

颱風災害模擬與預警分析

Study on Improving Accuracy and Efficiency of Typhoon-induced Disasters Scenario Simulation and Forecasting Models

主管單位：國家災害防救科技中心

| | | | |
|-----------------------|----------------------|-------------------------|-------------------------|
| 許銘熙 Hsu Ming-Hsi | 林沛練 Lin, Pay-Liam | 陳樹群 Chen, Su-Chin | 陳淑惠 Chen, Sue-Huei |
| 傅金城 Fu Jin-Cheng | 于宜強 Yu Yi-Chiang | 張智昇 Chang Chih-Sheng | 王安翔 Wang An-Hsiang |
| 黃成甲 Huang Chen-Jia | 葉森海 Yeh Sen-Hae | 李文正 Lee, Wen-Cheng | 林聖琪 Lin Sheng-Chi |
| 張歆儀 Chang, Shin-Yi | 柯明淳 Ke, Ming-Chun | 陳怡臻 Chen, Yi-Chen | 陳韻如 Chen, Yun-Ju |
| | | | 莊明仁 Chuang, Ming-Jen |

摘要

近年來在面臨全球急遽的氣候與環境變遷及都市化提升社會的易致災性之影響下，台灣面臨的災害有大規模化、高頻率化、複合化發展的趨勢。為配合災害防救法修正後的中央災害應變中心(CEOC)，為強化颱風豪雨災害應變期間的縱向溝通及橫向聯繫的風險溝通，與建立即時防救災資訊交流分享平台，由國家災害防救科技中心(NCDR)於颱風豪雨災害應變期間與各該災害業務主管機關包括經濟部、行政院農業委員會、行政院原住民族委員會、內政部消防署、中央氣象局、交通部公路總局、內政部營建署共同組成之情資研判組。配合颱風豪雨應變情資研判需求，進行包含支援中央災害應變中心、境況模擬與災因分析、監測預警系統、跨領域模式整合與機率預報研發及橋樑安全監測跨領域整合平台等研發項目，並將防災科技研發成果落實應用於颱風豪雨災害應變作業，共同提供各項災害潛勢資料分析、預警應變建議及相關災害空間圖資分析研判等事宜，提供颱風豪雨應變作業操作，以提早疏散、撤離危險區民眾之積極作為，進而因應近年來天然環境的急速變化以降低人員傷亡。

關鍵詞：降雨、淹水、土石流、預報、中央災害應變中心

Abstract

In recent years to global faced rapid climate and environmental change and urban and improve social transaction hazards. Therefore, Taiwan is facing disaster there is a large-scale, high frequency, complex development trend. Tie after the Disaster Prevention and Rescue Law amendments the Central Disaster Contingency Center (CEOC), strengthening typhoon torrential rain disaster contingency during the vertical communication and lateral associates Department of risk communication, and to establish real-time anti-disaster relief information cross-flow sharing platform, by the National Disaster Prevention and Rescue Technology Center (NCDR) during the

typhoon torrential rain disaster response to the disaster business competent authorities including the Ministry of Economic Affairs, Executive Yuan, Council of Agriculture, Executive Yuan Council of Indigenous Peoples, National Fire Agency, Ministry of the Interior, the Central Weather Bureau, Ministry of Transportation Highway Administration, construction and Planning Department together to form the intelligence judged that group. With the typhoon torrential rain contingency intelligence judged that the demand for R & D projects include support of the Central Disaster Response Center, scenario simulation and disaster analysis, monitoring and early warning systems, integration of cross-cutting mode and probability forecasting R & D and bridge safety monitoring cross-sectoral integration platform and disaster Prevention Science and Technology R & D achievements completed implementation used in the typhoon torrential rain disaster contingency operations common to provide the disaster latent potential capital data analysis, early warning contingency proposal and related disasters, space Figure funded analysis of judgments and other matters, typhoon torrential rain contingency operations operation, to early evacuation, withdrawal from a dangerous District people as positive, and thus reduce casualties in recent years, the rapid changes in the natural environment.

Keywords : rainfall, flooding, landslide, social impact, forecasting, Central Emergency Operation Center

一、前言

近年來在面臨全球急遽的氣候與環境變遷及都市化提升社會的易致災性之影響下，台灣未來災害有朝向大規模化、高頻率化、複雜化發展的趨勢，顯示出處於高災害潛勢的台灣已無法避免颱風災害的衝擊與威脅。為了配合颱風豪雨應變情資研判需求，研發項目包含支援中央災害應變中心、境況模擬與災因分析、監測預警系統、跨領域模式整合與機率預報研發及橋樑安全監測跨領域整合平台等，其內容涵蓋強化預警技術成為即時機率預警演算、深化預警科技研發、更新災害預警潛勢資訊、調整災害警戒值、災害情況模擬、精進災害預警的時空間尺度、建立多預警模式以提供即時災害機率預警、整合災害監測警戒與預警模擬為災害風險預警、更新及整合災害監測預警值以符合現況、提昇災害情況即時與多工模擬等。並將上述科技研發成果落實應用於颱風豪雨災害應變作業，以因應近年來天然環境急速變化，及人為改革強烈的需求。

二、執行進度與成果

2.1 完成跨領域災害模式整合功能模組開發與強化系統

整合 NCDR 過去數年來在颱風豪雨應變的研發成果，並在考量預報不確定性及導入防災風險管理概念，先產製出多種颱風降雨情境，依據監測資訊尋找出最類似降雨情境，提供不同階段之降雨歷程資訊。再配合坡地及淹水統計、機率、

數模等分析結果，以多模式集合預警的觀念進行歸納，以提昇災害預警判釋之可信度與決策操作參考，最後以情境模擬的展示觀念完成「颱風豪雨災害監測與預警系統」，該系統已上線運作，可於颱風豪雨期間提供災害警戒監測與預警之功能，作為應變決策及減災措施之需求。

2.2 建置二維淹水分散計算系統

NCDR 過去進行淹水潛勢計算之二維淹水模式，在進行輸入資料建立時，需要利用 GIS 軟體進行各種空間定位，且因所使用之數值地形資料解析度日益精進，以致模式輸入資料檔案所需之電腦空間需求也隨之增大，模式也需更長的時間進行淹水潛勢模擬，故為提升二維淹水模式之計算效能，除修改原始程式碼為平行計算外，更需建立人性化操作介面以簡化資料處理流程，本研究將二維淹水潛勢模式使用分散式之計算架構，利用 NCDR 伺服器群，擷取即時觀測雨量後，配合不同流域間分工執行之控制流程於 3 小時內完成全台 53 個模擬區之淹水潛勢運算，產出模式運算結果並將其進行資料展示及應用於淹水預警。

2.3 支援中央災害應變中心颱風豪雨應變作業

依據中央災害應變中心作業要點，科技中心為參謀群組情資研判組主導單位，配合經濟部、行政院農業委員會、行政院原住民族委員會、內政部消防署、中央氣象局、交通部公路總局、內政部營建署等小組成員，辦理提供各項災害潛勢資料分析、預警應變建議及相關災害空間圖資分析研判等事宜。因此，每年必須配合颱風豪雨應變作業支援中央災害應變中心的需求，故每年必需進行相關的應變作業教育訓練及參與實地作業工作，100 年的成果包括 NCDR 教育訓練、NCDR 應變演練、CEOC 情資研判作業研習會、配合 CEOC 應變作業辦法進行情資研判組作業流程的更新、配合 CEOC 應變作業辦法更新 NCDR 作業流程及組織調整、2011 年總共支援中央災害應變中心包括 0508_艾利、0526_桑達、0621_防汛及兵棋推演暨演練、0623_米雷等颱風、0726_納坦及梅花颱風、0826_南瑪都颱風、1002_豪雨、1109_豪雨等應變等 8 次颱風豪雨應變及檢討作業。

2.4 橋樑安全監測跨領域整合平台

台灣位於亞熱帶季風區，每年因颱風侵襲常帶來豪雨，加上河川短促，坡陡流急，往往引發嚴重水災，造成人民生命財產損失。若能夠準確預測即時的河川洪水位的變化，可適時提供給災害應變單位作為決策支援，並提出預警資訊以降低災害損失。本研究為結合雷達定量降雨資料(QPESUMS)、地面觀測降雨量及河川洪水位等資訊，分別利用以回饋式類神經網路(Recurrent Neural Network)及倒傳遞類神經網路(Back Propagation Network)等兩種不同的類神經網路(ANN)方法建立雨量-水位預報模式，以探討在未來 1-3 小時水位預報成效。並以濁水溪為研究區域，選擇 2009 年的莫拉菲、莫拉克及芭瑪 3 場颱風事件進行模式測試。

由模擬結果顯示，使用高解析度降雨資訊及回饋式網路所建立之雨量-水位預報模式，可以有效提升水位站洪水預報的模擬精度。以桶頭(2)、內茅埔、延平橋、自強大橋、玉峰橋、溪州大橋、寶石橋、西濱大橋為例預報 1-3 小時水位之平均 RMSE(Root Mean Squared Error)依序為 0.391 m、0.511 m、0.549 m。

三、結語與未來展望

1. 颱風豪雨災害預警與應變約可概分為預報(預測、分析模擬)、監測(即時資訊、即時災情)、操作(研判、決策、通報、應變)等三部份，其中預報的不確性雖然高，但仍需配合災害歷程之狀況及需求提供預警情資以作為應變、決策的依據。因此，如何配合歷年的颱風豪雨應變過程的經驗，進行颱風洪坡地災害模擬與預警分析研發，是 NCDR 的任務之一。
2. 歷年來 NCDR 處理過的課題包括使用單一模式進行主動預警、發展不同模式處理複合型災害、經由空間圖資整合預警資訊等。100 年度的研發則針對 99 年度颱風豪雨應變過程中產生的短延時強降雨問題，提出(1)跨領域模式整合及(2)多模式預報歸納等解決方式。除了將協助災害分析研判者於平時災害訊號的提醒與颱風豪雨應變期間減化災害警操作流程外，還能整合各模式的模擬結果，配合相關圖資以利指揮官決策參考。
3. 由 100 年度的颱風豪雨事件的應變過程過程中，約可歸納出因情境變化快速導致難以決策及操作的問題，NCDR 雖已開始朝災害情境設定、境況模擬與災害風險分析等解決的方向前進，但仍需各界的參與、協助，共同為降低颱風豪雨災害盡一份心力。

參考文獻

1. 許銘熙、傅金城、蔡孟原、林李耀、王安翔，結合雷達定量降水估計在河川洪水預報模式，農工學報. (EI)
2. 傅金城、黃孝雲、朱芫慧、江申、張駿暉、許銘熙，多元適應性回歸模式(MARS)應用於降雨_水位預報之研究，台灣水利，第 59 卷第三期，pp1-14。
3. 劉哲欣、吳亭燁、陳聯光、林聖琪、林又青、陳樹群、周憲德，臺灣地區重大岩體滑動案例之土方量分析，中華水土保持學報，42(2):150-159。
4. 劉哲欣、林聖琪、吳亭燁、陳聯光，大規模崩塌災害調查方法探討，地工技術第 129 期， pp33-44。
5. 柯明淳、林聖琪，2011，由崩塌地文敏感分級探討山區道路災害警戒應用，臺灣公路工程，第 37 卷第 9 期，20~38。
6. 葉克家、許銘熙、陳亮全、江申、張駿暉、謝龍生、傅金城，氣候變遷下臺灣流域面臨洪災課題及整體性調適策略之研議，中華水資源管理學會。
7. 李宗融、于宜強、鄭兆尊、陳永明、周仲島、林沛練，2010 年颱風與梅雨季豪雨事件回顧，災害防救電子報第 067 期。

8. 于宜強、李宗融，高屏溪流域極端降雨事件研究，災害防救電子報第 075 期。
9. Jang, J.H., Ho, H.Y., and Yen, C.L., 2011.09, Effects of Lifting Force on Bed Topography and Bed-surface Sediment Size in Channel Bend, Journal of Hydraulic Engineering, Vol. 137, No. 9, pp 911-920. (SCI).
10. S. Chen, M. H. Hsu, C. J. Huang and W. Y. Lien, 2011.01, Analysis of the Sanchung inundation during Typhoon Aere, 2004 , Nature Hazards. Vol.56, No 1, pp 59-79.(SCI)
11. Jang, J.H., Yu, P.S., Yeh, S.H., Fu, J.C., Hunag, C.J., A probabilistic model for real-time flood warning based on deterministic flood inundation mapping, Hydrologic Processes. (SCI)
12. Fan, J.C., Yang, C.H., and Liu, C.H., “Analysis and Validation of CLIGEN Model to Simulated Storm Parameters in Northern Taiwan, ” CATENA. (SCI).
13. Meei-Ling LIN, Kuo-Lung WANG, Tien-Chien CHEN & Shen-Chi LIN (2011), The Case Study of Debris Flow hazard Caused by Typhoon Morkot in Taiwan, 2009. 5th International Conference on Debris-Flow Hazards Mitigation: Mechanics, Prediction and Assessment University of Padova, Italy June 14-17, 2011. (EI)
14. Jen-Chen Fan, Chih-Hsiang Yang, Che-Hsin Liu and Hsiao-Yu Huang, “Analysis and Validation of CLIGEN-Simulated Rainfall Parameters for Northern Taiwan, ” Paddy and Water Environment. (SCI)
15. Yu P.S., Hsu, M.H., Jang, J.H., Fu, J.C., Huang C.J., and Yeh, S.H., “Development of ensemble flood warning model in Taiwan after Typhoon Marokot, ” Journal of the Chinese Institute of Engineers. (SCI)
16. Liu, C.H., Wu, T.Y., Lin, S.C., Chen, L.K., Chen, Y.J., Chen, S.C. and Fan, J.C., “Evaluation of large-scale Rockslide volume in Taiwan, ” Journal of the Chinese Institute of Engineers. (SCI)

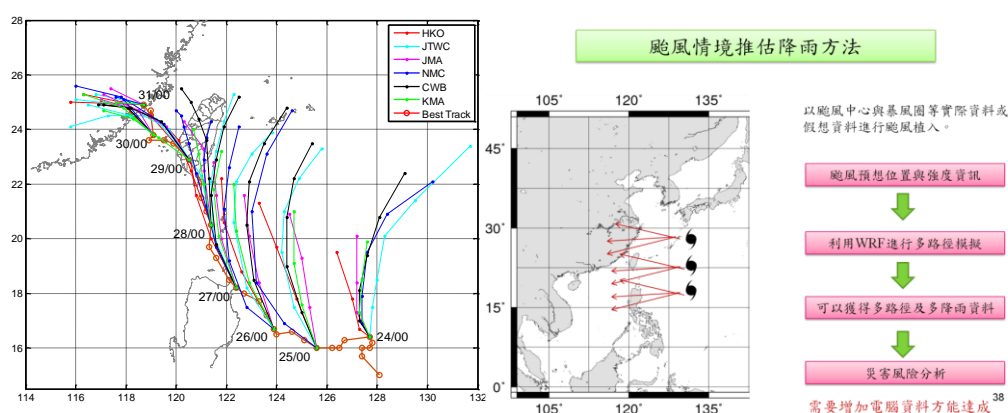


圖 1 颱風期間情境降雨推估技術發展

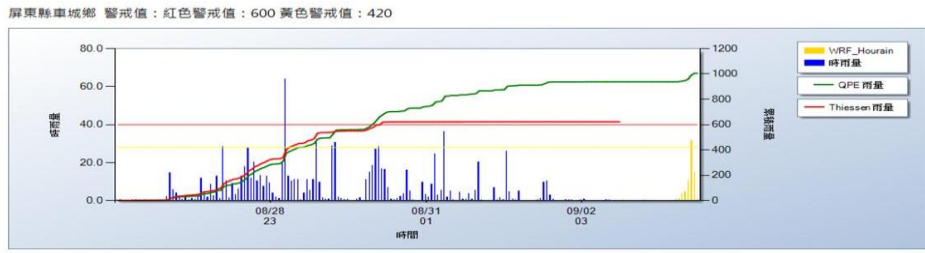
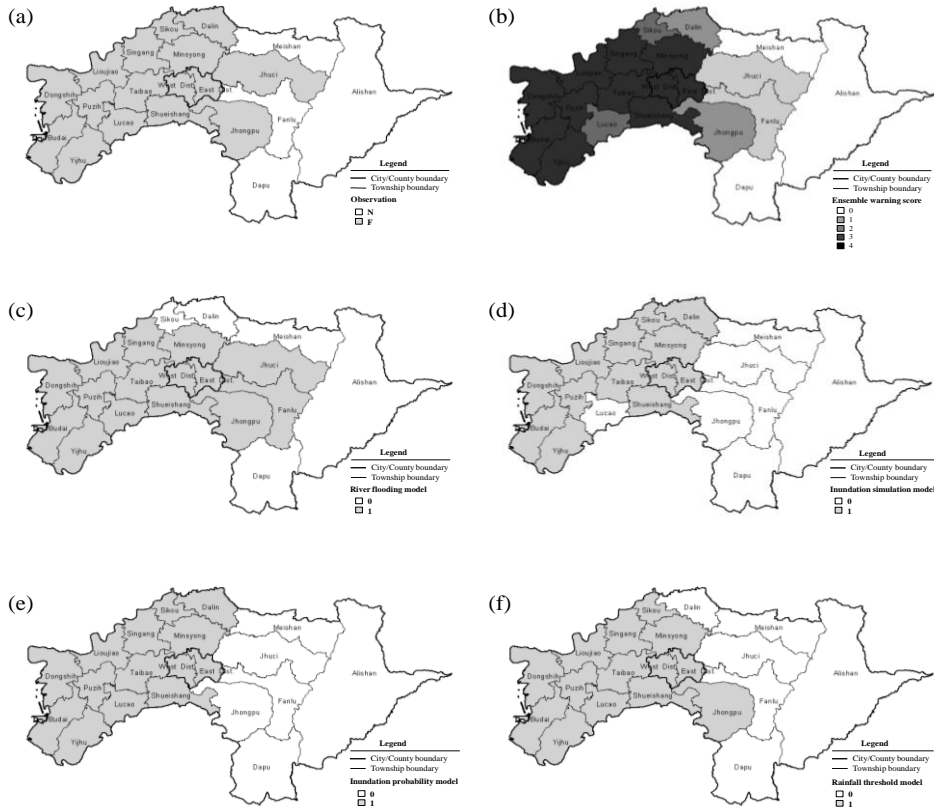


圖 2 坡地災害模式整合與機率預報研發



個別模式及整合預報村里比較(a) 實際淹水 (b) 整合型預報 (c) 河川溢淹模式 (d) 淹水模擬模式 (e) 淹水機率模式 (f) 淹水警戒值模式

圖 3 多模式整合型淹水預報

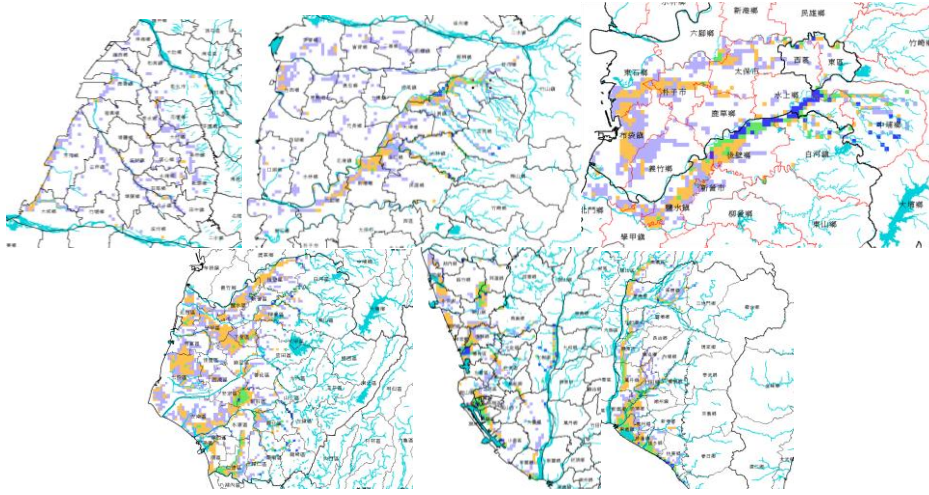


圖 4 二維淹水分散計算系統



圖 5 支援 CEOC 颱洪應變

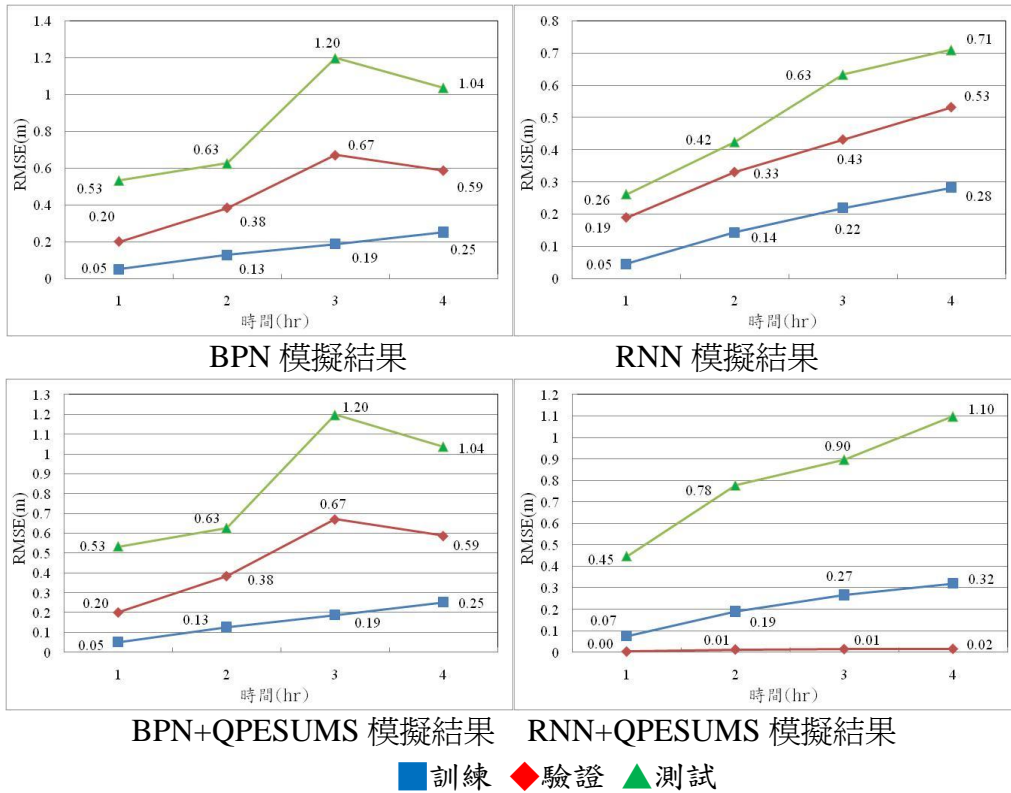


圖 6 桶頭(2)水位預報模擬結果

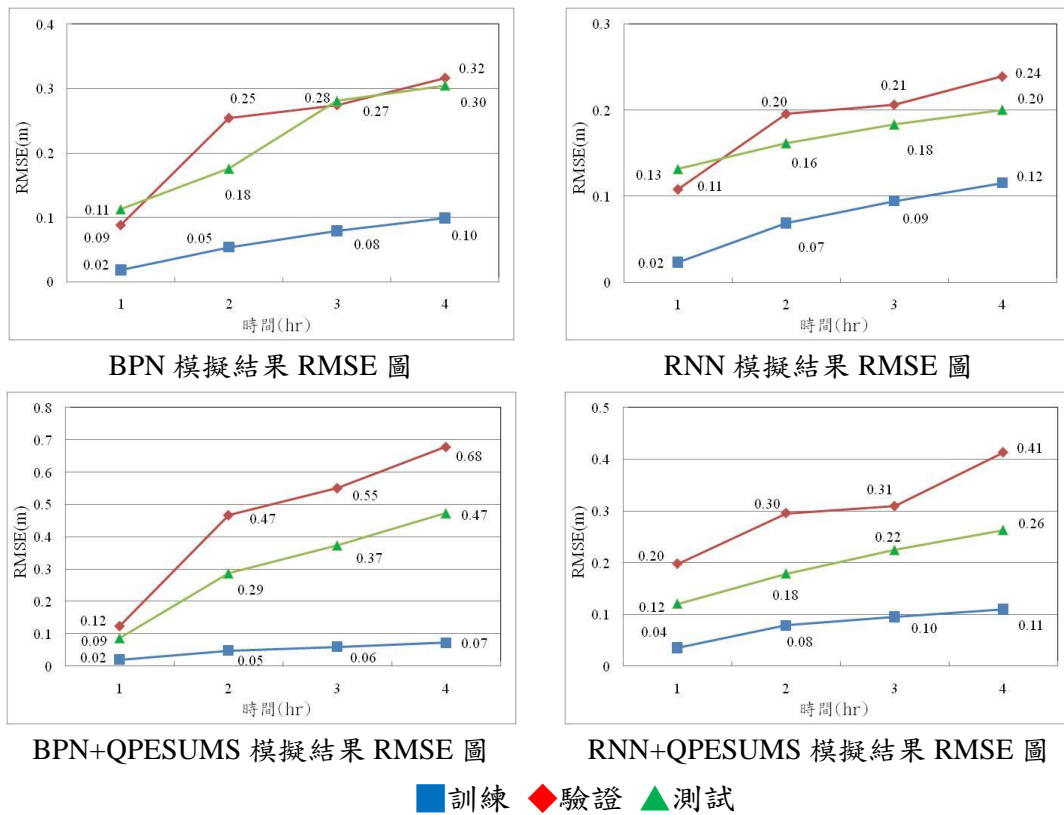


圖 7 延平橋水位預報模擬結果