邊坡擾動，常需以較陡坡比設計，並配合適當之地工保護措施設計，如自由型格梁及灌漿錨筋護坡（詳圖 4.6-10）、混凝土格梁及預力地錨護坡（詳圖 4.6-11）等。

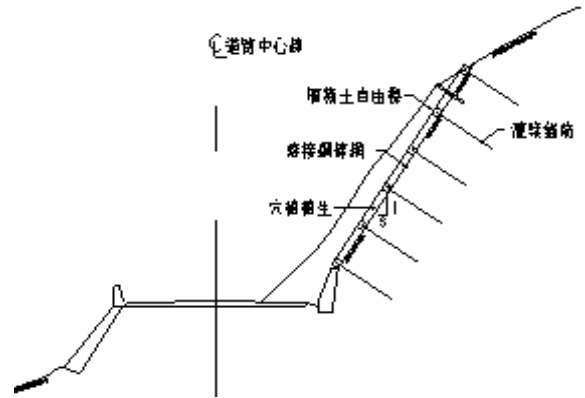


圖 4.6-10 自由型格梁及灌漿錨筋護坡

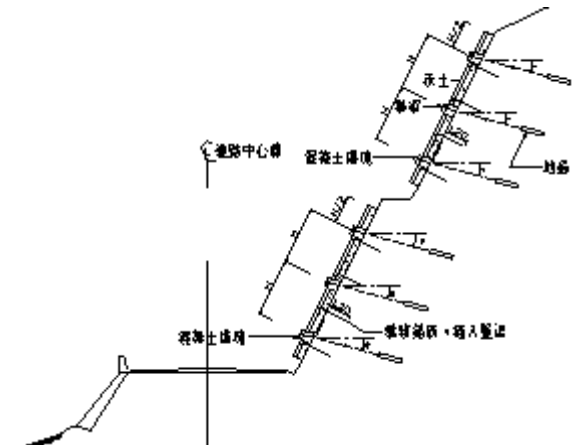


圖 4.6-11 混凝土格梁及預力地錨護坡

- (2) 風化岩坡：由於岩坡本身即具有相當穩定性，若非進行高坡開挖（如 20~30 公尺以上），原則上可採用自由型格梁適度穩固坡面（詳圖 4.6-10），或鋪設坡面防落石網（詳圖 4.6-12），或於風化表面栽植浮根性灌木或爬藤植物。當路幅寬度足夠時，可於坡腳預留安全寬度，或設置攔石柵、囚石溝等落石緩衝措施（詳圖 4.6-12）。惟當坡面風化較嚴重或開挖高度較大時，應就邊坡整體穩定性仔細分析，檢討是否增設預力地錨或研擬其它保護對策。
- (3) 陡立岩坡：本路線局部通過裸露之陡立岩坡，岩性以硬頁岩/板岩為主，其層面及劈理發達，表層極易產生風化、剝落。因此，設計時宜仔細觀察坡面節理及弱面之性質與方向。保護措施可採用岩栓（或灌漿錨筋）穩固較小岩塊，或以格梁地錨方式加固較大之岩楔；若坡面潛在落石危害，則應加設必要之落石防護措施。



圖 4.6-12 防落石網及凸石溝護坡方式

- (4) 崩積土坡：此類邊坡一般較鬆散且易產生地滑等不穩定現象，應加強坡面排水工，並視需要以格梁、地錨或排樁等結構保護之，惟仍需視實際鑽探後確認崩積土坡之範圍、地下水位及組成材料特性等，再作完整之對策研擬。
- (5) 順向坡：本工址受板塊應力高度擠壓及地層褶皺影響，局部路線可能通過順向坡地層。（根據水土保持技術規範第 31 條定義，「順向坡」係指坡面與層面之走向大致平行，或兩面走向之交角在 20 度以內，且坡面傾向與層面傾向一致者。）由於順向坡開挖易因坡腳移除而導致不穩定，進而引起大規模之地滑災害，甚難以一般工程手段加以治理，因此規劃時應儘量予以改線避開，或以其結構形式通過（如橋梁或隧道等，詳圖 4.6-13）。

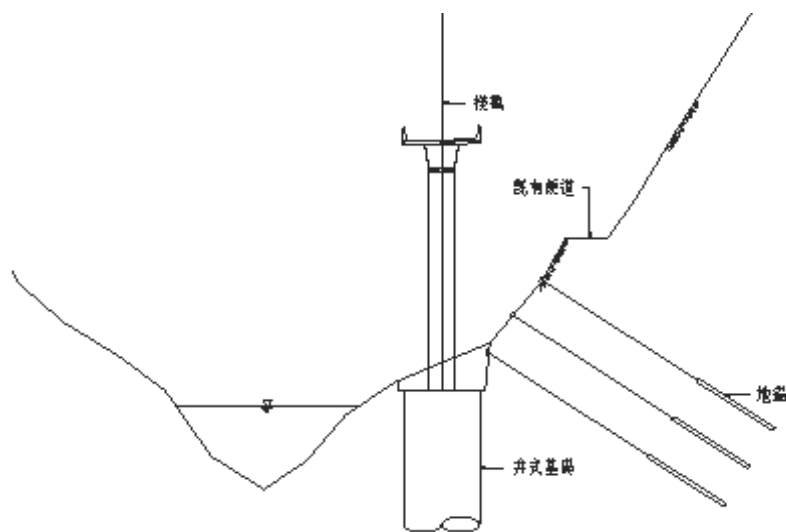


圖 4.6-13 順向坡地層採橋梁方式避開之示意圖



## 4.7 景觀及綠化工程規劃

依據民國96年12月部頒之「公路景觀設計規範」，公路規劃設計施工之各階段作業中，規劃階段之景觀作業內容，應涵蓋：(1)自然、人文景觀及視覺空間分析成果。(2)景觀衝擊影響因應對策。(3)公路整體景觀風貌與特色構想。(4)公路整體景觀規劃方案及重點計畫。(5)植栽規劃。

其中針對規範所提之第(1)項內容，列於第二章之2.5及2.6中說明，本節主要就本規劃案之建議定線路線，針對第(2)項、第(3)項、第(4)項及第(5)項內容，提出整體規劃之策略及內容。

### 4.7.1 計畫道路之景觀定位

本規劃路段位於較自然山區中，周邊林相雖以次生林為主，但整體山林景觀呈現自然風貌，加上生物物種豐富，生態因子之影響權重，應列為定線規劃之重要考量之一；而周遭除現有台9線及少數聚落(森永、歸田及壽卡)外，無其它路外者之重要視點，故計畫道路之景觀定位，應以「融入自然」為主題，強調減輕公路設施量體，讓道路融入周邊之優美山景。針對路段之人文景觀，主要集中於計畫路段起點之重點景觀區，故對於計畫道路之人文景觀部分，著重設置於計畫路段起點之重點景觀區，擷取當地原住民意象語彙，以「崇敬山林」之原民精神做為重點景觀區之定位，如此計畫道路之景觀定位，構成結合人文與自然特色，建立統一之風格主題。

此外，工程開發一定會對環境有所影響，路線規劃及設計以「迴避」為主，「回復」或「補償」為輔之方式，減輕開發對自然環境及生態棲地之影響。故在比較生態、景觀及相關權重影響後，目前本規劃案以甲方案為主要建議方案，其生態及景觀之影響較小，可獲得公路開發與生態景觀間的最佳平衡。

### 4.7.2 前階段環評承諾及景觀衝擊影響之因應對策

目前本規劃案以甲方案為主要建議方案，對照前階段環評之可行性路線方案，較順應現況地形，對於環境生態及景觀之影響，也較可行性路線方案減輕，尤其在景觀衝擊影響上，因甲方案較可行性路線方案，距離現有台9線更遠，在路線曲折、山谷地形及植栽之遮蔽下，現有台9線及周邊聚落可見甲案之機率小，對景觀之衝擊影響主要集中在路線起終點處。

本路線方案對生態景觀衝擊之影響，除依環評承諾，以適當之綠化植生工法及植生樹種，達到植生成群之綠化水保成效，以融入協調周遭環境外，亦選用當地原生植栽，使植栽迅速融入及回復既有生態植生環境，降低道路開發對環境生態景觀之影響。

對於環評承諾中，有關原住民特有文化特色之呼應上，將於重點景觀區之橋梁與道路設施，將原住民圖騰或意象，融入設施造型或外裝中，營造文化景觀之美。

### 4.7.3 台9南迴段景觀公路定位之因應

現有台9線安朔至草埔沿線雖有人為開發，但以零星點狀為主，整體而言，現有台9線公路沿線可見安朔及楓港流域之河谷山林景觀，由於自然度高，於民國90年「全國景觀道路建置計畫」中，將此路段定位為全台78條景觀道路之1，並整理景觀道路之八項規劃設計準則，分別是一、因地制宜之道路定線與剖面設計，二、注重景觀道路序列感受，三、道路工程施工均需有沿線景觀之保育復育計畫，四、視路權、地形及交通流量狀況，設置賞景專用道，五、景觀道路沿線應設置眺景點，六、加強道路



安全性設計，七、構造物造型、道路附屬設施與配置應與四周景物相配合，八、景觀道路綠美化。

目前本規劃案以甲方案為主要建議方案，非隧道路段與現有台9線距離約在0.7km-1.8km遠，二者間在高程、山巒及植栽的影響下，相互可見之機率小，對現有台9線之景觀衝擊影響，主要集中在計畫路線起終點處，此區段因無法避免視覺影響，將以造景式之公路景觀規劃手法，結合當地原住民特有文化特色，營造文化景觀之美。

以「全國景觀道路建置計畫」之八項規劃設計準則，評估本規劃道路路線，在規劃階段，已針對一、二、六、七及八項列入考量，但因三、四、五項需有詳細之地形圖，故建議應於設計階段再行考量。

#### 4.7.4 整體景觀風貌與特色構想規劃

本規劃路段位於較自然山區中，為求能有效減低公路之視覺量體，故應以「隱藏」原則處理公路量體，避免用路者與路外觀者之視覺影響，儘量讓道路融入周邊之優美山景。故在道路定線規劃上，以避免沿等高線切割陡峭山壁外，亦考慮道路構築型式，如橋梁型式較開挖山壁之路堤(塹)方式，對景觀之影響較小，因橋梁工程所造成之工程設施範圍較開挖山壁之路堤(塹)方式小，擾動自然景觀之區域，且較容易以植栽或工程方式隱藏部分量體。

此外，隧道為隱藏公路最直接之方法，雖然對於用路者而言，隧道造成視覺封閉之道路景觀，但考量權重應以保存生態環境及自然景觀為第一優先，道路景觀居次，在道路開發及環境保育(生態及景觀環境)二者需求均需兼顧之條件下，以隧道方式建設道路，可避免生態及景觀環境因公路建設而影響擾動。

以下針對設施與植栽分別提出以道路建設之公路景觀及重點景觀區規劃：

對策與考量要點

##### 一、呼應自然環境特色之道路結構設施

###### 1. 橋梁

本路廊因周邊環境之自然原野程度甚高，橋梁定位上應大部分以簡單及融入環境為主，如考量採造型橋定位橋梁設計型式，應慎重考慮其定位決定之評估因子，無論是突顯橋梁之造型橋定位，抑或是融於現地環境中之簡潔橋型，都應進行反覆之視覺模擬後決定之。其整體設計原則：

- (1) 橋梁外觀應注意合理之比例關係，如橋高切割山林之比例、橋梁上部與下部結構之比例、墩柱數與跨距等，造型橋應以呈現結構美學為造型重點，以塑造良好的橋梁及環境景觀。
- (2) 設計時應優先考量透過調整構件形狀與位置來達到美觀之目的，避免添加不合理或不合結構行為之裝飾。
- (3) 橋梁之雜項構造，如橋名牌、橋頭柱、落水管配置，橋護欄及欄杆型式，伸縮縫外觀處理等應依景觀主題及景觀風貌予以妥善設計，並與結構意象一致。

###### 2、隧道洞口

對進隧道的用路人及路外者而言，隧道洞口的形狀及配置應配合山壁地勢，使其達到最協調之視覺感受。其規劃設計重點包括：

- (1) 洞口景觀以融入現地自然景觀定位設計時，應配合地方特色採取原生樹種種植，故周圍須留有足夠綠帶空間提供綠化。





(2) 隧道洞口為用路人認知公路視覺序列的重要地區，應依據景觀風貌、景觀主體與自然程度，綜合檢視洞口結構設施、邊坡及機房(甲級隧道才需設置)所共同組成的整體空間，應以硬體結構設施及機房極小化，或適度隱藏為主要目標。

### 3、擋土牆、護坡構造物

擋土牆與護坡設施因開發行為之挖填工程而產生，常形成景觀視覺的衝擊焦點，如何兼具安全與視覺美質及達到對自然條件改變量的最小化，是工程建設必須思考的課題，道路規劃及細設擋土牆及護坡時，應考量下列原則，以增加邊坡及擋土牆美化：

- (1) 擋土牆及邊坡應盡可能採最小化規劃，盡可能保留原有地質與環境特色
- (2) 盡可能採可植生之邊坡保護設計
- (3) 擋土牆應盡可能留設植栽帶
- (4) 選擇適地適性的植生工程
- (5) 擋土牆及邊坡採裝飾方式美化時，應謹慎考慮其混凝土設施

### 4、排水 vs. 生物廊道

本計畫之道路型式有橋梁、隧道、路堤及路塹等，其中路堤及路塹對現有生態環境之阻隔性高，如利用即有橫向排水設施，設置生物廊道，或獨立設置生物廊道，可提供本區動物安全之通行廊道，由於生態廊道之設置，需配合生態生物資料及環境調查，並考量現況路堤及路塹之腹地，故後續設計階段，應考量下列原則，以增加廊道之有效性：

- (1) 生物廊道應考量生物通行路徑及需求規劃，盡可能配合原有路徑設置
- (2) 生物廊道出入口應隱蔽，並設置導引設施，防止生物誤入道路

## 二、兼顧區域環境特色及生態的植栽規劃

本路段大多為位於河岸或山麓地區，因此植栽首重擾動綠化與復舊工作，而植生工法之選擇須因地制宜，依不同之地形、地質、土壤及氣候條件，配合計畫區配置及環境特性等，施以合適之植生工程及植生種類。本路段之規劃策略包括：

### 1. 表土之保存與應用

工程規劃中免不了於基地中開挖或填築路塹或路堤，基於回復原地自然狀況之考量，在開挖時依「表土保存」的原則將開挖區表面之表土暫存，待路床回填完成後再予運用於植生區之覆土使用。此將保存相當多之原地植生種子或動物卵等再發育之機會。

### 2. 既有植被之擾動與復原

由於現地原生植被與生態體系均具多樣性，故於工程期間，應先進行環境資源調查，盡量了解重要植被或植群的分布與存在價值，並優先保留既有植被。即使有植被影響處，亦需擬妥復育計畫，以期盡速恢復其原貌。具保留價值者，應採取積極之保護措施。

### 3. 植被復原之選種

由於路廊由聚落進入山區或天然之林相變化甚劇，故不應以一般平



↑ 兼顧綠化與環境之生態綠化與選種



↑ 食餌植物為生態之基礎



地之景觀樹種予以培育復舊。復育之工作可自路廊鄰近地區採種或採苗，並闢育苗場，使苗木能適應回植地帶之自然環際。

#### 4. 重視路廊人文特色植物之應用

區域內主要以原住民文化為主，且具有豐富運用原生植物的生活智慧，而早期遷徙而來的先民，亦是現地取材的大量運用當地原生植物，現勘時沿線亦常見自然生長或住民栽植之鄉土植物，未來本區之植栽計畫可以此為特色，建立路廊兼顧環境特色及生態之道路植栽景觀。

#### 5. 食餌植物的復育

動物生態系恢復的重要基礎在其食物的來源，因此植栽之配置應以複層式及多樣性的植栽規劃，使用原生植物，並種植蜜源、誘鳥等食餌植物，提供更多生物棲息空間，並作為回復往昔自然生態之豐厚基礎。

表4.7-1 道路植栽選種建議表

類型	植物中名			類型	植物中名	
喬木	水冬瓜	烏心石	山欖	灌木	裹白巴豆	華八仙
	黃連木	紅柴	小花鼠刺		白飯樹	臺灣堯花
	羅氏鹽膚木	棟	三葉山香圓		樹薯	密花芋麻
	臺灣赤楊	構樹	梧桐		雙節山螞蝗	水麻
	厚殼樹	榕	克蘭樹		含羞草	水雞油
	欖仁	水同木	掌葉蘋婆		重瓣芙蓉	杜虹花
	杜英	澀葉榕	假赤楊		山芙蓉	恆春紫珠
	茄苳	九丁榕	紅皮		細葉金午時花	大青
	血桐	稜果榕	楊桐葉灰木		金午時花	山棕
	白袍子	雀榕	紅淡比		野棉花	山黃梔
	細葉饅頭果	島榕	光葉柃木		野牡丹	翼核木
	白柏	樹杞	大頭茶		天仙果	華紫金牛
	烏柏	大明橘	港口木荷		小葉桑	駁骨丹
	相思樹	十子木	厚皮香		鐵雨傘	老荊藤
	頷垂豆	細脈赤楠	石朴		臺灣山桂花	木豆
	青剛櫟	白雞油	山黃麻		山素英	多花油柑
	紅楠	山龍眼	軟毛柿		石斑木	
	香楠	台東石楠			雞屎樹	
	大葉楠	山刈葉			玉葉金花	
	長葉木薑子	賊仔樹			過山香	
小梗木薑子	龍眼					
九芎	無患子					

### 三、重點景觀區規劃

本路段重點景觀區位於起點 0k+000~0k+150 左右，此段因跨越安朔溪支溪，以橋梁跨越方式規劃，跨越安朔溪支溪後，即進入一號隧道，此段橋梁進隧道方式，以最小擾動邊坡方式規劃入洞邊坡，且加強擾動區綠化與復舊工作。



重點景觀區之橋梁造型及道路設施，以造景式之公路景觀手法，結合當地原住民特有文化特色，採景觀橋方式，營造本區景觀主景。



北港媽祖橋(靠近北港朝天宮，橋型揣摩在地信仰媽祖婆神態，橋塔頂端造型為媽祖頭頂鳳冠，向兩側伸展的外置預力鋼腱系統，彷彿媽祖張開臂膀庇護眾生；其他波浪造型的橋面護欄呼應主橋塔，鋪面運用藍色漸層圖案，塑造「水紋波浪」之主題，照明設施方面則以海鳥造型燈具，加強海口橋梁整體意象精神之延續，營造特色)



花蓮三棧橋(位於花蓮縣秀林鄉布拉旦社區，屬太魯閣族聚落，橋梁外飾結合原住民圖騰及河川生物，營造地方特色)

圖 4.7-1 結合當地特色之橋梁設計案例照片

#### 4.7.5 景觀及綠化工程規劃

藉由完善的景觀整體規劃與設計手法，使本計畫道路在生態上、機能上及美學上能融合於路段環境，並反映其區域景觀特色。本規劃為詳細了解全線之景觀資源分布與其潛力，首先於公路全線進行景觀資源的蒐集與調查，例如：自然環境資料(地形、微氣候、土壤、河川、現有植物、動物資料)、人文環境資料(人為構造物、現有遊憩行為、未來使用者需求、相關法規例如：區域計畫法、都市計畫法、發展觀光條例等)及業主特別要求事項等。再參酌未來路面高程所產生的觀賞者位高的相對變化，進行景觀分析與性質區分，說明路廊沿線之景觀空間架構，再詳加區劃同質單元，並依據此劃分結果，研擬景觀工程對策及規劃。景觀工程規劃作業流程如圖 4.7-1。



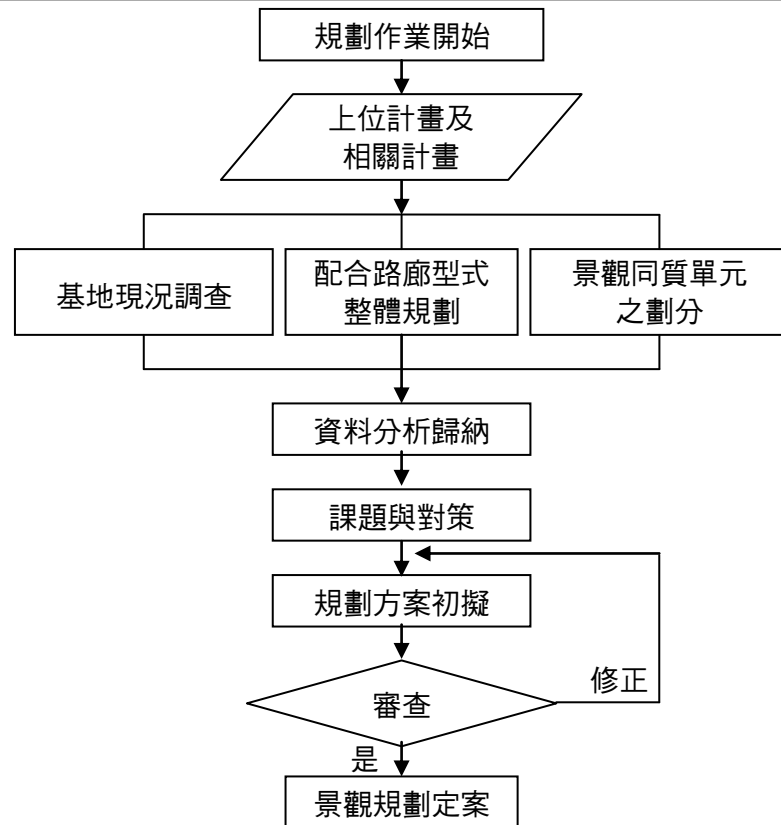


圖 4.7-2 景觀工程規劃作業流程圖

本規劃亦將依據現地植栽之種類，並以此提出選種之依據，依據計畫路廊之景觀同質單元及路段需求，提出整合性之景觀及植栽計畫。其工作內容包括：

## 一、公路工程規劃之景觀考量

### 1. 沿線景觀單元特色及視野開闊度分析

參考相關文獻，透過現地觀察記錄及影像收集，並分析景觀單元特色及視野開闊度，歸納整理做為沿線景觀規劃之依據。

### 2. 規劃原則

公路在景觀工程規劃上，除了配合沿線公路設計型式外，並參考景觀分析之視野開闊程度及景觀單元，提供適宜之安全引導或視覺阻擋植栽，以美化公路設施所形成之巨大結構。而生態觀念之工法亦應於本計畫應用，於規劃設計時導入生態觀念，力求原地生態擾動降至最低，並在可能「迴避」、「回復」或「補償」之原則下以近自然工法之觀念規劃。

## 二、植栽規劃

### 1. 植栽資料收集調查

收集當地原生植物及生長環境資料與現地勘察，篩選適宜之植物種類。

### 2. 規劃原則



配合交通運轉特性及需求，於其上以現地調查所得之植栽名錄中選取適當植栽種類，以近自然林地之複層林相之方式回植生態苗木，期以達成生態綠化之目的。並依沿線基地自然、人文等特色，相互搭配栽植，使沿線植栽除具備生態性與當地環境特色外，亦具備多樣性植栽景緻變化。

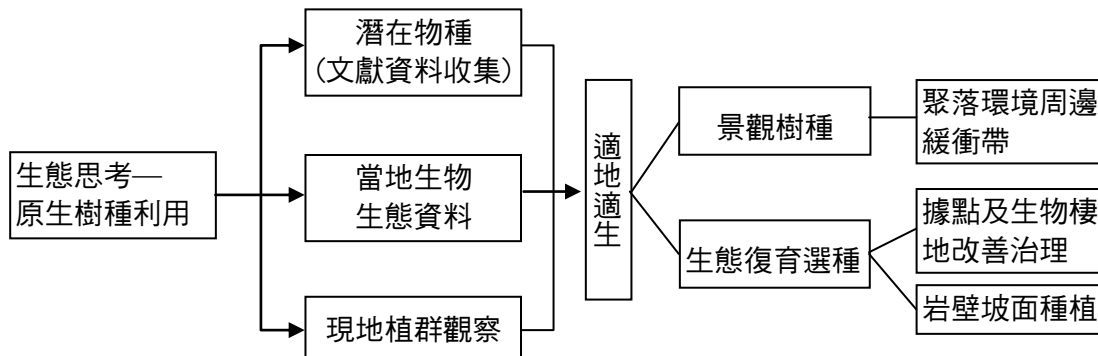


圖 4.7-3 植栽規劃作業流程圖

## 4.8 環保工程規劃

環保工程規劃除施工中水質、空氣、噪音及廢棄物等臨時性污染防制設施外，主要為營運通車後沿線相關管理區位，如路邊停車場、養護工程處、工務段等單位污廢水、固體廢棄物的收集、處理系統及設施規劃；此外，臨近聚落等噪音敏感路段則以規劃防音設施，來降低車流噪音。

### 一、噪音防制規劃

#### 1. 方法

一般而言，公路最外側車道外數公尺處之噪音量在 78 至 83dB(A) 之間，而在距離較遠處，則可依線音源遞減推估其音量。由此可初步推估若不計路面高程時，距道路邊緣 100 公尺之噪音仍將高達 69 至 74dB(A)。因此，本規劃將依不同之交通條件及地形地物等因子，利用德國 Soundplan 噪音電腦模式推估行車噪音，並於需要設置噪音防制措施的路段，規劃土丘、隔音牆、密植栽或三者混合應用等防制措施之設置。

#### 2. 步驟

- 依法令研擬防音基準
- 規劃噪音防制對象
- 研擬隔音設施設置準則
- 研擬隔音設施設置時機
- 規劃減音目標
- 隔音設施之計算

### 二、水質保護規劃

#### 1. 方法



本建設通車後水污染產生源主要為路邊停車場、養護工程處、工務段等處所之旅客和員工生活污水，其主要之污染物為有機質及油脂等，因此本規劃將研擬合理之污水產生量，規劃污水處理設施或合併式處理淨化槽。上述場站污廢將以套裝處理設備為規劃原則，處理至符合放流水標準或各水撻分類水質標準後排入承受水體。

## 2. 步驟

依法令研擬放流水標準

調查蒐集承受水體背景水質、水文資料

場站污廢水水質水量推估

研擬水質處理目標

研擬污廢水處理單元流程

劃設所需處理設施用地

## 三、固體廢棄物處理規劃

### 1. 方法

廢棄物產生源同污水。本項工作將預測廢棄物產生量及調查附近鄉鎮垃圾處理能力和能量，分析評估廢棄物採委由政府機關或經主管機關同意之機構代為清除、處理。

### 2. 步驟

分析主要垃圾產生源及產量

垃圾性質分析

研擬垃圾清理原則

規劃處理方式與流程

貯存設施容量及型式研擬

劃設貯存容器、設施置放區位與佔地面積

## 4.9 土方調查規劃

### 4.9.1 借棄土區位址

本計畫隧道、路塹、橋梁基礎等開挖之土石方，使用於路堤填築後之剩餘數量各方案介於 9.5~66.3 萬立方公尺，而距本計畫最近之合法土資場；屏東縣枋寮鄉三禾土方堆置場其運距達 40 公里，土石方運棄費用約 350 元/m<sup>3</sup> 鬆方(運費約 300 元/m<sup>3</sup>，土資場收費為 50 元/m<sup>3</sup>)，換算自然方之運棄費用約 420 元/m<sup>3</sup>，棄土費用相當高。為使本計畫土石資源能有效運用，本工程隧道開挖、結構物基礎開挖、路塹開挖使用於仰拱回填、構造物回填及路堤填築後剩餘之土石方應儘量另闢用途，如設置路邊停車場、路邊觀景平台，或加工打碎使用於級配料底層等以消化剩餘土方，減少運棄數量。本計畫依上述土方調配利用後各方案剩餘土石方約 9.5~66.3 萬 m<sup>3</sup>，參據內政部營建署「公共工程及公有建築工程營建剩餘土石方交換利用作業要點」；本計畫剩餘土石方應向內政部營建署營建剩餘土石方資訊服務中心(以下簡稱資訊服務中心)上網申報工程區位、數量、土質、預計時程等相關規劃資料，先採行協調土石方交換機制，並於協調後將協調結果納入工程發包文件及工程預算內，辦理工程發包作業。

本計畫剩餘土石方將優先考量配合東部侵蝕海岸人工養灘用，以保護海岸及公路安全，將剩餘土石



方做最有效之利用。就本計畫甲方案剩餘土石方約 66.3 萬  $m^3$  用於養灘，經踏勘目前適合養灘場址如下所述：

A.大竹高橋以北（台9線 434K+640~435K+210 及 435K+330~435K+800）

本路段目前尚無海底地形之調查資料，然就歷次公路災害路段，以本計畫路段之災害最為頻繁，且目前正進行該路段路基保護工程（已於 98 年 12 月初完成），目前於該路段海側新設兩座消波塊保護工，以抵擋颱風波浪衝擊，亦期能藉由此處進行養灘，降低對公路危害。

B.大武漁港南側

經濟部水利署第八河川局曾執行「台東海岸（尚武段）監測調查計畫（1/2）」，調查本路段大武溪口北側至安朔溪口南側間，沿線 8 公里海岸地形侵淤及海岸漂沙等情形。初步結果顯示，在海岸線部分，因 2000~2002 年大武漁港北攔沙堤興建總長約 250 公尺，故在 2008 年時漁港北側區域，海岸線大幅往海側推進約 50~170 公尺，每年平均約以 2.5~15 公尺/年之速度向海側成長；而漁港南側海域每年平均卻是以 1.7~2 公尺/年之速度向陸側侵蝕。為保護漁港以南逐漸被侵蝕的海岸，初步擬定於大武漁港南側進行人工養灘，而人工養灘形式、數量及位置，將由主管機關另案委辦進行最適方案之擬定。

另本計畫規畫期間經業主與臺東縣大武鄉公所協調結果，大武鄉公所同意提供大竹高橋開發計畫場址(詳圖 4.9-1)及大武休閒海岸開發計畫場址(詳圖 4.9-2)，作為本計畫剩餘土石方填埋處理之用。其中大竹高橋開發計畫場址可供填埋面積約 130,000 $m^2$ ，可填埋高度約 5m，可容許填埋量約 650,000 $m^3$ ；另外在大武鄉公所之台9線濱海公園景觀改善工程計畫場址第二期可供填土面積約 17,330 $m^2$ ，可填埋高度約 4m，容許填埋量約 69,320 $m^3$ 。若人工養灘後仍有剩餘土方時，可使用此兩處場址作最終處理。

其若因工程各項配合因素而無法順利將本計畫所有剩餘土石方全部棄置於大竹高橋開發計畫場址及大武休閒海岸開發計畫場址時，則應將剩於土石方運至合格之土石方資源處理場或作處理或最終堆置，工址附近合格土資場資料詳如表 4.9-1。經與目前屏東縣之三禾、嘉益、協震；台東縣之上勇、浩群、澄憶等多處合格土資場初步連繫；施工期間應可充分配合收容所棄土方，設計階段則可進一步透過公開徵選方式，將有意願配合之業者納為特約土石方處理場。

表4.9-1 工址附近合格土資場資料

縣別	土資場名稱	聯絡人	地址	運距
屏東縣	三禾土石方堆置場	黃裕嶂 0936-398617	屏東縣枋寮鄉儲運村(路)45 號	40Km
屏東縣	嘉益土資場有限公司	吳慈慧 08-7881202	屏東縣潮州鎮八爺里大同路 23 號 1 樓	55Km
屏東縣	協震有限公司(營建剩餘土石方資源堆置處理場)	柯旗龍 0932-882622	屏東縣里港鄉茄荳村福興路 10 之 2 號	85Km
屏東縣	屏東縣高樹鄉東振新堤防新生地土石方資源堆置場	水利課 08-7320415#287		85Km
台東縣	上勇開發有限公司	邱永盛 089-382699	台東縣台東市中興路四段 2 巷 165 號	60Km
台東縣	浩群開發股份有限公司	魏一正 089-220288	台東縣台東市中興路三段 579 巷 70 弄 320 號	60Km
台東縣	澄憶土石方資源堆置場	劉建中 089-333102	台東縣台東市中華路二段 705 號	60Km



#### 4.9.2 棄土區運輸道路

考量剩餘土方優先配合東部侵蝕海岸人工養灘用，土方清運路線將依所規劃之主要運輸路線進行運送（詳圖 4.9-1），主要運輸路線沿既有台 9 線運送，沿線可能經過之敏感點有森永村、安朔村、安朔國小、大鳥聚落、大鳥國小、大武聚落等，對於聚落居民之出入與生活，將衝擊部分環境品質，諸如空氣、噪音振動及交通等。

本計畫路線距合法土資場最近者為屏東縣枋寮鄉三禾土方堆置場，其運距達 40 公里，棄土運輸道路為自工區施工便道接台 9 線西行再接台 1 線向北行至枋寮鄉儲運村。而距本計畫路線次近之土資場為屏東縣潮洲鎮嘉益土資場，其運距達 55 公里，棄土運輸道路為自工區施工便道接台 9 線西行再接台 1 線向北行至潮洲鎮。台東縣台東市上勇、浩群及澄憶三之運距約 60 公里，棄土運輸道路為自工區施工便道接台 9 線東行至達仁後轉向北行，並在美和轉台 11 線後進入台東市。





圖 4.9-1 土資場分布及剩餘土方運輸路線圖



#### 4.10 「安朔枋山鐵路施工便道貫通」方案討論

考量台9線安朔至楓港段路段經常性道路中斷災害，為維持南部與東部區域間東西向聯繫，交通部94年5月3日會議結論指示國工局辦理「枋山至安朔南迴鐵路施工便道貫通及改善可行性研究」。南迴鐵路東西二端之施工便道現況並無相連，西端起自台1線之枋山，連接至中央隧道西口，東端自台9線安朔，往西連接至中央隧道東口。

依國工局評估報告，施工便道貫通案採10公尺寬雙向雙車道規劃，路線為4級路鄉間山嶺區設計標準，建議路線沿著南迴鐵路施工便道，沿枋山溪北岸向東行，以長度約2.565公里隧道穿越中央山脈後，銜接東側施工便道，並沿安朔溪南岸往東至安朔村與台9線省道連接，全長29.72公里，設橋梁23座長5.955公里、隧道乙座長2.565公里、路堤及過水路段長21.2公里，路線由東至西劃分為：

- 一、舊施工便道拓寬改善路段(STA.0K+000 至 13K+600)
- 二、新闢隧道貫通路段(STA.13K+600 至 24K+340)
- 三、安朔溪治理計畫路段(STA.24K+340 至 29K+720)

鐵路施工便道貫通案定位為台9線輔助道路，兼具第二維生道路功能，若執行預計99年度開始施工，103年全線通車，總經費101.9億。目前本案可行性研究已送交通部審查，初步結論指示貴局將此案與台9線拓寬案合併研究討論，並定位為替代方案。

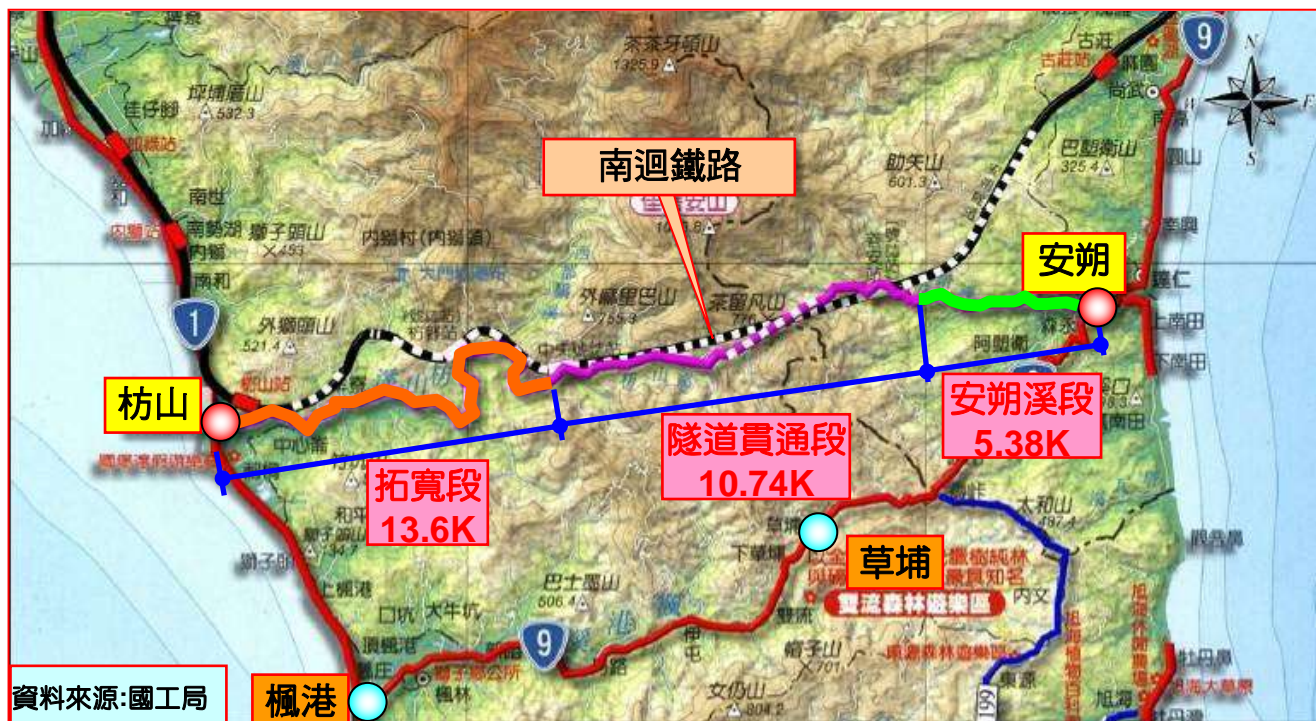


圖 4.10-1 安朔枋山鐵路施工便道貫通方案





## 4.11 隧道安全與管理評估

根據奧地利的統計分析，隧道內事故發生的可能性和受傷可能性低於非隧道路段，但是隧道內一旦發生事故，傷害嚴重性高於非隧道路段。在隧道內事故死亡的風險是非隧道路段的 2 倍。無論是雙向單孔或雙向雙孔隧道，交通事故主要發生在隧道口處。

### 一、隧道行車安全評估方法

以行車公里計，公路在隧道路段的事件發生率低於隧道以外路段，迨 1999 年法義間白朗峰、2001 年瑞士 San Gotthard、2002 年奧地利 Taurn 等 3 座單孔雙向行車隧道接續發生火災，造成重大傷亡，引起歐盟國家對隧道行車安全的重視，2000 年法國在頒布 2000-63 號跨部會國道網隧道安全通告，2001 年聯合國歐洲經濟委員會提出專家團公路隧道安全建議，2004 年歐盟議會頒布編號 2004/54/EC 泛歐公路網最低隧道安全需求指令(針對長度 500m 以上者)。

歐洲部分國家汽車俱樂部自 1999 年開始對歐洲公路隧道行車安全進行評估，2005~2007 年間獲得歐盟委員會、國際汽車連盟的支持，根據泛歐公路網最低隧道安全需求指令和德國、奧地利、瑞士、法國、英國各國隧道規設準則，以及世界道路協會的建議，發展出來一套方法，執行泛歐公路網長度 500m 以上隧道之「歐洲隧道評估計畫」，評估方法為由隧道行車安全有關的各領域專家研討發展而成，其為迄今為止世界上唯一一套綜合性的隧道行車安全評估方法，故引用於本計畫各路廊方案隧道行車安全之評估。

2005~2007 年「歐洲隧道評估計畫」之評估方法，係從安全潛勢(Safety Potential)、風險潛勢(Risk Potential)和淘汰準則(Knock-Out Criteria)評估。第一步驟為評定表 4.11-1 安全潛勢 8 類各項目的得分，各項目得分總和除以各項目最高分總和之商(以百分比表示)是為安全潛勢。第二步驟為評定風險潛勢，計算風險評估因子，風險潛勢為由年交通量(年車公里數)、載重貨車每日交通量(每日車公里數)、交通型態(單向或雙向行車)、交通密度(輛/日/車道)、載運危險品車輛通行、路線最大縱坡度和其他(如隧道內匯分隧道內或下游路段有平交路口、隧道前長坡、隧道淹水)計 7 參數決定，風險評點標準見表 4.11-2~表 4.11-7，各參數風險評點的總和介於 1 和 9 風險點時，屬「非常低風險」；總和介於 10 和 14 風險點時，屬「低風險」；總和介於 15 和 21 風險點時，屬「中風險」；總和介於 21 和 28 風險點時，屬「低風險」；總和大於等於 29 風險點時，屬「非常高風險」。由總風險評點決定風險評估因子(Risk Assessment Factor)為，總風險評點 1 點時為 0.6，總風險評點等於大於 29 點時為 1.0，其關係式為：風險評估因子=(總風險評點+41)/70。第三步驟為將安全潛勢除以風險評估因子獲得計算「初步評等」，「初步評等」大於等於 90%評等為優，大於等於 80%評等為良，大於等於 70%評等為可接受，大於等於 60%評等為差，小於 60%評等為劣。第四步為計算淘汰準則值(Knock-out Value)，並以表 4.11-8 中初步評等和淘汰準則值的關係，決定「最終評等」。安全潛勢各類之得分總和和各類最高分總和之百分比大於等於 90%評等為優，大於等於 80%評等為良，大於等於 70%評等為可接受，大於等於 60%評等為差，小於 60%評等為劣，評等屬於差和劣時，以其與可接受評等之評比值 70%的差數，乘以表 4.11-9 中該類各安全支柱之百分比之總和，得到淘汰準則值，當一安全支柱有一類以上的安全潛勢低於可接受評等，各類計算的淘汰準則值要再乘以同一表中的關聯因子。

**安全潛勢**包括由隧道結構、技術設備和組織所提供的安全措施。計分為隧道系統、照明和電



力、交通和交通監控、通訊、逃脫和救援路徑、消防、通風以及緊急狀況處理 8 大類，每大類有 15~30 項，每項最高分從 5 分到 60 分，符合上限值者獲最高分，有實質尺寸上限值為符合德國、奧地利、瑞士、法國、英國、義大利國家標準之最高者，下限值為採歐盟編號 2004/54/EC 指令「泛歐公路網最低隧道安全需求」之標準，指令未有規定者，經由技術概估。8 類所佔比重依序為 14.1%、7.5%、17.2%、10.8%、13.2%、18.0%、11.4% 和 7.8%。表 4.11-1 之項目為根據 2005~2007 年計劃之報告，各項目最高分在報告中未載明，因此參據「建立公路隧道安全評估方法」(吳健生、俞裕中)文章中之數值，所以項目數量和各類比重與上述敘述有所出入。

表4.11-1 省道9號安朔草埔路段改線方案安全潛勢

		最高分	得分	評比	評等	附註
<b>1</b>	<b>隧道系統</b>	<b>260</b>	<b>260</b>	<b>100%</b>	<b>優</b>	
1.1	孔數	50	50			
1.2	車道寬和配置	40	40			
1.3	緊急車道或停車彎幾何和配置	60	60			
1.4	人行步道寬和配置	20	20			
1.5	隧道口設計	40	40			
1.6	路面狀況	30	30			
1.7	隧道壁明亮度	20	20			
<b>2.</b>	<b>照明和電力</b>	<b>115</b>	<b>115</b>	<b>100%</b>	<b>優</b>	
2.1	全長照明和適應區、輝度、緊急照明	50	50			
2.2	電力供應	40	40			
2.3	緊急電源供應	25	25			
<b>3.</b>	<b>交通和交通監看</b>	<b>275</b>	<b>220</b>	<b>80%</b>	<b>良</b>	
3.1	隧道壅塞自動偵測	20	20			
3.2	速限	10	10			
3.3	行控中心	20	0			假設無行控中心
3.4	行控中心常駐人員	10	0			假設無行控中心
3.5	行控中心人員合格	10	0			假設無行控中心
3.6	載運危險物品車輛禁止、限制和通報	30	20			假設禁止和限制
3.7	交通和壅塞自動偵測	20	20			
3.8	影像監看	50	50			
3.9	交通控制(號誌、可變交通標誌、標誌等)	25	25			
3.10	隧道關閉方法(號誌、欄柵、資訊顯示)	40	40			
3.11	交通標誌	10	10			
3.12	視覺導引裝置	10	10			
3.13	其他措施(如載重貨車車距和速率監看,危險貨物交通自動辨認、車高偵測器)	20	15			危險貨物交通無法自動辨認
<b>4.</b>	<b>通訊</b>	<b>160</b>	<b>160</b>	<b>100%</b>	<b>優</b>	





		最高分	得分	評比	評等	附註
4.1	廣播系統	20	20			
4.2	路況無線電廣播和插播	35	35			
4.3	緊急電話(距離、標誌、作用、交通噪音隔絕)	75	75			
4.4	隧道無線電	30	30			
<b>5</b>	<b>逃生和救援路徑</b>	<b>210</b>	<b>210</b>	<b>100%</b>	<b>優</b>	
5.1	緊急出口間距	60	60			
5.2	緊急出口標誌	25	25			
5.3	逃脫路徑防煙滲入, 防火門等級	20	20			
5.4	疏散照明和逃脫路徑標誌	45	45			
5.5	消防和救援接近路徑	30	30			
5.6	其他措施(如緊急出口特殊照明、顯示做何事標誌和無障礙緊急出口)	30	30			
<b>6.</b>	<b>防火</b>	<b>260</b>	<b>170</b>	<b>65.3%</b>	<b>差</b>	
6.1	隧道結構防火	10	0			
6.2	防火纜線	10	10			
6.3	火警系統(自動/手動)	40	40			
6.4	消防系統(安排、標誌、作用)	135	85			不設置自動灑水系統
6.5	排水系統(排除易燃和有毒液體)	5	5			最高分缺參考資料, 自訂
6.6	消防隊到達時間	20	0			假設無專屬, 到達時間超過 20 分鐘
6.7	消防隊訓練和裝備	40	30			假設訓練不及格
<b>7</b>	<b>通風(L=4,840)</b>	<b>175</b>	<b>138</b>	<b>78.8%</b>	<b>可接受</b>	L 為隧道長度
	<b>通風(L=3,060)</b>		<b>136</b>	<b>77.7%</b>	<b>可接受</b>	
	<b>通風(L=1,640)</b>		<b>155</b>	<b>88.6%</b>	<b>良</b>	
	<b>通風(L=1,300)</b>		<b>160</b>	<b>91.4%</b>	<b>優</b>	
7.1	正常狀態通風稀釋車輛排放物	10	10			
7.2	特殊火災程式	10	10			
7.3	縱流式通風控制和其於通風控制的考量	25	25			
7.4	裝置和設備的溫度穩定性	20	20			
7.5	火災情境正確的作用(藉由流量量測驗證)	10	10			
7.6	縱流式通風系統					
7.6.1	火災時最大風速(流率)	20	16			3.5m/sec, 最小 1m/sec
7.6.2	通風分區長度(L=4,840)	40	7.3			500m, 最大 3,500m。長度 4,840m 隧道之較長通風分區長度為
	通風分區長度(L=3,060)		5.3			
	通風分區長度(L=1,640)		24.8			
	通風分區長度(L=1,300)		29.3			



		最高分	得分	評比	評等	附註
						2,950m。
7.6.3	車流方向空氣流	30	30			
7.6.4	逆轉風機	10	10			
<b>8</b>	<b>緊急狀況處理</b>	<b>105</b>	<b>105</b>	<b>100%</b>	<b>優</b>	
8.1	緊急應變計畫	40	40			
8.2	系統間自動連結	30	30			
8.3	例行性緊急狀況訓練	15	15			
8.4	例行性行控中心人員訓練	15	15			
8.5	養護計畫	5	5			
	合計(L=4,840)	1,560	1,378	88.3%		
	合計(L=3,060)	1,560	1,376	88.2%		
	合計(L=1,640)	1,560	1,396	89.5%		
	合計(L=1,300)	1,560	1,400	89.7%		

表4.11-2 年交通量參數之風險評點標準

年交通量 V (百萬車公里/年)	風險評點	年交通量 (百萬車公里/年)	風險評點
V < 1	0	20 ≤ V < 40	5
1 ≤ V < 2	1	40 ≤ V < 70	6
2 ≤ V < 5	2	70 ≤ V < 100	7
5 ≤ V < 10	3	100 ≤ V	8
10 ≤ V < 20	4		

表4.11-3 載重貨車每日交通量參數之風險評點標準

載重貨車日交通量 V <sub>HGV</sub> (車公里/日)	風險評點	載重貨車日交通量 V <sub>HGV</sub> (車公里/日)	風險評點
V <sub>HGV</sub> = 0	0	4,000 ≤ V <sub>HGV</sub> < 8,000	5
V <sub>HGV</sub> < 500	1	8,000 ≤ V <sub>HGV</sub> < 20,000	6
500 ≤ V <sub>HGV</sub> < 1,000	2	20,000 ≤ V <sub>HGV</sub> < 40,000	7
1,000 ≤ V <sub>HGV</sub> < 2,000	3	40,000 ≤ V <sub>HGV</sub>	8
2,000 ≤ V <sub>HGV</sub> < 4,000	4		

表4.11-4 交通型態參數之風險評點標準

交通型態	風險評點
單向行車	0
雙向行車	8



表4.11-5 交通密度參數之風險評點標準

交通密度(輛/日/車道)	風險評點	交通密度(輛/日/車道)	風險評點
$D < 2,000$	0	$8,000 \leq D < 15,000$	3
$2,000 \leq D < 4,000$	1	$15,000 \leq D < 25,000$	4
$4,000 \leq V_{\text{HGV}} < 8,000$	2	$25,000 \leq D$	5

表4.11-6 載運危險品車輛通行參數之風險評點標準

危險物品分類	風險評點	危險物品分類	風險評點
禁行	0	C類危險物品	3
A類危險物品	1	D類危險物品	4
B類危險物品	2	E類危險物品	5

表4.11-7 路線最大縱坡度參數之風險評點標準

最大縱坡度	$G < 1$	$1 \leq G < 3$	$3 \leq G < 5$	$5 \leq G$
風險評點	0	1	2	3

表4.11-8 淘汰準則之初步評等和最終評等關係

初步評等		淘汰準則值				
		優	=0	$\leq 5$	$\leq 10$	$\leq 20$
良	—	—	$\leq 5$	$\leq 10$	$\leq 20$	$> 20$
可接受	—	—	—	$\leq 10$	$\leq 20$	$> 20$
差	—	—	—	—	$\leq 20$	$> 20$
劣	—	—	—	—	—	—
		優	良	可接受	差	劣
		最終評等				

表4.11-9 淘汰準則值和關聯因子

種類	權重(%)	安全支柱			
		預防(%)	偵測(%)	自救(%)	事件處理(%)
1. 隧道系統	14.1	14.1	—	—	—
2. 照明和電力	7.5	7.5	—	—	—
3. 交通和交通監看	17.2	5.73	5.73	—	5.73
4. 通訊	10.8	—	—	—	10.8
5. 逃生和救援路徑	13.2	—	—	13.2	—
6. 消防	18.0	—	9.0	—	9.0
7. 通風	11.4	—	—	11.4	—
8. 緊急事件處理	7.8	—	—	—	7.8
關聯因子		1.5	1.5	2.0	1.8



## 二、各路廊方案隧道行車安全評估

### 1. 安全潛勢

本計畫3路廊方案長1,000m以上雙向各5座隧道之安全潛勢評估結果見表4.11-1，隧道長度4,840m、3,060m、1,640m、1,315m和1,300m的評比結果依序為88.3%、88.2%、89.7%、89.5%和89.7%，其差異在於縱流式通風分區長度，4,840m甲級隧道以豎井分為2區段，較長的1區，長約2,950m，其他長度隧道僅有1區。

上述評估為無行控中心(40點)以及無自動灑水系統(50點)之結果，影響評比結果各為2.56%和3.21%。

8類中，無論隧道長度隧道系統、照明和電力、通訊、逃生和救援路徑、緊急狀況處理計5類為優級，交通和交通監看為良級，防火為差級，通風類隧道長度4,840m和3,060m者為可接受級，1,640m者為良級，1,300m者為優級。

防火類為差級，源於隧道結構防火差和無自動灑水系統。隧道結構防火最高分有10分，火災損壞有路徑長度相近的既有省道9號為替代道路，對經濟之影響不大，火災坍塌不似水底隧道無法修復；自動灑水系統最高分有50分，自動灑水系統在歐盟編號2004/54/EC指令「泛歐公路網最低隧道安全需求」和世界道路協會之建議中，均未要求設置；兩項目似可不為本計畫隧道之安全潛勢評估項目。

### 2. 風險潛勢

3路廊方案長1,000m以上雙向各5座隧道之風險潛勢分析如表4.11-10，甲方案長4,840m隧道為「中」，丙方案長1,640m和1,300m兩隧道為「中」和「低」。

表4.11-10 省道9號安朔草埔路段改線方案風險潛勢

風險評點項目	風險評點範圍	風險評點		
		甲方案	丙方案	
		4,840m	1,640m	1,300m
1. 年交通量(年車公里數)	0~8	35,491,000，5點	12,026,000，3點，4點	9,533,000，3點
2. 載重貨車每日交通量(每日車公里數)	0~8	11,947，7點	4,049，5點	3,209，4點
3. 交通型態(單向或雙向行車)	1或8	單向，1點	單向，1點	單向，1點
4. 交通密度(輛/日/車道)	0~5	10,045，4點	10,045，4點	10,045，4點
5. 載運危險品車輛通行	0~5	禁行，0點	禁行，0點	禁行，0點
6. 路線最大縱坡度	0~3	3%，2點	3%，2點	3%，2點
7. 其他風險(如隧道內匯分隧道)	0~3	南下線+3.7%長1,750m，0點	南下線+4.9%和+3%連續上坡，長	0點





風險評點項目	風險評點範圍	風險評點		
		甲方案	丙方案	
		4,840m	1,640m	1,300m
內或下游路段有平交路口、隧道前長坡、隧道淹水)			5,200m, 1點	
總風險評點		19點	16點	14點
風險評等		中	中	低
風險評估因子		0.857	0.814	0.786

附註：1. 依照可行性研究報告，安朔草埔改線路段民國 115 年目標年平常日和例假日尖峰小時交通量為 1,720 和 1,891 小客車當量，以尖峰小時因子 0.08 推估之例假日每日交通量約為 23,600 小客車當量，再參照民 95 年丹路測站之每向(雙向平均)日交通量約為小型車 3,351 輛，大客車 211 輛，大貨車和聯結車 499 輛，若 1 部大型車相當於 2 小客車當量，以此推估目標年例假日每向每日交通量約為 20,090 輛。

### 3. 初步評比和評等

雙向各 5 座隧道之初步評比皆大於 90%，初步評等皆為「優」級，見表 4.11-11。

表4.11-11 省道9號安朔草埔路段改線方案風險潛勢

	甲方案	丙方案	
	4,840m	1,640m	1,300m
安全潛勢	88.3%	89.5%	89.7%
風險評估因子	0.857	0.814	0.786
初步評比(%)	103.0%	109.9%	114.1%
初步評等	優	優	優

### 4. 最終評等

3 路廊方案長 1,000m 以上雙向各 5 座隧道之安全潛勢 8 類中，僅消防類評分低於可接受的 70%，淘汰準則值為  $9 \times (70\% - 65.3\%) = 0.42$ ，對照表 4.11-8，初步評等為「優級」的雙向各 5 座隧道之最終評等為「良」級，見表 4.11-12。

表4.11-12 省道9號安朔草埔路段改線方案通行安全最終評等

	甲方案	丙方案	
	4,840m	1,640m	1,300m
初步評等	優	優	優
淘汰準則值	0.42	0.42	0.42
最終評等	良	良	良



## 5. 小結

3路廊方案長1,000m以上雙向各5座隧道之最終評等皆為「良」級，優於「可接受」級，風險潛勢為「中」和「低」，見表4.11-13。

表4.11-13 省道9號安朔草埔路段改線方案通行安全最終評等和風險評等

	甲方案	丙方案	
	4,840m	1,640m	1,300m
最終評等	良	良	良
風險評等	中	中	低

## 三、隧道行車安全管理

隧道行車安全管理包括預防、事件偵測、自救和緊急事件處理。隧道行車安全管理最重要的就是預防事件的發生，第一時間偵測到事件，並讓用路人和救災救難人員得知，採取正確的行動，歷史上重大之隧道傷亡發生的原因一為用路人受傷或無法由撞擊變形之車輛中脫困，二為不知火災發生，未採取逃生行動，待見煙塵時，能見度和高熱已不及走避，三為逃生行動不正確，四為隧道通風設施有問題。

### 1. 預防

歷史上，公路隧道火災造成重大傷亡的都是發生在單孔雙向行車的長隧道，涉及大貨車的公路隧道火災因大貨車燃燒產生的高溫、濃煙和可能導致隧道體之損害墜落，縱有第二孔隧道消防人員也難接近和滅火，多為待火勢衰減後才加以處理。因此，預防車輛自燃和預防交通事故引起火災，為隧道行車安全管理最重要的部分。

預防車輛自燃和預防交通事故引起火災的管理手段有：車距規定(行駛中和停止時)、限制交通量、限制大貨車交通量、最高和最低速限、禁止變換車道(在歐洲，單向行車隧道禁止載重貨車超車係依照風險評估決定)、車況檢查、駕駛人身心狀況檢查等。小型車之間發生的碰撞所引發的車輛起火燃燒，或因車輛電路、油路故障引起的車輛起火燃燒，其火災規模小，除非是失火車輛車體變形，用路人身困車中，或是發生連環追撞，造成延燒，通常不會造成重大傷亡，也不會造成隧道結構體的損壞和坍塌，因此，一般僅須就大型車車體結構做限制和對車況進行檢查，車況檢查的項目包括，但不限於，車齡、載重、車高、車寬、車長、車體材料、油箱材料和容量、裝載物溫度、裝載物固定和洩漏情形、水箱水量、煞車、胎壓、胎紋、漏油、電路和排放氣體等。

### 2. 事件偵測

藉由閉路電視偵測器、車輛偵測器、自動火警偵測系統、能見度偵測器、風速計等可自動偵測事件，用路人可以緊急電話、或按下火警按鈕通報事故與行控中心，當用路人打開消防箱或取下滅火器，也可傳遞發生火災的訊息。

### 3. 發生事件時用路人的自救

應利用各種媒體廣為宣傳接近隧道和行駛隧道的正確行為，尤其是與車輛拋錨、壅塞、交通事故和火災的部分。



#### 4. 事件處理及消防隊設置

隧道事故緊急應變計畫應由隧道設計者、隧道管理單位、消防單位、交警隊、醫療單位、電力公司、水公司以及其他和救災有關的單位等共同協调研訂，應敘明各種事件如何反應。緊急應變計畫應定期演練，演練應盡可能的接近實際和能反應設定的事件情境，能夠產生明確的評估結果，某種程度上，演練可利用電腦和桌面模擬補強。

地方消防隊距離路廊北端最近者為台東縣大武分隊，其距離二號隧道南口約 17km，距離路廊南端最近者為屏東縣枋山分隊，距離一號隧道北口約 31km，若車速為 60km/hr，行車時間各為 17 和 31 分鐘，加上得知火警到出動歷時 5 分鐘，兩分隊到達火災最遠點各要 22 和 36 分鐘。然依照歐盟「泛歐公路網最低隧道安全需求」之規定，消防隊應在失火後 20 分鐘到達隧道火災發生地點，兩地方消防隊無法及時到達，本路線應設置專用消防隊。至於消防隊的設備應根據可能的火災規模，由消防單位根據其專業決定。

隧道火災傷患的燒燙傷和呼吸系統嗆傷在二號隧道附近的醫院無法處理，須利用直升機增取時效，在緊急應變計畫中應考量。

當今公路隧道各系統之運作基本上均已自動化，但行控中心主管仍須具備快速判斷、願意做決定、前瞻性行動、有責任意識、對技術問題有興趣和良好溝通技巧的能力，以在情境超出預期時能迅速做出正確的決定。

#### 5. 行控中心之必要性和人員能力

國內無相關行控中心設置標準。根據歐盟「泛歐公路網隧道最低安全要求」指令(對象為長度 500m 以上隧道)，每日每車道交通量大於 2,000 輛時，隧道長度長於 3,000m 以上必須設置行控中心，短於 3,000m 不強制設置；德國規定長度 400m 以上要設置；法國規定長度 3,000m 以上隧道，或長度短於 3,000m 但是每車道每日交通量大或載重貨車比例高的隧道要設置；義大利的規定同歐盟之「泛歐公路網隧道『最低』安全要求」指令。依照上述準則本計畫各路廊方案行控中心設置需求彙整如表 4.11-14，甲路廊方案有長於 3,000m 隧道，應設置行控中心，丙路廊方案的四標準的結果不同，依照德國標準要設置，依照歐盟和義大利標準不強制設置，依照法國標準，每車道每日交通量大或載重貨車比例高才須設置，目標年每車道每日交通量約 10,045 輛，不高，再參據民國 95 年丹路測站之交通組成數據，載重貨車比例約為 12%，不高，行控中心無須設置，惟按照歐盟「泛歐公路網隧道最低安全要求」指令，每日每車道交通量大於 2,000 輛，長度介於 1,000m 和 3,000m 間的隧道應設置照明系統、機械通風、滅火器、緊急電話、事件自動偵測系統、火警自動偵測系統、交通廣播轉播和插播系統，不設置行控中心即時處理這些系統傳遞的訊息，效用將降低，考量當今公路隧道各系統之運作基本上均已自動化，行控中心人員若具備快速判斷、願意做決定、前瞻性行動、有責任意識、對技術問題有興趣和良好溝通技巧的能力，正常情況下行控中心所需人力極少，交通量大、事件發生可能性高的時段和重大事件發生時增派非全職之支援人力，如此行控中心的人事費用應不高，各路線方案皆建議設置行控中心。



表4.11-14 省道9號安朔草埔路段改線方案行控中心設置需求

參據標準	甲方案	乙方案	丙方案
	隧道長度		
	180m, 4,840m	350m, 4800m	140m、340m、210m、 1,640m、1,300m
歐盟、義大利	要	要	不強制
德國	要	要	要
法國	要	要	要

#### 6. 通行車種的限制

基於機慢車輛及自行車之交通量低、行車速差大有安全虞慮且有替代行駛道路條件下，本案甲級隧道建議比照一般快速公路開放汽缸容量 550cc 及 550cc 以上機車行駛隧道，不設置專用車道，機慢車輛則不開放行駛。

#### 7. 大型車輛通行隧道之管理

##### (1) 載重貨車通行隧道之管理

2,005~2,007 年間，歐洲汽車俱樂部所進行的隧道評估計畫評估的 152 座隧道中，全部隧道皆未禁止符合通行規定的載重貨車通行。

為降低載重貨車通行隧道事故發生的機率，可採行的手段有：控制隧道內通行重車的數量、控制車距(控制交通量、間隔放行)、禁止高於最高速限和低於最低速限、禁止變換車道(在歐洲，單向行車隧道禁止載重貨車超車係依照風險評估決定)，及禁止車況不符之車輛通行。

車況宜設置車輛檢查站檢查，檢查的項目包括車齡、載重、車高、車寬、車長、車體材料、油箱材料和容量、引擎溫度(僅在白朗峰隧道有測溫設備，引擎溫度因隧道前路段既陡且長所致)、裝載物溫度、裝載物固定和洩漏情形、水箱水量、煞車、胎壓、胎紋、漏油、電路和排放氣體。當故障車輛數量多，影響行車安全時，應考量在隧道附近配置拖吊車輛，第一時間進行處理，降低事故發生的機率。

南下線 3 路廊方案第一孔隧道北端的車輛檢查站位置可分別設置在里程 1K+500 處，設置地點考量不合格車輛可利用新建台 9 線迴轉，或可利用進入安朔社區之既有道路回到改線起點，經由既有省道台 9 繼續南下前進；北上線 3 路廊方案第一孔隧道前與既有省道 9 號間距離約 90m，為跨楓港溪段，以橋梁方式構築，改線路段無設置車輛檢查站的地點，車輛檢查站須設置在既定改線終點之南，通過檢查站的所有載重貨車無論行駛改線路線與否，一律檢查，合格者給予辨識標籤，或以車牌辨識系統查證，配合違規重罰管理之，不合格車輛可經由既有省道 9 號繼續北上前進，車輛檢查站之建議設置位置詳圖 4.11-1。



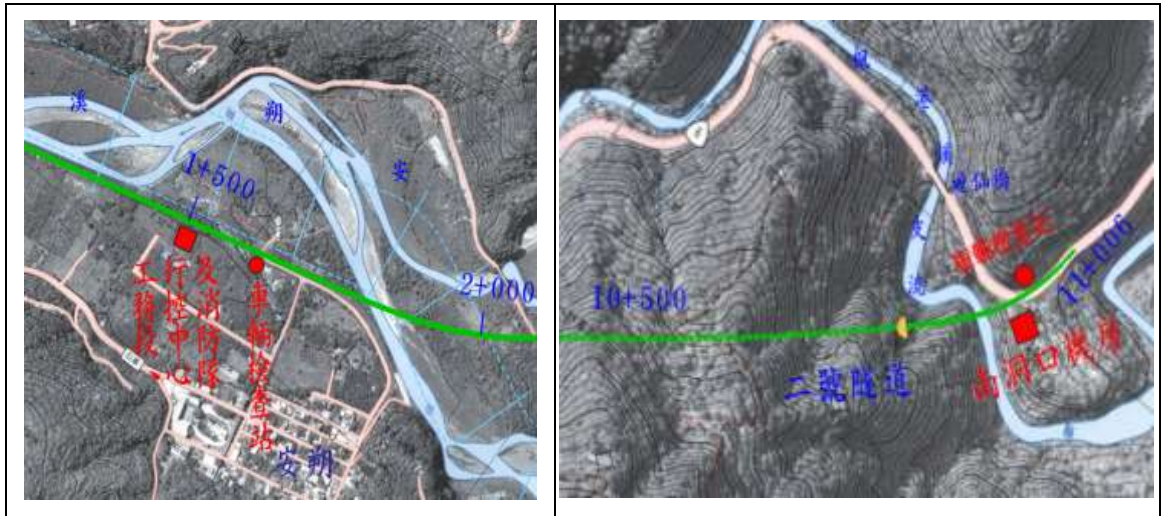


圖 4.11-1 車輛檢查站位置圖

#### (2) 載運危險品車輛通行隧道之管理

歐洲各國公路隧道是否容許載運危險品車輛通行，是以風險評估決定。2,005~2,007 年間，歐洲隧道評估計畫所評估的 152 座隧道中，24 座隧道禁止載運危險品車輛通行，11 座隧道限制載運危險品車輛的通行時間和載運的危險品種類。詳細評估參見 4.14 節。

### 四、總結

世界各國位在都市地區之隧道在交通量大、且有替代道路時，有全面禁止或部分時段禁止大型車通行之情形，位在鄉村之隧道無論長度多長，皆無限制通行之情形。再由依照泛歐公路隧道安全評估方法所作之 3 路廊方案長 1,000m 以上隧道安全評估結果觀之，見表 4.11-13，在禁行載運危險品車輛、不禁行非載運危險品大貨車和不禁行大客車之情境下，3 路廊方案長 1,000m 以上雙向各 5 座隧道安全評估之最終評等皆為「良」級，優於「可接受」級，風險潛勢為「中」和「低」。因此，3 路廊方案皆容許非載運危險品大貨車和大客車之通行，至於是否容許載運危險品車輛通行，宜以風險評估決定之，可較有說服力。

為降低載重貨車通行隧道事故發生的機率，可採行的手段有：控制隧道內通行重車的數量、控制車距(控制交通量、間隔放行)、禁止高於最高速限和低於最低速限、禁止變換車道(在歐洲，單向行車隧道禁止載重貨車超車係依照風險評估決定)，及禁止車況不符之車輛通行。車況宜設置車輛檢查站檢查，檢查的項目包括車齡、載重、車高、車寬、車長、車體材料、油箱材料和容量、引擎溫度(僅在白朗峰隧道有測溫設備，引擎溫度因隧道前路段既陡且長所致)、裝載物溫度、裝載物固定和洩漏情形、水箱水量、煞車、胎壓、胎紋、漏油、電路和排放氣體。



## 4.12 甲級隧道路段之管理計畫

### 4.12.1 前言

本計畫路線安朔至草埔段屬連續彎道路段，其平面線形及縱坡極差，為南迴公路最為瓶頸之路段，擬採部分路段改線，部分路段截彎取直，進行拓寬改善工程施作，規劃路線長度共計約 15.7 公里，配合地形高程規劃隧道、橋梁及路堤方式構築，除可縮短旅程外，亦可提昇公路服務水準。

計畫路線將於里程 5K+565 處以長約 180 公尺之短隧道穿越，並於一號隧道南口出洞後南行約 130 公尺處，再佈設長約 4,840 公尺之二號隧道，整個行車里程縮短約 4.694 公里。一般在台灣而言，長度在 4 公里以上之隧道，即可被歸類為長公路隧道，故本計畫擬訂甲級隧道管理計畫。

本計畫交通運輸需求因應地形而設計之公路甲級隧道路段，其空間本身除了呈現出密閉化及地下化等特性，在各項救災工作上亦有別於一般建築物之應變救援。當災害發生時，會有聯絡困難、救援可及性不易及狀況難以掌握等特性。一旦真正發生災害（火災、車禍等），若只採單孔雙向隧道，則無論內部人員避難或外部進入搶救均十分困難，因此除了在隧道設計採雙孔隧道，於建造之初必須詳細規劃各項消防安全設施及應變避難計畫外，在未來的管理、使用上更應有未雨綢繆之災害應變及救災整體規劃準備。

### 4.12.2 隧道安全管理探討及回顧

近年來台灣地區車流及運輸需求急速增加，然受限台灣地區多山險峻及各種主客觀因素之影響，公路隧道設施遂成為國內路線規劃之必然趨勢，亦代表長隧道內因通風不足導致之車輛過熱、碰撞及危險物品運輸等意外事故而引發火災等相關災害頻率將增加，造成人員傷亡、交通癱瘓等社會成本重大耗損之潛在危險相對增加。爰此，在興建本計畫甲級隧道前，初步蒐集國內、外長隧道公路容易發生之災害及肇事原因，如下所述，以提供給未來設計時納入考量。

#### 一.國內公路隧道災例回顧及肇事原因分析

國內近年來所發生之隧道事故，其肇事起因包括隧道施工或管理維修而封閉部分車道、落石或天雨路滑、酒後駕車車輛漏油等因素導致事故發生，然其之主要因素則在於駕駛人車速過快之超速行駛或未保持行車安全距離所致。參考國內歷年所發生之隧道事故，詳表 2.1-1。



表4.12-1 國內近年來發生之公路隧道災例事故

隧道名	發生日期	事故原因	損失情形	備註
國道三號北上20公里福德隧道	2010.05.31	5輛車因前方車多迴堵而緊急煞車，最後1部卡車煞車不及，把前方4輛小轎車撞成一團	強大撞擊力道，讓其中2輛轎車當場起火燃燒，幸消防人員及時趕到撲滅，未讓火勢繼續擴大	
北宜高雪山隧道	2010.05.26	1輛載著瓷磚小貨車在隧道北上右車道，右後輪突然爆胎，疑因駕駛當時緊急煞車，車輛從右車道衝撞到左車道旁牆壁，之後翻車，瓷磚散落到路面上	事故之後，散落磁磚佔用內側車道路面，基於行車安全，國道警察一度緊急封閉內側車道進行清理，只開放外側車道供車輛行駛	
北二高中和隧道	2003.7.13	因北上隧道壅塞，車輛處於停止狀態，1輛聯結車進入隧道後未注意前方車輛導致追撞事故	9部自小客車與1輛大型聯結車撞燬，並造成3人死亡	隧道因此全線封閉1個多小時。
北二高福德隧道	2002.09.05	南下隧道(19K+821處)2車輛追撞	1車衝撞後因油管破裂起火燃燒	
中橫公路秀富隧道	2002.02.28	隧道東出口於地震後發生零星落石，1輛行經此路段大卡車遭落石擊中	車輛損毀	
中山高大業隧道	2002.02.22	北上隧道前，小貨車車速過快先衝撞到路中央，再撞倒在旁施工中工程車	貨車司機死亡	中山高速公路八堵段凌晨雙向都進行部分道路封閉施工
北二高木柵隧道	2002.01.30	隧道口1輛工程車因為漏油，造成後面2輛轎車追撞	1人飛出車外，2人受傷送醫急救	
高雄市過港隧道	2002.01.19	隧道整修，維持單線雙向通車2輛貨櫃車追撞	車輛損毀	

資料來源：「長公路隧道安全管理策略：以雪山隧道為例」，李宏徹，2007

## 二. 國外公路隧道災例回顧及肇事原因分析

參考國外歷年所發生之隧道事故(詳表4.12-2)，肇事原因主要有用路人未保持安全距離或酒後開車導致追撞，而中斷交通；此外，因事故處理導致交通阻塞，車輛廢氣影響隧道內空氣品質惡化，危害更多用路人生命安全，故隧道內通風系統在事故發生後更顯重要。



表4.12-2 國外近年來發生之公路隧道災例事故

隧道名	發生日期	事故原因	損失情形	備註
瑞士 San Bernardino 隧道 (6.6 公里)	2001.10.30	1 輛卡車撞擊 1 輛遊覽車	卡車司機重傷，造成 短暫交通中斷	因聖哥達隧道火災 封閉後，其交通量 成長 3 倍，有時 1 天高達 4,500 輛重 型車輛通過使用
瑞士 St. Gotthard 隧道 (16.9 公里)	2001.10.24	距離南端出口約 1.5 公里 處，2 輛卡車發生對撞(其中 1 輛載有輪胎)，死亡之肇事 卡車司機體內驗出含有酒 精成分	最高溫度超過華氏 2,200 度以上，致救災 人員無法進入現場， 造成 11 人死亡及 300 公尺長之隧道頂部坍 塌	單孔雙向單車道設 計，設有通風系統 及每 250 公尺設置 一緊急出口及避難 所，可通達逃生步 行通道
什凱克至 奧什的隧道	2001.08.03	1 輛卡車在距什凱克 140 公 里處隧道中拋錨，造成交通 阻塞。因隧道通風不好，引 發汽車廢氣中毒事件	擁擠在隧道內開車等 候人們陷入了汽車排 放出來的尾氣包圍之 中，造成 5 人死亡， 23 人送醫	

資料來源：「長公路隧道安全管理策略：以雪山隧道為例」，李宏徹，2007

#### 4.12.3 本計畫甲級隧道安全管理計畫

經參考長隧道所引起之災害類型，除用路人不知已發生火災，未能在逃生黃金時間採取正確的行動所致，且在火災情況下，擴音器廣播系統可能受到風機運轉噪音、車輛引擎噪音的干擾而難以聽清楚等外，故在隧道內通風系統、災害發生時交通行控中心之應變及警告系統發揮、緊急救災設備及動線，更顯重要。經參考國內國道系統及歐盟所頒泛歐公路網最低隧道安全需求規定，初步擬定本計畫甲級隧道系統設備說明如后（詳表 4.12-3）。

本計畫隧道路段，針對在行車安全及防災避難之考量上，將從隧道電力系統、隧道照明系統、隧道通風系統、交通監控與控制系統、指揮系統與救援機制...等軟、硬體方向，提出安全管理計畫。





表4.12-3 本計畫甲級隧道規劃設置要求一覽表

設施項目		設置標準		
		泛歐公路網	國道	本計畫二號隧道
結構	逃生步道	要，特殊情形可無	要	要
	逃生人行連絡隧道	每 500m 或更近	每 350m 或更近	1.要設置 2.設置間距將參考左列標準，實際內容依細部設計為準
	救災車行連絡隧道(兼逃生人行連絡隧道)	每 1,500m 或更近	每 1,400m 或更近	1.要設置 2.設置間距將參考左列標準，實際內容依細部設計為準
	隧道口橫越中分帶通道	如可能	要	要
	緊急停車彎	每 1,000m 或更近	救災車行連絡隧道處，每 1,400m 或更近	1.要設置 2.設置間距將參考左列標準，實際內容依細部設計為準
	長開口溝和能防止火焰和有毒液體擴散的排水系統	通行載運危險品車輛時	未規定，部分隧道有	未來細部設計納入考量
	隧道防火	水底隧道和隧道坍塌上方建築物可能倒塌時	未規定	未來細部設計納入考量
緊急電源	不斷電系統	要	要	要
	緊急發電機	要	要	要
照明系統	正常照明	要	要	要
	電力故障安全照明	要	要	要
	逃生照明	要	要，逃生導引燈間距有 50m 和 25m 兩種情形	1.要設置 2.設置間距將參考左列標準，實際內容依細部設計為準



表4.12-3 本計畫甲級隧道規劃設置要求一覽表(續1)

設施項目		設置標準		
		泛歐公路網	國道	本計畫二號隧道
通風系統	機械通風	要	要	要
	空氣品質偵測器(一氧化碳、二氧化氮、能見度)	未規定	主隧道內	主隧道內
	風速計	未規定	主隧道內	主隧道內
緊急電話		每 150m 或更近	主隧道每 200m 和緊急停車彎處，逃生連絡隧道內，隧道口外 30-50m	1.要設置 2.設置間距將參考左列標準，實際內容依細部設計為準
火警系統	自動火警偵測系統	要	主隧道、逃生連絡隧道	主隧道、逃生連絡隧道
	手動火災報警裝置(火警按鈕)	未規定	每 50m，消防箱內	1.要設置 2.設置間距將參考左列標準，實際內容依細部設計為準
	自動火災報警裝置(各消防箱開啟或滅火器取下時)	未規定	無	未來細部設計納入考量
消防系統	滅火器	每 150m 或更近	乾粉，每 50m	1.要設置 2.設置間距及滅火器類型將參考左列標準，實際內容依細部設計為準
	消防栓	每 250m 或更近	主隧道每 200m，緊急停車彎處，逃生連絡隧道的兩端	1.要設置 2.設置間距將參考左列標準，實際內容依細部設計為準
		未規定	隧道口外	隧道口外
監控系統	電力系統監控	未規定	要	要
	照明系統監控	未規定	要	要
	通風系統監控	未規定	要	要
	火警系統監控	未規定	要	要
	消防系統監控	未規定	要	要
	門禁監控	未規定	要	要



表4.12-3 本計畫甲級隧道規劃設置要求一覽表(續2)

設施項目		設置標準		
		泛歐公路網	國道	本計畫二號隧道
通訊系統	無線廣播轉播系統	要	要	要
	無線廣播轉播系統之插播系統	要	要	要
	喇叭廣播系統	要	要	要，主隧道和逃生連絡隧道
	無線通訊系統(手機)	未規定	要	要
控制中心	控制中心	要	要	要
道路標誌	標誌(隧道、速限、禁止變換車道、載運危險品車輛禁行、保持車距、緊急停車彎、電話、緊急出口、緊急出口位置距離)	要	要，「緊急出口位置距離標誌」每 100m	1.要設置 2.設置間距將參考左列標準納入細部設計中
交控設施	資訊可變標誌	未規定	隧道口前，隧道內緊急停車彎處	1.要設置 2.實際內容依細部設計為準
	圖誌資訊可變標誌(火災、車禍、交通壅塞、車輛故障、施工)	未規定	要	1.要設置 2.實際內容依細部設計為準
交控設施	車道管制號誌	未規定	隧道口前 50-100m，且在隧道口前中分帶通道前	1.要設置 2.設置間距將參考左列標準納入細部設計中
		未規定	隧道內每 300-350m，緊急停車彎前	1.要設置 2.設置間距將參考左列標準納入細部設計中



表4.12-3 本計畫甲級隧道規劃設置要求一覽表（續3）

設施項目		設置標準		
		泛歐公路網	國道	本計畫二號隧道
交 控 設 施	速限可變標誌	未規定	隧道口前 200-300m	1.要設置 2.設置間距將參考左列標準納入細部設計中
		未規定	隧道內每 300-350m，車道管制號誌間	1.要設置 2.設置間距將參考左列標準納入細部設計中
	閉路電視攝影機	要	隧道口前 200m 內	1.要設置 2.設置間距將參考左列標準納入細部設計中
			隧道內每 200m，第一具距離隧道口 10m	
	車輛偵測器	未規定	隧道內每 300-500m	1.要設置 2.設置間距將參考左列標準納入細部設計中
自動事故偵測系統	要	無	未來細部設計納入考量	
隧 道 關 閉 裝 置	隧道口前-號誌，可配合增加資訊可變標誌、柵欄等	要	無	1.要設置 2.納入細部設計中考量
	隧道內-號誌，或配合增加播音系統、資訊可變標誌、柵欄	間距<1000m	無	納入細部設計中考量
設 備 耐 火 能 力		要	要	1.要設置 2.納入細部設計中考量

## 一.公路隧道之設施管理

### 1.交通行控中心設置

目前國內無公路隧道相關交通行控中心設置標準，根據歐盟「泛歐公路網隧道最低安全要求」指令（對象為長度 500m 以上隧道），每日每車道交通量大於 2,000 輛時，隧道長度長於 3,000m 以上必須設置交通行控中心，短於 3,000m 不強制設置；德國規定長度 400m 以上要設置；法國規定





長度 3,000m 以上隧道，或長度短於 3,000m 但是每車道每日交通量大或載重貨車比例高的隧道要設置；義大利的規定同歐盟之「泛歐公路網隧道『最低』安全要求」指令。依照上述準則本計畫二號隧道約 4,840m，為長於 3,000m 隧道，將設置交通行控中心，處理隧道內照明系統、機械通風、滅火器、緊急電話、事件自動偵測系統、火警自動偵測系統、交通廣播轉播和插播系統等。目前規劃未來將採 24 小時輪排制，每班次以 3 名人員負責進行隧道監控、立即判斷及應變處理程序。

## 2.公路隧道之機電系統

隧道設置電力、照明、通風等機電系統，確保行車安全，分述主要功能如下：

### (1).隧道電力系統

隧道所須主電力大部分係由台電供應，當台電或高壓側系統故障時則改由自動切換。隧道機房設有不斷電系統及柴油引擎發電機，供應必要之緊急電源，包括緊急通風、緊急照明及監控設備所須電力。

啟動緊急發電機，送電供應隧道各系統緊急負載使用。各隧道機房並提供不斷電電源供應器送電，可提供維持緊急照明及安全逃生設施之用，以利緊急應變及安全疏散隧道內之人車；於台電恢復送電或故障排除時，系統自動恢復至台電供電狀態；以上多重備援之電力，可提高供電可靠度，以確保系統安全之供電品質。

### (2).隧道照明系統

隧道照明除將隧道內區分為境界區、漸變區、內部區及出口區等四段照明方式外，隧道連接道路亦設置照明設備，以提供駕駛人充分之光源。

隧道基本照明採用日光燈燈具之隧道照明系統，以獲得較佳之均勻度與避開閃爍效應；並採用逆照型高壓鈉氣燈為隧道加強照明光源，其照明光束朝向行車之反方向，以減少行車方向之光束，對用路人前方之障礙物與路面背景有較佳之對比。藉由隧道入口前輝度計之量測值，由監控系統自動調整隧道內部進口區和見便區之照明位階，以兼顧適當照明及節約能源。

隧道全線依車行方向在進入區域為加強照明中之境界區採逆照式照明燈具，其次為加強照明中之漸變區採逆照式照明燈具，緊接著為基本照明之內部區採對稱式照明燈具，最後為加強照明中之出口區採對稱式照明燈具，隧道外鄰接道路之接續照明採一般道路照明用高壓鈉氣燈具。相關照明設計依照 CIE88-2004 之標準。

### (3).隧道通風系統

#### A.隧道空氣品質設計

本計畫路線於二號隧道部分長約4,840公尺，屬國內較長之隧道工程，目前預計設置1個通風豎井，隧道內車輛排放之廢氣如一氧化碳（CO）、一氧化氮（NO）、二氧化碳（CO<sub>2</sub>）等有毒氣體及煙塵氣體可能導致能見度降低，且會造成機車騎士及用路人之人體危害，故參考世界道路協會及八卦山隧道設計要求（詳表4.12-4所示），隨隧道內監測所得之空氣品質濃度，進行隧道內空氣品質控制及安全管理，以維護用路人之安全。



表4.12-4 隧道空氣品質設計參考值

狀況	空氣品質設計	世界道路協會	備註
正常運轉		一氧化碳 CO : 100 ppm	通風依序運轉
		一氧化氮 NO : 25 ppm (日本設計)	
		能見度 VI : 0.007 m <sup>-1</sup>	
塞車狀況		CO : 150 ppm	交通管制策略
		VI : 0.009 m <sup>-1</sup>	
封閉車道		CO : 250 ppm	達 15 分鐘未改善隧道封閉
		VI : 0.012 m <sup>-1</sup>	

## B. 隧道內通風設備探討

### (A). 通風系統設計原則

隧道通風系統為隧道安全系統之一環，可用於隧道內塞車時所引起空氣品質惡化，此時可藉由通風系統降低隧道內污染物濃度，除參考空氣品質之要求世界道路協會設計參考值外（表4.12-4所示），亦依據該地區交通尖峰小時量進行通風量最大值進行設計。

### (B). 通風運轉模式

參考國內雪山隧道通風系統運轉模式分為下列4種情形：

#### (a) 正常交通狀況運轉模式

於正常交通運轉模式下，隧道通風量需隨交通量改變做適當調整，使隧道內之廢氣濃度控制在容許之範圍內（如表4.13.2-1要求）。

#### (b) 塞車運轉狀況模式

當車速降到40km/hr時以下或甚至停滯不前時，且所有風機皆已啟動，且隧道內CO濃度達到150ppm或能見度達0.009m<sup>-1</sup>時，則監控系統必須通知交控系統作必要之交通管制；若隧道內CO濃度達到200ppm或能見度達0.012m<sup>-1</sup>達15分鐘未改善，則必須通知交控系統暫時關閉隧道或限制車輛進入。

#### (c) 緊急運轉模式

如隧道內發生火災，則通風機必須依照預先設定之程式來運轉以使用路人有較佳之逃生環境，而通風運轉模式可分為兩個階段，第一階段為煙控/逃生模式，第二階段為排煙模式。

#### (d) 維修運轉模式

當其中一孔隧道在維修時，另一孔隧道將改為雙向交通，由於兩孔隧道



所要求之空氣品質並不相同，因此中繼風機及其附屬風門必須關閉。

### C. 隧道內事件管理控制

由於長隧道具不易救援之潛在危險特性，所以攸關用路人行車安全及救援配合之交通控制系統尤為重要，其中交控系統主要核心為提供即時之事件管理控制，需滿足下列設立目標：

- (A).以交通管理設施輔助紓解重現性壅塞
- (B).以路況偵測技術及事件管理策略迅速處理非重現性壅塞
- (C).以先進新技術提供用路人資訊
- (D).配合救援需求實施交通控制
- (E).發揮整體路網效用

以上所述目標，將隧道規劃設計時納入管理策略需求之分析，並將參酌國內與本計畫二號隧道類似特性之隧道（如台76線八卦山隧道）納入評估分析。

## 3. 交通監控設備

隧道之交通監控、交通控制，係經由設置在機房控制中心，執行隧道交控之管理，各子系統分述如次：

### (1). 隧道機電監控系統

隧道機電監控系統包括對電力系統、照明系統、火警偵測、消防系統、隧道通風之隧道監視及廣播與環境監測等設備間整合之全自動系統，並提供其所須之軟硬體設施、通訊界面及傳輸媒體等。隧道之監控主機位於洞口機房，設有照景盤可以顯示全隧道之電力、照明、消防火警，通風狀況等，尚有閉路電視監視、廣播系統、一氧化碳濃度、煙塵濃度監測紀錄、交通量、車道管制號誌，速限號誌，亦作整體之監控，並能將所蒐集資料經由交控網路傳送至隧道監控工作站，作資料儲存及管理之用。隧道之各項安全設備，均與中央監控設備連接，做全自動監控，迅速偵測隧道內狀況，作即時反應。

#### A. 車輛偵測器

設於隧道內，偵測車行速度、流量、佔有率等，提供擁塞、車輛流通資訊，以利採取必要之交通管制措施。

#### B. 閉路電視交通監視系統

閉路電視交通監視系統，可即時觀察洞內交通狀況和事故現場，特別是對火災報警之確認。隧道每隔200m設置1台攝影機，劃分監視區可實施全程監控。事故發生時可經由偵測器或通報按鈕的信號，立即鎖定現場，並呈現在螢幕上，以利控制中心之管制人員，全盤處理及監視。在隧道進出口，亦設有閉路電視攝影機，以監視車輛進出隧道口之狀況。

攝影機是隧道營運管理部門及警察部門用於管理交通事件，其中包括事件探



測、鑑別、控制和服務等多種功能，而在攝影機樁號之標定方面，可明確標明該攝影機所在位置，將有助於加快救援之速度。一旦探測到事件發生，即可根據該事故之具體特徵，如發生時刻、地點、起因、性質和嚴重程度，實施救援和交通控制，減低事故之危害程度，儘快恢復正常交通，同時在預防犯罪及提供偵破資料等方面，亦可發揮非常重要之作用。

## (2).隧道交通控制系統

### A.隧道交控

主要方式是開通或關閉車道，安裝在隧道入口和車道上的紅綠信號燈及資訊可變標誌系統，提醒駕駛人員安全駕駛。

### B.車道管制號誌

車道管制號誌，隧道內每300~350公尺，設置正反向車道管制號誌，當東西雙向隧道中之一封閉時，可利用另一隧道藉車道管制號誌，作雙向通車，隧道進口每50~100公尺亦設置車道管制號誌，供管制車輛進入隧道。

### C.資訊可變標誌

設於隧道入口前150~200公尺處或隧道內，提供用路人隧道之路況、資訊或交通管制信號，以避免擴大災害。

### D.速限可變標誌

設於隧道入口前200~300公尺處或隧道內每300~350公尺處，以管制用路人行車速率，保障隧道內行車安全。

## 二、災害預防

雖然在聯合國組織之隧道安全報告中清楚地表示，大部分之意外事故往往發生在一般開放路段而非隧道內，主要原因是由於公路隧道內無天候影響之問題，且照明系統是24小時運作。但假設意外發生在公路隧道內，其造成之影響則遠超過一般開放道路，此乃因為公路隧道之特殊空間呈現出密閉化、地下化等特性，除在公路交通管理上有別於一般開放性行車空間外，在各項救災工作上亦有其困難特殊之處，尤其發生火災時現場火勢所造成之高溫除阻礙初期救災外，若造成隧道結構體崩坍及設備毀損可能引發更多人員死傷而成為重大災害。

預防甚於治療，故在規劃之初即應設法減除可能造成事故之不良因素，且於意外事件發生之前便須教育用路人正確之駕駛行為及訓練基本自救能力，因此必須討論如何改善用路人的行為模式及強化隧道內之公設性能。

### 1、被動的安全措施

被動之措施係指在硬體結構及視覺景觀設計方面，事先考慮意外事件發生時可能產生後果，於建造過程中針對隧道使用之材料或結構做改善，除了減低災害發生之機率外，亦增加





隧道本身之抗災能力，未來除可減低隧道損害之程度外，亦可保障用路人的生命安全。

#### A. 人行聯絡隧道

##### (A). 橫推式門板

人行聯絡隧道隔絕門形式可採用橫推式，且內外皆可自由操作開關動作，可減少人員避難時可能受門板阻礙之情形（尤其是殘障或行動不便者），亦可避免因火災時產生之空氣正負壓因素或門把設計不當而使用路人受困於聯絡隧道內。

##### (B). 殘障用路人

雖然大多用路人在隧道內發生事故時都能自行逃生，但當發生火災時，隧道內環境對殘障者之逃生非常不利，規劃單位在設計時需要考慮到殘障用路人避難時之特殊需要。對於使用輪椅之用路人而言，最大逃生困難是陡坡及階梯之設計，坡度設計必須考慮殘障者能接受之傾斜角度，落差過大之階梯設計亦應避免。

#### B. 排水系統

排水系統在所有的液態洩漏意外事故發生時，需能防止因漏油產生火災或因有毒物質污染環境，因此系統之安裝必須要能特別有效地盡快吸收附近之洩漏液體。此解決方案為建構槽溝或更好的連續導水凹槽，利用防火材料製成之虹吸管把導水凹槽分隔開，以避免火災的連續擴散。

### 2. 主動的安全措施

主動措施目的係針對一般性和嚴重性意外事故之發生，包含災害偵測、訊息傳遞、自動防護、災情監控等能力加以考量改善，期使未來災害發生時能早期發現，達到減災甚至滅災之功能。

#### (1). 聯絡電話

考量用路人之行進速度及緊急電話設置距離，設計適當之間距以使用路人可以盡快觸動警鈴或撥打電話通報求救。

#### (2). 通訊系統

平時供應用路人、巡邏單位及維修人員通訊聯絡，緊急時為各單位（公警、消防、救護等）援救人員資訊傳遞及災情回報，無線電通訊系統應該強制裝設並且確定隧道內（包含主隧道、聯絡隧道、機房等），且無任何通訊死角，假使一條傳輸線需要傳送一定波段之頻率，設計時須充分考慮，若整個系統被切斷亦需能維持基本之運作。

#### (3). 廣播系統

廣播系統可分為主隧道內廣播設施與逃生避難坑道廣播設施。

#### (4). 監視設施



平時用來監控管理隧道內之行車安全及維持交通順暢，緊急時可用來做災害確認、位置、規模及種類之判別等，並可防止事故發生後災害之擴大。

#### (5).資訊可變看板

資訊看板之設置距離應適當且字體內容清楚易懂，在甲級隧道內應重複出現在隧道內，使交通行控中心能將正確訊息準確告知用路人，該項功能在初期反應之救援機制中將扮演重要角色。

#### (6).火警偵測器

一般較常用來探測火災之方法是根據熱、光、煙其中一種方式，但隧道中受到汽車排放及換氣氣流的影響，偵煙方式的感應器較不適用。

而以適當間距佈設於隧道或車道上之車輛偵測器，雖非專門設計來感應火災，而是監視隧道內車流移動之情形，一旦隧道內因故造成車輛擁塞或停滯，則偵測器立即感應行車速率、密度之變化而通知交通行控中心，此項功能及早發現隧道內任何之異常行車狀況，且亦已廣泛運用在事故偵測方面。

#### (7).滅火器

大多數車輛引起之火災，初期時為小型火災，可迅速使用適當滅火器來撲滅，因此公路隧道內應提供滅火器設備，以均勻間距放置在明顯標示之儲存箱或消防栓箱內。

一般設置滅火器之考量有下列各項因素：

##### A.種類

使用二氧化碳滅火器在氣體飛散與氧氣恢復平衡後，可能產生複燃情況，優點是二氧化碳較乾粉易清除，且不會損壞車輛裝備；乾粉滅火器則因覆蓋性具有較佳效果而被建議使用，目前世界各國基於成本考量及有效性大多採用乾粉滅火器。

##### B.重量

滅火器經常需要攜帶一段距離後到達事故現場才放射，因此較輕型之滅火器可能較為適當。

##### C.間隔及位置

設置間距須考量多數狀況下使用滅火器者通常是男性，且用路人經過長時間駕駛產生疲憊，尚須跑一段距離去取得滅火器；滅火器設置位置應容易直接接近取得，避免需攀爬或通過通道才可取得滅火器。

##### D.熟悉度

滅火器位置應顯而易見，滅火器附近應有簡易之操作說明，使非專業人員能



夠迅速瞭解使用方法；平時也要加強宣導滅火器等設備之操作練習。

#### E.防護

隧道中可能因為惡作劇或偷竊而發生滅火器損害或失竊的情況，防範措施可在滅火器放置位置標示，當門開啟時發出警報聲響，當滅火器取出時立即有警報傳送至監控中心，然後執勤人員可透過監視系統過濾狀況，一方面可了解是否真有火災發生，另一方面亦可降低滅火器被破壞或失竊之機會。

#### (8).消防栓箱

日本在多次公路隧道火災災例（如日本坂隧道火災及敦賀隧道火災）之檢討下，規範應設置可供用路人獨立操作之簡易型消防栓設備（如台灣地區北二高隧道群亦設有類似設備），期待用路人可在第一時間有效控制火勢，俾利後續救援工作得以順利展開。

而消防用水源一般都與都市水系統連結，但若無法靠系統連結而取得水源（如山區隧道），則需考量儲存水源或從天然水源獲得。

### 三、災害應變

#### 1、事件等級分類

有關隧道路段之事件分類，鑑於公路隧道路段係屬行車空間封閉、交通資訊傳遞不易，一旦發生緊急事件，其處理程序必無法完全依循一般路段之處理模式。為擬定緊急事件發生後之應變措施與救援作業，須考量事件發生當時之危險性，以及對於現場交通造成之影響性與危險程度，同時亦將應變救援之急迫性列入考量。不同事件類型之嚴重程度與影響範圍均不相同，所須派遣之救災單位與動員規模亦有所差異，故對於救災作為之開展，首先須界定事件之類型與嚴重等級，以供後續應變救援程序之參考，同時有利後續作業之進行。

緊急應變原則以用路人的生命安全為第一考量，所有事件之分類等級均以危及用路人安全程度為基準，同時參考其他專家研究結果，配合國道東部公路環境（單向雙車道之長隧道、隧道群；公路地處偏僻、救援耗時、救援能量不足等因素），建議將事件等級依嚴重性分為4類，概述如下：

- A.危險事件：如火災、危險物品洩漏、併發事故等。
- B.緊急事件：重大車禍（人員死亡或重傷）、斷電、空氣品質惡化等。
- C.一般事件：輕微車禍（人員輕傷或無傷亡）、車輛故障、散落物、壅塞、隧道維護等。
- D.其他事件：地震、坍塌、颱風等。

#### 2、各類事件說明

##### (1).危險事件

##### A.火災



當隧道內因車輛追撞碰撞、易燃物品洩漏、引擎過熱甚而人為破壞等各種原因而起火燃燒時，為避免災情擴大危及路人安全及造成隧道結構之破壞，須立即緊急封閉雙孔隧道、禁止用路人等繼續駛入高危險區，俾使現場救災人員可利用對向孔道多餘之迴轉空間，並指揮災區內用路人緊急疏散及進行救災調度等作業，故火災事故於分類中屬危險事件。

#### B.危險物品洩漏

危險物品種類繁多，若於運送途中（尤其在隧道內）發生洩漏、爆炸、火災等，勢將對人員、財物、隧道結構或路面造成極大損害。由於各類危險物品其肇事後可能引發之後果多所不同（諸如：爆炸、火災、有毒物質外洩、腐蝕物質外洩等），故應同火災事故方式採隧道全面封閉等管制策略。

故建議宜禁止危險車輛進入隧道，並設立檢查站。另外隧道內之排水設施於設計時，應考慮一旦車輛之燃料或危險物品洩漏時，能經由排水系統迅速有效地排出隧道外，並收集以防外漏。

#### C.併發事故

真實環境中隧道內發生之意外事故，可能非僅單一事故，常會併發各種情形，如車輛因碰撞後→燃料或危險物品洩漏→火災→斷電...等，此時隧道內情況將更為複雜，如後續引發屬於更高等級之事故時，則災害應變等級亦應隨著升級，以因應之後可能更嚴重之災情。

### (2).緊急事件

#### A.重大車禍

交通事故乃指車輛因各種原因發生對撞（當隧道實施調撥車道管制時）、追撞、擦撞、翻覆等事故時，有人員傷亡或車輛受損之現象，列為緊急事件。

#### B.斷電

屬封閉性空間之隧道供電源一旦停電，將使維持照明、通風之系統運轉失靈，可能引發車禍事故或空氣品質惡化（部分風機將停止運轉）之情形，但目前隧道內供電系統均為雙迴路受電之設計，兩變電站相連鎖以相互備援來增加電力系統之供電品質及可靠性，此外尚有柴油發電機組及 UPS 不斷電系統等緊急備用電源，因此所有系統同時故障之機率甚低，但亦須考量若全系統（含緊急電源）供電中斷時或其他併發事故之情況，因此有必要將斷電情況列入緊急事件之等級。

#### C.空氣品質惡化

當隧道內一氧化碳（CO）、煙粉塵（VI）超過某一預設濃度值時將有害用路人身體健康，嚴重者將導致人體產生休克現象或模糊駕駛之行車視線而造成潛在危





險，故一旦偵測其濃度超過安全值時應立即採取隧道封閉策略。而有鑒於東部公路長隧道及隧道群之特性，故用路人有可能較長時間暴露於此危險狀態，有關空氣品質惡化之事件概屬緊急事件之範疇。

### (3).一般事件

#### A.輕微車禍

一般而言，事故發生時可能因肇事規模之變化而有車道全部或局部受阻之影響，若無人員傷亡須緊急救援之情況，視為一般事件（人員輕傷或無傷亡）。

#### B.車輛故障

車輛因機件失靈、零件脫落或輪胎爆裂等機械因素而阻礙車流之事故，然而隧道內因設有緊急停車彎之設計，一旦車輛發生故障時仍可就近將車輛推置停車彎處理，因此對車流之影響與對其他用路人之傷害較小，故將其列為一般事件處理。

#### C.散落物

散落物事故係因行駛公路車輛之貨物裝載不良所致，因散落物之位置、數量、種類等狀況不明，對上游後續車流之干擾變化甚大，故仍須採取封閉隧道或車道等管制方式進行清理作業，但此事件可概分為一般事件。

#### D.壅塞

此情況不同於空氣品質惡化，因公路長隧道長達數公里，用路人若因交通壅塞因素而降低行駛速度，勢必增加停留於隧道內的時間，雖然空氣品質尚在容許範圍內，但長期處於此環境中亦可能對駕駛人造成不良影響，此時可視為一般事件模式處理，採取管制或封閉措施來保護用路人安全。

#### E.隧道維護

隧道維護之工作可概分為相關設備維護、更換、修繕、清洗及路面維護、清掃、隧道壁清洗等，其對交通車流之影響將視相關設施之所在位置及維修工作之難易等而定，但應無危險急迫之情形，故採一般事件模式處理。

### (4).其他事件（地震、坍塌、颱風等）

關於地震、坍塌等災害，於工程設計時已考量地質因素並加強結構工程，因此一般之地震、坍塌災害尚不致造成影響，僅能就災後進行隧道結構之安全性檢測，一旦發現隧道內或出入口附近產生有坍方或崩裂現象時，應立即封閉隧道進行排除、補強等作業。而颱風、豪雨屬可預知之天然災害，可事先採取管制或封閉措施來保護用路人及車輛之安全。

## 3、事件處理程序

### (1).基本作業流程



本緊急應變標準作業程序之擬定，依照災害發生之時序流程列舉各應變單位之職責，本 SOP 共分 7 階段（如圖 4.12-1 所示），每一階段再細分 3 個處置步驟，各為：所需資訊、決斷過程、行動方案，使每一救援單位在採取任何行動前能掌握充分之資訊。以下針對各階段作業內容概述如下：

#### A. 事故發生與察覺

利用偵測器偵知事故發生，並通報地方消防單位或交通行控中心。

#### B. 受理確認

交控中心人員匯集系統自動偵測資料及用路人、公警單位、地方消防單位回報之事故資訊，同時利用 CCTV 進行災害確認動作。

#### C. 通報派遣及前導作業

##### (A) 通報派遣

交控中心依序通報各相關單位，依現場狀況派遣人力、器材等救援裝備，必要時啟動鄰近縣市相關支援協定。

##### (B) 前導作業

依交控中心建議，公警單位決定會合地點擬訂行進路線（順向或逆向），工務段配合公警指示佈設交通管制措施，前導作業異動時應即通報其他相關救援單位。

#### D. 人員避難指導及交通疏導管制

公警、工務段現場人員應掌握用路人避難情形及周圍路況，工務段亦協助通訊聯絡及隧道內各項設備之操作，地方消防單位抵達現場應與公警人員或公路管理人員會合，以確認相關位置及災害狀況。

#### E. 救援單位初步應變

公警單位應擔任現場事故指揮官，同時指派消防救災人員擔任救災作業指揮官。事故指揮官應隨時協助救災作業指揮官調度人力及器材裝備，並派人至交控中心隨時掌握必要資訊及保持密切之聯繫管道。

#### F. 事故處置及受困者、傷患救助

##### (A) 事故處置

交控中心應隨時與現場各救災單位保持暢通之聯繫管道，確認事故發展情形並適時通報現場救護車及救援車駛離路線；消防單位進行滅火作業、協助檢傷分類；工務段協助隧道內無線電通訊、各項機電設備之操作。

##### (B) 受困者、傷患救助

救災作業指揮官確認民眾受困之位置、情形、火災狀況，出動救助車及救護人員進行現場傷患救援工作。



#### G.善後復原

指揮官必須確認事件恢復、統計彙整死傷及失蹤者名單，確認所有救援及事故人員裝備車輛、散落物、管制標誌及號誌等狀況，通報交控中心；工務段則勘查交通設施損害情形，清除散落物或隧道路面障礙物。

#### 4.平時之救援標準作業程序演訓計畫

隧道之應變計畫需透過定期演習操練方能熟悉不同類型之事件處理方式，又平時之演訓重點應著重於事件判斷、所需支援之決斷與通報及熟練初步應變之各項作為。因此，平時之演訓計畫以危險事件及緊急事件為演習重點，旨在使所有相關單位，含交控中心、公警單位及工務段及消防、救援支援單位等人員，能熟悉應變程序及各種應變動作，並檢視演練流程之優缺點，進而回饋修正救援標準作業程序。

### 四、指揮系統、救援機制

#### 1.交通行控中心

交通行控中心肩負隧道路段之安全管理及緊急應變之重要責任，且須具備處理事故之能力。

目前規劃未來將採 24 小時輪排制，進行隧道監控、立即判斷及應變處理程序。

#### 2.救援指揮系統

##### (1).行政督導指揮

行政指揮監督方面主要功能在於充分掌握整體災變管理需求與作為，同時對各項資源提供協調聯繫之協助，將由隧道管理單位擔任之，並循業務通報及作業程序層層上報上級主管機關，以求行政體系之一慣性。

##### (2).現場指揮

現場指揮權之歸屬，其功能主要在於如何有效掌控災害訊息、評估災情及可能引發之問題，並決定完整之因應行動腹案。一旦於災害發生時，將由行控中心主管直接指揮了解掌握災情、具有足夠之訓練與經驗、且有能力判斷災害型態而整合請求所需資源進行救災者，擔任應變初期第一階段之現場指揮（即交通行控中心專責人員）；而後隨支援單位及救災資源的後續增加及災情的演變，將現場指揮權逐步移轉予擁有主要救災資源、人力及專業人才之主管單位（如本處工程災害緊急應變小組），而達行政指揮及現場指揮合一，並由單一機關（如公路總局第三區養護工程處）統籌整體應變救援機制之運作。

##### (3).消防救災指揮

本計畫隧道將設置專屬消防隊，必要時須要地方消防隊之支援，其指揮權應由專屬消防隊主管擔任，其資格應符合專業滅火之要求。

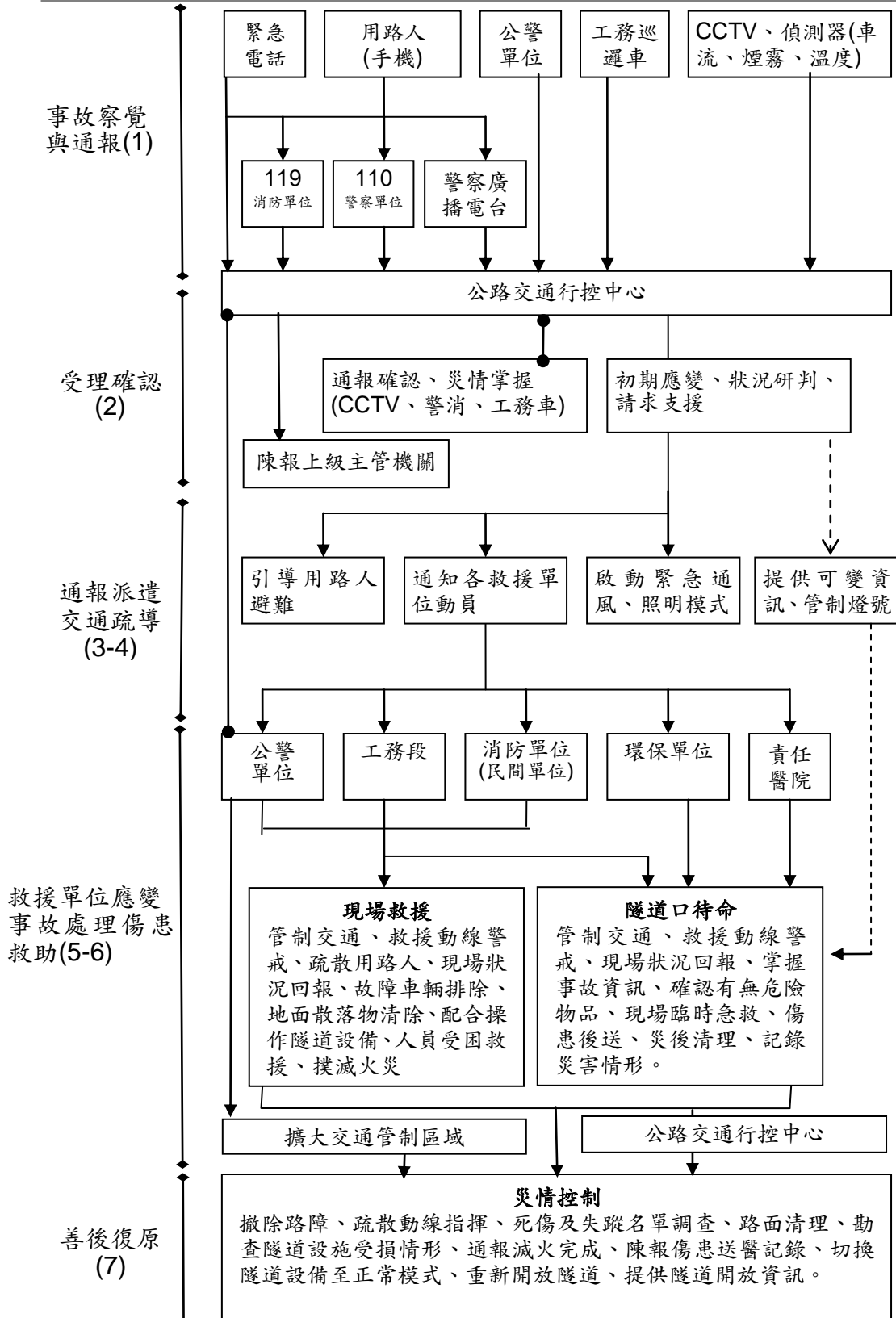


圖 4.12-1 公路隧道緊急應變作業程序圖





### 3、救援機制建議

有鑑於本計畫公路隧道之長度、地理環境及週邊救災能力有別於國內其他的公路隧道，故對於發生災害事故，所採取之應變救援措施應考量其特殊性，事先擬定應變對策與救援基本原則，以期迅速反應並避免因決策錯誤而造成人員不必要之傷亡以及災情之擴展。

#### (1).以救援安全及人命搶救為首要考量

任何救援作業（包括馳援作業、交控反應作業及現場處置作業等）均以人員安全為優先考量，於執行意外災害緊急事故之處理應以人員之疏散及搶救為第一優先，之後再針對減少隧道設施損失、維持交通暢通為作業指標。

#### (2).救援及避難疏導路線

隧道發生火災時隧道內部受困者或外部救災人員應藉由火災地點排煙氣流上風路徑逃離火場或進行救災，以避免遭受濃煙及高溫熱氣之侵襲。

(3).立即危險性事故應採「立即反應及再確認」方式處理，非立即危險性事故則反之。當隧道發生如火災等立即危險性之事故時，為保障用路人生命安全，其初步因應作業應以「立即反應及再確認」之方式執行；惟先反應之設備及所採行之運轉策略，應以不對用路人造成影響為前提。然對其他不具立即危險性之事故，作業單位則宜以先行透過閉路電視確認判定後再反應之方式來處理，以減少因誤報（測）造成之策略更迭而徒增其危險性。

#### (4).滅火作業以運用隧道消防設備為主，救災單位之裝備為輔

隧道通風和消防設備能量大於救災單位之設備，加以隧道內一旦發生火災事故，事故隧道起火點車流上游車道可能被停滯之車輛佔據，消防車輛難以到達最近火場地點，因此，滅火行動應以利用隧道本體救災設施設備（如排煙設備、消防栓、送水口等）為主。

#### (5).確保救災聯絡管道之通暢

隧道係深長且密閉之空間結構，無線電通訊於救災時，若無完善之通訊或中繼設施設計，必然將發生無法對外聯繫之問題，而影響救災行動之順利進行。故隧道災害應變及救援相關單位（尤其公警單位及地方消防單位）之無線電通訊應有一整合性通訊管道使各相關救災單位間能相互傳達訊息；此外，各救災單位於隧道內亦應能保持單位內部間通訊聯絡之順暢。

#### (6).後勤補給之建立

長時間救災對於救災人員之精神及體力上將造成極大之負荷，尤其當事態擴大時往往非短時間內所能處置完畢。因此對於各項後勤補給措施，如飲食、氣瓶補給、現場照明及指揮站規劃與人車調度、替換之管制等均須予以確立。

#### (7).禁止後續車輛之進入

當隧道內事故發生時，應立即禁止隧道外車輛繼續前行進入，以(A)降低用路人受到生命威脅之風險；(B)減少滯留隧道中車輛數，增加事故處理車輛接近事故現場之機率；(C)減少滯留隧道中車輛數，利於疏散。故隧道內一旦發生重大以上等級之事故，應立即禁止車輛繼續進入隧道。



隧道口告知用路人禁止繼續前行進入隧道之設施應包括文字資訊可變標誌、圖案型路況資訊可變標誌、號誌和車道管制號誌，為避免用路人之疏忽，文字資訊可變標誌和圖案型路況資訊可變標誌上宜設置強光閃爍燈具提醒之，而更有效之方式為以柵欄阻擋。

#### (8).防災訓練演習

依據交通量、隧道形狀、長度不同之隧道，可制定不同期間至少舉行一次防災或應變演習之要求，且應與公路管理者、公路警察機關及地方消防救災單位聯合實施防災訓練演習，並根據演習成果之優缺點回饋緊急救援程序，使緊急應變計畫之標準作業標準作業程序更能符合真實情況需要。同時演練對於隧道火災事故所需之特殊裝備及隧道內各項設備之熟習亦有幫助，若有設備不足或操作失靈的情形應力求儘速改善。

#### (9).醫療救援和消防隊

本計畫隧道位於台東縣達仁鄉及屏東縣獅子鄉，鄰近之救援單位詳表 4.12-5 及表 4.12-6，醫療機構僅有衛生所，醫療人員數量不足以處理數量較多之事故傷患，最近的醫院在枋寮鎮、恆春鎮和台東鎮，其與二號隧道較遠端距離 42km(枋寮醫院)以上，自接獲通知至到達事故現場的時間至少 40 分鐘以上，這些醫院且無處理燒燙傷之設備，因此在後續之「事故暨整體防救災應變計畫」中，應建立包括能處理處理燒燙傷之救援體系，因能處理處理燒燙傷之醫院遠在高雄市，應考慮規畫直升機運輸機制，以能將灼傷嚴重之傷患直接送往處理醫院。

隧道消防上，地方消防隊能力不足以應付隧道火災事故，且到達隧道火災現場的時間超過 20 分鐘，因此將配置專屬消防隊，並建立鄰近地方消防隊提供支援之體系。

#### 4.後續作業方式

未來於本計畫隧道建設期間甚至工程完成後，本單位將持續投注心力，定期透過災害演練及人員培訓，增加對災害處理緊急應變能力及速度，提升公路隧道安全管理工作。



表4.12-5 隧道救援單位一覽表

	鄰近警/消單位	電 話	地 址
醫療救援單位	獅子鄉衛生所	08-8771324	屏東縣獅子鄉楓林村 2 巷 31 號
	枋山鄉衛生所	08-8761150	屏東縣枋山鄉枋山村枋山路 98 號
	牡丹鄉衛生所	08-8831013	屏東縣牡丹鄉石門村（路）19 號
	財團法人恆春基督教醫院	08-8892294	屏東縣恆春鎮山腳里恆西路一巷 6 號
	南門醫院	08-8894568	屏東縣恆春鎮南門路 10 號
	枋寮醫療社團法人枋寮醫院	08-8789991	屏東縣枋寮鄉安樂村中山路 139 號及枋寮鄉安樂村隆山路 59 號
警務單位	枋寮分局	08-8782004	屏東縣枋寮鄉中興路 33 號
	枋山分駐所	08-8761129	屏東縣枋山鄉（村）國中路 26 巷 5-1 號
	加祿派出所	08-8720002	屏東縣枋山鄉加祿村（路）102 號
	楓港派出所	08-8771214	屏東縣枋山鄉善餘村德隆路 19 號
	獅子分駐所	08-8771391	屏東縣獅子鄉楓林村 2 巷 25 號
	內獅派出所	08-8720004	屏東縣獅子鄉內獅村（巷）60 號
	草埔派出所	08-8701484	屏東縣獅子鄉草埔村 5 號
消防單位	滿州分隊	08-8802971	滿州鄉滿州村中山路 1 號
	枋山分隊	08-8772267	枋山鄉善餘村光復路 12 號
	車城分隊	08-8825840	車城鄉福安村福安路 2-6 號



表4.12-6 台東縣達仁鄉隧道段鄰近救災單位一覽表

	警/消/醫單位	電話	地址
台東醫療單位	台東縣大武鄉衛生所	089-791325	台東縣大武鄉大武村濱海路 100 號
	台東縣達仁鄉衛生所	089-702209	台東縣達仁鄉復興路 13 鄰 158 號
	行政院衛生署台東醫院	089-324112	台東市五權街一號
	台東基督教醫院	089-960888	台東市開封街 350 號
	天主教台東聖母醫院	089-322833	台東市杭州街 2 號
	台東榮民醫院	089-222995	台東市更生路 1000 號
	台東馬偕紀念醫院	089-310150	台東市長沙街 303 巷 1 號
達仁鄉派出所	森永派出所	089-702297	台東縣達仁鄉森永村 1 號
	達仁分駐所	089-702247	台東縣達仁鄉安塑村復興路 100 號
	南田派出所	089-702178	台東縣達仁鄉南田村 1-2 號
	土阪派出所	089-761027	台東縣達仁鄉土阪村 107 號
	新化派出所	089-791749	台東縣達仁鄉新化村 1 號
	台阪派出所	089-761047	台東縣達仁鄉台阪村 55 號
消防單位	太麻里分隊	089-781-314	台東縣太麻里鄉太和村太麻里街南里巷 16 號
	大武分隊	089-791-211	台東縣大武鄉尚武村 8 鄰學府路 2 號

#### 4.13 隧道口機房、行控中心及檢查站區位

##### 一. 隧道口機房

隧道口機房內配置有受電和配電設備、緊急發電機、不斷電設備、通風控制設備、消防水加壓設備、消防水池、交控設備、隧道機電和交控監控設備等，設置地點應考慮的因素有：

1. 地質安全。
2. 重型車輛可及，以利重型機電設備之新設和重置之搬運。
3. 宜設置於隧道外，以降低空間和設備的建置成本，並藉由自然通風降低設備降溫的空調費用。
4. 考輛車輛和人員進出的安全性，位置由優至劣之排序為：隧道入口前車行方向右側、隧道入口前車行方向左側、隧道出口後車行方向右側、隧道出口後車行方向左側、隧道內。





5. 電壓降，避免設置隧道內機房。
6. 視覺景觀不突兀。

一號隧道長約 180m，自然通風口維持符合標準之空氣品質，無須藉由通風控制火災煙塵以安全逃生，隧道兩端通視，無須照明，一號隧道不設置任何機電設施。二號隧道長約 5 公里，有火警、通風、消防、交控、監控等設施，因此需設置隧道口機房，隧道長 5 公里，電壓降之因素，有隧道內機房。檢視計畫路廊隧道口之地形條件，北口機房配置在一號隧道南口和跨安朔溪橋間，南口機房配至在跨楓港溪橋後，詳見圖 4.13-1。

## 二. 行控中心

行控中心可設置在隧道口，或如國道公路設置在遠處。

行控中心設置在隧道口的優點是有火災狀況時，各領域救災人員可在火災現場最近地點面對面的溝通和做出決定，當機電設備無法由控制台操作時，配置的機電專業人員可立即到設備室操作，常時，配置的機電專業人員可隨時處理故障的機電設施，缺點一是公務段段長無法就近督導，二是隧道口處生活機能較差，當薪資不具誘因時，有較難招聘到足堪勝任隧道管理專業的人才的可能。行控中心設置在隧道口時，擇離楓港工務段較近的二號隧道南口機房，以在隧道內發生火災事故時，較短時間由工務段到達隧道口行控中心，較不會受阻於隧道內。行控中心設置在隧道口時，相關部分監控資訊仍應傳送至工務段、工程處，甚或局，以隨時了解重大事故處理的狀況，並在必要時，接管事件的處理。

根據先進國家之統計，隧道路段事故的機率低於非隧道路段，有良好的交通管理策略可藉低事故率，火災時，用路人第一時間獲知，隨即採取正確行動逃生，傷亡的機率低，加以隧道內通風、照明、火警、交通均可在行控中心控制，因此行控中心可不設置在隧道口，可設置在遠處，其優點和缺點和設置在隧道口相反，設置在遠處不宜太遠，以免耽誤重大事故到達現場的時間，本計畫因受限隧道洞口附近之腹地小，建議將行控中心、工務段及消防隊等設施於里程 1K+500 處集中設置，其位置詳見圖 4.13-2。

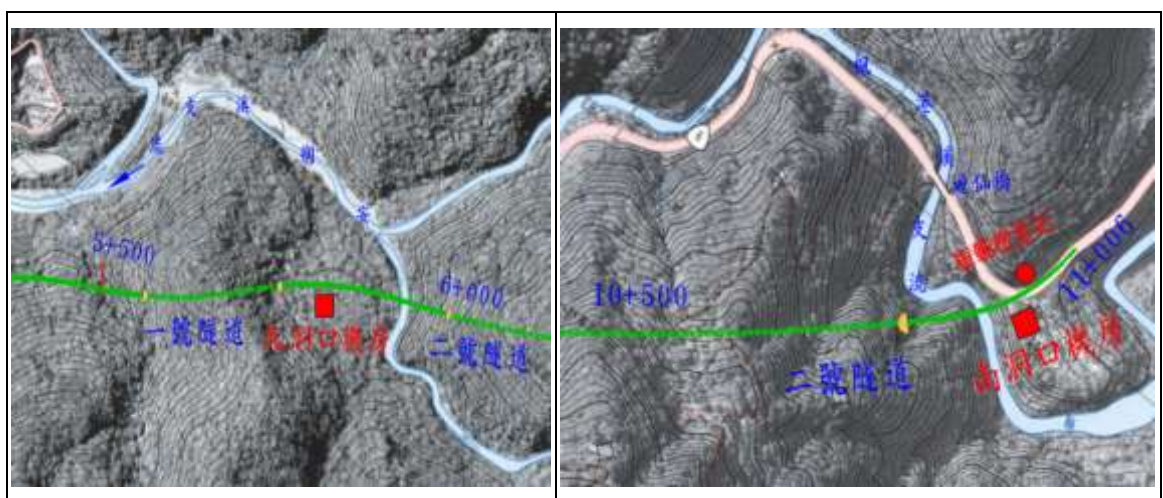


圖 4.13-1 隧道洞口機房及行控中心設立位置圖

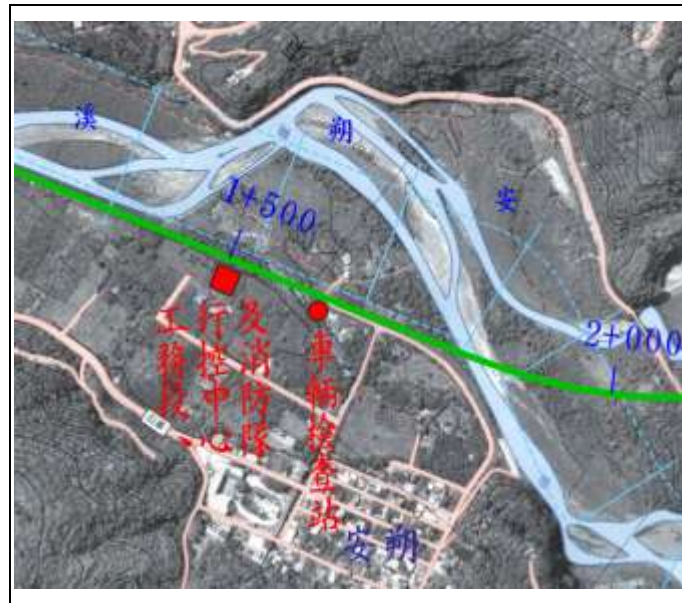


圖 4.13-2 行控中心設立位置圖

### 三. 車輛檢查站

南下線隧道北端的車輛檢查站位置可分別設置在里程 1K+500 處(參見圖 4.13-2)，設置地點考量不合格車輛可利用新建台 9 線迴轉，或可利用進入安朔社區之既有道路回到改線起點，經由既有省道台 9 繼續南下前進。

北上線隧道前與既有省道 9 號間距離約 90m，為跨楓港溪段，以橋梁方式構築，改線路段無設置車輛檢查站的地點，車輛檢查站須設置在既定改線終點之南(參見圖 4.13-1)，通過檢查站的所有載重貨車無論行駛改線路線與否一律檢查，合格者給予辨識標籤或以車牌辨識系統查證，配合違規重罰管理之，不合格車輛可經由既有省道 9 號繼續北上前進。

### 4.14 危險物品車輛管理及管制

國內隧道允許危險物品車輛通行者目前有 3 處，分別為高雄過港隧道、國 3 基隆汐止段及台 64 觀音山隧道(99.11.01 開始)，其目前皆採特訂時段、限定時速、限定車距、有前後衛車輛及交通管制方式辦理。

茲摘錄高速公路局「危險物品運送管制事項」如下：

#### 一、危險物品分類

危險物品係指行政院勞工委員會訂定之「危險物及有害物通識規則」規定適用之危害物質、行政院環境保護署依據「毒性化學物質管理辦法」公告之毒性化學物質及歸屬於下列分類表之危險物品。

- 第一類 爆炸物
- 第二類 壓縮、液化或受壓溶解之氣體
- 第三類 易燃液體



- 第四(一)類 易燃固體
- 第四(二)類 易於自燃之易燃固體或物質
- 第四(三)類 遇水或空氣能放出易燃氣體之易燃固體或物質
- 第五(一)類 氧化劑
- 第五(二)類 有機過氧化物
- 第六(一)類 毒性物質
- 第六(二)類 傳染性物質
- 第七類 放射性物質
- 第八類 腐蝕性物質
- 第九類 雜項危險物質

## 二、載運危險物品車輛辨別方式

1. 載運危險物品車輛之左右兩側均噴繪有公司名稱及懸掛或黏貼有危險物品標誌及標示牌；後方亦黏貼有危險物品標誌及標示牌。
2. 危險物品標示牌以白底紅字鮮明字體標明危險物品名稱、聯合國物質編號及緊急連絡電話。
  - (危險物品名稱)
  - (聯合國物質編號)
  - (緊急聯絡電話)

危險物品標誌牌為反光材質製作之菱形牌面。

## 三、一般用路人注意事項

1. 與載運危險物品車輛應保持較長之跟車間距。
2. 發現載運危險物品車輛有異樣，應立即設法通知該車駕駛人或公路警察或利用路邊緊急電話通知交通控制中心處理。
3. 發現載運危險物品車輛有洩漏或燃燒事故，在不危及自身安全的狀況下，儘可能協助查看載運之危險物品名稱（或聯合國物質編號）、公司名稱及緊急聯絡電話，設法通知公路警察到現場處理或利用路邊緊急電話通知交通控制中心處理，人員並應退離至安全距離處。
4. 前方發生危險物品車輛洩漏或燃燒事故，應遵循警方之指揮減速慢行或改道行駛，避免停車駐足圍觀影響行車安全。

## 四、載運危險物品車輛行車規定

1. 載運危險物品車輛應隨車攜帶通行證、運送計畫書、人員訓練合格證、物質安全資料表、罐體檢驗合格證明書等相關文件。
2. 裝載危險物品車輛車頭及車尾應懸掛危險標識(日間：三角紅旗，夜間：鮮明紅燈)，左、右兩側及後方應懸掛或黏貼危險物品標誌及標示牌。





3. 載運危險物品車輛應隨車攜帶滅火器及依所載運危險物之性質隨車攜帶適當之個人防護裝備。
4. 裝載危險物品車輛除應依道路交通安全規則第八十四條規定外，應行駛外側車道，並禁止變換車道，另自97年7月1日起，危險物品車輛行經高速公路交流道前後路段，得暫時利用緊鄰外側車道之車道超越前車，實施範圍為現有交流道出口前之出口預告「右線」標誌（設於減速車道起點上游約1公里處）至入口第1組速限標誌（設於加速車道終點下游約400公尺處）之路段。
5. 載運危險物品車輛(含空車)禁止通行路段及時段如下：  
時段：除前述禁行路段外，其他准許通行路段，載運毒性氣體車輛(含空車)限於白天(上午六時至下午六時)運送。危險物品通行高速公路申請規定自民國八十七年八月一日起，請逕向起運所在地公路監理機關申請，監理機關將依本局公告之時段及路段核發通行證，不需再經本局認可。

國內隧道允許危險物品車輛通行者多為無替代道路者，本計畫路因有原台九舊線可作替代道路供危險物品車輛通行，平時無危險物品車輛通行之需求。惟若豪雨造成台九舊線山坡崩落或路基坍塌時，則會有短期危險物品車輛通行之需求，建議本路段平時不開放危險物品車輛通行，有短期通行需求則採特定時段以前後衛車輛配合速限與車距方式辦理。

## 參考文獻

- 1.公路總局東西向快速公路中區工程處，「漢寶草屯線八卦山隧道簡介」，(2003.6)，  
<http://www.thb.gov.tw/hz/E407-1.htm>
- 2.中華顧問工程司，「東西向快速公路漢寶草屯線八卦山隧道工程簡報資料」，(1996.2)，台北。
- 3.中華顧問工程司，「東西向快速公路漢寶草屯線新闢工程(隧道細部設計報告書)」，P12-1~12-39，(1994.12)，台北。
- 4.交通部台灣區國道新建工程局，「公路隧道安全設施準則研訂」，(1998.1)，台北。
- 5.交通部台灣區國道新建工程局，「赴英出席第七屆國際隧道通風及空氣動力研討會暨赴歐考察「長隧道通風及隧道群監控」考察報告」，(1992.1)，台北。
- 6.張世忠，「東西向快速公路漢寶草屯線 E407-2 標八卦山隧道機電與安全系統概述」，臺灣公路工程第三十卷第三期民國 92 年 9 月。
- 7.簡賢文，「長公路隧道安全管理標準作業程序範例」，中華顧問工程司(2004)。
- 8.簡賢文等，「國道東部公路緊急應變計畫及標準作業程序建置」，中華顧問工程司(2003)。
- 9.李宏徹，「長公路隧道安全管理策略：以雪山隧道為例」，弘揚圖書(2007)。





## 第五章 方案之比較研究及評估

依照可行性研究階段之結論安朔草埔段為台九線之瓶頸路段，並以截彎取直之方式改善，本規劃階段遂研擬甲、乙及丙等三個方案進行評比，而可行性研究方案及丁方案(原路拓寬方案)作為參考，其中甲方案於平、縱面線形、外部景觀、用路人行駛距離、施工難易度等項目較優；乙方案於前述項目略次於甲方案，施工工期、建設經費及營運管理等項目則較甲方案為優；丙方案則於施工工期項目較優。詳細之評比結果如表 5.1-1 及 5.1-2，經 貴局五次路線審查會議(2008/08/07、2008/11/07、2009/06/24、2009/08/23、2009/06/24 及 2009/10/05，會議記錄參見附錄一)，採用甲方案為定案方案。



表5.1-1 路線方案評比表(1/8)

評估目標	評估準則	可行性方案	甲方案	乙方案	丙方案	丁方案 (既有拓寬)	
路線及環境特性	長度	●北起於台9線里程444K+500，南迄於臺9線里程459K+450，全長9,300公尺。	●北起於台9線里程443K+300，南迄於臺9線里程459K+450，全長11,006公尺。	●北起於台9線里程443K+300，南迄於臺9線里程459K+450，全長11,267公尺。	●北起於台9線里程443K+300，南迄於臺9線里程459K+450，全長12,413公尺。	●北起於台9線里程444K+500，南迄於臺9線里程459K+450，全長14,200公尺。	
	平面線形	●無線型資料	●平曲線半徑在200公尺至5,000公尺間，線形平順。隧道段平曲線半徑在500公尺至5000公尺間，停車視距可達規範建議值	●平曲線半徑在120公尺至2,000公尺間，線形平順。隧道段平曲線半徑在200公尺至2000公尺間，停車視距可達規範建議值	●平曲線半徑在120公尺至5,000公尺間，線形平順。隧道段平曲線半徑在200公尺至5000公尺間，停車視距可達規範建議值	●平曲線半徑在25公尺至5,00公尺間，線形不佳。	
	縱面線形	●隧道內縱坡在0.36%至8.0%間。	●路線縱坡在1.42%至3.67%間。 ●隧道內縱坡在3.0%至3.67%間。	●路線縱坡在0.13%至3.00%間。 ●隧道內縱坡為3.00%。	●路線縱坡在0.42%至5.59%間。 ●隧道內縱坡為2.6%~3.0%。	●路線縱坡在6.5%至11%間。	
	地形	●計畫路線位於屏東縣獅子鄉草埔村與台東縣達仁鄉安朔村之間，所處區域地形屬中央山脈南端之山區地形，平均高程不高，但山形陡峭，山脈走向約為東北東，並有同方向之平行溪流發育，溪谷多陡且深，地形發育除受中央山脈隆起運動控制外，斷層、岩性及地層走向對地形發育的影響亦相當明顯					
	地質	●本研究路廊除隧道部份外，大多沿楓港溪、安朔溪支流河谷蜿蜒，沿線所經之地層由新至老分別為(1)分佈於溪流河床、平緩地區及沿線各支流出口處沖積扇由礫塊、岩屑和泥砂所構成之沖積層；(2)分佈於坡腳或坡度由陡變緩轉折處由自然風化崩落或逕流沖刷帶來之泥砂和岩塊堆積而成之山麓堆積層；(3)分佈於溪流的兩岸屬早期河床侵蝕剩餘，材料主要為河川上游區域岩層風化崩解所形成之礫塊石、砂、泥等材料混雜而成之階地堆積層；以及(4)由中新世輕度變質硬頁岩、板岩、輕度變質砂岩及互層所構成之潮州層					



表5.1-1 路線方案評比表(2/8)

評估目標	評估準則		可行性方案	甲方案	乙方案	丙方案	丁方案 (既有拓寬)
路線及環境特性	景觀	外部景觀 (路外人角度)	<ul style="list-style-type: none"> <li>●路堤路塹所佔比例最大，對外部景觀影響頗大。</li> <li>●森永至歸田段，跨山越谷並採路堤路塹而行，視覺衝突影響大。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●隧道比例最大，路堤路塹所佔比例最小，對外部景觀影響最小。</li> <li>●1+600~4+100段沿安朔溪支流河谷山坡等高線規劃，採路堤路塹而行，但因距離現有台9線仍有一段距離及高差，視覺衝突影響中等。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●以隧道及路堤路塹為主，對外部景觀影響較中等。</li> <li>●1+600~4+100段沿安朔溪支流河谷山坡等高線規劃，採路堤路塹而行，但因距離現有台9線仍有一段距離及高差，視覺衝突影響中等。</li> <li>●路段起點沿安朔溪右岸而行，正對安朔聚落，對聚落居民之視覺衝突影響大。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●以橋梁及路堤路塹方式，沿安朔溪支流及達仁溪而行，由於大半路線與現有台9線並行，部份高度及距離相近，對外部景觀影響頗大。</li> <li>●路段起點沿安朔溪右岸而行，正對安朔聚落，對聚落居民之視覺衝突影響大。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●路線依原道路拓寬，主要拓寬方式以路堤路塹為主，對外部景觀影響頗大。</li> </ul>



表5.1-1 路線方案評比表(3/8)

評估目標	評估準則		可行性方案	甲方案	乙方案	丙方案	丁方案 (既有拓寬)
路線及環境特性	景觀	內部景觀 (用路人角度)	<ul style="list-style-type: none"> <li>●路堤路塹採直線規劃方式前進，雖然周邊山谷蜿蜒變化，增加不少景觀變化，但對用路者而言，直線前進之道路景觀較為單調。</li> <li>●歸田至草埔段採隧道方式設計，視野封閉且景觀單調。(甲級隧道最長約4.45km)</li> <li>●本方案路堤路塹比例最高，道路本身開發之開挖邊坡影響，可能對用路者之視覺景觀造成影響。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●隧道比例最大，有甲級隧道造成用路者視野封閉單調之影響。</li> <li>●1+600~4+100段沿安朔溪支流河谷山坡等高線而行，沿線可見安朔溪支流河谷之蜿蜒風光，視野景觀具變化。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●隧道最長約4.85km，有甲級隧道造成用路者視野封閉單調之影響。</li> <li>●1+600~4+100段沿安朔溪支流河谷山坡等高線而行，沿線可見安朔溪支流河谷之蜿蜒風光，視野景觀具變化。</li> <li>●路段起點沿安朔溪右岸而行，可見安朔溪安朔區段之廣闊河谷風光，半封閉視野加上遠山景緻，呈現優美變化之景觀。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●以橋梁、路堤路塹及短隧道方式，沿安朔溪支流及達仁溪而行，可見二溪河谷之秀麗景觀。</li> <li>●路段起點沿安朔溪右岸而行，可見安朔溪安朔區段之廣闊河谷風光，半封閉視野加上遠山景緻，呈現優美變化之景觀。</li> <li>●由於路線之路堤路塹及橋梁比例較其它方案高，道路本身開發之開挖邊坡影響，可能對用路者之視覺景觀造成影響。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●路線依原道路拓寬，雖然周邊山谷蜿蜒變化，增加不少景觀變化，但對用路者而言，拓寬方式以路堤路塹為主，周邊增加之道路設施，對視覺景觀造成影響。</li> </ul>
運輸功能	用路人行駛時間		<ul style="list-style-type: none"> <li>●縮短4.9公里</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●縮短4.7公里</li> <li>●行車速率提升至60km/hr</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●長度縮短4.439公里</li> <li>●行車速率提升至60km/hr</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●長度縮短3.293公里</li> <li>●行車速率提升至60km/hr</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●既有路拓寬高程落差大，運輸效益未明顯提升</li> </ul>





表5.1-1 路線方案評比表(4/8)

評估目標	評估準則	可行性方案	甲方案	乙方案	丙方案	丁方案 (既有拓寬)	
工程與營運特性	施工工期	●56個月	●57~63個月	●57~63個月	●44個月	●66個月	
	道路構造方式	路堤路塹(Km)	3.650	3.756	1.215 (既有拓寬路段)	4.123	14.100
		橋梁(Km)	0.800	2.230	3.552	4.660	0.100
		隧道(Km)	4.850	5.020	5.150	3.630	0.000
		總長(Km)	9.300	11.006	11.267	12.413	14.200
	施工難易度	高架橋段	<ul style="list-style-type: none"> <li>●規劃1座橋梁，全長800公尺</li> <li>●橋梁工期最短與橋梁建造經費最少者</li> <li>●以逐跨工法或懸臂工法施作</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●規劃6座橋梁，全長2230公尺</li> <li>●橋梁工期與橋梁建造經費界於乙、丙方案間</li> <li>●以逐跨工法或懸臂工法施作</li> <li>●橋墩相對丙方案低矮</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●規劃6座橋梁，全長1360公尺</li> <li>●橋梁工期最短與橋梁建造經費最少者</li> <li>●除0K-720~0K-660處以鋼箱形梁吊裝工法施作外，皆以逐跨工法或懸臂工法施作</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●規劃14座橋梁，全長4660公尺</li> <li>●規劃3座橋梁以景觀橋方式呈現</li> <li>●橋梁工期最長與橋梁建造經費最高者</li> <li>●以逐跨工法或懸臂工法施作橋墩相對高大</li> <li>●高邊坡施工不易</li> <li>●通達困難，闢建便道增加邊坡穩定與水保負擔</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●既有2座橋梁，全長100公尺</li> </ul>



表5.1-1 路線方案評比表(5/8)

評估目標	評估準則		可行性方案	甲方案	乙方案	丙方案	丁方案 (既有拓寬)
工程與營運特性	施工難易度	路堤路塹段	<ul style="list-style-type: none"> <li>採半挖半填方式處理，開挖邊坡多，邊坡處理問題多</li> <li>通達困難，闢建便道增加邊坡穩定與水保負擔</li> <li>高陡邊坡穩定處理及落石等問題需面對</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>邊坡挖、填方最少</li> <li>施工道路通達容易</li> <li>臨河側路堤，須施作防淘刷保護工</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>邊坡問題較甲方案多，邊坡穩定處理及落石等問題需面對</li> <li>施工道路通達容易</li> <li>臨河段須考量河床淘蝕</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>邊坡開挖較高，所需地工數量較多，且高開挖、回填邊坡之長期穩定性較難確保</li> <li>對現地生態環境及水土保持破壞較鉅</li> <li>施工道路通達困難</li> <li>水土保持破壞較鉅</li> <li>臨河側路堤段較少</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>開挖邊坡多，邊坡處理問題多</li> <li>高陡邊坡穩定處理及落石等問題需面對</li> <li>施工中交通維持困難及干擾多，工期長</li> <li>既有邊坡陡峭，拓寬後穩定性差</li> </ul>
		隧道段	<ul style="list-style-type: none"> <li>通達道路多沿既有產業道路闢建</li> <li>洞口數少，邊坡處理問題少</li> <li>甲級隧道施工期長，經費高</li> <li>甲級隧道營運管理較複雜</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>通達道路多沿既有產業道路闢建</li> <li>洞口數少，邊坡處理問題少</li> <li>甲級隧道施工期長，經費高</li> <li>甲級隧道營運管理較複雜</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>通達道路多沿既有產業道路闢建</li> <li>洞口數少，邊坡處理問題少</li> <li>甲級隧道施工期長，經費高</li> <li>甲級隧道營運管理較複雜</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>洞口數多，邊坡處理問題多</li> <li>洞口易存在偏壓問題</li> <li>新闢較多施工便道，增加邊坡穩定與水保負擔</li> <li>隧道施工較不具經濟規模</li> <li>隧道淺覆層施工困難</li> <li>易遭遇偏壓地層，隧道穩定性較差</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>無隧道</li> </ul>



表5.1-1 路線方案評比表(6/8)

評估目標	評估準則	可行性方案	甲方案	乙方案	丙方案	丁方案 (既有拓寬)
工程與營運特性	隧道通風	<ul style="list-style-type: none"> <li>●一號隧道可設置縱流式或不設置隧道通風系統；二號隧道可設置橫流式或縱流式加豎井。</li> <li>●系統操作及維修較複雜。</li> <li>●總成本(初設成本加運轉成本)屬中等。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●一號隧道可採用縱流式通風系統或不設置隧道通風系統；二號隧道可設置橫流式或縱流式加豎井。</li> <li>●系統操作及維修較複雜。</li> <li>●總成本次高。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●一號隧道可設置縱流式或不設置隧道通風系統；二號隧道可設置橫流式或縱流式加豎井。</li> <li>●系統操作及維修較複雜。</li> <li>●總成本最高。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●一號隧道至四號隧道可採用縱流式通風系統或不設置隧道通風系統；五號隧道與六號隧道可採用縱流式。</li> <li>●系統操作及維修較簡單。</li> <li>●總成本最低。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●無隧道通風需求</li> </ul>
	工程費	● 94.97億。	● 117.40億。	● 109.34億。	● 121.57億。	● 70.07億。
	用地費	● 1.75億。	● 1.96億。	● 1.99億。	● 2.42億。	● 1.97億。
	總建設經費	● 96.72億。	● 119.36億。	● 111.33億。	● 123.99億。	● 72.04億
	營運管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>●隧道通風運轉年平均費用1530萬/年。</li> <li>●隧道電氣及照明運轉年平均費用:1630萬/年。</li> <li>●設交控中心(編制37人,建設費用已編列於工程費),值班人事費用:1716萬/年。</li> <li>●道路維護920萬/年</li> <li>●隧道機電設備20年內更新5.43億元</li> <li>●合計8511萬/年</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●隧道通風運轉年平均費用:1591萬/年。</li> <li>●隧道電氣及照明運轉年平均費用:1982萬/年。</li> <li>●設交控中心(編制37人,建設費用已編列於工程費),值班人事費用:1716萬/年。</li> <li>●道路維護932萬/年</li> <li>●隧道機電設備20年內更新6.61億元</li> <li>●合計9526萬/年</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●隧道通風運轉年平均費用:1632萬/年</li> <li>●隧道電氣及照明運轉年平均費用:1730萬/年。</li> <li>●設交控中心(編制37人,建設費用已編列於工程費),值班人事費用:1716萬/年。</li> <li>●道路維護995萬/年</li> <li>●隧道機電設備20年內更新5.77億元</li> <li>●合計8958萬/年</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●隧道通風運轉年平均費用:492萬/年。</li> <li>●隧道電氣及照明運轉年平均費用:1294萬/年。</li> <li>●不設交控中心</li> <li>●道路維護1127萬/年</li> <li>●隧道機電設備20年內更新4.31億元</li> <li>●合計5068萬/年</li> <li>●開挖及回填邊坡多穩定性低,管理搶險負擔大且經費高。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●道路維護1405萬/年</li> </ul>



表5.1-1 路線方案評比表(7/8)

評估目標	評估準則	可行性方案	甲方案	乙方案	丙方案	丁方案 (既有拓寬)
環境影響	自然資源保護	<ul style="list-style-type: none"> <li>●路堤路塹所佔比例最大，挖填邊坡對山區自然環境擾動影響頗大。</li> <li>●路堤路塹所佔比例及長度最大，切割山區生態棲地，對生態串聯之影響最大。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●隧道比例最大，路堤路塹所佔比例最小，挖填邊坡對山區自然環境擾動影響較小。</li> <li>●1+600~4+100段沿安朔溪支流河谷山坡等高線規劃，採路堤路塹而行，配合山勢規劃平縱面，挖填範圍影響中等。</li> <li>●路堤路塹所佔比例及長度大，切割山區生態棲地，對生態串聯之影響大。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●以隧道及路堤路塹為主，路堤路塹比例居第二大，挖填邊坡對山區自然環境擾動影響頗大。</li> <li>●1+600~4+100段沿安朔溪支流河谷山坡等高線規劃，採路堤路塹而行，配合山勢規劃平縱面，挖填範圍影響中等。</li> <li>●路段起點沿安朔溪右岸而行，以路堤路塹方式為主，對生態棲地切割及挖填擾動影響較大。</li> <li>●路堤路塹所佔比例及長度居次，切割山區生態棲地，對生態串聯之影響頗大。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●以橋梁及路堤路塹方式，沿安朔溪支流及達仁溪而行，路堤路塹比例居第三，挖填邊坡對山區自然環境擾動影響中等。</li> <li>●路段起點沿安朔溪右岸而行，以橋梁方式為主，對生態棲地切割及挖填擾動影響較小。</li> <li>●路堤路塹及長度較小，間隔有橋梁配置，切割山區生態棲地，對生態串聯之影響最小。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●全段皆為路堤路塹，挖填邊坡對山區自然環境擾動影響頗大。</li> <li>●全段皆為路堤路塹，切割山區生態棲地，對生態串聯之影響大。</li> <li>●既有邊坡植被清除，邊坡穩定差及環境影響大</li> </ul>





表5.1-1 路線方案評比表(8/8)

評估目標	評估準則	可行性方案	甲方案	乙方案	丙方案	丁方案 (既有拓寬)
環境影響	總(借)棄土量	<ul style="list-style-type: none"> <li>●借方31.7萬(路工)</li> <li>●棄方76.3萬(隧道)</li> <li>●棄方1.0萬(橋梁)</li> <li>●總棄方45.6萬</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●借方17.4萬(路工)</li> <li>●棄方81.8萬(隧道)</li> <li>●棄方1.9萬(橋梁)</li> <li>●總棄方66.3萬</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●借方76.4萬(路工)</li> <li>●棄方83.9萬(隧道)</li> <li>●棄方2.0萬(橋梁)</li> <li>●總棄方9.5萬</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●借方38.3萬(路工)</li> <li>●棄方43.3萬(隧道)</li> <li>●棄方7.4萬(橋梁)</li> <li>●總棄方12.4萬</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●借方84.6萬(路工)</li> <li>●棄方0.2萬(橋梁)</li> <li>●總借方84.4萬</li> </ul>
計畫執行之難易	用地面積(ha)	●50.0公頃	●53.9頃	●55.0公頃	●52.8公頃	●26.5公頃
	房屋拆遷	●無	●無	●無	●無	●無
道路穩定及安全性	道路結構型式影響	●全線路堤、路塹開挖邊坡多，穩定處理困難，安全性低。	●以橋梁取代路堤、路塹，減少高開挖邊坡，增加安全性。	●路堤及路塹數量多於甲方案，有部分高開挖邊坡，安全性中。	●路堤、路塹開挖邊坡最多，邊坡穩定處理最困難，安全性低。	●全段皆為路堤路塹，現況崩塌多，邊坡處理穩定困難，安全性最低。



表5.1-2 方案評比優選表

評估目標	評估準則	可行性方案	甲方案	乙方案	丙方案	丁方案
路線及環境 特性	長度	◎	◎	○	△	×
	平面線形	-	◎	◎	○	×
	縱面線形	△	◎	◎	○	×
	地形地質	-	-	-	-	-
	外部景觀	×	◎	○	×	×
	內部景觀	△	○	○	○	△
運輸功能	用路人行駛時間	○	◎	○	△	×
工程與營運 特性	施工工期	△	○	○	◎	×
	施工難易度	△	○	△	×	×
	總建設經費	○	○	○	×	◎
	營運管理	△	◎	○	△	◎
環境影響	自然資源保護	△	○	△	×	×
	總(借)棄土量	△	○	◎	○	△
計畫執行之 難易	用地面積	○	○	△	○	◎
	房屋拆遷	◎	◎	◎	◎	◎
道路穩定及 安全性	道路構築結構型式 影響	△	◎	○	△	×
建議優選方案			1	2	3	

註：評估結果：◎極佳；○佳；△尚可；×差。



## 第六章 經濟效益評估

重大公共建設經濟效益評估的目的在使有限的資源得到最適當的配置，以提升整體社會的福祉，期望以最少的公共投資成本獲得最大社會淨效益。因此政府在從事重大公共工程建設時，基於國家資源有限，除在工程技術上力求其可行外，更要在經濟上求最大的效益，以使有限之資源作最有效之使用。「台9線安朔至草埔段拓寬工程」為投資龐大之公共建設計畫之一，因此就經濟效益層面評估計畫之可行性時，係以整體社會之觀點著眼，來評量所耗費之資源與所創造之效益間關係。

在進行社會經濟效益評估時，為便於比較分析，不論效益或成本，均以貨幣計量方法予以計算評估，惟實際作業中，仍有許多項目無法予以量化納入評估模式中，為求周延，本計畫於評估經濟效益時，將區分可量化與不易量化二個層面加以評估探討。於可量化效益方面，本研究以淨現值、益本比、內部投資報酬率等指標進行效益評估，至於不易量化方面則以條列方式加以說明，以供相關決策參考。

### 6.1 評估方法及項目

#### 6.1.1 評估方法

本計畫所採用之經濟效益評估方法，包括淨現值法、益本比法、內部報酬率法，茲簡述如下：

##### 一、淨現值法 (The Net Present Value Method, NPV)

淨現值法是評估公共投資最簡便、使用最廣的一種方法，因其考慮了貨幣之時間價值及整體投資計畫全部年限內的效益和成本。若以淨現值法分析投資效益時，當計畫年期內累計效益現值與成本現值的差（淨現值）大於零時，顯示該計畫利於整體社會，即具經濟可行性。有關其計算式如下：

$$NPV = \sum_{j=1}^N \frac{B_j - C_j}{(1+r)^{j-1}}$$

其中：

NPV：淨現值

$B_j$ ：第j年之效益

$C_j$ ：第j年投入成本

$r$ ：折現率

$N$ ：方案評估年期

##### 二、益本比法 (Benefit-Cost Ratio Method, B/C)

益本比法為以投資效益當量值  $B$  與成本當量值  $C$  之比值來評估投資方案可行與否。若  $B/C$  值大於 1，則該方案具經濟可行性，值得投資；若  $B/C$  值小於 1，則該方案不具經濟可行性，不值得投資；若  $B/C$  等於 1，則投資與否均可。有關其計算式如下：



$$B/C = \frac{\sum_{j=1}^N B_j(1+r)^{j-1}}{\sum_{j=1}^N C_j(1+r)^{j-1}}$$

其中：

$B_j$ ：第  $j$  年所發生之效益現金流量

$C_j$ ：第  $j$  年所發生之成本現金流量

### 三、內部報酬率法 (Internal Rate of Return, IRR)

內部報酬率法即是求出一利率水準，使投資之所有收入的現值等於所有支出之現值，此利率即是投資的內部報酬率。若內部報酬率大於最低可接受報酬率，則可接受該方案，否則應予審慎考慮。其計算式如下：

$$NPV = \sum_{j=1}^N \frac{B_j - C_j}{(1+r^*)^{j-1}}$$

其中：

$B_j$ ：第  $j$  年所發生之效益現金流量

$C_j$ ：第  $j$  年所發生之成本現金流量

$N$ ：方案評估年期

$r^*$ ：內部報酬率

## 6.1.2 評估項目

公路工程建設在經濟層面係以成本及效益兩部分加以考量，而成本與效益均可分為可量化及不易量化兩部分，有關「台9線安朔至草埔段拓寬工程」成本與效益中可量化及不易量化之項目，分別說明如下：

### 一、成本

#### 1. 可量化成本

##### (1) 建造成本

係建造道路所實際支付費用，含土地取得、拆遷補償、土木建築、機電設備等費用在內。

##### (2) 營運維修成本

主要包括人事、管理、設施維護、材料供應、增置及重置成本等費用，用以進行此道路建設之經常性管理及服務品質之維護。

以上成本不包括投資者因財務性支出所產生之利息費用、營業稅費用及所得稅費用。

#### 2. 不易量化之成本

「台9線安朔至草埔段拓寬工程」施工期間將無可避免大規模機具與工程車輛之運輸，增加周邊道路負荷，以及施工所產生之噪音、震動、空氣污染等，對鄰近地區造成之影響，諸如此類之社會成本均難以估算，卻不容忽視。





## 二、效益

### 1. 可量化效益

#### (1) 旅行時間節省效益

旅行時間節省效益，其推估係以時間價值計算方式予以貨幣化。

#### (2) 行車成本節省效益

係車輛使用者之公路行駛距離縮短所節省的行車成本，包括油料、維修及折舊等費用支出。

### 2. 不易量化之效益

#### (1) 促進地方觀光產業發展

「台 9 線安朔至草埔段拓寬工程」完工後，因可增加服務範圍鄉鎮聯外交通之便利性，因此，對於地區觀光產業發展將有極大助益，進而增進當地居民收益、促進地區經濟發展。

#### (2) 提升行車安全

「台 9 線安朔至草埔段拓寬工程」完工後，因道路幾何條件大幅改善，行車安全將隨之提升，對於道路使用者的生命及財產亦提供了最佳的保障。

## 6.2 基本假設

在模擬現實的經濟事項中，最困難的是如何選定一個不「失真」的經濟模式，本計畫基於成本考量原則及時間限制，乃設定下列各項基本假設。

### 一、評估年期

經濟效益評估年期包括建造年期及營運年期。國內外相關公路運輸之運作經驗，係以施工完成並開始運轉後之 15 ~ 30 年為評估基礎，本計畫效益評估年期採 30 年，並以民國 99 年為分析基年。依據前述章節所列示之預定建設時程，本工程甲方案、乙方案、丙方案分別預定於民國 106 年底、107 年底、105 年底完工，考慮完工後車流趨於穩定之時間，分別以民國 107 年、108 年、106 年為評估起始年，以民國 136 年、137 年、135 年為評估終期。其中，評估所使用年度均為民國一般年度。

### 二、物價上漲趨勢

物價上漲率為估列相關成本與效益項目時，隨物價波動調整之基準。其中，一般物價及營運期間維護費用以每年 3.5% 增加調整。

### 三、薪資與所得成長趨勢

參考行政院經建會於規劃台灣地區經濟建設長期展望時，預估未來薪資與所得成長趨勢，並參酌過去相關審查會議之學者專家的意見與看法，基此，本計畫對於薪資與所得成長趨勢之設定，民國 101 年~110 年假設為 2.5%，民國 111 年以後則假設為 2.0%，並依此將後續各項成本與效益值，調整為各評估年期之當年幣值。

### 四、折現率



折現率係用來將不同年期產生之成本與效益轉換為基年貨幣價值，通常其將因應投資開發主體之投資偏好，以及資金成本利率等因素之考量而有不同的變化，故通常會以市場利率作為計算折現率之參考。而近年來，隨著中央銀行存款利率的不斷調降，政府公債利率亦持續走疲，故折現率理應有較以往調降之空間，惟以經濟效益觀點來進行建設計畫評估時，鑑於其評估結果通常亦為政府決定是否推動該項建設計畫，或推動建設計畫之優先順位(排序)的決策參考，因此，本計畫在折現率的參採上，亦應考量與一般運輸投資之評估基準或立足點的一致性，基此，後續本計畫將以 6.0%作為折現率來進行相關的評估工作。

### 6.3.效益及成本估算

#### 6.3.1 效益估算

本節主要針對經濟效益分析中可量化之運輸效益說明其演算方法，並進一步估算成果加以列示。

##### 一、旅行時間節省效益

旅行時間節省為交通建設計畫執行之最直接且最明顯的效益，旅行時間節省效益可採時間價值之計算方式加以貨幣化。

交通建設計畫之執行，旅行時間節省通常為最直接且最明顯的效益，旅行時間節省效益可採時間價值之計算方式予以貨幣化。依據交通部運輸研究所於民國 77 年與中央大學合作進行時間價值實證研究結果顯示，單位時間價值約為單位時間薪資所得的 60%-80%，本計畫擬採較低之標準，亦即以薪資所得的 60%作為時間價值之計算依據，參考行政院主計處「職業別薪資調查報告」、「薪資與生產力統計年報」資料，估算民國 99 年車輛單位時間價值，詳如表 6.3-1 所示，在考慮車種組成後，計算平均每一小客車當量(PCU)加權之時間價值約為 286.6 元/PCU.小時（民國 99 年幣值）。而旅行時間節省效益計算方式列示如下：

$$\text{旅行時間節省效益(元)} = \text{單位時間價值(元/PCU小時)} \times \text{時間節省量(延PCU小時)}$$

表6.3-1 單位時間價值分析表

部門		工業及服務部門			製造業	
人	受雇員工數(人)	3,048,257(46.3%)			3,540,343(53.7%)	
	每人每月平均工時(小時)	183.5			176.3	
	平均薪資(元)	43,233			45,450	
	時間價值(元/人小時)	148.5				
車	車種	小客車	大客車	小貨車	大貨車	機車
	承載率	1.4	15	1.1	1.1	1.2
	比例	0.30	0.05	0.12	0.08	0.45
	每小客車當量時間價值(元/PCU.小時)	286.6				

註：民國 98 年幣值。

##### 二、行車成本節省效益



行車成本即為車輛使用者之行駛成本，包括變動成本（燃油費、油料保養費、輪胎維修費、引擎維修費、鈹金維修費、其他維修費、以及定期保養費），以及折舊費用等支出。而本計畫參考交通部運輸研究所民國 88 年「公路車輛行車成本調查」之研究結果，估算民國 99 年各型車輛行車成本，詳如表 6.3-2 所示，而在考量車種組成特性後，本計畫擬以平均每一小客車當量(PCU)之行車成本為 7.59 元/ PCU.公里（民國 99 年幣值）來進行估算，後續並將依各年期的物價上漲率，據以調整至各評估年期以供引用。

表6.3-2 各型車輛行車成本分析表

車種/項目 (元/年)		變動成本	固定成本	總成本	每年行駛里程 (公里)	平均每車 每公里成本	車種平均 每公里成本
機車	輕型	9,322	5,451	14,773	4,829	3.06	3.09
	重型	12,652	7,223	19,875	6,328	3.14	
自小客	1800 以下	55,029	56,834	111,863	10,770	10.39	10.13
	1800~2400	66,808	90,265	157,073	12,727	12.34	
	2400 以上	78,551	167,782	246,333	13,339	18.47	
小貨車	1200 以下	57,144	56,647	113,791	18,623	6.11	12.61
	1200 以上	58,724	69,654	128,378	17,868	7.18	
自用大貨車		263,456	125,739	389,195	33,709	11.55	12.61
營業大貨車		362,409	142,334	504,743	47,837	10.55	
聯結車		464,083	192,765	656,848	44,406	14.79	
大客車		262,056	985,741	1,247,797	87,348	14.29	14.29

資料來源：交通部運研所民國 88 年「公路車輛行車成本調查」，並調整至 98 年幣值

註：民國 98 年幣值。

### 三、路網績效分析

「台 9 線安朔至草埔段拓寬工程」整體路網之旅行時間、旅行距離的績效評估，詳參表 6.3-3 所示。

表6.3-3 「台9線安朔至草埔段拓寬工程」路網績效分析表

項 目	方案	通車年	民國 110 年	民國 120 年
路網旅行時間節省 (延 PCU 小時/日)	甲方案	6,300	6,494	7,118
	乙方案	6,304	6,432	7,051
	丙方案	5,766	5,962	6,535
路網旅行距離節省 (延 PCU 公里/日)	甲方案	70,062	72,211	79,156
	乙方案	67,180	68,548	75,140
	丙方案	45,831	47,392	51,950

資料來源：本計畫分析整理



#### 四、分年效益分析

有關本計畫就之分年效益的初步估算結果，詳如表 6.3-4~表 6.3-6 所示。

表6.3-4 「台9線安朔至草埔段拓寬工程」分年效益推估表（甲方案）

單位：萬元

年期	旅行時間節省效益	行車成本節省效益	總效益
99	0.00	0.00	0.00
100	0.00	0.00	0.00
101	0.00	0.00	0.00
102	0.00	0.00	0.00
103	0.00	0.00	0.00
104	0.00	0.00	0.00
105	0.00	0.00	0.00
106	0.00	0.00	0.00
107	80,297.22	25,558.77	105,855.99
108	83,140.94	26,721.08	109,862.02
109	86,085.37	27,936.24	114,021.61
110	89,134.09	29,206.66	118,340.75
111	91,754.75	30,507.76	122,262.51
112	94,452.47	31,866.82	126,319.29
113	97,229.50	33,286.42	130,515.92
114	100,088.18	34,769.26	134,857.44
115	103,030.91	36,318.16	139,349.07
116	106,060.16	37,936.06	143,996.22
117	109,178.47	39,626.04	148,804.51
118	112,388.47	41,391.30	153,779.77
119	115,692.85	43,235.20	158,928.05
120	119,094.38	45,161.24	164,255.62
121	122,071.74	46,290.27	168,362.01
122	125,123.53	47,447.53	172,571.06
123	128,251.62	48,633.72	176,885.34
124	131,457.91	49,849.56	181,307.47
125	134,744.36	51,095.80	185,840.16
126	138,112.97	52,373.20	190,486.17
127	141,565.79	53,682.53	195,248.32
128	145,104.93	55,024.59	200,129.52
129	148,732.55	56,400.20	205,132.75
130	152,450.86	57,810.21	210,261.07
131	156,262.13	59,255.47	215,517.60
132	160,168.68	60,736.86	220,905.54
133	164,172.90	62,255.28	226,428.18
134	168,277.22	63,811.66	232,088.88
135	172,484.15	65,406.95	237,891.10
136	176,796.25	67,042.12	243,838.37

註：當年幣值





表6.3-5 「台9線安朔至草埔段拓寬工程」分年效益推估表（乙方案）

單位：萬元

年期	旅行時間節省效益	行車成本節省效益	總效益
99	0.00	0.00	0.00
100	0.00	0.00	0.00
101	0.00	0.00	0.00
102	0.00	0.00	0.00
103	0.00	0.00	0.00
104	0.00	0.00	0.00
105	0.00	0.00	0.00
106	0.00	0.00	0.00
107	0.00	0.00	0.00
108	82,356.91	25,365.17	107,722.08
109	85,268.54	26,518.90	111,787.44
110	88,283.11	27,725.11	116,008.22
111	90,879.99	28,960.18	119,840.17
112	93,553.26	30,250.27	123,803.53
113	96,305.16	31,597.83	127,902.99
114	99,138.01	33,005.42	132,143.43
115	102,054.19	34,475.71	136,529.90
116	105,056.15	36,011.50	141,067.65
117	108,146.41	37,615.70	145,762.11
118	111,327.57	39,291.37	150,618.94
119	114,602.31	41,041.68	155,643.99
120	117,973.37	42,869.97	160,843.34
121	120,922.70	43,941.72	164,864.42
122	123,945.77	45,040.26	168,986.03
123	127,044.41	46,166.27	173,210.68
124	130,220.52	47,320.43	177,540.95
125	133,476.03	48,503.44	181,979.47
126	136,812.93	49,716.03	186,528.96
127	140,233.25	50,958.93	191,192.18
128	143,739.08	52,232.90	195,971.98
129	147,332.56	53,538.72	200,871.28
130	151,015.87	54,877.19	205,893.06
131	154,791.27	56,249.12	211,040.39
132	158,661.05	57,655.35	216,316.40
133	162,627.58	59,096.73	221,724.31
134	166,693.27	60,574.15	227,267.42
135	170,860.60	62,088.50	232,949.10
136	175,132.12	63,640.71	238,772.83
137	179,510.42	65,231.73	244,742.15

註：當年幣值



表6.3-6 「台9線安朔至草埔段拓寬工程」分年效益推估表（丙方案）

單位：萬元

年期	旅行時間節省效益	行車成本節省效益	總效益
99	0.00	0.00	0.00
100	0.00	0.00	0.00
101	0.00	0.00	0.00
102	0.00	0.00	0.00
103	0.00	0.00	0.00
104	0.00	0.00	0.00
105	0.00	0.00	0.00
106	71,698.61	16,153.86	87,852.47
107	74,107.80	16,859.83	90,967.63
108	76,597.95	17,596.65	94,194.60
109	79,171.77	18,365.67	97,537.44
110	81,832.07	19,168.30	101,000.37
111	84,238.20	20,022.21	104,260.41
112	86,715.08	20,914.16	107,629.24
113	89,264.78	21,845.84	111,110.62
114	91,889.45	22,819.03	114,708.48
115	94,591.30	23,835.57	118,426.87
116	97,372.59	24,897.40	122,269.99
117	100,235.66	26,006.53	126,242.19
118	103,182.91	27,165.07	130,347.98
119	106,216.82	28,375.22	134,592.04
120	109,339.95	29,639.27	138,979.22
121	112,073.45	30,380.25	142,453.70
122	114,875.29	31,139.76	146,015.05
123	117,747.17	31,918.25	149,665.42
124	120,690.85	32,716.21	153,407.06
125	123,708.12	33,534.12	157,242.24
126	126,800.82	34,372.47	161,173.29
127	129,970.84	35,231.78	165,202.62
128	133,220.11	36,112.57	169,332.68
129	136,550.61	37,015.38	173,565.99
130	139,964.38	37,940.76	177,905.14
131	143,463.49	38,889.28	182,352.77
132	147,050.08	39,861.51	186,911.59
133	150,726.33	40,858.05	191,584.38
134	154,494.49	41,879.50	196,373.99
135	158,356.85	42,926.49	201,283.34

註：當年幣值



### 6.3.2 成本估算

在成本項目分析方面，本計畫僅考慮可量化之成本，包括土地徵收、建物拆遷費用、規劃設計、工程建設與管理監造費用以及完工通車後之每年道路維護管理成本。「台9線安朔至草埔段拓寬工程」分年建設資金需求請參見表 6.3-7~表 6.3-9 所示。

表6.3-7 「台9線安朔至草埔段拓寬工程」分年成本推估表（甲方案）

單位：萬元

年期	建設成本	養護成本	總成本
99	0.00	0.00	0.00
100	17,541.40	0.00	17,541.40
101	123,445.20	0.00	123,445.20
102	201,375.74	0.00	201,375.74
103	251,048.43	0.00	251,048.43
104	290,987.95	0.00	290,987.95
105	284,935.40	0.00	284,935.40
106	24,219.51	0.00	24,219.51
107	0.00	4,495.01	4,495.01
108	0.00	4,652.34	4,652.34
109	0.00	4,815.17	4,815.17
110	0.00	4,983.70	4,983.70
111	0.00	5,158.13	5,158.13
112	0.00	5,338.66	5,338.66
113	0.00	5,525.51	5,525.51
114	0.00	5,718.90	5,718.90
115	0.00	5,919.06	5,919.06
116	0.00	6,126.23	6,126.23
117	0.00	6,340.65	6,340.65
118	0.00	6,562.57	6,562.57
119	0.00	6,792.26	6,792.26
120	0.00	7,029.99	7,029.99
121	0.00	7,276.04	7,276.04
122	0.00	7,530.70	7,530.70
123	0.00	7,794.27	7,794.27
124	0.00	8,067.07	8,067.07
125	0.00	8,349.42	8,349.42
126	0.00	8,641.65	8,641.65
127	0.00	8,944.11	8,944.11
128	0.00	9,257.15	9,257.15
129	0.00	9,581.15	9,581.15
130	0.00	9,916.49	9,916.49
131	0.00	10,263.57	10,263.57
132	0.00	10,622.79	10,622.79
133	0.00	10,994.59	10,994.59
134	0.00	11,379.40	11,379.40
135	0.00	11,777.68	11,777.68
136	0.00	12,189.90	12,189.90

註：當年幣值



表6.3-8 「台9線安朔至草埔段拓寬工程」分年成本推估表（乙方案）

單位：萬元

年期	建設成本	養護成本	總成本
99	0.00	0.00	0.00
100	0.00	0.00	0.00
101	24,734.40	0.00	24,734.40
102	46,546.64	0.00	46,546.64
103	165,555.75	0.00	165,555.75
104	232,191.94	0.00	232,191.94
105	269,131.56	0.00	269,131.56
106	285,494.76	0.00	285,494.76
107	89,601.43	0.00	89,601.43
108	0.00	4,261.92	4,261.92
109	0.00	4,411.09	4,411.09
110	0.00	4,565.48	4,565.48
111	0.00	4,725.27	4,725.27
112	0.00	4,890.65	4,890.65
113	0.00	5,061.82	5,061.82
114	0.00	5,238.98	5,238.98
115	0.00	5,422.34	5,422.34
116	0.00	5,612.12	5,612.12
117	0.00	5,808.54	5,808.54
118	0.00	6,011.84	6,011.84
119	0.00	6,222.25	6,222.25
120	0.00	6,440.03	6,440.03
121	0.00	6,665.43	6,665.43
122	0.00	6,898.72	6,898.72
123	0.00	7,140.18	7,140.18
124	0.00	7,390.09	7,390.09
125	0.00	7,648.74	7,648.74
126	0.00	7,916.45	7,916.45
127	0.00	8,193.53	8,193.53
128	0.00	8,480.30	8,480.30
129	0.00	8,777.11	8,777.11
130	0.00	9,084.31	9,084.31
131	0.00	9,402.26	9,402.26
132	0.00	9,731.34	9,731.34
133	0.00	10,071.94	10,071.94
134	0.00	10,424.46	10,424.46
135	0.00	10,789.32	10,789.32
136	0.00	11,166.95	11,166.95
137	0.00	11,557.79	11,557.79

註：當年幣值





表6.3-9 「台9線安朔至草埔段拓寬工程」分年成本推估表（丙方案）

單位：萬元

年期	建設成本	養護成本	總成本
99	0.00	0.00	0.00
100	28,442.80	0.00	28,442.80
101	19,224.20	0.00	19,224.20
102	184,619.80	0.00	184,619.80
103	329,546.34	0.00	329,546.34
104	384,156.88	0.00	384,156.88
105	293,880.01	0.00	293,880.01
106	0.00	4,751.77	4,751.77
107	0.00	4,918.08	4,918.08
108	0.00	5,090.21	5,090.21
109	0.00	5,268.37	5,268.37
110	0.00	5,452.76	5,452.76
111	0.00	5,643.61	5,643.61
112	0.00	5,841.14	5,841.14
113	0.00	6,045.58	6,045.58
114	0.00	6,257.18	6,257.18
115	0.00	6,476.18	6,476.18
116	0.00	6,702.85	6,702.85
117	0.00	6,937.45	6,937.45
118	0.00	7,180.26	7,180.26
119	0.00	7,431.57	7,431.57
120	0.00	7,691.67	7,691.67
121	0.00	7,960.88	7,960.88
122	0.00	8,239.51	8,239.51
123	0.00	8,527.89	8,527.89
124	0.00	8,826.37	8,826.37
125	0.00	9,135.29	9,135.29
126	0.00	9,455.03	9,455.03
127	0.00	9,785.96	9,785.96
128	0.00	10,128.47	10,128.47
129	0.00	10,482.97	10,482.97
130	0.00	10,849.87	10,849.87
131	0.00	11,229.62	11,229.62
132	0.00	11,622.66	11,622.66
133	0.00	12,029.45	12,029.45
134	0.00	12,450.48	12,450.48
135	0.00	12,886.25	12,886.25

註：當年幣值



### 6.3.3 成本效益分析

#### 一、成本及效益流量表

經由成本及效益估算及折現後，本計畫分年成本及效益流量請見表 6.3-10 及表 6.3-12 所示。

表6.3-10 「台9線安朔至草埔段拓寬工程」成本效益流量推估表（甲方案）

單位：萬元

年期	成本			效益	淨效益	淨效益現值 (99年幣值)
	建設成本	養護成本	總成本			
99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
100	17,541.40	0.00	17,541.40	0.00	-17,541.40	-16,548.49
101	123,445.20	0.00	123,445.20	0.00	-123,445.20	-109,865.79
102	201,375.74	0.00	201,375.74	0.00	-201,375.74	-169,078.95
103	251,048.43	0.00	251,048.43	0.00	-251,048.43	-198,853.87
104	290,987.95	0.00	290,987.95	0.00	-290,987.95	-217,443.12
105	284,935.40	0.00	284,935.40	0.00	-284,935.40	-200,868.21
106	24,219.51	0.00	24,219.51	0.00	-24,219.51	-16,107.36
107	0.00	4,495.01	4,495.01	105,855.99	101,360.98	63,595.13
108	0.00	4,652.34	4,652.34	109,862.02	105,209.68	62,273.45
109	0.00	4,815.17	4,815.17	114,021.61	109,206.44	60,980.31
110	0.00	4,983.70	4,983.70	118,340.75	113,357.05	59,715.08
111	0.00	5,158.13	5,158.13	122,262.51	117,104.38	58,197.29
112	0.00	5,338.66	5,338.66	126,319.29	120,980.63	56,720.44
113	0.00	5,525.51	5,525.51	130,515.92	124,990.41	55,283.38
114	0.00	5,718.90	5,718.90	134,857.44	129,138.54	53,885.00
115	0.00	5,919.06	5,919.06	139,349.07	133,430.01	52,524.23
116	0.00	6,126.23	6,126.23	143,996.22	137,869.99	51,200.01
117	0.00	6,340.65	6,340.65	148,804.51	142,463.86	49,911.33
118	0.00	6,562.57	6,562.57	153,779.77	147,217.20	48,657.20
119	0.00	6,792.26	6,792.26	158,928.05	152,135.79	47,436.66
120	0.00	7,029.99	7,029.99	164,255.62	157,225.63	46,248.77
121	0.00	7,276.04	7,276.04	168,362.01	161,085.97	44,702.18
122	0.00	7,530.70	7,530.70	172,571.06	165,040.36	43,207.11
123	0.00	7,794.27	7,794.27	176,885.34	169,091.07	41,761.87
124	0.00	8,067.07	8,067.07	181,307.47	173,240.40	40,364.78
125	0.00	8,349.42	8,349.42	185,840.16	177,490.74	39,014.24
126	0.00	8,641.65	8,641.65	190,486.17	181,844.52	37,708.73
127	0.00	8,944.11	8,944.11	195,248.32	186,304.21	36,446.72
128	0.00	9,257.15	9,257.15	200,129.52	190,872.37	35,226.78
129	0.00	9,581.15	9,581.15	205,132.75	195,551.60	34,047.51
130	0.00	9,916.49	9,916.49	210,261.07	200,344.58	32,907.57
131	0.00	10,263.57	10,263.57	215,517.60	205,254.03	31,805.63
132	0.00	10,622.79	10,622.79	220,905.54	210,282.75	30,740.44
133	0.00	10,994.59	10,994.59	226,428.18	215,433.59	29,710.78
134	0.00	11,379.40	11,379.40	232,088.88	220,709.48	28,715.46
135	0.00	11,777.68	11,777.68	237,891.10	226,113.42	27,753.34
136	0.00	12,189.90	12,189.90	243,838.37	231,648.47	26,823.31
計	—	—	—	—	—	398,798.94

註：當年幣值



表6.3-11 「台9線安朔至草埔段拓寬工程」成本效益流量推估表（乙方案）

單位：萬元

年期	成本			效益	淨效益	淨效益現值 (99年幣值)
	建設成本	養護成本	總成本			
99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
101	24,734.40	0.00	24,734.40	0.00	-24,734.40	-22,013.53
102	46,546.64	0.00	46,546.64	0.00	-46,546.64	-39,081.46
103	165,555.75	0.00	165,555.75	0.00	-165,555.75	-131,135.66
104	232,191.94	0.00	232,191.94	0.00	-232,191.94	-173,507.32
105	269,131.56	0.00	269,131.56	0.00	-269,131.56	-189,727.13
106	285,494.76	0.00	285,494.76	0.00	-285,494.76	-189,870.32
107	89,601.43	0.00	89,601.43	0.00	-89,601.43	-56,217.05
108	0.00	4,261.92	4,261.92	107,722.08	103,460.16	61,237.91
109	0.00	4,411.09	4,411.09	111,787.44	107,376.35	59,958.39
110	0.00	4,565.48	4,565.48	116,008.22	111,442.74	58,706.65
111	0.00	4,725.27	4,725.27	119,840.17	115,114.90	57,208.58
112	0.00	4,890.65	4,890.65	123,803.53	118,912.88	55,751.00
113	0.00	5,061.82	5,061.82	127,902.99	122,841.17	54,332.77
114	0.00	5,238.98	5,238.98	132,143.43	126,904.45	52,952.79
115	0.00	5,422.34	5,422.34	136,529.90	131,107.56	51,610.00
116	0.00	5,612.12	5,612.12	141,067.65	135,455.53	50,303.36
117	0.00	5,808.54	5,808.54	145,762.11	139,953.57	49,031.86
118	0.00	6,011.84	6,011.84	150,618.94	144,607.10	47,794.53
119	0.00	6,222.25	6,222.25	155,643.99	149,421.74	46,590.40
120	0.00	6,440.03	6,440.03	160,843.34	154,403.31	45,418.57
121	0.00	6,665.43	6,665.43	164,864.42	158,198.99	43,901.03
122	0.00	6,898.72	6,898.72	168,986.03	162,087.31	42,434.01
123	0.00	7,140.18	7,140.18	173,210.68	166,070.50	41,015.85
124	0.00	7,390.09	7,390.09	177,540.95	170,150.86	39,644.92
125	0.00	7,648.74	7,648.74	181,979.47	174,330.73	38,319.64
126	0.00	7,916.45	7,916.45	186,528.96	178,612.51	37,038.51
127	0.00	8,193.53	8,193.53	191,192.18	182,998.65	35,800.05
128	0.00	8,480.30	8,480.30	195,971.98	187,491.68	34,602.85
129	0.00	8,777.11	8,777.11	200,871.28	192,094.17	33,445.54
130	0.00	9,084.31	9,084.31	205,893.06	196,808.75	32,326.79
131	0.00	9,402.26	9,402.26	211,040.39	201,638.13	31,245.32
132	0.00	9,731.34	9,731.34	216,316.40	206,585.06	30,199.89
133	0.00	10,071.94	10,071.94	221,724.31	211,652.37	29,189.30
134	0.00	10,424.46	10,424.46	227,267.42	216,842.96	28,212.40
135	0.00	10,789.32	10,789.32	232,949.10	222,159.78	27,268.06
136	0.00	11,166.95	11,166.95	238,772.83	227,605.88	26,355.21
137	0.00	11,557.79	11,557.79	244,742.15	233,184.36	25,472.79
計	—	—	—	—	—	465,816.50

註：當年幣值



表6.3-12 「台9線安朔至草埔段拓寬工程」成本效益流量推估表（丙方案）

單位：萬元

年期	成本			效益	淨效益	淨效益現值 (99年幣值)
	建設成本	養護成本	總成本			
99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
100	28,442.80	0.00	28,442.80	0.00	-28,442.80	-26,832.83
101	19,224.20	0.00	19,224.20	0.00	-19,224.20	-17,109.47
102	184,619.80	0.00	184,619.80	0.00	-184,619.80	-155,010.34
103	329,546.34	0.00	329,546.34	0.00	-329,546.34	-261,031.57
104	384,156.88	0.00	384,156.88	0.00	-384,156.88	-287,064.37
105	293,880.01	0.00	293,880.01	0.00	-293,880.01	-207,173.81
106	0.00	4,751.77	4,751.77	87,852.47	83,100.70	55,266.71
107	0.00	4,918.08	4,918.08	90,967.63	86,049.55	53,988.55
108	0.00	5,090.21	5,090.21	94,194.60	89,104.39	52,740.75
109	0.00	5,268.37	5,268.37	97,537.44	92,269.07	51,522.57
110	0.00	5,452.76	5,452.76	101,000.37	95,547.61	50,333.29
111	0.00	5,643.61	5,643.61	104,260.41	98,616.80	49,009.53
112	0.00	5,841.14	5,841.14	107,629.24	101,788.10	47,722.23
113	0.00	6,045.58	6,045.58	111,110.62	105,065.04	46,470.37
114	0.00	6,257.18	6,257.18	114,708.48	108,451.30	45,252.94
115	0.00	6,476.18	6,476.18	118,426.87	111,950.69	44,068.97
116	0.00	6,702.85	6,702.85	122,269.99	115,567.14	42,917.52
117	0.00	6,937.45	6,937.45	126,242.19	119,304.74	41,797.67
118	0.00	7,180.26	7,180.26	130,347.98	123,167.72	40,708.53
119	0.00	7,431.57	7,431.57	134,592.04	127,160.47	39,649.24
120	0.00	7,691.67	7,691.67	138,979.22	131,287.55	38,618.94
121	0.00	7,960.88	7,960.88	142,453.70	134,492.82	37,322.44
122	0.00	8,239.51	8,239.51	146,015.05	137,775.54	36,069.26
123	0.00	8,527.89	8,527.89	149,665.42	141,137.53	34,857.94
124	0.00	8,826.37	8,826.37	153,407.06	144,580.69	33,687.10
125	0.00	9,135.29	9,135.29	157,242.24	148,106.95	32,555.39
126	0.00	9,455.03	9,455.03	161,173.29	151,718.26	31,461.50
127	0.00	9,785.96	9,785.96	165,202.62	155,416.66	30,404.18
128	0.00	10,128.47	10,128.47	169,332.68	159,204.21	29,382.21
129	0.00	10,482.97	10,482.97	173,565.99	163,083.02	28,394.41
130	0.00	10,849.87	10,849.87	177,905.14	167,055.27	27,439.64
131	0.00	11,229.62	11,229.62	182,352.77	171,123.15	26,516.80
132	0.00	11,622.66	11,622.66	186,911.59	175,288.93	25,624.83
133	0.00	12,029.45	12,029.45	191,584.38	179,554.93	24,762.70
134	0.00	12,450.48	12,450.48	196,373.99	183,923.51	23,929.41
135	0.00	12,886.25	12,886.25	201,283.34	188,397.09	23,124.00
計	-	-	-	-	-	191,377.23

註：當年幣值

## 二、淨現值、益本比及內部報酬率評估

本計畫以淨現值、益本比、內部報酬率為指標觀察計畫的可行性，經濟效益指標評估結果彙整於表 6.3-16 所示。由表 6.3-16 分析結果可知，「台 9 線安朔至草埔段拓寬工程」甲方案淨現值為 398,798.94 萬元、益本比為 1.40、內部報酬率約 8.51%；乙方案淨現值為 465,816.50 萬元、





益本比為 1.54、內部報酬率約 9.37%；丙方案淨現值為 191,377.23 萬元、益本比為 1.19、內部報酬率約 7.35%。依據分析可知，本工程淨現值大於零、益本比大於 1、內部報酬率大於 6%（折現率），顯示本計畫具經濟可行性。

表6.3-13 經濟效益評估表

項目	方案	甲方案	乙方案	丙方案
	淨現值（99 年幣值，萬元）		398,798.94	465,816.50
效益成本比（B/C）		1.40	1.54	1.19
內部報酬率（IRR）		8.51%	9.37%	7.35%

資料來源：本計畫推估

## 6.4 敏感度分析

由於經濟效益評估年限長達數十年，因此評估年期內各項參數可能因外在環境變動而有所變化，如此會影響本計畫之經濟可行性，故本計畫乃進行敏感度分析，考慮之變數為折現率變動、建造成本變動以及時間價值變動之情境，以瞭解其變動而產生之影響程度。各項參數變動敏感度分析結果彙整於表 6.4-1 所示，結果說明如下：

### 一、興建成本變動

當興建成本增加 10%時，淨現值、B/C 指標值以及內生報酬率指標有所變動，此時，甲方案、甲方案+丙淨現值大於零、益本比大於 1 且內生報酬率大於 6%，具經濟可行性，而丙方案、方案丁淨現值小於零、益本比小於 1 且內生報酬率小於 6%，則不具經濟可行性；當興建成本減少 10%時，淨現值、B/C 指標值以及內生報酬率指標有所變動，此時，各方案淨現值均大於零、益本比均大於 1 且內生報酬率均大於 6%，具經濟可行性。依據本計畫估算結果，當興建成本增加小於 18.71%時，本計畫即具經濟可行性。

### 二、折現率變動

當折現率增加 1%時（7%），淨現值、B/C 指標值以及內生報酬率指標有所變動，此時，甲方案淨現值大於零、益本比大於 1 且內生報酬率大於 6%，具經濟可行性，而丙方案、甲方案+丙、方案丁淨現值小於零、益本比小於 1 且內生報酬率小於 6%，則不具經濟可行性；當折現率減少 1%時（5%），淨現值、B/C 指標值以及內生報酬率指標有所變動，此時，各方案淨現值均大於零、益本比均大於 1 且內生報酬率均大於 5%，具經濟可行性。依據本計畫估算結果，當折現率小於 8.23%時，本計畫即具經濟可行性。

### 三、時間價值變動

當時間價值增加 10%時，淨現值、B/C 指標值以及內生報酬率指標有所變動，此時，各方案淨現值均大於零、益本比均大於 1 且內生報酬率均大於 6%，具經濟可行性；當時間價值減少 10%



時，淨現值與 B/C 指標值有所變動，此時，甲方案、甲方案+丙、方案丁淨現值大於零、益本比大於 1 且內生報酬率大於 6%，具經濟可行性，而丙方案淨現值小於零、益本比小於 1 且內生報酬率小於 6%，則不具經濟可行性。依據本計畫估算結果，當時間價值減少小於 19.77%時，本計畫即具經濟可行性。

經定量分析，「台 9 線安朔至草埔段拓寬工程」具有經濟效益，顯示本計畫具經濟可行性。然而，除可量化之效益外，尚存在許多無法以貨幣衡量之效益，諸如促進地方觀光產業發展及提升行車安全等。由此顯示，就定量及定性層面而言，「台 9 線安朔至草埔段拓寬工程」的確有投資興建的必要性。

表6.4-1 敏感度分析表

路線方案	項目		淨現值 (萬元)	益本比	內部報酬率
甲方案	建造成本	+10%	299,808.23	1.28	7.78%
		±0%	398,798.94	1.40	8.51%
		-10%	497,789.59	1.56	9.35%
		+40.28%	0.00	1.00	6.00%
	折現率	7%	208,015.40	1.22	8.51%
		6%	398,798.94	1.40	8.51%
		5%	647,425.50	1.62	8.51%
		8.51%	0.00	1.00	8.51%
	時間價值	+10%	501,011.38	1.51	9.07%
		±0%	398,798.94	1.40	8.51%
		-10%	296,586.44	1.30	7.92%
		-39.01%	0.00	1.00	6.00%
乙方案	建造成本	+10%	380,192.37	1.40	8.59%
		±0%	465,816.50	1.54	9.37%
		-10%	551,440.68	1.72	10.27%
		+54.40%	0.00	1.00	6.00%
	折現率	7%	280,496.71	1.35	9.37%
		6%	465,816.50	1.54	9.37%
		5%	710,166.57	1.78	9.37%
		9.37%	0.00	1.00	9.37%
	時間價值	+10%	564,033.68	1.66	9.98%
		±0%	465,816.50	1.54	9.37%
		-10%	367,599.37	1.43	8.73%
		-47.42%	0.00	1.00	6.00%
丙方案	建造成本	+10%	89,103.85	1.08	6.59%
		±0%	191,377.23	1.19	7.35%
		-10%	293,650.64	1.32	8.23%
		+18.71%	0.00	1.00	6.00%
	折現率	7%	43,532.55	1.04	7.35%
		6%	191,377.23	1.19	7.35%
		5%	384,475.38	1.36	7.35%
		7.35%	0.00	1.00	7.35%
	時間價值	+10%	288,154.22	1.28	7.99%
		±0%	191,377.23	1.19	7.35%
		-10%	94,600.27	1.09	6.69%
		-19.77%	0.00	1.00	6.00%

資料來源：本計畫推估



## 第七章 用地及拆遷補償概估

### 7.1 用地範圍設定原則

本工程釐定用地範圍之一般原則說明如下，並見圖 7.1-1。

- 一. 路堤坡趾若坡趾地形平坦，用地範圍距坡趾線 5 公尺，若地形陡峭，則宜按地形決定。
- 二. 路塹坡頂若坡頂地形平坦，用地範圍距坡頂線 6 公尺，若地形陡峭，則宜按地形決定。
- 三. 高架橋梁按橋梁外側另加 3 公尺設定用地範圍。
- 四. 隧道路段之用地範圍為隧道中心線兩側 2 倍隧道直徑，隧道上方覆蓋之厚度超過 35 公尺以上時，用地以設定地上權補方式取得。但其使用應有下述限制：
  1. 隧道結構體頂上 20 公尺的隧道中心兩側各 12.5 公尺範圍或隧道頂上 10 公尺的隧道中心兩側各 22.5 公尺，一般低樓層集合住宅基礎禁止伸入。
  2. 隧道結構體下方 15 公尺範圍內禁止建築結構體之侵入。
  3. 隧道低部寬度 45 公尺兩端垂線向外 40° 角之範圍內，禁止開礦。
  4. 特殊結構物或高層建築物應分析研判。

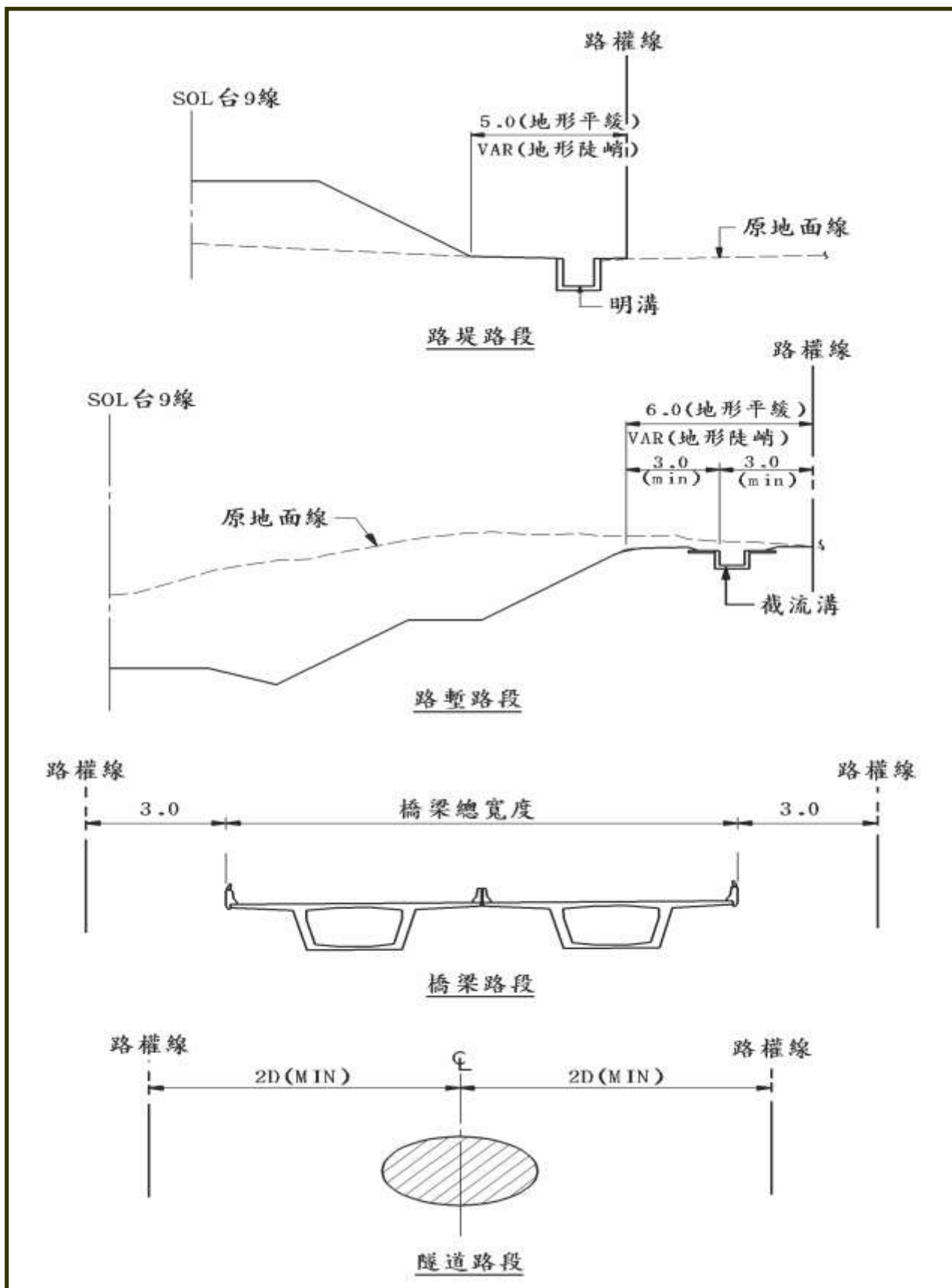


圖 7.1-1 用地範圍設定原則示意圖





## 7.2 用地及拆遷補償數量計算

### 7.2.1 用地面積

本規劃路線北起台東縣安朔溪南岸台九線，土地分區屬特定農業區及山坡地保育區，使用現況主要為雜樹林、部分農業種植。路線往西南方以一號隧道穿越森永地區，森永為本區主要聚落，房舍毗鄰道路興建。通過森永後路線沿安朔溪支流河谷往西南方上朔，河谷土地分區屬山坡地保育區，現況主要為雜樹林、農業種植、零星房舍及進出道路。路線蜿蜒通過河谷低階地後，因高程考量須以隧道方式通過地勢較高山地，於通過山稜線後進入屏東縣獅子鄉境，土地分區為林業用地及山坡地保育區，現況主要為未開發林地，人為使用僅屏科大歸田農場建築物、台電輸電線路電塔基座及進出維修道路。

規劃路線所需用地面積之計算係於 1/5,000 航測基本圖上，依 7.1 節所釐定之用地範圍設定原則，並考量設計階段可能之調整進行用地面積估算。方案甲全線初估所需徵收用地面積約 18.7 公頃、設定地上權用地面積約 35.1 公頃；方案乙全線初估所需徵收用地面積約 18.9 公頃、設定地上權用地面積約 36.1 公頃；方案丙全線初估所需徵收用地面積約 27.3 公頃、設定地上權用地面積約 25.4 公頃。有關本路線用地面積統計如表 7.2-1。

表 7.2-1 規劃路線用地面積概算

徵收別			方案別					
			可行性方案	甲	乙	丙	丁方案	
徵收用地	路堤/路塹段	長度(M)	3,650	2,461	3,552	4,123	14,100	
		寬度(M)	35	35	35	35	18	
		面積(M2)	127,750	86,135	124,320	144,305	253,800	
	拓寬段	長度(M)	-	-	1,215	-	-	
		寬度(M)	-	-	15	-	-	
		面積(M2)	-	-	18,225	-	-	
	橋梁段	長度(M)	800	3,525	1,360	4,660	100	
		寬度(M)	25	25	25	25	15	
		面積(M2)	20,000	88,125	34,000	116,500	1,500	
	工務段	長度(M)	100	100	100	100	100	
		寬度(M)	100	100	100	100	100	
		面積(M2)	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	
	消防隊	長度(M)	30	30	30	30	-	
		寬度(M)	35	35	35	35	-	
		面積(M2)	1,050	1,050	1,050	1,050	-	
	車輛管制站	長度(M)	150	150	150	150	-	
		寬度(M)	12	12	12	12	-	
		面積(M2)	1,800	1,800	1,800	1,800	-	
	小計			160,600	187,110	189,395	273,655	265,300
	隧道段(設定地上權)	長度(M)	4,850	5,020	5,150	3,630	-	
寬度(M)		70	70	70	70	70		
面積(M2)		339,500	351,400	360,500	254,100	-		



## 7.2.2 拆遷補償

本計畫用地範圍內地上物之拆遷大致分為地上改良物及農林作物二類；地上改良物之拆遷主要者為房屋、鐵皮屋，農林作物補償則泛指一切農、林、漁、牧的生產或養殖物等。地上改良物拆遷數量之統計，係以 1/5,000 航測基本圖作業；按圖內所標繪的地上改良物位置、面積及樓層數等資料，並配合現場勘查而估列房屋、工廠及墳墓之面積。農林作物及漁牧養殖補償數量亦依 1/5,000 航測基本圖內所標示用地範圍內的土地使用現況，並配合現場比對而估列其各項補償面積。

## 7.3 用地及拆遷補償費估算

### 7.3.1 用地及拆遷補償費基準年估算

#### 一. 土地購置費

依據內政部地政司公告土地現值查詢系統所查得之；屏東縣獅子鄉草埔段、路知可段，以及臺東縣達仁鄉森永段、安朔段等地段 99 年度公告現值區段單價為基準估列用地費，其中隧道內用地則暫依「交通事業穿越私有土地之上空或地下地上權徵收補償辦法(草案)」所附穿越地下深度補償率表估列補償費。

#### 二. 地上改良物拆遷補償費

按「臺東縣政府拆除合法房屋之查估及補償標準實施辦法」、「屏東縣公共工程用地地上物拆遷補償自治條例」、「屏東縣辦理公共工程用地建築改良物拆遷補償查估基準」之計算標準估算，以 99 年之拆遷補償費為基準年，估列本路段房屋、鐵皮屋之拆遷補償費。

#### 三. 農林作物補償費

按「臺東縣徵收土地農林作物、魚類及畜禽補償遷移費查估基準」、「屏東縣辦理公共工程用地農作改良物及水產養殖物、畜禽補償遷移費查估基準」之計算標準估算各類農、林、漁作物補償費。



### 7.3.2 用地及拆遷補償費目標年估算

#### 一. 土地購置費

依 99 年土地公告現值，按每年成長 10%之調幅，另加四成之加成補償金編列 101 年購地之費用。配合施工獎金則包含於預備費中，不另單獨編列。

#### 二. 地上改良物拆遷補償、農林作物補償及公共設施遷移費

按基準年估列之各項費用，以每年 1.5%物價指數成長率估算，地上改良物自動拆遷另加五成編列。

徵收別		方案別				
		可行性方案	甲	乙	丙	丁
徵收	徵收面積(M2)	160,600	187,110	189,395	273,655	265,300
	徵收單價(元)	618	618	618	618	618
	徵收費用(元)	99,250,800	115,633,980	117,046,110	169,118,790	163,955,400
設定地上權	設定面積(M2)	339,500	351,400	360,500	254,100	-
	補償單價(元)	155	155	155	155	155
	設定補償費用(元)	52,622,500	54,467,000	55,877,500	39,385,500	-
房屋拆遷	拆遷面積(M2)	500	500	500	500	500
	補償單價(元)	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000
	拆遷補償費用(元)	7,500,000	7,500,000	7,500,000	7,500,000	7,500,000
農林作物補償	補償面積(M2)	128,480	149,688	151,516	218,924	212,240
	補償單價(元)	120	120	120	120	120
	補償費用(元)	15,417,600	17,962,560	18,181,920	26,270,880	25,468,800
用地拆遷補償費合計		174,790,900	195,563,540	198,605,530	242,275,170	196,924,200



## 第八章 經費概估及施工計畫

### 8.1 工程經費概估原則

#### 8.1.1 工程數量概估原則

##### 一、道路工程

道路工程依所處地形分別按低路堤段道路(填方平均高度在 2M 以下者)、路堤段道路估算道路面積。道路工程每平方公尺單價則已包括清除與掘除、路幅開挖及近運利用、路堤填築、級配粒料底層、瀝青混凝土面層、瀝青透層、黏層、交通工程設施、邊坡保護、路側及邊坡排水設施、植栽綠化等。本項數量不含橋梁及隧道鋪面面積，該鋪面已考量在橋梁及隧道之單價內。

##### 二、橋梁工程

主線橋梁按其結構型式、跨距、基礎型式及上部結構之施工方式分別估列橋梁面積。

##### 三、隧道工程

隧道土建及隧道機電依總長估列數量，通風豎井則依施作深度以長度估列數量。隧道土建工程包含隧道開挖、支撐、襯砌、鋪面、凹槽、橫坑、避車彎、機房、計測系統等在內，隧道機電工程包含電力、照明、火警偵測、交控、監控、消防、通風系統等在內。

##### 四、公路照明工程

依道路及橋梁段長度，以公尺為單位估算之(不含隧道段)。

##### 五、施工臨時便道及便橋

施工中除儘量利用路權範圍內作為運輸便道外，亦需利用現有小徑拓寬或新建便道，於山谷或經過河流部分則佈設便橋，此等皆依所需施作面積以平方公尺為單位估算之。

#### 8.1.2 工程經費概估原則

##### 一、估價基準

本工程規劃單價係以民國九十九年六月之物價為基準。

##### 二、工資

工資按公路總局工料分析表所定之人工單價編列(費率已包含基本工資、津貼、勞工保險、健保費等在內)。

##### 三、主要施工機具費及大宗材料單價





主要施工機具設備費率及大宗材料單價係參考工程會公共價格資料庫及 99 年 6 月份市場行情估列。

#### 四、工程項目參考單價

本工程規劃之各項工程項目單價，除依上述估價基準外，並參工程會公共價格資料庫之工程項目單價及 99 年 6 月份市場行情估列，茲將主要工程項目參考單價詳列如表 8.1-1。

表 8.1-1 主要工程項目參考單價表

項次	工作項目	單位	單價(元)	項次	工作項目	單位	單價(元)
一.	路工程程						
1.	清除與掘除	M <sup>2</sup>	12	18.	竹節鋼筋，SD420W	MT	24,500
2.	土方開挖	M <sup>3</sup>	35	19.	竹節鋼筋，SD280W	MT	24,000
3.	礫石層開挖	M <sup>3</sup>	45	20.	預力鋼腱及鋼線	MT	85,000
4.	軟岩開挖	M <sup>3</sup>	75	21.	軀體模板	M <sup>2</sup>	630
5.	近運利用	M <sup>3</sup>	120	22.	橋面模板	M <sup>2</sup>	710
6.	運棄(台東)	M <sup>3</sup>	350	23.	構造物開挖	M <sup>3</sup>	60
7.	路堤填築	M <sup>3</sup>	45	24.	構造物回填	M <sup>3</sup>	170
8.	級配粒料底層	M <sup>3</sup>	1,000	25.	隧道開挖(硬岩)	M <sup>3</sup>	1,100
9.	密級配瀝青混凝土	M <sup>3</sup>	5,400	26.	隧道開挖(軟岩)	M <sup>3</sup>	1,000
10.	粗級配瀝青混凝土	M <sup>3</sup>	5,300	27.	岩栓 L=4M	支	4,000
11.	液化瀝青透層	L	21	28.	岩栓 L=6M	支	5,200
12.	液化瀝青黏層	L	27	29.	鋼肋	Kg	50
13.	混凝土，350kgf/m <sup>2</sup>	M <sup>3</sup>	2,950	30.	先撐鋼管	M	400
14.	混凝土，280kgf/m <sup>2</sup>	M <sup>3</sup>	2,770	31.	管幕鋼管	M	2,540
15.	混凝土，210kgf/m <sup>2</sup>	M <sup>3</sup>	2,590	32.	鋼線網	M <sup>2</sup>	160
16.	混凝土，175kgf/m <sup>2</sup>	M <sup>3</sup>	2,490	33.	噴凝土±25cm 厚	M <sup>2</sup>	2,500
17.	混凝土，140kgf/m <sup>2</sup>	M <sup>3</sup>	2,400	34.	襯砌混凝土	M <sup>3</sup>	2,700

#### 一、工程建造費

##### 1. 直接工程費

直接工程費之各項單價已包括完成各該項工作所需之一切費用及承包商管理費、利潤及營業稅在內。

##### 2. 間接工程費

間接工程費包括工程設計費以直接工程費之2.5%估計、工程管理費依中央政府各機關工程管理費支用要點規定估計、監造費以直接工程費之4%估計。

##### 3. 工程預備費

工程預備費係為彌補規劃期間因所蒐集引用資料之精度、品質和數量等不夠完整、可能的意外或無法預見之偶發事件等狀況，所準備的一筆費用(但不包括超出原規劃以外之工程範和內容變更所造成之費用增減)。本工程因含有隧道地



質不可確定之因素在內，故工程預備費以工程費之10%估列。

## 8.2 工程數量及經費概估

本計畫依前 7.1 節及 8.1 節所述之各項估價基準原則及參考行政院公共工程委員會「公共建設工程經費估算編列手冊」之分項工程成本概估法概估本工程各方案建設經費如表 8.2-1~8.2-5 所示。

表 8.2-1 台 9 線安朔至草埔段工程經費概算(可行性方案)

項次	工程項目	單位	數量	單價	複價
壹.	工程建造費				
一.	發包工程費				
一.1	路堤段道路工程	M <sup>2</sup>	65,700	8,000	525,600,000
一.2	混凝土箱梁橋(懸臂工法)	M <sup>2</sup>	14,400	42,000	604,800,000
一.3	隧道(單孔 2 車道)	M	9,700	515,000	4,995,500,000
一.4	通風豎井	M	70	500,000	35,000,000
一.5	隧道機電(單孔 2 車道)	M	9,700	80,000	776,000,000
一.6	施工便道	M <sup>2</sup>	30,000	600	18,000,000
一.7	公路照明	M	4,450	3,000	13,350,000
一.8	管制站及行控中心	式	1	19,800,000	19,800,000
一.9	工務段區工程費	式	1	87,000,000	87,000,000
一.10	消防隊廳舍及消防車輛裝備器材	式	1	103,000,000	103,000,000
一.11	人工養灘研究及工程費	式	1	98,420,000	98,420,000
	一項 發包工程費 小計				7,276,470,000
二.	其他工程費				
二.1	環境監測費	式	1	129,114,300	129,114,300
二.2	空氣污染防制費	式	1	7,159,000	7,159,000
	二項 其他工程費 小計				136,273,300
三.	工程設計費	式	1	181,911,750	181,911,750
四.	工程預備費	式	1	727,647,000	727,647,000
五.	工程管理費	式	1	37,882,350	37,882,350
六.	工程監造費	式	1	291,058,800	291,058,800
七.	工程物價指數調整費	式	1	845,730,000	845,730,000
	壹.工程建造費 合計(一~七項)				9,496,973,200
貳.	用地拆遷補償費				
一.	用地徵收費	M2	160,600	618	99,250,800
二.	設定地上權費用	M2	339,500	155	52,622,500



項次	工程項目	單位	數量	單價	複價
三.	房屋拆遷補償費	M <sup>2</sup>	500	15,000	7,500,000
四.	農林作物補償費	M <sup>2</sup>	128,480	120	15,417,600
	貳. 用地拆遷補償費 合計				174,790,900
參.	總工程費				9,671,764,100

表 8.2-2 台9線安朔至草埔段工程經費概算(甲方案)

項次	工程項目	單位	數量	單價	複價
壹.	工程建造費				
一.	發包工程費				
一.1	路堤段道路工程(H≧6m)	M <sup>2</sup>	12,798	9,000	115,182,000
一.2	低路堤段道路工程(H≤2m)	M <sup>2</sup>	31,500	4,000	126,000,000
一.3	混凝土箱梁橋(逐跨工法)	M <sup>2</sup>	22,410	32,000	717,120,000
一.4	混凝土箱梁橋(懸臂工法)	M <sup>2</sup>	39,600	42,000	1,663,200,000
一.5	鋼箱梁橋	M <sup>2</sup>	1,444	55,000	79,420,000
一.6	隧道(單孔 2 車道,含機房)	M	10,040	515,000	5,170,600,000
一.7	通風豎井	M	136	500,000	68,000,000
一.8	隧道機電(單孔 2 車道)	M	10,040	80,000	803,200,000
一.9	施工便道	M <sup>2</sup>	30,000	600	18,000,000
一.10	公路照明	M	5,986	3,000	17,958,000
一.11	管制站及行控中心	式	1	19,800,000	19,800,000
一.12	工務段區工程費	式	1	87,000,000	87,000,000
一.13	消防隊廳舍及消防車輛裝備器材	式	1	103,000,000	103,000,000
一.14	人工養灘研究及工程費	式	1	98,420,000	98,420,000
	一項 發包工程費 小計				9,086,900,000
二.	其他工程費				
二.1	環境監測費	式	1	129,114,300	129,114,300
二.2	空氣污染防治費	式	1	7,159,000	7,159,000
	二項 其他工程費 小計				136,273,300
三.	工程設計費	式	1	227,172,500	227,172,500
四.	工程預備費	式	1	908,690,000	908,690,000
五.	工程管理費	式	1	46,934,500	46,934,500
六.	工程監造費	式	1	363,476,000	363,476,000



項次	工程項目	單位	數量	單價	複價
七	工程物價指數調整費	式	1	970,535,060	970,535,060
	壹.工程建造費 合計(一~七項)				11,739,981,360
貳.	用地拆遷補償費				
一.	用地徵收費	M <sup>2</sup>	187,110	618	115,633,980
二.	設定地上權費用	M <sup>2</sup>	351,400	155	54,467,000
三.	房屋拆遷補償費	M <sup>2</sup>	500	15,000	7,500,000
四.	農林作物補償費	M <sup>2</sup>	149,688	120	17,962,560
	貳. 用地拆遷補償費 合計				195,563,540
參.	總工程費				11,935,544,900

表 8.2-3 台9線安朔至草埔段工程經費概算(乙方案)

項次	工程項目	單位	數量	單價	複價
壹.	工程建造費				
一.	發包工程費				
一.1	路堤段道路工程(H≦6m)	M <sup>2</sup>	85,806	9,000	772,254,000
一.2	混凝土箱梁橋(逐跨工法)	M <sup>2</sup>	4,500	32,000	144,000,000
一.3	混凝土箱梁橋(懸臂工法)	M <sup>2</sup>	18,900	42,000	793,800,000
一.4	鋼箱梁橋	M <sup>2</sup>	1,080	55,000	59,400,000
一.5	隧道(單孔 2 車道)	M	10,300	515,000	5,304,500,000
一.6	通風豎井	M	310	500,000	155,000,000
一.7	隧道機電(單孔 2 車道)	M	10,300	80,000	824,000,000
一.8	施工便道	M <sup>2</sup>	27,000	600	16,200,000
一.9	公路照明	M	5,986	3,000	17,958,000
一.10	管制站及行控中心	式	1	19,800,000	19,800,000
一.11	工務段區工程費	式	1	87,000,000	87,000,000
一.12	消防隊廳舍及消防車輛裝備器材	式	1	103,000,000	103,000,000
一.13	人工養灘研究及工程費	式	1	98,420,000	98,420,000
	一項 發包工程費 小計				8,395,332,000
二.	其他工程費				
二.1	環境監測費	式	1	129,114,300	129,114,300
二.2	空氣污染防制費	式	1	7,159,000	7,159,000





項次	工程項目	單位	數量	單價	複價
	二項 其他工程費 小計				136,273,300
三.	工程設計費	式	1	209,883,300	209,883,300
四.	工程預備費	式	1	839,533,200	839,533,200
五.	工程管理費	式	1	43,476,660	43,476,660
六.	工程監造費	式	1	335,813,280	335,813,280
七.	工程物價指數調整費	式	1	973,646,730	973,646,730
	壹.工程建造費 合計(一~七項)				10,933,958,470
貳.	用地拆遷補償費				
一.	用地徵收費	M <sup>2</sup>	189,395	618	117,046,110
二.	設定地上權費用	M <sup>2</sup>	360,500	155	55,877,500
三.	房屋拆遷補償費	M <sup>2</sup>	500	15,000	7,500,000
四.	農林作物補償費	M <sup>2</sup>	151,516	120	18,181,920
	貳. 用地拆遷補償費 合計				198,605,530
參.	總工程費				11,132,564,000

表 8.2-4 台9線安朔至草埔段工程經費概算(丙方案)

項次	工程項目	單位	數量	單價	複價
壹.	工程建造費				
一.	發包工程費				
一.1	路堤/塹段道路工程	M <sup>2</sup>	74,214	11,500	853,461,000
一.2	混凝土箱梁橋(逐跨工法)	M <sup>2</sup>	23,310	32,000	745,920,000
一.3	混凝土箱梁橋(懸臂工法)	M <sup>2</sup>	42,840	42,000	1,799,280,000
一.4	斜張橋	M <sup>2</sup>	7,380	75,000	553,500,000
一.5	下路式鋼拱橋	M <sup>2</sup>	2,250	68,000	153,000,000
一.6	上路式混凝土拱橋	M <sup>2</sup>	8,100	70,000	567,000,000
一.7	隧道(單孔 2 車道)	M	7,260	515,000	3,738,900,000
一.8	隧道機電(單孔 2 車道)	M	7,260	80,000	580,800,000
一.9	施工便道及便橋	M <sup>2</sup>	33,000	1,500	49,500,000
一.10	公路照明	M	8,783	3,000	26,349,000
一.11	管制站及行控中心	式	1	19,800,000	19,800,000
一.12	工務段區工程費	式	1	87,000,000	87,000,000
一.13	消防隊廳舍及消防車輛裝備器材	式	1	103,000,000	103,000,000



項次	工程項目	單位	數量	單價	複價
一.14	人工養灘研究及工程費	式	1	98,420,000	98,420,000
	一項 發包工程費 小計				9,375,930,000
二.	其他工程費				
二.1	環境監測費	式	1	129,114,300	129,114,300
二.2	空氣污染防制費	式	1	7,159,000	7,159,000
	二項 其他工程費 小計				136,273,300
三.	工程設計費	式	1	234,398,250	234,398,250
四.	工程預備費	式	1	937,593,000	937,593,000
五.	工程管理費	式	1	48,379,650	48,379,650
六.	工程監造費	式	1	375,037,200	375,037,200
七.	工程物價指數調整費	式	1	1,048,816,430	1,048,816,430
	壹.工程建造費 合計(一~七項)				12,156,427,830
貳.	用地拆遷補償費				
一.	用地徵收費	M <sup>2</sup>	273,655	618	169,118,790
二.	設定地上權費用	M <sup>2</sup>	254,100	155	39,385,500
三.	房屋拆遷補償費	M <sup>2</sup>	500	15,000	7,500,000
四.	農林作物補償費	M <sup>2</sup>	218,924	120	26,270,880
	貳. 用地拆遷補償費 合計				242,275,170
參.	總工程費				12,398,703,000

表 8.2-5 台9線安朔至草埔段工程經費概算(丁方案)

項次	工程項目	單位	數量	單價	複價
壹.	工程建造費				
一.	發包工程費				
一.1	高路堤路塹段道路工程	M	14,100	360,000	5,076,000,000
一.2	高橋墩混凝土箱梁橋(逐跨工法)	M <sup>2</sup>	1,800	55,000	99,000,000
一.3	公路照明(拓寬)	M	14,200	1,500	21,300,000
一.4	工務段區工程費	式	1	87,000,000	87,000,000
	一項 發包工程費 小計				5,283,300,000
二.	其他工程費				
二.1	環境監測費	式	1	129,114,300	129,114,300
二.2	空氣污染防制費	式	1	7,159,000	7,159,000



項次	工程項目	單位	數量	單價	複價
	二項 其他工程費 小計				136,273,300
三.	工程設計費	式	1	132,082,500	132,082,500
四.	工程預備費	式	1	528,330,000	528,330,000
五.	工程管理費	式	1	27,916,500	27,916,500
六.	工程監造費	式	1	211,332,000	211,332,000
七.	工程物價指數調整費	式	1	688,191,500	688,191,500
	壹.工程建造費 合計(一~七項)				7,007,425,800
貳.	用地拆遷補償費				
一.	用地徵收費	M <sup>2</sup>	265,300	618	163,955,400
二.	設定地上權費用	M <sup>2</sup>	-	155	-
三.	房屋拆遷補償費	M <sup>2</sup>	500	15,000	7,500,000
四.	農林作物補償費	M <sup>2</sup>	212,240	120	25,468,800
	貳. 用地拆遷補償費 合計				196,924,200
參.	總工程費				7,204,350,000

### 8.3 工程工程分標

#### 8.3-1 計畫構築方式

本計畫研擬之各規劃路線方案經 貴局審議結論，決定採用甲方案為定案方案，因此工程施工計畫將以甲方案進行規劃。規劃路線方案-甲方案之構築方式統計如表 8.3-1 所示。

表 8.3-1 規劃路線方案-甲方案構築方式統計表

路線方案	起訖里程	總長度 (M)	路工段		橋梁段		隧道段			
			長度 (M)	比例 (%)	座數	長度 (M)	比例 (%)	座數	長度 (M)	比例 (%)
甲方案	0K~11K+006	11,006	3,756	34.1	4	2,230	20.3	2	5,020	45.6

#### 8.3-2 分標考量原則

因規劃路線方案-甲方案構築方式以隧道及橋梁為主，且全線呈棄土需求之模式，因此本工程施工分標考量之原則為：

1. 工程特性與廠商專業特性能力。
2. 施工機具重覆使用效率及經濟性考量。



3. 施工管理及相鄰介面配合。
  - (1) 避開橋台後近距離之填築區。
  - (2) 避開高開挖/高填築區。
  - (3) 考量兩標間鄰近之施工排水
4. 施工運輸道路。
5. 土方調配及工期配合。

### 8.3-3 分標初步構想

依上述分標考量因素、工程主要設施及施工考量與規模；本工程3、4號橋緊臨1號隧道東口，5號橋又緊夾於1號隧道與2號隧道中間，且自3k+855~5k+520間因邊坡有坍塌現象，宜進一步檢討設置橋梁之必要性，為利施工介面之整合及施工便道之使用；自3號橋以至2號隧道終點宜自成一標。路線起點至2號橋東側則另成一標。全線之公路照明與隧道機電因屬專業之機電工程，可單獨另成一標。而車輛管制站建築、工務段區建築、消防廳舍建築等，因同屬建築性質工程且位於地勢較平坦之安朔地區，故亦單獨成一標，消防車輛裝備器材原則上可以補助經費方式由警察局自行購置；或由第五標購置後併消防廳舍一同移交警察局接管。初步分標構想與各標工程概要如表8.3-2。

表 8.3-2 規劃路線方案甲分標計畫表

標別	第一標	第二標	第三標	第四標
起迄里程	0K+000~3K+820	3K+820~11K+006		
主要工程內容	B.C.橋梁 840M S.S.橋梁 360M 路堤路塹段 2,620M	一號隧道 180M 二號隧道 4,840M 豎井 136M S.S.橋梁 880M 就地澆注橋梁 150M 路堤路塹段 1,136M 行控中心 人工養灘	隧道機電 公路照明	管制站、 工務段、 消防廳舍、 消防車輛裝備器材
工期	36 個月	54 個月	26 個月	12 個月
概估發包工程費	14.47 億	66.09 億	8.21 億	2.10 億

### 8.4 建設時程

本計畫自建設計畫審查、設計、用地取得以至工程發包施工之排程表 8.4-1~8.4-6 所示。





表 8.4-1 計畫建設時程(甲方案)

工作項目	年度		第一年				第二年				第三年				第四年				第五年				第六年				第七年			
	工期(月)		3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12
1 建設計畫審查			■	■																										
2 初步設計					■	■																								
3 用地取得							■	■	■	■																				
4 細部設計					■	■	■	■																						
5 工程發包									■	■							■	■												
6 第一標施工											■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■								
7 第二標施工															■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
8 第三標施工																							■	■	■	■	■	■	■	■
9 第四五標施工																														

表 8.4-2 工程施工預定進度表(甲方案第一標)

工作項目	工期(月)														
	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60
1 工程開工															
2 動員整備、施工規劃及相關計畫審查	■	■													
3 管線試挖及遷移		■	■												
4 清除與掘除及施工便道			■	■											
5 一號橋下構工程				■	■	■	■	■	■						
6 一號橋上構工程					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
7 二號橋下構工程				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
8 二號橋上構工程					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
9 路堤段工程				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
10 排水設施工程						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
11 植栽工程										■	■	■	■	■	■
12 鋪面及標誌標線工程											■	■	■	■	■
13 場地清理															■
14 工程完工															



表 8.4-3 工程進度表(甲方案第二標)

作項目	工期(月)工													
	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56
1 工程開工	◆													
2 動員整備、施工規劃及相關計畫審查	■													
3 管線試挖及遷移	■													
4 清除與掘除及施工便道構築	■													
5 橋梁工程	■													
6 一、二號隧道東洞口整治	■													
7 一號隧道及二號隧道東段開挖	■													
8 一號隧道及二號隧道東段襯砌及鋪面	■													
9 二號隧道西洞口整治	■													
10 二號隧道西段開挖(西洞口)	■													
11 二號隧道西段襯砌及鋪面	■													
12 二號隧道豎井	■													
13 二號隧道(豎井工作面)開挖	■													
14 機房及行控中心	■													
15 路堤段工程	■													
16 排水設施工程	■													
17 植栽工程	■													
18 標誌標線工程	■													
19 場地清理	■													
20 工程完工	◆													

表 8.4-4 工程進度表(甲方案第三標,機電標)

工作項目	工期(月)													
	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56
1 工程開工	◆													
2 動員整備、施工規劃及相關計畫審查	■													
3 公路照明工程	■													
4 隧道機電工程施工	■													
5 場地清理	■													
6 工程完工	◆													



表 8.4-5 工程進度表(甲方案第四標,建築標)

工作項目	工期(月)														
	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60
1 工程開工										◆					
2 動員整備、施工規劃及相關計畫審查										■	■				
3 場區整地工程										■	■				
4 管制站建築工程											■	■	■		
5 工務段建築工程											■	■	■	■	
6 消防隊建築工程											■	■	■		
7 場地清理														■	
8 工程完工															◆

## 8.5 施工規劃

### 8.5.1 施工期間運輸道路與施工地區交通安全維持

本計畫施工期間對既有交通影響較甚者為台9線及既有產業道路等處，因隧道棄碴及構造物開挖扣除回填後剩餘之土石方須遠運至台東縣大武漁港南側進行人工養灘或太麻里鄉公所大武高橋開發計畫、大武鄉台9線濱海公園景觀改善計畫等進行路堤填築，台9線所行經之道路所受之衝擊較大，將於施工便道與既有道路銜接處設制部分地方道路特別需要設置警示燈並派遣執旗人指揮交通，以免引發交通意外。

各路口之交通維持設施佈設，施工前承包商須依施工說明書技術規定「第 01556 章交通維持」之規定，另提送交通安全維持及維護計畫書，經工程司核定後據以遵行。

#### 施工及運輸道路

本計畫施工範圍位於台東縣達仁鄉及屏東縣獅子鄉，主要藉由台9線對外聯繫。

- 一. 人員上下班及材料機具供應需借道地方道路外，承包商應儘量利用路權範圍內或路權外新建之施工便道作施工運輸道路。
- 二. 路權內之棄土暫儲存場位於較狹窄之二號隧道南北口洞口附近，承包商應儘量利用路權範圍內、路權外新建之施工便道及經核准之專用道或路線作為運輸道路，以行駛至工區之指定地點。
- 三. 本計畫主要擋土排樁結構物若採全套管基樁施工時，所闢築之施工道路或施工便橋，必須考慮大型施工機械能安全到達作業場所及進出之用。
- 四. 至於既有之橋梁或產業道路改道構築期間為維持原路暢通所做之新建或改道措施。



圖 8.5-1 二號隧道北口施工便道平面圖

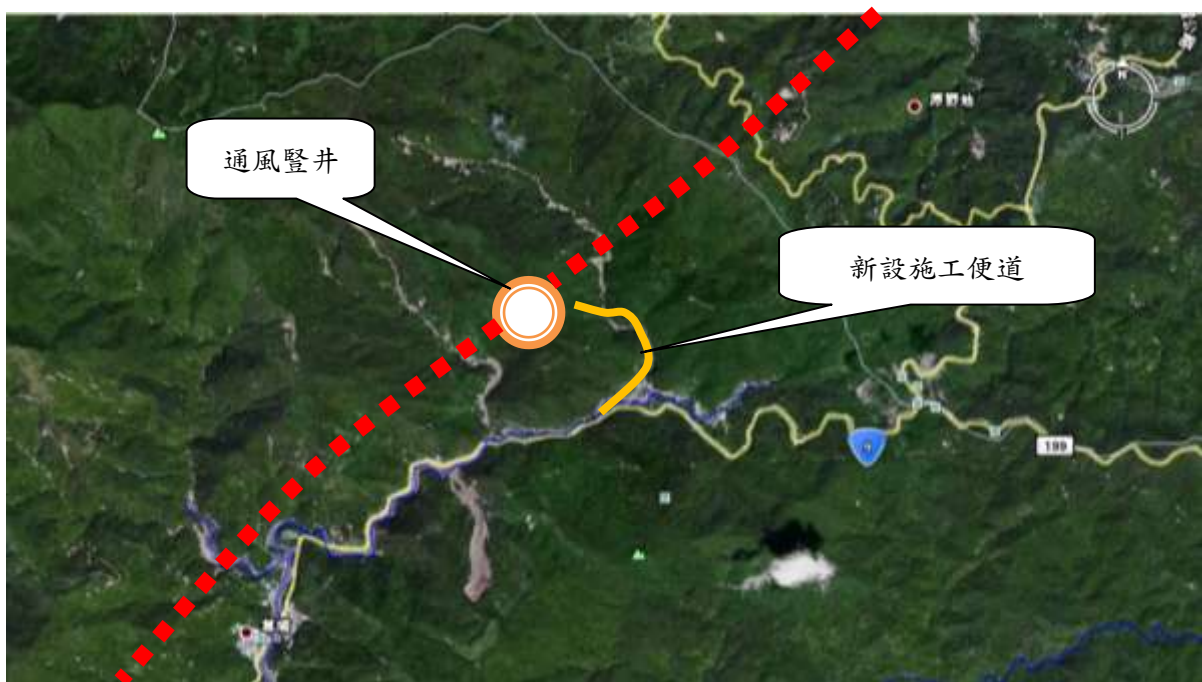


圖 8.5-2 通風豎井施工便道平面圖

### 8.5.2 臨時用水、電力

各工區之施工機具、設備所須電力須由施工廠商向台電申請，自台 9 線或鄰近安朔、森永、草埔等聚落引接三相 380V/220V 電源至各工區，以提供各類施工機具及房舍使用。施工廠商必須另自備緊急柴油發電機，俾備停電之須或作為施工初期台電尚未完成供電前之施工電源。





隧道南、北兩洞口鄰楓港溪支流及安朔溪支流左側可於工地上接管引溪水(須先經過河川管理單位之核准)，惟安朔溪支流平時水量小恐不足以供應拌合廠用水所需，或打設深井抽取地下水並導入蓄水池，再依施工用水之用途，選擇不同揚程及流量之加壓泵浦，經由各別輸水管線以供混凝土拌合場、路堤填築、級配粒料及工地人員之生活用水等。

生活用水須先泵至高架水塔儲存，再利用重力供水。採地下水為或溪水作為生活用水，其水質應符合飲用水標準，否則應經處理後方可使用。

依地質探查資料顯示，本路段洞口附近地下水位大致約在 0~19 公尺之間，一般約在 10 公尺左右，因此本計畫所需之混凝土拌合場用水及工地人員生活用水，除可引自楓港溪或安朔溪之溪水外，亦可向當地主管機關申請於工區內鑿設水井抽取地下水使用。

#### 施工房舍

施工房舍包含工地辦公室及宿舍、工地簡報室等設施，因本計畫腹地不足，除必要之警衛人員外應於路權外租地興建辦公房舍或於鄰近聚落租屋使用。各辦公室、廠房、庫房等均設置電話，施工現場則以無線電維持施工區間之連繫。

為維護施工區域周遭人員及交通安全，於各結構體、施工房舍、廠房、庫房、材料堆置場等施工地區之周圍設置 2.4 公尺高全阻隔式圍籬，臨轉彎或有通視需求處設置 2.4 公尺高半阻隔式圍籬。

#### 工地照明

施工區域(含進出入口)之照明設施應以各施工區之施工現況需求來配置，並隨時視需要機動增設照明設施以利工進。

### 8.5.3 施工用地

本工程開工時若公路總局尚未完成徵收程序，承包商應對洞口施工及進洞作業各項臨時設施作完整佈設計畫，並租用附近土地以應工程所需。

本計畫主要施工範圍位於楓港溪左岸，由於施工範圍內幅員狹窄，不足作為臨時設施及施工作業場地使用，因此施工期間除必要之作業場地於路權範圍內佈設外，其他如材料加工場及維修場將由施工廠商配合施工進度於路權外租地設置。

本工程施工期間，其臨時設施諸如工地辦公室、材料試驗室、機具保養修護廠，材料儲存場及混凝土拌合廠，承包商可在隧道洞口鄰近路權範圍外覓地設置，須由施工廠商負責向民間租用。施工廠商於其初步施工計畫中，提出臨時設施場地配置方案，送交工程司審核。

#### 材料堆置場及加工場

為調和本計畫混凝土拌合場所須粗細骨材，本工程擬於拌合場旁設置骨材堆置場，其餘如模板、支撐架、鋼材等之堆置場及加工場則可由承包商自行於各結構物周遭路權範圍外設置，

#### 拌合場

##### 一. 水泥混凝土拌合場



考量本計畫除第一標距台東市區較近工程所需混凝土可就近尋覓既有混凝土拌合場供料外，第二標及第三標因地處山區路段，混凝土運輸時間長，恐影響其品質，故所需之預拌混凝土及噴凝土拌合設備將由施工廠商自行設置(60m<sup>3</sup>/hr)，並另尋覓產量及生產設備均合乎契約條款相關章節要求之支援拌合廠。實際開工時，承包商應依其所提之初步施工計畫，就施工進度、經濟性...等加以考量，配合工期及契約條款之要求來決定其混凝土供應方式。

## 二. 瀝青混凝土拌合廠

本工程可尋覓附近產量及生產設備均合乎本標工程特訂條款相關章節要求之支援拌合廠(60MT/hr)一家，以供應本標所需之瀝青混凝土。

### 8.5.4 人力需求及主要工程材料

本工程施工人力需求，須包含隧道、路工及結構等工程之現場施工人員及施工所內其它相關人員，可依施工主要工作人員組織做適度之調配，二號隧道長約 4840 公尺為本計畫要徑所在之主隧道南北双向共四洞口+豎井共 5 工作面每一工作面 2 組工班每班 12 小時。

估計本工程於施工期間最大尖峰時刻約須工程師以上人員(含主任、副主任、組長、一般工程師)65 員，其中土木工程師、機械工程師、電機工程師及交通工程師需佔 70%以上。工程師中須有 20%以上具有 5 年以上之經驗者，工人需求預估約，其中技術工約 415 人 及一般體力工雜工約 210 人，因國內目前失業率仍在 5%上下，預估工人來源應不虞匱乏，除工程進行中經行政院勞工委員會各區就業服務中心或就業服務站確認無法招募足額本國勞工，始得依現行規定申請外籍勞工。但其與契約所定本國勞工之人力成本價金差額，應予扣回。

#### 一、主要工程材料

本標工程所需求之主要材料來源如下表：

材 料 名 稱	材 料 來 源
粗骨材	東部河川或陸上砂石
細骨材	東部河川或陸上砂石
預力鋼鍵地錨	國內採購
水泥	國外進口或國內採購
鋼筋 SD420W	國內採購
地瀝青	國內採購

### 8.5.5 現有排水路之維持

本計畫路段大部分所經地區為安朔溪左岸，故於施工中應注意維持現有排水水路等之暢通，對於工程中之排水路之新設、延長或改道，應於施工前按當地水路特性，埋設管涵或挖設臨時導排水路，並針對設計圖所示或工程司指示先行施做永久性之排



水設施接至原有水路，再行水路改道，以避免因施工致使水路中斷，惟部份原有水路因路幅及洞口邊坡尚未開挖無法先行施做永久性之排水設施，須依施工階段分別挖設臨時導排水路以銜接。對於現有排水路改道規劃，應配合一、二號隧道南北兩洞口之施工作業，避免遇雨導致洞口無法排水，尤其二號隧道南口，縱坡達 3%並向洞內傾斜，施工時相關排水設施事先做好調查及規劃，並與當地住民及所轄之地方及水利主管機關協調辦理。為配合整地、填土作業，於路堤填築等施工期間，必要時需於計畫工區範圍內各溝渠匯流處、各排水分區出口處或基地低窪地等處，設置臨時性攔砂及導排水設施，如臨時沉砂池與防災小土堤，以減緩水流及攔截因沖蝕而流失之表土。實際施工時，則依施工計畫，並按上述原則研提詳細施工方式、施工圖及佈設地點經工程司核可後據以實施。而於施工的工區內外之排水路及施工中所修築之臨時導排水路，應拍照存證，並常加疏浚。

### 一、工區外圍永久性或臨時性截水溝之設置

本計畫大部分路段因緊傍於安朔溪左岸右岸，故於施工前針對工區之鄰近排水路況，依照當地水利及有關主管機關之規定，採用適當頻率之降雨強度，估算施工中之洪峰流量，於施工區域外圍設置臨時或永久性截排水路，截取區外及工區地表逕流，以防暴雨所引發之洪水危害施工區域及耕地。

## 8.5.6 安全衛生

嚴密週詳之安全措施，乃防止意外事故發生的最有效方法。於工程進行中，除應注意工地設施之維護外，對於人員、機具及施工材料等，亦應予以妥善照顧及防護，避免發生意外事故，甚至造成生命財產之損失。施工安全之有關措施，除應照最新修正公佈之勞工安全衛生法、勞工安全衛生法施行細則、行政院勞委會發佈之「危險性工作場所審查暨檢查辦法」及公路總局品質系統相關文件之規定及合約規定辦理外，有關施工中所應具備之安全知識及措施，亦應多加宣導及執行，使任何進入工地之人員，均能有「安全第一」之觀念，以確保施工安全。

本計畫一、二、五、六號橋跨徑超過 50 公尺，二號隧道開挖長度 4,840 公尺、豎井深度達 130m，皆屬丁類危險性工作場所，依據勞動檢查法第 26 條規定，應於開工前檢附施工計畫書、施工安全評估報告書及施工安全評估人員與相關專業技師簽認文件向勞動檢查機構申請審查，未經審查合格不得使勞工在該場所作業，其中尚有小部分路工作業及結構工程施築，內容主要有路堤填築、路面鋪設及其它附屬工程，施工方式為機械施工，包括整地搬運、滾壓、鋪面等施工機械。隧道施工方式為鑽炸、機械開挖，包括開挖、襯砌、支撐、運土等施工機械皆可能於施中造成危害，除施工廠商應針對不同之危害型態做防範外，設計者於設計階段即應針對不同之工程特性，如橋梁工法，高架作業墜落防治、隧道或邊坡開挖作業之崩塌防制等充分辨識以消弭災害於源頭。

### 一、工區安全衛生執行



1. 勞工安全衛生組織

「工地勞工安全衛生組織與稽查作業程序」應依照公路總局品質系統相關規定辦理，承包商之安全衛生組織則按「勞工安全衛生組織管理及自動檢查辦法」辦理。

2. 安全衛生宣導：

為使每位勞工都能熟悉正確的作業程序與方法，瞭解安全衛生法令，必須不定期持續性的辦理各項宣導，宣導方式可採用安全衛生錄影帶之觀賞或於工區內張貼安全衛生海報標語或標示牌等。

3. 工地重大事故防範與緊急災害處理

大多數重大事故是可以預防的，承包商應依本安全衛生計畫書，建立嚴密之管理制度與安全環境，並妥建「一般性施工進度與安全衛生管理對策表」以評估並預測可能發生之災害，依可能之發生機率與危害程度，擇項建立具體防範對策。

4. 安全衛生教育及災害預防訓練

本工程承包商應依安全衛生法令規章及公路總局品質系統有關安全衛生規定實施相關之安全衛生教育及災害預防訓練。

5. 安全衛生工作守則

為有效達成安全衛生之目的，承包商應確實遵循勞工安全衛生法令及有關規定，會同勞工代表訂定適合其需要之安全衛生工作守則，報請勞工檢查機構備查後，公告實施。

6.自動檢查

本工程承包商應依行政院勞委會所頒佈之勞工安全衛生自動檢查辦法之相關規定，詳擬自動檢查計劃，並據以確實執行。

### 8.5.7 施工環境保護

本計畫工程主要以橋梁、路工工程及隧道工程為主，其中高架橋及隧道工程為主體工程。施工廠商於開工前應先行派員至施工現場詳細勘查現地之地形、地貌及周遭之環境生態，審慎評估各施工區域所需之施工機具、材料堆置場，並慎選所需施工便道之路線，俾降低對當地環境生態之影響，且遵守行政院環保署公告之「施工活動非點源污染最佳管理作業規範」、「營建工地及土石方堆（棄）置場為減少逕流廢水中濾出物及泥沙沖蝕量之必要措施」與「營建工程空氣污染防治設施管理辦法」...等相關法令規定作好管理，另更應恪遵工程司指示及契約條款規定做好相關環保措施。

由於第二、三標工程洞口開挖，橋梁工程基礎開挖，及施工便道闢建，施工時將干擾土壤穩定結構與地表植被保土功能，使土壤抗蝕力減弱，導致暴雨時產生土壤沖刷現象，因此應避免於雨天中施工，且應配合施工進度設置臨時性攔砂、導排水與截水溝等設施，以導引地下水或雨水之宣洩，更應注意該溝下游水路之疏導，並於裸露面覆蓋以免造成更大之沖刷致引起泥濘而污染環境。





隧道工程施工期間對於施工現場生態環境之衝擊雖較前者之影響來得小，惟施工便道（橋）構築與棄渣運輸期間，對於施工材料之堆置及運輸過程均應審慎處置，俾降低對周遭環境之影響。

另於施工期間之各項環保重點如大氣與空氣品質之維護、噪音管制、振動管制、水質、水土保持、固體廢棄物、河川污染管制及沿線工程環境測定等均須持續加以監視。

### 一、河川污染管制

施工期間不得將未經適當處理之污水排入既有河川或溝渠，亦不得將其他雜物拋棄於河川中，所有污水、廢水均需經過濾沉澱，以去除固體物質及油污雜質並達到排放標準後排放，以防止污染河川及影響排水之暢通而導致災害之發生，本計畫施工過程中產生之混凝土塊等應敲除至 10 公分以下利用於路堤填築或埋置於路權範圍內，生活廢棄物或無法利用於填築之廢棄材料應交由環保單位或清運公司定期運至掩埋場掩埋。

### 二、環境保護執行計畫

本計畫工程施工廠商應依公路總局品質系統相關規定及「環境保護執行計畫」之基本內容，於施工計畫書中詳擬「環境保護執行計畫」，提報工程司核定後，據以監督實施；實施期間，工程司或地方環保主管機關認為有必要改進者，應予以配合辦理。

### 三、工程環境監視

施工期間環境監視之目的在於瞭解因本工程之施工所引起之周圍環境變化情形，以作為承包商執行環境保護工作之依據，監視工作內容應依據本標段環境影響評估報告書中之環境管理計畫有關承包商應辦理部分及本工程施工內容特性擬訂，並確實施行；對於施工中發生之噪音、振動、塵煙、排放水水質等有超過法令規定之可能時，承包商仍應負起相關管理監視責任，以免影響環境。

#### 8.5.8 施工協調

施工期間若遇有可能影響施工進行之設施、管線等，應依施工現狀即時與有關單位協調，以辦理拆遷事宜。

本工程路權範圍內須配合改道之既有排水渠道與架空線路等，承包商於施工前應與各權責單位充分溝通協調，俾能密切配合本標工進。

本工程與相鄰標段之東西兩端施工界面為路堤填築，除按施工說明書技術規定說明外，對於他標工程之臨時設施，因施工上之需要而必須利用到本標之路權範圍內時，則按工程司指示與該工程之承包商進行協商，避免施工界面之干擾，以利工進。

本計畫工程隧道開挖所需之土方暫置場應覓妥適當地點堆放，並做好相關之水土保持及安全措施，遠運大武高橋開發或土資場之土方運送管制計畫，應依相關交通單位之規定編訂，並送工程司核可後據以實施。

本工程施工期間將對現有之台 9 線、鄉道及鄉內產業道路交通造成影響，除於工程完工前按設計圖示予以處置外，施工期間之臨時改道與交通維持計畫則應送請工程司、監造單位及相關之機關單位審查後據以實施。如在工程進行時，因施工造成路面損壞，承包



商亦應盡修復之責。

## 8.5.9 施工預定進度編制說明

### 一、工作天計算

本標主要工作內容為隧道作業，除考慮工程技術上的特性外，一般受當地天候影響較小，各工程之進度或作業可能工作天數，依目前營造業施工現況是由日曆天數中扣除周日假日、國定假日及民俗例假日推算而得。全年工作天=365-52-16=297天，平均每月工作天=297÷12≈25天。

二號隧道包括南下線及北上線各一座，長度約 4,840 公尺，主隧道開挖寬度約 12 公尺，高度約 9.15 公尺，斷面積約 110~121 平方公尺。為縮短工期，本隧道工程除將分別自南洞口及北洞口對向同時施工外，並另於 8k+900 附近設置通風豎井，於豎井貫通後為增加一工作面自向南北兩向同時開挖以縮短施工時程。

本標工程隧道通過之地段，主要採國內技術較純熟且施工應變能力較佳之鑽炸法開挖隧道；針對洞口段及地質軟弱帶，為減少開炸對周圍岩盤之擾動，建議採機械開挖方式較適宜（如挖掘機、破碎機或削岩機等），並視需要配合其他輔助工法，如管幕、支撐鋼管、地盤改良等方式施工。

### 二、隧道工程

隧道工程施工機具主要為隧道開挖、支撐等所需之施工機具，本標擬先後配合東西洞口用地取得共使用 4 組機具、8 組人力分二班施工組合，每組主要施工機具與設備如下：

機 具 設 備	數量(部)
鋤土機	2
噴漿機	1
空壓機	1~2
緊急發電機	2
通風設備	1
襯砌鋼模	12M
鑽堡	1

除前進開挖面外，配合洞台、仰拱開挖及備用機具另需配置適量之機具備用。

### 三、豎井工程

第三標擬使用 1 組機具，2 組人力分二班之施工組合，每組主要施工機具與設備如下：

機 具 設 備	數量(部)
鑽堡	1
噴漿機	1
空壓機	1~2
緊急發電機	2



通風設備	1
襯砌鋼模	6M
門型吊車	1

#### 四、橋梁工程

一號高架橋、二號高架橋為逐跨工法+懸臂工法橋梁，逐跨工法長度 180m+180m，懸臂工法長度 420m+420m，逐跨工法部分擬使用 1 套就地澆注逐跨工作車工期 28 個月；懸臂工法使用 6 部懸臂工作車，工期 36 個月，

- a.動員開工：2 個月
- b.基礎及橋墩：5 個月
- c.柱頭結塊：1 個月
- d.工作車組裝及拆除：1 個月
- e.預估輪用次數：3 次
- f.柱頭塊長度：10M
- g.每一節塊長度：5M
- h.每一節塊施工時間：7 天
- i.中央節塊閉合時間：10 天
- j.邊跨施作時間：2 個月
- k.橋面及交通設施：5 個月

懸臂工法：(480m+480M)\*2 向(共 8 跨\*2 向、90~120M/跨)

工期=

$$2+5+1+3+ \frac{(960*2-6*2*10)/5*7+8*10}{25*6} +7 \text{ 個月}=36 \text{ 個}$$

逐跨工法：180M\*2\*2 向(共 8 跨\*2 向、45M/跨)

工期=

$$2+5+ \frac{8 \text{ 跨}*25*2}{25*1} +5 \text{ 個月}=28 \text{ 個月}$$



## 第九章 建設計畫

### 9.1 計畫緣起

省道台9線南迴公路為台灣東部花東地區與南部高屏地區之主要運輸交通幹道，交通部針對東台灣發展與交通運輸系統之結合，提出多項計畫以為推動實施，其中鐵路電氣化與南橫快速公路尚未開闢完成前，台9線南迴公路為連繫台東與高屏地區之主要外運輸幹道。惟南迴公路受制於地形地勢之限制，原有道路有設計標準偏低、道路線型不佳、縱坡起伏大及路寬不足等限制，加上高路堤及高邊坡多，易因災害受損而交通中斷，除人命財產損失外，對區域性經濟發展及產業運輸造成重大影響。有鑒於此，地方民眾對此路段多次提出道路改善要求，茲將計畫推動歷程分述如下：

- 一、91年3月22日台東縣籍立法委員及縣長拜會行政院副院長，奉副院長指示由公路總局於91年5月16日召開現地會勘，結論為由公路總局辦理太麻里香蘭至大武段及安朔至新路段兩路段拓寬為四車道可行性評估。
- 二、93年9月7日公路總局邀集行政院公共工程委員會、經濟建設委員會等相關單位審議可行性評估期末報告，依據評估結果建議：香蘭至大武以三至四車道辦理拓寬、安朔至草埔部分路段以隧道方式截彎取直辦理（四車道）拓寬、草埔至新路以超車道方式（三車道）辦理拓寬。
- 三、交通部93年10月29日陳報行政院，建議本路段以上開方式辦理並擬續辦環境影響評估，並奉行政院93年11月3日核復：「原則同意。」。
- 四、公路總局依據行政院核示辦理環境影響評估，另針對南迴公路安朔至草埔段辦理「初步路線規劃及地質探查委託服務工作」。
- 五、97年7月完成修正環境影響說明書，歷五次初審後，於99年8月23日初審核可，99年9月20日環保署環評審查委員會第198次會議審查通過，99年12月27日取得環保署核定函。
- 六、100年1月安朔至草埔段提送路線規劃及地質探查委託服務期末報告。

可行性階段規劃路線及鄰近區域主要公、鐵路交通網示意如圖 9.1-1。





圖 9.1-1 規劃路線及鄰近區域交通位置示意

本案於 97 年 6 月委託中興工程顧問公司進行安朔至草埔段初步路線規劃及地質探查委託服務作業，同時期由京華工程顧問負責台 9 線 420K+964~445K+880 及 458K+500~484K+500 拓寬四車道改善計畫之環境影響評估作業，於 97 年 10 月 15 日進行環境影響說明書專案小組初審，歷五次初審後(97\12\15、98\6\8、98\8\27、99\05\12、99\8\23)，於 99 年 8 月 23 日初審核可，99 年 9 月 20 日環保署環評審查委員會第 198 次會議審查通過。

本規劃階段遂研擬甲、乙及丙等三個方案進行評比，而可行性研究方案及原路拓寬方案作為參考，其中方案甲於平、縱面線形、外部景觀、用路人行駛距離、施工難易度等項目較優；方案乙於前述項目略次於方案甲，施工工期、建設經費及營運管理等項目則較甲方案為優；方案丙則於施工工期項目較優。詳細之評比結果如表 5.1-1 及 5.1-2，經 貴局五次路線審查會議(2008/08/07、2008/11/07、2009/06/24、2009/08/23、2009/06/24 及 2009/10/05，會議記錄參見附錄一)，採用甲方案為定案方案。

## 9.2 計畫目標

為順利推動計畫，茲參據可行性研究、路線初步規劃及環境影響說明書之成果，研訂本建設計畫陳報，作為後續作業之執行準則，台 9 線南迴公路拓寬改善後續計畫，係採沿海岸路段佈設三或四車道拓寬方案及沿山段局部改線截彎取直，拓寬路線範圍北起台東縣香蘭，



南至屏東縣草埔止，原路線全長共 40.616 公里，改善後路線全長為 35.922 公里，依路段特性及拓寬方式，由北而南主要可分為香蘭-金崙、金崙-大鳥及安朔-草埔等 3 段(參見圖 2.1-1、2.1-2 及表 2.1-1、2.1-2)。

- 一、香蘭-金崙段則以拓寬三車道方式規劃，共計 5.136 公里。
- 二、金崙至大鳥段則採原線拓寬四車道方式規劃，共計 13.94 公里，此範圍內部份路段已拓寬完成，請參見表 2.1-1。
- 三、安朔-草埔段屬連續彎道路段，原長度約 15.7 公里，配合地形高程，規劃隧道、橋梁及路堤路塹方式構築道路，截彎取直後長度為 11.006 公里。

綜合整理台 9 線南迴公路道路現況線型、縱坡條件、構築方式、天然災害中斷時間次數、交通事故統計及區域發展上位計畫等，評估本計畫實施之必要性如后：

- 一、台 9 線南迴路段為花東與高屏地區最主要通行運輸幹線，惟受限於天然地形、地質條件及經費等因素，既有道路狀況無法負荷現行交通量，且道路易因天然災害受損中斷，災害型式包括邊坡落石坍方、路基流失及斷橋，嚴重影響東部地區民眾聯外交通便利，甚至危及用路人生命財產安全，道路中斷對區域產業運輸及民眾來往便利形成障礙，依公路局楓港及台東工務段資料平均每年阻斷 11 次，阻斷天數約 15 日。
- 二、本路段道路現況受限於地形，現況路線平面線型標準低及縱坡過大，且陡坡道與彎道同時存在，香蘭-金崙段道路曲率半徑最小為 30m，最大縱坡 6.7%，路基寬度最窄處僅 7.5m；金崙-大鳥段道路曲率半徑最小為 30m，最大縱坡 8.1%，路基寬度最窄處為 7.0m；安朔-草埔段曲率半徑最小為 350m，縱坡介於 6.5~11%，路基寬度最窄為 7.8m。現況路線標準低、多彎、坡陡及寬度不足，車輛易不當超車或跨中線行駛，車禍肇事率高，根據警政單位統計從民國 94 年至 99 年，南迴公路交通事故統計，A1（造成人員當場或 24 小時內死亡）類事故有 34 起，共 42 死、44 傷，A2（指造成人員受傷或 24 小時後死亡）類事故 1061 起，共 1384 人受傷，A3 類（車輛碰撞造成財損，但無人員傷亡）事故 1021 起，統計 94~99 年 共發生 2116 件交通事故，共造成 42 死，1428 人受傷，交通事故發生頻繁且造成人命死傷。
- 三、南迴公路香蘭-大鳥沿海段路堤基腳長期受海浪淘刷，路基易受損淘空而需長期進行維護施工，沿山安朔-草埔段既有高邊坡、高路堤因地質因素，易因降雨沖刷造成路基破壞及邊坡坍滑，多年來公路總局第三區養護工程處雖持續性進行修護及養護工作，惟仍無法全面性改善及提高公路可靠度及安全性。
- 四、花東地區在地仍有農產品、畜牧產品、砂石料及礦產原料運輸需求，南迴公路



為花東與高屏地區最主要通行運輸幹線，提供安全及高可靠度之運輸道路，為政府基本責任，同時對發生重大災害時之搶險救護、安全維生亦多所助益，另外有替代功能之南迴鐵路因受限於地理環境、氣候等因素，仍不足以提供全天候聯外交通，一旦遭遇颱風的侵襲仍常有路線受損停駛的情形，甚至在88水災中斷後，更停駛4個月之久。

五、依經建會「東部永續發展綱要計畫」，目前交通建設以發展東部綠色運輸為主，具體目標為強化鐵路運輸及複合式運輸服務及提升蘇花及南迴公路之安全性與可靠性，本計畫之推動符合國家發展策略。

綜合論述，本計畫目標如下：

#### 一、提供一條安全、穩定回家的道路

以隧道、橋梁方式，避開地質脆弱段，提高用路人安全與災害替代路線，紓解過年過節返鄉、旅行之車流量。

#### 二、提升區域運輸系統功能服務品質

改善安朔草埔段道路線型不佳之運輸瓶頸，符合節能減碳效益，整合鐵路及公路系統，提高複合運輸服務績效。

#### 三、帶動沿線觀光經濟

整合沿線旅遊景點，活絡東部觀光產業。

## 9.3 基本資料調查及分析

### 9.3.1 上位政策

台灣在中央山脈由北向南的縱向切割下，分成西部區域與花東區域兩個屬性截然不同的空間結構，除了自然環境差異，產業組成、經濟發展型態及居民生活樣式也因為對外交通的因素而有極大的差別，為改善東部區域現況，順應特色資源建立發展優勢，政府積極擬定各項東部地區發展策略。

與本計畫相涉之重要上位指導計畫包括：行政院於99年2月22日核定之「國土空間發展策略計畫」、96年3月20日經建會擬定之「東部永續發展綱要計畫」、變更中之東部區域計畫第二次通盤檢討、南部區域計畫第二次通盤檢討，屏東縣綜合發展計畫、台東縣綜合發展計畫等。上述計畫均將東部對外交通運輸改善列為重要內容，省道台9縣南迴公路係南部高屏地區與東部花東地區唯一運輸幹道，其拓寬工程為推動改善東部區域交通之重要工作。

各項上位計畫、政策與本計畫相鏈結之內容整理如表 9.3-1。





表9.3-1 上位及空間發展計畫與本計畫關聯性彙整表

計畫名稱	主管單位	主軸政策	與本計畫之關聯
國土空間發展策略計畫	經濟建設委員會	確立國土空間架構與發展定位，提出全國性之國土保育、產業經濟、城鄉發展、交通運輸通訊、空間治理等五大面向空間發展政策與策略方向，並定位東部區域環境優勢為「東部優質生活產業軸」	1.提高國土機動性、可及性與連結性，創造產業發展機會，提升東部地區聯外公路系統之安全性與可靠性。 2.持續加強照顧東部及離島建設，中央政府應積極改善東部及離島對外交通，以達到地方適性發展之實質與心理需求。
東部永續發展綱要計畫	經濟建設委員會	發展觀光產業，營造東台灣特色之新鄉村社區，妥善保護東部豐富自然資源，強化花東發展核心機能，落實綠色運輸及人本環境，善用東部優勢資源，追求經濟、社會及環境之永續發展。	1.發展綠色運輸系統，針對蘇花公路及南迴公路易肇事及坍塌路段進行必要改善，確保東部聯外公路交通之安全性與可靠性。 2.連接「三心二軸雙環」發展模式中「雙環」之「花東山海南環」，自山邊到海岸整合周邊泛觀光產業資源，建構花東優質景觀廊道。 3.整體規劃砂石運輸改善方案，降低砂石業負面衝擊。
台灣南部區域計畫(二通)草案	內政部	永續發展，環境保育、經濟發展、社會公義並重。	七大發展功能單元之聯外轉運單元目標，便捷南部地區交通網絡，讓區域機能範圍延伸東部區域，有助於以此為核心之屏東次生活圈。
台灣東部區域計畫	內政部	促進區域均衡發展，創造就業機會，強化地方生活圈中心都市功能；促進產業及觀光發展，合理利用自然及人文資源，維護資源之永續性；提高生活品質，改善原住民經濟、文化、教育及生活環境；完善區域運輸交通建設。	1.提升區域交通運輸功能，加速帶動東部觀光及產業的發展，有助於整體經濟上發展。 2.整合陸、海、空運輸及電信資訊系統，以達到人、貨、資訊之快速運輸之改善東部聯外交通目標。
屏東縣綜合發展計畫	屏東縣政府	發達知識生產科技、營造精緻生活空間、打造國際觀光路線、建設公益福利社會、經營永續安全環境。	帶動屏東地區觀光網絡之完整性，更可擴及東部觀光路線，打造國際級觀光路線。
台東縣綜合發展計畫	台東縣政府	整合自然資源及產業特色，發展觀光遊憩事業；建立多元自主的地方文化生活圈；發展有特色的區域運輸系統；推動資訊軟體高科技研發產業。	加速推動產業東移及觀光遊憩事業之發展，另外亦可滿足民眾對交通之需求，促進區域間之發展。
大武都市計畫	台東縣政府	規劃大武都市計畫區發展之土地使用分區及公共設施。	提昇大武鄉聯外交通運輸功能，進而發揮大武都市計畫之整體機能。
推動知本大學城特定區計畫	台東縣政府	加強人才培訓及帶動東部區域文教與產業之成長。	有助於知本大學城推動，促進東西部教育文化交流。
台東縣達仁鄉全鄉性休閒農業整體發展計畫	台東縣政府	發展有機休閒農牧場；結合生態及原住民文化，開發定點渡假體驗營。	有助於達仁鄉農業整體發展之推動，將可吸引前往台東及恆春半島觀光之人潮，建構完善之觀光路線。
知本綜合遊樂區開發計畫	台東縣政府	台東縣政府與開發公司採合作開發複合式觀光遊樂區。	可提供便捷的運輸系統，縮短旅途時間，提昇民眾休閒品質。
台東縣景觀願景綱要計畫	台東縣政府	依台東地理環境特徵，提出「南島原鄉花朵」概念，規劃東部平原為「南島原鄉及卑南文化」景觀核心區，花東縱谷為「布農文化」景觀軸線，東海岸為「阿美文化」景觀軸線，離島為「達悟文化」景觀軸線，南迴海岸為「排灣文化」景觀軸線，及利嘉溪之「魯凱文化」景觀軸線等。	1.道路景觀設計須參考景觀軸線設置原則。 2.規劃於台東縣之台九線入口處設置入口意象。 3.可參考模擬設計道路規劃斷面。





### 9.3.2 相關交通建設計畫

與本計畫有關之重大交通建設計畫包含台 9 線南迴公路拓寬改善、台 26 線旭海至安朔段改善計畫及台鐵南迴鐵路電氣化等 3 項計畫，相關內容說明詳見表 9.3-2，計畫位置圖詳見圖 9.3-1 所示。

表9.3-2 相關計畫與本計畫關聯性彙整表

計畫名稱	計畫內容	計畫年期	與本計畫之關聯
台 9 線南迴公路拓寬改善	拓寬路線行經台東縣太麻里鄉、大武鄉、達仁鄉及屏東縣獅子鄉、枋山鄉等行政轄區，拓寬改善路段長度共約 18.6 公里，其中香蘭至大武段（420K+964~445K+880）有 6 段，共長約 6 公里；安朔至楓港段（457K+100~489K+000）有 11 段，共長約 12.6 公里。	民國 95 年	同為台 9 線南迴公路拓寬改善計畫一部分，除提昇道路服務水準，亦可降低車輛營運成本，加速東西部城鄉間之往來，改善整體運輸功能，帶動整個東部區域之發展。
台 26 線旭海至安朔段改善計畫	規劃改善路線自安朔至旭海段，計畫路段長 11.9 公里，其中於觀音鼻處闢建長 1,728 公尺之隧道路廊，與縣 199 線、縣 199 甲線及縣 200 線可構成完整之交通路網，達成分散台 9 線交通量並作為其救災替代路線之功能。	民國 100 年	本計畫將有助於安朔成為道路樞紐中心，增強東部山線與海線公路聯絡網之完整性
台鐵南迴線鐵路電氣化計畫	自台鐵南迴線鐵路枋寮站（0K+000）至台東站（98K+145）止，全長約 98 公里，除中央號誌站（23K+657）至古莊站（40K+519）間長 16.76 公里配置雙軌電化外，其餘路段為單軌電化配置。	民國 106 年	提昇高屏、台東地區方便及穩定之交通運輸網絡，建構快捷、安全、完整之大眾運輸系統



圖 9.3-1 本計畫路線與相關計畫相對位置圖

### 9.3.2 現況分析

本計畫現況調查及分析詳見本報告第二章內容。



## 9.4 執行策略及方法

### 9.4.1 主要工程內容

本計畫路線東起臺東縣達仁鄉安朔村達仁聚落，西至屏東縣獅子鄉草埔村台9線遊仙橋西側與台9線相接，路線全長約11公里(詳圖9.4-1)；其中主線橋梁共4座總長約3.52公里、主線隧道共2座總長約5.02公里、路堤/路塹段總長約2.46公里。計畫全線均按雙向4車道設置。

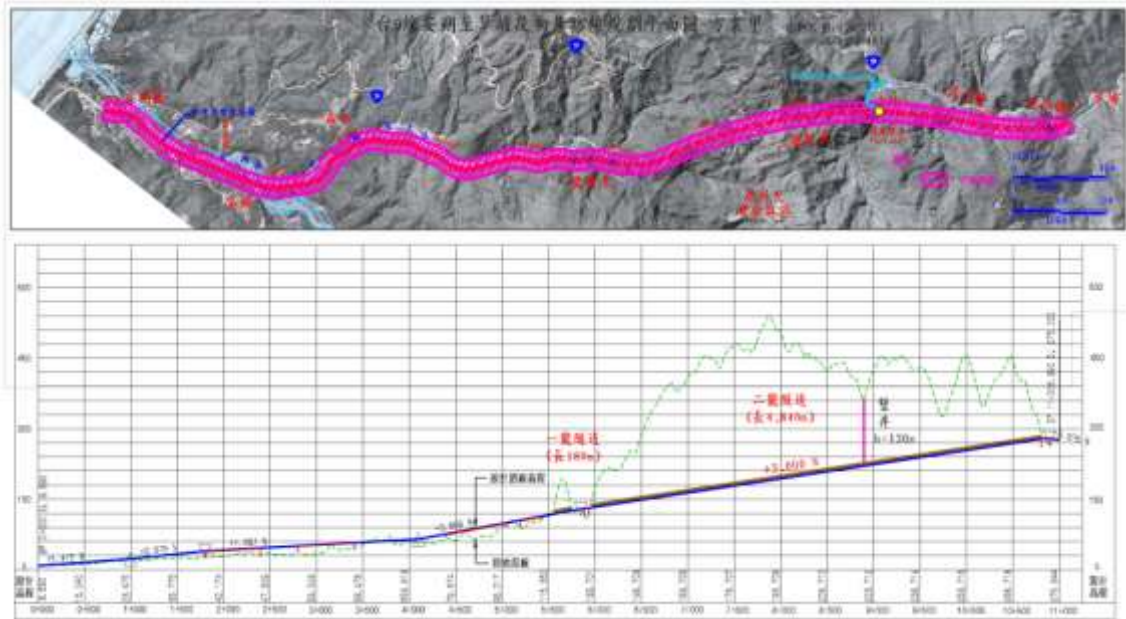


圖 9.4-1 計畫路線平面

本計畫路線(甲方案)考慮將全線分為兩個土木標、一個機電照明標及一個建築標發包施工。第一年度辦理建設計畫及環評審查通過後，隨即辦理初步設計，第二年度則辦理用地取得及細部設計，用地取得完成後隨即辦理各土木標發包施工，機電照明標則配合土木標之施工進度再辦理發包施工。



表 9.4-1 整體工程預定進度時程表

項目	期程		第一年		第二年		第三年		第四年		第五年		第六年		第七年	
	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12
1. 建設計畫審查	█															
2. 初步設計		█														
3. 用地取得			█	█												
4. 細部設計		█	█													
5. 工程發包					█		█				█					
6. 第一標工程施工						█	█	█	█	█	█					
7. 第二標工程施工				█	█	█	█	█	█	█	█	█				
8. 第三標工程施工										█	█	█	█			
9. 第四標工程施工											█	█				
10. 消防演練、通車履勘及驗收																█

### 9.4.3 執行步驟與分工

本計畫工程之新建，係屬「省道九號線 420K+964~445K+880 及 458K+500~484K+500 拓寬四車道計畫」中之台 9 線安朔至草埔段 (459K+000~472K+700)，工程設計將委託專業之工程顧問公司負責，並協助公路總局辦理工程施工標發包作業。工程開工後則由公路總局第三區養護工程處負責工程監造(屆時若自辦監造人力之不足時，可將部份工程監造作業委託專業之工程顧問公司負責辦理)。新建工程完工驗收後，將交由公路總局第三區養護工程處負責完工通車後之管理維護。

## 9.5 資源需求

### 9.5.1 所需資源說明

本計畫依據公路總局審議結論所決定採用為規劃路線定案方案之甲方案作經費估算，工程建造費以民國九十九年為基年概估，並按每年物價指數成長百分之二調整；用地費以九十九年公告現值，並含地價加成補償金計算；地上物補償以民國九十九年之地上物補償基準計算，依前揭預定實施進度概估本計畫之資金需求；本新闢道路之工程建造費約 111.50 億元、用地取得及拆遷補償費約 1.96 億元、委託設計工作服務約 2.27 億元、工程監造費約 3.63 億元，合計總計畫經費約 119.36 億元。計





畫經費詳如表 9.5-1。

表 9.5-1 計畫經費估算表

項次	項目	單位	數量	單價 (億元)	複價 (億元)	備註
1.	委託設計工作服務費				2.27	
2.	用地取得及拆遷補償費				1.96	
2.1	用地費	式	1.0	1.71	1.71	
2.2	地上物補償費	式	1.0	0.25	0.25	
3.	工程建造費				111.50	
3.1	直接工程費	式	1.0	92.23	92.23	
3.2	間接工程費	式	1.0	0.47	0.47	
3.3	工程預備費	式	1.0	9.09	9.09	
3.4	物價調整費	式	1.0	9.71	9.71	
4.	工程監造費				3.63	
	計畫總經費(1+2+3+4)				119.36	

## 9.5.2 經費來源

本計畫道路依據交通部 97 年 1 月 16 日交技字第 0970000574 號函頒之「公路路線設計規範」規定辦理；全線無論在河口沖積扇平原路段、河岸山谷間之橋梁段或山區之隧道段，設計速率一律採用 60 公里/小時，本路採省道主要幹道標準辦理，且本案係屬「台 9 線南迴公路拓寬改善後續計畫」，計畫經費由一般公務預算支應。

## 9.5.3 經費需求(財務計畫)

### (一) 經費概估

本計畫工程經費估算詳如表 9.5-2。

表 9.5-2 台 9 線安朔至草埔段工程經費概算(甲方案)

項次	工程項目	單位	數量	單價	複價
壹.	工程建造費				
一.	發包工程費				
一.1	路堤段道路工程(H≧6m)	M2	12,798	9,000	115,182,000
一.2	低路堤段道路工程(H≤2m)	M2	31,500	4,000	126,000,000
一.3	混凝土箱梁橋(逐跨工法)	M2	22,410	32,000	717,120,000
一.4	混凝土箱梁橋(懸臂工法)	M2	39,600	42,000	1,663,200,000
一.5	鋼箱梁橋	M2	1,444	55,000	79,420,000
一.6	隧道(單孔 2 車道,含機房)	M	10,040	515,000	5,170,600,000
一.7	通風豎井	M	136	500,000	68,000,000



項次	工程項目	單位	數量	單價	複價
一.8	隧道機電(單孔 2 車道)	M	10,040	80,000	803,200,000
一.9	施工便道	M2	30,000	600	18,000,000
一.10	公路照明	M	5,986	3,000	17,958,000
一.11	管制站及行控中心	式	1	19,800,000	19,800,000
一.12	工務段區工程費	式	1	87,000,000	87,000,000
一.13	消防隊廳舍及消防車輛裝備器材	式	1	103,000,000	103,000,000
一.14	人工養灘研究及工程費	式	1	98,420,000	98,420,000
	一項 發包工程費 小計				9,086,900,000
二.	其他工程費				
二.1	環境監測費	式	1	129,114,300	129,114,300
二.2	空氣污染防治費	式	1	7,159,000	7,159,000
	二項 其他工程費 小計				136,273,300
三.	工程設計費	式	1	227,172,500	227,172,500
四.	工程預備費	式	1	908,690,000	908,690,000
五.	工程管理費	式	1	46,934,500	46,934,500
六.	工程監造費	式	1	363,476,000	363,476,000
七.	工程物價指數調整費	式	1	970,535,060	970,535,060
	壹.工程建造費 合計(一~七項)				11,739,981,360
貳.	用地拆遷補償費				
一.	用地徵收費	M2	187,110	618	115,633,980
二.	設定地上權費用	M2	351,400	155	54,467,000
三.	房屋拆遷補償費	M2	500	15,000	7,500,000
四.	農林作物補償費	M2	149,688	120	17,962,560
	貳. 用地拆遷補償費 合計				195,563,540
參.	總工程費				11,935,544,900

## (二) 促進民間參與公共建設評估

依照「促進民間參與公共建設法」第八條，民間機構參與公共建設之方式皆涉及營運及效益回收，在公路工程一般所採取之方式有公路收費及休息區開發。

查省道台9線通車路段未有收費站之設置；而本計畫工程係同屬台9線省道性質，不具設收費站之條件，亦不具休息區開發之條件，無法採用收費方式營運，亦無法開發休息區以挹注效益。



初步評估本計畫不適合採用民間機構參與公共建設之方式興建。

### (三) 財務規劃與籌措

因本計畫不具財務自償性，所需總經費約 119.36 億元，由中央逐年編列一般公務預算支應，考量政府財政狀況、資金籌措能力等因素，且避免預算無法編足而影響執行，故計畫時程擬自計畫核定後，配合年度年度重大公共建設計畫先期作業時程申請經費辦理，預計分 6 年度辦理完成。

規劃工作已於 99 年完成，預計 100 年至 101 年完成設計及用地取得工作，工程闢建自第 101 年起分 5 年辦理，其各年度預算以 99 年幣值編列詳如表 9.5-3，加計物價調整後之各年度當年幣值分年資金需求編列詳如表 9.5-4。



表 9.5-3 甲方案分年資金需求表(99 年幣值)

單位:萬元/99 年幣值

		第一年	第二年	第三年	第四年	第五年	第六年	第七年	合計
1	工程設計費	13,630	9,087						22,717
2	用地徵收及地上權設定費	3,402	13,608						17,010
3	拆遷補償費	509	2,037						2,546
4	直接工程費		83,009	166,017	202,910	230,579	221,356	18,446	922,317
5	間接工程費		3,694	7,387	9,029	10,260	9,850	821	41,041
6	工程預備費		8,178	16,356	19,991	22,717	21,809	1,817	90,869
		17,541	119,612	189,761	231,930	263,557	253,014	210,085	1,096,500

表 9.5-4 甲方案分年資金需求表(當年幣值)

單位:萬元/當年幣值

		第一年	第二年	第三年	第四年	第五年	第六年	第七年	合計
1	工程設計費	13,630	9,087						22,717
2	用地徵收及地上權設定費	3,402	13,608						17,010
3	拆遷補償費	509	2,037						2,546
4	直接工程費		86,362	176,179	219,636	254,578	249,283	21,189	1,007,227
5	間接工程費		3,843	7,840	9,773	11,328	11,093	943	44,819
6	工程預備費		8,509	17,358	21,639	25,082	24,560	2,088	99,235
		17,541	123,445	201,376	251,048	290,988	284,935	24,220	1,193,554





## 第十章 結論與建議

### 10.1 結論

- 一、台 9 線南迴路段為花東與高屏地區最主要通行運輸幹線，本計畫完工後提供花東及屏東地區便捷聯絡道路，並提供安全迅速大容量運輸功能以提升區域性運輸系統之服務品質，因應未來交通量成長，可促進東部地區均衡發展，以提升偏遠地區生活水準。
- 二、「安朔~草埔」段為既有運輸系統瓶頸，亦為台 9 線南迴中最易因天然災害中斷之路段，通車後可提供來往民眾一條安全通行及災難搶險運輸之道路。
- 三、本計畫於路線選定時已針對 6 個評估目標及 16 個評估準則進行方案評比(參見第 5 章)，並經 5 次審查會後決定甲方案(甲級隧道方案)為優選之路線方案，主要考量甲方案路線長度短、平縱面線型佳、施工難易度、經費、自然資源保護及道路穩定安全性等項目，評估為最佳方案，而同時期送環保署審查之環境說明書亦根據此方案送審通過(99 年 9 月 20 日環保署環評審查委員會第 198 次會議審查通過)。
- 四、定案方案路線全長 11,006 公尺，包括橋梁 3,525 公尺、路塹路堤段 2,461 公尺及隧道 5,020 公尺，為配合通風需求於路線里程 8K+890 處設置一深約 140 公尺之通風豎井，路線較計有台 9 線縮短 4,700 公尺，且行車速率提升至 60km/hr。
- 五、基於機慢車輛及自行車之交通量低、行車速差大有安全虞慮且有替代行駛道路條件下，本案甲級隧道建議比照一般快速公路開放汽缸容量 550cc 及 550cc 以上機車行駛隧道，不設置專用車道，機慢車輛則不開放行駛。
- 六、配合設置車輛檢查站，採控制隧道內通行重車的數量、控制車距(控制交通量、間隔放行)、限速、禁止變換車道及禁止車況不符之車輛通行等措施下，開放載重貨車通行。
- 七、本計畫路因有原台九舊線可作替代道路供危險物品車輛通行，建議本路段平時不開放危險物品車輛通行，有短期通行需求則採特定時段以前後衛車輛配合速限與車距方式辦理。
- 八、本計畫隧道段設計已採雙孔、雙向二車道規劃，且依據交通部 99.12 新頒「公路隧道消防安全設備設置規範」必需設置消防避難及救援設施，包括人、車行連絡隧道及緊急逃生系統等，其對災變之防治及因應已相當完善，因此襯砌表面不再增設防火被覆材料。
- 九、本方案規劃之一號隧道長度約 180 公尺，二號隧道長度約 4840 公尺，一號隧道長度屬短隧道，建議不設置隧道通風系統；二號隧道長度屬甲級隧道，隧道通風系統建議採用縱流式加豎井，消防通風規格採火災熱釋放率 100MW。



十、本計畫合計總計畫經費約 119.36 億元(當年幣值)。經費建議由中央逐年編列一般公務預算支應，計畫時程擬自計畫核定後，配合年度年度重大公共建設計畫先期作業時程申請經費辦理，辦理時程預計 100~106 年，分 7 年度辦理完成。

## 10.2 建議

一、本計畫完成後可提供花東及屏東地區便捷安全之聯絡運輸道路及災難搶險使用，並提供安全迅速高容量運輸功能以提升區域性運輸系統之服務品質，因應未來交通量成長，預期可促進東部地區均衡發展、帶動觀光產業，以及提升偏遠地區生活水準。應依時程儘速推動本計畫。

二、為儘早完成本道路工程，相關工作之時程計畫安排相當緊密，部份工作(包含鑽探、測量及細部設計)需於建設計畫核定前，先行提早進行以利後續工作進行。

三、環境影響評估審查應辦事項如下，環境監測工作需提早進行：

1. 營建剩餘土石應於離峰時段運輸。
2. 海岸生態工法之安全性應納入監測計畫。
3. 生態廊道設置前應至少有 3 年路死動物之調查資料。
4. 稀有植物之移植存活率至少應達 85%。
5. 應於開發行為施工前 30 日內，以書面告知目的的事業主管機關及本署預定施工日期；採分段(分期)開發者，以提報各段(期)開發之第一次施工行為預定施工日期為原則。
6. 本環境影響說明書定稿經本署備查後始得施工。

其餘事項請參見環境影響說書第 8 章環境保護對策及替代方案及環說書歷次審查意見。

## 附錄一 歷次審查會會議紀錄

交通部公路總局  
台 9 線南迴公路拓寬改善後續計畫安朔至草埔段初步路線規劃  
報部前審查第 2 次修正稿書面審查意見及答覆說明

審查日期：100 年 2 月 8 日

審查意見	答覆說明
一、規劃組	
(一)報告書名稱請修正為「台 9 線南迴公路拓寬改善後續計畫安朔至草埔段初步路線規劃」。	配合辦理。
(二)本案規劃報告與建設計畫書部分章節內容相同者，相關論述、數據、結論應調整成一致。	遵照辦理修正。
(三)安朔至草埔改線路段，路堤、橋梁、隧道長度，請依環說書修正。	遵照辦理修正。
(四) 4.11 隧道安全與管理評估，「三、隧道型車安全管理」第 6 小節通行車種之限制，…，本案隧道應考量讓機車及自行車可進入行駛；4.2.4 機車及自行車通行評估，建議開放 50cc 和 500cc 以上機車行駛隧道；第十章結論與建議，…，500cc 以下機車及自行車則不開放行駛，上列三段內容不一致，請修正。	遵照辦理修正 4.11 第 6 小節及 4.2.4 節機車及自行車通行評估為「基於機慢車輛及自行車之交通量低、行車速差大有安全虞慮且有替代行駛道路條件下，本案甲級隧道建議比照一般快速公路開放汽缸容量 550cc 及 550cc 以上機車行駛隧道，不設置專用車道，機慢車輛則不開放行駛。」。
(五) p5-7~p5-10 排版於第六章之後，排版錯誤請調整。	裝訂錯誤，遵照辦理修正。
(六) 第十章結論與建議，10-1 結論第 9 點，辦理時程應為 100~106 年，7 年。	遵照辦理修正。
(七) 隧道相關設施請參考交通部新頒「公路隧道消防安全設備設置規範」。	已依規範檢核相關設施配置。
(八) 隧道之防火及相關材料請補充說明。	請參見 4.5.4 隧道防火及相關材料。
(九) 第 4-2 頁表 4.1-1 計畫路廊公路路線幾何設計標準內，緩和曲線最短長度欄，建議值請修正為 8356/R、容許最小值請修正為 48。	遵照辦理修正。
(十) 報告 3-4 頁中圖 3.2-3、3.2-4 與 4-3 頁圖 4.1-2 有中央分隔之橋梁斷面寬 19.8m，與環說書 5-5 頁「橋梁拓寬寬度 18m」不同，請釐清。	取消第 3 章之圖 3.2-3、3.2-4，統一於圖 4.1-2 展示橋梁斷面，橋梁寬度維持環說橋梁拓寬寬度 18m。



審查意見	答覆說明																
<p>(十一) 報告 4-95 頁剩餘土方為 95 萬立方公尺，與環說書 7-118 頁「安朔-草埔段剩餘土方 60 萬立方公尺」不同，請釐清。</p>	<p>環說書土方資料來自可行性評估報告及本規劃案期中報告，經重新評估計算平衡全路段土方調度，已調整與環說書表 7.6-1 各路段剩餘土方量之推估之全路段總棄方量 655,300 立方公尺相近之成果，參見附表 1。</p>																
<p>(十二) 報告 4-95 頁借棄土區寫到：「為保護漁港以南逐漸被侵蝕的海岸，初步擬定於大武漁港南側進行人工養灘。」此段原文依環說書 7-122 頁內容為：「為保護漁港以南逐漸被侵蝕的海岸，初步擬定於大武漁港南側進行人工養灘，而人工養灘形式、數量及位置，將由本處另案委辦進行最適方案之擬定。」報告刪除部分原文易造成地址已選定之誤會，應依據環說書原文撰寫以釐清。</p>	<p>遵照辦理修正。</p>																
<p>編排錯誤</p> <table border="1" data-bbox="159 963 782 1142"> <thead> <tr> <th>頁數</th> <th>行數</th> <th>錯誤</th> <th>訂正</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2-26</td> <td>37、38、39</td> <td>字型大小不一</td> <td>調整一致</td> </tr> <tr> <td>4-36</td> <td>表 4.4-6</td> <td>粗體參差不齊</td> <td>調整一致</td> </tr> <tr> <td>4-98</td> <td>整頁</td> <td>粗體參差不齊</td> <td>調整一致</td> </tr> </tbody> </table>	頁數	行數	錯誤	訂正	2-26	37、38、39	字型大小不一	調整一致	4-36	表 4.4-6	粗體參差不齊	調整一致	4-98	整頁	粗體參差不齊	調整一致	<p>經查為檔案列印時發生字體轉檔錯誤，將加強檢核。</p>
頁數	行數	錯誤	訂正														
2-26	37、38、39	字型大小不一	調整一致														
4-36	表 4.4-6	粗體參差不齊	調整一致														
4-98	整頁	粗體參差不齊	調整一致														
<p>二、新工組</p>																	
<p>(一) 於 P.4 新工組前審查意見(二)中提到「橋梁段請考量設置中央實體分隔」，因高架長橋段安全考量，仍請補設中央分隔島之斷面。</p>	<p>已修正設置中央實體分隔，參見圖 4.1-2。</p>																
<p>(二) 於 P.4 新工組前審查意見(三)中提到「車輛管制站之位置請再檢討修正」，報告中 P.109 圖 4.11-1 與 P.4.133 圖 4.13-1~2 不符，請修正。</p>	<p>已修正為一致。</p>																
<p>(三) 於 P.4 新工組前審查意見(三)中提到「洞口機房與隧道間尚須經過橋梁聯繫是否可行」，答覆說明為「實際案例應用於國道 6 號埔里隧道，應屬可行。」，但國道 6 號埔里隧道東口機房緊鄰隧道口並未透過橋梁連接(附圖)，請再檢討。</p>	<p>經檢討</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 電力系統 位洞口外機房之電力及交/監控電纜可經由橋梁箱型梁內佈設之電纜架進入隧道之電力及交/監控電纜管群，橋梁箱型梁空間足夠電力系統佈設。</li> <li>2. 通風系統 本計畫通風系統係採用縱流式加豎井，此系統不需於洞口機房設置通風設備，因此洞口機房與洞口有若干距離對通風系統並無直接影響。</li> <li>3. 土建 二號隧道南口所在位置山勢陡峭，若機房建築緊</li> </ol>																

審查意見	答覆說明
	鄰洞口興建，需大規模開挖山壁，完成面之邊坡將相當高陡穩定性不佳，因此建議機房設置於較平緩之洞口外，再以橋梁連接，管線則可布設於箱型梁內。 依評估應屬可行。
三、用地組	
第 7 章「用地拆遷及補償概估」7-5 頁，7.3.3 節土地購置費：「按 99 年公告現值，預估 101-102 年購地之費用…，另加公『共』現值四乘之加成補償，及每公頃 120 萬元之配合施工獎勵金編列之。」其中另加公「共」現值四成之加成補償乙節，是否有誤，應為按徵收當期之公告土地現值，補償其地價，必要時得加成補償。另有關配合施工獎勵金乙節，交通部已停止適用，本局已授權工程處比照地方政府有關規定辦理。故有關獎勵金乙節應查明。	已修正，「依 99 年土地公告現值，按每年成長 10% 之調幅，另加四成之加成補償金編列 101 年購地之費用。配合施工獎金則包含於預備費中，不另單獨編列」，參見 7.3.2 節。
四、養路組景觀科	
(一)附表二之文字用詞及錯誤請修正(共 34 點)	遵照辦理修正。
(二)P.8 會議結論之答覆說明(八)：上位計畫納入臺東縣景觀願景綱要計畫，請重新答覆說明。	遵照辦理修正。
(三)P.2-23 相關計畫請補充「臺東縣景觀願景綱要計畫」與本計畫相互關係與影響。	已補充於 2.7 節上位計畫、重大建設與相關計畫。

附表一 本計畫各路段剩餘土方量之推估

路段名稱	拓寬工程概述	挖方(m <sup>3</sup> )	填方(m <sup>3</sup> )	剩餘土方(m <sup>3</sup> )
香蘭-金崙 (三車道拓寬)	1.拓寬長度計 5.136 公里 2.拓寬採路堤及橋梁方式 3.土石方主要來源為地錨部分及路基之挖填方	橋梁： 5,915 路堤： 10,081	橋梁：無 路堤： 6,049	9,947
金崙-大島 (四車道拓寬)	1.拓寬長度計 14.14 公里，其中路堤段約 10.94 公里、橋梁段約 3.2 公里 2.土石方主要來源山側擋土牆施作、半邊橋地錨部分、分離式棧橋基樁及路基之挖填方	橋梁： 17,900 路堤： 74,665	橋梁： 21,060 路堤： 88,887	-17,382
安朔-草埔	1. 截彎取直後長度計 11.006 公	隧道及橋梁： 836,877	路堤： 173,610	663,267

(截彎取直)	里，工程內容包括隧道 5.02 公里、橋梁 2.23 公里及路堤路塹等工程 2.土石方主要來源為隧道工程開挖為主			
各段剩餘土方之推估		945,438	289,606	655,832

備註：1.本剩餘土方量為推估，未來仍依實際施工所產生之剩餘土方數值為準

附表二

公路總局養路組景觀科審核意見表		
工程名稱	「台9線420K+964~445K+880及458K+500~484K+500拓寬四車道改善計畫安朔至草埔段初步路線規劃及地質探查委託服務作業」規劃期末報告(第2次修正稿)審查意見	來文單位
		日期文號
審核意見	<p><b>99.11.19.審查意見與答覆說明表：</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. P.3 交通部運輸研究所之審查意見(一)第2行：「驅勢」應修正為「趨勢」。</li> <li>2. P.4 交通部運輸研究所之審查意見答覆說明(五)第1行：「4.1.3.節」應修正為「4.2.4.節」。</li> <li>3. P.4 新工組之審查意見(一)第1行請修正「？」。</li> <li>4. P.4 養路組道工科之審查意見(二)第1行：「明稱」請修正為「名稱」。</li> <li>5. P.5 養路組交工科之審查意見：頁碼如「P2」應為「P.2」，類此請均予修正。</li> <li>6. P.5 養路組景觀科之審查意見答覆說明(一)第5行：「己」請修正為「已」。</li> <li>7. P.6 規劃組規劃科之審查意見(五)第3行：「分佈」請修正為「分布」。</li> <li>8. P.7 規劃組規劃科之審查意見(六)最末行：「，」請修正為「。」。</li> <li>9. P.7 規劃組規劃科之審查意見回覆說明(八)第2行：「檢」請修正為「檢核」。</li> <li>10. P.7 規劃組環工科之審查意見(二)：「P-25」、「P-18」、「P-7」是否修正為「P.25」、「P.18」、「P.7」。</li> <li>11. P.7 「剩餘土石方」與「剩餘土方」稱呼請予統一。</li> <li>12. P.7 規劃組環工科之審查意見(三)第1行：「橋樑」請修正為「橋梁」。</li> <li>13. P.8 會議結論之答覆說明(三)：「4.1.3」請修正為「4.2.4。」。</li> <li>14. P.8 會議結論之答覆說明(五)：「佈置」請修正為「布置」。</li> <li>15. P.8 會議結論之答覆說明(八)：上位計畫納入臺東縣景觀願景綱要計畫，請重新答覆說明。</li> <li>16. P.9 「分佈」請修正為「分布」。</li> <li>17. 文字末尾缺「。」者，均請補正。</li> </ol>	

**規劃期末報告：**

- 18.P.2-21 第 1 行請刪除「但」。
- 19.P.2-21 路廊方案之景觀衝擊分析：「部份」請修正為「部分」。
- 20.P.2-23 相關計畫請補充「臺東縣景觀願景綱要計畫」與本計畫相互關係與影響。
- 21.P.2-28 (二) 空間發展計畫第 4 行：請刪除「其所吸引」。
- 22.P.2-28 知本綜合遊樂區開發計畫 (4) 計畫內容「四棟」請修正為「4 棟」；「四處」請修正為「4 處」。
- 23.P.2-30 第 2 行請刪除「已」。
- 24.P.2-30 台 26 線旭海至安朔段改善工程計畫 (4) 現況說明：第 6 標已於 99 年 12 月 31 日完工，請補充。
- 25.P.2-33 第四點第 5 行：「時問」請修正為「時間」。
- 26.P.4-87 標題 4.7.3.「台 9 南橫段」應修正為「台 9 南迴段」。
- 27.P.4-88 第 6 行「己」請修正為「已」。
- 28.P.4-88 整體景觀風貌與特色構想規劃：「觀察者」請修正為「觀看者」。
- 29.P.4-90 道路植栽選種建議表：「台灣赤楊」請修正為「臺灣赤楊」；「厚殼樹」請修正為「厚殼樹」；「白白及「烏白」請修正為「柏」；「台東石楠」請修正為「臺灣石楠」；王爺葵為外來入侵植物及番石榴為果樹皆不適合栽植，請刪除。
- 30.P.4-91 重點景觀區規劃：「橋樑」請修正為「橋梁」。
- 31.P.4-91 景觀及綠化工程規劃：「反應」請修正為「反映」；「觀察者」請修正為「觀看者」。
- 32.P.4-92 一、公路工程規劃之景觀考量：「提供適宜之安全」與前後文句不通順，請修正。
- 33.「分佈」均請修正為「分布」；「橋樑」均請修正為「橋梁」；「部份」均請修正為「部分」。
- 34.報告內容所有文字請全面檢視修正。



交通部公路總局  
台 9 線南迴公路拓寬改善後續計畫安朔至草埔段初步路線規劃  
報部前審查會議審查意見及答覆說明

審查日期：99 年 11 月 19 日

審查地點：總局 4 樓會議室

審查意見		答覆說明
一、交通部路政司		
(一) 本計畫是否需報部，報部依據為何宜先查明，報部版本計畫名稱宜修正。		配合辦理。
(二) 簡報與報告所呈現之時程表有誤差宜檢核修正。		簡報內容之時程係於期末報告提送後配合行政院要求調整，後續將修正報告相關內容。
(三) 簡報經費表漏列幣值年別宜補充修正。		遵照辦理修正。
二、交通部總務司		
報告書內容	審查意見	
1.P.7-4 頁，第 7.3.1 用地及拆遷補償費基準年估算二.地上改良物拆遷補償費：按「臺東縣政府暨所屬機關辦理公共工程用地地上物自動拆遷救濟金及獎勵金處理原則」之計算標準估算。	查左列處理原則第 2 點之規定：「依法應予補償或價購之 地上改良物不適用本原則」，準此，有關本案工程臺東縣境內地上改良物徵收補償之法令依據，允宜補充說明。	已修正為按「臺東縣政府拆除合法房屋之查估及補償標準實施辦法」之計算標準估算。
2.第 7.3.1 用地及拆遷補償費基準年估算一.土地購置費：屏東縣獅子鄉草埔段…等地段 99 年度公告現值區段單價為基準估列用地費。 3. 第 7.3.2 一.土地購置費：按 99 年公告現值，預估	1. 按土地徵收條例第 30 條之規定：「被徵收之土地，應按照徵收當期之公告土地現值，補償其地價。前項徵收補償地價，必要時得加成補償；其加成補償成數，由直轄市或縣(市)主管機關比照一般正常交易價格，提交地價評議委員會於評議當年期公告土地現值時評定之。」準此，本案需	1. 原預估部份零星土地取得時程較慢可能會延至 102 年才徵收完畢，因此為零星局部狀況，暫不予考量，故報告已修正為於 101 年徵收完成。另台東及屏東地區雖近年來土地公告現值年上漲調幅約在 2% 左右，然依過往經驗，路線經過區域在徵收當期之公告現值之上漲調幅達 2~3 成之情形時常發生，平均每年約 10%，故以此調幅概估，以避免未來土地徵收經費不足。加成補償數則以目前加四成方式概估。 2. 徵收單價係依 99 年土地公告現值，按每年成

	審查意見	答覆說明
<p>101~102 年購地之費用，並按每年成長 10%之調幅估算，另加公告現值 4 成之加成補償，及每公頃 120 萬元之配合施工獎勵金編列之。</p>	<p>預估 101~102 年等兩年度之購地費用原因為何？及以 99 年公告現值，並按每年成長 10% 之調幅估算，另加公告現值 4 成之加成補償，是否符合上開規定？</p> <p>2. 另 7-5 頁用地拆遷補償費計算表(規劃報告未明列該表名稱)所載徵收單價，是否係第 7.3.2 一.所稱之土地購置費，以及第 7.3.1 一.所稱之公告現值區段單價？請敘明。</p> <p>3. 經查「交通部暨所屬各機關辦理交通建設工程用地徵收獎勵專案」，前業依行政院秘書長 98 年 12 月 22 日院臺交字第 0980110002 號函略以：請依公平、可行、合理之原則，考量工程急迫性、衡平性、徵收阻力與地方發放標準之一致性，未來編列相關計畫經費預算時，不單獨編列獎勵金及救濟金項目，而由工程預備金中支應之意旨，以本部 99 年 1 月 25 日交總字第 0990000781 號函停止適用，爰本案工程編列配合施工獎勵金是否符合上述原則，仍請公路總局本於權責自行妥處。</p>	<p>長 10%之調幅，另加四成之加成補償金編列 101 年用地徵收之單價。前述 99 年土地公告現值係依 99 年達仁鄉安朔段及森永段、獅子鄉草埔段及路知可段兩區段之土地公告現值平均單價編列。</p> <p>3. 施工配合獎勵金已刪除不另列項，未來由預備費支付。</p>
<p>P.7-5 頁，用地拆遷補償費計算表(規劃報告未明列該表名稱)。</p>	<p>1.經查本案各方案路線不一，惟所載各類單價相同，是否合理？請說明。</p> <p>2.次查本表各方案之土地徵收、設定地上權及農林作物</p>	<p>1. 本案各路線方案雖各有不同，惟所經土地皆同樣位於達仁鄉安朔段及森永段、獅子鄉草埔段及路知可段；兩區段之山區土地，故以其平均單價編列。</p> <p>2. 規劃各方案路線目前雖無拆除房屋需求，惟因</p>

審查意見	答覆說明
<p>補償面積均不相同，惟房屋拆遷面積於各方案並無二致，是否合理？亦請一併說明。</p>	<p>起迄點路口銜接型式仍需待設計階段進一步研擬，因此以相同數量預估起迄點路口銜接之拆房屋拆遷面積。</p>
<p>三、交通部會計處</p>	
<p>(一) 財務運用宜納入自償性之評估考量。</p>	<p>台9線省道無收費機制及服務區可設置區位，路線經過區域亦無商業價值，自償性低。</p>
<p>(二) 價值工程分析之評估宜納入。</p>	<p>本計畫於路線選定時已針對</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 路線及環境特性</li> <li>2. 運輸功能</li> <li>3. 工程與營運特性</li> <li>4. 環境影響</li> <li>5. 計畫執行之難易</li> <li>6. 道路穩定及安全性</li> </ol> <p>共6個評估目標及16個評估準則進行方案評比(參見第5章)，並經5次審查會始決定甲方案為優選之路線方案，評估過程及內容已具價值工程分析之精神，且同時期送環保署審查之環境說明書亦根據此方案送審通過，建議於後續細部設計工作進行價值工程分析。</p>
<p>(三) 政府財務日漸困難，計畫推動優先順序宜妥為安排。</p>	<p>配合辦理。</p>
<p>四、交通部運輸研究所</p>	
<p>(一) 規劃階段加入價值工程分析之考量已漸為趨勢,本案是否宜進行價工分析,請主辦機關妥予考量。</p>	<p>本計畫於路線選定時已針對</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 路線及環境特性</li> <li>2. 運輸功能</li> <li>3. 工程與營運特性</li> <li>4. 環境影響</li> <li>5. 計畫執行之難易</li> <li>6. 道路穩定及安全性</li> </ol> <p>共6個評估目標及16個評估準則進行方案評比(參見第5章)，並經5次審查會始決定甲方案為優選之路線方案，評估過程及內容已具價值工程分析之精神，且同時期送環保署審查之環境說明書亦根據此方案送審通過，建議於後續細部設計工作進行價值工程分析。</p>
<p>(二) 期末報告審查意見宜妥善回應。</p>	<p>有關前次期末報告審查意見，有關交通量調查部</p>

審查意見	答覆說明
	分，將參酌環評階段資料，予以加強補充，參見4.2節交通運輸工程。
(三) 一般所謂零方案係指未作任何變動之原始方案，本計畫以原路線拓寬為零方案似容易造成比較基礎之誤解，較不恰當，宜適當修正。	零方案名稱修正為丁方案。
(四) 經濟效益評估有關產業效益與土地開發效益宜納入，俾利自償率之計算與地方政府財務負擔之計算。	產業關聯效益係交通建設計畫的經濟誘發效果，以公路建設計畫而言，主要為誘發旅次所增加之消費產值，其推估係以產業關聯參數的計算方式予以貨幣化，本計畫經濟效益計算將納入產業關聯效益。依據交通部運輸研究所「交通建設計畫經濟效益評估作業之研究」(民國98年)的研究成果，產業關聯參數為5,692元/年.人次(民國99年幣值)，其與自償率之計算與地方政府財務負擔之計算並無相關性。
(五) 本路隧道段屬封閉性道路，是否有必要設機車與自行車道，仍有檢討空間。	相關論述及建議請參見4.2.4節機車及自行車通行評估。
(六) 橋梁合併線未設中央分隔島是否安全? 隧道內車道寬3.5m是否足夠大型砂石車等行駛之用?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 本路段公路等級定位為四級路,依公路設計規範規定,可無需設置中央分隔帶,另依本路段環境影響評估中之設計路面全寬為18.0m,其寬度尚可配置中央分隔帶,惟路肩寬度將配合縮減,且無法再行設置機車道,故建議於設計階段再行整體考量是否設置中央分隔帶或機車道。</li> <li>2. 本路段設計速率為60km/hr,依公路設計規範規定車道最小寬度為3.25m,故本計畫車道寬度3.5m,尚符合規定。</li> </ol>
(七) 行政院核定可行性研究之函示意見宜具體回應。	配合辦理。
(八) 經濟效益評估可參考使用部製標準軟體，以利參數統一。	遵照辦理，將參考使用部製標準軟體之參數設定。
五、新工組	
(一)請確認豎井是設置一座或二座?相關預算亦請配合修正。	規劃方案為設置一座豎井，將配合修正相關內容。
(二)橋梁段請考量設置中央實體分隔。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 本路段公路等級定位為四級路,依公路設計規範規定,可無需設置中央分隔帶。</li> </ol>

審查意見	答覆說明
	2. 依本路段環境影響評估中之設計路面全寬為18.0m,其寬度尚可配置中央分隔帶,惟路肩寬度將配合縮減,且無法再行設置機車道,故建議於設計階段再行整體考量是否設置中央分隔帶或機車道。
(三)車輛管制站之位置請再檢討修正。	遵照辦理。
(四)洞口機房與隧道間尚需經過橋梁聯繫是否可行,請再考量。	<p>經檢討</p> <p>1.電力系統 洞口外機房之電力及交/監控電纜可經由橋梁箱型梁內佈設之電纜架進入隧道之電力及交/監控電纜管群,橋梁箱型梁空間足夠電力系統佈設。</p> <p>2.通風系統 本計畫通風系統係採用縱流式加豎井,此系統不需於洞口機房設置通風設備,因此洞口機房與洞口有若干距離對通風系統並無直接影響。</p> <p>3.土建 二號隧道南口所在位置山勢陡峭,若機房建築緊鄰洞口興建,需大規模開挖山壁,完成面之邊坡將相當高陡穩定性不佳,因此建議機房設置於較平緩之洞口外,再以橋梁連接,管線則可佈設於箱型梁內。 依評估應屬可行。</p>
六、養路組	
道工科	
(一)機車道宜改以路肩或其他名稱標示,以寬留足夠空間於設計階段使用。	遵照辦理。
(二)隧道內外溫差效應應考量。	遵照辦理。
(三)消防通風機電設施之費用應寬估,以利後續設計作業。	遵照辦理。
(四)危險物品車輛通行之需求應予規劃,所需經費亦請一併考量。	目前國內隧道允許危險物品車輛通行者僅為高雄港之過港隧道、台北港運輸需求之台64觀音山隧道、基隆港貨運需求之國道3號基隆至汐止段,管理方式皆為於特定時段以前後衛車輛配合速限與車距方式辦理。本路因有原台九舊線可作替代道路供危險物品車輛通行,平時無危險物品車輛通行之需求。惟若豪雨造成台九舊線山坡崩落或路基坍塌時,則會有危險物品車輛通行之需求;



審查意見	答覆說明
	管制站等措施之經費需求已予估列。
(五)儘量以高架橋方式規劃以避免邊坡坍塌之威脅。	規劃方案於99年4月現地踏勘後依貴局意見已儘量以高架橋方式規劃，橋梁總長度達3.1公里。
交工科	
(一)P.2 標示 4.11 隧道安全與管理評估對應 4-71 頁應屬誤繕，實際為 4-73 頁，建請修訂。	P.2 頁碼錯誤將予以修正。
(二)P.4-31 說明攝影機 175 公尺設置一台與 P.4-90 及 P.4-93 說明 200 公尺設置不同，建議修訂一致。	P.4-31 頁將修正為 200 公尺。
(三)有關隧道內規劃設置相關設備，建議可卓參複審中「公路隧道消防安全設備設置規範草案」。	遵照辦理，將依草案檢核相關設備。
景觀科	
(一)依據內政部營建署「全國景觀道路規劃建置計畫」台9線為景觀道路之一，請參考景觀道路規劃設計原則(如後附件)，並確認是否依該些原則編撰規劃報告書內容。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 台9線雖為景觀道路之一，但規劃方案路線與現有台9線有一段距離，對現有台9線之景觀影響小或無。</li> <li>2. 另依「全國景觀道路規劃建置計畫」中之景觀道路規劃設計原則，針對本規劃道路路線，已列入規劃考量。</li> </ol>
(二)本案之上位環評承諾事項，未於報告書內提及。	<p>參見 3.4 節環評作業承諾應辦事項，將補充如下： 環境影響評估審查應辦事項如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 營建剩餘土石應於離峰時段運輸。</li> <li>2. 海岸生態工法之安全性應納入監測計畫。</li> <li>3. 生態廊道設置前應至少有 3 年路死動物之調查資料。</li> <li>4. 稀有植物之移植存活率至少應達 85%。</li> <li>5. 應於開發行為施工前 30 日內，以書面告知目的的事業主管機關及本署預定施工日期；採分段(分期)開發者，以提報各段(期)開發之第一次施工行為預定施工日期為原則。</li> <li>6. 本環境影響說明書定稿經本署備查後始得施工。其餘事項請參見環境影響說書第 8 章環境保護對策及替代方案及歷次審查意見。</li> </ol>
(三)依據行政院環境保護署 99 年 11 月 16 日第 0990103394 號函，針對「台9南迴公路拓寬改善後續計畫」案，請本局於規劃及細設階段，徵詢縣政府原住民主管機關及原住民領袖之意	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 遵照補充於 2.8 節人文社經及史蹟維護資料調查。</li> <li>2. 遵照辦理，已於 4.7 景觀及綠化工程規劃中，增列具體說明。</li> </ol>

審查意見	答覆說明
見，確實將原住民文化特色融入開發計畫中。本計畫路線一號隧道穿越森永地區（P.2-27），森永地區為排灣族原住民聚落，但在 2.8 人文社經及史蹟維護資料調查內並無提及相關資料；另 4.7 景觀及綠化工程規劃對於原住民文化如何運用於道路，建議可再具體說明。	
(四)有關南迴公路景觀公路塑造部分，之前本局有與廖國棟立委及臺東大學劉炯錫院長討論，後續結論待局長批示完畢後，建議納入計畫中。	配合辦理。
(五)P.4-62 二、兼顧區域環境特色及生態植栽設計，有提及對於植物生態影響及保育，但並無提出有關當地動物生態說明，如動物通道等，建議再補充說明。	遵照辦理，已於 4.7 景觀及綠化工程規劃中，增列具體說明。
七、規劃組	
規劃科	
(一)本案定案方案（甲方案）施工工期原為 56 個月（期末報告書），增為 66 個月，原因為何？	期末報告書甲方案施工工期 66 個月，乃依 99 年 8 月 27 日審查會結論「(一) 本案隧道應考量讓機車及自行車可進入行駛。」，將隧道斷面加大後工期增加所導致，配合報部審查結論將修正工期。
(二)定案方案總經費原為 107.62 億元，增為 133.91 億元，增加原因？	定案方案總經費增為 133.91 億元，乃依 99 年 8 月 27 日審查會結論「(一) 本案隧道應考量讓機車及自行車可進入行駛。」，將隧道斷面加大後工程費增加所導致，配合報部審查結論將修正為 120.18 億元，主要係增列環境監測費、人工養灘研究及工程費、消防隊廳舍及消防車輛裝備器材費、工務段區工程費、管制站及行控中心工程費，同時考量隧道照明消防及空調需求適度調整隧道單價。
(三)請補充工務段及消防隊廳舍設置位置。	遵照辦理。
(四)相關之論述（隧道通風方式比較、隧道是否設置機車道等）均請以文字敘述於期末報告中。	隧道通風系統之點排式排煙系統比較之相關論述原期末報告 4.5.4 節第六項已說明，隧道斷面依通風方式及機車道設置與否之相關規劃內容，詳見 4.5.2 節之一。
(五) 本委託案包含地質探查作業，請於報告中加強地質調查結果（含鑽孔位豐）、區域地質、分布地層之地質構造、地下水位、主要斷層位	遵照辦理。 大地工程調查成果（含鑽孔孔位、鑽探取樣、現地及室內試驗、地下水位等）已補充，詳見 4.6.1

審查意見	答覆說明
置及特性、土石流潛勢區等分析報告。	節。 大地工程評估（含土石流潛勢區）已補充，詳見 4.6.2 節。 區域地質、分佈地層及地質構造等，詳見 2.1 節。
(六) 各階段審查會議審查意見、各評估方案（包含甲級隧道車種管理、隧道機電、消防、通風方式比較、隧道是否設置機車道）等除對照表說明外，於報告書內以完整評估程序逐一於各章節中論述其結果（含國內外案例分析），另請增加第十章結論與建議，簡要完整敘述本計畫建議方案之評估考量因素、邏輯與整體論述，並對後續設計施工提出具體建議事項。	遵照辦理，已補充相關成果，已增加第十章結論與建議。
(七) 因應行政院院長要求檢討本案施工期可否所短至 105 年底完成，請評估可能之因應對策。	可考量將設計作業提前發包進行、施工時利用豎井作為隧道開挖工作面、工程發包時採(工期+價格)綜合評比方式發包等。
(八) 本案環境影響評估已於 99 年 9 月 20 日環評委員會有條件通過，因此評估方案之結果，請再檢核是否符合環評報告。	已修正隧道斷面及剩餘土方調配等內容，並再檢核以符合環評報告。
環工科	
(一)環說書定稿本於 99.11.11 函送環保署確認中。	配合辦理。
(二)簡報 P.25 之剩餘土方為 65 萬立方公尺，與環說書 7-118 頁「安朔-草埔段剩餘土方 60 萬立方公尺」不同，請釐清。	剩餘土方已修正為 60 萬立方公尺。
(三)簡報 P.18 有中央分隔之橋梁斷面寬 19.8m，與環說書 5-5 頁「橋梁拓寬寬度 18m」不同，請釐清。	遵照辦理，修正橋面寬度為 18m。
(四)簡報 P.7 路線平、縱面圖中二號甲級隧道豎井為 2 座，與環說書 7-58 頁所述「二號甲級隧道坡度約 3%，並設立一座豎井」不同，請釐清。	規劃方案僅設置一座豎井，相關工期及經費評估亦根據設置一座豎井進行評估。
(五)期末規劃報告 4-67 頁借棄土區寫到：「為保護漁港以南逐漸被侵蝕的海岸，初步擬定於大武漁港南側進行人工養灘。」此段原文依環說書 7-122 頁內容為：「為保護漁港以南逐漸被侵蝕的海岸，初步擬定於大武漁港南側進行人工養灘，而人工養灘形式、數量及位置，將由本處另案委辦進行最適方案之擬定。」報告刪除	已依據環說書原文撰寫修正。

審查意見	答覆說明
部分原文易造成地址已選定之誤會，應依據環說書原文撰寫以釐清。	
(六)期末規劃報告 4-68 頁棄土區運輸道路章節應納入人工養灘方案運輸路線，詳細內容於環說書 7-123 頁「考量剩餘土方優先配合東部侵蝕海岸人工養灘用，土方清運路線將依所規劃之主要運輸路線進行運送（規劃報告中圖 4.9-4），主要運輸路線沿既有台 9 線運送，沿線可能經過之敏感點有森永村、安朔村、安朔國小、大鳥聚落、大鳥國小、大武聚落等，對於聚落居民之出入與生活，將衝擊部分環境品質，諸如空氣、噪音振動及交通等。」	已依據環說書原文撰寫修正。
(七)標點符號、編排等錯誤如表-1。	遵照辦理修正。
八、第三區養護工程處：	
(一)斷面中所標示之「機車道」請改為「路肩」以利後續設計階段有更大之彈性。	遵照辦理。
會議結論	
(一)請依各單位審查意見修正報告內容。	遵照辦理修正。
(二)環評承諾及結論事項之處理宜補充於報告中。	參見 3.4 節環評作業承諾應辦事項。
(三)補充甲級隧道機車與自行車道設置之論述。	相關論述及建議請參見 4.2.4 節機車及自行車通行評估。
(四)大型車、危險物品、油罐車等車輛是否進入隧道，其管理/管制論述應補充（含隧道之防火及相關材料等請補充）。	1.大型車輛管制措施請參見 4.11 節 隧道安全與管理評估 三、隧道行車安全管理 7. 大型車輛通行隧道之之管理。 2. 危險物品、油罐車等車輛管制參見 4.14 節 危險物品車輛管理及管制。
(五)檢查站之布置應詳細規劃。	本階段因無詳細之地形相關資料，故僅建議檢查站之概略位置，詳細之布設建議於設計階段再行辦理。
(六)地質湧水情形應補充。	遵照辦理。 隧道湧水量評估已補充，詳見 4.5.2 節之四；其處理對策詳見 4.5.2 節之七。
(七)本路段之環評棄土為 60 萬 m <sup>3</sup> ，規劃結果若棄方增加將涉及環差，因此土方宜以檢查站、管制站、機房整地填土；以及土石方再利	剩餘土方已修正為 60 萬立方公尺。

審查意見	答覆說明
用等方式消化土方。	
(八)上位計畫應說明交待(包括臺東縣景觀願景綱要計畫)。	遵照辦理修正，參見 2.7 節上位計畫、重大建設與相關計畫。

頁數	行數	錯誤
2-22	9	-0.54 (字體不同)
2-22	9	-22 (字體不同)
2-22	12	人口數為29、-13 (未加單位)
4-29	表4.4-6	粗體參差不齊
4-49	表4.5-8	進氣型：分佈一致排氣型：分佈不均 (編排不齊)
4-72	整頁	粗體參差不齊
4-84	18	將增加：， (標點符號錯置)
4-91	29	三、隧道通風系統 (編號不一致)
8-14	19	圍外設置， (標點符號錯置)



交通部公路總局  
期末報告審查意見及答覆說明

審查日期：99年8月27日

審查地點：總局4樓會議室

審查意見	答覆說明
一、交通部運輸研究所	
<p>(一) 本案依委託規劃之招標文件要求，係採四級路山嶺區作規劃，而顧問公司之規劃成果則採四級路平原區之標準，規劃設計標準究應採四級路山嶺區或平原區之標準，將涉及行車時間與工程經費，建請查明可行性研究階段提報行政院核定之規劃設計標準。</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 計畫路廊實際上位在平原區和山嶺區，以建議路廊方案(甲方案)為例，5K+565(一號隧道北口)為界，北段屬平原區，南段屬山嶺區。</li> <li>2. 一般而言，當山嶺區路段需要以隧道和高架橋方式構築時，通常採大半徑之平曲線以縮短長度，降低工程費用，較高之設計速率也可提高投資的經濟效益。</li> <li>3. 「公路路線設計規範」四級路山嶺區路段之最低設計速率 40km/hr，採 60km/hr 合乎規範，如此，建議路廊方案一號隧道北口以北路段設計速率同起點以北路段，以南路段設計速率同起點以南路段，符合兩路段設機速率不同速差之規定。</li> <li>4. 採設計速率 40km/hr、山嶺區以路堤路塹方式構築之路廊似丙方案，其建設經費較甲方案高，橋梁施工可及性低，填築路堤、開挖路塹和施築橋梁施工便道對地表擾動的程度極高，計畫實施阻力大。</li> </ol> <p>綜上，設計速率採 60km/hr，修正表 4.1-1 中「公路等級及地區分類」，依照里程分為「四級路平原區和山嶺區」兩區。</p>
<p>(二) 報告書 2.2 節有關「交通量、交通調查分析及未來需求預測」之分析僅 3 行文字，似過於簡略，建請補充現況各車種車輛數，尖峰時段及平假日之日交通量(pcu)等資料，並請就目標年交通量進行預測，俾利檢核經濟效益評估之合理性。</p>	<p>本規劃階段之服務內容並未包含交通量調查與預測，將摘錄自環境影響說明書中有關「交通量、交通調查分析及未來需求預測」之部份，參見 4.2.2 節 <b>交通預測評估</b>。</p>
<p>(三) 目前規劃方案係利用安朔溪河谷</p>	<p>調整可行性研究路廊線形之理由如下：</p>

審查意見	答覆說明
<p>佈設高架橋，致平面線形上較為彎繞，路線長度與可行性研究階段所建議之路線方案相較，約增加 3 公里，且隧道長度增加約 240 公尺，隧道段之縱坡度加大，而工程經費亦增加約 23 億元，有關路線方案調整的必要性建請再予檢討並補充相關論述。</p>	<p>1. 可行性研究路廊長度 9,800m(458+500~468K+300)，規劃建議路廊長度 11,006m(453+300~468K+500)，規畫路廊起點在可行性研究路廊北側約 1500m，實際長度差異 300m。</p> <p>2. 路線方案調整的必要性</p> <p>(1) 路廊起點由安朔溪右(難)岸改往左(北)岸，是因為：(1)路廊安朔溪主流路段計畫堤防左岸者已完成，可提供保護，右岸則未完成，無具經濟價值之保護對象，水利單位不會興建；(2)右岸有一段河段為水流攻擊的凹岸；(3)右岸路廊有一座短隧道，左岸路廊無。</p> <p>(2) 可行性研究路廊長隧道北口高程約 230m，高出附近安朔溪支流河谷谷底 110m，北口以北路段以路堤、路塹和跨谷橋梁盤山而下，橋梁施工可及性低，填築路堤、開挖路塹和施築橋梁施工便道對地表擾動的程度極高，計畫實施阻力大。</p>
<p>(四) 在政府財政資源有限的前提下，建請運用價值工程評核機制以檢視工程內容之合理性，尤其是方案丙之橋梁型式應有檢討的空間，以減輕政府財政負擔。</p>	<p>1. 丙方案短隧道方案本身高邊坡開挖及高橋墩對環境衝擊大，後續管理維護困難，工程實際執行性低，依評估為非建議及採用方案。</p> <p>2. 丙方案橋梁型式檢討</p> <p>(1) 經檢討丙方案所選所選橋梁型式為衡量地形條件和施工道路條件後最恰當者，橋梁形式並不影響採用之方案。</p> <p>(2) 丙方案建設經費較甲方案高，橋梁施工可及性低，填築路堤、開挖路塹和施築橋梁施工便道對地表擾動的程度極高，計畫實施阻力大。非建議方案，應無進一步以價值工程評核機制以檢視工程內容之合理性之必要。</p>
<p>(五) 報告書 8.2 節所列零方案之經費約 67.9 億元，建請補充該零方案之工程內容。</p>	<p>零方案內容係針對既有台 9 線進行拓寬 4 車道工程，僅作為路線方案比較對照。</p>
<p>(六) 報告書 9.5.2 節所述經費全額由特別預算項下支應乙節，建請依特別預算可用期限及額度予以檢討修正。</p>	<p>計畫經費已修正為由一般公務預算支應，參見 9.5.2 節。</p>
<p>(七) 行政院近年審議相關計畫時，均</p>	<p>報告中之經濟效益分析已含土地開發和產業效益。</p>

審查意見	答覆說明
<p>要求交通建設計畫應與土地開發作結合，包括國道 7 號及國道 4 號豐原大坑段等計畫，行政院均要求地方政府提出土地開發構想，並以資本計畫基金的概念，要求地方政府估算直接及潛在稅收，並以專款專用的方式分擔相關建設經費，而非由中央全額負擔，故建議本案應強化與土地開發之關聯分析，並比照淡江大橋案試算財務計畫，俾利未來提報行政院審議。</p>	
<p>(八) 有關經濟效益評估部分，建議俟規劃單位補充交通量預測資料後，進一步檢視其合理性。</p>	<p>遵照辦理。</p>
<p>二、新工組</p>	
<p>(一) 工程監造費請以直接工程費的 4 % 計算，相關經費編列請再加檢討。</p>	<p>技服辦法之設計費上限為直接工程費的 3.2%，工程監造費上限為直接工程費的 2.4%。</p>
<p>(二) 物價調整費請以直接工程費的 2 % 計算。</p>	<p>物價調整指數已以每年 2% 之調幅計算，參見 8.2 節工程數量及經費概估。</p>
<p>(三) 工務行政費主要係支用派用人員薪資，本計畫由工程處執行養護，其工務行政費恐無法編列。</p>	<p>工務行政費已改為工程監造費，參見 8.2 節工程數量及經費概估。</p>
<p>(四) 報告書 9-7，執行步驟與分工中列有「…公路總局新工組負責督導…」本組建議似計畫奉核定後，再由規劃組依程序簽請局長裁示後再移由新工組督導，報告書中「…公路總局新工組負責督導…」字樣建議刪除。</p>	<p>遵照辦理，參見 9.4.3 節執行步驟與分工。</p>
<p>(五) 報告書 9-9 (三) 經費籌措「…建議由特別預算全額負擔…」本組建議修正為「由中央逐年編列預算」。</p>	<p>遵照辦理，參見 9.5.3 經費需求(財務計畫)。</p>
<p>(六) 9.5.3 經費概估表，發包工程費內路堤段道路工程與低路堤段工程應區分。</p>	<p>已補註路堤高度，參見表 9.5-1。</p>
<p>(七) 財務規劃與籌措，預計 100 年至 101 年中完成設計及用地取得工作，但 100 年並未編列預算。</p>	<p>年期改以第一年、第二年…方式編列，參見表 9.5-2 及 9.5-3。</p>
<p>(八) 本計畫二號隧道達 4840 公尺屬</p>	<p>隧道機電、消防設備購置費已編列於經費概算中，</p>

審查意見	答覆說明
長隧道，應考量機電、消防設備購置及後續維護費用	後續維護費用則於方案評估和經濟效益分析評估中計列。
(九) 隧道工期預估 54 個月，是否足夠？請再檢討。	遵照辦理。將檢討修正隧道工期之合理性，參見 4.5.2 節 <b>隧道工程設計、九、隧道工期預估</b> 。
(十) 第 2 章中之工程地質研判(如地層與岩性、地質構造、邊坡工程地質評估等)請併同參考地調所之坡地環境地質資料庫內資訊。	根據地調所「坡地環境地質資料庫查詢系統」網站，目前建置完成資料庫僅包涵都會區周緣之山坡地，尚未涵蓋本計畫區範圍。經了解，本計畫區資料庫預定於明(100)年中建置完成及公告，屆時將可納入本計畫後續執行階段之參考。
(十一) P4-1，未免混淆設計速率若決定採 60km/hr 時，則公路等級欄之「四級路山嶺區」請併同修正。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 設計速率應依地區分類決定，建議路廊方案以 5K+565(一號隧道北口)為界，北段屬平原區，南段屬山嶺區，設計速率 60km/hr 為四級路平原區最低設計速率，高於四級路山嶺區路段之最低設計速率 40km/hr，設計速率訂為 60km/hr 應合乎規範。</li> <li>2. 修正表 4.1-1 中「公路等級及地區分類」，依照里程分為「四級路平原區和山嶺區」兩區。</li> </ol>
(十二) P4-2，路堤路塹段標準斷面圖(二)，本斷面削坡面積不大，為減少邊坡開挖及地錨施作且考量本工程為剩方，請研議微調線型以減少本斷面施作之里程。	本階段所用地形為 1/5,000 比例尺航測地形圖，精度較低，建議在下一階段依照較大比例尺之地測地形圖調整。
(十三) P4-12，橋台設計地震力之水平地震力係數 kh，請依 97 年版部頒公路橋梁耐震設計規範規定標示。	遵照辦理，詳見表 4.3-2
(十四) P4-17，活載重請修正為 HS20-44 之 1.3 倍。	遵照辦理，詳見 4.3.4 載重規定。
<p>(十五) 圖 4.1-5，</p> <p>(1) 1k+800 附近為消化土方擬採路堤方式辦理(填土達 18.5 公尺)涉及環境及景觀議題，後續執行時，可能面臨阻力。為此該土方如何平衡，建議可併同研提替代方案。另若改為橋樑方式時，本計畫預算是否足夠？</p> <p>(2) 豎井設置位置鄰近野溪，日後漂流木或土石流恐造成豎井破壞，本部份</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 改以高架橋方式構築，並調整工程經費。</li> <li>2. 目前規劃階段僅就豎井位置作整體評估，後續階段將就地形、地勢等條件擇定適當位置並進行配置，以避開附近野溪及潛在崩塌地之不利影響。</li> </ol>

審查意見	答覆說明
宜再詳加考量。	
三、養路組	
無意見	
四、規劃組	
規劃科	
<p>(一)請以專章討論下列各項情境之因應策略，據以研擬隧道安全及管理設施並估算相關經費：</p> <p>(1)長隧道可通行各式車輛(包含機車)；</p> <p>(2)長隧道禁止行駛機車；</p> <p>(3)長隧道禁止行駛機車且重型車輛管制通行。</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 參見第四章4.1.1 設計標準與標準斷面「三、機車及自行車通行評估」。</li> <li>2. 長隧道容許機車通行時，其隧道安全及管理設施同僅允許小型車和大客車通行之情境。</li> <li>3. 長隧道禁止行駛載重貨車時(實務上，不可能禁止行駛各類載重貨車，僅可能禁止載運數類高危險性危險物品車輛之通行)，其隧道安全及管理設施較僅允許小型車和大客車通行之情境或需增加車輛檢查站。</li> <li>4. 將以隧道安全及管理設施最大需求概估經費。</li> </ol>
<p>(二)本案計畫緣起說明如下，提供參考：</p> <p>(1)91年3月22日台東縣籍立法委員及縣長拜會行政院副院長，奉副院長指示由公路總局於91年5月16日召開現地會勘結論，由公路總局辦理太麻里香蘭至大武段及安朔至新路段兩路段拓寬為四車道可行性評估。</p> <p>(2)本案93年9月7日公路總局邀集行政院公共工程委員會、經濟建設委員會等相關單位審議可行性評估期末報告，依據評估結果建議：香蘭至大武以三至四車道辦理拓寬、安朔至草埔部分路段以隧道方式截彎取直辦理(四車道)拓寬、草埔至新路以超車道方式(三車道)辦理拓寬。</p> <p>(3)交通部93年10月29日陳報行政院，建議本路段以上開方式辦理並擬續辦環境影響評估，並奉行政院93年11月3日核復：「原則同意。」</p> <p>(4)公路總局依據行政院核示辦理環境影響評估，另針對南迴公路安朔至草</p>	<p>遵照辦理修正，參見1.1節計畫緣起。</p>



審查意見	答覆說明
埔段辦理「初步路線規劃及地質探查委託服務工作」。	
(三) 規劃報告第 9 章「建設計畫」相關計畫內容建議單獨成冊。另契約規定「建設計畫內容」僅包括「安朔至草埔」路段或亦包含「香蘭至大武」路段，請確認。「建設計畫」撰寫請依據「行政院所屬各機關中長程個案計畫編審要點」規定格式撰寫。	依契約規定；建設計畫僅包括「安朔至草埔」路段。建設計畫將於規畫報告定稿後，依據「行政院所屬各機關中長程個案計畫編審要點」規定格式撰寫單獨成冊。
(四) 本局 98 年 11 月 3 日召開之「第 4 次路線審查會」書面意見及答覆說明，請補充。	已補充於 <b>附錄一</b> 。
(五) 本局 98 年 8 月 28 日路規劃字第 0980037674 號函，係針對「八八風災」請三工處再針對報告書補充說明，非「第 4 次路線審查會」，報告書請修正。	已修正於 <b>附錄一</b> 。
(六) 報告書第 5 章「方案之比較研究與評估」，比較方案為「可行性評估、甲方案、乙方案、丙方案、零方案（既有拓寬）」，第 6 章「經濟效益評估」比較方案為「方案甲、方案丙、方案甲+丙、方案丁」，第 8 章「經費概估及施工計畫」比較方案為「可行性評估、甲方案、乙方案、丙方案、零方案（既有拓寬）」，比較方案並不一致，請統一。	遵照辦理，修正 <b>參見第 6 章「經濟效益評估」</b> ，改以甲方案、乙方案、丙方案進行評估。
(七) 各項意見及答覆說明，請標註各項補充說明於報告書第幾頁第幾行，以方便查詢。	遵照辦理。
(八) 本案環經影響評估，99 年 8 月 23 日於環保署召開第 5 次專案小組審查會議，結論：「有條件通過。」	遵照辦理。
(九) 本案 9.5.2「經費來源」，本案係屬「台 9 線南迴公路拓寬改善後續計畫」，計畫經費由「一般公務預算」支應，請配合修正。	已配合修正， <b>參見 9.5.2 節</b> 。
(十) 本案甲方案經費 98 年 9 月「路線評估方案」初估為 97 億元，本次期	因路廊定線踏勘時，決議將部份高開挖及回填之路堤路塹段改以橋梁方式構築，致工程經費增加。

審查意見	答覆說明
末報告經費估計為 107 億元，增加原因為何？	
(十一)長隧道之安全管理宜更加明確敘述。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 報告§4.11 節內容已說明隧道安全管理應考慮之內容，真正應採取何種措施，應以風險評估決定之，俾在可接受的風險下，發揮建設之最大功能和經濟效益，和減少異議。</li> <li>2. 已修正 4.11 節「隧道安全與管理評估」及補充增加 4.12 節「長隧道路段之管理計畫」，建議於設計階段辦理進一步風險評估。</li> </ol>
(十二)是否設置專用消防隊，另請查詢國內長隧道相關主管機關，本案長隧道設備是否符合相關規定。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 應設置專用消防隊，增加評估如下： <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 地方消防隊距離路廊北端最近者為台東縣大武分隊，其距離二號隧道南口約 17km，距離路廊南端最近者為屏東縣枋山分隊，距離一號隧道北口約 31km，若車速為 60km/hr，行車時間各為 17 和 31 分鐘，加上得知火警到出動歷時 5 分鐘，兩分隊到達火災最遠點各要 22 和 36 分鐘。</li> <li>(2) 然依照歐盟「泛歐公路網最低隧道安全需求」之規定，消防隊應在失火後 20 分鐘到達隧道火災發生地點，兩地方消防隊無法及時到達，應設置專用消防隊。</li> </ol> </li> <li>2. 本案長隧道設備已否符合規定 <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 交通部迄今尚未頒布隧道設備標準。由報告表 4.13-1 隧道安全設施表可知，本計畫二號隧道建議之設備標準為不低於歐盟「泛歐公路網隧道最低安全標準」，和國內國道公路之標準。</li> <li>(2) 長隧道設備是否符合相關規定是通車履勘勘驗項目之一，通車履勘主管機關交通部應是道路長隧道主管機關。</li> </ol> </li> </ol>
(十三)請補充長隧道相關管制站之設置規劃。	遵照辦理，參見 4.11 節「隧道安全與管理評估」、三、隧道行車安全管理、7. 貨車通行隧道之之管理及圖 4.11-1。
(十四)隧道通風系統是否考量點排式通風系統？	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 1. 點排式通風系統屬橫流式之一種通風方式，原報告內容已考量及包括。參見 4.5.4 節「隧道通風系統」六、點排式排煙系統評估比較。</li> <li>2. 5km 長隧道設置豎井後，每段長度以縱流式通風</li> </ol>

審查意見	答覆說明
	<p>系統控制火災煙塵，只要失火點車流下游無壅塞情形，逃生環境是安全的。</p> <p>3. 雙孔隧道有良好之交通管理，事故率極低；雙孔隧道失火用路人第一時間獲得告知和逃生，都能成功逃生；(半)橫流(加或不加點排)對陷在車中的用路人逃生無助益；世界上大型車失火成功救火的案例幾無，要藉助(半)橫流(加或不加點排)改善火災嚴重性的程度低，成本高；雙孔隧道一孔隧道因火災毀損而封閉，仍有原台 9 線可行，因停駛的經濟損失較採 (半)橫流(加或不加點排) 通風系統所增加之投資成本低出許多。</p> <p>4. (半)橫流(加或不加點排)多應用在單孔雙向行車隧道。</p> <p>5. 縱流式通風系統操作和維護最簡單，系統可靠性較其他系統高。</p> <p>6. 綜上考量，建議採縱流式採通風系統。</p>
(十五) 請檢附 1/5000 空照路線圖。	已補充於附錄三。
測勘科	
(一) 附錄二路線方案線形資料，X、Y 座標值請表示至公尺，以避免逾越初步路線規劃之合理精度。	遵照辦理，本線形資料為路廊中心線，將加註路廊寬度，參見附錄二。
(二) 隧道縱坡度如調降至 3% 以下，則路工及橋梁段之縱坡度勢必調高，則衍生之挖填土方量及工程經費之增加，是否仍於目前評估結果之容許差異範圍內，請顧問公司詳予評估說明。	<p>1. 若仍採建議路廊方案之平面線形，橋梁構築路段長度和高度增加，工程經費勢必增加。</p> <p>2. 行車安全上，路線縱坡度 3% 可被接受(歐盟泛歐公路標準)，無統計資料顯示 2% 和 3% 肇事率和肇事程度的差異，國外之統計資料顯示，每百萬行車公里之肇事率隧道路段低於非隧道路段，隧道路段較非隧道路段用路人駕車較小心，冬天道路狀況好是原因。</p> <p>3. 通風上，路線縱坡度 3% 理論上較 2% 要較常啟動機械通風，但是以本隧道之交通量，差異應不大，正常情況下車流活塞效應即可保持隧道空氣之品質，無需啟動噴流式風機，主要差異是經由豎井之進氣和排氣次數。</p> <p>4. 綜上，二號隧道宜維持原規畫之 3% 縱坡度。</p>
環工科	
(一) 道路標準斷面請配合環境影響評	遵照辦理。

審查意見	答覆說明
估報告之內容於隧道段以單向全寬為 9m 配置，路工段以雙向全寬為 18m 配置。	
(二) 環評承諾事項之相關經費應納入。	已摘錄補充。
(三) 環說書附錄 28 長隧道管理計畫，請依環說書原則撰寫，避免日後辦理環評書件的變更，影響工程。	遵照辦理， <b>補充增加 4.12 節「長隧道路段之管理計畫」。</b>
(四) 施工前一年環境調查經費及養灘施工經費應予編列。	已摘錄補充， <b>參見表 8.2-1。</b>
<b>五、第三區養護工程處</b>	
(一) 本案甲方案為確定方案，隧道雖長 4.84km，惟以東部產業分析，危險車量大概僅以油罐車為主，只要作好管理，隧道安全應無虞。	遵照辦理
(二) 建議於路堤或橋梁段先提高縱坡高程並將長隧道縱坡度降至 3% 以下。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 若 4840m 長之二號隧道長度不變，因南口高程固定，縱坡度降低 0.5% 或 1%，北口高程提高 24.2m 和 48.4m，施工道路難及。</li> <li>2. 藉低縱坡度對行車安全、通風系統並無改變，詳見測勘科審查意見(二)之答覆說明。</li> <li>3. 建議維持 3% 路線縱坡度。</li> </ol>
(三) 機房及行控中心應設於同一位置，以方便管理。	管轄單位第三區工程處內無其他設有機電和交控系統之隧道，無設置區域行控中心之需求，本計畫以機房之一為行控中心。
(四) 隧道內是否設置機車專用道，請確認。	依會議結論(一)本案隧道應考量讓機車及自行車可進入行駛。
(五) 隧道之開挖工法建議以機械開挖為主，鑽炸法為輔。	本隧道通過板岩、硬頁岩等變質岩層，若採機械開挖為主，勢必嚴重影響隧道開挖效率、增加工期。隧道採鑽炸法開挖於國內外均甚為普遍，為非常成熟之技術，其開炸振動影響範圍亦相當有限，在工程實務上不致有安全問題，因此，建議隧道開挖仍宜以鑽炸法為主、機械開挖為輔。
(六) 後續測量、鑽探及設計案之招標文件請顧問公司協助。	遵照辦理
(七) 管理大型車輛進出長隧道之管制站應加以規劃。	遵照辦理補充， <b>參見 4.11 節「隧道安全與管理評估」、三、隧道行車安全管理、7. 貨車通行隧道之管理及圖 4.11-1。</b>

審查意見	答覆說明
捌、會議結論	
(一) 本案隧道應考量讓機車及自行車可進入行駛。	遵照辦理，評估請參見 4.1.1 節「設計標準與標準斷面」三、機車及自行車通行評估。
(二) 隧道工期 54 個月是否太長，是否考慮增加豎井增加工作面以縮短工期。	遵照辦理。將進一步檢討隧道工期之合理性，並研擬增加豎井工作面之以縮短工期，參見 4.5.2 節隧道工程設計、九、隧道工期預估。
(三) 隧道寬由 7.6m 增至 9m，土方量應重新修正，而隧道單價是否足夠請檢討。	遵照辦理。將增加檢討隧道 9m 車道斷面之配置、開挖土方及隧道造價，參見 8.2 節工程數量及經費概估。
(四) 雪山隧道隧道內與隧道外溫差很大，隧道內溫度升高之問題，請加以注意如何解決。	<p>1. 依目前規劃之隧道條件及交通條件，最長隧道（甲方案二號隧道，長 4840m），經初步計算，未開啟風機狀況下，夏季最高隧道溫度約 42°C，必要時可開啟風機控制隧道溫度。</p> <p>2. 當車窗關閉，車內開啟空調時，3 路線方案隧道內的溫升對用路人身心無影響，當車窗開啟，速限 60kph 時，3 路線方案中最長之 5km 長隧道通過時間約 5 分鐘，南行方向 3% 上坡的載重貨車行駛速率下降至 54.3kph，通過時間約 5.5 分鐘，對隧道內一些工作環境溫度上限為 50°C 的設備而言，仍可正常運作。</p> <p>3. 隧道溫升可在到達影響用路人身心前，以通風方式降溫。</p>
(五) 消防隊，消防設備，監工站等費用宜匡列到建設計畫經費中，建議可以參考八卦山隧道之相關資料，並請洽本局養路組交通工程科提供相關資料。	已補充相關經費，參見 8.2 節工程數量及經費概估。
(六) 本次期末報告俟顧問公司修正完成後，同意完成本案期末報告審查。	遵照辦理，儘速完成修正。



## 交通部公路總局 期中報告審查意見及答覆說明

審查日期：97 年 12 月 26 日

審查地點：總局 4 樓會議室

審查意見	答覆說明
一、總工程司	
(一) 建議本案工程剩餘土石方，可置放於安朔端之溪谷之可行性。	遵照辦理，將於期末報告補充。
(二) 各路線方案應在相同起點再予以評估，才可比較其經濟效益（包含耗油成本、節省之旅行時間、距離）。	遵照辦理，已修正於 4.1.2 節。
(三) 本案隧道鋪面採混凝土路面，設計載重應考量實際狀況。	遵照辦理。
(四) 隧道管理自動化之探討？	遵照辦理，將於期末報告補充。
(五) 於邊坡上建構橋樑，建議將東西向橋樑分離（階梯式），減少邊坡開挖量。	遵照辦理，已修正於 4.1.1 節。
(六) 本案工程之用地費應單獨匡列	遵照辦理修正。
(七) 本案應探討交通管理手段（隧道是否限制特定車種通行、管制通行時間）。	遵照辦理，將於期末報告補充。
(八) 隧道防水請再詳加說明（請參考雪山隧道經驗）。	遵照辦理，詳見報告第 4.5.2 節之五。
(九) 請檢討（隧道）草埔端出口因車道縮減產生的交通擁塞，以避免影響通車後隧道運轉。	可利用本路線終點至草埔國小約 400 公尺之平面線形平直路段進行車道縮減及減速限制。
二、新工組：無意見	
三、養路組：無意見	
四、規劃組：	
(一) 本案是否有相關國外案例：有關長縱坡隧道（隧道不限制車種），大型車於長縱坡爬坡，隧道如何運轉之探討。	遵照辦理，將於期末報告補充。
(二) 本案工程剩餘土石方運土路線，應再詳加說明。	遵照辦理，已補充於 4.9.2 節圖 4.9-3 剩餘土石方運輸路線圖。
(三) 隧道成本應納入交控中心建設	報告中隧道成本評估已納入交控中心建設費用及機房

審查意見	答覆說明
費用及機房設備等費用。	設備費用
(四) 本案應考量大型車在長隧道通行，對隧道運轉產生之影響。	遵照辦理，將於期末報告補充。
五、第三區養護工程處：	
(一) 可否製作一個立體模型，具體表示規劃路線之佈設情形。	將以 3D 數值地形圖配合規劃路線進行模擬以具體表示規劃路線之佈設情形
(二) 依據本案環說書，工程剩餘土石方盡量避免運至私人土資場，而應以運往「大竹高橋開發計畫」、「大武休閒海岸開發」兩計畫之開發場址為主。	報告中工程剩餘土石方處理以運往「大竹高橋開發計畫」、「大武休閒海岸開發」兩計畫之開發場址為主，並提供鄰近土資場資料作為參考。
(三) 本案長隧道開挖之湧水、空氣品質、隧道安全，為環評委員關切之議題，應詳加探討。	遵照辦理，有關隧道開挖湧水之對策詳見報告第 4.5.2 節之四。 空氣品質、隧道安全將於期末報告補充。
(四) 南迴公路重車比例高、且小車車齡長，本案應加強長隧道交通管理之探討，分析交通組成對隧道運轉之影響。	遵照辦理，將於期末報告補充。
(五) 各路線方案應在相同起點再予以評估。	照辦理，已修正於 4.1.2 節。

交通部公路總局  
第一次路線審查會意見及答覆說明

審查日期：97年8月7日

審查地點：總局4樓會議室

審查意見	答覆說明
一、新工組	
1. 本案甲、乙路線之長隧道地質條件，對工程施工之影響？	本計畫隧道地質為硬頁岩為主之岩性，間夾輕度變質砂岩，隧道開挖可能遭遇岩楔、剪裂破碎帶及湧水狀況。參考路線鄰近之中央隧道開挖紀錄可知，中央隧道開挖雖曾遭遇困難，惟由完工報告之檢討論述可發現，其認為隧道施工不順之原因非全為地質因素，尚包含選線時地質探查不足致地質條件未充分掌握、施工確實度未充分掌握，以及隧道施工中核心開挖技術由 ASSM 轉換為 NATM 施工人員熟悉及應變不及等因素。而檢視目前隧道施工觀念、技術與機具之發展成熟與先進，不但對於破碎帶預排水、長程止水或固結灌漿、錐形隔水幕灌漿等工作助益頗大，對於隧道在破碎帶開挖亦能有效降低困難度，若能在施工標招標時慎選有經驗、優良之隧道施工廠商，相信對本計畫隧道開挖應能有相當之掌握。
2. 請針對長隧道之維護經費再作詳實之估算(包含行控中心人員之人事費用、消防設施等)。	設交控中心(編制 44 人，建設費用已編列於工程費)，值班人事費用 1716 萬/年。
3. 請補充長隧道行控中心之配置及規劃。	將於期中報告補充。
4. 本案各路線選線是否已辦理相關踏勘作業。	預定路線定案後辦理。
5. 路堤之維護成本是否已考量災害復建之成本。	將參酌審查意見修正。
6. 台 9 線原路線(安朔至草埔)以短隧道群改善之可行性。	原路線之縱坡度約 6~11%，多處迴頭彎之平曲線半徑僅約 25 公尺，且原路基之寬度亦不足，開放路段若往下邊坡拓寬，其落差過大，往山側拓寬亦不易，且大量之挖填對環境生態之影響甚巨。另若於迴頭彎以短隧道改善，加大其半徑，則路線長度變短其縱坡度將更大，故不建議以原路線改善之方案。
二、養路組	

1. 路線之地質條件及地質破碎帶請標示。	遵照辦理，待本計畫現場探查作業完成，並建立地質模式後，將於路線沿線地質平面或剖面圖中標示路線地質條件與主要剪裂破碎帶位置。
2. 路線沿線之土石流潛勢區及邊坡狀況？	根據現階段現場調查發現，預定路線所經區域，人為開發行為少，邊坡狀況大致良好，植被茂密，僅有數處小型不穩定邊坡或人為開挖裸坡。考量當地硬頁岩材料易風化特性，認為當地並不適合大規模邊坡開發行為，儘量減少邊坡開發強度，可避免未來之邊坡破壞。
3. 路線是否經過非法定敏感區？	經檢視本案環境影響評估報告，未經過環境敏感區。
4. 請說明可否以原路線拓寬辦理改善。	原路線之縱坡度約 6~11%，多處迴頭彎之平曲線半徑僅約 25 公尺，且原路基之寬度亦不足，開放路段若往下邊坡拓寬，其落差過大，往山側拓寬亦不易，且大量之挖填對環境生態之影響甚巨。另若於迴頭彎以短隧道改善，加大其半徑，則路線長度變短其縱坡度將更大，故不建議以原路線改善之方案。
5. 路線之土石平衡規劃？	本計畫規畫期間經業主與臺東縣大武鄉公所協調結果，大武鄉公所同意提供大竹高橋開發計畫場址(詳圖 4.9-1)及大武休閒海岸開發計畫場址(詳圖 4.9-2)，作為本計畫剩餘土石方填埋處理之用。其中大竹高橋開發計畫場址可供填埋面積約 130,000m <sup>2</sup> ，可填埋高度約 5m，可容許填埋量約 650,000m <sup>3</sup> ；大武休閒海岸開發計畫場址可供填埋面積約 76,000m <sup>2</sup> ，可填埋高度約 4m，可容許填埋量約 304,000m <sup>3</sup> ，足敷本計畫剩餘土石方處理之需求。
6. 請補充長隧道行控中心之配置及規劃。	將於期中報告補充。
7. 豎井之位置及長度，請再研擬考量。	已配合隧道長度及縱坡之要求盡可能減少豎井之深度並考量其施工與維修通達道路以配置豎井位置
三、王總工程司	
1. 乙路線一號隧道可考量以橋樑改線取代。	一號隧道位置之原地面高程約 69m，與路線起點之高程 23.2m，高差約 45.8m，如起點位置不變改採橋樑佈設，其縱坡度將達約 10%，如欲將路線起點往北延伸，以降低其縱坡度，則建議採方案甲之起點路線。
2. 路線橋樑之縱坡應予以拉高，隧道之縱坡可考慮降低。	遵照辦理。
3. 豎井之長度應規劃在 50~100 公尺之間。	配合隧道長度及縱坡之要求已盡可能減少豎井之深度

4. 可考量於隧道架設橫向通風口。	本計畫初步規劃以豎井方式加強隧道內通風。
5. 本案棄土規劃為何?	本計畫規畫期間經業主與臺東縣大武鄉公所協調結果，大武鄉公所同意提供大竹高橋開發計畫場址(詳圖 4.9-1)及大武休閒海岸開發計畫場址(詳圖 4.9-2)，作為本計畫剩餘土石方填埋處理之用。其中大竹高橋開發計畫場址可供填埋面積約 130,000m <sup>2</sup> ，可填埋高度約 5m，可容許填埋量約 650,000m <sup>3</sup> ；大武休閒海岸開發計畫場址可供填埋面積約 76,000m <sup>2</sup> ，可填埋高度約 4m，可容許填埋量約 304,000m <sup>3</sup> ，足敷本計畫剩餘土石方處理之需求。
6. 路線是否規劃延伸至雙流橋(雙流橋以西線型較佳)。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 本計畫終點至雙流橋約 2.7 公里，高差約 125 公尺，平均縱坡度約 4.6%，於草埔村活動中心至下草埔路段之最小平曲線半徑約 50m，目前速限為 40km/hr。</li> <li>2. 如欲提昇設計速率至 60km/hr，除需就前述半徑過小路段進行改善外，原路基之寬度不足路段亦將拓寬，但因該路段部份臨河側邊坡陡且河谷狹窄，而靠山側則有民宅，如以原路線拓寬改善，勢必往民宅側拓寬，造成民宅必需辦理拆遷。</li> <li>3. 如改採隧道之方式取代既有路線，則隧道之長度將達 4 公里以上。</li> </ol> <p>綜觀前述原因，建議本階段路線終點暫不延伸至雙流橋。</p>



交通部公路總局  
第二次路線審查會意見及答覆說明

審查日期：97年11月7日

審查地點：總局4樓會議室

審查意見	答覆說明
一、總工程司	
1. 本案一號隧道及二號隧道之間，可參考國外工程經驗，設置貨車停車區。	遵照辦理。
2. 本案隧道湧水問題，請再詳加研究探討。	遵照辦理，詳見報告第4.5.2節之四。
3. 土石方堆置可參考本局辦理玉長公路之經驗，利用山凹處堆置土石方，並加以設置成遊憩休息區。	遵照辦理。
4. 本案隧道僅設置一個豎井，隧道通風是否足夠，請再加以探討研究。	因設計之隧道車流量並不高，本案規劃之豎井應可符合需求。
二、新工組	
1. 依據規劃方案平面圖，隧道豎井設置在山溝上，是否適當？	配合修正
三、養路組：無意見。	
四、規劃組	
1. 補充本路線於97年10月15日於環保署辦理環評審查，審查委員主要針對長隧道之審查意見： (1) 本案隧道屬長隧道，有關隧道湧水之影響，應參考雪山隧道之工程經驗。 (2) 本案土石方數量龐大，剩餘土石方運送及堆置問題應有完整計畫。	將於期中報告補充。
2. 本案重車(滿載砂石車)大部分為東向西行，且為一路爬坡，隧道設計應針對重車爬坡之速差及廢氣排放，加以研究考量。	將於期中報告補充。
3. 本案隧道內速限為60Km/hr，隧道外為40Km/hr，其中的速差問題如何解決？	應可利用本路線終點至草埔國小約400公尺之平面線形平直路段進行減速限制。
4. 本案隧道可否設計為不排水隧道。	根據部頒規範定義：不排水隧道設計係指當周圍環境

	<p>不允許地下水排入隧道，或因地下水質具腐蝕性而不宜排入隧道時，隧道須設置防水設施因應，其襯砌設計應考慮地下水壓。</p> <p>目前國內交通隧道採用不排水設計者主要有都會區之捷運隧道及高鐵沿線隧道，其考量原因主要與地下水位及其利用有關，而公路隧道方面則尚無此例。以本計畫特性而言，隧道沿線之地下水利用並無特別顯著，另根據雪山隧道經驗，地表植被主要受降雨量影響與地下水較無相關，而本計畫隧道除洞口段外其餘區段覆蓋均甚大，隧道排放之地下水與淺層地下水之關聯性甚低。且隧道若採不排水設計，勢必增加其防水膜及襯砌施作之成本，故建議本計畫仍採原排水隧道之設計即可。</p>
<p>5. 本路線另同步辦理委託環評工作，本案相關資料應適時回饋，以利環評作業之進行。</p>	<p>遵照辦理。</p>
<p>五、第三區養護工程處：</p>	
<p>1. 本案二號隧道為長隧道之規劃，應加強隧道通風問題及安全維護工作。</p>	<p>隧道通風規劃部份已依長隧道需求規劃。</p>
<p>2. 本案長隧道之豎井孔徑，考量隧道通風問題可否予以適度加大。</p>	<p>若土建相關條件允許，豎井孔徑愈大，隧道通風設備容量需求可愈低</p>
<p>3. 隧道內安全消防設施，可否考量設置自動灑水系統（水霧系統）。</p>	<p>將研究納入考量</p>

## 交通部公路總局 期中報告審查意見及答覆說明

審查日期：97年12月17日

審查地點：總局4樓會議室

審查意見	答覆說明
一、總工程司	
(一) 建議本案工程剩餘土石方，可置放於安朔端之溪谷之可行性。	遵照辦理，將於期末報告補充。
(二) 各路線方案應在相同起點再予以評估，才可比較其經濟效益(包含耗油成本、節省之旅行時間、距離)。	遵照辦理，已修正於4.1.2節。
(三) 本案隧道鋪面採混凝土路面，設計載重應考量實際狀況。	遵照辦理。
(四) 隧道管理自動化之探討?	遵照辦理，將於期末報告補充。
(五) 於邊坡上建構橋樑，建議將東西向橋樑分離(階梯式)，減少邊坡開挖量。	遵照辦理，已修正於4.1.1節。
(六) 本案工程之用地費應單獨匡列	遵照辦理修正。
(七) 本案應探討交通管理手段(隧道是否限制特定車種通行、管制通行時間)。	遵照辦理，將於期末報告補充。
(八) 隧道防水請再詳加說明(請參考雪山隧道經驗)。	遵照辦理，詳見報告第4.5.2節之五。
(九) 請檢討(隧道)草埔端出口因車道縮減產生的交通擁塞，以避免影響通車後隧道運轉。	可利用本路線終點至草埔國小約400公尺之平面線形平直路段進行車道縮減及減速限制。
二、新工組：無意見	
三、養路組：無意見	
四、規劃組：	
(一) 本案是否有相關國外案例：有關長縱坡隧道(隧道不限制車種)，大型車於長縱坡爬坡，隧道如何運轉之探討。	遵照辦理，將於期末報告補充。
(二) 本案工程剩餘土石方運土路線，應再詳加說明。	遵照辦理，已補充於4.9.2節圖4.9-3剩餘土石方運輸路線圖。
(三) 隧道成本應納入交控中心建設	報告中隧道成本評估已納入交控中心建設費用及機房

費用及機房設備等費用。	設備費用
(四) 本案應考量大型車在長隧道通行，對隧道運轉產生之影響。	遵照辦理，將於期末報告補充。
五、第三區養護工程處：	
(一) 可否製作一個立體模型，具體表示規劃路線之佈設情形。	將以 3D 數值地形圖配合規劃路線進行模擬以具體表示規劃路線之佈設情形
(二) 依據本案環說書，工程剩餘土石方盡量避免運至私人土資場，而應以運往「大竹高橋開發計畫」、「大武休閒海岸開發」兩計畫之開發場址為主。	報告中工程剩餘土石方處理以運往「大竹高橋開發計畫」、「大武休閒海岸開發」兩計畫之開發場址為主，並提供鄰近土資場資料作為參考。
(三) 本案長隧道開挖之湧水、空氣品質、隧道安全，為環評委員關切之議題，應詳加探討。	遵照辦理，有關隧道開挖湧水之對策詳見報告第 4.5.2 節之四。 空氣品質、隧道安全將於期末報告補充。
(四) 南迴公路重車比例高、且小車車齡長，本案應加強長隧道交通管理之探討，分析交通組成對隧道運轉之影響。	遵照辦理，將於期末報告補充。
(五) 各路線方案應在相同起點再予以評估。	照辦理，已修正於 4.1.2 節。

交通部公路總局  
第三次路線審查會意見及答覆說明

審查日期：98年6月24日

審查地點：總局4樓會議室

審查意見	答覆說明
一、 新工組	
(一)各路線方案隧道管理手段為何，請說明。長隧道統一管理。	1. 隧道之交通管理主要為預防事件之發生，和事件發生後之管理，可採取的手段有控制車距(控制交通量、間隔放行)、禁止超速、禁止變換車道(歐盟國間的單向行車隧道，通常不禁止小型車超車，依照風險評估決定載重貨車可否超車)、禁止載運危險品車輛通行(依照風險評估決定可否通行，或限時通行、或結隊護送通行)、車況檢查(載重、車高、車體材料、油箱材料和容量、引擎溫度(僅在白朗峰隧道有設備，引擎溫度因隧道前路段既陡且長所致)、水箱水量、煞車、漏油、電路(電路是曾發生重大火災事故的原因之一)等。 2. 可查到的資料，長隧道和短隧道之交通管理手段相似。
(二)本案後續應請二工處列席參加，提供相關長隧道(八卦山隧道)管理之經驗。	配合辦理。
二、 養路組	
本組基於本路段完工以後由三工處管養維護，尊重三工處之意見	配合辦理。
三、 規劃組	
(一)請說明重車於隧道爬升時，對隧道內溫度增加之影響程度。	1. 依照預測的交通量、交通組成、隧道長度、隧道縱坡度，3路線方案中最長隧道之重車初估會增加最高溫度約8.5℃。 2. 當車窗關閉，車內開啟空調時，3路線方案隧道內的溫升對用路人身心無影響，當車窗開啟，速限60kph時，3路線方案中最長之5km長隧道通過時間約5分鐘，南行方向3%上坡的載重貨車行駛速率下降至54.3kph，通過時間約5.5分鐘，對隧道



審查意見	答覆說明
	<p>內一些工作環境溫度上限為 50°C 的設備而言，仍可正常運作。</p> <p>3. 隧道溫升可在到達影響用路人身心前，以通風方式降溫。</p>
(二)請顧問公司與三工處確認合理可行之(隧道管理)配套方案。	配合辦理。
(三)甲、丙案出口高程是否相同?長跨徑橋樑及縱坡，施工時水平推力如何解決?	<p>1. 兩方案之洞口位置不同,所以洞口高程亦不同</p> <p>2. 長跨徑橋梁採懸臂工法施作，縱坡產生之影響於施工階段節塊閉合前較為顯著，因僅由單柱支撐兩側節塊，而此狀況將於閉合後獲得解決，故針對施工階段之墩柱設計應列為重要考量。</p>
(四)原路及新闢道路，將來如何管理。另是否有研擬僅新闢兩車道路線供重車行駛之方案。	<p>1. 新闢道路為省道 9 號，改線後既有省道 9 號的重要性和交通量降低，不跨縣級行政區，應屬縣道，既有省道 9 號上的壽卡為縣道 199 起點，因此改道路段既有省道 9 號北段併入縣道 199，南段為縣道 199 乙。</p> <p>2. 「闢兩車道路線僅供大貨車和聯結車行駛」</p> <p>(1) 改線方案的隧道長度和交通量從交通安全之標準來看，需為雙孔，如為單孔雙向行車亦需配置逃生隧道。</p> <p>(2) 目前，丹路測站之每向(雙向平均)日交通量約為小型車 3,351 輛，大客車 211 輛，大貨車和聯結車 499 輛，主要交通組成為小型車，台 9 線南迴公路路段改善工程完成，行車時間縮短、安全性和可靠性提高後因之衍生的交通輛也應是以小型車為主，闢建兩車道路線僅供大貨車和聯結車行駛的經濟效益低。</p> <p>(3) 闢兩車道路線僅供大貨車和聯結車行駛亦無法滿足民意。</p> <p>(4) 依據合約工作內容未探討「闢兩車道路線僅供大貨車和聯結車行駛」之方案。依上述說明，「闢兩車道路線僅供大貨車和聯結車行駛」之方案經濟效益應不可行。</p>
(五)各路線方案修正，縱坡及中心線應配合調整。	配合辦理。

審查意見	答覆說明
(六)甲方案路線一號隧道之路廊可否改沿河谷而不需闢建本隧道。	沿河谷之方案平曲線為半徑 180m 和 500m 反向曲線的組合,180m 在隧道外,500m 在隧道內,設計速率 60kph 時半徑 180m 之橫向坡度為 7.3%,北上線在隧道內無法看到 180m 半徑的曲線,行車安全性較差,為潛在肇事路段。
(七)甲方案路線可否再提升設計速率。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 南下線 4K+100~10K+900 路段的路線縱面線形為縱坡度 3.66%長 1,750m 路段,接縱坡度 3%長 5,050m 路段,載重貨車在 3.66%和 3%路段行駛速率將降至 48.4 和 54.3kph,和低流量之速差為 15kph(速差 25kph 時,行車安全性較低,不考量)時,依「公路路線設計規範」設計速率約為 70kph。</li> <li>2. 改線路段前後路段的設計速率分別為 60 和 40kph,70 kph 和 40 kph 相差 30kph,兩路段的設計速率不宜相差 20kph,又,改線路段長僅 11km,長度不足為一設計速率路段,。</li> <li>3. 改線路段不宜提高設計速率不恰當。</li> </ol>
(八)丙方案路廊和原台 9 線相同,地質狀況類似,是以與台 9 線災害發生之類型及頻率應差不多。本案丙方案後續管養維護應考慮高橋墩及路堤生命週期問題、後續改建維護經費及邊坡維護問題。	遵照辦理,將相關議題納入評估考量。
(九)請補充說明(長、短)隧道效益及隧道安全之研析。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 工程經費:甲方案(97.75 億)較丙方案(111.72 億)減少 13.97 億,經費節省 12.5%。 行車時間:甲方案(11.000 分鐘)較丙方案(12.414 分鐘)減少 1.414 分鐘,行車時間節省 11.39%。 更細部經濟效益分析將於期末報告補充。</li> <li>2. 隧道事件發生的風險和發展管理在全部安全觀念內的安全手段可分為預防、偵測、反應、逃生(用路人自救)和事件處理 5 個主要方面,歐洲對泛歐公路網上長度 1km 以上隧道所進行之隧道評估計畫,隧道安全詳見附件一</li> </ol>
(十)(隧道)交通管理手段為何?是否設置停車場供重車臨時檢修?車種是否管制?	1. 隧道之交通管理主要為預防事件之發生,和事件發生後之管理,可採取的手段有控制車距(控制交通量、間隔放行、地面或側牆標示安全間距)、禁止超速、禁止變換車道(歐盟國間的單向行車隧道,通常不禁止小型車超車,依照風險評估決定載重貨

審查意見	答覆說明
	<p>車可否超車)、載運危險品車輛通行(依照風險評估決定可否通行、限時通行、護送通行)、車況檢查(載重、車高、車體材料、油箱材料和容量、引擎溫度(僅在白朗峰隧道有設備,引擎溫度因隧道前路段既陡且長所致)、水箱水量、煞車、漏油、電路(電路是曾發生重大火災事故的原因之一)等。</p> <p>2. 設置停車場供載重貨車停車檢修可降低隧道內發生事件的可能性,惟無強制性,效果令人存疑,設置車輛檢查站應較有效,緊鄰北上線隧道口附近無設站腹地,可擇隧道口前最近可設置處設置之,不論通行隧道與否皆檢查之。</p>
(十一)丙方案橋梁跨度長、橋墩高,方案是否可行?	<p>1. 長跨徑橋梁採懸臂工法施作,縱坡產生之影響於施工階段節塊閉合前較為顯著,因僅由單柱支撐兩側節塊,而此狀況將於閉合後獲得解決,故針對施工階段之墩柱設計應列為重要考量。</p> <p>2. 丙方案因橋梁跨度長且橋墩較高,雖在技術上未必不可行,惟將增加橋梁施作之難度且提高建造經費。橋墩基礎位於高陡邊坡上,不但工作場地狹窄,且須注意施工期間基礎開挖邊坡之穩定性。此外,本案橋梁落墩位置多無通達道路,必須另闢施工便道,勢必增加道路邊坡穩定、水土保持及行政作業之負擔,故在各方面考量下較不建議。</p>
<b>四、 第三區養護工程處</b>	
(一)本案拓寬急迫性高。	
(二)長隧道可否依短隧道替代,另交通管理手段為何?	<p>計畫路線跨分水嶺,縮短主隧道長度的方案為到達主隧道前以路堤、路塹和橋梁構築方式以較長的路線和較陡的縱坡度構築,計劃路線和所分水嶺北側和南側可</p>
(三)長隧道後續維護可行性為何?	<p>長隧道的維護需求可於設計階段依照參照國內外之隧道維護手冊、國外相關和所使用設備廠商提供的使用者手冊訂之,工務段應進用機電專業,維護工作可委外辦理。</p>
(四)長隧道營運成本請再詳細估算。	<p>1. 配合辦理,詳見評估表。</p>
<b>會議結論:</b>	
一、替代方案相關數據請補充。	已補充
二、本案情境分析及假設條件(包含交通管理手段)請補充。	已補充,參見附件一。

審查意見	答覆說明
<p>三、丙方案是否亦須設置行控中心，請加強描述。</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 國內無相關行控中心設置標準。</li> <li>2. 根據歐盟「泛歐公路網隧道『最低』安全要求」指令(針對長度 500m 以上隧道)，每日每車道交通量大於 2,000 輛時，隧道長度長於 3,000m 以上必須設置行控中心，短於 3,000m 不強制設置。德國規定長度 400m 以上要設置，法國規定長度 3,000m 以上隧道，或長度短於 3,000m 但是每車道每日交通量大或載重貨車比例高的隧道要設置，義大利的規定同歐盟之「泛歐公路網隧道『最低』安全要求」指令。</li> <li>3. 改線道路附近的丹路測站民 95 年的每向每日交通量 4,061 輛，每車道超過 2,000 輛，丙路線方案每向有 5 座隧道，長 140、340、210、1,640 和 1,300m，參照歐盟「泛歐公路網隧道『最低』安全要求」指令，不強制設置行控中心，依照德國標準須設置。</li> <li>4. 依照歐盟「泛歐公路網隧道最低安全要求」指令，1,640 和 1,300m 長 2 座雙向雙孔隧道強制要設置照明系統、機械通風、滅火設備、緊急電話、事件自動偵測系統、火警偵測系統、隧道口前號誌，緊急電話、事件自動偵測系統和火警偵測系統傳遞的訊息需要處理，因此，歐盟「泛歐公路網隧道最低安全要求」指令雖不強制設置行控中心，基於訊息『即時處理』的考量，建議設置行控中心，除非風險分析可不設置。</li> <li>5. 為降低行控中心人力，值班人力可視預期之風險程度調整，以瑞士 Gotthard 隧道而言，正常交通量下每一行控中心只有交管、警察和機電人員各 1。</li> </ol>
<p>四、長隧道相關管理措施請加強說明。</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 隧道之管理主要內容為預防事件之發生，和事件發生後之管理。隧道管理措施包括預防事件之發生、設備之維護和檢驗單位檢驗、隧道管理人員之能力要求和定期訓練、事件處理計畫之訂定和定期演練、事故調查和報告。</li> <li>2. 參照歐盟「泛歐公路網隧道『最低』安全要求」指令，隧道管理單位應有行政當局、隧道經理、安全官員、檢驗單位。</li> <li>3. 預防事件之發生可採取的手段有控制車距(控制交通量、間隔放行、地面或側牆標示安全間距)、禁</li> </ol>

審查意見	答覆說明
	<p>止超速、禁止變換車道(歐盟國間的單向行車隧道，通常不禁止小型車超車，依照風險評估決定載重貨車可否超車)、載運危險品車輛通行(依照風險評估決定可否通行、限時通行、護送通行)、車況檢查(載重、車高、車體材料、油箱材料和容量、引擎溫度(僅在白朗峰隧道有設備，引擎溫度因隧道前路段既陡且長所致)、漏油、電路(電路是曾發生重大火災事故的原因之一)等。</p>
<p>五、請再試研議短隧道但縱坡低之路線並請三工處及規劃組協助。</p>	<p>配合辦理。</p>
<p>六、請依各單位意見據以補充修正。</p>	<p>配合辦理。</p>



交通部公路總局  
八八風災書面審查意見及答覆說明

發文日期：98年8月23日

發文字號：路規劃字第0980037674號函

審查意見	答覆說明
<p>二、(一)本次「八八風災」造成本局轄管省道多處嚴重損害，方案丙路線為短隧道方案，但路線為高橋墩、高邊坡，道路安全性及未來養護經費應有專章說明，並與其他方案納入分析比較。</p>	<p>已針對各方案提出道路安全及災害評估專章，詳見路線評估報告之附件「道路安全及災害評估」；養護經費部分基於災害範圍、規模大小不確定，難以評估，初步僅以構造物形式及長度加以評估，請參見評估表內營運管理項目。</p>
<p>(二)會議結論二「本案情境分析及假設條件（包含交通管理手段）請補充」，係請顧問公司針對是否禁止大型車輛行駛新路線，考量各分案之優缺點，本次報告仍未分析。</p>	<p>請參見路線評估報告之附件「隧道安全評估及交通管理手段」</p>
<p>(三)請貴處本於道路養護單位之立場，對於顧問公司所提報方案，應確實檢核並建議採用何路線方案。</p>	<p>遵照辦理。</p>

交通部公路總局  
第四次路線審查書面意見及答覆說明

發文日期：98 年 11 月 3 日

發文字號：路規劃字第 0981007445 號函

審查意見	答覆說明
一、新工組	
目前甲方案及甲+丙方案皆須施設行控中心，與當初找出一短隧道群方案之構想，顯然不同。	將納入評估參考
二、養路組	
建議以甲方案為主，再據以改善路線方案。	遵照辦理
三、規劃組	
(一)有關甲+丙方案及丙方案橋樑橋墩高程過大，建議仍可使用工程技術(選線、路線靠近邊坡)降低高程。	將納入評估參考
(二)甲+丙方案雖說是結合甲案與丙案之綜合方案，但本方案之縱坡及高程與甲案、丙案皆不同，應為一新方案，如此名稱容易引起混淆。	將納入評估參考
(三)目前南迴公路應可滿足運輸需求，新闢隧道之目的為改善重車於南迴公路原路易形成車隊，不易超車。	將納入評估參考
(四)南迴公路行駛之機慢車較少，建議機慢車可行駛於原路。	將納入評估參考
(五)甲方案及甲—丙方案每年管養維護費用相差 1 千萬，但建設費用相差 19 億元，以成本觀點來看，甲方案較佳。	將納入評估參考
(六)丙方案路線多行經高邊坡，結構多高橋墩，以本次莫拉克颱風為例，高邊坡多形成重大崩坍，應加以考量。	將納入評估參考
四、第三區養護工程處	
(一)本局三工處簡單說明當初建議增列甲+丙方案之緣由。	將納入評估參考
(二)有關長度 2 公里以上之隧道，建議	遵照辦理

審查意見	答覆說明
仍宜設置行控中心。	
(三)本案隧道方案仍宜施設消防隊，惟可考慮以中型之化學消防車來搶救隧道火災。	將納入評估參考
(四)台9線南迴公路重車比例高，現階段無法排除重車使用新闢之隧道。	遵照辦理
(五)新闢隧道是否排除機慢車通行仍應詳加考量。	將於期末報告進行評估。
(六)有關隧道內救災應於20分鐘內到達起火點，國內並無相關規定。	將納入評估參考。
(七)隧道內可考量於一定距離設置滅火器，自主救災。	遵照辦理。
(八)建議針對甲案及甲+丙方案辦理中線放樣及探勘工作，以決定採行何路線。	將依結論辦理甲方案中線放樣及探勘工作。
會議結論	
本案原則上仍以甲方案為優先方案，辦理後續工作(地質探查)。	遵照辦理，以甲方案為優選方案，辦理後續工作。

交通部公路總局  
路線踏勘意見及答覆說明

踏勘日期：99年4月28、29、30日

踏勘意見	答覆說明
公路總局三區處副處長徐積圓	
1. 請考量路線高程儘量提高並緊貼邊坡設置。 2. 計畫應以減災為首要考量，而非經費限制，故設計標準必要時可予提高。 3. 環保署要求本計畫配合養灘實施。 4. 路線規劃應配合工程技術及高程調整。	1. 本計畫路線定案方案已考量沿河兩邊靠山側布設路線，並以採低矮路堤與橋梁，且避免於陡坡上設立橋墩為原則。 2. 遵照辦理。 3. 遵照辦理，修正餘土處理方式。 4. 遵照辦理。
經濟部中央地調所科長紀宗吉	
1. 隧道洞口宜有保護措施，避免破壞陡坡、甚至引發邊坡不穩定，如二號隧道南口於陡坡處進洞且附近山頂有電塔存在。 2. 隧道通風豎井的位置，宜設置於高處，避免土石流或洪水威脅，並利於通風換氣。 3. 應避免高填方阻礙野溪排水，如 2K+800 附近。 4. 本區域以硬頁岩及板岩為主，劈理發達且岩體破碎，沿線有多處老崩塌地，因此應減少對這些地區做開挖擾動，如 2K+800、3K+500、4K+000 及 4K+500 等。 5. 許多野溪兩岸及源頭均有新生崩塌地，因此應考量土石流的影響，如五號橋(5K+970)處。	1. 1) 二號隧道南口附近均為陡坡，如從西側出洞雖可減少高陡坡之影響，惟需通過山溝土下方，隧道左側壁覆蓋可能不足並需考慮偏壓影響。 2) 二號隧道南口高程約 275 公尺，而山頂電塔之高程約 375 公尺，兩者間高差約 100 公尺，初步評估隧道洞口開挖不致對電塔穩定造成不利影響。 3) 本階段僅就規劃之路廊研選，後續將依較詳細地質調查資料及比例 1/500 以上之地形測量圖為基礎，選擇適當之隧道進洞位置(雙孔)，並規劃水土保持措施。 2. 地質鑽探為避免開路造成之相關問題，故選擇豎井附近之溪谷鑽探。未來豎井位置可沿路線北移至坡面上方，以避開野溪上游可能帶來之土石及老崩塌範圍。 3. 4. 1) 實測地形圖完成後，可依據實測地形略微調整配置，野溪及小範圍崩塌地如係以橋樑型式通過，則避免在影響範圍內落墩，如係路堤段，可以箱涵預留土石宣洩管道。4K+000 附近崩塌地有蠕動現象，且影響範圍較大，路線可考慮在路廊範圍內向溪側調整。 2) 目前路線大致通過崩塌地趾端前緣且主要

踏勘意見	答覆說明
	採路堤填築，有助於邊坡穩定，未來可持續監測潛在之不穩定邊坡，如必要時亦採取適當之地工保護措施，如排樁、地錨格梁或打設排水管等方式。 5.五號橋跨深達 20~30 公尺以上，且上游集水區面積不大、又無大型崩塌地存在，故研判應無土石流問題。
公路總局三區處工務課課長謝玉興	
1. 二號隧道南口出洞後，道路拓寬四線道之規劃 2. 規劃路線 IP 點、線型等資料移交業主 3. 路堤段之縱坡高程請再檢討	1. 遵照辦理，於期末報告補充。 2. 遵照辦理。 3. 遵照辦理，於期末報告補充。
公路總局測勘科科長顏召宜	
1. 規劃路廊應具彈性，儘量劃大一些，寬度可以廊帶虛線表示 2. 路線銜接點之舊線交通維持、洞口規劃、管制站請補充	1. 遵照辦理，將採路廊採規劃道路中心線兩側各 100M 布設,並以虛線表示。 2. 遵照辦理，將於期末報告補充。
公路總局環工科幫工程司邱安安	
1. 第四次環評提送預定於 5/12 辦理審查 2. 前階段環評委員關心議題為長隧道湧水、土方棄置。剩餘土方將用於工址附近之養灘計劃，此部分請補充至規劃報告中。	1. 配合辦理。 2. 遵照辦理，修正餘土處理方式。
公路總局規劃科幫工程司邱國霖	
1.請說明行控中心、管制站及消防隊設置之位置。	遵照辦理，於期末報告補充。
公路總局新工組幫工程司陳承胤	
1. 路線往河道偏移，是否涉及環境生態保護議題 2. 里程 2K+500 附近填土高達 20M，若變更為橋梁，其經費是否足夠 3. 由於現場河道變遷，河中落墩應獲得主管單位之同意 4. 二號隧道北口位於崩積層、還是硬頁岩中？	1. 建議於設計階段依現地地形測量成果調整路線並往河靠山兩側布設。 2. 本路段因其路線已遠離河道，且為消耗隧道開挖之棄土，故規劃採路堤方式布設，其填高約 10.6M~18.5M 之間，若考量路堤填土高度過高，可改採為橋梁段，並配合修正工程費用。 3. 於設計階段建議配合整治浚挖河道，並向縣政府主管機關申請。 4. 二號隧道北口為淺覆蓋層，以岩塊夾土為主，下方為硬頁岩或板岩。未來隧道洞口段



踏勘意見	答覆說明
	結構完成後，將可回填至較緩坡度，以維持現場邊坡之穩定。
公路總局新工組科長李志隆	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 請將 3d 動畫模擬之視井景調低以利了解路線與原地形之關係。</li> <li>2. 路線橋樑落墩位置請儘量往兩岸靠山側調整。</li> <li>3. 請說明豎井通達道路是否需永久保留？</li> <li>4. 請說明二號隧道南口管制站之設置位置？</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 遵照辦理。</li> <li>2. 建議於設計階段依現地地形測量成果調整路線並往河靠山兩側布設。</li> <li>3. 考量豎井日後維修需求，其通達道路將永久設置。</li> <li>4. 於期末報告補充。</li> </ol>
台東縣政府	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 河堤共構段應與水利單位協商。</li> <li>2. 縣府將全力配合。</li> <li>3. 本計畫河川在縣管轄區內，惟上游屬於林務局管理。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 遵照辦理。</li> <li>2. 感謝支持與協助。</li> <li>3. 將依主管機關管轄範圍辦理申請手續。</li> </ol>
公路總局養路組正工程司邱金蘭	
九線香蘭至大武段之改善亦於本計畫環評辦理範圍內，希望能盡速推動。	1. 配合辦理。
屏東林區管理處技正鄭素蘭	
1. 林務局對本計畫樂觀其成，惟用地如為林班地請依正常程序申請	1. 感謝支持與協助，將配合辦理申請手續。
公路總局三工處楓港工務段工務員陳啟敏	
1. 期末報告請於七月份提送	遵照辦理。
公路總局規劃組組長賴常雄	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 辦理現地踏勘，有助於執行人員對計畫認知與參與感</li> <li>2. 台灣西路路網已較完備，惟東路交通對外連絡仍受到環境較大影響</li> <li>3. 工程規劃設計應考量與環境共存和諧</li> </ol>	遵照辦理。
會議結束	

## 附錄二 路線方案線形資料

# 甲方案

\* BENTLEY HORIZONTAL ALIGNMENT TO ASCII

\*

\* Alignment name: 方案甲路廊中心線概略位置

\*

{ TYPE STATION RADIUS X\_CRD Y\_CRD DIRECTION SPI\_LENGTH

CIR	0+000	-400	238051	2466187	252^	0
SPI	0+070	0	237987	2466159	242^	100
SPI	0+170	0	237903	2466105	235^	50
CIR	0+220	200	237861	2466077	242^	0
SPI	0+313	0	237772	2466054	269^	50
LIN	0+363	0	237722	2466057	276^	0
CIR	0+626	-1000	237460	2466082	276^	0
LIN	0+996	0	237094	2466051	254^	0
SPI	1+738	0	236379	2465853	254^	204
CIR	1+942	-600	236186	2465787	245^	0
SPI	2+072	0	236076	2465720	232^	204
LIN	2+276	0	235929	2465578	223^	0
SPI	2+386	0	235854	2465497	221^	75
CIR	2+461	-300	235808	2465438	214^	0
SPI	2+651	0	235758	2465258	177^	75
SPI	2+726	0	235767	2465184	170^	50
CIR	2+776	200	235774	2465134	177^	0
SPI	2+838	0	235767	2465072	195^	50
LIN	2+888	0	235750	2465025	202^	0
SPI	3+114	0	235664	2464817	202^	75
CIR	3+189	300	235633	2464749	210^	0
SPI	3+338	0	235530	2464642	238^	75
SPI	3+413	0	235463	2464608	245^	50
CIR	3+463	-450	235418	2464587	242^	0
SPI	3+528	0	235363	2464552	234^	50
SPI	3+578	0	235324	2464521	231^	65
CIR	3+643	260	235272	2464482	238^	0
SPI	3+722	0	235200	2464451	255^	65

SPI	3+787	0	235136	2464440	262^	50
CIR	3+837	-450	235087	2464432	259^	0
SPI	3+891	0	235034	2464419	252^	50
SPI	3+941	0	234987	2464402	249^	56
CIR	3+997	300	234934	2464383	254^	0
SPI	4+064	0	234868	2464373	267^	56
SPI	4+120	0	234812	2464374	273^	75
CIR	4+195	-300	234737	2464374	265^	0
SPI	4+415	0	234543	2464281	223^	75
LIN	4+490	0	234496	2464222	216^	0
SPI	4+753	0	234341	2464011	216^	100
CIR	4+853	400	234279	2463933	223^	0
SPI	4+977	0	234181	2463857	241^	100
SPI	5+077	0	234090	2463816	248^	50
CIR	5+127	-200	234044	2463796	241^	0
SPI	5+193	0	233993	2463755	222^	50
SPI	5+243	0	233962	2463716	215^	56
CIR	5+299	400	233929	2463671	219^	0
SPI	5+429	0	233831	2463585	238^	56
SPI	5+486	0	233782	2463557	242^	65
CIR	5+550	-500	233726	2463525	238^	0
SPI	5+635	0	233658	2463475	229^	65
SPI	5+700	0	233611	2463430	225^	56
CIR	5+756	400	233571	2463391	229^	0
SPI	5+851	0	233492	2463337	242^	56
SPI	5+908	0	233441	2463314	247^	200
CIR	6+108	-800	233261	2463227	239^	0
SPI	6+453	0	233011	2462993	215^	200
CIR	6+653	5000	232911	2462819	207^	0
CIR	9+896	-3000	230618	2460607	245^	0
SPI	10+820	0	229857	2460089	227^	79
CIR	10+899	-200	229804	2460031	215^	0
LIN	11+006	0	229768	2459932	184^	0

# 乙方案

\* BENTLEY HORIZONTAL ALIGNMENT TO ASCII

\*

\* Alignment name: 方案乙路廊中心線概略位置

\*

{ TYPE STATION RADIUS X\_CRD Y\_CRD DIRECTION SPI\_LENGTH

CIR	0+000	-330	238051	2466187	253^	0
LIN	0+231	0	237870	2466051	213^	0
CIR	0+425	300	237764	2465889	213^	0
LIN	0+642	0	237592	2465764	255^	0
SPI	0+768	0	237471	2465730	255^	33
CIR	0+801	150	237439	2465722	261^	0
SPI	0+840	0	237400	2465721	276^	33
SPI	0+873	0	237368	2465727	282^	30
CIR	0+903	-120	237338	2465732	275^	0
SPI	0+956	0	237286	2465724	249^	30
LIN	0+986	0	237259	2465711	242^	0
CIR	1+028	230	237222	2465692	242^	0
LIN	1+128	0	237126	2465665	267^	0
CIR	1+179	-700	237075	2465663	267^	0
LIN	1+241	0	237014	2465657	262^	0
CIR	1+360	-200	236896	2465640	262^	0
SPI	1+427	0	236832	2465619	243^	75
SPI	1+502	0	236770	2465577	232^	72
CIR	1+574	200	236711	2465536	242^	0
SPI	1+758	0	236533	2465532	295^	72
SPI	1+830	0	236472	2465570	305^	156
CIR	1+987	-400	236339	2465652	294^	0
SPI	2+722	0	235780	2465349	189^	156
SPI	2+878	0	235776	2465193	178^	56
CIR	2+935	300	235777	2465137	183^	0
SPI	3+008	0	235764	2465065	197^	56
LIN	3+064	0	235744	2465012	202^	0
SPI	3+259	0	235670	2464832	202^	80



CIR	3+339	500	235638	2464759	207^	0
SPI	3+747	0	235332	2464506	254^	80
LIN	3+827	0	235255	2464488	258^	0
SPI	4+304	0	234787	2464391	258^	121
CIR	4+425	-400	234670	2464360	250^	0
SPI	4+604	0	234521	2464263	224^	121
LIN	4+725	0	234447	2464168	215^	0
SPI	4+920	0	234334	2464009	215^	100
CIR	5+020	400	234273	2463930	222^	0
SPI	5+137	0	234183	2463856	239^	100
SPI	5+237	0	234093	2463813	246^	174
CIR	5+410	-360	233941	2463731	233^	0
SPI	5+588	0	233832	2463593	204^	174
SPI	5+761	0	233787	2463426	190^	56
CIR	5+817	180	233774	2463372	199^	0
SPI	6+017	0	233626	2463253	263^	56
LIN	6+072	0	233570	2463252	272^	0
CIR	6+176	-500	233467	2463255	272^	0
LIN	6+653	0	233052	2463057	217^	0
CIR	7+630	1600	232463	2462278	217^	0
LIN	8+244	0	232009	2461871	239^	0
CIR	9+417	-2000	231002	2461268	239^	0
LIN	10+061	0	230512	2460855	221^	0
CIR	11+162	-120	229795	2460019	221^	0
LIN	11+225	0	229768	2459964	191^	0
LIN	11+264	0	229760	2459925	191^	0

# 丙方案

\* BENTLEY HORIZONTAL ALIGNMENT TO ASCII

\*

\* Alignment name: 方案丙路廊中心線概略位置

\*

{ TYPE STATION RADIUS X\_CRD Y\_CRD DIRECTION SPI\_LENGTH

CIR	0+000	-400	238051	2466187	252^	0
SPI	0+085	0	237974	2466152	240^	81
SPI	0+166	0	237907	2466106	234^	50
CIR	0+216	200	237865	2466079	241^	0
SPI	0+312	0	237773	2466053	269^	50
LIN	0+362	0	237724	2466056	276^	0
CIR	0+627	-1000	237460	2466082	276^	0
LIN	0+996	0	237094	2466051	254^	0
CIR	1+683	-1000	236433	2465867	254^	0
LIN	1+982	0	236161	2465746	237^	0
SPI	2+366	0	235837	2465539	237^	208
CIR	2+574	-300	235677	2465408	217^	0
SPI	2+918	0	235651	2465083	152^	208
SPI	3+126	0	235788	2464928	132^	113
CIR	3+239	200	235864	2464846	148^	0
SPI	3+476	0	235856	2464623	216^	113
SPI	3+588	0	235775	2464546	232^	53
CIR	3+642	-120	235736	2464510	219^	0
SPI	3+732	0	235709	2464425	176^	53
SPI	3+786	0	235720	2464373	163^	53
CIR	3+839	120	235732	2464321	176^	0
SPI	3+895	0	235723	2464267	203^	53
SPI	3+948	0	235696	2464221	215^	45
CIR	3+993	-180	235671	2464183	208^	0
SPI	4+051	0	235653	2464129	190^	45
SPI	4+096	0	235649	2464084	183^	53
CIR	4+149	120	235643	2464031	195^	0
SPI	4+299	0	235534	2463943	267^	53

SPI	4+352	0	235481	2463948	279^	101
CIR	4+453	-120	235381	2463950	255^	0
SPI	4+555	0	235304	2463888	207^	101
SPI	4+656	0	235286	2463790	182^	53
CIR	4+709	120	235279	2463737	195^	0
SPI	4+898	0	235132	2463653	285^	53
LIN	4+952	0	235083	2463674	298^	0
SPI	5+165	0	234895	2463775	298^	107
CIR	5+272	-210	234797	2463817	284^	0
SPI	5+417	0	234655	2463801	244^	107
LIN	5+525	0	234569	2463739	229^	0
SPI	5+698	0	234437	2463625	229^	56
CIR	5+754	-180	234397	2463587	220^	0
SPI	5+828	0	234362	2463522	197^	56
SPI	5+884	0	234351	2463467	188^	50
CIR	5+934	200	234343	2463418	195^	0
SPI	5+998	0	234316	2463359	213^	50
LIN	6+048	0	234286	2463320	221^	0
SPI	6+230	0	234167	2463182	221^	50
CIR	6+280	-200	234137	2463143	213^	0
SPI	6+356	0	234108	2463073	192^	50
SPI	6+406	0	234102	2463024	185^	108
CIR	6+514	300	234087	2462917	195^	0
SPI	6+649	0	234024	2462798	221^	108
LIN	6+757	0	233944	2462725	231^	0
SPI	6+888	0	233843	2462643	231^	50
CIR	6+938	-200	233805	2462610	224^	0
SPI	6+992	0	233773	2462566	208^	50
SPI	7+042	0	233753	2462521	201^	72
CIR	7+114	200	233723	2462455	212^	0
SPI	7+232	0	233637	2462378	245^	72
LIN	7+304	0	233569	2462356	255^	0
CIR	7+482	-500	233396	2462311	255^	0
CIR	7+771	-8000	233152	2462163	222^	0

SPI	9+480	0	232146	2460786	210^	96
CIR	9+576	150	232090	2460709	228^	0
SPI	9+695	0	231981	2460671	274^	96
SPI	9+791	0	231889	2460697	292^	48
CIR	9+839	-300	231844	2460713	287^	0
SPI	9+918	0	231766	2460727	272^	48
LIN	9+966	0	231718	2460726	268^	0
SPI	10+140	0	231544	2460719	268^	45
CIR	10+185	-200	231500	2460715	261^	0
SPI	10+239	0	231448	2460699	246^	45
LIN	10+284	0	231408	2460678	239^	0
SPI	10+438	0	231276	2460599	239^	45
CIR	10+483	180	231237	2460577	246^	0
SPI	10+532	0	231190	2460564	262^	45
LIN	10+577	0	231145	2460561	269^	0
SPI	10+787	0	230935	2460557	269^	97
CIR	10+884	500	230838	2460559	275^	0
SPI	10+984	0	230739	2460577	286^	97
SPI	11+081	0	230648	2460610	292^	180
CIR	11+261	-500	230478	2460666	281^	0
SPI	11+871	0	229953	2460435	211^	180
LIN	12+051	0	229878	2460272	201^	0
CIR	12+314	-330	229784	2460027	201^	0
LIN	12+414	0	229763	2459930	184^	0

## 附錄三 五千分之一航照路線圖



