

分佈式水位感測技術研發與區域性淹水檢核及通報系統 統先期計畫(2/2)

Distributed Sensing Technology Research and Development and Regional Flooding Preliminary check and Reporting System(2/2)

主管單位：經濟部水利署 計畫編號：MOEAWRA1010102702

許裕雄 Hsu, Yu-Hsiung	許盈松 Hsu, Yin-Sung	連惠邦 Lien, Hui-Pain
巫仲明 Wu, Chung-Ming	林秉賢 Lin, Bing-Shyan	許惠綺 Hsu, Hui-Chi

摘要

本計畫之淹水預警系統係採用新型水位計及簡易雨量筒構成監測模組，目的可在於即時取得現地降雨量和水位(包括河川、區域排水、低窪地區等)資訊；接著應用無線電傳輸模組將即時現地資訊傳送至社區活動中心外之展示面板、里長辦公室，而縣市政府與中央等應變中心可透過網路即時了解現地即時狀況，使現地即時資訊可被全盤掌握；並結合社區淹水預警指標，可以適時且準確地發布淹水預報及警報訊息，提供相關人員執行後續應變作業之重要依據。

關鍵詞：分佈式、技術研發、淹水檢核

Abstract

The flood warning system to be developed in our project uses monitoring modules constructed from new types of water-level meters and rain barrels. The purpose is to obtain real-time information on local rainfall volumes and water levels (including for rivers, regional drainage, and low-lying areas). A wireless transmission module then transmits the real-time local information to display panels outside of community centers and borough chief offices, enabling disaster-control centers operated by county, city governments, and central authorities to determine real-time local conditions and to fully determine real-time local information. This system also incorporates community flood-warning indicators, enabling timely and accurate announcements of flood warnings and alerts, providing relevant personnel with an important basis for response operations.

Keywords: distributed、technology research、preliminary check

一、前言

氣候變遷在世界各地引發多起重大災害，因此防災觀念與技術也不斷地在精進，相對地，也揭露了傳統排洪設計考量的不足。在台灣降雨方面，近年來局部地區降雨量屢破紀錄，如民國 98 年莫拉克颱風及民國 99 年凡那比颱風重創高雄地區、梅姬颱風重創宜蘭地區。然而現況防災技術藉由既有雨量站之降雨特性推算可能淹水區域，但無法有效的對淹水區域發出即時通報並告知當地居民。因此，本計畫為提升非工程措施的水文監測功能，擬訂研發可對易淹水地區提供更準確的淹水檢核與通報作業系統，其功能可在淹水前爭取有限的避災、減災與救災時間，以降低救災困難度與淹水的損失。

二、研究地區與資料收集

本計畫係以典寶溪排水系統為例，因此收集計畫區域周邊既有雨量站之基本降雨資料、歷年淹水資料、地文資料等，以瞭解當地淹水特性，並將資料作為淹水模式應用，俾利建置分佈式感測技術及通報系統。

2.1 集水區概況及地文

典寶溪排水集水區範圍北起阿公店溪流域界，南至後勁溪排水集水區界，東倚中央山脈丘陵地帶與高屏溪分水嶺為界，西大致與彌陀區為界，發源於燕巢區烏山頂，標高 320 公尺，向西流經大社區、楠梓區、橋頭區、岡山區、梓官區蚵子寮，而於援中港附近注入台灣海峽，幹流長度約 32 公里，集水面積約 106 平方公里。本地區大部為平原，區里間聯絡道路等密佈如網狀，交通極為便利，集水區概況如圖 1 所示。集水區之流域邊緣現有頗具規模之仁大工業區、楠梓加工區，還有規劃完成之橋頭工業區、燕巢工業區、高速公路岡山及楠梓交流道特定區開發計畫、高雄新市鎮開發計畫等；除了最上游部份為山區外，大都為平地或丘陵地。地勢自東向西傾斜，地盤標高約在 1~320 公尺，流域東西向長約 19 公里，南北平均寬約 6 公里，河流平均坡度約 1/400，坡陡流短洪峰到達時間甚短。

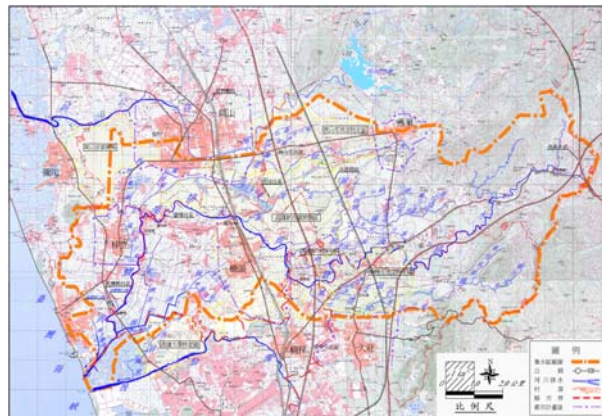


圖 1、典寶溪排水系統集水區範圍圖

2.2 區域排水現況

典寶溪排水幹線分為感潮段及非感潮段兩部份，長潤橋以下到河口處為感潮河段，長潤橋以上為非感潮河段。非感潮河段長約 27 公里，自上游源頭向西流下至通

過高速公路，開始收納鳳山厝及牛食坑等支線。經縱貫鐵路續往西至梓官附近，再納入大寮支線；感潮河段長約 5 公里，屬典寶溪排水之下游段，有潭子底等支線匯入，最後注入台灣海峽，典寶溪現況排水系統支線包含典寶支線、援中港第一支線、典寶橋 A、B 支線、潭子底排水、大遼排水、筆秀支線、角宿支線、中圳溪排水、鳳山厝支線；原於規劃時因考量未來都市化之開發型態，採用 50 年頻率保護標準，建議河口堤寬為 130 公尺。如今集水區都市化已漸形成，排水路之改善卻受限於用地取得困難，反以降低保護標準(改為區域排水 10 年頻率)、縮減河口堤寬(縮為 73 公尺)，俾達改善計畫之執行；高雄縣政府自民國 85 年度起積極辦理典寶溪排水改善工程，其排水路改善工程自出海口起實施至長潤橋下游約 80 公尺；第六河川局近年來已完成橋仔頭橋至長潤橋改善工程。幹線排水路於中山高速公路附近，隸屬於高雄市之渠段，業已改善完畢，係採用高標準之直立式三面工型態，出水高達 2.5~3.3 公尺。

2.3 降雨特性

典寶溪集水區內，平均年雨量為 1,825mm，降雨主要集中於六至八月。而流域鄰近之雨量站彙整如表 1；另根據民國 100 年「典寶溪排水都會區空間規劃之研究」，因分析因納入民國 98 年莫拉克颱風及民國 99 年凡那比颱風之雨量資料，故年最大一、二日暴雨量皆明顯增加，其中，100 年的重現期距一日暴雨量 357mm 較 97 年規劃報告之 328mm 增加約 8.8%，而 100 年的重現期距二日暴雨量 509mm 則較 97 年規劃報告之 475 mm 增加約 7.2%。其相關之分析成果如下表 2 所示。

典寶溪排水幹線出口之洪峰流量推估值，「典寶溪排水治理計畫」分析與以往規劃成果比較，如表 3 所示，於採用相同推算方法及雨型公式之情況下，以 2~5 年重現期距之洪峰流量比較，分析值略低於民國 86 年規劃成果，以 10 年重現期距之推算值兩者分別為 603 cms 及 596 cms，並無明顯差距，惟對於其它高重現期距之洪峰流量比較，本次分析值乃高出甚多，究其主因係最近幾年颱風暴雨量增加所致。

表 1、典寶溪排水集水區鄰近雨量站概況

站名	站號	經辦單位	站址	標高	類別	記錄 (西元)
金山	1670P001	經濟部水利署	高雄市燕巢區金山村 4 號	90	普通	1942~2010
岡山	1690P002	高雄水利會	高雄市岡山區壽天里岡山路 97 號	15	普通	1913~2010
竹子腳	1670P015	經濟部水利署	高雄市燕巢區西燕村阿公店水庫	39	自記	1940~2010
楠梓	1690P002	高雄水利會	高雄市楠梓區新安里	5	普通	1931~2010
鳳山厝	1680P006	台糖高雄糖廠	高雄市大社區保舍村 88 號	24	普通	1981~2002
南滾水	1680P007	台糖高雄糖廠	高雄市燕巢區鳳雄村 21 號	19	普通	1945~1997
橋頭	1680P009	台糖高雄糖廠	高雄市橋頭區興糖村 1 號	13	普通	1945~2002
白樹子	1680P010	台糖高雄糖廠	高雄市橋頭區仕元村 24 號	12	普通	1945~2002
梓官	1680P011	台糖高雄糖廠	高雄市梓官區梓義村 70 號	10	普通	1981~1996
鳳雄	C1V42	中央氣象局	高雄市大社區中正路 134 號	19	自記	1992~2010
岡山	C1V41	中央氣象局	高雄市橋頭區村仕元路左邊 1 號	19	自記	1992~2010

表 2、各重現期一、二日暴雨量分析比較表

歷年 分析成果	降雨 延時	重現期距(年)							採用 分析方法
		2	5	10	20	25	50	100	
86年 (34~83年)	一日	204	285	328	364	374	403	427	對數皮爾遜Ⅲ型
97年 (34~95年)	一日	197	276	321	357	368	424	448	對數皮爾遜Ⅲ型
	二日	191	274	328	381	397	429	499	極端型一型分布
100年 (34~99年)	一日	194	287	357	430	455	533	617	三參對數常態
	二日	291	421	509	594	621	705	709	三參對數常態

表 3、各重現期洪峰流量推估比較表

規劃報告名稱	保護 標準	推算法	各重現期距							
			Q ₂	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₂₅	Q ₅₀	Q ₁₀₀	
高雄地區典寶溪排水系統改善規劃報告(水利局, 年限為34年~67年)	50年	無因次單位歷線法	507	720	857	986	—	1,149	—	
高雄縣(市)典寶溪排水系統改善檢討規劃報告(高雄縣政府, 年限34年~67年)	10年	都市: 合理化公式	—	—	628	-	711	792	—	
高雄縣典寶溪排水系統改善整體規劃報告(水規所, 年限34年~83年)	10年	三角形單位歷線法	331	495	624	763	810	967	1,141	
		三角形單位歷線法	362	512	596	668	690	753	807	
「典寶溪排水治理計畫」(水規所, 年限為34年~91年)	10年	三角形單位歷線法	330	490	603	720	756	888	1,025	

2.4 淹水特性及通洪能力

依據 98 年「典寶溪排水治理計畫」利用 SOBEK 二維淹水模式推估淹水情形，計畫集水區之各重現期淹水模擬結果。若以 10 年重現期為例，如定義為淹水深度 25 公分以上為淹水區，計畫區現況最大淹水總面積為 2,065 公頃，平均淹水深度 0.82 公尺，淹水時間約 31 小時。由淹水範圍可知，淹水災害大部份集中在典寶溪排水幹線下游出口段左岸魚塢區、典寶支線中上游低窪地區、援中港第一支線中游沿岸局部低窪區、筆秀排水下游筆秀社區、潭子底排水中上游沿岸、大遼排水下游集水區及其匯入典寶溪排水前之地區(岡山區白米里及劉厝里)等，另外石螺潭排水及大遼排水中下游沿岸亦有嚴重淹水區，而集水區上游區域之局部低窪地區因受地形阻隔無法排入排水路亦有淹水情況發生。

三、研究區域之儀器建置與資料取得

本計畫於第一年計畫中，分別於高雄市岡山區劉厝里及橋頭區筆秀里兩社區進行監測，並依據典寶溪降雨逕流特性、歷史淹水記錄以及數值演算成果等，設置內水與外水感測水位監測站，並透過電阻感應，來瞭解不同水質環境、水流等所組成之特性，並得知水位高、水深及底床位置，來作為後續淹水防災判別之依據。

圖 2 係為第一年計畫所規劃之內水及外水監測設置點位，由圖可知，監測儀器皆設置於典寶溪區域排水支流，其外水部分(劉厝里)安裝位置緊鄰社區抽水站及新設

置之滯洪池旁；而筆秀社區外水監測點，則設置於過去曾數次讓社區淹水、溢流之筆秀橋旁；內水設置儀器部分，兩社區監測點皆設置於淹水歷史記錄中之積淹水之排水溝渠內，其監測最大深度約達 50cm。依兩者配置，於民國 100 年開始記錄，途中曾幾度修正感測讀數，其因機身不夠穩固，而遭水流沖刷毀損；由於感測水位尺主要為侵入式讀取方式，因此相對故障風險較高，但準確度相對較佳。此外，在社區自主淹水警戒的設定，除了須透過儀器確認水位的發生位置外，對於所讀取的數值亦須建立其數據讀取頻率，傳輸方式、傳輸位置架構、備援儲存方式，電力供應模式以及資料取得方式進行。

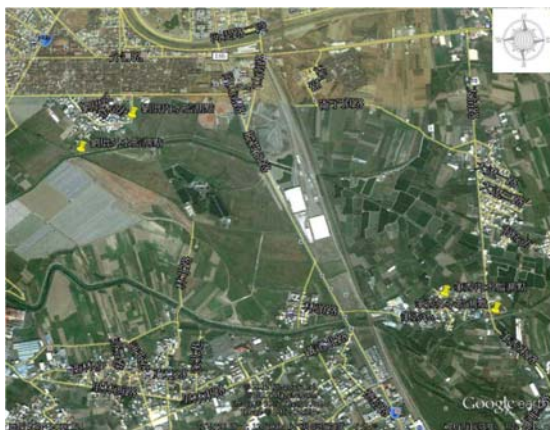


圖 2、劉厝及筆秀社區內外水為監測點分布

3.1 儀器設施測試

初步設置測試目的在於瞭解設置點位代表性、儀器設備運作能力、訊號傳輸穩定性及後端展示系統等四大面向。因此，本計畫擬針對設置點位、儀器設備及訊號傳輸等測試進行規劃。

3.2 相關水位監測成果

1. 內水水位監測成果

內水監測部分，由於兩社區監測點皆設置於淹水歷史記錄中之積淹水之排水溝渠內，其監測最大深度約達 50cm。依據兩者配置位置，於民國 100 年開始記錄，途中，曾幾度修正感測讀數，其因為機身不夠穩固，而遭水流沖刷毀損；由於感測水位尺主要為侵入式讀取的方式，因此相對故障風險較高，但準確度相對較佳。

從日常生活之用水觀察以及河川水位的變化，筆秀橋外水及秀正路內水水位觀測站自 2012 年 1 月 21 日至 2012 年 4 月 10 日監測資料，由資料顯示，本區 2/16、2/21、2/24、3/12、3/16 水位皆有明顯上升的趨勢，與高雄氣象站所測得之降雨資料，與上述漲水關係十分吻合。當數值超過 0cm 的參考電阻時，表示河道水流產生以下兩種變化。

- (1) 當數值越大，表示液面已趨近該高度，介於水與空氣之間，但是不同液體，包含本處有部分感潮現象，水體含鹽分較多。此外，液體含的組

成皆有所不同，因此組成差異甚多，以本區水體墊組值大約座落在 76-82 之間，受溫度雨水體影響。

(2)表示液體覆蓋感測點的程度大小，當數值越大，表示露出液面程度越多，當完全覆蓋，表示越趨近參考電阻。

2.八月份內外水事件監測

根據現場監測到的雨量變化，繪製十分鐘及累計雨量圖如圖 3 及圖 4 所示，針對本區內外水水位觀測成果，以 8/7-8/11 期間有明顯降雨，將筆秀社區區域內水及外水監測成果電阻值變化進行列表說明，可獲以下幾點結論：

(1)筆秀社區秀正路內水部分

A.內水部分十分鐘降雨量小於 3mm 時，內水反應時間約 20-30 分鐘內，變化量約 8-12cm，若十分鐘降雨量大於 3mm 時，則於 10 分鐘內即反應水位，變化量約 32-40cm。

B.8/7-8/11 期間，共計出現 7 次降雨高峰，期中 8/7 晚間 8:30，8/8 凌晨 2:30，8/9 凌晨 2:40 以及 8/10 半夜 12:40 皆發生社區內排水溝全滿且溢出的現象。

C.期間最大滿水延時有達 110 分鐘。

D.平時比電阻值約在 70-90 之間，但是大雨來時，比電阻值皆提升 5-7 倍，液面深度變化的影想，只受時間的變化，水中所夾帶的導電物質的變化而有所增減。

(2)筆秀社區筆秀橋外水部分

A.依據內水與外水水位發生峰值的變化，社區內的峰值一般會先到達，隨後 10-20 分鐘內，外水水位亦達峰值，凸顯本區降雨與逕流的特性。

B.可以明顯看到社區內排水溝與外圍區域排水的水位變化，內水退水快，外水退水時間很長，約為其 4-5 倍時間。

C.外水峰值受上游逕流及其他排水系統入流影響，因此水位變化需長時間觀察內外水間變化曲線及時間關連，瞭解社區內積淹水與外水溢堤間關連性，以作為後續修正警戒之參考依據。

D.由於本區屬於平地區域排水，上游無產沙區，從數據判別，因此河道在大水過後並無明顯淤積現象，僅在比電阻值的差異，大水過後有明顯增加，表示河床內導電度物質增加。

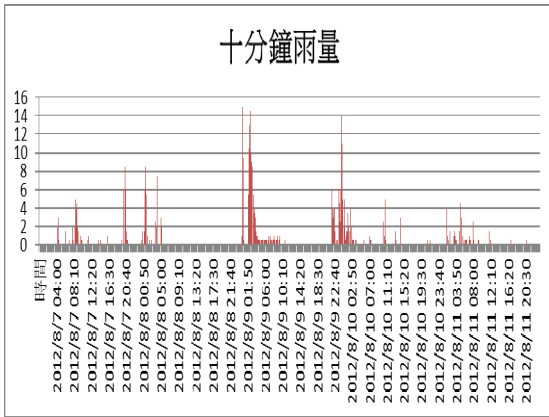


圖 4、8/7-8/11 間十分鐘降雨量變化圖

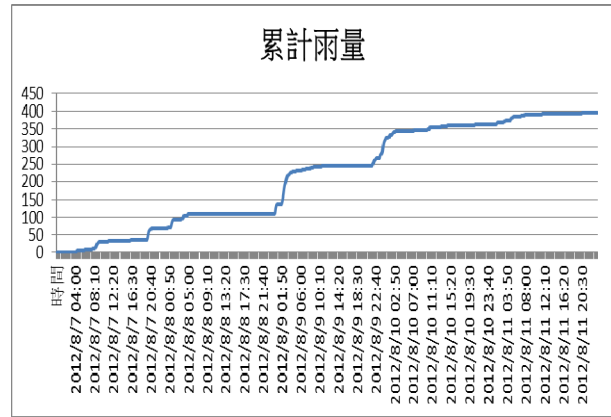


圖 5、8/7-8/11 間累積雨量變化圖

四、即時水位檢核與淹水預警指標規劃及 GIS 預警展示平台

4.1 淹水預警指標初步規劃

1. 淹水預警指標初步規劃

本計畫參考經濟部水利署防災資訊服務網，目前水利署所擬定之淹水警戒分級分為二級警戒及一級警戒，其定義如下：

- (1)二級警戒：發布淹水警戒之鄉(鎮、市、區)如持續降雨，其轄內易淹水村里及道路可能三小時內開始積淹水。
- (2)一級警戒：發布淹水警戒之鄉(鎮、市、區)如持續降雨，其轄內易淹水村里及道路可能已經開始積淹水。

上述之淹水警戒準確性受降雨時空分布不均、雨量站密度、地形地物、河川排水及其當時水位高低、沿海潮位、排水流路阻塞等因素影響，可配合即時雨量觀測(如 QPESUMS)及當地降雨實況研判因應。

故本計畫規劃之淹水預警指標，分別以區排之警戒水位及本計畫研擬之注意雨量進行規劃；警戒水位之預警時間分別以 1 與 2 小時來界定，經由區域排水之即時水位資料與淹水模擬之區排可能溢堤水位高程作為訂定預警值之參考依據。另外，根據「河川警戒水位與區域排水警戒雨量之檢討與應用」，中央管區域排水之警戒水位訂定後，建議於 99 年設置水位站後先後運作與檢討，然後再進行公告；另由於本計畫所進行之監測位置較偏於於典寶溪中下游處，因此水利署於此處之警戒水位以五里林橋站及長潤橋站之水位作為警示管理。但由於五里林橋站及長潤橋站之預警水位尚未進行公告，故參考現階段所擬定之其警示管理值作為本計畫之水位預警參考，詳如表 4。

表 4、典寶溪警示管理水位表

排水名	水位站名	堤岸高程 (m)	警戒區域控制高程(m)	警告水位	危險水位
典寶溪	五里林橋	7.1	6.48	5.6	5.0
	長潤橋	6.1	4.1	3.7	3.3

2. 前期淹水模擬之初步成果

本計畫於第一年度之執行期間，針對筆秀社區及劉厝里進行淹水模擬。並針對筆秀社區里民較為依賴之預警指標地點“橋仔頭橋”進行分析，由於橋仔頭橋此處為各支流匯入典寶溪之匯集點。且此處係為社區地勢較高處，若發生溢堤或積淹水會由此處沿著筆秀路漸進的進入社區較低窪處，因此本計畫特別注意橋仔頭橋之水位高程，並針對淹水深度與橋仔頭橋之水位進行分析。

另本計畫擬定筆秀社區之預警指標與避難疏散指標，係分為注意雨量及警告雨量兩預警指標。注意雨量係以累積雨量達 200mm 或 1 小時降雨量達 40mm 以上時，此時也已達到中央所發布之二級警戒雨量，其橋子頭橋水位可能達 5.5m，社區內可能已積(淹)水 30cm，應將進行垂直疏散，社區保全戶應將汽機車停放至地勢較高處或放置在屋內一樓之物品應緊急搬離至高處；警告雨量係累積雨量達 300mm 或 1 小時降雨量達 50mm 以上時，此時已達到中央所發布之一級警戒雨量，橋子頭橋水位可能達 7.5m，社區內可能已積(淹)水 50cm，社區保全戶應進行在地疏散(若住家樓層數較多者可直接往高處避難，或至樓層數較多的鄰戶避難)，而社區災害弱勢者，應進行異地疏散，應先撤離至安全避難處進行安置。

3. 本年度淹水模擬成果

由於今年度公路局預計將興建已久之橋仔頭橋進行改建，而本計畫於期初階段規劃於此處安裝水位感測計，為此水位感測計往上游之鐵路橋進行設置安裝。因此第六河川局於 101 年 04 月 18 日協助本計畫函文至台鐵，惠請台鐵准以設置安裝。經於 101 年 05 月 03 日與台鐵會勘後，以本計畫之儀器設置不影響行車安全，准予設置安裝於鐵路橋；由於第一年度所模擬之淹水深度與橋仔頭橋水位分析資料，因此本年度將重新進行演算，以鐵路橋之水位與淹水深度進行分析，而兩者相對位置示意及本年度所設置之儀器位置如圖 6 所示，分別為 2 個外水水位監測點(筆秀橋及鐵路橋)與 2 個內水水位監測點(天后宮及秀正路)，其相關成果如表 5。



圖 6、筆秀社區內外水位監測儀器位置示意圖

表 5、筆秀社區預警指標與避難疏散表

預警指標	累積雨量 (mm)	1 小時降雨量 (mm)	鐵路橋水位 (m)	筆秀橋水位 (m)	社區積(淹)水深度 (cm)	避難方式	措施
注意雨量	200	40	5.5	2.1	30	垂直疏散	保全戶應將汽機車停放至地勢較高處或放置在屋內一樓之物品應緊急搬離至高處
警告雨量	300	—	7.5	2.5	50	在地疏散	1.保全戶若住家樓層數較多者，可直接往高處避難，或至樓層數較多的鄰戶避難
							2.社區災害弱勢者，應已先搬離至安全避難處進行安置

4.2GIS 預警展示平台

預警展示平台接收分以下二部分資訊，1.藉由外部硬體設備水情資訊的收集，如水位感測計等，透過無線網路傳輸方式，將資訊收容至系統資料庫；2.自水利署相關平台接收既有雨量站及水位站資料。以此進行系統各種預警展示分析，以下將分別說明軟體系統平台架構、軟體系統功能說明、硬體設備平台架構、硬體設備規程說明、通訊傳輸方式介紹等。

此外，近期由於智慧型手機日漸普及，民眾擁有智慧型手機之人口比例日漸提高，手持行動裝置上之 App 應用也日漸廣泛，民眾使用度及對其接受度亦有所提升，所以本計畫亦在現有平台上規劃了一個 App 系統，期望未來可藉由此系統功能，提升對民眾通報的即時性及便利性；由於筆秀社區人口大多皆為中老年人佔 8 成，且與社區里民溝通發現，手機普遍率雖高，但大多數人口普遍使用 2G 手機，其智慧型手機的使用率卻甚低。因此本計畫初步針對其相關功能架構及未來設計預期畫面如下描述：

1. 自主防災社區 App 系統功能之初步架構

- (1)使用者透過網際網路道系統伺服器進行註冊，註冊內容包括:使用者名稱、所在(關注)的社區、行動裝置電話號碼。
- (2)當使用者開機使用時，系統即登錄使用者 ID 及 IP。
- (3)當有即時雨量及水位資料及相關警戒資訊時，伺服器會透過 data push 的方式將資料推送到相關使用者的手持行動裝置上。
- (4)各社區相關資料透過自動傳送或是人員鍵入的方式提供給系統伺服器。

五、建立區域排水監測系統與預警之作業流程

5.1 區域排水環境情境模擬

本計畫之情境模擬，係以第一年度所模擬之淹水預警指標進行規劃。故以今年度較大雨勢之 6 場雨量進行淹水模擬，並蒐集今年 6 個場次之現地監測到的水位、雨量等資料進行比對、校核，而相關資料如第四章所述；因此，本計畫已擬於教育

訓練時進行區域排水環境情境之講習，為讓社區及基層業務承辦人員清楚瞭解災害狀況從發生至結束，講解全盤的處理流程，並落實縱橫向聯繫，好讓各項防救災資源都發揮相乘效果，在日後若遇有類似災害發生時，則能於第一時間內完成災害應變處置，將災害影響及損失降至最低。

透過社區自主防災組織的疏散撤離相關作業執行人員之編組與分工，能夠在陟臨災害時對社區的弱勢保全對象及早執行疏散撤離，以減少不必要的災損及傷亡產生，因此，當中央氣象局發布海上陸上颱風警報，或豪雨特報中大豪雨以上之警戒區域後，社區即應注意氣象、水情資訊，針對水災危險潛勢地區、低窪地區或其他可能致災地點通報相關訊息及預作疏散撤離準備，並透過先前建立的淹水預警指標資料及其保全對象清冊，來優先掌握需援護之弱勢族群之動態；災前由「警戒班」針對通報警戒區域及低窪地區之保全對象，挨家挨戶進行勸告疏散撤離勸，災時由「疏散班」班員按事前討論分配的疏散避難責任編組，優先協助疏散撤離責任區內的保全對象(疏散至避難處所或垂直疏散至安全處所)及完成撤離準備，如情況危急，必要時可由「引導班」協助強制疏散，避開社區易淹水的危險路段至疏散避難處所，由「收容班」進行災民管理及照護。

而自主防災社區編組任務分配建議，應依其所負責之任務分為指揮中心、疏散班、引導班、收容班、及警戒班等五大班別，並以社區現有之組織職掌，做為各班別成員組成的依據，以於防災應變時，得以相互配合，達到自主防災的目的；此節將初步構想各班別於災害發生時，應分配之工作內容如表 6 所示。

表 6、水自主防災社區各班別應分工內容

序次	班別	工作項目
1	指揮中心	1. 統籌指揮 2. 聯絡各班 3. 掌握全局 4. 指示撤離 5. 災情回報
2	疏散班	1. 挨家挨戶通知需要進行疏散避難的對象進行自主避難(可告知提示災情危險度、避難所、提醒危險路段、攜帶物品等新關訊息，以增加民眾配合度減少恐慌) 2. 經上級機關指示撤離後進行強制疏散
3	引導班	6. 執行交通管制、秩序維持 7. 警戒區管制 8. 協助強制疏散
4	收容班	1. 避難處所之開設 2. 收容災民 3. 物資收受清點分配 4. 災民管理及照護(包括救護衛生)
5	警戒班	1. 預警監控、監測雨量、觀察溪水情形 2. 情資蒐集 3. 災情研判分析 4. 發布避難告、指示撤離 5. 蒐集避難過程紀錄

六、應用本計畫研發成果選定水患自主防災社區進行示範計畫

透過本示範計畫，團隊與社區居民共同探討最適宜當地社區防災工作之運作機制，並透過社區防災管理討論，強化居民平時的防災能力，於災害發生之前持續執行減災的措施，以減少災害發生的機率，並降低未來災害發生時所造成的影響，並透過災前的整備工作幫助社區做好面臨災害之準備，有效率的降低災害所帶來的衝擊，此外，災中的應變措施，及災後的復原重建知識，都能促使社區在災害來臨後迅速地復原並調適。

透過防災社區營造操作過程，本計畫希冀能激發民眾對防災意識之認同，傳達防災警覺的重要性，並讓社區學習與災害共存的能力；也期盼可以喚起民眾對社區永續發展核心價值的認知與重視，讓社區有落實的操作能力，以達到自主運作、健康發展安定成長的終極目標，進而建立一個安全、健康、舒適、永續的居住環境。

七、結論與建議

1. 結論

本研究擬就以高雄市橋頭區筆秀社區所建置之分佈式感測儀器及預警系統等，進行水位監測、淹水模擬與預警檢核及社區的自主防災社區之示範計畫等，得到下述結論：

(1) 研究區域之儀器建置與資料取得

A. 依據上述建構之分布水位偵測方式，可以瞭解本社區內外水的水流分布狀況，並藉由水位的變化，作為淹水預警的控制，一方面有效瞭解淹水問題來源以作為日後排水改善的依據，此外也作為內外水與雨量關連的建立，日後社區藉由雨量的預警即可瞭解淹水的可能性。

(2) 即時水位檢核與淹水預警指標規劃及 GIS 預警展示平台

A. 本計畫擬以社區為單位進行水位及雨量監測，可針對易淹水之社區或村里進行自主防災之應變。利用水位感測系統，於社區之內水及外水監測點進行監測，並經由各點組成一個面概念，來探討水的漫流的流動方向性，進而達到即時分析與預警告知之作用。

B. 考量本計畫屬社區自主性防災應變所需，主動應用上係以社區民眾及鄰里幹部，需達自主監測之基本要求。故本計畫採以預報之雨量資料及社區內所設置之雨量桶計量前三小時累積雨量，可能造成村、里內建築物與道路開始出現積(淹)水情況，當地居民應採取防範措施，以減少因積(淹)水所造成之損失。

C. 筆秀社區之預警指標與避難疏散指標，乃分為注意雨量及警告雨量兩預警值，其注意雨量係以累積雨量達 200mm 或 1 小時降雨量達 40mm 以上時，此時也已達到中央所發布之二級警戒雨量，其鐵路橋水位可能達 5.5m，筆秀橋水位已達 2.1m，而社區內可能已積(淹)水 30cm，

此時應將進行垂直疏散，社區保全戶應將汽機車停放至地勢較高處或放置在屋內一樓之物品應緊急搬離至高處；另警告雨量係累積雨量達300mm 或 1 小時降雨量達 50mm 以上時，此時已達到中央所發布之一級警戒雨量，鐵路橋水位可能達 7.5m，而筆秀橋水位已達 2.5m，社區內可能已積(淹)水 50cm，社區保全戶應進行在地疏散(若住家樓層數較多者可直接往高處避難，而社區災害弱勢者應先至樓層數較多的鄰戶或鄰近親友家避難)。

D.本計畫於筆秀社區中之內水水位監測點天后宮廣場處設置一影像監測點，以網路攝影機(IP CAM)作為周遭環境監測之用，並對於社區內之積淹水特性及水位感測器等進行監測，其影像資料將整合、展示至預警平台；而傳遞影像資料以 3G 傳遞資料，透過網頁可於手機及電腦於特定 IP 位置進行監測，並將現地之即時影像整合至預警展示平台中，可隨時即時監控。

E.本計畫之預警展示平台即透過網路架構，於電子地圖上建立分佈式水位感測設備佈建之點位、展示各設備回傳資料、顯示各設備空間相關性、建立感測資訊警戒值等，藉由建置研究地區性水文狀況與淹水條件之淹水檢核設定，並透過保全對象之設定，建構警戒通報之空間搜尋功能，進一步提供資訊化通報系統之研發，滿足易淹水地區的區域性水位監測系統開發需求。

(3)應用於本計畫研發成果選定水患自主防災社區進行示範計畫

A.本工作項目之目標於讓社區民眾熟知防救災資訊並於災害發生之際能「自救、互救」，以順利推動水患自主防災疏散避難作業，降低災害損失，並能迅速參與推動重建，進而發展出從災變中迅速復原與調適的能力，最終成為一個具有自主抵抗災害能力的社區。

2.建議

(1)持續地推動輔導水患自主防災社區

社區居民對治水工作有很大的期待，但經本計畫輔導社區居民的觀念，除了覺得需要工程治理，也漸漸接受並重視「避災、離災」的軟體防災工作，唯社區自主防災組織雖已成立，但目前社區表示未來自行運作有其困難，需要政府持續的輔導與資助，因此本團隊建議未來在輔導社區推動水患自主防災可至少以 3 年為一個輔導期程，協助社區持續推動自主防災。

(2)推廣結合即時水位觀測設備

本計畫為研發分佈式水位感測技術研發與區域性淹水檢核及通報系統予社區使用，結合軟體與硬體的防災措施，以有效減少水患對地方造成的災害威脅，建議未來可優先針對重點淹水潛勢區域村里做推廣，且搭配階段性的輔導，前期先強化居民居民災害意識，爾後輔導社區成立防災組織與研擬防災對策，後期再透過教育訓練，與技術轉移加強社區的

主體性及自主性，當面臨災害之際，才能發揮自主防災社區之功用。

(3)充實社區防救災資源

當社區欲進行自主疏散避難時，也需要相關的配套防救災器材進行防救災工作，如遭遇設備或裝備不足的情況時，可能會面臨無法進行自主防災之困境，故本團隊建議未來應協助社區進行經費申請補助，如保險補助、反光雨衣、橡皮艇、救生衣等；另外平時也應定期檢視社區的疏散避難處所設備，充實不足之物資與設備，以提高災時居民願意疏散至疏散避難處所之意願。

參考文獻

1. 李明靜、賴泉基(2000)，「由水面流速分布推定河川斷面水深及流量之研究」，中國土木水利工程學刊，第十二卷，第四期，777至783頁。
2. 經濟部水利處(2000)，「數位式雨量記錄器之操作、校核與保養要點」，水利處水源組。
3. 許盈松(2000)，「天然河川流量及泥砂觀測技術與儀器本土化建置研究(1/2)」，經濟部水資源局。
4. 許盈松(2000)，「河川自動化測深儀之研究」，經濟部水利處。
5. 財團法人工業技術研究院能源與資源研究所(2000)，「水文觀測站網儀器檢校管理之建立」，經濟部水資源局。
6. 財團法人中華民國資訊基本建設產業發展協進會(2000)，「建立洪水預報系統暨水利設施災害防救體系整合計畫(二)」，經濟部水資源局。
7. 財團法人中華民國資訊基本建設產業發展協進會(2001)，「建立洪水預報系統暨水利設施災害防救體系整合計畫(三)」，經濟部水資源局。
8. 賴泉基等(2001)，「高效率流量測量示範站之建置運作(1/2)」，經濟部水資源局。
9. 中興工程顧問股份有限公司(2001)，「淹水災害即時觀測之規劃研究-以淡水河流域為例」，經濟部水利署。
10. 許盈松(2001)，「理論水位流量率定曲線於台灣河川之應用評估探討-以基隆河流域水文站為例(1/2)」，經濟部水資源局。
11. 逢甲大學(2001)，「重建區雨量站站址評選之適合性研究」，行政院農業委員會水土保持局。
12. 中興工程顧問公司(2002)，「集集共同引水計畫-濁水溪流域地區逕流測預報系統建置水文系統模擬模式成果報告」，經濟部水利署中區水資源局。
13. 許盈松(2002)，「理論水位流量率定曲線於台灣河川之應用評估探討-以基隆河流域水文站為例(2/2)」，經濟部水利署。
14. 經濟部水利署(2002)，「台灣地區水文觀測現代化檢討建議及其評估指標建立」，經濟部水利署。
15. 財團法人成大水利海洋研究發展文教基金會(2002)，「基隆河系流量自動化觀測技術之研發」，經濟部水利署第十河川局。
16. 中興工程顧問股份有限公司(2002)，「水文觀測品質評鑑制度建立及其推動計畫之擬訂(1/2)」，經濟部水利署。
17. 賴泉基(2003)，「高效率流量測量示範站之建置運作(2/2)」，經濟部水利署。
18. 中興工程顧問股份有限公司(2003)，「水文觀測品質評鑑制度建立及其推動訂

畫之擬訂(2/2)」，經濟部水利署。

19. 財團法人資訊工業策進會(2003)，「基隆河洪水預報及淹水預警系統更新改善計畫之系統整合計畫」，經濟部水利署第十河川局。
20. 逢甲大學(2004)，「土石流現地資料蒐集暨觀測試範站維護計畫」，行政院農業委員會水土保持局。