

# 行政院國家科學委員會專題研究計劃成果報告

都市地區地震防災交通系統之研究(I)---子計畫四  
地震救災機動式智慧型交通管理系統之研發

計劃編號：NSC89-2218-E-002-101

執行期限：民國 89 年 8 月~90 年 10 月

主持人：許添本副教授 台大土木所

## 一、 中文摘要

關鍵詞：路線選擇、救災車輛、空照圖

本研究主要目的為構建一套都市震災救災路線選擇模式，於震災來臨時，能立即提供適合救災車輛行走之路線，該路線須同時具備道路的安全性與效率性。並研究對災區路網進行交通量分析，以取得效率評估所需之參數。另一方面亦透過空照圖來分析當時的交通情形以進一步掌握震災對道路路網系統之衝擊，作為救災路線效率評估之基礎。綜合安全與效率兩項指標，決定震災最適救災路線。

### Abstract

Accroding to develop an effective traffic management system for rescue traffic post earthquake is very necessary. This research contains two parts. First, we will analyze the type and the causes of earthquakes by an aerial photograph. Second, we decide the rescue path for safe and efficiency.

## 二、 緣由與目的

民國八十八年九月二十一日所發生的大地震，其規模高達芮氏 7.3 級，造成中部地區嚴重損害及傷亡。區內之交通受損嚴重，其帶來全面性，且無法短期復原的破壞。而災害發生後，為了讓救護車輛與救援機具順利通行，且為了避免無端車輛擅自通行，此時交通管理的手段便極為重要。

為此本研究希望藉由空照圖來分析地震當時的交通狀況，以作為交通管理策略與路徑選擇之未來發展基礎。其次本研究欲由建構救援路線規劃選擇評估模式，來研擬適用於國內的路徑風險評估。

## 三、 空照圖與交通擁擠程度分析

在原有的地理資訊系統中，本研究已經建立許多路段的基本資料，諸如路長，起訖點座標等資料。而在地震發生之後，農林航空測量所迅速的攝得 9 月 22 日，9 月 23 日的空照圖像，所以資料的即時性相當高。

本研究希望建立一套程序，藉著人工快速的對於空照圖所能展現的即時資料(密度、路邊房屋損壞、斷層隆起與否)進行判讀並紀錄至地理資訊系統之中，配合先前已經建立於 GIS 的資料，建立出一套完整而具有時效性的地理資訊系統，以供交通量指派之用。

若暫不考慮時期因素，由以上結果我們可以斷定判讀資料不論是流量或密度均與民眾主觀感受之擁擠程度有所出入，亦即民眾之主觀感受擁擠程度不代表實際交通擁擠狀態。

若時期因素為兩者差異之主因考量，則本研究可以初步依時期別決定影響南投地區震後擁擠狀態之主要因素分別為何(如圖一)。其主要結論如下：

1. 地震後隔天南投地區普遍交通流量並

不高，路段車流密度亦均未超過最大流量密度，雖然交通流量有局部集中情形，但車流尚可稱通暢。

2. 空照密度資料回歸結果顯示，主要影響震後隔日交通流量之主要因素為震前該地民眾認知之擁擠程度、倒塌房屋長度占路段長度百分比、號誌化路口數以及救災中心是否位於該路段。其中又以倒塌房屋因素影響最大。
3. 民眾主觀擁擠程度回歸結果顯示，南投地區震後兩週內交通擁擠程度主要受到道路寬度與震前該地交通擁擠程度兩因素影響。
4. 由於時期因素與調查方式的不同，導致民眾主觀感知擁擠程度回歸之主要變數異於震後隔日空照流量之主要影響因素。
5. 地震發生初期交通需求主要來自於救災與避難，因此交通流量受到救災中心因素與房屋倒塌因素影響較大，此外，由於地震發生初期電力中斷，號誌無法運作，因此號誌化路口也成為影響交通流量之重要因素。
6. 地震發生後兩週間，救災與避難需求隨距地震時間越長而逐漸消失，交通需求亦已逐漸恢復原先震前之基本需求，因此交通狀態主要受到震前交通擁擠程度與道路寬度之影響。

#### 四、救援路線規劃選擇評估

在此模式之建構分為兩階段，第一階段為出一套適用於國內且易於操作之路徑風險評估模式，此部份將修正陳亮全君所提出的地震危險度評點評估法，於模式中增加評估項目間的權重關係及其他救援路徑風險評估所考慮之項目；第二階段為交通量指派模式之構建，模式構建完成後，在結合路徑風險評估模式，即完成路線規劃選擇評估模式之構建。

以往路徑指派或決定最短路徑時，通常只考慮點與點之間的最短距離或點與點間最短的旅行時間，其中最短旅行時間的決定目前是以路段的速限當作平均旅行速率，以路段長除以路段速限得到的時間當作路段的旅行時間，如此的作法簡化了路段平均旅行速率不易獲得的困難，但同時也忽略了路段上交通量對旅行時間的影響，所得的結果往往與真實的情形有極大的落差。

本研究取得各交通分區的 O-D 資料後，利用 TransCAD 系統中之交通量指派功能，以使用者均衡指派法對災區路網進行交通量指派，求得災區路網上各路段的旅行時間與旅行時間延滯，再配合路段阻斷風險，作為救災路線選擇的依據，所得結果較符合真實的情形。可作為相關單位在未來地震緊急路線規劃的參考。

本研究路線選擇模式，考慮到以往用以決定路線選擇時所考慮的時間最短因子中，路段的旅行速率並非以路段即時的旅行時間為依據，加上未考慮地震可能造成道路損壞不能通行的機率。因此針對救災的需求建立另一路線選擇的模式，以下對各部分所需資料及功能作以下簡要的敘述：

1. 基本圖檔及屬性資料檔的建立：TransCAD 系統作為分析的基本平台。
2. 路段旅行時間及延滯的產生：路段的旅行時間的產生，利用 TransCAD 系統中的交通量指派功能求得，於建立研究區域的路網、收集所須的 O-D 資料及路段的容量後，利用 TransCAD 系統內建之使用者均衡模式進行研究區域之交通量的指派，指派後即可求得各路段的旅行時間 T1。但因地震發生前及地震發生後，因為道路損毀使得災區路網會產生改變，同時各交通分區的 O-D 量也會

有所不同，進而影響到各路段的旅行時間，因此必須更新路網及 O-D 交通量重新指派，產生地震後的路段旅行時間  $T_2$ 。由  $T_2 - T_1$  即可得到各路段的延滯  $T_d$ 。

3. 路段總效用值的產生：路段總效用值主要有二，一為路段阻斷風險效用值，另一為路段效率效用值。路段旅行時間延滯的產生是由於地震對道路破壞及交通量改變所導致。而路段阻斷的風險主要考慮道路兩側建築物破壞之機率。因此路段總效用值即為路段效率效用值加上路段阻斷風險效用值。
4. 最適救災路線或替選道路的產生：最適救災路線或替選道路的產生主要即依據各路段總效用值，利用 TransCAD 內建最短路徑的分析功能，將其抗拒因子設定為路段總效用值，即可產生最適的救災路線，將最適救災路線之效用值變更，再重新分析，即可得到效用次大的路線，以作為替選路線。

#### 路線選擇邏輯與情境假設：

本研究於構建路線選擇模式時，主要考量兩項指標作為路線選擇之依據，即路段阻斷風險與效率。

本研究之路線選擇邏輯主要分為兩類，一類為風險控制之救災路線，此類型之路線決定以風險效用為路線選擇主要控制因子，而效率效用為路線選擇之次要控制因子，以此邏輯所決定出之路線，其可靠度較高，但相對地其效率較差；另一類為效率控制之救災路線，此類型路線與前者相反，主要以效率效用為路線選擇主要控制因子，而風險效用為路線選擇之次要控制因子，以此邏輯所決定出之路線，其可靠度較前者差，但效率卻較前者佳。於救災路線決定後，再依據救災車輛的特性分別指定合適的救災路線。

案例分析：假設中興新村傳出嚴重災情，須立即進行救災行動。當災害一形成，救援車輛由台三線方向進入災區進行救災，一旦救災車輛進入災區範圍內時，即開始面臨路線選擇問題，以決定救災之最適路線，經本模式分析後，提出三條可行之救災路線，作為救災車輛路線選擇參考之依據。以下分別假設災區實施交通完全管制、部分管制與不管制三種情境進行分析。其結果之綜合比較如表一，而經分析可得：

1. 由三種情境分析結果得知，不論何種情境下，風險控制最大效用路線其路線幾乎不變，主要原因為風險控制最大效用路線之主控因子為路段阻斷風險，而路段阻斷風險乃一固定值，該值僅受路段建築物影響，不受路段交通量影響，除非風險控制最大效用路線上某些路段之旅行時間變異很大，而影響該路段總效用值，路線才可能不同，否則風險控制最大效用路線通常不變或變化不大。
2. 經案例一之分析後可得知，由於效率控制最大效用路線之主控因子為旅行時間與延滯，因此，當路網上交通量一改變，其路線會隨路網上之交通量而作適度的調整，而調整的程度則須視交通量的變化情形。
3. 不論是實施交通完全管制或部分交通管制，其旅行時間與延滯明顯比不實施交通管制少很多，而實施交通完全管制與部分交通管制間之差異相當有限。因此，當震災一發生，若災區無法實施交通完全管制，則至少要限制部分交通進出災區，以免影響救災效率。

## 五、計劃成果自評

### (一) 空照圖分析方面

1. 在判讀空照圖時，由於道路上空遮蔽物及拍攝角度的問題，造成判讀資料上的

很大困難，也因此造成可判讀分析之資料很少。建議空照角度儘可能與地面呈90度直交，且快速同時取得路段中各路段之直交照片，以供判讀之用。而關於遮蔽物的處理問題，亦建議能發展先進攝影儀器加以克服。

2. 判讀資料轉換時，直接將機車以固定之小汽車當量加以處理，建議以往的研究可以考慮不同混合比下之模式變動與當量變動。
3. 本研究使用 Greenshield 線性車流巨觀模式處理資料轉換問題，然而此模式發展之初乃是針對高速公路之車流參數而作，而非針對市區道路。市區道路中對模式影響最鉅的因素為路口因素，也因此未考慮路口因素之市區車流模式容易造成轉換上的誤差。本研究建議後人可針對市區內號誌化及非號誌化路口影響因素進行處理，發展一套符合市區之車流密度-速率關係模式。
4. 震後交通資料的缺乏使得研究工作處處受限，因此本研究建議可以建立一套完整之震後資料調查系統，將震後調查之時、地、內容、調查方式及人員調配等納入，建立一套完整的作業程序與資料庫架構，以利後續研究。

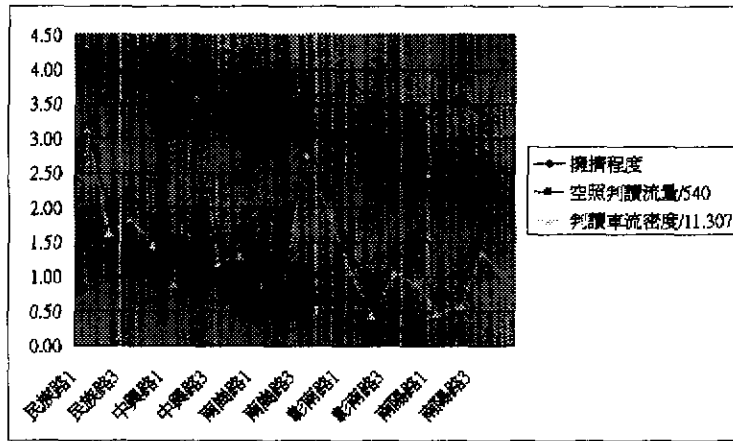
#### (二) 路徑選擇模式方面：

1. 提議將救災行動分為三個階段，分別擬定不同的交通管制策略，以於不同的階段進行不同的交通指派與路徑選擇。
2. 考慮適用範圍為都會地區，所以道路阻斷因子中只考量建築物因子，若未來能再加入橋樑、邊坡等因子，則模式可適用範圍更廣。
3. 因路段之建物密度不易求得，而本研究以路段行經地區之建蔽率來取代建物密度，此部分賴後續相關研究加以調整修正。

4. 本研究救災路徑選擇之依據，主要為路段阻斷風險與效率所構成之效用值，於決定最大效用路徑時，可能受路段數之影響。因此，運用本模式進行路徑選擇前，須先將路網加以簡化，以避免誤差產生。
5. 本研究於案例分析時所採用之 O-D 資料並非震災發生時之 O-D 資料，若未來能掌握震災發生時之 O-D 資料，則模式輸出之結果將更合於現況。
6. 本文礙於時間與人力之限制，所以採用假設方式來構建風險與效率之效用函數，後續研究可朝震災對道路安全與旅行時間之影響，進行效用值之分析。

#### 六、 參考文獻

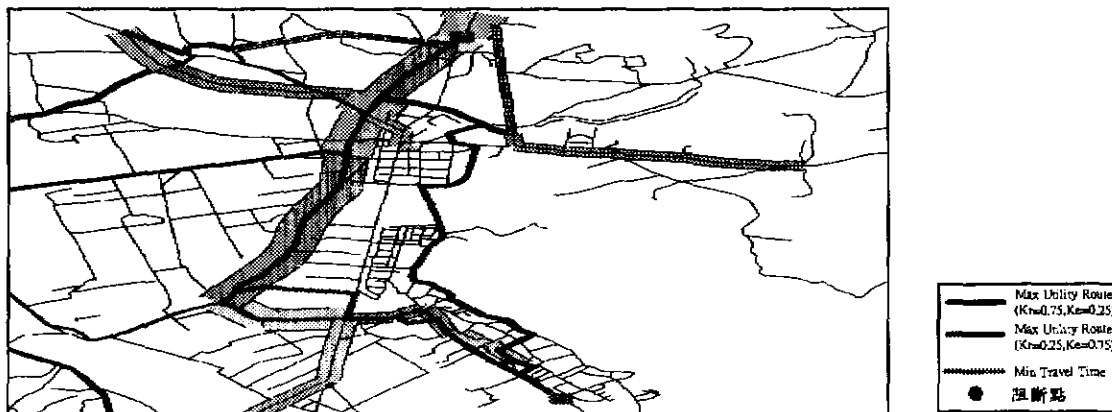
1. 謝順結，「台灣區高速公路行車速限與車流模式之研究」民國七十二年。
2. 莊文宏，「台灣省公路施工路段交通管制對車流特性影響之研究」民國七十五年。
3. 王文麟，「交通工程學-理論與實用(修正版)」民國八十七年。
4. Danill L.Gorlough & Matthew J.huber 「Traffic Flow Theory - A Monograph」,TRB SR 165,1975。
5. Adolf D.May 「Traffic Flow Fundamentals」,1990。
6. 張弘鼎，都市地震災害危害度評估方法之研究，國立台灣科技大學工程技術研究所碩士論文，民國八十八年。
7. 陳亮全、邱昌平，都市地震災害危險度簡易評估法，國立台灣大學土木工程學研究所，民國七十八年。
8. 詹士樑，都市地區避難救災路徑評估方法之研究，內政部建築研究所八十八。



圖一：擁擠程度之判別

表一：案例中之整理

假設情境		路線	藍線	紅線	綠線
交通完全管制	路線長度		7.7km	7.95km	7.9km
	旅行時間		645.7sec	534.6sec	475.3sec
	延滯		0sec	0sec	-
部分交通管制	路線長度		7.7km	9.7km	7.9km
	旅行時間		753.2sec	852.0sec	607.2sec
	延滯		65sec	3sec	
交通不管制	路線長度		7.7km	9.7km	7.9km
	旅行時間		1712.3sec	1676.8sec	1536.1sec
	延滯		1194sec	854sec	-



圖二：案例中實施交通完全管制之救災路線