

運用一般電梯及緊急升降機進行  
避難管理之可行性評估研究

內政部建築研究所研究報告

中華民國九十四年十二月

(國科會 GRB 編號)

(內政部研考資訊系統計畫編號)

094301070000G3039

# 運用一般電梯及緊急升降機進行 避難管理之可行性評估研究

計畫主持人： 陳建忠

協同主持人： 邱文豐

研究顧問： 江崇誠

研究員： 王鵬智

研究助理： 姚怡然

內政部建築研究所研究報告

中華民國九十四年十二月

## 目次

表次	III
圖次	IV
摘要	V
第一章 緒論	1
第一節 研究動機與目的	1
第二節 研究方法及步驟	4
第三節 研究範圍與限制	7
第二章 升降設備避難問題與對策	9
第一節 使用升降設備避難存在之問題	9
第二節 運用升降機避難疏散之關鍵技術	19
第三節 升降設備避難用相關法規分析	53
第三章 升降設備避難疏散時間案例模擬	73
第一節 電梯避難疏散模擬基本理論	73
第二節 案例模擬	85
第四章 升降設備避難安全管理	99
第一節 電梯避難安全管理	99

第二節 電梯避難管理對策.....	104
第三節 緊急避難計畫.....	113
第五章 結論與建議.....	127
第一節 結論.....	127
第二節 建議.....	130
附錄一： 電梯避難軟體計算表.....	131
附錄二： 美國 NFPA 101 摘譯.....	167
附錄三： 本計畫歷次重要會議紀錄及回應情形.....	179
參考書目.....	186

## 表 次

表 2-1	GSA 四棟建築物電梯避難與樓梯避難時間比較研究	17
表 2-2	辦公大樓全棟樓梯避難所需最低時間	20
表 3-1	電梯門開啟時間及轉換效率	78
表 3-2	電梯車箱尺寸與負載量	79
表 3-3	電梯操作性能參數一覽表	84
表 3-4	國貿大樓各樓層與樓地板面積用途統計表	86
表 3-5	低層五台電梯模擬結果(1364人)	90
表 3-6	中層五台電梯模擬結果(848人)	91
表 3-7	高層五台電梯模擬結果(2501人)	91
表 3-8	使用緊急升降機二台進行避難時間(4713人)	92
表 3-9	富邦大樓各層使用情形與收容人數	93
表 3-10	富邦大樓各層使用情形與收容人數	94
表 3-11	四台一般電梯模擬避難結果(518人)	97
表 3-12	緊急用升降機模擬避難結果(518人)	98
表 4-1	電梯避難管理對策	108
表 4-2	電梯避難管理對策替代方案一	109
表 4-3	電梯避難管理對策替代方案二	110
表 4-4	電梯避難管理對策替代方案三	111
表 4-5	電梯避難管理對策替代方案四	112
表 4-6	監視者與居民決定所需	123

## 圖 次

圖 1-1 研究流程圖	4
圖 2-1, 電梯意外事故 FTA 安全分析	12
圖 2-2, 增壓防煙電梯間暫時避難所(據點)例	15
圖 2-3 電梯避難與樓梯避難比較	18
圖 2-4 高層建築物樓梯與電梯組合進行避難時間	19
圖 2-5 各組電梯服務區組之電梯避難時間與全棟樓梯避難時間結果	21
圖 2-6 緊急電梯與樓梯避難所需時間比較	22
圖 2-7 電梯設備系統構成	26
圖 2-8 電梯機道與電梯間增壓防煙設計例	37
圖 2-9 電梯機道排煙及與居室排煙結合設計例	38
圖 2-10 電梯間坡度設計以利防水與排水	47
圖 2-11 電梯門口排水設計	47
圖 2-12 電梯間位置設計例(a)外牆延伸獨立電梯間(b)臨外牆外電梯設計	48
圖 2-13 緊急升降機與排煙室併設例	56
圖 2-14 避難概念圖	67
圖 2-15 樓梯廳或電梯間作為避難所	68
圖 2-16 樓層區分二避難所與避難電梯例	69
圖 3-1 電梯配置型式	76
圖 3-2 電梯門開啟方式	77
圖 3-3 電梯操作速度時間曲線	81
圖 3-4 電梯加減速未達正常速度曲線	82
圖 3-5 國貿大樓九層配置示意圖	87
圖 3-6 國貿大樓 34 層配置平面圖	88
圖 3-7 富邦大樓九樓平面配置示意圖	95
圖 4-1 高層建築物全棟避難時間比較	101

## 摘 要

關鍵詞：高層建築避難、(緊急)升降設備、電梯避難管理

台灣近年來建築技術的提升及都市人口大量集中，導致都市土地在使用上呈現密集化且高度化的現象，建築物漸朝向高層化的形式發展，且規模有愈來愈龐大的趨勢。高層建築物其內部收容人員眾多且複雜，其中有收容高齡與身體機能殘障的人員等，當火災時這些人員皆為災害避難弱者，因此運用升降設備作為災害弱者之避難設備勢有其必要性。我國目前相關法規僅規範升降設備作為緊急用消防搶救設備之周邊相關設備的規定。但若需將升降設備作為避難使用時，目前相關規定是否足夠，是本研究探討目的。

本研究計畫為「運用一般電梯及緊急升降機進行避難管理之可行性研究」，期藉由蒐集國外升降設備運用於避難使用之相關文獻、案例及升降設備計算承載量之相關理論或軟體 ELVAC 應用，對於升降設備作為避難使用之可行性作初步檢討。並探討若運用升降梯作為避難使用時之使用對象及相關限制條件。運用過去研究成果，如以避難安全評估模式進行之整棟建築物避難安全分析結果，探討以升降設備作為輔助避難使用時所需疏散時間等避難效益分析。最後參酌國外法規，進而提出升降設備運用於避難使用時在技術、法規及管理層面上相關規範及性能項目之具體建議或管理策略。期作為日後建立升降設備避難使用性能基準擬訂之參考依據。

## ABSTRACT

Keywords: High-rise building evacuation,  
Elevators ,  
Elevators evacuation management

In recent years, the rapid growth of urban population and the structure technical development of metropolitan areas have caused the buildings to become more clustered, more packed. High-rise building accommodates a lot of occupancies, including the person which is physical disabilities and advanced age. Some people cannot use stairwells because of physical disabilities, and for these people fire evacuation is a serious problem. A potential solution to this problem is the use of elevators for fire evacuation.

This research plan is "the study on feasibility of using common elevator and the fire elevator for building evacuation management". It is therefore essential to identify the needs of disabled people and to make proper arrangements for their assistance in the event of an emergency evacuation. It will determine if elevators that are intended to be used for the evacuation of persons with disabilities.

With the advancement of computational capacity and software technology, evacuation simulation that can handle the individual's human behavior for massive number of occupants becomes feasible. One of the evacuation simulation program ELVAC has been used in this paper of quantify the increase in efficiency of high-rise building elevator evacuation.

This report also covers a study of human factors considerations related to the possible use of elevators for evacuations in fire emergencies. It includes the selection of fundamental approach to organizing elevator evacuations for buildings; the decision-making, and specific evacuation management procedures etc..There are being discussed to improve both the safety and efficiency of firefighting operations. The desire for increased egress capacity of tall buildings to facilitate simultaneous evacuation has rekindled interest in elevators as a secondary means of egress for all occupants.

This paper is the final report of that project, and it addresses the elevator used for evacuation which fundamental system considerations, engineering design considerations, design analysis, and human behavior. Hopefully, it will establish the elevator operational performance datum to draft the standard or the related code in the future.

## 第一章 緒論

### 第一節 研究動機與目的

#### 一、 研究動機

台灣近年來由於經濟蓬勃發展，且建築技術的提升及都市人口大量集中，導致都市土地在使用上呈現密集化且高度利用化的現象，建築物漸漸朝向高層化的形式發展，且規模有愈來愈龐大的趨勢。尤其在 2004 年台北國際金融中心（台北 101）興建完成後，台灣已正式走入都市高空化的時代。

在高層建築物中升降設備能快速且有效的運送人員或貨物至欲到達之樓層，因此在高層建築物中升降設備扮演了極為重要的角色。然而當火災發生時，升降設備可能會因突然的斷電或在起火樓層停止、煙囪效應...等而釀成更大的危險，因此一般升降設備及緊急升降設備是禁止作為避難逃生使用，僅能作為消防搶救使用。但高層建築物高度往往動輒五十公尺以上甚至達到百米之高度，在進行垂直避難上須耗費較長之時間，相對提高避難危險性，且其內部收容人員眾多且複雜，其中亦可能容留著老弱婦孺或身體機能殘障等避難弱者，因此為能讓位於高樓層之避難者及避難弱者快速到達避難層，提高避難的安全性，運用升降設備作為避難疏散用，有其必要性。

2001 年 9 月 11 日美國超高層建築物雙子星大樓（世界貿易中心）遭受攻擊而產生大火，導致無數人命傷亡及財產的損失。有此可知，當高層建築在發生火災時，其實是很難由外界搶救的，僅能靠建築物內部的避難設施及消防設備自救，因此國際間學術界正著手研擬採用升降設備作為避難疏散之可行性對策。而我國目前相關法規僅針對升

降設備作為緊急消防搶救設備加以規範，但若需將升降設備作為避難使用時，目前相關規範是否足夠，有其探討之必要性。

有鑑於國內高層建築物有逐年增加之趨勢，且目前國內消防搶救設備不足及避難弱者之需求，因此本研究期藉由蒐集國外升降設備運用於避難使用之相關文獻、案例及升降設備計算承載量之相關理論或軟體，對於升降設備（含緊急）作為避難使用之可行性作初步檢討。接著針對文獻與案例，如英國避難安全評估模式進行整棟避難量化結果，以及 ELVAC 電梯運輸軟體分析比較，探討高層建築物運用升降設備作為避難使用時，在升降設備承載能力、疏散時間…等避難效益分析及使用樓層上之相關管制。並參考目前相關法規，進而提出（緊急）升降設備運用於避難使用時在技術、法規及管理層面上相關規範及性能項目之具體建議。期作為日後建立（緊急）升降設備避難使用性能基準之參考依據。

## 二、研究目的

本研究計畫為「運用一般電梯及緊急升降機進行避難管理之可行性研究」，目的如以下四點：

- (一)、藉由國外升降設備運用於避難使用之相關文獻、案例及升降設備計算承載量之相關理論或軟體的蒐集，對於升降設備（含緊急）作為避難使用之可行性作初步檢討。
- (二)、進行高層建築物之電梯配置及各層收容人數調查，依據調查及訪談結果探討若運用升降梯作為避難使用時之使用對象及條件限制。
- (三)、運用文獻針對整棟建物避難量化評估結果與 **ELVAC** 比較分析，探討高層建築物運用升降設備作為避難使用時，在升降設

備承載能力、疏散時間…等避難效益分析及使用樓層上之相關管制。

(四)、依據電梯避難可行性量化評估所得之結果，參考目前相關法規，進而提出（緊急）升降設備運用於避難使用時在技術、法規及管理層面上相關規範及性能項目之具體建議。

## 第二節、研究方法及步驟

### 一、研究方法

本研究計畫實施上之研究方法將以文獻回朔、實地調查及比較分析等方法為主，茲分述如下：

#### (一)、文獻回朔法 (Literature Survey Method )

進行國外升降設備運用於避難使用之相關文獻、案例及升降設備計算承載量之相關理論或軟體的蒐集，建立運用(緊急)升降設備進行避難疏散之相關資料庫，並對於升降設備(含緊急)作為避難使用之可行性作初步檢討。

#### (二)、實地調查法 (Field Survey Method)

針對台北、台中或高雄市內高層建築物進行調查建築物內部各層電梯配置與容留人數，以作為探討運用升降梯作為避難使用時之使用對象及限制及整棟電梯避難量化評估分析時之參考依據。

#### (三)、比較分析法 (Comparative Analysis Method)

運用過去文獻如英國、日本避難安全評估模式個案全棟避難安全量化結果比較運用電梯 ELVAC 輔助分析，以作為探討高層建築物運用升降設備作為避難使用時，在升降設備承載能力等避難效益分析及使用樓層管制時之參考依據。

### 二、研究步驟

本研究首先藉由蒐集國外升降設備運用於避難使用之相關文獻、

案例及升降設備計算承載量之相關理論或軟體，對於升降設備（含緊急）作為避難使用之可行性作初步檢討。

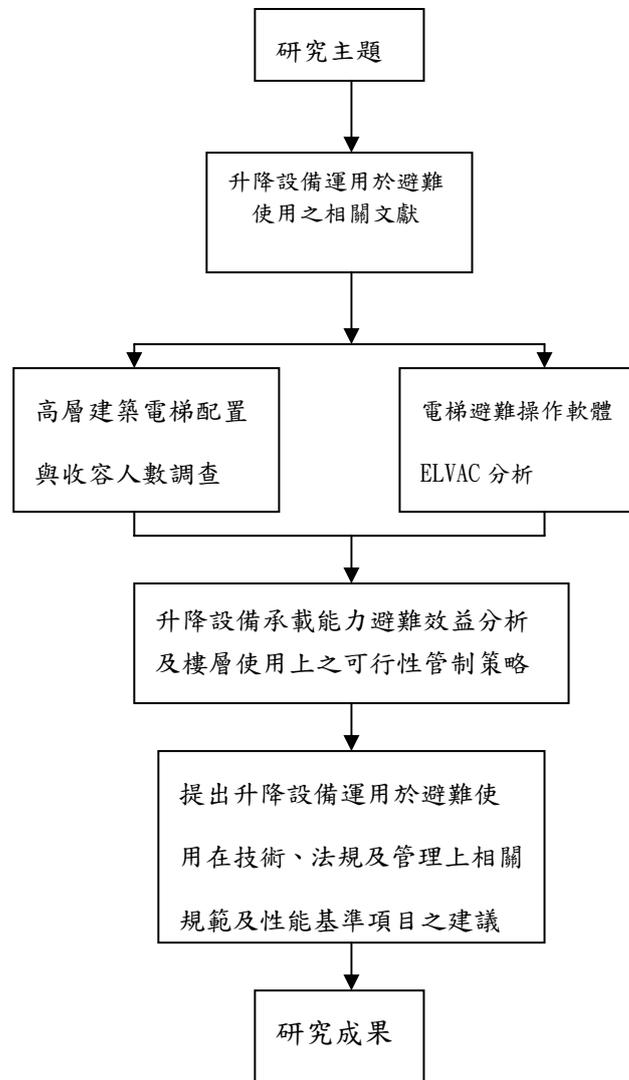
並對高層建築物進行電梯配置調查，針對其收容人數進行問卷，依據調查及訪談結果探討若運用升降梯作為避難使用時之使用對象及相關限制。

運用文獻相關案例整棟避難量化結果比較 ELVAC 分析，探討高層建築物運用升降設備作為避難使用時，在升降設備承載能力等避難效益分析及使用樓層上之管制可行性策略研擬。

最後依據分析及避難安全量化評估之結果，並參考目前相關法規，進而提出（緊急）升降設備運用於避難使用時在技術、法規及管理層面上相關規範及性能項目之具體建議。以作為日後建立（緊急）升降設備防災性能基準要求之參考依據。

### 三、研究流程

圖 1-1 研究流程圖



### 第三節 研究範圍與限制

高層建築物依建築技術規則所定目前台灣地區已高達三千六百餘棟，主要分布於都會地區，如台北市(縣)，台中市等，本研究之對象即以高層建築物為主，依前節所述研究方法中欲採實地調查，限於時間與人力，其調查內容以大樓內部升降備相關性能參數項目，至於收容人員狀況如避難弱勢人數為比例或年齡分布等，以及建築物防火區劃，避難逃生通道設計，消防安全設備等項目相關於樓層避難問題，以及電梯防護具體設計與性能檢驗等議題則不為本研究之範圍；而僅局限於升降設備人員運輸避難可行性之研究，其範圍包括電梯輸送時間模擬，與過去相關高層避難性能檢證研究之結果文獻作比較參考，以及相關國外電梯與樓梯避難比較研究，電梯防火防煙主要關鍵技術，相關煙控理論等研究為主軸。另外針對超高層建築物全棟避難或以電腦軟體進行全棟避難模擬，礙於時間，電腦軟體硬體設備處理大量數值之需求問題，以及現場進行人員實證性避難演練等無法在本研究中執行，俟後續之相關研究在進行。



## 第二章 升降設備避難問題與對策

### 第一節 使用升降設備避難存在之問題

1920 年代超高層摩天大樓垂直長距離運輸人群、貨物在初期電梯達六樓以上可靠度人們仍對其存疑，尤其是不穩定的電力供給問題層出，因此欲在緊急狀況仰賴其用作避難疏散是不可能的，二十世紀初期消防人員亦不願意冒生命危險使用電梯進行高樓救災活動，因有過多之紀錄顯示乘客或消防員受困於中斷運行的電梯車箱中，遭致傷害等事件案例；然而現代化科技技術高性能之電梯，嚴格法規與標準要求下，電梯設備可靠度大大提昇以及定期維修之制度落實，透過電腦軟體精確控制，讓建築物垂直運輸可靠安全，電梯系統安全性的提昇，性能設計已將其運用在人群避難疏散上。

#### 一、電梯避難使用問題

依據 1976 年美國 NFPA101 Life Safety Code 提出電梯避難使用之問題有以下四點：<sup>1</sup>

- (一) 火災時人員避難如經由電梯必須先在電梯間等候，開啟時間可能讓人員暴露於火熱煙中或驚慌產生等問題。
- (二) 電梯的自動化結果讓電梯按鈕一旦被啟動，則將導致電梯自動地從起火層以上樓層降至起火層並停止並開啟，故讓電梯內乘員直接暴露於火災熱煙危害之中。
- (三) 現代化電梯設計操作運行必須在電梯門完全關閉狀態下，若避難的人員數眾多則恐在緊急狀況下蜂擁爭先使用電梯時，將使電梯

---

<sup>1</sup> John Klote, James Milke, Principles of Smoke Management, ASHRAE, 2002. p166.

無法正常啟動運作。

(四)火災時電梯主電源若被火熱侵襲而焚毀中斷電梯將無法持續操作，導致人員受困於電梯箱體內，且火災中消防單位尚多花人力與時間解救受困災民等問題。

與前述第(一),(三)點有相似看法 Martin<sup>2</sup>認為人們若一旦告知電梯可作為避難使用以替代安全直通樓梯，進行時必須等候在電梯間內，至於誰將提供或通知有關電梯是否正常運作之信息，萬一停止操作或是部份故障而必須仰賴其餘正常運作電梯，且讓等候時間勢必延長，因此影響其決定改變去使用樓梯避難之黃金時間，或只有持續等候電梯問題；另外無法有效限制其使用電梯避難，尤其是不願意使用樓梯避難者，此應該為多數，在大多數人使用電梯情況下，易使得電梯間產生擁擠現象，衍生之問題有間接讓電梯間門持續開啟，導致梯間增壓情形不佳遂無法有效阻止火災濃煙流入電梯間，以及電梯運行過負載或延遲，這些問題讓災民心理壓力更加沉重(stress)，身理正常反應之腎上腺素因火災而激增，原本可藉樓梯避難予以減緩降低，驚慌程度是可預期的。

Elevator World 期刊編輯 Caporale<sup>3</sup> 電梯若被使用於高樓避難上，人類行為應考量，尤其當建築物遭遇嚴重火災或類似恐怖攻擊時人們將如何應變反應？能想像東京、紐約、倫敦等都會大眾運輸地鐵車站尖峰時刻，人們歸心似箭般爭相上車蜂擁擠入車箱一般情況再現於高樓電梯避難之中而延誤電梯運行，避難逃生一剎那時刻人的驚慌與混亂程度是無法理解的。

---

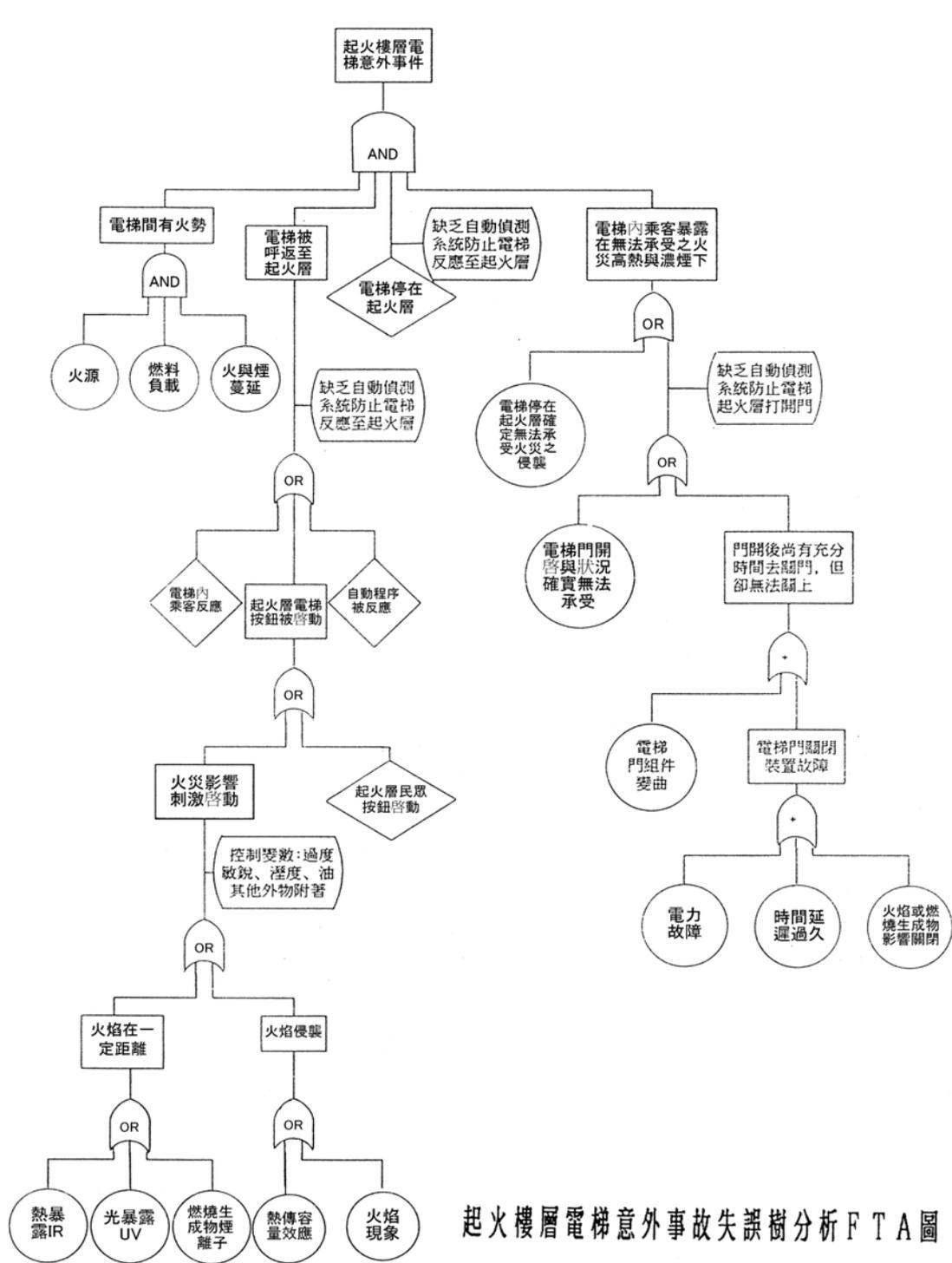
<sup>2</sup> Matt Martin, Challenges to Using Elevators in a Fire, ASME International, 2003.

<sup>3</sup> Robert S Caporale, A Tribute to WTC, Riding High, Elevator World, 2002. Aug. 23.

NFPA-101 所提及第(二)點內容, 電梯停於起火樓層發生意外事件, 其相關發生因素, 可經由系統安全工程分析技術 FTA 失誤樹分析法, 如下圖 2-1 找其主要原因, 可能有電梯本身自動程序反應設定、電梯內乘客反應、以及起火層民眾啟動電梯開關等三項主要原因, 其中部分為受到火災煙熱之侵襲, 加上電梯缺乏自動偵測系統防止避免抵達起火樓層設計, 遂導致其他較高樓層電梯乘客暴露在無法承受的危險狀況之中。

美國紐約 John Jay 學院 Jack J. Murphy 對於大規模恐怖主義破壞行為衝擊超高層大樓人員疏散問題, 對電梯作為迅速避難疏散用途表正面支持, 特別是為殘障人員, 使用電梯也許應取決於化學危險物放置的地點。因為電梯移動的潛在的作用也會許導致化學藥劑的拉引至電梯豎道內, 讓危險物擴大。

圖 2-1, 電梯意外事故 FTA 安全分析



(資料來源: 邱文豐<sup>4</sup>)

<sup>4</sup> 邱文豐, 消防實務工作危險分析與安全管理之研究, 行政院 83 年研考經費補助案, 83, 6, p15.

## 二、火災中使用電梯避難之案例

### (一) 巴西聖保羅 Joelma 大樓火災

1974 年巴西聖保羅(Sao Paolo)Joelma 大樓大火，422 人生還者當中有 300 人使用電梯成功避難。

### (二) 美國拉斯維加斯米高梅飯店(MGM GRAND)大火

1980 年 11 月 21 日美國拉斯維加斯 26 層建築 MGM 飯店大火，造成 84 人死亡 679 人受傷，由於大樓內樓梯間，電梯間與豎道未設置排煙設備，垂直豎道管道間均未採取防火措施，導致熱煙迅速向上蔓延，且 2 層至 25 層均未配置自動撒水設備，因此在火災中有三台電梯鋼索因受熱伸長，最後斷線讓電梯直落機坑，部分電梯返抵地面層機箱門打開，部分則卡在樓與樓之間，以致於造成 14 人之死亡，大部分罹難者位於 20 層至 26 層之樓梯間。<sup>5</sup>

### (三) 日本廣島市高層住宅大樓火災

1996 年 10 月 28 日廣島市 20 層樓高之住宅大樓發生火災，起火點在位於 9 樓之某一住宅單位，並且火勢在不到 30 分鐘內經由陽臺向上快速延燒至頂樓 20 樓。許多住戶自此棟建築物 1972 年興建完工後便開始居住於此，因此，超過半數的住戶均為高齡者。由於火勢快速的向上延燒，住戶們被迫在充滿濃煙的環境條件下進行避難逃生；很幸運的在此火災事件中，並無人死亡只造成 2 人受傷。本住宅大樓為一樓高 20 層

---

<sup>5</sup> 趙鋼, 高樓消防安全-預防與搶救-, 中央警官學校, 71.4.

之防火構造物，其建築型式稱為躍廊式住宅(skip-floor style design)；建築平面配置特色為只有奇數樓層配置共通廊道聯結至樓梯大廳，因此，偶數樓層之住戶必須使用私有樓梯下至其下一層之共通廊道。

使用電梯避難是在高層建築物火災中最具爭論性的課題之一，此案例在學者關澤 愛<sup>6</sup>在災後問卷調查結果中發現，有 47%的人員使用電梯進行避難；42%的人員使用樓梯；7%的人員同時利用樓梯和電梯來完成避難逃生。且結果顯示居住在第 10 至 20 層樓的人員有較高的比例使用電梯進行避難逃生活動。至於第 18 至 20 層樓的住戶，卻有 89%的人使用電梯來避難，這其中也包含了同時使用樓梯和電梯的人數。整體而言，居住樓層愈高者有較高的比例使用電梯來完成避難逃生。

### 三、避難弱者避難問題

當一般電梯在火災避難中之使用安全性仍為一爭論的議題時，對於使用電梯來進行避難之潛在需求，在 911 紐約世貿大樓倒塌事件後已經呈現高度需求的趨勢；另一方面，在高齡者人口比例呈現快速成長和殘障者無障礙空間的設置完善條件需求下，無法使用樓梯來進行避難之避難弱者將會逐年增多。

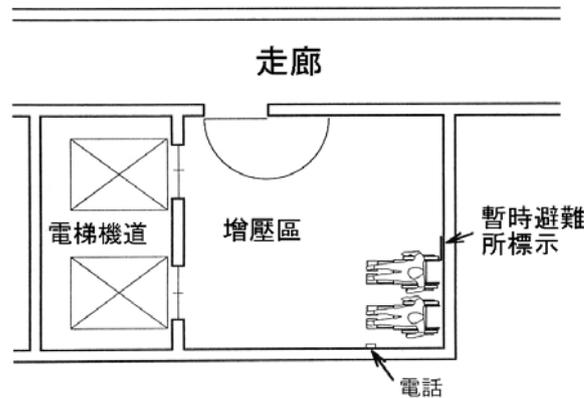
避難弱者在高層建築物火災過程中必須先行獨自步行或以輪椅水平方式抵達避難所(據點)，於此相對安全區域透過他人協助再進行垂直避難抵地面層，但是絕大多數避難弱者是無法利用樓梯向下逃生，更何況步行距離冗長，以其權益言之，建築物應該提供可及性進出建築各類場所中。因此，美國所有的建築法規均要求三層以上建築物應設

---

<sup>6</sup> Ai Sekizawa, Shinji Nakahama, etc, 高層建築物之電梯避難安全- 具自力避難能力之人員利用電梯進行避難是否有效?, Proceedings of International Conference on Public Safety Management, Jan 14-15.2004.Taipei.

置可及性的電梯作為避難出口之一部分，此規範係引自美國無障礙空間法案 ADA(American with Disabilities Act 所授權研訂之手冊 ADA Accessibility Guidelines (ADAAG); 另外美國建築與無障礙運輸委員會委託研究案：殘障人士避難程序與通道設計技術(Egress Procedures and Technologies For People With Disabilities) , 其中建議電梯為避難逃生設計通道之一以提供避難弱者使用；英國在建築相關法規 BS 5588 Part5 納入無障礙空間要求電梯作為避難弱者使用之規定。避難弱勢人員進行水平避難至相對安全區域或為避難所(refuge area)之規劃與相關樓梯電梯之設置要求，本章第三節中有詳細說明；日本建築防災計畫學者青木義次針對殘障人士所需電梯間暫時之避難所要求如下圖 2-2 所示，為讓等待後續救援之安全性不僅梯間採增壓防煙設計，更提供有線電話雙向通信裝置。

圖 2-2, 增壓防煙電梯間暫時避難所(據點)例



(資料來源：青木義次等)<sup>7</sup>

#### 四、樓梯避難與電梯避難比較研究

<sup>7</sup> 2、青木義次, 富松太基, 森山修治, やさしい火災安全計畫, 1999 年版, 學藝出版社。P104.

對於發生於建築物內部之火災，其內部人員都會被告知利用樓梯來進行避難至避難層或樓層之暫時安全避難區，而非利用電梯來進行避難。然而，從許多過去的火災案例中，可發現有相當多的人員利用電梯來進行避難逃生。

#### (一) KLOTE 等針對 GSA 等四棟聯邦大樓所作研究

GSA 四棟建築物 Hoffman , White Flint, Jackson, GSA 進行所需避難時間比較單獨使用樓梯或單獨使用電梯以及兩者組合並行之研究；為了解電梯與樓梯操作上之差異性，四棟高低樓層數不同，收容人數相近，電梯與樓梯使用數量些微差異下所得結果如下表 2-1，顯示電梯避難在低樓層建築效益較不如樓梯避難，反之，在高樓層建築物避難上則有較大之效益；因此若配合兩者區分高樓層採電梯，低樓層採樓梯避難之避難管理方式，應能得到最佳成果。

表 2-1 GSA 四棟建築物電梯避難與樓梯避難時間比較研究<sup>8</sup>

建築物 名稱	樓層 數	樓梯數/電梯 配至置數量	收容人 數	樓梯避難 時間	電梯避難 時間	最佳化
Hoffman	13	2/ 5 台 2 處	3506 人	14.9 min	24.3 min	11.2 min
White Flint	18	2/ 4 台 1 處	1425 人	14.3 min	18.6 min	12.0 min
Jackson	36	2/ 6 台 3 處	3021 人	23.1 min	16.5 min	12.8 min
GSA	7	6/ 6 台 2 處	3621 人	7 min	17 min	6.3 min

(資料來源: Kuligowski & Bukowski 2004 CIB2004)<sup>9</sup>

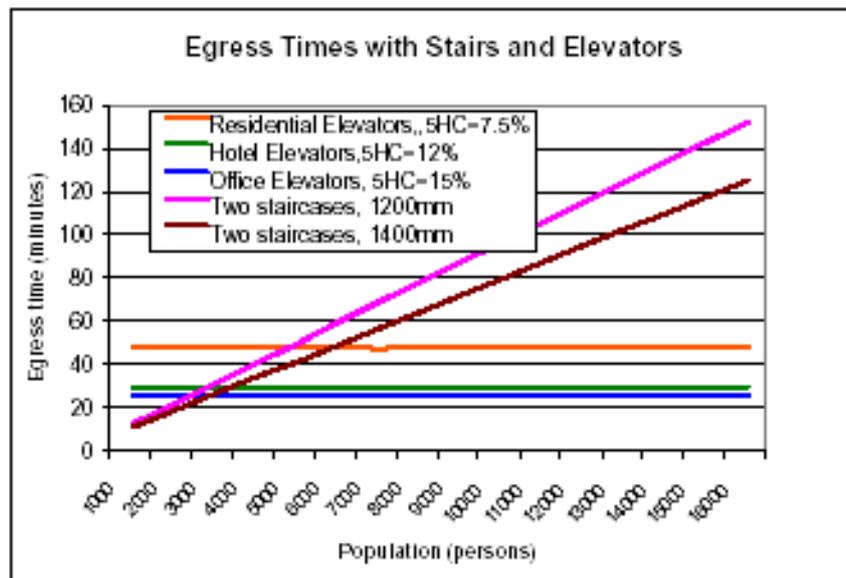
## (二)Siikonen 等人對辦公大樓、住宅、飯店之研究

以兩座 1200mm 與 1400mm 寬之安全梯，辦公室用途之建築物，收容人數介於 2500 至 3000 人，例如 25 層樓每樓層平均收容 100 人，或 15 樓層每樓層 200 人，如果避難疏散時間要求 30 分鐘以內完成，則此二種情形，以兩座樓梯進行超過 3500 人之收容將呈現樓梯數或寬度不足的現象；反之，若以適當配置電梯升降設備，則可以在 20 至 30 分鐘以內完成全棟避難，而且模擬結果也發現樓梯與電梯兩者同時進行避難，則時間可節省一半。以下圖 2-3 為住宅、飯店、辦公大樓等用途以不同運載 5HC 電梯輸送能力，及兩座樓梯避難疏散不同人數之比較，超過 3500 人或 5000 人(住宅)，以電梯避難較具成效。

<sup>8</sup> Klote, J.H., Alvord, D.M., Levin, B.M., and Groner, N.E. (1992), Feasibility and Design Considerations of Emergency Evacuation by Elevators, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD, NISTIR 4870.

<sup>9</sup> Erica Kuligowski & Richard W. Bukowski, Design of Occupant Egress Systems for Tall Buildings, 2003 by ASME International

圖 2-3 電梯避難與樓梯避難比較



(資料來源: Siikonen, Bärlund and Kontturi)<sup>10</sup>

### (三)PAULS 對辦公大樓之研究

早期 Jake Pauls 於 1977 年即曾經以樓梯與電梯進行高層建築物避難之研究，其以三區避難中間層 12F, 22F, 32F 分別以低中高層電梯轉運輸全棟 41 樓層 4500 人，四台電梯直達方式運載各區各 10 層之人員，亦即有 9 層人員應先行利用樓梯步行抵達電梯轉運層，電梯速度 4 至 6m/sec，標稱寬度 1120 mm(44in)直通樓梯二座；結果以電梯輔助樓梯避難共需 35min，比較若僅以二座樓梯避難則需約 39 min，組合運行可發揮最大效率。<sup>11</sup>如圖 2-4；此與其後所發展出之預測高層建築物超過 800 人以上之全棟樓梯避難方程式結果 37.5 min 極為接近，高層建築物未控制管理之避難時間評估方程式如下<sup>12</sup>：

<sup>10</sup> Marja-Liisa Siikonen, Kim Bärlund and Risto Kontturi, Transportation Design for Building Evacuation, 2003 by ASME International.

<sup>11</sup> Jake Pauls, Elevators and Stairs for Evacuation: Comparisons and Combination, ASME International, 2003.

<sup>12</sup> Jake Pauls, Movement of People, SFPE Handbook of Fire Protection Engineering Chapter 15, Sec1,

$$T = 0.70 + 0.0133 P$$

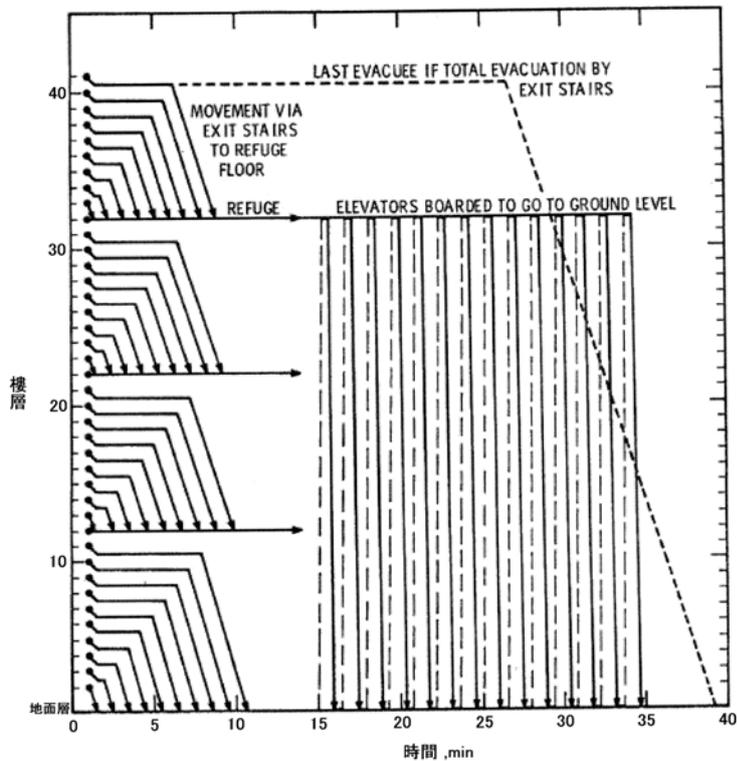
其中

T: 高層建築物以樓梯全棟避難所需至少時間 (min)

P: 樓梯有效單位寬度之實際避難人數 (人/m)

Pauls 在 2002 年對辦公大樓預估全棟以樓梯避難之時間如下表 2-2, 同樣以前述公式運用所得結果.

圖 2-4 高層建築物樓梯與電梯組合進行避難時間



(資料來源:Pauls)

表 2-2 辦公大樓全棟樓梯避難所需最低時間(單位:min)

		辦公大樓每一座樓梯實際避難人數							
樓梯寬度(in, mm)		500	1,000	2,000	3,000	4,000	5,000	6,000	7,000
44in(38in 兩扶手間)	1120 mm (820mm)	9	17	33	50	66	83	99	115
56in (48in)	1420mm (1220mm)	7	13	25	36	48	60	72	84
68in (60in)	1730mm (1520mm)	6	10	19	29	38	48	57	66

(資料來源: Jake Pauls, Elevators and Stairs for Evacuation: Comparisons and Combination)

#### (四) 關澤 愛<sup>13</sup>

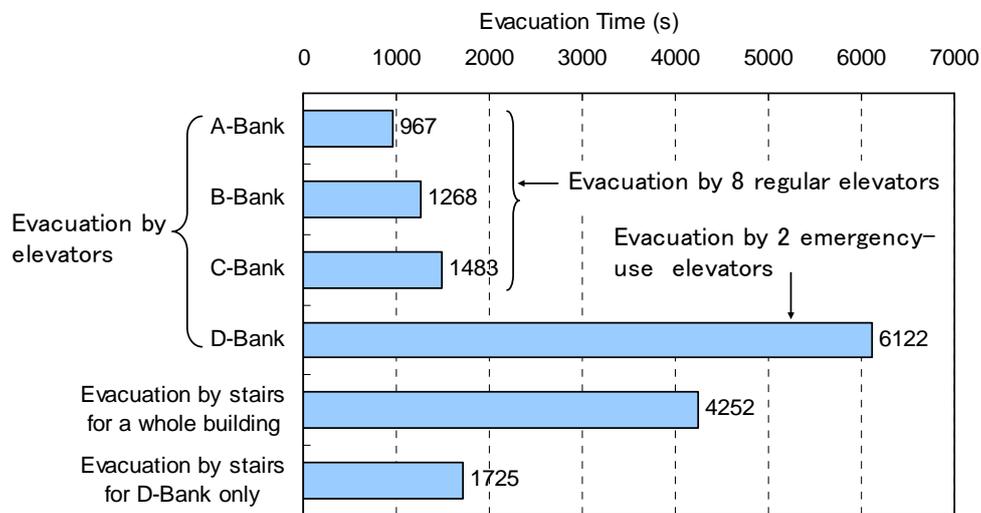
發生於 1996 年 10 月 28 日樓高 20 層之廣島元町高層住宅大樓火災事件，在災後問卷調查中發現超過半數的避難人員使用電梯進行避難逃生。在此環境背景下，提出一個簡化的預估模組來估算使用電梯避難之避難時間，並且進行數個案例研究利用此模組來檢證電梯避難之可行性，又站在人員運輸有效性及不同於電梯運作時防火安全層面的角度下，來討論電梯避難之課題。其中探討電梯避難完成時間與樓梯避難完成時間如何因起火樓層人員使用電梯避難使用率之影響。以及當火災發生於不同電梯服務區組時，電梯避難完成時間如何隨起火區不同而隨之改變？在何種上述境況中，使用電梯避難或樓梯避難為最有效途徑且避難完成時間最短？其研究假設狀況為 53 層建築物，32 台一般電梯分四組 ABCD，2 台緊急電梯，起火樓層假定在 B、C 和 D 電梯服務區組服務樓層之最低層及第二層(A 電梯服務區)，研究主要

<sup>13</sup> Ai Sekizawa, Shinji Nakahama, etc, 高層建築物之電梯避難安全- 具自力避難能力之人員利用電梯進行避難是否有效?, Proceedings of International Conference on Public Safety Management, Jan 14-15.2004.Taipei.

結論有以下：

1. 每組電梯服務區組之樓梯避難所需時間接近於一般電梯避難時間。因此當使用樓梯來進行避難遠比使用一般電梯來得安全時，對於起火電梯服務區組之服務樓層人員，除了使用樓梯有困難者之外，大多數的一般人員則建議使用特別安全梯來進行避難逃生。據此限定使用電梯避難之群組為少部分之人員使用，例如：殘障者，則避難弱者將能更有效地利用電梯來進行避難。如圖 2-5 所示：

圖 2-5 各組電梯服務區組之電梯避難時間與全棟樓梯避難時間結果  
(起火樓層在 D 組服務樓層中)

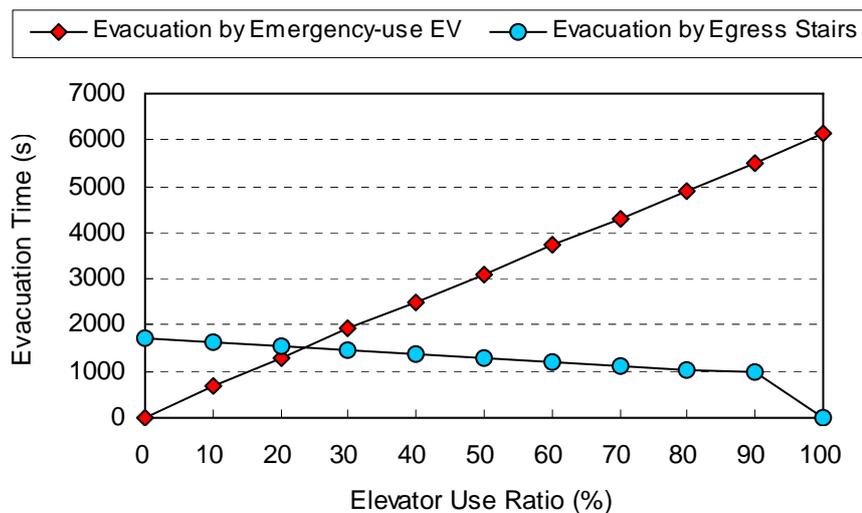


(資料來源：關澤 愛)

2. 在不同的電梯使用比率條件下，緊急電梯避難完成時間與樓梯避難完成時間之比較，電梯服務區組的所有人員都使用緊急用電梯來進行避難時，其所耗費的時間將比使用一般電梯和安全梯更長，緊急電梯避難完成時間隨著人員在電梯服務區組之服

務樓層之電梯使用率上升而急遽增加避難時間。與樓梯避難時間比較下，在電梯避難運輸最大有效性位於電梯使用率之臨界條件處，例如少於或等於 25% 的 D 電梯服務區組之服務樓層人員使用緊急電梯來進行避難逃生。如圖 2-6

圖 2-6 緊急電梯與樓梯避難所需時間比較(D 電梯服務區組之服務樓層)



(資料來源：關澤 愛)

## 五、建築物實際應用電梯避難設計

北美對現代建築物採用防火避難安全性能式法規趨向更為明確，人在建築物中真實火災情況下避難安全行為考量於性能設計內更形重要，因此運用電梯避難應開始納入整體避難安全評估之中，NFPA 101 與全美三大建築法規均意朝此方向修法。<sup>14</sup>

在1996 年4月美國內華達州拉斯維加斯一棟250 m 高塔旅館與娛

<sup>14</sup> Philip C. Favro, In Consideration of Elevators As Part of A Building Evacuation Scheme, Elevator, Fire and Accessibility,

樂用途之建築物在防火顧問公司規劃下以NIST 研究的成果  
NISTIR-4870 與NISTIR -5445 研究專案，實際應用於高塔建築物(分別針對辦公大廈以及FAA空中交通管制塔在火災期間運用電梯避難)，以四台雙層電梯(double deck) 緊急用電梯配合單一座樓梯，其中一台為消防電梯，其餘三台在緊急狀況採人為手動操作較低樓層之人員避難使用，高塔限制人員數與一小時內疏散完成為目標；此設計方案並獲得地方建築消防主管機關之核准實行；**STRATOSPHERE TOWER** 旅館和娛樂賭場的整體防火避難安全性能式設計納入電梯主要避難途徑作法，已被相關產業開始運用於特殊的高層建築物防火安全的挑戰上<sup>15</sup>。

---

<sup>15</sup> News Briefs, Journal of Research of the National Institute of Standards and Technology, Volume 101, Number 6, November–December 1996

## 第二節 運用升降機避難疏散之關鍵技術

大多數高樓建築物垂直之交通運輸工具多依賴升降機(電梯)，電梯數量、升降速度、負載量、以及電梯間空間之大小設計等對超高層建築物而言，應視樓層數與收容人員多寡作考量；電梯位置配置直接影響其使用之效率，但於災害發生安全考慮，除了消防救災用緊急用升降機以外，多數電梯多建議不得用於避難疏散中，但是超高層建築物內部若收容有行動不便人員或高齡老人 幼童時，完全依賴樓梯向下移動恐無法於一定時間內完成避難；為解決此問題是否必須考慮強化電梯功能與周邊防火性能，緊急情況時讓部分電梯具備如緊急用升降機之性能與否，具備緊急電源、防排煙設計、防水或排水等作法，可否強化電梯提供超高層建築物避難疏散用途之可行性。

### 一、緊急時使用升降設備避難疏散概念

Klote 為了克服前節所述電梯避難等問題，認為電梯系統被使用作為避難途徑時應需要考量以下三個特性：<sup>16</sup>

1. 電梯控制必須保證安全和高效率的避難疏散。
2. 可靠的電力必須被提供。
3. 電梯梯廳和電梯必須被保護免受火和煙侵襲。

在火警情形下電梯可被控制的以便順利下降至地面層。消防隊員或其他授權人員能使電梯為避難疏散用。電梯由授權人員控制目的，

---

<sup>16</sup> John H. Klote, Elevators As A Means of Fire Escape, NBSIR 82-1507, May 1982.

係可解決多數人會擁擠入電梯間與電梯機箱以及使減少無法關閉電梯門的可能性。

在醫院用途、通信設備、電腦設施等相關的經驗中，保證其營運用電力供應為極其重要。被使用共同的方法是緊急蓄電池、緊急發電機，和多種預備電力供應。以目前進步科技水準保證電源可靠性之方法許多，解決電梯系統電力是可行的。

考量火和的煙之防護可利用有關牆壁、分隔牆、樓板、門，等耐火能力設計和構造，以承受建築物火災對電梯間和電梯豎道之衝擊。但是對煙的防護是一個困難的問題。煙流動可由對氣流和壓力差的技術控制。由於煙控是一個新領域以及一致作法尚未被達成，至於什麼是構成電梯防煙上合理的氣流與壓力差的方法情況下。這方面技術的研究發展對此電梯避難項目至關重要的也是未來主要目標，一旦確定使用電梯作為避難疏散可行性，尤其是在實施電梯增壓下，阻止殘障人士打開電梯門之潛在問題。以及氣流壓差橫跨門會增加摩擦力量，過大壓差會導致電梯無法開啟，且門關閉器也必須克服此問題。

電梯避難用之可行性相關研究，早在 1986 至 1988 年美國 NIST 與加拿大 NRCC 合作研究之火災中肢體障礙人電梯避難可行性研究計畫，由 Klote 與 Tamura 針對電梯防排煙技術運用避難上，以現場測試數台電梯增壓系統 結果呈現一般用傳統電梯無法予以避難人員適當之防護，因此建議火災中不得使用一般電梯；另外 Klote<sup>17</sup>於 1993 至 1995 年國家防火實驗室進行，並且美國聯邦飛航安全署（FAA）於 1994 年針對該管全美新建及舊有航管塔樓（ATCTs）進行災害時以電梯緊急疏散方式之可行性驗證研究，遂提出緊急用升降設備避難系統 EEES

---

<sup>17</sup> John Klote, Barnard Levin, Norman Groner, Feasibility of Fire Evacuation by Elevators at FAA Control Towers, NISTIR 5445, NIST1994.

運用一般電梯及緊急升降機進行避難管理之可行性評估研究

(Emergency Elevator Evacuation System) 之設計概念，並研訂出相關需求標準；Klote 氏對於以電梯系統工程方法運用於火災緊急狀況，給受困民眾提供一有序且安全疏散的途徑已有初步研究成果。

### 電梯緊急疏散系統(EEES) 概念

此系統範圍包括電梯本身設備、梯道（升降機豎道）、電梯間、電梯機房及其他相關安全控制設備等，如圖 2-7 所示意；目的為收容人員必須在電梯間內候梯時受安全保護，防止火災之煙、熱、火焰侵害，因此系統仍應包含電梯內之防護；同樣地也應預防火災高熱引起電梯控制鈕啟動，讓電梯自動移至起火層。

此外 EEES 除熱、煙外，還必須有防水措施、電梯機房防過熱和防電力損失等各種狀況考量，以及人疏散至電梯間適當防護、高地震帶地區亦應防耐震設計、再者人之行為亦應列入考慮。

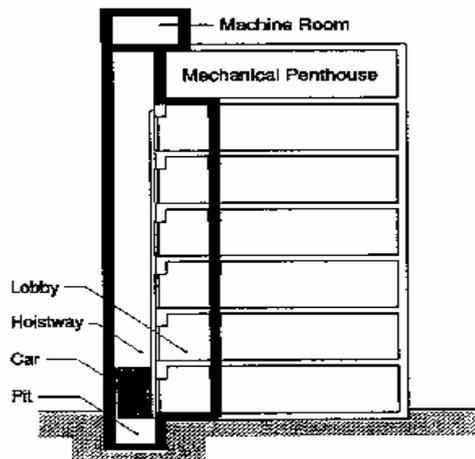


圖 2-7 電梯設備系統構成

## 二、日本電梯避難利用檢討委員會研議事項

日本在平成 15 年 3 月間內閣會議決定，進行法規改革促進 3 年計畫，國土交通省及總務省消防廳即召集建築消防與電梯設備等學者官員參與設置「電梯避難利用檢討委員會」，有關火災時電梯避難使用管理檢討項目、必要條件及應探究課題區分為硬體與軟體措施兩方面，其內容整理如下：

### (一)利用電梯避難考量各種用途共通之硬體措施之必要條件及課題

#### 1. 輸送能力之確保

##### (1). 必要條件：

- A. 短時間完成避難人員利用電梯抵達避難層，必要電梯台數之確保，緊急電源容量之確保。
- B. 利用電梯避難人員之專用面積及配合動作方式所需尺寸、形狀等確保。
- C. 最低限度避難安全之確保，設置必要避難樓層。
- D. 緊急用昇降機的適當機能分擔之必要。

##### (2). 課題：

- A. 個別建築物避難計畫為基礎，電梯必要台數、運載人員數、速度、必要電源容量、機廂尺寸等必要程度，檢討是否應進行必要檢證(利用電梯避難人數與必要台數是緊密相關的，對於避難對象避難管理軟體控管措施為前題檢討是必要的)。
- B. 那些樓層可利用電梯避難，電梯配置位置，個別檢討之必要。
- C. 消防隊能順利滅火、救助搶救等活動，即提供無防礙的觀點

上檢討之必要。

\* 評估檢證上應有必要的檢證方法確立。

## 2. 火災時電梯乘員的安全確保

### (1). 必要條件：

- A. 避免電梯中途停止，電梯台數相配合的緊急電源之確保。
- B. 火災中煙與熱導致機器誤動作與電梯中途在起火層停止等狀況之防止機能確保。
- C. 乘降場梯廳按鈕誤動作之防止。
- D. 承受電梯機箱過負載的機械強度，控制裝置，電源容量之確保，以及過負載檢知機能確保。
- E. 消防用水被害防止方面電梯機組耐水性確保。
- F. 電梯內部不受火煙影響致危害狀態性能的確保。
- G. 防止電梯萬一關閉停止運轉之情況安全性之確保。

### (2). 課題：

- A. 個別建築物避難計畫為基礎，緊急發電機等緊急電源等必要設置程度，檢討是否應進行檢證必要。
- B. 為強化緊急發電機及配線路徑等火災防護，電源供給系統採二系統化及耐燃配線保護方式之檢證必要。
- C. 電梯乘降場按鈕開關誤動作防止方面，梯廳乘降呼叫開關機能切斷，以及防火區劃保護之必要。
- D. 電梯在何種程度之乘載量之想定，此對應的機械強度，控制裝置等性能達到何種必要程度應依個別建築物，相應之避難計畫進行檢證之必要。
- E. 從消防用水被害防止方面耐水性確保而言，消防用水的昇降道

流入量評估與機能上梯門鎖開關密閉困難之保護方式等檢證之必要。

F. 昇降道與電梯機械室等防火防煙措施之必要。

G. 危險情況之探知避難引導者停止使用，防止危險狀態措施之必要。

H. 萬一關閉情況發生，人員救出方式檢討必要。

### 3. 候機場所的安全性確保

#### (1). 必要條件：

A. 電梯乘降梯廳(lobby)，利用電梯避難人員，電梯候機避難者安全候機等必要之尺寸，形狀，面積大小確保。

B. 乘降梯廳，利用電梯避難人員，候機避難者使用電梯間安全性確保防火防煙等相關措施。

C. 電梯避難不可能之情況時，鄰接避難樓梯利用上避難路徑確保之必要。

#### (2). 課題：

A. 個別建築物避難計畫基礎，乘降梯廳所需待機區域必要尺寸、形狀、面積大小等應達何種程度上檢證之必要。

B. 乘降梯廳待機區域要求防火防煙機能之檢證之必要。

### 4. 適當的配置計畫與區劃等確保

#### (1). 必要條件：

適當的可能之避難配置計畫考量從火災傳播面安全性確保之配置計畫，分區或防火區劃之必要。

#### (2). 課題：

個別建築物之規模、用途相應之建築計畫適當的檢證事項必要。

## (二)利用電梯避難考量各種用途共通之軟體措施之必要條件及課題

### 1. 避難手段上做好安全避難之管理

#### (1). 必要條件

- A. 依賴利用樓梯避難最低限度之安全性確保。
- B. 利用電梯避難者適當之控管。
- C. 高齡者及肢體障礙者自力避難困難者利用電梯避難的適當控管方面支援體制之確保。
- D. 多數不特定者出入施設の電梯使用上限制。
- E. 其他樓層電梯避難使用之優先權控管。
- F. 整合指揮管理執行機能之確保(防災中心設置等)。

#### (2). 課題:

- A. 利用電梯避難加上使用樓梯避難時如何連接位置等檢討必要。
- B. 避難時使用電梯人員限制，優先順位設定程序之必要性（如針對高齡者及避難弱者專用或不特定多數者全部對象等實施）。
- C. 使用電梯避難者限制，優先順位設定之必要情況時，適當的避難管理手段確保檢討必要，緊急時此方法的實施可能辦法檢證事項必要；再者電梯運轉與操作，以及現場避難引導執行事項檢討之必要。
- D. 自較高樓層使用電梯避難且經常滿載情況時，影響自中低樓層避難者的相應對策檢討；再者電梯輸送能力提高方面，特定樓層以外使用限制及運行方式檢證必要（在縱方向之避難管理上優先順位設定的檢討）。

### 2. 避難有關之綜合事項事前計畫策定及訓練

(1). 必要條件

- A. 火災狀況情境想定，對應避難方式做好迅速安全避難，必要避難方式事前計畫策定事項。
- B. 防災中心等綜合指揮管理實行及避難訓練實施必要事項。
- C. 做好電梯避難活用與否的區別必要。
- D. 對建築物內部人員實施必要之定期避難訓練。

(2). 課題：

- A. 適當的避難計畫及其實效性相關之必要檢證。
- B. 想定電梯避難實效性所要求的避難訓練實施必要。
- C. 建築物收容人員相應必要之教育及通報。

3. 對避難者與防災管理者火災信息(場所、規模等)之傳達

(1). 必要條件：

- A. 防災中心從各樓層火災狀況與避難情形等監視連繫機能之確保。
- B. 防災中心與各樓層，電梯梯廳內，電梯內部等避難者，避難引導人員等情報信息傳達機能之確保。

(2). 課題：

- A. 於防災中心對於利用電梯避難者狀況之掌握必要手段之確保（ITV 等運用，防災中心得以確認電梯附近狀況等）。
- B. 防災中心等於火災時與使用電梯避難者進行相互通話等必要手段確保（硬體上檢討必要）。

三、應用緊急用升降電梯避難

內政部消防署 94 年 6 月 8 日消署預字第 0940500612 號函頒「高

運用一般電梯及緊急升降機進行避難管理之可行性評估研究

層建築物全棟避難管理作業程序暨規劃全棟避難方案」(簡賢文/黃伯達)避難弱者之避難方式選擇中應用緊急用升降避難電梯，考量以下五點：

- (1) 考量緊急升降機間之防火與防煙能力
- (2) 確保緊急電源之供應
- (3) 考量使用緊急升降機對象之優先順序
- (4) 考量緊急升降機之優先服務樓層
- (5) 規劃緊急升降機之操作模式

#### 四、避難用升降設備火災之防護

緊急用升降設備避難系統(EEES)必備之防護標準如下：

1. EEES 與其他避難逃生出口分開。
2. 火災時電梯間門與建築物其他部分應自動關閉。
3. 梯道、機房及電梯間豎道區劃，三層以下時防火時效一小時防火性能區劃；其他者為二小時。
4. 梯道、機房及電梯間以增壓系統防煙滲透或採自然排煙系統。
5. 梯道及機房防水措施如下：
  - a) 梯間門使用密封條、坡度地板、排水孔口構成；
  - b) 研發電梯組件防水與認可，並結合前項建築裝修規劃（梯間門使用密封條、坡度地板、排水孔口構成）；
  - c) 戶外電梯、正常組件及防水保護蓋配合梯間門使用密封條；
  - d) 梯道與建築物其他用途分開配置，以梯間區隔。
6. 機房以空調設備達冷卻效用，空調系統應有防火區劃並備緊

急電力供應。

7. 電梯設備應有可靠電力系統，備有緊急發電機供應電力，以及輸配電多處設計。
8. 緊急狀況多少人可使用之認可控制模式。
9. 電梯足夠負載避難人數。
10. 地震帶地區 Z3 或更高者，應符合耐震規範。

此外，美國機械工程師協會(ASME)1995 年所召集研討會中，有關電梯火災時使用之問題 Chapman 提出 12 點作法，火災時電梯用於人員疏散與消防救災上作業，以減少火災損失。<sup>18</sup>

1. 建築物必須全棟配置自動撒水設備。
2. 電梯豎道井應增壓(防煙)設計。
3. 電梯間(lobbies)在各層應採封閉區劃處理。
4. 電梯間應增壓(防煙)設計。
5. 電梯豎道井及電梯間增壓系統空氣進入口應為無煙處所。
6. 所有電梯間應配置火警探測器。
7. 電梯設備應防水設計。
8. 當電源中斷時，所有電梯應呼返至原設計之樓層。
9. 所有電梯應連接緊急電源以緊急發電機操作。
10. 所有電梯間應有出入口進入增壓安全梯，不須經由火災區域。
11. 所有電梯機箱應配置有雙向語音通訊至防災中心。
12. 所有電梯間應配置雙向通信設備，介於電梯間與防災中心之間。

---

<sup>18</sup> Elmer F. Chapman, Utilization of Elevators During Fire Emergencies, The 2<sup>nd</sup> Symposium on Elevators, Fire, and Accessibility, April 19-21, 1995.

### (一)、火焰與熱之防護

針對火災時火勢蔓延遏止，傳統作法常以防火區劃 (compartmentation) 為之，利用具防火時效性能的牆壁、隔間牆、樓板等設施組成，以防火屏障防止延燒；一般而言樓梯連接三層或以下之建築物，樓梯與其他部分需有一小時之防火時效區劃，四層以上者則為二小時；同理豎道區劃亦採此標準，豎道自然包括電梯梯道區劃部分應具有同樣性能。NFPA 101 需求為二小時防火時效性能，緊急用昇降設備避難系統(EEES)四層以上梯道、電梯間及機房與建築物其他使用部分區隔應有二小時防火時效性能。

Chapman 建議所有樓層之電梯間應區劃密閉，區劃牆壁應 2 小時以上之防火時效開口部防火門應 1.5 小時防火時效以上，平時可開啟，火災時則自動關閉。因居民等待電梯時，提供一相對安全區域，暫時防煙與熱影響，也是電梯豎道與建築物其他部分緩衝之防火區域。梯間區劃封閉需求若在地面層或以下狀況時是可以省略：

1. 建築物全棟配有自動撒水設備時。
2. 該樓層無火載量時。
3. 該樓層雖有火載量但以 2 小時防火時效之區劃牆區隔電梯間，任何開口 1.5 小時防火時效之防火門，唯不允許使用電磁式自動關閉方式。

Chapman 亦針對電梯之防護不僅為電梯間區劃問題，也要強化機房與電梯豎道之防護提出配置自動撒水設備關鍵技術；超高層大樓電

梯機房發生火災將導致電梯中斷作業並危及乘客，消防人員亦無法使用電梯迅速地撲滅火勢，事後維修復原也可能發費 30 天以上，因此電梯機房配置自動撒水設備，則可防止上述情況，且影響建築物之營運至最小範圍，建議不僅機房內，且在機坑(pits)更應配置，若機坑因陳積之垃圾或滴油如潤滑油等物被引燃時，將危害乘客；而發生火災機率較低的電梯機道則應免設。

機房自動撒水設備型式採乾式與預動式，以連接火警偵煙式探測器，採用雙鎖式目的在減少因機械損害而造成非火災情況讓撒水頭誤動作，因此偵煙式探測器偵知火災後先行啟動警報模式，消防水並未放射，必須在高溫狀況時自動撒水頭動作後才放射。

撒水頭動作前偵煙探測器動作時，將連動電梯在模組-I 模式，呼返電梯抵達原設計之樓層如避難層，以降低乘客受困機會，撒水頭動作前的延遲時間足以完成上述指令。

此外建議使用開關型 (on/off) 型撒水頭，標稱 160°F 以上啟動，火災撲滅後機房溫降則停止放水，可大大減低機房水損。

## (二)、煙之防護

在高層建築的火災時，消防人員無法背負太重的消防設備及器具經由安全梯步行至火場中，所以，高層建築物內作為消防隊員滅火搶救之緊急昇降機則為相當重要的避難通道及安全救人設備，因此於我國建築技術規則及消防法規內明訂此類設備皆應有排煙設備，其目的就是防止火災發生時濃煙進入該空間內以阻礙救災及逃生的路徑，所以緊急昇降機間之排煙設備及防排煙系統設計規劃，為消防安全防災計畫中不可或缺之部份。

緊急昇降機為大樓起火時供消防人員或民眾救災逃生之用，當梯

道間之壓力因車廂之上下移動。造成部份區域負壓之產生。此即為活塞效應。而此負壓現象有司能將濃煙引入。快速藉由車廂移動進入車廂內或其他樓層。所以在進行緊急昇降機閩煙控系統加壓設計時活塞效應不得不考慮。

因此，學者鍾基強針對緊急昇降機運動時所產生的活塞效應進行理論分析。以探討其為防止濃煙進入所需建立正壓值。理論上，昇降機的正壓化系統將保護其電梯機道和電梯間等區域，不致受到濃煙的侵襲。<sup>19</sup>

一般而言，電梯門的四周都有很大的隙縫，所以在昇降機間及其梯間室有很大的洩漏面積，在大部分情況下壓力幾乎都是相等。因此假如在通道內送入空氣加壓，梯間將會間接產生與管道內相同的壓力。送入空氣的流量由壓差感測(differential pressure sensor)來控制，使火災樓層的梯間與火災區維持一定的壓力差，防止煙滲入昇降機間。當車廂往下移動時，會產生活塞效應，使得車廂下方的壓力增加，而車廂上方的壓力降低，因壓力降低會使煙經由隙縫滲透到梯間或昇降機通道。鍾氏分析昇降機通道正壓化系統時，忽略了浮力、風速及風向、煙囪效應、熱膨脹和通風系統的影響。

建築物火災時防、排煙控方式有氣流引入、熱浮力、防煙區劃、稀釋或增壓等；緊急用昇降設備避難系統(EEES)較不適用氣流引入或熱浮力手段，而以防煙區劃、稀釋方法者可能要考量對煙滲透、毒性與避難關係進行分析，目前並未有相關文獻有關防煙區劃、稀釋系統設計是否達預期效益之研究成果或相關試驗發展出來；因此增壓方式運用於EEES較適用，設計目的避免煙滲透進入防護區，以壓力差原理，提供某種程度防煙性能，設計手法簡易單純，即使窗戶被破壞、開窗、

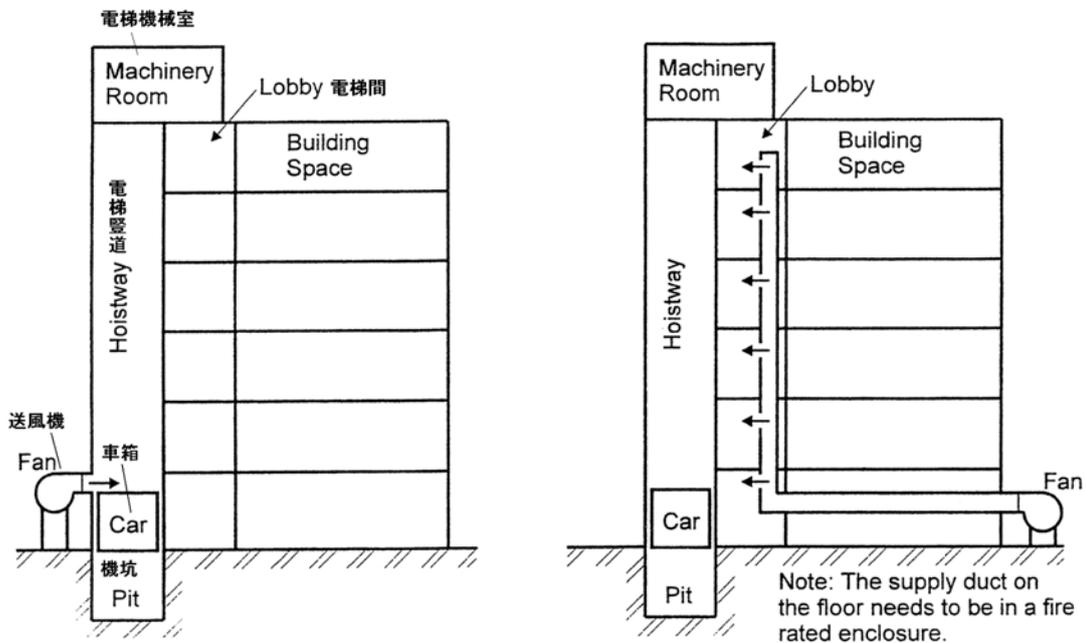
---

<sup>19</sup> 鍾基強，性能式煙控與避難系統設計，全華科技圖書，90.7.

門向外開啟等仍能維持壓差，方法有以下四種：<sup>20</sup>

1. 釋壓口系統 (pressure-relief vent system)
2. 氣壓閘門系統 (barometric damper system)
3. 可變供氣系統 (variable-supply air system)
4. 結合起火層通風或排氣系統 (system with fire venting or exhaust)

圖 2-8, 電梯機道與電梯間增壓防煙設計例



(a) Shaft Pressurization 電梯機道增壓

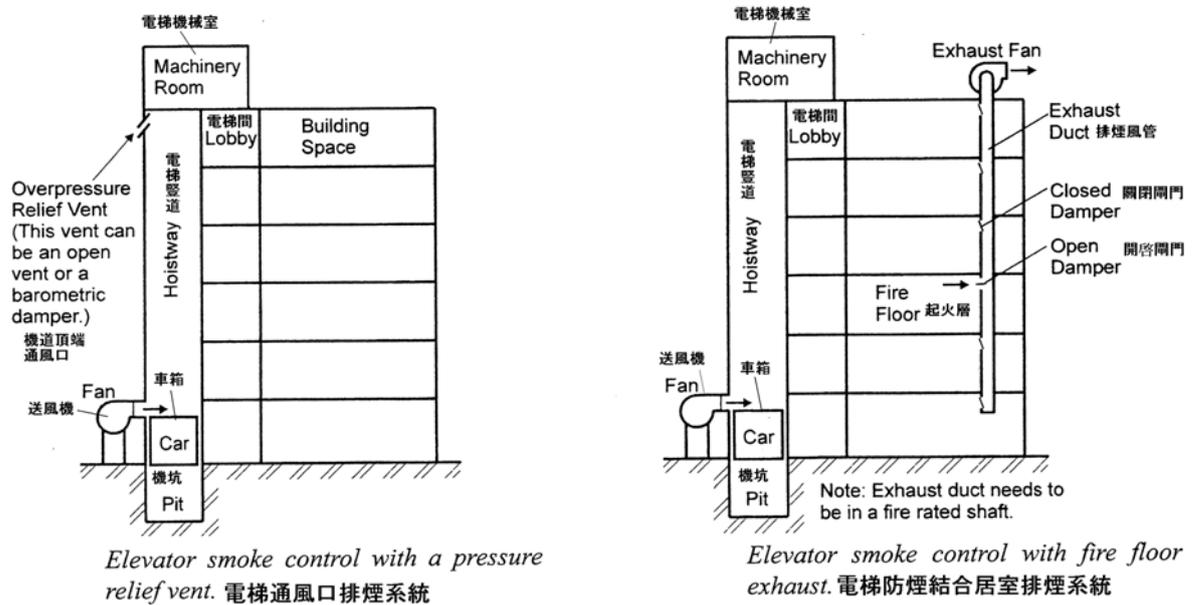
(b) Lobby Pressurization 電梯間增壓

*Smoke control for elevator evacuation by (a) shaft pressurization and (b) lobby pressurization.*

(資料來源: Klote)

<sup>20</sup> John Klote, James Milke, Principles of Smoke Management, ASHRAE, 2002. p167.

圖 2-9 電梯機道排煙及與居室排煙結合設計例



(資料來源: Klote)

Chapman 對電梯豎道與電梯間增壓有以下見解，認為超高層建築物火災時之煙囪效應(stack effect)會導致豎道成為煙流途徑，建議採增壓處理以 0.05in 水柱(12pa)壓力狀況，讓電梯豎道不為低壓處，自然而然煙不易流入，危及乘客安全。

但多數主管機關要求梯道提供通風，排煙或排放熱氣至室外，且開口面積要求梯道面積的 3.5%或至少 3ft<sup>2</sup> (278.7mm<sup>2</sup>)每座電梯取其最大值。此差異或爭論常有，所以在平時關閉狀況，火災時或必要時可開啟，經防災中心控制。作者建議此空間採增壓方式效果佳。增壓方式附加的利益有以下三點：

1. 消防單位長時間需求電梯無煙狀況，所有電梯豎道與建築物其他部份之間所有開口應該封閉，以產生壓差，提供防煙性。
2. 關閉電梯豎道通風口，對建築物熱損失或夏日空調啟動時得以

省能並降低成本。

3. 冬天或風力強勁日子，電梯梯道與電梯箱門開閉較鬆亦磨損門的操作馬達，增壓方式可讓維修費用及損害減低。

同理，電梯間區劃增壓與其它居室或避難所(據點 Refuge Area)亦採壓差  $0.05\text{in-H}_2\text{O}$ , ( $12\text{Pa}$ )，新鮮空氣來源亦可提供避難者呼吸使用。彌補單獨梯道增壓時，排除電梯門密封條之需求。

至於電梯豎道及梯間增壓系統之防煙所設進氣口位置(air intake)考量，新鮮空氣進氣口必須在無煙環境處，因此選擇頂端或較高樓層位置則不適當，因為建築物初期火災往往樓層上端充滿濃煙(污染)；若以偵煙式探測器來監視空氣品質，經驗顯示冷天之效果與可靠度較差，因此進氣口愈低處效果愈佳，考量多數都市環境超高層建築物，以二樓為最佳位置；通常結合空調設備(HVAC)採地面層與地下層配置進氣口為理想之位置。

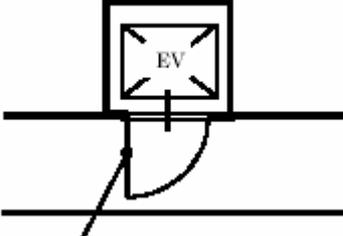
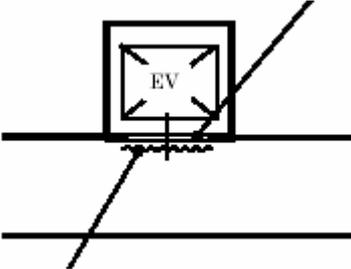
所有電梯間應配置偵煙式火警探測器，目的是避免電梯停於受濃煙瀰漫之樓層，藉探測器連動增壓防煙設備。

根據日本建築基準法施行令(以下簡稱「令」)第112條第9項、以及第14項的規定，升降機升降通道及其他部分，必須依照具有遮煙性能的法第2條第9號之2(2)所規定的防火設備進行區劃。據此，電梯門的旁邊必須依照兼具防火、遮煙性能的防火設備進行區劃。

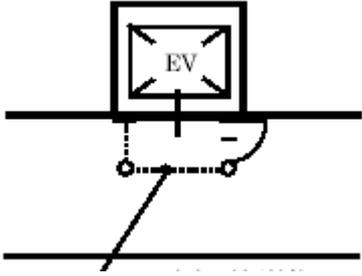
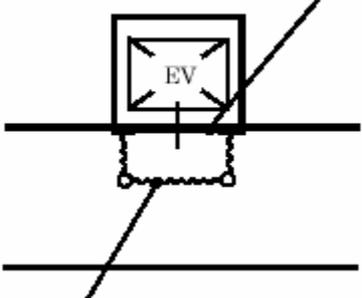
### 1. 升降機升降通道的防火區劃上必備的主要性能

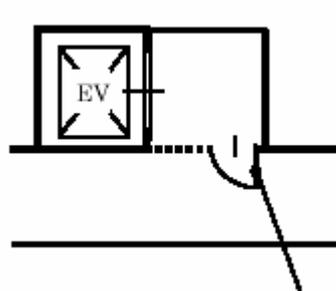
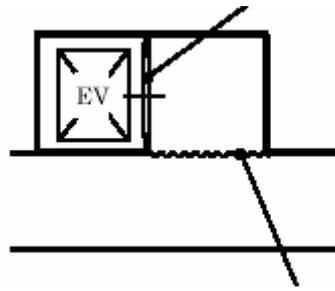
性能	取得國土交通大臣認定	範例規格
防火性能	○根據法第 2 條第 9 號之 2(2)的國土交通大臣認定 • 令第 109 條之 2(防火設備) • 令第 112 條第 1 項(特定防火設備)	:平 12 建告第 1360 號 :平 12 建告第 1369 號
遮煙性能	○根據令第 112 條第 14 項第 2 號的國土交通大臣認定	:昭 43 建告第 2564 號 (選用安全活動捲門時，必須通過阻隔煙霧性能試驗)

### 2. 防火區劃的因應措施範例

種類 設置場所	I. 同一組件兼具防火、遮煙性能的防火設備	II. 複合式防火設備
A 銜接電梯門設置	(1)  兼具防火、遮煙性能之防火設備 防火設備範例: ○ 防火門 ○ 防火防煙安全活動捲門 ○ 滑動式防火防煙窗	(2) 具有防火性能的部分  具有遮煙性能的部分 防火設備範例: ○ 具有擋火性能的電梯門+ 具有阻隔煙霧性能的屏幕 (screen)

	→防火性能：範例規格 →遮煙性能：範例規格	→經國土交通大臣認定 防火性能：範例規格 遮煙性能：性能評價
--	--------------------------	--------------------------------------

種類 設置場所	I. 同一組件兼具防火、遮煙性能的防火設備	II. 複合式防火設備
B與電梯門前的空間隔開設置  <緊急時、形成空間時>	(3)  <p>兼具防火、遮煙性能的防火設備</p> <p>防火設備範例：                      ○ 空間+防火防煙安全活動捲門/防火門                      →經國土交通大臣認定                      防火性能：範例規格                      遮煙性能：性能評價</p>	(4) 具有防火性能的部分  <p>具有遮煙性能的部分</p> <p>防火設備範例：                      ○ 具有擋火性能的電梯門+空間+具有阻隔煙霧性能的屏幕                      →經國土交通大臣認定                      防火性能：範例規格                      遮煙性能：性能評價</p>
<設置於搭乘電梯的梯廳時>		

	<p>(5)</p>  <p>兼具防火、遮煙性能 的防火設備</p> <p>防火設備範例： ○ 搭乘電梯的梯廳+防火防 煙安全活動捲門/防火門 →經國土交通大臣認定 防火性能：範例規格 遮煙性能：性能評價</p>	<p>(6) 具有防火性能的部分</p>  <p>具有遮煙性能的部分</p> <p>防火設備範例： ○ 具有防火性能的電梯門+ 搭乘電梯的梯廳+具有遮 煙性能的屏幕 →經國土交通大臣認定 防火性能：範例規格 遮煙性能：性能評估</p>
--	---	---

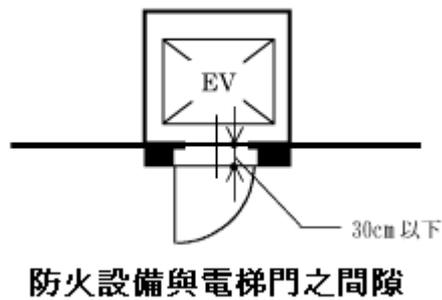
設置場所	種類 I. 同一組件兼具擋火、阻隔 煙霧性能的防火設備	II. 複合式防火設備
備考 (參考「3. 防火區 劃因應措施內 容」)	<p>①緊急時，空間以及搭乘電 梯的梯廳屬於專用，未擴 大超過需求的範圍。</p> <p>②緊急避難逃生路徑並未經 過搭乘電梯的梯廳等部 分，但，緊急用電梯的搭 乘梯廳兼作特別安全梯的 排煙室使用時，可計畫作</p>	<p>①~③與左列內容相同。</p> <p>④預期只達到遮煙性能的 部分，不得直接面對火災 室。</p> <p>⑤距離防火設備一定範圍 內的火災室及其區劃，須 具備必要的耐火性能(採 用超過標準耐火構造以</p>

	<p>為緊急避難路徑。</p> <p>③搭乘電梯的梯廳開口部分以外，須採用超過標準耐火構造以上的牆壁。</p>	<p>上的牆壁或防火設備)。</p>
--	---	--------------------

### 3. 防火區劃措施的詳細內容

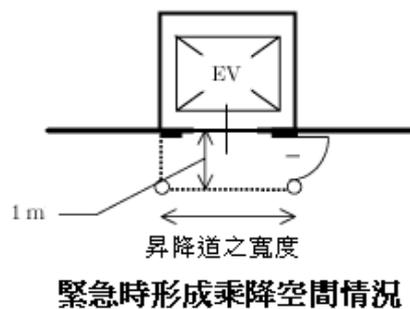
#### (1) 防火設備與電梯門之間隙

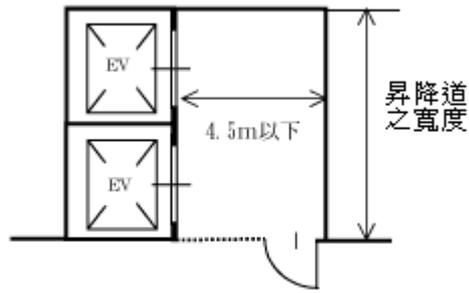
銜接電梯門設置防火設備時，須以 30cm 為上限，以免人員被間隙夾住。



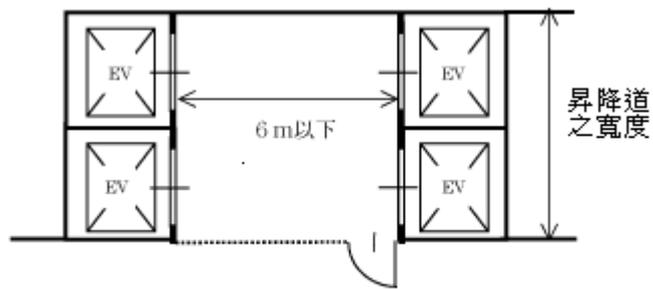
#### (2) 防火設備包括電梯門前的空間時

由於電梯門前的空間僅限於乘降電梯使用，因此必須配合計劃、大小控制在所需之最低限度。





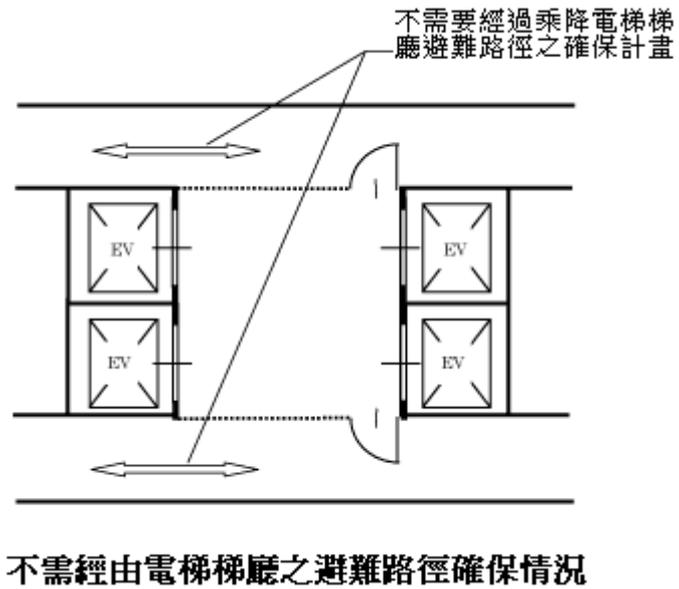
按同一方向設置電梯乘降梯廳情況



按對面方向設置乘降電梯梯廳的情況

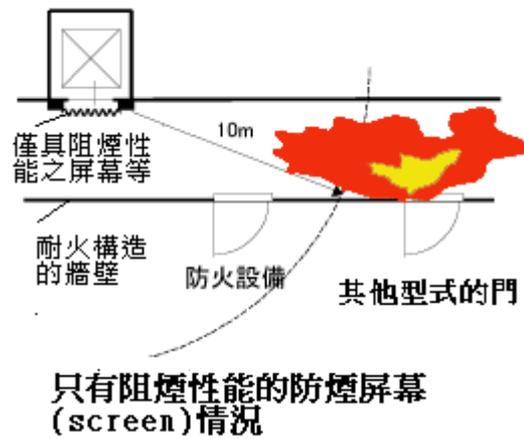
(3) 確保無需經過乘降梯廳的緊急避難逃生路徑

採用含乘降梯廳的防火設備時，確保依法令規定的緊急避難逃生路徑、同時不需要經由搭乘梯廳。但是緊急用電梯的乘降梯廳兼作特別逃生樓梯的排煙室使用時，可計劃作為緊急避難逃生路徑。



(4) 設有只採用遮煙性能的部分時

防火設備設有只採用遮煙性的部分時，基於確保火災時的遮煙性能，在距離該部份一定範圍內的火災室，須採用超過標準耐火構造以上的牆壁或依防火設備進行區劃。



### (三)、防水措施

火災時建築物配置有自動撒水系統或室內消防栓設備，放水時可能損壞 EEES 之電子、電力及機件，尤其梯道、梯間或機房有水流入時，導致 EEES 自動關閉停機，電梯無法運行。因此防護考量應集中於梯道防水上；防水措施可以下兩種方式達成：

1. 電梯機件之防潮或防水設計，
2. 防止水流入梯道或機房設計；

防止水流入梯道，可採用樓地板坡度設計及排水孔口設計配合梯間門密封門條配置，較具有經濟性，且施作簡單，如圖 2-10，圖 2-11 所示；其中原因為電梯設備目前尚未有專屬防潮零組件設計，唯有所謂戶外電梯設計有防雨、防風、防高溫等針對戶外環境設計之目的者，此情況應比火災時滅火產生水損來得嚴重，相信可應用於 EEES 上；但是戶外型電梯所設計之零件若沒有例行之防水測試，當損壞時也無法得知，也將是一潛在問題，所以未來研究方向可納入電梯構造水流向、防水零組件研發及相關試驗等。防水措施除前述兩種之外，也可考慮電梯之配置即採戶外電梯於建築物外牆處設置或採電梯間配置於建築物外緣之電梯設計方式達成，如圖 2-12 示。

圖 2-10 電梯間坡度設計以利防水與排水

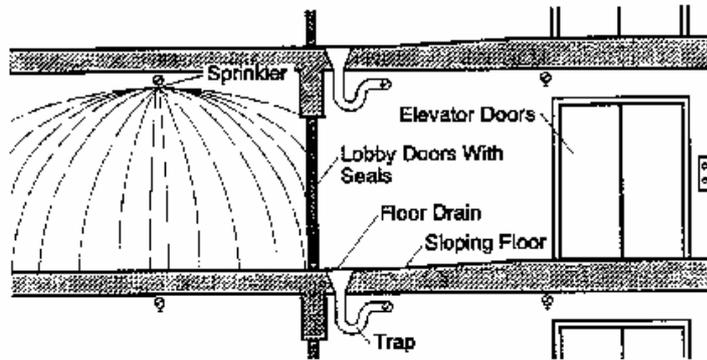


圖 2-10, 電梯間坡度設計以利防水與排水

圖 2-11 電梯門口排水設計

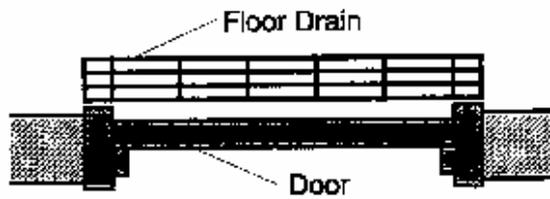
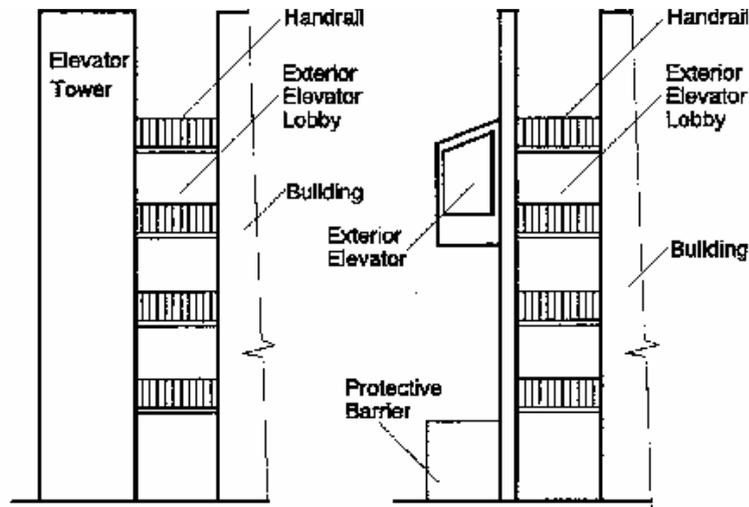


圖 2-11 電梯門口排水設計

圖 2-12 電梯間位置設計例(a) 外牆延伸獨立  
電梯間(b)臨外牆外電梯設計



(資料來源: Klote)

任何情況電梯安全操作是必要的,但是電梯設備通常無防水設計,而為避免火災時,高層建築物自動撒水設備動作,導致電梯豎道中流入水,則相關的電子器材及控制裝置即嚴重受到水的影響,使其操作穩定性及安全性堪慮,因此若電梯能設置於建築物外則可減輕因強化內部電梯防水要求所增加成本的需求。

Chapman 對防止水流入電梯豎道的方法以及一旦流入電梯豎道水之處理措施,應考量所有的電力控制設備、門連鎖裝置、防護設備、馬達、煞車、驅動、門控裝置等;機道連接盒(箱體上方)、導線有限開關、安全開關等固定信號、車燈、樓層系統等,移動電纜應滿足戶外型電梯防潮設計。

機廂上方有迴水板,防上方電梯門開啟流入水,以及頂端防積水設計,及密封設計,以避免水流入操作箱接點,燈,風機,緊急出口等.用於火災避難疏散用途電梯應採不透水性。

#### (四)、電梯機房設備過熱防護

電梯機房冷卻設備失效時，可能運轉過熱導致停機，因此機房之冷卻極為重要，多數電梯作業最大溫度為 30~35℃，所以機房區以空調設備維持應有溫度範圍較為可行，並且提供警報裝置；而空調應設於機房內或建築物戶外以降低受火災之波及，或以防火性能構造區劃之。

#### (五)、電力損失防護

電力之可靠性應先確認電源及保險其輸配電持續性能，某些組件可確保電力可靠性，如防火配電、多處供電、戶外多點配電站及緊急發電機設置等措施；又由於電梯疏散可承受短時間電力損失，UPS 不斷電系統是不需配置於 EEES，當然任何電力可靠性之考量也應注重於潛在電力失效及其結果情形之防護。

火災時影響電力中斷，所有電梯應返抵至設計樓層(避難層)，以避免人員受困電梯中，此預先防範措施，係針對火災可能狀況，現代電梯技術已能在停電後人員安然離開而無須使用緊急發電機連動，一種如蓄電池備用電源設備方法已可做到。緊急發電電力供燃料油者有效時間可達 6 小時。

#### (六) 電梯間與電梯內通信設施

所有的電梯機箱內有配雙向通信設備，以提供電梯乘客應能對外通信，與防災中心聯絡，萬一電梯運作中失效時能通知外部人員處理依據，減輕恐慌程度；同理，任何電梯間內人員待疏散等問題現況有透過通信告知防災中心人員，以利疏散作業，電梯間也應一併配雙向通

運用一般電梯及緊急升降機進行避難管理之可行性評估研究

信設備。

### (七)、防震措施

依據美國 ASME A17.1 的 XXIV 部分電梯規範明示，位於地震帶 Z3 或以上地區建築物使用電梯應考慮梯箱及載錘之間防碰撞措施，避免脫軌發生；另外軌道及構造強度應能承受水平加速 0.5g 或更大者，並且應附加地震感應裝置，於緊急狀況時可停止電梯運作，許多大地震經驗顯示，電梯在 0.5g 以下時，仍能正常運行，理論上耐震性能高之電梯成本較高，因此位於地震帶 Z3 或以上地區建築物使用電梯應能承受水平加速 0.5g 或更大者。

### 三、電梯之控制

ASME A17.1 規範電梯於火災實應有兩種控制模式，即模組 I-電梯回返及模組 II-消防員操控模式；EEES 電梯設計係使其在非火災環境下控制，因此沒有物理上之理由，何以電梯無法持續正常操控？然而梯間配置支偵煙型探測器因靈敏度高所以自梯間門滲漏的煙，僅微量煙即可讓探測器動；作，進而連動電梯返至地面層。

EEES 可不考量偵煙型火警探測器，而以熱感型式定溫型或差動型替代即可。消防員未抵達火災現場時，避難人員若使用模組 I-模式控制電梯進行疏散時，應透過經訓練人員操控為限制條件。

發展緊急疏散用電梯予一般人員避難用途，其疏散控制模式應滿足以下三者：

1. 應能輸入其他建築設備之信號，如火警警報系統、空調系統、配電系統等；
2. 能夠結合預測火災成長及煙流之電腦模擬系統；
3. 能適應前兩點所提數據資料整合之避難策略。

具此條件才可能有效地分析優先避難或疏散之樓層，及取消部份已無法進行避難之樓層；居民等待電梯進行避難時，若電梯暫停使用或中斷失效時，可以直接利用安全梯進行垂直避難，無須經由起火區樓層走廊抵出入口。因此電梯避難設計應考量所有電梯間應有直接通往增壓樓梯之途徑。

#### 人為因素考量

多年來人們被告知火災時禁止使用電梯，優先使用安全樓梯避難，此訊息恐是 EEES 推動最大阻力，依據 KLOTE 對 13 棟 ATCT 建築物收容人員調查，大部分人員仍以室內安全梯為優先考慮之避難通道，且有部分強調不願意使用電梯逃生，因抱怨電梯之維修品質差；所以建立 EEES 信心需有明確之安全特徵敘述予應有之教育訓練，加上良好電梯維修品質鼓勵人對 EEES 之信賴。

#### 四、結語

設計部分電梯用於超高層緊急疏散用升降機是可行的，但在控制模式仍維持一般人所接受之固有觀念，火災時不得使用一般電梯，對此改變而言是不易的，但對少數行動障礙或高齡人員緊急疏散避難仍是有力之工具，為彌補正常避難逃生通道與避難安全樓梯避難時間檢討後不足時，可考量選擇強化升降機相關防火、防水、防煙、電力維

運用一般電梯及緊急升降機進行避難管理之可行性評估研究

持等性能並與避難疏散策略設計、電梯間防火時效加強、以及控制模式結合，相信電梯 EES 系統是絕佳之替代方案之一。

### 第三節 升降設備避難用相關法規分析

#### 一、緊急升降設備(消防用電梯)

緊急用昇降機是高層建築中特有的消防設施。高層建築發生火災時緊急升降設備的主要用途在於供消防人員進行撲救高層建築火災用。要求消防隊員迅速到達高層起火部位，去撲救火災和救援遇難人員。但普通電梯在火災時往往失去作用，而消防隊員若從疏散樓梯登樓，體力消耗很大，難以有效地進行滅火戰鬥，而且還要受到疏散人員的阻擋，為了給消防隊員撲滅高層建築火災創造條件，對高層建築必須結合其具體情況，合理設置消防電梯。因為普通升降機在火災時由於切斷電源而停止使用，如果消防隊員只靠攀登樓梯進行撲救，往往因體力不足和運送器材困難而貽誤滅火時機，影響撲救火災及搶救傷員工作，因此，十層以上建築必須設有專用或兼用緊急升降設備。

本研究亦將探討對於類似消防用電梯的構造，使用於一般人員的逃生，加速火場中受困人員的疏散，其相關疏散時間的探討及設備規定將於報告一併提出，以下所列為緊急用電梯(可能用於滅火、搶救及避難逃生)的基本規定。

#### (一) 我國建築技術規則規範

緊急用昇降機之構造應依昇降機有關機廂。機道。機械間安全裝置。結構計算等之規定，除有我國國家標準規範外，建築技術規則並規範 應符合下列構造規定：

1. 升降機間：

- (1). 除避難層。集合住宅採取複層式構造者其無出入口之樓層及整層非供居室使用之樓層外，應能連通每一樓層之任何部分。
  - (2). 四周應為其有一小時以上防火時效之牆壁及樓板，其天花板及牆面裝修，應使用耐燃一級材料。
  - (3). 出入口應為其有一小時以上防火時效之防火門。除開向特別安全梯外，限設一處，且不得直接連接居室。
  - (4). 應設置排煙設備。
  - (5). 應有緊急電源之照明設備並設置消防栓、出水口、緊急電源插座等消防設備。
  - (6). 每座升降機間之樓地板面積不得小於十平方公尺。
  - (7). 應於明顯處所標示升降機之活載重及最大容許乘座人數，避難層之避難方向。通道等有關避難事項，並應有可照明此等標示以及緊急電源之標示燈。
2. 機間在避難層之位置，自升降機出口或升降機間之出入口至通往戶外出入口之步行距離不得大於三十公尺。戶外出入口並應臨接寬四公尺以上之道路或通道。
3. 機道應每二部升降機以其有一小時以上防火時效之牆壁隔開。但連接機間之出入口部分及連接機械間之鋼索、電線等周圍，不在此限。
4. 應有能使設於各層機間及機廂內之升降控制裝置暫時停止作用，並將機廂呼返避難層或其直上層、下層之特別呼返裝置，並設置於避難層或其直上層或直下層等機間內，或該大樓之集中管理室(或防災中心)內。
5. 應設有連絡機廂與管理室(或防災中心)間之電話系統裝置。
6. 應設有使機廂門維持開啟狀態仍能昇降之裝置。

7. 整座升降機應連接至緊急電源。
8. 昇降速度每分鐘不得小於六十公尺。

(二) 中國大陸設置要求

緊急用升降機的設置符合下列規定：

1. 緊急用升降機間應設前室，其面積：住宅建築不應小於 4.50m<sup>2</sup>，其他建議不應小於 6.00m<sup>2</sup>。當與防煙樓梯間合用前室時，其面積：居住建築不應小於 6.00m<sup>2</sup>，其他建議不應小於 10m<sup>2</sup>。
2. 緊急用升降機間前室宜靠外牆設置，在首層應設直通室外的出口或經過長度不超過 30m 的通道通向室外。
3. 緊急用升降機間前室的門，應採用乙級防火門或具有停滯功能的防火鐵捲門。
4. 緊急用升降機的載重量不應小於 800 公斤。
5. 緊急用升降機井、機房與相鄰其他電梯井、機房之間應採用防火時效不低於 2 小時的隔牆隔開，當在隔牆上開口時，應設甲級防火門。
6. 緊急用升降機的行駛速度，應按從首層到頂層的進行時間不超過 60 秒計算確定。
7. 緊急用升降機轎廂的內裝修應採用不燃燒材料。
8. 緊急用升降機轎廂內應設專用電話，並應在首層設供消防隊員或救災人員專用的操縱按鈕。

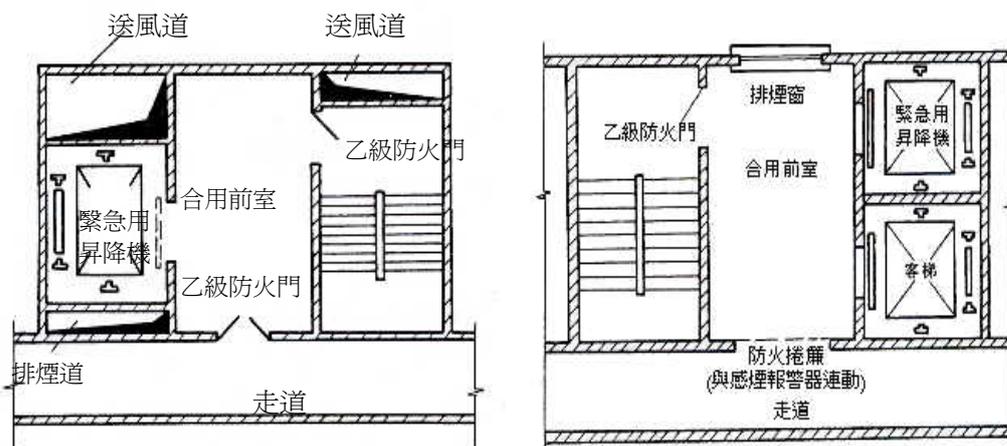
運用一般電梯及緊急升降機進行避難管理之可行性評估研究

9. 緊急用升降機間前室門口宜設擋水設施。緊急用升降機井底應設排水設施，排水井容量不應不於 2.00m<sup>3</sup>，排水幫浦排水量不應小於 10L/s。

10. 動力與控制電纜、電線應採取防水措施。

緊急用升降機與防煙樓梯合用前室時的配置型式例如下圖 2-13 所示。

圖 2-13 緊急升降機與排煙室併設例



(資料來源：王學謙)

## 二、一般電梯緊急用規範

### (一) 美國防火協會 NFPA 101 及 NFPA 5000

NFPA-1 Fire Prevention Code 2000 年版及 NFPA-101 Life Safety Code 2000 年版以及 NFPA 建築性能法規 NFPA-5000 Building Construction and Safety Code 2003 年版，均提出緊急用升降設備避難

疏散系統規範(Elevator Evacuation System)其中內容以 Life Safety Code 為主納入電梯用於避難上設備要求與管理限制；本研究就主要規範說明如下：

## 1. 電梯避難疏散系統

NFPA-101 Life Safety Code 3.3.51 電梯避難疏散系統 規定電梯用於避難疏散途徑範圍，以及 3.3.52, 3.3.53 明示電梯間與電梯間廳門定義：

### 3.3.51 電梯避難疏散系統

一個系統為火災時保護提供使用電梯的乘客、等待使用電梯人員，和電梯設備等避免受到火災作用讓電梯得以安全地被使用為出入口設施，其中包括垂直的系統如電梯間大廳(elevator lobby)和附屬的電梯間門戶，電梯豎道 shafts)，和機械房等設備防護。

### 3.3.52 電梯間大廳。

人們可直接地進入電梯車箱 car(s)與直接地離開電梯車箱的空間。

### 3.3.53 電梯間大廳門。

介於電梯間大廳和其他建築物空間之間(除電梯豎道外)配置的門戶。

## 2. 電梯間結合避難所之規範

有關電梯間與避難所之容量、面積大小、防煙設計、通信設備及標示等，並結合附近樓梯配置之規定：

7.2.12.2.4 \* 當電梯符合 7.2.12.2.2 的一種，被提供從避難所區

域通至公共空間方式且被認可如在 ASME/ANSI A17.1 1, 電梯和電動扶梯安全規範章節 21 火災時提供消防隊使用者。其電源將被保護免受發生在建築物內避難所之外區域之火災時中斷。電梯將位於豎道系統與符合 7.2.3 防煙區劃的要求。

*例外 1: 避難所的區域超過 1000 ft<sup>2</sup> (93 m<sup>2</sup>) 並且符合 7.2.4 要求設計水平的出口其防煙的區劃不需要。*

*例外 2: 電梯遵照 7.2.13 防煙的區劃不需要。*

A. 7.2.12.2.4 電梯視為出口的用途，特別是在一個緊急狀態期間譬如火災時，若沒有周詳的計劃、持續的努力，和每個避難疏散的人高度認知以及涉及人移動性障礙考量下，此方法將不被採取。因對電梯有限的容量部分，以及對電梯為消防活動使用衝突要求，即使其電梯符合 7.2.12.2.4 仍不能被考慮作為滿足任何相關避難出口設計施的容量、數量，或到出口步行距離的法規要求。

**7.2.12.2.5** 避難所區域將供有一個雙向通信系統為避難所區域和中央控制中心之間的通信。對樓梯區劃門或電梯門和避難所區域的附屬的部份門戶狀況將由信號來識別。(參見 7.2.12.3.5)

**7.2.12.2.6 \*** 召喚協助的指示，透過雙向通信系統，和避難處所(據點)區域的書面內容應被張貼在雙向通信系統附近。

A. 7.2.12.2.6 指示應該包括以下：

- (1) 能指引人很快的找到其他出口樓梯方向
- (2) 建議其儘快使用出口樓梯，除非他正協助其他人

(3) 提供有關在對樓梯的使用或電梯的操作監督和如何求助的計劃之可及性資訊

(4) 對緊急通信系統的使用說明

促進與充分對避難所(據點)區域的用途的理解程度和結合協助的避難出口程序，應該提供這些設施使用之資訊。資訊確切之內容包括組織(例如，一系列的指引資料)，和格式(例如，在避難所區域張貼的指示或是被傳送給設施用戶的資訊)應該依個案地被確定。資訊應該為具體設施專門製作、它的緊急應變計畫、目標觀眾，和意圖的展現格式。下列是提供建議的資訊內容包含二種情況：

(a) 避難所(據點) 與電梯用途

在緊急狀態期間電梯間作為避難所(據點)區域提供無法使用樓梯避難疏散和需要協助的人集結地點。電梯將採暫停自動服務和改由緊急情況服務人員控管。無法利用出口樓梯避難疏散的人在無任何協助下需要由電梯運輸者，當其在電梯大廳等待協助時應該確認電梯間出入口門是關閉的。如果運輸電梯有幾分鐘或更多的時間延遲之際，提供的雙向通信系統應該被使用以順利運送至地面層。其它避難所區域可供替代選擇和協助避難疏散，在預先選定的出口樓梯是可利用的。

(b) 避難所(據點)以及樓梯用途

在緊急狀態期間，在選定的出口樓梯之內避難所區域作為一個對於需要協助避難疏散者之集結地點。人在無任何協助下無法使用樓梯，或要以緩慢的步調沿著樓梯移動下，應該等待在樓梯處。如果需要協助時應該被使用雙向通信系統。

7.2.12.3.1 \* 避難所(據點)各個區域應估計能夠容納每 200 收容人數一個輪椅空間 30 in x 48 in (76 cm x 122 cm), 或部份, 根據居住者人數所需避難所區域大小決定之。此輪椅空間不得影響收容人員應有避難出口寬度以及不得少於 36 in (91 cm) 之寬度。

7.2.12.3.2 \* 任一個避難所的區域面積不得超出 1000 ft<sup>2</sup> (93 m<sup>2</sup>), 應經由演算或測試呈現當暴露的空間在最大預期的火災狀況下隔離側所能容忍程度狀況, 在避難所之內區域維持 15 分鐘期間的設計。

7.2.12.3.3 在進入避難所區域任一選定的輪椅空間應該不會是通過一相鄰輪椅空間。

7.2.12.3.4 \* 每一避難所區域應與建築物其他區域以一屏障分隔不得低於 1 小時耐火性能規定值, 除非此法規其它有更高的規定需求。此屏障及其所有開口部, 使漏氣減到最低和減緩濃煙蔓延。防火門應至少 20 分鐘防火時效規定, 除非此法規其它有更高的規定需求, 並且應是自動關閉或符合 7.2.1.8.2 連動自動關閉與。配管將被允許貫穿此屏障, 除非在此法規中有其它禁止規定, 以及應配置偵煙啟動的防煙閘門或其它核准的方式防阻煙流入避難所區域。

*例外: 既有的屏障允許至少 30 分鐘耐火性規定值。*

7.2.12.3.5 各個避難所區域應由以下陳述之標示識別:

避難所區域

避難所區域標示將依照建築物接近和使用設施的美國國家標準 CABO/ANSI A117.1，為此識別的要求，應顯示可及性的國際通用標示。標示應置於如下位置：

- (1) 在提供進入避難所區域必經之每一個門上
- (2) 在所有出口附近依照 3.3.2 所定義非接近的避難通道出口
- (3) 在必要時清楚地標明避難所區域之方向

標示若應為必需採照明式的地方則應依出口標示燈之要求規定設置。

### 3. 電梯設備與電梯間性能要求

#### 7.2.13 電梯

##### 7.2.13.1\* 通則

電梯應依據章節 9.4 和 7.2.13 的要求，允許被作為於 3.3.203 所定義之塔樓位置的第二個避難出口使用，並符合以下條件標準：

- (1) 塔樓和任一個附屬結構物應有符合章節 9.7 所核可之自動撒水設備防護。
- (2) 塔樓建築物收容人數不得超過 90 人。
- (3) 主要出口應是直接地通往戶外部份。
- (4) 塔樓或附屬結構物區域不得存放高危害物。
- (5) 提供之出口容量應可達百分之一百且與電梯是分立的。
- (6) 實施避難疏散計劃，具體內容包括電梯，及職員應認知在火災時消防隊操控前電梯緊急使用程序與正常操作方式等訓練。
- (7) 塔樓禁止公眾使用。

#### A. 7. 2. 13. 1

此 7. 2. 13 目的， 電梯供作為出口單一獨立塔或任何整體建築物結構的部份。該電梯可被使用作為出口部分， 電梯間、電梯機道， 和機械室需要被保護免受火災時的影響。

#### 3. 3. 203 塔樓。

一獨立的或建築物的附屬部份結構以升高水平為設備支持或用於觀察、控制、操作、信號、或類似此有限的用途者：

- (1) 提供升高的水平允許人或設備充分觀察或監視用途， 和
- (2) 介於塔樓供觀察層和設備空間之下樓層不得收容人員使用。

#### 7. 2. 13. 2. 1 電梯車箱應有八人以上容量。

#### 7. 2. 13. 2 電梯避難疏散系統容量

7. 2. 13. 2. 2 電梯間應有由梯間所服務之區域收容人員數之百分之 50 容量以上。此容量應以每人 3 ft<sup>2</sup> (0.28 m<sup>2</sup>) 計算和並且應包括所服務之區域收容人員數每 50 人計算一台輪椅空間 30 in X 48 in (76 cm X 122 cm) 或部分。

#### 7. 2. 13. 3 電梯間。

由電梯所服務之每一樓層， 應有電梯間。屏障形成電梯間應有 1 小時以上的防火性能規定值， 以及作為防煙屏障應符合章節 8. 3 規定。

#### 7. 2. 13. 4 電梯間門。

電梯間門應有至少 1 小時防火時效規定值。在指定測試方法參考

8.2.3.2.1(a), 火的曝露 30 分鐘後傳導溫度背溫不得超過周圍溫度 450F(250C) 以上。電梯間門應自動關閉或符合 7.2.1.8 連動自動關閉。

#### 7.2.13.5 門開啟方式

任一個信號來自位於電梯間外或每一開放門附近之偵煙探測器動作連動反應電梯間門關閉。且應允許從建築物火警系統任一個信號連動梯間門關閉。電梯間門關閉指令來自一個偵煙探測器或信號來自建築物火警系統應能關閉該電梯避難疏散系統所有各樓層電梯間門

#### 7.2.13.6 \* 防水性能

建築物構件應用於限制電梯設備被水曝露。

A. 7.2.13.6 以下一個或更多的方法可使用於限制電梯設備暴露水的狀況：

- (1) 密封的電梯間、有坡度的地板、地板排水設計，和電梯機道密封的牆壁等組合使用。
- (2) 電梯配置於在建築物外部通常操作在構件上，並且在電梯間門使用密封處理。
- (3) 電梯機道與建築物在各樓層由一個外部電梯間分隔，設計防止水流入電梯機道。

此作法資料來源，係從有關電梯和水流課題導引發展電梯設備耐水或防水的性能為具體地應用於火災時之持續性研究成果。這樣的設備應該結合建築物構件(例如，電梯間門的密封、地板坡度處理，地板排水等)使用及被開發。詳細資訊可

從 NIST 出版物得到，FAA 塔台火災時電梯避難疏散的可行性研究。

#### 7.2.13.7 \* 電力和控制配線

電梯設備，電梯通信，電梯機械室冷卻，及電梯控制器冷卻應由正常和預備電力供應。在火災時電力與控制配線應置於和適當地保護並確保有效至少 1 小時。

#### A.7.2.13.7

電梯機械室的冷卻設備使用預備電力的要求減至最小。

#### 7.2.13.8 \* 通信

雙向通信系統應被提供在電梯間和中央控制站室之間以及介於電梯車箱和中央控制室之間。在火災時通信配線應被保護確保至少 1 小時有效性能。

A.7.2.13.8 在電梯間和中央控制室之間的通信可經由電話或對講機。在音聲警報上應被設計成以不干擾通信系統人與人之間的談話。

#### 7.2.13.9\* 電梯操作

電梯應提供火災時消防隊員使用並符合 ASME/ANSI A17.1，電梯和自動扶梯安全法規規定。

A.7.2.13.9 在電梯間偵煙型探測器將導致電梯的階段 I 回返指令。然後電梯將自動地被採取排除正常服務模式，將由緊急情況服務

人員控管。

#### 7.2.13.10 維護

當電梯間只有一台電梯車箱服務時，在建築物暫停使用或低活動期間的時期，電梯避難疏散系統應有定期維護計畫。應在故障之 24 小時內執行維修。

#### 7.2.13.11 防震

在地震期間電梯應有依序暫停使用的性能，此暫停使用係為 ASME/ANSI A17.1 電梯和自動扶梯安全法規的選擇性要求。

#### 7.2.13.12 信號

信號應符合 7.10.8.2 規定

#### 7.10.8.2 電梯標示。

電梯(是部份的避難出口(參見 7.2.13.1) 應有以下之標示，在每個電梯間以至少的文字高度 5/8 in。(1.6 cm)：

- (1) \* 明確的標示電梯可被使用為出口，包括任何使用上限制
- (2) \* 明確的標示電梯的操作狀態

A. 7.10.8.2(1) 這些標示將取代在火災時期間電梯禁止被使用的標示。這些標示內容例子如下：

在火災時，此電梯將由消防隊使用為人的避難疏散。

**被保護的電梯能用在緊急狀態**

A. 7.10.8.2(2) 這些標示字詞應該反應火災時人類行為和電梯系

統的具體控制。7.10.8.2 (2)表明標示，但是未對視覺障礙者需求的通知內容作規範考量。關於電梯避難疏散人類行為的資訊參見 Groner 和 Levin, 使用建築物電梯緊急撤離計劃潛在人為因素考量, 在 GSA 建築物防火安全避難所集結地人類行為方面研究, 以及 對 FAA 空中交通控管塔的火災時避難疏散電梯的潛在使用人為因素考慮。

標示內容例子顯示在表 A.7.10.8.2(2)。

## 9.4 電梯、電動扶梯，和輸送機

### 9.4.1 \* 通則。

電梯除符合 7.2.13 所述電梯之外，不應被視為必需的避難出口通道一部分，但是將被允許作為一接近的出入口組成。

## (二) 英國 BS 5588 規範

英國一樣也不允許在高層建築中主要依靠消防電梯來進行人員疏散和消防隊員的移動。但是，對於普通建築的一般疏散而言，消防電梯仍然有廣泛的用途。對於超高層建築，人員長距離的垂直行進，存在一系列嚴重的問題：

- (1)長時間的垂直行進，可能遭遇煙和火，使人員在疏散過程中造成傷害；
- (2)造成疏散過程中人員的疲勞；
- (3)老弱病殘幼以及其他無法疏散人員的疏散問題。

BS 5588~建築設計、建造和使用中的火災預防方法(Fire precautions in the design, construction and use of buildings)

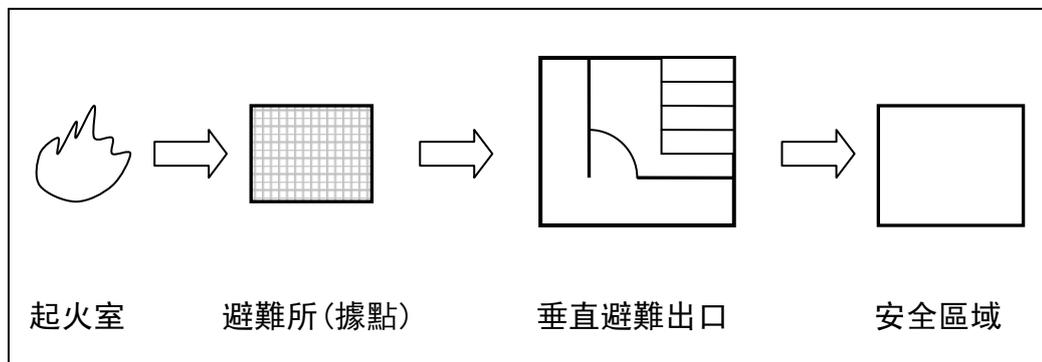
第5部分消防樓梯和電梯實用規範,建議在緊急條件下使用電梯時需採用的防範火、煙和熱的措施。這個標準可以作為電梯、車廂、電梯豎井和機械裝置保護的基本依據。緊急電梯的控制程序必須達到如此的要求:一旦火災警報啟動,能夠確定使用哪一部電梯。設計此系統時必須考慮增壓、電梯前廳的分隔、建築避難管理和出口設置等許多基本問題。

英國 BS 5588: Fire precaution in the design, construction and use of buildings- part8: Code of practice for means of escape for disable people 針對建築物無障礙空間設計上要求,對建築物避難疏散通道與出口除考量一般水平避難所需之避難逃生通道與避難所(據點)Refuge Area 設置以及垂直避難困難時可運用消防電梯(Firefighting Lift)或強化一般客用電梯之避難電梯(Evacuation Lift)進行避難疏散;因此消防電梯所應具備條件在 BS5588 part5 有相關規範外, part8 對垂直避難行動有困難人士應規劃避難所(據點)與避難電梯設置規定,說明如下:

### (一) 避難所(據點) Refuge Area

#### 3.14 避難概念

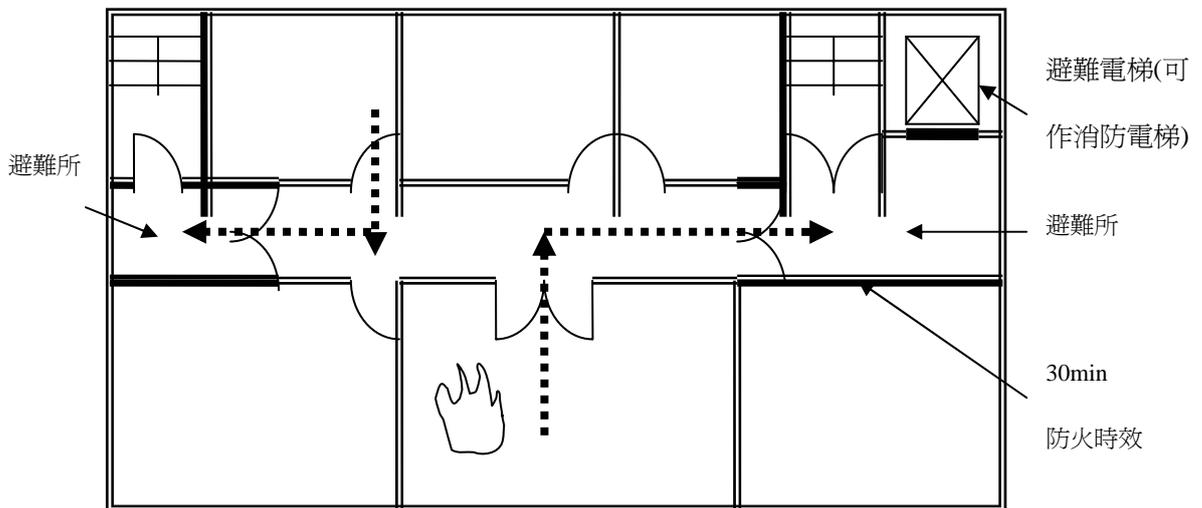
圖 2-14 避難概念圖



運用一般電梯及緊急升降機進行避難管理之可行性評估研究

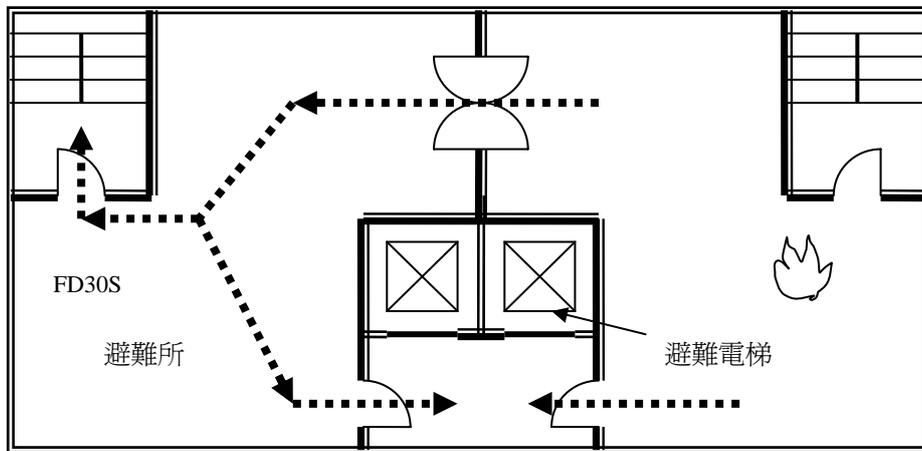
避難所(據點)定義：指一區域以防火構造如牆壁區劃(不同於建築物外牆部分)及直接用於建築物樓層出口安全通道，避難電梯或最終出口，此構成以提供殘障人士等待避難協助之暫時的安全區域，如圖 2-14；並非是單獨等候消防救災人員或靜待滅火完成，其後續垂直避難是必需的；下圖 2-15, 圖 2-16 所示，其一是走廊通道強化防火性能後成為避難所之例；另一為利用避難所與避難電梯(evacuation lifts)例：此二例分別代表電梯與樓梯可併設於同一防火防煙區劃內或分開設計。

圖 2-15 樓梯廳或電梯間作為避難所



(資料來源 BS 5588)

圖 2-16 樓層區分二避難所與避難電梯例



(資料來源: BS 5588)

## 8. 避難所補述

乘坐輪椅者雖可獨立進行水平避難移動至樓梯間或電梯間，但是進行樓梯避難至最終出口(final Exit)恐有困難，因此考量避難所之設計

避難所空間大小應能至少容納一台 A 型輪椅 (BS 5568)66mm X 1065mm，但是機能性輪椅增加了輪椅尺寸，固建議考量以 900mm X 1400mm，出入口門寬至少 775mm，走廊寬至少 900mm，若顧及 180° 旋轉角度則應有 1400mm 寬度需求

以下兩例為避難所實際設計：

- (1). 經防火牆壁區劃防護之廳間(lobby)，防護之走廊或防護之樓梯。
- (2). 開放空間如屋頂平台，陽台等類似處所，有獨立之避難通道並足以防護火災延燒者

另外依前圖示避難電梯(evacuation lift)電梯間，與結合相鄰樓梯，以確保當電梯中斷使用時可選擇樓梯避難

## 8.2 建議

- (1). 避難所應提供每一樓層出口之防護樓梯以及每一最終出口至樓梯階段。
- (2). 避難所提供區域能容納輪椅進入停駐與等待協助。
- (3). 防護樓梯，梯間，走廊，輪椅空間不得減低避難通道應有寬度，樓梯內輪椅空間亦不得妨礙垂直避難之群流。
- (4). 避難所應配備獨立通信系統，讓避難管理人員與居民火災緊急連絡使用。
- (5). 增壓防煙設計應符合 BS 5588-part4 之規範。

## 11. 避難電梯

任何避難電梯不像一般客用電梯，在建築物發生火災時應能夠持續安全地操作是必須的，雖然建築物免設置肢障人士專用電梯，但是在緊急情況時消防單位尚未抵達時可先行利用消防電梯（緊急用升降機）作疏散，直至消防人員抵達後即接手負責其餘居民之疏散工作；肢障人員火災中使用消防電梯避難疏散必須與消防單位協調使用上作業程序(co-ordinate procedures)。

避難電梯應用於避難疏散程序，平時即用於乘客用，不得僅適用於載貨用，應有適當構造，電力與防火措施，讓被授權者有能力與避難所結合控管。

### 3.5 避難電梯(Evacuation lift)定義：

指電梯可用於行動不便如肢障人員(disabled people)火災狀況時經避難管理者或消防人員之指導下避難疏散之目的。

### 11.2 避難電梯設置要求與建議：

- (1). 應符合相關 BS 5810 ,BS 5655-1 及 BS 5655-2 之規範。

- (2). 應有明確之識別.
- (3). 應座落於區劃防護之中，包括電梯本身，每層樓廳間，電梯間，且應提供避難途徑至避難層最終出口.
- (4). 提供避難電梯開關，且在避難層最終出口電梯門外附近配置開關，操作此開關可讓電梯呼返避難層，以及可獨立控制起降指示，以控制盤操作及通信設備，非經授權之操作不被允許.
- (5). 專用之主電力供給與次電力回路.
- (6). 替代電力自動啟動緊急發電機，不受火災波及之輸配電系統，或分開之熔絲保護回路，主電力供給傳輸電纜與替代電力傳輸電纜應分開，且配置於低火災風險處，任何物理性干擾電力之中斷亦不影響其電力供給；在總開關箱中電力開關或分離器 (isolators) 應明確識別標示，以及替代電力供給位置顯示.
- (7). 任何電力配線，輸送電櫃，發電機，消防邦浦，應預防火災波及其防火時效性能不得低於電梯機械室所需防火規定.

## 12. 火災安全標示

- (1). 避難所與避難電梯應明確標示；
- (2). 梯廳間及樓梯之避難所應以藍色牌標示以下字樣：

**避難所淨空(Refuges Keep Clear)**

## 13. 管理上建議

依據 BS 5588-12 作以下建議：

- (1). 火災時緊急應變程序
- (2). 肢障者樓梯使用上下之疏散技巧
- (3). 避難電梯之管理
- (4). 避難疏散策略例

運用一般電梯及緊急升降機進行避難管理之可行性評估研究

### 17. 避難所與避難電梯構造要求

區劃牆壁防火性能符合 BS 5588, 至少 30 分鐘之防火時效, 門應採用相等防火時效之防火門. (FD30S)

## 第三章 升降設備避難疏散時間模擬案例

### 第一節 電梯避難疏散模擬基本理論

建築物發生火災時，人員通常是利用安全梯來進行垂直避難，而非利用電梯。然而，如前述過去許多火災案例事實中，發現有許多人員卻利用電梯來進行避難逃生。此外，在高齡者人口比例呈現快速成長和殘障者無障礙空間的設置完善要求條件下，可預期的是無法使用樓梯來進行避難之避難弱者將逐年增多。考量此種環境背景下，本研究提出一個簡單的評估模式，先行估算使用電梯避難之疏散時間，其中將選擇高層辦公大樓進行案例分析來檢證電梯避難之可行性與檢討電梯避難管理之課題。

#### 一、 避難基本理論

##### (一) 避難所需時間

高層建築物內發生火災或類似火災案件時，收容人員欲安全避難抵達相對安全區或避難層所，甚至到達避難層，其安全性受到以下數項時間之影響：<sup>21</sup>

1. 避難開始時間
2. 避難行動所需時間
3. 危險狀態發生時間
4. 避難安全餘裕時間

其中危險狀態發生時間通常指煙沉降或火場閃燃現象發生，即煙擴散造成居室、避難路徑如走廊通道、排煙室、避難所、安全梯等形成危險狀態，此種由火災發生到危險狀態發生之時間稱之，而此時

---

<sup>21</sup> 沈子勝：避難設計與專題，鼎茂圖書出版公司，85年

間主要受到居室形狀、內部裝修與是否具防排煙設備、撤水設備性能和防火區劃設置而左右。

避難安全性之要求，以避難開始時間加上人員避難行動所需時間合計稱總避難時間，必需低於危險狀態發生時間，亦即避難安全餘裕時間必須存在才能判定安全避難。

## (二) 避難完成時間

避難行動完成時間應為居室避難完成時間、走廊避難完成時間、與經由排煙室、安全梯抵達地面出口完成時間等三個階段，分別與各階段危險狀態發生時間相比較，樓層避難時間係指起火開始至該樓層所有人員步行時間加上通過出口即排煙室之入口所需時間，該樓層排煙室以前各居室與走廊通道受火波及煙擴散至 1.8m 所需時間為該樓層煙沉降時間，即其避難容許時間。

## (三)、電梯避難容許時間

由於高層建築物發生火災之樓層(起火層)是無法預期的，因此以電梯避難可行性與否，應先行研判火煙波及電梯設備系統時間，其影響因素眾多，如濃煙進入電梯間煙沉降至 1.8m 高，或進入電梯機道內影響起火層以上樓層人員操作，或煙熱蓄積電梯機房讓電梯中斷運行等；本研究假設狀況為煙霧進入電梯間沉降至 1.8m 高為限制電梯避難容許時間，也就是考量電梯門在完備密封設計狀況，煙霧無法進入機道或機房，進行分析。

## 二、電梯疏散時間計算理論

升降設備計算承載量之相關理論<sup>22</sup>及運用美國 NIST 防火實驗室研發之軟體 **ELEVAC**，對於升降設備(含緊急用升降機)作為避難

---

<sup>22</sup> 莊嘉文，建築設備概論，詹氏書局，85.11，

使用之輸送時間評估，嘗試得其運算結果判斷電梯避難之可行性作初步檢討。

ELVAC 係美國 NIST 以下為 ELVAC<sup>23</sup> 軟體程式(Q-BASIC)內容應用電梯運輸的基本理論，此程式限制在電梯移動程序，並未考量人行為各別差異；其主要運算基礎，本研究整理如後：

### 1. 疏散時間

先決定建築物中電梯數及配置情形，以群集電梯配置，數量通常以不超過八部為原則，控制相連結且便於使用；計算方法係以一群集為對象。

疏散時間公式：

$$t_e = t_a + t_o + \frac{(1 + \eta)}{J} \sum_{j=1}^m t_{r,j} \quad (1)$$

$t_{rj}$  往返時間(round trip)

$m$  往返數

$J$  電梯數

$\eta$  無效之 trip

$t_a$  開始時間 (start-up time)

$t_o$  自電梯間步行至安全處之時間

#### (1) 開始時間 ( $t_a$ )

$$t_a = t_T + (t_u + t_d)(1 + \mu)$$

其中  $t_T$  最遠樓層至疏散層之運送時間

$t_u$ : 人員離開電梯所需時間

$t_d$ : 電梯門開啟關閉時間

<sup>23</sup> 18Klote, J.H. (1993), A Method of Calculation of Elevator Evacuation Time, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD, Journal of Fire Protection Engineering, 5(3), 1993, pp. 83-95.

$\mu$  : 轉乘無效率值

圖 3-1 電梯配置型式

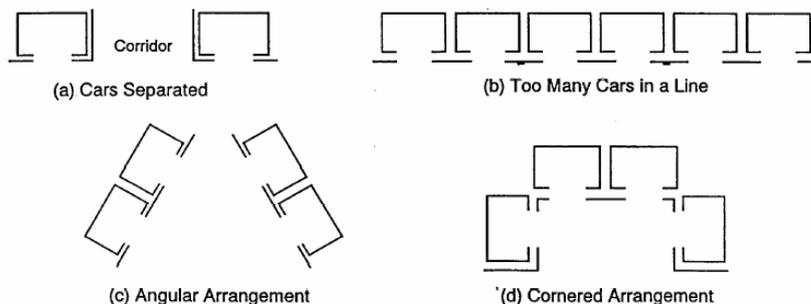


Figure 2. Unusual elevator arrangements resulting in inefficient people movement

(資料來源: Klote)

## (2). 電梯往返時間 (round trip time)

$$t_r = 2 t_T + t_s$$

其中  $t_s$  : 靜止等候時間

$t_T$  : 電梯運送時間(單趟)

條件限制為僅指停於單一樓層負載乘客，也期望多數電梯滿載，運送至地面層。若多樓層停載將導至致無效率，則公式應修正。

## (3). 靜止時間 $t_s$ (standing time)

指電梯開門、關門各兩次之時間和，即人員進入及離開電梯所需時間，此時刻亦應考量轉換之無效率性，公式表示如下：

$$t_s = (t_i + t_u + 2 t_d)(1 + \mu)$$

其中  $\mu = \alpha + \varepsilon + \gamma$

$\alpha$  : 基本運送無效率值 (以消除電梯可能暫停、門操控時間、開始及停機以及人無法預期行為)

$$\alpha = 0.10$$

$\varepsilon$  : 電梯門以中央開啟式為基準比較之無效率值

$\gamma$  : 無效率值, 指任何有關人員進出電梯轉換過程增加移動時間, 或指非正常運行電梯或人員行動障礙者。例如辦公大樓電梯  $\gamma = 0.0$  醫院  $\gamma = 0.05$

$t_d$  : 電梯開門關門所需時間, 視門開啟設計方式而定, 不同製造商出廠之電梯相同門寬多有相似之  $t_d$ ; 因法規安全上考量開啟門之動能不得超過  $0.29J$ 。

$t_i$  : 人員進入電梯之時間, 依人數 ( $N$ ) 多寡而定

$t_u$  : 人員離開電梯之時間;

電梯之收容人員密度約為  $0.22m^2/\text{人}$  (Strakosch 1983); 美國 ASME A 17.1 標準訂為最大負載  $0.14m^2/\text{人}$ ; 本計算模式以前者符合實際狀況。

$t_{dw}$  : 門開啟後固定時間

圖 3-2 電梯門開啟方式

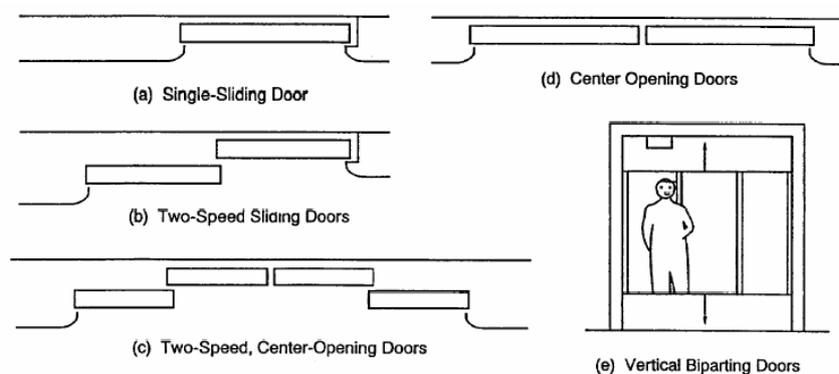


Figure 3. Types of elevator doors

(資料來源: KLOTE)

表 3-1 電梯門開啟時間及轉換效率			
電梯門型式 (Door Type)	電梯門寬度 (Width mm (in))	門開閉時間 (Time <sup>1</sup> to Open and Close) $t_d$ (s)	門轉換無效性 (Door Transfer Inefficiency) $\varepsilon$
Single-Slide	900 (36)	6.6	0.10
Two-Speed	900 (36)	5.9	0.10
Center-Opening <sup>2</sup>	900 (36)	4.1	0.08
Single-Slide	1100 (42)	7.0	0.07
Two-Speed	1100 (42)	6.6	0.07
Center-Opening <sup>2</sup>	1100 (42)	4.6	0.05
Two-Speed	1200 (48)	7.7	0.02
Center-Opening <sup>2</sup>	1200 (48)	5.3	0
Two-Speed	1400 (54)	8.8	0.02
Center-Opening <sup>2</sup>	1400 (54)	6.0	0
Two-Speed	1600 (60)	9.9	0.02
Center-Opening <sup>2</sup>	1600 (60)	6.5	0
Two-Speed, Center-Opening <sup>2</sup>	1600 (60)	6.0	0
<sup>1</sup> Time to open and close doors includes 0.5 second for car to start. <sup>2</sup> When preopening can be used, the time to open and close these doors can be reduced by 1 second.			

(資料來源: KLOTE)

表 3-2 電梯車箱尺寸與負載量				
負載重量 (Capacity) kg (lb)	電梯車箱內部尺寸 (Car Inside )(mm)		電梯車箱內 面積 Area (m <sup>2</sup> )	電梯負載乘 客數(Observed Loading) <sup>1</sup> (people)
	Wide	Deep		
1200 (2640)	2100	1300	2.73	10
1400 (3080)	2100	1450	3.05	12
1600 (3520)	2100	1650	3.47	16
1600 (alt.)	2350	1450	3.41	16
1800 (3960)	2100	1800	3.78	18
1800 (alt.)	2350	1650	3.88	18
2000 (4400)	2350	1800	4.23	20
2250 (4950)	2350	1950	4.58	22
2700 (5940)	2350	2150	5.05	25
<sup>1</sup> See footnote on table 3.				
<sup>1</sup> This loading is given by Strakosch (1983) as that for which passengers will not board an elevator and choose to wait for the next one.				

(資料來源:KLOTE)

當 N 人進入電梯所需時間，以公式  $t_i$  表示：

$$t_i = \begin{cases} t_{dw} & \text{for } N \leq 2 \\ t_{dw} + t_{io}(N - N_{dw}) & \text{for } N > 2 \end{cases}$$

$N_{dw}$  : 指在門固定時間時進入電梯之人數 (dwell time)

$t_{io}$  : 每一人進入電梯平均時間 ( $N_{dw}$  為  $t_{dw}/t_{io}$  之整數值)

同理, 當  $N$  人離開電梯所需時間, 以  $t_u$  表示

$$t_u = \begin{cases} t_{dw} & \text{for } N \leq 2 \\ t_{dw} + t_{uo}(N - N_{dw}) & \text{for } N > 2 \end{cases}$$

本電腦計算程式設定  $t_{dw} = 4 \text{ sec}$

$t_{io} = 1 \text{ sec/人}$

$t_{uo} = 0.6 \text{ sec /人}$

## 2. 電梯運送時間 (Travel time)

電梯負載人員後, 電梯門關閉, 即自靜止開始以等加速度  $a$  增加移動速度, 當達一速度  $V_1$  時即轉換變加速度至設計定速  $V_m$ , 正常操作速度運行一段距離與時間後以變減速度轉換成一定減速度至停止, 但是靜止前仍有一段調整位置時間;如下圖 3-3 所示說明:

圖 3-3 電梯操作速度時間曲線

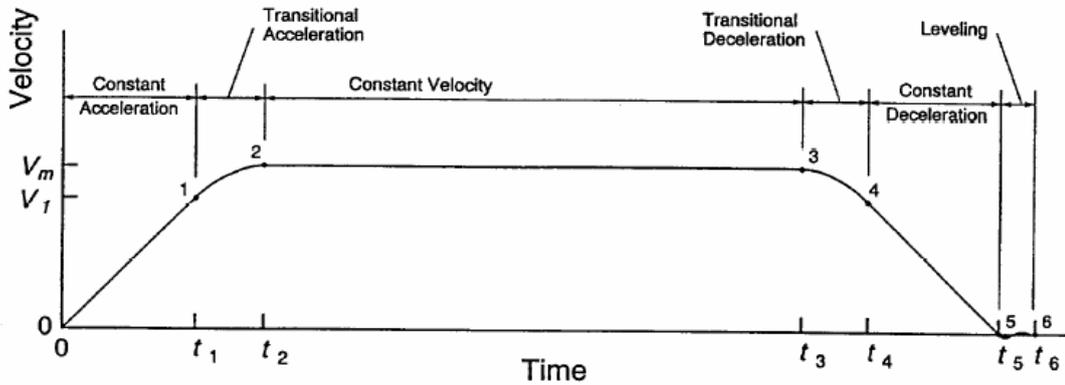


Figure 4. Velocity of elevator reaching normal operating velocity,  $V_m$

(資料來源:KLOTE)

辦公大樓通常  $V_m$  電梯操作速度為 1~9 m/sec

a 定加速度為 0.6 ~ 2.4 m/ sec<sup>2</sup>

定減速度為 2.4~0.6 m / sec<sup>2</sup>

$$V_1 = 0.6 V_m$$

加速時間等於減速時間

$$t_2 = t_5 - t_3$$

但是短程時，無法常達  $V_m$  正常操作速度，如圖示

(1). 達正常速度  $V_m$  時所需運送時間 (Motion Reaching Normal Operating Velocity)

$$t_1 = \frac{V_1}{a}$$

$t_1$  電梯移動距離  $S_1$

$$S_1 = \frac{V_1^2}{2a}$$

點 2 之時間  $t_2$  則為

$$t_2 = \frac{V_m^2 - V_1^2}{2V_1 a} + t_1$$

t2 電梯移動距離 S2

$$S_2 = \frac{1}{3a} \left( \frac{V_m^3}{V_1} - V_1^2 \right) + S_1$$

故單程時間 ts

$$t_5 = 2t_2 + \frac{S_T - 2S_2}{V_m}$$

令電梯停機調整所需時間 th

$$t_T = t_5 + t_h$$

設定 th = 0.5 sec

(2)短程未達Vm, 僅至轉換變加速度時如下左圖; 或僅達定加速圖右所示:

圖 3-4 電梯加減速未達正常速度曲線

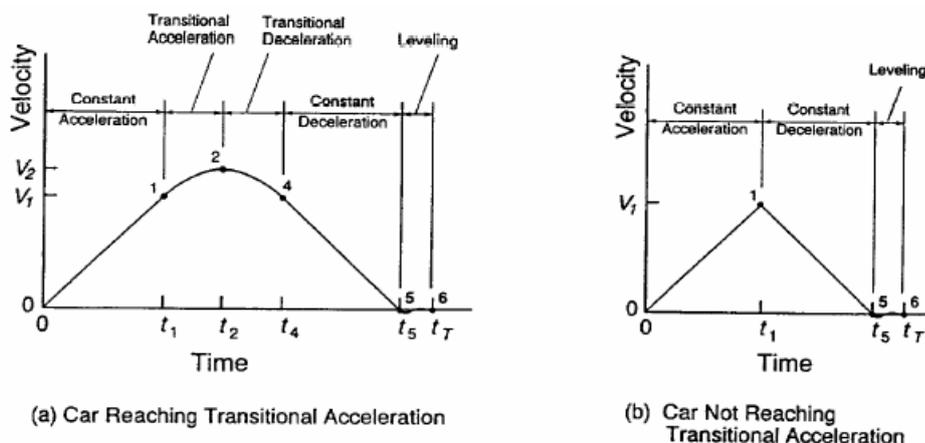


Figure 5. Velocity of elevators not reaching normal operating velocity

(資料來源:KLOTE)

參考點 2 變加速終端速度  $V_2$

$$V_2 = \left[ V_1^3 + 3 a V_1 \left( \frac{S_T}{2} - S_1 \right) \right]^{1/3}$$

達此速度所需時間  $t_2$

$$t_2 = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2 a V_1} + t_1$$

單程時間則為

$$t_T = 2 t_2 + t_h$$

短程達定加速後減速時單程時間

$$t_T = 2 \sqrt{\frac{S_T}{a}} + t_h$$

表 3-3 電梯操作性能參數一覽表例

樓層數(Number of Stories)	21
電梯台數(Number of Elevator Cars)	5
各樓層收容人數(Number of People Per Floor)	90
二層至十層電梯避難人數百分比(Percent of People Evacuating by Elevators From Floors 2 to 10)	3
十一層至二十一層電梯避難人數百分比(Percent of People Evacuating by Elevators From Floors 11 to 21)	100
各樓層高度(Height Between Floors)	3.2 m (10.5 ft)
電梯操作速度(Operating Velocity of Elevator Car, $V_m$ )	3.0 m/s (590 fpm)
電梯加速度(Car Acceleration, $a$ )	1.20 m/s <sup>2</sup> (3.94 ft/s <sup>2</sup> )
轉換係數(Other Transfer Inefficiency, $\gamma$ )	0
單趟無效率係數(Trip Inefficiency, $\eta$ )	0.10
電梯乘載全負荷(Car Full Load)	16 people

(資料來源:KLOTE)

## 第二節 案例模擬

本研究應用ELVAC 軟體模擬避難疏散案例如下：

### 一、案例一：台北國際貿易大樓

#### (一)建築概要

1. 基地地號及地址：臺北市00區00段0小段00地號。  
臺北市00路0段0號第33及34層。
2. 使用分區：業務設施區(依九十二年七月台北市政府「修訂台北市信義計畫地區內一般商業區。娛樂設施區。特定業務區及業務設施區土地使用分區管制計畫案」公佈)。
3. 基地面積：65974m<sup>2</sup>
4. 建築面積：39392.13m'。
5. 樓層：(總)樓地板面積與用途如下表示：
6. 樓層配置：標準層九層與三十四層如圖3-5, 圖3-6所示：<sup>24</sup>

---

<sup>24</sup> 許銘顯, 超高層辦公大樓用途變更性能式審查案例, 建築物防火避難性能設計實務研討會論文集, 財團法人中華建築中心 92.10

表3-4 國貿大樓各樓層與樓地板面積用途統計表

樓層數	樓地板面積	用途
地下一層	8711.27 m <sup>2</sup>	郵政分駐所"停車
地下二層	8638.59 m <sup>2</sup>	設備。停車
地下三層	8638.59 m <sup>2</sup>	設備。停車
地面層	2649.2 m <sup>2</sup>	大廳
二層	2023.96 m <sup>2</sup>	出租辦公室
三層	2914.14 m <sup>2</sup>	出租辦公室
四層	2773.6 m <sup>2</sup>	出租辦公室
五至三十二層	2483.42x28-69535.76 m <sup>2</sup>	出租辦公室
三十三層	2483.42 m <sup>2</sup>	聯誼社
三十四層	2483.42 m <sup>2</sup>	聯誼社
屋頂突出物一層(三十五層)	511.42 m <sup>2</sup>	設備兼屋頂平台
屋頂突出物二層(三十六層)	428.15 m <sup>2</sup>	設備
總樓地板面積	111791.52 m <sup>2</sup>	

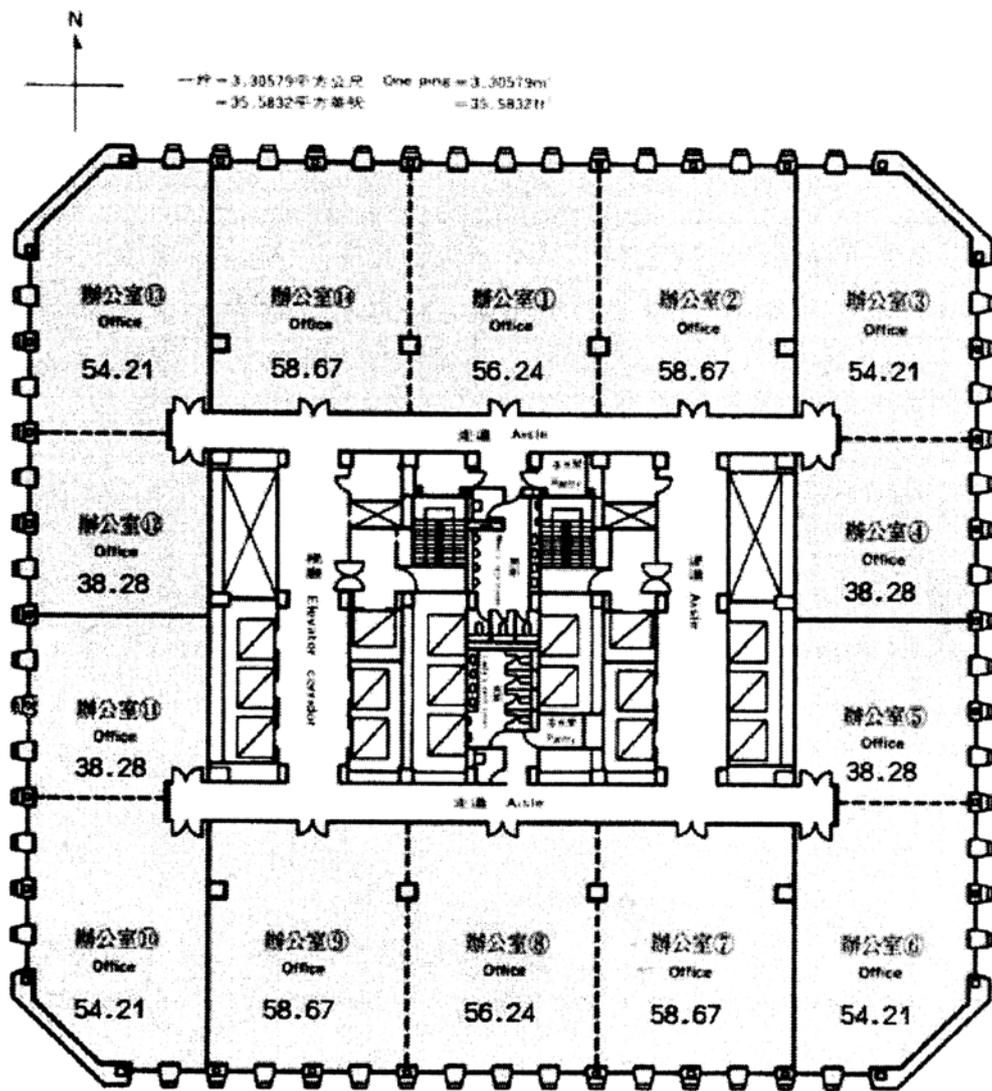
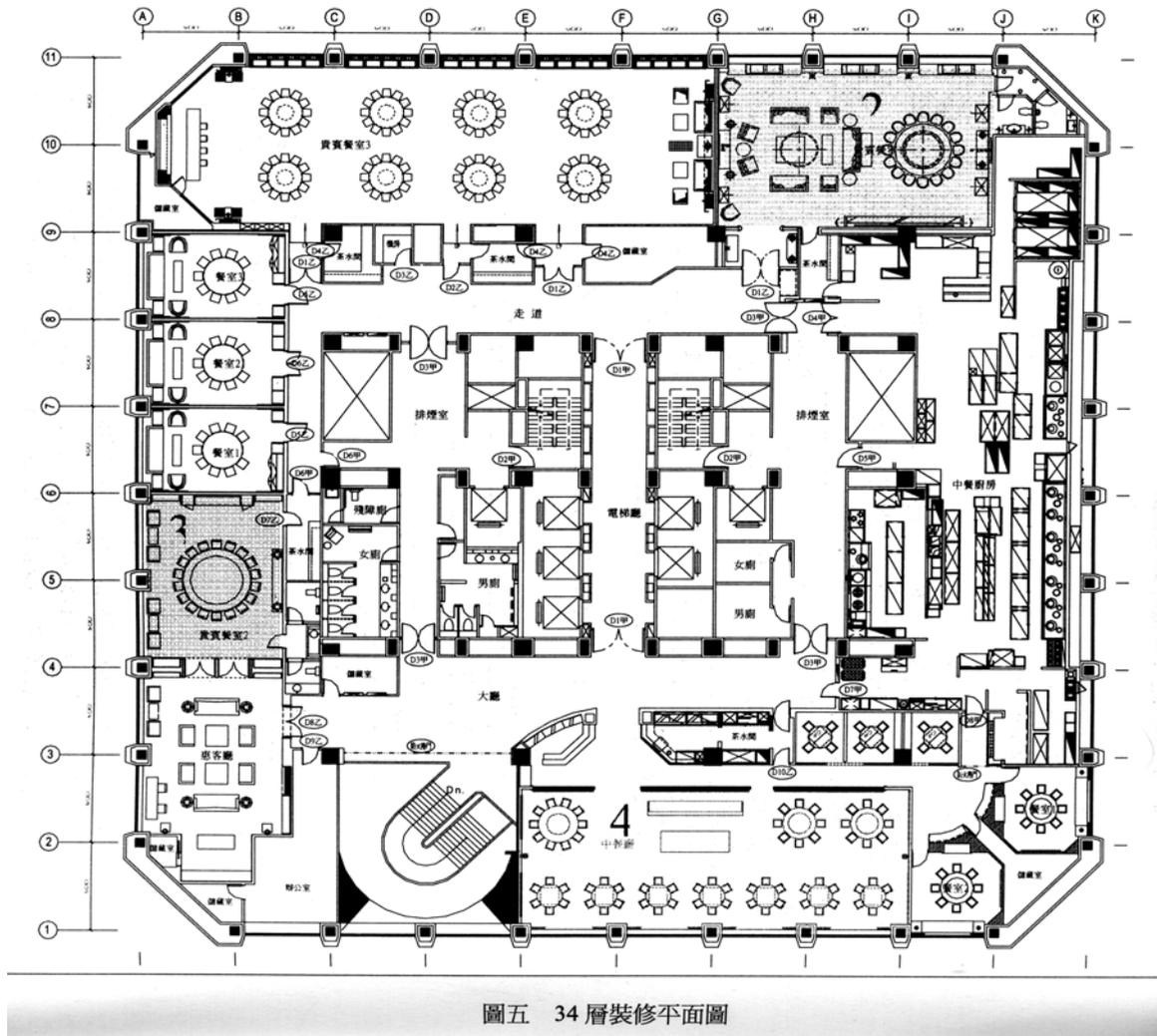


圖 3-5 國貿大樓九層配置示意圖



圖五 34層裝修平面圖

圖3-6 國貿大樓34層配置平面圖

(二)、升降設備基本資料:

1. 建築物高度: 142.21 m
2. 樓層數: 地上: 36 F 地下: 3 F
3. 各樓層平均高度: 3.84 m
4. 電梯數量: 一般客用電梯 : 17 部 緊急用升降機: 2 部  
配置情形: 高層 5 部(1F 23-34F), 中層 5 部(1F 13-23F),  
低層 5 部(1-13F), 停車場層 2 部, 緊急用 2 部,
5. 電梯負載人數:(Car full load)一般客用電梯 : 24 人  
緊急用升降機 : 27 人
6. 電梯門開啟型式: A 單片門側邊開啟(Single-Sliding)  
B 雙片門中央開啟(Center Opening)  
C 雙片門側邊開啟(Two-Speed Sliding)  
D 四片門中央開啟(Two Speed  
Center-Opening)
7. 電梯門全開啟時間:一般客用電梯: 2 sec  
緊急用升降機:2 sec
8. 電梯門開啟無效率值: (Door inefficiency) 0.
9. 電梯門開啟寬度: 一般客用電梯: 1100 mm  
緊急用升降機: 1100 mm
10. 電梯內部尺寸: 一般客用電梯: 寬 2000 mm 深 1900 mm  
緊急用升降機: 寬 2000 mm 深 1900 mm
11. 全載所需時間: (Full load standing time):  
一般客用電梯: 5 sec  
緊急用升降機: 5 sec
12. 電梯升降速度: 一般客用電梯: 5.0, 2.5, 2.5 m/s  
緊急用升降機: 4.0 m/s [ex: 3.0m/s]

13. 定加(減)速度:(Car acceleration) 一般客用電梯 : 0.5  
m/s<sup>2</sup>

緊急用升降機: 0.5 m/s<sup>2</sup> [ex: 1.20m/s<sup>2</sup> ]

14. 電梯往返無效率係數(Trip inefficiency) 0.17 [ex: 0.1]

15. 轉乘無效率值: 0.00

16. 各樓層平均容留人數: 低層:(1F~15F) 約 1610 人;

中層:(16F~24F)約 825 人;

高層:(25F~36F)約 2375 人

17. 電梯外電梯間(lobby)面積: 一般用電梯 : 75 m<sup>2</sup>

緊急用升降機: 45 m<sup>2</sup>

### (三)模擬結果

#### 1. 一般客用電梯

4713人分別使用高中低層各五台一般客用升降機避難疏散, 各樓層平均收容人數, 2 至14層124人, 15層至24層75人, 25層至36層約130人左右, 唯33層至34層為聯誼社俱樂部用途具餐飲性質因此人數分別725人與326人;其以ELVAC模擬結果如下表3-5, 表3-6, 表3-7:

表3-5 低層五台電梯模擬結果(1364人)

各樓層 使用率	20%	50%	75%	100%	75%-25%
所需避 難時間	454.9sec (7.6 min)	749.3sec (12.5min)	1025.6sec (17.1min)	1421.3sec (23.7min)	795.5sec (13.3min)
電梯疏 散人數	275人	682人	1023人	1364人	713人
電梯往 返趟數	2	3	4	6	2-4

表3-6 中層五台電梯模擬結果(848人)

各樓層使用率	20%	50%	75%	100%
所需避難時間	278.1sec (4.6 min)	502.8sec (8.4min)	701.4sec (11.7min)	919.4sec (15.3min)
電梯疏散人數	169人	424人	543人	848人
電梯往返趟數	1-2	2-3	3-4	4-6

表3-7 高層五台電梯模擬結果(2501人)

各樓層使用率	20%	50%	75%	100%	27%
所需避難時間	683.1sec (11.4min)	1317.2sec (22.0min)	1995.1sec (33.3min)	2538.1sec (42.3min)	800.8sec (13.3min)
電梯疏散人數	520人	1250人	1875人	2501人	674人
電梯往返趟數	1-2-3-7	2-3-7-16	3-5-11-23	4-6-14-31	1-2-4-9

## 2. 緊急用升降機

4713人如果使用二部緊急用升降機避難疏散，以各樓層使用率5%，10%，20%，50%，75%，100%其模擬結果如下表3-8：

表3-8 使用緊急升降機二台進行避難時間(4713人)

各樓層 使用率	5%	20%	5%(23~36F) 3%(13F~22F) 0%(2F~12F)	高層 (23~36F) 5%	中層 (13F~22F) 5%	低層 (2F~12F) 5%
所需避 難時間	1830.8sec (30.5min)	2967.0sec (49.4min)	1448.8sec (24.1min)	1024.6sec (17.1min)	543.7sec (9.1min)	469.4sec (7.8min)
避難疏 散人數	235人	942人	147人	125人	42人	68人
電梯往 返趟數	1-2	1-3-6	1-2	1-2	1	1

#### (四)結果分析

依據學者許銘顯對此超高層辦公大樓用途變更性能式審查結果，33~34層之避難安全驗證，樓層避難時間為11.98~12.15min，而樓層煙層下降時間為13.40min，另外依據PAULS 對高層建築物人員進行全棟樓梯避難所需時間計算公式推演，本案例總收容人數4713人，樓梯寬度1.1m兩座得到約38.92min，經ELVAC計算高中低樓層以五台電梯疏散所需分別為23.7min，15.3min，42.3min(使用率100%)，若在無煙狀況下全員使用本棟大樓避難時間為42.3 min，比樓梯避難相差3min；預估約75~80%之使用率以下者才有較大成效如果要求火災危害情況則必須低於13.4min，則可採使用率低層50%(12.5min)或組合75%-25%(13.3min)，中層75% (11.7min)，高層27%(13.3min)，等方式配合其餘人員使用樓梯進行避難將為最佳情況；至於緊急用升降機因具備有防火防煙性能，因此以電梯避難方式應先行考量避難弱者佔各樓層比例來判斷使用率，此外並應考慮緊急升降機間面積大小可收容人數作運算，本計算結果提供未來避難管理上之參考。

## 二、案例二：台北富邦人壽大樓

## (一)建築概要：

1. 基地面積：3245m<sup>2</sup>
2. 總建築面積：30049m<sup>2</sup>
3. 建築構造：地下5層地上15層高層鋼骨辦公大樓
4. 建築物各樓層面積與使用狀況如下表3-9：<sup>25</sup>

表3-9 富邦大樓各層使用情形與收容人數

樓層	使用情況	收容人數(人)	樓地板面積(m <sup>2</sup> )
15F	人壽辦公室	--	645.75
14F	人壽辦公室	--	1067.18
13F	人壽辦公室	125	1043.56
12F	人壽辦公室	126	1067.18
11F	人壽辦公室	--	1043.56
10F	外商辦公室	87	1067.18
9F	外商辦公室	88	1043.56
8F	投信辦公室基金會	65	1067.18
7F	投信辦公室基金會	66	1043.56
6F	證券辦公室	134	1067.18
5F	證券辦公室	135	1043.56
4F	證券辦公室	136	1067.18
3F	投顧辦公室	56	1043.56
2F	人壽辦公室	127	600.42
1F	銀行	50	882.19
B1F	證券辦公室中控室	--	2968.68

<sup>25</sup> 陳建忠, 江崇誠, 沈子勝, 高層辦公建築物避難演練驗證與避難安全評估之研究, 內政部建築研究所, 92.12.

B2F	會議室樓管處	--	3039.11
B3F	變電室停車場	--	3039.11
B4F	空調機房停車場	--	3039.11
B5F	消防機防停車場	--	3039.11

(資料來源：陳建忠，江崇誠，沈子勝)

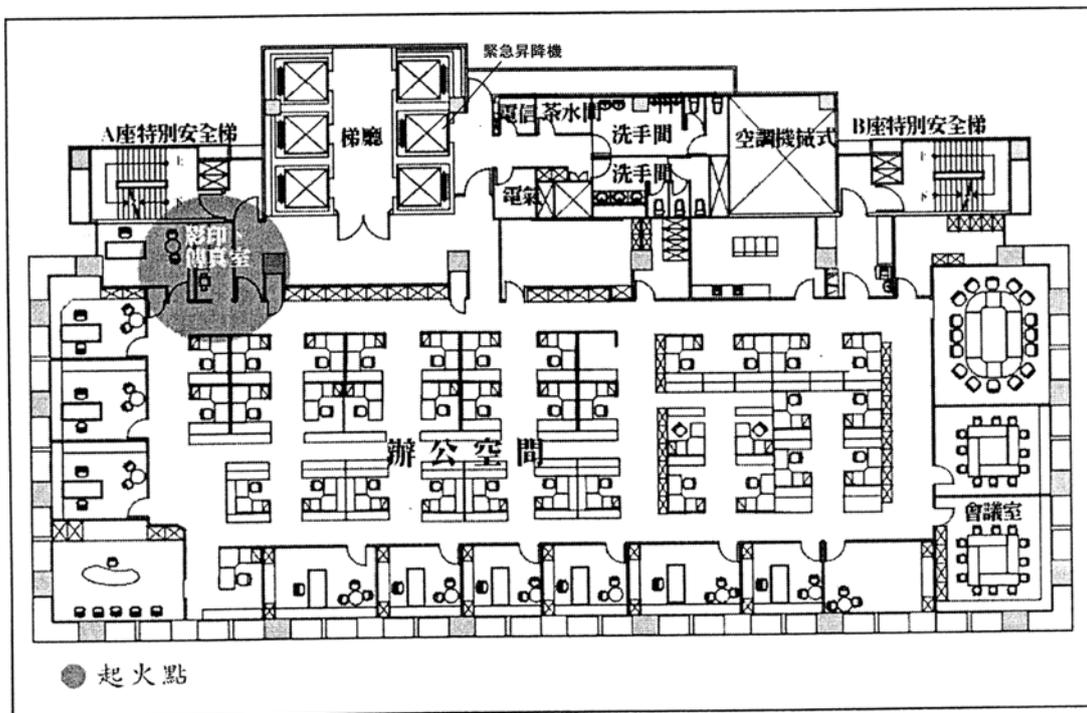
表3-10 富邦大樓避難時間分析表

樓層	日本避難檢證法			實際避難演練		Building-EXODUS(秒)	
	樓層避難時 (分) (tescape)	全棟避難 時間(分) (tescape)	樓層煙層下 降時間(分) (t s)	時間(秒)		樓層	全棟
				樓層	全棟		
15F	--	--	--	--	-	--	514.70s (8.58分)
14F	--	--	--	--	--	--	
13F 最遠	4.63 (277.68s)	11.09 (665.46s)	533.46	48.00s	308.00s	40.11s	
12F	4.62 (277.46s)	10.70 (642.22s)	533.49			50.00s	
11F	--	--	--	--	--	--	
10F	4.62 (277.21s)	10.28 (616.95s)	534.65			27.30s	
9F 起火	4.84 (290.47s)	10.12 (607.01s)	534.30	51.00s	153.00s	40.36s	
8F	4.62 (277.16s)	9.73 (583.74 s)	533.56			26.24s	
7F	4.73 (283.94s)	9.46 (567.34s)	534.48		706.00s (11.76 min)	31.72s	
6F	4.67	9.25	533.92			38.53s	

	(280.40s)	(554.91s)				
5F	4.61 (276.74s)	8.92 (535.01s)	533.51			44.77s
4F	4.61 (276.82s)	8.65 (518.84s)	533.37			29.66s
3F	4.66 (279.81s)	8.32 (499.10s)	534.37			30.57s
2F	4.14 (248.43s)	6.86 (411.47s)	575.28			30.53s
1F	--			--	--	--

(資料來源：陳建忠，江崇誠，沈子勝)

圖3-7 富邦大樓九樓平面配置示意圖



起火樓層起火點示意圖 (9樓平面圖)

(二) 昇降設備基本資料:

1. 建築物高度: 64 m
2. 樓層數: 地上: 15 F 地下: 5 F
3. 各樓層平均高度: 4.0 m
4. 電梯數量: 一般電梯: 5 座 緊急升降機: 1 座  
配置情形: #1~#4 1F~14F B5F~1F ; #5 1F~14F
5. 電梯負載人數:(Car full load) 一般電梯: 15 人  
緊急升降機: 15 人

(1150KG)

6. 電梯門開啟型式: A 單片門側邊開啟(Single-Sliding)  
B 雙片門中央開啟(Center Opening)  
C 雙片門側邊開啟(Two-Speed Sliding)  
D 四片門中央開啟(Two Speed Center-Opening)
7. 電梯門全開啟時間: 一般電梯: 5 s 緊急升降機: 5 s
8. 電梯門開啟無效率值: (Door inefficiency) \_\_\_\_\_
9. 電梯門開啟寬度: 一般電梯: 500 mm X 2  
緊急升降機: 500 mm X 2
10. 電梯內部尺寸: 一般電梯: 寬 1700 mm 深 1600 mm  
緊急升降機: 寬 1700 mm 深 1600 mm
11. 全載所需時間: (Full load standing time):  
一般電梯: 30 s  
緊急升降機: 40 s
12. 電梯昇降速度: 一般電梯: 2.5 m/s  
緊急升降機: 2.5 m/s [ex: 3.0m/s]
13. 定加(減)速度:(Car acceleration) 一般電梯: 0.8 m/s<sup>2</sup>

緊急昇降機：0.8 m/s<sup>2</sup> [ex: 1.20m/s<sup>2</sup> ]

14. 電梯往返無效率係數(Trip inefficiency) 條件不夠 [ex: 0.1]

15. 轉乘無效率值：無轉乘

16. 各樓層平均容留人數：低層：(1~15F)約 60~70 人；

中層：(16~24F)約 NA 人；

高層：(25F~)約 NA 人

17. 電梯外電梯間(lobby)面積：一般電梯：19.2 m<sup>2</sup>

緊急昇降機：12.0 m<sup>2</sup>

### (三) 模擬結果

#### 1. 一般客用電梯

518人使用四部一般客用升降機避難疏散，各樓層平均50人左右；

表3-11 四台一般電梯模擬避難結果(518人)

各樓層 使用率	30%	60%	80%	100%	90%-30%
所需避 難時間	285.3sec (4.8 min)	494.5sec (8.2.min)	666.2sec (11.1min)	823.9sec (13.7min)	505.8sec (8.4min)
電梯疏 散人數	155人	310人	414人	518人	298人
電梯往 返趟數	1	2	3	3-4	1-3

(本研究整理)

## 2. 緊急用升降機

518人使用一部緊急用升降機避難疏散，各樓層平均50人左右

表3-12 緊急用升降機模擬避難結果(518人)

各樓層 使用率	10%	30%	50%	100%	20%, 4%
所需避 難時間	691.0sec (11.5min)	918.1sec (15.3min)	1630.2sec (27.2min)	3072.7sec (51.2min)	709.3sec (11.8min)
避難疏 散人數	51人	155人	259人	518人	110人
電梯往 返趟數	1	1	2	3-4	1

### (四) 結果分析

陳建忠等對高層辦公建築物避難演練驗證與避難安全評估之研究結果，全棟避難時間實際驗證為 11.76min，日本檢證法評估為 11.09min，英國 Building-EXODUS 模擬為 8.58 min，以四台一般電梯避難疏散使用率 80%，即 414 人所需 11.1min 最接近樓梯避難時間為最大效能，如果欲得到英國軟體模擬避難時間內完成，電梯使用率以起火層以上樓層 90%，其餘 30%，疏散 298 人，超過半數收容人員以上；至於緊急用升降機同前案例，因具備有防火防煙性能，因此以電梯避難方式應先行考量避難弱者佔各樓層比例來判斷使用率，此外並應考慮緊急升降機間面積大小可收容人數作運算，本計算結果提供未來避難管理上之參考。

## 第四章 升降設備避難安全管理

### 第一節 電梯避難安全管理

公眾已被告知達三十餘年經驗，建築物火災時候禁止使用電梯，警告標示也明顯張貼於電梯間與電梯機廂內，火災情況下不得使用電梯來避難；一般人與專業人員均認知火災中電梯是會陷入危險狀態的，也接受此事實；但是科技進步提供高層建築物許多火災上的防護措施，防火防煙區劃，消防自動撒水設備、緊急電源供應設備與廣播通訊設備等，升降設備及其附屬空間如有適當防護措施條件下應可以運用於高層建築物之緊急避難逃生疏散使用上，美國學者 Groner, Norman E, and Levin, Bernard M<sup>26</sup>即認為電梯設施在假定技術上無克服之問題，電梯避難是可行的，其理由如下四點：

1. 肢體障礙人無法在無任何協助狀況以樓梯下降或另外的傷害重大風險時，電梯應能被使用於疏散上。
2. 電梯被使用與樓梯同時避難疏散時，可大大減少完全地自大樓中疏散所需要之時間，尤其高層全棟避難時效上。
3. 即使人無肢體障礙問題，在超高層建築物下降許多的梯階是一項嚴苛沉重的任務。
4. 消防隊可使用以防火安全性能需求所設置之具安全且可靠性高的電梯作較長垂直距離移動人員和救災裝備之機能；

因此在前第二章節中述及美國 NIST 研究方向：對由電梯緊急疏散的可行性和設計考慮的分析之外，對由電梯緊急疏散的人為因素考量與相關避難安全管理的分析亦有涉及。當問題是否居民將接受電梯避

---

<sup>26</sup> Norman E Groner, Bernard M. Levin, Heman Factors Considerations in the Potential for Using Elevators in Building Emergency Evacuation Plans, NIST-GCR-92-615, NIST.Sep. 1992.p1.

難是最明顯的障礙，論及影響電梯避難的成功之相關人類行為的方面及其影響電梯設施之界面等問題。

### 一、避難者使用樓梯的能力考量

#### (一). 使用電梯疏散無法使用樓梯避難者。

一些避難者將發現自身無任何協助狀況下，完全不可能下降或登高樓梯，如強迫進行則困難重重與危險的。這些人包括乘坐輪椅者，懷孕婦女、幼童及有腳患關節炎者、骨骼經外科矯治者(即背部和膝蓋問題)和患心臟疾病等健康因素者。如果在火災期間電梯得被使用在疏散上，這些人應該優先使用安全電梯垂直移動，即使是所有的避難者被要求使用樓梯情形時。

防火安全對策上為這些避難弱者是：無法使用樓梯的避難者可逕行至電梯大廳使用電梯避難的。

#### (二). 使用電梯移動下降樓層

當火災緊急狀態無法使用樓梯疏散的人得使用電梯是最明顯的原因，緊急應變計畫中也許納入要求樓層內的部分避難者亦能使用電梯疏散，其主要原因是：

- (1) 充分利用所有可資運用的外出工具容量和迅速完成避難；
- (2) 對消防人員有幫助使其可充分利用樓梯；
- (3) 避免在超高層建築物使用樓梯的下降沉重負擔。

從高層建築物上部樓層依賴樓梯步行向下，對一般行動力正常人在長距離移動仍會感到勞累，Egan<sup>27</sup>針對高層向下步行避難者進行研究，結果顯示避難者通常在5分鐘後即感覺辛勞，若每層淨高2.8公尺需16秒時則關鍵勞累情形發生前，避難者大約移動了18樓層，因此超高層建築設計，往往考量此項人為因素，有中間避難層或避難據點預留空

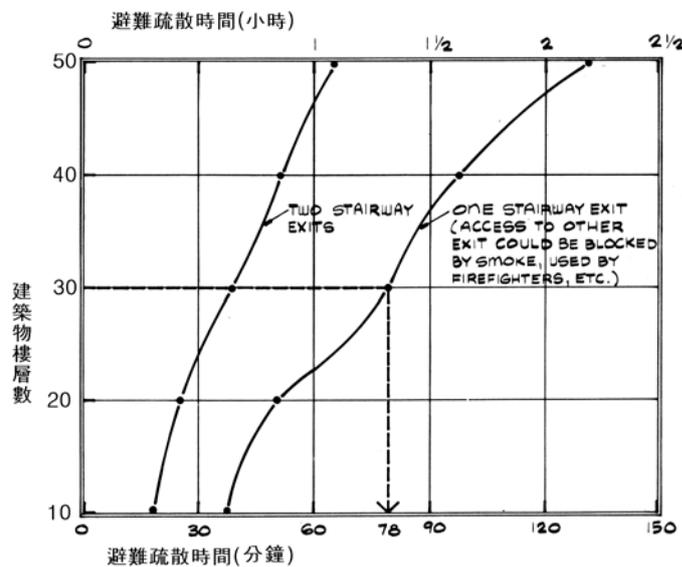
---

<sup>27</sup> 黃南淵,許銘顯,邱文豐,超高層建築物緊急疏散對策與避難安全設計研究,內政部建築研究所,91.12.p75.

間設計；中間避難層電梯之操作於緊急狀況下恐面臨多數具壓力下之避難者，若無事前電梯避難對策之計畫，則一般電梯不適用作疏散，理由是升降機使用處理能力導致效能減低，除非現場消防人員控管下配合救災程序，運用緊急用升降機進行高齡、年幼與肢體障礙者等避難弱勢之疏散。

高層建築物火災或類似美國世貿大樓恐怖攻擊之緊急情況，需要大量的救災人員抵達災區與登上大樓，除部分緊急用升降機提供使用外，多數消防員採用攀登樓梯方式進入建築物，是否正與使用樓梯避難進行中之多數避難者相衝突，成千上百之居民避難時，也可能受限於兩座室內安全梯，也可能正好為消防人員、裝備進入抵達起火層之主要途徑。因此 Egan<sup>28</sup>之研究中對高層建築物樓梯避難有針對一座樓梯阻塞(因煙霧，消防救災活動)而降低避難效能之結果，其延長之時間比較如下圖 4-1 所示：

圖 4-1 高層建築物全棟樓梯避難時間比較



(資料來源：Egan)

樓梯寬度 1.1m (44in) 各樓層收容人員數 240 人(總人數 7200 人)，結果顯示，三十層全棟避難因一座梯供消防活動，使用一座梯則需耗

<sup>28</sup> David M. Egan, Concepts in Building Firesafety, A Wiley-Interscience Publication, 1977,p219

時 78 分鐘，比較兩座梯避難需多費時近一倍的時間；所以消防活動與避難逃生是否取得平衡或緊急狀況發生初期藉電梯避難疏解此困境。

### (三)較低樓層者應使用樓梯避難

依據前章節電梯避難與軟體模擬結果，為發揮電梯避難最佳效能是採兩者(電梯與樓梯)同時進行，而低樓層收容人員應配合採樓梯避難方式，因此避難對策選擇上在危急尚未產生時起火層讓避難弱者先行使用緊急用升降機，或危急時採步行下降至火災層直下樓層相對安全層，其餘人則以樓梯避難至地面層。

## 二、樓梯與電梯是有限的資源

高層建築物居民必需使用樓梯或電梯下降至地面層，消防隊也必需沿相同途徑反方向登上樓層，於是乎電梯與樓梯及成為有限資源在緊急情況時；因此對這些避難可運用的資源作有效管理，訂定優先順序或合理使用之方式，實為重要。

### (一) 電梯與樓梯避難使用訂定優先順序

#### 1. 依人之行動力定優先順序

由於電梯數量是有限的，分配避難者先後次序等待電梯除依現場危害狀況程度外，避難行動力差者與是否因事件受到傷害者應享有優先權；

#### 2. 依樓層受災程度定優先順序

以樓梯進行避難，當遇上人數負荷過大與延燒樓層數較多時，恐樓梯容量不足時即發生擁塞，易導致人員無法忍受延誤情形，因此有許多高樓採局部樓梯避難與部分暫時停留於相對安全層或中間層之要求；同理，以火災為例，起火初期起火層與直上一，二層或直下一層相對危險度較高，應變措施反應時間短促，得優先選擇電梯避難或樓梯避難，依電梯梯廳是否已被濃煙波及而定；

## (二) 降低對消防隊活動干擾

由前述高層建築物全棟避難疏散將需要冗長時間，如果居民利用緊急升降機與樓梯避難，相對地也影響了消防隊救災之效率，災情因此擴大；如何透過避難管理對策讓居民與消防員取得最大效益之平衡點，充分利用資源作有效分配。

如果假定通報消防隊 119 與指示開始執行避難行動之時間相同，最初幾分鐘消防單位尚未抵達反應空檔時間，應該是可提供分配的避難者作選擇電梯或樓梯避難，減少對消防隊救災活動之干擾。消防隊一旦抵達現場，事實上救災活動也會考量搶救災民與協助做好避難引導工作，美聯邦消防行政總署及 FEMA 於 1996 年出版超高層建築物火災作業規範報告，係針對十年間全美所發生之超高層建築物火災檢討消防單位救災時，呈現之問題分析；歸納有以下三方面：

1. 消防水源
2. 建築物消防設備之性能確切率
3. 居民之緊急疏散與避難安全

其解決策略以推展救災 SOP、調查檢修計畫及避難訓練加強三方案。因此，事前之規劃及消防單位之協調，納入避難對策方案或應變計畫中，讓電梯與樓梯發揮最大避難功能。

## 三、電梯避難最佳時機

Allen 提出 E3 電梯操作模式(Early Evacuation Elevator Operation)，即在火災初期煙尚未影響電梯間與機道時之正常運轉模式，直到 Phase I 模式一時電梯強制抵地面層由消防隊操控，之前透過火警探測器之動作時間與煙流至電梯間之空檔為最佳避難時間。如下流程：

起火開始→火警警報→煙霧蔓延出起火居室→煙流至電梯間

## 第二節 電梯避難管理對策

### 一、避難對策之選用

沒有任何一座辦公大樓的唯一的避難對策可適用在所有居民。根據他們在建築物的地點,與火的接近程度,及其樓梯下降能力,對不同的居民也許需要使用不同的對策。在大樓居民收容人數、高度,和對於消防隊救災可能需要使用之樓梯等均會可影響避難對策的選用。所有這些因素交互作用,作為主要避難對策選擇上應仔細被考量。

為使用電梯避難疏散居民的系統應該為特定大樓專門設置。此適當的建議係因為各種大樓之相異性,不僅在他們的物理特性且有如在房客和房屋管理者(房東)之間關係,以及居民人數和類型等等。人命安全系統方法可以為具體大廈開發一套電梯避難疏散對策。將由選擇主要避難對策為起點。研究者或設計者設法在對策和大樓之間確定什麼是適合的,考慮到它的大小和內部配置、防火設施和居民(如系統的組成)。在發現是否有提供比其他更適切之替代性的避難對策,即可能用以取代主要避難對策。例如,設計師也許決定,電梯容量是不足以疏散上部樓層所有居民時,因此它的用途將被限制在所有樓層上之避難弱勢人員,和在選擇的樓層上其它的居民。也許在對策和系統上的變化應作某些聲明是需要的。

對於選擇和設計許多組成對電梯避難用途的對策方案等將成為基本標準。這種方法也許可被使用在新建大樓和更新的大樓上。在大廈和避難對策之間適用上有某種程度是令人不滿的,可能對系統組成做變動(包括緊急應變計畫、建築物和其設備)。例如,設計師也許決定,需要一個高品質的通信系統以便居民在電梯梯廳時等待期望的電梯情況可被持續的評估。

在此報告中考量適用於在火災緊急狀態期間所有辦公大樓電梯被

使用在避難疏散上的問題。這些資訊可被使用在一個特定大樓預期之電梯系統上和在選擇防火安全避難對策設計上。在這個章節我們將論述被選擇之避難計畫一般性質及一些具體的例子。

## 二、電梯避難對策與方案

### (一)起火層

在起火樓層居民，明顯地是承受最大風險，目標是儘快利用樓梯和電梯疏散該樓層。他們應該在消防隊到達之前疏散和強迫徵一些電梯和樓梯讓無法使用樓梯的居民將停留並等待電梯--接受"最高的"優先權分配運用緊急升降機(防火電梯)避難。我們相信，起火樓層適當的對策也許是：

在起火樓層，無法使用樓梯的居民，往電梯梯廳使用電梯疏散。居民能使用樓梯下降者，往最低起火樓層之下二層及向該樓層報告接受更進一步的指示。

如果火災是在第五層樓，居民會至第三層樓。但是，使用樓梯下降抵達第三層樓的居民發現第三層樓已經疏散淨空。他們與其被指示至第三層樓，不如直接離開大樓，因為一旦他們下降至第三層樓或較低樓層，繼續往大樓外面移動似乎較合理的。

所以避難管理對策為起火樓層也許被擴展為如下陳述：

在起火樓層，無法使用樓梯的居民，往電梯梯廳使用電梯疏散。居民能使用樓梯下降者，往最低起火樓層之下二層及向該樓層報告接受更進一步的指示。但是，如果起火層是在第六層樓以下，居民應該在消防隊抵達之前使用樓梯疏散離開大樓。

## (二)起火層直上一層

居民所在樓層正於起火層直上層(和或許增加另外的樓層根據大樓的消防設施)可能迅速被火災危及。對電梯的使用他們應該接受為第二優先,其次於起火層者。為其避難行動確切的對策也許取決於大樓的防火設施。在許多辦公大樓案例,這些居民能向上移動到大樓他處與火點保持較長距離和避免步行直接地通過火災區域。如果在大樓有充足的水平的防火區劃,居民則能安全地向下行動通過起火層。這些居民也許使用起火層同樣的對策,除了使用電梯優先權較低。

## (三)起火層直下一層

居民所在樓層是在起火層直下樓層,從火災延燒方面是屬相對地安全的。但是,消防隊可能使用這個樓層作為它的救災據點(集結地);在這個樓層上居民接受第三順序使用電梯,因為在消防隊到達之前樓層應該被淨空。由電梯疏散他們是可能的人選--如果在疏散優先性居民後以及在消防隊徵用一座或更多電梯之前仍有充裕時間。為在起火層直下樓層一個適當的避難管理對策也許是:

所有居民往電梯大廳和使用電梯疏散

## (四)最高起火層直上二層以上

此樓層居民清楚地是處於潛在的危險情況,但是威脅並不直接且危險情況有希望不會實現。也許是必須讓所有居民在這些樓層梯廳等待電梯,因為此作法將可緩和樓梯擁擠程度,以便電梯提供消防隊和有直接危險之樓層居民立即使用。一旦消防隊開始對火災搶救,在集結樓層和起火樓層之間多數居民應使用樓梯。如果這些樓層居民可被分配得以使用電梯避難,則應該編為第四順位。作為一可供替代避難對策之選擇方案,在這些樓層居民運用和最高起火層直上一層相同的避

難對策,除了他們的電梯使用優先權為更低。

(五) 最低起火層直下二層以下

在最低的起火樓層直下二層以下的樓層居民。這些居民並非是處於任何明顯的危險當中,如果火災緊急狀態持續在一個擴大的階段,而是被預期於最後才離開大樓。使用避難對策與起火樓層直上二層以上樓層一樣,除了他們對電梯和樓梯的使用接受最低順位。但是,它是可能的,當消防隊自起火樓層以下樓層使用某些樓梯行動至起火層救災,因此一些居民也許被分配使用樓梯。

為一整棟建築物可能的電梯避難管理對策規劃在一張一表格內。以下表 4-2, 至表 4-6 為電梯避難安全管理對策及替代方案。

表 4-1 電梯避難管理對策

位 置	對 策	乘降電梯 優先順序
在地面層(一樓) 主要出入口	所有居民使用最近適當的出口離開大樓	不適用
起火樓層(非地面 層)	居民中無法使用樓梯至電梯梯廳。 居民在電梯梯廳可使用電梯避難。 居民能使用樓梯下降至在最低的起火樓層二 樓層之下者至該樓電梯梯廳--除非最低的起 火樓層是五樓或其以下之樓層	最優先
二層和三層及地 下室(非起火樓 層)	居民無法使用樓梯至電梯梯廳。 居民在電梯梯廳者使用電梯疏散。 居民能使用樓梯自大樓疏散。 居民在二樓以上在允許後進入樓梯之	低 (除非在 火點附 近)
在最低的起火樓 層之直下一層樓 (如果是四層和以 上層)	所有居民往電梯梯廳。居民使用電梯疏散	極高
在最低的起火層 之下二個或更多 樓層(如果是第四 層和以上層)	所有居民至電梯梯廳, 使用電梯疏散。	低
在最高火災樓層 的直上一層樓	居民無法使用樓梯者至電梯梯廳。 居民在電梯梯廳者使用電梯疏散。 居民能使用樓梯下降二層樓在最低的火災樓 層以下和往電梯梯廳-- 除非最低的火災樓 層是五層或以下樓層可自大樓疏散	次要優先 性
在最高火災樓層 以上二層或更多 樓層(如果是第四 層和以上層)	所有居民往電梯梯廳, 使用電梯疏散。	高

註:起火層火災層指全層受火或煙波及者;

起火層或火災層及其相鄰層應立即疏散;

避難疏散指引為至地面一層;

居民疏散移動主要集合區域為最低火災層以下二層樓;

三層以下之樓層居民能夠使用樓梯者當以樓梯作避難疏散;

表 4-2 電梯避難管理對策替代方案一：

位 置	對 策	乘降電梯 優先順序
在地面層(一樓) 主要出入口	所有居民使用最近適當的出口離開大樓	不適用
起火樓層(非地面 層)	居民中無法使用樓梯者至電梯梯廳。 居民在電梯梯廳可使用電梯避難。 居民能使用樓梯下降者至在最低的起火樓層二樓層之下至該樓電梯梯廳--除非最低的起火樓層是五樓或其以下之樓層	最優先
第二層至 <u>第九層</u> 及地下室(非起火 樓層)	居民無法使用樓梯至電梯梯廳。 居民在電梯梯廳者使用電梯疏散。 居民能使用樓梯者自大樓疏散。 居民在二樓以上在允許後進入樓梯	低 (除非在 火點附 近)
在最低的起火樓 層之直下一層樓 (如果是 <u>十層</u> 和以 上層)	所有居民往電梯梯廳, 使用電梯疏散。	極高
在最低的起火層 之下二個或更多 樓層(如果是第 <u>十</u> 層和以上層)	所有居民至電梯梯廳, 使用電梯疏散。	低
在最高火災樓層 的直上一層樓	居民無法使用樓梯者至電梯梯廳。 居民在電梯梯廳者使用電梯疏散。 居民能使用樓梯下降二層樓在最低的火災樓層 以下和往電梯梯廳-- 除非最低的火災樓層是 十一層或以下樓層可自大樓疏散	次要優先 性
在最高火災樓層 以上二層或更多 樓層(如果是第 <u>十</u> 層和以上層)	所有居民往電梯梯廳, 使用電梯疏散。	高

註:起火層火災層指全層受火或煙波及者;

起火層或火災層及其相鄰層應立即疏散;

避難疏散指引為至地面一層;

居民疏散移動主要集合區域為最低火災層以下二層樓;

三層以下之樓層居民能夠使用樓梯者當以樓梯作避難疏散;

表 4-3 電梯避難管理對策替代方案二：

位 置	對 策	乘降電梯 優先順序
在地面層(一樓) 主要出入口	所有居民使用最近適當的出口離開大樓	不適用
起火樓層(非地面 層)	居民中無法使用樓梯至電梯梯廳。 居民在電梯梯廳可使用電梯避難。 居民能使用樓梯下降至在最低的起火樓層二樓 層之下者至該樓電梯梯廳--除非最低的起火樓 層是五樓或其以下之樓層	最優先
二層和三層及地 下室(非起火樓 層)	居民無法使用樓梯至電梯梯廳。 居民在電梯梯廳者使用電梯疏散。 居民能使用樓梯自大樓疏散。 居民在二樓以上在允許後進入樓梯之	低 (除非在 火點附 近)
在最低的起火樓 層之直下一層樓 (如果是四層和以 上層)	所有居民往電梯梯廳。居民使用電梯疏散	極高
在最低的起火層 之下二個或更多 樓層(如果是第四 層和以上層)	所有居民至電梯梯廳,使用電梯疏散。	低
在最高火災樓層 的直上一層或二 層樓	居民無法使用樓梯者至電梯梯廳。 居民在電梯梯廳者使用電梯疏散。 居民能使用樓梯下降二層樓在最低的火災樓層 以下和往電梯梯廳-- 除非最低的火災樓層是 五層或以下樓層可自大樓疏散	次要優先 性
在最高火災樓層 以上三層或更多 樓層(如果是第四 層和以上層)	所有居民往電梯梯廳,使用電梯疏散。	高

註:起火層火災層指全層受火或煙波及者;

起火層或火災層及其直下一層及直上二層應立即疏散;

避難疏散指引為至地面一層;

居民疏散移動主要集合區域為最低火災層以下二層樓;

三層以下之樓層居民能夠使用樓梯者當以樓梯作避難疏散;

表 4-4 電梯避難管理對策替代方案三：

位 置	對 策	升降電梯 優先順序
在地面層(一樓) 主要出入口	所有居民使用最近適當的出口離開大樓	不適用
起火樓層(非地面 層)	居民中無法使用樓梯至電梯梯廳。 居民在電梯梯廳可使用電梯避難。 居民能使用樓梯下降至在最低的起火樓層二樓 層之下者至該樓電梯梯廳--除非最低的起火樓 層是五樓或其以下之樓層	最優先
二層和三層及地 下室(非起火樓 層)	居民無法使用樓梯至電梯梯廳。 居民在電梯梯廳者使用電梯疏散。 居民能使用樓梯自大樓疏散。 居民在二樓以上在允許後進入樓梯之	低 (除非在 火點附 近)
在最低的起火樓 層之直下一層樓 (如果是四層和以 上層)	所有居民往電梯梯廳。居民使用電梯疏散	極高
在最低的起火層 之下二個或更多 樓層(如果是第四 層和以上層)	所有居民至電梯梯廳,使用電梯疏散。	低
在最高火災樓層 的直上一層樓或 二層樓	居民無法使用樓梯者至電梯梯廳。 居民在電梯梯廳者使用電梯疏散。 居民能使用樓梯向上三層樓在最高的火災樓層 以上及往電梯梯廳間	次要優先 性
在最高火災樓層 以上三層或更多 樓層(如果是第四 層和以上層)	所有居民往電梯梯廳,使用電梯疏散。	高

註:起火層火災層指全層受火或煙波及者;

起火層或火災層及其相鄰層(直下一層及直上二層)應立即疏散:

以樓梯作垂直避難疏散指引離開起火層;

居民疏散移動主要集合區域為最低火災層以下二層樓;

三層以下之樓層居民能夠使用樓梯者當以樓梯作避難疏散;

起火層及火災層以上樓層之疏散無需特別緊急進行;

表 4-5 電梯避難管理對策替代方案四：

位 置	對 策	乘降電梯 優先順序
在地面層(一樓) 主要出入口	所有居民使用最近適當的出口離開大樓	不適用
起火樓層(非地面 層)	居民中無法使用樓梯至電梯梯廳。 居民在電梯梯廳可使用電梯避難。 居民能使用樓梯下降至在最低的起火樓層二樓層之下及聽從該層管理人員指示--除非最低的起火樓層是五樓或其以下之樓層	最優先
二層和三層及地 下室(非起火樓 層)	居民無法使用樓梯至電梯梯廳。 居民在電梯梯廳者使用電梯疏散。 居民能使用樓梯自大樓疏散。 居民在二樓以上在允許後進入樓梯	低 (除非在 火點附 近)
在最低的起火樓 層之直下一層樓 (如果是四層和以 上層)	所有居民往電梯梯廳。居民使用電梯疏散	極高
在最低的起火層 之下二個或更多 樓層(如果是第四 層和以上層)	所有居民偶數樓層者至電梯梯廳,使用電梯疏散。 <u>奇數樓層者除了無法使用樓梯避難者應至指定樓梯等候指引進行樓梯疏散;</u>	低
在最高火災樓層 的直上一層樓	居民無法使用樓梯者至電梯梯廳。 居民在電梯梯廳者使用電梯疏散。 居民能使用樓梯下降二層樓在最低的火災樓層以下及聽從該層管理人員指示--除非最低的火災樓層是五層或以下樓層可自大樓疏散	次要優先 性
在最高火災樓層 以上二層或更多 樓層(如果是第四 層和以上層)	所有居民偶數樓層者至電梯梯廳,使用電梯疏散。 <u>奇數樓層者除了無法使用樓梯避難者應至指定樓梯等候指引進行樓梯疏散。</u>	高

註:起火層火災層指全層受火或煙波及者;

起火層或火災層及其相鄰層應立即疏散:

居民疏散移動主要集合區域為最低火災層以下二層樓;

三層以下之樓層居民能夠使用樓梯者當以樓梯作避難疏散;

### 第三節 緊急避難計畫

#### 一、高層建築物緊急避難逃生計畫

成功有效的避難逃生取決於完善的預先計畫(preplanning)、組織及監督執行。計畫內容至少應包含以下諸項：

1. 建築物避難疏散組織建置
2. 避難逃生對策與計畫
3. 災害(火災)探知與回報
4. 避難逃生計畫之協調(行動與避難逃生)
5. 行動引導與避難逃生的通信
6. 檢驗與評估

##### (一)建築物避難疏散組織及消防防護計畫

書面計畫：建築物一經使用，書面的防火或其他緊急事故的防災計畫，應由建築物管理權人或管理權有分屬(用戶)時，各用戶應協議制定書面的避難逃生計畫書。

緊急避難疏散計畫應包括：

1. 緊急避難疏散組織計畫—緊急避難疏散計畫概要及協定優先次序，包括管理及審核。建築物所有人及租用人(用戶)皆應同意這份文件。
2. 應提供火災及其他災害的探知、緊急警報系統及廣播程序。
3. 建築物緊急避難疏散控制中心與各樓層緊急避難疏散小組人員應予協調，使人員得以有秩序地疏散。詳細地記載火災可能發展之情

境與應變計畫相應之指令，用戶應知悉過程及其配合應用事項。

4. 除了適當有效的火警警報探測設備（自動且雙向音聲通信），各樓層應設有足夠且可靠的雙方向通信裝置，通信系統用於指導各層應變小組避難逃生工作之進行，協助建築物各層(棟)間與控制中心的通報以及提供消防隊員在滅火搶救與緊急疏散時使用。
5. 建築物管理人員及用戶應對所有樓層避難疏散小組成員、員工及可能的訪客進行聯合消防教育講習與演練。其中應包括建築物內住戶的個人指導系統、職掌任務表、避難逃生標示及設在每層樓適切位置的避難疏散圖。緊急火災應變程序資訊應加強標示於走廊等處所。
6. 建立定期檢驗與評估火警警報設備與通訊設備之計畫，追蹤維持該計畫，確保設備機能，並保存適當書面文件。
7. 建立避難逃生演練計畫，包括定期練習將住戶人員引導至避難所 (refuge area)，這些演練的頻率，月或季等應視該區員工的流動變化率來決定。上述程序應保持續性並文件化。演練技能應以移至安全區的漸進方式進行。“漸進”的目的係指所有用戶在起火後未即時離開危險區時，能確保與火災危險處保有安全距離。

## (二)避難逃生方針與計畫

1. 方針與計畫—當租用人(用戶)向出租人租用超高層建築物時，租用文件應敘述建築物的緊急避難逃生方針及計畫，管理單位及租用人皆應簽署同意遵循。文件中並應描述建築物內設置之火災警報系統、緊急避難逃生計畫及通報系統。租用人應同意並指派緊急避難逃生小組人員，負責代表該用戶於防火控制及人員避難逃生的所有情事。(複合用途超高層建物，若有兩個以上租用人租用單一樓層，租用人間應指定一個樓層避難逃生代表並輪流向大樓協調人員報

告)。

2. 避難逃生路徑－緊急避難逃生計畫應包括：圖面、流程、避難逃生規則及其他類似的訊息。再者，此計畫得包括上述規則相關的標準或規範。樓層名稱及逃生方向應標示於樓梯間。
3. 立即危險－建築物的緊急避難生計畫應定義出“立即危險”的情況，並由樓層的緊急避難逃生小組人員提出即刻的緊急行動。
4. 中央監控－建築物的緊急避難逃生計畫應顯示，在火災發生前，中央控制的作動方式，疏散及避難逃生人員的要求。
5. 樓層避難疏散引導小組－緊急避難逃生計畫應包括各樓層租用戶避難逃生小組的責任區及負責事項。
6. 租用戶應知資訊－緊急避難逃生計畫應告知所提供之避難逃生訓練，複製已完成的書面資料給所有用戶。防火及緊急避難逃生資訊應公告在每層樓的佈告欄及電梯處。
7. 避難逃生演練－緊急避難逃生計畫應訂有規則的防火及避難逃生技巧之程序。

### (三)避難疏散計畫之協調

完整的避難疏散，人員將行動至一避難區，各樓層避難疏散引導小組與中央避難疏散控制之間充分合作。

1. 避難疏散的決定－序列指揮權的授予，應預演使有決定權指揮如何疏散引導人員至緊急疏散區，如在緊急的臨時狀態校下，授權給樓層的避難疏散引導人員何時應即刻撤退。同樣地，中央避難疏散控制也應在地區消防隊接手後退出指揮決定權。

2. 避難疏散通信—疏散移動及避難疏散狀況應經用通信來控制。受困區與中央控制室間的通信最為重要。在緊急狀況區與中央控制間，除了雙向通信外，所有其他人員應經由程序及避難疏散規定，適當地被引導至避難區。
3. 避難疏散優先權—應具有正向的選擇方式，通知人員進行避難疏散在緊急狀況的樓層。一般而言，避難疏散應以起火層及其直上兩層立即進行，避難疏散至下方三樓以上的安全區域或地面層，緊接著為起火層以上層，逃生人員往避難帶移動應有其優先次序。之後的避難疏散端視樓層緊急避難疏散指揮人員及消防隊所回報之火災情況作決定。這些人員指揮者避難疏散的紀律，必要時應以受訓過之大樓避難疏散控制小組人員擔任。
4. 避難疏散演練—演習、避難疏散優先權及適當的逃生技能將消除可能的失誤或誤解，演練計劃應考慮特別情況的發生，如煙、熱或毒氣等，探討如何對原有的避難疏散規則修改成可能的逃生方式或路線（註：可能一個塞住的門，將使避難疏散者困在樓梯間，因無法移動而陷入危險。避難疏散規則的變更應先予計劃，使發生危險時，危險狀況得以解除，如此安全梯間的逃生將更趨於安全）。
5. 避難疏散方法—建築物中央避難疏散控制，應依緊急狀況及損害影響範圍決定最安全及最有效的方法，這類決定應基於優先權，轉知至樓層避難疏散控制小組及受災樓層住戶人員。
6. 出口標示引導—應提供適當的出口引導方式，樓層避難疏散控制小組並應提供方向，確保不致有逃生阻塞，避免人員進入封閉的逃生端點。

7. 安全梯的使用—在火災發生的緊急狀況下，避難疏散應經由安全梯，建築物控制的特殊運送，應依緊急狀況程度及特定區的避難疏散需求，進行調度選用於各別樓層或全部樓層。
8. 炸彈威脅的緊急狀況—一般而言，炸彈威脅的緊急狀況，除了可考慮電梯逃生外，應遵照火災緊急移動及避難疏散程序處理。警察、防爆小組或消防隊的主管人員決定疏散人員或避難疏散。這類決定因參考因素相當複雜，故為專家們的工作。再者，報告及演習的速度是相當重要的，特別當涉及認可的授權及一系列的指揮權。通信頻道應建立，用來提供近端的指示，確保回報不至延遲。

## 二、緊急避難計畫成功之影響因素

### (一) 心理控制的衝擊

人們有強烈的心理需要，對他們自己的命運施加一些控制，這已知的需要是很強的，人們的想像能力也足以影響他們實際地非真正的控制結果。當由電梯避難時，人們允許自身的安全仰賴一項機械設備和建築物的職員(或電腦)，即控制樓層的避難和預定的電梯。

緊急狀況的協調人員也許知道最安全的行動方針。明顯地，當這個方針是最安全的對策，那麼避難者可能遵守指示。但是當最安全的對策並非明顯的或直覺的，緊急應變之計畫者天真的希望建築物避難者簡單地依從他們或其建議。許多人認為與其被動地遵循指示，不如將選擇他們相信提供較高程度的安全行動方案。一個好的緊急應變計畫將提供足夠的資訊如建築物管理構想最佳避難方式，讓避難者重拾信心。只有如此，避難者才願意接受從建築物職員之建議。

總之，我們期待，許多人將喜歡保證他們自己的安全狀況下採取避難行動，而非依靠於其他人或機械設備(如電梯)。如果下降(或登高)的樓層數量不繁重情況時，我們仍認定多數健康行動的年輕成年人將

使用樓梯避難。

## (二) 個體的自由意願去考慮其他人的安全

在實際火災緊急情況期間人類行為的研究顯示，社會準則一般不會被摒棄，並且人們會互相關心和協助。(Sime 1990) 然而，恐懼與避免痛苦、傷害和死亡是最大的動機源，將影響避難者的決定。通常，只有在人們相信火災防護計畫將提供他們自身的安全情況下才將遵循該計畫。我們相信多數人如果認為他們的安全程度依然是非常高的時候，他們不自認處於危險中，可接受在他們的個人安全上小小的剝奪，並且對其他人的安全上做些貢獻。因此，我們期望，避難者如果他們相信仍能安全地避難之情況時，將願意等待使用電梯或樓梯並且為所有避難者稍加延遲，允許有序地避難和為那些距離火災層較近者更加迅速的避難。

在重大火災之報告中發現，在火災閃燃發生階段之前，人們排隊並等待使用出口之刻，他們允許其他人，即他們能看見者先行避難。反之，人們處於重大危險性增加情形下可以被動地接受且希望在建築物的遠端部份其他未知的人之安全考量；作出遲緩避難選擇；如果他們對自身的安全有重大疑慮時，則他們將不會等待電梯和延遲不去使用樓梯了。

## (三) 原有的學習認知改變

在火災期間不得使用電梯是人們多年的認知與訓練此觀念是可被超越的，人的認知支持適應性。譬如使用飛機飛行和在水中使用呼吸器呼吸為例，相對於現今，早期人們信仰卻是"人無法飛行"，"人們不能在水面下呼吸"等視為真理；此情形和現今多數人所認知"電梯在火災期間是不安全的"相似，如今是否能在被合理的論據和經驗去改變，使其成為"防火電梯可以在火災中避難使用"？。人們可被教導

在安全的建築物中使用電梯，並且在其它不安全的建築物中避免使用電梯。此種認知改變是有幫助的，一般人傾向於進入建築物使用之路徑相同作為離開它的路徑，避難設計上考量人之習慣性，以進入路徑為最佳的出口途徑。所以，高層建築物避難採用電梯自然是未來之趨勢。

#### (四) 人的憂慮程度

也許在建築物中有一些少數的人會對火災或電梯產生強烈的焦慮感，而不加入電梯避難者群體。其餘的個體，事實上在電梯的等候期間，其焦慮感覺和擁擠容忍度亦將變化。避難者也許在一個擁擠之電梯梯廳，於電梯開始到達他們被分配的樓層電梯間之前，被通知應等待半小時或更多時間。Klote 等對特定建築物的分析(1992) 表示如果採樓梯和電梯同時避難使用，等待時間最大值為十分鐘。但是，由 Bazjanac (1977) 及 Galbreath (1969) 研究提出建議 30 分鐘或更多的時間等待是可行的；等待電梯"不活動"不是直覺的，將會涉及失控和焦慮的感覺。

雖然是無法避免焦慮狀況，但是如果梯廳與控制室保持良好的通信，應該能幫助避難者維持一個能忍受的程度。所有等待在電梯梯廳避難者必須與控制室在頻繁聯絡狀態下，譬如直接地通過廣播播音公告或間接地經各樓層監督人員有電話頻繁的聯繫。他們應該是被通知相關消息，即火災延燒情況、消防隊搶救活動進展、避難疏散情形，和期望電梯到達時間等信息。

#### (五) 緊急應變計畫內容的可信度

實際上火災防護計畫和建築物的防火安全設施必須能提供一個非常高水平的安全。進一步而言，對避難者足夠的資訊必須被傳達，使他們充分地瞭解該計畫的邏輯性和價值性。如果他們相信它使其風險降低和認知對建築物其它避難者之風險性等則將遵循計畫。

在相關的研究中發現，人們對於建築物防護設施的認知較少者，關於安全的提供是非常懷疑的態度。但是，被通知有相關保障以後，明顯地他們通常會接受。我們相信那些可觀的，易瞭解的信息關於避難疏散設施安全特性，應該讓建築物所有避難者可利用。許多人注意使用電梯將在這信息上採取一種濃厚興趣。既使他們沒有合理的選擇但使用電梯(如樓梯被阻礙或他們是在第60層樓)，信息將大大增加他們的心理之舒適感。

同樣重要，避難者瞭解為什麼某些替代方案(可能更加直覺地明顯)或對策也許所造成問題將會降低避難之安全性，例如由樓梯避難也許干涉消防人員使用樓梯的問題。這些資訊應該是在書面的火災防護計畫中被分佈在各雇員和在一個必須的訓練計畫中實施。

火災防護計畫必須是持續性地更新，過時的計畫表示管理未達到權責頂層，此可以由建築物避難者去觀察和評估的；如果做好的管理工作在責任的方面雖無法被評估的，仍是會有一些信心的。

當新用戶進入辦公樓，這是混亂和混淆的階段。實際上在這個階段必須採取努力使一個可接受和可執行的防火計畫，既使要求努力和費用去發展一個特別暫時的計劃。在這個階段如果員工發覺其上司未提供應有的安全措施，它也許需要幾年的努力去說服他們，一個複雜的使用電梯之防火計畫才可能被信任。

#### (六) 管理的可信度(緊急應變計畫的源泉)

人們不能直接地判斷計畫是否能為他們提供安全。資源的可信度對人們的自由意願的相信消息具強烈的衝擊力。如果人們在建築物管理上有信心，他們將會遵守明顯合理的指示。

#### (七) 協調人員的可信度

在緊急狀態期間需要實際上人的通信指示，因此對人的可信度的

即為重要課題。通常一般人對消防官員的可信度是有較高程度，係由於他們的專門技術被感覺的水準。緊急狀況初期協調員的解說內容或他的建議行動如果是根據當時情況者則會得到群眾較高的可信度，比起僅根據一個不變的緊急應變計畫內容所作之建議行動。

在大多數的建築物，避難者少有直接接觸建築物管理者。再者，其它的因素將限制建築物管理的可信度，包括以下部分因素：

1. 關於緊急應變計畫的發展時消防隊或其它防火安全專家介入之程度。
2. 建築物管理和房客組織實質的關係(如對防火安全無關聯的問題之間爭執可能干擾實施緊急應變計畫的合作)
3. 建築物設施品質和維護不直接地與防火安全有關問題(如在建築物中有保全或氣候控制的問題)。
4. 對建築物居民散佈書面的防火安全資料的品質(如計畫內容混淆不清)。
5. 緊急應變小組成員接受訓練的品質(如電梯梯廳監視人員不充分地瞭解應變程序)。
6. 大多數居民接受避難訓練的品質(如在演練之前建築物管理者對居民未作簡報有關新程序)。
7. 防火安全設施有明顯的維護問題(如警報誤動作頻繁)。

#### (八) 熟悉度

關於系統的資訊不是充足的，在一個被模擬的火災情況人們應該熟悉他們實際上必需執行的行動。火災演練中實際上進行必需的行動將提昇瞭解和使行動感受較少的"生疏"感或非憑直覺。另外，在訓練期間一些資訊可能被傳達；例如，避難者可能被顯示於中控室和實際操作通訊設備。

### 三、監督者和避難居民需求資訊和決定

#### 1. 緊急應變小組成員之決定

火災緊急應變計畫與從指揮中心指示相結合，應該提供火災緊急應變小組成員一個建議行動的方案。然而，緊急應變小組成員(即，電梯監視者)做出重要決定。即使行為是依從緊急應變計畫內容決定如此。當他們認為它是必要的時候，他們有權力，無論經過允許與否，提出一個建議供選擇的對策方案。例如，監視者也許決定，等待電梯時間太長時，及建議任何可行動者應該使用樓梯疏散。

#### 2. 多數避難者的決定

建築物避難者未具緊急應變成員角色做出相似的決定。他們能依從建議或他們能遵循他們相信能提供更大安全性的某一對策方案。例如，一個人沒有任何避難弱勢問題，決定以樓梯步行避難，雖然會消耗過度體力但是與無法使用樓梯之人一起等電梯恐安全性較低。

#### 3. 做出好決定必要的資訊必須被期望

在大型建築物中，初期可利用必要資料做出好的決定是不易的。人們沒有途徑直接地得知在建築物別處之情況。期望對於這些資料和資訊的需求，對判斷最佳決定準則、任務敘述上(必要選擇和緊急應變小組成員訓練)，以及人與機器界面的發展是極為關鍵的。由於建築物的相異性緣故，所以特定詳細的資訊是需要的，當然我們能期望一些共通地必要資訊。

以下表 4-6 顯示一些例子決定與支持決定所需要的資訊類型。具體決定和資訊需要將根據被使用的對策方案組、建築物設施和防火安全特性而改變。

表 4-6 監視者與居民決定(decision-making)所需資訊

決定	所需資訊
某些人可以樓梯步行者，引導至電梯梯廳使用電梯避難，是否他們等待電梯或是放棄使用？	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 安排電梯抵達該樓層所需等待之時間。</li> <li>2. 電梯梯廳變為不安全之可能性，多少時間後？</li> <li>3. 樓梯擁擠程度即時與預期情況</li> <li>4. 樓梯變為不安全之可能性，多少時間後？</li> <li>5. 抵達樓梯之路徑必需經過之區域變為不安全的可能性，多少時間後？</li> </ol>
是否無法用樓梯避難者協助至起火層以下相對安全層？	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 以上 5 點資訊內容。</li> <li>2. 這些人員如絕對必要往下層移動受到傷害之風險度。</li> <li>3. 協助背負這些避難弱者下樓梯之能力。</li> <li>4. 受過訓練的人員數可以協助背負這些避難弱者下樓梯。</li> <li>5. 需要協助樓梯避難之虛弱者人數。</li> </ol>
是否無法用樓梯避難者被引導至電梯梯廳以外之相對安全處所？	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 以上 9 點資訊內容。</li> <li>2. 同一樓層內相對安全區域或居室存在。</li> <li>3. 抵達該相對安全區域之必需經過之區域或路徑變為不安全的可能性，多少時間後？</li> </ol>

#### 四、電梯梯廳人體工學因素設計標準

避難據點(集結地)的研究顯示,設計考慮的重要性在於如何使建築物避難者易於接受和使用避難據點。這些集結地(staging area)意指供無法使用梯階的傷殘人使用。避難據點提供他們以臨時避難所直到他們被救之時。避難據點一般是有二種型式:如大集結地指樓地板面積的區劃,使用一定的防火時效牆壁,其做法類似於醫療保健設施用途對水平的出口。小集結地如空間被配備以增壓防排煙系統、防火的屏障,和通信系統。我們相信此發現推論適用在電梯梯廳之設計上。研究顯示,過去在建築設計階段,人體工學因素可能被忽略而建築師往往狹隘地集中於消防特性或法規上要求。

##### 1. 尺寸大小

如果是在火災樓層電梯梯廳必須是足夠大的以容納所有被分配使用電梯的避難者。它應該能提供充足的空間給予每個人某種程度之心理舒適感:電梯梯廳應該是足夠大的以避免其擁擠情況會加諸一個已經是緊張情況的負荷。避難者等待在梯廳亦不願接受如短程的搭乘電梯景況同樣地擁擠。如果少數人被分配使用電梯而且在一個小型電梯梯廳將可容納所有者,梯廳太小也會導致某些人幽閉恐怖的感覺而發生危險。在避難據點(集結地)之研究中曾經空間局限很小,導致避難人員產生焦慮且回報"被困住的感覺";非緊急狀況下之考慮,如果電梯於辦公大樓工作天的開始被使用在運輸很大數量的工作者,設計者大概將確保有一個充足的電梯梯廳空間提供使用。

##### 2. 照明設備

電梯梯廳需要緊急照明設備,而且照度不應該是過於昏暗導致增加避難者焦慮的程度。

##### 3. 座位

在避難據點(集結地),缺乏座位是共同的怨言。電梯梯廳使用上

有相同問題。人有行動性障礙問題者通常有困難作長時間站立，或坐在地板上而沒有任何傷害或不適的風險。如果避難對策或方案有長時間的等待使用電梯，為避難者中有身體傷殘或健康問題，基本上座位設計應被考量。如果避難對策中要求所有避難者使用電梯，則座位不是為大多數避難者可利用的，可利用的座位應該是為避難弱者準備的。

#### 4. 面向建築物內部之觀察面板

考慮安裝允許觀察電梯梯廳毗鄰區域(如走廊)的觀察面板，可提供電梯避難者有關煙滲流入梯廳附近區域的信息。在以下方式信息是有用的：

- A. 梯廳監視者能對消防隊和協調員傳遞消息，提供他們以對當前建築物狀況的一個更準確的評估。
- B. 減低狀況模糊程度，因此而增加避難者心理的舒適，特別是當沒有煙在毗鄰區域時。
- C. 電梯梯廳避難者將發現此信息可用於決定是否放棄電梯避難及越過毗鄰區域抵樓梯進行樓梯避難。
- D. 電梯梯廳避難者將發現此信息可用於決定是否放棄電梯避難及引導改用相鄰的樓梯避難，因為濃煙已流入毗鄰區域威脅電梯梯廳安全。

但是，這樣的觀察面板或許能證明是否對電梯有危害增加在梯廳的保護設施的避難者些許信心。看見煙在梯廳之外也許鼓勵避難者"脫離危險。" 我們相信，一個好的計畫為訓練和為在緊急事件期間保持避難者通訊，藉由提供避難者相對地準確性危險認知，將有助於使此種可能性降低。

#### 5. 建築物向外方向之窗口

配置面向外部的窗口原因，如果消防隊員無法從建築物內部安全

地搶救他們，

則能通過窗口求救。在低層建築物中同樣的邏輯似乎適用於電梯梯廳。

## 6. 通訊

通訊設備人體工學上需要仔細的考慮。對電梯梯廳的通訊問題應考量梯廳中避難人員或監視者操作性，環境火警警報干擾性等，對這樣的設備的用途應該儘可能是直覺地明顯然的設計與裝置。

## 7. 標示

當區域和特性經常被標記，至於註釋程序和附屬設備的操作說明往往被省略了。因此電梯梯廳標誌應該不僅標記區域，特點和設備，而且應加以註釋其用途。

## 8. 噪音程度

在設施的研究中，高噪音程度在避難據點是一共同的問題，聲音警報發信設備不應該被安裝在電梯梯廳裡面，因為他們阻礙必要通信之品質和可觀地增加避難者沉重壓力的感覺。我們期待，電梯梯廳周圍內裝可將境外足夠警報聲音分貝變低，並不會干涉通信，但是第一次警報聲音仍可警告原來在電梯間等待的人。這些假定應該在設計期間被驗證和在設施裝置以後被測試。

## 第五章 結論與建議

### 第一節 結論

建築物遭逢緊急災害事件威脅時，常見的如火災一般，居民必須於第一時間作避難疏散的行動，傳統方式係利用建築物避難逃生設施，經走廊、直通樓梯、排煙室和特別安全梯等主要途徑往避難層或地面層移動，以既有之防火性能區劃或屏障保持一定水準之相對安全，以便多數人員得以依序從容地避難逃生；但是如果緊急事件的危害性是急迫的、且具某種程度之破壞性與人員傷害性時後，有關建築物垂直運輸最佳效率的一般電梯或緊急升降機之運用便顯得有其可行價值，過去許多高層建築物火災案例經驗，雖然凸顯出電梯升降設施因部分機能不盡完備，仍造成火災煙霧蔓延甚至於熱流火焰延燒的路徑，釀成人員傷亡不幸事件；究竟電梯是否在緊急事件中可資運用在人員避難疏散的功能上，經本研究進展期間，除蒐集國內外文獻之外，並邀集建築、消防學者、官員及電梯專業團體研討與協助下，已獲致各項初步研究成果，如下所述：

一、電梯設備運用於避難疏散上，電梯梯廳和電梯必須被保護免受火和煙侵襲、可靠的電力的提供及電梯的控制必須保證安全和高效率的避難疏散等。具體在硬體上必需具備以下十二項的關鍵技術：

1. 建築物必須全棟配置自動撒水設備。
2. 電梯豎道應具防煙(增壓)設計。
3. 電梯間(lobbies)在各層應採封閉區劃處理。
4. 電梯間應增壓(防煙)設計。
5. 電梯豎道及電梯間增壓系統空氣進入口應為無煙處所。
6. 所有電梯間應配置火警探測器。

7. 電梯設備應具防(排)水設計。
  8. 當電源中斷時,所有電梯應呼返至原設計之樓層。
  9. 所有電梯應連接緊急電源以緊急發電機操作。
  10. 電梯間應有出入口連接安全樓梯,不須經由火災區域。
  11. 電梯機廂內應配置有雙向語音通訊至防災中心。
  12. 電梯間應配置介於電梯間與防災中心之間雙向通信設備。
- 軟體上應具備以下配合措施:

1. 考量避難時使用電梯人員限制及對象之優先順序設定程序之必要性(如針對高齡者及避難弱者專用或不特定多數者全部對象等實施)。
2. 考量電梯之優先服務樓層,在縱方向(受災層與非受災層)之避難管理上優先順位設定的管理對策。
3. 規劃電梯之操作模式,運轉與操作以及現場避難引導執行事項協調之必要程序。
4. 整合指揮管理執行機能之確保(防災中心設置等)
5. 適當的電梯避難計畫及其实效性相關之必要檢證。
6. 建築物收容人員相應必要之教育及通報,並實施必要之定期避難訓練。

二、現行國內多數建築物所配置的一般電梯並未具有前述所有的關鍵十二項技術,因此尚無法運用於避難疏散上,除非緊急事件之性質許可狀況外;然而,緊急升降機(間)依規定設置者,應具備防火、排煙、緊急供電與通訊系統等設施,唯防水性能不足,運用於火災情況必需注意消防隊射水與自動撒水設備動作影響問題。

三、緊急升降機在消防隊抵達前,災情並未危及緊急升降機(間)時,得優先運用於少數的避難弱者疏散上,配合事前避難計畫限制條件與避難引導進行。現行國內實際狀況,緊急升降機(間)

雖依法規設置後，卻因其他用途使用方便緣由破壞部分應有區劃現象，致使緊急升降機運用避難與救災上不具信心。

- 四、世界先進國家已率先研訂相關電梯運用避難疏散系統之法規，如美國 NFPA-101 及 NFPA-5000，明定電梯避難用設備要求與管理限制，英國 BS 5588 part8 亦明定對避難弱勢無障礙空間立場考量避難所(據點)與運用消防電梯垂直避難之規範；值得我國未來修法之參考依據。
- 五、一般電梯如果強化防災功能條件下，是足以運用於人員避難疏散上，但是因設置防災性能電梯成本應比樓梯設置需求高，雖然本研究並未對其相關經濟效益進行研究，然而在電梯與樓梯疏散效能上，藉 ELVAC 軟體模擬結果，發現使用電梯運轉時間在高層建築物上確實具有成效；因此，新建高層建築物在規劃電梯時可考慮強化幾部一般客用電梯防災機能，結合緊急升降機與特別安全梯同時使用在避難疏散上，發揮最大功效。
- 六、一般電梯之防煙性能上，由於電梯機廂與門組並非密封設計，如在此機組改善方案上恐需耗時與研發經費，而電梯機道防火防煙措施，我國與日本相關建築規則均增訂此部分，但是我國僅明定升降機間防火構造與防火設備一小時以上防火時效之性能要求，對於防煙措施未強化，此項可參酌日本作法增加防煙性活動屏蔽(捲門)之設置，以增加電梯機道安全性，也大幅降低火災濃煙擴散之問題。
- 七、電梯避難可行性增加後，應該加強民眾教育與宣導，使其在完備的防災電梯設置環境下，遵循適當的避難計畫及參與電梯避難實效性所要求的避難訓練。

## 第二節 建議

### 一、立即可行建議：

- (一) 針對國內現有建築物設置的緊急升降機(間)有關性能確保與使用進行調查，以及消防單位使用率情形作檢討；以充分了解緊急升降機運用於避難疏散之實際可行性與可靠程度。
- (二) 針對國內超高層建築物全棟避難疏散程序，除依直通樓梯或特別安全梯避難之外，建議納入電腦軟體模擬輔助，包括電梯避難結合之避難安全對策，以增加避難效益。

### 二、中長期建議：

- (一) 電梯設備相關設備標準係依據國家標準 CNS10594 升降機及 CNS10595 升降機之車廂與升降路之尺度等標準，其中防水性與防煙防火性能部分缺乏說明，建議研究是否納入防災功能之電梯必備標準與其試驗方法。此外，在緊急用升降機的消防隊用開關 KEY 規格化之要求，以利實務需求。
- (二) 針對電梯梯間與電梯機道防(排)煙性能要求，尤其是增壓防煙性，排煙風機與送風壓力控制等相關參數會因建築物高度與火災樓層位置、火勢大小、熱流壓差、發煙量及電梯移動速度等影響，相關本土研究目前闕如，建議有關機關可接續本研究成果進行後續此課題之研究。
- (三) 新建高層建築物如採避難性能檢證方案並納入其防災性能電梯進行避難檢討，以現行之避難檢證方法尚未考量此項目，建議未來建築防火避難研究範圍增列此項課題。

## 附錄一： 電梯避難軟體計算表

### 一、台北國貿大樓電梯模擬結果表

#### WTB low 20

People per floor is	124 people.
Distance between floors is	3.84 m or 12.60 ft.
Elevator usage percent is	20.000%
Normal car velocity is	2.50 m/s or 492.13 fpm.
Car acceleration is	0.50 m/s <sup>2</sup> or 1.64 ft/s <sup>2</sup> .
Car full load is	24 people.
Full load standing time is	69.68 s.
Other transfer inefficiency is	0.1700
Trip inefficiency is	0.100
Door type: E Two-Speed	1100mm (42in) wide
Doortime s 6.600	Door inefficiency 0.070

Floor Name	Elevation		One Way Time s	Round Trip Time s	People on Floor	Percent Usage	Round Trips	Time per Floor s
	m	ft						
12	42.2	138.6	22.6	114.8	124	20.0	2	185.7
11	38.4	126.0	21.0	111.8	124	20.0	2	179.6
10	34.6	113.4	19.5	108.7	124	20.0	2	173.4
9	30.7	100.8	18.0	105.6	124	20.0	2	167.3
8	26.9	88.2	16.4	102.5	124	20.0	2	161.1
7	23.0	75.6	14.9	99.5	124	20.0	2	155.0
6	19.2	63.0	13.4	96.4	124	20.0	2	148.8
5	15.4	50.4	11.8	93.3	124	20.0	2	142.7
4	11.5	37.8	10.2	90.1	124	20.0	2	136.2
3	7.7	25.2	8.4	86.4	124	20.0	2	128.8
2	3.8	12.6	6.0	81.8	124	20.0	2	119.6
1	0.0	0.0						

Total round trip time=	1698.2
Start up time=	51.3
Time to get to the outside after leaving the elevator=	30.0
Evacuation time using 5 elevators=	454.9
(or	<b>7.6 minutes)</b>

**WTB low50**

People per floor is 124.  
 Distance between floors is 3.84 m or 12.60 ft.  
 Elevator usage percent is 50.000%  
 Normal car velocity is 2.50 m/s or 492.13 fpm.  
 Car acceleration is 0.50 m/s<sup>2</sup> or 1.64 ft/s<sup>2</sup>.  
 Car full load is 24 people.  
 Full load standing time is 69.68 s.  
 Other transfer inefficiency is 0.1700  
 Trip inefficiency is 0.100  
 Door type: E Two-Speed 1100mm (42in) wide  
 Doortime s 6.600 Door inefficiency 0.070

Floor Name	Elevation		One Way Time s	Round Trip Time s	People on Floor	Percent Usage	Round Trips	Time per Floor s
	m	ft						
12	42.2	138.6	22.6	114.8	124	50.0	3	323.0
11	38.4	126.0	21.0	111.8	124	50.0	3	313.8
10	34.6	113.4	19.5	108.7	124	50.0	3	304.6
9	30.7	100.8	18.0	105.6	124	50.0	3	295.4
8	26.9	88.2	16.4	102.5	124	50.0	3	286.2
7	23.0	75.6	14.9	99.5	124	50.0	3	277.0
6	19.2	63.0	13.4	96.4	124	50.0	3	267.7
5	15.4	50.4	11.8	93.3	124	50.0	3	258.5
4	11.5	37.8	10.2	90.1	124	50.0	3	248.8
3	7.7	25.2	8.4	86.4	124	50.0	3	237.7
2	3.8	12.6	6.0	81.8	124	50.0	3	223.9
1	0.0	0.0						

Total round trip time= 3036.7  
 Start up time= 51.3  
 Time to get to the outside after leaving the elevator= 30.0  
 Evacuation time using 5 elevators= 749.3  
 (or **12.5 minutes**)

**WTB low 75**

People per floor is 124.  
 Distance between floors is 3.84 m or 12.60 ft.  
 Elevator usage percent is 75.000%  
 Normal car velocity is 2.50 m/s or 492.13 fpm.  
 Car acceleration is 0.50 m/s<sup>2</sup> or 1.64 ft/s<sup>2</sup>.  
 Car full load is 24 people.  
 Full load standing time is 69.68 s.  
 Other transfer inefficiency is 0.1700  
 Trip inefficiency is 0.100  
 Door type: E Two-Speed 1100mm (42in) wide  
 Doortime s 6.600 Door inefficiency 0.070

Floor Name	Elevation m	Elevation ft	One Way Time s	Round Trip Time s	People on Floor	Percent Usage	Round Trips	Time per Floor s
12	42.2	138.6	22.6	114.8	124	75.0	4	452.9
11	38.4	126.0	21.0	111.8	124	75.0	4	440.6
10	34.6	113.4	19.5	108.7	124	75.0	4	428.3
9	30.7	100.8	18.0	105.6	124	75.0	4	416.0
8	26.9	88.2	16.4	102.5	124	75.0	4	403.7
7	23.0	75.6	14.9	99.5	124	75.0	4	391.4
6	19.2	63.0	13.4	96.4	124	75.0	4	379.2
5	15.4	50.4	11.8	93.3	124	75.0	4	366.9
4	11.5	37.8	10.2	90.1	124	75.0	4	353.9
3	7.7	25.2	8.4	86.4	124	75.0	4	339.1
2	3.8	12.6	6.0	81.8	124	75.0	4	320.6
1	0.0	0.0						

Total round trip time= 4292.6  
 Start up time= 51.3  
 Time to get to the outside after leaving the elevator= 30.0  
 Evacuation time using 5 elevators= 1025.6  
 (or 17.1 minutes)

**WTB low 100**

People per floor is 124.  
 Distance between floors is 3.84 m or 12.60 ft.  
 Elevator usage percent is 100.000%  
 Normal car velocity is 2.50 m/s or 492.13 fpm.  
 Car acceleration is 0.50 m/s<sup>2</sup> or 1.64 ft/s<sup>2</sup>.  
 Car full load is 24 people.  
 Full load standing time is 69.68 s.  
 Other transfer inefficiency is 0.1700  
 Trip inefficiency is 0.100  
 Door type: E Two-Speed 1100mm (42in) wide  
 Doortime s 6.600 Door inefficiency 0.070

Floor Name	Elevation m	ft	One Way Time s	Round Trip Time s	People on Floor	Percent Usage	Round Trips	Time per Floor s
12	42.2	138.6	22.6	114.8	124	100.0	6	647.7
11	38.4	126.0	21.0	111.8	124	100.0	6	629.3
10	34.6	113.4	19.5	108.7	124	100.0	6	610.8
9	30.7	100.8	18.0	105.6	124	100.0	6	592.4
8	26.9	88.2	16.4	102.5	124	100.0	6	574.0
7	23.0	75.6	14.9	99.5	124	100.0	6	555.5
6	19.2	63.0	13.4	96.4	124	100.0	6	537.1
5	15.4	50.4	11.8	93.3	124	100.0	6	518.7
4	11.5	37.8	10.2	90.1	124	100.0	6	499.2
3	7.7	25.2	8.4	86.4	124	100.0	6	477.1
2	3.8	12.6	6.0	81.8	124	100.0	6	449.3
1	0.0	0.0						

Total round trip time= 6091.1  
 Start up time= 51.3  
 Time to get to the outside after leaving the elevator= 30.0  
 Evacuation time using 5 elevators= 1421.3  
**(or 23.7 minutes)**

**WTB low 75-25**

People per floor is 124.

Distance between floors is 3.84 m or 12.60 ft.  
 Elevator usage percent is **75.000% ( 2-6 F 25.000%)**  
 Normal car velocity is 2.50 m/s or 492.13 fpm.  
 Car acceleration is 0.50 m/s<sup>2</sup> or 1.64 ft/s<sup>2</sup>.  
 Car full load is 24 people.  
 Full load standing time is 69.68 s.  
 Other transfer inefficiency is 0.1700  
 Trip inefficiency is 0.100  
 Door type: E Two-Speed 1100mm (42in) wide  
 Doortime s 6.600 Door inefficiency 0.070

Floor Name	Elevation		One Way Time s	Round Trip Time s	People on Floor	Percent Usage	Round Trips	Time per Floor s
	m	ft						
12	42.2	138.6	22.6	114.8	124	75.0	4	452.9
11	38.4	126.0	21.0	111.8	124	75.0	4	440.6
10	34.6	113.4	19.5	108.7	124	75.0	4	428.3
9	30.7	100.8	18.0	105.6	124	75.0	4	416.0
8	26.9	88.2	16.4	102.5	124	75.0	4	403.7
7	23.0	75.6	14.9	99.5	124	75.0	4	391.4
6	19.2	63.0	13.4	96.4	124	25.0	2	156.3
5	15.4	50.4	11.8	93.3	124	25.0	2	150.2
4	11.5	37.8	10.2	90.1	124	25.0	2	143.7
3	7.7	25.2	8.4	86.4	124	25.0	2	136.3
2	3.8	12.6	6.0	81.8	124	25.0	2	127.1
1	0.0	0.0						

Total round trip time= 3246.6  
 Start up time= 51.3  
 Time to get to the outside after leaving the elevator= 30.0  
 Evacuation time using 5 elevators= 795.5  
**(or 13.3 minutes)**

**WTB mid20**

People per floor is 75.  
 Distance between floors is 3.84 m or 12.60 ft.  
 Elevator usage percent is 20.000%  
 Normal car velocity is 2.50 m/s or 492.13 fpm.  
 Car acceleration is 0.50 m/s<sup>2</sup> or 1.64 ft/s<sup>2</sup>.  
 Car full load is 24 people.  
 Full load standing time is 69.68 s.  
 Other transfer inefficiency is 0.1700  
 Trip inefficiency is 0.100  
 Door type: E Two-Speed 1100mm (42in) wide  
 Doortime s 6.600 Door inefficiency 0.070

Floor Name	Elevation m	ft	One Way Time s	Round Trip Time s	People on Floor	Percent Usage	Round Trips	Time per Floor s
22	38.4	126.0	21.0	92.5	75	20.0	1	92.5
21	34.6	113.4	19.5	89.4	75	20.0	1	89.4
20	30.7	100.8	18.0	86.3	75	20.0	1	86.3
19	26.9	88.2	16.4	83.2	75	20.0	1	83.2
18	23.0	75.6	14.9	80.2	75	20.0	1	80.2
17	19.2	63.0	13.4	77.1	75	20.0	1	77.1
16	15.4	50.4	11.8	74.0	75	20.0	1	74.0
15	11.5	37.8	10.2	70.8	75	20.0	1	70.8
14	7.7	25.2	8.4	86.4	124	20.0	2	128.8
13	3.8	12.6	6.0	81.8	124	20.0	2	119.6
1	0.0	0.0						

Total round trip time= 901.9  
 Start up time= 49.7  
 Time to get to the outside after leaving the elevator= 30.0  
 Evacuation time using 5 elevators= 278.1  
 (or **4.6 minutes**)

**WTB mid50**

People per floor is 75.  
 Distance between floors is 3.84 m or 12.60 ft.  
 Elevator usage percent is 50.000%  
 Normal car velocity is 2.50 m/s or 492.13 fpm.  
 Car acceleration is 0.50 m/s<sup>2</sup> or 1.64 ft/s<sup>2</sup>.  
 Car full load is 24 people.  
 Full load standing time is 69.68 s.  
 Other transfer inefficiency is 0.1700  
 Trip inefficiency is 0.100  
 Door type: E Two-Speed 1100mm (42in) wide  
 Doortime s 6.600 Door inefficiency 0.070

Floor Name	Elevation m	ft	One Way Time s	Round Trip Time s	People on Floor	Percent Usage	Round Trips	Time per Floor s
22	38.4	126.0	21.0	111.8	75	50.0	2	204.2
21	34.6	113.4	19.5	108.7	75	50.0	2	198.1
20	30.7	100.8	18.0	105.6	75	50.0	2	191.9
19	26.9	88.2	16.4	102.5	75	50.0	2	185.8
18	23.0	75.6	14.9	99.5	75	50.0	2	179.6
17	19.2	63.0	13.4	96.4	75	50.0	2	173.5
16	15.4	50.4	11.8	93.3	75	50.0	2	167.4
15	11.5	37.8	10.2	90.1	75	50.0	2	160.9
14	7.7	25.2	8.4	86.4	124	50.0	3	237.7
13	3.8	12.6	6.0	81.8	124	50.0	3	223.9
1	0.0	0.0						

Total round trip time= 1923.0  
 Start up time= 49.7  
 Time to get to the outside after leaving the elevator= 30.0  
 Evacuation time using 5 elevators= 502.8  
 (or **8.4 minutes**)

**WTB mid75**

People per floor is 75.  
 Distance between floors is 3.84 m or 12.60 ft.  
 Elevator usage percent is 75.000%  
 Normal car velocity is 2.50 m/s or 492.13 fpm.  
 Car acceleration is 0.50 m/s<sup>2</sup> or 1.64 ft/s<sup>2</sup>.  
 Car full load is 24 people.  
 Full load standing time is 69.68 s.  
 Other transfer inefficiency is 0.1700  
 Trip inefficiency is 0.100  
 Door type: E Two-Speed 1100mm (42in) wide  
 Doortime s 6.600 Door inefficiency 0.070

Floor Name	Elevation		One Way	Round Trip	People on Floor	Percent Usage	Round Trips	Time per Floor s
	m	ft	Time s	Time s				
22	38.4	126.0	21.0	111.8	75	75.0	3	303.1
21	34.6	113.4	19.5	108.7	75	75.0	3	293.9
20	30.7	100.8	18.0	105.6	75	75.0	3	284.7
19	26.9	88.2	16.4	102.5	75	75.0	3	275.5
18	23.0	75.6	14.9	99.5	75	75.0	3	266.2
17	19.2	63.0	13.4	96.4	75	75.0	3	257.0
16	15.4	50.4	11.8	93.3	75	75.0	3	247.8
15	11.5	37.8	10.2	90.1	75	75.0	3	238.1
14	7.7	25.2	8.4	86.4	124	75.0	4	339.1
13	3.8	12.6	6.0	81.8	124	75.0	4	320.6
1	0.0	0.0						

Total round trip time= 2826.1  
 Start up time= 49.7  
 Time to get to the outside after leaving the elevator= 30.0  
 Evacuation time using 5 elevators= 701.4  
**(or 11.7 minutes)**

**WTB mid100**

People per floor is 75.  
 Distance between floors is 3.84 m or 12.60 ft.  
 Elevator usage percent is 100.000%  
 Normal car velocity is 2.50 m/s or 492.13 fpm.  
 Car acceleration is 0.50 m/s<sup>2</sup> or 1.64 ft/s<sup>2</sup>.  
 Car full load is 24 people.  
 Full load standing time is 69.68 s.  
 Other transfer inefficiency is 0.1700  
 Trip inefficiency is 0.100  
 Door type: E Two-Speed 1100mm (42in) wide  
 Doortime s 6.600 Door inefficiency 0.070

Floor Name	Elevation		One Way	Round Trip	People on Floor	Percent Usage	Round Trips	Time per Floor s
	m	ft	Time s	Time s				
22	38.4	126.0	21.0	111.8	75	100.0	4	404.4
21	34.6	113.4	19.5	108.7	75	100.0	4	392.1
20	30.7	100.8	18.0	105.6	75	100.0	4	379.8
19	26.9	88.2	16.4	102.5	75	100.0	4	367.5
18	23.0	75.6	14.9	99.5	75	100.0	4	355.3
17	19.2	63.0	13.4	96.4	75	100.0	4	343.0
16	15.4	50.4	11.8	93.3	75	100.0	4	330.7
15	11.5	37.8	10.2	90.1	75	100.0	4	317.7
14	7.7	25.2	8.4	86.4	124	100.0	6	477.1
13	3.8	12.6	6.0	81.8	124	100.0	6	449.3
1	0.0	0.0						

Total round trip time= 3817.0  
 Start up time= 49.7  
 Time to get to the outside after leaving the elevator= 30.0  
 Evacuation time using 5 elevators= 919.4  
**(or 15.3 minutes)**

**WTB high20**

People per floor is 130.  
 Distance between floors is 3.84 m or 12.60 ft.  
 Elevator usage percent is 20.000%  
 Normal car velocity is 5.00 m/s or 984.25 fpm.  
 Car acceleration is 0.50 m/s<sup>2</sup> or 1.64 ft/s<sup>2</sup>.  
 Car full load is 24 people.  
 Full load standing time is 69.68 s.  
 Other transfer inefficiency is 0.1700  
 Trip inefficiency is 0.100  
 Door type: E Two-Speed 1100mm (42in) wide  
 Doortime s 6.600 Door inefficiency 0.070

Floor Name	Elevation m	ft	One Way Time s	Round Trip Time s	People on Floor	Percent Usage	Round Trips	Time per Floor s
36	53.8	176.4	21.6	112.8	130	20.0	2	181.7
35	49.9	163.8	20.7	111.2	130	20.0	2	178.4
34	46.1	151.2	19.9	109.5	326	20.0	3	315.6
33	42.2	138.6	19.0	107.8	725	20.0	7	710.3
32	38.4	126.0	18.1	105.9	130	20.0	2	167.9
31	34.6	113.4	17.2	104.1	130	20.0	2	164.2
30	30.7	100.8	16.2	102.1	130	20.0	2	160.3
29	26.9	88.2	15.2	100.0	130	20.0	2	156.1
28	23.0	75.6	14.1	97.8	130	20.0	2	151.7
27	19.2	63.0	12.9	95.5	130	20.0	2	147.0
26	15.4	50.4	11.6	92.9	130	20.0	2	141.7
25	11.5	37.8	10.1	89.9	130	20.0	2	135.8
24	7.7	25.2	8.3	67.1	75	20.0	1	67.1
23	3.8	12.6	6.0	62.5	75	20.0	1	62.5
1	0.0	0.0						

Total round trip time= 2740.3  
 Start up time= 50.2  
 Time to get to the outside after leaving the elevator= 30.0  
 Evacuation time using 5 elevators= 683.1  
**(or 11.4 minutes)**

**WTB high50**

People per floor is 130.  
 Distance between floors is 3.84 m or 12.60 ft.  
 Elevator usage percent is 50.000%  
 Normal car velocity is 5.00 m/s or 984.25 fpm.  
 Car acceleration is 0.50 m/s<sup>2</sup> or 1.64 ft/s<sup>2</sup>.  
 Car full load is 24 people.  
 Full load standing time is 69.68 s.  
 Other transfer inefficiency is 0.1700  
 Trip inefficiency is 0.100  
 Door type: E Two-Speed 1100mm (42in) wide  
 Doortime s 6.600 Door inefficiency 0.070

Floor Name	Elevation m	ft	One Way Time s	Round Trip Time s	People on Floor	Percent Usage	Round Trips	Time per Floor s
36	53.8	176.4	21.6	112.8	130	50.0	3	323.4
35	49.9	163.8	20.7	111.2	130	50.0	3	318.5
34	46.1	151.2	19.9	109.5	326	50.0	7	755.7
33	42.2	138.6	19.0	107.8	725	50.0	16	1682.8
32	38.4	126.0	18.1	105.9	130	50.0	3	302.8
31	34.6	113.4	17.2	104.1	130	50.0	3	297.2
30	30.7	100.8	16.2	102.1	130	50.0	3	291.3
29	26.9	88.2	15.2	100.0	130	50.0	3	285.1
28	23.0	75.6	14.1	97.8	130	50.0	3	278.5
27	19.2	63.0	12.9	95.5	130	50.0	3	271.4
26	15.4	50.4	11.6	92.9	130	50.0	3	263.5
25	11.5	37.8	10.1	89.9	130	50.0	3	254.6
24	7.7	25.2	8.3	86.4	75	50.0	2	153.4
23	3.8	12.6	6.0	81.8	75	50.0	2	144.2
1	0.0	0.0						

-----  
 Total round trip time= 5622.7  
 Start up time= 50.2  
 Time to get to the outside after leaving the elevator= 30.0  
 Evacuation time using 5 elevators= 1317.2  
 (or **22.0 minutes**)

**WTB high75**

People per floor is	130.
Distance between floors is	3.84 m or 12.60 ft.
Elevator usage percent is	75.000%
Normal car velocity is	5.00 m/s or 984.25 fpm.
Car acceleration is	0.50 m/s <sup>2</sup> or 1.64 ft/s <sup>2</sup> .
Car full load is	24 people.
Full load standing time is	69.68 s.
Other transfer inefficiency is	0.1700
Trip inefficiency is	0.100
Door type: E Two-Speed	1100mm (42in) wide
Doortime s 6.600	Door inefficiency 0.070

Floor Name	Elevation m	ft	One Way Time s	Round Trip Time s	People on Floor	Percent Usage	Round Trips	Time per Floor s
36	53.8	176.4	21.6	112.8	130	75.0	5	521.5
35	49.9	163.8	20.7	111.2	130	75.0	5	513.3
34	46.1	151.2	19.9	109.5	326	75.0	11	1165.8
33	42.2	138.6	19.0	107.8	725	75.0	23	2463.3
32	38.4	126.0	18.1	105.9	130	75.0	5	487.1
31	34.6	113.4	17.2	104.1	130	75.0	5	477.7
30	30.7	100.8	16.2	102.1	130	75.0	5	467.9
29	26.9	88.2	15.2	100.0	130	75.0	5	457.6
28	23.0	75.6	14.1	97.8	130	75.0	5	446.6
27	19.2	63.0	12.9	95.5	130	75.0	5	434.7
26	15.4	50.4	11.6	92.9	130	75.0	5	421.6
25	11.5	37.8	10.1	89.9	130	75.0	5	406.8
24	7.7	25.2	8.3	86.4	75	75.0	3	226.9
23	3.8	12.6	6.0	81.8	75	75.0	3	213.1
1	0.0	0.0						

Total round trip time= 8704.0  
 Start up time= 50.2  
 Time to get to the outside after leaving the elevator= 30.0  
 Evacuation time using 5 elevators= 1995.1  
**(or 33.3 minutes)**

**WTB high100**

People per floor is 130.  
 Distance between floors is 3.84 m or 12.60 ft.  
 Elevator usage percent is 100.000%  
 Normal car velocity is 5.00 m/s or 984.25 fpm.  
 Car acceleration is 0.50 m/s<sup>2</sup> or 1.64 ft/s<sup>2</sup>.  
 Car full load is 24 people.  
 Full load standing time is 69.68 s.  
 Other transfer inefficiency is 0.1700  
 Trip inefficiency is 0.100  
 Door type: E Two-Speed 1100mm (42in) wide  
 Doortime s 6.600 Door inefficiency 0.070

Floor Name	Elevation m	ft	One Way Time s	Round Trip Time s	People on Floor	Percent Usage	Round Trips	Time per Floor s
36	53.8	176.4	21.6	112.8	130	100.0	6	646.9
35	49.9	163.8	20.7	111.2	130	100.0	6	637.1
34	46.1	151.2	19.9	109.5	326	100.0	14	1511.5
33	42.2	138.6	19.0	107.8	725	100.0	31	3300.4
32	38.4	126.0	18.1	105.9	130	100.0	6	605.7
31	34.6	113.4	17.2	104.1	130	100.0	6	594.4
30	30.7	100.8	16.2	102.1	130	100.0	6	582.6
29	26.9	88.2	15.2	100.0	130	100.0	6	570.2
28	23.0	75.6	14.1	97.8	130	100.0	6	557.0
27	19.2	63.0	12.9	95.5	130	100.0	6	542.8
26	15.4	50.4	11.6	92.9	130	100.0	6	527.1
25	11.5	37.8	10.1	89.9	130	100.0	6	509.3
24	7.7	25.2	8.3	86.4	75	100.0	4	302.8
23	3.8	12.6	6.0	81.8	75	100.0	4	284.4
1	0.0	0.0						

-----  
 Total round trip time= 11172.1  
 Start up time= 50.2  
 Time to get to the outside after leaving the elevator= 30.0  
 Evacuation time using 5 elevators= 2538.1  
**(or 42.3 minutes)**

**WTB highrise OP27**

People per floor is 130.  
 Distance between floors is 3.84 m or 12.60 ft.  
 Elevator usage percent is 27.000%  
 Normal car velocity is 5.00 m/s or 984.25 fpm.  
 Car acceleration is 0.50 m/s<sup>2</sup> or 1.64 ft/s<sup>2</sup>.  
 Car full load is 24 people.  
 Full load standing time is 69.68 s.  
 Other transfer inefficiency is 0.1700  
 Trip inefficiency is 0.100  
 Door type: E Two-Speed 1100mm (42in) wide  
 Doortime s 6.600 Door inefficiency 0.070

Floor Name	Elevation m	ft	One Way Time s	Round Trip Time s	People on Floor	Percent Usage	Round Trips	Time per Floor s
36	53.8	176.4	21.6	112.8	130	27.0	2	199.9
35	49.9	163.8	20.7	111.2	130	27.0	2	196.6
34	46.1	151.2	19.9	109.5	326	27.0	4	423.0
33	42.2	138.6	19.0	107.8	725	27.0	9	929.8
32	38.4	126.0	18.1	105.9	130	27.0	2	186.2
31	34.6	113.4	17.2	104.1	130	27.0	2	182.4
30	30.7	100.8	16.2	102.1	130	27.0	2	178.5
29	26.9	88.2	15.2	100.0	130	27.0	2	174.4
28	23.0	75.6	14.1	97.8	130	27.0	2	170.0
27	19.2	63.0	12.9	95.5	130	27.0	2	165.2
26	15.4	50.4	11.6	92.9	130	27.0	2	160.0
25	11.5	37.8	10.1	89.9	130	27.0	2	154.0
24	7.7	25.2	8.3	79.9	75	27.0	1	79.9
23	3.8	12.6	6.0	75.3	75	27.0	1	75.3
1	0.0	0.0						

-----  
 Total round trip time= 3275.2  
 Start up time= 50.2  
 Time to get to the outside after leaving the elevator= 30.0  
 Evacuation time using 5 elevators= 800.8  
**(or 13.3 minutes)**

**WTB Emg 5**

People per floor is 124.  
 Distance between floors is 3.84 m or 12.60 ft.  
 Elevator usage percent is 5.000%  
 Normal car velocity is 4.00 m/s or 787.40 fpm.  
 Car acceleration is 0.50 m/s<sup>2</sup> or 1.64 ft/s<sup>2</sup>.  
 Car full load is 27 people.  
 Full load standing time is 76.11 s.  
 Other transfer inefficiency is 0.1700  
 Trip inefficiency is 0.100  
 Door type: E Two-Speed 1100mm (42in) wide  
 Doortime s 6.600 Door inefficiency 0.070

Floor Name	Elevation m	Elevation ft	One Way Time s	Round Trip Time s	People on Floor	Percent Usage	Round Trips	Time per Floor s
36	134.4	440.9	42.4	120.1	130	5.0	1	120.1
35	130.6	428.3	41.4	118.2	130	5.0	1	118.2
34	126.7	415.7	40.5	135.6	326	5.0	1	135.6
33	122.9	403.1	39.5	155.1	725	5.0	2	273.8
32	119.0	390.6	38.5	112.5	130	5.0	1	112.5
31	115.2	378.0	37.6	110.5	130	5.0	1	110.5
30	111.4	365.4	36.6	108.6	130	5.0	1	108.6
29	107.5	352.8	35.7	106.7	130	5.0	1	106.7
28	103.7	340.2	34.7	104.8	130	5.0	1	104.8
27	99.8	327.6	33.7	102.9	130	5.0	1	102.9
26	96.0	315.0	32.8	100.9	130	5.0	1	100.9
25	92.2	302.4	31.8	99.0	130	5.0	1	99.0
24	88.3	289.8	30.9	91.5	75	5.0	1	91.5
23	84.5	277.2	29.9	89.6	75	5.0	1	89.6
22	80.6	264.6	28.9	87.6	75	5.0	1	87.6
21	76.8	252.0	28.0	85.7	75	5.0	1	85.7
20	73.0	239.4	27.0	83.8	75	5.0	1	83.8
19	69.1	226.8	26.1	81.9	75	5.0	1	81.9
18	65.3	214.2	25.1	80.0	75	5.0	1	80.0
17	61.4	201.6	24.1	78.0	75	5.0	1	78.0
16	57.6	189.0	23.2	76.1	75	5.0	1	76.1
15	53.8	176.4	22.2	77.7	124	5.0	1	77.7

運用一般電梯及緊急升降機進行避難管理之可行性評估研究

14	49.9	163.8	21.3	75.8	124	5.0	1	75.8
13	46.1	151.2	20.3	73.8	124	5.0	1	73.8
12	42.2	138.6	19.3	71.9	124	5.0	1	71.9
11	38.4	126.0	18.4	70.0	124	5.0	1	70.0
10	34.6	113.4	17.4	68.0	124	5.0	1	68.0
9	30.7	100.8	16.4	66.0	124	5.0	1	66.0
8	26.9	88.2	15.3	63.8	124	5.0	1	63.8
7	23.0	75.6	14.1	61.5	124	5.0	1	61.5
6	19.2	63.0	12.9	59.1	124	5.0	1	59.1
5	15.4	50.4	11.6	56.4	124	5.0	1	56.4
4	11.5	37.8	10.1	53.4	124	5.0	1	53.4
3	7.7	25.2	8.3	49.9	124	5.0	1	49.9
2	3.8	12.6	6.0	45.3	124	5.0	1	45.3
1	0.0	0.0						

---

Total round trip time= 3140.5  
 Start up time= 73.5  
 Time to get to the outside after leaving the elevator= 30.0  
 Evacuation time using 2 elevators= 1830.8  
 (or **30.5 minutes**)

**WTB Emg 20**

People per floor is 124.  
 Distance between floors is 3.84 m or 12.60 ft.  
 Elevator usage percent is 20.000%  
 Normal car velocity is 4.00 m/s or 787.40 fpm.  
 Car acceleration is 0.50 m/s<sup>2</sup> or 1.64 ft/s<sup>2</sup>.  
 Car full load is 27 people.  
 Full load standing time is 76.11 s.  
 Other transfer inefficiency is 0.1700  
 Trip inefficiency is 0.100  
 Door type: E Two-Speed 1100mm (42in) wide  
 Doortime s 6.600 Door inefficiency 0.070

Floor Name	Elevation		One Way	Round Trip	People on Floor	Percent Usage	Round Trips	Time per Floor s
	m	ft	Time s	Time s				
36	134.4	440.9	42.4	158.7	130	20.0	1	158.7
35	130.6	428.3	41.4	156.8	130	20.0	1	156.8
34	126.7	415.7	40.5	157.0	326	20.0	3	439.0
33	122.9	403.1	39.5	155.1	725	20.0	6	894.3
32	119.0	390.6	38.5	151.1	130	20.0	1	151.1
31	115.2	378.0	37.6	149.1	130	20.0	1	149.1
30	111.4	365.4	36.6	147.2	130	20.0	1	147.2
29	107.5	352.8	35.7	145.3	130	20.0	1	145.3
28	103.7	340.2	34.7	143.4	130	20.0	1	143.4
27	99.8	327.6	33.7	141.5	130	20.0	1	141.5
26	96.0	315.0	32.8	139.5	130	20.0	1	139.5
25	92.2	302.4	31.8	137.6	130	20.0	1	137.6
24	88.3	289.8	30.9	112.1	75	20.0	1	112.1
23	84.5	277.2	29.9	110.2	75	20.0	1	110.2
22	80.6	264.6	28.9	108.3	75	20.0	1	108.3
21	76.8	252.0	28.0	106.4	75	20.0	1	106.4
20	73.0	239.4	27.0	104.4	75	20.0	1	104.4
19	69.1	226.8	26.1	102.5	75	20.0	1	102.5
18	65.3	214.2	25.1	100.6	75	20.0	1	100.6
17	61.4	201.6	24.1	98.7	75	20.0	1	98.7
16	57.6	189.0	23.2	96.8	75	20.0	1	96.8
15	53.8	176.4	22.2	118.4	124	20.0	1	118.4

運用一般電梯及緊急升降機進行避難管理之可行性評估研究

14	49.9	163.8	21.3	116.5	124	20.0	1	116.5
13	46.1	151.2	20.3	114.6	124	20.0	1	114.6
12	42.2	138.6	19.3	112.7	124	20.0	1	112.7
11	38.4	126.0	18.4	110.7	124	20.0	1	110.7
10	34.6	113.4	17.4	108.8	124	20.0	1	108.8
9	30.7	100.8	16.4	106.7	124	20.0	1	106.7
8	26.9	88.2	15.3	104.5	124	20.0	1	104.5
7	23.0	75.6	14.1	102.3	124	20.0	1	102.3
6	19.2	63.0	12.9	99.8	124	20.0	1	99.8
5	15.4	50.4	11.6	97.1	124	20.0	1	97.1
4	11.5	37.8	10.1	94.2	124	20.0	1	94.2
3	7.7	25.2	8.3	90.6	124	20.0	1	90.6
2	3.8	12.6	6.0	86.1	124	20.0	1	86.1
1	0.0	0.0						

---

Total round trip time=	5206.3
Start up time=	73.5
Time to get to the outside after leaving the elevator=	30.0
Evacuation time using 2 elevators=	2967.0
(or	<b>49.4 minutes)</b>

**WTB Emg 5,3,0**

People per floor is 124.  
 Distance between floors is 3.84 m or 12.60 ft.  
 Elevator usage percent is 5.000%  
 Normal car velocity is 4.00 m/s or 787.40 fpm.  
 Car acceleration is 0.50 m/s<sup>2</sup> or 1.64 ft/s<sup>2</sup>.  
 Car full load is 27 people.  
 Full load standing time is 76.11 s.  
 Other transfer inefficiency is 0.1700  
 Trip inefficiency is 0.100  
 Door type: E Two-Speed 1100mm (42in) wide  
 Doortime s 6.600 Door inefficiency 0.070

Floor Name	Elevation		One Way	Round Trip	People on Floor	Percent Usage	Round Trips	Time per Floor s
	m	ft	Time s	Time s				
36	134.4	440.9	42.4	120.1	130	5.0	1	120.1
35	130.6	428.3	41.4	118.2	130	5.0	1	118.2
34	126.7	415.7	40.5	135.6	326	5.0	1	135.6
33	122.9	403.1	39.5	155.1	725	5.0	2	273.8
32	119.0	390.6	38.5	112.5	130	5.0	1	112.5
31	115.2	378.0	37.6	110.5	130	5.0	1	110.5
30	111.4	365.4	36.6	108.6	130	5.0	1	108.6
29	107.5	352.8	35.7	106.7	130	5.0	1	106.7
28	103.7	340.2	34.7	104.8	130	5.0	1	104.8
27	99.8	327.6	33.7	102.9	130	5.0	1	102.9
26	96.0	315.0	32.8	100.9	130	5.0	1	100.9
25	92.2	302.4	31.8	99.0	130	5.0	1	99.0
24	88.3	289.8	30.9	91.5	75	5.0	1	91.5
23	84.5	277.2	29.9	89.6	75	5.0	1	89.6
22	80.6	264.6	28.9	85.0	75	3.0	1	85.0
21	76.8	252.0	28.0	83.0	75	3.0	1	83.0
20	73.0	239.4	27.0	81.1	75	3.0	1	81.1
19	69.1	226.8	26.1	79.2	75	3.0	1	79.2
18	65.3	214.2	25.1	77.3	75	3.0	1	77.3
17	61.4	201.6	24.1	75.4	75	3.0	1	75.4
16	57.6	189.0	23.2	73.4	75	3.0	1	73.4
15	53.8	176.4	22.2	74.2	124	3.0	1	74.2

運用一般電梯及緊急升降機進行避難管理之可行性評估研究

14	49.9	163.8	21.3	72.3	124	3.0	1	72.3
13	46.1	151.2	20.3	70.4	124	3.0	1	70.4
12	42.2	138.6	19.3	64.4	124	0.0	0	0.0
11	38.4	126.0	18.4	62.5	124	0.0	0	0.0
10	34.6	113.4	17.4	60.5	124	0.0	0	0.0
9	30.7	100.8	16.4	58.5	124	0.0	0	0.0
8	26.9	88.2	15.3	56.3	124	0.0	0	0.0
7	23.0	75.6	14.1	54.0	124	0.0	0	0.0
6	19.2	63.0	12.9	51.6	124	0.0	0	0.0
5	15.4	50.4	11.6	48.9	124	0.0	0	0.0
4	11.5	37.8	10.1	45.9	124	0.0	0	0.0
3	7.7	25.2	8.3	42.4	124	0.0	0	0.0
2	3.8	12.6	6.0	37.8	124	0.0	0	0.0
1	0.0	0.0						

---

Total round trip time= 2446.0  
 Start up time= 73.5  
 Time to get to the outside after leaving the elevator= 30.0  
 Evacuation time using 2 elevators= 1448.8  
 (or **24.1 minutes**)

**WTB Emg 5 high**

People per floor is 124.  
 Distance between floors is 3.84 m or 12.60 ft.  
 Elevator usage percent is 5.000%  
 Normal car velocity is 4.00 m/s or 787.40 fpm.  
 Car acceleration is 0.50 m/s<sup>2</sup> or 1.64 ft/s<sup>2</sup>.  
 Car full load is 27 people.  
 Full load standing time is 76.11 s.  
 Other transfer inefficiency is 0.1700  
 Trip inefficiency is 0.100  
 Door type: E Two-Speed 1100mm (42in) wide  
 Doortime s 6.600 Door inefficiency 0.070

Floor Name	Elevation		One Way	Round Trip	People on Floor	Percent Usage	Round Trips	Time per Floor s
	m	ft	Time s	Time s				
36	134.4	440.9	42.4	120.1	130	5.0	1	120.1
35	130.6	428.3	41.4	118.2	130	5.0	1	118.2
34	126.7	415.7	40.5	135.6	326	5.0	1	135.6
33	122.9	403.1	39.5	155.1	725	5.0	2	273.8
32	119.0	390.6	38.5	112.5	130	5.0	1	112.5
31	115.2	378.0	37.6	110.5	130	5.0	1	110.5
30	111.4	365.4	36.6	108.6	130	5.0	1	108.6
29	107.5	352.8	35.7	106.7	130	5.0	1	106.7
28	103.7	340.2	34.7	104.8	130	5.0	1	104.8
27	99.8	327.6	33.7	102.9	130	5.0	1	102.9
26	96.0	315.0	32.8	100.9	130	5.0	1	100.9
25	92.2	302.4	31.8	99.0	130	5.0	1	99.0
24	88.3	289.8	30.9	91.5	75	5.0	1	91.5
23	84.5	277.2	29.9	89.6	75	5.0	1	89.6
22	80.6	264.6	28.9	83.6	75	0.0	0	0.0
21	76.8	252.0	28.0	81.7	75	0.0	0	0.0
20	73.0	239.4	27.0	79.8	75	0.0	0	0.0
19	69.1	226.8	26.1	77.9	75	0.0	0	0.0
18	65.3	214.2	25.1	75.9	75	0.0	0	0.0
17	61.4	201.6	24.1	74.0	75	0.0	0	0.0
16	57.6	189.0	23.2	72.1	75	0.0	0	0.0
15	53.8	176.4	22.2	70.2	124	0.0	0	0.0

運用一般電梯及緊急升降機進行避難管理之可行性評估研究

14	49.9	163.8	21.3	68.3	124	0.0	0	0.0
13	46.1	151.2	20.3	66.3	124	0.0	0	0.0
12	42.2	138.6	19.3	64.4	124	0.0	0	0.0
11	38.4	126.0	18.4	62.5	124	0.0	0	0.0
10	34.6	113.4	17.4	60.5	124	0.0	0	0.0
9	30.7	100.8	16.4	58.5	124	0.0	0	0.0
8	26.9	88.2	15.3	56.3	124	0.0	0	0.0
7	23.0	75.6	14.1	54.0	124	0.0	0	0.0
6	19.2	63.0	12.9	51.6	124	0.0	0	0.0
5	15.4	50.4	11.6	48.9	124	0.0	0	0.0
4	11.5	37.8	10.1	45.9	124	0.0	0	0.0
3	7.7	25.2	8.3	42.4	124	0.0	0	0.0
2	3.8	12.6	6.0	37.8	124	0.0	0	0.0
1	0.0	0.0						

---

Total round trip time= 1674.8  
 Start up time= 73.5  
 Time to get to the outside after leaving the elevator= 30.0  
 Evacuation time using 2 elevators= 1024.6  
 (or **17.1 minutes**)

**WTB Emg mid**

People per floor is 124.  
 Distance between floors is 3.84 m or 12.60 ft.  
 Elevator usage percent is 5.000%  
 Normal car velocity is 4.00 m/s or 787.40 fpm.  
 Car acceleration is 0.50 m/s<sup>2</sup> or 1.64 ft/s<sup>2</sup>.  
 Car full load is 27 people.  
 Full load standing time is 76.11 s.  
 Other transfer inefficiency is 0.1700  
 Trip inefficiency is 0.100  
 Door type: E Two-Speed 1100mm (42in) wide  
 Doortime s 6.600 Door inefficiency 0.070

Floor Name	Elevation m	Elevation ft	One Way Time s	Round Trip Time s	People on Floor	Percent Usage	Round Trips	Time per Floor s
36	134.4	440.9	42.4	110.5	130	0.0	0	0.0
35	130.6	428.3	41.4	108.6	130	0.0	0	0.0
34	126.7	415.7	40.5	106.7	326	0.0	0	0.0
33	122.9	403.1	39.5	104.7	725	0.0	0	0.0
32	119.0	390.6	38.5	102.8	130	0.0	0	0.0
31	115.2	378.0	37.6	100.9	130	0.0	0	0.0
30	111.4	365.4	36.6	99.0	130	0.0	0	0.0
29	107.5	352.8	35.7	97.1	130	0.0	0	0.0
28	103.7	340.2	34.7	95.1	130	0.0	0	0.0
27	99.8	327.6	33.7	93.2	130	0.0	0	0.0
26	96.0	315.0	32.8	91.3	130	0.0	0	0.0
25	92.2	302.4	31.8	89.4	130	0.0	0	0.0
24	88.3	289.8	30.9	87.5	75	0.0	0	0.0
23	84.5	277.2	29.9	85.5	75	0.0	0	0.0
22	80.6	264.6	28.9	87.6	75	5.0	1	87.6
21	76.8	252.0	28.0	85.7	75	5.0	1	85.7
20	73.0	239.4	27.0	83.8	75	5.0	1	83.8
19	69.1	226.8	26.1	81.9	75	5.0	1	81.9
18	65.3	214.2	25.1	80.0	75	5.0	1	80.0
17	61.4	201.6	24.1	78.0	75	5.0	1	78.0
16	57.6	189.0	23.2	76.1	75	5.0	1	76.1
15	53.8	176.4	22.2	77.7	124	5.0	1	77.7

運用一般電梯及緊急升降機進行避難管理之可行性評估研究

14	49.9	163.8	21.3	75.8	124	5.0	1	75.8
13	46.1	151.2	20.3	73.8	124	5.0	1	73.8
12	42.2	138.6	19.3	64.4	124	0.0	0	0.0
11	38.4	126.0	18.4	62.5	124	0.0	0	0.0
10	34.6	113.4	17.4	60.5	124	0.0	0	0.0
9	30.7	100.8	16.4	58.5	124	0.0	0	0.0
8	26.9	88.2	15.3	56.3	124	0.0	0	0.0
7	23.0	75.6	14.1	54.0	124	0.0	0	0.0
6	19.2	63.0	12.9	51.6	124	0.0	0	0.0
5	15.4	50.4	11.6	48.9	124	0.0	0	0.0
4	11.5	37.8	10.1	45.9	124	0.0	0	0.0
3	7.7	25.2	8.3	42.4	124	0.0	0	0.0
2	3.8	12.6	6.0	37.8	124	0.0	0	0.0
1	0.0	0.0						

---

Total round trip time= 800.4  
 Start up time= 73.5  
 Time to get to the outside after leaving the elevator= 30.0  
 Evacuation time using 2 elevators= 543.7  
 (or **9.1 minutes**)

**WTB Emg low 5**

People per floor is 124.  
 Distance between floors is 3.84 m or 12.60 ft.  
 Elevator usage percent is 5.000%  
 Normal car velocity is 4.00 m/s or 787.40 fpm.  
 Car acceleration is 0.50 m/s<sup>2</sup> or 1.64 ft/s<sup>2</sup>.  
 Car full load is 27 people.  
 Full load standing time is 76.11 s.  
 Other transfer inefficiency is 0.1700  
 Trip inefficiency is 0.100  
 Door type: E Two-Speed 1100mm (42in) wide  
 Doortime s 6.600 Door inefficiency 0.070

Floor Name	Elevation m	Elevation ft	One Way Time s	Round Trip Time s	People on Floor	Percent Usage	Round Trips	Time per Floor s
36	134.4	440.9	42.4	110.5	130	0.0	0	0.0
35	130.6	428.3	41.4	108.6	130	0.0	0	0.0
34	126.7	415.7	40.5	106.7	326	0.0	0	0.0
33	122.9	403.1	39.5	104.7	725	0.0	0	0.0
32	119.0	390.6	38.5	102.8	130	0.0	0	0.0
31	115.2	378.0	37.6	100.9	130	0.0	0	0.0
30	111.4	365.4	36.6	99.0	130	0.0	0	0.0
29	107.5	352.8	35.7	97.1	130	0.0	0	0.0
28	103.7	340.2	34.7	95.1	130	0.0	0	0.0
27	99.8	327.6	33.7	93.2	130	0.0	0	0.0
26	96.0	315.0	32.8	91.3	130	0.0	0	0.0
25	92.2	302.4	31.8	89.4	130	0.0	0	0.0
24	88.3	289.8	30.9	87.5	75	0.0	0	0.0
23	84.5	277.2	29.9	85.5	75	0.0	0	0.0
22	80.6	264.6	28.9	83.6	75	0.0	0	0.0
21	76.8	252.0	28.0	81.7	75	0.0	0	0.0
20	73.0	239.4	27.0	79.8	75	0.0	0	0.0
19	69.1	226.8	26.1	77.9	75	0.0	0	0.0
18	65.3	214.2	25.1	75.9	75	0.0	0	0.0
17	61.4	201.6	24.1	74.0	75	0.0	0	0.0
16	57.6	189.0	23.2	72.1	75	0.0	0	0.0
15	53.8	176.4	22.2	70.2	124	0.0	0	0.0

運用一般電梯及緊急升降機進行避難管理之可行性評估研究

14	49.9	163.8	21.3	68.3	124	0.0	0	0.0
13	46.1	151.2	20.3	66.3	124	0.0	0	0.0
12	42.2	138.6	19.3	71.9	124	5.0	1	71.9
11	38.4	126.0	18.4	70.0	124	5.0	1	70.0
10	34.6	113.4	17.4	68.0	124	5.0	1	68.0
9	30.7	100.8	16.4	66.0	124	5.0	1	66.0
8	26.9	88.2	15.3	63.8	124	5.0	1	63.8
7	23.0	75.6	14.1	61.5	124	5.0	1	61.5
6	19.2	63.0	12.9	59.1	124	5.0	1	59.1
5	15.4	50.4	11.6	56.4	124	5.0	1	56.4
4	11.5	37.8	10.1	53.4	124	5.0	1	53.4
3	7.7	25.2	8.3	49.9	124	5.0	1	49.9
2	3.8	12.6	6.0	45.3	124	5.0	1	45.3
1	0.0	0.0						

---

Total round trip time= 665.4  
 Start up time= 73.5  
 Time to get to the outside after leaving the elevator= 30.0  
 Evacuation time using 2 elevators= 469.4  
 (or **7.8 minutes**)

二、富邦辦公大樓電梯避難模擬表

**FUBAN14**

People per floor is	50.
Distance between floors is	4.00 m or 13.12 ft.
Elevator usage percent is	30.000%
Normal car velocity is	2.50 m/s or 492.13 fpm.
Car acceleration is	0.80 m/s <sup>2</sup> or 2.62 ft/s <sup>2</sup> .
Car full load is	15 people.
Full load standing time is	43.68 s.
Other transfer inefficiency is	0.1500
Trip inefficiency is	0.100
Door type: F Center-Opening	1100mm (42in) wide
Doortime s	4.600
Door inefficiency	0.050

Floor Name	Elevation		One Way Time s	Round Trip Time s	People on Floor	Percent Usage	Round Trips	Time per Floor s
	m	ft						
15	56.0	183.7	26.1	72.0	0	30.0	0	0.0
14	52.0	170.6	24.5	68.8	0	30.0	0	0.0
13	48.0	157.5	22.9	89.6	50	30.0	1	89.6
12	44.0	144.4	21.3	86.4	50	30.0	1	86.4
11	40.0	131.2	19.7	59.2	0	30.0	0	0.0
10	36.0	118.1	18.1	80.0	48	30.0	1	80.0
9	32.0	105.0	16.5	76.8	48	30.0	1	76.8
8	28.0	91.9	14.9	71.5	44	30.0	1	71.5
7	24.0	78.7	13.3	68.3	44	30.0	1	68.3
6	20.0	65.6	11.7	67.2	50	30.0	1	67.2
5	16.0	52.5	10.1	64.0	50	30.0	1	64.0
4	12.0	39.4	8.5	60.8	50	30.0	1	60.8
3	8.0	26.2	6.9	49.2	34	30.0	1	49.2
2	4.0	13.1	5.0	53.6	50	30.0	1	53.6
1	0.0	0.0						

Total round trip time= 767.0  
 Start up time= 44.3  
 Time to get to the outside after leaving the elevator= 30.0  
 Evacuation time using 4 elevators= 285.3  
 (or **4.8 minutes**)

**FUBAN14**

People per floor is 50.  
 Distance between floors is 4.00 m or 13.12 ft.  
 Elevator usage percent is 60.000%  
 Normal car velocity is 2.50 m/s or 492.13 fpm.  
 Car acceleration is 0.80 m/s<sup>2</sup> or 2.62 ft/s<sup>2</sup>.  
 Car full load is 15 people.  
 Full load standing time is 43.68 s.  
 Other transfer inefficiency is 0.1500  
 Trip inefficiency is 0.100  
 Door type: F Center-Opening 1100mm (42in) wide  
 Doortime s 4.600 Door inefficiency 0.050

Floor Name	Elevation		One Way Time s	Round Trip Time s	People on Floor	Percent Usage	Round Trips	Time per Floor s
	m	ft						
15	56.0	183.7	26.1	72.0	0	60.0	0	0.0
14	52.0	170.6	24.5	68.8	0	60.0	0	0.0
13	48.0	157.5	22.9	89.6	50	60.0	2	179.1
12	44.0	144.4	21.3	86.4	50	60.0	2	172.7
11	40.0	131.2	19.7	59.2	0	60.0	0	0.0
10	36.0	118.1	18.1	80.0	48	60.0	2	159.9
9	32.0	105.0	16.5	76.8	48	60.0	2	153.5
8	28.0	91.9	14.9	73.6	44	60.0	2	140.9
7	24.0	78.7	13.3	70.4	44	60.0	2	134.5
6	20.0	65.6	11.7	67.2	50	60.0	2	134.3
5	16.0	52.5	10.1	64.0	50	60.0	2	127.9
4	12.0	39.4	8.5	60.8	50	60.0	2	121.5
3	8.0	26.2	6.9	57.5	34	60.0	2	96.3
2	4.0	13.1	5.0	53.6	50	60.0	2	107.3
1	0.0	0.0						

-----  
 Total round trip time= 1527.8  
 Start up time= 44.3  
 Time to get to the outside after leaving the elevator= 30.0  
 Evacuation time using 4 elevators= 494.5  
 (or **8.2 minutes**)

**FUBAN14**

People per floor is 50.  
 Distance between floors is 4.00 m or 13.12 ft.  
 Elevator usage percent is 80.000%  
 Normal car velocity is 2.50 m/s or 492.13 fpm.  
 Car acceleration is 0.80 m/s<sup>2</sup> or 2.62 ft/s<sup>2</sup>.  
 Car full load is 15 people.  
 Full load standing time is 43.68 s.  
 Other transfer inefficiency is 0.1500  
 Trip inefficiency is 0.100  
 Door type: F Center-Opening 1100mm (42in) wide  
 Doortime s 4.600 Door inefficiency 0.050

Floor Name	Elevation		One Way Time s	Round Trip Time s	People on Floor	Percent Usage	Round Trips	Time per Floor s
	m	ft						
15	56.0	183.7	26.1	72.0	0	80.0	0	0.0
14	52.0	170.6	24.5	68.8	0	80.0	0	0.0
13	48.0	157.5	22.9	89.6	50	80.0	3	258.3
12	44.0	144.4	21.3	86.4	50	80.0	3	248.7
11	40.0	131.2	19.7	59.2	0	80.0	0	0.0
10	36.0	118.1	18.1	80.0	48	80.0	3	227.4
9	32.0	105.0	16.5	76.8	48	80.0	3	217.8
8	28.0	91.9	14.9	73.6	44	80.0	3	201.9
7	24.0	78.7	13.3	70.4	44	80.0	3	192.3
6	20.0	65.6	11.7	67.2	50	80.0	3	191.1
5	16.0	52.5	10.1	64.0	50	80.0	3	181.5
4	12.0	39.4	8.5	60.8	50	80.0	3	171.9
3	8.0	26.2	6.9	57.5	34	80.0	2	110.9
2	4.0	13.1	5.0	53.6	50	80.0	3	150.5
1	0.0	0.0						

-----  
 Total round trip time= 2152.1  
 Start up time= 44.3  
 Time to get to the outside after leaving the elevator= 30.0  
 Evacuation time using 4 elevators= 666.2  
 (or **11.1 minutes**)

**FUBAN14**

People per floor is 50.  
 Distance between floors is 4.00 m or 13.12 ft.  
 Elevator usage percent is 100.000%  
 Normal car velocity is 2.50 m/s or 492.13 fpm.  
 Car acceleration is 0.80 m/s<sup>2</sup> or 2.62 ft/s<sup>2</sup>.  
 Car full load is 15 people.  
 Full load standing time is 43.68 s.  
 Other transfer inefficiency is 0.1500  
 Trip inefficiency is 0.100  
 Door type: F Center-Opening 1100mm (42in) wide  
 Doortime s 4.600 Door inefficiency 0.050

---

Floor Name	Elevation		One Way Time s	Round Trip Time s	People on Floor	Percent Usage	Round Trips	Time per Floor s
	m	ft						
15	56.0	183.7	26.1	72.0	0	100.0	0	0.0
14	52.0	170.6	24.5	68.8	0	100.0	0	0.0
13	48.0	157.5	22.9	89.6	50	100.0	4	338.2
12	44.0	144.4	21.3	86.4	50	100.0	4	325.4
11	40.0	131.2	19.7	59.2	0	100.0	0	0.0
10	36.0	118.1	18.1	80.0	48	100.0	4	297.2
9	32.0	105.0	16.5	76.8	48	100.0	4	284.4
8	28.0	91.9	14.9	73.6	44	100.0	3	218.6
7	24.0	78.7	13.3	70.4	44	100.0	3	209.0
6	20.0	65.6	11.7	67.2	50	100.0	4	248.6
5	16.0	52.5	10.1	64.0	50	100.0	4	235.8
4	12.0	39.4	8.5	60.8	50	100.0	4	223.0
3	8.0	26.2	6.9	57.5	34	100.0	3	151.2
2	4.0	13.1	5.0	53.6	50	100.0	4	194.5
1	0.0	0.0						

---

Total round trip time= 2725.8  
 Start up time= 44.3  
 Time to get to the outside after leaving the elevator= 30.0  
 Evacuation time using 4 elevators= 823.9  
 (or **13.7 minutes**)

**FUBAN14**

People per floor is 50.  
 Distance between floors is 4.00 m or 13.12 ft.  
 Elevator usage percent is 90.000%  
 Normal car velocity is 2.50 m/s or 492.13 fpm.  
 Car acceleration is 0.80 m/s<sup>2</sup> or 2.62 ft/s<sup>2</sup>.  
 Car full load is 15 people.  
 Full load standing time is 43.68 s.  
 Other transfer inefficiency is 0.1500  
 Trip inefficiency is 0.100  
 Door type: F Center-Opening 1100mm (42in) wide  
 Doortime s 4.600 Door inefficiency 0.050

Floor Name	Elevation		One Way Time s	Round Trip Time s	People on Floor	Percent Usage	Round Trips	Time per Floor s
	m	ft						
15	56.0	183.7	26.1	72.0	0	90.0	0	0.0
14	52.0	170.6	24.5	68.8	0	90.0	0	0.0
13	48.0	157.5	22.9	89.6	50	90.0	3	268.7
12	44.0	144.4	21.3	86.4	50	90.0	3	259.1
11	40.0	131.2	19.7	59.2	0	90.0	0	0.0
10	36.0	118.1	18.1	80.0	48	90.0	3	237.8
9	32.0	105.0	16.5	76.8	48	90.0	3	228.2
8	28.0	91.9	14.9	73.6	44	90.0	3	212.3
7	24.0	78.7	13.3	68.3	44	30.0	1	68.3
6	20.0	65.6	11.7	67.2	50	30.0	1	67.2
5	16.0	52.5	10.1	64.0	50	30.0	1	64.0
4	12.0	39.4	8.5	60.8	50	30.0	1	60.8
3	8.0	26.2	6.9	49.2	34	30.0	1	49.2
2	4.0	13.1	5.0	53.6	50	30.0	1	53.6
1	0.0	0.0						

-----

Total round trip time= 1569.0  
 Start up time= 44.3  
 Time to get to the outside after leaving the elevator= 30.0  
 Evacuation time using 4 elevators= 505.8  
 (or **8.4 minutes**)

**FUB**

People per floor is 50.  
 Distance between floors is 4.00 m or 13.12 ft.  
 Elevator usage percent is 10.000%  
 Normal car velocity is 2.50 m/s or 492.13 fpm.  
 Car acceleration is 0.80 m/s<sup>2</sup> or 2.62 ft/s<sup>2</sup>.  
 Car full load is 15 people.  
 Full load standing time is 43.68 s.  
 Other transfer inefficiency is 0.1500  
 Trip inefficiency is 0.100  
 Door type: F Center-Opening 1100mm (42in) wide  
 Doortime s 4.600 Door inefficiency 0.050

---

Floor Name	Elevation		One Way Time s	Round Trip Time s	People on Floor	Percent Usage	Round Trips	Time per Floor s
	m	ft						
15	56.0	183.7	26.1	72.0	0	10.0	0	0.0
14	52.0	170.6	24.5	68.8	0	10.0	0	0.0
13	48.0	157.5	22.9	69.5	50	10.0	1	69.5
12	44.0	144.4	21.3	66.3	50	10.0	1	66.3
11	40.0	131.2	19.7	59.2	0	10.0	0	0.0
10	36.0	118.1	18.1	61.2	48	10.0	1	61.2
9	32.0	105.0	16.5	58.0	48	10.0	1	58.0
8	28.0	91.9	14.9	53.5	44	10.0	1	53.5
7	24.0	78.7	13.3	50.3	44	10.0	1	50.3
6	20.0	65.6	11.7	47.1	50	10.0	1	47.1
5	16.0	52.5	10.1	43.9	50	10.0	1	43.9
4	12.0	39.4	8.5	40.7	50	10.0	1	40.7
3	8.0	26.2	6.9	36.2	34	10.0	1	36.2
2	4.0	13.1	5.0	33.6	50	10.0	1	33.6
1	0.0	0.0						

---

Total round trip time= 560.6  
 Start up time= 44.3  
 Time to get to the outside after leaving the elevator= 30.0  
 Evacuation time using 1 elevators= 691.0  
 (or **11.5 minutes**)

**FUB**

People per floor is 50.  
 Distance between floors is 4.00 m or 13.12 ft.  
 Elevator usage percent is 30.000%  
 Normal car velocity is 2.50 m/s or 492.13 fpm.  
 Car acceleration is 0.80 m/s<sup>2</sup> or 2.62 ft/s<sup>2</sup>.  
 Car full load is 15 people.  
 Full load standing time is 43.68 s.  
 Other transfer inefficiency is 0.1500  
 Trip inefficiency is 0.100  
 Door type: F Center-Opening 1100mm (42in) wide  
 Doortime s 4.600 Door inefficiency 0.050

Floor Name	Elevation		One Way Time s	Round Trip Time s	People on Floor	Percent Usage	Round Trips	Time per Floor s
	m	ft						
15	56.0	183.7	26.1	72.0	0	30.0	0	0.0
14	52.0	170.6	24.5	68.8	0	30.0	0	0.0
13	48.0	157.5	22.9	89.6	50	30.0	1	89.6
12	44.0	144.4	21.3	86.4	50	30.0	1	86.4
11	40.0	131.2	19.7	59.2	0	30.0	0	0.0
10	36.0	118.1	18.1	80.0	48	30.0	1	80.0
9	32.0	105.0	16.5	76.8	48	30.0	1	76.8
8	28.0	91.9	14.9	71.5	44	30.0	1	71.5
7	24.0	78.7	13.3	68.3	44	30.0	1	68.3
6	20.0	65.6	11.7	67.2	50	30.0	1	67.2
5	16.0	52.5	10.1	64.0	50	30.0	1	64.0
4	12.0	39.4	8.5	60.8	50	30.0	1	60.8
3	8.0	26.2	6.9	49.2	34	30.0	1	49.2
2	4.0	13.1	5.0	53.6	50	30.0	1	53.6
1	0.0	0.0						

-----  
 Total round trip time= 767.0  
 Start up time= 44.3  
 Time to get to the outside after leaving the elevator= 30.0  
 Evacuation time using 1 elevators= 918.1  
 (or **15.3 minutes**)

**FUB**

People per floor is 50.  
 Distance between floors is 4.00 m or 13.12 ft.  
 Elevator usage percent is 50.000%  
 Normal car velocity is 2.50 m/s or 492.13 fpm.  
 Car acceleration is 0.80 m/s<sup>2</sup> or 2.62 ft/s<sup>2</sup>.  
 Car full load is 15 people.  
 Full load standing time is 43.68 s.  
 Other transfer inefficiency is 0.1500  
 Trip inefficiency is 0.100  
 Door type: F Center-Opening 1100mm (42in) wide  
 Doortime s 4.600 Door inefficiency 0.050

---

Floor Name	Elevation		One Way Time s	Round Trip Time s	People on Floor	Percent Usage	Round Trips	Time per Floor s
	m	ft						
15	56.0	183.7	26.1	72.0	0	50.0	0	0.0
14	52.0	170.6	24.5	68.8	0	50.0	0	0.0
13	48.0	157.5	22.9	89.6	50	50.0	2	168.7
12	44.0	144.4	21.3	86.4	50	50.0	2	162.3
11	40.0	131.2	19.7	59.2	0	50.0	0	0.0
10	36.0	118.1	18.1	80.0	48	50.0	2	147.4
9	32.0	105.0	16.5	76.8	48	50.0	2	141.0
8	28.0	91.9	14.9	73.6	44	50.0	2	130.5
7	24.0	78.7	13.3	70.4	44	50.0	2	124.1
6	20.0	65.6	11.7	67.2	50	50.0	2	123.9
5	16.0	52.5	10.1	64.0	50	50.0	2	117.5
4	12.0	39.4	8.5	60.8	50	50.0	2	111.1
3	8.0	26.2	6.9	57.5	34	50.0	2	91.1
2	4.0	13.1	5.0	53.6	50	50.0	2	96.9
1	0.0	0.0						

---

Total round trip time= 1414.5  
 Start up time= 44.3  
 Time to get to the outside after leaving the elevator= 30.0  
 Evacuation time using 1 elevators= 1630.2  
 (or **27.2 minutes**)

**FUB**

People per floor is 50.  
 Distance between floors is 4.00 m or 13.12 ft.  
 Elevator usage percent is 100.000%  
 Normal car velocity is 2.50 m/s or 492.13 fpm.  
 Car acceleration is 0.80 m/s<sup>2</sup> or 2.62 ft/s<sup>2</sup>.  
 Car full load is 15 people.  
 Full load standing time is 43.68 s.  
 Other transfer inefficiency is 0.1500  
 Trip inefficiency is 0.100  
 Door type: F Center-Opening 1100mm (42in) wide  
 Doortime s 4.600 Door inefficiency 0.050

Floor Name	Elevation		One Way Time s	Round Trip Time s	People on Floor	Percent Usage	Round Trips	Time per Floor s
	m	ft						
15	56.0	183.7	26.1	72.0	0	100.0	0	0.0
14	52.0	170.6	24.5	68.8	0	100.0	0	0.0
13	48.0	157.5	22.9	89.6	50	100.0	4	338.2
12	44.0	144.4	21.3	86.4	50	100.0	4	325.4
11	40.0	131.2	19.7	59.2	0	100.0	0	0.0
10	36.0	118.1	18.1	80.0	48	100.0	4	297.2
9	32.0	105.0	16.5	76.8	48	100.0	4	284.4
8	28.0	91.9	14.9	73.6	44	100.0	3	218.6
7	24.0	78.7	13.3	70.4	44	100.0	3	209.0
6	20.0	65.6	11.7	67.2	50	100.0	4	248.6
5	16.0	52.5	10.1	64.0	50	100.0	4	235.8
4	12.0	39.4	8.5	60.8	50	100.0	4	223.0
3	8.0	26.2	6.9	57.5	34	100.0	3	151.2
2	4.0	13.1	5.0	53.6	50	100.0	4	194.5
1	0.0	0.0						

-----  
 Total round trip time= 2725.8  
 Start up time= 44.3  
 Time to get to the outside after leaving the elevator= 30.0  
 Evacuation time using 1 elevators= 3072.7  
 (or **51.2 minutes**)

**FUB**

People per floor is 50.  
 Distance between floors is 4.00 m or 13.12 ft.  
 Elevator usage percent is 20.000%  
 Normal car velocity is 2.50 m/s or 492.13 fpm.  
 Car acceleration is 0.80 m/s<sup>2</sup> or 2.62 ft/s<sup>2</sup>.  
 Car full load is 15 people.  
 Full load standing time is 43.68 s.  
 Other transfer inefficiency is 0.1500  
 Trip inefficiency is 0.100  
 Door type: F Center-Opening 1100mm (42in) wide  
 Doortime s 4.600 Door inefficiency 0.050

Floor Name	Elevation m	Elevation ft	One Way Time s	Round Trip Time s	People on Floor	Percent Usage	Round Trips	Time per Floor s
15	56.0	183.7	26.1	72.0	0	20.0	0	0.0
14	52.0	170.6	24.5	68.8	0	20.0	0	0.0
13	48.0	157.5	22.9	79.2	50	20.0	1	79.2
12	44.0	144.4	21.3	76.0	50	20.0	1	76.0
11	40.0	131.2	19.7	59.2	0	20.0	0	0.0
10	36.0	118.1	18.1	71.6	48	20.0	1	71.6
9	32.0	105.0	16.5	68.4	48	20.0	1	68.4
8	28.0	91.9	14.9	50.9	44	4.0	1	50.9
7	24.0	78.7	13.3	47.7	44	4.0	1	47.7
6	20.0	65.6	11.7	43.2	50	4.0	1	43.2
5	16.0	52.5	10.1	40.0	50	4.0	1	40.0
4	12.0	39.4	8.5	36.8	50	4.0	1	36.8
3	8.0	26.2	6.9	33.6	34	4.0	1	33.6
2	4.0	13.1	5.0	29.7	50	4.0	1	29.7
1	0.0	0.0						

-----  
 Total round trip time= 577.2  
 Start up time= 44.3  
 Time to get to the outside after leaving the elevator= 30.0  
 Evacuation time using 1 elevators= 709.3  
 (or **11.8 minutes**)

## 附錄二

### 美國 NFPA 101 摘譯

#### 3.3.51 Elevator Evacuation System.

A system, including a vertical series of elevator lobbies and associated elevator lobby doors, an elevator shaft(s), and a machine room(s), that provides protection from fire effects for elevator passengers, people waiting to use elevators, and elevator equipment so that elevators can be used safely for egress.

#### 3.3.51 電梯避難疏散系統。

一個系統為火災時保護提供使用電梯的乘客、等待使用電梯人員，和電梯設備等避免受到火災作用讓電梯得以安全地被使用為出入口設施，其中包括垂直的系統如電梯間大廳(elevator lobby)和附屬的電梯間門戶，電梯豎道 shafts)，和機械房等設備防護。

#### 3.3.52 Elevator Lobby.

A space from which people directly enter an elevator car(s) and to which people directly leave an elevator car(s).

#### 3.3.53 Elevator Lobby Door.

A door between an elevator lobby and another building space other than the elevator shaft.

#### 3.3.52 電梯間大廳。

人們可直接地進入電梯車箱 car(s)與直接地離開電梯車箱的空間。

#### 3.3.53 電梯間大廳門。

介於電梯間大廳和其他建築物空間之間(除電梯豎道外)配置的門戶。

#### 7.2.12.2.4\*

Where an elevator provides access from an area of refuge to a public way that is in accordance with 7.2.12.2.2, the elevator shall be approved for fire fighter service as provided in Section 211 of ASME/ANSI A17.1, Safety Code for Elevators and Escalators. The power supply shall be protected against interruption from fire occurring within the building but outside the area of refuge. The elevator shall be located in a shaft system meeting the requirements for smokeproof enclosures in accordance with 7.2.3.

*Exception No. 1: The smokeproof enclosure shall not be required for areas of refuge that are more than 1000 ft<sup>2</sup> (93 m<sup>2</sup>) and that are created by a horizontal exit meeting the requirements of 7.2.4.*

*Exception No. 2: The smokeproof enclosure shall not be required for elevators complying with 7.2.13.*

7.2.12.2.4 \* 當電梯符合 7.2.12.2.2 的一種，被提供從避難所區域通至公共空間方式且被認可如在 ASME/ANSI A17.1 1, 電梯和電動扶梯安全規範 21 火災時

提供消防隊使用者。其電源將被保護免受發生在建築物內避難所之外區域之火災時中斷。電梯將位於豎道系統與符合 7.2.3 防煙區劃的要求。

例外 1: 避難所的區域超過 1000 ft<sup>2</sup> (93 m<sup>2</sup>) 並且符合 7.2.4 要求設計水平的出口其防煙的區劃不需要。

例外 2: 電梯遵照 7.2.13 防煙的區劃不需要。

#### **A.7.2.12.2.4**

The use of elevators for egress, especially during an emergency such as a fire, is not an approach to be taken without considerable planning, ongoing effort, and a high degree of understanding by everyone involved with the evacuation of persons with mobility impairments. Due in part to the limited capacity of elevators, as well as to the conflicting demands for elevator use for fire-fighting activities, even elevators in accordance with 7.2.12.2.4 cannot be considered as satisfying any of the Code requirements for egress capacity, number of means of egress, or travel distance to an exit.

A. 7.2.12.2.4 電梯視為出口的用途，特別是在一個緊急狀態期間譬如火災時，若沒有周詳的計劃、持續的努力，和每個避難疏散的人高度認知以及涉及人移動性障礙考量下，此方法將不被採取。因對電梯有限的容量部分，以及對電梯為消防活動使用衝突要求，即使其電梯符合 7.2.12.2.4 仍不能被考慮作為滿足任何相關避難出口設計施的容量、數量，或到出口步行距離的法規要求。

7.2.12.2.5 The area of refuge shall be provided with a two-way communication system for communication between the area of refuge and a central control point. The door to the stair enclosure or the elevator door and the associated portion of the area of refuge that the stair enclosure door or elevator door serves shall be identified by signage. (See 7.2.12.3.5.)

7.2.12.2.5 避難所區域將供有一個雙向通信系統為避難所區域和中央控制中心之間的通信。對樓梯區劃門或電梯門和避難所區域的附屬的部份門戶狀況將由信號來識別。(參見 7.2.12.3.5 )

#### **7.2.12.2.6\***

Instructions for summoning assistance, via the two-way communication system, and written identification of the area of refuge location shall be posted adjacent to the two-way communication system.

7.2.12.2.6 \* 召喚協助的指示，透過雙向通信系統，和避難處所(據點)區域的書面內容應被張貼在雙向通信系統附近。

#### **A.7.2.12.2.6**

The instructions should include the following:

- (1) Directions to find other means of egress

- (2) Advice that persons able to use exit stairs do so as soon as possible, unless they are assisting others
- (3) Information on planned availability of assistance in the use of stairs or supervised operation of elevators and how to summon such assistance
- (4) Directions for use of the emergency communication system

To facilitate an adequate degree of understanding of the use of areas of refuge and of the associated assisted egress procedures, information should be provided to those using the facilities. The exact content of the information, its organization (for example, as a set of instructions), and its format (for example, either posted instructions in the area of refuge or information otherwise transmitted to facility users) should be determined on a case-by-case basis. The information should be tailored to the specific facility, its emergency plan, the intended audience, and the intended presentation format. The following provides suggested information content addressing two situations.

A. 7. 2. 12. 2. 6 指示應該包括以下：

- (1) 能指引人很快的找到其他出口樓梯方向
- (2) 建議其儘快使用出口樓梯，除非他正協助其他人
- (3) 提供有關在對樓梯的使用或電梯的操作監督和如何求助的計劃之可及性資訊
- (4) 對緊急通信系統的使用說明

促進與充分對避難所(據點)區域的用途的理解程度和結合協助的避難出口程序，應該提供這些設施使用之資訊。資訊確切之內容包括組織(例如，一系列的指引資料)，和格式(例如，在避難所區域張貼的指示或是被傳送給設施用戶的資訊)應該依個案地被確定。資訊應該為具體設施專門製作、它的緊急應變計畫、目標觀眾，和意圖的展現格式。下列是提供建議的資訊內容包含二種情況：

(a) **Refuge with Elevator Use.** An area of refuge provided in the elevator lobby serves as a staging area for persons unable to use stairs and needing assistance for their evacuation during an emergency. The elevator(s) will be taken out of automatic service and operated by emergency service personnel. Persons unable to evacuate down the exit stairs without assistance and needing transportation by elevator should make certain the elevator lobby doors are closed while they wait in the elevator lobby for assistance. The two-way communication system should be used if there is a delay of more than several minutes in the arrival of an elevator that will provide transportation to the ground floor. Alternatively, another refuge area, and assistance with evacuation, is available in the designated exit stair.

a) **避難所(據點)與電梯用途。** 在緊急狀態期間電梯間作為避難所(據點)區域提供無法使用樓梯避難疏散和需要協助的人集結地點。電梯將採暫停自動服務和改由緊急情況服務人員控管。無法利用出口樓梯避難疏散的人在無任何協助下需要由電梯運輸者，當其在電梯大廳等待協助時應該確認電梯間出入口門是關閉的。如果運輸電梯有幾分鐘或更多的時間延遲之際，提供的雙向通信系統應該被使用

以順利運送至地面層。其它避難所區域可供替代選擇和協助避難疏散，在預先選定的出口樓梯是可利用的。

(b) Refuge with Stair Use. An area of refuge within the designated exit stair serves as a staging area for persons needing assistance for their evacuation during an emergency. Persons unable to use the stairs unassisted, or who wish to move down the stairs at a slower pace, should wait on the stair landing. The two-way communication system should be used if assistance is needed.

(b) 避難所(據點)以及樓梯用途。在緊急狀態期間，在選定的出口樓梯之內避難所區域作為一個對於需要協助避難疏散者之集結地點。人在無任何協助下無法使用樓梯，或要以緩慢的步調沿著樓梯移動下，應該等待在樓梯處。如果需要協助時應該被使用雙向通信系統。

### 7.2.12.3 Details.

#### 7.2.12.3.1\*

Each area of refuge shall be sized to accommodate one wheelchair space of 30 in. x 48 in. (76 cm x 122 cm) for each 200 occupants, or portion thereof, based on the occupant load served by the area of refuge. Such wheelchair spaces shall maintain the width of a means of egress to not less than that required for the occupant load served and to not less than 36 in. (91 cm).

7.2.12.3.1 \* 避難所(據點)各個區域應估計能夠容納每 200 收容人數一個輪椅空間 30 in x 48 in (76 cm x 122 cm)，或部份，根據居住者人數所需避難所區域大小決定之。此輪椅空間不得影響收容人員應有避難出口寬度以及不得少於 36 in (91 cm)之寬度。

#### 7.2.12.3.2\*

For any area of refuge that does not exceed 1000 ft<sup>2</sup> (93 m<sup>2</sup>), it shall be demonstrated by calculation or test that tenable conditions are maintained within the area of refuge for a period of 15 minutes when the exposing space on the other side of the separation creating the area of refuge is subjected to the maximum expected fire conditions.

7.2.12.3.2 \*任一個避難所的區域面積不得超出 1000 ft<sup>2</sup> (93 m<sup>2</sup>)，應經由演算或測試呈現當暴露的空間在最大預期的火災狀況下隔離側所能容忍程度狀況，在避難所之內區域維持 15 分鐘期間的設計。

#### 7.2.12.3.3

Access to any designated wheelchair space in an area of refuge shall not be through more than one adjoining wheelchair space.

7.2.12.3.3 在進入避難所區域任一選定的輪椅空間應該不會是通過一相鄰輪椅空間。

## 7.2.12.3.4\*

Each area of refuge shall be separated from the remainder of the story by a barrier with not less than a 1-hour fire resistance rating, unless a greater rating is required in other provisions of this Code. Such barriers, and any openings in them, shall minimize air leakage and retard the passage of smoke. Doors in such barriers shall have not less than a 20-minute fire protection rating, unless a greater rating is required in other provisions of this Code, and shall be either self-closing or automatic-closing in accordance with 7.2.1.8.2. Ducts shall be permitted to penetrate such barriers, unless prohibited in other provisions of this Code, and shall be provided with smoke-actuated dampers or other approved means to resist the transfer of smoke into the area of refuge.

*Exception: Existing barriers with a minimum 30-minute fire resistance rating shall be permitted.*

7.2.12.3.4\* 每一避難所區域應與建築物其他區域以一屏障分隔不得低於1小時耐火性能規定值，除非此法規其它有更高的規定需求。此屏障及其所有開口部，使漏氣減到最低和減緩濃煙蔓延。防火門應至少20分鐘防火時效規定，除非此法規其它有更高的規定需求，並且應是自動關閉或符合7.2.1.8.2連動自動關閉與。配管將被允許貫穿此屏障，除非在此法規中有其它禁止規定，以及應配置偵煙啟動的防煙閘門或其它核准的方式防阻煙流入避難所區域。

例外：既有的屏障允許至少30分鐘耐火性規定值。

## 7.2.12.3.5

Each area of refuge shall be identified by a sign stating the following:

**AREA OF REFUGE**

The sign shall conform to the requirements of CABO/ANSI A117.1, American National Standard for Accessible and Usable Buildings and Facilities, for such signage and shall display the international symbol of accessibility. Signs also shall be located as follows:

- (1) At each door providing access to the area of refuge
- (2) At all exits not providing an accessible means of egress, as defined in 3.3.2
- (3) Where necessary to indicate clearly the direction to an area of refuge

Signs shall be illuminated as required for exit signs where exit sign illumination is required.

7.2.12.3.5 各個避難所區域應由以下陳述之標示識別：

**避難所區域**

避難所區域標示將依照建築物接近和使用設施的美國國家標準 CABO/ANSI A117.1，為此識別的要求，應顯示可及性的國際通用標示。標示應置於如下位置：

- (1) 在提供進入避難所區域必經之每一個門上
- (2) 在所有出口附近依照 3.3.2 所定義非接近的避難通道出口
- (3) 在必要時清楚地標明避難所區域之方向

標示若應為必需採照明式的地方則應依出口標示燈之要求規定設置。

### **7.2.13 Elevators.**

#### **7.2.13.1\* General.**

An elevator complying with the requirements of Section 9.4 and 7.2.13 shall be permitted to be used as a second means of egress from towers, as defined in 3.3.203, provided that the following criteria are met:

- (1) The tower and any attached structure shall be protected throughout by an approved, supervised automatic sprinkler system in accordance with Section 9.7.
- (2) The tower shall be subject to occupancy not to exceed 90 persons.
- (3) Primary egress discharges shall be directly to the outside.
- (4) No high hazard content areas shall exist in the tower or attached structure.
- (5) One hundred percent of the egress capacity shall be provided independent of the elevators.
- (6) An evacuation plan shall be implemented, specifically including the elevator, and staff personnel shall be trained in operations and procedures for elevator emergency use in normal operating mode prior to fire fighter recall.
- (7) The tower shall not be used by the general public.

### **7.2.13 電梯**

#### **7.2.13.1 \* 通則**

電梯應依據章節 9.4 和 7.2.13 的要求，允許被作為於 3.3.203 所定義之塔位置的第二個避難出口使用，並符合以下條件標準：

- (1) 塔和任一個附屬結構物應有符合章節 9.7 所核可之自動撒水設備防護。
- (2) 塔建築物收容人數不得超過 90 人。
- (3) 主要出口應是直接地通往戶外部份。
- (4) 塔或附屬結構物區域不得存放高危害物。
- (5) 提供之出口容量應可達百分之一百且與電梯是分立的。
- (6) 實施避難疏散計劃，具體內容包括電梯，及職員應認知在火災時消防隊操控前電梯緊急使用程序與正常操作方式等訓練。
- (7) 塔禁止公眾使用。

#### **A.7.2.13.1**

It is the intent of 7.2.13 that elevators serving as a means of egress serve only independent towers or the tower portion of any integral structure. For elevators that are used as a component in the means of egress, the elevator lobbies, elevator shaft, and machine room need to be protected from the effects of fire.

#### **A. 7. 2. 13. 1**

此 7.2.13 目的，電梯供作為出口單一獨立塔或任何整體建築物結構的部份。該電梯可被使用作為出口部分，電梯間、電梯機道，和機械室需要被保護免受火災時的影響。

### 3.3.203 Tower.

An enclosed independent structure or portion of a building with elevated levels for support of equipment or occupied for observation, control, operation, signaling, or similar limited use where

- (1) the elevated levels are provided to allow adequate observation or line-of-sight for personnel or equipment, and
- (2) the levels within the tower below the observation level and equipment room for that level are not occupied.

3. 3. 203 塔。

一獨立的或建築物的附屬部份結構以升高水平為設備支持或用於觀察、控制、操作、信號、或類似此有限的用途者：

- (1) 提供升高的水平允許人或設備充分觀察或監視用途，和
- (2) 介於塔供觀察層和設備空間之下樓層不得收容人員使用。

## 7.2.13.2 Elevator Evacuation System Capacity.

7.2.13.2.1

The elevator car shall have a capacity of not less than eight persons.

7. 2. 13. 2. 1 電梯車箱應有八人以上容量。

7.2.13.2.2

The elevator lobby shall have a capacity of not less than 50 percent of the occupant load of the area served by the lobby. The capacity shall be calculated by using 3 ft<sup>2</sup> (0.28 m<sup>2</sup>) per person and shall also include one wheelchair space of 30 in. x 48 in. (76 cm x 122 cm) for each 50 persons, or fraction thereof, of the total occupant load served by that lobby.

7. 2. 13. 2 電梯避難疏散系統容量

7. 2. 13. 2. 2 電梯間應有由梯間所服務之區域收容人員數之百分之 50 容量以上。此容量應以每人 3 ft<sup>2</sup> (0. 28 m<sup>2</sup>) 計算和並且應包括所服務之區域收容人員數每 50 人計算一台輪椅空間 30 in X 48 in (76 cm X 122 cm) 或部分。

### 7.2.13.3 Elevator Lobby.

On every floor served by the elevator, there shall be an elevator lobby. Barriers forming the elevator lobby shall have a fire resistance rating of not less than 1 hour and shall be arranged as a smoke barrier in accordance with Section 8.3.

7. 2. 13. 3 電梯間。

由電梯所服務之每一樓層，應有電梯間。屏障形成電梯間應有 1 小時以上的防火性能規定值，以及作為防煙屏障應符合章節 8. 3 規定。

### 7.2.13.4 Elevator Lobby Doors.

Elevator lobby doors shall have a fire protection rating of at least 1 hour. The transmitted temperature end point shall not exceed 450F(250C) above ambient at the end of 30 minutes of the fire exposure specified in the test method referenced in 8.2.3.2.1(a). Elevator lobby doors shall be self-closing or automatic-closing in accordance with 7.2.1.8.

#### 7.2.13.4 電梯間門。

電梯間門應有至少 1 小時防火時效規定值。在指定測試方法參考 8.2.3.2.1(a), 火的曝露 30 分鐘後傳導溫度背溫不得超過周圍溫度 450F(250C) 以上。電梯間門應自動關閉或符合 7.2.1.8 連動自動關閉。

#### **7.2.13.5 Door Activation.**

The elevator lobby doors shall close in response to a signal from a smoke detector located directly outside the elevator lobby adjacent to or on each door opening. Closing of lobby doors in response to a signal from the building fire alarm system shall be permitted. Closing of one elevator lobby door by means of smoke detector or a signal from the building fire alarm system shall result in closing of all elevator lobby doors serving that elevator evacuation system.

#### 7.2.13.5 門開啟方式

任一個信號來自位於電梯間外或每一開放門附近之偵煙探測器動作連動反應電梯間門關閉。且應允許從建築物火警系統任一個信號連動梯間門關閉。電梯間門關閉指令來自一個偵煙探測器或信號來自建築物火警系統應能關閉該電梯避難疏散系統所有各樓層電梯間門

#### **7.2.13.6\* Water Protection.**

Building elements shall be used to restrict water exposure of elevator equipment.

#### 7.2.13.6 \* 防水性能

建築物構件應用於限制電梯設備被水曝露。

#### **A.7.2.13.6**

One or more of the following approaches can be used to restrict exposure of elevator equipment to water:

- (1) A combination of sealed elevator lobby doors, sloped floors, floor drains, and sealed elevator shaft walls is used.
- (2) The elevator is mounted on the building exterior that normally operates in the elements, and seals are used on the elevator lobby doors.
- (3) The elevator shaft is separated from the building at each floor by an exterior elevator lobby designed to prevent water entry into the elevator shaft.

Information gained from ongoing research concerning waterflow and elevators could lead to the development of water-resistive or water-protected elevator equipment specifically for fire applications. Such equipment should be used only with the building

elements (for example, sealed elevator lobby doors, sloped floors, floor drains) for which it is developed. Further information is available from the NIST publication, Feasibility of Fire Evacuation by Elevators at FAA Control Towers.

A.7.2.13.6 以下一個或更多的方法可使用於限制電梯設備暴露水的狀況:

- (1) 密封的電梯間、有坡度的地板、地板排水設計，和電梯機道密封的牆壁等組合使用。
- (2) 電梯配置於在建築物外部通常操作在構件上，並且在電梯間門使用密封處理。
- (3) 電梯機道與建築物在各樓層由一個外部電梯間分隔，設計防止水流入電梯機道。

資訊來源，係從有關電梯和水流課題導引發展電梯設備耐水或防水的性能為具體地應用於火災時之持續性研究成果。這樣的設備應該結合建築物構件(例如，電梯間門的密封、地板坡度處理，地板排水等)使用及被開發。詳細資訊可從 NIST 出版物得到，FAA 塔台火災時電梯避難疏散的可行性研究。

#### **7.2.13.7\* Power and Control Wiring.**

Elevator equipment, elevator communications, elevator machine room cooling, and elevator controller cooling shall be supplied by both normal and standby power. Wiring for power and control shall be located and properly protected to ensure at least 1 hour of operation in the event of a fire.

7.2.13.7 \* 電力和控制配線

電梯設備，電梯通信，電梯機械室冷卻，及電梯控制器冷卻應由正常和預備電力供應。在火災時電力與控制配線應置於和適當地保護並確保有效至少 1 小時。

#### **A.7.2.13.7**

Cooling equipment dedicated to the elevator machine room can be used to minimize requirements for standby power.

#### **A.7.2.13.7**

電梯機械室的冷卻設備使用預備電力的要求減至最小。

#### **7.2.13.8\* Communications.**

Two-way communication systems shall be provided between elevator lobbies and a central control point and between elevator cars and a central control point.

Communications wiring shall be protected to ensure at least 1 hour of operation in the event of fire.

7.2.13.8 \* 通信

雙向通信系統應被提供在電梯間和中央控制站室之間以及介於電梯車箱和中央控制室之間。在火災時通信配線應被保護確保至少 1 小時有效性能。

#### **A.7.2.13.8**

Communication between elevator lobbies and a central control point can be by

telephone or intercom. Auditory alarms should be designed so that they do not interfere with people talking on communications systems.

A. 7. 2. 13. 8 在電梯間和中央控制室之間的通信可經由電話或對講機。在音聲警報上應被設計成以不干擾通信系統人與人之間的談話。

#### **7.2.13.9\* Elevator Operation.**

Elevators shall be provided with fire fighter service in accordance with ASME/ANSI A17.1, *Safety Code for Elevators and Escalators*.

#### **7. 2. 13. 9\* 電梯操作**

電梯應提供火災時消防隊員使用並符合 ASME/ANSI A17. 1, *電梯和自動扶梯安全法規規定*。

#### **A.7.2.13.9**

Smoke detection in the elevator lobby will result in a Phase I recall of the elevators. The elevators will then be automatically taken out of normal service and will be available to be operated by emergency service personnel.

A. 7. 2. 13. 9 在電梯間偵煙型探測器將導致電梯的階段 I 回返指令。然後電梯將自動地被採取排除正常服務模式，將由緊急情況服務人員控管。

#### **7.2.13.10 Maintenance.**

Where an elevator lobby is served by only one elevator car, the elevator evacuation system shall have a program of scheduled maintenance during times of building shutdown or low building activity. Repairs shall be performed within 24 hours of breakdown.

#### **7. 2. 13. 10 維護**

當電梯間只有一台電梯車箱服務時，在建築物暫停使用或低活動期間的時期，電梯避難疏散系統應有定期維護計畫。應在故障之 24 小時內執行維修。

#### **7.2.13.11 Earthquake Protection.**

Elevators shall have the capability of orderly shutdowns during earthquakes at locations where such shutdowns are an option of ASME/ANSI A17.1, *Safety Code for Elevators and Escalators*.

#### **7. 2. 13. 11 防震**

在地震期間電梯應有依序暫停使用的性能，此暫停使用係為 ASME/ANSI A17. 1 電梯和自動扶梯安全法規的選擇性要求。

#### **7.2.13.12 Signage.**

Signage shall comply with 7.10.8.2.

#### **7. 2. 13. 12 信號**

信號應符合 7. 10. 8. 2 規定

### 7.10.8.2 Elevator Signs.

Elevators that are a part of a means of egress (see 7.2.13.1) shall have the following signs, with minimum letter height of 5/8 in. (1.6 cm), in every elevator lobby:

- (1)\* Signs that indicate that the elevator can be used for egress, including any restrictions on use
- (2)\* Signs that indicate the operational status of elevators

#### 7.10.8.2 電梯標示。

電梯(是部份的避難出口(參見 7.2.13.1) 應有以下之標示, 在每個電梯間以至少的文字高度 5/8 in。(1.6 cm) :

- (1) \* 明確的標示電梯可被使用為出口, 包括任何使用上限制
- (2) \* 明確的標示電梯的操作狀態

#### A.7.10.8.2(1)

These signs are to be used in place of signs that indicate that elevators are not to be used during fires. Examples of these signs include the following:

In the event of fire, this elevator will be used by the fire department for evacuation of people.

**PROTECTED ELEVATOR  
USABLE IN EMERGENCIES**

A.7.10.8.2(1) 這些標示將取代在火災時期間電梯禁止被使用的標示。這些標示內容例子如下:

在火災時, 此電梯將由消防隊使用為人的避難疏散。

**被保護的電梯能用在緊急狀態**

#### A.7.10.8.2(2)

The wording of these signs should reflect human behavior in fires and the control specifics of the elevator system. Subparagraph 7.10.8.2 addresses signs, but provisions for notification of the vision impaired need to be considered. For information about human behavior with respect to elevator evacuation see Groner and Levin, Human Factors Considerations in the Potential for Using Elevators in Building Emergency Evacuation Plans? Levin and Groner, Human Behavior Aspects of Staging Areas for Fire Safety in GSA Buildings? and Levin and Groner, Human Factors Considerations for the Potential Use of Elevators for Fire Evacuation of FAA Air Traffic Control Towers. Some examples of messages on signs that could be displayed are shown in Table A.7.10.8.2(2).

Table A.7.10.8.2(2) Elevator Status Messages

Elevator Status	Message
Normal use	<b>Elevator in Service</b>
Elevators recalled and waiting for fire service	<b>Please Wait for Fire Department or Use Stairs</b>
Elevator out of service	<b>Elevator Out of Service</b>

A. 7. 10. 8. 2(2) 這些標示字詞應該反應火災時人類行為和電梯系統的具體控制。7. 10. 8. 2 (2)表明標示，但是未對視覺障礙者需求的通知內容作規範考量。關於電梯避難疏散人類行為的資訊參見 Groner 和 Levin, 使用建築物電梯緊急撤離計劃潛在人為因素考量，在 GSA 建築物防火安全避難所集結地人類行為方面研究，以及對 FAA 空中交通控管塔的火災時避難疏散電梯的潛在使用人為因素考慮。 標示內容例子顯示在表 A.7.10.8.2(2)。

## **9.4 ELEVATORS, ESCALATORS, AND CONVEYORS**

### 9.4.1\* General.

An elevator, other than an elevator in accordance with 7.2.13, shall not be considered a component in a required means of egress but shall be permitted as a component in an accessible means of egress.

### 9.4 電梯、電動扶梯，和輸送機

#### 9.4.1 \* 通則。

電梯除符合 7.2.13 所述電梯之外，不應被視為必需的避難出口通道一部分，但是將被允許作為一接近的出入口組成。

附錄三：本計畫歷次重要會議紀錄及回應情形

安全防災組九十四年協辦研究計畫專家諮詢會會議紀錄

協辦研究計畫名稱	運用一般電梯及緊急升降機進行避難管理之可行性評估研究
研究計畫執行期程	民國 94 年 3 月至民國 94 年 12 月
專家座談會主題	電梯進行避難管理之可行性
會議時間	民國 94 年 10 月 24 日(星期一)下午 14 :30 分,內政部建築研究所十三樓會議室
會議紀錄	<p>一、主席報告： 陳建忠組長</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 感謝各位專家熱心參與本次的座談會，此研究案是由公共安全白皮書(分工作業可行性)所衍生出來的。</li> <li>2. 此研究案至年底即將告一個段落，是否有後續發展須看主管機關的需求，再來規劃後續的研究。</li> <li>3. 最後請參與本研究案最多的邱老師來主持報告。</li> </ol> <p>二、報告事項： 協同主持人邱文豐教授簡報</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 本研究案主題著重於「一般電梯及緊急升降機避難管理」。</li> <li>2. 報告研究進度及研究重點，請參考附件資料。 報告內容 :(略)</li> </ol> <p>三、討論事項：</p> <p>議題 1. 一般客用電梯及緊急用升降機如果強化防災功能條件下，是否得以全面避難疏散使用？或是因改善經費過高僅以緊急用升降機提供避難弱者使用為優先原則？</p> <p>*營建署建築管理組： 建議先行考量提供避難弱者使用，尤其為收容無法利用直通樓梯避難之人員，但收容該類人員的場所，大多依規定無須設置緊急升降機，故如為既有建築物，可能需要利用一般升降機改善。至新建築物，兩種方案均可。</p> <p>*台北市政府消防局 郭恩書股長 有關緊急用升降機及一般客用電梯於強化防災功能條件下，應</p>

可適時提供避難使用，並以提供避難弱者為優先，惟如何如何強化防災功能，應回歸完整防火避難設計下再行討論。  
如美國機界工程師協會(ASME)所提出 12 點作法。

\* 中華大學建築系 江教授崇誠

運用一般電梯供人員全面疏散避難使用，需評估其可行性及效益性，如強化電梯防火、防煙、防水、通訊設備等功能，而加強了這些功能，電梯成本也相對增加，可能比直通樓梯成本高。

議題 2. 現行既設之建築物緊急用升降機除消防救災用外，提供避難使用之看法？

\* 營建署建築管理組：

因緊急升降機原設置目的係供消防救災使用，本署尊重消防單位之看法。

\* 台北市政府消防局 郭恩書 股長

現行既設之建築物緊急用之升降機，因既有之設計，相關安全條件未能被確保，因此連救災人員均不常使用，更何況供人員避難使用。

\* 中華民國電梯協會 鍾組長聖焜

緊急用升降機必須具備防火、防煙、防水、防滴等功能，但目前有關電梯安檢方面只著重其一般功能，對其防火、防煙、防水、防滴等消防功能並沒有一套作業標準來進行檢查。所以當火災發生時，消防人員對緊急升降機沒有信心，只用來載運消防裝備，不會去載送人員。

\* 中華民國電梯協會 黃主任委員光宇

消防電梯的設置，其主要功能是在火災發生時，第一時間搶救所乘坐之工具，且在消防人員尚未到達前，供現場人員即時救火，其次供老弱婦幼及行動不便者使用。

議題 3. 新建高層建築物如採避難性能檢證方案時納入電梯避難之檢討，該建築物可使用電梯避難為其避難對策之一？

\*營建署建築管理組：

採用性能設計計畫書認可方式，原即可申請排除建築技術規則建築設計施工編有關防火避難之規定，只要其安全性可獲參與評定之專家學者認可，可同意納入電梯避難之檢討。

\*台北市政府消防局 郭恩書 股長

可依高層建築物升降機設置情形，如採分級、分層、交錯設置者，應可適時提供內部人員疏散使用，並配合防災中心的控制，及監視等條件下可做為其避難策略。

議題 4.運用電梯避難可行性增加，應如何強化民眾宣導教育或配合防火管理自衛消防編組訓練項目之中？

\*營建署建築管理組

建議僅運用於有單一管理單位之建築物。

\*台北市政府消防局 郭恩書 股長

因既有建築之升降機設計不一，因此建議就個案依其條件，先行規劃避難策略，並加強演練，可是為其之避難策略。

三、臨時動議

\*中華民國電梯協會 鍾組長聖焜

目前台灣法規規定 10 樓以上必須設緊急用升降機，但是不同廠牌之升降機有不同的 Key，影響救災時效，建議相關單位能制定法規統一升降機門的 Key。

\*中華民國電梯協會 黃主任委員光宇

目前國內電梯門的設計，應考慮到其防火、防煙及時效問題，建議相關單位列入改善方案，並制訂防煙門的安檢規範。

安全防災組九十四年協辦研究計畫期初簡報會議

審查委員	審查意見	回應情形
內政部消防署 陳文龍組長	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 工作目標確定提出(緊急)升降設備供避難使用規範訂定之參考依據,符合需求。</li> <li>2. 研究方法中,針對台北 101 進行實地調查,並運用美國 ELVAC 電梯承載模式,日本平成檢正法及英國避難安全進行評估分析,是否能有效且全盤探討升降設備供避難使用,應再與檢討之必要。</li> <li>3. 升降設備供避難使用時,在火災警報傳達,避難引導等軟體管理層面如何配合建請並予列入研究。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 研究目標以蒐集並了解國外採用升降設備進行避難管理案例及相關法規應用,成果提供規範訂定之參考依據。</li> <li>2. 本研究考量現實廣泛之高層建築樓層,已放棄台北 101 進行實地調查,較具普遍性. 電梯供避難硬體與軟體方面探討.</li> <li>3. ELVAC 軟體限制,並無法兼顧人類行為方面之模擬操作,僅針對電梯運載效益分析.</li> </ol>
警察大學 沈子勝教授	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 台北 101 大樓內之電梯分為低層部、高層部、中間層部、高速電梯及緊急用升降機等共 43 座電梯,若以 ELVAC 程式分析其避難時間,恐有無法分析之窘況,若以高速電梯或緊急用升降梯為分析對象,尚有可為之處。</li> <li>2. 請一併擬定高層建築物火災等緊急狀況下及非火災等緊急狀況下,人員以樓梯搭配電梯避難之全棟避難對策或避難計畫。</li> <li>3. 在評估研究(一)中,提及 Exodus 及日本檢證法評估 101 之升降設備避難,請說明如何以該軟體模擬之。</li> <li>4. 若以 Building-Exodus 及檢正法評估 101 之避難時間,將以何者為準(在沒有實證研究的情況下)?</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 本研究考量現實廣泛之高層建築樓層,已放棄台北 101 進行實地調查,選擇國貿大樓及富邦大樓較具普遍性. 電梯供避難硬體與軟體方面探討. 另 ELVAC 軟體限制,並無法兼顧人類行為方面之模擬操作,僅針對電梯運載效益分析.</li> <li>2. 本研究第四章電梯避難安全管理內容有針對全棟避難對策或避難計畫說明。</li> <li>3. 另 ELVAC 軟體限制,並無法兼顧人類行為方面之模擬操作,僅針對電梯運載效益分析</li> <li>4. 富邦大樓過去曾經採實證研究,可資比對.</li> </ol>
內政部營建署	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 本案研究重點著重在評估高層建築在火災時利用(緊急)升降設備進行避難疏散之可行性,應同時提出相關建築避難設施及消防設備之性能項目,以資檢</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 參考美日英法規標準納入考量.</li> <li>2. 以遵照意見於第四章辦理軟體部分之研究.</li> </ol>

<p>孫立研研究員</p>	<p>驗。</p> <p>2.除了硬體之性能外,有關軟體之訓練,如人員之避難引導,建議一並提出具體對策。</p> <p>3.本案在案例方面,選擇 101 的目的為何? 101 的建築用途大部份為辦公室,相對於其他高層建築物或許更為單純,建築物避難之模式與建築用途有十分密切的關連性,應予考量。</p>	<p>3.高層建築物多以辦公室用途為主,可能附加其他用途,為簡化單純採辦公大樓為研究對象,因 ELVAC 運作必需輸入各樓層人數,無法精確掌握其他如百貨業非特定人流因素.用途別影響問題建議後續研究課題。</p>
<p>中華民國電機技師公會全國聯合會彭繼傳</p>	<p>1. 緊急用避難梯之火洞電纜須採防火電纜,機房之電機控制箱防火,應須作區劃防火。</p>	<p>1. 建議事項納入研究內容.</p>
<p>中華民國電梯協會鍾聖焜副秘書長</p>	<p>1.研究內容,目前已有條文法令規範及運轉模式可供參考之依據。</p> <p>2.量化評估,不確定因素,應有風險評估。</p> <p>3.一般電梯或緊急升降機,電源狀態應特別確認,且能在控制下。</p> <p>4.電梯控制是目前只侷限於 101 或京華城等,一般大樓電梯並沒有,研究對象代表性應予釐清。</p> <p>5.管理層面如何落實,請與標的。</p>	<p>1. 建議事項納入研究內容</p> <p>2. 本研究針對可行性,從電梯設施着手,硬體與避難管理軟體部分進行分析,至於風險評估量化部分建議後續研究課題.</p> <p>3. 建議事項納入研究內容</p> <p>4. 建議事項納入研究內容</p> <p>5. 建議事項納入避難安全管理研究內容</p>
<p>建研所 陳建忠組長</p>	<p>1. 經費非常有限,而且依協同人員所擬計畫內有兩子計畫,請配合行政院公共安全白皮書籍本所之研究要求,宜請考量縮短於六個月內來研究。</p> <p>2. 院頒公共安全白皮書,重點在可行性,有關現場調查應係輔助佐證用應請考資源時間有效的運用。</p> <p>3. 目前建築用電梯均有標示火災時禁止使用電梯避難,而本研究係考慮運用電梯來避難,兩者之間之差異很大。如何利用管理、設備之異質性(如事先有沒有效</p>	<p>1. 依預定期程辦理.</p> <p>2. ELVAC 調查資料應可在研究期中完成.</p> <p>3. 已納入第四章電梯避難安全管理內容有關人因素探討.</p>

	的排煙、防排水、防耐熱，避難動線之規劃，人員演練管理)，以確保有效的避難？	
建研所 王副研究員 鵬智	1. 有關升降機案，本年度仍以可行性為原則，並提出性能項目。至規範部分，則規劃後續研究辦理。 2. 應廣泛蒐集國外相關研究資料，如美國、日本目前皆有類似研究正在進行，如有修法之相關條文內容應一並納入報告中。	遵照辦理。

### 安全防災組九十四年協辦研究計劃期中簡報會議紀錄

審查委員	審查意見	回應情形
陳俊勳教授	1. References 應依標準規定臚列。 2. 所引用國際貿易大樓案例應確認期限限制條件。 3. 兩個案例背景不同，一為商用(公共)，另一為辦公大樓，收容人員對內部環境認知度不同，分析時應注意。 4. 使用軟體需注意現制條件。 5. 真正避難逃生情況發生時，可能有發生搶奪、超越情形，本研究是否納入考量？	1. 遵照辦理。 2. 遵照辦理再行與許銘顯教授請益。 3. 另 ELVAC 軟體限制，並無法兼顧人類行為方面之模擬操作，僅針對電梯運載效益分析。與人避難關係納入避難操作管理之中，以強制手段執行電梯避難。 4. 電梯使用上人為因素探討納入第四章範疇。
黃仁智教授	1. 建議「電梯間」配置「防火鐵捲門」，以控制梯間「防火、防煙」，保障人員安全。	已參考日本電梯機道防煙防火措施與作法，併入研究中。
建築師公會 謝國璋建築師	1. 有關管理層面部份，應考量排煙室設置位置，避免影響利用升降機避難之有效性。	遵照建議事項辦理。
	1. 採用緊急用升降機避難有關人員運	藉軟體運作找到最大效益

<p>中華民國電梯協會</p>	<p>送量部份，應考量每部電梯的載客率，以及載客量的合理性，每部電梯能否滿載？</p>	<p>配合監督管制，讓電梯操作有優先順序，以發揮避難最佳化。</p>
<p>建研所 陳建忠組長</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 客用電梯依簡報資料避難很有效率，以日本學者關澤愛所分析的是否有考慮到客用與緊急避難，所用的防火、防煙條件，是否一樣？換言之，將來對指定或特定建築物，供避難的電梯均要有防火、防煙性能？</li> <li>2. 軟體所 RUN 的電梯運轉時間，是否為隨機狀態？或有計畫、有管理的參數下，同等條件來評估？如果避難人員一直按電梯，每一層樓都打開，勢必降低避難速度。</li> <li>3. 本件是行政院列管案，務必達成目標，請邱教授準備資料，餘所內招開研究工作會議。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 關教授有考量起火處是否接近電梯，分別研究其差異性。在人命安全考量應該均具有防火防煙性能。</li> <li>2. ELVAC 並非在隨機狀態。係有計畫、有管理的參數下，同等條件來評估，並排除各樓層呼叫之功能，僅以單層與地面層直達方式模擬。</li> <li>3. 已遵照辦理。</li> </ol>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 本案已初步完成內容，包括：國外法規蒐集、案例介紹以及軟體評估，其他尚有構造之規定以及性能要求項目部份，建議下一階段持續進行。</li> <li>2. 針對行政院列管「可行性評估部分」，宜明確列出，並提出建議。</li> <li>3. 有關避難管理部份，請再加強，尤其策略部份，應有明確建議。</li> <li>4. 國內相關研究有涉及探討電梯避難者，如警大簡賢文教授所進行之研究，請一並參考。</li> </ol>	<p>遵照建議事項辦理。</p>

## 參考書目

### 一、國內文獻

- 1、黃楚材：火災中避難行為之研究，中央警官大學研究所碩士論文，77年6月。
- 2、電梯用於避難可行性之問題，施志鴻，現代消防，85年10月。
- 3、沈子勝：避難設計與專題，鼎茂圖書出版公司，85年。
- 4、何明錦、林慶元，複合用途建築物避難逃生設施之研究，內政部建築研究所，87年6月。
- 5、許宗熙、楊逸詠，建築防災計畫準則及防火避難安全設計規範之研究，內政部建築研究所，88年6月。
- 6、葉俊興，超高層建築物消防搶救管理策略之研擬，台北科技大學土木與防災技術研究所碩論，89年6月。
- 7、楊艷禾，建築物火災避難安全性能評估方法之研究—以辦公大樓為例，中央警大消防碩士論文，89年6月。
- 8、邱文豐、林宜君，防火管理制度自衛消防編組演練與驗證暨相關問題研究案，內政部建築研究所，88年6月。
- 9、王鵬智，升降機配置對建築物的防火區劃及避難安全之影響，電機月刊，90年7月。
- 10、陳旭景、超高層建築物安全層之設計在避難與搶救功能上之影響分析，中央警察大學災害防救學報，91年9月。
- 11、世界貿易中心（WTC）建築物作業研究（中譯本），內政部消防署，91年11月。
- 12、黃南淵、許明顯、邱文豐，超高層建築物緊急疏散對策與避難安全設計研究，內政部建築研究所，91年12月。
- 13、電梯廳間的消防隔煙安全問題，消防與防災科技雜誌，93年3月。

- 14、溫渭洲、簡賢文，電梯避難之研究，中央警察大學災害防救學報，93年9月。

## 二、外國文獻

- 1、田中哮義：建築火災安全工學入門，日本建築中心，1993年。
- 2、青木義次等，やさしい火災安全計畫，1999年版，學藝出版社。
- 3、堀内三郎，建築防火，朝倉書店，1994年版。
- 4、建設省住宅局建築指導課監修：新・建築防災計畫指針—建築物防火・避難計畫解說書，日本建築中心，1995年。
- 5、日本建築中心，新建築防災計畫指針—建築物防火避難設計計畫解說明書，日本建築中心，1992。
- 6、日本建築中心，既有建築物的防火修改指針與解說，日本建築中心，1992年版。
7. Fires and Human Behaviour, edited by D.Canter, David Fulton Publishers Ltd, Second Edition, (1990).
8. J Tadahisa and Y Tokiyoshi, 'Experimental Study of Human Behaviour in Smoke filled Corridors', Fire Safety Science Proceedings of the Second International Symposium, Tokyo, June 13-17, Hemisphere Publishing Company, New York, 1989. pp 511-519
9. T M Kisko and R L Francis R.L, 'EVACNET+: A computer program to determine optimal building evacuation plans', Fire Safety Journal, 9, pp.211-220 (1985).
- 10.K Takahashi, T Tanaka and S Kose, 'An evacuation model for use in fire safety design of buildings', Fire Safety Science Proceedings of the Second International Symposium, Tokyo.
11. B M Levin, 'EXITT - A simulation model of occupant decisions and actions in residential fires', Fire Safety Science Proceedings of the

- Second International Symposium, Tokyo, June 13-17, 1988, Hemisphere Publishing Company, New York, pp 561-570 (1989).
- 12.R F Fahy, 'EXIT89: An evacuation model for high-rise buildings', Fire Safety Science Proceedings of the Third International Symposium, pp 815-823, Elsevier, London, (1991)
- 13.R F Fahy, 'EXIT89: An evacuation model for high-rise buildings-Recent enhancements and example applications', International Conference on Fire Research and Engineering, Proceedings, pp 332-337, Sep., 10-15, Oriando. FL.(1995).
- 14.R F Fahy, 'EXIT89: An evacuation model for high-rise buildings-Model description and example application', Fire Safety Science Proceedings of the Fourth International Symposium, pp 657-668, Elsevier, London, (1994)
15. R F Fahy, 'Human Behavior in the World Trade Center Evacuation', Fire Safety Science Proceedings of the Fifth International Symposium, pp 713-724, Elsevier, London, (1995)
16. R F Fahy, 'New Developments in EXIT89', Thirteenth meeting of the UJNR panel on Fire research and safety, March 13-20, Vol. 1, pp 153-159 ,(1996).
17. John H. Klote, Daniel Alvord, Scot Deal, 'Routine for Analysis of the People Movement Time for Elevator Evacuation' NISTIR 4730, Nov. (1991).
18. John H. Klote, 'A Method for Calculation of Elevator Evacuation Time', J. of Fire Protection Engineering. Vol. 5(3). Pp83-95, (1995).
19. John H. Klote, Elevators As a Means of Fire Escape, U.S.Department of Commerce.NBS, May, 1982.
- 20.Ai Sekizawa, Shinji Nakahama, etc, Study on Feasibility of Evacuation using Elevators in a High-rise Building, ASME International, 2003.
- 21.'Study of occupant behaviour following a residential high-rise fire provides crucial information', Construction Innovation, Vol 4, No.3

Spr/Sum 199

22. Guylene Proulx, 'Critical factors in High-rise Evacuations', Fire prevention 291 Jul/Aug. pp. 24-27 ,(1996)
23. Andrzej Nowak, Ted Galambos, 'Making Buildings Safer for People During Hurricanes, Earthquakes, and Fires' ,Van Nostrand Reinhold, 1990.
24. Geoff Craighead, 'High-Rise Security and Fire Life Safety, Butterworth -Heinemann, 1996.
25. Vincent P. Robibero, The Role of Distributed Supervisory Function in the Application of Fire and Emergency Evacuation, ASME International, 2003.
26. Jake Pauls, Elevators and Stairs for Evacuation: Comparisons and Combinations, ASME International, 2003.
27. Erica Kuligowski & Richard W. Bukowski, Design of Occupant Egress Systems for Tall Buildings, ASME International, 2003.
28. Bernard M. Levin, Norman E. Groner, Human Factors Considerations for the Potential Use of Elevators for Fire Evacuation of FAA Air Traffic Control Towers, NIST, 1994.
29. Roger E. Howkins, In The Event of Fire Use The Elevator, Elevator World, 2000.
30. 'Elevators As Part of A Building Evacuation Scheme', Elevator World, 1997.
31. Bruce Fraser, Using Elevators for Evacuation During Fire and Other Emergencies: Fire Alarm and Elevator Systems Integration, AMSE International, 2003.
32. John H. Klote, 'Analysis of the Life Safety Consequences of Smoke Migration Through Elevator Shafts' ASME International, 2003.
33. Guylene Proulx, Evacuation by Elevators: Who Goes First?, National Research Council Canada, 2003.
34. Derek Smith, Lifts Could be Used for Evacuation During Emergencies! Fact or Fiction, ASME International, 2003.
35. Matt Martin, Challenges to Using Elevators in a Fire, ASME International, 2003.

- 36.M.M. Kostreva, M.M. Wiecek and T. Getachew, 'Optimization Models in fire Egress Analysis for Residential Buildings', Fire Safety Science Proceedings of the Third International Symposium, pp 805-814 Elsevier, London, (1991).