

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

都市地區地震防災交通系統之研究 (I)

子計畫八：都市地區地震防災交通系統緊急應變計畫之研究

A PRELIMINARY STUDY OF THE TRANSPORTATION EMERGENCY RESPONSE SYSTEM FOR EARTHQUAKE DISASTERS IN URBAN AREAS

計畫編號：NSC89 - 2218 - E009 - 097

執行期間： 89 年 08 月 01 日至 90 年 07 月 31 日

計畫主持人： 吳水威 國立交通大學運輸工程與管理學系

協同主持人： 吳宗修 國立交通大學運輸工程與管理學系

計畫參與人員： 連振盛 國立交通大學運輸工程與管理學系

宋鈔俊 國立交通大學運輸工程與管理學系

洪偉綱 國立交通大學運輸工程與管理學系

行政助理 王秀蔭 國立交通大學運輸工程與管理學系

一、中文摘要

都市發生強烈地震時，維生體系易遭受破壞，救災與民生物資的輸送之重責大任將由交通運輸系統擔負起，但交通系統亦會破壞中斷，為了即時有效的緊急救援應變，使震災降低至最小程度，交通系統除了本身應變外，同時應如何配合都市整體緊急救災體系，係為重要的一環。本研究係採用系統分析方法，而以都市震災交通緊急應變體系功能需求為導向，分為災前防範，災前準備，災害應變及災後復建四大階段之研究。除了蒐集相關的國外與國內 921 集集大地震之交通系統緊急應變狀況等資料外，並對相關機關、專家學者、地方政府、救援單位等進行問卷及訪談調查，進而研析其得失與問題癥結之所在。而整體交通緊急應變體系將依各子系統之功能需求可分為指揮體系、交通災害資訊、交通搶通、交通管制、交通替代路線、救援人員車輛、通訊配合系統、維生系統、救援機具運送、客貨運輸業緊急救援、地震防災演習計畫、交通系統賑災復建計畫、決策支援系統等。從本第一年度計畫研究成果，可供持續第二年度交通緊急應變計畫架構以及第三年度應變計畫與法令規章修改之研議依據。

關鍵詞：地震災害、都市防災、交通緊急應變

In urban areas, population and buildings are over-concentrated. When a strong earthquake happened, buildings collapse, fire damage, casualty and property damage would go along with the great shock. At this moment, transportation systems would be destroyed. In order to reduce the level of damage and establish a real-time system of emergency measures, transportation systems must emergency rescue and relief activities and operated in coordination with the transportation emergency response system. In this study, we use the system analysis method, and study the function of transportation emergency response system while the earthquake happen in urban area. The study divides into four parts, including Pre-disaster Mitigation, Pre-disaster Preparedness, Response, and Recovery. We will consider the performance of transportation emergency response system of Chi-Chi Earthquake, then analysis the major problems via the investigation of institutions, experts, government, and rescuers. The whole transportation emergency response system according to the characteristic of city, the earthquake disaster happen in urban area will

match the rescue in the earthquake disaster and demand of restoring, discuss the framework of the emergency response system. After using qualitative multiple criteria decision making, the framework of the emergency system should be workable, and could study further and be a basis referral for correlate organization.

Keyword : Earthquake Disaster、Urban disaster-proof、Transportation Emergency Response

二、緣由與目的

地震災害將會造成生命與財產的重大損失，而且一旦維生體系如自來水、污水、瓦斯、電力、通信等遭受破壞，救災與民生物資的輸送的重責大任將由交通運輸系統來負起。但由於地震災害對交通系統功能產生全面性且短期內難以復原的破壞，致使造成交通阻斷不通，救護車、救援機具、救援車輛、救難人員車輛與運送救災物資車輛均遭受嚴重受阻，不僅影響救災效率，而且造成傷亡的增加。因此，在地震防災緊急應變體系內之交通系統緊急應變計畫係為重要的一環。都市具有建築物密集、人口密佈、道路網密度高、活動頻繁等特性，若發生地震將會造成重大傷亡與破壞，緊急救災工作將倍增困難。雖然政府對於防救災措施亦加重視，並且曾派員到日本阪神大地震、美國洛杉磯大地震現場考察，對於日、美政府的應變措施做成檢討報告並提出改善建議，也派氣象局地震防災等相關人員出國考察，希冀對於防災工作能達到更快、更準確預測的目標。然而在這次九二一集集大地震的救災工作中，凸顯出政府對於交通系統緊急應變的處理尚缺乏經驗，而交通系統緊急應變的計畫亦欠周詳，蓋應擬定一交通系統防救災緊急應變計畫並加以演練才能有備而無患。因此，如何結合先進國家交通系統緊急應變之處理經驗，以及九二一集集大地震的實例經驗，提出一份健全且完善並於平日之演練的交通系統緊急應變計畫，則可配合與協助提高整體救災應變體系之功能與時效，係一值得研究課題。而本第一年度計畫重點乃在蒐集國外及國內九二一大地震等相關資料，並研析交通緊急應變系統之得失與問題癥結之所在，以作為持續研究及相關單位參考之依據。

三、結論及建議

當發生震災時，平日所規劃的運輸網路將首先受到考驗，強化路網的抗震性、替代性、互補性、重複性（redundancy）、信賴性、頑健性（robustness，於重要通道確保暢通與易於維修）均為必需考量的因素。當救援人員與救災物資由四周陸續運往災區時，若事前對各單位無適當的整合與事權規劃，則將事倍功半，影響救災工作的績

效。因此，貫穿於防災、救災之交通活動過程中，應建構出整體交通系統緊急應變體系來增加救災效率，以達成災害搶救、減少災害損失、防止災情擴大、預防二次災害發生及社會成本最小。本研究利用系統分析方法，將以：地震災害搶救「黃金 72 小時」、生命無價救援第一、預防二次災害、成立交通緊急應變中心、防災空間的設計、「安全都市」的建立等理論基礎，研析檢討都市地區地震防救災交通系統緊急應變體系之得失與癥結所在。

1. 結論

(1) 交通緊急應變計畫不完整或缺：

就目前國內在面對重要災害的緊急應變措施中，尚未對交通體系建構一完整之應變計畫，但於災害發生之初，交通系統的損毀往往是延誤救災的主因之一。以九二一大地震為例，當時因為中部多處主要連外道路毀損，且無事先規劃之替代道路供救援機具及物資進入災區，而造成災區與部分山區的救援行動緩慢，使的許多不必要生命財產損失。

(2) 防災體系尚未完全建立：

各種災害主管機關尚有部分未能正常的運作，其主要的原由大多在對防災體系不熟悉，或反應不及、準備不夠，使災害發生時未能即時運作，喪失運用防災體系推動防救事宜的契機。另外，參與緊急救援中心編組的各單位，其應變小組運作亦不順暢，各部會大多僅派員參加各種災害緊急救援中心編組，而內部卻未成立緊急應變小組，或雖成立，但未確實運作，故中央緊急救援中心的下達指令，無法如期實施，使中央緊急救援中心整體作業無法有效及順暢的運作，喪失災害處理的先機與功能。

(3) 相關法令不足：

軍隊動員人力及物力能力最強，是應付緊急狀態最有組織及力量的支柱，但「國防法」及「國防部組織法」仍未完成立法程序，目前只能靠行政命令方式授權國防部統籌相關事宜，難以發揮整體最大效益。

(4) 防災通訊網尚未建立：

防災通訊網是綜合運用與防災有關之資訊，以整體化管理，使災害發生時，能夠迅速及確實的執行資訊的搜集及傳達，以達到防救災之目的。故防災通訊網之基本條件為：迅速性、正確性、可用性、及提高可靠性與安全性。

(5) 地方防救災人力不足：

地方層級防災工作目前大都由消防機關為主，然消防機關平時即有一定之業務，且專長僅在火災搶救，故地區防災計畫之運作困難，致使防災體系的運作在基層不能落實。

(6) 社區與個人缺乏防災自救知識與能力：

從上而下的防災對策，容易養成居民依賴政府的習性，使個人與社區缺乏防災所需之知識與技能，然而面對災難時，第一線即是個人與社區，惟有個人及社區才知道真正的防災需求，才能將防災的功能發揮到極致，然而因台灣社會急遽變遷，都市居民對左鄰右舍及社區之冷漠，無法達到守望相助之精神。

(7) 國人防災觀念不足：

目前國人對於危機處理的觀念還停留在救災的階段，對於「災害預防」、「災害應變」、「善後復員重建」等緊急管理的系統處理還在摸索中。

2. 建議

(1) 徹底檢討我國應付緊急狀態的能力：

任何災難或緊急事故發生，指揮中心及前進指揮中心應由何個機關負責，其職掌範圍如何，事後重建，責任釐清，均應有一定規則可循，這種指揮協調工作是最重要的關鍵，政府責無旁貸，不宜以功能編組方式草草應付了事。

(2) 建立完整的緊急管理機制：

參考美國「聯邦緊急管理總署」(Federal Emergency Management Agency, FEMA)，建立一個部會層級的「防災總署」，結合政府、軍事及民防，將緊急管理體系、戰爭準備及動員機制整合，以統合政府各部門，中央和地方職權與資源，發揮政府整體的動員與應變能力。

(3) 加速完成臺灣地區地理資訊系統：

對於臺灣各地方(鄉、鎮、市、區)的人口、地上物等分佈，內政部應加強督導各地方政府平時即應及時鍵入資訊圖庫，建立資料庫，一旦災害發生，中央即可立即利用資料庫，迅速估算受害人口，與範圍，鎖定目標，讓公共資源能最有效運用。

(4) 培養國人的危機意識：

一個現代化國家的國民，從小就在良好的教育環境下學習如何瞭解危機、面對危機、處理危機，使個人及團體的損失及影響達到最小，這也是國人應嚴肅面對的問題，因此政府的社會宣導及國民教育都應密切配合，逐漸培養我國國民的危機意識，成為正的現代化國家的國民。

(5) 建立各級緊急應變中心對危機處理之標準作業程序：

讓搶救災指揮人員有所依循，進而隨著災難之演變，以搶救經驗配合標準作業程序，達到臨危不亂，以發揮災害防救之功能。

(6) 建立完整的防災通訊網：

災變發生後，通訊及交通系統受損的情況具有不確定性，且民眾對災區家屬的焦慮，更需通訊連絡，若政府未能即時滿足防災需求，極易引起社會民心不安，因此設立獨立於原有通訊之完整防災通訊網勢在必行。

(7) 搶救災資源資料庫建立：

災難後的救災資源包含人力、設備、機具、材料等資源的需求，因災害發生後的時序而有所不同，其救災的需求性質時效也不同，若未對可資運用的資源預先利用電腦建立資料庫，則在指揮協調上將發生嚴重的困難。

(8) 都市救災空間之規劃：

我國都市人口密集，公共設施與都市開放空間的水準均較先進國家者為低，而大型災變發生後，都市內可供災民聚集、夜宿、領取救災物品的場所亦相對不足，再加上我國都市內擁有車輛之人口數比例高，所以道路的可使用率很低。因此，救災活動所需要的空間及道路系統應事先予以規劃。

(9) 強化地方防救災人力：

為使各單位落實推動各種防災計畫，增進各級災害防救中心之運作能力，應加強各項防救災人力，並成立防救災專業機構，直屬各級地方首長，負責整合各個單位防救災工作，上級政府則需提供所屬下級政府應有的防救災訓練及資源，定期督導各項防災計畫執行情形，運作各級災害防救中心，使防災計畫之執行與各級災害防救中心之運作，由中央貫徹到地方，來全面推動防災工作。

(10) 加強防災教育宣導：

各種災害主管機關應依季節特性辦理各項防災宣導，提高民眾防災警覺及應配合政府施政事項，並與新聞傳播媒體配合宣導，提醒民眾及早作好防災準備，定期舉行防災演習，實施各種災害防災體系動員、運作演練及防災演習。

四、計畫成果評估

本研究將著重文獻收集回顧與研析，921 集集大地震訪談與研析，研究方法論與規劃原理之探討，交通系統緊急應變計畫研擬與評估，相關法令規章與規範之修訂研議。本研究主要分為三大研究工作階段(三年期)。

(1) 第一階段(第一年)，為全力訪查收集國外相關文獻資料與 921 集集大地震有關交通系統緊急應變實際狀況，並進行初步之研析。

(2) 第二階段(第二年)，將所訪談及收集寶貴資料照片進行深入探討研析，以及國外地震防災救援應變的實際經驗之借鏡，檢討整個交通緊急應變系統之得失。並探討都市地區地震防災交通系統緊急應變之功能需求，根據國內需求情形，研擬出一個初步的地震防災交通系統之架構。

(3) 第三階段(第三年)針對都市地區地震防災之緊急應變計畫進行研擬，並經由評估工作而研議之，同時，研議修正相關法令或規範，以健全都市地區地震防災之交通系統緊急應變計畫。

於今年度(即第一階段)，在國外相關資料蒐集上為針對美國洛杉磯大地震及日本阪神大地震為主要的研究目標，於此方面本研究發現目前各國所投入的精力大多集中於地質學，工程學，電信學，社會學，心理學，建築等領域，但對於交通相關主題的研究則仍未竟完善。而以台灣地區地狹人密的情形下，若在都市地區發生大規模的震災，而無相關交通運輸管制救災配合計畫，可以想像將會發生多大的災害。例如在 921 大地震發生後的數日內由於相關交通人員無交通管制相關因應手冊可供參考，且危機決策呈現多頭馬車現象，雜亂無章，決策者只能依少數資訊及自己的偏好做為交通管制的依據，所以一直沒有有效的交通管制措施，而導致 9 月 25 日大量賑災、返鄉及觀光車潮佔據整個救災路線的事件發生。過去的研究由於偏重於局部的交通疏導技術，如最佳路徑的選擇。故本研究則從都市特性及防災規劃著手，瞭解都市避難道路空間設計與交通管制原理，並對地震的起因、分級、及歷史上發生過之大地震所造成的危害做一概念性的回顧，再分析各國的處置方法，並將各國與我國針對交通方面的防救災現況與進行中之研究工

作及相關法規與管理單位進行人力、物力分析，充分瞭解，以引入最新有效的交通系統防救災觀念、方法與科技，以期對國內交通緊急應變體系之改善提供相當的助益。

於國內資料蒐集上，為全力訪查收集 921 集集大地震有關交通系統緊急應變實際狀況，主要利用當面訪談或問卷方法或拍照，記錄當時指揮、救援、災民、運輸業者相關人員運作狀況，以及成效與缺失，並收集已有書面資料與照片，同時收集國外相關經驗資料。經由第一年研究所收集之資料顯示交通相關單位在此次 921 集集大地震救災工作中（九月二十一日至九月二十八日）計動員民航局航空隊 125 架次，民航公司直昇機 354 架次，台中航空站救災航機起降 2740 架次，台北航空貨運站免收倉儲費之賑災物資 804,473 公斤；救災及工程車、機 864 部；工程人員及外勞計 1318 人；台北市政府監理處動員民間車輛 590 車次；九月卅日至十月十五日由各監理單位（除花蓮、台東外）列管之車、機分九階段，調租一七七八輛，供軍方使用。然而在政府及民間在投入大量的救災資源後，卻無法滿足災區所需，可知災區民眾對於救災物資需求的急切性與迫切性，以當今之應變計畫和配合之軟硬體設備，仍不足以因應，而當任救災任務第一個運作的交通體系，因缺乏明確的法令與規章可供遵循，使整體救災運輸效能無法發揮至最大，而浪費社會資源的狀況，實屬遺憾。故本研究希望能藉由國內外政府與民間單位之經驗，於未來架構一個專責交通緊急應變機構，並於平時確實做好事前應變之規劃與人員的訓練，以避免日前災難再現。

從本第一年度的研究範圍與內容而言，業已針對國外之歷史資料作一詳盡的回顧與蒐集，而對於國內的九二一大地震，也以藉由資料收集與實地訪談的方式，對當時的狀況作了相當深入的研析與瞭解，希望能藉由此豐富的資料及研析，可供持續研究及相關單位之重要參考依據，並進一步建構出一套適合國內的交通系統緊急應變計畫。

五、參考文獻

- [1] 災害防救法，行政院，民國 89 年 7 月 19 日
- [2] 防災基本計畫，行政院，民國八十三年
- [3] 賴美如整理，「921 集集大地震日本緊急搜救部隊協助救援狀況」，防災國家型科技計畫，1999。
- [4] 災害防救法，行政院，民國 89 年 7 月 19 日
- [5] 防災基本計畫，行政院，民國八十三年
- [6] 賴美如整理，「921 集集大地震日本緊急搜救部隊協助救援狀況」，防災國家型科技計畫，1999。
- [7] 林豐正，「九二一大地震災後交通設施災損、搶救及復建」，〈都市交通季刊〉第十四卷第四期，民國八十八年 12 月，1-8 頁。
- [8] 林純政(1999)，「救援及復健車輛之動員」，〈921 大地震災後交通設施強化與重建對策研討會手冊〉，交通部
- [9] 林大焜(1999)，「交通設施災損緊急搶救復健

- 體制」，〈921 大地震災後交通設施強化與重建對策研討會手冊〉，交通部，125-129 頁。
- [10] 藍武王、陳郁文，「地震道路系統管理策略」，〈都市交通季刊〉第十四卷第四期，民國八十八年 12 月，22-27 頁。
- [11] 馮正民(1999)，「災區交通維持與交通資訊」，〈921 大地震災後交通設施強化與重建對策研討會手冊〉，交通部，133-137 頁。
- [12] 許添本(1999)，「九二一集集大地震之交通衝擊與交通應變系統」，〈都市交通季刊〉第十四卷第四期，9-21 頁。
- [13] 黃英等十一人，「1994 年元月 17 日美國洛杉磯北嶺地震震災訪查報告書」，行政院研考會，1994 年 03 月。
- [14] 「從 921 震災後來探討公路防災管理系統之建立」，〈921 地震專輯〉，交通部公路局
- [15] 張堂賢，「災區交通維持與交通資訊」，〈921 大地震後交通設施強化與重建研討會〉，民國 88 年 10 月 29 日
- [16] 薩支平、紀雲曜，「地方政府在 921 地震中之管理課題與對策」，〈第四屆全國防災學術研討會〉，民國 89 年 5 月 26 日
- [17] 薩支平、紀雲曜，「地方政府在 921 地震中之管理課題與對策」，〈第四屆全國防災學術研討會〉，民國 89 年 5 月 26 日
- [18] Federal Emergency Management Agency 1997c, 1997
- [19] 台中縣消防局編輯，「921 集集大地震台中縣消防搶救記錄」，台中縣，民國 89 年 11 月 21 日
- [20] 黃季敏、張建興，「我國災害防救體系之探討」，〈第一屆全國災害危機處理學術研討會論文集〉，民國 89 年 4 月 20 日
- [21] 「防災作業手冊」，台中縣政府，民國 88 年 5 月
- [22] 「921 集集震災都市防災調查研究報告 總結報告」，內政部建築研究所，民國 88 年 11 月
- [23] 三船康道，〈地域・地區之防災計畫〉，1995
- [24] Emergency Planning Guide
- [25] R.Yadav, P.Singh, A.Dixit, and R.Sharpe,(1994),"Status of Seismic Hazard and Risk Management in Kathmandu Valley,"Issues in Urban Earthquake Risk,183-197
- [26] Yasunori IIDA, Fumitaka KURAUCHI, Hirofumi SHIMADA, 「Traffic Management System Against Major Earthquakes」，〈震災交通管理系統-集集及阪神地震之經驗研討會論文集〉，2000.3.11