

第一章 緒論

第一節 前言

台灣位於菲律賓海板塊與太平洋海板塊的交界帶上，地震活動頻繁。1999 年的九二一大地震發生，帶來了台灣近 60 年來最為慘重的地震災情，共計造成 2,500 餘人死亡、8,738 人受傷。

九二一大地震的發生，除了帶來全台各地直接的傷亡外，災區交通也隨即陷入混亂狀態，多處幹線嚴重堵塞、聯外道路多處不通、替代道路則因交通嚴重壅塞而幾乎呈現癱瘓的現象。不僅延誤災時傷者的搶救，更造成災後物資運補的困難。

九二一這一震，震出了很多問題，有一部分我們看到了，但仍未解決。但仍有許多問題，等待著我們去發現。

第二節 研究動機

九二一地震的主要受創災區如東勢、豐原、集集等地皆非台灣人口密集的都會地區。因此，相較於阪神、洛杉磯等都會型地震，所造成的災害形式並不相同。一九九五年一月十七日本阪神大地震發生，除了直接因房屋倒塌造成的災情外，市區大火持續延燒及維生管線嚴重受損，為造成人員傷亡的主因。而交通系統的癱瘓及水源的不足也使得神戶地區的火災斷斷續續了十多天，造成了後續經濟上嚴重的損失。台灣都會地區地狹人稠，且經濟高度發展，一旦發生地震，所造成的實質與社會經濟損失亦不可小覷。

根據美國『聯邦緊急事物災害管理總署』（FEMA，Federal Emergency Management Agency）提出的出防災管理工作四大階段包括了 1.減災 2.整備 3.反應 4.復原等。其中『減災期』為災難發生之前的預防性階段，主要工作包含對於環境中的高危險地、災害敏感地提出評估及相關法令的制定。『整備期』主要為災害發生前，各防災單位災時轄區、任務分配的派遣。『反應期』的任務為災難發生之時的緊急疏散、避難救援、傷患搶救、災民臨時安置工作。『復原期』則著重於維生系統的回復、損害結構的重置與社區的修復行動。

於九二一大地震過後，國內有關地震防災工作的焦點，集中於『整備』、『復原』階段。如何明錦、洪鴻智（2002）以工程的角度出發，透過風險評估的方式探討不同地震規模下所可能造成的地震災害損失。魏玉蕙（2001）研究南投埔里蜈蚣里居民於九二一震後的調適行為，以環境識覺的角度出發，分析不同背景居民復原情形的差異，並提出社區防災組織加速災區復原的概念。

然而，針對地震發生時及發生後的『應變』階段，在近年的研究中，亦逐漸受到重視。如熊光華（2001）提出的都市地區震後火災的防治策略。簡賢文（1999）根據九二一大地震的調查提出大量人員避難行為的特性、人群流的速度推估、及行為模式的建構等。本文的焦點則著重於震後交通動線的討論。

道路系統是所有防救災工作的基礎，而避難救災動線系統是首先發揮功能的第一線防災空間系統（陳建忠、詹士樑，1999）。因此，如何在最短的時間內，引導居民安全疏散至附近安全的避難據點，並同時讓前來支援的消防、醫療、相關救援人員能迅速抵達災害現場，並維持交通動線的正常運作，為災後必需迫切執行的第一要務。

過去有關震後救援及避難道路的研究中，主要針對影響道路本身通阻的因素提出評估方法（陳亮全等，2004），並建構相關指標如街道調和比、街道建築比、路段人口負荷比等，作為評斷道路通行與否的依據。葉錦勳等（2004），運用 TELES（台灣地震損失評估系統），進行台北市路段、橋樑之耐震度可靠分析作為評選震後救援及避難道路的依據。**此類模式或指標對於線性、單一路段的評選或於減災階段的防災規劃準備具有一定的功能。**但若面臨強震後，因路面張裂或屋舍坍塌導致阻斷點的產生，將無法即時進行應變。因此，原本的路線規劃勢必需立即進行修正。

為配合震後路線通阻情況的改變和即時應變的需求，本研究欲建立一套動態性、即時性的道路評估方法。結合過去文獻所提出的道路通阻評估原則與路徑演算法，建構路網分析的基礎。本研究採用網路解法的優勢在於透過計算機的運算求解，可以於短時間內求出路網問題的最佳解，較原本的線性規劃節省很多時間。最後，將利用地理資訊系統（GIS）及資料庫（DataBase）建立一套完整的動態性避難道路評估系統。透過震後及時災情的蒐集回傳，由系統管理者迅速更新道路資料庫中的即時車道資

訊。並將利用 Dijkstra 演算法進行路網分析（Network Analysis）的功能進行分析，以提供相關單位及民眾災時路徑決策支援的依據。

第三節 研究目的

本研究的研究目的如下：

1. 回顧過去相關地震防災文獻，界定影響都市地區避難與救災路徑的因子。
2. 畫定避難據點服務範圍，作為路網分析起迄點設定之基礎。
3. 針對防災需求，界定道路通阻因子、建立車速函數，作為道路通行成本之依據。
4. 配合救災避難資料庫建立道路阻斷及更新機制，撰寫救災避難道路評估系統，實際利用台北市大安區資料進行阻斷路徑模擬。

第四節 研究流程

交通面向之地震防災工作牽涉層面廣泛，然而各個相關領域多從其專業角度切入而缺乏真正整合。故震前規劃的避難路徑並無法落實於震後環境中。著眼於此，本研究將焦點擺在震『後』即時性的道路資訊更新與最佳路徑選擇。從實際執行面的角度出發，建立震後避難道路評估系統並進行路網分析。

參考過去相關地震防救災文獻，確立了本文研究動機及目的後，選定台北市大安區為實作區域。文獻回顧部分首先對於防災工作之四大階段進行回顧。本系統將架構於防災四大階段中的『反應階段』，整合即時路況於路線規劃中。其次，文獻回顧將由救災避難道路的定義出發，整理不同條件下道路於震後所扮演的功能性角色差異，以作為道路資料設定的參考。在救災避難場所方面，參考日本及台北市防救災規劃的經驗，選取臨時及中長期收容場所作為避難路線的起迄點。同時將已選定的救災避難道路及據點轉入資料庫中。

最佳路徑的產生除了反應於路徑選擇的過程外，起迄點的考量亦為一重要關鍵，在使用者僅知起點而未知終點的情形下為縮短路網分析設定時間，本研究於同時考量避難場地與避難人員供需平衡的情形下畫定各避難

據點之服務範圍，作為路網分析進行前起迄點分群之依據。

除了路網起迄點設定外，於進行路網分析前必需考慮震後道路阻斷所造成的路徑變動。因此本研究於路網分析中加入震後道路阻斷而封閉之考量。道路阻斷依型式不同分為兩類：完全阻斷與部分阻斷。完全阻斷方面以獨立暫存點的方式儲存於檔案中，可靈活進行阻斷點更新。而部分阻斷部分，將修正過去簡化過後的路網通行成本。引入震後車道數於通行成本當中，以反應實際狀況下、車道縮減之後的道路通阻改變情形。最後，本研究將根據 ArcGIS 8.3 水文模組加以修改、整合上述功能，根據資料庫更新後的道路通行成本進行路網分析，求得點對點間之震後最佳路徑。

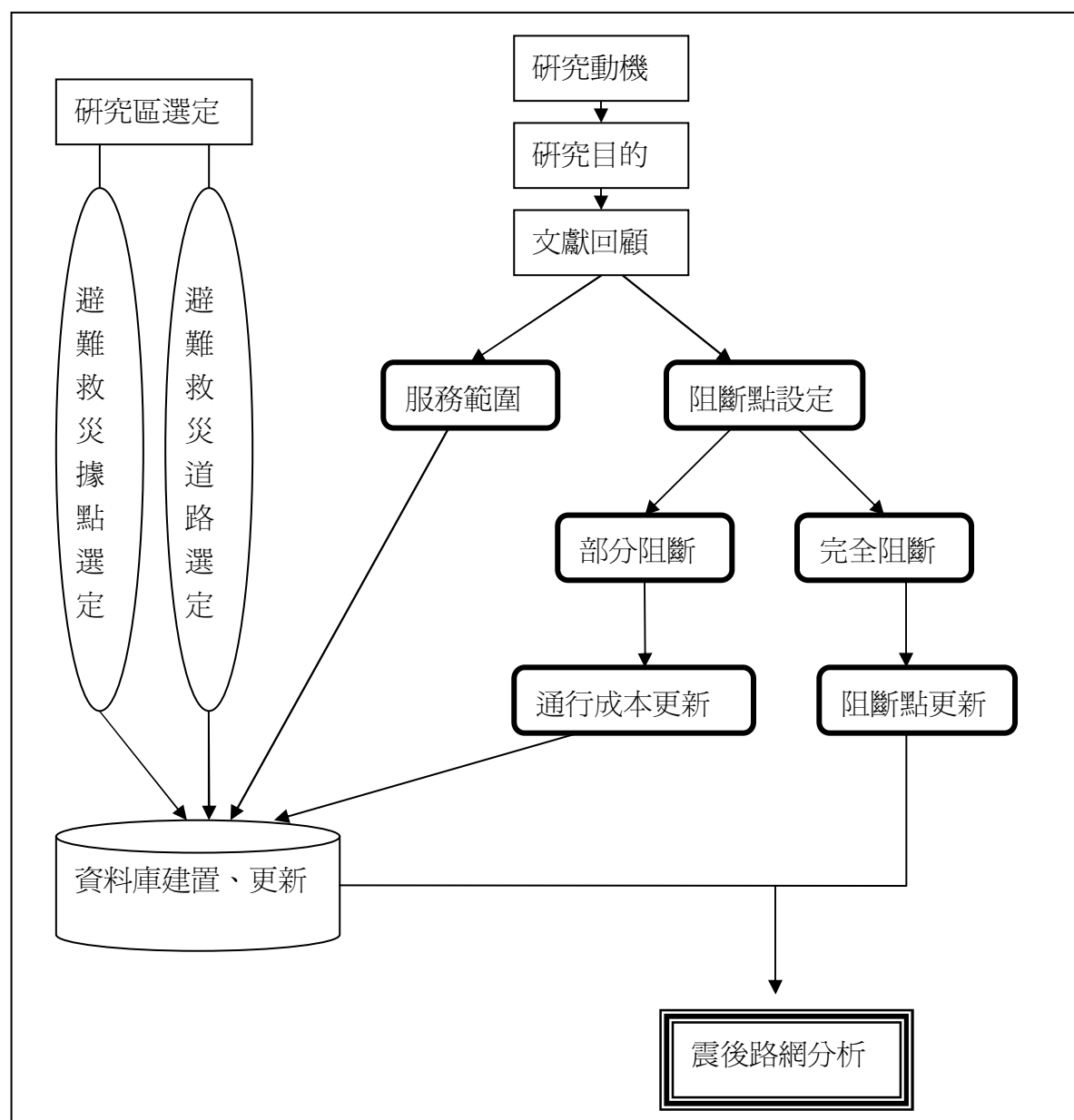


圖 1-1 研究流程圖

第五節 研究限制

1. 本研究進行之路網分析為著眼於大規模空間範圍或行政規模下的道路路網，在考慮道路本身防災特性於路網通行成本的同時，受限於細部道路街廓實測資料的取得，因此並無法納入過去相關文獻提出的細部評估指標。如街道建物密度、建物樓高、路邊停車佔用道路寬度、道路兩側危險落下物（招牌、冷氣、看板）。此類細部的道路實測資料若以整體性路網的規模來說，需要動員大量人力進行調查較不經濟。因此以過去的經驗來說，大多實施於小規模地區或部分高危險路段（陳建忠、詹士樑，1999）提供相關單位進行路段補強或防災力的修正。
2. ITS（Intelligent Transportation System）與 GIS 的整合為近年來路網分析的趨勢，從 ITS 操作的基本原理來看，主要採用將實測交通流量與交通模式進行交通量指派，並推估路段旅行時間作為通行成本。考慮到震後交通狀況與一般情形有所不同，故本研究並未採用震後各路口之交通流量資料進行分析。震後交通流量的變化瞬時性高，且沒有規律的週期性變化，因此僅能依據實測資料進行道路通行成本的推估，從流量測定、資料回傳、資料處理到最後的路網分析需要花費的時間較長，對於即時性的路網分析困難度高。
3. 為反應震後交通路網發生部分阻斷的情形，本研究將整合路段長度與車道數於通行成本中。最後計算結果之最後通行成本值，僅作為路網演算時的依據，數值本身為一相對值，反應的是同時考慮道路長度、車道數下的最佳路徑，並非一精確的絕對值。然而此相對值透過路網搜尋求出之最佳路徑必需以震後的實際資料進行測試時，才能進一步修正參數。