

發行人：黃世建

本期主編：洪曉慧、陳俊仲

發行所：財團法人國家實驗研究院

國家地震工程研究中心

地址：台北市辛亥路三段 200 號

電話：(02) 6630-0888

傳真：(02) 6630-0858

網址：<https://www.ncree.narl.org.tw>

108 年 9 月出版

81 年 3 月創刊・季刊

目 錄

• 專題報導：

橋梁監測與防災技術研發

橋梁監測之近期成果與數值分析	1
台 86 線 24 號橋二年光纖測監測數據成果	3
預力混凝土箱型梁橋現地檢測調查技術應用	4
橋梁監測管理系統(BMMS)之建置與應用	5
桁架式複合材料節塊結構用於臨時救災便橋之研究	6
跨越斷層橋梁於不同地震事件之結構反應研究	7
改良式搖擺控制機制橋柱耐震性能試驗	8

• 中心活動

七層樓底層軟弱 RC 建物三軸向近斷層地震振動台試驗分析模擬競賽	9
第十三屆國研院傑出科技貢獻獎科技服務類特優獎—複合式地震速報服務	9
第十三屆國研院傑出科技貢獻獎學術研究類優等獎—模型更新技術應用於複合試驗之研究	10
第十屆國家實驗研究院傑出服務貢獻獎—臺灣智駕測試實驗室興建工程	10
震守家園—民生公共物聯網主題展	11
現地型地震預警系統印度示範站建置	11

• 研討會

地震知能講習會活動報導	12
第 16 屆世界結構隔減震與振動控制會議	13
2019 被動控制技術應用於高樓結構設計之國際講習會	13
第七屆結構動力與地震工程計算方法國際研討會	14

國家地震工程研究中心

簡 訊

2019.9 第一一一期

專題報導

《橋梁監測與防災技術研發之一》

橋梁監測之近期成果與數值分析

一、前言

為強化我國在自然災害下的防災與減災技術研發能量，本中心橋梁組研發了以冲刷監測、水位流速監測、橋墩結構振動監測為主的高科技監測系統，並實物應用於河川橋梁。期透由長期的現地監測資料的蒐集，建立監測流域之水文水理資料庫、歷年冲刷事件監測資料庫，並利用監測數據達成了模型參數的校正，完善了模型的建置，並最終建置與驗證橋梁健康診斷機制的效能及穩定性。

二、冲刷監測系統

橋梁基礎的冲刷破壞是橋梁破壞的主要形式，對橋梁造成影響亦最為嚴重。研發團隊以加速度感測元件作為水流力感測之主要元件，採用專利之防水封裝技術與水下防撞技術，研製了橋梁基礎冲刷監測管（如圖一），並配合數據自動擷錄 DAQ 系統，用以實現橋梁基礎冲刷形態的即時監測。



圖一 感測元件封裝及監測管組裝

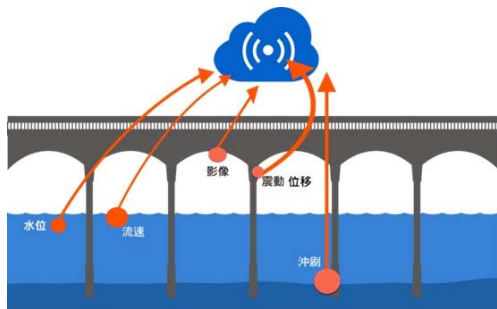
該冲刷監測管採用了振動感測原理，即將加速度感測元件沿橋樁埋置於河床的不同深度，當感測元件感測到顯著振動時，即認為該顆感測元件被水流衝出河床，橋樁處冲刷深度至該元件深度位置。而當感測元件的振動信號明顯由強轉弱時，即認為河床洪水後回淤掩埋該感測元件。由此，橋墩基礎處的洪水冲刷歷程，可經由加速度感測元件的訊號來呈現。

鑒於本團隊執行橋梁冲刷監測之長期經驗，颱風期間的即時水位與流速為影響橋墩冲刷深度的重要因子，也是建立現地河川水理模型的重要參數。為探討橋梁基礎冲刷歷程與河川水理參數（水位高程及表面流速）的關聯性，橋梁冲刷高科技監測系統亦將即時河川水位、表面流速納入監測的標的。

三、橋梁監測

本研究採用微機電加速度感測元件作為水流振動感測器，將加速度感測器沿橋樁深度方向以固定間距 0.5m 埋置於河床，形成約 15m 陣列式冲刷感測模組（共 30 個加速度感測節點）。水位計、表面流速計分別固定於橋墩上方橋面板處（如圖二）。

為獲取即時沖刷影像，亦裝設了 CCTV。為配合學理之橋墩振動頻率與沖刷深度關聯的分析研究，亦於橋墩之帽梁處，安裝橋體振動監測之加速規（如圖二）。



圖二 沖刷監測系統規劃

四、監測成果

自系統建置完成以來，已成功記錄了 107 年瑪利亞颱風及 108 年 611 梅雨鋒面事件。事件中橋墩於洪水前、中、後之即時影像如圖三、四。即時擷錄之橋墩沖刷、水位、表面水流速，經整理其結果分別以歷時圖形式呈現：圖五、圖六分別為瑪利亞颱風、611 梅雨鋒面之歷時記錄。



圖三 瑪利亞颱風之橋墩洪水前、中、後影像

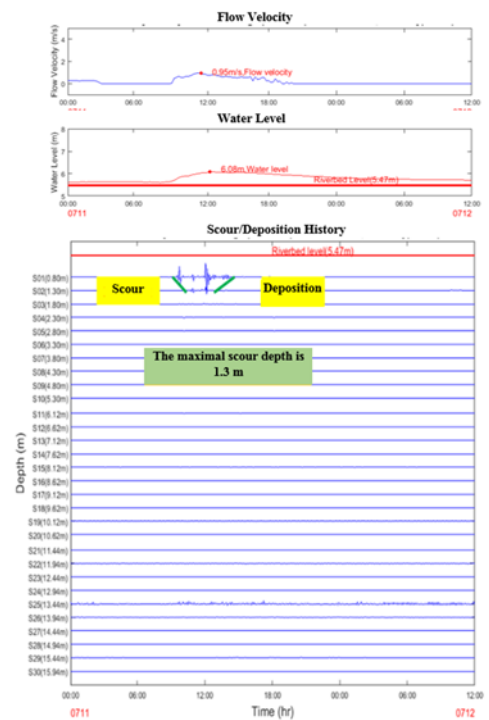


圖四 611 梅雨鋒面之橋墩洪水前、中、後影像

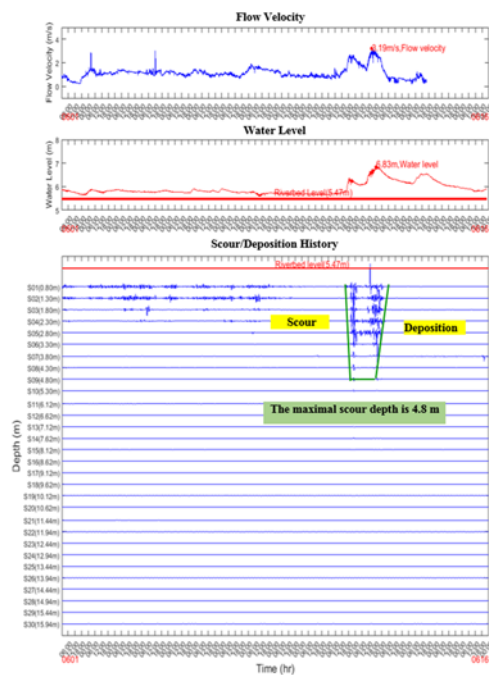
五、討論與結語

由兩場事件的監測資料初步分析顯示，洪水的發生觸發沖刷感測節點的激烈振動訊號，而洪水後的漸次回淤，使激烈的振動訊號回復平靜，由此證明，本中心研發之加速度感測沖刷監測系統可提供直觀、即時的河床沖刷/回淤歷程，可用於判別橋墩經歷的最大沖刷深度及發生的時機，進而為評估橋梁的警戒程度提供依據。

結合監測所獲得的水位、流速歷程發現，最大沖刷深度出現的時機與最大水位、流速發生的時間同時發生，且沖刷感測節點的振動幅度同水位流速變化呈正相關影響。此等關係可作為後續大數據相關參數的相關性探討，或是以結構數值模型來分析橋梁結構安全或建立橋梁健康診斷機制，水位、流速參數。



圖五 瑪利亞颱風之橋墩沖刷、水位、表面水流速歷時



圖六 611 梅雨鋒面之橋墩沖刷、水位、表面水流速歷時

期後續蒐集更多事件資料，補充完善標的橋墩的沖刷資料庫，以進行相關深入之水文水力分析、結構耐洪模型分析，及結構振動頻率與沖刷深度關聯性分析。最終達成發展橋梁適用之健康診斷機制，為橋梁管理單位提供平時安全維護、洪水時警戒之參考依據。

專案助理研究員 劉小勤
研究員 林詠彬

台 86 線 24 號橋二年光纖測監測數據成果

一、前言

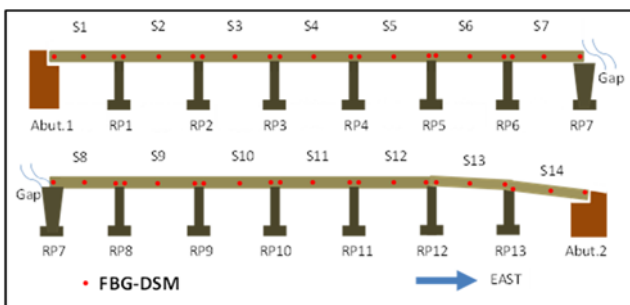
台灣時間 2016 年 2 月 6 日上午 3 點 57 分，發生芮氏規模 6.6 內陸地震。台南市歸仁區，一座連續 14 跨穿越橋距離震央約 24 公里，鄰近橋址的地震觀測站顯示：東西向最大地表加速度為 401gal，南北向 286gal，垂直向 105gal。穿越橋震損情形：箱梁與橋柱橫向錯動；支承破壞、箱梁橫向錯動、箱梁內部頂板微裂縫等照片如圖一。震後，橋柱與支承已完成補強；大梁方面並未補強，顧問公司建議進行長期監測，觀測大梁形狀與預力系統是否穩定，以上是本監測計畫之由來。



圖一 箱梁內部頂板有微小縱向裂紋

二、光纖監測系統

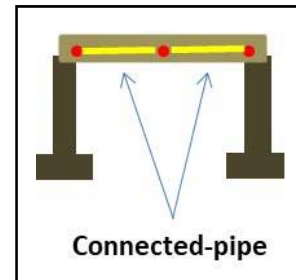
圖二是各跨箱梁內部佈設光纖差異沉陷計(FBG-DSM)示意圖，各橋跨獨立佈設三個，彼此以連通管相連接(如圖三)，以觀察中點撓度長期變化。



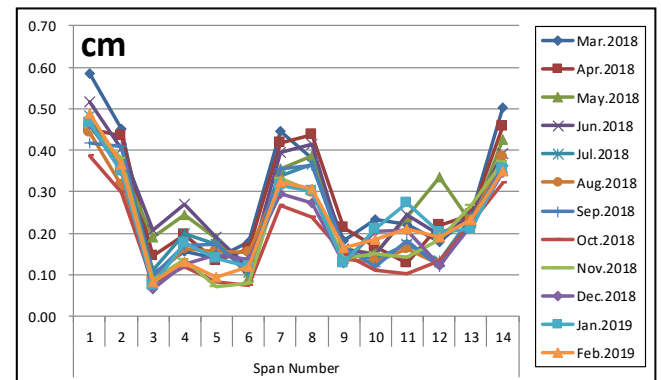
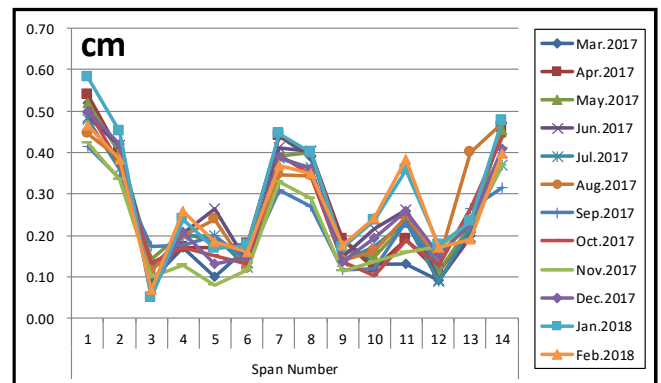
圖二 光纖差異沉陷計(FBG-DSM)的佈設點位

三、觀測結果

本計畫持續二年不間斷之連續觀測，採樣頻率 0.5 Hz，統計每個月分，大梁撓度變位之最大值。假若大梁預力穩定，則大梁撓度變位亦應穩定。圖四數據，顯現大梁撓度變位，呈現 W 形固定模式，沒有持續陷落的情形發生，據此判斷，大梁預力穩定無顯著變化。



圖三 光纖差異沉陷計以連通管相連接，觀測大梁變形



圖四 連續二年之觀測，大梁無明顯的陷落變形

四、結語

本研究應用國震中心自製的光纖差異沉陷計，長期地應用橋梁監測，顯現出光纖的優勢(耐久性、耐候性、可靠性)，適用於多跨連續橋。而從監測數據可察知本案橋梁撓度變化有穩定的行為模式(受日照環境溫度影響)，從累積 24 個月的監測數據顯示，該穿越橋的垂直線形不變，結構穩定。

副研究員 李政寬

預力混凝土箱型梁橋現地檢測調查技術應用

一、前言

預力混凝土箱型梁橋常見於國道公路、市區道路及鐵路橋梁型式應用，在其服務使用期間存在許多因素，例如鋼腱鬆動、混凝土材料潛變及乾縮、鋼腱及包覆套管間的摩擦、錨頭鬆動及溫度變化等，導致預應力箱梁內預應力產生損失，此外長期暴露於自然環境影響，也會造成橋梁結構構件及系統性劣化情形發生。鑒於橋梁是非常重要的公共基礎設施，近幾年國內外相關橋梁管理單位，對於預力混凝土箱型梁長期劣化影響使用安全的課題也越來越重視，也因預力混凝土箱型梁橋具備施工制式化之特色，能符合建設工期較短與經濟性目的，在國內社會經濟蓬勃發展的階段經常被選用為新建橋梁型式使用，目前仍在服務期間之預力混凝土箱型梁橋須藉由妥善完備地維護管理作為以確保橋梁使用安全性，除橋梁例行性定期檢測項目之外，針對已觀測得到明顯劣化樣態或損傷現象發生之橋梁，則須採取必要的現地檢測調查手段，進行現況結構資訊收集，回饋給分析設計以利擬定有效實務的工程手段進行補強或狀況改善。本文以某座發生劣化疑慮之現地橋梁為案例，說明針對規劃之檢測調查項目、目的和技術概要，以及資料主要成果如何回饋預力混凝土箱型梁橋改善方案制定。

二、檢測調查項目與目的

研究案例檢測調查範圍為針對橋梁上部結構，檢測調查主要目的在回饋評估橋梁現況承載能力以及擬定相應補強改善方案之分析參數資訊。檢測調查項目包括採車載三維透地雷達(如圖 1)檢測鋪面和橋面板厚度，量化評估橋梁現況鋪面靜載重分佈情形，透地雷達的檢測原理是利用發射天線發出高頻電磁波穿透結構物或被探測體，並在兩個不同電性介質的界面產生反射訊號，再由接收天線接收反射回來訊號進行分析處理，此外針對透地雷達檢測橋面板厚度資訊有疑慮之處，則採敲擊回音法進行驗證，敲擊回音法主要利用敲擊產生暫態應力波導入待測介質，並接收其反射時域訊息，經過訊號轉換至頻率域，判讀待測結構物之樣態。本案同時採敲擊回音法進行裂縫深度、混凝土彈性模數以及外置鋼腱套管內部填實之檢測項目。而為瞭解外置預力鋼腱現況預力值，採用振頻法求取鋼纜索力值，透過現況索力與鋼纜環境振動頻率具相關性進行量測識別，由振動時域訊號轉換至頻率域得到鋼腱振動模態代表頻率，再由模態頻率和相關鋼腱參數評估現況鋼腱預力值。並且於橋體箱梁佈置感測器進行加速度訊號量測，量測結果進一步作訊號轉換得訊號頻譜資訊，求得結構系統垂直方向自然振動頻率代表值(如圖 2)，各檢測調查項目之目的均為回饋數值分析模型參數調校應用參考。

三、檢測調查資料回饋

以三維數位雷達檢測成果為例，其資料可製成之三維分布圖，可得不同深度(包含 AC 鋪面和橋面板)雷達影像切片圖和解析之量化資料(如圖 3)，於結構分析模型可依檢測實際鋪面厚度設定靜

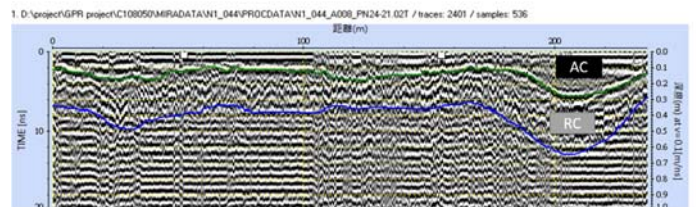
載重量和質量進行分析，而有關敲擊回音法檢測得之裂縫深度則可供判別實際劣化樣態程度，並參考彈性模數檢測成果設定分析之材料參數，由振頻法所得到之外置鋼纜預力值和箱梁系統垂直方向自然振動頻率代表值，也可回饋分析模型調校，讓結構分析能真實反應橋梁結構現況特性，以擬定有效可行之改善方案。



圖一 車載三維透地雷達檢測設備



圖二 於箱梁內量測振動訊號及檢測外置預力鋼腱



圖三 車載透地雷達檢測鋪面和橋面板厚度資料成果

四、結語

現地預力混凝土橋梁之檢監測調查試驗技術成果資料可供橋梁評估現況特性重要參考資訊，鑒於國內部分預力混凝土橋梁因長期劣化可能影響橋梁安全，偶有進行現地橋梁相關調查試驗工作之必要，藉由本案例研發執行經驗，對橋梁檢監測調查試驗技術之提昇有相當助益，此外，檢測調查工作規劃重點在於考量各項資訊整合，針對真實橋梁結構勢必存在許多無法完全掌握的分析因子，藉由整合的檢測調查資訊回饋給分析評估作業，預期更能有效協助政府橋梁管理單位和顧問公司，擬定有效的改善方案完成相關業務並確保用路人安全。

副研究員 陳俊仲

副技術師 江奇融

組長 歐昱辰

橋梁監測管理系統(BMMS)之建置與應用

一、前言

國內橋梁管理單位對於重要橋梁的安全性和可靠性一直相當重視，每年也提撥龐大的經費針對少數重要橋梁進行補強作業與補強後的短、中、長期監測計劃，以了解橋梁在持續受複合式天災侵襲下，橋梁的結構安全是否有疑慮，並在必要的時候發出警訊，以確保人車之安全。然而近幾年由於科技發展迅速，致使橋梁監測設備微型化並降低生產成本，使得橋梁監測建置成本大幅降低，因此近幾年新建或補強後之重要橋梁大都會規劃短中長期的監測計劃。除此之外，台灣橋梁之平均橋齡已進入老化期，橋梁監測計劃亦可協助橋梁管理單位即時了解轄管橋梁之健康狀況，進而達到降低災損風險、確保服務期間用路人安全之目的。

二、系統簡介

由於橋梁中、長期監測計劃量之成長，過去監測系統所建置的桌面應用程式已漸漸不敷管理需求，有鑑於此，本中心採用 Web-Based 架構開發橋梁監測管理系統(Bridge Monitoring and Management System, BMMS)，以專案管理的方式，讓橋梁管理者透過瀏覽器登入單一系統即可管理所有管轄橋梁監測系統之狀態，觀看系統的即時監測數據或查詢過去監測資料，並可透過系統設定，自動於系統異常或監測訊號異常時發佈警訊。透過化繁為簡的設計方法，使橋梁管理者能輕易掌控所有監測橋梁之狀態。系統畫面如圖一所示。系統整合軟體架構如圖二所示，分為展示層、邏輯層、數據層及儲存層，說明如下：

1. 展示層

BMMS-UI 採用 HTML5、CSS3 及 JavaScript 應用程式框架 Angular 2 進行開發，主要功能為橋梁監測專案管理、檢視監測狀態、異常通報事件處理及人員、資料庫管理等；

2. 邏輯層

BMMS-Core-API、BMMS-Docx-API 及 BMMS-Pdf-API 為採用 ASP.NET Core 進行開發的 Web API 應用程式，以 OAuth 2.0 進行 https 加密連線授權驗證，主要功能為數據運算及提供客戶端與系統資料交換之介面並進行報表產製作業；

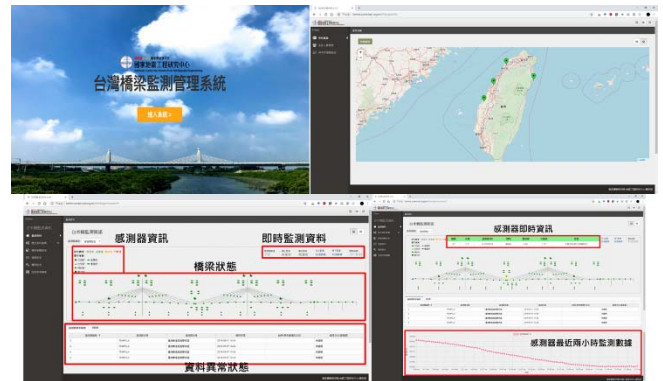
3. 數據層

BMMS-DataLogger-APP 為採用 .NET Core 開發之跨平台的主控台應用程式(Console Application)，主要功能為解析藉由 Dropbox 同步回傳至資料庫之現地監測感測器物理量，並於解析過程中與使用者設定之警戒值及行動值進行比對，如有超出或異常現象則透過 BMMS-Core-API 整合之簡訊及 eMail 通報功能進行通報。

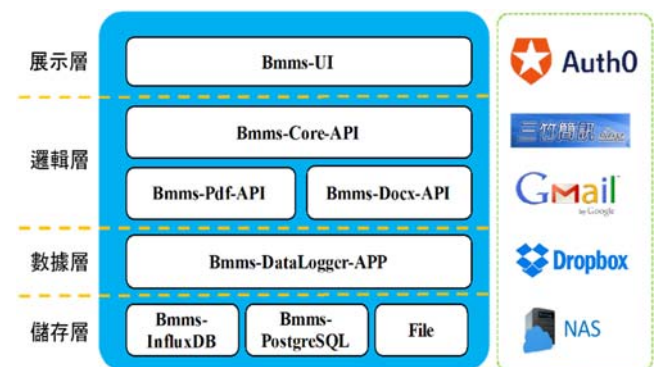
4. 儲存層

儲存層採用三種模式，包括檔案型式資料(File)、時序型資料

庫(BMMS-InfluxDB)及關連式資料庫(BMMS-PostgreSQL)。檔案型式主要為儲存報表資料及由 Dropbox 同步回伺服器檔案的檔案；時序型資料庫主要負責系統監測或 IoT 感測器的即時資料蒐集、儲存與運算；而關聯式資料庫則為儲存專案、感測器、人員及系統相關設定參數等資料。除了上述儲存服務外，亦規畫與外部 NAS 系統進行定期資料備份工作，以確保資料安全性與系統可恢復性。



圖一 系統畫面



圖二 系統整合軟體架構

三、結論

本系統記錄橋梁長期監測資料，藉由橋梁監測儀器設備資訊整合，將監測數據儲存於時序型資料庫中，除可提高進行大量資料查詢或運算的效率，亦常時提供橋梁安全評估資訊，長期則藉由全自動監測系統，於災害發生前通知橋梁管理單位應變，並於災後快速診斷橋梁健康狀態。本系統目前已實際應用於多座現地橋梁執行監測作業，包括蘇花改白米橋、西濱快速道路 WH10-A 脊背橋、房裡大安脊背橋、WH50-2 脊背橋以及台 86 線 24 號橋等。

助理研究員 許家銓

副研究員 周光武

副研究員 陳俊仲

國立台北科技大學教授 宋裕祺

桁架式複合材料節塊結構用於臨時救災便橋之研究

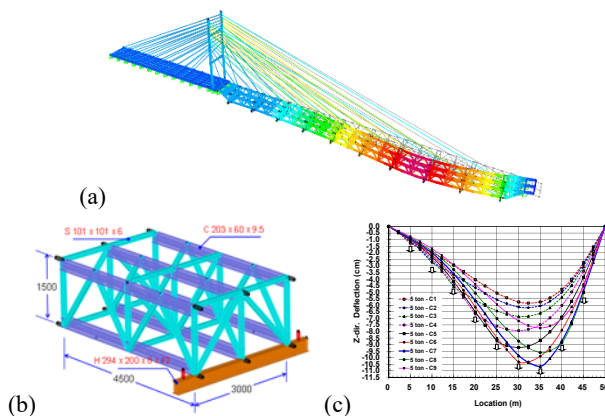
一、前言

台灣因地理位置關係，天然災害頻繁，天災所帶來之地貌變化或土石流經常造成橋梁之損壞。使得部份地區成為孤島，救災隊伍和物資難以進入。為救援該區域，本中心已完成 20 米跨度之救災用複合材料輕便橋之開發，該橋為一座可在機具及人力有限狀況下，於 6 小時內搭建完成之便橋，可縮短道路搶通及人員救援之時間。然而實際應用時，橋梁跨度需達 50 米以上才足夠；且在惡劣環境下於河面上施工會威脅工人安全。因此本文研究以桁架式複合材料節塊結構及自動組裝技術，嘗試解決以上問題。

二、桁架式複合材料救災便橋之設計

設計案例為考慮受 2009 年莫拉克颱風影響，被隔離為孤島的社區有 50 米跨度橋梁被洪水沖走，造成交通中斷。需要在 8 小時內建造臨時救災便橋，緊急搶通以便 5 噸的小型卡車可以將救災物資運送到形成孤島的受災地區。

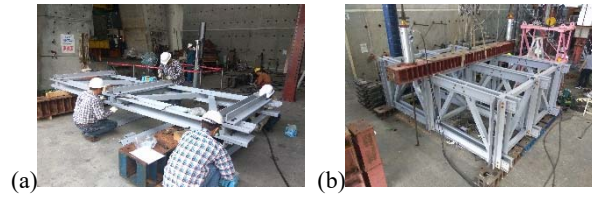
臨時救災用橋梁由結構鋼和 GFRP 複合材料組成。文中鋼結構設計遵循交通部頒布之公路橋梁設計規範，複合材料結構採用美國農業部(USDA)林務局的設計規範。50 米跨度桁架式複合材料救災便橋有限單元模型(Finite Element Method, FEM)如圖一(a)所示，設計結果如圖一(b)，橋型使用單塔式非對稱斜張橋，桁架節塊主梁由 GFRP 拉擠成型之 203×60×9.5 mm 槽型材及 101×101×6 mm 方管組成。本文輕便橋淨跨度為 50 米，換算其容許撓度為 12.5 公分。考量設計運送物資之車輛載重為 5 噸，根據影響線觀念進行分析，獲得輕便橋主跨最大變位為 10.67 公分(即跨徑的 1/400)，符合設計條件之要求(如圖一(c)所示)。



圖一 50 米跨度桁架式複材救災便橋有限單元模型與設計成果

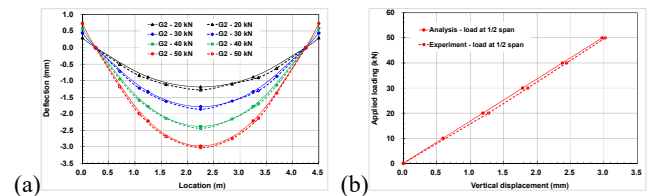
三、桁架式複合材料節塊試驗與比較

本文採用單一桁架式複合材料節塊進行撓曲試驗，比較節塊之變形與勁度，以驗證 50 米跨度桁架式複材救災便橋有限單元模型之正確性。圖二(a)顯示桁架式複合材料節塊主梁之組裝過程，圖二(b)為在 1/2 跨度試體上施加载荷的彎曲試驗之實驗裝置。測試程序包括彎曲測試與結構之系統識別，以測量桁架式複合材料節塊的變形形狀和勁度，用以校準 FEM 模型。



圖二 桁架式複材節塊試體準備與實驗裝置(施力於 1/2 跨度)

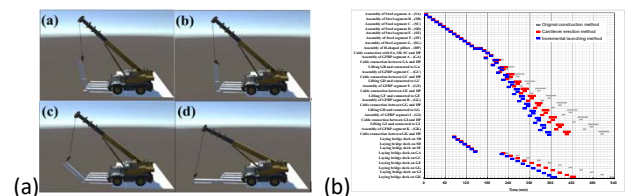
圖三顯示桁架式複合材料節塊有限單元模型分析結果與實驗室試驗測量結果之比較。圖三(a)為桁架式複合材料節塊跨度中央施加 20~50 kN 的荷載下中間主梁的變形形狀，實線為有限單元模型分析之結果，虛線為試驗測量之結果。結果顯示 FEM 模型可以精確預測 GFRP 主梁之撓度，得到令人滿意的精度。圖三(b)為桁架節塊跨度中央受力下之力與變形關係曲線(即為桁架節塊之勁度)，結果顯示 FEM 模型可以精確預測 GFRP 主梁之勁度。經由比較分析結果和實驗結果，可以驗證 FEM 模型之正確性。



圖三 桁架式複材節塊變形及勁度之模型分析與試驗結果比較

四、自動組裝技術與施工效率分析

本文利用先前研究的梁連接器進行自動組裝試驗，自動組裝技術考慮移動式起重機如何在現場沒有任何工人的情況下，完成起重和裝配任務的技術要求(如圖四(a))。圖四(b)顯示 50 米跨度臨時救災便橋在三種不同施工方法的施工時間分析結果。藍線為橋梁節塊推進工法之分析結果，由於避免了河流上方的施工過程，總施工時間大幅縮短為 370 分鐘，滿足 8 小時內建造完成之要求。



圖四 50 米跨度複材救災便橋自動組裝與施工時間分析

五、結語

研究結果顯示：(1)桁架式複合材料節塊組合橋可以提高 50 米跨度救災便橋的勁度，滿足撓度與跨度比的要求；(2)橋梁施工自動組裝技術對提高工人安全，縮短救災便橋組裝時間有重要貢獻；(3)橋梁節塊推進工法的施工效率高於懸臂架設工法；(4)橋梁節塊推進工法可以避免工人在河面上施工，應該更為安全。

研究員 葉芳耀、助理研究員 李柏翰
台灣大學助理教授 張家銘、博士候選人 楊耀奮

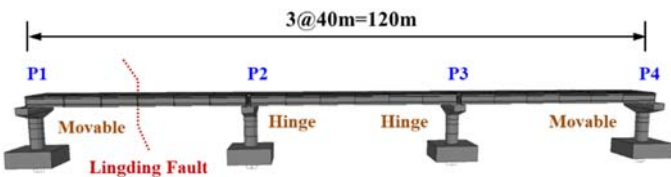
跨越斷層橋梁於不同地震事件之結構反應研究

一、前言

2019年4月18日臺灣東部花蓮縣秀林地區發生芮氏規模6.1的銅門地震，有別於2018年2月6日於該地區附近發生之芮氏規模6.26的花蓮地震，銅門地震並未引發地表破裂及嚴重橋損災情傳出。為釐清此兩次地震對於該地區橋梁之影響，本研究將以一座3跨橋梁為例，針對兩次地震記錄得之加速度歷時資料，分別以動態歷時分析及靜態強迫位移分析方法，進行橋梁耐震能力研究，相關成果冀能供為近斷層或跨越斷層橋梁工程所用。

二、目標橋梁結構簡介

本研究目標橋梁結構跨徑配置為3@40=120公尺，支承配置假設為M(活動)-H(鉸接)-H-M。上部結構全寬約為10.70公尺，由6根PCI梁組成，各跨間橋面配置鉸接板，而隔梁與橋面板混凝土強度為245 kgf/cm²，預力I型梁之混凝土材料強度為320 kgf/cm²；下部結構橋墩為單柱式圓形斷面，斷面直徑為2.6公尺，橋墩高度約為8公尺，其混凝土材料強度為210 kgf/cm²，至於基礎部分，結構分析模型假設於基礎板底採固接邊界條件，暫不考慮土壤與結構互制條件。



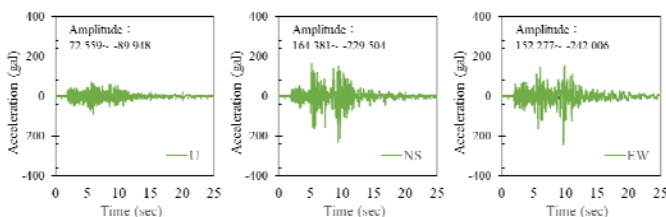
圖一 目標橋梁結構分析模型

三、地震事件概述及分析方法

根據銅門地震與花蓮地震震後大地調查結果顯示，銅門地震對於地表永久變形影響較少，而花蓮地震卻造成嶺頂斷層東西兩側地盤產生十分明顯的地表左移永久變形，並引致部分橋梁損壞情形。爰此，本文視銅門地震對於目標橋梁係屬遠域地震，而花蓮地震則直接誘發穿越橋墩編號P1到P2間之嶺頂斷層錯動，並藉由下述三種分析方式進行結構反應模擬分析：

(1) Case A：

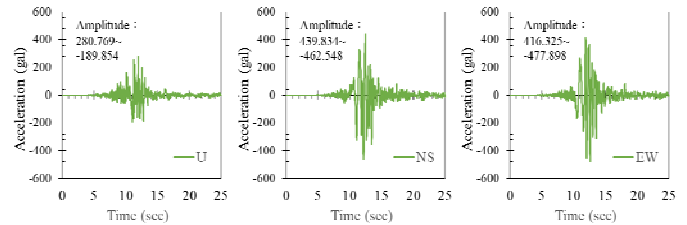
採用銅門地震中，如圖二所示花蓮測站(HWA)所記錄得之加速度歷時，直接進行目標橋梁之三向動態歷時分析。其中，垂直向、南北向及東西向之最大地表加速度分別為-89.948 gal、-229.504 gal及-242.006 gal。



圖二 花蓮市測站於銅門地震之歷時紀錄

(2) Case B：

採用花蓮地震中，如圖三所示鹽寮測站(YENL)所記錄得之加速度歷時，直接進行目標橋梁之三向動態歷時分析。其中，垂直向、南北向及東西向之最大地表加速度分別為280.769 gal、-462.548 gal及-477.898 gal。



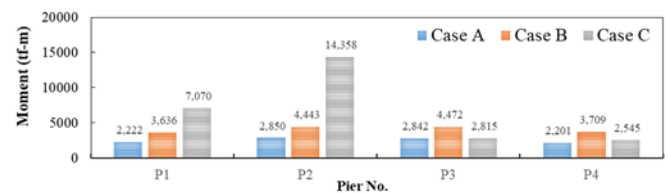
圖三 鹽寮測站於花蓮地震之歷時紀錄

(3) Case C：

採用花蓮地震過後，由中央地調所公布之GPA移動站同震位移結果，假設嶺頂斷層左側(P1墩所在方向)東西向、南北向及垂直向之永久移動量為-315.8 mm、-232.3 mm及163.6 mm，而斷層右側(P2~P4墩處)東西向、南北向及垂直向之永久移動量為-7.2 mm、337.2 mm及-52.0 mm，並據此以靜態強迫位移法進行分析。

四、分析結果

圖四顯示不同分析方法所得橋橫向墩底彎矩強度。由圖中可發現，花蓮地震引起嶺頂斷層產生地表永久位移，促使跨越嶺頂斷層之目標橋梁，在花蓮地震過程中承受較大的地表加速度，亦因而產生較大的內力(Case B)。綜觀其與銅門地震(Case A)採用地表加速度歷時進行動態分析結果，因無法有效反應震後永久位移之影響，故分析後所得橋墩內力較低。相對於此，以靜態強迫位移進行分析者，雖忽略地震過程中之動態反應，卻得直接由斷層兩側相對強迫位移結果，求得斷層兩側橋墩較嚴峻的受力情形。



圖四 沿橋橫向之墩底彎矩強度比較圖

五、結語

本文為跨越斷層橋梁初步研究成果，對於既有橋梁支承系統詳細模擬方式、構件非彈性行為模擬、多點地震歷時輸入方法及位移歷時分析等，尚未進一步考量。建議後續可朝此方向持續進行研究，期能更精準掌握跨越斷層橋梁之耐震性能與結構反應。

研究員 洪曉慧
副研究員 周光武、蘇進國
助理研究員 許家銓
國立台北科技大學教授 宋裕祺

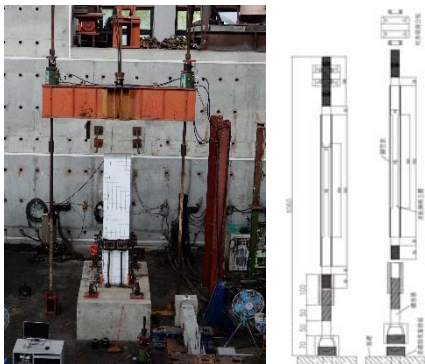
改良式搖擺控制機制橋柱耐震性能試驗

一、前言

為了降低橋柱震後損傷及減少復原所需的時間，橋柱可搭配在震後能快速更換之消能元件配置。地震時，橋柱透過外置消能元件的消能，可降低橋柱本體的損傷。本研究消能鋼棒的設計目標為在降伏後能夠迅速更換，同時消能鋼棒與基礎連接之萬象接頭可自由轉動，減少鋼棒承受彎矩的可能性，另透過特殊的機制，消能鋼棒可選擇是否承受軸壓力。本研究共設計與建造三組不同設計細節之試體，並進行反覆載重試驗。試驗結果顯示本研究試體柱身在反覆載重後僅有些許拉力裂縫，試體本身則幾乎沒有任何損傷，大部分的地震能量都被外置消能鋼棒所吸收，且受損的外置消能鋼棒可輕易置換，使橋柱能夠迅速回復原有耐震性能。

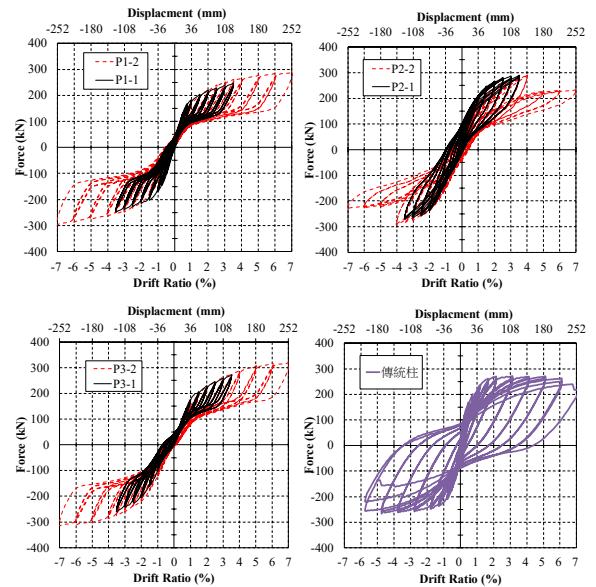
二、試體設計與試驗規劃

本研究建造三組預鑄預力搖擺控制機制橋柱試體 P1、P2 及 P3。三座試體之柱身具相同之設計，試體有效柱高皆為 3.6 m，斷面為 60cm×60cm，主筋配置為 12-D19，以及一組預力鋼腱。三座試體之預力鋼腱配置皆為 7 根直徑為 1.52 cm 之 ASTM A416 Grade 270 鋼絞線，但三組試體之設計預力分別為 $0.04f_c'A_g$ 、 $0.07f_c'A_g$ 及 $0.07f_c'A_g$ ，其中 A_g 為橋柱斷面積， f_c' 為橋柱混凝土設計抗壓強度。此外透過接頭之特殊設計，P1 及 P3 之外置消能鋼棒只受拉力而不受壓力，P2 之外置消能鋼棒則受拉亦受壓力。圖一所示為試驗配置與外置消能鋼棒設計圖。本研究試體所採用之消能鋼棒主體部分為直徑 32 mm 之 A36 鋼棒，其中 340 mm 長削薄為直徑 20 mm，外面再包覆鋼管，並於鋼管與鋼棒中間縫隙注入環氧樹脂。本研究設計之消能機制於地震後，主要損傷將集中於削薄段，故若消能鋼棒有受損可僅更換主體部分，其餘兩端接合部位無須連同消能鋼棒主體一起更新。



圖一 試驗配置與消能鋼棒設計

本研究之橋柱試體進行反覆載重測試，試驗過程中，利用柱頂橫梁與千斤頂施加固定之垂直向軸力 $0.1 f_c'A_g$ (1260 kN) 模擬上部結構自重。為確認外置消能器的可置換性，三座試體皆進行兩次反覆載重試驗，第一次試驗在位移比為 3.5% 完成後停止，然後置換新的消能鋼棒，之後再進行第二次反覆載重試驗至位移比為 7% 時停止。



圖二 試體之力-位移曲線

三、試驗結果

圖二為三座橋柱試體和傳統柱試體之側力-位移遲滯迴圈，其中 P1-1、P2-1 和 P3-1 為各試體第一次反覆載重試驗結果，P1-2、P2-2 和 P3-2 為第二次反覆載重試驗結果。三座試體在完成第一次試驗時，消能鋼棒均沒有斷裂，但仍更換消能鋼棒進行第二次試驗。由實驗結果可發現第二次試驗之遲滯迴圈曲線在位移比 3.5% 前幾乎和第一次試驗重疊，此結果證實外置消能鋼棒在地震後的可置換性，安裝新的消能鋼棒後，橋柱試體之耐震性能可迅速恢復至與震前相同。此外，P1 和 P3 試體由於鋼棒只承受拉力，所以鋼棒在位移比為 7% 時仍未斷裂，且試體強度在試驗過程中並未衰減，另一方面，試體 P2 由於在反覆載重過程中承受拉力和壓力，所以在位移比 4% 第二圈結束時，南北側之消能鋼棒產生嚴重挫曲，為避免挫曲之鋼棒壓損試體，所以拆卸南北側之消能鋼棒後再繼續實驗，也因此 P2 試體在位移比 5% 開始時強度明顯降低，然而此時由於試體本身並未損壞，故仍保有完整的垂直承載力。另與傳統橋柱相比，傳統柱擁有較飽滿的遲滯迴圈，即消能能力較佳，但其有較大的殘餘位移，而三座搖擺試體由於橋柱搖擺機制之幾何非線性和消能鋼棒材料非線性共同作用，試體遲滯迴圈呈現旗桿型行為，殘餘位移量明顯較傳統橋柱小。

四、結語

本研究針對三組搭配後拉預力與改良式外置消能機制之搖擺控制機制橋柱試體進行反覆載重試驗，透過與傳統橋柱進行比較，證實改良式搖擺機制可有效降低柱身震後損傷，改良式外置消能機制的快速置換能力也獲得確認，不受壓之消能鋼棒也可降低鋼棒挫曲的可能性。

研究員 洪曉慧

七層樓底層軟弱 RC 建物 三軸向近斷層地震振動台 試驗分析模擬競賽

由 2016 年美濃地震及 2018 年花蓮地震中發現，中高樓層建物底層軟弱常是致災倒塌之重要原因。然而台灣地區活動斷層甚多，若以第一類活動斷層兩側 10 公里範圍內為近斷層影響範圍，則其影響人口數超過 860 萬人，為全臺人數之 1/3。且因近斷層地震具高速度脈衝、地表大位移等特性，建築物受近斷層效應影響之危害恐較一般遠域地震更為嚴重。故國家地震工程研究中心近年來致力於近斷層建築物抗倒塌之分析模擬與耐震補強技術，其中針對台灣既有非韌性鋼筋混凝土建築物之特性，探討近斷層地震波與結構倒塌之關聯性，以及垂直構件與結構系統之倒塌行為，亦同步研發相關之光學量測技術，以捕捉高速度與大位移之結構特性。故本中心以一座一樓挑高且具非韌性配筋柱構件之七層樓 RC 試體構架，進行一系列的構件實驗及振動台試驗，並配合舉辦國際性分析模擬競賽，邀請國內外結構設計單位及專家學者共同針對此一 RC 試體構架進行分析模擬，其中針對如何使用適切的分析元素與模型以有效模擬其勁度、強度、破壞模式及非線性行為設定方式等詳加研討，希望可促進既有 RC 建物耐震評估程序及補強工法的研發與精進，並就建築物及相關構件行為之分析模擬技術與實務需求進行研討交流，期望能提供研討成果及技術給工程界參考，期以提昇國內結構設計與分析技術之水準。

此次競賽共有國內外 69 個隊伍參與，計有 9 個隊伍通過第二階段文件審查。得獎隊伍如下所列：

第一名:

Yasunori Mizushima, Takuya Kinoshita, Yuki Idosako and Hiroto Takatsu

Research and Development Institute, Takenaka Corporation, Chiba,
Japan

第一名:

Riku Sakamoto*, Zhang Kaiwei*, Li-Wei Yu**, Kuang-Yen Liu**

*Kozo Keikaku Engineering, Tokyo, Japan

****國立成功大學土木工程學系**

第二名:

金鑫磊和张弛

北京清華大學土木工程學系.

副研究員 翁元滔

第十三屆國研院傑出科技貢獻獎 科技服務類特優獎－複合式地震 速報服務

「複合式地震速報服務」的目標在於解決「地震速報產業發展」問題，包含地震速報預警時間不足、建置費用過高、地震速報應用面狹隘、產業沒有串連等。目前中央氣象局已經完成區域型地震速報系統之建置，國家地震工程研究中心成功開發現地型地震速報系統，依據教育部與科技部指示辦理的「校園地震預警實驗計畫」，也建立了一個完整的複合式地震速報應用案例。因此若以校園地震速報系統為基礎，強化基礎建設、建置多元警報通信管道、協同國內產業進行速報應用開發、建構示範案例教育市場、整合上中下游技術、協助產業整合並逐步海外輸出。如此便可以有效解決「地震速報產業發展」問題，並帶領國內防災相關產業之發展。計畫團隊自 2008 開始進行地震速報相關的研發、測試與應用，從地震預警技術的研發、數值分析與驗證、實驗室動態整合測試、現地校園長期驗證測試，終於在 2013 年港坪國小的實際地震警報發報後，開啟一連串的官方與民間的產業應用，至 2019 年已經完成完成 3500 校園地震預警系統、消防隊、幼兒園、展覽館、科學園區、地震體驗屋等，此外接受民間委託陸續建置六座廠房地震預警系統，以及一套高鐵地震速報系統，逐步開拓地震速報與防災產業的發展。

複合式地震速報服務



圖 1：複合式地震速報架構

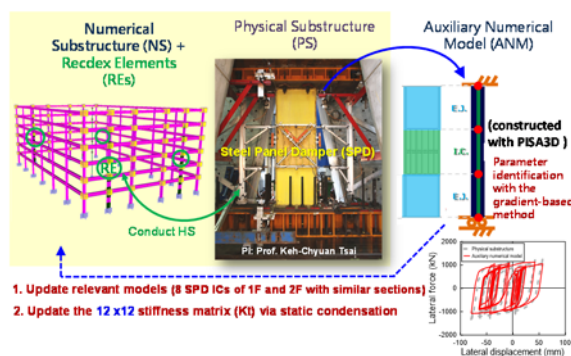


圖 2：地震速報後端防災應用

研究員 林沛陽

第十三屆國研院傑出科技貢獻獎 學術研究類優等獎－模型更新技術 應用於複合試驗之研究

第十三屆國家實驗研究院(國研院)傑出科技貢獻獎，由國家地震工程研究中心(國震中心)莊明介博士、王孔君博士、蔡克銓教授、謝尚賢教授、吳安傑先生、關慎佑先生所組成的研究團隊，以「模型更新技術應用於複合試驗之研究」為題參與競賽，榮獲「學術研究類」優等獎。複合試驗(hybrid simulation, HS)因有靜態試驗的經濟性，及振動台試驗的真實性，所以被視為振動台試驗的替代方案。然而，當實驗標的物為大型且複雜的結構時，若採用傳統複合試驗進行研究，就實驗室空間與試驗設備等硬體需求而言，仍有極大挑戰。因此，國震中心研究團隊發展應用於複合試驗之模型更新技術，藉以降低試體數量與試驗設備的需求。研究團隊所發展的技術，是以傳統複合試驗技術為基礎，增加模型更新所需要的軟體模組，實現在試驗進行中，根據試體的反應進行模型的參數識別，並採用識別得到的參數校正複合試驗數值模型的功能，進而提高試驗的擬真度。2017年，研究團隊將此技術應用在國震中心多軸向試驗系統(multi-axial testing system, MATS)所進行的含鋼板阻尼器(steel panel damper, SPD)之六層樓鋼構架子結構複合試驗(圖一)，此次試驗是 MATS 系統自 2008 年建置完成後的複合試驗首例，也是國震中心執行含模型更新之先進複合試驗的首例。2019 年，研究團隊又將此技術擴大應用於國震中心反力牆處，搭配液壓致動器系統所進行的多自由度位移與力量控制的含鋼板阻尼器之六層樓鋼構架子結構複合試驗，足見此研究所發展的技術可以提升國震中心的試驗能力，相關研究成果也刊載於地震工程領域具有權威性的國際期刊上，此研究的價值性與創新性已獲得高度肯定。綜合上述所言，本研究的成果，對內可以厚植國研院國震中心實驗技術與研究能量，對外則能夠提升國研院國震中心的國際地位與影響力。



圖一 含模型更新之先進複合試驗

副研究員 莊明介

第十屆國家實驗研究院傑出服務 貢獻獎－臺灣智駕測試實驗室興 建工程

由國家地震工程研究中心(國震中心)研究員蕭輔沛、專案佐理研究員蔡諄昶及劉淑卿所組成的團隊，以「臺灣智駕測試實驗室興建工程」，榮獲第十屆國家實驗研究院傑出服務貢獻獎-優等獎。

「臺灣智駕測試實驗室興建工程」配合前瞻基礎建設計畫，在臺南建置臺灣首座封閉式自駕車試驗場域，試驗場域具有多項路況情境模擬功能，路況情境種類分為市區道路、郊區道路及特殊路況，共有 13 種情境。市區道路路況情境包含十字路口/行人穿越道、移動街廓及場景、圓環及路外停車場；郊區道路路況情境包含 T 字路口、彎道及車道縮減；特殊路況情境包含智慧候車亭、鐵路平交道、水泥路面/橋樑接縫、隧道、綠蔭及金屬鐵橋路面。為了滿足相關自駕車測試使用需求，可利用場域設備如靜止軟式目標車、行人人偶及自行車騎士人偶、人偶之控制牽引系統及高精度衛星定位系統，模擬路上出現故障車輛、行人橫越等路上特殊狀況。

「臺灣智駕測試實驗室(Taiwan CAR Lab)」可提供自駕車測試及運行展示，兼具民眾體驗與社會大眾教育功能，營造適合國內自動駕駛相關技術研發環境，有助於國內產業投入自駕車零組件研發，帶動國內自動輔助駕駛產業結構升級與轉型。



圖一 臺灣智駕測試實驗室(Taiwan CAR Lab)

研究員 蕭輔沛
佐理研究員 劉淑卿、蔡諄昶
副主任 許健智

震守家園－ 民生公共物聯網主題展

國震中心承接前瞻計畫「建構民生公共物聯網一分項四：複合式地震速報」，推廣複合式地震速報服務至一般大眾。為宣傳計畫成果，國震中心與中央氣象局在推動計畫辦公室的帶領下，於 7/22 至 10/1 於宜蘭縣蘭陽博物館展出「震守家園-民生公共物聯網主題展」，氣象局展出早期地震儀器、火山、海纜等觀測系統、國震中心從複合式地震速報系統、多家廠商的速報防災連動應用產品、結合地震速報情境的六軸向地震體驗屋、至結構安全監測動態模型等，並透過義大利麵屋模型競賽的舉辦，讓更多民眾參與並了解到結構安全耐震的重要性。

7/22 當日，科技會報辦公室、科技部、推動計畫辦公室、氣象局、國震中心、宜蘭縣政府與蘭陽博物館長官皆到場參與開幕活動。活動至今每天均有超過五百人次參觀，透過六軸地震體驗屋，呈現重新模擬在 921 地震情境下，有無複合式地震速報以及防災連動服務可以帶來的顯著差異。國震中心的展品與地震體驗屋展出僅到 9/10，歡迎大家有空趕快去體驗喔！



圖一 「震守家園-民生公共物聯網主題展」啓用儀式合影



圖二 民眾與媒體於六軸地震體驗屋體驗



圖三 氣象局展品（左）、義大利麵屋競賽（右）

研究員 林沛陽
副技術師 黃靖閑

現地型地震預警系統印度推廣

國震中心執行科技部智慧新南項計畫，為向南向諸國推廣本中心相關防災科技，並逐步引領國內廠商一同海外輸出，因此第一站便赴印度推廣現地型地震預警系統，於 2018 年與印度古吉拉邦 ISR 地質研究所已經簽訂合作協議，一同在地震警系統上作合作研究。ISR 提供歷史地震資料，由國震中心進行印度版地震預警模式的開發，並將一套現地型地震預警系統，於 ISR 的既有 Bhuj 的地震觀測站安裝，提供 ISR 做驗證測試，驗證現地型地震預警系統的預警效能與準確度。此外國震中心也在 ISR 提供教育訓練，將地震預警模式開發的相關類神經網路技術做交流，此外也向 ISR 主任商討未來合作，以及後續地震預警系統擴展方式。國震中心提供以委辦計畫方式，協助 ISR 於西部高地震風險區域，建置一、二十套的現地型地震預警系統，抑或是以技術移轉的方式，將相關技術移轉給 ISR，並協助提供後續顧問服務。經多次商討，預計已計畫方式做下一階段推廣的規劃。

此外國震中心也積極與位在新德里的 NCS(National Center of Meteorology & Seismology)介紹國震中心所開發的現地型地震預警系統，以及在科技廠房、高鐵、學校與辦公大樓的實際應用情況，商談未來合作的可能性，同時也介紹國震中心與 ISR 的合作方式，以及在 ISR 所建置示範站的現況以及建置後所記錄到的地震事件的預警成效。會後雙方已有初步共識，NCS 有意願與國震中心在地震預警這部分進行合作，未來會依序走簽訂 MOU、建置示範站、提出第一期建置計畫（預計十站、採國震中心委辦計畫方式）等等程序逐步進行。



圖一 「現地型地震預警系統印度示範站」完工、ISR 與國震中心同仁合影

研究員 林沛陽、Vivek Walia

地震知能講習會活動報導

一、前言

國家地震工程研究中心(以下簡稱本中心)自 2009 年起協助教育部推動「老舊校舍耐震評估與補強計畫」至今已邁入第九年，成效卓越。為使各縣市政府、學校人員及專業人員皆能更瞭解有關地震之相關知能，特規劃辦理地震知能系列講習課程，邀集地震各方面專業人員擔任各堂課程之講師，以一般民眾的角度來向參與人員分享並進行說明。由校舍專案辦公室負責安排本次活動，主要在科普地震相關知識，本中心於分別於 2018 年 4 月 11 日、2018 年 4 月 23 日、2018 年 6 月 4 日、2018 年 6 月 25 日及 2018 年 7 月 5 日安排相關活動。

二、地震知能講習會活動介紹

講習會目前主要分為地震知能講習(一)至地震知能講習(四)，每一次講習會分別有不同導向科普的目地，以下分別針對真對課程內容進行概述。

地震知能講習(一)主要由簡文郁博士及鍾立來博士分別說明地震之成因及其引致之災害、臺灣之地震環境、地震之危害度與風險及地震災害減緩之策略為課程重點。

時間	課程	主講人
13:00- 13:10	報 到	
13:10 - 13:20	致詞	中心長官
13:20- 14:10	地震之成因及其引致之災害	簡文郁 博士
14:10 - 15:00	臺灣之地震環境	簡文郁 博士
15:00 - 15:10	休 息	
15:10 - 16:00	地震之危害度與風險	簡文郁 博士
16:00- 16:50	地震災害減緩之策略	鍾立來 博士

地震知能講習(二)主要由林沛陽博士、葉錦勳博士及鍾立來博士分別說明地震之預警、震災境況模擬技術、地震風險評估與減災計畫及建築結構之耐震設計為課程重點。

時間	課程	主講人
13:00- 13:10	報 到	
13:10 - 13:20	致詞	中心長官
13:20- 14:10	地震之預警	林沛陽 博士
14:10 - 15:00	震災境況模擬技術	葉錦勳 博士
15:00 - 15:10	休 息	
15:10 - 16:00	地震風險評估與減災計畫	葉錦勳 博士
16:00- 16:50	建築結構之耐震設計	鍾立來 博士

地震知能講習(三)主要由蕭輔沛博士、林克強博士、邱聰智博士及柴駿甫博士分別說明鋼筋混凝土結構之耐震、鋼結構之耐震、建築結構之耐震補強及非結構震害之防治為課程重點。

時間	課程	主講人
13:00- 13:10	報 到	
13:10 - 13:20	致詞	中心長官
13:20- 14:10	鋼筋混凝土結構之耐震	蕭輔沛 博士

14:10 - 15:00	鋼結構之耐震	林克強 博士
15:00 - 15:10	休 息	
15:10 - 16:00	建築結構之耐震補強	邱聰智 博士
16:00- 16:50	非結構震害之防治	柴駿甫 博士

地震知能講習(四)較為特殊，主要業界的技師單認講師，分別萬俊雄技師、陸怡堯技師、許庭偉技師及楊耀昇技師分別說明擴柱補強之施工、翼牆補強之施工、剪力牆補強之施工及開口牆補強之施工為課程重點。

時間	課程	主講人
13:00- 13:10	報 到	
13:10 - 13:20	致詞	中心長官
13:20- 14:10	擴柱補強之施工	萬俊雄 技師
14:10 - 15:00	翼牆補強之施工	陸怡堯 技師
15:00 - 15:10	休 息	
15:10 - 16:00	剪力牆補強之施工	許庭偉 技師
16:00- 16:50	開口牆補強之施工	楊耀昇 技師



圖一 地震知能講習會活動照片

三、結語

近年來，世界各地地震災害頻傳，建築物耐震安全的維護成為國際間的重要課題，相信這這樣的科普方式應有顯著之成效，更期待在未來能有更機會推廣。就防災角度來看，事先的預防盛於災後搶救，更可使國家不再畏懼天災降臨，因此除透過臺北及臺南辦理地震知能各系列的講習活動外，亦將各堂課程拍攝成影片，放至於 youtube 頻道：「國家地震工程研究中心老舊校舍補強整建專案辦公室」(網址：https://www.youtube.com/channel/UCt-XS3RbhOD_7akjZ0G525g)，以供外縣市、離島地區等對地震知能有興趣的人員參閱，後續本中心將會持續開發地震知能系列課程，將更多地震科普資訊分享給民眾。

副主任 鍾立來
專案技術員 陳品綺

第 16 屆世界結構隔減震與振動控制會議

國際抗震系統協會 (Anti-Seismic Systems International Society, ASSISi) 和俄羅斯地震工程協會 (Russian Association for earthquake engineering, RAEE) 於 108 年 7 月 1 日 (一) 至 7 月 5 日 (五) 假俄羅斯聖彼得堡飯店舉辦第 16 屆隔震會議暨第 13 屆俄羅斯全國地震工程會議, 第 16 屆世界結構隔減震與振動控制會議屬重要國際學術盛事, 主要集合理論方法研究、實驗驗證應用於結構隔減震及振動控制等相關領域專家學者於會中交流與討論, 涵蓋領域廣泛且參與發表文章數量甚多, 藉由會議所發表文章及主辦單位安排專題演講議題可知, 近年來國震團隊之相關研發成果為此領域貢獻卓著, 未來應用人工智慧創造智能控制元件為關鍵技術。在結構隔減震與振動控制本會議開幕式中被視為近十年來重要關鍵議題, 從試驗、設計、製作及施工之發展, 均為未來研究發展之方向。國立台灣大學土木系張國鎮教授和蔡克銓教授, 率團前往出席研討會, 並發表數篇論文。研討內容包括耐震設計之科學關係、超高層大樓之設計與施工, 如何將隔震與制震各裝置之性能發揮至極致、隔減震之研究與應用情況, 及各國在耐震技術方面之研發與推廣應用狀況, 本會議提供研發交流平台, 議題內容充實, 是值得推薦給相關學者的會議。此外, 藉由本次研討會議, 針對目前主流技術與相關學者專家進行意見交換及實務探討, 為此次與會之重大收穫, 對國震中心未來於結構隔減震與振動控制之開發及研發方向具有極大的實質性幫助, 增進國震中心研究人員國際視野, 對未來研究有重大助益。



圖一 台灣代表團成員合影

台灣大學教授 張國鎮、蔡克銓
台科大教授 黃震興
北科大教授 宋裕祺
成大教授 盧煥元
交大教授 林子剛
台科大副教授 汪向榮
研究員 林瑞良、王仁佐
技術師 王孔君
副研究員 陳俊仲、吳安傑
助理研究員 李柏翰、游忠翰

2019 被動控制技術應用於高樓結構設計之國際講習會

國震中心配合政府「新南向政策」, 6 月 25 日至 27 日於國震中心舉辦為期三日之國際講習會, 邀請南向諸國當地政府官員、研究員與工程師等相關人員參加, 進行講習會課程培訓, 以協助這些國家提升結構物耐震設計能力, 降低地震災害帶來的衝擊。講習會之目標, 一方面將我國專業研發的成果回饋予國際社會, 增進與國際科技合作之機會; 另一方面則提升我國地震工程研究領域在亞太地區的影響力。講習會主題為 2019 被動控制技術應用於高樓結構設計之國際講習會 (2019 the international joint workshop on structural design of high-rise buildings with passive control devices), 會議除國內專家學者出席外, 同時邀請印尼、馬來西亞、菲律賓、新加坡、緬甸與越南六國, 共 40 位當地學者專家參與。本中心黃世建主任邀請國內相關領域之專家學者及專業技師擔任此次講習會之專題講師, 分享被動控制裝置應用於高樓結構設計之研究成果與實務經驗(圖一), 最後參訪台北慈濟醫院隔震建築、台大土研中間層隔震大樓與台北 101 之調諧質量阻尼器, 實際了解隔減震元件之應用, 同時亦參觀國震中心台北實驗室大型實驗設施, 以推廣相關研究技術。



圖一 台灣學者與業界專家合照

此次 2019 被動控制技術應用於高樓結構設計之國際講習會的舉辦, 推廣了我國在地震工程的技術與經驗, 並提升臺灣在面向諸國的知名度, 增進與南向諸國的科技交流合作機會, 同時秉持「新南向政策」核心理念:「長期深耕、多元開展、雙向互惠」, 期能創造互利共贏的新合作模式, 逐步建立共同合作意識, 使其從事與結構耐震設計相關之政府官員與工程人員, 瞭解我國在地震工程領域的發展成果, 相關學員也將會是未來我國在南向諸國的最佳代言人, 逐步影響該國的地震防災學研與政策之發展。

主任 黃世建
組長 汪向榮
副研究員 林旺春
助理研究員 楊卓諺、游忠翰
專案管理員 潘家華
專案助理研究員 劉瓊琳
專案助理管理師 孔令仔

第七屆結構動力與地震工程計算方法國際研討會

第七屆結構動力與地震工程計算方法國際研討會為歐盟應用科學計算方法社群 (European Community on Computational Methods in Applied Sciences, ECCOMAS) 於 2019 年所舉辦之 32 場主題研討會之一。本國際研討會在 2019 年 6 月 24 至 26 日於希臘克里特島舉行，其目的在於提供結構動力、地震工程與計算力學等領域之學者一互相交流的場合，以使身在結構動力及地震工程領域之研究人員，除能交換彼此之最新研究成果與心得外，更能了解計算力學領域在計算技術之最新進展，與其應用在結構動力與地震工程之可能性。同時本研討會也希望能對身在力學計算之學者提供一難得之機會，使其了解在其他領域之研究人員在各自的研究課題上所面臨之問題與所需要之計算技術。

本研討會以在應用科學中之計算技術為聚焦主題，相關子議題範圍相當廣泛。其中與結構動力及地震工程較為直接相關者包括：結構健康監測演算法、受地震作用外力下之材料組成律、混凝土與磚造結構物之動力特性與行為、鋼結構動力特性與行為、大地地震工程、結構動力之反演問題(inverse problem)、結構動力與地震工程中之最佳設計與控制、平行與分散計算—雲端計算、以結構性能為核心考量之地震工程(performance-based earthquake engineering)、結構修理與補強、隔震結構相關議題、地震風險與

可靠度分析、土壤動力與土壤—結構互作用等。

本中心技術師王孔君博士參與了本研討會。他以「A distributed computing platform for conventional hybrid simulation」為題，於本研討會中發表一篇論文及口頭演講。王博士在文章與演講中，介紹了最近兩年來本中心在混合模擬試驗技術之發展，內容包括了泛用型結構實驗軟體平台之建置、擴充 PISA3D 以令其能完全以使用者輸入之方式定義與支援混合模擬試驗，以利用網際網路結合多個實驗設備控制程式與有限元素分析程式 PISA3D 之技術。此外亦介紹了由本中心莊明介博士最新開發成功之線上模型更新技術。

在本研討會中，某些在力學計算領域發展已頗成熟並被廣泛應用多年之理論或技術，或許對專注在結構試驗技術發展之研究人員來說並不熟悉，但無疑地也正因此更彰顯相關研究人員參與此類研討會之價值。本次研討會內容豐富，研究主題與應用範圍相當廣泛，會中若干演講主題或多或少地與本中心預定發展之實驗技術、數值分析技術頗具關連性，因而對於本中心實驗技術之發展與有限元素分析程式後續開發方向之決定甚具參考價值。

技術師 王孔君