

第三章 研究方法

第一節 相關文獻回顧

避難救災道路的選定，為防救災工作的核心問題。而防救災工作本身，牽涉到許多不同的專業學門及理論。地理資訊系統（GIS）為統合此類複雜的空間問題提供了一個分析應用的工具。

本研究建立之避難道路評估系統建構於 GIS 基礎之上，在理論架構、系統建立的過程中參酌部分前人研究成果於核心問題：服務範圍劃分、道路通阻模式建立之上。茲將此部分文獻列於下表：

表 3-1 本研究引用之重要文獻

書名/篇名	作者	內容	出處
大里市都市防災系統空間規劃，p33	陳建忠、彭光輝	避難圈範圍步行距離 500~1000 公尺 以內	大里市都市防災系統空間規劃
從都市防災系統檢討實質空間之防災功能（一）防救災交通動線系統及防救災據點，p30	何明錦、李威儀	直接避難區域：以台北市現有公園為指定之可安全停留避難地其周邊步行距離 1 公里範圍 內所涵蓋街廓。超過 1 公里範圍者則歸入間接避難區域	從都市防災系統檢討實質空間之防災功能（一）防救災交通動線系統及防救災據點
台北市都市計畫防災系統之規劃，p73	李威儀、錢學陶、李咸亨	參考日本的防災經驗，對於台北市的都市防災空間資源進行初步規劃分為 六大防災空間系統 參見表（2-2）	台北市都市計畫防災系統之規劃
Road Blockage in an Area Affected by the Great HANSHIN-AWAJI Earthquake and Influence of Blockage on Traffic flow	Michiyasu Odani and Kuniaki Uranaka	道路阻斷的四種分類： ①人車皆可通行 ②部分車道受阻 ③車道完全受阻，僅限人員	Journal of Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.3,No.6,Septemper,1999

		通行 ④人員、車輛 皆無法通行	
從都市防災系統檢討實質空間之防災功能(一)防救災交通動線系統及防救災據點，p30	何明錦、李威儀	以日本的都市標準來看，理想的都市避難計畫是以單位圈域內， 每人平均擁有 1~2 平方公尺的避難面積 為原則，台北市雖不及日本東京等大都市之人口密度，但也可引用此作為台北市初步檢討臨時收容場所的依據。	從都市防災系統檢討實質空間之防災功能(一)防救災交通動線系統及防救災據點
台北市政府與台灣綜合災害研究中心合作推動防救災計畫-台北市大安區震災避難場所、短中長期安置所規劃	呂良正、陳易瑞	台北市大安區 臨時收容場所、中長期收容場所 指定(表3-3、3-4)	台北市政府與台灣綜合災害研究中心合作推動防救災計畫-台北市大安區震災避難場所、短中長期安置所規劃

資料來源：詳見表列

第二節 研究架構

從過去避難道路研究的相關文獻來看，集中於震前的路線規劃及道路本身條件的功能性角色區別。但若將震後的實際道路通阻情況考慮進來，則路線勢必得進行修正。著眼於此，本研究欲建立一套『震後』之避難道路評估系統，提供即時性的路徑資訊。

(1) 服務範圍

進行路網分析前的首要步驟為設定起點與終點，起點位置較容易決定，通常以使用者於第一時間所在位置而定。但終點位置即鄰近的臨時收容場所則必須依賴系統操作者採用經驗法則或純憑印象推測。為提高路徑分析的正确性及有效減少分析前設定所花費的查詢時間。我們將由防災避難圈的角度切入，建立各避難據點的服務範圍。提供民眾於震前進行參考。

防災避難圈的建立除了對於路網分析的效率有所提升外，於基層防災

資源整合也有直接的助益。從過去台北市防災避難圈的規劃來看，由設施的基本條件出發（如避難場所可用面積、收容避難人數等），以里別為單位，進行防災避難圈的劃定（李威儀，1999），因此主要著重在『供給面』上，考慮到災時當地人口的多寡將影響避難需求時，則原來之防災避難圈必須有所調整。本研究首先嘗試以 ArcView 3.x 內建之功能（Buffer、Proximity、Find Service Area）進行台北市大安區臨時收容場所服務範圍的劃分，但結果並不理想。最後採用 ArcInfo Network 在同時考量避難場所供給能力及避難地人口需求的情形下，分別設定最大路網距離為 500、1000 公尺並進行服務範圍的劃分。最後將根據結果分析現行大安區避難據點規劃空間配置的合理性。同時，將服務範圍轉入 GeoDatabase 當中，作為路網分析時起迄點設定的參考。

（2）道路阻斷

近幾年來 GIS 發展迅速而其應用層面越來越廣泛，從而延伸出許多應用分支。如 GIS-T 為專門針對交通路網所設計的 GIS 系統。GIS-T 擴充了 GIS 當中所缺乏的資料結構與演算法。近年來隨著計算機運算技術的提升，路網演算耗時的缺點逐漸減小。而資料庫資料結構（Data Model）的改進為另一項路網分析等待突破的方向。以 ESRI ArcGIS 為例，其 Network Data Model 中並無法完全涵蓋交通路網的特性，故面臨特殊交通分析需求時，必需根據此架構加以新增或修改方能進行分析。以本研究為例，將整合道路阻斷點於 Network Data Model 當中，在 GIS 路網分析中震後模擬道路阻斷的情形。

首先，針對震後可能造成道路阻斷的原因進行整理。常見的原因為地震強大的能量釋放下，路面產生龜裂或路基隆起，道路本體受到破壞或建物倒塌後覆蓋於路面阻礙通行。欲將阻斷因子整合於資料結構中，我們將從阻斷發生後對於交通狀況的實際影響著手，分成完全阻斷與部分阻斷兩部分進行考慮。以區別不同阻斷情況下，路網通行狀況的差異。

第三節 研究方法

ArcInfo Network Data Model

在傳統的 Location-Allocation problem 當中包含了兩個主要研究方向：

1. Location Problem：設施設立於空間中何處？需要設立多少設施？設施的規模多大？
2. Allocation Problem：空間中的需求由何服務據點提供服務？中心點的服務範圍至何處？

在前述的兩個問題當中，Location Problem 的焦點擺在設施設立於何處對於

需求者最有利？（如距離、時間、分配資源等）。換句話說，Location Problem 成立的背景為當設施尚未成立，而欲進行區位選址或空間規劃時所面臨的問題。在過去經濟地理的理論當中如中地理論、工業區位理論即為從尋找空間中的最佳區位著手。

相對來看，Allocation Problem 則是從資源如何分配於空間中進行考量，因此解決此類空間問題的起點為從供給與需求的關係出發進行討論。但不同於前述區位問題的地方為：供給和需求將落於『點』和『線』上進行區位分派。ESRI ArcInfo Network Data Model 當中，提供了進行區位分派時所需的資料結構與分析環境。其主要的資料格式包括由代表道路路網的 link 和道路交叉點的 node 所構成。至於二維平面上『面的部分』如街廓資訊，則以簡化的型式整合至 link 或 node 上加以考慮。

欲於 ArcInfo Network 的環境下進行區位分派，必需同時具備四項基本資料：1.設施容納量 2.人口需求量 3.路線組抗值 4.最遠距
此四項基本資料將分別指派至道路路網及結點上，並結合相關演算法進行區位指派。

（3）道路通阻模式的建立

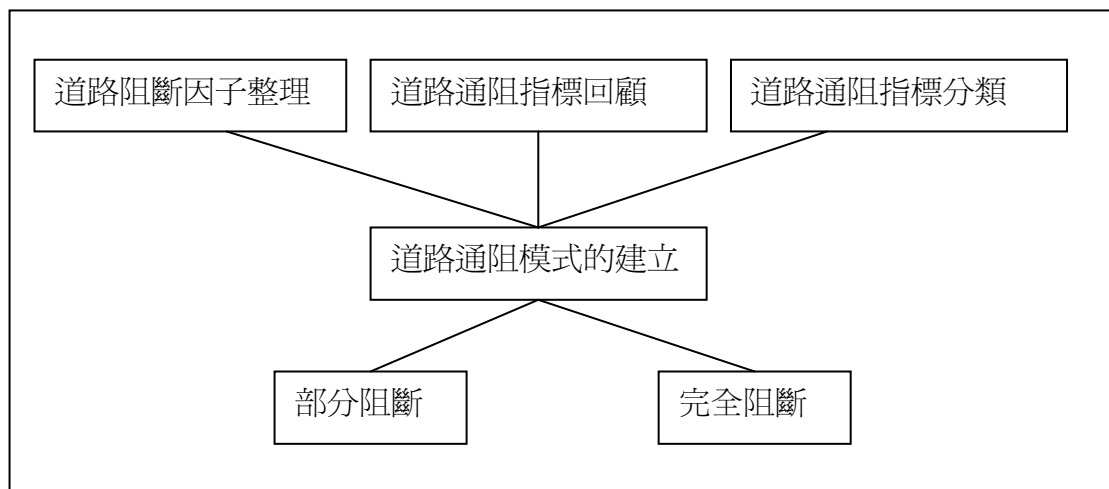


圖 3-1 道路通阻模式

整合道路通阻模式於路網分析的部分（圖 3-1），本研究首先對於道路阻斷的原因進行整理。從結果來看，發生阻斷的原因於震前、震後有所差異，且造成阻斷原因也相當複雜。光是以阪神大地震的例子來看，便超過 10 種以上。欲將之加以一一納入通阻模式中將有所困難。因此，本研究參考過去已建立之震後道路通阻指標，嘗試篩選出合於 GIS 路網分析格式之資料。從過去已建立的通阻指標來看，安全性指標與效率性指標為救災避難道路評選的兩大原則（蕭素月，2003；呂獎慧，2000）。與一般交通路線規劃目的單以最短時間、最高效率的目標有所差異。從過去已建立之通阻指標來看，其適用對象、適用時間、各因子間的權重關係各不相同，經過

指標的分類之後，並考量本研究之研究目的與 GIS 資料的格式需求下，確立了以單一路段為空間單位、交通車流為研究對象、並同時納入安全性、效率性原則於資料模式之基本架構中。接著我們由道路阻斷的型式著手，考慮到不同道路阻斷的情形下，在 GIS 路網分析的環境中不能單純由『位相關係』的改變來代表，因此根據阻斷型式的不同，分成完全阻斷與部分阻斷兩部分建立資料模式。

完全阻斷採不改變位相關係以暫存點的方式儲存位相關係，亦即此暫存點可動態靈活指定或移除於路網之上。部分阻斷則採修正道路通行成本的方式，反應車道數減少之後的通過效率降低。我們將根據道路長度與車道數建立道路通行本的計算公式作為部分阻斷通阻模式之基礎。以此基礎，本研究運用 VBA 實際撰寫避難道路評估系統。

第四節 系統架構

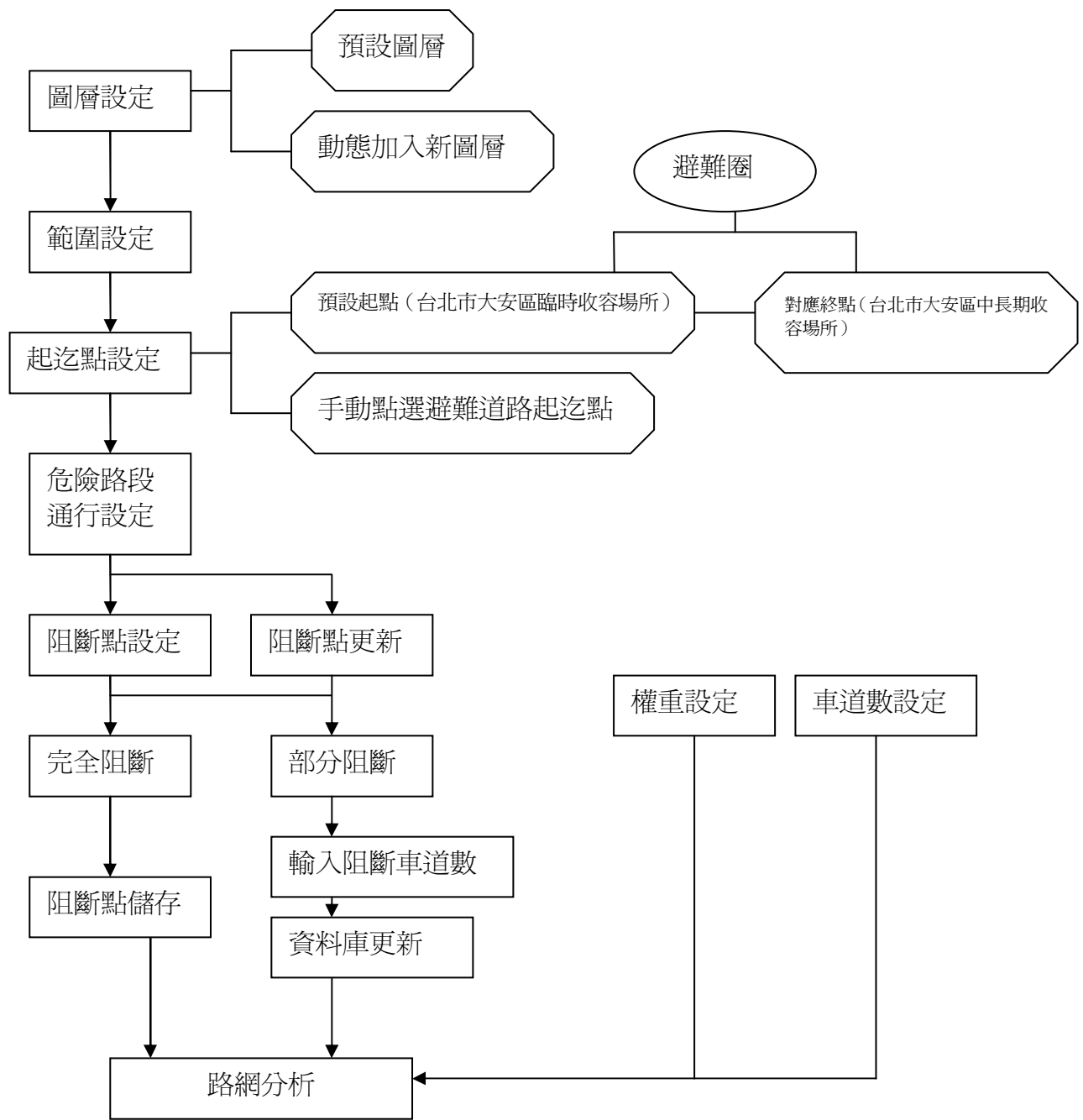


圖 3-2 避難道路評估系統架構圖

早期 GIS 的功能僅被定位為空間資料的展示及儲存，在分析的功能方面由於利用幾何元素過度簡化了實際地物的基本特性，因而造成發展上使用的侷限。在經過資料庫功能不斷的修正與改進以後，GIS 已經可以進一步整合空間資料與屬性資料模擬地表的實際情況。而在 GIS 物件導向的開發環境下使用者可根據本身的需求客製化系統操作環境，使 GIS 本身的靈活度及應用層面又更為廣泛。

本研究將以 ESRI ArcGIS 8.3 為系統開發環境，結合 ArcInfo Network Data model 進行修正，以符合本研究之需求。下面將針對本系統的架構進行概略介紹（圖 3-2）：

1. 圖層設定：目的為設定系統中用以分析的圖層，可選擇使用預設圖層或動態加入新圖層。
2. 範圍設定：將系統分析畫面放大、縮小、平移至選取範圍，以利於進一步操作。
3. 起迄點設定：進行路網分析前的必要條件為設定路網之上的起點和終點。設定的方式有兩種：
 - a. 根據步驟 2 選取里別範圍內之臨時收容場所為起點，並自動選取在防災避難圈的規劃下該起點所對應之終點。
 - b. 手動設定起迄點。
4. 危險路段通行設定：於震後大量人員、傷患搶救的運輸中，為提高運輸過程中的安全性。因此於進行路網分析前，可彈性調整部分危險路段如高架道路、橋樑、地下道、高速公路、堤外便道的通阻情形，適時避開危險路段。
5. 阻斷點設定：於震前道路未受影響的情況下，完成前述 1~3 項設定後。可直接進行路網分析。震後道路阻斷的情形下，必需針對道路阻斷加以考慮。根據道路阻斷型式的不同分成完全阻斷及部分阻斷並進行設定。於完全阻斷的情形下，將阻斷點的阻斷資訊及對應路網記錄於單一檔案中。部分阻斷則修改資料庫中的車道數資訊，根據車道數資訊計算並修改路段通行成本。最後將重新計算通行成本於資料庫中進行更新。
6. 權重設定：在上述設定完成後，使用者必需設定路網分析的權重值欄位，預設欄位為 cost，使用者尚可動態設定其他欄位（如道路長度）作為通行成本。
7. 車道數設定：依道路本身的條件來看，避難道路之寬度至少需達 8m 以上，本項功能即可根據出到數多寡篩選出一定寬度以上之道路進行分析。
8. 在前述 1~6 項皆設定完成後，即為完成路網分析的所有準備，於此時執行路網分析後，即可找出符合防災避難需求的最佳路徑。

第五節 實作區範圍

本研究選定台北市大安區為實作區域，大安區為一文教區，重要政府機關林立。因此，實際發生震災時，勢必與台北其他靠山地區如北投、文山區有所不同。本研究目前僅針對道路阻斷部分整合於路網資料結構及道路通行成本中。實際上

還有許多道路通阻因子尚未進行考量如捷運路線、火災延燒等交通受阻的情形。921 大地震中，關鍵橋樑阻斷為導致交通中斷的主因。故區域路網特性的不同將造成道路通阻模式上的差異。在不同的區域特色之下，道路通阻模式必需隨之修正，才能真正適合於震後環境中。

第六節 資料來源

本研究資料來源為台北市災防會所提供，在進行整理之後轉入 GeoDatabase 當中。主要圖層資料整理如下：

表 3-2 資料庫清單

GeoDatabase	Dataset	FeatureClass (圖層)	Field (欄位)
	道路	救災避難道路	路名
			總車道數
			單向車道數
			道路長度
			危險路段
			通行成本
			阻斷車道數
		起迄點	ID
		完全阻斷	阻斷點代號
			阻斷日期
			阻斷時間
			搶通日期
			搶通時間
			阻斷 / 搶通狀態
			鄰近路段
		部分阻斷	阻斷點代號
			阻斷日期
			阻斷時間
			搶通日期
			鄰近路段
	避難據點	公園	名稱
			區
		學校	名稱
			地址
		臨時收容場所	名稱
			區
			里
			地址
			對應中長期收容場所

		中長期收容場所	名稱
	救災據點	消防分隊	隊名
			地址
		醫院	機構名稱
			地址
			病床數
	危險據點	加油站	路段
			區
	行政區界	台北市	ID
		北市區界	區別
		北市里界	里別
		大安區門牌資料	地址

圖層說明：以上資料目前已轉入資料庫中，資料蒐集僅初步針對避難道路之需求，未來考慮整體性的防災規劃必需進一步蒐集其他相關資料、配合資料庫內容的更新方能發揮最大效用。以下針對主要分析的圖層進行說明：

1. 道路：救災避難道路為本系統主要分析圖層，該圖層含括了台北市目前主要道路，除高架橋、圓環、橋樑之外，以單線道路為主。道路圖層中內含的車道數資料可用來進一步設定分析時為多少車道數以上的道路，以符合防救災道路之需求。起迄點圖層僅作為暫存路網起迄點之用，分析結束後清除圖面上點位時將隨之清除，並不作保留。完全阻斷、部分阻斷圖層主要用來儲存阻斷點的附屬資訊，如阻斷搶通日期、時間阻斷狀態、阻斷車道數等，這些資訊將永久保存於於資料庫中隨時提供查詢。其中完全阻斷欄位中的『阻斷狀態』欄位，為系統於阻斷點更新時辨識的依據。
2. 避難據點：在避難據點方面，主要作為系統預設起迄點之用。起點為臨時收容場所，終點為中長期收容場所。臨時收容場所方面，以台北市大安區內各級學校為主，中長期收容場所方面，則以大型空地或全市型公園為主。
3. 救災據點：目前僅轉入消防分隊、警察局和醫院，未來可進一步加入其他救災據點如物資集散地點等，未來將更有利於防救災運輸的進行。
4. 危險據點：震後運輸為求最高安全性、減少運輸風險，因此需事先避開危險據點或路段，如加油站、大型工地、違建、危樓等，目前僅蒐集加油站點位，但並未納入本系統之道路通阻模式中，為來可於此一方面進行改善。危險路段方面已整合於『救災避難道路』圖層中之屬性，包括橋樑、高架道路、高速公路、地下道、堤外便道等。進行路網分析前可動態設定避開這些路段。
5. 行政區界：行政區界主要作為分析時，確定範圍及展示成果之用。使用者透過行政區界的選取能迅速確定並移動至選取的位置，以利於進一步設定起迄點、阻斷點。因此於進行路網分析時，行政區界資料並不參與分析。當分析結果完成，於圖面上展示時，讀圖者亦可從圖面行政區的範圍了解各地道路通阻情形的差異。

(6) 研究區選定

本研究選定台北市大安區為實作區域，大安區為一文教區，重要政府機關林立。因此，實際發生震災時，勢必與台北其他靠山地區如北投、文山區有所不同。本研究目前僅針對道路阻斷部分整合於路網資料結構及道路通行成本中。實際上還有許多道路通阻因子尚未進行考量如捷運路線、火災延燒等交通受阻的情形。921 大地震中，關鍵橋樑阻斷為導致交通中斷的主因。故區域路網特性的不同將造成道路通阻模式上的差異。在不同的區域特色之下，道路通阻模式必需隨之修正，才能真正適合於震後環境中。

表 3-3 臺北市大安區臨時收容場所指定一覽表

避難圈	指定地點	避難圈	指定地點
B1	幸安國小	B9	古亭國小、龍安國小
B2★	懷生國中	B10	大安高工
B3	懷生國中	B11	建安國小、大安國中
B4★	仁愛國小、仁愛國中	B12★	建安國小、大安國中
B5★	仁愛國小、仁愛國中	B13	龍門國中、北師實小
B6	仁愛國小、仁愛國中	B14	銘傳國小、公館國小、 民族國中
B7★	金華國小、金華國中、 新生國小	B15	大安國小、芳和國中、 和平高中
B8	金華國小、金華國中、 新生國小		

資料來源：呂良正、陳易瑞，2004

★與其他避難圈共用避難據點

表 3-4 臺北市大安區中長期收容場所指定一覽表

避難圈	指定地點	避難圈	指定地點
B1	大安森林公園	B9	大安森林公園
B2	瑠公圳公園	B10	大安森林公園
B3	大安森林公園	B11	大安森林公園
B4	大安森林公園	B12	大安森林公園
B5	國父紀念館	B13	大安森林公園
B6	國父紀念館	B14	臺大運動場
B7	中正紀念堂	B15	臺大運動場
B8	大安森林公園		

資料來源：呂良正、陳易瑞，2004