

ISSN:1812-2868

臺灣公路工程

第 49 卷 第 3 期

〈每月 15 日出刊〉



TAIWAN HIGHWAY ENGINEERING

Vol. 49 No.3 Mar. 2023

交通部公路總局

中華民國 112 年 3 月 15 日



封面說明

台1線 222K- 黃花漫搖廊道

黃為任 提供



臺灣公路工程

TAIWAN HIGHWAY ENGINEERING

中華民國 41 年 11 月 11 日創刊

第 49 卷 第 3 期 目錄

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

臺灣公路工程

發行人

陳文瑞

社長

林聰利

總編輯

蘇先知

總幹事

李崇堂

編輯

陳進發 劉世桐

李忠璋 吳昭煌

劉雅玲 陳松堂

葉双福 李順成

陳俊堯 謝俊雄

陳貴芳 林文雄

郭清水 詹益祥

江金璋 李宗仁

王韻瑾

蘇花路廊阻斷疏導策略與台 9 丁線阻斷
疏導作業實務經驗分享

.....張芯璋、張簡百裕(2)

淡江大橋主橋塔 P130 基礎及樁帽巨積混凝土施工

.....劉永輝、蔣光華(28)

蘇花路廊阻斷疏導策略與台 9 丁線阻斷 疏導作業實務經驗分享

張芯瑋¹ 張簡百裕²

摘要

109 年台 9 線蘇花改全線通車後，與平行之原台 9 線（更名為台 9 丁線）、未改善路段（台 9 線與台 9 丁共線）共同組成「蘇花路廊」，因路網新舊交錯，通行條件亦有所不同，為利阻斷發生時能迅速應變、確保民生輸運暢通，第四區養護工程處制訂「蘇花路廊道路阻斷疏導計畫」，並安排多次演練確認程序與人車安排，在實際營運期間遭遇多次大型事故阻斷、颱風預警性封閉時實際操作均可有效執行，達到維持疏運的目標。

本文首先介紹蘇花路廊背景環境與路網特性，以及台 9 線蘇花改阻斷、台 9 丁平行段阻斷、以及共線段阻斷情境下相對應之疏導機制；其中台 9 丁平行段阻斷疏導措施係權宜開放原管制進入蘇花改之車輛通行，為能及時因應並兼顧蘇花改營運安全及民生輸運順暢，其所涉及的人車資源整合作業較為複雜多元，故後續章節將就台 9 丁阻斷疏導之標準作業程序及近期案例經驗進行說明，最後提出結論與建議，期彙整實務經驗與檢討心得，供相關單位參考。

關鍵詞：蘇花公路、蘇花改、交通疏導、機車前導後護

¹ 交通部公路總局第四區養護工程處金岳工務段段長

² 交通部公路總局第四區養護工程處金岳工務段辦事員

一、前言

1.1 背景說明

「台9線蘇花公路山區路段改善計畫」（以下簡稱：蘇花改）於109年1月全線開放通車，全線共分為三段，分別為蘇澳－東澳段（以下簡稱：A段）、南澳－和平段（以下簡稱：B段）與和中之大清水段（以下簡稱：C段），而平行之原台9線更名為台9丁線，新台9線除蘇花改路段外、尚有部分與台9丁線共線之未改善路段，共構之路網合稱「蘇花路廊」（如圖1-1所示）。



圖 1-1 蘇花路廊周邊路網示意圖

台9線蘇花改加入服務後，與台9丁線形成平行路網，如遇天災、交通事故、預警性封路等造成道路阻斷或其他可能影響民生運輸情況時，宜運用交管策略導引車流適時替代。

基此，考慮蘇花改阻斷封閉，抑或發生蘇澳－崇德間台9丁線或未改善之共線路段阻斷封閉之可能情境，公路總局第四區養護工程處（以下簡稱：本處）於110年3月修訂「台9線蘇花路廊（含台9丁線）道路阻斷交通疏導計畫（以下簡稱：蘇花路廊疏導計畫）」，據以指揮調度轄下各編組人力與機具等資源，並與專責和地方警力協調管制作為，導引車流、甚至調整部分車種有條件改行替代道路，使蘇花路廊各段間之公路運輸能維持基本功能，達到緊急應變、維繫宜花間民生運輸，歷經多次演練及實際操作可有效執行。

1.2 車種管制

依據「台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」以及「蘇花改開放大型重型機車試辦計畫及可行性評估委託服務」報告之核定結論，蘇花改除和仁至大清水路段開放一般機慢車外，蘇花改已開放通行車種僅包含：小型車、大客車、非管制大貨車（非超尺度、非動力機械、非載運危險物品車輛）及大型重型機車（251C.C.以上）四類。

蘇花改開放大貨車通行後，平行的台9丁線同步禁止大貨車通行以維持安全控管，並活化成為景觀道路，作為慢活的運輸路線。台9線與台9丁共線之未改善路段，則開放各類車種通行。蘇花路廊相關車種管制說明如圖 1-2、表 1-1 所示。



圖 1-2 蘇花路廊車種管制示意圖

表 1-1 蘇花路廊車種管制說明表

車種別 路段別	機車	大型重 型機車	小型車	大客車	非管制 大貨車	載運危險 物品車輛
台9線蘇花改	× (和仁~大清水√)	√	√	√	√	×
台9丁線	√	√	√	√	× (通行證 者√)	√ (需有通 行證)
未改善之 共線段	√	√	√	√	√	√ (需有通 行證)

註：依據「台9線蘇花公路山區路段改善計畫環境影響說明書」報告之核定結論，已規劃機車行駛台9線和仁~大清水路段，並於109年1月6日開放通車。

1.3 安全控管機制

蘇花路廊北起宜蘭縣蘇澳鎮、南至花蓮縣秀林鄉，然而，宜花地區受季風影響，雨季長、降水豐沛；東臨太平洋之區位，常遭颱風襲擊；加上台灣位處菲律賓海板塊和歐亞板塊交界，地震更是頻繁。

台9丁線及未改善之共線段其山區道路脆弱之地質特性易受強風豪雨氣象影響，導致道路行車安全堪慮；蘇花改雖為新建路段，改善了易坍方阻斷、線形不佳、較高肇事之三處路段，但穿山跨河之工程特性，其中高架路段達10公里以上，強風吹襲易造成行車危險，另一方面，倘發生強震，擁有八座隧道與大量關鍵基礎設施資產之蘇花改路段，須封路進行現場機電交控設施檢視與巡查，確認路段結構、設備皆安全無虞，方可開放通行。

為此，本處針對累積降雨量、颱風風速及震級三項指標，訂定執行初步管制、乃至道路封閉時之安全控管機制（如表 1-2 所示），並配合新聞稿、CMS 及警廣推播等管道發布資訊，及時預防災害發生或擴大，待恢復正常數值或完成封路巡查並確認可臺灣公路工程第 49 卷第 3 期

安全通行後，再行解除管制。

表 1-2 蘇花路廊安全控管機制表

項目 \ 路段別	台 9 線蘇花改	載運危險物品車輛
累積降雨量	無影響道路安全通行之災情，不實施封路	雨量指標 1 小時 80mm /3 小時 150mm/24 小時 350mm: 啟動道路管制封閉
颱風風速值	平均風速 \geq 8 級： 高架橋發布行車降速至 30km/hr	平均風速 \geq 7 級： 只出不進
	平均風速 \geq 10 級： 高架橋 ^[1] 所在路段啟動道路管制封閉	平均風速 \geq 8 級： 啟動道路管制封閉
地震震級	6 強級以上，啟動道路管制封閉巡查	無影響道路安全通行之災情，不實施封路

註 [1]：蘇花改高架路段管制範圍：台 9 線 104K+130 至 113K+420〔蘇澳 - 東澳〕、台 9 線 124K+580 至 145K+050〔南澳 - 和平〕

二、阻斷情境與因應措施

依蘇花路廊路段屬性，可劃分台 9 線蘇花改、台 9 丁線及未改善之共線段共 3 大類型、12 小交通分區（如圖 2-1 所示），進一步排列蘇花路廊交通分區可能之阻斷分區組合，可研析出其相對應之情境和因應措施。

蘇花路廊之阻斷情境，可分為未改善之共線段阻斷（如 m1 段阻斷）、僅蘇花改阻斷（如僅 A 段阻斷）、僅蘇花改平行之台 9 丁線阻斷（如僅 a 段阻斷）、蘇花改與平行段同時阻斷（如 A 段及 b 段阻斷）4 大類；採取之因應措施為啟動「東部蘇花段陸路運輸中斷之疏運應變方案」、改行蘇花改、或改行台 9 丁等 3 類措施。

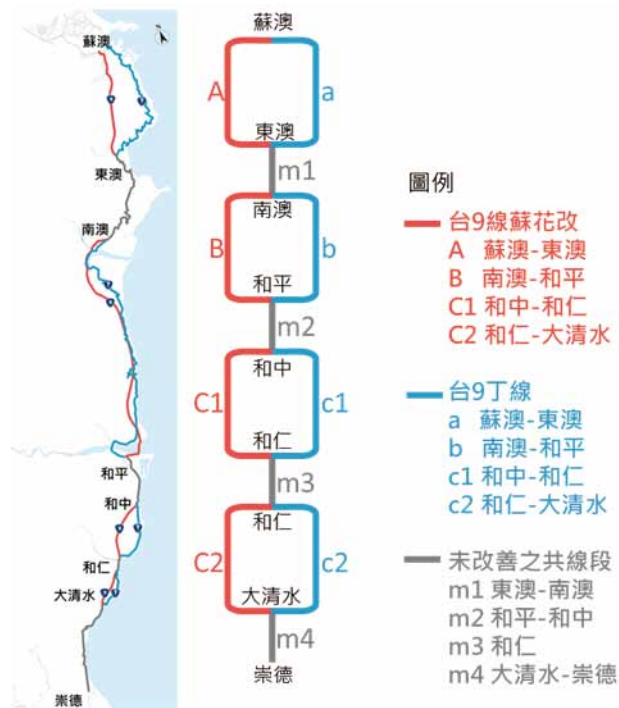


圖 2-1 蘇花路廊交通分區示意圖

2.1 未改善之共線段阻斷

1. 情境範疇

m1、m2、m3、m4 之任意組合阻斷。

2. 啟動時機

當阻斷封閉處理時間預判達四小時以上，或其他可能影響民生運輸情況下，經本處核定啟動蘇花路廊疏導計畫。

3. 因應措施

於緊急搶修期間，管制除當地居民外之所有車輛進入蘇花路廊，同時啟動 106 年 9 月定案之「東部蘇花段陸路運輸中斷之疏運應變方案」，與鐵路、海運偕同疏運，疏運應變方式示意圖如圖 2-2 所示。



圖 2-2 蘇花路廊阻斷之疏運應變方案示意圖

2.2 僅台 9 線蘇花改阻斷

1. 情境範疇

A、B、C1、C2 蘇花改交通分區之任意組合路段阻斷。

2. 啟動時機

當發生阻斷封閉道路，可能影響民生運輸情況下，即啟動蘇花路廊疏導計畫。

3. 因應措施

利用台 9 丁線作為替代道路轉移蘇花改之行駛需求，並循原蘇花公路大貨車管制原則，權宜開放大貨車行駛台 9 丁線。依 111 年 1 月核定之「台 9 線蘇花公路山區路段改善計畫隧道事故暨整體防救災應變計畫(第二次修訂)」一、二級事件等級，予以說明阻斷時之因應措施(如圖 2-3 所示)：

(1) 一級事件

- A. 事件定義：涉及火、危險品、爆裂物、隧道體嚴重破壞等需立即封閉雙向隧道以因應救援與維安需求者。
- B. 處理方式：派員進行雙向遠近端(蘇花改入口及隧道口)封閉管制並引導車輛迴轉出蘇花改，同時淨空事故點對向車道以利救災救護作業，用路人改行台 9 丁線。

(2) 二級事件

- A. 事件定義：造成隧道單向阻斷、事件點上游車輛無法通行者。
- B. 處理方式：派員進行單向遠近端(蘇花改入口及隧道口)封閉管制並引導車輛迴轉出蘇花改，當事故地點位於車行方向隧道上游之高架段，

將派員進行單向遠端（蘇花改入口）封閉管制，用路人改行台 9 丁線。

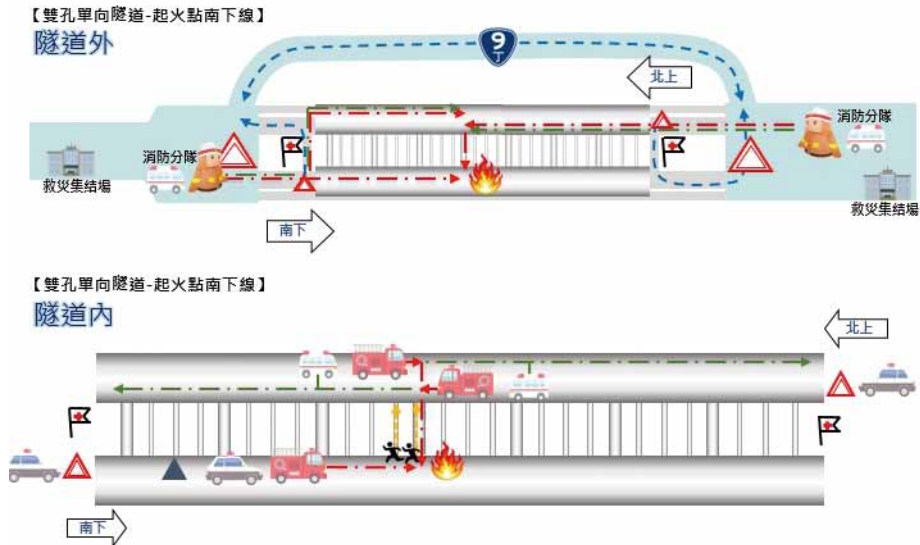


圖 2-3 蘇花改阻斷因應措施示意圖 - 以雙孔單向隧道發生一級事件為例
資料來源：台 9 線蘇花公路山區路段改善計畫隧道事故暨整體防救災應變計畫（第二次修訂）111.01

2.3 僅蘇花改平行之台 9 丁線阻斷

1. 情境範疇

a、b、c1、c2 台 9 丁線交通分區之任意組合路段阻斷。

2. 啟動時機

當阻斷封閉處理時間預判達四小時以上，或其他可能影響民生運輸情況下，經本
3. 因應措施

利用蘇花改作為替代道路轉移平行段之行駛需求，並權宜開放禁行車種行駛蘇花改，詳圖 2-4 台 9 丁線阻斷車種管制放行示意圖（將於三、台 9 丁線阻斷疏導作業章節中進一步說明實施細節）：

- (1) 一般機車依每日公布時間前導後護通行，通行時封閉蘇花改路段。
- (2) 載運危險物品車輛中僅開放核准臨時通行證者，可以專案向本處申請，經核准後始得於指定時段依蘇花改行車規定通行。

腳踏車改以鐵路運輸，不開放通行蘇花改。



圖 2-4 台 9 丁阻斷車種管制放行示意圖

2.4 台 9 線蘇花改與平行之台 9 丁同時阻斷

1. 情境範疇

蘇花改及平行段皆有路段阻斷，又可分為完全阻斷與未完全阻斷兩種情境。

(1) 完全阻斷

蘇花改及其相同南北端點之平行段同時阻斷（如 A、a）。

(2) 未完全阻斷

蘇花改及非相同南北端點之平行段同時阻斷（如 A、b；B、c1 等組合）。

2. 啟動時機

阻斷封閉處理時間達四小時以上，可能影響民生物資運輸情況下，經本處核定啟動蘇花路廊疏導計畫。

3. 因應措施

(1) 完全阻斷

同 2.1 節未改善之共線段阻斷情境之因應措施。

(2) 未完全阻斷

依阻斷路況，同 2.2 節僅蘇花改阻斷情境之因應措施，或 2.3 節僅蘇花改平行之台 9 丁線阻斷。

三、台 9 丁線阻斷疏導作業

承前所述，當蘇花改平行段(如圖 2-1 之 a、b、c1、c2 路段)發生阻斷、封閉處理時間預判達四小時以上，或其他可能影響民生輸運情況下，經本處研判確定後將啟動台 9 丁線阻斷疏導作業，即開放原禁行蘇花改車種於特定時段以戒護改行蘇花改，以維持通勤、維生輸運等活動之基本運作，降低阻斷所造成的民生衝擊。

為利台 9 丁阻斷後有效進行疏導作業，本處制定蘇花路廊疏導計畫，並召集協調會議，就蘇花路廊相關管理與編制內勞務人員與車輛議定分工與布設原則，由並偕同轄區警力加入戒護與管制工作，以維護秩序與安全。本節將就台 9 丁阻斷疏導作業之執程序、權責分工、運作動線、人車配置等要項進行說明。

3.1 作業流程與實施計畫

台 9 丁疏導作業程序主要由研判與啟動→前置與集結→管制與通行三部分組成，當研判趨勢確定實施疏導作業後，隨即公告通行資訊(集結時間、地點等)、設置集結點、聯繫相關人員整備，再以前導後護方式戒護管制車輛通行，由南澳交控中心偕同現場人員及聯防單位，首波戒護通行以機車為主，後續視需求增加通行時段，以及適時因應危險物品車輛戒護通行蘇花改。茲就各流程作業內容說明如下：

1. 前置作業與資訊發布

實施交通疏導作業需考量管制點與集結點設置、聯繫相關人員、製作新聞稿告知用路人相關資訊等；另須留設聯防單位人力部屬調配時間，考量上述作業時間，在決定交通疏導作業時，需預留 1 小時以上的作業時間，使人員能就定位；資訊發布作業則包括新聞稿、CMS、警廣、幸福公路 APP 等管道。

2. 參與單位權責分工

疏導作業決策實施後，由南澳交控中心主責綜理推動，而現場執行人員則包括原蘇花公路之保全人員，以及因應蘇花改通車所設置的事故小組與地磅站人員，以及鄰近之地方警力，說明分工如下表 3-1 所示：

表 3-1 台 9 線蘇花路廊道路阻斷交通疏導參與單位權責分工表

單位	功能小組	任務指派
公路總局 第四區養護工程處	緊急應變小組	阻斷情況達到啟動標準時，由處長指示成立緊急應變小組，建立指揮體系，即行運作，並協助發布警廣等相關資訊。
	南澳交控中心	南澳交控中心統籌前置盤點、人員聯絡、資訊發布、交通管制、路況監控以及各項監視與資訊可變標誌之啟動監控，並隨時提供各單位有效與必要之資訊。
	南澳工務段 (台 9 丁線保全)	指派台 9 丁線保全哨，分別於各入口鐵柵門處設置告示牌面，並導引現場受阻等候之用路人前往集結地點。
	蘇花改事故處理小組	事故小組負責將機車集結牌面放至集結點，出發時間需與南澳交控中心確認填上後，將牌面依照管制路段擺放至定位，並在預定出發前 30 分鐘，至集結點待命，準備進行疏導作業。
	地磅站	於機車通行蘇花改期間，協助警察進行蘇花改路口交通管制作業。
宜蘭縣政府警察局 、花蓮縣警察局	蘇澳分局 蘇花改交通分隊 新城分局 和仁交通分隊	與蘇花改事故處理小組合作進行機車「前導後護」通行作業。 於蘇花改兩端路口進行交通管制及指揮。

3. 管制點與集結點設置

各段管制點、集結點介紹如下：

(1) 蘇澳東澳段

蘇澳東澳段在台 9 丁蘇花公路管制點分別為台 9 丁線 2.1 公里及 17 公里處，該二處設有管制閘門，由駐守保全協助封閉管制。蘇花改管制點分別在蘇花改蘇澳端及東澳端，由蘇花改地磅站人員協同警察管制。蘇澳端機車集結點位於蘇澳鎮公所廣場，東澳端機車集結點位於東澳車站前廣場，相關位置如圖 3-1 所示



蘇澳



東澳



圖 3-1 集結點與管制點位置示意圖 (蘇澳 - 東澳)

(2) 南澳和平段

南澳和平段在台 9 丁蘇花公路管制點分別為台 9 丁線 33.5 公里及 48.9 公里處，該二處設有管制閘門，由駐守保全協助封閉管制。蘇花改管制點位於大南澳陸橋及蘇花改和平端。南澳端機車集結點位於南澳車站前廣場，和平端機車集結點位於和平車站前廣場，相關位置如圖 3-2 所示。



東澳



和平



圖 3-2 集結點與管制點位置示意圖 (南澳 - 和平)

(3) 和中和仁段

和中和仁段在台 9 丁蘇花公路管制點分別位於台 9 丁線 60.2 及 63.5 公里處，該二處設有管制閘門，由駐守保全協助封閉管制。蘇花改管制點位於蘇花改和中端及和仁端。和中端機車集結點位於和平車站前廣場，和仁端機車集結點位於和仁站前緊急停駐空間，如圖 3-3 所示。

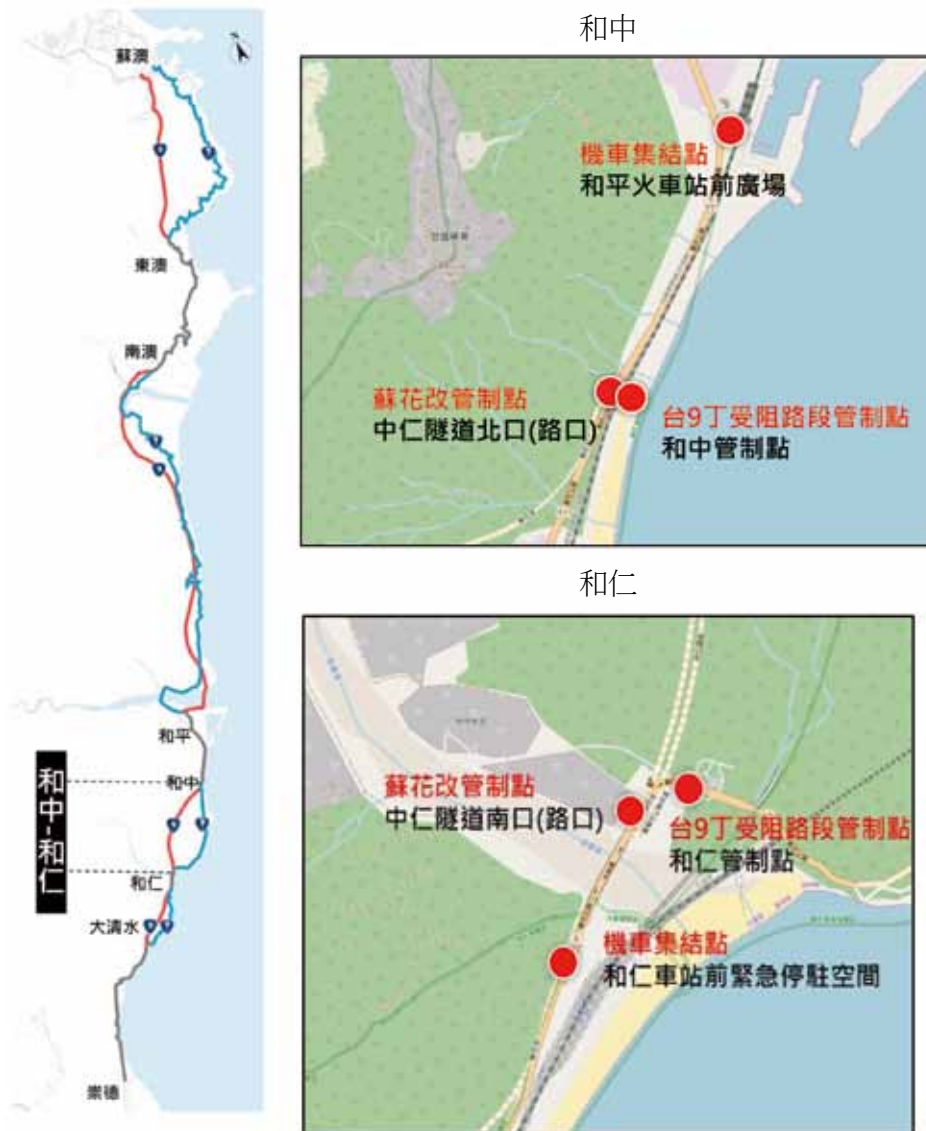


圖 3-3 集結點與管制點位置示意圖 (和中 - 和仁)

4. 疏導作業執行

在實施交通疏導作業時，為避免車隊與其他車輛混流，係採用前導後護方式，由事故小組與警方車輛於通行車輛前後，戒護通行。在進行機車戒護通行時，因車隊數量較大，隊伍長度會拉長，故在車隊進入蘇花改前，需執行蘇花改交通管制作業。在機車預計通行進入前，須請地方警力與地磅站人員進行交通管制，暫時禁止所有車輛進入蘇花改，以利疏導車隊進入，當車隊離開後再解除管制。

實施交通疏導作業後，需與聯防單位及事故小組確認下次執行時間，以利再次發布消息給用路人，直到疏導作業結束為止。茲擬定疏導作業參考程序 (SOP) 如表 3-2 所示。

表 3-2 台 9 丁阻斷疏導作業 (機車疏導) 參考程序

交通疏導初期作業重點			
時間 (hr)	事件 / 檢核點	作業要項	說明
H 時	交通疏導啟動評估機制	決策啟動台 9 丁阻段疏導作業	指揮官評估搶通時間 4 小時以上，且可能影響民生物資運輸。
H+0.5 時	分工整備及協調聯防支援	任務分工及指派	通報警察、地磅站、事故處理小組等單位，並向上通報整備概況。
H+0.5 時	資訊揭露 G.M.P	發布道路通阻情形及交通管制措施等相關資訊	依各單位協商與分工結果發布，包括新聞稿、LINE、bobe……等。
H+0.5 時	台 9 丁管制鐵柵門牌面架設公布疏導措施	台 9 丁線管制路段牌面公布	台 9 丁線保全哨於預設管制點處架設疏導措施牌面。
H+0.5 時	機車集結點佈設	於阻斷路段南北端之機車集結點佈設牌面	事故處理小組佈設機車集結點牌面，並於機車集結點待命引導。
H+0.5~1 時	蘇花改管制車輛進入	蘇花改兩端管制車輛進入	事故處理小組佈設機車集結點牌面，並於機車集結點待命引導。
H+1~2 時	疏導機車通行	以「前導後護」方式通行蘇花改	事故處理小組「前導後護」

3.2 實施場域與資源配置

疏導作業實施場域為蘇花路廊，動員人力以路廊編制內駐守人力為主，其駐點分布如圖 3-4 所示，各路段駐點之人力與車輛配置，如表 3-3 所示。各駐點均預置告示牌面，包括台 9 丁管制公告牌面，以及機車集結點公告牌面，如圖 3-5 所示。



圖 3-4 蘇花路廊現場駐守人力配置圖

表 3-3 蘇花路廊阻斷應變人力與車輛配置表

路段	單位	人數(人)	車輛(輛)
A (蘇澳 - 東澳)	事故處理小組	東澳隧道北口：4	鏟裝機：1 標誌車：2 緩撞標誌車：1 水車：1 拖吊車：1 機車：3
		東澳隧道南口：3	鏟裝機：1 標誌車：2 緩撞標誌車：1 水車：1 拖吊車：1 機車：3
	地磅站磅工	蘇澳地磅：2 東澳地磅：2	無
	南澳段保全	A 哨：1 B 哨：1	-
B (南澳 - 和平)	事故處理小組	觀音隧道北口：5	大拖吊車：1 鏟裝機：1 標誌車：2 緩撞標誌車：1 水車：1 拖吊車：1 機車：3
		谷風隧道南口：3	鏟裝機：1 標誌車：2 緩撞標誌車：1 水車：1 拖吊車：1 機車：3
	自衛消防編組	觀音隧道北口：3	機車：3
		谷風隧道橫坑口：3	機車：3
		谷風隧道南口：3	機車：3
	地磅站磅工	南澳地磅：2 人 和平地磅：2 人	無
	南澳段保全	C 哨：1 人	-
C1 (和中 - 和仁)	自衛消防編組	中仁隧道南口：3 人	機車：3
	地磅站磅工	和中地磅：2 人 和仁地磅：2 人	無
	南澳段保全	D 哨：1 人	-
崇德	南澳段保全	E 哨：1 人	-

台9丁 武塔-漢本 道路阻斷交通疏導措施		
車種	集結地點	管制措施
小型車 大客車 大貨車	改行蘇花改	依現場管制通行
機車	台鐵南澳車站前	1.首次集結通行時間：月 日 時 分。 2.阻斷期間俾行集結通行時間： 每日上午 8 時 分；下午 15 時 分。 3.集結時間：於通行時間前30分鐘開始集結， 至通行時間截止；逾時不候，敬請見諒。
自行車	台鐵南澳車站	轉乘台鐵火車
註：載運危險物品車輛，請循大貨車進場路線進入地磅站， 依指定時段進街通過蘇花改。 公路總局第四區養護工程處 03-9962683		



圖 3-5 管制點、集結點公告牌面示意圖

3.3 交通疏導計畫之安全控管機制

1. 考量高架路段行車安全，風力經偵測或預估達「交通部公路總局快速公路及高架橋梁強風管制作業規定」（公路總局 109 年 12 月 29 日路交控字第 1090164196 號函），所訂標準時，蘇花改視狀況配合降速或於必要時管制封閉。蘇花改易受強風管制橋梁及路段，分別為台 9 線 104K+130 至 113K+420(蘇澳至東澳)路段及台 9 線 124K+580 至 145K+050(南澳至和平)路段。

(1) 高架路段行車降速：

偵測平均風速達 8 級以上之區域，行駛於該區域之橋梁之各型車輛注意強風、警示慢行並減降速至 30km/h 以下，並於 CMS 及警廣推播。

(2) 道路管制封閉：

偵測平均風速達 10 級以上之區域，啟動道路管制封閉，並於 CMS 及警廣推播。個案若因強陣風造成轄管橋梁造成設施毀損等災情，必要時執行道路封閉。

2. 依據「台 9 丁線 + 台 9 線共線」路段於達到風速管理值時 (風速 ≥ 8 級) 將實施道路封閉，同時間台 9 線蘇花改高架路段亦生成強風風險，因此不啟動機慢車改道台 9 線蘇花改疏導措施。

3. 當地方政府依「天然災害停止上班及上課作業辦法」宣布停止上課（或停止上班上課），範圍包含蘇花改蘇澳至大清水路段時，本交通疏導計畫之機車通行作業暫停實施；惟特殊狀況下（如氣象預報明顯高估於實際狀態），經工程處評估後，得恢復實施。相關作業細節，依據總局 107 年 8 月 10 日路防一字第 1070092824 號函「1070709 瑪莉亞颱風事件檢討報告」及本處 107 年 7 月 23 日四工交字第 1070048186 號函「107 年瑪莉亞颱風應變工作檢討會」結論辦理。

4. 經依「道路交通安全規則」第 84 條規定取得台 9 丁線蘇澳至崇德（交通阻斷路段）間通行許可之載運危險物品車輛，於本處公布之載運危險物品車輛通行時段內，依物資需求迫切性或危險物品屬性、當下交通狀況、天候狀況等因素，經指揮官同意後，以前導後護方式通過；未經取得通行許可之載運危險物品車輛，不得依本計畫

通行蘇花改。

5. 前項「前導後護通行」之護衛車輛（車隊），得由危險物品運送單位自行安排，惟必要時（例如通過東澳隧道）仍得由指揮官指派事故處理小組以前導、後護方式戒護通行；另依法令得免安排護衛車輛者，進入東澳隧道前，由事故處理小組以前導、後護方式通行。
6. 載運危險物品車輛循大貨車進場路線進入地磅站，如為「大貨車」，應過磅，過磅後依匝道儀控號誌指示匯入蘇花改主線車道；於非通行時段進入蘇花改，經大貨車進場路線進入地磅站，並依地磅站人員指示，由驅離車道駛離蘇花改，另於公布之通行時段進入。

四、案例分析 (111 年 10 月 7 日強降雨坍方阻斷)

4.1 事件應變處置歷程

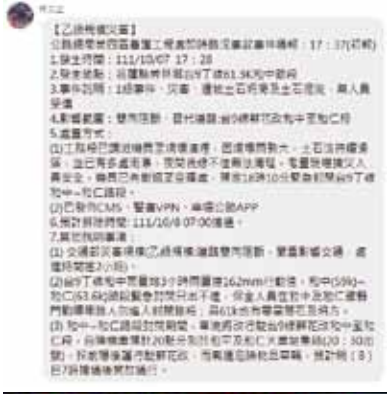



111 年 10 月 7 日國慶連續假日前一日，東北季風及共伴效應等影響，中央氣象局分別發布超大豪雨及豪雨特報，當日下午約 3 時 30 分左右，台 9 丁線 39.8K 觀音路段（蘇花改 B 段平行段）發生上邊坡坍方阻斷，南澳工務段雖已派遣廠商機具於現場清理，但因現場多處雨瀑並夾雜土石流持續滑落，考量用路人行車安全，工務段隨即發布新聞稿，實施預警性封閉台 9 丁線武塔至漢本路段，交通疏導措施擬定於晚間 6 時 30 分實施機車戒護通行台 9 線蘇花改南澳至和平路段。

時間來到下午約 5 點 30 分，台 9 丁線 61.3K 和中路段（蘇花改 C 段平行段）發生上邊坡坍方阻斷，也因現場雨勢過大，上邊坡土石持續滑落，且有多處雨瀑造成行車視線不佳，考量現場搶災人員及用路人安全，工務段再次發布新聞稿，於晚間約 6 時 10 分緊急封閉台 9 丁線和中至和仁路段，並於晚間 8 時 30 分再次實施機車戒護通行蘇花改路段之交通疏導措施，表 4-1 為 10 月 7 日實施「台 9 線蘇花路廊（含台 9 丁線）道路阻斷交通疏導計畫」處置歷程。

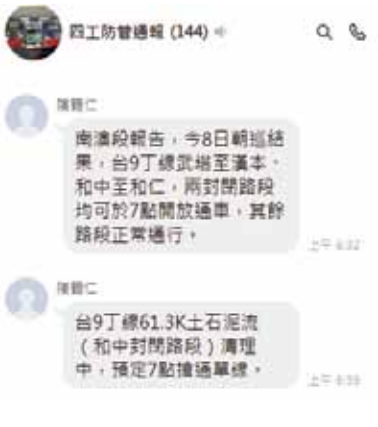
表 4-1 南澳交控中心交通疏導計畫應變處置時序紀錄一覽表

事件處置階段	時間	事件時序說明	紀錄照片 / 備註
交通疏導措施 勤前準備	1007 1500	交控中心預先通知各駐點盤點機車集結牌面。	因應蘇花路廊持續強降雨，交控中心提前盤點交通疏導措施前置作業。
事件偵知	1540	南澳段於 LINE 群組通報台 9 丁線 39.8k、39.9 土石流雙向阻斷，因現場雨勢大，土石流持續滑落，機具暫無法清理，考量現場搶災人員安全，台 9 丁線武塔 (33k)~ 漢本 (49k) 路段，暫時封閉只出不進，保全人員在武塔及漢本鐵柵門勸導用路人勿進入封閉路段，預計 111/10/8 7:00 搶通解除封閉。	
交管措施勤前準備	1609	金岳段長指示預定 18 點啟動第一波台 9 線蘇花路廊（含台 9 丁線）道路阻斷交通疏導計畫作業，視狀況晚間 8 時啟動第二波台 9 線蘇花路廊（含台 9 丁線）道路阻斷交通疏導計畫作業。	
	1650	金岳段擬定台 9 線蘇花路廊（含台 9 丁線）道路阻斷交通疏導計畫機車通行策略。集合時間與地點如下： 南下方向：18 時於臺鐵南澳車站開始集合，18 時 30 分出發 北上方向：18 時於臺鐵和平車站開始集合，18 時 30 分出發。	

多方通報派遣	1651	交控中心隨即通知南澳、和仁警察分隊將於 18 時 30 分啟動台 9 丁阻斷疏導作業機車通行，並協請警方協同事故處理小組戒護機車通行，並協助蘇花改南澳及和平端路口管制。	
交管措施資訊揭露	1700	南澳段發布武塔至漢本路段預警性封閉道路新聞稿。	
交管措施執行前準備	1712	事故小組回報：和平火車站機車集結牌面擺設完成。	
	1714	事故小組回報：南澳火車站機車集結牌面擺設完成。	

<p>交管措施執行前準備</p>	<p>1728</p>	<p>南澳段於 LINE 群組再次通報台 9 丁線 61.3K 和中路段 (蘇花改 C 段平行段) 發生上邊坡坍方阻斷, 也因現場雨勢過大, 上邊坡土石持續滑落, 且有多處雨瀑造成行車視線不佳, 並提前與金岳段確認, 預計於蘇花改 BC 段同時啟動機車前導後護交通疏導措施, 擬定 20 時集結, 20 時 30 分出發, 機車集結點分別南澳、和平與和仁。</p>	 
	<p>1800</p>	<p>南澳段發布和中至和仁路段預警性封閉道路。</p>	
<p>交管措施執行</p>	<p>1830</p>	<p>蘇花改南澳及和平兩端路口開始執行道路封閉, 準備進行蘇花改南澳至和平路段, 第一波機車前導後護之交通疏導計畫。</p>	
	<p>1835</p>	<p>第一波機車前導後護交通疏導措施執行數量, 共計南下 13 輛, 北上 26 輛。</p>	

<p>交管措施執行</p>	<p>1928</p>	<p>事故小組回報：和仁火車站機車集結牌面擺設完成(第二波機車前導後護前置準備作業)。</p>	
<p>多方通報派遣</p>	<p>2000</p>	<p>交控室通知南澳、和仁警察分隊將於 20 時 30 分啟動台 9 丁阻斷疏導作業機車通行，並協請警方協同事故處理小組戒護機車通行，並協助蘇花改路口管制。</p>	
<p>交管措施執行</p>	<p>2030</p>	<p>蘇花改南澳及和平兩端路口開始執行道路封閉，準備進行蘇花改南澳至和平及和平至和仁路段，第二波機車前導後護之交通疏導計畫。</p>	
	<p>2035</p>	<p>第二波機車前導後護交通疏導措施執行數量，共計南下 9 輛，北上 2 輛。</p>	
<p>交管措施執行</p>	<p>2100</p>	<p>雙向車隊抵達和平車站確認無其他車輛排隊繼續南下及北上。</p>	
	<p>2132</p>	<p>確認機車車隊皆已駛離蘇花改路段結束前導後護通行任務。</p>	

事件排除	1008 0630	南澳段於四工處 LINE 群組回報：台 9 丁線武塔至漢本及和中至和仁路段，將於 10 月 8 日上午 7 時解除預警性封閉，開放通車，亦可解除台 9 丁線交通疏導措施。	
------	--------------	---	--

4.2 交通疏導作業實務說明

本次台 9 丁 39.8K 觀音路段、台 9 丁線 61.3K 和中路段坍方阻斷後，本處隨即實施預警性封閉並啟動「台 9 線蘇花路廊（含台 9 丁線）道路阻斷交通疏導計畫」，依序通報參與權責單位與任務分配、車輛集結作業至完成疏導作業，茲就重要操作實務說明如后：

1. 啟動交通疏導計畫之決策過程

整起事件在處理過程中，本處依據南澳段回報台 9 丁線南澳至和平，及和中至和仁預警性道路封閉時間將達 4 小時以上，立即動員相關人力進行台 9 線蘇花路廊（含台 9 丁線）道路阻斷交通疏導措施之準備工作，分別於 17 時 00 分及 18 時 54 分對外發布新聞稿，將於 18 時 30 分首波（南澳至和平段）機車前導後護通行蘇花改，另將於 20 時 30 分實施第二波（南澳至和仁段）機車前導後護通行。

2. 參與權責單位與任務分配

在確定將實施台 9 線蘇花路廊（含台 9 丁線）道路阻斷交通疏導計畫後，由南澳交控中心進行警察、工務段、地磅站、事故處理小組等權責單位通報與任務指派。

3. 車輛集結作業

本處應變中心及南澳交控中心共同進行資訊揭露，包括新聞稿、警廣、LINE、BOBE、CMS 等，請有通行需求的用路人至兩端集結點等候通行。並透過南澳工務段保全人員，於台 9 丁線武塔、漢本、和中、和仁鐵柵門管制點處架設疏導措施牌面。並導引用路人前往車輛集結點等候通行。後續由蘇花改事故處理小組載運集結點牌面至南澳、和平及和仁火車站完成現場架設作業，詳圖 4-1 至圖 4-3 機車集結點示意圖，以及維持現場車輛秩序。

南澳端【機車集結位置圖】



圖 4-1 南澳火車站機車集結點位置圖

和平端【機車集結位置圖】



圖 4-2 和平火車站機車集結點位置圖



圖 4-3 和仁火車站機車集結點位置圖

4. 交通管制與疏導作業

交通疏導措施實施前，為讓機車前導後護車隊與一般用路人之車流，採分流管制，南澳交控中心電話通知地磅站「準備啟動機車前導後護通行」，前往蘇花改兩端路口處，與員警一同執行遠端路口短暫管制作業，後續再由事故處理小組標誌車擔任前導車輛，警察車輛則作為後護車輛，詳，協助車輛通行蘇花改路段 (詳圖 15 所示)，待機車車隊離開蘇花改路段後，南澳交控中心隨即通知兩端路口解除管制，並由現場員警疏導路口等候車輛，恢復蘇花改非管制車種正常通行。



圖 4-4 機車前導後護通行現況照片

5. 交通疏導執行成果

本次執行台 9 線蘇花路廊（含台 9 丁線）道路阻斷交通疏導計畫，共計實施兩波次，第一波南下方向共計通行 13 部機車，北上 26 部機車，第二波南下 9 部機車、北上 2 部機車，共計戒護 50 部機車通行蘇花改路段，讓台 9 丁線南澳至和仁沿線之機車通行需求於阻斷期間獲得紓解。隔日 10 月 8 日南澳工務段於四工處 LINE 群組回報，台 9 丁線武塔至漢本及和中至和仁路段，於上午 7 時解除預警性封閉，開放通車，亦同解除台 9 丁線交通疏導措施。

五、結論與建議

1. 結論

- (1) 考慮「蘇花路廊」阻斷包含蘇花改、台 9 丁線及共線路段之多點組合模式，通行方式多元複雜，因此訂定「台 9 線蘇花路廊（含台 9 丁線）道路阻斷交通疏導計畫」，透過該計畫可因應各種阻斷模式之交通疏導措施。並透過整合各單位資源配置量能，及確定各單位權責分工，經由執行實際演練操演，完整本計畫執行架構，以利實際啟動疏導作業時，更加從容不迫處置得宜。
- (2) 綜觀本事件之應變處置歷程，在決策實施疏導作業後，隨即依循「蘇花路廊（蘇花改、台 9 丁線）道路阻斷交通疏導計畫」啟動交通疏導措施之準備工作，無論是人員分配調派、橫向聯繫與向上通報、對外交通疏導措施訊息揭露、現場告示牌面之設置、現場民眾之集結引導等，都能迅速到位，且透過現場人員回報，以及沿線 CCTV 監看機車車隊前導後護通過蘇花改之狀況，成效卓著，本次共計實施兩波次，第一波南下方向共計通行 13 部機車，北上 26 部機車，第二波南下 9 部機車、北上 2 部機車，共計戒護 50 部機車通行蘇花改路段，讓台 9 丁線南澳至和仁沿線之機車通行需求於阻斷期間獲得紓解。

2. 建議

- (1) 實施疏導作業時，大多發生在天候不佳視線不良之環境下，如豪雨造成山區道路坍方阻斷，或是監控路段雨量站累積雨量已達行動值之條件，需要進行平行路段之台 9 丁線（原台 9 線）預警性封閉道路，而在啟動機車前導後護通行前之管制措施，其因天候陰暗之環境，缺少警示燈具設備，易讓管制人員執行管制作業時，產生安全危害風險，透過本次實際案例，建議後續配合管制作業時，應配置警示燈具設備，以維管制人員作業安全。
- (2) 為因應台 9 丁線可能發生交通阻斷達 4 小時以上之情境，本處於平時即已召集相關聯防單位進行台 9 線蘇花路廊（含台 9 丁線）道路阻斷交通疏導計畫之工作

協調與演練工作，各單位對於工作任務分派及執行上皆能迅速到位，後續亦將持續辦理台 9 線蘇花路廊（含台 9 丁線）阻斷交通疏導演練，讓各單位人員皆能熟悉疏導任務以因應突發之狀況。

參考文獻

1. 蘇花路廊（蘇花改、台 9 丁線）道路阻斷交通疏導計畫。
2. 台 9 線蘇花公路山區路段改善計畫 隧道事故暨整體防救災應變計畫。
3. 東部蘇花段陸路運輸中斷之疏運應變方案標準作業程序。
4. 交通部公路總局快速公路及高架橋梁強風管制作業規定。

淡江大橋主橋塔 P130 基礎及樁帽巨積混凝土施工

劉永輝¹ 蔣光華²

摘要

淡江大橋為單塔不對稱斜張橋，其主橋塔 P130 基礎樁帽為一長圓形（尺寸為長 77 m、寬 45 m 及厚高 5 m），為目前國內橋梁工程最大規模之單一基礎樁帽結構，巨量的結構配筋、階段預留鋼筋及穿越布設的內置預力鋼絞線等，交互穿插錯位，繁雜又干擾之工序規劃亦為樁帽施工的重大挑戰。

為符合交通部 104 年修正橋梁設計規範將耐久性納入工程需求且本橋耐久性設計提高至 120 年，因主橋塔基礎樁帽為巨積混凝土，故本工程特別將巨積混凝土施工相關要求納入契約規範，從混凝土材料選用、配比試驗拌合出料到澆置養治，均作繁複的規劃試驗與施工管制，在生產製程全生命週期預防水化熱可能造成的混凝土早期心表溫差裂縫、溫度收縮裂縫（降溫階段）、延遲性鈣矾石膨脹壓力裂縫等問題。

關鍵詞：淡江大橋、巨積混凝土

一、淡江大橋工程概述

淡江大橋及其絡道新建工程（第三標）長約 2km，其中主橋段為世界主跨最長之單塔不對稱斜張橋，主橋鋼構橋梁長約 920m 橫跨淡水河道中央，主橋不對稱跨距分別為 450 m 及 175 m（詳圖 1-1），其餘兩側陸域引橋及各式匝環道橋為場鑄預力混凝土梁橋長約 1,085m；橋面配置主線雙向 4 車道、2 機車道、2 自行車道（含人行道），中央並預留有輕軌系統或公車的專用車道（詳圖 1-2）。

¹ 中興工程顧問股份有限公司 監造經理

² 中興工程顧問股份有限公司 監造主任

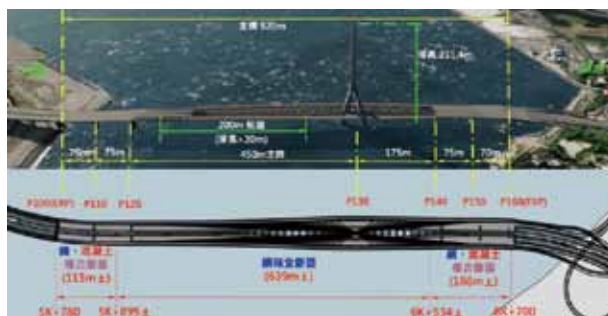


圖 1-1 主橋平立面配置圖

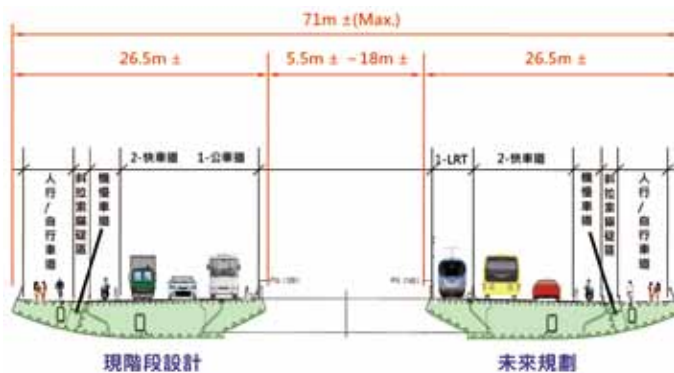


圖 1-2 主橋車道配置圖

二、P130 樁帽鋼筋施工

2.1 樁帽尺寸

P130 基礎樁帽為一長圓形 (尺寸為長 77 m、寬 45 m 及厚高 5 m)，水平斷面積高達 3,030 m²，單一樁帽體積約達 1 萬 5 千 m³，在樁帽與基座塔柱配置鋼筋量約 5,744 t，同時為連結人字型塔腳，在樁帽內部配置 3 層 × 15 排 × 19 條 15.2 mm Φ 內置預力鋼絞線，量大繁雜又交互干擾之配置 (詳圖 2-1)。

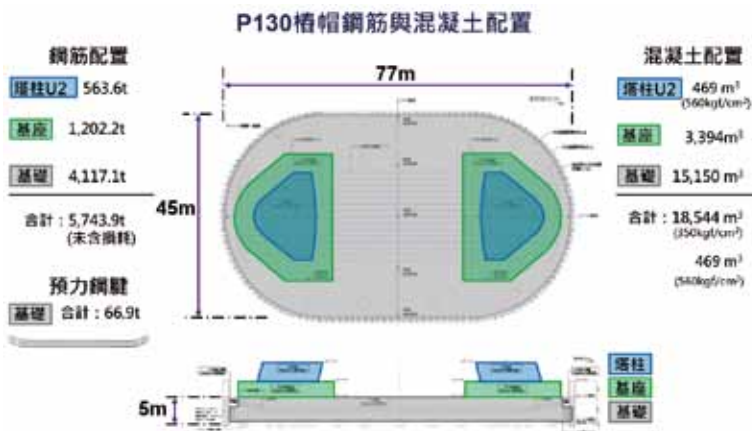


圖 2-1 P130 樁帽鋼筋及混凝土數量配置

2.2 樁帽鋼筋配置及施工

樁帽內鋼筋配置主要有下層多層雙向主筋、上層多層雙向主筋、與其他配筋 (詳圖 2-2)。

下層筋：全面設置雙向 3 層 D36@20 cm 鋼筋 (部分為 2 支束筋)，基座區增加雙向 5 層 D36@20 cm 鋼筋 (長向為 2 支束筋，短向單支) (詳圖 2-3)。

上層筋：全面設置雙向 3 層 D36@20cm 鋼筋 (部分為 2 支束筋)，基座區雙向 7 層 D36@20 cm 鋼筋 (部分為 2 支束筋)。

其他 (繫筋、鋼管樁樁帽連結鋼板及鋼筋)：全面設置 D19@20cm E.W. 繫筋、每根鋼管樁圍堰銲接 3 面鋼板，鋼板上銲有 D25@20cm 連結鋼筋。

除上述的樁帽內鋼筋配置外，隨樁帽混凝土澆置前尚有橋塔基座鋼筋、塔柱主筋及塔吊螺栓須預先埋置於樁帽內正確位置。

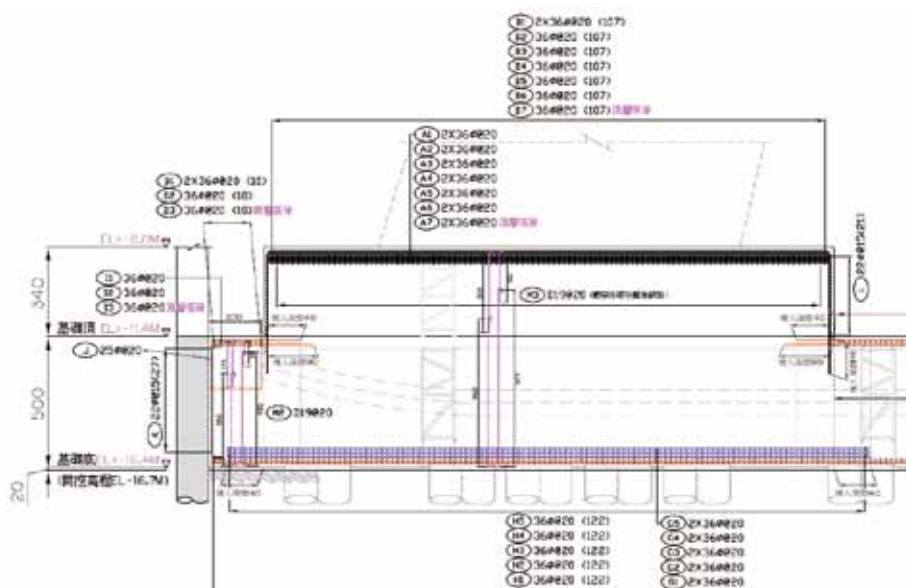


圖 2-2 P130 樁帽鋼筋配置



圖 2-3 樁帽下層及基座下層鋼筋

因主橋塔為人字形，塔腳為斜向柱，埋設入基礎內之主筋鋼筋亦須斜向埋設，為克服鋼筋自重傾斜分力，須設置鋼筋輔助樣架，確保其穩固性並可同步控制擺放位置，減少偏差。其每側塔腳由 12 座固定架組成，每座固定架各 6 層水平向束制鋼筋，分別依高程推算主筋位置輔以束制固定 (詳圖 2-4)。



圖 2-4 主橋塔塔柱鋼筋樣架組立

塔腳八里側主筋 D32 鋼筋計 1,404 支，淡水側主筋 D32 鋼筋計 1,662 支，主筋綁紮作業採吊車逐根吊放，配合施工人員分站於樣架各層輔助斜向引導綁紮，為加速綁紮作業 2 塔 2 側 4 部吊車同步作業施工 (詳圖 2-5、2-6、2-7)。



圖 2-5 主橋塔塔柱鋼筋樣架組立完成 -1



圖 2-6 主橋塔塔柱鋼筋樣架組立完成 -2



圖 2-7 塔柱鋼筋綁紮吊車配置

主橋塔高度為 E.L.+200 m，後續將設置塔吊協助施工，塔吊平台結構採鋼構造，預埋螺栓由 8 座鋼製樣架組成，為確保塔吊穩固檢討設置於樁帽上、下層鋼筋之間，故需於上層筋綁紮前完成吊放安裝 (詳圖 2-8)。



圖 2-8 塔吊預埋基座

樁帽及基座上層鋼筋分為雙向 3 層共 6 層 D36 鋼筋及雙向 7 層共 14 層 D36 鋼筋，且其綁紮高度距底部約 4.7 m(樁帽)與 2.8 m(基座)高，支撐架需極為堅固，必須承受鋼筋材料自重及工作載重，避免上部鋼筋扭曲和下陷，如採傳統馬椅(馬凳筋)方式設置，除需加強斜撐銲接及防止彎曲之束制，稍有不慎可能造成基礎鋼筋整體塌陷等嚴重後果。主橋塔樁帽為避免上述問題發生，採鋼製支撐架搭配 H 型鋼連結，確保支架的穩定性和承載力，樁帽範圍共設置 175 座支撐架，事先依底層鋼筋層數計算支撐架高度 (詳圖 2-9、2-10)，底層筋完成後逐座吊放固定，並設置鋼筋綁紮施工走道，提供施工人員安全工作環境。

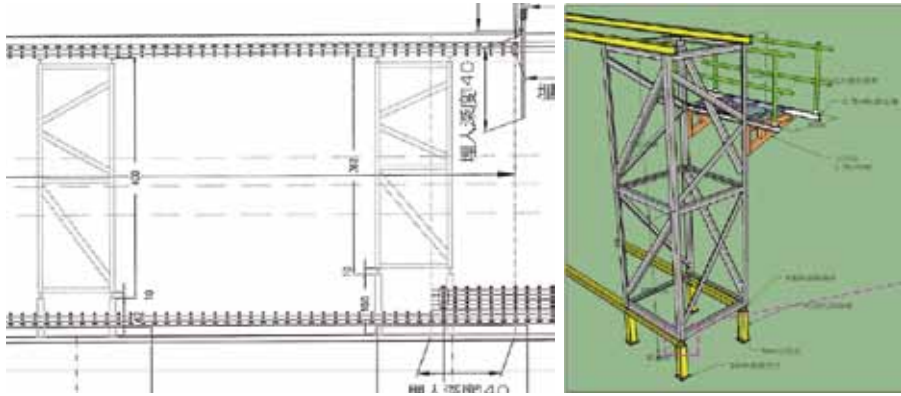


圖 2-9 樁帽上層鋼筋支撐架 -1

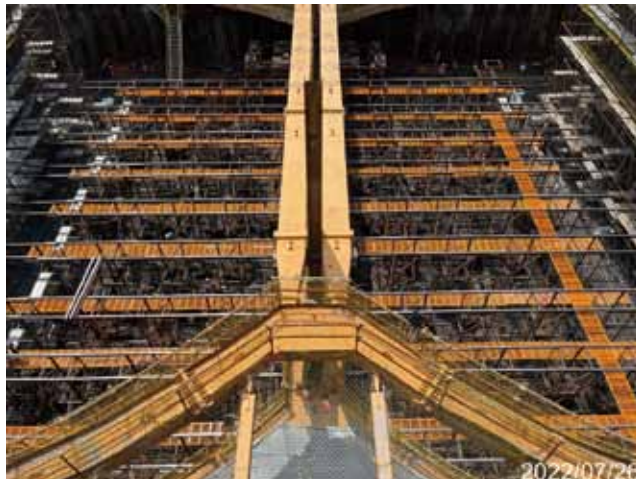


圖 2-10 樁帽上層鋼筋支撐架 -2

鋼筋吊放於支撐架 H 橫梁，施工人員站立於走道上進行第一層鋼筋鋪設，逐層鋪逐完成，上層鋼筋綁紮需對齊各層鋼筋，約 3~5 m 留設 1 澆置孔使澆置尾管可深入至樁帽內部進行灌漿，另因主橋起始節塊 (依地名 Bali ,Origin,Tamsui 簡稱 B.O.T 節塊) 場撐於樁帽上，樁帽澆置前亦需設置場撐架基座鋼筋 (詳圖 2-11、2-12、2-13)。



圖 2-11 樁帽上層鋼筋綁紮作業



圖 2-12 樁帽垂直向繫筋



圖 2-13 樁帽澆置孔及場撐基座鋼筋

主橋塔位於河海交界處，樁帽鋼筋數量甚多，綁紮作業歷時 2 個月，為避免氯鹽附著使鋼筋容易生銹，於澆置前必須以強力大量淡水清洗鋼筋 (詳圖 2-14)。



圖 2-14 澆置前鋼筋清洗

2.3 預力鋼鍵配置及施工

內置預力套管共布設 3 層 × 15 排 × 19 條 15.2 mm Φ 預力鋼絞線，於樁帽 2 側留設八里側 (2 m 寬)、淡水側 (3 m 寬) 之預力穿線及施拉作業區 (詳圖 2-15)，澆置作業時預做混凝土試體，齡期強度達設計強度 80% 後始進行施拉，端錨採雙向施拉 (383.28 噸 / 每束)，套管灌漿前須再以清水洗淨套管內污水並空壓機吹除殘留水份，預力施拉及灌漿作業完成後進行預力施拉作業凹槽區鋼筋二次組紮並進行樁帽 2 次澆置混凝土。

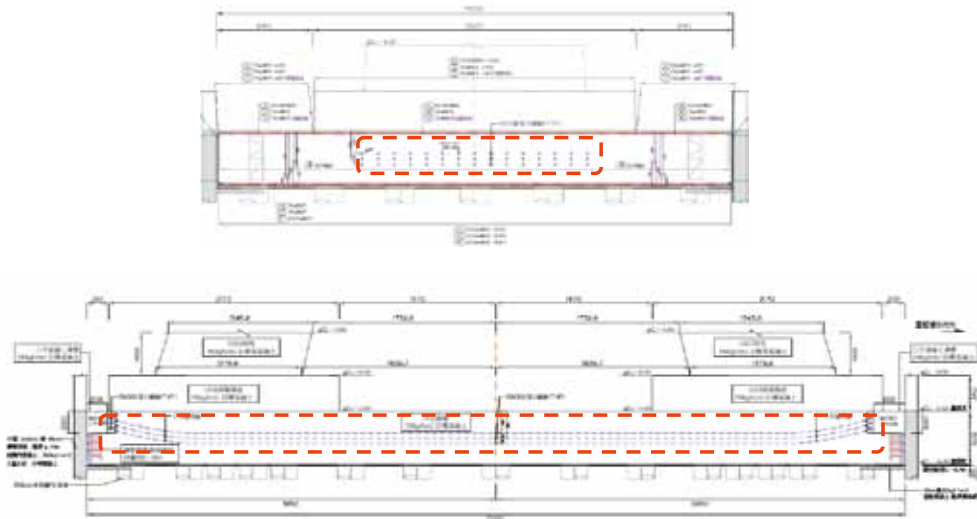


圖 2-15 樁帽預力鋼鍵配置縱橫斷面圖 (紅框處)

為解決預力套管與樁帽鋼筋位置衝突干擾，於上層筋支撐架放置時，預先避開預力套管位置，且繫筋綁紮作業施工人員需分別位於樁帽頂部與內部搭配綁紮，避免鋼筋刺穿預力套管並排除鋼筋與套管位置衝突 (詳圖 2-16)。



圖 2-16 樁帽預力鋼鍵套管配置

三、巨積混凝土施工

3.1 概述

淡江大橋主橋塔樁帽基礎長 77m、寬 45m、基礎厚度達 5 m，面積 3,030m²(詳圖 3-1)，混凝土設計強度 350(kgf/cm²)，因巨積混凝土需降低水合熱減少水泥用量，故允收強度齡期延至為 56 天，樁帽混凝土體積約 1 萬 5 千 m³，為避免分塊澆置新舊界面困難處理及效果難以確認，施工團隊多方考量後決採一次澆置規劃，故其混凝土供料流暢度與原物料後勤至關重要，施工團隊於澆置前數月即召開多次準備會議，確認日夜班人力、機具檢修、設備保養、材料運補、施工動線、預拌廠備用發電機、混凝土降溫設備、天氣預報、後勤及緊急應變等細節，並於其他樁帽澆置時進行流程演練。



圖 3-1 樁帽鋼筋綁紮完成 (澆置前)

3.2 混凝土之配比設計

巨量之主橋塔樁帽混凝土為符合巨積混凝土的規定，自開工初期即進行反覆多次耗時的配比設計、溫升試驗及材料選用調整等，施工說明書為控制齡期水化熱特別規定 (1) 開放 CNS 61(卜特蘭水泥) 及 CNS 15286(水硬性混合水泥) 選用、(2) 設計強度 350(kgf/cm²) 最大水膠比為 0.4、(3) 膠結材 7 天齡期水合熱不超過 250kJ/kg、(4) 允收強度齡期由 28 天延至 56 天、(5) 最高心溫小於 70°C 與心表溫差小於 20°C 等，透過各種材料的開放組合進行配比設計，得以既符合混凝土低水合熱 (LH) 又可符合高抗氯離子滲透的雙重規定，配比最終確定採水膠比為 0.4，巨積混凝土 56 天齡期之允收強度為 350(kgf/cm²)，抗氯離子滲透係數可符合 28 天齡期小於 7×10⁻¹² m²/s，56 天齡期小於 5×10⁻¹² m²/s 之規定，各相關材料配合比 (詳表 3-1)：

表 3-1 本工程混凝土巨積 350(kgf/cm²) 之配比

材料	混合水泥	水	粗粒料	細粒料	附加劑	單位重
材料重	386	151	994	843	3.55	2378

3.3 溫控計畫及實體試驗 (Mock-up)

配比設計確認後再據以編製溫度管控計畫書，並於工作現場辦理 Mock-up 試驗，內容包含 (1) 確保混凝土最高溫度 70°C 及心表溫差不超過 20°C 之相關措施、(2) 混凝土最高溫度及心表溫差之計算書、(3) 現場溫度監測計畫（包含溫度監測儀器及配置圖、監測紀錄提送頻率、溫度異常之應變措施等）、(4) 養護及保護措施（包含材料及方法、養護期程、模板拆除程序等資料）。

配比設計確認後尚需辦理該配比之混凝土絕熱溫升試驗，特別委由臺灣營建研究院與台大土木系團隊所開發出的絕熱溫升量測設備辦理測試，簡言之為一使用環境補償法之封閉設備來進行混凝土絕熱溫升之量測，其試驗設備（詳圖 3-2），試驗方法係將新拌混凝土置於一量測區中，以隔絕環境物質影響其混凝土水化之歷程，且該量測區之混凝土中心埋設熱偶計，即時記錄混凝土之溫度，量測區外側以可加熱物質作為補償量測區外側環境溫度之介質，該介質之溫度係透過電熱器加以控制，而為使混凝土中之水合熱不受環境之溫差梯度而造成熱量損失，透過系統控制電熱器，使量測區外側之介質溫度與量測區內混凝土中心之溫度一致，達到絕熱之環境。

混凝土絕熱溫升試驗結果採新拌溫度為 27.2°C ，其配比 7 天絕熱溫升試驗結果為 40.6°C ，其溫升曲線（詳圖 3-3）。

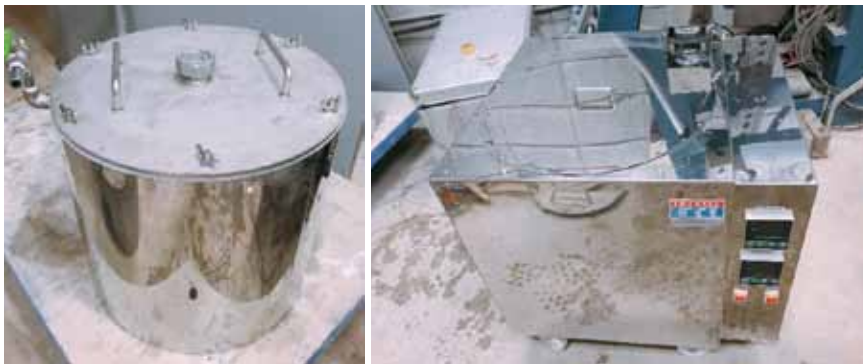


圖 3-2 絕熱溫升試驗之隔熱鋼桶與加熱水槽

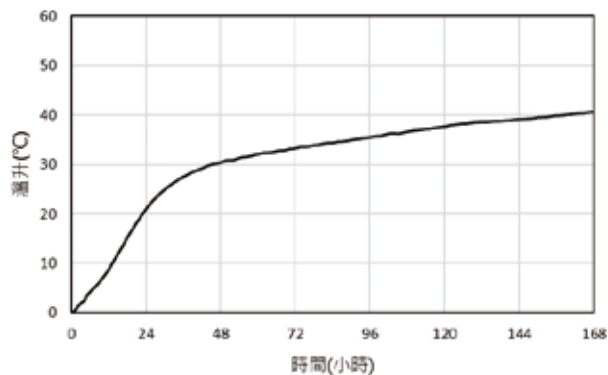


圖 3-3 本工程巨積 $350(\text{kg}/\text{cm}^2)$ 混凝土配比之 7 天絕熱溫升曲線

溫度管控計畫書計算完成後並搭配實作試驗 (Mock-up Test) 驗證，以確保實際施作時之保溫措施成效，並能提供足夠的相關資訊，作為巨積混凝土構件保溫養護期間維護管理決策所需之參考，實體試驗測溫線佈設 (詳圖 3-4)，位置及數量 (詳表 3-2)。

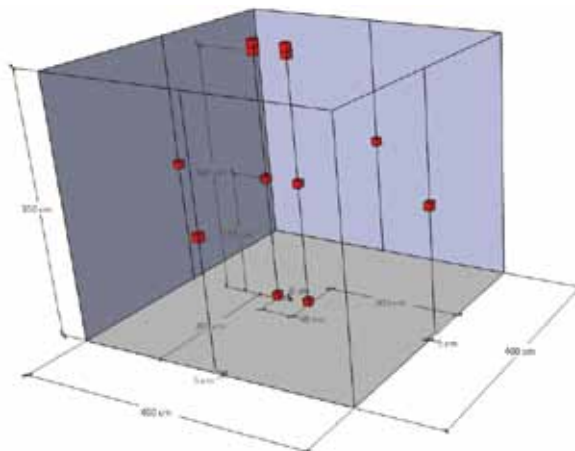


圖 3-4 測溫線佈設位置立體圖

表 3-2 測溫線安裝位置及數量說明

位置	平面座標 (cm)	測點名稱	與澆置面距離 (cm)
中心 1	(0, 0)	1- 表	0
		1- 上	5
		1- 中	175
		1- 底	345
中心 2	(-50, 0)	2- 表	0
		2- 上	5
		2- 中	175
		2- 底	345
東面模版側	(195, 0)	3- 中	175
西面模版側	(-195, 0)	4- 中	175
南面模版側	(0, -195)	5- 中	175
北面模版側	(0, 195)	6- 中	175

實作試驗之溫度量測採用自動化記錄之即時監測系統，監測頻率為每半小時量測 1 次，透過無線網路模組將數據回傳至資料庫，施工管理人員即可透過電腦或智慧型手機隨時上網察看混凝土之溫度變化。混凝土溫度及溫差控管應從開始澆置至內部溫度冷卻為止，以確保保溫措施移除時，最高心溫低於 70°C 環境平均溫度和內部溫度之差異低於 20°C，Mock-up 試驗期程共計量測 20 天 (詳圖 3-5)。



圖 3-5 上側保溫材 - 帆布鋪設情形

溫度量測結果摘要 (詳表 3-3)，均可符合規範限制之心溫小於 70°C 及心表溫差小於 20°C 雙重限值。

表 3-3 溫度量測試驗結果摘要

項目	測點編號 (測點名稱)	溫度 (°C)	發生時間	澆置完成後天數
最高心溫	2 (1- 中)	56.1	4/3 02:00	第 3.5 天
上表面 最大心表溫差	3 (1- 上)	11.2	4/16 22:30	第 17.4 天
	7 (2- 上)	10.8	4/16 01:00	第 16.5 天
側表面 最大心表溫差	9 (南側)	14.4	4/4 11:30	第 4.9 天
	10 (東側)	17.6	4/4 11:30	第 4.9 天
	11 (北側)	14.9	4/5 09:30	第 5.8 天
	12 (西側)	17.1	4/5 04:00	第 5.6 天

由實作試驗結果與主橋塔基礎溫度控管計畫書之比較可知，計畫書所分析之最高心溫及建議之保溫措施經驗證後確實可達到本工程規範之要求，實體澆置時為要更精準掌控各種保溫措施撤除時間，須於實際施工時另作現地即時溫度監測加以監視及判定 (詳表 3-4 及圖 3-6)。

表 3-4 溫度量測試驗結果摘要

位置	季節	澆置溫度	上表面保溫措施	側表面保溫措施
主橋塔基礎不分層 (5 m)	春秋季	25°C	不織布 +1 cm 厚 PS 板 + 防水帆布	第 3.5 天
	夏季	27°C	不織布 +1 cm 厚 PS 板 + 防水帆布	第 17.4 天
	冬季	21°C	不織布 +2 cm 厚 PS 板 + 防水帆布	第 5.6 天



圖 3-6 保溫材鋪設

3.4 施工供料規劃

混凝土供料由武雄觀音廠及宜興三芝廠兩處同時供料，並針對材料需求、車輛需求、產能、存量、車輛預定配送車輛等彙整 (詳表 3-5、3-6、3-7 及圖 3-7、3-8、3-9)：

表 3-5 混凝土供料規劃

混凝土澆置前檢查表					
結構物名稱	P130基礎				
預訂澆置量	15000M ³				
混凝土強度	350巨積 kgf/cm ² (抗滲透5)				
廠別	武雄觀音廠		宜興三芝廠		
廠內配比編號	K65350183		X65350183		
材料需求	水泥	1930噸	水泥	4632噸	
	砂石	9185噸	砂石	22044噸	
	藥劑	18噸	藥劑	43.0噸	
預定出貨量	5000M ³		10000M ³		
車輛需求	60車(包括18台公司車+12台駐廠車+30台外車)/日夜各30部		80車(包括16台公司車+5台駐廠車+20台宜蘭廠+39台外車)/日夜各40部		
拌合機產能	每部拌合機產能(55~60(m ³ /hr))=60M ³ /HR		每部拌合機產能(55~60(m ³ /hr))*2=120M ³ /HR		
倉桶存量 (露天骨材)	粗細骨材	倉內:3900噸 露天:5000噸	粗細骨材	倉內:2440噸 露天:2450噸	
	IP水泥(T)	倉內:450噸	IP水泥T	倉內:1000噸	
	冰水量	倉內:200噸	冰水量	倉內:200噸	
	藥劑		藥劑	倉內:15噸	
預拌車輛	30車		41車		
	機車?時間?	30車·一台車5分鐘	機車?時間?	40車·一台車5分鐘	
預定運送水泥車車次	49車		121車		
預定運送骨材車次	59車		582車		

表 3-6 宜興三芝廠備料及運補

	儲存量		庫內庫存合計	所需用量	所需總量	現期庫存數量	1小時耗用量	1小時耗用量	運補車次	備註
	管材料庫最大存量	堆置區								
IP水泥	1000T		1000T	3860T	2,490T	30T	46T	1.5車	93車	運補車輛安排18車
進口砂	672T	600T	1272T	7587T	6,315T	30T	91T	3車	211車	運補車輛安排15車
台灣砂	672T	600T	1272T	813T	T	30T	10T	3車	NA	
6分石	336T	500T	836T	2883T	2,447T	30T	35T	1.2車	68車	運補車輛安排4車
3分石	384T	750T	1134T	6660T	5,526T	30T	80T	2.7車	181車	運補車輛安排15車
2分石	336T		336T	398T	62T	30T	5T	1.2車	2車	運補車輛安排1車
藥劑8268	12T		12T	30T	24T	10T	0.43T	1車	2車	運補車輛安排2車

表 3-7 宜興武雄廠備料及運補

	儲存量		廠內庫存日	所需總量	所需運補量	運輸車次數量	1小時耗用量	1小時耗用量	運輸車次	備註
	材料庫最大存量	地區區								
IP水泥	450T		450T	1930T	1,480T	90T	23T	.8車	40車	運輸車輛安排10車
進口砂	850T	1800T	2650T	3794T	1,144T	90T	46T	1.5車	38車	運輸車輛安排5車
台灣砂	850T	1400T	2250T	422T	T	90T	5T	.2車	車	NA
5分石	850T	600T	1450T	1441T	T	50T	17T	.3車	車	運輸車輛安排9車
3分石	1100T	1200T	2300T	3307T	1,930T	50T	40T	.8車	21車	運輸車輛安排9車
2分石	250T	T	250T	190T	T	50T	2T	.車	車	NA
標州S268	24T		24T	18T	T	10T	.21T	.車	車	運輸車輛安排1車



圖 3-7 砂石料運補



圖 3-8 拌合場試運轉



圖 3-9 拌合場試運轉

3.5 施工澆置動線規劃

受限場地限制，共配置 4 部混凝土泵送車同時澆置 (詳圖 3-10、3-11)，並預備 1 輛備用泵送車於現場待命更替，混凝土預拌廠由 2 廠供料 - 宜興三芝廠、宜興武雄廠。

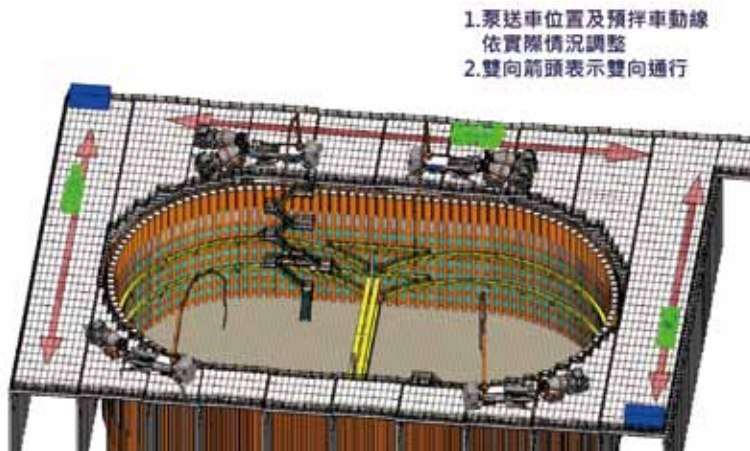


圖 3-10 混凝土澆置動線及下料點規劃



圖 3-11 現場混凝土澆置動線及下料點

3.6 澆置作業

自 111 年 8 月 28 日 08:30 分第 1 部預拌混凝土車抵達開始澆置 (詳圖 3-12~3-15)，期間雖曾遭遇泵送車攪拌軸故障、混凝土預拌廠 2 次台電外線跳電、混凝土預拌廠機具設備因持續開機溫度過高等…等突發狀況，在緊急聯絡台電報修及啟用備用電源、備用車輛及泵車支援、拌合廠機械設備增設風扇降溫及維修工班待命等，終能相互備援在未有斷料的情況於 111 年 9 月 1 日 03:00 完成主橋塔基礎，連續出料澆置工作達 93 小時，澆置數量共 14,394 m³。



圖 3-12 樁帽混凝土澆置



圖 3-13 樁帽混凝土澆置



圖 3-14 陳政次準備夜點慰勞施工人員



圖 3-15 保溫材鋪設

3.7 溫控措施與監測成果

橋帽溫控溫測計位置 (詳圖 3-16)，澆置完成後當日即於主橋塔基礎完成面上表面覆蓋不織布、1 cm 厚 PS 板及防水帆布作為保溫措施，經基礎澆置後實際監測，以符合本工程補充施工說明書第 03700 章「巨積混凝土」中之最高心溫 70°C 與心表溫差小於 20°C 之重要規定。

工程名稱:淡江大橋新建工程
主橋塔基礎溫度監測

試驗項目:巨積混凝土溫度量測試驗

執行單位:財團法人臺灣營建研究院

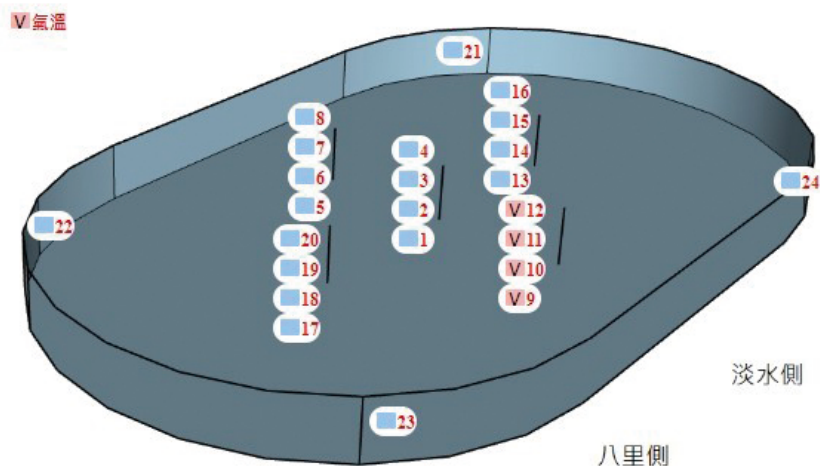


圖 3-16 保溫材鋪設

主橋塔樁帽於 111 年 9 月 1 日凌晨為澆置完成時間，溫度量測結果 (詳圖 3-17)(以測點 9、10、11、12 為例)，紅色曲線為心溫曲線 (測點 10)，於 9 月 2 日測得最高心溫為 61.5°C，發生時間為澆置完成後第 2 天左右，符合最高心溫 70°C 之規定；承前述所示，紅色曲線為心溫曲線，綠色曲線為表溫曲線，兩曲線之間距即為心表溫差，本次澆置最大心表溫差為 18.6°C (測點 18 與測點 19 差值)，發生時間為第 3.7 天，符合最大心表溫差小於 20°C 之規定。

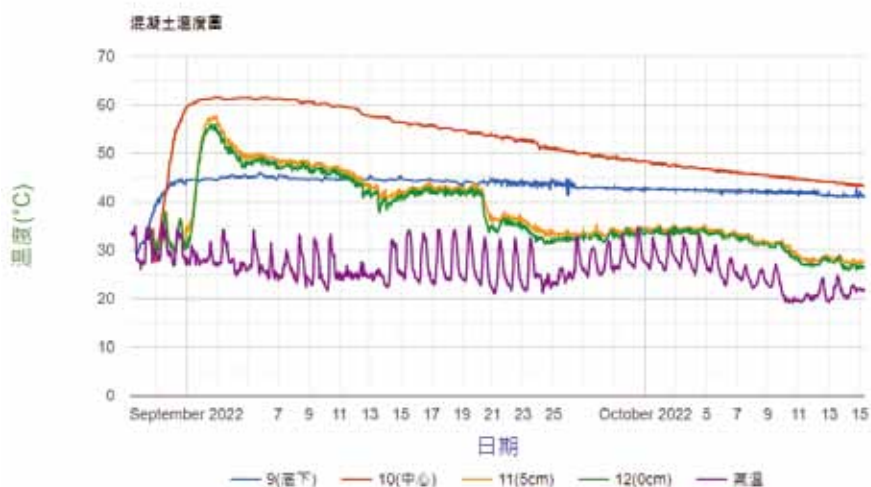


圖 3-17 樁帽溫控監測歷程圖

四、塔腳基座施工

4.1 工作構台之架設

基座高度 3.4m，上層鋼筋雙向 7 層共 14 層 D36 鋼筋，其鋼筋綁紮高度距樁帽完成面 2.8m~3.3 m，為確保施工人員搬運綁紮鋼筋作業安全，特別搭設大區域工作平台，減少作業高差 (詳圖 4-1、4-2)。



圖 4-1 基座鋼筋施工平台支撐架

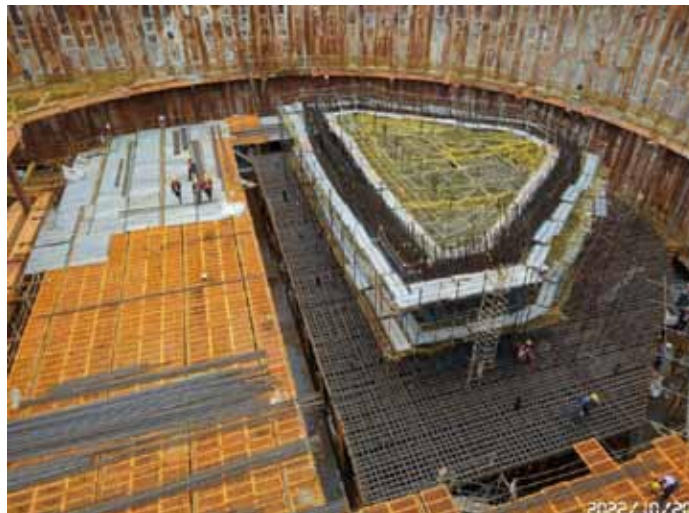


圖 4-2 基座鋼筋施工平台

4.2 基座主筋支撐架之布設

基座上層鋼筋共 14 層 D36 鋼筋估計單座約 593.4 t × 2 座，為安全支撐其重量，同採鋼製支撐架替代傳統鋼筋馬椅，因下層樁帽澆置已預留繫筋，鋼製支撐架必須改採為片式及點式，再於頂部 H 型鋼整體連接固定，以利調整位置排除衝突 (詳圖 4-3)。



圖 4-3 基座鋼筋支撐架

4.3 多層頂層筋與塔柱主筋穿越之困難施工

主橋塔塔腳主筋為傾斜向 (樁帽預留)，橋塔壁體厚度約 100 cm，且非正交矩形，故基座雙向各 7 層 D36 鋼筋需逐根調整穿越壁體，增加綁紮作業難度 (詳圖 4-4~4-7)。



圖 4-4 橋塔外型 (E.L.-4.0 m)



圖 4-5 橋塔外型 (主筋預留)



圖 4-6 橋塔外型 (主筋斜向預留)



圖 4-7 基座鋼筋逐根穿越橋塔預留筋

4.4 基座繫筋之施工

整體繫筋 D19@20 E.W. 配置，5m 厚樁帽與 3m 厚基座分開澆置，故規劃繫筋於基座內部搭接施做，避免一次預埋影響上層筋綁紮作業。

4.5 塔柱系統模板預埋件

塔柱節塊模板於每側基座完成面規劃 120 處預埋件，埋設深度 46cm，故於上層筋第 6 層完成後進行埋設，塔柱外型為漸變曲面造型，預埋件位置需逐處放樣，確保埋設精準度 (詳圖 4-8、4-9)。

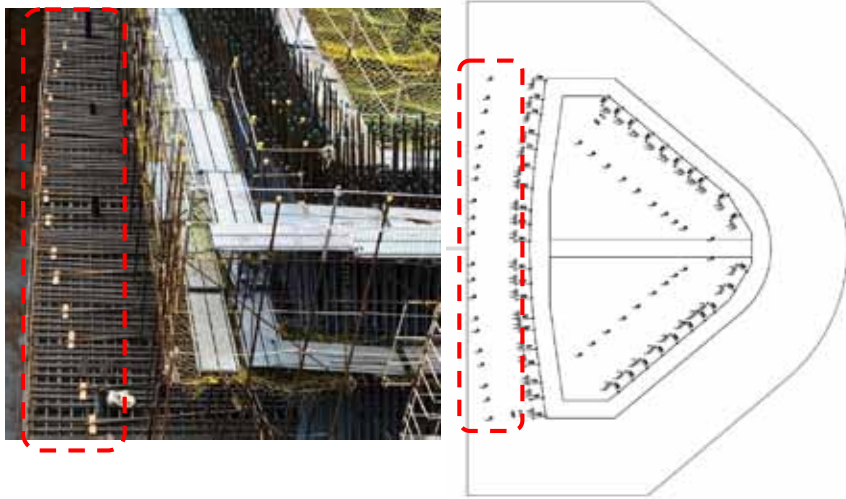


圖 4-8 橋塔 U2 節塊系統模板預埋件放樣 (紅框處)

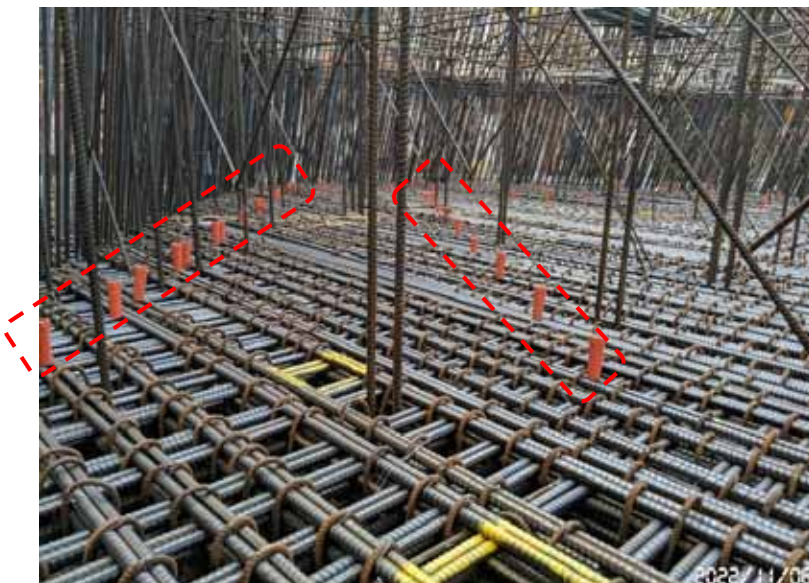


圖 4-9 橋塔 U2 節塊系統模板預埋件配置 (紅框處)

五、結論

淡江大橋主橋塔 P130 樁帽基礎於 111 年 8 月 28 日早上 07:00 開始混凝土澆置作業，工作團隊預先規劃各項施工計畫，亦召開多次各式澆置前會議研議，預排相關工序、人力、車輛動線及安衛管制作為等，終得以確保作業安全施工。

即使經縝密的工作安排，過程仍不免出現不可預期的狀況，如台電停電、拌合車及混凝土泵車故障、混凝土預拌廠機具設備因持續開機溫度過高等突發狀況，讓團隊繃緊神經努力排除，但終能相互備援在未有斷料的情況下於 111 年 9 月 1 日清晨 3 點完成 P130 主橋塔基礎，連續澆置作業達 4 天日夜，不中斷累計工作達 93 小時共 1,626 車次，澆置數量計 14,394 m³；特大量體的巨積混凝土基礎施工過程確實不易，過程應可提供未來各項工程施工參考。

感謝工作團隊的努力付出與交通部公路總局各級長官的督導與鼓勵，樁帽基礎完成，淡江大橋主橋跨入下個階段塔柱工程，團隊亦將戰兢穩健地迎接的每一項挑戰與困難，期能如期如質地完成各項重要任務，也期盼此項國際級的重大工程能成為公共工程施工典範。

參考文獻

1. 中興工程顧問股份有限公司。淡江大橋及其連絡道路新建工程(第3標)施工計畫(中華民國 106 年 12 月)。
2. 工信工程股份有限公司。P130 樁帽 350(kgf/cm²) 巨積基礎現場驗證成果報告。(中華民國 111 年 11 月)。
3. 工信工程股份有限公司。P130 基礎施工計畫書。(中華民國 111 年 5 月 10 日)。



～ 失真的美麗～

暖化造成氣候變遷、海平面上升、生態嚴重失衡
如果有一天，我們能留給子孫的
只剩下檔案壓縮下美麗的地球……

行政院消費者保護處提醒您，只要在日常生活中注意一些小細節，就可以減少不必要的能源支出，珍惜能源、疼愛地球，大家一起來！

- ◎ 購買家電用品請選擇有節能標章的產品
- ◎ 不購買過度包裝之商品
- ◎ 使用省電燈泡及再生紙
- ◎ 購物自備購物袋，減少使用塑膠袋



行政院消費者保護處 <http://www.cpc.ey.gov.tw>
全國消費者服務專線 1950

臺灣公路工程

出版者：臺灣公路工程月刊社

地 址：10863 臺北市萬華區東園街 65 號

電 話：(02)2307-0123 轉 8112

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

編 者：臺灣公路工程編輯委員會

出版年月日：中華民國 112 年 3 月 15 日

創刊年月日：中華民國 41 年 11 月 11 日

刊期頻率：每月 15 日出刊

本期定價：新臺幣 30 元

展售處：

五南文化廣場

地 址：40042 臺中市中山路 6 號

電 話：(04)2226-0330

國家書店松江門市

地 址：10485 臺北市中山區松江路 209 號 1 樓

電 話：(02)2518-0207 (代表號)

國家網路書店：<http://www.govbook.com.tw>

三民書局

地 址：10045 臺北市重慶南路一段 61 號

電 話：(02)2361-7511

印刷者：台灣身心障礙生活促進協會

地 址：23586 新北市中和區中正路 988 巷 15 號

電 話：02-22227689

中華民國 112 年 3 月初版一刷

GPN：2004100003

ISSN：1812-2868

著作財產權：交通部公路總局

本刊內容不代表本局意見，發表之文字如需轉載或引用
請先徵得本刊之同意。

(請洽臺灣公路工程月刊社，電話：(02)2307-0123轉8112)

半年新臺幣 150元
一年新臺幣 300元
軍人及學生半價優惠

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

ISSN 1812-2868



9 771812 286005

GPN200410003

定價新臺幣30元