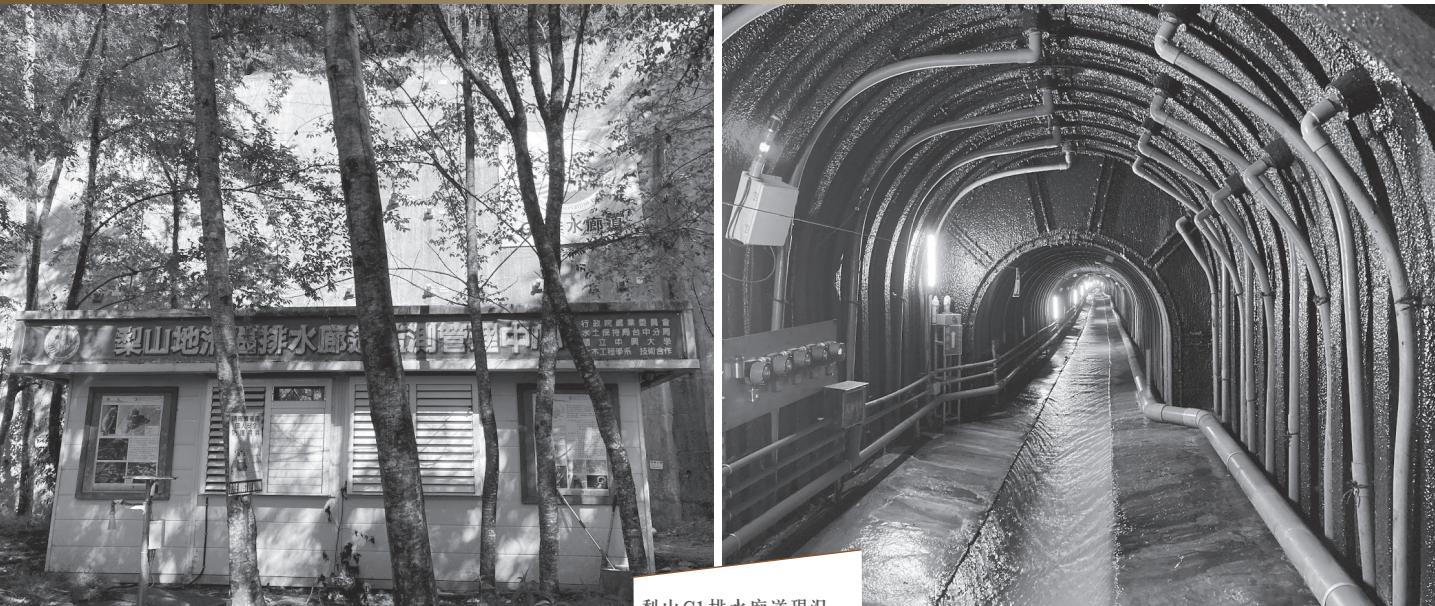


守護梨山大未來 從 G1 排水廊道維護管理邁向金質永續之路

The G1 Drainage Gallery a Model of Superior Maintenance

陳鶴勳¹ 張照宏¹ 邱啓芳¹



梨山 G1 排水廊道現況。

摘要

G1 排水廊道自民國 91 年完工後，維護管理迄今 20 餘年，包含斷面測量、安全監測分析、集水管清洗、集水室檢修與補強、排水量監測自動化、綠能微水力發電、尾水灌溉再利用、洞口地錨邊坡安全檢修、補強與自動化等，績效卓越，深獲肯定，榮獲第 22 屆金質獎維護管理類優等獎。未來將地滑整治成效擴散至大梨山地區總體社會福祉層面，持續減緩地滑、強化韌性與智慧防災，實踐臺灣永續發展目標。

The G1 drainage gallery, inaugurated in 2002, has since been very well maintained in regard to sectional surveys, safety monitoring and analysis, pipe cleaning, maintenance and strengthening of water-collecting chambers, drainage monitoring automation, micro hydropower, tail water irrigation, and ground anchor maintenance. The outstanding maintenance work was just granted the 22nd Golden Award for excellence in maintenance management. The model of slippery-slope management will be extended to the greater Lishan area so as to slow slope slippage and promote resilient and smart disaster control.

| 註 1：行政院農業委員會水土保持局臺中分局。

一、前言

「G1 排水廊道」是維護梨山地層滑動區域安全的重要排水設施，位於臺灣中央山脈的梨山地區地表下方 70 公尺深處，總長度 350 公尺，排水廊道上方地面矗立著臺灣著名三大宮殿式旅館之一的梨山賓館，G1 排水廊道自民國 91 年完工後維護運轉迄今 20 餘年。長期維護監測該地區之治理成效及邊坡安全，榮獲第 22 屆金質獎設施維護管理優等獎之肯定，就水土保持與國土保育的角度來說，已成為臺灣大規模崩塌治理典範。

梨山 G1 排水廊道經過長期的設施維護，持續穩定發揮其深層排水、降低地下水位、穩定區域安全的重要功能，在大規模崩塌地治理與維護管理上亦是相當成功的案例。鑑往知來，我們將寶貴的梨山經驗透過本文分享交流，以供國內相關國土保育單位共同發揮最大的坡地防災、設施維護及永續發展的目標與願景。

二、全生命周期維護管理

「梨山地區地層滑動區整治計畫」在執行完成後，順利將地下水位平均降低達 12 公尺，安全係數亦提升至 1.2 以上。這項整治計畫的成功要歸功於 G1 排水廊道，因為它是整治計畫中最重要的工程，致行政院農業委員會水土保持局（簡稱水保局）在完

工後全心致力於 G1 排水廊道的設施維護與管理。

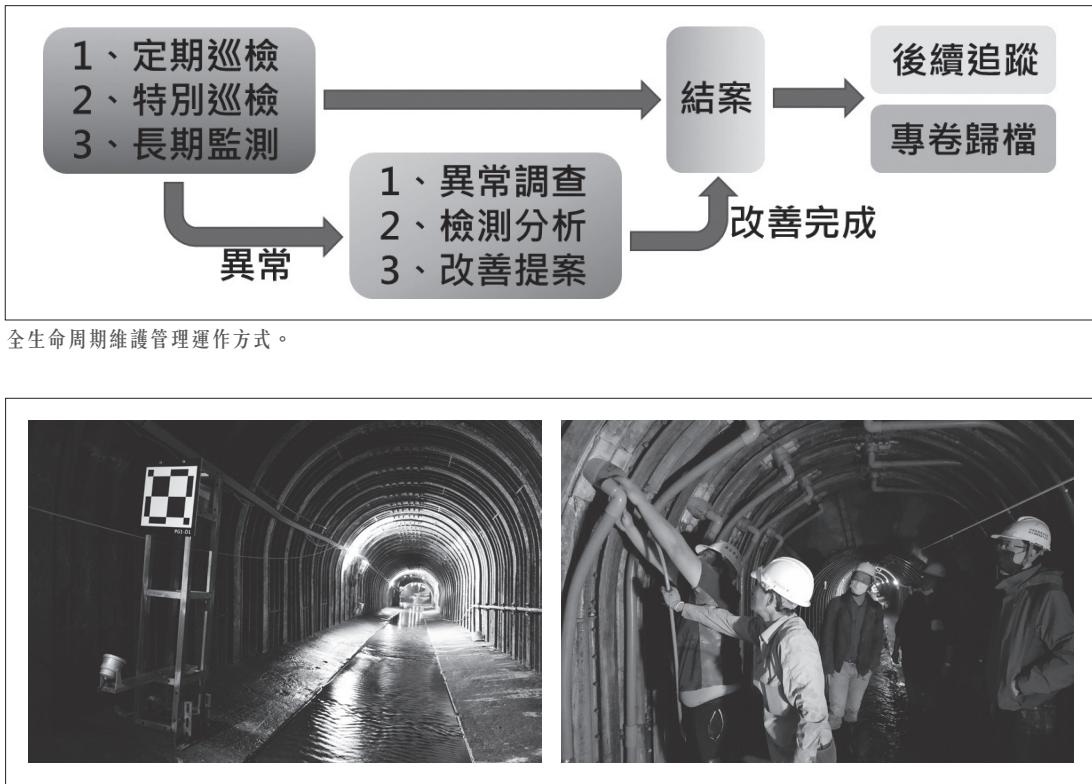
水保局近年來積極推動大規模崩塌防減災計畫，除了重視工程品質及安全，也非常重視工程永續經營，特別是重點治理工程完工後的巡檢與設施維護補強等面向，以期達到工程全生命周期的永續經營。

另參採行政院公共工程委員會 100 年 3 月頒行「公共工程全生命周期管控機制參考手冊」，G1 排水廊執行至今仍屬維運、延壽階段，水保局致力於 G1 排水廊道的設施維護管理不餘遺力，並綜整歷年維護經驗訂定「G1 排水廊道（含 W6 集水井）管理計畫」，希望能透過制度化的有效管理，讓 G1 排水廊道經由定期與不定期的檢查與追蹤改善，落實全生命周期的維護管理機制，主要維護工作涵蓋：廊道內部（鋼襯鈑壁體、H 型鋼）、集水室（鋼襯鈑壁體、H 型鋼）、集水管排水功能及廊道洞口保護工（地錨邊坡）等四大項，依據管理計畫辦理巡檢（定期及特別巡檢），落實上述之功能檢查與維護，以確保坡面穩定性及區域安全性。

期望達到有效排水、區域安全及延壽減碳的三大目標，確保大規模崩塌防減災計畫政策執行與落實。

三、設施維護與減碳延壽並重

G1 排水廊道自完工後維護管理迄今超過 20 年，包含歷年的安全監



G1排水廊道長期監測與定期巡檢。

測、資料分析與評估、排水廊道內部斷面測量、集水管檢查與清洗、集水室檢修與補強、監測系統自動化、自走式機器巡檢、排水量監測自動化、綠能微水力發電、尾水灌溉再利用、洞口地錨邊坡安全檢修、補強與自動化，以及全球首創之立體串聯排水系統，顯見設施維護工作緊密結合監測管理、專業科技與延壽減碳理念，相關維護工作分述如下：

(一) 安全監測、資料分析與評估：
G1排水廊道完工驗收後，完整

移交至大梨山地滑地區的監測管理基準值檢核委辦案接續管理，定期將監測資料彙整及系統維護改善，資料分析及地層安定性檢討與評估。

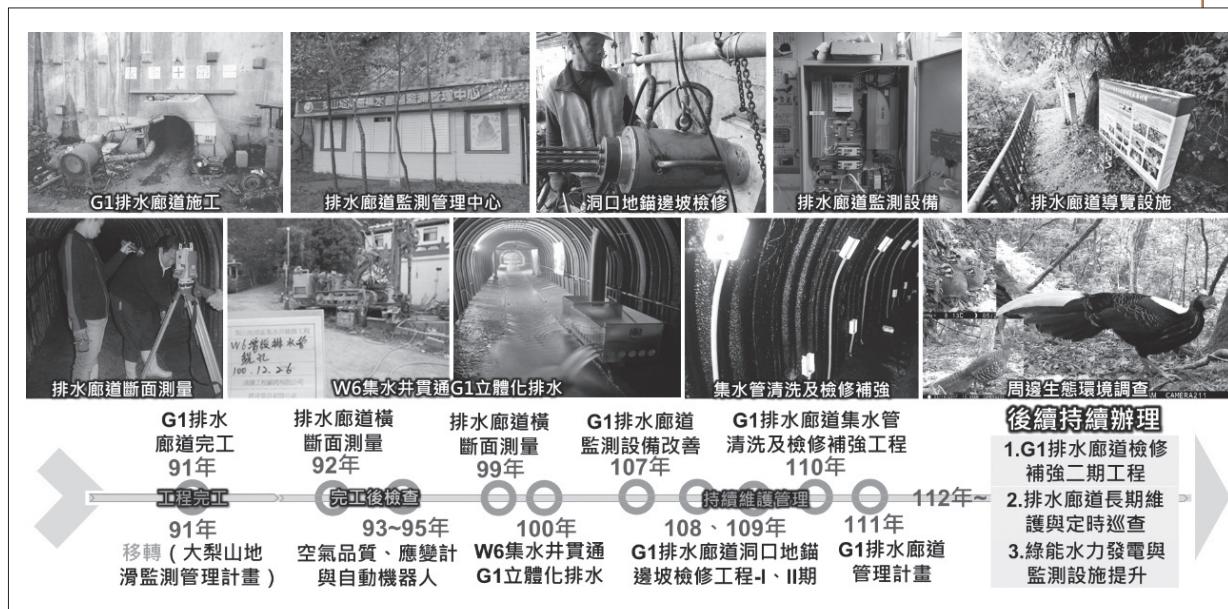
(二) 排水廊道內部斷面測量：排水廊道位於梨山地滑區的70公尺深處，提供管理單位深入滑動土體內部的觀察機會，透過觀測排水廊道的縱橫向變形即可掌握地層的變化與發展，因此進行定期的TDR觀測與不定期的斷面測量。



- (三) 集水管檢查與清洗：排水廊道內部集水管總數量達4,863公尺，經過長期的使用，排水效能因內部老化、植生及栓塞而排水量降低，透過有效清洗以利排水系統功能維持，因此執行定期檢查與維護工作。
- (四) 集水室檢修與補強：排水廊道內部有5間集水室，主要構造鍍鋅鋼襯板經過長期的導排地下水，造成表面不同程度的鏽蝕，所以需要進行除污、除鏽之表面維修與環氧樹酯鍍塗之補強。
- (五) 監測系統自動化：梨山地滑地區的觀測，經由網際網路通報預警系統之建立，可使遠端管

理人員與決策者經由電腦提供即時監測與資料分析結果，進行災害預估研判與預警。

- (六) 排水量監測自動化：從原本的人工量測方式，改良至巴歇爾水槽量測，再優化至先進之IoT水位感測模組。
- (七) 綠能微水力發電：集水井垂直串聯至排水廊道有超過44公尺的水頭落差，利用渦輪式發電機發電系統及阿基米德式圳路造電總合最大可達15,000度／年，電力能夠自給自足，成為臺灣在高山微水力發電設備。
- (八) 尾水灌溉再利用：G1排水廊道排出之地下水流量約3,370CMD，經發電機發電過後，水



G1排水廊道設施維護工作。

源可重覆再利用，排出之地下水源，透過廊道平台排水道設置配水管，免費提供農民接管使用，接管範圍最遠延伸達3公里，灌溉受益面積超過200多公頃，使高山水資源使用達到極大化。

(九) 地錨安全檢修、補強與自動化：排水廊道洞口地錨邊坡計有50公噸及60公噸共90支，經過檢視、鑿開、內視鏡及揚起試驗，將老舊地錨進行全生命周期養護管理，檢修補強後賦予銘牌，新增自動化電子荷重計3組，長期監測地錨預力變化，評估地錨安全並提供分析該區域坡地安全。

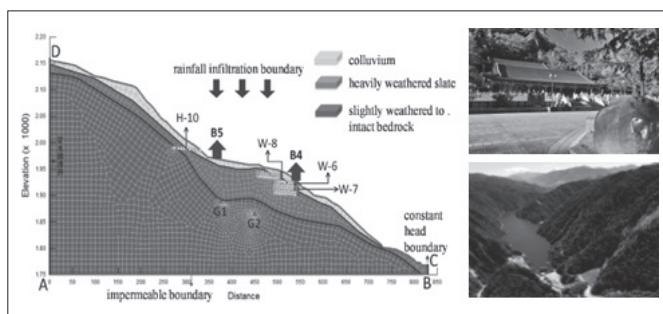
民國100年更建立了全球首創之「立體串聯排水系統」，將位於梨山賓館後方的W6集水井底部貫通44公尺，讓地下水以重力排水方式立體化串連至G1排水廊道，也就是將G1排水廊道導排地下水的效益發揮極大化，上述種種維護工作執行至今成果

深獲肯定，終於去(111)年代表水保局榮獲首件公共工程金質獎設施維護類優等。

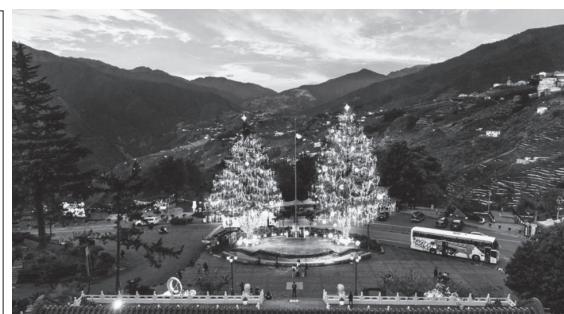
四、守護大梨山地區安全

研究顯示將G1排水廊道及排水效應進行地下排水模擬，設置於梨山地滑區之地下排水系統能有效且迅速集排高強度及長延時降雨之入滲雨水，並增加邊坡之穩定性與區域安全。可見排水廊道肩負梨山地區安全的重責大任，其中重要的設施維護工作更需要專業及系統化的管理與執行，才能讓G1排水廊道持續穩定發揮其深層排水、降低地下水位與穩定區域安全的強大功效。

G1排水廊道設施維護期間經歷過93年七二水災、98年莫拉克風災等重大颱洪事件考驗，G1排水廊道依然挺住，穩健地堅守崗位，20年來排水不間斷，持續地保障大梨山區域安全，亦間接保護德基水庫上游區域安全，深受梨山地區民眾肯定。



G1排水廊道守護大梨山安全。



近年在梨山舉辦的「山谷燈光節」深獲好評。



SDG 之 6 項核心目標。

在排水設施的維護發揮效益，區域安全趨於穩定下，臺灣著名三大宮殿式旅館——梨山賓館，參照現地安全的評估報告，認定暫無邊坡穩定的問題，在整體結構補強後 OT 讓民間公司接手經營，並於民國 101 年重新開幕恢復營運至今，讓原本在九二一地震後沒落的梨山風華再現，更在去年舉辦「山谷燈光節」以璀璨梨山為題，榮獲 2023 美國「繆思設計大獎」(MUSE Design Awards)「整體燈光設計」項目之最高榮譽「鉑金獎」殊榮。整體而言，梨山的區域安全是經過水保局多年來持續不斷努力維護的成果展現。

五、再創工程永續新標準

這 20 多年來，水保局累積相當多的設施維護經驗，希望完工後的工程都能如 G1 排水廊道一樣，透過制度化的有效管理，經由定期與不定期的檢查與追蹤改善，落實全生命週期的維護管理機制，期望能達到有效排水、區域安全及延壽誠碳的設施維護三大目標。

G1 排水廊道維護的永續性，更符合現今國家「永續發展目標」(Sustainable Development Goals, SDGs) 中的 6 項核心目標。

- (一) 符合項次 7—可負擔的潔淨能源目標：排水廊道維護工程結合節能減碳及再生綠能，將導排出之地下水多層次利用，利用渦輪式及螺旋式 2 次不同之微水力發電，電力達到自給自足，尾水再利用灌溉農地後，最終入滲進臺灣重要水庫，供民生使用，保護珍貴水資源。
- (二) 符合項次 8—就業及經濟成長目標：長期的設施維護工作，確實掌控進度及施工品質，將職業安全衛生放在首位，保持 20 年零工安，讓居民超過 2,000 人的臺灣重要溫帶水果產地，保有安全的耕作環境，捍衛當地人的工作權利。
- (三) 符合項次 11—永續城鄉目標：工程維護有成，讓區域穩定，聚落安全，讓原本沒落的梨山風華再現，去年舉辦第 2 屆山谷燈光節，以「璀璨梨山」

為題，榮獲美國 2023 MUSE Design Awards 鉑金獎殊榮。

(四) 符合項次 13—氣候行動目標：因應氣候變遷調適及減碳策略，透過專業有效設施維護，讓排水廊道延壽減碳，並提供自給自足之微水力發電再生綠能，增進氣候變遷調適能力，強化坡地耐災能力。

(五) 符合項次 15—保護陸域生態目標：施工材料選擇親水性、無毒、無有機溶劑，對環境低衝擊，保護當地生態，地下水出流渠道綠能發電尾水灌溉後，更提供潔淨水源有利當地蝙蝠、山羌、藍腹鶲等生態友善環境。

(六) 符合項次 17—多元夥伴關係目標：兼具臺灣高山、原住民社會、風景生態及農業發展之保存與維護，讓在地水、土、林機關單位共生共榮，協力促進漢人、閩南人、客家人、泰雅族原住民及新住民等多元永續願景。

六、結語

過去，G1 排水廊道完工後維護 10 年有成，使梨山賓館風華再現，我們秉持信念維護管理及安全監測不間斷 20 年，終於榮獲金質獎肯定；現在，更堅定持續維護信念，保障梨山地區安穩無虞；未來持續穩健經營，朝向國家永續發展目標前進。



專業創新、經驗傳承、永續維運。