

# 行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告

※※※

※

※ 都市防災道路系統之研究 ※

※

※※※

計畫類別：個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC90-2211-E009-040

執行期間：九十年八月一日至九十一年七月三十一日

計畫主持人：徐淵靜

計畫參與人員：侯鵬曦

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：交通大學交通運輸研究所

中華民國九十一年七月十九日

# 都市防災道路系統之研究

## Urban Disaster Mitigation Road System

計畫編號：NSC90-2211-E009-040

執行期限：90年08月01日至91年07月31日

主持人：徐淵靜 交通大學交通運輸研究所教授

計畫參與人員：侯鵬曦 交通大學交通運輸研究所博士班研究生

### 一、中文摘要

本研究主要內容為(一)確立都市防災道路系統之應具功能；(二)建立都市防災道路系統之評估模式，並以實例檢討模式運作之可行性；及(三)研擬防災道路設計原則。其成果將可供既有都市區域檢討現有道路系統所具有防災之功能及程度，以作為研擬改善對策、提供新訂都市計劃時之道路系統規劃等之依據，以便構建完善之都市防災體系，期能提供人民安全之生活環境。

**關鍵詞：都市災害、防災道路、評估模式、道路設計**

### Abstract

Our research includes three parts. The first part will figure out the functions of calamity-precaution road system; in the second part we will establish an evaluation model for urban disaster mitigation road system and explain how it works in a selected case; at last we will deliberate the adequate criterions for the design of disaster mitigation road system. We hope the final result may provide standards to inspect disaster mitigation level of existed road system and improve the method of road system planning of urban planning in the future. Eventually the mechanism will develop a sound body of urban disaster mitigation and provide people a safe environment of living.

**Keyword: urban disaster, disaster mitigation road, evaluation model, road design**

### 二、緣由與目的

防災道路除了可提供救災、避難活動之快速、安全的通行空間外，防災道路系統也是構成救災避難活動之可靠、完整之防災體系之必要設施之一，因此構建一完整合宜之防災道路系統為都市防災體系之重要課題之一。

本研究主要目的在確立市區道路的防災功能，進而建立市區道路防災功能之評估方法，研擬防災道路之功能及設計要件。其研究之目的可歸納如下：(一)確立都市道路的防災功能及條件；(二)研擬都市防災道路系統之評估模式；及(三)研擬都市防災道路之設計原則。

### 三、結果與討論

#### (一)都市道路系統之防災功能與特性

防災乃為防止災害之事，防範災害於未然，防止災後災情擴大，以及災後的修復計畫；也就是說防災乃包含了防範災害於未然、防止災情擴大、災害修復等三個範疇。而道路的防災功能，其主要目的則在防止災情擴大及災後修復此兩範疇之內。

因應人們的需求與災害發生的時程，在災害發生的第一時間，人為了保全自己的生命，而產生遠離災害的避難行為；災害的第二時間，由社會組織制度下產生的救援單位執行救援任務的責任行為；災害的第三時間則是基於社會互助的原則，為各地援助受災難民的物資輸送行為；此三階段為災害發生中社會行為的順序，產生了災時道路的三个運輸功能：避難功能、救援功能、物資輸送功能；而相對應三功能道路所展現的形式，也就是避難道路、救援道路、物資輸送道路。此三項功能，即為

震災發生時，道路所具有一般交通運輸功能外，所衍生之防災功能。

因此都市地區道路系統基於防災觀點，則應具有避難、救援、緊急輸送等功能，主要可區分為三個系統。第一種為避難道路系統，為聯結相關避難空間之道路系統；第二種為救援道路系統，提供市區內救援活動之路線；第三種為物資輸送道路系統，提供物資輸送活動進行之路線。

## (二)影響都市道路防災功能之因素

影響都市道路交通防災功能之因素包括有 1. 道路條件：路寬、路口、結構、系統；2. 土地條件：使用強度、設施(建物)管制；及 3. 防災系統條件：單位量、區位等三項。

### 1. 道路條件

#### (1) 道路寬度

路寬為提高道路行駛速率最主要因素之一，也是防災道路最重要的基本要求之一，然而在許多的舊市區中，往往道路條件不甚良好，也因此造成無法提供良好防災道路的環境。路寬除實質之道路寬度外，常因道路被佔用(停車或違規非通行使用)而減少道路之使用寬度。

#### (2) 路口

路口間距短、交通號誌多且時誌複雜，皆容易導致行駛速率降低之結果，而在都市裡，為了行車的方便性，因此各個路口之間距短，雖然提高了方便性，卻也降低了行車速率，並造成車流交織受阻的機率提高。

#### (3) 結構

道路結構之完整及強度為決定道路行駛功能之重要條件，而行駛功能之確保為防災道路最重要的基本要求之一。

#### (4) 系統

由於災害發生時容易造成道路阻礙不通的現象，因此防災道路的規劃應特別考量替代道路，因之防災道路不僅重視道路空間，更應有完整之防災道路網系統。

### 2. 土地使用條件

#### (1) 使用強度

都市中心的土地使用強度較高，容易吸引大量的人潮，然而一旦發生災害，瞬間旅次需求將大幅增加，導致道路負荷不足，救援活動與疏散活動彼此間的道路使用重疊，造成道路使用率高，而且使用功能混雜等因素，皆會造成防災道路發揮功效受阻。

#### (2) 設施(建物)管制

都市公共設施及建物之管制條件會影響都市開放空間之組成及結構，而都市開放空間為都市防災系統之主要要素，同時影響防災道路之有效寬度。

### 3. 防災系統條件

#### (1) 單位量與區位

防災道路的基本條件之一就是要與救災單位相連結，才能提高救災速率，然而以目前的救災單位數量來看，僅能應付單一的緊急狀況，若同時發生多起的災害狀況，恐怕就有能力不足之現象；防災道路的防災能力也緊緊繫於救災單位，因此救災單位之數量與區位將對道路防災的能力有決定性的影響。

#### (2) 防災應變能力

防災效率之發揮，有賴於防災體系之完整，包括組織、設施、運作及執行規範、維護管理及演練。

## (三) 都市防災道路系統評估模式之建立

### 1. 評估指標

都市防災系統道路之必要條件為(1)防災輸送之快捷性；(2)防災區域服務之完整性；及(3)防災交通服務功能之穩定性。因之本研究研擬都市防災道路系統之評估指標有(1)快捷性；(2)服務性；及(3)穩定性等三項。

#### (1) 指標一：快捷性

本研究以時間作為快捷性度量的方式。災害的特性，就是在於初期時間內的高敏感度，所以最重要的就是了解災害發

生的時間裡，道路系統是否能提供良好的快捷性，也就是快捷系統(Rapid System)。

本研究利用地理資訊系統軟體 ArcView 3.1 之外掛程式 ArcView Network Analyst 之尋找最佳路徑(find the best route)與尋找最近設施(find the closest facility)功能，以進行快捷系統之建立。

## (2) 指標二：服務性

災時的服務人口，是指防災道路所能連結的人口，而該防災道路也必須連結該地區之供給資源設施，才具有防災道路功能，在災時所能服務的人口數就是服務性之指標，也就是防災道路的涵蓋能力(Coverage Ability)。

本研究以累積人口數作為涵蓋能力(服務性)之指標。

## (3) 指標三：穩定性

為確保路網防災的功能性，防災道路必須具有穩定性，也就是防災道路路網可靠性(Network Reliability)。

因災害會使防災道路破壞，本研究以防災路網之破壞路段數佔全防災路網路段總數之比例為破壞比例，本研究之穩定性以在破壞比例下之防災道路網之可能服務需求點之比例來表示之。

## 2. 評估模式

本路網構建之評估模式依循評估指標進行，由避難路網、救援路網及物資輸送路網三部份構建出健全之防災路網如圖 1 所示；而避難路網、救援路網及物資輸送路網個別之建構流程如圖 2、圖 3。

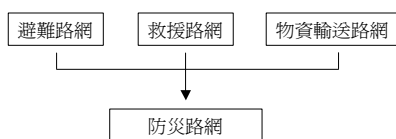


圖 1 健全的防災路網

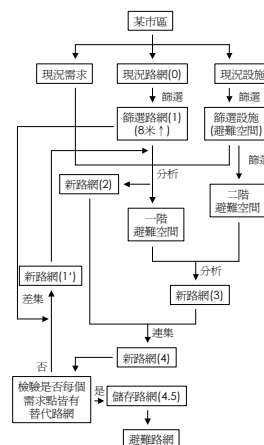


圖 2 避難路網評估模式

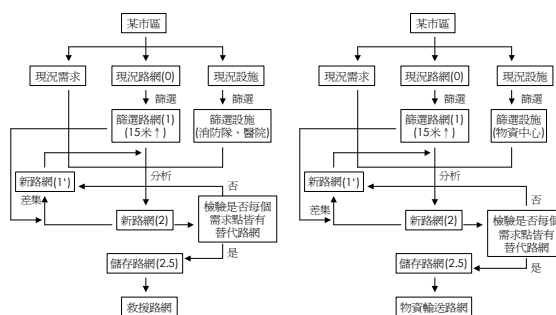


圖 3 救援及物資輸送路網評估模式

## (四) 模式之應用

### 1. 模式應用之條件

在應用模式之前，本模式需作一些基本假設，假設如下：

- (1) 簡化實際路網：篩選出路寬 8 米以上之道路進行分析。
- (2) 簡化需求人口：以里為單位，將各里人口數加總並視為同一需求點。
- (3) 簡化避難/收容場所：將面積質心化，以確立出該場所所在座標。

### 2. 實例應用

本研究應用案例以高雄市苓雅行政區進行分析。結果說明如下：

#### (1) 避難道路系統

避難道路系統以路寬 8 米以上道路為對象，經本模式之運算，全區之避難道路系統包括 59 段道路，其總長為 15.4 公里，佔該區之 18%。

#### (2) 救援/物資輸送之道路系統

救援/物資輸送道路系統以路寬 15 米以上道路為對象，經本模式之運算，全區之救援/物資輸送道路系統包括 62 段道路，其總長為 40.5 公里，佔該區之 46%。

### (3) 各指標之結果

快捷性指標方面，採各供給點與需求點間之最短路徑，因此為時間成本最小之路網；服務性指標方面，此路網能涵蓋苓雅區所有人口，共 201,180 人；穩定性指標方面，此防災路網在破壞達三分之一時，消防仍能服務 5.8% 之需求，醫療仍能服務 50.0% 之需求，物資輸送仍能服務 59.1% 之需求。

### (五) 防災道路之設計要則

防災道路之設計原則，應從防災道路本身應提供的功能，以及防災道路如何不受災害影響這兩個角度來思考，茲說明如后。

#### 1. 提供防災功能角度

##### (1) 災時專用路權

防災道路在平常時應具有一般交通功能，然而在災害發生時，應以救災避難運具為優先使用，利用專用路權之概念，以提高救災效率並達到快捷系統目的。

##### (2) 道路辨識度

在特殊災害情況中，例如水災，往往造成道路界線不清楚之狀況，而致使救災過程更加困難，因此應提高道路的辨識度，以利救災人員進行救援活動。

##### (3) 相關設備之健全

防災道路除了要連結防災據點(如消防隊、醫院等)之外，防災道路上就地防災設施之健全亦相當重要，相關設施(例如消防栓)應比一般道路更健全。

##### (4) 救災空間之完善

救災過程當中，往往比一般交通需要更多的緊急空間，因此除了基本防災道路寬度要比一般道路更寬以外，救災機具之停靠空間、救災人員之搶救空間、避難人

員之疏散空間等之品質應要比一般道路更完善。

#### 2. 影響防災道路功能角度

##### (1) 道路之地理環境狀況

防災道路之基本條件為本身具有安全性，倘若連防災道路都成為遭受災害損害的對象，遑論救災功能，因此防災道路必須避免地區地理環境狀況相對較差的路線，例如地震帶、地勢較低窪的地區等等。

##### (2) 防災道路之避燃性

許多災害常常除了直接災害外，往往會引發二次災害，為防止災害快速蔓延，防災道路應具有火災蔓延遮斷之功能，例如種植樹木增加避燃效果。

##### (3) 防災道路使用管制

路邊停車為之劃設、路邊攤販活動等因素，會造成減低道路容量、造成道路暢通阻力等不良影響，因此在防災道路使用之管制，應給予較嚴格之管制。

##### (4) 兩側土地使用管制

災害的發生，由過去的經驗可知，造成街道兩側建築物倒塌使得道路無法通行，此時並不是道路本身的破壞導致失去交通功能，而是受到建築物的二次災害所影響，因此在防災道路的規劃上，應避免此類的情形發生，對於防災道路兩側相對不堅固的建築物或相對危險的活動應有較嚴格的管制，以確保防災道路在災時受到其他外力影響而失去防災功能。

##### (5) 道路上部空間管制

救災機具往往在高度、寬度等尺度方面較大，因此在防災道路通過的路線上空，應保持淨空以確保救災機具行進間的暢通，例如穿越街道的電線、建築物廣告招牌延伸路面長度等等的限制，皆要加以管制。

#### (六) 結論與建議

本研究提出了都市災害的種類及災害的特性，並分析都市防災道路系統應具備的防災功能，

另外加以探討影響防災功能的諸多因素，針對其中震災的災害特性，本研究以高雄市苓雅區為例，根據防災道路應具備的供能、條件，研擬了該區的避難道路系統、救援道路系統和物資輸送道路系統，也指明了各防災道路應具備之功能與路段之實際位置；然而未來應該朝向實際落實的層面，考量本研究最後所提出防災道路之設計原則，以確保防災道路具備之功能，以及不易受到外力影響之安全性，以提供人民一個安全無虞的生活環境。

未來的研究方向上，本研究建議有以下幾點：

1. 應構建貼近實際災害的災害模式
2. 擬定適切的指標來衡量救援、避難等活動的效率
3. 模擬各種災害應變管制措施，並透過適切指標來衡量各策略的績效，以做好各種災害發生完善的沙盤推演

#### 四、計畫成果自評

本研究內容與原計劃方向一致，並已達成本研究原先預定之目標，由學術觀點觀之，本研究建立了防災路網之評估模式，並且確實能應用於實際案例之中(高雄市苓雅區)，且在未來研究的方向上，亦提出諸多見解，將致該領域能更深入完整地探討；本研究之實例部份已於第十五屆國際華人交通運輸協會年會(民國九十一年五月十日至十三日)發表，且未來也計劃在學術期刊中發表相關文章，期能激起更多學術上的討論，以使該研究領域臻於更嚴謹完善之境界。

#### 五、參考文獻

- [1] 中華民國土木技師公會全國聯合會，「集集大地震結構物破壞模式研討會論文集」，民國 89 年 3 月。
- [2] 台灣科技大學建築系，「台北市實質環境防災機能之研究」，行政院國家科學委員會，民國 88 年 9 月。
- [3] 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」，民國 88 年 6 月。
- [4] 中華民國都市計劃學會，「從都市防災系統中實質空間防災功能檢討—(二)學校、公園及大型公共設施等防救據點」，內政部建築研究所，民國 88 年 6 月。
- [5] 內政部建築研究所，「都市計劃通盤檢討有關防災規劃作業程序及設計準則之研究」，民國 88 年 6 月。
- [6] 國立成功大學，「都市防災規劃之研究」，民國 88 年 6 月。
- [7] 台灣省政府住宅及都市發展處市鄉規劃局，「都市計劃作業規劃手冊」，民國 87 年 9 月。
- [8] 葉光毅、吳永隆，「地區性交通計劃」，滄海書局，民國 87 年 7 月。
- [9] 內政部建築研究所，「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據點」，民國 87 年 6 月。
- [10] 中華民國都市計劃學會，「都市災害危險度評估網格資訊系統之建立—避難空地配置評估方法」，內政部建築研究所，民國 87 年 6 月。
- [11] 中華民國都市計劃學會，「台北市都市計劃防災系統之規劃」，台北市政府都市發展局，民國 86 年 6 月。
- [12] 內政部建築研究所，「都市計劃防災規劃作業之研究」，民國 86 年 6 月。
- [13] 陳永明，「台北市道路功能分類之研究」，交通大學運輸研究所碩士論文，民國 79 年 6 月。
- [14] Iida, Yasunori, Fumitaka Kurauchi, and Hirofumi Shimada. "Traffic Management System against Major Earthquakes." *IATSS Review* 24.2 (2000).
- [15] Bell, Michael G. H. "A Game Theory Approach to Measuring the Performance Reliability of Transport Networks." *Transportation Research Part B* 34 (2000) 533-45.
- [16] Tsukaguchi, Hiroshi, Upali Vandebona, and Yan Li. "Planning of Residential Street Network for Disaster Prone Urban Areas." *WCTR* (1999).
- [17] Asakura, Yasuo. "Reliability Measures of an Origin and Destination Pair in a Deteriorated Road Network with Variable Flows." *Transportation Networks: Recent Methodological Transportation Meeting*. Ed. Michael G. H. Bell Pergamon 1998.