

ISSN:1812-2868

臺灣公路工程

第 48 卷 第 5 期

〈每月 15 日出刊〉



TAIWAN HIGHWAY ENGINEERING

Vol. 48 No.5 May 2022

交通部公路總局

中華民國 111 年 5 月 15 日



封 面 說 明

台8線82+5k-梨山國民賓館路段

陳毅銘 提供



臺灣公路工程

TAIWAN HIGHWAY ENGINEERING

中華民國 41 年 11 月 11 日創刊

第 48 卷 第 5 期 目錄

本刊為中華民國 41 年 11 月 11 日創刊，至 63 年 3 月 1 日發行第 22 卷第 5 期，經合併本局發行之臺灣公路工程、養路及公路機料等三種月刊，仍以臺灣公路工程為名，於 63 年 7 月 15 日起重訂為第 1 卷第 1 期繼續發行

臺灣公路工程

發行人

陳文瑞

社長

林聰利

總編輯

李志隆

總幹事

李崇堂

編輯

鄧文廣 陳進發

李忠璋 蔡宗成

劉雅玲 葉双福

陳松堂 李順成

劉世桐 吳昭煌

林文雄 謝哲雄

詹益祥 江金璋

邵厚潔 顏召宜

實務報導

110 年推動職業安全衛生優良工程金安獎-
優等「台 1 線急水溪橋改建工程」

.....黃奇福、黃敏瀛、鄭丞凱... (2)

淺談合歡山高山公路植被生態衝擊與養護策略

.....蔡雨津、洪璠儀、劉世桐... (27)

110 年推動職業安全衛生優良工程金安獎- 優等「台 1 線急水溪橋改建工程」

黃奇福¹、黃敏瀛²、鄭丞凱³

一、前言

1.1 計畫緣起及目標

台 1 線 291K+617 急水溪橋位於臺南市新營區與柳營區交界處，民國 72 年 3 月竣工，距今 36 年（民國 108 年），橋長 300 公尺，全寬 25 公尺，跨越急水溪，為連結新營區及柳營區之重要橋梁，台 1 線急水溪橋現況橋長及梁底高程已不符經濟部民國 106 年 5 月 16 日之「急水溪水系本流及支流白水溪治理計畫（第一次修正）之需求。為避免通洪斷面不足造成當地淹水情形發生，擬依據河道治理計畫辦理橋梁改建，以確保當地居民及用路人生命財產安全。另依據公路總局第五區養護工程處 106 年辦理之「省道主要橋梁河床斷面測量暨轄區河床掃描測量工作」，目前深槽之 P8 及 P9 橋墩基礎已有沖刷裸露之現象，現況基礎裸露約 3m，基於長期安全考量，擬定「台 1 線急水溪橋改建工程委託測量、設計及地質探查服務工作」，委託黎明工程顧問股份有限公司提供技術服務，進行橋梁改建之設計等工作。

急水溪橋改建工程由交通部公路總局第五區養護工程處負責，將改建為預力箱型梁橋，且原有九座橋墩改為四座橋墩，改建後增加通洪斷面積，大雨來襲洪水位可有效下降，新橋長度依據河川治理線有稍微增長，路寬改建後維持二十五公尺寬。改建完成後，將可改善交通運輸服務網，提高便利性，有助於鄰近地區進出交通便利，並提昇運輸條件促進地區產業發展，另交通條件提昇可帶動產業經濟繁榮，提高土地利用價值，促進工商產業發展。如圖 1 工區現況圖。

¹ 交通部公路總局第五區養護工程處新營工務段段長

² 交通部公路總局第五區養護工程處新營工務段副段長

³ 交通部公路總局第五區養護工程處新營工務段幫工程司



圖 1 工區現況圖

1.2 工程簡介

主辦機關：公路總局第五區養護工程處

設計單位：黎明工程顧問股份有限公司

監造單位：公路總局第五區養護工程處新營工務段

簽證單位：正昇工程顧問有限公司

承攬廠商：松東營造股份有限公司

契約金額：7 億 835 萬元（第 1 次變更設計）

開工日期：109 年 4 月 1 日

預定竣工日期：112 年 5 月 22 日



圖 2 工程路線

1.3 工程概述

本工程「台 1 線急水溪橋改建工程」工區位於台 1 線省道上，介於 291K~292K 間，北往新營、南往柳營間。主要工作項目：(1) 兩側引道銜接與上下游防汛道路銜接，主橋長 343.4m (橋寬 25.0m)、兩側引道銜接長度約 576.6m、上下游防汛道路銜接長度各約 80m。(2) 上部結構型式：五跨連續預力箱梁橋 (59+90+90+64+40.4=343.4m)。總工期為 1,110 日曆天，工區位置如圖 3 工區位置示意圖所示。

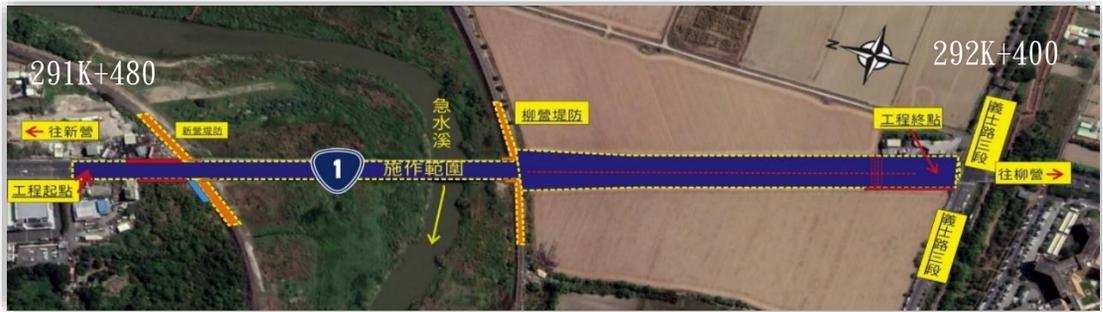


圖 3 工區位置示意圖

二、工程設計內容及特色

2.1 設計原意及理念

本工程設計方案為落實營造業工程四化，包括設計標準化、構建預鑄化、施工機械化、人員專業化，營造施工模組化應用於設計階段故本工程橋梁上部結構：採 5 跨連續 (59+90+90+64+64+40.4) =343.4m 預力箱型梁，梁身為 2.5m~4.5m (約 1/36~1/20 之跨距)，淨寬 24m，全寬 25m。橋梁下部結構：A1 及 A2 採懸臂式橋台，基礎採全套管基樁，樁徑 1.5m；P1~P4 採懸臂式橋墩，墩柱為單柱式，P1 直徑為 3.0m，P2 直徑為 4.3m，P3~P4 直徑為 4.6m，基本車道為雙向 4 車道及 2 機車道。

1. 當初係考量工區現況情形分析評估如下：

- (1) 鄰水作業：工址跨越急水溪，長年有水；另因河道特性，強降雨後水位上升速度甚快，需有因應對策。
- (2) 物體倒塌：舊橋分二階段拆除，第一階段風險較高。新橋墩柱較高，鋼筋組立倒塌風險性高。
- (3) 瓦斯管線：上游河床下有大臺南區天然氣公司管線；工程結構鄰近管線，施工風險。
- (4) 交通衝擊：工址屬都市計畫區，僅能原址改建，半半施工車道縮減，交通衝擊大，拆橋過程亦可能影響交通安全。

2. 綜合考量功能、技術、成本、工期、工址環境、安全、維護等不同因素。

功能：橋長與梁底高需滿足水道治理計畫要求，橋面高需兼顧行車安全與居民進出便利性。

技術：上構採中長跨距預力箱梁橋，下構採懸臂式橋墩與橋台，技術普遍易管容易。

成本：相對於中長跨距橋梁（鋼構橋梁、斜張橋等）預力箱梁橋建造成本較低。

工期：本案採半半施工，並編列 4 組共 8 台工作車，工期可有效縮短。

工址環境：交通流量大且多重型車輛，結構斷面可配合交維需求分階段施工，確保交通安全。

安全：預力箱梁橋為固接，結構較無落橋風險，採懸臂工法施作，汛期影響較小，安全性高。

維護：外露面較光滑，不易形成水氣聚積；斷面平順，鋼筋保護層控制較易執行；中隔梁預留 180cm 高檢修空間。

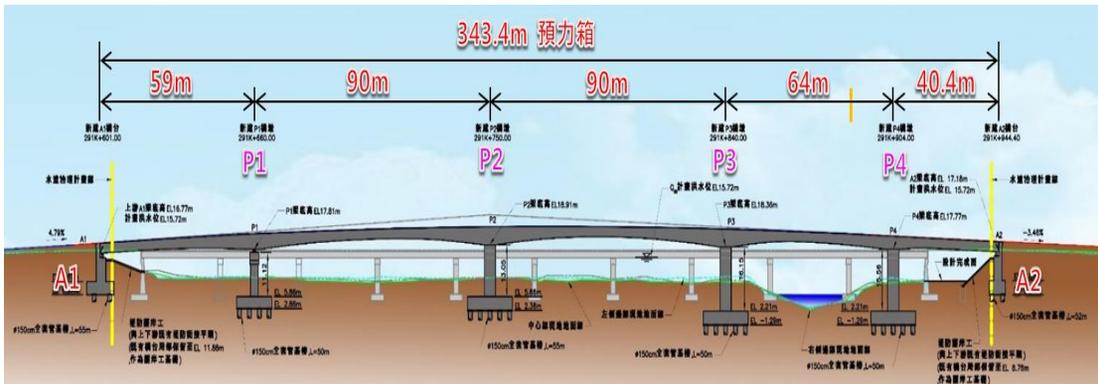


圖 4 台 1 線急水溪橋改建示意圖

2.2 生態永續及循環經濟

1. 綠色材料：

- 提高混凝土強度
- 提高水密性（摻料）
 - 減少結構體積、降低碳排放係數
 - 減少碳排放約 50840 (kgCO₂e)
- 結構打除料填路基
 - 減少碳排放約 2540 (kgCO₂e)

2. 綠色環境：

- 交通疏導維持服務水準
 - 塞車每 km 耗油增加 0.05L 交通疏導可減少碳排放
 - 每月減少碳排放 257772 (kgCO₂e)



圖 5 舊橋打除

3. 綠色能源：

■ 採用 LED 路燈

→耗電 120W，照度相當耗電 288W 高壓鈉燈每年減少碳排放 9612 (kgCO₂e)

2.3 預力箱型梁橋

1. 本橋型採 5 跨連續 (59+90+90+64+40.4) =343.4m 預力箱型梁橋，梁深為 2.5m~4.5m (約 1/36~1/20 之跨距)，預力箱型梁橋由於構材為混凝土，優點為日後維修費用低、養護容易，且建造成本亦較鋼材橋梁為低。其缺點為施工工期較長，且因自重大，所需大梁深度較大。
2. 預力箱型梁橋較一般混凝土橋有造形變化，且箱梁斷面深度變化可增加橋梁之景觀、符合力學及經濟性，亦可減少不必要之自重，可增加跨距減少落墩數，提高河防安全。
3. 本案採「弧形工法」改建後 A1 引道縱坡為 4.79%，最低梁底高程為 EL16.87m，尚有 1.15m 出水高，另 P1 橋墩梁底高為 EL17.81m 尚可高於計畫堤頂高 EL17.51m，A1 端引道民房處 (里程 291K+536.58) 抬升約 19cm (註：道路邊緣距民宅尚有約 10m 距離)，且該民房前方地坪尚高於道路約 20 cm，不致影響民宅出入；A2 端引道 (抬高約 2.07 m) 坡度 3.46%，於里程 292K+050 後以 0%順接回工程終點。

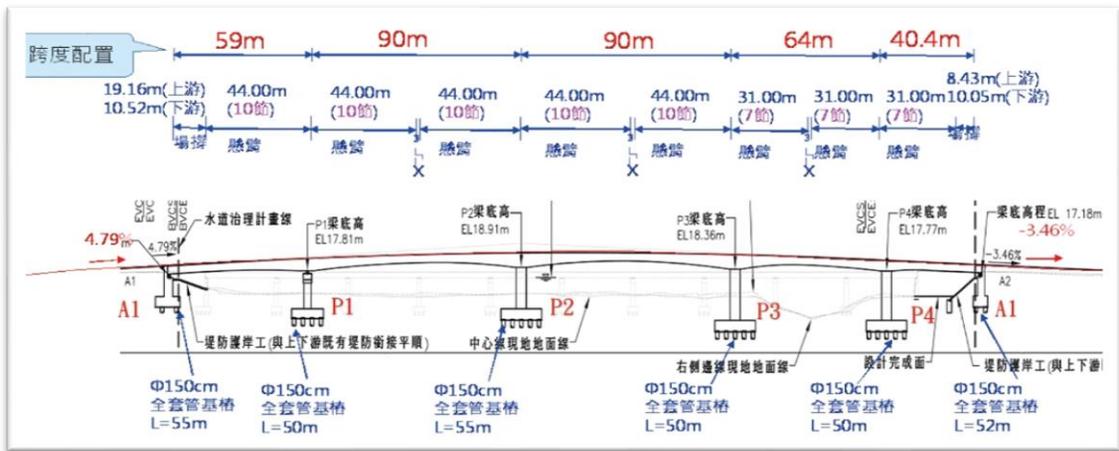


圖 6 急水溪橋改建工程示意圖

4. A2 端橋台位置與堤防交角較小可與堤防平行施作。A1 端堤防與橋梁縱向交角甚大 (約 35 度)，若 A1 橋台完全平行堤防，預力箱型梁端部亦可設計為大斜角。
5. 下構部份，A1 及 A2 採傳統的懸臂式橋台，以提高耐洪能力，另預力箱型梁橋因大跨距，結構自重較大，需承载力較佳的懸臂式橋墩，因此 P1~P4 墩柱採單柱式 P1 直徑為 3.0m，P2 直徑為 4.3m，P3~P4 直徑為 4.6m，基礎採 D=1.5m 全套管基樁，相關配置如圖 5-8 及 5-9 所示。採半半施工，工期約需 1110 日曆天，工程經費約 7 億 835

萬元。(含引道工程)。如圖 7 橋梁工程標準斷面示意圖。

6. 本方案新舊橋墩均錯開，深槽不落墩，施工性及管養性均性，採懸臂工法施作，汛期影響較小，半半施工可於路權範圍內進行，避免土地租用問題影響工程進度。預力箱型梁橋多為固接，結構較無落橋風險，且橋梁採 5 跨連續，縱坡平順，豎曲線段無轉折點，行車舒適度高。橋梁箱室工程標準斷面如圖 8 所示；基礎型式則為 150cm Φ 全套管基基礎設計，如圖 6 工程示意圖。

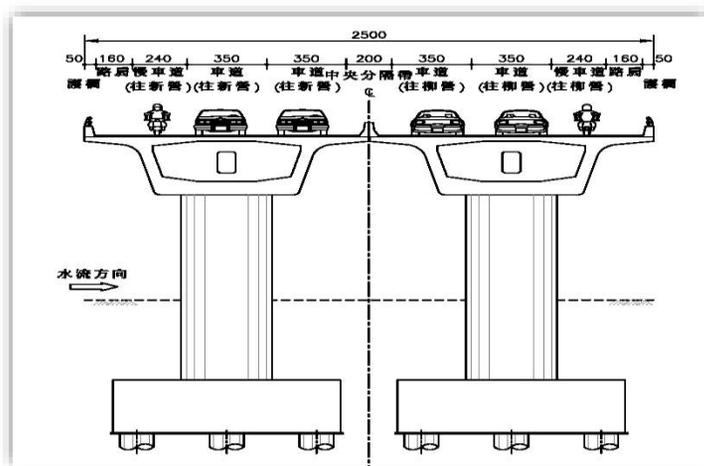


圖 7 橋梁工程標準斷面示意圖

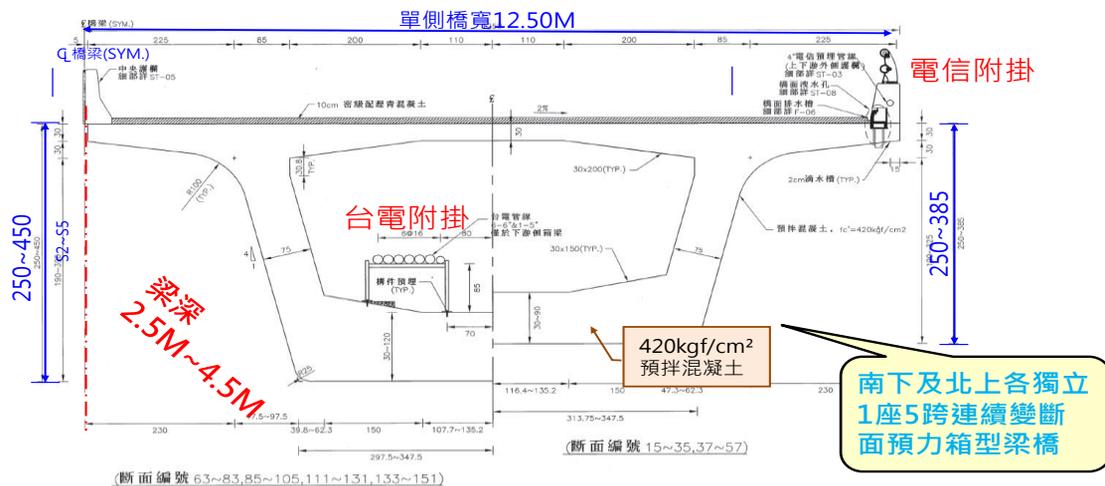


圖 8 橋梁箱室工程標準斷面示意圖

2.4 工程效益

本工程起訖點為自台 1 線 291K+480~292K+400。工程效益：同時改善「橋長不足」、「梁底高度不足」、「深槽基礎沖刷」以及「引道容易積水」等多項難題，並且兼顧縮減引道抬升量，維持鄰近住家便利進出功能。

三、安全衛生管理概念

橋梁改建工程由於是跨河構造物，於汛期下構施工遭遇洪患的風險、懸臂預力箱型梁施工高空作業墜落風險，諸多高風險工作事項須於(1)設計端於工法選用降低風險，並將殘餘風險評估後，傳遞至監造施工端、(2)監造單位與施工廠商於施工前，針對殘餘風險進行施工前評估，並進而於施工各階段將風險有效控制，施工期間安全無虞。本工程統合分項施工各階段高風險控管因子，採以 AIoT 主動監控併同物聯網，架構出整體施工安全控管系統，於施工期間有效降低高風險危害等級與發生機率，形塑出「安全上工、平安回家」的施工環境。如圖 9 完善 H 型鋼上下設備，可以提供洪患時更佳的穩固性，經由結構分析後訂定上下設備使用人數限制，利用進出人流設備隨時監控，達到警戒人數後，現場立即進行廣播警告，並同時發佈 APP 訊息給相關管理人員，派員到場進行瞭解與排除問題。



圖 9 完善 H 型鋼上下設備

由公路總局、工程處、監造工務段、設計單位與施工單位，從上到下全員一心：透過公路總局與工程處職安經驗傳承，設計單位工法風險降低，監造工務段落實風險管理，施工單位強化與全力投入職場安全作為，為本案工作職場盡力打造一個友善、安全、低風險的職場。施工階段風險評估邀集機關、設計與監造單位一起研討，並經由施工方案評選，有效降低風險危害。

採取主動式監控，安全設備的性能提升，運用科技第一時間發現危險因子，運用 AIoT 在最短時間進行警告，輔助人工降低職災的發生情形。藉由 CCTV 輔助，大範圍

的檢視職安設施的完整性，搭配工地巡檢人員，藉由走動式的檢查確保設施的安全性，圖 10 高空作業警示圈圍，以利監控人員利用 CCTV，可以更佳有效率判讀人員所在位置的安全性，做出必要性的警告措施。



圖 10 高空作業警示圈圍

本工程於設計階段設計顧問公司透過模擬及檢討，以強化工程之安全，並於設計階段及施工規劃階段實施安全評估，強化未來執行工程之安全性，以有效提升施工安全，達到工程施工安全零重大事故及零職業災害為目標。

1. 安全管理方面：主辦機關採用加強宣導及教育訓練、加強督導、全員走動管理之執行方式來提升監造單位及施工廠商安全衛生管理；監造單位及簽證則訂定施工安全衛生監督查核計畫辦理職安衛監造檢查，以確保職安衛設施設備均符合相關規定。
2. 施工廠商採教育訓練方式，於所有新進員工或協力廠商皆需參與教育訓練後才能進場施工，並輔導取得臺灣職安卡等措施。
3. 本工程為鄰水作業：於急水溪上游忠義橋設置自動水位監測系統，利用水利署行動水情 APP 掌握上游水位，於上游水位上漲達警戒值及行動值時，利用手機即時資訊傳輸立即啟動蜂鳴器及廣播系統以警告作業現場，即時啟動撤離作業，以維護施工人員鄰水作業之安全。

3.1 工程處對於安全衛生之政策

落實源頭管理從規劃設計階段著手，全生命週期考量施工及維管作業安全設備。施工中落實公路總局勞安規定，各級稽查缺失進行分析及研擬矯正作為，處長親自參與及推動全工程處取得職安卡，落實全員工安。如圖 11-12。

3.2 工務段對於安全衛生監造之政策

1. 落實風險管理，發覺工作場所潛在危害。
2. 持續促進完善安全衛生設備、及工作環境，降低施工風險。
3. 持續督促作業方法改善，降低作業風險。
4. 落實執行職業安全衛生法規。



圖 11 落實從規劃設計源頭管理



圖 12 落實全員工安

5. 落實職業安全衛生教育訓練，培育員工職業安全衛生知識及技能。
6. 提升職業安全衛生稽查績效，增進各級人員安全意識。
7. 促進保障所有作業人員健康安全。

落實職業安全衛生教育訓練，培育員工職業安全衛生知識及技能；提升職業安全衛生稽查績效，增進各級人員安全意識。透過計畫、執行、查核、行動 4 個階段性工作逐步持續改善，落實安全衛生管理，如圖 13 監造單位執行 PDCA 滾動式管理。

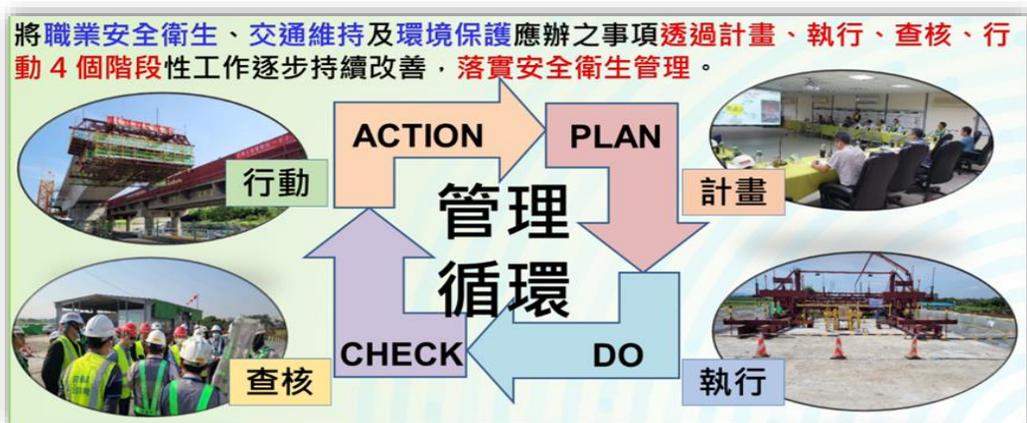


圖 13 監造單位執行 PDCA 滾動式管理

四、職業安全衛生管理作業執行情形

為落實職業安全衛生之公共工程安全衛生制度之執行，工程主辦機關、監造單位、簽證單位及施工廠商等發揮團隊精神，落實施工安全風險管理、安全監造事項及安全衛生制度之執行，且為確保施工人員安全，於事前針對各項施工進行危害高風險評估分析，並依安全作業標準施工，以降低高風險等級，其作法如下。

1. 建置健全三級工安制度，提升自我管理政策。
 - 一級：施工廠商落實安全管理。
 - 二級：監造單位辦理安全監督。
 - 三級：主辦機關建立安全管理機制。
2. 訂定績效標準加強整理整頓，落實工安素養。
3. 嚴守制定工區工安規定貫徹作業流程，提供完善安全符合人性化設施設備。
4. 落實教育訓練及全員走動管理，強化安衛認知。
5. 利害相關者全員參加，並建立相向溝通管道即時調整及改善錯誤習慣。

4.1 工務段落實監造執行職安衛管理信念

1. 環境職安的要求
 - (1) 要求施工廠商職安衛工程師及施工人員隨時做好工區安全設施，對於工區有不安全地方隨時主動提出警示並進行改善，嚴格禁止施工人員於施工時做出不安全的行為及動作。
 - (2) 對於施工每個工項必須提出施工圖說進行圖審，並據以檢查。
 - (3) 要求施工人員要有充足及標準的安全裝備，以符合規定。
2. 安全衛生監造政策：為便於監造工程時推行安全衛生的業務，以下列幾個方向，為執行的政策面。
 - (1) 生命關懷：尊重生命，積極推動安衛管理，預防工傷與促進健康。
 - (2) 風險管理：落實風險管理，全面強化風險控制及工安預防。
 - (3) 訓練溝通：教育員工安衛理念，建立主動積極文化，加強工作團隊溝通，建立和諧施工環境：
 - (4) 恪遵法規：積極落實熟悉勞安法令及執行，強化預防矯正功能，善盡工程監造管理責任。
 - (5) 持續改善：養成生活工安，推動零災害、節能減碳，提昇安衛績效，致力工程永續工安環境。

落實風險傳遞作業（風險評估重點彙整納入設計圖、風險評估報告列為招標文件、開工前協調會向廠商簡報說明重要潛在風險、參與廠商丁類危評作業規劃、施工期間動態滾動檢討修訂），以確認風險管理範圍、辨識危害、分析風險、評量風險、風險對策等流程，其能推動系統性之風險管理，如圖 14。

定期督導安全衛生及環境保護相關業務執行情形並給予必要之協助；落實風險管理，發覺工作場所潛在危害；促進完善安全衛生設備及工作環境，降低施工風險。



圖 14 安全衛生監造之政策

4.2 施工廠商安衛管理

施工廠商松東營造股份有限公司，對於工區工安的管理一向不遺餘力，其頗具規模及系統化的執行方式，可供其他單位學習及參考之借鏡。

1. 施工廠商安全衛生政策

(1) 由其組織中最高管理階層制定：

松東營造公司安全衛生政策由全員參與研擬，並由董事長陳劍華親自簽署頒布，張貼於總公司與各工務所。

(2) 經營理念融入：

公司注重全員安全「安穩工作」、「安心職場」、「安全勞動」之承諾，要求全員重視工安，並將工安納入施工規範第一優先考量。

(3) 強化及落實各項職場安全：

該公司訂定工地職安目標並落實達標；1.落實檢查，無職災、無停工 2.職安中心檢查無罰款 3.全員 100%↑職安 4.工程零災害，圖 15 落實完善勞安設施。



圖 15 落實完善勞安設施

- (4) 讓勞工能安穩工作、安心打拼。
- (5) 營造勞雇雙贏的勞動環境。
- (6) 全部員工的參與及諮商：施工安全評估+丁類危評+教育訓練、協議組織會議，如圖 16 全員參與及諮商。

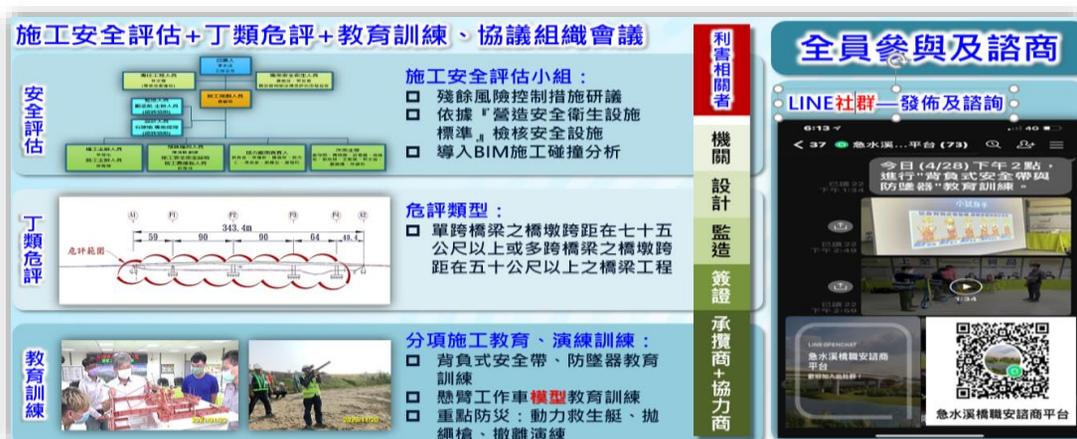


圖 16 全員參與及諮商

4.3 廠商安全衛生組織人力及資源

1. 松東營造公司依三級職安管理，依職掌派任完整職安組織（如圖 17）。

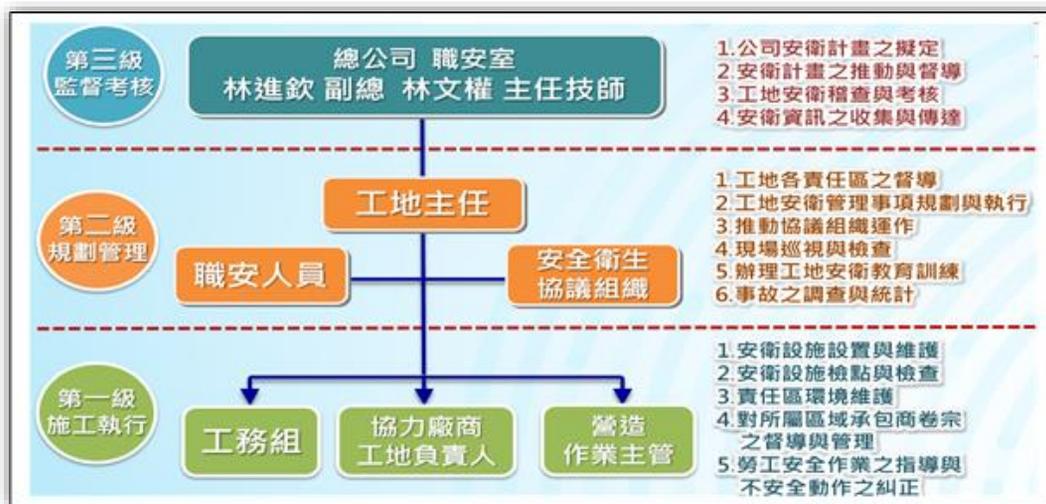


圖 17 安全衛生管理部門組織圖

2. 依據『職業安全衛生管理辦法』規定，本工程配置職業安全衛生管理員 1 人營造業甲種職業安全衛生業務主管 1 人作業現場亦派駐作業主管指揮監督作業。
3. 松東營造公司設置有施工安全風險評估小組主要作業項目以危害辨識、風險評估，擬定作業安全標準與對策為其主要任務。
 - (1) 辦理施工風險評估，掌握風險狀況。
 - (2) 採行對策，降低施工風險。
 - (3) 規劃墩柱工作平台、環形施工架、上下設備跨越階梯與走道等，工廠預製訂製品。
 - (4) 導入 BIM 分析：基礎坑施工預先排除衝突及基礎坑上下設備設置空間無虞。
4. 安全衛生制度計畫及實施與落實
 - (1) 協議會議之運作
 - A. 每月定期召開協議組織會議及案例探討。
 - B. 新進工班時召開不定期協議組織會議。
 - C. 協議組織指揮權之行使機制。
 - (2) 工作許可制度：人員進場依規定檢查合格後，核發通行證，依據職業安全衛生法第 32 條：雇主對勞工應施以從事工作與預防災變所必要之安全衛生教育及訓練。
 - A. 確認勞保資料及健檢報告。
 - B. 六小時勞安教育訓練
 - C. 核發人員識別證及合格車輛通行證
 - (3) 工作許可制度：機具進場

- A. 證照檢審查核發合格證。
- B. 自動檢查檢點巡檢稽核。
- C. 作業半徑圈圍禁人員進入、倒車轉彎自動擴音播報。
- D. 電氣漏電檢查合格標籤。

(4) 安全值星及聯合稽查制

排定安全值星只要有勞工作業，均有值星人員聯合稽查。

(5) 自動檢查機制

依據安全檢查表，施工前檢查合格後再准予施作。

(6) 緊急應變及醫療救護計畫

依規定編訂緊急事故與災害通報系統及工地通報流程。

本工區因地處河床區有毒蛇出沒，故與鄰近奇美醫院聯繫是否有抗兩傘節及飯匙倩蛇毒血清儲備以功使用。

(7) 職業安全衛生文件管理

本工程施工圖、結構計算書、危評資料（現場紙本一套）並 QR CODE 建置於工區相關施工位置張貼，以利施工中可以隨時掃描翻閱查對施工是否與圖說相符，如圖 18。



圖 18 施工計畫、施工圖施工安全結構計算 QR CODE 雲端資料庫

5. 安全衛生績效稽核及系統評估改善

- (1) 被動式監控：監控事故、疾病、傷害及死亡案件
監控事故、疾病及傷害案件

- (2) 主動式監控：監控施工安全衛生計畫執行程度
依循高風險作業標準，運用科技主動監控危害因子並預警

- (3) 查核職業安全衛生管理系統之缺失改善追蹤確認
職安缺失立即改善，並進行矯正預防措施，如圖 19。



圖 19 自動施工安全檢查統計表

五、風險控管施工安全風險評估

5.1 營造工程風險對策與順序

1. 消除風險：選用安全性較高之方案，消除可能之風險。
2. 降低風險：修正工法、材料，降低風險程度或範圍。
3. 工程控制：以防護設施攔阻或中斷危害作用，阻絕隔離風險。
4. 管理控制：訂定作業程序、作業標準、查核計畫、實施教育訓練、資格管理等以維持安全狀況。
5. 個人防護：依據風險狀況，正確使用個人防護具。

本工程於設計階段方案研選階段即已大幅降低鄰水作業風險（落墩避開深槽區、上構採懸臂工法使主要工作區域遠離河床面）。採 H 型鋼樣架避免鋼筋籠倒塌；設置備用鋼腱套管利於預力非預期損失時容易維護處理，如圖 20-21。

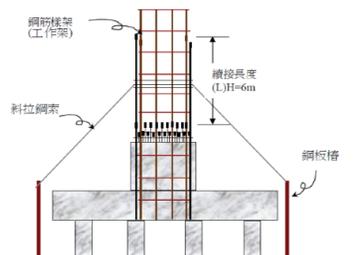
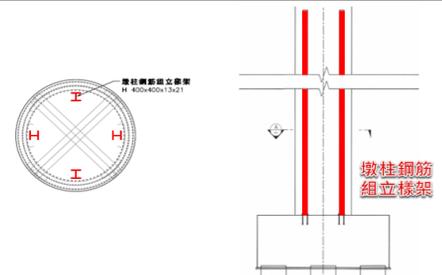
傳統(鋼筋樣架)		本案(H型鋼鋼筋樣架)	
			
風險等級	風險評量	風險對策	成效確認
高	否(不可接受)	以H型鋼作為墩柱鋼筋組立樣架，大幅降低鋼筋籠倒塌風險	可

圖 20 H 型鋼樣架避免倒塌風險

其它方案(鋼箱梁·施工需臨時支撐)		本案(預力箱懸臂工法)	
			
風險等級	風險評量	風險對策	成效確認
高	否(不可接受)	深槽不落墩，上構以工作車施工直接跨越行水區，主要工作面遠離河床，有效降低鄰水作業風險	可

圖 21 方案研選以降低鄰水作業風險

5.2 針對 P1 活動端柱頭支撐架固定方式以減少施工時風險等級

1. 考量墩柱 P1 在河床上，雖然在高灘地上，但遇上暴雨河水高漲，若是利用河床架設支撐架支撐，難免有風險，利用錨碇式固定，較不受天候影響。
2. 墩柱 P1 設計有帽梁，帽梁頂面較墩柱頂面之平面尺寸大，設計上適合採用錨碇式固定，臨時支承墊塊預埋入墩頂鋼套筒及 $\phi 36\text{mm}$ 高拉力鋼棒（共 12 組）。
3. 經計算採錨碇方式固定，可以完全確保工作車推出施作時的穩定性。
4. 另採取增加一層保障，利用支撐架方式，待工作車推出 1~3 節塊後再設置支撐架回撐，在符合相關規範之設計條件下，結構上沒有問題，參考其他已完成之工程，包括有高速公路或快速公路，大部份皆採用錨碇式固定，除非墩柱之設計平面尺寸較小，在設計無法符合相關規範之設計條件下而只採用錨碇式固定，才會採用錨碇式及支撐架回撐兩種方式，進行節塊推進施作。
5. 臨時支承墊塊拆除時機，兩邊懸臂節塊閉合後，才可解除高拉力鋼棒預力，在打除臨時墊塊，如圖 22。

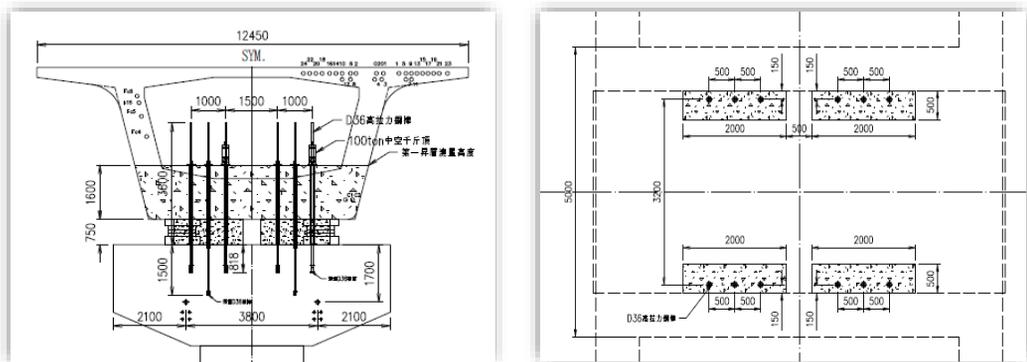


圖 22 P1 活動端支撐方式

六、職業安全衛生優良作為

6.1 檢修人孔與維生管線附掛設計

1. 底板人孔採 $\Phi 80\text{cm}$ ，設置於橋梁兩端端部，可提供檢修人員安全進出。
2. 中隔梁人孔採 80cm 寬 x 180cm 高，設階梯，兼顧檢修人員安全與效能。
3. 維生管線設置於箱梁內，提高管線檢修人員作業安全性，如圖 23。



圖 23 檢修人孔與維生管線附掛設計

6.2 防止墜落滾落防範措施

本工程於基礎工程部份設置有相關安全設施如下：

1. 基礎坑四周 PC 地坪施工走道。
2. 千斤頂保護蓋。
3. 護籠爬梯+門型架。
4. 安全上下設備。
5. H 型鋼路欄拉力測試並和 75kg 法規要求。如圖 24。

6.3 墩柱工程

1. 施工架踏板銜接處訂製鋼製踏板銜接。
2. 訂製鋼模外圍環型施工平台。
3. 施工架環形設置暨連桿繫結，如圖 25。

6.4 墩柱工程

本工程於河床 P1~P4 墩頂節塊施作時以三角托架施工不受汛期影響，如圖 26。



圖 24 基礎工程-投入足夠安全資源

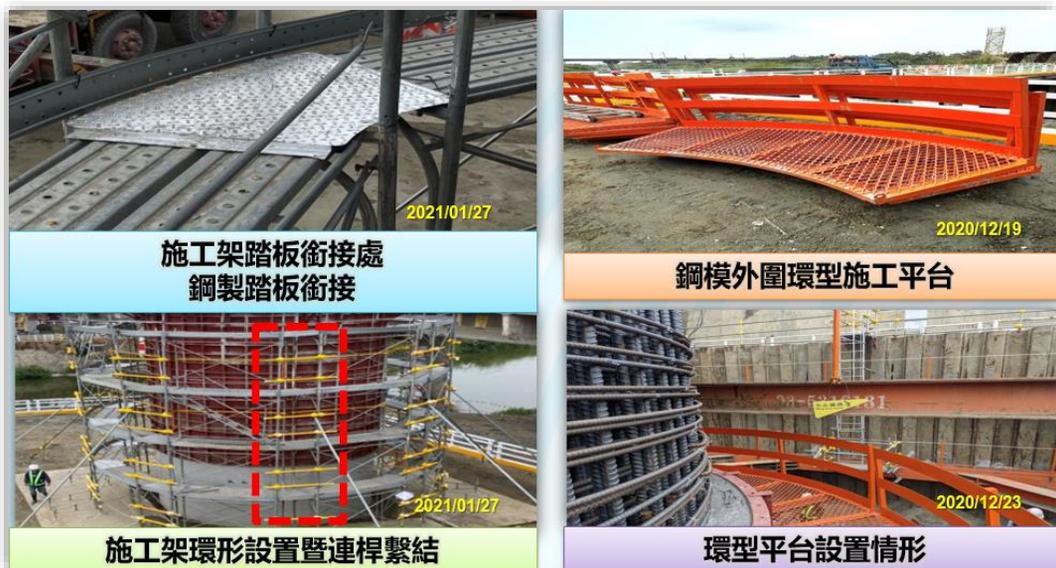


圖 25 墩柱工程

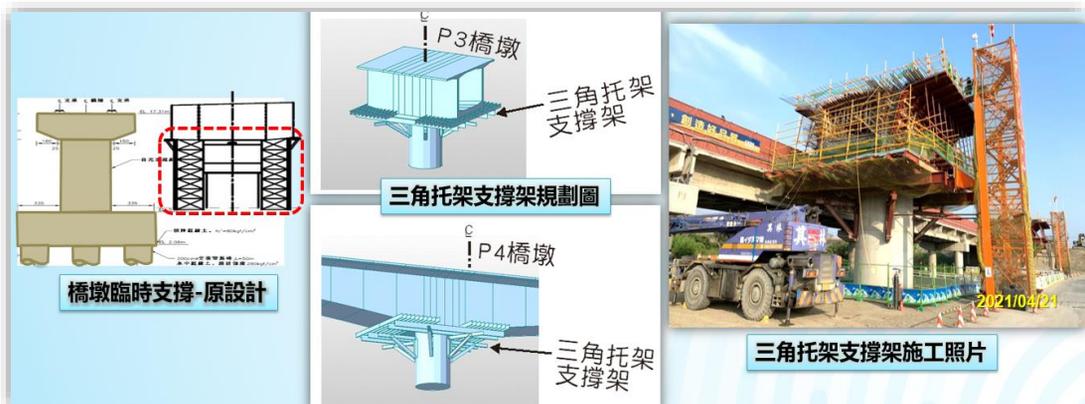


圖 26 三角托架施工方法

6.5 場鑄懸臂箱型梁工程

1. 依據規範設置壁連桿，避免型鋼上下設備傾倒。
2. 除交叉拉桿增設水平欄杆。
 - 兩側增設 H 型鋼樁，確保不傾倒，如圖 27。

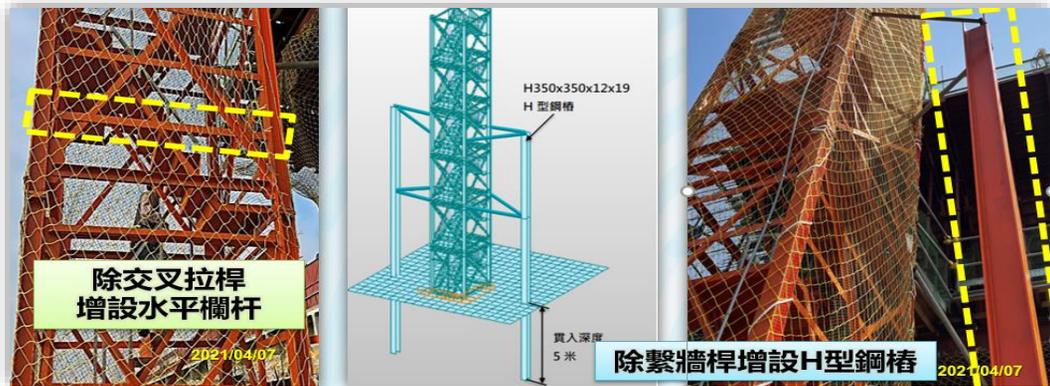


圖 27 高風險控制措施

6.6 施工工法改變

原設計以井式基礎開挖斷面，以鋼襯板及背填灌漿輔助，使施工人員進入井式基礎施工時安全性提高；施工安全風險評估小組研議改採立坑開挖，施工人員無需進入之施工方式，以機具打除舊擋土牆基礎板，大幅提升施工安全，如圖 28。

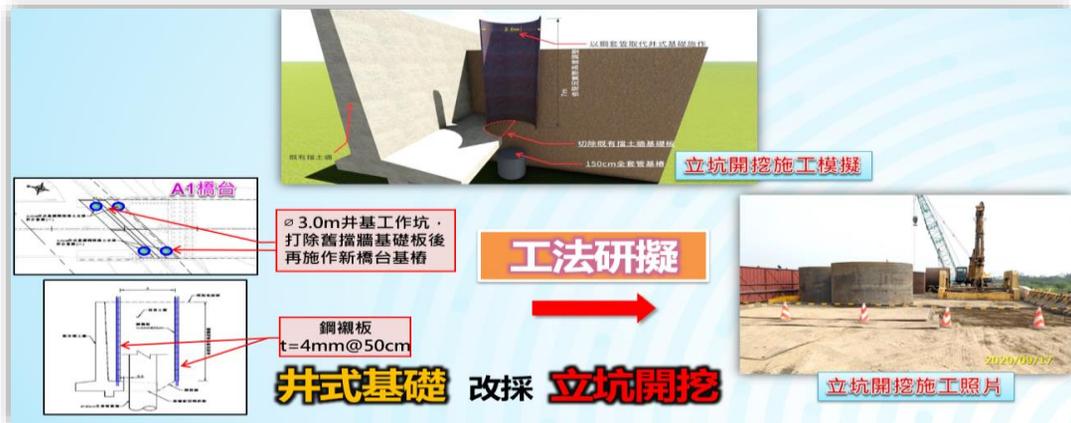


圖 28 工法研擬避免人員危害

井基基礎開挖採立坑開挖說明如下：

1. 原設計為井式基礎，其結構類似於沉箱，因而設置之臨時擋土措施。後續變更為立坑開挖，適用於平面尺寸小之開挖斷面及中淺層垂直深度內之障礙排除臨時擋土措施，亦適用於本案 A1 端及 A2 端基礎版障礙排除之臨時擋土措施。

2. 採用立坑效益：

- (1) 鋼環可回收再使用，不需買斷。
- (2) 使用搖管機沉設並同步挖掘，所需空間小，施工速度快。
- (3) 施工場地佔用空間較小（無工作井用地問題）。
- (4) 因本工法採用圓形鋼環搖設壓入土壤，對於軟弱土層可立即提供側向支撐應力，防止崩塌，可適用於一般土層、軟弱土層、軟礫石層等地質。
- (5) 圓型鋼環為一體成形，並採全滿銲對接，可有效控制地下水入侵。
- (6) 所需施工機械較少，對於環境影響之衝擊亦較小。
- (7) 人員不用進入施工，較安全。

6.7 AIoT 監測預警物聯網

1. 強化施工安全—採用 BIM 分析施工安全，建立基礎施工前模擬，屏除危害因素。如圖 29。
2. 水位監測系統加入 IoT 物聯網自動化，於達到緊急撤離水位時，自動發報廣播警示機具、人員撤離。如圖 30-31。
3. 建置 IoT 物聯網、AI 監管發報警示系統—監控 (1) 熱危害指數 (2) PM2.5 濃度 (3) 風速 (4) 局限空間之氧氣濃度及一氧化碳濃度 (5) 上下設備通行人數 (6) 懸臂工作車、箱梁內作業人數，即時掌控工作人員與工作車現況，如圖 32-34。

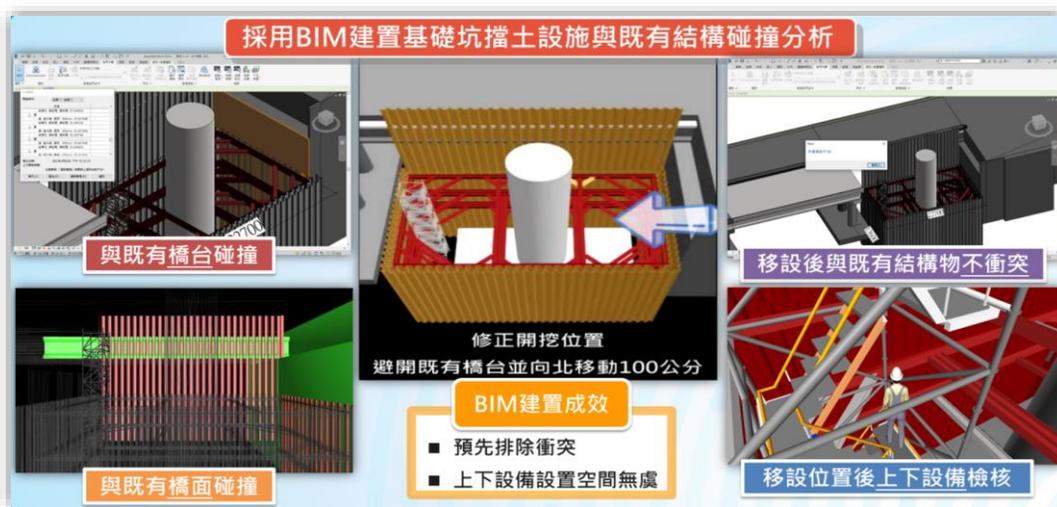


圖 29 採用 BIM 分析施工安全屏除危害因素



圖 30 IoT 物聯網監測安全警示

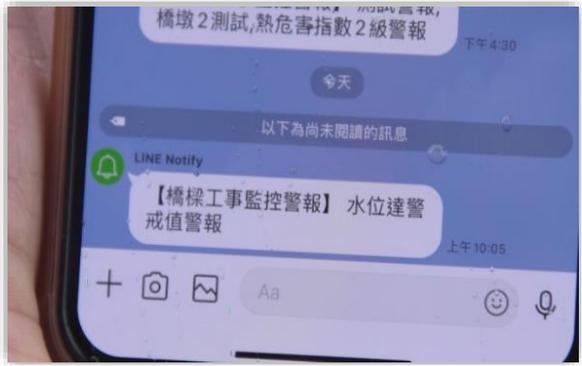


圖 31 IoT 物聯網自動水位監測



圖 32 AI 監管發報警示系統手機畫面



圖 33 AIoT 環境監測電子資訊看板



圖 34 AIoT 環境監測電子資訊看板

6.8 友善職場

完善勞工作業環境，提供上構作業休息區與洗手間。綠能臨時員工休息室提供水霧降溫並提供冰飲，臨時員工休息室以全太陽能供電，除因應汛期可以迅速吊離外，亦能減少碳排放。如圖 35-36。



圖 35 上構作業休息區與洗手間



圖 36 太陽能板維護安全護欄

6.9 訂製之立體工作車模型進行教育訓練

以訂製之立體工作車模型進行教育訓練，並於現場設有詳細施工步驟流程圖，及固定用支鋼棒以編號區別，完善整體施工流程，透過這個方式直接做風險資訊的傳遞，以利降低風險危害發生。如圖 37。



圖 37 以訂製之立體工作車模型進行教育訓練

6.10 員工照護—外籍移工職安卡防疫措施與照護

本工程進用外籍移工，為加強外籍移工能盡快融入本工程團隊，故針對移工部份加強外籍移工職安卡取得、宿舍用餐隔板防疫、越語防疫宣導海報設置、個人防護教育訓練，以維護移工的權益，如圖 38。



圖 38 外籍移工職安卡取得及教育訓練

七、金安獎評選剪影

本次 110 年推動職業安全衛生優良工程選拔，因疫情關係改採事前錄影方式及視訊會議模式進行。

本工程為工程類 B 組，事前錄影於 110 年 8 月 6 日由金安獎評選委員許文貴委員領隊赴工地進行事前錄影作業，於事前錄影前因連續熱帶低壓及西南氣流影響而產生豪大雨造成急水溪流域水位上漲，工區內安全設施及施工鋼便橋覆工板被沖走數 10 塊，施工團隊克服困難立即將工區恢復原貌，另當日事前錄影時因天候惡劣下起傾盆大雨，評選委員、攝影人員及施工團隊皆冒著大雨拍攝，當日工區沒有因為下起大豪雨而路面積水泥濘而是積水立即宣洩深受到委員讚許。

本工程雖然獲得評選委員給予優等獎肯定，全體施工團隊皆備感欣喜，平日的努力沒有白費，對於委員所提出可以再精進及改善的建議，可以做為日後研討改進精進之作為，期許本施工團隊能吸取相關經驗，以期未來能往金質獎特優榮譽前進。



金安獎事前錄影（會議室）



金安獎事前錄影（工地）



金安獎視訊會議



金安獎頒獎典禮



八、結論

本工程參加110年推動職業安全衛生優良工程選拔獲選工程類B組優等獎項雖屬殊榮，雖為本工程其中一項目標的達成，但仍繼續要求本工程全員致力推動職業安全工作，透過安全第一的理念，強化風險管理及持續檢討改進，以提升安全管理成效並達到「工程零災害、零重大事故」為目標。

本工程於設計階段之風險評估，係針對本工程各項作業環境之掌控、工程規劃設計、設計內容及施工方法等進行工程之本質危害及可操作性等條件進行分析評估，以提供安全評估意見所得。故藉由風險資訊的傳遞給施工廠商（包括圖說、契約、規範、工程程序…等），以期待工程能順利推進為最終目標。

工程安全衛生方面由監造單位隨時督導施工廠商加強勞工施工安全以減低意外發生的機會，另針對高風險作業部份則加強勞工在工作時的警覺性和增加行動準備性，以提升員工的精神狀態及注意力，減低因人為失誤導致工安意外。讓我們持續朝著零職業災害的目標前進，並重視勞工職場權益保障，將安全的理念落實到每一位勞工身上，提升整體的安全文化。

本次能獲得優等獎的殊榮並非是一個人的成就而是整個團隊努力換來的榮耀，本工

程承攬廠商松東營造股份有限公司，對於安全衛生管理部份投入相當多人力及物力於此外，對於現場第一線人員職安教育要求甚高，公司並訂有相關獎懲規定辦理，主要目地就是要讓工地工程司對職安衛部份更加落實。

確保安全無虞之工作環境及工程能夠順利推進是本工程主要目標，公路總局第五區養護工程處新營工務段今後將持續秉持此信念，提升職業安全衛生管理文化，創造良好安全作業場所，與主辦機關、設計單位、監造單位、簽證單位及施工廠商共同創造雙贏局面，全力做好安全衛生等工作，達到零工安的目標。



台 1 線急水溪橋改建工程完工願景圖

淺談合歡山高山公路植被生態衝擊與養護策略

蔡雨津¹、洪璠儀²、劉世桐³

摘要

合歡山位於花蓮、臺中、南投三縣市的交界處，是大甲溪、立霧溪、濁水溪的源頭，海拔在 3000 至 3400 公尺左右。台 14 甲線公路貫穿南北，是臺灣公路的最高點，也是最容易親近之高山。在地景保育的觀點，合歡山具有得天獨厚特殊的高山景觀，隨著遊憩觀光人潮的增加、道路的開闢、高冷蔬果的運送、外來植物入侵及人造結構物的興建等，這些高山公路生態環境是面臨相當程度的威脅。台 14 甲線公路養護，公路總局第二區養護工程處(以下簡稱二工處)在思索地景保育與永續發展的問題時，亦面對生態面與管理面種種問題，包括各種天然資源組成(土壤、植群、野生動物及水)所遭受衝擊的型態及因素，而影響衝擊的因子有環境的忍受力與遊客使用兩方面；養護管理方面則包括衝擊監測技術、動植物調查資源與養護管理策略等。近年來氣候變遷，合歡山成為臺灣高海拔山區在全球變遷中，變動最為迅速區域，高山植被生態及養護策略不容忽視，二工處透過協調整合多方的專業跨域合作，建立保育環境夥伴，互相營造，推動永續養護公路的新思維，樹立和諧養護的理念，提升養護工作之管理水平。

關鍵字：植被、高山公路、養護管理、氣候變遷

一、前言

隨著全球經濟一體化，國際貿易大幅增長以及旅遊業的迅速發展，外來生物(alien)打破地理上的隔閡，輕易到達自然分布以外之區域，外來生物侵略已成為國際間共同重視問題，甚至造成對生態環境的衝擊，使原生物種的瀕危甚至滅絕影響生態系的穩定度。若全球暖化發生於臺灣，在中部高山植物之植物歧異度將會受氣候變遷影響，會有相當多的物種往更高海拔地區移動，最後會導致至少 6 種植物種之滅絕〔1〕，高山公路

¹ 交通部公路總局第二區養護工程處工程員

² 交通部公路總局第二區養護工程處養護科科长

³ 交通部公路總局第二區養護工程處處長

的開闢對環境生態絕對會造成影響，由於高山公路台 14 甲線貫穿中央山脈，是南投縣進入花蓮縣之最佳捷徑，也是梨山地區高山蔬果運輸之重要路段，合歡山已成為臺灣遊憩觀光勝地，隨著人們環保意識的提升，公路養護管理是一個繁重且必須虛心謹慎面對之課題，非以樂觀的推測一切問題皆可以用技術解決。因此高山公路應具有整合多方的專業跨域合作及協調相關權責單位等，藉由專業領域及協調改善，通盤檢討以提升高山公路養護及友善環境。生態恢復包含當地景觀與生態系統的結合，公路是一種線形帶狀結構物，在進行景觀設計時需要將線條美融入到周圍的自然景觀之中，在這大的表面中顯示出一種流暢之美，一種與自然融為一體之美。

森林生態系統增加草層植物，能促進系統內植被的演替，草層植物的物種群數量的增加，能形成較穩定的植被類型，為昆蟲、鳥類及哺乳類等動物提供隱身之處、繁殖條件和食物來源，並對土壤微生物數量及組成產生明顯的影響。近年來國內外發展很多有關森林生態系統中種子庫和幼苗的研究，但大多數研究集中在種子庫上，而較少研究文獻將種子庫-幼苗-草層植物-喬木有機地結合起來。二工處與專業單位跨域合作調查合歡山高山公路沿線常見高山植物、採種、復育幼苗，並於霧林帶之鳶峰路段進行複合森林生態系統功能。多層次、多種類的植被結構格局，具有深厚的枯枝落葉和土壤腐質層，及林下發達的根系，達到水土保持作用及林下幼苗更新演替規律的生態效益。

本文淺談二工處參加「110 年交通部金路獎優良景觀類」榮獲第 1 名獎項，共築「山路共融-人旅合歡」之臺灣最高綠色景觀公路：24K+000（鳶峰）-31K+750（水晶宮），根據立地環境氣候濕潤程度，發展出不同海拔梯度的植被生態帶，涵蓋鐵杉雲杉林帶（2500-3100 公尺）、冷杉林帶（3100-3500 公尺）與高山植被帶（圖 1）。公路沿線的林下隙地（鳶峰路段）、岩壁（昆陽路段）及岩碎地（武嶺到松雪樓路段），是合歡山區高山植物種類與數量最豐富而複雜的區域，夏天繁花盛開有如花精靈降臨的花園，此等百花開之美景，面臨全球暖化，溫度上升植物往高海拔遷移，加上頻繁之交通流量及人類活動的破壞，外來入侵植物及次生植物大量的繁衍（如大葉羊蹄、西洋蒲公英、貓兒菊等），對於合歡山特有種植物是一生態威脅。高山公路沿線植被的養護策略是近年來不可忽視的一環，預防勝於治療是面對外來植物問題最確切的態度，並非所有的外來植物都會造成侵略，程度也有強弱之差，在保育上防治工作有先後順序之別，應以整條路線之政策議題為考量，進而以專業角度去管理維護，做出有效的預防動作，才能降低侵略植物對臺灣生態系及原生植物生存的衝擊。



圖 1 台 14 甲線里程-海拔與臺灣垂直植被帶分布圖

參考資料來源〔2〕：生態臺灣第 52 期，2016

二、多方專業跨域合作

2.1 合歡山植被調查

根據中央氣象局合歡山測站 (C0H9C0) 氣象紀錄統計，距今 10~20 年前 (2001 至 2010 年) 年平均溫為 5~10 °C，在秋冬之際，日夜溫差大，日間氣溫約在 10 °C，雨量集中 5-9 月，月均降水量約 550mm，比較近幾年 (2011 至 2020 年) 合歡山氣溫與降水量，每年最低溫的 1 月均溫有明顯的溫度上升 (月均溫上升約 0.92°C)，而雨量集中於 5-6 月份，月均降水量高達約 700mm，而旱季顯較無雨，發現極端氣候變遷對高山植被生態潛藏隱憂 (詳圖 2)，以前合歡山雪線是在翠峰，後來這幾年雪線上升到鳶峰，這種變化有季節性的，也有多年性的，甚至未來幾年可能也不會下雪。由於合歡山屬於太魯閣國家公園的遊憩區，其地形、氣候複雜，先天不利於人類使用，因此得於保留豐富

的生態環境，造就出高歧異度的植被生態環境。二工處邀集臺大梅峰農場、特生中心、科學博物館、南投林管處及東海大學等專家學者，共同研商及現場會勘指導，藉由多方專業跨域合作，讓高山公路的養護政策能從一專業角度去執行，工程人員之公路養護思維轉變並深化扎根，建置一生態友善制度，加速原生動植物棲地復育。

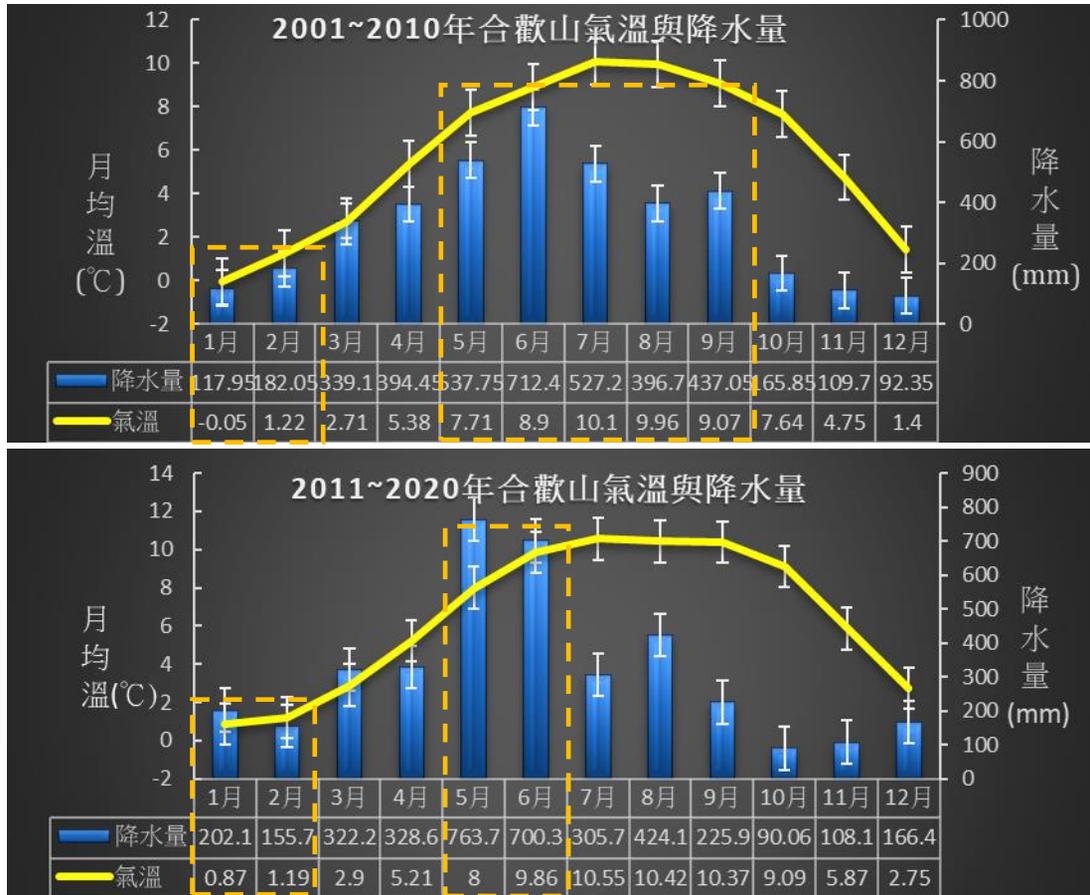


圖 2 根據合歡山測站 (C0H9C0) 氣象紀錄統計繪製圖。
(資料來源：中央氣象局)

二工處於 2019 年 5 月至 2021 年 5 月為止，利用公路巡查工作並進行調查高山草層植物開花期之簡易基礎調查資料。調查範圍為台 14 甲線 24K-32K (鳶峰至松雪樓) 沿線之隙地及岩壁，經彙整發現高山草層植物花期集中在 5~8 月的種類為最多 (如圖 3)，每年夏季合歡山百花齊放美不勝收，有如上帝後花園，然而因高山草層植物較低矮，若經常割草會造成隨風飄散的外來種籽入侵生長變多，如外來種的貓兒菊、西洋蒲公英及法國菊等氾濫，而長較高的外來種植物如大葉羊蹄 (可長至 1.5 公尺)，更是高山公路兩側常見入侵植物。雖然，我國生態保育的觀念近年來才起步，因教育的普及漸漸深植民心，甚而身體力行如淨山活動，二工處為公路工程養護單位，亦期能為生態環境盡一份心力，邀集生物多樣性保育研究機關，加上專家學者與民間保育人士等提供寶貴意

見，提出科學研究與保育新方向，作為永續經營生物資源之依據，對於公路養護落實保育之觀念幫助很大。



圖 3 簡易調查鳶峰至松雪樓公路隙地及岩壁植物開花期分布圖。

高山公路的建設對生態系統干擾作用，造成了沿線土壤、地形和氣候等非生物因子，和各層次生物組成的變化，將促成生態系統演替方向的偏轉和植被類型的更替〔4〕，為能有效及專業角度進行高山公路的養護，二工處與臺大梅峰農場跨機關合作，藉由專業人員協助並提供適合於公路隙地並有利繁殖復育之高山植物。臺大梅峰農場（海拔2100公尺）位於台14甲線14k+341，係為中高海拔苗圃，培育有成虎杖、臺灣百合、高山倒提壺、黃菀、臺灣澤蘭、玉山假沙梨及假繡線菊等（圖4）。結合高山公路沿線土壤、種子、苗栽綠化，營造地景景觀及土壤種子庫-幼苗-草層植物-喬木的森林生態系統，複合生態系統增加草層植物，能促進系統內植被的演替，草層植物的種群數量的增加，及形成較穩定的植被類型，為昆蟲、鳥類及哺乳類等動物提供隱身之處，構成繁殖條件和食物來源，並對土壤微生物數量及組成產生明顯的影響。雖為人為施作，仍宛若天成的效果，即使設置公車站牌亦以近環境色調融和自然環境，建構「情景交融，自然和諧」的生態環境公路（圖5）。

現地培育有成：
虎杖、台灣百合、高山倒提壺



梅峰農場溫室驗苗

圖 4 與臺大梅峰農場跨機關合作，研議適合高山公路植栽。



圖 5 增加原生種草層植物種群數量，營造公路兩側隙地及邊坡
「情景交融，自然和諧」的生態環境公路。

2.2 欣賞自然：藝術、環境與生態

環境污染和生態破壞是人類面臨的重大社會問題之一，台 14 甲線 24K+430 該隙地長期臨停車或車迴轉，地被植物長期因車輾壓破壞，造成該隙地土壤裸露及硬化，事實上，這些高山地景是面臨相當程度的威脅。台 14 甲線屬於高山公路也是景觀公路作為通往景區的重要門戶，是遊客瞭解景區的窗口，公路景觀影響遊客對旅遊區的整體印象，因此應具有較高的自然環境和人文特色的景觀。

在生態主義時代，公路養護觀念發生很大變化，公路不僅是工程，公路還是景觀，作為景觀公路不僅要求養護單位對公路進行美的營造，也塑求公路的使用者對公路進行美的欣賞，以台 14 甲線（鳶峰至松雪樓路段）具體的景觀創造，實踐展示高山公路變為景觀的過程：

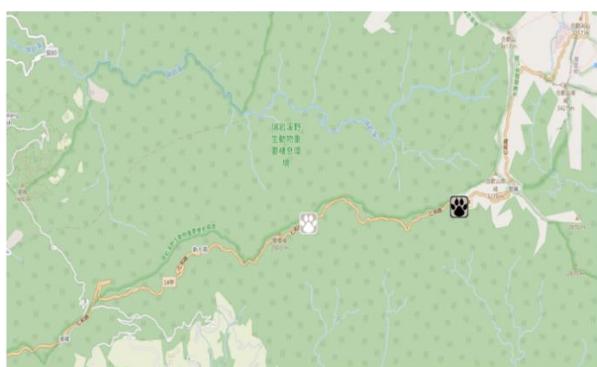
(1) 沿線的休息站-隙地：使用路人突破公路束縛的觀感，從速度的世界解放出來進入閒暇空間，通過山中林立的鐵杉森林，將休息區停留的遊客引向當地特有歷史遺跡-頁岩、砌石，促使人們沉入歷史。在此，人們還可以觀賞到高山原生植物群、昆蟲、鳥類及小型哺乳類動物等，感受歷史長河中的自然生命。由特生中心提供動物路殺路段之調查資料，種植原生灌木及草層植物，搭配塊石可供小型動物緩衝遮蔽空間，降低路殺風險，設置警示小心動物標誌，讓用路人放慢速度，悠遊高山公路（圖 6）。

(2) 借景自然融合環境色彩：

環境美學常常發展的重要新方向：1.走向「應用環境美學」；2.走向「生態學美學」；3.走向「社會美學」。但是，這幾個方向共同指向卻是一致的，那就是皆走向「生活美學」，就是從「自然藝術界」到「生活環境界」。合歡山四季豐彩，色彩多變，二工處主動與台電協商，將變電箱體底色採融合環境色為主要色系（圖 7）。原公車站牌面廣告氣息濃厚，配色雜亂彩度高，影響環境景觀，將鄰近景觀創作於牌面上，並採版畫風格搭配單色色系，降低干擾以融入現地景觀（圖 8）。整體性的環境調查和環境維護工作做到確實，維持它的完整性和原始性，都是必要的策略。當我們將自然事物置於「生態系統」中來加以整合觀看的話，這種是屬於內在價值的審美，也是讓環境與人形成新型的生態互動關係，也就是人們所關心的不再是單個的和孤立的自然物體，人們關注的是自然景色的整體視覺效果。

(3) 利用現地文化資材及其地形通過創造多樣化景觀：如人為設施物（擋土牆、護欄等）於土木工程應考量景觀需求之減量及柔化，避免造成視覺之衝擊。高山公路兩側因高海拔凍融產生頁岩的碎石，利用該現有環境資材，柔化路堤的視覺份量，以便讓人們感覺到公路是順著穿越岩層景觀自然地前行，行車中產生穿越於岩層景觀之中感覺，如此，公路的穿越帶給本地的不是干擾，而像是出於對本地的尊重來拜訪它似的（圖 9）。藉由異質景觀柔化公路作為工程的存在，通過異質性文化來豐富人們的感知體驗，傳統觀念認為，公路是屬於工程，現今公路景觀設計

時，不能只是把公路當作一道人工景觀建築，而單純地停留在視覺效果和審美角度上，應是「以人為本」的新理念建成的創新之路、環保之路及和諧之路。在風景美學中，人們只關注風景中的視覺因素、形式因素，自然景觀被看成是靜止的、固定的及無生命的，因此使得自然喪失自然的真實本性，人們不只意識到景觀靜態表層的價值，且意識到景觀深層的象徵意義。在人與景觀的互動方面主張平等對話，如夜間車流行經鳶峰是觀星一大干擾，透過隙地改善並增設土堤，降低車流光害，即以人為本的和諧公路（如圖 10）。另利用現有的環境資材及在地原生植物，按照生態美學的觀點，欣賞符合生態規律和生態系統要求的自然，在欣賞中也不能有任何破壞生態平衡的行為，這種生態模式仍是迄今在自然欣賞的諸多模式中最值得信賴的，也是最值得進一步研究和發展的模式，即所謂的創新之路和環保之路（如圖 11）。



環境檢視

24K+430路側玉山假沙梨結果後，易吸引長吻松鼠及小型動物至此覓食，因公路間無阻隔或緩衝帶，易造成路殺。



設置警示牌面

隙地經復育後
搭配塊石，可
供小型動物緩
衝遮蔽空間，
降低路殺風
險。



增設紅外線自動
感應照攝相機



改善後

圖 6 用心調查護生保育，降低動物路殺風險設置警示路人慢行。

配色原則

合歡山四季豐彩，色彩多變，主動與台電協商，將變電箱體底色採全年皆可見之環境色為主要色系。



以大自然色系為主色調之單色配色法



圖 7 與台電協商，輕量設計低彩設施，融和現地環境色。

環境檢視

原公車站牌面廣告氣息濃厚，配色雜亂彩度高，影響環境景觀。



改善作為

將鄰近景觀創作於牌面上，並採版畫風格搭配單色色系，降低干擾以融入現地景觀。



圖 8 與相關單位協商站牌改善，降低干擾及借景方式融入現地自然景觀。



圖 9 清理公路兩側因凍融產生頁岩的碎石，柔化路堤的視覺量，行車中產生穿越於岩層景觀之中感覺。



圖 10 協調改善設置土堤，降低車流光害，以人為本的和諧公路。



圖 11 利用現有環境資材及在地植物，柔化工程的創新環保公路。

2.3 高山公路養護及撫育新思維

歷年來高山路段的路容養護作業，依工程會勞務契約規定執行，委外廠商履約計價需考量數量及施工界面之問題，仍以整條路段施工執行為主，定期定量割草及履行契約規範，由於割草方式常造成草皮高度過低，使植物生長勢變差而成裸露地，甚至漸漸流失臺灣高山原植被棲地，為避免極端氣候造成高山植物生理逆境，及外來植物強勢入侵影響，應隨著機能性方向及專家學者專業的建議修正路容養護方式，讓公路養護思維轉變及深化扎根，建置環境生態友善養護制度，加速棲地復育，以利因應近年氣候變遷之養護策略。

2.3.1 外來入侵植物辨識及移除

依世界自然保育聯盟（International Union for Conservation of Nature and Natural Resources，縮寫為 IUCN），於西元 2000 年公布一份避免外來入侵物種導致生物多樣性喪失的指導方針，並對外來入侵物種定義為：「已於自然或半自然生態環境中建立一穩定族群並可能進而威脅原生生物多樣性者」。

依據農委會林務局「國家植群多樣性調查及製圖計畫」研究調查報告，分布於合歡溪流域海拔高度 3000 公尺以上的外來入侵植物有：貓兒菊（*Hypochaeris radicata*）、歐

洲黃菀 (*Senecio vulgaris*)、苦蕒菜 (*Sonchus oleraceus*)、西洋蒲公英 (*Taraxacum officinale*)、白花苜蓿 (*Trifolium repens*)、黃菽草 (*Trifolium dubium*)、大扁雀麥 (*Bromus catharticus*)、鼠茅 (*Vulpia myuros*)、及大葉羊蹄 (*Rumex obtusifolius*) 等 [3]，合歡溪流域外來植物大部分入侵高山果園及公路兩旁，而道路交通便捷及農業活動頻繁增加物種傳入的機會，同時亦加速外來植物之擴散，加上高山原生植物生長緩慢，割草作業反而助長外來種植物種子的散播速率，高山路段路容維護施工頻率，廠商為配合契約履約規定及驗收問題，往往將公路兩側轄管範圍內之植物齊一致修剪或割除更低矮，再加上近年來降雨少，重新萌發時間延後甚至死亡，故高山公路養護管理不容輕忽。

二工處轄管之台 14 甲線路段在養護上考量高山原生植物生長週期及環境棲地，於 109 年 11 月邀集專家學者及相關單位討論相關割草養護管理問題，並藉由跨機關合作，環境協同改善高山公路養護發展的管理對策，建立有系統的分級分工管理模式，以海拔 2000 公尺以上（即台 14 甲線 14K 以上路段）為高山路段，共同研商評估，以公路角度來找出適當的執行面討論建議如下述：

- (1) 應避開高山植物開花期間割草，依虎杖生長週期之結果末期至休眠期（12 月底至 2 月初）為最適合環境視域整理期（圖 12）。調整高山路段施工頻率以每年 12 月底至 2 月初（或雪季結束後）進行高山路段整體環境視域整理，以虎杖結果末期作為視域清整指標植物，目的是希望進行視域整理同時可讓高山原生植物的種子散播原生地，達自然復育亦可減少外來植物入侵。
- (2) 清點沿線路段並分級分工執行，及監測調查外來入侵植物生長分布區域，建立管理制度分工派員施工，達到有效率執行勞務成本及環境生態的監測。而養護作業方式：1.先以行車安全為第一；2.把外來種植物生長區域控制及將遮蔽優美景觀視域打開；3.再找適合原生種植物擴大（圖 13）。
- (3) 合歡山高山植物大都矮小及多年生植物，除了高山芒、虎杖、箭竹及大花雀稗屬於較大型的高山草層植物，經歷 2 年觀察大部分合歡山植物花期約 5 月到 8 月，至 9 月底應該只剩下虎杖，而若無除草，經過 10 年可能也會造成原生種植物消失，被外來植物入侵，原生植物通常 3 年割 1 次為宜，割草避免割至太低矮，若遇到外來種植物應該以人工拔除作業為宜。
- (4) 維持高山區域內的植物基因保存應避免低海拔區域植物基因混雜狀況，高山植物繁殖復育因極具專業，可朝向跨機關合作模式去思考契約履行（例如與高山苗圃機關或團體合作）。
- (5) 高山區域現地條件，可以運用適當地點長期觀察植物生長分布，並以土壤種子庫概念作法應用於路肩隙地及邊坡上，使原生植物自然復育。

從高山公路養護理念出發，養護工作要轉變思維，樹立和諧養護的理念，提升養護工作的管理水平，把管養意識主動性灌輸到每個養護人員腦海中，以主動養護、主動防治的知識為基礎，藉由跨機關領域合作，環境協同改善，蒐集建立相關資料與廠商溝通

及辨識外來入侵植物，盡量以人工拔除方式移除外來入侵植物，並就近取高山路段之土壤層種子庫。不可使用低海拔土壤層，避免造成低海拔土壤種子庫基因混雜，而影響高山植被棲地生態環境。二工處利用鄰近高山路段（台 14 甲線 18K+100）林下土石崩塌土壤層種子庫，整地回填鳶峰路段（台 14 甲線 24K+150）路側裸露地，草層種子經翻土打破休眠即能整齊一致發芽，且加速回復自然地被，再搭配現地塊石錯落設置，達到地被綠化效果，另自然擺放設置塊石提供地面活動的小動物遠眺或躲藏空間，達到自然生態環境融和效果（圖 14）。



環境檢視

發現歷年維護期程及方式，易使植物生長情況變差而成裸露地。



專家導入

邀集特生中心、科學博物館、東海大學專家學者，與四工處共同研商評估。



改善作為

依虎杖生長週期進行視域整理，調整為每年12月底至2月初。

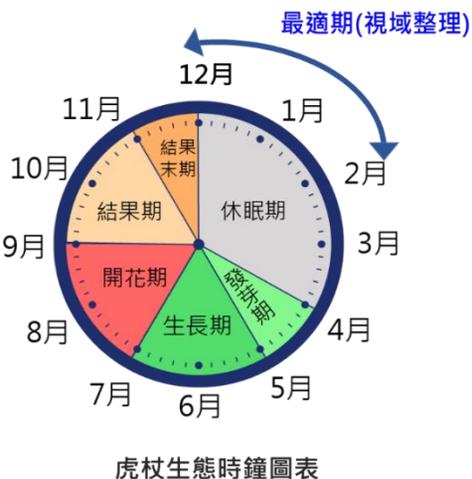


圖 12 邀集專家學者共同研商評估最適高山路段環境視域整理期（以虎杖生長週期為指標參考）。



圖 13 高山路段路容維護視域清整分級分工示意圖

改善作為

- ◎ 邀集臺大梅峰農場專家研討
- ◎ 專家建議採「人工作業拔除」



圖 14 人工拔除外來入侵植物（大葉羊蹄），利用土壤層種子庫，整地回填路側裸露地，是一有效的地被綠化方式。

2.3.2 調查監測 低擾動養護

在地景保育觀點，合歡山是具有特殊的高山景觀，隨著遊憩觀光人潮增加與道路的開闢，這些高山地景環境是面臨相當程度上的威脅。在公路的景觀設計必須考量保持長期的自然經濟效益，盡量避免破壞自然環境及既有的景觀。二工處於高山路段沿線簡易調查公路兩側隙地及岩壁常見的開花植物群約 50 種（詳表 2-1~2-5），由於缺乏長期的歷史資料比對，尚無法推論相關植物的物候週期（開花結果豐年或欠年），但後續可提供委外執行路容廠商及現場工程人員在視域整理及路容維護上對高山植物的辨識，減少不必要的割草作為，並與臺大梅峰農場跨機關合作，藉由專業單位育苗提供高山原生種植物，如虎杖、高山短柄草、高山倒提壺、高山百合、鋪地蜈蚣、玉山懸鉤子等，種植於公路沿線新設土堤或隙地，與自然環境協調的角度去營造生態景觀（圖 15）。後續養護以生態美學觀點，去營造融合環境景觀及生態系統，充分利用土方資源，避免不必要的開挖，讓原生植被更好地適應當地地理環境（圖 16）。



改善作為

梅峰農場提供高山原生種，如：虎杖、高山短柄草、高山百合、高山倒提壺、鋪地蜈蚣、玉山懸鉤子等，種植於土堤，營造在地原生種綠地。

圖 15 跨機關合作提供高山植物苗栽，以自然環境協調的角度去營造生態景觀。

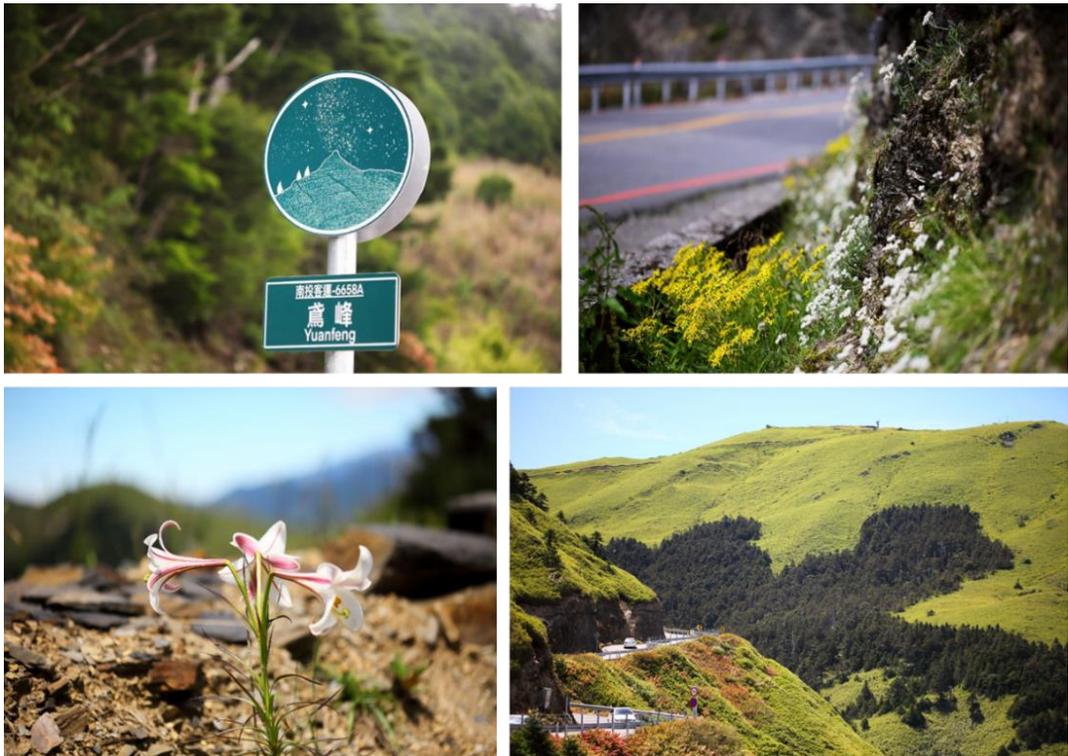


圖 16 公路隙地及邊坡養護以生態美學觀點，去營造融合環境景觀及生態系統。

邊坡生態防護的主體是植物，由於公路邊坡植物立地條件較差，坡度較陡，沿線地層、水文及氣候特徵等因素變化較大，高海拔凍融造成邊坡逐年坍塌，早期養護舊思維是遇坍塌土方、石塊及高山在地植物時直接撿拾運棄，長期下來邊坡成裸露地土壤流失，對生態環境堪憂。二工處改變養護策略，珍惜大地資源，蒐集崩塌頁岩、石塊，坍塌的現地植物，盡量保留根部土球完整性，現地整理種回原地或鄰近區域，即移植復育方式。經觀察移植後植栽生長良好並搭配頁岩石塊可柔化道路景觀視覺（圖 17）；邊坡以菱形掛網緩坡形式，與原有地面相接處可做成拋物線形式，採用曲線為主的護坡輪廓線，可使邊坡看起來更柔和自然，與周圍環境渾然一體。採低擾動養護，尊重原生種，逐年改善易崩落石之裸坡路段，可明顯見到原生種植物（高山百合、紅毛杜鵑及虎杖）自然回復生長（圖 18）。

尊重原生 降低擾動

環境檢視
受氣候、地質影響，高海拔凍融造成邊坡逐年坍塌。

改善作為
採低擾動養護，尊重當地原生種，改善路段之裸坡，提升公路視覺景觀，營造生態熱點區。



高山百合



紅毛杜鵑



虎杖

圖 17 邊坡崩塌石塊及植物皆是寶，移植復育柔和道路景觀視覺。

邊坡坍塌 移植復育

環境檢視
養護「舊」思維：遇坍塌土方、石塊及高山在地植物時直接運棄。

改善作為

- ◎ 改變養護態度，珍惜大地資源。
- ◎ 現地頁岩蒐集使用，搭配現地植物，柔和道路景觀視覺。

◎ 臺灣小葉移植復育



發現



整理



觀察



復育有成

圖 18 邊坡採用緩坡形式，低擾動養護尊重原生種，改善裸坡。

表 2-1 鳶峰至松雪樓（台 14 甲線 24K-32K）高山植物簡易調查表

學名/中文名/ 位置	照片	學名/中文名/ 位置	照片
<p><i>Sedum morrisonense</i> 玉山佛甲草 拍攝位置： 昆陽路段岩壁 編號：1</p>		<p><i>Gaultheria itoana</i> 高山白珠樹 拍攝位置： 鳶峰路段岩壁 編號：2</p>	
<p><i>Picris hieracioides</i> subsp. <i>morrisonensis</i> 玉山毛蓮菜 拍攝位置： 鳶峰路段隙地 編號：3</p>		<p><i>Viola fargesii</i> H. <i>Boissieu</i> 喜岩堇菜 拍攝位置： 鳶峰路段岩壁 編號：4</p>	
<p><i>Rubus rolfei</i> 玉山懸鉤子 拍攝位置： 鳶峰路段岩壁 編號：5</p>		<p><i>Myriactis himilis</i> 矮菊 拍攝位置： 鳶峰路段隙地 編號：6</p>	
<p><i>Origanum vulgare</i> L. 臺灣野薄荷 拍攝位置： 鳶峰至昆陽路 段岩壁 編號：7</p>		<p><i>Lilium formosanum</i> 臺灣百合 拍攝位置： 水晶宮隙地 編號：8</p>	
<p><i>Reynoutria japonica</i> 虎杖 拍攝位置： 武嶺路段邊坡 編號：9</p>		<p><i>Aconitum monanthum</i> 高山烏頭 拍攝位置： 鳶峰至昆陽路 段岩壁 編號：10</p>	

表 2-2 鳶峰至松雪樓（台 14 甲線 24K-32K）高山植物簡易調查表

學名/中文名/ 位置	照片	學名/中文名/ 位置	照片
<p><i>Cerastium fontanum angustifolium</i> 玉山卷耳 拍攝位置： 水晶宮岩壁 編號：11</p>		<p><i>Parnassia palustris</i> 梅花草 拍攝位置： 水晶宮岩壁 編號：12</p>	
<p><i>Fragaria hayatai</i> 臺灣草莓 拍攝位置： 鳶峰路段岩壁 編號：13</p>		<p><i>Geranium hayatanum</i> 單花牻牛兒苗 (又稱早田氏香葉草) 拍攝位置： 昆陽路段岩壁 編號：14</p>	
<p><i>Silene Morrisonmontana</i> 玉山蠅子草 拍攝位置： 水晶宮至松雪樓岩壁 編號：15</p>		<p><i>Miscanthus transmorrisonensis</i> 高山芒 拍攝位置： 武嶺路段邊坡 編號：16</p>	
<p><i>Eupatorium formosanum</i> 臺灣澤蘭 拍攝位置： 武嶺路段邊坡 編號：17</p>		<p><i>Leontopodium microphyllum</i> 玉山薄雪草 拍攝位置： 水晶宮至松雪樓路段岩壁 編號：18</p>	
<p><i>Anaphalis morrisonicola</i> 玉山抱莖籜蕭 拍攝位置： 水晶宮岩壁 編號：19</p>		<p><i>Anaphalis nepalensis</i> 尼泊爾籜蕭 拍攝位置： 水晶宮岩壁 編號：20</p>	

表 2-3 鳶峰至松雪樓（台 14 甲線 24K-32K）高山植物簡易調查表

學名/中文名/ 位置	照片	學名/中文名/ 位置	照片
<p><i>Pimpinella niitakayamensis</i> 玉山茴芹 拍攝位置： 水晶宮路側隙地 編號：21</p>		<p><i>Senecio nemorensis</i> L. var. <i>dentatus</i> 黃菀 拍攝位置： 水晶宮路側隙地 編號：22</p>	
<p><i>Erigeron morrisonensis</i> 玉山飛蓬 拍攝位置： 水晶宮路側隙地 編號：23</p>		<p><i>Cynoglossum alpestre</i> 高山倒提壺 拍攝位置： 昆陽隙地 編號：24</p>	
<p><i>Epilobium hohuanense</i> 合歡山柳葉菜 拍攝位置： 武嶺路段岩壁 編號：25</p>		<p><i>Gentiana scabrida punctulata</i> 黑斑龍膽 拍攝位置： 水晶宮路段岩壁 編號：26</p>	
<p><i>Gentiana arisanensis</i> 阿里山龍膽 拍攝位置： 水晶宮路段岩壁 編號：27</p>		<p><i>Hylotelephium subcapitatum</i> 穗花八寶 拍攝位置： 水晶宮路段岩壁 編號：28</p>	
<p><i>Phymatopteris quasidivariata</i> 玉山蕨 拍攝位置： 水晶宮至松雪樓路段岩壁 編號：29</p>		<p><i>Ellisiophyllum pinnatum</i> 海螺菊 拍攝位置： 鳶峰路段隙地 編號：30</p>	

表 2-4 鳶峰至松雪樓（台 14 甲線 24K-32K）高山植物簡易調查表

學名/中文名/ 位置	照片	學名/中文名/ 位置	照片
<p><i>Arabis morrisonensis</i> Hayata 玉山筷子芥 拍攝位置： 鳶峰至昆陽路 段路側隙地 編號：31</p>		<p><i>Sisyrinchium rosulatum</i> 庭菖蒲 拍攝地點： 鳶峰路段隙地 編號：32</p>	
<p><i>Viola betonicifolia</i> 箭葉堇菜 拍攝位置： 鳶峰路段邊坡 隙地 編號：33</p>		<p><i>Stellaria media</i> 繁縷 拍攝位置： 武嶺路段隙地 編號：34</p>	
<p><i>Hypericum nagasawai</i> Hayata 玉山金絲桃 拍攝位置： 鳶峰路段岩壁 編號：35</p>		<p><i>Cynoglossum furcatum</i> 琉璃草 拍攝位置： 鳶峰路段隙地 編號：36</p>	
<p><i>Rhododendron rubropilosum</i> Hayata 紅毛杜鵑 拍攝位置： 鳶峰路段邊坡 編號：37</p>		<p><i>Rhododendron pseudochrysanthum</i> 玉山杜鵑 拍攝位置： 武嶺主峰路段 邊坡 編號：38</p>	
<p><i>Polygala japonica</i> 瓜子金 拍攝位置： 鳶峰路段隙地 編號：39</p>		<p><i>Pedicularis verticillata</i> 馬先蒿（又名玉 山蒿草） 拍攝位置： 水晶宮至松雪 樓路段岩壁 編號：40</p>	

表 2-5 鳶峰至松雪樓（台 14 甲線 24K-32K）高山植物簡易調查表

學名/中文名/ 位置	照片	學名/中文名/ 位置	照片
<p><i>Arenaria serpyllifolia</i> 亞毛無心菜 拍攝位置： 鳶峰路段隙地 編號：41</p>		<p><i>Thalictrum urbaini</i> 傅氏唐松草 拍攝位置： 水晶宮至松雪樓路段岩壁 編號：42</p>	
<p><i>Phleum alpinum</i> 高山梯牧草 拍攝位置： 水晶宮至松雪樓路段隙地 編號：43</p>		<p><i>Veronica persica</i> 阿拉伯婆婆納 拍攝位置： 鳶峰路段隙地 編號：44</p>	
<p><i>Ranunculus formosa-montanus</i> 蓬萊毛茛 拍攝位置： 鳶峰路段隙地 編號：45</p>		<p><i>Eriocapitella vitifolia</i> 小白頭翁（又稱野棉花） 拍攝位置： 鳶峰路段邊坡 編號：46</p>	
<p><i>Spiraea formosama Hayata</i> 假繡線菊 拍攝位置： 鳶峰路段隙地 編號：47</p>		<p><i>Swertia macrosperma</i> 巒大當藥 拍攝位置：鳶峰至昆陽路段邊坡 編號：48</p>	
<p><i>Berberis kawakamii</i> 台灣小檗 拍攝位置： 武嶺路段邊坡 編號：49</p>		<p><i>Potentilla leuconota</i> 玉山金梅 拍攝位置： 水晶宮路側岩壁 編號：50</p>	

三、結語

臺灣高山公路通常也是旅遊公路，由低海拔上升上來的次生的、外來植物，在公路一再修築與人類頻繁的活動，破壞環境下，外來入侵植物更是快速的大舉入侵，高山地區生態環境脆弱，尤其臺灣山區時有因豪雨或地震而產生改變，從維護生態環境之本質及路容養護管理是一全方位的長期生態環境監測規劃，方能建立協調融和自然的景觀生態公路。

高山路段配合委外廠商履約契約執行養護頻率及成本分析，首先須全面盤點調查公路養護履歷，以建立路容維護指標並有系統管理分級分工養護，積極控制減少外來種植物擴散繁殖（建議人工拔除），以達到最低干擾並維持一定水準的高山公路潔美路容景觀目標，在設計時因地制宜，統一規劃，制定科學、合理的景觀設計，使合歡山高山公路成為一條環境優美，生態和諧，讓人易親近、舒適及公民教育功能的流動風景線。

近年來人口與道路維護面積逐步增加，在公路工程養護預算無法大幅度增加下，如何以經濟面及又能兼顧維護生態面，是現今高山公路維護機關所面臨之重要課題，本文淺談高山公路植被生態衝擊與養護策略，期能作為未來高山道路景觀生態設計及維護管理決策參考。

四、參考文獻

1. 周昌弘，黃琮竣，李彥屏，陳志遠，許再文，陳志輝（2011）。臺灣中部高山植物之植物歧異度受氣候變遷之影響。 *Botanical Studies*，52（4），503-516。
2. 林笈克（2016）。臺十四甲公路的臺灣冷杉與臺灣鐵杉。 *生態臺灣*，52（1），1-3。
3. 陳志豪，陳明義，陳文民，陳恩倫（2009）。合歡溪流域植群分類與製圖。 *林業研究季刊*，31（1），1-16。
4. 劉杰，崔保山，董世魁，朱建軍（2006）。公路建設干擾下的生態系統變化及其機理。 *水土保持通報*，26（2），31-36。

臺灣公路工程

出版者：臺灣公路工程月刊社

地 址：10863 臺北市萬華區東園街 65 號

電 話：(02)2307-0123 轉 8008

網 址：<http://www.thb.gov.tw/> 本局資訊 / 影音及出版品

編 者：臺灣公路工程編輯委員會

出版年月日：中華民國 111 年 5 月 15 日

創刊年月日：中華民國 41 年 11 月 11 日

刊期頻率：每月 15 日出刊

本期定價：新臺幣 30 元

展售處：

五南文化廣場

地 址：40042 臺中市中山路 6 號

電 話：(04)2226-0330

國家書店松江門市

地 址：10485 臺北市中山區松江路 209 號 1 樓

電 話：(02)2518-0207 (代表號)

國家網路書店：<http://www.govbook.com.tw>

三民書局

地 址：10045 臺北市重慶南路一段 61 號

電 話：(02)2361-7511

印刷者：社團法人中華民國領航弱勢族群創業暨就業發展協會

地 址：10859 臺北市萬華區西園路二段 261 巷 12 弄 44 號 1 樓

電 話：(02)2309-3138

中華民國 111 年 5 月初版一刷

GPN：2004100003

ISSN：1812-2868

著作財產權：交通部公路總局

本刊內容不代表本局意見，發表之文字如需轉載或引用
請先徵得本刊之同意。

(請洽臺灣公路工程月刊社，電話：(02)2307-0123 轉 8008)

半年新臺幣 150元
一年新臺幣 300元
軍人及學生半價優惠

訂閱匯款至中央銀行國庫局(代號0000022)
帳號(共14碼)：1 2 2 9 7 1 0 2 1 0 8 0 1 9
戶名：交通部公路總局其他雜項收入戶

ISSN 1812-2868



9 771812 286005

GPN2004100003

定價新臺幣30元