

國立臺灣大學建築與城鄉研究所

碩士論文

Graduate Institute of Building and Planning

National Taiwan University

Master Thesis

大規模道路施工圍籬對都市消防救災能力之衝擊—

以台北市南港區鐵路東延段為例

Impact of Railway Construction on Emergency
Response Capability: A Case Study in Taipei



蔡佳如

Chia-ju Tsai

指導教授：林建元 博士

Advisor: Chien-Yuan Lin

中華民國九十九年七月

July, 2010

誌 謝

本論文得以完成，最先要感謝的是論文指導教授林建元，對本論文之研究方向、研究架構及觀念的指導，在論文書寫作過程中，針對寫作技巧、疏漏之處給予悉心指正，給學生許多觀念上的啟發與精神上的鼓勵，讓學生衷心感謝，永誌難忘。

口試期間，感恩政治大學地政學系邊泰明教授、台北大學不動產與城鄉環境學系洪鴻智教授、交通大學交通運輸研究所馮正民教授對學生論文的指教，使本論文更加完備。論文撰寫過程中，感謝城鄉所林峰田教授、何燦群技士、學長林書正、同學王文靜、黃雅玫在應用軟體與地理資訊系統操作上的協助。

謝謝關心我的朋友與家人，一路給我支持與鼓勵，陪我分擔痛苦與分享喜悅。謝謝你們！



論文摘要

都市防災是都市治理的一個重要的課題，它影響了都市居民的生活品質與生命安全。在眾多都市防災議題當中，消防救災能力更是最受關注的議題之一。在都市發展的過程中，鐵路交通是都市交通中重要的大眾運輸工具，許多鐵路車站會在市中心區設置，鐵路交通也造成道路交通阻隔、消防救災速率的延遲，當鐵路地下化工程施工時，交通建設對於都市路網造成阻礙、阻斷，一旦都市發生災害，大規模都市施工圍籬對於消防救災能力的影響程度如何，為本研究的主要目的。

由於國內外過去多將施工工地管理問題，探討如何減少其對交通安全之影響，但卻無相關研究探討施工圍籬對交通路網之影響，站在都市安全的角度，施工圍籬對於都市救災能力的衝擊不容小覷，因此，本研究擬結合地理資訊系統之空間、路網分析和展示的功能與 LINGO 之區位分析功能，探討大規模道路施工圍籬存在時，對於消防救災能力的影響，並進一步分析消防隊區位應如何改變以因應施工圍籬的阻隔。

本研究以台北市南港區為研究範圍，主要分為三個階段來求得消防隊最適區位。

第一階段，建立台北市消防救災系統的路網資料，藉由現況調查與地理資訊系統建立大規模道路施工圍籬存在時，路網阻隔與各路段行車速率變化之模型。第二階段以區位分析中 P-中心理論做為消防隊區位分析之方法。以 103 個需求點進行區位分析，並從中選出合適的消防隊位置。第三階段將區位分析之結果輸入地理資訊系統中，模擬大規模道路施工圍籬對於消防救災能力之影響。

台北市南港區現有兩處消防隊，經研究發現，在施工圍籬存在的狀況下現有設施區位未能在 3 分鐘內服務所有需求點。由於施工圍籬的阻隔，使消防隊無法順利穿越鐵路南北兩側，減低行車速率，平均每分鐘受延遲 202.41 公尺（約 12km/hr）。

關鍵詞：施工圍籬、消防隊、p-中心模式、路網分析

ABSTRACT

Urban safety is a critical issue in urban management. It affects the life quality and safety of people in urban area. Among many factors, emergency response capability of fire station is the most critical one.

Meanwhile, railway network is one of the most important transportation in urban area. In most cities where rail stations locate in city centers, road networks are intersected with railway and travel times of fire engines are affected. The system performance is even worse when railway system is under construction in a long-time period. During the construction period, the road network would be blocked or disconnected by fences in order to provide adequate space for the construction works. In practice, the impacts of railway construction on emergency response capability is often ignored in the project feasibility analysis, and thus construction works are implemented without any action to mitigate the negative impacts on emergency response time.

This research, in addition to the presentation of the theoretical framework for the railway construction on the emergency response capability, base on a local district (Nan-Gang) in Taipei city, a case study of impact evaluation on system performance will be conducted by means of GIS network analysis functions.

There are three phases in this research. First, build the road network data resource of Nan-Gang district, and use GIS to model the railroad construction period road network, fences barrier, and fire engines moving speed. Second, use P-center theory to analysis 103 demand points, decide where the appropriate point to locate fire station is. Third, use GIS to performance emergency response capability, compare the capability difference when construction fences exist or not.

The research results indicate a significant impact. The fire engines speed would be slow down 202.41 meters per minute (12km/hr) and future fire station allocation improvements are suggested.

Keywords: emergency management, fire station, network analysis, P-center model

目錄

口試委員會審定書	I
誌 謝	II
中文摘要	III
英文摘要	IV
第一章 緒論	1-1
第一節 研究動機	1-1
第二節 研究內容與範圍	1-5
第二章 文獻回顧與評析	2-1
第一節 都市災害與防災路網規劃	2-1
第二節 地理資訊路網分析	2-7
第三節 道路工程與施工圍籬	2-12
第四節 設施區位問題	2-16
第六節 小結	2-25
第三章 消防隊反應時間與設施區位模式之建立	3-1
第一節 消防隊行車速率分析	3-1
第二節 區位決策模式之建立	3-6

第三節 地理資料庫建立.....	3-9
第四章 案例分析—南港區救難系統.....	4-1
第一節 消防隊現況區位結構分析.....	4-1
第二節 施工圍籬開口對於消防隊救災能力之影響.....	4-7
第三節 消防救難系統區位結構分析.....	4-13
第四節 區位方案綜合比較分析.....	4-16
第五章 結論與建議.....	5-1
第一節 結論.....	5-1
第二節 建議.....	5-5
參考文獻.....	6-1
附錄.....	6-4

圖目錄

圖 1 道路工程圍籬屬性	1-2
圖 2 公路工地配置準則	1-4
圖 3 現行護欄、圍籬施工常見問題	1-4
圖 4 研究範圍	1-7
圖 5 鐵路平交道位置及交通延滯情形	1-8
圖 6 鐵路平交道兩側工業區現況照片	1-8
圖 7 消防隊、警察局區位分布	1-10
圖 8 研究流程圖	1-14
圖 9 台北市防災道路系統圖	2-5
圖 10 地理路網示意圖	2-7
圖 11 地理資訊系統最短路徑分析	2-8
圖 12 最接近設施示意圖	2-9
圖 13 服務範圍示意圖	2-9
圖 14 路網分派示意圖	2-10
圖 15 資源分配示意圖	2-11
圖 16 資源分配示意圖	2-12

圖 17 道路空間結構斷面圖	2-13
圖 18 道路施工工程安全通報案件比例	2-14
圖 19 公路工地配置準則	2-15
圖 20 現行護欄、圍籬施工常見問題	2-16
圖 21 台北市各路段基本行車速率調整係數示意圖	3-3
圖 22 道路混雜、障礙造成之速度低減率之推算流程	3-4
圖 23 尚未擷取路網節點前之範例應用	3-10
圖 24 擷取路網節點後之路網範圍	3-11
圖 25 中垂線範圍圖運算示意圖	3-12
圖 26 節點影響範圍圖	3-13
圖 27 刪除密集節點後重新產生之節點影響範圍圖	3-14
圖 30 資料庫建立與資料連結示意圖	3-16
圖 29 設施服務範圍圖層建立	3-17
圖 30 消防隊區位示意圖	4-1
圖 31 施工圍籬存在時，消防隊之服務範圍	4-3
圖 32 無道路施工圍籬時，現況兩消防隊服務範圍圖	4-4
圖 33 比較施工圍籬移開前後，消防隊服務範圍之變化	4-6
圖 34 施工圍籬移除後對於消防隊服務範圍之影響（一）	4-7

圖 35 施工圍籬移除後對於消防隊服務範圍之影響（二）	4-8
圖 36 施工圍籬移除後對於消防隊服務範圍之影響（三）	4-9
圖 37 施工圍籬移除後對於消防隊服務範圍之影響（四）	4-10
圖 38 施工圍籬移除後對於消防隊服務範圍之影響（五）	4-11
圖 39 施工圍籬移除後對於消防隊服務範圍之影響（六）	4-11
圖 40 六處施工圍籬移除後之比較	4-12
圖 41 施工圍籬狀況下，兩處消防隊之最適區位及其服務範圍圖	4-14
圖 42 無道路施工圍籬時，消防隊最適區位結構與服務範圍圖	4-15
圖 43 無道路施工圍籬時，消防隊最適區位結構與服務範圍圖	4-18
圖 44 有無施工圍籬消防隊服務範圍之比較	5-2
圖 45 不同圍籬開口對於消防隊服務範圍之影響	5-3
圖 46 施工圍籬撤除建議地點	5-4

表目錄

表 1 都市特性與都市防災對策	1-10
表 2 震災與道路系統相關研究	2-3
表 3 設施區位模式與設施特性對應檢討表	2-21
表 4 國內有關設施區位問題研究回顧表	2-22
表 5 研究內容摘要	2-25
表 6 各種行式施工圍籬在不同路段之行車速率折減因子	3-5
表 7 救難車輛於不同分級道路之行車速限	3-6
表 8 大型施工圍籬阻礙時之行車速率表	3-15
表 9 現有兩處消防隊服務範圍評估摘要表	4-2
表 10 現況兩處消防隊無道路施工圍籬時，服務範圍評估摘要表	4-5
表 11 兩處消防隊最適區位結構評估摘要表(施工圍籬存在時)	4-13
表 12 兩處消防隊最適區位結構評估摘要表	4-16
表 13 施工圍籬開口位置不同時，設施服務效能比較	4-17
表 14 區位方案比較表	4-19
表 15 兩座最適消防隊區位	4-19

第一章 緒論

第一節 研究動機

從 1999 年 9 月 21 日集集地震發生到今年已過了十年，在九二一地震時，台北市死亡人數八十八人，2009 年 8 月 8 日，莫拉克颱風來襲，重創台灣南部所有的縣市，許多都市安全的問題在地震、洪水等災害後一一呈現在我們面前，都市地區為國家人口與經濟活動聚集之所在，一旦發生重大災害(地震、洪水、火災)，將造成生命與財產的嚴重損失，如何維護都市安全是一個亟需被重視的課題。

台北市近年為台灣政治經濟中心，當災害發生時，地區防災體系的救災應變能力的提升將成為重要的課題，如何使救災人員在最短的時間到達受災位置救災，是政府進行都市規劃時重要工作之一。

救災的過程中，救難車輛須要透過路網來到達受災位置。在眾多的交通路網當中，鐵路運輸是一個特別的交通工具，因鐵路能使產品更快速、更方便的由產地運輸至市場，台北市身為台灣產業發展的龍頭、交通運輸的重鎮，當然也會有鐵路需求，但是由於鐵路運輸之路權有其獨占性，所以凡是鐵路經過的地方，除了必須有鐵路鐵軌的鋪設之外，同時也需要柵欄、圍籬將鐵路兩側圍起來，以保護其他用路人以及鐵路火車本身的安全。

當鐵路沿道有柵欄、圍籬時，就造成了平面交通上的阻隔，使道路的幾何物理環境改變，於是鐵路兩側的通過性交通被集中在鐵路平交道，鐵路兩側的交通不連續的結果，不僅影響一般車輛通行的流暢度，同時對於消防隊救難路線也產生影響，由於消防隊救災的特性，通常消防車須快速的到達火災、事故現場，而因為鐵路的阻隔，使得消防隊服務範圍受到了切割，為因應緊急狀況，消防隊也就只好在鐵路兩側分別設置一處消防隊，以避免在平交道的等候耽誤了救難的黃金時刻。

鐵路的地下化，是交通改善的一個契機，原本影響交通的鐵路地下化，鐵路平交道也因地下化而走入歷史，而在鐵路地下化進行的時候，需要施工圍籬的隔絕，以使鐵路地下化工程能順利進行。

原本施工圍籬的作用是要用來保護施工工程內，施工人員的安全，同時避免其他人進入而產生危險而設置的，但是圍籬本身的大小、形狀、圍籬圍設的範圍、區位直接影響交通，鐵路地下化的過程中，施工單位為使工程能更方便，圍籬不只圍在原本鐵路兩側，也將平交道圍起來，又有時候圍籬圍設範圍擴大到鐵路兩側的道路上，使得消防隊服務範圍沒有因鐵路地下化而擴大，反而受到施工圍籬的影響，使服務範圍受到阻隔，救災能力因而受影響。

都市施工圍籬是一很普遍且必然的現象，由於施工時需維持工地安全，架設施工圍籬以確保圍籬之內為施工工地，避免閒雜人等進入造成危險，同時圍籬也具有產權宣告的功能，舉例來說：道路施工圍籬不止維持道路施工工人的工地安全，同時也關係著道路路權的改變。

施工圍籬的屬性大致可分為七種，分別為：交通、施工、景觀、安全性、財務、產權、社區營造。這些屬性彼此相關聯，如：圍籬的大小受施工區位、時間、景觀等屬性之影響，所以在不同區位、時間之圍籬大小因而不同。



圖1 道路工程圍籬屬性

從施工圍籬之屬性來看，與論文直接相關之屬性有：交通、施工、安全性等三個屬性，目前國內對於施工圍籬之研究主要在於如何減少施工圍籬所造成之道安問題，此類問題之嚴重性在道路施工工程安全通報案件中可觀察到，道路施工工程安全通報案件中與**危害交通安全**有關案件占總通報數量的 25%左右。

佔用道路施工工程交通安全通報案件



資料來源：行政院公共工程委員會全球資訊網

而在國賠定案例中，屬道路養護管理不善占 71.5%，賠償總金額中，屬道路養護管理不善占 44.55%，案例如：林口大貨車闖入路邊從事電桿拆換作業工區，造成 7 死 2 傷，造成事故原因為：施工單位所架設警告標誌及反光三角錐標示不明、未設置交通引導員。

雖然在法規中已有規範圍籬的設置，如：建築技術規則第一百五十二條，（圍籬之設置）凡從事本編第一五〇條規定之建築行為時，應於施工場所之周圍，利用鐵板木板等適當材料設置高度在一・八公尺以上之圍籬或有同等效力之其他防護設施，但其周圍環境無礙於公共安全及觀瞻者不在此限。公共工程委員會也針對公路工地之圍籬、拒馬、警告標誌、警告燈號有相關的作業準則。

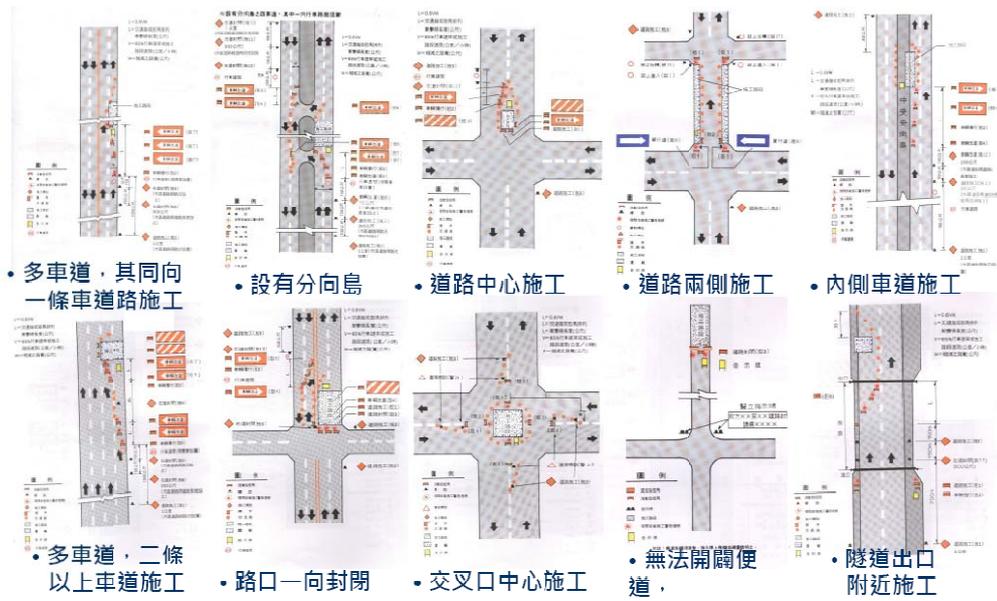


圖 2 公路工地配置準則

資料來源：林建元都市再生專題課堂簡報

現實在執行上仍有許多問題待解決，常見問題有：護欄未平順及連續式密接、無交通引導人員、人行通道未設置號誌、斑馬線寬度縮減、圍籬的鋪設造成道路不平、安全圍籬連接不密合且傾斜、車道部設改道路線及標線不明、護欄形式不一等問題。

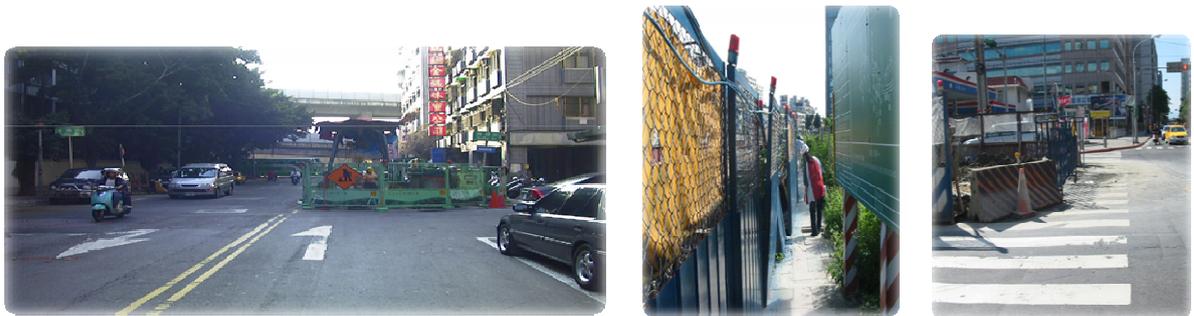


圖 3 現行護欄、圍籬施工常見問題

資料來源：林建元都市再生專題課堂簡報

工程施工單位、管理單位對於施工圍籬的看法主要將圍籬視為工程材料之一，所以在施工

前依據施工說明書技術規定道路工程須擬定交通維持計畫：承包商應在施工前，根據其施工計畫，並依「道路交通標誌、標線、號誌設置規則」、「交通工程手冊」及當地交通主管機關訂定相關各項道路工程施工期間之交通維持計畫製作及送審規定，擬訂各項施工之交通安全維持及管制計畫，送工程司審查後，轉送該縣（市）道路交通安全聯席會報（以下簡稱道安會報）通過後實施，俾利維持施工地區交通順暢。(交通部 2007.8)

在施工圍籬的部分，減少施工圍籬對道路安全的影響固然重要，但是大規模、連續的道路施工圍籬就算有交通維持計畫，在本質上還是會僅造成交通之阻隔，同時站在都市安全的角度，施工圍籬對於都市救災能力的衝擊不容小覷。

由於目前國內對於施工圍籬的探討多注重在施工圍籬的工程材料，研究施工圍籬應如何架設才不至於造成道路養護、管理的問題，但本篇論文則探討施工圍籬在「大規模」、架設於「道路」且「長時間」施工的情形之下，施工圍籬應如何設置才不會影響救災能力？若有必要設置臨時開口時，應於何處設置開口較為恰當？若施工圍籬不能被改變時，救難單位應如何配置？本研究之主要目的在於以台北市南港區鐵路東延段為研究對象，利用設施區位模式，檢討現行都市救難單位之區位、當路網改變時，對於救難單位救災能力之影響如何？

第二節 研究內容與範圍

一、 研究內容

公共設施在配置時，需考慮的因素非常多，舉例來說：計畫區人口分布、設施本身的特性、使用者特性、交通、土地使用、設施設置成本、財務預算、工程技術、環境保育、民眾反應(抗爭)、經濟效益、公平、設施運作效率、政治等等，都應綜合考量。歸納這些考量，其最終原因都是為了追求最大之社會福利，但是通常這些社會福利很難以數字衡量，所以大多數研究均以公平性與效率性來做衡量，即指在一系統中使活動體的總利益達到最大，活動體的總利益必須考慮空間行為特性，在公共設施的配置模式中，通常被定義為可及性。

本研究內容主要如下：

(一)救難設施區位模式之建立

首先對於救難單位先予以定義，並對救難單位所應發揮的機能加以界定，透過相關資料之研究，探討救難單位的本質與特性，以及在規劃上須注意的內容，從福利經濟之公平、效率及長期規劃等公共利益觀點來建立救難設施區位配置之理論基礎，並對區位分配方法先有完整的回顧與檢討，接著，選擇適合本研究之模式以做為區位配置模擬之工具。

(二)基本資料庫之建立與現況分析

藉由相關文獻回顧與討論，建立一套評估基礎，再藉由現況調查與地理資訊系統分析，進行區位分析，依此對南港區救難設施之服務範圍現況做一分析與檢討。

(三)南港區救難單位區位結構之模擬分析

將地理資訊系統與區位分派軟體功能結合，利用 ARC GIS 地理資訊系統與其區位分派功能計算，建立選址模式，本研究將研究範圍視為一間斷路網，將研究範圍內之路網與節點表示出來後，每一節點都代表需求之所在，依照人口統計資料來分派每一節點的人口，因此在本研究中「需求」代表節點中人口對於火災、緊急事故防救之需求，另外，在空間距離的計算上，本研究利用路網來計算實際距離，如此可以計算兩地點的空間距離與旅行時間，擺脫過去利用直線距離來衡量效率得不合理現象，藉以尋求更公平、有效率之救難設施區位。

而本研究與其他相關設施區位研究最大之不同在於：探討大規模都市施工圍籬對於交通之影響，並模擬施工圍籬對於都市消防防災能力之衝擊。

二、 研究範圍

本研究之研究空間範圍選定為台北市南港區，以下先就南港區作簡介。

台北市南港區正是一個典型的因鐵路地下化施工圍籬影響交通的案例，由於鐵路地下化、捷運板南線東延、高速鐵路南港站三項重大交通建設都同時在忠孝東路、八德路上施工，南港區內有忠孝東路、八德路兩條重要東西向道路，而轄區也跨越道路兩側，因施工圍籬、鐵路的

阻隔，南港區被迫劃為南北的兩半。

原本的鐵路將南港分為南北(前站、後站)兩大區塊，在鐵路尚未地下化時，就已造成鐵路兩側都市發展的差異，在都市防災方面，鐵路當然也造成南北交通的不便，使得鐵路南北必須各設置一處消防隊與警察局以應映緊急狀況。

所以本論文之研究範圍為台北市南港區，以南港區鐵路南北兩側為研究之重點，北以基隆河為界，東側以南港區與台北縣汐止市為界，南側以文山區為界，西側則以南港區與松山、信義區為界。

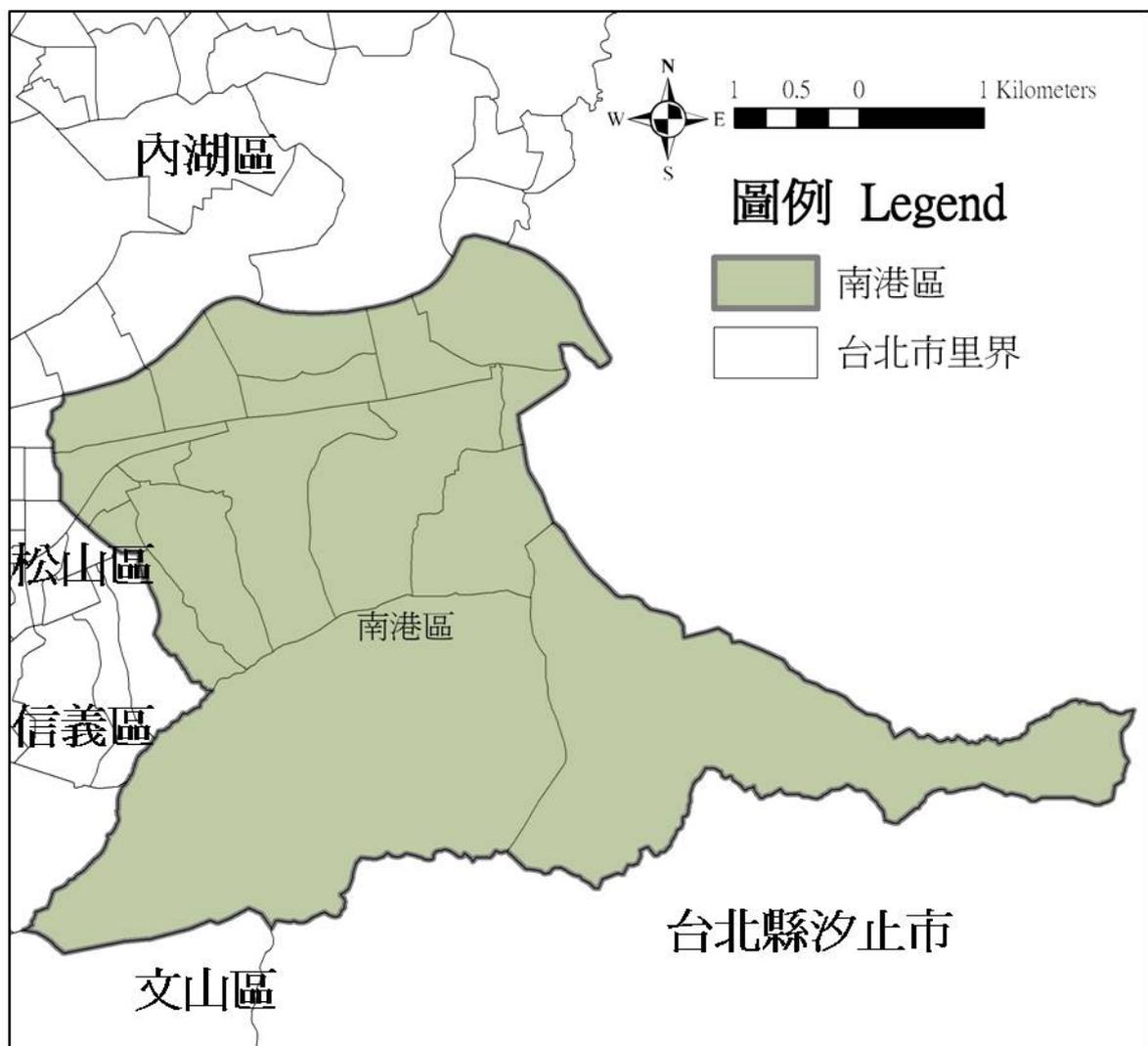


圖 4 研究範圍

資料來源：內政部營建署



圖 5 鐵路平交道位置及交通延滯情形

資料來源：南港紀要



圖 6 鐵路平交道兩側工業區現況照片

資料來源：南港紀要

在交通方面，忠孝東路為南港區內主要東西向動線，而鐵路在南港區內共有五處平交道，在鐵路尚未地下化前，昆陽街、向陽路、研究院路平交道經常造成南北方向之交通延滯，而地下化完成之後，接續有捷運、高鐵施工，施工圍籬仍舊存在，且地面上土地(舊鐵道)尚未騰空，兩側舊工廠未清理，人行、車行之交通動線也尚未規劃，鐵路地下化後，對於南北向之交通改善計畫、交通動線相關計畫也尚在擬定當中。

由下圖4消防隊、警察局區位分布圖可觀察到，南港區內有兩處消防局，一為南港分隊，一為舊莊分隊，兩消防局的位置恰好在鐵路的兩側，或許可推測出，當初消防隊在設置時，考慮到鐵路所帶來的交通延滯，故將消防隊分別設置於鐵路兩側，以免救災不及。

同時相關研究也指出：由於鐵路的影響，使消防隊的救災受到遲延，所以先前消防隊配置時考慮其阻延因素，以鐵路劃分消防區，儘量減少因鐵路而造成的救災遲延(蔡嘉哲 1982:60)。順應鐵路地下化，消防隊配置、消防車動線或許會因此而改變，站在都市發展的角度，施工圍籬阻隔了南北兩地的發展，甚至阻隔南北居民的交流，站在都市防災的角度，消防車無法順利通過，可能造成緊急救難時的延滯，所以本研究關注的問題是：應於何處增加南北向道路，可提升消防局、警察局的服務範圍、救災能力，同時對於各場站服務水準才有正面的影響？



圖 7 消防隊、警察局區位分布

資料來源：urmap 你的地圖網

台北市屬於大型都市，當都市發展的過程中必定有大規模的交通建設發生，而在交通建設的同時，施工圍籬長時間、大規模、連續的交通阻隔，將使都市救災能力受到延遲。大規模災害發生時，大型都市的防災對策上，以利用既存都市設施為防止災害擴大的主要對策，而在災害應變方面，則應建置、整合救難團隊以支援協助救難行動。

表 1 都市特性與都市防災對策

都市、地區類型		起火防止對策	延燒防止對策	避難對策
域	大都市	<ul style="list-style-type: none"> ● 區域防災基地 ● 區域防災中心 ● 小型抽水機設備 	<ul style="list-style-type: none"> ● 既存都市設施利用為延燒防止帶 ● 不燃圈形成之延燒防止帶 	<ul style="list-style-type: none"> ● 都市公園之廣域避難地指定 ● 幹線道路等之避難路指定
	人口急增都市		<ul style="list-style-type: none"> ● 既成市區與擴張地 	<ul style="list-style-type: none"> ● 空地保護辦法

都市、地區類型		起火防止對策	延燒防止對策	避難對策
			域之分斷做為延燒防止對策	用為避難地 ● 綠地保護辦法用為避難地
	地方都市		<ul style="list-style-type: none"> ● 交通幹線等之利用於延燒防止 ● 自然地形利用於延燒防止 	<ul style="list-style-type: none"> ● 幹線道路等之避難路指定 ● 數處避難地外，其他為市區避難
區	既成市區	<ul style="list-style-type: none"> ● 學校設施等之利用於防災活動據點的設置及義勇防災組織之促成市區之不燃化 	<ul style="list-style-type: none"> ● 生活綠蔭大道為防止延燒 	<ul style="list-style-type: none"> ● 幹道避難路之地區避難路整建 ● 生活綠蔭大道為避難路
	都市擴張地區		<ul style="list-style-type: none"> ● 建蔽率限制 ● 基地分割限制 ● 空地及綠地等之保護 	
	危險物處理之地區		<ul style="list-style-type: none"> ● 緩衝綠地 ● 防災遮斷帶等用於市區之分隔 	

資料來源：財團法人國土開發技術研究中心，都市防災計畫、設計的手冊，1985。

上述都市特性與都市防災對策中，台北市屬於大型都市，除應建設廣域避難設施之外，

亦應指定、維持幹線道路等避難道路，本研究主要將台北市救災動線、避難道路加以分析，加上消防車移動特性、大規模施工圍籬之設置檢討，最後以模擬分析模擬救災能力在不同救災動線、路網下的表現。

本研究主要內容如下：

(一) 都市防災對策下救災模式之建立

首先藉由文獻回顧，歸納出都市防災對策下，災害應變的方法，針對都市消防箱救災能力所需之路網規劃予以回顧與檢討。

(二) 消防車移動特性探討

藉由文獻回顧，歸納出消防車移動特性，探討在不同路況、路網屬性之下，消防車移動係數改變情形。

(三) 施工圍籬之設置與交通路網

首先對於施工圍籬的機能與設置原則加以討論，探討施工圍籬在設置上所造成的問題、限制，並針對施工圍籬對交通延滯作討論。

(四) 台北市南港區救災能力之模擬分析

考慮目前消防隊區位、基地人口密度現況、土地適宜性，模擬不同施工圍籬開口方案，分析不同開口位置對於救災能力之影響，模擬若需增加其他處消防隊做為備選方案時，應於何處設置較為適當。

第三節 研究方法

經由文獻回顧與蒐集評析相關文獻，運用 GIS 路網分析、消防通報系統，探討南北向的交通應如何改善，才能使消防隊的服務範圍、救災速度能提升，同時增加的南北向交通又不會造成過多的交通負荷？

研究流程如下圖 8 所示，現階段為研究動機與問題之陳述，劃定研究範圍後，將蒐集相關文獻資料與研究範圍內之基礎資料，將資料做基本整理後，找出影響都市救災能力之影響因子、評估項目，將其建立在地理資訊系統下，使都市救災能力之表現情形、施工圍籬對消防救災能力之衝擊能在地理資訊系統下表現，最後分析消防隊備選區位、不同施工圍籬開口對於消防救災能力之影響。

一、 歸納分析法

透過文獻回顧對於相關文獻、書籍、期刊、研究報告、論文或法規等現成二手資料做歸納，而後將其整理成可供分析之資料，本研究利用此法蒐集相關資訊與研究，建立研究架構與分析時各變相擬定的參考依據。

二、 地理資訊路網分析

路網分析的基礎建立在線的資料結構上，一般 GIS 系統皆有路網分析功能，本論文將建立交通路網及其路網屬性(道路寬度、阻礙、封閉情形…)對於車輛移動之影響係數，運用路網分析功能，分析在不同施工圍籬開口時，消防車救災能力(路網狀況改變)情形以及消防隊服務範圍之表現。

三、 模擬分析

模擬鐵路地下化前後，多種不同交通路網下，消防隊服務範圍的表現。

透過模擬分析，能了解四種情形：

- (一) 現況：鐵路地下化、施工圍籬架設方式、區位不改變，消防隊服務範圍之表現。
- (二) 沒有施工圍籬，消防隊服務範圍之表現。
- (三) 有施工圍籬，不同南北向之圍籬阻斷、圍籬開口時，消防隊服務範圍之表現。
- (四) 當施工圍籬無法撤離，消防隊之設置應於何處較佳？

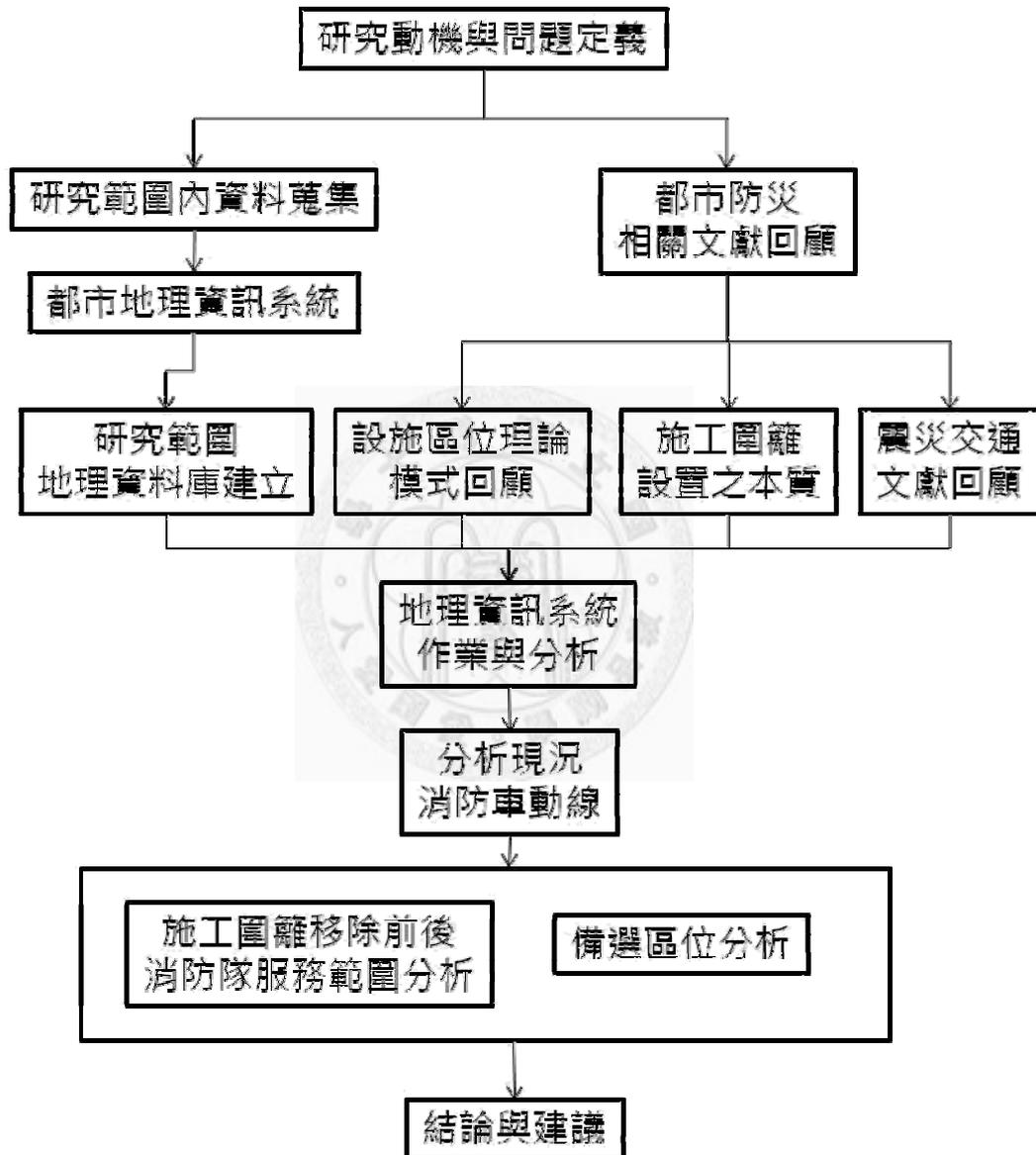


圖 8 研究流程圖

第二章 文獻回顧與評析

在本研究從都市防災的角度出發，先了解目前台北市防災道路系統如何規劃，哪些道路是防災道路，接著回顧區位理論在地理資訊系統中的應用，然後是施工圍籬對於交通安全的影響，在第四節中探討過去研究地震災害交通管理策略與課題，最後綜合先前的文獻回顧、歸納來看待大規模、長時間道路工程在施工時之圍籬對於都市救災能力之衝擊。

第一節 都市災害與防災路網規劃

各種災害必定有其形成之原因，所謂「災害」是指其造成原因是自然的或人為的，已經引起人命或社會受到損傷，並進而引發社會失去已構成之均衡現象。(檜崎泰道、今井實、長谷川義明,1984)。又所謂「都市災害」是指技術之現代化，都市空間高度被利用，而促使災害的型態有了質的變化。在經濟水準提升的情況之下，都市之安全與防災開始受到重視，且由於全球暖化、氣候變遷，造成災害的大規模化與高頻率化，如何因應災害，著實考驗著都市防災系統的應變能力。

國內由於剛開始研究都市災害問題，對於都是災害之種類尚未有所定義，所以在此本論文參考日本對於都市災害種類(「都市防災計畫、設計手冊」,國土開發技術研究中心)，將台灣之都市災害類型分為以下六種：

1. 地震災害：因地震所造成結構物受損、倒塌，都市基盤設施損壞，同時造成多處發生火災或其他二次災害等。
2. 火災：建築物(單一個體)火災、火勢連續蔓延至其他建築或周圍地區。
3. 颱風所引起之災害：建築物受損、水災、土石流以及颱風所引起之海水倒灌等。
4. 化學危險物災害：儲存之危險物漏出引起爆炸或工業災害等。
5. 生物病毒災害：SARS、H1N1 等生物病度在都市中傳染。
6. 其他災害：豪雨、沙塵暴造成之災害。

都市災害與一般災害受損是不相同的，雖然天然災害無論在何處發生，其造成的災害類型相同，但受害的程度是不相同的，都市災害的特徵有：

1. 都市地區由於人口居住密度較高，建築物也更為密集，一旦災害發生，將更容易造成二次災害，舉例來說，921 地震造成台北市松山區東星大樓倒塌，殃及鄰棟建築。而都市中各種設施密集，經濟活動錯綜複雜，使得災害發生在都市地區時，容易擴大災害的程度。
2. 都市內發生的天然災害因不同地區而異。都市中有些地區容易水災(如地勢低窪、河川、排水不良)，而有些地區則是容易地震(地震帶或在地質較軟的地區)。
3. 容易發展為都市的地區較易發生災害，例如：為了多數人的生活，必須開闢道路、修造河川，使物資容易運輸，但這些地區也更容易洪水氾濫或土石流發生。
4. 都市地區的災害是多樣化的，這是由於都市的形成也是多樣化的。

雖本研究主要關注火災、緊急救難時，消防隊之應變與消防車反應時間的變化，但以下針對我國災害防救系統做一簡單的介紹。為了應對種種都市災害的特性，一套健全的防災系統。我國目前對於防災系統的規範主要在「災害防救法」中有詳細之規定。臺灣的災害防救體系歷經五十餘年的努力，災害防救法由付諸闕如到正式頒布實施；行政體制由中央統一指揮演變到符合救災效率的三級制；政府面對災害的作為由僅負責災後撫恤，大幅朝向增加規劃減災與主動應變；地區防救災工作也由被動的救災任務，轉為應用科學技術進行災害規模設定的地區災害防救計畫。災害防救體系主要以災前、災時、災後來規範各主要單位應負責的重要工作項目、操作內容(李維森 2007:58)。

本研究主要關注道路施工圍籬對交通的阻絕因素如何？而國內對於交通路網改變時(鐵路地下化、捷運建設)，僅就路網改變前、後進行交通模擬，但對於改變的過程(施工過程)，路網更細部的規畫，其實是沒有相關的研究的。因此，本研究對於細部交通路網的控制，參考震災交通的模擬、交通阻絕因素之模擬，以求能夠了解在大規模施工圍籬存在時，模擬交通路網受阻絕時，防災能力的表現。

國內自從民國 88 年 921 地震後，對於震災過後災害應變立即投入研究，就交通立場而言，交通涉及到人員與物資的輸送，因此對於災後交通，需要一套「受災」時，能確切反映人們交通行為的管理制度。(葉光毅，2005:1-2)，基於交通路網的重要性，國內近年來有相當多研究投入此領域。

表 2 震災與道路系統相關研究

作者/年代	研究重點	研究方法與工具
謝嘉鴻(1998)	災後人員疏散與指派	Location-Allocation Model
黃亦琇(2000)	道路系統評估指標	決策支援系統
呂獎惠(2000)	震災救災路線選擇模式	機率函數，效率、安全性評估
許添本(2001)	救災最短路徑	聯合效用函數
王晉元、盧宗成(2001)	都市地區震災交通資料庫	交通電子地圖資料供給與需求規劃與建制
李克聰(2001)	大眾運輸災民疏散系統	區位選擇、路徑規劃、接駁系統
李泳龍(2001)	災後路網阻絕因素	模擬分析
侯鵬曦(2001)	防災道路系統規劃	java 程式語言，替代路網計算
陳亮全(2004)	震災緊急路網評估	GIS 路網連續性可靠度評估
葉錦勳(2004)	震後救援及避難道路規劃	最短路徑演算

資料來源：本研究自行整理

上述對於震災路網系統相關研究，所應用到的理論方法與所需的資料，皆複雜且不易取得，在實務研究規劃的應用上，存在操作的困難，因此，本研究參考李泳龍、葉錦勳對於震災行車效能分析，模擬大規模施工圍籬存在時之行車效能，接著根據模擬結果進行消防隊救災能力評估。

依據災害防救法規定災害防救計畫係指災害防救基本計畫、災害防救業務計畫及地區災害防救計畫。本研究主要探討都市救災能力，屬於災害防救體系中災害防救組織、災害應變措施的內容，但災害防救基本計畫中，是以災害類別來書寫，針對不同災害，各單位應負責的工作項目，由於各縣市地理、人口、經濟發展等條件不一，所面臨的災害挑戰也不同，因此需要制定因地制宜與反映地方特性的地區災害防救計畫，以規範地方政府防治各項天然與人為的災害。

目前由國科會與防災國家型科技計畫辦公室，先後與臺北市及嘉義市組成工作團隊，結合理論與實務，協助地方政府規劃建置完整的防救災體系。而災害防救委員會與國家災害防救科技中心也推動「協助直轄市、縣(市)政府擬訂地區災害防救計畫中程計畫」，在 2004 至 2007 年的四年期間內，協助直轄市、縣(市)政府充實各該地區災害防救計畫的工作內容與執行方式(李維森 2007:59)。

而國內陳學涑(1984)、經建會(1990)、黃英(1994)、吳榮平(1996)、葉光毅(2005)等，也對於防災準備工作、充實救災能力、災害發生後災情訊息之蒐集與研判(如何蒐集正確災情)、防災組織等項目對台灣現行的防災體系提出檢討與建議，提議政府與學者將理論與實務整合，建構整體性的災害防救體系。

防災空間系統顧名思義為實質空間內，對應於重大災害(通常為地震災害)時，依據都市空間結構、土地使用型態、現況發展而訂定之防災空間，在台北市都市防災空間系統的規劃中，防災道路系統主要是依據道路所在地理位置與實質空間條件等，以道路層級劃分的方式，分別賦予其不同的防災功能：(下圖 9)

一、 緊急通道

為考慮可延續通達全市各區域，指定路寬 20 米以上之主要聯外道路為第一層級之緊急通道。災害發生後，為使搶救的工作順利進行，應對緊急道路之人員及車輛實施通行管制。

二、 輸送、救援通道

以區域內路寬 15 米以上之道路為指定對象，配合緊急道路架構成完整之交通路網。此層級道路主要提供避難人員通往避難區路徑，及車輛運送物資至各防災據點之機能。

三、 消防通道

考慮消防車輛投入滅火的活動，以區域內路寬 8 米以上之道路為指定對象。除保持消防車輛行進暢通與消防機具操作空間之確保外，所架構的路網，還必須滿足有效消防半徑 280 米的要求，避免圍蔽的街廓產生消防死角。

四、 緊急避難通道

以區域 8 米以下道路為指定對象，此道路層級的劃設，主要作在各個指定作為避難場所、防災據點之設施無法臨接前三個層級之道路網時，而劃設一輔助性的路徑，以連絡其他避難空間、據點或連通前三個層級通道。

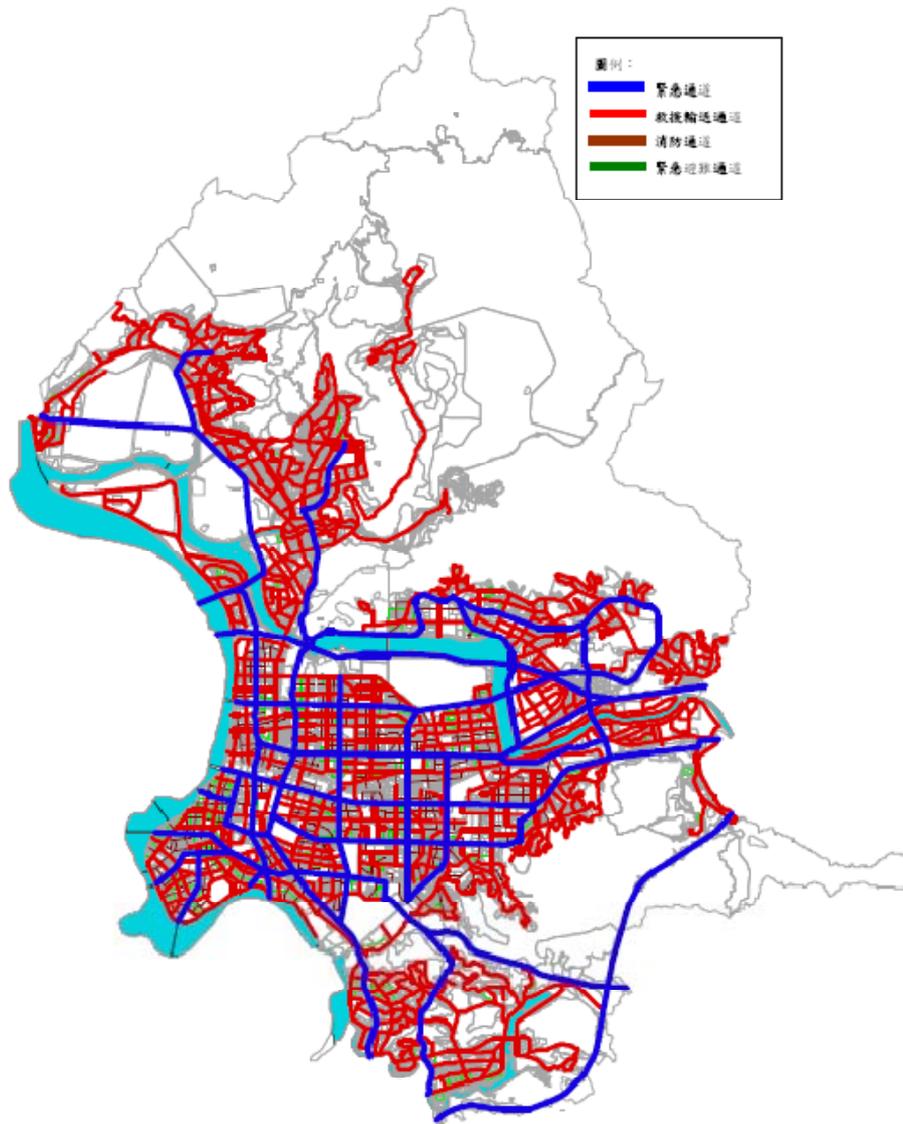


圖 9 台北市防災道路系統圖

資料來源：內政部建築研究所，2000 年，都市計畫防災規劃手冊彙編

防災道路系統是否於災後成功運作，著實地影響著災後避難、救災、重建等過程，也就是說，防災道路系統的好壞對於避難與救災的成效有著關鍵性的影響。同時，道路系統在災害應變發生的時序上，是第一個開始運作的防災空間系統，也因此，本研究將施工圍籬的施工範圍更細部的描述於道路系統之中，以台北市防災道路系統規劃為路網劃設之基礎，運用 GIS 路網分析功能，分析在都市大規模道路施工圍籬的影響之下，消防救災能力的改變、檢討都市大規模道路施工圍籬對道路的阻隔，提出施工圍籬於施工時之配置，以及與消防隊於大規模施工圍籬存在時，其救災動線、路網規畫方案應如何因應。



第二節 地理資訊路網分析

過去二十年來，路網分析(NETWORK ANALYSIS)是一個 GIS 發展的重要項目之一，過去的空間分析幾乎都依賴區位分析與統計軟體強大的區位分析功能來加以輔助。

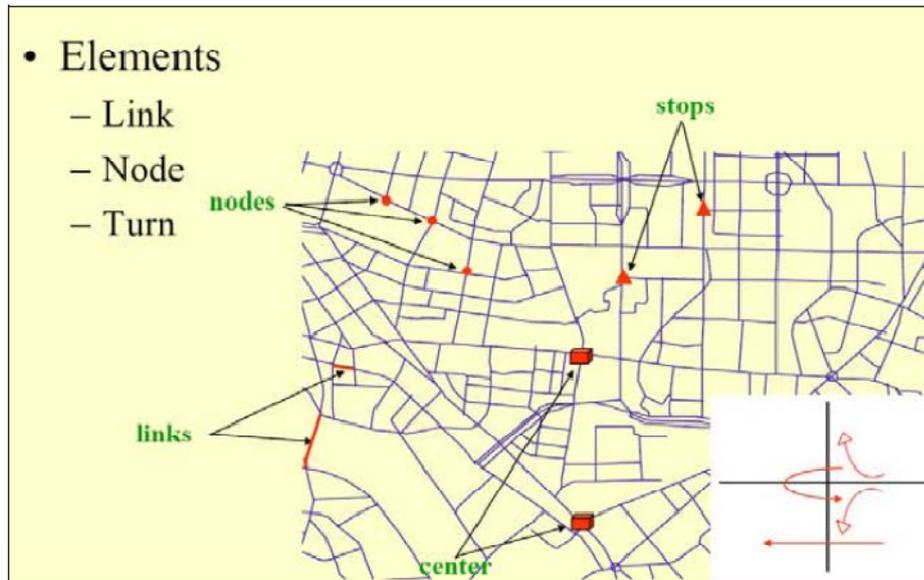


圖 10 地理路網示意圖

資料來源：林峰田地理資訊系統課堂講義

一、GIS 路網屬性：由於路網有許多屬性，其屬性包括

(一)連線阻抗(linear impedance)：路寬、路長、鋪面、速限、速率(可能隨尖峰時段、假日/非假日而變化)。

(二)轉彎阻抗(turn impedance)：以 turn table 紀錄之，包括四部份：路口編號、各起迄(F/T)道路編號、准許項目(左/右轉、直行、或迴轉)、所需時間。

(三)單行道及道路封閉(one way or closed streets)：可於 turn table 表示，或另以一表格表示。

(四)立體交叉(overpasses and underpasses)：可於 turn table 表示，或另以一表格表示。



圖 12 最接近設施示意圖

資料來源：ARC GIS Network_Analysis_tutorial.pdf

藉由 GIS 路網分析，可找到距離節點最近的設施，同時 GIS 也可列出車輛經過之路徑。

(三)計算服務範圍：假設需求空間分布已知，且兩個以上的設施地點為固定，為各設施劃分服務範圍，以求特定目標之最佳化。

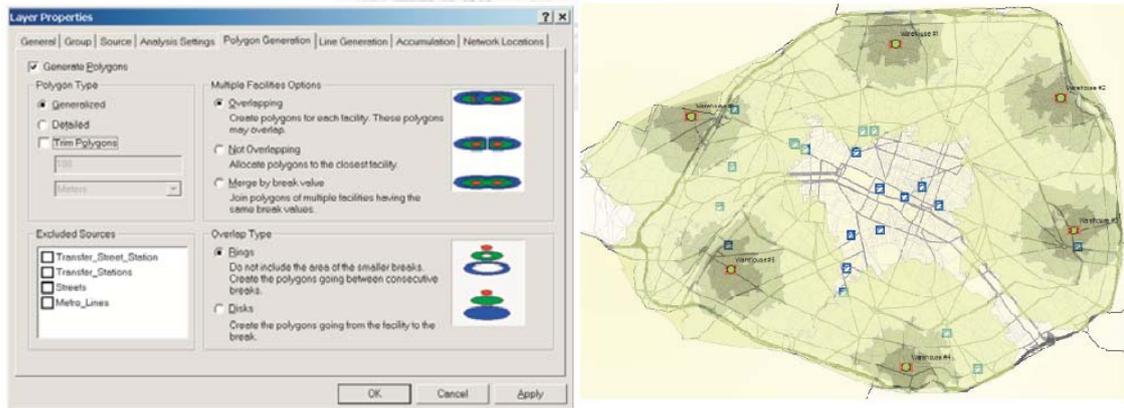


圖 13 服務範圍示意圖

資料來源：ARC GIS Network_Analysis_tutorial.pdf

藉由 GIS 路網分析，可選擇不同服務範圍的表現方式，分析各設施之服務範圍，使服務範圍的表現方式更完善，突破以往以直線為距離、圓圈表示範圍情形。

同時也可表現起迄點(OD, Original-Destination)，使交通規劃能更完備。

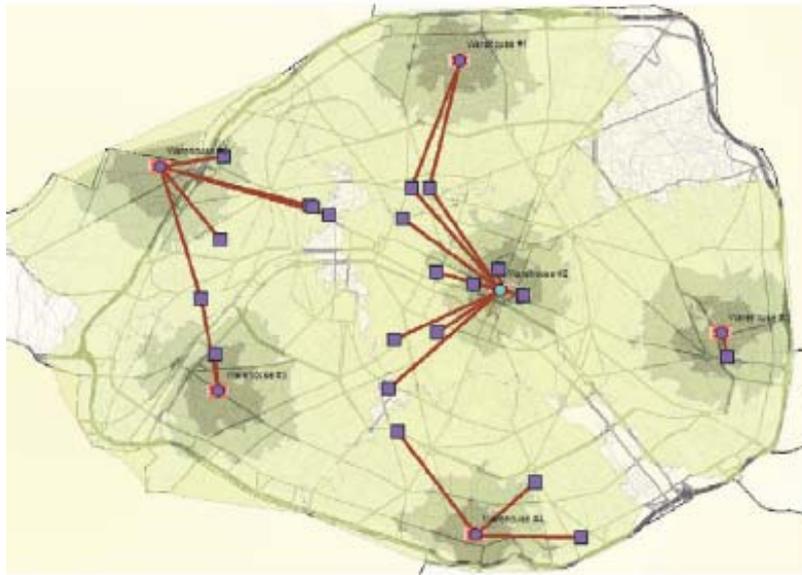


圖 14 路網分派示意圖

資料來源：ARC GIS Network_Analysis_tutorial.pdf

(四)資源分配：在路網上計算、展示某資源的空間分布及功能範圍，該資源可以是人(people)、財貨(goods)、服務(service)、資訊(information)、能源(energy)等。

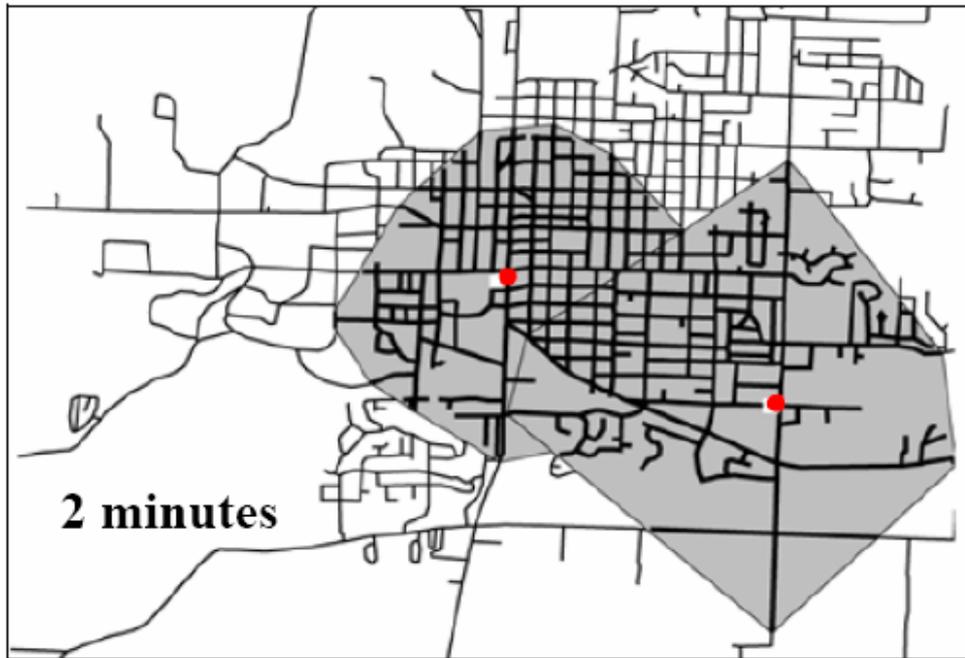


圖 15 資源分配示意圖

資料來源：林峰田地理資訊系統課堂講義

區位限制下，解決供給、需求資源分配的問題 (P-中心問題)：在有 n 個節點的網路上放置 p 個伺服器，希望在所有使用者的服務距離（即每一個使用者到最靠近自己之伺服器的距離）中最遠的那一段能夠越短越好。(游弘毅 2008; 樓邦儒 1994)一般而言，P-中心問題是應用在緊急設施區位問題上，如消防站、醫療中心、警察局等設施之區位(張文侯 1997:2-7)。

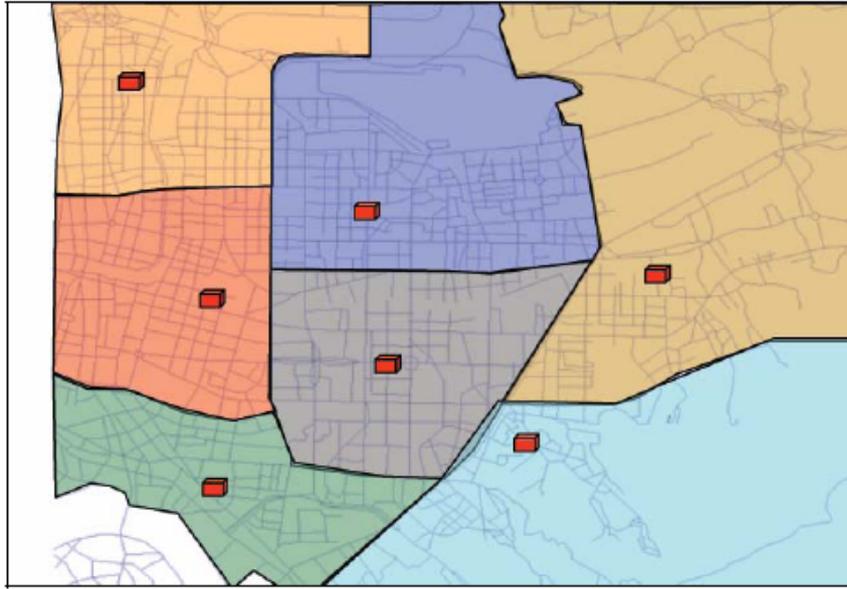


圖 16 資源分配示意圖

資料來源：林峰田地理資訊系統課堂講義

論文中將使用 GIS 路網分析功能來分析消防隊服務範圍，並參考 A gis based decision support tool for route deviation transit scheduling and service design(Madhavapeddi 1999)，模擬當道路上有連續、部分阻斷性施工圍籬時，服務範圍、消防車動線的改变。

第三節 道路工程與施工圍籬

一、 道路工程

道路工程為國家建設之基本工程，隨著經濟發展之需要，道路工程之增加是無法避免的(張公僕，2006)。道路工程在建設時，不僅只有平時所見的路面而已，其空間結構有：路面路基、排水側溝、填方坡面或挖方坡面及結構物、交通附屬設施、植栽、地下結構物及管線、其他結構等，如下圖 11 所示。

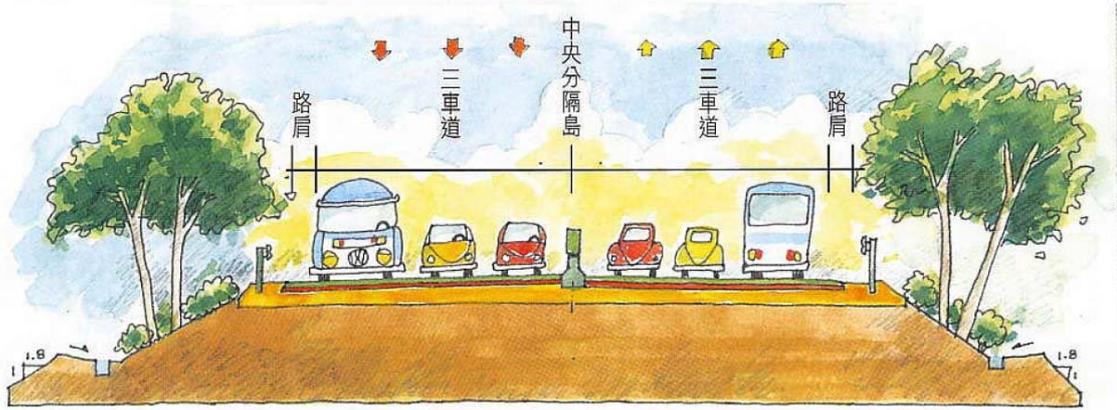


圖 17 道路空間結構斷面圖

資料來源:國工局

國內外有關道路工程之研究，近年來多關注於道路工程與生態工法之結合，在國內如張公僕(2006)、黃文治(2005)、楊松隆(2004)等，此類研究主要針對生態工法的現況與發展(包含建築工法)做說明，並且大量介紹生態工法所能運用之範疇，盡力將道路工程導入生態工法，期望能夠透過生態工法之引入達到道路建設與環境共生共榮之結果。

鐵路地下化更是台北市重要之交通工程，國內對於鐵路地下化工程之研究主要分為三類，第一類為探討鐵路地下化對交通路網之影響，國內相關研究有：曾正富(1982)、簡修德(1986)、魯勵翰(1987)以交通流量分配之方法試圖模擬地下化前後交通路網流量上之變化，以達鐵路地下化改善交通之目的。第二類為探討鐵路地下化工程，相關的研究有：李有樂(1997)研究共構工程管理以鐵路地下化工程為例，鄭振榮(2006)研究地盤改良扶壁樁於鐵路地下化工程之應用，吳宇宙(2008)軌道工程基本設計完程度之研究。第三類探討鐵路地下化後，所產生大量交通土地未來之運用，相關研究有吳曜馨(2008)活化型生態大眾運輸村選址評估架構之研究。

本論文與前述探討鐵路地下化對交通路網之影響之研究有所差異，在鐵路地下化工程進行的同時，該如何兼顧工程安全與都市防救災能力？因此，在文獻回顧中，筆者將釐清國內外相關對於「道路施工圍籬」之研究方向，找出「道路施工圍籬」與「都市防救災能力」之間的關係。

二、 道路施工圍籬

國外在道路施工圍籬方面的研究，多將施工圍籬(construction fence)視為工程材料之一，在 *Support for Construction Fence* 一書中已詳細敘述施工圍籬各部件之功能與尺寸，在此就不再贅述，因此本節主要就國內對於施工圍籬之相關研究加以補充。

國內對於施工圍籬之研究多以探討圍籬之耐風、防風功效為主，探討圍籬之長寬比例以及間隔所能達到容受之風力如何。(楊清華, 2005)雖然都市施工圍籬為一道路施工很普遍的現象，但國內對於都市施工圍籬之定義以及其對於都市交通所造成之影響的部分，卻鮮少有相關文獻研究探討。

而在公共工程方面，主要針如何減少施工圍籬所造成之道安問題，此類問題之嚴重性在道路施工工程安全通報案件中可觀察到，道路施工工程安全通報案件中與**危害交通安全**有關案件占總通報數量的 25%左右。



圖 18 道路施工工程安全通報案件比例

資料來源：行政院公共工程委員會全球資訊網，2009

雖然在法規中已有規範圍籬的設置，如：建築技術規則第一百五十二條，(圍籬之設置) 凡從事本編第一五〇條規定之建築行為時，應於施工場所之周圍，利用鐵板木板等適當材料設置高度在一·八公尺以上之圍籬或有同等效力之其他防護設施，但其周圍環境無礙於公共安全

及觀瞻者不在此限。公共工程委員會也針對公路工地之圍籬、拒馬、警告標誌、警告燈號有相關的作業準則。



圖 19 公路工地配置準則

資料來源：林建元都市再生專題課堂簡報

現實在執行上仍有許多問題待解決，常見問題有：護欄未平順及連續式密接、無交通引導人員、人行通道未設置號誌、斑馬線寬度縮減、圍籬的鋪設造成道路不平、安全圍籬連接不密合且傾斜、車道部設改道路線及標線不明、護欄形式不一等問題。



圖 20 現行護欄、圍籬施工常見問題

資料來源：林建元都市再生專題課堂簡報

國內工程施工單位、管理單位對於施工圍籬的看法也和國外研究相同，同樣將圍籬視為工程材料之一，所以在施工前依據施工說明書技術規定道路工程須擬定交通維持計畫：承包商應在施工前，根據其施工計畫，並依「道路交通標誌、標線、號誌設置規則」、「交通工程手冊」及當地交通主管機關訂定相關各項道路工程施工期間之交通維持計畫製作及送審規定，擬訂各項施工之交通安全維持及管制計畫，送工程司審查後，轉送該縣（市）道路交通安全聯席會報（以下簡稱道安會報）通過後實施，俾利維持施工地區交通順暢。（交通部 2007.8）

在施工圍籬的部分，減少施工圍籬對道路安全的影響固然重要，但是大規模、連續的道路施工圍籬就算有交通維持計畫，在本質上還是會僅造成交通之阻隔，同時站在都市安全的角度，施工圍籬對於都市救災能力的衝擊不容小覷，所以本研究將探討施工圍籬所造成的交通阻隔，探討在不同施工圍籬配置的方案下，都市消防救災能力的表現。

第四節 設施區位問題

設施區位問題（location problem）在 1980-2000 年曾被廣泛的探討與研究，區位問題被探討的範圍很廣，相關的文獻也很多，其中包含私部門工廠廠房選址、貨物專運站設置、連鎖店零售商店的開設地點；在公部門方面則包括公園、學校、圖書館、醫院、消防隊、救護站、垃圾場等設施方面的問題。

區位問題可以歸納為三種類型，第一種是：假設已知需求的空間分布，決定一個設施的最

佳區位；第二種是：運輸問題，假設需求的空間分布已知，且兩個以上的設施地點固定，為各設施劃分服務範圍，求特定目的最佳化；第三種問題類型為：前兩種類型的集合，也稱為區位-分派(Location-Allocation Model)，此種問題類型是已知設施需求的空間分布，需要決定所需之設施數目(二個以上)以及這些設施所應分佈的地點，以求設施服務水準最高(林建元 1990)。

從韋伯的工廠區位理論開始揭開了區位理論研究的序幕(John current 1990)，早期的區位模式(Location Model)研究，只能處理單一設施(Single Facility)及簡單運輸成本函數(Simple Transport-cost Function)的問題，後續研究者為了使區位問題能夠更符合現實情況的需要，因此發展出適用於一般問題的區位模型，也就是所謂的區位-分派模型(Location-Allocation Model)，此類的區位模型不僅可解決設施最佳區位，同時也解決了各設施服務範圍的分配問題。而區位-分派模型在 1960 年代開始引起廣泛研究與應用，1980 年代後以間斷的網路(Discrete Network)替代了傳統的連續空間(Continuous Space)方式來分析問題，使得設施區位更符合真實世界的狀況。

本研究參考公共設施區位之合理配置論文中(李國正 2000)對於公共設施的分類，將公共設施分為：一、非緊急性設施，如運輸場站、公園、學校、郵局、加油站、行政中心、市場、圖書館等；二、緊急性設施，如消防隊、醫院、警察局等；三、鄰避設施，如垃圾掩埋場、焚化爐、火葬場等。其中，緊急性設施由於需考慮救災、救難時效性的問題，因此僅能有效地照顧到服務範圍之內的需求點，針對這類問題適合以覆蓋問題(LSCP 或 MCLP)或 P 中心問題進行分析，屬於這類的公共設施有：消防隊、醫院、警察局等(李國正 2000)。

經由以上分類可看出，消防隊在眾多公共設施中屬於緊急性設施，其設置區位的良劣，直接與消防救災有著相當大的關係，同時，也與都市防災的功能密不可分。

過去研究設施區位理論主要分析模式分為以下四類，其他的分析模式大多以這四類為基礎予以變化，或依據問題特性而另外建置特殊的模式(朱嗣德 1986)。本節將介紹以下四類設施區位模式以做為本研究後續工作之基礎。

一、 P-中位問題(p-median problem)

P-中位模式之目標為：尋找預先設定設施數目的最適分佈區位，使設施與需求點之間之總加權旅行距離和最小化。其以數學式列式如下：

$$\text{Minimize } \sum_i \sum_j h_i d_{ij} Y_{ij} \quad (1)$$

$$\text{Subject to: } \sum_j X_j = P \quad (2)$$

$$\sum_j Y_{ij} = 1 \quad \forall i, \quad (3)$$

$$Y_{ij} - X_j \leq 0, \quad \forall i, j, \quad (4)$$

$$X_j \in \{0,1\} \quad \forall j, \quad (5)$$

$$Y_{ij} \in \{0,1\} \quad \forall i, j \quad (6)$$

其中

i =需求點的編號

j =設施可能配置點的編號

h_i = i 需求點的需求量

d_{ij} = i 需求點與 j 設施位置間的距離

P =設施的數目

決策變數

$$X_j = \begin{cases} 1, & \text{位置 } j \text{ 有配置設施} \\ 0, & \text{位置 } j \text{ 無配置設施} \end{cases}$$

$$Y_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{需求點 } i \text{ 由 } j \text{ 之設施服務} \\ 0, & \text{需求點 } i \text{ 不由 } j \text{ 之設施服務} \end{cases}$$

P 中位模式是何用於解決非緊急性公共設施之區位問題，運用相當廣泛，國內相關研究如：黃淑姿 (1982) 係應用 P 中位數模式來配置鄰里公園；馮先勉 (1982)、邊泰明 (1982) 均應用 P 中位數模式來配置加油站的區位；連乾文(1986)、梁豐裕(1994)以行政中心為研究對象；李國正(2000)以 P 中位數模式來研究公共設施區位之合理配置；陳和斌(2007)則研究公園綠地設施區位選址。

二、 P-中心問題(p-center problem)

P-中心問題之目標在尋找預先設定設施數目的區位分佈，使設施與需求點間的最大距離最小化，意即其目標在最小化任何需求點與其最近設施之最大距離。以數學式表示如下：

$$\text{Minimize } D \tag{1}$$

$$\text{Subject to: } \sum_j X_j = P, \tag{2}$$

$$\sum_j Y_{ij} = 1 \quad \forall i, \tag{3}$$

$$Y_{ij} - X_j \leq 0 \quad \forall i, j, \tag{4}$$

$$D \geq \sum_j d_{ij} Y_{ij} \quad \forall i, \tag{5}$$

$$X_j \in \{0,1\} \quad \forall j, \tag{6}$$

$$Y_{ij} \in \{0,1\} \quad \forall i, j \tag{7}$$

其中

i =需求點的編號

j =設施可能配置點的編號

h_i = i 需求點的需求量

d_{ij} = i 需求點與 j 設施位置間的距離

P =設施的數目

決策變數

$$X_j = \begin{cases} 1, & \text{位置 } j \text{ 有配置設施} \\ 0, & \text{位置 } j \text{ 無配置設施} \end{cases}$$

$$Y_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{需求點 } i \text{ 由 } j \text{ 之設施服務} \\ 0, & \text{需求點 } i \text{ 不由 } j \text{ 之設施服務} \end{cases}$$

國內運用 P -中心模式來做研究者有：陳俊宏(1986)運用 P -中心模式來探討郵局之區位分佈。

三、 區位設施之服務範圍問題(Location Set Covering Problem, LSCP)

這類問題在尋找最少設施數目的最適區位配置，能使所有需求點在一定的範圍內接受設施服務，其目的在最小化設施配置成本，在不考量各個需求點在需求量上的差別，各需求點均需被包含在設施服務範圍之內。其數學列式如下：

$$\text{Minimize } \sum_j C_j X_j \quad (1)$$

$$\text{Subject to: } \sum_{j \in N_i} X_j \geq 1 \quad \forall i \quad (2)$$

$$X_j \in \{0,1\} \quad \forall j \tag{3}$$

其中， C_j 為 j 點設置設施的固定成本； $N_i = \{j | d_{ij} \leq S\}$ ，代表能將需求點 i 納於服務範圍內之可能設施位置之集合， S 代表設施服務範圍之最大距離。

四、 最大服務範圍之區位問題(Maximal Covering Location Problem, MCLP)

這類問題在解決已知固定數量的設施，使設施服務範圍下的需求量最大化，其數學列式如下：

$$\text{Maximize } \sum_i h_i Z_i$$

(1)

$$\text{Subject to: } Z_i \leq \sum_{j \in N_i} X_j \quad \forall i, \tag{2}$$

$$\sum_j X_j \leq P, \tag{3}$$

$$X_j \in \{0,1\} \quad \forall j, \tag{4}$$

$$Z_i \in \{0,1\} \quad \forall i \tag{5}$$

其中， $Z_i = 1$ 表示需求點 i 有被含蓋在設施服務範圍內， $Z_i = 0$ 則表示需求點 i 未被含蓋在設施服務範圍內。

表 3 設施區位模式與設施特性對應檢討表

區位模式名稱	理論探討與分析	適用設施
P-中位問題 (P-median)	本模式目的在尋求設施與需求點之間最小化的總加權旅行距離，進而求解出預設的設施數目與其最適當的坐落位置。	非緊急設施

P-中心問題 (P-center)	本模式目的在尋求設施與需求點之間最大距離最小化，以求取預定之設施數和區位點，意指目標在最小化時，任何需求點與其最近設施之最大距離。	緊急設施
區位設施之服務範圍問題	本模式目的在最小化設施的配置的成本為目標，尋求最少設施數的最適區位，使所有需求點都在設施服務範圍內，此模式並不考量各需求點之間的差別，且各需求點均被包含在特定的設施服務距離範圍之內。	非緊急設施 緊急設施
最大服務範圍之區位問題	本模式目的在於求取設施最大化服務範圍內的需求數量，並滿足已知配置數量的設施	非緊急設施、緊急設施
反中位問題	本模式與 p-中位模式的差一點在於本模式主要尋求設施與需求點之間最大化的總加權旅行距離，進而求解設施數目與最適分佈區位。	鄰避設施
反中心問題	本模式與 p-中心問題恰好相反，其目標式主要尋求最大化的服務設施與需求點的最小距離。	鄰避設施
反區位設施之服務範圍問題	本模式以目標函數需求設施數的最大值，意指以最多設施數來服務需求	非緊急設施

資料來源：李國正，2000；林千琪，2003；林宏晉，2004；陳和斌，2007

而國內研究相關設施區位問題，本研究整理如下表：

表 4 國內有關設施區位問題研究回顧表

作者	研究設施	設施特性	研究方法
段良雄(1979 年)	遊憩設施	非緊急性	極大鎊
陳俊宏(1981 年)	郵局	非緊急性	P-重心
蔡嘉哲(1982 年)	消防隊	緊急性	P-中位

作者	研究設施	設施特性	研究方法
馮先勉(1982年)	加油站	非緊急性	P-中位
黃淑姿(1982年)	公園	非緊急性	P-中位
張建一(1982年)	零售市場	非緊急性	P-中位
邊泰明(1982年)	加油站	非緊急性	P-中位
鄧清乾(1983年)	副都心	非緊急性	P-中位
張 璠(1983年)	捷運車站	非緊急性	P-中位
張登欽(1984年)	國民中學	非緊急性	P-中位
池三寶(1984年)	大眾運輸場站	非緊急性	P-中位
周志峰(1984年)	台電公司燃煤運送體系	非緊急	網路分析
蔡輝昇(1985年)	配送中心	非緊急性	P-中位
連乾文(1986年)	都市市政中心	非緊急性	P-中位
張昭堯(1987年)	石油儲運中心	非緊急性	P-中位
陳欣得(1987年)	多目標區位問題	非緊急性	P-中位、P-中心、AHP 法
王鐸元(1988年)	焚化爐	鄰避	多準則評估法
謝敏文(1988年)	衛生掩埋場	鄰避	地理資訊系統
馮正民、解鴻年 (1989年)	緊急設施	緊急性	數學規劃法
林建元等人(1990年)	消防設施	緊急性	多準則評估法
韋彰武(1990年)	學校	非緊急性	多目標規劃法
柯于璋(1990年)	有線電視分區劃設問題	非緊急性	多目標規劃法
黃敏捷(1990年)	焚化爐	鄰避設施	P-中位、成本上下限制
施鵬程(1991年)	郵局	非緊急性	決策支援系統
楊進財(1991年)	緊急設施	緊急性	多準則評估法
蕭再安(1992年)	競爭性設施	非緊急性	多目標決策
梁豐裕(1994年)	行政中心	非緊急性	P-中位
阮如雲(1994年)	捷運車站	非緊急性	p-中位

作者	研究設施	設施特性	研究方法
陳正雄(1994 年)	加油站	非緊急性	地理資訊系統應用
李忠璋(1995 年)	捷運車站	非緊急性	地理資訊系統應用
王鏡元(1996 年)	焚化爐	鄰避設施	Location III 決策支援系統
張文侯(1997 年)	緊急避難場所	緊急性	P-中位
曾國雄、林楨家(1997 年)	消防隊	緊急性	Topsis 多目標規劃法
劉怡萱(1999 年)	救災路線選擇、緊急避難場所	緊急性	地理資訊系統應用
李國正(2000 年)	公共設施	非緊急性	P-中位
曾玉津(2001 年)	掩埋場	鄰避設施	模糊層積分析法、地理資訊系統應用
劉暉廷(2002 年)	事業廢棄物處理場	鄰避設施	多準則評估法
呂逸山(2002 年)	公有路外停車場	非緊急性	P-中位、地理資訊系統應用
廖晉廷(2002 年)	停車場	非緊急性	P-中位、AMPL(a modeling language for mathematical programming)
蔡兆興(2003 年)	高速公路休息站	非緊急性	保留價格
林千琪(2003 年)	國民中學	非緊急性	P-中位、AMPL
王敬甯(2003 年)	學區規劃	非緊急性	節點替換(Vertex substitution)
楊國柱(2003 年)	殯葬用地	鄰避設施	境租模型
林宏晉(2003 年)	鄰里公園	非緊急性	蒙地卡羅模擬法、P-中位
徐建樑(2005 年)	行動電話基地台	鄰避設施	地理資訊系統應用
陳和斌(2007 年)	公園綠地	非緊急性	地理資訊系統應用

資料來源：本研究自行整理

在國外已有許多學者針對消防隊區位問題加以研究，同樣的，在我國也有許多的論文在探討消防隊甚至是公共設施的區位問題，但是大多應用簡單的區位模式來計算最小的設施數，以

得到最大的服務效果，而在 1990 年代以後其研究方法更爲多樣化，基本上是以 P-中位模型爲核心，並搭配多目標規劃法(multiple objective programming)、分析階層程序法(analytic hierarchy process)、模糊分析階層程序法(fuzzy analytic hierarchy process)、地理資訊系統等來做分析、研究。

而本研究擬結合交通路網與區位分派模式之功能，來探討當都市的交通路網受到大型施工圍籬的阻隔時，消防隊的區位應如何做應變，更能夠比以往的研究和 GIS 系統結合。隨著地理資訊系統發展的日趨成熟，GIS 軟體功能也日漸增強、操作簡單化以及電腦硬體價格下降，更使得 GIS 軟體能被普及地運用，故本研究除創造更有效率的規劃也能創造使非專業者直覺理解之視覺化地圖。

表 5 研究內容摘要

項目	內容		備註
研究對象	地區性公共設施	緊急性設施	鄰避設施設施僅做概述，不深入探討
研究焦點	交通路網改變時設施區位配置的效率性與公平性		
研究觀點	政府與使用者的觀點		
使用模式	P-中心的區位模式		
實例研究	以消防隊(緊急性設施)爲例		以台北市南港區爲實例研究地區

資料來源：本研究自行整理

第六節 小結

台北市都市防災空間系統的規劃中，雖是依據各道路所在之地理位置與實質空間條件來劃設防災道路，並對道路之功能分級進行討論，但其實其中有許多路寬 20 米以上之道路在近十

年來都在進行台北捷運的施工工程，這些施工圍籬對於道路服務水準有直接的影響，同時，又由於交通部門在災害發生之後，更維繫許多救災工作的進行，例如：搶救生命、物資運送、維生系統之維護。因此，本研究嘗試探討都市大規模施工圍籬所造成的交通阻隔，對於都市防救災功能之影響。

在過去設施區位決策系統的論文中，多解決如何以最少的設施來服務最大的範圍、最大的需求量，但是卻無針對不同的道路狀況給予更多的限制，以反應更真實的設施區位狀況，同時，從文獻整理中發現，過去有分析道路狀況之研究多著重於震災造成道路無法使用的原因，而沒有道路工程或是大規模施工圍籬造成道路無法使用的相關研究，因此，本研究嘗試參考震災行車效能分析來模擬大規模施工圍籬存在時之行車效能。

在規範與設定出大規模施工圍籬存在時之行車效能後，本研究將設施區位選擇結果投入不同的路網情境，對消防救災能力做評估，並且結合區位分派模式與地理資訊系統的應用，讓研究成果透過地理資訊系統展現，型成更直覺化的規劃參考。



第三章 消防隊反應時間與設施區位模式之建立

本研究運用區位分析軟體與地理資訊系統相結合，透過地理資訊系統處理空間資料、展圖，繼而將這些空間資料轉化成區位分析軟體所需的資料格式，以進行區位分析，接著，再將區位分析之結果回饋至地理資訊系統中，以將設施區位結構與需求分派情形在地理資訊系統中顯示。

第一節 消防隊行車速率分析

消防救災共分為報警、派遣、奔馳、救災四個階段，在理想狀況下，發現者在發現後，迅速向 119 勤務中心通報，其通報時間與電話(包含手機、公用電話)的數量與分佈有關，由於考慮現實手機普及率極高，所以本研究假設通報時間為一分鐘。而派遣時間在 119 接獲報案，至派遣消防隊，各消防分隊在接獲命令後出動，參照台北市政府消防局外網所提供之 119 智慧型消防勤務輔助派遣系統簡介，本研究假設派遣時間為一分鐘，但其中不包含各分局消防隊員接獲派遣訊息後抵達消防車、出發救火之時間。

本研究假設在消防救災過程中報警與派遣的時間為一定值，所以對於整個救災影響最大的就是消防隊奔馳的時間，奔馳時間將受到救災地點與最近消防隊之距離而變動。以下列式探討消防隊在大型施工圍籬存在時，消防車速率的變化。

在本研究之中，需衡量大型施工圍籬對於都市交通之影響因子，假設消防隊面對大型施工圍籬時行車速率變化如下列計算式：

$$V' = C * I * V$$

V' = 行車速率

C = 基本行車速率調整係數

I = 大型施工圍籬影響指標

V = 該路段的基本行車速率

一、 基本行車速率調整係數， C^1

由於道路的寬度對救災效率之影響甚大，本研究之道路行車效率調整係數(C)採用道路單向車道數為其影響因子。如單向車道數僅有一車道時，因可能因周圍行車速率降低而影響救災效率；相反地，當道路單向車道數大於兩車道以上時，對於緊急車輛之行駛較有彈性。因此，車道數若越多，緊急車輛的行車速率可適度提高。本研究擬定的 C 值如下：

- (一) 單向車道數為 1 之路段，C 為 1.0；
- (二) 單向車道數為 2 之路段，C 為 1.1；
- (三) 單向車道數大於 2 之路段，C 為 1.2；

下圖 13 為針對台北市交通路網各路段基本行車速率調整係數示意圖。台北市交通路網數值圖中 14,083 個路段，單向車道數等於一車道(C 為 1.0)之灰色路段有 11,081 筆，單向車道數等於二車道(C 為 1.1)之綠色路段有 1,520 筆，單向車道數為二車道以上(C 為 1.2)之紅色路段有 1,482 筆。

¹ 本研究中 C 值之訂定參考葉錦勳台北市震後救援道路及避難道路規劃研究中「基本行車速率調整係數」

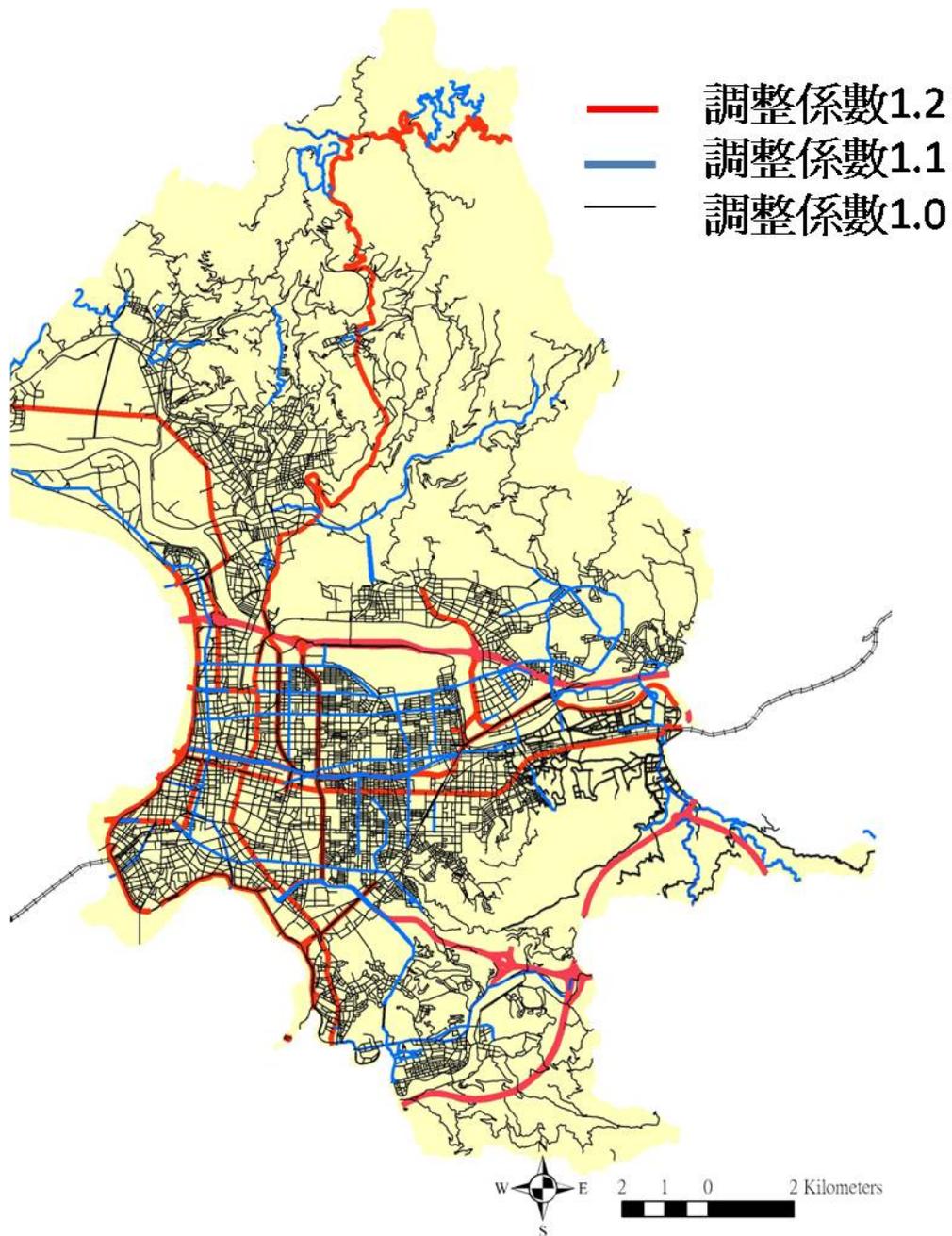


圖 21 台北市各路段基本行車速率調整係數示意圖

資料來源：本研究自行整理

二、 大型施工圍籬影響指標，I

有關施工圍籬的影響指標，由於國內目前尚無相關之研究，本研究參考日本東京都

市計畫局，地震區域危險度調查報告書之方法來推算道路混雜、障礙造成之速度低減率。

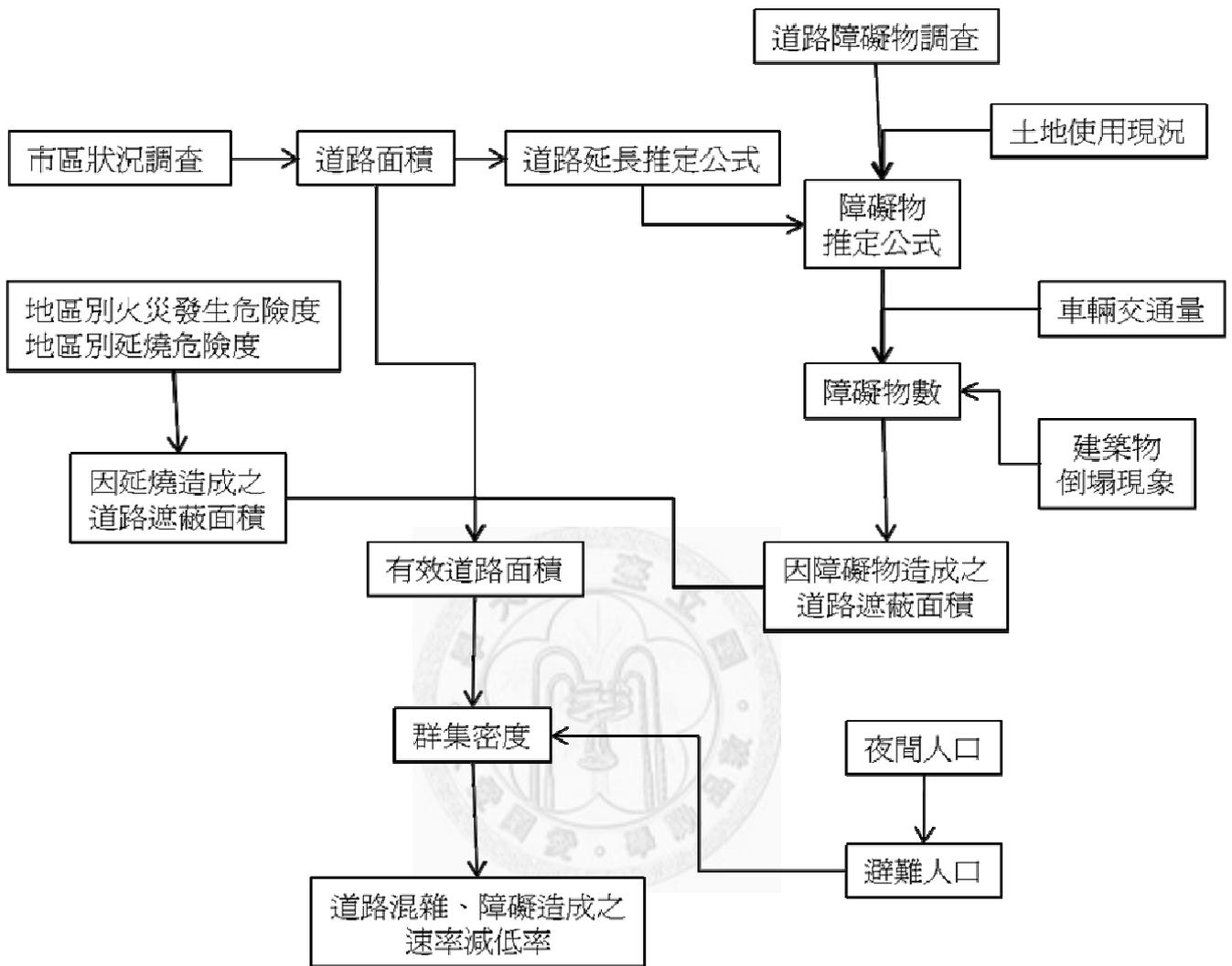


圖 22 道路混雜、障礙造成之速度低減率之推算流程

資料來源：日本東京都都市計畫局，地震區域危險度調查報告書

本研究所定義的大型施工圍籬影響指標 I 可表示如下式：

$$I = F_s \cdot F_a \cdot F_b$$

$F_s = 1 - (\text{因道路施工而造成之道路遮蔽面積百分比})$

本研究以大型施工圍籬現況占用的道路車道數占總車道數之比例來表示因道路施工而造成之道路遮蔽面積百分比。

Fa = 不同施工圍籬對道路之損害造成行車速率之折減因子

表 6 各種行式施工圍籬在不同路段之行車速率折減因子

分類	無損害	輕微損害	中度損害	嚴重損害	完全損害
平面道路路段	1.0	1.0	0.9	0.8	0.7
橋梁路段	1.0	1.0	0.6	0.3	0.0
跨越之橋樑	1.0	1.0	0.8	0.5	0.2
平行之高架道路	1.0	1.0	0.9	0.8	0.7

資料來源：參考台北市震後救援道路及避難道路規劃研究²，本研究自行製作

Fb = 路段兩旁建築物、邊坡和維生管線等損害而導致行車速率折減因子

由於道路兩旁之建築物、邊坡和維生管線等資料尚未建置齊全，且不在本研究的研究範圍內，故 Fb 暫以 1.0 帶入。本研究假設路寬較大的道路受兩旁建築物、邊坡和維生管線等損害的影響較輕微；路寬較小的路段受兩旁建築物、邊坡和維生管線等損害之影響可能較大，在無法針對 Fb 值進行精確評估前，由於 C 值與路寬有密切關係，可間接包含路段受兩旁建築物、邊坡和維生管線等損害而導致行車速率折減的影響。

三、 路段基本行車速率，V

救援車在各路段之行車速率，在台北市地區大多路段之法定速限為每小時 50 公里，本研究參考交通部運研所對道路分級的定義，不同等級的路段給予不同的行車速率，藉此反應實際

² 由於尚無相關研究討論交通系統元件間受不同程度之損壞所造成之交互影響，本研究根據各種震損條件對路段的相對影響速度來訂定行車速率折減因子

救災時的行車效能，行車速率給定方法如下表。

表 7 救難車輛於不同分級道路之行車速限

道路種類	救難車輛行車速率
HW 國道(含匝道)	100
EW(快速道路(含匝道)	70
1W 省道 1U 省道，並與其他縣、鄉道或市區道路共線	60
2W 縣道 2U 縣道，並與其他縣、鄉道或市區道路共線	55
3W 鄉道 3U 鄉道，並與其他鄉道或市區道路共線 RD 市區道路/包括路、街、圓環	50
4W 產業道路 AL 市區道路/巷 OR 有路名，但無法歸類者(如：林道) OT 無路名或路名不確定道路	30

資料來源：交通部運輸研究所，2001

第二節 區位決策模式之建立

依據前述文獻回顧，消防設施屬於緊急性設施，對於設施區位的要求須考慮救災效率最佳化，在本研究中選擇 P-中心模式來決定消防隊的區位，在計算出消防隊最佳的區位之後，運用地理資訊系統帶入前述速率延遲的情況，計算消防隊在有大規模都市圍籬的阻礙之下其救災能力的表現。

一、P-中心問題

尋找預先設定設施數目的區位分佈，使設施與需求點間的最大距離最小化，意即其目標在最小化任何需求點與其最近設施之最大距離。以數學式表示如下：

$$\text{Minimize } D \quad (1)$$

$$\text{Subject to: } \sum_j X_j = P, \quad (2)$$

$$\sum_j Y_{ij} = 1 \quad \forall i, \quad (3)$$

$$Y_{ij} - X_j \leq 0 \quad \forall i, j, \quad (4)$$

$$D \geq \sum_j d_{ij} Y_{ij} \quad \forall i, \quad (5)$$

$$X_j \in \{0,1\} \quad \forall j, \quad (6)$$

$$Y_{ij} \in \{0,1\} \quad \forall i, j \quad (7)$$

其中

i =需求點的編號

j =設施可能配置點的編號

h_i = i 需求點的需求量

d_{ij} = i 需求點與 j 設施位置間的距離

P =設施的數目

決策變數

$$X_j = \begin{cases} 1, & \text{位置 } j \text{ 有配置設施} \\ 0, & \text{位置 } j \text{ 無配置設施} \end{cases}$$

$$Y_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{需求點 } i \text{ 由 } j \text{ 之設施服務} \\ 0, & \text{需求點 } i \text{ 不由 } j \text{ 之設施服務} \end{cases}$$

其中， D 代表需求點與設施間距離之最大值。(1)式表示最小化任何需求點與其最近設施的最大距離；(2)式表示需配置 P 個設施；(3)式表示每個需求點都須被指派給一個設施服務；(4)式表示需求點只允許被指派到有設施設置的點；(5)式則在定義需求點 i 到其最近設施 j 間距離的最大值；(6)式表示設施配置僅有設置(=1)與不設置(=0)兩種情況；(7)式表示需求點 i 與設施位置 j 間僅有被服務(=1)與不被服務(=0)兩種狀況。

若將目標式改為最大化服務設施與需求點的最小距離，則成為「反中心問題(anti-center problem)」，主要用於鄰避設施的配置分析。

P-中心模型的優點：

- (一) 可同時決定設施區位與服務範圍
- (二) 模型架構在追求旅行距離最小化，可顯示設施的效率狀況
- (三) 控制變數少，易於運算

P-中心模型的缺點：

- (一) 不考慮設施規模(消防隊容量)的問題
- (二) 設施數量為輸入值，無法在模式裡自行決定
- (三) 設施配置時，偏重於供給面較少考慮需求面，因此對於設施數量的決定最後另由需求面來決定，以作為補救的辦法。

第三節 地理資料庫建立

整個區位決策分析模式中，所需要建置的資料分為兩大類，一為地理資訊系統 ARC GIS 的資料；另一則為區位決策分析軟體 LINGO 的資料格式，以下分別敘述兩種資料庫建立與轉化過程。

一、 ARC GIS 資料庫建立：

ARC GIS 資料庫內的資料主要是圖形與圖形屬性資料的建檔，因為分析的需要，所以本論文使用交通部運輸研究所於 2001 年製作之「新世紀台灣地區交通路網數值地圖 1.0 版」，並經由修改來建立台北市南港區里界。另外建立人口屬性資料，以作為空間屬性資料。

(一) 路網資料：

根據文獻回顧，並非所有的道路均適合作為緊急通道，因此本研究根據相關研究對於緊急通道的規範訂定出消防通道的標準如下：

- (1) 在市區道路路寬為 15 公尺以上。
- (2) 郊區兩旁無建物之緊急通道路寬應至少 8 公尺以上。

利用 ARC GIS 的功能，在 Creating network dataset 的功能之下，將 Shape file 檔案另存成 network dataset，以方便未來做消防隊服務範圍分析時能使用。

(二) 節點資料：

本研究假設設施與需求均落於網路(道路)節點上，因此必須根據先前所建立之路網系統，運用ARC GIS的功能，在Creating network dataset的功能之下，將Shape file檔案另存成 network dataset，將Junction從路網中擷取出來，並建立含道路節點的「點圖層」。經過擷取之後產生740條線段，並產生546個道路節點。

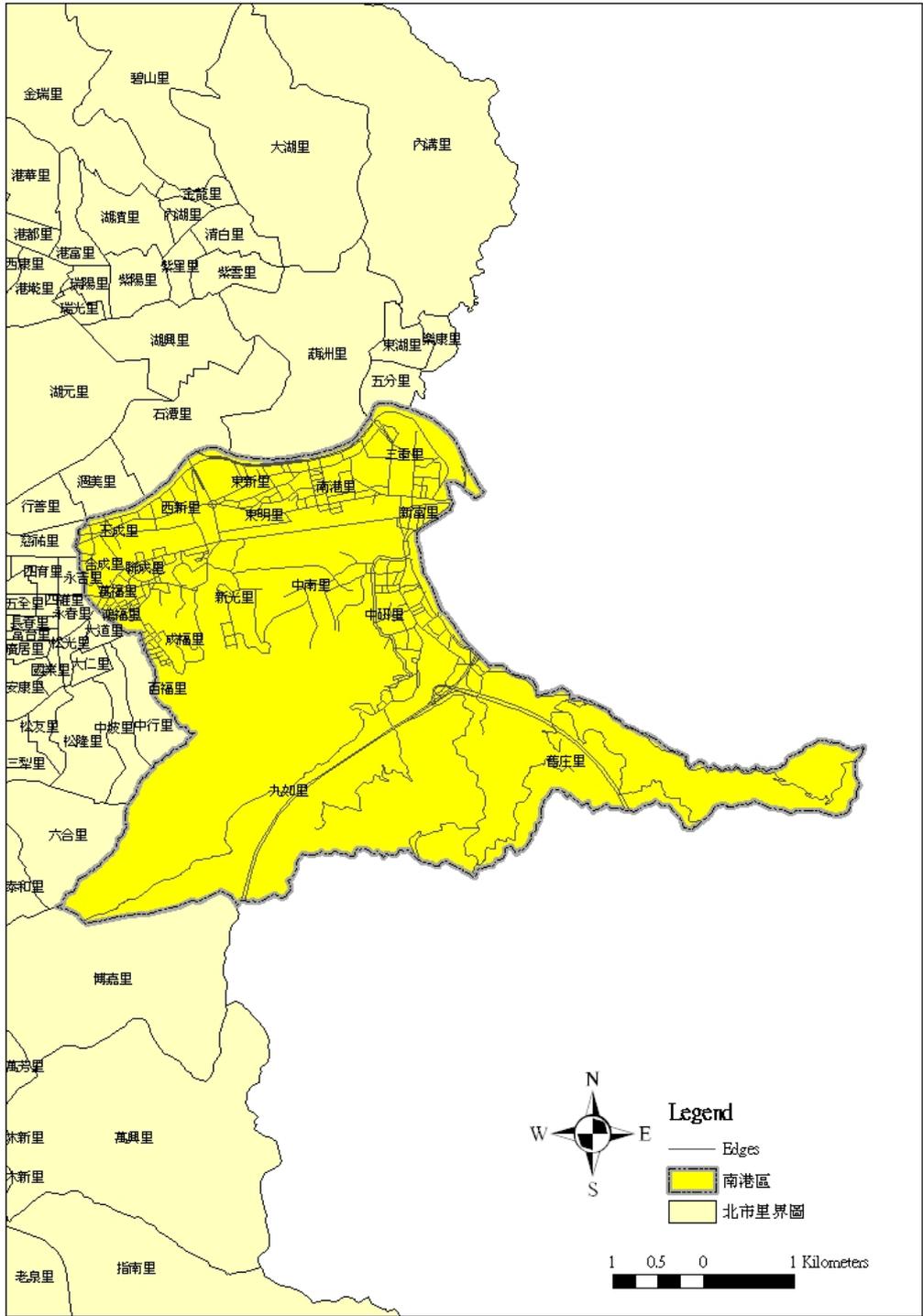


圖 23 尚未擷取路網節點前之範例應用

底圖資料來源：內政部營建署

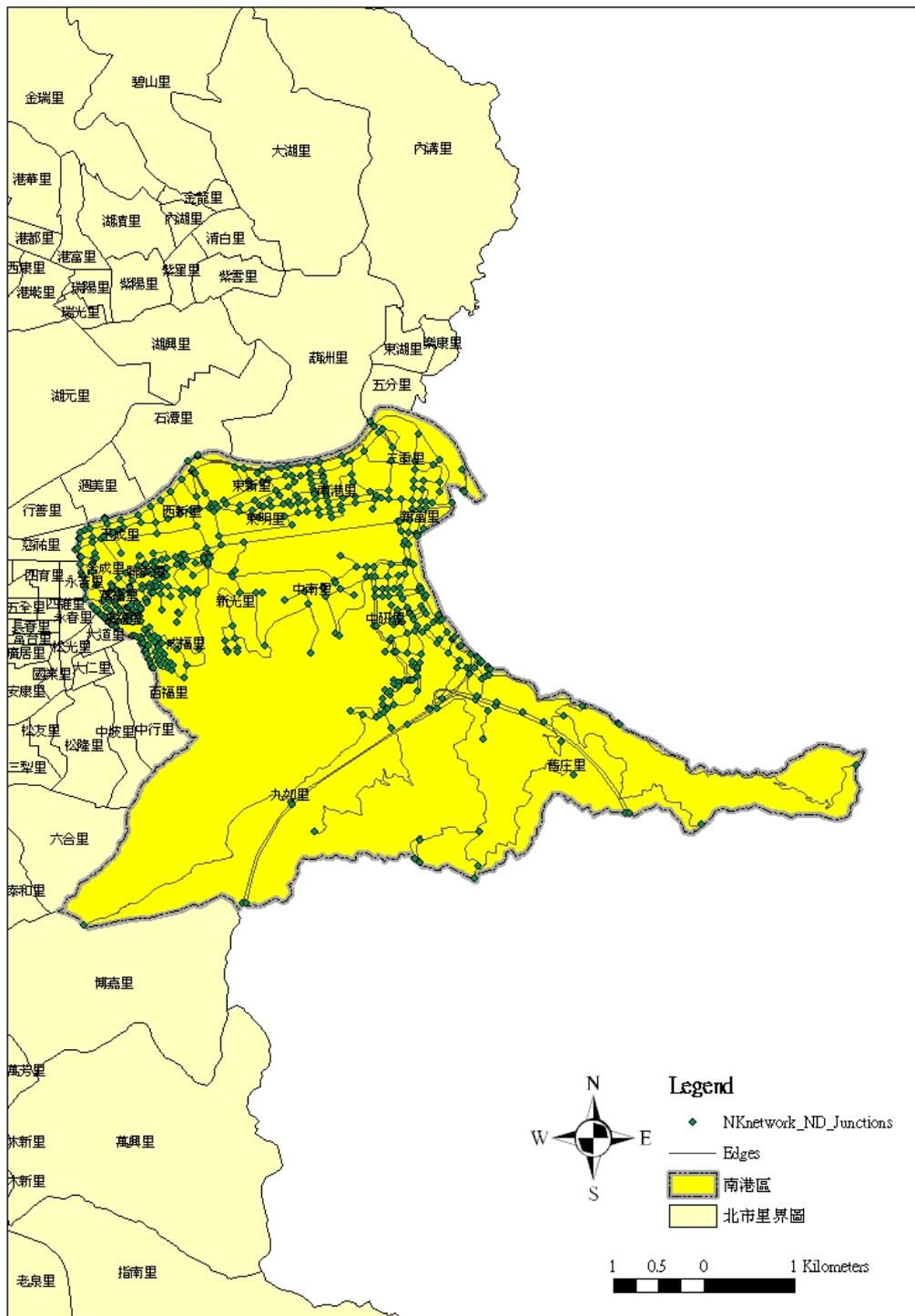


圖 24 擷取路網節點後之路網範圍

資料來源：本研究自行繪製

(三) 節點需求資料：

本研究以消防隊服務人口為服務衡量之指標，由於目前戶政人口資料是以里為最小統計單位，所以在 ARC GIS 中里界以多邊形(Polygon)表示之。

本研究假設設施、需求均落於網絡節點上，進行分析時必須將空間人口資料推估到各節點上。在本研究中，首先運用 network dataset 中 Junction 圖層，在 ARC GIS 中運用 Thiessen 指令重新建立中垂線範圍圖(節點間最短路徑的中點建立中垂線，中垂線相交成爲面)，將此一圖層與原本里圖層相疊圖後，計算每一中垂線範圍與里面積之比例，再將各里人口分配於中垂線範圍圖中，至此不僅能了解各節點的影響範圍，並且能得到各節點的需求量，藉此能統計消防隊服務範圍與需求量。

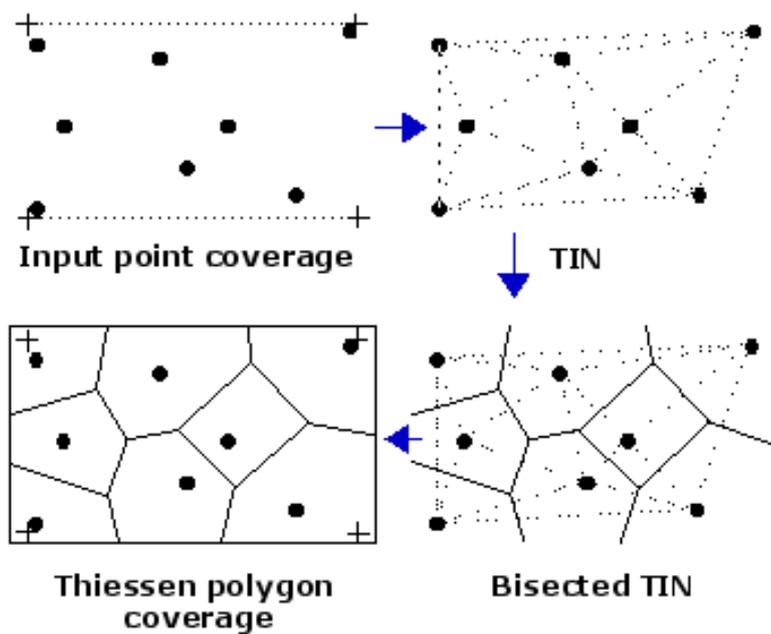


圖 25 中垂線範圍圖運算示意圖

資料來源：ARC GIS Desktop Help，Creating Thiessen polygons (ArcInfo only)

由於 546 個道路節點所產生之節點影響範圍在某些地區太過密集，一方面 546X546 的矩陣超過電腦系統的處理能力，另一方面，這些密集節點的地區對於未來消防隊區位選擇上並無太大的空間差異，因此將節點密集的地區做一整併之後，擷取出其中 103 個道路節點，做出新的節點影響範圍圖。

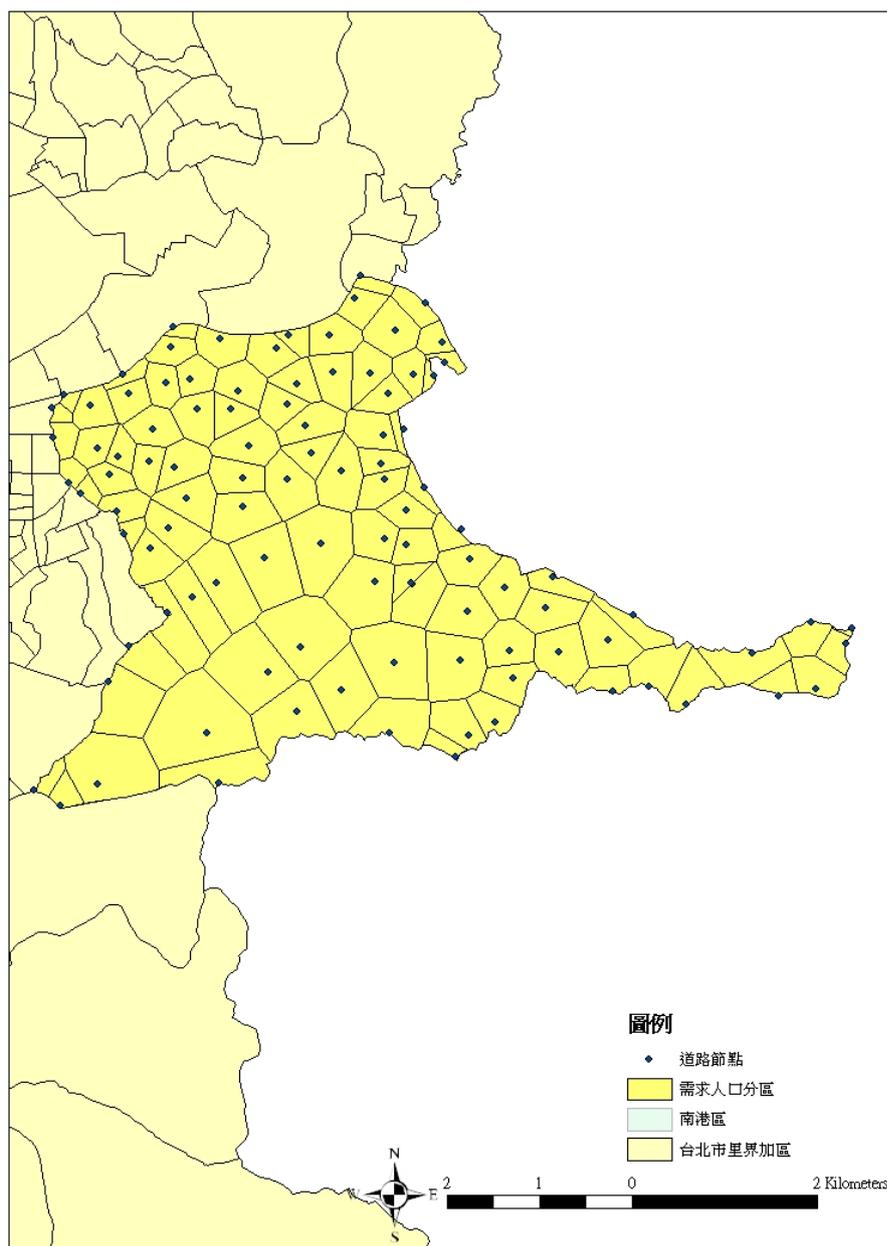


圖 27 刪除密集節點後重新產生之節點影響範圍圖

資料來源：本研究自行繪製

(四) 最大服務距離

運用第三章第三節所計算的消防隊反應時間與防隊面對大型施工圍籬時行車速率，來反推消防隊最大服務距離。

意即，各消防隊最大服務距離為一分鐘反應時間乘以各路段於大型施工圍籬阻礙時之行車速率。下表列出南港區幾個具代表性的路段於大型施工圍籬阻礙時之行車速率表：

表 8 大型施工圍籬阻礙時之行車速率表

路段編號	路段名稱	基本行車速率調整係數	大型施工圍籬影響指標	基本速率	大型施工圍籬存在時之行車速率
1U005063090003	忠孝東路五段	1.2	1.00	60	72
1U005063090007	忠孝東路六段	1.2	0.45	60	32.4
1U005063090020	忠孝東路七段	1.2	0.45	60	32.4
1U005063090021	忠孝東路七段	1.2	0.45	60	32.4
1U005063090022	忠孝東路七段	1.2	0.45	60	32.4
1U005063090025	研究院路一段	1.2	1.00	60	72
1U005063090028	南港路一段	1.2	0.63	60	45.36
1U005063090029	南港路一段	1.2	0.63	60	45.36
2U109063090020	研究院路一段	1.2	0.45	55	29.7
3U032063090007	舊莊街二段	1.2	1.00	50	60

資料來源：本研究自行整理

二、 LINGO 運算程式與資料庫建立：

在第二章文獻回顧中已對地理資訊系統加以描述，GIS 的一大特色就是能夠提供關聯式資料庫，產生某些共同的連結項目，將不同的資料表連結在一起，如此，能將不同軟體所產生的資料格式轉換後，輕易的將兩個系統資料連結。

在 ARC GIS 之中運用 Point Distance 之功能求得各需求點與潛在設施點的距離，之後將需求點與潛在設施點距離所排列出之矩陣帶入 Lingo 區位配置方程式中運算出消防隊較佳的配置位

置。詳細矩陣如附錄二所示。

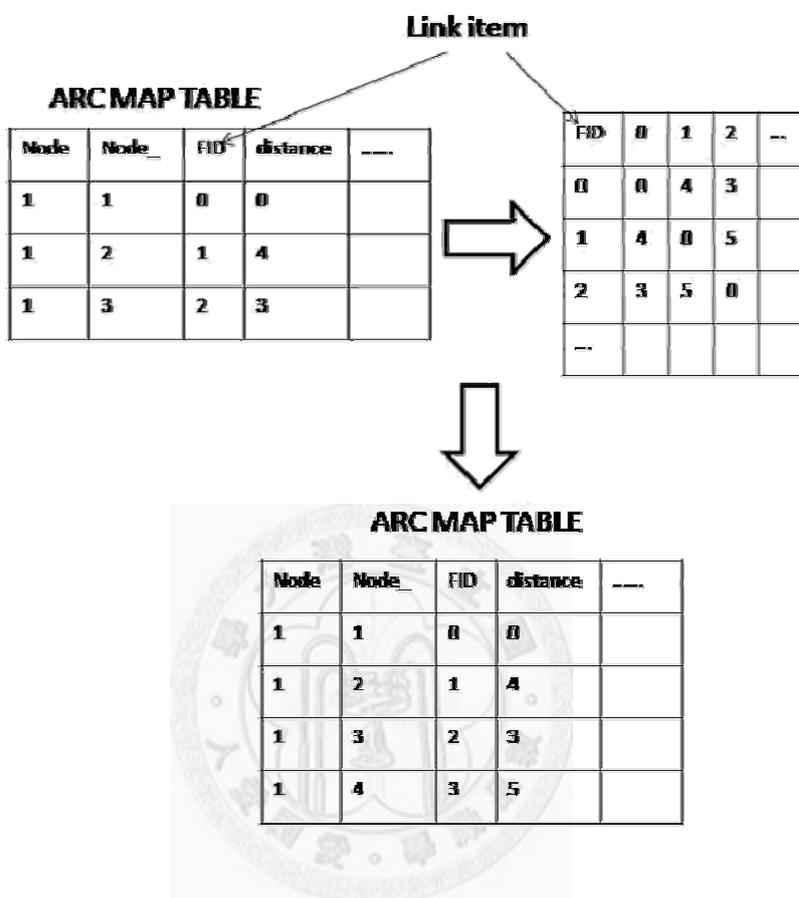


圖 28 資料庫建立與資料連結示意圖

資料來源：本研究自行繪製

三、 將 LINGO 運算結果回饋到 ARC GIS 之中做服務範圍之分析

由於 LINGO 之運算僅為單純設施區位運算之結果，且無圖型做為解讀，因此透過 ARC GIS 圖形展示的功能，將 LINGO 所運算出之最佳設施區位標註在地圖上，並且運用 ARC GIS 中路網分析之功能，比較大規模施工圍籬存在與否對於消防隊服務範圍(Service Area)的影響。

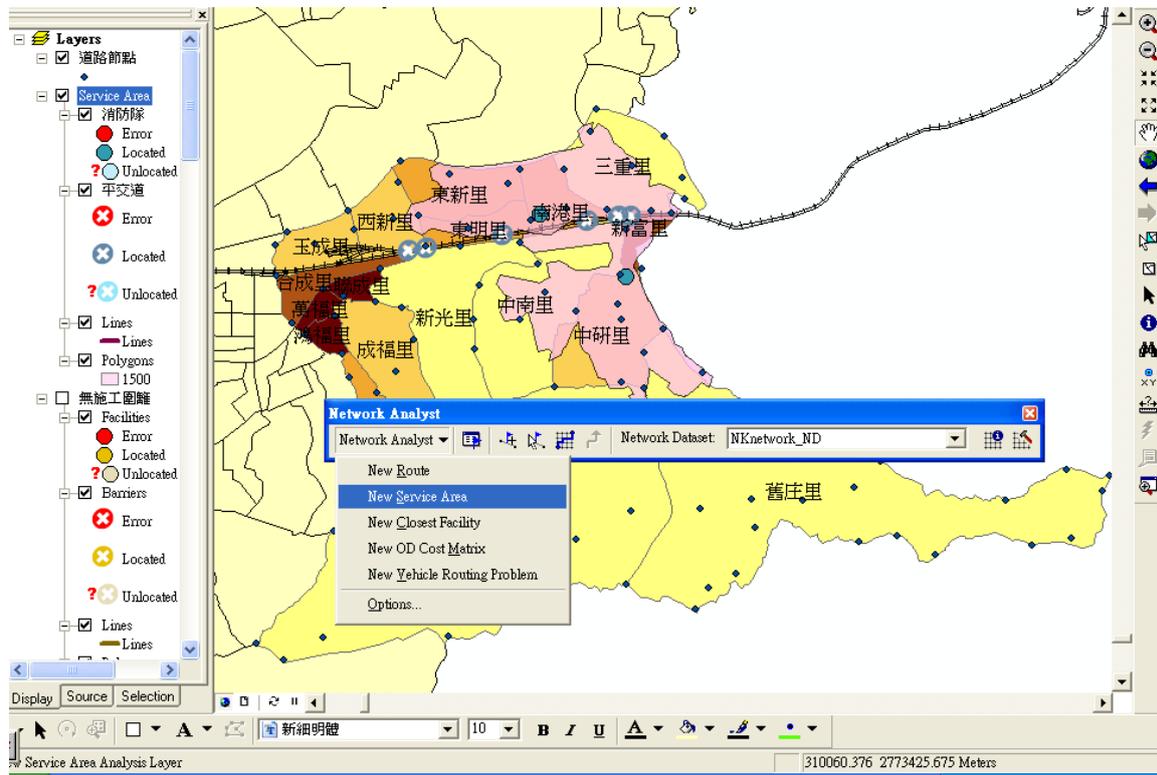


圖 29 設施服務範圍圖層建立

資料來源：本研究自行繪製

第四章 案例分析—南港區救難系統

第一節 消防隊現況區位結構分析

現況南港區有兩處消防隊，分別為南港消防隊與舊莊消防隊，南港消防隊位於南港路上，在鐵路施工圍籬的北邊，而舊莊消防隊位於研究院路上，在鐵路施工圍籬的南邊。



圖 30 消防隊區位示意圖

資料來源：本研究自行繪製

利用上一章所建立的區位選址模式，對目前的兩處消防隊進行分析與評估，現況個別設施服務範圍與服務效能如下表所示，在本章所提及之需求點即為節點影響範圍圖之節點，本研究假設各節點影響範圍內之人口將因緊急狀況而集中於節點，消防車輛在救災時也會優先抵達該節點(需求點)來進行救災。

南港消防隊所服務的需求點數有 7 個點，舊庄消防隊所服務的需求點數有 9 個點，兩者之和為 16 個需求點，顯示在南港區內還有其他 87 個需求點在消防隊救災範圍之外的，但

是在系統服務人口上，現況服務人口僅占全南港區服務人口的 18.4%，表示消防隊所設置的區位並非人口密度高的區位，在其他人口密度高的地方(聯成里、洪福里、百福里、玉成里、合成里)很難受到南港、舊庄消防隊的服務。

表 9 現有兩處消防隊服務範圍評估摘要表

統計量	個別設施服務人口	個別設施服務效能	個別設施服務需求點數	涵蓋率	
				面積	點數
南港消防隊	10840	10.05%	7	2.12%	6.86%
舊莊消防隊	9018	8.36%	9	2.03%	8.82%
平均數	9929	9.20%	8	2.07%	7.84%
標準差	1288.348555	0.011939988	1.414214	0.000676	0.013864839
系統服務人口	19858	18.40%	16	4.15%	15.69%
系統未服務人口	88044	81.60%	87	95.85%	84.31%
總計	107902	100.00%	103	100.00%	100.00%

備註：服務效能=（個別設施服務人口／總人口）×100

涵蓋率（面積）=（個別設施服務需求面積／南港區總面積）×100

涵蓋率（點數）=（個別設施服務需求點數／103）×100

資料來源：本研究自行整理

此處比較各消防隊服務效能、涵蓋率之原因在於透過效能、涵蓋率的呈現，讓規劃者能了解各服務設施之間的差異，在服務範圍評估摘要表中也列出各服務設施在有大規模施工圍籬的存在情形下，其服務範圍與需求點的數量。由上表可看出現況消防隊之配置，以涵蓋率來看，南港消防隊之服務範圍較舊莊消防隊來的大，不論在設施服務人口、設施服務範圍的比較下，南港消防隊之表現都比舊莊消防隊來的好，而由於 P-center 設施區位模式在區位選址上不考慮各需求點的需求量，所以可以看到雖然南港消防隊所服務到的需求點數比舊莊消防隊少，但其服務人口卻較多的情況。

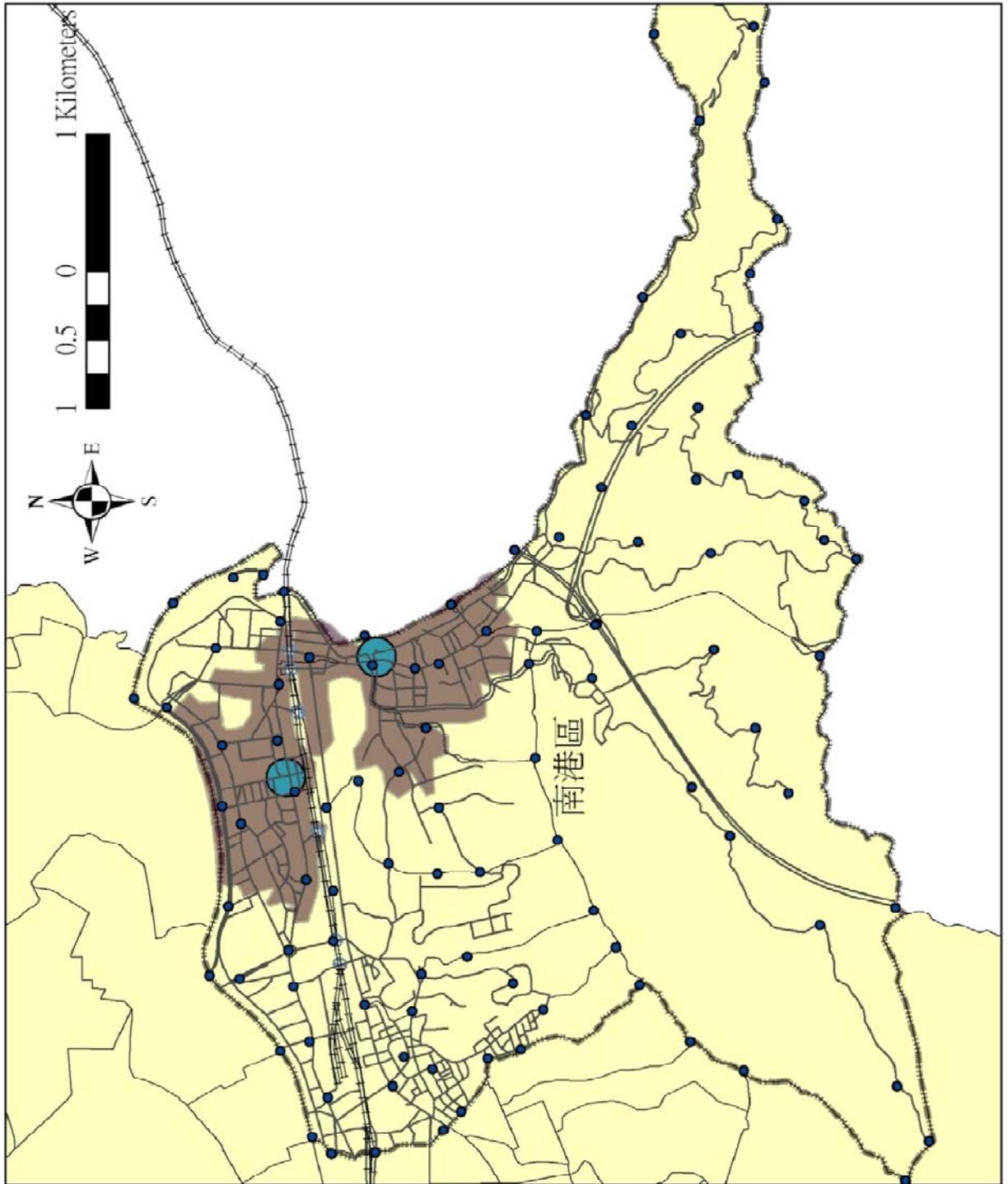


圖 31 施工圍籬存在時，消防隊之服務範圍

資料來源：本研究自行整理

在模擬施工圍籬存在時，其對消防隊服務範圍之影響的同時，本研究也模擬無施工圍籬時，消防隊服務範圍的改變，以做為兩種情況之對照。

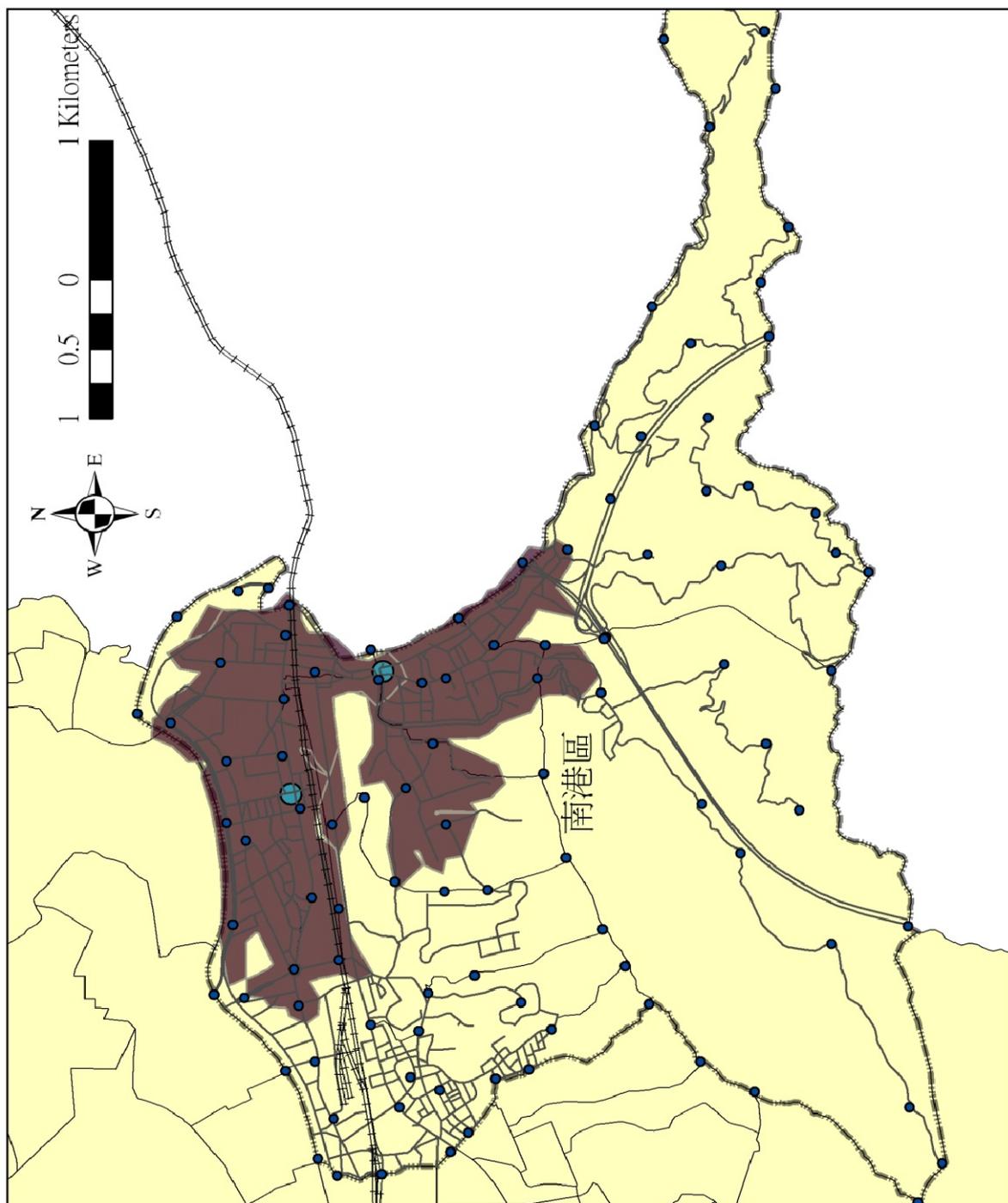


圖 32 無道路施工圍籬時，現況兩消防隊服務範圍圖

資料來源：本研究自行整理

表 10 現況兩處消防隊無道路施工圍籬時，服務範圍評估摘要表

統計量	個別設施 服務人口	個別設施 服務效能	個別設施 服務需求 點數	涵蓋率	
				面積	點數
南港消防隊	32220	29.86%	17	12.56%	16.67%
舊莊消防隊	22290	20.66%	19	15.47%	18.63%
平均數	27255	25.26%	18	14.01%	17.65%
標準差	7021.57	0.065074	1.414214	0.020539	0.013865
系統服務人口	54510	50.52%	36	28.03%	35.29%
系統未服務人口	53392	49.48%	67	71.97%	64.71%
總計	107902	100.00%	103	100.00%	100.00%

備註：服務效能 = (個別設施服務人口 / 總人口) × 100

涵蓋率 (面積) = (個別設施服務需求面積 / 南港區總面積) × 100

涵蓋率 (點數) = (個別設施服務需求點數 / 103) × 100

資料來源：本研究自行整理

由上圖可以很容易的看出道路施工圍籬對消防隊服務範圍之影響非常大，將兩張消防隊服務範圍圖相疊圖後，可清楚的看到原本無法服務的區塊，在施工圍籬移走之後明顯的增加，更者，原本施工圍籬造成南北兩向交通之阻隔，在圍籬移走之後，南港分隊就能夠很容易的南北向移動，使得原本一些因為在鐵路兩旁、施工圍籬周邊而消防隊原本未能服務之需求點，能夠因此而得到服務。

由上表 9、表 10 兩表相比較也可發現，消防隊的涵蓋面積與設施服務人口皆有明顯的增加，南港消防隊由原本之面積涵蓋率為 2.84% 增加至 12.56%，舊莊消防隊由原本之面積涵蓋率為 2.03% 增加至 18.63%，可見消防隊服務範圍受圍籬影響非常大。

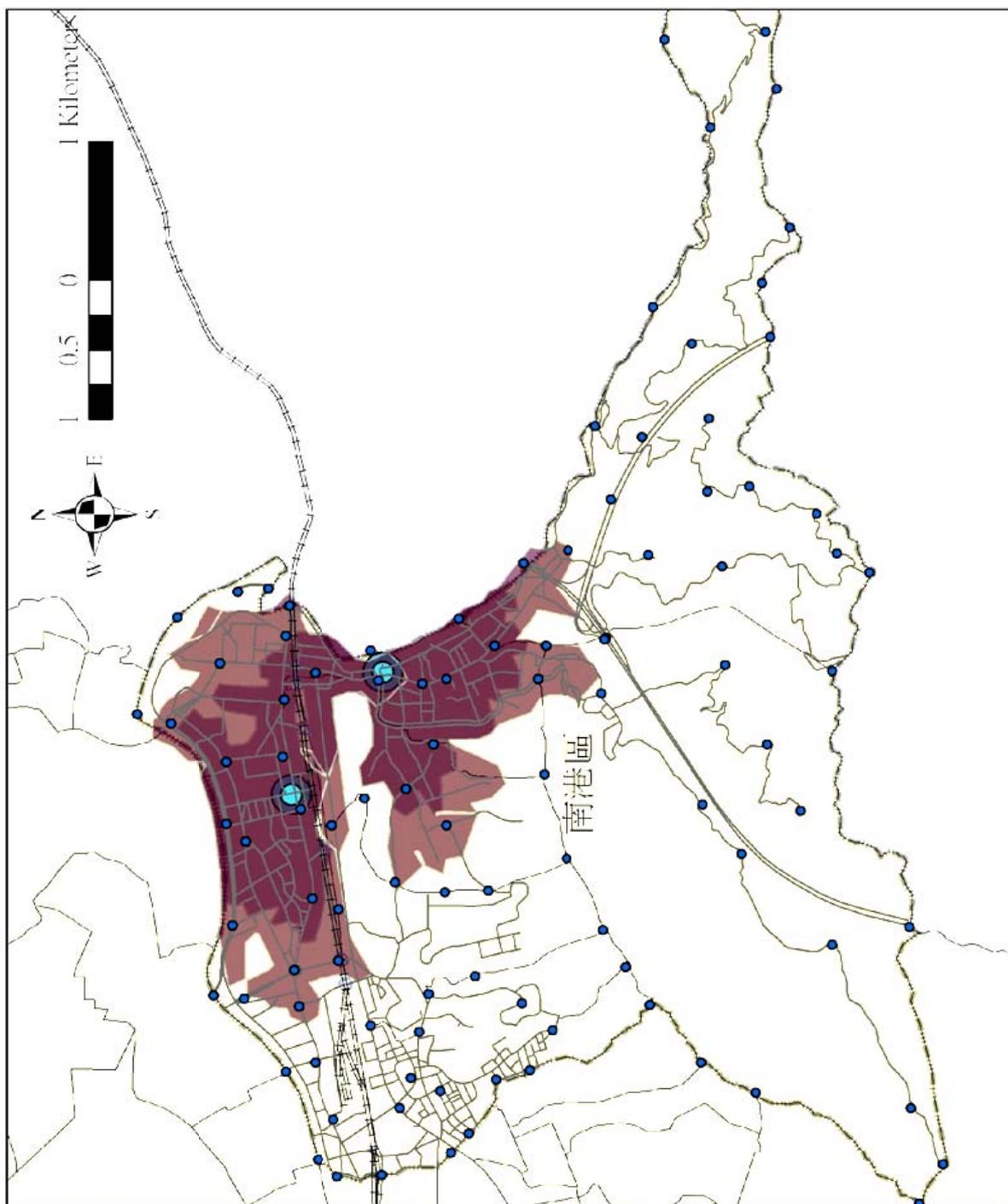


圖 33 比較施工圍籬移開前後，消防隊服務範圍之變化

資料來源：本研究自行整理

第二節 施工圍籬開口對於消防隊救災能力之影響

如前一小結所做的分析比較，可以很清楚的知道施工圍籬的存在，對於消防隊救災能力有很大的影響。因此在本節中，將探討施工圍籬的開口不同，是否對消防隊救災能力有不同的影響。

本研究將施工圍籬分為六個區段，在 GIS network analysis 中將施工圍籬分段做檢測，檢視施工圍籬開口位置改變時，消防隊服務範圍的變化，並比較何處開口位置對於消防隊服務範圍之影響最大。

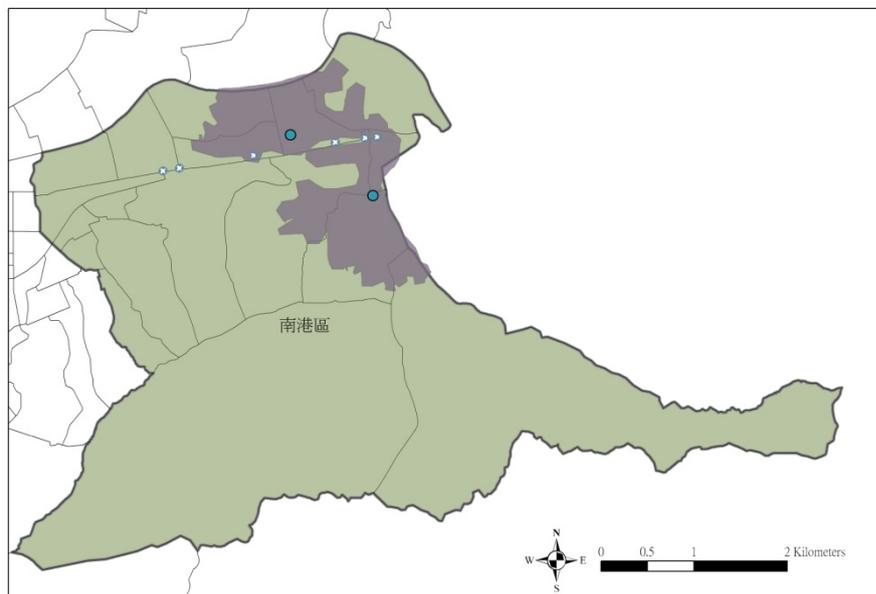


圖 34 施工圍籬移除後對於消防隊服務範圍之影響（一）

資料來源：本研究自行整理

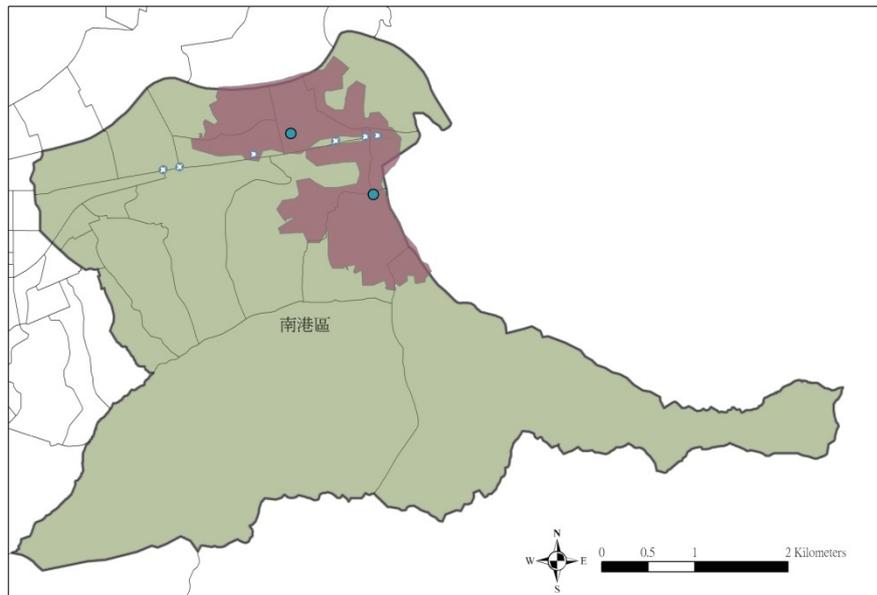


圖 35 施工圍籬移除後對於消防隊服務範圍之影響（二）

資料來源：本研究自行整理

移除施工圍籬二之後，消防隊服務範圍的改變情形與施工圍籬一移除時的改變相同，由此可知，當施工圍籬區位相近時，其對於消防隊服務範圍的改變是相類似的。

而由於施工圍籬一、二的位置都在消防隊三分鐘奔馳距離之外，也因此，施工圍籬一、二被移除後，對於消防隊服務範圍是沒有太大的影響的，甚至於可以說沒有影響。

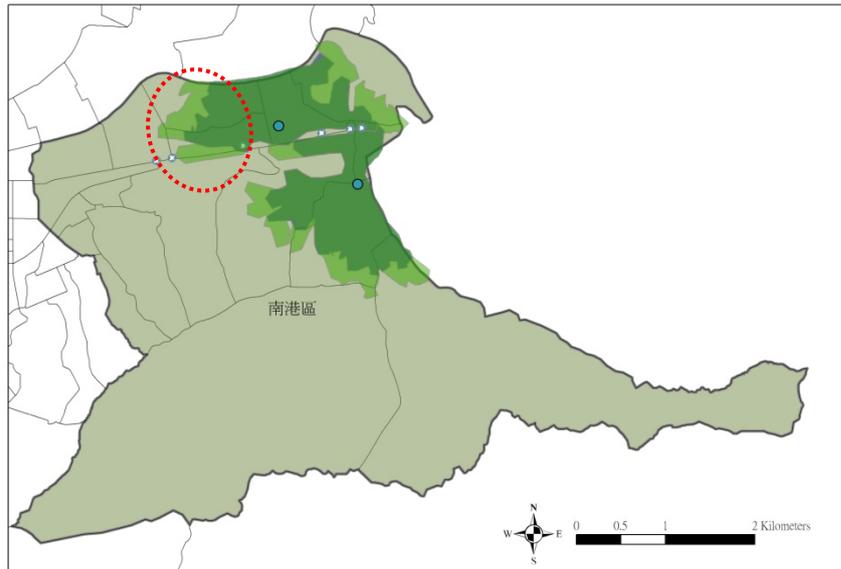


圖 36 施工圍籬移除後對於消防隊服務範圍之影響（三）

資料來源：本研究自行整理

移去施工圍籬三之後，對於消防隊服務範圍即有改變，圖中顏色較深的部分為原本施工圍籬尚未移除時消防隊之服務範圍，顏色較淺的部分即為施工圍籬移除後消防隊服務範圍的改變。由上圖紅色虛線標示的地方，是施工圍籬三所造成最明顯的改變，原本南港路尚未被服務到的區塊，因施工圍籬三移除之後，使得這個區塊能被納入在消防隊的服務範圍之內。

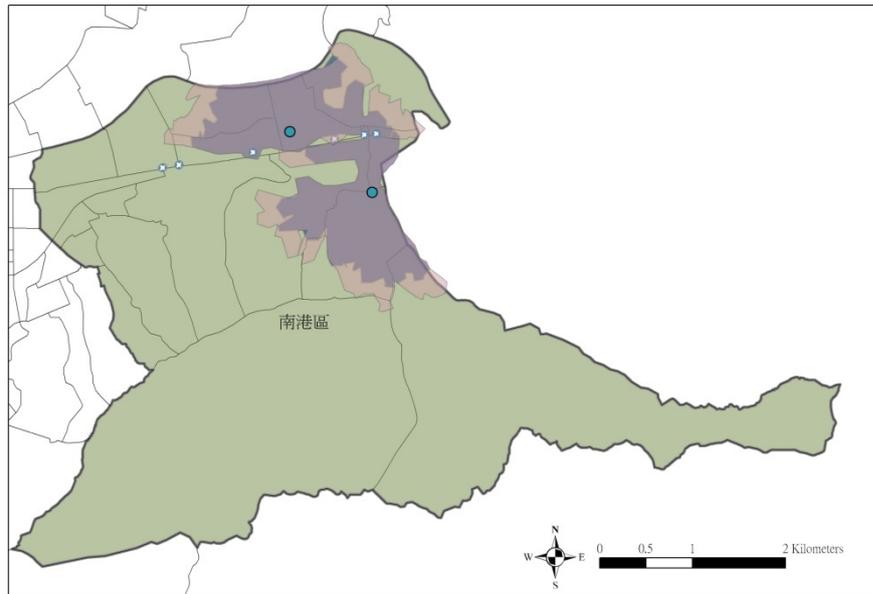


圖 37 施工圍籬移除後對於消防隊服務範圍之影響（四）

資料來源：本研究自行整理

移除施工圍籬四後，與移除施工圍籬三的結果幾乎相同，但由於施工圍籬三仍存在，所以在南港路兩側的居民並沒有因為施工圍籬四的移除而受惠。移除施工圍籬四後，消防隊的服務範圍約可擴大 200 公尺，可見施工圍籬所造成的交通延滯、移動速率的改變是不可小看的。

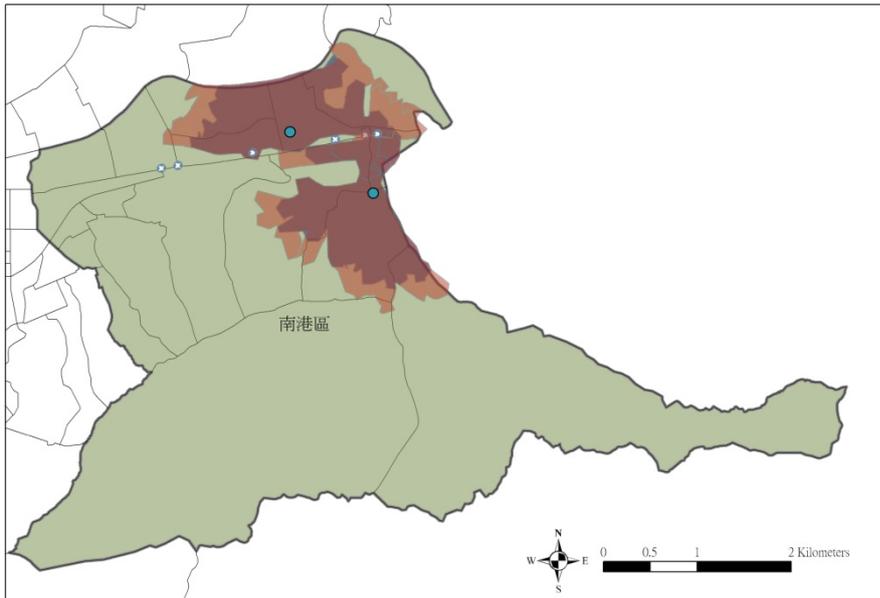


圖 38 施工圍籬移除後對於消防隊服務範圍之影響（五）



資料來源：本研究自行整理

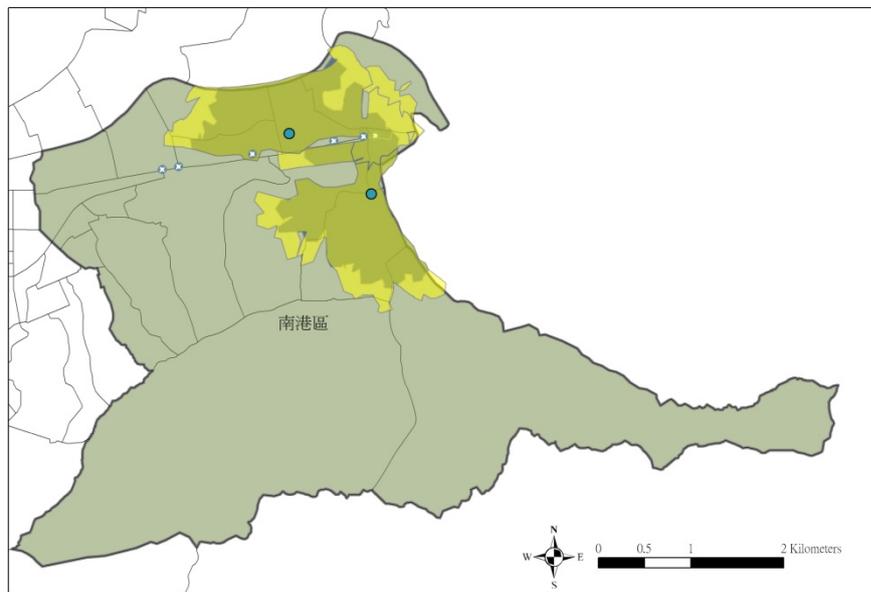


圖 39 施工圍籬移除後對於消防隊服務範圍之影響（六）

資料來源：本研究自行整理

移去施工圍籬五、六之後對於消防隊服務範圍的影響大致相同，只是施工圍籬六位於

重要的幹道上，也因此，當施工圍籬六被移除後，其對於舊庄消防隊的服務範圍有較大的影響。

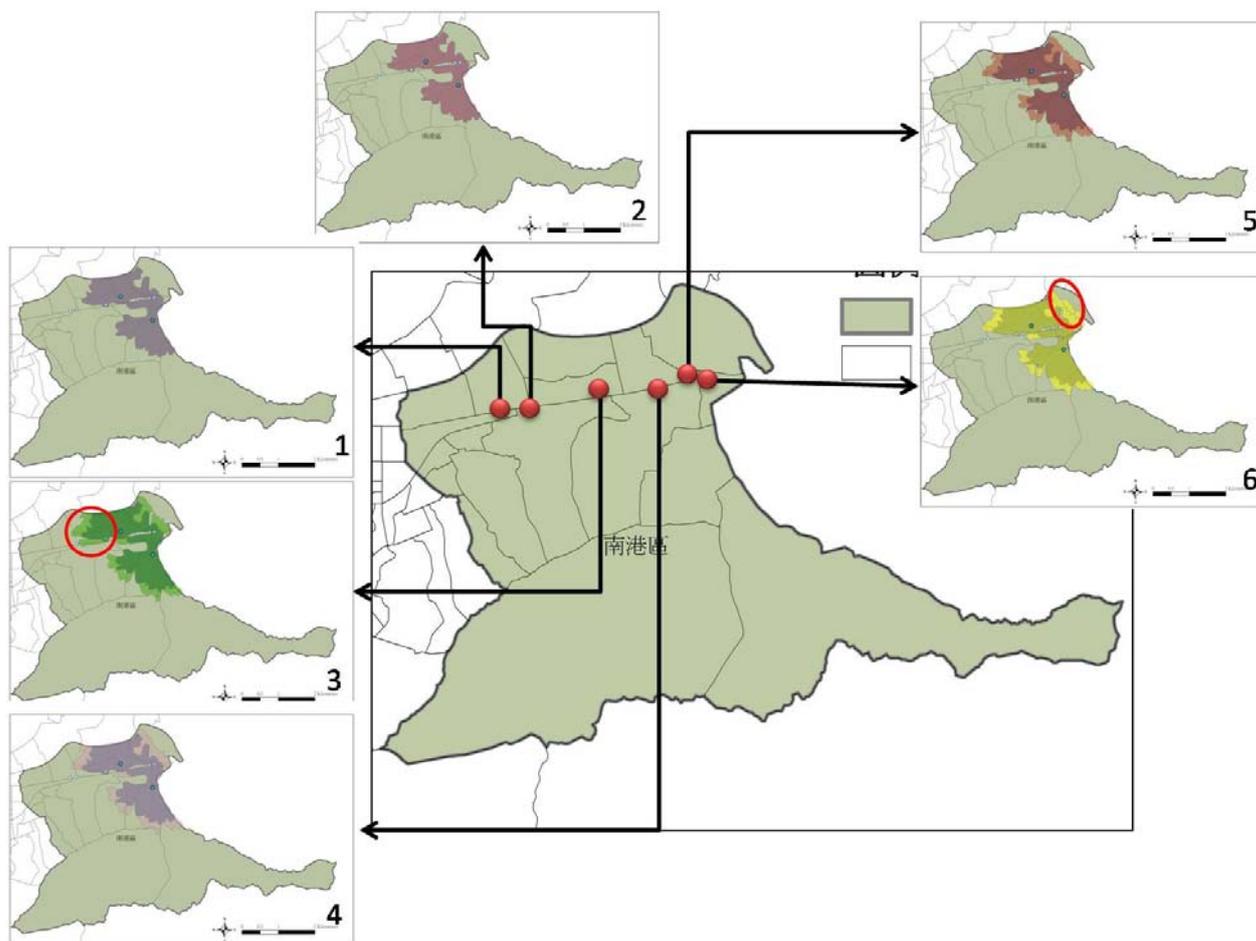


圖 40 六處施工圍籬移除後之比較

資料來源：本研究自行整理

由上圖可清楚的看出不同位置的施工圍籬對於消防隊服務範圍的影響，距離消防隊越近的施工圍籬對於消防隊服務範圍的影響越大，同時，若是施工圍籬位於主要幹道上(南港路、忠孝東路、研究院路)其對於消防隊服務範圍的影響也就更大，其背後的原因在於，消防車在主要幹道上奔馳的速率較次要幹道來的快，當主要幹道受圍籬阻礙時，將使得消防車必須繞行次要幹道，不但速率減慢，繞行的距離也增加，使得消防隊服務範圍縮小。

第三節 消防救難系統區位結構分析

如上述，目前南港區消防隊設置的區位結構並非理想，南港區的居民並未全數都在兩處消防隊的服務範圍之內，因此在本節中，先以 LINGO 來處理當只有兩個服務設施時，該設施點的最適區位，再將最適區位在 ARC GIS 中標出，並以大規模都市施工圍籬存在時之行車速率對消防隊服務範圍進行分析，其服務效能與設施服務狀況如下表 11 所示。

表 11 兩處消防隊最適區位結構評估摘要表(施工圍籬存在時)

統計量	個別設施服務人口	個別設施服務效能	個別設施服務需求點數	涵蓋率	
				面積	點數
F5	16821	15.59%	6	4.23%	5.88%
F13	1356	1.26%	2	0.73%	1.96%
平均數	9088.5	8.42%	4	2.48%	3.92%
標準差	7732.5	0.071662249	2	1.75%	1.96%
系統服務人口	18177	16.85%	8	4.96%	7.84%
系統未服務人口	89725	83.15%	95	95.04%	92.16%
總計	107902	100.00%	103	100.00%	100.00%

備註：服務效能=（個別設施服務人口／總人口）×100

涵蓋率（面積）=（個別設施服務需求面積／南港區總面積）×100

涵蓋率（點數）=（個別設施服務需求點數／103）×100

資料來源：本研究自行整理

如上表 11 所示，在消防隊區位結構改變之後，總系統服務人數為 18177 人，占南港區總人口 16.85%，較先前的 49.80% 來得差，在個別設施服務需求點數上，也同樣並未能服務到所有的需求點，兩設施點相加後僅能服務 8 個需求點。

顯示區位計算因為只考量效率上的公平性，找出在 103 個設施潛力點之中區位較佳的一個，但是並無法同時計算各需求點上的需求人口數或是受真實路網限制時，設施其實無

法涵蓋這麼多的設施點。

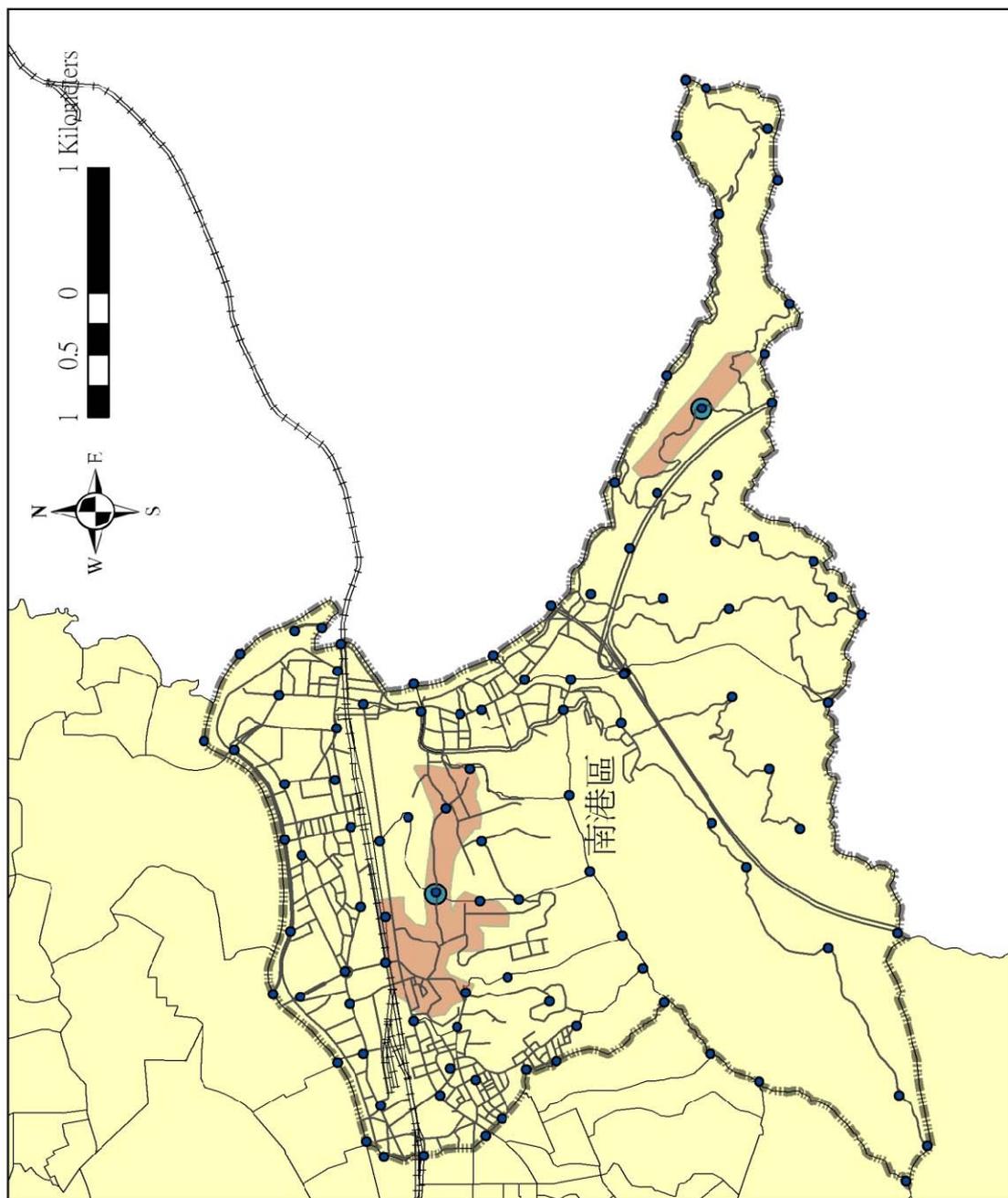


圖 41 施工圍籬狀況下，兩處消防隊之最適區位及其服務範圍圖

資料來源：本研究自行整理

接下來本研究模擬當大規模道路施工圍籬拆除之後，道路路網無施工圍籬之阻隔時，消防隊救災能力表現如何。

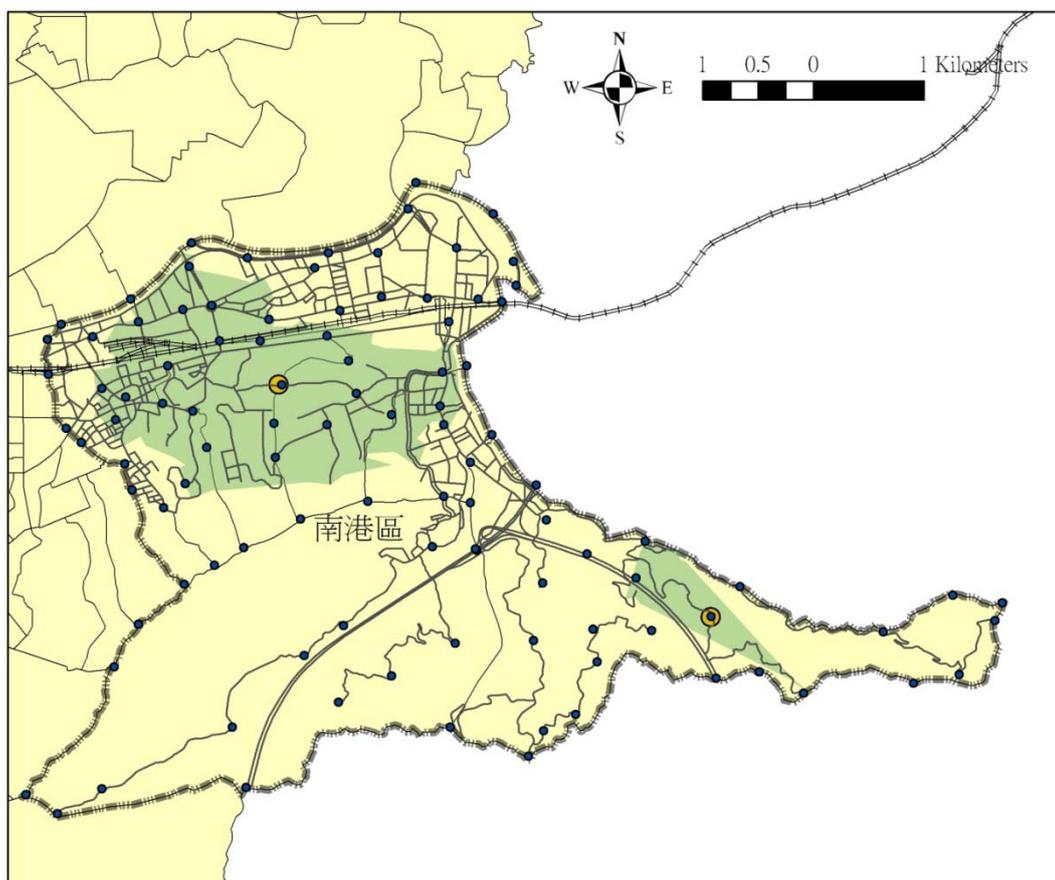


圖 42 無道路施工圍籬時，消防隊最適區位結構與服務範圍圖

資料來源：本研究自行整理

由上圖 42 可清楚的看見，當道路施工圍籬被移開之後，消防隊的服務範圍明顯增加，影響最大的是原本位於鐵路兩側的鄰里，舉例來說，原本西新里、中研里由於道路施工圍籬的阻擋，使得消防隊在南北向的救災無法順利的延伸，相較之下，當道路施工圍籬移開之後，西新里、中研里也就能夠在消防隊的服務範圍之內了，更者，由於道路施工圍籬的設置減低了道路行駛的速度，當施工圍籬被移開之後，使消防車行駛速度上也獲得提升，讓消防隊的服務範圍也因此而擴大。

表 12 兩處消防隊最適區位結構評估摘要表

	個別設施 服務人口	個別設施 服務效能	個別設施 服務需求 點數	涵蓋率	
				面積	點數
F5	56841	52.68%	29	20.53%	28.43%
F13	1356	1.26%	3	0.20%	2.94%
平均數	29098.5	26.97%	16	10.36%	15.69%
標準差	27742.5	0.257108	13	10.16%	12.75%
系統服務 人口	58197	53.94%	32	20.73%	31.37%
系統未服 務人口	49705	46.06%	71	79.27%	68.63%
總計	107902	100.00%	103	100.00%	100.00%

備註：服務效能=（個別設施服務人口／總人口）×100

涵蓋率（面積）=（個別設施服務需求面積／南港區總面積）×100

涵蓋率（點數）=（個別設施服務需求點數／103）×100

資料來源：本研究自行整理

將大規模施工圍籬移開之後，個別設施之服務情形如上表 12 所示，F5 設施點的服務效能提高，甚至光是設施點一的服務效能就超越原本南港、舊莊兩消防隊之服務範圍，使設施服務效能提升至 52.68%，但是由於 F13 設施點的區位距離大規模都市施工圍籬較遠，個別設施的服務效能並不因為施工圍籬的移動而有改變。

第四節 區位方案綜合比較分析

本節將前面三節所做的結果進行綜合比較，經由比較來尋求不同決策準則下，所應採用的區位結構為何。

當消防隊區位維持現狀時，若能改變施工圍籬開口位置，應以施工圍籬三優先考慮移除，由下表 13 可看出，施工圍籬三移除時，消防設施能服務較多的需求點。移除施工圍籬一、二時，消防隊的服務效能並無改變，移除距離消防隊較近的圍籬三~六時，則可明顯看

出設施服務面積的增加。考量設施服務面積涵蓋率方面，則建議移除施工圍籬五，其涵蓋面積最廣，且能使南港、舊庄兩消防隊的服務範圍皆提高。但若是考量設施服務人口數，也就是人口居住密度時，則優先考慮移除施工圍籬六，可使設施服務人口提升到 16,018 人。

表 13 施工圍籬開口位置不同時，設施服務效能比較

	設施平均 服務人口	設施服 務效能	平均服 務需求 點數	涵蓋率	
				面積	點數
移除 施工圍籬一	9929	9.20%	8	2.07%	7.84%
移除 施工圍籬二	9929	9.20%	8	2.07%	7.84%
移除 施工圍籬三	15771	14.62%	9	8.52%	8.74%
移除 施工圍籬四	15616	14.47%	8	8.33%	7.84%
移除 施工圍籬五	16008	14.84%	8.5	9.88%	8.25%
移除 施工圍籬六	16018	14.84%	8.5	9.72%	8.25%

資料來源：本研究自行整理

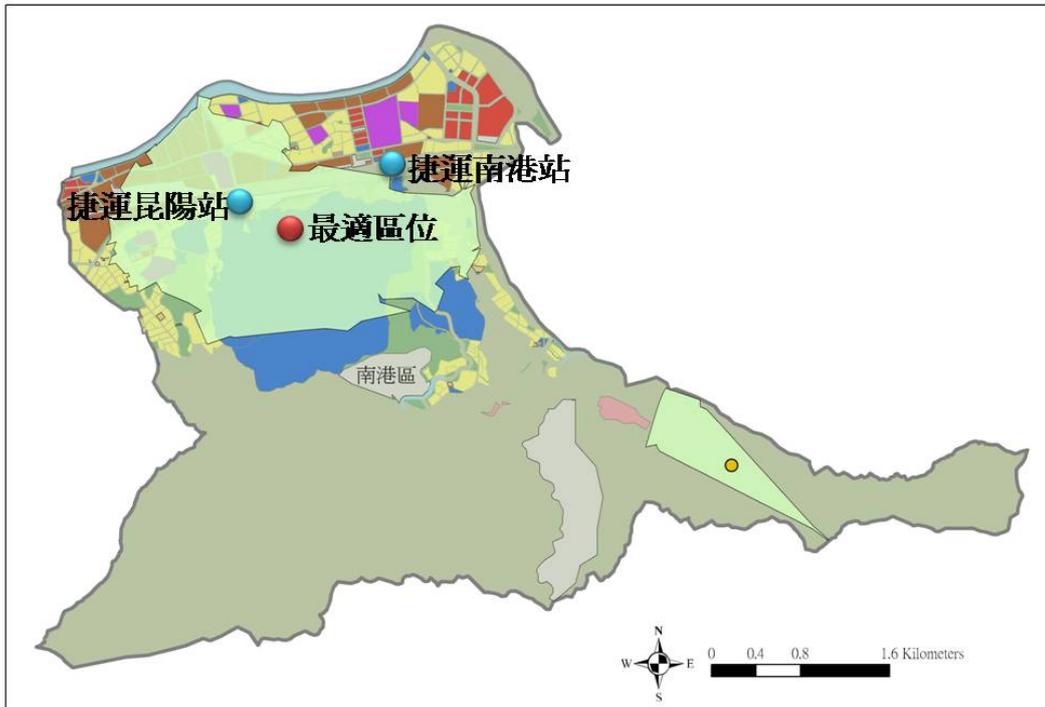


圖 43 無道路施工圍籬時，消防隊最適區位結構與服務範圍圖

資料來源：本研究自行整理

不過，這只是短時間改善施工圍籬開口的比較方案，只適用於鐵路地下化、交通工程的施工期間，將來施工圍籬總有一天是會全數拆除的，倘若能夠改變消防隊的區位，則可使消防隊的服務範圍可以有更大的提升，由上圖可看出，若能將消防隊設置於未來生技園區靠近南港車站的地方，將對南港區消防隊之防救災能力將獲得最大的提升。

表 14 區位方案比較表

	設施平均服務人口	設施服務效能	平均服務需求點數	涵蓋率	
				面積	點數
現有兩座	9929	9.20%	8	2.07%	7.84%
現有兩座、無施工圍籬	27255	25.26%	18	14.01%	17.65%
兩座最適	9088.5	8.42%	4	2.48%	3.92%
兩座最適、無施工圍籬	29098.5	26.97%	16	10.36%	15.69%

資料來源：本研究自行整理

表 15 兩座最適消防隊區位

	個別設施服務人口	個別設施服務效能	個別設施服務需求點數	涵蓋率	
				面積	點數
F5	56841	52.68%	29	20.53%	28.43%
F13	1356	1.26%	3	0.20%	2.94%
平均數	29098.5	26.97%	16	10.36%	15.69%
標準差	27742.5	0.257108	13	10.16%	12.75%
系統服務人口	58197	53.94%	32	20.73%	31.37%
系統未服務人口	49705	46.06%	71	79.27%	68.63%
總計	107902	100.00%	103	100.00%	100.00%

資料來源：本研究自行整理

同時由表 14、表 15 可看出，當設施區位改變至 F5 時，可使消防隊之服務效能提升最多。

第五章 結論與建議

第一節 結論

本研究係利用區位分析軟體與地理資訊系統相結合，透過地理資訊系統將空間的資料整理成區位分析軟體所需之格式，再將區位分析軟體所計算出來的結果在地理資訊系統中展圖、分析大規模施工圍籬存在時，消防隊防災能力之表現，這樣的做法能夠讓決策者、民眾迅速的理解設施規劃的結果，與設施防災能力。

由於現行一些區位分派軟體多屬於基本的區位分派分析，在實際應用上時常不符合實際運用上的需求，亦無法分析道路細部變化對於防災能力之影響，因此本研究先透過區位分析軟體對於設施的合理區位做一分派，再利用地理資訊系統來處理道路上有大規模施工圍籬時對於設施服務能力之影響。利用地理資訊系統的資料庫管理、成果的展示與地圖製作的功能，將消防隊設施區位配置及服務狀況具體呈現，形成視覺化的地圖。

整個設施系統區位配置決策的程序分為下列的幾個步驟：

- 一、決定研究範圍
- 二、畫設需求點、需求分區
- 三、分配需求點上之需求量(依據台北市各里人口統計資料)
- 四、模擬現況大型施工圍籬對消防隊救災服務範圍之影響
- 五、模擬不同圍籬開口時消防隊之服務範圍
- 六、設施區位選擇
- 七、替選方案模擬與評估

設施區位選擇係運用 p 中心模式做為區位選擇方案的產生器，能符合設施與需求點之間距離總和最小的限制，然後將設施區位產出之方案輸入至 GIS 之中，用以計算路網受阻隔、施工圍籬減低行車速率時，各消防隊服務範圍之表現。

實證的結果顯示，運用 GIS 與區位分派軟體相結合，所產出之研究結果，能更迅速的以視

覺看出路網阻塞的地點，在路網加以改善後，能順利提升消防隊的救災能力、擴大消防隊的服務範圍，顯示大規模的都市圍籬的確對於都市防災有著顯著的影響。

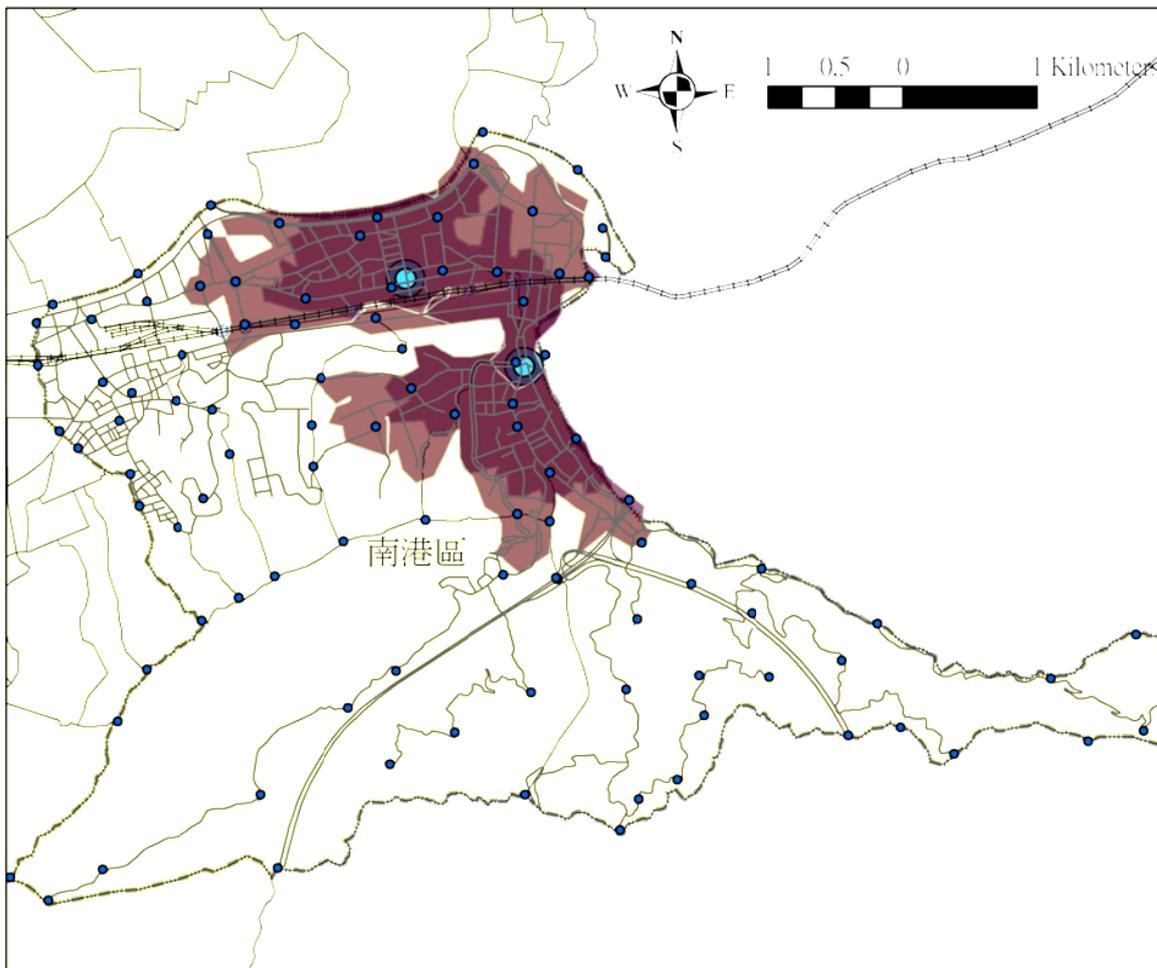


圖 44 有無施工圍籬消防隊服務範圍之比較

資料來源：本研究自行整理

由上圖 44 中，顏色較深之區塊為有施工圍籬時，消防隊之服務範圍，而顏色較淡之區塊則為施工圍籬移除後消防隊服務範圍之變化，變化最明顯的地區在原本鐵路之兩側，由於鐵路造成的路網阻隔、施工圍籬又將原本可通過的地方道路變得更狹小，造成消防隊無法在 3 分鐘之內抵達這些看似很近，但相對很難到達的地區。

同時，由於施工圍籬的拆除，使得消防車行車速率提高，使得消防隊服務範圍也相對擴大，在本研究中消防車行駛速率依各路段有相對不同的行車速率，在施工圍籬的影響之下，消防隊移動的能力平均每分鐘延遲 202.41 公尺，所以可以了解大規模施工圍籬所造成的交通阻隔，對於消防隊救災能力、服務範圍有很大的影響。

而在測試不同圍籬開口位置對於消防隊服務範圍的影響時，可發現施工圍籬距離消防隊愈近者，其對於消防隊服務範圍的影響愈大。當圍籬距離消防隊 3 分鐘服務範圍之內時，施工圍籬對於消防隊服務範圍就會有影響。

由下圖 45 可看出施工圍籬對於消防隊服務範圍的影響從圍籬三開始越來越強，其中圍籬六對於消防隊的服務範圍影響最大。

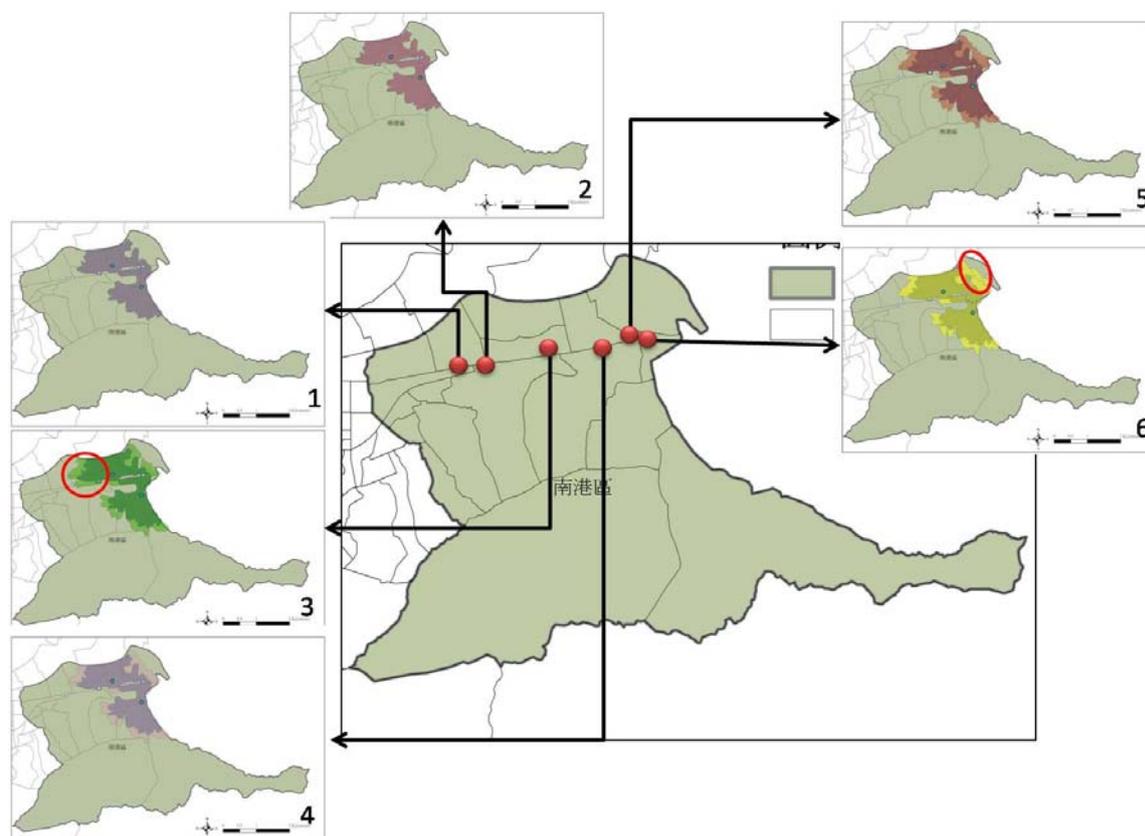
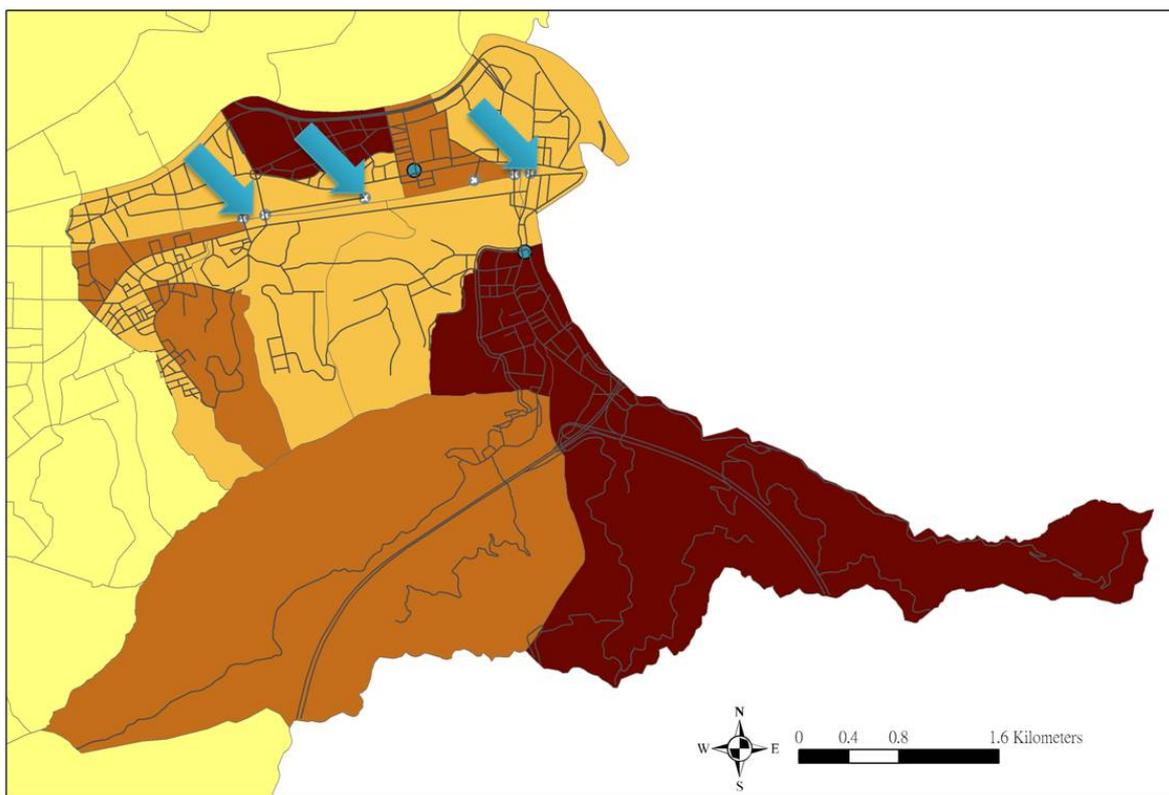


圖 45 不同圍籬開口對於消防隊服務範圍之影響

運用 GIS 與區位分派軟體相結合的另一優點在於，GIS 可疊合各種不同的圖層，透過疊合

人口密度、土地適宜性之圖層，能夠迅速得知施工圍籬可在人口密度較高之處優先做拆除或縮小施工範圍的動作，讓消防隊防災救難能力可迅速的獲得改善。



優先建議拆除施工圍籬之地點

圖 46 施工圍籬撤除建議地點

資料來源：本研究自行整理

如上圖所示，底圖顏色之深淺代表各里之人口密度，若能優先撤除這些人口密度較高地區之道路施工圍籬，即可有效提升消防隊之服務範圍以及服務人口數。

由於本研究在模擬道路狀況時，僅就人口、施工圍籬所占之面積來做模擬，而在行車速率方面之模擬則建立在震災交通行車速率的模擬，這樣的模擬雖有助於了解施工圍籬對都市消防救災能力的影響以及能夠清楚的幫助消防隊區位之決策。但未來仍需更進一步去區分不同時段的道路現況，舉例來說：當天氣佳、非尖峰時刻的道路狀況與天氣差、尖峰時刻知道路狀況並

不相同，若能更清楚的模擬不同道路狀況，不僅對於找出施工圍籬對救災能力影響範圍有幫助，也有助於對消防隊區位決策的計算。

雖然本研究於模擬道路現況時有許多限制，但仍能將本研究運用於道路新建或大規模道路工程時，用以評估各項工程對於消防隊救災能力之影響與衝擊，能夠在工程尚未進行時，預先了解工程對路網造成之影響，並且提出較佳的交通路網配套以及消防隊應對措施。

第二節 建議

一、針對研究對象之改善建議

本研究受限於資料取得、時間、人力與物力的限制，對於消防隊區位的配置上僅考量人口、道路狀況。日後研究應可再考量不同消防熱區(較易發生消防事故、不易發生消防事故)、土地使用的差別項目來建立需求點，並綜合出不同的需求強度。

而在災害類別方面，本研究僅處理火災、緊急事件時之災害，並非「全災型」之模型，故未來研究應可針對不同災害類別，去增加模型之道路阻絕因子，如：震災時針對道路毀壞程度做一消防隊救災能力之模擬。如此，即能將本研究之運用更加廣泛。

二、針對資料表達上之改善建議

在需求點的設計上，應該是需求分區越小，越能得出較精確的結果，但是這會增加需求分區、計算的複雜度，建議未來若是要使用時，可以主要計畫或細部計畫分區為範圍，能更精確的配置消防隊的區位。

在消防隊行車速率推算的部分，由於人力之不足，無法一一計算道路容量以及現況道路服務水準，僅能以交通部運研所所提供之道路基本行車速率為推算之基礎，日後若能針對各路段調查其道路容受力、服務水準，即可提高本研究在行車速率方面推算之精準度。

因為人力與時間的不足，本研究之資料無法更加細緻的處理，在本研究中僅就消防隊行車效能以及施工圍籬所占據道路之面積來做參數，這些資料與實際道路、居住人口真實的狀況仍

有出入，後續研究者可再依據不同路段之兩側房屋狀況、都市維生設施系統狀況，加上更多的限制函數，以求得更精確的消防隊區位配置。

三、針對未來道路工程之建議

另外，本研究在模式中考慮了道路現況以及不同路段消防車行車速率之變化，針對大規模施工圍籬做深入的探討，未來也可針對道路興建時，施工圍籬、新設道路對於消防救災能力之影響，更能有效先行預測其對於消防隊服務範圍之影響，或是能有效選定設施區位，以免受交通影響了救災。



參考文獻

一、中文部分

1. 王鐸元 (1989). 焚化爐區位選擇之研究, 交通運輸研究所, 交通大學. 碩士論文.
2. 王晉元, 盧宗成(2001). 都市地區地震防災交通資料庫系統架構之規劃. 都市地區地震防災交通系統之研究八十九年度期末研究成果研討會論文集,
3. 中華民國都市計畫學會 (1997). 台北市都市計畫防災系統之規劃期中報告, 台北市都發局.
4. 內政部建研所 (2000). 都市計畫防災規劃手冊彙編,內政部建研所. 台北市
5. 交通部 (2007.8). 施工說明書技術規定. 交通部公路總局, 交通部.
6. 池三寶 (1984). 大眾運輸場站區位選擇之研究--以台南市公車系統為例.
7. 呂淵智 (1988). 消防車輛最佳路徑之研究, 土木工程研究所, 國立台灣大學, 台北市.碩士論文
8. 呂獎惠(2000), 「都市震災救災路線選擇模式之構建」, 國立台灣大學土木工程學研究所碩士論文。
9. 李克聰(2001), 因應震災大眾運輸即時疏散系統之規劃設計, 「都市地區地震防災交通系統之研究八十九年度期末研究成果研討會論文集」, 台北。
10. 李泳龍、葉光毅、黃幹忠(2001), 921 大地震對地區道路阻絕影響調查報告—以東勢震為例, 「都市地區地震防災交通系統之研究八十九年度期末研究成果研討會論文集」, 台北。
11. 李忠璋 (1995). 地理資訊系統應用於捷運車站站位佈設之研究--以蘆洲支線為例. 土木工程學研究所, 台灣大學. 碩士論文.
12. 李威儀 (1999). 應用 GIS 系統於台中市都市防災空間系統規劃. 地理資訊系統季刊.
13. 李國正 (2000). 公共設施區位之合理配置. 交通運輸研究所, 國立交通大學. 碩士論文.
14. 李維森 (2007). "災害防救體系." 科學發展 410: 56~62.
15. 林千琪 (2003). 都市地區國民中學學校設施區位選擇之研究, 建築及都市設計研究所, 朝陽科技大學, 碩士論文
16. 林建元 (1990). 都市救災支援系統—設施與區位模式之建立. 廖經芳、廖文祥, 行政院國家科學委員會. 防災科技研究.
17. 施鵬程 (1991). 以區位模式輔助郵局區位決策分析之研究, 交通運輸研究所, 交通大學. 碩士論文.
18. 柯于璋 (1991) 公共設施設置區位之研究—以台北市有線電視經營分區之劃設為例, 中興大學公共行政及政策研究所. 碩士論文.
19. 侯鵬曦(2001), 「震災時都市道路系統運輸功能評估與防災路網之研擬」, 國立交通大學交通運輸研究所碩士論文。
20. 段良雄 (1979). 遊憩設施區位之選定:極大法之應用. 都市計畫學研究所, 中興大學. 碩士論文.
21. 韋彰武 (1990). 台北市高級中學區位之研究, 地政研究所, 政治大學. 碩士論文.

22. 張文侯 (1997). 台北市防災避難場所之區位決策分析. 國立台灣大學建築與城鄉研究所. 台北市, 台灣大學. 碩士論文.
23. 張健一 (1982). 台北市零售市場區位之研究-以景美、木柵區為例. 都市計劃研究所. 台北市, 中興大學. 碩士論文.
24. 張登欽 (1984). 國民中學學校規模、區位、學區劃分之研究—台北市松山區實證探討, 都市計劃研究所, 國立中興大學, 台北.
25. 許添本(2001), 地震救災最小風險路徑產生模式之建立與應用, 發表於「都市地區地震防災交通系統之研究: 89 學年度期末研究成果研討會」, 淡江大學, 台北。
26. 梁豐裕. 1994. 都市行政中心區位選定之研究--以桃園縣蘆竹鄉為例, 淡江大學建築研究所. 碩士論文.
27. 連乾文 (1986). 都市市政中心區位之研究--以台北市為例, 中興大學都市計劃研究所, 台北. 碩士論文
28. 陳亮全(2004). 都市地區震災緊急路網評估方法之研究. 都市與計劃,第三十一卷,p.47-p.64
29. 陳正雄 (1994). 加油站選址模式建立之研究--以地理資訊系統為輔助工具. 土地管理研究所, 逢甲大學. 碩士論文.
30. 陳和斌 (2007) .公園綠地設施區位選址之研究,逢甲大學都市計畫學系在職專班.台中
31. 陳欣得 (1987). 多目標區位問題之研究. 交通運輸研究所, 交通大學. 碩士論文.
32. 陳俊宏 (1981). 台北市郵局區位之研究. 建築研究所, 淡江大學. 碩士論文.
33. 陳錦嫻 (2007). GIS 與空間決策分析.黃國展. 台北縣中和市: 新文京開發出版股份有限公司.
34. 曾國雄、林楨家 (1997). "淡海新市鎮消防隊佈設區位之研究-TOPSIS 多目標規劃法之應用." 都市與計劃 第 24 卷, 第 1 期.
35. 游弘毅 (2008). 在有權重的樹狀圖上尋找 K-centrum 之演算法. 資訊工程學系, 國立清華大學. 碩士論文.
36. 馮先勉 (1982). 都市加油站配置模式之研究, 中興大學都市計劃研究所, 台北.
37. 馮正民、解鴻年 (1989). "緊急設施區位模式之評述." 交通運輸 第 11 期.
38. 黃淑姿 (1982). 都市里鄰公園之研究--以台北市大安區為例, 中興大學都市計劃研究所, 台北.
39. 黃亦琇(2000)震災道路系統評估指標之建立,交通運輸研究所,交通大學,碩士論文
40. 楊進財 (1991). 高速公路空中緊急救護服務設施區位選擇之研究. 運輸研究所, 交通大學. 碩士論文.
41. 葉錦勳 (2004). 台北市震後救援道路及避難道路規劃研究.
42. 廖尉植 (2004). 台中市鄰里公園可及性與服務水準之研究, 建築及都市計畫, 逢甲大學, 台中.
43. 樓邦儒 (1994). 台北市消防隊多目標區位模式之研究. 地學研究所. 台北市, 文化大學. 碩士論文.
44. 蔡嘉哲 (1982). 台北市消防隊區位之研究—以中山、大同、延平、建成等四區為例—。都市計劃研究所. 台北市, 國立中興大學法商學院. 碩士論文
45. 蕭再安 (1992). 設施區位問題多目標決策之研究. 交通運輸研究所, 交通大學. 博士論文.
46. 謝敏文 (1988). 衛生掩埋場場址初選模式之建立--以 ARC/INFO 地理資訊系統為例. 地理學系, 台灣大學. 碩士論文.

47. 謝嘉鴻(1998). 都市地區震災避難疏散指派規劃之研究-以台北市為例,交通大學.碩士論文
48. 邊泰明 (1982). 加油站區位及規模之研究-以台北市為例, 中興大學都市計劃研究所, 台北.

二、英文部分

1. Allen , David W.(2009). GIS tutorial II : spatial analysis workbook, Redlands, Calif. : ESRI Press
2. Bonneu, Florent and Thomas-Agnan, Christine.,(2009). Spatial point process models for location - allocation problems,; Computational Statistics & Data Analysis, Volume 53, Issue 8,Pages 3070-3081
3. Current , John h.M., Schiling, David. (1990). "multiobjective analysis of facility location decisions." europaen journal of operational research **49**: 295-307.
4. Fitzsimmons, James A., Robert, S. Sullivan,(1979). Establishing the level of service for public emergency ambulance systems,; Socio-Economic Planning Sciences, Volume 13, Issue 5, Pages 235-239
5. Getz, Donald.(2007). Event studies : theory, research and policy for planned events, Amsterdam : Burlington, MA : Elsevier / Butterworth-Heinemann, 2007
6. Jones, D. F., Mirrazavi, S. K., Tamiz, M, (2002) Multi-objective meta-heuristics: An overview of the current state-of-the-art,; European Journal of Operational Research, Volume 137, Issue 1, 16 February 2002, Pages 1-9
7. Madhavapeddi, D. K. .(1999). A GIS base design support tool for route deviation transit scheduling and service design, Thesis PH D UNIVERSITY OF VIRGINIA 1999.
8. Maguire, David J., Batty, Michael., Goodchild, Michael F.(2005). GIS, spatial analysis, and modeling, Redlands, Calif. : ESRI Press, 2005
9. Murray , Alan T. and Tong, Daoqin,(2009). GIS and spatial analysis in the media: Applied Geography, Volume 29, Issue 2, Pages 250-259A
10. Thomas, Christopher and Humenik-Sappington, Nancy.(2009). GIS for decision support and public policy making, Redlands, Calif. : ESRI Press, 2009
11. Yu, Chian-Son., Li, Han-Lin,(2001). Method for solving quasi-concave and non-concave fuzzy multi-objective programming problems,; Fuzzy Sets and Systems, Volume 122, Issue 2,Pages 205-227

附錄

附錄一 大型施工圍籬阻礙時之行車速率表

FID	ROADSN	ROADID	ROADNAME	ROADNAME1	基本行車速率 調整係數	大型施工圍籬 影響指標	基本速率	大型施工圍籬存在 時之行車速率
673	1279	1U005063090003	台 5	忠孝東路五段	1.2	1.00	60	72
661	1267	1U005063090007	台 5	忠孝東路六段	1.2	0.45	60	32.4
440	917	1U005063090020	台 5	忠孝東路七段	1.2	0.45	60	32.4
285	715	1U005063090021	台 5	忠孝東路七段	1.2	0.45	60	32.4
155	274	1U005063090022	台 5	忠孝東路七段	1.2	0.45	60	32.4
118	237	1U005063090025	台 5	研究院路一段	1.2	1.00	60	72
82	201	1U005063090028	台 5	南港路一段	1.2	0.63	60	45.36
79	198	1U005063090029	台 5	南港路一段	1.2	0.63	60	45.36
206	325	2U109063090020	縣 109	研究院路一段	1.2	0.45	55	29.7
2	3	3U032063090007	北 32	舊莊街二段	1.2	1.00	50	60
3	5	AL001063090001	汐碇路 370 巷		1	1.00	30	30
4	7	AL004063090001	汐碇路 380 巷		1	1.00	30	30
417	847	AL005263090003	研究院路二段 182 巷		1	1.00	30	30
150	269	AL006263090001	研究院路二段 134 巷		1	1.00	30	30
146	265	AL007263090001	研究院路二段 150 巷		1	1.00	30	30
718	1341	AL008063020001	玉成街 52 巷		1	1.00	30	30
61	180	AL008063090001	南深路 19 巷		1	1.00	30	30
84	203	AL010263090003	研究院路二段 61 巷		1	1.00	30	30
112	231	AL010263090007	研究院路二段 61 巷		1	1.00	30	30
94	213	AL014163090001	舊莊街一段 145 巷		1	1.00	30	30
78	197	AL017163090001	研究院路一段 1 巷		1	0.40	30	12
96	215	AL019163090001	舊莊街一段 91 巷		1	1.00	30	30
100	219	AL019163090002	舊莊街一段 91 巷		1	1.00	30	30
695	1303	AL019563020013	忠孝東路五段 790 巷		1	1.00	30	30
139	258	AL020163090002	研究院路一段 151 巷		1	1.00	30	30
114	233	AL022063090002	福山街 56 巷		1	1.00	30	30
179	298	AL023263090001	研究院路二段 35 巷		1	1.00	30	30
157	276	AL026763090001	忠孝東路七段 596 巷		1	1.00	30	30

FID	ROADSN	ROADID	ROADNAME	ROADNAME1	基本行車速率 調整係數	大型施工圍籬 影響指標	基本速率	大型施工圍籬存在 時之行車速率
159	278	AL029163090001	研究院路一段 123 巷		1	1.00	30	30
117	236	AL030163090001	研究院路一段 101 巷		1	1.00	30	30
170	289	AL032263090002	研究院路二段 68 巷		1	1.00	30	30
169	288	AL033263090002	研究院路二段 86 巷		1	1.00	30	30
215	334	AL034263090004	研究院路二段 12 巷		1	1.00	30	30
203	322	AL035263090001	研究院路二段 70 巷		1	1.00	30	30
202	321	AL036263090001	研究院路二段 54 巷		1	1.00	30	30
303	733	AL044063090001	興中路 86 巷		1	1.00	30	30
304	734	AL045063090001	興中路 80 巷		1	1.00	30	30
282	712	AL046163090001	南港路一段 287 巷		1	1.00	30	30
276	706	AL046163090002	南港路一段 287 巷		1	1.00	30	30
290	720	AL047063090001	興中路 28 巷		1	1.00	30	30
367	797	AL048263090001	南港路二段 41 巷		1	1.00	30	30
386	816	AL049263090002	南港路二段 272 巷		1	1.00	30	30
294	724	AL052063090001	興中路 68 巷		1	1.00	30	30
295	725	AL053063090001	興中路 44 巷		1	1.00	30	30
296	726	AL054063090001	興中路 56 巷		1	1.00	30	30
344	774	AL055263090003	南港路二段 60 巷		1	1.00	30	30
337	767	AL056263090002	南港路二段 38 巷		1	1.00	30	30
377	807	AL058063090001	東明街 97 巷		1	1.00	30	30
373	803	AL059263090001	南港路二段 212 巷		1	1.00	30	30
378	808	AL060063090001	東明街 123 巷		1	1.00	30	30
351	781	AL060063090002	東明街 123 巷		1	1.00	30	30
374	804	AL061263090001	南港路二段 178 巷		1	1.00	30	30
335	765	AL062263090001	南港路二段 86 巷		1	1.00	30	30
356	786	AL064063090003	重陽路 162 巷		1	1.00	30	30
338	768	AL065063090001	重陽路 263 巷		1	1.00	30	30
251	657	AL068063090001	三重路 21 巷		1	1.00	30	30
273	703	AL069063090001	重陽路 423 巷		1	1.00	30	30
176	295	AL070363090001	研究院路三段 61 巷		1	1.00	30	30
239	358	AL071363090001	研究院路三段 161 巷		1	1.00	30	30
468	945	AL074063090001	昆陽街 140 巷		1	1.00	30	30
447	924	AL074063090002	昆陽街 140 巷		1	1.00	30	30

FID	ROADSN	ROADID	ROADNAME	ROADNAME1	基本行車速率 調整係數	大型施工圍籬 影響指標	基本速率	大型施工圍籬存在 時之行車速率
458	935	AL075263090003	南港路二段 120 巷		1	1.00	30	30
481	958	AL076663090001	忠孝東路六段 370 巷		1	1.00	30	30
450	927	AL077063090001	昆陽街 142 巷		1	1.00	30	30
455	932	AL078063090001	昆陽街 152 巷		1	1.00	30	30
469	946	AL078063090002	昆陽街 152 巷		1	1.00	30	30
451	928	AL079063090001	昆陽街 157 巷		1	1.00	30	30
489	966	AL081063090001	東新街 170 巷		1	1.00	30	30
473	950	AL083063090001	昆陽街 171 巷		1	1.00	30	30
591	1073	AL084363090001	南港路三段 130 巷		1	1.00	30	30
589	1071	AL084363090002	南港路三段 130 巷		1	1.00	30	30
503	980	AL085363090001	南港路三段 80 巷		1	1.00	30	30
593	1075	AL085363090002	南港路三段 80 巷		1	1.00	30	30
509	986	AL086663090005	忠孝東路六段 278 巷		1	1.00	30	30
611	1099	AL087063090001	東新街 63 巷		1	1.00	30	30
529	1006	AL088663090003	忠孝東路六段 250 巷		1	1.00	30	30
562	1043	AL089663090001	忠孝東路六段 212 巷		1	1.00	30	30
612	1100	AL090663090001	忠孝東路六段 188 巷		1	1.00	30	30
590	1072	AL091363090001	南港路三段 67 巷		1	1.00	30	30
485	962	AL092663090001	忠孝東路六段 322 巷		1	1.00	30	30
594	1076	AL093363090001	南港路三段 106 巷		1	1.00	30	30
592	1074	AL093363090002	南港路三段 106 巷		1	1.00	30	30
728	1354	AL094363090001	南港路三段 256 巷		1	1.00	30	30
409	839	AL095163090001	成功路一段 94 巷		1	1.00	30	30
566	1047	AL096663090001	忠孝東路六段 225 巷		1	1.00	30	30
528	1005	AL097063090006	東新街 77 巷		1	1.00	30	30
586	1068	AL098063090002	東新街 108 巷		1	1.00	30	30
498	975	AL099063090001	東新街 168 巷		1	1.00	30	30
542	1019	AL100063090004	東新街 118 巷		1	1.00	30	30
601	1083	AL102063090001	成福路 64 巷		1	1.00	30	30
578	1060	AL103063090002	東新街 80 巷		1	1.00	30	30
584	1066	AL104063090001	成福路 15 巷		1	1.00	30	30
596	1078	AL105363090001	南港路三段 190 巷		1	1.00	30	30
621	1141	AL105363090002	南港路三段 190 巷		1	1.00	30	30

FID	ROADSN	ROADID	ROADNAME	ROADNAME1	基本行車速率 調整係數	大型施工圍籬 影響指標	基本速率	大型施工圍籬存在 時之行車速率
559	1038	AL108063090002	福德街 309 巷		1	1.00	30	30
626	1157	AL109063090005	福德街 339 巷		1	1.00	30	30
478	955	AL111063090003	福德街 373 巷		1	1.00	30	30
609	1092	AL112063090004	福德街 310 巷		1	1.00	30	30
548	1025	AL113063090002	成福路 171 巷		1	1.00	30	30
549	1026	AL114063090002	成福路 206 巷		1	1.00	30	30
491	968	AL115063090001	成福路 197 巷		1	1.00	30	30
550	1027	AL116063090002	成福路 194 巷		1	1.00	30	30
571	1053	AL117063090003	成福路 178 巷		1	1.00	30	30
574	1056	AL118063090001	成福路 180 巷		1	1.00	30	30
552	1029	AL119063090001	成福路 149 巷		1	1.00	30	30
576	1058	AL120063090001	福德街 300 巷		1	1.00	30	30
604	1086	AL121063090001	成福路 107 巷		1	1.00	30	30
605	1087	AL122063090003	成福路 78 巷		1	1.00	30	30
712	1324	AL124063090001	中坡北路 50 巷		1	1.00	30	30
430	862	AL125063090002	福德街 251 巷		1	1.00	30	30
730	1356	AL127363090001	南港路三段 314 巷		1	1.00	30	30
700	1308	AL128063090001	東新街 12 巷		1	1.00	30	30
731	1357	AL129463090001	八德路四段 768 巷		1	1.00	30	30
732	1358	AL130063090001	玉成街 38 巷		1	1.00	30	30
637	1243	AL132063090002	玉成街 201 巷		1	1.00	30	30
641	1247	AL134063090001	玉成街 235 巷		1	1.00	30	30
633	1239	AL135063090003	東新街 85 巷		1	1.00	30	30
636	1242	AL137663090006	忠孝東路六段 70 巷		1	1.00	30	30
665	1271	AL138063090001	玉成街 166 巷		1	1.00	30	30
714	1326	AL139663090001	忠孝東路六段 9 巷		1	1.00	30	30
635	1241	AL140663090001	忠孝東路六段 110 巷		1	1.00	30	30
657	1263	AL141063090001	玉成街 191 巷		1	1.00	30	30
677	1283	AL142063090003	玉成街 140 巷		1	1.00	30	30
664	1270	AL143063090001	玉成街 176 巷		1	1.00	30	30
647	1253	AL144063090001	玉成街 190 巷		1	1.00	30	30
666	1272	AL145063090001	中坡南路 49 巷		1	1.00	30	30
667	1273	AL146063090001	中坡南路 31 巷		1	1.00	30	30

FID	ROADSN	ROADID	ROADNAME	ROADNAME1	基本行車速率 調整係數	大型施工圍籬 影響指標	基本速率	大型施工圍籬存在 時之行車速率
49	168	AL148063090001	宜興街 40 巷		1	1.00	30	30
43	162	AL150263090001	舊莊街二段 290 巷		1	1.00	30	30
46	165	AL151163090001	舊莊街一段 1 巷		1	1.00	30	30
255	684	EW067063090001	環東大道		1.2	1.00	70	84
253	675	EW067063090002	環東大道		1.2	1.00	70	84
734	2294	EW120063100012	環東大道		1.2	1.00	70	84
733	2293	EW120063100013	環東大道		1.2	1.00	70	84
13	55	HW003063090014	國 3		1.2	1.00	100	120
5	42	HW005063090007	國 5		1.2	1.00	100	120
10	47	OT184063090001	其他道路		1	1.00	30	30
9	46	RD003263090001	舊莊街二段		1.1	1.00	50	55
1	2	RD003263090002	舊莊街二段		1.1	1.00	50	55
717	1330	RD010063020001	永吉路		1.1	1.00	50	55
103	222	RD011063090001	國興街		1.1	1.00	50	55
57	176	RD012063090002	宜興街		1.1	1.00	50	55
56	175	RD013063090002	林森路		1.1	1.00	50	55
85	204	RD015063090001	合順街		1.1	1.00	50	55
156	275	RD016163090027	南港路一段		1.1	1.00	50	55
331	761	RD016263090017	南港路二段		1.1	1.00	50	55
502	979	RD016363090019	南港路三段		1.1	1.00	50	55
144	263	RD018163090015	研究院路一段		1.1	0.45	50	24.75
153	272	RD018263090012	研究院路二段		1.1	1.00	50	55
423	854	RD018363090004	研究院路三段		1.1	1.00	50	55
424	855	RD018463090001	研究院路四段		1.1	1.00	50	55
113	232	RD021063090001	弘道街		1.1	1.00	50	55
83	202	RD024263090001	民權街二段		1.1	1.00	50	55
180	299	RD025063090001	福山街		1.1	1.00	50	55
141	260	RD027063090001	橫科路		1.1	1.00	50	55
142	261	RD028063090001	中南街		1.1	1.00	50	55
123	242	RD031063090001	富康街		1.1	1.00	50	55
260	690	RD037063090003	興東街		1.1	1.00	50	55
230	349	RD038063090001	東南街		1.1	1.00	50	55
271	701	RD039063090004	惠民街		1.1	1.00	50	55

FID	ROADSN	ROADID	ROADNAME	ROADNAME1	基本行車速率 調整係數	大型施工圍籬 影響指標	基本速率	大型施工圍籬存在 時之行車速率
261	691	RD040063090001	新民街		1.1	1.00	50	55
33	141	RD041063090002	三重路		1.1	1.00	50	55
305	735	RD042063090007	興中路		1.1	1.00	50	55
461	938	RD043063090001	重陽路		1.1	1.00	50	55
287	717	RD050063090001	向陽路		1.1	1.00	50	55
313	743	RD051063090007	興華路		1.1	1.00	50	55
432	909	RD057063090002	興南街		1.1	1.00	50	55
314	744	RD063063090007	東明街		1.1	1.00	50	55
249	655	RD066063090001	南湖大橋		1.1	1.00	50	55
475	952	RD072063090003	龍華街		1.1	1.00	50	55
504	981	RD073063090007	昆陽街		1.1	1.00	50	55
505	982	RD080163090001	成功路一段		1.1	1.00	50	55
492	969	RD082063090002	東新街		1.1	1.00	50	55
652	1258	RD101063090016	成福路		1.1	1.00	50	55
696	1304	RD107463090003	八德路四段		1.1	0.45	50	24.75
558	1036	RD110063090002	福德街		1.1	1.00	50	55
640	1246	RD126063090001	玉成街		1.1	1.00	50	55
704	1313	RD131063090001	中坡北路		1.1	1.00	50	55
629	1235	RD136063090003	同德路		1.1	1.00	50	55
42	161	RD149063090001	芳園街		1.1	1.00	50	55
669	1275	RD174063020007	中坡南路		1.1	1.00	50	55
735	2428	RD186063100001	成美橋		1.1	1.00	50	55

附錄二 Lingo 區位配置模式程式碼

P中心模式原始程式碼：

```
model:
Title P center Problem ;
sets:
PopNode/1..13/:h;
Facnode/1..13/:x;
choice(popnode,facnode):d,y;
endsets
data:
Facnum=?;
h=略;
d=略，見附錄三，需求點與潛在設施點的距離矩陣;
enddata
!Objective;
min =md;
@for(popnode(i):
    @sum(choice(i,j):
        d(i,j)*y(i,j))<=md;
);
!Constraint;
@sum(facnode(j):
    x(j))=facnum;
@for(popnode(i):
    @sum(facnode(j):y(i,j))=1);
@for(choice(i,j):
    y(i,j)-x(j)<=0);
@for(facnode(j):
    @bin(x(j)));
@for(choice(i,j):
    @bin(y(i,j)));
End
```



附錄三 需求點與潛在設施點的距離矩陣

需求點與潛在設施點的距離矩陣;

		F0	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12
		南軟	南港	玉成	新光	中南	中研	九如	九如(西)	舊庄	舊庄	舊庄	舊庄	舊庄
F0	南軟	0	1190	3450	2790	2008	1489	2761	4768	3653	3704	3422	5121	5924
F1	南港	1190	0	2273	1604	864	1296	2510	3884	3498	3723	3631	5453	6463
F2	玉成	3450	2273	0	873	1641	3084	3701	3299	4566	4995	5156	6948	8162
F3	新光	2790	1604	873	0	827	2231	2843	2873	3734	4144	4287	6087	7291
F4	中南	2008	864	1641	827	0	1454	2304	3107	3267	3605	3658	5487	6626
F5	中研	1489	1296	3084	2231	1454	0	1310	3403	2266	2440	2338	4166	5223
F6	九如	2761	2510	3701	2843	2304	1310	0	2684	990	1308	1488	3247	4494
F7	九如(西)	4768	3884	3299	2873	3107	3403	2684	0	2821	3370	3875	5169	6567
F8	舊庄	3653	3498	4566	3734	3267	2266	990	2821	0	550	1088	2481	3831
F9	舊庄	3704	3723	4995	4144	3605	2440	1308	3370	550	0	612	1976	3299
F10	舊庄	3422	3631	5156	4287	3658	2338	1488	3875	1088	612	0	1834	3011
F11	舊庄	5121	5453	6948	6087	5487	4166	3247	5169	2481	1976	1834	0	1404
F12	舊庄	5924	6463	8162	7291	6626	5223	4494	6567	3831	3299	3011	1404	0

全文完