

ISSN:1812-2868

臺灣公路工程

第 50 卷 第 2 期

〈雙月份 15 日出刊〉



TAIWAN HIGHWAY ENGINEERING

Vol. 50 No.2 Apr. 2024

交通部公路局

中華民國 113 年 4 月 15 日



封 面 說 明

台84線32k-黃花風鈴木

周益盛 提供



臺灣公路工程

TAIWAN HIGHWAY ENGINEERING

中華民國 41 年 11 月 11 日創刊

第 50 卷 第 2 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

總編輯

林聰利

副總編輯

蘇先知

編輯委員

陳進發 劉雅玲

吳昭煌 李忠璋

李順成 陳松堂

葉双福 姜宇峰

陳俊堯 謝俊雄

陳貴芳 林文雄

郭清水 詹益祥

江金璋 李宗仁

王韻瑾

執行編輯

李崇堂 朱瑞陽

傅瓊冠

「蘇花公路山區路段改善計畫工程」榮獲亞洲土木工程聯盟 (The Asian Civil Engineering Coordinating Council) 2022 優良工程首獎

..... 吳嘉妮... (2)

「卡努颱風」台 14 線重災搶通及危坡搶修監測之經驗分享

..... 呂正安、謝俊雄、張光宗... (23)

「蘇花公路山區路段改善計畫工程」榮獲亞洲土木工程聯盟 (The Asian Civil Engineering Coordinating Council) 2022 優良工程首獎

吳嘉妮¹

摘要

「蘇花公路山區路段改善計畫工程」榮獲亞洲土木工程聯盟 (The Asian Civil Engineering Coordinating Council) 2022優良工程首獎，並於111年9月22日印度果阿 (Goa, India) 所舉辦之第9屆亞洲土木工程會議中頒獎表揚。

本次獲獎是本工程繼109年度榮獲IRF「全球道路成就獎」工程設計類首獎後，於111年度再獲國際大獎殊榮，此項紀錄是政府、設計與執行團隊共同努力的成果，除將臺灣推動永續公共工程之創新技術與環境友善思維經驗與國際分享，更讓國際瞭解臺灣工程界專業技術之精進及堅持的信念。

本工程路廊環境險峻並具世界級景觀，為提供東部居民一條安全回家的路，並考量區域環境敏感，所以將路段災損及交通肇事率高路段進行改善，兼具工程減量、環境友善及強化公路抗災等特性。工程計畫全長約38.4公里，以隧道及橋梁為主體（隧道24.6公里、橋梁8.8公里、路堤5公里），為臺灣近10年最具工程規模、技術指標及施工艱鉅之公路建設。

本計畫以永續公共工程核心理念為基礎，從規劃、設計到施工，歷經嚴謹環境調查，掌握地質水文、選線最佳化及精進隧道工法，藉由土方鐵路運輸、長期環境監測、友善生態文史及在地部落溝通等配套策略，並導入先進防災機電及智慧交控營運，以建構安全、環保之山區公路建設典範；施工階段進一步推動工程碳盤查、體現資訊透明與監督機制，開創國內公共工程推動之先例。

關鍵字：ACECC2022優良工程、亞洲土木工程聯盟、蘇花公路山區路段改善計畫

¹ 交通部公路局蘇花公路改善工程處職安科僱用技術員

一、前言

亞洲土木工程會議 (Civil Engineering Conference on Asian Region, 簡稱 CECAR) 是亞洲土木工程聯盟 (The Asian Civil Engineering Coordinating Council, 簡稱 ACECC) 每 3 年定期舉辦的大型國際會議, 87 年由美國土木工程師學會(ASCE)、菲律賓土木工程師學會(PICE)及日本土木工程師學會(JSCE)於菲律賓馬尼拉召開第 1 屆亞洲土木工程會議, 迄今 24 年間共舉辦 9 屆國際會議, 本屆(第 9 屆)會議由印度土木工程師學會(ICE India)籌辦, 於 111 年 9 月 21 至 23 日印度果阿泰姬渡假村及會議中心召開。

中國土木水利工程學會(CICHE)邀請公路局 (112 年 9 月 15 日前為公路總局) 及協力單位派代表參加頒獎典禮接受表揚, 公路局由林副局長聰利率蘇花公路改善工程處、中興工程及臺灣世曦代表出席頒獎典禮, 除將臺灣推動永續公共工程之創新技術與環境友善思維經驗與國際分享, 更讓國際瞭解臺灣工程界專業技術之精進及堅持的信念。

二、參賽要項

參賽必須填列 ACECC 土木工程項目獎提名表格, 依參賽要求項目、資格以英文填列, 經由中國土木水利工程學會(CICHE)推薦參加評選, 提名表的 PDF 文件和以下信息應在公佈的截止日期之前發送給 ACECC 獎項小組委員會的每個成員, 申報項目除了基本資料(Project name、Project location (city, country)、Completion date、Name of the project representative)外, 其餘資格如下:

2.1 Description of the project (less than 250 words) /計畫描述(少於 250 字)

The Suhua Highway is a major provincial roadway that connects northern and eastern part of Taiwan, which are the most-rugged terrains in the area. The original construction dates back to a historical trading trail along steep coastline about 150 years ago. Yet, the original roadway broadened from the trail were often blocked due to earthquakes, typhoons and heavy rainfalls. As a result, emergency maintenance and repairment were frequently conducted as required.

To pursue the sustainability and safety of a homeward boundy, Directorate General of Highways (motc) joined with CECI Engineering Consultants and Sinotech Engineering Consultants undertook the ambitious Suhua Highway Improvement Project which started on 2009. The project presented tremendous challenges in nature which includes stringent requirements for preserving the regional indigenous cultures, protecting local environment, and resolving complex geological / hydrogeological situations. Multiple innovative and eco-

friendly solutions were employed to account these challenges. The Suhua Highway Improvement Project successfully satisfied the anxious needs of safety concerns and opened to traffic in January 2020 after a decades of effort.

The highlighted features include

1. Comprehensive studies in geology and hydrogeological investigations by 3D geological models.
2. Multiscale monitoring systems for the water, air, plant, and animal.
3. Integration of aesthetics, local culture and mechanics in design of scenic bridge.
4. Adoption of disused railway tunnel for mucking by train to mitigate environmental impact.
5. Advanced rescue systems in tunnels, featuring automatic water mist fire protection and smoke extraction systems.
6. Relocation of viaduct foundation to preserve unforeseen archeological site.

2.2 Reason for Recommendation (less than 300 words for each item)/推薦理由(每項 300 個字)

1. Originality and Innovation (contribution to the advancement of civil engineering; new or innovative application of technology, design, materials, process/methods, and construction)/(獨創性和創新(對土木工程進步的貢獻;技術、設計、材料、工藝/方法和施工的新應用或創新應用)):

From the point of view of highway safety, some features of the eastern coastal area are the lack of firefighting and hospital resources. Thus, the ventilation, smoke extraction system, as well as the refuge hazard free spaces are extremely vital to the passengers. The innovation of an advanced emergency response and rescue system was developed for the tunnels. The system integrated the semi-transverse ventilation and point extraction for smoke.

Automatic water mist fire protection systems were employed to overcome a single accident with Heat Release Rate (HRR) of 100MW, which is three times of the one installed at the 12.9km long Shushan Tunnel, longest tunnel in Taiwan. The system was designed to ensure clear zones for passengers so as to escape to the nearest refuge space which was spaced every 350 meters alongside of the tunnel wall.

Renshuei Tunnel of an overall length of 2,948 meters at the final stretch of the highway is the nearest tunnel to the townships of Hualien country and assigned to implement slow vehicle traffic into the tunnel and direct two-way traffic in one single tube. Meanwhile, the tunnel is wholly situated at the Taroko National Park with cross sectional area of 202 square meters, which is regarded as the largest of highway tunnels in Taiwan. Accordingly, it maintained the

similar safety standard with the ventilation, smoke extraction and automatic water mist fire protection systems.

To provide a refuge for this single tube tunnel, a smaller-sized refuge tunnel was developed parallel to the main and an independent ventilation with solid duct was installed through the whole tunnel to provide fresh air and maintain a higher pressure as to prevent the smoke coming into the refuge tunnel. The refuge tunnel leads the passengers to the safe open-air area at local sidewalk.

2. Resourcefulness in planning and solving Design Challenges (complexity of the problem or situation addressed)/ (計劃和解決設計挑戰的足智多謀 (所解決問題或情況的複雜性)) :

The road was originally built nearby steep cliffs, on a rugged terrain and above fragile sedimentary rock which easily crumbles and highly susceptible to disintegration due to rainfall or earthquakes. Moreover, the eastern coastal area has the highest precipitation rate across Taiwan, which add to the risk of landslides and debris flow.

Data revealed that the road was forced to closure at around 28 times per year due to heavy rains, typhoons and earthquakes. In addition, more than 100 serious traffic accidents occurred per year. Trucks which account for 50% of the traffic, contribute to the 44% of the accidents.

The improvement project was planned to provide a road that would sustain through all climate conditions, as well as to shorten the travel time from 2.5 hours to 1.5 hour by widening the roadway from 9 meters to 23 meters, realigning a 60.7km stretch from the original 79.3km by adopting 8 newly-built tunnels with length of 24.6 km in total, 12 bridges with total length of 8.8 km, and 5 km of embankment. The designed speed was also raised to 80km per hour to comply with expressway standard.

To overcome the complex geology and hydrogeological conditions, comprehensive studies of historical data and records from 38 other projects, as well as detailed surveying of the corridors hydrology and long-term hydrogeological investigation to determine the origin of groundwater inflow were performed. The data was analyzed with 3D geological and hydrogeological models to optimize the alignment away from hazardous areas, minimize the risk of groundwater inflow and any other adverse ground conditions.

The modeling and analysis allowed the shortening of construction periods and saving of additional cost. 3D geological mapping and imagery warranted the technical design to withstand tremendous groundwater inflow and potential collapse of soil/rock.

3. Sustainability considerations (environmental, social, and economic impacts in the Asian region)/可持續性考慮 (亞洲地區的環境、社會和經濟影響) :

The design of tunnels and viaducts for 82% of the improvement project were chosen in order to minimize the impact to environment, preserve the biodiversity, and merge with the culture of local community.

Being stringent in the commencement of EIA's commitment, the engineering team made every effort through brainstorming session on construction scheme to recycle the excavated spoil. Some of the notable schemes were the recycling of the muck into aggregate and material transporting by the use of an abandoned railway tunnel in the section which was refurbished to a functional level. This enables a safer road and cleaner air, which would hard to be achieved if trucks were used instead. In addition, the reduction of carbon footprint were 338,148 tCO₂e. All of the carbon footprint data were recorded and fed back into the Taiwan Environmental Protection Agency (EPA) database.

Biodiversity was preserved through continuous monitoring and control of the construction activities by LIDAR sensing and other facilities, installed to observe ground water, air quality, plant, and animal life conditions to ensure the compliance to environmental regulations and commitment of EIA.

To merge with culture of local community, the well-known 340m long Baimi Scenic Bridge passing by the Baimi Community in the north features two 56m beautifully curved white towers notched at the top to illustrate grain shape of rice, which was proudly designed by local architect, Mr. Lin, Chuanwei. In addition, the 360m long Nanao Beixi Bridge features twin towers that are designed to resemble pairs of hands holding up the sky. Both of these bridges were commemorated by the Post Office to mark the highway's completion.

4. Project planning and delivery (contribution to the well-being of people and communities in the region where the project was undertaken; financing, budget, and schedule; meeting the client's needs; budget and schedule adherence)/ 項目規劃和交付（為項目所在地區人民和社區的福祉做出貢獻；融資、預算和進度；滿足客戶的需求；遵守預算和進度）：

The operation of this improved highway has started in January of 2020, and travel time has been shortened from 2.5 hours to 1.5 hours. During the period, traffic accidents has been decreased by 71% while damage from natural disasters has been decreased by 85%. Transportation economic benefits has increased to US\$ 43.8 Million per year

Formerly used sections of the highway are not abandoned, and instead are used for recreational and tourism purposes allowing bicyclists and slow moving vehicles to enjoy the amazing scenic views of the Pacific Ocean and Taiwan's eastern coastline. Overall transportation capacity in Eastern Taiwan has been boosted and given more flexibility among all types of transportation modes, i.e., train, private car, bus, etc.

Contractual mechanisms were initially tailored to enable contractors in efficiently adjusting construction methods due to any geological uncertainties that may be encountered during construction. This helped to avoid contract disputes, minimize change orders, and shorten construction time. Design and construction activities were conducted in parallel to expedite overall progress in delivering the works. Adjustments in response to collapse incidents were done quickly. Control and coordination of interface management aids in a fast track management policy and practice.

Meanwhile, utilization of the abandoned railway tunnel provide additional work fronts as a passageways for drilling, drainage, and ventilation along the underground spaces. All these contributed to the shortening of construction period by up to 20 months. Incentives to the Contractor is also deemed to be a useful policy in boosting the schedule.

2.3 Project photographs/項目照片

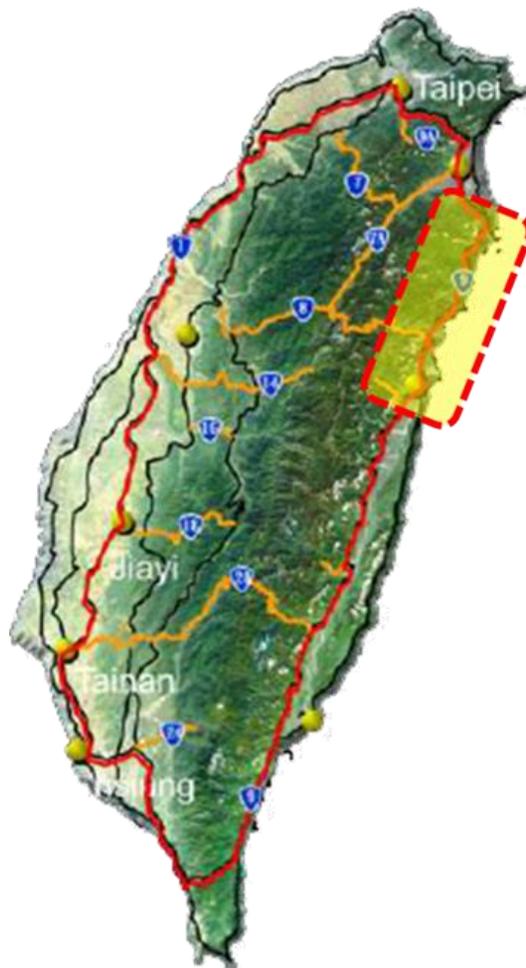


Figure2-1 Suhua Highway Location



Figure 2-2 Plan of Project Route

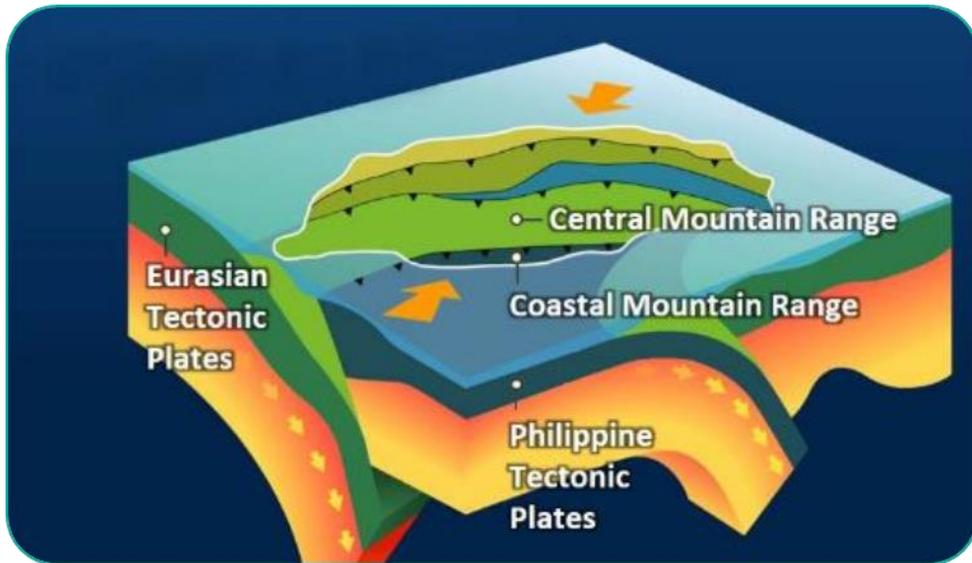


Figure2-3 Geology Model of Project Site

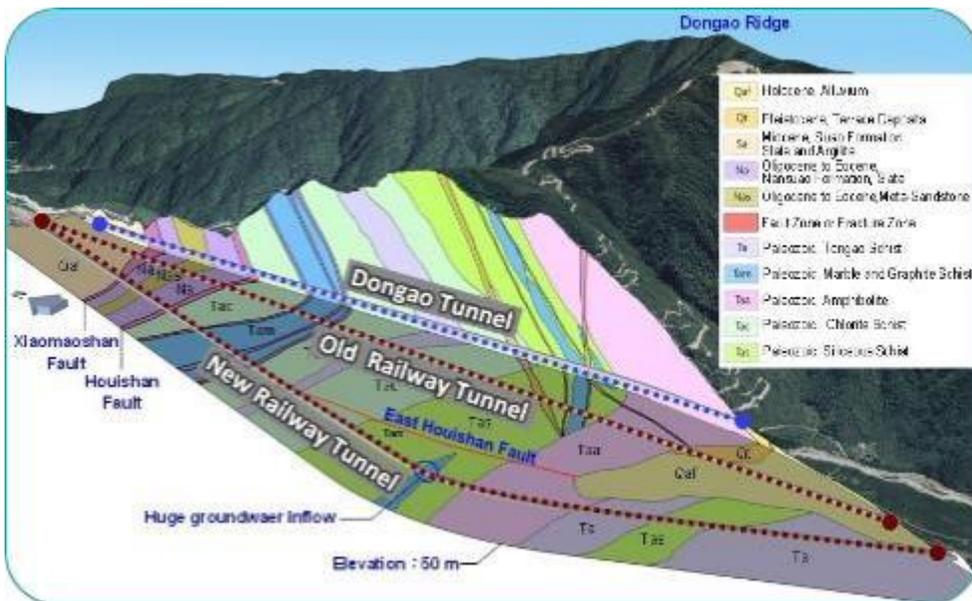


Figure 2-4 3D Geological Model along Tunnel Route

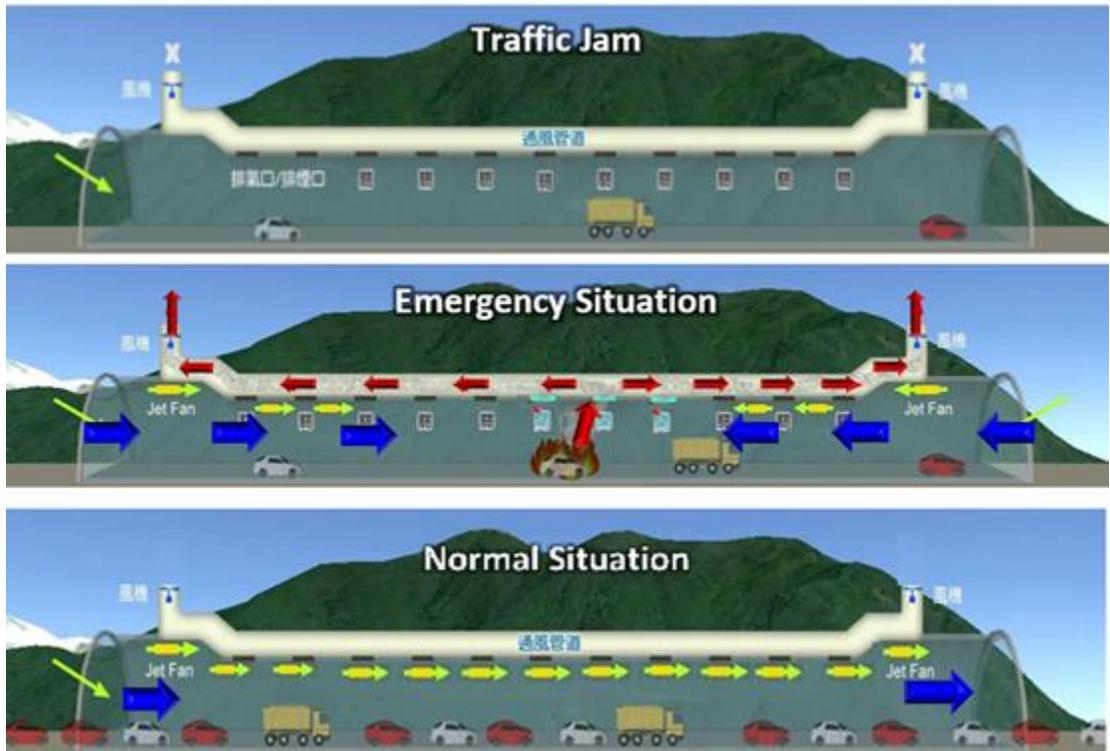


Figure 2-5 Schematic Drawings of Ventilation and Smoke Extraction System

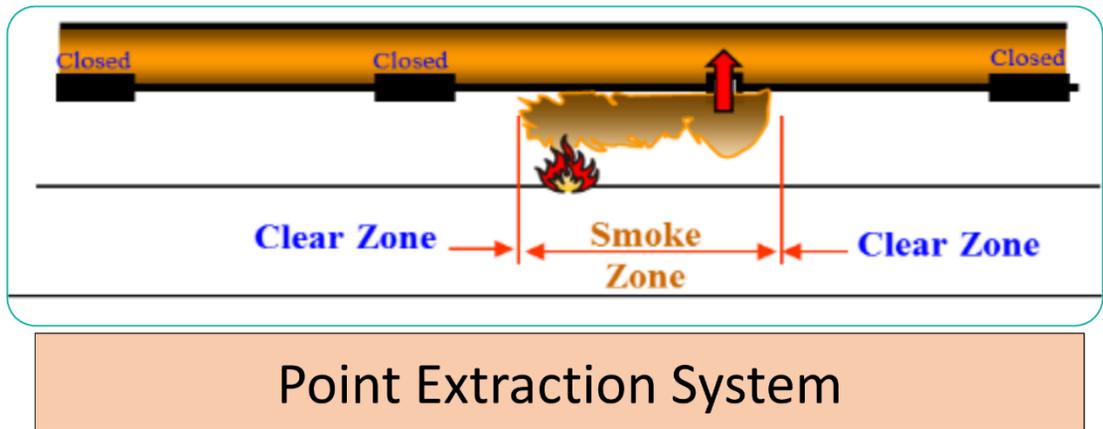


Figure 2-6 Detail Mechanism of Smoke Extraction System



Figure 2-7 Picture Showing Control of Smoke from Combustion in Tunnel



Figure 2-8 Picture Showing Cooling of Tunnel by Water Mist Spraying in Tunnel



Figure 2-9 Picture Showing Emergency Pedestrian Cross-passage as Refuge in Tunnel

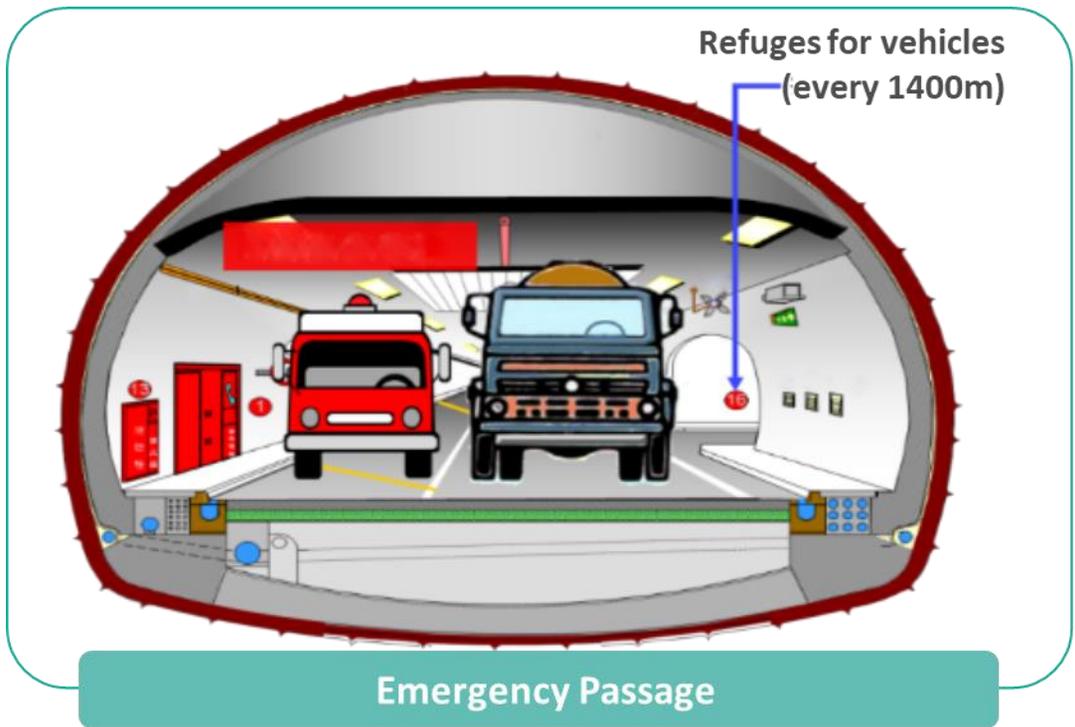


Figure 2-10 Schematic Layout of Vehicular Cross-passage in Tunnel



Figure 2-11 Picture Showing the Main Tunnel, Excavation Tunnel, and Smoke Extraction Tunnel for the Renshuei Tunnel with Two-way Traffic in a Single Tube

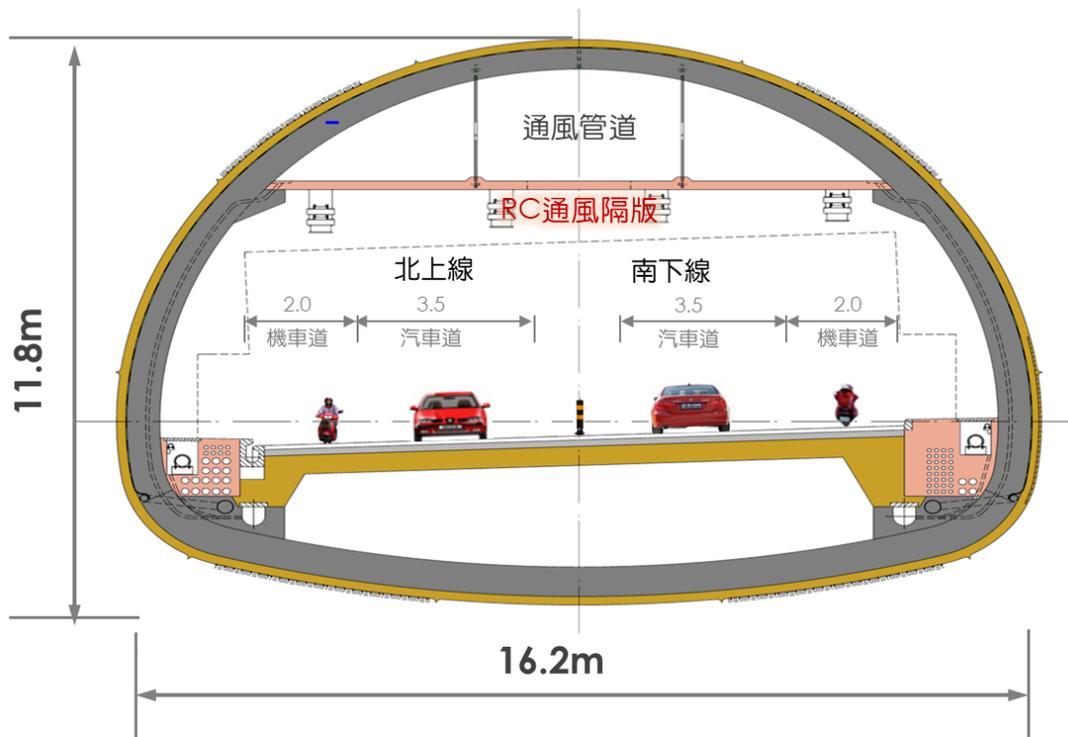


Figure 2-12 Cross Section of Renshuei Tunnel

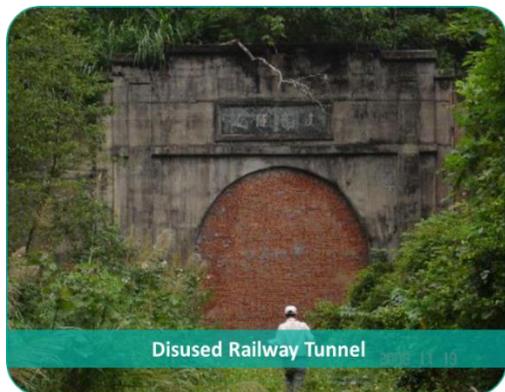


Figure 2-13 Utilization of Abandoned Railway Tunnel for Mucking by Rail Haulage



Figure2-14 Picture of Baimi (Rice) Tunnel



Figure 2-15 Baimi (Rice) Bridge and Nanao Beixi Bridge used as Theme of Stamps by the Post Office in Remembrance of the Highway Operation

2.4 Project reports or articles in journals or magazines, if any/ 期刊或雜誌上的項目報告或文章（如有）

1. Award International Road Federation (IRF) 2020 「Global Road Achievement Awards , (GRAA)」 First Prize in Design/獎項 International Road Federation (IRF) 2020 「全球道路成就獎 , (GRAA)」 設計首獎
2. Taiwan Highway Engineering Volume 46 No. 4 「Suhua Highway Improvement Project Zhongren Tunnel Water Inrush Treatment」/臺灣公路工程第 46 卷第 4 期《蘇花公路改

善工程中仁隧道突水治理》

3. Construction News Record No. 429 「Suhua Zhongren Tunnel High Rock Cover and Water Surge Countermeasure」/建設新聞實錄第 429 號《蘇花中人隧道高岩覆蓋及湧水對策》
4. Journal of China Technology No. 104 「Discussion on Weak Geological Zone at Construction of Suhua Guanyin Tunnel」/中國科技報第 104 期《蘇花觀音隧道建設中弱地質帶的探討》
5. Sharing and Discussion at 4th, 5th and 6th Suhua Improvement Project Technical Forum/第四、五、六屆蘇花改造工程技術論壇分享與討論

三、頒獎典禮

3.1 亞洲土木工程聯盟 (ACECC)

亞洲土木工程聯盟為 88 年由 ASCE(美國)、CICHE(臺灣)、JSCE(日本)、KSCE(南韓)及 PICE(菲律賓)等 5 個土木工程學會所籌組的國際組織，目前共有 16 個會員如表 3-1。

表 3-1 亞洲土木工程聯盟會員

會員名稱 (縮寫)	會員名稱 (全名)
ASCE (美國)	American Society of Civil Engineers
CICHE (臺灣)	Chinese Institute of Civil and Hydraulic Engineering
EA (澳洲)	Engineers Australia
Fed. MES (緬甸)	Federation of Myanmar Engineering Societies
HAKI (印尼)	Indonesian Society of Civil and Structural Engineers
ICE India (印度)	The Institution of Civil Engineers
IEB (孟加拉)	The Institution of Engineers, Bangladesh
IEP (巴基斯坦)	The Institution of Engineers, Pakistan
JSCE (日本)	Japan Society of Civil Engineers
KSCE (南韓)	Korean Society of Civil Engineers
MACE (蒙古)	Mongolian Association of Civil Engineers
NEA (尼泊爾)	Nepal Engineers Association
PICE (菲律賓)	Philippine Institute of Civil Engineers
VFCEA (越南)	Vietnam Federation of Civil Engineering Associations
MD RSCE (俄國)	Moscow Department Russian Society of Civil Engineers
ENZ (紐西蘭)	Engineering New Zealand

亞洲土木工程聯盟 (ACECC) 的主要目標如下：

1. 促進和推動亞洲地區土木工程及相關專業的實踐及永續發展。
2. 鼓勵土木工程各領域專業技術人士交流溝通。
3. 改善、擴展及加強基礎設施建設管理、環境保護和預防自然災害。
4. 促進會員協會/機構之間的理念交流。
5. 與 ACECC 認為必要的區域、國家及國際組織合作，以支持他們的工作。
6. 向會員協會/機構提供建議，以強化其國內活動。
7. 培養會員年輕土木工程師的領導才能。
8. 為實現上述目標，每 3 年定期舉辦亞洲土木工程國際會議(CECAR)，作為 ACECC 的主要活動。

3.2 第 9 屆亞洲土木工程會議 (CECAR 9)

亞洲土木工程會議 (CECAR) 為每 3 年舉辦一次的國際會議，過去 24 年間共舉辦了 9 次會議，歷屆會議如表 3-2。

表 3-2 歷屆亞洲土木工程會議

屆次	舉辦日期	舉辦地點	主辦會員
CECAR 1	1998/2/19-20	菲律賓馬尼拉	PICE (菲律賓)
CECAR 2	2001/4/16-20	日本東京	JSCE (日本)
CECAR 3	2004/8/16-19	南韓首爾	KSCE (南韓)
CECAR 4	2007/7/25-27	臺灣台北	CICHE (臺灣)
CECAR 5	2010/8/8-12	澳洲雪梨	EA (澳洲)
CECAR 6	2013/8/20-22	印尼雅加達	HAKI (印尼)
CECAR 7	2016/8/30-9/2	美國夏威夷	ASCE (美國)
CECAR 8	2019/4/16-18	日本東京	JSCE (日本)
CECAR 9	2022/9/21-23	印度果阿	ICE India (印度)

本屆 CECAR 9 會議於 111 年 9 月 21 日至 23 日在印度果阿泰姬渡假村及會議中心舉辦，會議的核心主題為「基礎建設的永續設計及生態技術 (Sustainable Design and Eco Technologies for Infrastructure)」，CECAR 9 作為永續發展的催化劑，將為工程師們及後代子孫播下創造的種子，來確保各參與經濟體積極及永續的社會責任，本屆會議議程如表 3-3。

表 3-3 第 9 屆亞洲土木工程會議議程

Program Overview CECAR 9 September 21-23, 2022	
Hotel Taj Resort and Convention Center, Goa	
Time Schedule	Activity
Wednesday, September 21, 2022 DAY 1	
09:00 – 09:30	Registration
10:00 – 11:30	Inaugural Ceremony
11:30 – 12:00	Networking Break
12:00 – 12:30	Plenary Session I-Lt. Gen Harpal Singh, PVSM, VSM, ADC, Engineer-in-Chief, Integrated Headquarters, Ministry of Defence, Government of India “Emerging Technologies in the new Techade”
12:30 – 13:00	Plenary Session-Dr. Dennis Dale Traux-President of ASCE “Engineering our Future”
13:00 – 13:30	Plenary Session II-Sh. Sanjay K. Nirmal, Director General (Road Development) & Special Secretary, Ministry of Road Transport & Highways. Government of India “India’s vision with regards to the Infrastructure development / opportunities available in the sector”
13:30 – 14:30	Power Luncheon
14:30 – 16:00	Concurrent Technical Sessions - I
16:00 – 16:15	Networking Break
16:15 – 17:45	Concurrent Technical Sessions - II
19:00 – 20:30	ACECC Presidential follow by Dinner (by invitation)
Thursday, September 22, 2022 DAY 2	
09:00 – 09:25	Plenary Session IV-Lt. Gen Rajeev Choudhary, Director General Border Roads (DGBR) - “BRO in Nation Building”
09:25 – 09:50	Plenary Session V – Dr. Reiko Abe, Chairman, Oriental Consultants India Pvt Ltd.
09:50 – 10:00	Networking Break
10:00 – 11:30	Concurrent Technical Sessions - III
11:30 – 12:00	Networking Break
12:00 – 13:30	Concurrent Technical Sessions – IV
13:30 – 14:30	Power Luncheon
14:30 – 16:00	Concurrent Technical Sessions – V
16:00 – 16:15	Networking Break
16:15 – 17:45	Concurrent Technical Sessions – VI

18:30 – 20:30	ACECC Awards Ceremony Gala Dinner (by invitation)
Friday, September 23, 2022 DAY 3	
09:30 – 10:00	Plenary Session VI – Mr. Duduzane Zuma, South Africa – “ Disaster Mitigation Strategies”
10:00 – 10:30	Plenary Session VII – Dr. Adesh Jain, Chairman i2p2m& Founder WPMF “ Agility In transforming Mindtrack to New Realities”
10:30 – 11:00	Plenary Session VIII – Dr. Ashok Kumar, Outstanding Scientist, Ministry of Science and Technology, Govt. of India “Built – Environment 2047 : Our Preparedness and Approach to Climate – Resilient Sustainable Building”
11:00 – 12:00	Valedictory / Reveille Ceremony

3.3 CECAR 9 頒獎典禮

111 年 9 月 22 日第 9 屆亞洲土木工程會議 (CECAR 9) 頒獎典禮，會議主辦單位邀請印度果阿省省長 Shri P.S. Sreedharan Pillai 作為首席嘉賓 (如圖 3-1)。



圖 3-1 頒獎典禮首席嘉賓 (印度果阿省省長)

頒獎典禮共頒發 ACECC 土木工程獎、土木工程成就獎及技術委員會活動獎，以表彰亞洲地區的傑出工程計畫、傑出工程師，及績優的技術委員會。本屆經由中國土木水利工程學會(CICHE)推薦參加評選，公路局蘇花公路改善工程處主辦之「蘇花公路山區路段改善計畫工程 (SUHUA Highway Improvement Project)」榮獲亞洲土木工程聯盟 2022 優良工程之首獎殊榮 (如圖 3-2)。

公路局由林副局長聰利率蘇花公路改善工程處、中興工程及臺灣世曦代表上台接受表揚 (如圖 3-3)，會後並與成員合照 (如圖 3-4)。



圖 3-2 蘇花公路山區路段改善計畫榮獲 2022 ACECC 優良工程首獎



圖 3-3 林副局長聰利代表領取優良工程首獎獎座



圖 3-4 代表團合照

3.4 「蘇花公路山區路段改善計畫工程」簡介

蘇花公路是臺灣東部地區唯一通往北部的公路，多年來，一遇天災經常造成公路中斷，因此 98 年開始進行「蘇花公路山區路段改善計畫」。

計畫團隊以永續公共工程核心理念為基礎，從規劃、設計到施工，歷經嚴謹環境調查與綿密公民溝通，掌握地質水文、選線最佳化及精進隧道工法，並構思施工衝擊減緩、土方鐵路運輸、停工機制、長期環境監測、友善生態文史及在地部落溝通等配套策略，並導入先進防災機電及智慧交控營運，以建構安全、環保與智慧之全生命週期典範山區公路建設；施工階段進一步推動工程碳盤查、依環評承諾設置環境保護監督小組，體現公共工程深度社會對話、資訊透明與監督機制，開創國內公共工程推動先例。

在東部地區極具挑戰的地質條件下，以 3D 地質和水質地質模型分析路線，遠離地質脆弱的區域。經過環境影響評估，將全長 38.4 公里的「蘇花改」分為長 24.6 公里的隧道、8.8 公里的橋梁，以及 5 公里的平面道路。大量運用隧道和高架橋的設計，降低對環境的直接影響，建立了一條重視環保與工程的道路。於施工過程進行生物多樣性的持續監測及調查，以環境調查研究結果來印證施工對環境無影響，並對周圍的水、空氣和植物進行多重監測，以確保符合環境法規和環評承諾，保護生物多樣性，進而維護東部地區好山好水的環境。

本工程在發現具有考古價值的漢本遺址後，與工程重疊部分進行搶救發掘，所發現之完整度極高的聚落，業經指定為國定考古遺址。施工期間利用舊有的鐵路隧道，做為隧道施工通路、排水通風的通道，並增闢隧道開挖工作面，以縮短施工工期，並藉由隧道道碴之再利用及舊鐵路運輸，大幅減少公路運輸對於空氣品質、噪音的影響，使周遭環境更安全，空氣更乾淨。

本計畫率先啟動碳排放生命週期並取得碳足跡查證聲明書，成為臺灣第一個獲得國際標準 ISO14067 之建設計畫。本工程完成後，從蘇澳至花蓮之交通時間從 160 分鐘降低到 100 分鐘，使得臺灣東部運輸能力大幅提升，同時也樹立了臺灣公共工程新的里程碑。

3.5 ACECC 2022 得獎名單

ACECC Awardees 2022

ACECC CIVIL ENGINEERING PROJECT AWARDS (土木工程獎)

Awardees:

1. Outstanding Project Award – SHUHUA Highway Improvement Project – TAIWAN
2. Aso Ohashi Bridge Area Slope Disaster Reconstruction Project Executed by way of an Unmanned Construction Method Using i-Construction – JAPAN
3. AI Faw Breakwater in Iraq – KOREA

4. Atal Tunnel Rohtang – INDIA
5. Development of Light Rail Transit Infrastructure in Jakarta, Bogor, Depok and Bekasi (LRT Jabodebek) – INDONESIA
6. Ninoy Aquino International Airport Expressway (NAIAX) – PHILIPINES

ACECC CIVIL ENGINEERING ACHIEVEMENT AWARDS (土木工程成就獎)

1. Prof. Osama Kusakabe – JAPAN
2. Wei-Fuu Yang – TAIWAN
3. Shalendra Ram – AUSTRALIA
4. Ir. Teddy Boen – INDONESIA

ACECC TECHNICAL COMMITTEE ACTIVITY AWARD (技術委員會活動獎)

ACECC TC-21 Transdisciplinary Approach (TDA) for building Societal Resilience to Disasters – JAPAN

四、心得

「蘇花公路山區路段改善計畫工程」榮獲亞洲土木工程聯盟 2022 優良工程之首獎，是本工程繼 109 年度榮獲 IRF「全球道路成就獎」工程設計類首獎後，再獲國際大獎殊榮，此項紀錄是政府、設計與執行團隊共同努力的成果，除將臺灣推動永續公共工程之創新技術與環境友善思維經驗與國際分享，更讓國際瞭解臺灣工程界專業技術之精進及堅持的信念。

CECAR 9 頒獎典禮，其會議核心主題為「基礎建設的永續設計及生態技術 (Sustainable Design and Eco Technologies for Infrastructure)」，由各獲獎工程的影片介紹亦可瞭解到日本、韓國、印度、印尼及菲律賓等國獲獎工程之特色及優點，並由中國土木水利工程學會的引介，認識日本、韓國等國出席會議的代表。

最後感謝中國土木水利工程學會的協助，讓國際能更瞭解臺灣推動公共工程之成果及堅持。

五、附錄

第 9 屆亞洲土木工程會議 (CECAR 9) 代表團名單

編號	姓名	服務單位/職稱
1	倪惠姝 Ni, Hui-Chu	中國土木水利工程學會/秘書長
2	張陸滿 Chang, Luh-Maan	中國土木水利工程學會亞洲土木工程聯盟委員會/顧問 國立臺灣大學土木系/名譽教授
3	林聰利 Lin, Tsung-Li	交通部公路局/副局長
4	游勝凱 Yu, Sheng-Kai	交通部公路局蘇花公路改善工程處/科長
5	王建智 Wang, Chien-Chih	中興工程顧問公司/副總經理
6	程慶寧 Cheng, Ching-Ning	中興工程顧問公司/技術經理
7	吳冠緯 Wu, Guan-Wei	中興工程顧問公司/工程師
8	陳正勳 Chen, Cheng-Hsun	台灣世曦工程顧問公司/副理
9	翁贊鈞 Weng, Tsan-Chun	台灣世曦工程顧問公司/計畫經理

六、資料來源

1. 亞洲土木工程聯盟網站 (<https://www.acecc-world.org/>)。
2. 第 9 屆亞洲土木工程會議 (CECAR 9) 資料。

「卡努颱風」台 14 線重災搶通及危坡搶修監測之經驗分享

呂正安¹、謝俊雄²、張光宗³

摘要

112 年 8 月 4 日卡努颱風挾帶豐沛水氣的西南氣流及共伴效應影響，發生持續性豪大雨，造成台 14 線埔霧公路自 64K 觀音至 99K 屯原間嚴重災點達 20 處，為近年來罕見的災情。救災如同作戰，作戰重在時效，又中區養護工程分局時刻掌握氣流變化，因勢應變調派鄰近各段主管及重機具，自 8 月 4 日深夜馳援，在奔騰雨勢中徒步發放水糧以緩受困之情，在泥流土丘中搶出通道供疏導人車。其後，不眠不休於兩日內恢復全線單線通車，獲行政院及總統讚許。本文擇精而述併記 75.9K 板下危坡搶修及監測處理之道，供各界卓參。

關鍵字：「卡努颱風」、「埔霧公路」、「防災」、「危坡」

一、前言

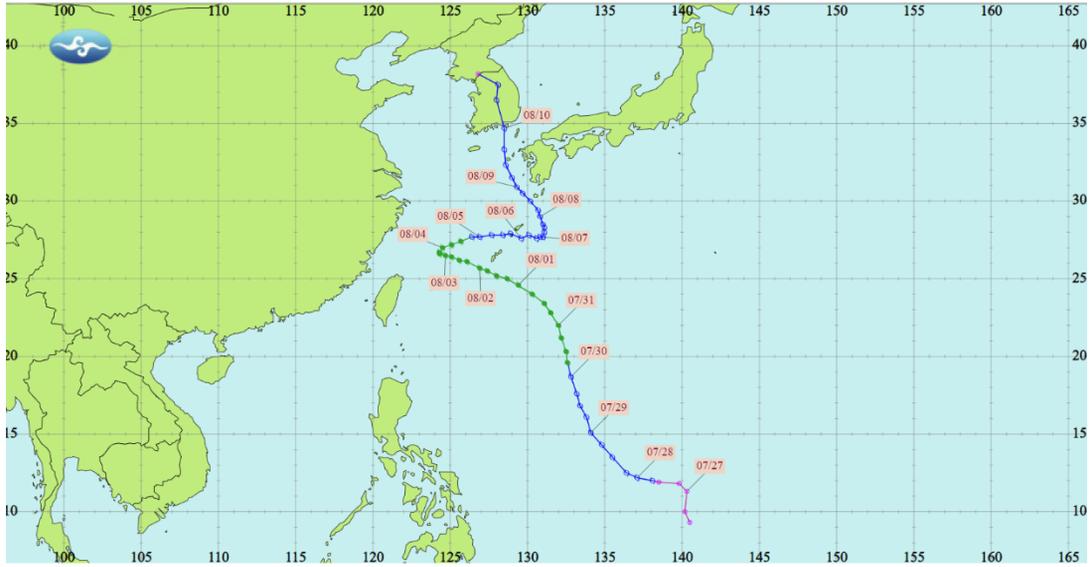
卡努颱風於 2023 年 7 月 26 日形成，路徑如圖 1-1，同年 8 月 15 日消散。期間，8 月 1 日逐漸接近臺灣並發展為中度颱風，當日晚間 8 時 30 分中央氣象局發布海上颱風警報，再於 8 月 2 日下午 5 時 30 分發布陸上颱風警報，直至 8 月 4 日早上 5 時 30 分解除陸上颱風警報、11 時 30 分解除海上颱風警報。

¹ 中興大學水土保持學系博士生、公路局中區養護工程分局主任工程師

² 公路局中區養護工程分局分局長

³ 中興大學水土保持學系教授

202306 卡努(KHANUN)



🌀 強烈颱風($V_{max} \geq 51.0 \text{ m/s}$)
 🌀 中度颱風($V_{max} 32.7-50.9 \text{ m/s}$)
 🌀 輕度颱風($V_{max} 17.2-32.6 \text{ m/s}$)
 🌀 熱帶性低氣壓($V_{max} < 17.2 \text{ m/s}$)

資料來源：https://rdc28.cwb.gov.tw/TDB/public/typhoon_detail?typhoon_id=202306

圖 1-1 卡努颱風路徑圖

卡努颱風路徑上雖未直接衝擊臺灣，然引進旺盛西南氣流滯留中部山區，醞釀成劇災。在仁愛鄉之仁愛測站 24 小時雨量達 885.5mm，2 日內降下 1053mm 雨量且時雨量極值達 114mm（8 月 4 日 16 時）（圖 1-2）；另霧社測站僅 8 月 4 日單日累積雨量高達 749mm、廬山測站也高達 668mm，雙雙創下兩測站的歷史紀錄，可謂漫地遭超大豪雨肆虐。相較過往，廬山測站在 2008 年辛樂克颱風時，單日累積雨量最高僅 486mm，2009 年莫拉克颱風時也僅 345mm。[遠見 2023-08-05 林仕祥]

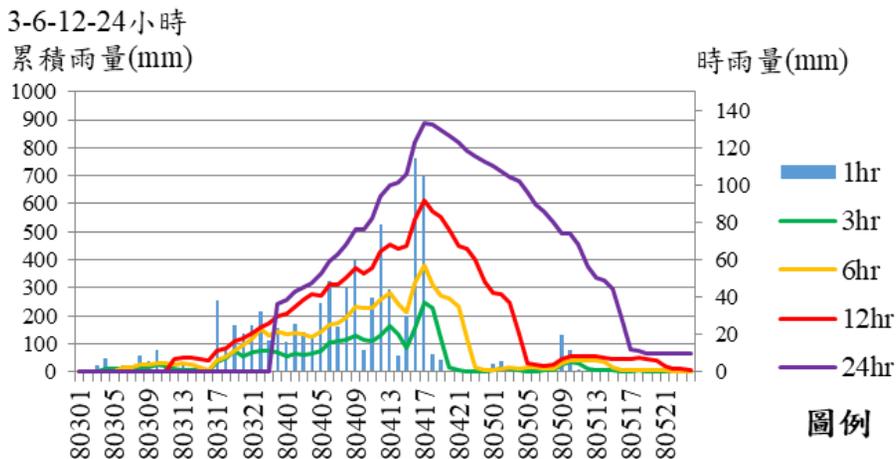
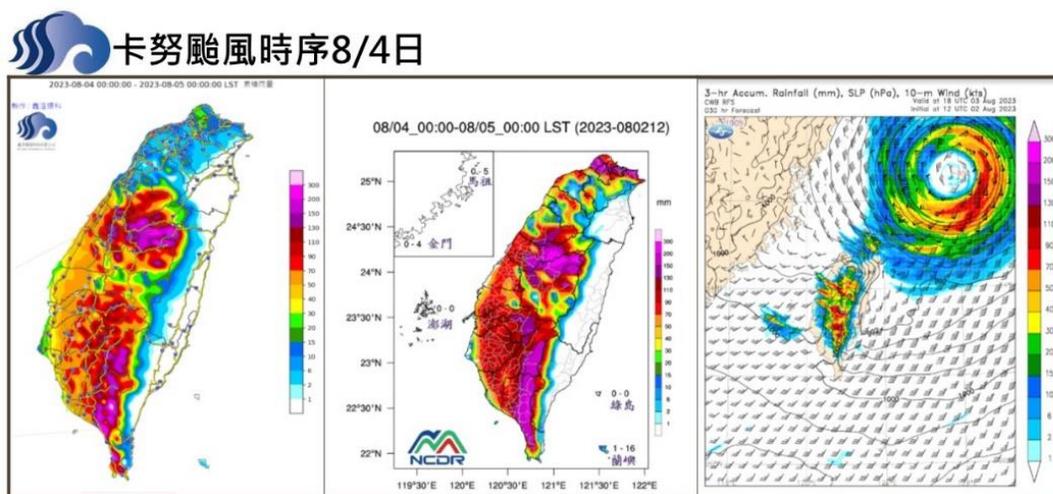


圖 1-2 南投縣仁愛雨量站雨量組體圖（112 年 8 月 3 日~5 日）

應變期間，公路局（112年9月15日前為公路總局）時刻監看卡努颱風動態，隨著颱風逼近，則加強與各分局進行視訊，除預告颱風動態及雨量情資外，並盤點應變部署、人員機具進駐情形及適時提醒歷史災點應重點加碼部署事項。8月3日局對分局視訊會議後，再由分局對工務段視訊，預判西南氣流逐漸靠近且有滯流南投山區情形，如圖 1-3 中之紫色區塊，故提醒可能發生重災區域應採取加碼策略，如台 14 線埔霧公路等區域。



鑫澄環境科技有限公司
SIN CHENG ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY

圖 1-3 8月3日視訊會議傳遞卡努颱風4日降雨預報圖

8月4日傍晚，公路局加開卡努颱風緊急臨時情資工作視訊會議（圖 1-4），以因應晚間可能來襲的兩勢攻擊。承公路局應變情資，中區養護工程分局（112年9月15日前為第二區養護工程處）隨即召集轄下8個工務段，進行第5次氣象情資研判暨整備部署應變會議，並即啟動加強疏導遊客儘速下山及強化協援機制。夜間掌握到西南氣流已漸推進仁愛地區且有滯留情形，分局長立即調遣先前告知需整備之南投工務段、谷關工務段、信義工務段等，由主管率重機械前往支援埔里工務段；再者，隨著颱風滯留且雨情劇烈，故同步調遣苗栗段黃陳全段長及員林段廖瑞仕段長成立勘災小組，分別率黎明工程顧問公司及彥盛工程顧問公司，於隔（8月5）日前往勘災；指派呂主任工程司正安擔任前進指揮所指揮官，傾注全分局之資源來因應卡努颱風。



圖 1-4 8 月 4 日傍晚公路局召開緊急臨時情資工作視訊會議
(左：中分局、右：公路局)

風雨嘯鳴中挺進仁愛鄉勘查災況，嚴重坍方 13 處、路基缺口 4 處、路基嚴重流失 2 處及路基淘空下陷 1 處。台 14 線為重要維生道路，遇此罕見重災，在公路局預判天氣情資得宜並提醒加碼部署，且中區養護工程分局有效動員下，於重災後首日（8 月 5 日）即單線搶通到霧社以供救災維生通行；8 月 6 日經分局長聯繫南投縣警察局協援封路管制，再搶通至廬山供全線救災暢行，達成行政院交付之重責大任；持續不懈，原預定 8 月 18 日全線恢復雙向通車，提前 2 天，於 16 日完成。搶通時序概要如圖 1-5。



圖 1-5 自 8 月 4 日災情嚴重而啟動搶災至 8 月 16 日恢復雙線通車之概要時序

本文彙整 8 月 4 日致災至 18 日間搶通為雙線通車之艱辛過程，以及最困難災點 75.9K 板下崩塌區之處理，擇要紀錄，俾供後續重災應變卓參。

二、搶通實錄

2.1 8月4日深夜銜命無畏前進

分局長依據天氣情資，召開應變研商會議，研判轄區中可能致災程度以仁愛鄉為最，其餘工務段之災情推測不大。又考量埔里工務段轄區已多年無發生重大災害，故指派一層主管副分局長前往災區偕埔里段主管應變。

傍晚時分，已請公路保全就地宣導車輛避免進入山區，另橫向聯繫在地機關加強宣導請遊客儘速下山，並利用 CBS 推播傳送災防告警訊息。惟承平無災之日久，民眾對災情感受力不強，故仍有徘徊山區者。深夜，颱風行進速度降至約 3km/h，近似滯留，又引進強烈西南氣流，造成仁愛鄉之雨情驟然加劇，需整備因應災情陸續發生後倘有人車受困之脫困作為，故分局長率一級主管坐鎮應變中心，運籌帷幄，緊急調遣處置如下：

1. 啟動緊急安置計畫：持續聯繫公路保全，安全導引受困人員至預先規劃之安置收容處所，以待救援。
2. 啟動送糧安撫計畫：埔里段之人員分組，挺進災點將水糧發送予受困人員；副分局長則在最大安置收容處所-南豐加油站旁之便利商店，安撫受困民眾、掌握災況、回報搶通進展。
3. 啟動鄰段支援策略：緊急調遣南投段 2 組機具，由段長及副段長率領連夜進駐搶災現場；調遣信義段 1 組機具及副段長進駐搶災現場。另埔里段自有機械、兩家搶修廠商等，傾力進場搶通救援受困人車。
4. 預置安排勘災小組：深夜時分，緊急安排兩隊勘災小隊，皆由曾在埔里段任職之同仁擔任領隊，分別為黃陳全段長（現為苗栗段段長）負責勘台 14 線之災點，帶領黎明工程顧問公司李坤哲協理等 4 人；廖瑞仕段長（現為員林段段長）負責勘查台 14 甲線之災況，帶領宏盛工程顧問公司宋昌國總經理等 4 人。
5. 指定前進指揮所指揮官：請前谷關段段長、現任主任工程司呂正安（當晚亦在應變中心共同研商），擔任前進指揮所指揮官。

雨勢猶如水瀑般傾洩而下，公路保全陸續回報公路坍方阻斷多處，且由 80K 霧社端往下搶通至 76.2K 發現此處已產生路基缺口，由此，分局應變中心研判災情已十分嚴重。

深夜風雨交加，分局長聯繫調遣明日搶通救災策略之際，第一線作戰同仁，無畏挺進搶通以解仁愛鄉受困之苦；在微弱的燈光間、有如嚎啕的風雨中，大家穿著公路反光背心穿梭災區發放水糧、公路機械無歇搶進。至凌晨 2 點多，由埔里端往上搶通小組已逐步由 64K 攻克 66K、再克服萬斤土石流挺進 71K，將 64K~75K 受困人車全數安然護行脫困；另霧社往下搶通小組回報協助 75K 受困民眾折返安置完成，達成緊急解圍之任務，如圖 2-1。



(1) 動員多段機具協援搶通



(2) 公路搶通團隊安撫及發放水糧



(3) 應變中心持續追蹤更新攻克災點及受困安置情形

一、現狀:

1. 機具

(1) 台14線66.2K 目前2台怪手(300型、120型), 於8/5 00:05搶通, 機具已前進至68.4K開始搶災。

2. 受困

(1)

① 經南豐派出所, 目前71k已安置:

一、南豐村臨時收容中心天主堂共39人(含2名遊客)男18人、女21人。

二、楓林活動中心共5人, 男3人女2人。

三、另香港遊客5人已安置在村民家中。

四、村辦公處共11人(含2名台電人員)男3人、女8人。

② 吳副處長誌中於71K現場, 與南豐村長及部分受困於南豐村全家便利商店的民眾(商店統計28名)說明搶災進度, 民眾體諒此次係天災, 態度都很平和, 目前店已關閉, 大家已在車上休息。

③ 南豐聚落(22車)

(3) 76.2K:

① 往埔里車輛, 大車16部、小車20部, 已全部折返回霧社街上, 本段已全部發送水及糧食, 部分願前往尋找住宿, 部分停留於霧社711前車上休息。

圖 2-1 8月4日深夜多段協援搶通協助受困安置民眾脫困情形

2.2 8月5日前進指揮所全力運作

呂主工正安偕 2 組勘災小隊清晨沿國六前進埔里, 傾盆大雨仍無止息之象, 轉接台 14 線往 68K 南豐前進指揮所(設於南豐派出所, 離最大阻斷點 71K 僅 3km), 期間路過幾處土石淤積嚴重路段, 雖經昨夜搶通奮戰鏟開一車道, 然車道積水且兩側可見土砂堆積約 2-3m 高, 顯見土砂量之多及昨夜奮戰之艱難, 如圖 2-2。



(1) 8月5日清晨國六仍暴雨侵襲



(2) 台 14 線兩旁土石堆高情形

圖 2-2 搶通勘災團隊不畏風雨土石挺進災區

創紀錄之雨情侵襲南投縣仁愛鄉，災情之重已非僅省鄉道遭土石覆蓋阻斷或路基缺口，而是全面性的千瘡百孔漫地成災，且攸關民生之水電通訊齊斷。另外，南豐村之住戶家園多數遭土石泥流灌入，該村聖本篤加油站更是遭土石滅頂，一時間成為全國各媒體關注之災點。

銜行政院之指示，8月5日須搶通台14線到霧社及台14甲線全線，以利救援物資、機具、人員等可順利到達各災點進行搶修作業。故前進指揮所指揮官向勘災小組告知目前搶通情形，並聯繫霧社監工站調派公務車接駁搶災人員加速勘災後，囑咐在網路可通之點即時回報災況，以利前進指揮所彙整災情及調遣搶通機械量能。勘災小組兵分兩路，一組朝台14甲線，另一組向台14線挺進，其中兩位領勘人員皆曾在埔里工務段任職多年，熟悉路線及地形；另請長年深耕災修設計且熟悉南投地區之設計單位會同，以利第一時間即能掌握搶修之概要。

表 2-1 卡努颱風勘災小組成員

台 14 線		台 14 甲線	
黃陳全	苗栗工務段段長	廖瑞仕	員林工務段段長
李坤哲	黎明工程顧問公司	宋昌國	彗盛工程顧問公司
鍾浩群	黎明工程顧問公司	張文彬	彗盛工程顧問公司
黃俊誠	黎明工程顧問公司	鄭景崙	彗盛工程顧問公司
黃志杰	黎明工程顧問公司	黃崑煌	彗盛工程顧問公司

勘災小組向災點挺進間，不僅需徒步履土石而有洪流之險境，且跨土丘而有深陷泥沼之險阻，仍不時回傳第一線重要災情照片；另有山洪傾洩、土石流、路基嚴重流失之斷點，仍風雨無阻涉過各災點並詳加紀錄，係本於使命「非艱苦為民者，難堪此任；非捨身護路者，無以赴險。」。



(1) 涉災區



(2) 記缺口



(3) 陷泥淖



(4) 勘橋梁



(5) 履泥沼

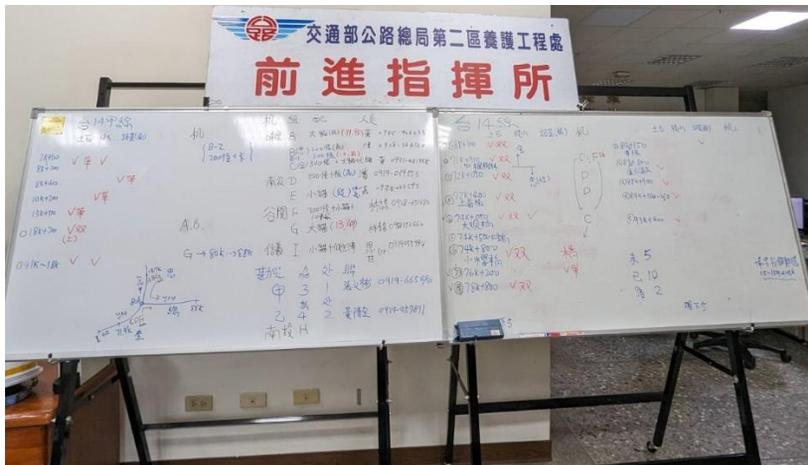


(6) 涉洪流

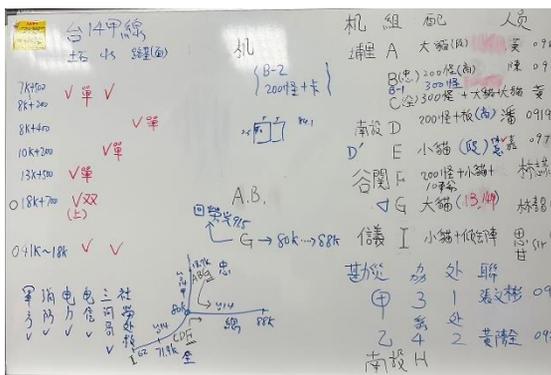
圖 2-3 勘災小組第一時間歷經各式考驗進入災點

另一方面，依勘災小組所傳回之災點情資，前進指揮所迅速盤點掌握各協援工務段之搶通機具、目前位置，其後展開有效的搶通作業：

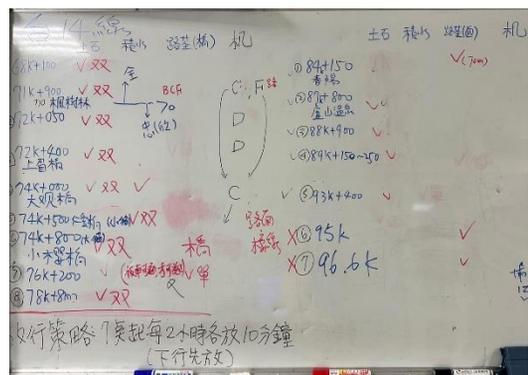
1. 依勘災小組回報之災點位置及災況，依路線、里程、阻斷源（土石、水、路基或橋梁等）、阻斷程度（單線阻斷或雙向阻斷）等，逐一登錄於前進指揮所之白板上，如圖 2-4（1）。
2. 採用分組（A、B、C...）分線搶進（台 14 線霧社以下、霧社以上及台 14 甲線），查報每一組機具班及勘災小組之主要聯繫電話，詳圖 2-4（2），以利聯繫掌握搶通及勘災進度，確保搶通人員安全。
3. 先攻一線以利續進至下一災點之策略，且攻出一線，則有效配置機具挺進下一災點，全線展開搶通大作戰，如圖 2-4（3）。



(1) 前進指揮所內配置策略運作紀錄白板以利一目了然搶通配置及進程



(2) 一塊白板上紀錄台 14 甲線災點、機具分組、救援放行車種、分組路徑及勘災小組



(3) 第二塊白板上紀錄台 14 線災點、機具挺進位置、管制放行策略等

圖 2-4 前進指揮所運作策略白板登載重要事項

4. 調派一組人員前往第一線搶通現場，一方面拍照紀錄搶通情形，並適時提醒加強作業安全，另一方面，先前往下一災點掌握災況及確保機械前進動線安全。
5. 前進指揮所裡，一方面與分局應變中心保持資訊交流並追蹤天候情資，另一方面每整點聯繫機械班搶通進展，以利研商挺進至下一災點。相關作業詳圖 2-5。
6. 在台 14 甲 18.7K 鳶峰易崩塌阻斷之災點，則重機械兩組把守，確保救援補給物資可順利往來。
7. 由大禹嶺前來支援之裝載機（俗稱大山貓），配置 500 公升柴油，一路清除台 14 甲線之小坍方，依前進指揮所擬定之搶通計畫，挺進台 14 線 80K 霧社以上，主攻春陽至廬山之搶通。



(1) 告知搶通人員應注意事項



(2) 搶災機具需搭配監看聯繫人員



(3) 派員林段高副段長文瑞到搶通現場紀錄及回報



(4) 採用先搶通一道以利機具挺進下一災點之有效推進策略

圖 2-5 搶通策略研商及現地執行情形

近中午時分，各段機具計 10 組在災區分 3 線有條不紊奮勇搶通，可謂無險不克、無阻不搶、無礙不攻，與時間賽跑。而在前進指揮所者：彰化段王嘉源副段長、陳韋升站長，在前線搶通者：南投段孫文昌段長、曾勇華工程司、谷關段饒哲銘副段長、白偉吉工程司、信義段機械班、員林段高文瑞副段長...等，何其憂民之切、奮勇不懈。

看到中分局搶通團隊不畏風雨、不顧安危，當日下午，在地民代及民眾送來暖暖的包子、雞塊、飲料等慰問，另孔文吉委員下午前來前進指揮所了解搶通進度，給予打氣並深深感謝公路局堅強迅速搶出維生動線。下午 4 時許，達成行政院之指示，搶通台 14 線到霧社及台 14 甲線後，團隊仍無一分一毫懈怠，連夜召集廠商研議夜間輪班作業及明日搶通之策略，一直到深夜。

2.3 8 月 6 日行政院視察搶通進度

行政院日夜追蹤台 14 線搶通進度，繼 8 月 5 日達成搶通台 14 線、台 14 甲線維生救援重要軸線後，8 月 6 日設定需將台 14 線搶通至廬山，且鄭副院長文燦偕王部長國材預計 8 月 6 日下午勘查災情及視察搶通進度。

承行政院之任務指示，分局長綜覽搶通進度及災情收斂程度，再指派彰化段陳段長俊彰及王副段長嘉源、南投段曾勇華工程司、谷關段饒副段長哲銘、白偉吉工程司等，早早來到前進指揮所與指揮官呂主工正安密切合作；另因封閉道路管制之需，分局長聯繫南投縣警察局協援封路，以利減少干擾有助管制時段內全力搶災。埔里段邱段長炳榕、秦副段長滄漪、林站長照傑等率全段同仁，依舊戰力十足，為能達成提早救援維生通行之任務，皆傾力投入。

分局長及副分局長等在分局應變中心輪流坐鎮，一方面掌握最新搶通進度，另一方面提供最新天候情資、適時發佈搶通或管制道路之新聞稿，及彙整報表陳報公路局。前進指揮所與中分局及第一線之聯繫緊密，且調遣搶通機械、輪流作業有序，加之彙災況、接長官、備簡報、...等，運作順遂。搶通團隊整體運作節奏流暢，可謂「整指令於輕重得宜，安程序於搶通之後。」。

副院長及部長皆對團隊不眠不休為民行搶災之力拼，給予高度肯定；對於能協助救援先行、救援物資運送、電力電信等優先通行之措施，十分嘉許；強化橫向聯繫及協助地方政府，亦表讚許。在副院長及部長視察鼓勵下，接近下午 5 點前，台 14 線 80K 以東至 94K，搶通完成。而 95K 屯原以上至 99K，有兩路段路基嚴重流失，因其無人居住且非一兩日可搶通，經與民代及地方溝通獲得諒解後，調整策略，將其搶通期程延後，以利調度機械趕赴其他災點救災。本日作為如圖 2-6。



(1) 調遣多位主管進駐前進揮所協援



(2) 日以繼夜搶通效能高已可見路面



(3) 郭主任純鑑於春陽井然有序簡報本局應變作為



(4) 呂主工正安於南豐加油站旁簡報日夜搶通情形



(5) 王部長國材說明搶通各項便民安全作為



(6) 鄭副院長文燦說明行政院重要搶災政策



(7) 部長指示關心在地民生需求



(8) 苦民之需，陳情者之需求立即妥處

圖 2-6 8 月 6 日搶通情形、副院長及部長視察慰勉

2.4 8 月 7 日總統慰勉三度肯定公路局

公路局在陳局長文瑞領軍下，眾志成城；中分局在謝分局長俊雄將士用命下，兵分 3 路、11 組機具輪翻上陣，全分局偕同南投、谷關、信義段之機具，及各段主管與同仁，兩天內達成行政院交付之搶通指示，不辱使命。有感於日夜無休在第一線搶通大作戰之艱辛，總統特別安排親自到災區慰勉。

在積極準備總統下午視導災點及投入搶修路基缺口時，一早八點多埔里段回報 75.9K 忠勇橋北側路段路面嚴重開裂，不僅如此，下邊坡地錨格框崩塌失去穩坡功能，因而緊急封閉道路通行。接獲該緊急狀況，分局長於分局內邀副分局長、主任工程司等召開緊急會議，依掌握之情資研商決策：

1. 緊急搶通：調遣南投段孫段長文昌前往現場指揮，朝儘速恢復維生救援運輸為最高方針。
2. 府方行程調整：由熟悉災區現地情勢及與總統府接洽行程之呂主任工程司，向總統府對口人員說明情況，在安全、可行的最佳地點辦理總統慰勉搶通團隊。
3. 後續修復：由督導埔里段之吳副分局長誌中綜理，協助調遣資源以利緊急搶通。搶通後需再強化邊坡穩定，以利尚未進行長期復建前之通行維持及安全。

「因災制宜、審勢而為」是公路局山地段常面臨災害考驗下所磨練出之智慧。孫段長與現地搶通之重機具作業人員，因應得宜，迅速恢復維生運輸通行，獲民眾讚許不已，本分局搶通團隊也是歡欣鼓舞。

總統於下午 2 點 50 分抵達 71K 南豐村（聖本篤）加油站。由呂主任工程司簡報搶通情形，講說間總統不時俯身傾聽示意肯定，其後交通部陳政次彥伯補充本部之清坍效能及護行對策，總統頻頻點頭示意讚許。隨後，總統致詞時，對於公路局災前部署到位、災中應變得所、災後搶通及時，三度表達感謝，並請與會各機關一同向公路局鼓掌，表達出高度的肯定，詳圖 2-7。



(1) 台 14 線 75.9K 路基嚴重開裂致通行風險高而管制封閉



(2) 民眾向搶通團隊揮手感謝迅速搶通供維生救援通行



(3) 呂主任工程司簡報公路人以仁愛愛民為己任之奮勇搶通情形



(4) 陳政次彥伯精要補充交通部以優先恢復民生之相關作為



(5) 總統特別感謝公路局對災前、中、後之應變護民得宜



(6) 總統特別向林副局長致上感謝公路局之辛苦



資料來源：TVBS 112年8月6日報導

(7) 總統高度肯定並請在場拍手感謝公路局艱辛搶通

圖 2-7 總統勘災視察當天情形

三、局的視察指導

3.1 8月8日總工程司勘災指導

初步搶通獲總統及各界肯定後，尚有多處棘手的路基缺口需強化，以利儘早恢復雙車道通行，讓沿線民生經濟運作能早日復原。因此，陳總工進發於父親節（8月8日）當日輕車簡從，前來勘災及指導復建策略。

車行其間，總工詳加巡視道路復原狀況，從土砂堆痕、溝底淤積之狀況，研判出從8月4日深夜迄今，僅短短兩日即2天內搶通維生運輸軸線，且3日天內能將沿線土砂清理達8成以上，了解到此係8月7日及8日這兩日每日動員超過50台機具，首先表示肯定之意。

其後，從64.1K 觀音路段之基礎遭曲流淘空開始勘查，經72.1K 南豐路段路基缺口、75.9K 忠勇橋北側引道路段之坡趾淘刷致邊坡地錨保護工潰敗、76.2K 板下路段之路基遭水路沖擊形成缺口等，總工分析災況切中要點，指導防護搶修及復建策略等，皆層次分明。同行的中區養護工程分局呂主工及埔里段邱段長及秦副段長等，皆吸收到寶貴的經驗且後續因應處理有序，過程概要如圖3-1。



(1) 64.1K 路面縱向開裂，總工肯定朝巡發現即採取封閉單車道之正確作為，並指示以透地雷達檢視。



(2) 64.1K 總工研判曲流攻擊造成路基淘空下陷，經掃瞄確實淘空十分嚴重並以緊急回填補實



(3) 72.1K 路基缺口應係坡趾遭淘刷所致



(4) 總工指示短期先以鋼軌樁構架系統來穩固邊坡



(5) 75.9K 因邊坡崩塌嚴重，安全係數已瀕臨界值，故總工指示迅速辦理邊坡減載及噴漿護坡等緊急作為



(6) 將尚有支撐之基樁以噴漿固結，再辦理坡面減載，提升安全性；長期則需強化坡腳遭蝕溝淘刷。



(7) 76.2K 總工檢視後指出，係水路匯集沖擊下邊坡致路基缺口



(8) 缺口下方深谷以就地崩積土回填後，採用整坡雙階鋼軌（兩階間置放太空包）擋土方式回復路基

圖 3-1 總工 8 月 8 日勘災情形

過午，總工特別前往霧社監工站，向辛苦的第一線同仁表達局裡感謝之意，並與同仁閒話家常，慰勉肯定之意，溢於言表。

3.2 8 月 9 日局長視察慰勉

風災後的行程更加繁忙，在緊湊滿檔行程中，局長特別抽空前來第一線視察打氣。

看著第一線的搶修同仁全力穿梭在災區作業，局長深表欣慰。在進災點前，局長也換上雨鞋，踏過土堆、泥濘及崩塌區，深入勘查第一線救災搶通之艱辛。看見局長肩併肩與同仁探討搶通過程及提醒應注意事項，搶通人員無不卯足全力，加緊輪班日夜趕工。故尚在單線通行之搶修路段，不管是 64.1K 的淘空短期回填防淘、72.1K 的鋼軌打設、75.9K 的掛網噴漿保護，以及 76.2K 的鋼軌加固路基，皆全速提升效能；另為免影響白天地方政府搶修作業，若有封路施工搶修之省道路段，不辭辛苦改至夜間施工，如 75.9K 及 76.2K 兩處路基缺口，如長官所肯定：寧可益人而苦己，共創民生大利益。

過午局長抵達霧社監工站，與同仁家常問候，又體恤第一線同仁的辛苦，特別致上誠摯謝意。另與孔文吉委員會合，就搶災及復建事宜，如何盡快讓民生恢復，廣泛而深入地交換意見；其後與孔委員探視其他災點，委員深深感謝局長領軍對此次救災的全心奉獻，讓省道能如此快速恢復通行。局長特別告訴委員，對於民生安行早日達成，本局同仁皆有著深切的使命感，故其對同仁十分有信心，也給予同仁最大的支持及鼓勵，如圖 3-2。



(1) 在 64.1K 了解搶修進度並指示儘速完成透地雷達及提供檢測結果



(2) 局長指示加速透地雷達作業速度及彙整檢測成果，以利掌握整體狀況



(3) 勘查 75.9K 盼能儘速恢復雙向通車及強化路基邊坡穩固



(4) 在 76.2K 指示搶修作業推動宜兼顧橫向機關救援運輸及民生通行順暢



(5) 踏過泥濘深入各個災點了解搶修之艱辛過程



(6) 雨勢來襲，撐傘繼續勘查，盼能儘早完成路基加固護民安行



(7) 過午局長進霧社監工站與同仁寒暄打氣



(8) 局長與孔文吉委員傾聽災民之需求及心聲，指示全力協助民行所需

圖 3-2 局長 8 月 9 日視察情形

3.3 8 月 18 日局長慰勞全線恢復雙線通行

搶修期間，雖然偶爾午后有雨，然天眷搶災，天空時常放晴，讓日夜趕工的搶修順利達成對行政院之承諾：8 月 18 日前全線恢復雙線通車：

1. 64.1K 路基淘空下陷之災點，以透地雷達掃瞄獲悉淘空位置，其後在信義段陳貽嗣副段長帶領同仁協助全力搶修下，回填灌漿 8 月 16 日加固有成。
2. 72.1K 路基缺口，在信義段同仁全力支援搶修下，並自主出動瀝青路面修復班，8 月 12 日即加固並擺放護欄完成。
3. 75.9K 路基開裂且下邊坡崩塌、76.2K 路基缺口等，利用夜間封路施工，分別在 8 月 15 日及 16 日完成加固；84.2K 路基缺口，同樣在加強動員能量下，於 8 月 15 日將導排水分流及路基加固完成。

同仁本著「今日我以公路局為榮，挑燈並肩搶通，明日公路局以我們為榮。」，父親節在外打拼未歇，且一連多天日以繼夜挑燈夜戰，澆灌為民行之固、整平為民行之順，體現公路局使命團結一致、為民不辭辛苦！從中，讓團隊成員有著成就感及榮耀感。另局長率陳總工進發、吳副總昭煌、李組長順成（養路組）、傅副組長立祥（養路組）等，在繁忙公務中，特別在 8 月 18 日再赴第一線勘查搶修後情形及向投入卡努搶通（修）之團隊表達感謝，如圖 3-3。



(1) 感謝南投縣警察局卡努風災期間對本局多方協助



(2) 總工細數搶修成果，感謝團隊全力以赴提前完成行政院交付之重任



(3) 吳副總讚許白板中所提到的搶通作戰策略



(4) 局長及總工向協援眾多之南投工務段致上慰勉之意



(5) 局長向各方在風雨中挺進支援搶災之友軍表示感激及肯定



(6) 局長及總工慰勞第一線艱辛搶災的埔里工務段邱段長炳榕



(7) 局長及總工慰勞感謝中分局謝分局
長俊雄領軍之搶災團隊



(8) 經總工指出 64.3K 道路於災後經朝
巡發現開裂即採取封閉之正確作
為，局長深表肯定

圖 3-3 局長及總工 8 月 18 日慰勞情形

四、最困難處理之災點

4.1 困難災點之處理節奏

75.9K 下邊坡地錨格框崩潰，造成下邊坡崩塌，既有微型樁裸露，狀況緊急。為維持救援軸線通暢，評估後緊急採用調整路基及坡面適度減載，供道路恢復基本維生運輸。其後則儘速調派邊坡蜘蛛人進行下邊坡噴漿加固作為，以進一步強化路基安全。

而為復建工程發包前之通行安全管制，分局長 8 月 7 日特前來了解並主持研商會議，除了緊急加固外，指示在復建完成前，應辦理短期監測以掌握坡面穩定性。

經總工 8 月 8 日勘災，從路基開裂之狀況及邊坡破壞模式，研判應係下邊坡不穩定造成之破壞。故又指示繞過崩塌區，從下邊坡之羊腸小徑挺進到坡趾處。經仔細觀察比對破壞情形，研判係邊坡遭野溪側向侵蝕，因而坡腳失去支撐而不穩定，造成地錨加固系統失去功能而潰敗。總工具體指示事項擇要如下：

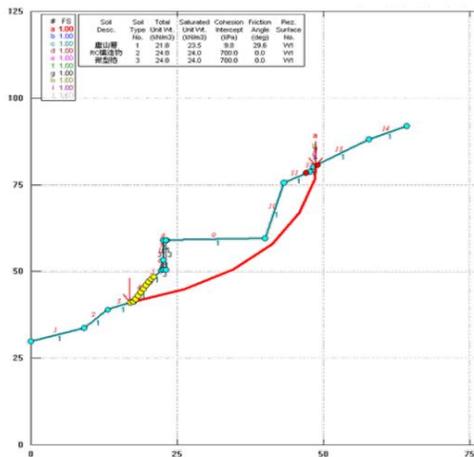
1. 最困難路段為 75.9K，目前安全係數為臨界值，隨時會再惡化（經分析檢核，圖 4-1，常時安全係數為 1）；致災成因為坡趾淘刷致下邊坡崩落產生路面下滑；緊急增派對面監視人員，最快速度趕緊掛網噴漿，作好道路流失之準備；趕緊進行復建設計施工，以坡趾擋水護岸為重點。

2. 短期搶修

- (1) 緊急部分：配無線電及哨子予兩端保全，以利通聯；增加 1 名邊坡監看保全，邊

坡有異狀時立即無線電通知兩端保全阻絕人車進入；掛網噴漿加固下邊坡防止再崩落。

- (2) 短期部分：加設監測儀器，掌握道路邊坡狀況；請中區養護工程分局及埔里段再持續觀察現地變化，研擬是否有再加固防護對策。
3. 復建部分：請即啟動辦理設計；研擬設計坡趾處擋水護岸以消除致災因子；儘速辦理，趕緊復建才能保住路基不再崩落。



(1) 以邊坡穩定分析軟體進行分析

分析模式	穩定分析安全係數	規範要求安全係數
平常模式	1.00	≥ 1.50
地震模式	0.82	≥ 1.20
暴雨模式	0.58	≥ 1.10

(2) 邊坡穩定安全係數皆較規範要求低且常時安全係數僅為 1

圖 4-1 台 14 線 75K+900 受災後坡面穩定分析成果

4.2 專家現勘

現地監測係採自動推播，當監測值超過管制值時系統會將訊息自動傳至相關人員手機。恢復維生通行初期，監測情形尚屬穩定。惟連日下午有短時強降雨，致夜間偶爾達到預警值。為確保安全，乃邀專家學者現勘。

邀請中興大學水土保持系張光宗教授及土木工程系陳毅輝教授，共同會勘。兩位教授分別以不同的角度，多面性的檢視坡面，提出以下建議：

1. 短期需辦理邊坡減載，並於減載初期監控修坡之後是否穩定。
2. 雖已裝設傾斜計、裂縫計及雨量站，可考量增加邊坡監測之多元化，如沉陷計、光學監測儀器等，以利後續蒐集更多監測數據後，回饋災點後續搶修及復建之參考，並訂定三階段之管理值作為工務段後續邊坡管理之依據。
3. 下邊坡野溪有土砂堆積，可能會形成小堰塞湖，建議先初步疏通一條水路，避免後續水路攻擊路基下邊坡護岸。
4. 由多組劈理面與節理面量測結果統計，劈理面平均位態 N18°E/31°E，節理面平均位

態 N54°W/80°W，邊坡朝西南西傾斜，無不利的弱面方位造成平面、楔型和翻倒破壞。初判邊坡地質弱面對此次災害成因影響較小，野溪淘刷造成下邊坡崩塌，導致路基邊坡的變形和裂縫。

- 顧問公司可針對上次復建施加地錨完成之邊坡穩定分析結果，與此次崩塌邊坡變陡且喪失地錨作用力的穩定分析，比較其安全係數的折減；之後藉由復建工程提升至災前之安全係數，並作為預警管制道路及後續邊坡復建參考之依據。
- 另下邊坡坍塌之崩積層暫時先不擾動，建議後續與南投縣政府、水土保持局、林務局與縣府原民局會勘協商辦理後續野溪治理，避免河道上游邊坡坍塌與下游淘刷，造成忠勇橋路段再次發生災情。
- 邊坡開挖時，應加強監看路面及坡面情形，且掌握監測變位狀況。另開放通車初期，要持續監控邊坡狀況，災點排水也要特別注意，以避免災情擴大。

由專家所提意見，對災害之監測及防治，有更多元的認知及執行方向。後續除辦理公路復建設計外，將儘速與相關單位辦理野溪及邊坡治理協調，以利路段周圍易致災環境的穩定。

4.3 監測結果

崩塌後邊坡穩定分析顯示現況有明顯道路路基及邊坡不穩定情形，故依分局長 8 月 7 日召開研商會議（4.1 節），在災修工程完成前，辦理短期監測以掌握現況穩定性，且為即時掌握監測值而進行相應之作為，皆採可透過自動推播方式將監測資訊傳送至相關人員手機，故安裝電子傾斜計、電子裂縫計等，如圖 4-2 及表 4-1：



圖 4-2 監測儀器佈設平面位置圖

表 4-1 台 14 線 75K+900 災後坡面監測儀器對應之管理值

監測儀器	說明	注意值* ¹	警戒值* ²	行動值* ³
電子傾斜計 (4 組)	掌握結構物是否有因邊坡持續坍塌而致傾斜不穩定現象。	有位移趨勢 100 秒/日 累積±200 秒	有明確位移趨勢 300 秒/日 累積±500 秒	有明確位移趨勢 500 秒/日 累積±1000 秒
電子裂縫計 (2 組)	掌握裂縫是否有因邊坡持續坍塌而持續擴大現象。	裂縫增量達 4mm	裂縫增量達 8mm	裂縫增量達 12mm
雨量計 (1 組)	提供現場即時雨量資料，提供預警作為參考。	24 小時累積雨量 80mm 或時雨量 40mm 以上	-	-
<p>*1 注意值：監測數據開始略有變動，需加強注意後續狀況。 *2 警戒值：道路路基已確定為不穩定。 *3 行動值：道路路基已發生位移，有破壞疑慮。</p>				

表 4-1 所列監測管理值係為災後初期所擬定。經 8 月 9 日至 9 月 3 日期間監測成果顯示，有 1 組儀器超過警戒值（裸露坡面坡頂）、2 組儀器超過注意值（裸露坡面坡頂兩側），另鄰裸露坡面最近之 ET-3 傾斜儀，於 8 月 16 日及 8 月 20 日曾有加速傾斜現象，經追蹤研判係該期間常有午后下雨且仍在進行坡面強化。自 8 月 20 日以後，各監測儀器之傾斜趨勢皆已趨緩。再經現地持續觀察，皆無明顯位移現象，顯示道路路基不穩定情形，經坡面噴漿保護及路基灌漿改善強化後，已漸趨緩和。因而，後續監測管理基準需依坡面改善情形而採滾動調整。

五、結論與建議

卡努颱風雖對仁愛鄉造成全面性災害，然在公路局情資傳遞、情境推演到位，中區養護工程分局掌握應變節奏、適時加碼各段支援，以及前進指揮所調遣搶通有序下，如同兵推情境再現，兩日內完成全線搶通；又總工前來勘災指導、局長前來慰勉打氣，也讓搶通團隊有具體明確搶修方向及凝聚提升作戰力。因此，如同教戰守策所言：「天下雖平，不敢忘戰，...教之以進退坐作之方，使其耳目習於鐘鼓旌旗之間而不亂，使其心志安於斬刈殺伐之際而不懼。是以雖有盜賊之變，而民不至於驚潰。」，古今應變之道，係有所通。而從本次搶災過程中，尚有幾點建議事項：

1. 承平時不忘戰：本局應持續強化應變體系、掌握應變節奏，可朝複合式、跨段協援之模式，乃至養護及監理互援等，以利災時熟練應變作為。

2. 災前部分：重災初期常伴隨斷電、斷訊，山區道路一旦中斷，難以掌握沿線受困情形及災況。故可提前加派公路保全進駐，亦或平時即與公所及在地部落間強化聯繫通報管道。
3. 災中部分：重災發生時，記者群、各級民代、橫向單位...等探詢災情及搶通進度之電話幾無停歇，且主要集中在段長、指揮官等，難免影響搶災資訊研商對策。故建議配置專門通報災情之聯繫窗口，及透過社群軟體 line 成立資訊揭露群組，即時將災情資訊有效推播，節省逐一聯繫所耗精力。
4. 災後部分：除了檢討邊坡分級機制及封路管理值外，最重要的是打設鋼軌擋土部分，應派員加強監看是否穩定，必要時進行監測，確保復建前維繫安全通行。

誌謝

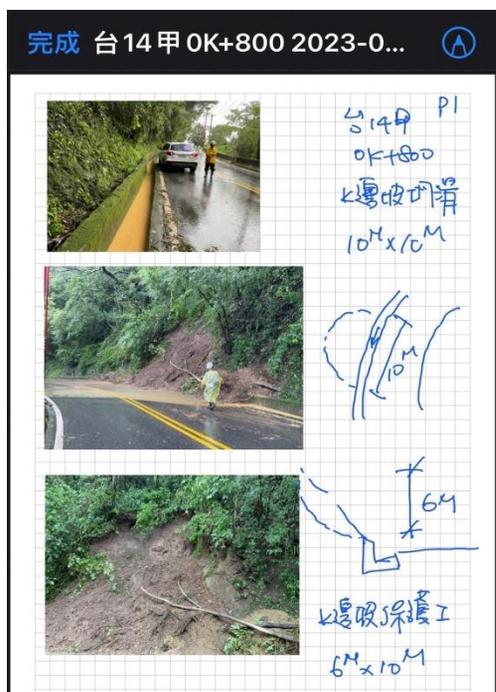
感謝卡努颱風期間，協助中區養護工程分局投入搶通之友軍，體現出國人面對重大災害及艱困之挑戰，彼此能發揮仁愛之精神，不僅奮勇挺進災區，且日夜不懈韌性十足的搶通，使命必達。

附錄

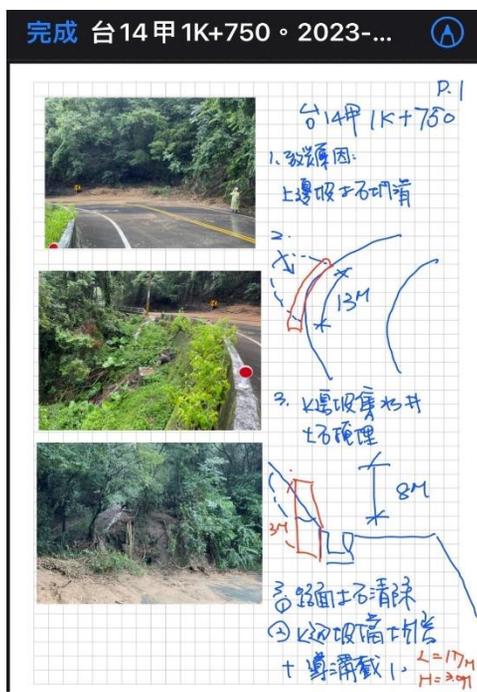
本次搶災成效獲各界好評，局長 112 年 8 月 18 日率陳總工進發、吳副總昭煌、李組長順成、傅副組長立祥等至災區慰勉時，特別指出希望能留下第一線搶災時珍貴稿件資料，故酌錄如下，以供各界卓參精進。



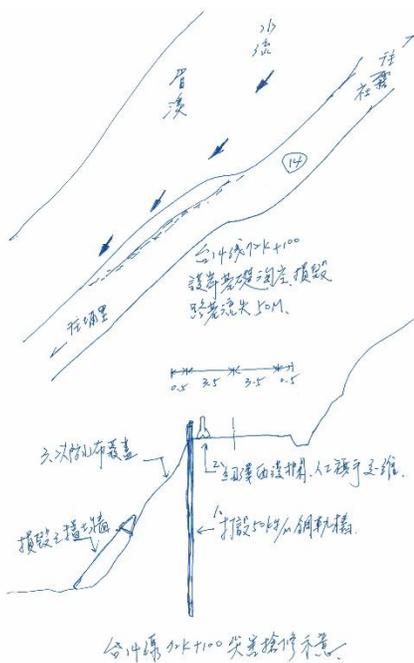
(1) 8月7日完整災點及搶通情形紀錄(右上角註明更新時間)



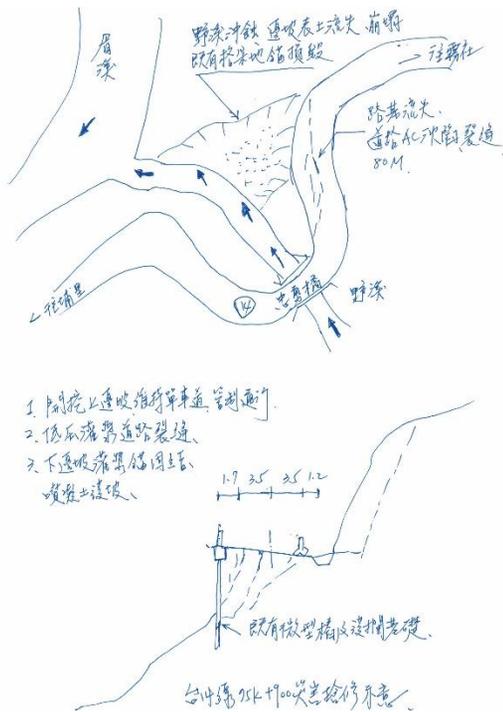
(2) 勘災紀錄手稿(14甲 0K+800)



(3) 勘災紀錄手稿, 含里程、災因、災損示意、整治概要



(4) 勘災紀錄手稿
(台 14 線 72K+100)



(5) 勘災紀錄手稿
(台 14 線 75K+900)



(6) 依勘災結果製作成沿線災害地圖 (一)



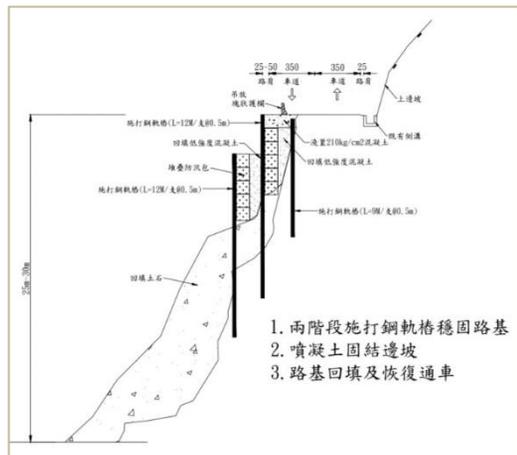
台 1 4 線 災 害 地 圖 (二)



(7) 依勘災結果製作成沿線災害地圖 (二)



(8) 8月4日深夜風雨交加時搶災團隊挺進災區時發現 76.2K 路基缺口之情形



(9) 8月5日勘災後, 即繪製 76.2K 搶修工法示意圖, 谷深達 25m 以上, 採用雙層鋼軌護坡, 中間設置就地土方回填再利用之防汛包, 且鋼軌外側採噴凝土以防水的冲刷。



(10) 先擺放護欄以維 76.2K 路基缺口
路段之通行安全



(11) 短期加固 76.2K 路基缺口之情形

附圖 卡努搶災之重要相關手稿、圖說及作為

跟團旅遊怎麼

縮水了!

1

旅行業若未依旅遊契約所訂定的行程、交通、食宿或遊覽等項目執行，消費者可以要求賠償**2倍**差額違約金。



國外旅遊定型化契約
應記載及不得記載事項



國內旅遊定型化契約
應記載及不得記載事項

2



但屬天候、地震、戰爭等因素所造成

旅行業為維護團體安全與利益，
必須依實際需要變更行程

所增加的費用

不得向旅客收取

所減少之費用

應退還給旅客



行政院消費者保護處 廣告

臺灣公路工程

出版機關：交通部公路局

地 址：108234 臺北市萬華區東園街 65 號

電 話：(02)2307-0123 轉 8112

地 址：<http://www.thb.gov.tw/> 數位應用 / 影音及出版品

出版年月日：中華民國 113 年 4 月 15 日

創刊年月日：中華民國 41 年 11 月 11 日

刊期頻率：雙月份 15 日出刊

本期定價：新臺幣 100 元

展 售 處：

五南文化廣場

地 址：400002 臺中市中山路 6 號

電 話：(04)2226-0330

國家書店松江門市

地 址：104472 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：100003 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：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 113 年 4 月初版一刷

GPN：2004100003

ISSN：1812-2868

著作財產權：交通部公路局

發表之文字如需轉載或引用請先徵得本局之同意。

(請洽交通部公路局，電話：(02)2307-0123 轉 8112)

半年新臺幣300元
一年新臺幣600元

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：交通部公路局其他雜項收入戶

ISSN 1812-2868



9 771812 286005

GPN2004100003

定價新臺幣100元