

# 行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告

## 都市地區地震防災交通資料庫之研究

The Research of Transportation Database System

For Urban Earthquake Calamity Management

計畫類別： 個別型計畫          整合型計畫

計畫編號：NSC89 - 2218 - E - 009 - 096

執行期間： 89 年 8 月 1 日至 90 年 7 月 31 日

計畫主持人： 王 晉 元

本成果報告包括以下應繳交之附件：

赴國外出差或研習心得報告一份

赴大陸地區出差或研習心得報告一份

出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份

國際合作研究計畫國外研究報告書一份

執行單位：國立交通大學運輸科技與管理學系

中 華 民 國 90 年 7 月 31 日

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

計畫編號：NSC 89-2218-E-009-096

執行期限：89年8月1日至90年7月31日

主持人：王晉元 國立交通大學運輸科技與管理學系

E-Mail: jinyuan@cc.nctu.edu.tw

計畫參與人員：盧宗成 國立交通大學運輸科技與管理學系

## 一、摘要

民國八十八年九月二十一日發生集集大地震，造成人民生命財產、國家社會經濟重大損失。在救災的過程當中，我們可以發現基本的交通資料庫乃是一切救災工作的根本。然而在國內目前有交通系統資料庫的建置規範與相關準則中，無論在建置的過程、所需資料種類的制定、維護的流程、與實際的應用上，都沒有考慮到在震災時候的需求與應用，因此在本次震災時，才會有捉襟見絀的情況發生。為了徹底改善此現象，並構建一真正資料完整之運輸網路資訊系統之交通資料庫，本研究將針對都市地區地震防災交通資料庫之規劃與建立，來進行完整而且詳細的研究。

關鍵詞：921 大地震，都市地震防災交通資料庫

## Abstract

The Chi-Chi Earthquake of September 21, 1999 caused tremendous damages to human lives, properties, and economics. We found the lacking of an up-to-date digital map and transportation database is really a drawback of rescue activities. However, we don't take the earthquake rescue requirements into account when making the maps and database. Thus, the core purpose of this research is to make up the standard procedure and protocols for fundamental database producing and updating, especially when earthquake occurs.

**Keywords:** 921 Chi-Chi Earthquake, Transportation Database for Urban Earthquake Calamity Management.

## 二、緣由與目的

民國八十八年九月二十一日凌晨一時四十七分發生之集集大地震，是台灣地區百年來陸上規模最大的地震，規模達芮氏 7.3，受災地區範圍廣泛，遍及整個中彰投地區。在此次震災的救災與災後的重建過程當中，我們可以發現基本的交通資料庫可說是救災與重建工作的根本。有完整且正確的交通資料庫，救災團體才能夠知道道路暢通的狀況，也才能夠知道如何以最有效率的方式來進入現場；現場的管制人員才能知道要如何才能夠進行有效的管制；工程人員才能評估搶救道路的順序為何；救災指揮中心才能夠知道要在哪些地方作為救災物資的儲放集中場所；慈善機構才能夠知道要在哪些

地方安置災民建立臨時收容所；公路局在規劃重建道路橋樑時，才能知道如何避開斷層帶，如何選擇替代道路。然而在這次九二一的救災過程當中，可以很明顯發現到在整個過程當中，缺乏一套完整的交通資料庫來作為救災工作的基礎，也因此對救災工作的效率產生了顯著的影響。

國內目前有交通系統資料庫的建置計畫中，無論在建置的過程、所需資料種類的制定、維護的流程、與實際的應用上，都沒有考慮到與地震災害相關的需求與應用，也因此在本次震災發生時，才會有捉襟見絀的情況發生。為了徹底改善此一現象，並構建一真正資料完整之運輸網路資訊系統之交通資料庫，本研究將針對都市地區地震防災交通資料庫之規劃與建立，來進行完整而且詳細的研究，以作為都市地區地震「防災」、「救災」與「災後重建」各項工作的基礎。

## 三、研究方法

在本研究中將從都市地區地震防災與救災的觀點出發，配合國科會「都市地區地震防災交通系統之研究」計畫之各子計劃研究成果中所建立之模式與系統的資料需求，特別是針對「運輸網路設計與維修」、「ITS 技術應用」、「物資流通據點之區位與規劃」等相關子計畫進行橫向整合與交流，以建立都市地區地震防災交通資料之架構。然而，因本年度計畫結案前，各子計劃尚在進行中，無法提供本研究明確的資料需求要項，因此現階段在資料需求要項方面，將藉由回顧交通設施災損緊急搶救與復建體制研究，與地害災震之道路系統管理策略研究等相關文獻，分析防災、救災與重建各階段重要工作內容中之相關交通資料需求，並且回顧目前國內交通網路電子地圖與資料庫之建置現況，探討資料需求與供給之間的差距，並由此訂定都市地區地震防災交通資料庫之初步架構，待各子計畫有完整之研究成果後，本研究會將相關的資料需求要項納入，俾使整個交通資料庫架構更為完整與實用。

此外，在本研究中亦將收集資料庫系統規劃與有線及無線網路通訊存取技術等相關資料，針對都市地區地震防災交通資料庫系統建置、使用與維護架構之規劃進行探討，以符合都市地區地震防災之實際需求。

## 四、都市地區地震防災交通資料庫之初步架構

本研究根據防救災體系、防救災計劃與交通設施災損緊急搶救與復建階段工作之相關研究的回顧，依照都市地區地震災變管理中之防災、救災與重建三階段，分別探討各階段主要工作內容與交通資料需求要項。

表 1 中的前兩欄列出地震災變管理的三個階段：防災、救災與重建，以及這三個階段中的主要工作內容。根據這些主要工作項目，本研究經由相關研究報告之回顧，與地震發生後之實際情況，分析進行防災、救災與重建之各項工作時所需之交通相關資料，並依此建立地震防災交通資料庫之初步架構。在後續的研究工作中，我們將與相關子計畫進行橫向整合，將其交通資料需求要項納入資料庫架構中，並對每一資料要項進行深入評估。

表 1 地震防災交通資料庫之初步架構

災變管理階段	相關工作內容	交通相關資料
防災	交通管制研究(管制範圍與時間)	各旅次交通量、總旅行時間
	研究疏散 撤離運輸計畫(避難動線規劃、避難場所規劃、救災路線規劃 替代道路規劃)	有效道路寬度、有效車道數、路旁建築物抗震程度、道路橋樑抗震程度、斷層帶、交通量、旅行時間延滯、總旅行時間、替代道路編號與名稱、避難場所位置、物資集結站位置、物資轉運站位置
	研擬交通設施緊急搶救計畫	有效道路寬度、道路橋樑修復時間
	交通系統建設規劃	道路橋樑抗震程度、斷層帶
救災	交通系統受損即時通報與查詢	有效道路寬度、有效車道數、路旁建築物抗震程度、道路橋樑抗震程度、斷層帶、交通量、旅行時間延滯、總旅行時間、替代道路編號與名稱、避難場所位置、物資集結站位置、物資轉運站位置
	避難路線選擇	有效道路寬度、道路橋樑修復時間
	救災路線選擇	有效道路寬度、道路橋樑修復時間
	替代道路選擇	有效道路寬度、道路橋樑修復時間
	物資配送路線選擇	有效道路寬度、道路橋樑修復時間
	避難場所選擇	有效道路寬度、道路橋樑修復時間
	物資集結站選擇	有效道路寬度、道路橋樑修復時間
物資轉運站選擇	有效道路寬度、道路橋樑修復時間	
重建	交通系統搶修	有效道路寬度、道路橋樑修復時間
	交通管制(管制範圍與時間)	各旅次交通量、總旅行時間
	建立替代道路資訊	替代道路編號與名稱
	交通系統重建計畫	斷層帶、交通量
	交通設施安全檢查	路旁建築物抗震程度、道路橋樑抗震程度

## 五、都市地區地震防災交通資料庫系統規劃

### 5.1 系統架構

為了增加系統的彈性，並充分利用網際網路技術，此一資料庫系統採三層式(Three-Tiers)架構，分為資料庫存取模組、商業邏輯模組、介面模組三部分。此外，為了因應地震發生時之特殊狀況與需求，由這三個模組所組成之資料庫系統在平時與地震發生後也應有不同之架構。圖 1 為平時之系統架構圖，圖 2 則為地震發生後之系統架構圖。以下分別介紹這三部分之內容。

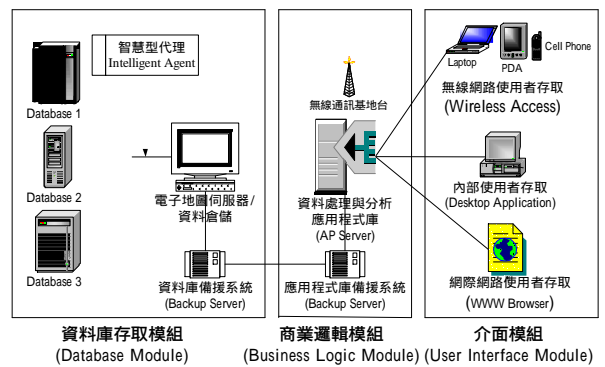


圖 1 都市地震防災交通資料庫系統架構(地震前)

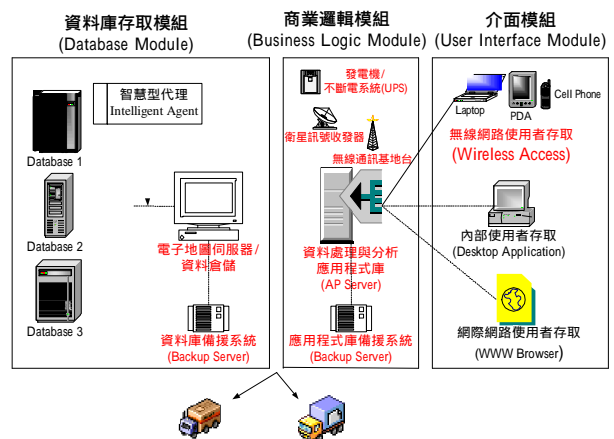


圖 2 都市地震防災交通資料庫系統架構(地震後)

#### 5.1.1 資料庫存取模組

##### 1. 地震前之系統架構

為了分散風險、使系統容易擴充、提升運算效率與充分利用資源，在設計資料庫模組時將採用分散式資料庫架構。在此架構下，將交通部運研所交通網路電子地圖置於「電子地圖伺服器」中作為基本路網圖，利用網際網路連結電子地圖伺服器與位於不同單位(地點)之各式異質資料庫，並透過「智慧型代理(Intelligent Agent)」進行與各資料庫間之資料轉換與匯入，存取所需之相關資料欄位。

##### 2. 地震後之系統架構

由於地震發生後，可能因電力、網路中斷與資

料庫毀損等原因造成部分資料庫或全部資料庫間之連線中斷，系統無法正確的存取資料。為避免此一錯誤情形，在地震後若發生連線中斷狀況，將切斷「電子地圖伺服器」與其他各資料庫間之連線(如圖五中之虛線)，改採用集中式資料庫系統。在平時將最新的完整資料儲存於「資料倉儲(Data Warehouse)」中，並選定適合地點建立「資料庫備援系統(Backup Server)」，將整份資料備份至該處，地震發生後使用「資料倉儲」或「備援系統」中之資料，避免位於災區的部分資料庫毀損，造成資料無法取得。

### 5.1.2 商業邏輯模組

此一模組中之處理應用程式邏輯與商業規則(Business Rules)除了包括相關資料更新處理、資料分析(主題交叉分析、統計圖表分析、空間性分析及主題圖層套疊分析)與災情查詢(主題查詢及特定點查詢)外，更可包含各子計畫研究成果中所建立之模式或系統，以發揮整合型計畫之優勢。在本研究中將建立一「應用程式伺服器(AP Server)」，作為各應用程式與後端資料庫及前端使用者間之聯繫橋樑。

此外，為了方便資料庫系統的建置與維護管理，此「應用程式伺服器」將與資料庫存取模組中之「電子地圖伺服器/資料倉儲」放置於同一地點，作為整個系統的核心，並且於放置「資料庫備援系統」處亦放置一「應用程式伺服器備援系統」，定期進行更新。若是地震規模與受災範圍很大，造成此系統核心因電力及對外網路中斷而無法正常運作，可將系統核心移至經過改裝之貨櫃車上，成為一「集中機動式系統」。車上除備有發電機與不斷電系統以確保電源供應不虞匱乏外，亦架設衛星通訊收發設備與外界進行溝通，提供各地使用者存取位於車上之資料庫。

### 5.1.3 介面模組

#### 1. 地震前之系統架構

此一模組提供資料顯示與輸入等功能給終端使用者，包括有線網路使用者與無線網路使用者。在平時，有線網路使用者利用網際網路地理資訊系統技術(WEB GIS)，透過網際網路(Internet)或企業內部網路(Intranet)使用此一資料庫；至於無線網路使用者方面，則規劃利用行動數據(Mobile Data)或 GSM 系統之數據通訊服務技術，提供使用者存取資料庫。

行動數據網路是結合無線網路與有線網路讓使用者可隨時隨地使用網路，不再受限於有線的束縛，用戶能在行動中同時雙向傳遞資訊，亦可存取網際網路上之資源。行動數據大致分為二類，一是獨立建設的網路，如摩托羅拉公司的 DataTAC 及易利信公司的 Mobitex，另一則是附掛在行動電話系統上的網路，如附掛於 AMPS 系統的 CDPD 與

GSM 應用的 IWF 等。其終端設備可與 PDA (personal digital assistant)、H/PC(Handheld PC)、P/PC(Palm PC)、A/PC(Auto PC) 結合使用，或與具 RS-232 或 PCMCIA 設備相結合。在本研究中規劃採用 Motorola DataTAC 系統，使用者只需於車輛上安裝業者提供之車載機(內含 GPS 接收器、智慧型微處理器及無線數據機)，或是將 PCMCIA 介面之無線數據機(Wireless Modem)安裝於筆記型電腦上，便可以無線方式上傳或下載資料，達到存取資料庫之目的。

至於在 GSM 的數據服務方面，中華電信公司於 1996 年 7 月開放 GSM 網路上的無線傳真，數據通訊及短訊服務(Short Message)，使用者只要在筆記型電腦上加裝 GSM 專用之 PCMCIA 資料卡就可以傳送資料，不過通訊費率仍顯昂貴。

#### 2. 地震後之系統架構

在大地震發生後，若災情輕微，僅部分有線網路與通訊基地台受損，則規劃地震前使用之系統仍可正常運作；但若震災規模與受害範圍很大，有線網路全部中斷，無線通訊基地台亦可能全部或部分毀損，造成災區對外通訊中斷，受災民眾與救援單位無法取得必要之交通資料。在此時，本研究規劃透過低軌衛星行動通訊系統，迅速建立災區對外通訊管道，並提供相關單位存取本資料庫之方式。

目前低軌衛星行動通訊系統所提供之服務有：1.數位式電話通信、2.呼叫服務、3.傳真、4.數據通訊、5.無線電測定位置服務。其中在數據通訊方面，由於現在已研製出 2.4kb/s 的調變、解調器，因此使用者就可以利用筆記型電腦，透過低軌衛星行動通訊系統傳送檔案與數據。

以目前在全世界擁有數百萬使用者之「鈹系統」為例，此系統於 1998 年建置完成，是一種全球性的數位化衛星個人通信系統，用戶終端包括手機、攜帶式或車載式的通訊設備、傳真機、全球呼叫器與全球衛星定位系統。行動話機是同時使用衛星及陸地行動電話系統，語音速率為 4.8kb/s，數據速率為 2.4kb/s，調變方式為 QPSK，存取方式為 FDMA/TDMA。使用者用電池供電的小型可攜式終端，可以在全世界任何地方接打電話和收發數據。各終端通過 66 顆低軌道衛星構成的系統進行通訊，供全世界使用者使用。

### 5.2 資料庫更新與維護流程

#### 1. 平時之資料更新與維護

為發揮分工執掌之效率，平時各資料庫資料更新與維護工作應由負責建置該資料庫的相關單位負責。至於各資料庫更新完畢後，將整份資料備份至「資料倉儲」與「備援資料庫系統」之動作，可視資料更動之數量與頻率分為定期更新(Periodic Update)與觸發式更新(Trigger Update)兩種方式。若資料更動量小或更動頻率較低，可採用觸發式更新方式，若資料更動量大或更動頻率較高，則採用定

期更新方式。

## 2. 地震後之資料更新與維護

### (1) 分散式資料庫間之連線並未中斷

若地震災情輕微，並未造成分散式資料庫間之連線中斷，則更新與維護流程與平時相同。

### (2) 分散式資料間之連結發生中斷

若地震災情嚴重，造成分散式資料庫間之連線發生中斷。由於「資料倉儲」與「備援資料庫系統」中仍保有地震發生前之最新、最完整資料，故此時可切斷與分散式資料庫間之連結，採用「集中機動系統」。除了由車輛機動深入災區取得最新資料外，亦可透過界面模組中所規劃之無線通訊存取方式，直接對「資料倉儲」或「備援資料庫系統」進行更新與維護。

## 六、結論與後續研究內容

### 6.1 結論

1. 本研究探討地震發生時之交通資料需求與供給的差距，並由此訂定都市地區地震防災交通資料庫之初步架構。
2. 所建立之都市地區地震防災交通資料庫初步資料欄位架構分為防災、救災與重建三個階段。
3. 規劃資料庫系統採三層式架構，平時為分散式資料庫系統，地震發生後採集中機動式系統。

### 6.2 後續研究內容

1. 與其他相關子計畫進行橫向整合，將各子計劃研究成果所構建之模式或系統中之交通資料需求要項納入本研究所建立之交通資料庫架構中。
2. 就研究中所規劃之交通資料庫系統建立、維護與實際應用流程，以新竹市為研究範圍進行實作。
3. 就所建立之資料庫系統進行績效評估，以瞭解系統於實際應用時之可行性與效用。

## 七、參考文獻

1. 中央防災會報，防災基本計畫、防災業務計畫、地區防災計畫彙編（1998）。
2. 日本國土廳防災局，*防災基本計畫*，平成七年。
3. 內政部建築研究所，「從都市防災系統檢討實質空間防災功能 - (一) 防救災交通動線系統及防救據點」計畫報告書，民國 88 年。
4. 內政部建築研究所，「都市災害危險度評估網絡資訊系統之建立 - 避難空地配置評估方法」計畫報告書，民國 87 年。
5. 內政部建築研究所，「都市地區避難救災路徑有效性評估之研究」計畫報告書，民國 88 年。
6. 內政部建築研究所，「都市空間大量人群避難行為基礎研究」計畫報告書，民國 88 年。
7. 內政部建築研究所，「都市計畫通盤檢討有關防

災規劃作業程序及設計準則之研究」計畫報告書，民國 88 年。

8. 交通部運輸研究所，「國土資訊系統交通網路核心資料庫建置」報告書，民國 88 年。
9. 呂獎慧，「都市震災救災路線選擇模式之構建」，台灣大學土木工程研究所碩士論文，民國 89 年。
10. 李福清，*衛星通訊指南*，全華科技圖書股份有限公司，民國 81 年。
11. 陳克任，*衛星通訊*，儒林圖書有限公司，民國 88 年。
12. 林大煜，「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研討會論文集*，民國 88 年。
13. 許添本，「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，民國 88 年。
14. 馮正民，「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研討會論文集*，民國 88 年。
15. 康訊科技，「製作台灣地區 2000 年版交通網路數值地圖工作計畫書」，民國 89 年。
16. 鄭欣蓉，「賑災物資配送系統之最適規劃」，交通大學交通運輸研究所碩士論文，民國 89 年。
17. 盧文崇，「都市空間防災系統中交通動線計畫之研究」，台灣科技大學工程技術研究所碩士論文，民國 87 年。
18. 藍武王，陳郁文，「地害災震之道路系統管理策略」，*都市交通季刊*，第十四卷，第四期，民國 88 年。