



幸福成真



蘇澳東澳-白米脊背橋



苗栗北溪河川橋



苗栗和平-武塔高架橋



台中大清水-仁水隧道

安全啟航

第六屆 蘇花改工程技術論壇

論文集

2019

第六屆蘇花改工程技術論壇論文集

宜蘭

民國 108 年 11 月 20~21 日

指導單位

交通部、交通部公路總局

主辦單位

交通部公路總局蘇花公路改善工程處、國立宜蘭大學土木工程學系

執行單位

財團法人中興工程顧問社

協辦單位 (依單位筆畫次序排列)

大同股份有限公司、大陸工程股份有限公司、工信工程股份有限公司、中華電信股份有限公司、中興工程顧問股份有限公司、台灣世曦工程顧問股份有限公司、弘益生態有限公司、兆藝交通工程有限公司、全徽道安科技股份有限公司、峯典科技開發股份有限公司、宜興預拌混凝土股份有限公司、東丕營造股份有限公司、威建企業有限公司、新亞建設開發股份有限公司、盟立自動化股份有限公司、靖宜工程有限公司、靖瑋營造有限公司、榮工工程股份有限公司、福清營造股份有限公司、蘇建興營造有限公司

©2019 Copyright by Preparatory Committee of the 6th Technology Forum on the Suhua Highway Improvement Engineering
第六屆蘇花改工程技術論壇籌備委員會

Printed and bound in Taiwan.

Edited by How-Jei Shau, Director, Suhua Highway Improvement Engineering Office, Directorate General of Highways,
Ministry of Transportation and Communications (MOTC)

Hsien-chang Kao, Assistant Manager, Geotechnical Engineering Research Center, Sinotech Engineering
Consultants, Inc.

Fu-yuan Hsiao, Team Leader, Geotechnical Engineering Research Center, Sinotech Engineering Consultants,
Inc.

All rights reserved. No part of this publication or information contained herein may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, by photocopying, recording or otherwise, without written prior permission from the publisher.

Although all care is taken to ensure integrity and the quality of this publication and the information herein, no responsibility is assumed by the publisher nor the authors for any damage to the property or persons as a result of operation or use of this publication and/or the information contained herein.

Published by Preparatory Committee of the 6th Technology Forum on the Suhua Highway Improvement Engineering.

前 言

臺 9 線蘇花公路自清代初建古道起，多沿崖壁開鑿擴建，相關維護與改善工程亦持續不斷，然因複雜地質條件與濱臨太平洋，蘇花公路一直面臨地震、颱風、暴雨導致的落石、坍方與土石流的挑戰，蘇花公路亟需改善早為社會共識；同時，為回應東部民眾「安全回家的路」訴求，交通部從社會正義觀點切入，兼顧環境生態保育的理念，期待蘇花公路改善工程提供東部民眾安全永續的運輸要道。

蘇花公路改善工程全線通車後，除提供東部民眾往來北部地區之長期安全、可靠的聯絡道路之餘，亦可大幅縮短宜蘭至花蓮的行車時間，屆時民眾將有更多樣運輸方式的選擇，促成東部地區具備多元文化融合、自然生態景觀、優質生活環境，以及國際嚮往景點之永續發展特色。

蘇花改工程於民國 100 年正式開工，在民眾高度期待下，主管機關與施工單位兢兢業業努力克服各種困難挑戰。「A 段蘇澳至東澳段」已於去(107)年 2 月正式通車營運，接續「B 段南澳至和平段」及「C 段和中至大清水段」亦將完工通車，蘇花改所秉持的「幸福工程」目標，即將「幸福成真、安全起航」。在全線通車前夕，為落實施工訊息透明公開、施工過程全記錄、環境生態保育等理念，並延續前五屆蘇花改工程技術論壇之成果，乃邀請蘇花改計畫推動人員、設計及施工單位、環境生態保護人士、專家學者、地區民眾共同與會，就計畫推動、施工挑戰、生態環境、文化遺址等議題進行研討與回顧，分享蘇花改工程推動與執行歷程、環境生態保育之執行成果，並探討後續努力空間，為優質化公路工程的建立提供參考典範。

論壇議程

時間	講題	主講人	與談人	主持人
08:30 -09:00	報到			
09:00 -09:20	開幕致詞	交通部政務次長、宜蘭大學		
09:20 -10:30	蘇花公路改善計畫前傳與推動	台灣世曦工程顧問公司 楊家正	曾大仁董事長 周諺鴻 副總 王泰典 教授	交通部公路總局 吳盟分 前局長
	蘇花改地質特性與影響衝擊	財團法人中興工程顧問社 蕭富元		
10:30 -10:50	茶敘交流			
10:50 -12:30	蘇澳東澳段介紹 及通車挑戰心路歷程	中興工程顧問公司 林芳輝	王豐仁地質師 林芳輝 協理 林峻弘 經理	交通部高速公路局 趙興華 局長
	南澳和平段介紹與長隧道問題	台灣世曦工程顧問公司 周高生		
	和中清水段介紹及高岩覆隧道挑戰	中興工程顧問公司 程慶寧		
12:30 -13:30	午餐與休息			
13:30 -15:40	欣賞蘇花改野生動物之美	農委會特生中心 鄭錫奇	環保團體 蔡中岳 委員 環評委員 督察總隊	交通部公路總局 陳彥伯 局長
	蘇花改環境保護回顧	荒野協會宜蘭分會 林屹霆		
	蘇花改工程發現文化遺址 的轉譯與推動	蘭陽博物館展示教育組 邱秀蘭		
15:40 -16:00	茶敘交流			
16:00 -17:00	蘇花改施工精華影片及心得分享	財團法人光啟文教 視聽節目服務社 呂尚昆	影片訪問人員 與會人士 施工人員	交通部公路總局 蘇花改工程處 邵厚潔 處長
17:00 -17:20	閉幕式			

參訪行程

時間	地點	行程內容
08:00-08:30	宜蘭大學校門口 (報到)	報到後集合搭車
08:30-09:50	南澳交控中心	車程、現場參訪及解說
09:50-10:20	鼓音橋	車程、現場參訪及解說
10:20-11:30	C 標中仁隧道機電施工、C 標仁水隧道終點	車程、現場參訪及解說
11:30-12:30	宜蘭大學校門口 (賦歸)	回程

目 錄

前 言.....	I
議 程.....	II
目 錄.....	III



蘇花公路改善計畫前傳與推動

楊家正.....	1
----------	---

蘇花改地質特性與影響衝擊

蕭富元.....	41
----------	----

蘇澳東澳段介紹及通車挑戰心路歷程

林芳輝.....	65
----------	----

南澳和平段介紹與長隧道問題

周高生.....	95
----------	----

和中清水段介紹及高岩覆隧道挑戰

程慶寧.....	111
----------	-----

欣賞蘇花改野生動物之美

鄭錫奇、張簡琳玟、陳美洙..... 143

蘇花改環境保護回顧

林屹霆..... 165

蘇花改工程發現文化遺址的轉譯與推動

邱秀蘭..... 177

蘇花改施工精華影片及心得分享(導演簡介)

呂尚昆..... 203



蘇花公路改善計畫前傳與推動

楊家正

台灣世曦工程顧問有限公司

摘要

蘇花公路為東部與北部區域間唯一聯外公路，區域地勢險峻，山區路段大部分臨海鑿岩闢建，邊坡長期風化侵蝕剝落及受豪雨崩坍，屢致交通中斷及人命損傷，對路段產業運輸及路廊沿線聚落居民交通形成重大安全風險，故改善路廊運輸品質長期一直為交通部重要政策。

初始以蘇花高速公路為改善構想，由於社會各界對其開發量體及環境影響存有正反兩極化議論，致計畫推動歷 10 餘年未果。然既有蘇花公路安全及災損風險實無法以一般公路養護方式有效改善，提升蘇花公路基本安全穩定之運輸服務及抗災性亦為社會共識；為回應東部民眾長期「安全回家的路」之訴求，交通部爰從「社會正義」觀點切入，兼顧「環境保護」理念，於 97 年 9 月責成公路總局接續推動台 9 線蘇花公路改善計畫，並於 98 年 3 月 17 日工作推動會議指示研究思維應涵融社會多元價值，歸零思考東部地區未來區域願景及運輸發展情境，構思可能之全光譜改善方案，以研提完整之計畫論述。

計畫團隊思考上位計畫「國土空間發展策略計畫」及「東部永續發展綱要計畫」核心願景及指標策略，縝密探討推演花東區域發展情境及聯外運輸需求模式，針對不同情境研擬運輸發展策略，以安全可靠為基礎目標，從計畫定位、花東環境願景、情境運輸需求、交通策略、路線模式、量體配置、安全防災暨維護管理等整體向度，以水平思考發展可能改善方案。另為擴大計畫推動之專業支持與社會共識，以多元價值思維為計畫推動精神，辦理專家學者、產業界及民間團體之溝通座談，透過不同專業向度與價值觀點之激盪討論，釐清區域路廊與環境發展課題，建構計畫推動策略方案與執行論述。

規劃設計面以永續公共工程內涵為基，掌握可行性研究核心議題、環境影響評估重大課題範疇，透過綿密專業技術會議之腦力激盪檢討，以路廊全生命週期觀點研擬整體工程技術策略，架構巨觀之規劃系統及微觀之設計對策。

蘇花公路改善計畫歷經環境保育觀與建設開發論兩極辯證，於環境永續與社會公平觀點權衡，決策以安全災損風險高路段進行改善，提升公路運輸穩定及抗災性，全線工程預計於民國 109 年初完工營運。蘇花路廊作為島嶼繁華西部與原鄉東部接軌的通廊，中長期鐵路運輸提昇仍為區域主要交通政策，然全天候之安全快捷公路建設主張，於未來區域公共建設民意板塊仍將佔有高權重，此為花東運輸發展仍需面臨之挑戰。

關鍵字：歸零思考、全光譜方案思維、全生命週期觀點、永續公共工程

蘇花公路改善計畫前傳與推動

CECI 楊家正
108年11月20日

東經122度 北緯25度
澎湃湛藍深邃的太平洋，險峻巍然蒼鬱的中央山脈在這相遇
這樣的山海自然邂逅形成撼動人心的絕美地貌，這兒
是島嶼土地母親的背，
從百年前先民歷險穿山越嶺古道跋涉到50年代蘇花公路開鑿完工，
依山傍海，路線在這樣的天險地景蜿蜒，
這條通往島嶼後山唯一的道路，這兒
乘載歸鄉遊子殷殷思鄉與尋覓桃花源旅者的滿滿期待!

圖片來源:國工局

1858 -

1880 馬偕博士(左一坐著)人力小艇 前往奇萊平原(花蓮)



圖片來源:南方澳文史館

1925-1974

日據時期(1932年)以移民屯墾統治政策，擴建興關大南澳路、沿岸理番道路及東海岸步道長達122公里可提供車行之蘇花臨海道



1990-2009



台灣光復後，1949年改稱「蘇花公路」，歷經長達為期三階段(1945-1974, 1974-1990, 1990-2003)改善歷程，從依山傍海鑿穿岩壁之山海險路(路寬3.5公尺)，進而局部採新闢為雙向單車道之管制道路，再改善拓建至今成為雙向雙車道公路(全寬約7-9公尺)

1

公路工程師的思考

每一條路都有一個深刻的流動生命



理性與感性

2



大綱

1. 回首.信念
2. 課題剝解.友善溝通
3. 全光譜思考 vs 全生命週期觀
4. 前方.挑戰



計畫推動

WHY



? 專家學者

? 民眾 島東 島西

? 鄉民

系統定位

節點維管

蘇花後續

蘇花快

運具平權

決策邏輯





1. 回首.信念

- **1991年** 交通部台灣區國道新建工程局進行台灣區高(快)速公路系統整體路網研究，初步提出環島國道路網架構。
- **1994年** 完成「北宜高速公路」規劃設計，續推動「國道東部公路可行性研究計畫」。
- **1994年** 基於國家長期發展，環境保護與經濟發展應兼籌並顧，頒布**環境影響評估法**，啟動開發行為之環境審議程序。
- **2000年**「國道東部公路蘇澳花蓮段工程規劃環境影響說明書」經環境影響評估審查委員會第68次會議審議通過。
- **2003年12月12日** 蘇花高推動可能產生之環境生態影響問題仍**引發社會高度論證**，**行政院指示交通部暫緩動工**。
- **2008年4月25日** 環保署環境影響評估審查委員會第166次會議，認為**蘇花高計畫**是否符合「東部永續發展綱要計畫」及「台北與東部地區間運輸系統發展政策評估說明書」尚有疑義，決議**退回開發單位釐清**。



1. 回首.信念 / 蘇花公路改善計畫

2008年9月 鑒於蘇花高無法完成環評程序，而台9線蘇花公路之安全穩定改善為社會共識且具急迫性，為回應東部民眾長期「安全回家的路」之訴求，交通部指示公路總局從「社會正義」觀點切入，並兼顧「環境保護」理念，接續推動台9線蘇花公路改善計畫。

蘇花道之首部曲 - 蘇澳東澳幸福行旅



1. 回首.信念

2004 工程師手札

2003年6月 長江三峽
號稱足以照亮半個中國的世界最大發電水壩三峽大壩開始蓄水
2004年10月 台北
以中國古典意像為造型的台北101大樓
創造新的台北天際線 完成世界最高樓紀錄

衝擊

社會多元觀點與人文價值期望對自身工程專業的挑戰
專業者與決策者之間對話的認知落差
於是我們陷入一種似乎無解的專業無用迷失與寞落



學習

當然一位道路工程師無法兼具所有的專業知識
他必須學習了解承認本身可能存在的專業迷思與社會疏離
他必須學習一種對工程之外浩瀚自然與深厚人文的敏感

1. 回首.信念 / 蘇花公路改善計畫

2010.10.21.梅姬

- 2010年10月21日-23日梅姬颱風與東北季風產生共伴效應
- 蘇澳21日11時~12時蘇澳雨量站時雨量達114.5毫米，其後連續3小時時雨量均超過120毫米，最大時雨量於14時達181.5毫米。
- 東澳雨量站21日13時之時雨量達119毫米，小時降雨量已接近中央氣象局24小時累積雨量豪雨之規模。

1. 回首.信念 / 蘇花公路改善計畫

(資料整理自公路總局第四區養護工程處)

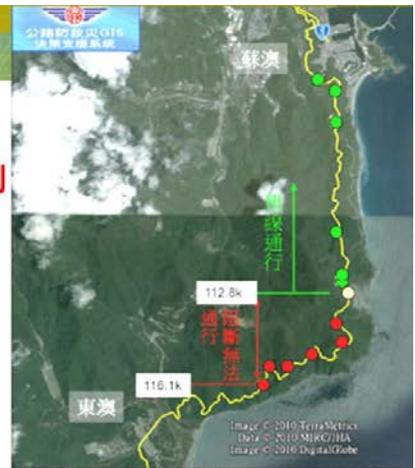


15

■ 既有蘇花公路因應對策

- **積極執行預警性之道路封閉措施**
 - 「公路防救災GIS決策支援系統」增加道路防災預警機制
 - 採中央氣象局雨量、地震資訊為準，實施交通管理措施
 - 100年3月底前，完成蘇花公路預警性封路演練
- **建立監視預警及緊急避難設施**
 - **CCTV**原有8處新設42處
 - **CMS**系統原有6處新設4處
 - **LBS**(區域行動服務系統)已建置完成
 - **設置臨時避險設施(明隧道)**
 - **設置緊急電話(ET)**新設21處
 - **沿線預置搶災機具進駐點**
 - **預置管制哨機制**
 - **緊急應變委聘保全機制**
 - **立法強制大眾運輸載具裝置GPS設備**
 - **推廣用路人養成出門前上網瞭解即時路況**
 - **建議各大型車輛裝置行車(影像)記錄器**

(資料整理自公路總局第四區養護工程處)



16



大綱

1. 回首.信念
2. 課題剝解.友善溝通
3. 全光譜思考 vs 全生命週期觀
4. 前方.挑戰



2. 課題.溝通 / 計畫推動決策 - 歸零思考

2009.3.17 交通部報告 政策裁示 - 歸零思考及政策論述重點

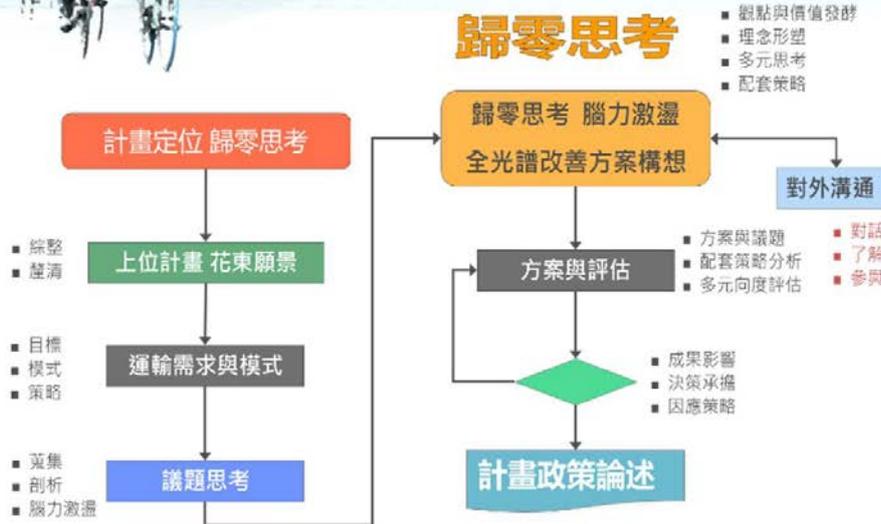


- 計畫為**花東區域發展**之一環，應綜整相關**上位計畫**，配合區域發展情境(產業、生活、觀光旅遊)，撰提**東部聯外交通之total solution**。
- 考量各類用路人行為、砂石運輸管制策略、海運鐵運搭配等研析，確認各運具角色定位(含新舊臺9線)。
- **釐清建構計畫定位**，改善計畫應朝**安全角度而非運輸需求**，安全需求長隧道改善及相關配置之必要性。
- 在環保爭議上，降低交通衝擊為計畫推動關鍵，應考量配套措施，包括研究收費管制車流(反映興建及維護成本)、**花蓮交通衝擊相關配套執行**，可搭配本計畫之分段推動，俟其完成後再進行全線改善。
- **改善策略全光譜方案思維**

■ 蘇花公路改善計畫推動



「全光譜方案思維」



■ 思考上位計畫國土發展論述，涵融多元價值思維模式，思考花東區域願景及運輸發展情境。以開放性思維不預設立場，全盤研擬各種可能建設規模改善構想。

2. 課題.溝通 / 上位計畫

■ 東部永續發展綱要計畫

— 制定臺灣東部地區未來永續發展的整體願景與落實策略 (包括運輸系統的發展目標及方向)

計畫目標：區域永續發展典範



2. 課題.溝通 / 問題剝解

花東區域環境論述

後山

天然地形險阻致聯外交通不便，與以經濟取向工業生產主導之西部空間結構，形成完全不同之環境地景

1970年

- 當臺灣積極整編投入國際分工市場，花東區域人流與物流條件的貧乏，成為經濟發展中一塊脫隊邊陲化的空間，然卻形成臺灣空間都市化、工廠化與水泥化的意外留白。
- 因為區域低度發展，在永續環境觀點價值的新世紀，對於環境國土規劃者，花東區域成為臺灣最有想像空間的旗艦場域。
- 基於低度開發，對開發影響敏感度相對高，工程推動應審慎思考對於區域環境之衝擊。

圖片來源：國土局

23

23

2. 課題.溝通 / 問題剝解



- 花東區域人流、物流及空間條件並無複製西部土地發展路線之條件。
- 區域未來以綠色產業(觀光遊憩與有機農業)為主，佔60萬在地人口約55%，部分一級產業、二級產業仍有其經濟結構性存在考量(農產及石礦、水泥產業)，於貨物運輸仍有其基本需求。

24

2. 課題.溝通 / 問題剝解

山勢險峻 環境敏感

路廊區域山勢險峻、地形陡峭，山脈緊鄰海岸，道路鑿岩闢建，受地形、地質條件限制，路線彎繞迂迴，道路標準低，部份路段限速15公里/小時，行車安全性與舒適性不佳。



國工局 提供

鑿岩闢建 路幅狹窄

多處屢因崩塌而以護坡工程、明隧道或短隧道通過



國工局 提供

25

26

問題剝解

災損阻斷.修繕管制



26

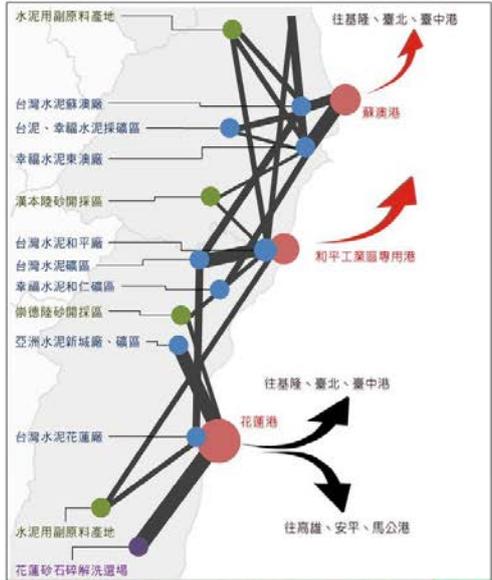
問題剝解

重貨運輸



- 蘇花公路92年開放聯結車，成本結構聯結車成為蘇花公路貨運主要運具。
- 由於蘇花公路路線彎繞坡陡，車禍肇事聯結車砂石貨車比例達44%。

路段	交通量 (pcpd)	小型車		大型車		機踏車		單位 %
		小客	小貨	大客	車貨	機車	腳踏	
蘇澳-東澳	12,531	39.5	5.4	4.3	49.8	1.0	0.1	
東澳-南澳	7,779	38.2	6.9	2.4	51.4	1.0	0.1	
南澳-和平	7,829	33.8	4.5	2.6	57.9	1.1	0.1	
和平-崇德	10,259	39.0	5.5	2.5	49.1	3.8	0.1	

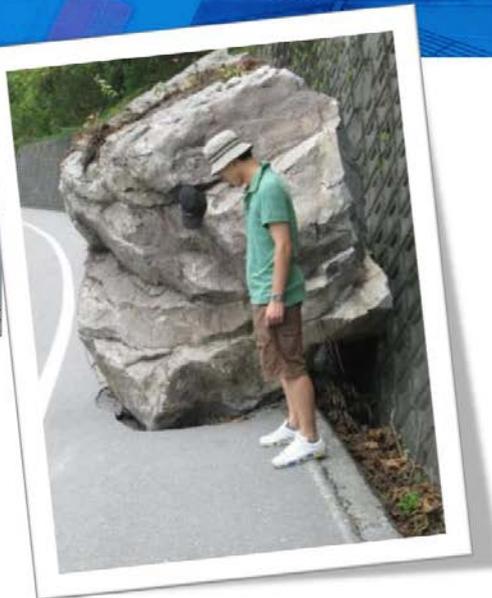
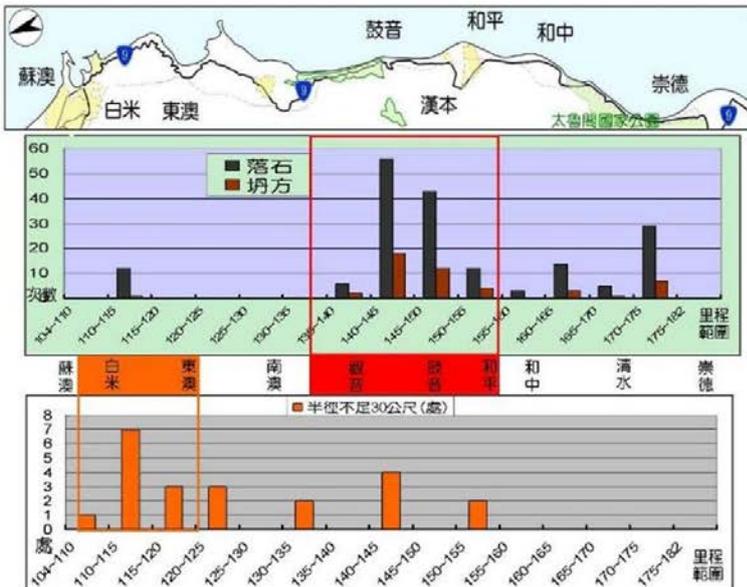


27

問題剝解

災損肇事

臺9線104K+000~179K+000坍方交通阻斷統計

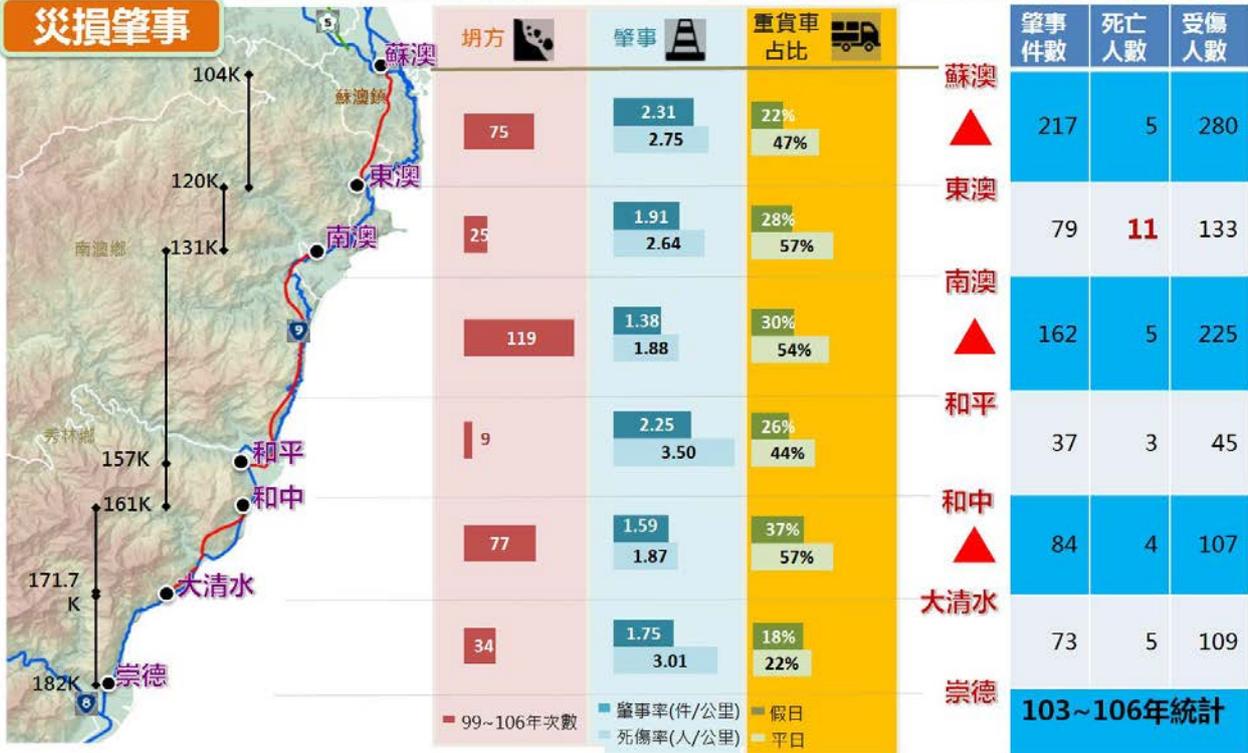


蘇澳~崇德段91至98年傷亡人數

28

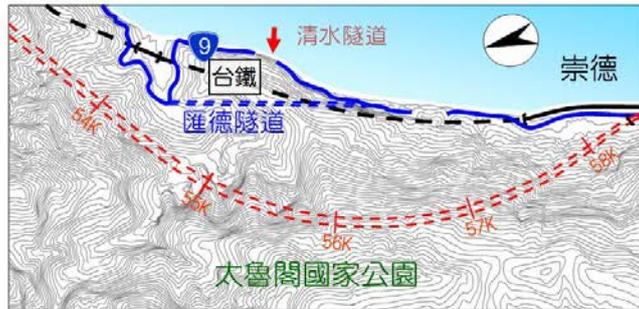
問題剝解

災損肇事

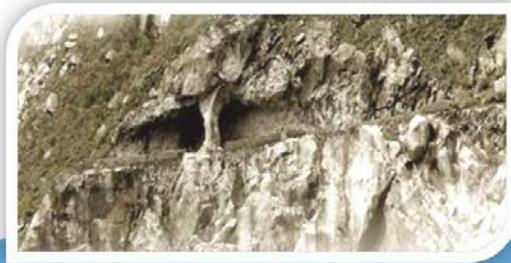


問題剝解

蘇花公路演變軌跡 清水斷崖段改線歷程



87.01~89.06 續以向山側布設1.4公里匯德隧道
 77.01~79.09 因海岸退縮改以局部短隧道
 後仍因出露段海岸退縮而中斷





2. 課題.溝通 / 永續建設

永續建設推動思考

- 「**永續公共工程**」根植於「永續發展」理念，在「生態工程」的基礎上，擴大並涵蓋「環境保育」、「經濟發展」、以及「社會公義」三大面向。
- **東部永續發展願景與綠色環境珍貴性**，應思考環境發展與交通運輸(鐵公路)供需之長期願景，建構與環境發展共同成長之工程有機體。
- 巨觀思考東部區域國土規劃與運輸發展，區域聯外之鐵、公路服務品質提升皆有其必要性。
- **蘇花公路於國家區域安全維生上有其上位角色**。區域運輸需求仍有其產業性質、結構與市場因素，**蘇花公路為區域聯外唯一公路動線**，提供安全穩定之運輸服務為改善計畫之基本目標。



2. 課題.溝通 / 多階段專家學者及民眾溝通

- 透過民眾參與機制，尋求合理性與合法性亦為議題核心，緩和傳統專業精英決策模式可能產生之社會疏離問題。
- 「民眾參與」操作經驗多利用於中小型公共工程(市政建設、社區總體營造)或利益關係人較明確之計畫，惟本計畫規模龐大且議題繁雜，採用何種民眾參與模式卻不易達成共識。有建議採深度之多元專家座談並融合多準則評估方式者，有建議不設定參與條件之廣泛民眾溝通方式，有建議以反對團體為溝通主體之操作模式，亦有主張新興的許願式溝通模式者。
- 經多次討論，交通部決策以多層次、多階段學者、專家與民眾之座談與溝通方式辦理。



99.07.23-99.09.30	意見領袖諮詢：邀集各領域意見領袖會談，總計辦理7場，會談對象共10人。
98.11.26	專家學者深度座談台北場
98.12.18	專家學者深度座談花蓮場
99.01.18	宜蘭鄉南澳鄉民眾說明會
99.01.20	花蓮縣政府民眾說明會
99.01.21	花蓮縣秀林鄉和平村民眾說明會

33

2. 課題.溝通



34

9 改善計畫環評結論

2009	2010	2011
<ul style="list-style-type: none"> 2009.11.26 台北市專家學者團體座談會 2009.12.18 花蓮縣專家學者團體座談會 	<ul style="list-style-type: none"> 2010.1.19 環保署第1次諮詢會議-5替代方案 2010.6.25 花蓮縣秀林鄉計畫說明會 2010.6.26 宜蘭縣南澳鄉計畫說明會 2010.8.20 環保署第2次諮詢會議-環境調查及評估方法 2010.8.30 宜蘭縣蘇澳鎮計畫說明會 2010.9.7 第一次交通部民間團體溝通會議 2010.9.15 第二次交通部民間團體溝通會議 	<ul style="list-style-type: none"> 2010.9.17 環保署預備會議 2010.9.27 環境影響說明書送審 2010.10.4 第二次交通部民間團體溝通會議 2010.10.13 環保署環評審查現勘 2010.10.18 環保署專案小組第1次審查會 2010.11.1 環保署專案小組第2次審查會 2010.11.8 環保署專案小組確認會議 2010.11.9 環保署第200次環評審查委員會有條件通過 2011.1.28 「說明書(定稿本)」, 同意備查 2011.2.23 宜蘭縣公開說明會 2011.2.24 花蓮縣公開說明會

2. 課題.溝通 / 建構專家學者技術交流機制及友善社會溝通平台

施工前

辦理廠商工程說明會

- 向廠商公開說明工程內容, 以利其妥善研擬施工規劃及預算估算, 俾利工進之推展。
- 透過廠商意見交流, 使設計與施工能順利接軌。

施工中

學者、專家工程諮詢推動小組

- 聘請具豐富隧道及相關專業經驗專家學者, 成立工程推動小組(委員), 定期進行工程熱點課題研討及施工技术諮詢, 推動小組自100年6月啟動, 每3個月召開一次。

設置環境保護監督小組

- 依環評承諾設置環境保護監督小組, 小組會議開放旁聽及主動邀請環團會勘, 並視需要辦理公開說明會, 透過平等、友善及尊重互動精神, 體現公共工程深度對話與監督機制。

資訊網站平台

工程展示館

蘇花公路改善計畫前傳與推動



大綱

1. 回首.信念
2. 課題剝解.友善溝通
3. 全光譜思考 vs 全生命週期觀
4. 前方.挑戰

非典型工程規劃

37

提升蘇花公路山區路段之安全及可靠性作法 (工程措施)

構想一 原線改善

- 地形險峻，原線拓寬改善，衍生大規模邊坡開挖及景觀破壞
- 道路安全及可靠度低，標準難以提昇
- 施工交維困難，對既有臺9交通衝擊大



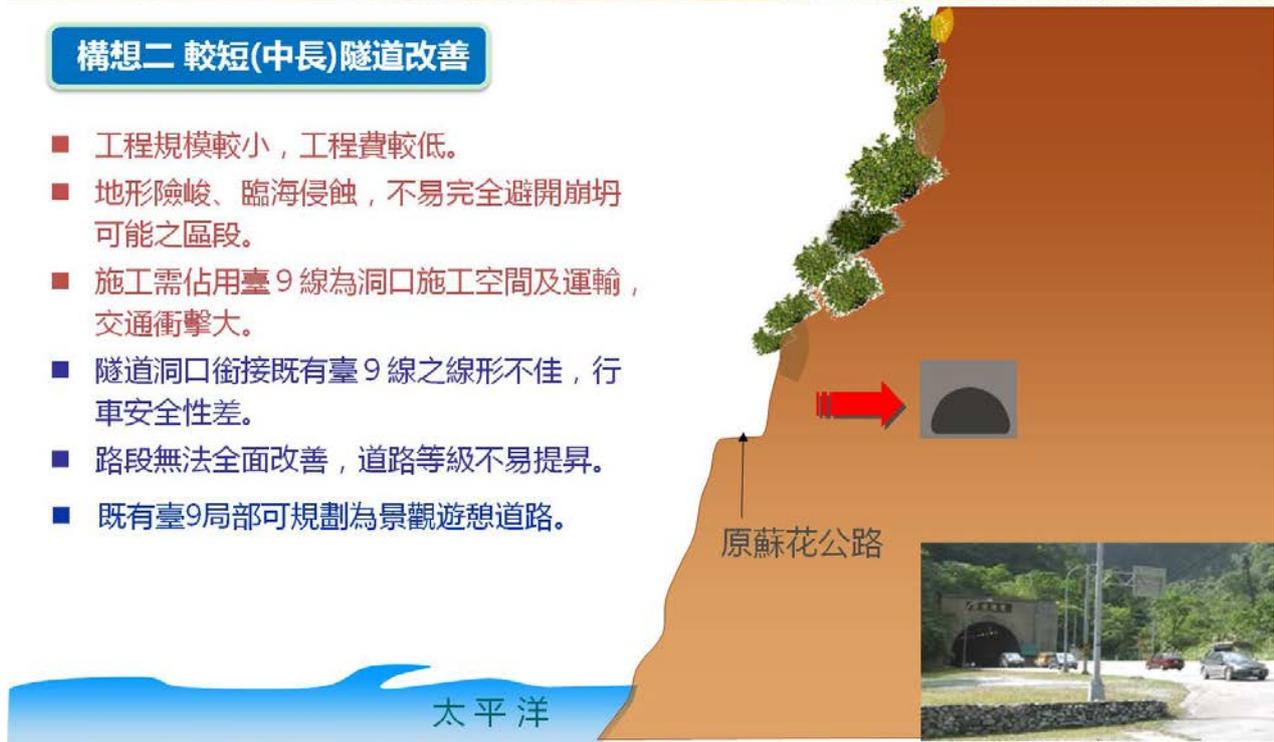
38

38

■ 提升蘇花公路山區路段之安全及可靠性作法 (工程措施)

構想二 較短(中長)隧道改善

- 工程規模較小，工程費較低。
- 地形險峻、臨海侵蝕，不易完全避開崩坍可能之區段。
- 施工需佔用臺9線為洞口施工空間及運輸，交通衝擊大。
- 隧道洞口銜接既有臺9線之線形不佳，行車安全性差。
- 路段無法全面改善，道路等級不易提昇。
- 既有臺9局部可規劃為景觀遊憩道路。



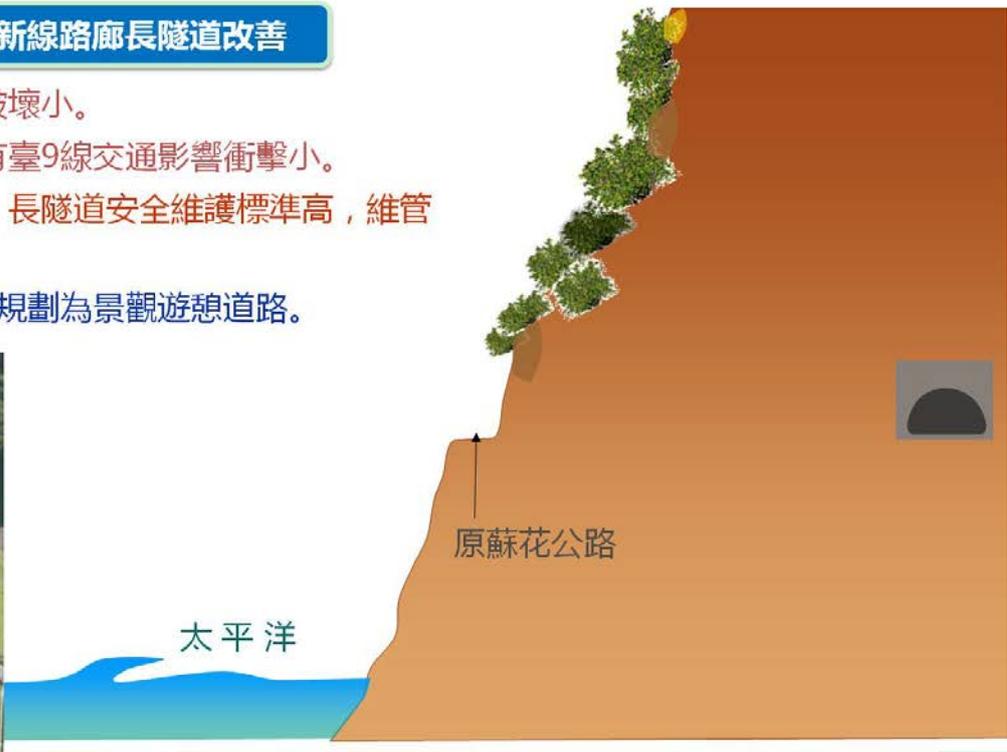
39

39

■ 提升蘇花公路山區路段之安全及可靠性作法 (工程措施)

構想三 另闢新線路廊長隧道改善

- 地貌景觀破壞小。
- 施工對既有臺9線交通影響衝擊小。
- 工程費高，長隧道安全維護標準高，維管費高。
- 既有臺9可規劃為景觀遊憩道路。



40

40

3. 全光譜思考 vs 全生命週期觀

天險地景

危險路段

全光譜改善方案

方案一	方案二	方案三	方案四	方案五
臺9原線最小工程規模，運輸管制措施 臺9原路危險路段短中期改善及貨車、砂石車管制配套策略	臺9原線危險路段較以短隧道工程改善	山線路廊方案 分期逐段推動與工程減量思考策略。 (雙向雙車道 並預留容量提升彈性)	快速公路系統 銜接國5至崇德，山線路廊改善，設計速率80公里/小時，雙向四車道，隧道雙孔單向雙車道配置。	國道蘇花高方案 設計速率100公里/小時，全線山線隧道，雙向四車道(車道寬、路肩、淨高國道標準)。

圖片來源: 國工局

後山桃花源

41

3. 全光譜思考 vs 全生命週期觀

- 方案一：既有臺9線原路改善(原公路總局臺9線蘇花公路山區路段短、中長期計畫)並輔以配套管理措施(砂石車管制、鐵路運能提昇改善)

1. 方案情境與目標

- 最小工程量體及非工程管理手段，依東部現況自然發展情境，僅執行邊坡養護工程輔以鐵路複合運輸及砂石車管制措施。
- 針對危險路段計60處進行改善，以95~102年計8個年度分期辦理。目標為縮減蘇花公路雙向交通阻斷(僅颱風當天)及颱風坍方清除作業(單向交通阻斷)時間，並降低交通肇事率。

2. 方案內容

- 主要工項為邊坡擋土設施、明隧道、護坡工程、防落石柵、噴漿、掛網等工法，總工程費約18.5億。

3. 配套管制措施

— 基礎配套，輔以海運、鐵路及進口砂石分擔公路運輸負荷。

2011/03/29

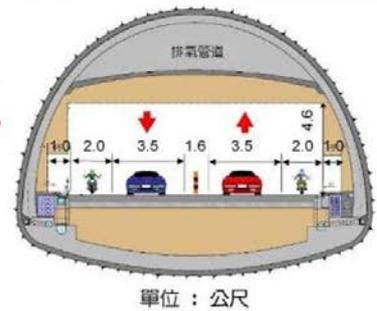
■ 全光譜思考

- 案二：原線較短或中長隧道(<3,000公尺)改善模式取代崩塌嚴重路段，並輔以配套管理措施(砂石車管制、鐵路運能提昇改善)



1. 方案情境與目標

- 依東部現況自然發展情境，尚可滿足東部永續發展，規劃以中長隧道替代崩塌嚴重路段並輔以砂石車管制行駛及鐵公路複合運輸配套措施。
- 以匯德隧道取代清水隧道模式，針對坍方、易肇事危險路段，規劃新闢短隧道或中長隧道，減低天然災損交通阻斷及提昇道路行車安全。



2. 方案內容

- 地質災害風險高處，規劃較短或中長隧道(<3,000公尺)，原則採單孔雙向配置。

43

43

■ 全光譜改善方案初步評估 (決策指標模式)

方案二

見識謀斷

構想理念	<ul style="list-style-type: none"> ■ 不增加新路廊建設 ■ 危險路段中型規模工程改善 	
方案對策目標	<ul style="list-style-type: none"> ■ 臺9原線危險路段以中長隧道改善，可避開約70%災損及肇事率高處路段 ■ 砂石貨運管制減量，減輕車車衝擊 ■ 禁行聯結車，提昇行車安全 ■ 既有臺9線蘇澳東澳段及和中崇德段可產生活化效益。 ■ 隧道維護管理費較低。 	隧道6座長約14.8公里 工程費159億 工期8~12年
配套措施	<ul style="list-style-type: none"> ■ 砂石貨運管制配套策略 ■ 禁行聯結車 ■ 鐵路客貨運能提昇 	
後果與決策承擔	<ul style="list-style-type: none"> ■ 出露段仍有落石崩塌中斷風險，無法提供長期安全可靠穩定服務。 ■ 未改善路段無法提昇道路服務容量，成為路段瓶頸，無法滿足東部永續發展情境運輸需求。 ■ 需佔用臺9線作為洞口施工空間，施工交通維持困難，交通、環境衝擊大且工期漫長。 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 視花東發展需求另闢山線路廊。 ■ 短隧道分期施工及限制夜間施工。

44

44

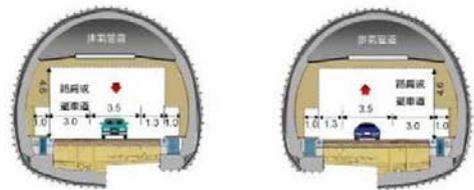
全光譜思考

方案三：新闢山線路廊，分期逐段推動



1. 方案情境與目標

- 依東永情境，提昇服務水準。分期逐段推動，崩塌交通阻斷及行車肇事頻率高路段優先推動，採山線新闢隧道模式。
- 雙向雙車道預留擴充容量空間。
- 以長隧道為主，雙孔單向單車道配置，配置較寬裕路肩以提供事故救災通行。
- 減低災損交通阻斷風險，大幅提昇道路行車安全穩定性。



單位：公尺

2. 方案內容

既有和平和中路段雙向四車道無提昇需求，新建路段採雙向雙車道規劃並預留擴充容量空間。

全光譜改善方案初步評估(決策指標模式)

方案三

見識謀斷

構想理念	山線路廊工程減量策略
方案對策目標	<ul style="list-style-type: none"> ■ 山線路廊，分期逐段推動與工程減量思考策略(雙向雙車道並預留容量提升彈性) ■ 滿足東永計畫花東發展情境運輸需求。 ■ 替代路線，提供較安全穩定服務。 ■ 重車分階段開放通行，改善重車對地區環境衝擊。臺9友善活化效益，觀光遊憩利基。 <p>隧道長約35.7公里 工程費678億 工期8年</p>
配套措施	<ul style="list-style-type: none"> ■ 花蓮地區需建立完善公共運輸服務網及相關公共設施等配套建設，建立綠色運輸環境。 ■ 長隧道開放單體載重車(砂石貨運)管制通行 ■ 收費管制(差別費率議題研擬)
後果與決策承擔	<ul style="list-style-type: none"> ■ 未改善路段形成交通運輸瓶頸(蘇澳、和平) ■ 長隧道維護費龐大，收費管制策略。 ■ 國內假日遊憩特性，大量私人運具量對於花東地區道路及環境形成衝擊。 ■ 花蓮地區需建立完善公共運輸服務網及相關公共設施等配套建設。 ■ 路廊鐵路運輸競爭性弱化 <ul style="list-style-type: none"> ■ 預留瓶頸段銜接彈性 ■ 停車資訊系統與收費管制 ■ 建置花東區域整體多層次公共運輸系統。 ■ 差別費率研究

■ 全光譜思考

- 方案四、五：建構高快速國道(公路)路網，銜接國道5號至崇德，全線山線隧道改善方案，雙向四車道，隧道雙孔單向配置。



1. 方案情境與目標

- 依東永計畫區域樂觀發展情境，全線提昇服務水準。雙向四車道規劃，隧道採雙孔單向二車道。
- 銜接國道5號，全線封閉式規劃，大幅提昇行車服務品質及長期安全穩定性。

2. 方案內容

- 路線規劃構想大致同方案三。銜接國道5號，建構高快速國道(公路)路網，全線收費管制。
- 方案四採快速道路系統80公里/小時，方案五國道系統採100公里/小時，設置交流道或連絡道服務蘇澳、東澳、南澳、和平及和中等平原聚落區。

47

■ 全光譜改善方案初步評估(決策指標模式)

方案四.五

見識謀斷

構想理念	全線替代道路，快速運輸系統	隧道長約40公里 工程費808億(890億) 工期8年
方案對策目標	<ul style="list-style-type: none"> ■ 銜接國道5號至崇德，全線山線隧道改善方案，雙向四車道，隧道雙孔單向配置。 ■ 滿足花東區域發展樂觀情境運輸需求。 ■ 替代路線，提供較安全穩定服務。 ■ 重車分階開放通行，改善重車對地區環境衝擊。臺9友善活化效益，觀光遊憩利基。 	
配套措施	<ul style="list-style-type: none"> ■ 花蓮地區需建立完善公共運輸服務網及相關公共設施等配套建設，建立綠色運輸環境。 ■ 長隧道開放單體載重車(砂石貨運)管制通行 ■ 收費管制 (差別費率議題研擬) 	
後果與決策承擔	<ul style="list-style-type: none"> ■ 長隧道維護費龐大，收費管制策略 ■ 假日遊憩大量私人運具量對於花東地區道路及環境形成衝擊 ■ 花蓮地區需建立完善公共運輸及相關公共設施等配套建設 ■ 鐵路運輸競爭性弱化 ■ 工程規模大，花東環境政策爭議 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 規劃轉運站及收費停車設施。 ■ 差別費率抑制小客車 ■ 花蓮地區需建立完善公共運輸服務網及相關公共設施等配套建設。

48

48

■ 全光譜思考

運輸配套措施 - 方案三、四、五

系統/策略	配套措施	實施難易度/說明
公路運輸需求管理	總量管制	容易 · 間接管制車流 · 透過隧道段之速限降低及行車間距加大管控車流 中等 · 直接管制車流 · 於進出孔道出入口設置管制站 · 管制車流管制 · 如東澳、南澳、和平、崇德等
	使用者付費	中等 · 蘇花公路改善後收取通行費、實施差別費率。需配合修正公路法第24條與通行費徵收管理辦法
	停車管理	中等 · 假日大幅提高地區停車費、發放居民停車證 · 避免公路需求大幅擴張 中等 · 規劃停車場將車流攔於市區外 · 並以地區接駁公車串聯景點、市區 中等 · 各旅館視為攔截點 · 未來東部地區新建旅館必須設置足夠停車空間

49

3. 全光譜思考 vs 全生命週期觀

■ 計畫執行論述

- 蘇花公路安全穩定改善具急迫性，為回應東部民眾長期「安全回家的路」訴求，計畫推動從「社會正義」觀點切入，並兼顧「環境保護」理念。
- 歸零思考，考量花東環境敏感性，於區域公共建設及相關配套措施仍需強化前提，**階段推動以安全可靠服務為目標，以路段災損阻斷及交通肇事率高路段進行改善。**
- 雙向雙車道規劃，先行推動蘇澳至東澳段、南澳至和平段及和中之至大清水段，兼具工程減量、環境友善及強化公路抗災。**



路廊運輸全生命週期思考

路廊工程條件嚴峻，路廊運輸應有完整系統建置藍圖。改善策略短期須符合聯外安全可靠基本服務，長期仍須思考區域運輸系統之完整建構，模擬不同時間情境之系統方案及不同服務強度之發展空間。

50





規劃原則 / 兼善路廊運輸發展及環境友善工程

- 區域幹道定位，除端點銜接既有台9路段，設計標準採60km/h為原則，考量花東環境發展情境，預留系統提昇可執行性之工程規劃思考。
- 減輕地貌環境影響，以隧道及橋梁為構造主體(82%)。
- 橋隧構築具運輸封閉特質，建構完善安全營運策略。

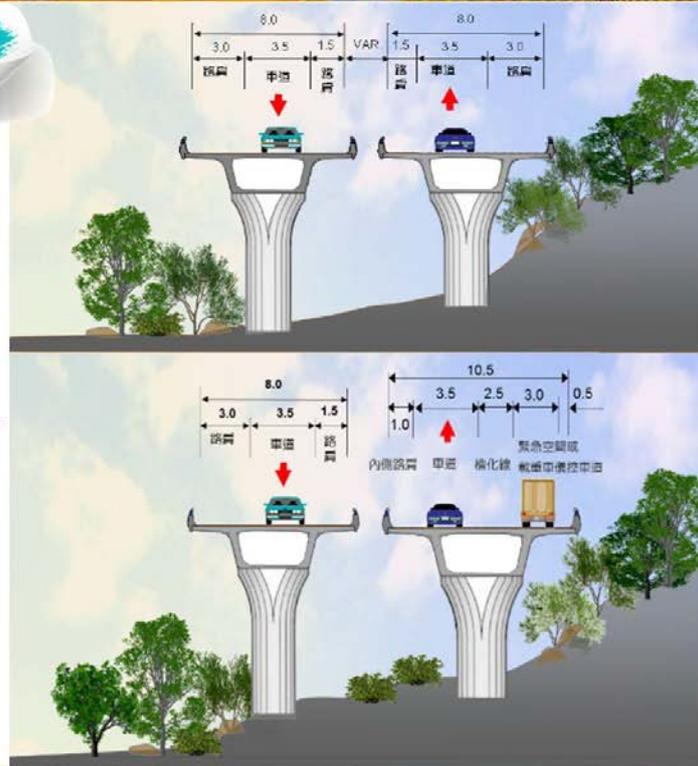


3. 全光譜思考 vs 全生命週期觀

路廊全生命週期發展思考

- 雙向雙車道(單向單車道配置)，路肩提供緊急救災。
- 設計已考量提升彈性，結構埋設續接器。

蘇花改 橋梁斷面配置



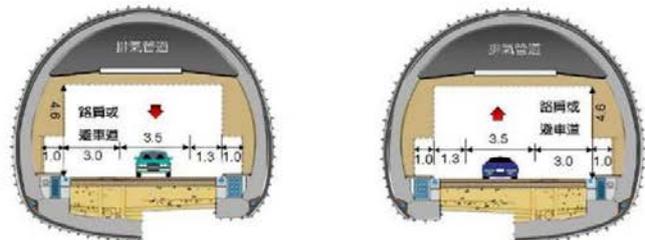
55

3. 全光譜思考 vs 全生命週期觀

路廊全生命週期發展思考

- 長隧道雙孔配置(單向單車道配置)。
- 考量長隧道救災，設置3M寬路肩，提供緊急車輛或故障車停靠。
- 蘇花路廊長期思考(區域幹道及客運發展)。

蘇花改 隧道斷面配置



單位：公尺



56

56

■ 南澳和平段:利用舊北迴間置隧道為施工導坑，減輕對台9及聚落環境衝擊



■ 協調台鐵及宜蘭縣政府，土石方鐵路運輸



■ 價值工程思考，利用既有北迴橫斜坑管道系統



長隧道防災及安全營運規劃設計

- 計畫路廊險峻，長隧道(>3000公尺)有四座，隧道安全營運為安全穩定服務首重。
- 路線以橋梁及隧道構造為主，運輸及空間具封閉性，防災管理為綜合土木結構、機電硬體、資訊軟體及維管策略之整體考量。

隧道營運安全

緊急救災通道



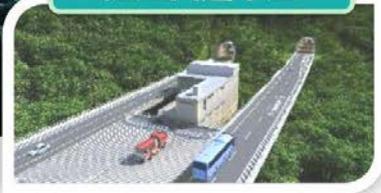
隧道人車行聯絡通道

人行聯絡隧道
每350M設置一處

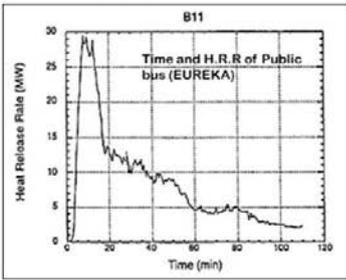
車行聯絡隧道每1400M設置一處



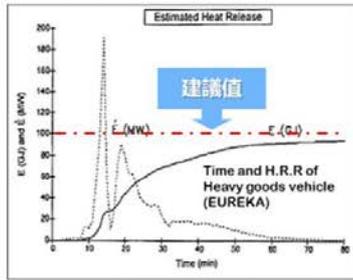
隧道口迴車道



■ 隧道安全營運 · 通風消防



巴士火災熱釋放率



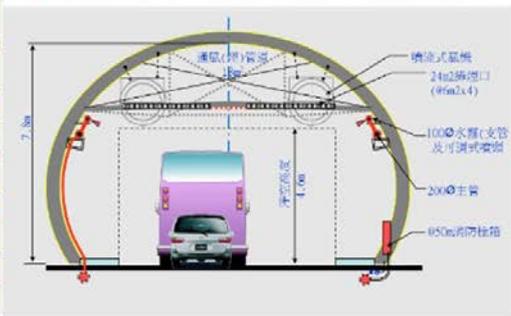
重型貨櫃車火災熱釋放率

■ 安全概念：「火災區內無人傷亡，火災區外損失降到最低」。用路人安危是隧道安全措施第一要務。

■ 考量重貨車運輸，隧道消防通風系統規格採火災熱釋放率（HRR）建議 100 MW。並依據99年12月頒布之公路隧道消防安全設備設置規範，設置主動式消防設備，此為國內設置先例。

國家	隧道名稱	採用之熱釋放率	備註
荷蘭	Immersed Tunnel (海底隧道)	300MW	通行危險物品車輛
荷蘭	Bored Tunnel (海底隧道)	300MW	通行危險物品車輛
瑞典	Oresund link	300MW	通行危險物品車輛
丹麥-瑞典	Stockholm Ring Road	100MW	
奧地利	一般公路隧道	50MW	
德國	一般公路隧道	50MW	
美國	一般公路隧道	50MW	
法國	一般公路隧道	50MW	
日本	一般公路隧道	30MW	
瑞士	新的設計標準	30MW	
台灣	蘇花公路改善計畫隧道	100MW	

100MW公路隧道通風與煙控管路所需斷面

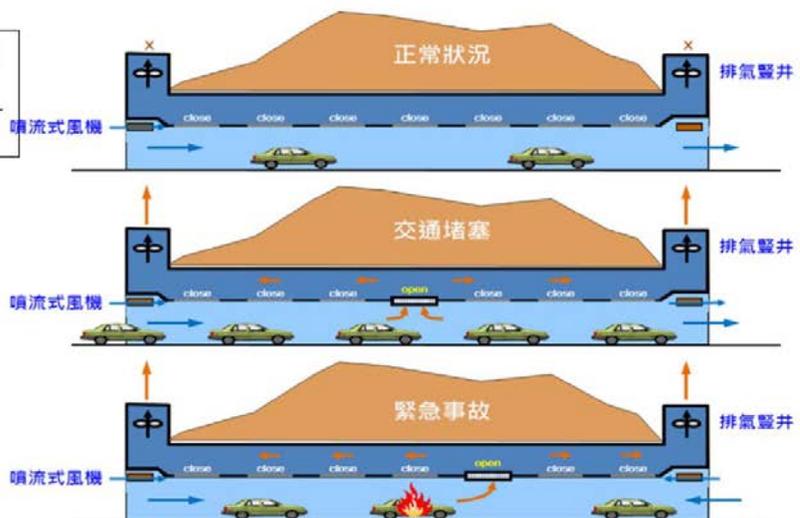


■ 隧道安全營運 · 通風消防

1. 採用「點排式通風系統」(POINT EXTRACTION)，獨立排煙管道，事故煙霧限縮於事故區段。具防止火煙侵入連絡隧道之負壓措施，逃生連絡隧道二側出入口設置防火門。
2. 隧道上方設置管道，每350公尺設排煙口，並與人行聯絡隧道交錯配置，通風系統於正常或緊急時均為排氣模式，使隧道內風向變化不大，係考量用路人並不清楚風向突然變化後是否要重新選擇逃生路徑。



3. 排煙口採動態定址式，有效將事故區煙熱迅速排除，進而展開逃生、救援行動。確保在避難階段（10分鐘之內）完成逃生程序，並配合監控及交控資訊導引，協助用路人逃生。



■ 隧道安全營運 / 交控系統 . 緊急應變組織



61

■ 路廊運輸安全管理



62

62

路廊運輸安全管理

大貨車儀控管制

- 蘇澳、東澳、南澳、和平設置地磅站及管制站，大貨車行經管制站受檢，違規車取締由驅離道路駛離，合格車輛匯入儀控匝道。
- 大貨車專用道，於大貨車專用道進隧道前布設車道儀控設施，管制貨車瞬間通行量，並間接提高大貨車之通行時間成本，抑制貨車流量。
- 大貨車經儀控管匯入主線後，以車間距管控，保持貨車、客車間距原則以車間距約50~150公尺管控。

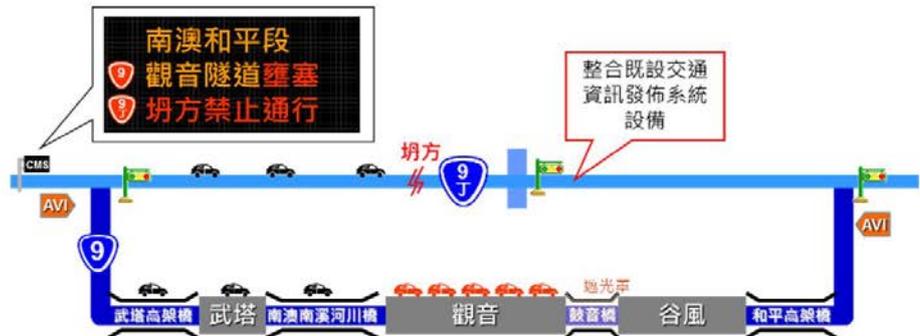
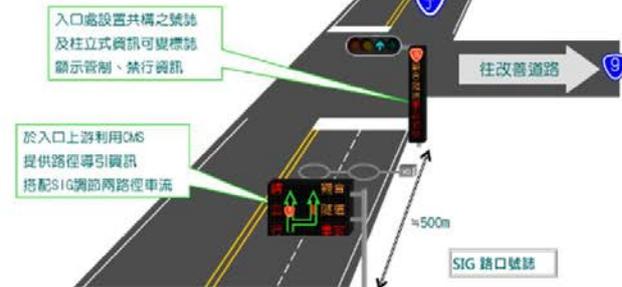


大貨車儀控管制

路廊運輸安全管理

建置路廊蘇花改及既有蘇花公路之安全運輸交通資訊管理系统，提供用路者充分路況資訊，並依據各種情境進行導引及管制作為。

事件	入口控制策略
路段壅塞	顯示警示訊息
隧道車道封閉	利用資訊顯示限制進入之車流量
下游路段封閉	封閉路段入口



圖例 AVI 車牌辨識器 隧道

考量長隧道交通安全及阻塞課題，地磅管制站除進行重貨車載重及車間距管制，並透過隧道內交控監測設備，即時掌握交通壅塞狀況，俾進行端點交通管制。

公路美學實踐 / 蘇花公路活化為東部旗艦海洋景觀廊道

通過性交通及貨車導引至替代道路



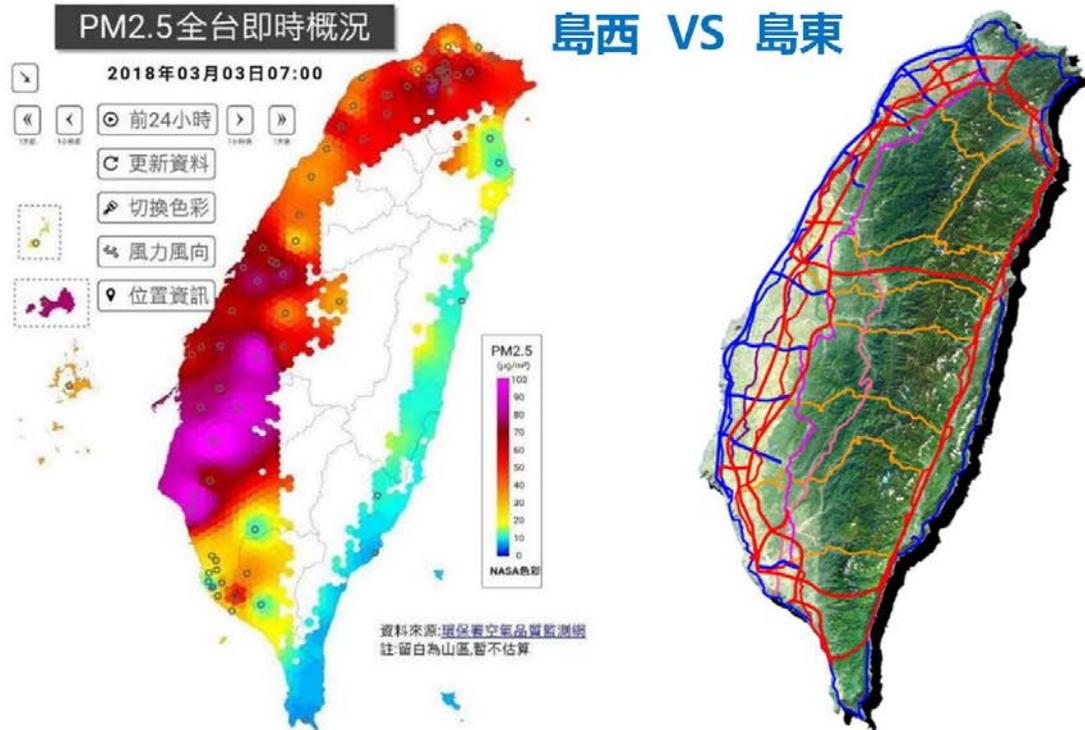
蘇花公路改善計畫前傳與推動



大綱

1. 回首.信念
2. 課題剝解.友善溝通
3. 全光譜思考 vs 全生命週期觀
4. 前方.挑戰

4. 前方.挑戰



4. 前方.挑戰 \ 島西 機車的是與非

非正式部門 運具

是小綿羊 也是迅猛龍

國際分工 經濟結構的產物

2035年 台灣全面電動機車 (?????)



4. 前方.挑戰 / 島東 軌道建設與藍色公路



69

4. 前方.挑戰 / 島東 島嶼東部運輸未來挑戰



70

東部公路未來挑戰

險峻蘇花公路



- 蘇花改優先路段推動與工程減量策略(雙向雙車道, 並預留容量提升彈性), 可消彌推動阻力及滿足東永情境, 惟完工營運, **路廊仍面臨風災預防性封閉管制**, 計畫效益與政策完善性受質疑。
- 蘇花公路未改善路段通行風險仍存在, 與花東民眾安全穩定訴求仍有落差, **路廊後續安全提升與運輸服務改善仍具必要。**



國五蘇澳交流道 交流道 國道蘇花高速公路 蘇花公路改善計畫 路線圖

71

4. 前方挑戰 / 東部公路未來挑戰

■ 花東區域具綠色產業資源及發展基礎, 惟考量在地居民生活與產業交通服務, 快捷運輸系統建構仍具重大意義, 尤其是當西部高速鐵路建構完成運轉多年, 高快速公路建設主張對區域交通論述持續將產生板塊擠壓。




72

4. 前方.挑戰 / 蘇花路廊區域後續交通課題



1. 蘇澳端點

- 蘇港路口、國5端點與蘇花改計畫銜接

高速公路局
檢討研議中

2. 台9線東澳-南澳路段

- 路段安全穩定及路口瓶頸(路線彎繞及路口壅塞)

公路總局啟動辦理
蘇花公路改善計畫東澳南澳段工程
可行性研究

3. 台9線和平和中路段

- 克尼布東路與既有台9線定位調整及路段安全

公路總局啟動辦理
蘇花公路改善計畫和平、崇德段
工程可行性研究

4. 台9線大清水-崇德段

- 路段安全提昇(落石路段)

73

4. 前方.挑戰

**A. 持續推動蘇花路廊
安全提昇改善目標**

**B. 建構蘇花路廊全天候
區域公路維生系統**



74

4. 前方.挑戰

C. 蘇花路廊交通服務優化



D. 蘇花路廊大眾運輸發展 (公路客運) 利基



姓名： 楊家正

單位： 台灣世曦工程顧問有限公司

職稱： 副理

地址：台北市內湖區陽光街323號

電話：02-87973567 ext.1635

傳真：02- 87975562

電郵：supduck@ceci.com.tw



主要工作

- ✓ 公路暨軌道工程可行性研究、高快速公路工程規劃設計
- ✓ 市區道路規劃設計
- ✓ 土地開發公共工程規劃設計
- ✓ 山坡地開發規劃設計

專業資歷

- ✓ 1989~迄今 台灣世曦工程顧問股份有限公司 工程師、計畫工程師、專案經理、副理
- ✓ 目前擔任台灣世曦工程顧問股份有限公司 運輸土木部 設計組 副理
- ✓ 2014~迄今 公路總局公路人員訓練中心 公路工程規劃暨設計 講師

參與專案

- ✓ 第二高速公路後續計畫規劃設計
- ✓ 西部濱海快速道路
- ✓ 台灣高速鐵路興建計畫總顧問
- ✓ 蘇花公路改善計畫工程可行性研究暨優先路段工程設計
- ✓ 公路路線設計規範及市區道路及附屬工程設計規範之訂定

學歷

- ✓ 中原大學 土木及水利工程學系

專業組織/獲獎

- ✓ 中國工程師學會
- ✓ 中國土木水利工程學會
- ✓ 中華民國道路協會

發表文章

- ✓ 中國土木水利工程學會 2012年 由全光譜思維談蘇花改路線方案與計畫論述
- ✓ 中國工程師學會 2013.12 蘇花公路改善計畫規劃設計—模範工程內涵
- ✓ 中華技術 2017年專刊 永續工程 東部公路建設願景與挑戰
- ✓ 中華技術 2017年9月 公路美學實踐
- ✓ 中華技術 2019年專刊 道路建設之回顧與展望
- ✓ 教育部氣候變遷教學聯盟計畫 2018 維生基礎基礎(交通系統)領域氣候變遷產業研討 - 氣候變遷運輸設施風險衝擊與調適行動專題

蘇花改地質特性與影響衝擊

蕭富元

財團法人中興工程顧問社

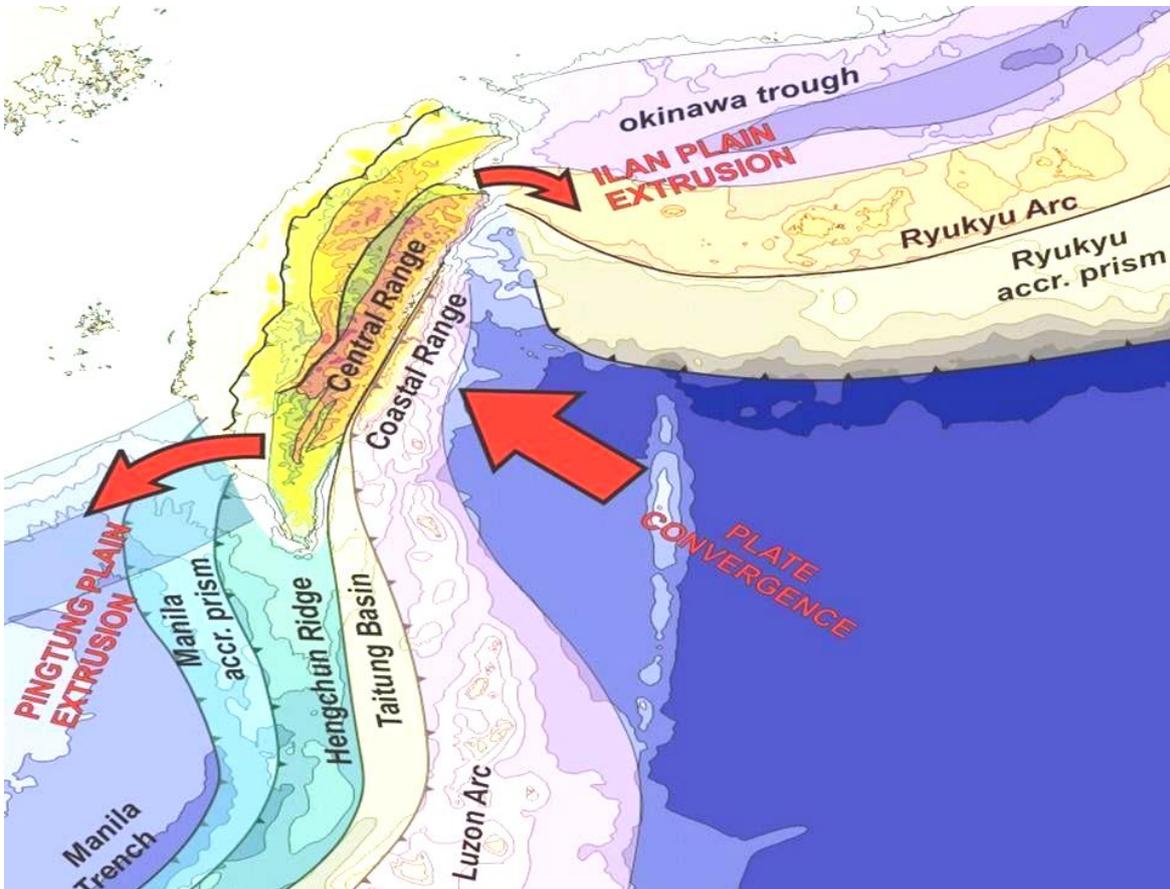
摘要

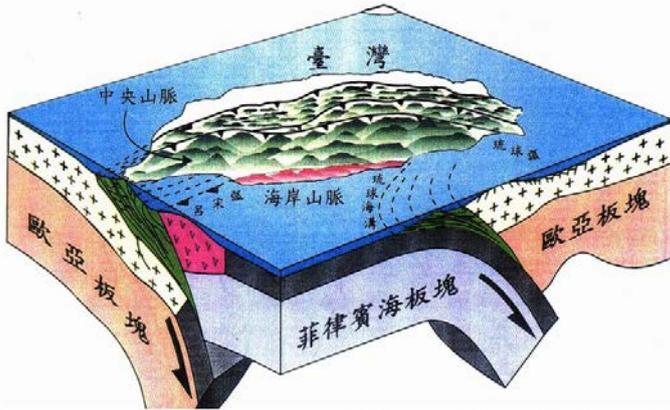
蘇花公路沿線地質破碎，在颱風與雨季的強風豪雨衝擊之下，公路沿線邊坡落石及路基坍滑事件頻傳，嚴重影響用路人的安全。蘇花公路改善計畫即在地質環境下推動，路線所通過之地層為中央山脈東翼之先第三紀變質雜岩帶，為臺灣最古老的地質單元，地層經過二次以上的變質作用與造山運動而成，形成多期褶皺與複雜地質構造。沿線岩性變化劇烈，多種岩性(包括砂質片岩、綠色片岩、黑色片岩、千枚岩、板岩、變質砂岩、大理岩、片麻岩、角閃岩、輝綠岩等)交互出現，統稱為大南澳變質雜岩帶。

受區域變質及劇烈擠壓變形作用，在岩性顯著差異時，在岩性交界帶常出現層間剪動破碎情形，導致隧道開挖通過時易有規模不等的抽坍及突發性出水風險；在劇烈褶皺變質岩內開挖隧道，除開挖面地質狀況外，周圍地質環境(例如破碎剪裂帶分布、受壓含水層空間位置..)亦會影響隧道施工變形行為與安全穩定，傳統的開挖面岩體分類支撐設計方式，在此種地層劇烈褶皺帶的適用性實有再檢討空間；另變質岩區的水文地質環境相較於沉積岩區更形複雜，地下水流路徑受岩石片理及裂隙發育、斷層破碎帶與阻水層位置等影響，不易事先精確掌握，施工中調查、觀測及設計配套措施有其必要性。

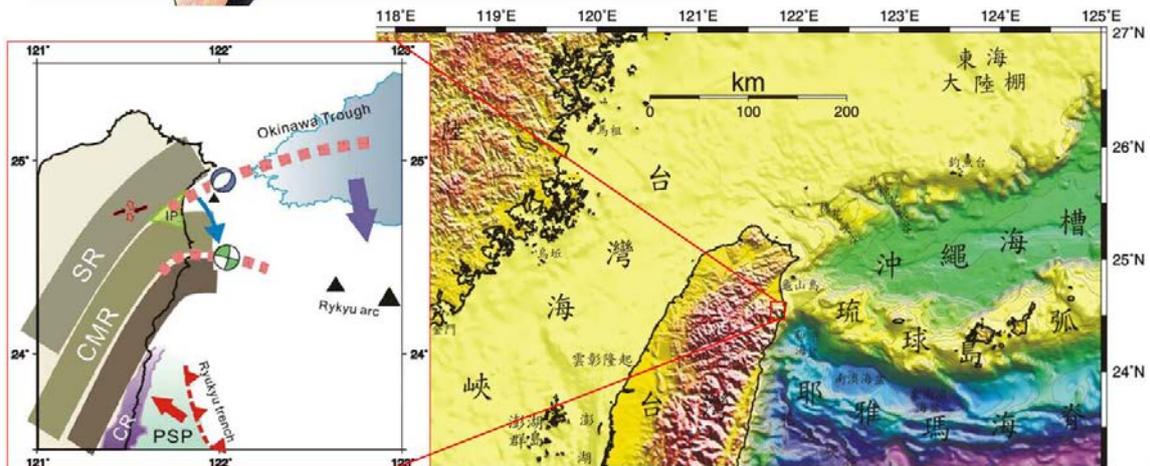
蘇花改工程能在困難地質環境下，在有限期程內能順利完工通車，實有賴各單位共同努力所取得成果。蘇花改工程在複雜困難變質岩區的施工經驗極為珍貴，可提供未來工程推動參考。另工程雖順利完成，但複雜困難地質所帶來的營運維護問題，仍不可忽視。

關鍵字：變質雜岩、多期褶皺、地質構造、水文地質

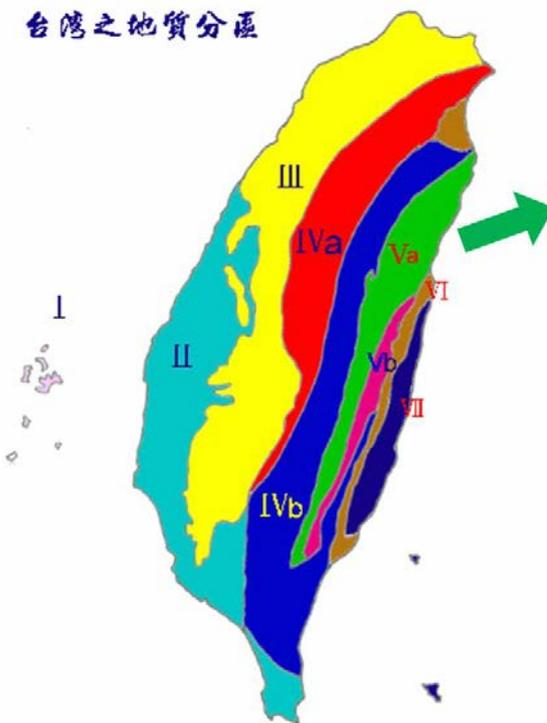




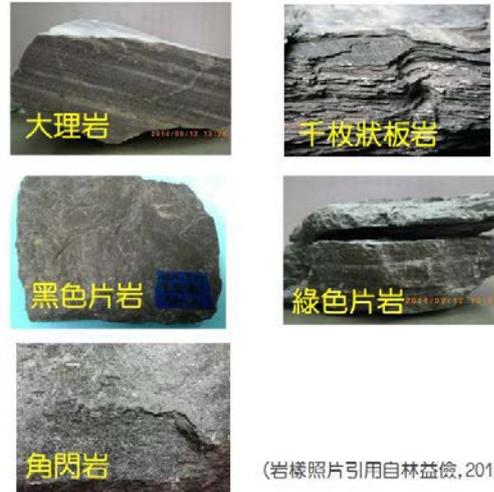
蘇花改路線位在板塊碰撞帶，歷經數次造山運動之區域變質與構造變形作用，及後續因板塊持續擠壓與沖繩海槽伸張作用，形成地層內複雜之褶皺與剪切變形構造，造成區域地層岩性不均勻及構造變化快速情況。



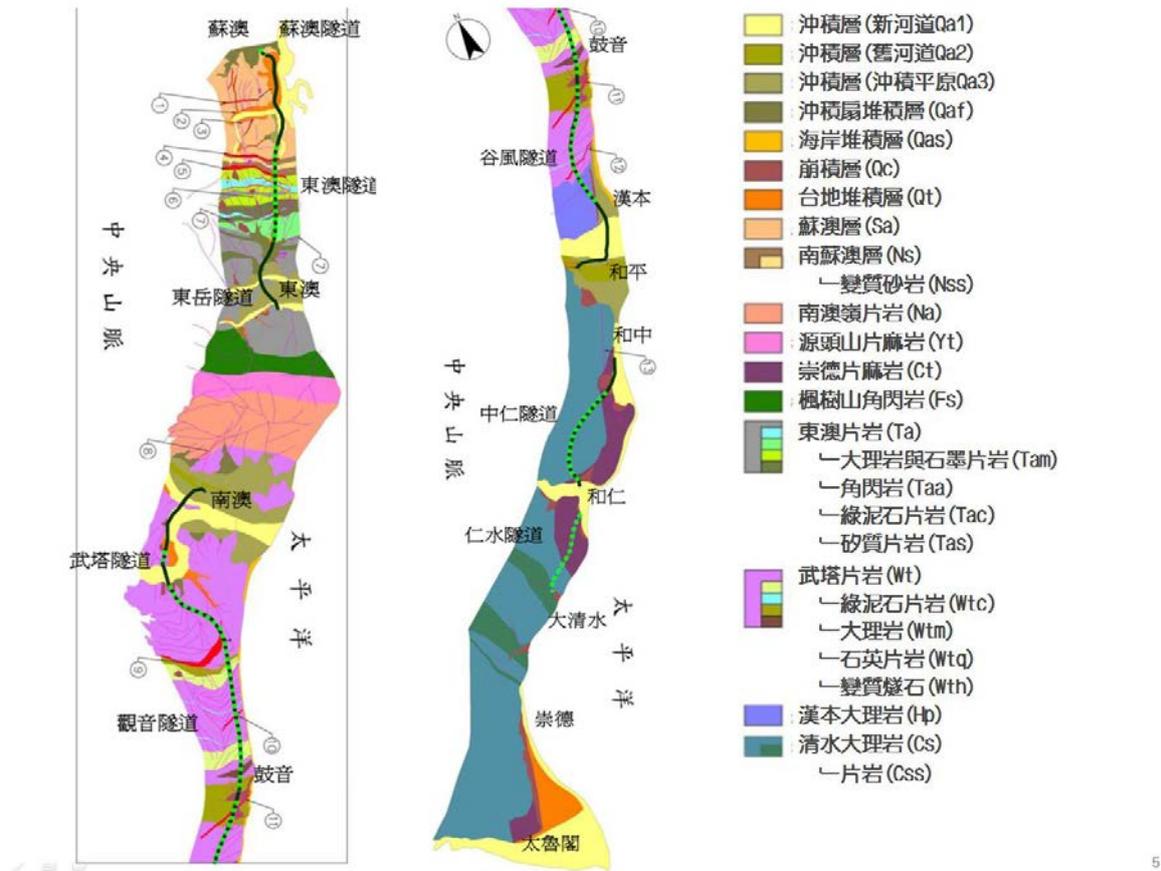
台灣之地質分區



中央山脈東翼先第三紀變質雜岩
 臺灣最古老的地質單元，經過二次以上的變質作用與造山運動而成，形成多期褶皺與地雜地質構造
 多種岩性(包括矽質片岩、綠色片岩、黑色片岩、千枚岩、板岩、變質砂岩、大理岩、片麻岩、角閃岩、輝綠岩等)交互出現，統稱為變質雜岩帶

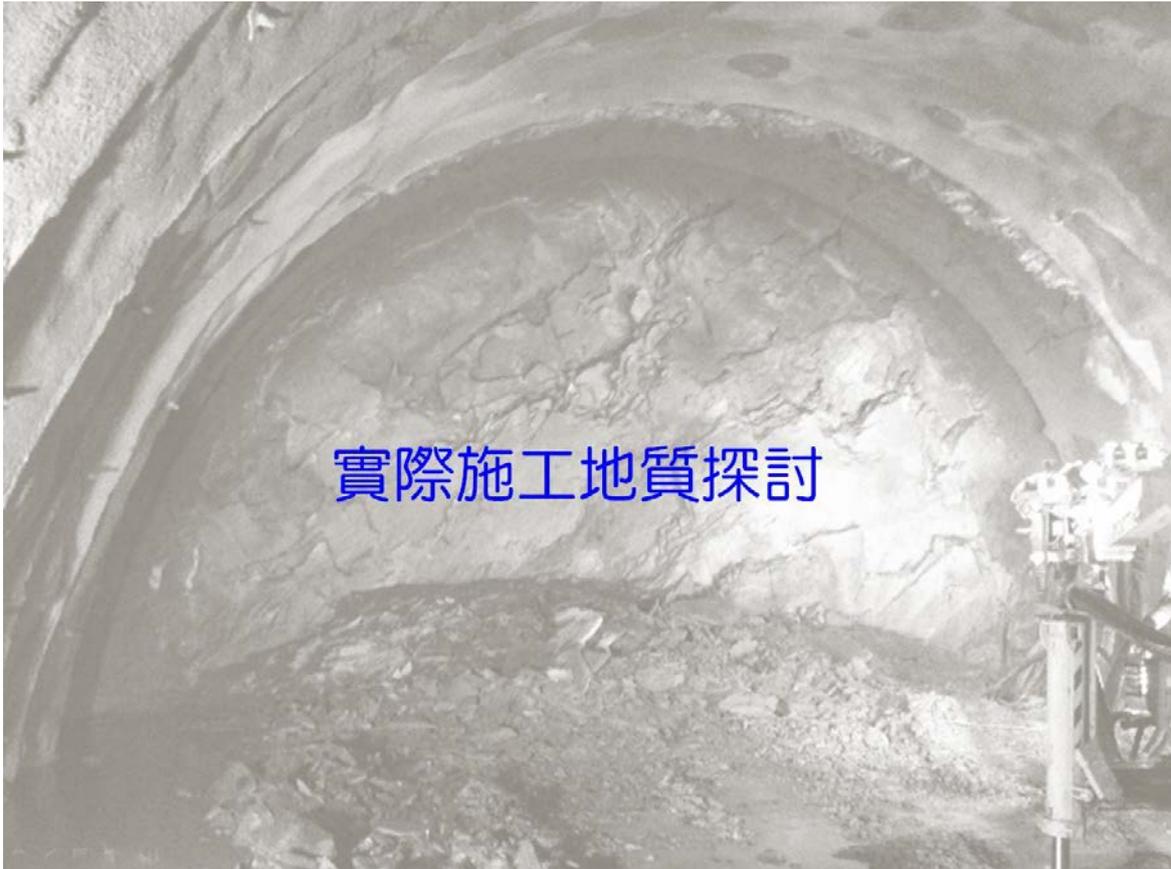


(岩樣照片引用自林益儉, 2015)



5

時間	地層	主要岩性與地質特性說明
中新世	蘇澳層	板岩為主，偶夾薄層細粒變質砂岩、硬頁岩等，局部夾厚層變質砂岩。岩體葉理發達，易沿著葉理滑移產生斷層或破碎帶，風化深度可達地表下一、二百公尺。
中新世至始新世	南蘇澳層	以板岩及變質砂岩，以及兩者之互層為主。與北側之蘇澳層以小帽山斷層相隔，與南側之東澳片岩以猴椅山斷層相隔。
中生代	源頭山片麻岩	片麻岩呈淡灰色，中至粗粒，新鮮岩體強度甚高。
中生代	南澳嶺片岩	厚層石英片岩為主，夾黑色片岩與矽質片岩，呈東西向帶狀分佈，局部受南澳斷層影響，岩體較為破碎。
中生代	崇德片麻岩	出露於和平溪以南至立霧溪以北之間地區，在清水大理岩之東側。和中一帶之岩體因受和中斷層影響，岩體較為破碎，臺9線和平隧道內常見滲水現象。和仁大清水溪兩側之岩體則相當完整，破裂面之間距多在二公尺以上。
中生代至古生代	楓樹山角閃岩	角閃岩與角閃石片岩，綠至暗綠色，塊狀呈東西延伸之岩體，東西長約16 公里，南北寬約1.5 公里，新鮮岩體強度高。
古生代	東澳片岩	在猴椅山至東澳南溪附近，延伸約5 公里。包括黑色片岩、矽質片岩、綠色片岩，角閃岩及大理岩等。片岩中常見沿片理滑移錯動之斷層或破碎帶。大理岩多呈角礫狀破碎，易為地下水滲流通路。
中生代	武塔片岩	岩性有黑色片岩、綠色片岩、矽質片岩、大理岩與變質燧石等，黑色片岩數量較多，大理岩以薄層為主，片岩中常見沿片理滑移錯動之斷層或破碎帶。
中生代	漢本大理岩	淺灰色及白色細粒至粗粒大理岩所組成，其中偶夾薄層綠色片岩、矽質片岩及變質燧石。在地表陡峭邊坡多呈現大量之破裂面，且多為開口，開口寬度在數公釐至數公分間，推估在接近表面處因受解壓作用影響，開口內多無物質充填，局部有岩屑或泥質填充，多有鐵染現象。
中生代	清水大理岩	岩性主要為厚層淺灰至灰黑色細至粗粒大理岩，偶夾薄層或凸鏡狀綠泥石片岩、石英雲母片岩、矽質片岩或變質燧石。局部含鎂量較高者，常遞變為白雲岩或白雲石質大理岩。和仁大清水溪左岸大理岩體較完整，部份則因受清水斷層影響顯得極為破碎，易產生落石危害。



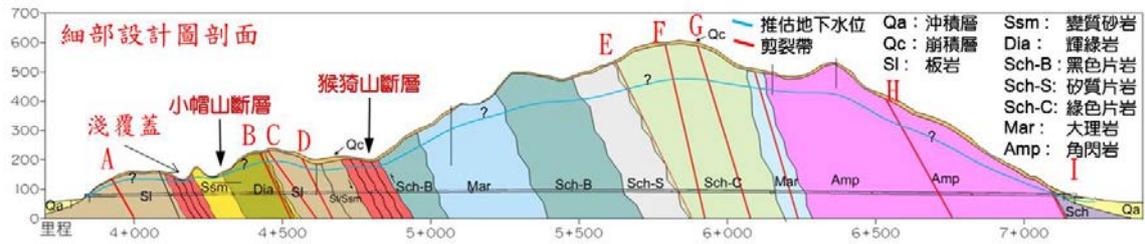
實際施工地質探討



剪裂泥

變質砂岩

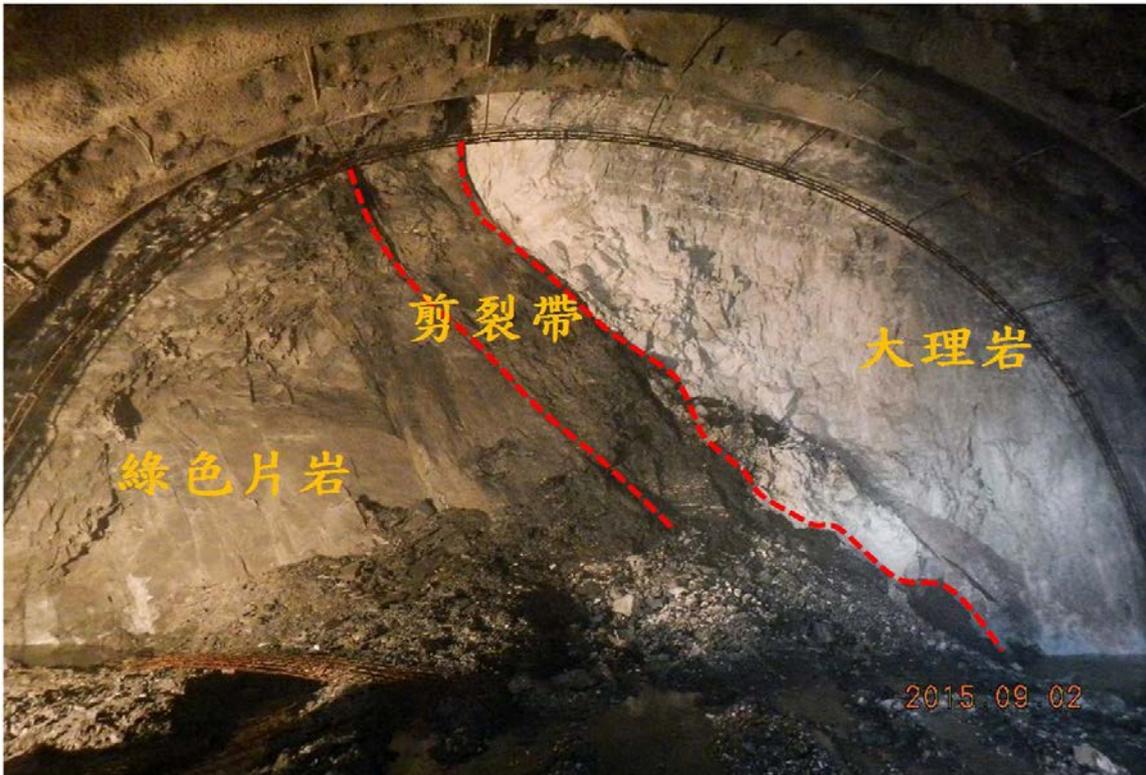
板岩



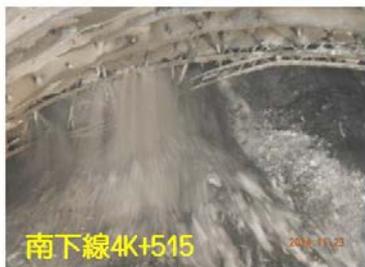
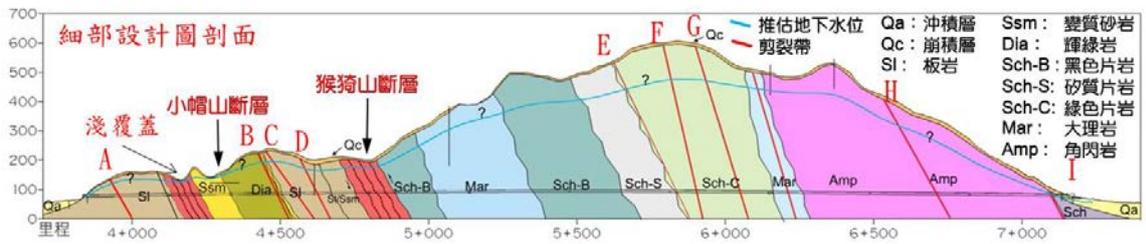
綠色片岩

大理岩

角閃岩



9

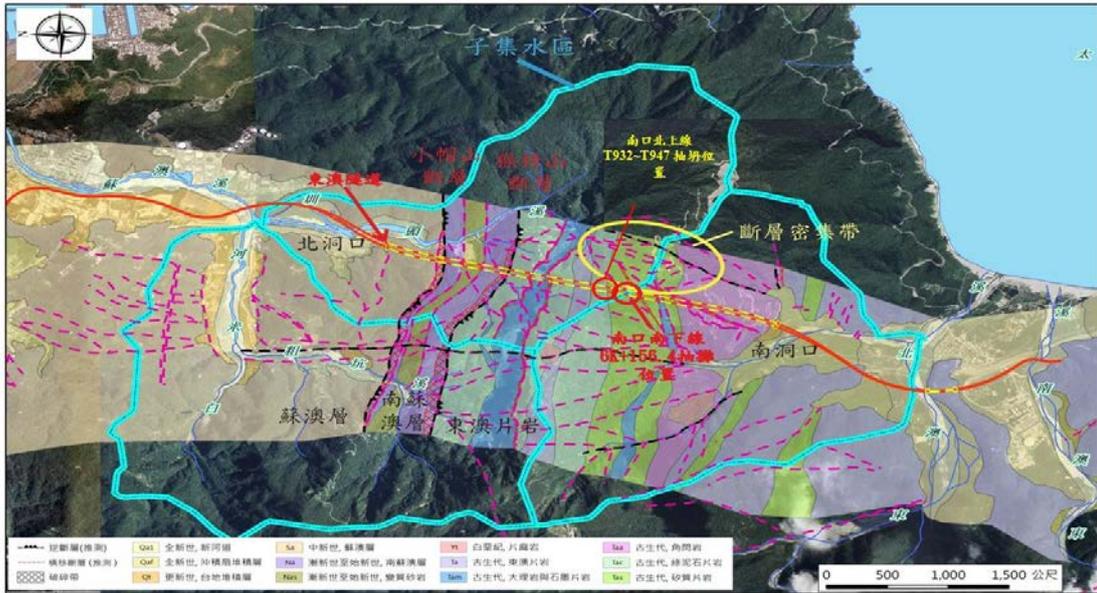


(資料引用自林芳輝, 2017)

10

南北向剪裂帶

南北向剪裂帶受橫移斷層系列影響，隧道開挖過程經常遭遇南北走向剪裂帶，並造成規模不一之坍塌。主要以岩體貫入、破碎岩塊及軟弱剪磨泥為主，並無固定之組成比例，常導致兩側岩盤不連續。此區段發生15次抽坍。



(資料引用自林芳輝, 2017)



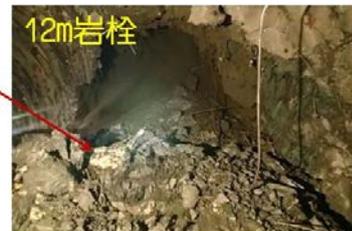
大型岩楔滑落

南口北上線T932~T947抽坍

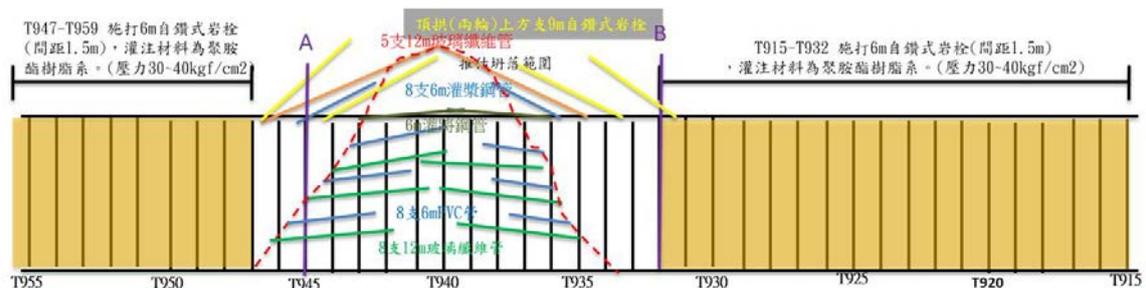
綠色片岩略富雲母礦物，夾薄碳酸鹽與矽質礦物，透鏡狀矽質貫入片理間，導致局部岩盤破碎夾泥且具擦痕，顯示岩盤局部曾受擾動



矽質岩體貫入

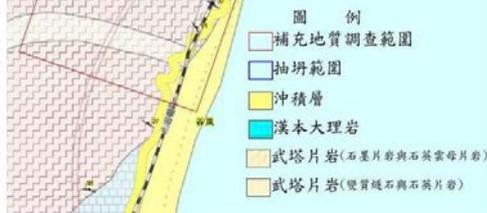
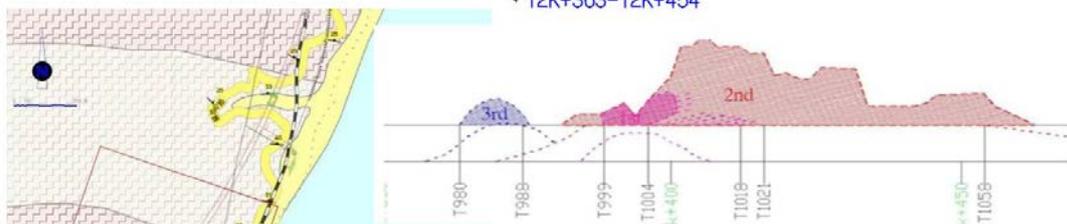
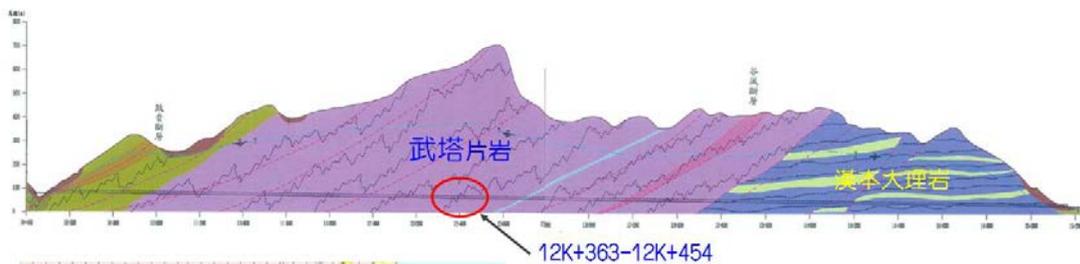
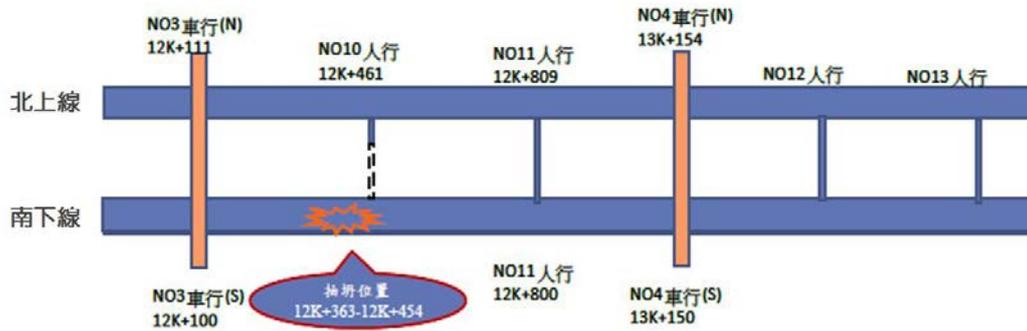


12m岩柱



(資料引用自林芳輝, 2017)

谷風隧道106年10月(T980-T1058)抽坍

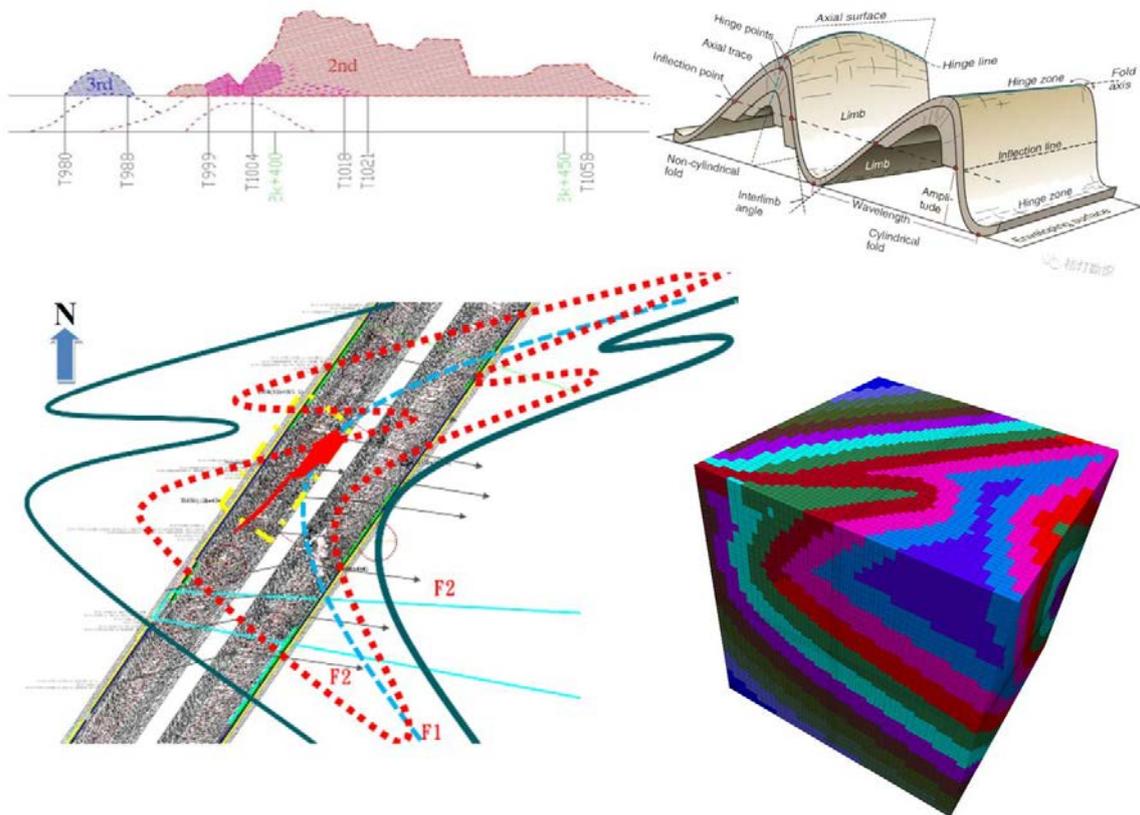


武塔片岩：主要為黑色片岩夾矽質片岩或綠色片岩，局部夾大理岩薄層。

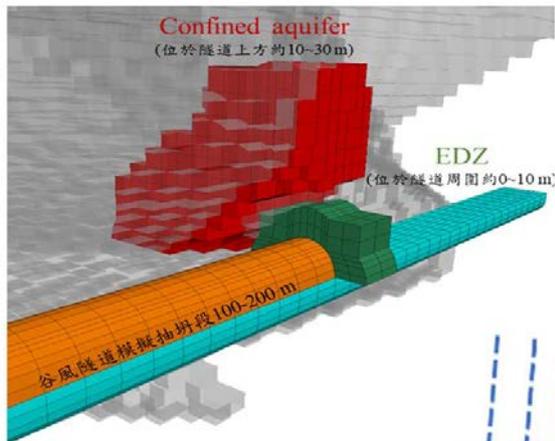
抽坍事件前發生持續降雨事件，
 12日降雨量約950mm，3日雨量更達563mm



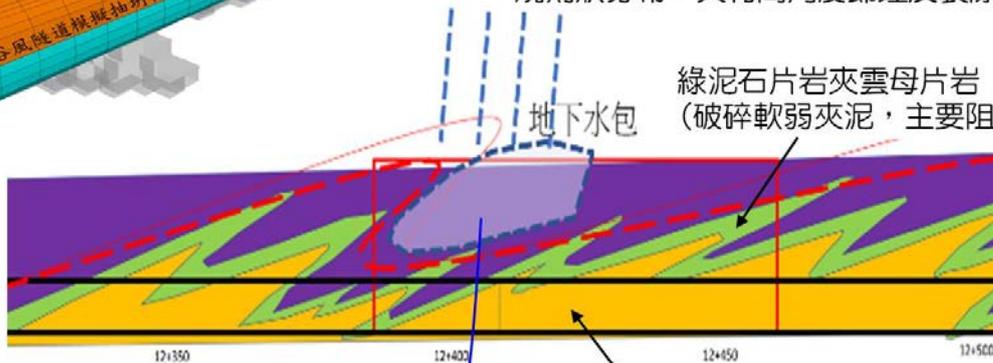
15



16

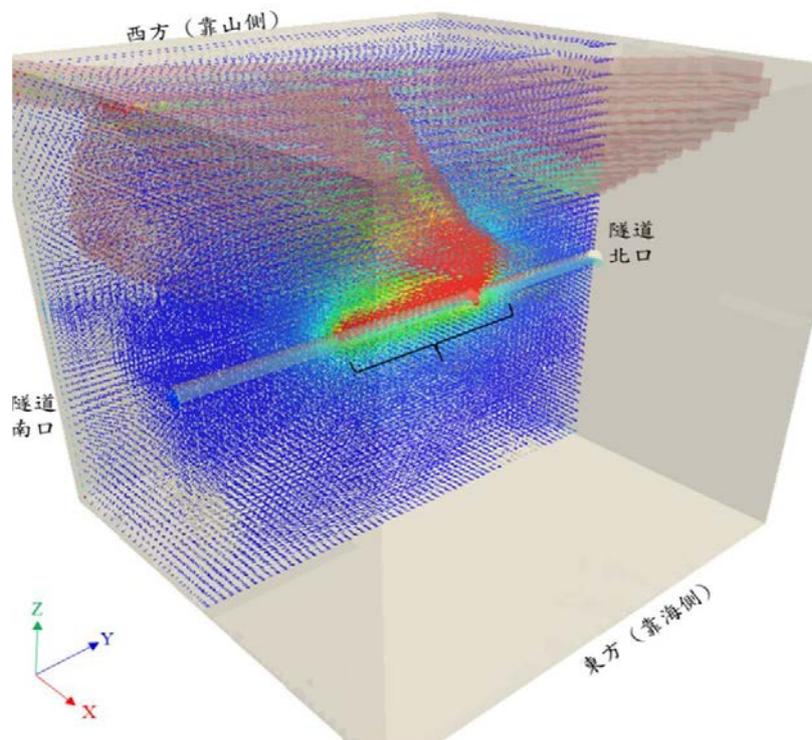


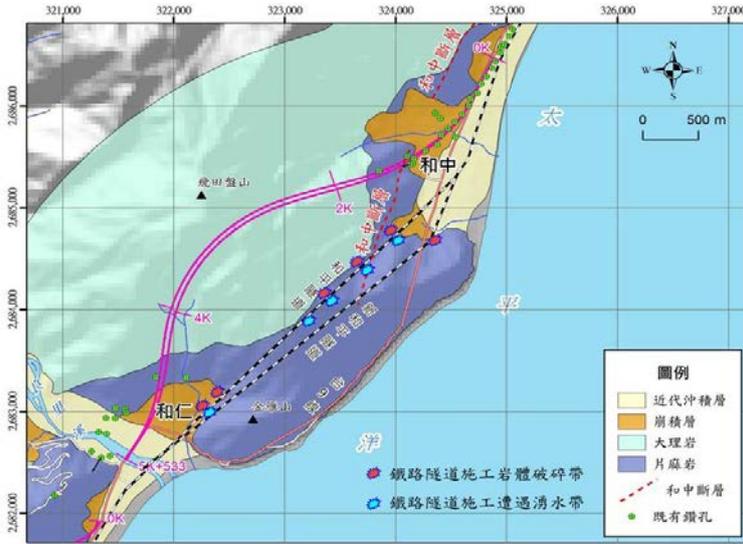
雲母石英片岩夾雲母片岩：
岩材較堅硬，受複雜褶皺構造影響，呈現不規則狀分布，具有高角度節理及裂隙



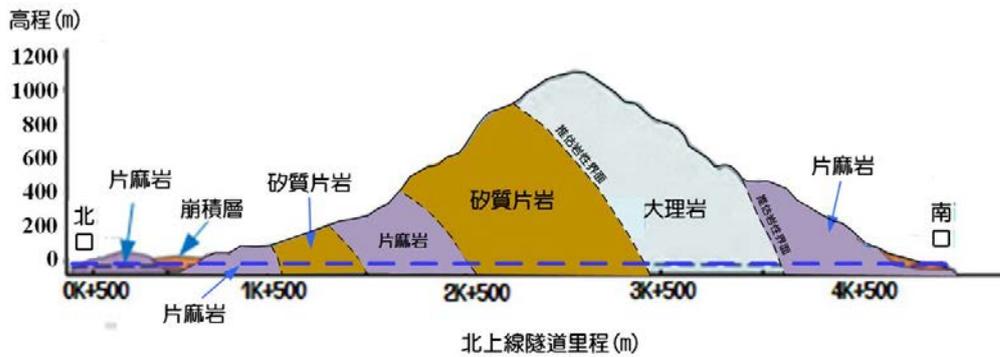
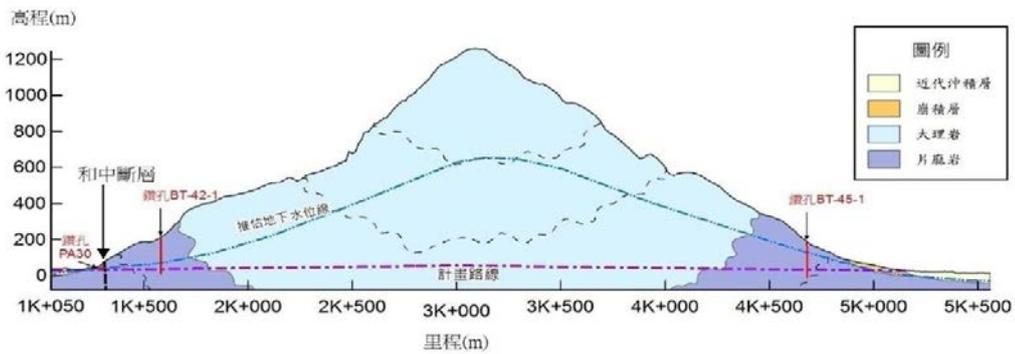
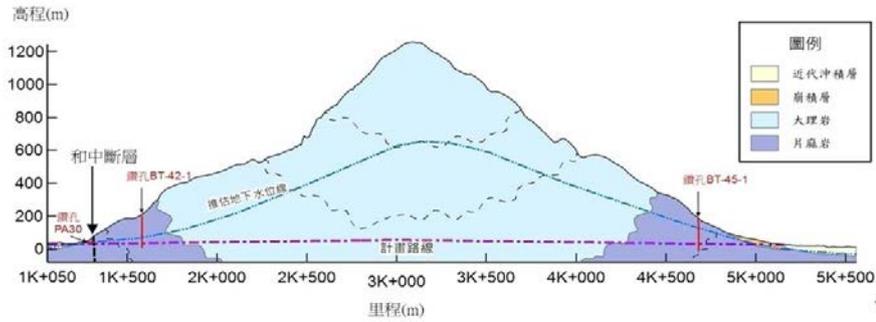
TSP探查顯示，富水區位在
隧道上方約12公尺以上區域

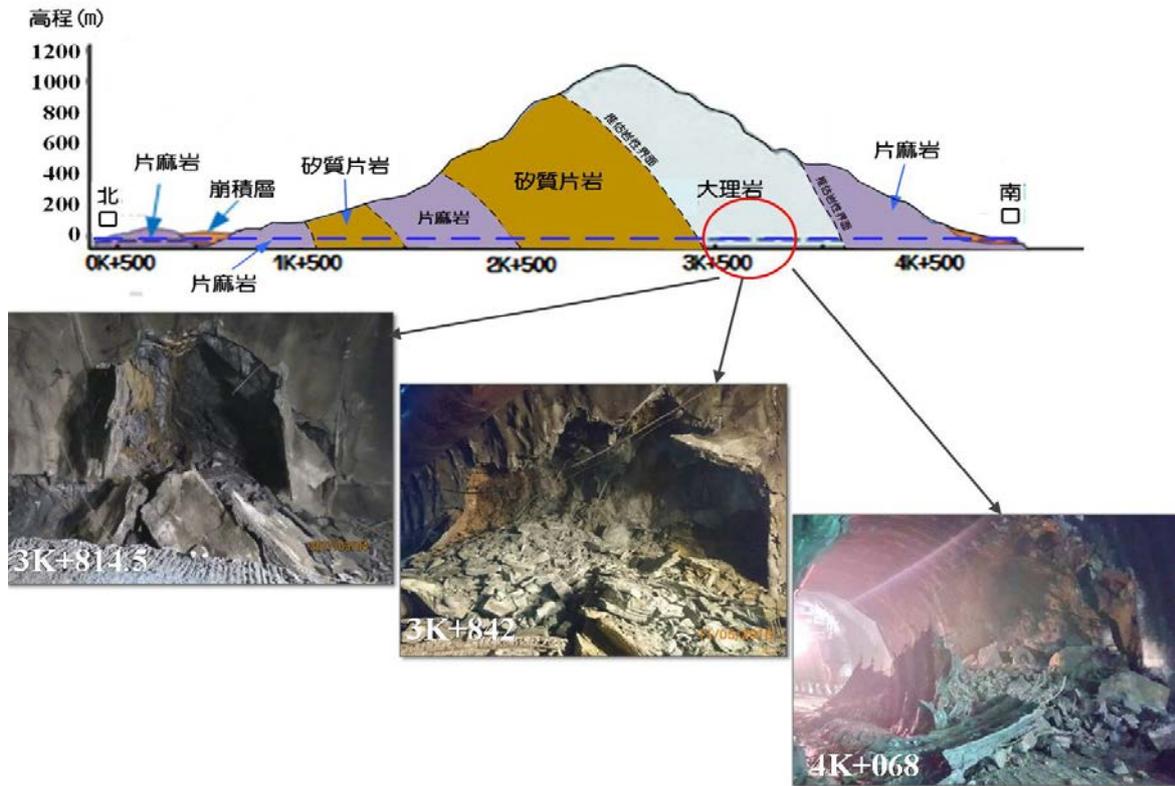
開挖面：雲母片岩間夾雲母石英片





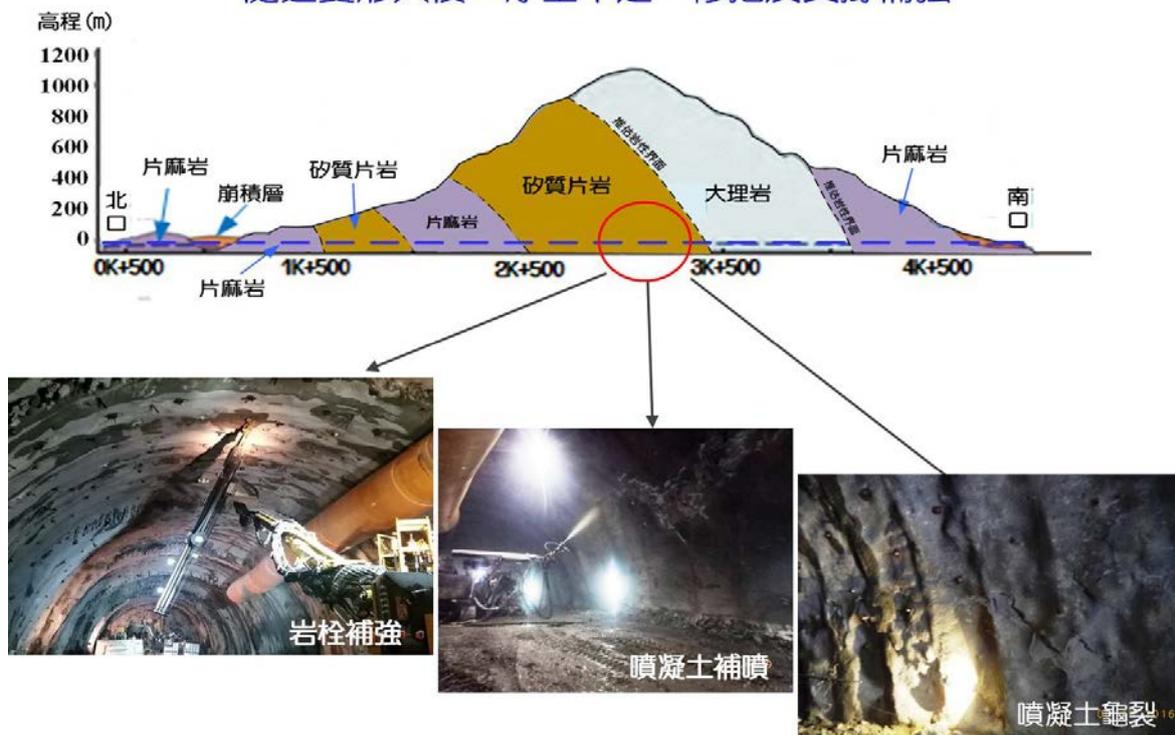
1288m岩覆深度 中仁隧道





21

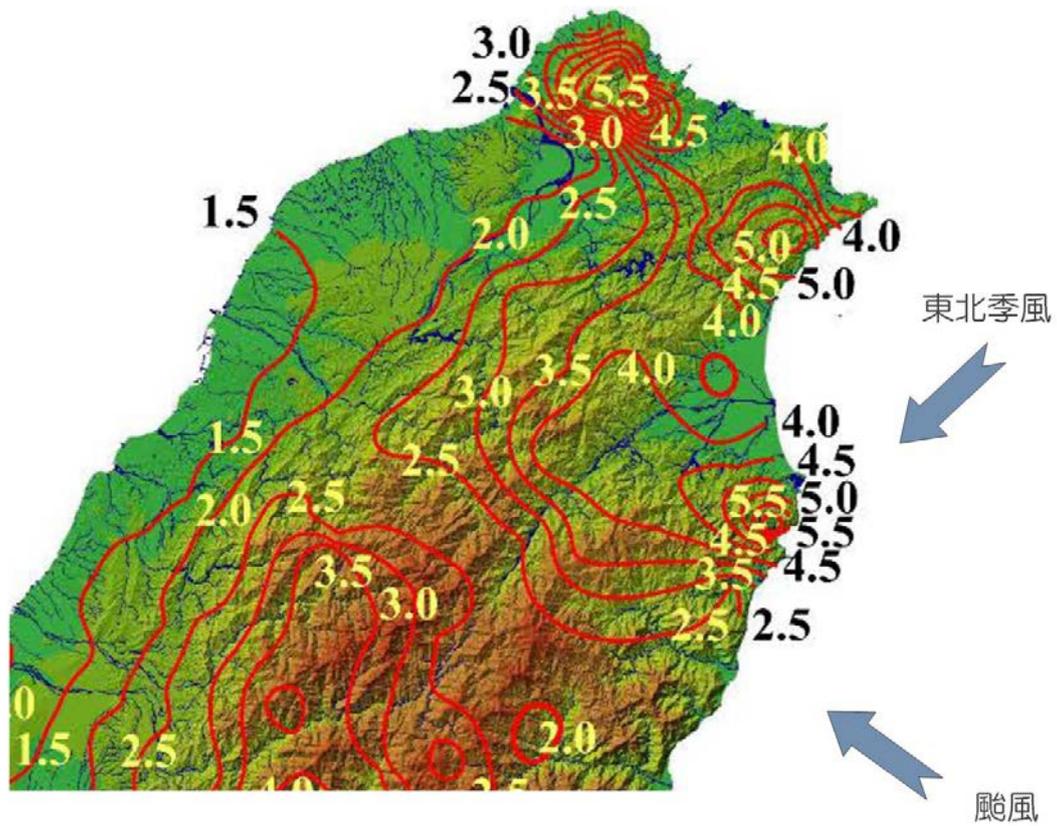
隧道變形入侵，淨空不足，修挖及支撐補強



22



(引用自薛文城, 2011)



	火燒寮2017	東澳嶺2017	東澳2017
1月	204	430	150
2月	221	394	152
3月	228	242	131
4月	241	223	190
5月	182	466	332
6月	621	359	250
7月	356	181	286
8月	40	119	96
9月	350	444	348
10月	1186	1272	1229
11月	628	1639	740
12月	495	1550	1004
總計	4752	7317	4907

岩盤滲漏 (Lugeon) 試驗結果，各種片岩透水係數大致約 10^{-7} m/s

封塞水力試驗結果：

➤ 完整緻密片岩

岩材孔隙主控地層透水性質
極低透水性地層單元

透水係數約 10^{-10} m/s數量級



➤ 片理發達片岩

片理主控地層透水性質
低透水性地層單元

透水係數約 10^{-7} - 10^{-8} m/s數量級



➤ 裂隙發達片岩

節理裂隙主控地層透水性質
中度透水性地層單元

透水係數約 10^{-6} m/s數量級



➤ 擠壓剪磨片岩

剪裂泥主控地層透水性質
低透水性地層單元

透水係數約 10^{-8} - 10^{-9} m/s數量級



27

觀音隧道6K+100 (NN3 T374-T375出水)

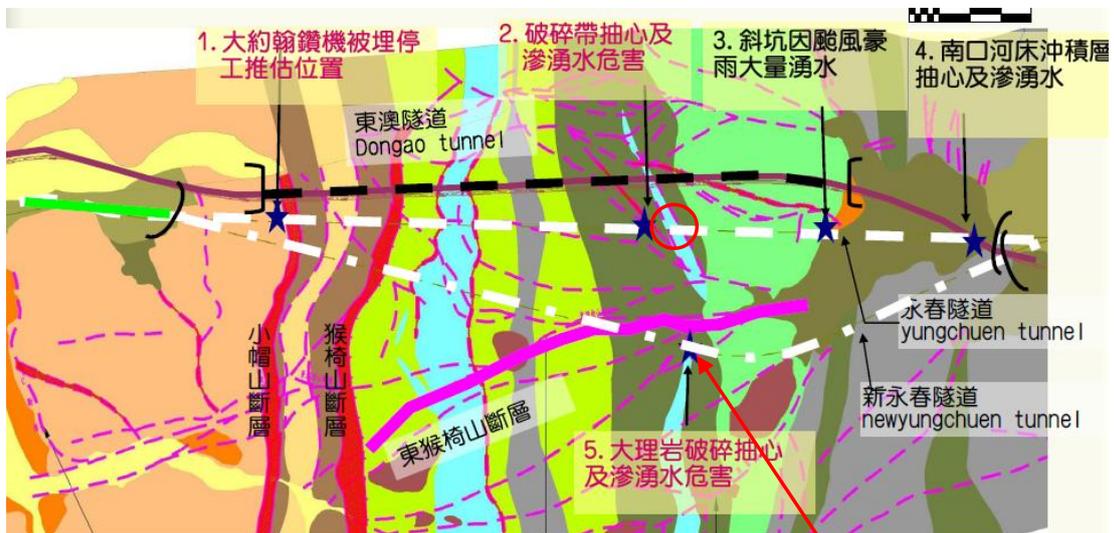


28

觀音隧道6K+100 (NN3 T374-T375輪湧水)



29



Holocene-
Pleistocene

- 沖積層(新河道Qa1)
- 沖積層(舊河道Qa2)
- 沖積層(沖積平原Qa3)
- 沖積扇堆積層(Qa1)
- 台地堆積層(Qt)

Miocene slate

- 蘇澳層(Sa) Suao Formation
- 崇德片麻岩(Ct)
- Oligocene-
Eocene slate-
metasandstone
- 南蘇澳層(Ns) Nansuao Formation
- 綠泥砂岩(Nss) metasandstone

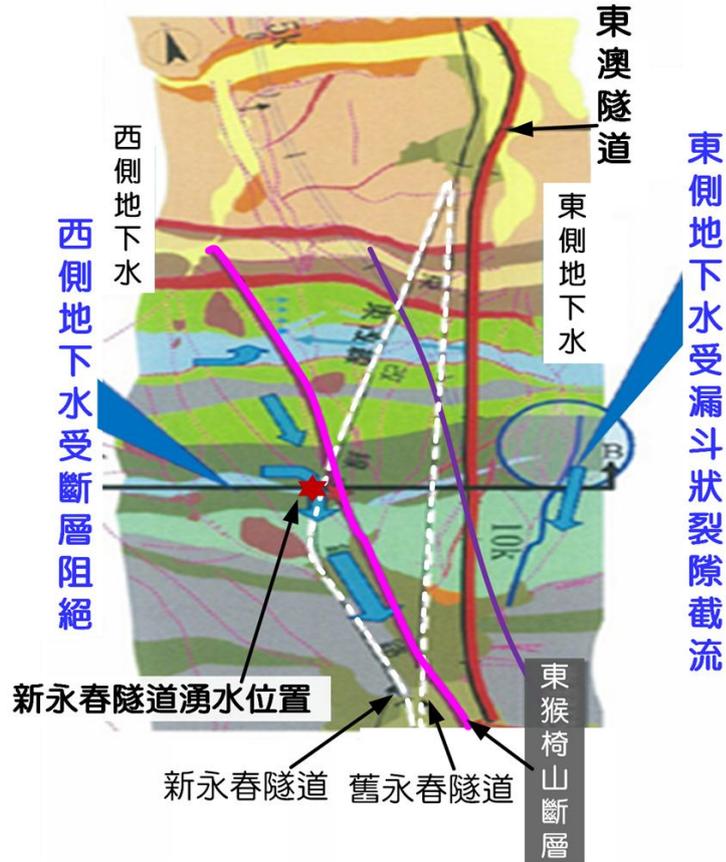
Paleozoic Schist-amphibolite-marble

- Donggao Schist
- 東澳片岩(Ta)
- 大理岩與石
墨片岩(Tam)
- 角閃岩(Taa)
- 綠泥石片岩(Tac)
- 砂質片岩(Tas)

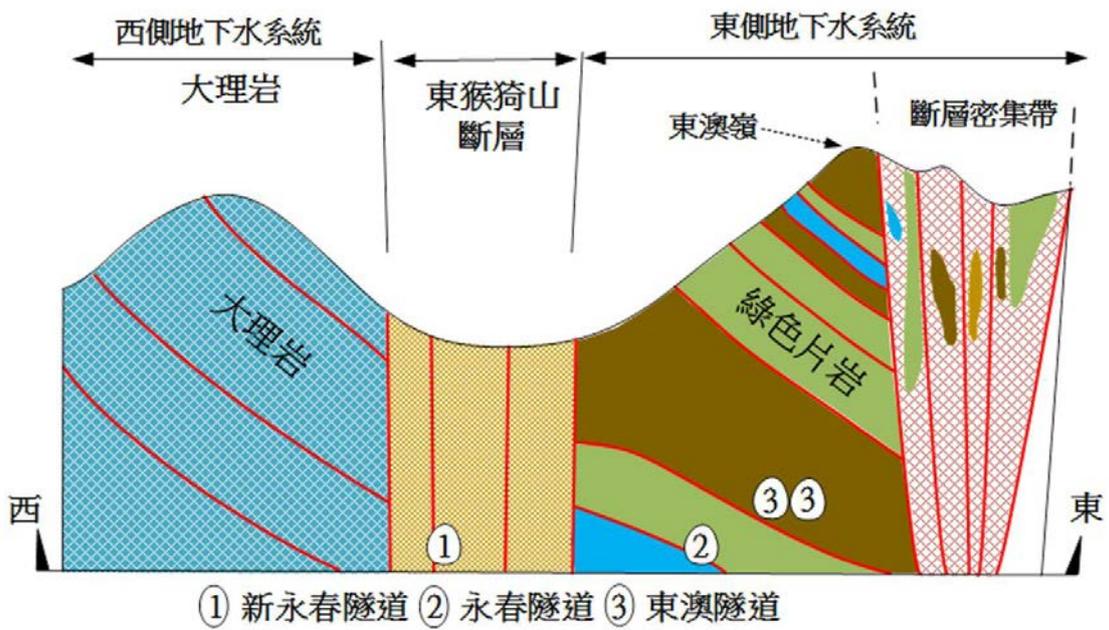


30

資料來源：林銘郎，2011



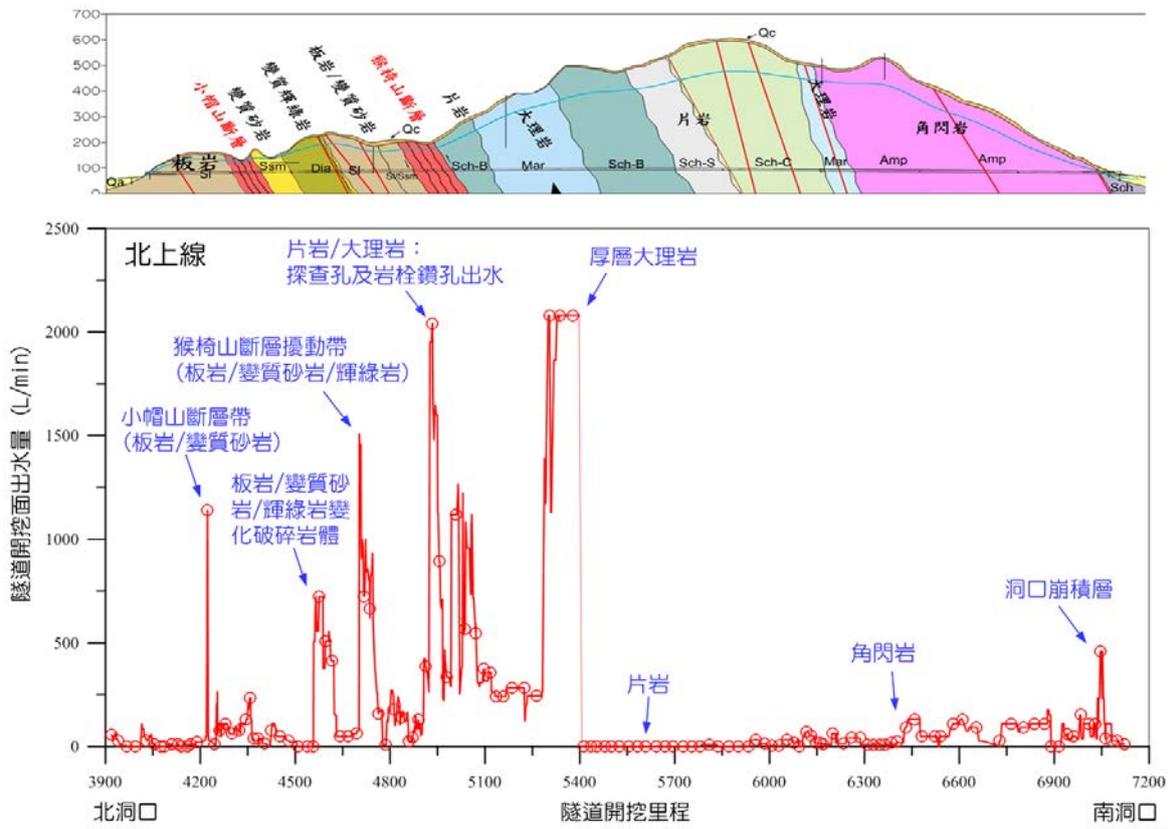
31



32



33



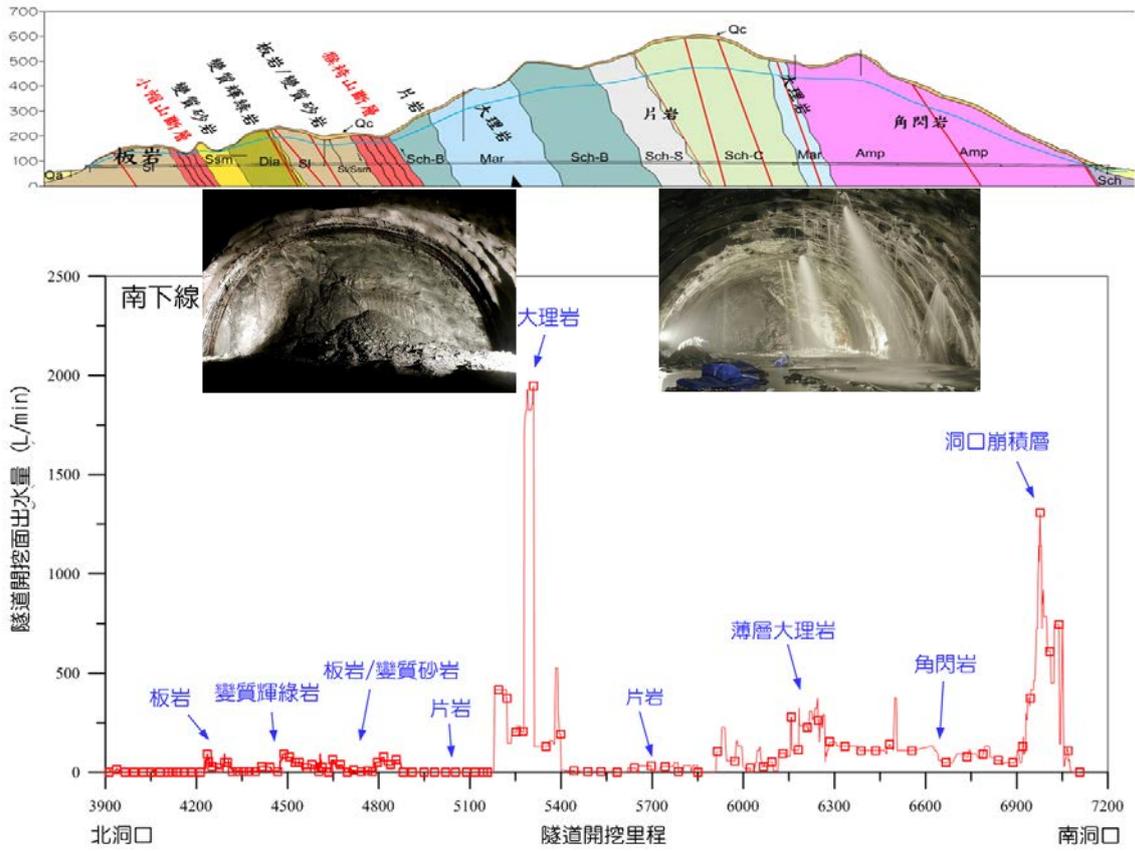
34



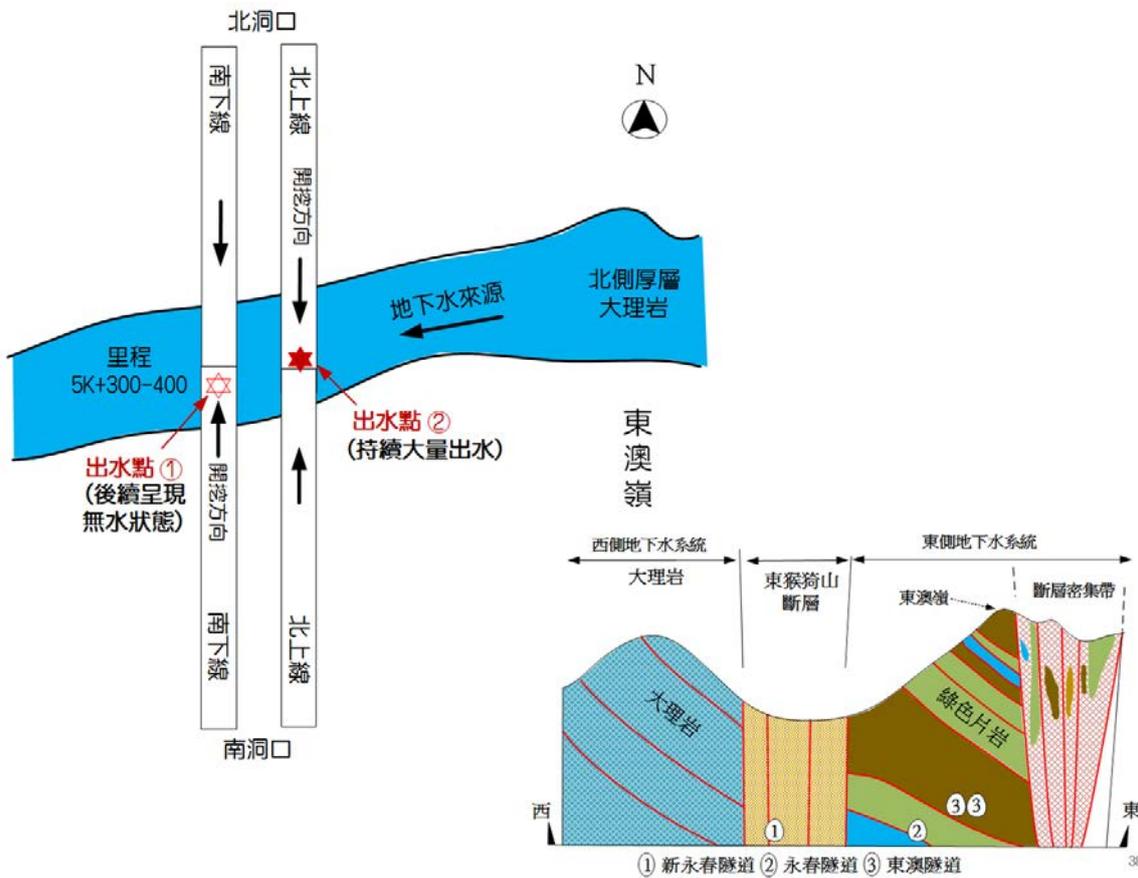
35



36

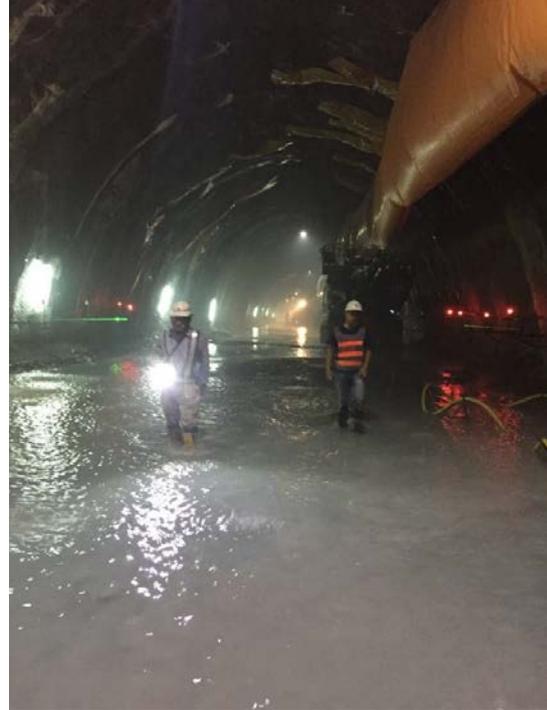


37



38

颱風過後豪雨，導致大理岩隧道已開挖段大量出水



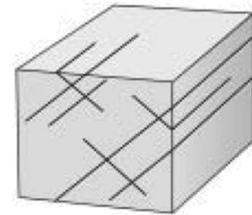
隧道出水量達45,000(L/min)



40

結語

- ❖ 蘇花改沿線地層歷經多次造山運動之區域變質與構造變形作用，複雜多變，導致地質研判困難，大幅提升施工難度，在有限期程內完工通車，實有賴各單位共同努力所取得成果；同時亦不能忽視複雜地質環境對後續長期營運影響。
- ❖ 受劇烈擠壓變形作用，在岩性顯著差異之交界帶，常出現層間剪動破碎情形，隧道開挖通過時易有規模不等抽坍及突發性出水風險；在劇烈褶皺變質岩內開挖隧道，除開挖面地質狀況外，周圍地質環境(例如破碎剪裂帶分布、受壓含水層空間位置..)亦會影響隧道變形行為與安全穩定，傳統的開挖面岩體分類支撐設計方式之適用性有檢討空間
- ❖ 變質岩區水文地質環境複雜，地下水流路徑受片理及裂隙發育、斷層破碎帶與阻水層位置等影響，不易事先精確掌握，施工中調查、觀測及設計配套措施有其必要性



41

報告完畢 敬請指正

蕭富元 博士/組長

財團法人中興工程顧問社

大地工程研究中心

TEL: (02)8791-9198 ext.398

E-mail: fuyuan@sinotech.org.tw

<p>姓名：蕭富元</p> <p>單位：財團法人中興工程顧問社 大地工程研究中心</p> <p>職稱：資深研究員兼組長</p> <p>地址：台北市內湖區新湖二路280號 電話：02-87919198 ext.398 傳真：02-87911213 電郵：fuyuan@sinotech.org.tw</p>	
<p>主要工作</p>	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ 岩盤及隧道工程研究 ✓ 地下開挖數值模擬分析 ✓ 隧道水文地質調查與評估 	
<p>專業資歷</p>	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ 1993年~迄今 財團法人中興工程顧問社 歷任研究員、高級研究員等工作資歷 26年 ✓ 目前擔任 財團法人中興工程顧問社 資深研究員兼組長 	
<p>參與專案</p>	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ 參與研究計畫：蘇花改水文地質模式與區域水資源環境影響分析、高岩覆對隧道設計與施工影響、隧道施工安全評估方法整合研究、隧道施工專家系統發展與應用改進、隧道交叉段力學行為與支撐對策、雙孔隧道互制影響、長期蠕動邊坡破壞機制等。 ✓ 參與技術服務工作：公路總局隧道維護管理系統開發、新北市府舊三貂嶺隧道調查評估、台鐵三義隧道安全檢測評估、新烏山嶺引水隧道甲烷氣體調查評估與洩氣井設置、蘇花改 A 標及 C 標隧道設計分析技術諮詢、曾文水庫越域引水隧道設計審查與駐地監造、曾文水庫越域引水工程施工中水文地質調查與評估、基隆河員山子分洪隧道監測安定分析、國道五號雪山隧道計測回饋分析、高鐵 C215 標湖口隧道交叉段設計分析、臺電西寶水力發電試坑地質調查及現地應力量測。 	
<p>學歷</p>	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ 國立成功大學資源工程系 博士 	
<p>專業獲獎</p>	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ 民國 105 年獲頒中華民國隧道協會優良隧道工程師獎 ✓ 民國 101 年獲頒地工技術 2012 年年度最佳論文獎 ✓ 民國 96 年獲頒中華民國第十二屆大地工程研討會論文獎 ✓ 民國 93 年獲頒中華民國第十屆大地工程研討會論文獎 	
<p>發表文章</p>	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ 於 Tunnelling and Underground Space Technology、Rock and Soil Mechanics、地工技術、鑛冶、地下管道等期刊，以及於 ITAWTC、ISRM、ARMS、EUROCK 等研討會發表 90 餘篇專業論文。 	

蘇澳東澳段介紹及通車挑戰心路歷程

林芳輝

中興工程顧問股份有限公司

摘要

「台 9 線蘇花公路山區路段改善計畫」計分蘇澳至東澳、南澳至和平及和平至大清水等三個路段，計畫總金額528.8億元，蘇澳東澳路段總長9.7KM，土建分三標，蘇澳至永樂段(A1標)，全長3.8公里，由榮工工程股份有限公司承攬，契約金額約26.07億元；東澳隧道新建工程(A2標)，全長約3.4公里，由福清營造股份有限公司承攬，契約金額約40.2億元；東澳東岳段(A3標)，全長約2.5公里，由新亞建設開發股份有限公司承攬，契約金額約16.88億元；機電工程(A4標)由靖宜工程有限公司承攬，契約金額約6.33億元；全計畫交控工程(E1標)由大同/全徽股份有限公司聯合承攬，契約金額約5.66億元(A段部分約1.36億元)；植栽綠美化工程(A5標)由琮義企業有限公司承攬，契約金額約1千6百萬元；零星工程(A6標)由兆藝營造有限公司承攬，契約金額約1千050萬元；設計監造由中興工程顧問股份有限公司承攬，蘇澳東澳路段工程總經費約91.1億元。

蘇澳永樂段之白米脊背景觀橋長340公尺，為國內首座結合「波形鋼腹板」、「預力混凝土」及「外置預力斜索」複合材料及工法之造型脊背橋，施工深具挑戰性，另橋塔按地方人文意象景觀，白米社區地理環境-山勢如甕、白石如米，採米粒造型，將工程由品質的確保提升至人文精神的層次。

東澳隧道為甲級公路隧道，總長約3,380公尺，因經過152公尺小帽山及124公尺猴椅山等密集斷層區，又因東澳嶺高降雨量與高地下水等多重不良環境因素疊加干擾，為全計畫施工中隧道湧水最為嚴重的區段，上半斷面開挖階段遭遇較具規與模耗時處理之抽坍與湧水之災害分別為北上線11次、南下線22次，共計突破176次大小抽坍及湧水處理，施工過程可謂十分艱難，但其擁有全台第一座採複合型點排式通風系統，配置主動式水霧消防系統，該系統能於隧道火警事件發生60秒內偵測到訊號，訊號確認後120秒內啟動噴流風機，將煙塵限縮在事故區域附近範圍，採人煙分道，將火災煙害影響降低，並在事件確認後180秒輔以水霧系統抑制溫度，火災危害因子溫度及煙，以提升火災發生後初期火場環境之避難安全性及救援可及性。

「安全」是改善蘇花公路的中心思想，蘇花公路山區路段改善計畫的目標策略及所有規劃設計，皆以此中心思想來進行與推動，本路段設置智慧型交通控制系統，舉凡隧道之照明、消防、通風、避難導引、監測、交管、廣播及通訊等確保行車安全之重要設施，皆可藉由系統之營運管理，提供用路人行車資訊及避難導引，確保蘇花改是一條安全回家的路。

蘇澳東澳路段改善工程自民國101年9月份開工，歷經1千9百多個工作天，期間東澳隧道遭遇多重不良環境險阻，在施工團隊全力挹注資源，焚膏繼晷，努力

不懈之堅持下，排除萬難終於完工，於107年2月5日下午4時正式開放通車，通車迄今已逾1年半，提昇台灣東部地區交通的可靠性及安全性，可謂有目共睹。

關鍵字：台9線蘇花公路山區路段改善計畫、白米脊背景觀橋、東澳隧道、主動式水霧消防系統、複合型點排式通風系統

蘇澳東澳段介紹 及 通車挑戰心路歷程

簡報人：中興工程顧問股份有限公司
林芳輝 協理

中華民國108年11月20日



簡報大綱

CONTENTS

一 淺談蘇花改A段

二 情深緣未了

三 通車歷程甘苦談

四 通車後記

五 心底話



一 淺談蘇花改A段



8座隧道(24.5公里)

橋梁(8.5公里)

平面道路(5.8公里)

■ 改善路段：

- 蘇澳～東澳段：道路線形不佳為易肇事路段。
- 南澳～和平段：落石坍方阻斷頻繁。
- 和～大清水段：路基狹窄且常落石坍方。

■ 改善長度: 38.8 公里

2

一 淺談蘇花改A段

全線簡介



蘇澳永樂段(長約3,824m)		東澳隧道(長約3,380m)		東澳東岳段(長約2,071m)			
路堤/路塹段	456m	車行聯絡道	2處	路堤	324m		
隧道段	254m	人行聯絡道	7處	隧道段	212m		
橋梁段	白米高架橋	2,160m	緊急避車彎	4處	橋梁段	東澳北溪河川橋	1,352m
	永樂高架橋	954m	洞口機房	2座		幸福高架橋	180m

- ◆ A4標工程：建置A區段機電設備系統，完工期限為土建標最後1區點交完成後240日曆天。
- ◆ A5標工程：景觀植栽綠美化工程。
- ◆ A6標工程：零星工程。
- ◆ E1標工程：配合A區通車提前建置第一階段交控系統，並於四工處設立緊急應變中心，於通車初期擔任交控指揮管制中心，完工期限為土建標最後1區點交完成後240日曆天。

3

一 淺談蘇花改A段

A1標-蘇澳永樂段新建工程

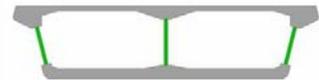


承攬廠商：榮工工程股份有限公司
契約金額：25億7千8百萬元
開工日期：102年04月16日
竣工日期：106年07月17日

一 淺談蘇花改A段

白米波形鋼腹板脊背橋

- 國內首座結合「波形鋼腹板」、「預力混凝土」及「外置預力斜索」複合材料及工法之造型脊背橋



- ◆ **波型鋼腹板**

複合斷面·可減輕上構重量、減少預力鋼腱量及下構尺寸、腹板可進行塗裝美化

- ◆ **脊背橋**

耐風穩定性佳、有效降低梁深、造型輕巧橋塔造型可變化·景觀效果極佳

- ◆ **米粒圓造型塔柱**

地方人文意象·白米社區地理環境-山勢如甕、白石如米



5

一 淺談蘇花改A段

A2標-東澳隧道新建工程

承攬廠商：福清營造股份有限公司
契約金額：40億4仟2百萬元
開工日期：101年12月15日
竣工日期：107年03月02日



一 淺談蘇花改A段

施工期間經歷較具規模抽坍事件，其中北上線13次、南下線20次共計33次，包含5次大湧水(1000L/min以上)受影響施工日程計：409日

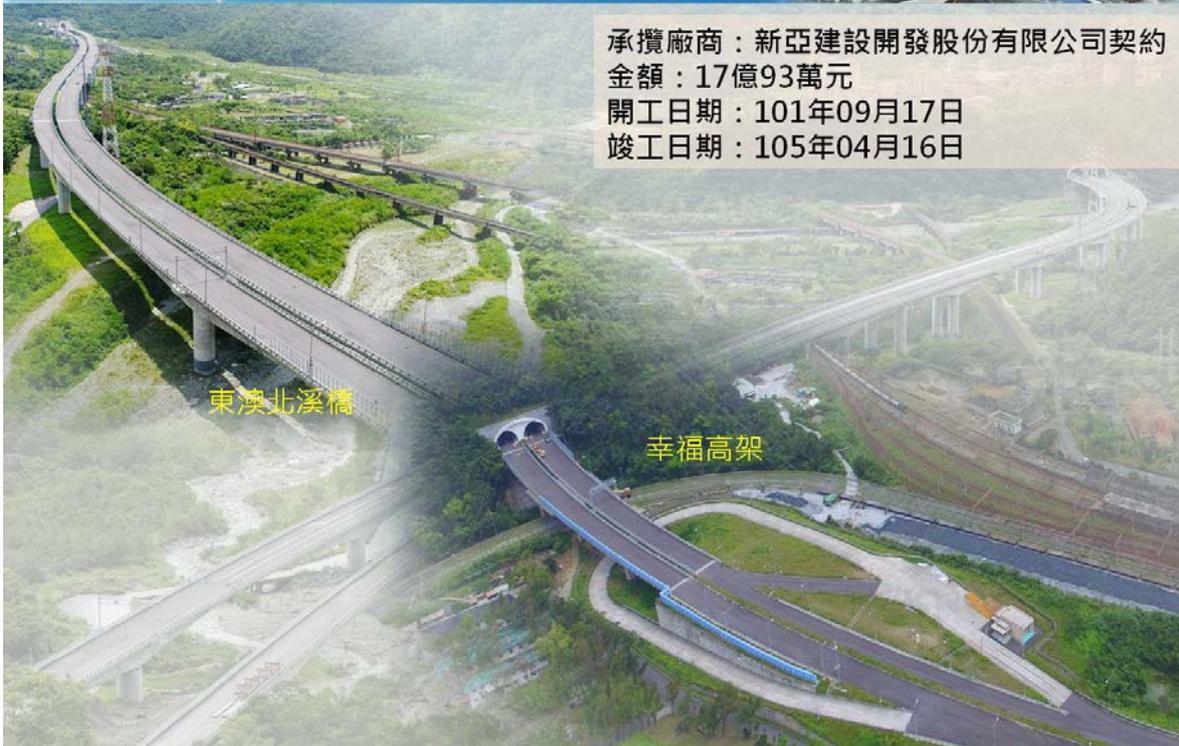
原排定106.7.30東澳隧道最後1區點交完成，受106年4月、6月及8月隧道接連抽坍4次影響，最後1區點交延至106.12.14完成。施工團隊為能如期達成任務-蘇澳東澳段工程於107年農曆年前通車，A2標陸續挹注資源於南下及北上線投入鋼模資源增闢第五及第六工作面，機電交控標則以調整工序、增加人力、延長工時及調整系統整合測試時程以縮短測試時程等精進作為，以提昇工率。



一 淺談蘇花改A段

A3標-東澳東澳段新建工程

承攬廠商：新亞建設開發股份有限公司
契約金額：17億93萬元
開工日期：101年09月17日
竣工日期：105年04月16日



一 淺談蘇花改A段

A4標-蘇澳東澳段機電工程

承攬廠商：靖宜工程有限公司
契約金額：6億3千3百萬元
開工日期：104年01月08日
竣工日期：107年04月17日

國內首座公路隧道
水霧自動設備系統試噴



一 淺談蘇花改A段



併行作業
增加人力設備達成使命

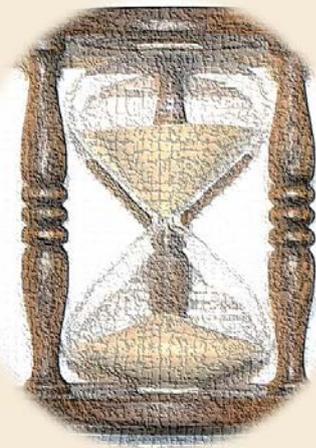


10

二 情深緣未了



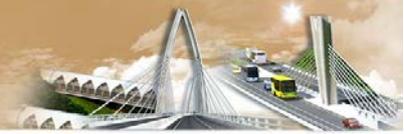
- 國道5號結束等不到蘇花高
- 蘇花改招喚卻有走不開得束縛
- 終究還是來到蘇花改
- 中繼加救援的任務
- 情深緣未了



11

三 通車歷程甘苦談

105年9月工程概況



標別	工程執行現況
A1標 蘇澳永樂段新建工程 榮工工程股份有限公司	1. 102.04.16 開工 2. 契約工期 106.02.06 3. 契約金額 2,559,080,473元 4. 105.09.15 止工進 84.13%(+1.21%)
A2標 東澳隧道段新建工程 福清營造股份有限公司	1. 101.12.15 開工 2. 契約工期 105.12.13 3. 契約金額 4,041,500,000元 4. 105.09.15 止工進 67.60%(-4.64%)
A3標 東澳東岳段新建工程 新亞建設開發股份有限公司	1. 101.09.17 開工 2. 契約工期 105.04.16 3. 契約金額 1,744,470,997元 4. 105.03.15第一階段竣工、105.04.08第二階段竣工
A4標 蘇澳東澳段機電工程 靖宜工程有限公司	1. 104.01.08 開工 2. 契約工期 106.01.07 3. 契約金額 633,160,000元 4. 105.09.15 止工進 19.88%(+0.00%)

12

三 通車歷程甘苦談



這樣子的現況 要通車有可能嗎？



13

三 通車歷程甘苦談

推估A2標需投注資源一覽表(106年東澳隧道抽坍前)

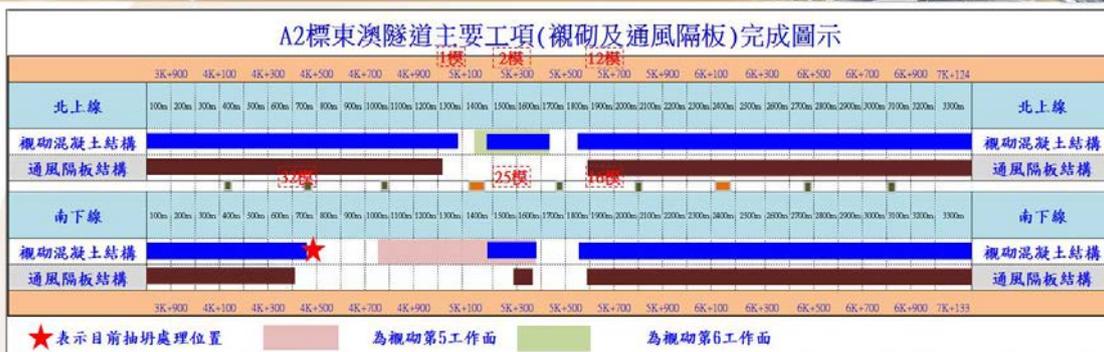


項次	項目及說明	單位	暨有數量	新增設備資源			
				新增數量	訂購情形	預定進場日期	辦理情形
1	主隧道鋼模	套	4	1	已訂購	106/2	
2	鋼筋工作架(標準段)	套	4	1	已訂購	106/2	
3	擴挖段鋼模	套	-	2	已訂購	106/1	已完成1套 1套製造中
4	擴挖段鋼筋工作架	套	-	1	已訂購	106/1	已完成1套
5	輔助機房鋼模	套	-	2	已訂購	106/1	已完成1套 1套製造中
6	輔助機房工作架 (重型支撐架)	套	-	2	已訂購	106/1	採購自製
7	通風隔板鋼模(標準段)	組	16	8	已訂購8組	4組已進場 (南口南北線) 4組106/1	備料完成 待製造
8	避車彎通風隔板鋼模	組	-	4	已訂購4組	2組106/2 2組106/3	備料中
9	洞口段內模板(自走式)	套	-	1	已訂購	已進場 (南口北上線)	

16

三 通車歷程甘苦談

每日通報主要工項完成情形



迄106/7/2日襯砌剩餘模數 88模(32模)

(避車彎模數)

襯 砌	總模數	已完成模數	完成率(%)	剩餘模數	預定完成日期
北上線	273(18)	258(4)	94.51% (22.22%)	15(14)	106/7/25 (9/2)
南下線	271(18)	198(0)	73.06% (0%)	73(18)	106/8/31 (8/31)
通風隔板	總模數	已完成模數	完成率(%)	剩餘模數	預定完成日期
北上線	273(18)	229(0)	83.88% (0%)	44(18)	106/8/3 (9/10)
南下線	271(18)	178(0)	65.68% (0%)	93(18)	106/9/10 (9/10)

17

三 通車歷程甘苦談

工作期程控管(106年東澳隧道抽坍後)

1號車行(含避車彎及輔助機房)：

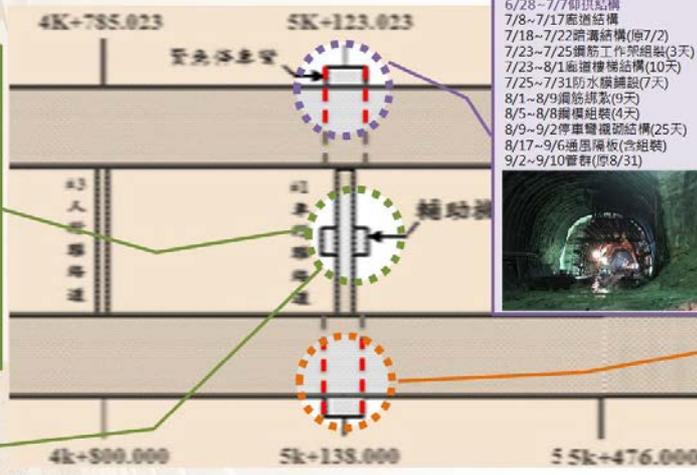
#1車行連絡道(1)

- 6/15~6/20 #1車行仰拱開挖
- 6/21~6/27 廊道及頂版結構
- 6/28~7/4 防水膜、鋼筋施工架組裝
- 7/14~7/20 防水膜施作
- 7/21~7/25 鋼筋綁紮
- 7/26~8/1 鋼樁組裝*2及端牆施作
- 8/2~8/9 輔助機房掘砌
- 8/10~8/21 交叉段(含轉向)
- 8/22~8/26 車行掘砌



#1車行連絡道(2)

- 8/10~8/19 隔間結構
- 8/20~8/29 泥作
- 8/30~9/8 環氧樹脂



北上線#1緊急停車彎

- 6/21~6/27 仰拱開挖
- 6/28~7/7 仰拱結構
- 7/8~7/17 廊道結構
- 7/18~7/22 暗溝結構(原7/2)
- 7/23~7/25 鋼筋工作架組裝(3天)
- 7/23~8/1 廊道樁樣結構(10天)
- 7/25~7/31 防水膜鋪設(7天)
- 8/1~8/9 鋼筋綁紮(9天)
- 8/5~8/8 鋼樁組裝(4天)
- 8/9~9/2 停車彎掘砌結構(25天)
- 8/17~9/6 通風隔板(含組裝)
- 9/2~9/10 管群(原8/31)



南下線#1緊急停車彎

- 6/8~6/14 仰拱開挖
- 6/15~6/24 仰拱結構
- 6/25~7/4 廊道結構
- 7/5~7/9 暗溝結構(原6/6)
- 7/10~7/15 鋼筋工作架組裝(6天)
- 7/10~7/19 廊道樁樣結構(10天)
- 7/16~7/25 防水膜鋪設(10天)
- 7/26~8/6 鋼筋綁紮(12天)
- 7/30~8/4 鋼樁組裝(6天)
- 8/5~8/31 停車彎掘砌結構(27天)
- 8/13~9/5 通風隔板(含組裝)
- 9/1~9/10 管群(原7/31)



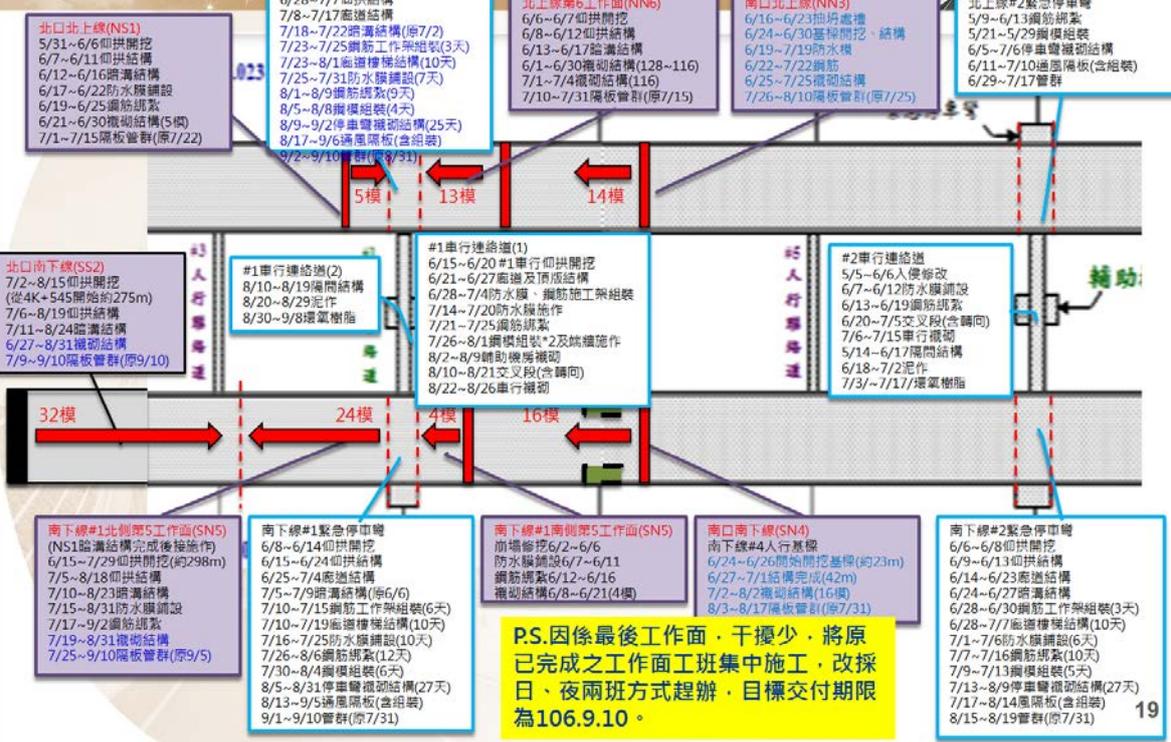
- ◆ 南下線緊急停車彎 仰拱及廊道結構應採延長工時或日夜班方式趕辦，以利南下線作為供料動線，#1車行聯絡道方能接續開挖及廊道結構施作。
- ◆ 北上線緊急停車彎 仰拱及廊道結構亦應採延長工時或日夜班方式趕辦。

18

三 通車歷程甘苦談

工作期程控管(106年東澳隧道抽坍後)

6/16日北上線抽坍部份期程更新(不影響整理交付時程)



三 通車歷程甘苦談

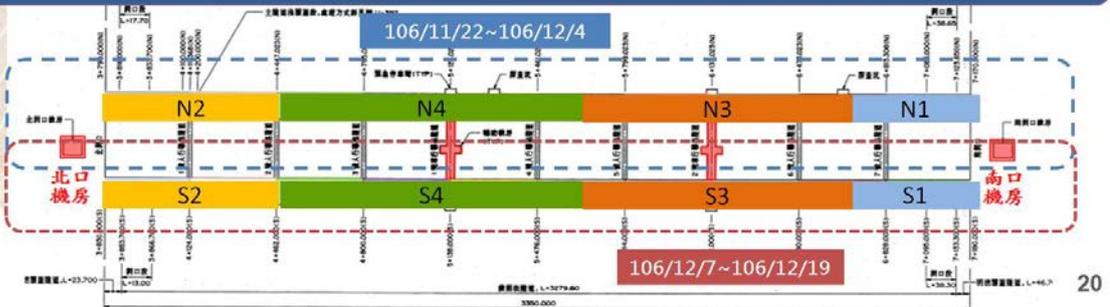
工作期程控管(106年東澳隧道抽坍後)



A4標電力、照明及監控測試規畫時程



A4標消防、水霧、通風及偵溫光纖測試規畫時程



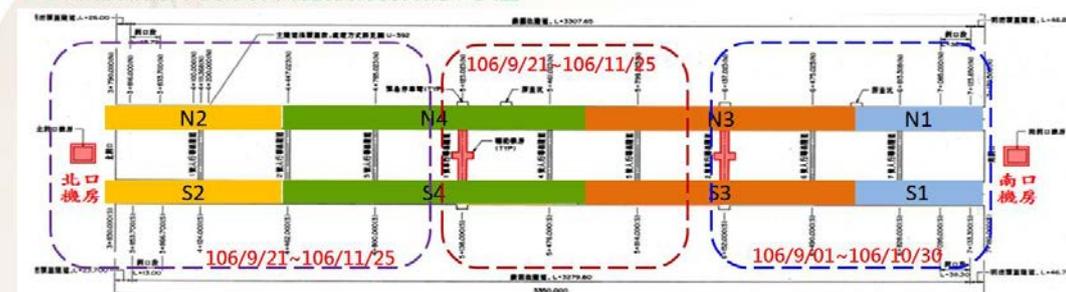
三 通車歷程甘苦談

工作期程控管(106年東澳隧道抽坍後)

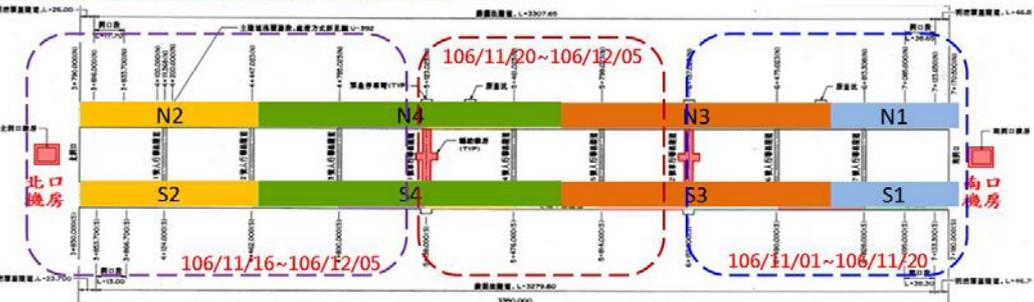


東澳隧道段交控系統預訂建置時程管控時程

■ E1標設備安裝及佈纜接續預訂時程



■ E1標組立及工地測試預訂時程



三 通車歷程甘苦談

工作期程控管(106年東澳隧道抽坍後)



東澳隧道段整合測試預訂時程管控



區段	整合測試時程	測試項目	包含區域
蘇澳東澳段	106/12/21~106/12/31	不斷電運轉試驗(10天)	機房及路側設備
蘇澳東澳段	106/11/23~107/01/15	機電及交控系統整合測試	106.11.23~12.20南機房至#2輔機傳至四工處應變中心 106.12.06~107.01.15四工處應變中心至各機房
蘇澳東澳段	106/12/06~107/02/18 (107/01/15完成初步測試)	系統整合測試	四工處應變中心至各機房 ²²

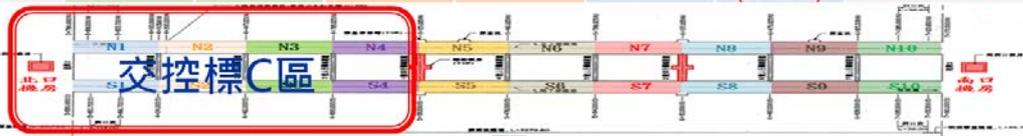
三 通車歷程甘苦談

工作期程控管(106年東澳隧道抽坍後)



各標主要工項重要時程控管 1/3

區段	土建標配合交付期程		機電標配合交付期程		交控作業期程		備註
	工作項目	推估完成日期	工作項目	交付日期	工作項目	前次預訂完成	
北口機房至#1輔機(不含#1輔)	襯砌(SS2、SN5)	106.10.18 已完成			漏波電纜安裝	106.10.10 [106.10.20] (106.11.22)	(漏波電纜安裝須待隔板完成)
	隔板及出線盒(SS2、SN5)	106.10.25 (106.11.9)	電纜架	106.11.10 (106.11.26)	喇叭安裝及佈線	106.10.25 [106.11.05] (106.11.30)	(喇叭安裝及佈線須待隔板完成)
	交控凹槽(SS2、SN5)	106.10.25 (106.10.31)	電纜架及配電盤	106.11.10 (106.11.26)	路側設備配線安裝	106.10.25 [106.11.05] (106.11.30)	(路側設備配線安裝須待隔板、管群完成)
交控標C區	步道管群(SS2、SN5)	106.11.12 (106.11.19) 含路面整平	電纜架	106.11.07 (106.11.20)	光纜佈放	106.10.25 [106.11.10] (106.11.25)	
	北口機房隔間裝修	-	電纜架天花板 空調及配管	完成	機房設備安裝	106.10.20 [106.10.25] (106.12.3)	
	機房裝修、人行橫坑	106.11.30			無線電設備安裝	106.10.20 [106.11.25] (106.12.3)	
				組立及工地測試	106.11.01 [106.11.30] (106.12.5)	10/23~11/01 (11/16~12/05)	



三 通車歷程甘苦談 工作期程控管(106年東澳隧道抽坍後)



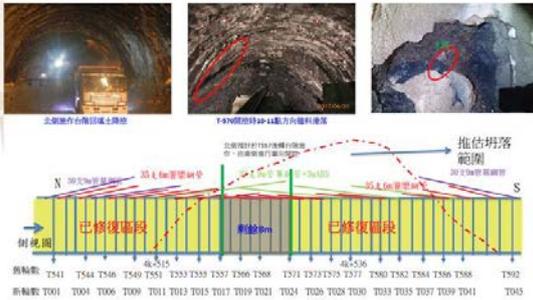
每日精進檢討抽坍處理情形：

- ① 輔助工法成效檢討
- ② 對要徑及後續作業影響評估
- ③ 材料機具設備盤點

高風險管制



北口南下線(4/10)抽坍處理情形報告(1/2)



北口南下線(4/10)抽坍處理情形報告(2/2)

南下線-北側處理時程(阿吉工班)					南下線-南側處理時程(阿吉工班)						
序次	工作項目	預計天數	預定開始	實際開始	實際結束	序次	工作項目	預計天數	預定開始	實際開始	實際結束
1	北側坍塌區清理	1	106/4/20	106/4/20	106/4/20	1	T575 管棚(12m)並設置16m鋼管圍護	4	106/6/9	106/6/12	106/6/14
2	第一階段管棚	1	106/4/20	106/4/21	106/4/21	2	T574-575管柱	1	106/6/15	106/6/15	106/6/17
3	第二階段管棚	2	106/4/21	106/4/24	106/4/24	3	T571管棚管棚(6m)第一層	2	106/6/22	106/6/23	106/6/22
4	第三階段管棚	2	106/4/24	106/4/26	106/4/26	4	T571管棚管棚(6m)第二層	2	106/6/23	106/6/25	106/6/24
5	第一階段土圍護(T546-551)	2	106/4/24	106/4/26	106/4/26	5	T570-568管棚(4m x 30m x 27) 連續環梁圍護	2	106/6/25	106/6/26	106/6/26
6	第二階段管棚	1	106/5/17	106/5/17	106/5/25	6	T567-557管棚(4m x 30m x 22m)	2	106/6/27	106/6/28	106/6/28
7	T554管棚(12m)	2	106/5/29	106/5/30	106/5/28	7	北側坍塌區土圍護	2	106/6/17	106/6/28	106/6/24
8	T552-554管棚(4m x 30m x 27)	1	106/6/7	106/6/10	106/6/7	8	配合圍護(T546-551) 4m x 50m	1	106/6/19	106/6/19	106/6/19
9	T551-553管棚(4m x 30m x 27)	1	106/6/10	106/6/11	106/6/16	9	T570-568管棚(4m x 30m x 27) 連續環梁圍護	2	106/6/25	106/6/26	106/6/26
10	T554管棚管棚(6m)	2	106/6/11	106/6/12	106/6/13	10	T557管棚管棚(6m)	2	106/6/15	106/6/16	106/6/15
11	T555-557管棚(4m x 30m x 22m)	1	106/6/13	106/6/14	106/6/18	11	T555-557管棚(4m x 30m x 22m)	1	106/6/13	106/6/14	106/6/18
12	T554-556管棚(6m)	1	106/6/14	106/6/15	106/6/23	12	T554-556管棚(6m)	1	106/6/14	106/6/15	106/6/23
13	T557管棚管棚(6m)	2	106/6/15	106/6/16	106/6/23	13	T557管棚管棚(6m)	2	106/6/15	106/6/16	106/6/23
14	北側坍塌區土圍護	2	106/6/17	106/6/28	106/6/24	14	北側坍塌區土圍護	2	106/6/17	106/6/28	106/6/24
15	配合圍護(T546-551) 4m x 50m	1	106/6/19	106/6/19	106/6/19	15	配合圍護(T546-551) 4m x 50m	1	106/6/19	106/6/19	106/6/19

◆ 南下線北側施作至T-557環梁鋼管完成，6/24日已開始進行台階開挖及後續仰拱開挖與結構施作等視勘前置作業，預計6/28日開始恢復視勘，南下線主隧道完成交付機電及交控標時程為9/10日。

三 通車歷程甘苦談 交付機電後工作期程控管 摘錄，以A2標為例



AC路面工作項目控管						
序次	結構位置	工程描述	剩餘數量	預定開始日期	預定完成日期	備註(本日完工及備作情形)
三	北上線主隧道	隧道內壁體塗漆	200m	106.12.22	106.12.31	出工數:5人 聯絡數量:1
四	南下線主隧道	再填軍漿	686m	106.12.18	106.12.25	出工數:4人 本日完成數量:44m
五	南下線主隧道	過風隔板填縫處理		106.12.25	106.12.25	已完成
六	南下線主隧道	過風隔板不銹鋼板封閉	1,060m	進行中	106.12.25	出工數:8人 本日完成數量:182m
七	南下線主隧道	隧道內壁體塗漆	200m	106.12.22	106.12.31	出工數:5人 聯絡數量:1
八	人、車行聯絡道	不銹鋼防火門	8扇	106.12.25	106.12.31	
九	緊急停車場外側樓梯	不銹鋼防火門(門框安裝完成)	4扇	106.12.25	106.12.31	
十	北口北上線	塗漆: 106.12.28-29 配: 107.01.01 AC鋪設: 107.1.8		106.12.28	107.1.5	塗漆板: 級: 配: AC鋪設:
十一	北口南下線	塗漆板: 106.12.23-24 級: 配: 107.01.01 AC鋪設: 107.1.8		107.1.5	107.1.5	塗漆板: 級: 配: AC鋪設:

106.12.25 A2、A4標及四工處介面協調會議結論如下：

- 一、北口北上線進橋板後四工處第二次防災演練(12/27日下午)完成後再行開挖。
- 二、配合四工處12/27日下午防災演練需求，A4標配合開啟#1人行聯絡隧道照明及北上線N3與N4噴流風機。
- 三、12/27日四工處防災演練(上午10:00~12:00)北上線洞口至#3人行進行封閉，禁止非演練人員進入。
- 四、配合四工處12/27日防災演練，南下線進行AC鋪設，請各標及早因應(施工車輛提早進入或改走台九線)。
- 五、12/27日A4標淨空南口機房及輔1、輔2機房內堆置物料，供A2標進行油漆及地坪施作。
- 六、北上線配合12/30日北端開始施作標線，南端鋪設AC第二層密級配，全日封閉。

剩餘工作項目管控表 1/2

序次	結構位置	工程描述	剩餘數量	預定開始日期	預定完成日期	實際完成日期	備註(本日完工及備作情形)
三	北上線主隧道	隧道內壁體塗漆	200m	106.12.22	106.12.31		出工數:5人 聯絡數量:1
四	南下線主隧道	再填軍漿	686m	106.12.18	106.12.25		出工數:4人 本日完成數量:44m
五	南下線主隧道	過風隔板填縫處理		106.12.25	106.12.25		已完成
六	南下線主隧道	過風隔板不銹鋼板封閉	1,060m	進行中	106.12.25		出工數:8人 本日完成數量:182m
七	南下線主隧道	隧道內壁體塗漆	200m	106.12.22	106.12.31		出工數:5人 聯絡數量:1
八	人、車行聯絡道	不銹鋼防火門	8扇	106.12.25	106.12.31		
九	緊急停車場外側樓梯	不銹鋼防火門(門框安裝完成)	4扇	106.12.25	106.12.31		
十	北口北上線	塗漆板: 106.12.28-29 級: 配: 107.01.01 AC鋪設: 107.1.8		106.12.28	107.1.5		塗漆板: 級: 配: AC鋪設:
十一	北口南下線	塗漆板: 106.12.23-24 級: 配: 107.01.01 AC鋪設: 107.1.8		107.1.5	107.1.5		塗漆板: 級: 配: AC鋪設:

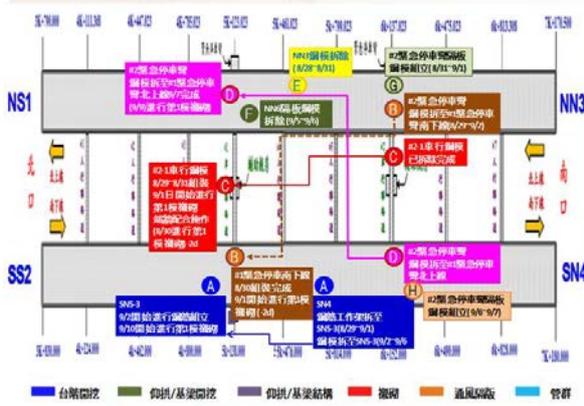
剩餘工作項目管控表 2/2

序次	結構位置	工程描述	預定開始日期	預定完成日期	實際完成日期	備註(本日完工及備作情形)
十二	北口	明挖隧道回填	106.11.28	106.12.31		恆季3、卡車3
十三	北口	南下線洞口修飾(白色水泥新石子(百勻磨))	106.12.26	107.01.01		12/25底層完成12/26進場施作
十四	北口	路堤段邊坡土圍護 橋台透空式圍護	--	107.01.03		
十五	南口	路堤段單面金屬圍護	--	107.01.03		
十六	南口	路堤段級配、AC鋪面	--	106.12.31		12/23級配第一層鋪設完成
十七	南、北口	邊車道路邊口邊車道鋪設式活動圍護 鋪設式圍護圍護	--	107.01.03		
十八	南、北口	草種噴植(一般草種、草坪草種、草、灌木和樹木種子混合、綠肥雜草種子)	107.01.05	107.01.05		南口:預定12/28進場施作 北口:預定12/28進場施作
十九	全線	南下線: 107.01.6 南下線: 107.01.9 北上線: 106.12.30 北口: 107.1.2				
二十	全線	級配標線、百公尺里程碑、公里里程碑	106.12.31	106.12.31		

三 通車歷程甘苦談 關鍵性的決策



- 突破各標工程要徑思維，重新改採通車要徑作為控管。
- 增闢工作面的決定(最大效益分析，拆模專業工班不夠)
- 從管制每月襯砌製作模數，到前置量管制。
- 為供電纜線安裝，壯士斷腕調整交叉段管群先行施作，通風隔板鋼模配合裁剪腳架。



26

三 通車歷程甘苦談 關鍵性的決策



- 為先行測試需先供電，避免動力纜線安裝干擾，緊急停車彎段通風隔板結構暫停施作6天，AC工班先離場18天。

項次	項目	預定完成 (實際完成)	落後 天數	是否影響 107.1.15前完 成整合測試	目前辦理情形、落後原因及對策說明	備註
一 C區						
1	通風隔板(南下線)	106.11.09 (106.11.09)	-	否	已完成	
2	交控回槽	控管106.10.31 (106.11.11)	-11	否	已完成	
3	步道管群	控管106.11.19 預定106.11.19			11/19日起新增1組工班(6人)加計原工班總編增加(3人)，增闢工作面趕辦。(共計管群人力25人)預定11/19施作完成。	
4	人行橫坑	控管106.11.30 原估106.12.02			剩餘2座(2、#3人) #2人行連絡道襯砌第6模澆置。(#2人行襯砌完成，尚剩陸續施作中)	
二 B區						
1	通風隔板(迴車彎段)	控管106.11.30 預定106.11.30			北上剩餘6模(因配合A4標北上線電纜11/13進場，(1)緊急停車彎)通風隔板於11/10澆置配合後退後至緊急停車彎南端，待A4標(預定11/16)電纜佈設完成後再行施作) 南下剩餘2模	
2	交控回槽	控管106.10.31 (106.11.11)	-11	否	已完成	
3	步道管群	控管106.11.01 (106.11.10)	-10	否	已完成	
4	1號轉機隔間裝修	控管106.10.31 預定106.11.18		否	落後原因及對策： 此項轉機機房已交付A4標完成設備運轉。 尚須轉機機房交控監理已完成 供A4標先行施作交控設備室內配管、線槽及空調配管，隨陸續施作中預定11/18日完成。	
5	人、車行橫坑	控管106.11.22 原估106.12.19			剩餘3座(#1車、#4人、#5人)	

北上剩餘6模(因配合A4標北上線電纜11/13進場，(#1緊急停車彎)通風隔板於11/10澆置配合後退後至緊急停車彎南端，待A4標(預定11/16)電纜佈設完成後再行施作)

南下剩餘9模

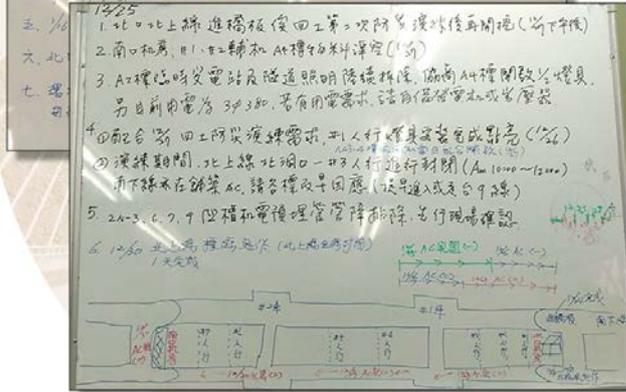
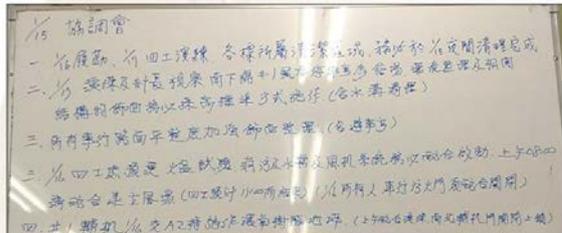
27

三 通車歷程甘苦談

關鍵性的決策



最後階段每日晨間召及各標承商整合協調當日及未來一週之工作安排及工序



28

三 通車歷程甘苦談



蘇花公路山區路段改善計畫蘇澳東澳段以107年農曆年前達通車標準為目標，期間有各關連標同時進場施工、機電交控標設備系統等測試、防救災演練、配合通車前活動及履勘等相關事項，需藉由事先規劃、管制作為及協調會議，讓各關連承包商有進出工地通路、相互配合之施工順序及其他合理措施，以便工程之順利進行，使本路段能在既定之時程內達成通車之目的。

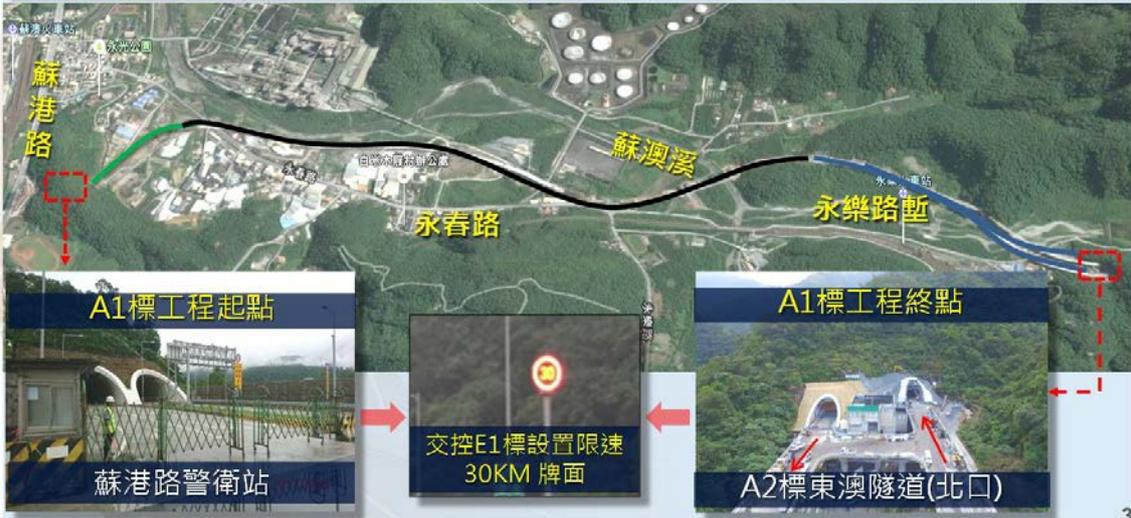
29

三 通車歷程甘苦談

門禁管制



蘇澳端門禁管制
設置管制哨及剪刀門，南下入口A4標、北上線出口A2標憑通行證採進出登記管制



三 通車歷程甘苦談

門禁管制

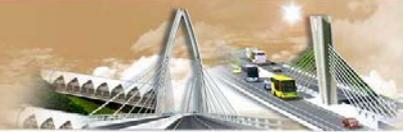


東澳端門禁管制
設置管制哨及剪刀門由A4標控管憑通行證採進出登記管制北上線通行、南下線封閉



三 通車歷程甘苦談

即時通報協調



通行動線、施工位置及重要事項在Line公告協調

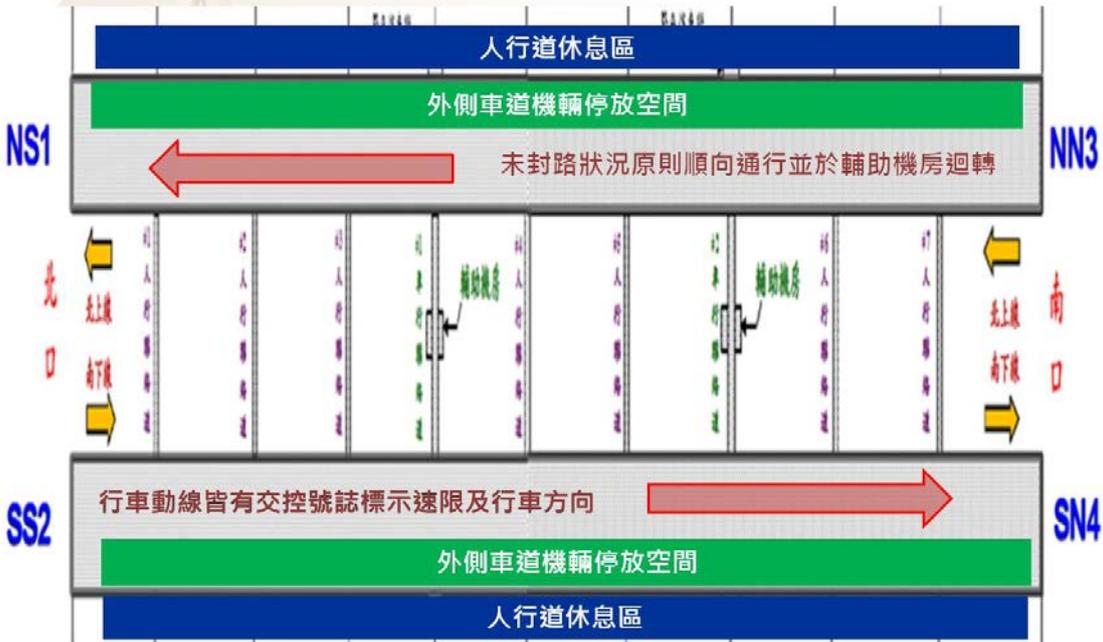
The screenshots show a Line chat group with the following content:

- Screenshot 1 (Left):**
 - 蘇澳分局下午兩點至四點辦理通車典禮籌備演練，請各單位注意。
 - 星期二(01/30)E1標，1.執行CCTV、資收、交管、資訊系統-設備調整測試作業9員，四工處、蘇港路沿線、東澳隧道。2.執行傳輸系統-設備連線測試作業9員，四工處、蘇港路沿線、東澳隧道。3.執行中央電腦系統-軟體測試作業1員，四工處緊急應變中心。4.執行機房門禁系統-設備連線測試作業4員，東澳隧道。
 - 1/30實施南下車道交管，禁止通行，交管範圍蘇澳隧道至東澳隧道北口。
 - 監測標1/30實施南下車道交管，禁止通行，交管範圍蘇澳隧道至東澳隧道北口。
- Screenshot 2 (Middle):**
 - 請問至南口，是否改為北上線逆行南下？
 - 原則有一線車道封閉，另一線道可以雙向通行但須注意車速。
 - 感謝
 - 已交辦處理，二號車行做通行至北上雙向通行，請監速督辦。
 - 收到
 - 公告:本日上午已開始進行東澳隧道內清理工作，南下線9:30分起全面封閉，車輛請改走北上線，請周知
- Screenshot 3 (Right):**
 - 107-01-30蘇花改E1標205無預警演練檢討結論:
 - 1.緊急電話ET測試，接聽詢答內容不宜；應制定口卡，律定標準詢答流程，並善用引導用路人，協助掌握狀況、初期應變等事宜。
 - 2.資訊可變標示CMS測試，事故點上游顯示文字信息錯誤，演練測試中自主發現後改善。
 - 3.速限可變標示CSLS測試，事故發生後未變更速限；經查蘇花改設定主控權尚未移給交控中心。
 - 4.廣播測試ok。
 - 5.事故小組測試，通報後6分20秒才抵達，請四工測試各橫坑抵達時間，律定合理時間，並讓交控中心掌握空窗時間，利用其他方式引導用路人。
 - 6.事故小組，應有領班制度，主導及回報現場各項工作。
 - 7.事故小組人員各角色律定分工，研列各角色需辦理之通報、引導、檢傷、交管、初期滅火等工作，並將角色輪替測試。
 - 8.重傷者初期處置程序，請四工處洽專業醫療團隊後，研議律定事故小組SOP。
 - 9.現場指揮官19分10秒才抵達現場，請研議利用監工站等代理人制度，藉以縮短時間。
 - 10.無預警考核機制，應建立制度化，持續滾動檢討，並導入3級品質機制，機電團隊、工程處、屬防災

32

三 通車歷程甘苦談

隧道內停車及人員休息區



33

三 通車歷程甘苦談 夜間施工安全措施管制



級配及AC鋪設交管執行



未移車輛公告



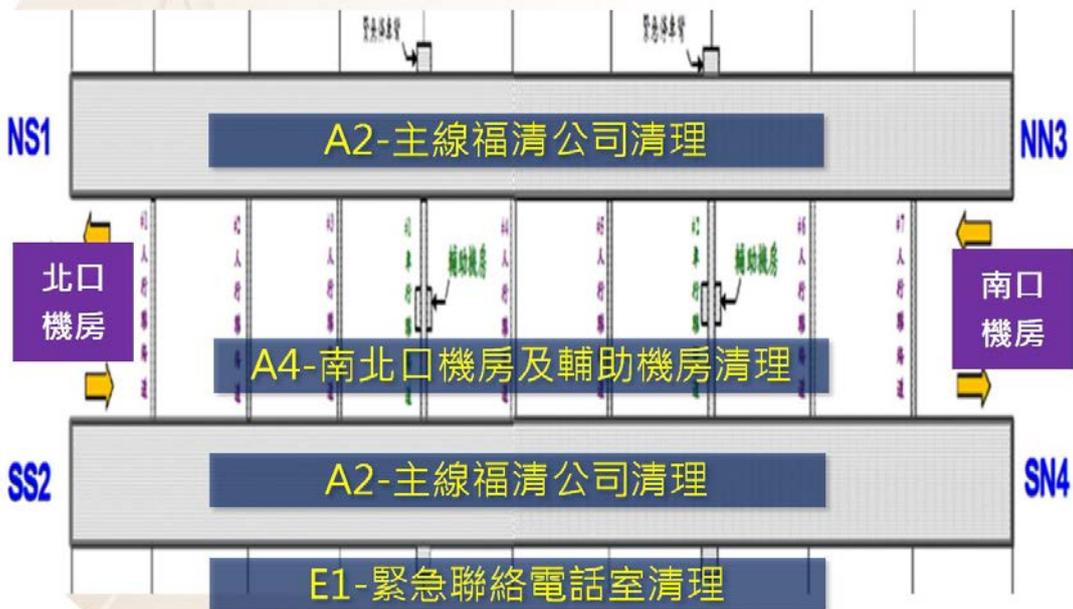
封閉路段公告

34

三 通車歷程甘苦談



責任分區-A1工區由A2負責清理、A3工區由A4負責清理



35

三 通車歷程甘苦談 工區環境整理



環境整潔

工區整理

36

三 通車歷程甘苦談



為達107年農曆年前達通車目標，特擬訂通車前勘驗計畫，依循辦理了三階段通車履勘，並於三階段履勘前先邀集專家學者、監造單位、施工廠商及接管單位，召開**2次通車前安全諮詢會議**，透過專家學者提供寶貴意見，使本工程規劃建置更趨完善，並與後續接管單位無縫接軌各項業務，交通部於107年1月23日辦理第3階段通車勘驗後，相關勘驗缺失改善完成並經勘驗委員確認後報交通部同意備查，如質如期達成通車目標，提供一條安全、可靠的聯外道路與抗災性維生幹道。

37

三 通車歷程甘苦談 安全諮詢會議定調



提前分區初勘
縮短履勘時程
尊重專家意見
精進通車條件



三 通車歷程甘苦談 安全諮詢會議



第1次 安全諮詢會議



第2次 安全諮詢會議



39

三 通車歷程甘苦談 通車勘驗



1 第一階段



2 第二階段



3 第三階段

40

三 通車歷程甘苦談 通車前防救災演練



41

三 通車歷程甘苦談 媒體活動



宜蘭縣陳縣長暨媒體記者團參訪



42

三 通車歷程甘苦談 民眾參與



通車前
民眾試體驗活動



通車前
馬拉松活動



43

三 通車歷程甘苦談 通車典禮



蔡總統主持
通車典禮

通車了!!

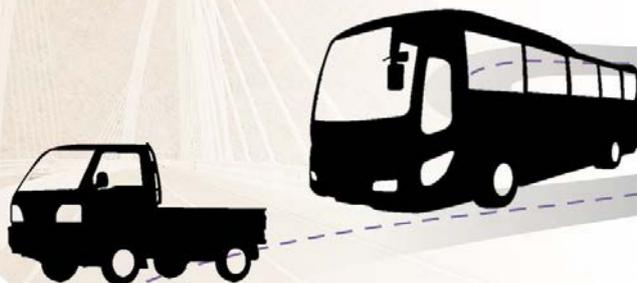


44

三 通車歷程甘苦談



然而，蘇澳東澳段通車了！
我們真的做到了！



45

四 通車後記

滲水問題(1/4)



問題 主線側壁滲水

處理方式 為求美觀，於滲水處施工縫鑿導水槽溝，將滲水導排至人行步道，再沿步道外側將水引入集水井或側溝，經確認效果符合需求後，以水泥砂漿填塞固定，最後以填縫料抹平與襯砌面齊。



46

四 通車後記

滲水問題(2/4)



問題 通風隔板上方滲水

處理方式 滲水處位於施工縫，採施作導水槽溝方式，將滲水導排至通風隔板2側預留之排水孔導排至隧道之排水暗溝。



47

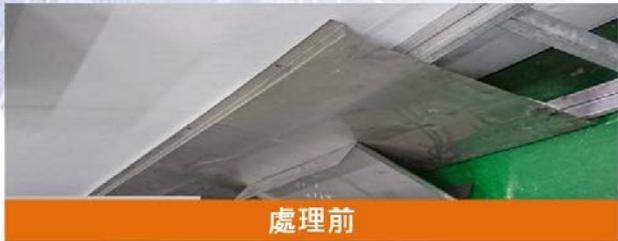
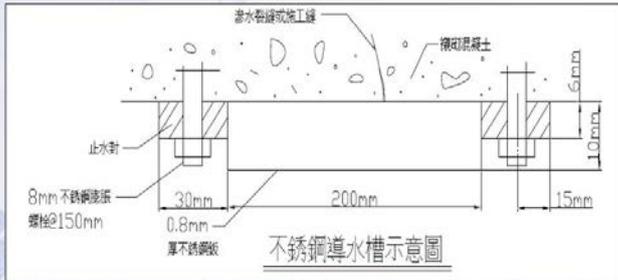
四 通車後記

滲水問題(3/4)



問題 北上線3號人行聯絡道對面交控凹槽之滲水

處理方式 採施做不銹導水槽溝將滲水導排至人行步道，再沿步道外側將水引入集水井，經確認效果符合需求後，再以水泥砂漿抹平與襯砌面齊



48

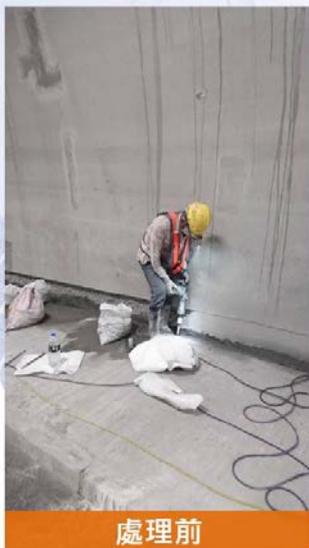
四 通車後記

滲水問題(4/4)



問題 南下線#3人行往南約30公尺長人行步道左側之滲水

處理方式 因襯砌壁面呈面狀滲漏，施作方式採鑿矩形導水槽溝，以收集滲水，過水面做防水塗布，並覆蓋不銹鋼蓋板方式辦理。



完成後
覆蓋不銹鋼蓋板



49



不只使命必達 還有 售後服務

- 期程**
- 品質**
- 預算**
- 服務**

50

五 心底話

- ▶ 環保很重要，我們知道!!
- ▶ 蘇改處真的不錯，但不是每個公部門都如此!
- ▶ 各位老闆，錢賺得剛好就好，不要亂提爭議，拜託!!!
- ▶ 師傅們，
自律才會從工人>>職人>>達人
要安全不要喝阿比，福氣啦!!

51

五 心底話



52



姓名:林芳輝

單位:中興工程顧問股份有限公司

職稱:工程管理部 協理

地址：台北市南京東路五段171號3樓

電話：02-27698388 ext.20320

行動電話:0933-405295

傳真：02-87611557

電郵：fanghooi123@gmail.com



主要工作

- ✓ 現任中興工程顧問股份有限公司 協理兼任工程管理部主管
綜理部門業務、工務、財務與行政庶務之推動與創新及執行公司內部
品質稽核、工地輔導查核、監造專管人力培訓及海外業務代管。

專業資歷

- ✓ 曾任中興工程顧問股份有限公司公路局台九線蘇花蘇澳東澳段監造工程處經理，綜理交通部公路總局台九線蘇花公路改善工程 A 區各標案施工監造相關事宜
- ✓ 曾任中興工程顧問股份有限公司公路局台九線蘇花和中清水段監造工程處經理，綜理交通部公路總局台九線蘇花公路改善工程 C 區各標案施工監造相關事宜
- ✓ 曾任中興工程顧問股份有限公司電力及能源工程部林口電廠海事工程處經理，綜理台電公司林口卸煤碼頭海事工程計畫施工監造相關事宜
- ✓ 曾任中興工程顧問股份有限公司北宜高速公路監造計畫主管，綜理北宜高速公路計畫驗收、結算及仲裁等結案工作

參與專案

- ✓ 交通部公路總局台九線蘇花公路改善工程 A、C 段施工監造
- ✓ 台電公司林口卸煤碼頭海事工程計畫施工監造
- ✓ 水利署湖山水庫工程取出水工及溢洪道設計
- ✓ 交通部國工局北宜高速公路計畫(南港頭城段)

學歷

- ✓ 淡江大學水資源環境工程系 學士 (78 年畢業)
- ✓ 成功大學土木工程系 碩士 (80 年畢業)

專業組織/獲獎

- ✓ 中華民國海洋及水下協會 海下技術獎章 (104.04.16)
- ✓ 中華民國營建管理協會 傑出營建管理人員獎 (106.7.21)
- ✓ 中華民國隧道協會 優良隧道工程師獎 (107.04.20)

發表文章

- ✓ 第四屆蘇花改工程技術論壇論文集(2017)－東澳隧道遭遇斷層帶之困難與對策探討、第五屆蘇花改工程技術論壇論文集(2018)－蘇澳東段通車前界面整合管理全紀錄等。

南澳和平段介紹與長隧道問題

周高生

台灣世曦工程顧問股份有限公司

摘要

蘇花改計畫要徑工程最長之觀音隧道與相鄰之谷風隧道間，由60公尺長之鼓音橋將兩座隧道連結成相當於12.6公里的長隧道，完工後將是國內僅次於雪山隧道之第二長公路隧道，為整體計畫之關鍵工程。本路段係屬變質岩區，地質複雜多變，主要岩性為片岩及大理岩，沿線存在許多小型斷層破碎帶、多次褶皺構造以及沿葉理發育之剪裂帶，施工困難度高，隧道施工常遭遇意想不到的惡劣情況。

隧道抽坍是所有隧道工程師的夢魘，然而若隧道已發生抽坍，如何處置及防止後續更大規模的災害則是更大的挑戰。抽坍後續處置有控制災害規模為優先，改良地質條件並修復後確保災害路段安全兩大原則，然而變質岩區的地質條件相當複雜，如何在高度變數的抽坍區域達到上述的兩大原則需要豐富的經驗及彈性運用輔助工法，甚至需要考量變更設計及施工工法通盤性研討。

本文各舉蘇花改觀音隧道及谷風隧道抽坍案例說明於施工期間所發生之抽坍經驗及其處置。觀音隧道案例為舊有隧道斜坑上方新建蘇花改工程所屬通風管道小規模抽坍，經研判該路段具較大規模抽坍潛勢之因應方案以及谷風隧道南下線南向第4工作面大規模抽坍後續災害控制及修復方案之介紹。

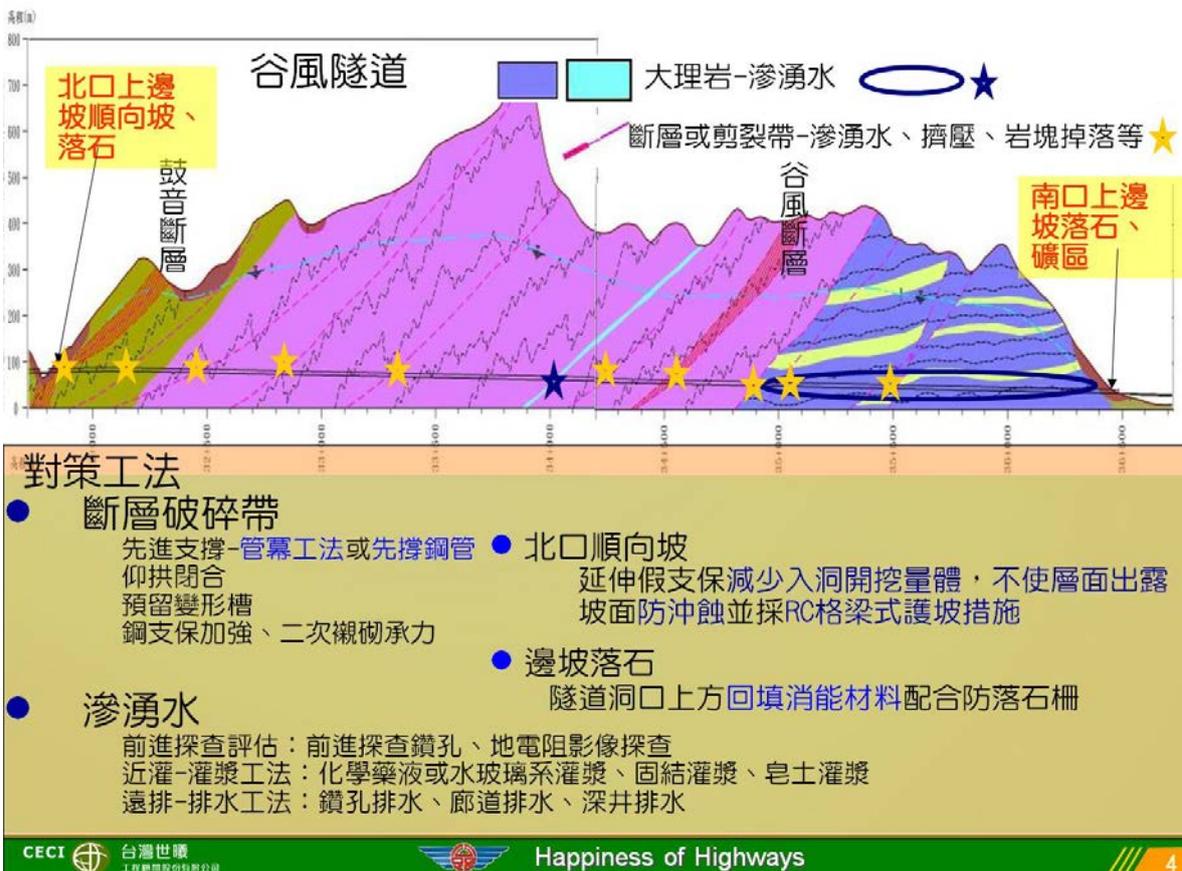
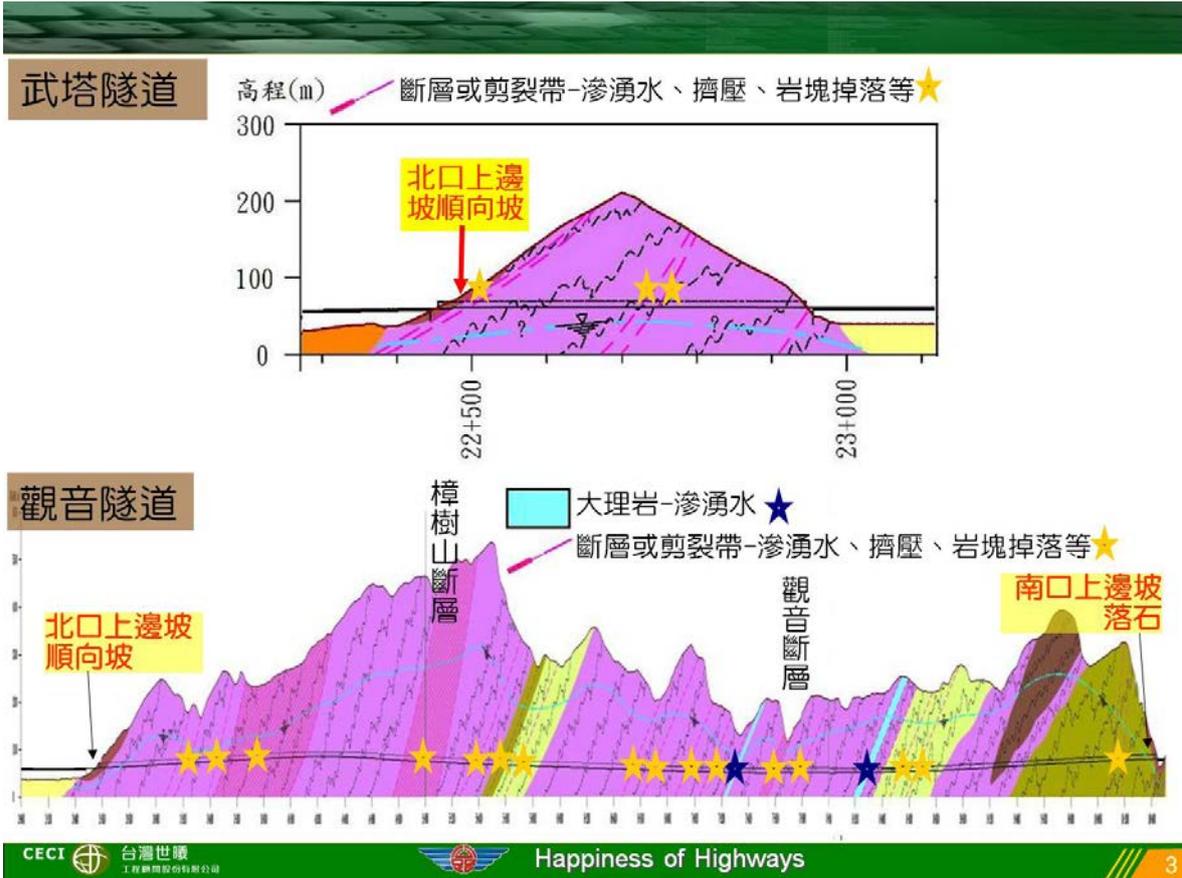
隧道新建屬風險較高的工程，施工中難免會發生事故及災變，未來的隧道工程勢將遭遇更多挑戰，雖然可能有其不同特性，處理方式也不會完全一致，希望本案例所獲得之經驗，可以提供給工程界做為未來遭遇類似狀況的參考。

關鍵字：蘇花改、隧道抽坍、隧道抽坍處置、長隧道

交通部公路總局蘇花改善工程處

南澳和平段介紹與長隧道問題





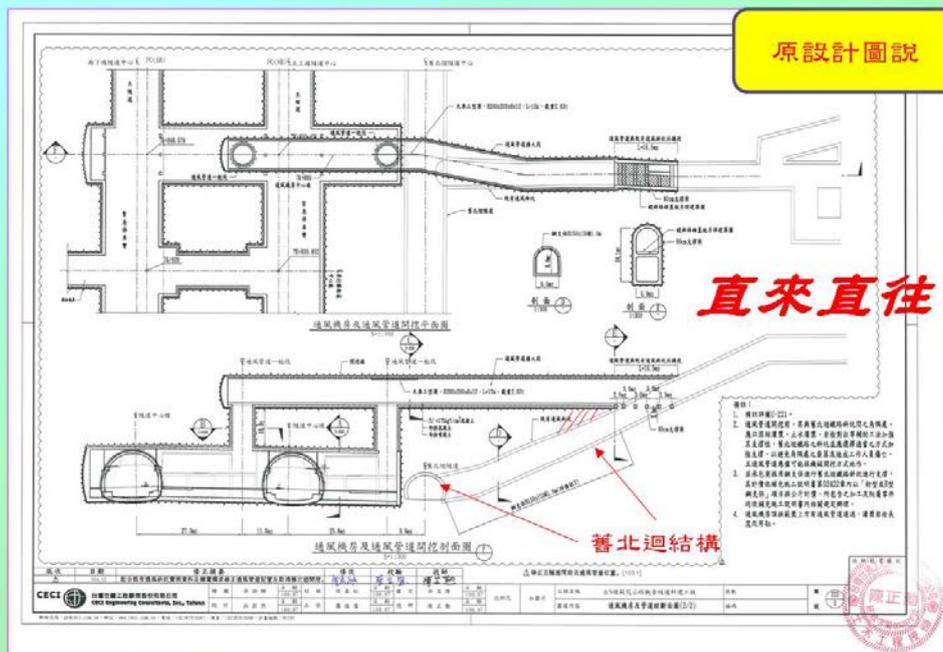
案例一

觀音隧道舊北迴既有隧道上方開挖通風管道

學習改變



觀音隧道7K+890通風管道原設計圖說



觀音隧道7K+890通風管道施工抽坍發生



B2標7k+890通風管道3/27施工正常情形

7k+890通風管道於106年3月29日進行第1M輪開挖作業時，因遭遇地質構造(片理急折帶)岩體本身局部破碎夾泥影響，造成頂拱抽坍事件。



B2標7k+890通風管道3/29抽坍情形

觀音隧道7K+890通風管道施工抽坍發生



B2標7k+890中斜坑3/30抽坍後相片

觀音隧道7K+890通風管道調整開挖線形後施工情形



7k+890通風管道4/21施工情形



7k+890通風管道第12輪上半開挖施工

觀音隧道7K+890通風管道調整開挖線形探討

7K+890通風管道現況施作時，因地質構造岩體局部破碎夾泥影響，造成頂拱抽坍事件，避開與中斜坑原有結構交叉共構方式，以避免可能抽坍之風險發生。

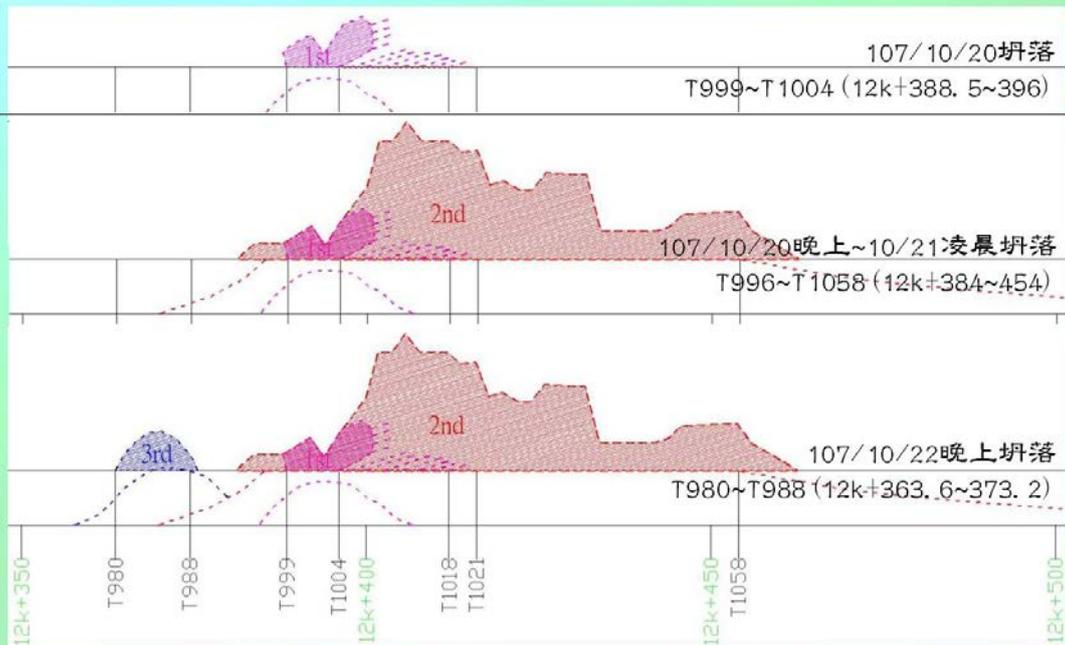
轉個彎其實會更好。

案例二

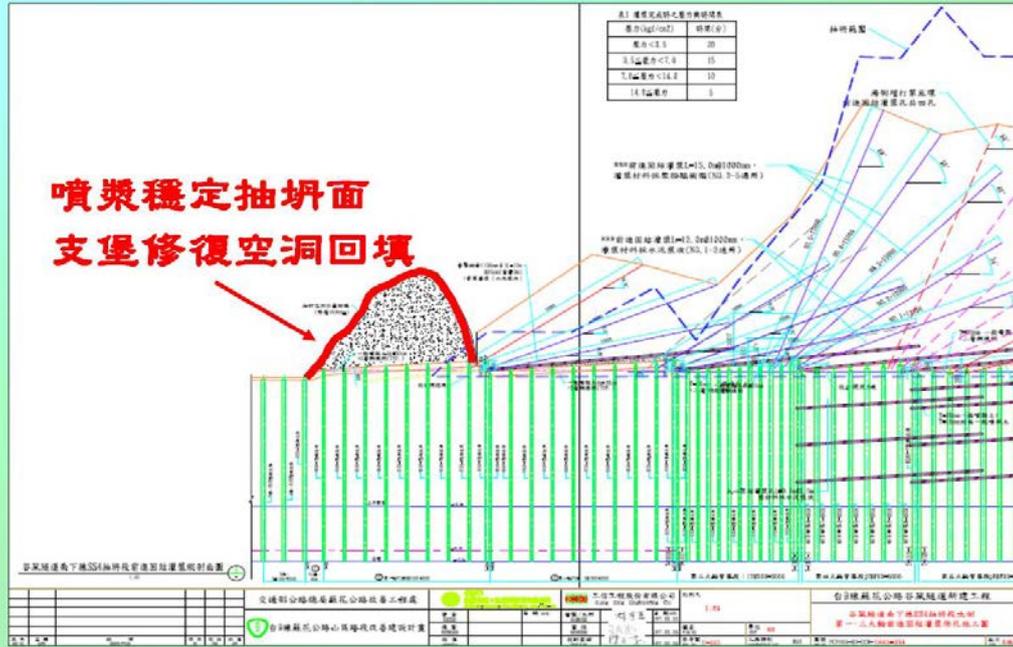
谷風隧道抽坍區克服地質困難省思

滾動檢討

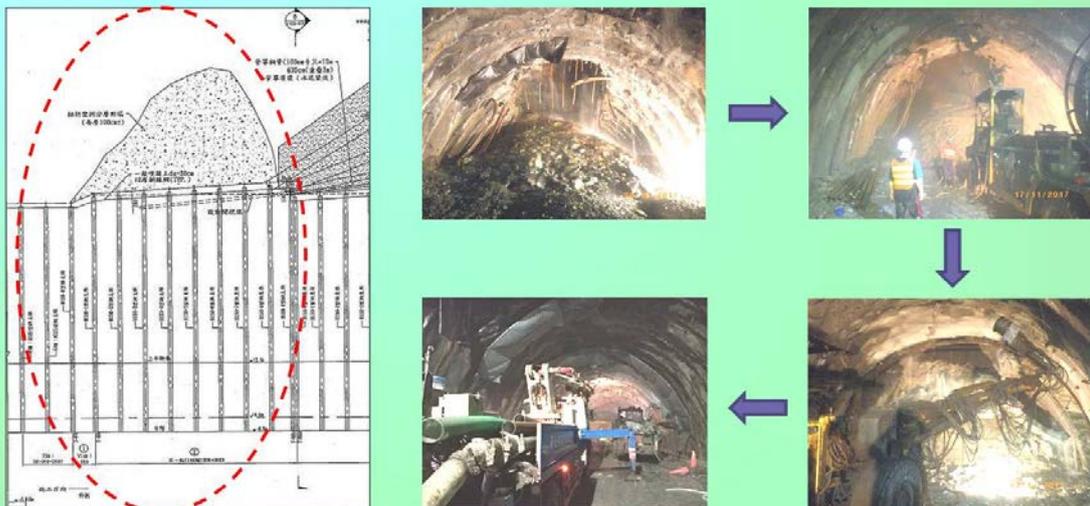
谷風隧道SS4工作面T980~T1058抽坍回饋



谷風隧道SS4工作面T980~T1058抽坍修復



谷風隧道SS4 T980~T989 (抽坍北側空洞區修復)

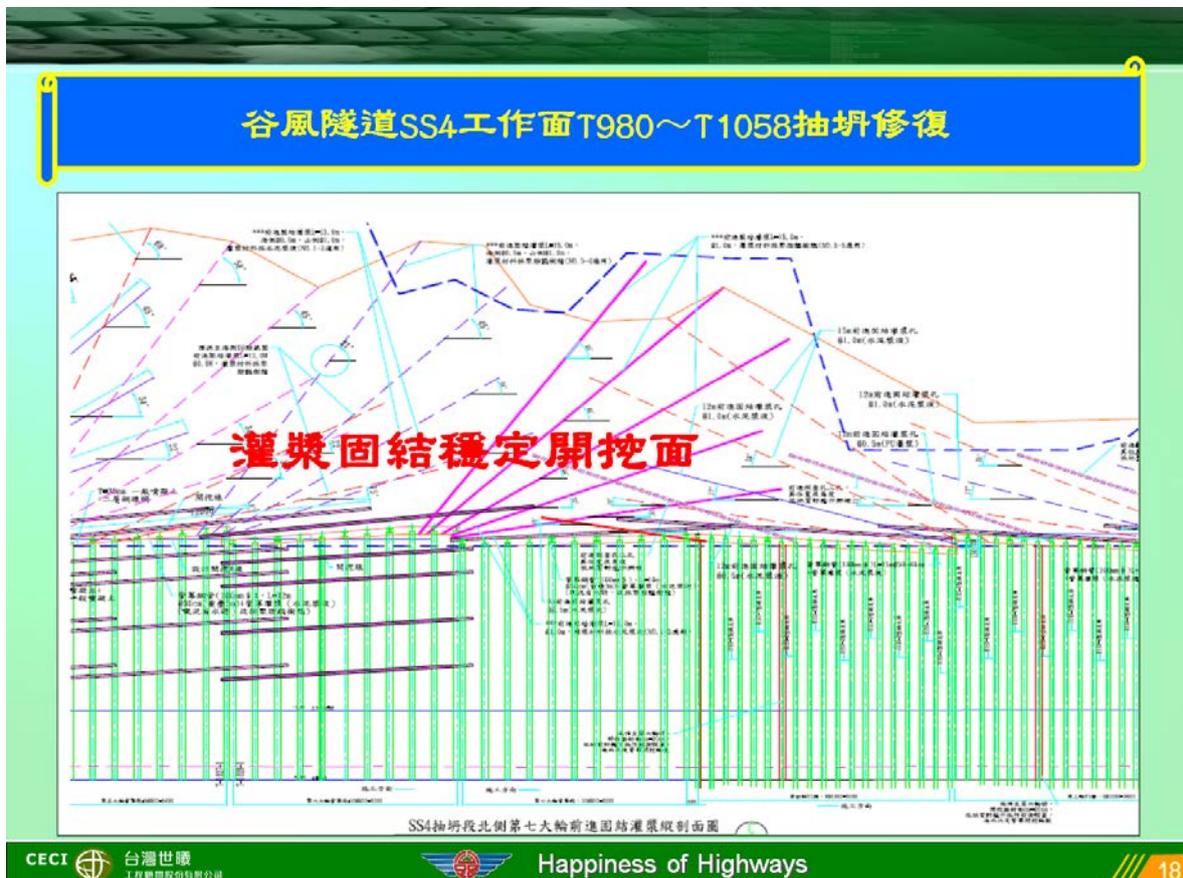
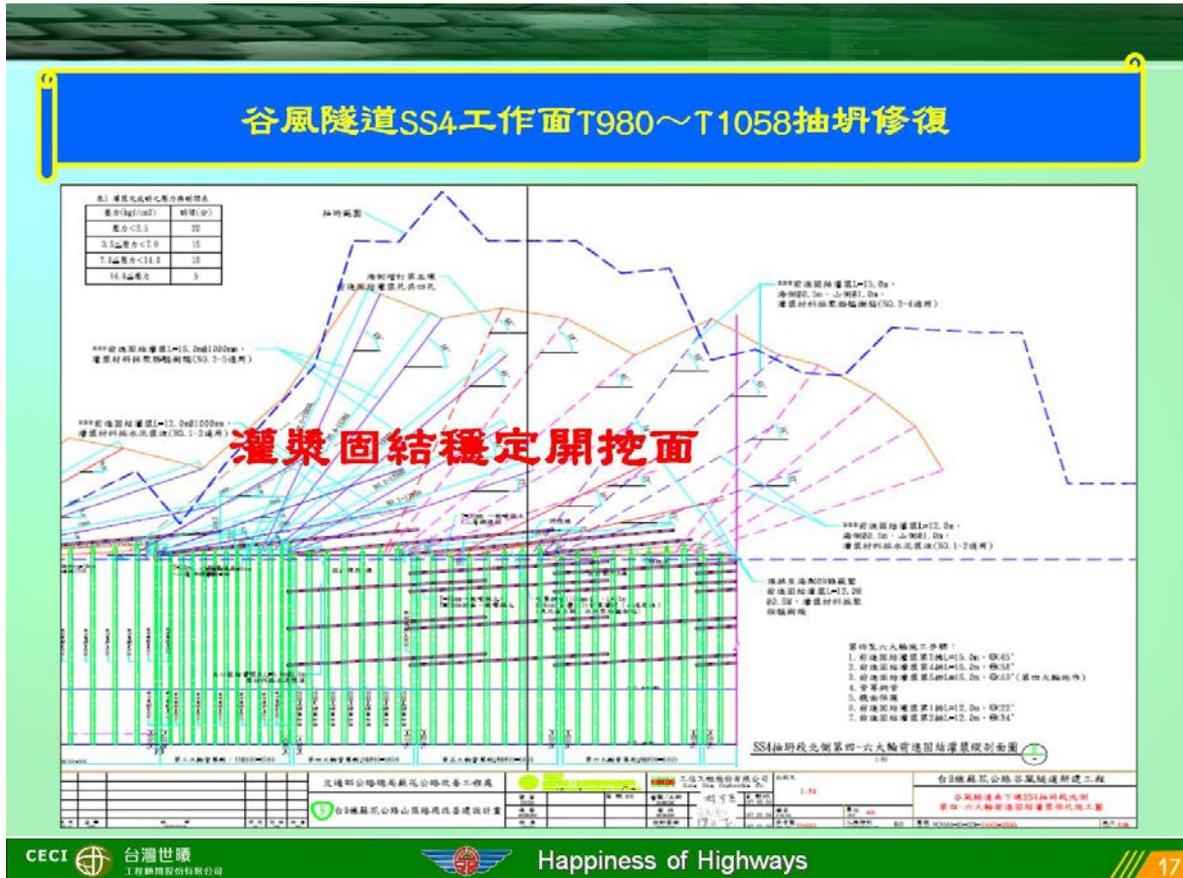


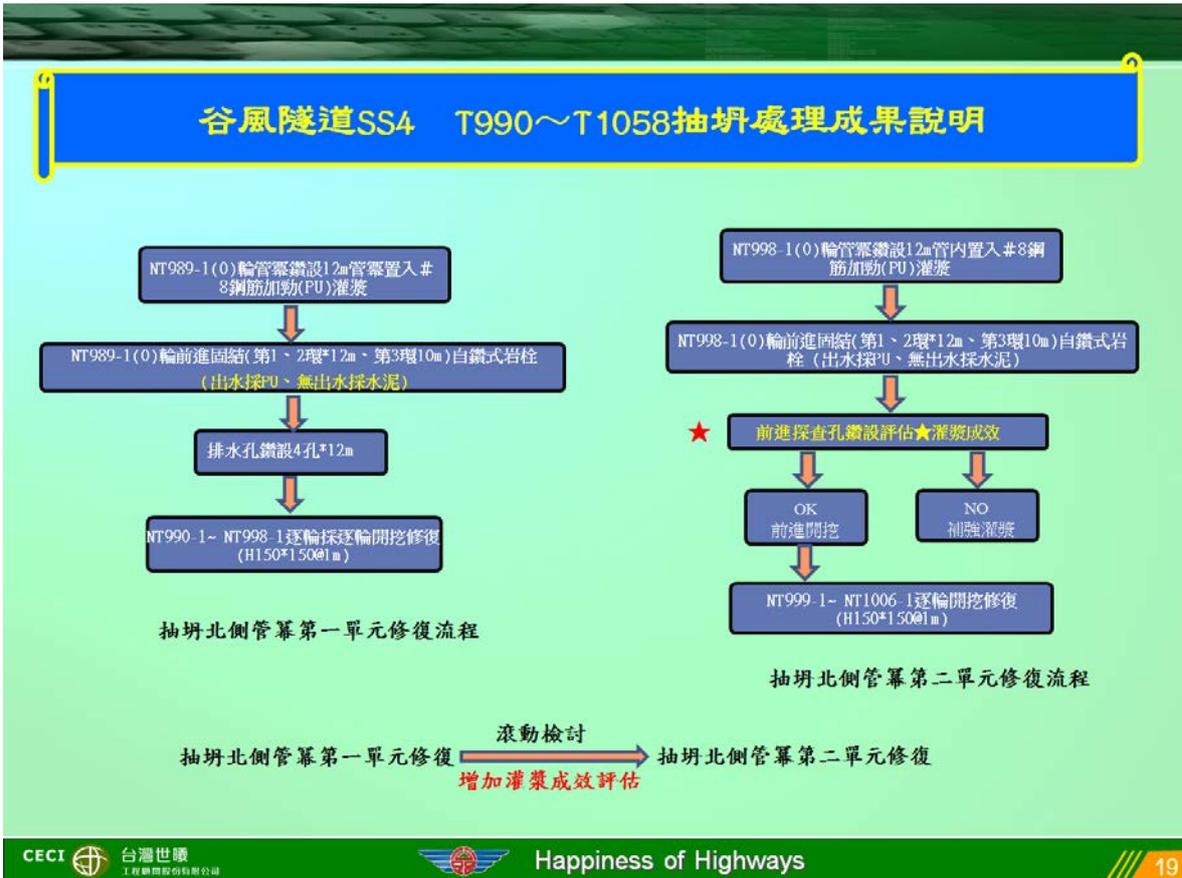
T980~T989孔洞封面

逐輪支保修改安裝背樑管

孔洞背填 175kg/cm²混凝土







谷風隧道SS4 T990~T1058抽坍處理成果說明

★ NT1012-1(0)輪上三環前進3排15m、仰角69°、58°、45° 自鑽式岩栓(PU)固結

NT1012-1(0)輪管罩單、雙數孔鑽設12m管內置入#8鋼筋加勁(PU)灌漿

★ NT1012-1(0)輪下兩環前進2排12m、仰角34°、22°自鑽式岩栓及土心前進9m(原則採水泥、出水則採PU)固結

前進探查孔鑽設評估灌漿成效

OK 前進開挖 NO 補強灌漿

★ 管罩第三單元4m環狀固結灌漿

管罩第二、三單元排水孔鑽設

★ NT1013-1- NT1019-1逐輪開挖修復 (開挖架設H200*200@0.8m)

抽坍北側管罩第四單元修復流程

滾動檢討

抽坍北側管罩第三單元修復 → 抽坍北側管罩第四單元修復

- 依據北上線不取岩心探查成果顯示本單元抽坍空洞高度增高，規劃增加前進固結5排及角度(上三排為阻斷隧道上方水量採PU灌漿，下兩排原則採水泥，出水則採PU灌漿)，土心固結。
- 第四單元開挖前先行完成第三單元4m環狀固結，增加已修復區段穩固、安全性，並於第二、三單元進行排水孔鑽設，降低地下水囤積。
- 增加支撐系統強度，開挖0.8m架設H200*200鋼支保。



台灣世曦
工程顧問股份有限公司

Happiness of Highways

21

谷風隧道SS4 T990~T1058抽坍處理成果說明

NT1019-1(0)輪上三環前進3排15m、仰角69°、58°、45° 自鑽式岩栓(PU)固結

NT1012-1(0)輪管罩單、雙數孔鑽設12m管內置入#8鋼筋加勁(原則採水泥、出水則採PU)

NT1012-1(0)輪下兩環前進2排12m、仰角34°、22°自鑽式岩栓及土心前進9m(原則採水泥、出水則採PU)固結

管罩第四單元4m環狀固結灌漿

排水孔鑽設前進探查孔鑽設評估灌漿成效

評估3m後地質較軟弱，決議先開挖3輪2.4m後於頂拱至海側補強灌漿

NT1020-1- NT1022-1逐輪開挖修復 (開挖架設H200*200@0.8m)

NT1022-1輪頂拱至海側前進補強灌漿2排12m@0.5m(PU)固結

NT1023-1- NT1027-1逐輪開挖修復 (開挖架設H200*200@0.8m)

抽坍北側管罩第五單元修復流程

滾動檢討

抽坍北側管罩第四單元修復 → 抽坍北側管罩第五單元修復

- 此側管罩第五單元施工順續檢討，原則與前既訂方案無改變。



台灣世曦
工程顧問股份有限公司

Happiness of Highways

22



谷風隧道SS4工作面T980~T1058抽坍回饋探討

- 補充地質調查，修復計畫擬訂，施工圖說繪製，虛擬情境，研議對策並持續以滾動式檢討，適時修正工法、工序進行施作。
- 各單元開挖前灌漿成效經探查評估成果，確保開挖穩定性。
- 應注意固結灌漿壓力的控制，隨時檢視噴凝土面及支保岩栓之變化。
- 增加隧道計測斷面及頻率輔以LIDAR隧道全斷面雷射掃描，控管修復期間隧道變位量，適時提供補強建議。
- 依序辦理排水孔鑽設(遠排進灌)兼具調查蓄水位置及破碎帶調查，且避免因地盤改良後地下水蓄積應保持排水暢通，避免造成二次災害。
- 除考量抽坍修復處理外，應預先規劃後續洞台、仰拱開挖及補強灌漿等施工程序及動線之安排，及早完成隧道閉合增加其安全性。

結 語

- 蘇花公路改善工程南澳和平段谷風隧道「SS4上半斷面(12K+363.6~12K+465.0)」，工地現場於106年10月20日發生隧道抽坍事件，在經過長達一年漫長歲月的團隊汗水辛勞與努力克服，並歷經20次的專家學者會議檢討研擬及各單位辛苦付出，終於在107年9月30日達成「SS4上半斷面(10K+363.6~10K+465)南北二側貫通，而SS4抽坍改善工作面修復總長度為101.4公尺，目前已修復完成，並於今年10月01日正式完成SS4上半斷面抽坍搶修工程。
- 台灣地區由於地質構造複雜，隧道施工常遭遇意想不到的惡劣情況，隧道工程本身就是風險較大的工程，施工中難免會發生事故及災變，未來的隧道工程勢將遭遇更多挑戰，雖然可能有其不同特性，處理方式也不會完全一致，希望本案例所獲得之經驗，可以提供給工程界做為遭遇類似狀況的參考。

姓名： 周高生

單位： 台灣世曦工程顧問股份有限公司
蘇花改監造專案

職稱： 專案經理

地址： 宜蘭縣南澳鄉蘇花路二段451巷9-2號

電話： 03-9982366 ext.101

傳真： 03-9982410

電郵： chou0825@ceci.com.tw



主要工作

- ✓ 蘇花改專案 B2 標、B3 標及 B5 標施工專案管理，施工管理、進度管控、品質、安衛、土木建築與機電整合管理

專業資歷

- ✓ 軌道施工、橋梁工程、道路工程、環境影響評估、隧道工程
- ✓ 1991~迄今 台灣世曦工程顧問股份有限公司 主任、主任工程師、專案經理

參與專案

- ✓ 臺九線蘇花公路南澳和平段工程專案
- ✓ 臺灣桃園國際機場聯外捷運系統建設計畫專案
- ✓ 建設南北高速鐵路計畫興建階段總顧問
- ✓ 中山高速公路頭份苗栗段拓寬工程監造
- ✓ 中山高速公路汐止五股高架拓寬監造

學歷

- ✓ 成功大學水利暨海洋工程學系 學士

專業組織/獲獎

- ✓ 中國工程師學會

發表文章

- ✓ 第二屆蘇花改技術論壇論文集(2015)-谷風隧道地質弱帶區段湧水抽坍處理及採用工法介紹等。

和中清水段介紹及高岩覆隧道挑戰

程慶寧

中興工程顧問股份有限公司

摘要

本段路線北起北迴鐵路和平車站南方約1.5公里(台9線里程約160k+750處)，沿台9線西側往西南方向以長約4.7公里的中仁隧道穿越和中社區，至原和仁派出所北邊山坡出洞後，接回台9線跨越大清水溪的卡南橋北側(台9線里程約166k+680處)。後自和仁火車站南側(台9線里程約167k+720處)以長約2.9公里的仁水隧道至清水溪，再銜接既有台9線的太魯閣國家公園大清水服務站(台9線里程約171k+500處)。

本段範圍內之既有台9線大部分路段山勢陡峭、地形險峻，山脈緊鄰海岸，除北端河口沖積區地形平坦處道路線形較為平直外，其餘區域受地形、地質條件限制，路線彎繞迂迴，由於本段路線接近板塊碰撞帶，在長期地殼碰撞擠壓作用下，隧道沿線通過山體多屬褶皺構造或岩體裂隙較發達的變質岩，考量施工對於遭遇特殊地質狀況之應變能力，隧道採用鑽炸法施工。

中仁隧道長約4.7公里為雙孔配置，最高岩覆達1,226公尺，通過岩性主要為大理岩，兩端為片麻岩，局部節理裂隙發達、剪裂破碎帶與大理岩溶洞所造成之滲湧水問題，大理岩與片麻岩界面之較大量滲湧水與擠壓變形問題。另高岩覆路段之岩爆與地熱潛能，評估潛能不高。

仁水隧道長約2.9公里，為單孔雙向配置，開挖斷面達202m²，避車彎開挖斷面則達250m²，為省道公路最大斷面，另為利安全逃生，設置一安全疏散通道(4.0*4.3m)及8處避難聯絡通道，於設計及施工階段採取多項安全機制，降低施工風險，獲107年度金安獎。

關鍵字：高岩覆、剪裂破碎帶、湧水、擠壓變形



和中清水段介紹及高岩覆隧道挑戰

中興工程顧問公司
和中清水段監造工程處 程慶寧

交通部公路總局 DIRECTORATE GENERAL OF HIGHWAYS, MOTC

中興工程顧問股份有限公司
和中清水監造工程處

簡報大綱

CONTENTS

- 一 工程概要
- 二 地質探查
- 三 中仁隧道高岩覆施工課題
- 四 仁水隧道設計及施工考量
- 五 仁水隧道精進作為
- 六 結語

中興工程顧問股份有限公司
和中清水監造工程處

緣起



交通部公路總局

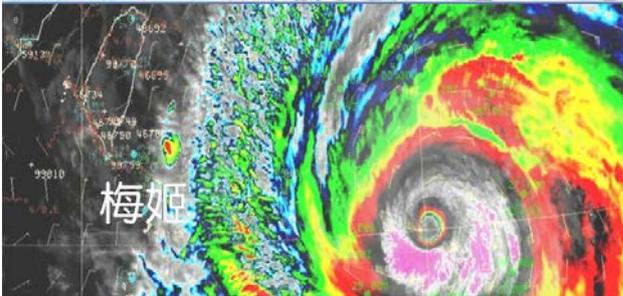
梅姬颱風的試鍊



照片摘自網路



照片摘自網路

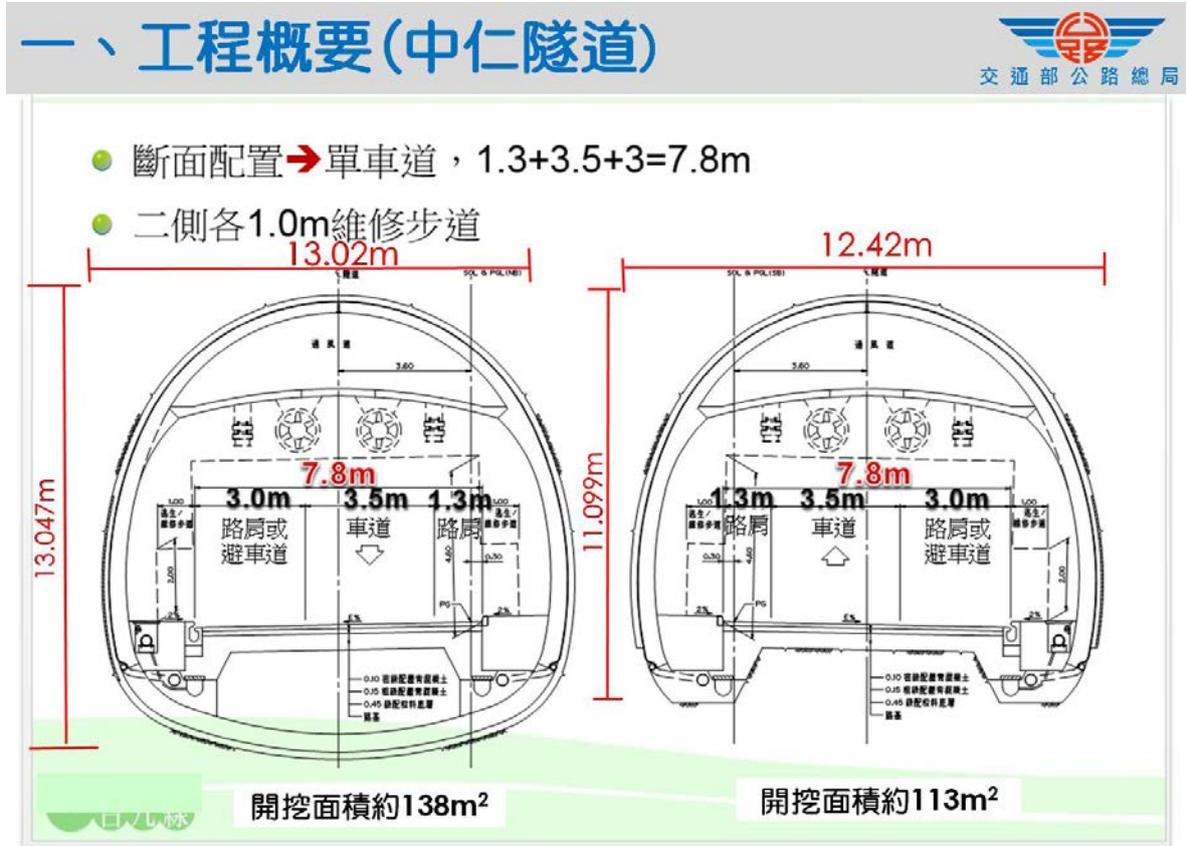


3



一、工程概要

4





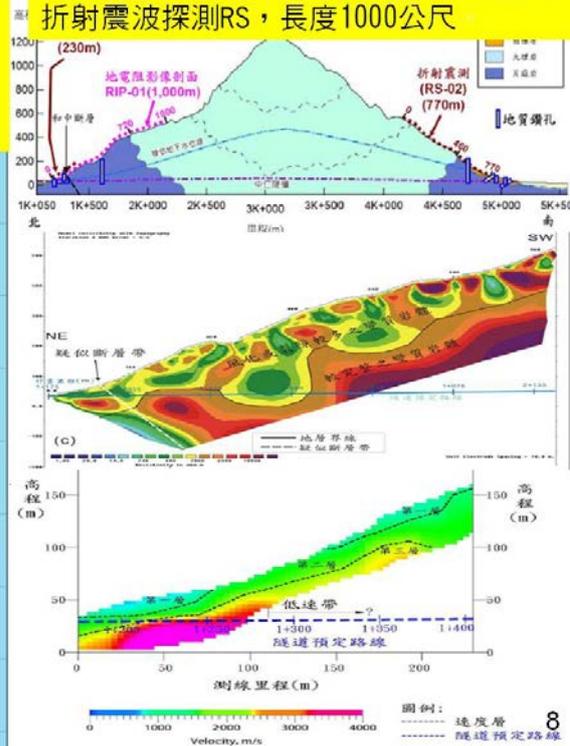
二、地質探查



設計階段地質探查孔共計20孔，總計完成鑽探深度870公尺。

施工階段補充地質探查孔C1A共計7孔，共271公尺；C2共計11孔，共224公尺。總計完成鑽探深度495公尺。

地電阻影像剖面探測RIP，長度1000公尺
折射震波探測RS，長度1000公尺



二、地質探查

北迴鐵路隧道開挖資料蒐集

和中和仁段終點



表 6.1 新和平鐵路隧道 RMR 岩體等級統計表

RMR 岩體等級	I 類	II 類	III 類	IV 類	V 類	VI 類
該岩體等級長度(M)	0	29.2	1405.4	1535.3	20.3	0
佔全隧道比例	0.0%	1.0%	47.0%	51.3%	0.7%	0.0%

表 6.2 新和平鐵路隧道湧水狀況統計表

湧水狀況	全乾	全乾-微濕	微濕	微濕-中度以下水壓	中度以下水壓	嚴重湧水
該湧水狀況長度(M)	835.1	453.7	772.3	789.9	0.0	139.2
佔全隧道比例	27.9%	15.2%	25.8%	26.4%	0.0%	4.7%



三、中仁隧道高岩覆施工課題

三、中仁隧道高岩覆施工課題



高岩覆區段訂定

一、中興問社隧道施工安全評估手冊(101年)，岩盤脆性破壞(岩爆)之發生條件：

1. 岩石單壓強度(σ_{ci})大於100MPa之硬岩。
2. 岩體評分RMR大於50(III類)以上之完整岩體。
3. 圍壓應力狀況之脆性破壞(岩爆)發生之潛能。

二、岩爆的判斷

- $\sigma_{\theta} / \sigma_{ci} < 0.3$ ：無脆性破壞。
- $0.3 \leq \sigma_{\theta} / \sigma_{ci} < 0.5$ ：輕度脆性破壞潛能，可能發生輕微剝裂，隧道仍可大致維持穩定。
- $0.5 \leq \sigma_{\theta} / \sigma_{ci} < 0.7$ ：中度脆性破壞潛能，明顯剝裂脆性破壞，需增加支撐工避免破壞進一步擴大。
- $\sigma_{\theta} / \sigma_{ci} \geq 0.7$ ：高度脆性破壞潛能，可能發生劇烈岩爆破壞，隧道不易穩定，需設置大量支撐工。

σ_{ci} ：岩石單壓強度

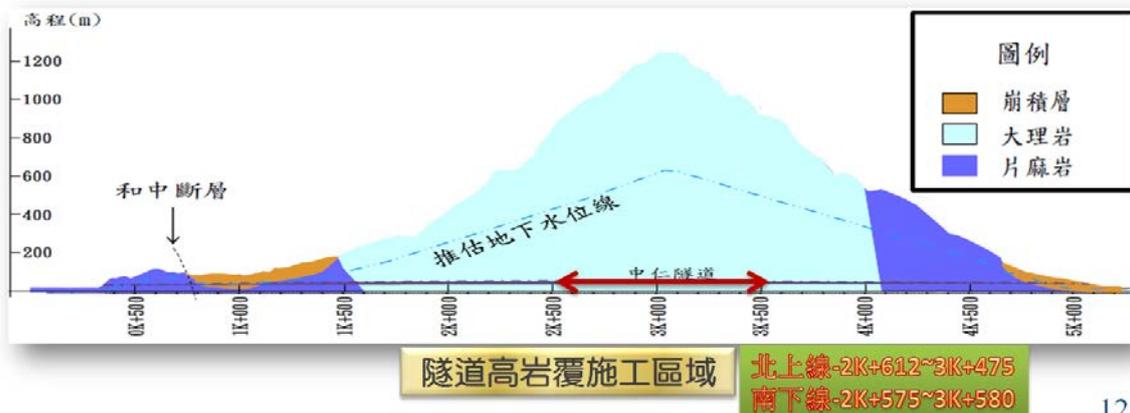
σ_{θ} ：隧道側壁最大剪應力。

三、中仁隧道高岩覆施工課題



中仁隧道困難地質-

- 一、高岩覆隧道段具較高岩爆發生潛能最大岩覆約1,226m；
- 二、高岩覆隧道段遭遇劣等岩體，具較高擠壓變形發生可能；
- 三、岩性變化界面帶的剪裂破碎岩體，以及大理岩岩體中的不規則溶洞，可能造成湧水問題；
- 四、高岩覆隧道段可能因深埋地下而使環境溫度升高。



三、中仁隧道高岩覆施工課題



岩爆因應對策

➤ 中國大陸錦屏二級水電站：

資料來源：中興社高岩覆研究報告

該工程位於四川省涼山，引水隧道最大岩覆深度達2525m。隧道沿線地層主要為三疊系大理岩，其次包括砂板岩及綠泥石片岩等。其中大理岩之岩心單壓強度約為98~144MPa，岩爆處大理岩為新鮮厚層狀，岩體完整且乾燥。



里程12K+454處鋼支保變形



里程15K+472處板狀剝離破壞

13

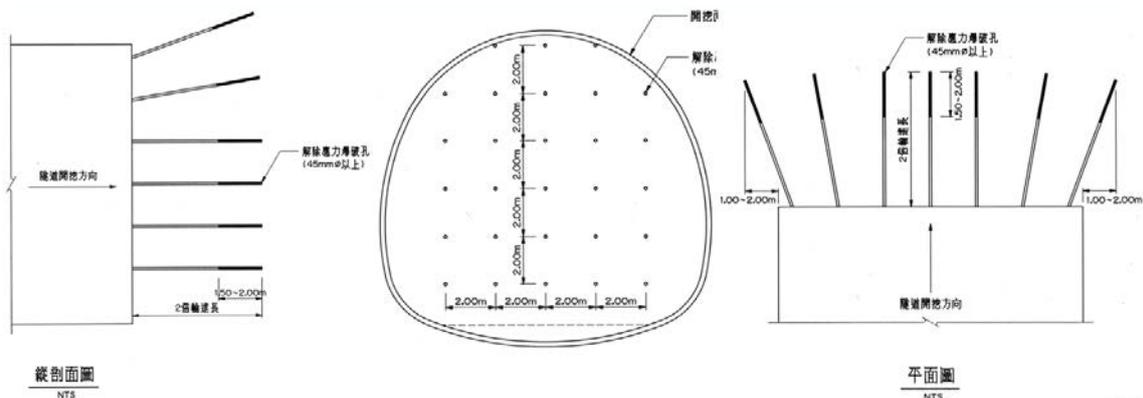
三、中仁隧道高岩覆施工課題



岩爆因應對策

➤ 當隧道岩盤類別屬 I、II類(I級支撐)時，減少隧道岩爆潛能之對策：

1. 以高壓水噴灑開挖面及側壁，潤滑開裂岩面使岩體解壓。
2. 噴凝土加鋪鋼線網，避免噴凝土裂縫，儘速施作岩柱。
3. 施作解除應力開炸，增加岩體開裂面，減少岩爆機率。
4. 視需要增設鋼支保以提高支撐力。



14

三、中仁隧道高岩覆施工課題

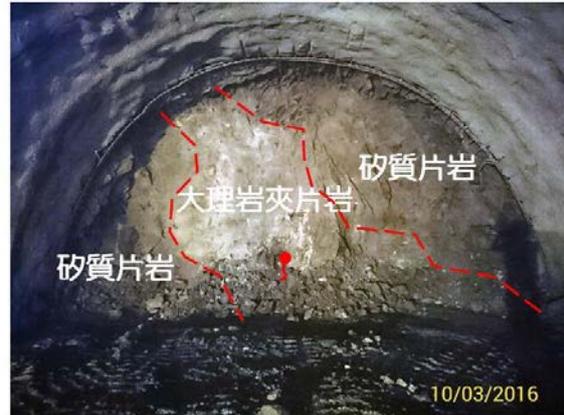


岩爆因應對策

- 已開挖高岩覆區段岩性屬大理岩、矽質片岩：
- 高岩覆區段岩體分類為IV~V類，因具節理裂隙而非厚層完整岩體，尚無岩爆發生之現象。



R1158-3K+074.5(岩覆1198m)



R974-3K+353.6(岩覆975m)

15

三、中仁隧道高岩覆施工課題



高岩覆區段擠壓變形潛能評估

- 中仁隧道高岩覆段地質為大理岩、矽質片岩，由於位於菲律賓海板塊與歐亞大陸板塊之碰撞邊界附近，岩體內有剪裂帶及破碎帶，造成隧道有較大之擠壓變形可能性，若有湧水可能造成抽坍災害。

不作弱面方位修正之 RMR評分		擠壓潛能(斷面變形率%)				
		無 (<1%)	輕度 (1%-2.5%)	中度 (2.5%-5%)	重度 (5%-10%)	極度 (>10%)
岩 覆 (公尺)	501-600	100-47	46-37	36-30	29-23	22-15
	601-700	100-50	49-41	40-33	32-26	25-15
	701-800	100-53	52-44	43-36	35-28	27-15
	801-900	100-55	54-46	45-39	38-32	31-15
	901-1000	100-58	57-48	47-41	40-33	32-15
	1000-1150	100-61	60-51	50-44	43-37	36-15
Ⅲ類岩盤(RMR=41-60)						IV、V類岩盤 (RMR=11-40)

16

三、中仁隧道高岩覆施工課題



擠壓變形處理對策(設計階段)

- 隧道開挖中探測
前進探查孔(長度15m)，震波探測(TSP)
- 增強支撐工：採重型鋼支保、岩栓加長、岩栓加密、噴凝土厚度增加、支保縱向連結、加固支保腳、噴凝土封面等；
- 開挖工法調整：縮短輪距、設置臨時仰拱、分階開挖、導坑先進等；
- 監測隧道穩定性：增加計測斷面、增加計測項目或儀器、加密計測頻率、及時研判等；
- 襯砌長期穩定：內襯砌配筋或增加鋼筋量、內襯砌混凝土厚度增加或提高強度等。

17

三、中仁隧道高岩覆施工課題-擠壓變形



南口北上線里程3K+558~467噴凝土開裂且入侵處理：

- 原因研判：於里程3K+570~558洞台開挖後，岩盤應力解壓調整時，除造成開挖區段抽坍(約15m³)外，因3K+558~467岩體破碎開口夾泥，產生噴凝土開裂且入侵10~25cm現象。



3K+570~558抽坍(1)



3K+570~558抽坍(2)

18

三、中仁隧道高岩覆施工課題-擠壓變形

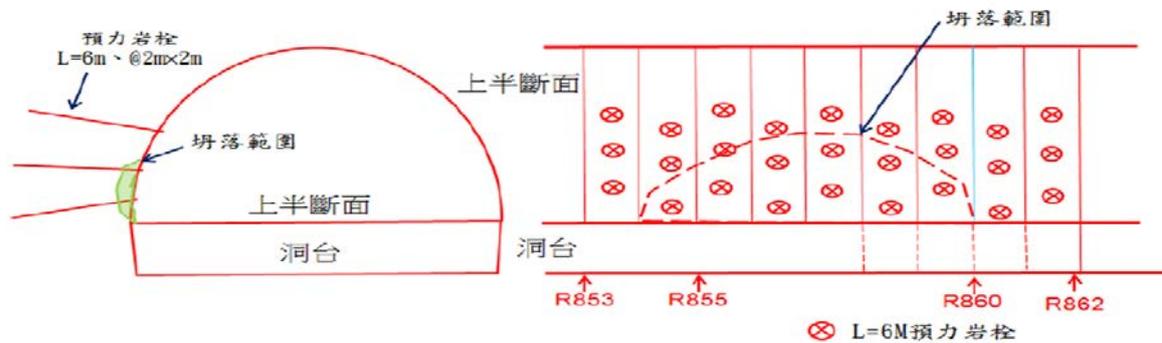


地質概況:

- 岩性為灰白~黑灰色大理岩，開挖面微潮~滴水，岩體屬A_{III}類，採II型支撐施作。鄰近輪進R850~R853、R866~R872曾於2016年因高岩覆擠壓造成山側噴凝土龜裂支保挫曲，機械開挖時破碎岩體發生岩楔抽坍，抽坍材料主要為大理岩之碎屑。

NN1-W側 R855~R860岩楔坍落施工步驟:

- 1.以鋼線網噴凝土緊急封面，厚度t=8cm。
- 2.損壞支保逐輪拆除修復，2層鋼線網+鋼線網噴凝土。
- 3.R853~R862輪進範圍8~10點鐘方向鑽設預力岩栓、L=6m @2m×2m。



三、中仁隧道高岩覆施工課題-擠壓變形



里程起	里程迄	岩性	災害類型	發生位置	地下水狀況	量體
3799	3815	黃棕色大理岩及綠色片岩邊界	抽坍	洞台側壁	地下水滲出	80m ³
3559	3571	灰白色大理岩	抽坍	洞台側壁	無	15m ³
3769	3779	黑灰色大理岩夾黑色片岩	抽坍	洞台側壁	2016年尼伯特、梅姬颱風時海側曾經發生湧水現象	20~25m ³
4071	4086	片麻岩及大理岩交界	抽坍	洞台側壁	無	300m ³
3843	3843	大理岩及綠色片岩交界	坍落	上半側壁	滴水	300m ³
3761	3785	黑灰色大理岩夾黑色片岩	坍落	上半側壁	卡努颱風環流大雨隧道西側湧水嚴重	130~150m ³
3720	3760	黑灰色大理岩夾黑色片岩	抽坍	上半側壁	卡努颱風環流大雨山側湧水嚴重	10~25m ³
3720	3760	黑灰色大理岩夾黑色片岩	抽坍	洞台側壁	卡努颱風環流大雨山側湧水嚴重	150m ³
1238	1238	黃棕色片麻岩夾白色石英脈	圓錐狀坍落	上半開挖面頂拱	滲水量約10~15公升/分鐘	8m ³
1087	1091	灰色~黃棕色片麻岩	開挖完成之側壁剝落	上半側壁	出水量約20~35L/min	5m ³
815	816	黃棕色含水砂土夾崩積岩塊	圓錐狀坍落	上半開挖面頂拱	無	130m ³

三、中仁隧道高岩覆施工課題-擠壓變形



當高岩覆區段開挖發生抽坍災害時之因應對策：

視抽坍災害之規模選用適當之工法，本工程南口其他區段側壁抽坍之情況(發生抽坍量約15~80m³)，本工程高岩覆區段之抽坍災害規模均不太大：

1. 噴凝土(t=8cm)緊急封面
 2. 損壞支保逐輪抽換
 3. 噴鋼線網噴凝土(或僅噴薄殼，後分層回填噴凝土)
 4. 於抽坍處適當範圍增設岩栓(L=6m @2m × 2m)
 5. 加裝一組副計測，採每日至少觀測1次至穩定後，再依契約規定頻率觀測。
- 若災害之規模較大時，配合固結灌漿及增設主計測等措施。

三、中仁隧道高岩覆施工課題-湧水



➤ 本工程於乾季時並無大量滲水，但於105年9月受莫蘭蒂、馬勒卡及梅姬颱風豪雨影響，隧道南口已開挖完成範圍出水量遽增。

位置	里程	長度(m)	岩性
南口 北上線 (NN1)	4K+900.6~4K+883.6	17.0	崩積層
	4K+720.6~4K+680.6	40.0	片麻岩
	4K+584.1~4K+568.5	15.6	片麻岩
	4K+423.5~4K+409.5	14.0	片麻岩
	4K+073.6~4K+046.1	27.5	大理岩
	3K+830.5~3K+814.5	16.0	大理岩夾石英雲母片岩及綠色片岩
南口 南下線	3K+730~3K+640.3	89.8	大理岩夾黑色片岩
	4K+193.5~4K+161.5	32.0	大理岩
	3K+761.2~3K+729.2	32.0	大理岩夾黑色片岩
	3K+680.2~3K+593.2	87.0	大理岩
	3K+570.7~3K+551.2	19.5	矽質片岩夾大理岩
	3K+536.2~3K+513.9	22.3	矽質片岩夾大理岩
3K+498.6~3K+472.1	26.5	大理岩夾矽質片岩	
總計		439.2	

三、中仁隧道高岩覆施工課題-湧水



- 105年9月莫蘭蒂颱風、馬勒卡颱風及梅姬颱風
中仁隧道南口湧水情況



南口南下線西側湧水(3K+485~467)



南口南下線東側湧水(3K+475~467)

23

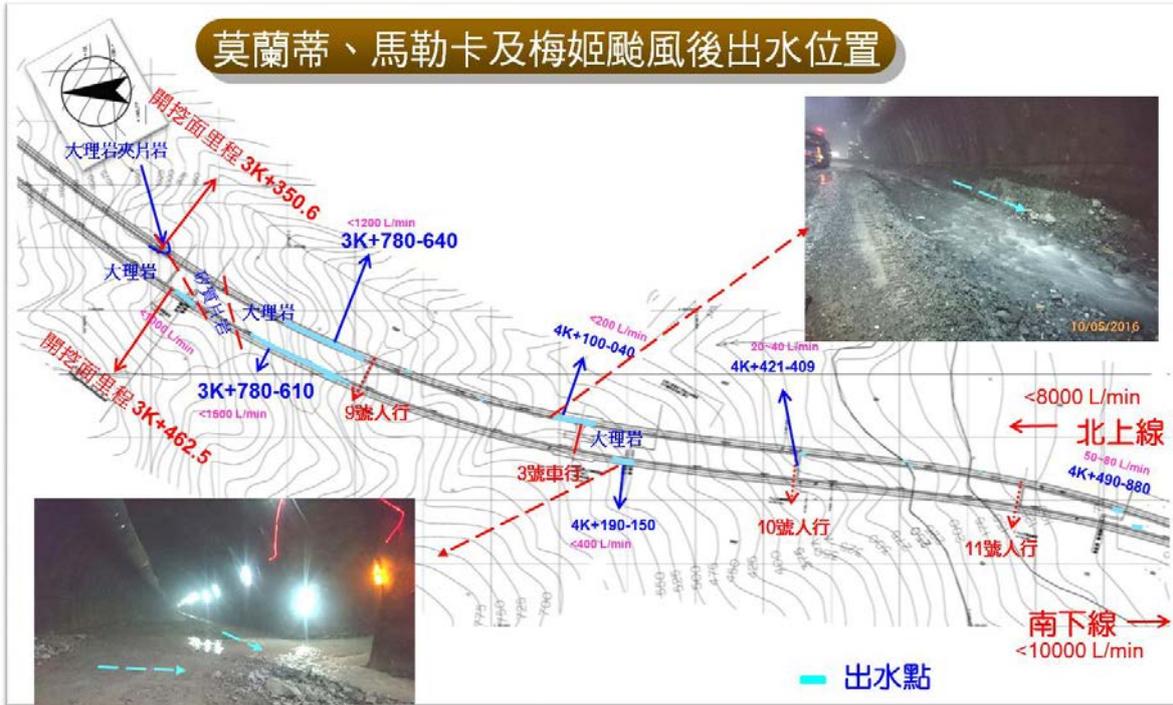
三、中仁隧道高岩覆施工課題-湧水



- 105年7月受**尼伯特颱風**大雨影響(陸上颱風警報期間105.7.6~7.9)，隧道南口已挖完成範圍出水量遽增，出水性狀主要為由開挖完成範圍之大理岩與矽質片岩體節理或破碎帶湧水，洞口出水量可達18,000公升/min以上，影響隧挖工作。
- 105年9月之**莫蘭蒂颱風**、**馬勒卡颱風**及**梅姬颱風**，在工區附近降下豪大雨帶來隧道大量出水，洞口出水量可達45,000公升/min以上。
- 106年10月13~14日受**卡努颱風**外圍環流大雨影響，在工區降下豪大雨帶來隧道大量出水，洞口出水量最大可達約**113,478公升/min**以上。

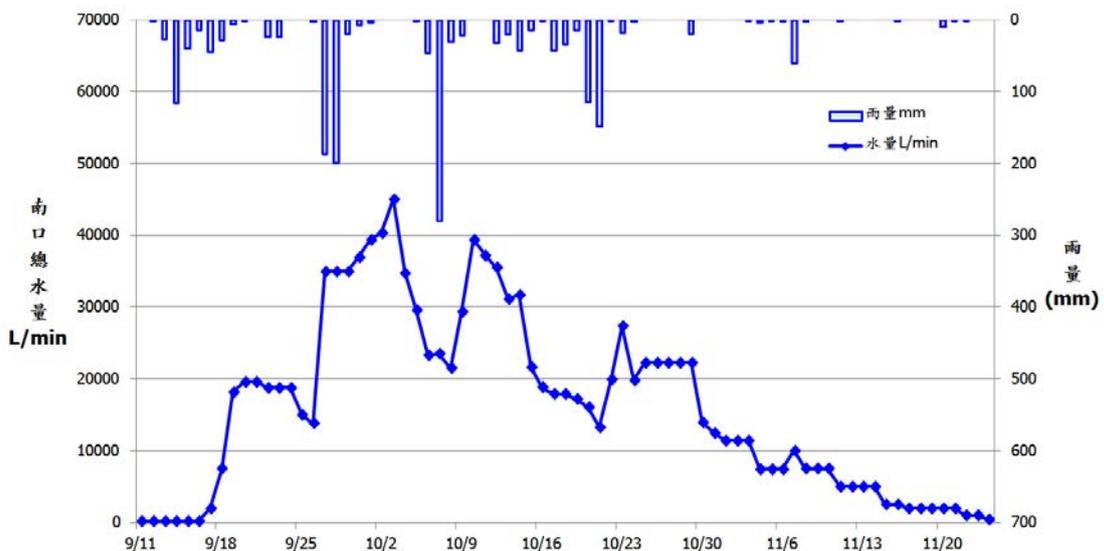
24

三、中仁隧道高岩覆施工課題-湧水



25

三、中仁隧道高岩覆施工課題-湧水



莫蘭蒂、馬勒卡及梅姬颱風後出水量與雨量關係圖

26

三、中仁隧道高岩覆施工課題-湧水



27

三、中仁隧道高岩覆施工課題-湧水



卡努颱風南口湧水



106.10.17 出水量達每分鐘
107,500公升

106.10.18 出水量達每分鐘
113,500公升

備註:以上數據為當日由開挖完成範圍之大理岩與矽質片岩體節理或破碎帶湧水之水量。

28

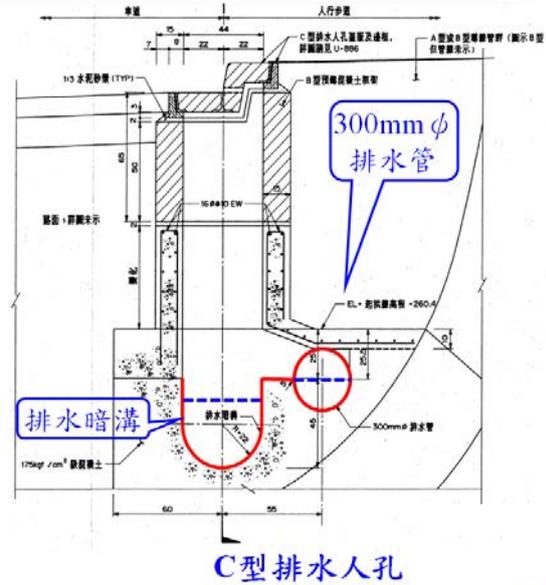
三、中仁隧道高岩覆施工課題-湧水



➤ 南口永久排水系統容量檢討

本工程原設計考量隧道超高，部分隧道一側有排水管及排水暗溝，另一側則僅有排水管。

排水方向	南洞口
單側排水管 (L/min)	2,160
單側排水暗溝 (L/min)	11,820
單側小計 (L/min)	13,980



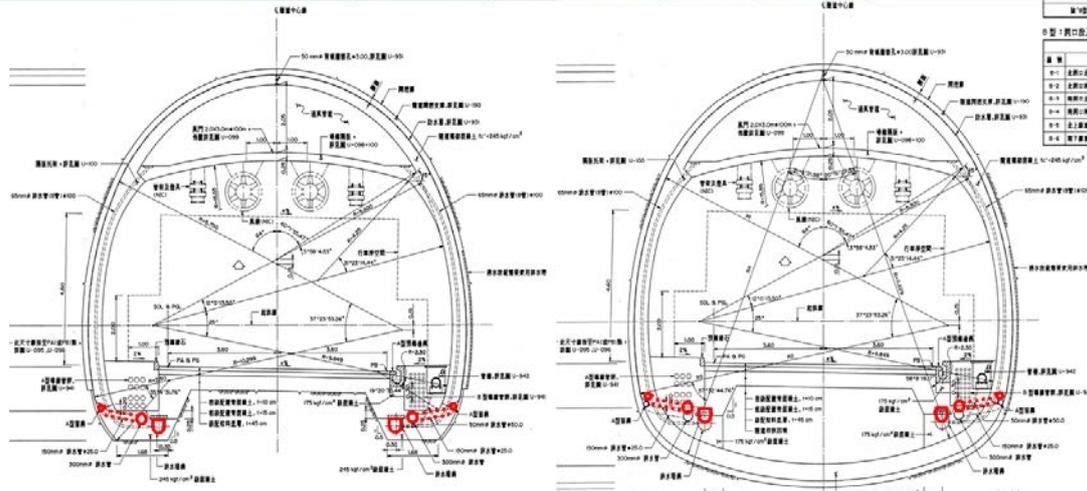
29

三、中仁隧道高岩覆施工課題-湧水



➤ 隧道南口單側(累積)滲水量遠大於2,160(L/min)，故將全段隧道修改為兩側皆有排水暗溝，以增加隧道永久排水容量。

$$4 \times 13,980 = 55,920 > 45,000 \text{ (L/min)}$$



無仰拱排水設施配置斷面

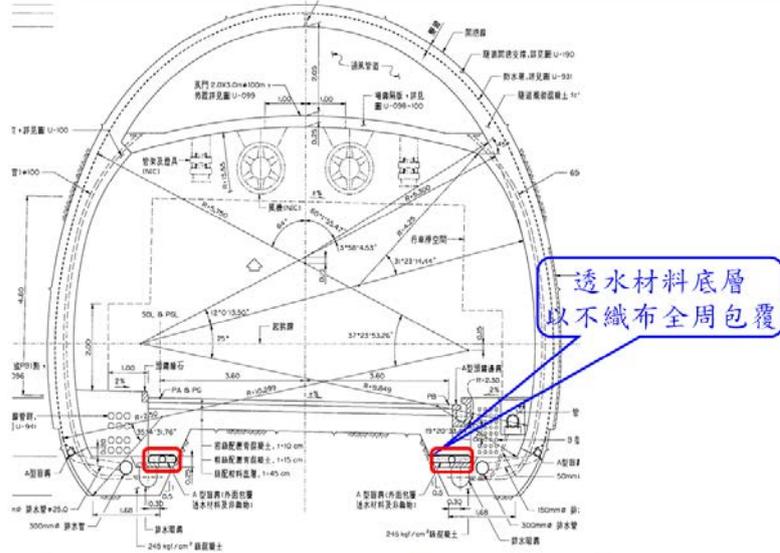
有仰拱排水設施配置斷面

30

三、中仁隧道高岩覆施工課題-湧水



➢ 無仰拱襯砌段為避免地下水可能由下方滲入影響路基，增設永久排水設施



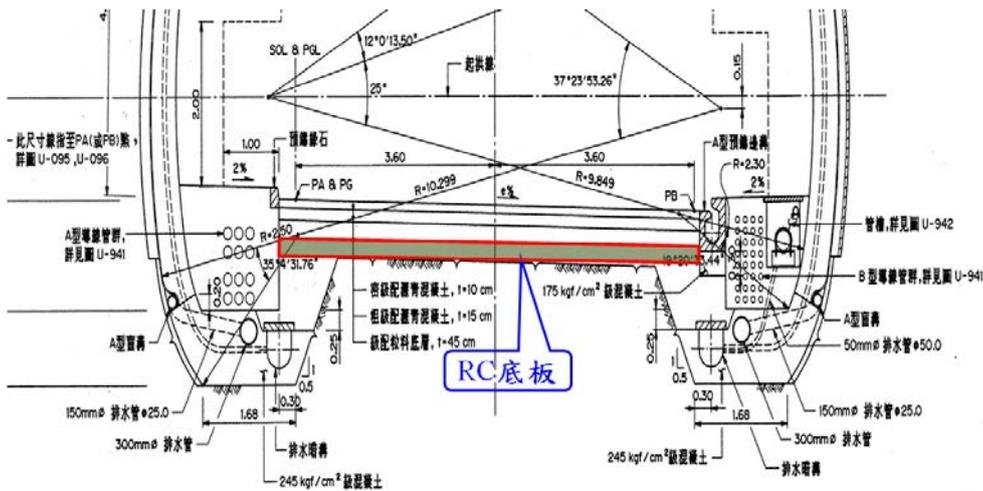
南口無仰拱襯砌段路基增設縱向導排水

31

三、中仁隧道高岩覆施工課題-湧水



➢ 大湧水段且無仰拱襯砌段增設永久排水設施



大湧水段路基另增設RC底板

32

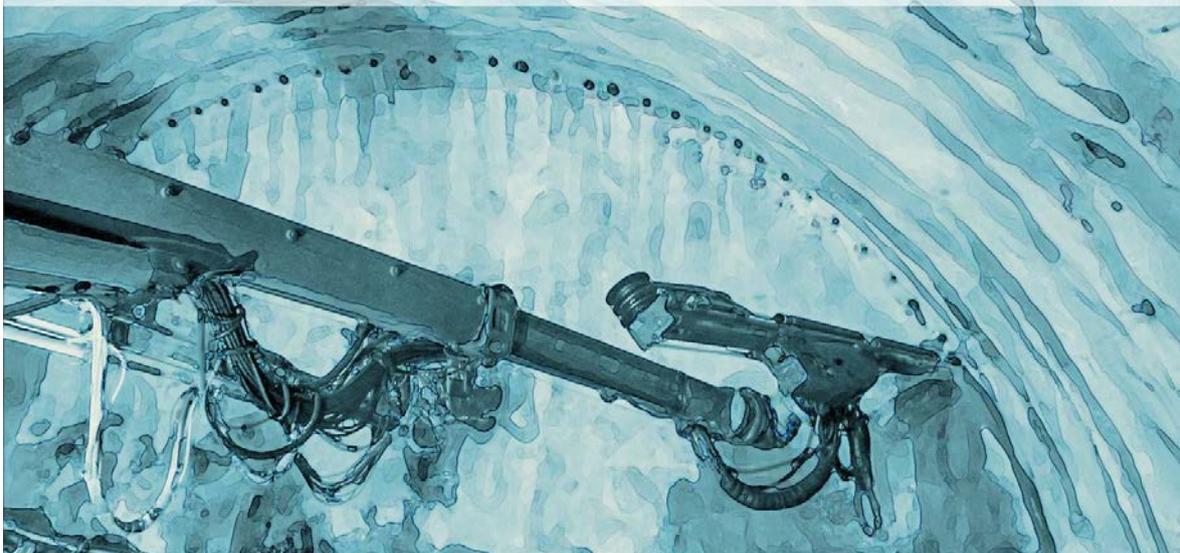
三、中仁隧道高岩覆施工課題

溫度升高處理方案

- ▶ 地溫與深度大致約呈線性關係，惟受岩性、地質構造、岩漿活動、地下水循環等因素影響，各地之地溫梯度略有差異。溫度上升，將導致施工作業環境不佳，降低施工效率並影響施工人員健康與安全，此問題可藉由**通風**或**灑水**等降溫方式處理。
- ▶ 本工程於南口高岩覆(岩覆1,226m)區段：
 - 一、暫停開挖未送風時，開挖面溫度約**31.1°C**
 - 二、開挖施工配合送風時，開挖面溫度約**31.2°C**
 - 三、於出碴時，開挖面溫度可達約**35.0°C**
 - 四、同時於北口(岩覆230m)量測開挖面溫度約**28.0°C**
- ▶ 由以上結果得知，南口高岩覆區段開挖面雖未達較適合施工之28°C，但溫度受施工機具產生熱氣之影響較大，似未因高岩覆之影響而大幅升高，其原因有待進一步探討。

33

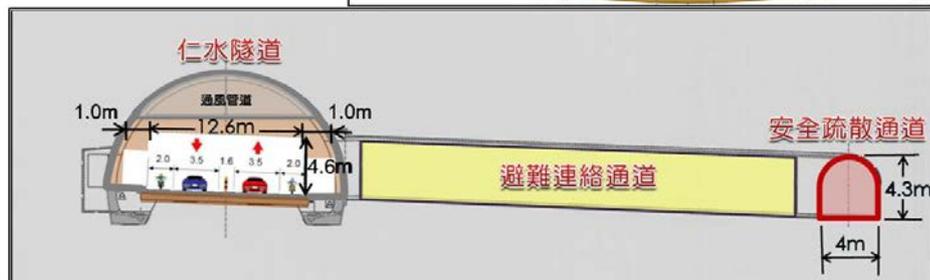
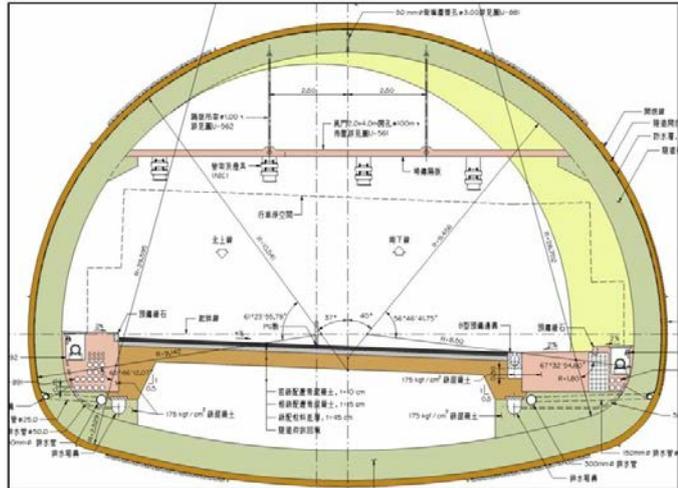
四、仁水隧道設計及施工考量



34

四、仁水隧道設計及施工考量

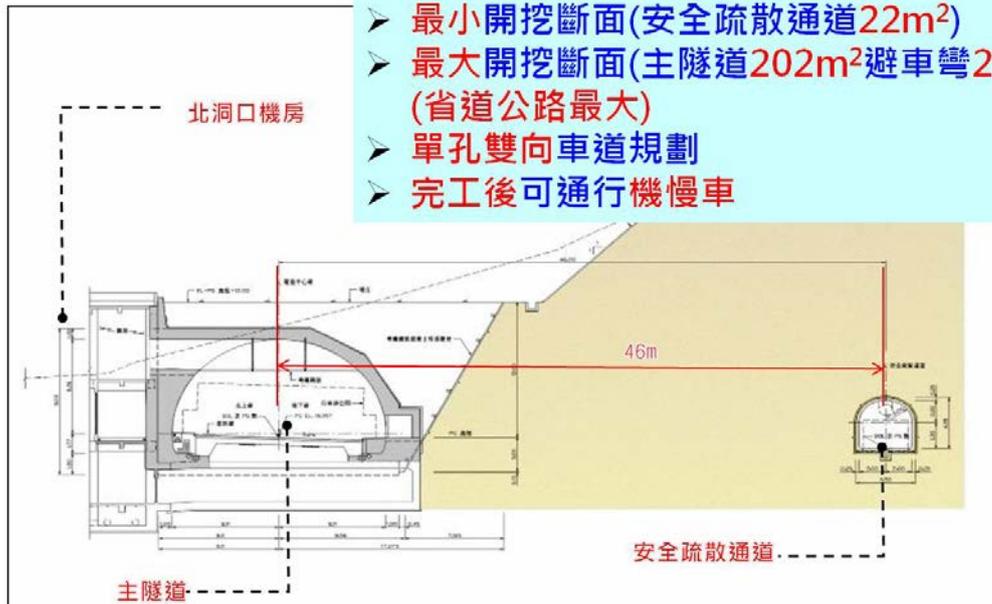
- 断面配置 → 單孔雙向
 - 車道 → 3.5m
 - 慢車道 → 2.0m
 - 維修步道 → 1.0m
- 山側設置平行主線之安全疏散通道，每350公尺以避難聯絡通道連接



35

四、仁水隧道設計及施工考量

- 全工區位於太魯閣國家公園區內
- 隧道由北往南單向開挖
- 最小開挖断面(安全疏散通道22m²)
- 最大開挖断面(主隧道202m²避車彎250m²) (省道公路最大)
- 單孔雙向車道規劃
- 完工後可通行機慢車



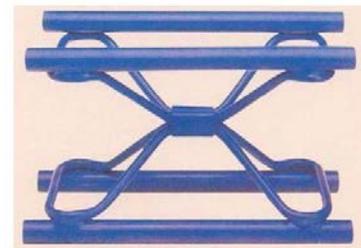
36

四、仁水隧道設計及施工考量

鋼纖噴凝土及桁型鋼支保

採NATM(新奧工法)理念設計

- 全面使用鋼纖維噴凝土(採無鹼速凝劑)
 - 施工快、反彈量少、施工環境佳
 - 解決傳統「鹼性」速凝劑之弊病(危害健康、污染環境、阻塞排水、長期強度不佳及鹼質粒料反應)
- 桁型鋼支保
 - 重量輕、組裝容易，安全性高，且有利於噴凝土附著
 - 保留初期勁度較高之H型鋼支保，因應特殊路段施工



37

四、仁水隧道設計及施工考量

非電雷管及乳膠炸藥

- 本工程隧道開挖主要以鑽炸法為主
- 採用遲發非電氣雷管配合乳膠炸藥
- 其安全性高，可預防因靜電、流電及無線電波所產生的意外引爆

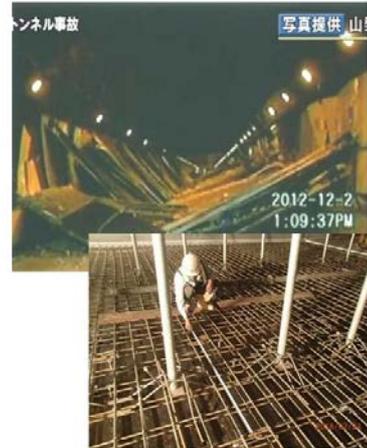
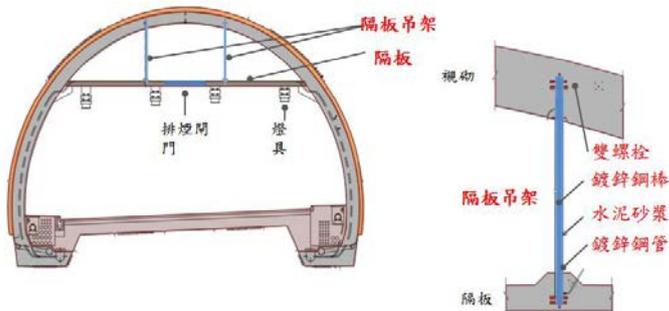


- 震動控制--勻滑鑽炸 (Smooth Blasting)
 - 減少超挖
 - 北洞口鄰近台9線及和仁車站，避免抗議

38

四、仁水隧道設計及施工考量

通風隔板吊架系統

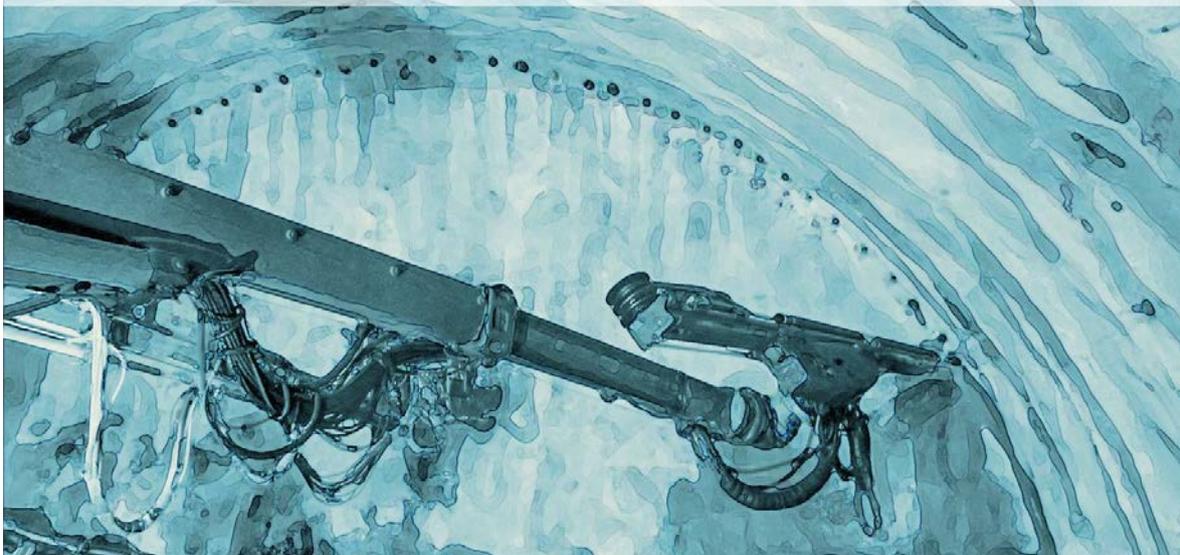


降低風險說明:

- 日本管子隧道2012.12天花板崩塌，奪走9條人命，崩塌原因可能是因隧道螺栓藥劑老化及鋼棒鏽蝕所致。
- 仁水隧道通風隔板設計特色:
 - (1).端點以牛腿支撐+高拉力鋼棒+錨錠鋼板。
 - (2).鋼棒除鍍鋅處理另外以鍍鋅套管包覆，中間再以水泥砂漿灌注等3道耐久防蝕保障。

41

五、仁水隧道精進作為

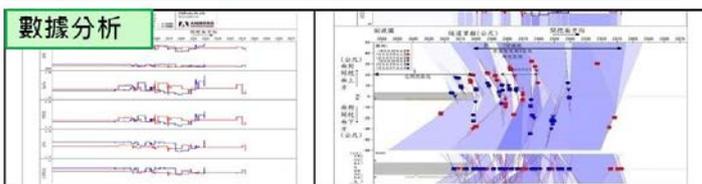
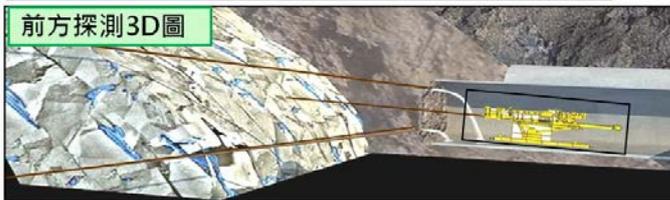
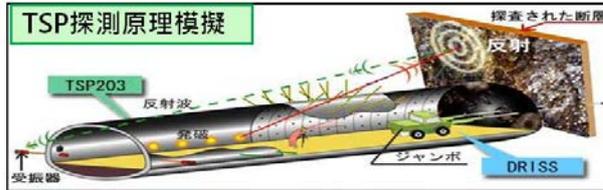


42

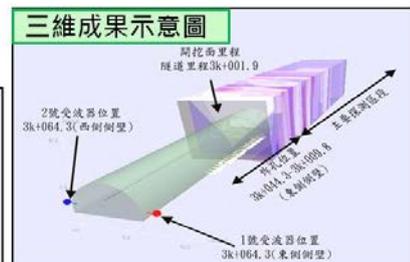
五、仁水隧道精進作為

全線TSP震波探測

- ▶本工程全線皆施作TSP探測，進而獲知隧道開挖面前方(未開挖段)約100~150m內之地質構造資料，以利決定鑽探或輔助工法之施作。
- ▶降低風險



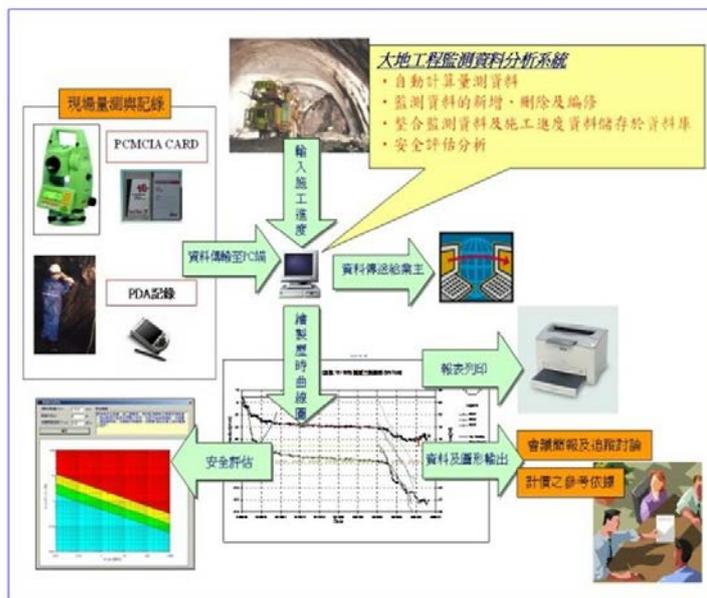
有效探測距離:開挖面前方100公尺



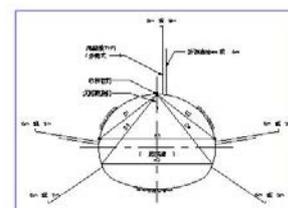
43

五、仁水隧道精進作為

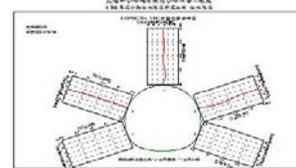
加強計測確保安全



監測資料分析



主計測斷面示意圖

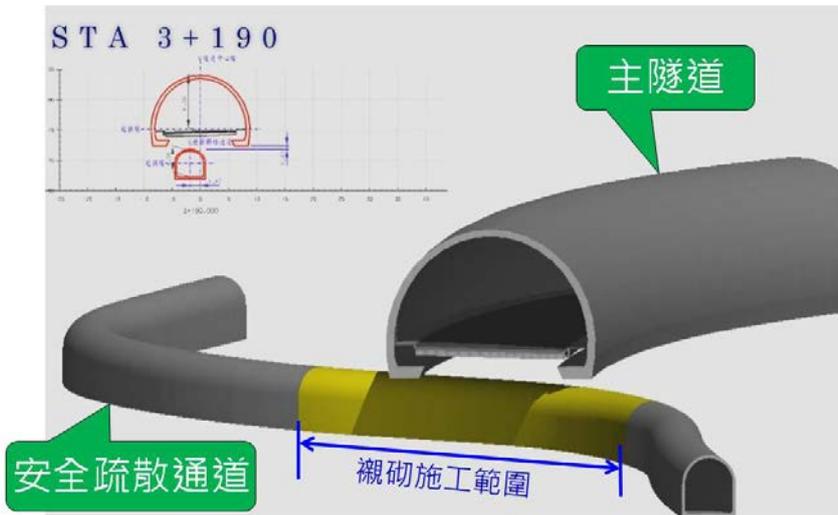


監測歷時曲線

44

五、仁水隧道精進作為

特殊路段3D套繪(BIM的應用)



- 主隧道與安全疏散通道交叉段經3D套繪模擬後，施工階段更容易了解不同時間兩隧道相對位置，以確保施工安全。

45

五、仁水隧道精進作為

鋼構廠全程駐廠



構件製造尺寸丈量



全滲透焊道UT檢驗



假組立完成預拱、高程測量



假組立完成構件尺寸丈量



螺栓孔貫通率抽驗



公路總局及監造單位鋼構廠訪視

46

五、仁水隧道精進作為

隧道採用自動化設備-具全自動操作能力之三槍鑽堡

大斷面開挖使用兩台雙槍鑽堡挖掘，鑽設範圍雖可涵蓋全部上半斷面，但因不是電腦操控界面需一槍配置一個操作手，且鑽設範圍重疊鑽臂易產生碰撞，經研討改採一台三槍鑽堡(電腦操控界面)，鑽設範圍既可涵蓋全部上半斷面，並可節省人力與消除危安因素。



鑽堡定位



經緯儀設定後投射雷射線，計算得知雷射線方位角及高程，由鑽槍移至雷射線上，使前後標靶中心均在雷射線上，鑽實電腦輸入上述參數，自行算出鑽堡於隧道線形上之位置。

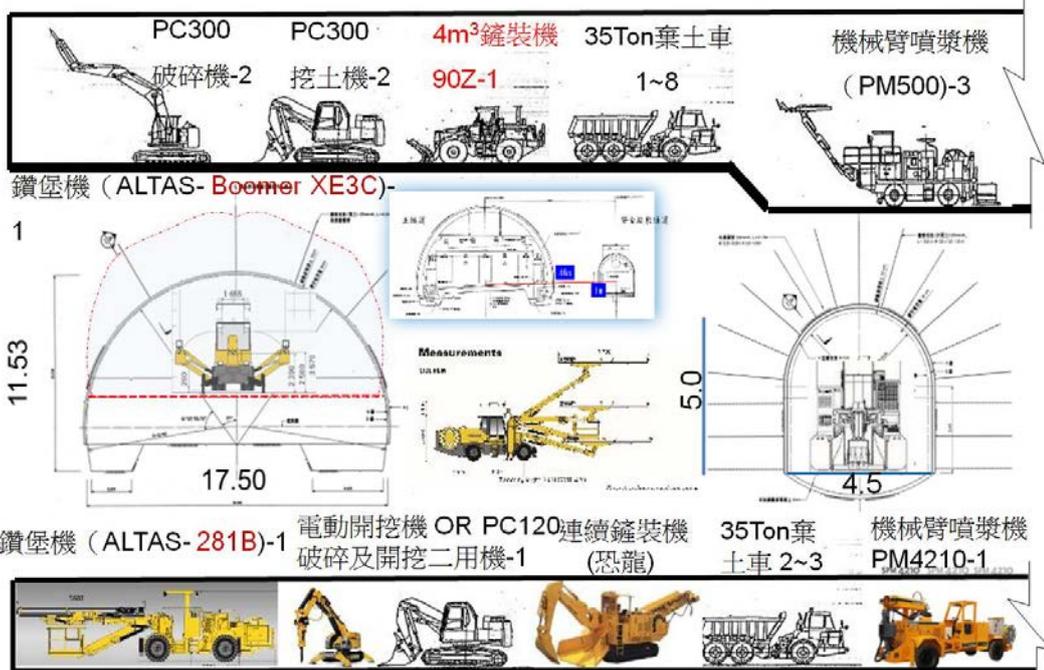


自動化且具電腦佈孔能力之三槍鑽堡

47

五、仁水隧道精進作為

縝密規劃-針對極大之長隧道與極窄小之硬岩隧道採用有效之機械設備



48

五、仁水隧道精進作為

採用氣體爆裂法崩解邊坡巨石

北口工區進行清除掘除及邊坡降挖發現工地現場有許多**巨石**，無法使用機械破碎裂解除，採用手持鑽機預先在**巨石鑽孔**，於適當位置使用**氣體爆裂法崩解巨石**，順利排除施工障礙。

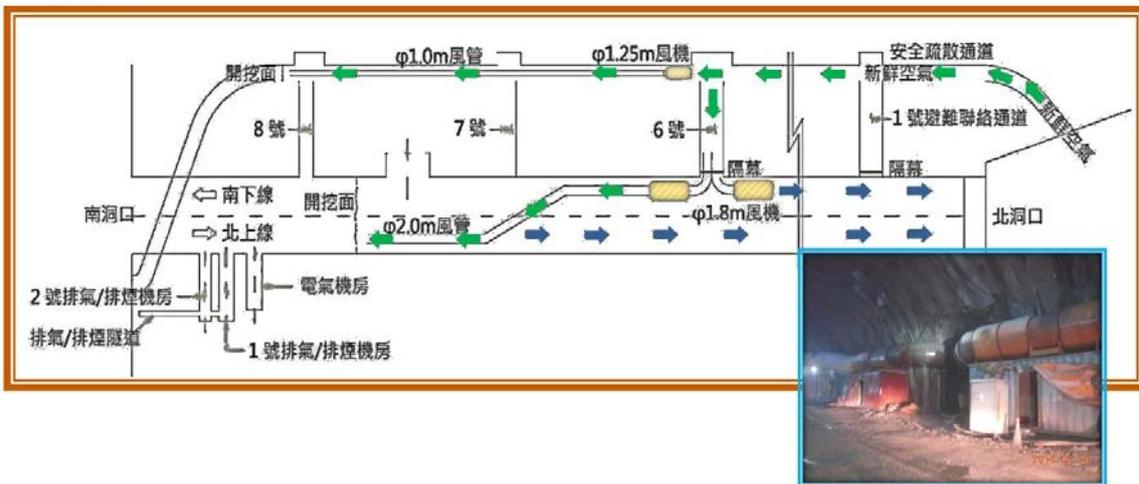


49

五、仁水隧道精進作為

以疏散通道作為通風管道，改善長隧道開挖通風效益

隨著主隧道開挖長度增加，**通風效能降低**，進而影響工作效率與輪進時程，經技師現場評估計算通風效能，將主隧道洞口風機移置已完成之**6號避難聯絡通道口**，以**安全疏散通道作為通風管道**，抽送安全疏散通道之新鮮空氣至主隧道開挖面，**縮短風機送風長度**，並再設置一台送風機往洞口送風，**加速排煙**，有效改善開挖面及隧道內空氣品質。



50

五、仁水隧道精進作為-職安

安衛制度及設施之實施與落實

本工程危險性作業項目施作前一日需於總公司安全衛生管理資訊平台中申報，以管制相關作業人員安全。

安全衛生管理資訊平台

高風險作業新增/編輯 | 高風險作業新增/回報頻率 | 電子郵件通知/短訊通知

ZERO INCIDENT

作業管制 | 安衛稽核 | 監控運線 | 門禁管制 | 安全流程 | 設備標準 | 宣講文宣 | 管理計畫 | 自動檢查 | **高風險作業** | 外部活動 | 環保資訊 | 外勞資訊 | 工作證 | 協議組織會議 | 危險性機械設備 | 作業組

工地名稱	作業項目	作業地點	報備日期	高風險作業日期	上傳日期
1. C2橋	施工架組拆	機埤	2017/1/1	2017/12/20 - 2017/12/20	2017/12/29
2. CM01橋	支撐架組拆	板橋區T504單元重疊支撐架組立	2017/1/1	2017/12/29 - 2017/12/29	2017/12/29
3. 板橋區	施工架組拆	R1F外圍施工架組拆	2017/1/1	2018/1/14 - 2018/1/14	2018/3/6
4. 板橋區	施工架組拆	26F外圍組拆	2017/1/1	2017/12/2 - 2017/12/3	2017/12/28
5. 尚志大岡莊區	施工架組拆	C棟R樓	2017/12/27	2017/12/17 - 2017/12/19	2017/12/27

總公司安衛資訊平台高風險作業申報

51

五、仁水隧道精進作為-職安

安衛制度及設施之實施與落實

南口排樁面板設置 CNS4750施工架

主隧道開挖面 設置開炸鋼板安全屋

疏散通道設置 四用氣體偵測器

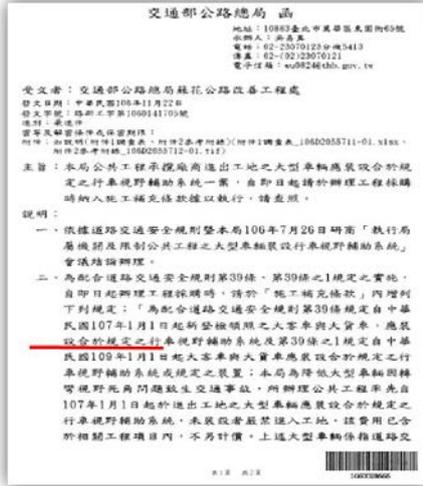


52

五、仁水隧道精進作為-職安

其他優良機制

安裝大型車輛行車視野輔助系統-本公司配合道路交通安全規則提前於107年1月15日完成本工地大型車輛5部標準型行車視野輔助器裝設。



公路總局視野輔助系統函文



行車視野輔助器裝設完畢

53

五、仁水隧道精進作為-職安

其他優良機制

擱棄傳統蜘蛛人或吊車附掛作業平台之方式而改以搭設施工架進行，將邊坡作業推展為安全作業平台概念，此方式為國內首次採用。



傳統邊坡作業工法

降低施工風險



南口施工架

54

五、仁水隧道精進作為-職安

其他優良機制

提升施工安全作為-南口實固架設置監控點並適時回饋監測資料，作為監控、預警及天災後檢查機制。



55

五、仁水隧道精進作為-職安

其他優良機制

勞工責任照護-建置自動體外心臟去顫器(AED)，並設置於工區南口警衛室及主隧道襯砌鋼模北側20M處。



56



六、結語

- 事先邀請地質及隧道施工專家針對本工程隧道開挖進入高岩覆區域作因應對策探討。
- 施工前依據前進面調查結果進行分析比對，審慎評估並制定高風險管制措施，據以決定各種輔助工法施作時機。
- 施工中每週固定召開高風險管制會議，將所遭遇之問題提出檢討並擬定對策。
- 開挖後按頻率計測變位並判讀結果是否無異常，達到防範災害於未然或縮小災害規模及縮短處理時程，得以接續往前開挖，達到順利通過高岩覆區段之目標。

六、結語

- 周延設計
- 慎選承商
- 良好自主品管
- 加強防災與職安
- 確實監造品保
- 落實稽核/查核
- 教育訓練

59



姓名：程慶寧

**單位：中興工程顧問股運有限公司
和中清水段監造工程處**

職稱：經理

地址：花蓮縣秀林鄉和平村和中10-6號

電話：03-8682227 ext.11

傳真：03-8681553

電郵：chinnin@mail.sinotech.com.tw



主要工作

- ✓ 國道及高快速道路設計及監造

專業資歷

- ✓ 相關專業資歷 27 年

參與專案

- ✓ 國工局北二高汐止新店段監造
- ✓ 國工局北宜高雪山隧道豎井監造
- ✓ 國工局中二高西湖大甲段監造
- ✓ 國工局台 64 線八里五股段監造
- ✓ 國工局國道 6 號南投段設計
- ✓ 公路總局台 9 線蘇花改蘇澳東澳段設計監造
- ✓ 公路總局台 9 線蘇花改和和大清水段監造

學歷

- ✓ 逢甲大學土木工程系
- ✓ 台灣科技大學營建工程研究所

專業組織/獲獎

- ✓ 工程會技術鑑定委員會專家
-

欣賞蘇花改野生動物之美

鄭錫奇、張簡琳玟、陳美洙

行政院農業委員會特有生物研究保育中心

野生動物是人類重要的資產

臺灣是一座面積僅約 36,000 km² 的蕞爾小島，傳說 16 世紀葡萄牙人航海發現臺灣時，便說出：「Ilha formosa (美麗的島)！」讚嘆之語；拉丁文或葡萄牙文之「formosa」，均指美麗之意，現今則常被用做臺灣的代名詞。臺灣由於地理位置處於熱帶和亞熱帶之間，島內多高山，地形海拔落差大，充沛的雨量衍生各類森林，廣袤繁盛地覆蓋於島上每個角落，形成獨特而優質的自然環境。歷次的冰河時期使臺灣海峽海水退卻，形成與歐亞大陸相銜接的陸橋，使得許多野生動物得以遷移至臺灣生存繁衍，因而孕育了相當豐富的野生動物資源，包括許多珍貴的臺灣特有種類（包括特有種與特有亞種）。這些野生動物資源自古以來即和生活於臺灣的人類有著相當密切的關係。從原住民移住臺灣利用大自然資源以謀生起，野生動物即為其最重要的資產之一。在人類的歷史上，野生動物除了提供食用、醫藥、毛皮、器具、裝飾品等經濟價值的用途外，對於人類的文學、藝術、信仰、習俗等精神層次上亦有深遠的影響。

由生態服務探知野生動物的價值

生物多樣性對人類的價值或貢獻可以由所謂的生態服務 (ecology services) 看出，即人類從大自然或生態系統中獲得的綜合利益，包括：一、維生服務：提供生物生存必需鹽類（營養鹽氮和磷的循環）、形成土壤及其內含物、以光合作用與化學合成將無機物合成有機物等。二、供給服務：提供人類食物、淡水、木材、纖維、燃料等之所需。三、調節服務：氣候調節、洪水調節、水源淨化、控制疾病等。四、文化（美藝）服務：提供人類對生態景觀、野生動植物生命躍動之美的欣賞、休閒育樂、益智教育、心靈創意、娛樂運動等。其中野生動物就是提供人類生態服務很重要的貢獻者。

後山交通命脈—臺 9 線蘇花公路

臺 9 線公路在臺灣東部北自宜蘭、縱貫花蓮、南抵臺東，其中臺 9 線蘇花公

路為花蓮與北部區域間僅有且重要的聯外道路系統。此段公路因受地形與地質條件限制，路線彎繞迂迴，行車安全與舒適性相對較差，而且每遇颱風豪雨經常坍方中斷。歷年來公路總局等相關單位雖然持續努力改善，卻仍難以提升行車品質與交通效率。臺灣島在夏秋季節經常面臨著颱風來襲導致的強風豪雨，近年來更由於全球氣候變遷而導致的持續暖化現象，極端天候幾已成為常態，並明顯影響花東地區民眾生活與觀光產業發展。政府為了回應花東民眾熱切期盼，提供東部地區一條安全可靠之聯外道路，遂請交通部對蘇花路廊積極進行改善，爰由交通部公路總局推動臺9線蘇花公路改善計畫，以永續環境發展之思維及導入事前溝通協調之理念，規劃臺9線蘇花公路之改善方案。

蘇花改指標生物研究計畫

交通部公路總局依照「臺9線蘇花公路山區路段改善計畫（蘇澳～東澳、南澳～和平、和中～大清水）環境影響說明書」決議事項，於施工期間責成開發單位成立環境監督委員會，對於施工安全、湧水、空氣污染、水污染、生態及文化資產等議題進行監督，並由蘇花公路改善工程處主辦。因此，為落實並如期推動前述計畫之施工階段生態監測指標生物研究內容，特成立「臺9線蘇花公路山區路段改善計畫（蘇澳～東澳、南澳～和平、和中～大清水）施工中暨營運階段指標生物研究計畫」（簡稱蘇花改）。交通部公路總局蘇花改善工程處於2011年函請特有生物研究保育中心（下簡稱特生中心）協助執行揭旨計畫，期望樹立未來重大工程開發與生態並重之良好範例。蘇花改工程是政府近年來推動之重大工程，攸關廣大民眾的交通權益與生活便利，然而大範圍的工程施作無可避免地會造成原棲地的破壞與影響（主要為棲地破碎化），特生中心本於職責與專業，積極進行調查評估施工對生態及物種所造成的負面影響，並將研究成果運用於未來長期監測，藉以提出建議或改善措施，以降低當地生物多樣性的衝擊，並保有在未來工程完成後復原當地生物多樣性的潛力。

欣賞蘇花改野生動物之美

研究團隊在執行蘇花公路改善工程處所委託的研究計畫時，就曾經很幸運地見到一些生存在當地的野生動物，諸如遨遊天際的猛禽、咕嚕森林的貓頭鷹、隱藏草叢的環頸雉、林地田野的眾鳥群飛、攀行岩壁的野山羊、路邊奔馳的山羌、急著過馬路的食蟹獾、林緣專注挖蚯蚓的鼬獾、暗夜飛掠的蝙蝠、驚鴻乍現的蛇類和蜥蜴、水域中靜默或鳴唱的青蛙、悠遊於溪流的魚蝦蟹族、種數以千百計的夜蛾、形態特異的蜘蛛等等，也透過許多調查方法和精密裝備（如紅外線自動照

相機)發現許許多多不為人知的物種和珍奇行為,多年來不僅讓我們收集了當地豐碩的生物多樣性基礎資料,也獲得了欣賞蘇花改野生動物之美的喜悅、與野生動物和諧共存的期盼,以及洗滌了吾人回歸大自然的赤子心靈。

蘇花改公路沿線的生物多樣性

重要的指標生物-臺灣野山羊：

臺灣野山羊是臺灣最大型的特有種野生哺乳動物,又名臺灣長鬃山羊,目前列為保育類,是蘇花改工程很重要的指標生物。雌雄皆有一對圓錐狀的洞角,終生不脫落。典型的草食性動物,喜食植物之幼芽及嫩葉。從低海拔山麓至海拔3,500m左右之山區日夜間皆可發現其蹤跡,但以晨昏較為活躍,具強烈的領域性。2012~2018年來我們運用紅外線自動照相機窺探牠們的分佈與作息。在累積相機有效工作時數超過150萬小時得知,臺灣野山羊在蘇花改工程範圍的分布,北起自宜蘭蘇澳地區,最南可達花蓮匯德地區,其中以清水、小清水及匯德等地的活動較為頻繁或相對數量較高(出現指數OI值較高)。臺灣野山羊通常單獨行動,然由歷年5月~10月間常拍得1大1小兩隻個體的影像出現,可能為繁殖育幼期。此外,本區和臺灣野山羊共域的野生哺乳動物還有其他21種,其中以臺灣獼猴、白鼻心、鼬獾、臺灣野豬、山羌和刺鼠等6種較普遍常見。

種類繁多的暗夜精靈-翼手目動物：

翼手目動物即蝙蝠類,世界上蝙蝠種類約1,400種,臺灣地區的蝙蝠至少有36種。因其種類繁多、族群數量龐大、食性多樣、活動範圍廣泛,對環境變化敏感,其存在情形攸關生存棲地品質,因此相當適合作為反應環境變化的指標物種,在生態系扮演著重要的角色,譬如食果蝠擁有傳花授粉、散播種子的能力,而食蟲蝠則具有抑制昆蟲數量的功能。2012~2018年來我們在選擇的40個樣點以棲所探查、網具捕捉和超音波測錄等方法進行蝙蝠類日夜調查,累計發現了22種蝙蝠,占臺灣已知食蟲性蝙蝠種類(以33種計)的67%。以網具較常捕獲臺灣管鼻蝠、隱姬管鼻蝠和長趾鼠耳蝠;超音波偵測錄得較多的堀川氏棕蝠、山家蝠及長趾鼠耳蝠的音頻;探尋洞穴和橋墩可發現臺灣葉鼻蝠、臺灣小蹄鼻蝠、臺灣大蹄鼻蝠、堀川氏棕蝠等物種隱棲其中,而喜歡以芭蕉捲葉為家的玄彩蝠最為特殊。許多蝙蝠物種在5~8月間都有仔蝠出生,是重要的生殖育幼期。

空中霸主與草地明珠-猛禽與環頸雉：

猛禽位於食物金字塔較高位階,透過其獵物可反映該地區的物種群聚結構,

有些猛禽對於人為干擾及環境污染的敏感性極高，因此被視為生態監測之適當指標物種。在保育策略上，猛禽也常被視為雨傘物種（umbrella species，或稱庇佑物種），保護牠們將使得廣大的棲地及其他共域物種同時受到保護。環頸雉為臺灣特有亞種，棲息範圍包括平原（開闊性棲地）至丘陵或淺山地區（半開放棲地），與人為活動範圍重疊，自然棲地受到破壞或改變土地利用型態、人為獵捕及引進之外來亞種逸出導致雜交等威脅，使得臺灣環頸雉族群已面臨生存危機，目前列為珍貴稀有保育類。歷年調查結果共記錄到 4 科 20 種 3,406 隻次日行性猛禽、1 科 3 種 428 隻次日夜行性猛禽（即貓頭鷹），以及 467 隻次環頸雉。整體來說蘇花公路沿線猛禽組成以留棲性猛禽為主，其中以日行性猛禽大冠鷲最為普遍、夜間的貓頭鷹則為黃嘴角鴉。環頸雉的生存狀況較令我們擔心，工程沿線的南澳和漢本原有穩定族群，但是近年來漢本地區的環頸雉族群量逐年下降的現象，推測應與漢本樣區工程擴大及大量工程機具進出限縮棲息地而影響其活動有關。未來道路完工後漢本地區的棲地復育對環頸雉族群的存續極為重要。

水域陸地的生態先驅—兩棲爬蟲類：

生活史橫跨陸域及水域棲地的蛙類具有通透性皮膚，而蛇類蜥蜴則為生態系中營養階層較高的消費者，族群數量易受環境變動影響；兩類生物的生存狀況與群集結構可反應環境品質的變化。2012~2018 年兩棲類調查結果共發現 6 科 17 種，優勢物種為面天樹蛙及太田樹蛙；爬蟲類共發現 11 科 33 種，優勢物種為疣尾蝮及斯文豪氏攀蜥，蛇類的發現屬於偶遇現象，其中又以赤尾青竹絲較常發現。在歷年族群變化上，兩棲類受施工干擾族群量會有短暫減少現象，但工程完成後其族群數量恢復速度也快；爬蟲類在 2013 年後發現物種數逐漸下降，顯示爬蟲類受到干擾情況較嚴重，其族群規模恢復亦較慢。研究發現，具有穩定水源且多樣化較高的棲息地，通常可以擁有較多的兩棲類種類及族群量。因此短期的干擾（如工程施工）後，儘速恢復原有的水域環境，或在是當處挖掘一兩個面積較大且深度較深的水池，都有助於增加兩棲類族群回復的機會，也將促使爬蟲類族群數量隨之提升。

鐵甲生物知多少—淡水蟹保育：

蘇花公路沿線有 9 條溪流。南澳澤蟹及太魯閣澤蟹為生活於水域的侷限分布種，屬於遷移能力較差的物種（相對於洄游型螃蟹而言）。此類物種當棲息環境遭到嚴重破壞時，數量將會明顯銳減，甚至有滅絕的危機。在 2012~2018 年調查結果發現，這兩種淡水蟹並非普遍分布，其中南澳澤蟹僅在南澳南溪及北溪發現，由雌蟹抱卵及抱子的個體出現月份推論，其生殖期大致在 6~11 月。為了探究牠

們的親緣關係，研究人員於 2016~2017 年間在 26 樣區採取淡水蟹個體，以 COI 序列進行分子親緣關係分析顯示：蘇花改沿線一、蘇澳至東澳段僅在蘇澳端發現宜蘭澤蟹；二、A 段以南，南澳至小清水溪主要為南澳澤蟹，並混雜扁足澤蟹，可視為南澳澤蟹複合群 (*G. nanao complex*)；三、小清水溪以南，三棧溪、美崙溪及木瓜溪則為太魯閣澤蟹。因此蘇花改工程沿線水域範圍迄今仍未發現太魯閣澤蟹存在證據。

溪流水域的重要住民—洄游性魚蝦蟹：

除了上述 2 種非洄游型螃蟹之外，我們也針對當地洄游性水生動物進行監測。洄游的目的可分為索餌洄游、越冬洄游和產卵洄游 3 種模式。索餌性洄游即水生動物從產卵區或越冬區游向攝食區的活動，越冬性洄游是指離開攝食區到越冬區的行為，產卵洄游為從越冬區移至產卵區的行為，以使卵及幼胚有更佳的發育條件，尤其是避免於生活史初期被掠食者捕食。多年來我們在蘇花改路段沿線 9 條溪流 19 個樣站調查結果：魚類共捕獲 12 科 38 種，其中洄游性物種近 60%；其中大吻鰕虎和日本瓢鰕虎最常見，但是以日本禿頭鯊數量最多，分布也最廣泛。蝦類共捕獲 2 科 18 種，洄游性物種比例達 83%；分布最廣為貪食沼蝦；捕獲數量最多者為大和沼蝦。蟹類共捕獲 2 科 9 種，洄游性物種比例僅 33%；分布最豐及最廣者皆為字紋弓蟹。蘇花改路段沿線的溪流對眾多的淡水魚蝦蟹而言是一條完成生活史重要路徑，歷年魚蝦類捕獲量似有逐年攀升之情形，推測應與道路工程逐漸完工，對於水域環境影響逐漸減少有關；另外，蟹類在歷年間未有明顯的變動趨勢。

期許一條回家的路—生物遷徙廊道：

為了評估蘇花改工程計畫施工範圍內野生動物可能的生態廊道，我們選定 14 類動物（臺灣管鼻蝠、臺灣葉鼻蝠、盤古蟾蜍、黑眶蟾蜍、太田樹蛙、面天樹蛙、二斑叉紋苔蛾、紅尾伯勞、小雨燕，以及擬燈夜蛾屬的圓端擬燈裳蛾、長斑擬燈裳蛾與橙擬燈裳蛾）作為監測對象，評估「在蘇花公路改善工程範圍可能進行遷徙的野生動物」。目前為止，僅發現臺灣葉鼻蝠有明確的季節性遷徙現象；兩棲類（盤古蟾蜍、黑眶蟾蜍、太田樹蛙、面天樹蛙）、澤蟹屬、圓端擬燈裳蛾、長斑擬燈裳蛾、橙擬燈裳蛾、二斑叉紋苔蛾等物種則無明顯具遷徙性行為。鳥類之赤腹鷹及灰面鵟鷹雖然在臺灣有明顯的遷徙路徑與季節，但在蘇花改沿線並非每年被發現，觀察紀錄資料有限，顯然沒有遷徙族群；小雨燕目前亦尚未發現遷徙的直接證據，紅尾伯勞認知上遷徙途徑與中南部的狀況吻合。目前不論是已通車的蘇澳~東澳段或仍在施工的其他兩個路段，都尚無直接證據顯示蘇花改道路工程影

響監測物種之遷徙。

工程對當地野生動物的影響-環境變遷的前後比較：

最後，為了瞭解蘇花改工程對當地野生動物可能造成的影響，我們在蘇花改沿線設置所謂的「施工樣區」和「比較樣區」以茲探討，主要選擇哺乳類（蝙蝠及中大型物種）、鳥類及兩棲類為指標物種（類群），按不同季節進行物種與分布現況調查與比較。7個年度的調查結果：一、蝙蝠類共錄得15種；物種出現（組成）及活動音頻數量整體趨勢受季節與溫度變化影響，以春、夏兩季為活動高峰期；指標物種之山家蝠及掘川氏棕蝠於工程施作後不同樣區中的活動數量有減少趨勢，除了施工因素外，應與天災（如颱風）、棲地破壞（如林木大量砍除）、環境污染（如除草劑或農藥噴灑）等因素造成之影響有關。二、自動照相機於近75萬工作小時數共拍得野生哺乳類7目15科15種，不同年間的物種組成穩定，工程施作影響似乎不大。三、鳥類共發現46科134種，包括27種保育類，顯示本區鳥類相豐富且珍貴；前5種優勢種紅嘴黑鵯、白頭翁、小雨燕、洋燕及綠繡眼不論目擊總隻次或多樣性指數均顯示，比較樣區幾乎皆多於施工樣區。（四）兩棲類共發現6科21種，由不同路段4種指標物種面天樹蛙、艾氏樹蛙、盤古蟾蜍及黑眶蟾蜍的發現結果顯示，已通車路段（蘇澳～東澳）大部分指標物種族群數量呈上升趨勢；南澳～和平路段施工干擾漸緩，施工周邊的指標物種有回復現象；和中～大清水路段路段則因腹地狹小，兩棲類可棲息空間相對有限，工程施作的衝擊較高。

整體而言，蘇花改工程施作對當地野生動物造成的影響在所難免，但由已通車路段（蘇澳～東澳），本路段主要由橋樑（45.3%）、隧道（39.2%）及路堤（塹）（15.5%）組成，當初規劃時亦在兼顧道路開發與自然生態維護原則下，進行生態保護設計與友善野生動物工程措施。目前的監測結果顯示，若能發揮實質效益，將對當地生物多樣性的維護與棲息地的復原有莫大的助益。

豐富的生物多樣性

臺灣得天獨厚的自然環境孕育出豐富的生物多樣性，而以單位面積所擁有之種數而言，在世界上名列前茅，彌足珍貴。野生動物與人類共存在藍色星球、綠色大地上，物種多樣性是大自然生命演化的極致、生態系穩定永續的元素。能在臺灣東北角蘇花改公路沿線外環境中和野生動物邂逅，親眼欣賞其形態之美、或靜、或動、或隱密、或敏捷的日常行為或特殊習性…即使僅是瞬間，已足夠令人讚嘆！然而，我們亦深切體認到，今日生存在台灣的野生動物普遍面臨大量獵捕、

棲地破壞、外來入侵種競爭與全球環境變遷（暖化）之影響，牠們所遭遇的生存問題值得吾人深入瞭解以共謀解決之道。現階段最重要的議題當屬國人需認知生物多樣性健全對人類永續生存的重要性，並建立維護野生動物生存權、尊重生命、愛護生命的觀念（這是文明社會、先進國家的象徵），以及深切體認人類也是地球生態中的一份子，當缺少天地萬物及完整生態體系的正常運作，人類將無法獨自生存於地球上！

致謝

感謝蘇花公路改善工程處之經費提供，以及相關同仁之行政協助。感謝特生中心長官的支持與督導。特別感謝相關計畫各主持人林旭宏、姚正得、葉明峰、何平合、楊育昌、林彥博，以及歷年來協助現場調查與資料蒐集的研究人員：陳秀涓、姚奎宇、周政翰、張育誠、張義榮、陳宏彰、王候凱、葉大詮、黃光隆、劉嘉顯、張鈞翔、施禮正、吳其恩、陳彥霖、林羽皓、陳君任、張儷瓊、賴弘智、陳淑美、張世倉、黃智男、廖秭好、陳映嵐、張淑萍、曾建偉、廖建宏、林明璋、黃秀珍、張仁川、林宏儒、林春富、陳元龍、林德恩、蔡思聖、徐菟佐、許文昱及邱茂銓等（依計畫編號順序排列）。特別感謝許鴻龍導演提供部分動物的精彩影片。

參考文獻

1. 王穎、陳怡君、高林助(1989)，臺灣特有亞種環頸雉的棲地調查報告，內政部營建署墾丁國家公園管理處。
2. 向高世、李鵬祥、楊懿如(2009)，臺灣兩棲爬行類圖鑑，貓頭鷹出版社。
3. 行政院農業委員會(林務局)(2019)，保育類野生動物名錄。
4. 行政院農業委員會(林務局)(2010)，臺灣地區保育類野生動物圖鑑，399 頁。
5. 行政院環境保護署(2011)，動物生態評估技術規範，2011/7/12 環署綜字第 1000058655C 號公告。
6. 交通部公路總局蘇花公路改善工程處網頁。
<https://suhua.thb.gov.tw/SubPages/%E8%98%87%E6%BE%B3%E6%9D%B1%E6%BE%B3%E6%AE%B5.html>。
7. 何平合(1999)，臺灣的淡水蟹，王嘉祥(主編)：溪流生態，145-154 頁。臺灣省立博物館。
8. 何平合(2002)，臺灣溪流中的蝦兵蟹將，科學發展月刊，352:12-19。
9. 何英毅(2000)，臺灣葉鼻蝠的棲所選擇，國立臺灣大學動物學研究所碩士論文，75 頁。

10. 呂光洋、黃郁文(1988)，臺灣長鬃山羊之生態研究，農委會生態研究 77 年第 014 號。
11. 吳建廷(2007)，台灣地區家蝠屬蝙蝠的分類學研究，國立嘉義大學生物資源系碩士論文。
12. 周政翰、張恒嘉、張鈞傑、胡伯齊、鄭錫奇(2010)，臺灣地區多樣化的蝙蝠棲所，自然保育季刊 72:8-14。
13. 林文宏(2006)，猛禽觀察圖鑑，遠流出版事業股份有限公司，臺北。
14. 施志昀(1994)，臺灣淡水蝦蟹類分類，國立臺灣海洋大學漁業科學研究所博士論文。
15. 施習德(2008)，東亞的淡水蟹，科學發展月刊 428:40-46。
16. 張育誠、周政翰、陳逸文、藍軍凌、林良恭(2010)，臺灣彩蝠棲息於芭蕉新生捲曲葉的發現紀實，自然保育季刊 72:3-7。
17. 郭浩志(2004)，臺灣地區管鼻蝠屬蝙蝠的系統分類學研究，國立臺灣大學生態學與演化生物學研究所碩士論文，124 頁。
18. 陳月玲(1989)，臺灣長鬃山羊(*Capricornis crispus swinhoei*)棲地及行為之研究，國立臺灣師大學生物學研究所碩士論文。
19. 陳湘繁(1995)，陽明山地區共域性臺灣葉鼻蝠及臺灣小蹄鼻蝠之活動模式與食性，國立臺灣大學動物學研究所碩士論文，80 頁。
20. 陳義雄、方力行(1999)，臺灣淡水及河口魚類誌，國立海洋生物博物館籌備處，屏東縣，287 頁。
21. 黃郁文(1987)，臺灣長鬃山羊生物學之研究：族群估算和年齡判斷，國立臺灣師範大學生物研究所碩士論文。
22. 裴家騏(1998)，利用自動照相設備記錄野生動物活動模式之評估，臺灣林業科學 13(4)： 289-296。
23. 鄭錫奇、周政翰(2007)，臺灣地區食蟲性蝙蝠超音波資料庫之建置與應用，野生動物保育與研究學術研討會論文集，199-204 頁。
24. 鄭錫奇、張簡琳玟(2008)，臺灣蝙蝠的多樣性、研究現況與度冬遷移推論，2008 臺灣蝙蝠研究研討會論文集，臺灣蝙蝠學會，5-15 頁。
25. 鄭錫奇、方引平、周政翰(2017)，臺灣蝙蝠圖鑑第三版，行政院農業委員會特有生物研究保育中心，151 頁。
26. 鄭錫奇、徐昭龍、周政翰、李秉容(2010)，洞穴的蝙蝠(三版)，臺灣蝙蝠學會，行政院農委會林務局補助，63 頁。
27. 鄭錫奇、林旭宏、葉明峰、張簡琳玟、楊育昌、姚正得、朱恩良(2013)，「臺 9 線蘇花公路山區路段改善計畫(蘇澳～東澳、南澳～和平、和中～大清水)施工中暨營運階段指標生物研究計畫」(2012 年度工作計畫)期末報告書，交通部公路總局蘇花公路改善工程處委託，行政院農業委員會特有生物研究保育中心執行。
28. 鄭錫奇、林旭宏、葉明峰、張簡琳玟、楊育昌、姚正得、朱恩良(2014)，「臺

- 9 線蘇花公路山區路段改善計畫(蘇澳~東澳、南澳~和平、和中~大清水) 施工中暨營運階段指標生物研究計畫」(2013 年度工作計畫)期末報告書，交通部公路總局蘇花公路改善工程處委託，行政院農業委員會特有生物研究保育中心執行。
29. 鄭錫奇、林旭宏、葉明峰、張簡琳玟、楊育昌、姚正得、朱恩良(2015)，「臺 9 線蘇花公路山區路段改善計畫(蘇澳~東澳、南澳~和平、和中~大清水) 施工中暨營運階段指標生物研究計畫」(2014 年度工作計畫)期末報告書，交通部公路總局蘇花公路改善工程處委託，行政院農業委員會特有生物研究保育中心執行。
30. 鄭錫奇、林旭宏、葉明峰、張簡琳玟、楊育昌、姚正得、朱恩良(2016)，「臺 9 線蘇花公路山區路段改善計畫(蘇澳~東澳、南澳~和平、和中~大清水) 施工中暨營運階段指標生物研究計畫」(2015 年度工作計畫)期末報告書，交通部公路總局蘇花公路改善工程處委託，行政院農業委員會特有生物研究保育中心執行。
31. 鄭錫奇、林旭宏、葉明峰、張簡琳玟、楊育昌、姚正得、朱恩良、林彥博(2017)，「臺 9 線蘇花公路山區路段改善計畫(蘇澳~東澳、南澳~和平、和中~大清水) 施工中暨營運階段指標生物研究計畫」(2016 年度工作計畫)期末報告書，交通部公路總局蘇花公路改善工程處委託，行政院農業委員會特有生物研究保育中心執行。
32. 鄭錫奇、林旭宏、葉明峰、張簡琳玟、姚正得、朱恩良、林彥博(2018)，「臺 9 線蘇花公路山區路段改善計畫(蘇澳~東澳、南澳~和平、和中~大清水) 施工中暨營運階段指標生物研究計畫」(2017 年度工作計畫)期末報告書，交通部公路總局蘇花公路改善工程處委託，行政院農業委員會特有生物研究保育中心執行。
33. 鄭錫奇、林旭宏、葉明峰、張簡琳玟、姚正得、朱恩良、林彥博(2019)，「臺 9 線蘇花公路山區路段改善計畫(蘇澳~東澳、南澳~和平、和中~大清水) 施工中暨營運階段指標生物研究計畫」(2018 年度工作計畫)期末報告書，交通部公路總局蘇花公路改善工程處委託，行政院農業委員會特有生物研究保育中心執行。
34. 鄭錫奇、陳元龍、方懷聖、張簡琳玟、李德旺、林瑞興、林春富、方引平(2004)，臺灣北部地區野生動物多樣性之調查研究-宜蘭縣的野生動物及花東地區的翼手目，九十三年度試驗研究計畫執行成果(動物組)，行政院農業委員會特有生物研究保育中心。14-122 頁。
35. Gábor Csorba, Cheng-Han Chou, Manuel Ruedi, Tamás Görföl, Masaharu Motokawa, Sigit Wiantoro, Vu Dinh Thong, Nguyen Truong Son, Liang-Kong Lin, and Neil Furey. 2014. The reds and the yellows: a review of Asian Chrysopteron *Jentink*, 1910 (Chiroptera: Vespertilionidae: *Myotis*). *Journal of Mammalogy*, Volume 95, Issue 4, 22 August 2014, Pages 663–678,

36. Hao-Chih Kuo, Pipat Soisook, Ying-Yi Ho, Gábor Csorba, Chun-Neng Wang, and Stephen J. Rossiter. 2017. A taxonomic revision of the *Kerivoula hardwickii* complex (Chiroptera: Vespertilionidae) with the description of a new species. *Acta Chiropterologica*, 19(1): 19–39.
37. Manuel Ruedi, Gábor Csorba, Liang-Kong Lin, and Cheng-Han Chou. 2015. Molecular phylogeny and morphological revision of *Myotis* bats (Chiroptera: Vespertilionidae) from Taiwan and adjacent China. *ZOOTAXA* 3920(1): 301-342.

姓名：鄭錫奇

**單位：行政院農業委員會
特有生物研究保育中心**
職稱：研究員兼主任秘書

地址：南投縣集集鎮民生東路1號
電話：049-2761331 ext.143
電郵：chenghc@tesri.gov.tw



主要工作

- ✓ 野生哺乳動物調查、研究與監測、蝙蝠族群生態學、系統分類學、超音波聲音學研究、動物生態保育與自然教育

專業資歷

- ✓ 臺灣野生動物之調查、研究、保育與長期監測
- ✓ 臺灣蝙蝠族群研究，並發表多種新種及新紀錄種
- ✓ 研究成果發表於學術期刊與專書著作
- ✓ 生物多樣性資料建置與運用於自然生態保育
- ✓ 擔任學術期刊的總編輯，並積極參與相關的保育學會
- ✓ 於各級學校、保育團體與相關單位演講推廣生態保育及環境教育

參與專案

- ✓ 在特生中心擔任多項研究調查計畫主持人，陸續出版 15 冊各縣市野生動物資源專書。
- ✓ 2008-2010 年間協助進行臺灣地區多處保護留區野生物多樣性現況調查與經營管理評析。
- ✓ 湖山水庫及鄰近地區森林生態系統研究計畫（2006-2014 年）召集人，並負責哺乳類（蝙蝠類）之調查及監測計畫
- ✓ 自然保育及野生動物研究之學術發表著作：學術論文 20 餘篇、書籍（手冊）30 餘本、其他期刊 80 餘篇、研討會報告近 100 篇，共同發表如細尾長尾鼯、寬耳蝠、金黃鼠耳蝠、台灣家蝠、山家蝠、灰伏翼、東亞摺翅蝠等台灣新種或新紀錄種。
- ✓ 主辦國內外學術研討會、特展及論壇等 10 餘場。執行製作 6 部動物生態影片。
- ✓ 擔任農委會防檢局「外來入侵種諮詢委員會」及林務局「加強入侵種管理諮詢委員會」之諮詢委員。擔任農委會林務局 2007-2008 年修定「保育類野生動物哺乳類名錄」專家群召集人，並協助編撰「臺灣地區保育類野生動物圖鑑」。擔任林務局多項科技計畫審查委員。
- ✓ 於 2013 年下半年奉令規劃執行「因應狂犬病之鼬獾主動監測」計畫，完成野外實地調查與報告書之撰寫，有助於狂犬病防檢疫工作。
- ✓ 現為「臺 9 線蘇花公路山區路段改善計畫（蘇澳～東澳、南澳～和平、和中～大清水）施工中暨營運階段指標生物研究計畫」總主持人及其中 2 項計畫主持人。

學歷/考試

- ✓ 國立台灣大學生態學與演化生物學研究所博士。
- ✓ 國立台灣大學動物學研究所碩士
- ✓ 私立輔仁大學生物學系學士
- ✓ 民國 2007 參加薦任公務人員晉升簡任官等訓練（審核通過）。
- ✓ 民國 1992 年國家高等考試一級農業職系（榜首）。

專業組織/獲獎

- ✓ 2004 年製作「台灣的蝙蝠」榮獲政府優良出版品獎。
- ✓ 2008 教育部核可頒發助理教授證（東海大學生命科學系 申請）。
- ✓ 2009 年製作「Happy 與 Bingo 兩隻小熊的成長故事」生態影片榮獲政府出版獎特優（首獎）。
- ✓ 2011 年榮獲農業委員會對林業及自然生態有功人員。
- ✓ 2012 年為環保署長帶領至俄羅斯伯力參加 APEC 環境部長會議成員。
- ✓ 2013 年共同主辦第 19 屆蛛形國際研討會(19th International Congress of Arachnology) 榮獲經濟部國貿局主辦 2013 年乙類研討會議銀質獎。

發表文章

◎ 學術期刊論文：

- ✓ Mei-Ting Kao, Jian-Nan Liu, **Hsi-Chi Cheng** & Takefumi Nakazawa. 2019. Social signatures in echolocation calls of a leaf-roosting bat, *Kerivoula furva*. Bioacoustics. (Published online: 22 May 2019) SCI.
- ✓ **鄭錫奇**、張簡琳玟、林瑞興、楊正雄、張仕緯(2017)，2017 臺灣陸域哺乳類紅皮書名錄，行政院農業委員會特有生物研究保育中心、林務局發行，35 頁。
- ✓ Bo-Gang Su, Hong Chang Chen, **Hsi-Chi Cheng** and Yi-Ning Chen(2016). Detection of bat Coronavirus and specific antibodies in chestnut bat (*Scotophilus kuhlii*) population in central Taiwan. Taiwan Veterinary Journal, Vol. 42, No. 1: 1-8.
- ✓ Chi-Li Tsai, Shih-Wei Chang*, Yi-Jing Chen, Lin-Wen Changchien and **Hsi-Chi Cheng**(2015).The complete mitochondrial genome of the Formosan ferret-badger (*Melogale moschata subaurantiaca*) (台灣鼬獾整體粒線體基因組序列)，台灣生物多樣性研究(TW J. of Biodivers.) 17 (2): 131-138. (in English)
- ✓ 周政翰、黃光隆、李銘碩、**鄭錫奇**(2013)，臺灣小蹄鼻蝠 (*Rhinolophus monoceros*) 交配行為發現紀實，台灣生物多樣性研究 15(4): 287-295. (*通訊作者)
- ✓ Ying-Yi Ho, Yin-Ping Fang, Cheng-Han Chou, **Hsi-Chi Cheng**, Hsueh-Wen Chang(2013). High duty cycle to low duty cycle: Echolocation behaviour of the hipposiderid bat *Coelops frithii*. Plos One : May 2013 (SCI).
- ✓ 張簡琳玟、**鄭錫奇**、方引平(2013)，馬祖南竿島新紀錄種蝙蝠—灰伏翼 *Hypsugo pulveratus* (Peters,1871)，台灣生物多樣性研究 15(1): 49-61。
- ✓ Cheng-Han Chou and **Hsi-Chi Cheng**(2012). Echolocation Calls of Eleven Insectivorous Bat Species in Taiwan. 台灣生物多樣性研究 14(3-4). (*通訊作者)

-
- ✓ 方引平、林雅玲、張簡琳玟、鄭錫奇(2007)，拉拉溪台灣水鼯食性初探。特有生物研究，行政院農業委員會特有生物研究保育中心，第九卷第二期：1-6 頁。
 - ✓ Cheng, H. C. and L. L. Lee(2004). Temporal variations in the size and composition of Formosan Leaf-nosed bat (*Hipposideros terasensis*) colonies in central Taiwan. Zoological Studies 43(4) : 787-794.
 - ✓ Cheng, H. C. and L. L. Lee(2002). Postnatal growth, age estimation and sexual maturity in Formosan leaf-nosed bat (*Hipposideros terasensis*). Journal of mammalogy: 83(3): 785-793.
 - ✓ Lin, L. K., M. Motokawa, M. Harada, and H. C. Cheng(2002). New record of *Barbastella leucomelas* (Chiroptera: Vespertilionidae) from Taiwan. Mammalian Biology: 67:315-319.
 - ✓ 方引平、林雅玲、張簡琳玟、鄭錫奇(2007)，拉拉溪台灣水鼯食性初探，特有生物研究，行政院農業委員會特有生物研究保育中心，第九卷第二期：1-6 頁。
 - ✓ Cheng, H. C. and L. L. Lee(2004). Temporal variations in the size and composition of Formosan Leaf-nosed bat (*Hipposideros terasensis*) colonies in central Taiwan. Zoological Studies 43(4) : 787-794.
 - ✓ Cheng, H. C. and L. L. Lee(2002). Postnatal growth, age estimation and sexual maturity in Formosan leaf-nosed bat (*Hipposideros terasensis*). Journal of mammalogy: 83(3): 785-793.
 - ✓ Lin, L. K., M. Motokawa, M. Harada, and H. C. Cheng(2002). New record of *Barbastella leucomelas* (Chiroptera: Vespertilionidae) from Taiwan. Mammalian Biology: 67:315-319.
 - ✓ Motokawa, M., L. K. Lin, H. C. Cheng and M. Harada(2001). Taxonomic Status of the Senkaku Mole, *Nesosaptor uchidai*, with special reference to the variation in *Mogera insularis* from Taiwan (Mammalia: Insectivora). Zoological Science Japan 18: 733-740.
 - ✓ Motokawa, M., M. Harada, L. K. Lin, H. C. Cheng, and K. Koyasu(1998). Karyological differentiation between two *Soriculus* (Insectivora: Soricidae) form Taiwan. Mammalia. 62(4): 541-547.
 - ✓ Motokawa, M., H.T. Yu, Y.P Fang, H.C. Cheng, L.-K. Lin, and M. Harada(1997). Re-evaluation of the status of *Chodsigoa sodalis* Thomas, 1913 (Mammalia: Insectivora: Soricidae). Zoological studies 36(1): 42-47.
 - ✓ 鄭錫奇(2004)，台灣葉鼻蝠 (*Hipposideros terasensis*)族群生態學，國立台灣大學生態學與演化生物學研究所博士論文，76 頁。

◎ 書籍：

- ✓ 張仕緯、鄭錫奇(2018)，九份二山生物資源解說圖鑑—哺乳類篇，行政院農業委員會水保局、行政院農業委員會特有生物研究保育中心 發行，131 頁。
 - ✓ 張簡琳玟、鄭錫奇等(2017)，特色・生物・小野柳，交通部觀光局東部海岸風景區管理處委託，行政院農委會特有生物研究保育中心編撰印行，163 頁。
-

-
- ✓ 鄭錫奇、方引平、周政翰(2017), 臺灣蝙蝠圖鑑(第三版), 行政院農業委員會特有生物研究保育中心發行, 152 頁。
 - ✓ 鄭錫奇、林彥博、張義榮、邱玉娟(2016), 衛福部國家藥園動物圖鑑, 衛福部國家中醫藥研究所委託, 行政院農委會特有生物研究保育中心編撰印行, 240 頁。
 - ✓ 鄭錫奇、張簡琳玟(2015), 「臺灣食肉目野生動物辨識手冊」(撰文、攝影), 行政院農委會特有生物研究保育中心印行, 53 頁。
 - ✓ 鄭錫奇、周政翰(撰文)(2015), 「蝠光·掠影」手冊(第二版), 行政院農業委員會特有生物研究保育中心發行。
 - ✓ 鄭錫奇(2014), 「湖山水庫地區生物解說圖鑑—哺乳類」(再版), 行政院農委會特有生物研究保育中心(ISBN: 978-986-04-3456-9)。
 - ✓ 鄭錫奇(2014), 「2015 自然手冊—食肉目野生動物」(撰文、攝影), 行政院農委會特有生物研究保育中心印行。
 - ✓ 鄭錫奇、周政翰(撰文)、黃光隆、張鈞翔、陳宏彰和許家維(攝影)(2014), 「蝠光·掠影」手冊, 行政院農業委員會特有生物研究保育中心發行。
 - ✓ 何健鎔、鄭錫奇、王侯凱、方華德、高儷瑛(2014), 「翡翠水庫野生動物資源選介」(哺乳類), 臺北翡翠水庫管理局出版, 207 頁(ISBN: 978-986-04-0542-2)。
 - ✓ 張曉風(撰文)、楊恩生(繪畫)、鄭錫奇及金仕謙(科學撰述)(2013), 「台灣動物之美」, 台北市立動物園發行, 72 頁。
 - ✓ 鄭錫奇等(2012), 「湖山水庫地區生物解說圖鑑—哺乳類」, 行政院農委會特有生物研究保育中心 (ISBN: 978-986-03-5557-4)。
 - ✓ 張簡琳玟、鄭錫奇...等(撰文)(2011), 澎湖縣金門縣及連江縣野生動物, 行政院農委會特有生物研究保育中心, 182 頁 (ISBN: 978-986-03-1246-1)。
 - ✓ 鄭錫奇等(2011), 「生物大學問—生物多樣性保育問答集」(第二刷)(動物類之哺乳類暨蝙蝠部分編撰、動物類審查), 行政院農委會特有生物研究保育中心、遠足文化事業股份有限公司出版 (ISBN: 978-986-6731-61-7)。
 - ✓ 鄭錫奇、方引平、周政翰(2010), 臺灣蝙蝠圖鑑, 行政院農委會特有生物研究保育中心, 144 頁 (ISBN: 9789860264081)。
 - ✓ 鄭錫奇、徐昭龍、周政翰、李秉容(2010), 洞穴的蝙蝠(三版), 台灣蝙蝠學會, 行政院農委會林務局補助, 63 頁 (ISBN: 978-986-84949-0-9)。
 - ✓ 李嘉鑫(原著)、鄭錫奇(增修)(2009), 玉山的動物—哺乳類(再版), 玉山國家公園管理處出版, 143 頁 (ISBN: 978-986-02-1302-7)。
 - ✓ 鄭錫奇、周政翰(2009), 蝙蝠類野生動物調查之作業程序, 生物資源調查作業程序參考手冊, 行政院農委會特有生物研究保育中心, 第 1-16 頁 (ISBN: 978-986-02-1089-7)。
 - ✓ 張簡琳玟、鄭錫奇(2009), 地棲性小型哺乳類野生動物調查之作業程序, 生物資源調查作業程序參考手冊, 行政院農委會特有生物研究保育中心, 第 17-24 頁 (ISBN: 978-986-02-1089-7)。
 - ✓ 張簡琳玟、鄭錫奇(2006), 台北縣市及基隆市的野生動物(哺乳類部份), 行政院農委會特有生物研究保育中心。
-

- ✓ 鄭錫奇等(2003)，保育類野生動物圖鑑(撰文哺乳類部分)，行政院農委會特有生物研究保育中心，319 頁。
- ✓ 鄭錫奇(2000)，神秘的暗夜精靈—低海拔的蝙蝠，於「消失中的精靈—台灣珍貴及稀有動物專集」(賴郁旻主編，255 頁)，行政院農業委員會發行，第 186-193 頁。
- ✓ 鄭錫奇、陳立楨、洪典戊、林麗紅、蔡昕皓及楊耀隆(1997)，台中縣的野生動物，台灣省特有生物研究保育中心，235 頁 (撰文哺乳類部分、執行編輯)。
- ✓ 鄭錫奇、張仕緯、陳立楨、林華慶、林麗紅、李德旺及黃子典(1997)，彰化縣的野生動物，台灣省特有生物研究保育中心，235 頁 (撰文哺乳類部分)。
- ✓ 鄭錫奇、張簡琳玟及張仕緯(1995)，南投縣的哺乳類，台灣省特有生物研究保育中心，132 頁 (2000 年再版)。

◎ 其他期刊及報告：

- ✓ 鄭錫奇、張簡琳玟、陳美洙(2019)，蘇花改工程友善野生動物措施的新契機，「蘇花改：台 9 線蘇花公路山區路段改善計畫.107 七部曲」，交通部公路總局蘇花公路改善工程處出版，第 170-179 頁。
- ✓ 鄭錫奇、林清隆、蕭淳任、張簡琳玟(2019)，台灣狐蝠的分布現況，行政院農業委員會特有生物研究保育中心，自然保育季刊第 106 期：第 70-77 頁。
- ✓ 張仕緯、鄭錫奇、許善理、黃光隆、張鈞翔(2019)，九份二山地區的哺乳動物相調查，行政院農業委員會特有生物研究保育中心，自然保育季刊第 105 期：第 72-81 頁。
- ✓ 鄭錫奇(2018)，【淺山動物】傍水而生的食蟹獾 族群穩定性賴良好溪流生態，環境資訊中心(TEIA)電子報(2018/12/04 刊出)。
- ✓ 周政翰、陳宏彰、張簡琳玟、大澤夕志、大澤啟子、鄭錫奇(2018)，探尋琉球飛狐—折居氏狐蝠，行政院農業委員會特有生物研究保育中心，自然保育季刊第 103 期：第 42-57 頁。
- ✓ 鄭錫奇(2018)，煙囪裡的夜行客—霜毛蝠，遠流出版事業股份有限公司，科學人雜誌第 195 期：第 100-101 頁。
- ✓ 鄭錫奇(2018)，【台灣紅皮書】即將消失的飛行哺乳類—台灣狐蝠，環境資訊中心(TEIA)電子報(2018/01/29 刊出)。
- ✓ 周政翰、陳宏彰、蔡正國、劉威廷、鄭錫奇(2017)，白化、白變或白斑？—由一隻救傷白頭堀川氏棕蝠談起，自然保育季刊第 100 期：74-87 頁。
- ✓ 鄭錫奇、周政翰(2017)，來去日本尋幽探蝠，自然保育季刊第 97 期：第 54-69 頁。
- ✓ 周政翰、張恒嘉、鄭錫奇(2016)，第 21 屆日本蝙蝠嘉年華在臺灣，自然保育季刊第 96 期：第 80-93 頁。
- ✓ 張育誠、周政翰、毛祈鈞、鄭錫奇(2016)，熱成像視界—臺灣野生哺乳動物的體溫表現，科學發展 527 期：第 48-54 頁。
- ✓ 周政翰、鄭錫奇、印莉敏、劉正章、張傳濱(2016)，危機噬蝠，自然保育季刊第 95 期：第 38-53 頁。

-
- ✓ 鄭錫奇(2016)，臺灣多有蝠(臺灣蝙蝠多樣性介紹)，科學發展 526 期：第 46-53 頁。
 - ✓ 周政翰、劉建男、鄭錫奇(2016)，以蝙蝠超音波進行臺灣生物多樣性之監測，自然保育季刊第 93 期：第 78-89 頁。
 - ✓ 張育誠、周政翰、黃光隆、鄭錫奇(2015)，臺灣蝙蝠研究與調查新技術：紅外線熱像儀之應用，自然保育季刊第 92 期：第 36-49 頁。
 - ✓ 周政翰、林良恭、鄭錫奇(2015)，臺灣地區鼠耳蝠分類地位回顧與中文正名自然保育季刊，自然保育季刊第 92 期：第 4-15 頁。
 - ✓ 鄭錫奇、周政翰、黃光隆(2015)，龜山島尋狐蝠記，自然保育季刊第 92 期：第 16-29 頁。
 - ✓ 鄭錫奇、張簡琳玟(2015)，湖山水庫與翡翠水庫的哺乳動物資源調查與評析，自然保育季刊第 90 期：第 35-43 頁。
 - ✓ 鄭錫奇、詹芳澤、張簡琳玟、林桂賢、張仕緯(2014)(7/1)，因應狂犬病疫情之於鼬獾及其他食肉目動物主動監測報告書。
 - ✓ 林清隆、何英毅、蕭淳任、鄭錫奇、周政翰、林俊儀(2014)，致命場域或溫暖棲所—高速公路蝙蝠相調查之省思，中華民國自然生態保育協會，大自然季刊 125 期：第 38-45 頁。
 - ✓ 鄭錫奇(2014)，喜歡吃水果的食肉目動物-白鼻心，銓敍部發行，公務人員月刊第 216 期：第 94-96 頁。
 - ✓ 周政翰、鄭錫奇(2014)，來自遠方友人意外的收獲—記婆婆美姿的暗夜精靈，自然保育季刊第 87 期：第 18-29 頁。
 - ✓ 鄭錫奇、方引平、張簡琳玟、周政翰、陳宏彰(2014)，探尋未知的動物瑰寶—1990 年後臺灣地區新的蝙蝠物種發現紀實，自然保育季刊第 87 期：第 4-17 頁。
 - ✓ 鄭錫奇(2014)，神秘而罕見的食肉目動物—麝香貓，銓敍部發行，公務人員月刊第 215 期：第 94-96 頁。
 - ✓ 鄭錫奇、張簡琳玟、方引平(2014)。稀有蝙蝠現身馬祖—灰伏翼(*Hypsugo pulveratus*)，遠流出版事業股份有限公司，科學人雜誌第 148 期：104-105 頁。
 - ✓ 鄭錫奇(2014)，縱橫山崖的攀岩高手—臺灣野山羊，銓敍部發行，公務人員月刊第 214 期：第 93-96 頁。
 - ✓ 鄭錫奇(2014)，原野的孤獨隱者—石虎，銓敍部發行，公務人員月刊第 213 期：第 92-94 頁。
 - ✓ 鄭錫奇(2014)，守護台灣崇山峻嶺的靈魂—臺灣黑熊，銓敍部發行，公務人員月刊第 212 期：第 98-100 頁。
 - ✓ 鄭錫奇(2014)，珍禽？異獸？即將消失的飛行哺乳類—台灣狐蝠，銓敍部發行，公務人員月刊第 211 期：第 97-100 頁。
 - ✓ 鄭錫奇(2013)，低海拔的生命寶庫—臺 9 線蘇花公路沿縣野生動物多樣性，中國工程師學會會刊(工程)，Vol.86 (6): 57-64。
 - ✓ 鄭錫奇(2013)，臺灣動物之美，台北市立動物園，動物園雜誌 133 期：第 5-20 頁。
 - ✓ 羅英元、陳世煌、劉敏慧、周政翰、鄭錫奇(2013)，第 19 屆國際蛛形年會在台灣—兼談台灣蜘蛛研究現況與未來展望，自然保育季刊第 84 期：第 20-33 頁。
-

- ✓ 周政翰、鄭錫奇(2013)，蝙蝠研究新知的洗禮，自然保育季刊第 83 期：第 66-74 頁。
- ✓ 鄭錫奇(2013)，溫吞的食肉目動物—鼬獾，遠流出版事業股份有限公司，科學人雜誌第 139 期：第 100-101 頁。
- ✓ 周政翰、謝宗宇、劉威廷、詹芳澤、鄭錫奇(2013)，風機下的生物危機，中華民國自然生態保育協會，大自然季刊第 120 期：第 78-85 頁。
- ✓ 鄭錫奇、張簡琳玟、黃光隆、劉嘉顯、張鈞翔(2013)，合歡山地區的野生哺乳類動物，自然保育季刊第 82 期：第 21-30 頁。
- ✓ 張育誠、周政翰、黃光隆、陳宏彰、張簡琳玟、鄭錫奇(2013)，野生動物的楚門世界—動物行為全都錄，自然保育季刊第 82 期：第 31-41 頁。
- ✓ 周政翰、張恆嘉、林良恭、吳忠信、鄭錫奇(2013)，蝙蝠國際研討會紀實-紀念臺灣蝙蝠研究 150 年兼談未來的展望，自然保育季刊第 81 期：第 27-36 頁。
- ✓ 周政翰、鄭錫奇(2012)，蝙蝠調查方法介紹與探討，野生動物保育彙報及通訊(NOW)，第十六卷第三期第 2-10 頁。
- ✓ 張育誠、鄭錫奇、張簡琳玟、方引平(2012)，小型野生哺乳動物的飼養經驗，野生動物保育彙報及通訊(NOW)，第十六卷第三期第 11-19 頁。
- ✓ 鄭錫奇、周政翰、張育誠、陳麗玲、黃光隆、張鈞翔、方引平(2012)，傳說再起—霜毛蝠的發現紀實，台北市立動物園，動物園雜誌 128 期：第 28-33 頁。
- ✓ 方引平、楊智安、鄭錫奇、翁家駿(2012)，會飛的小小米老鼠—台灣無尾葉鼻蝠，台北市立動物園，動物園雜誌 128 期：第 46-51 頁。
- ✓ 鄭錫奇、方引平、張簡琳玟、劉建男(2012)，阿里山區哺乳類野生動物資源，自然保育季刊第 79 期：第 4-15 頁。
- ✓ 周政翰、張育誠、鄭錫奇(2012)，古蹟維護與蝙蝠保育的兩難議題，自然保育季刊第 78 期：第 4-13 頁。
- ✓ 鄭錫奇、周政翰、方引平(2011)，新竹地區霜毛蝠的族群生態與食性研究(I)。林務局補助，新竹市政府委託，台灣蝙蝠學會執行，30 頁。
- ✓ 鄭錫奇、張簡琳玟(2011)，台灣蝙蝠物種多樣性、分布與保育現況，台北市立動物園，動物園雜誌 124 期：第 6-15 頁。
- ✓ 鄭錫奇、周政翰(2011)，蝙蝠神奇的生存本領，台北市立動物園，動物園雜誌 124 期：第 16-21 頁。
- ✓ 鄭錫奇、方引平(2011)，蝙蝠的祕密檔案 Q&A，台北市立動物園，動物園雜誌 124 期：第 28-33 頁。
- ✓ 鄭錫奇、張簡琳玟(2011)，台灣野兔飼育事件的省思，自然保育季刊第 75 期：第 14-21 頁。

◎ 研討會報告：

- ✓ Cheng-Han Chou, Jian-Nan Liu, **Hsi-Chi Cheng** and Stuart Parsons. 2019. Echolocation call variations of Taiwanese bats and call identification by ensembles of artificial neural networks. 18th International Bat Research Conference, Thailand, 2019. AO4-114. P.127.

-
- ✓ Ching-Lung Lin, Chun-Jen Hsiao, Jung Lin, Shiang-Fan Chen, Lin-Wen ChangChien and **Hsi-Chi Cheng**. 2019. Reference Review and Prospect of Formosan Flying Foxes in Taiwan. 18th International Bat Research Conference, Thailand, 2019. AP14-100. P.332.
 - ✓ Hsuan-Ya Yu, Cheng-Han Chou, Jia-Huei Chen, **Hsi-Chi Cheng** and Ling-Ling Lee. 2019. Lucky Bat: A Standard Bat Rescue Protocol in Taiwan. 18th International Bat Research Conference, Thailand, 2019. AP3-107. P.288.
 - ✓ **Hsi-Chi Cheng**, Cheng-Han Chou, Kuang-Lung Huang, Hong-Chang Cheng, Lin-Wen ChangChien. 2019. Bat diversity of Taiwan. 2019 Southeast Asian Bat Call Library Workshop and Bat Bioacoustics Symposium(2019 東南亞蝙蝠聲音資料庫工作坊暨蝙蝠聲學研討會)摘要論文集, Pp.12.(in English).
 - ✓ Cheng-Han Chou, Jian-Nan Liu, **Hsi-Chi, Cheng** and Stuart Parsons. 2019. Development of a tool for echolocation call identification of Taiwanese insectivorous bats. 2019 Southeast Asian Bat Call Library Workshop and Bat Bioacoustics Symposium(2019 東南亞蝙蝠聲音資料庫工作坊暨蝙蝠聲學研討會)摘要論文集 P.19. (in English).
 - ✓ **鄭錫奇**、林瑞興、陳元龍、林春富、朱汶偵(2018), 氣候變遷對台灣高海拔野生動物族群變動之影響, 2018 兩岸林業論壇氣候變遷下的森林管理與保護研討會, 中華林學會主辦, 摘要論文集第 12-13 頁。
 - ✓ **鄭錫奇**(2018), Wildlife diversity of Taiwan, 第三屆東南亞生物多樣性與健康國際研討會, 國立嘉義大學生命科學院主辦, 摘要論文集第 3-3 頁。(in English)
 - ✓ **鄭錫奇**、林旭宏、姚正得、張簡琳玟、葉明峰、何平合、楊育昌、陳美洙(2018), 蘇花改工程友善野生動物措施的新契機, 交通部公路總局蘇花公路改善工程處主辦, 第五屆蘇花改工程技術論壇論文集, 第 164-200 頁。
 - ✓ 林宇盛、**鄭錫奇**、劉建男(2018), 烏石坑地區玄彩蝠育幼期的休眠利用, 2018 年動物行為與生態研討會摘要集(電子檔) CO2_3, P48。
 - ✓ 楊正雄、曾子榮、林瑞興、**鄭錫奇**、張簡琳玟、張仕緯、林春富、陳元龍、林德恩(2018), 受脅動物排排站: 關於臺灣紅皮書名錄的評估方法、成果與未來保育, 2018 年動物行為與生態研討會摘要集-ESRI3, P121。
 - ✓ **鄭錫奇***、周政翰、張簡琳玟(2018), 消失半個世紀的蝙蝠傳奇—霜毛蝠再現新竹市, 2018 年動物行為與生態研討會摘要集-在地研究 LO1。
 - ✓ Jian-Nan Liu, Guo-Jing Weng, Hau-Jie Shiu, Chia-Chun Weng, **Hsi-Chi Cheng**, Fang-Tse Chan, Lin-Wen Changchien, Chen-Chih Chen, Chau-Hwa Chi, Pin-Huan Yu, Chen-Yuan Liao. 2017. The ecology of wild carnivores in Chinese Taipei. APEC 鼬獾狂犬病國際研討會. 台北市.
 - ✓ **鄭錫奇**(2017), 認識台灣的蝙蝠, 「蝙蝠救傷照護志工訓練班」手冊, 行政院農業委員會特有生物研究保育中心印行, 第 3-6 頁。(「國家野生動物醫療救護中心營運計畫」)
 - ✓ **鄭錫奇**(2017), 蝙蝠的生態服務, 「台灣蝙蝠就傷系統建置工作坊」手冊, 行政院農業委員會特有生物研究保育中心印行, 第 4-5 頁。
-

-
- ✓ Mei-Ting Kao, Jian-Nan Liu, Cheng-Han Chou, Takefumi Nakazawa, and **Hsi-Chi Cheng**. 2017. The echolocation signature of *Kerivoula* sp. – where are my roommates? 2017 動物行為暨生態學研討會。
 - ✓ **鄭錫奇**、林旭宏、姚正得、張簡琳玟、葉明峰、楊育昌、朱恩良、陳美洙(2016)，從湖山水庫到蘇花公路改善工程—談政府重大建設與生態永續兼顧的策略，交通部公路總局蘇花公路改善工程處主辦，第三屆蘇花改工程技術論壇論文集，第 179-199 頁。
 - ✓ **鄭錫奇**、周政翰、張簡琳玟(2016)，Altitudinal migration hypothesis of bat in Taiwan from the evidences of fauna change by seasons and different elevation zones.(由不同海拔帶物種組成及季節性變動談臺灣蝙蝠海拔遷移假說) 2016 年臺灣生態研究網(TERN)年會暨研討會。
 - ✓ **鄭錫奇**(2016)，臺灣蝙蝠分類研究與保育現況，2016 動物行為暨生態學研討會。(專題演講)
 - ✓ 周政翰、**鄭錫奇**(2016)，台灣食蟲蝙蝠回聲定位變異研究，2016 動物行為暨生態學研討會。
 - ✓ 許家維、陳亭維、周政翰、**鄭錫奇**、劉建男(2016)，烏石坑地區彩蝠群集組成及生殖生物學研究，2016 動物行為暨生態學研討會。
 - ✓ 張簡琳玟、張仕緯、劉嘉顯、黃光隆、張均翔、**鄭錫奇**(2016)，臺灣陸域哺乳類野生動物資源調查—特生中心計畫之回顧與分析，2016 動物行為暨生態學研討會。
 - ✓ 張簡琳玟、張義榮、周時平、許皓捷、方國運、**鄭錫奇**(2016)，臺灣中部地區共域小型食肉目動物相調查，2016 動物行為暨生態學研討會。
 - ✓ Cheng-Han Chou, **Hsi-Chi Cheng**(2015). Echolocation variations of insectivorous bats in Taiwan. The 2nd Annual Meeting of the Society for Bioacoustics(日本第二屆動物聲學年會). P12. (Abstract & oral report)
 - ✓ **鄭錫奇**、張簡琳玟(2015)，臺灣野生動物調查—以哺乳類為例，第七屆熱帶林業研討會-森林與生物資源的調查技術與發展論文集，國立屏東科技大學(森林系)：第 59-76 頁。
 - ✓ 許家維、周政翰、**鄭錫奇**、劉建男(2015)，台灣中部地區泰坦氏彩蝠對的棲所特性的群集組成，第八屆海峽兩岸森林經營研討會摘要集：130 頁。(海報展示)(榮獲學生組優等論文第一名)
 - ✓ Fang-Tse Chan, Jian-Nan Liu, Hau-Jie Shiu, Chia-Jun Weng, **Hsi-Chi Cheng**, Lin-Wen ChangChien & Guo-Jing Weng(2015). Formosan Ferret Badger a Potential Reservoir Species for Rabies in Taiwan. IWNC(野生動物經營管理研討會) 2015, Japan.
 - ✓ **鄭錫奇**、翁國精、詹芳澤、許皓捷、劉建男、翁嘉駿及張簡琳玟(2015)，苗栗、南投及臺東縣鼬獾族群量及狂犬病盛行率估算，2015 動物行為暨生態學研討會摘要集：21 頁(FR-09)。
 - ✓ 周政翰、黃光隆、張鈞翔、張育誠、許皓捷、張鈞傑、陳麗玲、李銘碩、陳宏彰、張簡琳玟、黃子典、**鄭錫奇**(2015)，新竹市地區霜毛蝠 (*Vespertilio sinensis*) 的族群動態與生活史，2015 動物行為暨生態學研討會摘要集：28 頁(MM-4)。
 - ✓ 譚承柔、張仕緯、詹芳澤、**鄭錫奇**、張學文、朱有田(2015)，高雄壽山之臺灣山羌(*Muntiacus reevesi micrurus*)在地理上隔離所產生之遺傳變
-

- 異，2015 動物行為暨生態學研討會摘要集：66 頁(O3-3)。
- ✓ 詹芳澤、官苑芃、林桂賢、蕭舜庭、**鄭錫奇**、張簡琳玟、張仕緯、林德恩、李淑慧、張仁杰、涂央昌、蔡國榮、許偉誠、劉建男、翁國精、許皓捷(2015)，特生中心野生動物病例資料之回溯性調查與狂犬病疫情監測，2015 動物行為暨生態學研討會摘要集：75 頁(O4-8)。
 - ✓ 許家維、陳柏鐸、劉秉青、周政翰、**鄭錫奇**、劉建男(2015)，烏石坑地區彩蝠對芭蕉捲葉棲所的利用，2015 動物行為暨生態學研討會摘要集：130 頁(p2-19)。
 - ✓ 張簡琳玟、**鄭錫奇**、劉嘉顯、黃光隆、張鈞翔、許皓捷(2015)，台灣西部地區靈貓科及獐科哺乳動物之分布與環境因子探討，2015 動物行為暨生態學研討會摘要集：175 頁(p8-13)。
 - ✓ **鄭錫奇**、方引平、張簡琳玟、周政翰、陳宏彰(2014)，臺灣蝙蝠多樣性—兼談新種新紀錄種發現紀實，2014 蝙蝠研究與公民參與研討會(2014 Bat Study and Civic Participation Conference in Taiwan)，嘉義大學森林暨自然資源學系、行政院農業委員會特有生物研究保育中心、臺灣蝙蝠學會、臺灣哺乳動物學會共同主辦。研討會論文集第 5-12 頁。
 - ✓ 周政翰、**鄭錫奇**(2014)，臺灣蝙蝠的回聲定位，2014 蝙蝠研究與公民參與研討會(2014 Bat Study and Civic Participation Conference in Taiwan)。嘉義大學森林暨自然資源學系、行政院農業委員會特有生物研究保育中心、臺灣蝙蝠學會、臺灣哺乳動物學會共同主辦，研討會論文集第 3-4 頁。
 - ✓ **鄭錫奇**、林瑞興、陳元龍、林春富、朱汶偵(2014)，氣候變遷對台灣高海拔山區野生動物指標類族群變動之影響，「因應氣候及糧食安全之農業創新」103 年成果發表暨研討會摘要集第 60-61 頁，行政院農業委員會農業試驗所主辦。
 - ✓ **鄭錫奇**(2014)，臺灣水庫生物調查與生態監測—以翡翠水庫與湖山水庫之哺乳動物資源為例，臺北翡翠水庫管理局與行政院農業委員會林務局主辦，臺灣水庫生態資源保育研討會論文集第 26-34 頁。
 - ✓ **鄭錫奇**、林旭宏、葉明峰、張簡琳玟、楊育昌、姚正得(2014)，低海拔的生命寶庫—臺 9 線蘇花公路沿線野生動物多樣性，交通部公路總局蘇花公路改善工程處主辦，第一屆蘇花改工程技術論壇論文集第 105-130 頁。
 - ✓ **Hsi-Chi Cheng**(2014). Bats of Taiwan. In 「Symposium on Bat Biology in Taiwan (2014 蝙蝠生物學國際研討會)」(東海大學生命科學系主辦). 摘要論文集 p.6.
 - ✓ Yi-Ning Chena*, Hong Chang Chenb, Cheng-Han Choub, **Hsi-Chi Cheng**(2014). Detection of bat coronavirus in the bat population in Taiwan. In:16th International Congress on Infectious Diseases (ICID). Cape Town, South Africa. April 2-5, 2014.
 - ✓ 蔡元泰、張簡琳玟、**鄭錫奇**、許皓捷、陳一菁(2014)，20 世紀之雪山氣候區小型哺乳動物海拔分布及其變化，2014 動物行為暨生態學研討會摘要集：p39-O2-2。(口頭報告)(海報展示)(榮獲研究優勝獎)
 - ✓ 周政翰、**鄭錫奇**、林德恩、張育誠、黃光隆、劉嘉顯、邵厚潔(2014)，探尋蘇花公路台 9 線的暗夜精靈，2014 動物行為暨生態學研討會摘要

- 集：p39-O2-2。
- ✓ 周政翰、張育誠、黃光隆、陳宏彰、張鈞翔、張鈞傑、陳麗玲、李銘碩、黃子典、**鄭錫奇**(2014)，新竹地區霜毛蝠 (*Vespertilio sinensis*) 的族群生態研究，2014 動物行為暨生態學研討會摘要集：p39-O2-13。
 - ✓ **鄭錫奇**、林瑞興、陳元龍、林春富、朱汶偵(2013)，氣候變遷對台灣高海拔山區野生動物指標類群族群變動之影響，101 年「因應氣候及糧食安全之農業創新」成果發表會。農業試驗所主辦。
 - ✓ Cheng-Han Chou, Chun-Chun Tsai and **Hsi-Chi Cheng**(2013).Do insectivorous bats just eat insects? Abstract Book of 19th International Congress of Arachnology(第 19 屆蛛形國際研討會). P 187.
 - ✓ 張育誠、周政翰、陳宏彰、張簡琳玟、方引平、邵厚潔、**鄭錫奇**(2013)，野生動物的楚門世界，2013 動物行為暨生態學研討會大會手冊暨摘要集：p10-O01-12(口頭報告)。中文摘要刊於「生物科學」
 - ✓ **鄭錫奇**(2012)，台灣蝙蝠多樣性與保育，2012 蝙蝠國際研討會論文摘要集，雲林縣雲林誠正國小印行，第 19-23 頁。
 - ✓ 方引平、**鄭錫奇**、楊智安、翁嘉駿(2012)，臺灣無尾葉鼻蝠生活史及生態學之研究—族群監測與遺傳結構，2012 年動物行為暨生態學研討會，(口頭報告)中文摘要刊於「生物科學」2012.p.69.OF-16)
 - ✓ 方引平、楊智安、**鄭錫奇**(2012)，利用遺傳標記探討東亞摺翅蝠族群變動與島內遷移特性，2012 年動物行為暨生態學研討會，中文摘要刊於「生物科學」2012.p.108.P3-24)
 - ✓ **Cheng H-C** and C-H Chou(2011). Establishment of Echolocation Database of Insectivorous Bats in Taiwan and Compare the Variances among Inter- and Intra- species. 2011 International Symposium on Animal Physiology and Behavior Adaptation in Taiwan. (2011 年動物生理與行為適應國際學術研討會). P25.
 - ✓ Chou C-H, C-C Tsai and **H-C Cheng**(2011). Population Monitoring and Foraging Ecology of Sympatric Insectivorous Bats at Yushan National Park. 2011 International Symposium on Animal Physiology and Behavior Adaptation in Taiwan. (2011 年動物生理與行為適應國際學術研討會). P26.
 - ✓ **鄭錫奇**、方引平、周政翰、張恒嘉、胡伯齊、張家維、張簡琳玟(2011)，台灣蝙蝠物種、分布與季節性遷移模式探討，行政院農業委員會特有生物研究保育中心，2011 生物多樣性研討會摘要論文集。P8。
 - ✓ 張簡琳玟、許皓捷、張仕緯、陳一菁、李培芬、**鄭錫奇**(2011)，應用地理資訊系統探討台灣松鼠科動物之空間分布，行政院農業委員會特有生物研究保育中心，2011 生物多樣性研討會摘要論文集，P82。
 - ✓ Fang Y-P, J-A Yang, C-J Weng and **H-C Cheng**(2011). Life history and conservation of the Formosan tailless leaf-nosed bat in Taiwan. 2nd International South-East Asian Bat Conference (2011 第二屆東南亞蝙蝠國際研討會) . P20.
 - ✓ Chang C-W, **H-C Cheng**, L-W Chang-Chien and Y-P Fang(2011). The relationship between bat fauna and environment preference in central Taiwan. 2nd International South-East Asian Bat Conference (2011 第二屆東南亞蝙蝠國際研討會) . P51.

-
- ✓ Chang C-L, **H-C Cheng**, C-H Wu, C-J Hsiao and Y-P Fang(2011). Population genetic structure and gene flow in the Formosan tube-nosed bat (*Murina puta*) in Taiwan. 2nd International South-East Asian Bat Conference (2011 第二屆東南亞蝙蝠國際研討會) . p70.
-

蘇花改環境保護回顧

林屹霆

荒野保護協會宜蘭分會

摘要

台 9 線蘇花公路因地質特性、地形多彎道，加上長年氣候風化，豪雨期間經常發生落石坍方，造成道路中斷甚至生命犧牲。多年來因為環境保護與地方發展歧見，無論蘇花高、蘇花替或蘇花改，爭議不斷一直無法動工。直到梅姬颱風造成蘇花公路通車近八十年以來最嚴重的坍方，造成陸客 26 人不幸罹難，蘇花改工程在各界期盼下，通過環評。

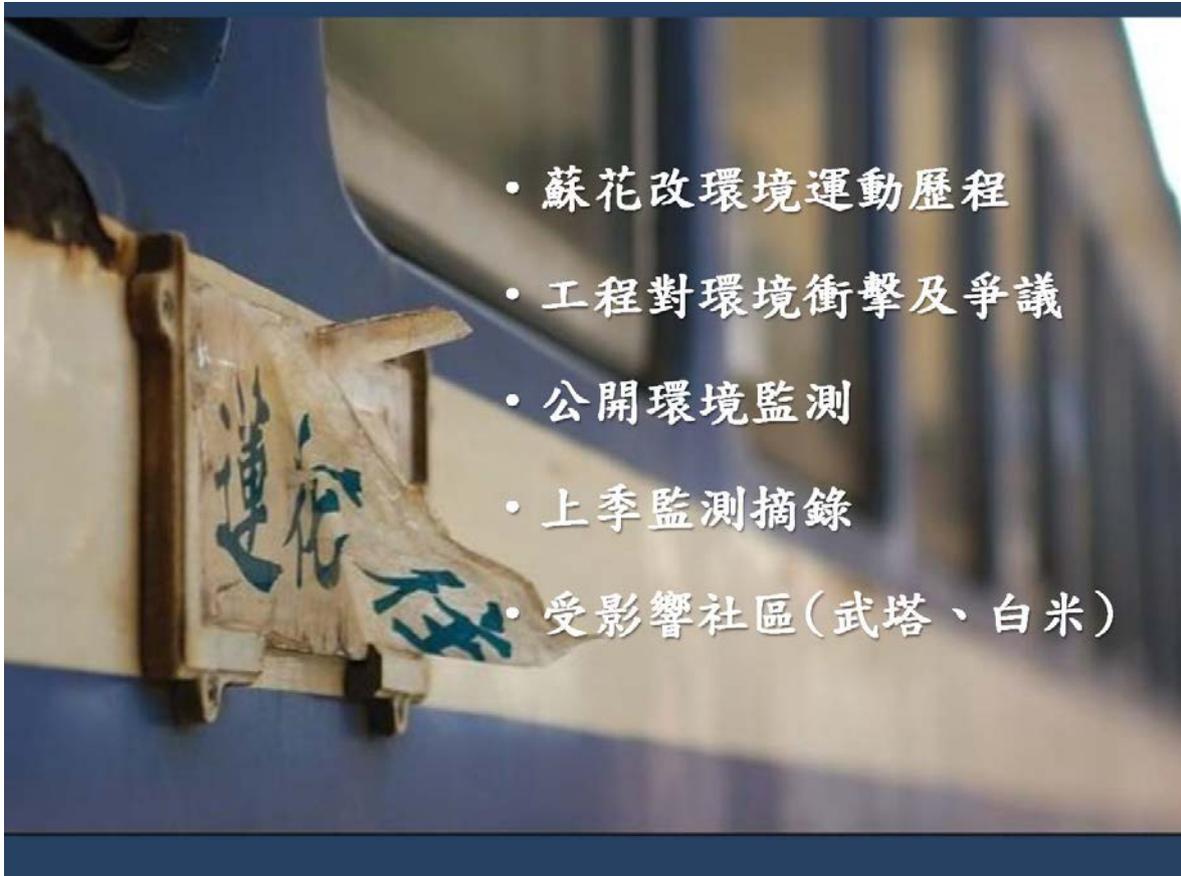
五、六〇年代，環保意識尚未萌芽，鮮少人會想到一條道路的通過，可能會傷害當地生態且無法恢復。近年，人們意識到生態永續的重要性，經過多次與開發單位溝通，終於讓公部門接受工程與生態共存，才能走向永續發展。蘇花改工程因此以生態與工程和諧並存的角度展開，依照空氣、水汙染標準，建立停工標準，以及定期監測當地生態與地形變化等共八項條件，並建立監督委員會。環境監測系統在工程結束後將會持續進行。

工程技術能讓道路順利興建，但是很衍生問題，不論是生態影響、地質威脅、還是對社會經濟的衝擊可能在完工後才會逐漸顯露出來。「安全回家的路」是台灣人的共識，但是不應因此以對立、撕裂，花東青年自 2008 年組織反蘇花高運動，在花蓮進行長達二年的訪調，凝聚花蓮鄉親共識，傾聽許多花蓮鄉親對土地之看法，台灣環團也持續關心東部環境與開發，並持續要求施工安全。

關鍵字：反蘇花高、環境監測、生態永續



第六屆蘇花改工程技術論壇
蘇花改環境保護運動回顧
林屹霆



- 蘇花改環境運動歷程
- 工程對環境衝擊及爭議
- 公開環境監測
- 上季監測摘錄
- 受影響社區(武塔、白米)

- 2001年 花蓮縣長選舉 齊淑英老師
- 2003 蘇花高=「輸」花高公聽會
- 2007 公開辯論、勇於承擔、停止興建、
保護花蓮
- 2008 蘇花高餅舖…





2010創意旅行社遊覽車 遭蘇花落石擊落海



2010 政府定調蘇花改



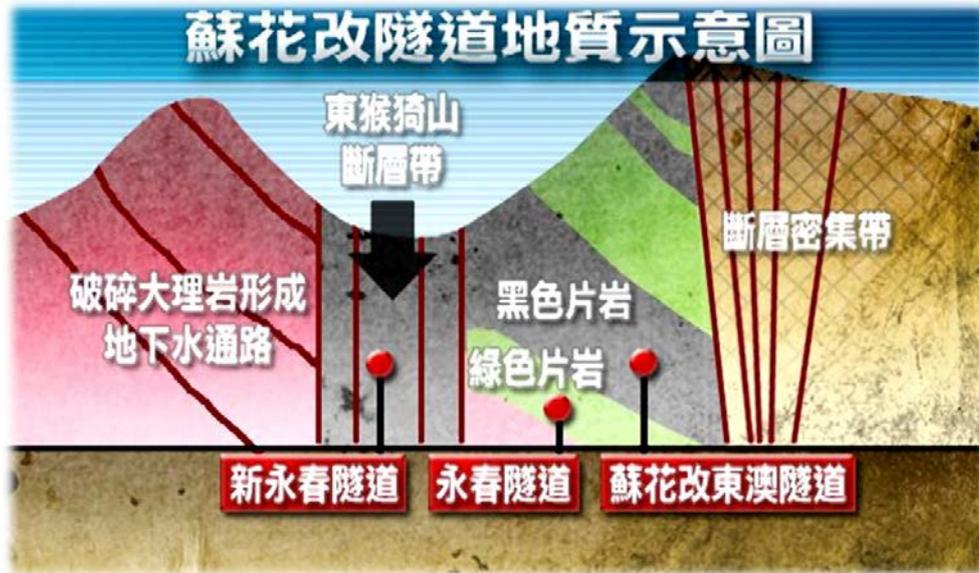
2010 梅姬颱風

審查結論

1. 東澳隧道及中仁隧道應採雙孔方式施作。
2. 施工期間應針對生態影響指標生物面臨威脅，或空氣品質及噪音臨界標準值，或水資源流失超過預估值2倍時，訂定停工及復工規範，並切實執行。
3. 計畫路線附近之生態景觀及地形地貌變化，應建立為期10年、每2年一次之航測資料，施工前應先完成一次航測作業。
4. 長隧道之空氣品質應建立自動監測系統，項目應至少包括一氧化碳及氮氧化物。通車2年內，應進行隧道內粒狀物、重金屬及多環芳香烴之污染監測。

開發單位應補充、修正下列事項，經確認後提環評大會討論：

- 1. 應補充說明隧道湧水、隧道口邊坡穩定及橋樑落墩基礎穩定性等資料。
- 2. 應補充說明各階段通行車種之評估規範。



蘇花公路改善工程監測資訊公開網站

交通部公路局
Directorate General of Highways

- 首頁
- 環境影響說明書
- 監測計畫
- 環境品質監測成果
- 監測成果摘要
- 統計圖表查詢
- 統計圖表查詢(新)
- 工區環境監測成果
- 環境監督
- 下載區

SafeTaiwan@WikiG
連結將開啟新視窗)

讚 3

YILAN COUNTY 宜蘭縣

Map Satellite

施工前監測計畫

- 空氣品質
- 陸域生態
- 噪音振動
- 海域生態
- 海域水質
- 海域底質
- 水域生態
- 河川水質
- 土壤重金屬
- 交通量
- 施工路線
- 施工分標

全選

Taroko National Park 太魯閣國家公園

蘇花公路
改善工程處

首頁 >> 環境生態保育

工程處簡介 計畫緣起 環境生態保育 工程資訊 防災作為 建議區

環境生態保育

本計畫路線起於宜蘭縣蘇澳鎮，行經南澳鄉與花蓮縣秀林鄉境內，沿線開發環境、草生地、森林及溪流環境豐富，依其主要棲地類型差異可區分為溪流生態系、森林生態系、農田生態系等，各生態系中主要之棲地環境如下：

溪流生態系：

東部地區因地勢較陡峭，大多數的溪流皆呈現流域短且水流急的環境，上游地區河川侵蝕作用明顯，造成中、下游地區河川堆積。上游水質清澈且溶氧高，水流湍急，適合生存的生物種類及數量並不很多。中下游河面較寬廣，水流較緩，常見沙洲泥地或礫石。其棲地類型亦可區分為上游溪谷、中游緩流區及出海口等3類。

A. 上游溪谷環境

東部地區溪流因海拔落差較大，在溪流上游段多形成瀑布或急流區，由於環境較潮濕，在植被環境上多以典型之溪谷植物所組成，如水同木、長梗紫麻、瀝葉榕、雀榕等，且林下植被組成多樣，以耐陰性草種

環境影響說明書
環境保護監督小組
環境監測成果
生態工程
老樹搬家全紀錄
指標生物研究計畫
工程碳管理

上一季環境監測摘要

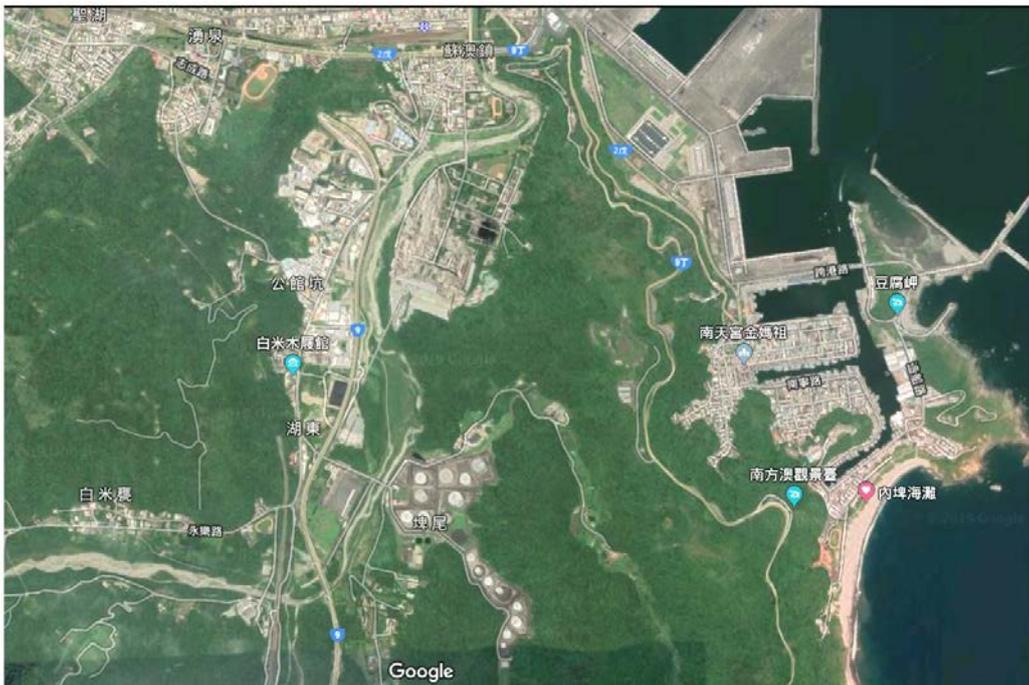
- 水質監測超標及後續處理
- 生態擾動
- 植栽可能引入外來種
- 新增、持續辦理監測項目



武塔



白米





蘇花改工程處資料照



姓名：林屹霆

單位：荒野保護協會宜蘭分會

職稱：推廣教育召集人

地址：宜蘭縣羅東鎮中正街47號

電話：0988-341-34

電郵：emilyoops25@gmail.com



主要工作

- ✓ 環境教育守護運動
- ✓ 海洋廢棄物移除監測
- ✓ 翻譯、英教

專業資歷

- ✓ 荒野保護協會資深講師
- ✓ 鯨豚解說員
- ✓ AIDA 自由潛水員、PADI 水肺潛水員

參與專案

- ✓ 2019 五十二甲鳥類調查
- ✓ 2018 台灣沿近海域垃圾調查、台灣海岸垃圾總體檢
- ✓ 2017 台灣海廢治理平台
- ✓ 2010 台灣東部海域飛魚調查、鯊魚 DNA 調查

學歷

- ✓ 政治大學

專業組織/獲獎

- ✓ Extinction Rebellion Taiwan
- ✓ Coral Watch, coral monitoring, Australia
- ✓ Reef Check, California, USA

發表文章

- ✓ 2019 Earth Hour 60+ 延續行動的能量
 - ✓ 2014 保安林採礦國土保衛戰
 - ✓ 2011 救救蘭嶼島，水泥預拌場才是風災元凶
-

蘇花改工程發現文化遺址的轉譯與推動

邱秀蘭

宜蘭縣立蘭陽博物館

摘要

漢本遺址位於宜蘭縣南澳鄉澳花村漢本聚落附近，2012年3月5日因蘇花改工程進行谷風隧道南口工程之臨時滯洪沉砂池及臨近邊坡周邊發現了史前遺留，千年遺址意外現身。當文化資產遇見工程建設，依據文化資產存法規定，政府機關在策定重大營建工程計畫時，不得妨礙各類型文化資產之保存及維護，經過文化資產主管機關宜蘭縣政府文化局評估後，為避免史前遺址遭受破壞，101年3月15日決議進行考古搶救工作。

蘇花改工程處委託考古專業團隊搶救漢本遺址，透過縝密的考古發掘工作，驚奇發現井然有序的聚落建築結構、紋飾豐富的陶器、精雕細琢的飾品、高溫技術的煉爐、石板棺墓葬群以及對外互動的舶來品等，精采豐碩的史前遺留，以及多文化層的豐富內涵，揭開了東台灣人群流動的拼圖，遺址保存議題也受到各界的關注，2016年7月1日經文化部審議通過Blehun漢本遺址為國定遺址。

人類對過去歷史在時間與空間上凝聚的史前遺址，埋藏了豐富的文化基因庫，透過考古學家有計畫與科學的發掘，來探尋人類過去的環境與文化行為，從中理解人類浩瀚的歷史，經由多元的轉譯與推動，希冀人們能站在更廣闊的角度來認識生長的土地與文化，並創造未來更好的生活。

博物館有著奇特的特性，它可以將各種知識或物件帶入，推動展示及教育，吸引觀眾來認識及感受，進而領會學習與成長。蘭陽博物館是一座地方型的綜合博物館，從宜蘭在地自身的人文或生態能量出發，透過漢本遺址階段性成果的展示與推廣教育，讓在地知識扎根於宜蘭，也讓外地民眾更認識宜蘭，了解地方文化與人類及環境互動有著密切的關係。

為讓宜蘭的孩子們能夠理解史前文化，感受自身成長土地中的環境變遷與文化內涵，配合國小五年級社會領域-台灣史前文化單元，蘭陽博物館將宜蘭縣境內豐碩的考古研究成果，轉換設計為適合國小高年級學生的延伸教學活動，推出「寫在地底的歷史」課程，來認識宜蘭古環境、有趣的考古發掘、先民的生活智慧等，並檢視考古教學方法、課程操作、回饋評量，呼應考古教育推廣以物件為核心的學習活動是最大特色，而考古搶救發掘的成果透過轉譯與推動，除了加強觀眾對環境議題與史前文化的覺知與認識外，進而能守護我們的土地與環境，並能愛上博物館。

關鍵字：史前遺址、考古搶救、轉譯與推動

蘇花改工程發現文化遺址的轉譯與推動 —以蘭陽博物館為例

蘭陽博物館 展示教育組邱秀蘭

108年11月20日

1

簡報大綱

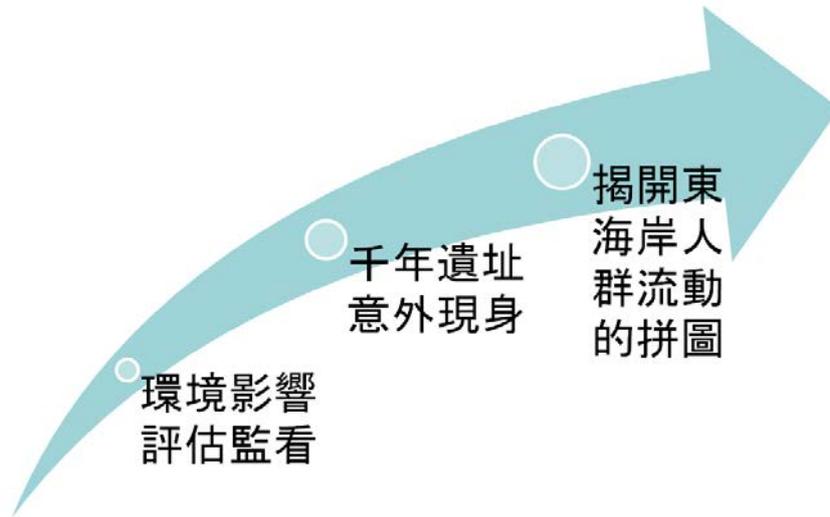
一、重見-漢本遺址的發現與發掘

二、重現-漢本遺址的轉譯與推動

三、蘭陽博物館考古課程方案及操作

2

一、漢本遺址的發現與發掘



3

A 地點(路線標號 R3022)

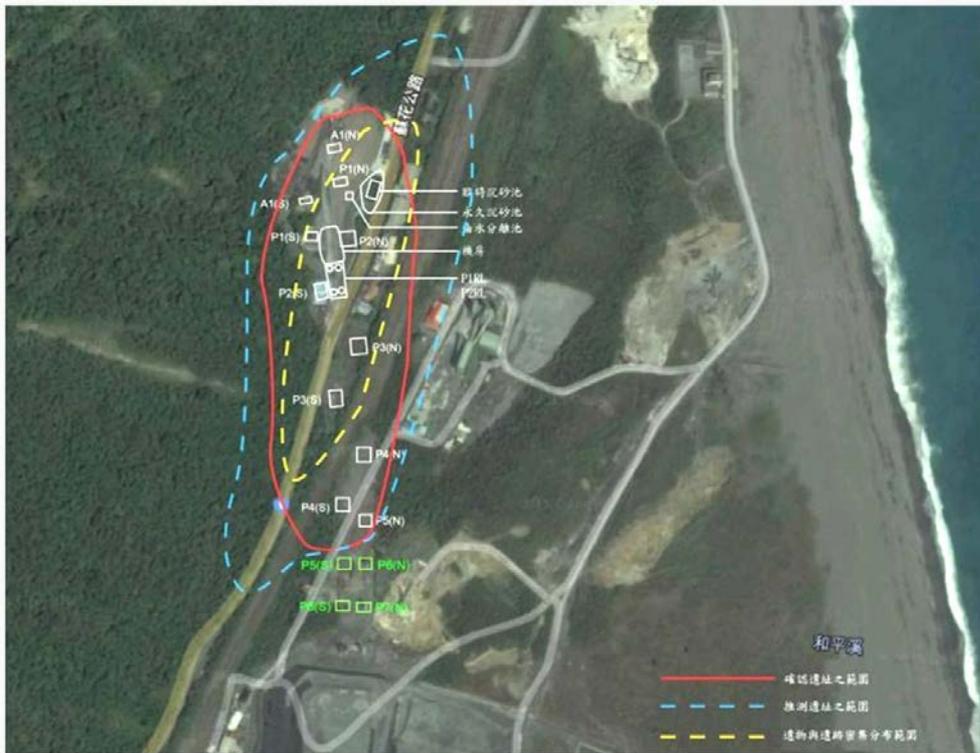
B 地點(台 9 線 152.6K)

C 地點(蘇花路 1 段 12 號)

D 地點(碧海路 9 號, L3079)

101.03.15.重見位置圖

資料來源:蘇花改工程處提供



漢本遺址之範圍及搶救發掘位置圖

資料來源:蘇花改工程處提供

考古搶救發掘現場



資料來源:蘇花改工程處提供

遺址概述：出土遺留及內涵

➤ 現象

- 駁坎、排水溝、火塘、石棺群、煉爐等。

➤ 遺物

- 石質、骨質、陶質、金屬、玻璃、生態遺留、其它等。

➤ 文化類緣

- 第一、第二文化層：金屬器時代晚期之十三行文化普洛灣類型。
- 第三文化層：可能屬新石器時代？

聚落現象



面向大海，疊石相鄰、井然有序呈階梯狀的聚落結構

資料來源:蘇花改工程處提供

駁坎現象



家域後方疊石駁坎內側會以立板隔出排水渠道

資料來源:蘇花改工程處提供

墓葬現象



可見板岩組成可重複使用的葬室，大部分採側身屈肢葬

資料來源:蘇花改工程處提供

煉爐現象



史前臺灣用以營造及維持高溫技術的常見設施 資料來源:蘇花改工程處提供

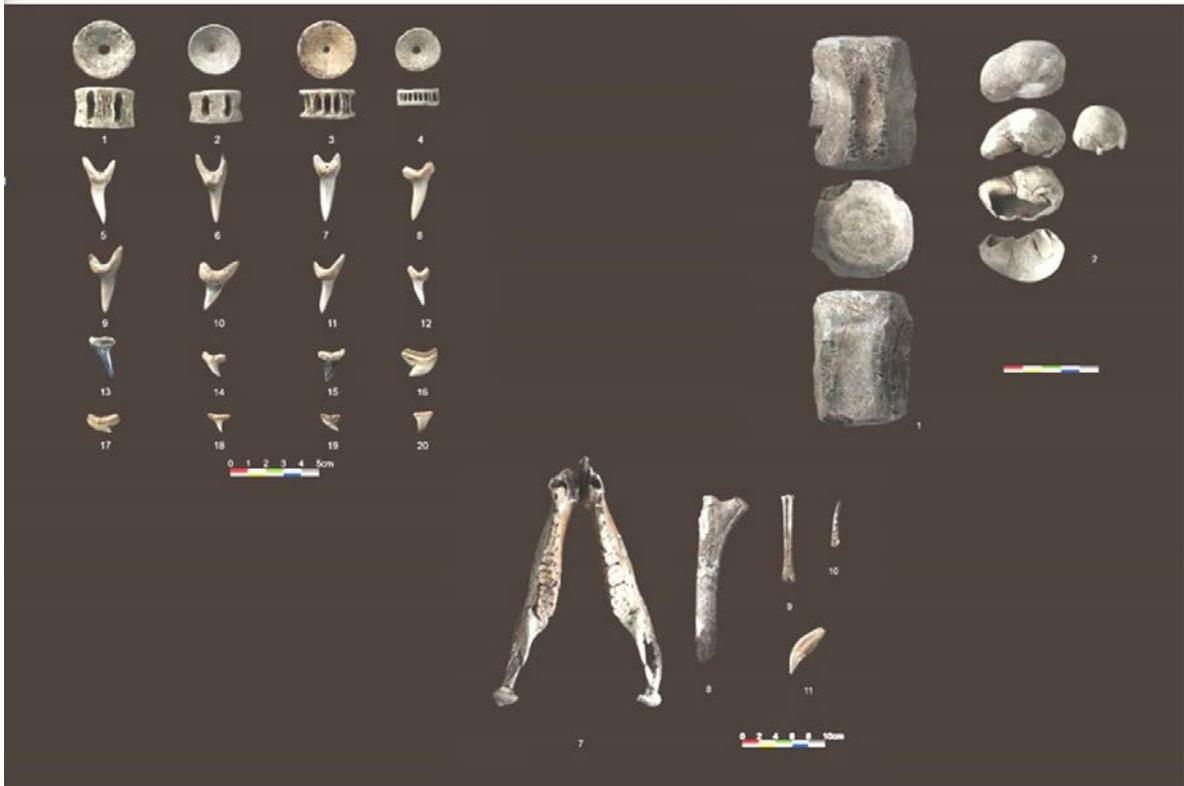
出土遺物



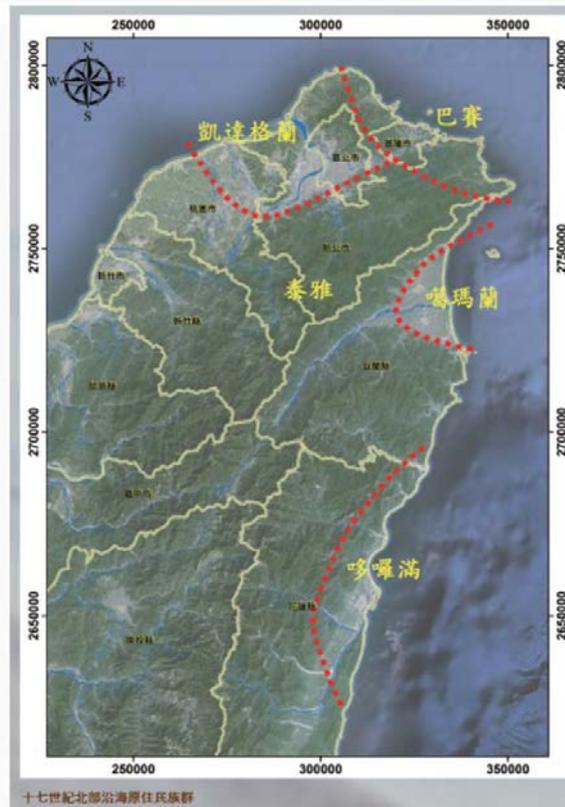
出土遺物



出土遺物



族群關係



漢本遺址指定之重要性評估

- ◎ 漢本遺址之重要性依據《文化資產保存法》第四十條及其授權子法〈遺址指定及廢止審查辦法〉第三條「遺址之指定，依下列基準為之：
- ◎ 1.遺址在文化發展脈絡中之定位及意義性。
- ◎ 2.遺址在學術研究史上意義性。
- ◎ 3.遺址文化堆積內涵之特殊性及豐富性。
- ◎ 4.同類型遺址數量之稀有性。
- ◎ 5.遺址保存狀況之完整性。
- ◎ 6.遺址供展示教育規劃之適當性。
- ◎ 7.具其他遺址價值者。

國定遺址--漢本遺址的文化內涵

- 1.漢本遺址出土豐富多元的標本，以及大規模保存完整之駁坎、火塘、煉鐵爐、石棺群等史前遺跡，漢本遺址之外來遺物、高溫技術與交通體系等文化內涵，將必能更完整解釋臺灣史前史缺失之處。
- 2.漢本遺址的文化內涵：
 - (1)多文化層遺址，各文化層內涵豐富。
 - (2)金屬器時代高溫技術出現的遺址。
 - (3)新石器時代轉變為金屬器時代之代表型遺址。
 - (4)解釋今日南島民族祖先遷徙與往返的重要遺址。
 - (5)說明今日北東海岸地帶貿易與交換人群的代表性遺址。

資料來源:文化部國家文化資產網

二、漢本遺址的轉譯與推動

展覽

教育
推廣

入校
園

展覽



- 圖文解說：雙語(中英文)、圖片呈現。
- 互動體驗：以手眼操作，讓觀眾體驗漢本人當時生活行為。
- MR混合實境：以MR眼鏡，感受虛擬的家屋及生活面貌等。
- 文物觀察：出土遺物觀察。

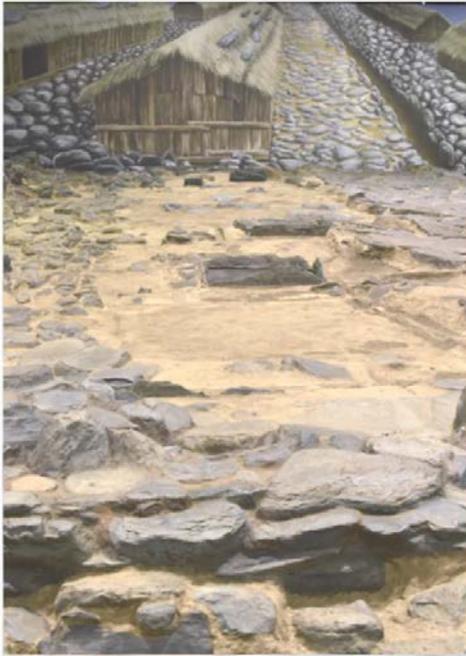


展覽架構

- 1.遺址概述：漢本大事記、地名溯源、漢本地史變遷、地層與年代
- 2.高溫工藝：高溫工藝、冶金工藝、鑄銅工藝、煉鐵工藝、玻璃工藝
- 3.海陸資源：石器工藝、陸域動物資源、海域動物資源
- 4.家域、聚落與族群：聚落型態、族群關係、交換互動
- 5.宗教藝術：埋葬禮俗、具象藝術



展覽互動



透過MR混合實境手法，讓民眾有親臨現場回到漢本時光之感

教育推廣



透過現地遺址參訪、校外教學、假日體驗坊、博物館入校園，多元教育推廣活動，瞭解漢本遺址文化內涵及認識史前遺址的保護情操

教育推廣

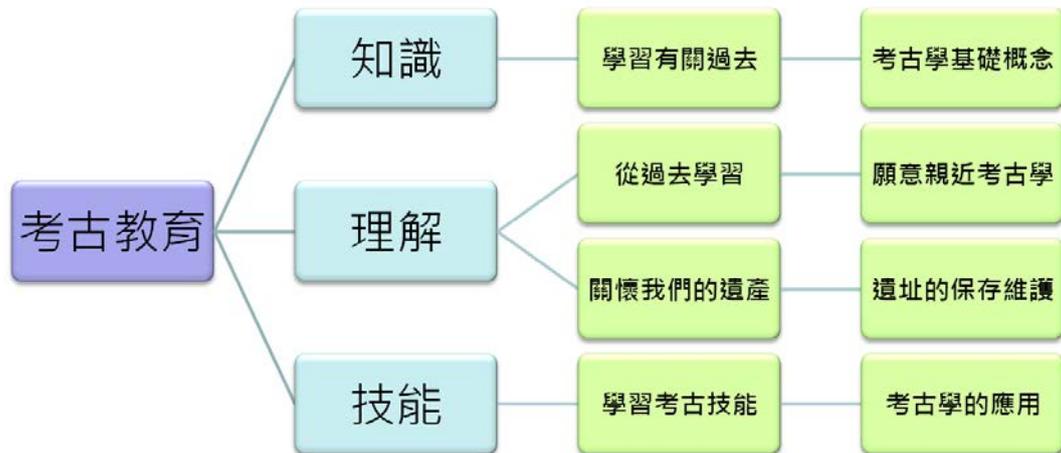


透過親子考古體驗日設計闖關活動有先民餐桌、漢本漁場、-創意飾品秀、石頭排排樂、金屬敲敲樂、神奇鐵石、石砌&金屬器、認識國定遺址等，來認識漢本遺址海域及陸域資源、高溫工藝、家屋形式、文化層年代及國定遺址等。

三、蘭陽博物館考古課程方案及操作



國小社會領域考古教學應有之概念內涵

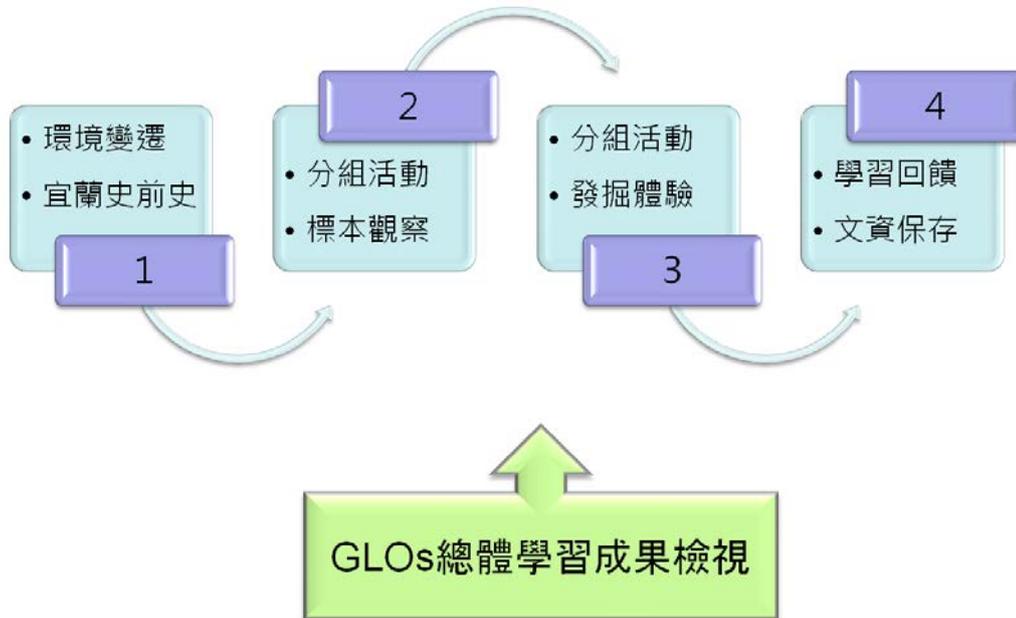


資料來源:吳瑞瓊, 2016

國小社會領域考古教學之可行方法



「寫在地底的歷史」課程教學之設計方法



總體學習成果檢視五大面向



資料來源:吳瑞瓊, 2016

以典藏“物件”為核心的推廣教育



29

利用“物件”達到多元感知的學習



30

「寫在地底的歷史」課程操作流程



他們住在怎樣的地方？

他們吃什麼？
食物哪來的？



他們能做出這麼厲害的東西！

他們有跟別人交易嗎？跟誰？！



漢本人住在哪裡？

資料來源：《考古台灣》經典雜誌



■ 漢本人吃什麼？

大型魚類或鯨豚！



漢本的高溫工藝



「寫在地底的歷史」分組觀察體驗課程

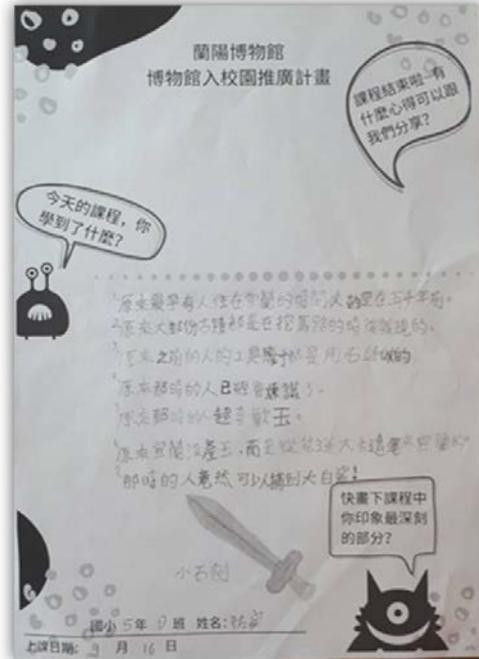




「寫在地底的歷史」模擬探坑發掘課程



學習回饋—學習單



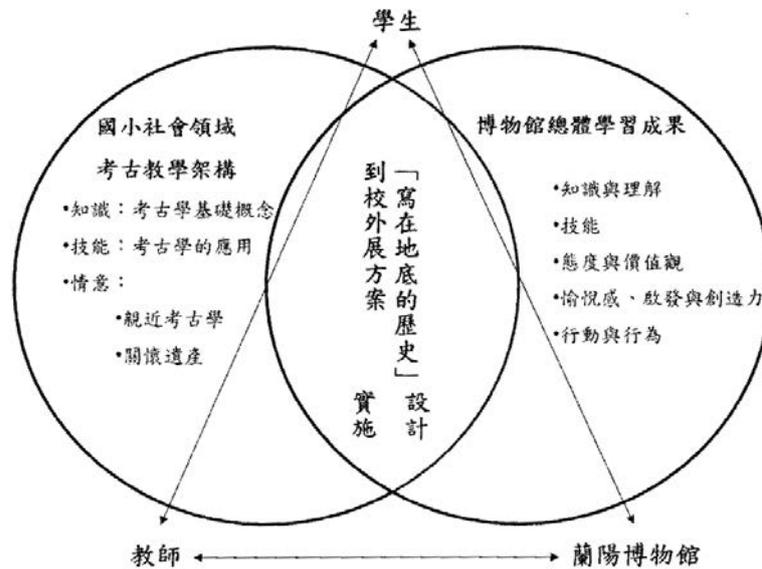
41

學習回饋—FB



42

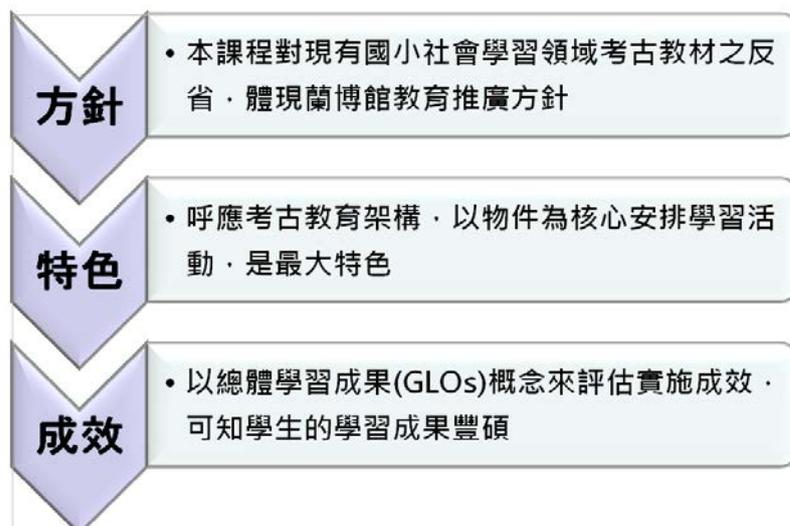
總體學習成果(GLOs)醞釀、設計、運作、成果檢視



資料來源:吳瑞瓊, 2016

43

總體學習成果(GLOs)研究結論



資料來源:吳瑞瓊, 2016

44

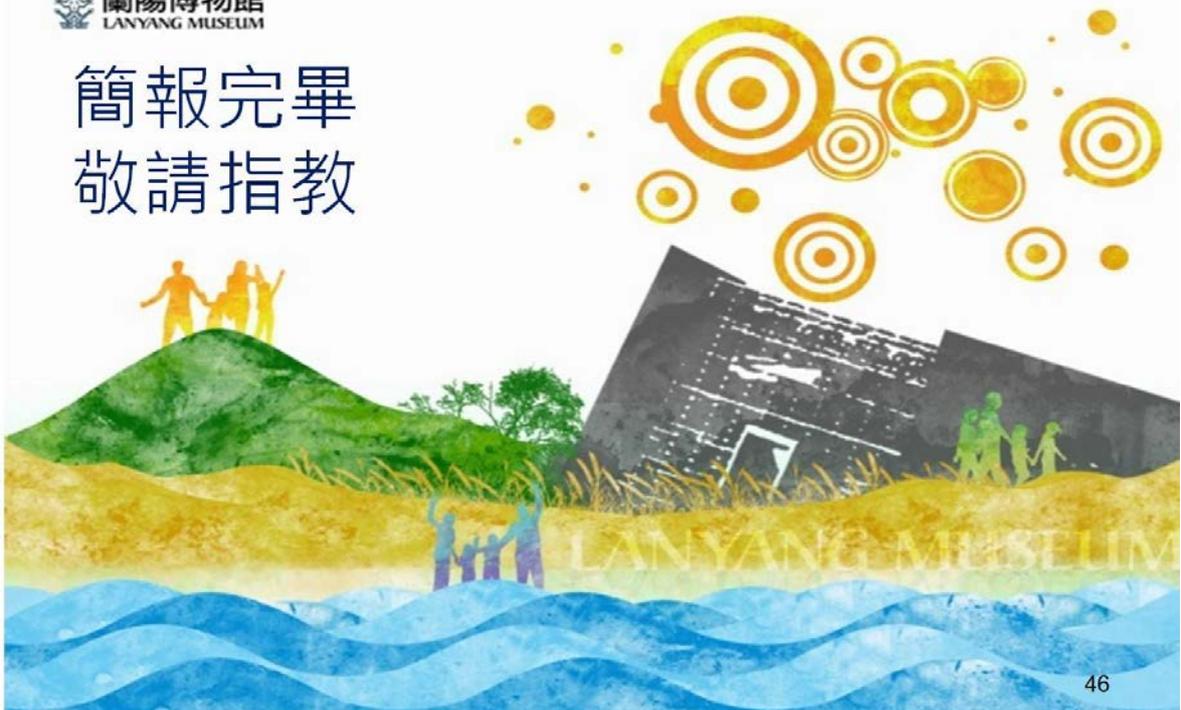
願景

建構宜蘭成為一座
向環境與地方文化學習的生態博物館



蘭陽博物館
LANYANG MUSEUM

簡報完畢
敬請指教



姓名：邱秀蘭

**單位：宜蘭縣立蘭陽博物館
展示教育組**

職稱：組長

地址：宜蘭縣頭城鎮青雲路三段750號

電話：03-9779700

傳真：03-9779300

電郵：judy@mail.e-land.gov.tw



主要工作

- ✓ 博物館展示教育業務推動

專業資歷

- ✓ 宜蘭縣立蘭陽博物館展示教育組組長
- ✓ 宜蘭縣立蘭陽博物館研究典藏組組長
- ✓ 宜蘭縣傳統藝術、民俗及文物、古物第2、3屆審議委員

參與專案

- ✓ 展覽/ 淇武蘭遺址特展、宜蘭民俗版畫展、漢本遺址特展、宜蘭藍染特展、宜蘭社造特展、宜蘭地質特展等
- ✓ 計畫/ 宜蘭縣行動博物館—宜蘭博物館家族入校園計畫、宜蘭縣博物館與地方文化館發展運籌機制政策藍圖案等

學歷

- ✓ 中原大學文化資產研究所碩士

專業組織/獲獎

- ✓ 個人著作/ 宜蘭民俗版畫集 榮獲第四屆國家出版獎入選優良圖書
- ✓ 專業組織/ 宜蘭縣立蘭陽博物館 榮獲第五屆國家環境教育獎

發表文章

- ✓ 江寶聖、邱秀蘭，《2002 認識古蹟日宜蘭縣導覽手冊》，宜蘭：宜蘭縣政府文化局，2002。
- ✓ 李貞瑩、邱秀蘭，《海角一樂園 —2005 宜蘭綠色博覽會「噶瑪蘭館」解說手冊》，宜蘭：宜蘭縣政府文化局，2005。
- ✓ 吳榮順、邱秀蘭、魏心怡，《臺灣原住民族噶瑪蘭族樂舞教材》，屏東：行政院原住民族委員會文化園區管理局，2006。
- ✓ 邱秀蘭，《宜蘭民俗版畫集》，宜蘭，宜蘭縣立蘭陽博物館，2011。
- ✓ 邱秀蘭、李貞瑩，〈面對祖先的智慧—談宜蘭縣在地考古〉《當地方遇上博物館-台灣經驗與跨文化視野》，宜蘭：宜蘭縣立蘭陽博物館，2012。

-
- ✓ 邱秀蘭，〈在地知識與環境教育〉《小地方魅力－在地知識與文化觀光工作坊成果專輯》，宜蘭：宜蘭縣立蘭陽博物館，2017。
 - ✓ 邱秀蘭，〈環境教育架構下的考古教育推廣-以蘭陽博物館為例〉《當代博物館考古展示與教育-台日考古論壇》，宜蘭：宜蘭縣立蘭陽博物館，2017。(尚未出版)
-

蘇花改施工精華影片及心得分享(導演簡介)

<p>姓名：呂尚昆</p> <p>單位：財團法人光啟文教視聽節目服務社 製作部</p> <p>職稱：導演</p> <p>地址：台北市敦化南路一段233巷20號 電話：02-2771-2136 ext.245 傳真：02-2771-2675 電郵：bcmmlu@gmail.com</p>	
<p>主要工作</p> <ul style="list-style-type: none">✓ 專案規劃、影片拍攝製作	
<p>專業資歷</p> <ul style="list-style-type: none">✓ 光啟社製作部執行製作(影片拍攝製作十七年經驗)✓ 現任光啟社製作部導演	
<p>參與專案/作品</p> <ul style="list-style-type: none">✓ 蘇花改全紀錄影片拍攝製作✓ 新聞局「國歌百年MV影片」✓ 台電HD多媒體簡介影片修改製作✓ 中正紀念堂HD簡介影片製作✓ 台電大潭發電廠多媒體簡介影片製作✓ 高雄都會公園HD簡介影片製作✓ 退輔會八大遊憩區HD宣導影片製作✓ 交通部民用航空局HD簡介影片製作✓ 經建會HD多媒體簡介影片✓ 高雄煉油廠三機投影動態影片多媒體	
<p>學歷</p> <ul style="list-style-type: none">✓ 國立台中技術學院資管系畢	

2019



第六屆 蘇花改工程技術論壇

- ◆ 論壇地點：國立宜蘭宜蘭大學行政大樓萬斌廳（宜蘭市神農路一段1號）
- ◆ 指導單位：交通部、交通部公路總局
- ◆ 主辦單位：交通部公路總局蘇花公路改善工程處、國立宜蘭大學土木工程學系
- ◆ 執行單位：財團法人中興工程顧問社
- ◆ 協辦單位：（依單位筆畫次序排列）

大同股份有限公司、大陸工程股份有限公司、工信工程股份有限公司、中華電信股份有限公司
中興工程顧問股份有限公司、台灣世曦工程顧問股份有限公司、弘益生態有限公司
兆藝交通工程有限公司、全徽道安科技股份有限公司、峯典科技開發股份有限公司
宜興預拌混凝土股份有限公司、東丕營造股份有限公司、威建企業有限公司
新亞建設開發股份有限公司、盟立自動化股份有限公司、靖宜工程有限公司
靖瑋營造有限公司、榮工工程股份有限公司、福清營造股份有限公司、蘇建興營造有限公司

2019.11.20 宜蘭