

ISSN:1812-2868

臺灣公路工程

第 49 卷 第 2 期

〈每月 15 日出刊〉



TAIWAN HIGHWAY ENGINEERING

Vol. 49 No.2 Feb. 2023

交通部公路總局

中華民國 112 年 2 月 15 日



封面說明

台 21 線 136K- 赤楊林

吳逢源 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 2 期 目錄

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

臺灣公路工程

發行人

陳文瑞

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 蔡宗成

劉雅玲 陳松堂

葉双福 李順成

陳俊堯 謝俊雄

吳昭煌 林文雄

郭清水 詹益祥

江金璋 李宗仁

王韻瑾

路由心生，南投好行 -111 年交通部金路獎
用路人資訊考評經驗分享

.....蔡宜宏、陳韻盛、許朝勝、陳凱傑(2)

多音束掃描應用於臨海地區橋梁基礎沖刷追蹤：
以台 17 線東石南橋 108 年至 111 年成果為例

.....何明然、蔡明君、楊依璇、鞠志琨(53)

路由心生，南投好行 -111 年交通部金路獎 用路人資訊考評經驗分享

蔡宜宏¹ 陳韻盛² 許朝勝³ 陳凱傑⁴

摘要

「你想去哪裡？」一句與親朋好友的日常問候，然而如何讓所有用路人平安順利的抵達目的地，卻是我們公路人一輩子的課題。正確的資訊導引變成一件最重要的小事，一塊牌面、一盞號誌燈、一段紅白黃的標線，它們就像公路上的每一顆小小螺絲釘，只要對道路管理稍有疏忽，就會拉長駕駛人的行車時間或讓駕駛人失去方向。南投工務段代表第二區養護工程處參加 111 年金路獎用路人資訊考評的主題為「路由心生，南投好行」，是長期對公路設計與營造的一種期許，透過「簡明、安全、效率、人本」四大目標，引領用路人安心前往目的地。此篇金路獎考評經驗分享文尚祈各方先進給予指教。

關鍵詞：用路人資訊、人本交通、分流指向線、車向分流、偏心槽化、路口安全。

一、啟動 5 心級服務，創造移動新視界

1.1 評選規則及研訂原則

依據交通部「金路獎實施要點」訂定「交通部金路獎用路人資訊類考評基準」，包括其附件「評分表」之評分項目與標準。用路人資訊類之評比原則包括：(1) 提供用路人適當、完整及正確之一般交通資訊；(2) 重現性壅塞及連續假期疏運之措施及資訊

¹ 第二區養護工程處養護科科長（時任南投工務段段長）

² 交通管理及控制中心幫工程司

³ 南投工務段副工程司

⁴ 南投工務段科員

提供；(3) 特殊事件之處理措施及資訊提供；(4) 交通新意象之表現及其他創新措施；(5) 簡報等項目。

表 1-1 交通部金路獎用路人資訊類評分表

評分項目	項目總分
一、提供用路人適當、完整及正確之一般交通資訊	30
二、重現性壅塞及連續假期疏運之措施及資訊提供	25
三、特殊事件之處理措施及資訊提供	20
四、交通新意象之表現及其他創新措施	15
五、簡報	10
分數合計	100

1.2 用路人資訊類簡報評分內容

1. 受評路段特色：對於受評路段特色的呈現與問題的掌握度。如運輸功能、周邊重要公路系統、重要據點，以及路段與路口之幾何狀況、交通流量與服務水準等資料，並充分說明該路段之特色及挑戰。
2. 系統性及完整性：對於受評路段能否系統性說明各評分項目，且能發揮特色並突破挑戰，並提供委員充足資訊以瞭解相關作為及進行檢核。
3. 投入資源：受評路段所投入之改善經費、養護作為、與其他機關合作協調方式、民眾意見之處理情形等。

二、初心 - 參賽路段概述

2.1 參賽路段選定

以觀光為重的南投縣，草屯鎮位居交通重要樞紐，主要公路台 14 線、台 3 線、台 76 線、台 63 線中投公路、國道 3 號及國道 6 號皆通過草屯鎮。

參賽路段以草屯市區台 3 線與台 14 線十字路網為主軸：台 3 線為 199k+692 ~ 206k+513（國 6 舊正交流道－省府路口 / 國 3 中興交流道）、台 14 線為 14k+432 ~ 23k+465（國 3 草屯交流道－國 6 東草屯交流道），全長 15.5 公里。台 3 線北接國 6 舊正交流道、南接國 3 中興交流道，台 14 線西接國 3 草屯交流道，東接國 6 東草屯交流道；同時台 3 線是自行車路網環島 1-25 路線，台 14 線是環島 1-3 路線。



圖 2-1 南投工務段轄管南投縣草屯鎮台 3 線與台 14 線參賽路段

台 3 線早期為通往省府、中興新村、名間、竹山、溪頭必經道路；台 14 線早期則為通往埔里、日月潭、清境必經道路。在國道 3 號、國道 6 號通車後，這 2 條省道逐漸轉型為區域通勤及銜接國道功能。

國道 6 號於 97 年全線通車，改變了用路人的交通習慣，後來國 6 舊正交流道於 100 年 1 月 31 日（西出東入）單向通車，再於 105 年 9 月 28 日（東出西入）完成雙向通車，使得台 3 線利用率提升，並漸漸轉型為南投與台中之間國道重要的替代道路。

另國 3 草屯交流道於 92 年 1 月 17 日完成雙向通車，加上國道 6 號舊正交流道啟用，往返草屯周邊縣市更為便捷，台 14 線受到國道開通影響，汽車利用率轉向國 6，而自行車與重機則有日益增加趨勢，也埋下台 14 線的轉型契機。



圖 2-2 台 3 線與台 14 線參賽路段車流量變遷

台 3 線與國 6 舊正交流道的節點，是國 6 銜接國 3 系統交流道壅塞路段之台中至埔里替代道路的重要分流點；台 14 線與國 3 草屯交流道的節點，是國 3 快官草屯路段、台 74 線快官路段及台 74 線霧峰路段 3 條替代道路的重要銜接點。



圖 2-3 國道替代道路重要銜接點

三、決心 - 提供用路人適當、完整及正確的交通資訊

3.1 用路人資訊評分的重點內容

1. 適當性：

- (1) 是否以用路人角度，提供適當之用路人資訊，包含標誌、標線、號誌、網頁、APP 等。
- (2) 是否提供駕駛人足夠的辨識及反應時間。例如標誌及號誌是否設置在駕駛人的視覺圓錐角內，容易讓駕駛人看見；看到相關資訊後是否有足夠時間及距離進行

決策及變換車道。

- (3) 不同交通工程設施 (如標誌、標線) 之間是否互相配合。
- (4) 是否有過多或其他資訊影響用路人決策，如重複資訊或違規廣告物。

2. 完整性：

- (1) 相關資訊的提供是否具系統性的概念來佈設，以提供用路人連續及完整的指引。
例如交流道或重要交岔路口處，是否依照預告點、行動點、確認點之原則，設置完整的指示標誌及標線。
- (2) 地名之選擇是否具系統性及完整性。例如控制地名之選取及地名之連續性。
- (3) 是否提供適當之方位指引。例如在交流道入口或重要公路交岔路口，當所標示之地名較無法提供方位指引時，可加標方位指引。

3. 正確性：相關用路人資訊是否符合現有「道路交通標誌標線號誌設置規則」或「交通工程規範」，如設置樣式、性質及位置等。

3.2 標誌資訊改善

透過「輕、簡、量」三大面向來進行標誌資訊優化。

輕公路一定期巡查並拆除違規廣告與牌面，減少非必要資訊的干擾。

簡明辨—考量用路人轉向需求資訊，提供快速辨識路口轉向的決策資訊。

量整併—檢討不合時宜的地名資訊，得以精簡標誌面牌資訊，同時採桿柱拆除及共桿整併減量的設計，合計牌面調整減少 41 面，行動與確認點共桿減少 8 支桿柱。



圖 3-1 標誌桿柱共桿與牌面整併減量

3.3 路口決策資訊

以下說明重點路口決策資訊規劃情形，台 3 線參賽起點 199k+692 與國 6 舊正交流道路口，路口前後建置完整連貫的預告、行動及確認點的地名導引，提供用路人適當與正確的路口決策資訊，台 3 線往北進入台中市霧峰市區，往南通往南投縣草屯鎮，往東銜接國道 6 號可通往國姓鄉、埔里鎮；往西上進入國 6 舊正交流道入口匝道後，僅銜接國道 3 號 [霧峰系統交流道]，故以國道 3 號作為導引基礎，另外行駛平面北岸

路至台 63 線中投公路尚需經過 3 處號誌化路口再右轉，屬間接通達故無標示中投公路編號符碼。



圖 3-2 台 3 線銜接國 6 舊正交流道路口決策資訊 (預告點、行動點、確認點)

台 3 線北上銜接台 14 線路口為重要節點，導引 5 公里內的國道交流道，往北通往台中市霧峰區、大里區及國 6 舊正交流道，往東通往國 6 東草屯交流道與國姓鄉，往西通往國 3 草屯交流道與芬園鄉，因台 3 線於台 14 線博愛路以南至中興路為快、慢車道實體分隔的斷面配置，台 3 線快車道駕駛人需右轉台 14 線通往國姓方向，應於芬草路提前改行慢車道始得順利右轉，故於芬草路口上游設置繞道標誌「指 67」，用於預告前方路口實施快車道禁止右轉者。

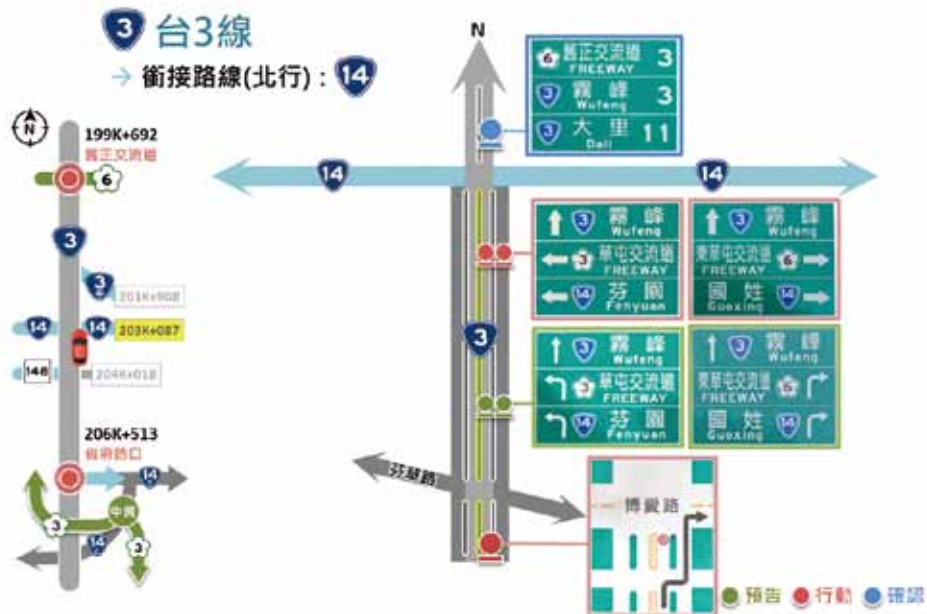


圖 3-3 台 3 線 [北上] 銜接台 14 線路口決策資訊 (預告點、行動點、確認點)

台 14 線參賽起點 14k+432 與國 3 草屯交流道路口，鄰近彰化縣芬園鄉與南投縣草屯鎮交界，路口前後建置完整連貫的預告、行動及確認點的地名導引，提供用路人適當與正確的路口決策資訊，台 14 線往東可進入草屯市區通往埔里鎮，往西通往彰化芬園，往北上國道 3 號可通往霧峰；往南走國 3 通往南投（市）。



圖 3-4 台 14 線參賽起點與國 3 草屯交流道圖形化路口決策資訊 (預告點、行動點、確認點)

台 14 線銜接國 3 草屯交流道入口的用路人資訊，南投段前於 102 年即改設置「圖形化指示標誌」，來提供駕駛人更直覺的行車資訊，行車靠左、靠右，不再分不清楚。111 年再次檢視交流道入口的圖形化標誌資訊，並再一次進行優化，包括增加 300m 的預告標誌、地名資訊與國道入口匝道資訊一致、圖形更符合現況線形、增加南北方位資訊。

台 14 線草屯交流道路段配合路面刨鋪，利用車道瘦身 (縮減車道寬度) 重新配置車道空間，近路口增設 1 偏槽化左轉專用車道，維持 2 直行車道，並加寬下游分隔島槽化，讓直行車於路口前後的行車動線更順暢有序，達到路口轉向分流，提升行車安全與車流效率。



圖 3-5 台 14 線銜接國 3 草屯交流道路口預告點之圖形化標誌及偏心槽化設計

台 14 線 / 台 63 線中投公路路口，往東進入草屯市區通往埔里鎮，往西通往芬園鄉，往北走台 63 線通往台中，往南通往南投（市），二點委員意見說明如下：

- 1.[東行] 標誌牌面為右轉南投，因台 63 線終點位於草屯鎮內，如欲前往南投尚須透過台 14 乙線轉接台 3 線，屬於間接通達，故不宜於標誌牌面加上台 63 線公路編號。
- 2.[西行] 當初係以國、省道公路系統分類，並以直、左、右方向導引排列地名資訊，委員建議草屯交流道為直行方向，可與直行台 14 線芬園群組，相同方向內容整併一起。其實這是標誌設計在排列地名資訊時，常見的一個取捨兩難的問題，提供參酌。



圖 3-6 台 14 線與台 63 線路口 [東行] 決策資訊 (預告點、行動點、確認點)



圖 3-7 台 14 線與台 63 線路口 [西行] 決策資訊 (預告點、行動點、確認點)

台 14 線與台 3 線的交叉路口，可以清楚看當初的導引規劃是國、省道公路系統分類及牌面地名直、左、右的排列順序，故會出現工藝中心棕色牌面的配置情形，另台 14 線與台 3 線路口及下游台 3 甲線路口相鄰不到 500 公尺，故共用設置於旭光高中的確認點標誌資訊，可以有減量設計效果。



圖 3-8 台 14 線與台 3 線路口 [東行] 預告、行動及確認點決策資訊

3.4 好標線決定好動線

除了「標誌」提供路口決策資訊外，接著介紹「標線」提供的用路人資訊，我們呼應交通部政策，從 109 年起就積極致力於轄區省道車道瘦身及路口車向分流的改善作為，在考評路段也完成 10.5 公里的車道瘦身及 25 處左轉專用道的改善，以下我們擇 4 處路口來說明好標線決定好動線。

台 3 線草溪路 / 省府路口，右轉進出省府路的車道過寬，我們加寬二側槽化來縮減車道寬度，可避免車輛併排搶道的情形，讓行車動線更有秩序，藉以提升行車安全降低事故；台 3 線草溪路南下車道，利用標線偏心槽化引導車輛進入左轉專用道與直行車分流，並加寬下游分隔島槽化，讓行車軌跡更順暢，提升運輸效率。



圖 3-9 台 3 線草溪路與省府路口，優化標線提供主動引導行車資訊

台 14 線博愛路 / 台 3 甲線中正路口，利用車道瘦身及偏心槽化設計增設左轉專用道，讓標線資訊明確引導車輛轉向與直行分流，並採正確的車道配置，讓路口前後車道對齊，增進行車效率與安全。



圖 3-10 台 14 線博愛路與台 3 甲線中正路口之標線資訊，偏心槽化導引左轉分流

台 14 線中正路 / 富昌路口，該路段內側原為全線左轉道，改採中央槽化及路口增設左轉專用道，並於上游路口劃設直左分流指向線(試辦)，預告前方路口車道配置，提供直覺的行車資訊，增進車向分流效率。

另該路段於南開科技大學周邊機車族群用路人多，行車速限 50 公里 / 小時且經相關單位會勘同意內側不禁行機車，開放機車直接左轉（未強制二段式左轉），故於內側左轉車道劃有機車停等區；另考量高齡者及習慣二段式左轉機車族群，路側同時保有機車二段式左轉待轉區，以滿足各年齡層機車族的左轉需求，兼顧安全與效率。

同樣的透過車道瘦身將車道寬度縮減為 3 ~ 3.5m，讓駕駛人自動減速；為提高路口安全，增繪路口行車導引線，路肩槽化資訊可增加路口視距，並提供機車待轉區與行人停等的庇護空間。



圖 3-11 台 14 線中正路與富昌路口之標線資訊，營造路口人車安全環境

3.5 友善自行車環境

受評路段為環島自行車路網（台 3 線為環島 1-25 路線、台 14 線為環島 1-3 路線），於重要路口決策點設置自行車路線指示標誌及成型標線，沿線設置自行車補給站標誌資訊，另於慢車道劃設自行車及機車標線，提供友善的騎乘空間及完整的行車資訊。



圖 3-12 台 3 線環島 1-25 線及台 14 線環島 1-3 線自行車路線與補給站友善資訊

四、用心 - 重現性壅塞及連續假期疏運措施及資訊提供

4.1 用路人資訊評分的重點內容

1. 重現性壅塞：對於每日或每週尖峰時間之重現性壅塞，是否提供即時用路人相關資訊，以減少旅次時間。
2. 連續假期疏運：對於連續假期或特殊活動易壅塞路段，是否提供即時用路人相關資訊，以減少旅次時間。

4.2 連續假期疏運措施

連假期間民眾多利用國道返鄉出遊，加上南投縣是觀光大縣，致中部國道常出現車多壅塞情形，而國道與省道有密不可分的關係，當國道壅塞時還有其他選擇？

連假期間國道 3 號快官至霧峰系統及台 74 線快官、霧峰兩端，為主要重現性壅塞路段，分析國道 3 號中部路段交通量，平假日交通量以快官至中興系統交流道車流量最高，進一步分析國道 OD 資料，流量最高為國 3 霧峰 - 國 3 霧峰系統，雙向合計為 13,515 輛 / 日，其次為國 3 快官 - 國 3 霧峰系統，雙向合計為 8,191 輛 / 日。



圖 4-1 中部國 3 快官至霧峰系統重現性壅塞路段

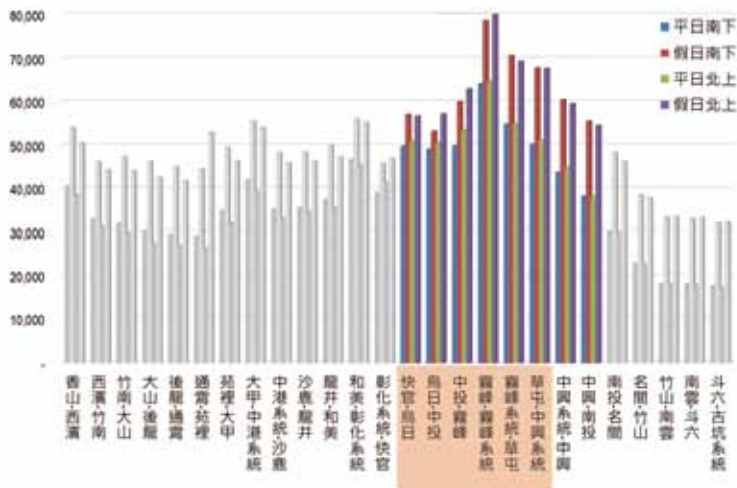


圖 4-2 國道 3 號平日與假日交通量統計分析

111/02/04		春節國道OD統計										
From / To	快官	烏日	中投	霧峰	霧峰系統	草屯	中興系統	中興	南投	南投服務區	名間	竹山
快官	17	1097	1431	2011	3940	868	657	1110	1233	247	1204	1362
烏日	998	4	600	680	749	115	399	205	230	84	254	213
中投	1362	253	7	1088	1546	116	1065	357	626	151	654	563
霧峰	2155	695	1087	42	7012	2381	5300	1953	2289	568	2189	1758
霧峰系統	4251	565	1653	6503	8	1260	2933	489	625	120	307	346
草屯	1084	105	194	2018	909	6	1127	338	443	195	514	428
中興系統	1036	451	1711	6852	2840	1492	30	1695	1521	370	1169	953
中興	1583	232	590	2637	465	318	1407	24	866	356	895	603
南投	1538	222	711	2506	637	281	1354	602	28	135	428	399
南投服務區	485	86	288	894	108	128	406	311	238	0	126	165
名間	334	61	177	620	37	67	175	171	187	65	10	141
竹山	1692	261	860	2488	453	303	1078	599	596	267	728	12

圖 4-3 國道 3 號中部路段 111 年春節連假 OD 資料

針對國道重現性壅塞路段，我們用心規劃替代道路方案，以省道台 14 線、台 63 線等路網作為替代路線：

1. 國道 3 號快官至霧峰路段：台 14 線快官交流道至草屯交流道
2. 台 74 線快官路段：台中市環中路接台 14 線至草屯交流道
3. 台 74 線霧峰路段：台中市環河路接台 63 線至草屯交流道
4. 國道 6 號霧峰至舊正路段：台 63 線中投公路至舊正交流道



圖 4-4 中部國道壅塞路段利用台 14 線與台 63 線作為替代路線

連假疏運措施資訊提供，於連假前主動邀集苗中彰投縣政府與警察局、警廣臺中分臺、高公局中區養護工程分局交控中心、日月潭風管處等橫向單位跨機關協調，召開疏運記者會發佈疏運措施，透過警廣臺中分臺製作短劇及錄製短語推播，也善用社群網路及新聞媒體宣導。

表 4-1 連假疏運措施跨機關協調事項一覽表

項次	橫向單位	疏運協調事項
1	高公局 中區養護工程分局	1. 調整交流道匝道儀控時制 2. 發布國道 CMS 路況資訊 3. 宣導改道國道替代道路
2	苗中彰投警察局	1. 安排勤務路口號誌燈控 2. 路口指揮疏導車流 3. 風景區取締違規停車及指揮路邊停車秩序 4. 於 line 群組提供風景區路況及停車場資訊
3	苗中彰投縣市政府	1. 協助檢視替代道路指示標誌 2. 協調租用民地增設停車場
4	警廣臺中分臺	1. 協助宣導路況及改道資訊 2. 製作及播放連假版短劇
5	總局一、五工處	1. 台 61 綠替代道路車資訊 2. 事故、壅塞改道資訊宣導
6	日月潭風管處	1. 執行禁止路邊停車 2. 停車場滿場時指揮車續行



圖 4-5 連假疏運措施及資訊提供

4.3 壅塞路段替代導引

前述國道重現性壅塞路段 4 條替代路線的導引資訊提供，依序說明如下。

替代道路 1：當國道 3 號快官至霧峰路段壅塞時，由處本部交管中心第一時間透過警廣即時線上宣導國道壅塞情形及改道資訊，宣導用路人下國 3 快官交流道由彰興路匝道匯出，改道行駛台 14 線至國 3 草屯交流道，以避開國道壅塞路段。另高公局

網頁也提供替代道路資訊，並利用國道 CMS 發布壅塞資訊，省道雙向也佈設替代道路資訊標誌 16 面。



圖 4-6 國 3 快官至霧峰交流道壅塞路段，提供用路人即時路況及替代道路資訊

替代道路 2：台 74 線快官西行路段易受國道 3 號車多及匝道儀控影響造成車多壅塞回堵，當跨越台中彰化的溪尾大橋通車後，我們主動協調各單位，規劃串聯台中市環中路、溪尾大橋與彰化縣溪尾二橋南端作為替代路線。宣導用路人提前由台 74 線南屯二交流道下接環中路，通過國 3 烏日交流道後接溪尾大橋後至台 14 線東行至國 3 草屯交流道。

111 年清明連假期間進行實車測試結果，行駛替代道路旅行時間 33 分，較行駛原來台 74 線接國 3 主線旅行時間 46 分，來得具有優勢。

當台 74 線快官路段壅塞時，處本部交控中心第一時間 line 群組通報警廣臺中分臺，即時於線上宣導壅塞情形及提前改道資訊，同時高公局利用台 74 線入口匝道前 CMS 提供改道導引資訊，省道單向也佈設替代道路資訊標誌 8 面。



圖 4-7 台 74 線快官路段壅塞之替代道路資訊及連假實車測試替代性佳

快官壅塞 請改道

快官壅塞 請改道

警廣即時宣導改道資訊

警廣宣導音檔

高公局烏日交流道前發布CMS

入口匝道CMS改道資訊

國3南下多處
壅塞建議繞行至
台14線草屯

麻煩警廣協助宣導:
1.台74線東向霧峰匯入國道3號路段壅塞，國道3號南下霧峰路段車多，建議提前下大里二改走替代道路台63線至國道3號草屯交流道或接國6舊正交流道。
2.台74線西向快官匯入國道3號路段車多，且國道3號南下霧峰路段車多，建議改道由台14丙彰興路或直行至台74甲線牛埔匠道匯出，改行台14線至國道3號草屯交流道。

圖 4-8 台 74 線快官路段壅塞，透過警廣提供用路人即時路況及 CMS 推播替代道路資訊

替代道路 3：台 74 線霧峰東行路段易受國道 3 號車多及匝道儀控影響，經常回堵 4 公里以上，當台 74 線霧峰路段壅塞時，處本部交控中心即時 line 群組通報警廣線上加強宣導國道壅塞情形及改道資訊，宣導用路人提前於台 74 線大里二匝道駛出，經由環河路接台 63 線及台 14 線銜接回國道 3 號草屯交流道，以避開壅塞路段。同時高公局於台 74 線入口匝道 CMS 推播壅塞路沿及改善資訊，省道單向也佈設替代道路資訊標誌 17 面。



圖 4-9 台 74 線霧峰路段壅塞之替代路線資訊



圖 4-10 台 74 線霧峰路段壅塞，警廣提供用路人即時路況及 CMS 推播替代道路資訊

以上 3 條國道替代道路，是二工處與高公局、臺中市政府跨機關協調合作、分工設置導引牌面的成果，共同的疏運策略是替代道路均導回台 14 線銜接國 3 草屯交流道回到國道。

111 年清明連假期間巡查台 14 線於國 3 草屯交流道發現車流受匝道儀控影響壅塞，車流回堵平面台 14 線，即時於疏運群組通知高公局中區養護分局交控中心，適度放寬儀控疏解車流，後亦行文高公局中分局嗣後於連假期間加強空適度放寬儀控，以提升替代道路行車效率。



圖 4-11 替代路線皆導回台 14 線 / 國 3 草屯交流道，並協請高公局放寬連假匝道儀控

替代道路 4：國 3 與國 6 系統交流道是重現性壅塞路段，從 111 年清明連假期間國道時空圖來看，上午尖峰時段國 3 南向霧峰路段車多壅塞，下午尖峰時段國 6 西行舊正至霧峰車多壅塞，二工處攜手高公局與臺中市政府用心規劃以台 63 線中投公路、北岸路與國 6 舊正交流道作為埔里至台中替代路線。

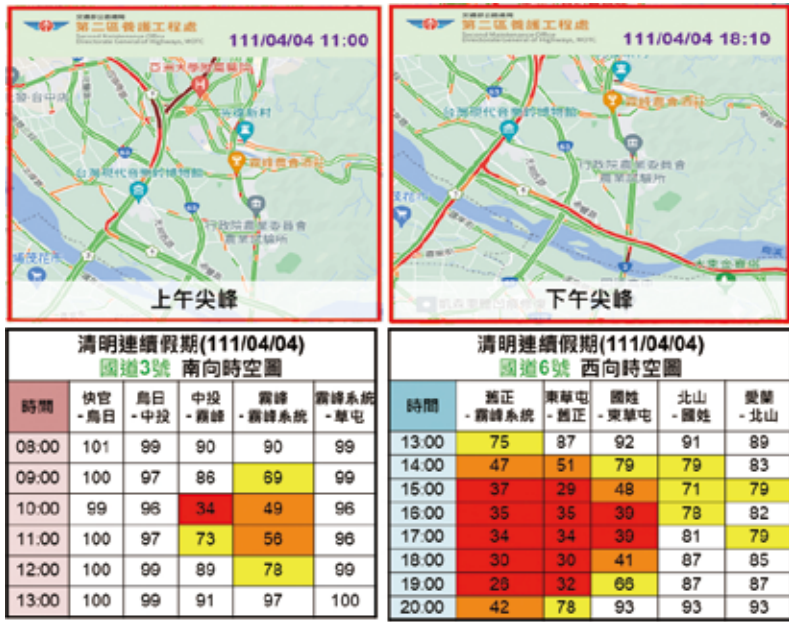


圖 4-12 國 3 與國 6 霧峰系統交流道路段之清明連假上、下午尖峰時間車流時空圖



圖 4-13 國 3 與國 6 霧峰系統交流道重現性壅塞路段之替代道路資訊提供

4.4 舊正交流道路口壅塞改善

國 6 舊正交流道車流分析，以 111 年 2 月 27 日的尖峰時間國 6 車流下舊正交流道與國 6 續行至國 3 車流比較，交通量占比達 27%，尖峰時間下午時段 15-21 時，車流量達 4,690 輛；進一步比對國道及替代道路 eTag 配對量，尖峰時間行走替代道路（舊

正 - 北岸路 - 台 63 線至台中) 比例達 41%，行走國道主線 (國 6- 國 3 中投交流道) 比例達 59%，尖峰時間下午時段 15-21 時流量達 1,820 輛。



圖 4-14 國 6 西行下舊正交流道車流量比例高；使用台 63 線替代道路至台中車流比例高

另從 111 年春節連假國 6 舊正交流道至國 3 中投交流道之國道與省道旅行時間比較如圖 4.15，可見尖峰時段省道旅行時間較短，替代性佳。

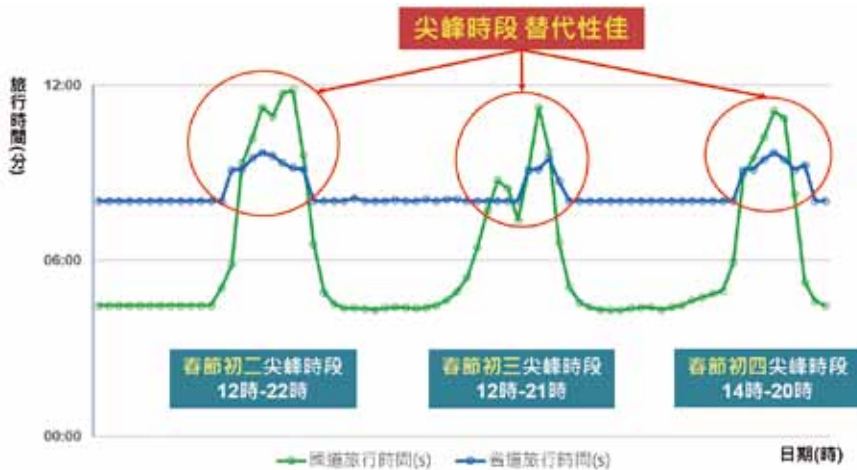


圖 4-15 國道自舊正交流道至中投交流道，與省道替代道路旅行時間之比較

因為已有很多車輛會改行替代道路，也造成台 3 線 / 國 6 舊正交流道路口壅塞，因此 111 年 228 連假疏運於路口實施人工錄影及轉向交通量調查。其中上午時段路口壅塞分析：北岸路及台 3 線接國 6 舊正交流道東行車輛多，北岸路直行及台 3 線左轉接舊正受匝道儀控影響回堵，以及台 3 線北上左轉與南下左轉，交通動線易打結；下午時段路口壅塞分析：國 6 舊正西向出口車流多、台 3 線北上車流多、象鼻路儲車空間不足。



圖 4-16 台 3 線 / 國 6 舊正交流道之上午時段路口壅塞分析



圖 4-17 台 3 線 / 國 6 舊正交流道之下午時段路口壅塞分析

而依照 228 連假路口車流調查結果分析，8 時至 15 時，台 3 線南向車流高於北向車流，15 時至 20 時，北向車流高於南向車流。象鼻路 15 時後西向車流明顯增加，為上午時段 2.9 倍，右轉車流佔路口轉向比 40-50%。

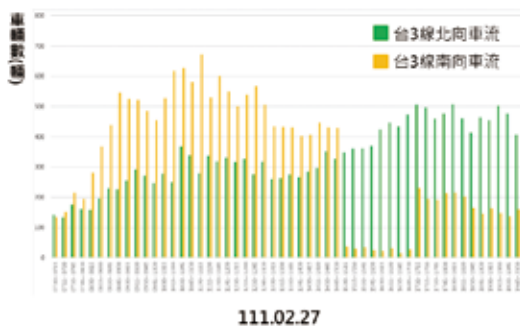


圖 4-18 台 3 線及象鼻路口 111 年 228 連假之交通量調查

依台 3 線與國 6 舊正交流道路口轉向交通量顯示 (路口範圍大，分成 2 測站調查如圖 4.19)，台 3 線南北北上車輛欲左轉銜接國道 6 號匝道，約占整體路口轉向比 15-30%。

上午晨峰時段，主要車流為台 3 線霧峰南下 (約 1,034pcu/hr)，而欲左轉上國 6 舊正交流道前往埔里方向約占其 28%(約 277pcu/hr)，而北岸路東行車輛約 (約 398pcu/hr)

hr)，其中直行國 6 舊正交流道前往埔里方向占其 48% (約 194pcu/hr)，高於象鼻路西行總車流量 (131 pcu/hr)。

下午昏峰時段，車流則為台 3 線草屯北上及象鼻路西行為主，台 3 線草屯北上 (918 pcu/hr)，其中直行占 74%(679 pcu/hr)、左轉占 16%(153 pcu/hr)。另象鼻路西行為 (810 pcu/hr)，直行北岸路占 52%(422 pcu/hr)、左轉台 3 線霧峰北上占 40%(322 pcu/hr)。但計畫範圍測站二路口相距僅 30 公尺，左轉儲車空間嚴重不足，導致左轉停等車輛溢流至下游路口，造成台 3 線交通壅塞。



圖 4-19 台 3 線與國 6 舊正交流道 / 象鼻路口之交通量調查測站

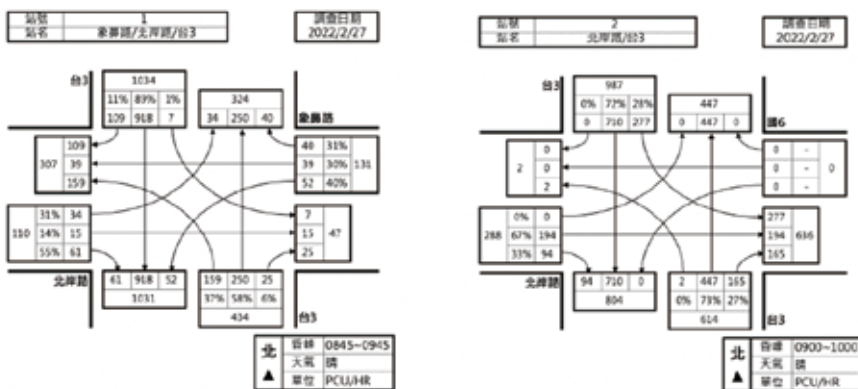


圖 4-20 台 3 線 / 象鼻路 / 北岸路路口晨峰時段之轉向交通量

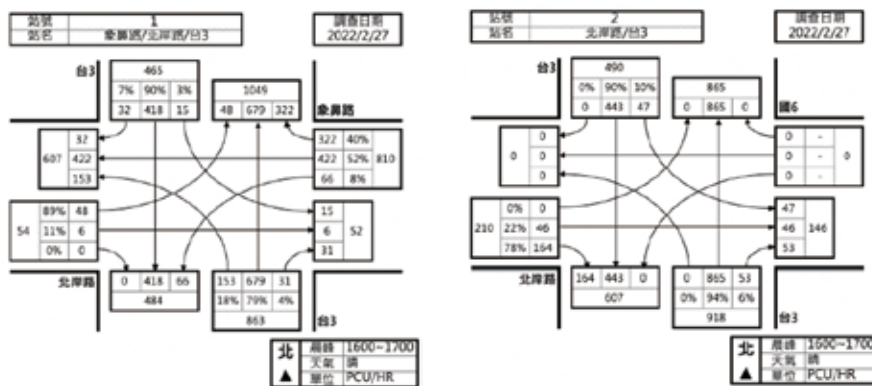


圖 4-21 台 3 線 / 象鼻路 / 北岸路路口昏峰時段之轉向交通量

台 3 線與國 6 舊正交流道 (象鼻路 / 北岸路) 路口交通壅塞，過去多以號誌調控為改善措施，隨著利用舊正交流道改行替代道路的車流越來越多，時制調整效果有限。

本路口近年來歷經多次會勘，號誌時制已多次修改，仍無法消化通過路口的龐大車流：

- 108.01.31：台 3 線路口南北向重新配置 3 車道，增設左轉專用號誌及左轉專用車道。
- 109.09.25：假日 15-21 時，調整國 6 西出 (象鼻路) 綠燈秒數，由 35 秒調整至 55 秒，減少台 3 線綠燈時間。
- 110.04.16：台 3 線北上遲閉 7 秒，紓解通過舊正交流道 2 路口車流，接著台 3 線北上左轉北岸路早開 5 秒。

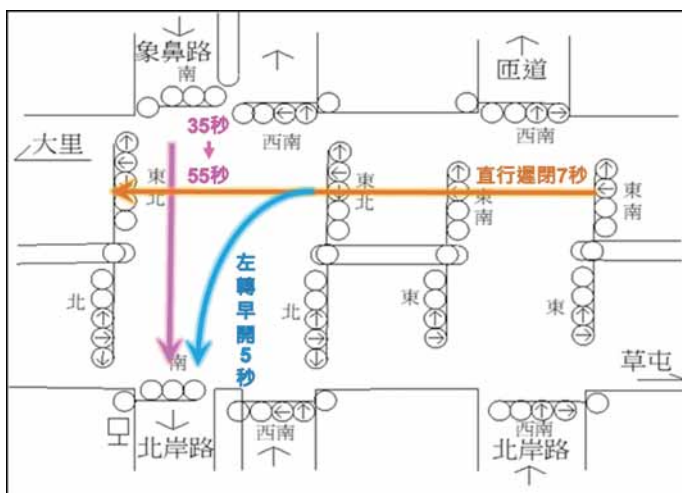


圖 4-22 台 3 線 / 國 6 舊正交流道路口簡圖與歷次號誌時制調整情形

綜上，經路口轉向交通量分析及多次連假車流觀測，本路口車流具有時間及方向性，故於後續時制設計時，取消過往雙向左轉保護時相方式，更改為台 3 線主線雙向車流利用早開遲閉設計，先提供路口車流量較大及左轉需求較高方向先行通行，再提供雙向車輛直行，再者遲閉車流較少方向，支道象鼻路及北岸路則依上午及下午尖峰時段車流量分配其時制。

台 3 線與國 6 舊正交流道 (象鼻路 / 北岸路) 路口優化時制計畫係利用 Synchro 軟體模擬車流狀況，將路口幾何特性、車流參數及時相組成等參數帶入，並導出建議 5 組調整控制時段 (08~10 時、10~13 時、13~15 時、15~17 時、17~20 時) 及 4 套優化短期時制計畫。20~08 時則因車流量較低，維持原有時相時制 (雙向左轉保護時相)。優化後時制最終於 111 年 12 月 3 日上線使用，並僅限定於周末假日或連續假期。改善後周末假日無車流回堵及左轉車停等溢流情形，路口服務水準大幅提升，由原 C~F 級提升至 B~C 級，有效降低路口整體延滯秒數及提升路口運轉效率。

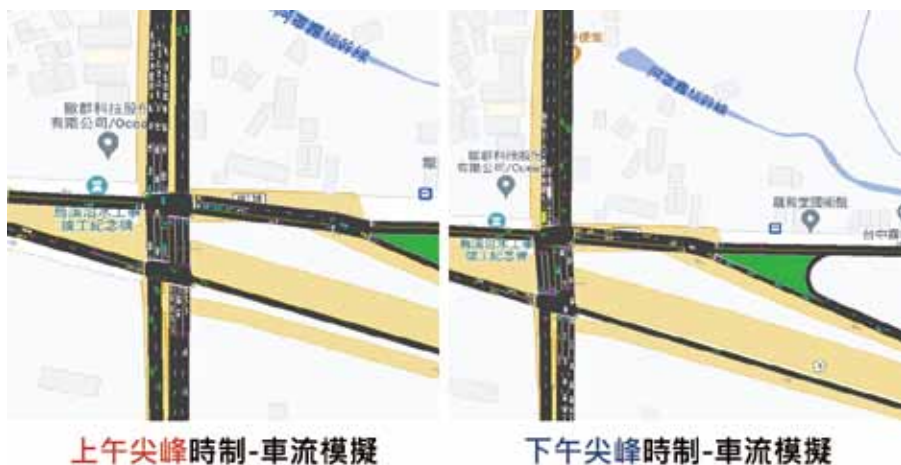


圖 4-23 利用 Synchro 軟體模擬示意畫面

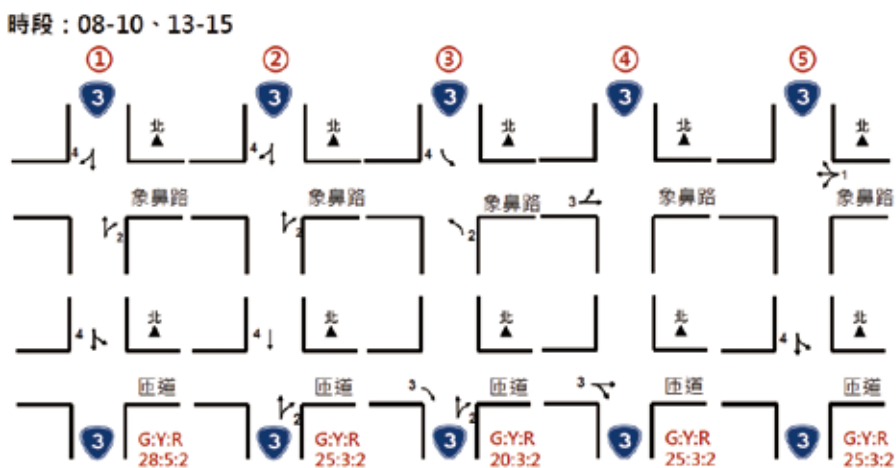


圖 4-24 優化後路口時制計畫 (08~10 時及 13~15 時)

時段：10-13

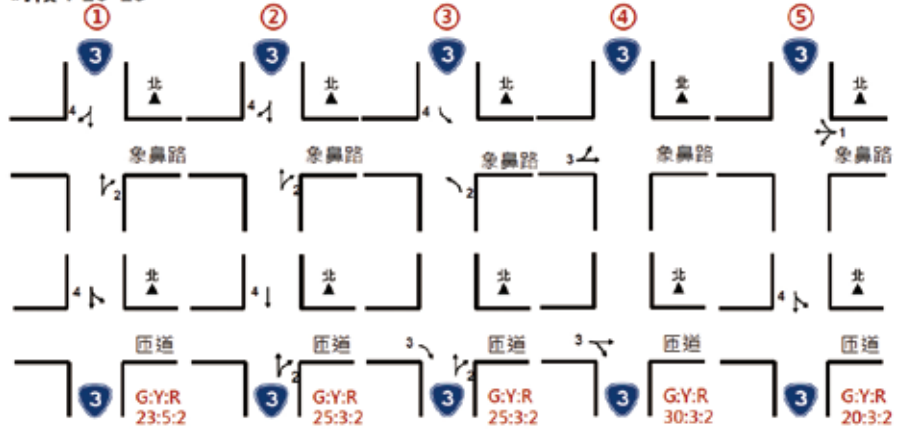


圖 4-25 優化後路口時制計畫 (10~13 時)

時段：15-17

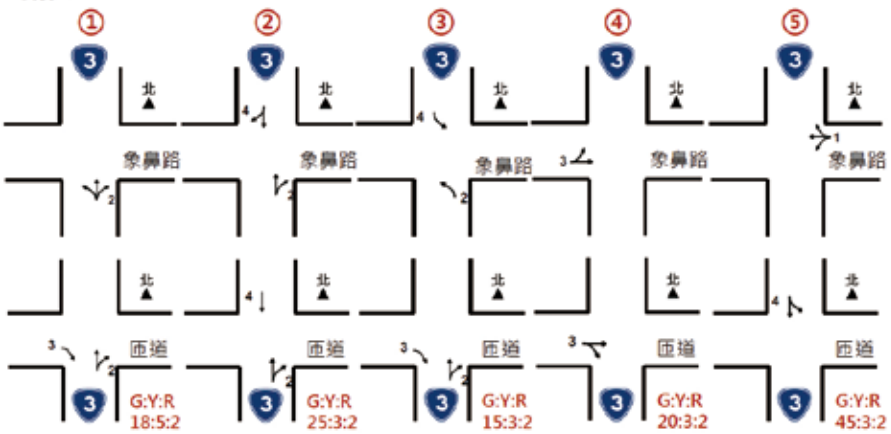


圖 4-26 優化後路口時制計畫 (15-17 時)

時段：17-20

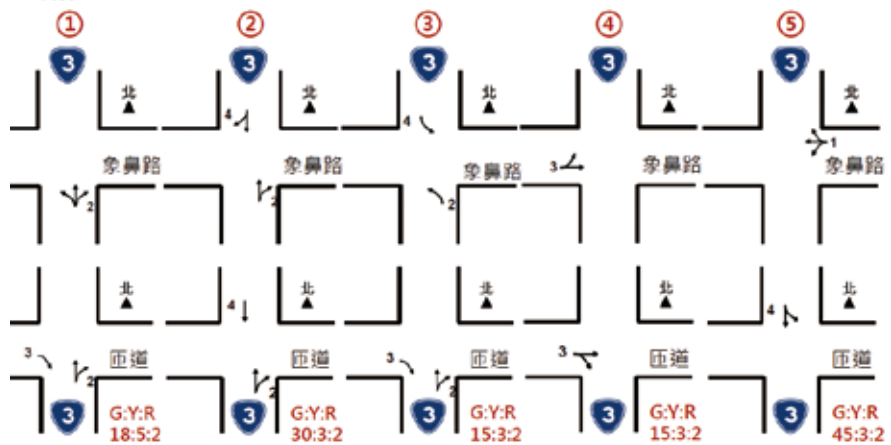


圖 4-27 優化後路口時制計畫 (17-20 時)

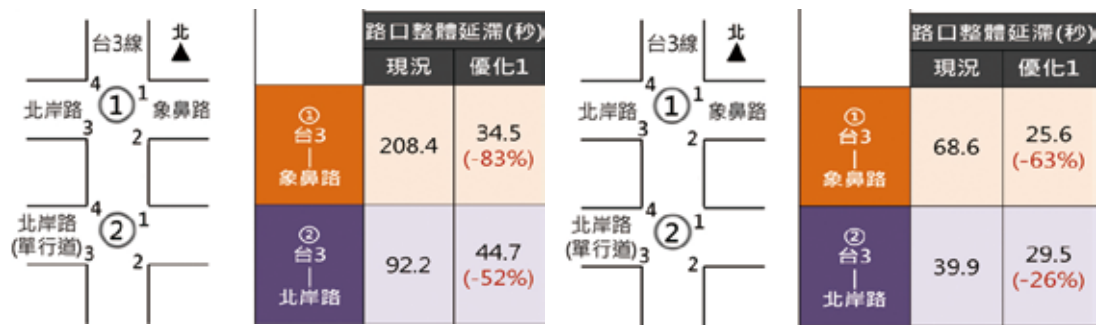


圖 4-28 上午及下午路口優化時制改善成果

考量本路口位於重要交通節點，後續亦將執行 AI 動態號誌設置工程，應用人工智慧 (AI) 影像辨識技術，進行交通數據蒐集分析及動態號誌控制，包括路口 AI 偵測器 7 組，路側運算主機 3 組、E-tag 設備 12 組，將建置動態號誌協控平台，介接高公局 OPEN DATA，即時取得流量及旅行時間，下達號誌控制策略，完工後達成順應車流變化之彈性時制。



圖 4-29 中期 AI 動態號誌建置示意圖

綜上，我們運用專業交通分析工具處理重現性壅塞路段，並以量化數據評估實施前後成效，如國道及省道替代比例、時段及行駛時間等，並詳細觀察路口車流特性，重新設計優化時制，利用早開遲閉方式紓解車流，解決重要路口交通瓶頸，用心深獲委員肯定。

五、安心 - 特殊事件之處理措施及資訊提供

5.1 用路人資訊評分的重點內容

1. 施工路段：對於施工路段是否提早預告並提供改道資訊；施工現場相關改道資訊是否充足，相關防護措施是否足夠。
2. 突發之事故或事件：交通事故或事件 (如散落物) 如影響車流順暢，是否提供用路人即時資訊，必要時亦能提供改道資訊。

3. 道路阻斷：因豪雨風災、地震、落石等造成道路臨時或長期阻斷，是否提供用路人相關改道資訊，並於現場佈設相關設施。

5.2 共同申挖前瞻管理

參賽路段台 14 線 13k ~ 23k+500 路段，同時段有 4 個單位、9 標工程施工，包括自來水公司中區工程處的鳥嘴潭人工湖導水工程及送水工程、自來水公司第四區管理處有 2 處 (15K、23K) 管線汰換及供水改善工程、南投縣政府的草屯地區污水下水道工程，以及中華電信配合辦理線路更新工程。

鑑於同一路段申挖單位多，即秉持前瞻管理精神，積極協調各管線單位共同申挖，避免同路段各單位重複挖掘修復，影響居民生活與交通，更可節省政府資源做有效運用，減少不必要的浪費。



圖 5-1 協調各管線單位共同申挖台 14 線之施工路段配置圖

以台 14 線中正路 20k ~ 22k+500 路段協調成果為例，首先協調自來水公司第四區管理處「管線汰換工程」計畫提前，與中區工程處「送水工程」併案發包施工，可減少施工界面、保證施工品質及縮短工期降低交通影響。次者，協調南投縣政府「污水下水道工程」與自來水公司中區工程處「送水工程」，整合由同一協力廠商施作全路幅路面刨鋪及標線劃設，減少施工界面，提高施工品質。最後由南投段進行刨鋪路段標線重新規劃佈設，交付管線單位協力廠商據以重新劃設標線，同時南投段同仁亦投入管線單位挖掘施工督導及標線現場放樣施工指導，以發揮道路改善最大效益。



圖 5-2 跨機關協調南投縣政府與自來水公司各施工單位，公私協力

經由南投段發揮前瞻管理精神，超前協調整合，得以順利完成台 14 線中正路 2.5 公里長的路面全路幅刨除重鋪，並按南投段車道重新配置後的標線規劃進行標線改造，全新的標線提供更正確完整的用路資訊。

各單位齊心合作將管線施工工期縮短為 420 天；申挖工程標案減為 7 標，以提升施工效率；更可節省路面及標線的養護經費達 4,715 萬元。



圖 5-3 台 14 線管線申挖路段進行全路幅路面刨鋪及標線改造成果（南開科大路段）

5.3 守護路口安全

以下舉例受評路段 3 處路口的交通安全改善，以導引用路人正確且安全的行車動線。

1. 台 3 線草溪路 154-60 巷為新闢巷道，內有社區及新建的水資源回收中心，發現社區民眾貪圖方便，竟從 154-60 巷逆向行駛穿越台 3 線至中庄巷，經查覺後即主動積極檢討缺口的適當性。

考量地方民眾出入需求，在不增加路段缺口為原則，並獲得地方民眾支持封閉中庄巷，開設 154-60 巷路口並設置三色號誌，提供安全友善的行車環境。



圖 5-4 台 3 線草溪路 /154-60 巷民眾機車違規逆向穿越道路之行車動線圖



圖 5-5 台 3 線草溪路 /154-60 巷開設缺口優化安全動線（調整缺口位置）

2. 台 3 線成功路、草溪路與中興路的路口範圍大，動線複雜。草溪路北上側車道易與右轉中興路的車流發生擦撞事故，又中興路右轉成功路快、慢車道車流易發生擦撞，另成功路南下直行車易追撞路口停等的左轉車。
3. 台 3 線成功路與芬草路、敦和路二處路口，緊鄰傳統市場及住宅密集區，二處路口快車道原為 1 左轉（內側車道）、1 直行車道（外側車道），內側車道直行至路口



圖 5-6 台 3 線 / 中興路縮小路口範圍優化車道空間配置，提升路口人車安全環境



圖 5-7 改善後路口縮小，車向分流更明確，行車動線更安全

變為左轉專用道，有直行車追撞或擦撞停等左轉車，或變換車道跨越雙白線違規行為，或變換車道與後方直行車擦撞的高風險，形成易肇事路口。

經空拍及踏勘現場路口後自行規劃改善方案，打除部分中央分隔島後偏移設置，將快車道改為 1 左轉專用道，維持 2 直行車道，提供路口明確的車向分流動線指引；延伸中央及快慢分隔島縮小路口，同時將路口原本斜交的行穿線改為正交；增設行人實體的庇護空間及行人號誌燈，大幅縮短行人穿越路口的距離，大大提升路口安全。



圖 5-8 台 3 線成功路與芬草路、敦和路二路口，車道配置改善前空拍



圖 5-9 南投段同仁自行規劃路口交通安全改善方案（外擴式左轉專用道）



圖 5-10 車道配置改善後空拍，增設左轉專用道及庇護島，縮短行穿距離，提升路口安全

5.4 守護行人安全

108 年臺灣正式邁入高齡社會，草屯鎮 111 年 3 月老齡人口占比約 17.92%，將邁入 WHO 定義老年人占 20% 的「超高齡社會」，考量在地居民高齡化，積極納入「人本交通」規劃，改善 4 處路口包括縮短行人穿越距離、增設庇護島、拆除視礙設施、放大行人號誌燈、增加夜間輔助照明。



警示小語

注意來車

防疫宣導

圖 5-11 資訊可變燈頭，提供行人警語，增加教育宣導效果



圖 5-12 台 3 線成功路守護行人路口安全

5.5 公車資訊優化

學區周邊站牌充斥徵信社及外遇廣告，與學區環境與景觀衝突，便主動協調臺中區監理所、客運業者 7 家及草屯鎮公所，同意由南投段進行公車站牌設計，並規劃增劃公車停靠區標線字，讓公車站回歸公車路線適當完整的資訊。故先行就受評路線周

邊學區的草屯商工、旭光高中、南開科大及成功路口進行公車站牌廣告淨化改善，並配合劃設公車停靠區標線字，合計改善 37 支站牌、公車停靠區 12 處。



圖 5-13 主動協調臺中監理所與各公車業者，整合公路站牌資訊進行優化工程



圖 5-14 公車站牌回歸明確完整的公車路線資訊

六、信心 - 交通新意象之表現及創新作為

6.1 用路人資訊評分的重點內容

1. 交通新意象：相關設施或措施能以服務民眾為出發點，同時讓民眾感受到政府的用心。例如：用以往不同的方式提供用路人資訊，可讓民眾具體感受到受評路段改善的用心。
2. 其他創新措施：運用新的交通工程設施、技術或系統，或研提相關規範修正建議，

以提供用路人更友善之行車資訊。如不符「道路交通標誌標線號誌設置規則」或「交通工程規範」之規定，應研提試辦計畫並經局本部以上層級同意辦理。

6.2 標線槽化好動線

標線施工快，費用低，成效立見，民眾有感，導引效果優於標誌資訊，標線成為我們改善交通工程、降低交通事故、提升行車秩序的好工具，以下舉例 2 處路口說明好標線決定好動線的具體成效。

1. 鄰近受評路線的台 14 乙線中興新村圓環，存在的問題有圓環道路寬度大、路口動線衝突多、周邊停車場出入與圓環動線衝突。經相關單位會勘改善方案，面臨的困難有圓環內鐘樓建築屬歷史文物資產，不得採土木工程方式改善；地方及警察要求圓環內維持雙車道設計。



圖 6-1 台 14 乙線中興新村圓環路口改善前交通動線衝突

圓環是一無號誌路口，是一種可達到安全、效率與節能的設計，「空間定義清楚，交通才有秩序」，我們便利用標線改造的手段於路口增設槽化線，以導引車輛進入圓環的行駛動線；劃設雙黃線防止車輛逆向進入停車場；增加設置讓路線，強調用路人行經圓環路口，應禮讓圓環內車輛先行的路權觀念；槽化加大圓環半徑，增加行車轉向的順暢度。

我們從空拍的影像觀察路口交通動線與車流狀況，驗證標線導引的行車動線，讓行車秩序獲得明顯的改善。

另外，我們試圖強化用路人對不熟悉的圓環行車動線建立路權觀念，於進入圓環前增設圖形化標誌預告圓環周邊行車動線資訊，以及「外環車禮讓內環車先行」告示牌面提醒禮讓路權，並透過新聞稿、臉書平台及交通安全宣導等管道加強「環外車應禮讓環內車、外環車應禮讓內環車」資訊宣導。



圖 6-2 中興新村圓環路口重新律定動線後提升行車秩序



圖 6-3 中興圓環前之圖形化指示標誌及路權優先告示牌面，導引用路人正確行駛

2. 台 3 線受評路段終點草溪路與省府路口，台 3 線草溪路南下往中興新村、國 3 中興交流道的左轉車輛流量高，該 T 字路口位於彎道處，直行往南投方向常有車輛擦撞下游分隔島，另右轉進出省府路的车道寬度過大，常有車輛併行搶道的問題。

經方案研擬規劃，同樣的利用標線槽化方式增設左轉專用道及偏心導引設計；出入省府路的右轉車道加寬槽化以縮減車道寬度，避免車輛併排搶道，另增設匯入台 3 線行車管制號誌及停止線，改善路口行車安全；下游分隔島槽化加寬，讓路口前後車道對齊，增加路口直行車流順暢。

以上是好標線決定好動線的案例，讓標線發揮主動導引的功能，兼具行車資訊明確及提升路口安全的改善手法。標線槽化改善路口車向分流、導引行車動線的成果，獲用路人高度的認同與支持。



圖 6-4 台 3 線與省府路口，利用標線重新定義車道空間，使行車有序不搶道

6.3 改變與學習

南投段標線改造的過程也並非一帆風順。

109 年，新聞時事讓我們發心想要改善轄區路口車向分流，提升路口交通安全，段上許朝勝副工程司參考日本規範提出標線偏心槽化設計，來增設左轉專用道（左轉附加車道），並付諸執行，初試啼聲，用路人的回饋快速且正面，至今也改善轄區逾百個路口；同時也利用標線槽化重新規劃中興新村圓環的行車動線，提升行車秩序與路口安全。

110 年，從轄區路口「點」的改善到中興新村台 14 乙線中正路「線、帶狀」2.3 公里長路段的標線改造，從左轉專用道的偏心槽化到中央槽化帶的規劃，標線帶來的改變首次遭遇少數當地居民強烈陳抗及網路上正反二方激烈爭辯，這次經驗著實也讓南投段學習成長，需多方考量目標效益與改變對民眾影響的權衡。

中興新村台 14 乙線中正路原本就是雙向各一混合車道，行車速限 50km/hr，多次接受地方居民陳情改善交通環境，以降低事故發生，中正路改善前存在的問題：(1) 路肩寬 1.6m 一直被誤認為機慢車道、(2) 汽車路肩停車會部分占用車道，易有追擦撞事故發生、(3) 路口直行與左轉待轉車，易發生追撞、側撞、對撞事故。

研議交通改善作為：(1) 該路段原有邊線改為紅線，考量商家路段改為黃線，以利通過性車流行車順暢與安全、(2) 縮減二側路肩寬度及車道瘦身，維持 4m 寬混合車，並增加設置中央槽化帶，減少民眾違規行駛路肩情形、(3) 路口前漸變中央槽化帶寬度，增加配置一左轉專用車道，以利路口車向分流，提供左轉車安全庇護的待轉空間，同時維持直行車流順暢及安全。

標線帶來的改善引起少數當地居民不同意見，主要包括 (1) 交通改善內容未事先向地方溝通說明（案經相關單位會勘改善方案作成紀錄），(2) 邊線改為紅黃線，居民無法停車（原本停車情形就存在違規態樣並有肇事紀錄可稽），另建議地方政府未來規劃路外停車空間，(3) 路口增加配置左轉專用道，居民表示不適應行車動線…等。



圖 6-5 台 14 乙線中正路標線改造工程內容，以及改變與學習歷程

台 14 乙線中正路 2.3k 的標線改造初期，很快的在網路上被大量的關注與討論，也獲得高度的肯，後有當地居民陳抗而在網路社群引起論戰，第一時間我們透過工務段臉書發表回應說明設計理念與改善目標，盼各界保持理性意見交流，工務段也將虛心受教檢討。

同時我們重新拜訪沿線里長說明規劃理念協助向里民溝通回歸理性，並透過網路社群版主呼籲網友冷靜理性意見交流。本處秉持「以溝通取代對立，用行動守護安全」原則，勇於挑戰與面對問題，於 110 年 7 月 29 日邀請陽明交通大學吳宗修老師，由傅立祥副處長主持，召開本處、南投段與地方政府及警察局等相關單位就本案進行座談，接續再召開地方說明會透過庶民語言耐心解釋規劃理念及改善目標，廣納地方意見，作為後續精進參考，並允諾每季召開改善成效追蹤說明會，以逐步化解居民意見，期各界共同營造安全友善的交通環境。



圖 6-6 召開地方說明會廣納意見，以溝通取代對立，用行動守護安全

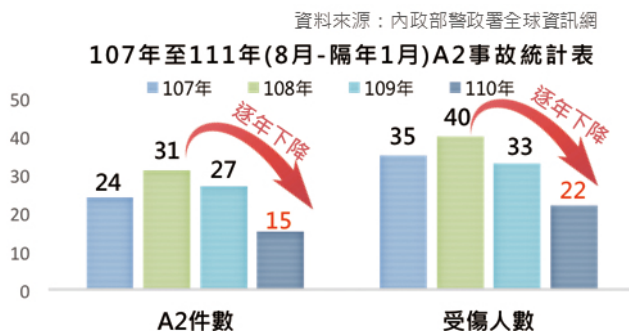


圖 6-7 第 1 季交通事故件數改善成效

因緣際會，在交通社團的建議下南投段首次報名參加 110 年交通部金安獎道安創新貢獻獎的評比，獲得交通工程組第二名的肯定；111 年交通部金路獎用路人資訊類評比，南投段提報草屯地區台 3 線及台 14 線作全面檢視盤點，重整指示標誌的路口決策資訊、標線槽化重新定義車道空間、增設行人庇護島等人本交通設施、跨機關合作改善學區交通安全等，再獲得第一名的肯定。

6.4 跨域協調合作

其他社團分享南投段標線改善的成果，引起廣大迴響，也開啟南投段與交通社團經驗交流的大門，「公路邦」、「標線改造台灣路」交通社團主動來訪座談，藉由與社團相互交流，學習國內外交通設施設計，有更廣的交通思維，因地制宜逐步的改善交通環境。



交通社團刊登訪談過程

台14中興圓環動線 (標線改善)

公路邦圖地 | 公路邦 · 公路研究討論區 · TwRoadClub
2021年7月11日

今年的5月5日，公路邦與標線改造台灣路 TW-Road Reformation 首次合作，一同參訪交通部公路總局第二區養護工程處南投工務段。

為什麼會特別想參訪南投工務段呢?? 這件事情要從公路邦的在地朋友說起，在今年4月的時候，他分享了幾張台14乙中興新村路段的道路標線改造的照片(後面三張)，這種偏核心式左轉設計路口改善在台灣其實很少見，不過這種畫法的優點就是可以保持道路通行順暢，避免因為有少數要左轉的車輛要等待左轉而造成後方回堵。

小編當時看到這個良好的設計，覺得可以跟南投工務段交流，於是便詢問交通部公路總局第二區養護工程處南投工務段的小編，看是否可以前往參訪，沒有想到南投工務段的小編直接答應，並且希望能盡早抽個時間前來參訪。

221 26則留言 2次分享

圖 6-8 「公路邦」、「標線改造台灣路」交通社團參訪及經驗座談

臉書分享標線改善成果

公路邦 · 公路研究討論區 · TwRoadClub

2021年5月25日

「南投中興新村圓轉蓋理」

結束了南投工務段的交流，我們與承辦許大哥私下還是會一起切磋。這次許大哥帶來他改的中興新村圓轉蓋理，是用Turbo roundabout (渦輪蓋理) 的形式改造。小編看到驚訝又興奮，想說舌上粉專分享给大家看看，然後其實小編也有畫另一種渦輪蓋理，大家可以比較看看。

岡山七叉路渦輪蓋理回訪：
<https://www.facebook.com/102898051720364/posts/154980386512130/?d=n>

台南東城門渦輪蓋理回訪：
<https://www.facebook.com/102898051720364/posts/161174905892675/>

各種渦輪蓋理示意圖影片來源：
<https://www.researchgate.net/.../turbo-roundabout...>

交流國內交通設施設計

61 122則留言 80次分享

圖 6-9 交通社團理念交流與成果分享，增加交通工程廣度與深度

同時也獲得各級單位與民意代表的重視，也到過現地指導座談及參訪觀摩，我們也主動邀集南投縣道安單位（南投縣政府、南投縣警察局、各鄉鎮市公所、顧問公司與標線廠商）進行橫向經驗交流，一起改善南投交通環境；也獲邀參加彰化縣地方願景協會交通座談，樂見有越來越多的人重視交通安全、參與和討論交通議題。



圖 6-10 各級單位參訪觀摩與經驗交流座談

6.5 學區交安心亮點

南開科技大學騎乘機車的學生為數不少，我們蒐集學生發生事故的點位圖，進一步分析清查肇事原因，並主動邀集橫向單位（南開科大、警察局、縣政府及公所、南投監理站）從工程、教育、執法三面向研商學區交安對策。

南投段邀橫向單位與校方成立交通安全通報群組，即時掌握學區周邊事故，可針對事故進行探討肇因及防制對策，並與警察及監理單位合作，加強學區交安及騎乘機車教育宣導。



圖 6-11 南開科技大學學區周邊交通調查與研擬交通安全策略



111.01.17南開科大校園周邊交安研商會議



111.04.15 校園交安宣導講座

圖 6-12 工程、監理與執法單位踏入校園進行交通安全聯合宣導講座



圖 6-13 台 14 線中正路南開科大路段交通工程改善成果，提升人車安全環境

七、111 年金路獎用路人資訊類複評結果報告

7.1 南投好行，金路獎用路人資訊第 1 名

111 年金路獎用路人資訊類複評結果，南投工務段榮獲省道組第 1 名殊榮與肯定，優勝獲獎評語如下，提供後續參加考評單位參考與精進：

1. 受評路段具複雜性及挑戰性，受評單位除進行指示標誌檢核及改善外，亦能充分運用標線完善道路空間配置，如車道瘦身、路口偏心式左轉專用道、槽化分流等，以增進交通安全及順暢，成果可供其他工程處參考，值得讚許。
2. 受評單位運用專業交通分析工具處理重現性壅塞路段，並以量化數據評估實施前後

成效，如替代比例、時段及行駛時間等，用心值得肯定。

3. 受評單位透過跨域協調，除強化橫向公部門單位之溝通及合作，以順利推動連假疏運，並與民間社團交流標線劃設方式，以爭取民眾支持，卓有成效。

7.2 考評委員 111 年複評之綜合建議

1. 建議受評單位控制簡報頁數，應強化說明與用路人資訊相關者，並刪除無關的項目，以切合本考評之主題及目的。此外，簡報內容相關設施若涉及其他單位，建議標註其轄管機關，以避免造成誤解，最好能進行跨機關協調及改善，以確保用路人資訊之正確性、一致性及連貫性。
2. 資訊可變標誌 (CMS) 之文字顏色、字體、字距、行距、文詞內容、排列及斷句方式等，均會影響用路人辨識及理解相關行車資訊。因各局已訂有相關規定，受評單位應依規定顯示 CMS 相關資訊，以確保內容之妥適性。
3. 用路人反映之問題，是檢視用路人資訊是否完整及後續改善之重要依據，建議受評單位依據考評基準項目，於簡報說明民眾反映意見之處理情形，避免引發民怨而導致民意代表等關切。
4. 現今駕駛人外出多會使用導航軟體，後續除檢核指示標誌系統之適當性，亦可思考如何與導航軟體結合，以提供用路人更友善之行車導引資訊。

八、用路人資訊另一章

8.1 繞道標誌「指 67」

台 3 線成功路為有快慢分隔路型實施快車道禁止右轉者，快車道的繞道標誌「指 67」，用於預告前方路口實施交通管制措施，並指示轉彎車輛之正確行駛路線，這樣的牌面配置是按照「道路交通標誌標線號誌設置規則」第 131 條所做的導引基礎。

關於考評委員意見「台 3 線 / 台 14 線路口北上，欲右轉往台 14 線國姓，因路段中有快慢分隔島，僅指 67 導引車輛提前改行慢車道，未提供地名及道路資訊，建議可增加相關標誌。」據此，除原先設置於快慢分隔島上的「指 67」豎立式標誌外，研議於快車道上游路段，再增設右轉台 14 線國姓預告牌面，提醒用路人提早進入慢車道。



圖 8-1 台 3 線成功路快慢分隔快車道禁止右轉之行車導引資訊（「指 67」增加省道編號）

爰此試辦提前改行慢車道之通達地名及道路資訊指示標誌（如圖 8-1 快車道地名指示標誌），提醒用路人提早進入慢車道。考量原有快慢分隔島上的「指 67」標誌易受到周圍行駛中的車輛阻礙行車辨識，故參照臺中市臺灣大道上行之有年，使用已逾 13 年以上的指示標誌箭頭如圖 8.2，規劃快車道設置 L 懸臂桿地名指示標誌預告方式增加行車辨識，導引欲右轉往台 14 線國姓的車輛提前改行慢車道，雖被認為有助於用路人行車資訊辨識，惟此箭頭型式尚未見於「道路交通標誌標線號誌設置規則」之規定，導引重點仍採用原豎立於快慢分隔島「指 67」標誌型式並進行牌面資訊優化，輔助試辦懸臂標誌牌面（用以指示靠右行駛由下一快慢分隔島缺口匯出慢車道行駛，再依慢車道路口標誌決策資訊右轉），建議可再觀察用路人使用狀況。

各地使用多年，用路人早已習慣成俗的交通資訊，卻還不是設置規則裡明確允許的標誌標線資訊，孰對孰錯？孰優孰劣？類此交通資訊全台各地仍有許多，持續考驗大家的智慧。



圖 8-2 臺中市臺灣大道使用已逾 13 年的指示標誌箭頭（匯出行駛慢車道）

8.2 指向線

我們以標線偏心槽化設計或打除中央分隔島偏移設置來增設左轉專用車道（左轉附加車道），發現援用設置規則第 188 條的「分流式指向線」，可以提供內側左轉車道明確的行車導引資訊，用以預告前方道路車道配置情形（如同設置規則第 133-1 條車道預告標誌「輔 1」），導引車輛提前分流，是一種簡單明瞭、直覺式的行車資訊。

設置規則第 188 條，指向線，用以指示車輛行駛方向。以白色箭頭劃設於車道上。其第三項第三款指示直行與轉彎，轉向與直行共用車道寬度為 3.5 公尺以上時，得於鄰近路口處設置直線與弧形箭頭分離且並列之分流式指向線，兩箭頭間距為 0.5 公尺至 1.5 公尺，並得視車道寬度調整。

針對南投段改善左轉附加車道搭配的「左轉分流式指向線」，與設置規則第 188

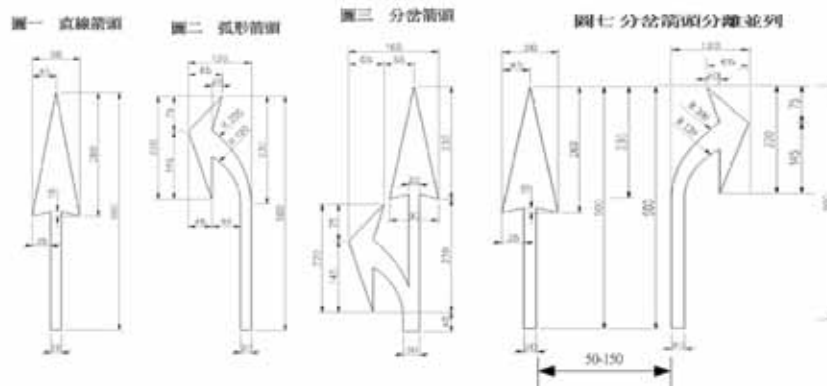


圖 8-3 設置規則第 188 條之分岔箭頭指向線



圖 8-4 左轉附加車道搭配左轉分流指向線，提前預告車道分流資訊 (一)



圖 8-5 左轉附加車道搭配左轉分流指向線，提前預告車道分流資訊 (二)

條的「右轉分流式指向線」圖例，試作以下的比較說明：

設置規則第 188 條	【外側右轉】分流式指向線	【內側左轉】分流式指向線
指向線，用以指示車輛行駛方向。	應係用於外側混合車道或實體分隔的慢車道，導引「同一車道內」的汽車機慢車直行靠左、右轉靠右之車向分流。	皆與設置規則第 188 條相同，白色箭頭尺寸亦相同。用於指示下游路口左彎車道分流配置情形。
以白色箭頭劃設於車道上。	以白色箭頭劃設於車道上。	以白色箭頭劃設於車道上。
指示直行與轉彎，轉向與直行共用車道寬度為 3.5 公尺以上時，得於鄰近路口處設置直線與弧形箭頭分離且並列之分流式指向線。	應係用於外側混合車道或實體分隔的慢車道，其轉向與直行共用車道「寬度符合 3.5 公尺以上」，於「鄰近路口處」設置直線與弧形箭頭分離且並列之分流式指向線。	內側車道配合車道瘦身縮減車道寬度政策，「一般內側車道寬度配置 2.8 至 3 公尺」，於「路口上游處」設置直線與弧形箭頭分離且並列之分流式指向線，用以預告下游路口處之分離車道配置情形。
兩箭頭間距為 0.5 公尺至 1.5 公尺，並得視車道寬度調整。	其轉向與直行共用車道寬度為 3.5 公尺以上，「兩箭頭間距為 0.5 公尺至 1.5 公尺」，得視車道寬度調整。	內側車道寬度配置 2.8 至 3 公尺，故「兩箭頭間距多採 0.5 公尺」。

左轉專用道（左轉附加車道）搭配上流段設置「直左分流式指向線」，可用以預告前方道路（鄰近路口處）車道配置情形為直左分流各一車道，達到路口車向分流目的，所見即所得，可有效提升用路人資訊。

進一步檢視，路口上游段設置直左合併之分岔箭頭指向線，即鄰近路口之車道配置為直左共用車道，以此類推如圖 8.6，指向線配置得當可正確提供行車預告點及行動點的路口決策資訊，讓路口車道資訊得以正確、簡單明確且預判時間提前。一般左轉專用車道上游，若適當設置指向線提供車道預告資訊，如此應可免設車道預告標誌「輔 1」，達到設施減量及減少養護負擔。以上僅為實務經驗分享。

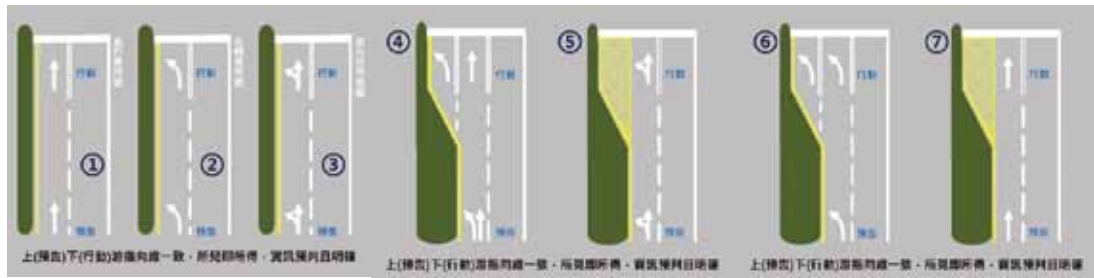


圖 8-6 內側車道指示直行與轉彎之預告與行動指向線

8.3 左轉偏心槽化設計

於大興土木工程前，利用標線偏心槽化設計來增設左轉專用道（左轉附加車道）及導引直行車順行，係經參考日本「交通工学研究会－路面標示設置の手引」右轉車道槽化設計，轉而應用於轄區省道路口改善。

現行「道路交通標誌標線號誌設置規則」於第 184 條第 2 項規定，左彎待轉區線應配合佈設左彎車道及左轉時相使用，並無規定設置左彎專用車道應配合實施左轉專用時相，亦無規定須有一定左轉交通量始得設置左彎專用車道。

因左轉車輛於圓形綠燈時相內等待左轉時，有阻礙直行車輛通行，影響直行車輛行進效率之虞，且易使直行車輛於行近路口時因須變換車道而增加事故風險。如設置偏心左彎專用車道，可提供左轉車輛停等空間，對行車安全及順暢均有助益。故於道路空間許可情況下應考慮偏心左轉專用車道之設置。（交通部 110 年 12 月 17 日交路字第 1100036939 號函）

traffic (Qi et al., 2012). As shown in FIGURE 1, a median left-turn lane typically is composed of two functional parts, i.e., vehicle storage and deceleration. Usually, a taper is considered part of the deceleration space.

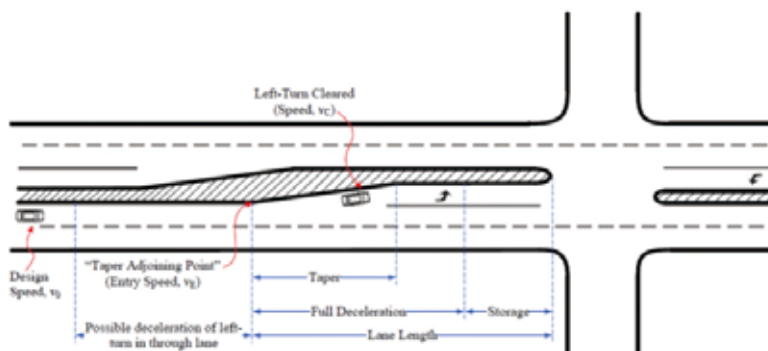


FIGURE 1 Design elements of the length of median left-turn lanes

圖 8-7 美國德州 Southwest Region University Transportation Center 報告

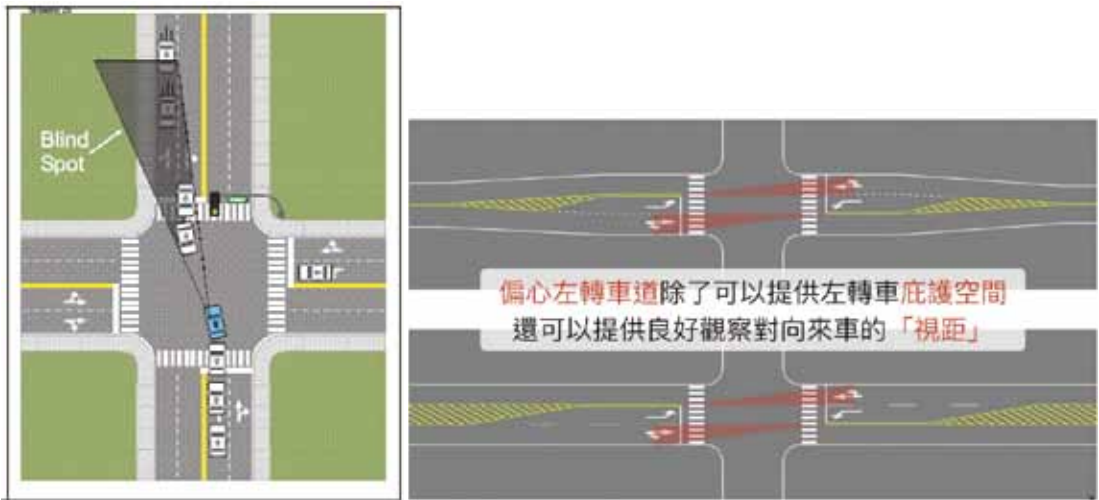
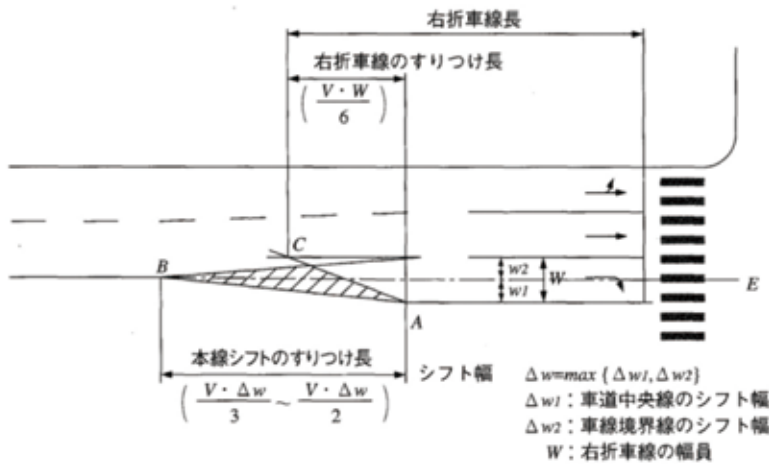


圖 8-8 左轉專用車道提供良好觀察對向來車的視距（危險藏在視距看不到的地方）

日本右轉設計手冊漸變長度的計算公式



*日本的右轉相當於台灣的左轉

圖 6.3 本線シフトの減速車線を重ねる方法

圖 8-9 日本右轉設計手冊漸變長度的計算公式

2. 本線のシフト

「道構・解説」H16-P464~465「平面・基礎」P146~147

(1) 直線区間の本線シフト区間長

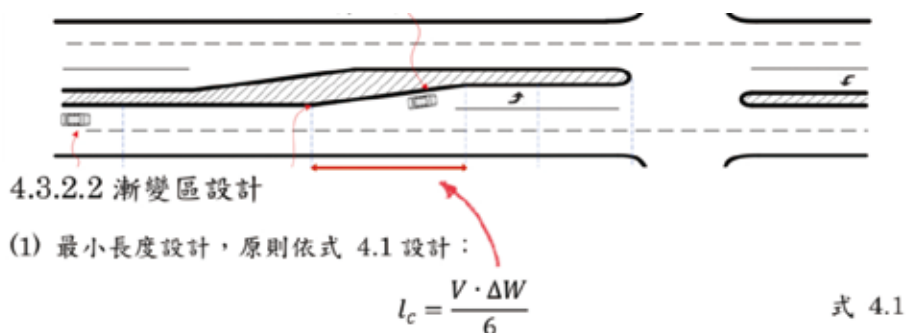
下表の計算式によって求められる値と最小値とを比較して、大きい方の値を標準とする。

表 6.5 (単位: m)

地域区分 設計速度 V (km/h)	地方部		都市部	
	計算式	最小値	計算式	最小値
80	$\frac{V \cdot \Delta W}{2}$	85	$\frac{V \cdot \Delta W}{3}$	—
60		60		40
50		40		35
40	$\frac{V \cdot \Delta W}{3}$	35		30
30		30		25
20		25		20

注) ΔW : 本線の横方向のシフト量(m)

圖 8-10 日本右轉設計手冊漸變長度的計算公式



V : 設計速率 (km/h)

ΔW : 橫向位移量 (m)

若空間不足最小長度得為 10 m。

(2) 漸變率設計原則

在設計速率 50 km/h 以下時，漸變率為 8:1，若設計速率大於 80 km/h，漸變率可增加至 15:1。若空間不足得不依此設計。

(3) 漸變段應配合繪設「車道線」(而非穿越虛線)以區隔轉向車道與直行車道，進而提示駕駛路口擴增車道及導引直行車流。漸變段邊緣應以曲線佈設，其端點並與上下游相鄰路段邊緣相切。 **資料來源：省道人本安全路口設計原則**

圖 8-11 省道人本安全路口設計原則之漸變區設計

4.2.6 轉向車道

轉向車道包括平面交叉口需停等之左、右轉車道，及不需停等直接銜接轉向彎道之加、減速車道。

1. 轉向車道寬度

- (1) 轉向車道宜與直行車道同寬度，不得小於 2.8 公尺。需停等之轉向車道，得不設緣石淨距及路肩。
 - (2) 減速車道之長度及寬度漸變比例規定如表 4.2.6 所示。
2. 轉向車道長度應考量車道配置、轉向交通量及號誌時相等因素，綜合評估後設置。

$$\frac{50 \times W}{6} = 8.33W$$

表 4.2.6 減速車道長度及寬度漸變比例

設計速率 V_d (公里/小時)	20	30	40	50	60	70	80	90
長寬比例	3:1	4:1	6:1	8:1	10:1	12:1	14:1	15:1

圖 8-12 市區道路及附屬工程設計規範之轉向車道設計

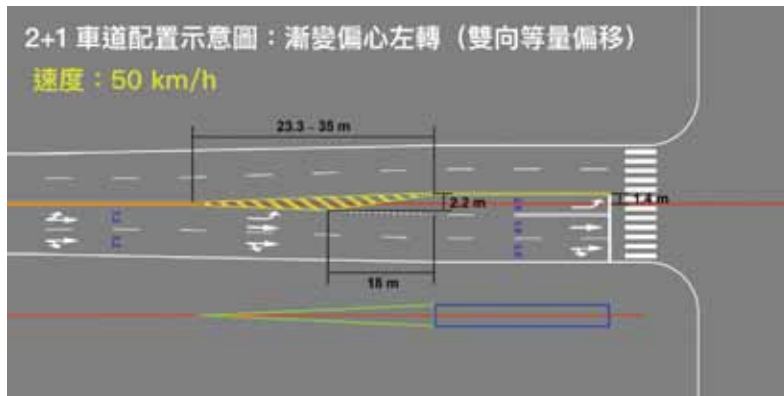


圖 8-13 雙向等量偏移之漸變偏心左轉車道（標線改造臺灣路繪製）

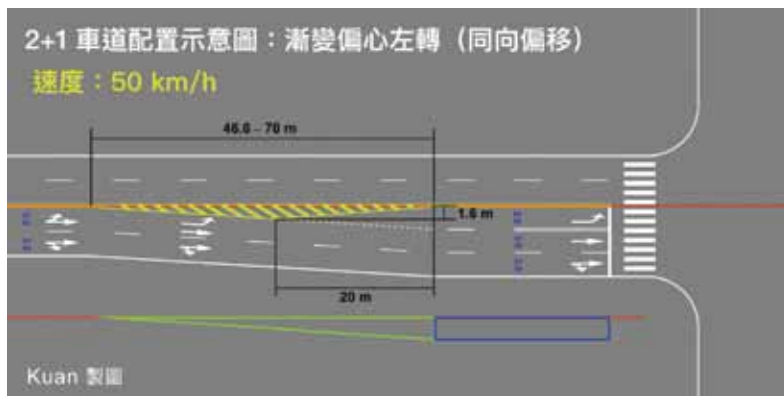


圖 8-14 同向偏移之漸變偏心左轉車道（標線改造臺灣路繪製）

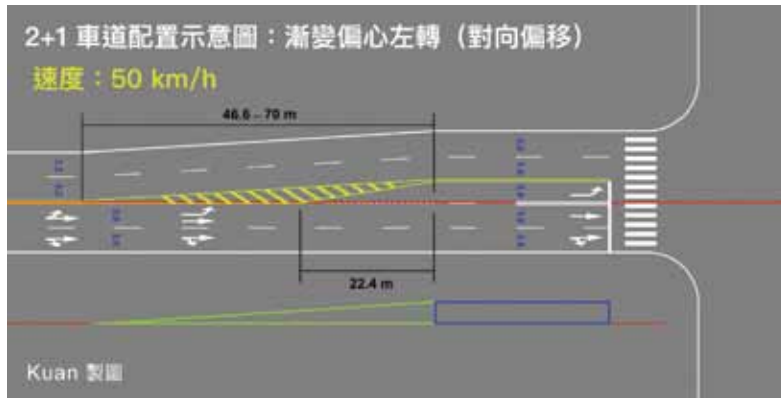


圖 8-15 對向偏移之漸變偏心左轉車道（標線改造臺灣路繪製）

綜合以上現地實務經驗，關於「標線減量設計」的建議，1. 指向線瘦身，可減少標線量體，也可減少劃設指向線的車道寬度限制；2. 面積大的槽化帶，建議調整槽化線的線寬與間距，既維持原有槽化功能，不僅可減少標線量體，亦可降低公路景觀上的衝擊。

九、結語

「路由心生，南投好行」是長期以來對公路設計與營造的期許，路的樣貌，來自對公路的用心，期許細心管理之下，轄區道路都能提供所有用路人舒適、順暢、安全的感受，也期望用路人在行進過程中，感受到南投段認真樸實的心意。

交通是活的，每個問題都具有多元的思維以及多樣的處理手段。本文分享的實務案例提供思考與精進，進而轉化為具體作為。道路工程可以改善持續優化，但用路人的對交通安全的正確認知也必須同時提升，才能發揮用路資訊與用路安全相輔相成的加乘效果，即工程、教育與執法的齒輪緊密相扣，交通安全環境的大機器才能正常運轉。「相由心生，境隨心轉」，公路進化，由心開始。

參考資料

1. 交通部運輸研究所，106年10月25日修正「交通部金路獎用路人資訊類考評基準」。
2. 交通部與內政部，110年1月29日修正發布「道路交通標誌標線號誌設置規則」。
3. 日本「交通工学研究会－路面標示設置の手引」右轉車道槽化設計。
4. 交通部公路總局 111年1月17日「省道人本安全路口設計原則」。
5. 南投工務段，110年7月29日，台14乙線中正路標線改善地方說明會簡報。
6. 南投工務段，110年9月14日，110年交通部金安獎第13屆道安創新獎「標線改造南投好行」簡報。
7. 交通社團標線改造台灣路，111年2月18日「道路幾何 & 標線改造」訓練簡報。
8. 南投工務段，111年5月27日，111年交通部金路獎用路人資訊類考評簡報。

多音束掃描應用於臨海地區橋梁基礎沖刷追蹤： 以台 17 線東石南橋 108 年至 111 年成果為例

何明然¹ 蔡明君² 楊依璇³ 鞠志琨⁴

摘要

台 17 線東石南橋跨越朴子溪，依據經濟部水利署朴子溪治理規劃，東石南橋梁底高度不足，已啟動改建規劃中，改建前維管方式採重點關注並持續追蹤河床淘刷情形為主。東石南橋位於朴子溪出海口，河道寬廣且地質多為沖積層及台地堆積層，內部膠結疏鬆易因豪雨或漲退潮現象產生沖淤變化，現況 P20、P21 橋墩有基礎裸露情形。公路總局第五區養護工程處於 107 年起辦理 3D 多音束掃描測量，與河床定期測量並行，於每年汛期前及汛期後各辦理一次。本文針對近期 108 年至 111 年間辦理多音束掃描及河床測量方式與成果進行說明，並探討 P20、P21 橋墩基礎沖刷議題，分析東石南橋及周遭河床地貌多時期沖刷變化情形，將測量成果應用於維護管理政策改善檢討，確保橋梁改建前之民眾行車安全。

關鍵詞：橋梁檢測、橋基沖刷、河床測量、水深測量、多音束掃描。

一、前言

台 17 線東石南橋於民國 78 年竣工，位於嘉義縣東石鄉，跨越朴子溪，為東石鄉與布袋鎮間重要聯絡道路橋梁。朴子溪河道深槽區位於橋墩 P20、P21 處並且有基礎裸露情形，歷年多以河床定期測量追蹤河道及橋基沖刷變化。依據經濟部水利署 105 年 10 月「朴子溪(含牛稠溪)治理規劃檢討」，東石南橋梁底高度不足，若發生大規模降雨恐有水位上升致使上構沖毀疑慮，故本橋現階段已啟動改建規劃中。因此，增

¹ 交通部公路總局第五區養護工程處養護科科長

² 交通部公路總局第五區養護工程處水上工務段段長

³ 台灣整合防災工程技術顧問有限公司南區結構一部經理

⁴ 台灣整合防災工程技術顧問有限公司公司負責人

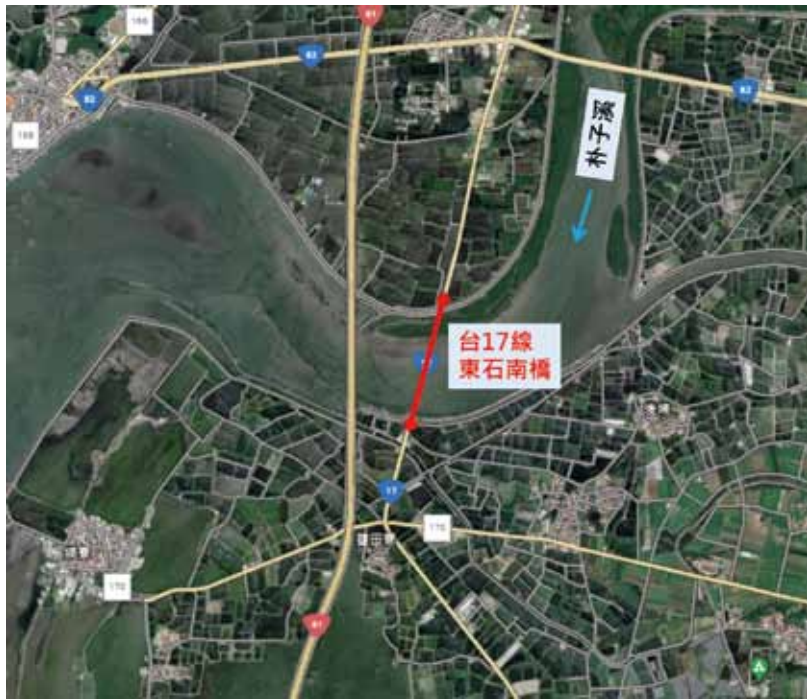


圖 1-1 東石南橋位置圖

設橋墩基礎保護措施將不符經濟成本，改建前之維管方式採重點關注並持續追蹤河床淘刷情形為主。

東石南橋橋址位於朴子溪出海口，河道幅員寬廣，且本區域地質多為沖積層及台地堆積層，以礫石、砂及泥土之組成為主，內部膠結疏鬆，豪雨及漲退潮現象皆可能對河床造成沖淤作用，橋梁上、下游區域河道範圍內是否存在未來可能影響橋墩基礎



圖 1-2 東石南橋空拍照片

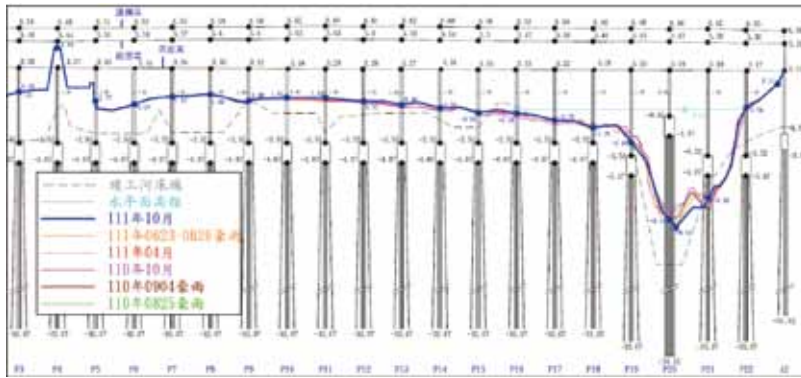


圖 1-3 東石南橋近年河床橫斷面地形分佈 (上游側)

之沖刷現象對於橋梁安全性為一重要參考。

公路總局第五區養護工程處自 107 年起辦理 3D 多音束掃描測量，於每年汛期前及汛期後各辦理一次東石南橋上、下游各 100 公尺範圍內河床地形測量，同時與河床定期測量併行，充分掌握東石南橋及周遭河床地貌之多時序變化情形，以利妥善執行維護管理對策，確保橋梁改建前之民眾行車安全。

二、歷年橋墩基礎沖刷情形說明

東石南橋橋長 690 公尺、橋寬 8.7 公尺，為 23 跨簡支 PCI 梁橋。下部結構為單柱式橋墩，P1~19、P21、P22 為 PC 樁基礎 (樁長 28M、直徑 60cm、16 支)，P20 為鋼管樁基礎 (樁長 32.25M、直徑 81cm、25 支)。本橋現況有基礎裸露情形之 P20、P21 橋墩斷面及基礎示意圖如圖 2-1 所示。

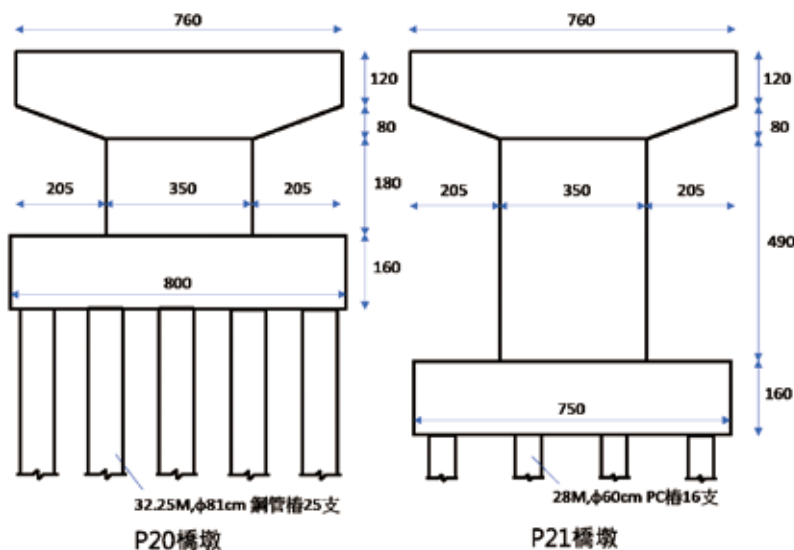


圖 2-1 P20、P21 橋墩斷面及基礎示意圖

東石南橋 108 年至 111 年間歷次河床測量 (重錘量測) 所得橋墩 P20、P21 基礎裸露沖刷變化情形如表 2-1 所示，橋墩 P20 基礎裸露高度介於基樁長度 1/3~1/5 間，P21 基礎裸露高度則小於基樁長度 1/5，依橋梁檢測規範辦理基礎構件評估，P20 維護急迫性為 U2，P21 維護急迫性則為 U1。

由 108 年 8 月豪雨及 110 年 8 月豪雨後測量成果可知，大規模降雨可於短期內造成橋墩周遭將近 2 公尺高差之明顯沖淤變化，但重錘量測僅受限於了解橋梁上游、下游滴水線之河床地形分佈，橋梁周圍及下方整體河床變動，則需仰賴多音束掃描測量進行追蹤。

表 2-1 P20、P21 歷次河床測量成果 (重錘量測)

歷次河床測量成果 (沖刷最深處)	橋墩 P20 (樁長 32.25M)		橋墩 P21 (樁長 28M)	
	高程及裸露高度	差值	高程及裸露高度	差值
108 年 4 月	河床 EL.-8.91M 裸露高 8.49M	-	河床 EL.-6.68M 裸露高 3.16M	-
108 年 8 月豪雨	河床 EL.-7.59M 裸露高 7.17M	回淤 +1.32M	河床 EL.-7.07M 裸露高 3.55M	沖刷 -0.39M
108 年 10 月	河床 EL.-7.67M 裸露高 7.25M	沖刷 -0.08M	河床 EL.-7.56M 裸露高 4.04M	沖刷 -0.49M
109 年 4 月	河床 EL.-7.38M 裸露高 6.96M	回淤 +0.29M	河床 EL.-7.10M 裸露高 3.58M	回淤 +0.46M
109 年 10 月	河床 EL.-7.47M 裸露高 7.05M	沖刷 -0.09M	河床 EL.-7.18M 裸露高 3.66M	沖刷 -0.08M
110 年 4 月	河床 EL.-7.26M 裸露高 6.84M	回淤 +0.21M	河床 EL.-6.75M 裸露高 3.23M	回淤 +0.43M
110 年 8 月豪雨	河床 EL.-9.20M 裸露高 8.78M	沖刷 -1.94M	河床 EL.-7.98M 裸露高 4.46M	沖刷 -1.23M
110 年 10 月	河床 EL.-8.03M 裸露高 7.61M	回淤 +1.17M	河床 EL.-7.59M 裸露高 4.07M	回淤 +0.39M
111 年 4 月	河床 EL.-8.45M 裸露高 8.03M	沖刷 -0.42M	河床 EL.-6.70M 裸露高 3.18M	回淤 +0.89M
111 年 10 月	河床 EL.-8.51M 裸露高 8.09M	沖刷 -0.06M	河床 EL.-7.27M 裸露高 3.75M	沖刷 -0.57M

三、多音束水深地形測量方式

多音束掃描測量經由測深音鼓產生音波，並向水底發射，音波被水底反射後，再被測深音鼓接收，同時亦量測音波自發射至反射後被接收之傳播時間，若可得知音波傳播所經水團之音速，則可將此傳播時間換算成距離，而得到測深音鼓至水底之深度，此即為水深測量觀測量，配合 GNSS 及 IMU 定位定向系統，獲得每個觀測點之坐標及高程。本計畫執行國際海測組織 IHO 標準之一等測深，水深測量精度為 95% 信賴區間，其中 $a=0.5m$ 、 $b=0.013$ 、 d 為水深，IHO 海道測量如下表 3-1 所示。

表 3-1 IHO 海道測量標準

精度等級	特等	1 等		2 等
		1a	1b	
平面精度 (95% 信心區間)	2 公尺	5 公尺	5 公尺	20 公尺
深度精度 (95% 信心區間)	a=0.25 公尺 6=0.0075	+5% 水深 a-0.5 公尺 6=0.013	+5% 水深 a-0.5 公尺 6=0.013	+10% 水深 a-0.5 公尺 6=0.013
全覆式海床搜尋	必要	必要	非必要	非必要
海床特徵物偵測	特徵物大於 1 公尺	水深 40 公尺內，特 徵物大於 2 公尺； 超過 40 公尺，特徵 物大於 10% 水深	不需要	不需要

3.1 作業流程

本計畫主要工作內容包含 1/1,000 多音束水深地形測量，包含相關之潮位觀測、聲速量測、資料計算處理及相關測量成果製作等，測量作業流程如圖 3-1 所示。

3.2 控制系統

平面控制及高程控制分別採用內政部公告之臺灣地區大地基準 TWD97 及 TWVD2001 高程基準，控制點檢測橋梁河道既有斷面樁或鄰近一等水準點使用，經檢測合格後採用。

1. 平面基準：採用內政部公告之 TWD97 二度分帶坐標系統。
2. 高程基準：採用內政部 TWVD2001 一等水準高程系統。
3. 投影坐標系統：臺灣本島之中央子午線為東經 121 度，採用經差 2 度分帶之橫麥卡托坐標系統 (TM2)，中央子午線尺度比為 0.9999，中央子午線與赤道之交點為坐標原點，橫坐標西移 250,000 公尺。

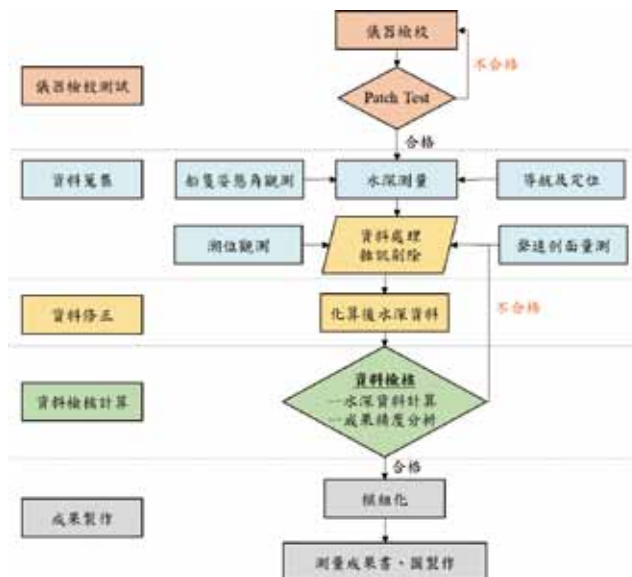


圖 3-1 多音束掃描測量作業流程圖

3.3 東石南橋多音束水深地形測量

1. 測量範圍

東石南橋跨越朴子溪河道深槽區及周遭水深適合施作多音束掃描測量之橋梁縱向範圍主要為 P15~P22 間，橋梁橫向範圍則至少包含上游及下游各 100 公尺，如圖 3-2 所示。

2. 水深測量系統

本次採用 PicoMB-120SF 多音束測深儀進行水深測量工作。PicoMB-120SF 多音束測深機系統架構如圖 3-3。本系統包含多音束音鼓、聲納處理器界面模組 (SIM)、資料收集電腦，並搭配周邊配備如 GPS、電羅經、運動姿態感測器、聲速剖面儀及水(潮)位儀等。儀器主要性能及特點簡要說明如下：

- (1) 具有 256 個音束，掃幅角度為 $0.47^{\circ}\sim 120^{\circ}$ ，可採廣角 120° 幅度施測提高作業效率。
- (2) 聲納頻率為 337、360、380kHz。音束大小為 $1.4^{\circ}\times 1.4^{\circ}$ 。
- (3) 測深可達 240m，測深解析度 1.25cm，測深精度符合國際海測組織 IHO 規範要求。
- (4) 施測頻率最高可達 60Hz，音鼓抗壓深度至少 100m。

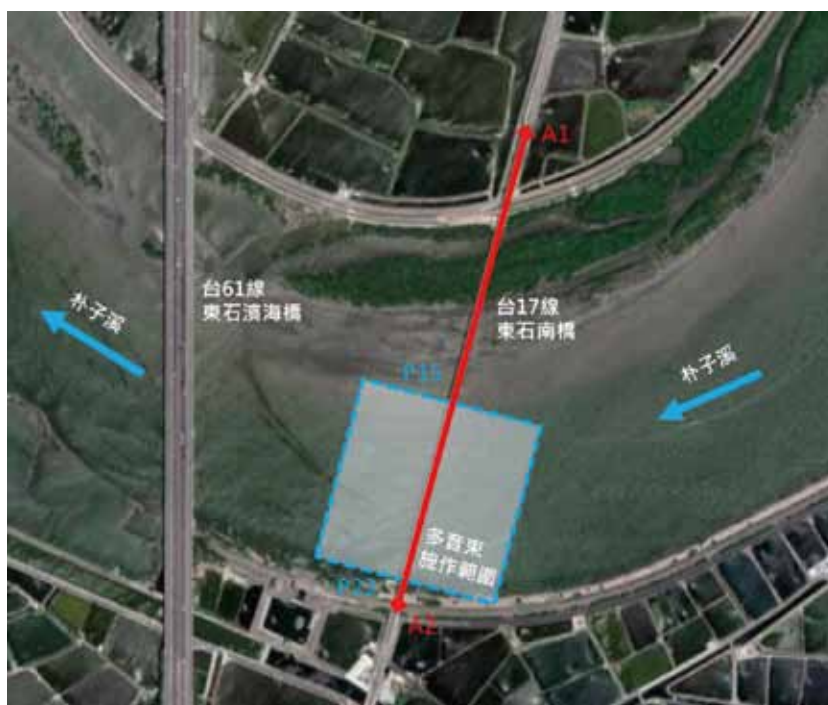


圖 3-2 東石南橋多音束施作範圍示意圖



圖 3-3 PICO MB-120SF 多音束測深機系統架構

水深測量主要作業步驟包含事前準備工作、測線規劃、儀器檢校、儀器架設及疊合測試 (patch test) 外，在進行水深測量 (測深) 同時，亦需再進行船隻導航及定位、水位觀測、水中聲速量測、船隻姿態角觀測等工作項目，將所有觀測蒐集的資料進行內業處理與計算，才可得到歸算後的水深地形成果，再進一步與陸域地形成果整合。

3. 測線規劃

測線規劃因多音束測線間距 (音束涵蓋範圍) 與施測水深成正比，故現場作業時需依水深即時調整測線間距，在工作前航線規劃，盡量使施測涵蓋率達 110% 以上 (即有 20% 以上的重疊率)，交叉測線至少 3 條，作為後續資料檢核使用，且測點間距不超過 1 公尺，如此使施測區有完整且高密度的測點資料，並掃描垂直檢核線進行成果檢核。東石南橋多音束實測航線如圖 3-4。



圖 3-4 PICO MB-120SF 多音束測深機系統架構

4. 率定測試

儀器架設的位置偏移量會產生固定影響之系統性誤差，因此必須於作業前進行校驗參數測量（又稱疊合測試）以計算架設偏差，以計算消除因系統性誤差造成河床位置計算的影響，本計畫使用之遙控船由於儀器與船身為一體式架構，無須每次作業前重新安裝，因此因儀器架設位置的偏移造成的系統性偏差較小（固定參數）。水深測量前因儀器架設於船體時會有方向及角度誤差，因此必須進行校驗參數測量以計算架設偏差。儀器校驗項目主要有 Roll（船隻左右搖擺參數）、Pitch（船隻前後起伏參數）及 Yaw（船俯仰參數）及計算資料傳輸時間延遲等 4 項。選擇地形變化明顯處作為疊合測試的檢驗場，規劃 2 條相互平行測線，藉由平坦地形平行測線重疊資料計算出 Roll，其中地形變化較明顯之測線，施以往返二航次，藉以計算 Pitch 及 Yaw，本工作疊合測試之計算成果如表 3-2。

音鼓安置傾斜角	率定值 (degree)
Roll	-0.95
Pitch	1.00
Yaw	2.80
計算資料傳輸時間延遲	0

5. 儀器架設偏移修正

以船隻重心為相對坐標之中心，船隻重心至船首方向為基準方向，在安置測深系統各項裝置時記錄並繪製各裝置的相對位置，如圖 3-5 所示，其中包括：

- (1) 音鼓吃水深：音鼓至水面距離。
- (2) 音鼓平面位置：音鼓架設於船隻上的相對位置。
- (3) 定位儀平面位置：定位儀架設於船隻上的相對位置。
- (4) 定位儀高程：定位儀至水面距離。
- (5) 船隻姿態感測器位置：姿態感測器架設於船上的相對位置。
- (6) 多音束測深儀音鼓的安置角度。

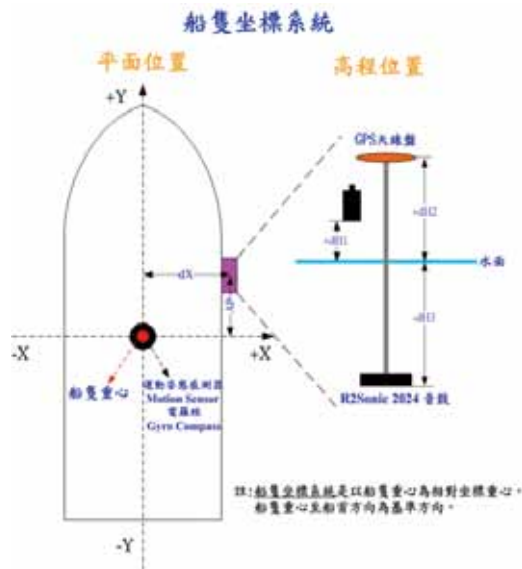


圖 3-5 PICOMB-120SF 多音束測深機系統架構

6. 船隻姿態角觀測

實施多音束水深測量需配置船隻運動姿態感測器及磁羅經以記錄船隻的前後傾斜 (pitch)、左右搖擺 (roll)、船向 (yaw) 之角度及上下起伏 (heave) 之高度，圖 3-6 為船隻運動姿態角記錄曲線圖。

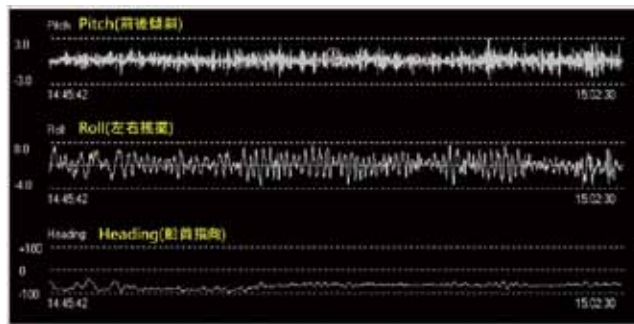


圖 3-6 船隻運動姿態角記錄曲線圖

7. 船隻導航及定位

- (1) 採用 RTK 即時動態衛星定位測量，以陸上已知控制點 (斷面樁) 上，引測至測區附近，設置一臨時點位作為水深測量基站使用，配合船上移動站測定船隻位置，記錄測深時刻的位置坐標。
- (2) 於水深測量作業前在陸地上尋找已知點作檢測，檢測成果需符合 30 公分 (95% 信心區間) 內之水平定位精度後方使用之。本次採用陸上已知控制點 (斷面樁) 進行檢測，其檢測成果均為公分級誤差。
- (3) 以多音束測深儀施行水深測量時，搭配 RTK 定位方式可大幅提昇定位精度至公分等級，對於成果之精度及品質有顯著提昇，故在數公里內的作業區域可以

RTK 定位方式提高多音束測深的定位精度。

8. 水位觀測

本計畫水位觀測引用東石南橋橋址區域之水準點及平面控制點為 G056(水準點)、Q135(三等點)、Q136(三等點)，檢核控制點允許閉合差為小於 2cm，經檢測無誤後引測該平面及高程至適當點位，水深測量期間架設自動水位記錄器進行水位觀測。

9. 聲速量測

- (1) 在每日施行水深測量的作業範圍內，選取較深之位置作聲速量測，若於測量期間氣候變化遽烈導致水中溫差變化大，則需再次量取水中聲速剖面，增加聲速量測次數以求正確測得水中聲速的變化，精確修正水深測量成果。
- (2) 所使用之聲速儀為直接量測式聲速儀，量測聲速之最小記錄單位可達 0.1 公尺 / 秒，記錄時視測區深度及聲速變化情況而定，取樣間隔約在 2 公尺。

10. 水深測量資料處理

- (1) 先逐一對單一測線初步篩除可疑的水深資料，如訊號品質不佳的水深值、異常的水深值及定位品質不佳的水深點。多音束測深資料因資料量龐大，需藉由專業軟體輔助資料的篩選作業。
- (2) 加入各項修正資料，包含水位高資料、聲速剖面資料、儀器架設偏移參數、船隻姿態資料及率定資料等，需經檢核無誤後才加入水深資料的修正計算，可得到歸算後的水深資料。
- (3) 整合同一測區的測深資料，利用資料間的相互重疊或交錯部分來比較其差值以剔除不符的水深點，資料疊合比對畫面如圖 3-7 所示，水深資料處理整體流程如圖 3-8 所示。

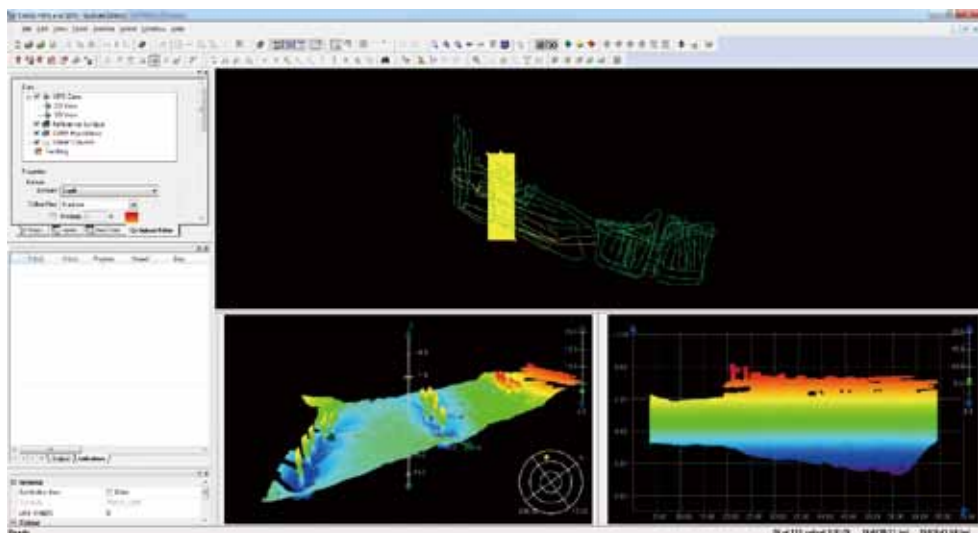


圖 3-7 多音束水深測量相鄰測線資料疊合比對、除錯畫面

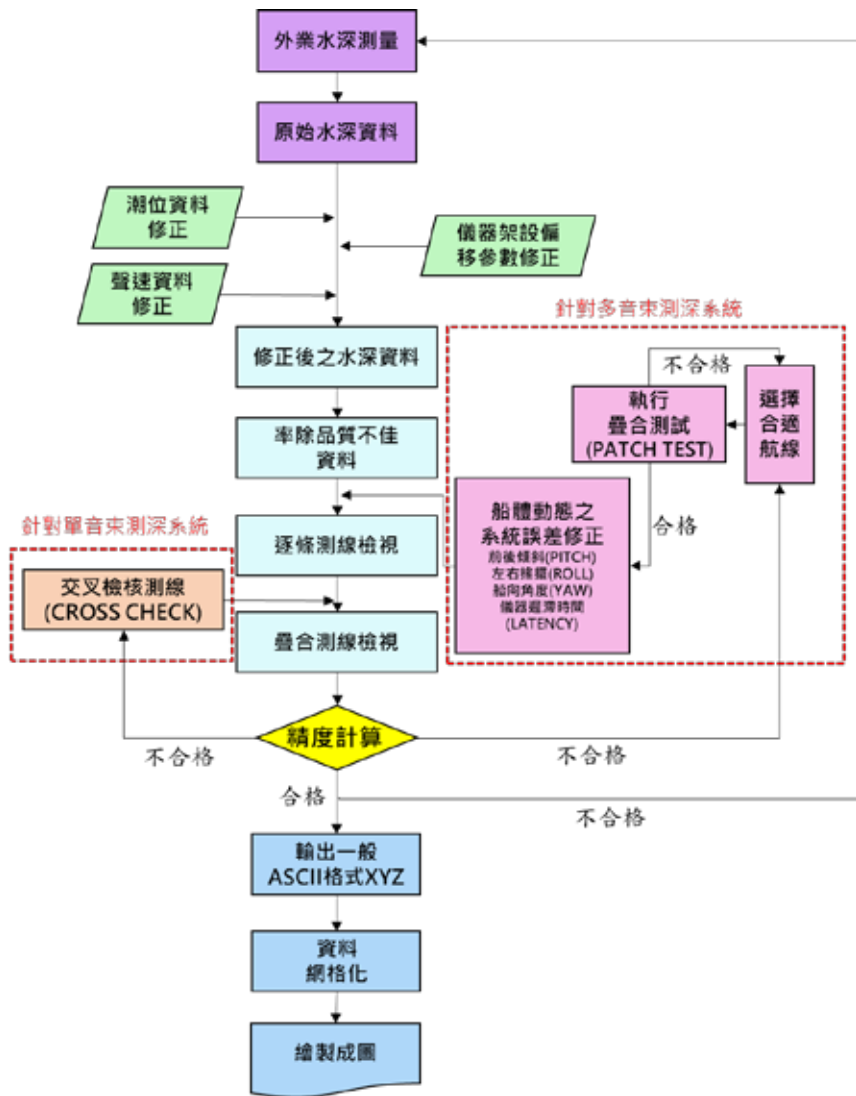


圖 3-8 多音束水深測量相鄰測線資料疊合比對、除錯畫面

四、東石南橋多音束掃描成果

4.1 多音束地形套等深線圖

東石南橋現況基礎裸露最高之橋墩為 P20，為沖刷分析關注首要目標，為便於表示各期河道深槽區整體沖淤變動後之最低高程點位與橋墩 P20 之相對距離，將橋墩 P20 中心假設為 (x,y) 座標系統之原點，其中 x 正值指向東方，y 正值指向北方。108 年至 111 年汛期前、後多音束地形測量成果套繪等深線圖，如圖 4-1 至圖 4-4 所示。

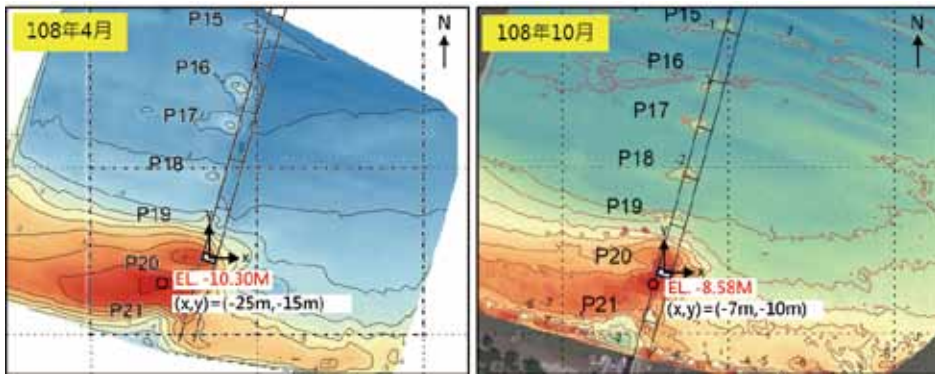


圖 4-1 108 年汛期前、後多音東地形套等深線圖

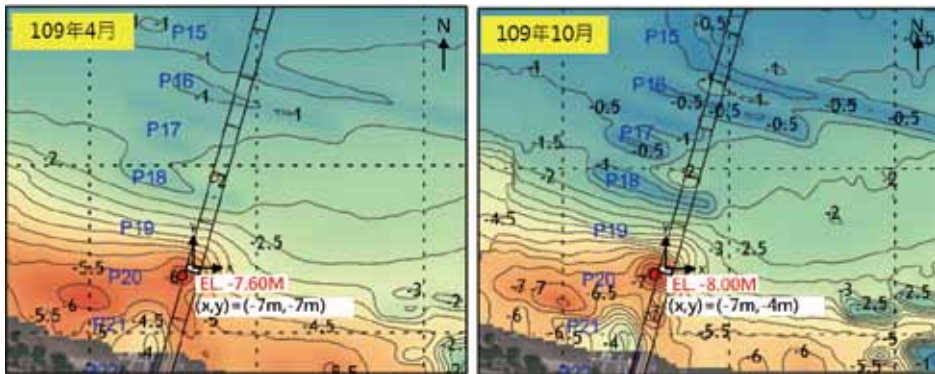


圖 4-2 109 年汛期前、後多音東地形套等深線圖

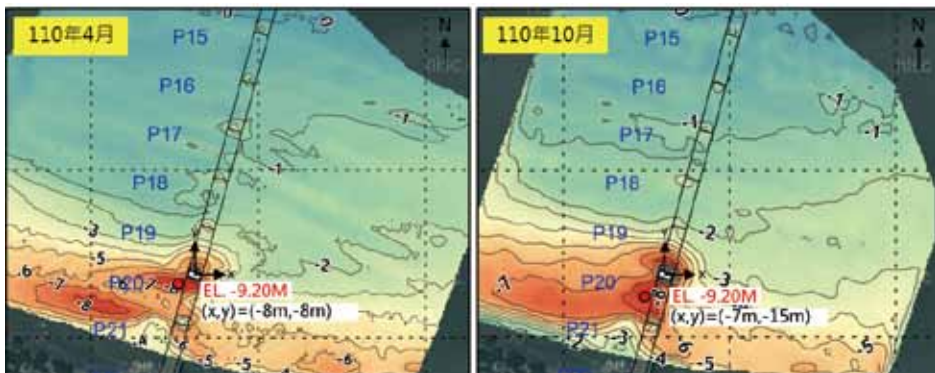


圖 4-3 110 年汛期前、後多音東地形套等深線圖

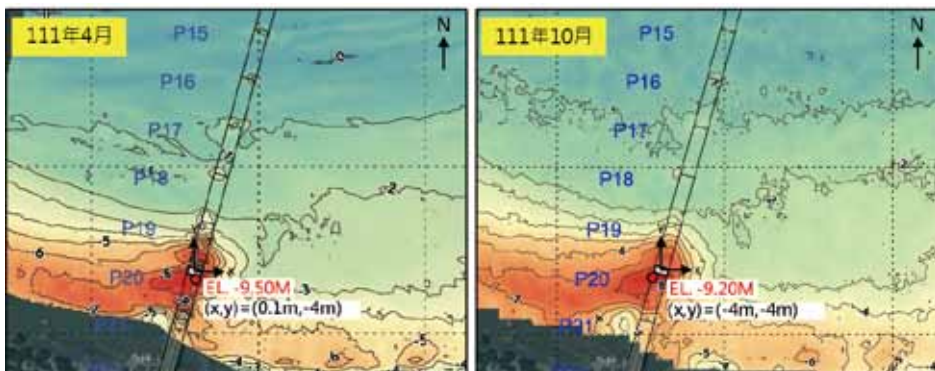


圖 4-4 111 年汛期前、後多音東地形套等深線圖

4.2 多音束地形套疊橋墩三維立體模型

多音束掃描測量成果亦可利用相關軟體製作為數值模型，並加入橋梁構件相對尺寸模型，製作為便於直觀瀏覽 3D 立體成果。以了解深槽區沖刷坑歷次變動情形，是否有危及橋墩基礎安全之趨勢。108 年至 111 年汛期前、後多音束地形套疊橋墩三維立體模型，如圖 4-5 至圖 4-8 所示。

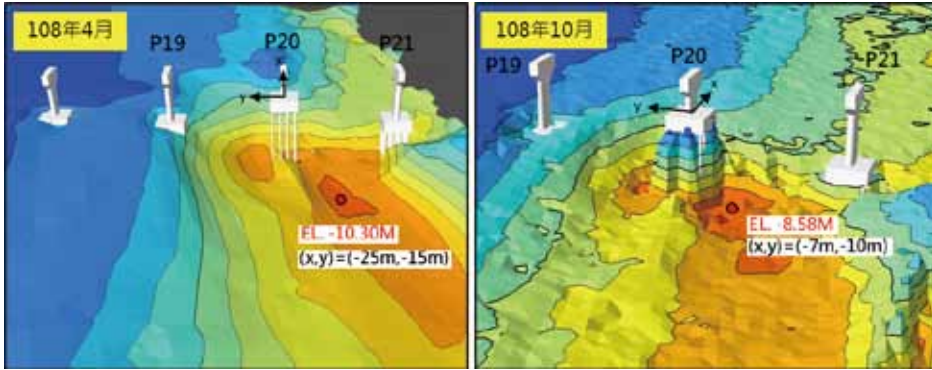


圖 4-5 108 年汛期前、後多音束地形套疊橋墩三維立體模型

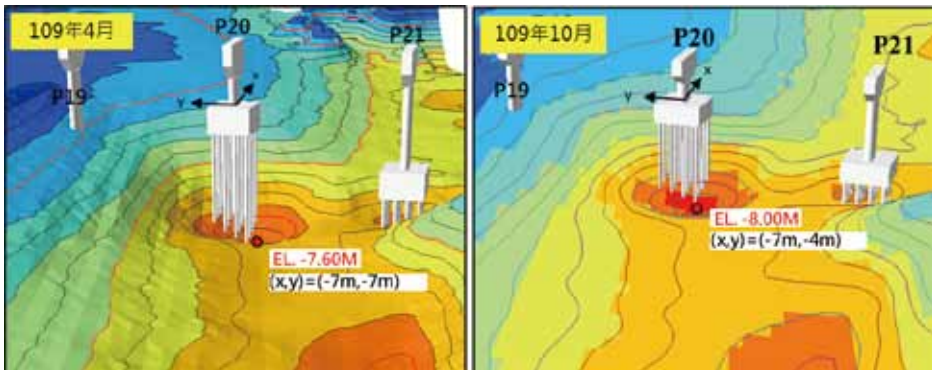


圖 4-6 109 年汛期前、後多音束地形套疊橋墩三維立體模型

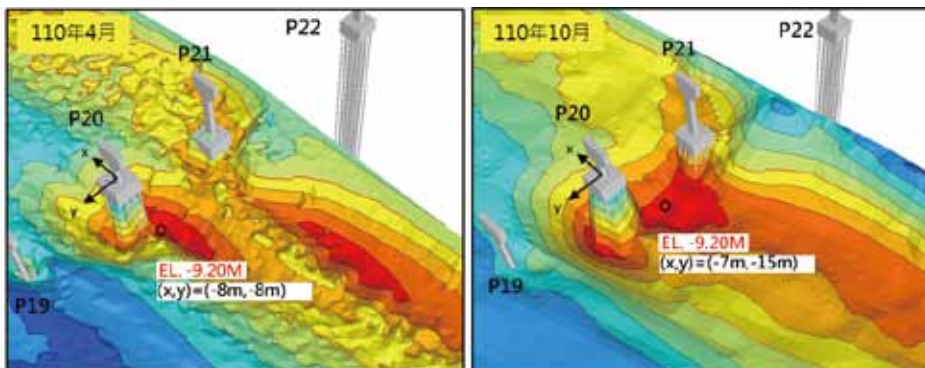


圖 4-7 110 年汛期前、後多音束地形套疊橋墩三維立體模型

4.3 成果分析

將多音束地形測量所得河道深槽區沖刷坑最低點位高程及距離資料，與傳統重錘方式量測 P20 橋墩處河床地形成果彙整如表 4-1 所示，由表中可知以下資訊：

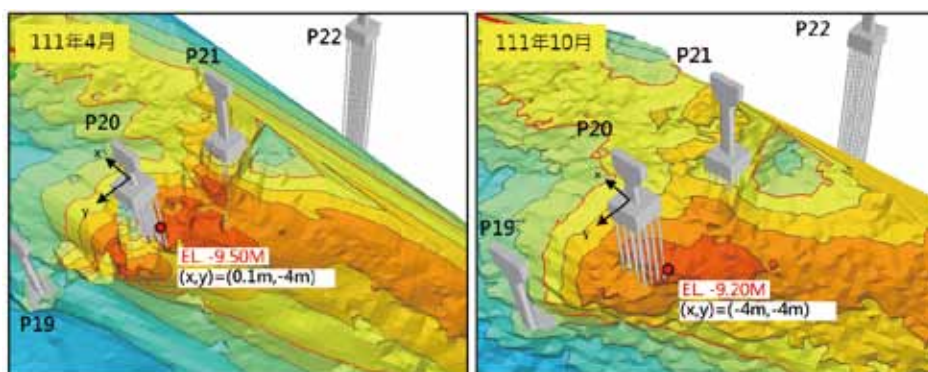


圖 4-8 111 年汛期前、後多音束地形套疊橋墩三維立體模型

1. 各期成果皆顯示，多音束量測所得深槽區沖刷坑最低點位高程，皆更低於重錘量測所得成果。因此，當沖刷坑鄰近橋墩基礎時，重錘量測由於測點受限，可能低估實際基礎裸露高度。
2. 深槽區沖刷坑於 108 年 10 月以後，測量所得最低點位由 108 年 4 月的下游 25M 處上移至 P20~P21 橋墩間，直至 111 年 4 月及 10 月，淘刷更深並緊鄰 P20 橋墩基樁，故後續可能持續集中於 P20 處刷深，以致影響橋基安全及穩定。
3. 重錘量測成果中，110 年 8 月豪雨後之測量為近年 P20 橋墩沖刷最深紀錄，可知豪雨當下造成之河床變動顯著於常時，若於豪雨後亦辦理多音束測量，可掌握橋梁沖刷安全關鍵。

表 4-1 多音束測量成果與 P20 橋墩重錘量測成果彙整表

歷次河床 測量成果 (沖刷最深處)	橋墩 P20 (樁長 32.25M)	深槽區沖刷坑 最低點位
	高程及裸露高度 (重錘量測)	河床高程及與 P20 相對距離 (多音束量測)
108 年 4 月	河床 EL.-8.91M 裸露高 8.49M	河床 EL.-10.30M (x,y)=(-25m,-15m)
108 年 8 月豪雨	河床 EL.-7.59M 裸露高 7.17M	未辦理
108 年 10 月	河床 EL.-7.67M 裸露高 7.25M	河床 EL.-8.58M (x,y)=(-7m,-10m)
109 年 4 月	河床 EL.-7.38M 裸露高 6.96M	河床 EL.-7.60M (x,y)=(-7m,-7m)
109 年 10 月	河床 EL.-7.47M 裸露高 7.05M	河床 EL.-8.00M (x,y)=(-7m,-4m)
110 年 4 月	河床 EL.-7.26M 裸露高 6.84M	河床 EL.-9.20M (x,y)=(-8m,-8m)

歷次河床 測量成果 (沖刷最深處)	橋墩 P20 (橋長 32.25M)	深槽區沖刷坑 最低點位
	高程及裸露高度 (重錘量測)	河床高程及與 P20 相對距離 (多音束量測)
110 年 10 月	河床 EL.-8.03M 裸露高 7.61M	河床 EL.-9.20M (x,y)=(-7m,-15m)
111 年 4 月	河床 EL.-8.45M 裸露高 8.03M	河床 EL.-9.50M (x,y)=(0.1m,-4m) 緊鄰基樁
111 年 10 月	河床 EL.-8.51M 裸露高 8.09M	河床 EL.-9.20M (x,y)=(-4m,-4m) 緊鄰基樁

五、結論與建議

5.1 結論

1. 本文針對台 17 線東石南橋 P20、P21 橋墩基礎沖刷議題，採用 3D 多音束測量配合重錘量測，辦理河道深槽區整體地形掃描及橋梁上、下游河床定期測量，以追蹤東石南橋及周遭河床地貌多時期沖刷狀況並進行分析討論，將測量成果應用於維護管理政策改善檢討。
2. 依據經濟部水利署「朴子溪(含牛稠溪)治理規劃檢討」，東石南橋有梁底高度不足情形，已啟動改建規劃中，基礎裸露問題亦可藉由橋梁改建獲得改善。因此，現階段增設橋墩基礎保護措施將不符經濟成本。
3. 依據 108 年至 111 年測量成果分析，可知重錘量測由於測點受限，測得高程與基樁周遭可能有一定誤差，因此豪雨後重錘量測所發現明顯沖刷現象，實際刷深程度亦可能更大，並且由多音束最新檢測成果知淘刷最深處現況緊鄰 P20 橋墩基樁，後續若持續集中淘刷，可能影響橋梁穩定。

5.2 建議

1. 東石南橋深槽區沖刷坑淘刷最深處緊鄰 P20 橋墩基樁，須加強注意後續樁基礎受沖蝕可能，尤其豪雨期間可能導致裸露情形短時間內加劇。
2. 橋墩 P20 基礎裸露高度較高，介於基樁長度 1/3~1/5 間，雖河床下之樁基礎長度尚可保持一般使用下之穩定性，然而若遇颱風、豪雨、地震等情形，皆有可能發生立即性的損傷。為確保民眾安全，若發生豪雨時當水位達一定程度，建議辦理封橋暫停通行，並於災後完成安全檢測評估後再開放通車。

3. 颱洪豪雨時，封橋時機建議採本橋上游水位站達一級警戒水位時辦理。(東石大橋水位站：平均年水位 EL.0.5M、二級警戒水位 EL.3.9M、一級警戒水位 EL.5.5M)。東石南橋現況未有明顯受震損害構件，地震狀況發生時，建議依照原有特別檢測規定辦理。
4. 颱洪豪雨之災後安全檢測評估，優先辦理重錘量測以快速了解橋梁上、下游河床高程變化，若確有明顯變動，待水流略為穩定後始辦理多音束掃描測量，掌握橋墩基礎沖刷程度及河道整體狀況，以作為東石南橋未改建前整體橋梁安全評估之重要紀錄。

參考文獻

1. 108 年度~111 年度公路總局第五區養護工程處雲林縣、嘉義縣市轄區因應氣候變遷橋梁安全維持檢測工作 - 多音束掃描成果報告：台灣整合防災工程技術顧問有限公司(民國 108~111)。
2. 朴子溪(含牛稠溪)治理規劃檢討：經濟部水利署(民國 105)。
3. 台 17 線東石南橋改建工程計畫：交通部公路總局第五區養護工程處(民國 106)。
4. 公路橋梁檢測及補強規範：交通部(民國 109)。

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 2 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 2 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

GPN2004100003

定價新臺幣30元