110-008-7C30
MOTC-IOT-109-H1CA001a

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
中 華 民 國 110 年 2 月

110

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

GPN: 1011000204
定價 200 元

110-008-7C30
MOTC-IOT-109-H1CA001a

地工織布應用於橋墩基礎保護之沖刷模擬研究

著 者：賴瑞應、黃宇謙、莊凱迪、林佳欣

交 通 部 運 輸 研 究 所

中 華 民 國 110 年 2 月

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

地工織布應用於橋墩基礎保護之沖刷模擬研究 / 賴瑞應, 黃宇謙, 莊凱迪, 林佳欣著. -- 初版. -- 臺北市 : 交通部運輸研究所, 民110.02
面 ; 公分
ISBN 978-986-531-256-5(平裝)

1.橋樑工程 2.施工管理

441.8 110001024

地工織布應用於橋墩基礎保護之沖刷模擬研究

著　　者：賴瑞應、黃宇謙、莊凱迪、林佳欣
出版機關：交通部運輸研究所
地　　址：105004 臺北市松山區敦化北路 240 號
網　　址：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 110 年 2 月
印 刷 者：
版(刷)次冊數：初版一刷 60 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•電話:(02)2518-0207
五南文化廣場：400002 臺中市中區中山路 6 號•電話：(04)2226-0330

GPN：1011000204　　ISBN：978-986-531-256-5(平裝)

交通部運輸研究所自行研究計畫出版品摘要表

<table>
<tr><td colspan="4">出版品名稱：地工織布應用於橋墩基礎保護之沖刷模擬研究</td></tr>
<tr><td>國際標準書號(或叢刊號)
ISBN 978-986-531-256-5(平裝)</td><td>政府出版品統一編號
1011000204</td><td>運輸研究所出版品編號
110-008-7C30</td><td>計畫編號
MOTC-IOT-109-H1CA001a</td></tr>
<tr><td colspan="3">本所主辦單位：港灣技術研究中心
主管：蔡立宏
計畫主持人：賴瑞應
研究人員：黃宇謙、莊凱迪、林佳欣
參與人員：王培源、李春榮、何木火
聯絡電話：04-26587111
傳真號碼：04-26564418</td><td>研究期間
自 109 年 1 月
至 109 年 12 月</td></tr>
<tr><td colspan="4">關鍵詞：沖刷、水工模型試驗、鼎型塊、織布</td></tr>
<tr><td colspan="4">摘要：
本所近年橋墩基礎保護工水工模型試驗結果顯示，地工織布結合鼎型塊之保護工法，可達到保護河床(固床)的功效。惟目前針對地工織布應用於橋墩基礎保護之實際應用案例較缺乏，多為地工織布應用於邊坡水土保持及河岸高灘地之保護案例，本計畫針對地工織布應用於橋墩基礎保護工，以國道3號大甲溪橋為研究對象，規劃地工織布結合鼎型塊之現地鋪設斷面及施工方式，透過水工模型試驗驗證後，於現地完成鋪設，以現地試驗方式來驗證本所過去的研究成果，以提供國道高速公路局未來佈設橋墩基礎保護工法決策之參考。
研究成果效益：
1.藉由水工模型試驗，驗證地工織布結合鼎型塊保護工法優於目前橋管單位使用的保護工法，可提供相關橋梁管理單位未來鋪設橋基保護工之參考。
2.藉由現地試驗，驗證地工織布結合鼎型塊保護工法之鋪設斷面及施工步驟具體可行，可提供未來橋梁管理單位設置相關保護工決策之參考。
提供應用情形：
1.本研究研提之地工織布結合鼎型塊保護工法，已於109年試鋪於國道3號大甲溪橋P27R橋墩基礎之保護工。
2.本研究進行的保護工鋪設試驗案例，可提供本所及相關單位後續研究之參採。</td></tr>
<tr><td colspan="4"><table>
<tr><td>出版日期</td><td>頁數</td><td>定價</td><td>本 出 版 品 取 得 方 式</td></tr>
<tr><td>110 年 2 月</td><td>180</td><td>200</td><td>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。</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td colspan="4">備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。</td></tr>
</table>

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

TITLE: Scouring Simulation on Geotextile Used in Protection of Bridge Foundations

ISBN(OR ISSN)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER	IOT SERIAL NUMBER	PROJECT NUMBER
978-986-531-256-5(pbk)	1011000204	110-008-7C30	MOTC-IOT-109-H1CA001a

DIDIVISION: HARBOR & MARINE TECHNOLOGY CENTER
DIDIVISION DIRECTOR: Li-Hung Tsai
PPRINCIPAL INVESTIGATOR: Jui-Ying Lai
PROJECT STAFF: Yu-Cian Huang, Kai-Ti Chuang, Jia-Xin Lin
PROJECT TECHNICIAN: Pei-Yuan Wang, Chun-Jung. Lee, Mu-Huo Ho
PHONE: 04-26587111
FAX: 04-26564418

PROJECT PERIOD
FROM January 2020
To December 2020

KEY WORDS: SCOUR, HYDRAULIC MODEL TEST, TRIPOD BLOCK, GEOTEXTILE

Abstract:

Results of the hydraulic model test of bridge protection conducted by the Institute in recent years have shown that the protection method of geotextile combined with tripod block is able to achieve the effect of protecting the river bed. However, there is a lack of practical application cases of geotextiles used in the protection of bridge foundations. Most of them are geotextiles used in slope water and soil conservation and high riverbank protection. This Project, aiming at geotextiles used in bridge foundation protection, targeting Dajia Bridge on National Highway No. 3 as the object of study, planning the in-situ laying out section and construction method of geotextile combined with tripod block to in-situ complete the laying after verifying through hydraulic model test, and to verify our Institute's past research results by using the in-situ test method to provide reference for the decision making of the Freeway Bureau to lay out the bridge foundation protection construction method in the future.

Benefits of Research:

1. Verifying that the protection method of geotextile combined with tripod block is better than the existing protection method used by the bridge management agency through the hydraulic model test, which would provide the relevant bridge management agencies with a reference for the protection of bridge foundation in the future.
2. Through in-situ tests, it is verified that the paving section and construction steps of geotextile combined with tripod block protection construction method are concrete and feasible, which can provide references for future bridge management agencies to make relevant protection construction decisions.

Application Availability:

1. The protection method of geotextile combined with tripod block proposed in this study was used in 2020 for a trial usage in the protection of the P27R Dajia River Bridge foundation on the National Highway No. 3.
2. The protection laying test case conducted in this study can provide the Institute and related agencies with references for the follow-up research.

DATE OF PUBLICATION	NUMBER OF PAGES	PRICE
Feb. 2021	180	200

地工織布應用於橋墩基礎保護之沖刷模擬研究

目 錄

圖目錄

表目錄

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。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」[4]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行車安全；108 年「地工織物應用於橋墩基礎保護之可行性研究」[5]，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。惟目前針對地工織布應用於橋墩基礎保護之實際應用案例較缺乏，多為地工織布應用於邊坡水土保持及河岸高灘地之保護案例，本計畫將針對地工織布應用於橋墩基礎保護工法，以大甲溪下游河段之橋梁，如國道三號大甲溪橋、海線鐵路橋或台 1 線大甲溪橋，選擇 1 座橋梁為研究對象，規劃地工織布結合鼎型塊之現地鋪設及施工方式，以現地試驗方式來驗證

本所過去的研究成果，做為未來橋管單位施設橋墩保護工法之參考。

1.2 研究目的

本研究目的如下：

1. 藉由室內橋基水工模型沖刷試驗與現地鋪設試驗,驗證地工織布保護工法之施工性及保護成效。
2. 研提大甲溪下游橋基保護方案，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，以提升橋基耐洪能力，滿足運輸安全需求。

1.3 研究方法

本研究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，選擇 1 座橋梁規劃地工織布現地鋪設方式，並進行室內水工模型沖刷試驗與現地鋪設試驗,以驗證地工織布保護工法之施工性及保護成效，以提供相關橋梁管理單位未來施政之應用。

1.4 研究內容與流程

本研究之主要工作項目如下所示，其工作流程如圖 1.1 所示。

1. 文獻回顧
2. 水工結構物與水文基本資料蒐集
3. 地工織布現地試驗規劃及水工模型試驗
4. 地工織布現地鋪設
5. 保護成效觀測方式規劃
6. 結論與建議

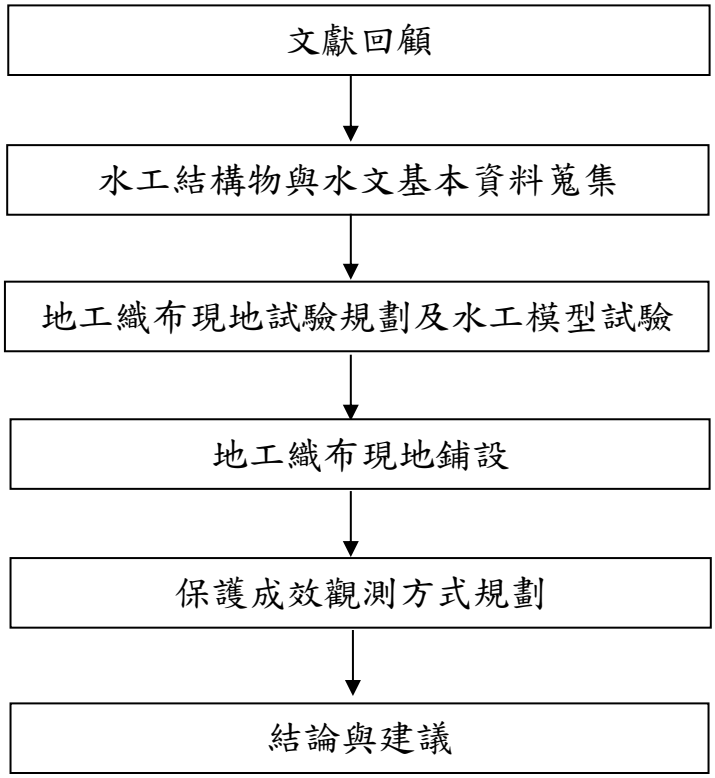

文獻回顧
水工結構物與水文基本資料蒐集
地工織布現地試驗規劃及水工模型試驗
地工織布現地鋪設
保護成效觀測方式規劃
結論與建議

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之相關應用與研究文獻做回顧，以供後續研提地工織布橋墩基礎保護工之參考。

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」[6]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。本研究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。本研究進行工法的技術比較與效益分析，研究結果顯示，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」[7]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。

本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」[8]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」[9]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。本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。在該計畫中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)。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。本研究利用前期研究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。本研究對於流速(Vm)及顆粒濃度(Pc)對強度損減率(P.S.R.)關係之實驗，結果顯示 P.S.R.與 Vm(或 Pc)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。本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，Rt = 18% / (對數時間循環)。

圖 2.4　格網箱籠之海岸保護嘗性大型試驗現場

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

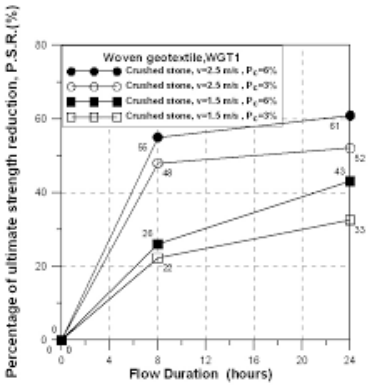


圖 2.7　織布之損傷度(PSR)與顆粒濃度(Pc)及流動延時(T)之關係

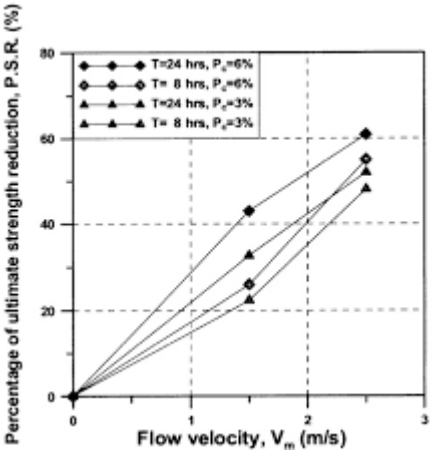


圖 2.8　織布損傷度(PSR)與流速(Vm)及顆粒濃度(Pc)之關係

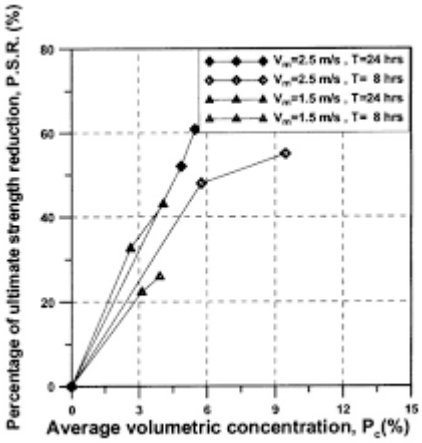


圖 2.9　織布在不同流速下損傷度(PSR)與顆粒濃度(Pc)關係

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

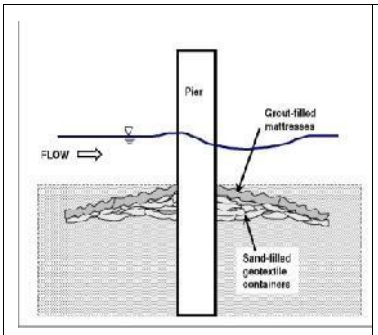
「國道 1 號中沙大橋墩基沖刷治理計畫委託技術服務工作」[10]為交通部高速公路局中區養護工程分局委託國立臺灣大學，於 102 年完成之研究計畫。本計畫主因於國道 1 號中沙大橋自完工後，高速公路局中區養護工程分局即長期投入經費進行橋基保護，以確保橋梁安全，目前存於橋梁下游的固床保護工(潛堰固床保護工)每年均投入相當多之維護費用，惟歷年颱風洪水仍常造成保護工局部有沉陷、掏空及斷裂等損壞現象。為評估可能的保護工法，期能有效減少局部沖刷，並降低維護費用，乃成立本研究計畫。本計畫針對中沙大橋所在位置之濁水溪上下游河川特性分析研判，由理論及實務專家經驗進行方案評估，研議中沙大橋橋基耐洪保護工法暨其配套措施，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。

本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。建議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。

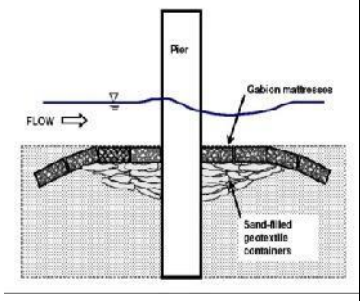
綜合上述研究成果，本計畫建議措施包括下列事項：1.中沙大橋上游面河中沙洲整平；2.中沙大橋固床保護工護坦加長及強化尾端底床保護；3.評估中油管架橋墩保護工的影響及改善對策；4.視後續橋下

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。

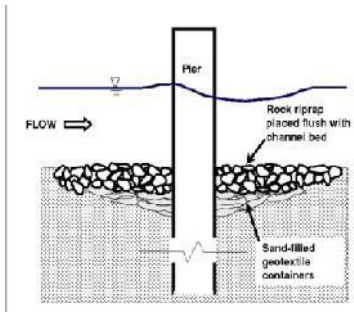
另外，本計畫也針對北側 P15~P24 橋墩間及南側 P38~P45 橋墩間之橋墩局部沖刷現象，建議可優先考量地工砂袋與其它保護工法合併應用，相關示意圖如圖 2.10 所示。



地工砂袋與織物模板工法合併應用



地工砂袋與石籠工法合併應用



地工砂袋與拋石工法合併應用

圖 2.10 地工砂袋與其它保護工法合併應用示意圖

2.6 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」[4]為本所於民國 107 年完成之研究計畫。計畫緣起為國道三號大甲溪橋之橋墩基礎，近年在颱洪期間，均面臨橋墩基礎沖刷之問題，為維護用路人之行車安全，爰辦理國道三號大甲溪橋橋墩基礎水工模型試驗，以提供國道高速公路局未來佈設橋墩基礎保護工法決策之參考。

本研究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：1.現況保護措施(如圖 2.11~2.12 所示)與零方案(無保護工，如圖 2.13~2.14 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 2.15 所示)小於無保護措施最大沖刷深度 8.7cm (如圖 2.16 所示)，顯示現況保護措施有其成效。2. 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，爰此，本研究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 2.17~2.19 所示)，沖刷試驗結果(如圖 2.20 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。3.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 2.21~2.22 所示)，試驗結果顯示(如圖 2.23 所示)確實對下游鼎型塊的穩定度有很大的成效。

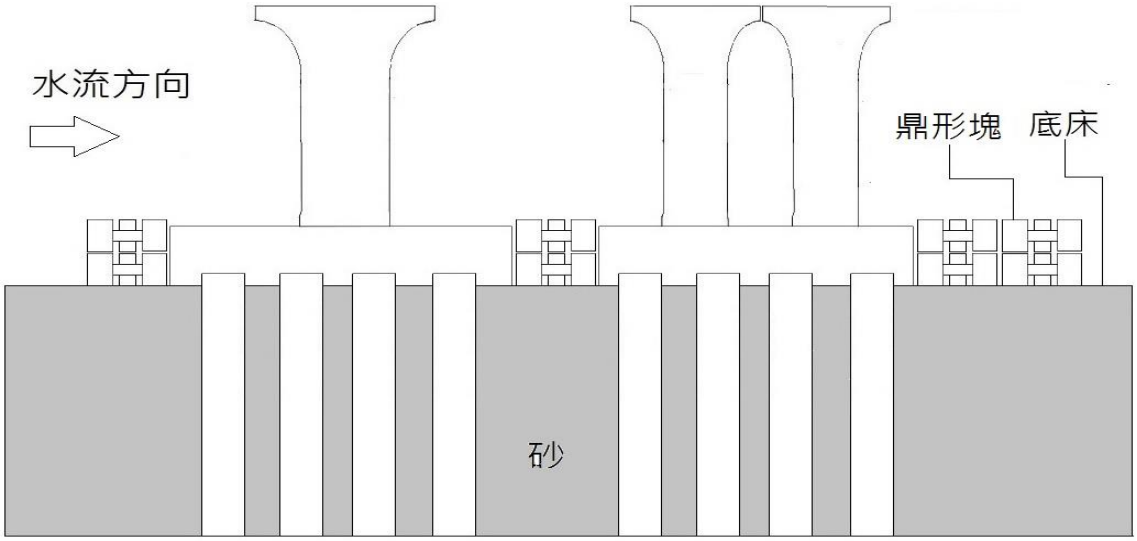


圖 2.11　現況保護措施鼎型塊鋪設斷面示意圖

圖 2.12　現況保護措施模型鋪設

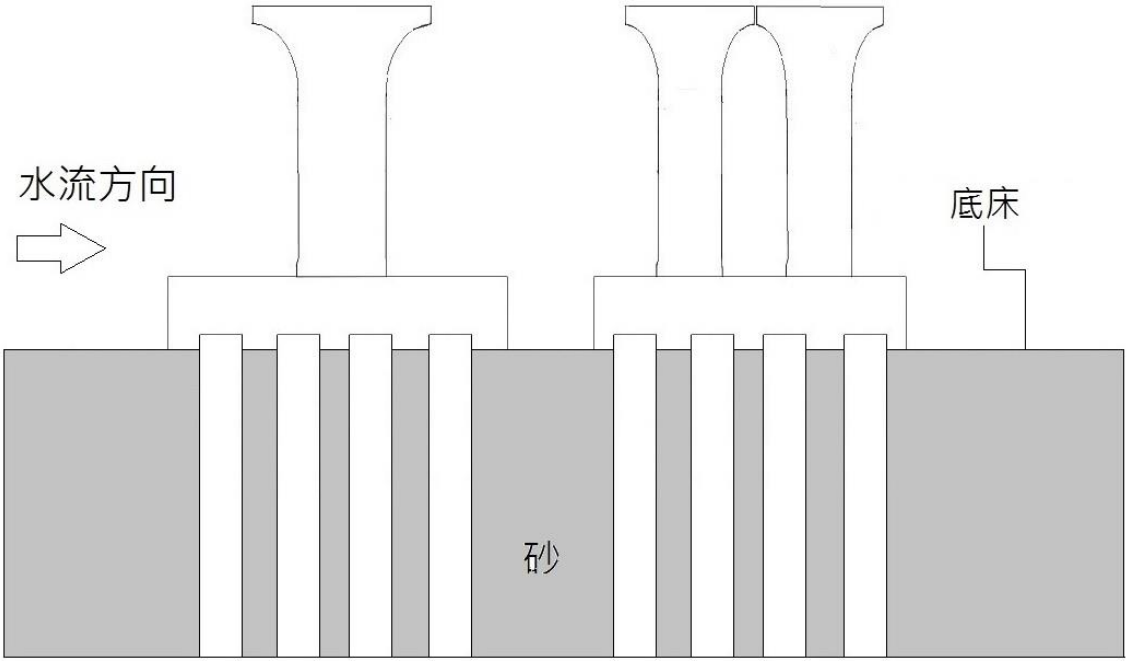


圖 2.13　無保護措施斷面示意圖

圖 2.14 無保護措施橋墩鋪設

圖 2.15　現況保護措施基礎上游沖刷情形

圖 2.16　無保護措施基礎沖刷情形

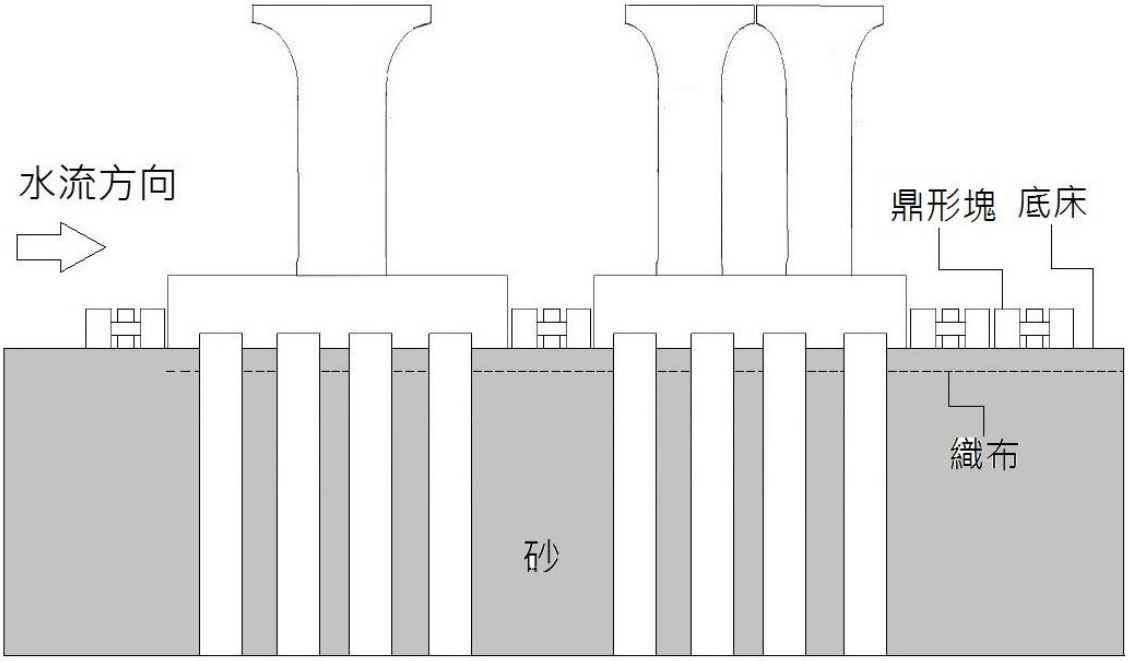


圖 2.17　一層鼎型塊+織布斷面示意圖

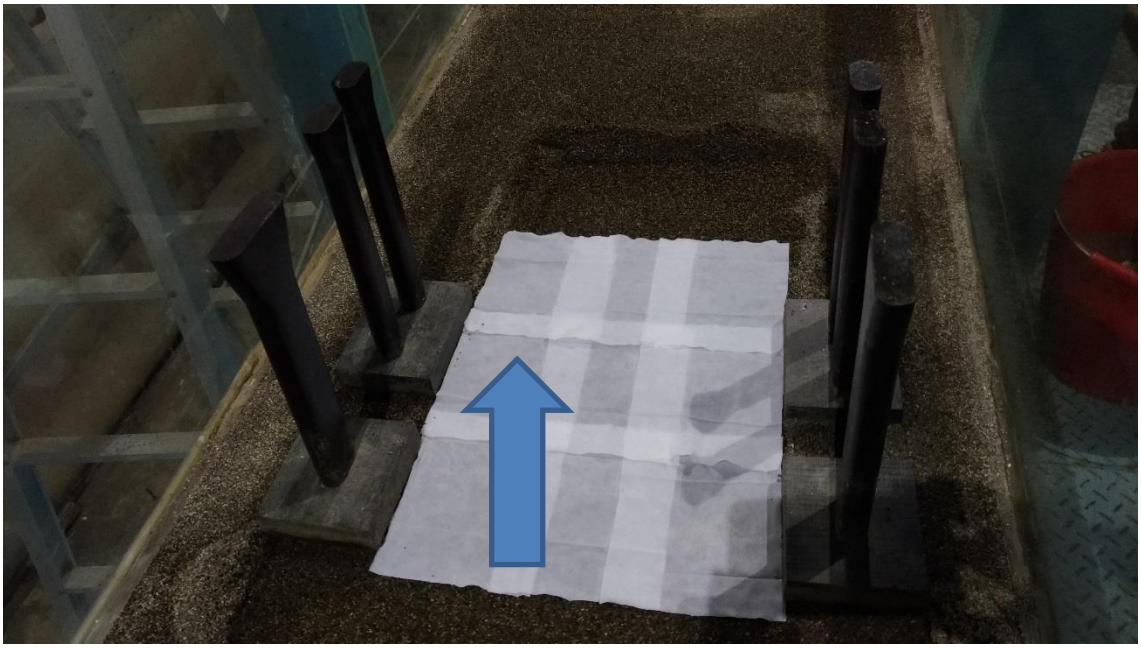


圖 2.18　一層鼎型塊+織布之鋪設

圖 2.19　一層鼎型塊+織布保護措施模型鋪設

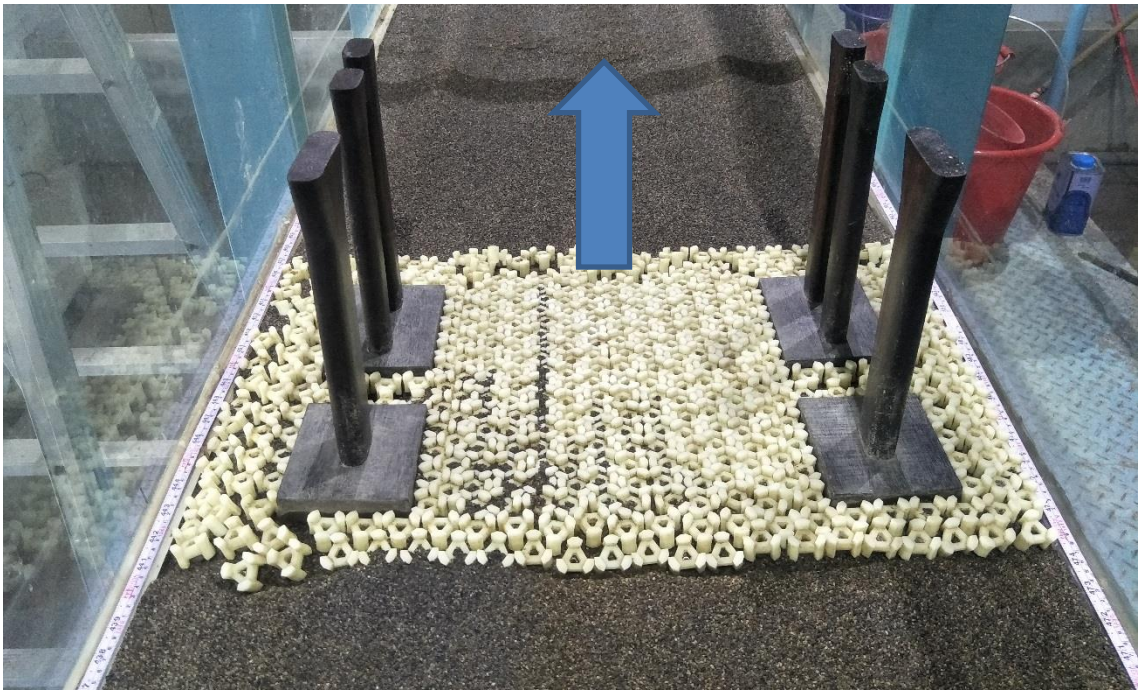


圖 2.20　一層鼎型塊+織布保護措施基礎沖刷情形

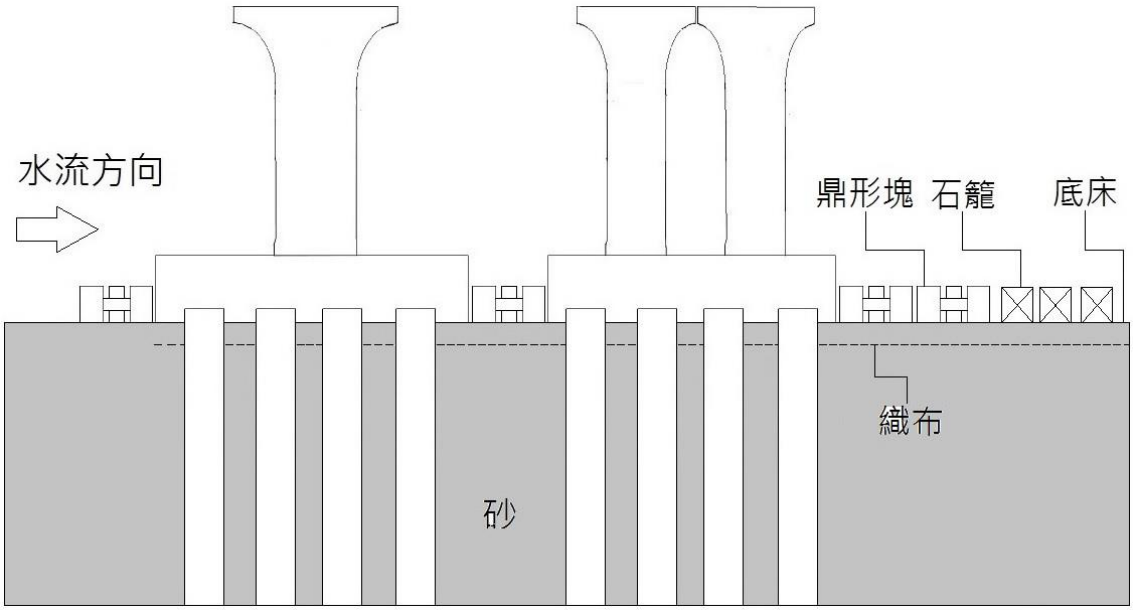


圖 2.21　一層鼎型塊+織布+石籠斷面示意圖

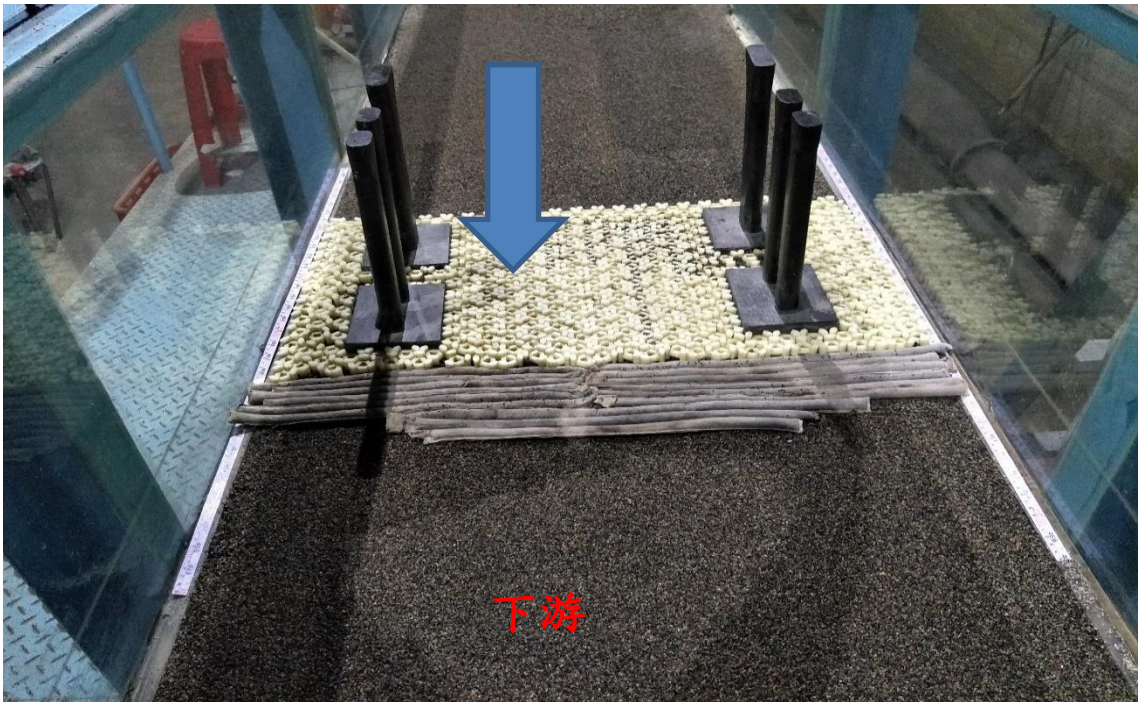


圖 2.22　一層鼎型塊+織布+石籠保護措施模型鋪設

圖 2.23　一層鼎型塊+織布+石籠沖刷情形

2.7 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」[5]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，本研究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。

依據本計畫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，本計畫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 4.7%。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數量達 5%以上，則織布之鋪設有其經濟效益。

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，本章將針對此 3 座橋梁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 國道三號大甲溪橋基本資料

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。

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 ° 橋尾 : 120.5992 ° ，24.3046 ° 南向： 橋頭 : 120.6250 ° ，24.3236 ° 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 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 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 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

3.2 海線鐵路橋基本資料

海線鐵路橋是跨越大甲溪的一座雙向鐵路橋梁，連接臺中市大甲區大甲車站與清水區臺中港車站，於民國 76 年竣工通車，橋梁下部結構為雙圓柱懸臂式 RC 橋墩、橢圓形沉箱基礎，而上部結構則是下承式 U 型(半穿式)預力混凝土梁橋，全長 1,252 公尺，計 39 孔，每孔跨徑 32.1 公尺，橋梁現況如圖 3.3 所示，相關工程圖說請參閱附錄二臺鐵海線大甲溪橋橋梁基本資料。

圖 3.3 海線鐵路橋現況

3.3 台 1 線大甲溪橋基本資料

台 1 線大甲溪橋於民國 64 年竣工，跨越大甲溪河段，為連接大甲區和清水區之間的主要橋梁。橋梁共 33 跨，計有 P1~P32 橋墩，跨距均為 40m，橋梁總長 1,320m，橋梁原始全寬為 17.2m，民國 81 年時辦理拓寬工程，完成後橋梁全寬 25m，淨寬 24m，橋梁現況如圖 3.4 所示。

圖 3.4 台 1 線大甲溪橋現況

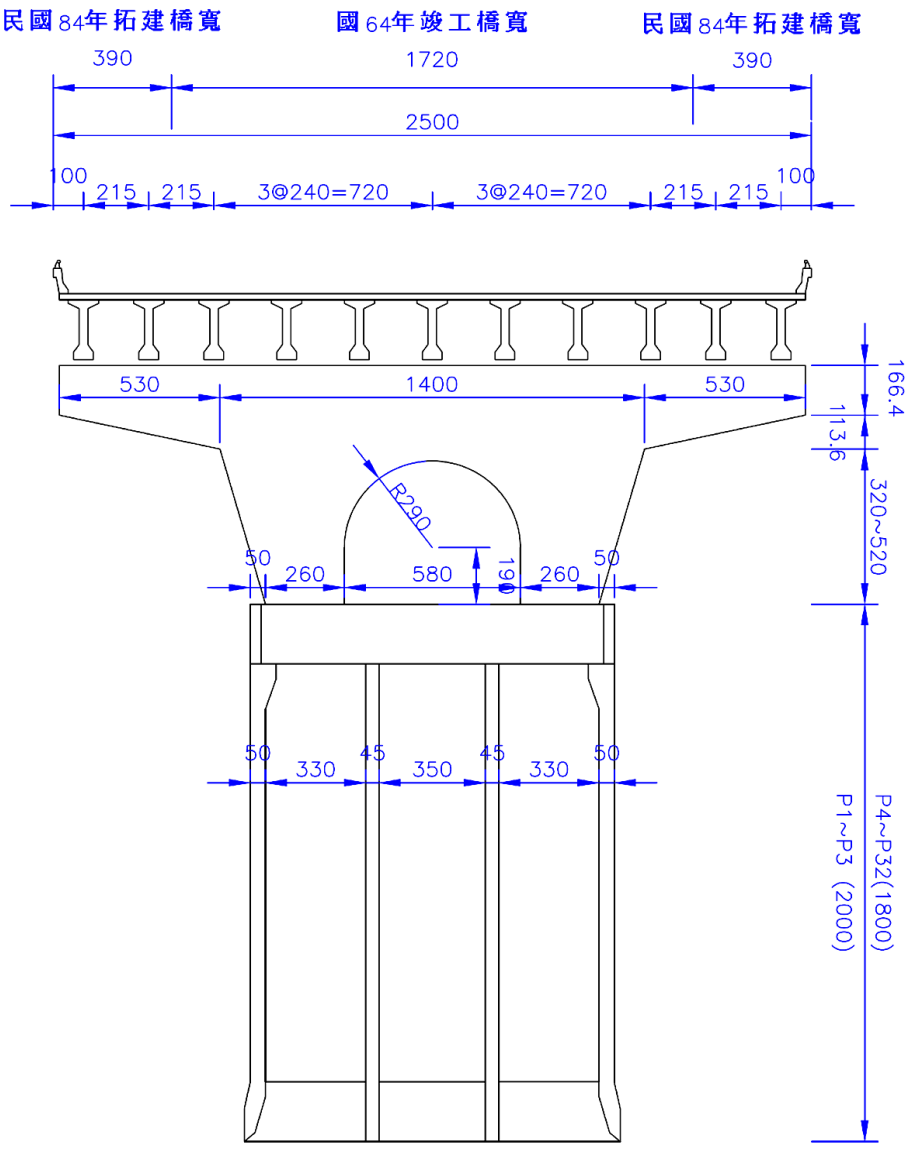
台 1 線大甲溪橋上部結構均為 PCI 梁，下部結構為壁式橋墩加沉箱基礎，橋梁基本資料詳表 3-2 所示，橋梁斷面圖如圖 3.5 所示。

表 3-2　台 1 線大甲溪橋基本資料

項目	尺寸	項目	尺寸
縱梁間距	2.4m、2.15m	全寬	25m
縱梁底寬	0.65m、0.7m	淨寬	24m
壁式橋墩短軸	1.6~2.0m	上構型式	PCI 梁
壁式橋墩長軸	4.8m(平均)	跨度	40m
沉箱基礎短軸	5.2m	總長	1320m
沉箱基礎長軸	12m	橋墩高度	3.2m~5.2 m
沉箱基礎深度	20m(P1~P3)		
沉箱基礎深度	18m(P4~P32)		

資料來源：「西部幹線大甲溪大橋新建工程 64 年竣工圖」[11]公路總局，1975.07

「台 1 線 153K+914~155K+404 大甲溪橋拓寬工程竣工圖」[12]，公路總局，1992.10



資料來源：「西部幹線大甲溪大橋新建工程 64 年竣工圖」[11]公路總局，1975.07

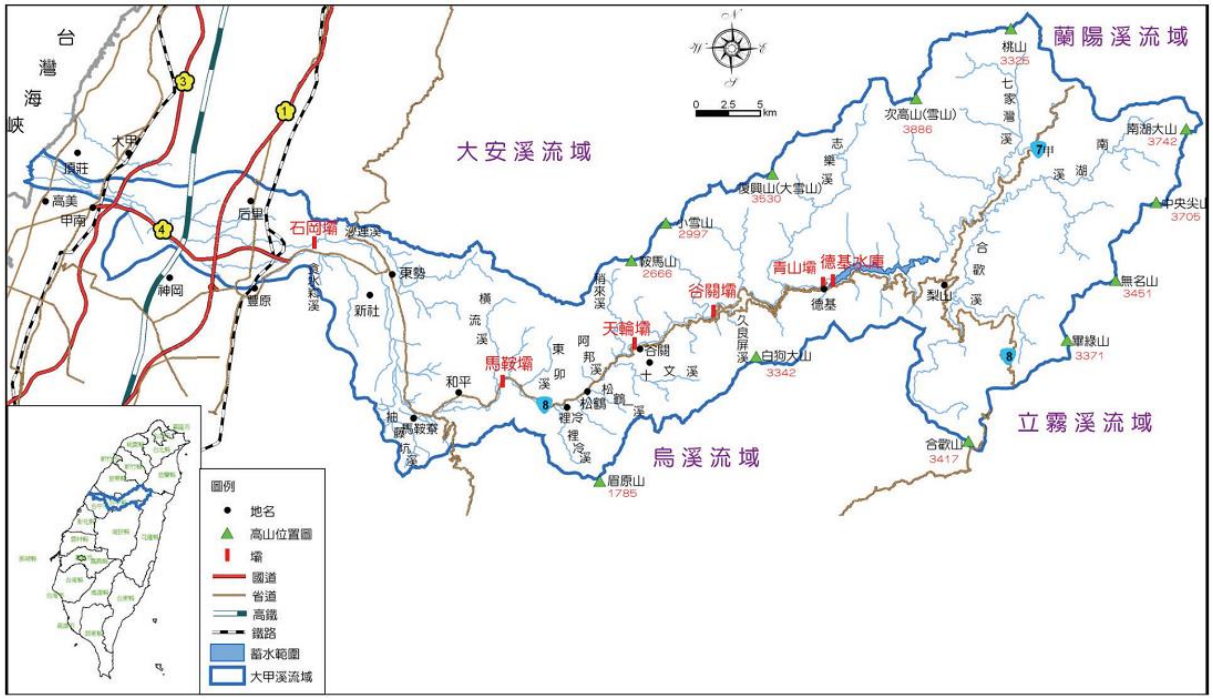
「台 1 線 153K+914~155K+404 大甲溪橋拓寬工程竣工圖」[12]，公路總局，1992.10

圖 3.5　大甲溪橋墩及沉箱基礎標準斷面圖

3.4 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 3.6 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」[13]經濟部水利署，2016.01

圖 3.6　大甲溪流域概況圖

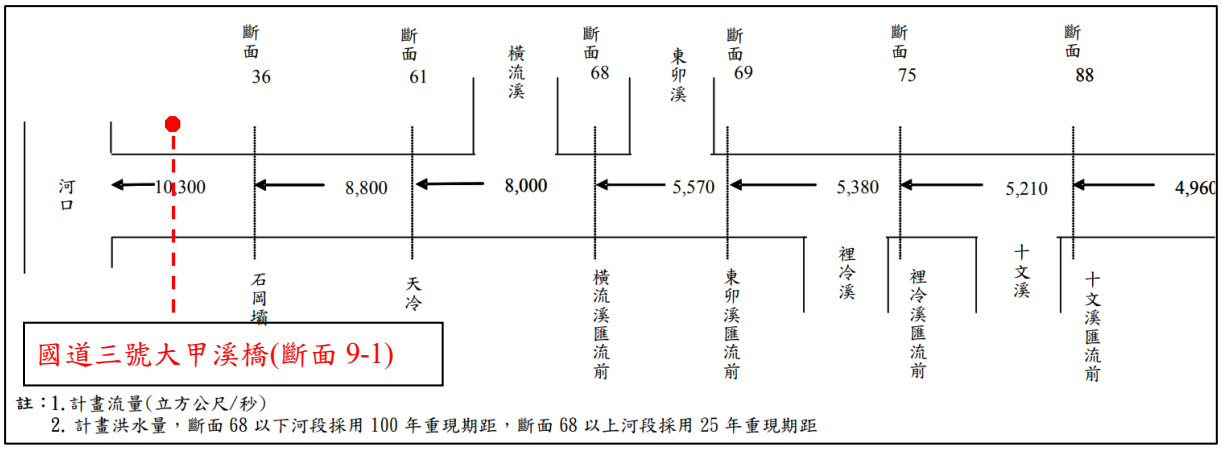
3.5 大甲溪下游河段特性

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）」[14]，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 3.7 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」[15]，大甲溪下游歷年河道各斷面平均河床高如表 3-3 所示，由表 3-3 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 3-4 所示，河道沖淤量計算成果如表 3-5 所示，由表 3-5 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 3-6 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」[15]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 3-7 所示，配合該計畫測量跨河構造物調查結果，如表 3-8 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 3-9 所示。

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」[16]，大甲溪下游河床質平均粒徑及代表粒徑分析成果，如表 3-10 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 3-11 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）」[14]，經濟部水利署，2010.03

圖 3.7　大甲溪主流域各河段洪水量分配圖

表 3-3　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(m)	97年(m)	99年(m)	100年(m)	101年(m)	102年(m)	103年(m)	106年(m)	107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」[15]，經濟部水利署第三河川局，2018.12

表 3-4　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(m)	99-97年(m)	100-99年(m)	101-100年(m)	102-101年(m)	103-102年(m)	106-103年(m)	107-106年(m)
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 國道三號大甲溪橋	**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」[15]，經濟部水利署第三河川局，2018.12

表 3-5 大甲溪下流河道沖淤量計算成果表(106~107 年)

斷面編號	河心距(m)		斷面寬(m)	河道平面積(m2)	平均河床高(m)		沖淤深度(m)	沖淤面積(m2)	沖淤體積(m3) 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
09-2 國道三號大甲溪橋	**291**	**58,913**	**681**	**186385**	**70.89**	**71.38**	**0.49**	**333.69**	**49426.35**
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
07-4 海線鐵路橋	**270**	**59,976**	**557**	**134865**	**57.38**	**57.34**	**-0.04**	**-22.28**	**-1217.70**
07-2 台 1 線大甲溪橋 +0.05	**127**	**60,103**	**535**	**69342**	**55.67**	**56.09**	**0.42**	**224.70**	**12853.67**
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」[15]，經濟部水利署第三河川局，2018.12

表 3-6 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) (斷-01~斷 7-2)	大甲溪橋-石岡壩 (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」[15]，經濟部水利署第三河川局，2018.12

表 3-7 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	河心累距 (m)	100 年重現期距水理因素					
		水位 (m)	通水面積 (m^2)	水面寬 (m)	平均流速 (m/s)	能量坡降	福祿數
07-1 台 1 線大甲溪橋(下)	5,359	58.00	1723.67	670.90	6.03	0.0149	1.15
07-2 台 1 線大甲溪橋(上)	5,384	60.07	2993.98	860.05	3.48	0.0035	0.58
07-3 海線鐵路橋(下)	5,496	59.67	1745.29	769.18	5.91	0.0188	1.25
07-4 海線鐵路橋(上)	5,511	61.45	3208.88	1019.61	3.21	0.0036	0.58
09-1 國道三號高速公路橋(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」[15]，經濟部水利署第三河川局，2018.12

表 3-8 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 高速公路橋	09-2	高架	2.45*4 ø2.6*22	32.00~ 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」[15]，經濟部水利署第三河川局，2018.12

表 3-9 大甲溪下游橋梁通洪能力檢討成果表

橋名	斷面編號	橋梁長度(m)	橋梁梁底高(m)	現況河道 Q_{100} 洪水位(m)	橋梁梁底高-現況河道 Q_{100} 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」[15]，經濟部水利署第三河川局，2018.12

表 3-10 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	平均粒徑	代表粒徑 d(mm)									最大石徑	砂質含量
	(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測量成果報告書」[16]，經濟部水利署第三河川局，2012.3

表 3-11 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 左台 1 線大甲溪橋下游	護甲層	2.68	14	82	4	0
	底層	2.69	16	81	3	0
斷 5 右台 1 線大甲溪橋下游	護甲層	2.69	2	96	2	0
	底層	2.68	4	94	2	0
斷 9 左國道三號高速公路橋下游	護甲層	2.7	7	89	4	0
	底層	2.69	1	98	1	0
斷 9 右國道三號高速公路橋下游	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」[16]，經濟部水利署第三河川局，2012.3

第四章 地工織布現地試驗規劃及水工模型試驗規劃

本章針對大甲溪下游橋梁選定試驗的橋址，並進行現地鋪設地工織布之斷面規劃及施工步驟，並進行相關水工模型試驗，以利本研究後續的現地試驗鋪設。

4.1 試驗橋址選定

由於交通部高速公路局(以下簡稱高公局)於民國 108 年開始進行國道三號大甲溪橋橋梁耐震補強工程，爰此，本所於 109 年 2 月函文高公局惠予協助於國道三號大甲溪橋橋墩基礎耐震補強工程完成後，於吊放鼎型塊保護工作業前，提供本所試驗橋址及協助本所地工織布鋪設作業，以驗證地工織布應用於橋墩基礎之保護成效，並提供國道三號大甲溪橋未來橋墩基礎保護工施作之參考；高工局於同年 2 月底函復本所，並於 3 月 4 日邀集本所、高公局中區養護工程分局、設計監造單位及施工單位等，召開試驗橋址現勘，現勘照片如圖 4.1 所示。

圖 4.1 國道三號大甲溪橋試驗橋址現勘

經與相關單位現勘討論後，考量不影響施工單位施工期程、避免汛期施作及過去的河道的主深槽位置(如圖 4.2 所示)等因素後，最後以國道三號大甲溪橋 P27R(圖 4.3)為本研究的地工織布現地試驗鋪設橋址。

圖 4.2 國道三號大甲溪橋民國 106 年 8 河道主深槽

圖 4.3 國道三號大甲溪橋 P27R 耐震補強施工圖

4.2 鋪設斷面規劃

依據國道三號大甲溪橋 P27R 之耐震補強平面及立面圖(圖 4.4)，考量施工廠商能配合的施工範圍，經與高公局、設計監造及施工單位研商後，規劃鼎型塊排放以圍繞基礎樁帽周圍 2 圈並於鼎型塊下鋪設織布，規劃鋪設平面圖如圖 4.5 所示，鋪設斷面示意圖如圖 4.6 所示，為減少下游鼎型塊之跌水沖刷，下游鼎型塊以降階排放，其下鋪設織布。

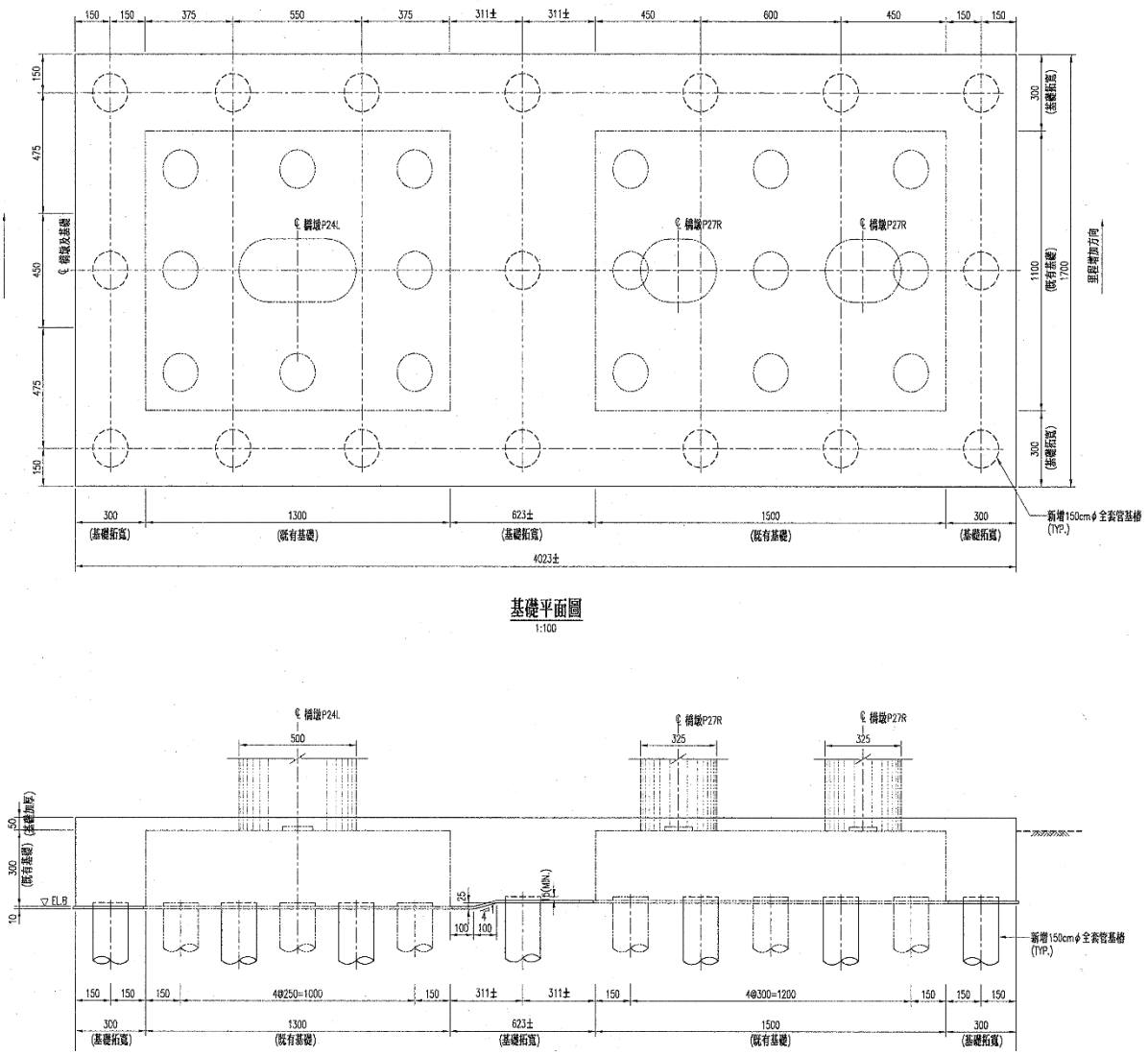


圖 4.4 國道三號大甲溪橋 P27R 之耐震補強平面及立面圖

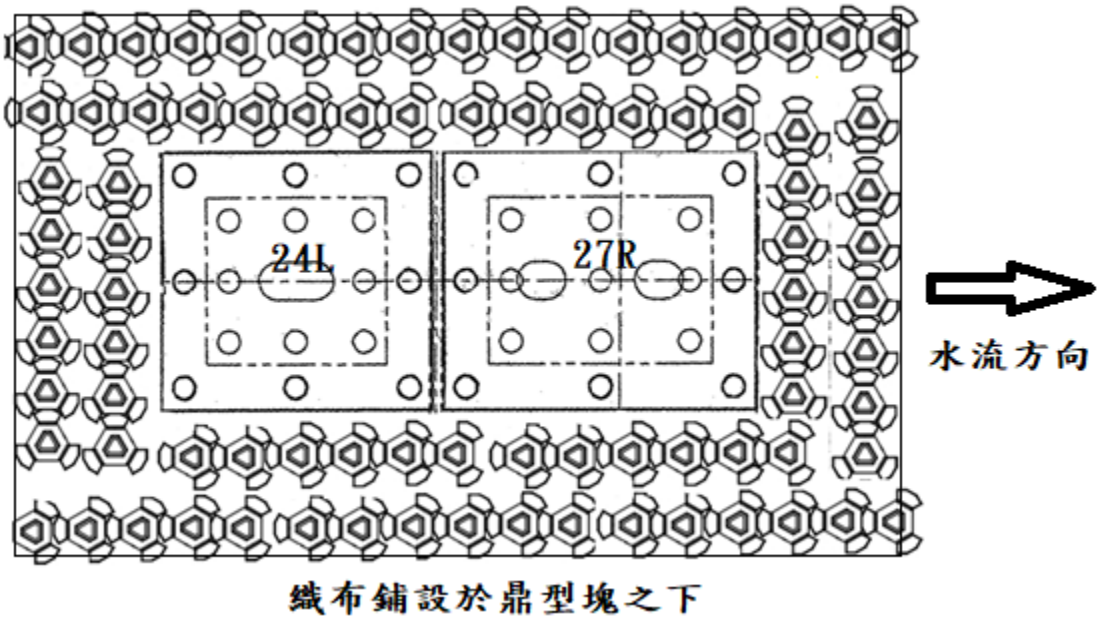


圖 4.5 鼎型塊及織布鋪設平面示意圖

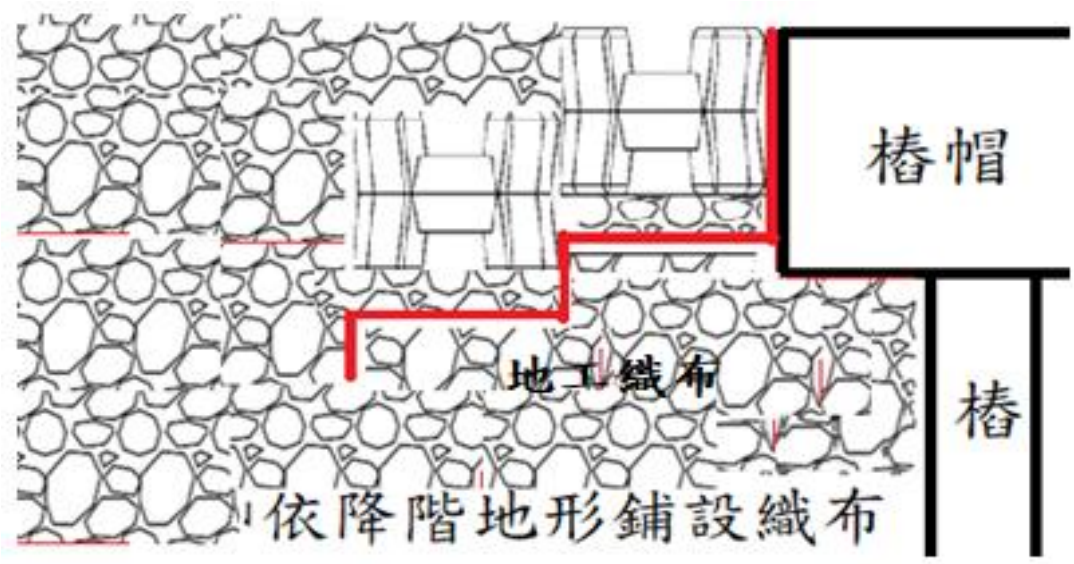


圖 4.6 鼎型塊及織布鋪設斷面示意圖

4.3 試驗渠槽

本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 4.7 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 4.8 所示。

圖 4.7 渠槽斷面圖

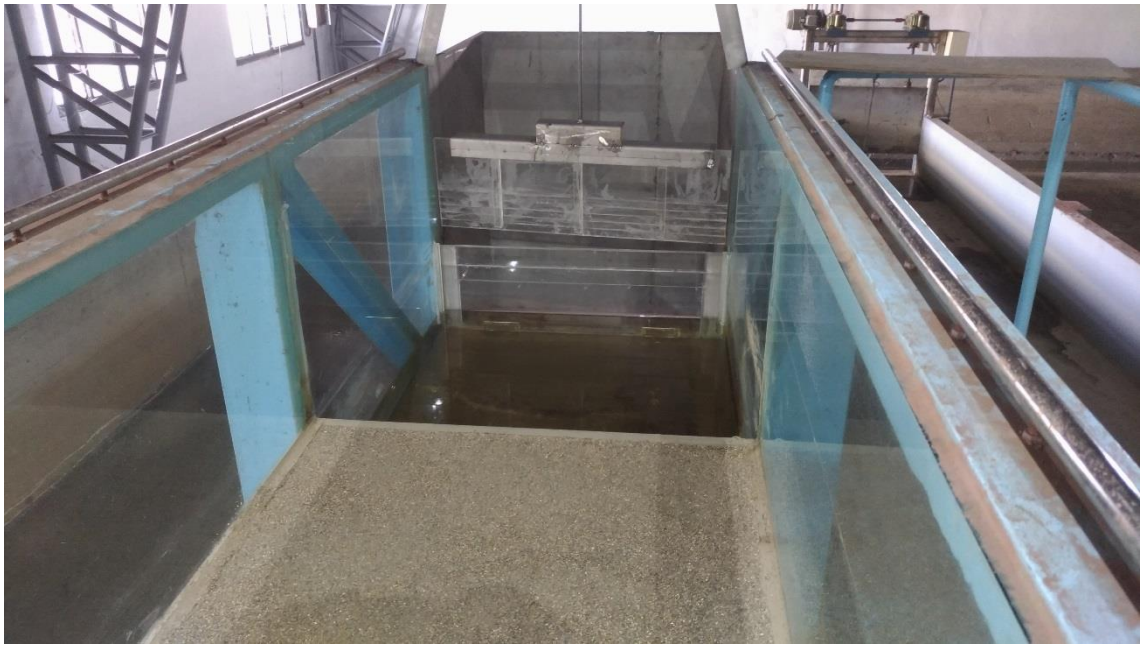


圖 4.8 渠槽尾水控制閘門

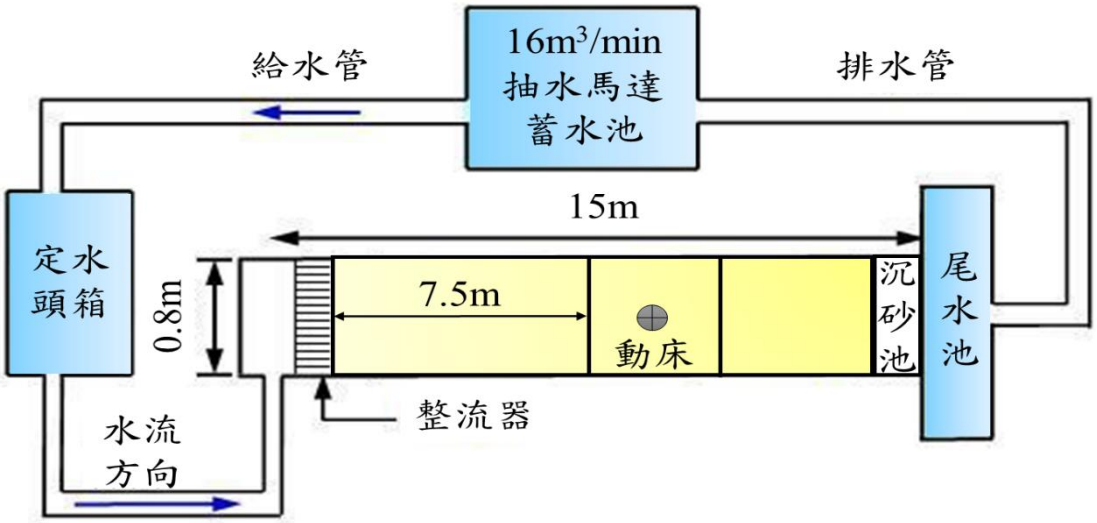
2. 供水系統

以 16m^3/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。

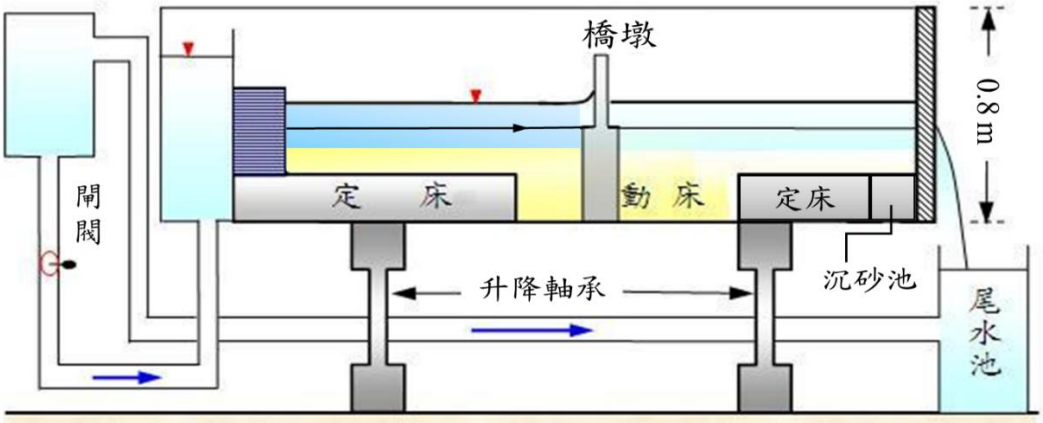
3. 流量控制

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 4.9 所示。



（a） 頂視圖(plan view)



(b) 側視圖(side view)

圖 4.9 試驗渠槽配置圖

4.4 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)[1]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。因此本研究將以臨界起動速度(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(ap)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)[3]認為 y/ap 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，本研究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 ap 為 2.5 公分，因此，試驗水深(y)取 10.2 公分，y/ap 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，本研究中值粒徑 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)[2]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，本研究 $a_p/d_{50}=20.83$，最大沖刷深度可能略受影響，惟本研究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，應不致影響本研究各方案的比較結果。

(4)底床質均勻性，σ_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) [2]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 σ_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，本研究透過人工篩選，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 4.10 所示。

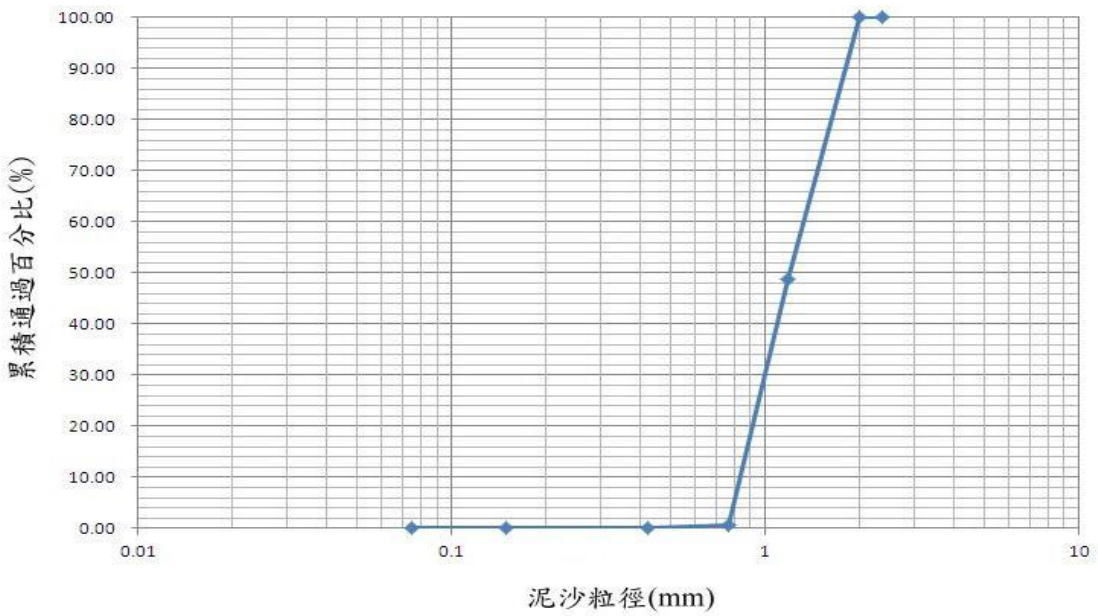


圖 4.10　試驗底床質粒徑分布曲線圖

(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。本研究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(ρ)、上游流速(V)、上游水深(y)、重力加速度(g)、動力黏滯係數(μ)

(2)底床特性:

泥沙中值粒徑(D_{50})、底床幾何標準偏差(σ_g)、底床質密度(ρ_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(α)、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:

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

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

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

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σ_g、ρ_s/ρ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:

$$\frac{\mathrm{d}_s}{D} = f(\frac{\mathrm{L}}{D}, \frac{\mathrm{H}}{D})$$

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。

4.5 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 4.11 所示，單位尺寸：公分。

圖 4.11 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 4.12 所示。

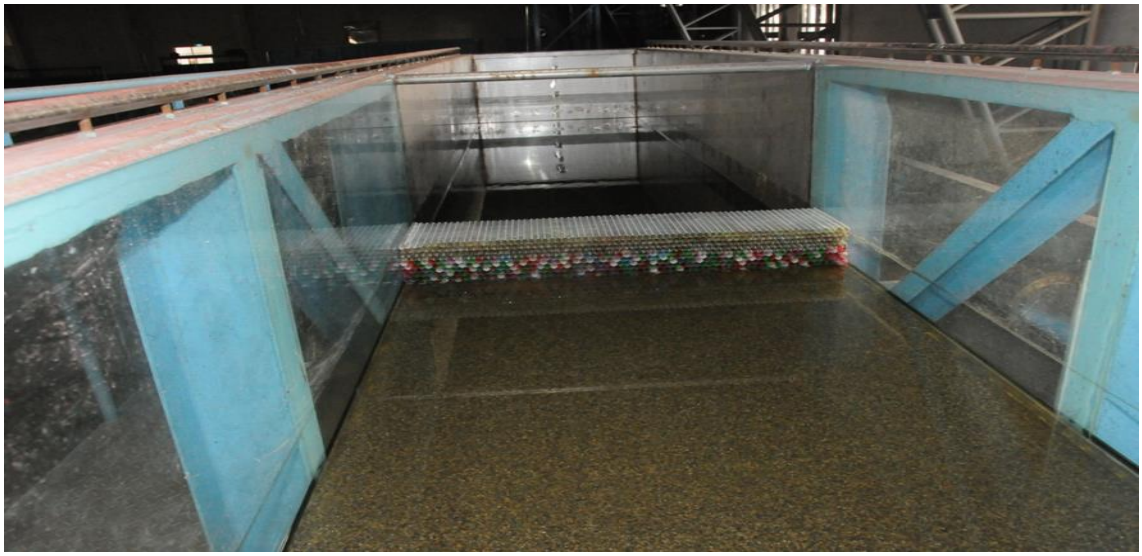


圖 4.12 吸管製成之蜂巢式整流器

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。

因本研究之試驗水深較低，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 Vc 之比值，即 V/Vc 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，因此本研究設計距入流口 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 4.13 所示。

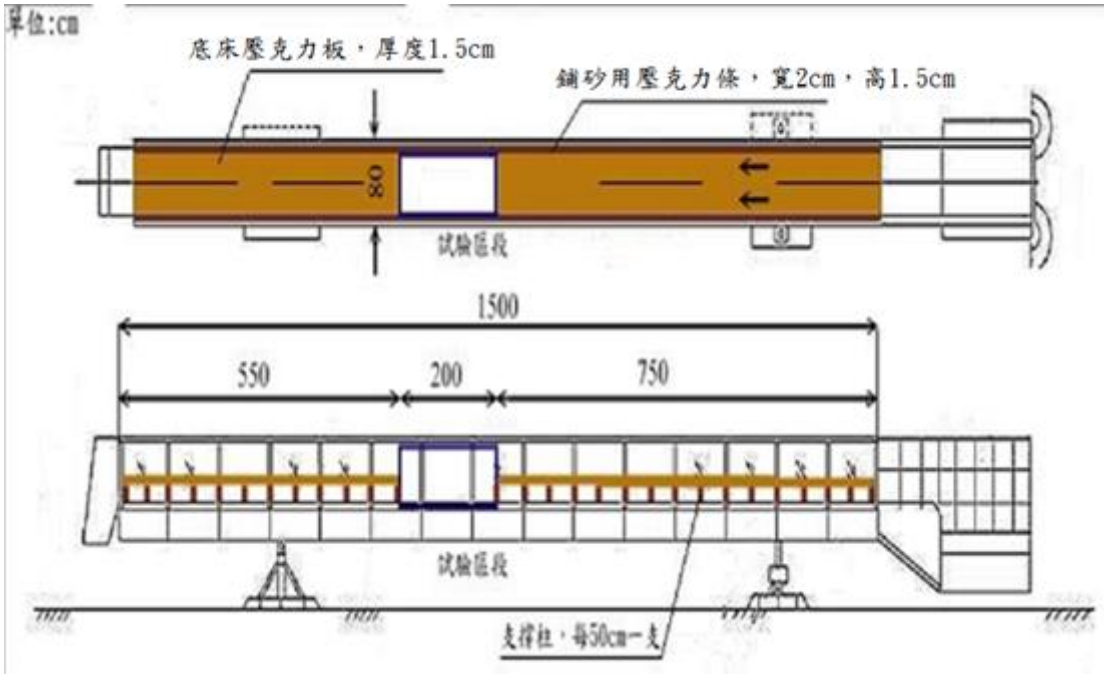


圖 4.13 渠槽試驗段佈設示意圖

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 4.14 所示。本試驗閘閥之流量率定公式率定如下：

$$Y = 0.0013X - 0.0033 \quad ; \quad R^2 = 0.9963 \quad \text{(4-1)}$$

式中，Y 為流量(cms)、X 為閘閥開口大小(mm)

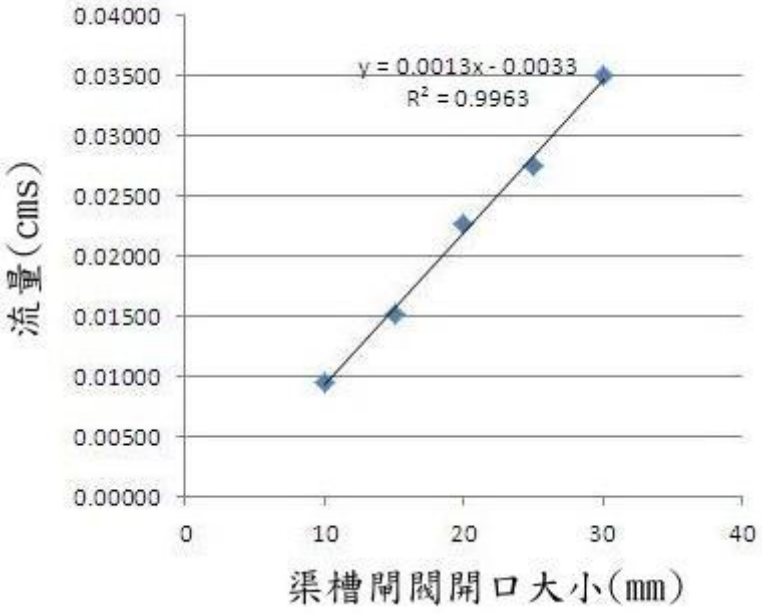


圖 4.14 流量率定曲線圖

4.臨界流速設定

目前計算臨界流速之公式有很多，如表 4-1 所示，相關公式與其試驗室條件的不同會有差異，本研究參考過去相關文獻並依本研究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)[1] 回歸臨界啟動試驗數據所獲得之公式，如 4-2 式，推求本研究之試驗臨界流速(VC)。本研究水深(y)為 102 毫米(mm)，中值粒徑(D_{50})為 1.2 毫米(mm)，代入 4-2 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 4-1 式可得到約為 29.5373 mm。

$$\frac{V_c}{u_{*c}} = 5.75\log\left(5.53\frac{y}{D_{50}}\right) \quad \text{(4-2)}$$

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_c為底床質臨界啟動速度，y 為試驗水深，D_{50} 為試驗砂之中值

粒徑，u_{*c}與V_c之單位為m/s。

表 4-1 臨界流速公式

來源	計算公式	附註
Neill (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 y:上游水深(m) d:底床質粒徑(m) V_c:臨界啟動速度(m/s)
Melville (1999)	$\frac{V_c}{u_{*c}} = 5.75\log\left(5.53\frac{y}{d_{50}}\right)$ $\begin{cases} u_{*c} = 0.0115 + 0.0125{D_{50}}^{1.4} & ，0.1mm < D_{50} < 1mm \\ u_{*c} = 0.0305{D_{50}}^{0.5} - 0.0065{D_{50}}^{-1} & ，1mm < D_{50} < 100mm \end{cases}$	y：上游水深(mm) d_{50}：底床質粒徑(mm) Vc：臨界起動速度(m/s)
Juilen (1995)	$\widehat{O}_{*c} = 0.5\tan è$ $\quad d_* < 0.3$ $\widehat{O}_{*c} = 0.25d_*^{-0.6}\tan è$ $\quad 0.3 < d_* < 19$ $\widehat{O}_{*c} = 0.013d_*^{0.4}\tan è$ $\quad 19 < d_* < 50$ $\widehat{O}_{*c} = 0.06\tan è$ $\quad d_* > 50$ $d_* = d_{50}[(G-1)g/í^2]^{1/3}$ $u_{*c} = [\widehat{O}_{*c}(G-1)gd_{50}]$ $\frac{V_c}{u_{*c}} = 5.75\log\left(5.53\frac{y}{d_{50}}\right)$	G:底床質比重($\frac{\rho_s}{\rho_w}$) d_{50}:底床質中值粒徑 θ:底床質安息角
張瑞瑾 (1995)	$V_c = \left(\frac{y}{d}\right)^{0.14}\left[29d + 6.05\times10^{-7}\left(\frac{10+y}{d^{0.72}}\right)\right]^{0.5}$	Ss:底床質比重 y:上游水深(m) d:底床質粒徑(m) Vc:臨界起動速度(m/s) n:孔隙率
沙玉清 (1995)	$V_c = \left[0.43\left(\frac{d}{1000}\right)^{0.75} + 1.1\frac{1000(0.7-n)^4}{d}\right]^{0.5} y^{0.2}$	

資料來源：「不均勻圓形橋墩之局部沖刷研究」[17]

第五章　地工織布保護工方案水工模型試驗

本章主要目的為針對國道三號大甲溪橋所規劃的地工織布保護方案進行水工模型試驗，以驗證其保護成效。

5.1 試驗流程

本研究考量設備安全因素，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，本研究試驗以每天 8 小時的沖刷時間來進行，並進行各方案成效的評估，試驗流程如圖 5.1 所示，各試驗步驟說明如後。

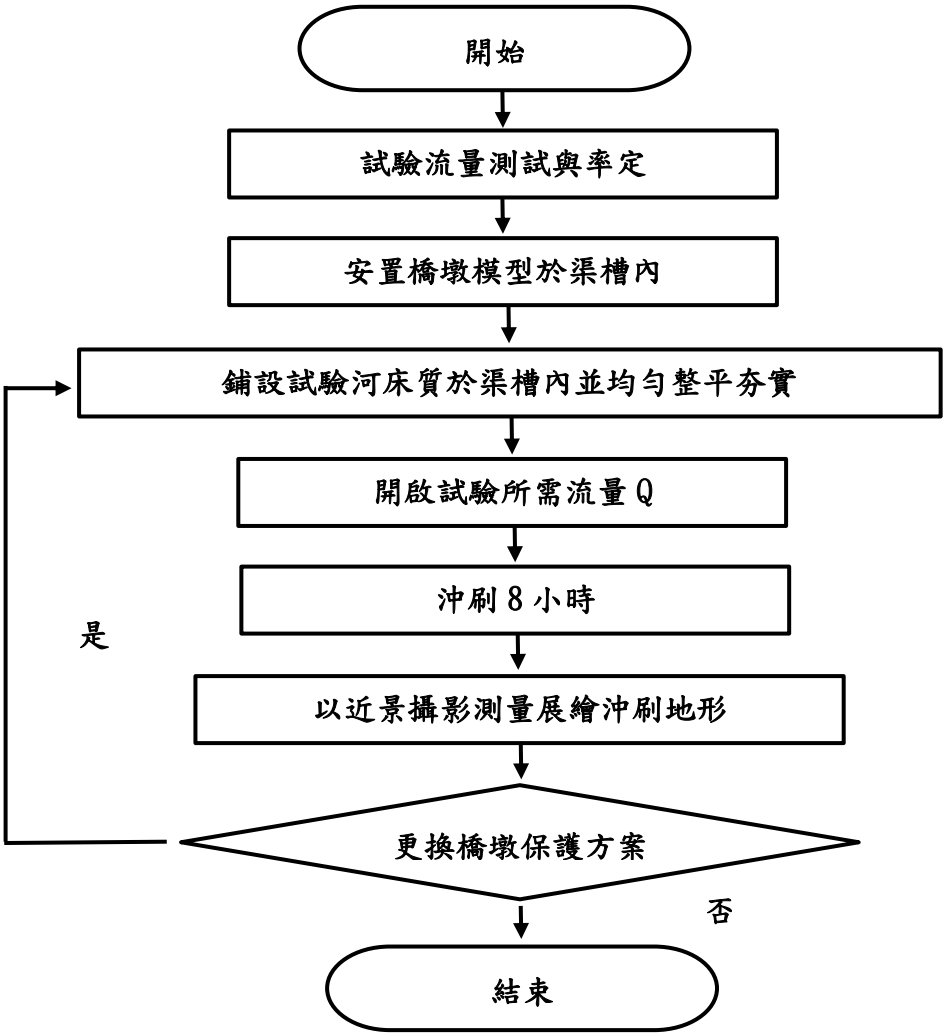


圖 5.1 橋墩保護工法渠槽試驗流程圖

1.試驗儀器測試及流量率定

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，除控制橋墩與渠槽兩側邊壁等距離，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 4.2 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 5.2 所示。

圖 5.2 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 5.3 所示。

圖 5.3 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)[18]，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。

5.2 試驗成果

本研究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，以驗證鼎型塊結合地工織布之保護成效。

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 5.4 所示，其沖刷結果如圖 5.5 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 5.6 所示，由圖可知，最大沖刷深度為 8.4 公分。

圖 5.4 無保護工試驗模型

圖 5.5 無保護工基礎沖刷情形

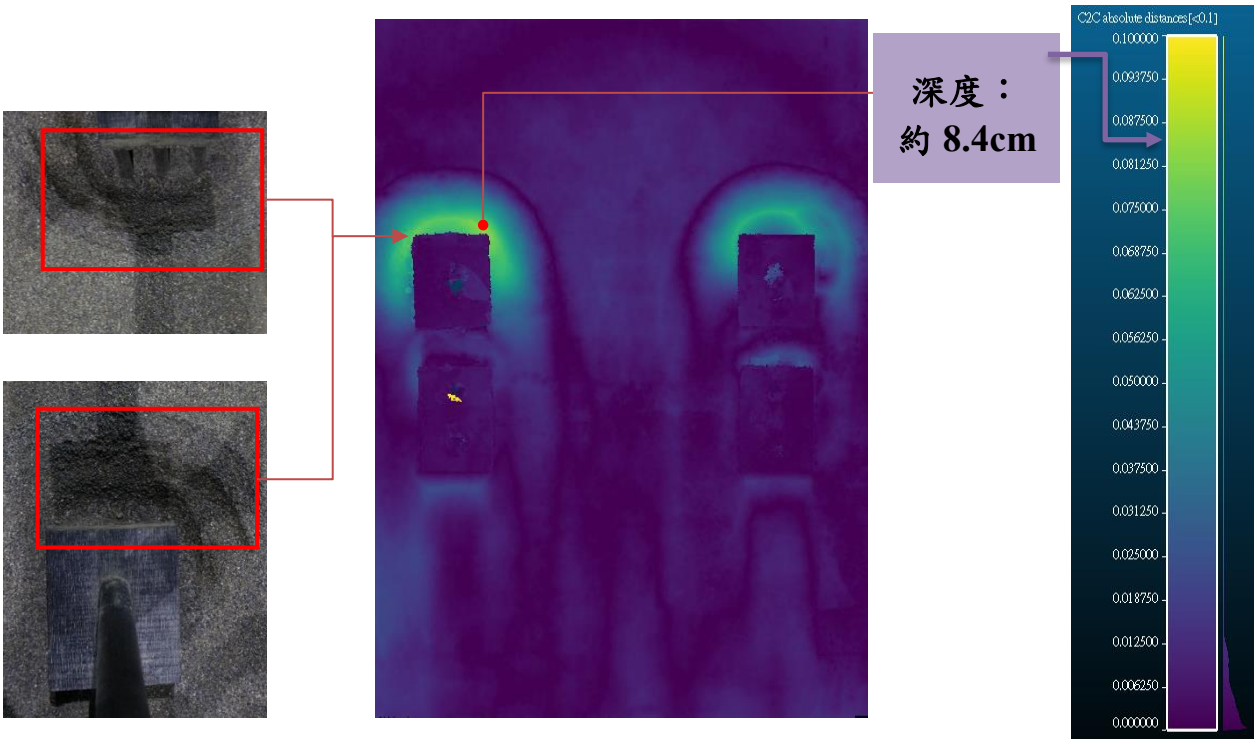


圖 5.6 無保護工沖淤狀況

2.鼎型塊圍繞橋墩基礎

依據本研究之現地試驗規劃，以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 5.7 所示，其沖刷結果如圖 5.8 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 5.9 所示，由圖可知，最大沖刷深度為 2.7 公分，較無保護措施大幅減少約 5.7 公分，顯示鼎型塊圍繞橋墩基礎的保護工方案有其成效，惟部分鼎型塊有流失的狀況發生。

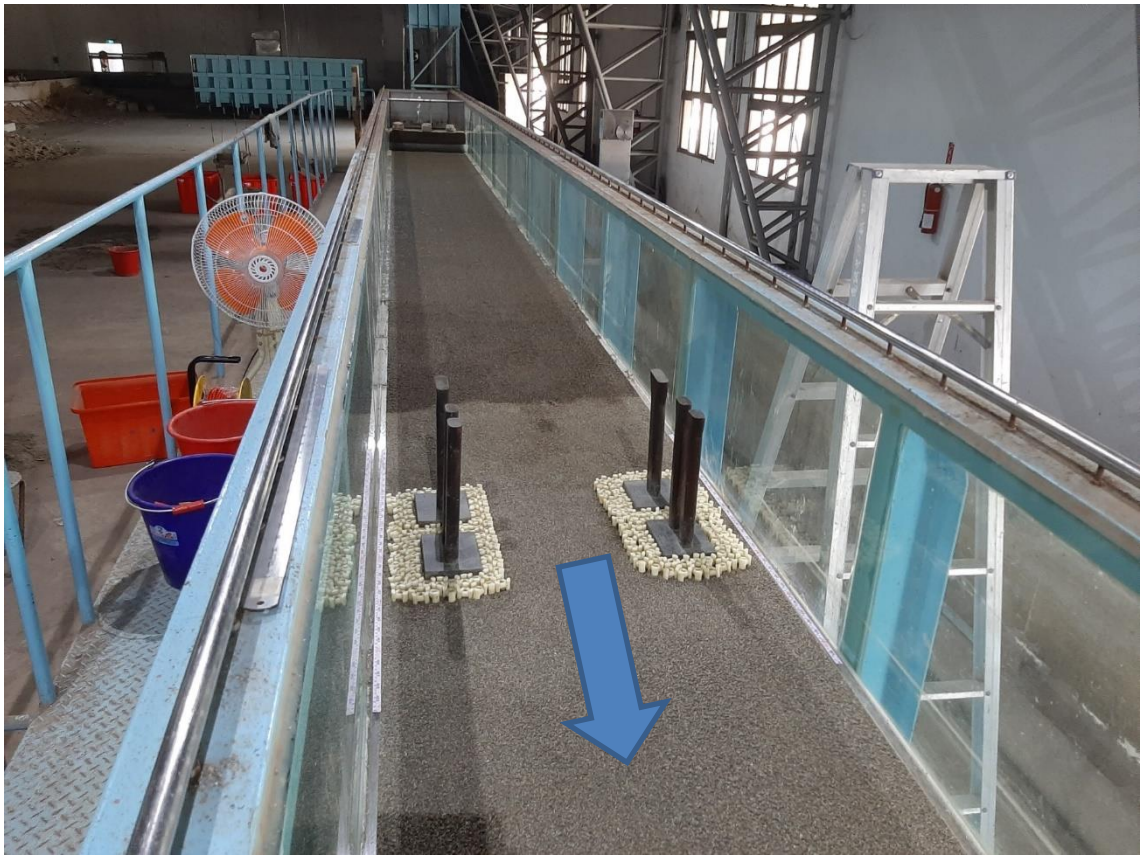


圖 5.7 鼎型塊圍繞橋墩基礎保護方案試驗模型

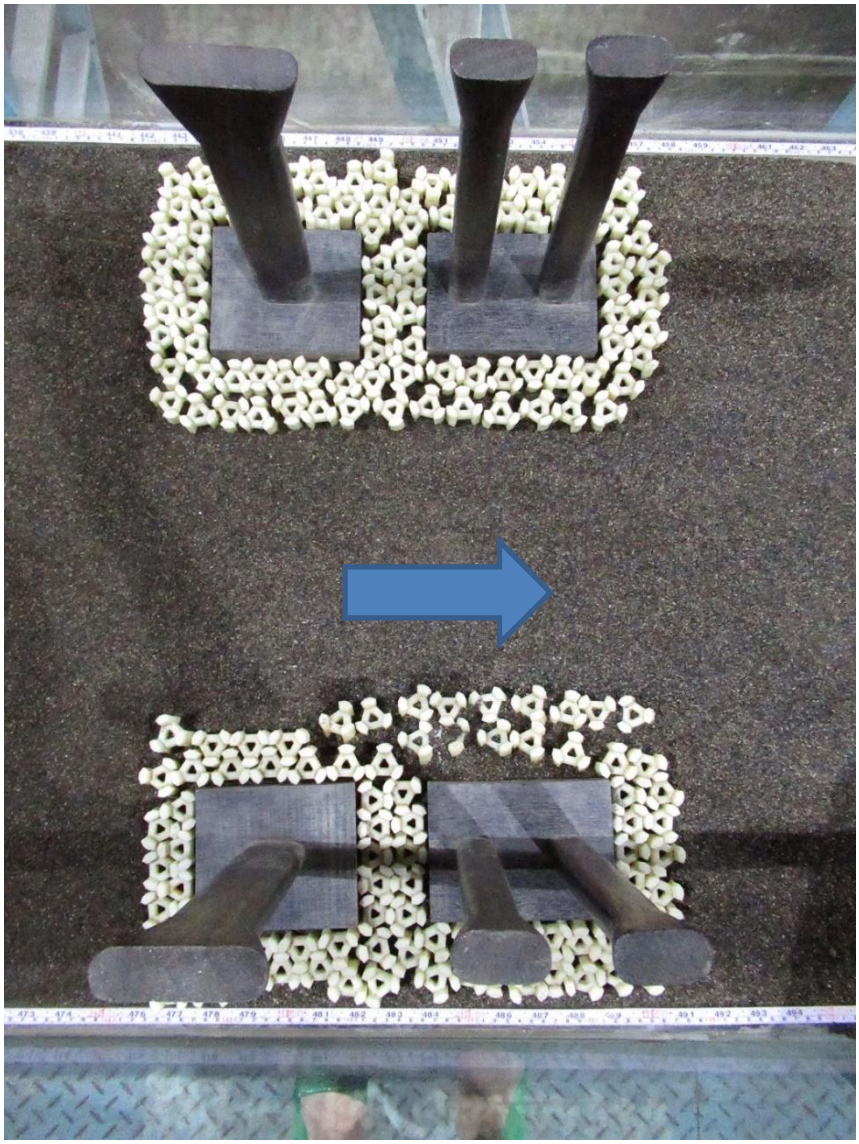
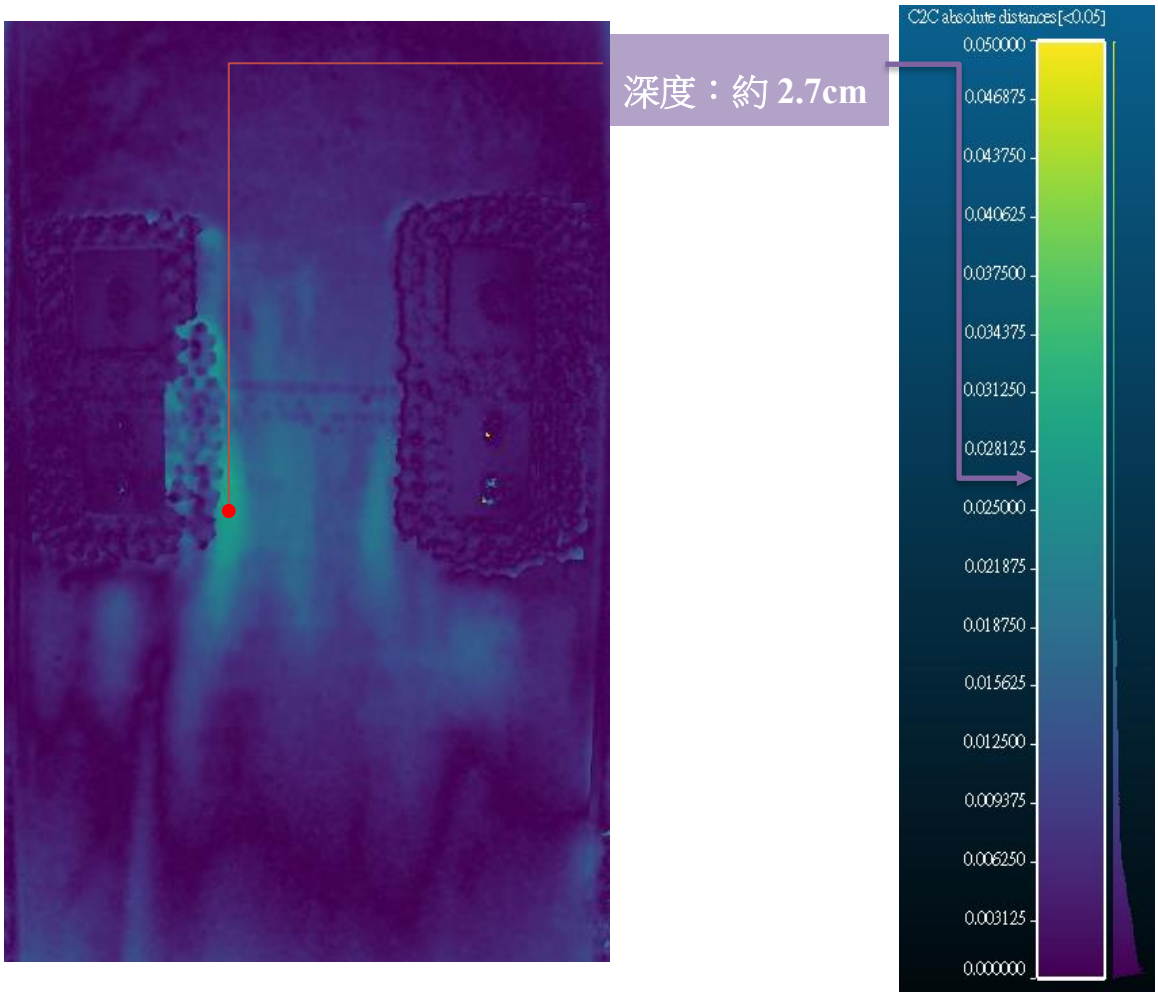


圖 5.8 鼎型塊圍繞橋墩基礎保護方案沖刷情形



單位：公尺

圖 5.9 鼎型塊圍繞橋墩基礎保護方案沖淤狀況

3.鼎型塊結合地工織布圍繞橋墩基礎

為減少鼎型塊因底床質流失造成整體保護工之沉陷流失破壞，本研究在鼎形塊下鋪設一層地工織織布，期望能減少底床質之沖刷流失，其鋪設試驗模型如圖 5.10 所示，其沖刷結果如圖 5.11 所示，由沖刷深度以近景攝影測量展繪之沖淤狀況如圖 5.12 所示，由圖可知，最大沖刷深度約為 1.6 公分，相較於鼎型塊圍繞橋墩基礎而無鋪設織布的保護方案有較少的沖刷深度，另外，鼎型塊的流失情況也有改善，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。

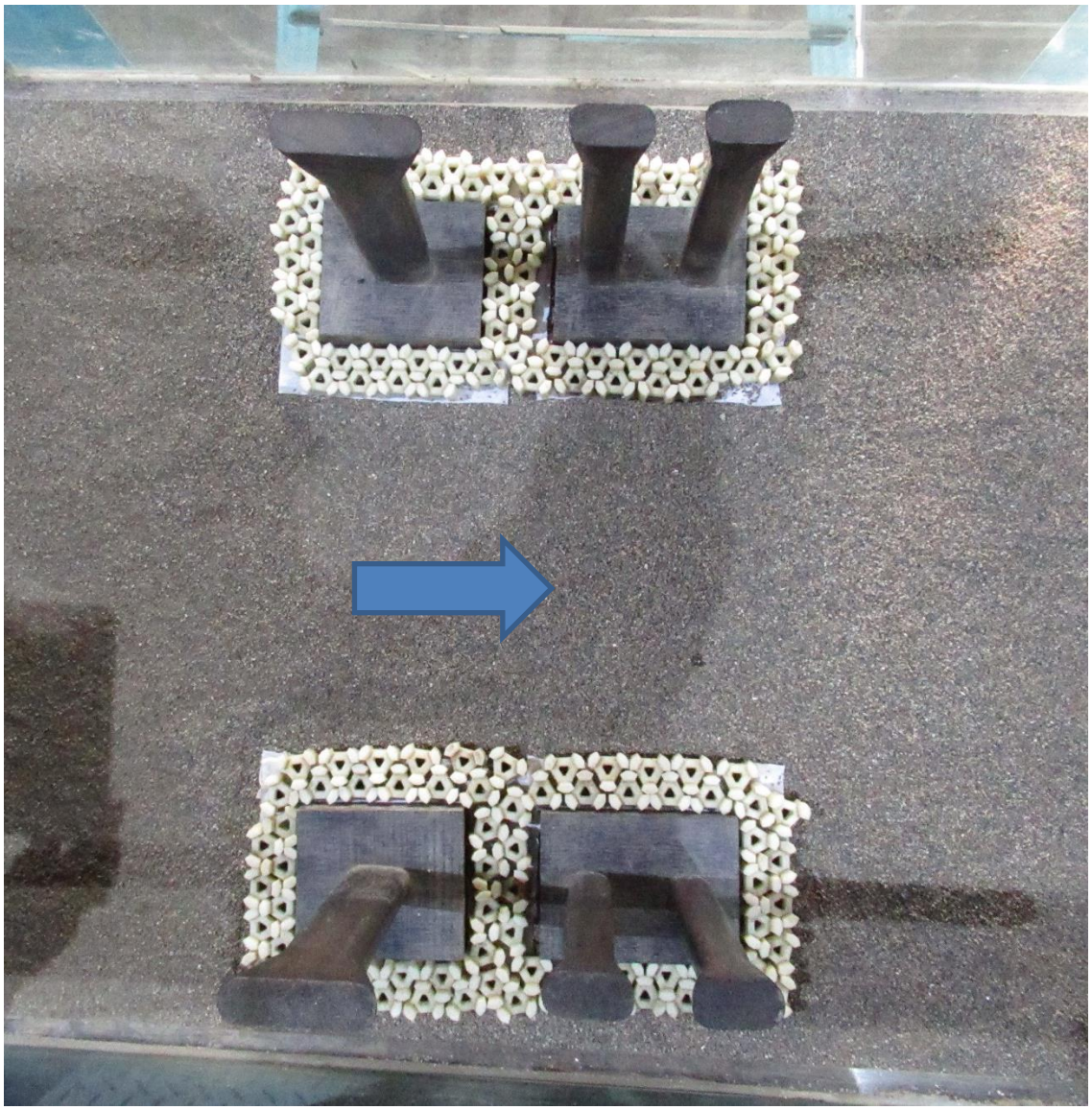


圖 5.10 鼎型塊結合地工織布圍繞橋墩基礎保護方案試驗模型

圖 5.11 鼎型塊結合地工織布圍繞橋墩基礎保護方案沖刷情形

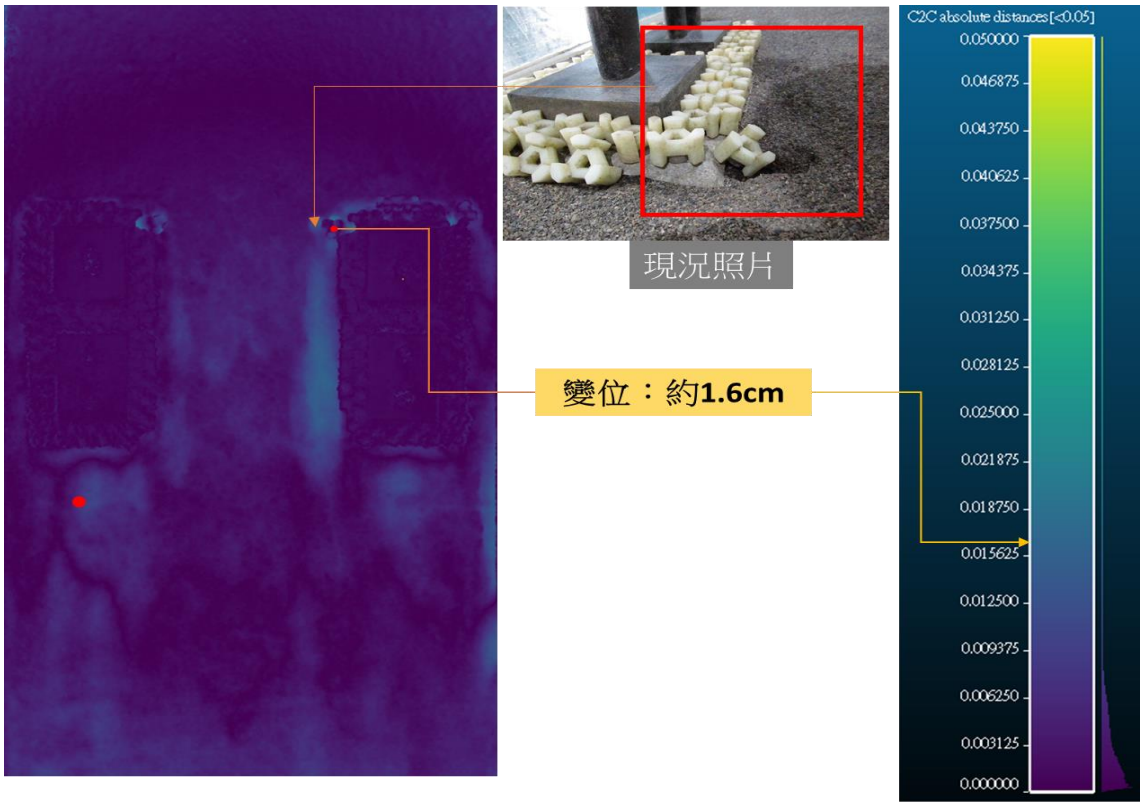


圖 5.12 鼎型塊結合地工織布圍繞橋墩基礎保護方案沖淤狀況

5.3 小結

由本章的橋墩基礎無保護方案、鼎型塊圍繞橋墩基礎及鼎型塊結合地工織布圍繞橋墩基礎 3 種方案(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鼎型塊穩定度之結果(如表 5-1)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 8.4cm。

2. 鼎型塊圍繞橋墩基礎保護方案之沖刷結果顯示，橋墩基礎的沖刷深度已大幅減少至 2.7cm，顯示鼎型塊保護工法有其保護成效，惟部分鼎型塊有嚴重流失的問題。

3. 鼎型塊結合地工織布圍繞橋墩基礎保護方案之沖刷結果顯示，橋墩基礎的沖刷深度大幅減少至 1.6cm，且鼎型塊嚴重流失的問題也有改善，顯示鼎型塊結合地工織布圍繞橋墩基礎保護方案為最優的保護方案。

4. 礙於本研究試驗時間僅 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將以現地試驗方式來驗證其保護成效。

表 5-1 不同方案最大沖刷深度及鼎型塊穩定度比較

方案	最大沖刷深度（cm）	鼎型塊穩定度
無保護方案	8.4	-
鼎型塊圍繞橋墩基礎	2.7	鼎型塊流失嚴重
鼎型塊結合地工織布圍繞橋墩基礎	1.6	鼎型塊流失輕微

註：上述數據為一次之試驗結果

第六章　地工織布現地鋪設及保護成效觀測規劃

本章依據選定的國道三號大甲溪橋址，依據第四章與高公局、設計監造及施工單位研商後之鋪設斷面，進行織布採購及現地鋪設工作，並針對後續保護成效進行規劃。

6.1 高強度織布規格採購

原則上應用於橋基保護工的織布，其物理特性要能抵抗河水及泥沙的沖刷，所以強度要強；為減少流體的作用力，織布透水性要好；為減少細粒料的流失，織布孔徑不能太大；材質依過去的研究顯示，聚丙烯纖維(PP)較聚酯纖維(PET)耐久性佳；另外，紫外線照射會影響織布的強度，施工過程及施工後織布均有可能外露遭紫外線照射，所以材質需有抗紫外線功能；考量上述因素及國內織布廠商生產的規格後，本研究採購的高強度織布規格及施工搭接圖說，如圖 6.1、圖 6.2 所示。

項次	性質	單位	規格要求標準	規範依據	抽驗頻率
(1)	材質	–	PP或PE	F.T.I.R 或 燃燒法	本案取樣一次測試1組
(2)	抗拉強度(縱橫向)	kN/m	MD≧250 CD≧250	ASTM-D4595 或 CNS 13300	
(3)	延伸率(縱橫向)	%	≦30	ASTM-D4595 或 CNS 13300	
(4)	正向透水率	1/sec	≧0.4	ASTM-D4491 或 CNS 13298	
(5)	有效開孔徑(AOS)	mm	≦0.425	ASTM-D4751 或 CNS 14262	
(6)	貫入強度	N	≧30000	ASTM-D6241 或 同等規範	

圖 6.1　高強度織布規格

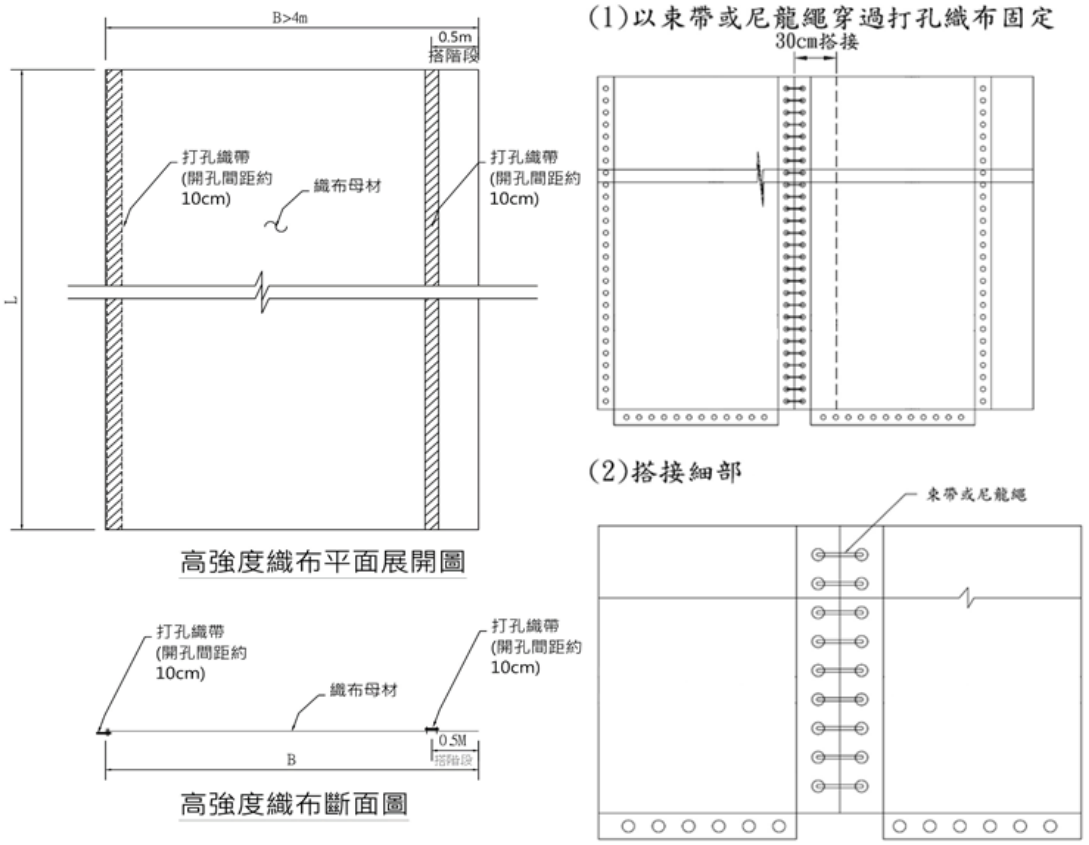


圖 6.2　高強度織布施工搭接圖說

另外，因高強度織布直接鋪設於鼎型塊之下，為避免鼎塊吊放施工過程造成高強度織布之穿孔或摩擦損害，本研究規劃在織布上層再鋪一層防護層織布，以保護下層的高強度織布，因其目的是減少施工過程對高強度織布可能造成的損害，所以其強度、透水性、孔徑、材質及是否能抗紫外線並不是主要考量因素，反而是價格才是主因，考量國內織布廠商生產的規格與價格後，本研究採購的防護層織布規格，如圖 6.3 所示。

項目	單位	規格	規範依據
正向透水率	1/S	≧0.1	CNS 13298 或 ASTM D4491
抓式抗拉強度	N	≧800	CNS 13483 或 ASTM D4632
抓式極限延伸率	%	40-100	CNS 13483 或 ASTM D4632
撕裂強度	N	≧350	CNS 13299 或 ASTM D4533

圖 6.3　防護層織布規格

因本採購案包含現場施工，其施工圖說請參考圖 6.4。相關施工細節將於後續小節做說明。本採購案總計採購高強度織布及防護層織布各約 1,400 平方公尺，包含運輸、施工、勞安及廠商利稅等，總計發包金額為新臺幣 61 萬元整，並於 109 年 4 月 9 日完成發包。

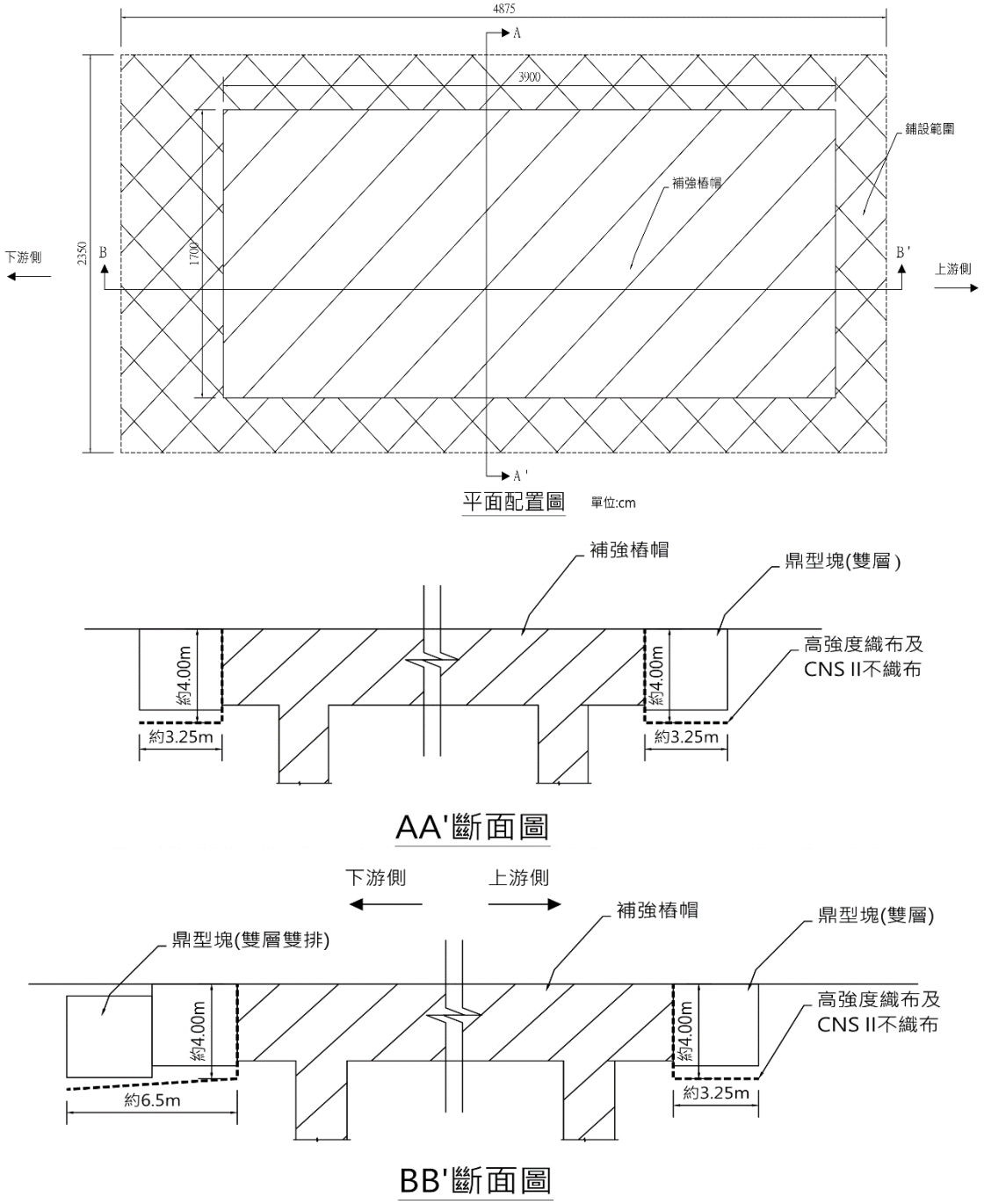


圖 6.4　施工圖說

6.2 織布現地鋪設

本研究於 109 年 4 月 9 日完成發包後，廠商於 4 月 15 完成高強度織布及防護層織布的供貨，並通過材料尺寸的相關抽驗後，於 4 月 16 日開始至國道三號大甲溪規劃橋址進場鋪設織布，並於 4 月 17 日完成鋪設作業，施工流程規劃及實際施工情形說明如下：

1. 施工流程規劃

(1) 整地

整個施工流程首先是進行橋墩基礎周圍之鋪設範圍整地，如圖 6.5 所示，範圍依規劃的鼎型塊排置的寬度(本研究規劃 2 排)，深度原則上以既有河床高程為基準，往下開挖約一個鼎型塊高度為宜，另外，下游側考量減少跌水沖刷效應，採降階地形整地。

(2) 高強度織布及防護層織布鋪設

接著進行高強度織布之鋪設，由樁帽頂往下鋪設至覆蓋整個開挖面的底部，如圖 6.6 所示。防護層織布覆蓋於高強度織布上，覆蓋範圍同高強度織布覆蓋範圍，如圖 6.7 所示。

(3) 鼎型塊排置

最後將鼎型塊吊放至防護層織布上，進行排置，如圖 6.8 所示，並進行必要的回填。

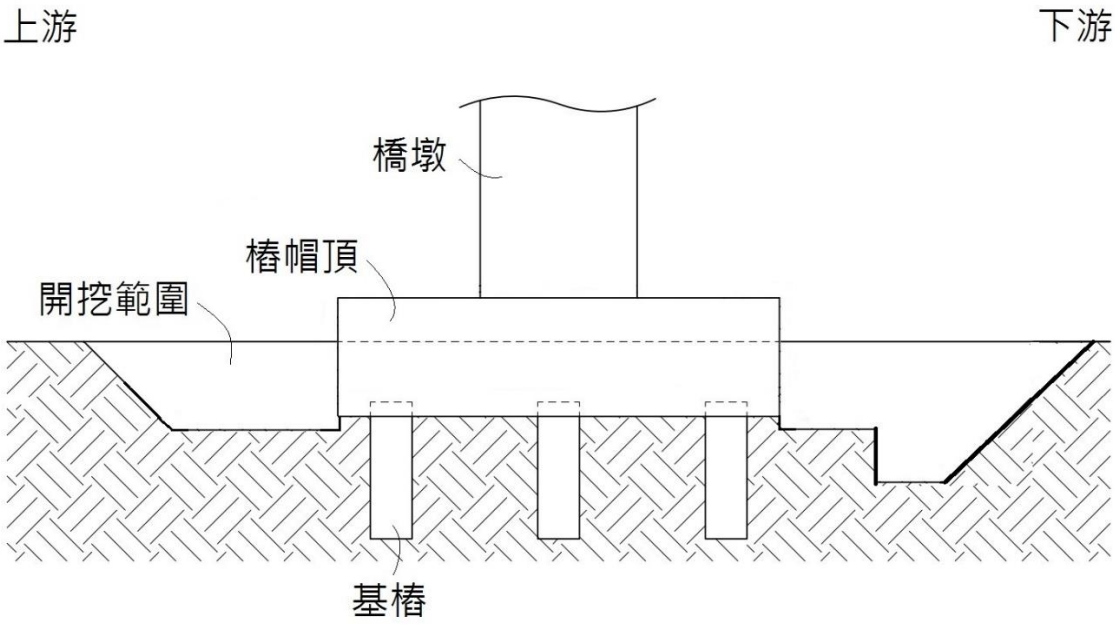


圖 6.5 橋墩基礎周圍整地範圍示意圖

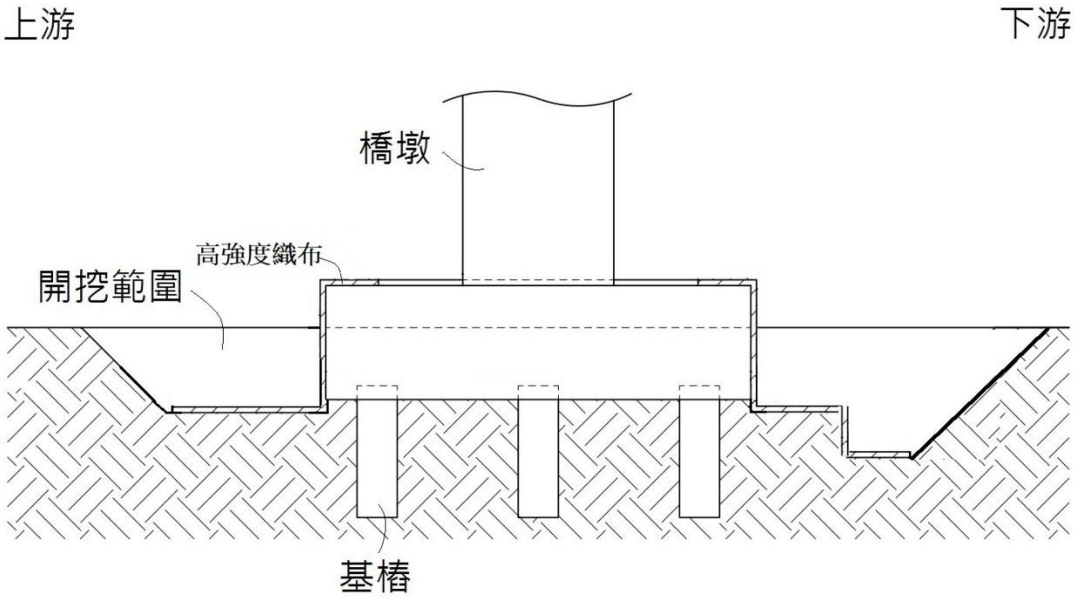


圖 6.6 高強度織布鋪設覆蓋示意圖

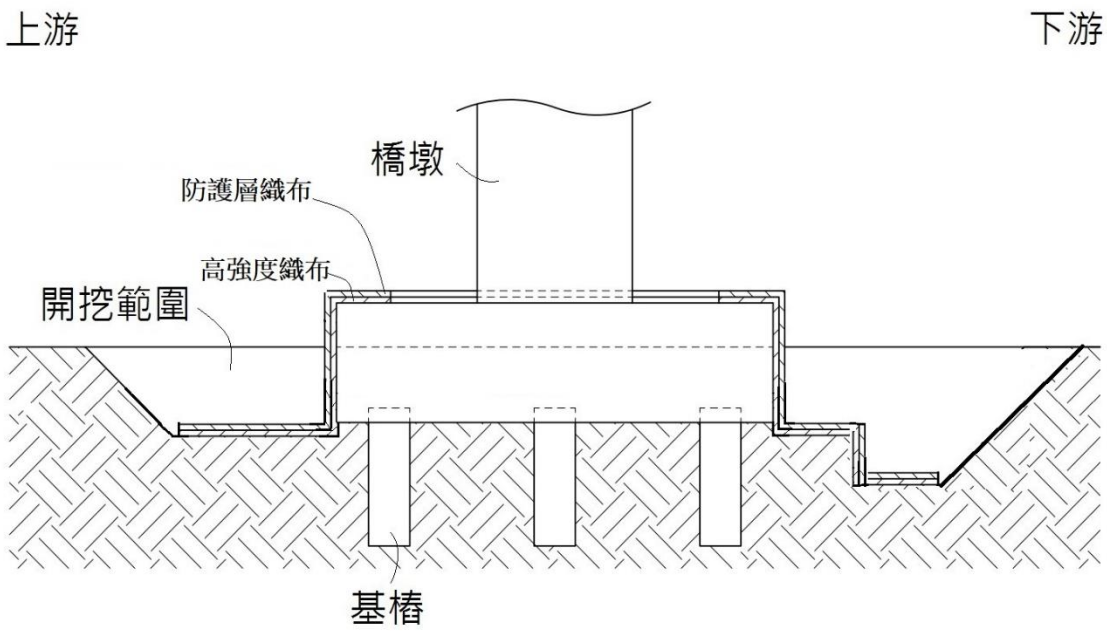


圖 6.7 防護層織布與高強度織布覆蓋示意圖

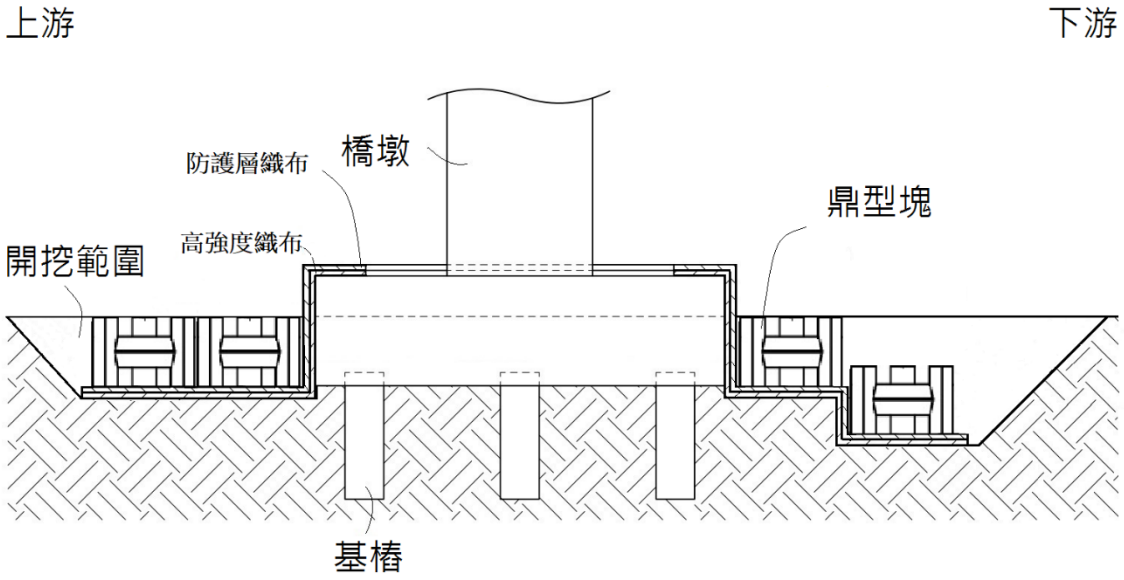


圖 6.8 鼎型塊吊放排置示意圖

2. 現場施工

(1)整地

試驗橋址基礎耐震補強施工後如圖 6.9 所示，織布鋪設前先進行必要的整地工作，如圖 6.10 所示，基礎下游側地形依規劃進行降階地形整地，如圖 6.11 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，如圖 6.12 所示，並將其展開並以軟石固定一端於樁帽上，如圖 6.13 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 6.14 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 6.15 所示。

接著以相同方式鋪設防護層織布，如圖 6.16~6.17 所示。

(3)鼎型塊排置

吊放鼎型塊及排置如圖 6.18~6.19 所示。

鼎型塊結合地工織布保護工現地鋪設完成詳如圖 6.20~6.21 所示。

圖 6.9 試驗橋址基礎耐震補強施工後

圖 6.10 橋墩基礎上游整地

圖 6.11 橋墩基礎下游整地及地形降階

圖 6.12 吊放高強度織布於橋墩基礎樁帽上

圖 6.13 高強度織布展開並以軟石固定於樁帽上

圖 6.14 完成樁帽 4 周之高強度織布吊放展開及固定

圖 6.15 平面高強度織布鋪設及單元間之綁紮作業

圖 6.16 防護層織布鋪設

圖 6.17 防護層織布鋪設完成

圖 6.18 鼎型塊吊放與排置作業 1

圖 6.19 鼎型塊吊放與排置作業 2

圖 6.20 鼎型塊結合地工織布保護工鋪設完成(上游側)

圖 6.21 鼎型塊結合地工織布保護工鋪設完成(下游側)

6.3 保護成效觀測規劃

由於國道三號大甲溪橋過去的保護工施設方式主要是在橋墩基礎周圍吊放排置鼎型塊來保護橋墩基礎，以減少河水的沖刷，爰此，本研究研提之鼎型塊結合地工織布保護工法後續保護成效的評估，主要是評估有鋪設織布與無鋪設織布之鄰近橋墩基礎沖刷的狀況來做比較，主要比較相鄰橋墩基礎之鼎型塊流失情形、基礎沖刷深度及後續橋墩基礎保護工之維護費用等項目，以驗證本研究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。至於後續成效觀測之方式，說明如下：

1.鼎型塊流失情形觀測

針對鼎型塊流失情形觀測，依據本所過去公路邊坡近景攝影測量技術的相關研究，鼎型塊的流失可藉由遙控無人機(UAV)快速取得影像資料，透過系統自動化處裡，經由不同時期取得的影像資料進行圖資套疊或模型檢視，可得到鼎型塊的變位或流失情形，進而比較相鄰橋墩基礎的鼎型塊流失情形，瞭解地工織布對鼎型塊穩定度的保護成效。惟本研究的試驗橋址位於政府規定的無人機(UAV)禁航區，若要採用此方式進行鼎型塊流失觀測，則須向民航局進行申請核准後才能執行，程序較為複雜。

另外一種方式則是於國道三號大甲溪橋北上側 P24L 上方之路肩拍攝，如圖 6.22 所示，以照相機往下進行橋墩基礎保護工上下游之影像拍攝，如圖 6.23 及 6.24 所示，因無法如遙控無人機(UAV)可以取得充分完整的橋墩基礎四周的影像資料，所以無法建立橋墩基礎周遭三維地形，所以僅能依不同時期所拍攝的影像進行人工方式的鼎型塊流失情形比較。此外，國道三號大甲溪橋北上側 P24L 上方之路肩，該處因路肩寬度不足 3 公尺，停車拍攝會跨進車道，除非另有交維措施辦理，否則易造成行車安全，較不適宜。

經本研究評估兩種作業方式的利弊，本研究後續之橋墩基礎保護

工鼎型塊流失情形觀測，將採用遙控無人機(UAV)來取得影像資料，並進行不同時期的保護成效評估。

圖 6.22 國道三號大甲溪橋上方之路肩拍攝作業

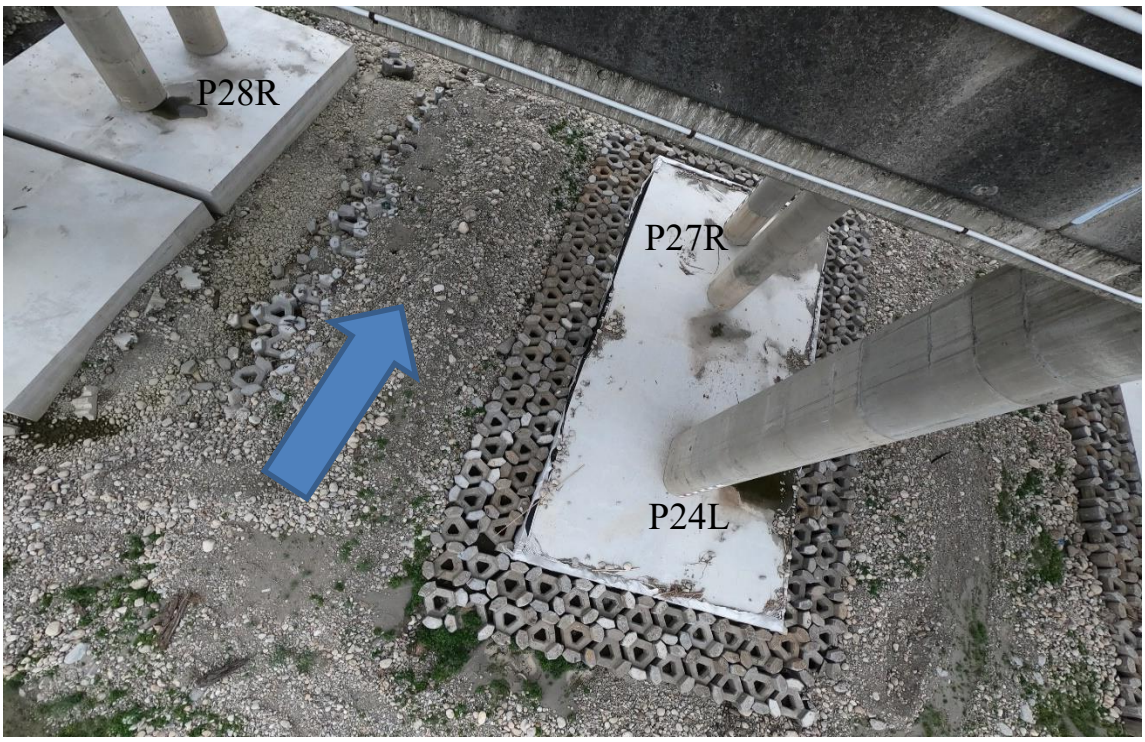


圖 6.23 國道三號大甲溪橋試驗橋址上游側之拍攝

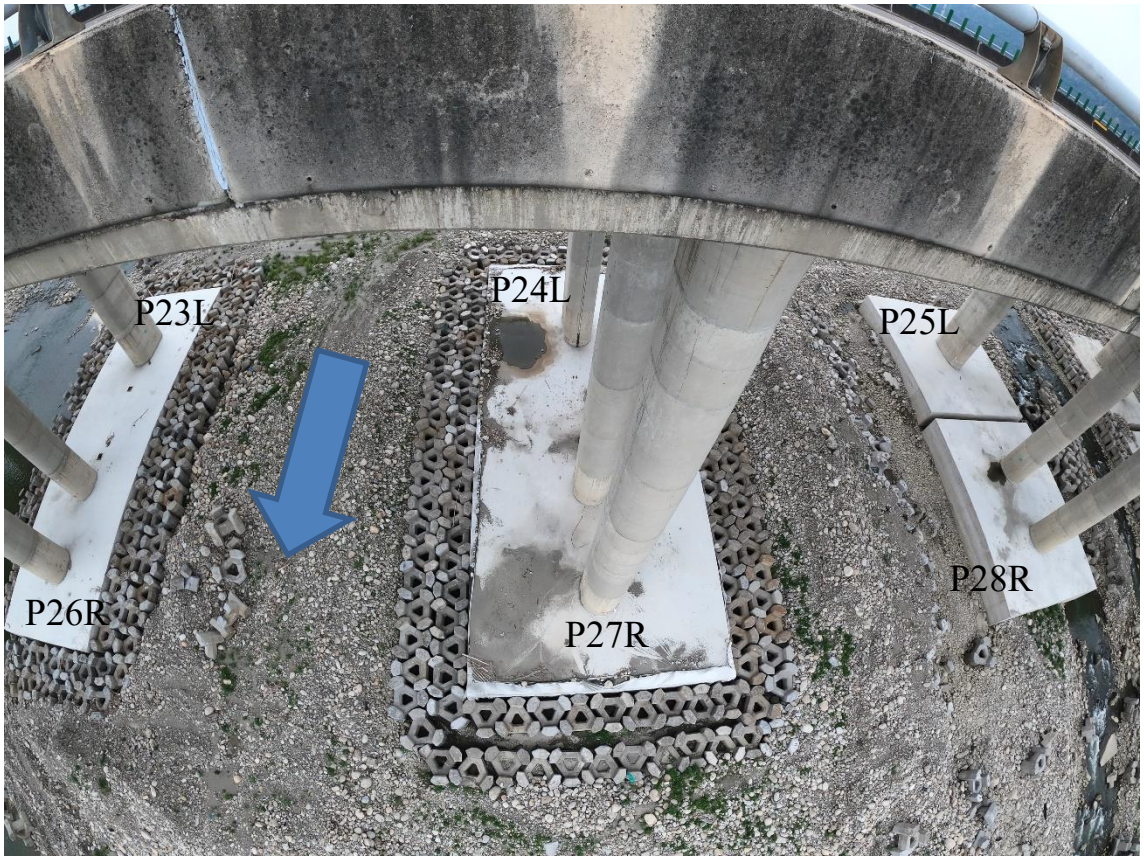


圖 6.24 國道三號大甲溪橋試驗橋址下游側之拍攝

2.基礎沖刷深度觀測

由於遙控無人機(UAV)取得之影像資料無法穿透河水及相關障礙物，所以針對橋墩基礎沖刷深度的觀測，未來可能要藉由現地以重錘的方式來進行橋基的沖刷深度量測，此部分將視未來實際狀況及成效評估需求再進一步規劃。

3.橋墩基礎保護工之維護費用

此部分可藉由國道三號大甲溪橋之維管單位(高公局中區養護分局大甲工務段)每年橋墩基礎保護工之發包費用，針對試驗橋址的歷年維護費用與鄰近橋址的維護費用進行長期的維護費用比較，以評估其保護成效。

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。

本研究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，經 109 年 3 月橋址現勘及相關單位研商後，決定以國道三號大甲溪橋 P27R 為試驗橋址，進行地工織布結合鼎型塊保護工法之現地試驗，以驗證保護工成效，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. 經本研究於試驗橋址現地試驗鋪設的施工經驗顯示，本研究規劃的地工織布結合鼎型塊保護工法之鋪設斷面及施工步驟具體可行。

2. 依據本研究室內斷面水工模型沖刷試驗結果顯示，鼎型塊保護工法有其保護成效，惟鼎型塊易有沖刷流失導致保護工損壞的情況發生。

3. 依據本研究室內斷面水工模型沖刷試驗結果顯示，本研究研擬的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鼎型塊保護工法，且鼎型塊流失的情況也有顯著改善，顯示地工織布結合鼎型塊保護工法優於鼎型塊保護工法。

4. 後續地工織布結合鼎型塊保護工法的成效評估可藉由鼎型塊的流失情形、橋梁基礎之沖刷深度及歷年保護工維護費用等項目來評估保護工的成效。

7.2 建議

1. 由於此次的現地試驗鋪設需配合既有耐震補強工程的工地現況、合約規定及施工廠商的配合意願，來規劃現地的保護工鋪設斷面，爰此，試驗斷面僅鋪設 2 排的鼎型塊圍繞橋梁基礎，此鋪設範圍是否足夠，有待日後的河水沖刷驗證。

2. 後續可持續針對鋪設的橋址條件，以室內水工模型研擬更適宜的鋪設斷面方案，提供後續現地試驗保護工鋪設斷面改良的參考。

3. 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. 藉由水工模型試驗，驗證地工織布結合鼎型塊保護工法優於鼎型塊保護工法，可提供相關橋梁管理單位未來鋪設橋基保護工之參考。

2. 藉由現地試驗，本研究規劃的地工織布結合鼎型塊保護工法之鋪設斷面及施工步驟具體可行，可提供未來橋梁管理單位設置相關保護工決策之參考。

7.4 提供應用情形

1. 本研究研提之地工織布結合鼎型塊保護工法，已於 109 年試鋪於國道三號大甲溪橋 P27R 橋墩基礎之保護工。

2. 本研究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. 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。

7. 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。

8. 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。

9. 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。

10. 交通部高速公路局中區養護工程分局，「國道 1 號中沙大橋墩基沖刷治理計畫委託技術服務工作」，2013。

11. 交通部公路總局，「西部幹線大甲溪大橋新建工程 64 年竣工圖」，1975。

12. 交通部公路總局，「台 1 線 153K+914~155K+404 大甲溪橋拓寬工程竣工圖」，1992。

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。

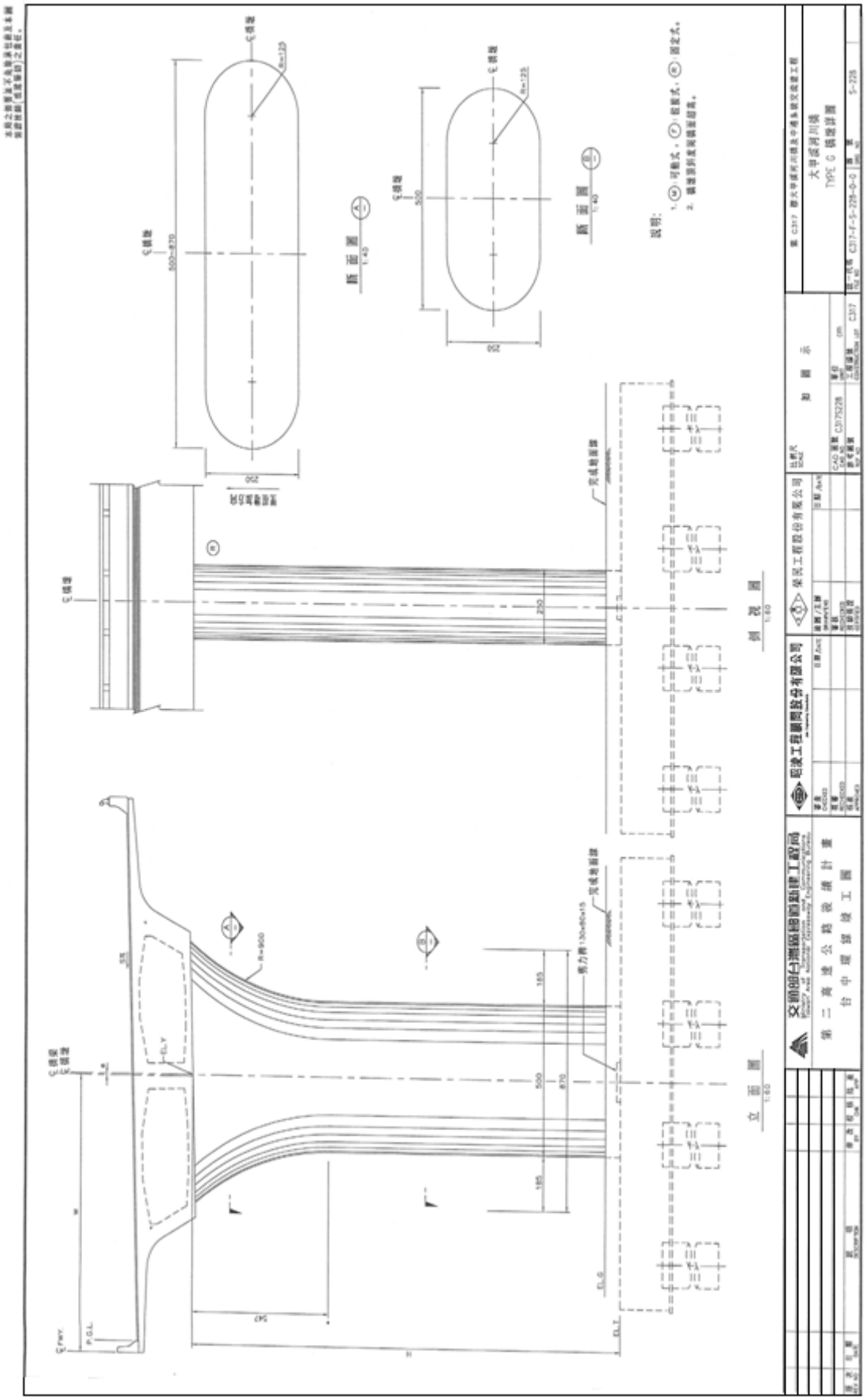
16. 經濟部水利署第三河川局，「100 年度大甲溪河口至天輪壩大斷面測量測量成果報告書」，2012。

17. 張藝馨，「不均勻圓形橋墩之局部沖刷研究」，碩士論文，國立中央大學土木工程研究所，2000。

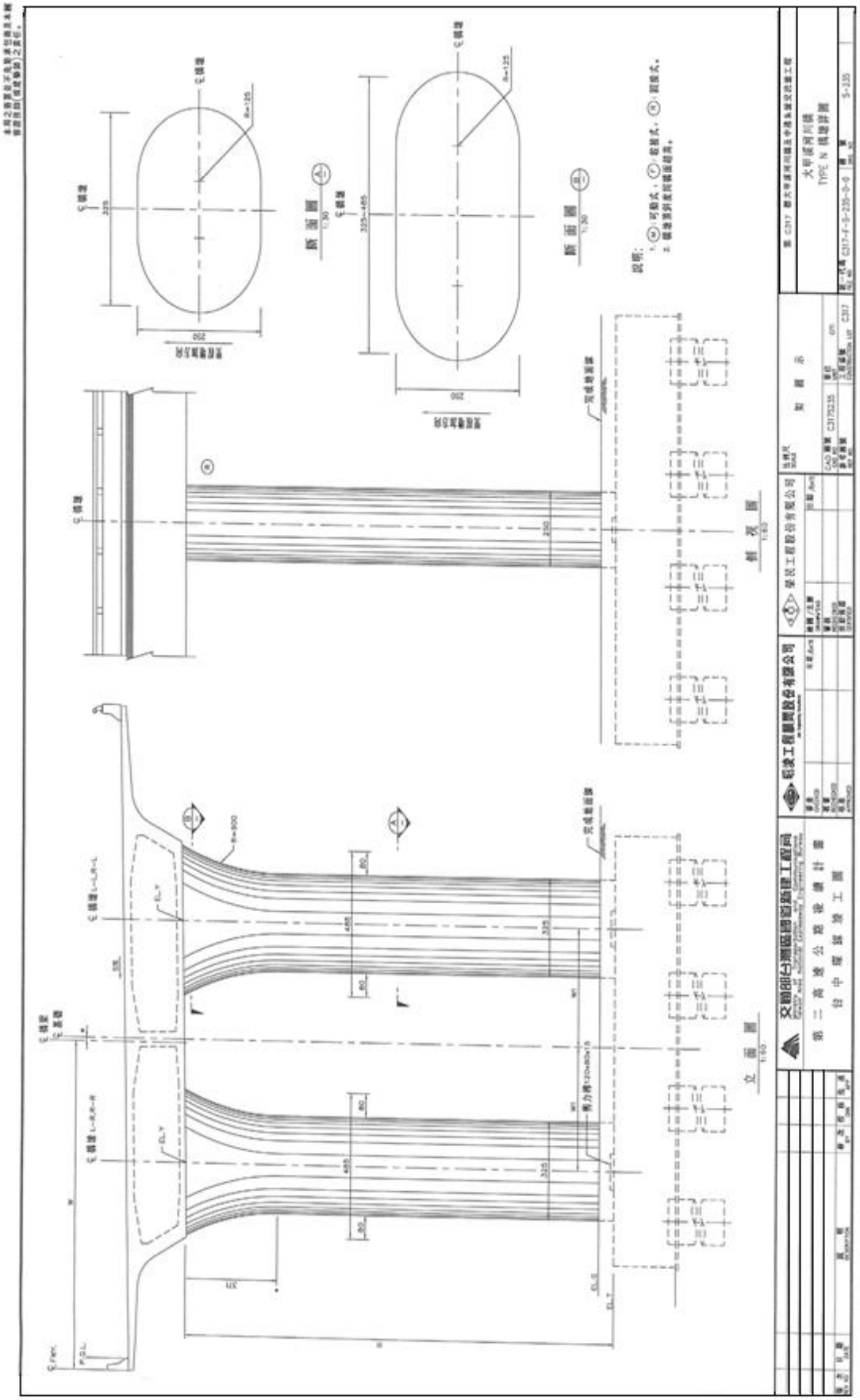
18. 邱永芳、賴瑞應、胡啟文，近景攝影測量應用於渠槽試驗底床量測之探討，中國土木水利工程學刊，第四十四卷第六期，59-69 頁，2017。

附錄一

國道三號大甲溪橋橋梁基本資料


說明:
1. Ⓐ 可動式，Ⓕ 固定式，Ⓑ 固定式。
2. 橋墩詳見橋墩詳圖。
斷面圖
斷面圖
側視圖
立面圖
交通部臺灣區國道新建工程局
第二高速公路後續拓寬
台中環線橋工圖
大甲溪河川橋
TYPE G 橋墩詳圖

附錄 1-1


立面圖
側視圖
斷面圖
說明:
交通部中興工程顧問股份有限公司
第二高速公路後續計畫
台中環線施工圖
大甲溪河川橋
TYPE N 橋墩詳圖

附錄 1-2

單元	橋墩編號	里程	基礎型式	基礎尺寸 A×B×T (cm)	墩柱型式	基礎頂高程 EL. X (m)	基礎底高程 EL. T (m)	橋墩頂高程 EL. Y (m)	墩高 H (m)	橋墩型式	橋墩樣式型式	地面線高程 EL. G (m)
UNIT 1	P1R	65K+314.0	直接基礎	1500×1400×200	F	98.50	100.401	112.761	12.360	K	I	101.50
	P2R	65K+349.0	直接基礎	1600×1600×200	F	95.00	96.900	112.542	15.642	K	I	97.70
	P3R	65K+384.0	樁基礎	1200×1100×275	F	95.50	98.150	112.278	14.128	K	I	103.30
	P4R	65K+419.0	樁基礎	1300×1100×275	M	98.50	101.150	111.960	10.810	K	I	112.40
	P5R	65K+454.0	樁基礎	1300×1000×275	M	95.50	98.150	111.760	13.610	C	I	107.90
UNIT 3	P6R	65K+495.0	直接基礎	1500×1300×250	M	81.50	83.900	111.354	27.454	K	I	84.10
	P7R	65K+540.0	樁基礎	1100×1100×275	R	72.50	75.250	111.497	36.247	J	X	76.50
	P8R	65K+585.0	樁基礎	1100×1100×275	R	73.00	75.750	110.978	35.228	J	X	75.90
	P9R	65K+630.0	樁基礎	1100×1100×275	R	70.50	73.250	110.444	37.194	J	X	75.00
	P10R	65K+675.0	樁基礎	1100×1100×275	R	71.50	74.250	109.974	35.724	J	X	75.30
	P11R	65K+720.0	樁基礎	1300×1100×275	R	72.00	74.750	109.478	34.728	J	X	75.90
	P12R	65K+765.0	樁基礎	1200×1100×275	R	68.35	71.100	108.946	37.846	J	X	75.10
	P13R	65K+810.0	樁基礎	1300×1100×300	M	68.10	71.003	107.753	38.750	H	X	75.20
	P14R	65K+851.0	樁基礎	1300×1100×275	M	68.35	71.003	107.276	36.273	I	X	73.50
UNIT 5	P15R	65K+892.0	樁基礎	1200×1100×275	M	68.35	71.003	106.696	35.693	H	X	73.30
	P16R	65K+937.0	樁基礎	1200×1100×275	F	68.35	71.003	106.091	35.088	H	X	76.00
	P17R	65K+982.0	樁基礎	1300×1100×300	R	68.10	71.100	106.116	35.016	G	W	74.60
	P18R	66K+027.0	樁基礎	1300×1100×300	R	68.10	71.100	105.509	34.409	G	W	75.40
	P19R	66K+072.0	樁基礎	1300×1100×300	R	68.10	71.100	104.901	33.801	G	W	74.50
	P20R	66K+117.0	樁基礎	1300×1100×300	R	68.10	71.100	104.294	33.194	G	W	74.00
	P21R	66K+162.0	樁基礎	1100×1100×275	F	68.35	71.003	103.053	32.050	H	X	71.10
	P22R	66K+207.0	樁基礎	1100×1100×275	M	68.35	71.003	102.444	31.441	H	X	71.10
UNIT 7	P23R	66K+248.0	樁基礎	1200×1100×275	M	68.35	71.003	101.931	30.928	I	X	71.10
	P24R	66K+289.0	樁基礎	1200×900×275	M	68.35	71.004	101.333	30.329	H	X	71.10
	P25R-R	66K+334.0	樁基礎	1300×1100×275	R	68.35	71.100	101.263	30.163	N	W	71.10
	P25R-L						71.100	101.400	30.300			71.10
	P26R-R	66K+379.0	樁基礎	1500×1100×275	R	68.35	71.100	100.626	29.526	N	W	71.10
	P26R-L						71.100	100.823	28.723			71.10
	P27R-R	66K+424.0	樁基礎	1500×1100×275	R	68.35	71.100	100.071	28.971	N	W	72.20
	P27R-L						71.100	100.285	29.185			72.20
	P28R-R	66K+469.0	樁基礎	1500×1100×275	R	68.35	71.100	99.584	28.484	N	W	72.50
	P28R-L						71.100	99.798	28.698			72.50
	P29R-R	66K+514.0	樁基礎	1500×1100×275	R	68.35	71.100	99.127	28.027	N	W	71.60
	P29R-L						71.100	99.348	28.248			71.60
	P30R-R	66K+559.0	樁基礎	1800×1100×275	R	68.35	71.100	96.873	27.573	N	W	72.50
	P30R-L						71.100	96.935	27.835			72.50
	P31R-R	66K+604.0	樁基礎	2100×1100×275	M	68.35	71.000	97.536	26.536	P	Y	71.80

交通部台灣區國道新建工程局 Ministry of Transportation and Communications Taiwan Area National Expressway Engineering Bureau

第二高速公路擴建計畫

台中環狀線工程

明達工程顧問股份有限公司

榮民工程股份有限公司

比例 SCALE 未按比例

CAD 檔名 FILE NO. C317S220

單位 UNIT cm

工程編號 CONTRACT NO. C317

第 C317 標大甲溪河川橋及中港系統交流道工程

大甲溪河川橋

橋墩及基礎型式索引表(一)

統一代碼 FILE NO. C317-F-S-220-0-0

圖號 DWG. NO. S-220

附錄 1-3

單元	橋墩編號	里程	基礎型式	基礎尺寸 AxBxT (cm)	墩柱型式	基礎底高程 EL. X (m)	基礎頂高程 EL. T (m)	橋墩頂高程 EL. Y (m)	墩高 H (m)	橋墩型式	橋墩配筋型式	完成後河床高程 EL. G (m)
UNIT 7	P31R-L	66K+604.0	樁基礎	2100x1100x275	M	68.35	71.00	97.898	26.898	P	V	71.8
	P32R	66K+645.0	樁基礎	1100x900x275	M	68.35	71.03	97.595	26.570	I	I	71.1
UNIT 9	P33R	66K+688.0	樁基礎	1100x1100x275	R	68.35	71.10	97.912	26.812	J	II	72.9
	P34R	66K+738.0	樁基礎	1200x1100x275	R	73.25	76.00	97.832	21.832	J	II	***
	P35R	66K+778.0	直接基礎	1500x1300x200	R	69.50	71.50	97.428	25.928	D	XI	72.50
	P36R	66K+812.0	直接基礎	1500x1300x200	R	70.00	72.00	97.274	25.274	D	XI	73.00
UNIT 11	P37R	66K+848.0	直接基礎	1500x1300x200	M	71.00	73.00	96.549	23.549	F	X	74.50
	P38R	66K+880.0	直接基礎	1400x1100x200	M	71.00	72.90	96.397	23.498	E	X	74.20
	P39R	66K+924.0	直接基礎	1500x1300x200	R	70.50	72.50	96.923	24.423	D	XI	74.20
	P40R	66K+968.0	直接基礎	1400x1300x200	R	70.50	72.50	96.848	24.348	D	XI	73.90
	P41R	67K+012.0	直接基礎	1400x1300x200	R	71.00	73.00	96.808	23.808	D	XI	73.10
	P42R	67K+058.0	直接基礎	1400x1300x200	R	71.00	73.00	96.803	23.803	D	XI	74.30
	P43R	67K+100.0	直接基礎	1400x1300x200	R	71.00	73.00	96.834	23.834	D	XI	74.10
	P44R	67K+144.0	直接基礎	1400x1300x200	R	70.00	72.00	96.900	24.900	D	XI	73.50
	P45R	67K+188.0	直接基礎	1400x1300x200	R	69.50	71.50	97.001	25.501	D	XI	73.90
	P46R	67K+232.0	直接基礎	1400x1200x200	M	69.50	71.40	96.531	25.130	E	X	72.70
	P47R	67K+264.0	直接基礎	1500x1200x200	M	68.50	70.50	96.656	26.156	F	X	72.30
UNIT13	P48R	67K+303.0	直接基礎	1550x1100x300	R	67.50	70.50	96.234	25.734	B	XII	71.70
	P49R	67K+359.0	直接基礎	1550x1100x300	R	67.00	70.00	96.591	26.591	B	XII	71.30
	P50R	67K+408.0	直接基礎	1500x1200x200	M	67.50	69.50	97.446	27.946	F	X	70.90
UNIT 15	P51R	67K+449.5	直接基礎	1300x1200x200	M	67.50	69.40	97.698	28.297	E	X	70.60
	P52R	67K+494.5	直接基礎	1600x1500x250	F	67.50	69.90	96.035	28.135	E	X	71.00
	P53R	67K+539.5	直接基礎	1700x1600x250	R	67.00	69.50	99.090	29.590	D	XI	70.60
	P54R	67K+584.5	直接基礎	1600x1400x250	R	67.00	69.50	99.526	30.026	D	XI	71.20
	P55R	67K+629.5	直接基礎	1600x1400x250	R	66.00	68.50	100.000	31.500	D	XI	71.30
	P56R	67K+674.5	直接基礎	1600x1400x250	F	66.00	68.40	99.855	31.455	E	X	69.80
	P57R	67K+719.5	直接基礎	1600x1400x250	M	65.50	67.90	100.418	32.518	E	X	69.40
UNIT 17	P58R	67K+761.0	直接基礎	2000x1200x300	M	64.30	67.20	100.988	33.788	F	X	66.40
	P59R-R	67K+783.0	直接基礎	2100x1200x250	R	64.50	67.00	101.818	34.818	L	III	67.60
	P59R-L						67.00	101.977	34.977			67.60
	P60R-R	67K+833.0	直接基礎	2000x1200x250	R	63.50	66.00	102.456	36.456	L	III	66.60
	P60R-L						66.00	102.520	36.520			66.60
	P61R-R	67K+873.0	直接基礎	2000x1200x250	R	61.00	63.50	103.080	39.580	L	III	64.10
	P61R-L						63.50	103.075	39.575			64.10
	P62R-R	67K+913.0	樁基礎	1700x1100x300	R	62.00	65.00	103.700	38.700	L	III	65.60
	P62R-L						65.00	103.630	38.630			65.80
	P63R-R	67K+945.0	樁基礎	1300x1100x275	M	63.50	66.14	103.591	37.449	M	V	66.85

交通部台灣區國道新建工程局 Ministry of Transportation and Communications Taiwan Area National Expressway Engineering Bureau	明峰工程顧問股份有限公司	榮民工程股份有限公司	比例尺 SCALE 未按比例	第 C317 標大甲溪河川橋及中港溪堤防護工程		
第二高速公路拓寬設計審查 台中環狀線工圖	審定 REVIEWED / 設計 DESIGNED / 繪圖 DRAWN / 校核 CHECKED / 審定 REVIEWED / 設計 DESIGNED / 繪圖 DRAWN / 日期 DATE	日期 DATE	CAD 檔案 C317S221 / 單位 UNIT cm / 圖號 DRAWING NO. C317	大甲溪河川橋 橋墩及基礎型式索引表(二)		
版次 REVISED / 日期 DATE / 說明 DESCRIPTION / 審查 REV. / 設計 DSN. / 繪圖 DRAW. / 校核 CHK.			第一代圖 DWG. NO. C317-F-S-221-0-0	圖號 DWG. NO. S-221		

附錄 1-4

單元	橋墩編號	里程	基礎型式	基礎尺寸 A×B×T (cm)	墩柱型式	基礎底高程 EL. X (m)	基礎頂高程 EL. T (m)	墩柱頂高程 EL. Y (m)	柱高 H (m)	排水型式	橋墩耐震型式	河道地面高程 EL. G (m)
UNIT 19	P63R-L	67K+945.0	樁基礎	1300x1100x275	M	63.50	66.142	103.477	37.335	M	VI	66.85
	P64R-R	67K+977.0	樁基礎	1300x1100x275	R	64.50	67.250	104.594	37.344	L	VI	67.85
	P64R-L						67.250	104.469	37.219			67.85
	P65R-R	68K+017.0	樁基礎	1400x900x275	R	78.00	80.750	105.109	24.359	L	VI	81.35
	P65R-L						80.750	104.971	24.221			81.35
	P66R-R	68K+057.0	樁基礎	1300x800x275	R	81.00	83.750	105.624	21.874	L	VI	84.35
	P66R-L						83.750	105.473	21.723			84.35
	P67R-R	68K+097.0	樁基礎	1300x700x275	M	90.00	92.750	105.630	12.880	Q	VI	93.35
	P67R-L						92.650	105.368	12.718			93.35
	A1R	65K+279.0		3565x1060x250								
	A4R	68K+129.0		3504x1050x270								
UNIT 2	P1L	65K+314.0	直接基礎	1800x1400x200	F	88.50	100.425	112.309	11.884	H	II	101.50
	P2L	65K+348.0	直接基礎	1600x1500x200	F	95.00	96.921	112.094	15.173	H	II	101.20
UNIT 4	P3L	65K+485.0	直接基礎	1500x1200x200	M	81.50	83.403	111.048	27.645	H	II	85.10
	P4L	65K+540.0	樁基礎	1100x1100x275	F	72.50	75.153	110.654	35.501	H	II	76.80
	P5L	65K+585.0	樁基礎	1300x1100x300	R	73.00	78.000	110.866	34.866	G	IV	77.50
	P6L	65K+630.0	樁基礎	1300x1100x300	R	70.50	73.500	110.420	36.920	G	IV	74.30
	P7L	65K+675.0	樁基礎	1300x1100x300	R	71.50	74.500	109.950	35.450	G	IV	75.20
	P8L	65K+720.0	樁基礎	1300x1200x325	R	71.75	75.000	109.454	34.454	G	IV	75.90
	P9L	65K+765.0	樁基礎	1300x1100x300	F	68.10	71.004	108.301	37.297	H	II	75.60
	P10L	65K+810.0	樁基礎	1300x1100x300	M	68.10	71.004	107.753	36.749	H	II	75.00
UNIT 5	P11L	65K+851.0	樁基礎	1200x1100x275	M	68.35	71.004	107.276	36.272	I	II	73.70
	P12L	65K+892.0	樁基礎	1200x1100x275	M	68.35	71.004	106.896	35.892	H	II	74.00
	P13L	65K+937.0	樁基礎	1200x1100x275	F	68.35	71.004	106.091	35.087	H	II	76.00
	P14L	65K+982.0	樁基礎	1300x1100x300	R	68.10	71.100	106.116	35.016	G	IV	74.80
	P15L	66K+027.0	樁基礎	1300x1100x300	R	68.10	71.100	105.509	34.409	G	IV	74.70
	P16L	66K+072.0	樁基礎	1300x1100x300	R	68.10	71.100	104.901	33.801	G	IV	74.10
	P17L	66K+117.0	樁基礎	1300x1100x300	R	68.10	71.100	104.318	33.218	G	IV	74.20
	P18L	66K+162.0	樁基礎	1100x1100x275	F	68.35	71.014	103.165	32.151	H	II	72.20
	P19L	66K+207.0	樁基礎	1100x1100x275	M	68.35	71.030	102.545	31.515	H	II	71.60
UNIT 8	P20L	66K+248.0	樁基礎	1200x1000x275	M	68.35	71.000	102.213	31.213	I	II	71.80
	P21L	66K+289.0	樁基礎	1200x900x275	M	68.35	71.004	101.694	30.690	H	II	72.50
	P22L	66K+334.0	樁基礎	1100x1100x275	F	68.35	71.011	101.120	30.109	H	II	72.10
	P23L	66K+379.0	樁基礎	1200x1100x275	R	68.35	71.100	101.212	30.112	G	IV	71.70
	P24L	66K+424.0	樁基礎	1300x1100x300	R	68.10	71.100	100.707	28.607	G	IV	72.80
	P25L	66K+469.0	樁基礎	1200x1100x275	R	68.35	71.100	100.222	29.122	G	IV	72.70

版次 REV NO	日期 DATE	說明 DESCRIPTION	審查 BY	檢核 CK	核定 APP

交通部台灣區國道高速公路工程局
Bureau of Taiwan Area Transportation and Communications Engineering (Second Expressway Engineering Office)

第二高速公路發展計畫
台中環狀線工程

明峰工程顧問股份有限公司

榮民工程股份有限公司

比例 SCALE 未按比例

CAD 檔案 CAD NO. C3175221a

工程代碼 C317

第 C317 號大甲溪河川橋及中港系統交流道工程

大甲溪河川橋
橋墩及基礎型式索引表(三)

統一代碼 ITEM NO. C317-F-S-221a-0-0

圖號 DWG NO. S-221a

單元	樁號樁號	里程	基礎型式	基礎尺寸 AxBxT (cm)	岩盤型式	基礎底高程 EL. X (m)	基礎頂高程 EL. T (m)	橋墩頂高程 EL. Y (m)	墩高 H (m)	橋墩型式	橋墩配筋型式	挖掘基礎底高程 EL. G (m)
UNIT 8	P26L-R	66K+514.0	樁基礎	1300x1100x275	R	68.35	71.100	99.712	28.612	N	VI	71.80
	P26L-L						71.100	99.878	28.778			71.80
	P27L-R	66K+559.0	樁基礎	1500x1100x275	F	68.35	71.000	98.666	27.888	P	V	72.90
	P27L-L						71.000	98.878	27.878			72.90
	P28L-R	66K+604.0	樁基礎	1500x1100x275	M	68.35	71.000	98.286	27.286	P	V	72.20
	P28L-L						71.000	98.499	27.499			72.20
	P29L-R	66K+645.0	樁基礎	1500x1100x275	M	68.35	71.000	98.021	27.021	O	V	73.40
	P29L-L						71.000	98.234	27.234			73.40
UNIT10	P30L-R	66K+688.0	樁基礎	1500x1100x275	R	68.35	71.100	98.319	27.219	N	VI	73.30
	P30L-L						71.100	98.532	27.432			73.30
	P31L-R	66K+738.0	樁基礎	1500x1100x275	R	73.25	76.000	98.021	22.021	N	VI	***
	P31L-L						76.000	98.238	22.238			***
	P32L-R	66K+778.0	直接基礎	1900x1300x200	R	69.50	71.500	97.805	26.305	L	VI	72.50
	P32L-L						71.500	98.057	26.557			72.50
	P33L-R	66K+812.0	直接基礎	1900x1300x200	R	70.00	72.000	97.653	25.653	L	VI	73.00
	P34L-R						72.000	97.948	25.948			73.00
	P34L-L	66K+846.0	直接基礎	1400x1400x200	M	71.00	73.000	96.982	23.982	F	IV	74.70
UNIT12	P35L	66K+878.5	直接基礎	1300x1200x200	M	71.00	73.000	96.844	23.844	E	X	74.50
	P36L	66K+920.5	直接基礎	1600x1400x200	F	70.50	72.500	96.696	24.196	E	X	74.30
	P37L	66K+962.5	直接基礎	1600x1600x200	R	70.50	72.500	97.288	24.788	D	XI	74.00
	P38L	67K+004.5	直接基礎	1600x1600x200	R	71.00	73.000	97.225	24.225	D	XI	74.30
	P39L	67K+046.5	直接基礎	1600x1700x200	R	71.00	73.000	97.214	24.214	D	XI	74.70
	P40L	67K+088.5	直接基礎	1600x1800x200	R	71.00	73.000	97.236	24.236	D	XI	74.30
	P41L	67K+130.5	直接基礎	1600x1700x200	R	70.00	72.000	97.289	25.289	D	XI	73.90
	P42L	67K+172.5	直接基礎	1500x1400x200	F	69.50	71.400	96.727	25.327	E	X	73.50
	P43L	67K+214.5	直接基礎	1400x1200x200	M	69.50	71.400	96.886	25.486	E	X	72.90
	P44L	67K+247.0	直接基礎	1500x1200x200	M	69.00	71.000	97.017	26.017	F	IV	72.50
UNIT14	P45L	67K+286.0	直接基礎	1550x1100x300	R	67.50	70.500	96.568	26.068	B	XII	71.80
	P46L	67K+352.0	直接基礎	1550x1100x300	R	67.00	70.000	96.905	26.905	B	XII	71.30
	P47L	67K+391.0	直接基礎	1500x1200x200	M	67.50	69.500	97.748	28.248	F	IV	70.70
UNIT16	P48L	67K+430.0	直接基礎	1400x1200x200	M	67.50	68.500	97.957	29.457	E	X	71.40
	P49L	67K+474.0	直接基礎	1500x1500x200	F	66.00	70.000	96.260	26.260	E	X	71.20
	P50L	67K+518.0	直接基礎	1800x1700x200	R	66.00	70.000	98.298	28.295	D	XI	71.00
	P51L	67K+562.0	直接基礎	1600x1600x200	R	67.50	69.500	99.690	30.190	D	XI	70.60
	P52L	67K+606.0	直接基礎	1800x1600x200	R	67.50	68.500	100.120	30.620	D	XI	70.80
	P53L	67K+650.0	直接基礎	1600x1500x200	R	66.50	66.500	100.588	32.088	D	XI	69.90
	P54L	67K+694.0	直接基礎	1300x1200x200	F	66.50	68.400	100.440	32.040	E	X	69.80

修改 REVISED	日期 DATE	說明 DESCRIPTION	設計 BY	繪圖 DRAFT	檢核 CHK

交通部台灣區國道新建工程局 Ministry of Transportation and Communications Taiwan Area National Expressway Engineering Bureau

第二高速公路拓寬計畫

台中環狀線工程

明業工程顧問股份有限公司

華民工程股份有限公司

比例尺 SCALE 未按比例

CAD 檔案 CAD NO. C317S221b

單位 UNIT cm

工程名稱 CONSTRUCTION NAME C317

第 C317 號大甲溪河川橋及中港系統交流道工程

大甲溪河川橋

鋼墩及基礎型式索引表(四)

圖一代號 FILE NO. C317-F-S-221b-0-0

圖號 DWG. NO. S-221b

單元	斷面編號	里程	基礎型式	基礎尺寸 A×B×T (cm)	擋墩型式	基礎底高程 EL. X (m)	基礎頂高程 EL. T (m)	擋墩高高程 EL. Y (m)	墩高 H (m)	擋墩型式	擋墩斷面型式	河道地高高程 EL. G (m)
UNIT 16	P55L-R	67K+733.0	直接基礎	1400×1000×200	M	88.00	87.878	100.917	33.039	M	IX	69.00
	P55L-L						87.878	101.037	33.159			69.00
UNIT 18	P56L-R	67K+761.0	直接基礎	1600×1000×200	R	64.30	66.300	101.853	35.553	L	IX	68.90
	P56L-L						66.300	102.101	35.801			68.90
	P57L-R	67K+793.0	直接基礎	1600×1000×200	R	64.50	66.500	102.234	35.734	L	IX	67.10
	P57L-L						66.500	102.398	35.898			67.10
	P58L-R	67K+833.0	直接基礎	1700×1000×250	R	83.50	66.000	102.654	36.654	L	IX	66.80
	P58L-L						66.000	102.718	36.718			66.80
	P59L-R	67K+873.0	直接基礎	1700×1000×250	R	66.50	69.000	103.063	34.063	L	IX	69.60
	P59L-L						69.000	103.058	34.058			69.60
	P60L-R	67K+913.0	樁基礎	1300×1100×275	R	73.50	76.250	103.473	27.223	L	IX	76.85
	P60L-L						76.250	103.405	27.155			76.85
	P61L-R	67K+945.0	樁基礎	1300×700×275	M	78.50	79.150	103.226	24.076	M	IX	78.85
	P61L-L						79.150	103.118	23.968			79.85
UNIT 20	P62L	67K+977.0	樁基礎	1100×800×250	R	76.50	79.000	104.120	25.120	A	XIII	79.60
	P63L	68K+017.0	樁基礎	1100×800×250	R	84.50	87.000	104.590	17.590	D	XI	87.60
	P64L	68K+057.0	樁基礎	1100×1100×275	R	90.00	92.750	105.064	12.314	D	XI	93.35
	P65L	68K+097.0	樁基礎	700×700×250	M	98.50	98.813	104.816	6.003	E	X	99.80
	A1L	65K+279.0		—								
	A2L	65K+384.0		1955×710×250								
	A3L	65K+464.0		1955×665×250								
	A34L	68K+129.0		—								

附錄 1-7

交通部台灣區國道新建工程局
Ministry of Transportation and Communications Taiwan Area National Expressway Engineering Bureau

第二高速公路擴建計畫
台中環狀線工程

明峰工程顧問股份有限公司

華民工程股份有限公司

比例尺 SCALE 未按比例

CAD 檔名 C317S221c

單位 UNIT cm

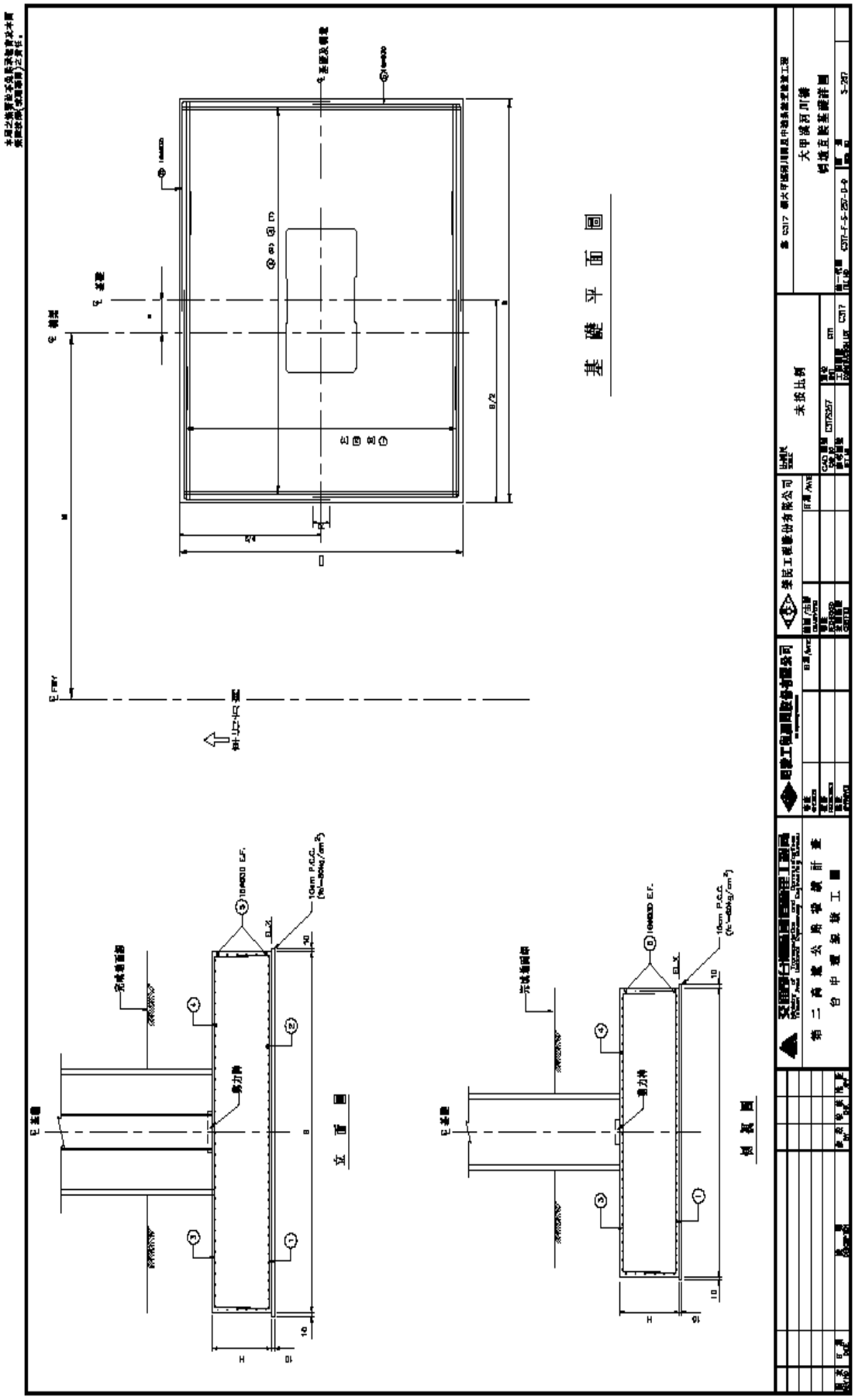
工程編號 C317

第 C317 標大甲溪河川橋及中港系統交流道工程

大甲溪河川橋
橋墩及基礎型式索引表(五)

前一代圖號 C317-F-S-221c-0-0

圖號 S-221c



附錄 1-8

基礎編號	基樁	基礎尺寸(CM) B	D	H	EL.K (M)	W (CM)	e (CM)	基礎設計最大反力 平均 (T/m²)	最大(抵抗側) (T/m²)	①	②	③	④
P1R	65+314.0	1500	1400	200	86.50	805.0	5.93	16.8	52.1	32φ@10	32φ@10	16φ@15	19φ@12.5
P2R	+349.0	1600	1500	200	93.00	805.0	3.72	14.3	60.3	32φ@12.5	32φ@12.5	16φ@15	22φ@15
P3R	+485.0	1600	1300	250	81.50	805.0	4.20	22.8	64.8	32φ@12.5	32φ@10	16φ@15	19φ@15
P32R	68+778.0	1500	1300	200	86.50	805.0	−8.81	18.8	65.8	32φ@10	32φ@10	16φ@15	19φ@15
P33R	+812.0	1500	1300	200	70.00	805.0	−8.81	18.8	73.9	32φ@10	32φ@10	16φ@15	19φ@15
P37R	+848.0	1500	1300	200	71.00	805.0	−8.81	13.9	45.8	32φ@15	32φ@15	19φ@12.5	19φ@15
P38R	+880.0	1400	1100	200	71.00	805.0	−8.81	21.3	73.3	32φ@10	32φ@15	19φ@15	19φ@15
P39R	+924.0	1500	1300	200	70.50	805.0	−8.81	24.2	82.4	32φ@10	32φ@12.5	16φ@15	19φ@15
P40R	+968.0	1400	1300	200	70.50	805.0	−8.81	23.8	82.8	32φ@10	32φ@12.5	16φ@15	19φ@15
P41R	67+ 12.0	1400	1300	200	71.00	805.0	−8.81	22.6	62.3	32φ@10	32φ@12.5	16φ@15	19φ@15
P42R	+ 58.0	1400	1300	200	71.00	805.0	−8.81	21.0	62.8	32φ@10	32φ@12.5	16φ@15	19φ@15
P43R	+108.0	1400	1300	200	71.00	805.0	−8.81	21.8	63.8	32φ@10	32φ@12.5	19φ@15	19φ@15
P44R	+144.0	1400	1300	200	70.00	805.0	−8.81	22.0	62.9	32φ@10	32φ@12.5	16φ@15	19φ@15
P45R	+188.0	1400	1300	200	69.50	805.0	−8.81	22.8	62.2	32φ@10	32φ@12.5	16φ@15	19φ@15
P46R	+232.0	1400	1300	200	69.50	805.0	−8.81	20.2	63.7	32φ@10	32φ@15	16φ@15	19φ@15
P47R	+284.0	1600	1300	200	86.00	805.0	−8.81	18.8	81.0	32φ@10	32φ@16	16φ@15	19φ@16
P48R	+303.0	1650	1100	300	87.50	805.0	−9.85	28.7	83.9	36φ@10	32φ@12.5	19φ@15	19φ@15
P49R	+388.0	1650	1100	300	87.00	805.0	−9.85	27.6	83.0	36φ@10	32φ@12.5	19φ@15	19φ@15
P50R	+408.0	1500	1300	200	87.50	805.0	−8.81	19.2	61.0	32φ@10	32φ@15	19φ@15	19φ@15
P51R	+448.0	1300	1200	200	87.30	805.0	−8.81	24.8	64.0	32φ@10	32φ@12.5	16φ@15	19φ@15
P52R	+484.0	1600	1300	250	87.30	805.0	−6.58	21.8	80.4	32φ@10	32φ@12.5	19φ@12.5	19φ@12.5
P53R	+538.5	1700	1800	250	87.00	805.0	−6.32	20.7	58.2	32φ@10	32φ@12.5	16φ@10	19φ@10
P54R	+584.5	1600	1400	250	87.00	805.0	−6.07	21.3	64.9	32φ@10	32φ@12.5	19φ@12.5	19φ@15
P55R	+620.5	1600	1400	250	86.00	805.0	−5.83	23.0	63.7	32φ@10	32φ@12.5	19φ@12.5	19φ@15
P56R	+674.5	1600	1400	250	86.00	805.0	−5.58	21.4	61.1	32φ@10	32φ@15	19φ@12.5	19φ@15
P57R	+719.5	1600	1400	250	83.50	805.0	−5.34	20.5	60.5	32φ@10	32φ@12.5	16φ@12.5	19φ@15
P58R	+761.0	2000	1300	300	84.30	805.0	−	28.7	68.0	36φ@10	32φ@10	36φ@10	25φ@10
P59R	+783.0	2100	1300	250	84.50	1071.5	−4.84	18.8	80.1	32φ@10	36φ@10	32φ@10	25φ@10
P60R	+833.0	2000	1300	250	83.50	981.0	−2.59	20.2	71.3	36φ@10	36φ@15	25φ@10	25φ@15
P61R	+873.0	2000	1300	250	81.00	960.5	−0.21	16.0	70.1	36φ@10	36φ@15	25φ@10	25φ@15

基礎編號	基樁	基礎尺寸(CM) B	D	H	EL.K (M)	W (CM)	e (CM)	基礎設計最大反力 平均 (T/m²)	最大(抵抗側) (T/m²)	①	②	③	④
P1L	65+314.0	1600	1400	200	86.50	927.5	−5.93	16.0	74.4	36φ@10	36φ@12.5	19φ@10	19φ@12.5
P2L	+349.0	1600	1500	200	93.00	927.5	−5.72	17.1	69.3	36φ@10	36φ@10	19φ@10	19φ@12.5
P3L	+485.0	1600	1500	200	81.50	927.5	−4.80	24.9	98.0	32φ@10	32φ@12.5	19φ@10	19φ@10
P32L	68+778.0	1800	1300	200	86.50	1144.5	8.61	18.1	48.0	32φ@10	36φ@15	32φ@10	25φ@15
P33L	+812.0	1800	1300	200	70.00	1220.5	8.61	18.0	48.8	32φ@15	36φ@15	32φ@15	25φ@15
P34L	+848.0	1400	1400	200	71.00	805.0	8.61	14.1	47.4	32φ@15	32φ@15	19φ@15	19φ@15
P35L	+875.5	1300	1200	200	71.00	805.0	8.61	20.9	78.2	32φ@10	32φ@15	19φ@15	19φ@15
P36L	+920.5	1800	1400	200	70.50	805.0	8.61	23.1	80.1	32φ@12.5	32φ@12.5	19φ@12.5	19φ@12.5
P37L	+962.5	1600	1800	200	70.50	805.0	8.61	20.5	84.1	32φ@10	32φ@10	19φ@12.5	19φ@10
P38L	67+ 4.0	1600	1600	200	71.00	805.0	8.61	17.7	63.2	32φ@10	32φ@10	19φ@12.5	19φ@10
P39L	+ 46.5	1800	1700	200	71.00	805.0	8.61	16.5	64.3	36φ@10	36φ@12.5	19φ@10	22φ@10
P40L	+ 86.5	1800	1800	200	71.00	805.0	8.61	18.1	81.1	36φ@10	36φ@10	19φ@10	22φ@10
P41L	+130.5	1800	1700	200	70.00	805.0	8.61	19.0	65.7	36φ@10	36φ@12.5	19φ@10	22φ@10
P42L	+172.5	1500	1400	200	69.50	805.0	8.61	21.2	57.6	32φ@10	32φ@12.5	19φ@13	19φ@12.5
P43L	+214.5	1400	1200	200	69.50	805.0	8.61	18.9	63.7	32φ@10	32φ@15	19φ@13	19φ@13
P44L	+247.0	1800	1200	200	69.00	805.0	8.61	18.6	81.0	32φ@10	32φ@16	19φ@10	19φ@16
P45L	+288.0	1850	1100	300	87.50	805.0	9.85	28.7	83.9	36φ@10	32φ@12.5	19φ@15	19φ@15
P46L	+352.0	1650	1100	300	87.00	805.0	9.85	27.6	83.0	36φ@10	32φ@12.5	19φ@15	19φ@15
P47L	+381.0	1500	1200	200	87.50	805.0	8.61	19.2	61.0	32φ@10	32φ@15	16φ@15	19φ@15
P48L	+430.0	1400	1200	200	87.50	805.0	8.61	22.5	63.3	32φ@10	32φ@15	19φ@13	19φ@13
P49L	+474.0	1300	1300	200	86.00	805.0	8.61	22.0	58.3	32φ@10	32φ@10	19φ@13	19φ@10
P50L	+518.0	1800	1700	200	86.00	805.0	8.43	20.4	62.8	36φ@10	36φ@12.5	19φ@10	22φ@10
P51L	+562.0	1800	1600	200	87.50	805.0	8.19	18.4	64.0	36φ@10	36φ@15	19φ@12.5	22φ@12.5
P52L	+606.0	1800	1600	200	87.50	805.0	5.95	18.7	54.5	36φ@10	36φ@15	19φ@12.5	22φ@12.5
P53L	+650.0	1500	1500	200	88.50	821.0	5.72	21.4	55.6	32φ@10	32φ@10	19φ@15	19φ@10
P54L	+694.0	1300	1200	200	86.50	850.5	5.48	26.2	71.9	32φ@10	32φ@12.5	19φ@13	19φ@13
P55L	+733.0	1400	1600	200	86.00	928.0	5.26	24.9	60.1	36φ@13	32φ@13	22φ@13	22φ@13
P56L	+781.0	1800	1600	200	84.30	1272.5	5.11	24.2	74.8	36φ@10	36φ@15	36φ@10	25φ@10
P57L	+793.0	1800	1600	200	84.50	1079.0	4.94	24.3	74.5	36φ@10	36φ@15	25φ@15	25φ@15
P58L	+833.0	1700	1600	200	83.50	982.0	2.59	26.1	81.2	32φ@10	36φ@15	25φ@10	25φ@15
P59L	+873.0	1700	1600	250	68.50	968.5	−0.21	28.7	83.0	32φ@10	36φ@15	25φ@10	25φ@15

版次 REVISED	日期 DATE	說明 DESCRIPTION	審核 BY	校核 CHK	比較 APP

交通部台灣區國道新建工程局
Bureau of Taiwan Area National Expressway Engineering Construction Bureau

第二高速公路擴建計畫
台中環狀線工程

昭建工程顧問股份有限公司

榮民工程股份有限公司

未按比例

CAD 圖號 CD 75258

主辦工程師 CHIEF ENGINEER 0317

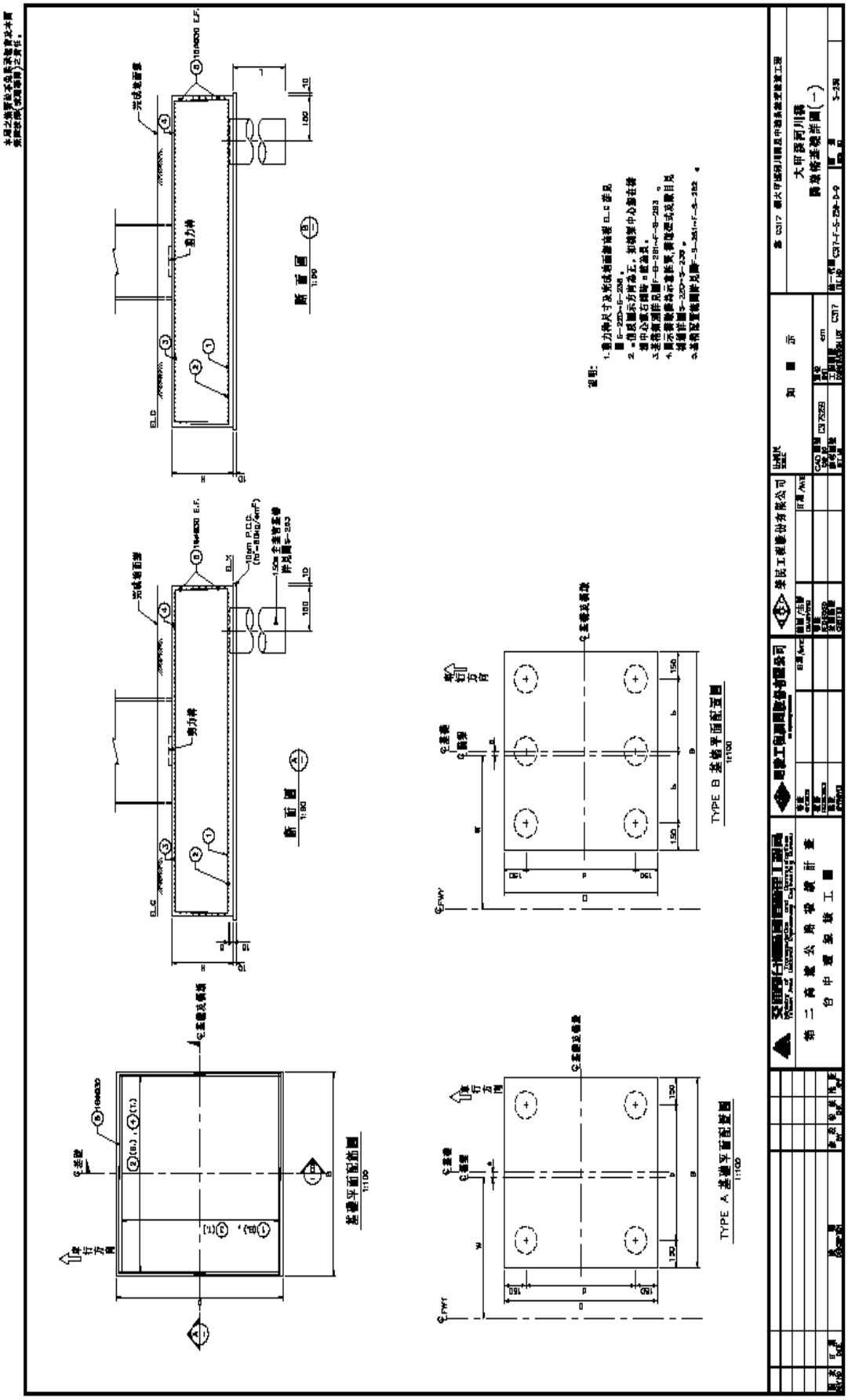
第 0317 標大甲橋至河川橋及中港系統交流道工程

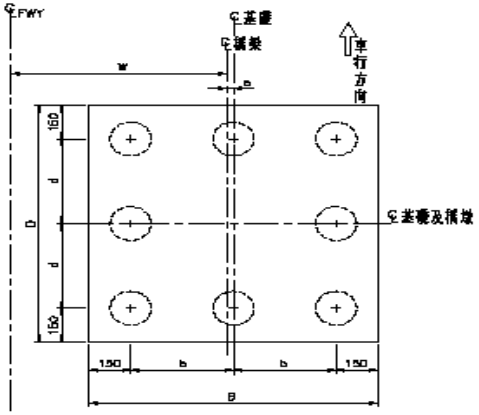
大甲橋至河川
直接基礎索引表

施工代碼 FILE NO. 0317-F-S-258-0-0

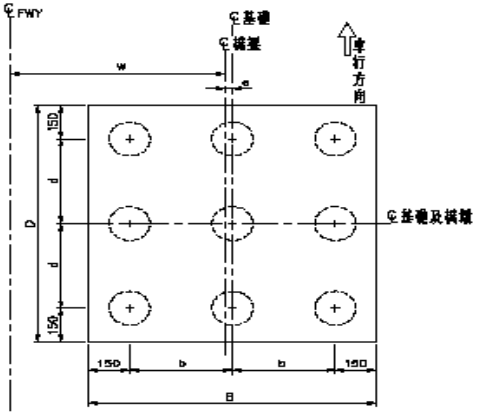
圖號 DWG. NO. S-258

附錄 1-9

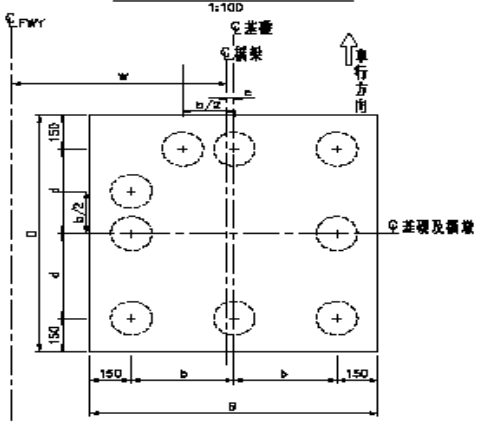

差墻平面配筋圖
1:100
斷面圖
1:100
TYPE A 差墻平面配置圖
1:100
TYPE B 差墻平面配置圖
1:100
說明:
大甲溪河川橋
第二商業公用設施計畫
台中重劃區設工圖



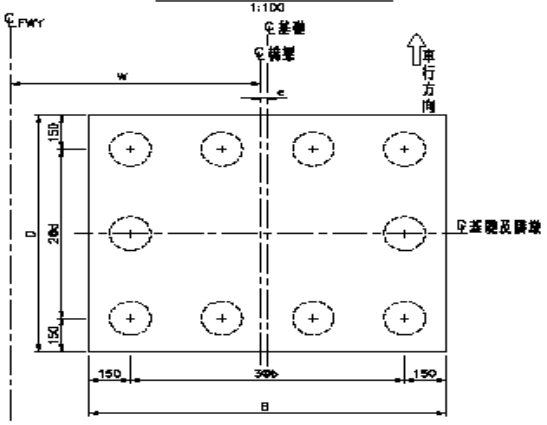
TYPE C樁基礎平面配置圖
1:100



TYPE D樁基礎平面配置圖
1:100



TYPE C1樁基礎平面配置圖
1:100



TYPE E樁基礎平面配置圖
1:100

版次 REVISED	日期 DATE	說明 DESCRIPTION	審核 CHECKED	覆核	設計 DESIGNED	繪圖 DRAWN	校核 CHECKED	交通部台灣區國道高速公路工程局 Ministry of Transportation and Communications Taiwan Area National Expressway Engineering Bureau	第二高速公路擴建計畫 台中環狀線工圖	明建工程顧問股份有限公司	榮民工程股份有限公司

比例 SCALE	如圖示	第 C317 標大甲溪柯川橋及中港系統交流道工程	
CAD 檔案 DWG NO	C317S250	大甲溪柯川橋 橋墩樁基礎詳圖(二)	
單位 UNIT	cm		
參考圖號 REF. NO		工程圖號 DRAWING NO	C317
統一代碼 TILE NO	C317-F-S-250-0-0	圖號 DWG. NO	S-250

基礎編號	里程	基礎尺寸(CM) 橫向長度B	縱向寬度D	厚度H	基腳間距(CM) 橫向b	縱向d	基樁配置 型式	基樁型別	樁長 (M)	E.L.X (M)	W (CM)	α (CN)	(1)	(2)	(3)	(4)	基樁垂直壓力(公噸/支) 平時	地震(極限值)	基樁垂直拔力(公噸/支) 平時	地震(極限值)	基樁水平剪力(公噸/支) 平時	地震
P3R	B5+384.0	1200	1100	275	450	400	C	D	20	95.50	805.0	5.51	32#D15	32#D12.5	28#D15	25#D12.5	412	1178	0	568	30.0	185.1
P4R	+418.0	1300	1100	275	500	400	C	F	20	88.50	805.0	5.30	36#D12.5	36#D15	28#D12.5	28#D12.5	365	1233	0	568	18.1	256.3
P5R	+454.0	1300	1000	275	500	700	B	F	20	95.50	805.0	5.09	38#D12.5	36#D15	28#D12.5	25#D10	413	1320	0	575	9.1	258.7
P7R	+540.0	1100	1100	275	400	400	C	B	20	72.30	805.0	1.03	32#D12.5	32#D10	25#D15	25#D10	363	1376	0	552	31.4	101.1
P8R	+585.0	1100	1100	275	400	400	C	B	20	73.00	805.0	−2.10	32#D12.5	32#D10	25#D15	25#D10	389	1375	0	552	28.5	103.1
P9R	+630.0	1100	1100	275	400	400	C	A	20	70.30	805.0	−4.90	32#D12.5	32#D10	25#D15	25#D10	331	1297	0	461	18.2	81.2
P10R	+675.0	1100	1100	275	400	400	C	C	20	71.50	805.0	−4.90	32#D12.5	32#D10	25#D12.5	25#D10	362	1437	0	517	23.3	107.2
P11R	+720.0	1300	1100	275	500	400	C	C	20	72.00	805.0	−4.90	36#D10	36#D12.5	28#D12.5	25#D12.5	375	1470	0	581	28.8	133.3
P12R	+765.0	1200	1100	275	450	400	C	B	20	88.35	886.5	−4.90	38#D12.5	38#D12.5	28#D15	25#D10	571	1481	0	554	27.7	119.9
P13R	+810.0	1300	1100	300	500	400	C	C	20	88.10	827.5	−4.90	36#D10	36#D12.5	28#D12.5	25#D12.5	577	1573	0	542	14.4	115.0
P14R	+851.0	1300	1100	275	500	400	C	C	20	88.35	827.5	−4.90	38#D10	38#D15	28#D12.5	25#D12.5	494	1429	0	593	12.8	115.8
P15R	+892.0	1200	1100	275	450	400	C	B	20	88.35	827.5	−4.90	38#D12.5	36#D12.5	28#D15	25#D10	556	1506	0	544	14.0	109.2
P16R	+937.0	1200	1100	275	450	400	C	C	20	88.35	827.5	−4.90	38#D12.5	38#D12.5	28#D12.5	25#D10	580	1532	0	593	18.2	112.0
P17R	+982.0	1300	1100	300	500	400	C	C	20	88.10	827.5	−4.90	38#D10	36#D15	28#D15	25#D12.5	629	1497	0	518	30.2	125.3
P18R	B8+ 27.0	1300	1100	300	500	400	C	C	20	88.10	827.5	−4.90	38#D10	38#D15	28#D15	28#D12.5	604	1498	0	518	23.0	126.0
P19R	+ 72.0	1300	1100	300	500	400	C	C	20	88.10	827.5	−4.90	36#D10	36#D15	28#D15	25#D12.5	602	1493	0	519	25.9	129.7
P20R	+117.0	1300	1100	300	500	400	C	C	20	88.10	827.5	−4.90	38#D10	38#D15	28#D15	28#D12.5	589	1369	0	522	30.1	136.3
P21R	+162.0	1100	1100	275	400	400	C	A	20	88.35	827.5	−4.90	36#D15	36#D12.5	25#D15	25#D12.5	557	1343	0	452	17.8	96.1
P22R	+207.0	1100	1100	275	400	400	C	A	20	88.35	827.5	−4.90	36#D15	38#D12.5	25#D15	28#D12.5	528	1368	0	448	14.0	98.6
P23R	+248.0	1200	1100	275	450	800	B	D	20	88.35	827.5	−4.90	32#D12.5	32#D12.5	25#D15	25#D10	584	1830	0	587	14.7	153.5
P24R	+288.0	1200	900	275	450	600	B	D	20	88.35	827.5	−4.85	32#D10	32#D12.5	25#D12.5	25#D12.5	637	1783	0	519	16.0	136.0
P25R	+334.0	1300	1100	275	500	400	D	C	20	88.35	1019.0	−5.52	28#D10	36#D10	28#D10	25#D10	556	1373	0	478	22.5	150.7
P26R	+378.0	1300	1100	275	600	400	D	A	20	88.35	1110.0	−6.09	28#D10	32#D10	28#D10	25#D10	339	1134	0	171	23.0	132.4
P27R	+424.0	1500	1100	275	800	400	D	A	20	88.35	1110.0	−6.61	28#D10	32#D10	28#D10	25#D10	519	1158	0	193	17.7	137.5
P28R	+468.0	1300	1100	275	600	400	D	B	20	88.35	1110.0	−6.61	28#D10	32#D10	28#D10	25#D10	484	1184	0	234	13.1	143.7
P29R	+514.0	1500	1100	275	800	400	D	B	20	88.35	1124.5	−6.61	28#D10	32#D10	28#D10	25#D10	564	1235	0	278	21.7	153.5
P30R	+558.0	1800	1100	275	300	400	E	A	20	88.35	1168.0	−6.61	28#D10	32#D10	25#D10	25#D10	573	1004	0	35	28.2	133.3
P31R	+604.0	2100	1100	275	600	400	E	A	20	88.35	1384.0	−6.61	28#D10	32#D10	22#D10	22#D10	592	994	0	0	5.5	84.8
P32R	+643.0	1100	800	275	400	600	B	E	20	88.35	841.5	−6.61	32#D12.5	32#D12.5	25#D12.5	25#D12.5	525	1788	0	522	27.3	187.4
P33R	+688.0	1100	1100	275	400	400	C	C	20	88.35	872.5	−6.61	32#D12.5	32#D10	25#D15	28#D10	483	1387	0	547	18.5	123.9
P34R	+738.0	1200	1100	275	450	600	B	D	20	73.25	805.0	−6.61	32#D12.5	32#D10	28#D15	25#D10	573	1581	0	552	24.7	151.0
P82R	67+913.0	1700	1100	300	700	400	C	D	20	82.00	882.5	3.01	38#D10	32#D10	32#D10	25#D10	537	1556	0	562	18.9	181.1
P83R	+948.0	1300	1100	275	500	400	C	A	20	83.50	935.5	4.99	32#D10	36#D10	28#D10	25#D10	444	1107	0	410	14.1	86.9
P84R	+977.0	1300	1100	275	500	400	C	C	20	84.50	951.0	5.81	32#D10	38#D10	25#D10	28#D10	485	1423	0	560	13.8	146.5
P85R	B9+ 17.0	1400	900	275	550	600	B	C	20	78.00	943.5	5.37	28#D10	28#D10	25#D12.5	25#D15	395	1458	0	435	24.8	141.3
P86R	+ 57.0	1300	800	275	500	500	B	E	20	81.00	836.5	7.13	32#D10	29#D10	25#D10	25#D10	545	1438	0	504	30.8	200.1
P87R	+ 97.0	1300	700	275	500	400	B	B	20	90.00	929.0	7.90	29#D10	28#D10	25#D10	25#D10	447	1006	0	236	7.6	150.6

附錄 1-12

期次 REVISED	日期 DATE	說明 DESCRIPTION	設計 BY	審查 CHK	核定 APP	交通部台灣區國道高速公路局 Ministry of Transportation and Communications Taiwan Area National Freeway Construction Bureau	明豐工程顧問股份有限公司		日期 DATE	華民工程事務所有限公司		日期 DATE	比例尺 SCALE 未按比例	第 C317 標大甲溪河川橋及中港溪鋼管橋建工程	
						第二高速公路擴建計畫 台中環狀線工程	專業 PROFESSIONAL			專業 PROFESSIONAL			CAD 檔案 DWG NO. C317S261 / 設計 DES. / 繪圖 DRAWN / 審查 CHK. / 工程師 ENGINEER / 主辦工程師 CHIEF ENGINEER C317	大甲溪河川 樁基優案引表(一)	
							負責 RESPONSIBLE			負責 RESPONSIBLE				統一代碼 FILE NO. C317-F-S-261-0-4	圖號 DWG. NO. S-261
							監定 APPROVED			監定 APPROVED					

基樁編號	里程	基礎尺寸(CM)			基樁間距(CM)		基樁配置型式	基樁類別	樁長	E.L.X	W	e	(1)	(2)	(3)	(4)	基樁垂直壓力(公噸/支)		基樁垂直拉力(公噸/支)		基樁水平剪力(公噸/支)	
		橫向長度B	縱向深度D	厚度H	橫向 b	縱向 d			(M)	(M)	(CM)	(CM)					平時	地震(極限值)	平時	地震(極限值)	平時	地震
P4L	65+540.0	1100	1100	275	400	400	C	B	20	72.50	927.5	−4.90	36#D15	36#D10	25#D10	25#D 10	651	1449	0	522	18.2	94.4
P5L	+585.0	1300	1100	300	500	400	C	D	20	73.00	927.5	−4.90	38#D10	36#D12.5	28#D12.5	28#D12.5	836	1588	0	807	31.8	142.9
P6L	+630.0	1300	1100	300	500	400	C	C	20	70.50	927.5	−4.90	36#D10	36#D12.5	28#D15	25#D12.5	608	1525	0	628	21.4	127.2
P7L	+675.0	1300	1100	300	500	400	C	C	20	71.50	927.5	−4.90	38#D10	36#D12.5	28#D12.5	28#D12.5	620	1558	0	571	28.7	137.2
P8L	+720.0	1300	1200	325	500	450	C	D	20	71.75	927.5	−4.90	38#D12.5	36#D12.5	28#D12.5	25#D10	647	1525	0	612	31.8	150.9
P9L	+765.0	1300	1100	300	500	400	C1	B	20	68.10	927.5	−4.90	36#D10	36#D15	28#D12.5	28#D12.5	586	1533	0	525	15.8	108.5
P10L	+810.0	1300	1100	300	500	400	C	B	20	68.10	927.5	−4.90	38#D10	36#D15	28#D15	25#D12.5	582	1553	0	510	14.6	111.8
P11L	+851.0	1200	1100	275	450	400	C	B	20	68.35	927.5	−4.90	36#D12.5	36#D15	28#D15	28#D10	487	1369	0	586	13.1	102.7
P12L	+892.0	1200	1100	275	450	400	C	B	20	68.35	927.5	−4.90	38#D12.5	36#D12.5	28#D15	25#D10	556	1508	0	544	14.5	109.2
P13L	+937.0	1200	1100	275	450	400	C	C	20	68.35	927.5	−4.90	36#D12.5	36#D12.5	28#D12.5	28#D10	560	1532	0	583	18.2	113.0
P14L	+982.0	1300	1100	300	500	400	C	C	20	68.10	927.5	−4.90	38#D10	36#D15	28#D15	28#D12.5	629	1497	0	518	30.2	128.3
P15L	66+ 27.0	1300	1100	300	500	400	C	C	20	68.10	927.5	−4.90	36#D10	36#D18	28#D18	28#D12.5	604	1485	0	518	23.0	128.0
P16L	+ 72.0	1300	1100	300	500	400	C	C	20	68.10	927.5	−4.90	38#D10	36#D12.5	28#D15	28#D12.5	602	1493	0	510	25.9	129.7
P17L	+ 117.0	1300	1100	300	500	400	C	C	20	68.10	927.5	−4.28	36#D10	36#D13	28#D13	28#D12.5	569	1369	0	522	30.1	138.3
P18L	+162.0	1100	1100	275	400	400	C	A	20	68.35	927.5	−1.80	38#D15	36#D12.5	25#D15	28#D12.5	557	1343	0	452	17.8	98.1
P19L	+207.0	1100	1100	275	400	400	C	A	20	68.35	927.5	0.58	36#D15	36#D12.5	25#D13	28#D12.5	528	1369	0	448	14.0	98.5
P20L	+248.0	1200	1000	275	450	700	B	C	20	68.35	927.5	2.89	32#D12.5	32#D12.5	28#D15	28#D12.5	592	1802	0	591	15.8	131.9
P21L	+288.0	1200	800	275	450	500	B	C	20	68.35	927.5	4.95	36#D12.5	36#D15	28#D18	28#D15	673	1788	0	617	18.0	138.5
P22L	+334.0	1100	1100	275	400	400	C	B	20	68.35	927.5	5.52	36#D15	36#D10	25#D15	28#D10	603	1424	0	541	26.0	113.8
P23L	+379.0	1200	1100	275	450	400	C	C	20	68.35	927.5	6.09	38#D12.5	36#D10	28#D18	28#D10	608	1442	0	537	38.1	132.0
P24L	+424.0	1300	1100	300	500	400	C	D	20	68.10	927.5	6.61	38#D10	36#D12.5	28#D12.5	28#D12.5	589	1461	0	568	22.3	157.8
P25L	+469.0	1200	1100	275	550	400	C	C	20	68.35	935.0	8.81	38#D12.5	36#D12.5	28#D18	28#D10	652	1420	0	542	28.7	134.5
P26L	+514.0	1300	1100	275	500	400	D	C	20	68.35	1021.5	6.61	32#D10	36#D10	28#D10	25#D10	483	1315	0	511	23.5	128.9
P27L	+559.0	1500	1100	275	600	400	D	A	20	68.35	1108.0	8.81	32#D10	32#D10	28#D10	25#D10	564	1030	0	87	14.3	88.8
P28L	+604.0	1500	1100	275	800	400	D	B	20	68.35	1110.0	8.61	28#D10	32#D10	28#D10	25#D10	525	1353	0	384	10.3	138.8
P29L	+645.0	1500	1100	275	600	400	D	B	20	68.35	1110.0	8.81	28#D10	32#D10	28#D10	25#D10	457	1257	0	413	10.7	139.7
P30L	+688.0	1500	1100	275	800	400	D	C	20	68.35	1110.0	8.61	28#D10	32#D10	28#D10	25#D10	558	1436	0	492	12.7	155.5
P31L	+738.0	1500	1100	275	800	400	D	B	20	73.25	1110.0	8.81	28#D10	32#D10	28#D10	25#D10	478	1281	0	385	18.3	139.1
P60L	67+ 913.0	1300	1100	275	500	400	C	E	20	73.50	853.0	−3.01	28#D10	32#D10	25#D10	25#D10	442	1082	0	272	16.9	230.2
P61L	+958.0	1500	700	275	800	400	B	B	20	76.50	940.0	−4.99	25#D10	25#D10	25#D10	25#D10	358	1361	0	483	15.2	99.6
P62L	+977.0	1100	800	250	400	500	B	B	20	76.50	927.5	−3.51	32#D10	32#D15	25#D12.5	25#D15	547	1407	0	503	35.5	123.6
P63L	68+ 17.0	1100	800	250	400	500	B	D	20	84.50	888.0	−6.37	32#D10	32#D15	25#D10	25#D15	534	1334	0	525	59.5	160.2
P64L	+ 57.0	1100	1100	275	400	400	C	F	20	90.00	808.0	−7.13	32#D12.5	32#D10	28#D15	28#D12.5	450	1062	0	388	68.7	242.7
P65L	+ 97.0	700	700	250	400	400	A	A	20	98.50	805.0	−7.90	32#D15	32#D15	25#D15	25#D15	534	708	0	0	19.8	51.5

附錄 1-13

交通部台灣區國道新建工程局 Bureau of Transportation and Communication Taiwan Area National Expressway Engineering Bureau

第二高速公路擴建計畫

台中環狀線工程

明業工程顧問股份有限公司

華民工程股份有限公司

未 投 比 例

CAD 圖號 C3T5301

工程圖號 C317

第 C317 號大甲橋河川開及中港系統交換道工程

大甲橋河川

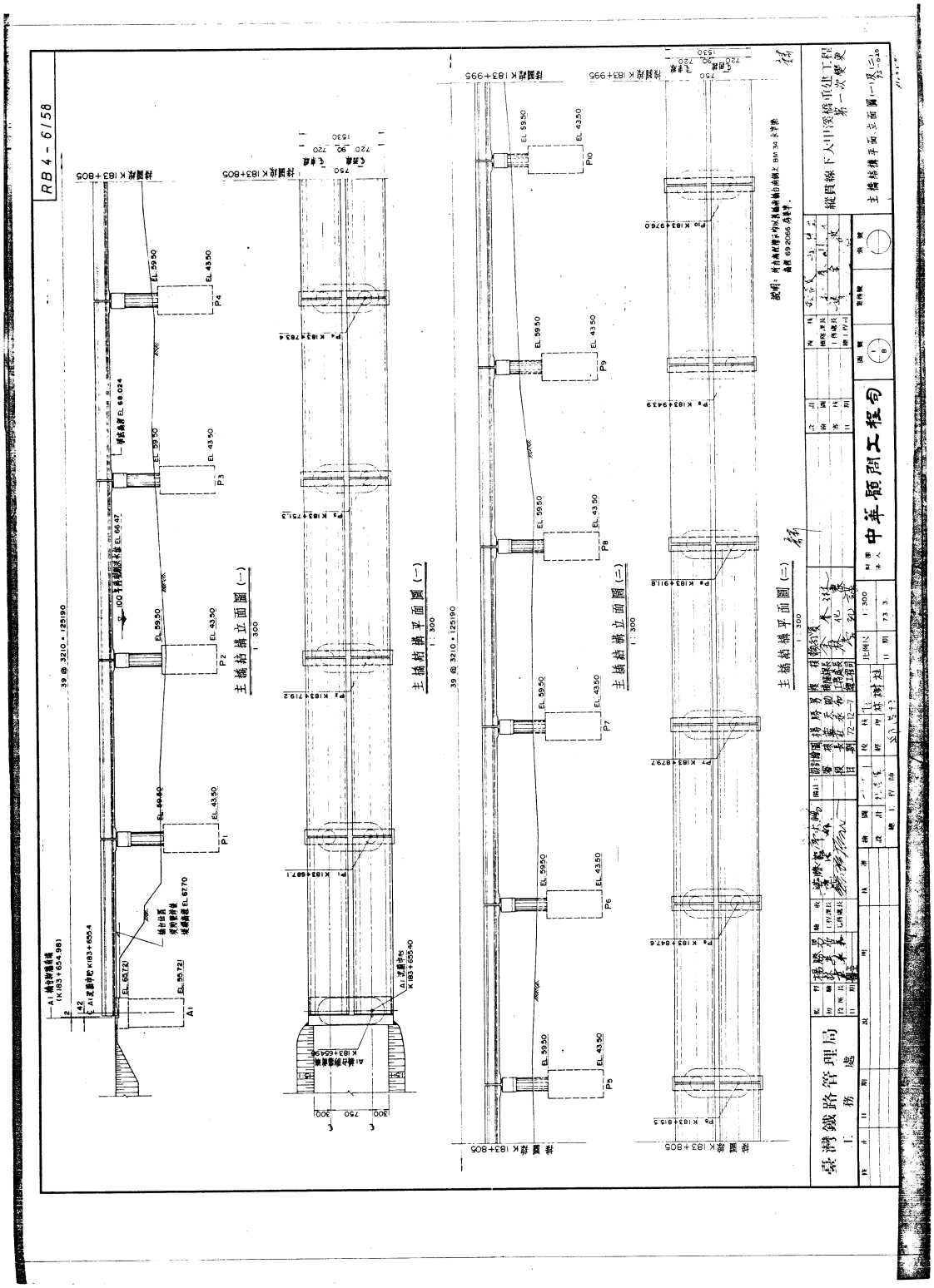
樁基載荷引表(二)

檔一代號 C317-F-S-262-0-0

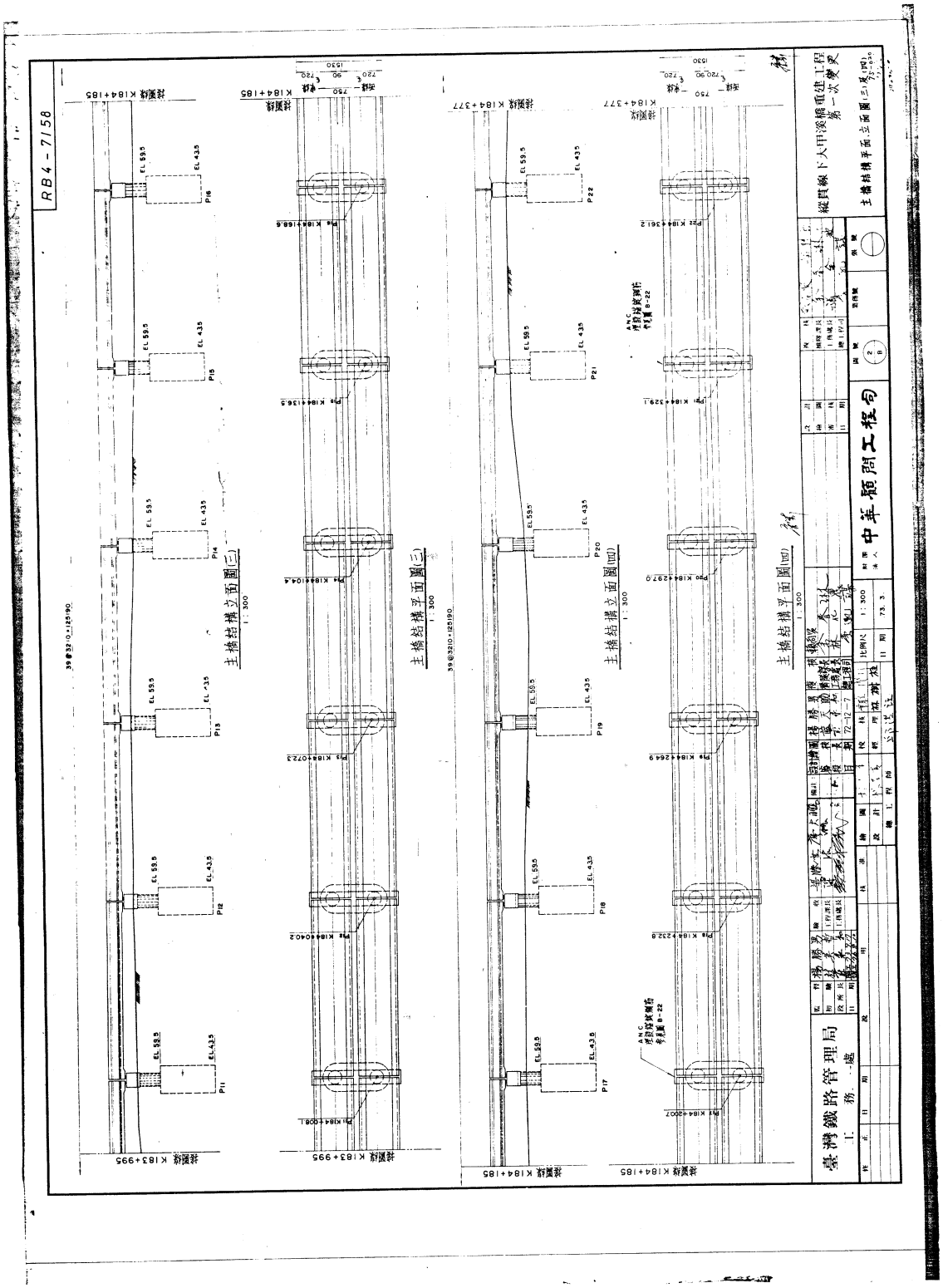
頁 號 S-262

附錄二

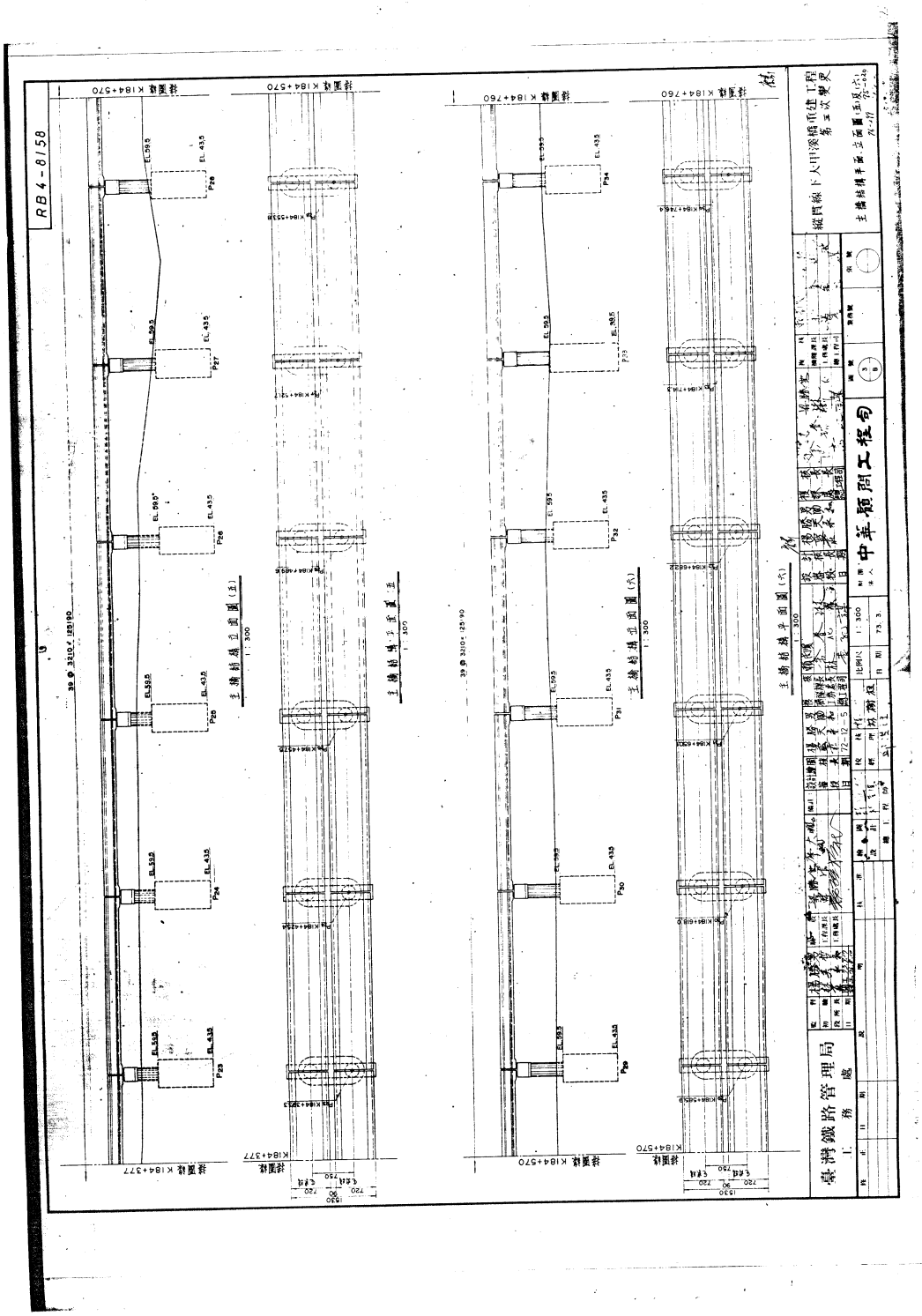
臺鐵海線大甲溪橋橋梁基本資料


RB4-6/58
主橋結構立面圖(一)
1:300
主橋結構平面圖(一)
1:300
主橋結構立面圖(二)
1:300
主橋結構平面圖(二)
1:300
39 @ 3210 = 125190
樂溝鐵路管理局
工務處
中華顧問工程司
縱貫線下大甲溪橋重建工程
第一次變更
主橋結構平面、立面圖(一)、(二)
比例尺 1:300
73.3.

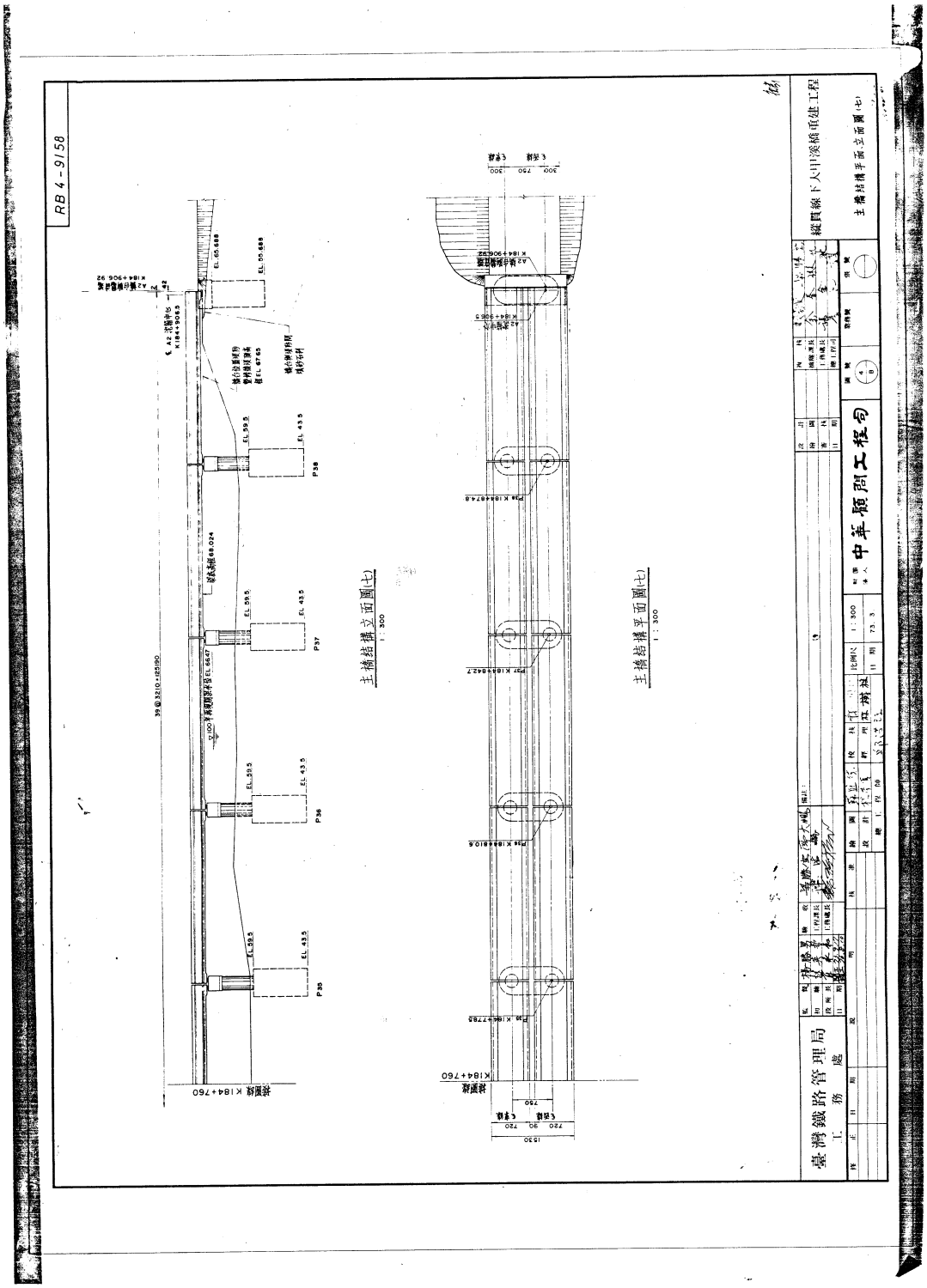
附錄 2-1


RB4-7158
主橋結構立面圖(三)
1:300
主橋結構平面圖(三)
1:300
主橋結構立面圖(四)
1:300
主橋結構平面圖(四)
1:300
縱貫線下人甲溪橋重建工程
第一次變更
主橋結構平面立面圖(三)(四)
臺灣鐵路管理局
工務一處
中華顧問工程司
1:300
73.3

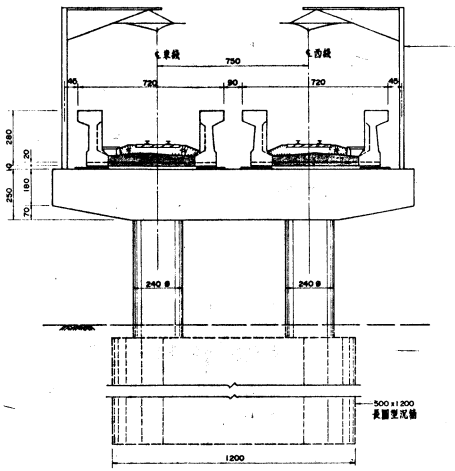
附錄 2-2


RB4-8158
主橋結構立面圖(左)
1:300
主橋結構平面圖
1:300
主橋結構立面圖(右)
1:300
主橋結構平面圖(右)
1:300
中華顧問工程司
臺灣鐵路管理局
工務處
縱貫線下大甲溪橋重建工程
第三次變更
主橋結構平面立面圖(五)
K184+570
K184+760
K184+377
P23
P24
P25
P26
P27
P28
P29
P30
P31
P32
P33
P34
EL.435
EL.592.5
EL.595
EL.599.5
EL.532.5
39@3210=125190
1:300
73.3.
72-12-5

附錄 2-3

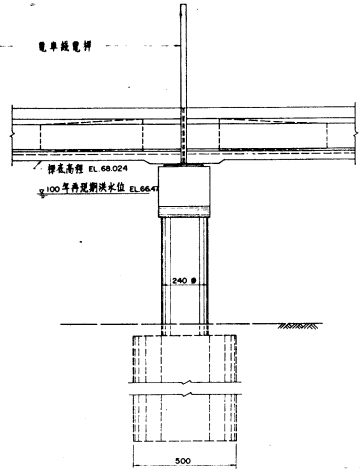

RB 4-9/58
主橋結構立面圖(七)
1 : 300
主橋結構平面圖(七)
1 : 300
縱貫線下大甲溪橋重建工程
主橋結構平面立面圖(七)
中華顧問工程司
臺灣鐵路管理局
工務處
1 : 300
73.3

RB4-10158



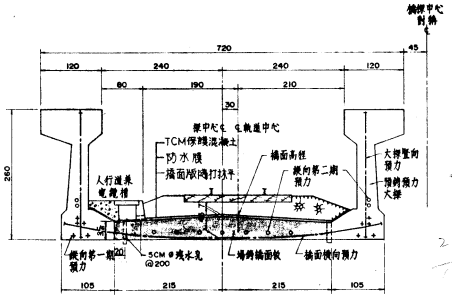
橋墩處標準斷面圖

1:100



橋墩側視圖

1:100

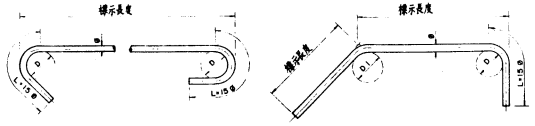


跨度中央標準斷面圖

1:40

說明:

1. 橋面防水層處理係在橋面塗瀝青一層,再塗防水膜一層(厚度約2MM),待防水膜冷凝後鋪1.2 水泥砂漿共厚15CM。
2. 道碴軌道設施及電車線電桿等不已於在本工程範圍內,惟電桿基座預埋螺栓,承已商處依互照互程師指示配合施工。
3. 橋墩立面圖中沉箱底部高程僅供參攷施工時如發現地質不良,承已商處立即通知互照互程師處理。
4. 人行道下方之橋面版僅設1.5CM之防水層,不施築瀝青混凝土。
5. 管理橋曾設於橋之兩側施工時應洽請電務部門確定設於何側其施工方式另行研定。

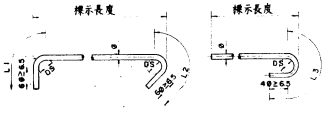


標準鋼筋彎製表

性 稱 (MM)	單位重量 (KG/M)	標準彎鉤內徑 D (CM)	45°彎筋內徑 D1 (CM)	標準彎鉤長 L (CM)	搭接長度 (CM) 壓力搭接	搭接長度 (CM) 張力搭接
D10	0.559	6	10	15	30	40
D13	0.994	8	13	19.5	40	55
D16	1.55	10	16	24	50	65
D19	2.24	12	19	28.5	60	80
D22	3.05	14	22	33	70	90
D25	3.98	15	25	37.5	75	100
D29	5.06	18	29	43.5	90	120
D32	6.41	20	32	48	100	130
D36	7.91	23	36	54	110	145

箍筋彎製表

性 稱 (MM)	單位重量 (KG/M)	彎鉤內徑 DS (CM)	彎鉤長度 (CM) L1 (90°)	L2 (135°)	L3 (180°)
D10	0.559	3	10	12	13
D13	0.994	4	12	14	15
D16	1.55	5	15	18	17
D19	2.24	6	18	21	20



臺灣鐵路管理局 工務處	監督 楊勝男	繪圖 劉武順	比例尺 如圖示	縱貫線下大甲溪橋重建工程 第一次變更
	初繪 程美哲	設計 程美哲	日期 72-12-6	主橋標準斷面及鋼筋標準彎製圖表
	段所長 李本和	校核	經理	中華顧問工程司
	日期	總工程師	工程師	圖號 5 B

72-020

附錄三

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

一、會議名稱：本所港研中心第一科自辦研究計畫第1次工作會議

二、時間：109 年 5 月 19 日(星期二)下午 2 時

三、地點：本所港研中心五樓第一會議室

四、主持人：蔡立宏主任　　紀錄：莊凱迪

五、出（列）席人員：如後附簽到表

六、討論議題：

(一)工作進度說明：

1.地工織布應用於橋墩基礎保護之沖刷模擬研究

(1)完成大甲溪下游國 3 大甲溪橋基本資料蒐集。

(2)完成地工織布現地試驗規劃。

(3)完成國 3 大甲溪橋 P27 墩之地工織布現地鋪設。

2.109 年臺灣沿岸地區金屬材料腐蝕環境調查研究

(1)完成第 1 季大氣腐蝕因子調查與金屬材料現地暴露試驗。

(2)完成 2019 年臺灣大氣腐蝕劣化因子調查年報。

3.109 年港區震災速報系統維護及地層下陷調查分析研究

(1)持續維護各港區地震災況速報系統及地震監測站儀器，使其能正常運作。

(2)於 2 月及 5 月完成第 1、2 季各地區地層分層沉陷及水位量測。

(3)預計於 7 月辦理第 1 次各港地震及動態水壓即時監測系統維護保養工作，驗收及付款事宜。

4.臺北港港區工程基本料庫擴建及網頁查詢模組建置

(1)網頁版港區工程基本資料查詢系統之架構建置。

(2)臺北港區港埠規劃圖資蒐集與查詢模組建置。

(3)臺北港碼頭與堤防設施斷面圖資蒐集與網頁展示模組建置。

5.港灣構造物維護策略研析與管理系統應用推廣

(1)國內外港灣構造物維護管理機制相關文獻研析。

(2)國內外港灣構造物新興科技運用巡檢案例蒐整。

(3)3 月 24 日邀集港公司辦理第 1 次需求諮商會議。

6.離岸風電基地母港與鄰近海域腐蝕因子調查(2/2)

(1)持續辦理金屬材料腐蝕現地暴露試驗。

(2)定期觀測與鑑別金屬試片附著海生物之種類與分佈情形。

(3)進行臺中港 4 號碼頭海域水質連續監測及採樣調查分析。

(二)針對目前研究方向與執行情形進行討論：

1.地工織布應用於橋墩基礎保護之沖刷模擬研究

(1)後續室內水工模型試驗執行方式討論。

(2)後續地工織布保護成效觀測方式的討論。

(3)地工織布的抗紫外線及耐久性問題討論。

2.109 年臺灣沿岸地區金屬材料腐蝕環境調查研究

(1)後續進行全島 109 年第 2 季、第 3 季及第 4 季大氣腐蝕劣化因子調查試驗設備取樣維護及化學分析試驗的方式討論。

(2)精進及擴充臺灣腐蝕環境分類資訊系統資料庫的方式討論。

(3)辦理部屬單位教育訓練或腐蝕資訊系統教育訓練期程討論。

3.109 年港區震災速報系統維護及地層下陷調查分析研究

(1)港區震災速報系統移轉港務公司之問題討論。

(2)速報系統簡訊傳送內容修改討論。

4.臺北港港區工程基本料庫擴建及網頁查詢模組建置

(1)港區工程基本資料查詢系統之建置討論。

(2)臺北港工程基本資料的蒐集與地質資料模組建置討論。

(3)後續公共設施管線查詢模組的討論。

5.港灣構造物維護策略研析與管理系統應用推廣

(1)後續需求研商工作會議時程及內容討論。

(2)港灣構造物維護管理資訊系統後續擴充及精進內容討論。

(3)教育訓練及應用推廣討論。

6.離岸風電基地母港與鄰近海域腐蝕因子調查(2/2)

(1)金屬試片取樣作業後續工作討論。

(2)金屬試片附著生物調查試驗後續工作討論。

(3)臺中港鄰近海域水質連續監測採樣調查分析試驗，監測項目討論。

七、結論：

(一)地工織布應用於橋墩基礎保護之沖刷模擬研究

1.針對後續室內水工模型試驗請依期程完成。

2.地工織布保護成效觀測方式是否能於現地增設攝影設備，以利觀測颱洪之水流變化及鼎塊保護工之變位情形，請納入後續觀測之評估項目。

(二)109 年臺灣沿岸地區金屬材料腐蝕環境調查研究

1.請持續建立臺灣地區構造物腐蝕環境潛勢分析之完整數據資料庫。

2.請加強推廣於交通部、公路總局、高速公路局、港務公司及顧問公司等選用金屬材料及防蝕工法參考應用，確保公共工程如橋梁、碼頭等構造物，能達到或超過設計使用年限。

(三)109 年港區震災速報系統維護及地層下陷調查分析研究

1.執行期程於 110 年結束，請提早準備未來與港務公司合作研究相關資料，安排時間討論。

2.速報系統簡訊傳送內容修改，增加「建議港務公司派員巡查，僅供參考」，以釐清權責歸屬問題。

3.請持續維護各港地震災況速報系統，使其能正常運作。

(四)臺北港港區工程基本料庫擴建及網頁查詢模組建置

1.針對後續各項網頁查詢模組請依期程完成。

2.請針對港區工程基本資料查詢系統之臺北港地質資料與公共設施管線資料的網頁查詢進行更新與建置。

(五)港灣構造物維護策略研析與管理系統應用推廣

1.請於 5 月底前再次邀集港公司代表，進行第 2 次需求諮商會議討論。

2.整理之港灣構造物維護管理機制，可歸納並做為後續檢測標準訂定之參採。

3.請依預定進度甘梯圖規劃，至各港分公司進行維護管理資訊系統介紹及相關需求諮商，以做為後續系統擴充及精進內容之方向。

(六)離岸風電基地母港與鄰近海域腐蝕因子調查(2/2)

1.後續進行金屬試片取樣及金屬試片附著生物調查試驗作業請依期程完成。

2.請彙整金屬試片腐蝕速率、附著生物數量與連續水質參數資料以統計分析探討其關聯性變化。

八、散會：下午 5 時 30 分。

會議簽到表

會議名稱：本所港研中心第一科自辦研究計畫第 1 次工作會議

時間：109 年 5 月 19 日(星期二)下午 2 時

地點：本所港研中心五樓第一會議室

主持人：蔡立宏主任 蔡立宏

單位	簽名
一科	柯正雄 張道光 賴瑞麟 張建明 林雅雯 曾文厚 黃彥儒 朝陽子 謝妙珊
二科	許[illegible] 黃茂信
三科	李修穎 蘇敏玲

附錄四

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

一、會議名稱：本所港研中心第一科自辦研究計畫第2次工作會議

二、時間：109 年 8 月 19 日(星期三)下午 1 時

三、地點：本所港研中心五樓第一會議室

四、主持人：陳副所長天賜　　紀錄：莊凱迪

五、出（列）席人員：如後附簽到表

六、討論議題：

(一)工作進度說明：

1.地工織布應用於橋墩基礎保護之沖刷模擬研究

(1)完成大甲溪下游國 3 大甲溪橋基本資料蒐集。

(2)完成地工織布現地試驗規劃。

(3)完成國 3 大甲溪橋 P27 墩之地工織布現地鋪設

(4)完成模擬現況之水工模型試驗規劃。

2.109 年臺灣沿岸地區金屬材料腐蝕環境調查研究

(1)3 月及 6 月完成大氣腐蝕因子調查與金屬材料現地暴露試驗全島 109 年第 1 季及第 2 季大氣腐蝕劣化因子調查取樣，7 月底完成相關化學分析。

(2)於 109 年 5 月 11 日出版 2019 年臺灣大氣腐蝕劣化因子調查年報並寄送交通部部屬工程單位與中華民防蝕工程學會參採，以供工程防蝕設計之引用。

3.109 年港區震災速報系統維護及地層下陷調查分析研究

(1)持續維護各港區地震災況速報系統及地震監測站儀器，使其能正常運作。

(2)於 2 月、5 月及 7 月完成第 1-3 季各地區地層分層沉陷及水位量測。

(3)預計於 9 月辦理「臺中火力發電廠地震監測站中央集錄系統儀

器更新」安裝事宜。

(二)針對目前研究方向與執行情形進行討論：

1.地工織布應用於橋墩基礎保護之沖刷模擬研究

(1)室內水工模型試驗執行方式討論。

(2)後續地工織布保護成效觀測與效益評估方式討論。

(3)後續橋墩基礎保護工法之研究方向討論。

2.109 年臺灣沿岸地區金屬材料腐蝕環境調查研究

(1)精進及擴充臺灣腐蝕環境分類資訊系統資料庫討論。

(2)調查數據之奇異值問題探討與處理。

3.109 年港區震災速報系統維護及地層下陷調查分析研究

(1)港區震災速報系統移轉港務公司之問題討論。

(2)各地區地層分層沉陷及水位量測，資料分析討論。

七、結論：

(一)地工織布應用於橋墩基礎保護之沖刷模擬研究

1.地工織布保護工法施工程序建議可納入施工設計,供高公局、公路總局等相關單位參考。

2.後續可將相關保護工法、施作時程、成本效益等做一個統整評估。

(二)109 年臺灣沿岸地區金屬材料腐蝕環境調查研究

1.請針對使用者回饋意見做為系統精進的依據。

2.後續請強化腐蝕預測模式及關連性分析之研究。

(三)109 年港區震災速報系統維護及地層下陷調查分析研究

1.執行期程於 110 年結束，後續退場機制，請先規劃並再與港務公司洽商震災速報系統及地層下陷移轉事宜。

2.速報系統於移轉前請先與港務公司說明，簡訊內容之災況初評為建議該公司之處置作為，係屬提供該公司參考性質，並請函文該公司以釐清權責。

八、散會：下午 4 時 50 分。

會議簽到表

會議名稱：本所港研中心第一科 109 年度自行研究計畫第 2 次工作會議

時間：109 年 8 月 19 日(星期三)下午 1 時

地點：本所港研中心研究大樓2樓簡報室

主持人：陳副所長天賜 陳天賜

單位	簽名
港研中心本部	蔡立宏 柯正諒 林雅雯
港研中心第一科	賴瑞興 黃子謙 莊凱翰 [illegible] 曾文偉 潘銳光
港研中心第二科	黃哉信
港研中心第三科	李修穎

附錄五

專家學者座談會議紀錄

交通部運輸研究所港灣技術研究中心會議紀錄

一、會議名稱：本所港研中心第一科109年自辦研究計畫專家學者座談會議

二、時間：109 年 6 月 23 日(星期二)上午 10 時

三、地點：本所港研中心2樓簡報室

四、主持人：蔡立宏主任　　紀錄：林雅雯

五、出（列）席人員：如後附簽到表

六、主席致詞：略。

七、研究單位簡報：略。

八、與會委員與相關人員評論：

(一)地工織布應用於橋墩基礎保護之沖刷模擬研究

1.臺灣港務股份有限公司工程處鄭智文副處長

(1)有關地工織布在橋墩基礎沖刷保護之應用，雖然沈箱保護與橋墩保護之力量來源、作用力方向、淘刷發生機制等不盡相同，但其構想來自港灣工程沈箱或海堤前緣之防淘刷保護，以地工織布保護橋墩基礎應屬合理之方向。

(2)有關織布之鋪設範圍及鋪設方向可再研究其最佳效果，另織布上方可否考慮比照拋石堤及沈箱提，填以堤心石在鼎型塊下方，可進一步保護織布及下方河床防淘刷。

2.臺灣港務股份有限公司臺中港務分公司朱志光總工程司

(1)本研究案對於道路橋梁基礎安全如何加強，是非常正面的，予以肯定。

(2)地工織物:如何鋪設、多大面積、如有經驗案例可參考最好,如無,建議對於沖刷侵蝕之現有資料多予整理分類分析，對於試驗之規劃有所助益，本案是否只作一處，是否在後期增加其他橋段試驗數量資料，可作為實証效果，推廣於他處。

(3)建議一般橋梁之常用基礎型式可簡單介紹，對於鐵路及公路、國道橋梁其易沖刷段是位於河川之上、中、下游或何處，或對於舊型橋墩較易於產生沖刷破壞，對於台灣河流短急坡降大及邊坡易坍之環境，其不利因素建議說明。

(4)建議對現地表面或地質作一簡述，對應方案之沖刷效應，過去經驗之一般工法如何，為何效果不彰?

(5)建議說明選擇大甲溪國道三號、鐵路橋下游進行現地鋪設之理由及原因。

(6)使用織布是創新或是新工法，對於使用方式可以做一簡述，其主要之功能及目的、效果之設想，試驗之印証建議可以圖說說明。

(7)因應基礎保護之型式是否會有不同之方法及位置,如橋台、橋墩、週邊範圍大約是基礎寬或深度之幾倍、消波塊、鼎塊與織布疊放方式，建議未來於報告中可稍加說明，試驗完成亦可探討假設條件與成果間之異同處。

(8)室內水工如何模擬水流及濁度、地工織物如何模擬，其比例及特

性、相關性及相似性如何建議稍加說明。

(9)對於洪水刷深之抵抗，未來是否會對於橋梁規範做一些建設性的建議，如在多大的河川或定性下哪些河川、在何位置必須考慮增加類似此工法。

(10)每月近景攝影，河床變化、鼎塊變位或流失，與附近基礎比較裸露深度等，建議設置監測系統或監視器以作觀察，有無考量用光達測量。

3.國立臺灣海洋大學河工系蔡瑤堂兼任教授

(1)現地試驗是一最直接可靠的辦法，值得肯定。今年已完成現場鋪設，預計明年才進行觀測，建議若有洪水發生即隨時觀測。

(2)水工模型試驗可用較少的經費做多種方案比較，為其優點，但地工織布的強度及泥沙沖刷在縮尺上仍有困難，因此其結果是屬定性而非定量，故與現場試驗做比較可能會有些出入。

4.交通部高速公路局大甲工務段饒書安段長

(1)本計畫之成效追蹤建議就定期及不定期分別辦理，並就河川流量(不定期、災害)及鼎塊影響沉陷範圍予以同步紀錄。

(2)建議未來可就鼎塊串聯繩索併入研究探討，因鼎塊串結亦是影響鼎塊穩定之重要因素。

(3)建議增加現地水文、水理介紹、沖刷侵蝕(過去沖刷歷史介紹)之

蒐集。

5.本所港研中心賴聖耀前研究員

(1)本研究計畫以現地試驗鋪設驗證保護工法成效，研究計畫必須且實用，值得肯定。

(2)在水工模型試驗中，很容易嘗試各種地工織布的鋪設方式，以探討保護工法的成效，在現地如何規劃各種鋪設方式？

6.本所港研中心陳桂清前研究員

(1)計畫很實務性，如果成效良好，可應用推廣。

(2)預定甘梯圖中鋪設地工織布時間恰逢颱風季節，是否適當，請可斟酌。

(3)保護成效觀測，鋪設織布之基樁與進行比對之基樁，其兩者條件是否相當?

(4)各種地工織布、工法、施工成本…等分析，建議探討。

(二)109 年港區震災速報系統維護及地層下陷調查分析研究

1.臺灣港務股份有限公司工程處鄭智文副處長

(1)有關港區震災速報系統，其提供港區地震震度與可能發生災害類型評估，建議可配合港區港灣構造物改建，適時更新通報範圍及災害評估。

(2)有關地層下陷調查分析研究，海岸線之地層下陷其範圍大，且時

程長，應進行長期之資料蒐集及分析，未來可結合水利署之海岸管理，一併提供研擬海岸下陷及氣候暖化，海平面上升之防制對策。

2.臺灣港務股份有限公司臺中港務分公司朱志光總工程司

(1)本項維護及研究案，已逐步建置長期觀測資料，有系統的統計分析、整理是值得肯定的，對於港區哪些區位易於液化及對於歷史地震、水位資料、工程基本資資料庫擴建及網頁查詢建置是重要及必要的，可提供港灣工程規劃設計、廠商建置設施之重要參考依據，對於中心此項工作予以肯定。

(2)地層下陷大區域之相對位置高程是否可以有三度空間的圖形立體呈現或時間歷程與沉陷量的展示。

(3)對於結構物所在位置之下陷量與鄰近或遠一點之沈陷量相對比較，或許可得到差異沈陷量，大區域之填土區已設置基礎設施，如防波堤頭、堤身、堤根，排水設施、箱涵、建物、地下結構物等，其興建期與現今、未來之下陷量比較，與貴中心之潮汐潮位、暴潮位、附近地面之高程，可否有防災預警系統，如淹水、暴雨、颱風大潮時，地面沈陷量大的地方造成排水系統水頭差不足而積水，碼頭高程不足、越波量大於設計量等，布袋港即有多次情況。

(4)有些地區、港區下陷狀況較為嚴重，且如有不均下陷發生，對於

原設計設施或結構物基礎等之水平高程，大區域或局部排水系統會造成嚴重的影響，因此對於觀測結果，如何能適當的運用在管理面上是重要的，例如在平面上之觀測結果沈陷速率，提供未來新填地填土高程、排水系統、土木、建物、道路高程等規劃設計參考依據。

(5)對於易下陷地區，港公司應有歷年測量高程資料，但對於港區地面高程逐年小幅沈陷變化量，並不足以示警，目前亦尚無對於整區下陷之預警及未來到何程度需先辦理超前佈署之因應措施，建議此部份如可能的話，可以在本研究案內或下次研究案內予以納入研究，未來可提出對港公司維管之建議。

3.國立臺灣海洋大學河工系蔡瑤堂兼任教授

(1)本計畫為連續性計畫，已執行多年，建議鼓勵港務機關多使用，並把使用心得回饋，使系統更可靠好用。

4.本所港研中心賴聖耀前研究員

(1)震災速報系統建議定期以新的調查資料和研究成果更新液化模組。

(三)臺北港港區工程基本資料庫擴建及網頁查詢模組建置

1.臺灣港務股份有限公司工程處鄭智文副處長

(1)有關臺北港港區工程基本資料庫建置，建議可結合港灣構造物維

護管理系統，未來港區巡查及維修照片均加入 GPS 座標系統，將港區維護管理及維修紀錄與圖形化及 GIS 資料結合。

(2) 亦可納入 3D 港區管線資訊系統，一併管理及顯示。

2.臺灣港務股份有限公司臺中港務分公司朱志光總工程司

(1)本項臺北港港區工程基本資資料庫擴建及網頁查詢建置是重要及必要的，可提供港灣工程規劃設計、廠商建置設施之重要參考依據，對於中心此項工作予以肯定。

(2)建議針對該港填土之來源及後續填築完成之土質資料搜集後做一補充，填築時間、完成時間、地表沈陷量、水位、臺北港監測資料等，未來可提供投資商評估地質條件之參考

(3)對於原有海床與人工填築高度等資料多搜集，基港分公司可多予提供，以完整資訊系統。

(4)土壤參數、相關試驗值愈多愈好，離岸風電國外廠商港區或海床地質，有偏好採用荷式錐貫入試驗結果，因此對於與 N 值之試驗結果，建議未來可以試做比較研究，將研究結果供大家參考。

3.國立臺灣海洋大學河工系蔡瑤堂兼任教授

(1)本計畫為連續性計畫，已執行多年，建議已建置完成之港區把使用心得回饋，使本系統更可靠好用。

4.本所港研中心陳桂清前研究員

(1)港區工程基本資料庫系統已陸續建置多年，過去的基本資料如港區地層鑽探、地下水位變化、鋼板樁厚度及腐蝕速率等，都由本所執行現地調查取得，未來相關資訊可否藉由港務公司取得?

(2)輔助港及離島地區之港區是否有考慮納入本系統之建置與查詢?

(3)顧問公司及港務公司運用本資料庫的情形為何?請說明之。

(四)港灣構造物維護策略研析與管理系統應用推廣

1.臺灣港務股份有限公司工程處鄭智文副處長

(1)有關港灣構造物維護管理系統，建議可朝直覺化且資訊化的方式，提供巡查及維護人員最簡便的作業方式，以節省人力及有系統的完整保留維護紀錄。

(2)有關新興科技應用於港區巡檢案例，在水面及水下部分，建議可考慮納入港區海面油污偷倒之監控系統，及海床高程即時監測系統。

2.臺灣港務股份有限公司臺中港務分公司朱志光總工程司

(1)中心持續辦理針對港區碼頭與防波堤等港灣構造物進行現況調查與檢測評估，並持續精進擴充既有港灣構造物維護管理系統並優化功能，以利於構造物檢測及管理作業邁向自動化，提供未來設計與維護參考應用，對於港區維護管理單位，實用性非常高，值得肯定的。後續這工作是重要必要的，順便在此也感謝中心的

協助及展現很好的成果供港公司使用，成果如中港 8A、30 號碼頭調查。

(2)提供使用者快速紀錄港灣內各項問題及狀況，以利後續查詢及追蹤使用，可快速紀錄港灣內各項問題與狀況，巡查或檢測時如有發現相關設施有缺失或問題，可立即使用手機瀏覽器連線至管理系統，建議未來在功能上操作流程設計上以簡單快速紀錄為主。

(3)對於使用新興科技 UAV、AI 辨識應用於港灣設施巡檢，擴充資訊系統及 App 功能，是否包含水下或機器人，未來可否有影像判斷裂縫寬度及長度，以高的解析度判斷高低差距離。

(4)建議研究案報告內容、資訊系統及 App 可多說明人員數之使用有否限制，如何申請及管理，對於無法立即連網於行動應用上，是否可以離線應用。

(5)建議說明系統有否整合做出年度各設施總合輸出統計表:如缺失之金額及件數、整個台中港年度維護支出，另建議未來搭配船席之使用率或裝載方式與缺失發生之關係，未來亦可作為碼頭規劃管理維護評估改善設計依據或管理手段調整。例如使用行為不同於一般碼頭，使用具侵蝕貨類或經常灑水或含水量高導致滲入版筋腐蝕、道路或鋪面損壞。

(6)本分公司已有委外巡查，對於實務上可請貴中心與本分公司共同

搭配，試辦一次放入契約發包內執行。

(7)對於訓練部份，因公司內部為讓同仁多方學習專長，常調整工作單位，建議調查港公司需求，辦理訓練。

(8)對於現有各分公司委外巡查、檢測之辦理，另系統功能如何快速介接委外廠商自已系統之調查結果，或統一運用貴中心之系統，建議此部份可辦理座談會邀集承攬商提供建議。

3.國立臺灣海洋大學河工系蔡瑤堂兼任教授

(1) 探討相關新興科技，如 UAV、AI 等應用於港灣設施巡檢之可行性，是未來的趨勢，方向正確，值得肯定。

4.本所港研中心陳桂清前研究員

(1)港灣構造物維護管理系統已陸續建置並辦理教育訓練多年，港務公司使用的情形如何?請說明。

(2)本系統與港區工程基本資料庫未來可考慮整合，以利後續執行維護管理決策。

(3)新的科技設備(UAV、AI 辨識、光達…等)應用於港區設施巡檢，可提升巡檢效力。

(4)本維護管理系統建議與港務公司相關人員溝通，建立可行、便利、有效的維護管理機制。

(五)109 年臺灣沿岸地區金屬材料腐蝕環境調查研究

1.臺灣港務股份有限公司工程處鄭智文副處長

(1)有關臺灣沿岸地區腐蝕環境調查研究，建議可納入海氣象觀測資訊系統，即時顯示腐蝕程度，並可紀錄進行長期回歸分析，找出各港區各水域之長期腐蝕程度，提供耐腐蝕設計之參考。

(2)港區鋼構造物之耐腐蝕，包括潮間帶及水下部分，是否有其他新興科技可提供作為防腐蝕作為，例如新興材料、電氣防蝕等。

2.臺灣港務股份有限公司臺中港務分公司朱志光總工程司

(1)臺灣處亞熱帶飛沫帶、潮汐帶、水中帶三位置進行暴露 3 次，9 月 12 月 15 月(附著生物分析)是有必要的，可與港之水質調查資料結合，提供防蝕設計參考、選用金屬材料依據、確保達到設計年限、降低社會成本、提高經濟效益，這項研究是有其重要性及必要性。

(2)對於大氣腐蝕影響有個案例，如自動機器手臂之工廠設置或組裝，考慮其精密性，其位於港區，設置成本及維護成本考量，鹽害較一船倉庫高，因此建議考量如何設置或設綠帶、施做林地、隔離海鹽，是否有具成效之對策，可供港務公司及投資商之成本評估參考。

(3)對於耐侯 304 常用，但常出現銹斑，316 情況亦同，同樣位於高鐵站室外，情況就好許多，因此對於港區內選用之材料是否需另

作表面處理，及其防蝕效果如何，建議可考量納入探討，例如:對於工程之設計，其鋼材厚度需加厚，因此費用亦會隨之提高。另如何透過這研究成果，作一防蝕設計依據，避免設資商或工程標案之投標商對於設計規範有所質疑，為何鋼板要加厚：例如臺中分公司有一倉庫標案，彩色鋼板設計要耐厚一點，投標廠商說綁標等。

(4)2019 調查報告中，各材料腐蝕速率以中部及鄰近試驗結果值較高，北、南部較低，這部份是否有什麼解釋或未來會更近一步的深入研究有那些相關影響因子，與空氣品質是否有相關，或水中溶解之空氣二氧化碳有相關。

(5)對於試驗結果值與地域、氣侯條件、或環境空氣中化學成份條件相關性之分析，是否有做?建議稍作說明。

3.國立臺灣海洋大學河工系蔡瑤堂兼任教授

(1) 96 年開始金屬材料腐蝕環境調查，104 年開始水下長期金屬腐蝕暴露試驗，都已經累積可觀的寶貴資料，建議建立向使用單位推廣的機制，讓使用單位能充分使用這些資料。

4.本所港研中心陳桂清前研究員

(1)本計畫已進行多年，成果相當豐碩，在國內為金屬腐蝕基礎資料最完整的資訊，但歷年來增加的試驗點不多，涵蓋的面積仍有不

足，建議後續可考慮增加若干試驗點，同時可考慮增加離島地區。

(2)計畫名稱敘及「沿岸」地區，與內容相照，似有不相稱，建議後續計畫在名稱上應妥適修正，以符內容。

(3)本計畫包括有大氣與水下腐蝕環境的調查，歷年數據相當完整，建議後續可朝環境因子關聯性探討。

(4)建議統計使用本基本數據的單位、次數，以彰顯推廣成果。

（六）離岸風電基地母港與鄰近海域腐蝕因子調查(2/2)

1.臺灣港務股份有限公司工程處鄭智文副處長

(1)有關離案風電基地母港與鄰近海域腐蝕因子調查，是否有包括離岸風機 設置海域之腐蝕因子調查，是否有包括水上大氣腐蝕因子分析。

(2)本案可考慮離岸風機水下防蝕及大氣防蝕對策之研究。

2.臺灣港務股份有限公司臺中港務分公司朱志光總工程司

(1)本案因國外環境不同，腐蝕防治規範不一定適用，且缺乏本土化海上風力發電相關防蝕設計研究，有必要進行本土海域腐蝕因子調查，以利防蝕工法設計，可避免或降低工程災損，此研究是重要的，未來離岸風電生產、組裝、維管均需本土化，如何降低本土廠商之成本，亦是必要的研究。

(2)港之水質調查資料，每個港地形及水質條件不同，建議可以論述

對於高雄港、台中港、基隆港，各港區均有市區大排排入，水質會受影響，這類對金屬材料腐蝕之關聯性是否有影響，可以說明在鹽度、溶氧、導電度(中龍)、酸鹼度、水溫、總溶解固體量、濁度、水質變化趨勢與影響，研究結果可提供不同港區環境條件下之防蝕設計參考、選用金屬材料依據、確保達到設計年限、降低社會成本、提高經濟效益。

(3)本次研究期間 15 月(附著生物分析)但工作預定進度表只有 12 個月，建議說明。

(4)本次與 108 年於台中港 4 號碼頭飛沫帶、潮間帶、水中帶 6 個週期-2 次取樣-2 次向光背光，109 年有 3 次，多 1 次，建議可說明為何?為何增加次數。

(5)有無考量對各區之海水內含微生物量之分析與附著生物之關係。

(6)有無考量與台電、中鋼合作在海外風機上做調查研究。

3.國立臺灣海洋大學河工系蔡瑤堂兼任教授

(1)台中港離岸風電碼頭:#2、#5A、#5B、#36 及#106，本計畫在#4 碼頭，而水下金屬腐蝕試驗在#1 碼頭，後者試驗時間較長，建議兩者互相印證並互補。

(2)水質監測範圍建議盡量涵蓋未來離岸風場。

4.本所港研中心陳桂清前研究員

(1)海生物對金屬的腐蝕機制、影響比例等相當複雜、不易釐清，如果經費不足，建議暫不納入探討範圍。

(2)試驗材料、成份是否與現地風機設備相近?

(3)建議在風機基地架設試驗點，擷取現地實際環境下之腐蝕狀況。

(4)建議可增加防蝕工法的試驗(例如塗裝、陰極防蝕…等)。

(5)本計畫中之水質監測(臺中港#4 碼頭)與實際風機基地海域如何比對?

九、主席裁示：專家學者所提意見，請研究單位列入計畫之研究方向及內容修訂辦理。

十、散會：中午 12 時 10 分。

會議簽到表

會議名稱：本所港研中心第一科109年自行研究計畫專家學者座談會議

時間：109 年 6 月 23 日(星期二)上午 10 時

地點：港灣技術研究中心 2 樓簡報室

主持人:蔡立宇　　紀錄:林雅雯

單位	簽名
國立臺灣海洋大學河工系 蔡瑤堂兼任教授	蔡瑤堂
臺灣港務股份有限公司臺中港務分公司 朱志光總工程司	朱志光
臺灣港務股份有限公司工程處 鄭智文副處長	鄭智文
交通部高速公路局大甲工務段 饒書安段長	饒書安
本所港研中心賴聖耀前研究員	賴聖耀
本所港研中心陳桂清前研究員	陳桂清
本所港研中心柯副主任正龍	柯正龍
本所港研中心第一科賴科長瑞應	賴瑞應
本所港研中心第一科張研究員道光	張道光
本所港研中心第一科曾研究員文傑	曾文傑
本所港研中心第一科羅副研究員建明	羅建明
本所港研中心第一科黃助理研究員宇謙	黃宇謙

附錄六

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
饒書安委員	
1. 報告 3-2 頁，表 3-1 橋梁基本資料，請修正為本次試驗橋墩之基礎型式、長度及尺寸資料。	遵照辦理，詳報告 3-2 頁。
2. 報告 4-2 頁，圖 4.2 圖面墩號標示錯誤，相關墩號均為下游側非上游側，建議另標示其鄰近 3 墩號。	遵照辦理，詳報告 4-2 頁。
3. 報告 6-15 頁，請補充說明於國道 3 號大甲溪橋北上側 P24L 路肩拍攝，該處因路肩寬度不足 3 公尺，停車拍攝會跨進車道，除非另有交維措施辦理，否則易造成行車安全。	感謝委員建議，已補充於報告 6-14 頁。
4. 報告 6-2 頁，建議補充織布鋪設單元間之綁紮作業圖說。	遵照辦理，詳報告 6-2 頁。
5. 報告 6-16 及 6-17 頁，圖 6.22 及圖 6.23 建議加註墩號及水流方向，以利未來觀測比對。	遵照辦理，詳報告 6-15 頁及報告 6-16 頁。
6. 報告 3-7 頁，3.5 大甲溪下游河段特性有關河床質，建議文字補充敘述。	遵照辦理，詳報告 3-7 頁。
朱我帆委員	
1. 報告 1-1 頁，「墜」落，錯別字請修正。	遵照辦理，詳報告 1-1 頁。
2.報告 6-3 頁，防護層織物、保護層織物，請統一用詞。織布、高強度織布，也請統一用詞。	遵照辦理，詳報告 6-2 頁。

審查意見	辦理情形
3.表 3-3、表 3-4 及表 3-9 之河床高、沖淤深度及橋梁長度底高，請標示單位。	遵照辦理，詳報告 3-8 頁、報告 3-9 頁、報告 3-11 頁。
4.報告 5-5 頁，圖 5.6 請標示最大沖刷位置及深度，以利瞭解區位，圖 5.9 及圖 5.12 請一併處理。	遵照辦理，詳報告 5-5 頁、報告 5-8 頁、報告 5-10 頁。
5.報告 5-11 頁，鼎型塊結合地工織布保護工之沖刷深度為 1.4 公分，與 5-9 頁 1.6 公分不符，請確認。	遵照辦理，詳報告 5-11 頁。
6.建議後續可再以室內模型試驗，研究其他或更有效益之橋基保護方式，以利未來現地試鋪之應用。	納入後續計畫辦理。
7.建議可與臺鐵合作，試做於適合之臺鐵橋梁。	納入後續計畫參考辦理。
林雅雯委員	
1.本研究進行水工模型試驗及現地試驗，渠槽試驗條件(含文獻蒐集)及現地試驗施工規劃佈置完整，研究內容豐富紮實，值得肯定。	感謝委員肯定。
2. 報告 4-8 頁，底床質均勻性，其底床質幾何標準偏差σg 公式建議列出。	遵照辦理，詳報告 4-9 頁。
3. 報告 5-5 頁，圖 5.6、5-8 頁圖 5.9 及第 5-10 頁圖 5.12 試驗結果黑白印刷看不清楚。	定稿報告將以彩色頁印刷。
4. 報告 6-17 頁，以近景攝影及 3d 建模，有前後期比對變位量嗎?有拍對照組嗎?	現階段僅止於後續觀測評估階段，後續執行將會納入考量。
5. 附錄二，臺鐵海線大甲溪橋橋梁基本資料有無必要放置，請再考量。	因本研究對象主要以大甲溪下游的橋梁為主，爰此，建議納入。

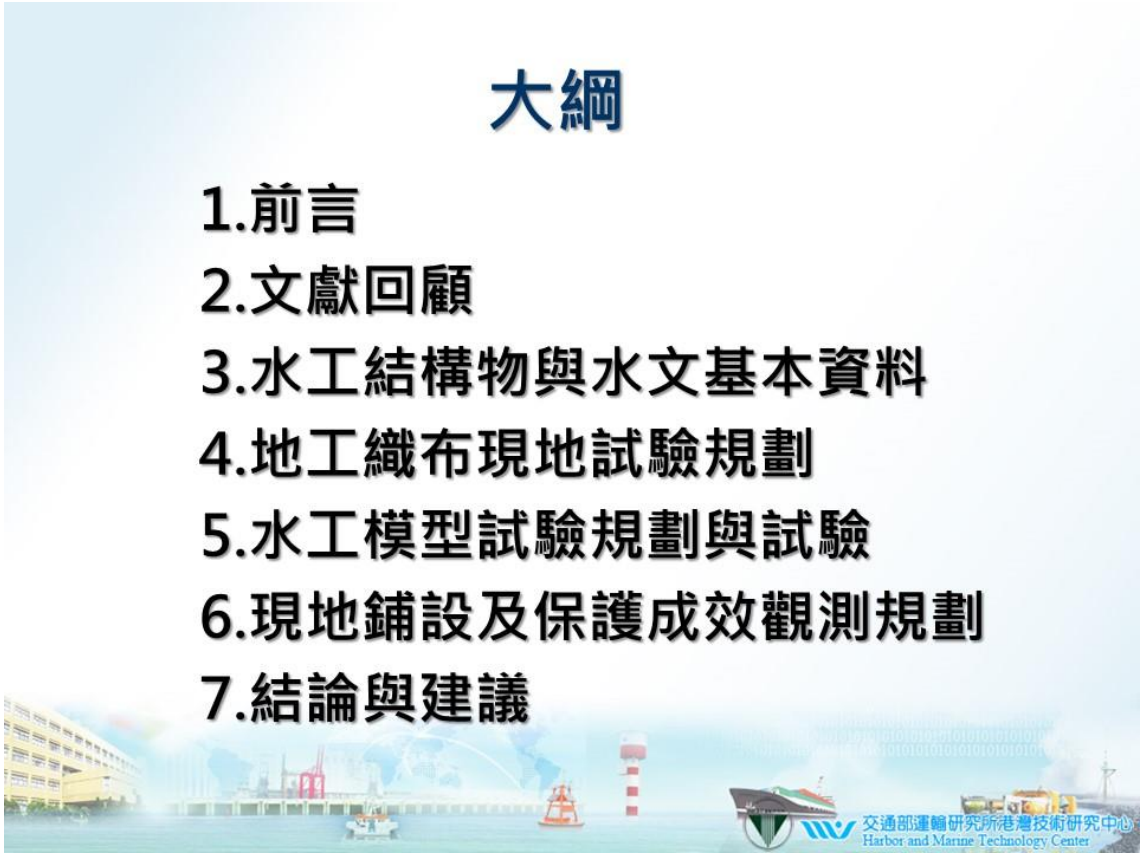
審查意見	辦理情形
6. 水工模型試驗流程圖中最後一個流程，更換橋墩保護工法應該有是或否的下一步驟，否則結束，是則回到安置橋墩模型或重鋪河床質。	感謝指正，已修正，詳報告 5-1 頁。
7. 使用重錘量測河底地形是否合宜，建議再評估，因橋梁梁底至河道約 20 公尺。	納入後續研究評估。
蘇青和委員	
1.本研究利用模型試驗及現地試驗探討地工織布應用於橋墩基礎保護，成果甚佳。	感謝委員肯定。
2.後續建議強化模型試驗之試驗精度，可替代現地試驗高成本之效益。	納入後續研究辦理。
黃俊豪委員(書面意見)	
1.橋基沖刷裸露係我國橋梁斷落最主要威脅。本計畫以地工織布應用於保護橋墩基礎為題進行模擬研究，計畫性質雖屬自辦型研究，惟除進行室內水工模型試驗，亦前往國 3 大甲溪橋現場進行實地鋪裝，相關辦理內容兼具理論與實務，且具高度實用性，先予肯定。	感謝委員肯定。
2.表 5-1 主要呈現各方案最大沖刷深度，建議後續研究可透過近景攝影呈現並比對橋墩上、下游一定範圍內河床面高程變化情形，特別是緊鄰鼎塊外圍之區域，俾利了解各方案影響範圍及應注意現象。。	納入後續研究辦理。
3.鼎塊配置應係值得研究課題，本研究鼎塊分 2 圈擺放，建議後續研究可模擬其他不同組合，並嘗試最適擺放模式供參。	納入後續研究辦理。

審查意見	辦理情形
4.本地工織布橋基保護工法雖具固床功效,惟各式保護工法均有其極限，當河床逐年下刷達一定程度時，其固床能力可能大幅下降,建議後續研究可嘗試模擬其極限狀態，供各界參考。	納入後續研究辦理。
5.中部地區除大甲溪流域橋梁外,亦有部分橋梁正面臨橋基沖刷威脅，為擴大研究成效，建議可透過 TBMS 蒐集該類型橋梁及其權管機關，並將本研究成果函送前述機關參考。	感謝委員建議，地工織布橋基保護工法宜經後續現地驗證其成效後，再予以推廣至相關橋管單位應用。
李俊穎委員(書面意見)	
1. 本案進行水工試驗及現地試驗工作，可以現地驗證設計可行性並供後續計畫參考。。	感謝委員指教。
2. 建議後續進行現場 3 維地形量測以利後續計畫驗證。	納入後續研究辦理。
3. 建議後續可針對地工織布耐候性評估。	納入後續研究辦理。

附錄七

簡報資料


交通部運輸研究所港灣技術研究中心
地工織布應用於橋墩基礎保護之沖刷模擬研究
報告人：賴瑞應
中華民國109年12月11日


大綱
1.前言
2.文獻回顧
3.水工結構物與水文基本資料
4.地工織布現地試驗規劃
5.水工模型試驗規劃與試驗
6.現地鋪設及保護成效觀測規劃
7.結論與建議
交通部運輸研究所港灣技術研究中心
Harbor and Marine Technology Center

前言(1/7)

沖刷問題

颱洪沖刷橋墩基礎

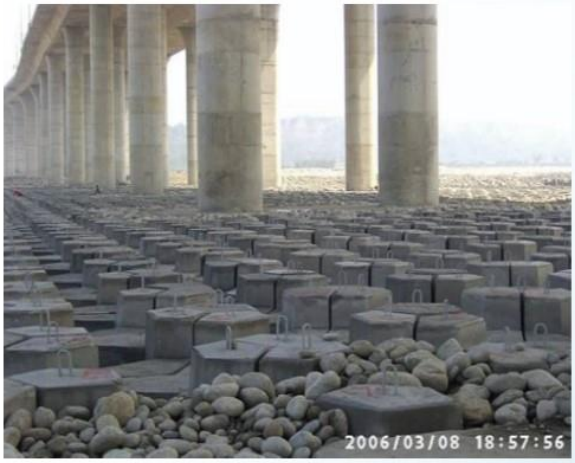
前言(2/7)

沖刷問題

墩帽基樁裸露

前言(3/7)

保護措施



民國95年鍍鋅鐵絲蛇籠加鼎型塊保護措施

前言(4/7)

保護措施破壞

鼎型塊流失

前言(5/7)

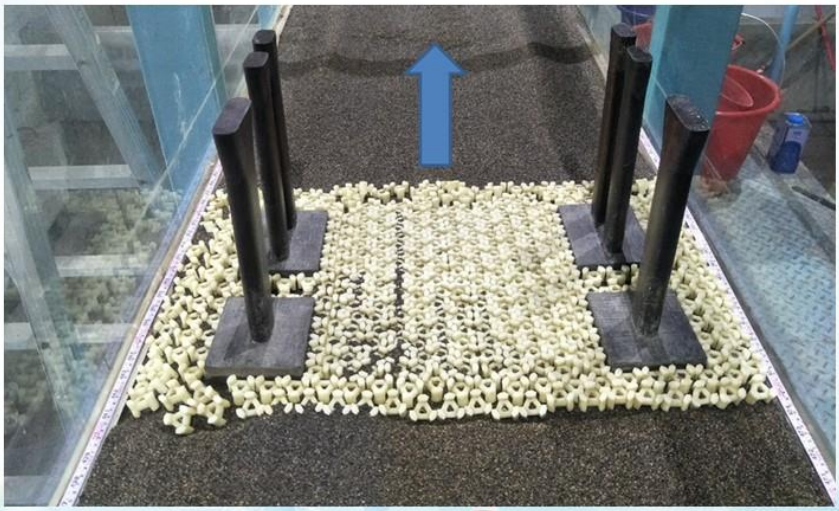
鼎型塊+織布

7

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

前言(6/7)

沖刷8小時，鼎型塊滑動情形



8

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

前言(7/7)

目的

1. 藉由現地試驗，驗證地工織布保護工之施工性及保護成效。
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。

文獻回顧

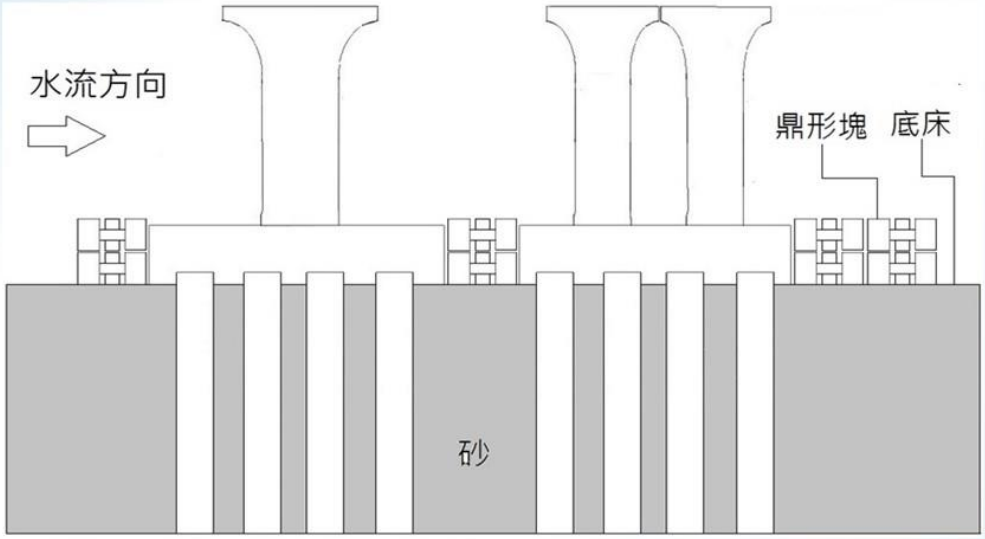
年	計畫名稱	摘要
97	地工織物在山區道路邊坡保護之應用(單明陽等)	地工織物箱型石籠裝填腐質土或現地礫石，設置於路肩邊溝坡趾間其透水性佳，能有效抑制道路下坡段崩塌。
92	地工織布於海洋環境中之工程特性(潘坤亮)	織布受紫外線照射後，其強度折減嚴重，尤其是未加入抗紫外線劑之PET織布，於第二個月時強度折減已達一半以上。
97	模擬濁流中地工織物損傷之室內試驗(黃景川)	探討濁流中顆粒濃度、流速、延時等因素對地工織物強度損傷之定量影響。研究發現織物之強度折減率與濁流之延時成非線性關係，損傷部位集中於立體編織之凸出處。
102	國道1號中沙大橋墩基沖刷治理計畫委託技術服務工作(高公局委託臺大)	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。
107	國道三號大甲溪橋橋墩保護工法研究	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。

水工結構物與水文基本資料(1/6)

竣工時間	民國92年
跨度	28~66m
總長	2,850m
基礎形式	直接基礎與樁基礎
基礎深度	20m
河川斷面編號	9-1
計畫流量 Q_{100}	10,300 cms
縱坡降	1/88

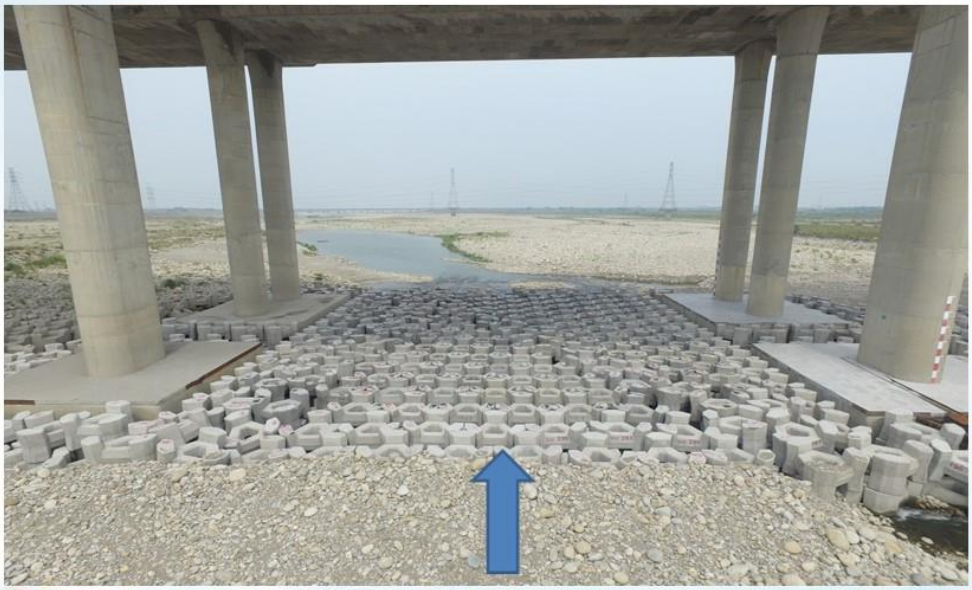
國3大甲溪橋民國106年深槽區橋墩及保護工

水工結構物與水文基本資料(2/6)



深槽區橋墩及保護工斷面示意圖

水工結構物與水文基本資料(3/6)



民國107年深槽區橋墩及保護工

13

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

水工結構物與水文基本資料(4/6)

民國109年地工織布鋪設後的狀況

14

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

水工結構物與水文基本資料(5/6)

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 (m)	99-97 年	100-99 年	101-100 年	102-101 年	103-102 年	106-103 年	107-106 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」[15]，經濟部水利署第三河川局，2018.12

15

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

水工結構物與水文基本資料(6/6)

大甲溪下游橋梁通洪能力檢討成果表

橋名	斷面編號	橋梁長度	橋梁梁底高	現況河道 Q_{100}洪水位 (m)	橋梁梁底高-現況河道 Q_{100}洪水位(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」[15]，經濟部水利署第三河川局，2018.12

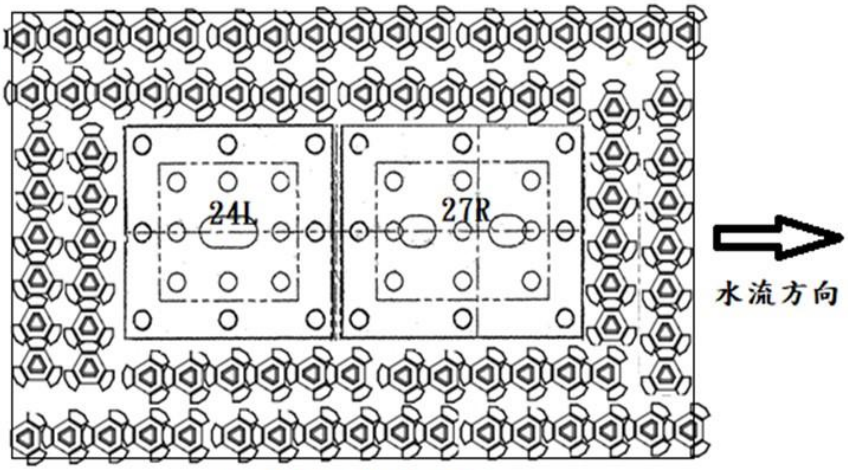
16

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

地工織布現地試驗規劃(1/3)

- 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。

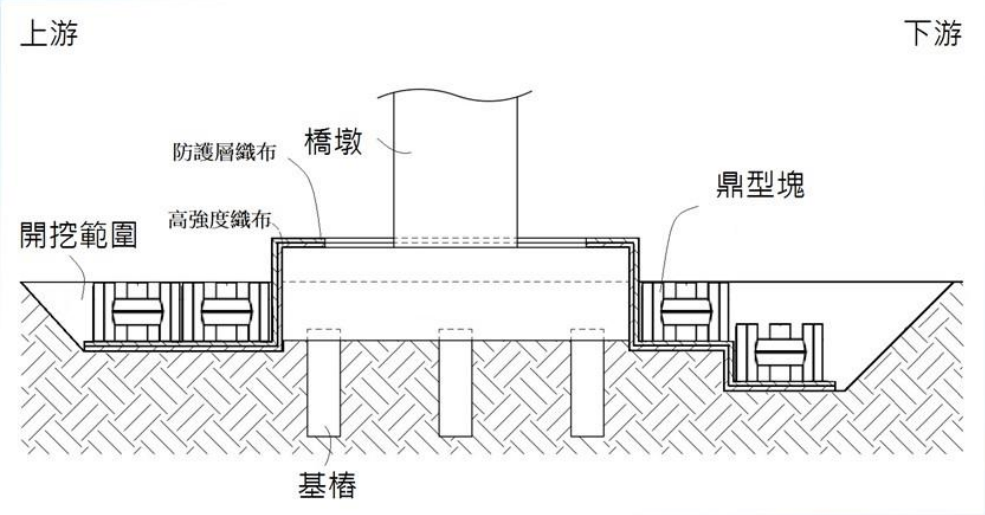
地工織布現地試驗規劃(2/3)



織布鋪設於鼎型塊之下

鼎型塊及織布鋪設平面示意圖

地工織布現地試驗規劃(3/3)

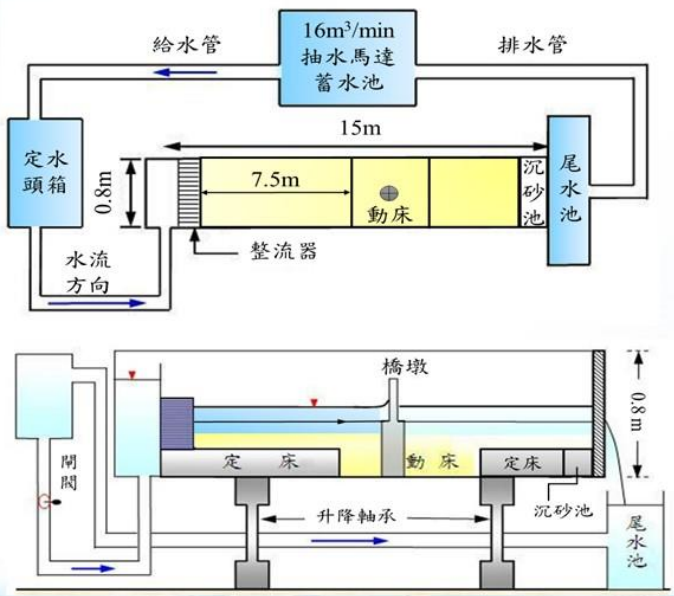


鼎型塊及織布鋪設斷面示意圖

19

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

水工模型試驗規劃與試驗(1/13)

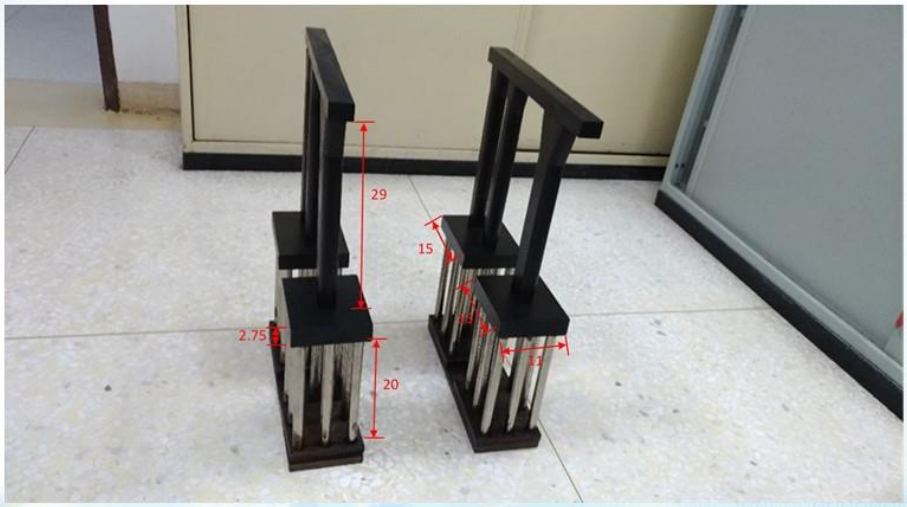


20

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

水工模型試驗規劃與試驗(2/13)

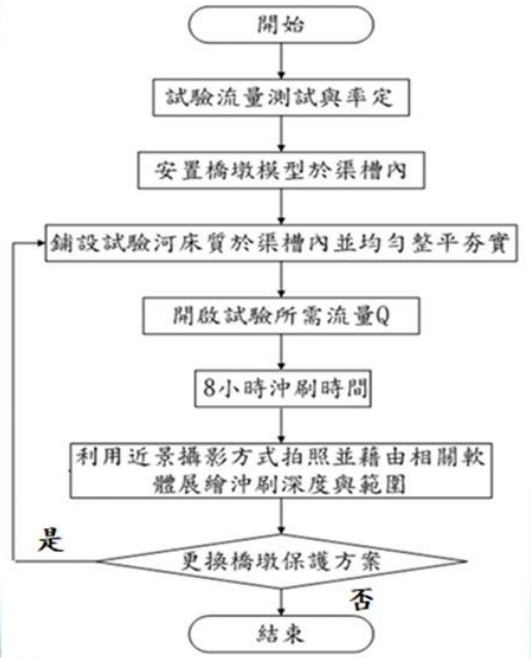
橋墩模型(單位：公分)



21

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

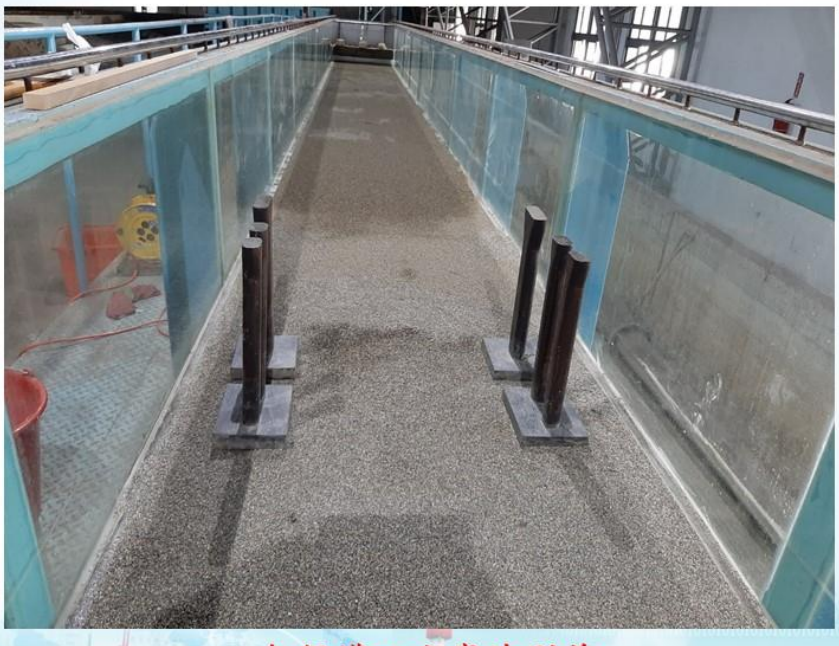
水工模型試驗規劃與試驗(3/13)



22

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

水工模型試驗規劃與試驗(4/13)



無保護工方案沖刷前

23

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

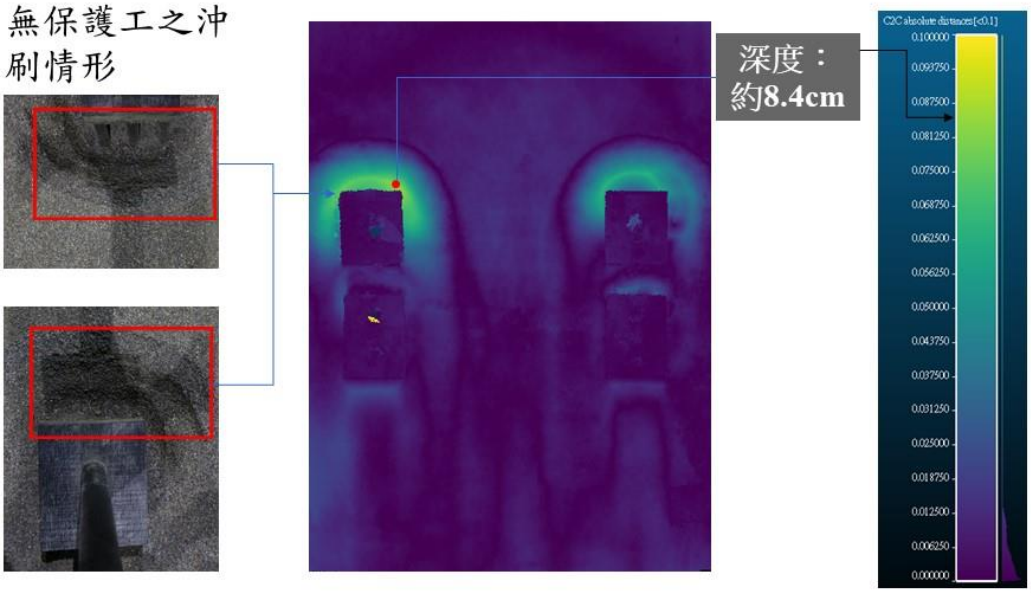
水工模型試驗規劃與試驗(5/13)

無保護工方案沖刷後

24

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

水工模型試驗規劃與試驗(6/13)



25

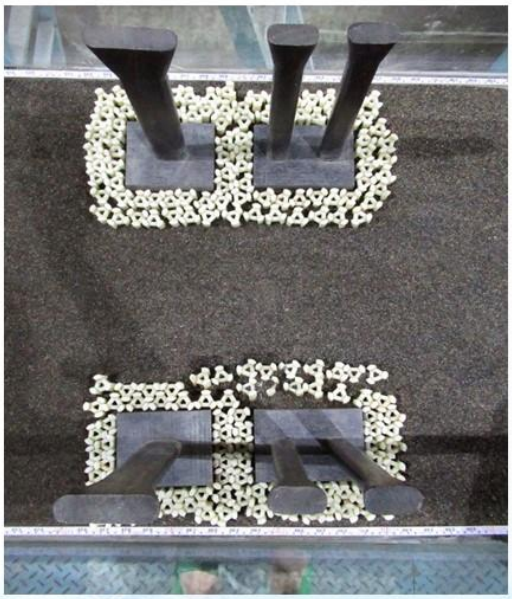
水工模型試驗規劃與試驗(7/13)

鼎型塊圍繞橋墩基礎保護方案試驗模型

26

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

水工模型試驗規劃與試驗(8/13)



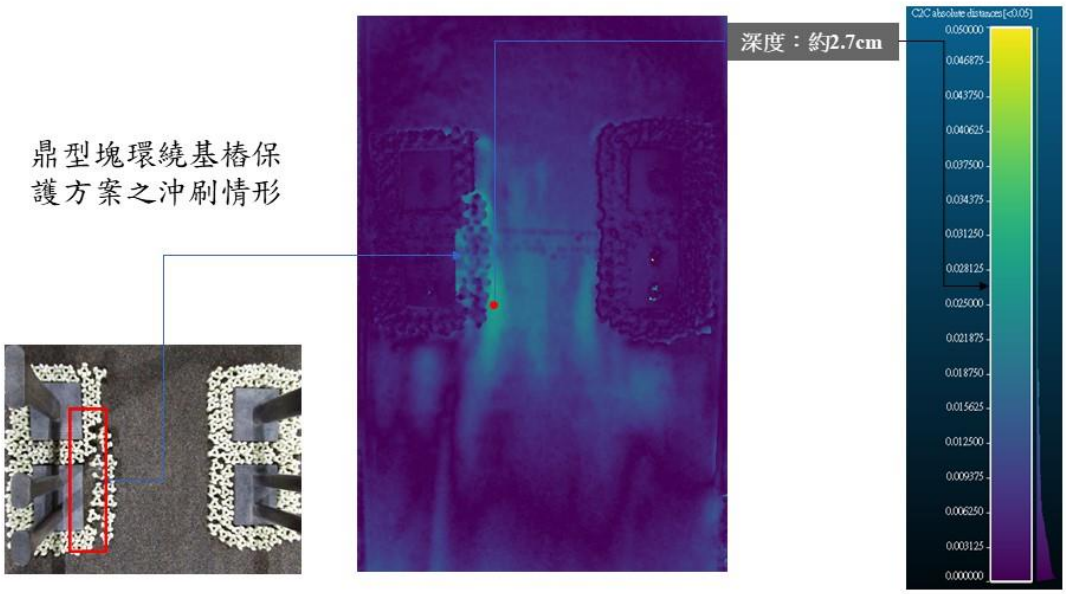
鼎型塊圍繞橋墩基礎保護方案沖刷情形

27

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

水工模型試驗規劃與試驗(9/13)

鼎型塊環繞基樁保護方案之沖刷情形



單位：公尺

28

水工模型試驗規劃與試驗(10/13)

鼎型塊結合地工織布圍繞橋墩基礎保護方案試驗模型

29

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

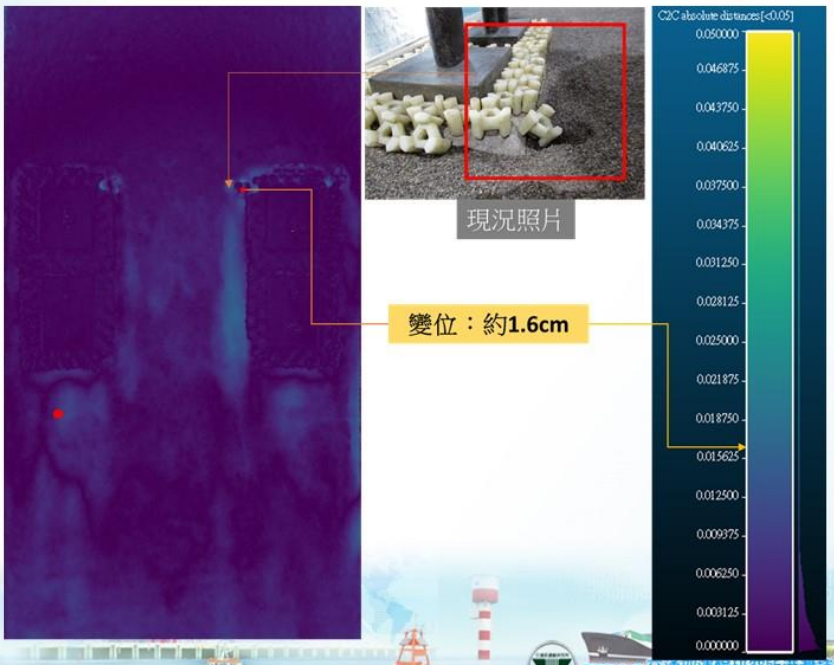
水工模型試驗規劃與試驗(11/13)

鼎型塊結合地工織布圍繞橋墩基礎保護方案沖刷情形

30

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

水工模型試驗規劃與試驗(12/13)

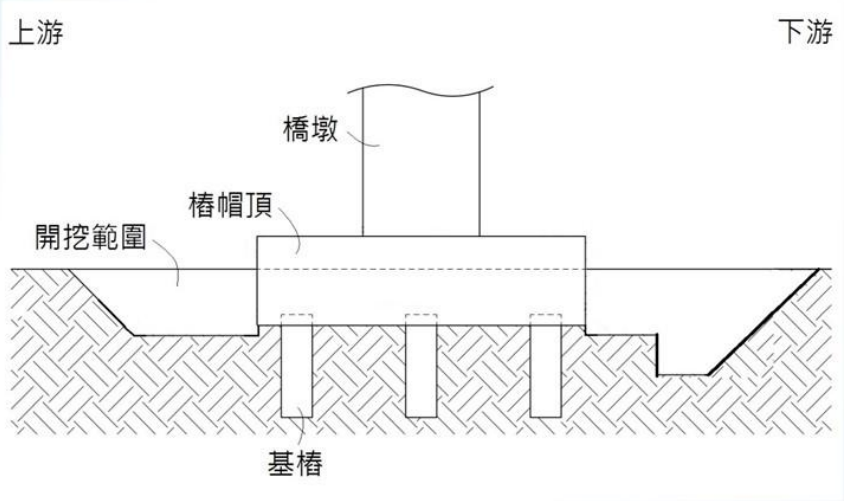


水工模型試驗規劃與試驗(13/13)

不同方案最大沖刷深度及鼎型塊穩定度比較

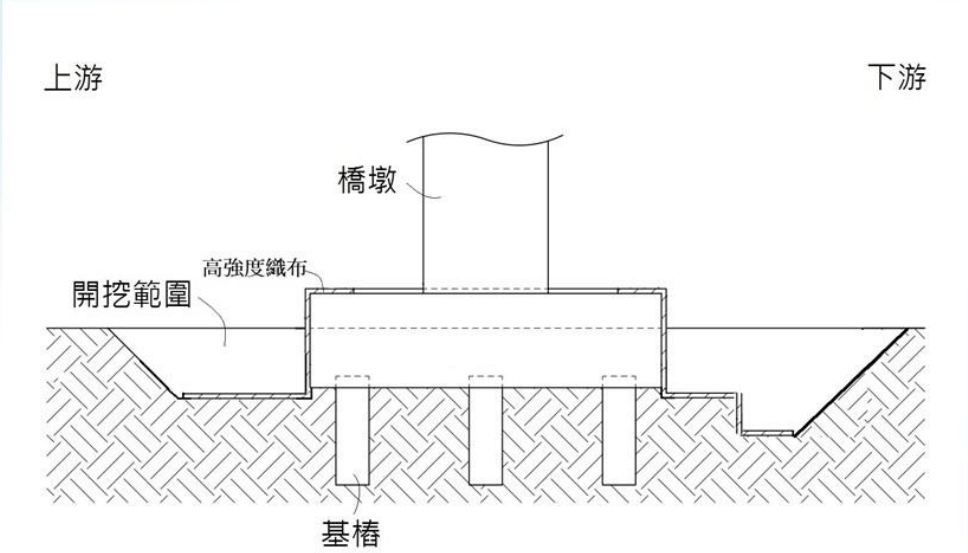
方案	最大沖刷深度（cm）	鼎型塊穩定度
無保護方案	8.4	–
鼎型塊圍繞橋墩基礎	2.7	鼎型塊流失嚴重
鼎型塊結合地工織布圍繞橋墩基礎	1.6	鼎型塊流失輕微

現地鋪設及保護成效觀測規劃(1/21)



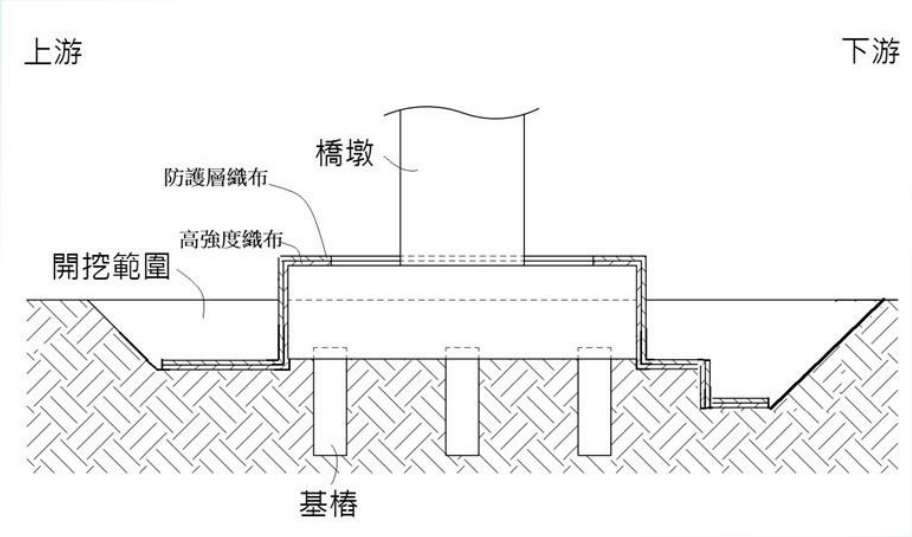
橋墩基礎周圍整地範圍示意圖

現地鋪設及保護成效觀測規劃(2/21)



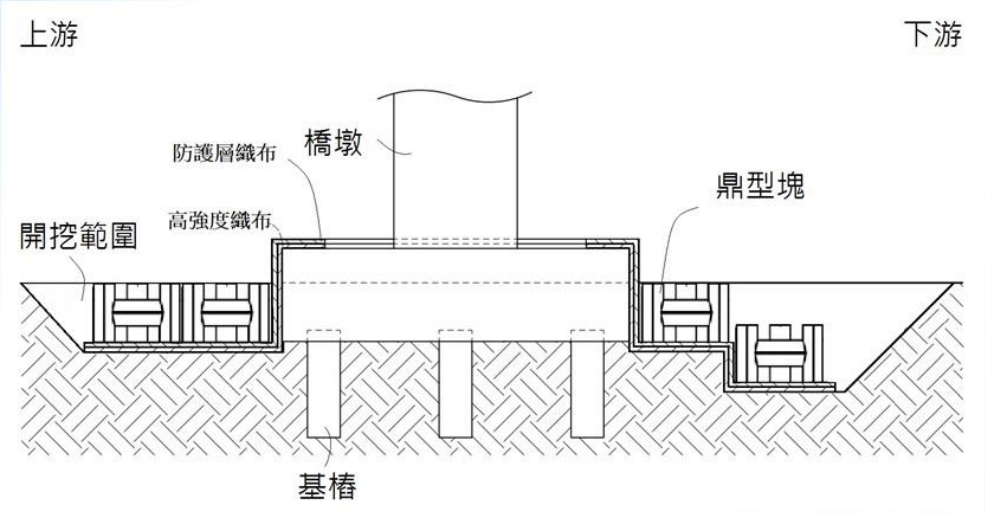
高強度織布鋪設覆蓋示意圖

現地鋪設及保護成效觀測規劃(3/21)



保護層不織布與高強度織布覆蓋示意圖

現地鋪設及保護成效觀測規劃(4/21)



鼎型塊吊放排置示意圖

現地鋪設及保護成效觀測規劃(5/21)

橋墩基礎上游整地

37

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

現地鋪設及保護成效觀測規劃(6/21)

橋墩基礎下游降階整地

38

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

現地鋪設及保護成效觀測規劃(7/21)

吊放高強度織布於橋墩基礎樁帽上

39

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

現地鋪設及保護成效觀測規劃(8/21)

高強度織布展開並以軟石固定於樁帽上

40

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

現地鋪設及保護成效觀測規劃(9/21)

完成樁帽4周之織布吊放展開及固定

41

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

現地鋪設及保護成效觀測規劃(10/21)

平面織布鋪設及單元間之綁紮作業

42

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

現地鋪設及保護成效觀測規劃(11/21)

保護層不織布鋪設

43

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

現地鋪設及保護成效觀測規劃(12/21)

保護層不織布鋪設完成

44

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

現地鋪設及保護成效觀測規劃(13/21)

鼎型塊吊放與排置作業

45

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

現地鋪設及保護成效觀測規劃(14/21)

鼎型塊結合地工織布保護工鋪設完成(上游側)

46

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

現地鋪設及保護成效觀測規劃(15/21)

鼎型塊結合地工織布保護工鋪設完成(下游側)

47

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

現地鋪設及保護成效觀測規劃(16/21)

鼎型塊流失情形觀測

可藉由遙控無人機(UAV)快速取得影像資料，經由不同時期取得的影像資料進行圖資套疊，可得到鼎型塊的變位或流失情形，瞭解地工織布對鼎型塊穩定度的保護成效。惟本研究的試驗橋址位於政府規定的無人機(UAV)禁航區，須向民航局申請核准後才能執行。

另外一種方式則是於國3大甲溪橋上方之路肩，以照相機往下進行橋墩基礎保護工上下游之影像拍攝，進行人工方式的鼎型塊流失情形比較。此外，此種作業方式因在國道路肩拍攝，人員安全風險較高，較不適宜。

48

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

現地鋪設及保護成效觀測規劃(17/21)

國3大甲溪橋上方之路肩拍攝作業

49

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

現地鋪設及保護成效觀測規劃(18/21)

上游側左岸

50

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

現地鋪設及保護成效觀測規劃(19/21)

上游側右岸

51

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

現地鋪設及保護成效觀測規劃(20/21)

下游側

52

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

現地鋪設及保護成效觀測規劃(21/21)

基礎沖刷深度觀測

遙控無人機(UAV)取得之影像資料無法穿透河水及相關障礙物，所以針對橋墩基礎沖刷深度的觀測，未來可能要藉由現地以重錘的方式來進行橋基的沖刷深度量測，此部分將視未來實際狀況及成效評估需求再進一步規劃。

橋墩基礎保護工之維護費用

藉由國3大甲溪橋之維管單位(高公局中區養護分局大甲工務段)每年橋墩基礎保護工之發包費用，針對試驗橋址的歷年維護費用與鄰近橋址的維護費用進行長期的維護費用比較，以評估其保護成效。

53

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

結論與建議

- 本研究規劃的地工織布結合鼎型塊保護工法之鋪設斷面及施工步驟具體可行。
- 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鼎型塊保護工法。
- 後續可持續針對鋪設的橋址條件，以室內水工模型研擬更適宜的鋪設斷面方案，提供後續現地試驗保護工鋪設斷面改良的參考。
- 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。

54

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


簡報完畢
敬請指教
55
交通部運輸研究所港灣技術研究中心
Harbor and Marine Technology Center