

防災國家型科技計畫八十九年度成果報告

綜合評析

NAPHM 2000 Annual Report

Summary

- 顏清連：台灣大學土木工程學系教授
防災國家型科技計畫總主持人
- 蔡義本：中央大學地球科學系教授兼地球科學院院長
防災國家型科技計畫共同主持人
- 陳亮全：台灣大學建築與城鄉研究所副教授
防災國家型科技計畫共同主持人
兼防救災體制研究群召集人
- 何興亞：台灣大學水工試驗所技正
防災國家型科技計畫執行秘書
- 李文正：防災國家型科技計畫博士後研究員

謝 誌

本計畫承行政院國家科學委員會經費補助，謹誌謝忱，同時感謝國科會魏良榮博士、王永壯博士、謝志毅先生、廖雯霞小姐，防災國家型科技計畫辦公室詹麗芬小姐、吳舜雯小姐、林台萍小姐、賴幸玫小姐等，在計畫執行期間鼎力相助。

摘 要

防災國家型科技計畫為一跨領域、跨部會之整合型計畫，對我國防災工作研發與成果落實具有關鍵性之影響。配合整體計畫之推動，計畫辦公室除了與各部會署協調，依規劃目標共同進行相關課題研發之外，並執行部份整合性專案研究計畫，89 年度主要成果包括：氣象觀測與預報之研究改進；淹水、土石流、地震等災害潛勢資料之研析、資料庫建置與境況模擬；災害管理決策支援系統之規劃與初期建置；協助中央災害防救專責機構之規劃與災害防救法之立法；推動示範區防救災工作等。因整體計畫涵蓋層面甚廣，仍有許多待努力之處，需要相關單位之繼續配合與支持，始可能效整合研究成果並落實於防救災有關業務。

關鍵詞：防災、災害潛勢、危險度分析、境況模擬、防災計畫。

ABSTRACT

National Science and Technology Program for Hazards Mitigation was an integrated project involving multi-disciplinary and inter-ministerial programs, and was expected to play a key role in both research and practices of hazards mitigation in Taiwan. The program office was responsible for coordinating different departments and agencies for the development and investigation of hazards mitigation research. Researchers of the program office also executed several integrated projects during fiscal year 2000. The main achievements included: improving the weather monitoring and forecasting system; analyzing hazards potentials, constructing databases, and simulating scenarios of flooding, debris flow, and earthquake; planning and preliminarily constructing the decision support system for hazards management; supporting the planning of central hazards emergency operation center and the legislating of hazards mitigation law in Taiwan; and promoting hazards mitigation practices for selected demonstration districts. Since many tasks broadly involve different fields are still necessary to be done in this integrated project, close cooperation and continuing support from each department and agency participating in the program are certainly needed to assure successful implementation and integration of research results for future hazards mitigation activities.

Keywords: hazards mitigation; hazards potential; hazards risk analysis; simulation of hazards scenario; mitigation plan.

目 錄

謝 誌	i
摘 要	ii
目 錄	iii
圖 錄	iv
一、前 言	1
二、計畫執行情形	4
2.1 規劃協調推動作業.....	4
2.2 整合性專案研究.....	8
2.3 各部會署計畫執行情形.....	22
2.4 重大災害事件勘災調查與檢討評估	25
2.5 研發成果落實應用.....	26
2.6 第二期防災國家型科技計畫規劃	28
三、未來工作重點	32
四、結論與建議	30
4.1 結論	30
4.2 建議	31
參考文獻	32
附 圖	34

圖 錄

圖 1	用平均法及 Barnes 平滑迴歸所得高屏河流域之颱風定量降雨預報圖	34
圖 2	高屏河流域定量降雨預報結果校驗	34
圖 3	1994 年提姆颱風模擬結果—積分 24 小時之累積雨量圖.....	35
圖 4	宜蘭縣淹水潛勢圖(750 公厘/日).....	35
圖 5	基隆河汐止地區 10 年重現期降雨淹水範圍(疏浚後).....	36
圖 6	出水溪數值分析土石流之堆積區	36
圖 7	豐丘潛勢地區不同堆積厚度	37
圖 8	台灣中部近斷層地區垂直向 PGA 值分佈圖	38
圖 9	台灣中部近斷層地區垂直、東西及南北三個分量合成 PGV 值及其方向圖	39
圖 10	研究區域自來水管線及災損分佈	40
圖 11	集集鎮之 RR contours & E-W PGA contours 與地形圖.....	40
圖 12	台中縣市地震災情分佈圖	41
圖 13	洪水動態模擬系統之使用者介面	41
圖 14	主動災情蒐集系統之使用者介面	42

一、前言

台灣的自然環境條件欠佳，天然災害頻頻發生，每每導致嚴重的人民生命財產的傷害與損失，社會各界對於災害的問題一向非常關心。政府相關部門也都很重視災害防治工作，歷年來投入相當多的人力與財力於防救災業務上，防災科技研究活動亦逐年增多。近年來由於人民水準提昇因而對保護生命財產安全的要求逐漸提高，行政院乃於民國 83 年 8 月頒布「災害防救方案」，繼而成立「中央防災會報」，建立中央至地方的災害防救體系。

然而，災害防治是一項整體性的長期工作，過去雖然有上述制度面的強化，政府與民間也都非常努力於防救災工作，但由於經濟發展與社會變遷快速，使得目前的防災工作仍然顯得零落單薄。因此，在民國 85 年 9 月的全國第五次科技會議中，作成「加強防災科技研究及相關之基礎研究，特別是跨領域任務導向之整合研究，以國家型計畫推動之」的建議。同年十二月，行政院第十七次科技顧問會議亦建議：國科會及其他部會署應共同研擬國家型防災科技計畫，加強將防災科技研究成果落實於防災應用體系上，並應設立天然災害防治資訊及技術轉移機構，有系統地整合推動防災相關工作。

為落實上述兩項會議之結論，國科會在民國 86 年 3 月 5 日的第一三四次委員會議中通過「國家型科技計畫推動要點」，同時亦通過「防災國家型科技計畫構想」，成立規劃小組展開規劃工作。另外，民國 86 年 4 月在行政院「中央防災會報」之下成立「專家諮詢委員會」為技術幕僚單位，以促進防災科技與防災業務的密切結合。在前述背景之下規劃小組基於由跨部門跨領域的整合性研究，以結合防災

科技與防災業務之基本理念，完成規劃工作，並獲國科會委員會議通過成立「防災國家型科技計畫」，為確實、有效地推動此一龐大、複雜之計畫，必須有充分的協調整合。

防災國家型科技計畫為一跨部會之整合型計畫，亦即計畫是由國科會與防救災業務相關部會署共同來研擬、推動與執行，爾後再加以整合、落實於防救災業務上。為執行計畫乃以任務編組方式設置指導小組、諮議小組、工作（協調）小組、專家（顧問）群、研究群，以及推動計畫的核心機構「防災國家型科技計畫辦公室」（以下簡稱計畫辦公室）。計畫辦公室由前述之工作（協調）小組及計畫所屬各專家群及研究群所構成，主要任務分為行政業務與專案研究兩大部分。前者為推動及落實計畫而必須有的規劃、協調、整合、管理、以及成果提供等行政業務工作，將以工作（協調）小組為核心配合進行。後者之專案研究是由辦公室內之研究人員組成之研究群負責，主要內容乃針對計畫之中，各部會署研究群較難或無法進行之基礎性或整合性之研究案，並邀請相關學者、專家組成專家（顧問）群予以協助，提供修正意見，同時與各部會署之相關研究群進行交流與合作，並將成果與建議經由專家諮詢委員會提報至行政院中央防災會報。

防災國家型科技計畫之主要目的是在於結合政府相關部門，有系統地推動上、中、下游科研工作，整合研發成果轉化成可以落實應用於防災業務的技術。因此整個計畫架構之精神所在，是要建立一套災害潛勢評估與災害境況模擬作業模式，以應用於地區防災計畫之研擬。本計畫目前以台灣地區威脅性最高的颱風豪雨、地震災害為對象，工作內容與關係詳如圖三所示。主要工作包括：(1)建立災害防救研究與實務所需的自然與人文環境資料庫；(2)研發災害潛勢評估方法，並進行台灣的災害潛勢分析；(3)選擇示範區進行危險度評估

及災害境況模擬，以建立模擬分析方法，作為劃分危險區之依據；(4) 針對評估與模擬結果，建立一套決策支援與展示系統，以利相關行政機關與民間機構應用研發成果；(5) 以示範區之研究成果為基礎，模擬該地區之防救災計畫，供相關單位執行防救災業務之依據，並經由實際作業情形，予以修正補強；(6) 針對現行防救災體系、運作及相關法規進行評估、檢討，並參考危險度評估、境況模擬等結果，提出現階段之改善建議，作為改進防救災工作之指引。

民國 86 年 11 月 1 日至 87 年 7 月底為本計畫預備年，88-90 年度為第一期防災國家型科技計畫執行期間。計畫辦公室於 89 年度期間，除了與各部會署協調，依規劃目標共同進行相關課題研發之外，並執行部份整合性專案研究計畫，主要工作與成果包括：氣象觀測與預報之研究改進，淹水、土石流、地震等災害潛勢資料之研析、資料庫建置與境況模擬，災害管理決策支援系統之規劃與初期建置，協助中央災害防救專責機構之規劃與災害防救法之立法；推動示範區防救災工作等。分別說明如後。

二、計畫執行情形

2.1 規劃協調推動作業

2.1.1 規劃協調會議

工作(協調)小組會議與研究群召集人會議為防災國家型科技計畫運作協商之核心，89 年度各項會議召開情形如下：

(1)工作(協調)小組會議

工作(協調)小組會議依研討內容分為全體小組會議與分組會議兩種，前者由計畫總主持人召開，討論整體運作之共同原則與要點，後者由各研究群召集人依工作執行需要召開。目前為止，累計已召開四十一次會議，89 年度期間共召開十八次會議，主要討論與決議事項包括：

- 各部會署計畫主管單位執行分工、研發課題商訂、預算編列、效益評估與成果研討等。
- 研訂「災害潛勢資料公開作業要點」等整體運作有關事項。
- 侵台颱風資料庫、颱風觀測研究及颱風期間資訊傳輸等有關事項。
- 淹水潛勢資料之模擬、審查與公開事宜。
- 土石流監測、危險區劃訂與相關研究之進行原則。
- 地震災害損失評估及決策支援系統(HAZ-Taiwan)中建物使用分類之研議。
- 防救災資料庫及防救災決策支援系統之資料蒐集與建置方式。

(2)研究群召集人會議

計畫辦公室原則上每兩週由計畫總主持人召開一次研究群召集人會議，以推動相關工作。目前為止，累計已召開八十二次會議，89年度期間共召開二十四次會議，主要討論與決議事項包括：

- 計畫辦公室之行政運作與協調等有關事項。
- 各部會署年度研究內容與概算編列協調。
- 研議中央防災會報專家諮詢委員會架構與運作方式，執行交辦工作、配合會議召開提案討論及研訂擬提報落實應用事項。
- 災害防救法(草案)之修正研討。
- 災害防治專責機構設置問題之探討。
- 進行重大災害事件檢討與研擬因應措施建議。
- 彙編防災宣導手冊。
- 防救災資料庫建置與資料提供有關事宜。
- 將各研究群成果融入決策支援與展示系統。
- 防救災專家人才庫建立有關事宜。
- 舉辦防災國家型科技計畫說明會，以使各參與單位瞭解計畫目標與內容。
- 辦理年度防災專案計畫成果研討會、國內與國際防救災相關研討與座談會。
- 訪談各部會署業務相關人員，瞭解計畫執行情形，並協商有關配合事項。
- 參訪歐聯等先進國家防救災相關單位，瞭解其防災體系運作與相

關研究工作推展情形，並討論交流合作有關事項。

2.1.2 研討會與講習

為擴展研究視野，提昇研發能力，計畫辦公室不定期舉辦各種研討會與講習，邀請國外學者至國內進行短期講習等，89 年度期間辦理之研討會與講習如表 1 所示，經由這些研討、演講與講習，使參與人員吸收經驗，對研究工作之方向調整與方法建立等均有很大的幫助。

表 1 89 年度舉辦之研討會與講習

日期	研討與講習主題
88.11.05	地震災害防救與重建座談會
88.12.20-23	地震災後重建與災情資訊整合研討會
88.12.16-17	九二一地震國際研討會
88.01.11-12	88 年度防災專案計畫成果研討會
89.05.22-25	中法防災科技研討會

2.1.3 國外參訪

為瞭解國外防災工作推展情形，促進合作交流。外計畫辦公室相關成員繼 88 年度參訪美國與日本防災研究與業務相關單位之後，於 88 年 8 月 28 日至 9 月 12 日赴奧地利 Vienna University of Technology、Central Institute for Meteorology and Geodynamics、Foresttechnical Service、Geological Survey、義大利 Research Institute for Hydrogeological and Geological Hazards Prevention (IRPI)及歐聯 Joint Research Center - European Commission Institute for Systems, Informations and Safety (JRC-ISIS)等單位參訪。此次參訪概況歸納如下：

- 奧地利 Vienna University of Technology 之 Institute of Geodesy and

Geophysics 利用透地雷達探測岩體內部之潛在裂面，及研判其可能之危害，並以 Rheological Model 加以分析，重建其原來之地形狀態；Institute of Mechanics 之研究與國際防災十年(International Decade for Natural Disaster Reduction 1990-2000, 簡稱 IDNDR)相關之主題包括：Safety of dams and weirs in a seismically activated environment 及 Innovative technology。Central Institute for Meteorology and Geodynamics 研究成果令人印象深刻。Geological Survey 對於坡地災害進行相當完整之調查與研究，與防災國家型科技計畫辦公室目前所採用之方法大略相同，但所涵蓋之範圍則較為廣泛。Foresttechnical Service 於 Salzburg 之砂防與防洪設施，十分重視與環境生態之配合，頗值得國內參考。

- 義大利 (Research Institute for Hydrogeological and Geological Hazards Prevention, 簡稱 IRPI) 所從事之坡地災害及土石流相關研究，以區域性個案之坡地災害為對象，其現地觀測採用多樣性之各類儀器互相配合，涵蓋土石流溪流之上、下游不同因素之量測，範圍相當的廣泛，更能提供完整的資訊。在 Tessina 地區並將現地量測與預警系統加以結合，提供該地區預警及防災之用，其運用情形，值得國內借鏡。為了對坡地及土石流之災害有更詳盡之瞭解，以擬定更有效之防災對策及技術，我國實有必要在現地觀測方面予以加強，並引進國外之先進技術與觀念，方能在監測與預警方面有所突破。另外在參訪單位所採用之防治手段，對於環境之衝擊及全面性之考量，均有較周全之處理，值得國內相關單位借鏡。
- 歐聯 (Joint Research Center – Institute for Systems, Informatics and Safety, 簡稱 JRC-ISIS) 在結構力學、結構動力與地震工程等方面

之研究成果甚為豐碩，經雙方討論後有以下數項之合作空間，可做為規劃未來合作方向之參考：Collaboration contract on structural testing、Joint shared-cost active proposals、Network participation 及 Exchange of experience on pseudo-dynamic testing。

2.2 整合性專案研究

2.2.1 氣象研究群[1]

針對鹽水河流域，更新颱風伴隨降雨氣候統計預報圖，資料時段由 1989-1996 年擴充至 1989-1998 年，並利用 Barnes 客觀分析方法修勻改進結果，將降雨氣候統計預報圖解析度由原來 0.5° 提升至 0.1° 緯度/經度(約 11 公里)。其次，亦針對高屏溪 29 個雨量站及集集地震災區 21 個雨量站，完成颱風伴隨降雨氣候統計預報圖，結果並已提供中央氣象參考應用。

本年度中氣象研究群亦開始嘗試利用 MM5 中尺度數值模式，模擬侵台颱風的結構演變。除將 MM5 建置於計畫辦公室 DEC 工作站外，並完成初始虛擬颱風渦旋植入之程式撰寫和測試工作；其次針對 1994 年提姆颱風(西北行強烈颱風)及 1992 年歐馬颱風(西行輕度颱風)，模擬颱風登陸前後的結構演變及伴隨風雨分佈，結果顯示此模式可合理掌握提姆颱風及歐馬颱風之路徑、登陸地點及全省降雨大致變化趨勢。

此外，計畫辦公室本年度持續協辦推動台灣地區「無人飛機探空(Aerosonde)」颱風觀測實驗，先後完成的工作包括：(1)成立工作團隊，培養本地人員之飛航、維修與保養能力；(2)採購設備，並研習飛航技術與飛行觀測路徑之設計；(3)實驗氣象 sensor 的加掛，驗證

Aerosonde 在惡劣天氣中執行的能力，以及完成 Local mode 切換成 TDMA mode 的空中測試；(4)國人獨立完成操作起降；(5)完成 2000 年 10 月雅吉颱風宜蘭基地颱風外圍環流觀測。

2.2.2 防洪研究群[2]

台灣河川坡陡水急，集流時間短，下游多為平原，且由於夏秋兩季，受颱風及西南氣流之影響，常有颱風雨或暴雨，造成河川中下游流域嚴重的災害。而對於基本水文或淹水相關資訊了解不夠，亦可能加劇災害損失，如各級主管機關無法充分掌握轄區內在何種降雨情況下會形成積水。根據中央氣象局之氣象預測資訊亦難以判斷可能淹水範圍及深度，以致政府及民眾不了解應採取何種措施才能減少災害損失。這些問題都需要利用最新科技，配合水文、地文、社經等相關資料加以分析，模擬暴雨發生之可能淹水情況，據以擬訂災害防救對策，方可提升防救災成效。

本年度防洪研究群主要研究成果為宜蘭縣、苗栗縣、台中縣市、彰化縣、南投縣及屏東縣等七縣市之淹水潛勢分析，以及針對基隆河治理方案之水理與水文完成評估，並完成九二一地震山崩土石堰塞湖河川下游淹水潛勢分析及緊急應變措施規劃，可供防災相關單位，作為災害防範對策及災害應變措施擬定之根據。

2.2.3 土石流研究群[3]

本省山地形勢陡峭，地質脆弱，加上颱風季節所伴隨之豪雨等因素，常造成山區大規模土砂災害。而近年來隨著經濟之快速發展，土地資源之需求大幅提高，人民活動及居住空間，漸次朝山地等災害敏感區發展，結果更促使坡地災害頻傳，且災害之頻率及災情有擴大及

提升的可能，其中尤以土石流災害為最嚴重。

本年度針對陳有蘭河流域示範區域，進行土石流災害發生後災害狀況之模擬，完成建立及分析示範區自然環境及人文社經基本資料庫，同時亦加強原有之地理資訊展示查詢系統功能，將蒐集的資料與分析的成果與空間資料庫結合，做空間屬性的分析、展示與查詢的工作。其次，完成豐丘野溪土石之材料特性分析，同時建立豐丘及和社一號野溪二處微地形資料庫，且進行民國 82 年及 85 年微地形變化比較、以及土石流區域的判別分析。最後，應用上述資料與成果，整合水文、災區訪談、現地調查與室內試驗等相關資料，求得土石流潛勢分析的參數，進一步建立土石流的潛勢分析與境況模擬方法，並以豐丘、和社一號及出水溪進行模式驗證。

綜合言之，本年度主要成果包括：(1)建立示範區地理資訊系統，以空間資料庫方式展示陳有蘭河流域危險溪流資料；(2)進行出水溪、豐丘及和社一號野溪之土石流危險溪流潛勢分析與危險度分析；(3)完成豐丘及和社一號溪地區土石流災害境況模擬與災害損失評估；(4)發展一套利用地形掃描方式劃定土石流潛勢地區方法，甚為簡易迅速。此等結果，可供防救災因應對策研擬與演練、地方防救災方案擬訂等業務參考運用，對於土石流災害之防救災實務工作有莫大助益。

2.2.4 地震研究群[4]

九二一地震的發生，突顯出活斷層與災害性地震間密不可分的特性。臺灣學術界從數年前便已開始著手調查活斷層的分佈及其精確位置，而現在已累積有相當豐富的資料。在九二一地震後，災後復健、斷層區兩側禁建等問題都需要這些基本資料。因此，計畫辦公室積極

協助各研究單位，準備加速公開這些資訊給社會各界，以期達到防震減災的目的，並落實應用學術界的研究結果。

國科會於震後成立九二一地震勘災小組，由國家地震工程研究中心統籌整個勘災作業，其下共分為九個小組進行，其中本研究群即負責強地動振動調查工作。由於中央氣象局「臺灣強地動觀測網」之設立，同時將全省分為北、中、南及東四區，依序分別由中央大學溫國樑與王乾盈，中正大學歐國斌及中研院地球所劉忠智等負責各區強地動資料之收集工作。因此，本研究群主要透過中央氣象局地震測報中心之提供而得到各區之強地動資料。另外，尚有部份事業單位安裝之地震儀，亦已發文請求提供資料，以配合勘災與重建使用。

目前已收集之資料共有 325 筆，均統一放置於國家地震工程研究中心；同時本研究群亦進行資料之整理與分析工作，包含地動加速度歷時圖、富氏頻譜及反應譜等。在此次地震中，經由中央氣象局「臺灣強地動觀測網」，收到許多品質很好的強地動記錄。尤其是在斷層區附近密集的測站所收到的記錄，更讓世界上在近斷層區所獲得的強地動記錄之數量增添無數倍。

在地動特性的初步分析方面，除了近震源區的地動特性外，本研究亦發現在西邊平原地區及濱海地區有長週期波的產生，應可解釋台中港區部分大型儲存槽破壞之原因；臺北盆地離震央超過 100 公里遠，地動受盆地本身的影響很大，其地動特性與之前 Wen and Peng (1998) 的結果接近；宜蘭平原的地動特性則如先前 Wen et al. (1999) 的研究結果，亦受場址的影響很大。

本研究主要目的，即將短期內所蒐集此次地震的地震記錄，初步分析此次地震的地動特性，包括斷層附近的震源效應、震波傳遞以及

中部地區、臺北盆地、宜蘭平原等地的場址效應，作為耐震設計規範修訂之依據及重建參考。

2.2.5 地震工程研究群[5]

地震工程研究群 89 年度主要工作為是配合地震災害損失評估決策支援系統(HAZ-Taiwan)，進行橋樑及地下管線在強震下動態行為之調查研究，可分為兩部份：

第一部份之主要目的調查分析橋樑結構的動態特性。基於經驗振態分離法(Empirical Mode Decomposition)配合希氏轉換(Hilbert transform)可以有效的分析地震資料。本研究應用經驗振態分離法分析方法，建立識別橋樑之分析流程，並與中央氣象局合作，進行應用。為了驗證經驗振態分離法之分析結果，本研究採用時間域的系統識別方法進行比較，經驗振態分離法配合希氏轉換可以有效的評估橋樑的動態特性。此外，為了 HAZ-Taiwan 進行地震災害潛勢分析，本研究蒐集了台北示範區及台灣中部地區的橋樑基本資料，並進行數位化以滿足地理資訊系統之需求，而具體建立橋樑之數位化基本資料。

第二部分之主要目的利用維生管線災損資料、管線基本資料、震度等相關研究成果，分析維生管線破壞模式並建立其 HAZ-Taiwan 屬性表格及損壞率 (fragility curve) 圖表，期能供 HAZ-Taiwan 分析模擬，並與損壞率相比較，以為校驗之用。本研究應用九二一地震所搜集地表水平或垂直搖動造成自來水管線伸縮、彎曲，及接頭破損、鬆脫之實際災害資料及建置之基本資料，配合等震度圖建立易損性曲線圖表。

應用 EMD+HHT 方法，分析結構之地震反應輸出資料，進行結

構之損壞識別，可進一步建立結構在震後安全檢測之快速識別方法。同時，此法亦可推廣至震前與震後，進行微振(ambient vibration)測試與識別分析，以及結構物之餘震反應分析，藉以瞭解結構物經過強烈地震後之動態特性，是否發生改變。

在維生管線災損分析結果方面，災損最嚴重的地區皆發生在斷層經過之處。未來將更進一步從事斷層經過管線之 RR 相對於斷層及管線夾角關係之研究。同時，災損最嚴重的地區未必是該鄉鎮 PGA 最大值之處，但造成自來水管破壞原因佔最大比例的是地層移動，所以未來接續的研究將是探討 RR 與地表錯位(offset)的關係。

2.2.6 防救災體制研究群[6]

防救災體制研究群本年度之主要成果包括：災害防救法之立法過程與內容分析、地區防災計畫研擬之初步探討、以及社區防災之推動等部分，分述如下：

(1) 災害防救法之立法過程與內容分析

我國現行有關災害防救之法規，如消防法、水利法、台北市防救天然災害及善後處理辦法、高雄市防救天然災害及善後處理辦法等，均為達成特種災害而制定或為地方性法規，缺乏涵括所有重大災害均可適用之完整基本法令，因此自 1994 年起政府即著手進行災害防救法草案的研擬，並歷經數年的修訂與審議，九二一地震後，前行政院副院長劉兆玄即指示國家科學委員會協助內政部消防署針對災害防救法草案再進行研議修訂，經過多次密集協商會議討論後，於 1999 年 11 月 25 日行政院第 2657 次院會通過修正版本，並送交立法院審議，並於 2000 年 6 月 30 日完成三讀立法，同年 7 月 19 日由總統公

布實施。本研究即針對協助推動災害防救法之研擬、審議及立法過程；災害防救法草案與災害防救法之修訂內容、架構要點及異同比較等予以詳細說明並探討分析。現茲將本研究之主要內容概述如下：

a. 災害防救法草案（行政院版）研修之緣起與修訂方向

九二一地震後，各界對災害防救體系要求檢討的聲浪不斷，對於災害防救之法源根本依據的災害防救法完成立法之期盼更加殷切。前國科會副主委蔡清彥於1999年11月受前行政院副院長劉兆玄指示，召集顏清連教授、陳亮全教授、熊光華教授、消防署、警察大學消防系、以及防災國家型科技計畫辦公室等相關人員，組成災害防救法草案研修小組。研修小組成員經討論後對條文的修訂方向達成若干共識，並據以進行其後的條文修訂，茲將修訂方向與要點說明如后：

- 決定以88年3月25日內政部消防署函送行政院審議之「災害防救法草案」（共計八章四十四條）為研修基礎。
- 參酌美日等先進國家災害防救經驗，尤其重要的是納入九二一地震之實際狀況與經驗。
- 以美國FEMA（聯邦災變管理署）對災變管理的減災、整備、應變、復建四階段的概念來進行災害防救法的修訂。
- 我國為大陸法系，故其規範應明確、詳細；法條在用詞上需注意使用法律的專業用語；詳細內容可在施行細則再訂定，不必在母法中巨細靡遺。
- 關於防救災體系仍以三級（中央、直轄市及縣市、鄉鎮市）為佳。
- 中央成立專責機構後，地方層級亦應有專責單位處理相關事項，但任務導向應有所差異，例如地方專責機構應偏重操作面的應

用，而中央較偏重政策面之研擬。

- 將消防的「種子隊」（特種搜救部隊）與訓練中心放入專責機構的規劃中，以統合救災資源及通訊系統，提昇處理災害搶救能力。
- 應將民防系統納入防救災體系。

b. 災害防救法之內容重點分析

災害防救法於 2000 年 6 月 30 日於立法院三讀通過，制定完成，並於 7 月 30 日由總統公布施行，內容共計八章五十二條。有關災害防救法之內容重點，亦即未來我國災害防救體系的重要依循指標，整理分析如后：

- 災害防救體系：在災害防救法中將災害防救體系精簡為中央層級，直轄市、縣（市）層級，鄉（鎮、市）層級等三層級的體系。
- 災害防救業務主管機關：不同類型災害分別由不同之中央災害防救業務主管機關負責。
- 災害防救組織之規劃：災害防救法中，依據平時、災時及災後等不同階段之特性，對於災害防救組織亦有不同的規劃；平時為「災害防救會報」、災時為「災害應變中心」、災後為「重建推動委員會」。
- 災害防救專責機構之設立：中央層級由行政院設災害防救委員會；地方層級之直轄市、縣（市）政府，設專責單位辦理、鄉（鎮、市）政府則由鄉（鎮、市）長指定單位辦理。
- 各類災害防救計畫之擬訂：中央層級擬訂災害防救基本計畫；各相關行政機關與公共事業則根據災害防救基本計畫來擬訂災害防救業務計畫；地方層級依據災害防救基本計畫擬訂地區災害防救

計畫。

- 災害應變中心之設置：當災害發生或有發生之虞時，各級災害防救會報召集人得視災害規模而成立災害應變中心。
- 明訂各級政府及公共事業之災害預防與災害應變應實施事項。
- 加強各級政府之協調與支援機制。
- 結合全民防衛動員準備體系，納入軍方、民防與社區、民間之力量。
- 設立特種搜救隊：由內政部消防及災害防救署設置特種搜救隊及訓練中心，直轄市、縣（市）政府應設搜救組織。
- 重視災害防救科技之落實。
- 建立災時徵用人員、物品及其補償之規定、並訂定相關之獎勵、撫恤與罰則。
- 消防署改制為內政部消防及災害防救署。

(2)地區防災計畫研擬之初步探討

行政院於1994年8月4日頒行之「災害防救方案」中規定各級地方防災會報須就其地區之防災措施、災害預防及防災設施等方面制訂「地區防災計畫」，大多數的地方政府雖已依據災害防救方案之規定，擬訂地區防災計畫，但由於未能針對該地區內因不同災害類別所可能引發的傷亡損失等防救災課題加以深入研究，以致於各地區現行之防災計畫內容大同小異。此外，2000年7月19日以總統令公布實施之「災害防救法」第20條載明，「直轄市、縣（市）災害防救會報執行單位應依災害防救基本計畫、相關災害防救業務計畫及地區災害潛勢特性，擬定地區災害防救計畫…」，本研究即針對地區防災計

畫之定位，以及與其他防災相關計畫之關係進行說明；並探討災害週期各階段之因應對策；比較台北市、東京都與神戶市之地區防災計畫，檢討地區防災計畫應具備之內容；提出制定地區防災計畫須透過災害潛勢資料分析、危險度評估與災害境況模擬等方式之研擬構想等。茲將主要研究內容概述如后：

a. 地區防災計畫之定位

綜合國內與日本之法定計畫及為了實際執行而訂定之各類要點或手冊，依其性質予以分類，則可劃分為基本計畫、業務計畫、地區防災計畫與災害發生時緊急應變措施之操作程序等四類。就計畫性質而言，防災基本計畫為指導性質之綱要計畫，防災業務計畫為實務性質之事業計畫，作業程序為執行性質之手冊或要點，至於地區防災計畫則介於前面三者之間，為綜合性與規劃性之實質計畫，換言之，地區防災計畫是依據防災基本計畫，然後以綜合性的觀點，整合防救災各相關單位之防災業務計畫成果，來落實防救災各階段之作業，達到提昇地區抗災能力之計畫。另就適用範圍而言，防災基本計畫以全國為對象，防災業務計畫以事業單位之業務為對象，地區防災計畫將適用於單一區域，作業程序則為災時各單位之行動依據。

b. 地區防災計畫之內容

為擬訂能實際應用於災害各階段減災(Mitigation)、整備(Preparedness)、應變(Response)及復建(Recovery)等之防災計畫內容，首先需掌握災害週期各階段之相關因應對策，作為訂定防災計畫內容之基礎。

C. 地區防災計畫之研擬方法

為研擬一套涵括災害週期各階段相關防救災對策之綜合性地區防災計畫，實必須合乎下列作業原則：

- 可以掌握地區條件、因應災害特性。
- 能夠補足或整合各業務計畫。
- 涵括減災、整備、應變與復建各階段之必要措施等。

目前可應用於防災計畫研擬之評估模擬方法，雖其精度有所差異，但有災害潛勢分析、危險度評估、以及災害境況模擬三類，以下針對此三類方法簡述如后：

(i) 災害潛勢分析

災害的潛勢分析是指對自然環境中，潛藏容易導致災害發生之因素所作的可能性分析；以地震災害而言，為斷層位置、地質、地層狀況、滑動潛勢、土壤性質、地下水位等；如就颱風災害而言，則為颱風路徑、降雨逕流、潮位、地形、地質、河川、斷面等。未來如研擬地區防災計畫時，即可應用地震、淹水等潛勢資料作為檢討訂定防救計畫內容之基本參考依據。

(ii) 危險度評估

災害的危險度評估則是在前述的自然環境因素的條件上，針對人文環境中可能造成災害或使災情擴大之危害因子作一危害或危險程度的評估，這些因子例如人口密度、建物設施的結構與數量、土地使用或生活型態等；而此類評估的模式多是針對這些可能引發的傷亡或損失因子本身的危害狀況、規模或程度予以評估，而較少針對災情

的情況或程度進行評估，是屬於較靜態的評估工作；此一評估的結果可應用作為土地使用規劃、維生管線、交通設施、水利設施強化等減災策略研擬之參考依據。

未來，國內進行地區防災計畫研擬時，即可應用淹水、地震等潛勢資料，並配合地區人口分布、土地使用狀況、建築物類型、水利設施建置狀況、交通設施、維生管線配置等資料，可進行人口、建物、避難等災害危險度的評估，將具有災害危害的潛勢區域，分時分級清楚地界定出來，以作為擬訂地區防災計畫中有關結構物設置、土地使用管制規劃等減災計畫之依據。

(iii) 災害境況模擬評估

災害境況模擬評估是較前述的潛勢分析與危險度評估更進一步的應用，不但考慮自然環境與人文的因子，尚要針對不同災害的類型、規模、發生的時間等條件，模擬評估在那些地區可能造成那些程度的傷亡與損失，甚至算出其價值來。一般而言，進行災害境況模擬評估時，要先就災害的規模、發生的時間等列出假設，然後再行操作，是屬於較動態的模擬評估。若是境況的假設採用過去發生過的災害案例，則可對此一災害境況模擬的操作結果作驗證。災害境況模擬的結果除了如危險度評估，可以提供做為擬定防災計畫的參考之外，更重要的是可應用於防救災之決策支援，尤其是針對即時(Real Time)災情的模擬評估更是救災工作的重要參考。

(3) 社區防災之推動

社區層級災害認知與防救的事務，在國內尚未受到十分的重視，也未有較完善的研討與實務經驗。故本研究之主要目的乃透過一個案

的實驗來嘗試在本地是否可以建立一套推動居民參與社區防災的方法，並檢討該方法的可行性及推動此參與活動時可能面對的問題。具體而言，本研究是以台北市文山區興家社區為對象，藉由社區營造的過程，以工作坊（workshop）的方式，帶領民眾從自身與周邊環境出發，透過教材的研擬與防救災學習的行動，提昇居民對災害的認知與防救災能力，以作為日後社區防災推動時的參考基礎。

2.2.7 防救災資訊研究群[7]

結合地理資訊系統(GIS)與網際網路技術建構防救災決策支援系統是資訊研究群研究發展之主要方向，而完善的災害管理相關資料庫則是確保防救災決策支援系統有效運作不可或缺的重要元素，同時更可以支援其他防救災相關研究的需求，因此資訊研究群在規劃與開發防救災決策支援系統之雛型系統的同時，亦配合系統及其他相關研究之需求，致力於蒐集、彙整由各單位與相關研究計畫所產製提供之大量數位化圖形及屬性資料，這些資料可概分為三大類，包括：災害管理基本資料庫、環境災害資料庫及配合 HAZ-Taiwan 地震災害損失評估決策支援系統之應用所建置之基本資料庫，這些資料經過有系統的歸納整理及增值應用，不但已成為資訊組規畫發展防救災決策支援雛型系統的重要資源。

此外，資訊研究群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研究群進行整合，資訊研究群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的利用範圍並進而提升了資料本身的價值。

除了持續蒐集、建置防救災相關資料庫外，本年度資訊研究群已

根據所規劃的整體防救災決策支援系統架構，與防災辦公室其他研究群共同開發了部分子系統之雛型系統，其中包括了即時降雨監測及淹水預警系統之建置、洪水動態模擬系統之建置、避難分區劃定通報系統之建置，其功能包括了降雨預報分析、淹水潛勢分析、即時資料之接收、處理、及展示功能、洪水淹水潛勢之動態模擬與展現、危險地區避難分區之劃定功能等。

有鑑於在九二一地震中，無法確實掌握實際災情，進而導影響了救災效能的發揮。因此資訊研究群於九二一地震後，便著手積極研擬主動災情蒐集的機制與可行性，期能利用有人或無人的航空載具，結合無線影像傳輸技術與 GPS 全球定位系統，於災難發生時在第一時間主動前往災區蒐集災情，以提供災害緊急應變中心決策人員最迅速而翔實的災情資訊；針對此一目的，資訊研究群亦開發了主動災情蒐集系統；上述的這些子系統針對基本功能需求均已初具雛型，而未來仍將根據實際操作與相關業務需求，持續擴充與加強其系統功能。

從九二一地震的經驗可以發現，不管是在災害管理中減災、預防、應變或復原的哪一階段，完整的資訊掌握都是最重要的一環，換句話說，防救災決策支援系統的運作及防救災相關業務的執行背後需要完整而翔實的資料支援，而防、救災相關課題所需資料範圍相當廣泛，需要自各相關單位及研究機構蒐集彙整，由於各單位產製資料之格式、品質及精度各異，因此彙整資料的工作非常重要，同時資料庫之持續更新與維護更是需長期執行的工作，防災辦公室資訊研究群除了將繼續整理維護既有之資料，並將持續蒐集彙整其他與防災業務相關之資料進行加值利用。

2.3 各部會署計畫執行情形

本計畫成立以來，計畫辦公室即依據與各部會署共同研訂之整體規劃目標及研究項目與分年具體目標，持續與各部會署保持密切之聯繫，瞭解各部會署相關計畫推動執行情形，並給予必要協助。各部會署相關單位 89 年度計畫核定情形詳如表 2 所示，總經費約為三億零五百萬元，細部計畫研究案共有 205 個，相關研究成果均已提出。各部會署 90 年度防災國家型科技計畫已核定概算，總金額約為三億三千八百萬元。

表 2 防災國家型科技計畫經費與計畫數統計表

經費單位：百萬元

主管單位	89 年度 (已執行)		90 年度 核定概算
	經費	計畫數	
內政部(消防署)	14.8	5	9.9
內政部(營建署)	----		----
內政部(建研所)	9.0	9	13.6
交通部(氣象局)	28.9	17	29.0
經濟部(水資源局)	65.0	6	65.0
經濟部(地調所)	60.1	2	6.9
財政部(保險司)	----		6.0
公共工程委員會	17.0	6	13.9
農委會(林業處)	----*		----*
教育部(顧問室)	3.6	18	27.0
衛生署(醫政處)	18.2	16	50.0
環保署(毒管處)	1.4	1	1.5
國科會	87.0	125	115.5
合計	305.0	205	338.3

*:農委會林業處主要土石流相關研究列於該處業務計畫項下。

各部會署相關單位 89 年度計畫執行情況與規劃內容大致相符，主要內容與成果，可綜合歸納如下：

(1)交通部中央氣象局

監測與速報系統檢測及資料收集、地震場址分析與應用、地震災害資料庫與颱風資料庫之建立、道路橋梁地震資料研究等，可供建築結構耐震工程設計、防颱與防震緊急應變措施擬訂等參考運用。

(2)經濟部水資源局

建立洪水預警預報系統、水利災情資訊網、示範區颱洪災害危險度分析、減洪策略綜合規劃、災害淹水潛勢區管理計畫、海岸災害防救暨永續利用整體規劃、水利設施災害防救、水利設施調查評估與改善等，有助於整體防洪規劃與水利設施災害防救業務之推行。

(3)經濟部中央地調所

活動斷層調查研究與台灣山崩調查與山崩危險度評估等研究工作，可提供地震與坡地災害潛勢評估資料，供土地利用規劃、防災計畫研擬與建築設計規範修訂等相關業務參考運用。

(4)內政部建研所

建築物地震反應及耐震評估、建築物補強制度研擬、近斷層建築物設計地震力研究、建築物震後勘災作業原則、地震震災資訊系統、國外建築物震害及防災應用、建築物構造分類及使用狀況調查、避難救災路徑有效性評估、大量人員避難行為模式建構、人口估算方法、淹水潛勢資料在土地使用規劃與管理研究等，對建築結構耐震補強及都市空間防災規劃等相關業務之進行，可提供有價值的參考資料。

(5)內政部營建署

配合 HAZ-Taiwan 地震災害損失評估及決策支援系統研發，建置示範區(台北市與嘉義市)資料庫，可提供震災危害度分析與境況模擬所需基本資料。

(6)內政部消防署

防救災體系與計畫相關資料庫建置研究、各層級防救災通訊能力與指揮系統有效性調查評估、防救災緊急應變系統建立、防救災改善對策研擬等，對防救災業務相關之資料庫建置、通訊指揮、緊急應變、改善對策等各部份工作，進行全面性研究，有助於整體工作推展。

(7)農委會林業處

土石流防治措施效果預估與評估、土石流預警等研究，另於該處業務計畫進行土石流監測、預警及危險溪流等相關研究。

(8)衛生署醫政處

災變醫療體系緊急應變、核災大量傷病緊急醫療應變評估及改善、防救災緊急醫療通報及查詢應用系統、地區性災難醫院體系建立評估等研究，成果可供緊急醫療體系規劃建立參考。

(9)環保署毒管處

主要內容與成果為天然災害後環境清理及消毒體系之研究，可提供災後環境清理與消毒體系規劃參考資料。

(10)公共工程委員會

震後地下維生線系統快速診斷與補強、公共工程天然災害防治對策、強地動觀測網評估震後橋樑損等研究，並完成補強作業實務手冊等，對落實應用研究成果助益甚大。

(11)教育部

主要內容與成果為土木工程防災教育相關專案研究，進行大學院校防災相關研究實驗設備改善、工程設計與防災手冊編撰等工作，未來應針對中、小學防災教育之推廣予以加強。

(12)國科會

颱風觀測分析與統計、颱風數值模擬與預報、台灣地區豪大雨預報、台北都會區淹水區域預測、淹水模式基本數值地理資訊系統之建立、台灣北部地區降雨等級分類、海岸溢淹災害防治、土石流危險區判別方法及預報預警、土石流防災規劃、台北盆地地震防災、震災後混凝土結構檢測技術、結構裝置隔震消能與補強、結構耐震對應法規與規範修訂、地震災害潛勢分析與境況模擬、土壤液化評估準則、地震資料庫之建立與應用、防救災體系評估、都市大規模地震後火災研究、災害防救決策支援系統等，涵蓋範圍甚廣，成果可供防救災相關業務參考應用。

2.4 重大災害事件勘災調查與檢討評估

九二一地震發生後，防災國家型科技計畫辦公室立即召集所有成員，協助處理各項緊急應變工作，包括：

- 協助美國、日本、新加坡等外國緊急搜救隊，至災區進行搶救工作，並詳細記錄搶救過程中作業方式、人員與配備等事項，供日後參考。
- 至受災地區進行勘災調查工作，瞭解地震發生原因與特性，以及建築破壞主要原因，向相關單位與社會大眾提出說明，俾便採取必要之因應措施。

- 利用地震災害損失評估與決策支援系統 (HAZ-Taiwan) 進行地震震度範圍之模擬分析，並以防救災決策支援系統彙整災情，迅速進行統計與展示，供相關業務單位參考。
- 邀請與接待國內、外防災實務單位與研究團隊，對震災之緊急應變、災民安置與重建工作等進行研討，彙整資料與經驗，供推展相關工作參考[8,9]。
- 協助國科會國家地震工程研究中心推動全面勘災調查工作，邀請國內專家學者組成團隊，至受災地區分組、分區進行調查，以彙集重建工作所需資料。
- 利用地理資訊系統整合災情與勘災調查資料，建立九二一震災資料庫，供重建工作、擬訂防救災相關政策及後續相關研究工作之參考運用。

前述各項工作，均直接或間接有助於震災發生後之應變與重建工作的推展，並可供日後改善防救災體系及研擬災害防減相關法規與措施之參考。

2.5 研發成果落實應用

本計畫第一期工作中，選擇台北市與嘉義市為示範區，進行災害危害度分析、境況模擬與防救災計畫之研擬，為達成此目標，必須及早讓示範區所屬之地方政府瞭解與參與。因而，計畫辦公室於 87 年 10 月分別至台北市政府與嘉義市政府舉辦說明會，讓相關業務承辦人員與層級主管瞭解防救災工作之重要性，並希地方政府能主動參與相關工作，以期日後能將研發成果落實於防救災業務。

計畫辦公室自民國 88 年 8 月開始與台北市政府進行密集磋商，

協助臺北市政府推動防災工作，將防災國家型科技計畫部份研發成果移轉落實至防救災相關業務。經過將近九個月之磋商，臺北市政府與行政院國家科學委員會於民國 89 年 5 月 17 日簽訂合作協議，預定於兩年期間內推動等防救災專責機構及體系規劃建立、災害管理決策支援系統建置、淹水潛勢分析及淹水境況模擬、坡地災害潛勢與危險度分析及監測系統規劃、地震災害損失評估及決策支援系統 (HAZ-Taiwan) 應用五項工作。主要預期成果如下：

- 組織推動整體防救災業務、應用災害境況模擬及潛勢資料進行研擬地區防災計畫、規劃設置防救災專責機構等之工作團隊。
- 強化市府相關單位人員災害防救認知，並建立防災教育資訊網。
- 研擬臺北市災害防救相關對策與地區防災計畫。
- 提出臺北市災害防救專責機構之組織、運作方式等建議方案。
- 建置市府各局處防救災相關資料庫與災害管理決策支援系統。
- 檢討整合災害防治監測系統與預警制度，進行相關業務之境況模擬。
- 完成坡地全面體檢、邊坡安全規範與技術手冊，並進行坡地安全教育宣導。
- 完成並修正 HAZ-Taiwan 系統基本資料庫內容，並確立評估模擬結果應用模式，將系統分析評估結果，用以擬訂地區防救災計畫。

這項合作計畫是國內地方政府第一次整體考慮「平時減災」、「災前整備」、「災時應變」、「災後重建」等防救災工作，將相關科技研發成果落實應用，研擬有效的地區防災計畫與防災業務計畫，極具整體性與前瞻性，推動工作的相關經驗，可供國內其他縣市參考。

2.6 第二期防災國家型科技計畫規劃

參與防災國家型科技計畫的各部會署相關單位，共同感受到在第一期計畫開始步上軌道，獲得若干具體成果的同時，亦面臨計畫執行期限即將屆滿之壓力。由於災害防救是一項整體性的長期工作，完善的防救災對策牽涉廣泛，不論是災害潛勢分析、災害危險度評估、土地利用規劃、規範和標準之制定、防救災計畫之擬定、防救災組織之建立、防救災科技之應用、大眾防災教育之普及、財稅誘因、保險之提供、以及防救災績效之評量等，這些對策都必須有堅實的科技為基礎，因此相關之科技研發工作乃亟待加強推動。故民國 88 年 8 月 25 日防災國家型科技計畫第十九次工作(協調)小組會議與 89 年 3 月 23 日防災國家型科技計畫諮議小組第四次會議，共同認為應接續第一期計畫，繼續進行相關研發工作，且第二期計畫規劃之工作內容及預期成果應以五年期程為目標，並建議配合政府單位會計年度調整，第一期計畫延長半年(至 90 年 12 月)，第二期計畫自民國 91 年 1 月 1 日開始，以 91~95 會計年度為執行期間。

為配合政府單位概算編列及科技計畫審查作業時程，防災國家型科技計畫辦公室自民國 89 年 3 月開始，陸續邀請各部會署相關單位研商第二期計畫工作內容，並參照第一期計畫之方式，仍分為防颱、防震及體系等三組，其中防颱組包含氣象、防洪與坡地(第一期計畫為土石流)等三個研究群；防震組包含地震與地震工程二個研究群；體系組包含防救災體制與防救災資訊二個研究群。

第二期計畫之規劃工作，先由前述七個研究群分別邀請各部會署相關單位，召開工作(協調)小組之分組會議，詳予研擬各分組之第二期計畫工作項目、主協辦單位、經費與人力需求、預期成果與進度等

內容，再由計畫辦公室彙整，於研究群召集人會議中進行綜合檢討與修訂，依據防災國家型科技計畫之總目標，研擬初步課題與階段性目標，並將具有共同性之課題予以整合，期能加強成果之落實應用。整合修訂之後，各研究群再進行分組協商與修正，如此反覆檢討、整合與修訂，共計召開過二十二次分組研討與八次綜合討論會議，始形成規劃報告初稿。

初步規劃報告形成後，計畫辦公室於89年10月5日向國科會主委、副主委及相關學術處主管簡報規劃內容，並徵詢意見，翁主委在會中指示成立評鑑小組，以對第一期計畫成果及第二期規劃內容作評鑑。計畫辦公室繼又於10月31日將規劃內容提請防災國家型科技計畫諮議小組第五次會議討論，再參照小組委員意見，進一步對各項工作內容、主協辦單位、經費預估等進行調整與修正。國科會企劃處則邀請國內外學者專家五人組成評鑑小組，於11月11及12二日蒞臨計畫辦公室進行評鑑，並於11月13日向指導小組提出評鑑報告，審查修正通過第二期規劃報告。11月20日國科會第一五〇次委員會議將第二期防災國家型科技計畫規劃案列為討論案，正式核定規劃案[10]。

三、未來工作重點

經由參與防災國家型科技計畫相關單位共同檢討計畫執行情形，歸納未來工作重點如下：

- 加強防災科技研發成果之落實應用，協助地方層級政府擬訂地區防災計畫及防災業務計畫，將研發成果應用於防救災相關業務。
- 加強防災基本資料庫之建置與維護、定量降雨預報、災害潛勢與危害度分析、境況模擬、HAZ-Taiwan 計畫、災害管理決策支援系統、災情查報與傳書、地震速報系統之效能與應用、地震災後建築補強技術、施工檢查機制等科技方面之研究課題。
- 加強防救災相關之體制、法規、人文、經濟、心理、醫療、環保及教育宣導等社會與經濟方面之研究課題。
- 配合九二一震災之災後重建與衍生災害防治進行相關研究。
- 配合行政院災害防救委員會之運作，積極推動災害防救科技中心之設立，建立有效之整合協調與落實應用運作機制。

四、結論與建議

4.1 結論

防災國家型科技計畫成立以來，持續依規劃目標推展相關工作，在相關部會署配合支援及計畫辦公室全體同仁共同努力之下，目前在防救災相關資料庫建立、災害潛勢之調查與分析、災害境況模擬與危害度分析、預警及預報技術、災害管理決策支援系統、震後建築物快速安全診斷與補強、結構物耐震設計與耐震能力評估、HAZ-Taiwan地震災害評估決策支援系統建置與應用、災變通報與緊急應變系統、防救災體系檢討評估、災害防治對策等各方面，均已獲致初步工作成果。但因整體計畫涵蓋層面甚廣，仍有許多待努力之處，需持續第二期防災國家型科技計畫，加強防救災科技研發工作之整合與協調，並將成果落實於防救災相關業務。

4.2 建議

綜合檢討防災國家型科技計畫執行情形，歸納建議如下：

- 災害防治為一持續性之重要工作，相關工作均應以較長期觀點推動之。
- 彙集九二一震災經驗，加強防救災相關之社會、經濟等課題之研究。
- 儘快推動設立災害防救科技中心，整合防災科技研究方向與課題，並強化研發成果落實應用機制，以利於整體防救災相關業務之推展。

參考文獻

1. 李清勝、沈鴻禧、陳麗禾、劉泉明，防災國家型科技計畫八十九年度報告：颱風觀測、預測與警報研究成果(二)，防災國家型科技計畫辦公室報告，NAPHM89-03，民國 89 年 10 月。
2. 許銘熙、鄧慰先、謝龍生、李明旭、黃成甲、葉森海、簡名毅，防災國家型科技計畫八十九年度報告：縣市暨九二一集集大地震堰塞湖淹水潛勢分析與基隆河治理方案水理及水文分析，防災國家型科技計畫辦公室報告，NAPHM89-04，民國 89 年 10 月。
3. 林美聆、陳天健、洪鳳儀、賴達倫、王國隆、鍾俊弘、簡文鐘、盧彥旭、林俊佑、黃紀禎，防災國家型科技計畫八十九年度報告：陳有蘭溪流域土石流溪流潛勢分析與境況模擬方法建立一出水溪、豐丘及和社一號野溪，防災國家型科技計畫辦公室報告，NAPHM89-05，民國 89 年 10 月。
4. 蔡義本、溫國樑、張芝苓，防災國家型科技計畫八十九年度報告：1999 年集集大地震之勘災與地表破裂，防災國家型科技計畫辦公室報告，NAPHM89-06，民國 89 年 10 月。
5. 羅俊雄、吳子修、劉淑燕、紀繼耀，防災國家型科技計畫八十九年度報告：橋樑結構之識別與維生管線之災損分析，防災國家型科技計畫辦公室報告，NAPHM89-07，民國 89 年 10 月。
6. 陳亮全、賴美如、李雯雯、尤靜萍，防災國家型科技計畫八十九年度報告：災害防救法之立法過程與內容分析暨地區防災計畫研擬之初步探討，防災國家型科技計畫辦公室報告，NAPHM89-08，民國 89 年 10 月。

7. 孫志鴻、蕭翰文、丑倫彰、游怡芳、林忠育、李佳龍，防災國家型科技計畫八十九年度報告：災害管理決策支援離型系統之建置，防災國家型科技計畫辦公室報告，NAPHM89-09，民國 89 年 10 月。
8. Proceedings - International Workshop on the September 21, 1999 Chi-Chi Earthquake: Part I Summary Report，防災國家型科技計畫辦公室，民國 89 年 6 月。
9. Proceedings - International Workshop on the September 21, 1999 Chi-Chi Earthquake: Part II Presentations，防災國家型科技計畫辦公室，民國 89 年 6 月。
10. 第二期防災國家型科技計畫規劃報告，防災國家型科技計畫辦公室報告，NAPHM89-11，民國 90 年 1 月。

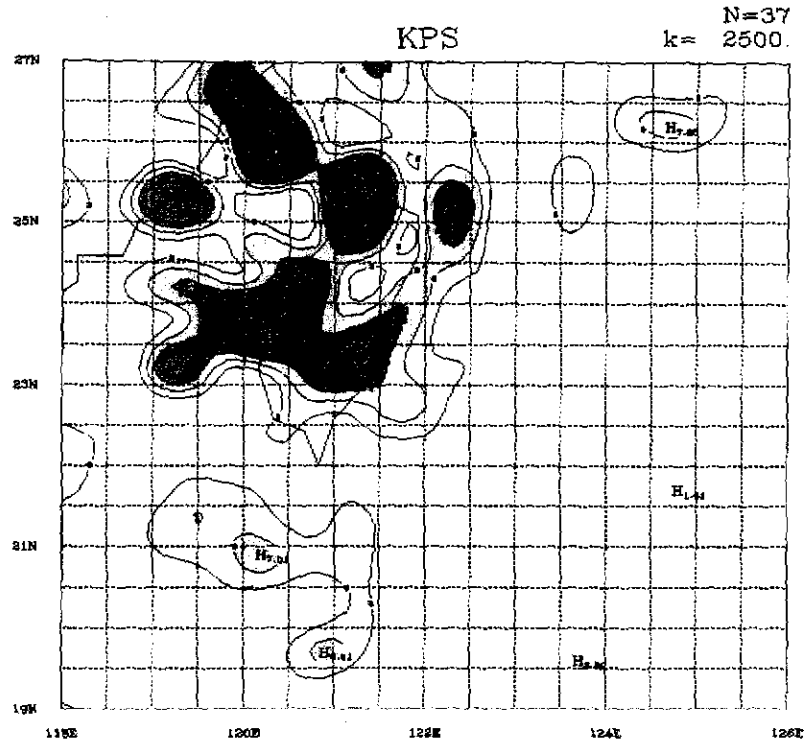


圖 1 用平均法及 Barnes 平滑迴歸所得高屏河流域之颱風定量降雨預報圖

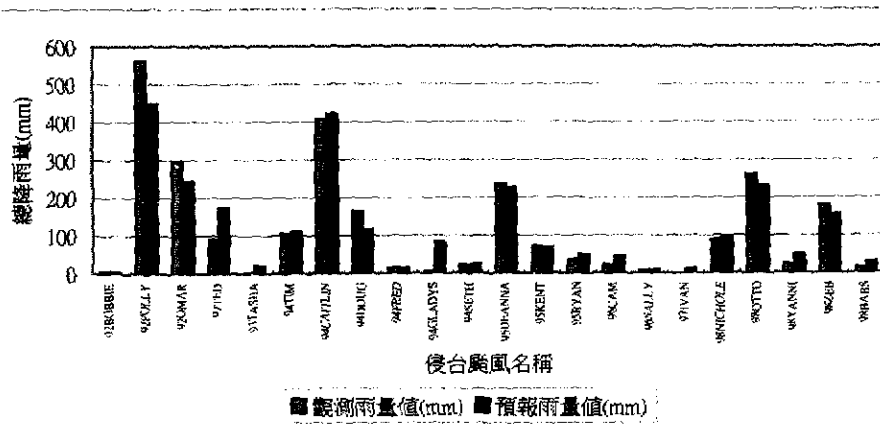


圖 2 高屏河流域定量降雨預報結果校驗

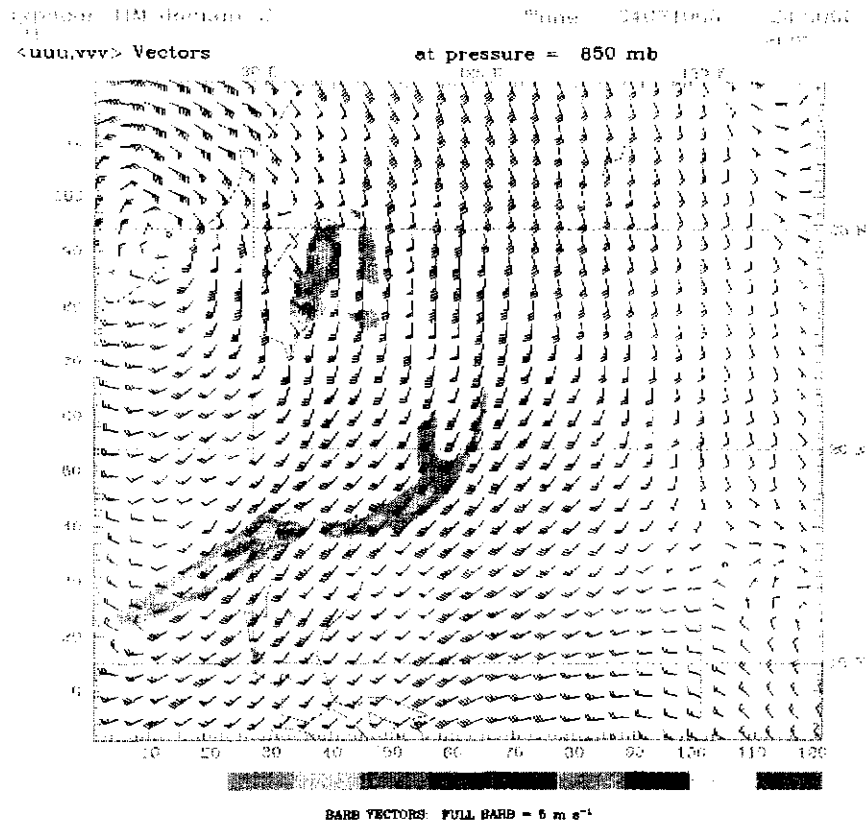


圖 3 1994 年提姆颱風模擬結果—積分 24 小時之累積雨量圖

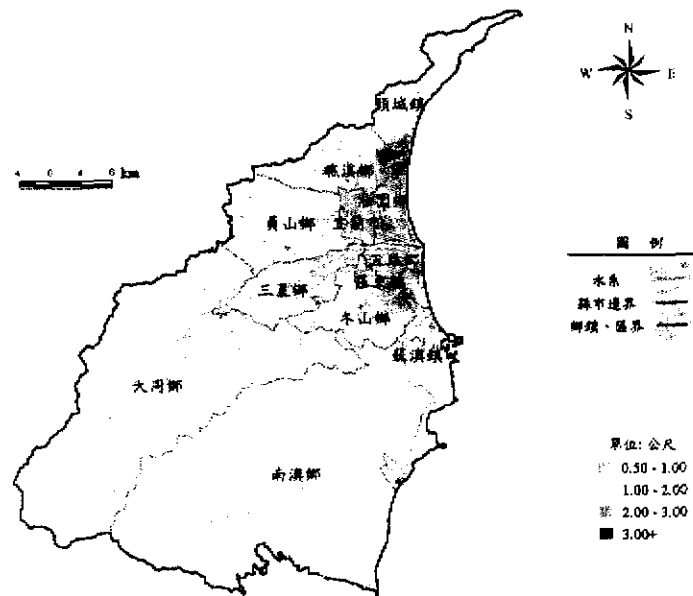


圖 4 宜蘭縣淹水潛勢圖(750 公厘/日)

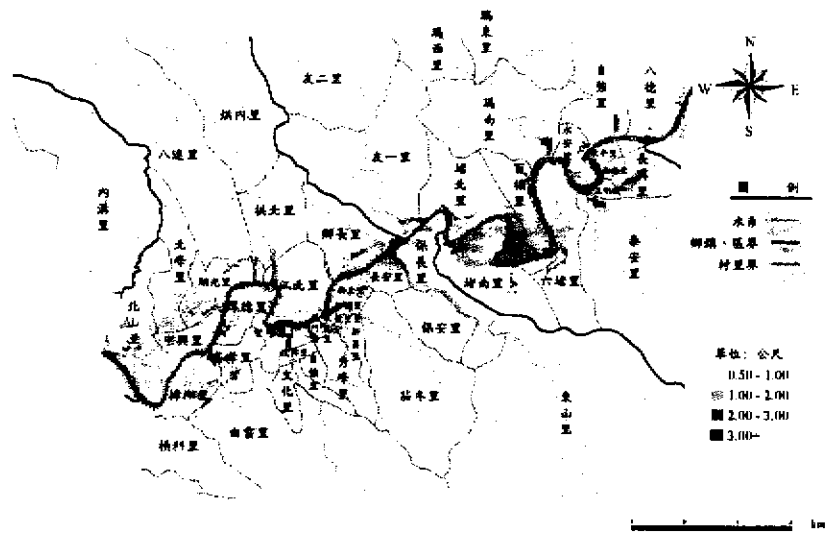


圖5 基隆河汐止地區10年重現期降雨淹水範圍(疏浚後)



圖6 出水溪數值分析土石流之堆積區



0.6 0 0.6 1.2 Kilometers



 豐丘危險溪流
 不同堆積厚度
 低
 中
 高



圖 7 豐丘潛勢地區不同堆積厚度

PGA V Component

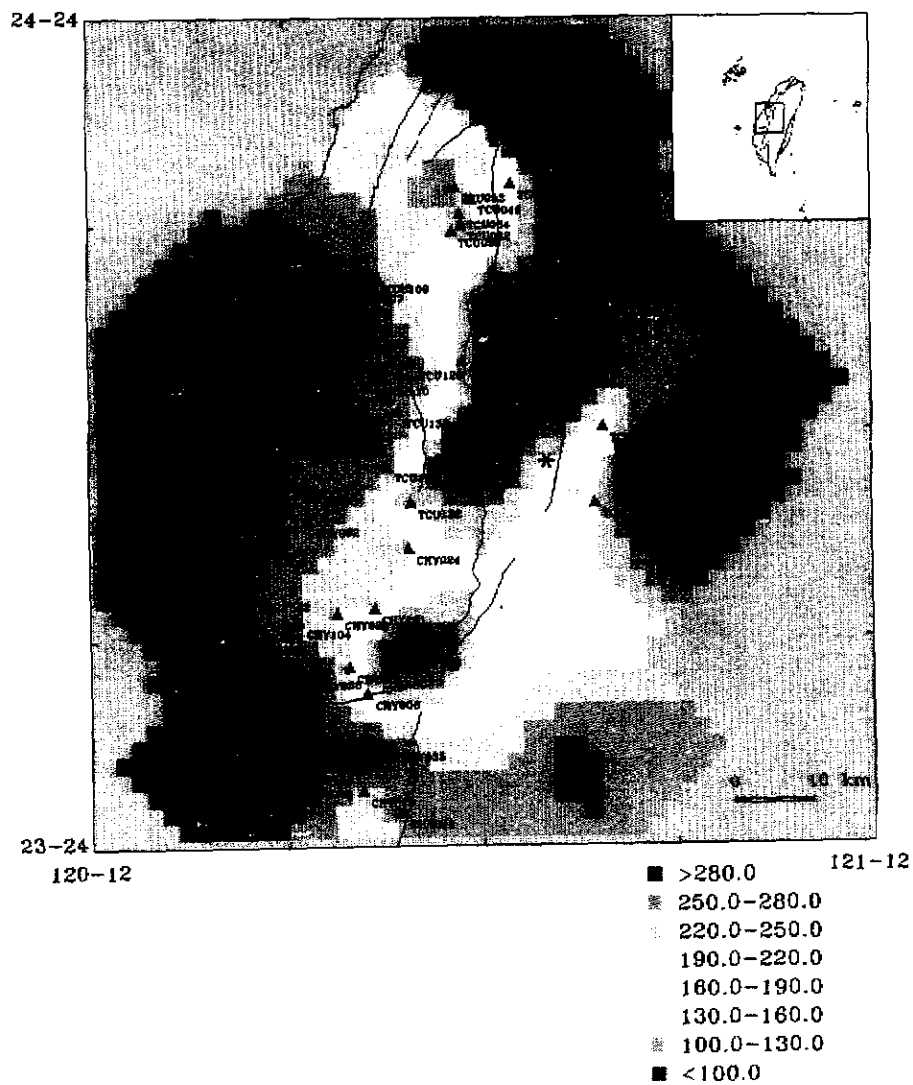


圖 8 台灣中部近斷層地區垂直向 PGA 值分佈圖

RMS PGV & Direction

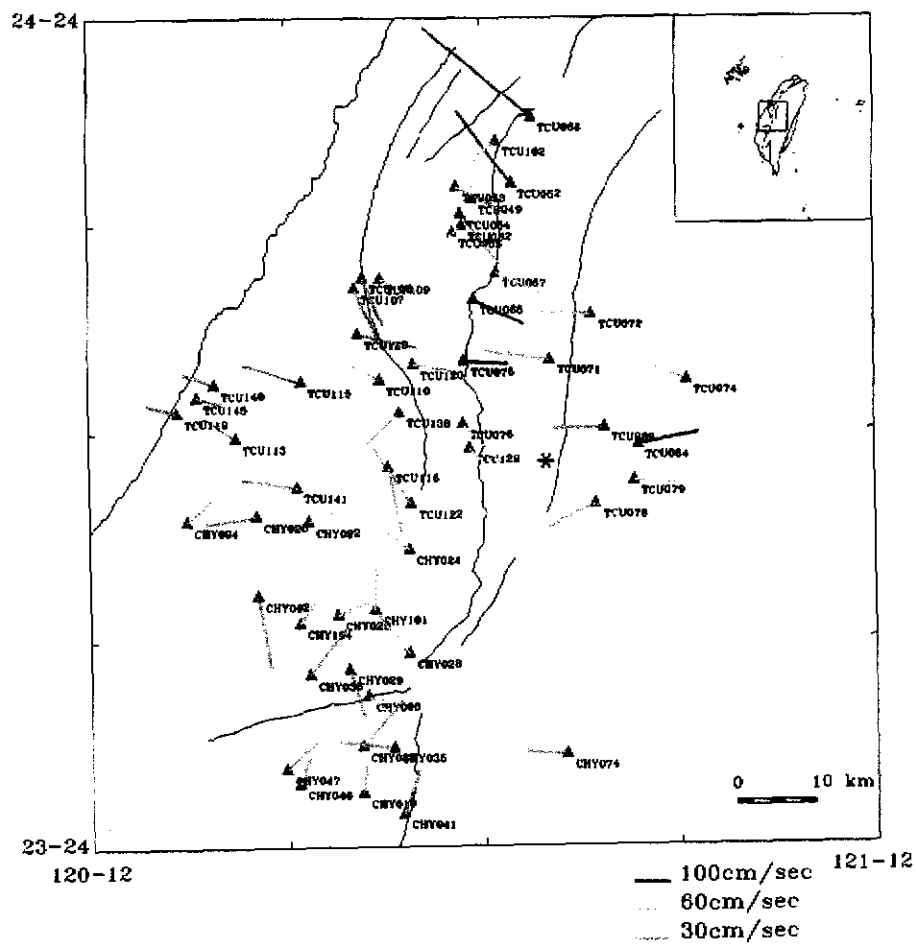


圖 9 台灣中部近斷層地區垂直、東西及南北三個分量合成 PGV 值及其方向圖



圖 10 研究區域自來水管線及災損分佈

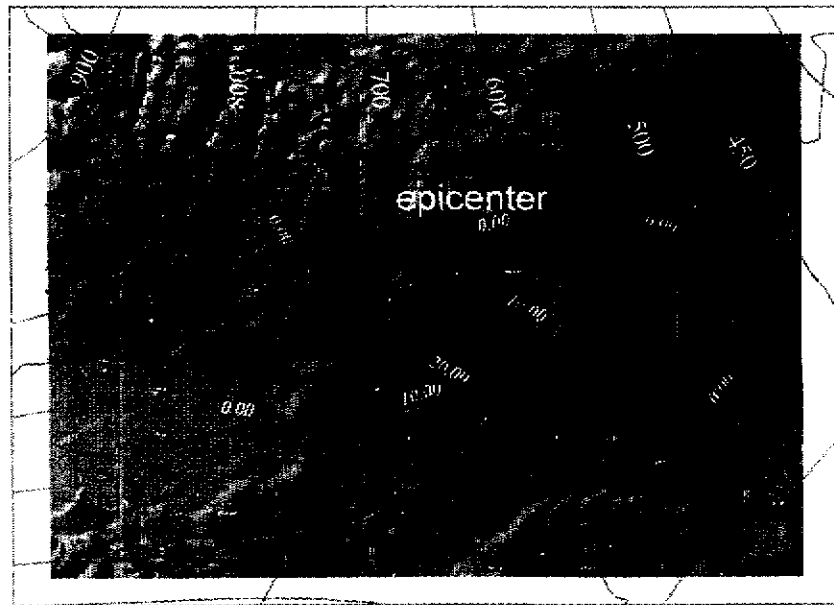


圖 11 集集鎮之 RR contours & E-W PGA contours 與地形圖

台中縣市地震災情分佈圖

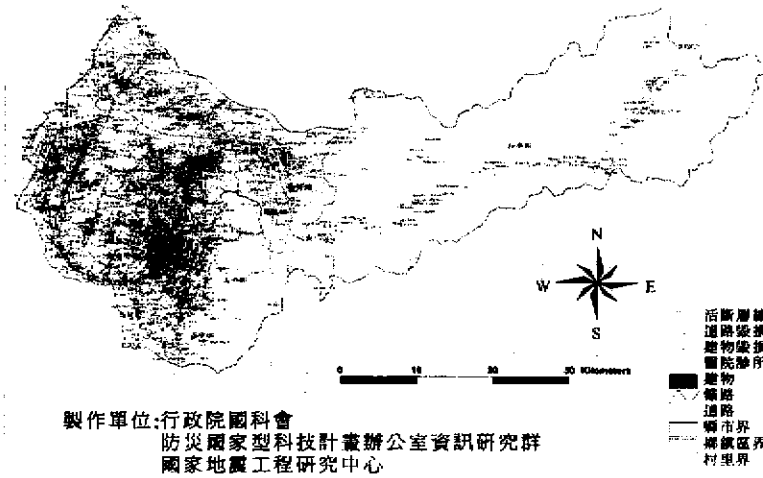


圖 12 台中縣市地震災情分佈圖

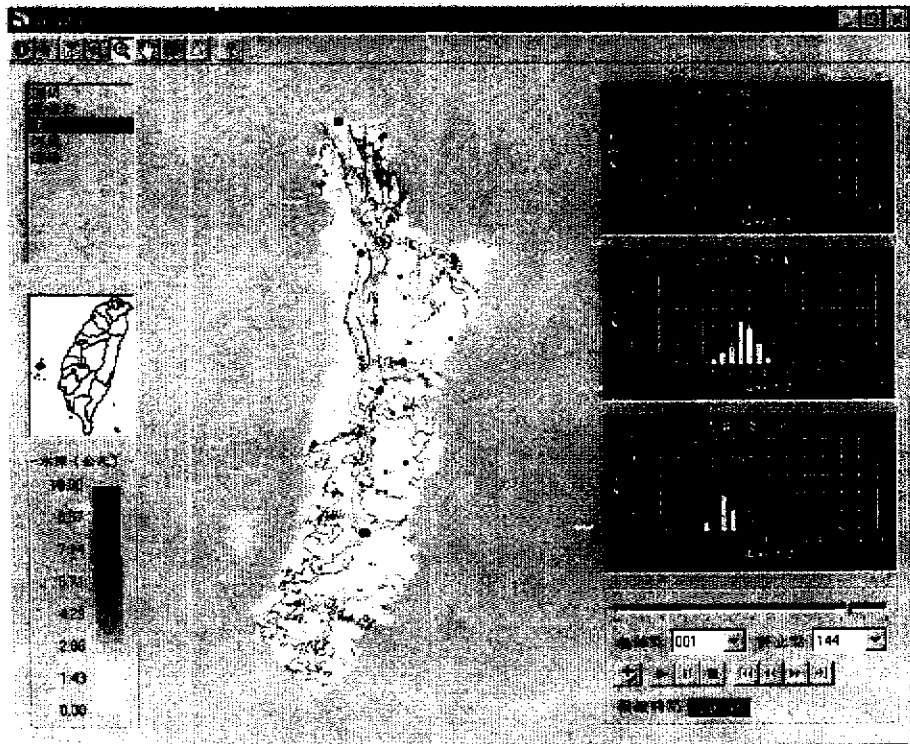


圖 13 洪水動態模擬系統之使用者介面

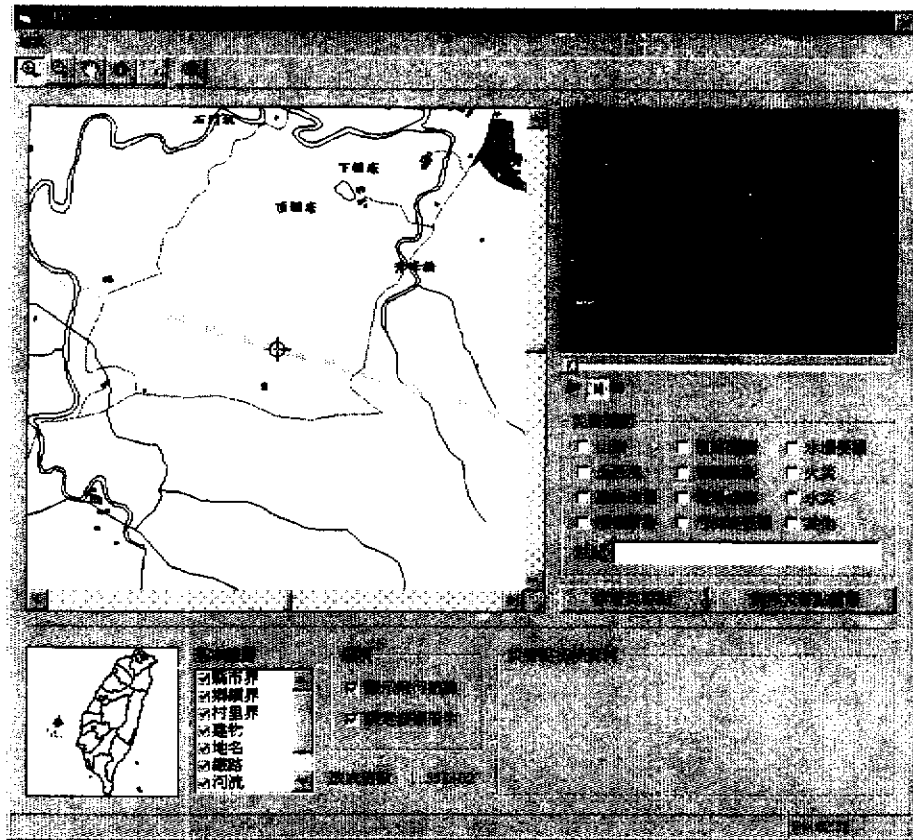


圖 14 主動災情蒐集系統之使用者介面

赴歐聯防救災研發與業務 參訪報告

顏清連：台灣大學土木工程學系教授
兼防災國家型科技計畫主持人

陳亮全：台灣大學建築與城鄉研究所副教授
兼防災國家型科技計畫共同主持人及
防救災體制研究群召集人

許銘熙：台灣大學土木工程學系教授
兼防災國家型科技計畫防洪研究群召集人

林美聆：台灣大學土木工程學系教授
兼防災國家型科技計畫土石流研究群召集人

溫國樑：中央大學中央大學應用地質研究所教授
兼防災國家型科技計畫地震研究群召集人

羅俊雄：國家地震工程研究中心主任
兼防災國家型科技計畫地震工程研究群召集人

孫志鴻：台灣大學地理學系教授
兼防災國家型科技計畫防救災資訊研究群召集人

何興亞：台灣大學水工試驗所技正
兼防災國家型科技計畫執行秘書

目 錄

一、前 言	1
二、參訪人員與行程	3
2.1 參訪人員	3
2.2 參訪行程	3
三、參訪記要	5
3.1 維也納科技大學大地測量與地球物理研究所	5
3.2 維也納科技大學應用力學研究所	6
3.3 奧地利氣象局	6
3.4 奧地利地質調查所	7
3.5 奧地利林業管理局	8
3.6 歐聯聯合研究中心	9
3.7 義大利 PADOVA 防災研究中心	15
四、參訪心得與建議	17
附 錄	19
一、參訪團詳細行程	19
二、蒐集資料目錄	21
三、照 片	22

一、前言

防災國家型科技計畫 (National Science and Technology Program for Hazards Mitigation, 簡稱 NAPHM) 係於民國八十七年十一月二十一日國科會第一三八次委員會議審議通過之國家型計畫, 希藉由跨部門、跨領域的整合研究將防災科技與防災業務有效結合, 使研究成果充分落實。現階段工作重點係以對台灣地區威脅性最高的颱風豪雨、地震等災害為對象, 推展防救災相關研發工作, 分為防颱(涵蓋氣象、防洪、土石流等三部份)、防震、防災體系(內含資訊系統部份)等三組。計畫進行之工作方式如圖 1.1 所示。內容包括:(1)建立防救災研究與實務所需的自然環境及人文環境資料庫;(2)研發災害潛勢的評估方法, 並據以進行全台災害潛勢分析;(3)選擇示範區進行危險度評估及災害境況模擬, 以確立災害危險度評估與災害境況模擬之方法, 作為今後劃分危險區之依據;(4)以潛勢分析與境況模擬成果為基礎, 建立一套決策支援與展示系統, 供相關行政機關與民間機構應用;(5)研擬示範區之防救災計畫, 以提供為相關單位執行防救災業務之依據, 並對防救災業務單位依計畫實際操作結果, 進行驗證以確立作業模式; 以及(6)針對現行之防救災體系及其運作、防救災相關法規等進行評估、檢討, 並參考前述危險度評估、境況模擬等結果, 提出現階段之改善建議, 作為爾後繼續改進防救災工作之指引。

為了借鏡國外防救災工作推展經驗, 促進國際交流合作, 「在已建立之國際合作交流活動基礎上, 積極尋求擴大國際合作範圍, 提昇交流層面, 以加強交流實效」為 NAPHM 重要政策方針之一。防災國家型科技計畫辦公室(以下簡稱計畫辦公室)在計畫執行初期, 即已針對前三年之國際交流合作工作進行整體性之考量與規劃, 擬先行參

訪日本、美國、歐聯等先進國家之防救災業務與研究單位，汲取相關經驗，並於獲致初步成果後，再至東南亞國家參訪，交換與推廣防災科技研發與成果落實經驗。

計畫辦公室相關成員繼 88 年度參訪美國與日本防災研究與業務相關單位之後，即透過駐德國代表處科技處協助，安排於 88 年 8 月 28 日至 9 月 5 日赴奧地利、歐聯研究中心、義大利等防救災相關單位參訪。以了解歐聯先進國家災害防救實務與研究工作之近期發展狀況，做為我國強化防災體系與運作，以及推動防救災研究之參考。

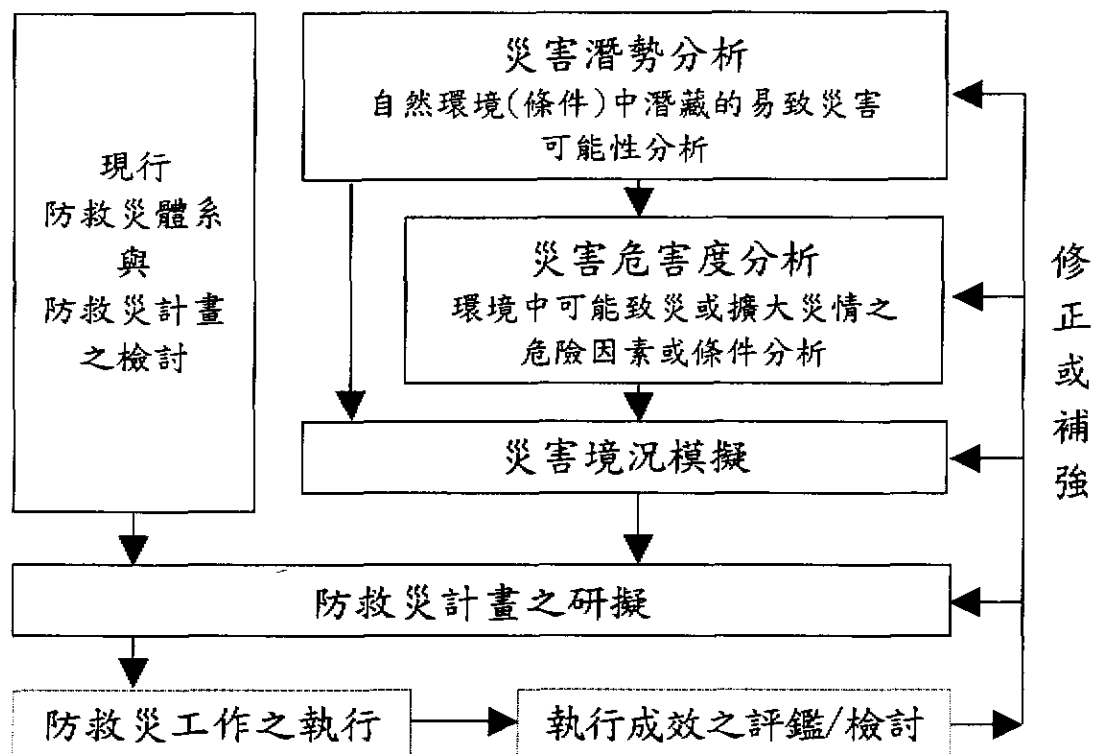


圖 1.1 防災國家型科技計畫工作方式示意圖

二、參訪人員與行程

2.1 參訪人員

為了從不同領域瞭解美國的防災研究與實務工作，本次參訪團由九人組成，團員之概要資料如表 2.1 所示。

表 2.1 參訪團成員

姓名	防災國家型科技計畫擔任工作	服務單位與職稱
顏清連 (領隊)	計畫主持人	台灣大學土木系教授
陳亮全	計畫共同主持人 兼防救災體制研究群召集人	台灣大學建城所副教授
許銘熙	防洪研究群召集人	台灣大學農工系教授
林美聆	土石流研究群召集人	台灣大學土木系教授
溫國樑	地震研究群召集人	中央大學應用地質研究所教授
羅俊雄	地震工程研究群召集人	國家地震工程研究中心主任
孫志鴻	防救災資訊研究群召集人	台灣大學地理系教授
許健智	地震工程研究群協同研究人員	國家地震工程研究中心組長
何興亞	執行秘書	台灣大學水工試驗所技正

2.2 參訪行程

此次參訪活動自 88 年 8 月 28 日至 9 月 5 日，共計九天。透過國科會駐德國科技程芝小姐之悉心安排，得以至歐聯先進國家相關學術研究單位與政府防救災機構參訪，進一步瞭解歐聯防救災相關研究、組織運作與相關法規之整體情況。參訪行程概要如表 2.2 所示，參訪團詳細行程則示於附錄一。

表 2.2 參訪行程概要

時 間	參 訪 單 位
8 月 30 日上午	Institut für Geodäsie und Geophysik Technische Universität Wien (Austria)
8 月 30 日下午	Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG), Erdbebendienst (Austria)
8 月 31 日上午	Geologische Bundesanstalt (GBA) (Austria)
8 月 31 日下午	Technische Universität Wien, Institut für Mechanik (Austria)
9 月 1 日 全天	Austrian Foresttechnical Service in Torrent & Avalanche Control, Construction District Salzburg & Hallein (Austria)
9 月 2 日 全天	JRC, ELSA Lab., ISIS & Safety in Structural Mechanics Unit activities (Italy)
9 月 3 日 全天	CNR-IRPI, PADOVA-ITALY (Italy)

三、參訪記要

本次參訪奧地利之維也納科技大學大地測量與地球物理研究所、應用力學研究所、氣象局、地質調查所、林業管理局；歐聯聯合研究中心；義大利 PADOVA 防災研究中心等單位，與多位教授、研究人員就災害防救及其相關課題的研究與實務工作進行交流，收穫良多，獲取不少值得吾人參考之經驗。此行蒐集資料目錄與拍攝照片分別如附錄二與附錄三所示，參訪記要如下。

3.1 維也納科技大學大地測量與地球物理研究所

由於奧地利位於歐洲板塊與非洲板塊之擠壓碰撞造山帶，維也納科技大學大地測量與地球物理研究所 (Institut für Geodäsie und Geophysik Technische Universität Wien) 在大地測量方面主要之工作項目有重力測勘（了解地下構造）、水準測量（了解造山運動；預計年底加入 GPS 量測）以及斷層移動之監測（利用 Laser beam, Superspring 等方法）。在地球物理方面除前述配合大地測量之地球物理測勘外，主要為反射震測之方法；包含深層與淺層地下構造之探勘以及斷層之探勘等，目前以工程應用為主。由於奧地利多山，因此邊坡造成之災害問題不少，最近他們亦把大地測量與地球物理之方法使用於坡地防災之應用上，其間亦找了幾個示範區進行研究。

目前該研究所與大陸有一共同合作研究計畫正在進行，我們參訪時，中國陝西地震工程研究院耿大玉副院長正好在此訪問研究，他簡介了在西安寶雞進行之合作計畫，除利用鑽孔及地物探勘得知地下地質剖面，再以模式分析繪製滑坡災害預測圖（如同我們之災害潛勢圖）。但在災害預測圖之公開上，尚未考慮各種可能之配套措施。

該所介紹之坡地災害研究案例中，薩爾斯堡之落石災害，利用透地雷達探測岩體內部之潛在裂面，研判其可能之危害。另有 4 個位於阿爾卑斯山區之個案，該區岩層多為變質岩，較為軟弱，其坡地災害主要以潛變所致災害為主，在現地進行震波量測，並以 Rheological Model 加以分析，重建其原來之地形狀態。

3.2 維也納科技大學應用力學研究所

維也納科技大學應用力學研究所(Technische Universität Wien, Institut für Mechanik)之 Prof. Ziegler 介紹該所目前所進行之研究，該所與國際防災十年(IDNDR)相關之研究主題包括：

- Safety of dams and weirs in a seismically activated environment: 特別在空水庫下地震力作用時，拱壩行為之探討，並強調發生地震時，拱壩在滿水與空庫情況下，其力學行為完全不同。
- Innovative technology 方面之研究：著重在非線性結構系統之控制，配合 random input 與材料非線性(elasto-plastic behavior)，以 tuned mass damper 進行結構物之振動控制。

3.3 奧地利氣象局

奧地利帝國於 1842 年進行第一次地磁調查，於 1851 年在其氣象局下正式成立地球物理組，目前地物組下有應用地物、地震及地磁三個分組。1895 年奧地利科學院成立地震委員會，於 1904 年在維也納設置第一部地震儀，1989 年在 Tyrol 設數值式地震網，至 1994 年才於維也納安裝 5 部，Wiener Neustadt 附近 3 部強震儀，同時第一部寬頻地震站於 1995 年才開始運轉。此次奧地利氣象局(Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, ZAMG)之參訪主要由 Dr. G. Duma 接待參訪其地震觀測部分，由於奧地利為中震度區之國家，在地震觀測

之起步雖不晚，但台灣近來之發展卻更快更好。另外，他們在應用地球物理與地磁方面有不錯之成果，如環境與工程地物方面有舊廢料儲存所、工廠建築物選址、地下水污染、人造振動、邊坡穩定及局部地質等之調查；在淺層磁測方法已可達非破壞、精確、快速等。台灣目前對人造振動（如高鐵）、精密工業之選址、地下管線等問題亦日漸重視。

在奧地利氣象局參訪過程中，該局樓梯與走廊兩側，均掛設歷年研發與工作推展成果海報，解說人員在介紹環境與設施的同時，亦配合海報說明歷年重要成果，導覽方式甚為生動活潑，並節省為訪客另行製作簡報之人力與時間。此外，走廊照明設備，均採用節約能源設計，當人員接近時，燈光自動打開，人員離開後，燈光亦自行關閉。此等節約能源與資源之務實態度，讓參訪人員留下深刻印象。

3.4 奧地利地質調查所

奧地利地質調查所(Geologische Bundesanstalt, GBA)於1849年11月創設，主要工作項目有地質科學調查、經濟資源探查及相關結果之公開發表，同時也是國家之地質科學資訊與研究中心，目前工作重點包括地質製圖、地質資訊、資源評估及地質災害防治等。本次參訪，主要由工程地質組介紹奧地利之山崩與落石研究，由於奧地利多山，因此在此方面之研究調查極受重視。台灣目前亦常有此類問題，其研究成果值得我們參考。另外，與地質災害防治有關者除工程地質組，尚有地球物理組，該組由地面及空中進行探測，對多山地國家而言，空中地物應是很好之探勘方法。台灣之地球科學界最近亦想引進此類方法，這裡之應用經驗，應是值得參考的。台灣之地質調查所並無地球物理部門，應可考慮增加以配合其他地質調查方法，迅速確實

得出良好成果。

該所對於坡地災害進行相當完整之調查與研究，其主要工作包括：個案資料調查整理、圖面製作、主題資料庫建立、分析方法建立及主題圖繪製等，採用之方法包括現地調查、採樣、分析研究及 GIS 資料分析等，主要以建立各類基本資料庫及基本圖，進行分析後，據以建立各類主題圖，其研究方法與目前計畫辦公室所採用之方法大略相同，但所涵蓋之範圍則較為廣泛。

奧地利經常發生雪崩，對居民與遊客均造成極大威脅，相關單位對此問題亦非常重視，但因雪崩事件發生至造成災害之時間甚短，難以有效防治。我方參訪人員提及事先規劃、充分演練、早期預警以爭取時效等觀念，甚受該研究所重視。

3.5 奧地利林業管理局

奧地利 Salzburg 附近山多，地形變化大，在地形變化上很類似台灣，山區防砂工程亦是水土保持重要之工作。奧地利林業管理局 (Austrian Foresttechnical Service in Torrent & Avalanche Control) 安排參訪團赴 Salzburg 附近山區實地參訪砂防及防洪設施。在土石流防治部份，主要參觀野外所設置之防砂壩。所參觀之防砂壩址共有三處，均採用開放式壩，攔阻特定尺寸之粗粒料及流木，其主要之特點為其柵欄係為鋼材所置，嵌入混凝土之壩體，並可根據現地流下土石粒徑之不同加以抽換為不同開口之柵欄，具有機動調整之優點，更能提昇攔砂壩之功能，頗值得國內參考。另根據參訪單位所提供之資料，在土石流災害防治方面，除了攔阻外，亦有蓄留等相關工法，且十分重視與環境生態之配合。

此外，現場參觀之五、六個防砂壩，其形狀、材質、構造均具有不同之特色，此可看出奧地利工程師很有創意，願意去嘗試設計新型功能之防砂壩，並記錄及探討其適用性。反觀我們許多防砂壩之造型大同小異，缺乏功能及效率之比較。因此如何結合工程設計、施工、調查及研究結合尋求合適之防砂工程設施，值得我們進一步之學習與努力。

3.6 歐聯聯合研究中心

設於義大利 ISPRA 之歐聯聯合研究中心(JOINT RESEARCH CENTRE EUROPEAN COMMISSION, JRC)位於米蘭附近，該中心的資訊系統與安全研究所(Institute of System, Information and Safety, ISIS)的主要任務乃是應用科技研發維護國民與社會的安全，其主要任務為：

- 資訊社會的安全與可靠性：研究重點在於應用資訊科技以提升服務的品質，包括先進網路技術的應用，遠距醫療的驗證，以及網路多媒體教育。
- 建築物防震及古蹟加強防震之研究。
- 危機評估及決策支援研究：歐聯第五次環境行動計畫要求政府、企業及一般大眾共同擔負環境責任。因此 ISIS 針對此一需求發展群體決策技術、整合式評估方法等工具。其應用領域包括都市發展政策之制訂、水資源管理、海岸經營管理。
- 消費者保護及防弊系統之開發。
- 核能安全防護。

- 自然資源經營管理及環境保護。

ISIS 目前有可靠資訊技術、安全與驗證技術、系統分析與資訊評估、核能安全、建築安全等五個研究單位，ISIS 參與歐聯永續發展及防災相關的研究計畫，利用資訊技術發展能協助決策者的決策支援系統，其研究成果值得吾人參考。以下略述重要之計畫：

- 永續性的決策支援 (Valuation for Sustainable Environments, VALUE)：VALUE 計畫利用多目標決策方法，協助義大利 Troina 地方的決策者瞭解當地水資源的問題，並定出水資源政策的優先次序。
- Urban lifestyles, sustainability and integrated environmental assessment (ULYSSES)：探討如何將整合評估模式與市民參與相結合，以尋求在氣候變遷的環境下適當的都市生活型態。ULYSSES 計畫發展兩個電腦模式：(1) CO₂ 個人排放量計算模式：此一工具由 ISIS 研究人員發展完成，用來計算不同的生活形態，如交通、能源使用、食物、住家等對區域及全球環境問題的影響，此一工具目前用於威尼斯地區的實驗計畫上。(2) 全球整合評估模式：IMAGE 2.0 (Integrated Model to Assess the Greenhouse Effect) and TARGETS (Tool for Analyzing Regional and Global Environmental and health Targets for Sustainability) 為兩個發展中的整合評估模式，可將全球變遷問題與地區環境變遷及發展問題相結合。
- 永續歐洲的整合願景 (VISIONS)：是歐洲整合評估架構的一部份，該計畫發展一些對話工具將專家與決策者相結合，目的是期望建立歐洲及三個實驗地區永續發展的整合願景，ISIS 的專家在 VISIONS 計畫中以威尼斯為例，建立 2030 年的各種願景，研究歐

洲及全球未來的發展景況。

ISIS 之 Safety in Structural Mechanics Unit 對我們的參訪作了很正式之準備及安排，除透過簡報瞭解 JRC 及 ISIS 之組織架構，現場主要參觀其 European Laboratory Structural Assessment (ELSA) 及 Large Dynamic Test Facility (LDTF) 兩實驗室，並安排分組之共同討論。在地震工程方面 ELSA 有許多實驗研究與台灣之國家地震工程研究中心有很大之合作空間，但由於時間太短，無法詳細討論。在分組討論時，原亦安排三位地震專家學者參與，因時間不足而沒進行，殊為可惜。尤其在 ISIS 下已有一 3D Site effects of Soil-foundation Interaction in Earthquake and Vibration Risk Evaluation (TRISEE) 計畫在執行，此計畫包含地震與地震工程之研究課題，台灣已有理論與觀測之資料可共同研究。不過經過此次參訪所建立之共識與瞭解，將來利用各種快速、方便之連絡管道，相信亦可建立良好之合作研究關係。

此次參訪 ISIS，在結構力學、結構動力與地震工程相關研究方面，其研究重點與討論內容整理如下：

- Risk assessment and decision support
- Safety of building structures and means of transport and the protection of cultural heritage，依此兩個方向所延伸出之研究重點分為：

1. Natural hazard 相關之 Risk assessment

(1) Natural and environmental disaster information exchange，主要重點在 collect and process information on natural disasters and its implementation。此分成兩種方式之 report：

A. Individual report — 描述各個事件（天然災害）之發生與管理。

B. Lessons learnt report — 由災害發生所衍生之災害管理之經驗報告。

(2) Earthquake predictability：特別在 engineering seismology 方面之資訊探討。

(3) Catastrophic risk management，此方向包含著：infrastructure design, structural and nonstructural options for mitigation。

2. Safety of civil engineering structures 相關之研究

(1) Development of innovative technology for the improvement of cultural heritage（在此特別強調文化遺產方面）。

(2) Optimization of energy dissipation devices, rolling systems and hydraulic couplers for reducing seismic risk to structures and industrial facilities。

(3) Improve assessment of steel building performance during earthquake。

(4) 3D site effects of soil-structure-foundation interaction in earthquake and vibration risk evaluation。

(5) Macrocomposite structural systems：以 Fiber-Reinforced Composites 為主之相關實驗。

(6) Inverse problems in structural and material mechanics。

A. Application of optical fiber sensors to the measurement of internal strain in material specimen。

B. Detection and monitoring of damage and defects in structures。

3. Assessment and retrofitting of existing buildings designed and constructed without appropriate seismic resisting characteristics。

4. Innovative design methods for structures under seismic loads。

5. Advanced methods for assessing the seismic vulnerability of

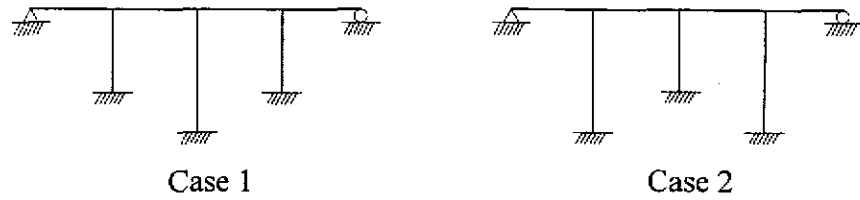
- existing bridge (using nonlinear substructuring technique)。
6. Development in dynamic control of earthquake engineering facilities (real-time pseudo-dynamic test)。
 7. Active control in civil engineering：以 cable-stayed bridge 為主要研究對象，採用 active damping strategy。
 8. Toward European Integration in seismic design and upgrading of building structures：develop and validate numerical models capable of accurately simulating the nonlinear seismic response；develop and validate strengthening and repair technology。

在參訪中亦討論到 European Microwave Signature Laboratory (EMSL) 中利用 Synthetic Aperture Radar (SAR) interferometry 去 detect structural changes。此技術可做為中心進行實驗中採用之量測系統之一。

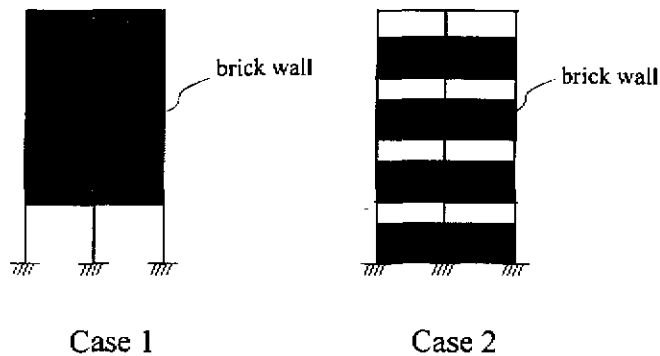
就參觀實驗室中，有關 Large-scale cable-stayed bridge 之主動控制實驗，印象深刻。利用 Active damping system 之觀念進行橋梁垂直向振動之控制，為一種可行之控制。唯其須採用 Actuator 來進行控制 (Active tendon)，可再予以改進為 semi-active control。此方向中心應可進行相對應之合作研究。

有關 Bridge testing by substructure 之方式。目前中心亦進行相似之研究。採用 pseudo-dynamic test 對橋柱進行實驗以了解其 dynamic characteristics (or capacity of the bridge column)，其中特別強調在 earthquake loading 下之 capacity (dynamic case)。其次再以所得結果配合 substructure 概念進行整座橋梁之非線性分析。分析時可考慮不同

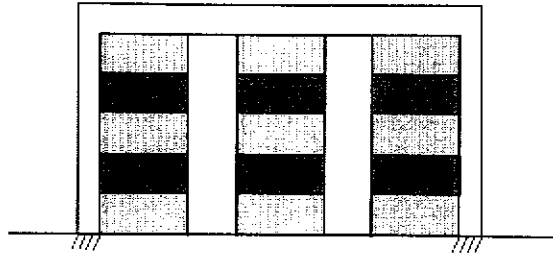
型式之橋梁 (irregularity vs. regularity) 如：



有關 RC frame structure 之實驗，可針對 non-structural 與 structural infill frame 之實驗，以了解其 capacity，做為評估與改善現行設計方式，提高其耐震能力。此方式可進行了解不同形式之 infill frame 進行探討。



有關 seismic upgrading (or retrofit) of masonry structure 之研究可配合 ISIS 之研究有關 glass fiber reinforcement 去進行 upgrade 之實驗 (探討 performance of pre-impregnated composite laminates onto masonry surface)。如下所示：



在洪水防治方面，ELSA 除了介紹部分防洪工程設施外，亦介紹洪水預警及洪氾危險區域的劃定及洪水之水文監測。在洪氾區劃分方面，ELSA 仍以一維河川溢淹模式分析為主。由於防災國家型科技計畫辦公室，已發展了平面二維淹水模式，經雙方討論及交流，我們了解，ELSA 在水情通報，水文監測方面有很多值得我們學習的地方，但在淹水地區模擬方面，我們目前所使用的淹水模式較能反應現場情況，ELSA 非常有興趣。

3.7 義大利 PADOVA 防災研究中心

義大利 Padova 防災研究中心 (Italian National Research Council, Padova Research Area, Research Institute for Hydrological Geological Hazard Prevention, CNR-IRPI, PADOVA-ITALY)，屬於國家級之水文研究中心，包括水文量測，監測系統，水土保持設施，地理資訊系統，水壩安全監測系統都有良好的實務經驗，值得我們學習。可惜參訪時間僅一天，無法深入了解其設施細節的設置及操作情況。該中心介紹目前所從事之坡地災害及土石流相關研究，各項研究主要以區域性個案之坡地災害為對象，其現地觀測採用多樣性之各類儀器互相配合，包括水壓計、地聲計、傾斜儀、超音波感測器、雨量計、荷重計及攝錄影機，涵蓋土石流溪流之上、下游不同因素之量測，範圍相當的廣泛，更能提供完整的資訊。在 Tessina 地區並將現地量測與預警

系統加以結合，提供該地區預及防災之用，其運用情形，值得國內借鏡，該所亦開始利用 GIS 進行災害因素之分析研究。

四、參訪心得與建議

經由國科會駐德國科技組的悉心安排，此次參訪團的各項行程與活動均非常週到，收獲亦甚為豐富，特此謹致謝忱。此次參訪心得與建議綜合歸納如下：

1. 奧地利之開放式防砂壩可攔阻特定尺寸之粗粒料及流木，並可根據現地流下土石粒徑之不同加以抽換為不同開口之柵欄，具有機動調整之優點，可提昇攔砂壩之功能，頗值得國內參考。同時，我國因大量採用固定式防砂壩攔阻砂石，造成下游河川砂石不足，河口海岸退縮，此等問題可考慮採用開放式防砂壩予以改善。
2. 奧地利之山區溪流整治，除了採用開放式防砂壩之外，亦十分重視與環境生態之配合，例如：以堆石造成迴流，以利魚類繁衍；在河岸進行適當栽植，形成與環境協調之良好覆被。此等生態工法，頗為值得在國內推行。
3. 訪問 ISPRA 之 JRC 結構實驗室，經雙方討論後有以下數項之合作空間，可做為國家地震工程研究中心規劃未來合作研究之主題：
 - Collaboration contract on structural testing : Annual workshops to exchange scientific progress and to identify joint projects 。
 - Joint shared-cost active proposals : suspension bridges, new technologies 等。
 - Network participation : particular on earthquake testing, research activities 等。

- Exchange of experience on pseudo-dynamic testing : exchange staff, experimental data or software 等。
4. JRC 對古蹟維護之防震與補強相關研究，令人印象深刻。由於文化遺產深具歷史與教育意義，極為珍貴，建議我國亦能對此等工作予以重視。
 5. 義大利之防災研究工作，分由幾個重要研究單位，共同形成協力研究機制，可厚植各研究單位之研發能力，並有效運用資源，此等做法可供我國借鏡。
 6. 本次參訪之各單位，於坡地及土石流災害之相關項目，均進行詳細之現址調查，在現地儀器之設置方面，所涵蓋之項目更遠多於國內目前所採用之監（量）測儀器。而為了對坡地及土石流之災害有更詳盡之瞭解，以擬定更有效之防災對策及技術，實有必要在現地觀測方面予以深入加強，並引進國外之先進技術與觀念，方能在監測與預警方面有所突破。另外在參訪單位所採用之防治手段方面，相當務實且有彈性，對於環境之衝擊及全面性之考量，均有較周全之處理，值得國內相關單位借鏡。

附錄一 參訪團詳細行程

時間	行程與參訪事項	備註
22:50	中正國際機場出發	搭乘長榮班機 BR75
10:00	抵達 Amsterdam (轉機)	搭乘長榮班機 BR75
13:50	離開 Amsterdam	搭乘荷航班機 KL1845
15:35	抵達 Vienna	
17:00	旅館: Hotel Wandl Petersplatz 9 1010 Wien Austria	Tel: +43-1-534550 Fax: +43-1-5345577 房價: ATS 1,100 (約 DM 155)
09:00	參訪 Institut für Geodäsie und Geophysik Technische Universität Wien (由 Prof. Dr. Brueckl 到旅館與團員見面、 Ass. Prof. Dr. H. Figdor 隨行說明與討論)	Gusshausstraße 27-29 1040 Wien Tel: +43-1-588013799 ext. 12827 Fax: +43-1-5044232
14:30	參訪 Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG), Erdbebendienst	
18:00	旅館: Hotel Wandl	
09:00	參訪 Geologische Bundesanstalt (GBA)	
14:00	參訪 Technische Universität Wien, Institut für Mechanik	(由 Prof. Ziegler 接待)
17:15	離開 Vienna	由維也納火車站西站搭車至
20:28	抵達 Salzburg	薩爾斯堡火車站
21:30	旅館: Hotel Bildungshaus St. Virgil Ernst-Grein-Straße 14 5020 Salzburg Austria	Tel: +43-662-659010 Fax: +43-662-65901509 房價: ATS 680 (約 DM 95)
08:00	參訪 Austrian Foresttechnical Service in Torrent & Avalanche Control, Construction District Salzburg & Hallein (由 Dipl. Ing. Giselher Ofner 赴旅館接送)	Paracelsusstraße 4 5027 Salzburg Tel: +43-662-878152 Fax: +43-662-870215
18:00	離開 Salzburg	搭乘 Swissair 班機 SR8537
18:45	抵達 Zurich (轉機)	(Tyrolean Airways/VO 37)
19:35	離開 Zurich	搭乘 Gandalf Airlines SPA
20:30	抵達 Milan (Orio Al Serio 機場)	班機 G7 77 Y-Class
22:00	旅館: L'Hotel Le Terrazze Via Varese, 79 ISPRA (派專車自機場迎接至旅館)	Tel: +39-0332-782523 Fax: +39-0332-780908 房價: 100,000 里拉 (含早餐)

時間	行程與參訪事項	備註
09:30	專車接至 JRC gate	
10:15	ELSA 實驗室歡迎接待	
10:30	簡報：ISIS & Safety in Structural Mechanics Unit activities	
11:00	參觀 ELSA 實驗室	
12:00	午餐	
13:00	與 ELSA 實驗室成員研討	
15:15	離開 ELSA 實驗室	搭乘 MILANO-VERONA-VENEZIA 火車，IC631 班車
19:25	抵達 Padova	Milano Centrale 17:05 → Padova 620 19:24
19:40	旅館: Hotel Monaco	位於車站附近一分鐘路程
10:00	參訪 Padova 研究單位	(由 Dr. Alessandro Pasuto 赴旅館接送)
18:55	回到 Milan	搭乘 VENEZIA-VERONA-MILANO 火車，IC632 班車 Padova 620 16:32 → Milano Centrale 18:55
20:00	旅館: STARHOTEL Anderson	
11:05	離開 Milan	搭乘奧航班機 OS284
12:30	抵達 Vienna (轉機)	
14:10	離開 Vienna	搭乘長榮班機 BR62
11:35	抵達台北	搭乘長榮班機 BR62

附錄二 蒐集資料目錄

資 料 名 稱	提供單位	形式
Landslides and Rockfalls in Austria Tasks and Activities of the Geological Survey of Austria	Department of Engineering Geology, TU	簡報資料
Geological Survey of Austria (簡介)		簡冊 (2 種)
POLISH GEOLOGICAL INSTITUTE Volume I Special Papers		簡冊
The Beethoven – Rasumofsky Connexion		簡冊
Annual report 1998, SGU		簡冊
TECHNISCHE UNIVERSITAT WIEN, CIVIL ENGINEERING (簡介)	Dept. of Civil Engineering, TU	簡冊
THE AUSTRIAN GEOPHYSICAL SERVICE AT THE CENTRAL INSTITUTE FOR METEOROLOGY AND GEODYNAMICS (簡介)	Central Institute for Meteorology and Geodynamics, AUSTRIAN GEOPHYSICAL SERVICE (AGS)	簡冊
AUSTRIAN CONTRIBUTIONS TO THE IDNDR		簡冊
EXERCISE 93 A CONTRIBUTION TO INTERNATIONAL DISASTER RELIEF		簡冊
POSTERS WANDTAFELN		簡冊
Seismic Strong-Motion Stations in Austria		簡冊
FORESTTECHNICAL SERVICE FOR TORRENT AVALANCHE AND EROSION CONTROL ENGINEERING AUTHORITY SALZBURG 1919-1999	AGENCY DISTRICT SALZBURG&H ALLEIN	簡冊
JRC Annual Report 98	JOINT RESEARCH CENTRE EUROPEAN COMMISSION	簡冊
GIS Projects - Overview		簡報資料
Institute for systems, informatics and safety (簡介)		簡冊
Space applications institute, Spatial information services (簡介)		簡冊
Large Dynamic Test Facility (IDTF) (簡介)		簡冊
Institute for Systems, Informatics and Safety, Annual Report 98		簡冊
Managing Earthquake Catalogues on GIS Status Report – November 1998		簡冊
NATURAL HAZARD ISSUES AT THE JRC, Flood Activities		單張資料
Eurolandslide a visual journey through European mass movements	CNR-IRPI, PADOVA-ITALY	光碟
ITALIAN NATIONAL RESEARCH COUNCIL PADUA RESEARCH AREA (簡介)		簡冊
GEOLOGICAL MAP OF THE CORTINA D'AMPEZZO AREA (DOLOMITES, ITALY)		地圖
中奧雙邊科技合作補助辦法	駐比利時科技組	文件
中德雙方合作研究計畫人員交流執行作業要點		文件

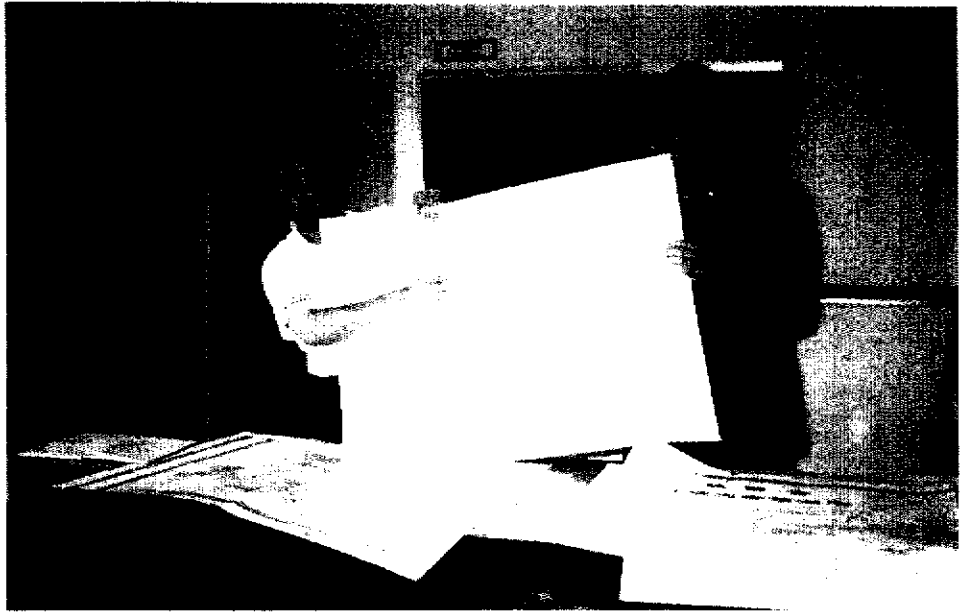
附錄三 照片



照片一 維也納科技大學大地測量與地球物理研究所介紹該所概況



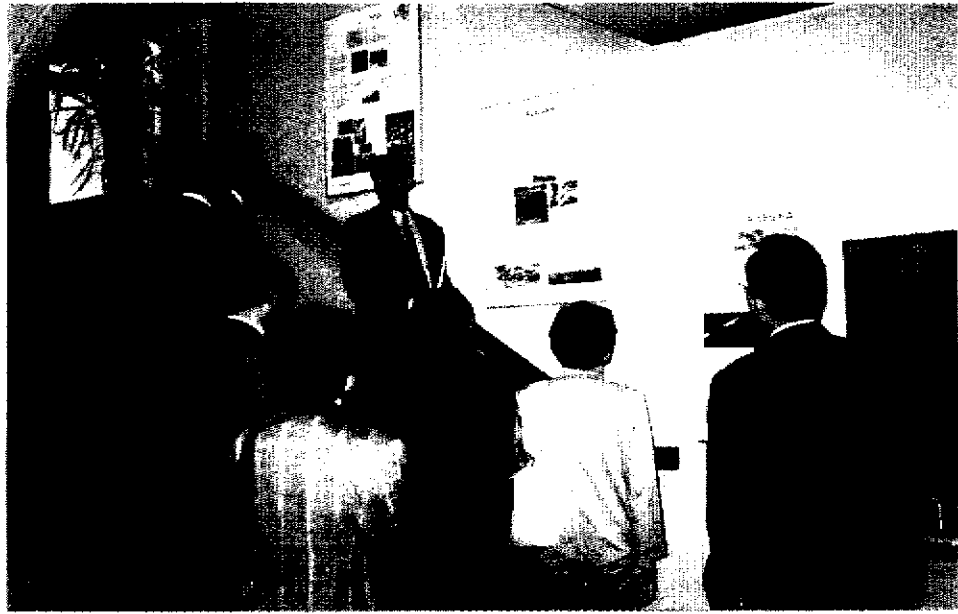
照片二 維也納科技大學大地測量與地球物理研究所研究人員
說明工作情形



照片三 中國陝西地震工程研究院耿大玉副院長介紹
西安寶雞合作計畫



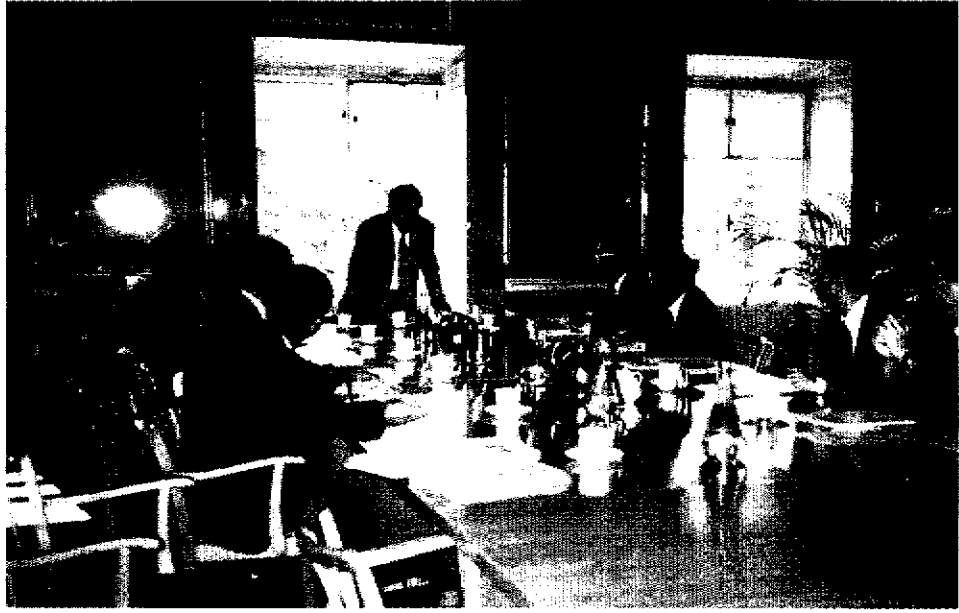
照片四 參訪人員在奧地利氣象局前合影



照片五 奧地利氣象局代表利用掛設海報向參訪人員介紹研發成果



照片六 奧地利氣象局在走廊兩側掛設之海報



照片七 奧地利地質調查所代表介紹該所工作內容



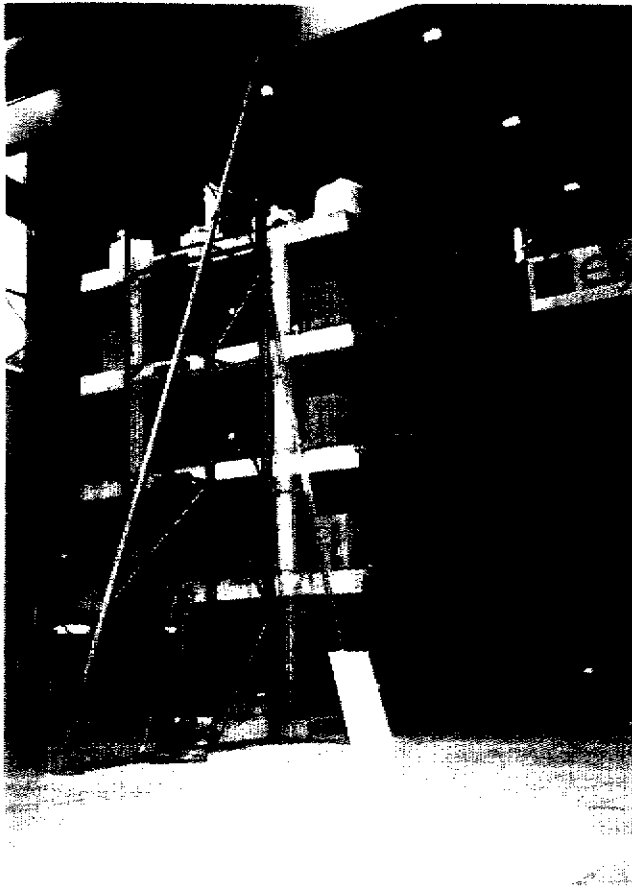
照片八 Prof. Ziegler 說明維也納科技大學應用力學研究所
進行之研究工作



照片九 維也納科技大學應用力學研究所研究人員解說實驗情形



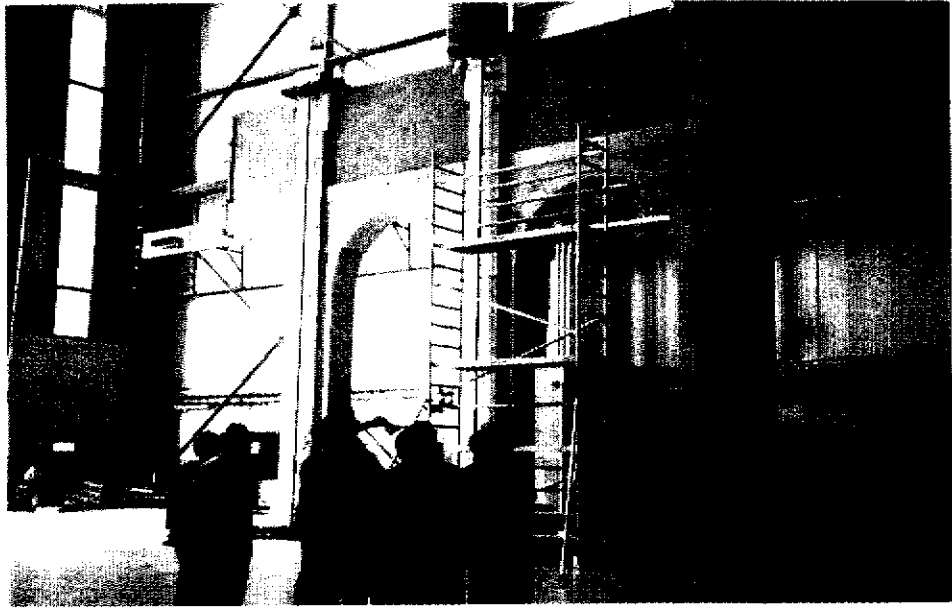
照片十 奧地利山區河川整治所採用之開放式防砂壩



照片十一 參訪團參觀歐聯結構實驗室
(大型結構動態模擬實驗)



照片十二 參訪團參觀歐聯結構實驗室
(Large-scale cable-stayed bridge 之主動控制實驗)



照片十三 參訪團參觀歐聯結構實驗室
(古蹟耐震補強實驗)



照片十四 顏清連教授向 PADOVA 防災研究中心人員介紹
我國防災國家型科技計畫概況