

# 結合感測、系統識別及健康診斷技術 探討橋梁結構破壞預警模式及機制 (I)

Integration of Sensing, System Identification and Health Monitoring Technologies for Damage Prognosis of Bridges (I)

主管單位：交通部中央氣象局 計畫編號：MOTC-CWB-100-E-06

計畫主持人：羅俊雄 教授（國立台灣大學土木工程系）

執行機構：國立台灣大學工學院地震中心

協同主持人：林沛陽、高清雲、趙書賢 研究助理：陳明微、魏莉莉

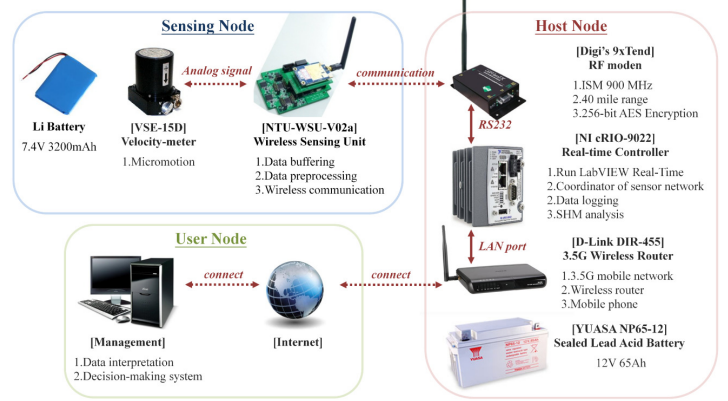
## 摘要

近年來台灣有許多橋梁在颱風侵襲期間因為暴漲的溪水或土石流沖蝕，導致橋面板的陷落及橋體的損壞，造成人命傷亡與經濟損失。當務之急除了針對現有橋梁進行整體安全性評估之外，將來更需要發展準確與可靠的橋梁監測系統，對橋梁的安全性進行即時的監測，並在橋梁損害發生與倒塌之前提供預警訊息，以減少人命與經濟財產的損失。本研究利用無線傳輸技術，開發以振動量測為基礎的橋梁監測平台，並採用遞迴隨機子空間識別法(Recursive Stochastic Subspace Identification, RSSI)對收集之量測訊號進行分析，以及開發橋梁損壞指標，以達到橋梁監測與預警之目的。該監測平台已成功應用至實驗室縮尺橋梁模型試驗，以及現地宜蘭牛鬥橋微振動的長期監測。

## 研究成果

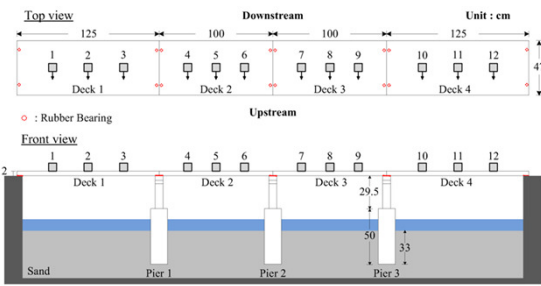
1. 即時橋梁監測平台的建立：其中包含了無線傳輸單元的製作、感測器的選擇與性能研究、資料處理平台的建置、軟體的開發與整合等等。
2. 系統識別方法的研究與改進：其中包含了遞迴式子空間識別法的研究、數值演算法的改進與計算效率的提升等等。
3. 橋梁損壞評估與預警方式的研究：其中包含了不同的損壞指標之特性以及其適用性等等。
4. 試驗場橋梁模型沖刷實驗：其中包括了試驗的規劃、橋梁模型的設計、橋墩沖刷的監測、振動訊號的量測與分析，系統識別與損壞評估方法的驗證等等。
5. 宜蘭牛鬥橋的長期監測：其中包含了無線資料傳輸平台的建立與驗證，橋梁長期微振動訊號的收集，洪氾期間橋梁微振動訊號的量測、資料的即時處理與橋梁安全性分析等等。

## 橋樑結構健康診斷監測平台



橋樑無線傳感監測平台示意圖，包括感測端、主機端以及使用者端

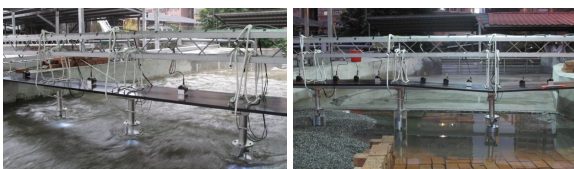
## 橋樑模型沖刷試驗



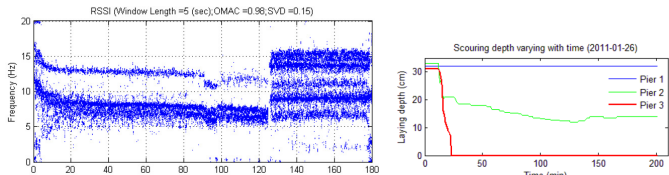
橋樑模型與感測器配置示意圖



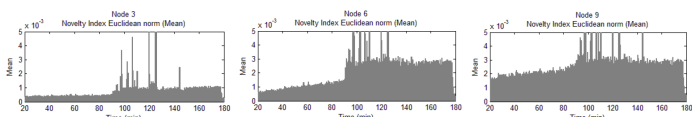
橋樑模型照片，包含橋面板、橋墩與橋墩內置鏡頭（沖刷監測）



橋樑模型試驗之河槽流況與橋墩基礎沖刷所造成之橋墩與橋面板沉陷



橋樑模型試驗量測訊號之系統識別結果以及橋墩埋設深度之變化圖



利用Novelty Index分析橋樑模型試驗量測之訊號以進行橋樑損壞評估

## 宜蘭牛鬥橋長期監測



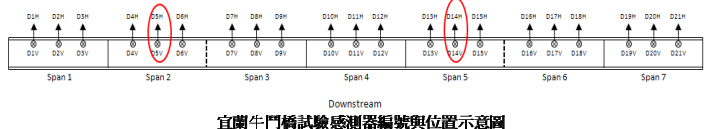
宜蘭牛鬥橋照片(平時)

牛鬥橋位置圖

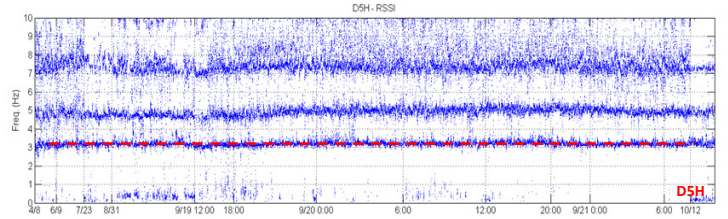


宜蘭牛鬥橋照片(洪氾期間)

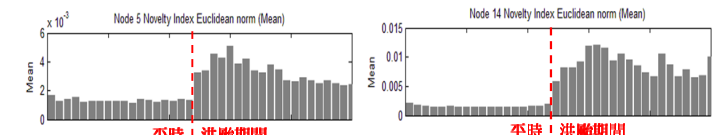
凡那比颱風路徑圖



宜蘭牛鬥橋試驗感測器編號與位置示意圖



牛鬥橋長期微振動訊號系統識別分析結果 (以D9H與D14H頻道為例)



利用Novelty Index分析牛鬥橋平時與洪氾期間之量測訊號以進行橋樑損壞評估