

應用先進訊號處理技術於即時橋樑結構健康診斷 — 橋樑基礎沖刷監測與落橋預警

羅俊雄¹ 趙書賢² 吳豐名³

¹台灣大學土木工程學系教授、²台灣大學土木工程學系博士後研究員、

³台灣大學土木工程學系碩士應屆畢業生

摘 要

台灣地區有許多跨河橋樑有橋墩基礎沖刷裸露的問題，嚴重影響到橋樑的使用性與安全性。尤其是在颱風侵襲期間，暴漲的溪水將使得橋墩基礎的沖刷更為嚴重，進而造成橋墩基礎的移位與橋台的陷落，例如民國九十八年莫拉克颱風侵台期間雙園大橋的倒塌，與民國九十七年辛樂克颱風造成后豐大橋的倒塌等等，造成了許多生命財產的損失。為了解決該問題，這幾年來有許多研究致力於橋樑安全預警機制的建立，其中包括了河川降雨流量流速預測模式，橋樑沖刷預測模型的建立與安全性之評估方式，以及各種不同監測系統的研究，包括了流況、橋樑位移、振動、橋樑基礎沖刷深度監測等等，目的都是希望能夠在暴漲的河水之下，即時的了解橋樑基礎的沖刷狀況與橋樑的安全性，並在橋樑發生崩塌之前提出預警，以確保用路人生命財產之安全。

以振動為基礎的健康診斷方式，在國內外已行之有年，也已有許多相關的研究成果。以橋樑結構的監測來說，相較於直接監測橋樑基礎的沖刷情況，量測橋樑振動之優勢在於感測器的安裝與維護相對的來說相當容易，但量測到的反應資料，仍須透過訊號處理的技術擷取訊號的特徵，方能夠得到與橋樑有關的資訊。因此本研究以橋樑振動訊號量測為基礎，利用不同的訊號處理技術，進行橋樑的結構健康診斷，目的是希望透過量測訊號的分析，以監測橋樑基礎的沖刷狀況與判斷基礎是否移位，進而評估橋樑的安全性。本研究採用的訊號處理方法，包括了以單一感測器為標的之分析方法（如時頻分析法、遞迴隨機子空間識別法、奇異譜分析法、自迴歸模型分析法等等），以及以多個感測器為分析標的之分析方法（例如模態分析、主成分分析、多維度奇異譜分析與相關係數分析等等），並將各方法應用至處理實驗場橋樑模型沖刷實驗的量測訊號，以及洪氾期間牛鬥橋現地實驗的量測資料，以探討各方法應用的優缺點以及應用至橋樑結構健康診斷的可行性。由實驗場量測資料的分析結果，證明了透過訊號處理的技術，我們可以由橋樑量測的振動訊號，監測橋樑橋墩基礎的沖刷與橋墩的位移。而現地橋樑實驗的量測資料，則會受到其他環境因素的影響，因此仍有待更多的背景量測資訊，以及其他的監測標的，才能夠更準確的監測橋樑的狀況。