

# 地下捷運場站特殊空間搶救策略

## 與特殊裝備之研究

### A Study of Rescue Plan and Special Equipment of The Underground Rapid Transit Station

主管單位：內政部消防署 計畫編號：E9601-005

吳貫遠 簡賢文 邱鴻璋 黃元定

Wu, G.Y. Chien, S.W. Chiou, H.W. Huang, Y.T.

財團法人消防教育學術研究基金會

#### 摘要

在地下車站各種災害當中，首推火災之發生將直接對內部之人員生命產生威脅。由於地下場站具有避難困難、消防隊進入搶救不易及火煙發展與避難狀況難以掌握等特性，更增加了人命危險性。因此，無論人員避難逃生或消防搶救均需依賴內部設施及應變機制達成，對於捷運系統地下化區段在發生重大災害時，需整合運用既有之硬體設備，如隧道、緊急停靠站、緊急出口、空調排煙設備、消防防災特殊設備、救援車輛、救援人力、救災策略及平時人員演訓計畫等，擬定一套明確之緊急應變計畫及救援標準作業程序配合救援所需的特殊裝備，以利災害發生初期能有步驟、有系統地按現場災變情境，迅速採取正確之緊急應變及救災作業，俾即時控制災情、減少人命傷亡及列車或既有硬體設備之毀損。

本研究計畫以文獻探討法，分析火災情境並蒐集有關地下場站對人員避難之影響，及實驗驗證等資料作為本計畫火災情境的參數資料。另外，整理歐、美、日等對於地下捷運場站等特殊空間之重大災例及其所使用之搶救策略。有效性分析消防據點設立與消防救援，並歸納比較國內地下特殊空間搶救標準作業程序等法令規定等內容，具體建議消防搶救的未來規劃。輔以相關搶救實務經驗人員以及學者專家進行訪談，了解在搶救策略、搶救作業程序及特殊裝備之設計使用上是否適合國內狀況、適用上可能發生的問題及應加以改善之處，以收集思廣益之效。

為了能夠安全有效的實施消防活動達到整體站體消防與救援安全的目標，在隧道內充滿許多危險因子致消防活動具高度困難性，則必須進行必要的檢討分析。

#### (一) 消防救災據點的設置

參考日本現行消防救災據點的設置，及香港地下捷運火災風險和安全目標的概念，使我國地下捷運場站的搶救策更加安全。

#### (二) 特殊裝備與器材的應用

搶救該特殊場所可參考特殊裝備（如長效型空氣呼吸器、電子式救災人員管理無線傳輸系統、簡易型光纖搜索鏡、熱影像儀、高壓水滅火器、救災指揮通信平台車等）。考量消防隊員長時間從事消防活動的體力負荷及緊急逃出等狀況，應針對消防人員的訓練、成立特殊救災團體、捷運站體結合等與營運管理單位進行配合推動。

### （三）地下捷運場站火災救標準作業程序

本項標準作業程序係參酌各國的火災應變對策、防火策略及作業準則等予以擬訂，但仍有待搶救單位經實作或演習後再行修正，以利實務單位執行搶救指南。

關鍵詞：捷運、避難、救災據點、火災搶救、裝備器材、教育訓練

## ABSTRACT

In various kinds of calamities of ground destination, the fire will first emerge and threaten to the personnel's life inside directly. Because the underground station is difficult to evacuate, rescue against fire, the development of the fire, etc., it is dangerous to the human life even more. Therefore, no matter that people evacuate and fire rescue need to rely on inside facilities and emergency mechanism to reach it. As to the serious disaster happens to the MRT, it needs to combine and use the hardware equipment, such as tunnel, emergent stop, emergent exit, air conditioner, special fire equipment, rescue vehicle, rescue expert, rescue tactics, and the ordinarily training plan, etc. To redact clearly emergent response plan and the standard operation procedure with the special equipment needed, it can be rapid and correct to adopt emergent response and rescue task step by step and systematically according to the one-scene disaster in initial stage. It can control the disaster, reduce human life injuries, the damage of the train or the hardware equipment immediately.

The plan of the research uses literature review to analyze the fire situation and collect about the influence for people in MRT, and the verified experiment, etc. It is the materials of the parameter for fire situation. In addition, we collect the great calamity examples of the special underground space and the rescue tactics in Europe, the United States and Japan, etc. We effectively analyze the rescue stronghold to set up and fire rescue. To sum up and compare the SOP's of the underground special space and, etc., we suggest the future plan of fire rescue. With related the experience persons and the experts, we can understand if the rescue tactics, the operation procedure and the special equipment's design meet the domestic state or not, and we can accept the result of all the useful ideas place by improving the problems occurred.

In order to safely and effectively implement fire control activity, the research can reach the safe's goal about fire control and rescue people's life .Because the rapid transit is full of a lot of dangerous factors and high difficulty in the rescue activity, we must discuss and analysis essentially.

1. Set up the stronghold providing the control of the disaster ;
2. The application of the special equipment ;
3. The standard operation procedure of the underground rapid transit station.

Keywords : rapid transit、evacuation、rescue stronghold、fire rescue、equipment、education、training

## 一、計畫緣起

捷運系統軌道地下化乃是為滿足交通運輸需求且因應地形而設計之特殊空間，這種特殊空間呈現出密閉化、地下化等特性，在各項救災工作上有別於一般建築物之應變救援，故國外對於此一特殊空間的設計基準、安全評估項目與救災原則，皆有一套具體的方法檢視其功能性。而當定軌運輸系統地下化因各種事故發生火災事故時，由於其特殊之環境特性及密閉構造，文獻中亦指出現場火勢所造成的高溫往往超過 1300°C，造成部份地下車行隧道結構體崩坍及設備毀損，除阻礙初期救災外，更可能引發多數死傷者而發展成重大災害之危險性。在地下車站各種災害當中，除了人為的蓄意破壞行為(如爆裂物)可能造成內部人員直接之傷亡外；首推火災之發生將直接對內部之人員生命產生威脅。由於地下場站具有避難困難、消防隊進入搶救不易及火煙發展與避難狀況難以掌握等特性，更增加了人命危險性。因此，無論人員避難逃生或消防搶救均需依賴內部設施及應變機制達成；以往國內地下場站的硬體設備，雖然符合法規程序建造，但並未將緊急避難、火災應變及消防救援等列為防火安全設計上之主要考量因子，常造成緊急避難、消防安全設備與消防救援的衝突或不協調情形，不僅容易使業主成本增加，也可能降低安全性能。

對於捷運系統地下化區段在發生重大災害時，需整合運用既有之硬體設備(如隧道、緊急停靠站、緊急出口、空調排煙設備、消防防災特殊設備、救援車輛)、救援人力(警消人員、站體工程人員、緊急醫療人員等)、救災策略(災害緊急應變機制、救援指揮系統、相關單位支援體制)及平時人員演訓計畫等，擬定一套明確之緊急應變計畫及救援標準作業程序配合救援所需的特殊裝備，以利災害發生初期能有步驟、有系統地按現場災變情境，迅速採取正確之緊急應變及救災作業，俾即時控制災情、減少人命傷亡及列車或既有硬體設備之毀損。

## 二、研究目標

1. 蒐集國內及國外對於地下捷運場站等特殊空間實際災例，及其所使用之搶救策略、搶救作業程序及裝備器材等資料，加以分析起火危險、火煙情境，並瞭解地下場站捷運空間人員避難行為特性、避難預想之弱點，配合瞭解各項特殊搶救裝備、應變程序、搶救作業，以掌握地下捷運空間各項搶救因子特性；

2. 透過既有站體之防災管理架構與防災(火、煙)安全能量調查，結合地下捷運場站消防活動困難性，利用時間序列架構地下空間火災對應機制；
3. 分析地下場站消防救災據點設立原則與評估流程，以確實防禦消防活動據點，確保消防活動路徑，達到有效進行救援活動；
4. 利用各項地下場站的邊界條件，建立火災可能危害情境，利用各項人命危害標準(如煙層可能高度、溫度、與空間壓力差)，分析消防救援有效性；
5. 透過專家訪談得到實際境況，檢討整體課題策略；
6. 建立地下捷運場站特殊空間搶救對策與救災準則；
7. 提出地下特殊空間災害救災人員所需裝備器材之具體建議。

### 三、整體預期成果

回顧國際社會歷年來地下化捷運場站之重大事故，無論韓國大邱地鐵縱火，或英國倫敦地鐵遭到恐怖攻擊，絕大多數的管理及救災單位都沒有這類搶救處理經驗，因此加強地下軌道搶救處理經驗、提供救災人員優良裝備及確保安全的救災環境、確立應變救援對策與原則、建置特殊空間搶救標準作業程序、檢討國內現行特殊空間搶救策略、搶救作業程序及救災裝備器材不足情形是當務之急。

### 四、研究方法

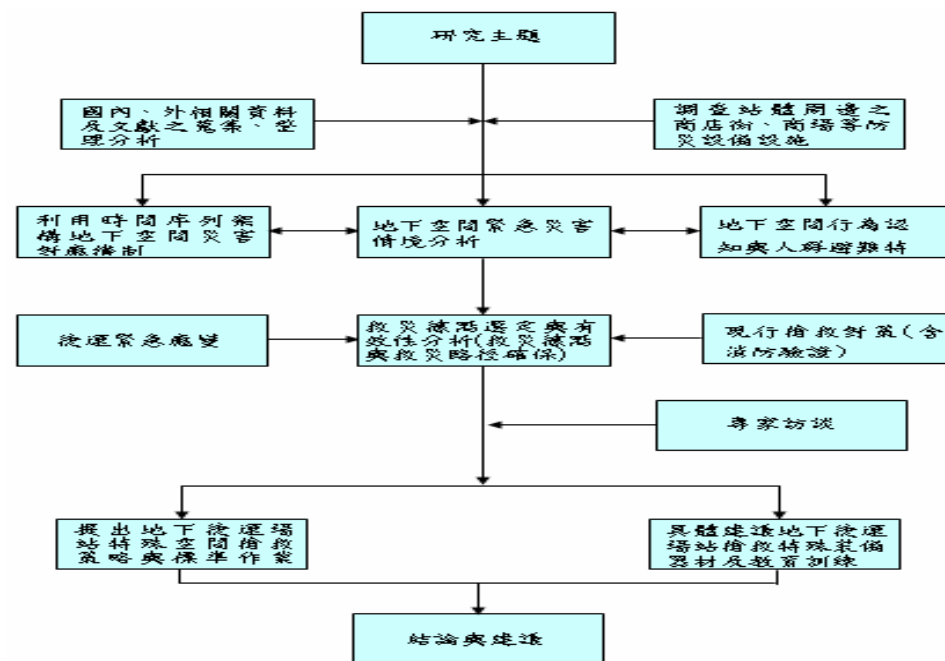


圖 2-1、研究計畫流程圖  
(資料來源：研究者自行整理)

## 五、研究過程

在既定之捷運系統場站空間特性及基本防災設備條件下，基於用路人生命安全及運輸路網持續有效使用之共同考量下，本研究特針對地下場站空間在災變時，避難行為和救災特性分析，及救災作業準則與救災指揮體制等災變管理內容進行研究討論後，分別確立如下：

- (一) 利用國外成功案例及驗證公式，提供消防救災據點及消防救援有效性分析，可保護消防人員在救災上的生命安全外，確保救援據點、路徑的安全；
- (二) 利用專家訪談，整合或補強規劃結果與現行執行情形，進行修正與建議之事項，使研究的成果得以具體落實；
- (三) 針對對象之不同(如臺北及高雄之大型地下捷運場站)，依其環境、背景提出不同之搶救策略及標準作業程序；
- (四) 針對對象之不同提出搶救特殊空間災害救災人員所需裝備器材及教育訓練之具體建議；

## 六、結論與建議

### (一) 確保進入路線的安全性

消防隊為了能夠在隧道內進行受傷者的迅速、安全之避難誘導及救助搬運，必須針對以下事項與營運單位進行相關協商作業。

1. 確保作業用路線容易步行；
2. 隧道內照明設備之緊急用電源迴路具耐火性以確保照明；
3. 確保隧道內的排煙設備，進行煙流控制及排除隧道內的煙層；
4. 電力停止或通電的部份，應有所明示且確實做好防止觸電對策；
5. 站間又長又大時，應於途中設置消防隊可進入的導坑；
6. 確保消防隊及受傷者避開煙與熱的緊急避難空間等。

### (二) 實施有組織系統的消防活動

有關消防活動據點應該於地面層、站務室(防火管理室)、月臺層及隧道內等多處設置，確保各活動據點間的情報資訊能夠適當的傳遞。根據日本東京消防廳所主導的地下隧道消防活動驗證結果顯示，自車站開始的300~400公尺處，消防隊專用攜帶型無線電設備並無法順利通訊，因此必要在隧道內設置無線電通訊輔助設備，及加強隧道內設置捷運系統營運管理單位之既設通訊設備(對講機等)的耐火性，以確保通訊順利。

### (三) 消防救災據點的設置

對於研究所得我國地下場站建築物須符合各項法規外，在消防活動對策上詳述於第六章之內容，另消防活動救災據點設置，或消防活動支援性

能驗證，及消防活動確保等可以參考日本現行消防救災據點的設置，輔以香港地下捷運火災風險和安全目標的概念，詳述於第七章，將我國地下捷運場站的搶救策略延伸至整體救災策略與站體安全的另一境界。

#### (四) 特殊裝備與器材的應用

如以消防救災裝備角度而言，目前傳統上的消防衣、帽、鞋已不足應付搶救地下捷運場站等類似地下空間場所。該場所與一般建築物搶救畢竟有所不同，所以，這裡提供一些特殊的裝備作為搶救該特殊場所的參考，如長效型空氣呼吸器、電子式救災人員管理無線傳輸系統、簡易型光纖搜索鏡、熱影像儀、高壓水滅火器、救災指揮通信平台車等。考量消防隊員長時間從事消防活動的體力負荷及緊急逃出等狀況，應針對以下事項與營運管理單位進行配合推動。

1. 消防人員的訓練；
2. 成立特殊救災團體；
3. 捷運站體結合。

當捷運單位無法控制災情時，必須消防人員到達現場且深入地下層場站內進行搶救，這些都是冒著濃煙、高溫及後勤補給線（水源、空氣呼吸器所用之壓縮空氣等）過長等不利因素之威脅之下，對於旅客及救災人員而言，都是極為不利的環境。因此，在發生災害後，不論避難行動或搶救活動，必須以人員安全為首要考量。

從研究報告中可發現，本研究針對地下捷運場站特殊空間搶救策略與特殊裝備，提出下列具體建議，以下分別針對立即可行的建議、中長期建議摘要說明。

#### (一) 立即可行之建議

主辦機關：臺北市政府

協辦機關：臺北大眾捷運股份有限公司

災害發生時，應以擴音設備、照明器具和螢光式標示設備指示避難方向，建立有效之避難引導，以減低旅客恐慌。

主辦機關：內政部

協辦機關：臺北市政府、臺北大眾捷運股份有限公司、消防署

##### 1. 定期實施緊急避難演習

建議就演習所發掘之問題，再反向評估現有地上捷運場站消防設施、救災人員應變等問題，以利將演習之成果，應用落實改善現有設施之不足。

## 2. 從業與救災人員消防裝備之設置及更新

利用特殊裝備作為搶救該特殊場所的參考，詳如第九章所述，可作為未來購置的預算，但實際上仍應評估在實務上的實用性來做調整。

### (二) 中長期建議事項

主辦機關：內政部

協辦機關：臺北市政府、臺北大眾捷運股份有限公司、消防署

#### 1. 建議救災有效性和救災據點列入救災考量

參酌日本建築基準法中有效的防火性能及香港對地下捷運場站的防火安全目標和提升既有路線的防火措施等作法，使我們消防隊員可以在時間消防活動時確保人身安全。

#### 2. 地下捷運場站特殊空間火災搶救標準作業程序之建立

本項標準作業程序係參酌各國的火災應變對策、防火策略及作業準則等予以擬訂，但仍有待搶救單位經實作或演習後再行修正。

### 參考文獻

8. 行政院公共安全管理白皮書，「鐵路隧道及地下場站安全管理」，行政院災害防救委員會，民 93 年。
9. 陳發林、簡賢文、闕河淵，「捷運地下車站火災時人員安全避難容許時間之探討與分析模式發展」，財團法人中興工程顧問社，民 90 年。
10. 吳貫遠、簡賢文，「臺北市政府 94 年度推動防救災工作計畫-捷運系統重大災害緊急應變機制研究」，臺北市政府消防局，民 95 年。
11. 闕河淵、劉正新、李尚叡，「台北捷運地下車站空間規劃之探討，技術與工程」，民 87 年。
12. 簡賢文，「捷運系統場站地震災變管理之研究」，行政院公共工程委員會，民 89 年。
13. 鍾基強、邱文豐，「大規模地下空間災害防救措施及體系之研究案」，內政部委託研究報告，民 93 年。
14. 吳貫遠、簡賢文，「捷運系統地下場站空間災害危險潛勢分析」，警學叢刊，第三十七卷第三期，頁 199-222，民 95 年。
15. 李訓谷，「火災現場煙的擴散危害」，  
[http://163.18.92.169/ENSERTS/web/webmaster/files/FT200609130001\\_20060913143643.pdf](http://163.18.92.169/ENSERTS/web/webmaster/files/FT200609130001_20060913143643.pdf)，民 96 年。
16. 陳景池、賴郁文，「大邱地鐵火災事件省思-捷運車站消防安全設計」，捷運技術半年刊，第 29 期，民 92 年。
17. Tan G. L., Fire fighting in tunnels, Tunneling and Underground Space Technology, No.17, pp.179-180, 2002.

18. Wharton, R.K., Studies relating to ignition of the King's Cross underground station, *Fire Safety Journal*, 18, pp.35-47, 1992.
19. Simcox, S. Wilkes, N. S., and Jones, I. P., Computer simulation of the flow of hot gases from the fire at King's Cross underground station, *Fire Safety Journal*, 18, pp.49-73, 1992.
20. Moodie, K. and Jagger, S. F., The King's Cross fire: results and analysis from the scale model tests, *Fire Safety Journal*, 18, pp.83-103, 1992.
21. National Fire Protection Association (NFPA), *Life Safety Code, NFPA 101*, Quincy, Massachusetts, USA, 2002.
22. 12Units Nations-Economic and Social Council, *Recommendation of the group of experts on safety in road tunnels-final report*, 2001.
23. British Standards Institution (BSI), *Fire Safety Engineering, BS ISO/TR 13387:1999*, London, UK, pp. 12-43, 1999.
24. 周允基 , A Report to Central Police University: Fire Safety Strategy for Railway Stations in Hong Kong , 2004.
25. National Fire Protection Association (NFPA), *Life Safety Code, NFPA 101*, Quincy, Massachusetts, USA, 2000.
26. National Fire Protection Association (NFPA), *Standard for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail System, NFPA 130*, Quincy, Massachusetts, USA, 2000.
27. Her Majesty's Stationery Office (HMSO), *Fire Safety – An Employer's Guide*, UK, 1999.
28. British Standard Institution (BSI), *Code of Practice for Fire Precautions in the Design and Construction of Passenger Carrying Trains, BS 6853: 1999*, London, UK, 1999.
29. British Standards Institution (BSI), *Fire Precautions in the Design and Construction of Buildings, Part 8: Code of Practice for Means of Escape for Disabled People, BS5588: Part 8: 1988*, London, UK, 1988.
30. Lie T. T., Safety factor for fire loads, *Can. J. Civ. Eng.*, 6, pp.617-628, 1979.
31. Burros R. H., Probability of Failure of Building from Fire, *Journal of the Structural Division, Proceedings of the American Society of Civil Engineering*, pp.1947-1950, 1975.
32. Ang H. S. and Tang H., *Probability Concepts in Engineering Planning and Design, Volume 1-Basic Principles*, John Wiley & Sons, Inc., 1975.
33. Alfredo H.S. And Wilson H. Tang, *Probability concepts in engineering planning and design*, New York, Wiley, 1988.
34. NIST special publication 1018, *Fir Dynamic Simulation (Version 4) – Technical Reference Guide*, National Institute of Standers and Technology, 2004.



35. 森田武，「韓國大邱廣域市地下鉄火災から学ぶ，フェスク月刊」，財團法人日本消防安全中心，2003。
36. 東京消防庁，「地下鐵道火災に関する検討委員會報告書」，2004。
37. 野竹 宏彰，消防活動環境に対する性能的設計 —日本における取り組み，2000。