

111-001-7C85

MOTC-IOT-110- H1CA001a

# 國道三號大甲溪橋地工織布保護 工法現地沖刷試驗及驗證



交通部運輸研究所

中華民國 111 年 3 月





111-001-7C85

MOTC-IOT-110-H1CA001a

# 國道三號大甲溪橋地工織布保護 工法現地沖刷試驗及驗證

著 者：胡啟文、蔡立宏、賴瑞應、鄭登鍵  
黃宇謙、莊凱迪、劉文琪

交通部運輸研究所

中華民國 111 年 3 月

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

國道三號大甲溪橋地工織布保護工法現地沖刷試驗及驗證 / 胡啟文, 蔡立宏, 賴瑞應, 鄭登鍵, 黃宇謙, 莊凱迪, 劉文琪著. -- 初版. -- 臺北市 : 交通部運輸研究所, 民 111.03

面 ; 公分

ISBN 978-986-531-381-4(平裝)

1.CST: 橋梁工程 2.CST: 施工管理

441.8

111001011

國道三號大甲溪橋地工織布保護工法現地沖刷試驗及驗證

著 者：胡啟文、蔡立宏、賴瑞應、鄭登鍵、黃宇謙、莊凱迪、劉文琪

出版機關：交通部運輸研究所

地 址：105004 臺北市敦化北路 240 號

網 址：[www.iot.gov.tw](http://www.iot.gov.tw) (中文版>數位典藏>中心出版品)

電 話：(04)2658-7200

出版年月：中華民國 111 年 3 月

印 刷 者：

版(刷)次冊數：初版一刷 50 冊

本書同時登載於交通部運輸研究所網站

定 價：200 元

展 售 處：

交通部運輸研究所運輸資訊組•電話：(02)2349-6789

國家書店松江門市:104472 臺北市中山區松江路 209 號 F1:電話(02)2518-0207

五南文化廣場：400002 臺中市中山路 6 號 • 電話：(04)2226-0330

GPN：1011100152

ISBN：978-986-531-381-4 (平裝)

著作財產權人：中華民國(代表機關：交通部運輸研究所)

本著作保留所有權利，欲利用本著作全部或部份內容者，須徵求交通部運輸研究所書面授權。

## 交通部運輸研究所自辦研究計畫出版品摘要表

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                         |                            |                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------|--------------------------------------------------------------|
| 出版品名稱：國道三號大甲溪橋地工織布保護工法現地沖刷試驗及驗證                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                         |                            |                                                              |
| 國際標準書號(或叢刊號)<br>ISBN 978-986-531-381-4 (平裝)                                                                                                                                                                                                                                                                            | 政府出版品統一編號<br>1011100152 | 運輸研究所出版品編號<br>111-001-7C85 | 計畫編號<br>MOTC-IOT-110-H1CA001a                                |
| 本所主辦單位：港灣技術研究中心<br>主管：蔡立宏<br>計畫主持人：賴瑞應、胡啟文<br>研究人員：鄭登鍵、黃宇謙、莊凱迪、劉文琪<br>參與人員：王培源、李春榮、何木火<br>聯絡電話：04-26587111<br>傳真號碼：04-26564418                                                                                                                                                                                         |                         |                            | 研究期間<br><br>自 110 年 1 月<br>至 110 年 12 月                      |
| 關鍵詞：沖刷、水工模型試驗、鼎型塊、織布                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                         |                            |                                                              |
| 摘要：<br><br>本計畫針對地工織布應用於橋墩基礎保護工法，以國道三號大甲溪橋為研究對象，於109年完成現地地工織布保護工法之鋪設，本年度(110年)針對試驗橋址進行保護工法的沖刷穩定度觀測，評估織布保護工法之成效，以現地試驗方式來驗證本所過去的研究成果，透過本年度所觀測之資料評估結果顯示，地工織布能有效阻斷向下滲流掏刷而保護鼎型塊穩定之作用；此外，本計畫同時以室內水工模型試驗，研擬地工織布保護工法鋪設斷面改善方案，以提供國道高速公路局未來鋪設橋墩基礎保護工法決策之參考，經室內水工模型試驗結果顯示，橋墩基礎保護工法鋪設，鼎型塊結合地工織布並予以降階將會是最好的鋪設斷面，且鋪設圍繞橋墩基礎的鼎型塊排數越多越好。 |                         |                            |                                                              |
| 研究成果效益：<br><br>1. 藉由現地試驗，驗證地工織布結合鼎型塊保護工法之成效，提供橋梁管理單位未來設置相關保護工決策之參考。<br><br>2. 藉由水工模型試驗，研擬地工織布保護工法鋪設斷面改善方案，提供相關橋梁管理單位未來應用之參考。                                                                                                                                                                                           |                         |                            |                                                              |
| 提供應用情形：<br><br>1. 本計畫研提之地工織布結合鼎型塊保護工法，已鋪設於國道3號大甲溪橋P24L-P27R橋墩。<br><br>2. 本計畫研擬之地工織布保護工法鋪設斷面，可提供本所及相關單位後續之參採。                                                                                                                                                                                                           |                         |                            |                                                              |
| 出版日期                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 頁數                      | 定價                         | 本 出 版 品 取 得 方 式                                              |
| 111 年 3 月                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 287                     | 200                        | 凡屬機密性出版品均不對外公開。普通性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本所免費贈閱；私人及私營機關團體可按定價價購。 |
| 備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                         |                            |                                                              |

**PUBLICATION ABSTRACTS OF RESEARCH PROJECTS  
INSTITUTE OF TRANSPORTATION  
MINISTRY OF TRANSPORTATION AND COMMUNICATIONS**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                              |                                   |                                                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------|
| TITLE: On-site Scour Test and Verification of Geotextile Protection Construction Method for Dajia River Bridge on National Freeway No. 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                              |                                   |                                                         |
| ISBN (or ISSN)<br>978-986-531-381-4(pbk)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER<br>1011100152 | IOT SERIAL NUMBER<br>111-001-7C85 | PROJECT NUMBER<br>MOTC-IOT-110-H1CA001a                 |
| DIDIVISION: HARBOR & MARINE TECHNOLOGY CENTER<br>DIDIVISION DIRECTOR: Li-Hung Tsai<br>PPRINCIPAL INVESTIGATOR: Jui-Ying Lai, Chi-Wen Hu<br>PROJECT STAFF: Teng-Chien Cheng, Yu-Cian Huang, Kai-Ti Chuang, Wen-Chi Liu<br>PARTICAPATING STAFF: Pei-Yuan Wang, Chun-Jung Lee, Mu-Huo Ho<br>PHONE: 04-26587111<br>FAX: 04-26564418                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                              |                                   | PROJECT PERIOD<br>FROM January 2021<br>To December 2021 |
| KEY WORDS: SCOUR, HYDRAULIC MODEL TEST, TRIPOD BLOCK, GEOTEXTILE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                              |                                   |                                                         |
| Abstract:<br><br>The present research focuses on the application of geotextile fabrics to the protection of bridge pier foundations, with the Dajia River Bridge on National Freeway No. 3 selected as the research object. The laying of the on-site geotextile protection construction method was completed in 2020. In this year (2021), observation was conducted on the test bridge site for the scour stability of the protection construction method to evaluate the effectiveness of the fabric protection construction method, and verify the past research results of the Institute by field tests. The evaluation results of the data observed this year showed that the geotextile fabric can effectively block the downward seepage whereby to protect the stability of the tripod blocks. The present research also involves the contemplation on the improvement on the pavement section of the geotextile weaving method by indoor hydraulic model tests, to provide a reference for the National Freeway Bureau's future decision-making in protection methods for pier foundations. The test results showed that the tripod blocks combined with geotextiles and reduced in order will be the best paving section, and that the more rows of tripod blocks laid around the pier foundation the better.<br><br>Benefits of Research Results:<br><ol style="list-style-type: none"> <li>1. Field tests serve to verify the effectiveness of geotextile weaving combined with the tripod block protection construction method, and provide a reference for the bridge management agencies in setting up relevant protection work decisions in the future.</li> <li>2. Improvement plan on the paving section of the geotextile protection method is developed by means of hydraulic model test, to provide a reference for the future application by the relevant bridge management agencies.</li> </ol> Application Availability:<br><ol style="list-style-type: none"> <li>1. The geotextile weaving combined with the tripod block protection method proposed in the present research has been used on the P24L-P27R pier of Dajia River Bridge on National Freeway 3.</li> <li>2. The pavement section of the geotechnical weaving protection method developed in the present research can provide follow-up participation by the Institute as well as related agencies.</li> </ol> |                                              |                                   |                                                         |
| DATE OF PUBLICATION<br>Mar. 2022                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | NUMBER OF PAGES<br>287                       | PRICE<br>200                      |                                                         |
| Remarks: Conclusions and recommendations of this study are not necessarily the view of the Ministry of Transportation and Communications.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                              |                                   |                                                         |

# 國道三號大甲溪橋地工織布保護工法 現地沖刷試驗及驗證

## 目 錄

|                                      |      |
|--------------------------------------|------|
| 中文摘要 .....                           | I    |
| 英文摘要 .....                           | II   |
| 目錄 .....                             | III  |
| 圖目錄 .....                            | VII  |
| 表目錄 .....                            | XIII |
| 第一章 前 言 .....                        | 1-1  |
| 1.1 研究緣起 .....                       | 1-1  |
| 1.2 研究目的 .....                       | 1-2  |
| 1.3 研究方法 .....                       | 1-2  |
| 1.4 研究內容與流程 .....                    | 1-3  |
| 第二章 文獻回顧 .....                       | 2-1  |
| 2.1 地工織物在山區道路邊坡保護之應用 .....           | 2-1  |
| 2.2 地工織布於海洋環境中之工程特性 .....            | 2-2  |
| 2.3 地工合成材料在永續工程之應用 .....             | 2-3  |
| 2.4 模擬濁流中地工織物損傷之室內試驗 .....           | 2-6  |
| 2.5 國道 1 號中沙大橋墩基沖刷治理計畫委託技術服務工作 ..... | 2-9  |
| 2.6 台 13 甲線北勢大橋橋基裸露之應變對策及耐洪評估 .....  | 2-10 |
| 2.7 本所歷年橋墩保護工法之研究 .....              | 2-14 |
| 2.8 小 節 .....                        | 2-29 |

|                                |        |
|--------------------------------|--------|
| 第三章 水工結構物與水文基本資料.....          | 3-1    |
| 3.1 橋梁基本資料.....                | 3-1    |
| 3.2 110 年國道三號大甲溪橋河床斷面測量資料..... | 3-5    |
| 3.3 大甲溪流域概況.....               | 3-6    |
| 3.4 大甲溪下游河段特性.....             | 3-7    |
| 第四章 地工織布保護工法保護成效觀測與評估.....     | 4-1    |
| 4.1 航拍觀測規劃.....                | 4-1    |
| 4.2 成效觀測.....                  | 4-4    |
| 4.3 成效評估.....                  | 4-18   |
| 第五章 水工模型試驗規劃.....              | 5-1    |
| 5.1 試驗渠槽.....                  | 5-1    |
| 5.2 渠槽試驗條件.....                | 5-3    |
| 5.3 試驗佈置.....                  | 5-8    |
| 第六章 地工織布保護工法鋪設斷面改善方案研擬.....    | 6-1    |
| 6.1 試驗流程.....                  | 6-1    |
| 6.2 試驗成果.....                  | 6-4    |
| 6.3 小結.....                    | 6-27   |
| 第七章 結論與建議.....                 | 7-1    |
| 7.1 結論.....                    | 7-1    |
| 7.2 建議.....                    | 7-2    |
| 7.3 研究成果效益.....                | 7-2    |
| 7.4 提供應用情形.....                | 7-2    |
| 參考文獻.....                      | 參-1    |
| 附錄一 國道三號大甲溪橋橋梁基本資料.....        | 附錄 1-1 |

|                                 |        |
|---------------------------------|--------|
| 附錄二 國道三號大甲溪橋耐震補強竣工圖 .....       | 附錄 2-1 |
| 附錄三 國道三號大甲溪橋 110 年河床斷面測量資料..... | 附錄 3-1 |
| 附錄四 專家學者座談會會議紀錄.....            | 附錄 4-1 |
| 附錄五 第 1 次工作會議紀錄.....            | 附錄 5-1 |
| 附錄六 第 2 次工作會議紀錄.....            | 附錄 6-1 |
| 附錄七 第 3 次工作會議紀錄.....            | 附錄 7-1 |
| 附錄八 期末審查意見及辦理情形說明表.....         | 附錄 8-1 |
| 附錄九 簡報資料.....                   | 附錄 9-1 |





## 圖目錄

|                                             |      |
|---------------------------------------------|------|
| 圖 1.1 研究流程圖 .....                           | 1-4  |
| 圖 2.1 土木水利工程常見的地工合成材料.....                  | 2-4  |
| 圖 2.2 採用回包式加勁擋土牆之暨南大學邊坡.....                | 2-5  |
| 圖 2.3 臺中秋紅谷四週加勁擋土牆植生茂密.....                 | 2-5  |
| 圖 2.4 格網箱籠之海岸保護嘗試性大型試驗現場.....               | 2-7  |
| 圖 2.5 箱籠受到海岸礫石之往復磨損而破壞.....                 | 2-7  |
| 圖 2.6 直徑 1.5 m 高 1.0 m 之圓形流槽 .....          | 2-7  |
| 圖 2.7 織布之損傷度(PSR)與顆粒濃度(Pc)及流動延時(T)之關係 ..... | 2-8  |
| 圖 2.8 織布損傷度(PSR)與流速(Vm)及顆粒濃度(Pc)之關係 .....   | 2-8  |
| 圖 2.9 織布在不同流速下損傷度(PSR)與顆粒濃度(Pc)關係 .....     | 2-8  |
| 圖 2.10 地工砂袋與其它保護工法合併應用示意圖 .....             | 2-10 |
| 圖 2.11 保護工施工程序 .....                        | 2-12 |
| 圖 2.12 橋梁耐洪能力詳細評估分析流程 .....                 | 2-13 |
| 圖 2.13 現況保護措施鼎型塊鋪設斷面示意圖.....                | 2-15 |
| 圖 2.14 現況保護措施模型鋪設.....                      | 2-15 |
| 圖 2.15 無保護措施斷面示意圖 .....                     | 2-16 |
| 圖 2.16 無保護措施橋墩鋪設.....                       | 2-16 |
| 圖 2.17 現況保護措施基礎上游沖刷情形.....                  | 2-17 |
| 圖 2.18 無保護措施基礎沖刷情形.....                     | 2-17 |
| 圖 2.19 一層鼎型塊+織布斷面示意圖 .....                  | 2-18 |
| 圖 2.20 一層鼎型塊+織布之鋪設 .....                    | 2-18 |
| 圖 2.21 一層鼎型塊+織布保護措施模型鋪設 .....               | 2-19 |

|                                              |      |
|----------------------------------------------|------|
| 圖 2.22 一層鼎型塊+織布保護措施基礎沖刷情形 .....              | 2-19 |
| 圖 2.23 一層鼎型塊+織布+石籠斷面示意圖 .....                | 2-20 |
| 圖 2.24 一層鼎型塊+織布+石籠保護措施模型鋪設 .....             | 2-20 |
| 圖 2.25 一層鼎型塊+織布+石籠沖刷情形 .....                 | 2-21 |
| 圖 2.26 橋墩基礎上游整地 .....                        | 2-24 |
| 圖 2.27 橋墩基礎下游整地及地形降階 .....                   | 2-25 |
| 圖 2.28 高強度織布展開並以軟石固定於樁帽上 .....               | 2-25 |
| 圖 2.29 完成樁帽 4 周之高強度織布吊放展開及固定 .....           | 2-26 |
| 圖 2.30 平面高強度織布鋪設及單元間之綁紮作業 .....              | 2-26 |
| 圖 2.31 防護層織布鋪設 .....                         | 2-27 |
| 圖 2.32 鼎型塊吊放與排置作業 .....                      | 2-27 |
| 圖 2.33 鼎型塊結合地工織布保護工鋪設完成(下游側) .....           | 2-28 |
| 圖 3.1 大甲溪下游主要橋梁位置圖 .....                     | 3-1  |
| 圖 3.2 國道三號大甲溪橋現況 .....                       | 3-3  |
| 圖 3.3 國道三號大甲溪橋 P24L,P27R 耐震補強竣工圖 .....       | 3-3  |
| 圖 3.4 國道三號大甲溪橋 P24L,P27R 地工織布保護工鋪設示意圖 ....   | 3-4  |
| 圖 3.5 國道三號大甲溪橋 P24L,P27R 地工織布保護工鋪設完工圖 ....   | 3-4  |
| 圖 3.6 110 年國道三號大甲溪橋 P24L-P27R 河床斷面測量成果 ..... | 3-5  |
| 圖 3.7 大甲溪流域概況圖 .....                         | 3-6  |
| 圖 3.8 大甲溪主流域各河段洪水量分配圖 .....                  | 3-8  |
| 圖 4.1 航拍範圍示意圖 .....                          | 4-2  |
| 圖 4.2 航線規劃示意圖 .....                          | 4-2  |
| 圖 4.3 民航局同意航拍活動申請 .....                      | 4-3  |
| 圖 4.4 現場控制測量作業情形 .....                       | 4-3  |

|                                         |      |
|-----------------------------------------|------|
| 圖 4.5 控制點分布情形.....                      | 4-4  |
| 圖 4.6 本研究航拍觀測時間與石岡壩放流歷線之關係.....         | 4-5  |
| 圖 4.7 民航局因應疫情三級警戒調整 UAV 活動管理公告 .....    | 4-6  |
| 圖 4.8 前後期數值三維模型(04/19 vs 07/16) .....   | 4-7  |
| 圖 4.9 04/19 與 07/16 兩期數值三維模型套疊結果 .....  | 4-8  |
| 圖 4.10 各橋墩前後期拍攝影像(04/19 vs 07/16) ..... | 4-9  |
| 圖 4.11 盧碧颱風事件後 P22L 橋墩沖刷深度量測情形 .....    | 4-11 |
| 圖 4.12 前後期數值三維模型(07/16 vs 08/20) .....  | 4-12 |
| 圖 4.13 07/16 與 08/20 兩期數值三維模型套疊結果 ..... | 4-13 |
| 圖 4.14 各橋墩前後期拍攝影像(07/16 vs 08/20) ..... | 4-14 |
| 圖 4.15 降雨事件試驗現場流況影像.....                | 4-15 |
| 圖 4.16 大甲溪流域大甲溪橋水位歷線圖.....              | 4-15 |
| 圖 4.17 前後期數值三維模型(08/20 vs 10/21) .....  | 4-16 |
| 圖 4.18 08/20 與 10/21 兩期數值三維模型套疊結果 ..... | 4-17 |
| 圖 4.19 各橋墩前後期拍攝影像(08/20 vs 10/21) ..... | 4-18 |
| 圖 5.1 渠槽斷面圖 .....                       | 5-1  |
| 圖 5.2 渠槽尾水控制閘門.....                     | 5-2  |
| 圖 5.3 試驗渠槽配置圖 .....                     | 5-3  |
| 圖 5.4 試驗底床質粒徑分布曲線圖 .....                | 5-5  |
| 圖 5.5 試驗橋墩模型照片 .....                    | 5-8  |
| 圖 5.6 吸管製成之蜂巢式整流器 .....                 | 5-9  |
| 圖 5.7 渠槽試驗段佈設示意圖 .....                  | 5-10 |
| 圖 5.8 流量率定曲線圖 .....                     | 5-11 |
| 圖 6.1 橋墩保護工法渠槽試驗流程圖 .....               | 6-1  |

|                                      |      |
|--------------------------------------|------|
| 圖 6.2 橋墩鋪設情形 .....                   | 6-2  |
| 圖 6.3 底床鋪設情形 .....                   | 6-3  |
| 圖 6.4 無保護工試驗模型 .....                 | 6-4  |
| 圖 6.5 無保護工基礎沖刷情形 .....               | 6-5  |
| 圖 6.6 無保護工沖淤狀況 .....                 | 6-5  |
| 圖 6.7 二排鼎型塊圍繞橋墩基礎保護方案試驗模型 .....      | 6-6  |
| 圖 6.8 二排鼎型塊圍繞橋墩基礎保護方案沖刷情形 .....      | 6-7  |
| 圖 6.9 二排鼎型塊圍繞橋墩基礎保護方案沖淤狀況 .....      | 6-7  |
| 圖 6.10 二排鼎型塊鋪織布圍繞橋墩基礎保護方案試驗模型 .....  | 6-8  |
| 圖 6.11 二排鼎型塊鋪織布圍繞橋墩基礎保護方案沖刷情形 .....  | 6-9  |
| 圖 6.12 二排鼎型塊鋪織布圍繞橋墩基礎保護方案沖淤狀況 .....  | 6-9  |
| 圖 6.13 二排鼎型塊外圈降階圍繞橋墩基礎保護方案試驗模型 ..... | 6-10 |
| 圖 6.14 二排鼎型塊外圈降階圍繞橋墩基礎保護方案沖刷情形 ..... | 6-11 |
| 圖 6.15 二排鼎型塊外圈降階圍繞橋墩基礎保護方案沖淤狀況 ..... | 6-11 |
| 圖 6.16 二排鼎型塊下游側鼎型塊降階保護方案試驗模型 .....   | 6-12 |
| 圖 6.17 二排鼎型塊下游側鼎型塊降階保護方案沖刷情形 .....   | 6-13 |
| 圖 6.18 二排鼎型塊下游側鼎型塊降階保護方案沖淤狀況 .....   | 6-13 |
| 圖 6.19 二排鼎型塊鋪織布下游側鼎型塊降階保護方案試驗模型 .... | 6-14 |
| 圖 6.20 二排鼎型塊鋪織布下游側鼎型塊降階保護方案沖刷情形 .... | 6-15 |
| 圖 6.21 二排鼎型塊鋪織布下游側鼎型塊降階保護方案沖淤狀況 .... | 6-15 |
| 圖 6.22 三排鼎型塊圍繞橋墩基礎保護方案試驗模型 .....     | 6-16 |
| 圖 6.23 三排鼎型塊圍繞橋墩基礎保護方案沖刷情形 .....     | 6-17 |
| 圖 6.24 三排鼎型塊圍繞橋墩基礎保護方案沖淤狀況 .....     | 6-17 |
| 圖 6.25 三排鼎型塊鋪織布圍繞橋墩基礎保護方案試驗模型 .....  | 6-18 |

|        |                               |      |
|--------|-------------------------------|------|
| 圖 6.26 | 三排鼎型塊鋪織布圍繞橋墩基礎保護方案沖刷情形 .....  | 6-19 |
| 圖 6.27 | 三排鼎型塊鋪織布圍繞橋墩基礎保護方案沖淤狀況 .....  | 6-19 |
| 圖 6.28 | 鋪設織布圍繞橋墩基礎保護方案試驗模型.....       | 6-20 |
| 圖 6.29 | 覆土將織布埋入.....                  | 6-21 |
| 圖 6.30 | 埋設織布圍繞橋墩基礎保護方案沖刷情形.....       | 6-21 |
| 圖 6.31 | 埋設織布圍繞橋墩基礎保護方案沖淤狀況.....       | 6-22 |
| 圖 6.32 | 鋪設織布圍繞橋墩基礎.....               | 6-23 |
| 圖 6.33 | 覆土將織布埋入並於上鋪二排鼎型塊保護方案試驗模型 .... | 6-23 |
| 圖 6.34 | 埋設織布圍繞橋墩基礎上鋪二排鼎型塊保護方案沖刷情形     | 6-24 |
| 圖 6.35 | 埋設織布圍繞橋墩基礎上鋪二排鼎型塊保護方案沖淤狀況     | 6-24 |
| 圖 6.36 | 將織布埋入並於上鋪設一排鼎型塊保護方案試驗模型 ..... | 6-25 |
| 圖 6.37 | 埋設織布圍繞橋墩基礎上鋪一排鼎型塊保護方案沖刷情形     | 6-26 |
| 圖 6.38 | 埋設織布圍繞橋墩基礎上鋪一排鼎型塊保護方案沖淤狀況     | 6-26 |



## 表目錄

|                                          |      |
|------------------------------------------|------|
| 表 3-1 國道三號大甲溪橋之橋梁基本資料表 .....             | 3-2  |
| 表 3-2 大甲溪下游歷年河道各斷面平均河床高成果表 .....         | 3-8  |
| 表 3-3 大甲溪下游歷年河道各斷面沖淤深度成果表 .....          | 3-9  |
| 表 3-4 大甲溪下流河道沖淤量計算成果表(106~107 年) .....   | 3-9  |
| 表 3-5 大甲溪下游歷年平均坡降分析成果 .....              | 3-10 |
| 表 3-6 大甲溪現況河道 100 年重現期距水理因素演算成果表 .....   | 3-10 |
| 表 3-7 大甲溪下游跨河建造物調查表 .....                | 3-11 |
| 表 3-8 大甲溪下游橋梁通洪能力檢討成果表 .....             | 3-11 |
| 表 3-9 大甲溪下游河床質平均粒徑及代表粒徑分析成果表 .....       | 3-11 |
| 表 3-10 大甲溪下游河床質物理性質試驗成果表 .....           | 3-12 |
| 表 4-1 盧碧颱風事件後試驗場址鼎型塊變化情形 .....           | 4-11 |
| 表 5-1 臨界流速公式.....                        | 5-12 |
| 表 6-1 不同方案最大沖刷深度及鼎型塊穩定度比較 .....          | 6-28 |
| 表 6-2 地工織布有無鋪設條件下最大沖刷深度及鼎型塊穩定度比較 .....   | 6-29 |
| 表 6-3 不同鼎型塊圍繞排數條件下最大沖刷深度及鼎型塊穩定度比較 .....  | 6-29 |
| 表 6-4 鼎型塊有無降階條件下最大沖刷深度及鼎型塊穩定度比較 ..       | 6-30 |
| 表 6-5 地工織布斜鋪於自然開挖面上最大沖刷深度及鼎型塊穩定度比較 ..... | 6-30 |





# 第一章 前言

## 1.1 研究緣起

臺灣河川多屬坡陡流急，洪水期間，橋墩或橋墩基礎附近河床受到劇烈的沖刷，常導致橋梁崩塌斷裂，甚而造成交通中斷。例如 89 年 8 月 27 日碧利斯颱風使高屏溪之高屏大橋第 22 號橋墩基礎受側向洪流淘空下陷，導致橋面塌落，造成 22 人輕重傷及交通中斷數月之事故；90 年 9 月 17 日納莉颱風造成八堵鐵路橋、筏子溪鐵路橋之損壞，南崁溪崁下橋、田底寮橋斷橋及大漢溪武嶺橋下陷等災情；97 年 9 月 14 日辛樂克颱風造成后豐橋斷橋事件，致兩輛汽車墜落大甲溪；98 年 8 月 7 日莫拉克颱風帶來之豪雨，造成中南部約 31 座橋梁沖毀。由以上案例顯示，洪流沖刷導致橋墩基礎之毀壞淘空，實為橋梁破壞之主因。

由於橋梁為交通運輸與民生活動之重要管道，若因災害破壞，勢將對災後之聯絡、急難救助與物資運輸造成重大衝擊，嚴重影響救災工作之進行，因此，橋梁保護工法之研究實為當前之重要課題。

本所 107 年「國道三號大甲溪橋橋墩保護工法研究」<sup>[4]</sup>，曾針對國道三號大甲溪橋墩基礎保護工法進行水工模型試驗，試驗結果顯示，地工織布結合鼎型塊之保護工法，可達到保護橋墩基礎，減少基礎裸露進而確保橋梁抗沖刷能力；108 年「地工織物應用於橋墩基礎保護之可行性研究」<sup>[5]</sup>，主要是針對目前應用於坡地保護之地工織物，包括：地工織布、織物模板、加勁格網、土石籠袋及沙腸袋等材料，是否有更適合的材料可應用於橋墩基礎的保護工法上，經該研究探討後，以地工織布做橋墩基礎的保護工法是較適宜的。109 年「地工織布應用於橋墩基礎保護之沖刷模擬研究」<sup>[6]</sup>，針對本所過去地工織布應用於橋墩基礎保護之室內水工模型試驗成果，實際應用於大甲溪下游河段之國道三號大甲溪橋，並於 109 年完成現地鋪設，驗證地工織布保護工法之施工可行性。本計畫今年(110 年)持續觀測試驗橋址鼎型塊的穩定度，並與鄰近未鋪設織布之橋址進行比較，

探討地工織布之保護成效及驗證本所過去的研究成果，另外，也持續進行室內水工模型沖刷試驗，研提試驗橋址，橋墩基礎保護工法鋪設斷面改善方案，做為未來橋管單位鋪設橋墩基礎保護工法之參考。

## 1.2 研究目的

本計畫研究目的如下：

1. 藉由室內橋墩基礎水工模型沖刷試驗與現地試驗，驗證地工織布保護工法之保護成效。
2. 研提大甲溪下游橋墩基礎保護方案，供相關橋梁維管單位(高速公路局、臺灣鐵路管理局、公路總局及縣市政府)未來施政之參考，以提升橋墩基礎耐洪能力，滿足運輸安全需求。

## 1.3 研究方法

本計畫以本所 109 年於國道三號大甲溪橋現地鋪設的保護工法為研究對象，進行保護工法成效的觀測與評估，並進行室內水工模型試驗，研擬未來現地橋址地工織布鋪設之最適方案，以供相關單位及本所後續研究之參考。計畫研究方法說明如下：

### 1.相關文獻蒐集與回顧

持續蒐集國內外橋墩基礎保護工法及地工織布之應用案例，予以彙整研析，以供後續精進地工織布橋墩基礎保護工鋪設斷面之參考。

### 2.水工結構物及相關水文資料蒐集與研析

蒐集近年國道三號大甲溪橋橋梁檢測資料、河床斷面測量資料、保護工法、水文資料、颱風災害等基本資料，以瞭解現況橋梁基礎沖刷問題，以利未來保護工法鋪設之改善與精進。

### 3.地工織布橋墩基礎保護工法成效觀測與評估

以無人飛行載具(UAV) 至試驗橋址，藉由近景攝影測量方式，進行橋墩基礎周遭河床變化、鼎型塊變位或流失等指標觀測。依據觀測數據，進行試驗橋墩基礎與鄰近橋墩基礎的保護工法穩定度比較探討，以評估地工織布保護工法之成效。

#### 4.召開專家學者座談會

邀集專家學者及應用單位座談，聽取相關建議及需求，以供計畫後續執行與改善的參考。

#### 5.改善方案研提

依據專家學者、應用單位、現地試驗及鋪設經驗的成果，以室內水工模型沖刷試驗，研提試驗橋址保護工法鋪設方案，供國道三號大甲溪橋橋墩基礎保護工法未來鋪設之規劃設計參考。

### 1.4 研究內容與流程

本計畫(110 年)之主要研究內容說明如下，其工作流程如圖 1.1 所示。

#### 1.文獻回顧

相關地工織布應用及橋墩基礎保護工法研究文獻蒐集與彙整。

#### 2.水工結構物及相關水文資料蒐集與研析

蒐集國道三號大甲溪橋之水工結構物(橋梁及保護工法)相關資料及水文資料，以供橋墩基礎保護工法成效評估之應用。

#### 3.保護成效觀測

進行國道三號大甲溪橋橋墩基礎周遭河床變化、鼎型塊變位或流失等指標進行觀測。

#### 4.保護成效評估

依據觀測數據，進行試驗橋墩基礎與鄰近橋墩基礎的裸露深度與鼎型

塊穩定比較探討，以評估織布保護工法之成效。

## 5.改善方案研提

以室內水工模型沖刷試驗，研提試驗橋址的橋墩基礎保護工法鋪設斷面改善方案，供未來國道三號大甲溪橋橋墩基礎保護工法鋪設之規劃設計參考。

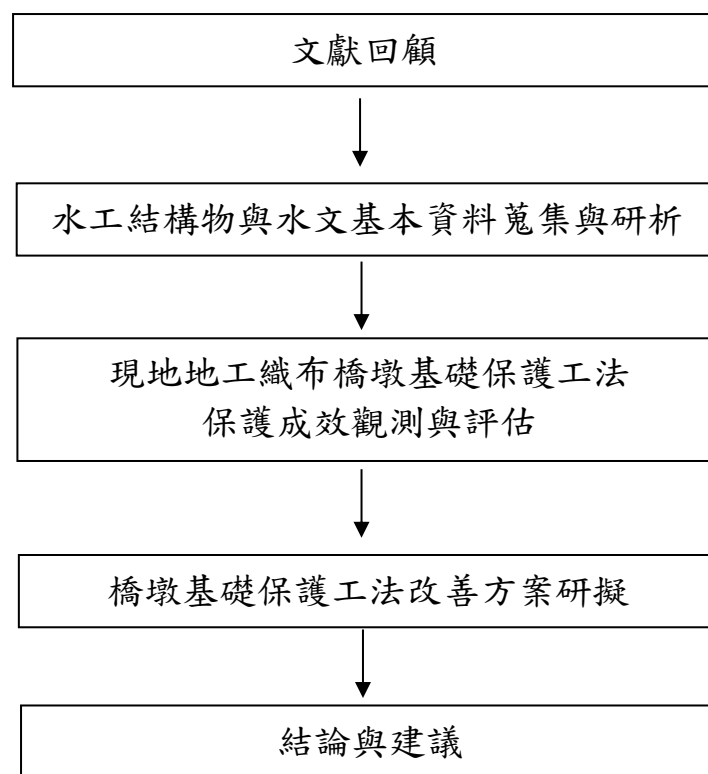


圖 1.1 研究流程圖

## 第二章 文獻回顧

本章蒐集過去地工織布及相關橋墩基礎保護工法之相關文獻做回顧，以供後續研提地工織布橋墩基礎保護工法之參考。

### 2.1 地工織物在山區道路邊坡保護之應用

「地工織物在山區道路邊坡保護之應用」<sup>[7]</sup>為正修科技大學營建工程研究所單明陽副教授於民國 97 年發表於現代營建之論文，該論文針對地工織物之材料特性、山區道路破壞機制及地工織物應用於山區道路邊坡保護案例做探討，茲摘錄相關研究成果如下：

地工織物(Geotextile)屬於高分子合成材料，統稱為地工合成物(Geosynthetic)，是一種具有透水性之織物，係用於土壤、岩石、地表或其它與地工技術有關之材料，做為人造產品、結構或系統之一部份。臺灣地處板塊交界，地質複雜脆弱，致使天然災害頻繁，而山區闢建道路工程，主要交通設施包括道路、邊坡、橋梁及隧道，常因規劃設計不當或不足造成破壞，損及人民生命財產。該研究係以山區道路闢建時考量坡面保護工或擋土工法，選擇符合生態環境與景觀保護的方式，針對高雄市台 20 線、台 21 線山區道路，每逢災害後邊坡復建或新建採用地工織物包括加勁擋土牆、掛網植生及箱型石籠進行修建，各種工法均有其利弊，亦各有成功與失敗案例。研究結果以工法的技術比較與效益分析顯示，邊坡保護工法以地工織物掛網植生效果良好，且適用坡度大於 45° 的土質邊坡，掛網植生除了可以有效保護坡面防止崩塌，對於坡度小於 45° 之崩積土或淺層崩塌坡面有良好抑制效果。地工織物箱型石籠裝填腐質土或現地礫石，設置於路肩邊溝坡趾間其透水性佳，能有效抑制道路下坡段崩塌。擋土工採用加勁擋土牆，其施工快速可做為緊急搶修工法，且可以承受較大不均勻之沉陷，耐震性佳，坡面植生綠化情形良好。

## 2.2 地工織布於海洋環境中之工程特性

「地工織布於海洋環境中之工程特性」<sup>[8]</sup>為屏東科技大學土木工程系碩士班潘坤亮先生於民國 92 年發表之碩士論文，該論文針對地工織布面對海水中或大氣中不同環境因子之作用，對材料之耐久性及工程壽命造成的影響作探討，茲摘錄相關研究成果如下：

地工織布為地工合成材料的一種，主要材料為聚合物，目前已廣泛的被運用於相關工程中，如大地工程、公路工程、環境工程、水利工程及其它與土石、地下水等相關工程。地工織布用於護岸工程可防止水流掏蝕所造成的基腳掏空，但海水中含有許多化學物質或大氣中之溫度、濕度、太陽光之紫外線等均會影響材料之耐久性及工程壽命，尤其是紫外線它對材料的影響最大。然而在施工設計的考量上多採用國外專家建議之安全係數做為規劃設計之依據，但是在國外專家建議之折減因子，並未考慮地工織布受紫外線照射或海水侵蝕或海水潮汐作用後之強度變化情形所造成的強度折減，所以為了更進一步了解織布受紫外線照射或海水侵蝕或海水潮汐作用後之影響，將進行室外試驗及室內對照試驗，以了解兩者之間關係，並推求其折減因子。

該研究採用之材料為國內兩家廠商所提供，分別為 A 廠商 70KN/m(PP 織布)，B 廠商 150KN/m(PET 織布)。室外試驗部份乃根據 ASTM D5970 規定進行，室外試驗地點位於本所港研中心試驗大樓頂樓及地面之海水循環槽中，曝曬試驗區所使用之試驗架需面向正南方與水平線呈 45°角擺置，並且收集試驗區附近之中央氣象局梧棲氣象站及環保署彰化監測站（彰化市中山路二段 678 號）所監測之氣象資料等，並於民國 91 年 6 月 18 日開始試驗，每隔 1、2、4、8、12、18、24 個月將地工織布取回實驗室進行抗拉強度試驗、撕裂強度試驗及抗穿刺強度試驗等，同時於實驗室內儲存區中將所準備好之織布一同進行上述之三種試驗，並比較兩者之差異性。

由實驗結果得知，織布受紫外線照射後，其強度折減最為嚴重，尤其是未加入抗紫外線劑之 PET 織布，於第二個月時強度折減已達一半以上，因此，織布若長期曝曬於太陽光底下，建議使用之折減係數為

1.5~1.7 之間(對織布 PP 而言), 2.0~4.2 之間(對織布 PET 而言)。另外就海水侵蝕及海水潮汐試驗而言, 由目前資料顯示織布可能因海水的作用而有收縮的現象, 導致織布的強度較對照組來的高, 建議繼續觀測。

## 2.3 地工合成材料在永續工程之應用

「地工合成材料在永續工程之應用」<sup>[9]</sup>為臺灣大學土木工程系周南山教授於民國 105 年發表於中華民國環境工程學會之論文, 該論文針對地工合成材料因在生產過程中及其生命週期中較傳統土木工程材料(如鋼筋、混凝土)更節能減碳, 且具有易植生綠化、耐久性等特性, 適合於永續土木工程之應用, 並舉相關案例作說明, 茲摘錄相關研究成果如下:

所謂地工合成材料(geosynthetics), 根據美國材料試驗協會(ASTM)定義為:利用聚合物原料所製造而成的平面狀產品, 可與土壤、岩石等天然材料結合, 形成一種人造的工程結構物或系統。地工合成材料可依其產品種類區分為:地工織物(geotextiles; woven & nonwoven)、地工格網(geogrids)、地工格室(geocells)、地工流網(geonets)、垂直排水帶(geodrains)、排水管(geopipes)、地工磚(geofoams)、地工毯 (geomats)、地工止水膜(geomembrances)、地工皂土毯(Geosynthetic Clay Liners, GCL)、地工複合材(geocomposites)及其他新興產品(Geo-others)。

地工合成材料之功能大致可分為:加勁(reinforcement)、過濾(filtration)、排水(drainage)、隔離 (separation)、屏障(barrier)、保護(protection)、沖蝕控制(erosion control)、綜合功能(multiple functions)。在土木、水利、環工常見的地工合成材料如圖 2.1 所示。



圖 2.1 土木水利工程常見的地工合成材料



臺灣流行的回包式加勁擋土牆提供了邊坡綠化的典範(圖 2.2 及圖 2.3)。利用地工合成材料加勁土壤結構以取代傳統 RC 結構，可以減少碳排放量，甚至在生命週期中因植物光合作用釋放的氧氣，可以平衡生產過程中排放的二氧化碳，而達到零排放的目標(即碳中和)，因此是永續且綠色的工法。



圖 2.2 採用回包式加勁擋土牆之暨南大學邊坡



圖 2.3 臺中秋紅谷四週加勁擋土牆植生茂密

## 2.4 模擬濁流中地工織物損傷之室內試驗

「模擬濁流中地工織物損傷之室內試驗」<sup>[10]</sup>為國立成功大學土木工程學系黃景川教授於民國 97 年發表於成大研發快訊之論文，該論文針對地工合成物在濁流中磨損之問題，探討不同粒徑與材質之顆粒對地工織物磨損程度之影響，茲摘錄相關研究成果如下：

模擬濁流中高分子地工材料磨耗損傷為將高分子材料應用於嚴苛環境、配合就地取材、發揮永續環境利用重要工作之一。該研究為地工合成物箱籠之海岸保護嘗試性大型計畫之一部份，現地試驗如圖 2.4 所示。高分子材料編織之箱籠受到海岸礫石之往復磨損而破壞(如圖 2.5)，而有效率的室內模擬試驗可免除現場觀測之費力、費時過程，為研發抗磨損新材料不可或缺的一環。該研究利用前期所研發之圓形流場試驗槽(圖 2.6)，對於一高強度之高分子地工織物，探討濁流中顆粒濃度、流速、延時等因素對地工織物強度損傷之定量影響。研究結果發現織物之強度折減率與濁流之延時成非線性關係(圖 2.7)，損傷部位集中於立體編織之凸出處。另對於流速( $V_m$ )及顆粒濃度( $P_c$ )對強度損減率(P.S.R.)關係之實驗，結果顯示 P.S.R.與  $V_m$ (或  $P_c$ )大略成線性關係(圖 2.8 及圖 2.9)。此一發現亦與前期對高分子地工格網之實驗結果一致，因此該研究結果提出下列三點供地工合成物箱籠構造物在濁流環境中之設計施工之參考：(1)顆粒之材質對地工合成物磨損之影響可以洛杉磯試驗之重量損失百分比來代表；(2)顆粒之大小與尖銳度在試驗範圍對磨損之影響不明顯；(3)磨耗損傷之時間效應可以 'Rt-method' 來預測，根據試驗結果， $R_t = 18\% / (\text{對數時間循環})$ 。



圖 2.4 格網箱籠之海岸保護嘗試性大型試驗現場



圖 2.5 箱籠受到海岸礫石之往復磨損而破壞



圖 2.6 直徑 1.5 m 高 1.0 m 之圓形流槽

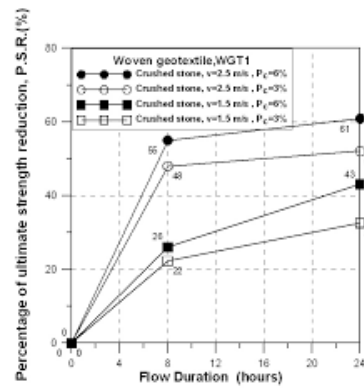


圖 2.7 織布之損傷度(PSR)與顆粒濃度( $P_c$ )及流動延時( $T$ )之關係

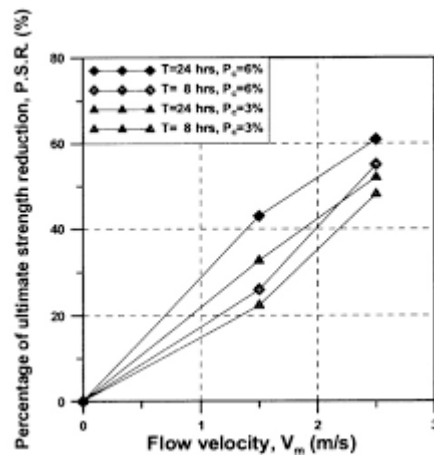


圖 2.8 織布損傷度(PSR)與流速( $V_m$ )及顆粒濃度( $P_c$ )之關係

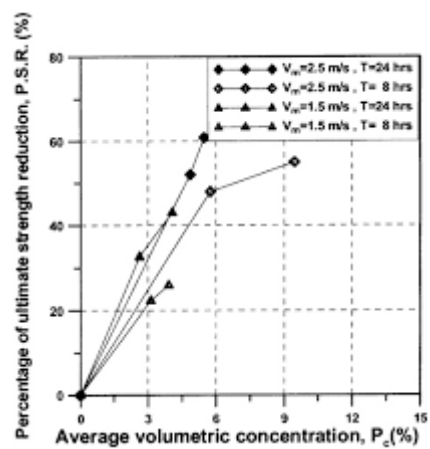


圖 2.9 織布在不同流速下損傷度(PSR)與顆粒濃度( $P_c$ )關係

## 2.5 國道 1 號中沙大橋墩基沖刷治理計畫委託技術服務工作

「國道 1 號中沙大橋墩基沖刷治理計畫委託技術服務工作」<sup>[1]</sup>為交通部高速公路局中區養護工程分局委託國立臺灣大學，於 102 年完成之研究計畫。本計畫係因國道 1 號中沙大橋自完工後，高速公路局中區養護工程分局即長期投入經費進行橋基保護，以確保橋梁安全，並經年性投入相當多經費進行橋梁下游的固床保護工(潛堰固床保護工)之維護，惟歷年颱風洪水仍常造成保護工局部有沉陷、掏空及斷裂等損壞現象。為評估可能的保護工法，期能有效減少局部沖刷，並降低維護費用，乃辦理該研究計畫，係針對中沙大橋所在位置之濁水溪上下游河川特性分析研判，由理論及實務專家經驗進行方案評估，研議中沙大橋橋基耐洪保護工法暨其配套措施，以經濟方式有效提升國道 1 號中沙大橋橋基中長期耐洪能力。

該計畫觀察濁水溪長期泥沙運移趨勢，實地勘查自強大橋以上至中沙大橋河段現況河床及流路變化情形，比對水利署第四河川局歷年河床大斷面測量資料，並衡量濁水溪上游未來來砂趨勢及河川局管理濁水溪情形，研判西螺大橋至中沙大橋之間的河床已有回淤趨勢。經水理分析，中沙大橋固床保護工現況護坦長度不足，尾端的保護也不夠，底床細料容易流失，影響護坦工的安定，如能在下游河床已漸回淤的基礎上，儘速加長護坦工長度，並強化尾端的保護，使現有固床保護工得以保全，將來視下游回淤情形進一步將固床工缺口加高，則中沙大橋的橋墩安全可保無虞。由於上游來砂量增加，中沙大橋上游面河中形成廣大沙洲，民眾於沙洲上種植西瓜，河流深槽流路分成左右兩股，此種態勢加深部分橋墩的局部沖刷，左右深槽侵蝕兩岸既有高灘地也有不利影響，因此該計畫建議高公局應儘速協調水利署第四河川局同意，將上游面河中沙洲整平，使洪水能全面平順通過中沙大橋斷面，除降低單寬流量減少局部沖刷外，尚可促進下游河床的加速回淤。

綜上，該計畫建議措施包括下列事項：1.中沙大橋上游面河中沙洲整平；2.中沙大橋固床保護工護坦加長及強化尾端底床保護；3.評估中油管架橋墩保護工的影響及改善對策；4.視後續橋下游河段回淤情



形，必要時抬高固床保護工缺口高程；5.橋墩及固床工安全巡檢機制的建立；6.西螺大橋下游固床工缺口兩端的殘留部分持續維護；7.辦理中沙大橋上下游河段長期變化趨勢的研究評估。

另外，該計畫也針對北側 P15~P24 橋墩間及南側 P38~P45 橋墩間之橋墩局部沖刷現象，建議可優先考量地工砂袋與其它保護工法合併應用，相關示意圖如圖 2.10 所示。

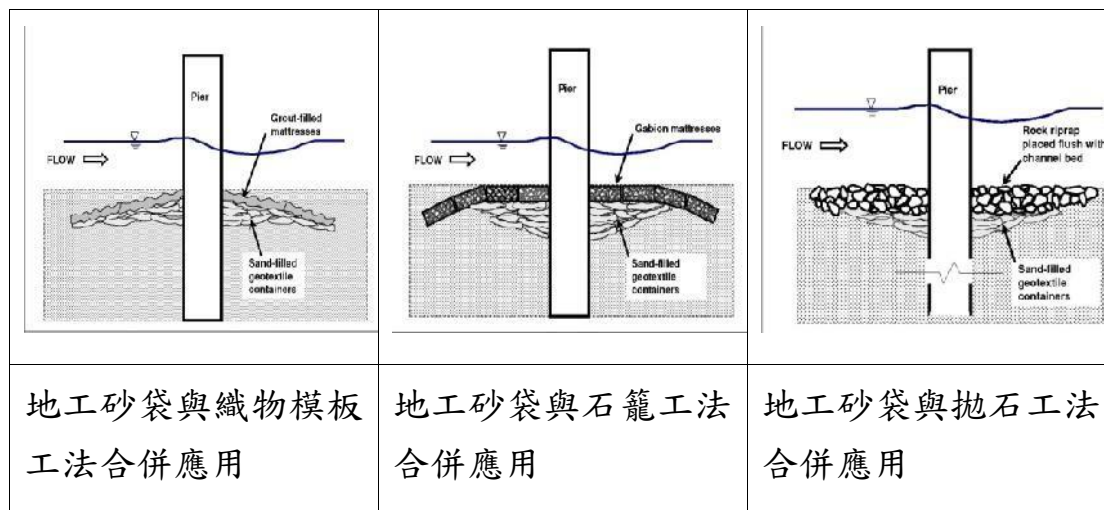


圖 2.10 地工砂袋與其它保護工法合併應用示意圖

## 2.6 台 13 甲線北勢大橋橋基裸露之應變對策及耐洪評估

該研究針對北勢大橋實施橋基裸露應變對策、耐洪評估與流域管理進行探討，並進行橋墩保護工鋪設透水不織布之保護工序，及後續橋梁耐洪能力評估之流程，摘述如下：

北勢大橋上游側舊橋橋齡達 35 年，其 P6~P8 橋墩因局部及束縮沖刷而呈馬蹄狀之深槽，若持續沖刷裸露加劇勢必危及橋梁安全，需辦理保固補強，經專家學者建議 P8 橋墩周圍先開挖整平，鋪放透水不織布包覆河床料，其上再排放混凝土塊穩固橋基，再擺放沖刷磚來監測橋基沖刷程度，並納入該局重點監控橋梁，以及委請專業顧問公司辦理耐洪評估工作，依流域管理之概念，以歷年颱風資料為基礎，分析後龍溪上游各集水區之雨量站特性，找出北勢大橋封橋管理之特徵雨量站，進而擬訂封橋雨量管理值。

其中，所採取之防治橋墩局部冲刷工法如下：

- (1) 於橋墩局部冲刷深槽區馬蹄渦範圍河床下設置兩層鼎塊保護工，於鼎塊下方基礎鋪設三層不織布包裹石塊分層交疊置於底層，以防止動床之細顆粒吸出掏刷。
- (2) 於底層不織布上吊放第一層鼎塊，第二層鼎塊則放於第一層各鼎塊之間隙，採交錯互鎖方式堆疊，提高整體穩定度。
- (3) 鼎塊吊放完成後進行回填，回填後施設保護工高度不高於現有河床面，以避免因過多構造物干擾水流。

保護工施工程序如圖 2.11 所示。

另提出橋梁耐洪能力詳細評估流程，考慮冲刷狀況下計算基礎構造容許承载力，再由靜載重、活載重、風力及水流壓力等，計算基礎所需之承载力，以計算耐洪評估安全性係數 FS 及訂定橋梁之警戒水位及封橋水位，其分析可分為 8 個步驟(如圖 2.12 所示)

- (1) 資料蒐集
- (2) 河川水理分析
- (3) 計算橋墩最大冲刷深度
- (4) 計算基礎極限承载力  $FS_1$
- (5) 計算水平容許變值  $FS_2$
- (6) 計算基礎容許旋轉角  $FS_3$
- (7) 計算耐洪評估項目安全性
- (8) 計算橋梁之警戒水位及封橋水位



圖 2.11 保護工施工程序

依據以上評估流程在不同水深之情形下，當承载力、水平變位及旋轉角等三項其中一項之安全係數(FS)小於等於 1.5，則訂定為警戒水位，安全係數小於等於 1.2，則訂定為封橋水位。依求得之警戒及封橋水位反推流量及其對應之特徵雨量站之雨量值，作為公路總局應變水情管理值。



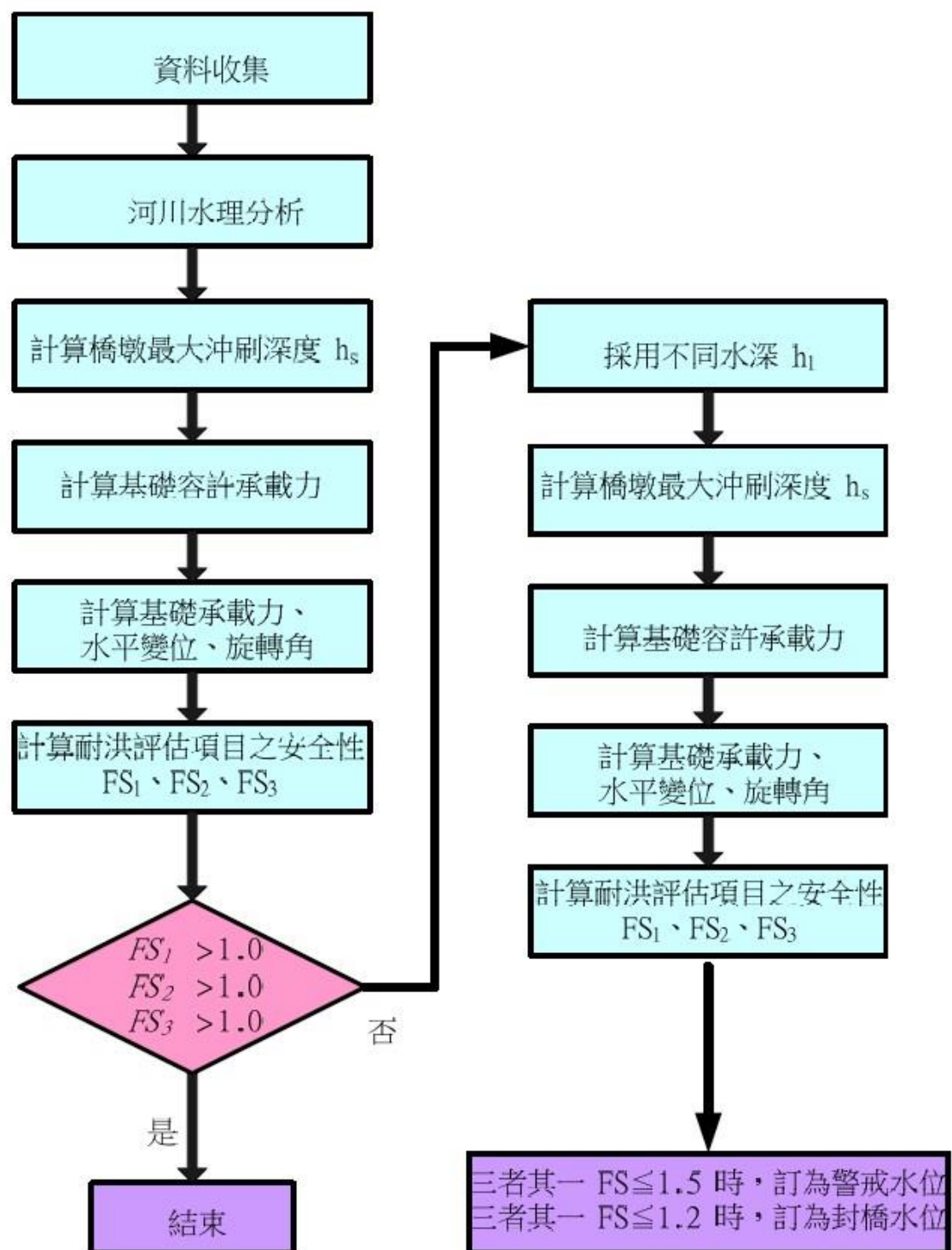


圖 2.12 橋梁耐洪能力詳細評估分析流程

## 2.7 本所歷年橋墩保護工法之研究

整體計畫緣起係為國道三號大甲溪橋之橋墩基礎，近年在颱風期間，均面臨橋墩基礎沖刷之問題，為維護用路人之行車安全，爰辦理橋墩基礎水工模型試驗，以提供相關橋梁維管單位(高公局、公路總局、臺鐵局及縣市政府)未來設置相關保護工決策之參考。

107 年度主要以水工模式試驗探討應用地工織布結合鼎型塊於橋墩基礎之可行性及保護成效，108 年度探討地工織布結合鼎型塊用於現地保護之施工性及經濟性，109 年度因適逢高公局辦理國道三號耐震補強工程，於基礎工程擴基補樁施作之時，商請該局於復原鼎塊保護工前預留時間配合本所進場鋪設地工織布，得以獲取現場試驗之機會，否則倘以本所之預算額度，則因難以支應所需之現場施工費用而作罷，爰趁此難得之機會，基於過去初步研究成果，於尚未完成室內水工試驗最適鋪設斷面探討之際，即以國道三號大甲溪橋 P24L 及 P27R 為試驗橋址，進行地工織布結合鼎型塊保護工法之現地鋪設，以驗證保護工法之施工性，而本(110)年度續以 109 年現地保護工試驗進行成效觀測與評估，並進行室內水工模型試驗，接續探討鋪設斷面改善方案，各年度研究成果分述如下：

### 1. 107 年度「國道三號大甲溪橋橋墩保護工法研究」

「國道三號大甲溪橋橋墩保護工法研究」<sup>[4]</sup>為本所於 107 年完成之研究計畫，係以原保護工鋪設方式及 4 種保護工鋪設方案(不考慮保護工之材料耐久性)的試驗結果，比較其最大沖刷深度及下游鼎型塊穩定度之結果顯示：a.現況保護措施(如圖 2.13~2.14 所示)與零方案(無保護工，如圖 2.15~2.16 所示)之沖刷結果顯示，現況保護措施最大沖刷深度 7.5cm(如圖 2.17 所示)小於無保護措施最大沖刷深度 8.7cm (如圖 2.18 所示)，顯示現況保護措施有其成效。b.現況保護措施為達到與橋墩基礎樁帽高程一致，遂鋪設二層鼎型塊，依本所過去的研究結果顯示，相關保護措施若高於現況河床，將會導致橋墩基礎阻水斷面增加，進一步可能增加橋墩基礎之沖刷深度，爰將橋墩基礎保護措施降為一層之鼎型塊保護，並在鼎型塊下方鋪設織布以防止下層細粒料的流失(如圖

2.19~2.21 所示)，沖刷試驗結果(如圖 2.22 所示)橋墩基礎最大沖刷深度由 7.5cm 降為 1.4cm，顯示優於現況保護措施。c. 為避免下游向源侵蝕的作用，導致鼎型塊的滑落與流失，遂在鼎型塊下游鋪設石籠作為保護(如圖 2.23~2.24 所示)，試驗結果顯示(如圖 2.25 所示)確實對下游鼎型塊的穩定度有很大的成效。

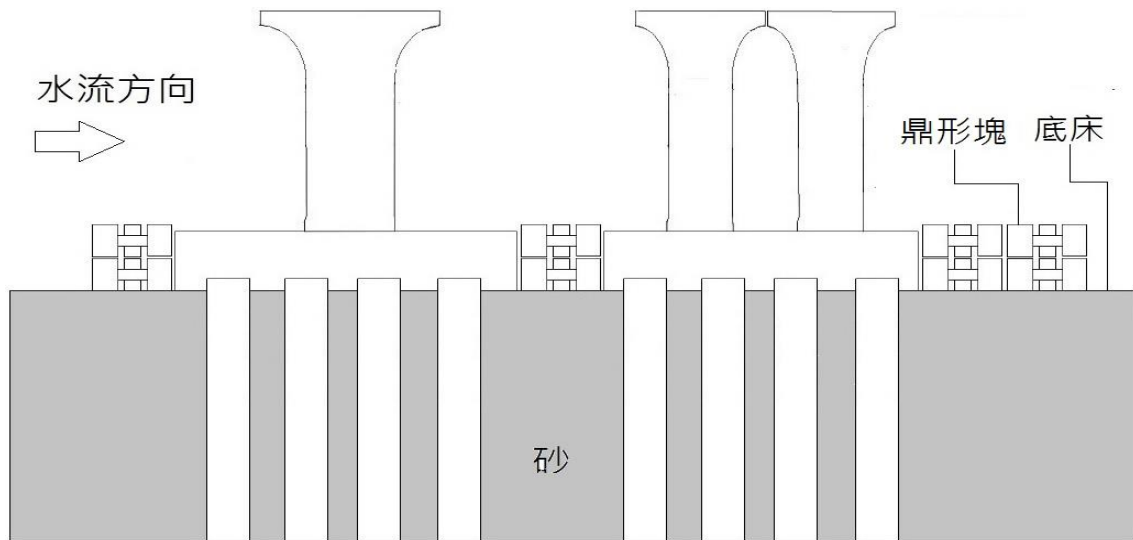


圖 2.13 現況保護措施鼎型塊鋪設斷面示意圖



圖 2.14 現況保護措施模型鋪設



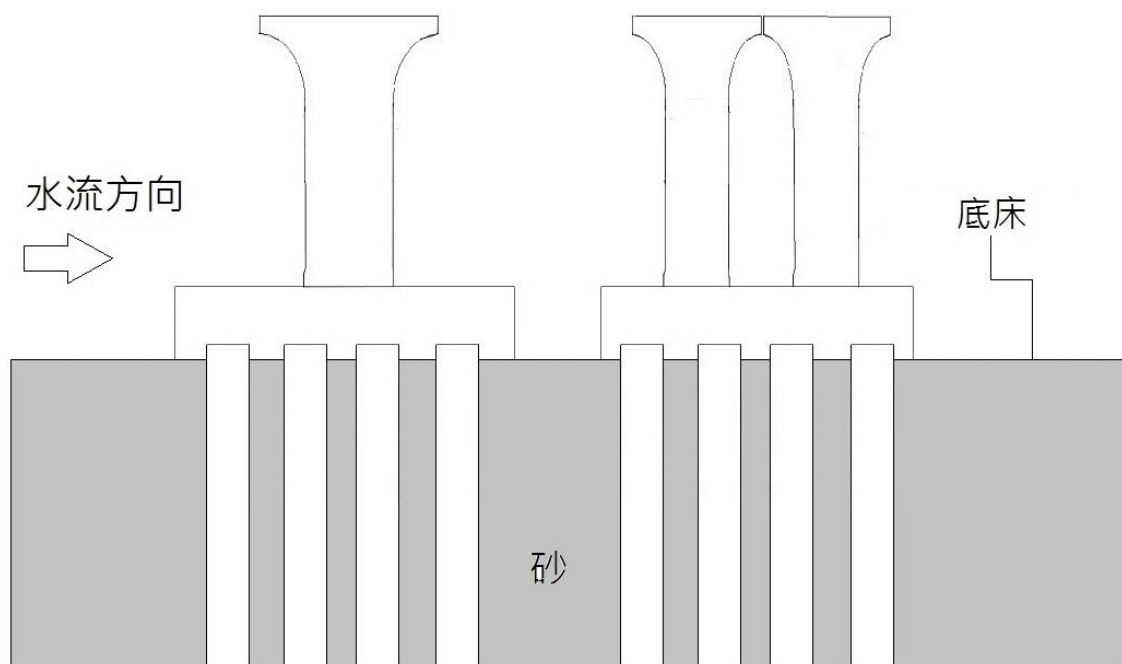


圖 2.15 無保護措施斷面示意圖



圖 2.16 無保護措施橋墩鋪設





圖 2.17 現況保護措施基礎上游沖刷情形



圖 2.18 無保護措施基礎沖刷情形

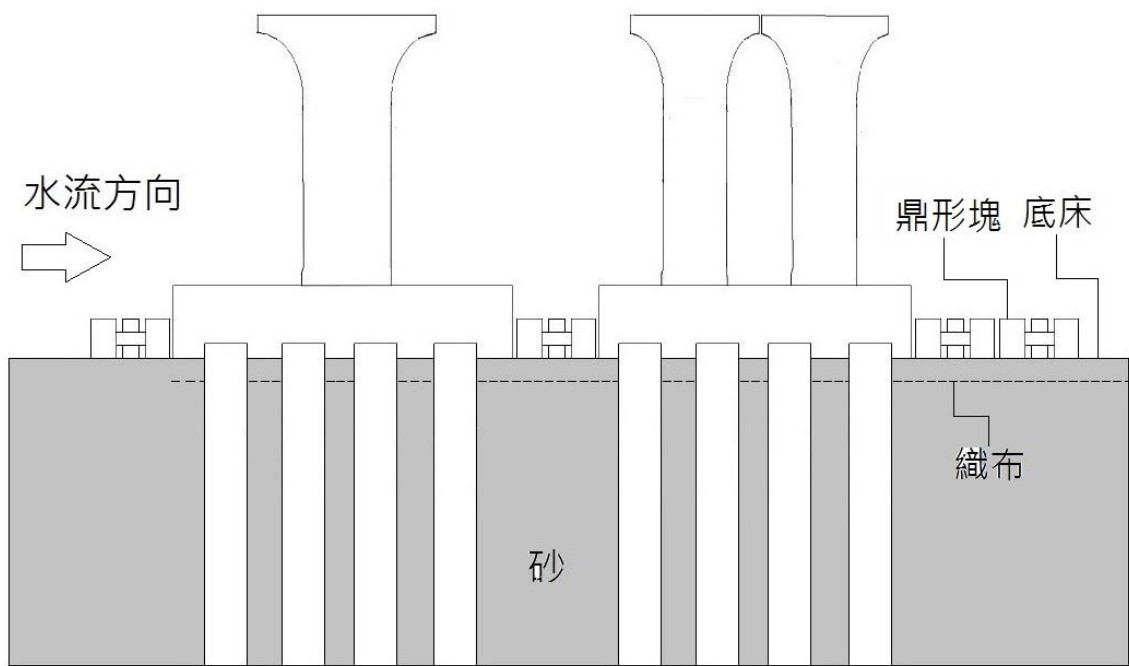


圖 2.19 一層鼎型塊+織布斷面示意圖

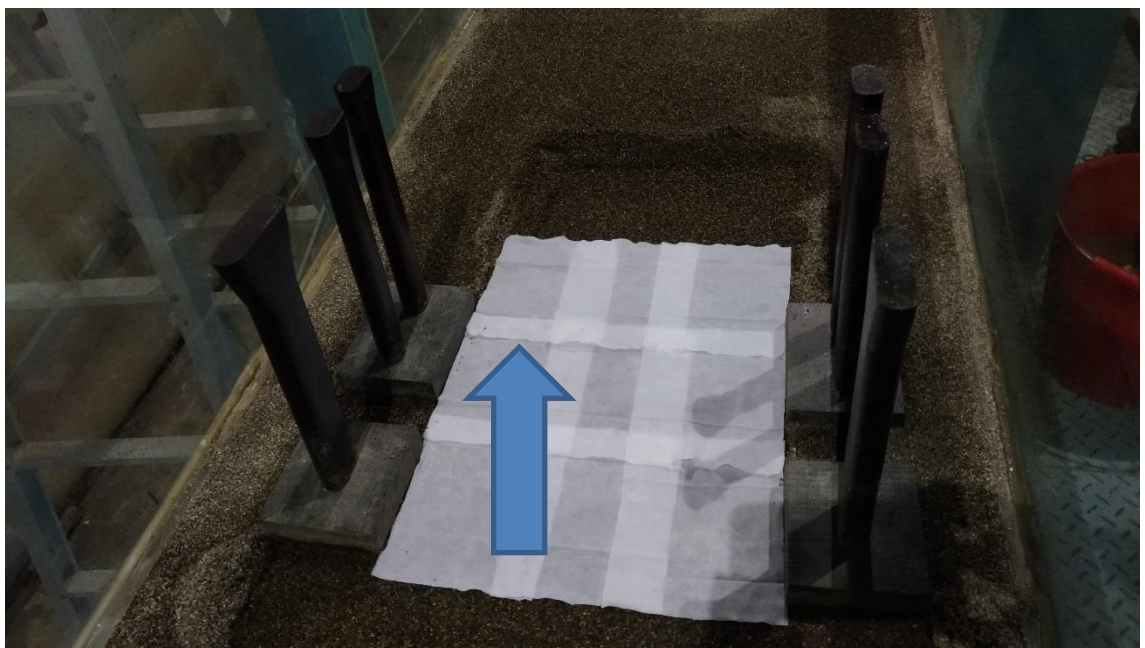


圖 2.20 一層鼎型塊+織布之鋪設





圖 2.21 一層鼎型塊+織布保護措施模型鋪設

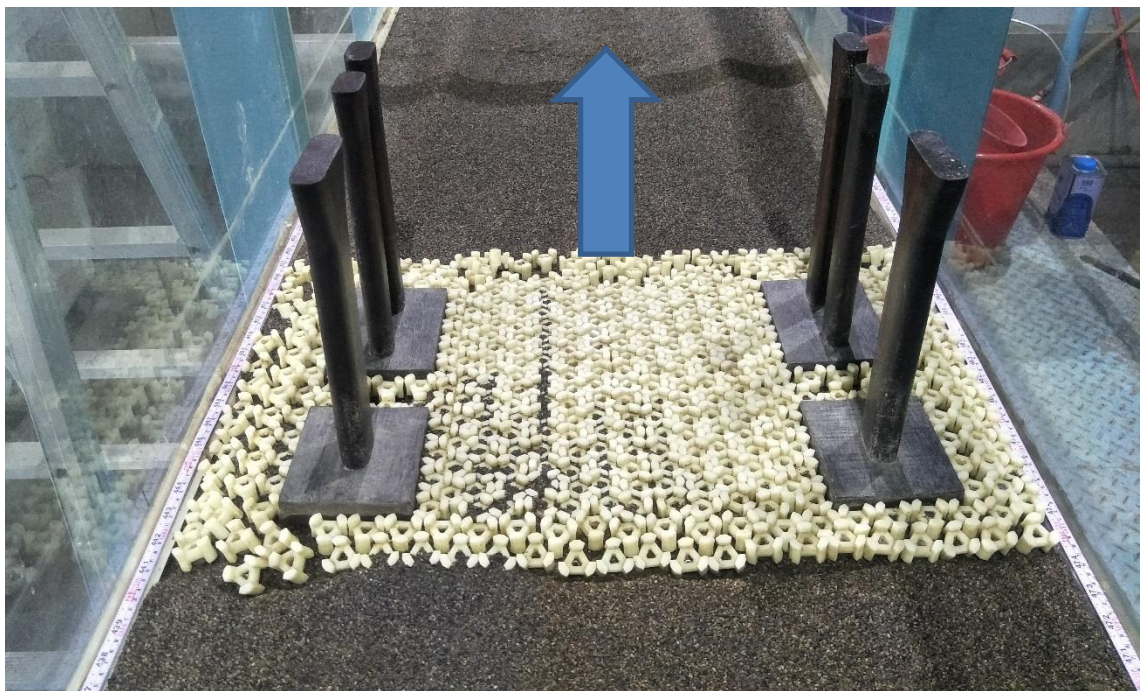


圖 2.22 一層鼎型塊+織布保護措施基礎沖刷情形



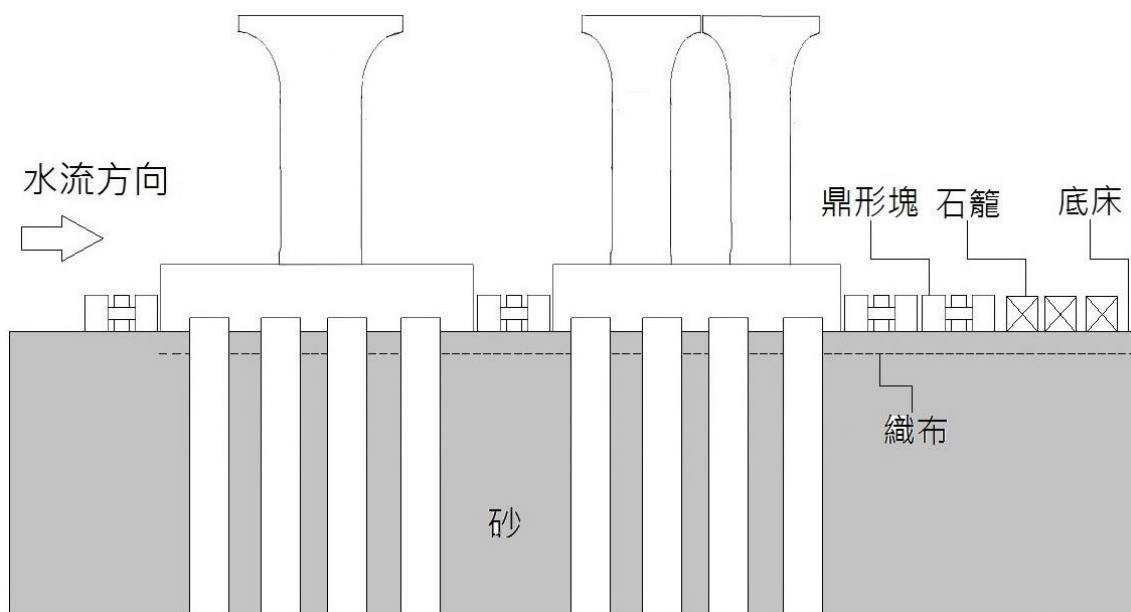


圖 2.23 一層鼎型塊+織布+石籠斷面示意圖

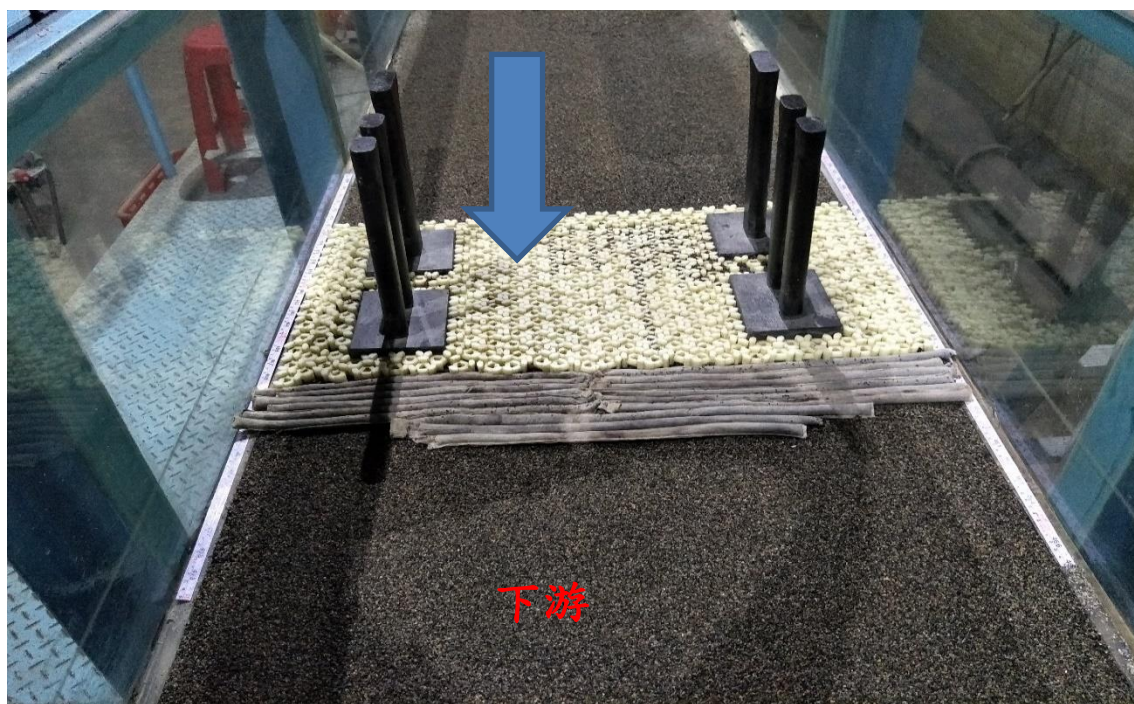


圖 2.24 一層鼎型塊+織布+石籠保護措施模型鋪設





圖 2.25 一層鼎型塊+織布+石籠沖刷情形

## 2.108 年度「地工織物應用於橋墩基礎保護之可行性研究」

「地工織物應用於橋墩基礎保護之可行性研究」<sup>[5]</sup>為本所於民國108年完成之研究計畫。計畫緣起為大甲溪下游流域之橋梁管理單位(國道高速公路局、臺灣鐵路管理局及公路總局)，歷年於非汛期進行橋墩基礎保護工施作時，通常以鼎型塊疊放於橋墩基礎周圍來保護橋墩基礎，由歷年之保護成效評估，鼎型塊已達到保護橋墩基礎免於遭到沖刷破壞的功效，但仍有鼎型塊流失，河床下刷之現象發生。本所近年橋墩基礎保護工之水工模型試驗結果顯示，地工織物結合鼎型塊、石籠等，可達到保護河床(固床)的功效，惟目前針對地工織物應用於橋墩基礎保護之研究及案例較缺乏，多為地工織物應用於邊坡水土保持工程之案例，爰針對地工織物應用於橋墩基礎保護工以施工性及經濟性進行探討，研析地工織物應用於橋墩基礎保護工之可行性，做為未來橋管單位施設橋墩基礎保護工法之參考。

針對目前常見的地工合成材料的特性探討結果顯示，地工織布之材料特性符合保護河床質土壤的需求，不論其河床質為砂質河床或礫石河床均適用，其中以強度及耐久性考量，採聚丙烯纖維(PP)之織布較採用聚酯纖維(PET)之織布優。織物模板雖適用於邊坡、河岸與海岸堤防等保護工程，惟應用於橋墩基礎之保護上，恐因河水之沖刷力過大，導致填充其內之混凝土破裂進而刺破或割破織布，而造成整個保護工的損壞。加勁格網及土石籠(袋)組在邊坡之保護應用成效都很不錯，惟加勁格網之網目太大，恐無法滿足保護細粒料河床質的需求，而土石籠(袋)組因施工繁瑣，爰此不考慮。沙腸管(袋)因需就地取材，以水力方式抽取現地之沙土來填充袋體，僅能適用於砂質河床之流域，對於卵礫石之流域，因砂源取得不易，恐需花費鉅額的工程費才能完成，較不適用於卵礫石之流域。

國內過去利用地工織物應用於橋墩基礎之保護工案例不多，主要是應用在下游潛堰之消能護坦保護及高灘地之保護。而國外過去雖有織物模板及沙腸管直接應用於橋墩基礎的保護案例，惟保護工法之選用常需因地制宜，未來應用還是須視環境特性選取適宜之材料來進行

相關保護工之施作。

在地工織布之施工性探討部分，由本所民國 107 年於國道三號大甲溪橋 P27R~P28R 橋墩間及下游的鼎型塊下方地工織布試鋪的案例得知，地工織布之鋪設其施工性是可行的，惟日後針對實務面遭遇的水下施工問題、單元間的搭接及織布上游的回包施作簡化問題，若能尋求相關的解決方案，則能增進地工織布橋墩基礎保護工之施工性。

在地工織布之經濟性探討部分，以國道三號大甲溪橋 P27R~P28R 橋墩間及下游的鼎型塊下方地工織布試鋪的案例為例，織布鋪設費用與鼎塊的製作及吊放排置費用比較結果顯示，織布之鋪設費用僅為鼎型塊製作及吊放費用之 5%。以經濟性評估，因目前國道三號大甲溪橋橋基之保護工費用主要為鼎型塊的製作及吊放排置之工程費，若增加鋪設織布的鼎型塊能與對照組(未鋪設織布之鼎型塊)比較，若能比對照組增加 5%之使用年限，或於生命週期能較對照組少補鋪設數量達 5% 以上，則織布之鋪設有其經濟效益。

### 3.109 年度「地工織布應用於橋墩基礎保護之沖刷模擬研究」

「地工織布應用於橋墩基礎保護之沖刷模擬研究」<sup>[6]</sup>為本所於民國 109 年完成之研究計畫，係針對本所過去水工模型試驗結果，所研擬之地工織布結合鼎型塊保護工法，以國道三號大甲溪橋 P24L 及 P27R 為試驗橋址，進行地工織布結合鼎型塊保護工法之現地鋪設，以驗證保護工法之施工性及保護成效，提供大甲溪下游之橋梁管理單位如公路總局、高速公路局、臺灣鐵路管理局以及縣市政府等單位未來施政之應用。

地工織布結合鼎型塊保護工法之現地鋪設施工步驟說明如下：

#### (1)整地

試驗橋址基礎耐震補強施工後，織布鋪設前先進行必要的整地工作，如圖 2.26 所示，基礎下游側地形依規劃進行降階地形整地，如圖 2.27 所示。

#### (2)高強度織布及防護層織布鋪設

首先將 1 單元之高強度織布吊放至樁帽上，並將其展開並以軟石固定一端於樁帽上，如圖 2.28 所示，重複上述步驟完成基礎樁帽 4 周的高強度織布吊放及固定，如圖 2.29 所示。接著進行平面高強度織布之鋪設及單元間之綁紮作業，如圖 2.30 所示。

接著以相同方式鋪設防護層織布，如圖 2.31 所示。

### (3) 鼎型塊排置

吊放鼎型塊及排置如圖 2.32 所示。鼎型塊結合地工織布保護工現地鋪設完成詳如圖 2.33 所示。



圖 2.26 橋墩基礎上游整地





圖 2.27 橋墩基礎下游整地及地形降階



圖 2.28 高強度織布展開並以軟石固定於樁帽上





圖 2.29 完成樁帽 4 周之高強度織布吊放展開及固定



圖 2.30 平面高強度織布鋪設及單元間之綁紮作業





圖 2.31 防護層織布鋪設



圖 2.32 鼎型塊吊放與排置作業



圖 2.33 鼎型塊結合地工織布保護工鋪設完成(下游側)

## 2.8 小結

由本章的地工織布之文獻回顧，地工織布用於邊坡、河岸及海岸之保護已非常普遍且成效良好，惟其產品規格及種類眾多，應用時須考慮保護對象及其環境需求，評估適用之產品，才能發揮地工織布之保護成效。

地工織布應用於橋墩基礎保護工法之案例不多，以台 13 甲線北勢大橋橋墩基礎保護工法為例，該保護工法於鼎型塊下方基礎鋪設三層不織布包裹石塊分層交疊置於底層，以防止動床之細顆粒吸出掏刷。此方式與本計畫過去以地工織布置於鼎型塊之下以保護鼎型塊下之土壤不被沖刷進而穩定鼎型塊之原理一致，主要差異為該工法使用強度較低之不織布，本計畫使用高強度高透水性的織布，有較優之抗沖刷能力。另外，本計畫織布之鋪設是由橋墩墩帽上緣往下鋪設，如圖 2.29 所示，織布與樁帽及基樁不會有縫隙，織布可以保護其下的土壤或細顆粒不被水流沖走，而台 13 甲線北勢大橋橋墩基礎保護工法之不織布是沿著樁基鋪設，不織布與樁基間會有縫隙，河水衝擊橋墩產生向下射流時，會由縫隙將不織布下層的土壤或細顆粒帶走，而造成上層的鼎型塊不穩定而流失破壞。

另外，由於台 13 甲線北勢大橋已於 108 年完成改建，改建前之保護工法係為短期之保護對策，爰此，較為遺憾的是，該橋所施作之橋墩基礎保護工法已隨改建工程進行而撤除，無法現勘及無後續保護成效資料可供本計畫的保護工法進行比較。





### 第三章 水工結構物與水文基本資料

大甲溪下游之主要橋梁設施包括國道三號大甲溪橋、海線鐵路橋及台 1 線大甲溪橋，如圖 3.1 所示，本章針對本計畫的現地試驗橋址，國道三號大甲溪橋之結構物基本資料與大甲溪下游水文資料，做一簡要說明。



圖 3.1 大甲溪下游主要橋梁位置圖

#### 3.1 橋梁基本資料

國道三號大甲溪橋位於臺中市外埔區及清水區交界處，如圖 3.1 所示，樁號起自 166 K+ 981 m 迄至 169 K+ 831 m。橋梁於民國 92 年竣工，總長 2,850 m，共有 68 個橋孔，橋梁基本資料如表 3-1 所示，橋梁現況如圖 3.2 所示，相關工程圖說請參閱附錄一國道三號大甲溪橋橋梁基本資料。

國道三號大甲溪橋於民國 108 年及 109 年進行耐震補強工程，110 年完成竣工驗收，竣工圖請參閱附錄二。其中試驗橋址(P24L-P27R)的耐震補



強的竣工圖，如圖 3.3 所示。此次補強主要是因應橋梁耐震設計規範之地震力提高，進行橋墩基礎的擴基工程，將 P24L 及 P27R 樁帽結合為一，樁帽寬度由 11 公尺擴大為 17 公尺寬，結合後的樁帽長為 40.23 公尺，高度增加 0.5 公尺，並增加 17 支的混凝土樁，以符合設計規範的耐震要求。本計畫前期於 109 年 4 月於試驗橋址(P24L,P27R)完成耐震補強工程後，進場鋪設土工織布保護工法，鋪設斷面示意圖如圖 3.4 所示，完工圖如圖 3.5 所示。

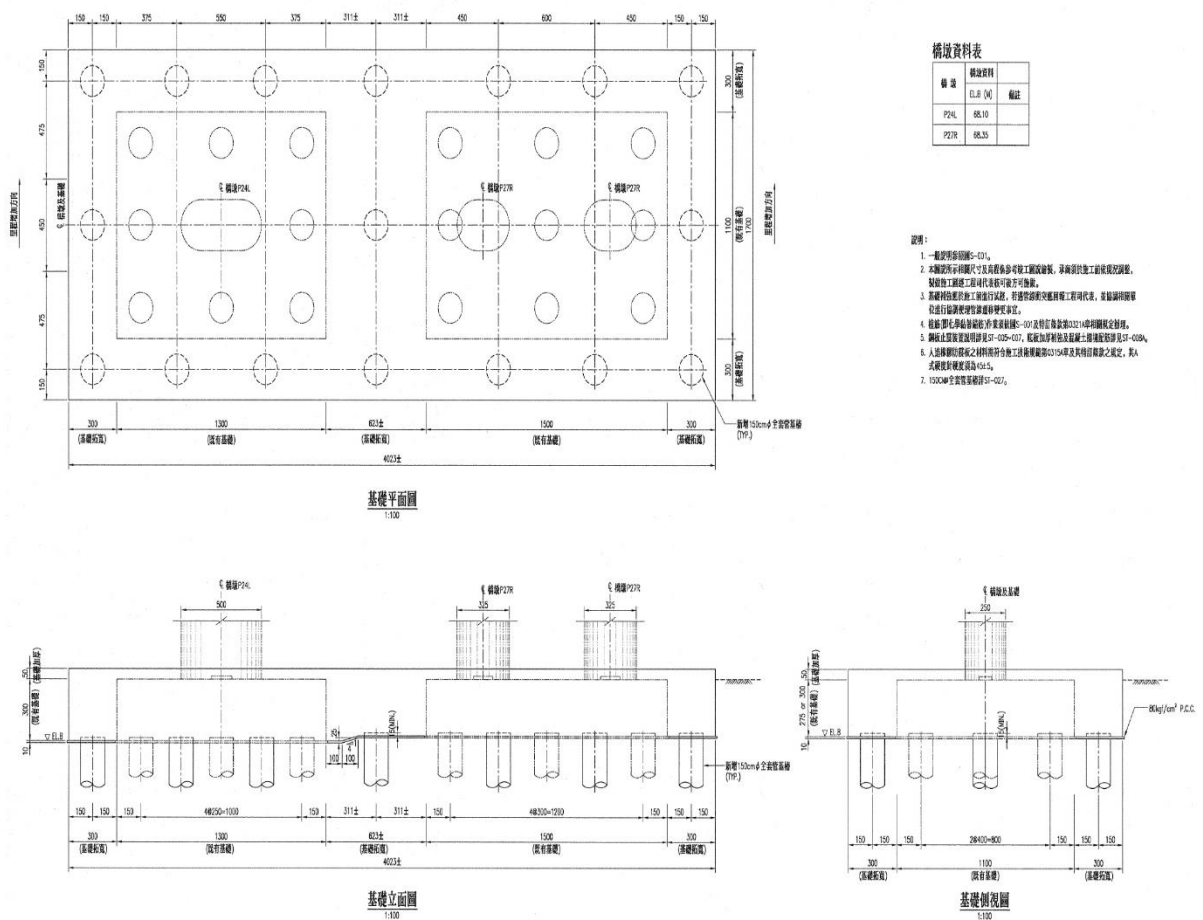
表 3-1 國道三號大甲溪橋之橋梁基本資料表

|           |                                                                                                                                                                                        |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 竣工時間      | 民國 92 年竣工                                                                                                                                                                              |
| 橋梁位置經緯度   | 北向： 橋頭：120.6148 °，24.3252 °<br>橋尾：120.5992 °，24.3046 °<br>南向： 橋頭：120.6250 °，24.3236 °<br>橋尾：120.6105 °，24.3049 °                                                                       |
| 橋梁長度      | 2,850 m                                                                                                                                                                                |
| 橋孔數量      | 68 個                                                                                                                                                                                   |
| 跨徑長度      | 北向：5@32m+3@34m+5@35m+1@38m+2@39m+7@40m+5@41m+2@41.5m+1@43m+8@44m+27@47m+1@50m+1@66m<br>南向：1@28m+4@32m+2@32.5m+2@34m+5@35m+1@37m+4@39m+7@40m+5@41m+7@42m+1@43m+5@44m+27@45m+1@50m+1@66m |
| 基礎形式      | 直接基礎與樁基礎                                                                                                                                                                               |
| 基礎長度      | P24L：20 m ； P27R：20 m                                                                                                                                                                  |
| 基礎尺寸      | P24L 樁帽：1300 cm×1100 cm×300 cm<br>P27R 樁帽：1500 cm×1100 cm×275 cm                                                                                                                       |
| 基礎頂部及底部高程 | P24L 樁帽：頂部 71.1 m，底部 68.1 m<br>P27R 樁帽：頂部 71.1 m，底部 68.35m                                                                                                                             |

資料來源：交通部高速公路局中區養護工程分局大甲工務段



圖 3.2 國道三號大甲溪橋現況



資料來源：交通部高速公路局中區養護工程分局大甲工務段

圖 3.3 國道三號大甲溪橋 P24L,P27R 耐震補強竣工圖

上游

下游

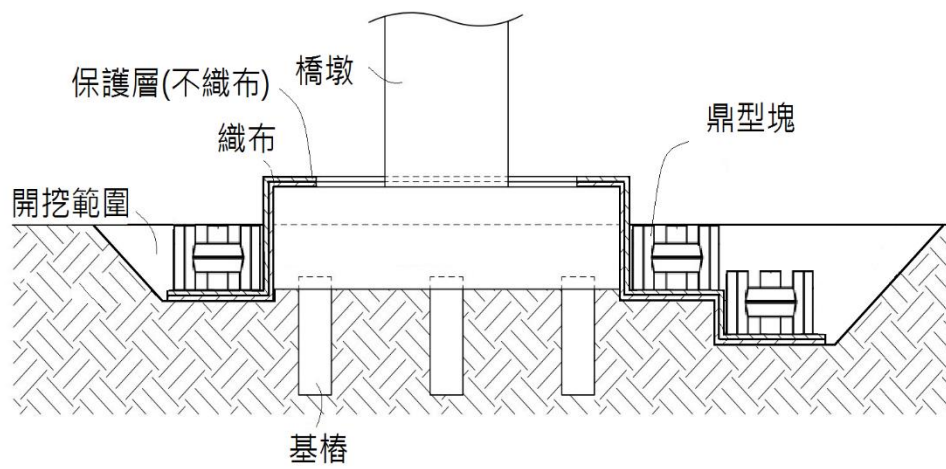


圖 3.4 國道三號大甲溪橋 P24L,P27R 地工織布保護工鋪設示意圖

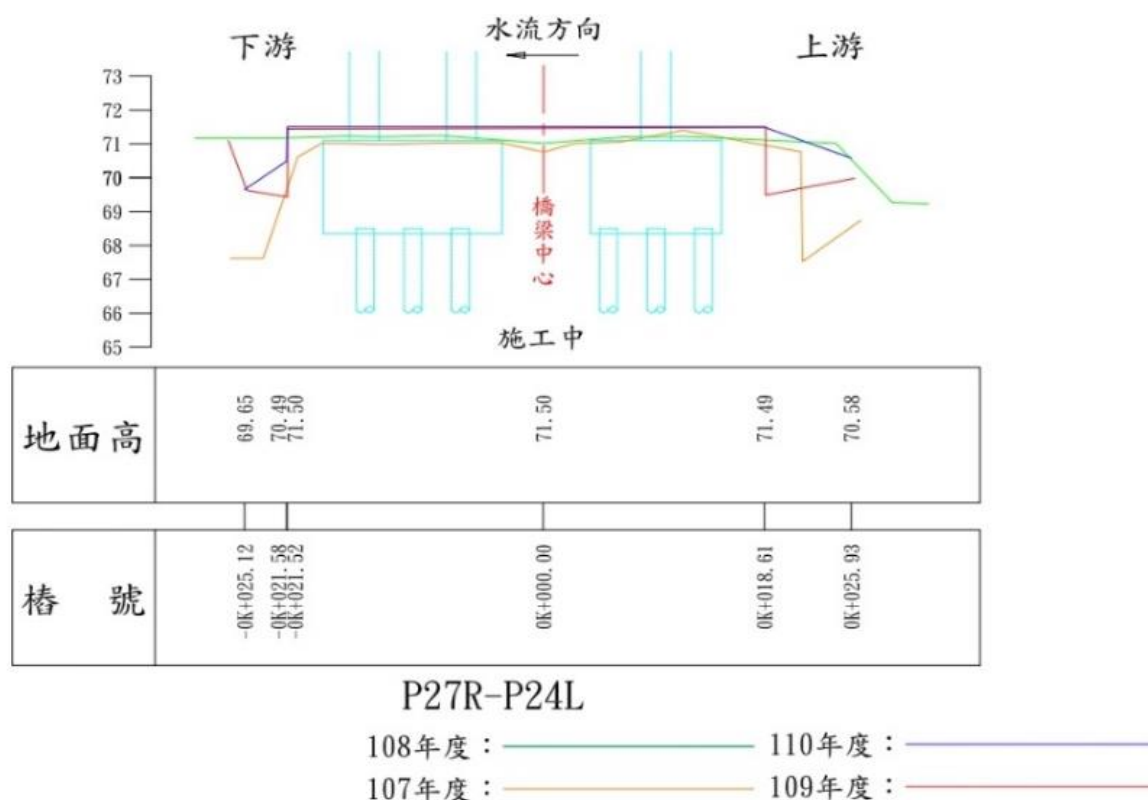


圖 3.5 國道三號大甲溪橋 P24L,P27R 地工織布保護工鋪設完工圖

### 3.2 110 年國道三號大甲溪橋河床斷面測量資料

110 年高公局中區養護分局大甲工務段委託仝葉工程顧問有限公司辦理「110 年度大甲工務段轄區橋涵檢測工作－河床斷面測量工作」，該測量成果包含國道三號大甲溪橋上下游 25 公尺河床斷面、上下游滴水線河床斷面及中心線河床斷面，詳如附錄三所示。

由上述的河床斷面測量成果，探討本所試驗橋址(P24L-P27R)的河床斷面，如圖 3.6 所示，由圖 3.6 之 107 年、108 年、109 年及 110 年 4 年的河床測量成果顯示，本所試驗橋址的河床斷面於 110 年後有明顯的抬升，究其原因，主要與耐震補強工程及本所施作地工織布保護工法有關，後續則有待持續觀測與評估地工織布保護工成效。



資料來源：交通部高速公路局中區養護工程分局大甲工務段

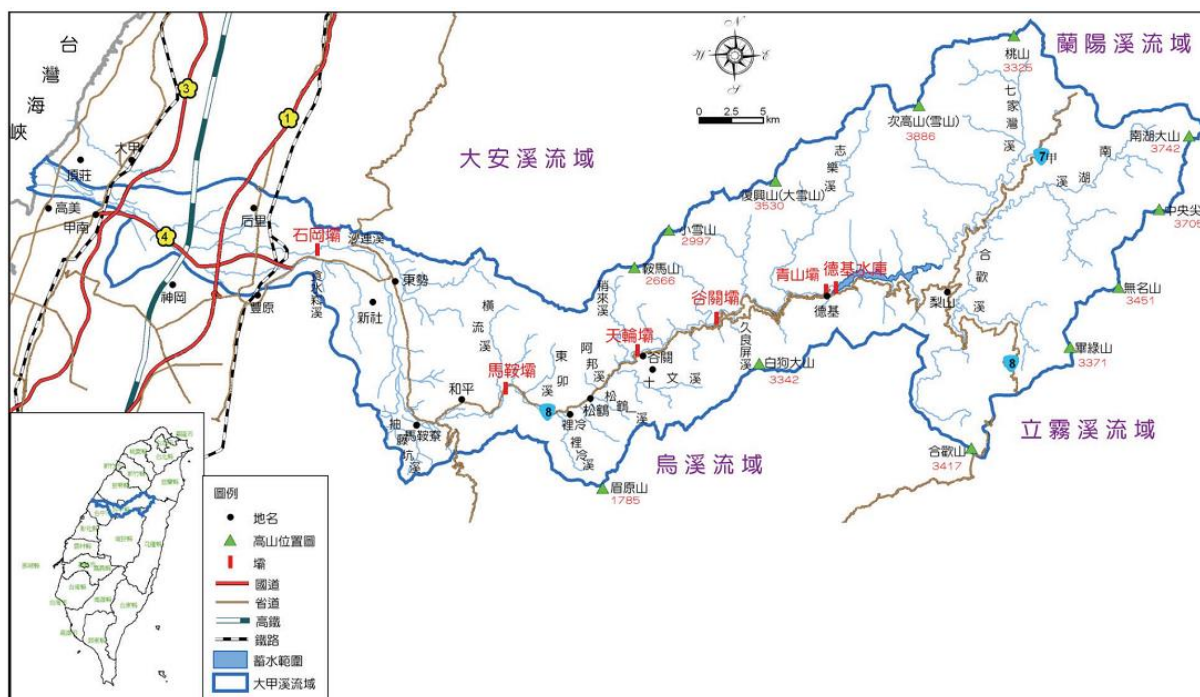
圖 3.6 110 年國道三號大甲溪橋 P24L-P27R 河床斷面測量成果



### 3.3 大甲溪流域概況

大甲溪上游發源於雪山山脈之雪山(興隆山)主峰及中央山脈之南湖大山等群嶽，主流由東往西橫貫臺中縣境，於大甲區與清水區間注入臺灣海峽。本流域位處臺灣島中西部，北與大安溪為鄰，南臨烏溪，面積 1,244 平方公里，全長 124 公里，平均坡降為 1/39。

大甲溪流域之「上游」，泛指德基水庫以上之溪段，最上游為南湖溪，於松茂附近匯聚合歡溪及七家灣溪諸支流後，形成大甲溪幹流，始名大甲溪；「中游」係指德基水庫以下至馬鞍寮間之溪段，河谷受山勢挾制，幹流兩側有眾多支流來匯；「下游」則指馬鞍寮以下至河口間之溪段，幹流流出馬鞍寮後，河谷開始展寬，幹流再轉向北流經過東勢、石岡後轉向西流，始進入平原地帶，如圖 3.7 所示。



資料來源：「大甲溪流域整體治理綱要計畫(101~104 年) 執行檢討及改善策略研擬 總報告」<sup>[13]</sup>經濟部水利署，2016.01

圖 3.7 大甲溪流域概況圖



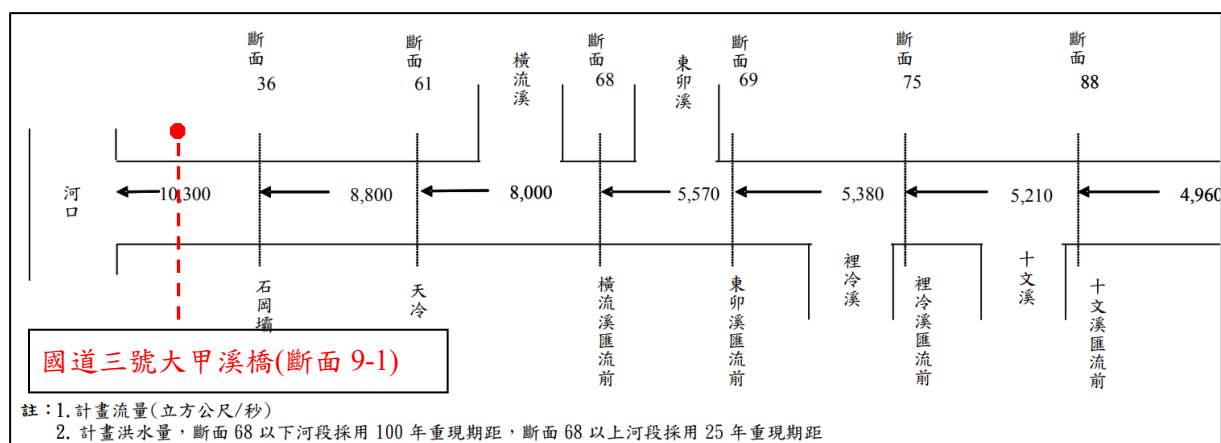
### 3.5 大甲溪下游河段特性

依據經濟部水利署水利規劃試驗所民國 99 年「大甲溪治理規劃檢討（天輪壩至河口河段）」<sup>[14]</sup>，大甲溪於國道三號大甲溪橋鄰近河段之河川 100 年重現期距計畫洪水量為 10,300 cms，如圖 3.8 所示。

依據經濟部水利署第三河川局民國 107 年「107 年度大甲溪、烏溪、眉溪、南港溪、北港溪大斷面測量計畫測量成果報告書」<sup>[15]</sup>，大甲溪下游歷年河道各斷面平均河床高如表 3-2 所示，由表 3-2 民國 97 年至 107 年的河床高測量成果資料顯示，台 1 線大甲溪橋、海線鐵路橋及國道三號大甲溪橋河床高程均有抬升，抬升高度大約介於 0.5~1.5 公尺。各斷面沖淤深度如表 3-3 所示，河道沖淤量計算成果如表 3-4 所示，由表 3-4 民國 106 年至 107 年的沖淤計算結果顯示，台 1 線大甲溪橋及國道三號大甲溪橋河道呈現淤積，但海線鐵路橋河道略有沖刷。大甲溪下游歷年平均坡降分析成果如表 3-5 所示，台 1 線大甲溪橋至石岡壩之河床平均坡降為 1/84，台 1 線大甲溪橋至河口之河床平均坡降為 1/99，由表歷年資料顯示，大甲溪下游的河床坡降變化並不明顯。

由「107 年度大甲溪、烏溪、眉溪、南港溪、北港溪大斷面測量計畫測量成果報告書」<sup>[15]</sup>對大甲溪河口(斷面 01)至石岡壩(斷面 36)現況跨河橋梁，以現況河道寬及 100 年重現期洪水位檢討現況橋梁通洪能力成果，如表 3-6 所示，配合該計畫測量跨河構造物調查結果，如表 3-7 所示，檢討結果台 1 線大甲溪橋、海線鐵路橋及國道三號大甲溪橋斷面，無梁底高度低於重現期距 100 年洪水位之橋梁，也無梁底高度不足出水高 2.0 公尺，檢討結果如表 3-8 示。

依據經濟部水利署第三河川局民國 101 年「100 年度大甲溪河口至天輪壩大斷面測量測量成果報告書」<sup>[16]</sup>，大甲溪下游河床質平均粒徑及代表粒徑分析成果，如表 3-9 所示，其中國道三號大甲溪橋位於斷面編號斷 9 左及斷 9 右附近，其平均粒徑介於 52.26~211.93 公釐之間。大甲溪下游河床質物理性質試驗成果，如表 3-10 所示，國道三號大甲溪橋之河床質物理性質 8 成以上為砂，其次為礫石及粉土。



資料來源：「大甲溪治理規劃檢討（天輪壩至河口河段）」<sup>[14]</sup>，經濟部水利署，2010.03

圖 3.8 大甲溪主流域各河段洪水量分配圖

表 3-2 大甲溪下游歷年河道各斷面平均河床高成果表

| 斷面編號              | 河心距<br>(m) | 97<br>年(m) | 99<br>年(m) | 100<br>年(m) | 101<br>年(m) | 102<br>年(m) | 103<br>年(m) | 106<br>年(m) | 107<br>年(m) |
|-------------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 7                 | 5021       | 50.75      | 51.34      | 51.42       | 50.47       | 50.75       | 50.77       | 51.09       | 51.11       |
| 7-1 台 1 線大甲<br>溪橋 | 5384       | 54.49      | 55.39      | 56.20       | 56.1        | 55.41       | 55.89       | 55.67       | 56.09       |
| 7-2 海線鐵路橋         | 5511       | 56.18      | 57.89      | 57.98       | 56.91       | 57.47       | 57.32       | 57.38       | 57.34       |
| 8                 | 5781       | 57.61      | 58.87      | 59.12       | 58.97       | 58.89       | 58.92       | 58.75       | 58.78       |
| 9                 | 6313       | 64.6       | 64.97      | 64.87       | 64.86       | 64.87       | 64.77       | 64.63       | 64.69       |
| 9-1 國道三號大<br>甲溪橋  | 6574       | 70.79      | 70.97      | 71.34       | 71.33       | 71.15       | 71.3        | 70.89       | 71.38       |
| 10                | 6865       | 71         | 71.42      | 71.40       | 71.45       | 71.49       | 71.47       | 70.66       | 70.67       |

資料來源：「107 年度大甲溪、烏溪、眉溪、南港溪、北港溪大斷面測量計畫測量成果報告書」<sup>[15]</sup>，經濟部水利署第三河川局，2018.12

表 3-3 大甲溪下游歷年河道各斷面沖淤深度成果表

| 斷面編號              | 河心距<br>(m) | 99-97<br>年(m) | 100-99<br>年(m) | 101-100<br>年(m) | 102-101<br>年(m) | 103-102<br>年(m) | 106-103<br>年(m) | 107-106<br>年(m) |
|-------------------|------------|---------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 7                 | 5021       | 0.59          | 0.08           | -0.95           | 0.28            | 0.02            | 0.32            | 0.02            |
| 7-1 台 1 線大<br>甲溪橋 | 5384       | <b>0.9</b>    | <b>0.81</b>    | <b>-0.10</b>    | <b>-0.69</b>    | <b>0.48</b>     | <b>0.22</b>     | <b>0.42</b>     |
| 7-2 海線鐵路<br>橋     | 5511       | <b>1.71</b>   | <b>0.09</b>    | <b>-1.07</b>    | <b>0.56</b>     | <b>-0.15</b>    | <b>0.06</b>     | <b>-0.04</b>    |
| 8                 | 5781       | 1.26          | 0.25           | -0.15           | -0.08           | 0.03            | -0.17           | 0.03            |
| 9                 | 6313       | 0.37          | -0.10          | -0.01           | 0.01            | -0.10           | -0.14           | 0.06            |
| 9-1 國道三號<br>大甲溪橋  | 6574       | <b>0.18</b>   | <b>0.37</b>    | <b>-0.01</b>    | <b>-0.18</b>    | <b>0.15</b>     | <b>-0.41</b>    | <b>0.49</b>     |
| 10                | 6865       | 0.42          | -0.02          | 0.05            | 0.04            | -0.02           | -0.81           | 0.01            |

資料來源：「107 年度大甲溪、烏溪、眉溪、南港溪、北港溪大斷面測量計畫測量成果報告書」<sup>[15]</sup>，經濟部水利署第三河川局，2018.12

表 3-4 大甲溪下流河道沖淤量計算成果表(106~107 年)

| 斷面<br>編號                                      | 河心距(m)     |               | 斷面<br>寬(m) | 河道平面<br>積(m <sup>2</sup> ) | 平均河床高(m)     |              | 沖淤<br>深度<br>(m) | 沖淤面<br>積(m <sup>2</sup> ) | 沖淤體積(m <sup>3</sup> )<br>106~107 年 |
|-----------------------------------------------|------------|---------------|------------|----------------------------|--------------|--------------|-----------------|---------------------------|------------------------------------|
|                                               | 單距         | 累距            |            | 斷面間                        | 106 年        | 107 年        |                 |                           | 區間                                 |
| 10                                            | 507        | 58,622        | 600        | 290257                     | 70.66        | 70.67        | 0.01            | 6.00                      | -9531.60                           |
| <b>09-2<br/>國道三<br/>號大甲<br/>溪橋</b>            | <b>291</b> | <b>58,913</b> | <b>681</b> | <b>186385</b>              | <b>70.89</b> | <b>71.38</b> | <b>0.49</b>     | <b>333.69</b>             | <b>49426.35</b>                    |
| 09                                            | 261        | 59,174        | 453        | 147987                     | 64.63        | 64.69        | 0.06            | 27.18                     | 47092.23                           |
| 08                                            | 532        | 59,706        | 442        | 238070                     | 58.75        | 58.78        | 0.03            | 13.26                     | 10757.04                           |
| <b>07-4<br/>海線鐵<br/>路橋</b>                    | <b>270</b> | <b>59,976</b> | <b>557</b> | <b>134865</b>              | <b>57.38</b> | <b>57.34</b> | <b>-0.04</b>    | <b>-22.28</b>             | <b>-1217.70</b>                    |
| <b>07-2<br/>台 1 線<br/>大甲溪<br/>橋<br/>+0.05</b> | <b>127</b> | <b>60,103</b> | <b>535</b> | <b>69342</b>               | <b>55.67</b> | <b>56.09</b> | <b>0.42</b>     | <b>224.70</b>             | <b>12853.67</b>                    |
| 07                                            | 363        | 60,466        | 522        | 191845                     | 51.09        | 51.11        | 0.02            | 10.44                     | 42677.91                           |

註：沖淤體積(+)表示淤積(-)表示沖刷

資料來源：「107 年度大甲溪、烏溪、眉溪、南港溪、北港溪大斷面測量計畫測量成果報告書」<sup>[15]</sup>，經濟部水利署第三河川局，2018.12

**表 3-5 大甲溪下游歷年平均坡降分析成果**

| 年    | 河口-大甲溪橋(台 1 線)<br>(斷-01~斷 7-2) | 大甲溪橋-石岡壩<br>(斷 7-2~斷 36) |
|------|--------------------------------|--------------------------|
| 94   | 1/93                           | 1/85                     |
| 97   | 1/96                           | 1/84                     |
| 99   | 1/96                           | 1/84                     |
| 100  | 1/101                          | 1/85                     |
| 101  | 1/103                          | 1/83                     |
| 102  | 1/103                          | 1/84                     |
| 103  | 1/96                           | 1/84                     |
| 106  | 1/103                          | 1/84                     |
| 107  | 1/102                          | 1/84                     |
| 歷年平均 | 1/99                           | 1/84                     |

資料來源：「107 年度大甲溪、烏溪、眉溪、南港溪、北港溪大斷面測量計畫測量成果報告書」<sup>[15]</sup>，經濟部水利署第三河川局，2018.12

**表 3-6 大甲溪現況河道 100 年重現期距水理因素演算成果表**

| 斷面編號                  | 河心<br>累距<br>(m) | 100 年重現期距水理因素 |                           |            |                   |          |      |
|-----------------------|-----------------|---------------|---------------------------|------------|-------------------|----------|------|
|                       |                 | 水位<br>(m)     | 通水面積<br>(m <sup>2</sup> ) | 水面寬<br>(m) | 平均流<br>速<br>(m/s) | 能量坡<br>降 | 福祿數  |
| 07-1 台 1 線大甲<br>溪橋(下) | 5,359           | 58.00         | 1723.67                   | 670.90     | 6.03              | 0.0149   | 1.15 |
| 07-2 台 1 線大甲<br>溪橋(上) | 5,384           | 60.07         | 2993.98                   | 860.05     | 3.48              | 0.0035   | 0.58 |
| 07-3 海線鐵路橋<br>(下)     | 5,496           | 59.67         | 1745.29                   | 769.18     | 5.91              | 0.0188   | 1.25 |
| 07-4 海線鐵路橋<br>(上)     | 5,511           | 61.45         | 3208.88                   | 1019.61    | 3.21              | 0.0036   | 0.58 |
| 09-1 國道三號高<br>速公路橋(下) | 6,536           | 72.79         | 1566.90                   | 588.09     | 6.60              | 0.0187   | 1.28 |
| 09-2 國道三號高<br>速公路橋(上) | 6,574           | 75.22         | 2703.11                   | 741.54     | 3.92              | 0.0035   | 0.60 |

資料來源：「107 年度大甲溪、烏溪、眉溪、南港溪、北港溪大斷面測量計畫測量成果報告書」<sup>[15]</sup>，經濟部水利署第三河川局，2018.12

表 3-7 大甲溪下游跨河建造物調查表

| 橋名            | 樁號   | 橋長(m)   | 橋墩(m)             | 橋寬(m)           | 橋面(m) | 梁底(m) | 渠底(m) |
|---------------|------|---------|-------------------|-----------------|-------|-------|-------|
| 台 1 線大甲溪橋     | 07-2 | 1320.84 | (2.0~5.2)*32      | 25.00           | 67.02 | 64.49 | 53.90 |
| 海線鐵路橋         | 07-4 | 1252.52 | (2.5~5.1)*37      | 15.50           | 66.45 | 65.67 | 53.86 |
| 國道三號<br>高速公路橋 | 09-2 | 高架      | 2.45*4<br>ø2.6*22 | 32.00~<br>38.70 | 98.2  | 95.84 | 67.22 |

資料來源：「107 年度大甲溪、烏溪、眉溪、南港溪、北港溪大斷面測量計畫測量成果報告書」<sup>[15]</sup>，經濟部水利署第三河川局，2018.12

表 3-8 大甲溪下游橋梁通洪能力檢討成果表

| 橋名        | 斷面<br>編號 | 橋梁<br>長度(m) | 橋梁梁<br>底高(m) | 現況河道<br>Q <sub>100</sub> 洪水位<br>(m) | 橋梁梁底高-現<br>況河道<br>Q <sub>100</sub> 洪水位(m) |
|-----------|----------|-------------|--------------|-------------------------------------|-------------------------------------------|
| 台 1 線大甲溪橋 | 07-2     | 1320.91     | 64.69        | 60.07                               | 4.62                                      |
| 海線鐵路橋     | 07-4     | 1252.67     | 65.67        | 61.45                               | 4.22                                      |
| 國道三號高速公路橋 | 09-2     | 高架          | 95.84        | 75.22                               | 20.62                                     |

資料來源：「107 年度大甲溪、烏溪、眉溪、南港溪、北港溪大斷面測量計畫測量成果報告書」<sup>[15]</sup>，經濟部水利署第三河川局，2018.12

表 3-9 大甲溪下游河床質平均粒徑及代表粒徑分析成果表

| 斷面號   | 平均     | 代表粒徑 d(mm) |       |        |        |        |        |        |        |        | 最大   | 砂質   |
|-------|--------|------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|------|
|       | 粒徑     |            |       |        |        |        |        |        |        |        | 石徑   | 含量   |
|       | (公釐)   | d10        | d20   | d30    | d40    | d50    | d60    | d70    | d80    | d90    | (公釐) | (%)  |
| 斷 5 左 | 111.55 | 0.41       | 6.50  | 19.50  | 26.50  | 37.00  | 75.00  | 135.00 | 170.00 | 285.00 | 470  | 22.3 |
| 護甲層   | 106.06 | 0.73       | 12.00 | 23.50  | 29.00  | 39.00  | 80.00  | 125.00 | 190.00 | 285.00 | 350  | 19.0 |
| 底層    | 112.60 | 0.35       | 4.90  | 17.50  | 24.50  | 36.00  | 71.00  | 130.00 | 170.00 | 295.00 | 470  | 23.9 |
| 斷 5 右 | 111.00 | 0.43       | 0.94  | 49.50  | 63.00  | 78.00  | 100.50 | 140.00 | 175.00 | 255.00 | 365  | 21.9 |
| 護甲層   | 131.40 | 10.00      | 68.00 | 90.50  | 101.00 | 115.00 | 125.00 | 150.00 | 195.00 | 253.00 | 365  | 9.9  |
| 底層    | 101.46 | 0.39       | 0.67  | 28.00  | 45.00  | 59.00  | 85.00  | 135.00 | 170.00 | 260.00 | 320  | 26.9 |
| 斷 9 左 | 53.26  | 0.21       | 0.31  | 0.42   | 0.51   | 0.73   | 20.50  | 59.50  | 92.00  | 165.00 | 270  | 45.7 |
| 護甲層   | 68.18  | 0.36       | 4.00  | 27.00  | 36.00  | 43.00  | 58.00  | 90.00  | 27.00  | 165.00 | 195  | 21.7 |
| 底層    | 48.44  | 0.19       | 0.28  | 0.37   | 0.41   | 0.49   | 0.92   | 48.00  | 76.00  | 170.00 | 270  | 53.1 |
| 斷 9 右 | 211.93 | 0.80       | 37.50 | 90.00  | 125.00 | 160.00 | 205.00 | 300.00 | 365.00 | 465.00 | 470  | 13.6 |
| 護甲層   | 181.35 | 11.00      | 57.00 | 105.00 | 130.00 | 155.00 | 185.00 | 280.00 | 320.00 | 400.00 | 330  | 9.8  |
| 底層    | 218.66 | 0.40       | 26.50 | 82.00  | 120.00 | 165.00 | 215.00 | 315.00 | 395.00 | 505.00 | 470  | 15.3 |

資料來源：「100 年度大甲溪河口至天輪壩大斷面測量計畫測量成果報告書」<sup>[16]</sup>，經濟部水利署第三河川局，2012.3



表 3-10 大甲溪下游河床質物理性質試驗成果表

| 斷面                           | 層別  | 比重   | 粒徑分篩% |    |    |    |
|------------------------------|-----|------|-------|----|----|----|
|                              |     |      | 礫石    | 砂  | 粉土 | 黏土 |
| 斷 5 左<br>台 1 線大<br>甲溪橋下<br>游 | 護甲層 | 2.68 | 14    | 82 | 4  | 0  |
|                              | 底層  | 2.69 | 16    | 81 | 3  | 0  |
| 斷 5 右<br>台 1 線大<br>甲溪橋下<br>游 | 護甲層 | 2.69 | 2     | 96 | 2  | 0  |
|                              | 底層  | 2.68 | 4     | 94 | 2  | 0  |
| 斷 9 左<br>國道三號<br>高速公路<br>橋下游 | 護甲層 | 2.7  | 7     | 89 | 4  | 0  |
|                              | 底層  | 2.69 | 1     | 98 | 1  | 0  |
| 斷 9 右<br>國道三號<br>高速公路<br>橋下游 | 護甲層 | 2.69 | 14    | 79 | 7  | 0  |
|                              | 底層  | 2.66 | 11    | 79 | 10 | 0  |

資料來源：「100 年度大甲溪河口至天輪壩大斷面測量測量成果報告書」<sup>[16]</sup>，經濟部水利署第三河川局，2012.3

## 第四章 地工織布保護工法保護成效觀測與評估

本章主要係以本計畫前已於 107 及 109 年分別於 P24L~P25L 間河道及 P24L 基礎周圍佈設鼎型塊結合地工織布保護工法做為試驗組，另將相鄰橋墩基礎之鼎型塊(無鋪設地工織布)做為對照組，相互觀測比較相鄰橋墩基礎之鼎型塊流失情形、基礎沖刷及河道沖刷狀況來進行後續保護成效評估，以驗證本計畫研提之鼎型塊結合地工織布保護工法是否如室內水工模型試驗之結果，有較佳的保護成效。

針對保護成效觀測方法，依據本所過去運用攝影測量技術於邊坡及港區構造物量測的相關研究基礎，本計畫將採無人飛行載具(UAV)取得試驗場址影像資料，透過攝影測量技術可將影像轉換成具三維空間資訊之數值表面地形資料，利用不同時期取得的影像資料進行圖資套疊或模型檢視，相較以往以地面測量取得大面積量測結果的方式更有效率及具有一定之準確性，亦將過去僅能從尋找相片中物件變化之方式，精進成三維模型套疊之量化數據比對，可清楚快速地得知鼎型塊的變位量與流失情形、橋墩間河槽區沖刷變化量，據此來進行本計畫試驗工法對橋基保護之成效評估。

### 4.1 航拍觀測規劃

#### 1. 航拍範圍

因本計畫於 P24L~P25L 間河道及 P24L 基礎周圍佈設鼎型塊結合地工織布保護工法做為試驗組，並將相鄰鼎型塊(無鋪設地工織布)及未施作保護工之橋墩基礎做為對照組來進行比對，因此，規劃以試驗組為中心，向左及右岸至兩側灘地為拍攝範圍，以國 3 大甲溪橋橋墩編號標記，則為上游側 22L~26L(下游側 25R~29R)，共計涵蓋 5 座橋墩基礎範圍，如圖 4.1 所示。



圖 4.1 航拍範圍示意圖

←----- :水流方向

## 2. 航線規劃及拍攝原則

繞行橋墩(單一航線單向拍攝)及於上下游側平行橋面車行方向(單一航線來回拍攝)進行橋墩基礎影像拍攝(如圖 4.2)，原則以完整拍攝到圖 4.1 範圍內橋梁基礎與上下游及橋墩間保護工影像為主，航線上每張照片之重疊率需至少 80%左右，以鏡頭垂直朝下方式取得正交影像。

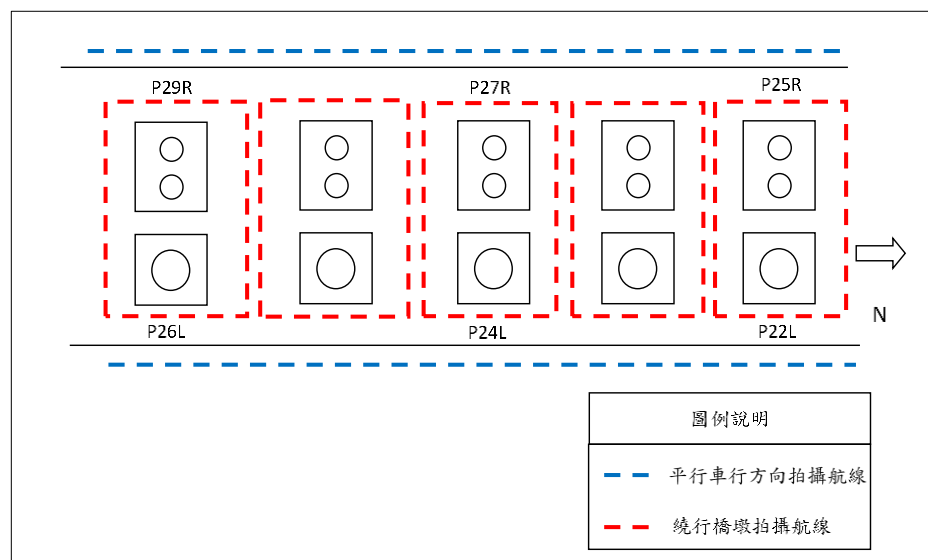


圖 4.2 航線規劃示意圖

### 3. 航拍申請

因本試驗場址位於中部國際機場之航道上，屬禁航區，爰依「遙控無人機管理規則」第 31 條第一項規定於航拍活動 15 日前，檢附計畫書提出申請，報請民航局會商目的事業主管機關同意，取得民航局同意後（如圖 4.3）始得進行試驗場址航空拍攝測量作業。

| 查詢清單         |                          |                                  |                            |          |                    |
|--------------|--------------------------|----------------------------------|----------------------------|----------|--------------------|
| 申請號碼         | 帳號<br>單位名稱               | 作業名稱                             | 活動日期                       | 狀態       | 功能                 |
| AB2103250002 | 54521040<br>動控科技有限<br>公司 | 配合交通部運輸研究所執行國道3號大甲溪橋樑墩基<br>礎影像拍攝 | 2021/04/05 ~<br>2021/06/04 | 審核通<br>過 | <a href="#">明細</a> |

資料來源:交通部民用航空局遙控無人機管理資訊系統

圖 4.3 民航局同意航拍活動申請

### 4. 控制測量

施作控制測量之目的在於使拍攝後之影像可進行尺度及座標基準校正，將相對三維空間資料轉換為絕對空間資料，並透過控制點之約制，方能確保不同時期數值三維模型於同一座標系統上進行套疊分析比對，以瞭解試驗區鼎型塊及河道表面地形變化趨勢。

而控制點之位置及數量，則以需佈設於穩定不動處並均勻分佈於試驗區為原則，就本試驗拍攝範圍內來看，橋墩基礎版之角點為適合上述之佈設條件，爰由本計畫團隊成員進場進行控制測量作業(如圖 4.4)，控制點分布如圖 4.5 所示。



圖 4.4 現場控制測量作業情形





圖 4.5 控制點分布情形

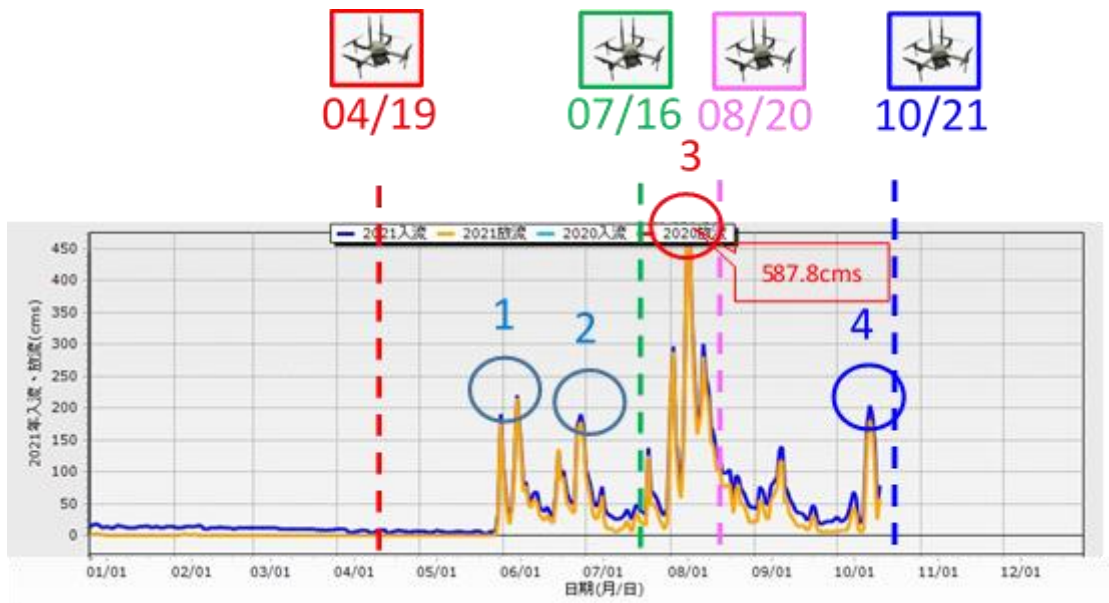
## 5. 航拍時機

於汛期前拍攝一次做為原始地形資料，因本試驗橋址位處於大甲溪石岡壩下游區段，其河床水位及流量深受石岡壩壩體安全操作有關，爰每遇豪大雨或颱風事件等重要降雨事件後，將視石岡壩放流情形進場進行航拍觀測，記錄於降雨事件後試驗區表面地形變化情形。

## 4.2 成效觀測

依前述航拍觀測規劃原則，本計畫共計進行 4 次航拍觀測作業(如圖 4.6)，並透過歷次觀測所得之數值三維模型進行套疊比對分析，據以瞭解地工織布之保護成效，說明如下：





底圖資料來源:經濟部水利署石岡壩管理中心網頁

圖 4.6 本計畫航拍觀測時間與石岡壩放流歷線之關係

### 1. 觀測作業時間說明

- (1) 第 1 次航拍觀測(110/04/19):本次拍攝時間正逢旱災時間，石岡壩放流量甚少，目的為取得汛期前之初始地形資料。
- (2) 第 2 次航拍觀測(110/07/16):本次作業係為觀測 6~7 月梅雨季節間，共有 2 次重要之降雨事件對於現場之影響，惟當時正逢國內 COVID-19 疫情三級警戒之故，民航局停止 UAV 活動塔台進駐作業(如圖 4.7)，故未能及時於此 2 次降雨事件後進場觀測，後嗣因國內疫情趨緩，民航局逐步解禁，方於 110/07/16 進場進行第 2 次航拍觀測作業。
- (3) 第 3 次航拍觀測(110/08/20):本次作業係因盧碧颱風帶來強烈西南氣流影響，石岡壩放流量達 587.8cms，為今年最大放流量，俟颱風過境後隨即於 110/08/20 進場進行第 3 次航拍觀測作業。
- (4) 第 4 次航拍觀測(110/10/21):本次作業係因圓規颱風外圍環流影響，災後雖未對中部帶來強降雨及重大災情，但石岡壩為壩體安全考量，進行預警性之調節性放流，俟颱風過境後隨即於 110/10/21 進場進行第 4 次航拍觀測作業。

【停止適用】疫情第三級警戒期間，於執行遙控無人機活動配合派員進駐近場塔臺擔任聯絡工作事宜配套措施



疫情第三級警戒期間，於執行遙控無人機活動配合派員進駐近場塔臺擔任聯絡工作事宜配套措施說明如下：

- 一、「電話聯絡航管單位」：自110年7月2日起，申請單位於施作前1工作日09:30-10:30至<https://reurl.cc/NrbbZq>登記，並由本局於評估及同意後通知申請單位，南、北管區每日至多各協助10件申請案施作(以登記時間先後為主，如資料不全或登記日期時間不符規定者，不予受理)，申請單位於每次活動前應聯繫航管單位並獲同意後始得開始施作，每次活動結束後應通知航管單位，活動期間應隨時保持電話暢通，以利航管遇緊急情況須要求立刻降落時可即時通知，申請單位應配合航管指示，如期間無法構成通聯時，將認定該範圍仍有無人機活動，並可能影響其他航空器運作；航管單位將記錄無法通聯情形，且於疫情第三級警戒期間，本局不再同意該單位之遙控無人機活動申請，亦並不受理活動展延。
- 二、實際作業日期僅得填寫次工作日，或於次工作日前之星期例假日。星期例假日將不開放填寫登記，且需正確填寫作業時間，例如星期五可填寫星期六、日、一；但每一個表格只能填寫1日及1個申請案件。如有多日(件)需求，請於實際作業前一工作日09:30~10:30間分別登記，填寫之日期如不符合規定，本局將不予受理。
- 三、為避免影響航管單位原有業務，臺北及高雄近場臺每日至多各受理10件案件，每日下午3時前以電子郵件方式通知申請單位結果，請留意接收電子郵件，不再另外通知。
- 四、以電話聯繫方式係為疫情3級警戒期間之配套作業方式，當疫情降至2級以下時，則恢復原有之作業模式，申請單位仍須派協調人員進駐近場管制塔臺。
- 五、如有任何疑問請洽交通部民用航空局(02-2349-6317)或客服中心24小時電話：免付費0809-086-507，手機請撥02-7735-2807。

發布日期：2021/07/01

資料來源：交通部民用航空局

資料來源:交通部民用航空局遙控無人機管理資訊系統

圖 4.7 民航局因應疫情三級警戒調整 UAV 活動管理公告

2. 套疊比對(04/19 vs 07/16):

本次比對係為瞭解 6-7 月間梅雨事件對於本試驗場址之影響，前後期數值三維模型(如圖 4.8)、套疊結果(如圖 4.9)及各橋墩前後期影像比較(如圖 4.10)，其結果說明如下：

- (1)橋基間河床區:透過套疊圖層可觀察 P24L~P25L 及 P25L~P26L 皆有變化色塊現象(如圖 4.9)，再藉由圖 4.8 及圖 4.10(d)之影像輔助，可判釋其結果係因 P24L~P25L 間為本計畫試驗區，床底佈有鼎型塊及地工織布加固，僅表層粒料被沖蝕；反觀 P25L~P26L 間河床底因無鼎型塊加固，鬆散粒料被沖蝕而逐漸形成次深槽區(如圖 4.8(b)、圖 4.10(e))。
- (2)橋基周圍:因應汛期整備，養護單位已將 P23L~P25L 之鼎型塊進行疊層及整理(如圖 4.8)，點雲套疊後鼎型塊高程變化深受人為因素干擾(如圖 4.9)，需再透過現場拍攝影像來輔助判釋(如圖

4.10)，此階段降雨事件後，經初步目視比對試驗區鼎型塊無太大變化。



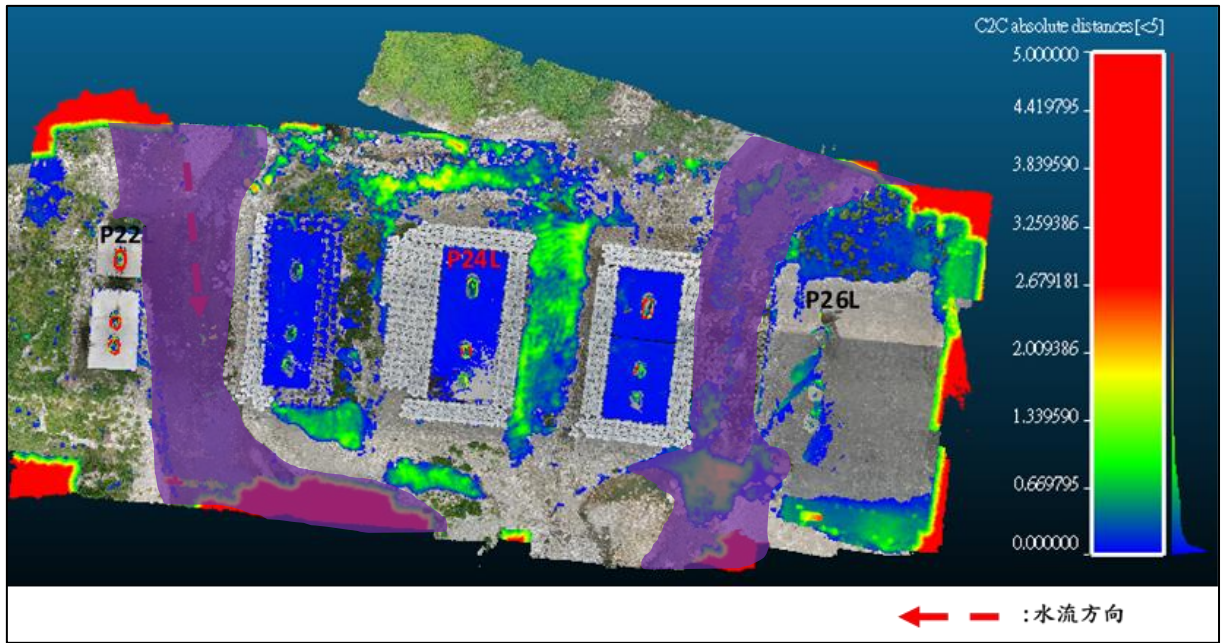
(a)04/19



(b)07/16

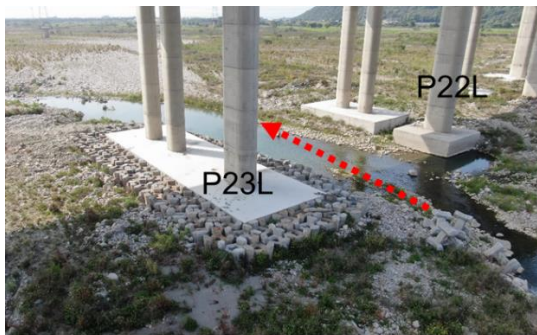
圖 4.8 前後期數值三維模型(04/19 vs 07/16)



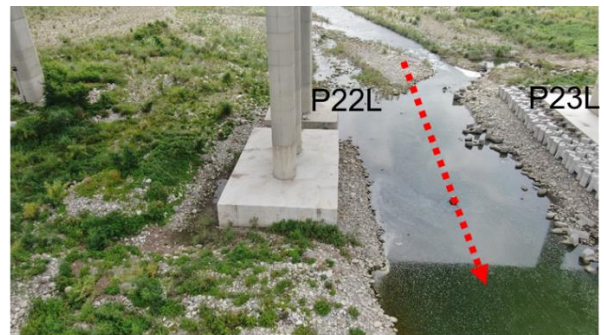


註: 紫色區塊處係受水體變動影響, 影像測量所得之變位量不予納入使用。

圖 4.9 04/19 與 07/16 兩期數值三維模型套疊結果

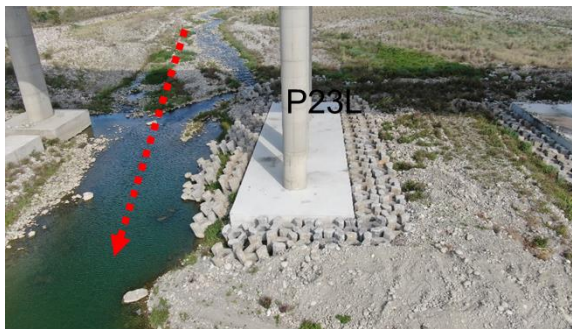


P22L(04/19)

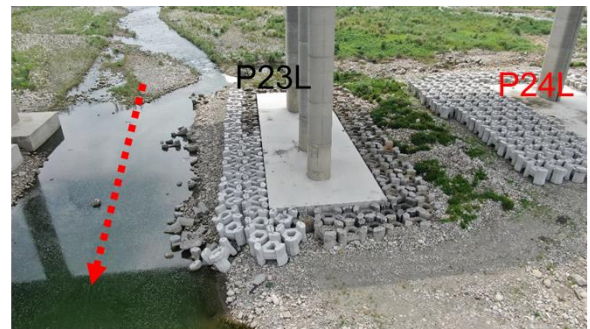


P22L(07/16)

(a) P22L



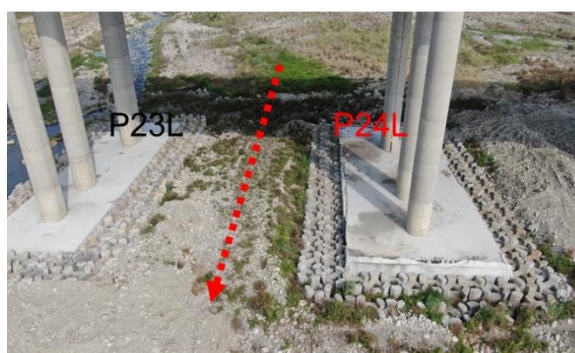
P23L(04/19)



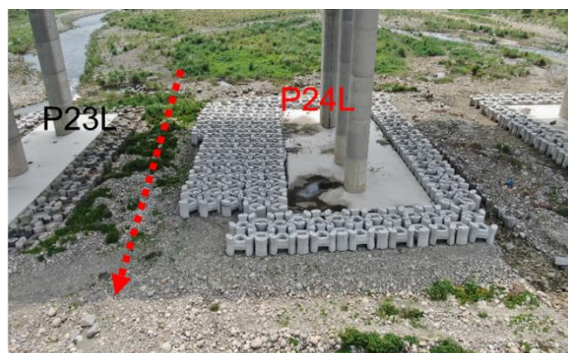
P23L(07/16)

(b) P23L





P24L(04/19)



P24L(07/16)

### (c)P24L

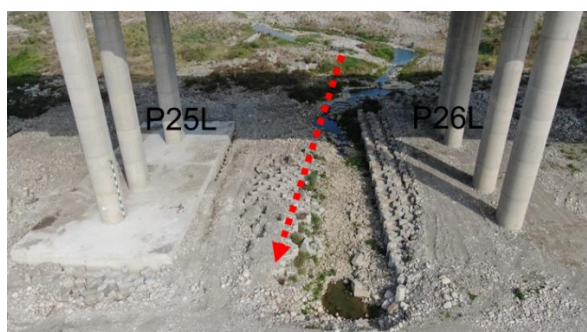


P25L(04/19)

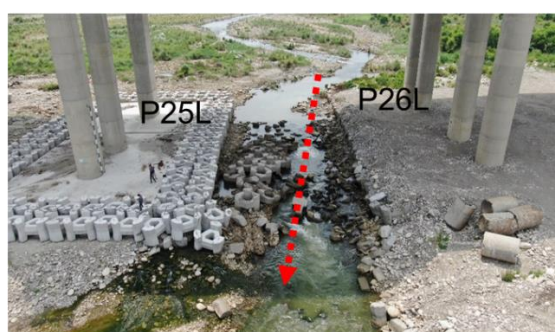


P25L(07/16)

### (d)P25L



P26L(04/19)



P26L(07/16)

### (e)P26L

圖 4.10 各橋墩前後期拍攝影像(04/19 vs 07/16)

### 3. 套疊比對(07/16 vs 08/20):

本次比對係為瞭解盧碧颱風事件對於本試驗場址之影響，前後期數值三維模型(如圖 4.11)、套疊結果(如圖 4.12)及各橋墩前後期影

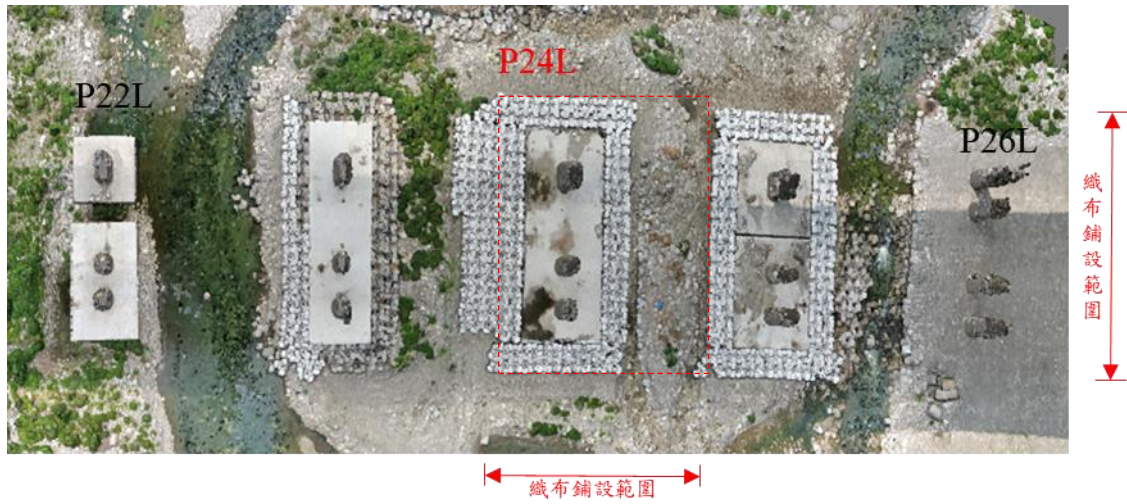


像比較(如圖 4.13)，其結果說明如下：

- (1) 因石岡壩放流量已達 587.8cms(如圖 4.6)，為前 2 次事件之 2 倍流量，使得河床粒料被推移掏空，造成 P23L、P24L(下游局部)及 P25L 周圍鼎型塊側傾及流失之現象(如圖 4.12 及圖 4.13(b)、(c)、(d)紅圈處所示)，其鼎型塊流失、傾倒面積及最大傾倒量，如表 4-1 所示。
- (2) 因河道深槽區位置改變，使得未施作鼎型塊保護之 P22L 橋墩基礎周圍較有明顯之沖刷現象，並已呈現基樁局部裸露之現象(如圖 4.13(a))，與盧碧颱風事件前高程相比，此次降雨事件後造成約 0.8m 之沖刷深度，如圖 4.14 所示。
- (3) 查閱 8 月份颱風降雨事件現場河川水位影像(如圖 4.15)及大甲溪流域大甲溪橋水位歷線圖(如圖 4.16 紅圈處)，本次事件相較於前 2 次河床水位明顯抬高許多，水位亦已漫淹至 P23L~P25L 間，造成沖刷現象，透過數值三維模型套疊比對 P23L~P24L 及 P24L~P25L 間之河道(如圖 4.12)，亦呈現色塊變化，沖刷深度約為 0.3~1.5m 左右，觀察影像該變化係為表層粒料被沖刷所致，(如圖 4.11 及圖 4.13(c)、(d))，而 P24L~P25L 間鼎型塊之排列依舊整齊。

表 4-1 盧碧颱風事件後試驗場址鼎型塊變化情形

|      | 鋪設面積<br>(m <sup>2</sup> ) | 流失面積<br>(m <sup>2</sup> ) | 流失比<br>(%) | 傾倒面積<br>(m <sup>2</sup> ) | 傾倒比<br>(%) | 傾倒量 <sub>max</sub><br>(m) | 備註         |
|------|---------------------------|---------------------------|------------|---------------------------|------------|---------------------------|------------|
| P23L | 567                       | 197                       | 34.74      | 93                        | 16.40      | 4.7                       |            |
| P24L | 1,087                     |                           |            | 25                        | 2.30       | 2.9                       | 鋪設地<br>工織布 |
| P25L | 694                       | 92                        | 13.26      | 141                       | 20.32      | 7.9                       |            |



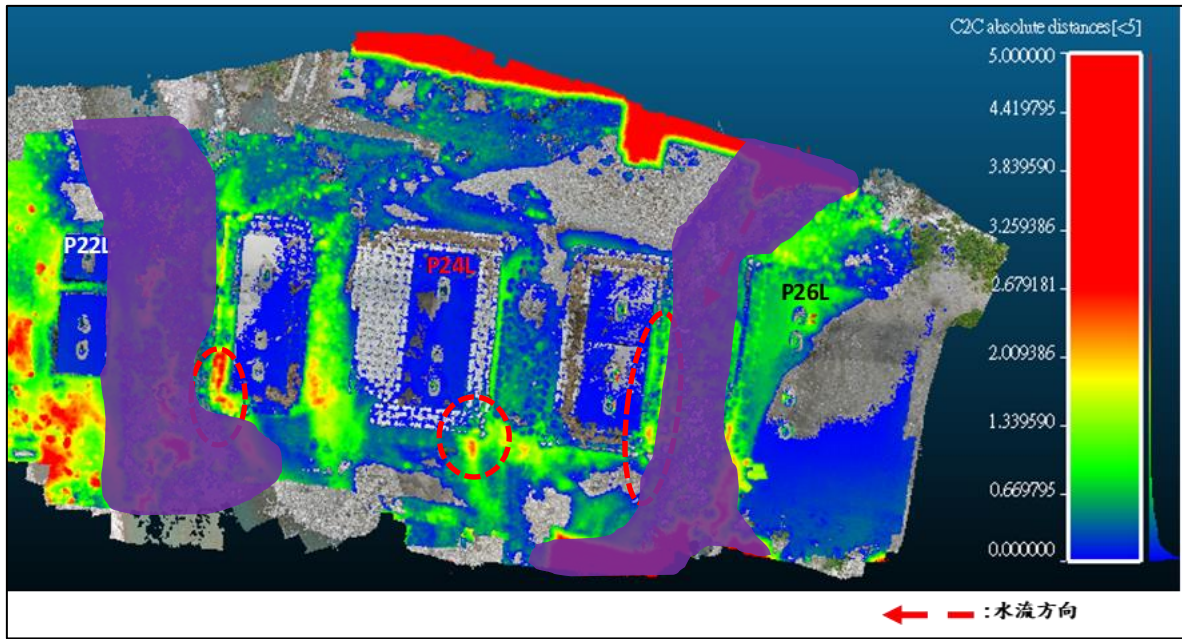
(a)07/16



(b) 08/20

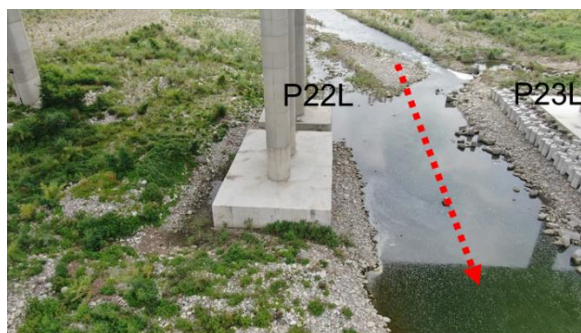
圖 4.11 前後期數值三維模型(07/16 vs 08/20)



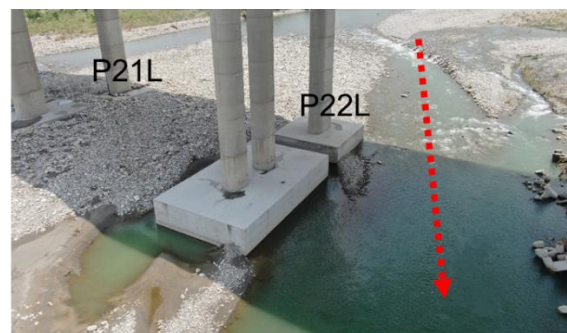


註:紫色區塊處係受水體變動影響，影像測量所得之變位量不予納入使用。

圖 4.12 07/16 與 08/20 兩期數值三維模型套疊結果



P22L(07/16)



P22L(08/20)

(a) P22L



P23L(07/16)



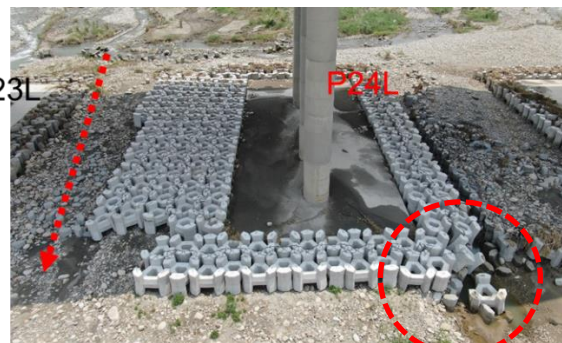
P23L(08/20)

(b) P23L



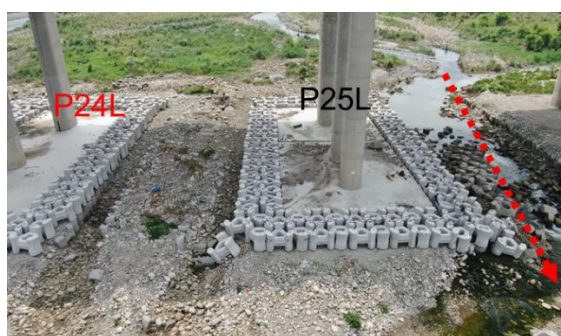


P24L(07/16)



P24L(08/20)

(c) P24L

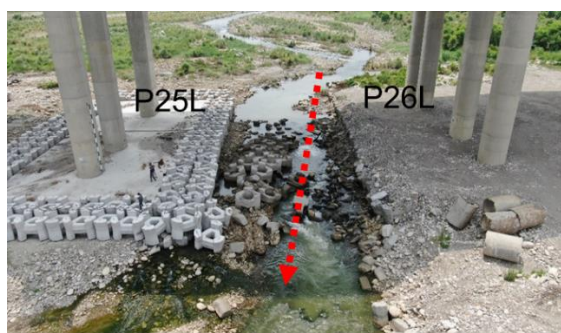


P25L(07/16)

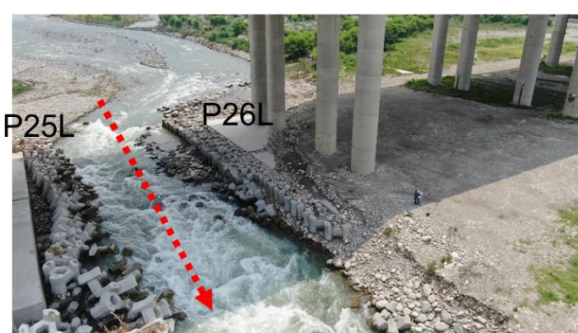


P25L(08/20)

(d) P25L



P26L(07/16)



P26L(08/20)

(e) P26L

圖 4.13 各橋墩前後期拍攝影像(07/16 vs 08/20)

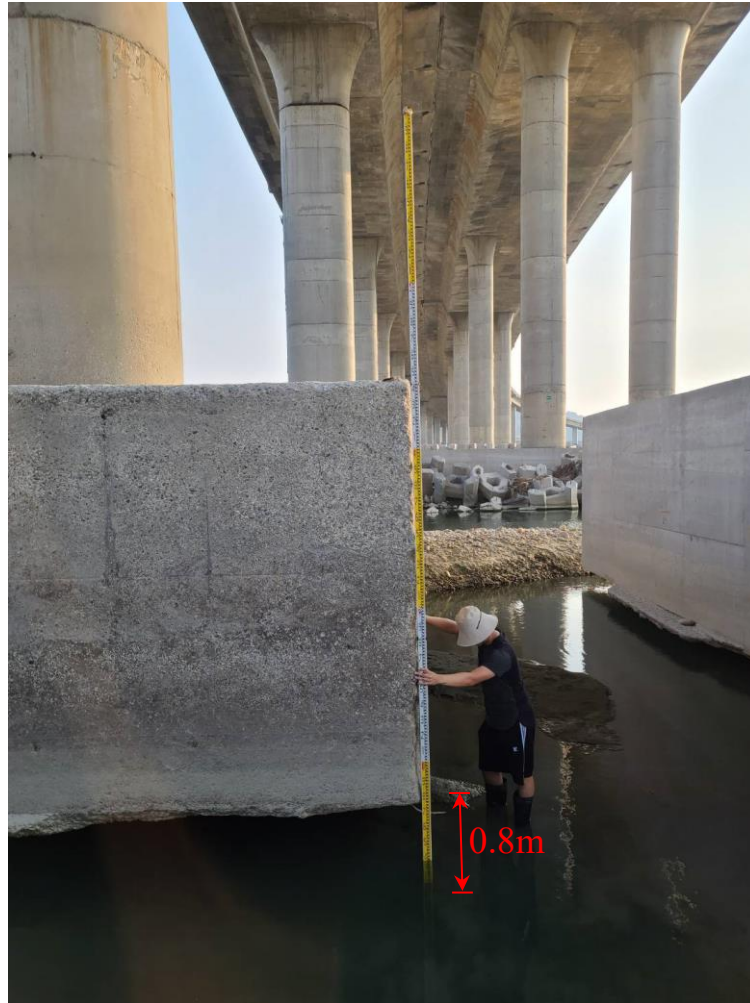


圖 4.14 盧碧颱風事件後 P22L 橋墩沖刷深度量測情形



(a) 7 月梅雨事件



(b) 盧碧颱風事件

資料來源:交通部國道高速公路局交通控制中心

圖 4.15 降雨事件試驗現場流況影像





資料來源:經濟部水利署水文資訊網整合服務系統

圖 4.16 大甲溪流域大甲溪橋水位歷線圖

#### 4. 套疊比對(08/20 vs 10/21):

本次比對係為瞭解圓規颱風事件對於本試驗場址之影響，前後期數值三維模型(如圖 4.17)、套疊結果(如圖 4.18)及各橋墩前後期影像比較(如圖 4.19)，因本次事件石岡壩放流量(如圖 4.6)與河床水位高(圖 4.16 藍圈處)與 6-7 月間梅雨事件(圖 4.16 綠圈處)相似，觀察點雲套疊(如圖 4.18)及現場拍攝影像(如圖 4.19)發現，本次降雨事件對河床沖刷及鼎型塊並無太大影響。



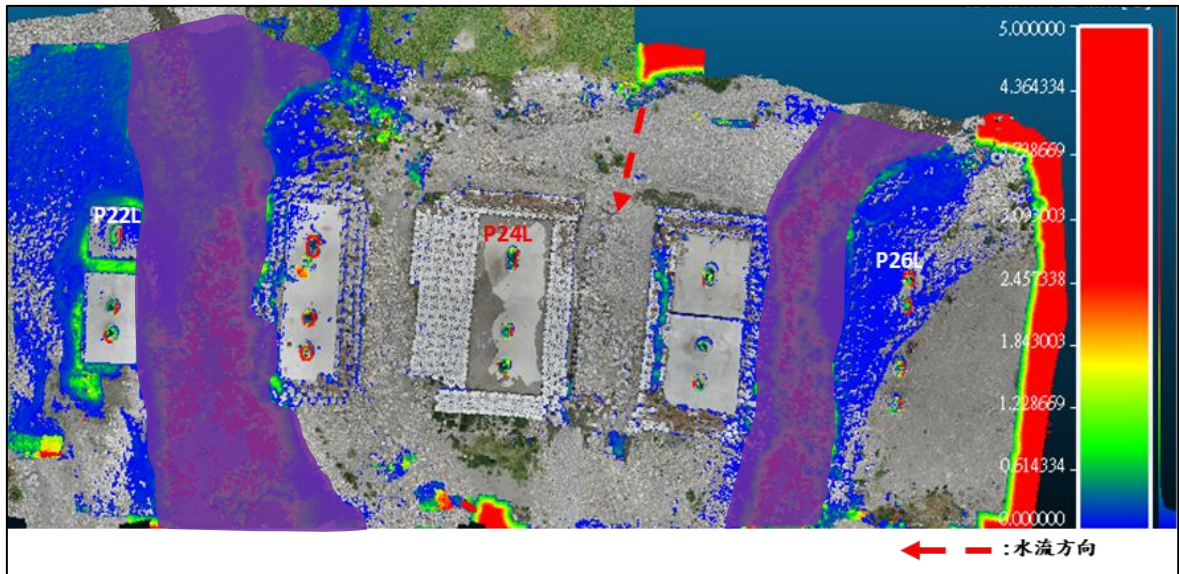
(a) 08/20



(b) 10/21

圖 4.17 前後期數值三維模型(08/20 vs 10/21)



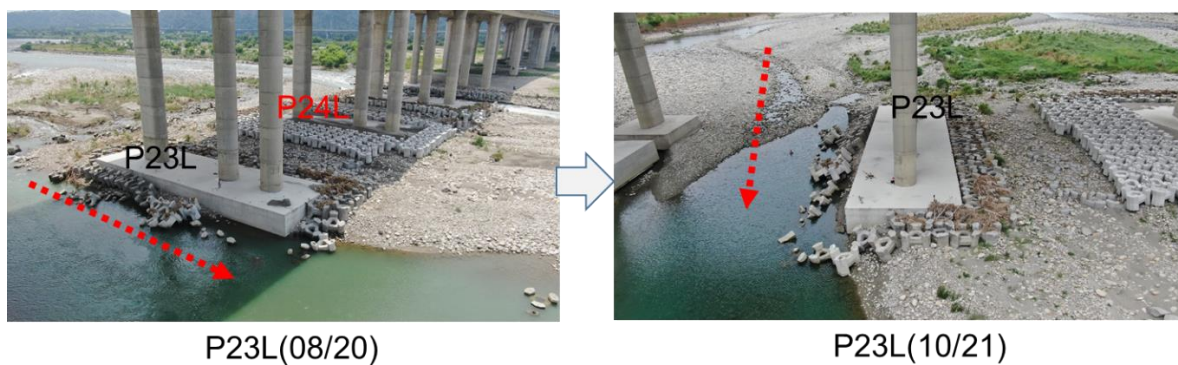


註:紫色區塊處係受水體變動影響，影像測量所得之變位量不予納入使用。

圖 4.18 08/20 與 10/21 兩期數值三維模型套疊結果

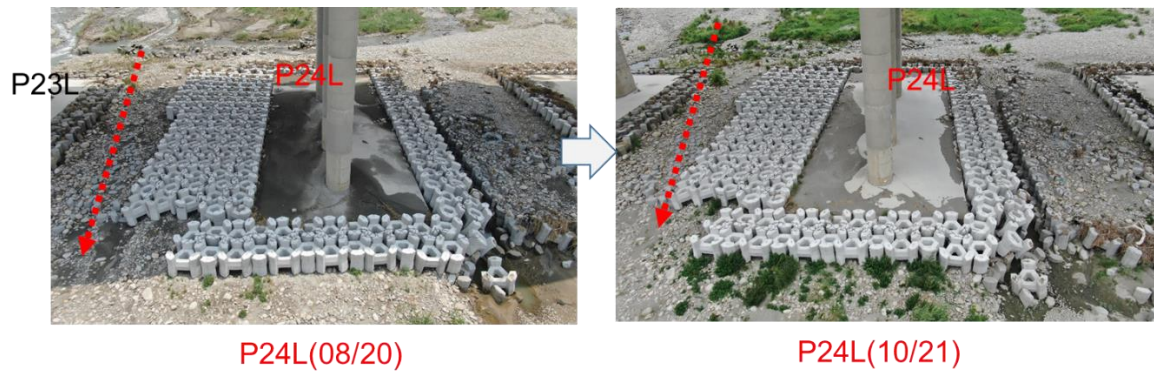


(a) P22L

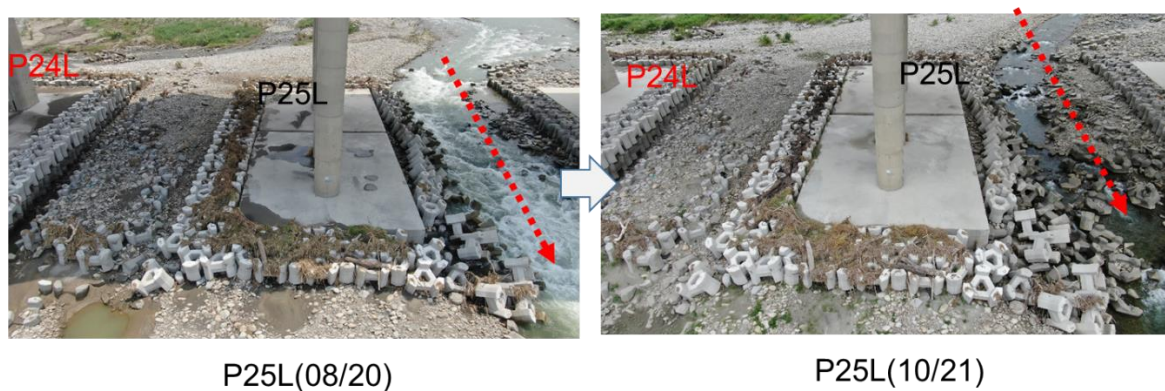


(b) P23L

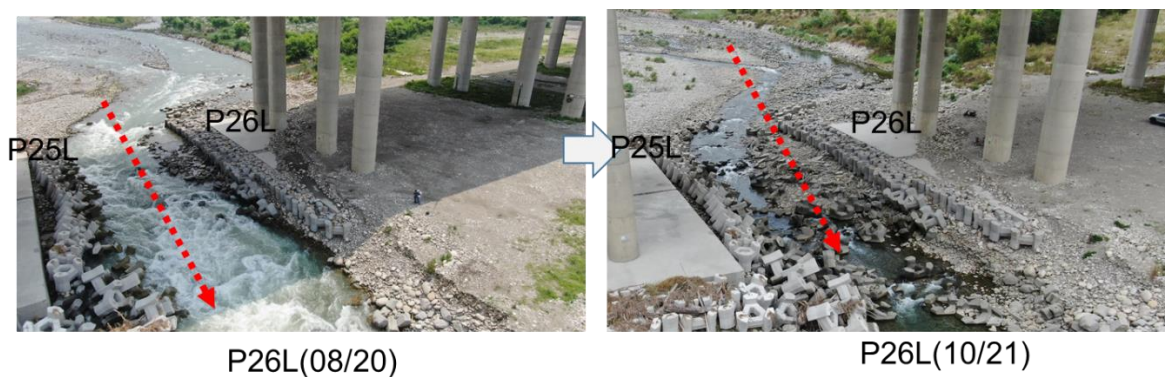




(c) P24L



(d) P25L



(e) P26L

圖 4.19 各橋墩前後期拍攝影像(08/20 vs 10/21)

### 4.3 成效評估

針對今年度重要降雨事件過後，本計畫共進行 4 次之現場 UAV 測量及觀測作業，考量第 1 次初始地形 UAV 觀測作業後，因養護單位已



進行表面地形整理，初始地形已受人為因素干擾，致三維模型套疊後之結果較無參考價值之因素外，另經檢視 8 月份盧碧颱風之降雨事件後，石岡壩放流量已達 587.8cms，為其他 3 次事件之 2 倍流量，對於試驗區河道及保護工亦有明顯之變化，故以 8 月份盧碧颱風事件做為成效評估之主要探討對象，說明如下：

#### 1. 試驗組(鼎型塊+土工織布)

(1)P24L~P25L:查閱 8 月份颱風降雨事件現場河川水位影像，本次事件相較於前 2 次河床水位明顯抬高許多，觀察河川水位影像亦已漫淹至 P23L~P25L 間，造成沖刷現象，透過數值三維模型套疊比對試驗位置(P24L~P25L)，呈現色塊變化，觀察影像該變化係為表層粒料被沖刷所致，沖刷深度約為 0.3~1.5m 左右，深度未能持續加深，而底下鼎型塊之排列依舊整齊。

(2)P24L:因 P24L~P25L 河道固床鼎型塊與 P24L 基礎鼎型塊間存在一粒料回填區(施工間隙)，形成一局部沖刷河槽致下游側局部鼎型塊基礎粒料被掏刷而產生側傾現象。

#### 2. 對照組

(1)因河道深槽區位置改變，使得未施作鼎型塊保護之 P22L 橋墩基礎周圍較有明顯之沖刷現象，約造成 0.8m 之沖刷深度，並已呈現基樁裸露之現象。

(2)因本次事件放流量為前 2 次事件之 2 倍，使得河床粒料被推移掏空，而造成 P23L 及 P25L 周圍鼎型塊側傾及流失之明顯沖刷現象。

(3)P22L~P23L 為原主深槽區，P24L~P25L 則因 5-6 月間梅雨事件後而開始形成次深槽區，並於 8 月份盧碧颱風事件後有擴大之趨勢，相較此兩深槽區，P24L~P25L 間之深槽區因坡度較陡，流速快而較具沖刷潛勢，故 P24L 及 P25L 之鼎型塊保護工則有側傾及流失之虞，並有逐漸取代變成主深槽區之趨

勢。

3. 經前述 2 組結果比較，觀察本計畫試驗區之河床及基礎周圍鼎型塊變化情形，除 P24L 下游側因施工所產生之間隙，而造成局部鼎型塊側傾之現象外，其餘鼎型塊皆未產生明顯之位移現象，以目前所觀測之資料(表 4-1)來分析，P23L 及 P25L(未鋪設地工織布)於鼎型塊之流失量及傾倒量皆明顯高於 P24L(已鋪設地工織布)，初判應與地工織布能有效阻斷向下滲流掏刷作用有關，後續將持續進行觀察，進一步驗證地工織布之效用。
4. 9 月中旬燦樹颱風過境期間，因中央山脈阻隔之因素，強風豪雨多侷限於東半部，西半部地區影響較小，石岡壩放流量亦小於 6-7 月間之梅雨事件，故當時於燦樹颱風過後未予進場進行 UAV 觀測作業，後經 10 月圓規颱風過境後之套疊分析(如 4.2 節之 4)，可觀察出盧碧颱風後之兩次颱風降雨事件對於河床沖刷及鼎型塊並無太大影響，間接證明當時在燦樹颱風後依石岡壩放流量做為判斷現場沖刷影響之指標亦為可行方式，後續將有待持續進行現場觀測或進一步數值模擬分析，探討放流量與河床沖刷及鼎型塊穩定性之關係，期可供防災參考使用。
5. P24L 下游側有局部鼎型塊側傾之現象，係因疊放河床間鼎型塊所留施工間隙沖刷所造成，建議養護管理單位施工時可預先丈量規劃河道間可佈放之最大鼎型塊排數，若存有施工間隙之虞時，於保有鼎型塊間互鎖之原則下，適當的調整增加鼎型塊間之距離，以減少或消除間隙沖刷問題。

## 第五章 水工模型試驗規劃

本章針對大甲溪下游橋梁試驗的橋址，進行地工織布保護工法水工模型試驗規劃，以利後續的地工織布保護工法鋪設斷面改善方案的研擬。

### 5.1 試驗渠槽

本計畫研究試驗渠槽相關資料說明如下：

#### 1. 試驗渠槽

渠槽全長 15m、寬 0.8m、深 0.8m，如圖 5.1 所示，渠槽側壁之材質為強化透明玻璃，以利於試驗進行時之觀測。渠槽尾端有一小型沉砂池用以避免試驗砂流入尾水池，後設尾水閘門(tailwater gate)，用以控制試驗水深，如圖 5.2 所示。



圖 5.1 渠槽斷面圖

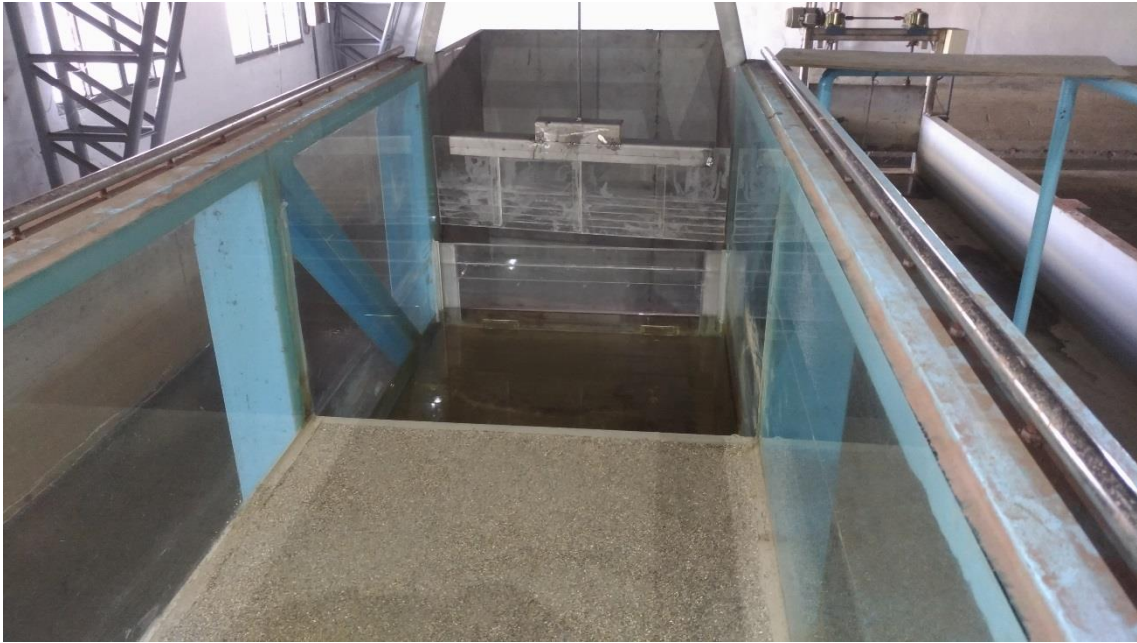


圖 5.2 渠槽尾水控制閘門

## 2. 供水系統

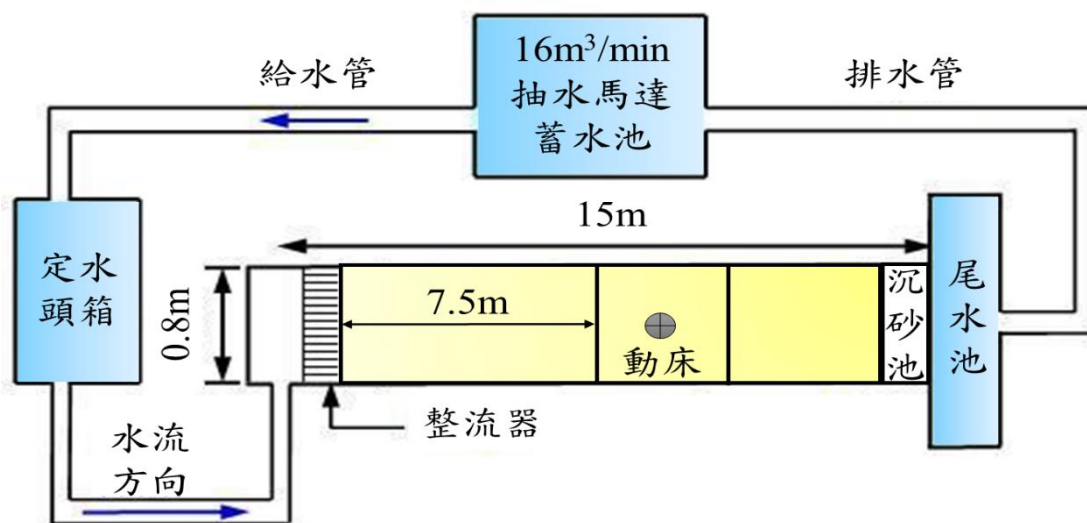
以  $16\text{m}^3/\text{min}$  之抽水馬達從蓄水池中抽水，經由給水管送至定水頭箱，以供應水量至渠槽中。水流經渠槽後流入尾水池，再經由排水道流進蓄水池，形成一供水循環系統。

## 3. 流量控制

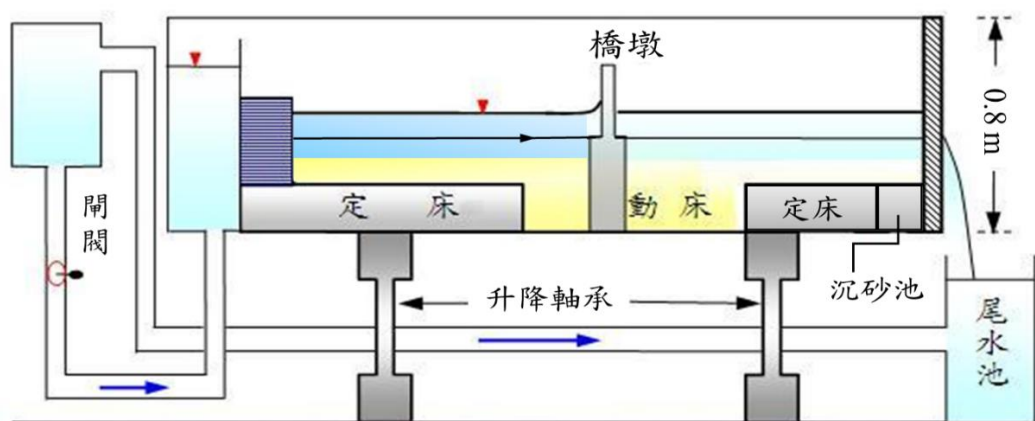
定水頭箱至渠槽間設有一顯示式管路手動矩形閘閥，可控制流量流至渠槽中。

渠槽整體主要配置如圖 5.3 所示。





(a) 頂視圖(plan view)



(b) 側視圖(side view)

圖 5.3 試驗渠槽配置圖

## 5.2 渠槽試驗條件

在決定試驗條件前，應先釐清影響橋墩局部沖刷深度之因素並進行因次分析以免除尺度的問題，決定試驗之相關條件，相關說明如下：

## 1.影響橋墩局部沖刷深度之因素

### (1)水流強度， $V/V_c$

橋墩局部沖刷依流速大小的不同可以分為清水沖刷及濁水沖刷兩種情況。清水沖刷為流速( $V$ )小於底床質起動速度( $V_c$ )且上游沒有底床質補充到沖刷坑時的情況。濁水沖刷為流速( $V$ )大於底床質起動速度( $V_c$ )且上游有底床質補充到沖刷坑時的情況。Melville(1999)<sup>[1]</sup>指出在臨界起動速度( $V_c$ )時有最大之沖刷深度。濁水沖刷之平均沖刷深度會小於清水沖刷深度，因此橋墩沖刷問題仍以最大清水沖刷深度為主要考慮。因此，本計畫將以臨界起動速度( $V_c$ )來進行沖刷試驗。

### (2)水流深度， $y/a_p$

定義為水深( $y$ )和橋墩寬度( $a_p$ )的比值，當此值越小，水深改變會影響沖刷深度。當此值越大，則橋墩迎水面寬度會影響沖刷深度，而與水深較無關係。Raudkivi 和 Ettema(1983)<sup>[3]</sup>認為  $y/a_p$  大於 3~4 時，水深變化對沖刷的影響可以忽略，此為深水狀態；反之則為淺水狀態。因此，為避免水深影響試驗之沖刷深度，本計畫之橋墩迎水面寬度為 2.5 公尺，模型縮尺採 100 分之一，迎水面寬度  $a_p$  為 2.5 公分，因此，試驗水深( $y$ )取 10.2 公分， $y/a_p$  約為 4，水深對沖刷的影響可以忽略。

### (3)底床質粗糙度， $d_{50}/a_p$

當底床質粒徑越大，其抵抗水流沖刷的能力增加，使得最大局部沖刷深度越小。反之，底床質粒徑越小，最大沖刷深度會增加。當中值粒徑  $d_{50}$  小於 0.6mm 時，在底床會產生沙漣現象，而影響沖刷坑的深度，因此，本計畫中值粒徑  $d_{50}$  取 1.2mm，大於 0.6mm。底床質粗糙度及水流條件會影響臨界起動速度，Raudkivi 和 Ettema(1977)<sup>[2]</sup>認為當  $a_p/d_{50} > 50$  時為細顆粒，沖刷深度隨  $a_p/d_{50}$  之減少而變小，本計畫  $a_p/d_{50} = 20.83$ ，最大沖刷深度可能略受影響，惟本計畫為不同保護工方案之保護成效定性比較，在相同的試驗條件下，應不致影響各方案的比較結果。

#### (4)底床質均勻性， $\sigma_g$

底床質粒徑分配不均勻時，會在底床質表面形成護甲層現象(armoring)，使得底床質的臨界起動速度增加。因此，橋墩局部沖刷深度會比均勻粒徑分佈時小。Raudkivi and Ettema (1977)<sup>[2]</sup>指出在清水沖刷時，橋墩周圍局部沖刷深度隨  $\sigma_g(=\sqrt{\frac{d_{84}}{d_{16}}})$  增大而明顯降低，因為在  $\sigma_g$  大於 1.3 時會有護甲現象(armoring)產生，其會減少沖刷深度。因此，本計畫透過人工篩選，得到中值粒徑  $d_{50}$  為 1.2mm，粒徑標準偏差等於 1.3 之試驗砂，篩分析結果如圖 5.4 所示。

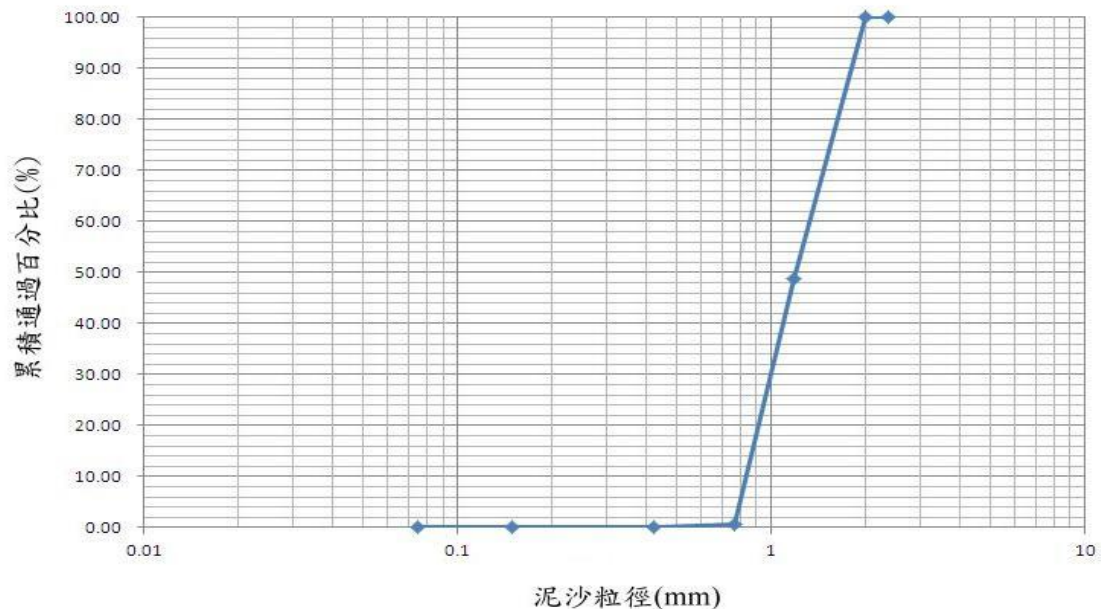


圖 5.4 試驗底床質粒徑分布曲線圖

#### (5)橋墩形狀

前人大多採用圓型橋墩進行橋墩沖刷之實驗研究，其可視為標準橋墩形狀，其它不同形狀的橋墩局部沖刷深度可利用圓形橋墩之局部沖刷公式再加入修正係數。

#### (6)橋墩排列方式

對於各種形狀的橋墩而言(除了圓形橋墩)，橋墩縱軸和水流方向所夾的角度定義為水流攻角。水流攻角改變，橋墩寬度與水流在垂直方向的投影面積(橋墩迎水面寬度)會隨之改變，且渦流的形式也會不同。當水流攻角變大時，局部最大沖刷深度會增加。本計畫橋墩佈設盡量與水流方向平行，所以不考慮攻角效應。

#### (7)時間的影響

在清水沖刷時，局部沖刷深度隨時間慢慢增加。在濁水沖刷時，其達到平衡沖刷深度的時間要比清水沖刷來的快；但是濁水沖刷的平衡沖刷深度會因為底床沙丘之運移，而作不規則的振盪。

## 2.因次分析

藉由因次分析，以獲取主要影響橋墩局部沖刷的參數，以供後續橋基保護工模型佈設之依據。首先將影響橋墩局部沖刷深度的因素區分為水流條件、底床特性、橋墩與橋基特性、保護措施以及沖刷時間等主要項目。其中各項參數說明如下：

#### (1)水流條件：

流體密度( $\rho$ )、上游流速( $V$ )、上游水深( $y$ )、重力加速度( $g$ )、動力黏滯係數( $\mu$ )

#### (2)底床特性：

泥沙中值粒徑( $D_{50}$ )、底床幾何標準偏差( $\sigma_g$ )、底床質密度( $\rho_s$ )、底床質臨界流速( $V_c$ )、底床質之黏聚性、底床質之粗糙度( $K_n$ )、底床坡度( $S$ )

#### (3)橋墩與橋基特性：

橋墩迎水面寬度( $D$ )、橋基迎水面寬度( $D^*$ )、橋基頂端至底床面高度( $Y$ )、橋墩形狀係數( $K_{sh}$ )、水流攻角( $\alpha$ )、墩柱間距( $L_d$ )

#### (4)保護措施:保護工鋪設寬度( $L$ )、保護工埋設高度( $H$ )

由以上敘述得知，對於橋墩周圍局部沖刷深度有許多參數影響，基



於可行性的分析，將上述參數做以下幾點限制之條件：

- a. 試驗時，底床質為非黏聚性的均勻砂。
- b. 渠床平直且寬度足夠，無束縮現象效應。
- c. 假設渠床於沖刷時無沙漣或沙丘形成(不考慮床形阻力)，則底床粗糙度僅與底床質粒徑、流速、坡度有關。
- d. 本試驗將底床坡度固定為定值，並不考慮其對沖刷深度之影響。
- e. 橋墩迎水面為圓形先端部，其橋墩形狀係數為 1.0，且無水流攻角之問題( $\alpha = 0$ )。

由以上限制之條件，可將橋墩周圍局部沖刷深度與其參數影響之關係列為：

$$d_s = f(\rho, V, y, g, \mu, D_{50}, \sigma_g, \rho_s, V_c, D, D^*, Y, L_d, L, H)$$

依據白金漢 $\pi$ 定理(Buckingham  $\pi$  theorem)，取 $\rho, V, D$ 為重複變數，經過因次分析可得：

$$\frac{d_s}{D} = f\left(\frac{V^2}{gy}, \frac{\rho VD}{\mu}, \frac{D_{50}}{D}, \sigma_g, \frac{\rho_s}{\rho}, \frac{V_c}{V}, \frac{y}{D}, \frac{D^*}{D}, \frac{Y}{D}, \frac{L_d}{D}, \frac{L}{D}, \frac{H}{D}\right)$$

其中在明渠流中，雷諾數之影響可忽略不計( $\rho VD/\mu$ )，底床質之密度為定值且為均勻顆粒，試驗過程中於常溫進行，溫度變化甚小，則水的密度可視為定值，則 $\sigma_g, \rho_s/\rho$ 可不考慮，並固定水深為 10.2cm，流速設定為臨界流速，此外，試驗中底床質採用單一河床質中值粒徑且橋墩迎水面寬、橋基迎水面寬以及橋墩間距為定值，則 $D_{50}/D, D^*/D, L_d/D$ 為定值，可得：

$$\frac{d_s}{D} = f\left(\frac{L}{D}, \frac{H}{D}\right)$$

依據因次分析結果，本試驗主要影響橋基沖刷深度的主要影響參數為保護工鋪設寬度(L)、保護工埋設高度(H)，後續將以此兩參數來進行試驗方案鋪設，以獲取適宜的保護方式。

## 5.3 試驗佈置

### 1.橋墩模型

本試驗模型依據國道三號大甲溪橋的實際尺寸以縮尺 100 分之一製作，橋墩模型如圖 5.5 所示，單位尺寸：公分。

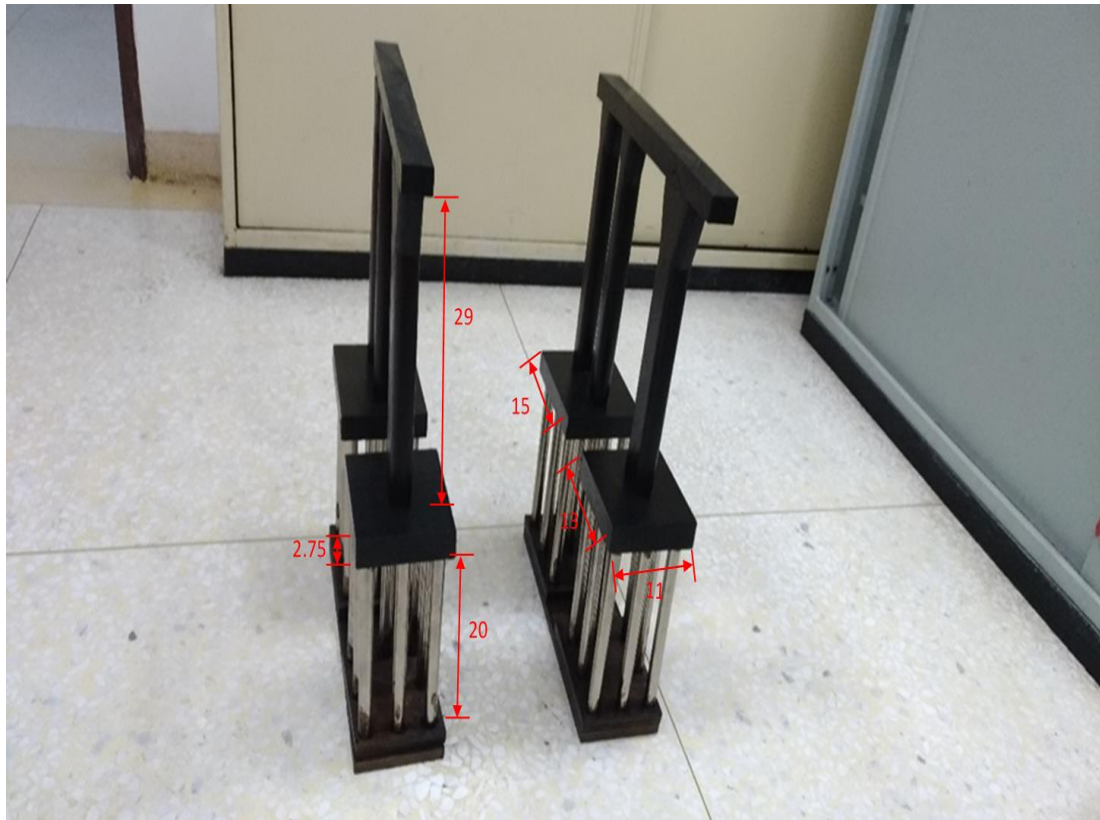


圖 5.5 試驗橋墩模型照片

### 2.渠槽佈置

為使水流進入試驗區段時能保持平順穩定，以吸管製成之蜂巢式整流器減緩水流紊亂程度，使水流平順進入試驗區段，如圖 5.6 所示。

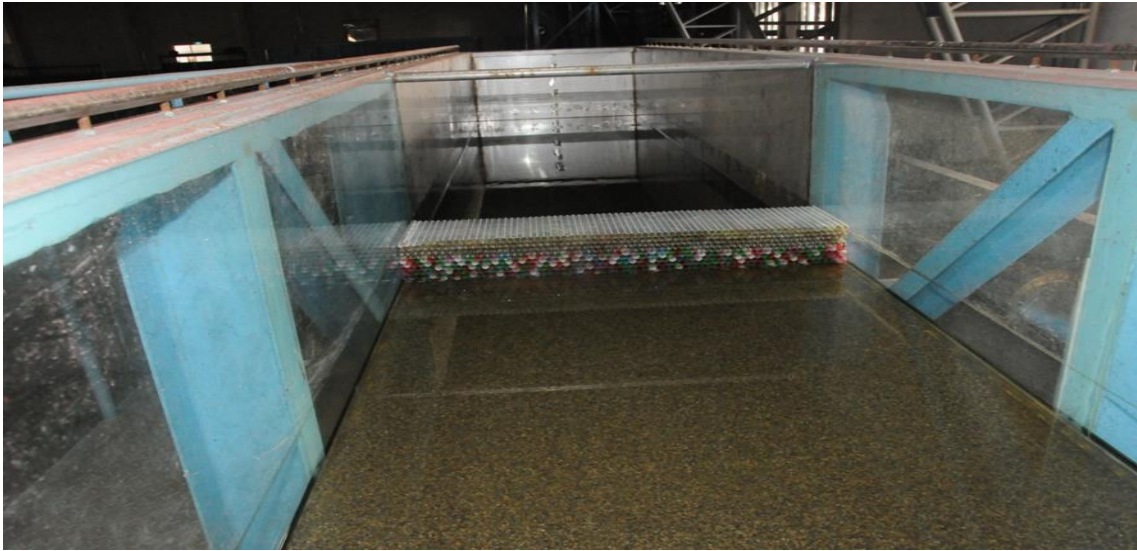


圖 5.6 吸管製成之蜂巢式整流器

另外，速度分佈方程式之基本假設為均勻流，而在流況尚未完全發展的情況下所量測的資料，並不適用於分析。故在選定試驗段位置之前，須先確認試驗區段之流況為完全發展(fully development)流況。而對於完全發展流況之檢驗，常用的方法有以下四種：

- (1)渠寬決定量測點位置。
- (2)邊界層理論決定量測點位置。
- (3)水深決定量測位置。
- (4)速度剖面近似。

本計畫因試驗水深較低，如果以流速剖面決定完全發展段較為困難，故利用試驗區各段水深來決定完全發展段。完全發展段選定之範圍是利用平均流速  $V$  與泥沙臨界啟動速度  $V_c$  之比值，即  $V/V_c$  為 1.0 的情況下量測水深。經試驗觀察結果，本試驗之完全發展區段位於距入流口約 7.0 m~9.3 m 之間。因此，設計距入流口 7.5m 至 9.5m 之區段為試驗區，其餘為定床區，橋墩落墩於距入流口 8.5 m 處，定床區鋪設 1.5 公分之砂以保持與試驗段相同之河床糙度，詳如圖 5.7 所示。

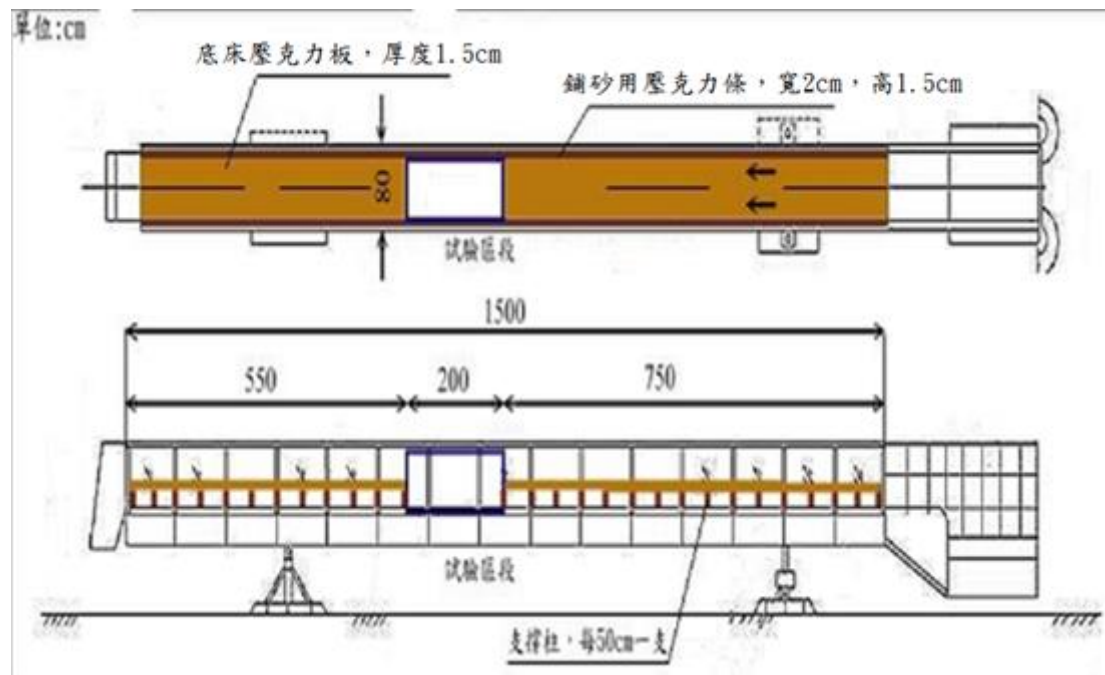


圖 5.7 渠槽試驗段佈設示意圖

### 3.試驗流量率定

本試驗之流量係由給水管上之閘閥所控制，水流從定水頭箱經由給水管輸送到渠槽中，再流至尾水池，並藉由尾水池蓄水量與時間關係計算率定流量與閘閥開口之關係公式，如圖 5.8 所示。本試驗閘閥之流量率定公式率定如下：

$$Y = 0.0013X - 0.0033 \quad ; \quad R^2 = 0.9963 \dots\dots\dots (5-1)$$

式中，Y 為流量(cms)、X 為閘閥開口大小(mm)



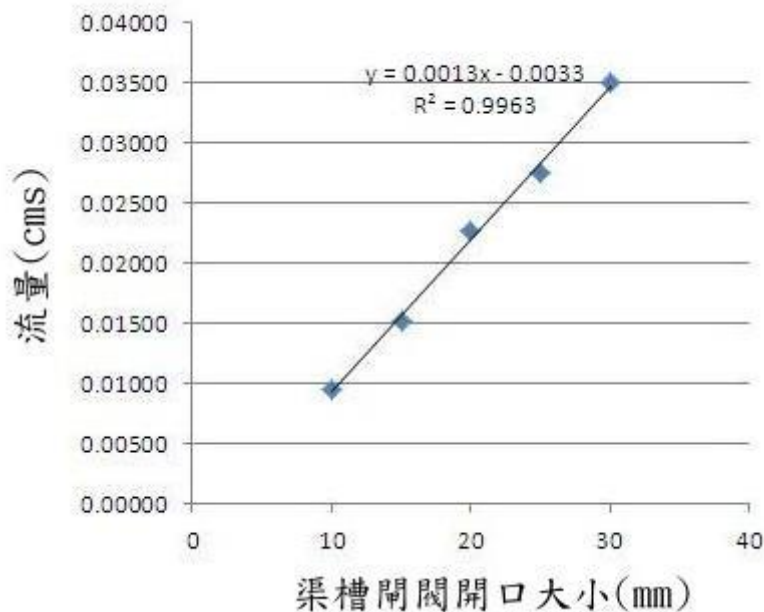


圖 5.8 流量率定曲線圖

#### 4.臨界流速設定

目前計算臨界流速之公式有很多，如表 5-1 所示，相關公式與其試驗室條件的不同會有差異，本計畫參考過去相關文獻並依本計畫之試驗室條件及公式輸入參數之取得難易評估結果，採用 Melville (1999)<sup>[1]</sup> 回歸臨界啟動試驗數據所獲得之公式，如 5-2 式，推求本計畫之試驗臨界流速(VC)。本計畫水深(y)為 102 毫米(mm)，中值粒徑(D<sub>50</sub>)為 1.2 毫米(mm)，代入 5-2 式得到試驗臨界流速(VC)為 0.4301 m/s，乘上試驗渠槽寬(0.8m)及水位高(0.102m)換算流量為 0.0351 cms，所需閘閥開度由 5-1 式可得到約為 29.5373 mm。

$$\frac{V_c}{u_{*c}} = 5.75 \log \left( 5.53 \frac{y}{D_{50}} \right) \dots\dots\dots (5-2)$$

上式中

$$\begin{cases} u_{*c} = 0.0115 + 0.0125 D_{50}^{1.4} & , 0.1mm < D_{50} < 1mm \\ u_{*c} = 0.0305 D_{50}^{0.5} - 0.0065 D_{50}^{-1} & , 1mm < D_{50} < 100mm \end{cases}$$

其中，V<sub>c</sub>為底床質臨界啟動速度，y 為試驗水深，D<sub>50</sub> 為試驗砂之中值

粒徑， $u_{*c}$ 與 $V_c$ 之單位為m/s。

表 5-1 臨界流速公式

| 來源                 | 計算公式                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 附註                                                                             |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Neill<br>(1998)    | $V_c = \left(\frac{y}{d}\right)^{0.167} [24.55(S_s - 1)d]^{0.5}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | $S_s$ :底床質比重<br>$y$ :上游水深(m)<br>$d$ :底床質粒徑(m)<br>$V_c$ :臨界啟動速度(m/s)            |
| Melville<br>(1999) | $\frac{V_c}{u_{*c}} = 5.75 \log \left( 5.53 \frac{y}{d_{50}} \right)$<br>$\begin{cases} u_{*c} = 0.0115 + 0.0125D_{50}^{1.4} & , 0.1\text{mm} < D_{50} < 1\text{mm} \\ u_{*c} = 0.0305D_{50}^{0.5} - 0.0065D_{50}^{-1} & , 1\text{mm} < D_{50} < 100\text{mm} \end{cases}$                                                                                                                                              | $y$ :上游水深(mm)<br>$d_{50}$ :底床質粒徑(mm)<br>$V_c$ :臨界起動速度(m/s)                     |
| Juilen<br>(1995)   | $\begin{aligned} \hat{O}_{*c} &= 0.5 \tan \theta & d_* < 0.3 \\ \hat{O}_{*c} &= 0.25d_*^{-0.6} \tan \theta & 0.3 < d_* < 19 \\ \hat{O}_{*c} &= 0.013d_*^{0.4} \tan \theta & 19 < d_* < 50 \\ \hat{O}_{*c} &= 0.06 \tan \theta & d_* > 50 \end{aligned}$<br>$d_* = d_{50}[(G - 1)g/\bar{i}^2]^{1/3}$<br>$u_{*c} = [\hat{O}_{*c}(G - 1)gd_{50}]$<br>$\frac{V_c}{u_{*c}} = 5.75 \log \left( 5.53 \frac{y}{d_{50}} \right)$ | $G$ :底床質比重( $\frac{\rho_s}{\rho_w}$ )<br>$d_{50}$ :底床質中值粒徑<br>$\theta$ :底床質安息角 |
| 張瑞瑾<br>(1995)      | $V_c = \left(\frac{y}{d}\right)^{0.14} \left[ 29d + 6.05 \times 10^{-7} \left( \frac{10 + y}{d^{0.72}} \right) \right]^{0.5}$                                                                                                                                                                                                                                                                                           | $S_s$ :底床質比重<br>$y$ :上游水深(m)<br>$d$ :底床質粒徑                                     |
| 沙玉清<br>(1995)      | $V_c = \left[ 0.43 \left( \frac{d}{1000} \right)^{0.75} + 1.1 \frac{1000(0.7 - n)^4}{d} \right]^{0.5} y^{0.2}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | (m)<br>$V_c$ :臨界起動速度(m/s)<br>$n$ :孔隙率                                          |

資料來源：「不均勻圓形橋墩之局部沖刷研究」<sup>[17]</sup>

## 第六章 土工織布保護工法鋪設斷面改善方案研擬

如 2.7 節所述，因適逢 109 年度高公局辦理國道三號耐震補強工程基礎擴基補樁施作之機會，於尚未完成室內水工試驗最適鋪設斷面探討之際，即進行現場試驗之鋪設，而鼎型塊圍繞排數與降階排列、土工織布鋪設位置等條件因子，對於保護橋墩之成效影響為何尚待探討，爰本章主要探討在不同佈設條件下是否有較現場試驗更適宜的鋪設斷面方案可供橋管單位未來鋪設保護工法的參考。

### 6.1 試驗流程

本計畫考量設備安全因素，無法進行長時間的沖刷來模擬現地的長期沖刷所造成的連續性破壞，爰此，本計畫試驗以每天 8 小時的沖刷時間來進行，並進行改善方案成效的評估，試驗流程如圖 6.1 所示，各試驗步驟說明如後。

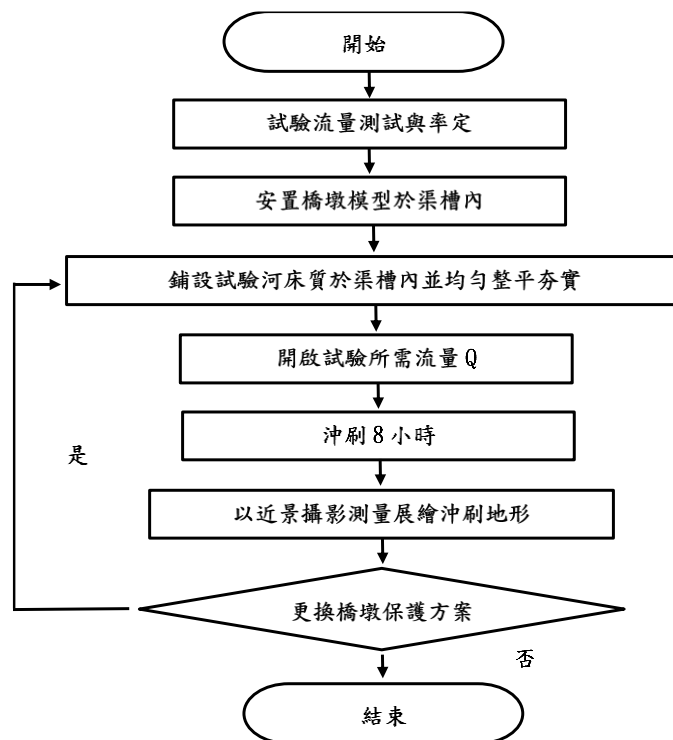


圖 6.1 橋墩保護工法渠槽試驗流程圖

### 1.試驗儀器流量率定

為準確控制放流量，試驗進行前使用渠槽下游之尾水池以容積法率定入流量與閘門開度之關係。

### 2.試驗橋墩安置

在進行沖刷試驗前，先將試驗用橋墩置於渠槽動床試驗段，除控制橋墩與渠槽二側邊壁等距離，並確定試驗用橋墩保持鉛垂，另外，依據過去的墩帽裸露狀況，深槽區之樁帽已全部裸露，如圖 6.2 所示，爰此，本計畫模型試驗鋪設以樁帽完全裸露之狀況鋪設(樁帽頂約高於試驗底床 3.8 公分)，相關佈置如圖 6.2 所示。



圖 6.2 橋墩鋪設情形

### 3.底床質鋪設

試驗所選用之底床質為經篩選過之均勻粒徑細砂。為確保試驗的準確性，在每一方案試驗前均將底床質均勻鋪設於渠槽中，再以木板整平，如圖 6.3 所示。





圖 6.3 底床鋪設情形

#### 4.試驗流量控制

利用閘閥控制流量，首先以小流量將試驗砂淹沒，並以尾水板來抬升水位到試驗水位高，再將流量慢慢增大到臨界流速之流量，固定閘閥開度，直到試驗完成，再將閘閥控制開度關閉停止進水。

#### 5.試驗沖刷時間

每一方案以沖刷 8 小時，以模擬現地汛期之沖刷破壞。

#### 6.量測沖刷深度與範圍

8 小時沖刷試驗結束後，關閉流量閘閥，待水排除後，以近景攝影三維重建技術(透過一般數位相機利用多視角所拍攝的多張序列影像，進行影像匹配，再經由匹配後所得之影像特徵點，以核線幾何關係進行場景重建，以大量多餘觀測進而解算求得場景空間之具體座標，並進行三維密點雲模型重建)<sup>[18]</sup>，得到沖刷範圍等深圖。

#### 7.更換橋墩保護方案並重複試驗步驟 3 至步驟 6。

## 6.2 試驗成果

本計畫以橋墩基礎無保護工方案之狀況，先進行對照組之沖刷試驗，以瞭解其橋墩基礎之沖刷深度與範圍；接著進行鼎型塊圍繞橋墩基礎及鼎型塊結合地工織布之不同保護方案之沖刷試驗，以研提較適宜的鼎型塊結合地工織布之保護工法鋪設斷面，供未來橋管單位鋪設橋墩基礎保護工之參用。

### 1. 無保護工方案

為瞭解橋墩基礎在無保護工的情況下，橋墩基礎的沖刷狀況，鋪設試驗模型如圖 6.4 所示，其沖刷結果如圖 6.5 所示，可看出橋墩基礎附近之土砂有嚴重之沖刷。以近景攝影測量展繪之沖淤狀況如圖 6.6 所示，由圖可知，最大沖刷深度為 9.4 公分。

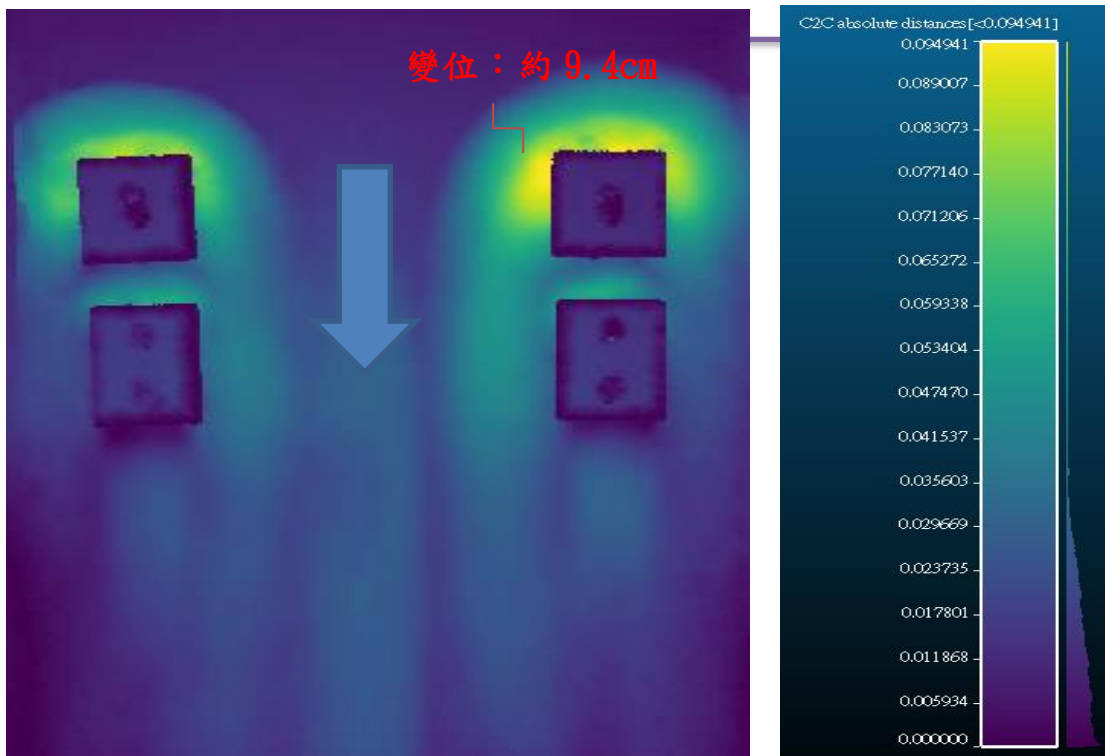


圖 6.4 無保護工試驗模型





圖 6.5 無保護工基礎沖刷情形



前後期沖刷比對

單位：公尺

圖 6.6 無保護工沖淤狀況

## 2.二排鼎型塊圍繞橋墩基礎方案

二排鼎型塊圍繞橋墩基礎，但鼎型塊下方無鋪設織布，鋪設試驗模型如圖 6.7 所示，其沖刷結果如圖 6.8 所示，可看出橋墩基礎附近之土砂沖刷情形較無保護工方案改善很多。以近景攝影測量展繪之沖淤狀況如圖 6.9 所示，由圖可知，最大沖刷深度為 2.8 公分，較無保護措施大幅減少約 6.6 公分，顯示鼎型塊圍繞橋墩基礎的保護工法有其成效，惟靠近河心處之鼎型塊明顯有流失的狀況發生。

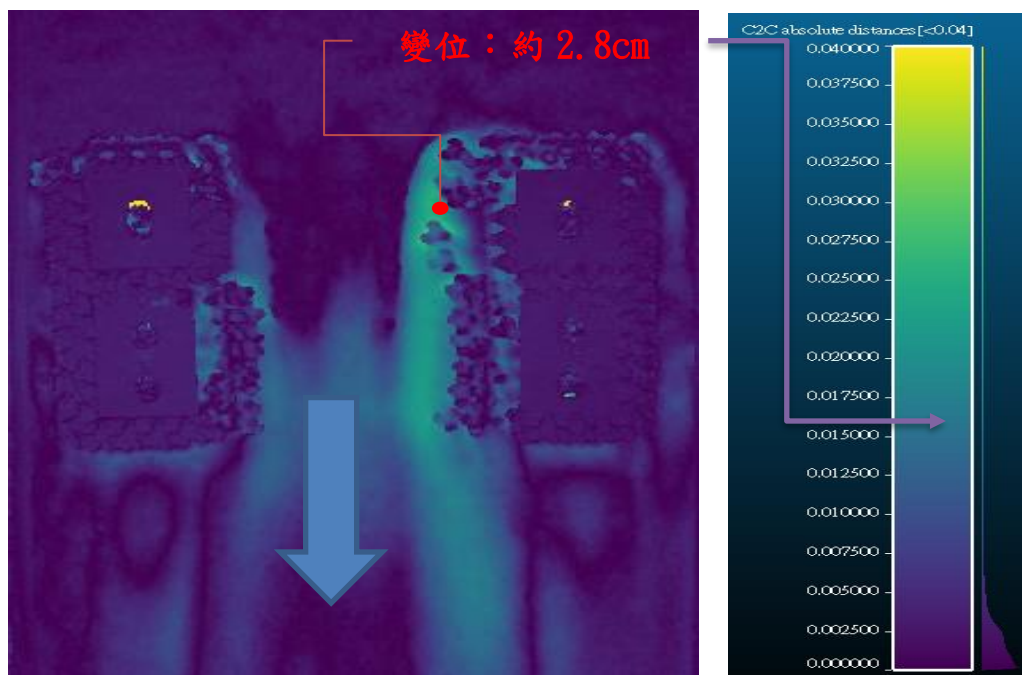


圖 6.7 二排鼎型塊圍繞橋墩基礎保護方案試驗模型





圖 6.8 二排鼎型塊圍繞橋墩基礎保護方案沖刷情形



前後期沖刷比對

單位：公尺

圖 6.9 二排鼎型塊圍繞橋墩基礎保護方案沖淤狀況

### 3.二排鼎型塊鋪織布圍繞橋墩基礎方案

為減少鼎型塊因底床質流失造成鼎型塊之沉陷流失破壞，本計畫在鼎形塊下鋪設一層地工織布，期望能減少底床質之沖刷流失，其鋪設試驗模型如圖 6.10 所示，其沖刷結果如圖 6.11 所示，由沖刷深度以近景攝影測量展繪之沖淤狀況如圖 6.12 所示，由圖可知，最大沖刷深度約為 2.7 公分，雖相較於鼎型塊圍繞橋墩基礎而無鋪設織布的保護工法僅減少 0.1 公分的沖刷深度，但是鼎型塊的流失情況有明顯改善，顯示鼎型塊結合地工織布圍繞橋墩基礎的方案有較佳的保護成效。

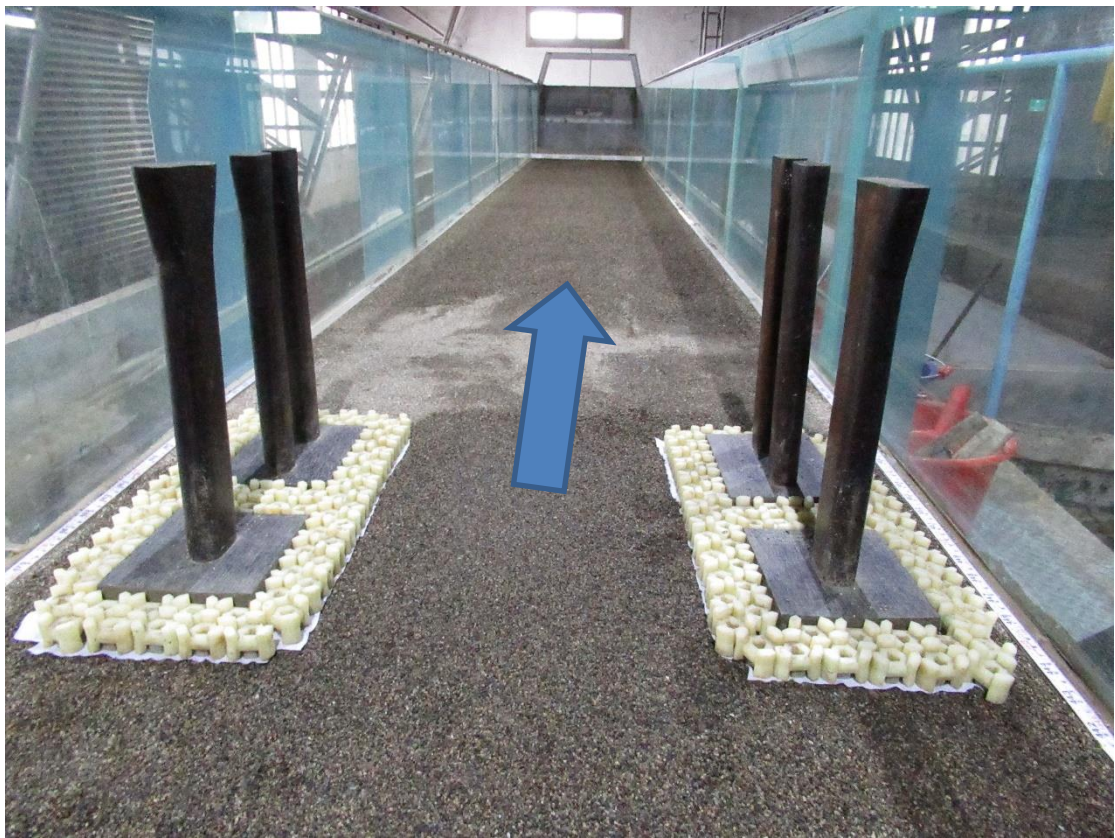


圖 6.10 二排鼎型塊鋪織布圍繞橋墩基礎保護方案試驗模型



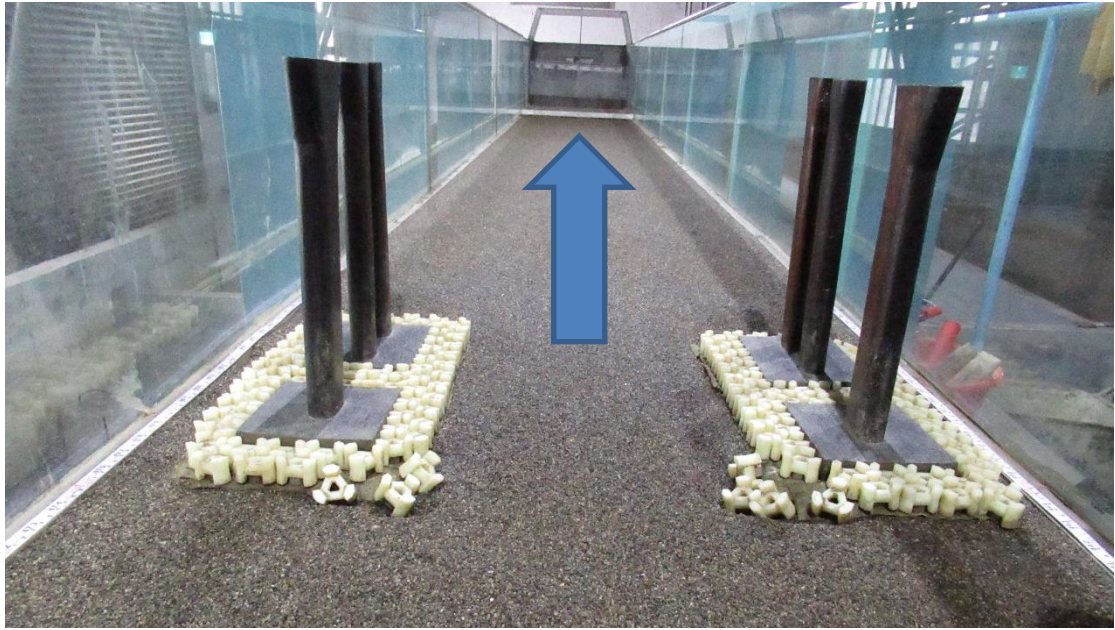
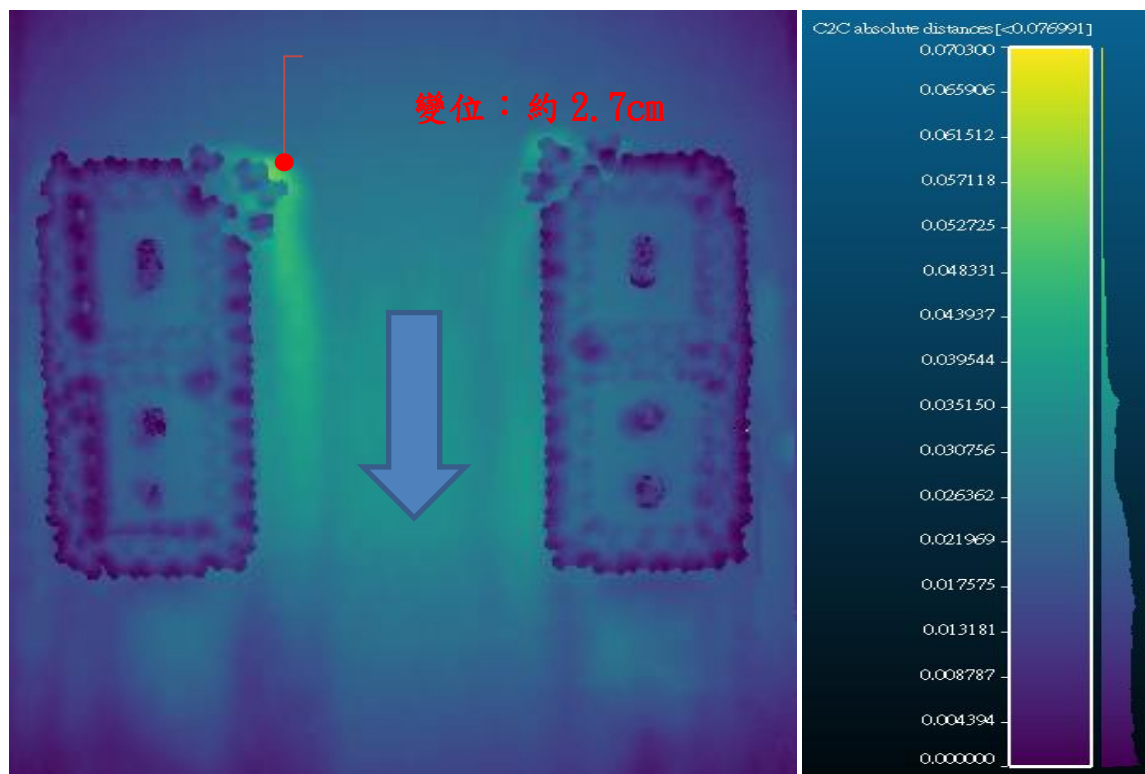


圖 6.11 二排鼎型塊鋪織布圍繞橋墩基礎保護方案沖刷情形



前後期沖刷比對

單位：公尺

圖 6.12 二排鼎型塊鋪織布圍繞橋墩基礎保護方案沖淤狀況

#### 4.二排鼎型塊外圍降階圍繞橋墩基礎方案

為減少鼎型塊之跌水沖刷，並增進鼎型塊之穩定，將外圍鼎型塊降階鋪設，其鋪設試驗模型如圖 6.13 所示，其沖刷結果如圖 6.14 所示，由沖刷深度以近景攝影測量展繪之沖淤狀況如圖 6.15 所示，由圖可知，最大沖刷深度約為 1.9 公分，相較於鼎型塊圍繞橋墩基礎而無降階鋪設的保護工法有較少的沖刷深度，另外，鼎型塊的流失情況也有改善，顯示外圍鼎型塊降階鋪設的方式有較佳的保護成效。



圖 6.13 二排鼎型塊外圍降階圍繞橋墩基礎保護方案試驗模型



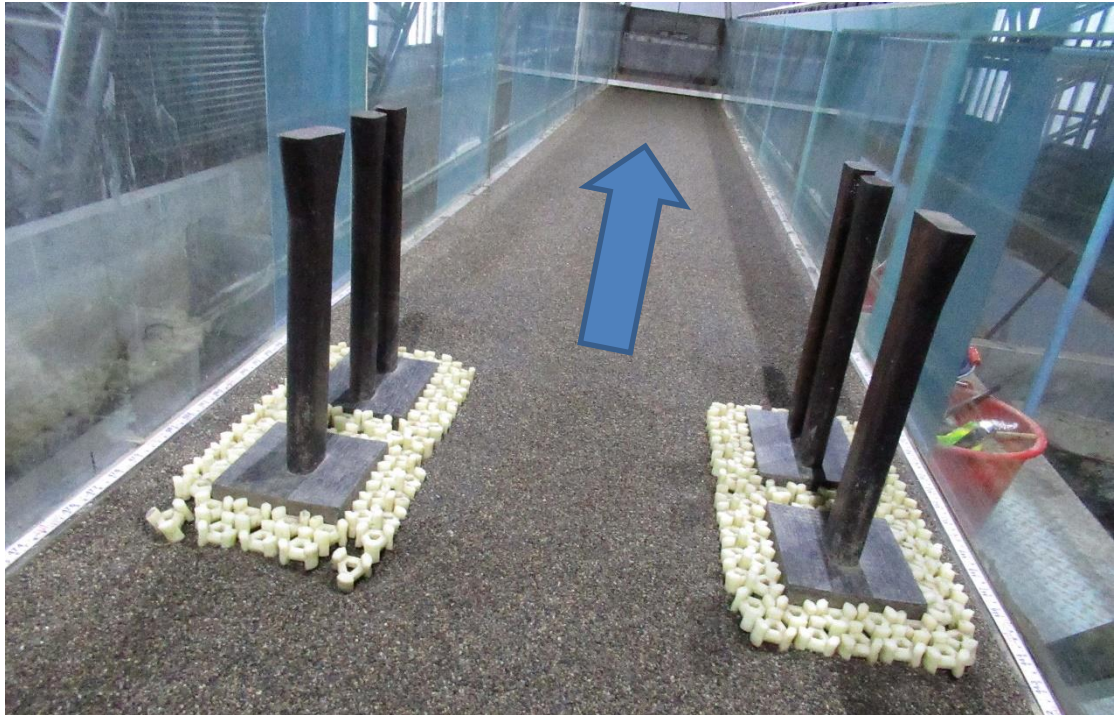
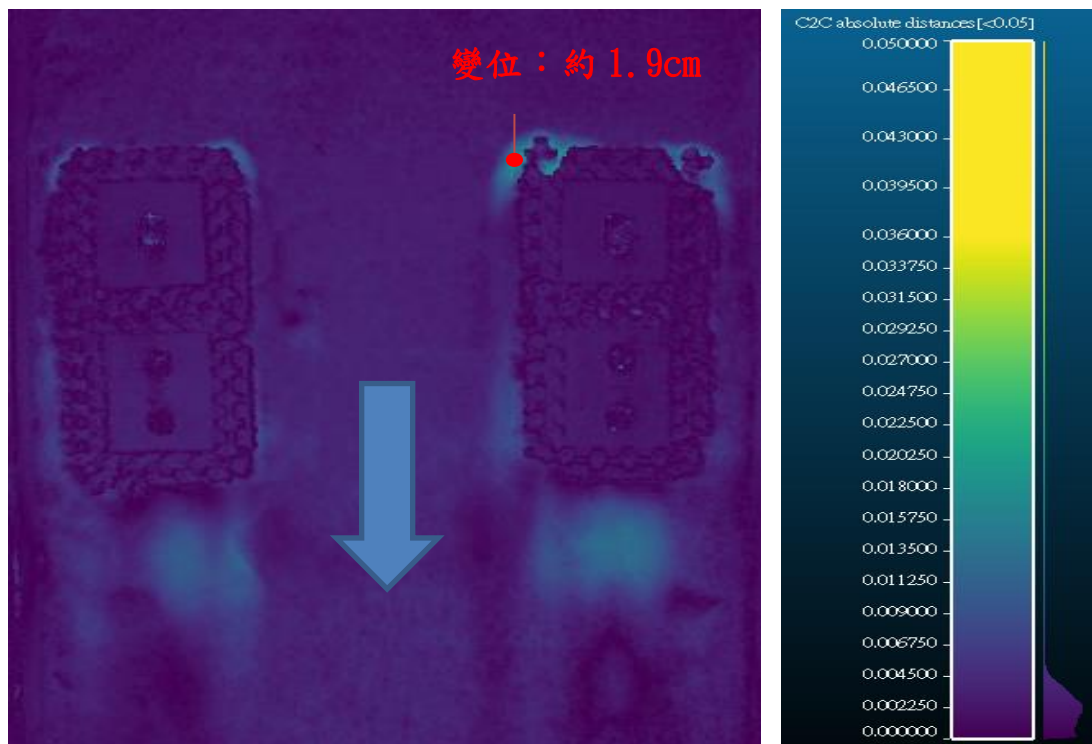


圖 6.14 二排鼎型塊外圍降階圍繞橋墩基礎保護方案沖刷情形



前後期沖刷比對

單位：公尺

圖 6.15 二排鼎型塊外圍降階圍繞橋墩基礎保護方案沖淤狀況

## 5.二排鼎型塊下游側降階圍繞橋墩基礎方案

依據國道高速公路局及本所 109 年於現地鋪設鼎型塊之經驗，鼎型塊降階鋪設在施工性上較有難度，為減少未來施工之難度，本方案僅於下游側進行降階，以瞭解其保護成效。本方案於橋墩基礎以鼎型塊圍繞二排，基礎水流方向後方一排降階，鋪設試驗模型如圖 6.16 所示，其沖刷結果如圖 6.17 所示，由沖刷深度以近景攝影測量展繪之沖淤狀況如圖 6.18 所示，由圖可知，最大沖刷深度約為 2.2 公分，比無降階的方案沖刷深度 2.8 公分略有改善，但比外圍鼎型塊均降階的方案沖刷深度 1.9 公分略差，且河心處的鼎型塊因無降階，部分鼎型塊有流失明顯的情形發生。

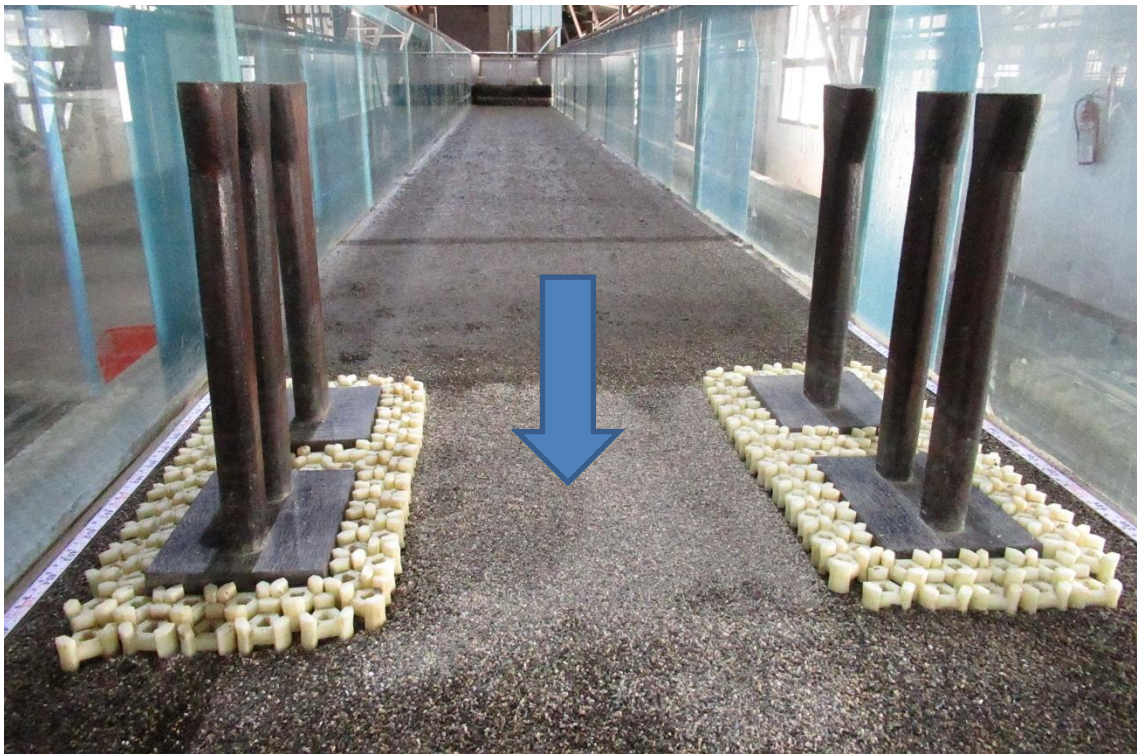


圖 6.16 二排鼎型塊下游側鼎型塊降階保護方案試驗模型



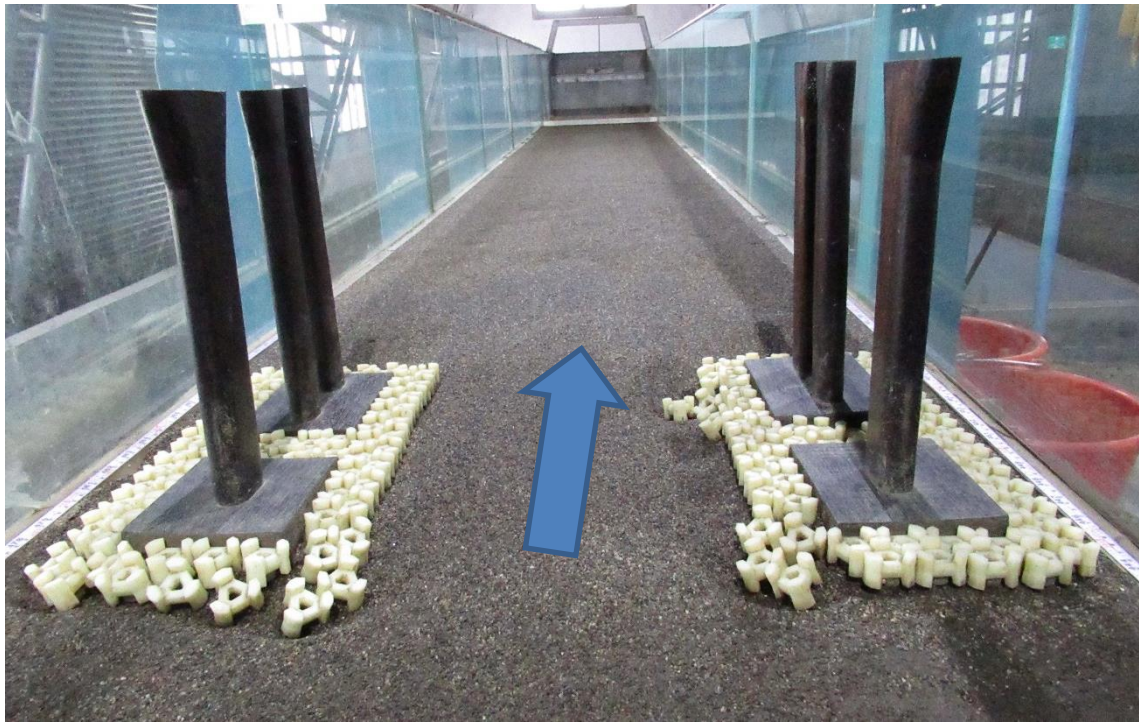


圖 6.17 二排鼎型塊下游側鼎型塊降階保護方案沖刷情形

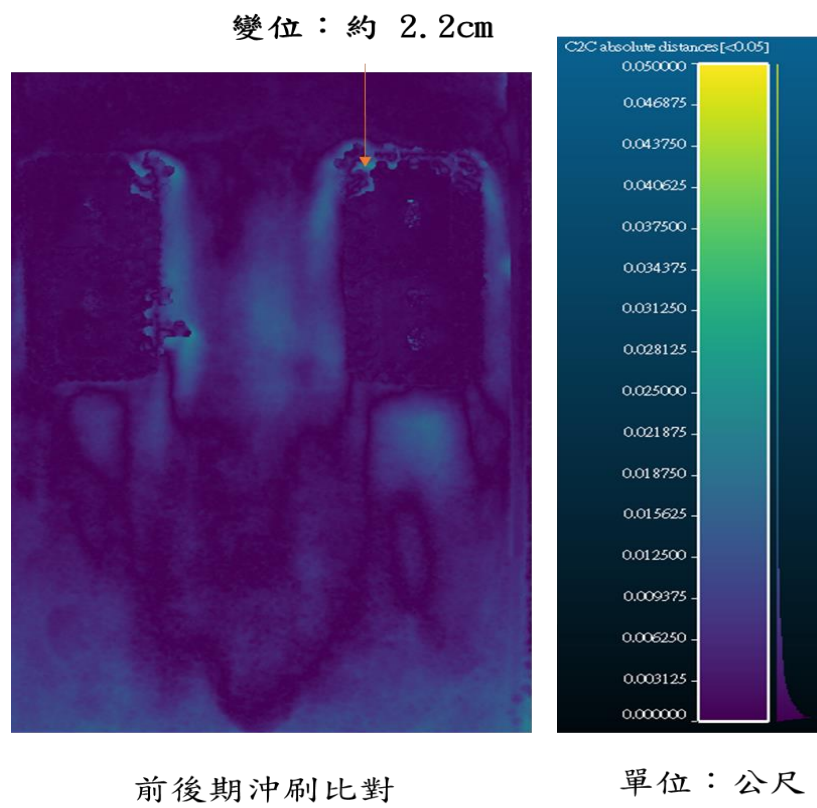


圖 6.18 二排鼎型塊下游側鼎型塊降階保護方案沖淤狀況

## 6.二排鼎型塊鋪織布下游側鼎型塊降階圍繞橋墩基礎方案(現地方案)

本方案為本所於國道三號大甲溪橋的現地鋪設方案，於橋墩基礎以鼎型塊圍繞二排，基礎下游側鼎型塊一排降階，並於鼎型塊下鋪設織布，鋪設試驗模型如圖 6.19 所示，其沖刷結果如圖 6.20 所示，由沖刷深度以近景攝影測量展繪之沖淤狀況如圖 6.21 所示，由圖可知，最大沖刷深度約為 1.6 公分，比無鋪設織布之最大沖刷深度 2.2 公分略為改善，且河心處的鼎型塊流失也有明顯改善，顯示鋪設織布優於無鋪設織布。

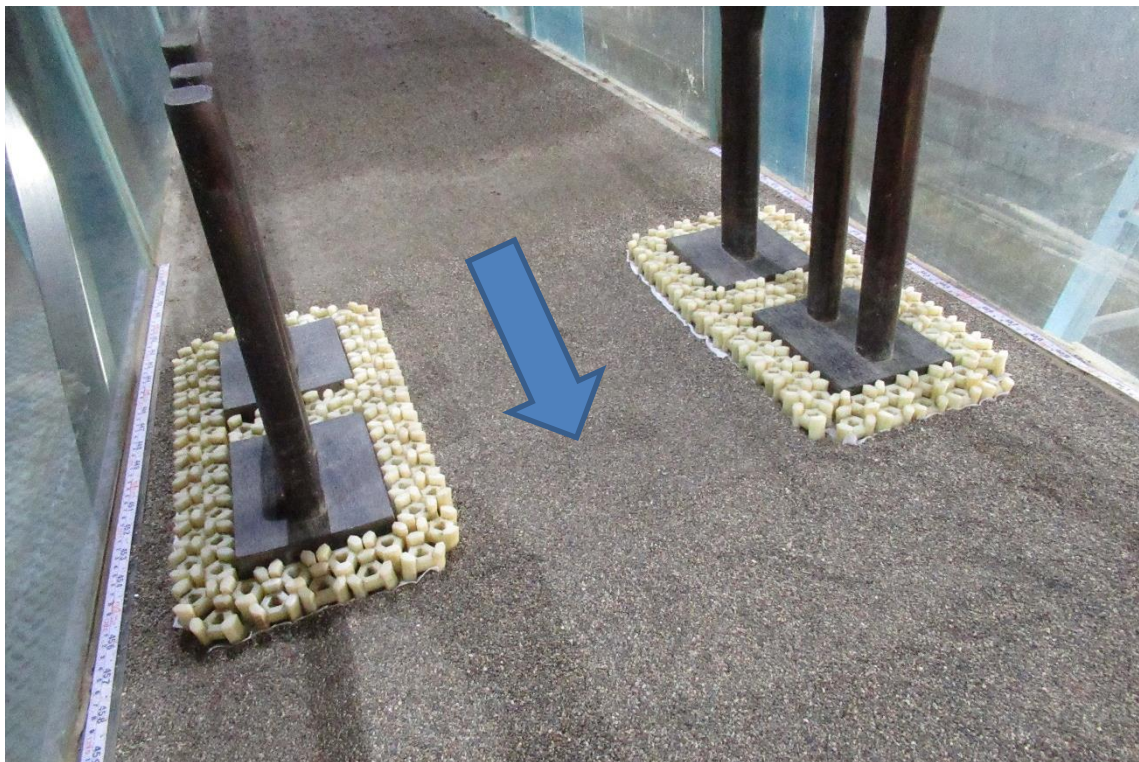


圖 6.19 二排鼎型塊鋪織布下游側鼎型塊降階保護方案試驗模型





圖 6.20 二排鼎型塊鋪織布下游側鼎型塊降階保護方案沖刷情形

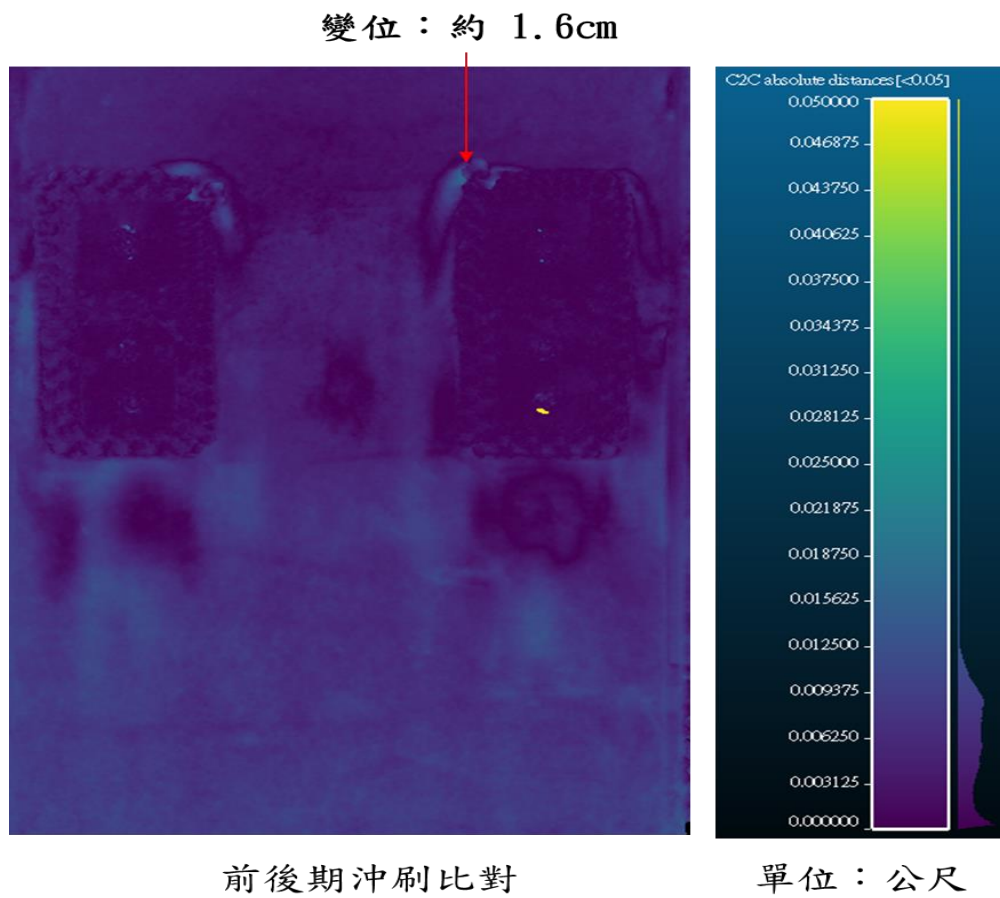


圖 6.21 二排鼎型塊鋪織布下游側鼎型塊降階保護方案沖淤狀況

### 7.三排鼎型塊圍繞橋墩基礎方案

本方案主要瞭解鼎型塊圍繞排數對橋墩基礎的保護成效影響，於橋墩基礎以鼎型塊圍繞三排，但鼎型塊下方無鋪設織布，鋪設試驗模型如圖 6.22 所示，其沖刷結果如圖 6.23 所示，以近景攝影測量展繪之沖淤狀況如圖 6.24 所示，由圖可知，最大沖刷深度為 2.8 公分，與二排鼎型塊圍繞橋墩基礎沖刷深度相同，惟靠近河心處之鼎型塊流失情況有明顯的改善，顯示三排鼎型塊圍繞橋墩基礎方案優於二排鼎型塊圍繞橋墩基礎方案。



圖 6.22 三排鼎型塊圍繞橋墩基礎保護方案試驗模型



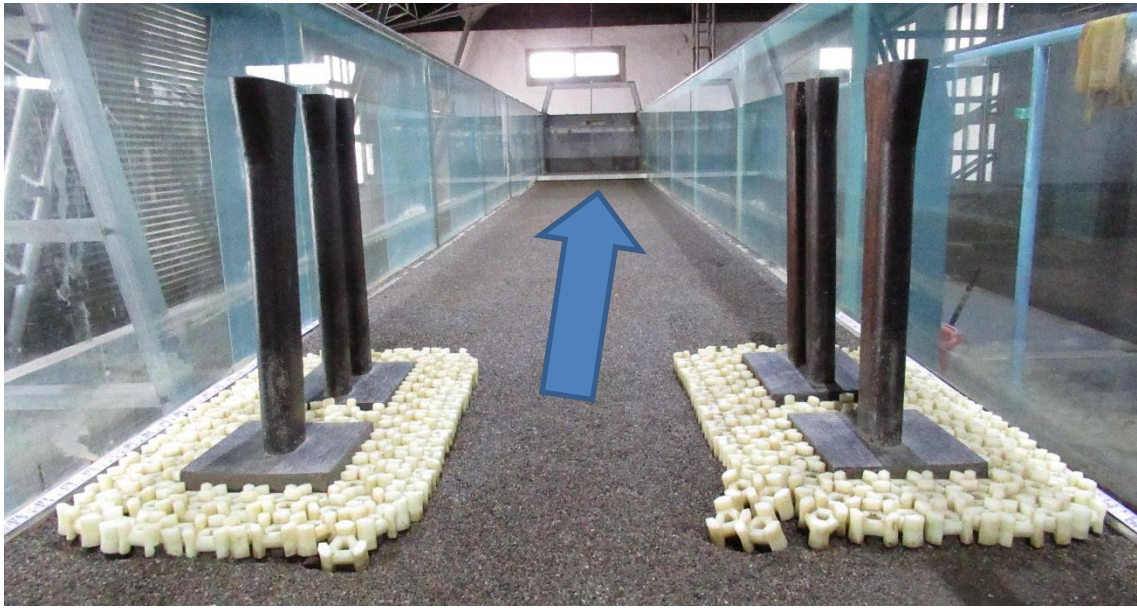
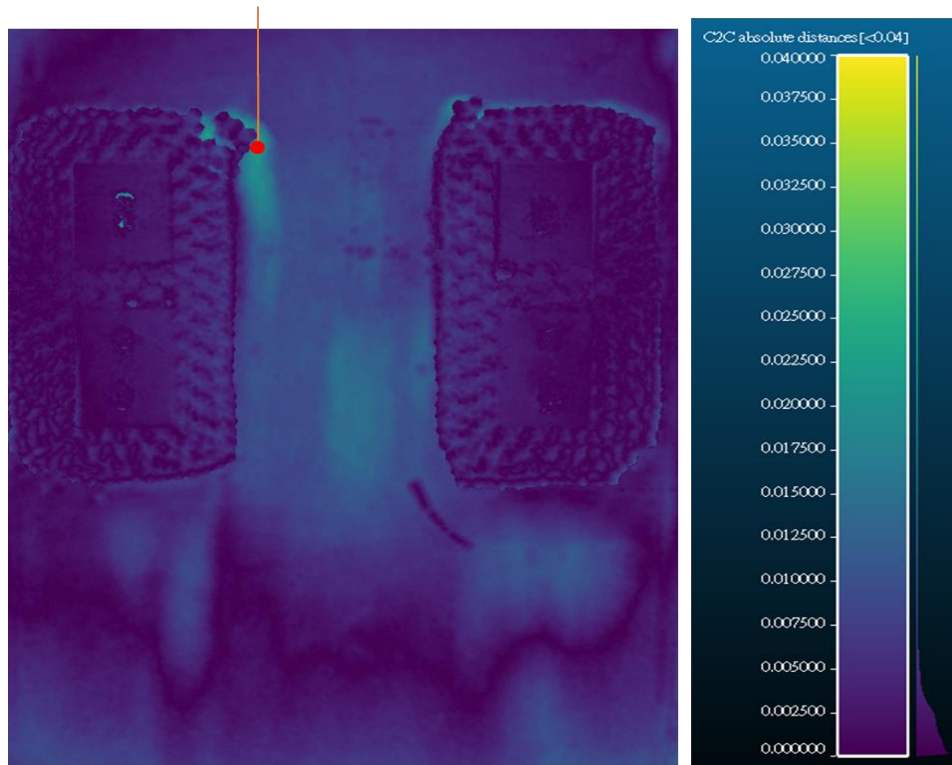


圖 6.23 三排鼎型塊圍繞橋墩基礎保護方案沖刷情形

變位：約2.8cm



前後期沖刷比對

單位：公尺

圖 6.24 三排鼎型塊圍繞橋墩基礎保護方案沖淤狀況

### 8.三排鼎型塊鋪織布圍繞橋墩基礎方案

本方案於橋墩基礎以鼎型塊圍繞三排，並於鼎型塊下鋪設織布，鋪設試驗模型如圖 6.25 所示，其沖刷結果如圖 6.26 所示，由沖刷深度以近景攝影測量展繪之沖淤狀況如圖 6.27 所示，由圖可知，最大沖刷深度大幅減為 1.3 公分，顯示鋪設織布優於未鋪設織布。

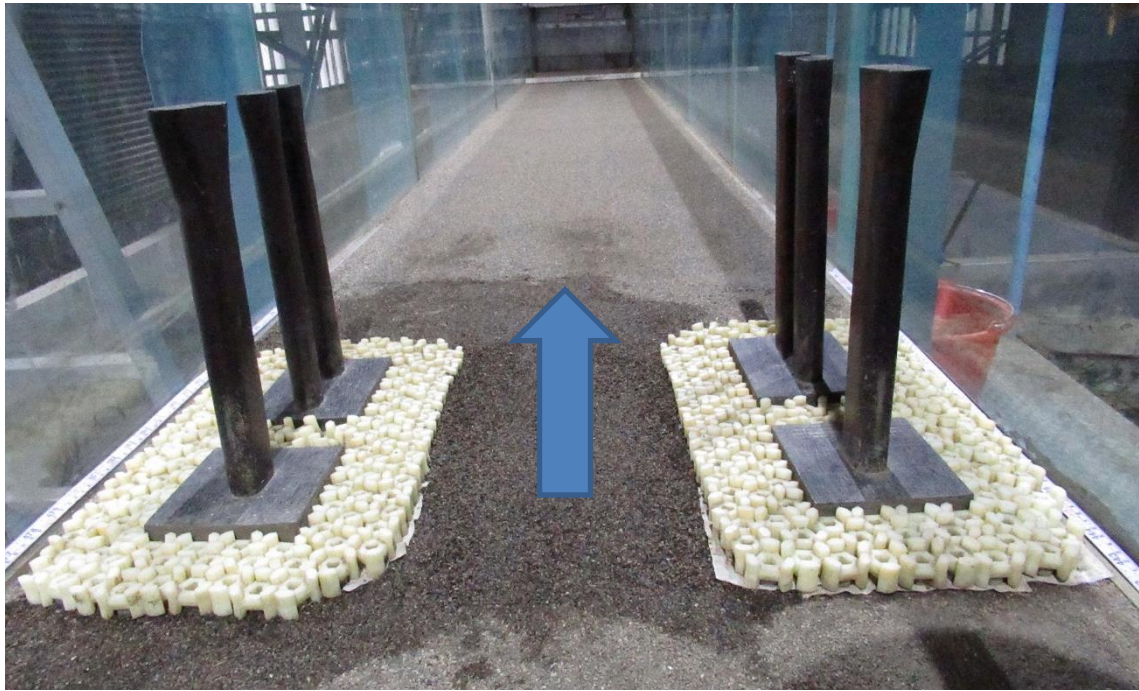


圖 6.25 三排鼎型塊鋪織布圍繞橋墩基礎保護方案試驗模型



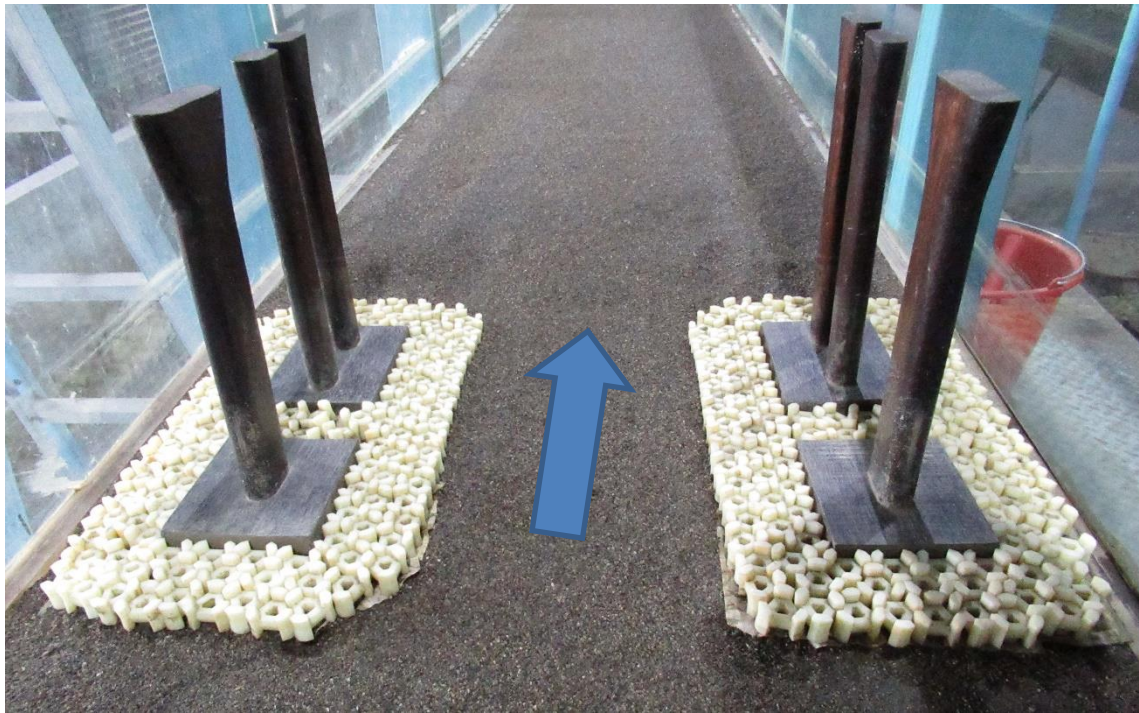
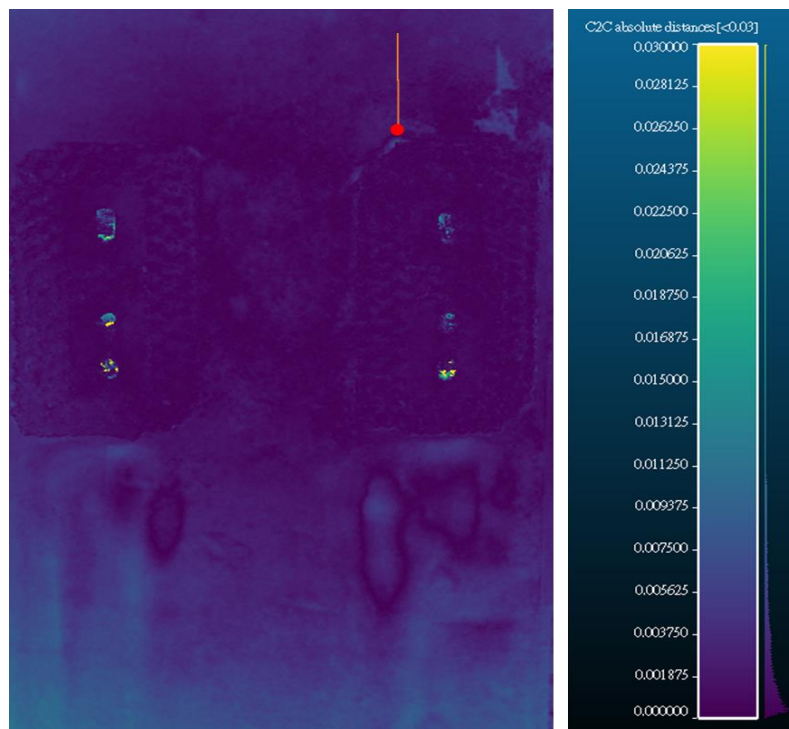


圖 6.26 三排鼎型塊鋪織布圍繞橋墩基礎保護方案沖刷情形

變位：約1.3cm



前後期沖刷比對

單位：公尺

圖 6.27 三排鼎型塊鋪織布圍繞橋墩基礎保護方案沖淤狀況

## 9.埋設織布圍繞橋墩基礎方案

為瞭解若僅以地工織布保護橋墩基礎的成效，本計畫在無鼎型塊保護下，於橋墩基礎埋設一層地工織布，再予覆土，期望能減少橋墩基處附近底床質之沖刷流失，其鋪設試驗模型步驟如圖 6.28 及 6.29 所示，其沖刷結果如圖 6.30 所示，由沖刷深度以近景攝影測量展繪之沖淤狀況如圖 6.31 所示，由圖可知，最大沖刷深度約為 7 公分，顯示底床上無鼎型塊保護，僅以織布埋入保護基礎周遭土壤其保護成效不佳。



圖 6.28 鋪設織布圍繞橋墩基礎保護方案試驗模型





圖 6.29 覆土將織布埋入



圖 6.30 埋設織布圍繞橋墩基礎保護方案沖刷情形

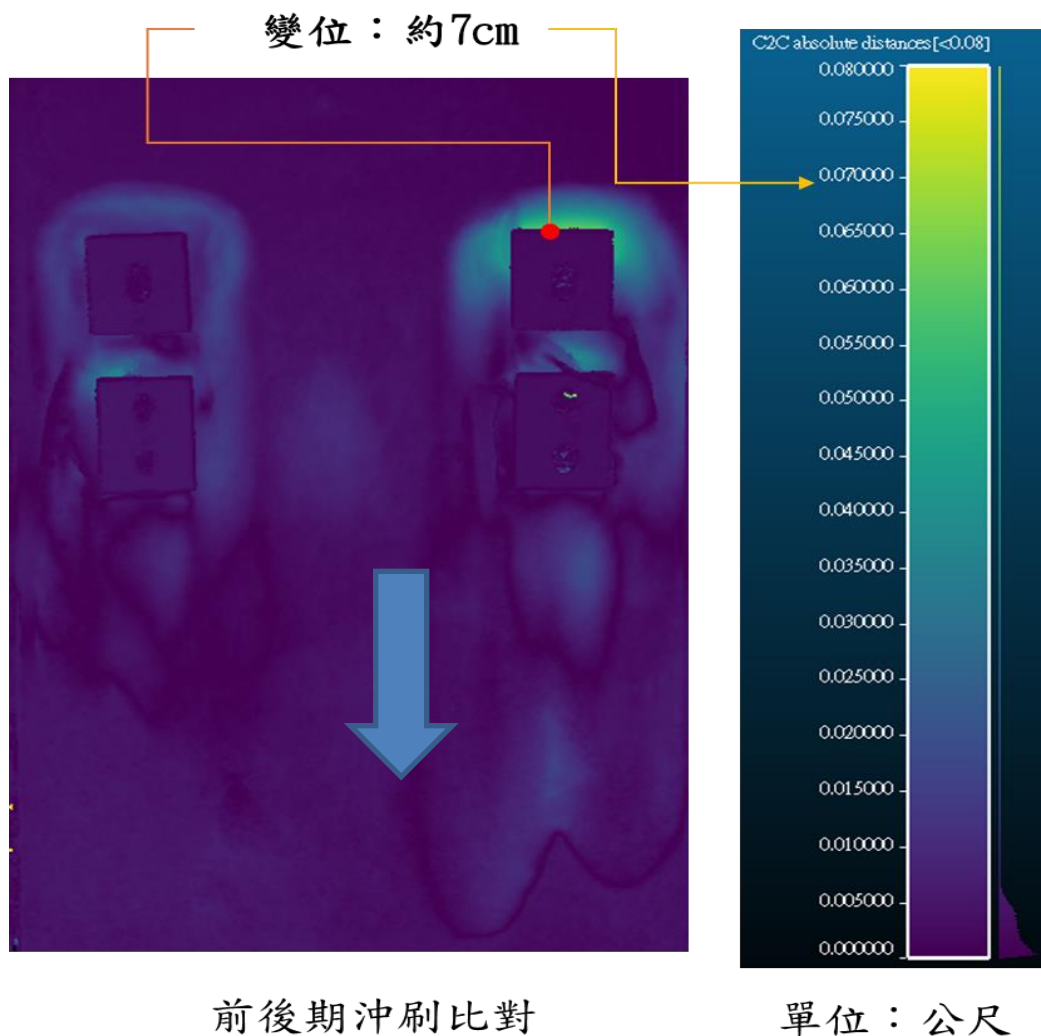


圖 6.31 埋設織布圍繞橋墩基礎保護方案沖淤狀況

#### 10.埋設織布上鋪二排鼎型塊圍繞橋墩基礎方案

本方案於橋墩基礎埋設一層地工織布，再予覆土後鋪設二排鼎型塊，以驗證鋪設鼎型塊的必要性，其鋪設試驗模型步驟如圖 6.32 及 6.33 所示，其沖刷結果如圖 6.34 所示，由沖刷深度以近景攝影測量展繪之沖淤狀況如圖 6.35 所示，由圖可知，最大沖刷深度約為 1.5 公分，沖刷深度大幅減少，顯示底床仍需鼎型塊保護較為適宜。此方案雖沖刷深度(1.5cm)較鼎型塊下直接鋪織布之方案小，惟其迎水面的鼎型塊的穩定度似乎較差。



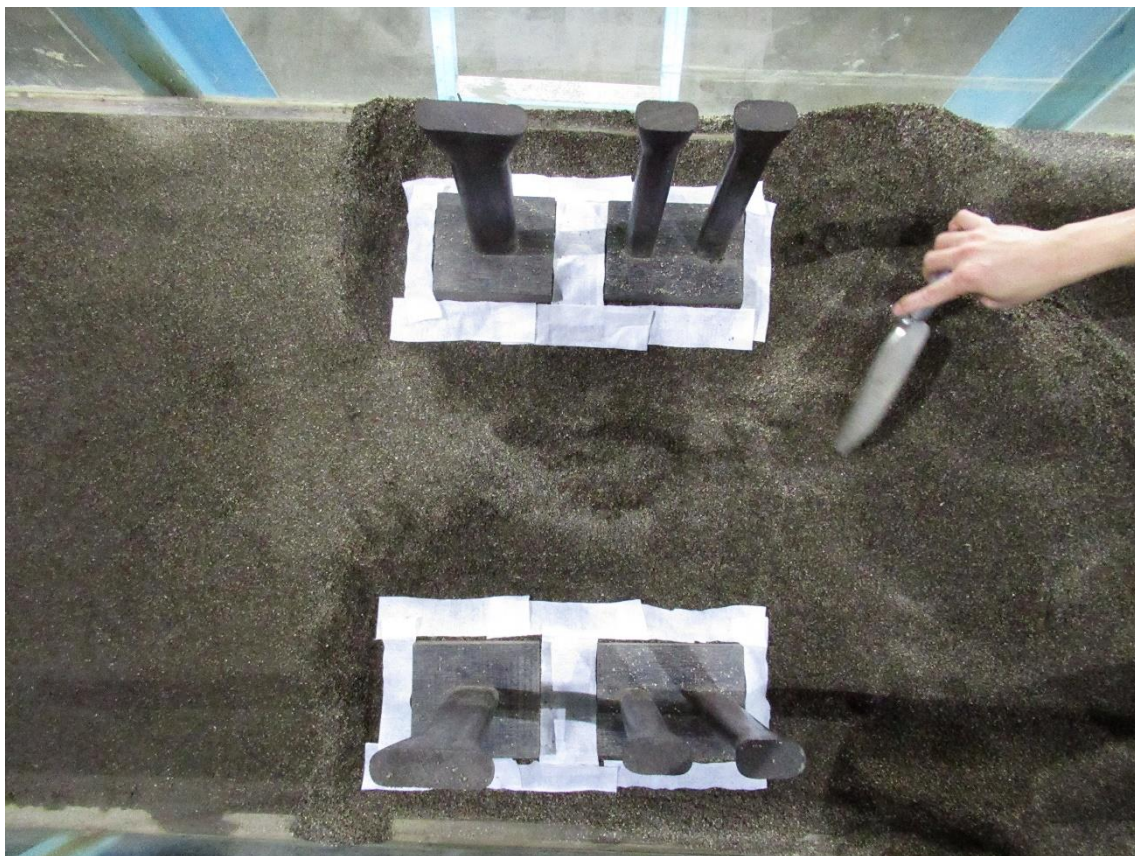


圖 6.32 鋪設織布圍繞橋墩基礎



圖 6.33 覆土將織布埋入並於上鋪二排鼎型塊保護方案試驗模型



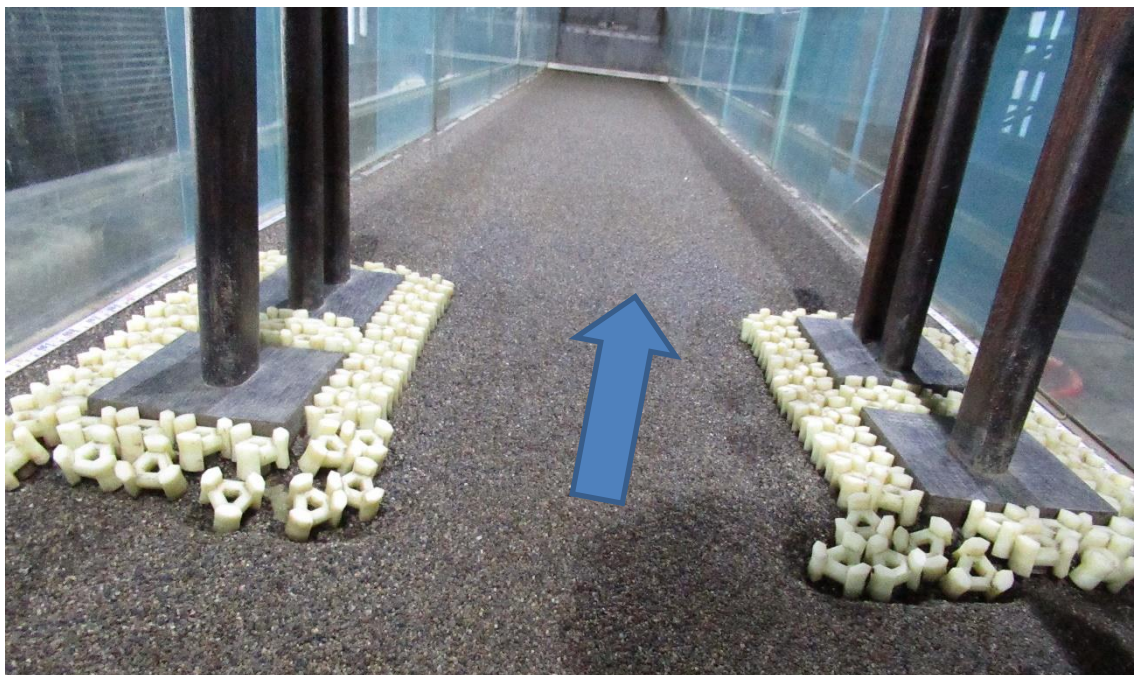


圖 6.34 埋設織布圍繞橋墩基礎上鋪二排鼎型塊保護方案沖刷情形

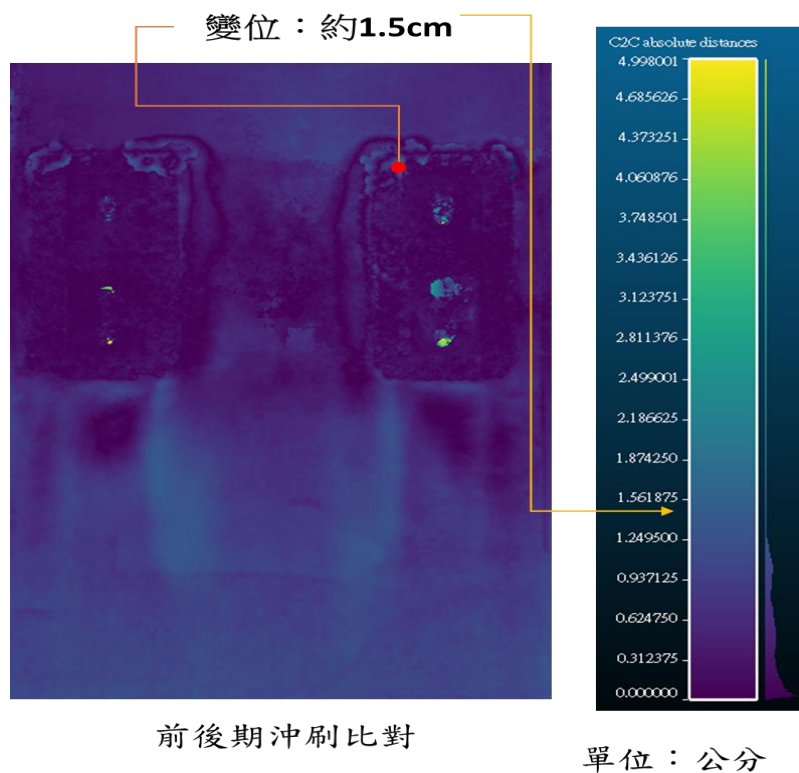


圖 6.35 埋設織布圍繞橋墩基礎上鋪二排鼎型塊保護方案沖淤狀況

## 11.埋設織布上鋪一排鼎型塊圍繞橋墩基礎方案

本方案於橋墩基礎埋設一層地工織布，再予覆土後鋪設一排鼎型塊，以瞭解鋪設二排鼎型塊的必要性，其鋪設試驗模型如圖 6.36 所示，其沖刷結果如圖 6.37 所示，由沖刷深度以近景攝影測量展繪之沖淤狀況如圖 6.38 所示，由圖可知，最大沖刷深度約為 2.3 公分，大於鋪設二排鼎型塊的 1.5 公分，顯示鋪設二排鼎型塊優於一排鼎型塊。

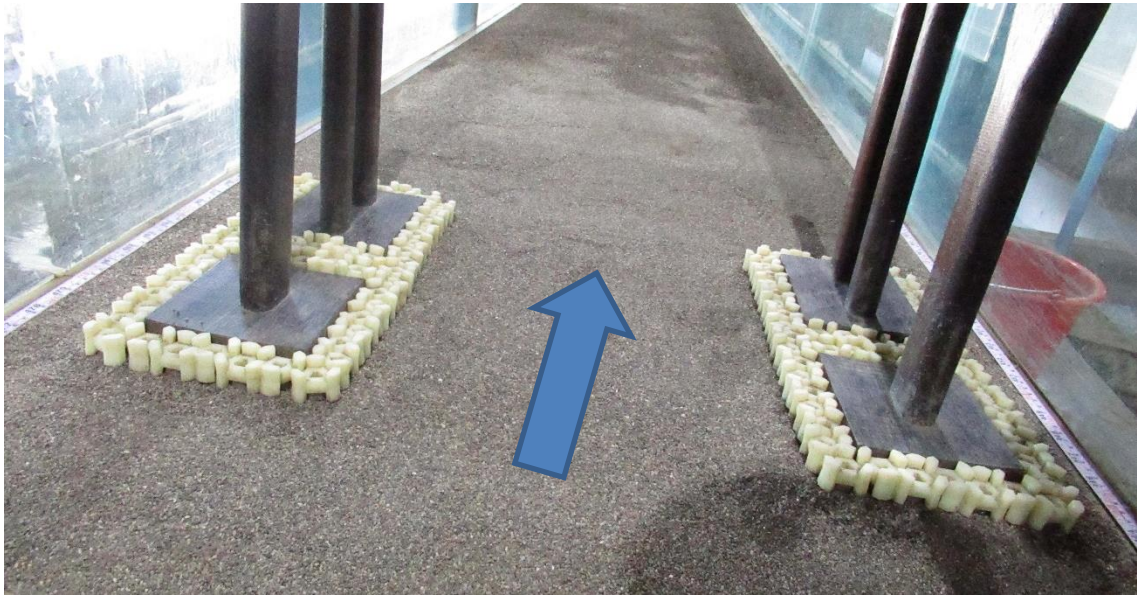


圖 6.36 將織布埋入並於上鋪設一排鼎型塊保護方案試驗模型





圖 6.37 埋設織布圍繞橋墩基礎上鋪一排鼎型塊保護方案沖刷情形

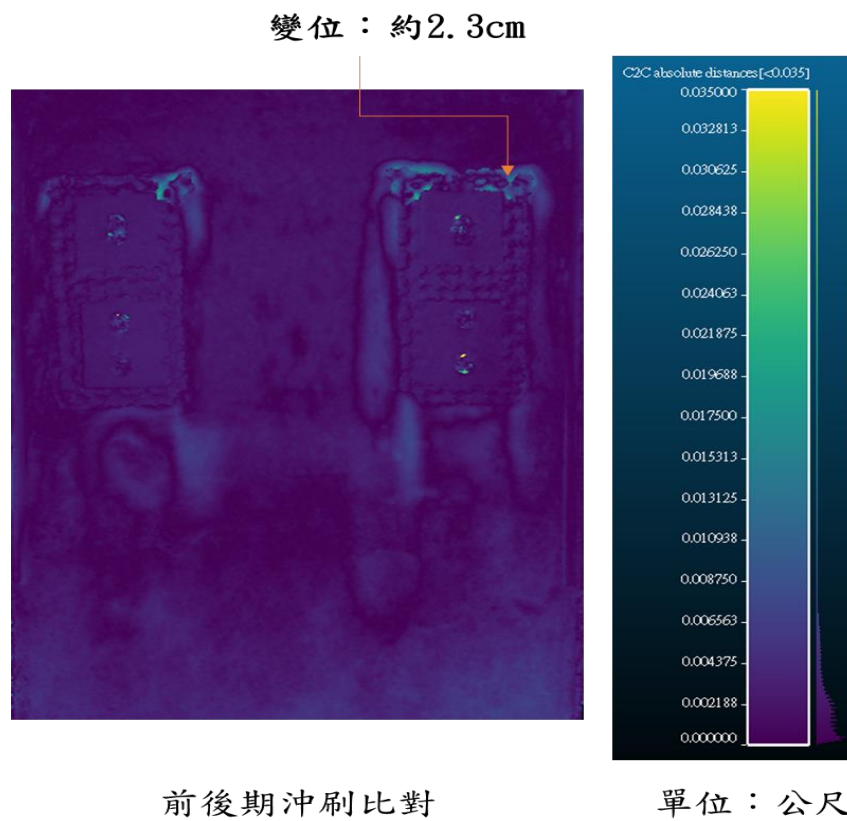


圖 6.38 埋設織布圍繞橋墩基礎上鋪一排鼎型塊保護方案沖淤狀況



## 6.3 小結

由本章的橋墩基礎無保護方案、鼎型塊圍繞橋墩基礎、鼎型塊結合地工織布圍繞橋墩基礎及鼎型塊圍繞排數不同方案的試驗結果，經比較其最大沖刷深度及鼎型塊穩定度之結果(如表 6-1)顯示：

- 1.無保護措施之沖刷結果顯示，橋墩基礎產生很嚴重的沖刷，最大沖刷深度達 9.4 公分，顯示以鼎型塊及織布保護橋墩基礎有其必要性，如表 6-1 方案 1 所示。
- 2.鼎型塊圍繞橋墩基礎保護方案中，若鼎型塊下方加鋪織布，其沖刷深度結果顯示，加鋪織布之方案其沖刷深度均會小於未鋪織布之方案，且鼎型塊的穩定度也較好，顯示鋪設織布有減少橋墩基礎被沖刷的保護功效，如表 6-2 方案 2 vs 3、方案 5 vs 6 及方案 7 vs 8 所示。
- 3.圍繞橋墩基礎不同排數的鼎型塊保護方案顯示，三排優於二排，二排優於一排，顯示未來鼎型塊鋪設圍繞橋墩基礎的排數越多越好，如表 6-3 方案 2 vs 7 及方案 3 vs 8 所示。
- 4.鼎型塊鋪設有無降階之方案比較顯示，有降階的方案優於無降階，如表 6-4 方案 2 vs 4 vs 5 及方案 3 vs 6 所示。
- 5.由地工織布埋入土壤內的保護方案顯示，覆土上仍需鋪設鼎型塊才能獲得較佳的保護成效，其保護成效雖沖刷深度比鼎型塊下直接鋪設織布的沖刷深度小，惟此僅於試驗結果，實際現地的保護成效仍需再驗證，且此種保護工鋪設施工比鼎型塊下直接鋪設織布之工序較繁瑣，須基礎周遭開挖後鋪設織布，再予覆土整地後吊排鼎型塊，比鼎型塊下直接鋪設織布之保護工法增加了開挖覆土的工序，後續仍待現場施工的驗證，如表 6-5 方案 1 vs 9 及方案 2 vs 10 所示。
- 6.依本章的試驗結果顯示，未來現地的橋墩基礎保護工法鋪設，鼎型塊結合地工織布並予以降階將會是最好的鋪設斷面，且鋪設圍繞橋墩基礎的鼎型塊排數越多越好。

7.礙於本計畫試驗時間僅 8 小時，無法模擬水流沖擊力長時間對材料之磨損破壞及連續性破壞，試驗結果可能與現況之破壞機制或許有差異，後續鼎型塊結合地工織布圍繞橋墩基礎保護方案仍以現地試驗方式來驗證較為適宜。

**表 6-1 不同方案最大沖刷深度及鼎型塊穩定度比較**

| 方案 | 鼎型塊鋪設情形      | 地工織布鋪設情形          | 最大沖刷深度 | 鼎型塊穩定度                  |
|----|--------------|-------------------|--------|-------------------------|
| 1  | N/A          | N/A               | 9.4 cm | -                       |
| 2  | 2 排環繞，無降階    | N/A               | 2.8 cm | 嚴重-河槽區鼎塊大範圍側傾           |
| 3  | 2 排環繞，無降階    | 平鋪於鼎型塊下(直接接觸)     | 2.7 cm | 明顯-迎水面局部鼎塊側傾(河槽區部分粒料掏刷) |
| 4  | 2 排環繞+降階     | N/A               | 1.9cm  | 輕微-迎水面局部鼎塊側傾            |
| 5  | 2 排環繞，僅下游側降階 | N/A               | 2.2cm  | 明顯-迎水面及河槽區鼎塊局部側傾        |
| 6  | 2 排環繞，僅下游側降階 | 平鋪於鼎型塊下(直接接觸)     | 1.6cm  | 輕微-迎水面鼎塊局部側傾            |
| 7  | 3 排環繞，無降階    | N/A               | 2.8cm  | 輕微-迎水面鼎塊局部側傾            |
| 8  | 3 排環繞，無降階    | 平鋪於鼎型塊下(直接接觸)     | 1.3cm  | 輕微-迎水面鼎塊基礎粒料局部掏刷        |
| 9  | N/A          | 斜鋪於自然開挖面上，並以試驗砂填平 | 7 cm   | -                       |
| 10 | 2 排環繞，無降階    | 斜鋪於自然開挖面上，並以試驗砂填平 | 1.5cm  | 明顯-迎水面全部鼎塊側傾            |
| 11 | 1 排環繞        | 斜鋪於自然開挖面上，並以試驗砂填平 | 2.3cm  | 明顯-迎水面局部鼎塊側傾(河槽區部分粒料掏刷) |

註：上述數據為一次之試驗

**表 6-2 地工織布有無鋪設條件下最大沖刷深度及鼎型塊穩定度比較**

| 方案 | 鼎型塊鋪設情形      | 地工織布鋪設情形      | 最大沖刷深度 | 鼎型塊穩定度                      |
|----|--------------|---------------|--------|-----------------------------|
| 2  | 2 排環繞，無降階    | N/A           | 2.8 cm | 嚴重-河槽區鼎塊大範圍側傾               |
| 3  | 2 排環繞，無降階    | 平鋪於鼎型塊下(直接接觸) | 2.7 cm | 明顯-迎水面局部鼎塊側傾<br>(河槽區部分粒料掏刷) |
|    |              |               |        |                             |
| 5  | 2 排環繞，僅下游側降階 | N/A           | 2.2cm  | 明顯-迎水面及河槽區鼎塊局部側傾            |
| 6  | 2 排環繞，僅下游側降階 | 平鋪於鼎型塊下(直接接觸) | 1.6cm  | 輕微-迎水面鼎塊局部側傾                |
|    |              |               |        |                             |
| 7  | 3 排環繞，無降階    | N/A           | 2.8cm  | 輕微-迎水面鼎塊局部側傾                |
| 8  | 3 排環繞，無降階    | 平鋪於鼎型塊下(直接接觸) | 1.3cm  | 輕微-迎水面鼎塊基礎粒料局部掏刷            |

註：上述數據為一次之試驗

**表 6-3 不同鼎型塊圍繞排數條件下最大沖刷深度及鼎型塊穩定度比較**

| 方案 | 鼎型塊鋪設情形   | 地工織布鋪設情形      | 最大沖刷深度 | 鼎型塊穩定度                      |
|----|-----------|---------------|--------|-----------------------------|
| 2  | 2 排環繞，無降階 | N/A           | 2.8 cm | 嚴重-河槽區鼎塊大範圍側傾               |
| 7  | 3 排環繞，無降階 | N/A           | 2.8cm  | 輕微-迎水面鼎塊局部側傾                |
|    |           |               |        |                             |
| 3  | 2 排環繞，無降階 | 平鋪於鼎型塊下(直接接觸) | 2.7 cm | 明顯-迎水面局部鼎塊側傾<br>(河槽區部分粒料掏刷) |
| 8  | 3 排環繞，無降階 | 平鋪於鼎型塊下(直接接觸) | 1.3cm  | 輕微-迎水面鼎塊基礎粒料局部掏刷            |

註：上述數據為一次之試驗

表 6-4 鼎型塊有無降階條件下最大沖刷深度及鼎型塊穩定度比較

| 方案 | 鼎型塊鋪設情形      | 地工織布鋪設情形      | 最大沖刷深度 | 鼎型塊穩定度                  |
|----|--------------|---------------|--------|-------------------------|
| 2  | 2 排環繞，無降階    | N/A           | 2.8 cm | 嚴重-河槽區鼎塊大範圍側傾           |
| 4  | 2 排環繞+降階     | N/A           | 1.9cm  | 輕微-迎水面局部鼎塊側傾            |
| 5  | 2 排環繞，僅下游側降階 | N/A           | 2.2cm  | 明顯-迎水面及河槽區鼎塊局部側傾        |
|    |              |               |        |                         |
| 3  | 2 排環繞，無降階    | 平鋪於鼎型塊下(直接接觸) | 2.7 cm | 明顯-迎水面局部鼎塊側傾(河槽區部分粒料掏刷) |
| 6  | 2 排環繞，僅下游側降階 | 平鋪於鼎型塊下(直接接觸) | 1.6cm  | 輕微-迎水面鼎塊局部側傾            |

註：上述數據為一次之試驗

表 6-5 地工織布斜鋪於自然開挖面上最大沖刷深度及鼎型塊穩定度比較

| 方案 | 鼎型塊鋪設情形   | 地工織布鋪設情形          | 最大沖刷深度 | 鼎型塊穩定度        |
|----|-----------|-------------------|--------|---------------|
| 1  | N/A       | N/A               | 9.4 cm | -             |
| 9  | N/A       | 斜鋪於自然開挖面上，並以試驗砂填平 | 7 cm   | -             |
|    |           |                   |        |               |
| 2  | 2 排環繞，無降階 | N/A               | 2.8 cm | 嚴重-河槽區鼎塊大範圍側傾 |
| 10 | 2 排環繞，無降階 | 斜鋪於自然開挖面上，並以試驗砂填平 | 1.5cm  | 明顯-迎水面全部鼎塊側傾  |

註：上述數據為一次之試驗



## 第七章 結論與建議

臺灣河川多屬坡陡流急，洪水期間，橋墩或橋基附近河床受到劇烈的沖刷，常導致橋梁崩塌斷裂，甚而造成交通中斷。由於橋梁為交通運輸與民生活動之重要管道，若因災害破壞，勢將對災後之聯絡、急難救助與物資運輸造成重大衝擊，嚴重影響救災工作之進行。因此，橋梁保護工法之研究實為當前之重要課題。

本計畫針對本所過去研擬之地工織布結合鼎型塊保護工法，以大甲溪下游橋梁為研究對象，於 109 年完成國道三號大甲溪橋 P24L-P27R 橋墩基礎之地工織布結合鼎型塊保護工法之現地鋪設，110 年(今年)進行現地保護成效的觀測與評估，並進行室內水工模型試驗，以研提未來保護工法鋪設斷面的改善方案，相關成果可提供大甲溪下游之橋梁管理單位如公路總局、高速公路局、臺灣鐵路管理局以及縣市政府等單位未來施政之應用。

### 7.1 結論

1. 依現場試驗觀測結果可知，除 P24L 下游側因施工所產生之間隙，而造成局部鼎型塊側傾之現象外，其餘鼎型塊皆未產生明顯之位移現象，以目前所觀測之資料來分析，初判應與地工織布能有效阻斷向下滲流掏刷作用有關，後續將持續進行觀察，進一步驗證地工織布之效用。
2. 依據室內斷面水工模型沖刷試驗結果顯示，地工織布結合鼎型塊保護工法，其保護橋梁基礎沖刷的成效優於無鋪設織布之鼎型塊保護工法，且鼎型塊流失的情況也有顯著改善，顯示鋪設地工織布有其必要性。
3. 由圍繞橋墩基礎不同排數的鼎型塊保護方案沖刷結果顯示，三排優於二排，二排優於一排，顯示未來鼎型塊鋪設圍繞橋墩基礎的排數越多越好。
4. 鼎型塊鋪設有無降階之方案比較顯示，有降階的方案優於無降階。

5. 依試驗結果顯示，未來現地的橋墩基礎保護工法鋪設，鼎型塊結合地工織布並予以降階將會是最好的鋪設斷面，且鋪設圍繞橋墩基礎的鼎型塊排數越多越好。

## 7.2 建議

1. 本計畫期間嘗試以依石岡壩放流量做為判斷現場沖刷影響之指標似為可行方式，後續將有待持續進行現場觀測或進一步數值模擬分析，探討放流量與河床沖刷及鼎型塊穩定性之關係，提供防災參考使用。
2. 礙於室內水工模型試驗時間僅 8 小時，無法模擬水流沖擊力長時間對材料之磨損破壞及連續性破壞，試驗結果可能與現況之破壞機制或許有差異，後續鼎型塊結合地工織布圍繞橋墩基礎保護工方案仍以現地試驗方式來驗證較為適宜。
3. 因疊放河床間鼎型塊所留施工間隙，由此間隙沖刷造成 P24L 下游側有局部鼎型塊側傾之現象，故建議養護管理單位施工時可預先丈量規劃河道間可佈放之最大鼎型塊排數，若存有施工間隙之虞時，於保有鼎型塊間互鎖之原則下，適當的調整增加鼎型塊間之距離，以減少或消除間隙沖刷問題。
4. 後續可持續增加現地試驗橋址鋪設的案例，以驗證地工織布結合鼎型塊保護工法之施工可行性及保護成效。

## 7.3 研究成果效益

1. 藉由現場試驗觀測結果，完成地工織布結合鼎型塊保護工法之成效評估。
2. 藉由水工模型試驗，驗證鼎型塊結合地工織布並予以降階將會是最好的鋪設斷面，且鋪設圍繞橋墩基礎的鼎型塊排數越多越好。

3. 上述之計畫研究成果，可提供相關橋梁管理單位未來鋪設橋墩基礎保護工法之參考。

#### **7.4 提供應用情形**

1. 本計畫研提之地工織布結合鼎型塊保護工法，已於 109 年鋪設於國道三號大甲溪橋 P24L-P27R 橋墩基礎之保護工。
2. 本計畫所進行的室內水工模型試驗方案及現地橋址保護工鋪設案例，可提供本所及相關單位後續研究之參採。





## 參考文獻

1. Melville, B. W. and Chiew, Y. M., “Time scale for local scour at bridge piers”, Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, Vol.125, No.1, pp. 59~65(1999).
2. Raudkivi, A.J. and Ettema, R.. “Effects of sediment gradation on clear water scour”, Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, Vol.103, No.10, pp.1209~1212 (1977)
3. Raudkivi, A. J. and Ettema, R., “Clear-Water Scour at Cylindrical Piers”, Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, Vol.111, No.4, pp. 713-731(1983)
4. 賴瑞應、胡啟文、曾文傑，「國道三號大甲溪橋橋墩保護工法研究」，交通部運輸研究所，2019。
5. 賴瑞應、胡啟文、曾文傑，「地工織物應用於橋墩基礎保護之可行性研究」，交通部運輸研究所，2020。
6. 賴瑞應、黃宇謙、莊凱迪、林佳欣，「地工織布應用於橋墩基礎保護之沖刷模擬研究」，交通部運輸研究所，2021。
7. 單明陽、李振卿，地工織物在山區道路邊坡保護之應用，現代營建第 343 期，44-48 頁，2008。
8. 潘坤亮，「地工織布於海洋環境中之工程特性」，屏東科技大學土木工程系碩士論文，2003。
9. 周南山，地工合成材料在永續工程之應用，中華民國環境工程學會電子報，2016。
10. 黃景川，模擬濁流中地工織物損傷之室內試驗，成大研發快訊第六卷第八期，2008。

- 11.交通部高速公路局中區養護工程分局，「國道 1 號中沙大橋墩基冲刷治理計畫委託技術服務工作」，2013。
- 12.呂正安、李坤哲、賴芝亭，台 13 甲線北勢大橋橋基裸露之應變對策及耐洪評估，臺灣公路工程第 39 卷第 8 期，2013。
- 13.經濟部水利署「大甲溪流域整體治理綱要計畫(101~104 年) 執行檢討及改善策略研擬 總報告」，2016。
- 14.經濟部水利署水利規劃試驗所，「大甲溪治理規劃檢討（天輪壩至河口河段）」，2010。
- 15.經濟部水利署第三河川局，「107 年度大甲溪、烏溪、眉溪、南港溪、北港溪大斷面測量計畫測量成果報告書」，2018。
- 16.經濟部水利署第三河川局，「100 年度大甲溪河口至天輪壩大斷面測量測量成果報告書」，2012。
- 17.張藝馨，「不均勻圓形橋墩之局部冲刷研究」，碩士論文，國立中央大學土木工程研究所，2000。
- 18.邱永芳、賴瑞應、胡啟文，近景攝影測量應用於渠槽試驗底床量測之探討，中國土木水利工程學刊，第四十四卷第六期，59-69 頁，2017。

## 附錄一

### 國道三號大甲溪橋橋梁基本資料





[illegible]



| 站名      | 站址     | 管線型式       | 管線尺寸<br>AxBxH (cm) | 站址型式 | 站址尺寸<br>EL. X (m) | 站址高度<br>EL. T (m) | 站址型式     | 站址高度<br>EL. Y (m) | 站址型式 | 站址高度<br>EL. Z (m) |
|---------|--------|------------|--------------------|------|-------------------|-------------------|----------|-------------------|------|-------------------|
| UNIT 1  | P1R    | 65K+314.0  | 1500x1400x200      | F    | 98.50             | 100.401           | 112.781  | 12.380            | K    | 101.50            |
|         | P2R    | 65K+348.0  | 1600x1600x200      | F    | 95.00             | 95.800            | 112.542  | 15.842            | K    | 97.70             |
|         | P3R    | 65K+384.0  | 1200x1100x275      | F    | 95.50             | 98.150            | 112.278  | 14.128            | K    | 103.30            |
|         | P4R    | 65K+418.0  | 1300x1100x275      | M    | 94.50             | 101.150           | 111.860  | 10.810            | K    | 112.40            |
|         | P5R    | 65K+454.0  | 1300x1100x275      | M    | 95.50             | 98.150            | 111.780  | 13.810            | C    | 107.90            |
| UNIT 3  | P6R    | 65K+489.0  | 1500x1300x250      | M    | 91.50             | 85.800            | 111.304  | 27.434            | K    | 84.10             |
|         | P7R    | 65K+540.0  | 1100x1100x275      | R    | 72.50             | 75.250            | 111.487  | 38.247            | J    | 76.50             |
|         | P8R    | 65K+585.0  | 1100x1100x275      | R    | 73.00             | 75.790            | 110.978  | 35.228            | J    | 76.90             |
|         | P9R    | 65K+630.0  | 1100x1100x275      | R    | 70.50             | 73.250            | 110.444  | 37.194            | J    | 75.00             |
|         | P10R   | 65K+675.0  | 1100x1100x275      | R    | 71.50             | 74.290            | 109.874  | 35.724            | J    | 75.30             |
| UNIT 5  | P11R   | 65K+720.0  | 1300x1100x275      | R    | 72.00             | 74.750            | 108.478  | 34.728            | J    | 75.90             |
|         | P12R   | 65K+765.0  | 1200x1100x275      | R    | 68.35             | 71.100            | 108.946  | 37.946            | J    | 75.10             |
|         | P13R   | 65K+810.0  | 1300x1100x300      | M    | 68.10             | 71.003            | 107.753  | 38.750            | H    | 75.20             |
|         | P14R   | 65K+855.0  | 1300x1100x275      | M    | 68.35             | 71.003            | 107.276  | 38.273            | I    | 73.50             |
|         | P15R   | 65K+892.0  | 1200x1100x275      | M    | 68.35             | 71.003            | 108.688  | 35.683            | H    | 73.30             |
| UNIT 7  | P16R   | 65K+937.0  | 1200x1100x275      | F    | 68.35             | 71.003            | 108.091  | 35.089            | H    | 76.00             |
|         | P17R   | 65K+982.0  | 1300x1100x300      | R    | 68.10             | 71.100            | 108.116  | 35.016            | G    | 74.60             |
|         | P18R   | 65K+1027.0 | 1300x1100x300      | R    | 68.10             | 71.100            | 108.509  | 34.409            | G    | 75.40             |
|         | P19R   | 65K+1072.0 | 1300x1100x300      | R    | 68.10             | 71.100            | 104.801  | 33.801            | G    | 74.90             |
|         | P20R   | 65K+1117.0 | 1300x1100x300      | R    | 68.10             | 71.100            | 104.294  | 33.194            | G    | 74.00             |
| UNIT 9  | P21R   | 65K+1162.0 | 1100x1100x275      | F    | 64.35             | 71.003            | 103.053  | 32.050            | H    | 71.10             |
|         | P22R   | 65K+1207.0 | 1100x1100x275      | M    | 64.35             | 71.003            | 102.444  | 31.441            | I    | 71.10             |
|         | P23R   | 65K+1252.0 | 1200x1100x275      | M    | 64.35             | 71.003            | 101.931  | 30.928            | I    | 71.10             |
|         | P24R   | 65K+1297.0 | 1200x900x275       | M    | 64.35             | 71.004            | 101.333  | 30.339            | H    | 71.10             |
|         | P25R-L | 65K+1342.0 | 1300x1100x275      | R    | 68.35             | 71.100            | 101.283  | 30.763            | H    | 71.10             |
| UNIT 11 | P26R-L | 65K+1387.0 | 1500x1100x275      | R    | 68.35             | 71.100            | 100.628  | 29.526            | H    | 71.10             |
|         | P27R-L | 65K+1432.0 | 1500x1100x275      | R    | 68.35             | 71.100            | 100.823  | 28.723            | H    | 71.10             |
|         | P28R-L | 65K+1477.0 | 1500x1100x275      | R    | 68.35             | 71.100            | 100.671  | 28.971            | H    | 72.20             |
|         | P29R-L | 65K+1522.0 | 1500x1100x275      | R    | 68.35             | 71.100            | 100.285  | 28.185            | H    | 72.20             |
|         | P30R-L | 65K+1567.0 | 1500x1100x275      | R    | 68.35             | 71.100            | 99.594   | 28.494            | H    | 72.50             |
| UNIT 13 | P31R-L | 65K+1612.0 | 1500x1100x275      | R    | 68.35             | 71.100            | 98.788   | 28.698            | H    | 72.50             |
|         | P32R-L | 65K+1657.0 | 1500x1100x275      | R    | 68.35             | 71.100            | 99.127   | 28.927            | H    | 71.60             |
|         | P33R-L | 65K+1702.0 | 1500x1100x275      | R    | 68.35             | 71.100            | 98.348</ |                   |      |                   |





| 層別      | 樑柱編號   | 位置        | 柱樑型式 | 樑柱尺寸<br>AxBxT (cm) | 樑柱型式 | 樑柱尺寸<br>EL. X (m) | 樑柱尺寸<br>EL. T (m) | 樑柱尺寸<br>EL. Y (m) | 樑柱尺寸<br>H (m) | 樑柱尺寸<br>L (m) | 樑柱尺寸<br>W (m) | 樑柱尺寸<br>D (m) |
|---------|--------|-----------|------|--------------------|------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| UNIT 19 | P63R-L | 67K+945.0 | 雙面樑  | 1300x1000x275      | M    | 63.50             | 66.142            | 103.477           | 37.335        | M             | 11            | 66.45         |
|         | P64R-R | 67K+977.0 | 雙面樑  | 1300x1000x275      | R    | 64.50             | 67.250            | 104.459           | 37.344        | L             | 11            | 67.65         |
|         | P65R-R | 68K+017.0 | 雙面樑  | 1400x800x275       | R    | 78.00             | 80.750            | 105.109           | 24.359        | L             | 11            | 81.35         |
|         | P66R-R | 68K+037.0 | 雙面樑  | 1300x800x275       | R    | 81.00             | 83.750            | 105.524           | 21.874        | L             | 11            | 84.35         |
|         | P67R-R | 68K+067.0 | 雙面樑  | 1300x700x275       | M    | 90.00             | 92.750            | 105.530           | 12.880        | Q             | 11            | 93.35         |
| UNIT 2  | A1R    | 65K+129.0 | 雙面樑  | 355Kx1060x250      |      |                   | 92.650            | 105.388           | 12.718        |               |               |               |
|         | A4R    | 65K+129.0 | 雙面樑  | 350Kx1050x270      |      |                   |                   |                   |               |               |               |               |
|         | P1L    | 65K+314.0 | 雙面樑  | 1800x1400x200      | F    | 88.50             | 100.425           | 112.309           | 11.884        | H             | 11            | 101.50        |
|         | P2L    | 65K+349.0 | 雙面樑  | 1800x1300x200      | F    | 95.00             | 96.821            | 112.084           | 15.173        | H             | 11            | 101.20        |
|         | P3L    | 65K+485.0 | 雙面樑  | 1500x1200x200      | M    | 81.50             | 83.403            | 111.048           | 27.845        | H             | 11            | 85.10         |
| UNIT 4  | P4L    | 65K+540.0 | 雙面樑  | 1100x1100x275      | F    | 72.50             | 75.153            | 110.654           | 38.501        | H             | 11            | 76.80         |
|         | P5L    | 65K+565.0 | 雙面樑  | 1300x1000x300      | R    | 73.00             | 78.000            | 110.888           | 34.885        | G             | 11            | 77.50         |
|         | P6L    | 65K+630.0 | 雙面樑  | 1300x1000x300      | R    | 70.50             | 73.500            | 110.420           | 36.920        | G             | 11            | 74.30         |
|         | P7L    | 65K+675.0 | 雙面樑  | 1300x1000x300      | R    | 71.50             | 74.500            | 108.950           | 35.450        | G             | 11            | 75.20         |
|         | P8L    | 65K+720.0 | 雙面樑  | 1300x1000x300      | R    | 71.75             | 75.000            | 109.454           | 34.454        | G             | 11            | 75.90         |
| UNIT 5  | P9L    | 65K+765.0 | 雙面樑  | 1300x1000x300      | F    | 88.10             | 71.004            | 106.301           | 37.287        | H             | 11            | 75.60         |
|         | P10L   | 65K+810.0 | 雙面樑  | 1300x1000x300      | M    | 88.10             | 71.004            | 107.753           | 38.748        | H             | 11            | 75.00         |
|         | P11L   | 65K+851.0 | 雙面樑  | 1200x1000x275      | M    | 88.35             | 71.004            | 107.276           | 36.272        | I             | 11            | 73.70         |
|         | P12L   | 65K+892.0 | 雙面樑  | 1200x1000x275      | M    | 88.35             | 71.004            | 106.896           | 35.892        | H             | 11            | 74.00         |
|         | P13L   | 65K+937.0 | 雙面樑  | 1200x1000x275      | F    | 88.35             | 71.004            | 106.081           | 35.087        | H             | 11            | 76.00         |
| UNIT 6  | P14L   | 65K+983.0 | 雙面樑  | 1300x1000x300      | R    | 88.10             | 71.100            | 106.116           | 35.018        | G             | 11            | 74.80         |
|         | P15L   | 65K+027.0 | 雙面樑  | 1300x1000x300      | R    | 88.10             | 71.100            | 105.509           | 34.409        | G             | 11            | 74.70         |
|         | P16L   | 65K+073.0 | 雙面樑  | 1300x1000x300      | R    | 88.10             | 71.100            | 104.901           | 33.801        | G             | 11            | 74.10         |
|         | P17L   | 65K+117.0 | 雙面樑  | 1100x1100x275      | R    | 88.10             | 71.100            | 104.318           | 33.218        | G             | 11            | 74.20         |
|         | P18L   | 65K+162.0 | 雙面樑  | 1100x1100x275      | F    | 88.35             | 71.014            | 103.185           | 32.151        | H             | 11            | 72.20         |
| UNIT 8  | P19L   | 65K+207.0 | 雙面樑  | 1100x1100x275      | M    | 88.35             | 71.030            | 102.645           | 31.615        | H             | 11            | 71.80         |
|         | P20L   | 65K+248.0 | 雙面樑  | 1200x1000x275      | M    | 88.35             | 71.000            | 102.213           | 31.213        | I             | 11            | 71.80         |
|         | P21L   | 65K+289.0 | 雙面樑  | 1200x1000x275      | M    | 88.35             | 71.004            | 101.694           | 30.690        | H             | 11            | 72.50         |
|         | P22L   | 65K+334.0 | 雙面樑  | 1100x1100x275      | F    | 88.35             | 71.011            | 101.120           | 30.109        | H             | 11            | 72.10         |
|         | P23L   | 65K+379.0 | 雙面樑  | 1200x1000x275      | R    | 88.35             | 71.100            | 101.212           | 30.112        | G             | 11            | 71.70         |
| UNIT 8  | P24L   | 65K+424.0 | 雙面樑  | 1300x1000x300      | R    | 88.10             | 71.100            | 100.707           | 29.807        | G             | 11            | 72.80         |
|         | P25L   | 65K+469.0 | 雙面樑  | 1200x1000x275      | R    | 88.35             | 71.100            | 100.222           | 29.122        | G             | 11            | 72.70         |

|                                                                                                                   |  |                                                                                                               |  |                                                                                                             |  |                                                                                                             |  |                                                                                                             |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  <b>第二階段公開發售計畫</b><br>台申建設工程 |  |  <b>台申建設工程</b><br>台申建設工程 |  |  <b>台申建設工程</b><br>台申建設工程 |  |  <b>台申建設工程</b><br>台申建設工程 |  |  <b>台申建設工程</b><br>台申建設工程 |  |
| 工程名稱: 大甲溪河川新<br>編制及監製: 式樣引本(三)                                                                                    |  | 工程地點: 大甲溪河川新<br>編制及監製: 式樣引本(三)                                                                                |  | 工程地點: 大甲溪河川新<br>編制及監製: 式樣引本(三)                                                                              |  | 工程地點: 大甲溪河川新<br>編制及監製: 式樣引本(三)                                                                              |  | 工程地點: 大甲溪河川新<br>編制及監製: 式樣引本(三)                                                                              |  |



[illegible]

面平礎基

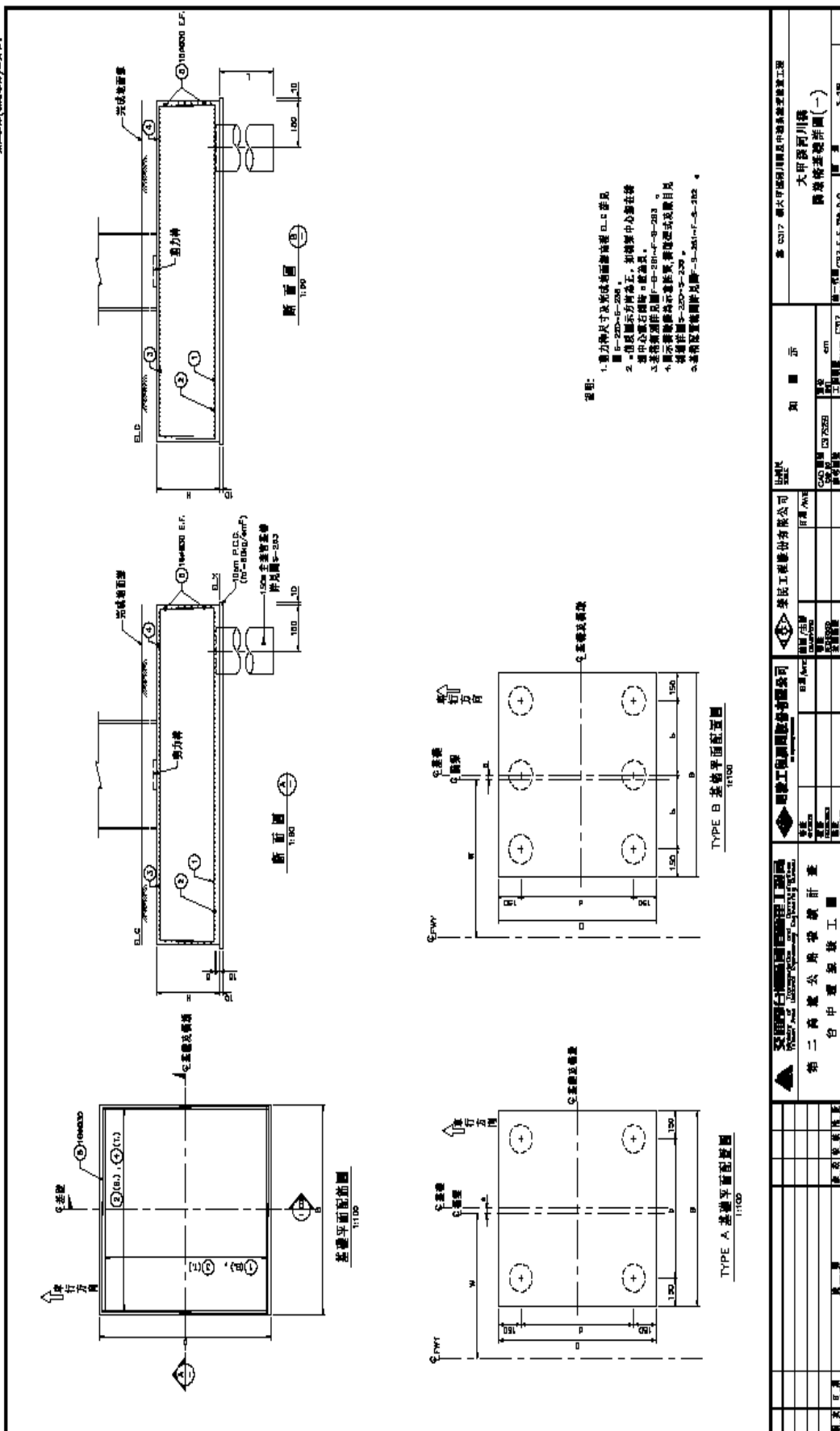
五五五

[illegible]



| 送風機型號 | 型 號       | 送風尺寸 (mm) |      |      | BL/S (M3) | W (CM) | Q (CM3) | 送風靜壓全壓力   |           | 平均風速 (M/S) | 平均風速 (M/S) | ①         | ②         | ③         | ④         | 送風機型號 | 型 號       | 送風尺寸 (mm) |      |      | BL/S (M3) | W (CM) | Q (CM3) | 送風靜壓全壓力   |             | 平均風速 (M/S) | 平均風速 (M/S) | ①         | ②         | ③         | ④         |
|-------|-----------|-----------|------|------|-----------|--------|---------|-----------|-----------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|-----------|-----------|------|------|-----------|--------|---------|-----------|-------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|       |           | B         | D    | H    |           |        |         | 送風靜壓全壓力   | 送風靜壓全壓力   |            |            |           |           |           |           |       |           | B         | D    | H    |           |        |         | 送風靜壓全壓力   | 送風靜壓全壓力     |            |            |           |           |           |           |
| P1R   | Φ93×134.0 | 1800      | 1400 | 2300 | 84.500    | 800.0  | 45.0    | 32.000 M3 | 32.000 M3 | 10.000 M3  | 10.000 M3  | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | P1R   | Φ93×134.0 | 1800      | 1400 | 2300 | 84.500    | 800.0  | 45.0    | 32.000 M3 | 32.000 M3   | 10.000 M3  | 10.000 M3  | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 |
| P2R   | Φ94.0     | 1800      | 1300 | 2300 | 83.500    | 800.0  | 57.2    | 32.000 M3 | 32.000 M3 | 23.000 M3  | 23.000 M3  | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | P2R   | Φ94.0     | 1800      | 1300 | 2300 | 83.500    | 800.0  | 57.2    | 32.000 M3 | 32.000 M3   | 23.000 M3  | 23.000 M3  | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 |
| P4R   | Φ117.0    | 1800      | 1300 | 2300 | 81.000    | 800.0  | 4.010   | 32.000 M3 | 32.000 M3 | 10.000 M3  | 10.000 M3  | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | P4R   | Φ117.0    | 1800      | 1300 | 2300 | 81.000    | 800.0  | 4.010   | 32.000 M3 | 32.000 M3   | 10.000 M3  | 10.000 M3  | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 |
| P3R   | Φ88×77.0  | 1800      | 1300 | 2300 | 80.000    | 800.0  | -8.81   | 32.000 M3 | 32.000 M3 | 10.000 M3  | 10.000 M3  | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | P3R   | Φ88×77.0  | 1800      | 1300 | 2300 | 80.000    | 800.0  | -8.81   | 32.000 M3 | 32.000 M3   | 10.000 M3  | 10.000 M3  | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 |
| P3R   | Φ87×77.0  | 1800      | 1300 | 2300 | 79.000    | 800.0  | -8.81   | 32.000 M3 | 32.000 M3 | 10.000 M3  | 10.000 M3  | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | P3R   | Φ87×77.0  | 1800      | 1300 | 2300 | 79.000    | 800.0  | -8.81   | 32.000 M3 | 32.000 M3   | 10.000 M3  | 10.000 M3  | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 |
| P3R   | Φ87×77.0  | 1800      | 1300 | 2300 | 78.000    | 800.0  | -8.81   | 32.000 M3 | 32.000 M3 | 10.000 M3  | 10.000 M3  | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | P3R   | Φ87×77.0  | 1800      | 1300 | 2300 | 78.000    | 800.0  | -8.81   | 32.000 M3 | 32.000 M3   | 10.000 M3  | 10.000 M3  | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 |
| P3R   | Φ87×77.0  | 1800      | 1300 | 2300 | 77.000    | 800.0  | -8.81   | 32.000 M3 | 32.000 M3 | 10.000 M3  | 10.000 M3  | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | P3R   | Φ87×77.0  | 1800      | 1300 | 2300 | 77.000    | 800.0  | -8.81   | 32.000 M3 | 32.000 M3   | 10.000 M3  | 10.000 M3  | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 |
| P3R   | Φ87×77.0  | 1800      | 1300 | 2300 | 76.000    | 800.0  | -8.81   | 32.000 M3 | 32.000 M3 | 10.000 M3  | 10.000 M3  | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | P3R   | Φ87×77.0  | 1800      | 1300 | 2300 | 76.000    | 800.0  | -8.81   | 32.000 M3 | 32.000 M3   | 10.000 M3  | 10.000 M3  | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 |
| P3R   | Φ87×77.0  | 1800      | 1300 | 2300 | 75.000    | 800.0  | -8.81   | 32.000 M3 | 32.000 M3 | 10.000 M3  | 10.000 M3  | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | P3R   | Φ87×77.0  | 1800      | 1300 | 2300 | 75.000    | 800.0  | -8.81   | 32.000 M3 | 32.000 M3   | 10.000 M3  | 10.000 M3  | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 |
| P3R   | Φ87×77.0  | 1800      | 1300 | 2300 | 74.000    | 800.0  | -8.81   | 32.000 M3 | 32.000 M3 | 10.000 M3  | 10.000 M3  | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | P3R   | Φ87×77.0  | 1800      | 1300 | 2300 | 74.000    | 800.0  | -8.81   | 32.000 M3 | 32.000 M3   | 10.000 M3  | 10.000 M3  | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 |
| P3R   | Φ87×77.0  | 1800      | 1300 | 2300 | 73.000    | 800.0  | -8.81   | 32.000 M3 | 32.000 M3 | 10.000 M3  | 10.000 M3  | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | P3R   | Φ87×77.0  | 1800      | 1300 | 2300 | 73.000    | 800.0  | -8.81   | 32.000 M3 | 32.000 M3   | 10.000 M3  | 10.000 M3  | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 |
| P3R   | Φ87×77.0  | 1800      | 1300 | 2300 | 72.000    | 800.0  | -8.81   | 32.000 M3 | 32.000 M3 | 10.000 M3  | 10.000 M3  | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | P3R   | Φ87×77.0  | 1800      | 1300 | 2300 | 72.000    | 800.0  | -8.81   | 32.000 M3 | 32.000 M3   | 10.000 M3  | 10.000 M3  | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 |
| P3R   | Φ87×77.0  | 1800      | 1300 | 2300 | 71.000    | 800.0  | -8.81   | 32.000 M3 | 32.000 M3 | 10.000 M3  | 10.000 M3  | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | P3R   | Φ87×77.0  | 1800      | 1300 | 2300 | 71.000    | 800.0  | -8.81   | 32.000 M3 | 32.000 M3   | 10.000 M3  | 10.000 M3  | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 |
| P3R   | Φ87×77.0  | 1800      | 1300 | 2300 | 70.000    | 800.0  | -8.81   | 32.000 M3 | 32.000 M3 | 10.000 M3  | 10.000 M3  | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | P3R   | Φ87×77.0  | 1800      | 1300 | 2300 | 70.000    | 800.0  | -8.81   | 32.000 M3 | 32.000 M3   | 10.000 M3  | 10.000 M3  | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 |
| P3R   | Φ87×77.0  | 1800      | 1300 | 2300 | 69.000    | 800.0  | -8.81   | 32.000 M3 | 32.000 M3 | 10.000 M3  | 10.000 M3  | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | P3R   | Φ87×77.0  | 1800      | 1300 | 2300 | 69.000    | 800.0  | -8.81   | 32.000 M3 | 32.000 M3   | 10.000 M3  | 10.000 M3  | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 |
| P3R   | Φ87×77.0  | 1800      | 1300 | 2300 | 68.000    | 800.0  | -8.81   | 32.000 M3 | 32.000 M3 | 10.000 M3  | 10.000 M3  | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | P3R   | Φ87×77.0  | 1800      | 1300 | 2300 | 68.000    | 800.0  | -8.81   | 32.000 M3 | 32.000 M3   | 10.000 M3  | 10.000 M3  | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 |
| P3R   | Φ87×77.0  | 1800      | 1300 | 2300 | 67.000    | 800.0  | -8.81   | 32.000 M3 | 32.000 M3 | 10.000 M3  | 10.000 M3  | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | P3R   | Φ87×77.0  | 1800      | 1300 | 2300 | 67.000    | 800.0  | -8.81   | 32.000 M3 | 32.000 M3   | 10.000 M3  | 10.000 M3  | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 |
| P3R   | Φ87×77.0  | 1800      | 1300 | 2300 | 66.000    | 800.0  | -8.81   | 32.000 M3 | 32.000 M3 | 10.000 M3  | 10.000 M3  | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | P3R   | Φ87×77.0  | 1800      | 1300 | 2300 | 66.000    | 800.0  | -8.81   | 32.000 M3 | 32.000 M3   | 10.000 M3  | 10.000 M3  | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 |
| P3R   | Φ87×77.0  | 1800      | 1300 | 2300 | 65.000    | 800.0  | -8.81   | 32.000 M3 | 32.000 M3 | 10.000 M3  | 10.000 M3  | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | P3R   | Φ87×77.0  | 1800      | 1300 | 2300 | 65.000    | 800.0  | -8.81   | 32.000 M3 | 32.000 M3   | 10.000 M3  | 10.000 M3  | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 |
| P3R   | Φ87×77.0  | 1800      | 1300 | 2300 | 64.000    | 800.0  | -8.81   | 32.000 M3 | 32.000 M3 | 10.000 M3  | 10.000 M3  | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | P3R   | Φ87×77.0  | 1800      | 1300 | 2300 | 64.000    | 800.0  | -8.81   | 32.000 M3 | 32.000 M3   | 10.000 M3  | 10.000 M3  | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 |
| P3R   | Φ87×77.0  | 1800      | 1300 | 2300 | 63.000    | 800.0  | -8.81   | 32.000 M3 | 32.000 M3 | 10.000 M3  | 10.000 M3  | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | P3R   | Φ87×77.0  | 1800      | 1300 | 2300 | 63.000    | 800.0  | -8.81   | 32.000 M3 | 32.000 M3   | 10.000 M3  | 10.000 M3  | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 |
| P3R   | Φ87×77.0  | 1800      | 1300 | 2300 | 62.000    | 800.0  | -8.81   | 32.000 M3 | 32.000 M3 | 10.000 M3  | 10.000 M3  | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | P3R   | Φ87×77.0  | 1800      | 1300 | 2300 | 62.000    | 800.0  | -8.81   | 32.000 M3 | 32.000 M3   | 10.000 M3  | 10.000 M3  | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 |
| P3R   | Φ87×77.0  | 1800      | 1300 | 2300 | 61.000    | 800.0  | -8.81   | 32.000 M3 | 32.000 M3 | 10.000 M3  | 10.000 M3  | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | P3R   | Φ87×77.0  | 1800      | 1300 | 2300 | 61.000    | 800.0  | -8.81   | 32.000 M3 | 32.000 M3   | 10.000 M3  | 10.000 M3  | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 |
| P3R   | Φ87×77.0  | 1800      | 1300 | 2300 | 60.000    | 800.0  | -8.81   | 32.000 M3 | 32.000 M3 | 10.000 M3  | 10.000 M3  | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | P3R   | Φ87×77.0  | 1800      | 1300 | 2300 | 60.000    | 800.0  | -8.81   | 32.000 M3 | 32.000 M3   | 10.000 M3  | 10.000 M3  | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 |
| P3R   | Φ87×77.0  | 1800      | 1300 | 2300 | 59.000    | 800.0  | -8.81   | 32.000 M3 | 32.000 M3 | 10.000 M3  | 10.000 M3  | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | P3R   | Φ87×77.0  | 1800      | 1300 | 2300 | 59.000    | 800.0  | -8.81   | 32.000 M3 | 32.000 M3   | 10.000 M3  | 10.000 M3  | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 |
| P3R   | Φ87×77.0  | 1800      | 1300 | 2300 | 58.000    | 800.0  | -8.81   | 32.000 M3 | 32.000 M3 | 10.000 M3  | 10.000 M3  | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | P3R   | Φ87×77.0  | 1800      | 1300 | 2300 | 58.000    | 800.0  | -8.81   | 32.000 M3 | 32.000 M3   | 10.000 M3  | 10.000 M3  | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 |
| P3R   | Φ87×77.0  | 1800      | 1300 | 2300 | 57.000    | 800.0  | -8.81   | 32.000 M3 | 32.000 M3 | 10.000 M3  | 10.000 M3  | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | P3R   | Φ87×77.0  | 1800      | 1300 | 2300 | 57.000    | 800.0  | -8.81   | 32.000 M3 | 32.000 M3   | 10.000 M3  | 10.000 M3  | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 |
| P3R   | Φ87×77.0  | 1800      | 1300 | 2300 | 56.000    | 800.0  | -8.81   | 32.000 M3 | 32.000 M3 | 10.000 M3  | 10.000 M3  | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | P3R   | Φ87×77.0  | 1800      | 1300 | 2300 | 56.000    | 800.0  | -8.81   | 32.000 M3 | 32.000 M3   | 10.000 M3  | 10.000 M3  | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 |
| P3R   | Φ87×77.0  | 1800      | 1300 | 2300 | 55.000    | 800.0  | -8.81   | 32.000 M3 | 32.000 M3 | 10.000 M3  | 10.000 M3  | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | P3R   | Φ87×77.0  | 1800      | 1300 | 2300 | 55.000    | 800.0  | -8.81   | 32.000 M3 | 32.000 M3   | 10.000 M3  | 10.000 M3  | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 |
| P3R   | Φ87×77.0  | 1800      | 1300 | 2300 | 54.000    | 800.0  | -8.81   | 32.000 M3 | 32.000 M3 | 10.000 M3  | 10.000 M3  | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | P3R   | Φ87×77.0  | 1800      | 1300 | 2300 | 54.000    | 800.0  | -8.81   | 32.000 M3 | 32.000 M3   | 10.000 M3  | 10.000 M3  | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 |
| P3R   | Φ87×77.0  | 1800      | 1300 | 2300 | 53.000    | 800.0  | -8.81   | 32.000 M3 | 32.000 M3 | 10.000 M3  | 10.000 M3  | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | P3R   | Φ87×77.0  | 1800      | 1300 | 2300 | 53.000    | 800.0  | -8.81   | 32.000 M3 | 32.000 M3   | 10.000 M3  | 10.000 M3  | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 |
| P3R   | Φ87×77.0  | 1800      | 1300 | 2300 | 52.000    | 800.0  | -8.81   | 32.000 M3 | 32.000 M3 | 10.000 M3  | 10.000 M3  | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | P3R   | Φ87×77.0  | 1800      | 1300 | 2300 | 52.000    | 800.0  | -8.81   | 32.000 M3 | 32.000 M3   | 10.000 M3  | 10.000 M3  | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 |
| P3R   | Φ87×77.0  | 1800      | 1300 | 2300 | 51.000    | 800.0  | -8.81   | 32.000 M3 | 32.000 M3 | 10.000 M3  | 10.000 M3  | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | 10.000 M3 | P3R   | Φ87×77.0  | 1800      | 1300 | 2300 | 51.000    | 800.0  | -8.81   | 32.000 M3 | 32.000 M3</ |            |            |           |           |           |           |

[illegible]



|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

附錄 1-12



[illegible][illegible]



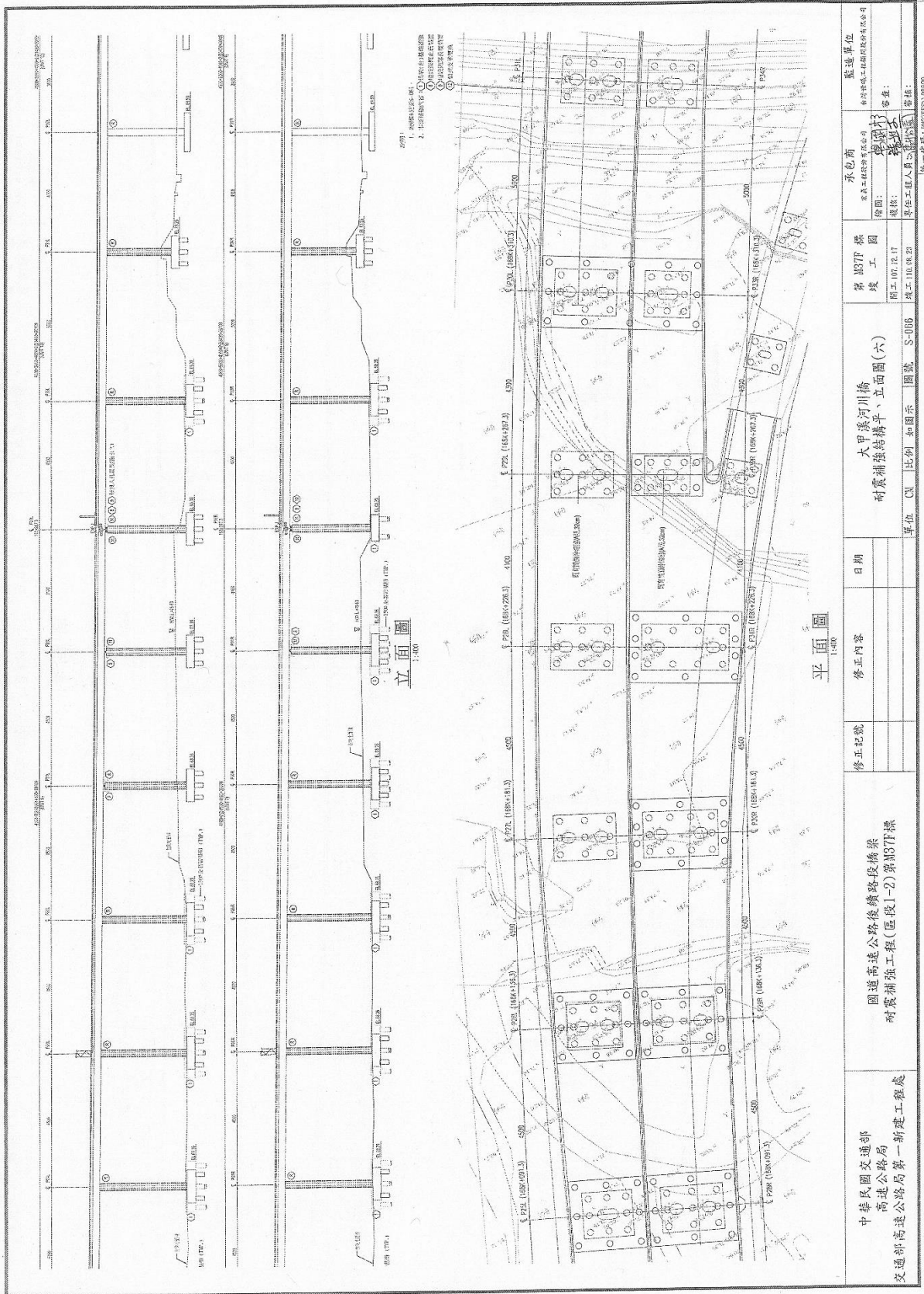
## 附錄二

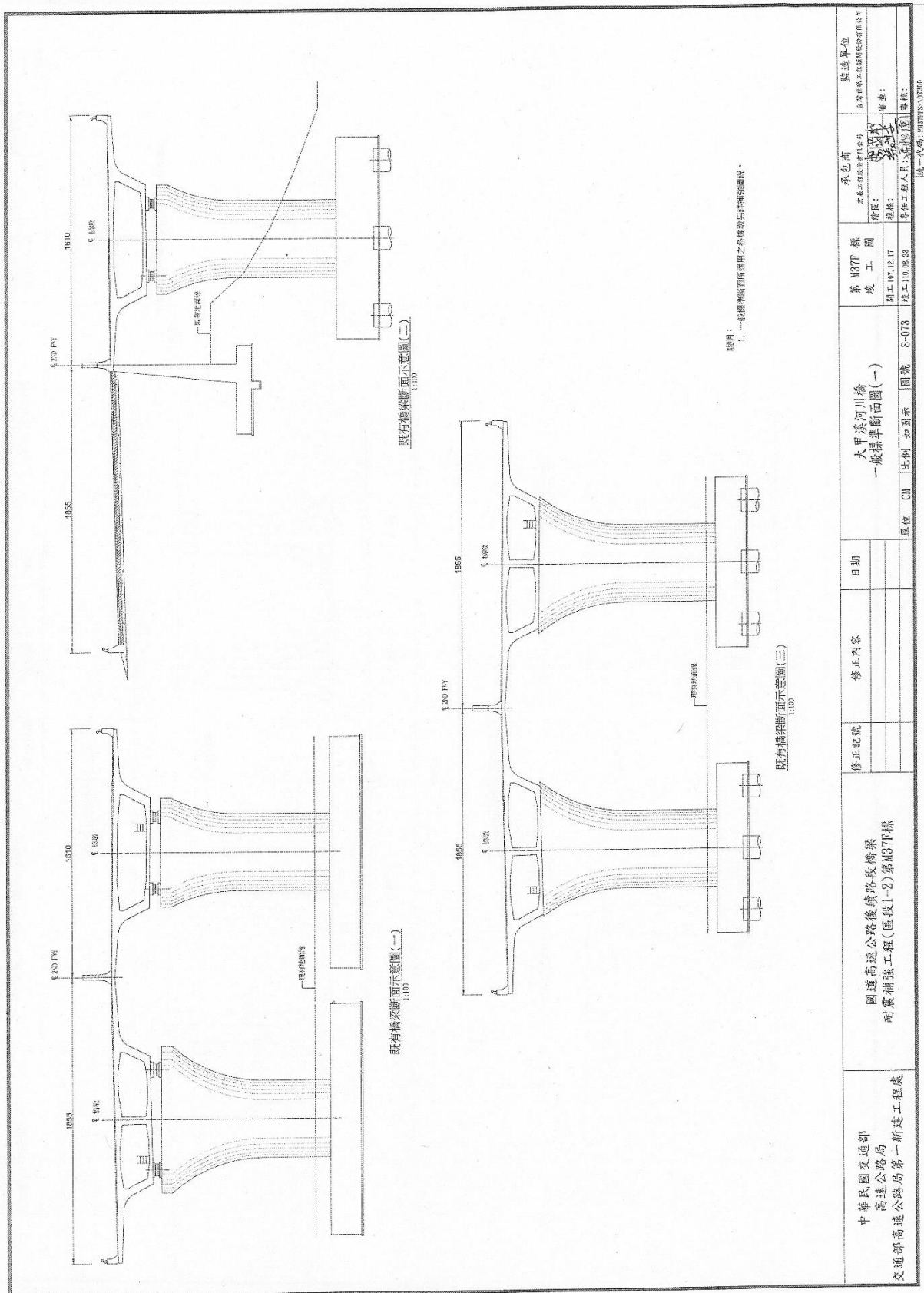
### 國道三號大甲溪橋耐震補強竣工圖



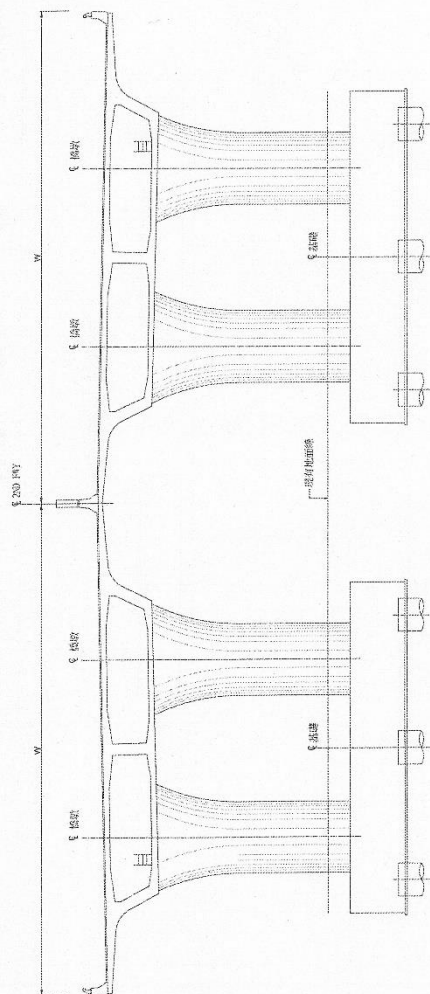




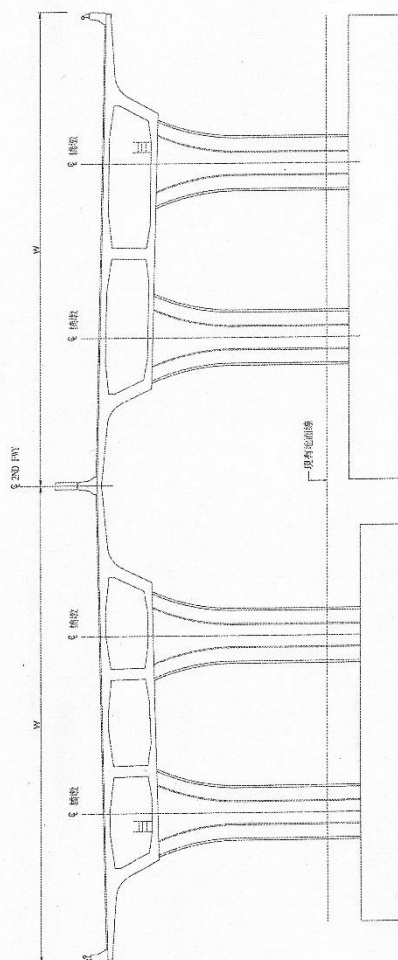




|                                     |                                     |      |      |    |          |           |             |                                                 |                                              |                                               |
|-------------------------------------|-------------------------------------|------|------|----|----------|-----------|-------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 中華民國交通部<br>高速公路局<br>交通部高速公路局第一所建工程處 | 國道高速公路後續路段橋梁<br>耐震補強工程(區段1-2)第M37F標 | 修正紀錄 | 修正內容 | 日期 | 單位<br>C1 | 比例<br>如圖示 | 圖號<br>S-073 | 第 M37F 標<br>竣工圖<br>開工日期: 112.11<br>竣工日期: 113.03 | 監造單位<br>宏誠工程股份有限公司<br>監造人: 蔡明輝<br>監造工程師: 蔡明輝 | 承包廠商<br>宏誠工程股份有限公司<br>負責人: 蔡明輝<br>負責人工程師: 蔡明輝 |
|                                     |                                     |      |      |    |          |           |             |                                                 |                                              |                                               |
|                                     |                                     |      |      |    |          |           |             |                                                 |                                              |                                               |



既有橋梁斷面示意圖(四)  
1:100

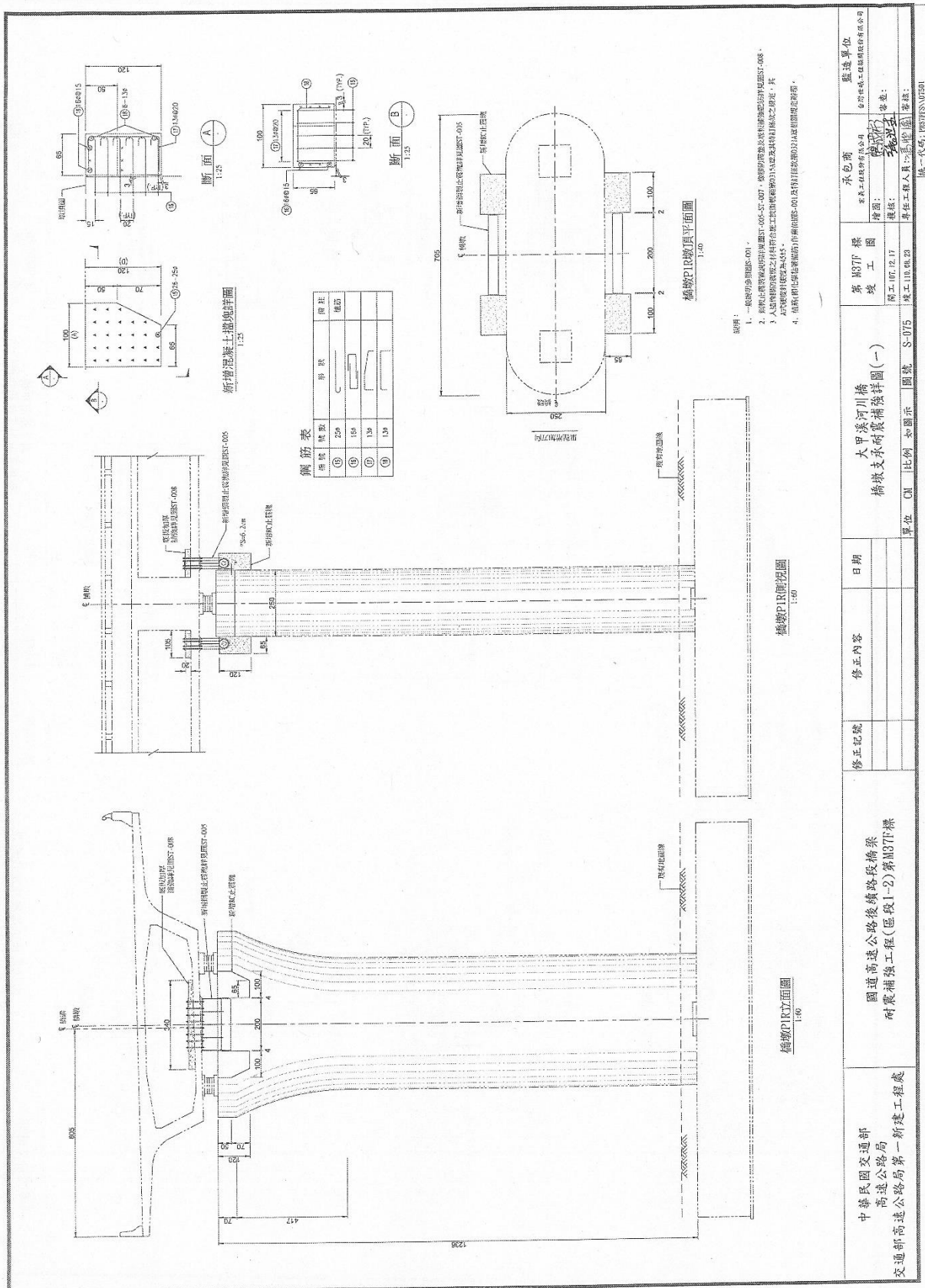


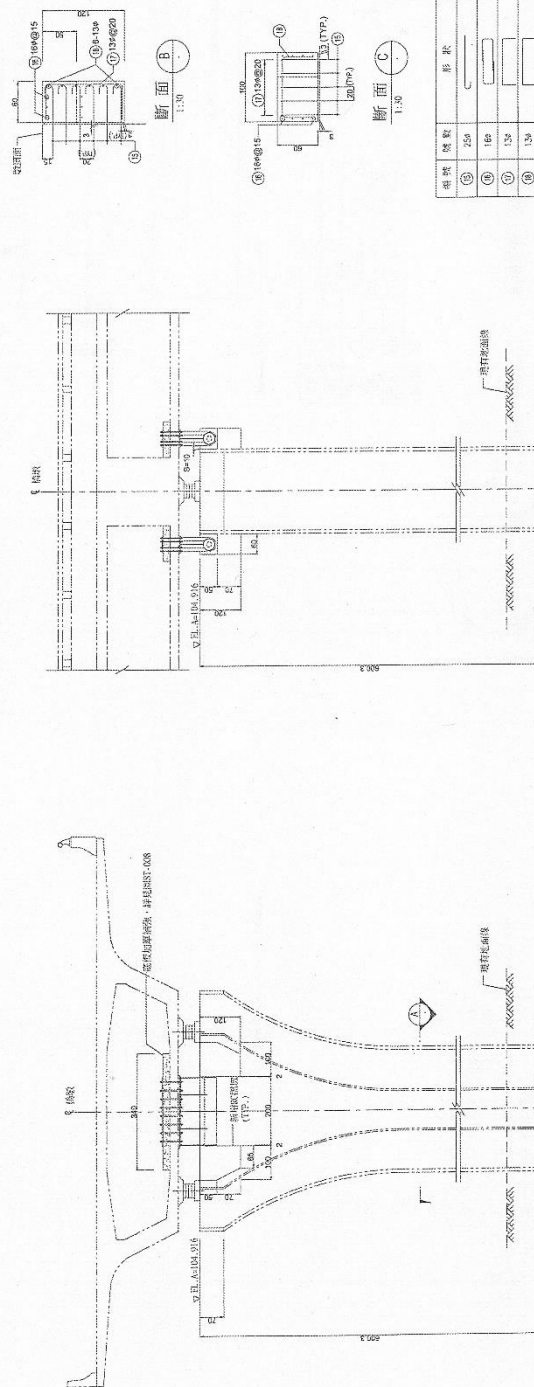
既有橋梁斷面示意圖(五)  
1:100

說明：  
1. 一般橋梁斷面所採用之各種材料詳說明書。

|                                     |                                     |      |      |    |                     |                               |                                 |                   |             |          |             |             |              |          |          |
|-------------------------------------|-------------------------------------|------|------|----|---------------------|-------------------------------|---------------------------------|-------------------|-------------|----------|-------------|-------------|--------------|----------|----------|
| 中華民國交通部<br>高速公路局<br>交通部高速公路局第一新建工程處 | 國道高速公路後續路段橋梁<br>耐震補強工程(區段1-2)第M37F標 | 修正紀錄 | 修正內容 | 日期 | 大甲溪河川橋<br>一般縱斷面圖(二) | 第M37F標<br>竣工圖<br>圖工-101.12.17 | 監造單位<br>監造工程師<br>監造工程師<br>監造工程師 | 承造商<br>承造商<br>承造商 | 圖號<br>S-074 | 單位<br>圖示 | 比例<br>1:100 | 圖號<br>S-074 | 竣工日期<br>竣工日期 | 審核<br>審核 | 圖一<br>圖一 |
|                                     |                                     |      |      |    |                     |                               |                                 |                   |             |          |             |             |              |          |          |







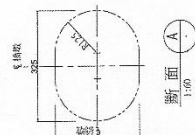
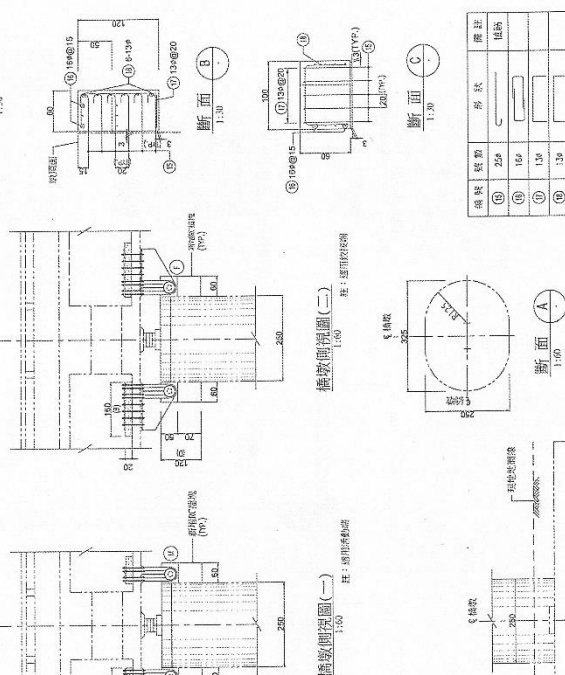
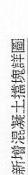
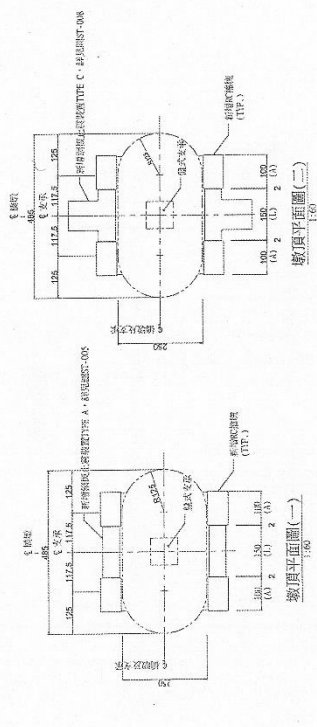
1. 一般說明參照圖001。
2. 鋼索吊車吊機型號為HST-035-SF-007，說明書參見本局設計院HST-006。
3. 人字鋼索吊車之材料符合施工技術規格GB1561第六條有關之規定，其試驗報告編號為445。

| 種類 | 数量  | 形状 | 用途 |
|----|-----|----|----|
| ⑤  | 250 | C  | 足跡 |
| ⑥  | 160 |    |    |
| ⑦  | 130 |    |    |
| ⑧  | 130 |    |    |

|                                |                                     |      |      |    |                         |              |                                                          |                                                             |
|--------------------------------|-------------------------------------|------|------|----|-------------------------|--------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| 中華民國交通部<br>高速公路局<br>交通部第一新建工程處 | 國道高速公路後續路段橋梁<br>時震補強工程(區段1-2)第M37P標 | 修正記號 | 修正內容 | 日期 | 大甲溪河川橋<br>橋墩支承時震補強詳圖(二) | 第M37P標<br>竣工 | 承造商<br>東昇工程股份有限公司<br>負責人: 劉明才<br>地址: 彰化市<br>電話: 362-1111 | 監造單位<br>台灣工程顧問股份有限公司<br>負責人: 劉明才<br>地址: 彰化市<br>電話: 362-1111 |
|--------------------------------|-------------------------------------|------|------|----|-------------------------|--------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|

北上线橋墩資料表

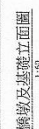
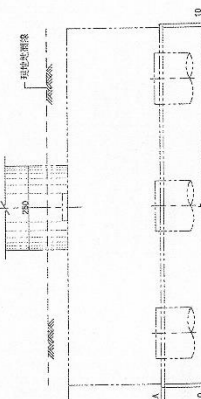
| 時 間  | 原形質分析     |           |           |           | 要素分析         |              | 備註 |
|------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------|--------------|----|
|      | ELISA (D) | ELISA (H) | ELISA (A) | ELISA (C) | 因子分析 (第一主成分) | 因子分析 (第二主成分) |    |
| P27L | 48.45     | 37.472    | 27.666    | 1920      | 275          | —            | F  |
| P28L | 65.35     | 27.439    | 398       | 1450      | 1100         | 275          | —  |
| P47L | 65.35     | 26.888    | 669       | 2100      | 1100         | 275          | —  |



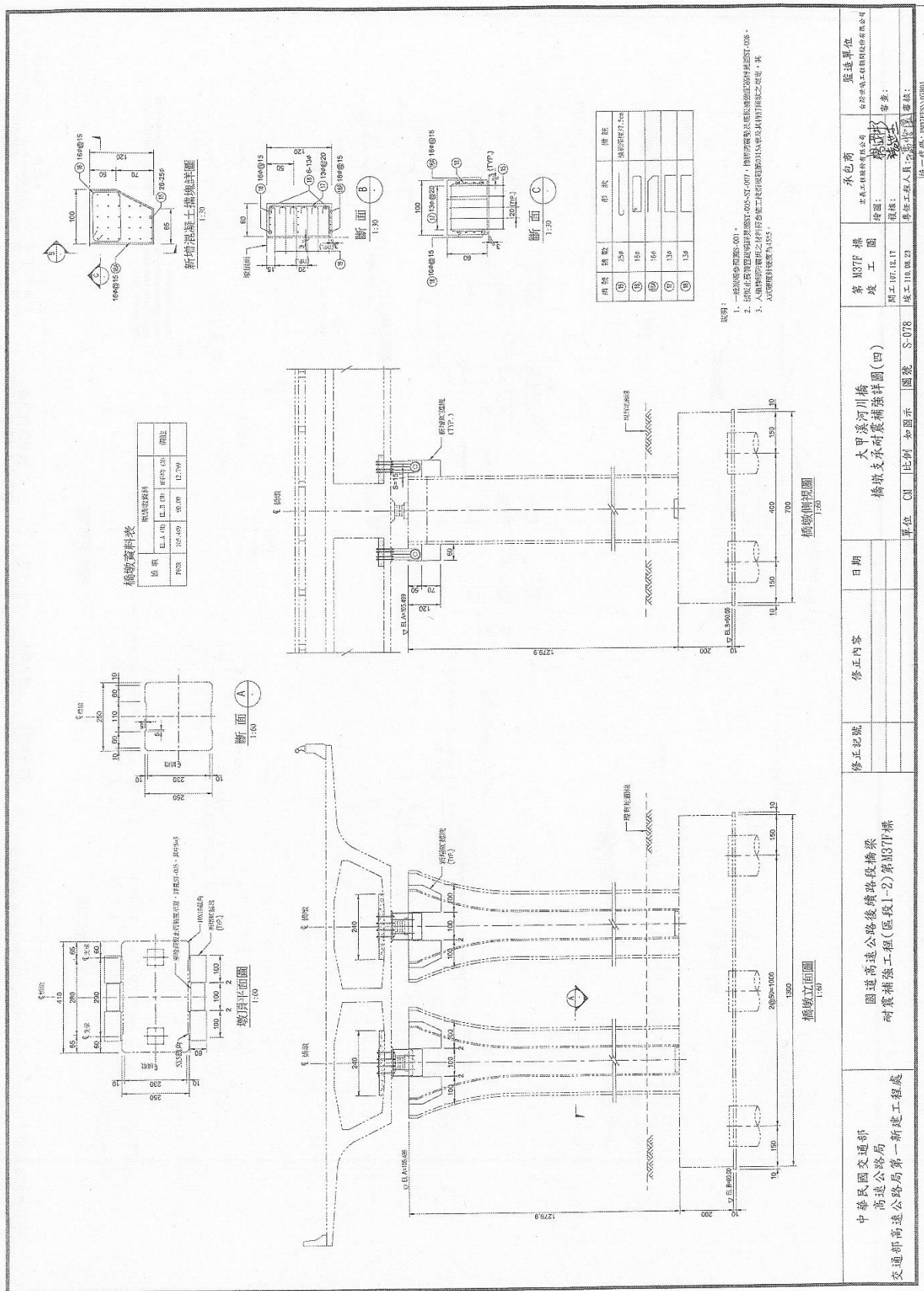
說明：

1. 一般適用者類型：001。
2. 因防止劣質貨物之流通：005、57、007。警務局為並及提供保證書時見ST-008。
3. 人造纖維質之材料符合重工業法規第31.54條及其施行細則之規定。基本式編號計列為455。

| 線型號碼 | 裝數  | 形狀                                                                                  | 用途 |
|------|-----|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ⑬    | 25g | C                                                                                   |    |
| ⑭    | 15g |  |    |
| ⑮    | 13g |  |    |
| ⑯    | 13g |  |    |

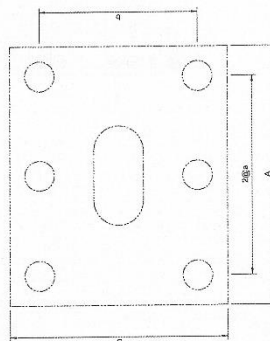
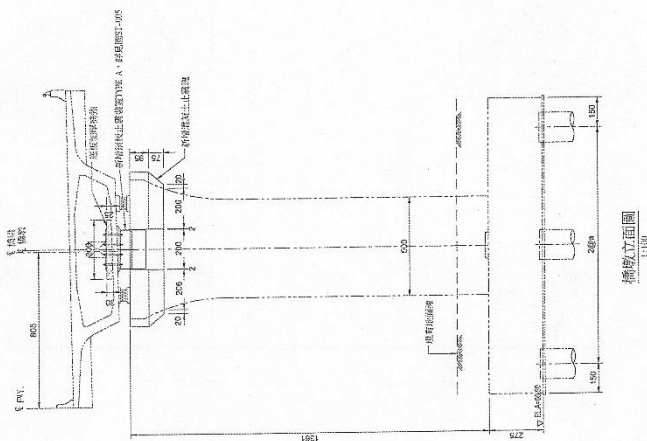
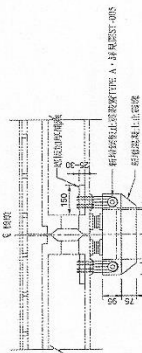


|                  |                 |                                     |      |      |    |                         |               |                      |                        |
|------------------|-----------------|-------------------------------------|------|------|----|-------------------------|---------------|----------------------|------------------------|
| 中華民國交通部<br>高速公路局 | 交通部高速公路局第一新建工程處 | 國道高速公路後埔路段橋梁<br>耐震補強工程(區段1-2)第N37P標 | 修正紀錄 | 修正內容 | 日期 | 大甲溪河川橋<br>橋墩支承耐震補強詳圖(三) | 第N37P標<br>竣工圖 | 承包廠商<br>永義工程建設股份有限公司 | 監造單位<br>台灣世通工程建設股份有限公司 |
|                  |                 |                                     |      |      |    | 開工日期: 12.17             | 繪圖人: 謝安祥      | 繪圖日期: 108.12.17      | 繪圖單位: 永義工程建設股份有限公司     |
|                  |                 |                                     |      |      |    | 竣工日期: 110.08.23         | 繪圖人: 謝安祥      | 繪圖日期: 110.08.23      | 繪圖單位: 永義工程建設股份有限公司     |
|                  |                 |                                     |      |      |    | 單位: CM                  | 比例: 如圖示       | 圖號: S-077            | 圖名: 橋墩支承耐震補強詳圖(三)      |





| 項目               | 低濃度設計 |       |       |       |       |       |        |        |        |    |  |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|----|--|
|                  | W (%) | H (%) | W (%) | A (%) | B (%) | D (%) | a (CS) | b (CS) | S (CS) | 備註 |  |
| PM <sub>10</sub> | 95.50 | 13.61 | 80.5  | 1300  | 1000  | 275   | 500    | 700    | 15     |    |  |



### 基礎平面圖

- 明：
1. 一般認為金剛鑽是 5001。
  2. 值買上學要買鑽頭(作酒店鑽 5001)及特許鑽機 5021 及特許鑽機作修理。
  3. 鑽頭上標有鑽機號碼 ST-005-007，底加加標有化學品號碼 ST-006。
  4. 人造物與石製之材料符合勞工技術局編號 01515 及符合特許鑽機之原理。其形式與打鑽機一致。
  5. 1500 金剛鑽號碼 ST-007-028。

|                  |                 |                                     |      |      |    |                           |               |                                                           |                    |            |            |
|------------------|-----------------|-------------------------------------|------|------|----|---------------------------|---------------|-----------------------------------------------------------|--------------------|------------|------------|
| 中華民國交通部<br>高速公路局 | 交通部高速公路局第一期建工程處 | 國道高速公路後端路段橋梁<br>時震補強工程(區段1-2)第M37P標 | 修正記號 | 修正內容 | 日期 | 大甲溪河川橋<br>橋墩P5防落長度補強詳圖(一) | 第M37P標<br>竣工圖 | 承包商<br>永成工程股份有限公司<br>負責人 詹明忠<br>傳真: 2620523<br>地址: 340005 | 監造單位<br>永成工程股份有限公司 |            |            |
|                  |                 |                                     |      |      |    | 單位                        | 比例            | 圖號                                                        | S-079              | 竣工110.0033 | 簽章:<br>簽章: |
|                  |                 |                                     |      |      |    | 圖示                        | 如圖示           | 圖號                                                        | S-079              | 竣工110.0033 | 簽章:<br>簽章: |

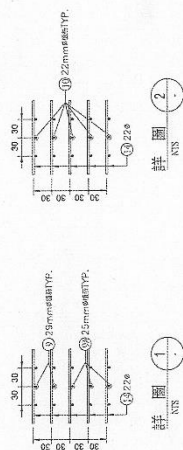


立面配筋圖

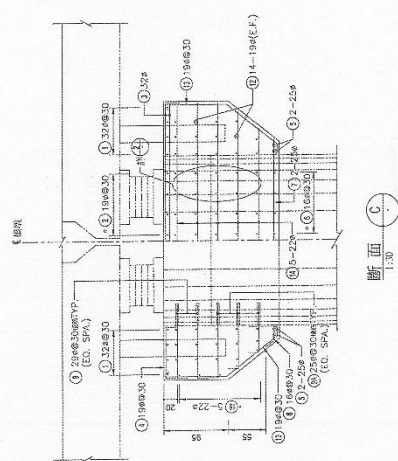
| 钢筋表 | 直径   | 长度  | 形状 | 备注 |
|-----|------|-----|----|----|
|     | ① 10 | 322 | □  |    |
|     | ② 10 | 190 | □  |    |
|     | ③ 10 | 320 | □  |    |
|     | ④ 10 | 190 | □  |    |
|     | ⑤ 25 | 255 | □  |    |
|     | ⑥ 16 | 165 | □  |    |
|     | ⑦ 25 | 255 | □  |    |
|     | ⑧ 16 | 160 | □  | 横筋 |
|     | ⑨ 20 | 205 | □  | 竖筋 |
|     | ⑩ 25 | 255 | □  | 竖筋 |
|     | ⑪ 22 | 225 | □  | 竖筋 |
|     | ⑫ 10 | 190 | □  |    |
|     | ⑬ 10 | 195 | □  |    |
|     | ⑭ 22 | 225 | □  |    |
|     | ⑮ 19 | 195 | □  |    |

註：⑩ 謂前上下唇接近而交錯

1. 一般說明參閱第3-001。
2. 值而(即化學反應物)在濃度(第3-001)及443(第3-001)管相規矩度。
3. 因以上濃度而計算其濃度。005。
4. 人、植物、動物、植物之材料符合能。其相規矩第3-564及第443(第3-001)。



詳圖 2

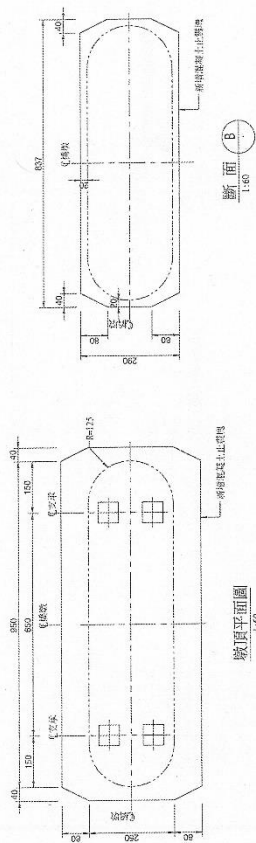


斷面  
1:30

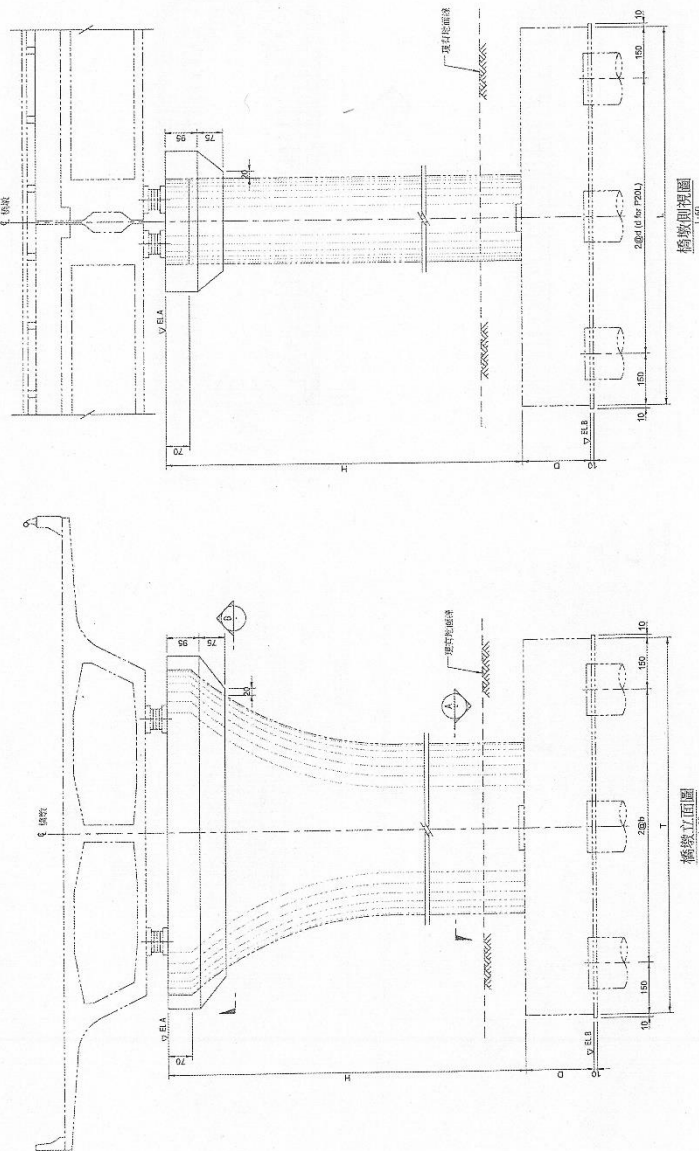
|                                     |                                     |      |      |    |                          |                            |                   |                        |
|-------------------------------------|-------------------------------------|------|------|----|--------------------------|----------------------------|-------------------|------------------------|
| 中華民國交通部<br>高速公路局<br>交通部高速公路局第一新建工程處 | 國道高速公路後端路段橋梁<br>耐震補強工程(區段1-2)第N37P標 | 修正記號 | 修正內容 | 日期 | 大甲溪河川橋<br>橋墩防沖防長度補強詳圖(二) | 第N37P標<br>竣工               | 承包商<br>宏基工程股份有限公司 | 監造單位<br>台灣建設工程顧問股份有限公司 |
|                                     |                                     |      |      |    |                          | 開工107.12.17<br>竣工110.08.23 | 繪圖:<br>複繪:        | 卷數:<br>第1卷             |
|                                     |                                     |      |      |    | 單位 CM 比例 如圖示             | 圖號 S-080                   | 設計工程師人員: 王怡欣      | 審核: 黃任工務人員: 王怡欣        |

橋墩資料表

| 橋墩   | 橋墩編號   | E.A (m) | B (m)  | F (m) | T (m) | L (m) | D (m) | B (m) | d (m) | 备注 |
|------|--------|---------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----|
| P20L | 02.213 | 86.35   | 31.23  | 1300  | 1000  | 275   | 450   | 450   | 700   |    |
| P23R | 03.051 | 86.25   | 30.925 | 1200  | 1100  | 275   | 450   | 450   | 800   |    |



斷面 A



橋墩剖面圖

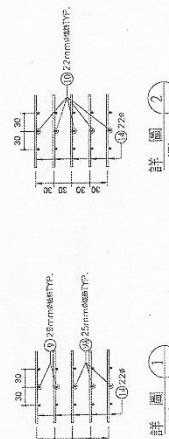
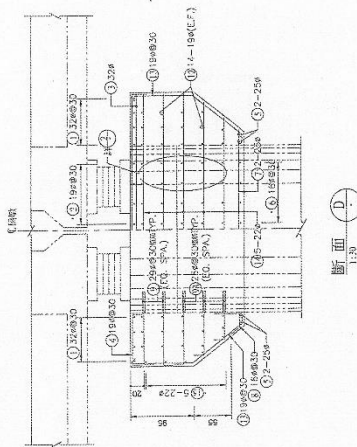
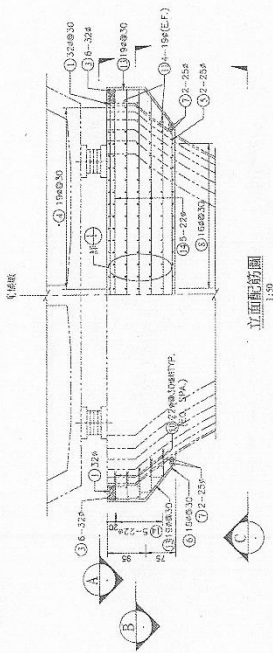
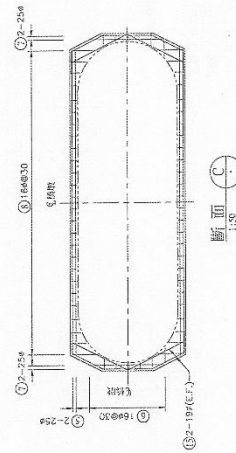
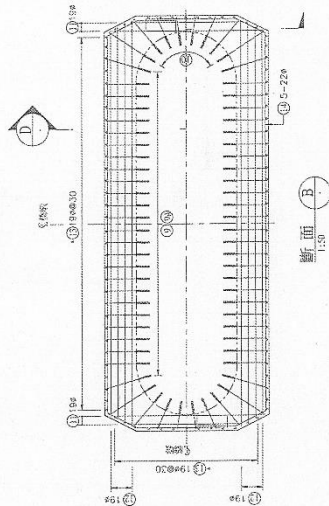
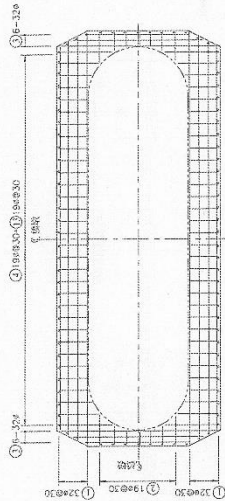
- 說明：
1. 一般地質參照圖 501。
  2. 附此剖面圖者係指圖 505-005-007，特別指地質剖面圖 505-005-008。
  3. 人員應於剖面圖之材料符合工程規範 031A 及設計打打之規定，其 A/C 應符合圖 505-005。

|                                     |                                     |      |      |    |                              |  |  |               |                              |
|-------------------------------------|-------------------------------------|------|------|----|------------------------------|--|--|---------------|------------------------------|
| 中華民國交通部<br>高速公路局<br>交通部高速公路局第一新建工程處 | 國道高速公路後續路段橋梁<br>耐震補強工程(區段1-2)第M3TF標 | 修正紀錄 | 修正內容 | 日期 | 大甲溪河川橋                       |  |  | 第M3TF標<br>竣工圖 | 承包廠商<br>宏義工程股份有限公司<br>負責人：張明 |
|                                     |                                     |      |      |    | 橋墩P20L、P23R防落長度補強詳圖(一)       |  |  |               |                              |
|                                     |                                     |      |      |    | 單位：CM 比例：如圖示 圖號：S-081        |  |  |               |                              |
|                                     |                                     |      |      |    | 開工107.12.17                  |  |  |               |                              |
|                                     |                                     |      |      |    | 竣工108.02.03                  |  |  |               |                              |
|                                     |                                     |      |      |    | 監造單位<br>宏義工程股份有限公司<br>監造人：張明 |  |  |               |                              |

鋼筋表

| 編號 | 直徑  | 長度   | 單位 |
|----|-----|------|----|
| ①  | 32φ | 132# | 根  |
| ②  | 19φ | 19#  | 根  |
| ③  | 32φ | 32#  | 根  |
| ④  | 19φ | 19#  | 根  |
| ⑤  | 25φ | 25#  | 根  |
| ⑥  | 19φ | 19#  | 根  |
| ⑦  | 25φ | 25#  | 根  |
| ⑧  | 19φ | 19#  | 根  |
| ⑨  | 25φ | 25#  | 根  |
| ⑩  | 22φ | 22#  | 根  |
| ⑪  | 19φ | 19#  | 根  |
| ⑫  | 19φ | 19#  | 根  |
| ⑬  | 22φ | 22#  | 根  |
| ⑭  | 19φ | 19#  | 根  |
| ⑮  | 19φ | 19#  | 根  |

註：① 鋼筋上下端附設彎鉤



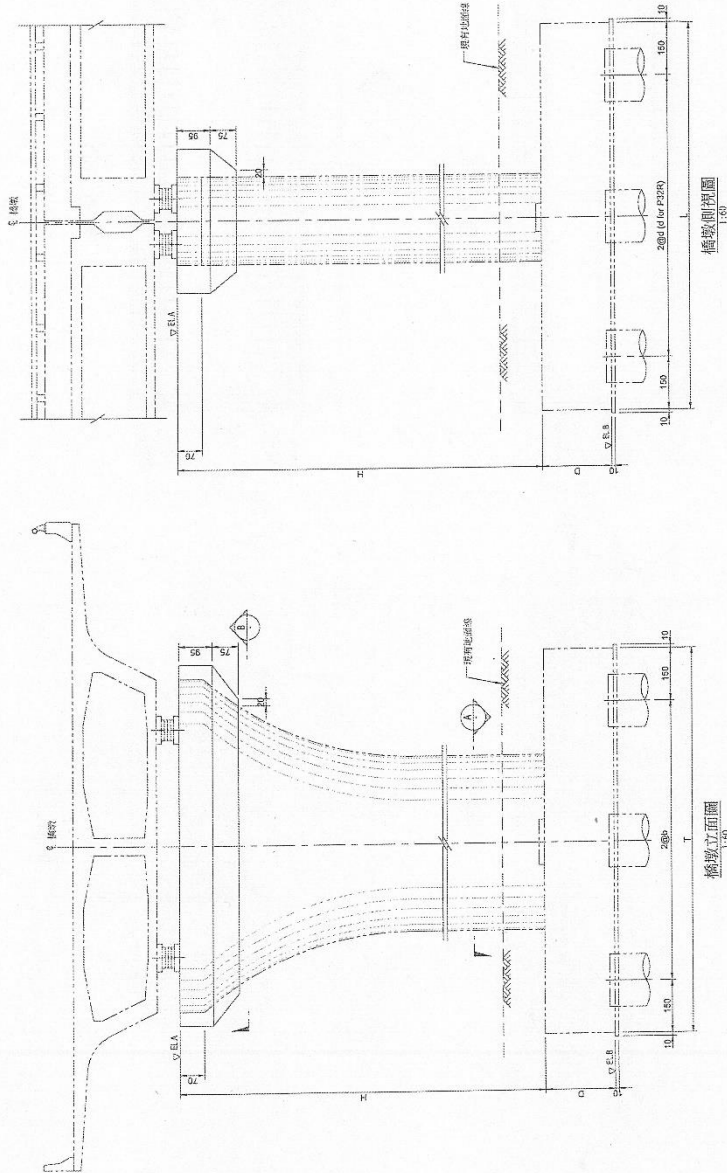
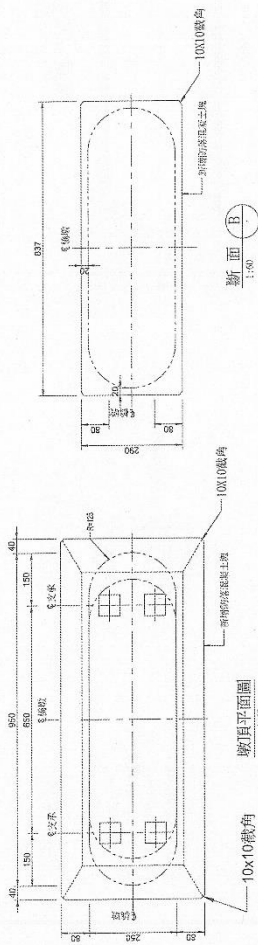
- 說明：
1. 一般說明參照圖集-001。
  2. 應採用化學藥劑防腐處理(10)及施打防腐塗層(10)以達到防腐效果。
  3. 本圖僅供設計參考，實際施工應參照設計圖樣及說明書之規定。

|                                     |                                     |      |      |    |               |                                  |                       |             |                    |             |             |                    |             |
|-------------------------------------|-------------------------------------|------|------|----|---------------|----------------------------------|-----------------------|-------------|--------------------|-------------|-------------|--------------------|-------------|
| 中華民國交通部<br>高速公路局<br>交通部高速公路局第一新建工程處 | 國道高速公路後鎮路段橋梁<br>耐震補強工程(區段1-2)第B37F橋 | 修正紀錄 | 修正內容 | 日期 | 第B37F橋<br>竣工圖 | 大甲溪河川橋<br>橋梁P20L、P23R防落長及補強詳圖(二) | 單位<br>圖示<br>比例<br>如圖示 | 圖號<br>S-082 | 竣工日期<br>2023.11.08 | 設計人員<br>李俊傑 | 校對人員<br>李俊傑 | 監造單位<br>宏興工程股份有限公司 | 監造人員<br>李俊傑 |
|                                     |                                     |      |      |    |               |                                  |                       |             |                    |             |             |                    |             |



補墩資料表

| 橋墩  | 柱 A 間距 B (m) | B (m) | T (cm) | L (cm) | D (cm) | b (cm) | c (cm) | 備註 |
|-----|--------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|----|
| P1L | 107.276      | 68.35 | 36.272 | 1200   | 1100   | 275    | 450    |    |
| P1R | 107.276      | 68.35 | 36.272 | 1300   | 1100   | 275    | 500    |    |
| P2R | 97.595       | 68.35 | 35.590 | 1100   | 900    | 275    | 400    |    |

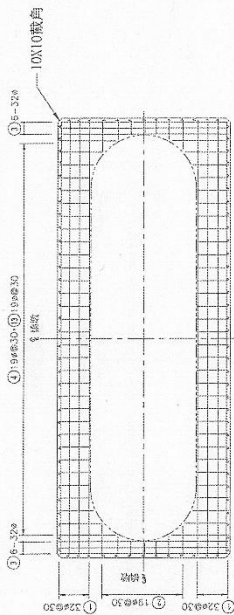


|                                     |                                     |      |      |    |                        |                              |                          |                              |
|-------------------------------------|-------------------------------------|------|------|----|------------------------|------------------------------|--------------------------|------------------------------|
| 中華民國交通部<br>高速公路局<br>交通部高速公路局第一新建工程處 | 國道高速公路後續路段橋梁<br>耐震補強工程(區段1-2)第M3TF標 | 修正紀錄 | 修正內容 | 日期 | 橋墩P1L、P1R、P2R耐震補強詳圖(一) | 第M3TF標<br>竣工圖                | 承造商<br>宏興工程股份有限公司        | 監造單位<br>宏興工程股份有限公司           |
|                                     |                                     |      |      |    | 單位 CM 比例 如圖示 圖號 S-082A | 圖工 107.12.17<br>竣工 110.08.23 | 繪圖:<br>審核:<br>監造:<br>備註: | 圖工 107.12.17<br>竣工 110.08.23 |

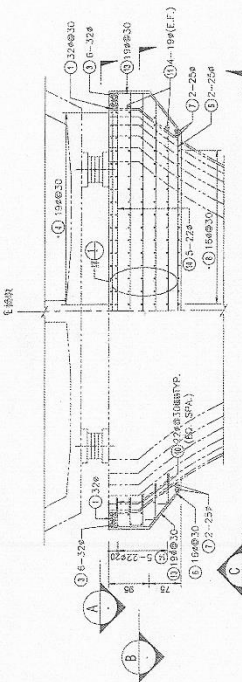
補筋表

| 種類 | 單位  | 數量 | 備註 |
|----|-----|----|----|
| ①  | 32# | 10 |    |
| ②  | 19# | 10 |    |
| ③  | 32# | 10 |    |
| ④  | 19# | 10 |    |
| ⑤  | 25# | 10 |    |
| ⑥  | 16# | 10 |    |
| ⑦  | 25# | 10 |    |
| ⑧  | 19# | 10 |    |
| ⑨  | 22# | 10 |    |
| ⑩  | 19# | 10 |    |
| ⑪  | 16# | 10 |    |
| ⑫  | 22# | 10 |    |
| ⑬  | 19# | 10 |    |
| ⑭  | 16# | 10 |    |
| ⑮  | 19# | 10 |    |

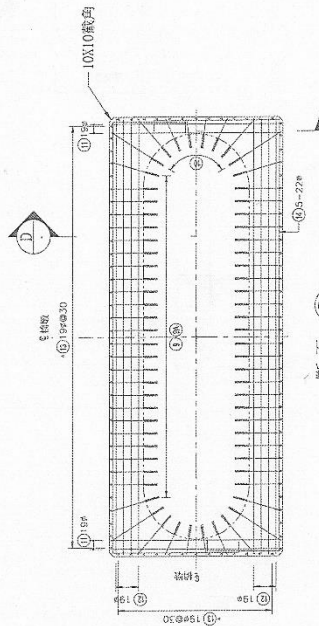
註：① 補筋上下端應加彎鉤



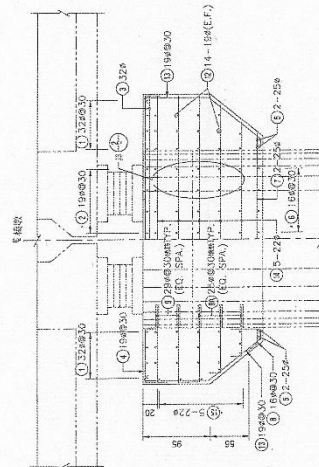
斷面 A  
1:50



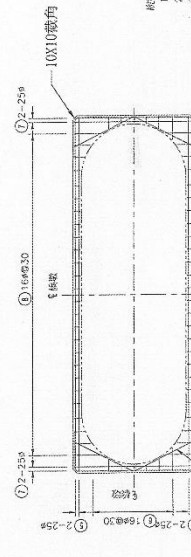
立面配筋圖  
1:50



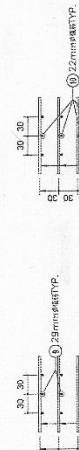
斷面 B  
1:50



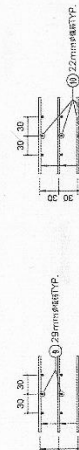
斷面 D  
1:50



斷面 C  
1:50



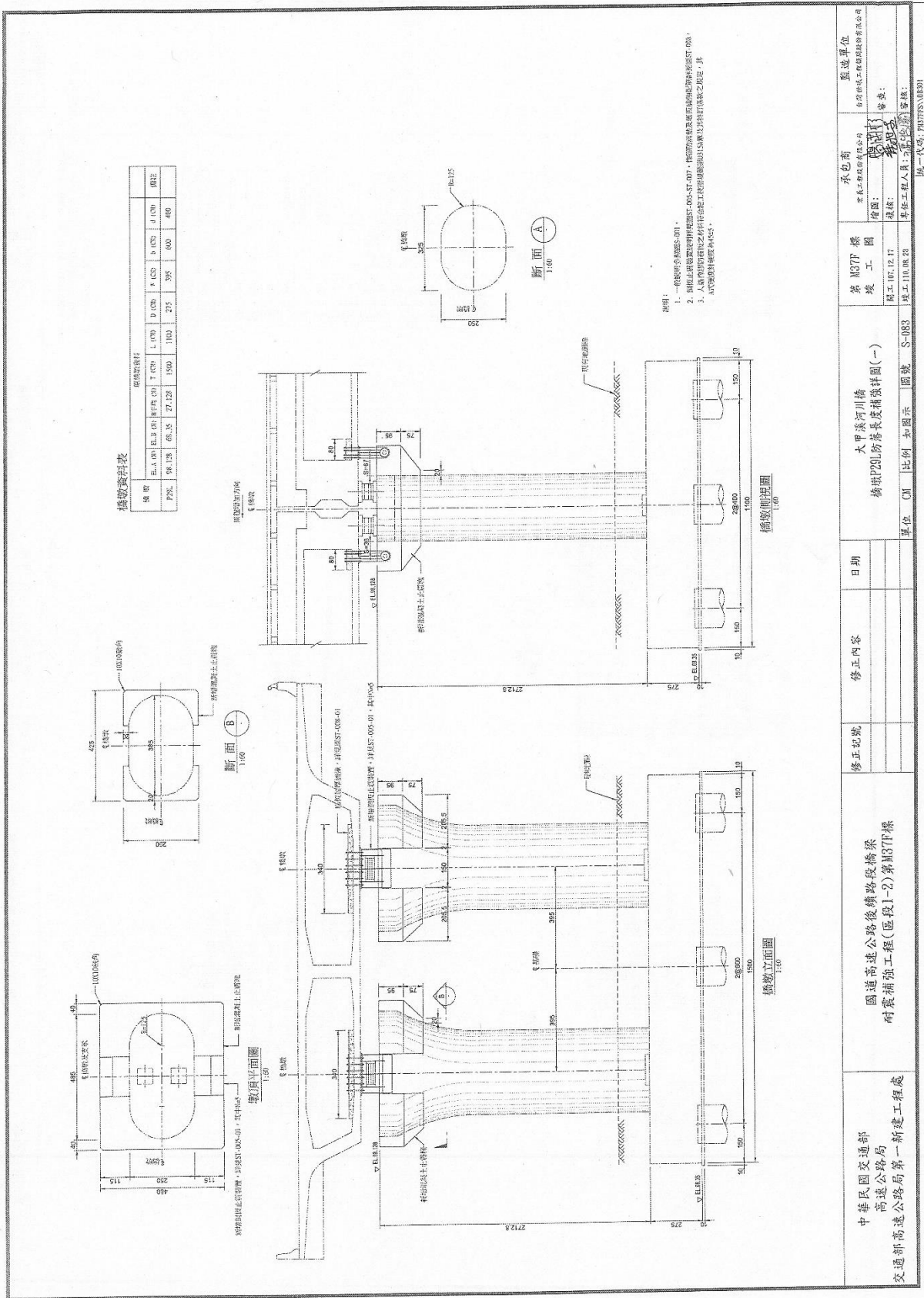
詳圖 1  
NTS



詳圖 2  
NTS

說明：  
1. 本圖係根據設計圖樣繪製。  
2. 凡在圖中未註明之尺寸，均應按設計圖樣之規定。  
3. 本圖係根據設計圖樣繪製。

|                                     |                                     |           |                |                |                                    |                |                                                                                  |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------|----------------|----------------|------------------------------------|----------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| 中華民國交通部<br>高速公路局<br>交通部高速公路局第一新建工程處 | 國道高速公路後續路段橋梁<br>耐震補強工程(區段1-2)第M37F橋 | 修正紀錄      | 修正內容           | 日期             | 大平溪河川橋<br>橋樑P1L-P14R-P22R耐震補強工程(二) | 第M37F橋<br>竣工圖  | 承包廠商<br>宏昌工程股份有限公司<br>繪圖：陳明達<br>校核：李國華<br>審核：李國華<br>監造單位<br>宏昌工程股份有限公司<br>監造：李國華 |
| 單位：CN                               | 比例：如圖示                              | 圖號：S-082B | 竣工日期：107.12.17 | 竣工日期：107.12.17 | 竣工日期：107.12.17                     | 竣工日期：107.12.17 | 竣工日期：107.12.17                                                                   |

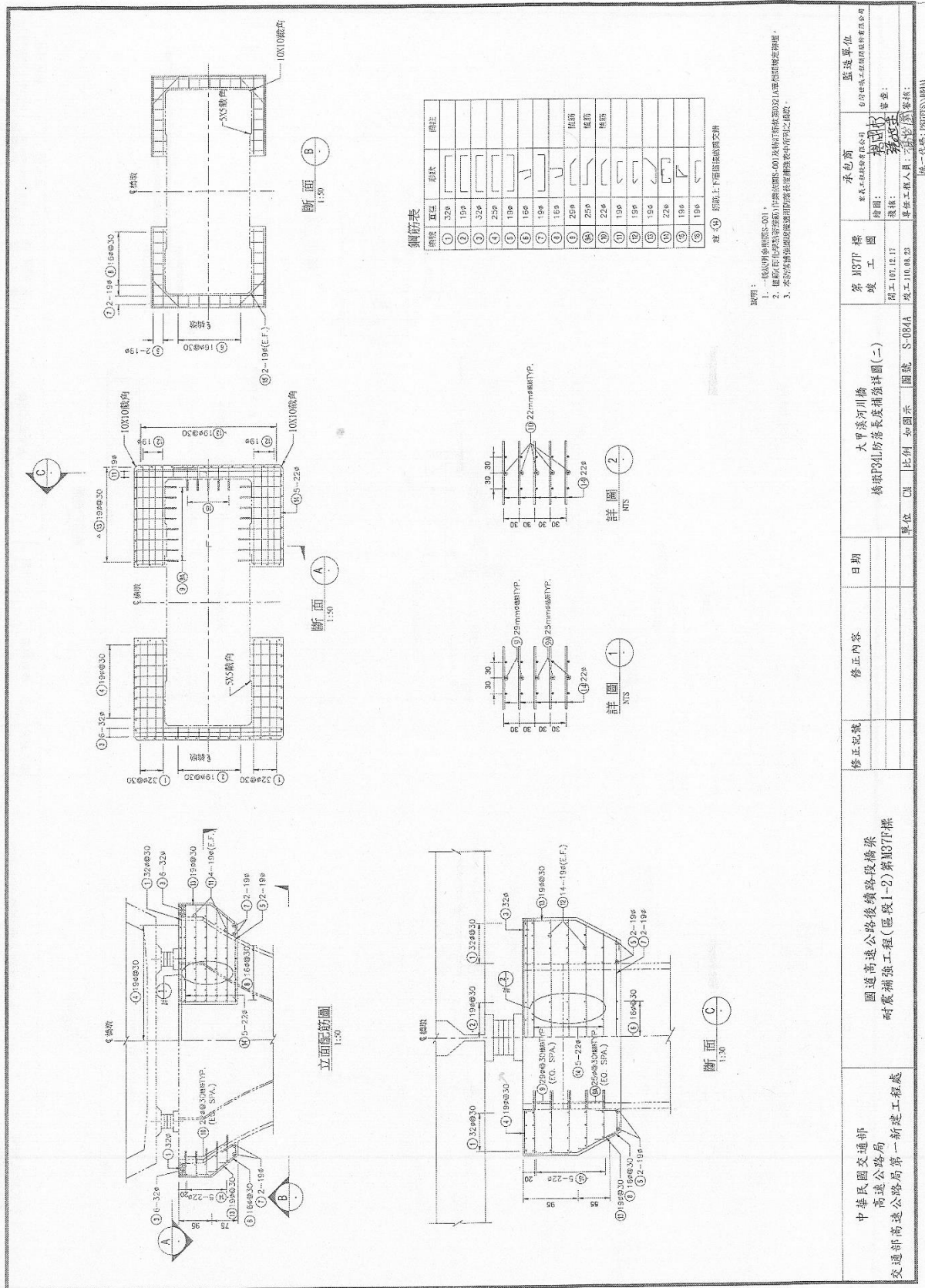


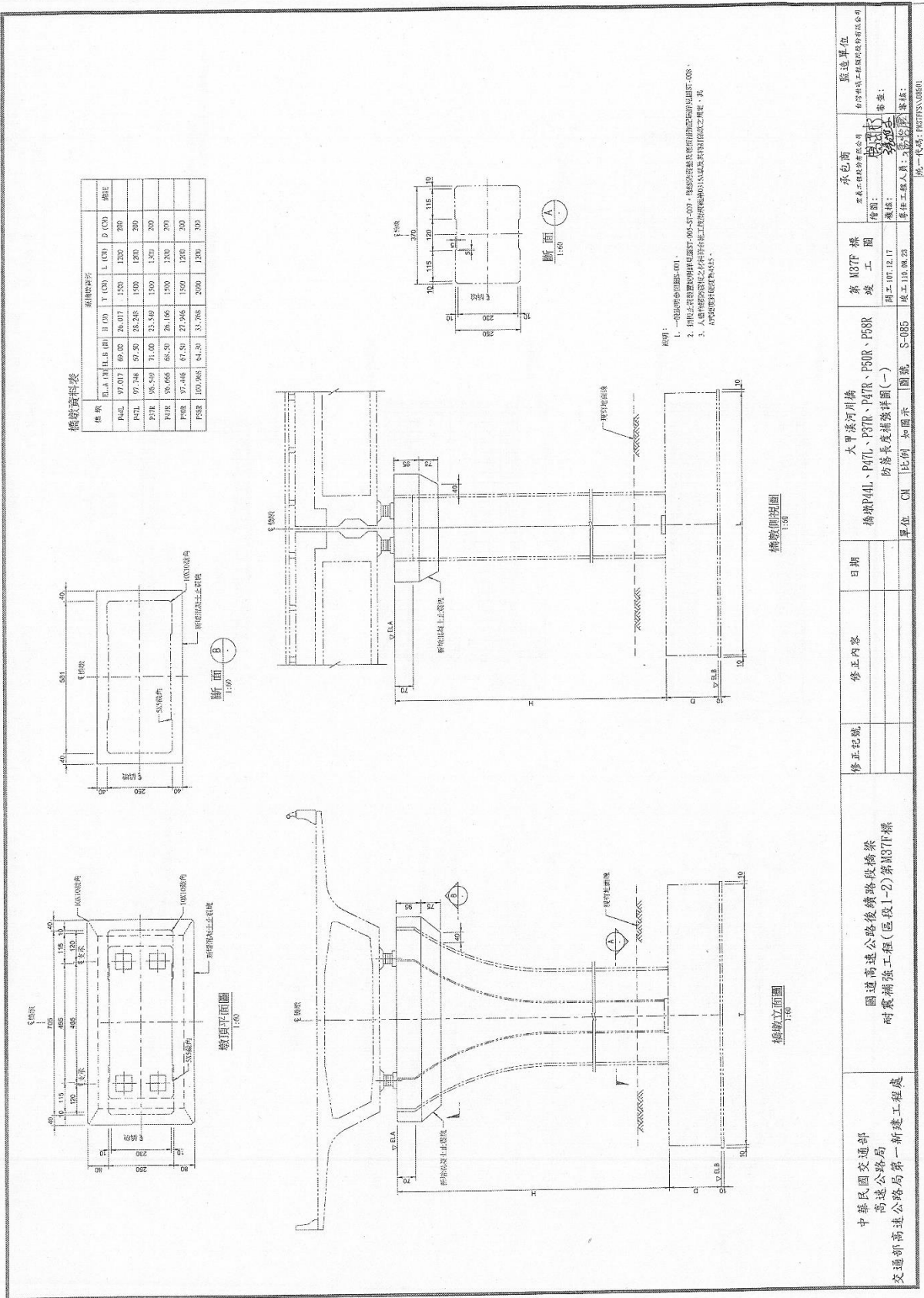
附錄 2-15





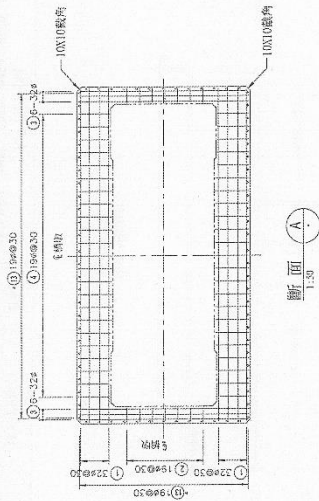
統一代碼: P037FFS\08491



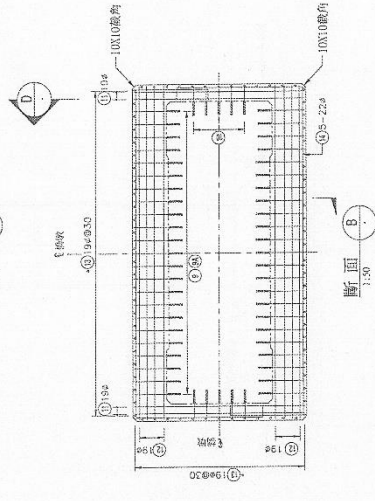


| 編號 | 規格  | 單位 | 數量   |
|----|-----|----|------|
| ①  | 32# | kg | 1500 |
| ②  | 19# | kg | 1500 |
| ③  | 32# | kg | 1500 |
| ④  | 25# | kg | 1500 |
| ⑤  | 19# | kg | 1500 |
| ⑥  | 19# | kg | 1500 |
| ⑦  | 19# | kg | 1500 |
| ⑧  | 19# | kg | 1500 |
| ⑨  | 25# | kg | 1500 |
| ⑩  | 22# | kg | 1500 |
| ⑪  | 19# | kg | 1500 |
| ⑫  | 19# | kg | 1500 |
| ⑬  | 19# | kg | 1500 |
| ⑭  | 19# | kg | 1500 |
| ⑮  | 19# | kg | 1500 |
| ⑯  | 19# | kg | 1500 |
| ⑰  | 19# | kg | 1500 |
| ⑱  | 19# | kg | 1500 |
| ⑲  | 19# | kg | 1500 |
| ⑳  | 19# | kg | 1500 |
| ㉑  | 19# | kg | 1500 |
| ㉒  | 19# | kg | 1500 |
| ㉓  | 19# | kg | 1500 |
| ㉔  | 19# | kg | 1500 |
| ㉕  | 19# | kg | 1500 |
| ㉖  | 19# | kg | 1500 |
| ㉗  | 19# | kg | 1500 |
| ㉘  | 19# | kg | 1500 |
| ㉙  | 19# | kg | 1500 |
| ㉚  | 19# | kg | 1500 |
| ㉛  | 19# | kg | 1500 |
| ㉜  | 19# | kg | 1500 |
| ㉝  | 19# | kg | 1500 |
| ㉞  | 19# | kg | 1500 |
| ㉟  | 19# | kg | 1500 |
| ㊱  | 19# | kg | 1500 |
| ㊲  | 19# | kg | 1500 |
| ㊳  | 19# | kg | 1500 |
| ㊴  | 19# | kg | 1500 |
| ㊵  | 19# | kg | 1500 |
| ㊶  | 19# | kg | 1500 |
| ㊷  | 19# | kg | 1500 |
| ㊸  | 19# | kg | 1500 |
| ㊹  | 19# | kg | 1500 |
| ㊺  | 19# | kg | 1500 |
| ㊻  | 19# | kg | 1500 |
| ㊼  | 19# | kg | 1500 |
| ㊽  | 19# | kg | 1500 |
| ㊾  | 19# | kg | 1500 |
| ㊿  | 19# | kg | 1500 |

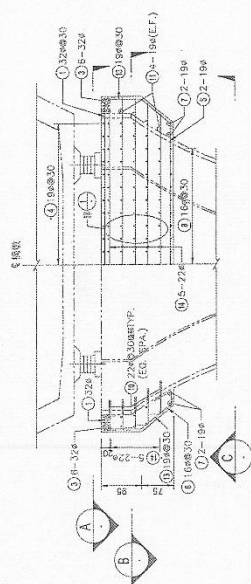
註：① 鋼筋上下端應加彎鉤



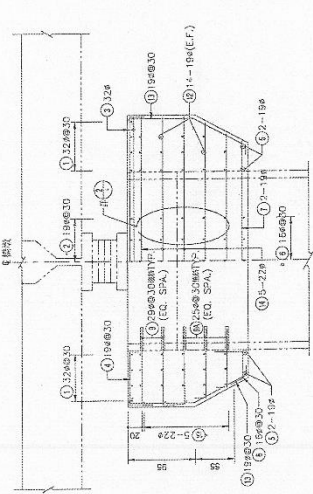
斷面 A  
1:50



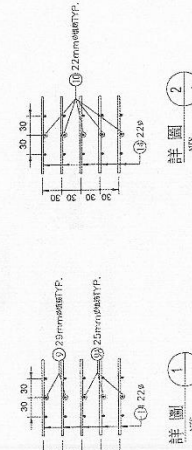
斷面 B  
1:50



斷面 C  
1:50



斷面 D  
1:50



詳圖 1  
1:50



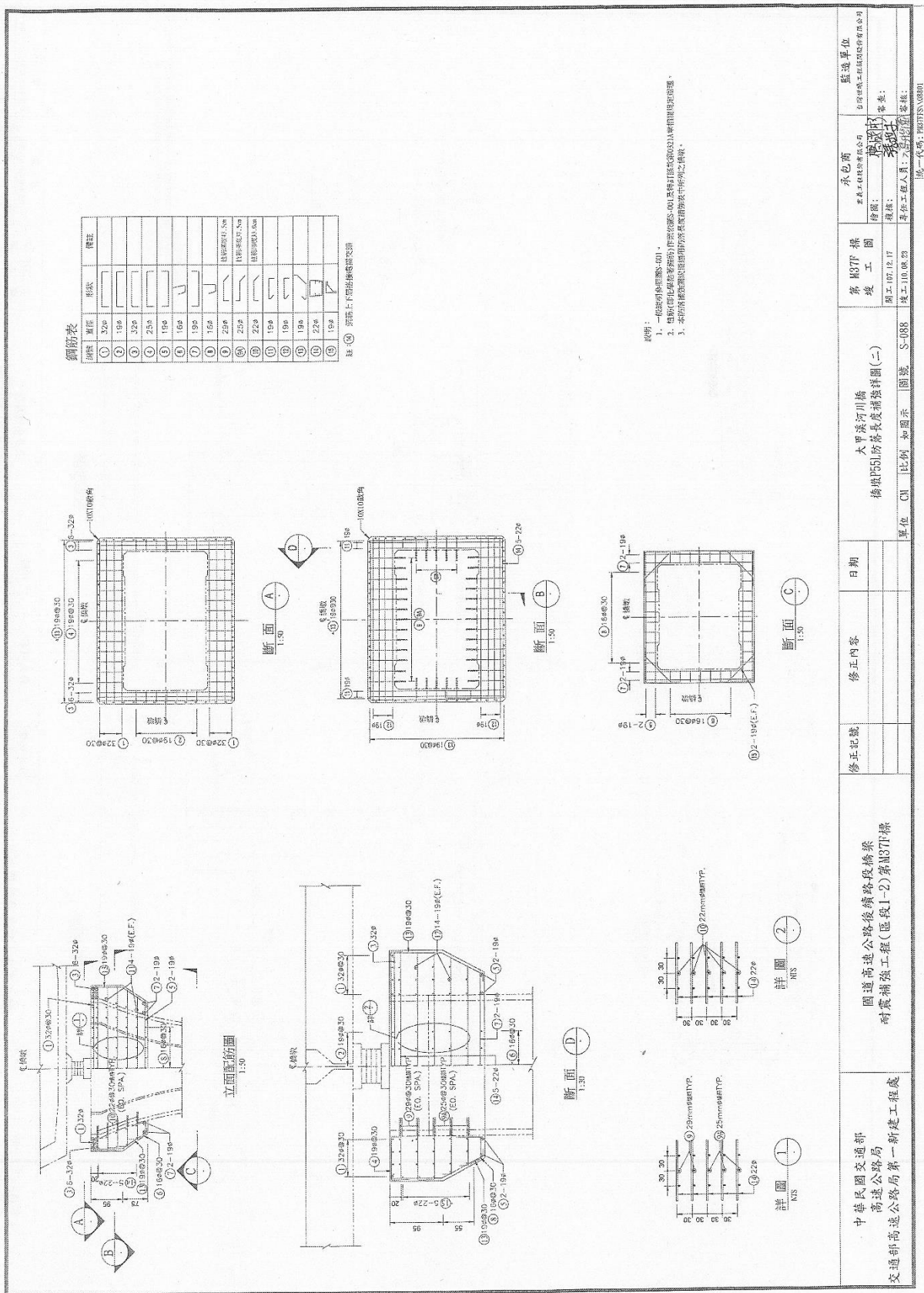
詳圖 2  
1:50

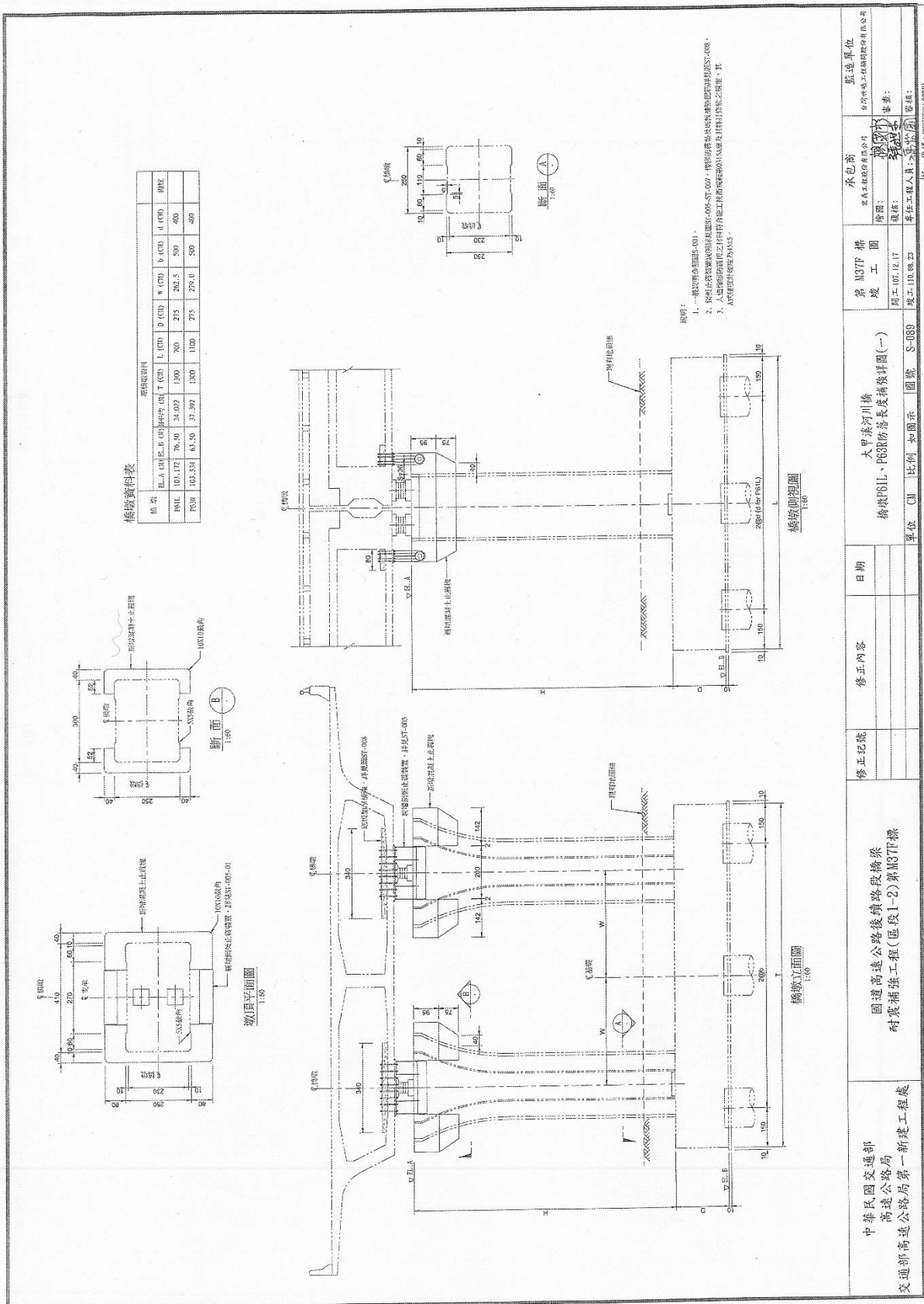
說明：  
1. 一般說明參照圖S-001。  
2. 應取用化學材料應符合相關規定。  
3. 本圖所繪鋼筋之規格與數量均係根據設計圖中之規定。

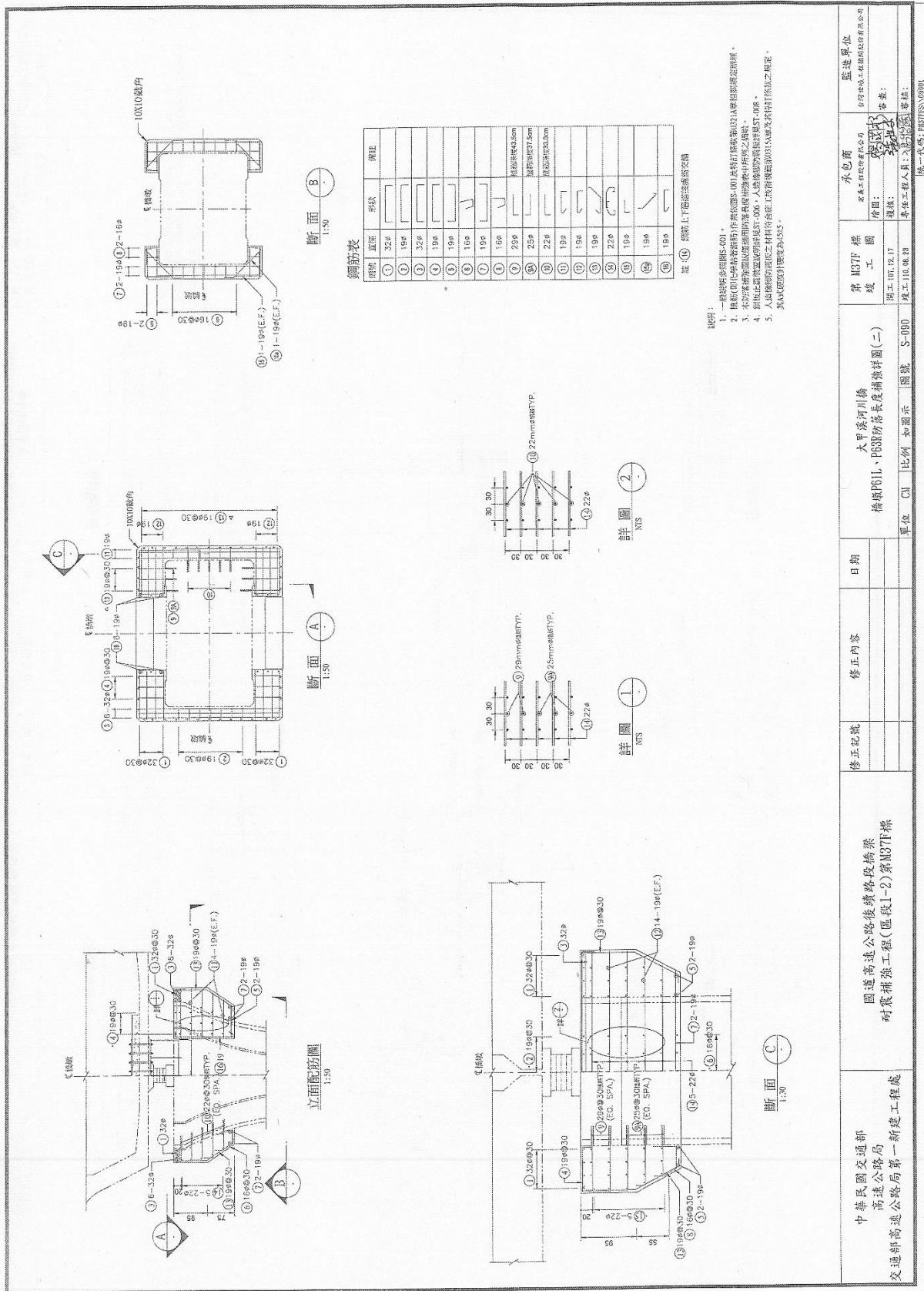
|                                     |                                     |      |      |    |                                                |        |                                                  |                                                                  |
|-------------------------------------|-------------------------------------|------|------|----|------------------------------------------------|--------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| 中華民國交通部<br>高速公路局<br>交通部高速公路局第一新建工程處 | 國道高速公路後續路段橋梁<br>耐震補強工程(區段1-2)第M37F標 | 修正紀錄 | 修正內容 | 日期 | 橋梁P44L、P47L、P37R、P47R、P30R、P58R<br>防落長段補強詳圖(二) | 大甲溪河川橋 | 第M37F標<br>竣工圖<br>圖工-117.12.17<br>竣工日期: 110.08.29 | 承包廠商<br>宏工建設股份有限公司<br>負責人: 蔡宏發<br>監造單位<br>宏工建設股份有限公司<br>負責人: 蔡宏發 |
|-------------------------------------|-------------------------------------|------|------|----|------------------------------------------------|--------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|



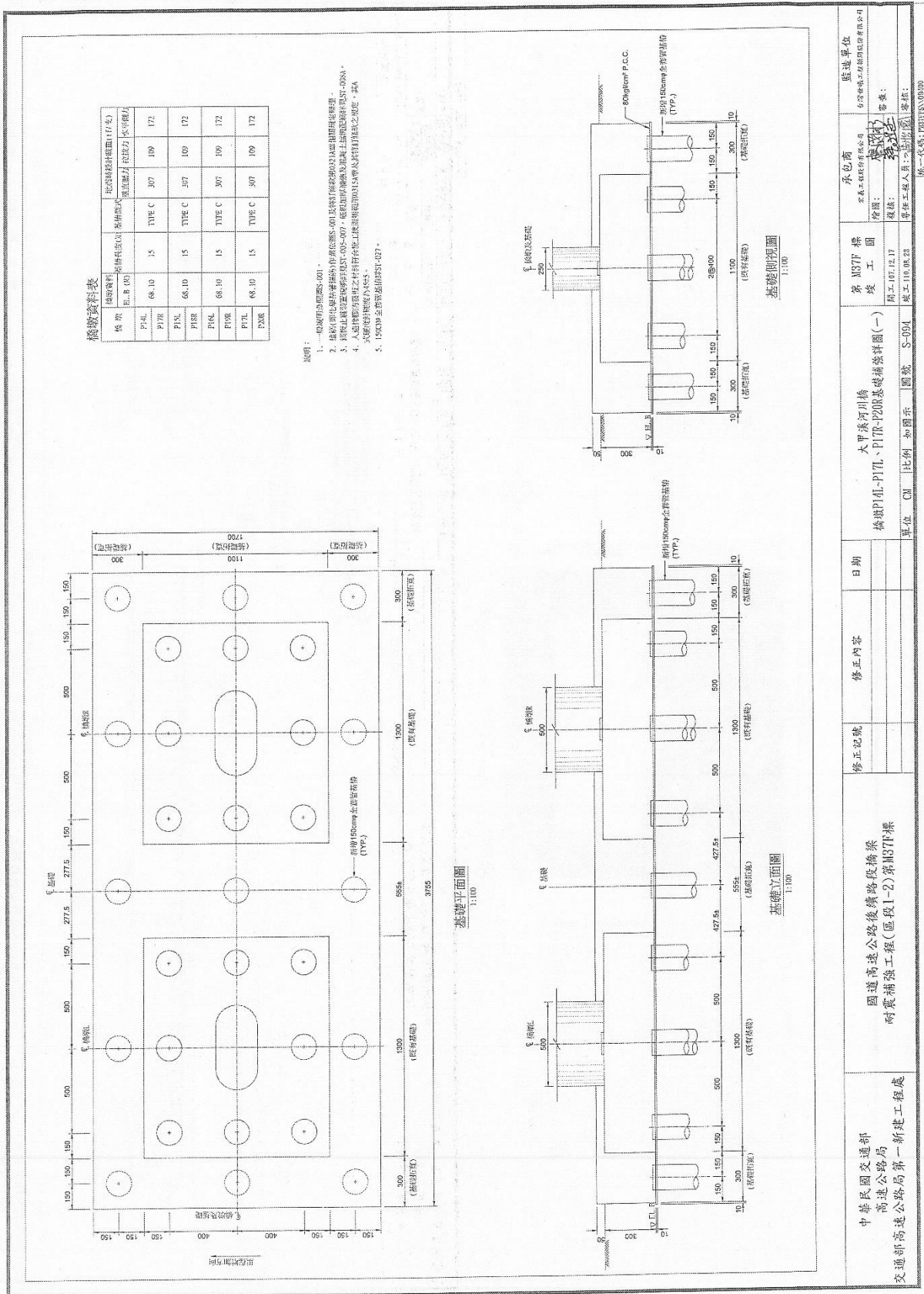
[illegible]

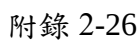






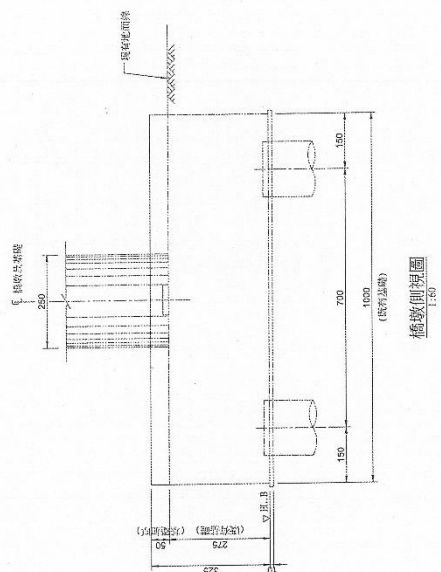
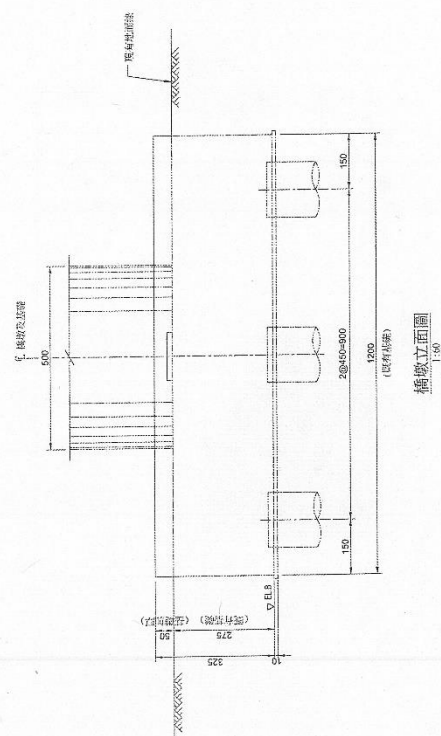


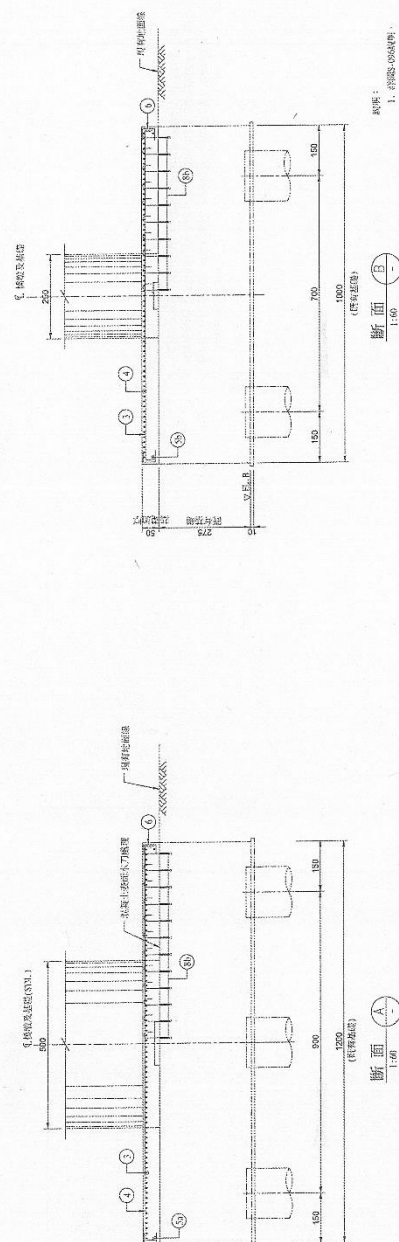
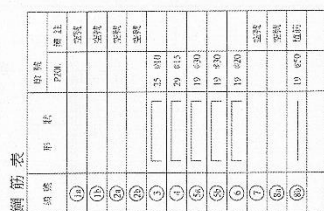




說明：

1. 一般以「平方厘米」為單位。
2. 牆面、頂上抹灰量按圖式計算，牆面抹灰以牆面垂直投影面積計算。
3. 附屬工程費按圖式計算，附屬工程費以工程總面積計算。
4. 人、機、料、費、稅、利、管、理、費、工、程、造、價、按、圖、式、計算。

附錄 2-27



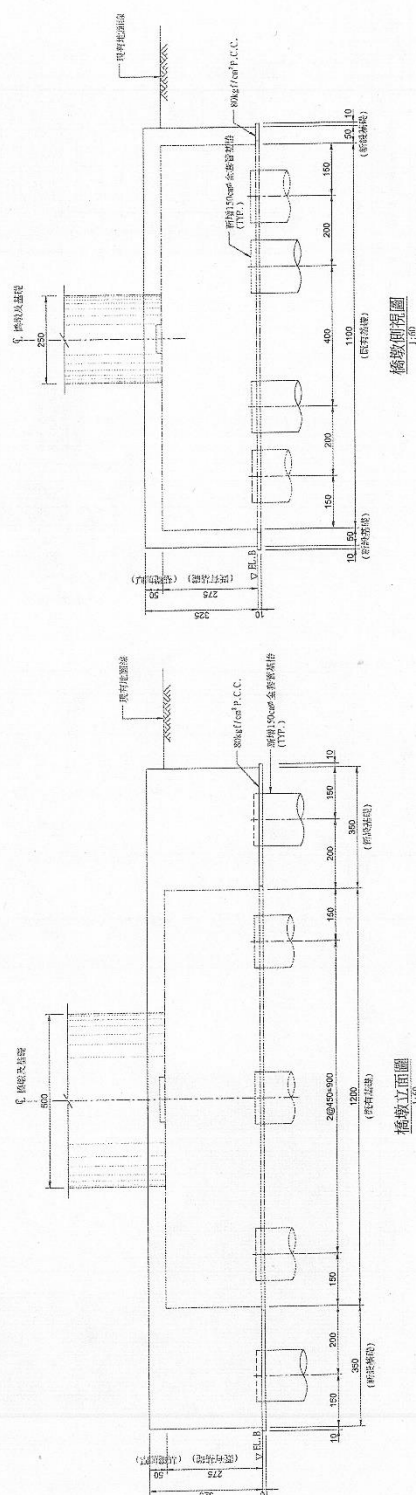
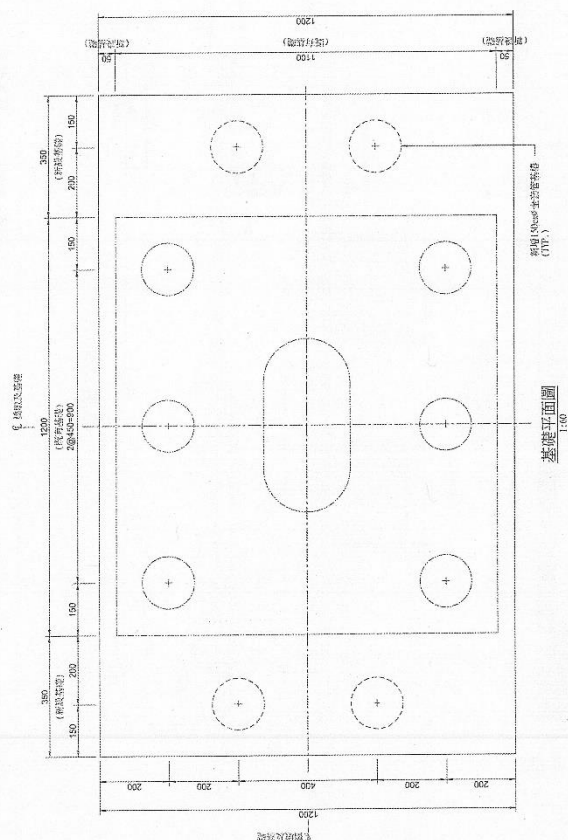
|                  |                 |                                         |      |      |    |                 |                             |                                                                                                              |                                                                                                                    |
|------------------|-----------------|-----------------------------------------|------|------|----|-----------------|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 中華民國交通部<br>高速公路局 | 交通部高速公路局第一新建工程處 | 圖說<br>高速公路後端路段橋梁<br>對策補強工程(區段1-2)第M37P標 | 修正編號 | 修正內容 | 日期 | 第 M37P 標<br>竣工圖 | 大甲溪河川橋<br>橋墩PPII基礎對震補強詳圖(二) | 承包商<br>生興工程股份有限公司<br>地址：<br>桃園市<br>復興區<br>復興路<br>107-12-11<br>樓上<br>電話：<br>03-425-1111<br>傳真：<br>03-425-1111 | 監造單位<br>台灣中興工程顧問股份有限公司<br>地址：<br>台北市<br>中正區<br>中正路<br>111-1111<br>樓上<br>電話：<br>02-2311-1111<br>傳真：<br>02-2311-1111 |
|------------------|-----------------|-----------------------------------------|------|------|----|-----------------|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|



| 編號   | 儀器資料     |       |       | 備註 |
|------|----------|-------|-------|----|
|      | 型、尺碼 (吋) | B (吋) | H (吋) |    |
| P23R | 68-35    | 12.0  | 0-50  |    |

1. 一般化學分析圖(S.CN)

2. 精製 DNA 受體結合基序: 作爲載體 pUC19 的 0.5 μg 得到此受體。
3. 經阻止轉染的受體基序 ST-027、ST-028 及經加聚後及在土漆膜受體基序 ST-029A、ST-029B。
4. 人體內經方藥式注射: 在人工造皮後經第 31 日置及於於注射於之受體, 其方式如表 4 所示。
5. 15C 型主體受體基序 ST-027。



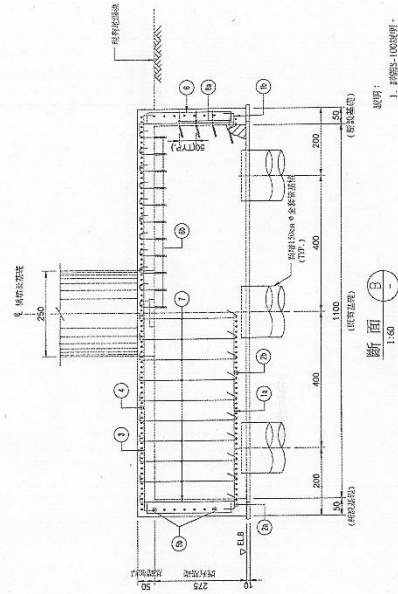
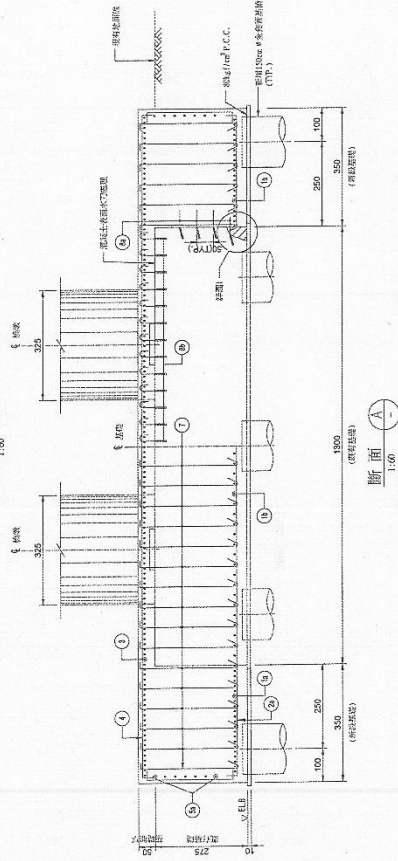
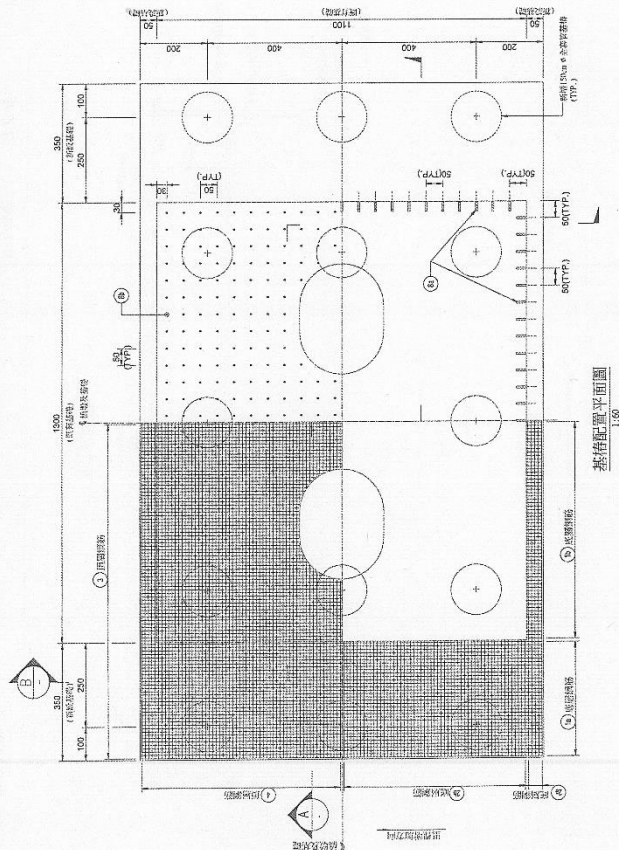
橋墩側視圖

橋墩立面圖

|                                     |                                       |      |      |    |                            |               |                                                   |                        |
|-------------------------------------|---------------------------------------|------|------|----|----------------------------|---------------|---------------------------------------------------|------------------------|
| 中華民國交通部<br>高速公路局<br>交通部高速公路局第一新建工程處 | 圖說 高速公路後端跨路段橋梁<br>耐震補強工程(區段1-2)第N37P標 | 修正記號 | 修正內容 | 日期 | 大甲溪河川橋<br>橋墩P3P基礎耐震補強詳圖(一) | 第N37P標<br>竣工圖 | 承包廠商<br>宏義工程股份有限公司<br>地址: 台中市<br>房開: 房開<br>覆核: 覆核 | 監造單位<br>宏濟中城工程技術股份有限公司 |
|                                     |                                       |      |      |    | 單位                         | 圖號            | S-088                                             | 繪製: 繪製<br>校對: 校對       |
|                                     |                                       |      |      |    | 比例                         | 如圖示           | 竣工工程人員: 5名(含)以上                                   | 核准: 核准                 |
|                                     |                                       |      |      |    | 圖說                         | S-088         | 竣工工程人員: 5名(含)以上                                   | 核准: 核准                 |

| 增 减 | 原 因 (元) | 按前次资产 | 折旧形式 | 按前次资产折旧(元/月) |      |      |
|-----|---------|-------|------|--------------|------|------|
|     |         |       |      | 固定资产         | 流动资产 | 无形资产 |
| 22  | 68.35   | 22    | 折旧   | 68.35        | 546  | 118  |

| 鋼筋表 | 鋼 種 | 形 狀 | 取 載      |
|-----|-----|-----|----------|
| 1   | 16  | □   | P258     |
| 2   | 16  | □   | 354910   |
| 3   | 16  | □   | 349320   |
| 4   | 16  | □   | 2-364200 |
| 5   | 16  | □   | 355410   |
| 6   | 16  | □   | 255410   |
| 7   | 16  | □   | 354565   |
| 8   | 16  | □   | 344020   |
| 9   | 16  | □   | 341050   |
| 10  | 16  | □   | 313200   |
| 11  | 16  | □   | 344560   |
| 12  | 16  | □   | 349805   |
| 13  | 16  | □   | 344520   |
| 14  | 16  | □   | 344520   |
| 15  | 16  | □   | 344520   |
| 16  | 16  | □   | 344520   |
| 17  | 16  | □   | 344520   |
| 18  | 16  | □   | 344520   |
| 19  | 16  | □   | 344520   |
| 20  | 16  | □   | 344520   |
| 21  | 16  | □   | 344520   |
| 22  | 16  | □   | 344520   |
| 23  | 16  | □   | 344520   |
| 24  | 16  | □   | 344520   |
| 25  | 16  | □   | 344520   |
| 26  | 16  | □   | 344520   |
| 27  | 16  | □   | 344520   |
| 28  | 16  | □   | 344520   |
| 29  | 16  | □   | 344520   |
| 30  | 16  | □   | 344520   |
| 31  | 16  | □   | 344520   |
| 32  | 16  | □   | 344520   |
| 33  | 16  | □   | 344520   |
| 34  | 16  | □   | 344520   |
| 35  | 16  | □   | 344520   |
| 36  | 16  | □   | 344520   |
| 37  | 16  | □   | 344520   |
| 38  | 16  | □   | 344520   |
| 39  | 16  | □   | 344520   |
| 40  | 16  | □   | 344520   |
| 41  | 16  | □   | 344520   |
| 42  | 16  | □   | 344520   |
| 43  | 16  | □   | 344520   |
| 44  | 16  | □   | 344520   |
| 45  | 16  | □   | 344520   |
| 46  | 16  | □   | 344520   |
| 47  | 16  | □   | 344520   |
| 48  | 16  | □   | 344520   |
| 49  | 16  | □   | 344520   |
| 50  | 16  | □   | 344520   |
| 51  | 16  | □   | 344520   |
| 52  | 16  | □   | 344520   |
| 53  | 16  | □   | 344520   |
| 54  | 16  | □   | 344520   |
| 55  | 16  | □   | 344520   |
| 56  | 16  | □   | 344520   |
| 57  | 16  | □   | 344520   |
| 58  | 16  | □   | 344520   |
| 59  | 16  | □   | 344520   |
| 60  | 16  | □   | 344520   |
| 61  | 16  | □   | 344520   |
| 62  | 16  | □   | 344520   |
| 63  | 16  | □   | 344520   |
| 64  | 16  | □   | 344520   |
| 65  | 16  | □   | 344520   |
| 66  | 16  | □   | 344520   |
| 67  | 16  | □   | 344520   |
| 68  | 16  | □   | 344520   |
| 69  | 16  | □   | 344520   |
| 70  | 16  | □   | 344520   |
| 71  | 16  | □   | 344520   |
| 72  | 16  | □   | 344520   |
| 73  | 16  | □   | 344520   |
| 74  | 16  | □   | 344520   |
| 75  | 16  | □   | 344520   |
| 76  | 16  | □   | 344520   |
| 77  | 16  | □   | 344520   |
| 78  | 16  | □   | 344520   |
| 79  | 16  | □   | 344520   |
| 80  | 16  | □   | 344520   |
| 81  | 16  | □   | 344520   |
| 82  | 16  | □   | 344520   |
| 83  | 16  | □   | 344520   |
| 84  | 16  | □   | 344520   |
| 85  | 16  | □   | 344520   |
| 86  | 16  | □   | 344520   |
| 87  | 16  | □   | 344520   |
| 88  | 16  | □   | 344520   |
| 89  | 16  | □   | 344520   |
| 90  | 16  | □   | 344520   |
| 91  | 16  | □   | 344520   |
| 92  | 16  | □   | 344520   |
| 93  | 16  | □   | 344520   |
| 94  | 16  | □   | 344520   |
| 95  | 16  | □   | 344520   |
| 96  | 16  | □   | 344520   |
| 97  | 16  |     |          |

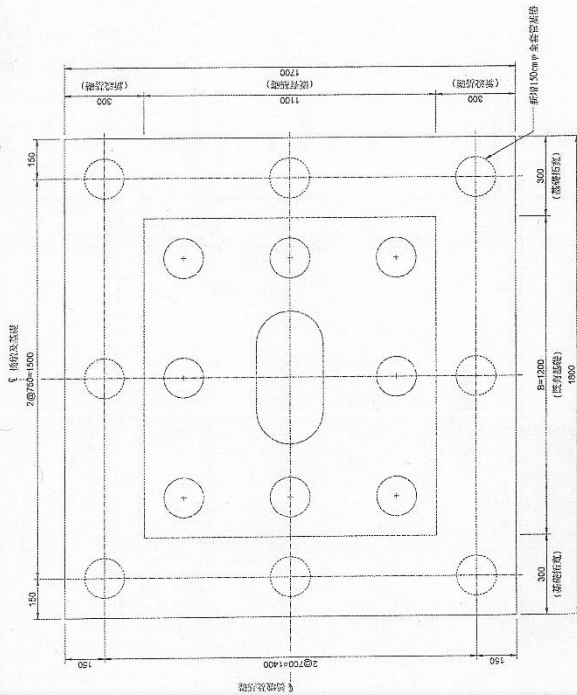


1. 2025-1003411 -

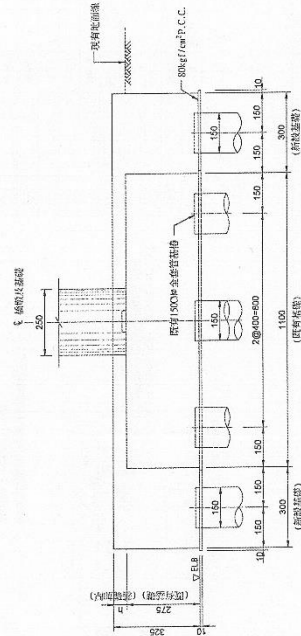
|                                     |                                     |      |      |    |                            |                 |                                                                                   |
|-------------------------------------|-------------------------------------|------|------|----|----------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 中華民國交通部<br>高速公路局<br>交通部高速公路局第一新建工程處 | 國道高速公路後續路段橋梁<br>耐震補強工程(區段1-2)第M37F標 | 修正記號 | 修正內容 | 日期 | 大甲溪河川橋<br>修和250基礎時震補強詳圖(二) | 第 M37F 標<br>竣工圖 | 承包廠商<br>宏茂工程股份有限公司<br>承辦人 廖國明<br>繪圖 廖國明<br>校核 廖國明<br>審核 廖國明<br>監造單位<br>宏茂工程股份有限公司 |
|-------------------------------------|-------------------------------------|------|------|----|----------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------|

| 格紋資料表 |       |         |     |
|-------|-------|---------|-----|
| 板 號   | 標記符號  | b (C/D) | 備 註 |
| P2SL  | 68.35 | 12.0    | 50  |

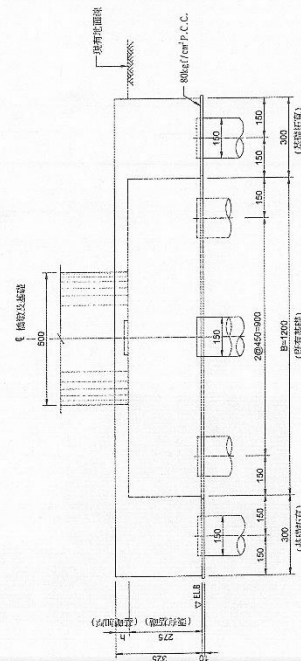
- 說明：
1. 根據圖面比例尺 1:100。
  2. 根據圖面比例尺 1:100。
  3. 所有尺寸均以圖面比例尺為準。
  4. 所有尺寸均以圖面比例尺為準。
  5. 150mm 全部指材料厚度。



基礎平面圖  
1:50



橋墩側面圖  
1:50



橋墩側面圖  
1:50

|                                     |                                     |               |      |               |                             |                 |            |               |            |  |
|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------|------|---------------|-----------------------------|-----------------|------------|---------------|------------|--|
| 中華民國交通部<br>高速公路局<br>交通部高速公路局第一新建工程處 | 國道高速公路後續路段橋梁<br>耐震補強工程(區段1-2)第M37F標 | 修正日期          | 修正內容 | 日期            | 大甲溪河川橋<br>橋墩P2SL基礎耐震補強詳圖(一) | 第 M37F 標<br>竣工圖 | 承包廠商       |               | 監造單位       |  |
|                                     |                                     |               |      |               |                             |                 | 宏民工程股份有限公司 |               | 宏民工程股份有限公司 |  |
|                                     |                                     |               |      |               |                             |                 | 圖號: S-102  |               | 圖名: 如圖示    |  |
| 單位: CM                              |                                     | 比例: 如圖示       |      | 圖工: 107.12.17 |                             | 圖工: 110.08.23   |            | 圖工: 110.08.23 |            |  |
| 圖工: 107.12.17                       |                                     | 圖工: 110.08.23 |      | 圖工: 110.08.23 |                             | 圖工: 110.08.23   |            | 圖工: 110.08.23 |            |  |
| 圖工: 110.08.23                       |                                     | 圖工: 110.08.23 |      | 圖工: 110.08.23 |                             | 圖工: 110.08.23   |            | 圖工: 110.08.23 |            |  |

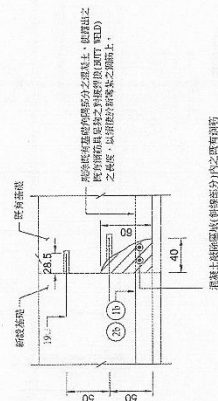


橋墩材料表

| 項次 | 材料名稱 | 單位             | 數量  |
|----|------|----------------|-----|
| 1  | 鋼筋   | kg             | 485 |
| 2  | 砂    | m <sup>3</sup> | 1.3 |

鋼筋表

| 項次 | 材料名稱 | 單位             | 數量  |
|----|------|----------------|-----|
| 1  | 鋼筋   | kg             | 485 |
| 2  | 砂    | m <sup>3</sup> | 1.3 |

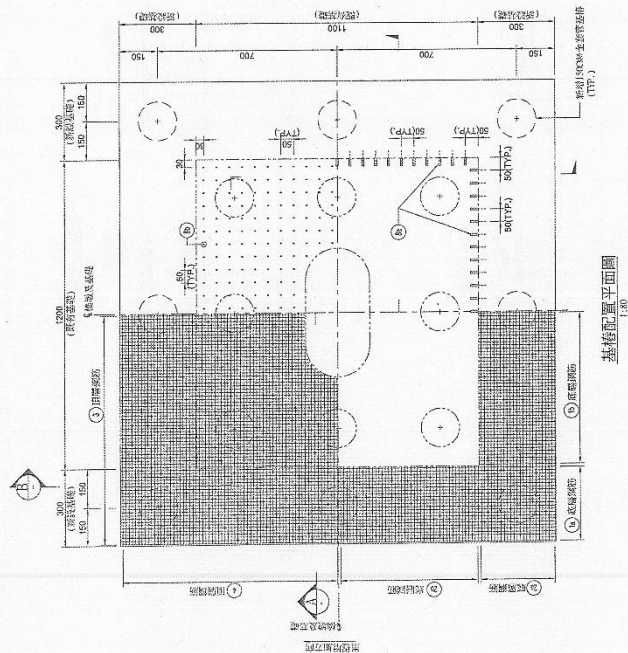


詳圖 1

1:30

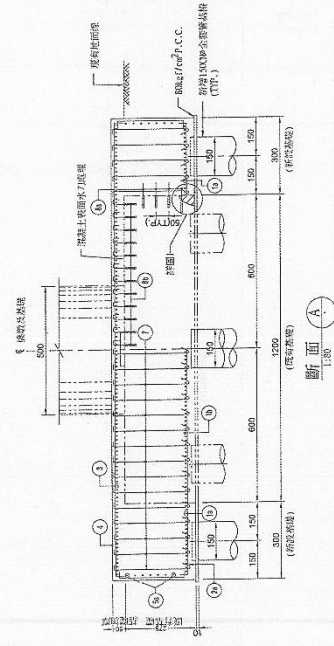
註：(1)-(10) 鋼筋係採用國產之鋼筋，其規格如下：

| 項次 | 材料名稱 | 單位             | 數量  |
|----|------|----------------|-----|
| 1  | 鋼筋   | kg             | 485 |
| 2  | 砂    | m <sup>3</sup> | 1.3 |



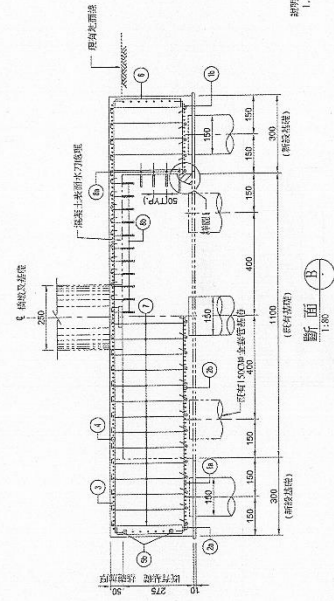
基樁配置平面圖

1:100



斷面 A-A

1:100



斷面 B-B

1:100

中華民國交通部  
高速公路局  
交通部高速公路局第一新建工程處

國道高速公路後續路段橋梁  
耐震補強工程(區段1-2)第M37F橋

修正編號

修正內容

日期

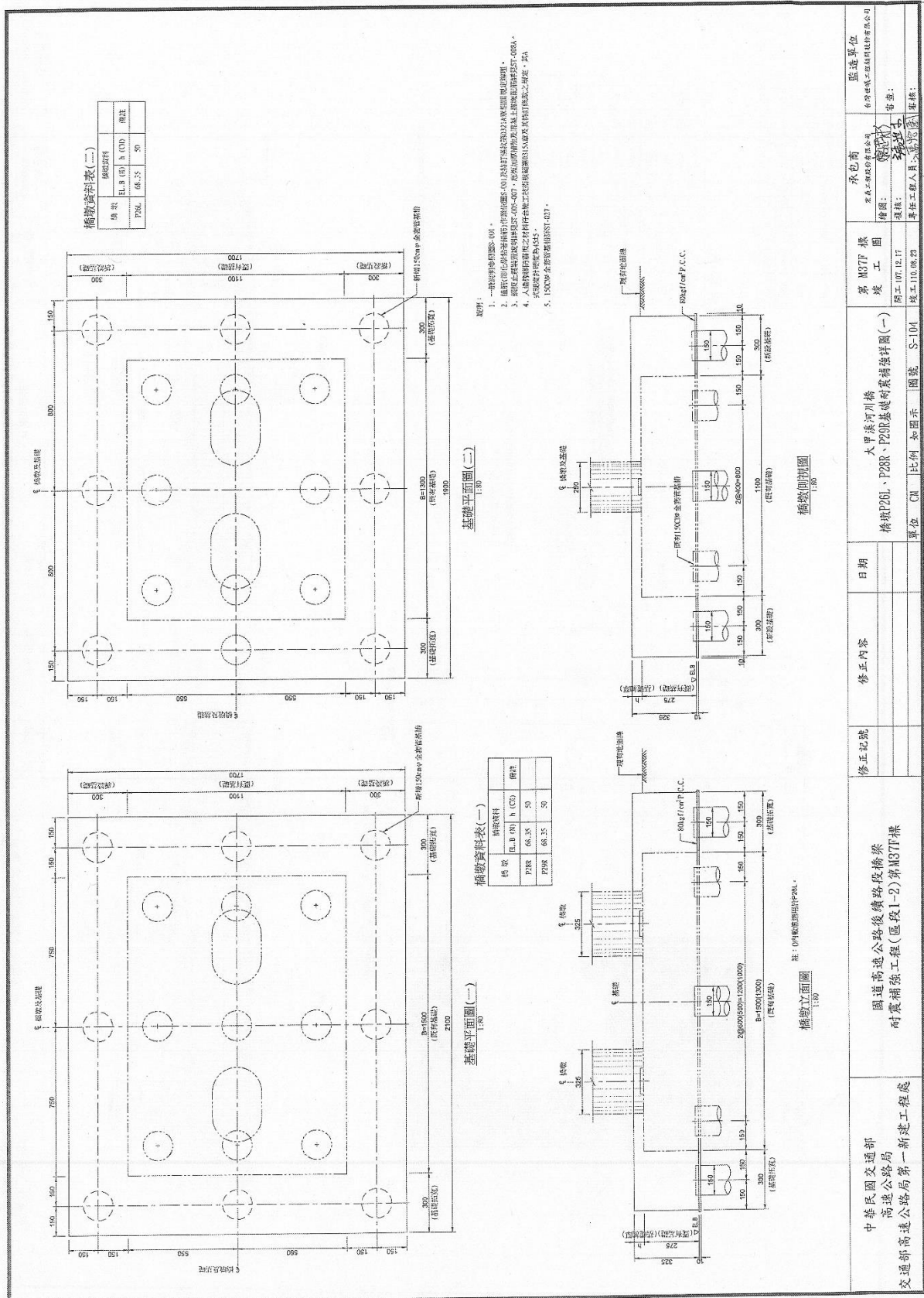
大甲溪河川橋  
橋墩P25L基礎耐震補強詳圖(二)

第M37F橋  
竣工圖

監造單位  
宏基工程股份有限公司  
監造人：張明達  
監造日期：102.08.23  
監造地點：大甲溪河川橋

院一代碼：1003355(100)



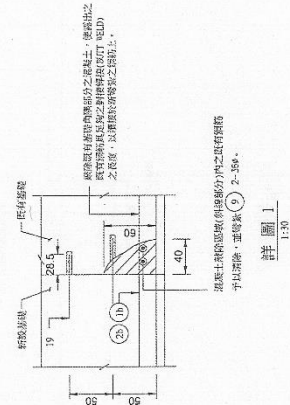


橋墩資料表

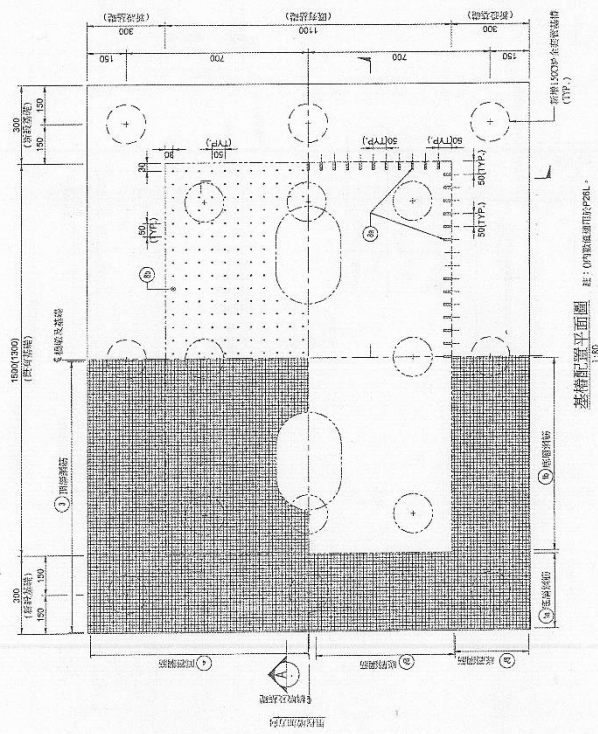
| 墩位  | 柱上墩   | 基座材料 | 基座尺寸   | 基座高度 | 基座寬度 | 基座長度 | 基座重量 |
|-----|-------|------|--------|------|------|------|------|
| P2L | 68.35 | 18   | TYPE B | 488  | 352  | 110  | 110  |
| P2B | 68.35 | 18   | TYPE A | 400  | 361  | 158  | 158  |
| P2C | 68.35 | 18   | TYPE A | 507  | 373  | 164  | 164  |

鋼筋表

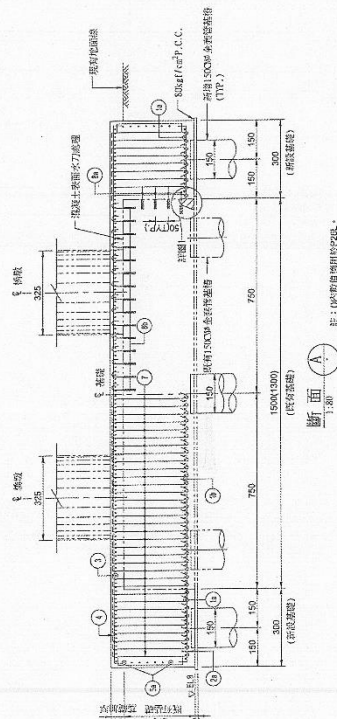
| 鋼筋 | 規格  | 數量    | 單位 | 重量    | 備註 |
|----|-----|-------|----|-------|----|
| ①  | P2L | 32900 | kg | 32900 |    |
| ②  | P2B | 32900 | kg | 32900 |    |
| ③  | P2C | 32900 | kg | 32900 |    |
| ④  | P2D | 32900 | kg | 32900 |    |
| ⑤  | P2E | 32900 | kg | 32900 |    |
| ⑥  | P2F | 32900 | kg | 32900 |    |
| ⑦  | P2G | 32900 | kg | 32900 |    |
| ⑧  | P2H | 32900 | kg | 32900 |    |
| ⑨  | P2I | 32900 | kg | 32900 |    |
| ⑩  | P2J | 32900 | kg | 32900 |    |
| ⑪  | P2K | 32900 | kg | 32900 |    |
| ⑫  | P2L | 32900 | kg | 32900 |    |
| ⑬  | P2M | 32900 | kg | 32900 |    |
| ⑭  | P2N | 32900 | kg | 32900 |    |
| ⑮  | P2O | 32900 | kg | 32900 |    |
| ⑯  | P2P | 32900 | kg | 32900 |    |
| ⑰  | P2Q | 32900 | kg | 32900 |    |
| ⑱  | P2R | 32900 | kg | 32900 |    |
| ⑳  | P2S | 32900 | kg | 32900 |    |
| ㉑  | P2T | 32900 | kg | 32900 |    |
| ㉒  | P2U | 32900 | kg | 32900 |    |
| ㉓  | P2V | 32900 | kg | 32900 |    |
| ㉔  | P2W | 32900 | kg | 32900 |    |
| ㉕  | P2X | 32900 | kg | 32900 |    |
| ㉖  | P2Y | 32900 | kg | 32900 |    |
| ㉗  | P2Z | 32900 | kg | 32900 |    |
| ㉘  | P2A | 32900 | kg | 32900 |    |
| ㉙  | P2B | 32900 | kg | 32900 |    |
| ㉚  | P2C | 32900 | kg | 32900 |    |
| ㉛  | P2D | 32900 | kg | 32900 |    |
| ㉜  | P2E | 32900 | kg | 32900 |    |
| ㉝  | P2F | 32900 | kg | 32900 |    |
| ㉞  | P2G | 32900 | kg | 32900 |    |
| ㉟  | P2H | 32900 | kg | 32900 |    |
| ㊱  | P2I | 32900 | kg | 32900 |    |
| ㊲  | P2J | 32900 | kg | 32900 |    |
| ㊳  | P2K | 32900 | kg | 32900 |    |
| ㊴  | P2L | 32900 | kg | 32900 |    |
| ㊵  | P2M | 32900 | kg | 32900 |    |
| ㊶  | P2N | 32900 | kg | 32900 |    |
| ㊷  | P2O | 32900 | kg | 32900 |    |
| ㊸  | P2P | 32900 | kg | 32900 |    |
| ㊹  | P2Q | 32900 | kg | 32900 |    |
| ㊺  | P2R | 32900 | kg | 32900 |    |
| ㊻  | P2S | 32900 | kg | 32900 |    |
| ㊼  | P2T | 32900 | kg | 32900 |    |
| ㊽  | P2U | 32900 | kg | 32900 |    |
| ㊾  | P2V | 32900 | kg | 32900 |    |
| ㊿  | P2W | 32900 | kg | 32900 |    |
| ㉑  | P2X | 32900 | kg | 32900 |    |
| ㉒  | P2Y | 32900 | kg | 32900 |    |
| ㉓  | P2Z | 32900 | kg | 32900 |    |
| ㉔  | P2A | 32900 | kg | 32900 |    |
| ㉕  | P2B | 32900 | kg | 32900 |    |
| ㉖  | P2C | 32900 | kg | 32900 |    |
| ㉗  | P2D | 32900 | kg | 32900 |    |
| ㉘  | P2E | 32900 | kg | 32900 |    |
| ㉙  | P2F | 32900 | kg | 32900 |    |
| ㉚  | P2G | 32900 | kg | 32900 |    |
| ㉛  | P2H | 32900 | kg | 32900 |    |
| ㉜  | P2I | 32900 | kg | 32900 |    |
| ㉝  | P2J | 32900 | kg | 32900 |    |
| ㉞  | P2K | 32900 | kg | 32900 |    |
| ㉟  | P2L | 32900 | kg | 32900 |    |
| ㊱  | P2M | 32900 | kg | 32900 |    |
| ㊲  | P2N | 32900 | kg | 32900 |    |
| ㊳  | P2O | 32900 | kg | 32900 |    |
| ㊴  | P2P | 32900 | kg | 32900 |    |
| ㊵  | P2Q | 32900 | kg | 32900 |    |
| ㊶  | P2R | 32900 | kg | 32900 |    |
| ㊷  | P2S | 32900 | kg | 32900 |    |
| ㊸  | P2T | 32900 | kg | 32900 |    |
| ㊹  | P2U | 32900 | kg | 32900 |    |
| ㊺  | P2V | 32900 | kg | 32900 |    |
| ㊻  | P2W | 32900 | kg | 32900 |    |
| ㊼  | P2X | 32900 | kg | 32900 |    |
| ㊽  | P2Y | 32900 | kg | 32900 |    |
| ㊾  | P2Z | 32900 | kg | 32900 |    |
| ㊿  | P2A | 32900 | kg | 32900 |    |



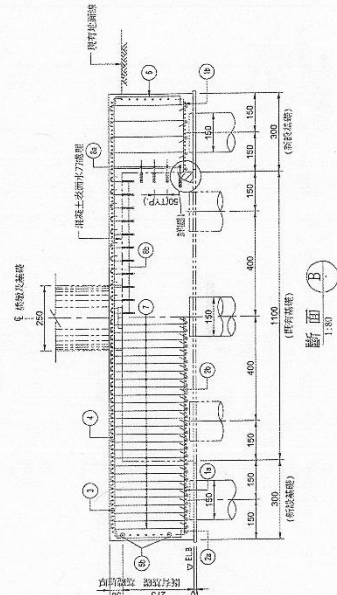
註：(1)~(10) 鋼筋編號與圖面之鋼筋編號相同。



基礎平面圖



斷面 A



斷面 B

中華民國交通部  
高速公路局  
交通部高速公路局第一新建工程處

國道高速公路後續路段橋梁  
耐震補強工程(區段1-2)第M3TF標

修正紀錄

修正內容

日期

大甲溪河川橋  
橋墩P2L、P2B、P2C基礎耐震補強詳圖(二)

第M3TF標  
竣工圖

承包廠商  
宏安工程股份有限公司

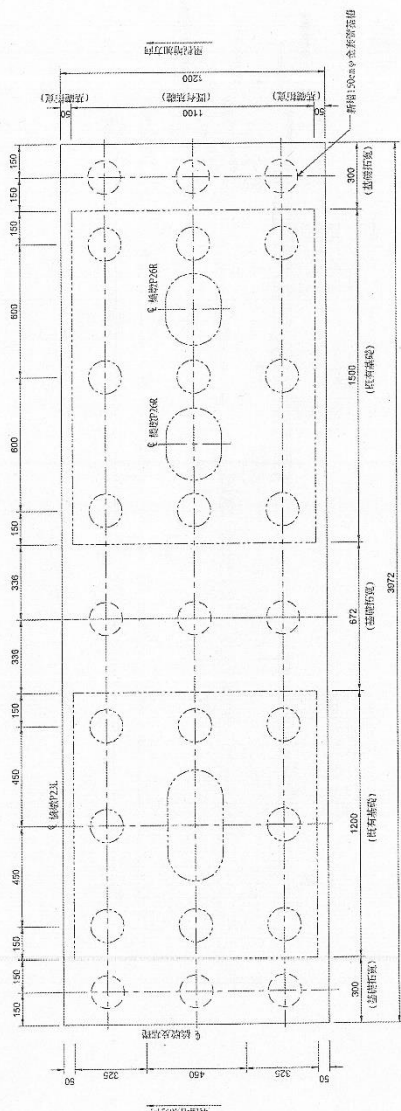
監造單位  
宏安工程股份有限公司

橋墩資料表

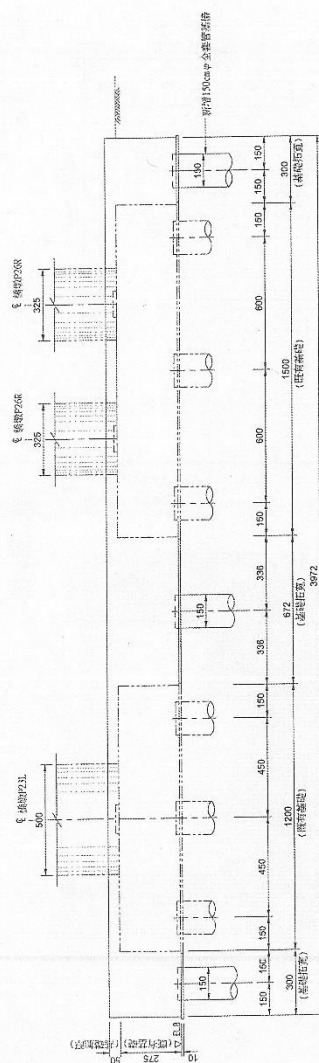
| 橋墩資料 | 橋墩資料     |
|------|----------|
| 橋墩   | EL.B (3) |
| P2L  | 68.35    |
| P2R  |          |

說明：

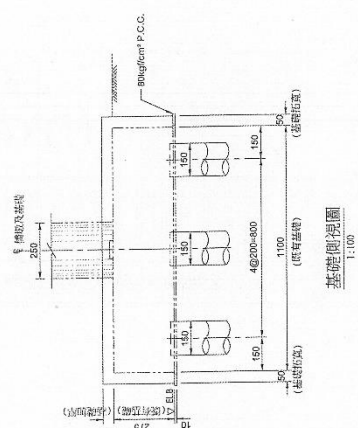
1. 一般說明參照圖S-001。
2. 橋墩(柱)係按圖S-001及特種鋼筋(柱)圖S-001A及特種鋼筋(柱)圖S-001B。
3. 橋墩(柱)係按圖S-001及特種鋼筋(柱)圖S-001A及特種鋼筋(柱)圖S-001B。
4. 人牆(柱)係按圖S-001及特種鋼筋(柱)圖S-001A及特種鋼筋(柱)圖S-001B。
5. 150cm 全橋鋼筋圖S-027。



基礎平面圖  
1:100



基礎立面圖  
1:100



基礎側立面圖  
1:100

|                                     |                                     |      |      |    |                                |               |                                                         |
|-------------------------------------|-------------------------------------|------|------|----|--------------------------------|---------------|---------------------------------------------------------|
| 中華民國交通部<br>高速公路局<br>交通部高速公路局第一新建工程處 | 國道高速公路後續路段橋梁<br>耐震補強工程(區段1-2)第M3TF橋 | 修正紀錄 | 修正內容 | 日期 | 大甲溪河川橋<br>橋墩P2L、P2R基礎耐震補強詳圖(一) | 第M3TF橋<br>竣工圖 | 監造單位<br>宏基工程股份有限公司<br>監造人：張國雄<br>監造工程師：張國雄<br>監造工程師：張國雄 |
|                                     |                                     |      |      |    | 單位：CM 比例：如圖示                   | 圖號：S-110      | 審核：張國雄<br>校核：張國雄<br>繪圖：張國雄<br>監造工程師：張國雄                 |
|                                     |                                     |      |      |    |                                |               | 審核：張國雄<br>校核：張國雄<br>繪圖：張國雄<br>監造工程師：張國雄                 |



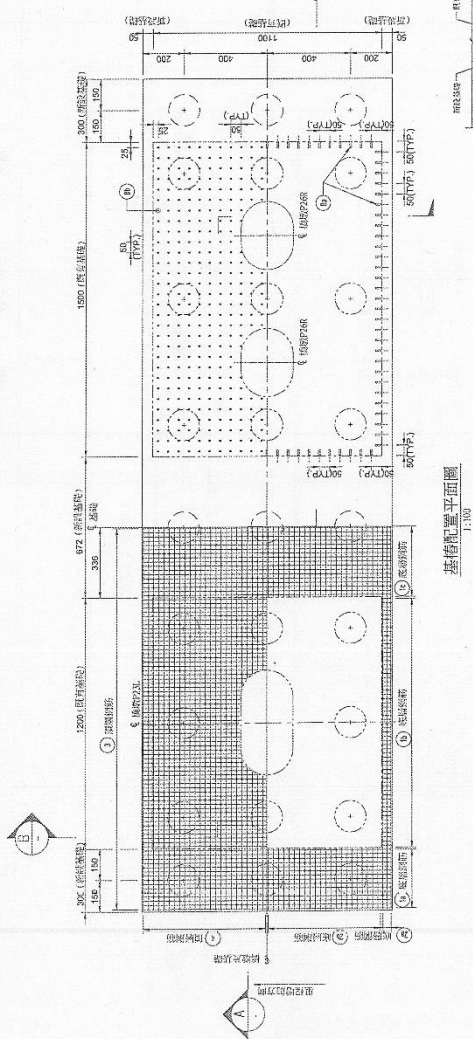
橋墩鋼筋表

| 項目 | 單位 | 數量 | 規格    | 備註    |
|----|----|----|-------|-------|
| 鋼筋 | kg | 27 | 10E A | 10E A |
| 鋼筋 | kg | 27 | 10E A | 10E A |
| 鋼筋 | kg | 27 | 10E A | 10E A |

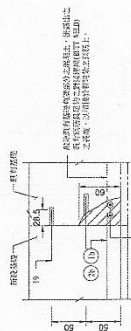
鋼筋表

| 編號 | 形狀    | 規格    | 備註    |
|----|-------|-------|-------|
| 1  | 10E A | 10E A | 10E A |
| 2  | 10E A | 10E A | 10E A |
| 3  | 10E A | 10E A | 10E A |
| 4  | 10E A | 10E A | 10E A |
| 5  | 10E A | 10E A | 10E A |
| 6  | 10E A | 10E A | 10E A |
| 7  | 10E A | 10E A | 10E A |
| 8  | 10E A | 10E A | 10E A |
| 9  | 10E A | 10E A | 10E A |
| 10 | 10E A | 10E A | 10E A |

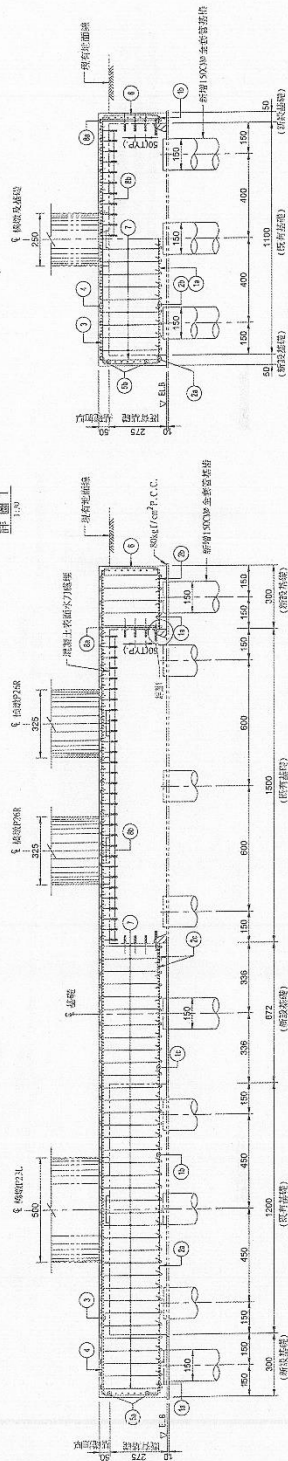
註：1. 詳圖 S-110 說明。



基礎平面圖



詳圖 1



斷面 A

斷面 B

註：1. 詳圖 S-110 說明。

|                                     |                                        |      |      |    |                                             |               |                                 |
|-------------------------------------|----------------------------------------|------|------|----|---------------------------------------------|---------------|---------------------------------|
| 中華民國交通部<br>高速公路局<br>交通部高速公路局第一新建工程處 | 國道高速公路後續路段橋梁<br>耐震補強工程 (區段 1-2) 第 37 標 | 修正紀錄 | 修正內容 | 日期 | 監造單位<br>大甲溪河川橋<br>橋樑 P20L、P20R 基礎耐震補強詳圖 (一) | 第 37 標<br>竣工圖 | 承造商<br>大甲溪河川橋<br>監造單位<br>大甲溪河川橋 |
|-------------------------------------|----------------------------------------|------|------|----|---------------------------------------------|---------------|---------------------------------|



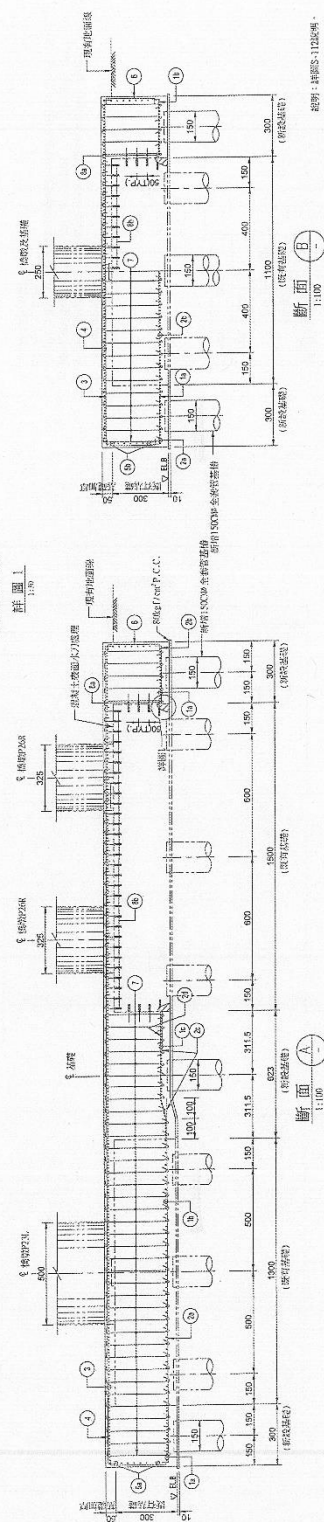
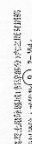
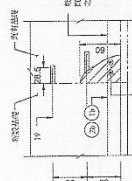
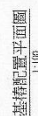
說明：

1. 一般試驗用鋼號為 ST-101。
2. 橋樑鋼筋，應參照標準 JTG 401 之有關規定。
3. 橋樑正線鋼筋應採用 ST-105~ST-107，夜間工程則採用低合金鋼板或鋼管 ST-108A。
4. 人造橡膠路面之封層宜用低合金鋼板或鋼管 ST-108 噴灰特打混土之規定，為 A 型鋼板或鋼管為 ST-105。
5. 150C 型金屬管宜用 ST-107。



統一代碼: PM3TFPS\11200

| 鋼筋表 | 編號   | 形狀 | 單位 | 數量      | 備註      |
|-----|------|----|----|---------|---------|
|     | (1)  | □  | 個  | 34002.5 | 34002.5 |
|     | (2)  | □  | 個  | 34002.5 | 34002.5 |
|     | (3)  | □  | 個  | 34002.5 | 34002.5 |
|     | (4)  | □  | 個  | 34002.5 | 34002.5 |
|     | (5)  | □  | 個  | 34002.5 | 34002.5 |
|     | (6)  | □  | 個  | 34002.5 | 34002.5 |
|     | (7)  | □  | 個  | 34002.5 | 34002.5 |
|     | (8)  | □  | 個  | 34002.5 | 34002.5 |
|     | (9)  | □  | 個  | 34002.5 | 34002.5 |
|     | (10) | □  | 個  | 34002.5 | 34002.5 |
|     | (11) | □  | 個  | 34002.5 | 34002.5 |
|     | (12) | □  | 個  | 34002.5 | 34002.5 |
|     | (13) | □  | 個  | 34002.5 | 34002.5 |
|     | (14) | □  | 個  | 34002.5 | 34002.5 |
|     | (15) | □  | 個  | 34002.5 | 34002.5 |
|     | (16) | □  | 個  | 34002.5 | 34002.5 |
|     | (17) | □  | 個  | 34002.5 | 34002.5 |
|     | (18) | □  | 個  | 34002.5 | 34002.5 |
|     | (19) | □  | 個  | 34002.5 | 34002.5 |
|     | (20) | □  | 個  | 34002.5 | 34002.5 |
|     | (21) | □  | 個  | 34002.5 | 34002.5 |
|     | (22) | □  | 個  | 34002.5 | 34002.5 |
|     | (23) | □  | 個  | 34002.5 | 34002.5 |
|     | (24) | □  | 個  | 34002.5 | 34002.5 |
|     | (25) | □  | 個  | 34002.5 | 34002.5 |
|     | (26) | □  | 個  | 34002.5 | 34002.5 |
|     | (27) | □  | 個  | 34002.5 | 34002.5 |
|     | (28) | □  | 個  | 34002.5 | 34002.5 |
|     | (29) | □  | 個  | 34002.5 | 34002.5 |
|     | (30) | □  | 個  | 34002.5 | 34002.5 |
|     | (31) | □  | 個  | 34002.5 | 34002.5 |
|     | (32) | □  | 個  | 34002.5 | 34002.5 |
|     | (33) | □  | 個  | 34002.5 | 34002.5 |
|     | (34) | □  | 個  | 34002.5 | 34002.5 |
|     | (35) | □  | 個  | 34002.5 | 34002.5 |
|     | (36) | □  | 個  | 34002.5 | 34002.5 |
|     | (37) | □  | 個  | 34002.5 | 34002.5 |
|     | (38) | □  | 個  | 34002.5 | 34002.5 |
|     | (39) | □  | 個  | 34002.5 | 34002.5 |
|     | (40) | □  | 個  | 34002.5 | 34002.5 |
|     | (41) | □  | 個  | 34002.5 | 34002.5 |
|     | (42) | □  | 個  | 34002.5 | 34002.5 |
|     | (43) | □  | 個  | 34002.5 | 34002.5 |
|     | (44) | □  | 個  | 34002.5 | 34002.5 |
|     | (45) | □  | 個  | 34002.5 | 34002.5 |
|     | (46) | □  | 個  | 34002.5 | 34002.5 |
|     | (47) | □  | 個  | 34002.5 | 34002.5 |
|     | (48) | □  | 個  | 34002.5 | 34002.5 |
|     | (49) | □  | 個  | 34002.5 | 34002.5 |
|     | (50) | □  | 個  | 34002.5 | 34002.5 |
|     | (51) | □  | 個  | 34002.5 | 34002.5 |
|     | (52) | □  | 個  | 34002.5 | 34002.5 |
|     | (53) | □  | 個  | 34002.5 | 34002.5 |
|     | (54) | □  | 個  | 34002.5 | 34002.5 |
|     | (55) | □  | 個  | 34002.5 | 34002.5 |
|     | (56) | □  | 個  | 34002.5 | 34002.5 |
|     | (57) | □  | 個  | 34002.5 | 34002.5 |
|     | (58) | □  | 個  | 34002.5 | 34002.5 |
|     | (59) | □  | 個  | 34002.5 | 34002.5 |
|     | (60) | □  | 個  | 34002.5 | 34002.5 |
|     | (61) | □  | 個  | 34002.5 | 34002.5 |
|     | (62) | □  | 個  | 34002.5 | 34002.5 |
|     | (63) | □  | 個  | 34002.5 | 34002.5 |
|     | (64) | □  | 個  | 34002.5 | 34002.5 |
|     | (65) | □  | 個  | 34002.5 | 34002.5 |
|     | (66) | □  | 個  | 34002.5 | 34002.5 |
|     | (67) | □  | 個  | 34002.5 | 34002.5 |
|     | (68) |    |    |         |         |

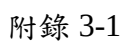


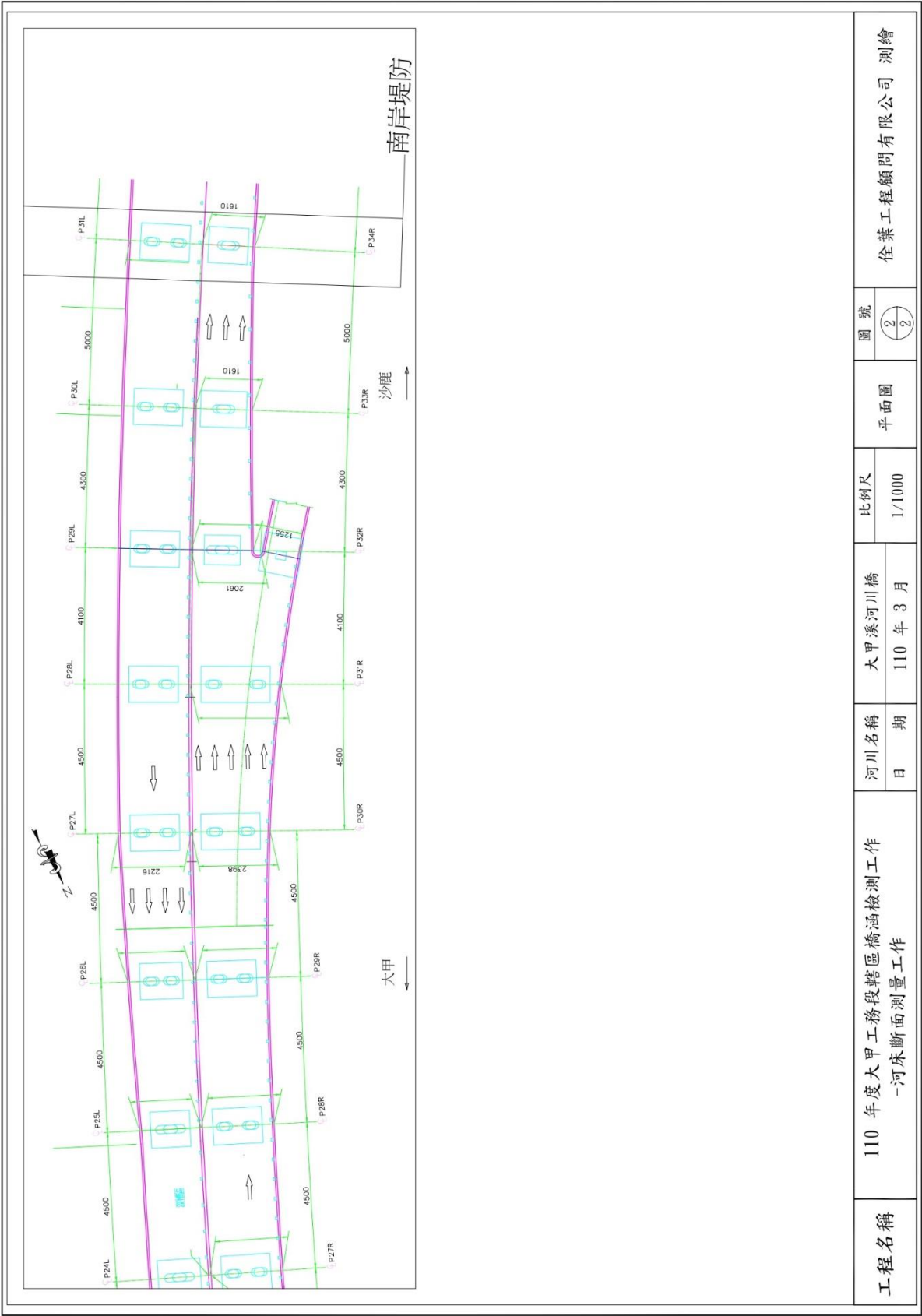
|                  |                                              |      |      |    |                                  |                |                                                   |                        |
|------------------|----------------------------------------------|------|------|----|----------------------------------|----------------|---------------------------------------------------|------------------------|
| 中華民國交通部<br>高速公路局 | 國道高雄快速公路後埤跨段橋梁<br><b>碩菓補強工程(區段I-2)第N07P標</b> | 修正記號 | 修訂內容 | 日期 | 大甲溪河川權<br>橋墩P2/L、P2/M基址時震補強詳圖(二) | N07P 橋<br>竣工 圖 | 承造商<br>宏興工程股份有限公司<br>負責人：<br>傳真：869-869115<br>地址： | 監造單位<br>台灣遠東建設顧問股份有限公司 |
| 交通部高雄公路局第一新建工程處  |                                              |      |      |    | 單位 CH 比例 如圖示                     | S-113          | 繪圖：                                               |                        |
|                  |                                              |      |      |    |                                  |                | 開工：07.12.17                                       |                        |
|                  |                                              |      |      |    |                                  |                | 竣工：10.02.23                                       |                        |
|                  |                                              |      |      |    |                                  |                | 專任工程師人員：江伯平(簽章)審核：                                |                        |
|                  |                                              |      |      |    |                                  |                | 施一康(蓋章)                                           |                        |

附錄三  
國道三號大甲溪橋  
110 年河床斷面測量資料

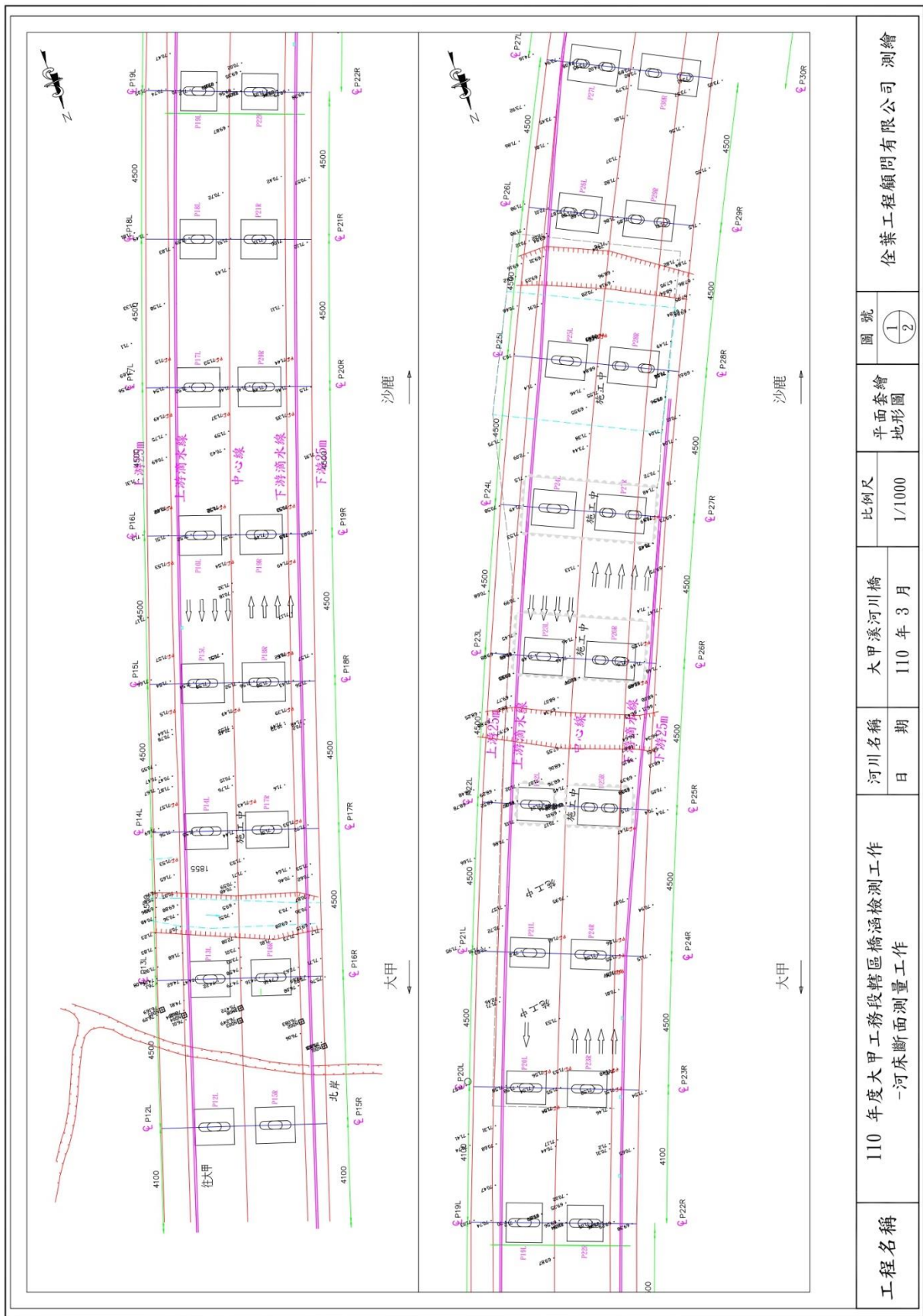




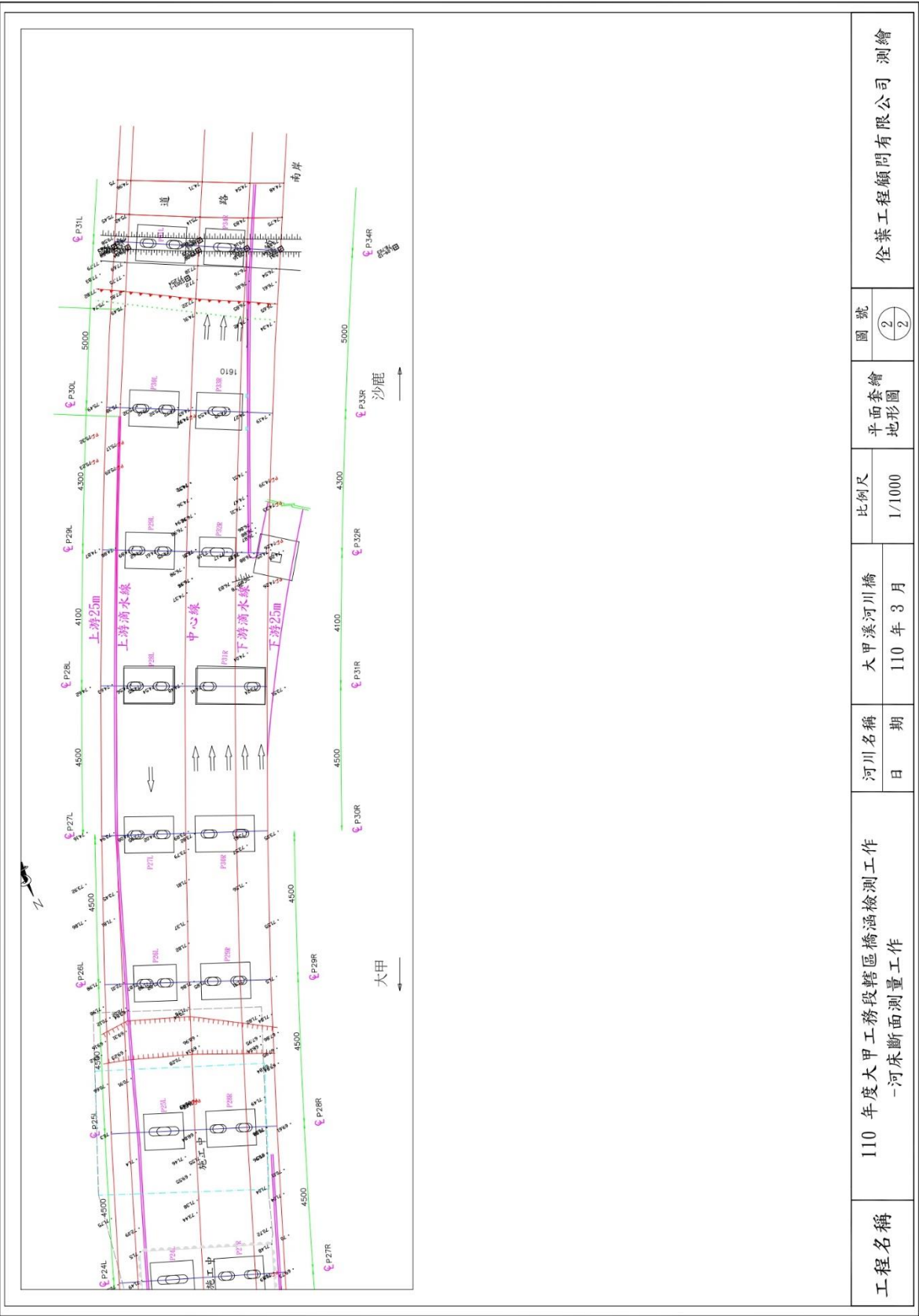




附錄 3-2



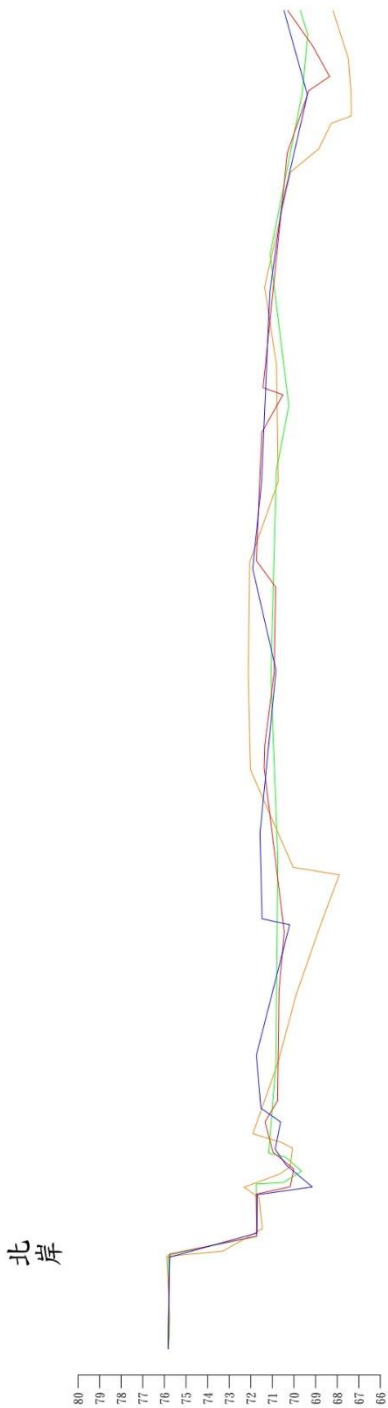
|      |                                  |      |           |        |     |             |     |               |
|------|----------------------------------|------|-----------|--------|-----|-------------|-----|---------------|
| 工程名稱 | 110 年度大甲工務段轄區橋涵檢測工作<br>-河床斷面測量工作 | 河川名稱 |           | 大甲溪河川橋 | 比例尺 | 平面套繪<br>地形圖 | 圖 號 | 仝業工程顧問有限公司 測繪 |
|      |                                  | 日 期  | 110 年 3 月 | 1/1000 |     |             |     |               |



|      |                                  |  |  |      |           |        |             |               |               |
|------|----------------------------------|--|--|------|-----------|--------|-------------|---------------|---------------|
| 工程名稱 | 110 年度大甲工務段轄區橋涵檢測工作<br>-河床斷面測量工作 |  |  | 河川名稱 | 大甲溪河川橋    | 比例尺    | 平面套繪<br>地形圖 | 圖 號           | 全葉工程顧問有限公司 測繪 |
|      |                                  |  |  | 日 期  | 110 年 3 月 | 1/1000 |             | $\frac{2}{2}$ |               |

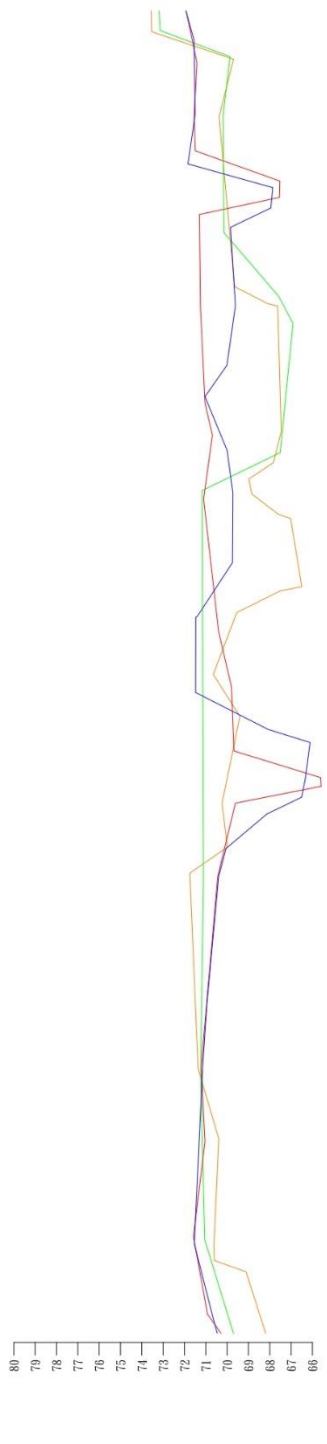


# 國道3號大甲溪河川橋 下游25M 斷面(1/3)



| 名稱  | 110 年度大甲工務段轄區橋涵檢測工作<br>-河床斷面測量工作 |           | 河川名稱      |           | 大甲溪河川橋    |           | 比例尺                         |           | 橫斷面圖      |           | 圖 號       |           | 仝業工程顧問有限公司 |           |           |           |           |           |           |           |  |
|-----|----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--|
|     |                                  |           | 日 期       |           | 110 年 3 月 |           | 垂直:1<br>200<br>水平:1<br>1000 |           |           |           | 1<br>15   |           |            |           |           |           |           |           |           |           |  |
| 樁 號 | OK+000.20                        | OK+001.39 | OK+006.00 | OK+020.64 | OK+035.55 | OK+037.33 | OK+042.42                   | OK+046.08 | OK+052.39 | OK+053.58 | OK+067.83 | OK+098.11 | OK+099.48  | OK+119.41 | OK+137.06 | OK+180.63 | OK+200.77 | OK+244.74 | OK+264.40 | OK+290.44 |  |
| 地面高 | 73.82                            | 73.83     | 71.76     | 71.71     | 69.13     | 70.36     | 70.87                       | 70.62     | 71.53     | 71.74     | 70.20     | 71.48     | 71.57      | 70.83     | 71.91     | 71.50     | 71.12     | 70.57     | 69.38     |           |  |

國道3號大甲溪河川橋 下游25M 斷面(2/3)



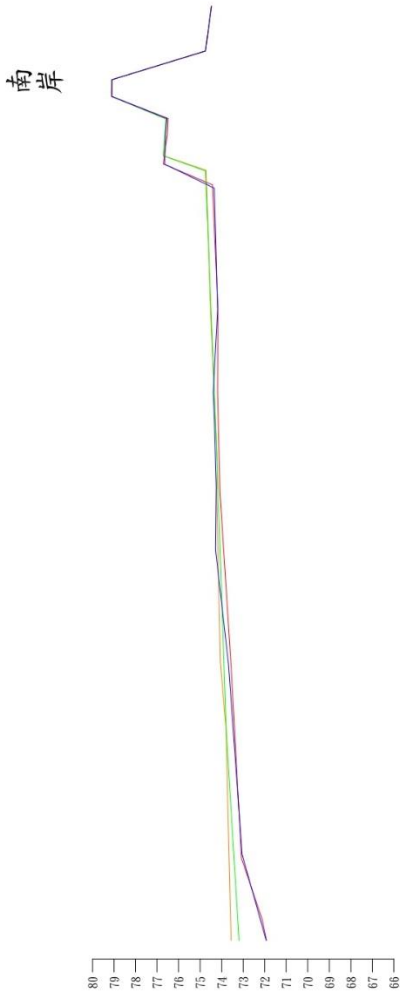
| 樁號 | OK+313.38 | 70.65 | 71.54 | OK+330.96 | 71.15 | OK+372.44 | 70.94 | OK+417.04 | 70.05 | OK+431.78 | 68.13 | OK+435.70 | 66.34 | OK+448.51 | 68.08 | OK+451.59 | 71.48 | OK+478.11 | 71.40 | OK+490.69 | 69.75 | OK+507.01 | 69.73 | OK+517.02 | 70.00 | OK+529.61 | 71.04 | OK+536.96 | 70.01 | OK+550.93 | 69.61 | OK+569.30 | 69.84 | OK+573.85 | 67.95 | OK+578.62 | 71.84 | OK+584.19 | 71.50 | OK+595.70 | 71.55 | OK+613.18 |
|----|-----------|-------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|
|----|-----------|-------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|

110年度：  
109年度：  
108年度：  
107年度：

|      |                                  |      |           |       |      |               |
|------|----------------------------------|------|-----------|-------|------|---------------|
| 工程名稱 | 110 年度大甲工務段轄區橋涵檢測工作<br>-河床斷面測量工作 | 河川名稱 | 大甲溪河川橋    | 比例尺   | 圖 號  | 全業工程顧問有限公司 測繪 |
|      |                                  | 日 期  | 110 年 3 月 | 1:200 | 2/15 |               |

附錄 3-6

國道3號大甲溪河川橋 下游25M 斷面(3/3)



| 地面高 | 74.48     | 74.75     | 79.09     | 79.10     | 76.54     | 76.61     | 76.65     | 74.34     | 74.19     | 74.39     | 74.33     | 74.25     | 74.28     | 73.68     | 73.05     |
|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 樁號  | 0K+837.18 | 0K+826.82 | 0K+820.13 | 0K+816.23 | 0K+811.12 | 0K+807.02 | 0K+800.50 | 0K+794.90 | 0K+766.63 | 0K+747.35 | 0K+740.99 | 0K+725.53 | 0K+710.77 | 0K+684.12 | 0K+639.99 |

110年度：  
109年度：  
108年度：  
107年度：

|      |                                  |      |           |                                    |      |    |               |
|------|----------------------------------|------|-----------|------------------------------------|------|----|---------------|
| 工程名稱 | 110 年度大甲工務段轄區橋涵檢測工作<br>-河床斷面測量工作 | 河川名稱 | 大甲溪河川橋    | 比例尺                                | 橫斷面圖 | 圖號 | 仝業工程顧問有限公司 測繪 |
|      |                                  | 日期   | 110 年 3 月 | $\frac{1}{200}$ 至 $\frac{1}{1000}$ |      |    |               |

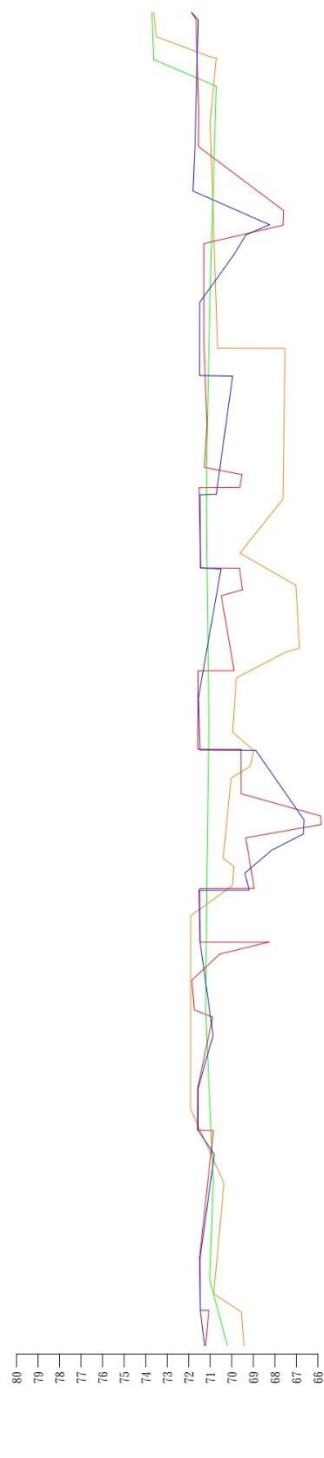
國道3號大甲溪河川橋 下游滴水線 斷面(1/3)



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                  |           |           |           |           |           |           |           |                                                     |           |           |           |                |           |               |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|----------------|-----------|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--|
| 工程名稱                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 110 年度大甲工務段轄區橋涵檢測工作<br>-河床斷面測量工作 |           |           |           | 河川名稱      |           | 大甲溪河川橋    |           | 比例尺                                                 |           | 橋斷面圖      |           | 圖 號            |           | 仝業工程顧問有限公司 測繪 |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 日期                               |           | 110 年 3 月 |           |           |           |           |           | $\text{豎 縮 比} = \frac{1}{200} \cdot \frac{1}{1000}$ |           | 梯斷面圖      |           | $\frac{4}{15}$ |           |               |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |  |
| 地面高                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 70.06                            | 70.08     | 76.08     | 72.63     | 71.73     | 69.28     | 70.30     | 70.46     | 71.64                                               | 71.53     | 71.53     | 71.60     | 70.33          | 71.49     | 71.43         | 70.62     | 71.17     | 71.49     | 70.80     | 70.51     | 71.35     | 71.44     | 71.11     | 71.06     | 70.42     | 69.29     | 70.31     | 71.20     |  |
| 樁 號                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | OK+003.61                        | OK+000.00 | OK+010.99 | OK+016.60 | OK+026.62 | OK+030.77 | OK+034.85 | OK+044.37 | OK+046.93                                           | OK+049.66 | OK+067.35 | OK+072.30 | OK+090.65      | OK+091.24 | OK+103.99     | OK+112.46 | OK+124.55 | OK+140.34 | OK+148.72 | OK+157.26 | OK+185.21 | OK+202.14 | OK+218.05 | OK+238.27 | OK+257.43 | OK+283.68 | OK+305.84 | OK+307.39 |  |
| <div>110年度：</div> <div>109年度：</div> <div>108年度：</div> <div>107年度：</div> |                                  |           |           |           |           |           |           |           |                                                     |           |           |           |                |           |               |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |  |



# 國道3號大甲溪河川橋 下游滴水線 斷面(2/3)

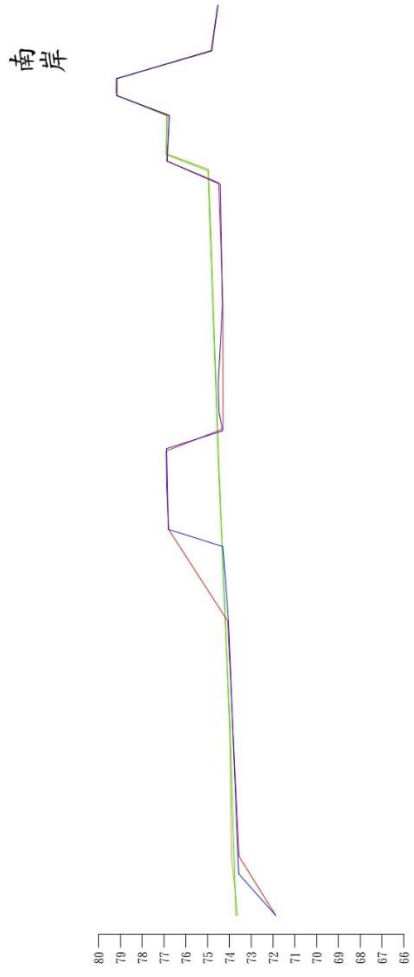


| 地面高 | 71.56     | 71.71     | 71.80     | 69.90     | 71.49     | 69.96     | 70.72     | 71.48     | 70.50     | 71.55     | 68.89     | 68.64     | 68.15     | 69.39     | 71.53     | 71.47     | 70.87     | 71.56     | 71.57     | 70.81     | 71.48     | 71.46     |
|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 樁 號 | OK+618.24 | OK+588.77 | OK+578.45 | OK+568.27 | OK+563.67 | OK+552.56 | OK+535.44 | OK+507.92 | OK+490.58 | OK+460.57 | OK+448.51 | OK+432.24 | OK+425.17 | OK+419.86 | OK+415.94 | OK+403.82 | OK+382.12 | OK+369.93 | OK+360.12 | OK+354.42 | OK+330.11 | OK+318.26 |

110年度：  
109年度：  
108年度：  
107年度：

| 工程名稱 | 110 年度大甲工務段轄區橋涵檢測工作<br>-河床斷面測量工作 |           | 河川名稱 | 大甲溪河川橋 |   | 比例尺 | 橫斷面圖   |      | 圖 號 | 仝業工程顧問有限公司 測繪 |  |
|------|----------------------------------|-----------|------|--------|---|-----|--------|------|-----|---------------|--|
|      | 日期                               | 110 年 3 月 |      | 日      | 期 |     | 1:1000 | 5/15 |     |               |  |

# 國道3號大甲溪河川橋 下游滴水線 斷面(3/3)

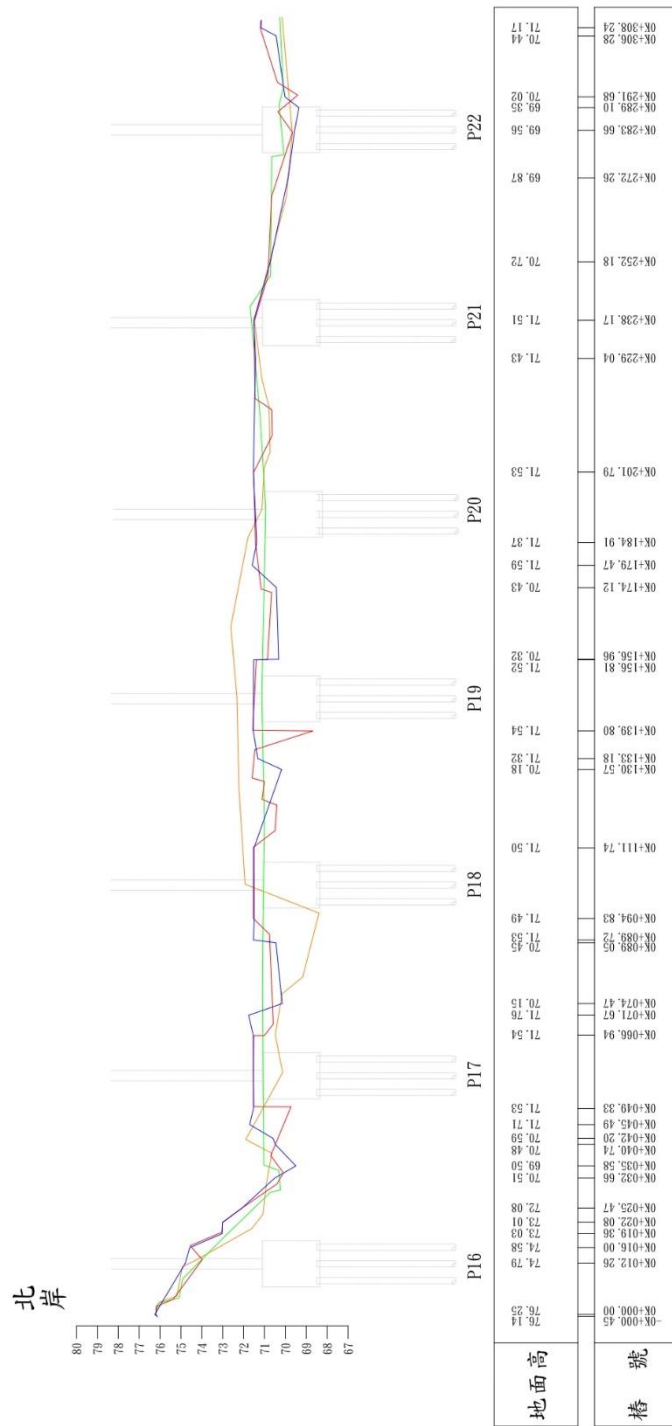


| 樁號  | OK+831.05 | OK+820.59 | OK+814.07 | OK+810.14 | OK+805.57 | OK+801.21 | OK+794.92 | OK+789.56 | OK+761.80 | OK+743.23 | OK+736.62 | OK+732.41 | OK+728.29 | OK+709.58 | OK+705.57 | OK+688.10 | OK+633.60 | OK+629.67 |
|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 地面高 | 74.54     | 74.83     | 79.16     | 79.16     | 76.76     | 76.81     | 76.85     | 74.42     | 74.32     | 74.51     | 74.47     | 74.31     | 76.88     | 76.81     | 74.30     | 74.04     | 73.61     | 73.57     |

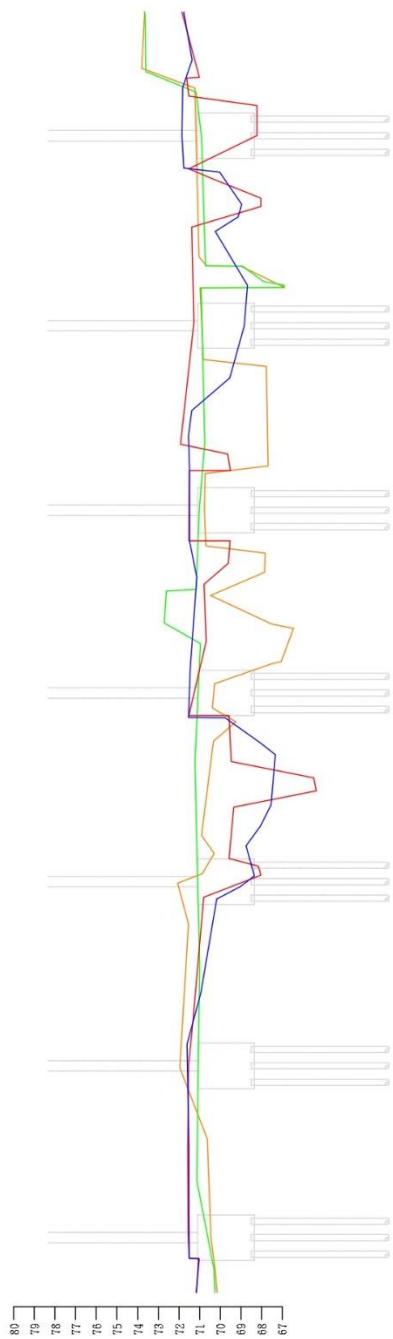
110年度：  
109年度：  
108年度：  
107年度：

| 工程名稱 | 110 年度大甲工務段轄區橋涵檢測工作<br>-河床斷面測量工作 |           | 河川名稱 | 大甲溪河川橋 |           | 比例尺 | 橫斷面圖   |        | 圖 號 | 測繪工程顧問有限公司 測繪 |               |
|------|----------------------------------|-----------|------|--------|-----------|-----|--------|--------|-----|---------------|---------------|
|      | 日 期                              | 110 年 3 月 |      | 日 期    | 110 年 3 月 |     | 縮小比例尺  | 縮小比例尺  |     | 圖 號           | 測繪工程顧問有限公司 測繪 |
|      |                                  |           |      |        |           |     | 1:1000 | 1:1000 |     | 6/15          |               |

# 國道3號大甲溪河川橋 中心線 斷面(1/3)



# 國道3號大甲溪河川橋 中心線 斷面(2/3)



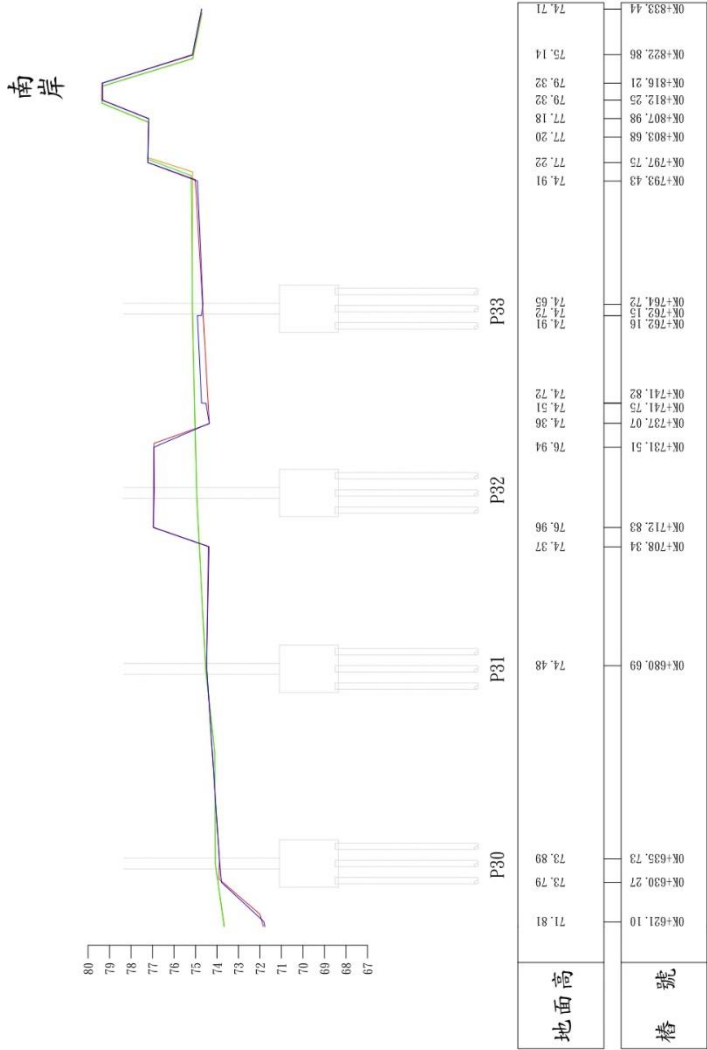
| 地面高   | 樁 號       |
|-------|-----------|
| 71.54 | OK+318.27 |
| 71.53 | OK+330.25 |
| 71.53 | OK+345.21 |
| 71.61 | OK+370.07 |
| 70.95 | OK+382.42 |
| 70.17 | OK+405.28 |
| 69.04 | OK+408.34 |
| 68.38 | OK+410.71 |
| 68.18 | OK+418.10 |
| 68.06 | OK+422.83 |
| 67.95 | OK+427.99 |
| 67.34 | OK+440.22 |
| 68.07 | OK+443.07 |
| 69.27 | OK+449.15 |
| 71.54 | OK+449.22 |
| 71.46 | OK+461.32 |
| 71.13 | OK+483.12 |
| 71.48 | OK+491.88 |
| 71.48 | OK+508.87 |
| 73.44 | OK+519.74 |
| 71.38 | OK+523.55 |
| 69.55 | OK+531.40 |
| 68.84 | OK+544.04 |
| 68.89 | OK+553.84 |
| 70.83 | OK+566.92 |
| 68.15 | OK+570.35 |
| 68.95 | OK+581.27 |
| 71.79 | OK+582.18 |
| 71.86 | OK+590.05 |
| 71.82 | OK+601.77 |
| 71.37 | OK+608.40 |

110年度：  
 109年度：  
 108年度：  
 107年度：

|      |                                  |      |           |        |     |    |
|------|----------------------------------|------|-----------|--------|-----|----|
| 工程名稱 | 110 年度大甲工務段轄區橋涵檢測工作<br>-河床斷面測量工作 | 河川名稱 |           | 大甲溪河川橋 | 圖 號 | 測繪 |
|      |                                  | 日 期  | 110 年 3 月 |        |     |    |



# 國道3號大甲溪河川橋 中心線 斷面(3/3)



110年度：  
109年度：  
108年度：  
107年度：

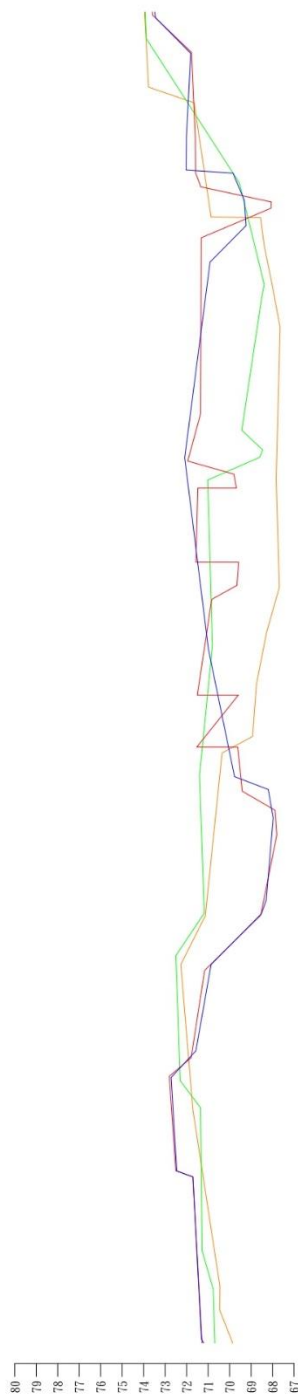
|      |                                  |  |             |                     |                            |      |     |    |               |
|------|----------------------------------|--|-------------|---------------------|----------------------------|------|-----|----|---------------|
| 工程名稱 | 110 年度大甲工務段轄區橋涵檢測工作<br>-河床斷面測量工作 |  | 河川名稱<br>日 期 | 大甲溪河川橋<br>110 年 3 月 | 比例尺<br>豎向1:1000<br>水平1:200 | 橫斷面圖 | 圖 號 |    | 佐葉工程顧問有限公司 測繪 |
|      |                                  |  |             |                     |                            |      | 9   | 15 |               |

# 國道3號大甲溪河川橋 上游滴水線 斷面(1/3)



|      |                                  |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |           |           |           |           |           |           |           |           |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|------|----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 工程名稱 | 110 年度大甲工務段轄區橋涵檢測工作<br>-河床斷面測量工作 |           |           |           | 河川名稱      | 大甲溪河川橋    | 比例尺       | 橫斷面圖      |           | 圖 號       | 仝業工程顧問有限公司 |           |           |           |           |           |           |           |           |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|      | 日 期                              |           | 110 年 3 月 |           | 北岸        |           | 南岸        |           | 10        | 15        |            |           |           |           |           |           |           |           |           |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|      |                                  |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |           |           |           |           |           |           |           |           |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|      |                                  |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |           |           |           |           |           |           |           |           |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 樁 號  | OK+001.45                        | OK+001.49 | OK+004.45 | OK+010.76 | OK+018.98 | OK+026.98 | OK+030.73 | OK+033.66 | OK+037.70 | OK+042.87 | OK+047.44  | OK+065.22 | OK+069.73 | OK+072.89 | OK+085.54 | OK+087.08 | OK+092.84 | OK+101.83 | OK+109.73 | 71.57 | 71.53 | 71.52 | 70.69 | 71.75 | 71.49 | 71.54 | 71.50 | 71.58 | 71.83 | 71.49 | 70.74 | 70.47 | 70.68 |
| 地面高  | 76.01                            | 76.10     | 76.02     | 74.81     | 74.62     | 71.68     | 70.70     | 70.36     | 69.88     | 70.37     | 71.65      | 71.53     | 71.57     | 71.87     | 70.47     | 70.78     | 71.64     | 71.50     | 71.54     | 71.57 | 71.53 | 71.52 | 70.69 | 71.75 | 71.49 | 71.54 | 71.50 | 71.58 | 71.83 | 71.49 | 70.74 | 70.47 | 70.68 |

# 國道3號大甲溪河川橋 上游滴水線 斷面(2/3)

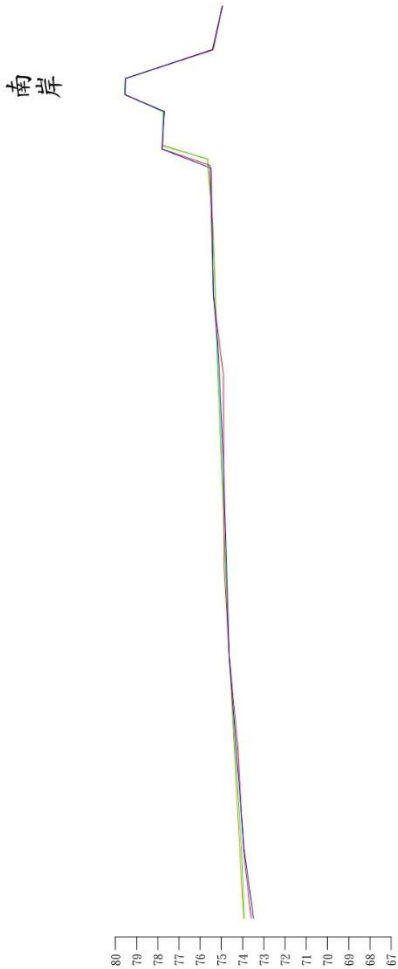


| 樁號  | OK+310.95 | OK+348.70 | OK+350.09 | OK+371.83 | OK+378.04 | OK+398.14 | OK+409.94 | OK+413.16 | OK+432.28 | OK+438.91 | OK+441.91 | OK+471.70 | OK+516.20 | OK+561.76 | OK+570.25 | OK+576.13 | OK+582.47 | OK+583.18 | OK+590.94 | OK+610.36 | OK+618.66 |
|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 地面高 | 71.91     | 72.46     | 72.71     | 72.72     | 71.57     | 70.86     | 68.52     | 68.29     | 67.97     | 68.20     | 69.77     | 70.99     | 72.09     | 70.91     | 69.23     | 69.31     | 69.84     | 72.02     | 72.01     | 71.81     | 73.45     |

110年度：  
 109年度：  
 108年度：  
 107年度：

|      |                                  |      |           |        |     |      |     |               |
|------|----------------------------------|------|-----------|--------|-----|------|-----|---------------|
| 工程名稱 | 110 年度大甲工務段轄區橋涵檢測工作<br>-河床斷面測量工作 | 河川名稱 |           | 大甲溪河川橋 | 比例尺 | 橫斷面圖 | 圖 號 | 仝業工程顧問有限公司 測繪 |
|      |                                  | 日 期  | 110 年 3 月 |        |     |      |     |               |

國道3號大甲溪河川橋 上游滴水線 斷面(3/3)



| 樁 號 | OK+636.63 | OK+681.47 | OK+723.18 | OK+748.13 | OK+755.30 | OK+767.06 | OK+796.89 | OK+801.39 | OK+806.19 | OK+810.21 | OK+814.21 | OK+818.02 | OK+824.88 | OK+835.04 |
|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|

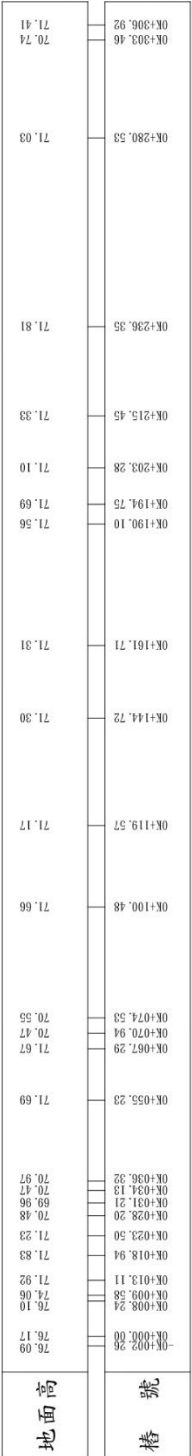
110年度：  
109年度：  
108年度：  
107年度：

| 工程名稱 | 110 年度大甲工務段轄區橋涵檢測工作<br>-河床斷面測量工作 | 河川名稱<br>日 期 | 大甲溪河川橋<br>110 年 3 月 | 比例尺<br>縮小 1 : 200 1000 | 橫斷面圖 | 圖 號 |    | 測繪<br>佳葉工程顧問有限公司 |
|------|----------------------------------|-------------|---------------------|------------------------|------|-----|----|------------------|
|      |                                  |             |                     |                        |      | 12  | 15 |                  |



國道3號大甲溪河川橋 上游25M 斷面(1/3)

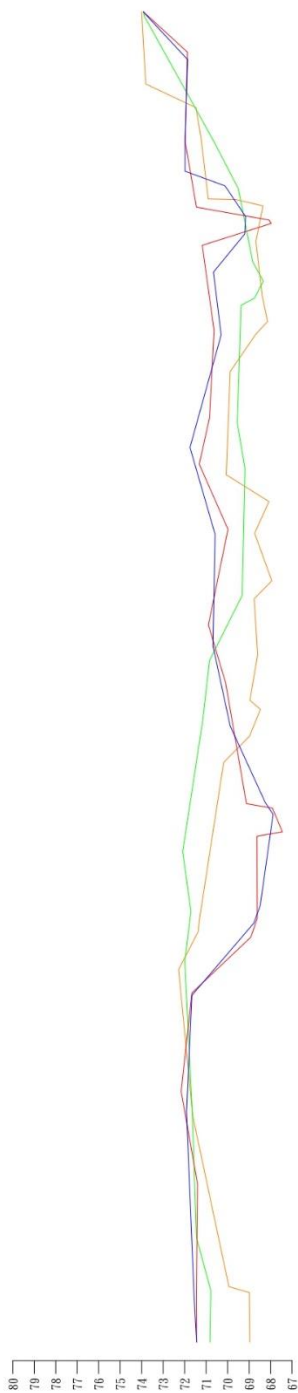
北岸



110年度：  
109年度：  
108年度：  
107年度：

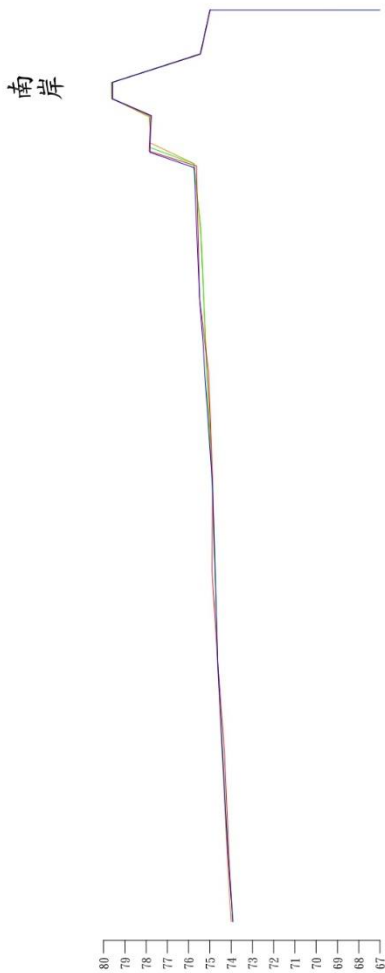
|      |                                  |  |  |  |      |           |                                               |      |          |               |
|------|----------------------------------|--|--|--|------|-----------|-----------------------------------------------|------|----------|---------------|
| 工程名稱 | 110 年度大甲工務段轄區橋涵檢測工作<br>-河床斷面測量工作 |  |  |  | 河川名稱 | 大甲溪河川橋    | 比例尺                                           | 橫斷面圖 | 圖 號      | 仝業工程顧問有限公司 測繪 |
|      |                                  |  |  |  | 日 期  | 110 年 3 月 | 垂直縮小 $\frac{1}{200}$<br>水平縮小 $\frac{1}{1000}$ |      | 13<br>15 |               |

國道3號大甲溪河川橋 上游25M 斷面(2/3)



|                                 |                                 |           |           |           |           |           |           |           |                                            |           |           |           |                 |           |               |           |           |           |           |
|---------------------------------|---------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------------|-----------|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 地面高                             | 71.57                           | 71.91     | 71.66     | 68.78     | 68.48     | 67.88     | 68.25     | 69.88     | 70.68                                      | 70.58     | 71.75     | 70.30     | 70.66           | 69.20     | 69.16         | 70.12     | 71.98     | 71.86     | 73.92     |
| 樁號                              | OK+321.64                       | OK+363.68 | OK+390.78 | OK+407.62 | OK+411.63 | OK+432.95 | OK+435.78 | OK+453.58 | OK+472.19                                  | OK+498.23 | OK+518.48 | OK+541.69 | OK+559.33       | OK+568.22 | OK+572.28     | OK+579.43 | OK+590.46 | OK+608.85 | OK+619.92 |
| 110年度大甲工務段轄區橋涵檢測工作<br>-河床斷面測量工作 |                                 |           |           |           |           |           |           |           |                                            |           |           |           |                 |           |               |           |           |           |           |
| 工程名稱                            | 110年度大甲工務段轄區橋涵檢測工作<br>-河床斷面測量工作 |           |           |           | 河川名稱      |           | 大甲溪河川橋    |           | 比例尺                                        |           | 橫斷面圖      |           | 圖號              |           | 仝業工程顧問有限公司 測繪 |           |           |           |           |
|                                 |                                 |           |           |           | 日期        |           | 110年3月    |           | $\frac{\text{縮小尺寸}}{200} = \frac{1}{1000}$ |           |           |           | $\frac{14}{15}$ |           |               |           |           |           |           |

國道3號大甲溪河川橋 上游25M 斷面(3/3)



|      |                                  |           |                         |  |      |        |     |      |     |               |
|------|----------------------------------|-----------|-------------------------|--|------|--------|-----|------|-----|---------------|
| 工程名稱 | 110 年度大甲工務段轄區橋涵檢測工作<br>-河床斷面測量工作 |           |                         |  | 河川名稱 | 大甲溪河川橋 | 比例尺 | 橫斷面圖 | 圖 號 | 仝業工程顧問有限公司 測繪 |
|      | 日 期                              | 110 年 3 月 | 註：水平 1：200<br>垂直 1：1000 |  |      |        |     |      |     |               |

|     |       |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|-----|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 地面高 | 74.16 | 74.62     | 74.87     | 75.23     | 75.32     | 75.49     | 75.74     | 77.82     | 77.74     | 79.58     | 79.58     | 75.45     | 75.00     |           |           |
|     |       |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|     | 椿 號   | 0K+636.27 | 0K+679.93 | 0K+722.08 | 0K+748.20 | 0K+756.05 | 0K+766.76 | 0K+797.39 | 0K+801.00 | 0K+805.64 | 0K+809.63 | 0K+813.61 | 0K+817.46 | 0K+824.10 | 0K+834.45 |
|     |       |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|     |       |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|     |       |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|     |       |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|     |       |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|     |       |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|     |       |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|     |       |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|     |       |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |

110年度：

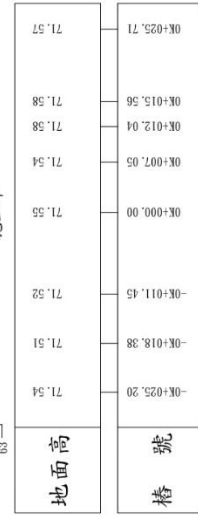
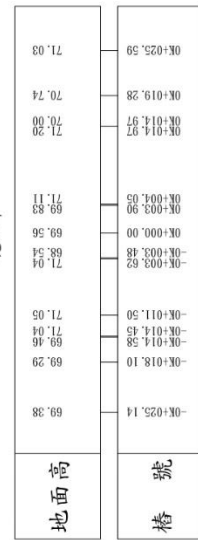
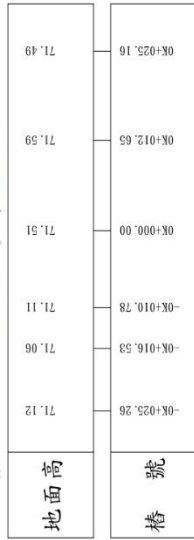
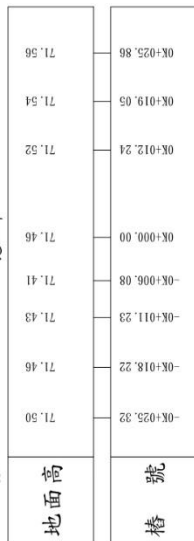
109年度：

108年度：

107年度：



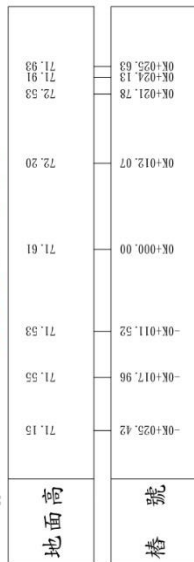




P23R-P20L

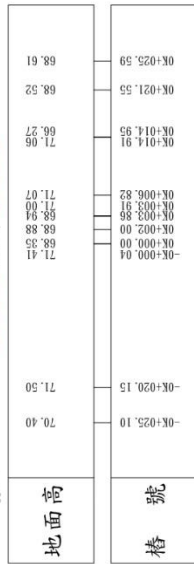
108年度： 110年度：  
107年度： 109年度：

|      |                                 |      |           |                    |      |    |                                 |
|------|---------------------------------|------|-----------|--------------------|------|----|---------------------------------|
| 工程名稱 | 110 年度大甲工段轄區橋涵檢測工作<br>-河床斷面測量工作 | 河川名稱 | 大甲溪河川橋    | 比例尺                | 縱斷面圖 | 圖號 | 繪測<br>公司<br>限有<br>顧業<br>工程<br>全 |
|      |                                 | 日期   | 110 年 3 月 | 1 : 200<br>1 : 600 |      |    |                                 |



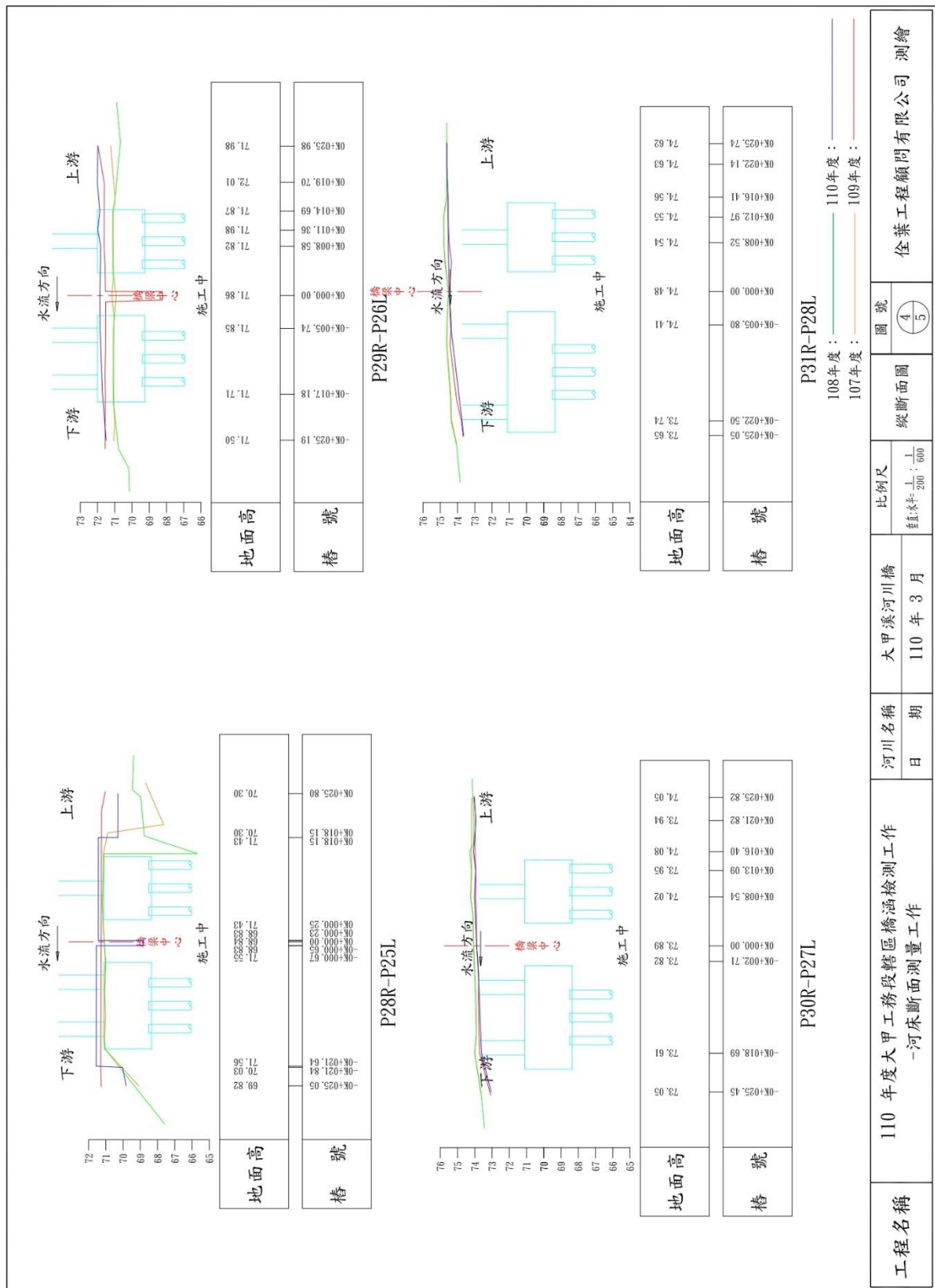
|     |  |                     |                     |                     |                    |                    |                    |                    |
|-----|--|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 樁   |  | -0K+025.10<br>71.48 | -0K+021.35<br>71.49 | -0K+016.58<br>71.50 | 0K+000.00<br>71.46 | 0K+011.87<br>71.49 | 0K+018.22<br>71.48 | 0K+023.95<br>69.88 |
| 地面高 |  |                     |                     |                     |                    |                    |                    |                    |

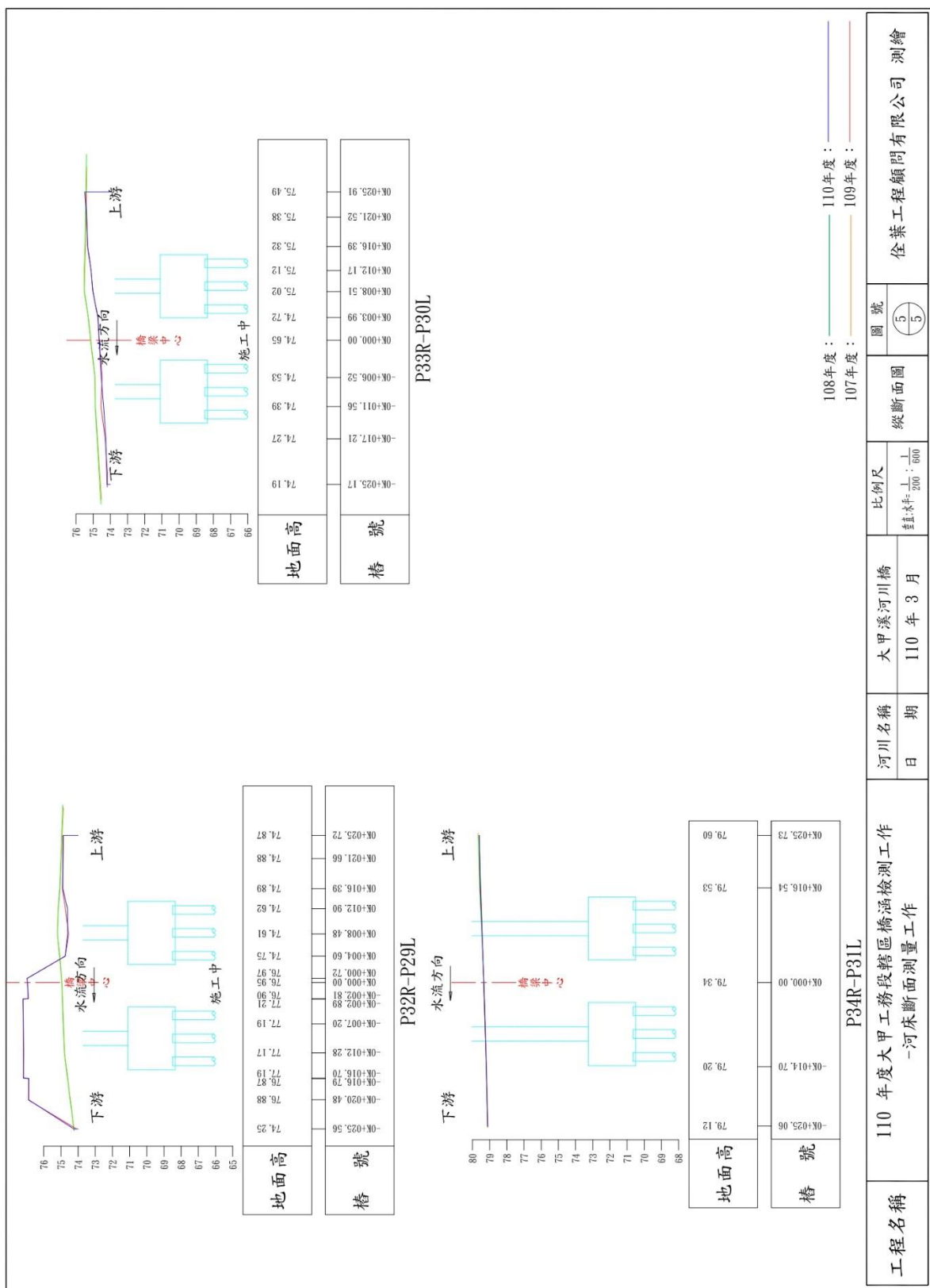
|      |                                  |
|------|----------------------------------|
| 工程名稱 | 110 年度大甲工務段轄區橋涵檢測工作<br>-河床斷面測量工作 |
|------|----------------------------------|



|     |                                                               |
|-----|---------------------------------------------------------------|
| 樁   | 0K+025.12<br>0K+021.52<br>0K+000.00<br>0K+018.61<br>0K+025.93 |
| 地面高 | 69.65<br>71.50<br>70.49<br>71.50                              |

|                      |      |               |                          |
|----------------------|------|---------------|--------------------------|
| 比例尺                  | 縱斷面圖 | 圖號            | 110年度：107年度：109年度：108年度： |
| 註：本圖 $\frac{1}{200}$ |      | $\frac{3}{5}$ |                          |
| 佳葉工程顧問有限公司 測繪        |      |               |                          |







## 附錄四

### 專家學者座談會會議紀錄



## 交通部運輸研究所港灣技術研究中心會議紀錄

壹、會議名稱：本所港研中心第一科 110 年自行研究計畫專家學者座談會議

貳、時間：110 年 4 月 21 日(星期三) 上午 10 時

參、地點：本所港灣技術研究中心 2 樓簡報室

肆、主持人：蔡立宏主任

紀錄：胡啟文

伍、出單位及人員：如後附簽到表

陸、審查意見：

### 一、 饒書安委員

(一) 國道三號大甲溪橋地工織布保護工法現地沖刷試驗及驗證：

1. 近期已由高公局一工處完成基樁耐震補強，建議於報告中增列資料，另國 3 大甲溪橋過去有埋設無線追蹤粒子，相關沖刷資料亦可提供參考。
2. 請問本年度(110 年)水工模型工作與 109 年有何差異，建議於報告中敘明補充。

(二) 110 年臺灣地區金屬材料腐蝕環境調查研究：

本段轄區國 3 中港溪橋及國 3 烏溪 1 號河川橋隔音牆生銹嚴重，如果經費允許，建議增列並納入本段設施長期觀察，另大甲溪橋亦有此狀況。

(三) 透地雷達檢測道路孔洞方法之初步探討：

透地雷達檢測道路孔洞，可建議比較機型(頻率)、深度適用性探討。

### 二、 呂正安委員

(一) 國道三號大甲溪橋地工織布保護工法現地沖刷試驗及驗證案，有其助益，切合實務：

1. 可分年建置不同場地，防刷工法(如打樁、雙層互鎖、尺寸、加勁版隔護、三明治防刷護坦)之探討。

2. 考量施作時之職安、防風預警之工項。
3. 經費允許，可埋設量測設備、儀器，探討細部運動行為。
4. 後續若有進一步計畫，可與公路橋檢單位聯繫，擇合適地點再進行更多的探討。

(二) 110 年臺灣地區金屬材料腐蝕環境調查研究:

1. 可考量切入實務工程之探討，尤其近年山區工程為利搶通時效，多用鋼結構，如中橫及南橫之鋼橋、鋼明隧道(棚)等。
2. 臨路及臨軌之邊坡防護鋼柵等，亦可考量納入。

(三) 110 年港區震災速報系統維護及地層下陷調查分析研究:

1. 建議可建立橫向聯繫，共同提升震災及下陷災害之即時因應防災體系，擴大系統的效益。
2. 震源發生，震度速報，其後需有人力確定可能受災區，建議可納入經費中編列工項。

(四) 港區工程基本資料庫移轉建置研究:

建議可加入評比，獎勵機制。

(五) 港灣構造物維護管理資訊系統及新興巡檢技術應用探討:

為利維管，需人力巡查、登載系統、專人審核及維護，皆須耗費經費，建議納入經費工項編列考量。

(六) 透地雷達檢測道路孔洞方法之初步探討:

1. 現地調查時，建議需進行交維，以利作業安全。
2. 可研擬針對不同路基條件進行檢測。
3. 可洽橫向單位配合執行，共同精研，提升效益。

三、 柯永彥委員

本年度自行研究計畫之主題均屬重要之工程技術議題，預期成果將亟具實務應用價值。針對各項計畫之具體意見如下：

(一) 國道三號大甲溪橋地工織布保護工法現地沖刷試驗及驗證:

1. 大甲溪自 2004 年敏督利風災(七二水災)以來，流域特性



較以往有大幅變化，進一步導致後續蒙受嚴重之沖刷問題，並於 2008 年造成后豐橋斷橋事件。本研究利用地工織布提升橋基保護工之耐久性，其成效應可期待；以大甲溪作為實地驗證場域，成果將具實務參考價值。

2. 在研究規劃上，應以室內水工模型試驗先行測試多種方法，再取其中較佳者進行現地試驗[此部分賴科長已經回應]。
3. 另建議文獻回顧時將大甲溪全流域沖刷潛勢做一整體評價，以掌握測試場域(國道三號大甲溪橋)之沖刷危害等級，以彰顯本研究之代表性。

#### (二)110 年臺灣地區金屬材料腐蝕環境調查研究:

我國現正積極發展離岸風電，未來或可考慮納入離岸風機相關鋼材之腐蝕性實測研究，並可考慮與國內其他長期從事金屬腐蝕相關研究之單位合作(如中鋼公司、金屬研究發展中心等)，結合港研中心之大量試驗站與外單位所能提供之各種材料試樣，達相輔相成之效。

#### (三)110 年港區震災速報系統維護及地層下陷調查分析研究:

1. 本計畫之前期研究歷年來已累積許多觀測資料，並已用來進行諸多研究，未來宜持續發揮這些寶貴資料之價值，期待能據以產出更多研發成果。
2. 惟需注意因系統建置迄今已有相當時間，部分儀器可能有到達壽限無法繼續提供可信資料的狀況(尤其井下地震儀、水壓計等)，建議於定期維護時進行盤點，確實掌握系統之狀態，必要時應將失效之儀器予以退場，並彈性調整系統之架構。

#### (四)港區工程基本資料庫移轉建置研究:

資料庫之整合與操作介面單一化將能使其服務效能提升，予以肯定。

#### (五)港灣構造物維護管理資訊系統及新興巡檢技術應用探討:

本計畫之新興科技應用似主要基於影像判釋，則建議除

了近景影像之外，亦可納入遙測影像相關技術，如已應用於地表與工程構造物變位觀測之干涉合成孔徑雷達(In-SAR)等，除了使含蓋技術更為多元，應有助於提升巡檢效率。

(六)透地雷達檢測道路孔洞方法之初步探討:

1. 本計畫屬前期研究性質，透地雷達設備發展甚為成熟，本研究重點為透地雷達擷取資料之分析、判讀與處理方式，方向應屬正確，建議執行過程中可諮詢國內學界或實務界相關專家，吸取其實貴經驗。
2. 建議除了道路孔洞，亦可考慮納入碼頭後線鋪面之孔洞檢測。

四、朱志光委員

(一) 國道三號大甲溪橋地工織布保護工法現地沖刷試驗及驗證:

1. 本案針對現有橋墩，建議說明依流場理論或水工試驗結果或經驗其在橋址多少範圍內，需予納入作評估試驗。
2. 有無需要對現地表面或地下地質作一簡述，有別於傳統工法之抗沖刷效果如何?
3. 對於基礎保護之斷面改善方案，建議可列出先前研選的初始方案及評比結果，並說明採用之理由。
4. 有無該區域雨量、下雨時間、斷面流量、時間相對作成沖刷量的評估、模擬數據?如有，建議可以稍加說明。
5. 以無人機觀測，有其便利性，對於水面以下資料如何取得?建議可略加說明。

(二) 110 年臺灣地區金屬材料腐蝕環境調查研究:

1. 對於試驗位置之地域、氣候、潮位、海水的化學成份如鹽度、環境空氣中化學成份等因子之相關性分析比較，建議可稍作說明?
2. 建議未來是否考量於新、改建工程階段，直接對於工程本體進行實體試驗，如保護層之效果。

(三) 110 年港區震災速報系統維護及地層下陷調查分析研究:

對於地層下陷部份建議如下:

- (1). 地層下陷大區域未來是否可以有三度空間的視覺圖形立體呈現，建議有時間歷程與沈陷量的動態或圖片展示。
- (2). 對於未來港區新填區、關鍵設備區(如化槽區)、結構、管電線等有安全疑慮之區域進行預防性監測，建議後續可考量。
- (3). 儀器用 19 年才壞，表示品質或維管成效不錯，因現今科技發達，建議未來在經費允許下，一些老舊設備可逐年汰換。

(四) 港區工程基本資料庫移轉建置研究:

1. 對於港區工程基本資料，其蒐集建議對於正確性、精確性、可信度，未來建議可研究稍作說明管理機制。
2. 建議對於提供界面使用平台下載格式、查詢、輸入之編碼方式與港公司暨有之資訊圖資介接，另未來可考量研究參考如 goole map，查詢時有照片、位址、詳細資訊、衛星圖轉平面圖、店家項目、市價等等。

(五) 港灣構造物維護管理資訊系統及新興巡檢技術應用探討:

1. 對於巡檢常發生路面坑洞(含雨後)影響交安，事故後處理均是問題，建議可針對此類型問題進行分析，並探討未來如何應用新興巡檢技術來做到預防之可行性。
2. 重要的設施及重要結構，如大排河岸、護坡、邊坡，建議考量用無人機方式巡檢，臺中港潮差大，巡檢如何掌握低潮，建議可稍加說明。另可以共桿方式設置 AI 監視系統來進行港區智慧監測，用來預防港區偷倒垃圾，即時性鋪面、面版、溝蓋損壞之查報作業，以提升管理效能。

(六) 透地雷達檢測道路孔洞方法之初步探討:

1. 南堤路海堤邊及附近圍牆內外地均有發生下陷，也多次修補，這部份建議可以納入探討。

2. 對於道路、貨櫃場地 AC 鋪面、露儲場等、管線、水溝、人孔、箱涵、大排旁建議可以考量先小區、小項目、重點試辦。

## 五、 陳桂清委員

### (一) 國道三號大甲溪橋地工織布保護工法現地沖刷試驗及驗證:

1. 本計畫為整體水工模擬及現地鋪設工法可行性計畫之驗證及成效評估，研究成果未來對國道及其它道路跨河橋梁橋墩之保護可提供有效之規劃及設計，應予肯定。
2. 研究內容包含地工織布對基樁的保護成效觀測、工法成效評估及後續研擬改善方案等項目，顯示規劃非常務實與具體。
3. 引用高端科技 UAV(無人飛行載具)評估，不但可快速了解整體驗證的成效，同時降低現地觀測風險及人力成本，此技術應予肯定與推廣。

### (二) 110 年臺灣地區金屬材料腐蝕環境調查研究:

1. 計畫已執行多年，為一長期性計畫，成果相當豐碩，提供金屬腐蝕基礎資料最完整的資訊，多年來國內產經發展快速加上環境變遷，原規劃之試驗點及涵蓋的面積已呈現不足，如經費及人力許可下，建議後續可增加若干試驗線或地區，諸如彰濱工業區、鄰近離岸風電區…等等。
2. 大氣曝放之螺旋線材如鋁(Al)，其腐蝕量甚微不易量測，線材試樣清洗過程應多加謹慎。
3. 本計畫包括大氣與水下金屬腐蝕之調查，與離岸風電設施所處腐蝕環境相似，建議後續將此議題納入探討。
4. 建議未來計畫可增加防蝕工法、防蝕材料之探討。
5. 建議與產、關、學界合作，致力推廣「臺灣腐蝕環境分類資訊系統」之應用。

### (三) 110 年港區震災速報系統維護及地層下陷調查分析研究:

1. 臺灣位處於頻繁地震帶，港區營運安全乃國人必需關注

的重大交通設施，建置港區震災速報系統有其必要性，它可以即時掌握地震規模及可能災損程度外，同時港務人員亦可即時啟動適當的救災作業，降低損失。

2. 地層下陷量與水位變化等歷年數據，建議未來可考慮納入「港灣構造物維護管理系統」。
3. 定期對各港區監測站之儀器設施，進行更新維護有其必要。

#### (四) 港區工程基本資料庫移轉建置研究:

1. 將原來兩個各自不同架構系統，整合為同一架構、模組下之管理系統，便於港務單位操作與管理。
2. 整合後之維護管理系統，除港務單位內部人員使用外，建議可局部開放外界使用，以達資源共享。
3. 整合後之維護管理系統，移轉之資料庫數據必須精確無誤，且須有資安查核機制，以確保系統內資料正確安全。

#### (五) 港灣構造物維護管理資訊系統及新興巡檢技術應用探討:

1. 本港灣構造物維護管理系統建置已有多多年，歷年來不斷的精進與擴充功能下，本年度本系統應可完整移交給臺灣港務公司運作，港研中心同仁的努力與付出，應予肯定。
2. 港區幅員遼闊，各類型構造物林立分布，引進新興科技諸如 UAV、AI 或光達-3D...等儀器，應用於港灣設施之檢測，有其優勢的地方，諸如可縮減巡檢時間、迅速瞭解狀況、克服許多檢測的困難或障礙及節省人力...等等，值得鼓勵引用。但是，有些檢測結果之準確性，則須經驗及累積實例來輔助判讀。

#### (六) 透地雷達檢測道路孔洞方法之初步探討:

1. 透地雷達為一非破壞性檢測儀器，其優點為不須破壞或開挖構造物、道路及邊坡...等，檢測環境除含有海水、黏土、淤泥及不均勻沉陷等外，均能從標的物外觀快速偵測出其內部缺陷或隱藏微型構件，諸如孔洞、塌陷、管線... 等各種狀況。



2. 建議可多選擇其它新興科技探討。

六、 柯正龍副主任

(一) 國道三號大甲溪橋地工織布保護工法現地沖刷試驗及驗證

水工模型試驗之模擬條件，建議可將極端氣候因素予以考量。

(二) 110 年臺灣地區金屬材料腐蝕環境調查研究

14 處鈹片試驗場址目前已無施放試片，資料上是否仍需呈現？

(三) 110 年港區震災速報系統維護及地層下陷調查分析研究

建議可將歷次所發布之地震簡訊彙整，並與氣象局所發布之資料進行分析比較。

(四) 港區工程基本資料庫移轉建置研究

於移轉作業上，港灣構造物維護管理資訊系統是否需另開發新模組以納入港區工程基本資料庫？其資料整合之移轉，務必確保正確安全。

(五) 港灣構造物維護管理資訊系統及新興巡檢技術應用探討

同仁們應進行相關新興技術之涉略及學識之提升，以瞭解技術內涵、限制及適用性(導入之可行性)。

柒、 結論：

一、感謝各位委員提供本所相當寶貴之專業建議，請案關業務同仁將委員意見納入參採，俾提升研究成果之廣度及實用性。

二、因今年度臺中港務分公司預計辦理疊標改建作業，改採桁架結構設計，應可作為佈設監測設備之適當觀(量)測場址(飛砂、氣象資料、風剖面、CCTV 等)，各科可依業管計畫所需進行相關規劃。

捌、散會：下午 12 時 20 分

## 會議簽到表

壹、會議名稱：本所港研中心第一科 110 年自行研究計畫專家學者座談會議

貳、時間：110 年 4 月 21 日(星期三) 上午 10 時

參、地點：本所港灣技術研究中心2樓簡報室

肆、主持人：蔡立宏主任 蔡立宏

伍、出席單位及人員：

| 座談委員       | 簽名    |     |
|------------|-------|-----|
| 蔡瑤堂 委員     | 請假    |     |
| 朱志光 委員     | 朱志光   |     |
| 呂正安 委員     | 呂正安   |     |
| 饒書安 委員     | 饒書安   |     |
| 柯永彥 委員     | 柯永彥   |     |
| 陳桂清 委員     | 陳桂清   |     |
| 出席單位       | 職稱    | 姓名  |
| 本所港灣技術研究中心 | 副班    | 柯正龍 |
|            | 三科科長  | 林雅雯 |
|            | 科長    | 賴瑞華 |
|            | 研究員   | 曾文傑 |
|            | 研究員   | 張道光 |
|            | 助理研究員 | 莊凱翔 |
|            | 副研究員  | 郭建明 |
|            | 二科研究員 | 許義宏 |
|            | 研究員   | 謝幼屏 |
|            | 助理研究員 | 黃宇強 |
|            | 研究員   | 謝怡子 |



## 附錄五

### 第 1 次工作會議紀錄





## 交通部運輸研究所港灣技術研究中心會議紀錄

壹、會議名稱：本所港灣技術研究中心第一科 110 年自辦研究計畫第 1 次工作會議

貳、時間：110 年 6 月 21 日（星期一）下午 2 時

參、地點：本所港灣技術研究中心 5 樓第一會議室

肆、主持人：蔡立宏主任

紀錄：鄭登鍵

伍、出席單位及人員：如後附簽到表

陸、討論議題：

### 一、工作進度說明：

#### （一）國道三號大甲溪橋地工織布保護工法現地沖刷試驗及驗證

1. 110 年 2 月 26 日拜會交通部高速公路局中區養護工程分局大甲工務段蒐集最新橋梁及河床資料，並至該段轄管具沖刷潛勢橋梁現勘，瞭解鋪設地工織布現地試驗之可行性。
2. 110 年 4 月 19 日完成 UAV（無人飛行載具）飛行拍攝試驗場址及建模作業，將初始河床地貌予以數值化紀錄。
3. 110 年 4 月 21 日完成自辦計畫專家學者座談。
4. 俟全國第三級防疫警戒解除後，擇期進行平面及高程量測作業，及以 UAV 進場進行第 2 次拍攝。
5. 預計於 110 年 7 月開始，以室內水工模型沖刷試驗，研提試驗橋址的橋墩基礎保護工法鋪設斷面改善方案，供未來國道 3 號大甲溪橋橋墩基礎保護工法鋪設之規劃設計應用。

#### （二）110 年臺灣地區金屬材料腐蝕環境調查研究

1. 大氣腐蝕因子調查與金屬材料現地暴露試驗，於 3 月完成全島 110 年第 1 季大氣腐蝕劣化因子調查取樣，4 月完成相關化學分析。原訂全島 110 年第 2 季現場大氣腐蝕環境調查研究外業取樣維護事宜，因疫情影響，為配合

防疫作業停止辦理。

2. 110 年 4 月 21 日完成自辦計畫專家學者座談。
3. 完成 2020 年臺灣大氣腐蝕劣化因子調查年報發行，於 110 年 5 月 11 日出版，並寄送交通部部屬工程單位與中華民國防蝕工程學會參採，以供工程防蝕設計之引用。
4. 為廣泛宣導及重視工程防蝕觀念，將於 110 年 8 月 27 日參加中華民國防蝕工程學會「110 年度防蝕工程年會暨論文發表會」投稿，投稿題目為「2009 至 2019 臺灣大氣腐蝕因子趨勢分析比較探討」，目前撰稿整理中。
5. 統整腐蝕資料庫，進行沿岸地區金屬材料與腐蝕劣化因子關聯性統計分析。

#### (三) 110 年港區震災速報系統維護及地層下陷調查分析研究

1. 維護各港區地震災況速報系統，使其能正常運作。
2. 110 年 2 月、5 月完成第 1-2 季各地區地層分層沉陷及水位量測。
3. 110 年 4 月完成花蓮港地表地震監測設備遷移工作及專家學者座談會。
4. 110 年 5 月配合港灣構造物維護管理資訊系統介接速報系統相關事宜，及辦理布袋港區地震監測站中央集錄系統更新工作。
5. 各港防救災管理相關人員經常異動，已於 110 年 6 月函請臺灣港務股份有限公司(以下簡稱港務公司)提供最新地震簡訊接收者之名單資料。
6. 110 年 6 月完成上半年各港地震及動態水壓即時監測系統維護保養工作。

#### (四) 港區工程基本資料庫移轉建置研究

1. 研析港區工程基本資料查詢系統與港灣構造物維護管理系統之系統架構。
2. 分析港區工程基本資料庫可移轉之資料項目。

(五) 港灣構造物維護管理資訊系統及新興巡檢技術應用探討

1. 持續蒐集國內外相關新興科技應用巡檢案例及相關文獻，內容包含 UAV（無人飛行載具）、ROV（遠距遙控載具）、三維影像重建技術、劣化影像辨識及比對、透地雷達等，以供未來應用於港灣設施巡檢之可行性及研究方向參採，藉以盤點可實行之標的。
2. 110 年 2 月 4 日、4 月 16 日拜會港務公司洽談需求及工作項目。
3. 110 年 3 月 18 日拜會連江縣政府港務處洽談需求及工作項目。
4. 110 年 4 月 21 日召開專家學者座談會議。
5. 持續依港務公司、連江縣港務處等使用端需求，更新並精進系統及 APP 相關功能模組。

(六) 透地雷達檢測道路孔洞方法之初步探討

1. 報告蒐整之透地雷達檢測道路孔洞方法之初步探討相關文獻。
2. 110 年 4 月 21 日完成自辦計畫專家學者座談。
3. 觀摩透地雷達檢測現地案例，學習現地檢測之檢測流程，以及注意相關事項等經驗。

二、針對目前研究方向與執行情形進行討論：

(一) 國道三號大甲溪橋地工織布保護工法現地沖刷試驗及驗證

1. 架設縮時攝影機之可行性。
2. 建議後續年度可增加以數值水理分析方式來探討。
3. 建議可與相關工程顧問公司討論，將本工法於設計階段予以導入。

(二) 110 年臺灣地區金屬材料腐蝕環境調查研究

1. 建議將國內外最新腐蝕相關規範進行更新整理。

2. 為提供完整準確腐蝕資料，數據品質需掌控並逐一檢視。

### (三) 110 年港區震災速報系統維護及地層下陷調查分析研究

1. 本計畫預計 110 年為自辦計畫最後 1 年，後續相關地震設備及地層下陷調查工作之討論。
2. 明（111）年以港務公司代辦計畫方式辦理，建議進行地震可能引起的土壤液化風險做分析，以精進港區震災速報。

### (四) 港區工程基本資料庫移轉建置研究

1. 後續報告內容的加強與補充討論。
2. 工程基本資料庫移轉後，相關資料的更新建置問題討論。

### (五) 港灣構造物維護管理資訊系統及新興巡檢技術應用探討

1. 維護管理機制、科技應用案例等相關文獻之蒐整及後續應用討論。
2. 港灣構造物維護管理資訊系統後續擴充及精進內容之討論。
3. 其他後續工作項目討論。

### (六) 透地雷達檢測道路孔洞方法之初步探討

1. 透地雷達檢測於相關民間航空公司使用狀況，民間航空公司所使用的跑道為剛性鋪面，剛性鋪面裡有埋設鋼筋結構體，透地雷達檢測性質遇到導電度大時，所檢測出的雷達影像會模糊，後續判讀較為困難，故透地雷達檢測不太適用剛性鋪面。
2. 分享案例中的超音波檢測儀器，檢測原理為透過音波頻率發射，依反射原理接收反射波訊號，所接收反射聲波來判讀檢測位置狀況。

柒、結論：

#### 一、國道三號大甲溪橋地工織布保護工法現地沖刷試驗及驗證

請預先規劃後續年度數值水理分析之導入，請主辦同仁預先規劃。

#### 二、110 年臺灣地區金屬材料腐蝕環境調查研究

- (一) 國內外最新腐蝕相關規範文獻，請積極蒐集彙整將其納入於研究報告參考文獻。
- (二) 腐蝕數據相關試驗皆以標準化規範作業進行，例如：腐蝕劣化因子中氯離子定量分析檢量線的建立，定量前須先瞭解儀器對於氯離子的最低偵測極限以及最大偵測極限，然後選擇合適濃度範圍製作檢量線，以確保資料數據品質。

#### 三、110 年港區震災速報系統維護及地層下陷調查分析研究

- (一) 明(111)年以港務公司代辦計畫方式辦理，各港區由於興建及增建碼頭及防波堤，陸續地質鑽探資料會越來越多，應朝地震可能引起的土壤液化風險進一步分析，以精進港區震災速報。
- (二) 110 年報告撰寫應增加引用其他單位研究成果，以突顯本所研究的特色及重要性。
- (三) 港區震災速報及地層下陷調查計畫預計 110 年是最後 1 年，地層下陷調查工作項目將結束，明(111)年將以港務公司委託代辦計畫「港區震災速報系統」繼續維運，相關地震設備於使用期限屆期且不堪使用時應予報廢，後續因應港務公司地震防災需求，應透過代辦計畫經費辦理相關工作。

#### 四、港區工程基本資料庫移轉建置研究

- (一) 後續之報告內容請加強參考文獻與前期計畫的審查意見的彙整。
- (二) 後續移轉到港灣構造物維護管理系統的新增與更動港區基本資料之建置，原則由港務公司來自行擴充。

#### 五、港灣構造物維護管理資訊系統及新興巡檢技術應用探討



- (一) 本計畫建議可參考 TBMS 產出月報，以利瞭解系統運維情形及使用者意見處理狀況。
- (二) 本計畫建議盤點國內外相關新興科技之可行技術，於未來規劃以自辦或合辦方式進行場域試辦並推廣應用。
- (三) 本計畫建議持續加強與港務公司之雙向互動及溝通聯繫，瞭解其需求和使用者的回饋建議，並可參考納入部務會報有關今（110）年度港務公司重點工作簡報內容。
- (四) 本計畫蒐集新興科技應用案例過程，亦可同步瞭解目前港務公司或相關單位之現場需求、執行困難等，以確立後續研究課題方向符合實際需要。

#### 六、透地雷達檢測道路孔洞方法之初步探討

- (一) 相關透地雷達檢測儀器設備種類，請收集彙整將其納入於研究報告資料。
- (二) 請蒐集針對透地雷達應用於道路孔洞的案例，如臺中港南堤路案例等。
- (三) 請拜會訪談相關道路管理單位，瞭解應用單位需求，給予本案相關的意見，做為後續研究之參採。

#### 七、通案性建議（柯副主任正龍）：

- (一) 建議參考交通部王部長上任後，部務會報中各部屬單位（公路總局、高速公路局、航港局、港務公司、民用航空局…）110 年度重點工作之簡報，檢視是否有可供計畫執行參考項目，俾利研究成果落實應用。
- (二) 承上，110 年 6 月 7 日所長指示，第 1785 次部務會報航港局簡報資料內容精簡，卻能明顯點出重點，易讀易懂，很值得本所學習，請轉知同仁參考。
- (三) 第一科 110 年自辦計畫多為 4 年計畫之最後 1 年，建議檢視前期(107 - 109 年)期末報告審查意見處理情形表，以及本所 110 年 3 月 16 日召開本中心自辦計畫討論會議所長及各單位意見，是否仍有可供 110 年度持續精進或可加以改善部分，做為研究參考。結論及建議之內容，建

議以 4 年期整體成果闡述，並於報告書中列表說明各年度研究成果。

(四) 建議於 110 年 8 月 31 日前辦理之工作會議，各計畫先提出報告前 3 章內容，互相討論。

(五) 建議加強蒐集近 5 年計畫相關參考文獻。

捌、散會：下午 17 時 0 分

### 會議簽到表

會議名稱：本所港研中心第一科 110 年度自辦研究計畫第 1 次工作會議

時間：110 年 6 月 21 日(星期一)下午 2 時

地點：本所港研中心5樓第一會議室

主持人：蔡立宏主任 蔡立宏

| 單位      | 簽名                                          |
|---------|---------------------------------------------|
| 港研中心本部  | 柯正廷                                         |
| 港研中心第一科 | 賴瑞尊 吳建宏<br>胡怡 鄭建輝<br>曾文傑 張道光<br>莊凱迪 黃子騰 謝少峰 |
| 港研中心第二科 | 李作穎                                         |
| 港研中心第三科 | 林雅雯                                         |

## 附錄六

### 第 2 次工作會議紀錄





## 交通部運輸研究所港灣技術研究中心會議紀錄

壹、會議名稱：本所港灣技術研究中心第一科 110 年自辦研究計畫第 2 次工作會議

貳、時間：110 年 8 月 27 日(星期五)上午 9 時

參、地點：本所港灣技術研究中心 5 樓第一會議室

肆、主持人：賴科長瑞應

紀錄：莊凱迪

伍、出席單位及人員：如後附簽到表

陸、主席致詞：略

柒、單位簡報：略

捌、討論議題：

### 一、工作進度說明：

(一) 國道三號大甲溪橋地工織布保護工法現地沖刷試驗及驗證

1. 國道三號大甲溪橋地工織布保護工法現地保護成效觀測。
2. 室內水工模型試驗保護工鋪設改善方案研提。

(二) 110 年臺灣地區金屬材料腐蝕環境調查研究

1. 完成上半年大氣腐蝕劣化因子調查取樣及相關化學分析。
2. 精進及擴充臺灣腐蝕環境分類資訊系統資料庫，於 8 月 24 日出席 110 年港灣環境資訊系統維護與功能提升第 5 次工作會議，討論整合臺灣腐蝕環境分類資訊事項。

(三) 110 年港區震災速報系統維護及地層下陷調查分析研究

1. 維護各港區地震災況速報系統。
2. 更新臺灣港務股份有限公司提供之最新地震簡訊接收者之名單資料。
3. 110 年 7 月 2 日及 14 日分別完成上半年各港區地震及動態水壓即時監測系統維護保養工作驗收及付款。
4. 彙整各地區地層分層沉陷及水位量測資料，並進行資料分析。

#### (四) 港區工程基本資料庫移轉建置研究

1. 持續分析港區工程基本資料庫可移轉之資料項目。
2. 持續建置港區工程基本資料庫碼頭斷面設計圖資移轉的查詢模組。

#### (五) 港灣構造物維護管理資訊系統及新興巡檢技術應用探討

1. 持續蒐集國內外相關新興科技應用巡檢案例及相關文獻，內容包含 UAV（無人飛行載具）、ROV（遠距遙控載具）、三維影像重建技術、劣化影像辨識及比對、透地雷達等，以供未來應用於港灣設施巡檢之可行性及研究方向參採，藉以盤點可實行之標的。
2. 持續蒐集並研析港灣構造物之維護管理相關文獻，內容包含維護管理計畫制定、巡查與檢測作業類別、方法、頻率和項目、構件劣化度判定及設施整體弱化度評估至維護維修計畫訂定。
3. 持續依臺灣港務公司、連江縣港務處等使用端需求，更新並精進系統及 APP 相關功能模組。

#### (六) 透地雷達檢測道路孔洞方法之初步探討

1. 持續蒐集國內外相關文獻資料。
2. 探討電磁波中的介質特性、儀器參數的設定值等影響透地雷達檢測之因素，俾利後處理影像判讀。
3. 完成報告前 3 章初稿架構。

### 二、針對目前研究方向與執行情形進行討論：

#### (一) 國道三號大甲溪橋地工織布保護工法現地沖刷試驗及驗證

1. 架設縮時攝影機之可行性。對於達河床載之河床流速估算，建議可納入考量。
2. 建議後續年度可增加數值水理分析。
3. 本計畫最終之成效評估，將如何規劃及執行？請妥為研擬。

#### (二) 110 年臺灣地區金屬材料腐蝕環境調查研究

1. 由於氣候變遷影響，建議評估檢討現有監測站地點，後續是否須更換或新增。
  2. 本計畫為多年期連續性計畫，建議規劃研究成果提供研擬臺灣地區塗裝防蝕手冊參採考應用。
- (三) 110 年港區震災速報系統維護及地層下陷調查分析研究
1. 報告內容後續加強與補充。
  2. 港區震災速報系統明(111)年將以港務公司委託代辦計畫「港區地震速報精進與維護」繼續維運。原以井下地震設備介接本所港灣環境資訊網部分，後續規劃以地震速報設備進行介接。
- (四) 港區工程基本資料庫移轉建置研究
1. 報告內容後續加強與補充。
  2. 各港基本資料移轉維護管理系統後，後續資料更新與精進。
- (五) 港灣構造物維護管理資訊系統及新興巡檢技術應用探討
1. 維護管理機制、新興科技應用港務公司辦理情形及後續應用。
  2. 後續教育訓練及成果推廣執行方式。
  3. 新興科技應用案例等相關文獻之蒐整及後續應用。
  4. 其他後續工作項目。
- (六) 透地雷達檢測道路孔洞方法之初步探討
1. 報告內容後續加強與補充。
  2. 透地雷達檢測道路孔洞案例蒐整及其他後續工作項目。

#### 玖、結論：

##### 一、國道三號大甲溪橋地工織布保護工法現地沖刷試驗及驗證

本計畫相關內容成果請先行彙整，以備提報發佈於交通部臉書專頁。

##### 二、110 年臺灣地區金屬材料腐蝕環境調查研究

(一) 本計畫成果，為國內最完整之金屬材料腐蝕環境分類調查資料庫，建議後續可依實際環境增加監測站。

(二) 有關研擬臺灣地區塗裝防蝕手冊，後續請與產官學研各界研商所需提供資料內容。

### 三、110 年港區震災速報系統維護及地層下陷調查分析研究

(一) 本(110)年為本連續性計畫執行期程之最後1年，報告撰寫應彙整歷年研究成果進行研析，以突顯計畫特色及重要性。

(二) 地層下陷調查工作項目將執行至110年後結束，111年起將改辦理臺灣港務公司委託辦理「港區地震速報精進與維護」，繼續維運，原以井下地震設備介接本所港灣環境資訊網部分，後續將規劃運用地震速報設備進行介接。

### 四、港區工程基本資料庫移轉建置研究

(一) 本(110)年為本連續性計畫執行期程之最後1年，報告撰寫請併彙整研析歷年研究成果。

(二) 請統計移轉到港灣構造物維護管理系統的基本資料之清單，俾以提供臺灣港務公司後續資料擴充參採應用。

### 五、港灣構造物維護管理資訊系統及新興巡檢技術應用探討

(一) 110年6月2日與金門縣政府視訊研商會議之內容及結論，建議考量納入期末報告。

(二) 港灣構造物之特性應於報告完整說明，請依構造物功能容許變位值，加強探討檢測方法，以利擬定相關檢測標準，提供系統引用。

(三) 因應水下檢測困難及潛水人員日趨缺乏，建議加強蒐集並參考國外新興水下檢測技術與相關科技文獻。

### 六、透地雷達檢測道路孔洞方法之初步探討

(一) 透地雷達檢測道路孔洞案例，請加強蒐集並彙整研析。

(二) 請儘速針對相關公路單位進行訪談，以利及早瞭解檢測實務需求，做為規劃後續研究方向之依據。

拾、散會： 12 時 00 分。

### 會議簽到表

壹、會議名稱：本所港灣技術研究中心第一科 110 年度自辦計畫第 2 次工作會議

貳、時間：110 年 8 月 27 日(星期五) 上午 9 時

參、地點：本所港灣技術研究中心5樓第一會議室

肆、主持人：賴瑞應科長 賴瑞應

伍、出席單位及人員：

| 出席單位        | 職稱                                         | 姓名                                                  |
|-------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 港灣技術研究中心本部  | 副主任                                        | 柯正龍                                                 |
| 港灣技術研究中心第一科 | 研究員<br>副研究員<br>研究員<br>研究員<br>助理研究員<br>副研究員 | 胡昭<br>鄭登健<br>曹文傑<br>張道光<br>莊凱翔<br>顏所香<br>翁建明<br>王浩源 |
| 港灣技術研究中心第二科 | 科長                                         | 李怡翔                                                 |
| 港灣技術研究中心第三科 | 科長                                         | 林雅雯                                                 |





## 附錄七

### 第 3 次工作會議紀錄



## 交通部運輸研究所港灣技術研究中心會議紀錄

壹、會議名稱：本所港灣技術研究中心第一科 110 年自辦研究計畫第 3 次工作會議

貳、時間：110 年 10 月 26 日(星期二)上午 9 時

參、地點：本所港灣技術研究中心 5 樓第一會議室

肆、主持人：賴瑞應科長

紀錄：鄭登鍵

伍、出席單位及人員：如後附簽到表

陸、討論議題：

### 一、工作進度說明：

#### (一) 國道三號大甲溪橋地工織布保護工法現地沖刷試驗及驗證

1. 大甲溪橋地工織布保護工法現地保護成效觀測。
2. 室內水工模型試驗保護工鋪設改善方案研提。
3. 大甲溪橋地工織布保護工法現地保護成效評估。

#### (二) 110 年臺灣地區金屬材料腐蝕環境調查研究

1. 110 年 9 月進行全島 110 年第 3 季大氣腐蝕劣化因子調查取樣，並於 110 年 10 月完成化學酸洗試驗及化學分析。
2. 110 年 10 月 22 日辦理「110 年臺灣腐蝕環境分類資訊系統與橋梁防蝕工法應用研習會」，邀集部屬機關及縣市政府相關工程人員共同參與，圓滿完成。
3. 統整腐蝕資料庫，進行沿海地區金屬材料與腐蝕劣化因子關聯性統計分析。

#### (三) 110 年港區震災速報系統維護及地層下陷調查分析研究

1. 維護各港區地震災況速報系統，使其能正常運作。
2. 110 年 9 月完成「布袋港地震監測站中央集錄系統更新工作」驗收及付款。
3. 110 年 10 月 5 日至 7 日完成 110 年第 3 次各地區地層分

層沉陷及水位量測。

4. 彙整各地區地層分層沉陷及水位量測資料，進行資料繪圖及趨勢分析。

#### (四) 港區工程基本資料庫移轉建置研究

1. 持續針對系統功能模組、資料庫及檔案與資料結構進行分析，整理評估可轉移項目之內容進行移轉。
2. 港區工程基本資料庫碼頭及堤防斷面設計圖資、港埠規劃配置及鑽探資料移轉之查詢模組建置。

#### (五) 港灣構造物維護管理資訊系統及新興巡檢技術應用探討

1. 完成第2次自辦計畫工作會議結論辦理情形說明及回應。
2. 蒐整港灣構造物之維護管理及新興科技運用巡檢相關文獻。
3. 持續依臺灣港務股份有限公司（以下簡稱港務公司）、連江縣政府港務處等使用端需求，更新並精進系統及APP相關功能模組。

#### (六) 透地雷達檢測道路孔洞方法之初步探討

1. 持續探討檢測案例之現地問題與需求，規劃透地雷達現場檢測測線，俾利減少施工作業時間、費用及交通影響等問題。
2. 經透地雷達檢測及解析道路下之狀況，並得知目標物位置，大幅減少現地開挖範圍。

### 二、針對目前研究方向與執行情形進行討論：

#### (一) 國道三號大甲溪橋地工織布保護工法現地沖刷試驗及驗證

1. 燦樹颱風之影響，建議可納入討論。
2. 取盧碧颱風做為主要保護成效評估之降雨事件，除了考量高流量因素外，亦可將汛期前整備之人為干擾因素列入考量。



3. 簡報 P. 29-「未加固」一詞，建議修改為「未施作保護工」，較為妥適。

## (二) 110 年臺灣地區金屬材料腐蝕環境調查研究

1. 預計於 110 年 12 月進行全島第 4 季大氣腐蝕劣化因子調查取樣，並於 111 年 1 月完成相關化學分析。
2. 預計於 110 年 10 月 29 日出席「110 年港灣環境資訊系統使用者說明會」，推廣臺灣腐蝕環境分類資訊系統。
3. 預計於 110 年 11 月 26-27 日參加中華民國防蝕工程學會「110 年度防蝕工程年會暨論文發表會」，投稿題目為「2009 至 2019 臺灣大氣腐蝕因子趨勢分析比較探討」。
4. 彙整調查成果並撰寫本計畫期末報告。

## (三) 110 年港區震災速報系統維護及地層下陷調查分析研究

1. 期末報告內容討論。
2. 111 年以港務公司代辦計畫方式辦理，後續相關工作討論。

## (四) 港區工程基本資料庫移轉建置研究

1. 系統移轉項目轉換資料筆數。
2. 鑽探資料移轉建置。

## (五) 港灣構造物維護管理資訊系統及新興巡檢技術應用探討

1. 港灣構造物維護管理及巡查檢測機制。
2. 新興巡檢技術應用。
3. 後續工作項目討論。

## (六) 透地雷達檢測道路孔洞方法之初步探討

1. 補充與加強後續報告內容。

2. 持續蒐集與研析道路孔洞案例及其他後續工作項目討論。

柒、結論：

一、國道三號大甲溪橋地工織布保護工法現地沖刷試驗及驗證  
自辦計畫期末審查將屆，請掌握時效撰寫研究成果報告。

二、110 年臺灣地區金屬材料腐蝕環境調查研究

(一) 本計畫為本所之亮點計畫，每年舉辦研習會皆須發布新聞稿，後續年度請留意公文簽稿之時效性。

(二) 持續加強宣導同仁試驗數據品管及工安之重要性。

三、110 年港區震災速報系統維護及地層下陷調查分析研究

(一) 本計畫 111 年規劃以港務公司委託代辦計畫「港區地震速報精進與維護」繼續維運，後續因應港務公司實務需求，預計於 110 年底前討論地震速報資料介接其他系統之相關工作。

(二) 各港地震速報傳送之簡訊內容格式呈現不一致，請於 111 年地震速報精進，統一簡訊格式。

四、港區工程基本資料庫移轉建置研究

(一) 系統各項設施資料除了移轉總筆數外，各港亦可分開統計。

(二) 系統移轉後，後續新增設施資料，請建置相關填報格式，俾以提供港務公司進行維護工作。

五、港灣構造物維護管理資訊系統及新興巡檢技術應用探討

(一) 建議加入系統及 APP 相關統計數據、教育訓練及使用者意見回饋，以利評估使用成效。

(二) 原規劃新興科技應用巡查及檢測案例納於報告第 2 章文獻回顧，建議另改立章節詳述。

(三) 本計畫蒐集國外應用 ROV 進行棧橋式碼頭底板劣化影像自動辨識之相關文獻，未來可做為本中心進行感潮河段梁底或港灣構造物檢測參採。

#### 六、透地雷達檢測道路孔洞方法之初步探討

(一) 請補充說明本計畫針對相關單位有關透地雷達檢測道路孔洞之看法與需求的訪談結果。

(二) 請掌握時效完成研究成果報告撰寫。

捌、散會：下午 12 時 10 分

### 會議簽到表

壹、會議名稱：本所港灣技術研究中心第一科 110 年度自辦研究計畫第 3 次工作會議

貳、時間：110 年 10 月 26 日(星期二) 上午 9 時

參、地點：本所港灣技術研究中心 5 樓第一會議室

肆、主持人：賴瑞應科長 賴瑞應

伍、出席單位及人員：

| 出席單位          | 職稱                                   | 姓名                                                          |
|---------------|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| 本所港灣技術研究中心本部  | 副主任                                  | 柯正廷                                                         |
| 本所港灣技術研究中心第一科 | 研究員<br>副研究員<br>助理研究員<br>研究員<br>助理研究員 | 王浩源<br>謝幼屏<br>胡俊文<br>鄭堂健<br>曾文傑<br>黃亨瑞<br>吳志強<br>張道光<br>莊凱迪 |
| 本所港灣技術研究中心第二科 |                                      |                                                             |
| 本所港灣技術研究中心第三科 | 科長                                   | 林雅雯                                                         |

## 附錄八

### 期末審查意見及辦理情形說明表





## 期末審查意見及辦理情形說明表

| 審查意見                                                                                                                                               | 辦理情形                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>朱金元委員</b>                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                           |
| <p>整體 4 年期之研究流程請補充流程圖，前年期之研究成果與次年之研究內容關聯性請加以說明。</p>                                                                                                | <p>遵照辦理，詳報告 2-14。</p>                                                                                                                                                                                     |
| <p>文獻回顧的寫法請加以消化吸收後轉化為本研究的撰述方式，不宜以原文摘錄後貼上。對於 2.9 台 13 甲線北勢大橋橋基應用三層不織布包覆石塊的保護成果有無至現地勘查？有無值得做為進一步改善之研究方向？2.6~2.8 均為本年度研究計畫之前期研究，建議能以專章做為詳細之分析與敘述。</p> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 已修正，詳報告第二章。</li> <li>2. 因台 13 甲線北勢大橋已於 108 年完成改建，改建前之保護工法係為短期之保護對策，所施作之橋墩基礎保護工法已隨改建工程進行而撤除，而無相關保護成效資料可供比較，詳報告 2-29。</li> <li>3. 已整併為一專節說明，詳報告 2.7 節。</li> </ol> |
| <p>第四章之試驗組與對照組原始高程、斷面圖及後續測量之高程及斷面圖請補充並比較。颱洪時之水文資料，如：流量、水位、河道水深…等，是否可取得並補充。在作結果比較時，如能作些量化分析應更具參考性（沖刷範圍變化、高程變化、鼎型塊位移量、流失量、傾倒量…等）。</p>                | <p>感謝委員指正，已將相關比較量化呈現，詳報告第四章。</p>                                                                                                                                                                          |
| <p>第六章雖名為改善方案，但似乎和第四章之現地保護工法成效與評估沒有關聯，更感覺是在現地鋪設方案前就要作完成的。即使是要改善既有現地之鋪設，亦應先就現地鋪設之缺點加以列出、檢討，再作改善方案來試驗評估。</p>                                         | <p>遵照辦理，詳報告 6-1。</p>                                                                                                                                                                                      |

|                                                                    |                                  |
|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| 評估沖刷時，建議前墩上下游均需作，特別加強橋墩 4 個角之分析。                                   | 遵照辦理，已將相關比較量化呈現，詳報告第四章。          |
| <b>饒書安委員</b>                                                       |                                  |
| P3-5、圖 3.6 個年度線，建議改用不同線條，以利判讀。                                     | 遵照辦理，將以不同顏色來表示，詳報告 3-5。          |
| P4-11、圖 4.11 三維模型圖上，建議標示墩號，圖 4.16 建議亦比照辦理。                         | 遵照辦理，詳圖 4-8、4-12、4-17。           |
| P4-13、圖 4.13，建議於照片或文字下(旁)標示加織布之情形，以利直接由照片看出沖刷情形比對(同圖 4.18，建議比照)。   | 遵照辦理，詳圖 4-8、4-12、4-17。           |
| P6-28、表 6-1，建議再依類別分組分類比較，以更易呈現成果。                                  | 感謝委員指正，已依類別分組分類增加比較表，詳表 6-2~6-5。 |
| 綜合，對於報告實驗水工模型及 UAV 攝影測量數值三維比對現地實況，予以高度肯定報告價值及工作辛勞。                 | 感謝委員肯定。                          |
| <b>朱我帆委員</b>                                                       |                                  |
| 本計畫有考量並參照河床斷面測量資料，亦明列沖刷淤積情形，可供實務方面參考。                              | 感謝委員肯定。                          |
| 表 3-10 河床物理性質試驗成果，可佐證實驗室之規劃。                                       | 感謝委員指教。                          |
| 本計畫不僅以水工模型模擬，亦於公路橋梁實地鋪設施工，並積極改善研擬方案，研究團隊用心與努力值得肯定(尤能以 11 組方案模擬比對)。 | 感謝委員肯定。                          |

|                                             |                                  |
|---------------------------------------------|----------------------------------|
| 近年大甲溪無較大之豪雨，故溪水流量有限，無法充分驗證保護工法成效，建議後續可持續觀察。 | 感謝委員建議，將持續進行觀測，以進一步驗證保護成效。       |
| 本案進行室內水工模型及現地試驗，建議後續可發展數值模擬，供日後參考。          | 感謝委員建議，將納入後續研究規劃。                |
| 目前現地保護工法，似乎未於主河道區，建議日後可進行深槽區鋪設，以驗證試驗成果。     | 感謝委員建議，將納入後續研究規劃。                |
| 建議如有機會，可針對下游海線鐵路橋進行橋基保護研究。                  | 感謝委員建議，將納入後續研究規劃。                |
| 建議此保護工法可申請發明專利。                             | 感謝委員建議，本研究已向智財局申請發明專利中。          |
| <b>李俊穎委員</b>                                |                                  |
| 結合現場及水工試驗成果豐富具實務應用價值。                       | 感謝委員肯定。                          |
| 建議所繪製三維模型若有水域部分因無法由影像推估高程建議移除。              | 遵照辦理，已增加色塊標示說明，詳圖 4-9、4-13、4-18。 |
| 有關 4.3 節成效評估上，建議就鼎型塊側傾位移部分給予量化數據說明。         | 感謝委員指正，已將相關比較量化呈現，詳報告第四章。        |
| 建議後續計畫可以評估地工織布埋設深度是否亦會影響沖刷深度。               | 感謝委員建議，將納入後續研究規劃。                |
| 建議後續計畫現場能否測量流速，評估其沖刷影響。                     | 感謝委員建議，將納入後續研究規劃。                |
| <b>林雅雯委員</b>                                |                                  |
| 第 6-5 頁至 6-24 頁前後期沖刷比對圖                     | 遵照辦理，詳報告 6-5~6-24。               |

|                                             |                   |
|---------------------------------------------|-------------------|
| 皆看不清楚，是否彩色列印較清晰，另後續可考慮用等值線圖呈現。              |                   |
| 由第六章試驗結果地工織布有保護鼎型塊不傾斜流失的現象，其保護時效建議後續研究可以探討。 | 感謝委員建議，將納入後續研究規劃。 |
| <b>黃茂信委員</b>                                |                   |
| 水工模型試驗規劃，建議可增加數值模擬計算分析。                     | 感謝委員建議，將納入後續研究規劃。 |
| 本次水工模型試驗僅 8 小時，建議增加試驗時間，以增加長時間破壞之結果。        | 感謝委員建議，將納入後續研究規劃。 |



## 附錄九

### 簡報資料



交通部運輸研究所港灣技術研究中心

## 國道三號大甲溪橋地工織布保護工法 現地沖刷試驗及驗證



報告人：胡啟文

110年12月15日

### 大綱

- 一、前言
- 二、文獻回顧
- 三、水工結構物與水文基本資料
- 四、地工織布現地試驗成效評估
- 五、水工模型試驗鋪設斷面改善方案
- 六、結論與建議



## 一、前言(1/3)

- 大甲溪下游之橋梁管理單位以鼎型塊疊放保護橋墩基礎，但仍有鼎型塊流失，河床下刷之現象，本所近年橋墩保護工水工模型試驗結果顯示，地工織布結合鼎型塊，可達到保護橋墩基礎的功效。



## 一、前言(2/3)

- 109年本所於國道3號大甲溪橋完成現地鋪設，驗證地工織布保護工法之施工可行性。爰本年度(110年)持續觀測試驗橋址鼎型塊的穩定度，並與鄰近未鋪設織布之橋址進行比較，探討地工織布之保護成效及驗證本所過去的研究成果。





## 一、前言(3/3)

1. 藉由現地試驗，觀測及評估地工織布保護工之保護成效。
2. 藉由室內試驗，研擬試驗橋址的橋墩基礎保護工法鋪設斷面改善方案。
2. 提供大甲溪下游相關橋梁維管單位(高公局、公路總局、臺鐵局及縣市政府)未來設置相關保護工決策之參考。



## 二、文獻回顧

| 年度  | 計畫名稱                              | 內容摘要                                                                                   |
|-----|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| 97  | 地工織物在山區道路邊坡保護之應用(單明陽等)            | 地工織物箱型石籠裝填腐質土或現地礫石，設置於路肩邊溝坡趾間其透水性佳，能有效抑制道路下坡段崩塌。                                       |
| 92  | 地工織布於海洋環境中之工程特性(潘坤亮)              | 織布受紫外線照射後，其強度折減嚴重，尤其是未加入抗紫外線劑之PET織布，於第二個月時強度折減已達一半以上。                                  |
| 97  | 模擬濁流中地工織物損傷之室內試驗(黃景川)             | 探討濁流中顆粒濃度、流速、延時等因素對地工織物強度損傷之定量影響。研究發現織物之強度折減率與濁流之延時成非線性關係，損傷部位集中於立體編織之凸出處。             |
| 102 | 國道1號中沙大橋墩基沖刷治理計畫委託技術服務工作(高公局委託臺大) | 針對北側 P15~P24橋墩間及南側P38~P45橋墩間之橋墩局部沖刷現象，建議可優先考量地工砂袋與其它保護工法合併應用。                          |
| 102 | 台13甲線北勢大橋橋基裸露之應變對策及耐洪評估(呂正安)      | 實施橋基裸露應變對策、流域管理與耐洪評估進行探討，並鋪設透水不織布做為橋墩防治局部沖刷之保護工法，及以力學分析提出橋梁耐洪能力詳細評估之流程，訂定警戒及封橋水位。      |
| 107 | 國道三號大甲溪橋橋墩保護工法研究(本所)              | 本研究以國道三號大甲溪橋現況保護工法與4種保護工鋪設方案的室內水工模型試驗結果比較，以鼎型塊下方鋪設織布以防止下層細粒料的流失，沖刷試驗結果優於現況保護措施及其他保護方案。 |





### 三、水工結構物與水文基本資料(1/3)

大甲溪下游歷年河道各斷面沖淤深度成果表

| 斷面編號       | 河心距<br>(m) | 99-97<br>年 | 100-99<br>年 | 101-100<br>年 | 102-101<br>年 | 103-102<br>年 | 106-103<br>年 | 107-106<br>年 |
|------------|------------|------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 7          | 5021       | 0.59       | 0.08        | -0.95        | 0.28         | 0.02         | 0.32         | 0.02         |
| 7-1台1線大甲溪橋 | 5384       | 0.9        | 0.81        | -0.10        | -0.69        | 0.48         | 0.22         | 0.42         |
| 7-2海線鐵路橋   | 5511       | 1.71       | 0.09        | -1.07        | 0.56         | -0.15        | 0.06         | -0.04        |
| 8          | 5781       | 1.26       | 0.25        | -0.15        | -0.08        | 0.03         | -0.17        | 0.03         |
| 9          | 6313       | 0.37       | -0.10       | -0.01        | 0.01         | -0.10        | -0.14        | 0.06         |
| 9-1國3大甲溪橋  | 6574       | 0.18       | 0.37        | -0.01        | -0.18        | 0.15         | -0.41        | 0.49         |
| 10         | 6865       | 0.42       | -0.02       | 0.05         | 0.04         | -0.02        | -0.81        | 0.01         |

資料來源：「107年度大甲溪、烏溪、眉溪、南港溪、北港溪大斷面測量計畫測量成果報告書」，經濟部水利署第三河川局，2018.12

### 三、水工結構物與水文基本資料(2/3)

大甲溪下游橋梁通洪能力檢討成果表

| 橋名            | 斷面<br>編號 | 橋梁<br>長度 | 橋梁梁<br>底高 | 現況河道<br>(Q <sub>100</sub> 洪水位)<br>(m) | 橋梁梁底高-現況河道<br>(Q <sub>100</sub> 洪水位)<br>(m) |
|---------------|----------|----------|-----------|---------------------------------------|---------------------------------------------|
| 台1線大甲溪橋       | 07-2     | 1,321    | 64.69     | 60.07                                 | 4.62                                        |
| 海線鐵路橋         | 07-4     | 1,253    | 65.67     | 61.45                                 | 4.22                                        |
| 國道三號<br>高速公路橋 | 09-2     | 2,850    | 95.84     | 75.22                                 | 20.62                                       |

資料來源：「107年度大甲溪、烏溪、眉溪、南港溪、北港溪大斷面測量計畫測量成果報告書」，經濟部水利署第三河川局，2018.12



### 三、水工結構物與水文基本資料(3/3)



106保護工佈設及河道情形



107保護工佈設及河道情形



109保護工佈設及河道情形



110保護工佈設及河道情形

- \*地工織布鋪設位置:
1. P24L~P25L間河道(107年鋪設)
  2. P24L基礎(109年鋪設)
- \*108~109施作橋梁耐震補強

交通部運輸研究所港灣技術研究中心  
Harbor and Marine Technology Center

9

### 四、地工織布現地試驗成效評估(1/14)

#### 現地試驗規劃

- 109年3月4日會同高公局及國道3號大甲溪橋橋基耐震補強工程監造與施工等單位，現勘國道3號大甲溪橋P27R及P28R橋址，評估本所後續橋墩基礎保護工法現地試驗橋址。



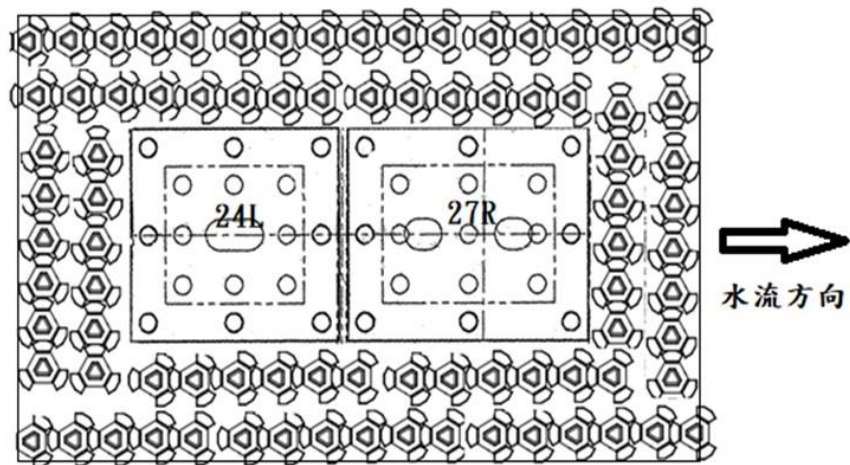
交通部運輸研究所港灣技術研究中心  
Harbor and Marine Technology Center

10



## 四、地工織布現地試驗成效評估(2/14)

### 現地試驗規劃



織布鋪設於鼎型塊之下

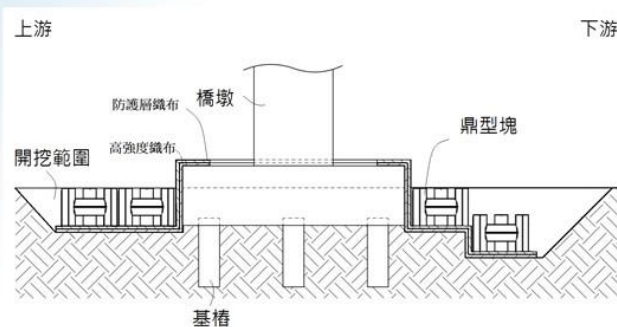
鼎型塊及織布鋪設平面示意圖



11

## 四、地工織布現地試驗成效評估(3/14)

### 現地試驗規劃



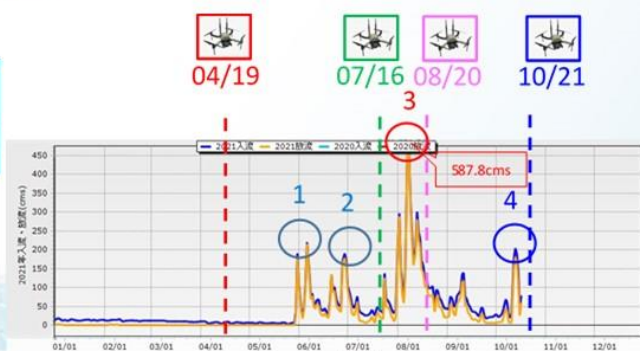
鼎型塊及織布鋪設斷面示意圖



12

## UAV空拍觀測

- [illegible]



石岡壩放流歷線

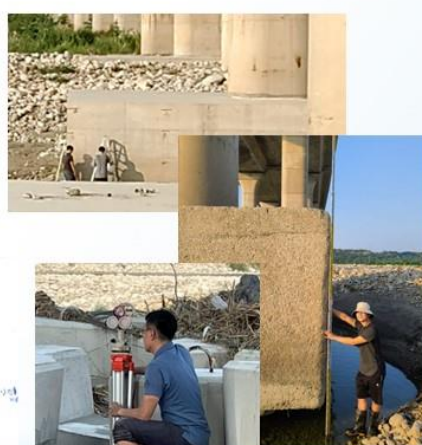
## 地面控制測量

- 

### 大甲溪水位歷線(資料來源:水利署)

[illegible]

整理後之控制點座標資料

[illegible]

### 現場作業情形

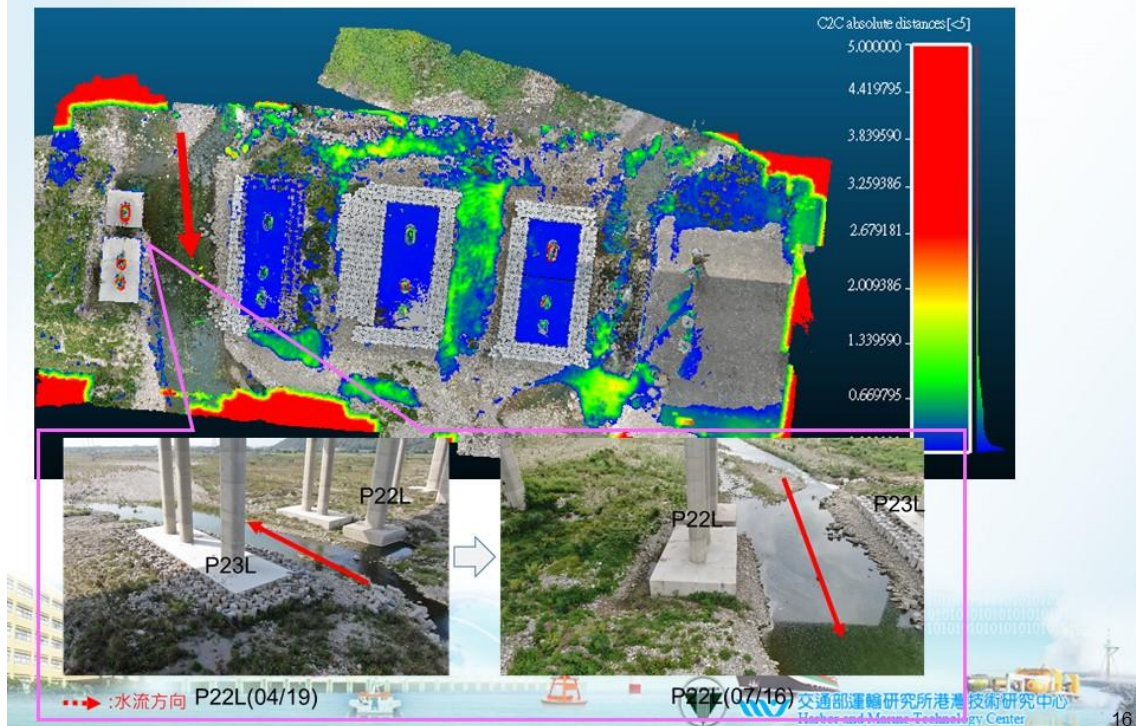


## 四、地工織布現地試驗成效評估(6/14)

觀測比對(04/19 vs 07/16)



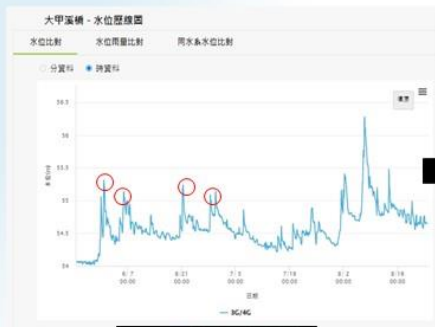
## 四、地工織布現地試驗成效評估(7/14)



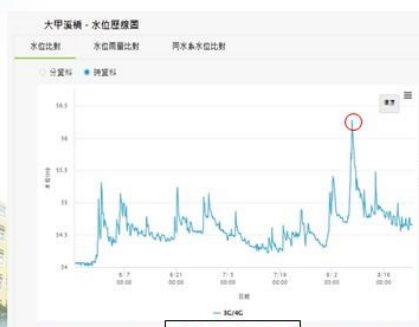


## 四、地工織布現地試驗成效評估(8/14)

觀測比對(07/16 vs 08/20)



6~7月梅雨事件後



盧碧颱風後



07/16

P22L P23L P24L P25L P26L



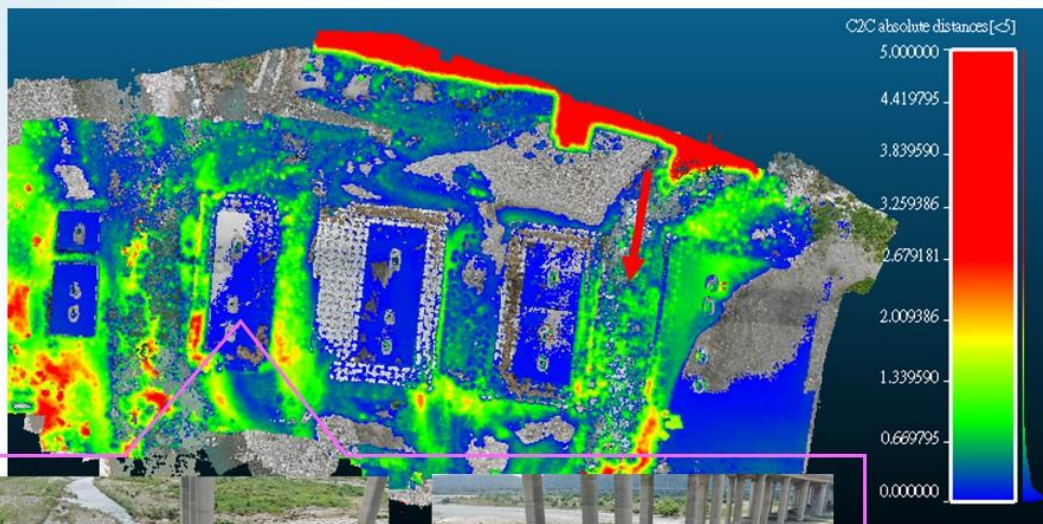
08/20

3D點雲模型

交通運輸研究所港灣技術研究中心  
Marine Technology Center

17

## 四、地工織布現地試驗成效評估(9/14)



P23L(07/16)



P23L(08/20)

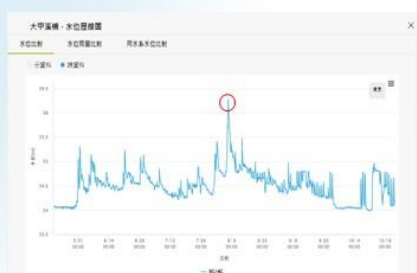
交通運輸研究所港灣技術研究中心  
Harbor and Marine Technology Center

18



## 四、地工織布現地試驗成效評估(10/14)

觀測比對(08/20 vs 10/21)

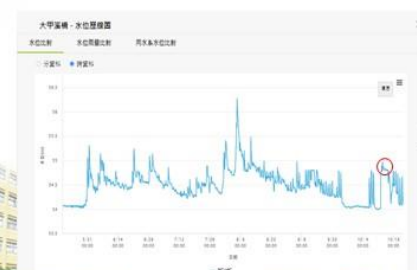


盧碧颱風後



08/20

P22L P23L P24L P25L P26L



圓規颱風後



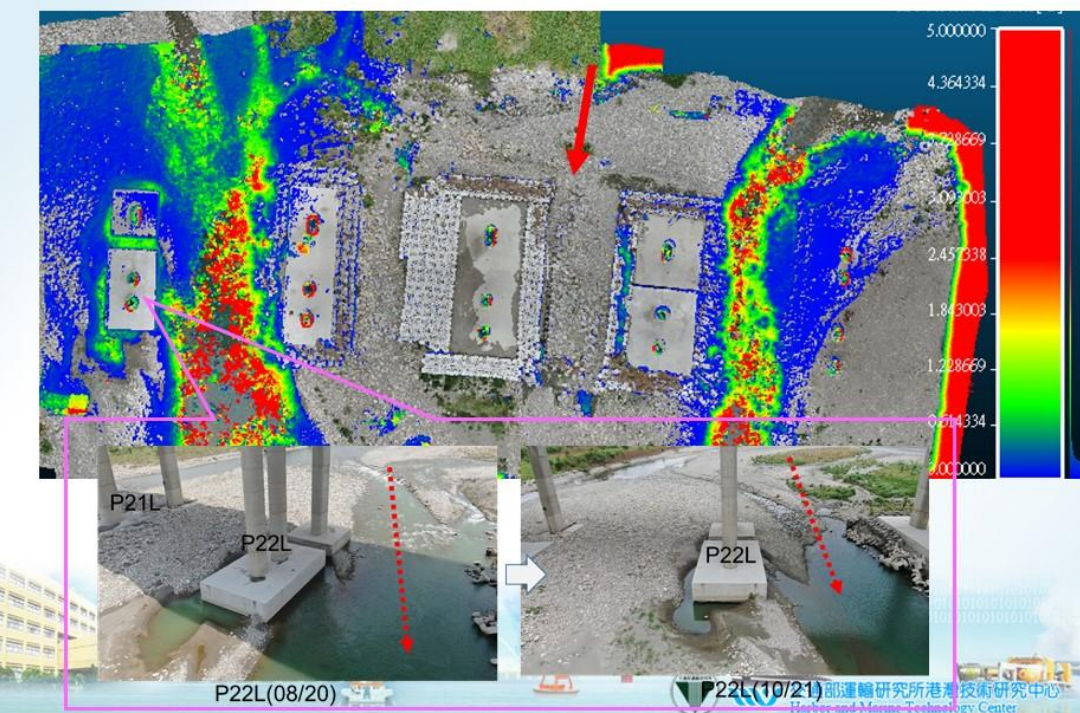
10/21

3D點雲模型

海洋研究所港灣技術研究中心  
Marine Technology Center

19

## 四、地工織布現地試驗成效評估(11/14)



P21L

P22L

P22L(08/20)

P22L(10/21)

海洋研究所港灣技術研究中心  
Harbor and Marine Technology Center

20

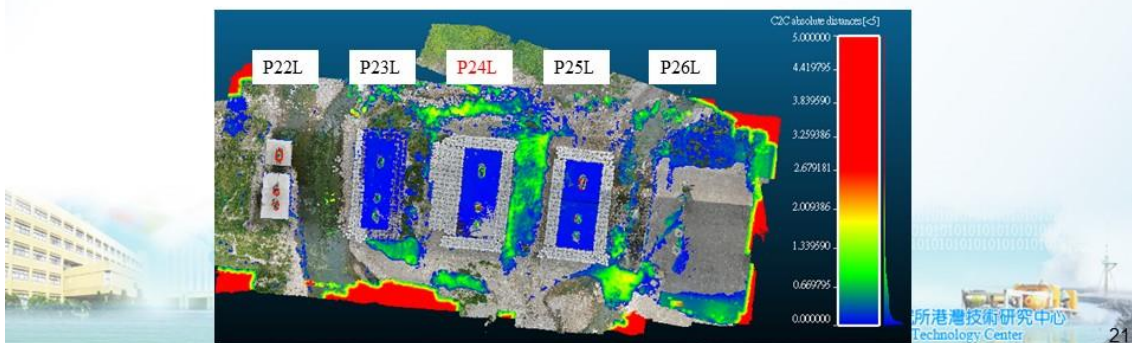


## 四、地工織布現地試驗成效評估(12/14)

### 小結:

#### 1. 6~7月間2次之梅雨事件:

- **橋基間河床區**:對於P24L~P25L及P25L~P26L皆有冲刷現象，因P24L~P25L間為本計畫試驗區，**床底佈有鼎塊及地工織布保護**，僅**表層粒料被冲刷**，P25L~P26L間床底**無鼎塊保護**，**鬆散粒料被冲刷**而逐漸形成**次深槽區**。
- **橋基周圍**:高公局因應**汛期整備**，已將P23L~P25L之鼎塊進行**疊層及整理**，點雲套疊後鼎塊高程變化深受**人為因素**干擾，需透由現場拍攝影像來輔助判釋，此階段降雨事件後，經初步目視比對試驗區**鼎塊無太大變化**。

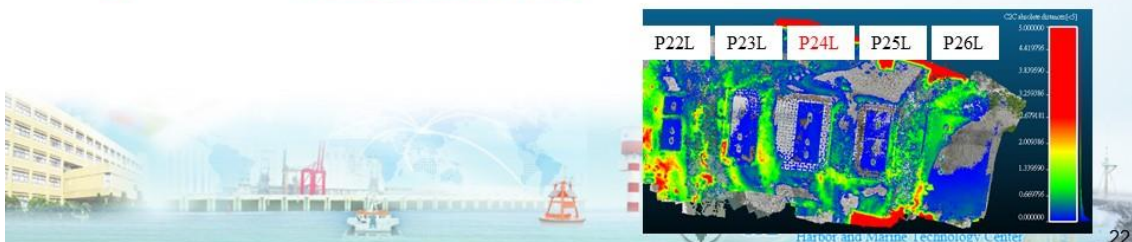


## 四、地工織布現地試驗成效評估(13/14)

### 小結:

#### 2. 8月份盧碧 颱風之降雨事件:

- 因石岡壩放流量已達**587.8cms**，為前2次事件之**2倍流量**，使得河床粒料被推移掏空，造成P23L、P24L(下游局部)及P25L周圍**鼎塊側傾及流失**之現象。
- 因河道深槽區位置改變，使得未保護之P22L橋墩基礎周圍較有明顯之冲刷現象，並已呈現**基樁裸露**之現象。
- 查閱8月份颱風降雨事件現場河川水位影像，本次事件相較於前2次河床**水位明顯抬高許多**，水位亦**已漫淹至P23L~P25L間**，造成相當之冲刷現象，透過點雲套疊比對試驗位置(P24L~P25L)，呈現位移變化，觀察影像該變化係為**表層粒料被冲刷**所致，**鼎型塊之排列依舊整齊**。

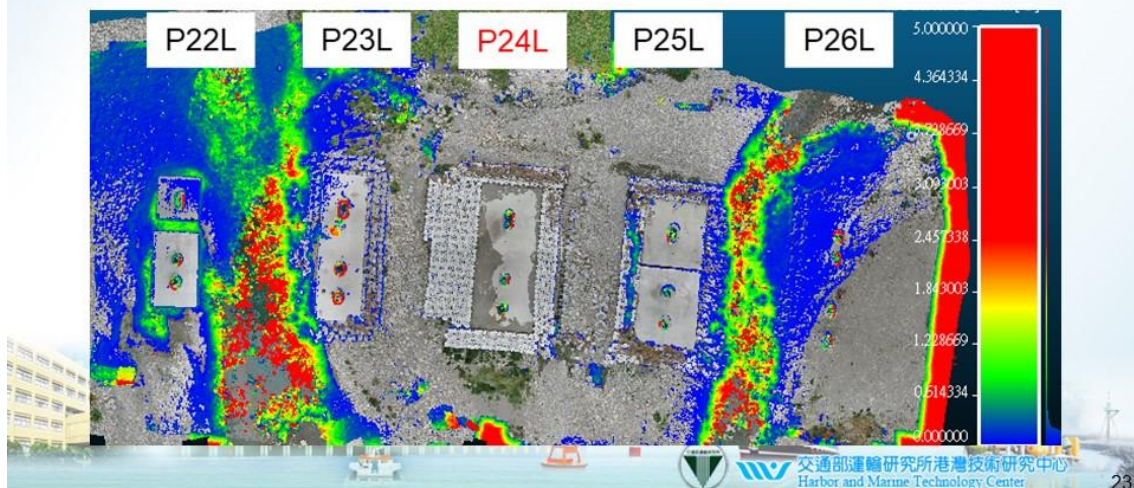


## 四、地工織布現地試驗成效評估(14/14)

小結:

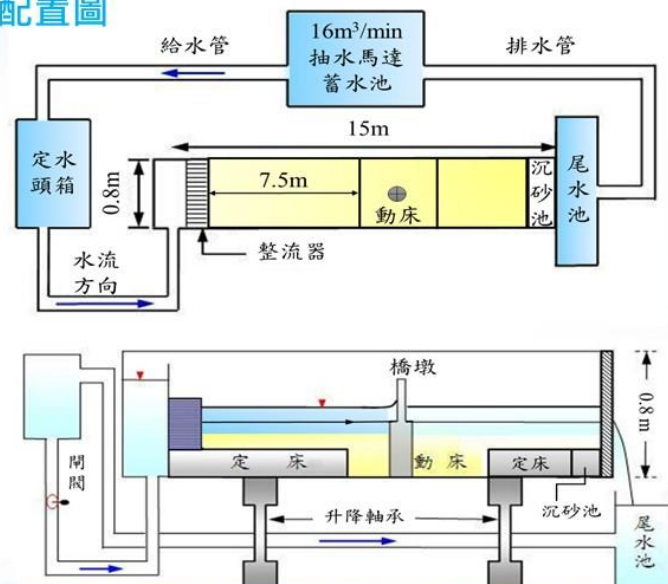
3. 10月份圓規颱風之降雨事件:

- 因石岡壩放流量與河床水位高與6-7月間梅雨事件相似，觀察現場影像及點雲套疊(10/21 vs 08/20)發現，本次降雨事件對河床沖刷及鼎塊並無影響。



## 五、水工模型試驗鋪設斷面改善方案 (1/17)

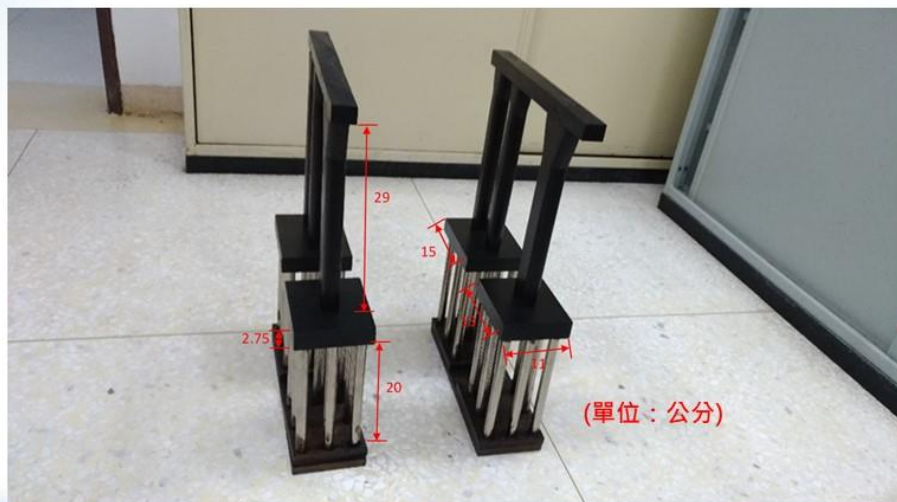
試驗渠槽配置圖





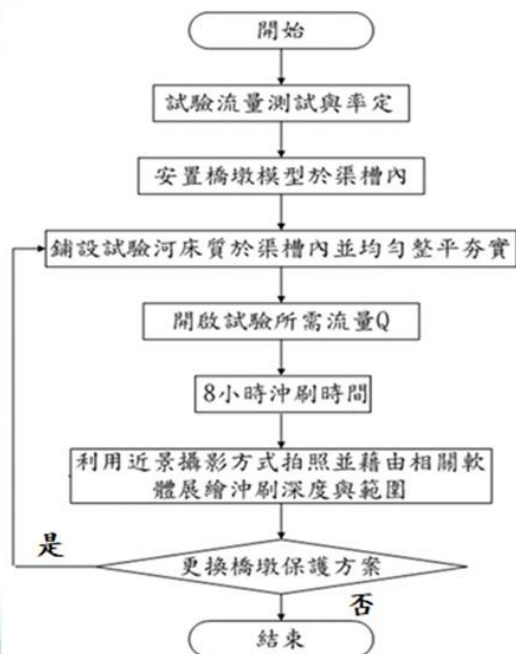
## 五、水工模型試驗鋪設斷面改善方案 (2/17)

### 橋墩模型



25

## 五、水工模型試驗鋪設斷面改善方案 (3/17)



26



## 五、水工模型試驗鋪設斷面改善方案 (4/17)



試驗模型鋪設情形

27

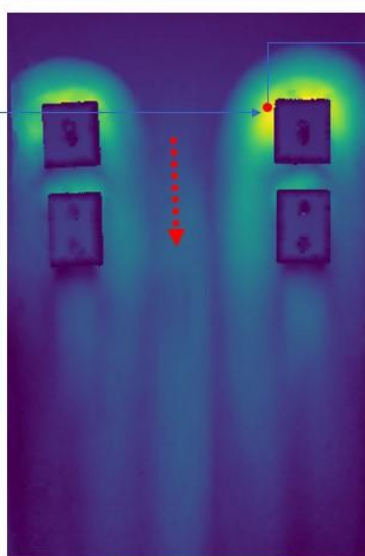
## 五、水工模型試驗鋪設斷面改善方案 (5/17)

|   | 鼎型塊鋪設情形 | 土工織布鋪設情形 | 備註    |
|---|---------|----------|-------|
| 1 | N/A     | N/A      | 無設施保護 |

無鼎形塊之沖刷情形  
(前：7/14；後：7/16)

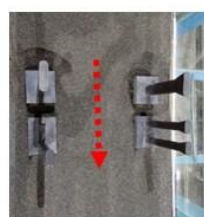


試驗照片

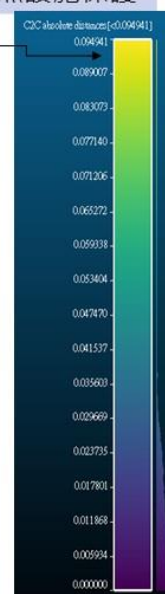


前後期沖刷比對

變位：約9.4cm



試驗照片



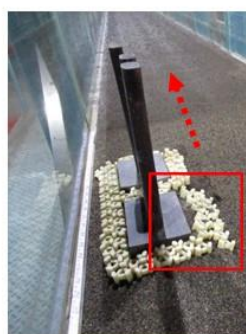
單位：公尺

...:水流方向

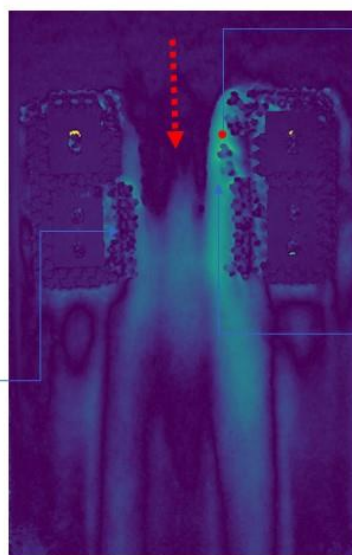
## 五、水工模型試驗鋪設斷面改善方案 (6/17)

|   | 鼎型塊鋪設情形 | 土工織布鋪設情形 | 備註       |
|---|---------|----------|----------|
| 2 | 僅2排環繞   | N/A      | 試驗佈設鼎塊效果 |

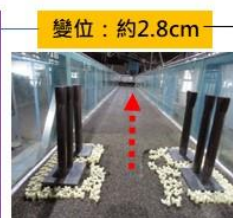
僅設置鼎形塊之沖刷情形  
(前：7/29；後：8/2)



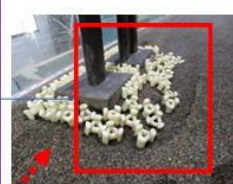
試驗照片



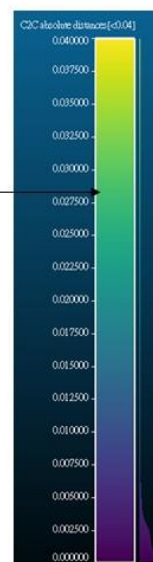
### 前後期沖刷比對



變位：約2.8cm



試驗照片



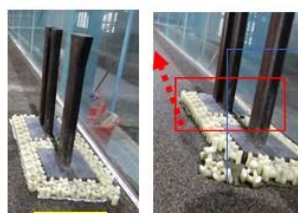
單位：公尺

...▶:水流方向

## 五、水工模型試驗鋪設斷面改善方案 (7/17)

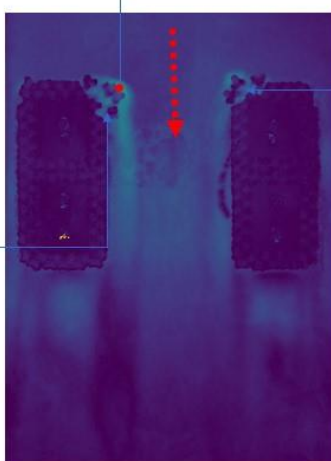
|   | 鼎型塊鋪設情形 | 土工織布鋪設情形      | 備註           |
|---|---------|---------------|--------------|
| 3 | 僅2排環繞   | 平鋪於鼎型塊下(直接接觸) | 試驗鼎塊+ 土工織布效果 |

有鼎形塊(無降階)+平鋪  
織布之沖刷情形  
(前: 8/3; 後: 8/5)

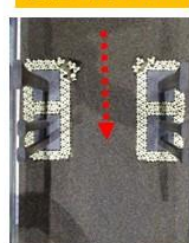


Before

After



### 前後期沖刷比對



變位：約2.7cm



試驗照片



單位：公尺

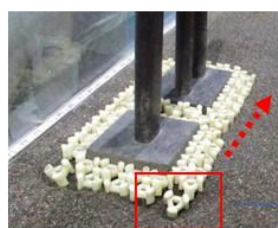
...▶:水流方向



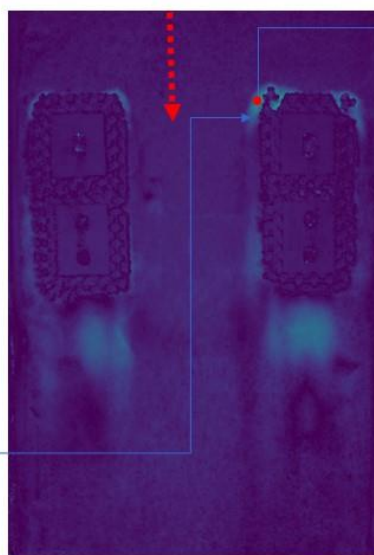
## 五、水工模型試驗鋪設斷面改善方案 (8/17)

|   | 鼎型塊鋪設情形 | 土工織布鋪設情形 | 備註            |
|---|---------|----------|---------------|
| 4 | 2排環繞+降階 | N/A      | 試驗鼎塊降階效果vs方案2 |

僅設置鼎形塊(降階)  
之沖刷情形  
(前：7/19；後：7/21)



試驗照片

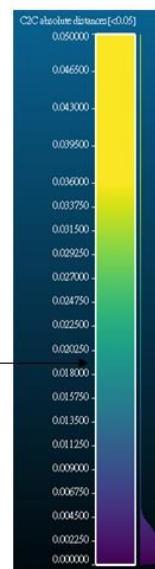


前後期沖刷比對

變位：約1.9cm



試驗照片



單位：公尺

...> :水流方向

## 五、水工模型試驗鋪設斷面改善方案 (9/17)

|   | 鼎型塊鋪設情形     | 土工織布鋪設情形 | 備註        |
|---|-------------|----------|-----------|
| 5 | 2排環繞，僅下游側降階 | N/A      | vs方案2、方案4 |

僅有鼎形塊(僅下游降階)  
(前：9/10；後：9/13)

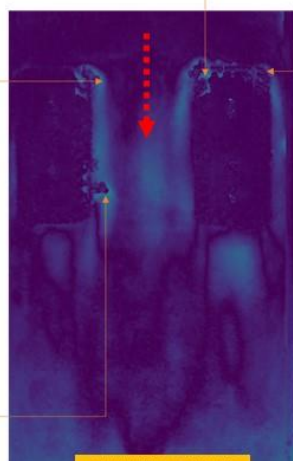


變位：約1.9cm



變位：約2.2cm

試驗照片

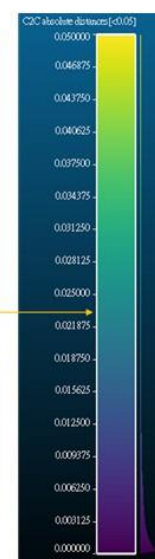


前後期沖刷比對

變位：約2.2cm



試驗照片

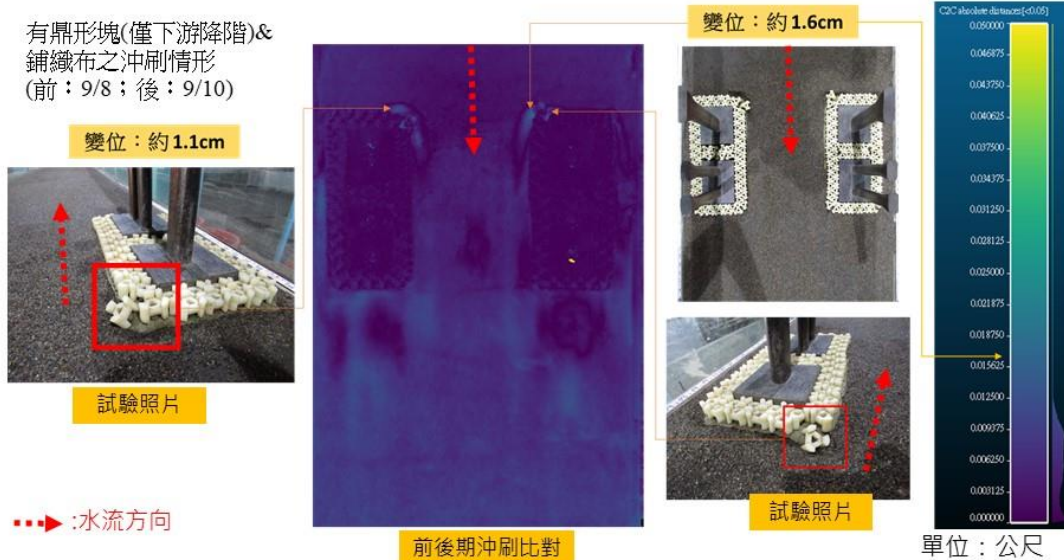


單位：公尺

...> :水流方向

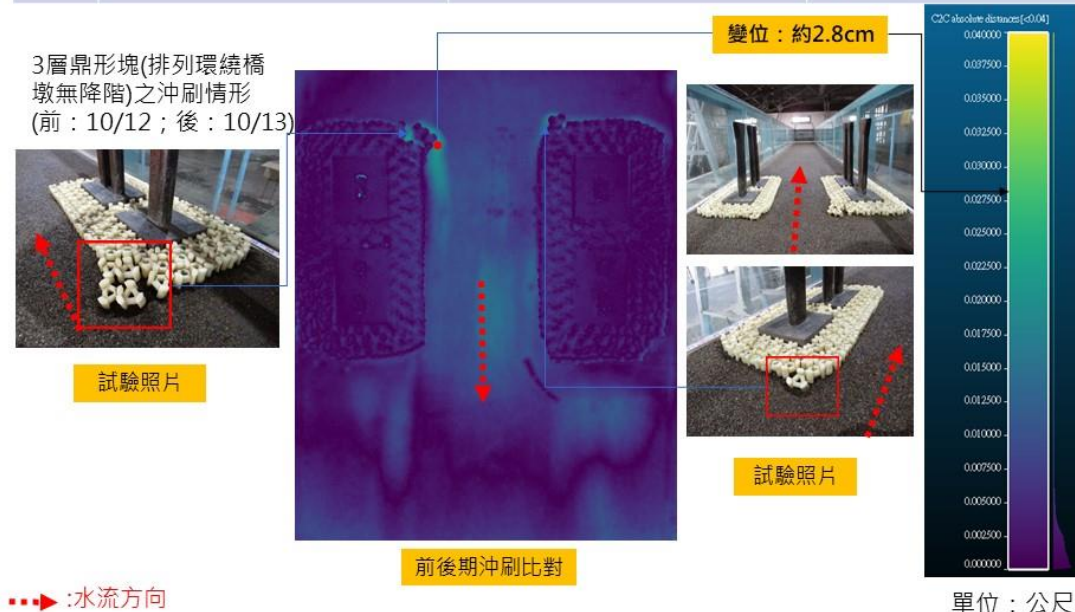
## 五、水工模型試驗鋪設斷面改善方案 (10/17)

|   | 鼎型塊鋪設情形     | 土工織布鋪設情形      | 備註         |
|---|-------------|---------------|------------|
| 6 | 2排環繞，僅下游側降階 | 平鋪於鼎型塊下(直接接觸) | 現場(國3)試驗方案 |



## 五、水工模型試驗鋪設斷面改善方案 (11/17)

|   | 鼎型塊鋪設情形  | 土工織布鋪設情形 | 備註                 |
|---|----------|----------|--------------------|
| 7 | 3排環繞，無降階 | N/A      | 試驗增加鼎塊圍繞排數之影響vs方案2 |





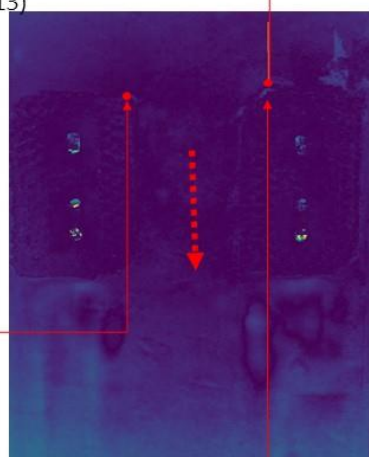
## 五、水工模型試驗鋪設斷面改善方案 (12/17)

|   | 鼎型塊鋪設情形  | 土工織布鋪設情形      | 備註          |
|---|----------|---------------|-------------|
| 8 | 3排環繞，無降階 | 平鋪於鼎型塊下(直接接觸) | 試驗鼎塊+土工織布效果 |

3層鼎形塊(排列環繞橋墩無降階)之沖刷情形  
(前：10/12；後：10/13)



試驗照片



前後期沖刷比對



變位：約1.3cm



試驗照片



單位：公尺

...:水流方向

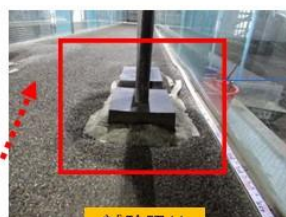
## 五、水工模型試驗鋪設斷面改善方案 (13/17)

|   | 鼎型塊鋪設情形 | 土工織布鋪設情形          | 備註            |
|---|---------|-------------------|---------------|
| 9 | N/A     | 斜鋪於自然開挖面上，並以試驗砂填平 | 試驗僅用覆土做為壓重之效果 |

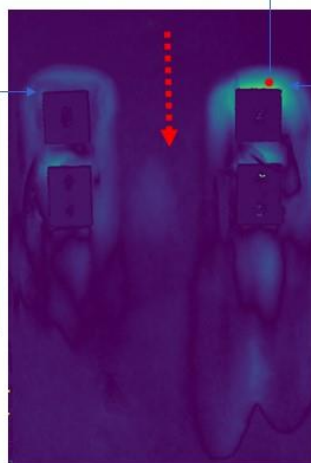
僅斜鋪織布埋於覆土下之  
沖刷情形  
(前：8/5；後：8/11)



織布斜鋪



試驗照片



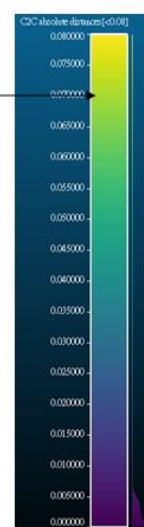
前後期沖刷比對



變位：約7cm



試驗照片



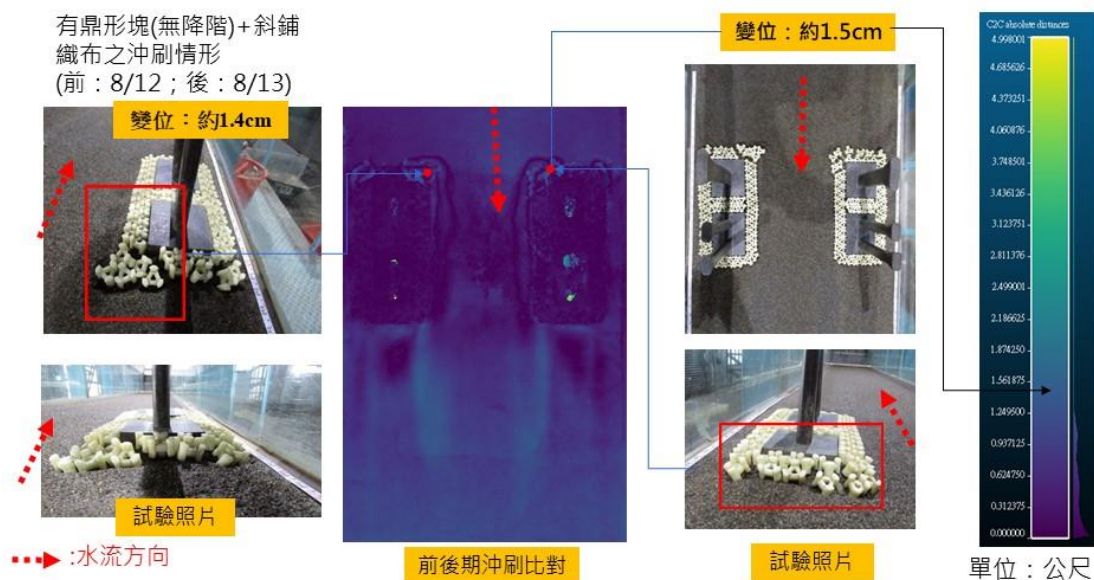
單位：公尺

...:水流方向



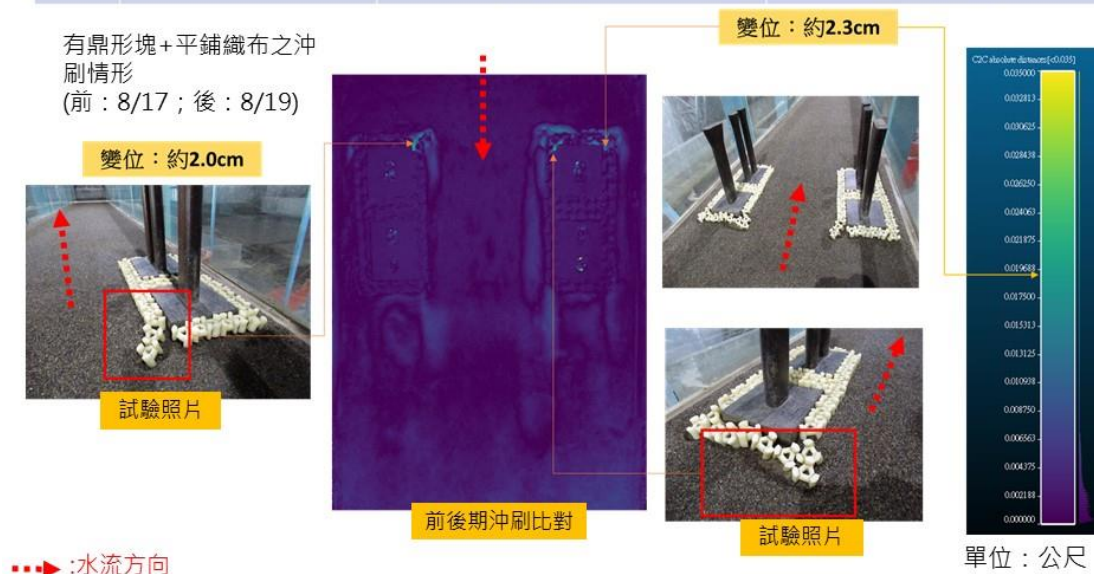
## 五、水工模型試驗鋪設斷面改善方案 (14/17)

|    | 鼎型塊鋪設情形 | 土工織布鋪設情形          | 備註           |
|----|---------|-------------------|--------------|
| 10 | 僅2排環繞   | 斜鋪於自然開挖面上，並以試驗砂填平 | 試驗覆土+鼎塊壓重之效果 |



## 五、水工模型試驗鋪設斷面改善方案 (15/17)

|    | 鼎型塊鋪設情形 | 土工織布鋪設情形          | 備註                  |
|----|---------|-------------------|---------------------|
| 11 | 僅1排環繞   | 斜鋪於自然開挖面上，並以試驗砂填平 | 試驗鼎塊圍繞排數之影響 vs 方案10 |



## 五、水工模型試驗鋪設斷面改善方案 (16/17)

### ➤ 不同試驗方案最大沖刷深度及影響鼎型塊穩定度之比較

| 方案 | 鼎型塊鋪設情形     | 土工織布鋪設情形          | 最大沖刷深度 | 影響鼎型塊穩定程度                   |
|----|-------------|-------------------|--------|-----------------------------|
| 1  | N/A         | N/A               | 9.4 cm | -                           |
| 2  | 僅2排環繞       | N/A               | 2.8cm  | 嚴重-河槽區鼎塊大範圍側傾               |
| 3  | 僅2排環繞       | 平鋪於鼎型塊下(直接接觸)     | 2.7 cm | 明顯-迎水面局部鼎塊側傾<br>(河槽區部分粒料掏刷) |
| 4  | 2排環繞+降階     | N/A               | 1.9 cm | 輕微-迎水面局部鼎塊側傾                |
| 5  | 2排環繞，僅下游側降階 | N/A               | 2.2cm  | 明顯-迎水面及河槽區鼎塊局部側傾            |
| 6  | 2排環繞，僅下游側降階 | 平鋪於鼎型塊下(直接接觸)     | 1.6cm  | 輕微-迎水面鼎塊局部側傾                |
| 7  | 3排環繞，無降階    | N/A               | 2.8cm  | 輕微-迎水面鼎塊局部側傾                |
| 8  | 3排環繞，無降階    | 平鋪於鼎型塊下(直接接觸)     | 1.3cm  | 輕微-迎水面鼎塊基礎粒料局部掏刷            |
| 9  | N/A         | 斜鋪於自然開挖面上，並以試驗砂填平 | 7cm    | -                           |
| 10 | 僅2排環繞       | 斜鋪於自然開挖面上，並以試驗砂填平 | 1.5cm  | 明顯-迎水面全部鼎塊側傾                |
| 11 | 僅1排環繞       | 斜鋪於自然開挖面上，並以試驗砂填平 | 2.3cm  | 明顯-迎水面局部鼎塊側傾<br>(河槽區部分粒料掏刷) |

註：上述數據為一次之試驗結果

## 五、水工模型試驗鋪設斷面改善方案 (17/17)

### 小結:

- 無保護措施之沖刷結果顯示，橋墩基礎產生很嚴重的沖刷，顯示以**鼎型塊結合織布保護橋墩基礎有其必要性**。
- 鼎型塊圍繞橋墩基礎保護方案中，加鋪織布之方案其沖刷深度均會小於未鋪織布之方案，且鼎型塊亦有一定的穩定度，顯示**鋪設織布對於減緩橋墩基礎沖刷有相當之成效**。
- 圍繞橋墩基礎不同排數的鼎型塊保護方案顯示，三排優於二排，二排優於一排，顯示未來**鼎型塊鋪設圍繞橋墩基礎的排數越多越好**。
- 鼎型塊鋪設有無降階之方案比較顯示，**有降階的方案優於無降階**。
- 由土工織布埋入土壤內的保護方案顯示，**覆土上仍需鋪設鼎型塊才能獲得較佳的保護成效**。
- 綜整以上試驗結果，對於未來現地的橋墩基礎保護工法之鋪設建議，是以**多排鼎型塊(降階)環繞橋墩基礎+土工織布為較佳之鋪設斷面方案**。
- 礙於本研究試驗條件**無法模擬水流沖擊力長時間對材料之磨損破壞及連續性破壞**，試驗結果可能與現況之破壞機制或許有差異，後續將持續透過現地試驗方式來進行驗證。





## 六、結論與建議

- ✓ 依現場試驗觀測結果可知，試驗組範圍內除P24L下游側局部鼎型塊有側傾之現象外，其餘鼎型塊皆未產生明顯之位移現象，**初判應與地工織布能有效阻斷向下滲流掏刷作用有關**，將持續觀察並驗證地工織布之效。
- ✓ 水工模型沖刷試驗結果顯示，對於未來現場保護工鋪設之建議，可採**地工織布+鼎型塊降階環繞基礎**之斷面鋪設方式進行之。
- 建議養護管理單位疊放河床間鼎型作業時，可預先估算河道間可佈放之最大鼎型塊排數，若存有施工間隙時，可在**保有鼎型塊間互鎖之原則下，適當的調整增加鼎型塊間之距離**，以減少或消除間隙沖刷問題。
- 後續可持續**增加現地試驗橋址鋪設的案例，以驗證地工織布結合鼎型塊保護工法之施工可行性及保護成效**。<sup>41</sup>



簡報完畢  
敬請指教



