

第5章 天然災害防治工程導論 (近代土木水利工程技術 土木水利工程學會)

5-1 前言

台灣位於副熱帶季風區，每年 5~6 月間會有異常梅雨，7~11 月間則有頻仍之颱風侵襲，此等特殊氣候，常帶來豪雨，加上地形陡峻，河川短促，經常引發嚴重水災，而且颱風之強勁風力，常造成大量農作物受到摧殘，導致可觀之經濟損失。同時，台灣位於歐亞大陸板塊與太平洋的菲律賓海板塊交界之處，屬世界上有感地震最頻發的地區之一，因地殼運動關係，地表破碎、地層上升、而形成陡峻的地形，地質構造複雜為崩塌的基本條件，而崩塌的誘發原因則為颱風豪雨及地震的侵襲破壞，再加上山坡地大量開發更加重崩塌之災害，另外，由於近數十年經濟快速成長，產業及人口紛向都市集中，超高層且規模龐大之建築物日益增加，化學災害、火災與重大交通事故等人為災害之潛在危機亦不斷升高。

欲減輕天然與人為災害事件造成之損失，應以堅實的科技為基礎，據以擬訂防災相關政策與措施，並持續強化平時減災、災前整備、災時應變及災後復建等工作，始可見效。經過多年努力，我國防災科技研發成果已相當豐碩，但實務工作卻未能充分應用該等成果，使工作效能與品質上有效提昇，因此建立防災科技研發成果之落實應用機制，協助地方政府規劃建立災害防救專責機構與運作體系，研擬地區災害防救計畫、建立災害防救相關資訊系統、辦理災害防救教育訓練及支援緊急應變任務等事項，均有待積極推動。

本文針對國內外天然災害防災科技研發概況、防救災工作之特性、防災技術規範及地區災害防救計畫等事項，就氣象、防洪、坡地、地震、地震工程、防救災資訊等領域予以綜合檢視，進而探討防災科技研發與防災實務工作之關係，以及我國防災工作應努力之方向，期能拋磚引玉，藉以引發更多的討論，進而集思廣益，協助政府擬訂改善策略，減輕災害事件造成之財物損失與人員傷亡。

5-2 防災工作特性

防救災工作具有週期的特性，包含減災整備應變及復建四個階段可概略定義如後。

減災

減災(mitigation)為防災工作中最為重要的一環，此階段需掌握可能發生災害的情況，進行潛勢與危險度分析、境況模擬，據以提出各種減災因應對策與行動方案，以持續性的行動來減低或消除各項災害與衍生影響，對民眾生命財產所造成的風險。因此本階段需要有專業學術研究之強力支援，依據自然與人文環境特性，檢討各種災害可能發生的地點、規模及強度，以及其可能造成的人命與財產損失，做為政府及社區民眾擬訂防災對策之依據。

許多工程之規劃、設計、施工、營運及維護、都應將減災納入考量，並制訂技術規範，使工作有所依循。國內已進行許多減災技術規範制訂及修訂，例如，水災方面：蓄水庫安全檢查與評估、水利建造物安全檢查、洪水平原管制、地層下陷防治方案等；坡地災害方面：開發山坡地及施工計畫須知、水土保持技術規範等；震災方面：建築物耐震設計規範、建築技術規則等。這些技術規範均須以科技研發成果為依據，並隨著自然及人文環境的改變，定期檢討修訂，當有新的技術出現時，亦應加以增修，故而，唯有經由持續之科技研發、體制建立、落實應用，方能達成減災實效。

整備

整備(preparedness)係在災害發生之前，藉由計畫、訓練及演練等方式，建立緊急處理的能力，以期能有效率地做好對各項災害之救災工作，此階段之主要工作包括：擬訂緊急救災計畫、分配救災人員任務、配置救災物資等，並定期舉行緊急救災演習與演練，使相關人員均能熟習其任務。

應變

應變(response)是災害管理的重要關鍵，必須在災害發生後極短時間內掌握正確的災情資訊，藉由有效率的指揮系統，採取緊急應變措施，例如：可能受災者的疏散與避難、緊急設備與補給物品的配置、食物飲水的提供、受難者之搶救及醫療照顧、受損建物的診斷、恢復必須的公共服務等，以防止災害損失之擴大。

復建

復建(recovery)工作包括復原與重建，必須儘速使受災地區之個人、工商業、政府單位恢復正常運作，減輕進一步的損害。大規模災害事件發生後，為有效率地進行復建工作，必須事先妥善規劃，並配合訂定相關法規。同時，各項復建措施必須與減災階段相關工作併同考慮，以強化抗災能力，減輕爾後災害事件可能造成之損害。

上述防救災工作的週期性，說明了災害事件發生與因應的流程，包括：減少、害發生與損失風險的減災措施、災前的整備、災害事件發生時的應變作為、災後幫助民眾與機構之復建等，以預防與降低災害風險。例如：大部份的火災是可以預防的，所以火災的預防是美國聯邦緊急事務管理總署(FEMA)消防局的主要目標之一，該局採用了許多鼓勵防火的行動，包括教育民眾裝置煙霧偵測器、使用電暖器的安全方法等火災防範方法，又如：FEMA 保險局與美國國內的保險公司合作，實施洪氾區管理地區提供洪災保險，不但合理的分攤災害風險，更藉由洪氾區管理準則與保費評核制度，積極地提昇了民眾的抗災能力。

面對災害的威脅，政府與人民不能再消極地視災害是無法抗拒的，而應積極地運用先進科技來推動災害防救的各項工作。災害防治已是世界各國共同重視之課題，聯合國在 1989 年宣佈 1990 至公元 2000 年為(國際防災十年 IDNDR)，其目的即為使各國利用科技知識提昇防救災技術水準，並藉由技術協助、技術移轉、示範計畫、教育訓練及成效評鑑等措施，發展適合各國之災害評估、預測及救災方法。

5-3 我國天然災害與防治技術

近幾年不斷的淹水、土石流、地震等重大天然災害，顯示我國的防災工作仍有許多待改進之處。有鑑於防災科技研發可大幅提昇防災工作之水準，各相關領域均在努力加強防災科技研發，茲將天然災害與有關課題概況，分述如後。

颱風豪雨災害與防治技術

颱風所帶來的豪大雨是台灣地區主要的天然災害之一，地區性的豪雨常導致洪水、山崩、及土石流等災害。台灣地區境內因中央山脈高聳，當颱風來襲時，地形迎風面常引發局部性豪雨，且因台灣的河流多坡陡水急，集流時間短，一旦有豪雨發生，常造成河川中下游嚴重水患，對人民生命財產的影響甚為重大：例如 1996 年 7 月底賀伯(Herb)颱風侵襲時，在阿里山的山區造成 1987 公厘的降雨又如 1998 年 10 月下旬的瑞伯(Zeb)和芭比絲(Babs)颱風連續侵台，造成台北縣汐止地區嚴重淹水，人民財產的損失更是不計其數。2000 年 10 月下旬的象神(xangsane)颱風再一次的造成台北縣汐止地區的淹水；此外，在歷經 1999 年 921 地震重創之後，災區土質鬆動，2001 年 7 月桃芝(Toraji)，颱風除了造成花蓮土石流災害外，亦再度重創南投災區，形成大規模的土石流，造成數百人的傷亡；2001 年 9 月納莉(Nari)颱風，更為台灣北部造成大範圍的淹水。

若能正確預估降雨量，必然有助於颱風豪雨害之應變。然而，美國專門負責颱風預報的作業單位，如熱帶預報中心(Tropical Prediction Center.)或是聯合颱風警報中心(Joint Typhoon Warning Center JTWC)到目前為止，尚未將颱風「客觀定量降雨預報」列為正式預報作業中；相反的，台灣地區颱風降雨的預報問題，卻普受到國內作業與研究單位的重視。

定量降雨預估

定量降雨預估通常分成較長時間(0-24 小時或 0-48 小時)及較短時間(0-3 小時或即時預估)，兩種不同時間尺度的預估方法。有關 0-3 小時之定量降雨即時預估法，主要為雷達回波推估降雨法，即 Z-R 關係之推估，目前國內除了中正機場雷達、台中清泉崗雷達外，中央氣象局所屬雷達包括五分山雷達、花蓮雷達、墾丁雷達及台南七股雷達，中央氣象局已於 2001 年底完成台灣地區雷達網連建置工作，目前國科會永續會第二期防災計畫「91-95 年」亦規劃雷達工作小組為配合防洪研究群進行淹水潛勢模擬，在北部以基隆河流域、南部以鹽水河流域為防洪示範區流域，優先執行雷達回波推估降雨工作。

在 0-24 小時或 0-48 小時之定量降雨預估技術方面，大致可分為統計法和動力數值模式預估。動力數值模式定量降雨預估著重在 12-24 小時以上的預估，目前國內已有學者專家採用 MM5 動力數值模式，進行侵台颱風之個案模擬研究同。上述模擬工作係於工作站上執行，均可獲得合理的颱風路徑及全台降雨變化趨勢，但在時效上並不經濟。

統計法係建基於歷史颱風資料的統計應用，考慮的是氣候統計資料的重現性；因此，對於行徑怪異的颱風，缺少預估能力。一般而言，統計法應用在 24-48 小時的定量降雨預估時，因颱風路徑預報誤差增大使雨量預報誤差亦增大；但當應用在 0-24 小時之降雨潛勢預估時，則具有相當高的應用價值。

在 0-24 小時之氣候統計法方面，王等係利用 1942 至 1982 年逐時的颱風路徑資料，以及該期間中央氣象局所屬台灣地區 14 個傳統測站的逐時雨量資料，求出不同颱風路徑(主要為西行及北進兩類)下，各測站的雨量分佈，分析時，針對東經 117-129°、北緯 19-28° 的範圍內，每一個 0.5*0.5° 的網格中，求出歷年颱風經過該網格區域時，某一測站的時雨量平均值、最大值、最小值、標準偏差以及過境次數，以提供作業單位預報之參考。上述僅採用時雨量平均值的方法，稱之平均法，乃考慮一地之颱風時雨量僅受颱風位置、移向及當地地形所影響。

值得一提的是，王等所發展出來的平均法是目前國內中央氣象局在颱風降雨預報作業中最主要的參考資料；然而，其所應用的範圍僅限於中央氣象局 14 個傳統測站。

葉等進一步校驗平均法應用在中央氣象局台北測站之颱風降雨預測之準確度，同時探討持續法在颱風定量降雨預報之可行性，其結果顯示，平均法對台北一地之颱風降雨預報有一定的參考價值，但對較大降雨有明顯的低估；而結合平均法與持續法之「差異持續法」和「比差法」似乎能改善平均法對較大降雨低估的情形。

第二種常用的颱風定量降雨預估法為氣候統計迴歸法，亦即除了考慮氣候統計法之颱風路徑對降雨所可能產生的影響之外，並選擇一些其它重要的氣象因子，應用統計迴歸發展複迴歸預報方程預報各地降雨。例如魏等曾嘗試以颱風中心氣壓和與颱風中心距離等參數，利用迴歸方程來估計不同颱風路徑可能造成的最大日雨量。

第三種颱風定量降雨預估法稱為類比法，此法基本考慮是「路徑、強度及暴風半徑相似的颱風，其伴隨之降雨分佈特徵類似」，因此，應用時，必須先找出與該颱風具有相似路徑之歷史颱風，然後根據其伴隨之雨量分佈資料，來推估各地之降雨量。例如，謝在中央氣象局電腦上發展電腦化颱風路徑與降雨量統計預報作業雛形系統，該系統能依區域範圍、颱風強度、以及颱風發生的時間區間作為搜尋條件，搜尋歷年曾經發之颱風，然後根據這些類似颱風之雨量氣候平均值進行各地之颱風降雨預估。

台灣地區共計 371 個自動雨量站，除國科會永續會防災計畫辦公室於第一期防災計畫中完成鹽水溪、高昇溪、大甲溪、烏溪、濁水溪、淡水河及蘭陽河流域之 161 個雨量站外，今(2002)年亦完成其餘 210 個雨量站之颱風降雨氣候統計預估潛勢圖，並於 2002 年颱風影響台灣期間，層用此模式進行定量降雨潛勢預估，獲得全台合理的降雨分佈特徵。

利用歷史侵台颱風(1989-2000 年，共計 50 個颱風)，針對台灣各流域或某一測站、建立一高解析度氣候統計定量降雨(Quantitative Rainfall Estimate)模式，

預估颱風侵台期間逐時雨量，研究的範圍為(19-27°N，118-126°E)，水平解析度為0.1°經緯度(約11公里)，共計6561(81*81)網格點。本模式是類似於王0.5°經緯度平均法之模式(共計256個網格點)，唯王之模式有部份網格點係空白，即沒有歷史颱風經過。

進一步探討原因，係樣本資料的空間分佈，由於目前大部份的氣象自動雨量站的建置時間約十年左右，台灣東岸的測站大多1997年之後建置完成，因此對應的颱風個案數目前僅介於18-50個之間，其路徑在模式範圍內的空間分佈並非很均勻，尤其是對颱風個案數較少的測站而言，模式範圍內會有一些網格沒有樣本資料，導致日後利用颱風路徑預估某地降雨量的困難。

為解決上述預估上的困難，可進一步利用 Barnes 客觀分析法，進行空間時雨量資料的迴歸與平滑，建立一組空間分布均勻網格資料，並將原有解析度由0.5度經緯度提昇0.1度經緯度，以預估颱風於台灣附近時，某一流域或任一站的時雨量，

Barnes 客觀分析法是應用在氣象上眾多客觀分析法中的一種逐次修正法。其基本理論是任何一個網格點上的值可以先在網格上假設一個初始場，然後利用網格周圍的觀測資料來做逐次的修正。

至今年6月底國科會防災計畫辦公室已完成台灣地區371個雨量站之氣候統計定量降雨潛勢預估圖，為方便討論，以下將以鹽水河流域流域平均之預報圖為示範流域進行討論。

圖5-1為鹽水河流域利用模式所得之颱風定量降雨潛勢預估圖，圖中的雨量等值線間距為3mm/hr，此外，圖中並以顏色區分不同雨量或比值範圍，黃色區域代表時雨量介於6-9公厘，綠色區域代表9-12公厘，紅色區域為12公厘以上，由圖可知，颱風伴隨之較大平均時雨量多集中於東經119度-122度、北緯23度-26度。之間這塊3度*3度的網格區域中，亦即台灣本島以及向西延伸約1-2度經度的地區，也就是說，當颱風中心位於該區域時，鹽水河流域及各測站會有較大的降雨，較大雨量均呈類似U字型分佈，亦即當颱風中心位於台灣西北近海向東南方延伸，經灣北部、東部、再從花蓮向西延伸至嘉義、台南、雲林一帶，出海後再延伸至大陸福建沿海(金門、馬祖之間)的這塊區域時，鹽水河流域會有每小時超過6公厘以上的降雨發生;在此U字型地帶的某些區域中，如在台灣北部及雲林縣沿海附近，時雨量甚可達15-20公厘。

針對鹽水河流域平均而言，十年(1989-1998年)，颱風伴隨降雨觀測總雨量為2401公厘，模式預估總雨量為2254公厘，相差僅147公厘，顯示此模式在降雨預估能力上有非常好的表現。

氣候統計模式主要係考慮地形舉升效應降雨與颱風外圍環流所導致的降雨，但對颱風眼牆外的螺旋兩帶及共伴環流所導致的降雨，則未考慮，前者包含深積雲對流降雨及廣大的層狀降雨，譬如2001年桃芝(Toraji)颱風，結構緊密且深積雲對流降雨集中在颱風眼牆附近，故在近颱風中心處，模式降雨較觀測為低，遠離颱風中心處，模式降雨較觀測為高，而後者共伴環流颱風的降雨預估，則有賴

動力數值模式模擬，此外，針對颱風特殊行進路徑之時段，此模式有應用上的限制。

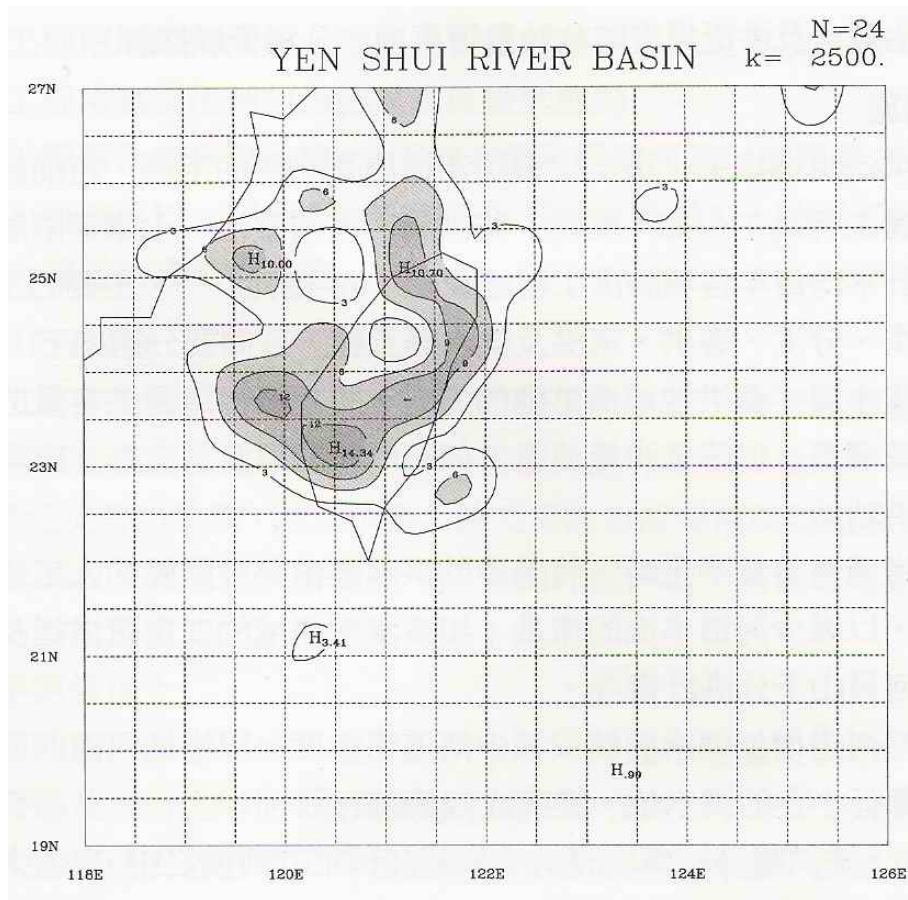


圖 5-1 鹽水河流域氣候統計定量降雨圖(單位:公厘)

洪泛災害與防災技術

近幾年，陸續發生重大洪泛災害，如:1998 年瑞伯颱風與芭比絲颱風，造成多處淹水，尤以台北縣汐止市之災情最為嚴重，淹水面積達 760 公頃，導致 3 人溺斃，因淹水而受災者超過 10,000 戶，停電超過 50,000 戶，2000 年 7 月發生暴雨，八掌溪溪水暴漲，4 名施工人員不幸被大水沖走:10 月象神颱風造成汐止市約三分之二地區被洪水淹沒，基隆市七堵、五堵等地區遭洪水肆虐，導致 64 人死亡、65 人受傷、25 人失蹤，農漁業及財物損失難以估計，2001 年 7 月潭美颱風造成高雄市嚴重淹水，全市大樓地下室近九成浸水，導致 5 人死亡，造成巨大財物損失 9 月納莉颱風帶來極大雨量，全台多處淹水，尤以基隆、台北地區最為嚴重，造成逾 100 餘人死亡與失蹤，台北市捷運系統遭灌淹，鐵路橋樑損毀，交通、通訊與電力系統重創，公共設施與民眾財物損失難以估計，由以上洪泛災害歷史事件可知，台灣雖然無法避免颱風與豪雨的侵襲，但吾人應由洪泛災害中記取教訓，詳加檢討災因，尋求長治久安的對策，如加緊研發以改善洪泛災害預警作業，供政府與民眾及早採取適當因應措施，使淹水事件造成之財物損失與人員傷亡降至最低，實乃當務之急。

縱觀國內、外之洪泛災害防治經驗，可發現防治觀念與方法，均隨時間逐漸在改變。以往各國均偏重以工程措施為洪泛災害防治手段，利用提防、抽水站及蓄洪水庫等工程，保護高度開發地區，但愈來愈多的洪泛災害事件顯示，過度依賴工程措施，可能因而導致更嚴重之損失，故而採行洪泛災害預警、土地管理、教育宣導、防災演練、洪泛災害保險等非工程措施。近年更納入環境保護與生態保育觀念、倡導綜合治水理念，多種措施綜合運用，以分散並降低風險，並以較合理的方式與環境生態互動，提高抗災能力。藉由災害事件處理之經驗，人們愈來愈瞭解災害事件的本質與週期性，並將之歸納成為平時減災、災前整備、災時應變及災後復建等四個階段。各階段工作均應給予適切之重視，並預為規劃，擬訂災害防救計畫，始可強化整體抗災能力。以下即針對洪泛災害防治之工程措施、非工程措施、洪泛災害之綜合防治觀念及洪泛災害防救計畫等事項，分別予以探討。

洪泛災害防治

縱觀國內、外之洪泛災害防治經驗，可發現防治觀念與方法，均隨時間逐漸在改變。以往各國均偏重以工程措施為洪泛災害防治手段，利用提防、抽水站及蓄洪水庫等工程，保護高度開發地區，但愈來愈多的洪泛災害事件顯示，過度依賴工程措施，可能因而導致更嚴重之損失，故而採行洪泛災害預警、土地管理、教育宣導、防災演練、洪泛災害保險等非工程措施，近年更納入環境保護與生態保育觀念，倡導綜合治水理念，多種措施綜合運用，以分散並降低風險，並以較合理的方式與環境生態互動，提高抗災能力，藉由災害事件處理之經驗，人們愈來愈瞭解災害事件的本質與週期性，並將之歸納成為平時減災、災前整備、災時應變及災後復建等四個階段。各階段工作均應給予適切之重視，並預為規劃，擬訂災害防救計畫，始可強化整體抗災能力。以下即針對洪泛災害防治之工程措施、非工程措施、洪泛災害之綜合防治觀念及洪泛災害防救計畫等事項分別予以探討。

工程措施

為減輕洪泛災害損失，洪泛災害防治措施是必要的手段，目前政府之防洪手段係以硬體工程為主，如：提防、防洪牆、河道整治、水庫等限制洪水之工程興建，估計平均每年各項防洪工程經費約 109 億元，主要的工程防治措施，包括蓄洪、分洪、導洪、束洪及排水等五種，茲簡要分述如下：

蓄洪：以興建水庫、蓄洪池或滯洪池的方式，將超過河道通洪容量的部份洪水量暫時攔蓄，以降低洪峰流量，如石門、翡翠及曾文等水庫均具有部份的防洪功能。

分洪：當河道通洪容量不足時，將過多的洪水經由另外開闢的人工或天然水道排放，以減少河道本流的流量，如淡水河流域的二重疏洪道及規劃中的基隆河員山子分洪計畫等。

導洪：即整治河道增加通水面積或減少河道粗糙度，以增加河道的通洪量，亦可以降低一定的洪水位，惟其成效較為有限。

束洪:以堤防、防洪牆等結構物將洪水束範在預定的河道之中，以免氾濫成災，此為台灣最常用的工程方法。

排水:在堤內易淹水區域，興建排水設施，以重力或抽水方式排水，減少淹水範圍及深度。

工程手段常使人民產生一種安全之想像，以為工程設施可以一勞永逸免除水患。事實上，每項工程設計都只有一定程度的保護標準，若洪水超過保護標準，可能造成更大之損失。換言之，每項工程都有風險存在。同時，由於防洪工程計畫皆屬於政府之公共建設，造成社會大眾觀念上之偏差，認為防洪工作完全是政府的事情。近年來由國內、外洪泛災害防治經驗所獲得之結論指出，單靠工程手段非但無法徹底解決洪泛災害問題，反而可能用其所保護之地區帶來更大的災害，更何況任何結構物都不可能完全消除洪泛災害風險。

另外，由於台灣地廣人稠以及法令上之不完備等因素，在防洪工程執行上遭遇了重大困難。依經濟部水利處之研究指出，有下列幾項難題:

- 1.洪氾區內土地常遭佔用及不當利用，妨礙防洪工程之執行。
- 2.隨著土地利用狀況改變，水文與地文條件亦起了變化，使洪峰流量大幅增加。
- 3.都市計畫與區域計畫未與水利計畫密切配合。
- 4.防洪工程用地取得困難，致使工程進度落後，甚至無法推動。
- 5.防洪工程常為災後補救措施，處於被動態勢。
- 6.防洪工程費全由政府負擔，常因地方爭取經費而難以按應有之優先順序實施。
- 7.由以上所述可知，要能更有效地降低洪泛災害損失，除了工程手段外，還必須配合適當的非工程措施。

非工程措施

非工程措施係以近年各先進國家所提倡之供泛災害管理措施為主。根據美國之相關研究指出，運用減輕洪泛災害損失之非工程措施時，需要有洪水平原法規、洪泛災害前整備，洪水預警系統及緊急境況模擬與災難協助等管理工具，並配合防洪教育與洪泛災害保險，以達到紓緩洪泛災害衝擊之目的，因此建立非工程防洪措施主要之工作重點有以下幾項:

1.洪水平原管理:

河流兩岸較低區域，在發生供水時，即溢槽氾濫於洪水平原，由於工商業之發達及人口之增加，土地需求日增，原有洪水平原土地陸續被開發利用，如果未能適時妥善管理，容易喪生被侵佔濫用之現象，例如違法建築、傾倒垃圾、或傾倒廢土等問題，當發生洪水時，易造成嚴重災害，為減少洪泛災害損失，應做好洪水平原管理，即訂定洪水平原分區，實施土地使用管制，並且適當限制經濟活動之規模，以不與水爭地為原則，又能在對環境影響最少之情況下，來達成減輕洪泛災害之目的。

2.洪泛災害預警:

洪水預報是在河流洪水來臨之前，以有線與無線方式收集水文資料並予以分析，先行預測洪水情況並發出警報，使可能致災地區之防救災機構及居

民能及早獲得洪水資訊，預做警戒及防範措施，以減少生命財產之損失；另外，洪水預報資訊可做為水庫閘門操作及洪水控制的根據，當水庫洩洪時，可以利用預報系統提前發出警報，警告下游地區居民，以維護其安全。

3.防救災應變措施:

完備之防救災工作，除建立上述之防洪軟、硬體設施之外，更應有完善的防救災體系，可以在緊急情況下採取適當的應變措施，才能將洪泛災害損失降至最小，防救災體系之組織運作，應以動員迅速、確實掌握災情訊息、有效整合利用防救災資源及研擬適宜之應變對策為主要考量;緊急應變措施應強調其高度機動性與救災技術熟練性，以爭取救災之時效性，以各項防救災應變措施中選定避難場所為例，此次納莉侵台造成台北市嚴重積水，台北市選定的 40 處學校作為避難場所中，有 14 處淹水佔三成半，其中淹水超過 1.5 公尺者有 6 處，故未來如何應用淹水潛勢資料正確選定適當避難場所，實為當務之急。

4.防洪教育宣導:

不論是防救災工作人員或一般社會大眾，平時均應認識水災之特性，並注意防洪設施之維護，在洪泛災害發生時亦應知道如何採取適當應變措施為此，平時之防洪教育宣導是必要的，防洪教育宣導的對象有二，其一為針對洪泛災害防救體系相關工作人員之專業訓練，另一則為向一般大眾，特別是潛在災區居民，所做之宣導教育。

5.洪泛災害保險:

在民主國家，要強制將有洪泛災害風險的私人土地劃分為洪氾區，並限制其使用，對政府而言是非常困難的事情，而且必需背負重大的財務負擔。但若允許這些容易遭受洪水威脅之洪氾區加以利用，則萬一遭受洪泛災害，政府在災損補助上或防洪設施上亦將形成重大負擔，洪泛災害保險制度是強制洪泛災害潛在危險地區居民投保洪泛災害保險，自行負擔保險費，萬一發生洪泛災害時，由保險公司負賠償之責任。因此，洪泛災害保險是洪氾區管理之手段，用以減少政府防洪工程或災損補助的財政負擔，可以說是把一次洪水災害之損失，分攤由很多人在若干年支出。洪泛災害保險制度是非工程防洪措施之運用，必須建立在其它各種防洪措施之架構上，無法單獨執行，洪泛災害保險制度的實施將有助於抑制洪氾區之不當土地開發，亦可降低河川整治之工程費用。

坡地災害與防災技術

台灣地區位處歐亞板塊和菲律賓板塊之交接處，地質脆弱、地形陡峻、地震頻繁，山坡地約佔台灣總面積四分之三，土層淺薄、岩層膠結不良，加上位於西太平洋颱風路徑上，夏秋季常有颱風、豪雨發生，這種高強度降雨和高累積雨量常造成表層土壤沖刷流失或山坡崩塌，土砂沖往下游民宅田地密集區域，造成重大災害。相關研究指出，當累積雨量達 150 公厘以上或每小時降雨強度大於 40 公厘時，土石流發生之可能性將大為增加。921 地震後，土石流發生之累積雨量

2. 山坡地三種建地安全及開發利用監測計畫

內政部營建署進行『山坡地三種建地安全及開發利用監測計畫』以台灣北部、中部區域為作業範圍，進行各縣市位於山坡地範圍內之三種建地進行數化建檔，查核建築開發情況，並調查其環境特性、環境敏感度及進行居住安全評估及敏感區劃設作業。另有關各級政府單位核准之山坡地開發計畫資料建置、行政院農委會水保局山坡地土地利用、地籍資料整合均屬本計畫範圍，劃定敏感區案例如圖 5-3 所示。本計畫的成果除可用於防範措施的改善之外，並可提供土地使用規劃及開發之參考依據，以保障山坡地社區居民生命、財產之安全。

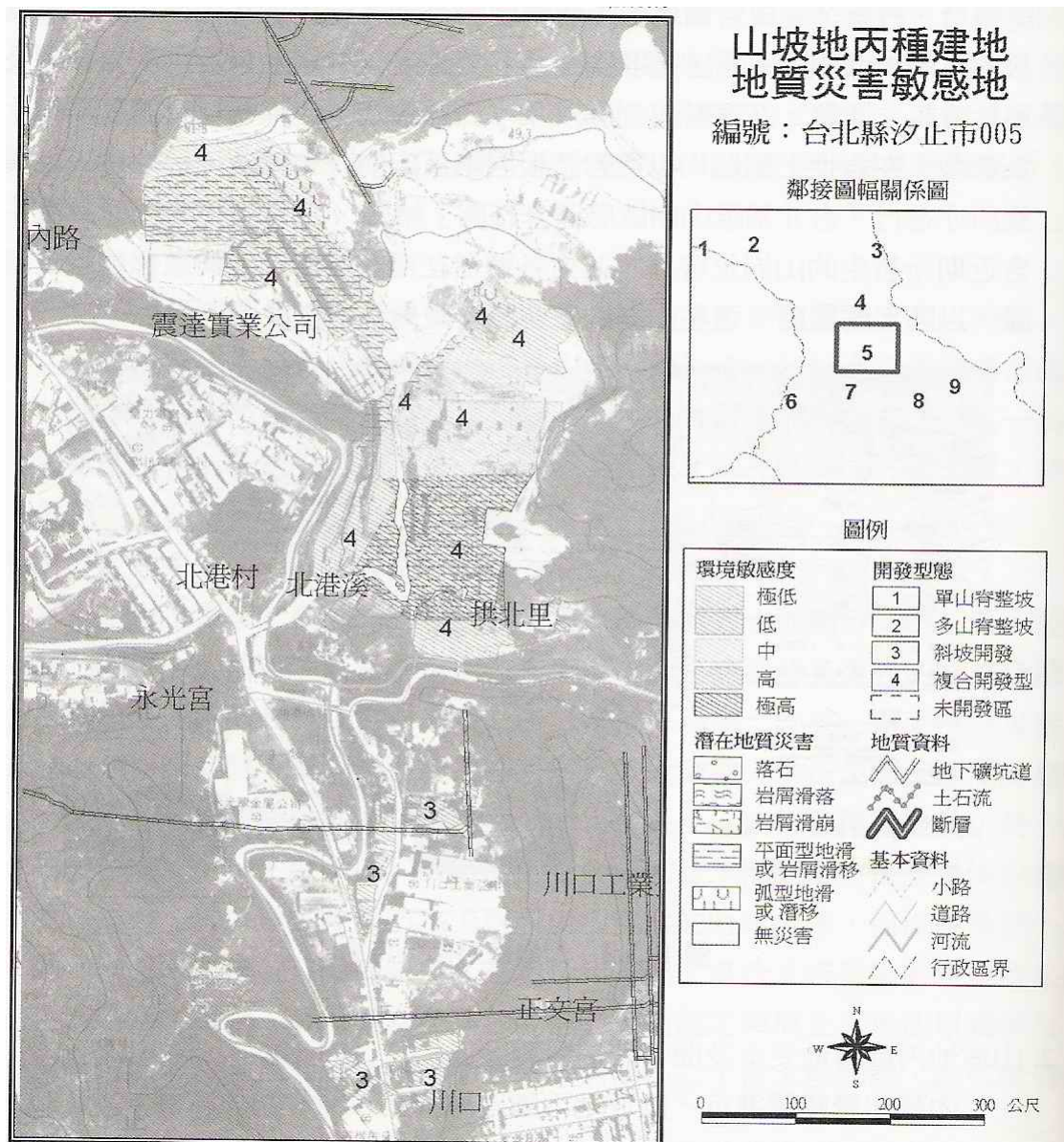


圖 5-3 山坡地三種建地地質災害敏感地

3. 農委會公佈之 485 條土石流危險溪流潛勢資料建立

防災國家型科技計畫辦公室至 90 年 1 月止，完成農委會公佈 485 條土石流危險溪流的潛勢資料建立，土石流危險溪流受不同地質分區之影響相當顯著，故為避免不同地質區之危險溪流特性之變異影響分析結果，因此，依據台灣工程地

質分區概圖，再將全省簡化分爲五個地質分區，包括海岸山脈及台東縱谷區，片岩區，板岩區，沈積岩區，紅土台地、火成岩、盆地及平原區，並分別針對各地質分區進行土石流危險溪流潛勢分析。並將危險溪流依其潛勢分爲低、中、高三個等級，如圖 5-4 所示。並針對每條溪流劃定潛勢範圍，以提供後續危害度之研究，可做爲擬定防救災計畫及決定整治優先次序之重要參考。

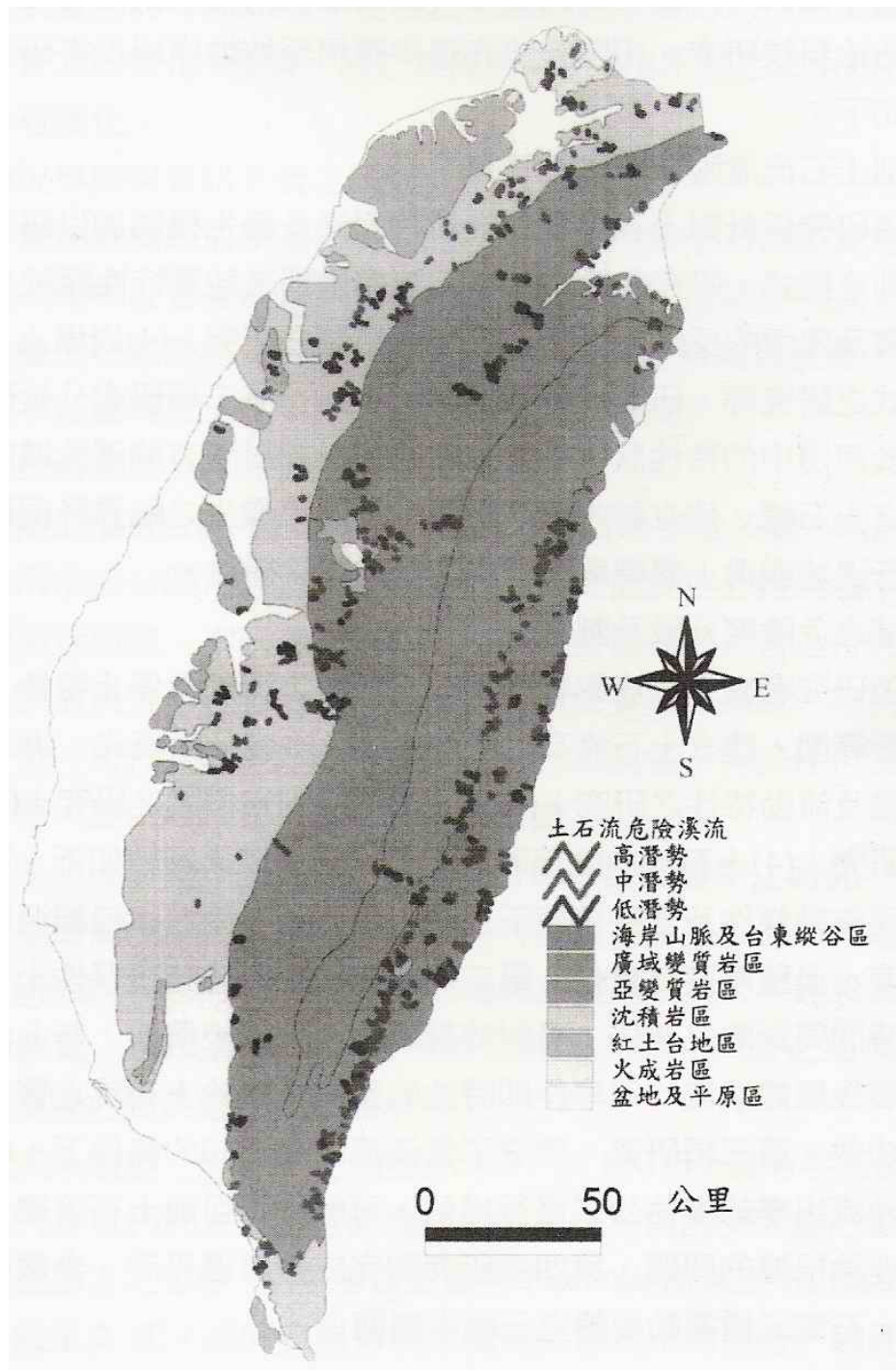


圖 5-4 危險溪流潛勢分級圖

土石流與崩塌分析模式研發

自八十七年下半年開始至九十年七月底止，國科會永續會進行為期三年之整合型防災科技研究示範計畫，以南投示範區(陳有蘭溪)為對象，由地質特性、發生因子、發生機制、崩滑土體之土石流化、流動特性、流出規模、潛勢判定模式、危險區域判定、危險度評估與分級、境況模擬、及時分析及評估系統、觀測、乃至地質災害的時空變遷與人為活動等主題，進行全面性土石流防治科技研究。相關方法亦逐步應用至坡地崩塌災害研究，歸納本年度成果如下：

1.改善判別土石流危險區方法之研究

本項研究係針對土石流發生之潛在因素及發生機制加以研究，並藉以建立潛勢判定模式。研究包括：(1)土石流發生部之地質特性探討(2)河道形態對大地震及降雨的反應(3)土石流發生機制之研究(4)崩塌土石轉變為土石流化模式之研究等。研究成果歸納如下：第一、二項研究分析研究區地質與材料於河道中的特性狀況；第三項研究為探討陳有蘭溪流域內神木與豐丘兩地區之土石流，建立神木與豐丘兩地土石流發生之臨界降雨線，第四項研究為進行邊坡崩滑土體轉變土石流之室內試驗探討。

2.危險區域之危險度分級及劃定

本項研究考慮土石流影響因子、土石流之流動及停止特性，和土石流規模之影響範圍，建立土石流高潛勢地區之危險度分級模式。研究包括(1)土石流流變及流動特性之研究(2)土石流潛勢判定模式之研究(3)土石流規模推估之研究(4)土石流危險範圍之評估。研究成果歸納如下：第一項研究比較在相同流動條件及含砂濃度下，含有礫石土石流體與純細泥漿體的流動距離、速度、淤積厚度之變化。第二項研究建立對於非凝聚性土石壩在破壞後其崩塌時間與距離之關係，可對非凝聚性土石壩破壞前，其上游面的水位高度及破壞後壩體潰流的速率作即時性的預測，對於土石流之警戒避難作用有極大的功效。第三項研究，建立了當溪流坡度已知的條件下，總土砂流出量可由土砂流出率的推估公式逕行推估，可解決了目前土石流總土砂流出量低估且無理論根據的問題。第四項研究則完成考慮邊界層、參數檢定之石流、泥流與土石流三種運動型態之三維本構關係式。

3.預報預警研究

本項研究係針對土石流區域進行現地觀測並進一步進行預測與預警，以減少災害之衝擊，研究包括(1)土石流之即時預警研究(2)評估土石流適當觀測儀器種類與設置地點等。研究成果歸納如下：依照現地土壤物理性質參數為原則，配合因次分析進行實驗室之滲流實驗，結果發現豐丘與神木土樣之臨界水力梯度皆為0.288，而豐丘及神木之臨界滲流角分別約為35及37度。而土石流觀測結果得到出水溪發生土石流之臨界累積雨量約為175mm，臨界時降雨量為約281mm/hr 土石流來臨時之水壓力均位於尖峰值，且陣雨時水壓不會立即變化，而有一段之集流時間，如出水溪之降雨約在1小時後，水壓才會有變化。

4.土石流境況模擬與資訊系統之研究

本計畫為發展將前期基礎研究成果落實應用於土石流防災之方法，結合潛勢

分析技術與社會經濟資料，研發土石流境況模擬評估模式。境況模擬之成果，套疊土石流潛勢資料庫、人文社經與環境資料庫為基礎，利用 GIS 軟體等作業平台建構成陳有蘭溪流域土石流資訊系統。

5.南部橫貫公路邊坡災害評估及防治工法研究

台灣南部橫貫公路(台 20 線)沿線地質構造複雜多變，地形陡峭，每年颱風及梅雨季節公路沿線邊坡崩塌頻傳，因此需針對公路崩塌下滑原因及其改善對策進行研究。本研究探討該公路沿線整體邊坡災害之特性，分析災害之誘因，評估及分析各防治工法之成效，建成資料庫系統。經由資料庫系統之整合分析，可作各危險路段等級之劃分，以及各不同條件情況下最適宜之工法選擇等，提供維護管理單位參考之依據。

6.應用衛星遙測技術建立公共建設天然災害即時勘災機制之研究

以衛星遙測技術為考量，整合國內可獲取之衛星影像來源進行勘災能力之測試。研究內容包括(1)比較各種遙測技術適用於公共建設天然災害即時勘災之優缺點(2)文獻資料之蒐集與分析。(3)建立即時之遙測勘災觀察系統。並以實際之動員進行成果展示。

研究成果顯示，光華衛星(包括 SPOT 及 EROS)具有容易識別之能力，其豐富之內含有利於大範圍全面性之災害調查，但因受天候之影響，故無法達成快速之勘災之目標。衛星雷達影像中 Radarast 所採之 RERSS 機制可將取樣時間縮短至 2 天，連同資料傳輸及處理共需六十餘小時，因此對即時性之勘災亦有限制，災害發生時，建議以雷達影像為核心，建立衛星雷達監測機制，雷達掃描所得之訊號可經通訊衛星將資料傳至中央災害應變中心及航遙測勘災中心作為現場瞭解之第一時間資訊。衛星遙測勘災小組將所有的遙測資訊整合，以期在短至 6-12 小時獲取最及時之資訊；在災後持續以光學影像進行資料蒐集，可望在數週內獲取最完整之勘災資訊。

地震災害與防災技術

台灣地區介於西側的歐亞大陸版塊與東側的菲律賓版塊相接之聚合邊界，是一個典型的因版塊碰撞而產生之大陸邊緣島嶼。在台灣之東北部，菲律賓海版塊由南向北沿著琉球海溝向下嵌入歐亞大陸版塊下方。而在台灣島的東南部，歐亞大陸版塊則是隱沒入菲律賓海版塊而一直向東延伸至馬尼拉海溝。此造陸運動迄今仍在持續進行，台灣處於此地震活躍的環太平洋地震帶上，因此地震頻繁，時常有破壞性的地震發生於此。

從過去的記載來看，臺灣地區震災較嚴重的區域首推嘉南，次為花東一帶，苗栗-臺中地區亦曾發生災害非常嚴重的地震。另外，臺北市及其附近亦偶有震災發生。最近數十年由於經濟及人口快速的成長，國內各種大型建築如橋梁、水壩、電廠及超高大樓等快速增加，使得地震災害的潛在危險更大於以往任何時期。目前又有高速鐵路、捷運系統之規劃欲興建等，因此，更加強了社會各界對地震災害的關切。一般而言，除了斷層錯動外，地震所造成的破壞主要是由於地表的強烈搖動所造成，為了達到防震減災的目的，需要蒐集高品質的強地動觀測資料。

臺灣地區自 1970 年開始安裝強震儀後，各式強地動觀測計畫(包含地表及井下觀測計畫)陸續展開，尤其在 921 集集大地震時已將所獲得之成果展示於全世界，這些寶貴資料將可提供耐震設計之參考，建立地震微分區之基礎，使未來地震可能造成的災害或影響能減至最低，且藉由這些強地動觀測資料整理分析結果，除了可以瞭解地震的震源機制、震波傳遞及局部場址效應外，更可以提供政府單位制訂及修訂耐震規範的參考。

地震監測與地動衰減模式之研究

強地動觀測

1.SMA-1 網

1974 年起，中央研究院地球科學研究所設立了臺灣地區強地震觀測網並進行觀測。此觀測網共有 109 個加速度地震儀，於 1976 年四月記錄到第一筆強地動資料，設置此觀測網的主要目的在於研究地震震源、地震時建築物的反應、地動衰減及危害度分析等，加速度地震儀大部份安裝於自由場，也有少部分安裝於結構物或建築物上。目前運轉中之地震站共包含了 48 個類比式紀錄系統及 61 個數位式紀錄系統(葉等 1985)。

2.SMART 陣列

蘭陽平原為臺灣東北部的一個沖積三角洲平原，地形極為平坦，整個平原平均高度約在 5-20 公尺之間，由西向東緩慢降低到太平洋上。有鑑於臺灣東部地區地震頻繁 1980 年時，行政院國家科學委員會及美國國家科學基金會於羅東地區 (位於蘭陽平原南端)設立 SMART1(Strong Motion Accelerograph Array in Taiwan ,phase 1)大型強震儀陣列，此陣列包含 39 個強震儀測站，依 200 公尺、1 公里及 2 公里三個不同半徑，所排列而成的三個同心圓，主要目的在於收集強震紀錄，了解地動在近距離之空間變化。

1990 年底羅東 SMART1 陣列結束後，為了解不同地質條件下之地動反應中研院地球研究所隨即於花蓮地區設置了第二個強震儀陣列，即 SMART2 陣列 (Strong Motion Accelerograph Array in Taiwan, phase2)(Chiu et al 1994)。本陣列於 110 平方公里內設置了 45 處地表測站，又於大漢工專及榮工處大理石廠兩處加裝不同深度的井下力平衡式加速度型強震儀，其感側範圍為 $\pm 1g$ ，設置 SMART-2 陣列的主要目的在於提供地震及地震工程方面相關的研究工作需求。

3.LSST 陣列

鑑於 SMART1 陣列成功收錄許多良好地震紀錄，臺灣電力公司與美國電力研究所(Electric Power Research Institute , EPRI)共同出資進行羅東大比例尺核電廠模型地震試驗(Large Scale Seismic Test ,LSST1) ，並委託中研院地球所負責儀器架設、維修與資料收集分析工作，以便研究地震發生時土壤與結構物的互制反應(Wen et al 1987)。1985 年 10 月底，兩不同比例尺 (1/4 與 1/12)的鋼筋混凝土結構建造完成，位於 SMART1 陣列西南部的羅東順安變電所內。

羅東 LSST1 陣列於 1990 年年底配合 SMART1 陣列結束後，又繼續於花蓮 SMART2 陣列中之榮工處大理石廠中安裝 LSST2 陣列。LSST2 陣列中建立了兩個

模型，一為 1/4 比例圓柱形圍阻體，另一為距圍阻體模型 40 公尺遠的圓柱形液體儲存槽模型。前者於 1993 年 9 月啓用，後者則於 1995 年啓用。

4. 臺灣地區自由場強地動觀測網

交通部中央氣象局為加強對臺灣地區強地動之觀測，提升相關領域之研究工作以達到減輕地震災害的目的，自 1991 年起，配合六年國建，積極推動臺灣地區之強地動觀測計畫(Taiwan Strong Motion Instrumentation Program, TSMIP) (Kuo et al 1995)，其中設置 600 多處自由場強地動觀測站，站址選取的原則有下列四點：(1) 九大都會區：涵蓋的範圍包括臺北、新竹、臺中、嘉義、臺南、高雄、宜蘭、花蓮及臺東等人口集中的城市，以先疏後密的方式建站(2) 活斷層帶附近：在臺灣已知主要的活斷層周圍地帶建站(3) 不同地質環境：在岩盤、軟弱土層與中等地盤等不同地質環境建站(4) 重要設施地區：如電廠、捷運站、工業區等皆設置了高解析度，大動態記錄範圍的自由場強震儀。測站分佈如圖 5-5，本計畫以蒐集都會區強地動資料為主，以便了解各地因地質差異所造成的特殊地震反應，所蒐集得到之高品質強震紀錄，除了可以作為耐震設計規範修訂之依據外，並可用來研究地震震源、波傳路徑與場址效應等重要研究課題。

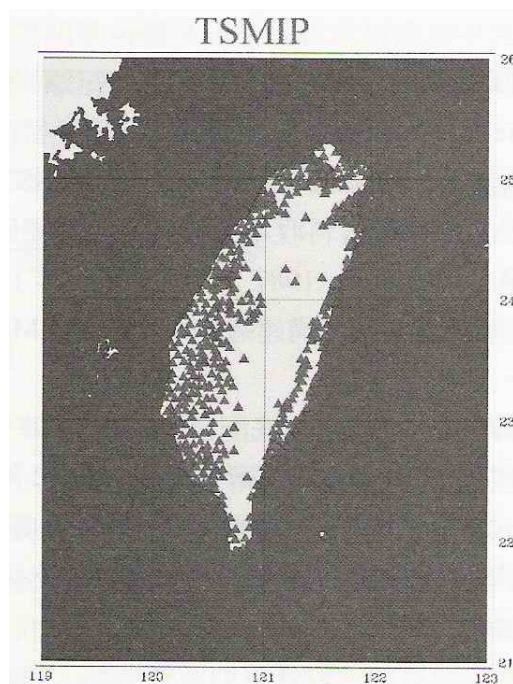


圖 5-5 中央氣象局自由場強地動觀測網測站位置圖

5. 臺北盆地井下地震儀陣列

經濟部中央地質調查所為了臺北盆地之工程建設、地下水經營、地盤下陷預測、震波之盆地效應及地質科學研究，於 1991 年 7 月開始進行為期五年之『臺北盆地地下地質與工程環境綜合調查研究計畫』(費與賴 1994);其中盆地對震波效應之研究委託中研院地球所進行，由於此計畫之成果豐碩，較 1996 年 7 月開始執行其後續五年計畫『都會區地下地質與工程環境綜合調查研究計畫-臺北都會區』，其中盆地對震波效應之研究仍委託中研院地球所進行，本計畫為了解盆地

中土層對震波之影響，逐年分區在臺北盆地鑽探深井，並於地表至基盤不同深度安裝強震儀，觀測震波由基盤傳至地表之變化，並由觀測結果分析盆地效應對震波之影響(溫等，1999)。

曾安裝儀器處共計有五股工業區(WK)、板橋水利局(BS)、板橋退輔會(TF)、蘆洲抽水站(LC)、三重新橋(HS)、松山菸廠(SS)及民權公園(MP)等測區，測區分佈如圖 5-6 目前僅餘五股工業區(WK)、板橋退輔會(TF)及民權公園(MP)等測區尚在運轉中。

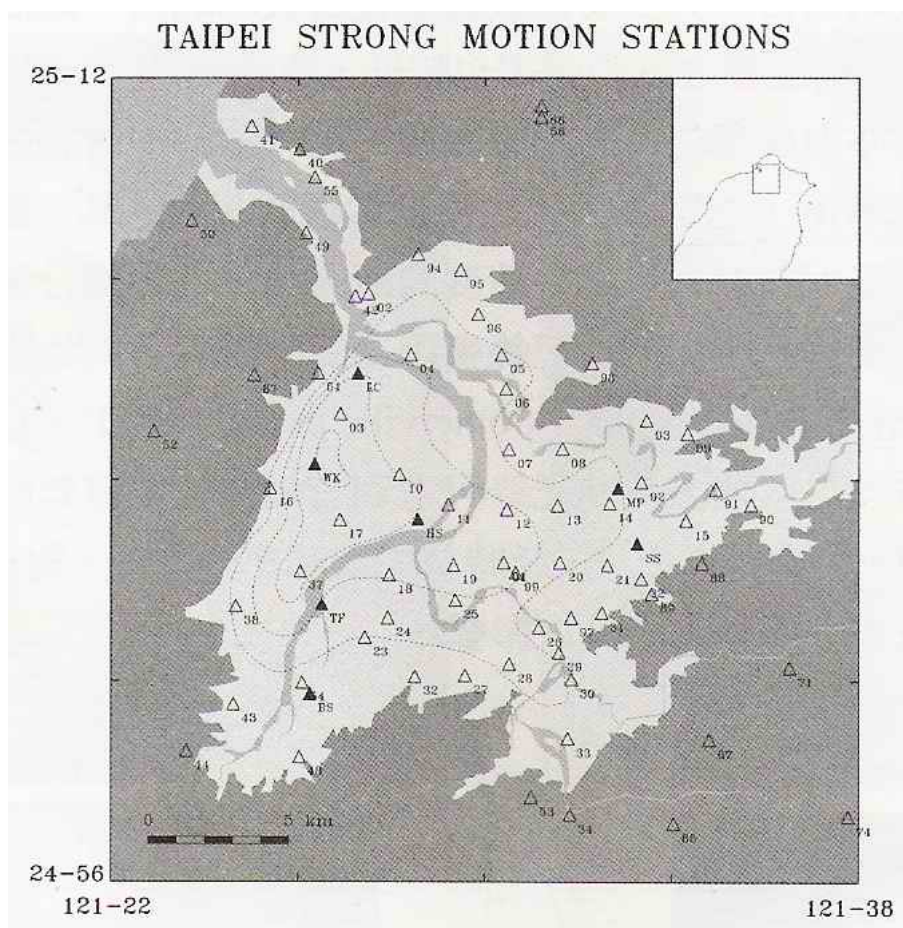


圖 5-6 台北盆地井下地震儀陣列分佈圖

強地動特性

由地震的研究中可以得知，影響地動的因素相當複雜，主要可以分成三項包括震源規模和破裂過程及形式的震源效應(source spectra)、震波傳遞的路徑效應(path effect)、地震波因局部地質所引起的場址效應(side effect)等。

1.震源效應

強地動研究經常考慮的震源參數有地震規模、震源距離、震源方位等，所以有許多的研究使用強地動資料對震源譜(source spectra)與震源參數作分析，在 921 集集大地震時，臺灣中部近斷層地區所收到的紀錄中，有二個測站的最大地表加速度值(PGA)值超過 1g，且由於斷層為南北走向的逆衝斷層，使得東西分量的 PGA 值較南北分量，而就整個區域 PGA 分佈來看(圖 5-7)斷層東邊(上盤)的

PGA 值較西邊(下盤)大，此種現象造成了斷層東邊的許多建築物的嚴重破壞以及大規模山崩的發生。但就整個區域的最大地表速度值(PGV)分佈來看(圖 5-8)有較大 PGV 值的區域卻在震央的北邊，這與 Yagi and Kikuchi(1999)以世界網做出本次地震的震源破裂模式吻合，其主要破裂發生在震央的北邊，斷層北端地動加速度值較震央區低，而主要之振動頻率也較低，造成 PGV 分佈圖在北區反而較大之現象，而這亦與震源之錯動過程有關，另一個較常討論的就是破裂方向性(rupture directivity)之影響，此現象是當斷層面上之某一點產生錯動而造成地震，錯動以接近於剪力波速之速度向斷層面其他之部分傳播，當此破裂方向正對著某一測站時，此測站紀錄會因為受到破裂方向性之影響而在記錄之前端收到單一且振幅較大之波(Somerville et al 1997)反之若測站位於背對此一破裂方向之位置上，其記錄可看到有較長之地震延時及較小之振幅。以上這些效應，包含振幅大小、延時長短及頻率內涵等，對震災之發生與否，震災之形式及大小等均有極大之影響!

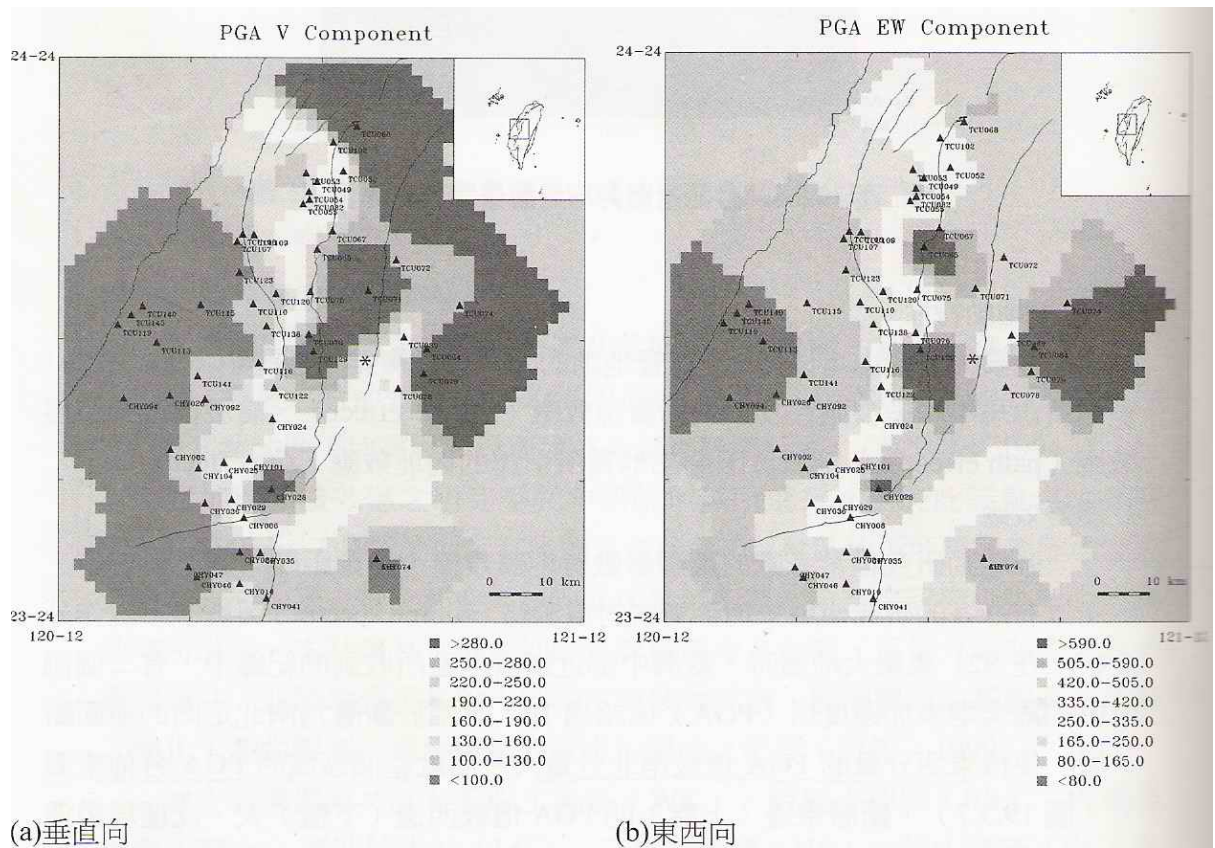


圖 5-7 921 集集大地震台灣中部近斷層地區 PGA 值分佈圖

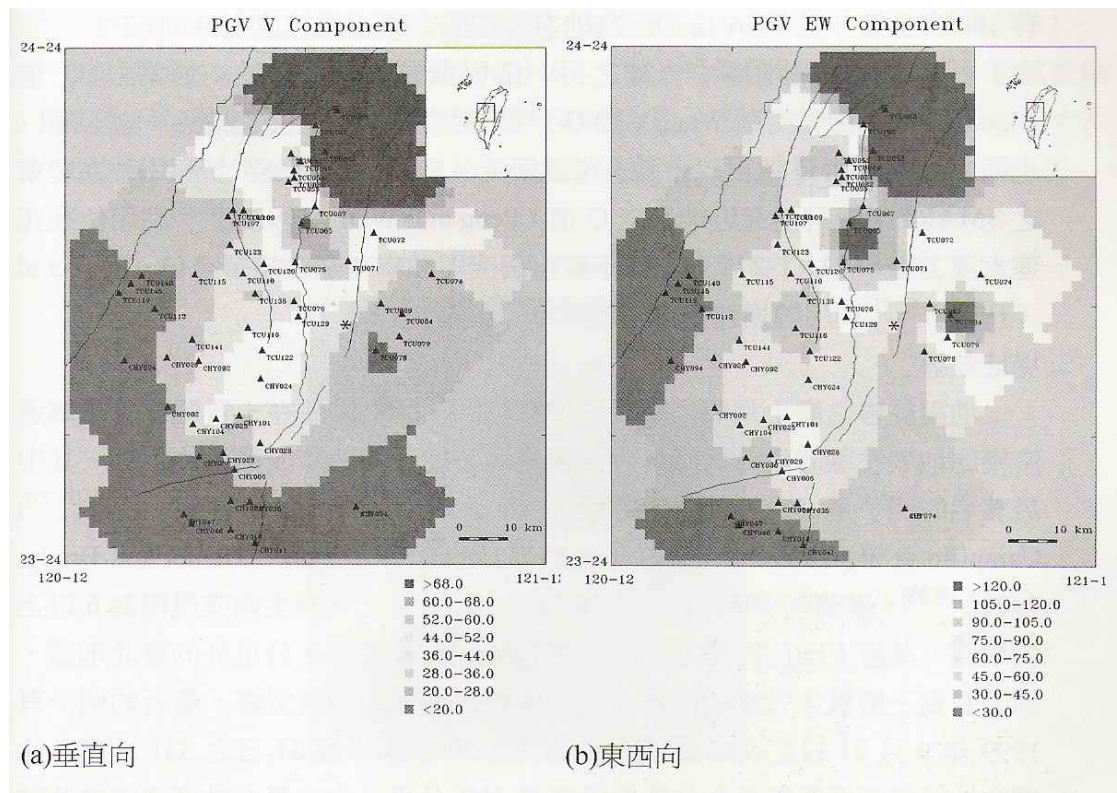


圖 5-8 921 集集大地震台灣中部進斷層地區 PGV 值分佈圖

2. 路徑效應

地震發生時，其釋放之能量以地震波之形式，由震源向四面八方傳遞，通常其振幅隨傳遞距離之增加而逐漸減小。世界各國對於地動衰減模式方面的研究一直在進行中，各地學者如 Campbell Joyner and Boore 或 Sadigh 等皆針對不同構造地區或不同場址特性做出適用的衰減模式。

國內陸續亦有許多人利用臺灣之地震資料庫做出了臺灣地區之衰減公式，但是由最近之觀測發現全區之衰減公式並不一定適用於區域性地震「Wen et al 1991 Chang and shin 1944」而 chiu and Ni (1993)與 Ou et al (1993)也利用區域性之強地動紀錄對 PGA 及反應譜(response spectra)之衰減做研究，將 921 大地震各測站所記錄之 PGA 值，與現有之加速度衰減公式比較，結果顯示臺北地區、宜蘭地區與花蓮地區之測站雖然距震源區約有 100 公里遠，其 PGA 值卻因為地表沉積之原因而被放大。

影響地震波在地層中衰減之另一個很重要之物理特性，通常以 Q 值(quality factor)表示，Wang(1993)對臺灣地區之 Q 值做了一次回顧，也指出沈積層之 Q 值可以做進一步之研究。Shieh(1992)利用位在羅東之 SMART-1 陣列研究近地表之 Q 值，Peng and Wen(1993)利用位在花蓮大漢工專 SMART-2 陣列之井下資料研究與頻率有關之淺層 Q 值 Chen et al(1944)利用轉換波研究 QP 與 QS 之關係。

3. 場址效應

地震災害之發生常與局部場址效應相關，因為震波在土質鬆軟且波傳速度慢的地表沈積層內傳遞時，其振幅常顯著的放大而造成嚴重的災害。其中最著名的

例子是 1985 年的墨西哥 Michoacan 地震(Singh et al 1988 Campillo et al 1989)和 1989 年的加州 Loma Prieta 地震(Hanks and Brady, 1991)。臺灣在 1986 年 5 月 20 日及 11 月 15 日，發生兩次規模為 6 以上的地震，其震央均位於花蓮附近，然而在距離震央 110 公里外的臺北地區，卻因受到土層放大效應的影響，而造成臺北地區的地震災害。最近的例子有 1999 年 9 月 21 日之 921 集集大地震以及 2002 年 3 月 31 日之 331 地震，此兩次地震震源區距離臺北盆地皆已超過 100 公里，亦在臺北地區造成許多結構物之破壞。

由於 921 大地震在臺灣地區有全世界最好、最寶貴之地震紀錄，我們可分別利用這些地震紀錄來看所造成之場址效應。以臺北盆地為例，在 921 集集大地震時，造成了 3 棟高樓倒塌及一些較矮建築的毀損，圖 5-9 為臺北盆地的 PGA 分佈圖，由圖可知造成建築倒塌的區域恰好為 PGA 值高的區域，且臺北盆地盆地內測站與參考站頻譜比結果示於圖 5-10，此不同週期頻譜比分佈與之前所做有關臺北盆地場址效應的研究結果(Wen and Peng, 1998)十分接近，由目前的研究結果來看臺北盆地週期 2 秒的響應(圖 5-10(a))在東區與盆地西邊沖積層較厚處為高，而較高頻的區域(圖 5-10(b))則移往盆地邊緣，這也與此次高矮建築物破壞的區域相符，顯示此次在臺北盆地之地動主要為場址效應所造成，因此有必要對臺北盆地之場址效應作更詳細之研究。(圖 5-11)繪出部分盆地西部由南往北一系列測站之加速度波形，圖中顯示震波由南往北進入盆地後 PGA 值即一路放大。當震波由盆地西南角(TAP043)傳入盆地沖積層較厚處，振幅有放大之現象(由 PGA 值可知)而振動主頻也移至低頻(圖 5-11(b))與一般沖積層之效應一致，當震波傳至盆地最北端之 TAP095 測站時，可能由於沖積層之遞減，造成振幅變大及頻率變高之現象。(圖 5-11(b))顯示可能有二維或三維之盆地效應存在。

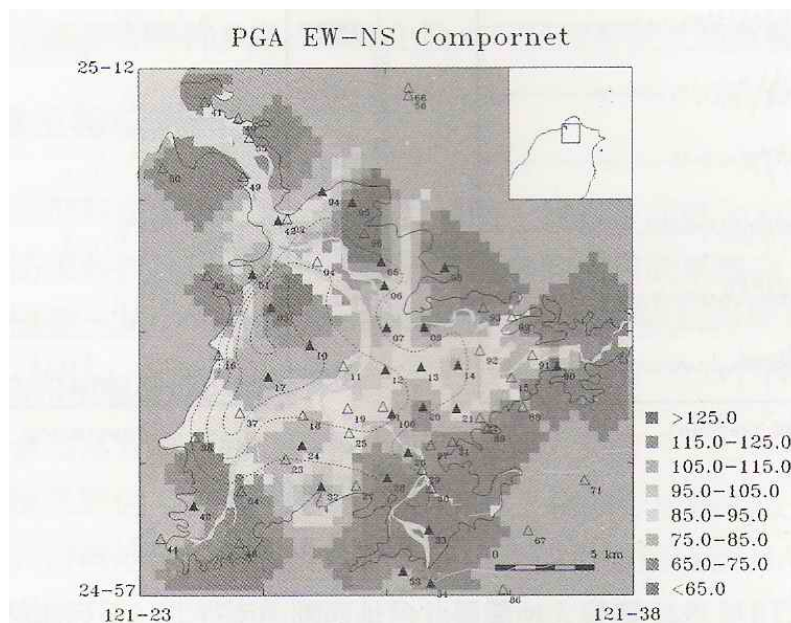


圖 5-9 921 集集大地震台北盆地水平向 PGA 分佈圖

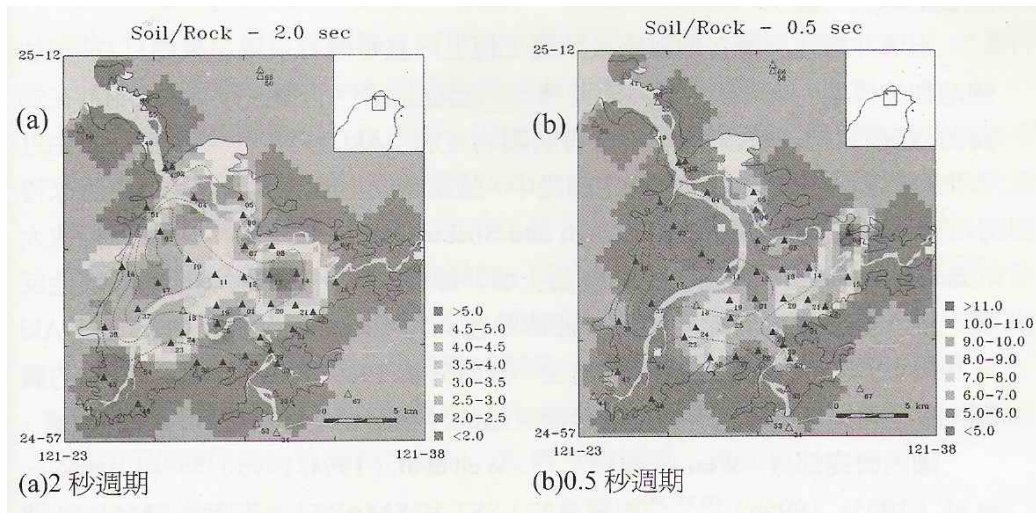
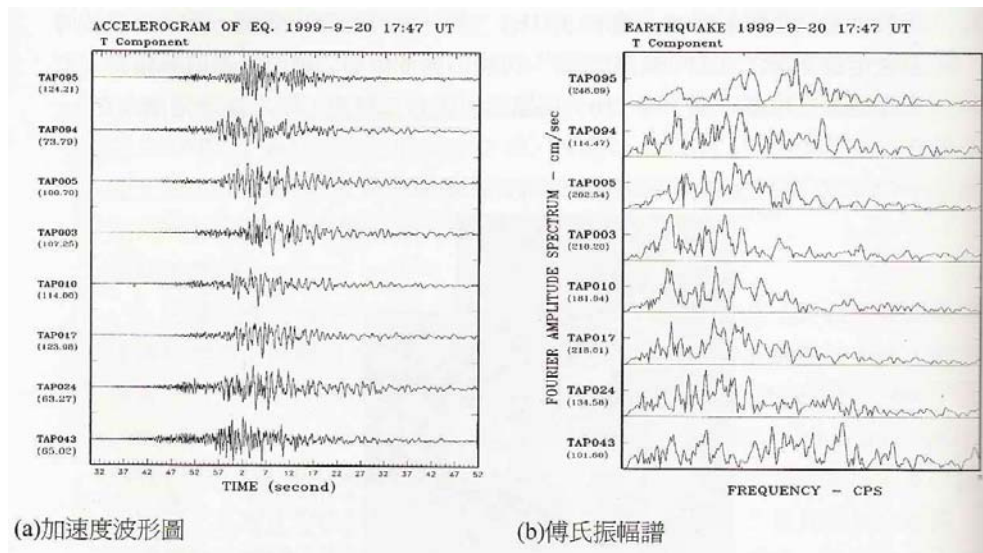


圖 5-10 台北盆地盆內測站與參考站頻譜比分佈圖



(a)加速度波形圖

(b)傅氏振幅譜

圖 5-11 921 集集大地震台北盆地西部由南往北一系列測站

4. 土壤非線性反應

土壤非線性反應在地震學及地震工程上一直是個有爭議之議題，以往預估強地動的模型，幾乎都是假設震波傳遞的過程是線性的彈性行為，且認為在弱震與強震時，土壤放大因子不會有明顯的差別(Aki, 1988)因叫。然而，由近年來觀察到的證據顯示，在特定頻段中，強震時的土壤放大因子比弱震時來得小(Boore et al 1989 Darragh and Shakal 1991a,b)即壓抑放大(deamplification)作用，此即稱為土壤非線性反應，在探討場址的非線性反應之前，必須要同時瞭解震源、波傳路徑與局部場址的狀況。Chin and Aki (1991)首次利用地震學的方法，同時分析 1989 年 Loma Prieta 地震的震源、路徑與場址的效應、結果顯示震央區的沖積層場址曾發生非線性的效應。

國內研究部分，Wen(1994) ，Wen et al (1994,1995)和 Beresnev et al(1995a,1995b)因對羅東的 LSST 和 SMART1、花蓮的 SMART2 陣列作頻譜分析，得出 LSST 陣列在 PGA 超過 0.15g 時，頻率範圍 1-10Hz 內有壓抑放大的現象產生；SMART1

陣列在 PGA 大於 0.1g 時，頻率 2-9Hz，內有非線性反應；SMART2 陣列由於位於較硬之地質條件呈現為線性反應，並指出非線性反應是否發生，可能與場址的土壤軟硬及當地 PGA 大小有關，葉等(2001)與溫等(2002)，利用單站頻譜比法，比較 921 強震系列與之前弱震資料發現，1999 年 921 集集大地震在中部地區亦有非線性場址效應發生，而此次地震在中部亦實際有多處土壤液化發生，足證有更大範圍發生非線性之反應。

5-4 防救災資訊領域

防救災資訊領域

防救災資訊系統所扮演的角色，在於整合颱風、地震、地震工程、洪水、土石流，體制等各組的研究成果，建立災害管理決策支援系統，提供政府、企業、民間社區對於減災、整備、應變、復原所需的決策資訊及分析功能。本研究所研發的災害管理決策支援系統乃是建置在新的防救災體制上，提供中央災害防救委員會、中央災害應變中心、及縣市政府防救災中心所需的防救災資訊功能災害管理決策支援系統包括減災、整備、應變、及復原四個模組，以災害生命週期管理的理念，推動並提昇政府及民間社區防災及救災能力，最終目的乃在於建立具有抗災能力的社區，將天然災害所造成的生命及財產損失降到最低。

防災國家型科技計畫資訊研究群針對災害管理的各個階段，即減災、整備、應變、及復原的資訊需求，做了深入的探討，並規劃出(災害管理決策支援系統架構)如圖 5-12。針對台灣地區一些主要的天然災害，本系統的規劃中提供了地震、颱風、洪水及土石流之災害管理與決策支援功能。災害管理決策支援系統將由防災辦公室資訊組負責整體架構與核心模組之研發，並整合其他研究計畫之研究成果，逐步充實系統之功能以及資料庫之內容，系統之開發將採商業電腦軟體之發展模式，每年定期推出新版本，逐年擴充系統之功能。開發完成之災害管理決策支援系統，將每年定期技術轉移至各相關大學的地區防災研究中心，再由各地區防災研究中心協助附近的縣市政府，建立防救災資料庫，以及訓練防救災人員熟習操作災害管理決策支援系統。

此一架構的優點在於能有系統且持續的整合防災國家型科技計畫之研究成果，並集中人力物力，共同發展全國共通的災害管理決策支援系統，避免各縣市各自發展，造成系統不相容，資訊無法有效的傳達與共享，也可避免防救災資訊系統的重複開發，造成經費的浪費，或是因經費不足，造成系統功能不全。資訊系統由於軟硬體技術進展太快，若沒有後續的系統維護及系統功能升級，很容易在數年之後，便因技術落伍而被棄置不用，這類例子在政府部門是屢見不鮮的。因此本研究的架構設計，除了消極的避免上述的缺點之外，更可積極的整合防災國家型科技計畫的研究成果，將每年的研究成果轉化為防救災所需的資訊及系統功能，讓災害管理決策支援系統的功能每年不斷的提早，中央政府、地方政府及社區民眾均可分享研發的成果，提昇整體防救災的能力。

此災害管理決策支援系統之雛形系統已逐步開始發展，期間並與防災國家型

科技計畫中之地震、洪水、土石流及體系研究群密切合作，將各組之研究成果整合應用於此雛形系統中，本系統亦運用各研究群所發展之災害潛勢模式，提供模擬災害潛勢的分析功能，決策者可參考災害潛勢模擬分析所得之結果，於災害管理過程中做出最佳的決定，同時，在系統的發展過程中，資訊研究群彙整由各相關單位產製提供之大量數位化圖形及屬性資料，這些資料經過有系統的歸納整理及加值應用，不但已成為資訊組規畫發展災害管理決策支援系統的重要資源，此外資訊組亦針對防災辦公室其他各研究群及相關研究單位不同的需求彙整各不同來源之資料，並提供給各研究群參考運用，同時各研究群亦會將其研究成果反饋給資訊組進行整合，資訊組大力推動之資料共享與資訊整合的工作，大幅度擴增了各類資料利用範圍並進而提升了資料本身的價值。

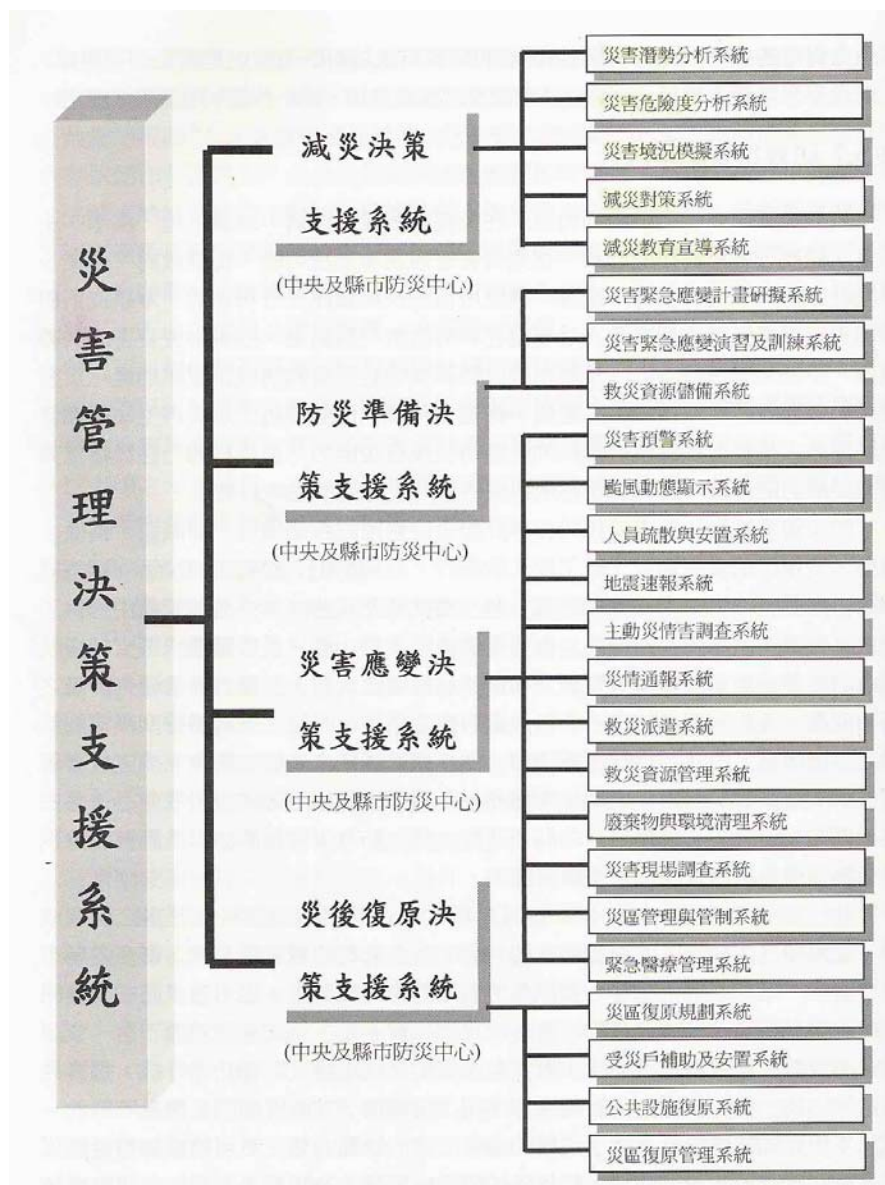


圖 5-12 災害管理決策支援系統基本架構

目前資訊研究群配合防災國家型科技計畫之規劃，針對災害管理減災、整備、應變及復原等四個階段，做了深入的探討，並規劃出(災害管理決策支援系

統)，針對不同階段災害管理的特性，提供了地震、颱風、洪水、土石流等台灣地區常見的天然災害之管理與決策支援功能。

根據地方制度法，災害防救的規劃及執行為地方事務。然而，災害特性複雜，非單一地方政府所能掌握，需要透過中央政府的力量加以協助，才能讓地方在災害應變階段的防救災業務推行順暢，因此目前的規劃傾向於在中央及地方建立一個完善機制；由中央專司災害的預警，地方專司應變(疏散)及災害搶救，中央及地方間則透過傳輸機制加以串連。亦即在潛在災害發生前，可透過防災體系的預警機制提供即時的疏散與應變訊息，當預測某地區可能會發生災害時，盡速通知當地區進行疏散及災害應變措施，而各地隨時監控現場狀況，將災情傳回中央。這樣的設計有下列優點:減低中央與地方重複人力的耗費，則中央與地方可各司其職，各負其責，再者能健全防救災體系，提高防救災體系的執行效率等。

由災害管理決策支援系統架構中可以發現，一個災害管理決策支援系統必定要有一個完善的資料庫加以配合，方能確實發揮決策支援的功能，因此相關資料庫之建置可以說是發展災害管理決策支援系統的首要步驟。無論是中央或縣市層級，防救災相關資料庫內容主要以事先可以建置管理的靜態資料為主，這些資料的內容在平時主要是提供擬定減災策略及災害整備訓練之參考，而在災害發生時將結合動態的即時性災情資料，包括災害地點、類別、規模、等級、受災狀況等，由各級災害應變中心利用緊急應變或是救災派遣支援系統進行動態的管理及評估，以判定災情擴散程度、救災派遣的急迫性與必要之資源調度配置等，提供搶救災決策之參考，根據目前災害應變中心的作業方式，災情資訊是由下而上的彙整，亦即由縣市層級呈報至中央層級，因此中央災害應變中心或是防救災專責單位將具備一個全國性災情資料庫，而各縣市災害防救中心則具備各自行政範圍所發生的災情資訊，此外，中央災害防救專責單位應於平時即建置獨立儲存的縣市資料庫，此資料庫主要是於平時由地方級所建置之防救災資料庫上傳而得，一方面可提供中央層級的相關災害主管單位研擬防救災政策之參考，另一方面可作為各地方層級資料庫之備份;根據此架構，中央與地方層級具備同樣的資料庫內容，可以避免在擬定相關防救災決策時因資料的差異而發生矛盾的情形。資訊研究群根據需求所設計的資料層級架構如圖 5-13

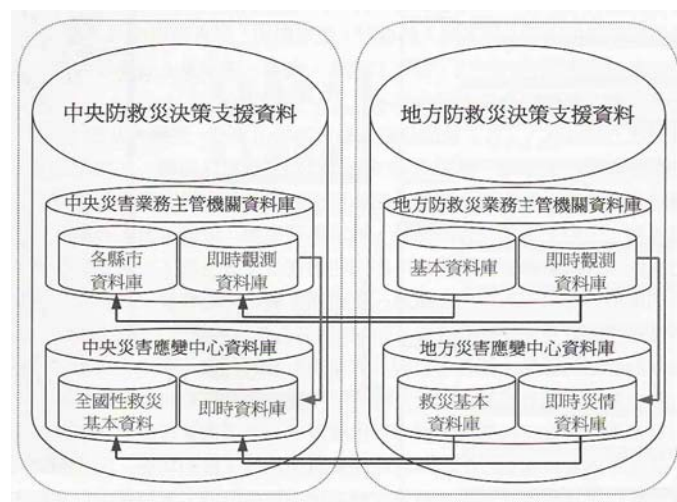


圖 5-13 資料層級架構