

第一章 緒論

1.1.研究背景、動機

1.1.1.高層建築林立，已蔚為科技進步的表徵，然高層建築物猶如微型城市，火災發生時，於救災及避難均較一般建築物困難。

1.1.2.針對超高層建築物的特性研擬可行、有效的避難疏散對策，以提供國內超高層建築物防火、避難設計及防災計畫製作的基礎參考。

【說明】

近年來，國內、外高層建築物林立，已蔚為科技進步的表徵，以台灣地區為例，至九十一年三月底統計已有 3,662 棟建築物達「建築技術規則」所規定的高層建築物，且主要分布於台北市（503 棟）、台北縣（442 棟）、台中市、高雄市（352 棟，高雄東帝市大樓高 368m、TAIPEI 101 更高達 508m）。

超高層建築物猶如微型城市(micro-city)，大樓內收容人數眾多、財物集中，火災發生時，由於其樓層高度極高，於救災及避難均較一般建築物困難，僅能藉由建築物本身的避難設施及消防安全滅火設備自救，所以本研究乃針對超高層建築物如何強化逃生避難安全的設計方法並研擬緊急疏散對策，進行研究，以期減少生命及財務的損失。

特別是超高層建築物，若完全藉由特別安全梯進行避難行為，恐怕無法於最大容許避難時間內將建築物內所有人員避難疏散至地面避難層，且人員疏散至地面或其他安全處所需時間相對的隨著人數增加、樓層增高而加長，如加拿大國家委員會調查研究以一座 1.1m 寬之樓梯安全疏散至地面避難層所需時間如下表一所示。

表 1-1 加拿大國家委員會使用一座樓梯疏散至地面避難層所需時間

建築層數	疏散時間（一座 1.1m 寬樓梯疏散至地面避難層所需時間）		
	每層 240 人	每層 120 人	每層 60 人
50	131 分	66 分	33 分
40	15 分	52 分	26 分
30	78 分	39 分	20 分
20	51 分	25 分	13 分
10	38 分	19 分	9 分

國外超高層建築物緊急疏散對策針對建築物特性而有不同規定，例如馬來西亞 Petronas Towers(452m)於 Twin Tower 設置架空走廊，以增加兩棟建築間避難逃生的路徑，以及將升降機(計 76 部)納入避難體系中，並設置有中間避難安全層及直昇機坪以進行建築物中間與上部避難之可行方案；從各種不同類型的超高層建築物中針對其特性研擬出各種可行、有效的避難疏散對策，是本研究案企圖進行研究的主要項目之一，以提供國內超高層建築物防火、避難設計及防災計畫製作的基礎參考。

1.2.適用範圍

本研究計畫適用於二十五層以上或高度九十公尺以上之建築物。

【說明】

本研究依『建築技術規則』設計篇第 259 條，以 25 層以上或高度在 90m 以上之建築物為研究範圍。

1.3.用語定義

- | | |
|----------|--------------------------|
| 1.避難設施 | 7.中間避難安全層 |
| 2.避難路徑 | 8.中間避難據點 |
| 3.防火區劃 | 9.滯留面積 |
| 4.兩方向避難 | 10.升降機緊急疏散避難系統 (E.E.E.S) |
| 5.最大步行距離 | 11.屋頂直昇機停機坪 |
| 6.煙控設備 | 12.建築物避難緊急疏散計畫 |

【說明】

本研究報告常用用語定義說明如下：

1.避難設施

防火避難設施主要包含以下建築防火設施：

- (1) 防火區劃
- (2) 防火間隔
- (3) 水平方向：走廊寬度、最大步行距離以及重複步行距離、出入口寬度
- (4) 垂直方向：直通樓梯數量、寬度以及安全梯構造
- (5) 緊急進口(代替開口)、緊急用升降機

(6) 屋頂避難平台等等有關建築防火避難項目。

2.避難路徑

指避難行為開始時，由居室進入走廊、通道〈第一次安全區域〉經排煙室、前室〈第二次安全區域〉、安全梯〈第三次安全區域〉至避難層或其他安全區域所經路徑，稱之。

3.防火區劃

指在建築物內部以防火牆、防火樓板及防火門窗等具一定防火時效之構件將火勢侷限在一處所，避免火勢快速漫延，以保障人命及財務免受到大量損傷的區劃，稱之。

4.兩方向避難

為防範火災時，某一方向逃生受火、煙阻擋，應有不同的逃生途徑之選擇，平面及垂直均應考慮二方向避難。

二方向避難原則，應避免有「死巷」之情況，建築物內部任一點不論任何方向均應有兩個方向以上的路徑以供避難使用，如果其中之一方向或出口為火、煙所阻擋時，仍可由另一方向避難逃生。

5.最大步行距離

自樓面居室內之任一點至樓梯口之步行距離(即隔間後之可行距離，非直線距離)。

6.煙控設備

指在火場中，為能順利從事救助及避難工作而針對防止煙氣產生、防止煙氣侵入、防止煙層下降而加以排除或稀釋所需防治受煙氣污染的設備，稱之。

7.中間避難安全層

中間避難安全層為超高層建築物避難逃生路線的一部分。

就超高層之眾多使用者而言，一旦避難逃生經由樓梯持續向下至地面層而無任何停留是極其困難的。

中間避難安全層應該是暫時停留的安全地方。其應具有足夠的範圍容納預期的眾多避難者，此外，亦須有適當高度、採光與通風等設置。為使中間避難層能達到安全避難之功能，使用防火構造及排煙設備避免濃煙滯留即顯得格外重要。

8.中間避難據點

為避免人員受到火害的損傷，在建築物內部、外周、外部設置能於火災時據以臨時或長時滯留，以確保避難安全性的相對安全區劃，稱之。

建築物內部：以防火牆、防火樓板及防火門窗等具一定防火時效之構件或部品所

區隔圍成之防火防煙區劃。如走廊、前室、附室、排煙室、安全梯間等。

建築物外周：區劃於建築物外周之臨外氣空間。如陽台、露台或屋頂平台。

建築物外部：建築基地內外空地、道路等。

9.滯留面積

指在避難據點〈相對安全區域〉內可容許暫時避難停留的面積。

10.昇降機緊急疏散避難系統（E.E.E.S）

為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 EEES（Emergency Elevator Evacuation System）設計概念。

超高層建築物內部若完全依賴直通樓梯向下移動恐無法於一定時間內完成避難，甚至收容有行動不便人員或高齡幼童時更為困難；因此考慮強化電梯功能與周邊防火性能，使部分昇降機具備如緊急用昇降機之性能，具備緊急電源、防排煙設計、防水排水等，提供超高層建築避難用途。

11.屋頂直昇機停機坪

為增加超高層建築物避難逃生的路徑，於屋頂設置直昇機停機坪以爭取外部援助、保障室內避難人員安全的撤離以及空運消防人員機及提供必要消防器材，然需依直昇機的機種考慮其大小、結構載重、防火必要設施及必要消防安全設備等措施。

12.建築物避難緊急疏散計畫

為強化建築物防災安全性能，乃依建築物的構造、內裝型式、用途、樓層高低、規模大小、避難設施以及空間特性，擬定符合該建築物性能式的緊急救護、避難逃生以及教育訓練、維護保養計畫，以減少財物的損失並確保生命安全的一種建築物安全控管有利方式。

1.4.研究目的、方法與流程

- 1.研究目的
- 2.研究方法
- 3.研究流程

【說明】

1.研究目的

本研究針對超高層建築物使用型態進行了解及檢討，調查建築物使用實態，如：該建築物之空間配置、用途、防火管理等，並蒐集國外相關高層建築各種防救災對策方針及避難方式，探討高層建築物合理的緊急疏散對策與避難方式，以找出

高層建築避難之相關問題點。最後綜合上述問題進行防火安全對策之檢討，並提出可行之高層建築緊急疏散與避難安全設計原則，作為未來修法之參考。

本研究具體之目的與主要內容，茲簡要敘述如下：

- (1) 調查我國超高層建築物之使用實態（空間配置、用途、收容人員數）。
- (2) 蒐集國外相關超高層建築各種防救災對策方針及避難方式與架構。
- (3) 探討超高層建築物合理的緊急疏散對策與避難方式，以找出超高層建築避難之相關問題點（升降機設備疏散用途、中間安全層、屋頂停機坪等可行性分析）。
- (4) 探討適合我國國情之超高層建築避難設施設置項目及基準。
- (5) 利用國際知名避難煙控安全評估檢證法，進行高層建築相關避難、煙控設計等安全評估評估。

2.研究方法

本研究計畫計採用以下四種研究方法：

(1) 文獻探討法

蒐集並整理國內外有關超高層建築物火災災例、火災預防被動式防火避難逃生措施、主動式火災救助作業及防災應變與管理等理論報告或論文，歸納分析比較，進行有系統地整理及探討。

(2) 比較研究法

蒐集國外相關超高層建築各種防救災對策方針及避難方式與架構、法規等，探討超高層建築物合理的緊急疏散對策與避難方式，以找出超高層建築避難之相關問題點（升降機設備疏散用途、中間避難安全層、屋頂直昇機停機坪等可行性分析）。

(3) 調查研究法

蒐集國內各地方單位、訪查有關超高層建築物使用實態，如用途、室內區劃配置、安全梯、升降設備、安全避難層空間利用等情形，並針對防火管理制度、

防護計畫避難疏散設計之情況進行研究參考。

(4) 安全評估驗證法

藉前 2.3.項方法，所得資料，如平面配置、梯道、煙控及收容人員數或密度等數據，以避難評估模公式以日本建設省告示第 1441 號(西元 2000 年 5 月 31 日)有關樓層安全檢證法的核算法，進行案例分析驗證。

3.研究流程

本研究案研究流程，如流程圖 1.1 所示：

1.5.預期成果

- 1.搜集各先進國家高層建築案例。
- 2.進行高層建築防火安全對策之檢討。
- 3.依據研究成果，建議各相關機關、機構，推動各相關配套措施，以落實超高層建築防火避難安全政策。
- 4.其他有關超高層建築緊急疏散及避難安全對策建議事項。

【說明】

- 一、蒐集各先進國家超高層建築物防火避難設施、火災案例以及各種防救災對策方針及避難方式。
- 二、進行高層建築防火安全對策之檢討，並研擬可行之超高層建築緊急疏散與避難安全設計原則。
- 三、依據研究成果，建議營建署及各相關機關、機構，對於各相關配套措施之推動，以落實超高層建築防火避難安全政策。
- 四、其他有關超高層建築緊急疏散及避難安全對策建議事項：
 - 1.昇降機設備應用避難之原則。
 - 2.中間避難安全層設置之原則。
 - 3.屋頂停機坪與相關附屬設備設置原則。
 - 4.超高層建築物防火管理注意原則。

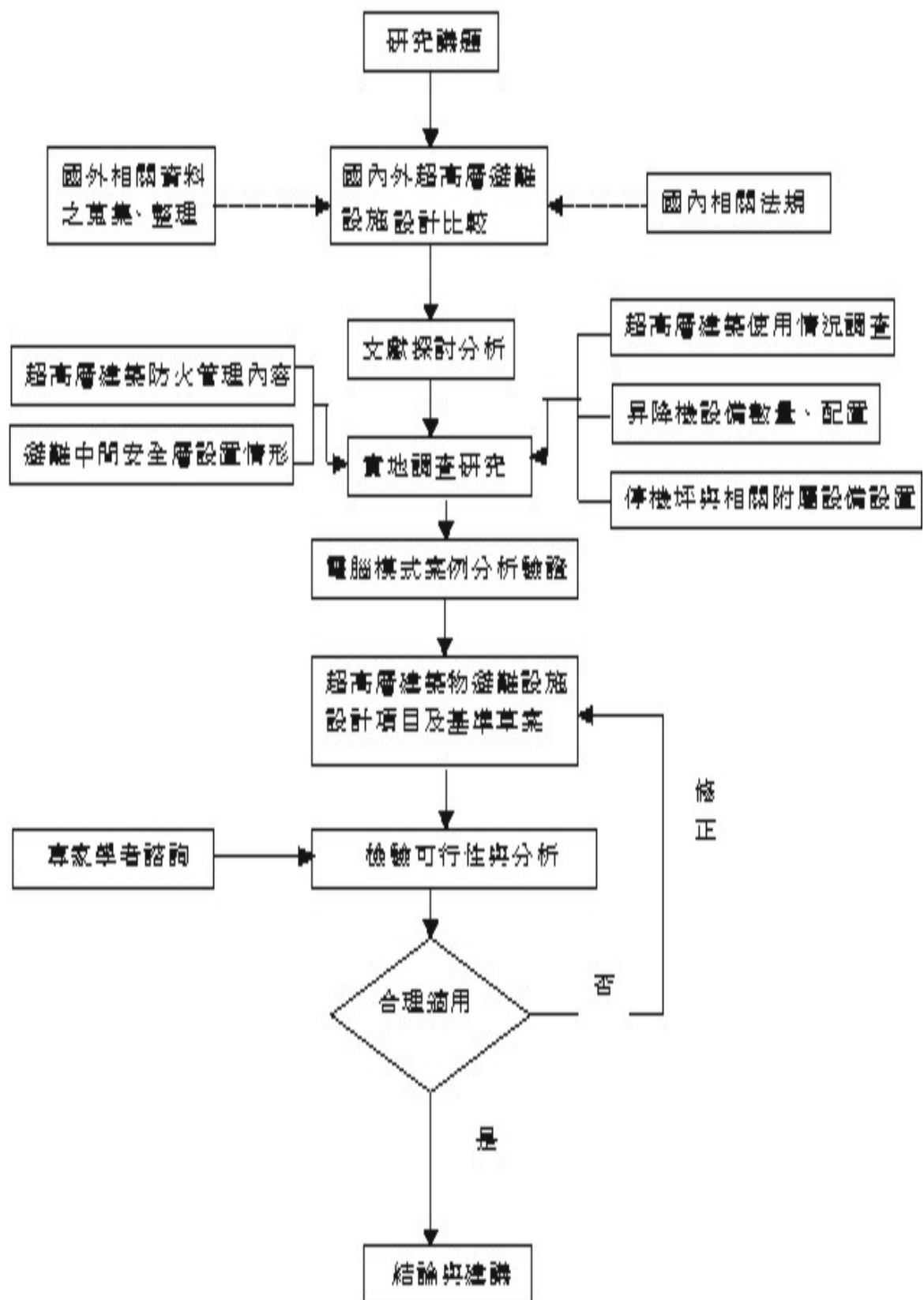


圖 1 1.超高層建築物疏散避難設計計畫研究流程

第二章 超高層建築物避難危險因子特性分析

2.1. 超高層建築物配置型式特性

超高層建築物火害危險性較一般建築為高，究其原因主要有下列四點：

- 1.火勢蔓延快
- 2.疏散困難
- 3.撲救困難性高
- 4.火災隱患多

【說明】

由於社會的開放、經濟的發達，生活水準的大量提昇，都市用地日益緊縮，因此促使超高層建築物的大量興建，超高層大樓等於一垂直社區的縮影，內部空間及使用較一般建築為複雜，因此，超高層建築物在火害危險性上較一般建築為高，究其原因主要有下列四點：

一、火勢蔓延快

超高層建築物內部有眾多的樓梯間、電梯管道、電纜管道、風道、排氣道等等垂直管道，如果防火區劃或防火處理不完善，火害發生時，就好像一座高聳的煙囪，成為火勢快速蔓延的途徑。

二、疏散困難

超高層建築的特點：

- 1.層數多，垂直距離長，疏散避難到地面層或其他安全的場所所需的時間也較長。
- 2.人員密集。
- 3.火害發生時，由於各種垂直管道氣壓牽引力大，火焰以及煙氣向上蔓延快速，增加了疏散避難的困難度。多數超高層建築物的垂直逃生主要倚靠樓梯，但由於樓梯逃生至避難層所需時間極多，一旦煙氣竄入，就會嚴重影響避難。

三、撲救困難性高

超高層建築物樓層數多，高度高，如國內興建中的 TAIPEI 101 完工後即達 508 公尺，火災發生時，戶外進行救助相當困難，一般均以自救為主考量，

即主要靠室內防火設施並配合消防安全設備，但防火安全設施及設備若設置不完善將衍生可信度的問題，因此，超高層建築物往往較為困難。

四、火災隱患多

一般超高層建築物因空間較多，功能複雜，大多為複合用途建築物，可燃物多，建築公共安全及消防安全管理不易；例如：設有商業營業的空間，可燃物的儲存；人員密集的表演場、餐廳；辦公大樓，又分租給若干家單位使用，使用狀況及安全管理不統一，潛在火災隱患多，一旦起火，容易造成大面積火災，從國內火災發生實例可知，這類火災發生，火災漫延、撲救、疏散更為困難，容易造成更大的損失。

超高層建築物主要構造均為以鋼骨構造加上防火被覆構築之防火構造，其牆壁、樑、柱、樓地板、屋頂之防火時效均需符合建築技術規則第 70 條防火構造建築物之規定，裝修材料採用不燃材料及部份耐燃材料。耐燃材料則嚴格檢測其燃燒時產生之煙氣為有毒或無毒；燃燒後若產生有毒氣體之材料亦禁止使用。

綜合以上超高層建築物火災發生危險的因素，以下從群樓與塔樓的配置關係、平面及立面形狀、中庭、挑空設置的因素以及密閉式建築物等因素加以探索，以分析超高層建築物火災發生危險的機理，並藉以尋求防治方法。

2.1.1.配置型式特性

- 1.群樓與塔樓的配置關係
- 2.平面及立面形狀特性

2.1.2.中庭及挑空的設置特性

- 1.火勢會急速的擴大
- 2.煙氣迅速的擴散
- 3.避難的危險性
- 4.無法避免火勢在樓層間擴大
- 5.消防救助及滅火活動可能受到不利因素

【說明】

2.1.1.配置型式特性

1.群樓與塔樓的配置關係

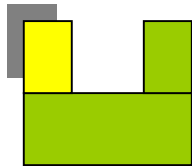
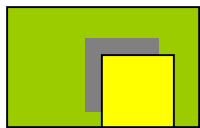
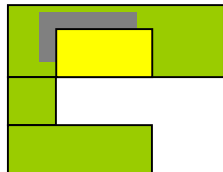
超高層建築物其平面的形狀以正方形及長方形佔絕大多數，主要是超高層建築物於結構上期望於受到地震力及受風力作用時，構架內應力的傳遞能更簡單明瞭。可是，最近建築物的平面計畫欲擺脫這種拘束，或以大規模開發地區的中心，要求把超高層建築物建造成象徵性高塔的情形增加；或以集合住宅或旅館為中心；因此，產生有各式各樣平面型式的超高層建築物。近年來超高層建築物塔樓平面型式如表 2-1 塔樓平面型式的多樣化。

表 2-1 塔樓平面型式的多樣化

平面簡圖				
實例	1.中國京華飯店（32 層） 2.中國南京金陵飯店（37 層）	1. 高雄長谷世貿聯合國（50） 2.高雄東帝士 85 摩天大樓（85） 3.Taipei 101（101） 4.日本新宿中心大廈（55 層） 5.紐約希爾頓旅館（45 層）	1.東京太平洋旅館（28 層） 2.布加勒斯特洲際旅館（25 層） 3.東京新大谷旅館（新館）（43 層）	1.華盛頓廣場旅館（40 層） 2.阿特蘭大桃樹廣場旅館（70 層）
功能	用途：旅館、飯店	用途：旅館、飯店、百貨、辦公	用途：旅館、飯店	用途：旅館、飯店

一般而言，超高層的塔樓通常和裙樓一起組合，大體上可歸納成並列式、插入式以及圍城式三種。裙樓一般面積大，人潮容易到達，大部分為商業用途，火災危險性高，發生火災後，疏散也較困難，若無法有效控制將危及塔樓的安全性，因此，對裙樓的防火安全管理應特別重視，不可掉以輕心。

表 2-2 塔樓與裙樓的關係

	並列式	插入式	圍城式
示意圖			
救助關係	1.水平順序組合 2.三面接近 3.較方便	1.疊合方式 2.二面接近 Taipei 101	1.疊合方式 2.單面接近 3.較不方便

2.平面及立面形狀特性

不規則形狀平面的超高層建築物，內應力的傳遞在耐震及抗風方面自然不如幾何形狀來的單純，在結構上應避免應力集中，而形成結構上的弱點。同樣的，於不規則形狀平面的超高層建築物中亦造成內外風壓差不平衡的問題，較單純的幾何形狀來的複雜而且容易產生風壓集中，而形成氣壓平衡的問題，且受到風力、風向以及氣壓的影響，愈高層愈嚴重，一旦遇有火害時，不穩定的氣流容易使煙氣快速竄流，造成火勢更不易控制的不利因子之一。

2-1-2 中庭、挑空的設置

中庭設置於建築物的內部，同時可以藉由這大空間貫通上下多個樓層，不但可以投射外部溫暖的陽光外，亦可以影攝星光燦爛的夜空，以中庭為大空間的核心，可以在其中創造出類似外部自然界的美妙環境，如樹木、竹子、花草、人造瀑布、水池等，不僅帶給人們豪華、安逸的感覺又可以緩和人們於建築物內部封閉、壓抑的氣份，既能與其他空間相互流通又能使室內人員有處於大自然之中的感覺。

雖然中庭能予以建築物內部充份創造意象的空間，但中庭一旦發生火災又可能產生下列不利的因素：

一、火勢會急速的擴大

中庭的設置於火災發生時，燃燒的性狀可能由原來的通風控制燃燒轉變為燃料控制燃燒的情況，而使火勢急速的擴大。

二、煙氣迅速的擴散

火災發生時，室內的溫度高於室外溫度，由於空間容量不同而產生各有差異的熱壓差，在超高層密閉式的建築物內，建築物高度在 1/2 以下，室外空氣經由低於中界面的門、窗縫滲入，依熱浮的效應往高於中界面的門、窗縫洩出，在牽引力大時煙囪效應明顯，更有加速延燒的效果。

若中庭的煙無法順利由頂部排出時，就會向周圍樓層擴散，進而危害整棟建築物的安全。

三、避難的危險性

由於火勢及煙氣的急速擴大，造成超高層建築物內部人員同時有疏散避難的急迫感，爭先恐後爭門搶道，造成避難的危險。

四、無法避免火勢在樓層間擴大

中庭的天花板很高，設置於高處的滅火探測及自動撒水設備，由於太高，不能達到早期發現及初期滅火的效果，等到啟動滅火設備時，火勢可能已無法避免的在樓層間擴大。

五、消防救助及滅火活動可能受到下列因素之影響：

- 1.同時須進行多樓層的滅火行動。
- 2.消防人員進行救助及滅火活動的動線恰好與室內避難人員相反，容易產生節點。
- 3.火勢會快速擴大，火勢擴散延燒的地方同時多處。
- 4.煙氣迅速的擴散，影響消防人員救助、滅火及室內人員避難逃生。
- 5.火災時，屋頂及牆面上的玻璃因受熱氣破裂而散落，對消防救助、滅火及人員避難均造成威脅。

特別是遇有中庭或挑高的空間，在火災發生時，如何防止煙囪效應所引起的快速延燒以及防火區劃被上下貫通的火勢給破壞，如何有效疏散、保證室內人員的安全，是有中庭或挑空的超高層建築物重要的議題。因此，中庭或挑高的防火設計應特別的

注意，若設計不合理時，其所產生火害的危險性較沒有中庭或挑高的超高層建築物更大。

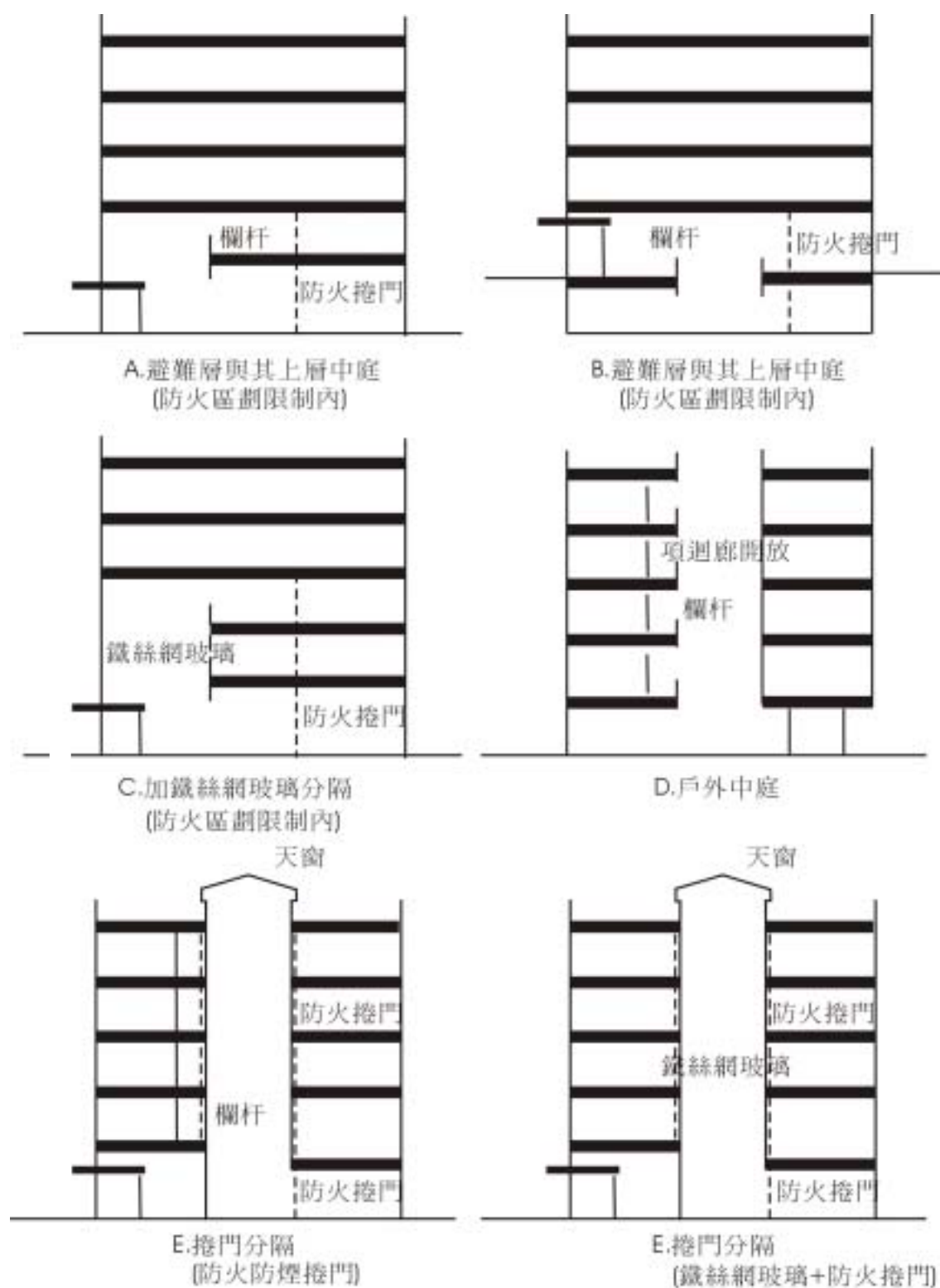


圖2-1 中庭防火設計示意例

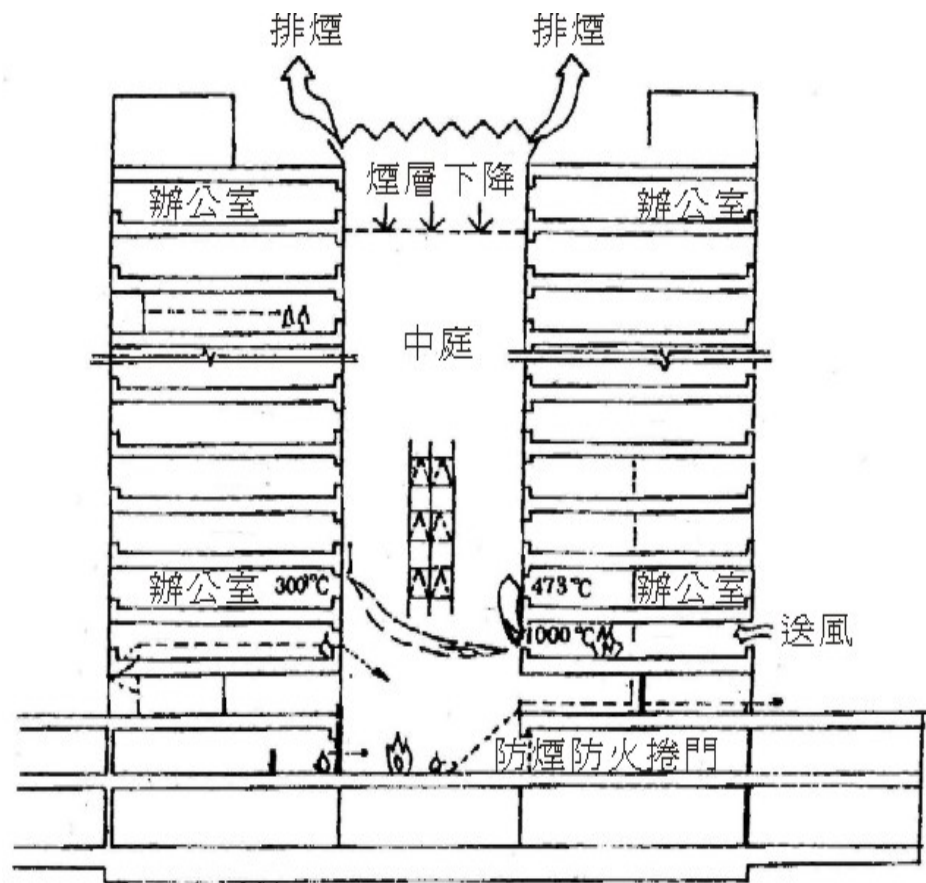


圖2.2 中庭防火設計



2.1.3.密閉式建築物

2.1.4.使用用途

- 1.單一用途
- 2.複合用途

【說明】

2-1-3 密閉式的建築物

超高層建築物因為樓層數多，高層部分風壓大，不適用採自然通風方式，因此，大都採中央空調方式調節大樓內的空氣品質，所以，以密閉式的建築物為主。為了應付各層的層間變位，大都使用柔性的鋼骨構造，而外牆則採用帷幕牆。

玻璃帷幕牆受到火害受熱時，容易破碎，甚至造成大面積破碎的情形，出現所謂『引火風道』，火勢容易快速蔓延，釀成大火災，危害人身及財產的安全，形成超高層建築物玻璃帷幕牆大樓一嚴重的問題。

因此，應於玻璃帷幕牆的窗間牆、窗檻牆以及窗間樓板採用岩棉、礦棉、矽酸鋁棉等不燃材料填充，當其外牆採用 1 小時以上的防火時效的牆體時，填充材料也應採用具阻燃性的耐燃材料。為了防止火焰的垂直向上延燒，對於未於玻璃帷幕牆設置窗間牆、窗檻牆者，必須在每層樓板外緣玻璃帷幕牆內側設置一定高度（ 90 cm ）的防火腰牆，或突出一定長度（ 50 cm ）的防火樓板，防火時效均應 1 小時，以有效阻止火災垂直方向延燒。

2-1-4 使用用途

超高層建築物由於層數多，空間量大，如果再加上各用途考量或同一用途但不同的使用性質，毫無疑問的超高層建築物對於防火安全的管理較一般建築物更是複雜。

以下針對部分用途特性分別從單一用途使用及複合用途使用，其對防火安全管理的影響加以說明：

一、單一用途（辦公、旅館、住宅等等）

超高層建築物內部空間的使用如為單一的用途使用，理論上，在使用管理上應較為單純，但如又分租給若干不同的單位使用，雖為同一用途但因為使用管理的模式不同，亦可能發生防火安全不易管理的情形。

單一用途的使用又因不同的用途，在防火安全的考量上也有不同。另外，除了構造的考量外，內部裝修的複雜性及其防火性能、傢俱的多寡及其防火性能、是否設有空調設備等等，這些因素均會影響火載量的多寡，且於火災性狀會有所不同，這些均是應該考量的要點。

依據美國國家標準及科技研究院 NIST (National Institute Standard and Technology) 之統計，各種空間之火災負荷如下表所示：

表 2-3 美國之各種空間火災負荷表

空間種類	火載量	空間種類	火載量
住宅、公寓	39~49	辦公室	10~220
教室	34	會客室	15~44
檔案室	20~420	浴室	10~49
圖書館書庫	176	單位為 (kg / m ²)	

依據日本「建築物綜合防火設計」之統計，各種空間之火載量如下表所示：

表 2-4 日本空間火災負荷表

空間種類	平均火載量 (kg / m ²)
辦公室、商店等	40
學校、集合住宅等	25
醫院、旅館等	15

例如：

辦公用途 - 依辦公性質亦有重要性的等級差異，例如高科技研究辦公樓層、重要辦公室（如指揮中心等）或辦公重要檔案室，依其使用負荷，配合室內裝修材料，估算（或採平均值）火載量及是否設置空調設備等條件下，設計辦公用途的防火避難疏散計畫。

旅館用途 - 旅館依其設施、設備的不同有等級的差異，且一般旅館因旅客住宿者不同，進出人員複雜，約束管理不易，依其使用負荷、室內裝修材料，估算（或採平均值）火載量、發煙量（床鋪及棉被均可產生大量煙氣）及是否設置空調設備等條件下，依其管理條件設計旅館用途的防火避難疏散計畫。

住宅用途 - 依內部裝修的複雜性及其防火性能、傢俱的多寡及其防火性能、火氣使用狀況、是否設有空調設備等條件，設計住宅的防火避難疏散計畫，但是住宅中可能有年邁的老人，也有年幼的小孩，白天活動的時候還好，但若於夜間深度睡眠時發生火災，疏散避難更是困難。

商業販賣用途 - 除了火氣的使用外，商業販賣場所一般是火載量及發煙量較大的場所（可燃貨物的儲存），人員進出複雜，使用負荷大，再加上室內裝修材料及空調設備等條件，更增大商業販賣用途防火避難疏散的困難性。

避難弱勢用途（醫療院所、老人安養機構等等） - 避難弱勢用途因使用者行動困難，且發現火災以及對火災起反應的時間均較一般正常人慢，基本上，並不建議避難弱勢用途設置於超高層建築物內。

由上述及上表可知，為達安全目的，各種空間應儘量降低其火災負荷量，亦即建築裝修材料應使用不燃或耐燃材料，減少物品的堆置並將書籍、紙張等易燃物品貯放於金屬櫃、不燃或耐燃材料的外箱內。

二、複合用途

超高層建築物由於層數多，空間量大，大部份的使用均為複合用途，各種不同危險性的用途同時處於同一棟建築物內，在使用及管理上所需面臨的問題自然就更為複雜。基本上，火災危險性大，發生火災後損失大、影響大。一般而言，可燃物多，火源或電源多，發生火災後也容易造成損失大，影響大的後果。

2.2.國內法規規定

2.2.1.防火區劃

2.2.2.防、排煙區劃

2.2.3.安全避難區劃

【說明】

建築技術規則設計施工篇第四章依其計畫，訂有出入口、走廊、樓梯、屋頂平台、緊急用升降機、緊急進口設備、防火間隔等項目，然為建築技術及建築使用高強度之需求，並因應高層建築物之避難特性，於民國八十三年十月二十八日發佈「建築技術規則」設計施工篇第十二章「高層建築」專章。該章所規範之高層建築為十五層樓或五十公尺以上之建築物，但隨著台灣經濟及建築技術的發展，超高層建築物（超過二十五層或九十公尺）之建築物陸續聳立於台灣的土地上，因此現行規定是否足以因應超高層建築物立體避難的模式，為本案研究分析的重要課題之一。

2.2.1.防火區劃

超高層建築物特別於塔樓部分，將內部劃分成若干區劃，使火災發生時，能將火勢侷限在局部之處所，而不致迅速蔓延，可延長最大容許避難時間，並可減少人命及財物上之損失。

為達到良好的安全防火區劃和火災室的分隔構件必須注意下列要項：

一、防火區劃的分隔構件

受到設計的火災外力時，為了不影響疏散，必須於疏散結束之後，

還能為消防活動的據點而使用時，應具備與所設想的最大火災外力的火災室分隔構件同等以上的性能。該標準將面對安全分區一側的部分作為非加熱一側。

- A、阻火性：不得因非加熱一側的嵌縫麻絲起火，而出現從裂紋或縫隙中竄出火焰或洩漏高溫氣體的情況。
- B、隔熱性：非加熱一側的空間溫度上升為10℃以下，非加熱一側的分區構件表面溫度的上升為40℃以下。
- C、遮煙性：不得使煙氣洩漏到非加熱一側，而且，分隔構件本身不得產生煙氣。
- D、結構穩定性：不得產生嚴重的變形的損壞。

②火災室的分隔構件

為了抑制相鄰空間的可燃物起火，該構件必須具備下列性能：

- A、阻火性：與上述A項相同。
- B、隔熱性：相鄰房間牆壁表面溫度必須在木材的起火溫度260℃以下。
- C、結構穩定性：與上述D相同。

二、防止火災從分區貫穿部位和內部開口部位漫延

除了上述的構件以及門等開口部位以外，還包括管道、配管、電線等。雖然沒有標注在平面圖上，但是，事實上已構成孔洞或採用可燃材料，火災時會產生突破分區的部分，對此，要求必須滿足下列條件：

1.管道等

管道等分隔構件貫穿部位中出現孔洞，而且，火災時沒有人員通過或位於貫穿部位附近時，必須滿足下列條件：

- ①採用引線連動氣流調節器等自動方法，防止200℃以上的熱氣穿過貫穿部位；
- ②在所設定的火災持續時間內，貫穿部位外部由於熱傳導作用；溫度可達到200℃以上的部分，要使用200℃時不變形、不熔化、不燃燒的材料建造，並直接固定在構成分區結構的部件上，不得使燃點在500℃以下的材料接觸。

2.配管、電線等

配管、電線等未在孔洞內的分區貫穿部位必須滿足下列條件：

①在所設定的火災持續時間內，不得使貫穿部位成為燃燒向外擴散的途徑。

②同樣，由於熱傳導等溫度達到200 以上的部分，要使用於200 時不會出現變形、熔化和燃燒的材建造外圍部分。並直接固定在構成分區的構造間件上，不得使燃點在500 以下的材料發生接焰的情形。

3.開口部位

人員可以穿過的門等內部開口應滿足下列條件：

①開口部位平時關閉；並與火災（煙）探測器連動。

②在所設定的火災持續時間內，即使受到全盛期火災的加熱。開口構件也不得出現有害於防止火災漫延的變形、脫落、以及非加熱一側的嵌縫麻絲起火的現象；

③於非加熱一側的表面溫度不得超過350 。而且，非加熱一側作為疏散通道時，必須滿足安全避難設計的條件。

三、防止火災向上層蔓延

1.防止火勢穿過外部開口部位的漫延

這是防止火災室外部開口部位脫落，或在開口部位外面形成的火焰（噴出火焰）到達上層，並因來自上層開口部位的輻射和侵入而遭成輻射熱，嚴重影響上層人員的避難行動和生命安全的標準。

2.防止火焰穿過垂直管道漫延

下列方法可不使垂直管道成為火災時熱氣和煙氣的流動通道：

①採用建築物空間結構的方法，使其即使具備垂直管道，也不至於使火焰熱氣從火災層流向其他樓層。（適用）挑空空間、中庭等

②通過抑制火災空間燃燒性狀，控制對垂直管道部分結構部件的加熱，用小型分區來防止火焰熱的穿透。（適用）挑空空間、中庭和出口等

③火災時，將門關閉，以防止火焰熱的穿透。（適用）自動扶梯，挑空空間、敞開式樓梯等的捲門、樓梯間的防火門、管道用防火氣流調節器等。

以空氣等流通為前提，不得使火焰熱等的移動嚴重危害其他層避難行動的

判定標準，依日本建築中心「建築物綜合防火設計」的建議值：

1.各層避難結束之前，必須滿足下列條件：

①各層人員不得直接暴露在煙氣之中。

（判定標準）煙層下部高度 $> 2.0\text{m}$

②各層人員不得暴露在強烈的輻射熱之中。

（判定標準）避難路徑地板上高度 1.5m 以下，受輻射熱強度 2.5kw/m^2

2.隔斷空氣等流通時的判定標準，各樓層避難結束之前，必須滿足下列條件；

①必須能夠隔斷煙氣流和熱氣流。

（判定標準）總漏煙量 / 防煙區劃體積 $< 0.006\text{kg/s} \cdot \text{m}^3$

②各樓層的人員不得暴露於強烈的輻射熱之中。

（判定標準）在避難路徑的地板上高度 1.5m 以下，受輻射熱強度不得超過 2.5kw/m^2 。採用隔斷熱氣流的玻璃等熱輻射穿透性的材料和構件時，穿透輻射熱和來自構件的避難路徑一側表面的輻射的總和不得達到該值。不採用穿透性材料時，則只考慮來自其表面的輻射。

2.2.2.防、排煙區劃

超高層建築物特別於塔樓部分，設置防煙區劃的目的是為了在火災初期階段將煙氣控制在一定範圍內，以系統化的將煙排出室外，俾使人們至避難結束之前其所在的空間及逃生路徑，煙層的高度和煙氣的濃度均在安全容許值之內，以利能順利進行避難及消防搶救。

根據「建築技術規則」及消防「各類場所消防安全設置標準」的規定，每個防煙區劃的面積，不得超過 500 m^2 ，而且防煙區劃不應跨越防火區劃。

超高層建築多用垂直排煙管道（豎井）排煙，一般是在每個防煙區劃設一個排煙垂直管道。從實際排煙效果來看，防煙區劃面積劃分得愈小，防排煙效果也會愈好，安全性也會提高。然而，在某些超高層建築中常常會有大面積、大空間的居室，往往不易實現。防煙區劃過小，使排煙垂直管道數量增多，佔用較大的有效空間，提高造價，而防煙區劃面積過大，使高溫煙氣波及危害的範圍加大，會使受災面積增加，不利於安全避難及救助。

防煙區劃的設置，應注意以下問題：

（1）特別安全梯的排煙室及緊急用升降機的前室作為避難和救助的主要通道，應

設置為獨立的防煙區劃並設獨立的防排煙設備，這對保證安全避難及防止煙氣擴散和火災垂直蔓延以及迅速撲救都是非常重要的。

- (2) 對於一些重要的、大型複合用途高層建築，尤其是超高層建築，為保證建築物內的所有人員在發生火災時能安全避難脫險，需要設置專門的避難層或避難據點，這種避難層或避難據點，不論面積多大，都應單獨劃分防煙區劃並設獨立的防排煙設備。
- (3) 淨高大於 6m 的房間，一般說來是使用面積較大的房間，如會議廳、演藝廳等。這些大空間的房間發生火災時，一般不會在很短時間內達到危及人員生命危險的煙層高度和煙氣濃度，故可以不劃分防煙分區。
- (4) 不設排煙設備的房間（包括地下室）和走道，不劃分防煙分區。
- (5) 走道和房間（包括地下室）按規定都設置排煙設備時，可根據具體情況分設或合設排煙設備，並據此劃分防煙區劃。
- (6) 一座建築物的某幾層需設排煙設施，且採用垂直排煙道（豎井）排煙時，其餘各層（按規定不需要設排煙設施的樓層），如增加投資不多，可考慮擴大設置範圍，也宜劃分防煙區劃。
- (7) 如果防煙區劃跨越了防火區劃，則形成防火區劃的防火門、防火捲門、防火閘門(閘板)因具有一定的隔煙性能，且這些設施還必須與火災自動報警系統及防災控制中心連鎖，使得跨越防火區劃的某一部分空間的排煙發生困難。因而，為了有效排煙，簡化設備，防煙區劃不應跨越防火區劃。

2.2.3 安全避難區劃

表 2-5 現行避難規劃之建築技術規則條文

避難區劃	規定類別	建築技術規則條文	區劃向度
第一次安全避難區劃	走廊、通道	第九十二條	平面
第二次安全避難區劃	前室、附室、排煙室	第九十六、	平面
		九十七、	平面
		二百四十一條	平面
第三次安全避難區劃	安全梯	第九十六、九十七條	垂直

避難安全路徑可分為第一次安全區劃、第二次安全區劃、第三次安全區劃，

其關係流程如下圖，但其安全區劃均以建築平面計畫為原則。

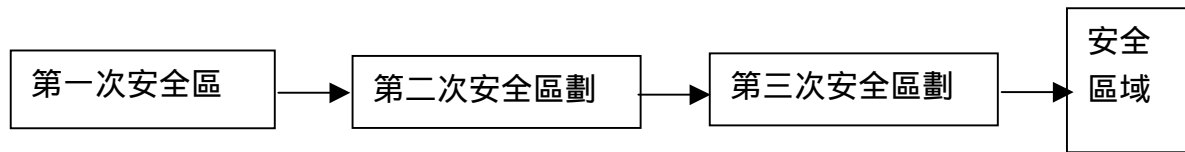


圖 2.3 避難安全路徑流程

由於現行建築法規之規定，以平面避難計畫為原則，實難符合超高層建築之立體避難之需求，因此，本研究針對上述因素提出避難架構及對策，以彌補平面避難計畫不足之對策分述於下章中。

2.3.國內、外案例分析

- a.避難安全區劃
- b.避難路徑分析
- c.其他安全避難措施

【說明】

一、案例分析

1.美國米高梅旅館

1980 年 11 月 21 日美國內華達州拉斯維加斯市的米高梅 (M.G.M.) 大旅館發生重大火災，4600 m²的大賭場室內裝飾、用具、戴麗餐廳，以及許多公共房間的裝飾、器具大部分被燒毀，死亡 84 人，受傷 679 人。

(1) 起火經過

據初步調查分析，這次火災是由於電器短路引起，起火的部位是位於戴麗餐廳南端附近一存放可燃物的封閉空間內，電線出問題後經過數小時的悶燒之後才被發現，火災發生時，旅館內約有 5000 人，由於旅館內沒有安裝自動警報系統，旅客並未能及時發現，至聞到焦臭味、看到滾滾濃煙、聽到敲門聲、慘叫聲、玻璃破碎聲以及直昇機聲音，才知道發生火災。

這時有部份人即時疏散避難出來，有部份人被困在建築物內部，大部分的人穿著睡衣，帶著所能帶的財產，湧向屋頂平台，等到直昇機的營救。還有部分旅客因樓梯間門反鎖無法進入而喪命。

該市消防處於 7 時 15 分接到報警後，迅速調及 500 餘名消防人員投入火場救災，消防人員見還有許多旅客在建築物內，立即請求警察、部隊及醫護人員協助營救被困人員，歷經 2 個多小時將大火撲滅，而營救建築物內的旅客卻持續了 4 個多小時。

(2) 經驗教訓

- ①室內主要裝修都使用木質以及紙質材料，室內鋪滿塑膠地毯、黏貼塑料壁紙，不但燃燒迅速，並產生大量煙毒氣，加上又沒有關閉空調系統，有獨煙氣沿著空調系統快速漫延到各房間，在火場清理時，發現 84 名死亡者中就有 67 名是因為吸入大量濃煙致死。
- ②大樓內消防安全設備並不完善，僅安裝手動報警系統及消防栓給水系統，只有賭場、地下室以及 26 層安裝了自動灑水滅火設備，但起火的戴麗餐廳並沒有安裝自動灑水滅火設備損失最嚴重，死亡最多的 20 至 25 層均未安裝自動灑水滅火設備，這是值得注意借鏡的。
- ③大樓內的樓梯間、升降機道因沒有設置排煙室，各種垂直管道及孔隙均沒有採取防火措施，導致這些煙焰迅速向上漫延，短時間內即濃煙籠罩整個旅館大樓，濃煙翻滾直上高達 150 公尺以上，這是值得注意借鏡檢討的。
- ④大樓內的家具、裝修大都是可燃物，擺設也大都是可燃物，大賭場 4600 m² 沒有任何防火區劃及遮煙措施，給火煙的漫延創造了條件，消防滅火亦造成很大的困難。

2.美國紐約市第一商場大火

1970 年 8 月 5 日，美國紐約市第一商場發生火災，該大樓 33 及 34 層室內裝修及設備燒毀，2 人死亡，30 人受傷。

該大樓於 1970 年初完工，地上 50 層、地下 3 層，建築面積於 20 層以下每層 5929 m² (87m×67m)，20 層以上每層 3828 m² (87m×44m)，全棟鋼筋混凝土造，建築物中心設有 11 部升降機、5 座樓梯、衣帽室、垂直空調管道及其他公共設施。

建築物的外牆採鋁框玻璃帷幕牆，位於牆住中心線立有一到 15 cm 厚，0.7 m 高的混凝土牆板。

(1) 起火經過

火災可能從第 33 層吊頂的隱藏空間開始的，其中有許多裸露的電纜及其他可燃物，還有小風管。煙、焰漫延有三個管道，1.空調系統；2.可能漫延到外牆的聚本乙烯泡沫塑料襯墊，形成帶火的熔滴並釋放出可燃氣體進入辦公室內，而辦公室內的泡沫塑料家具、裝飾及其他可燃物則迅速延燒；3.空調系統將煙、焰帶入建築物的中心部位內，然後煙、焰迅速往升降機路，樓梯間等垂直管道迅速漫延。

消防隊於接到訊息後 3 分鐘到達現場，該大樓 33 及 34 層已被滾滾濃煙及熊熊烈火所籠罩，火勢一直燒了 5 個小時火勢才被控制。

(2) 經驗教訓

- ①該大樓的柱、樑、樓板等承重結構惟耐火極限較高的構件，雖然大火延燒了 5 個多小時，室內裝修及辦公用具等設備被摧毀，但主要結構體因有良好保護，所以，經過短時間修復即可使用
- ②大樓外牆採用聚本乙烯泡沫塑料襯墊，火油室內竄燒到室外，引著泡沫塑

料襯墊迅速延燒到室內，將室內泡沫塑料家具、裝飾及其他可燃物則迅速燒毀，因此，防火區劃是很有必要的。

- ③建築物升降機、樓梯未設前室、排煙室進行防火區隔，空調管道內未設防火閘門（板），空調系統未關閉，是值得檢討的。

3.美國紐約世界貿易中心

世貿中心位於美國紐約曼哈頓南部的金融街附近，占地 65000 m²，共 7 棟大樓。其中兩棟 110 層樓的雙塔超高層大樓，高 417 m，是美國紐約的標誌性建築，建成於 1973 年。世貿中心內設有 1200 家公司，平時約有 30000 人以上辦公。

每座塔樓設有 108 部電梯，為了防止電梯過多佔用面積，將大樓垂直運輸系統分成三階段。

（1）起火經過

這次大火於火災發生當天晚間 11 點 45 分，從第 11 層的一個內部裝有家具的辦公室起火。火焰通過走廊漫延到公共辦公區域，一個行李搬運工發現門下有煙焰就拉起火警警報系統，而 11 層的警報系統並未啟動。

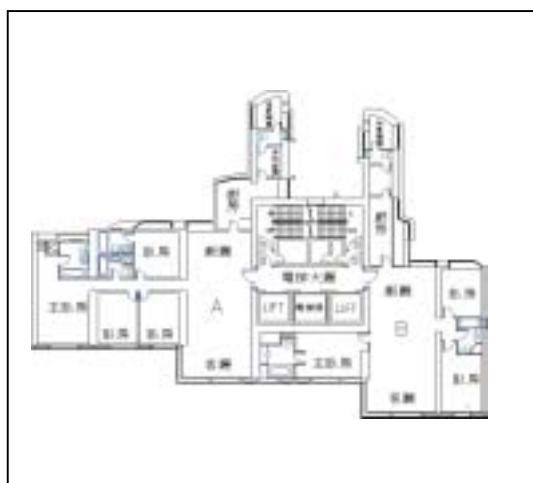
（2）漫延撲救情形

消防人員到達現場發現火勢很大，當時並沒有立即瞭解到火焰通過地板的開口（300×450 mm，電話纜線通道）正層層垂直方向漫延，以致 9 層至 19 層出現次要小火，著火時僅有清潔人員在樓內，有 125 名消防人員參與滅火，其中有 28 人因高溫及濃煙而受傷。火災原因不明。

（3）經驗教訓

- ①該大樓採用鋼構造，主要構造樑、柱均有良好的防火保護，耐火能力良好，室內裝修材料均以不燃化，所以，火勢的漫延受到遏阻，是值得參考學習的。
- ②火勢發現早，撲救得法，除了主火外，對於 9 層至 19 層小火亦即時撲滅，防止了火勢的漫延。
- ③大樓工程師將通風系統至於鼓風狀態，把新鮮空氣吹入中心區，並從 11 層辦公室排氣，防止煙氣進一步漫延。

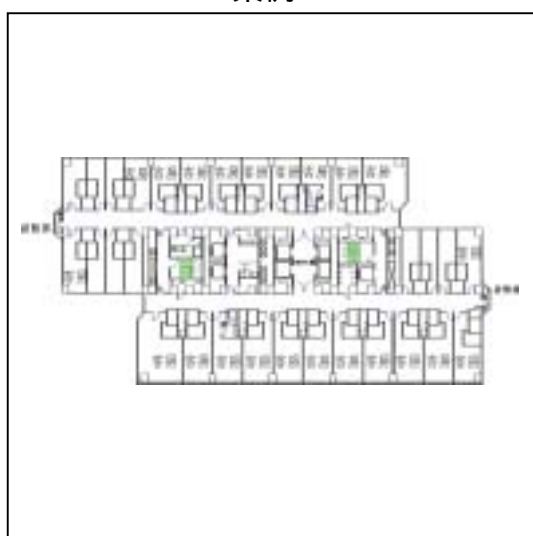
二、案例：



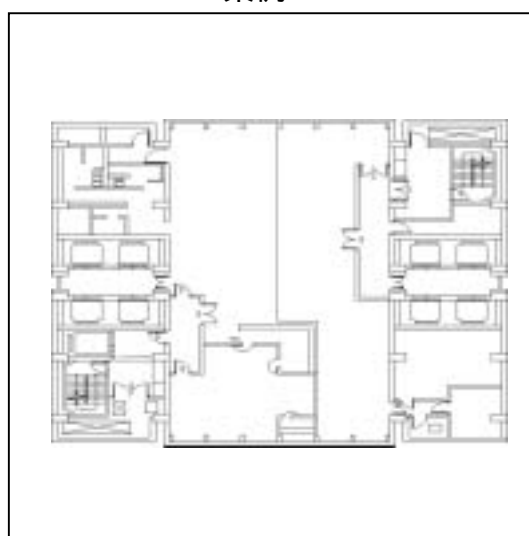
案例一



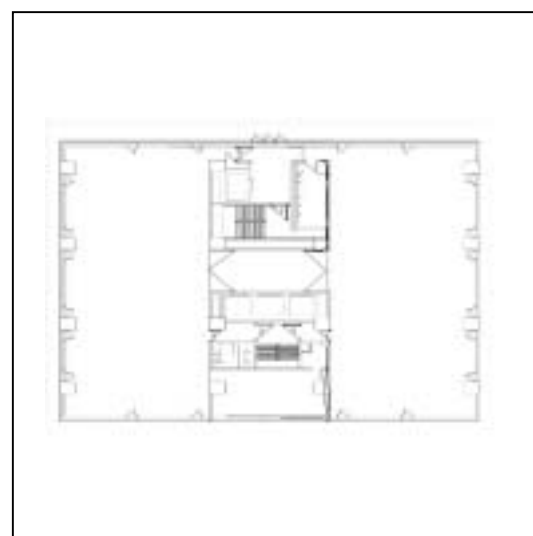
案例二



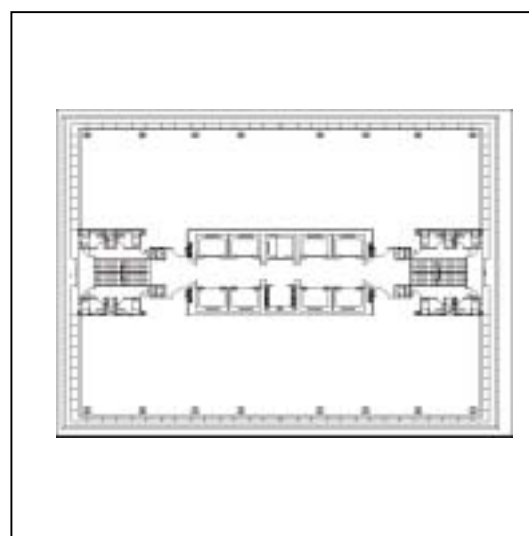
案例三



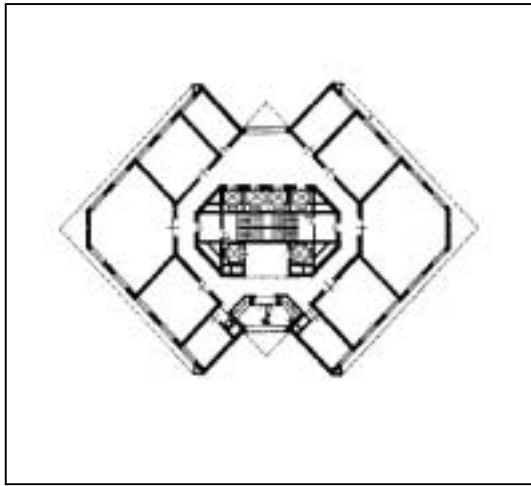
案例四



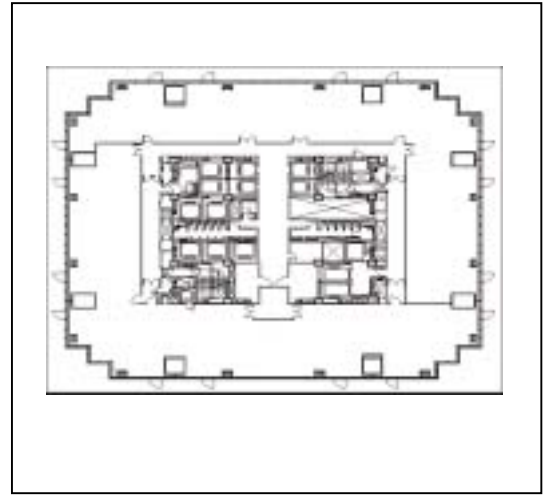
案例五



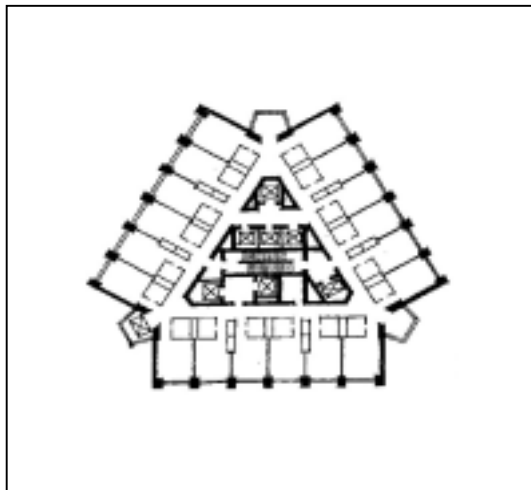
案例六



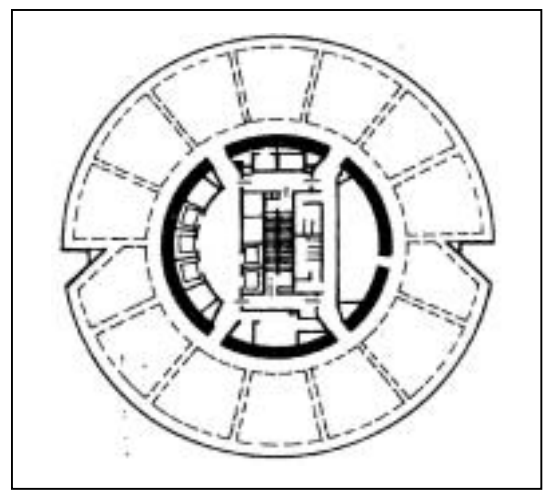
案例七



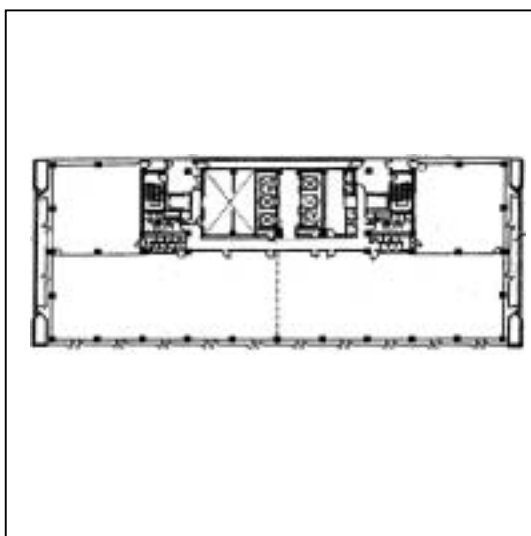
案例八



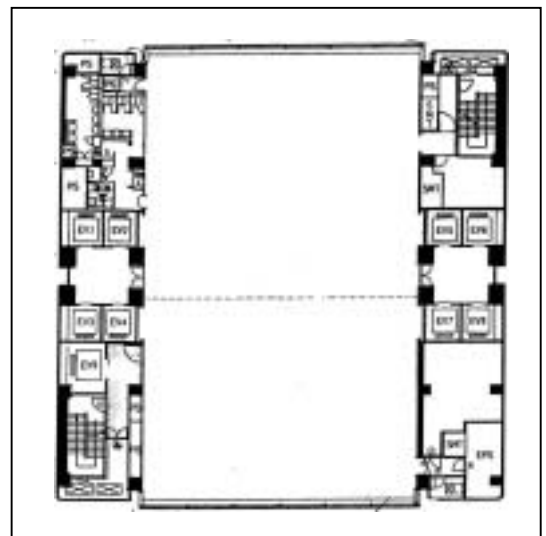
案例九



案例十



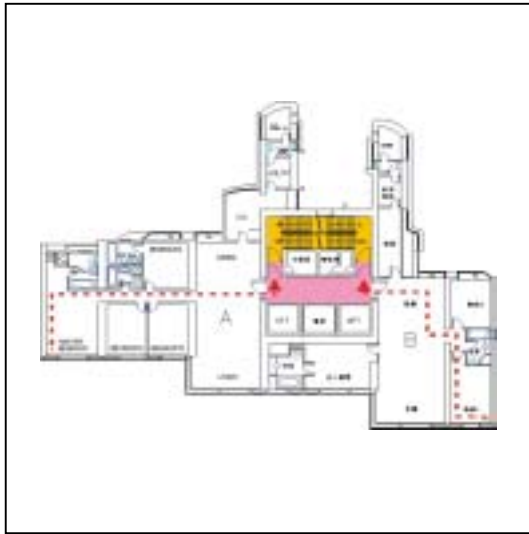
案例十一



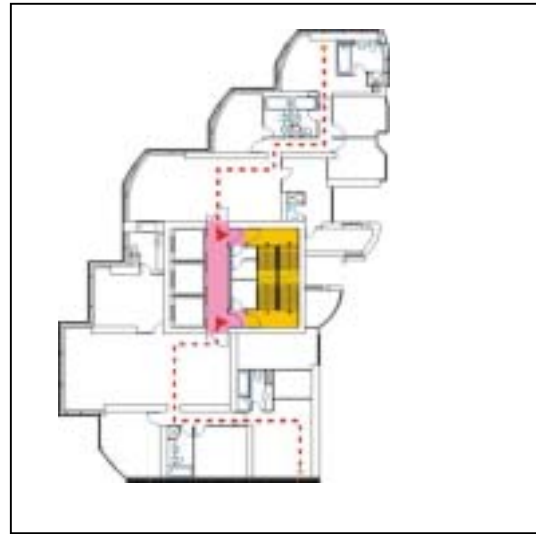
案例十二

圖 2.4 超高層建築物塔樓平面案例

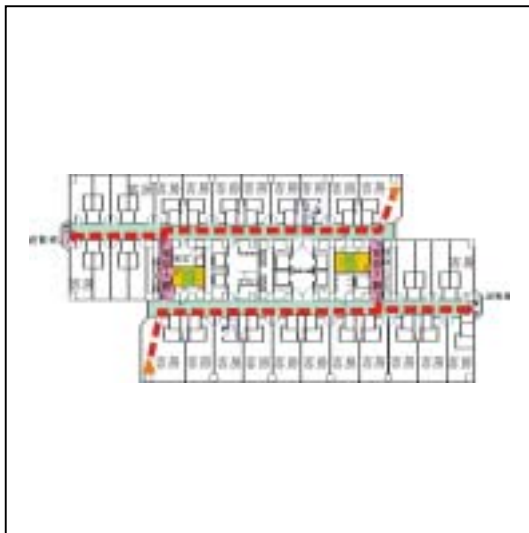
案例分析：



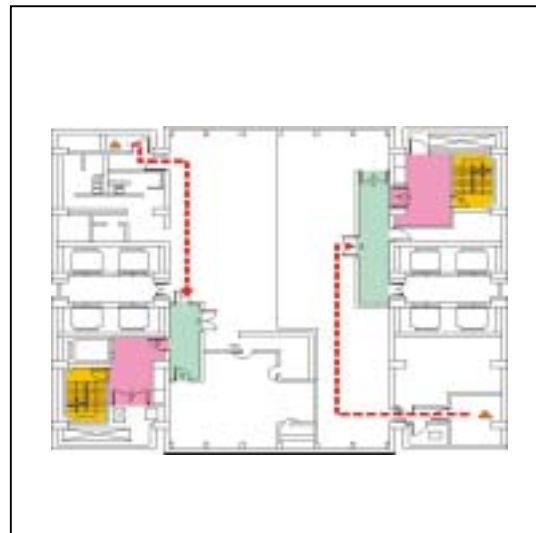
案例一



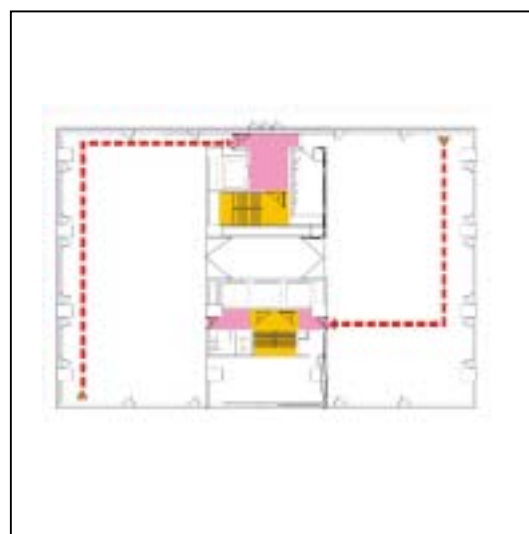
案例二



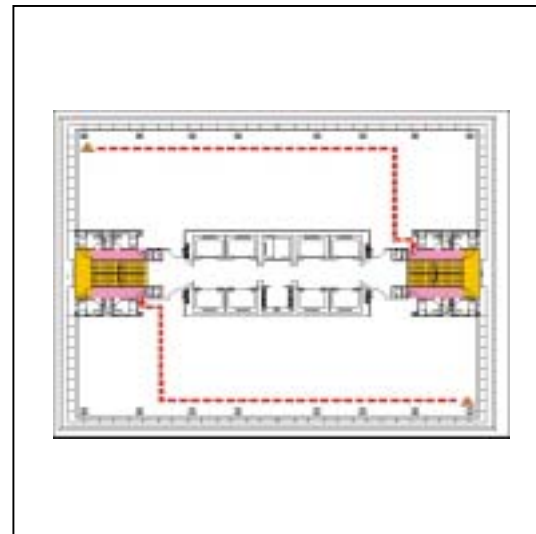
案例三



案例四

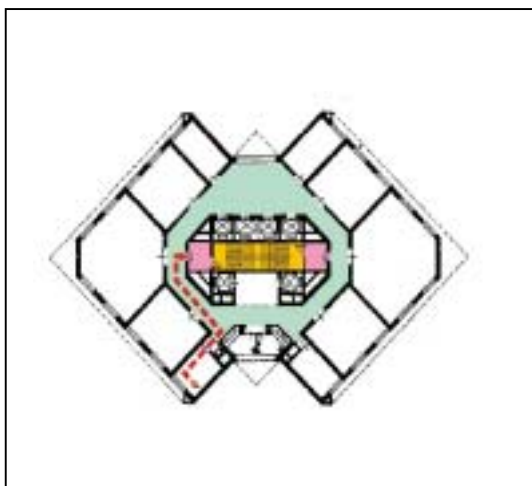


案例五

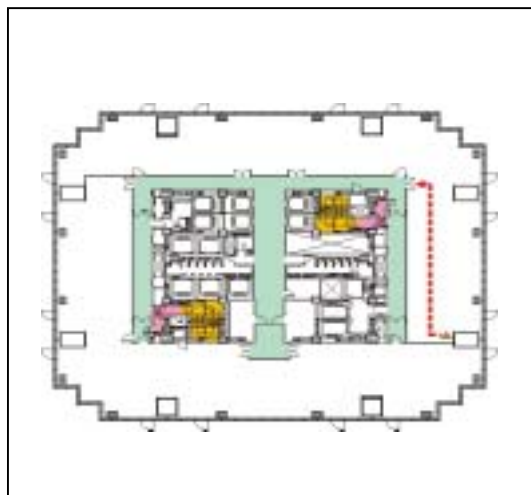


案例六

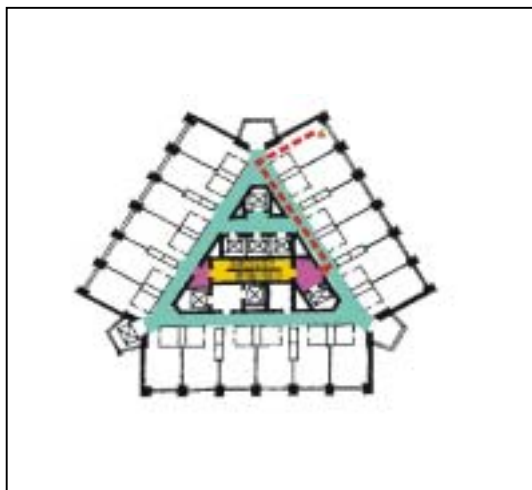
第一安全區劃
 第二安全區劃
 第三安全區劃



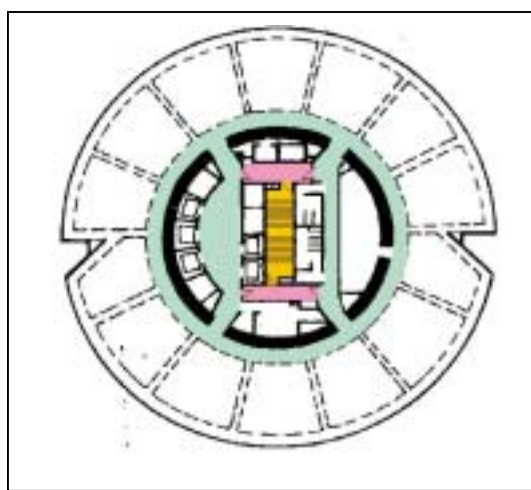
案例七



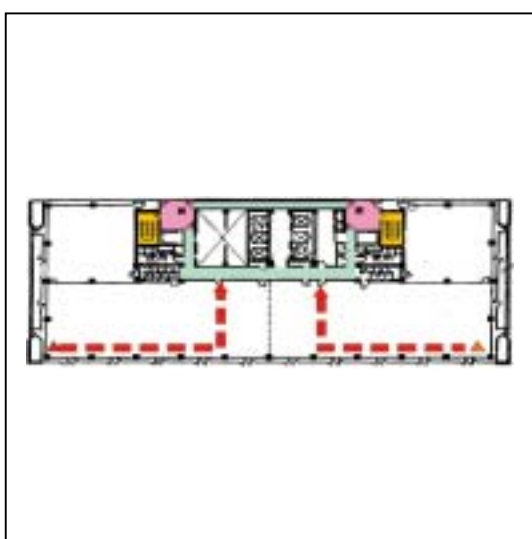
案例八



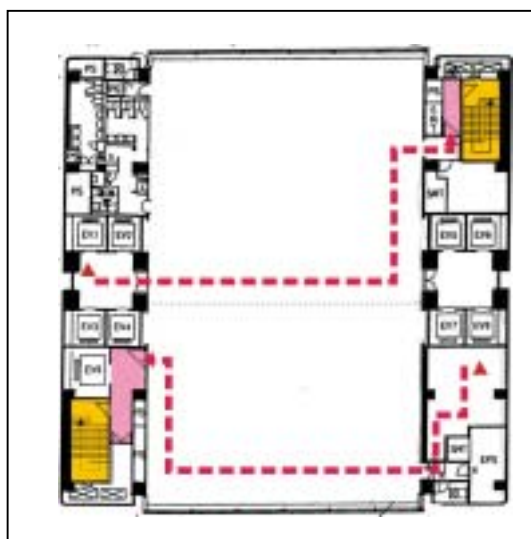
案例九



案例十



案例十一



案例十二



第一安全區劃



第二安全區劃



第三安全區劃

海名軒(住宅)



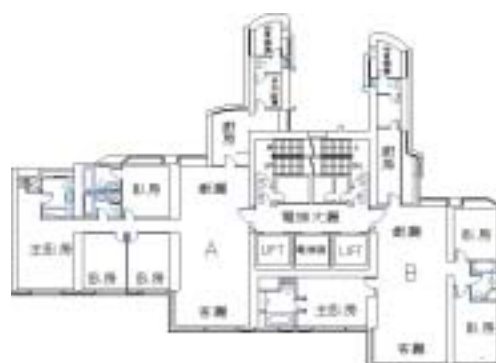
海名軒配置圖



海名軒夜景圖



8-68 樓平面圖(TOWER 1)



23-70 樓平面圖(TOWER 2)



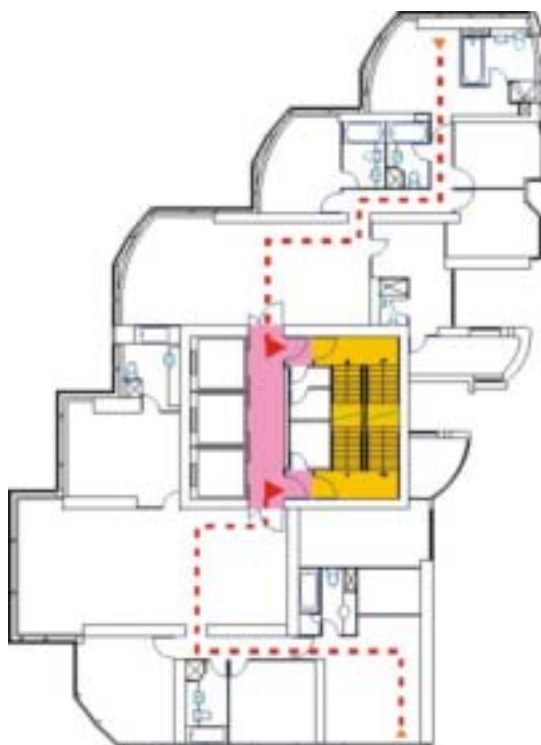
寫字區

海名軒立面圖



海名軒透視圖

- 避難防火區劃、行徑動線



8-68 樓平面圖(TOWER 1)



23-70 樓平面圖(TOWER 2)

圖 2.6 住宅海名軒分析示意圖

依日本『改正建築基準法之解說』(平成 12 年 5 月 31 日)有關樓層安全檢證法 的核算法等制定要件，有關樓層避難安全檢證法制定如下。

海名軒（住宅）TOWER 2 標準層避難安全檢證評估估算如下：

一、標準層

（一）TOWER 2A 棟假設起火點基本資料：

地區、區域	防火區劃（A 區）
用途	住宅（主臥室）
居室樓地板面積	72 m ² （預估收容人數 6 人）
樓層高度	3.8m
天花板高度	3m
居室內逃生距離	13m
由室內居室至直通樓梯逃生距離	22m
至直通樓梯逃生區劃的面積	260m ²
居室門寬	1.2m
開門方式	推開

（1）居室避難

1.火災發生後至屋內人員開始避難前所需要的時間依照下列公式算出。

$$t_{\text{start}} = \frac{\sqrt{\sum A_{\text{area}}}}{30} = \frac{\sqrt{72}}{30} = 0.2828 \text{ (分)}$$

2.居室內人物從該起居室等各部位步行至該居室出口所需要的時間。

$$t_{\text{travel}} = \max\left(\sum \frac{l_i}{v}\right) = \frac{13}{1} = 13 \text{ (秒)} = 0.2167 \text{ (分)}$$

3.居室內人物通過該居室的出口時所需要的時間。

項 目	數量	單位
P	0.08	人/ m ²
A _{area}	72	m ²
N _{eff}	90	人/分/m
B _{eff}	4.7448	m

$$\sum \frac{A_{\text{co}}}{A_n} = \frac{72}{0.3} = 240$$

$$\sum P_i A_{\text{load}} = 0.08 \times 260 = 20.8$$

$$\sum \frac{A_{\text{co}}}{A_n} - \sum P_i A_{\text{load}} \text{ 成立}$$

因此，面向走廊之所有門的有效流動係數 N_{eff} = 90 且面對走廊的其他居

室亦同

項 目	數 量	單 位	備 註
A _{co}	72	m ²	通往樓梯的滯留面積
A _n	0.3	m ² /人	避難時每人所需的滯留面積
P	0.08	人/ m ²	居室內人員密度
A _{load}	260	m ²	需利用該直通樓梯方能避難的居室樓地板面積

計算 有效出口寬度 B_{eff}

$$\text{為達到居室出口之時間 } t_{\text{reach}} \text{ 為 } t_{\text{reach}} = \frac{\sqrt{\sum A_{\text{area}}}}{30} + \max\left(\sum \frac{l_i}{v}\right)$$

$$= 0.2828 + 0.2167 = 0.4995 \text{ (分)}$$

堆置可燃物單位樓地板面積的發熱量為 $q_l = 720 \text{ MJ/m}^2$

$$\text{因此，堆置可燃物火災成長率 } \alpha_f = 2.6 \times 10^{-6} q_l^{5/3} = 2.6 \times 10^{-6} \times 720^{5/3} =$$

$$0.15038 = 1.50 \times 10^{-1}$$

$$\alpha_m = 0.0035 = 3.5 \times 10^{-3}$$

$$\text{火災擴大時間 } \frac{0.14}{\sqrt{\alpha_f + \alpha_m}} = \frac{0.14}{\sqrt{0.1539}} = \frac{0.14}{0.3923} = 0.3569 \text{ (分)}$$

$$\text{因為 } t_{\text{reach}} \frac{0.14}{\sqrt{\alpha_f + \alpha_m}}$$

$$B_{\text{eff}} = \max \{ B_{\text{room}} - 7.2 \sqrt{\alpha_f + \alpha_m} t_{\text{reach}} + 1, 0 \}$$

$$B_{\text{eff}} = \max (1.2 - 7.2 \times 0.3923 \times 0.4995 + 1 , 0) = \max (0.7891 , 0)$$

$$= 0.7891 \text{ m}$$

$$t_{\text{queue}} = \frac{\sum P A_{\text{area}}}{\sum N_{\text{eff}} B_{\text{eff}}} = \frac{6}{90 \times 0.7891} = 0.0845 \text{ (分)}$$

$$1. + 2. + 3. = 0.2828 + 0.2167 + 0.0845 = 0.584 \text{ (分)}$$

項 目	數 量	單 位	備 註
q_l	720	MJ/m ²	堆置可燃物單位樓地板面積的發熱量
α_m	0.0035	-	內部裝修材之火災成長率
B _{room}	1.2	m	面向走廊之居室的出口寬度

$$t_s \text{ (煙層或廢氣下降至有礙於避難的高度前所需要的時間)} = \frac{A_{\text{room}} \times (H_{\text{room}} - 1.8)}{\max(V_s - V_e, 0.01)}$$

$$A_{\text{room}} = 72 \text{ m}^2$$

$$H_{\text{room}} = 3 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
V_s (\text{煙層生成量}) &= 9 [(\alpha_f + \alpha_m) A_{\text{room}}]^{1/3} [H_{\text{low}}^{5/3} + (H_{\text{low}} - H_{\text{room}} + 1.8)^{5/3}] \\
&= 9 (0.1539 \times 72)^{1/3} [3^{5/3} + (3 - 3 + 1.8)^{5/3}] \\
&= 9 \times 2.2294 \times (3^{5/3} + 1.8^{5/3}) = 9 \times 2.2294 \times (6.24024 + 2.6635) \\
&= 9 \times 2.2294 \times 8.9037 = 178.6492 (\text{m}^3/\text{分})
\end{aligned}$$

項 目	數 量	單位	備 註
A _{room}	72	m ²	居室樓地板面積
H _{room}	3	m	自居室基準點算起之平均天花板高度
H _{low}	3	m	自居室地板面最低位置起算之平均天花板高度
α _f	2.6×10 ⁻⁶	-	堆置可燃物之火災成長率
α _m	0.0035	-	內部裝修材之火災成長率
V _s	178.6492	m ³ /分	煙生成量
V _e	51.4297	m ³ /分	有效排煙量 m ³ /分

$$V_e (\text{有效排煙量}) = \min (A^*E)$$

$$E = \min \left[\sum \min \left\{ w, 3.9(H_c - 1.8)w^{2/3} \right\} \right]$$

項 目	數量	單位	備 註
H _c	3.0	m	從該防煙區劃有效開口處中心基準點算起的平均高度
ω	128.5743	m ³ /分	以有效開口部之排煙機將空氣排出之能力設計

$$H_c = 3 - 0 = 3 \quad \omega = 144 (\text{m}^3/\text{分})$$

$$3.9 (H_c - 1.8) \omega^{2/3} = 3.9 (3 - 1.8) 144^{2/3} = 128.5743 (\text{m}^3/\text{分})$$

$$\text{取最小值 } E = 128.5743 (\text{m}^3/\text{分})$$

$$\begin{aligned}
A^* &= 0.4 \left(\frac{\overline{H}_{st} - 1.8}{H_{top} - 1.8} \right) + 0.6 \left(1 - \frac{A_{sc}}{A_{room}} \right) \left(\frac{\overline{H}_{st} - H_w}{H_{st} - 1.8} \right)^2 \\
&= 0.4 \times \frac{3 - 1.8}{3 - 1.8} + 0.6 \times \left(1 - \frac{72}{72} \right) \times \left(\frac{3 - 3}{3 - 1.8} \right)^2 = 0.4
\end{aligned}$$

$$V_e = \min (A^*E) = 0.4 \times 128.5743 = 51.4297 (\text{m}^3/\text{分})$$

項 目	數 量	單位	備 註
H _{st}	3	m	該居室內各有效開口上端基準點算起平均高度
H _{top}	3	m	離該起居室基準點的天花板最大高度
E	128.5743	m ³ /分	按照該居室排煙設備的不同，公式算出的數值
t _s	0.9791	分	樓層煙層下降至有礙安全避難所需的時間

$$t_s (\text{樓層煙層下降的時間}) = \frac{A_{room} \times (H_{room} - H_{lim})}{\max(V_s - V_e, 0.01)}$$

$$= \frac{72 \times (3 - 1.8)}{\max(178.6492 - 51.4297, 0.01)} = \frac{86.4}{127.2195} = 0.9791 (\text{分})$$

室內居室避難時間 0.584 分 < 煙層下降的時間 0.9791 分
避難成功

(2) 樓層避難

$$A_{floor} = 1877.06 \text{ m}^2$$

項 目	數 量	單 位	備 註
A _{floor}	260	m ²	該樓層各居室樓地板面積

火災發生之後至屋內人物開始避難之前所需要的時間

$$1. t_{start} = \frac{\sqrt{A_{floor}}}{30} + 3 = \frac{\sqrt{260}}{30} + 3 = 3.5375 (\text{分})$$

2. 居室內人員從該建築物各室各部位通往地面層出口之前所需要的步行時間

$$t_{travel} = \max\left(\sum \frac{l_i}{v}\right) = \frac{22}{1} = 22 (\text{秒}) = 0.3667 (\text{分})$$

項 目	數 量	單 位	備 註
l _i	22	m	到達直通樓梯之最大步行距離
v	1	分/m	步行速度

3. 屋內人員從該建築物通往地面層的出口時所需要的時間

$$t_{queue} = \frac{\sum P A_{area}}{\sum N_{eff} B_{st}} = \frac{0.08 \times 260}{90 \times 1.6} = 1.4444 (\text{分})$$

項 目	數 量	單 位	備 註
P	0.3	人/ m ²	室內人員通往地面層通路密度
A _{area}	260	m ²	該樓層各居室等部分樓地板面積
N _{eff}	90	人/分/m	有效流動係數 以計算求出
B _{eff}	1.6	m	往直通樓梯之出口寬度

計算有效流動係數 N_{eff}

可滯留面積

$$\sum A_{st} = 10 \times 8 - 3 \times 7.5 = 57.5 \text{ m}^2$$

$$\text{必要滯留面積 } 0.25 \sum P \cdot A_{\text{load}} = 0.25 (0.3 \times 188) = 14.1 \text{ m}^2$$

$$\sum A_{\text{st}} > 0.25 \sum P \cdot A_{\text{load}} \quad \text{採 } N_{\text{eff}} = 90 \text{ m}^2$$

$$\text{避難時間} = 3.5375 + 0.3667 + 1.4444 = 5.3486 \text{ (分)}$$

項 目	數 量	單位	備 註
A _{st}	57.5	m ²	樓梯間之樓地板面積
A _{load}	188	m ²	需經由該直通樓梯始能避難之部分樓地板面積
B _{st}	1.6	m	通往該直通樓梯之出口寬度
B _{neck}	1.4	m	往該直通樓梯之出口寬度、走廊寬度或避難層直通樓梯之出口寬度，取三者最小者

* 樓層之煙層下降時間

$$t_s \text{ (樓層煙層下降的時間)} = \frac{A_{\text{room}} \times (H_{\text{room}} - H_{\text{lim}})}{\max(V_s - V_e, 0.01)}$$

項 目	數量	單位	備 註
A _{room}	72	m ²	該住宅之樓地板面積
H _{room}	3	m	自基準點算起之平均天花板高度
H _{lim}	1	m	邊界煙層高度。門高度 1/2 = 2×1/2 = 1
V _s	144	m ³ /分	煙生成量
V _e	178.6492	m ³ /分	有效排煙量
α _f	2.6×10 ⁻⁶	-	堆置可燃物之火災成長率
α _m	0.0035	-	內部裝修材之火災成長率
H _{low}	3	m	自地板面最低位置起算之平均天花板高度

$$\begin{aligned}
 V_s &= 9 [(\alpha_f + \alpha_m) A_{\text{room}}]^{1/3} [H_{\text{low}}^{5/3} + (H_{\text{low}} - H_{\text{room}} + 1.8)^{5/3}] \\
 &= 9 (0.1539 \times 72)^{1/3} [3^{5/3} + (3 - 3 + 1.8)^{5/3}] \\
 &= 9 \times 2.2294 \times (3^{5/3} + 1.8^{5/3}) = 9 \times 2.2294 \times (6.24024 + 2.6635) \\
 &= 9 \times 2.2294 \times 8.9037 = 178.6492 (\text{m}^3/\text{分})
 \end{aligned}$$

$$V_e \text{ (有效排煙量)} = \min(A * E)$$

$$E = \min \left[\sum \min \left\{ w, 3.9 (H_c - 1.8) w^{2/3} \right\} \right]$$

項 目	數量	單位	備 註
H _c	3	m	從該防煙區劃有效開口處中心基準點算起的平均高度
ω	144	m ³ /分	以有效開口部之排煙機將空氣排出之能力設計

$$H_c = 3 - 0 = 3 \quad \omega = 144(\text{m}^3/\text{分})$$

$$3.9 (H_c - 1.8) \omega^{\frac{2}{3}} = 3.9 (3 - 1.8) 144^{\frac{2}{3}} = 128.5743 (\text{m}^3/\text{分})$$

取最小值 $E = 128.5743 (\text{m}^3/\text{分})$

$$A^* = 0.4 \left(\frac{\overline{H}_{st} - 1.8}{H_{top} - 1.8} \right) + 0.6 \left(1 - \frac{A_{sc}}{A_{room}} \right) \left(\frac{\overline{H}_{st} - H_w}{H_{st} - 1.8} \right)^2$$

$$= 0.4 \times \frac{3 - 1.8}{3 - 1.8} + 0.6 \times \left(1 - \frac{72}{72} \right) \times \left(\frac{3 - 3}{3 - 1.8} \right)^2 = 0.4$$

$$V_e = \min(A^*E) = 0.4 \times 128.5743 = 51.4297(\text{m}^3/\text{分})$$

項 目	數 量	單 位	備 註
H _{st}	3	m	該居室內各有效開口上端基準點算起平均高度
H _{top}	3	m	離該起居室基準點的天花板最大高度
E	128.5743	m ³ /分	按照該居室排煙設備的不同，公式算出的數值
t _s	6.62245	分	樓層煙層下降至有礙安全避難所需的時間

a、主臥室為起火點，煙層下降時間 $t_s = \frac{A_{room} \times (H_{room} - H_{lim})}{\max(V_s - V_e, 0.01)}$

$$= \frac{72 \times (3 - 1)}{\max(178.6492 - 128.5743, 0.01)} = \frac{144}{50.0749} = 2.8757(\text{分})$$

b、主臥室為起火點，走廊的煙層下降時間 $t_s = \frac{A_{room} \times (H_{room} - H_{lim})}{\max(V_s - V_e, 0.01)}$

$$= \frac{72 \times (3 - 1.8)}{\max(23.06 - 0, 0.01)} = \frac{86.4}{23.06} = 3.7467(\text{分})$$

$$V_s = 0.2A_{op} = 0.2 \times (1.4 \times 11.5 + 8 \times 12.4) = 23.06(\text{m}^3/\text{分})$$

c、商店販賣為起火點，樓層的煙層下降時間

$$t_s = 2.8757 + 3.7467 = 6.62245 (\text{分})$$

室內避難至直通樓梯的避難時間 5.3486 分 < 煙層下降的時間 6.62245 分
避難成功

標準層居室避難時間計算

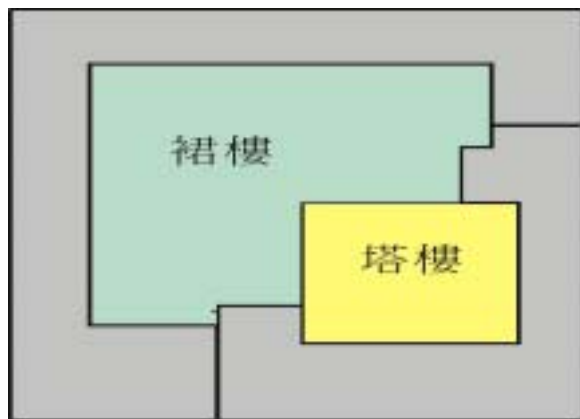
一、居室避難開始時間（標準層）			住宅住臥室
居室面積	A_{area}	m^2	72
居室開始避難時間	t_{start}	分	0.2828
二、居室步行時間			
最大步行距離	l_i	m	13
步行速度	v	m/sec	1
居室步行時間	t_{travel}	分	0.2167
三、通過出口所需時間			
居室內人員密度	p	人/ m^2	0.08
居室內人員數量	$\sum pA_{\text{area}}$	人	6
有效流動係數 * 1	N_{eff}	人/分 m	90
有效出口寬度 * 2	B_{eff}	m	0.7891
通過出口所需時間	t_{queue}	分	0.0845
* 1 有效流動係數之計算			
可滯留面積	A_{co}	m^2	72
必要滯留面積	A_n	$\text{m}^2/\text{人}$	0.3
可滯留人數	$\sum \frac{A_{\text{co}}}{A_n}$	人	240
避難對象居室面積	A_{load}	m^2	260
避難對象人數	$\sum pA_{\text{load}}$	人	21
最小出口寬度	B_{neck}	m	1.4
該居室出口寬度	B_{room}	m	1.2
避難路徑出口寬度合計	B_{load}	m	1.4
有效流動係數	N_{eff}	人/分 m	90
* 2 有效出口寬度之計算（最大門寬）			
出口到達時間	t_{reach}	分	0.4995
堆積可燃物發熱量	q_l	MJ/ m^2	720
堆積可燃物火災成長率	α_f		0.242905
裝修火災成長率	α_m		0.0035
火災擴大時間	$\frac{0.14}{\sqrt{\alpha_f + \alpha_m}}$	分	0.3569
最大出口寬度	B_{room}	m	1.2
有效出口寬度	B_{eff}	m	0.7891
其他有效出口寬度合計	B_{eff}	m	-

有效出口寬度合計	Σb_{eff}	m	0.7891
居室避難所需時間	$t_{start} + t_{travel} + t_{queue}$	分	0.584
四、煙層下降時間			
該居室樓地板面積	A_{room}	m^2	72
居室平均天花板高度	H_{room}	m	3.6
煙生成量	V_s	$m^3/\text{分}$	178.6492
有效排煙量 * 3	V_e	$m^3/\text{分}$	51.4297
煙層下降時間	t_s	分	0.9791
* 3 有效排煙量之計算			
有效開口部平均高度	H_{st}	m	3
最大天花板高度	H_{top}	m	3
有效開口部中心高度	H_c	m	3
機械排煙量	W	$m^3/\text{分}$	-
有效開口部排煙量	E	$m^3/\text{分}$	128.5743
有效排煙量	V_e	$m^3/\text{分}$	51.4297
評估			
居室避難行動時間	$t_{start} + t_{travel} + t_{queue}$	分	0.584
居室之煙層下降時間	t_s	分	0.9791
判定			OK

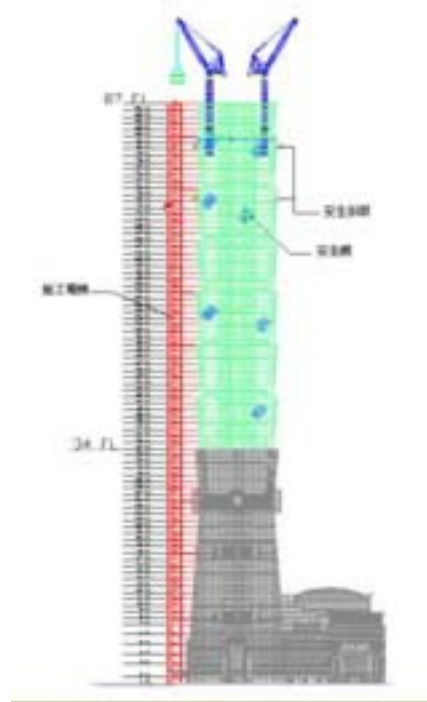
標準層避難時間計算

一、居室之煙層下降時間（標準層）			住宅主臥室
該居室樓地板面積	A_{room}	m^2	72
居室平均天花板高度	H_{room}	m	3
煙生成量 * 1	V_s	$\text{m}^3/\text{分}$	178.6492
邊界煙層高度	H_{lim}	m	1
有效排煙量 * 2	V_e	$\text{m}^3/\text{分}$	51.4297
起火室煙層下降時間	t_{s1}	分	0.9791
* 1 煙生成量			
最低位置之平均天花板高度	H_{low}	m	3
堆積可燃物發熱量	q_l	MJ/m^2	720
堆積可燃物火災成長率	α_f		0.242905
裝修材火災成長率	α_m		0.0035
煙生成量	V_s	$\text{m}^3/\text{分}$	178.6492
* 2 有效有效排煙量之計算			
有效開口部平均高度	H_{st}	m	3
最大天花板高度	H_{top}	m	3
有效開口部中心高度	H_c	m	3
機械排煙量	W	$\text{m}^3/\text{分}$	144
有效開口部排煙量	E	$\text{m}^3/\text{分}$	128.5743
有效排煙量	V_e	$\text{m}^3/\text{分}$	51.4297
二、走廊煙層下降時間			
開口面積	A_{op}	m^2	115.3
煙生成量	V_s	$\text{m}^3/\text{分}$	23.06
走廊樓地板面積	A_{corridor}	m^2	115.3
走廊天花板高度	H_{corridor}	m	3
有效排煙量	V_e	$\text{m}^3/\text{分}$	0
走廊煙層下降時間	t_{s2}	分	6.62245
三、樓層煙層避難安全評估			
樓層避難時間	1. + 2. + 3.	分	5.3486
樓層煙層下降時間	$t_{s1} + t_{s2}$	分	6.62245
判定			OK

TAIPEI 101

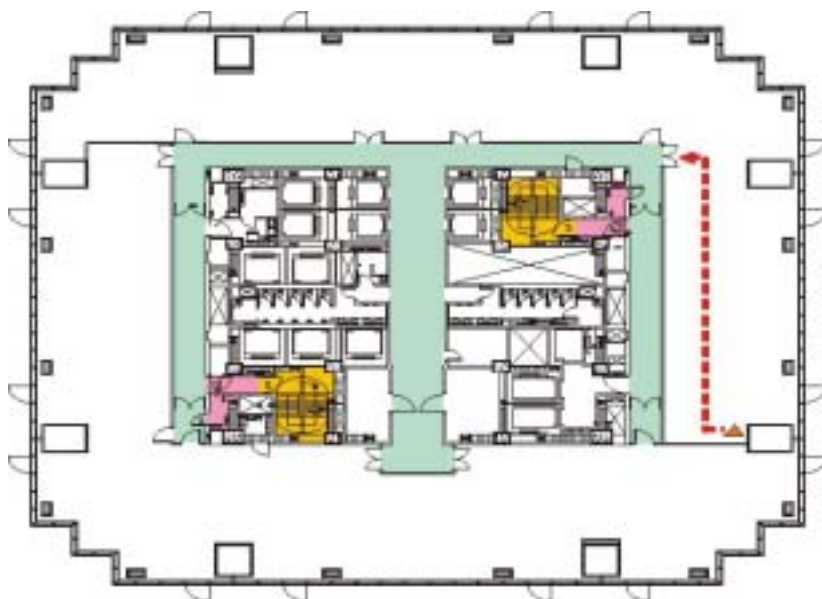


TAIPEI 101 基地配置圖

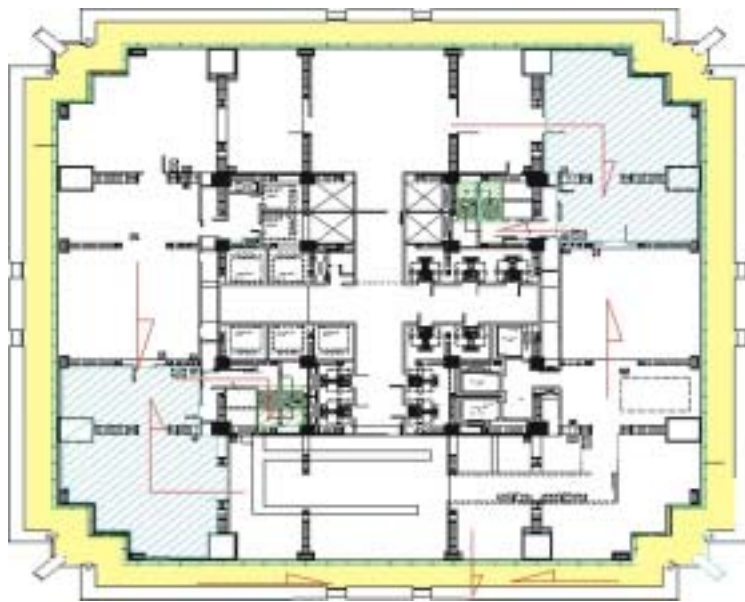


TAIPEI 101 剖面圖

本案例基地位於台北市信義區東臨 20 米松智路、西臨 30 米市府路、南臨 30 米信義路五段、北邊有一停車場並臨松壽路與台北市政府相望。



TAIPEI 101 標準層平面圖



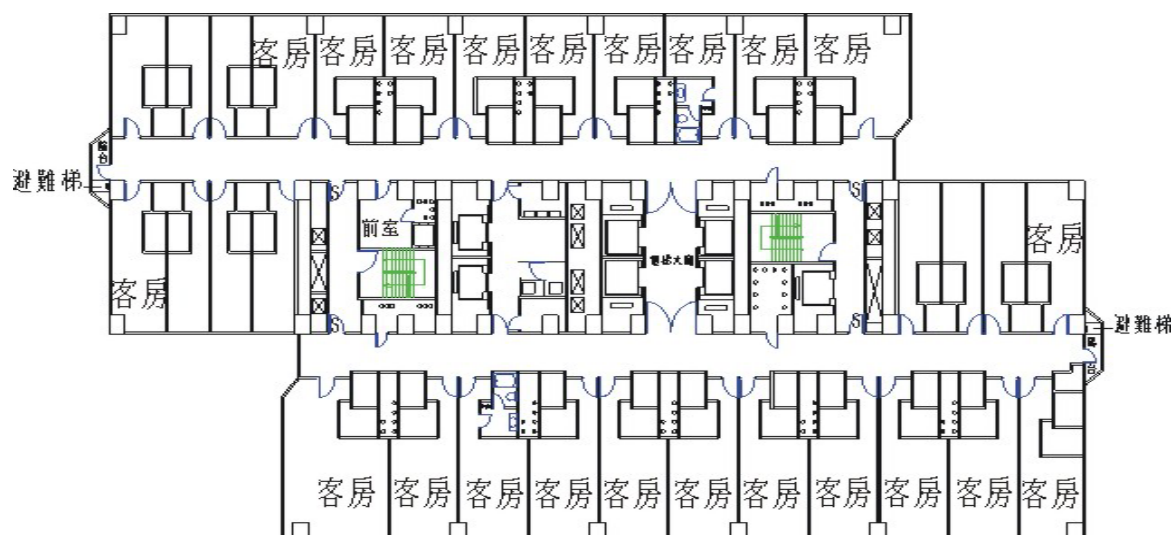
TAIPEI 101 避難安全層

圖 2.7 辦公案例分析圖（一）

建築物為地下五層，地上 101 層，裙樓 8 層、塔樓 101 層，高度 508 公尺的超高層建築物，主要用途於裙樓部分為商業販賣，塔樓部分除 86 至 89 層的餐廳、咖啡及商店外，其餘大部分為辦公用途，另外第 7、17、26、34、42、50、58、66、74、82、87 及 91 層為機房與避難安全層，R1F 及 R2F 頂層部分為觀測台，因為形狀為倒八形（才高八斗），各層面積在 1609.08~2351.25 m²。

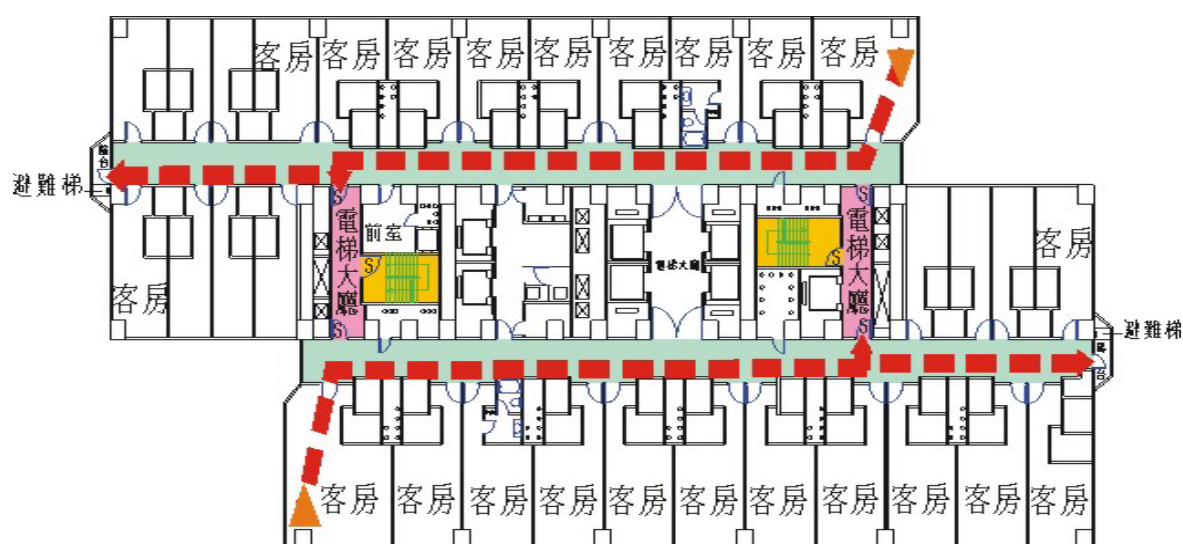
遇有災害發生時，所有避難人員及消防救護人員均須由地面層進出，平時施工期間，材料進出亦由地面層調節，所以地面層的動線最為複雜，消防救護動線由松廉路兩處及信義路一處進出，緊急逃生路徑出口設於松廉路及信義路交角處，消防車專用進水口設於松廉路側，另外，室內避難人員亦可由裙樓其他側避難。

除了一般的樓梯外，斜坡道亦可納入避難的動線，步行距離均在 30 公尺以內。地下 4 及 5 層為停車空間，車輛可利用 4 個角落的車道往上層避難，人員亦可利用一般的樓梯、斜坡道避難，步行距離均 30 公尺，並均符合兩方向避難的原則。



本旅館案例分析：

- 1.除了每一客房進入第一安全避難區劃均保有兩方向避難動線外，最大步行距離及重複步行距離距離適中，均為容易到達直通樓梯的設計。
- 2.雙走廊型式於疏散避難時，能夠有較多的動線選擇，更能達到安全的效果。
- 3.於雙走廊各一端設置陽台，於陽台上設置避難器具 - 避難梯，使室內動線受煙、焰侵襲中斷時，亦可利用陽台避難梯避難，惟陽台避難梯的設置，應考慮安全性，最好設有屏障，以避免受到煙、焰及墜落物的侵害，以鐵爬梯各要注意設置時應上下交錯，不在同一直線上。



旅館案例分析

圖 2.8 旅館案例分析圖

二、標準層居室避難時間計算

(一) A 點基本資料：

地區、區域	防火區劃 (A 區)
用途	辦公
居室樓地板面積	318.5 m ² (預估收容人數 96 人)
樓層高度	4.5m
天花板高度	3m
居室內逃生距離	16m
由室內居室至直通樓梯逃生距離	24m
至直通樓梯逃生區劃的面積	8.4m ²
居室門寬	4.8m
開門方式	推開

(1) 居室避難

1. 火災發生後至屋內人員開始避難前所需要的時間依照下列公式算出。

$$t_{\text{start}} = \frac{\sqrt{\sum A_{\text{area}}}}{30} = \frac{\sqrt{318.5}}{30} = 0.595 \text{ (分)}$$

2. 居室內人物從該起居室等各部位步行至該居室出口所需要的時間。

$$t_{\text{travel}} = \max \left(\sum \frac{l_i}{v} \right) = \frac{16}{1} = 16 \text{ (秒)} = 0.2667 \text{ (分)}$$

3. 居室內人物通過該居室的出口時所需要的時間。

項 目	數量	單位
P	0.3	人/ m ²
A _{area}	318.5	m ²
N _{eff}	90	人/分/m
B _{eff}	4.7448	m

$$\sum \frac{A_{co}}{A_n} = \frac{318.5}{0.3} = 1062$$

$$\sum P_i A_{load} = 0.3 \times 318.5 = 95.55$$

$$\sum \frac{A_{co}}{A_n} \geq \sum P_i A_{load} \text{ 成立}$$

因此，面向走廊之所有門的有效流動係數 N_{eff} = 90 且面對走廊的其他居室亦同

項 目	數 量	單 位	備 註
A _{co}	318.5	m ²	通往樓梯的滯留面積
A _n	0.3	m ² /人	避難時每人所需的滯留面積

P	0.3	人/ m ²	居室內人員密度
A _{load}	318.5	m ²	需利用該直通樓梯方能避難的居室樓地板面積

計算 有效出口寬度 B_{eff}

$$\text{為達到居室出口之時間 } t_{\text{reach}} \text{ 為 } t_{\text{reach}} = \frac{\sqrt{\sum A_{\text{area}}}}{30} + \max\left(\sum \frac{l_1}{v}\right)$$

$$= 0.595 + 0.2667 = 0.8617 \text{ (分)}$$

堆置可燃物單位樓地板面積的發熱量為 $q_l = 560 \text{ MJ/m}^2$

$$\text{因此, 堆置可燃物火災成長率 } \alpha_f = 2.6 \times 10^{-6} q_l^{5/3} = 2.6 \times 10^{-6} \times 560^{5/3} =$$

$$0.101123 = 1.01 \times 10^{-1}$$

$$\alpha_m = 0.0035 = 3.5 \times 10^{-3}$$

$$\text{火災擴大時間 } \frac{0.14}{\sqrt{\alpha_f + \alpha_m}} = \frac{0.14}{\sqrt{0.1046}} = \frac{0.14}{0.3234} = 0.4329 \text{ (分)}$$

$$\text{因為 } t_{\text{reach}} \frac{0.14}{\sqrt{\alpha_f + \alpha_m}}$$

$$B_{\text{eff}} = \max\{B_{\text{room}} - 7.2\sqrt{\alpha_f + \alpha_m}t_{\text{reach}} + 1, 0\}$$

$$B_{\text{eff}} = \max(4.8 - 7.2 \times 0.3234 \times 0.8617 + 1, 0) = \max(3.7935, 0)$$

$$= 3.7935 \text{ m}$$

$$t_{\text{queue}} = \frac{\sum P A_{\text{area}}}{\sum N_{\text{eff}} B_{\text{eff}}} = \frac{96}{90 \times 3.7935} = 0.2812 \text{ (分)}$$

$$1. + 2. + 3. = 0.595 + 0.2667 + 0.2812 = 1.1429 \text{ (分)}$$

項 目	數 量	單 位	備 註
q _l	540	MJ/m ²	堆置可燃物單位樓地板面積的發熱量
α _m	0.0035	-	內部裝修材之火災成長率
B _{room}	4.8	m	面向走廊之居室的出口寬度

$$t_s \text{ (煙層或廢氣下降至有礙於避難的高度前所需要的時間)} = \frac{A_{\text{room}} \times (H_{\text{room}} - 1.8)}{\max(V_s - V_e, 0.01)}$$

$$A_{\text{room}} = 318.5 \text{ m}^2$$

$$H_{\text{room}} = 3 \text{ m}$$

$$V_s \text{ (煙層生成量)} = 9 [(\alpha_f + \alpha_m) A_{\text{room}}]^{1/3} [H_{\text{low}}^{5/3} + (H_{\text{low}} - H_{\text{room}} + 1.8)^{5/3}]$$

$$= 9 (0.1046 \times 318.5)^{1/3} [3^{5/3} + (3 - 3 + 1.8)^{5/3}]$$

$$= 9 \times 3.2177 \times (3^{5/3} + 1.8^{5/3}) = 9 \times 3.2177 \times (6.24024 + 2.6635)$$

$$= 9 \times 3.2177 \times 8.9037 = 257.8458 (\text{m}^3/\text{分})$$

項 目	數 量	單位	備 註
A _{room}	318.5	m ²	居室樓地板面積
H _{room}	3	m	自居室基準點算起之平均天花板高度
H _{low}	3	m	自居室地板面最低位置起算之平均天花板高度
α _f	2.6×10 ⁻⁶	-	堆置可燃物之火災成長率
α _m	0.0035	-	內部裝修材之火災成長率
V _s	257.8458	m ³ /分	煙生成量
V _e	138.5900	m ³ /分	有效排煙量 m ³ /分

$$V_e (\text{有效排煙量}) = \min (A * E)$$

$$E = \min \left[\sum \min \left\{ w, 3.9 (H_c - 1.8) w^{\frac{2}{3}} \right\} \right]$$

項 目	數量	單位	備 註
H _c	3.0	m	從該防煙區劃有效開口處中心基準點算起的平均高度
ω	637	m ³ /分	以有效開口部之排煙機將空氣排出之能力設計

$$H_c = 3 - 0 = 3 \quad \omega = 637 (\text{m}^3/\text{分})$$

$$3.9 (H_c - 1.8) \omega^{\frac{2}{3}} = 3.9 (3 - 1.8) 637^{\frac{2}{3}} = 346.4751 (\text{m}^3/\text{分})$$

$$\text{取最小值 } E = 346.4751 (\text{m}^3/\text{分})$$

$$A^* = 0.4 \left(\frac{\overline{H}_{st} - 1.8}{H_{top} - 1.8} \right) + 0.6 \left(1 - \frac{A_{sc}}{A_{room}} \right) \left(\frac{\overline{H}_{st} - H_w}{H_{st} - 1.8} \right)^2$$

$$= 0.4 \times \frac{3 - 1.8}{3 - 1.8} + 0.6 \times \left(1 - \frac{318.5}{318.5} \right) \times \left(\frac{3 - 3}{3 - 1.8} \right)^2 = 0.4$$

$$V_e = \min (A * E) = 0.4 \times 310.3428 = 138.5900 (\text{m}^3/\text{分})$$

項 目	數 量	單位	備 註
H _{st}	3	m	該居室內各有效開口上端基準點算起平均高度
H _{top}	3	m	離該起居室基準點的天花板最大高度
E	346.4751	m ³ /分	按照該居室排煙設備的不同，公式算出的數值
t _s	3.2049	分	樓層煙層下降至有礙安全避難所需的時間

$$t_s (\text{樓層煙層下降的時間}) = \frac{A_{room} \times (H_{room} - H_{lim})}{\max(V_s - V_e, 0.01)}$$

$$= \frac{318.5 \times (3 - 1.8)}{\max(257.8458 - 138.5900, 0.01)} = \frac{382.2}{119.2558} = 3.2049 (\text{分})$$

室內居室避難時間 1.1429 分 < 煙層下降的時間 3.2049 分
避難成功

(2) 樓層避難

$$A_{\text{floor}} = 318.5 \text{ m}^2$$

項 目	數 量	單 位	備 註
A_{floor}	318.5	m^2	該樓層各居室樓地板面積

火災發生之後至屋內人物開始避難之前所需要的時間

$$1. t_{\text{start}} = \frac{\sqrt{A_{\text{floor}}}}{30} + 3 = \frac{\sqrt{318.5}}{30} + 3 = 4.4442 \text{ (分)}$$

2. 居室內人員從該建築物各室各部位通往地面層出口之前所需要的步行時間

$$t_{\text{travel}} = \max \left(\sum \frac{l_i}{v} \right) = \frac{24}{1} = 24 \text{ (秒)} = 0.4 \text{ (分)}$$

項 目	數 量	單 位	備 註
l_i	24	m	到達直通樓梯之最大步行距離
v	1	分/m	步行速度

3. 屋內人員從該建築物通往地面層的出口時所需要的時間

$$t_{\text{queue}} = \frac{\sum P A_{\text{area}}}{\sum N_{\text{eff}} B_{\text{st}}} = \frac{0.3 \times 318.5}{54.9241 \times 0.8} = 2.1746 \text{ (分)}$$

項 目	數 量	單 位	備 註
P	0.3	人/ m^2	室內人員通往地面層通路密度
A_{area}	318.5	m^2	該樓層各居室等部分樓地板面積
N_{eff}	54.9241	人/分/m	有效流動係數以計算求出
B_{eff}	0.8	m	往直通樓梯之出口寬度

計算有效流動係數 N_{eff}

可滯留面積

$$\sum A_{\text{st}} = 1.5 \times 3.6 + 2 \times 1.5 + 8 = 16.4 \text{ m}^2$$

$$\text{必要滯留面積 } 0.25 \sum P \cdot A_{\text{load}} = 0.25 (0.3 \times 318.5) = 23.8875 \text{ m}^2$$

$$\sum A_{\text{st}} < 0.25 \sum P \cdot A_{\text{load}} \quad \text{採 } N_{\text{eff}} = \frac{320 B_{\text{neck}} \sum A_{\text{st}}}{B_{\text{st}} \sum P A_{\text{load}}}$$

$$= \frac{320 \times 0.8 \times 16.4}{0.8 \times 0.3 \times 318.5} = 54.9241$$

$$\text{避難時間} = 4.4442 + 0.4 + 2.1746 = 7.0188 \text{ (分)}$$

項 目	數 量	單位	備 註
A _{st}	16.4	m ²	樓梯間之樓地板面積
A _{load}	318.5	m ²	需經由該直通樓梯始能避難之部分樓地板面積
B _{st}	0.8	m	通往該直通樓梯之出口寬度
B _{neck}	1.2	m	往該直通樓梯之出口寬度、走廊寬度或避難層直通樓梯之出口寬度，取三者最小者

* 樓層之煙層下降時間

$$t_s \text{ (樓層煙層下降的時間)} = \frac{A_{room} \times (H_{room} - H_{lim})}{\max(V_s - V_e, 0.01)}$$

項 目	數量	單位	備 註
A _{room}	318.5	m ²	商店賣場之樓地板面積
H _{room}	3	m	自基準點算起之平均天花板高度
H _{lim}	1	m	邊界煙層高度。門高度 1/2 = 2×1/2 = 1
V _s	257.8458	m ³ /分	煙生成量
V _e	124.1371	m ³ /分	有效排煙量
α _f	2.6×10 ⁻⁶	-	堆置可燃物之火災成長率
α _m	0.0035	-	內部裝修材之火災成長率
H _{low}	3	m	自地板面最低位置起算之平均天花板高度

$$V_s = 9 [(\alpha_f + \alpha_m) A_{room}]^{1/3} [H_{low}^{5/3} + (H_{low} - H_{room} + 1.8)^{5/3}]$$

$$= 9 (0.1046 \times 318.5)^{1/3} [3^{5/3} + (3 - 3 + 1.8)^{5/3}]$$

$$= 9 \times 3.2177 \times (3^{5/3} + 1.8^{5/3}) = 9 \times 3.2177 \times (6.24024 + 2.6635)$$

$$= 9 \times 3.2177 \times 8.9037 = 257.8458 \text{ (m}^3\text{/分)}$$

$$V_e \text{ (有效排煙量)} = \min(A \cdot E)$$

$$E = \min \left[\sum \min \left\{ w, 3.9 (H_c - 1.8) w^{2/3} \right\} \right]$$

項 目	數量	單位	備 註
H _c	3	m	從該防煙區劃有效開口處中心基準點算起的平均高度
ω	637	m ³ /分	以有效開口部之排煙機將空氣排出之能力設計

$$H_c = 3 - 0 = 3$$

$$\omega = 637 \text{ (m}^3\text{/分)}$$

$$3.9 (H_c - 1.8) \omega^{2/3} = 3.9 (3 - 1.8) 637^{2/3} = 346.4751 \text{ (m}^3\text{/分)}$$

取最小值 $E = 346.4751 \text{ (m}^3/\text{分)}$

$$A^* = 0.4 \left(\frac{\overline{H}_{st} - 1.8}{H_{top} - 1.8} \right) + 0.6 \left(1 - \frac{A_{sc}}{A_{room}} \right) \left(\frac{\overline{H}_{st} - H_w}{H_{st} - 1.8} \right)^2$$

$$= 0.4 \times \frac{3 - 1.8}{3 - 1.8} + 0.6 \times \left(1 - \frac{318.5}{318.5} \right) \times \left(\frac{3 - 3}{3 - 1.8} \right)^2 = 0.4$$

$$V_e = \min(A^*E) = 0.4 \times 310.3428 = 138.5900 (\text{m}^3/\text{分})$$

項 目	數 量	單位	備 註
H _{st}	3	m	該居室內各有效開口上端基準點算起平均高度
H _{top}	3	m	離該起居室基準點的天花板最大高度
E	346.4751	m ³ /分	按照該居室排煙設備的不同，公式算出的數值
t _s	28.6464	分	樓層煙層下降至有礙安全避難所需的時間

a、辦公室為起火點，煙層下降時間 $t_s = \frac{A_{room} \times (H_{room} - H_{lim})}{\max(V_s - V_e, 0.01)} = 257.8458$

$$= \frac{318.5 \times (3 - 1)}{\max(257.8458 - 138.5900, 0.01)} = \frac{637}{119.2558} = 5.3415 (\text{分})$$

b、辦公室為起火點，走廊的煙層下降時間 $t_s = \frac{A_{room} \times (H_{room} - H_{lim})}{\max(V_s - V_e, 0.01)}$

$$= \frac{318.5 \times (3 - 1.8)}{\max(16.4 - 0, 0.01)} = \frac{382.2}{16.4} = 23.3049 (\text{分})$$

$$V_s = 0.2A_{op} = 0.2 \times (1.5 \times 3.6 + 2 \times 1.5 + 8) = 16.4 (\text{m}^3/\text{分})$$

c、商店販賣為起火點，樓層的煙層下降時間

$$t_s = 5.3415 + 23.3049 = 28.6464 (\text{分})$$

室內避難至直通樓梯的避難時間 7.0188 分 < 煙層下降的時間 28.6464 分
避難成功

標準層居室避難時間計算

一、居室避難開始時間（標準層）			辦公室
居室面積	A_{area}	m^2	318.5
居室開始避難時間	t_{start}	分	0.595
二、居室步行時間			
最大步行距離	l_i	m	16
步行速度	v	m/sec	1
居室步行時間	t_{travel}	分	0.2667
三、通過出口所需時間			
居室內人員密度	p	人/ m^2	0.3
居室內人員數量	ΣpA_{area}	人	96
有效流動係數 * 1	N_{eff}	人/分 m	90
有效出口寬度 * 2	B_{eff}	m	3.7935
通過出口所需時間	t_{queue}	分	0.2812
* 1 有效流動係數之計算			
可滯留面積	A_{co}	m^2	318.5
必要滯留面積	A_n	$\text{m}^2/\text{人}$	0.3
可滯留人數	$\Sigma \frac{A_{\text{co}}}{A_n}$	人	1062
避難對象居室面積	A_{load}	m^2	318.5
避難對象人數	ΣpA_{load}	人	96
最小出口寬度	B_{neck}	m	0.8
該居室出口寬度	B_{room}	m	4.8
避難路徑出口寬度合計	B_{load}	m	
有效流動係數	N_{eff}	人/分 m	54.9241
* 2 有效出口寬度之計算（最大門寬）			
出口到達時間	t_{reach}	分	0.8617
堆積可燃物發熱量	q_l	MJ/ m^2	540
堆積可燃物火災成長率	α_f		0.242905
裝修火災成長率	α_m		0.0035
火災擴大時間	$\frac{0.14}{\sqrt{\alpha_f + \alpha_m}}$	分	0.4329
最大出口寬度	B_{room}	m	4.8
有效出口寬度	B_{eff}	m	3.7935
其他有效出口寬度合計	B_{eff}	m	-

有效出口寬度合計	Σb_{eff}	m	3.7935
居室避難所需時間	$t_{start} + t_{travel} + t_{queue}$	分	1.1429
四、煙層下降時間			
該居室樓地板面積	A_{room}	m ²	318.5
居室平均天花板高度	H_{room}	m	3
煙生成量	V_s	m ³ /分	257.8458
有效排煙量 * 3	V_e	m ³ /分	138.5900
煙層下降時間	t_s	分	3.2049
* 3 有效排煙量之計算			
有效開口部平均高度	H_{st}	m	3
最大天花板高度	H_{top}	m	3
有效開口部中心高度	H_c	m	3
機械排煙量	W	m ³ /分	637
有效開口部排煙量	E	m ³ /分	346.4751
有效排煙量	V_e	m ³ /分	138.5900
評估			
居室避難行動時間	$t_{start} + t_{travel} + t_{queue}$	分	1.1429
居室之煙層下降時間	t_s	分	3.2049
判定			OK

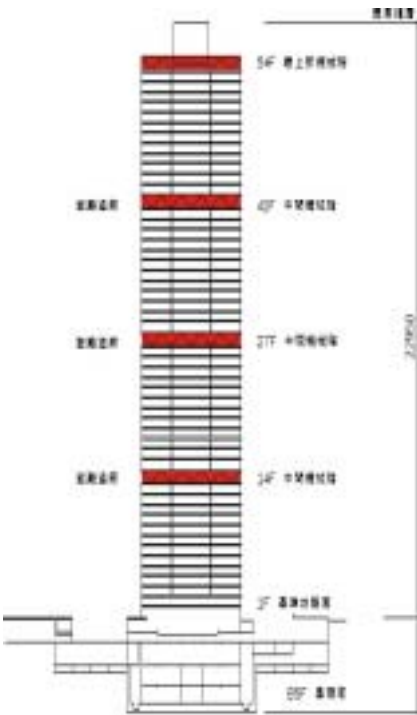
標準層避難時間計算

一、居室之煙層下降時間（標準層）			辦公室
該居室樓地板面積	A_{room}	m^2	318.5
居室平均天花板高度	H_{room}	m	3
煙生成量 * 1	V_s	$\text{m}^3/\text{分}$	257.8458
邊界煙層高度	H_{lim}	m	1
有效排煙量 * 2	V_e	$\text{m}^3/\text{分}$	138.5900
起火室煙層下降時間	t_{s1}	分	5.3415
* 1 煙生成量			
最低位置之平均天花板高度	H_{low}	m	3
堆積可燃物發熱量	q_l	MJ/m^2	540
堆積可燃物火災成長率	α_f		0.242905
裝修材火災成長率	α_m		0.0035
煙生成量	V_s	$\text{m}^3/\text{分}$	257.8458
* 2 有效有效排煙量之計算			
有效開口部平均高度	H_{st}	m	3
最大天花板高度	H_{top}	m	3
有效開口部中心高度	H_c	m	-
機械排煙量	W	$\text{m}^3/\text{分}$	637
有效開口部排煙量	E	$\text{m}^3/\text{分}$	346.4751
有效排煙量	V_e	$\text{m}^3/\text{分}$	138.5900
二、走廊煙層下降時間			
開口面積	A_{op}	m^2	16.4
煙生成量	V_s	$\text{m}^3/\text{分}$	3.28
走廊樓地板面積	A_{corridor}	m^2	8.4
走廊天花板高度	H_{corridor}	m	3
有效排煙量	V_e	$\text{m}^3/\text{分}$	0
走廊煙層下降時間	t_{s2}	分	23.3049
三、樓層煙層避難安全評估			
樓層避難時間	1. + 2. + 3.	分	7.0188
樓層煙層下降時間	$t_{s1} + t_{s2}$	分	28.6464
判定			OK

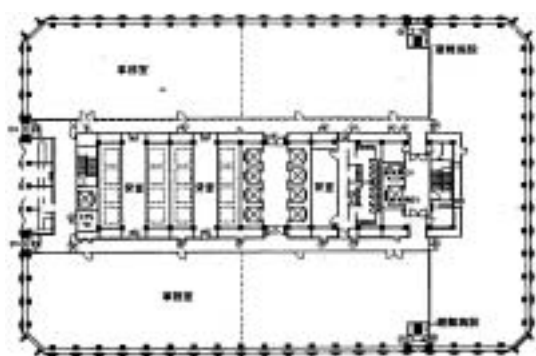
新宿中央大樓



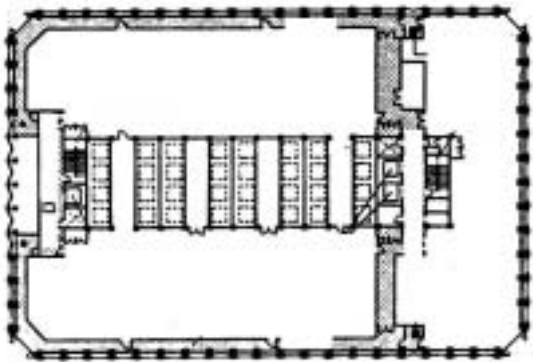
新宿中央大樓配置圖



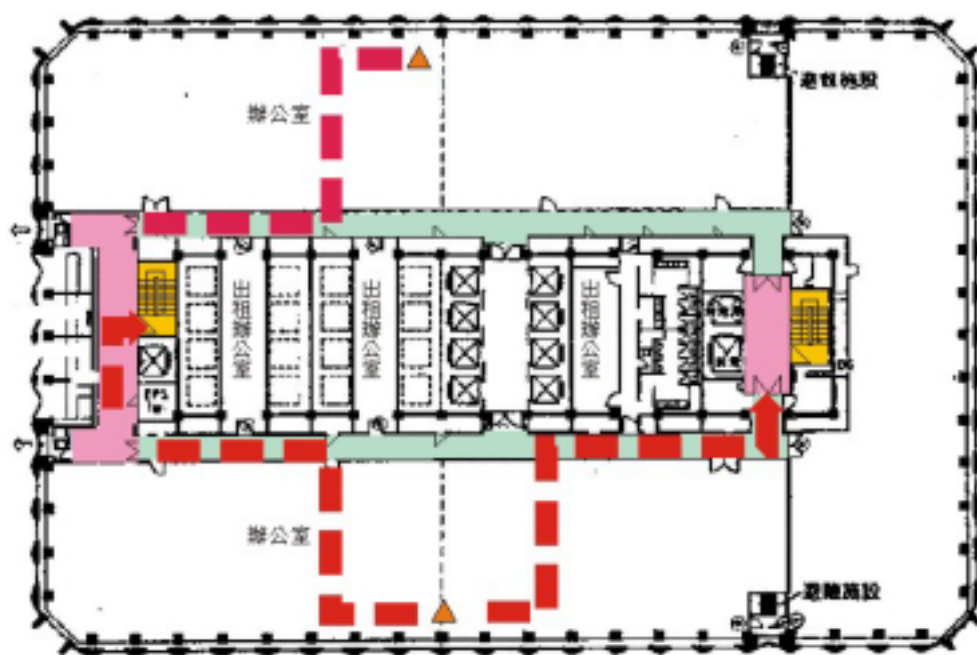
新宿中央大樓立面圖



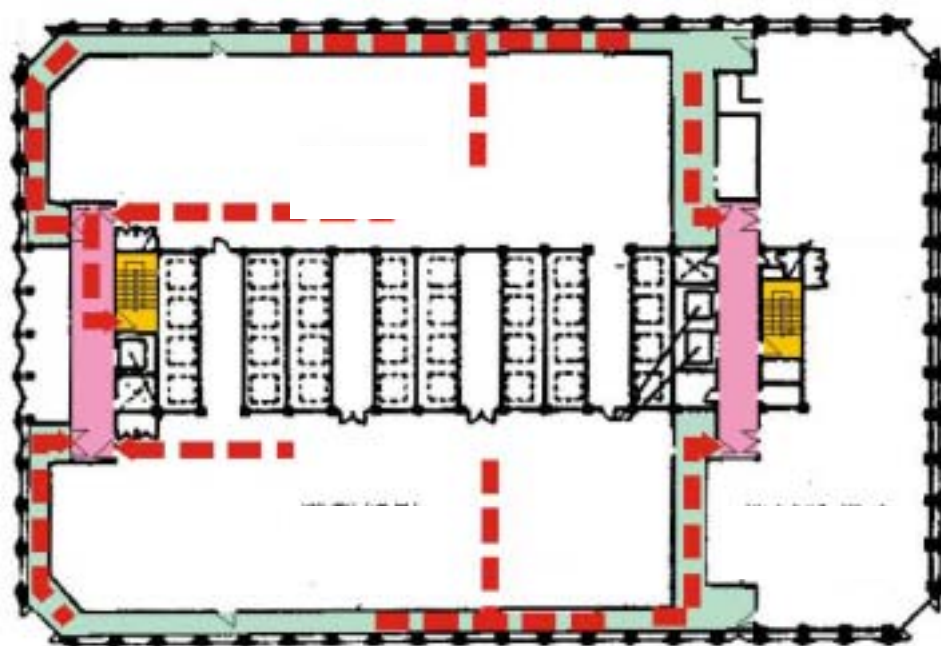
新宿中央大樓標準層平面圖



新宿中央大樓安全避難層圖



新宿中央大樓標準層平面圖



新宿中央大樓安全避難層圖

圖 2.9 辦公案例分析圖（二）

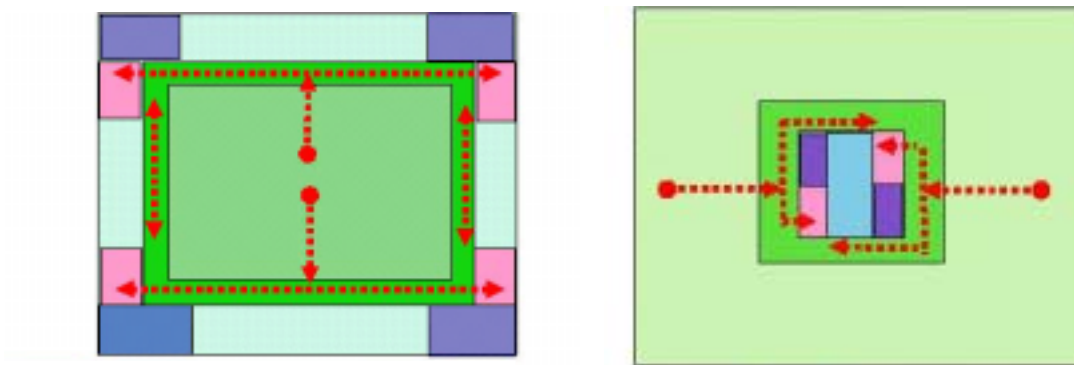
標準層居室避難時間計算

一、居室避難開始時間（標準層）			辦公室
居室面積	A_{area}	m^2	702
居室開始避難時間	t_{start}	分	0.8832
二、居室步行時間			
最大步行距離	l_i	m	22
步行速度	v	m/sec	1
居室步行時間	t_{travel}	分	0.3666
三、通過出口所需時間			
居室內人員密度	p	人/ m^2	0.3
居室內人員數量	$\Sigma p A_{\text{area}}$	人	210
有效流動係數 * 1	N_{eff}	人/分 m	90
有效出口寬度 * 2	B_{eff}	m	3.09
通過出口所需時間	t_{queue}	分	0.7551
* 1 有效流動係數之計算			
可滯留面積	A_{co}	m^2	702
必要滯留面積	A_n	$\text{m}^2/\text{人}$	0.3
可滯留人數	$\Sigma \frac{A_{\text{co}}}{A_n}$	人	2340
避難對象居室面積	A_{load}	m^2	972
避難對象人數	$\Sigma p A_{\text{load}}$	人	292
最小出口寬度	B_{neck}	m	1
該居室出口寬度	B_{room}	m	5
避難路徑出口寬度合計	B_{load}	m	
有效流動係數	N_{eff}	人/分 m	90
* 2 有效出口寬度之計算（最大門寬）			
出口到達時間	t_{reach}	分	1.2498
堆積可燃物發熱量	q_l	MJ/ m^2	540
堆積可燃物火災成長率	α_f		0.242905
裝修火災成長率	α_m		0.0035
火災擴大時間	$\frac{0.14}{\sqrt{\alpha_f + \alpha_m}}$	分	0.4329
最大出口寬度	B_{room}	m	5
有效出口寬度	B_{eff}	m	3.09
其他有效出口寬度合計	B_{eff}	m	-

有效出口寬度合計	Σb_{eff}	m	3.09
居室避難所需時間	$t_{start} + t_{travel} + t_{queue}$	分	2.0049
四、煙層下降時間			
該居室樓地板面積	A_{room}	m ²	702
居室平均天花板高度	H_{room}	m	3
煙生成量	V_s	m ³ /分	335.5593
有效排煙量 * 3	V_e	m ³ /分	147.5829
煙層下降時間	t_s	分	4.4814
* 3 有效排煙量之計算			
有效開口部平均高度	H_{st}	m	3
最大天花板高度	H_{top}	m	3
有效開口部中心高度	H_c	m	3
機械排煙量	W	m ³ /分	700
有效開口部排煙量	E	m ³ /分	368.9571
有效排煙量	V_e	m ³ /分	147.5829
評估			
居室避難行動時間	$t_{start} + t_{travel} + t_{queue}$	分	2.0049
居室之煙層下降時間	t_s	分	4.4814
判定			OK

標準層避難時間計算

一、居室之煙層下降時間（標準層）			A 點
該居室樓地板面積	A_{room}	m^2	702
居室平均天花板高度	H_{room}	m	3
煙生成量 * 1	V_s	$\text{m}^3/\text{分}$	335.5593
邊界煙層高度	H_{lim}	m	1
有效排煙量 * 2	V_e	$\text{m}^3/\text{分}$	147.5829
起火室煙層下降時間	t_{s1}	分	7.4690
* 1 煙生成量			
最低位置之平均天花板高度	H_{low}	m	3
堆積可燃物發熱量	q_l	MJ/m^2	540
堆積可燃物火災成長率	α_f		0.242905
裝修材火災成長率	α_m		0.0035
煙生成量	V_s	$\text{m}^3/\text{分}$	335.5593
* 2 有效有效排煙量之計算			
有效開口部平均高度	H_{st}	m	3
最大天花板高度	H_{top}	m	3
有效開口部中心高度	H_c	m	-
機械排煙量	W	$\text{m}^3/\text{分}$	700
有效開口部排煙量	E	$\text{m}^3/\text{分}$	368.9571
有效排煙量	V_e	$\text{m}^3/\text{分}$	147.5829
二、走廊煙層下降時間			
開口面積	A_{op}	m^2	148
煙生成量	V_s	$\text{m}^3/\text{分}$	29.6
走廊樓地板面積	A_{corridor}	m^2	108
走廊天花板高度	H_{corridor}	m	3
有效排煙量	V_e	$\text{m}^3/\text{分}$	0
走廊煙層下降時間	t_{s2}	分	28.4595
三、樓層煙層避難安全評估			
樓層避難時間	1. + 2. + 3.	分	6.5232
樓層煙層下降時間	$t_{s1} + t_{s2}$	分	35.9285
判定			OK



第一次安全區劃
 第二次安全區劃
 第三次安全區劃

圖 2.10 塔樓平面 core 配置關係示意圖

超高層建築物特別於塔樓部分平面形狀雖各有不同，或為方形、圓形或三角形等等，但整體而言，core 的位置不外兩種，即 1.core 在四個角落者或者 2.core 在中央者，但因結構以及景觀考量，經案例分析 30 層以上少有將 core 在四個角落者，如將 core 至於在四個角落者，則可符合不同避難方向之原則，若如為 core 在中央者，則又擔心核心的樓梯太近，無法發揮兩方向避難的功能，且因垂直 core 集中容易造成煙囪效應明顯的效果，為確保超高層建築物特別於塔樓部分的逃生避難的安全性，若採 core 在中央者應確實做好安全區劃，將第一次安全區劃、第二次安全區劃以及第三次安全區劃確切落實（部分建築物直接進入第二次安全區劃以及第三次安全區劃）。

超高層建築物特別於塔樓部分於構造及裝修部分應採用不燃化的材料，以避免火災發生時延燒迅速，為保障人命的安全，應避免大多區隔，動線以簡潔、明瞭為原則，且居室內任一點至出入口應可直視無礙，以確保於最大容許避難時間到達前即可疏散避難。

除了內部避難路徑外，亦可利用戶外陽台作為迴廊，如上述辦公室案例，可增加疏散避難的安全性，更符合兩方向避難原則。

第三章 超高層建築物避難安全對策

3. 超高層建築物避難安全對策

【說明】

在超高層建築物特別於塔樓部分的疏散避難對策方面，除了應強化建築物本身的防火構造外，對於避難設施「質」與「量」的加強亦應特別要求，於起火室、起火樓層、上方樓層的暫行避難據點（場所）以及整棟大樓的中間避難安全層等所有可能影響逃生避難的條件均應加以考量。因此，本研究案除了對於避難路徑，從居室經走廊、避難梯間至安全區域或避難場所的避難設施針對遮焰、斷熱及防煙上所須注意的要點，提出因應的對策外，另外又提出中間避難安全層、屋頂直昇機停機坪的設置、升降機緊急疏散系統以及緊急疏散與安全、維護管理等相對應對策，以增加超高層建築物的安全性能。

平面配置方面，超高層建築物內部的避難動線除了需簡捷明確外，平面樓層至少應有兩個以上的避難方向，並考慮區分成兩個以上的防火防煙區劃。在剖面計畫方面，亦應考慮上下樓層的逃生動線以及其間的遮焰、斷熱及防煙特性並設置中間避難安全層。

室內裝修部分，超高層建築物內部裝修除要考慮材料的質感、顏色及容易清理養護外，應考慮使用材料的不燃化，避免使用容易產生大量煙氣及有毒氣體的材料，且需堅牢固定，不得因高溫而導致崩塌而影響逃生避難。

另外，為順利逃生避難，除了避難設施外亦應設置避難設備（標示設備、緊急照明設備、避難器具）消防搶救必要的設備及增加容許避難時間之煙控設備等消防安全設備，以利消防救助及避難者順利逃生。

設置中間避難安全層以強化超高層建築物防火、防排煙、避難、救災滅火的功能。

屋頂直昇機停機坪的設置以爭取外部援助、保障室內避難人員安全的撤離以及空運消防人員機及提供必要消防器材。

升降機緊急疏散系統以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。

訂定「緊急避難逃生計劃書」並貫徹維護管理之觀念，分為維護保全及防災管理兩部分，以維持建築物之安全水準必須對建築物之使用提出維護保全計畫。

3.1.保持通暢避難路徑

3.1.1.避難路徑之組成

3.1.2.兩方向避難原則

3.1.3.避難路徑設計原則

- a.確保兩方向避難路徑
- b.走廊等的型式
- c.應設有避難誘導設備
- d.符合日常動線及避難本能

3.1.4.避難層應至少保留二分之一以上淨空

【說明】

3.1.1 避難路徑之組成

超高層建築物的避難路徑可從裙樓及塔樓部分兩部分探討，一般裙樓較低，人潮較多，多為商業用途，塔樓部分距地面層高，用途較為單純且管理較為嚴格，一般可從起火室、火災層及非起火層三個部分加以分析，其中非起火層又因火焰燃燒特性及煙氣熱浮現象，主要指火災層上層。因無法預測火災發生的樓層，所以整棟大樓均應以起火室、起火層來加以檢討設計，以逃生避難行動而言，其危險順序依序為起火室－起火層－火災層上層。

3.1.2.兩方向避難原則

確保兩方向避難路徑

即使超高層建築中對防火構造、裝修材料及火氣及電器用品使用管制嚴格，並非起火機率大的場所，但在逃生避難計畫中，仍需假設建築物的各個地方隨時有火災發生的可能性，所以，應設法使可能發生火災的地方，盡量滿足火災時有兩個以上的避難路徑。

在「建築技術規則」中即以最大步行距離及重複步行距離的規定，以確保兩方向避難原則。

1.走廊的兩方向避難

超高層建築物特別於塔樓部分的走廊有單走廊及雙走廊等的型式（如第二章第三節國內外案例分析），走廊的端點應為樓梯或出入口，若配置困難時，亦可設置陽台並配合避難器具孔道或器具，以達兩方向避難的原則。採雙走

廊型式，除兩端之外，亦應在中間段留設可相通之路徑。

2.居室內的兩方向避難

有逃生能力不足的情況，在居室及走廊間區劃的開口部為防火上的弱點，因此避難設施的設計上，應採防火門，居室另側亦可利用陽台的設置，使居室有兩方向避難的通路。

3.1.3.超高層建築物避難路徑的設計原則：

- 1.第一次安全區劃避難通道要簡捷，少曲折，避免 90°以外的轉折，轉彎處應設誘導設備，以幫助快速逃生避難。
- 2.在避難路徑設計過程中應考慮避難人員的心理因素，如回巢本能、向光本能、左轉本能、躲避本能、追隨本能，並據以作出相對因應對策。
- 3.避難通道應考慮有效寬度，特別是避難通道與逃生樓梯或出入口的有效寬度應足夠，避免產生滯留、瓶頸的狀態，而影響逃生避難的安全性。
- 4.超高層建築物特別於塔樓部分，避難通道應設有避難誘導設備，並維持避難所需的最小照度以及保障避難不受煙氣污染的煙控設備，且與安全區域相連通。
- 5.超高層建築物特別於塔樓部分，避難路徑應為一獨立安全區劃，路徑兩側避免不必要的裝飾懸吊物，懸吊隔間繫件應採耐高溫材料，避免因高溫破壞而影響避難疏散行動。
- 6.避難通道不得有台階，若有高低差時應以斜坡道（1：10 以上）代替。

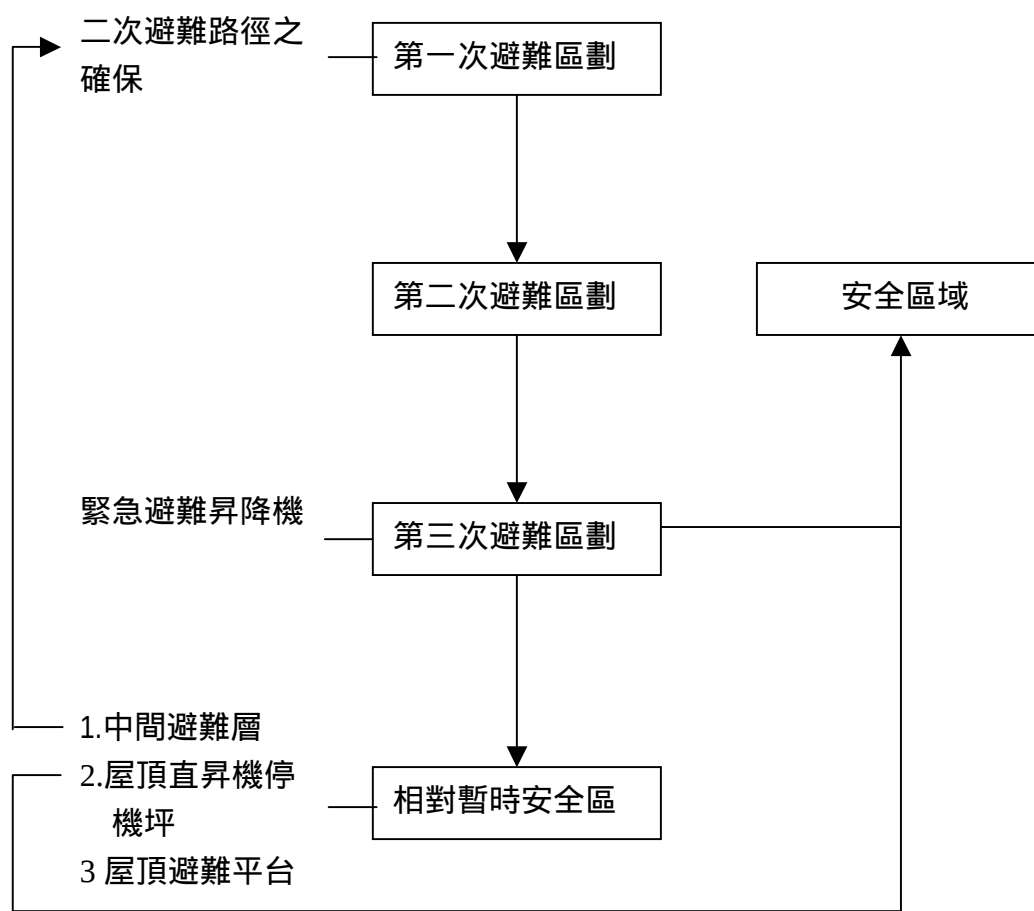


圖 3-1 避難路徑架構及流程

3.3.4. 避難層應至少保留二分之一以上淨空

超高層建築物人員使用密度高，因此在緊急避難時，地面避難層為一般各樓層避難時必經之樓層，為不妨礙避難層通往戶外之避難動線，於歐美先進國家及日本地面避難層大都保持淨空，以免造成避難瓶頸、擁塞並阻礙消防救助滅火工作之進行，因此建議地面避難層應至少保留二分之一以上的淨空面積。

3.2.中間避難安全層及樓層避難據點的設置

3.2.1.設置目的

3.2.2.各國設置情況

3.2.3.設置機理分析

3.2.4.人類心理上對中間避難安全層之反應

3.2.5.設置原則

- a.設置條件及設置間隔分析
- b.構造條件
- c.滯留面積
- d.消防安全設備及煙控系統

【說明】

3.2.1.設置目的

中間避難安全層為保障超高層建築物內部避難人員安全避難的一有效措施，就塔樓部分的眾多使用者而言，一旦災害發生，內部避難人員欲於短時間經由樓梯持續逃生至地面層而無任何暫停是極為困難的。中間層即是當使用一座樓梯時卻遭遇火、煙或其他突發狀況阻礙，允許他們進行選擇另一替代樓梯之安全停留轉運區域；再者，由於煙、焰或其他突發狀況阻礙而無法使用這些樓梯時，中間避難安全層就成為避難人員聚集等待救援之相對安全區域。

中間避難安全層的主要功能如下：

1.臨時避難者相對安全區

為火災境況下的臨時避難者相對安全區，且為殘障者或部分避難弱勢者疏散到絕對安全地方之前的等待援助之地區。

2.縮短避難時間

不必避難至地面避難層，只要疏散至有特殊構造及強化防火功能的中間避難安全層即視為避難成功，可縮短避難時間。

3.作為避難方向轉換層

於避難至地面避難層時，若遇煙、焰時，可於中間避難安全層作為避難方向轉換層。

4.臨時指揮中心

為救災人員成立一個協助有效避難疏散及消防搶救的臨時指揮中心。

5.減弱煙囪效應

可減弱超高層建築物特別是塔樓部分所可能發生的煙囪效應。

一般超高層避難逃生安全原則，應有至少兩座樓梯提供避難使用，即使遭遇火災一座梯受阻時，仍有另一個方向可供避難。然而，也可能出現所有樓梯受阻的情形產生。例如，在 1995 夏天，香港北角一棟 10 層樓住商建築物火災案例，即出現以上情況，根據多數避難者描述，離開這棟建築物之前所有樓梯均被濃煙阻礙。在這些情境下，大約有 30 至 40 人往屋頂平台避難，並等待救援。屋頂平台被作為屋頂避難層，所有人最終獲得援救。但是，在一般建築物中，並非所有樓梯都可以導引至屋頂層且超高層建築避難至屋頂層亦相當困難；並且許多現代建築物在屋頂形式設計上可能是覆蓋或斜屋頂設計。甚至用於相關機械設備配置處。因此，在這樣的建築物中，如果由於火、煙阻塞了所有樓梯，避難者生命處於危險狀態時，中間避難安全層就成了提供暫時安全區之另一種選擇。

3.2.2.各國中間避難安全層設置情況

表 3-1 各國中間避難安全層設置情況

編號	建築物名稱	樓層數	設置避難層樓層數
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8	東京保險有限公司	45	設在第 8、21、35 層
9	廣東國際大廈	62	設在第 23、41、61 層
10	深圳國際貿易中心	50	設在第 24 層、頂層
11	新宿中心大樓	55	設在第 14、27、40 及 54 層
12	香港海名軒	73	設在第 9、22、45 層
13	TAIPEI 101	101	第 7、17、26、34、42、50、58、66、74、82、87 及 91 層於對角各設 1 避難室
14	高雄東帝士 85 摩天大樓	85	設在第 36 層

3.2.3.設置機理分析

Egan 在 Concepts in Building Fire Safety 一書中針對進行高層向下移動之避難者行為進行研究,研究成果顯示避難者通常在 5 分鐘後將感覺勞累(約 300 秒)垂直避難的平均速度每往下移動一層大約 16 秒,此時每層樓板有 2.8m 的正常淨空高度。因此,在關鍵的勞累情形發生前,避難者大約移動了 18 樓層。基於此一觀點,如果中間避難安全層作為"暫時相對安全區",其合理的邏輯推算位置應在間隔 18 層作一配置。因此建議超過 25 層樓之建築物,每隔 15 層至 20 層之間設置一中間避難安全層。

為了達到這些功能,中間避難安全層應該是暫時停留的安全地方。其應具有足夠的範圍容納預期的眾多避難者,此外,亦須有適當高度、採光與通風等設置。為使中間避難安全層能達到安全避難之功能,使用防火構造及排煙設備避免濃煙滯留即顯得格外重要。防火分間牆之建築材料應要求至少兩小時以上之穩定性、完整性、防火性等功能,且亦須於避難區域範圍內至少提供兩個交錯設計通風措施。

圖 3-2 避難層之避難樓梯設計允許繼續向下行動前之配置要求說明,避難層可能積水將影響避難安全,因此避難中間層也應做好防水或排水設施;另外相關通信聯絡設施、適當採光設計及完善安全管理亦是保持一個避難層的功能十分重要關鍵。而適當的刺激特徵,例如可能用聲音通信方法,有助於緊急事件警示,並且用來引導各樓層位置之避難者。

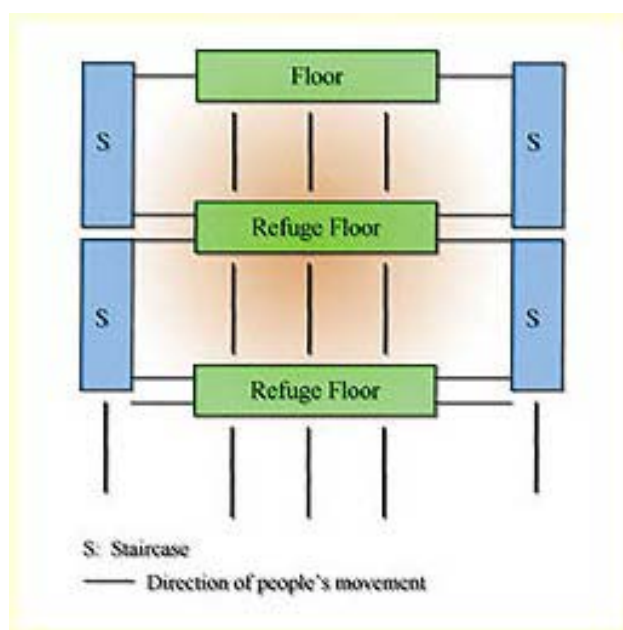


圖 3-2 中間避難安全層之避難樓梯設計

3.2.4.人類心理上對中間避難安全層之反應

中間避難安全層之設置，為一個能夠幫助避難者解決涉及心理上的行動空間問題。如當避難者的認知範圍內已經儲存相關中間避難安全層時，將能夠影響行動者個體。而正確的超高層建築管理方法亦是十分重要，這些認知將是藉由火災演練來增強。這些熟悉方式將引導避難者以最近之路徑到達建築物之中間避難安全層。

在緊急情況下，避難者將經歷環境壓力，克服此環境威脅，主要有三種類型的個人控制，即所謂行為控制、認知控制與決策控制。行為控制係能夠直接改進環境狀況，例如撲滅火災的威脅事件之行動。認知控制涉及個人個體去解釋威脅事件的方法，中間避難樓層的存在能夠使他們的避難高度不至於過大而放心，因此，中間避難安全層將逐漸被加深視為安全地方的印象。決策控制指個人可選擇的範圍，在最高樓層的疏散期間，超高層建築物避難者能夠有採取暫停，等待救援或者繼續進行避難行動的選擇。明顯地，在避難期間透過認知和決策控制方式，中間避難樓層將有助於避難者減少心理上的壓力。

此外，中間避難安全層亦能夠讓救災人員於災害時充當臨時基地使用，一旦避難者到達了一個中間避難安全層和在那裡看見救災消防隊員時，將使心理上的壓力獲得緩和，更因此而確信他們的個人安全，因為消防隊員是一般人或是在避難者在認知中，一個安全的符號。中間避難層的首要概念，為避難到安全地帶之行進途中，提供停歇地方和適時紓解人們心理壓力之 ” 相對暫時安全區域 ”。

此外，在中間避難層中，通常不得使用客用升降機，但經消防人員控管援助，必要時也可用中間避難安全層升降機作疏散。升降機不得用作疏散的爭論點為：「如果人群避難行動時，大多數人在壓力下可能減低升降機使用處理能力。特別是阻礙了年長的、孩子們或者肢體殘障者避難過程。」

為了使這些避難者認知中強化對中間避難安全層的圖像，建築物的收容人員應該被告知建築物中有中間避難安全層的存在，應該在主要處所顯示中間避難安全層相對位置的計畫，例如：建築物主要升降機間、川堂。此外，一般公眾也應該被教育，中間避難安全層為提供超高層建築物避難中之暫時性安全地方，此概念建立，將使超高層的收容人員對超高層避難心理壓力得以減少；職員平時演練緊急應變計畫和火災演練的建立亦能夠加強避難層印象。

3.2.5. 中間避難安全層與各層避難據點之設置原則

因為超高層建築物樓層較高遇有火災時，建築物內眾多的內部人員要在最大容許避難時間內全部避難是有困難的。因此，一般超高層建築物依其用途（如：旅館、辦公大樓及綜合用途大樓等），應設置中間避難安全層與各層避難據點，作為火災緊急安全疏散的必要設施之一。

一、設置條件及設置間隔分析

中間避難安全層是供應室內人員臨時避難的樓層；而避難據點為避難時若干符合特別防火要求以供室內人員臨時避難的房間。

一般雲梯車最大作業高度約在 30m 左右，少數在 50m 左右，而一般消防人員的體力負荷以不超過十層為宜。因此，由地面層以上 10 15 層視為第一避難安全層，聚集於此區的避難人員可藉雲梯車進行救助。於第一避難安全層以上，視消防人員的體力負荷，建議每 15 20 層設置一中間避難安全層，以能發揮有效救助及有效避難的效果。

中間避難安全層有下列三種類別：

1. 敞開式避難層

敞開式避難層不設圍護結構，為全敞開式，一般設在建築物的頂層或屋頂之上。

這種避難層採用自然通風排煙方式，結構處理比較簡單，但不能絕對保證本身不受煙氣侵害，也不能防止雨雪的侵襲。因此，這種避難層只適用於溫暖地區。

屋頂平台、露天花園等場地可以充分利用作為敞開式的避難層，這樣解決了設置避難層過多佔用建築面積的矛盾，既可節約建設資金，又滿足了消防安全要求。

2. 半敞開式避難層

半敞開式避難層，四周設有防護牆（一般不低於 1.2m），上半部設有窗口，窗口多用鐵百葉窗(Steel louver)封閉。

這種避難層通常也採用自然通風排煙方式，四周設置的防護牆和鐵百葉窗可以起防止煙火侵害的作用。

3. 封閉式避難

封閉式避難層，周圍設有耐火的圍護結構（外牆、樓板），室內設有獨立的

空調和防煙系統，如在外牆上設窗口時，應採用防火窗。

這種避難層設有可靠的消防設施，可以防止煙氣和火焰的侵害，同時還可以避免外界氣候條件的影響，因而在大部份地區都適用。

二、中間避難安全層的設置條件、數量及淨面積

1.設置條件及和數量

凡建築高度超過 90m 或樓層數在二十五樓以上的辦公大樓、旅館、複合用途建築物等公共建築均設置避難層（間）。避難層的設置，自建築物第一層至第一個中間避難安全層或兩個中間避難安全層之間，不宜超過二十層。就一般情況而言，可以使避難時間不致超過最大容許避難時間，且配置足夠的滯留面積，同時又能使避難層與建築物的設備層相結合，減少佔用建築物的使用空間。

2.中間避難安全層的滯留面積

中間避難安全層的淨面積應能滿足所容納的避難人員避難的要求，並宜按 5 人/m²計算。中間避難安全層可兼作設備層。從目前一些超高層建築設置中間避難安全層情況而言，設專用避難層的是少數，而大多數與設備層共用，但存在的問題是設備和管道佈置太分散、零亂，沒有用防火區隔牆完全分隔開，所留滯留面積偏少。為了滿足人員的避難要求，保護設備本身的安全，又方便平時對設備的維護管理，要求設備和管理宜集中佈置，並應用防火時效不低於 2 小時的不燃燒體牆完全分隔開。應留出足夠的滯留面積，以滿足避難人員臨時停留的最基本的要求。

三、避難層的安全疏散

- 1.為保證中間避難安全層在建築物起火時能正常發揮作用，避難層應至少有兩個不同的避難方向可供疏散。
- 2.通向中間避難安全層的防煙樓梯（特別安全梯）應在中間避難安全層分隔、同層錯位或上下層斷開，但人員均必須經避難層方能上下。

通向避難層的防煙樓梯間，其上下層錯位的佈置，如圖 3-3 所示。這樣處理可以保證在垂直疏散時，都要經過避難安全層，且水平行走一段路程後才能

上樓或下樓，從而提高了利用避難安全層臨時避難的可靠程度。同時，使上、下層樓梯間不能相互貫通，減弱了樓梯間的“煙囪”效應。

- 3.在避難通道上應設置疏散標示設備和緊急照明燈，其位置以人行走時水平視線高度為準，以免受煙氣濃度影響不能正常發揮作用。
- 4.緊急昇降機（消防昇降機）作為一種輔助的安全疏散設施，在避難安全層必須停靠；而普通昇降機因不能阻擋煙氣進入，則嚴禁在避難安全層開設昇降機門。

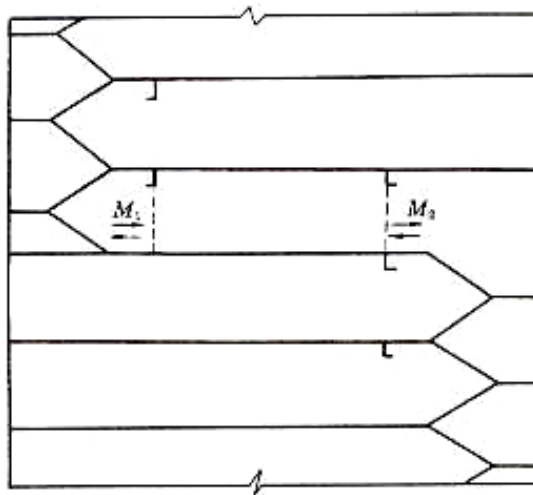


圖 3-3 樓梯間在避難層錯位佈置示意圖

四、避難層的防火構造要求

- 1.為保證避難安全層具有較長時間抵抗火燒的能力，避難安全層的樓板宜採用現場澆置鋼筋混凝土樓板，其防火時效不得低於 2 小時。
- 2.為保證避難安全層下部層起火時不致使避難層地面溫度過高，樓板上宜設隔熱層。
- 3.避難安全層四周的牆體及避難層內的隔牆，其防火時效不應低於 2 小時，隔牆上的門應採用防火門。

五、通風與防排煙系統

採用鐵百葉窗（排煙閘門）的半敞開式避難層，其鐵百葉窗可以依建築物的東

南西北四個方向分別控制，也可以根據主導風向分別控制。其開啟方式可以手動，也可以由防災控制中心遙控。當建築物起火時，關閉迎風面的鐵百葉窗，防止煙氣流入，同時打開背風面的鐵百葉窗，利用風力造成的負壓自然排煙。

封閉式避難層應設獨立的防排煙設施。進行防排煙設計時，應將封閉式避難層劃分為單獨的防煙分區(排煙區劃)。封閉式避難層宜採用機械加壓送風防煙方式，保證避難層處於正壓狀態，這樣處理既可達到防煙的目的，又可供給眾多避難人員所需要的新鮮空氣。

六、其他

避難安全層應設消防專線電話，並應設有第一種及第二種室內消防栓設備。避難層應設有緊急廣播和緊急照明，其供電時不應小於 1h，照度不應低於 1lux。

七、各層避難據點

一般場所以避難時間作為安全評估的標準方法之一，於超高層建築物所亦然。但大樓中由於部分老人、婦孺或行動困難者，於最大容許避難時間內無法安全避難者，則以進入預先規劃的避難據點或停留於各層獨立構成安全區劃的避難據點內，以躲避焰熱及煙氣的傷害，並於此空間內等候救援。

於此暫時躲避焰熱及煙氣的相對安全區域內，安全區劃構造的遮焰、隔熱及防煙性能的重要性高於其他場所，且在此區域內避難時間也較不具意義。在此避難據點內應有足夠的滯留面積，一般場所以每人 0.2 m² 為滯留面積，但必須使滯留面積 所有室內避難人員所需的面積，否則及產生傷亡。

表 3-2 中間避難安全層基本要求表

名稱	基本要求
設置範圍	建築物高度在 90m 以上或 25 樓以上之建築物
數量	建議由地面層以上 10 15 層配置第一避難安全層，往上每 15 20 層設置一中間避難安全層
設置要求	1.為保證避難安全層具有較長時間抵抗火燒的能力，避難安全層的樓板宜採用現場澆置鋼筋混凝土樓板，其防火時效不得低於 2 小時，且宜設隔熱層。

	2.四周的牆體及避難層內的隔牆，其防火時效不應低於 2 小時，隔牆上的門應採用防火門。 3.通向安全層的特別安全梯應在中間避難安全層分隔、同層錯位或上下層斷開，且人員均必須經避難層方能上下。 4.避難安全層上、下層樓梯間不能相互貫通，以減弱了樓梯間的“煙囪”效應。 5.避難安全層可兼作設備層，但設備管道應集中管制。 6.淨面積應能滿足所容納的避難人員避難的要求，並宜按 5 人/m²計算。 7.避難層應設有緊急廣播和緊急照明，其供電時不應小於 1h，照度不應低於 1lux。並應設消防專線電話，並應設有第一種及第二種室內消防栓設備。 8.封閉式避難安全層應設置獨立的防煙設備。
備註	1.中間避難安全層內外均應有明顯標示，以利辨識。 2.中間避難安全層內部裝修應採不燃材料。 3.中間避難安全層內部不得為任何管線穿越。

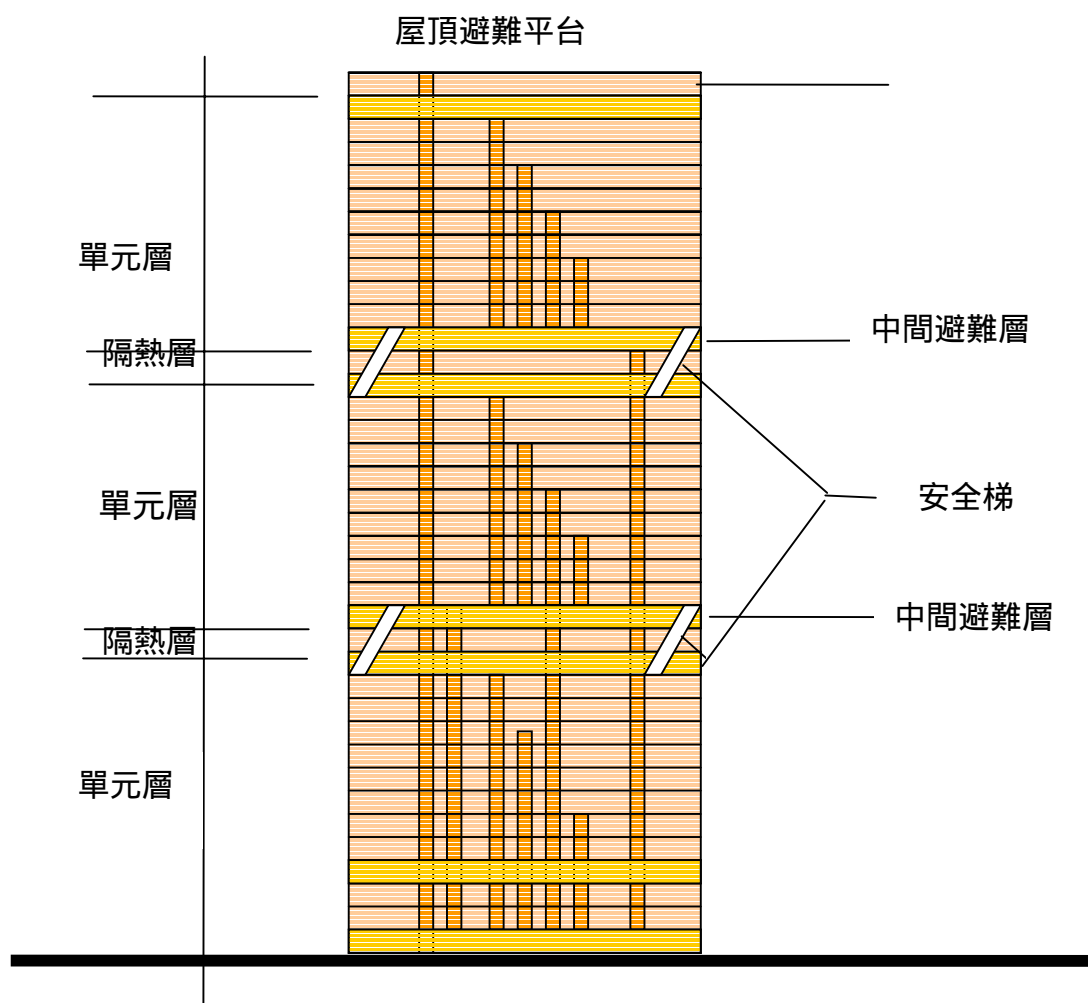


圖 3-4 中間避難安全層設置示意圖

3.3.升降機疏散避難計畫

3.3.1.升降機緊急疏散系統 EEES 概念

3.3.2.升降機之控制

3-3-3 人為因素考量

3.3.4.升降機緊急疏散系統 (E.E.E.S.)

- a.火焰與熱之防護
- b.煙之防護
- c.防水措施
- d.電梯機房設備過熱防護
- e.電力損失防護
- f.防震措施

3.3.5.設置原則及應注意事項

- a.設置必備條件
- b.人為因素考量
- c.升降機控制及輸送時間

【說明】

大多數高樓建築物垂直之交通運輸工具多依賴升降機，升降機數量、升降速度、負載量、以及升降機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；升降機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，多數升降機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變人員或高齡幼童時，完全依賴樓梯向下移動恐無法於一定時間內完成避難；因此考慮強化升降機功能與周邊防火性能，使部分升降機具備如緊急用升降機之性能，具備緊急電源、防排煙設計、防水排水等，提供超高層建築避難用途，可行性相關研究已於 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) 進行災害時以升降機緊急疏散方式之可行性驗證研究，遂提出 EEES (Emergency Elevator Evacuation System) 設計概念，並研訂出相關需求標準；該計畫主持人為美國國家防火實驗機構 NIST 之 John H. Klote。Klote 氏對於以升降機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深入研究成果。

3-3-1 升降機緊急疏散系統 EEES 概念

此系統範圍包括電梯本身設備、升降機機道、升降機間、升降機機房及其他相關安全控制設備等；目的為收容人員必須在升降機間內候梯時受安全保護，防止火災之煙、熱、火焰侵害，因此系統仍應包含升降機內之防護；同樣地也應預防火災高熱引起升降機控制鈕啟動，讓升降機自動移至起火層。

此外 EEES 除熱、煙外，還必須有防水措施、升降機機房防過熱和防電力損失等各種狀況考量，以及人疏散至升降機間適當防護、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。

(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。NFPA101 需求為二小時防火時效性能，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。

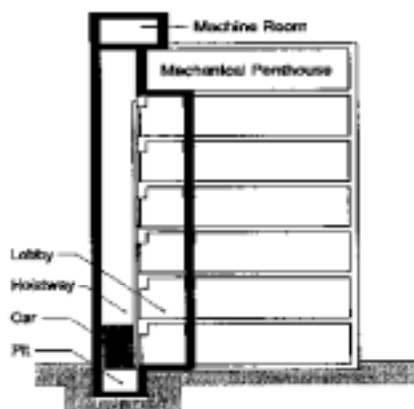


圖 3-5 升降機設備系統示意圖

(二) 煙之防護

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；

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、門向外開啟等仍能維持壓差，方法有以下四種：

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)

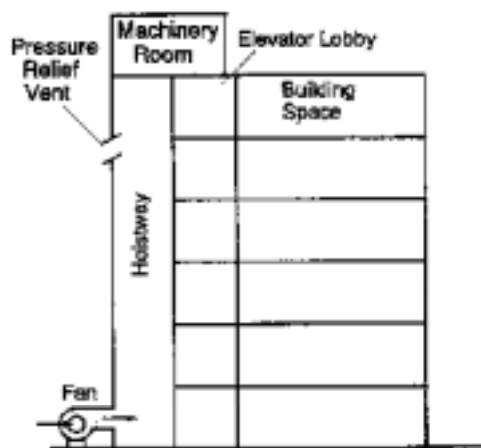


圖 3-6 昇降機釋壓口之煙控系統圖

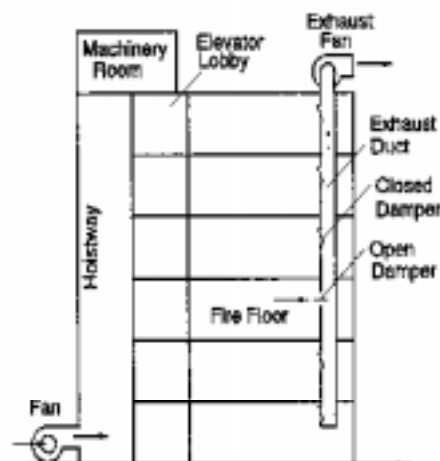


圖 3-7 起火樓層之昇降機排煙控制圖

(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，尤其升降機道、升降機間或機房有水流入時，導致 EEES 自動關閉停機，升降機無法運行。因此防護考量應集中於升降機道防水上；防水措施可以下兩種方式達成：

1. 升降機機件之防潮或防水設計，
2. 防止水流入升降機道或機房設計；

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升降機間門密封門條配置，較具有經濟性，且施作簡單，如圖 3-8；其中原因為升降機設備目前尚未有專屬防潮零組件設計，唯有所謂戶外升降機設計有防雨、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；但是戶外型升降機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升降機構造水流向、防水零組件研發及相關試驗等。防水措施除前述兩種之外，也可考慮升降機之配置即採戶外升降機於建築物外牆處設置或採升降機間配置於建築物外緣之升降機設計方式達成，如圖 3-10 示。

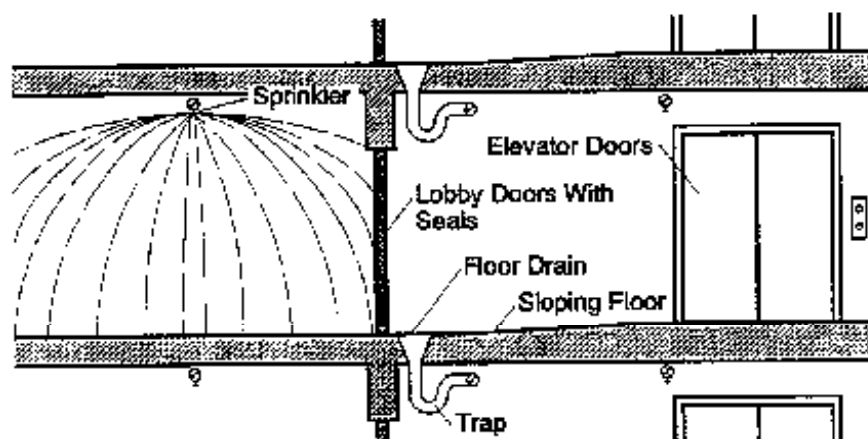


圖 3-8 升降機間坡度設計以利防水與排水

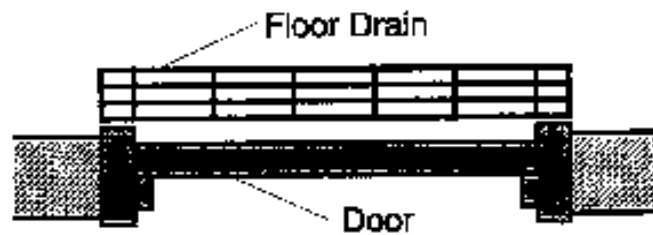


圖 3-9 升降機門口排水設計示意圖

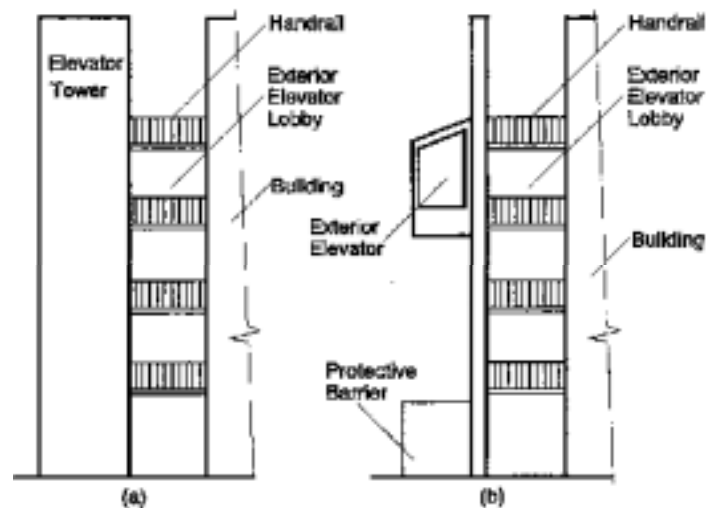


圖 3-10 升降機間位置設計(a)外牆延伸獨立升降機間 (b)臨外牆外升降機設計

(四)、升降機機房設備過熱防護

升降機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，多數升降機作業最大溫度為 30~35℃，所以升降機機房區以空調設備維持應有溫度範圍較為可行，並且提供警式裝置；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；

又由於升降機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。

（六）、防震措施

依據美國 ASME A17.1 的 XXIV 部分升降機規範明示，位於地震帶 Z3 或以上地區建築物使用升降機應考慮機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升降機運作，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升降機成本較高，因此位於地震帶 Z3 或以上地區建築物使用升降機應能承受水平加速 0.5g 或更大者。

3-3-2 升降機之控制

ASME A17.1 規範升降機於火災實應有兩種控制模式，即 I-升降機回返及 II-消防員操控模式；EEES 升降機設計係使其在非火災環境下控制，因此沒有物理上之理由，何以升降機無法持續正常操控？然而升降機間配置支偵煙型探測器因靈敏度高所以自升降機間門滲漏的煙，僅微量煙即可讓探測器動作，進而連動升降機返至地面層；故 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 I-模式控制升降機進行疏散時，應透過經訓練人員操控為限制條件。發展緊急疏散用升降機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。

有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。

3-3-3 人為因素考量

多年來人們被告知火災時禁止使用升降機，優先使用安全梯避難，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路徑，且有部分強調不願意使用升降機逃生，因抱怨升降機之維修品質差；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，加上良好升降機維修品質鼓勵人對 EEES 之信賴。

3-3-4 EEES 必備之標準

1. EEES 與其他避難逃生出口分開。
2. 火災時升降機間門與建築物其他部分應自動關閉。
3. 升降機道、機房及升降機間垂直區劃，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. 升降機道、機房及升降機間以增壓系統防煙滲透或採自然排煙系統。
5. 升降機道及機房防火措施如下：
 - a. 升降機間門使用密封條、坡度地板、排水孔口構成；
 - b. 研發升降機組件防水與認可，並結合前項建築裝修規劃（升降機間門使用密封條、坡度地板、排水孔口構成）；
 - c. 戶外升降機、正常組件及防水保護蓋配合升降機間門使用密封條；
 - d. 升降機道與建築物其他用途分開配置，以升降機間區隔。
6. 升降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. 升降機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. 升降機足夠負載避難人數。
10. 地震帶地區 Z3 或更高者，應符合耐震規範。

3-3-5 昇降機避難時間計算

(一)、避難時間

先決定建築物中昇降機數及配置情形，以群集昇降機配置，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：

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

$t_{r,j}$ 往返時間(round trip)

m 往返數

J 昇降機數

η 無效之 trip

t_a 開始時間 (start-up time)

t_o 自昇降機間步行至安全處之時間

(二)、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 : 人員離開昇降機所需時間

t_d : 昇降機門開啟關閉時間

μ : 轉乘無效率值

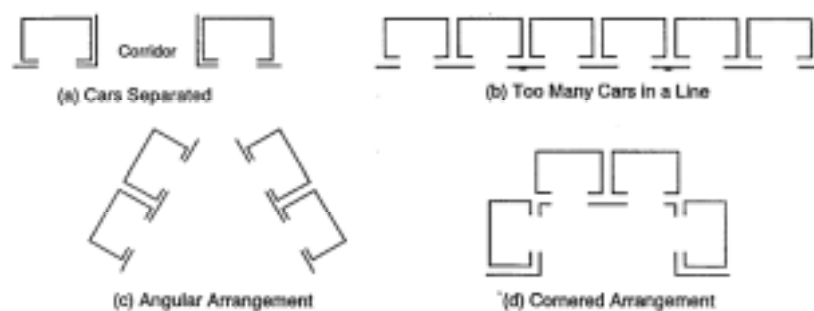


圖 3-11 行動不便者之特殊昇降機排列方式

(三)、升降機往返時間 (round trip time)

$$t_r = 2 t_T + t_s$$

其中 t_s : 靜止等候時間

t_T : 升降機運送時間(單趟)

條件限制為僅指停於單一樓層負載乘客，也期望多數升降機滿載，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。

* 靜止時間 t_s (standing time)

指升降機開門、關門各兩次之時間和，即人員進入及離開升降機所需時間，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 $\mu = \alpha + \varepsilon + \gamma$

α : 基本運送無效率值 (以消除升降機可能暫停、門操控時間、開始及停機以及人無法預期行為)

$\alpha = 0.10$

ε : 升降機門以中央開啟式為基準比較之無效率值

γ : 無效率值，指任何有關人員進出升降機轉換過程增加移動時間，或指非正常運行升降機或人員行動障礙者。例如辦公大樓電梯 $\gamma = 0.03$ 醫院 $\gamma = 0.05$

t_d : 升降機開門關門所需時間，視門開啟設計方式而定，不同製造商出廠之升降機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 : 人員進入升降機之時間，依人數 (N) 多寡而定

t_u : 人員離開升降機之時間；

升降機之收容人員密度約為 $0.22\text{m}^2/\text{人}$ (Strakosch1983)

美 ASME A17.1 標準訂為最大負載 $0.14\text{m}^2/\text{人}$ ，本計算摸模式以前者較符合實際狀況。

t_{dw} : 門開啟後固定時間

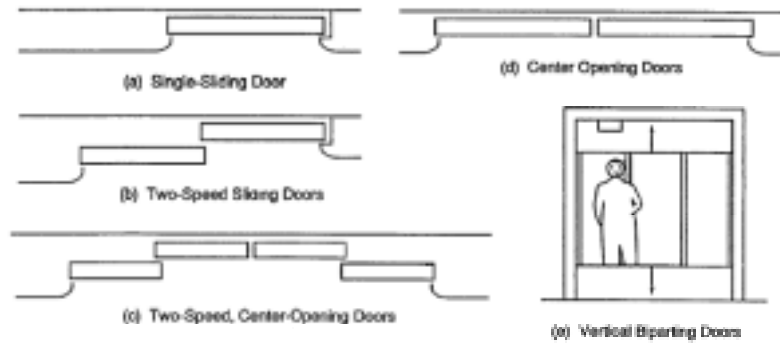


圖 3-12 升降機門之型式種類

當 N 人進入升降機所需時間, 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升降機之人數 (dwell time)

t_{io} : 每一人進入升降機平均時間 (N_{dw} 為 t_{dw}/t_{io} 之整數值)

同理, 當 N 人離開升降機所需時間, 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 $t_{dw} = 4 \text{ sec}$

$t_{io} = 1 \text{ sec/人}$

$t_{uo} = 0.6 \text{ sec/人}$

(四)、升降機運送時間 (Travel time)

升降機負載人員後, 升降機門關閉, 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 3-13:

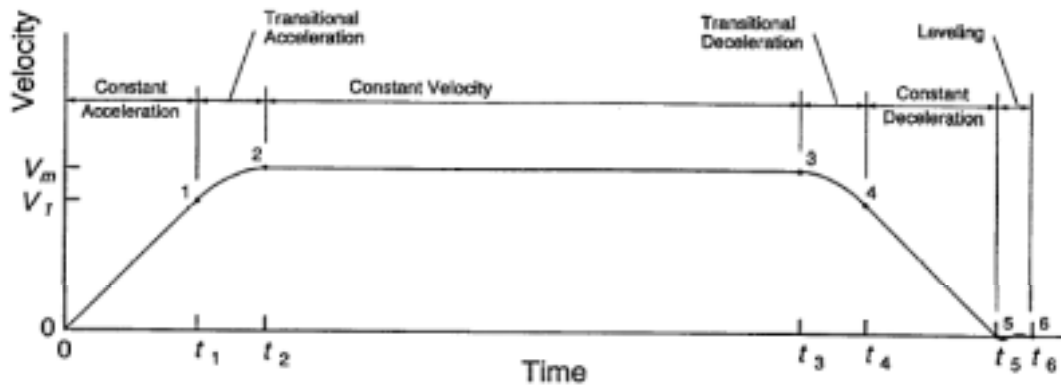


圖 3-13 昇降機操作速度與加速時間關係圖

辦公大樓通常 V_m 昇降機操作速度為 1~9 m/sec

a 定加速度為 0.6 ~ 2.4 m/ sec²

定減速度為 2.4~0.6 m / sec²

$$V_1 = 0.6 V_m$$

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 3-12

* 達正常速度 V_m 時所須需運送時間 (Motion Reaching Normal Operating Velocity)

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

t_1 昇降機移動距離 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 昇降機移動距離 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

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

令昇降機停機調整所需時間 th

$$t_T = t_5 + t_h$$

設定 th = 0.5 sec

* 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:

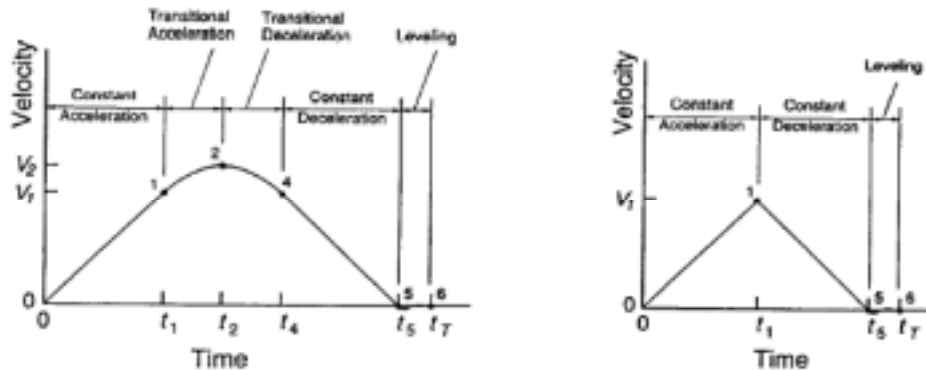


圖 3-14 未達正常操作速度之昇降機速度與時間關係圖

參考點 2 變加速終端速度 V2

$$V_2 = \left[V_1^3 + 3aV_1 \left(\frac{S_T}{2} - S_1 \right) \right]^{1/3}$$

達此速度所需時間 t2

$$t_2 = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2aV_1} + t_1$$

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

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

3.4.屋頂停機坪之設置

3.4.1.設置目的

3.4.2.先進國家設置情況

3.4.3.屋頂停機坪之位置及大小

3.4.4.屋頂停機坪之構造及荷重要求

3.4.5.屋頂停機坪之必要設施

3.4.6.屋頂停機坪之必要消防安全設備

【說明】

於超高層建築物屋頂設置直昇機停機坪以爭取外部援助、保障室內避難人員安全的撤離以及空運消防人員機及提供必要消防器材。因此，國外超高層建築物的屋頂，如：巴西聖保羅市的安德拉斯大樓（31 層）、哥倫比亞波哥大市航空樓（36 層）、中國大陸上海希爾頓飯店（42 層）、中國大陸深圳國際貿易中心（50 層）等等均設有屋頂直昇機停機坪。

直升飛機有時雖然因氣象、位置環境等因素的影響，不一定都能發揮作用，但它仍被視為超高層建築的重要輔助疏散設施。國外一些高層建築的火災案例也證明了這一點。1972 年 2 月 4 日巴西聖保羅市的安德拉斯大樓發生火災，因其設有屋頂直昇機停機坪，當局出動 11 架直昇機，經過 4 個多小時的營救，從高 31 層的屋頂上就出 400 多人；1973 年 7 月 23 日哥倫比亞波哥大市航空樓發生火災，當局出動 5 架直昇機，經過 10 個多小時的營救，從屋頂上救出 250 人；由這兩個案例可知，直昇機用於超高層建築物火災時的人員疏散是可行的。

3-4-1 停機坪位置

直升飛機停機坪設置的位置一般有兩種，一種是直接設在屋頂平台上；另一種是設在屋頂設備機房的上部。直接設在屋頂平台的停機坪，必須避開凸出屋頂的機房、樓梯間、水箱、避雷針、共用電視天線以及其他障礙物，與其應保持不小於 5m 的間距，保證不影響直升飛機升降。假定停機坪尺寸為 D ，則直升飛機操作場地應為 $D+10m$ ，如圖 3-15。設在設備機房（如電梯機房、屋頂水箱等）上部的停機坪，由於高出屋頂層，避免了周圍障礙物的影響，但應注意有足夠的入口至停機坪，出口不應少於兩個，寬度不宜小於 0.9m，以滿足避難人員的疏散。並應在機場周圍設置高 80~100cm 的安全護欄。

以上兩種設置方法視具體情況採用，但後者較前者安全。因為當火災發生後，人們擁上屋頂避難爭相逃命，容易造成混亂局面，這樣勢必會給直升飛機執行營救任務帶來困難，可能造成意外事故，而設在屋頂層上部的停機坪可避免這一點，因為屋頂作為避難層時，起了緩衝疏散的作用。

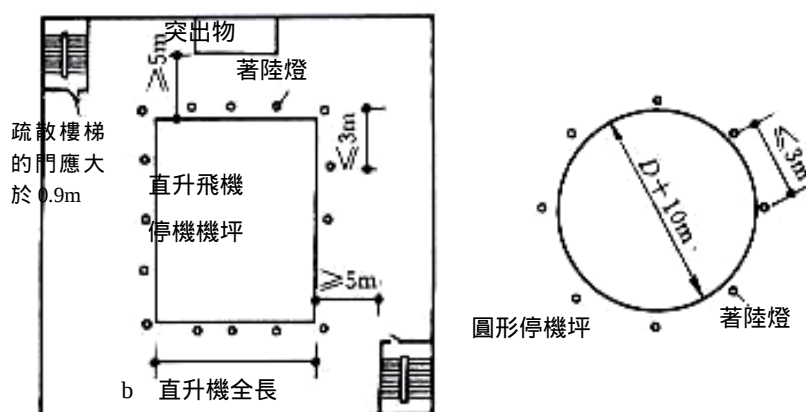


圖 3-15 屋頂直升飛機停機坪

3-4-2 停機坪大小和形式

停機坪的大小決於直升飛機的大小。直升飛機按其載客量多少可分為大型、中型和小型機三種，大型機的載客量在 12 人以上；中型機 6~12 人；小型機 6 人以下。為滿足火場消防滅火和救護的需求，同時考慮不增加過多的投資以及建築結構處理上的可能性，選用載客量為 12 人左右的中型直升飛機是較為適宜的。停機坪外形一般採用圓形和矩形(包括方形)，採用圓形 方形時，停機坪時的大小應為直升機旋翼直徑(D_0) 的 1.5 倍；如採用矩形時，停機坪的最短邊不應小於直升機的全長。

3-4-3 停機坪荷重計算

為使停機坪區域內結構強度滿足直升飛機起落的要求，停機坪直接承受等效均布靜載計算，其動荷載系數 K 值可取 2~2.25。實際一般按直升飛機三點同時作用在停機坪上的重量計算，這樣簡化就不難求出停機坪結構計算時採用的等效靜載。如直升飛機總重為 W ，則停機坪承受的等效均布靜載 $q=W/3 \times K$ 。表 3-3 列出幾種直升機型號和有關參數，以便於設計時參考。

表 3-3 部份直升飛機的有關參數

國名	直升飛機名稱	駕駛員/乘客	尺寸 (m)			總重量 (kg)
			旋翼直徑	全長	全高	
英國	林克司	1/10	12.80	15.16	3.65	3265
法國	IISA-3180	5	10.20	9.70	2.76	1500
	IISA-3100	7	11.00	10.05	3.09	2100
	SA-321F	2/27	18.90	23.05	4.94	13000
德國	MBB BO-105	5	9.82	8.55	2.98	1070
意大利	A-109A	2/6	11.00	11.15	3.20	2300
	貝爾 212	1/14	14.63	17.40	4.40	5084
美國	205A-1	2/15	14.63	17.40	4.42	4300
	S-58T	1/12~11	18.90	22.12	5.18	8620
	S-61L	3/30	21.85	26.97	7.75	19050
中國	直五型	11~15	21.00	25.02	4.40	7600
前蘇聯	米-4	2/11	21.00	16.80	5.18	7200
	米-6	6/65	35.00	41.74	9.86	42500
	米-8	2/28	21.29	35.28	5.60	12000
	米-10(V-10)	3	35.00	41.89	9.80	43700
	米-12	6	35.00	37.00	12.50	9700

3-4-4 停機坪燈光

停機坪尤其是兼作他用的停機坪，為了保證夜間的正常使用，應設置各種照明燈具。當停機坪為圓形時，周邊燈沿圓周佈置不應少於 8 個；當停機坪為矩形（包括方形）時，其任一短邊的周邊燈不應少於 5 個。周邊燈的燈距均不應大於 3m。導航燈設在停機坪的兩個方向，每個方向不少於 5 個，其燈距可為 0.6~4m。泛光燈設在停機坪與導航燈相反的方向上，如圖 3-16 所示。

3-4-5 停機坪符號

停機坪應有明顯標誌，特別是當一座大樓的屋頂層局部為停機坪時，這種標誌尤為重要，它不但為駕駛員提供方向，同時也是提供安全降落的保護。停機坪常用符號“H”表示，符號所用色彩為白色。圖 3-16 為直升飛機停機坪常用符號之一。

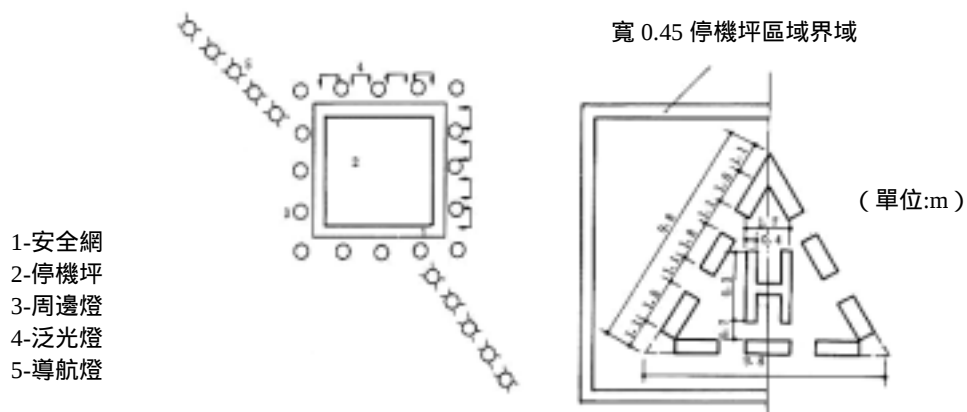


圖 3-16 停機坪燈光佈置與直升飛機停機坪符號

3-4-6 停機坪消防設施

為防止直升飛機在屋頂停機坪執行任務時發生意外，在屋頂上適當位置應設置滅火用消防栓設備，或在消防栓處配置泡沫桶和移動式泡沫噴槍，如能設置固定泡沫滅火裝置則更好。

- 1.直昇機停機坪的平面形狀
- 2.直昇機停機坪的位置
- 3.直昇機停機坪的結構荷重
- 4.通向直昇機停機坪的進出口
- 5.直昇機停機坪的必要消防安全設備

3.5. 緊急疏散與安全、維護管理

【說明】

繼汐止東方科學園區高樓火災、台北市忠誠路高樓大火燒死一對老夫婦之後，高層建物的消防安全管理愈受重視，經全面清查高樓安全、管理現況，依據 ET-TODAY 2002 年 3 月 10 日的報導：調查發現，在全國受檢的 3636 棟高層建築物中，消防安全設備符合規定者只有一半，不合格率高達 50.7%。據消防署表示，90 年 9 月底止，各縣市消防機關的初查執行成果發現，在全國受檢的 3636 棟高層建築物中，消防安全設備符合規定者只有 565 棟，不合規定者 3071 棟，不合格率高達 84.5；在消防檢修申報中，符合規定者有 2758 棟，不合規定者 878 棟，不合格率為 24.1%。

另調查顯示，防火管理符合規定者 2250 棟，不合規定者 1386 棟，不合格率為 38.1%，防焰規制符合規定者 3355 棟，不合規定者 281 棟，不合格率為 7.7%。至查報防火避難設施符合規定者 1022 棟，不合規定者 2614 棟，不合率為 71.9%。

消防署指出，查報結果不合格項目以防火區劃不合格率 49.5%居多，防火區劃之違規情形，是防火牆遭拆除、破壞、變更、改造佔 25.7%居多，風管區劃未裝設防火閘門或閘板佔 24.5%，防火門遭拆除、破壞、變更、改造佔 24.2%居次。第二順位是占 48.7%的安全梯，違規情形大致以堵塞、堆積雜物佔 42.1%居多，擅設柵門佔 24.3%居次。

超高層建築物的塔樓部分，因此在有了良好的防火避難設施及消防安全設備之後，如何做好良好永續的維護、管理以及教育訓練、防火知識的加強也是維護超高層建築物安全性的重要課題。

維護管理之觀念係分為維護保全及防災管理。「維護」之意義在於維護建築物之竣工時狀態、功能；故為維持建築物之安全水準必須對建築物之使用提出維護保全計畫。

「管理」之意義在於建築物之消防安全設備、緊急避難逃生設施及敷設於建築物之電氣、燃氣、給水、排水、空氣調節、昇降、污物處理設備之平時維修檢查，再加上自衛消防編組之緊急應變訓練，以期達到預防火災發生、火

災發生之早期滅火及避難誘導之目的。

超高層建築物為維護管理單位，負責執行各項防災作業之營運。其防災之維護管理組織架構可分為下列兩項：

- 1.日常維護管理及防災管理組織
- 2.緊急災難之自衛消防組織

依據超高層建築物內部設置具有資格的「防火管理人員」，並依照大樓的用途、規模及管理型式訂定「緊急避難逃生計劃書」，並構成以防火管理人員為中心的防火管理組織，以因應日常防火管理的業務，緊急避難逃生計劃書應包括下列：

- 1.緊急避難逃生組織計劃 - 緊急避難逃生計劃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)皆應同意這些文件。
- 2.應提供火災及其他災害的探測、緊急警報系統及廣播程序。
- 3.建築物中央緊急避難逃生控制與樓層緊急避難逃生應予協調，使人員得以有秩序地離開。詳細地計畫並演練聯合協調與演練，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探測系統（即自動且雙方向音響通信），每樓層應設有足夠且充份的雙方向通信（communication），通信系統用於指導各層避難逃生工作進行，協助建築物各棟間控制中心的通報及供消防隊員在滅火搶救時使用。
- 5.建築物管理人員及用戶應對所有樓層避難逃生小組、員工及可能的參訪顧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、職掌表、逃生標示及設在每層樓適切位置的疏散圖。緊急防火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，追蹤維持該計畫，並保存適當書面文件。
- 7.建立避難逃生演練計劃包括定期練習將住戶人員引導至避難區(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。上述程序應以維持並文件化。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。

第四章 緊急疏散避難安全計畫

4. 超高層建築物緊急疏散避難安全計畫

【說明】

如何從起火室、非起火室，起火層、非起火層，從起火建築物逃出、避難至避難據點或中間避難安全層，需建立一套在短時間內即能順利逃生而不致發生混亂的對策，強化超高層建築物特別是塔樓部分防火、斷熱及煙控的功能，以生命安全為主軸，建構建築計畫秩序並考慮建築物使用用途、管理特性及緊急時的處理方式，以制定軟(用途、特性、管理制度等)硬(設施、設備)體兼顧的逃生避難計畫。

在高層建築物特別是塔樓部分的逃生避難計畫中，雖先應考慮自力避難的原則，從預防起火、早期發現火災、初期滅火並防止快速延燒到安全疏散避難等基本步驟加以探究，加強塔樓部分防火性能，以延長最大容許避難時間，減少疏散避難的困難度，且每個樓層應設置兩個以上的防火防煙區劃，一旦發生火災，即可先避難至未起火的區域做暫時避難的據點。

以下從使用者特性、避難路徑、安全區劃、室內裝修材料及維護管理、訓練計畫等要項來檢討高層建築物特別是塔樓部分避難計畫的安全性能。

4.1. 緊急疏散避難安全計畫安全基本原則

4.1.1. 預防起火

4.1.2. 早期發現火災

4.1.3. 初期滅火並防止快速延燒

4.1.4. 安全疏散避難

【說明】

4-1-1 預防起火

火災時，威脅生命的形態大致可分為：與高溫物體或空氣接觸、輻射熱造成的燙傷、因熱分解和燃燒反應而產生的氣體所造成的窒息與中毒等。而解決這些問題的方法是：

一、抑制內裝修等建築材料的燃燒性和燃燒毒性的方法，

二、以避難為中心的建築設計的方法。

但這兩種方法既相輔相成又相互對立。在建築設計的方法上一個是預先確定內裝修等的條件，考慮避難設計；另一個是決定平面設計，再考慮內部裝修。防止起火的措施與其他的措施之間基本上是相互補充關係。事實上，二者很難同時完善。這並不是說採取防止起火的措施，就不需要其他措施。相反，即使有其他的措施，如果發生火災，也不可能完全不遭受損害。所以，必須有最低限度的防止起火的措施。

作為建築設計的一環，特別是超高層建築物，在選擇與電器設備等有關的火氣時，不但要從防火安全的角度考慮火氣的質量，而且還必須考慮使用人員的使用情況和使用場所的環境條件。

在建築設計方面，重要的是應選擇不易燃的內部裝修材料，在使用不易燃材料的同時，還要依靠火警探測器，早期發現火災，以期在火災初期就可將其撲滅。

於超高層建築物中應避免使用可（易）燃物，對於部分使用的可（易）燃物應避免堆置足以產生可能造成延燒的量。至於文件、紙類應集中放置於不燃材料外箱內。

4-1-2 早期發現火災

- 一、只要能夠早期發現，萬一發生火災，也不致於釀成大禍；但於寬敞的場所未能及時察覺的可能性大。
- 二、居室內各個房間的獨立性強的設計，雖然其防止火災擴大的性能高，但是，卻有難以察覺起火的可能。因此，在這種情況下，最好考慮設置火警探測器。
- 三、建築物內，設置火災探測器的場所必需是發生火災的可能性大。探測傳感器與報警裝置分開的效果更佳。對於傳感器的配置必需考慮煙氣流動的通道，設置在有效的位置上。

4-1-3 初期滅火並防止快速延燒

防止火災初期擴大的方式，可由建築物內部裝修的不燃化、設置防火區劃與初期滅火三個方式來進行。然後，再因應空間的用途、規模、管理體制等等條件，適當地選擇組合成合適的對策。

一、防止火災初期快速延燒的對策

（一）、內裝修的不燃化

在防止火災初期快速延燒的對策方面，內部裝修材也應儘可能的以不燃化材料為宜。其要求不燃化的意義有三：

- 1.使建築不易發生火災，即使產生了火災，也能控制其規模較小。
- 2.可控制火災急速成長擴大，以利於初期滅火的達成。
- 3.即使無法完成初期滅火之工作，但也希望能使閃燃期產生之時間延後，以保有足夠之避難時間，使建築物內人員的危險性降至最低點。

（二）、區劃化

即使在發生火災後的初期滅火工作失敗了，若產生火災之空間，其內裝與區劃之構成部位的防火、耐火性能高的話，將可使其火勢局限於起火室內或是可延遲往其他區位之延燒。這樣的話，滅火活動的進行將會較為容易，人員也能保有較充裕之避難時間。

（三）、初期滅火設備

防止火災之火勢的擴大，除了防火區劃與車站內部裝修材的不燃化之外，對火災進行初期滅火，也是方法之一。若對於火災產生之初期，就能進行滅火工作的話，將可使受火燒損壞部位減少、降低發煙量與燃燒生成之瓦斯，同時可使需進行避難活動之範圍縮小，物品的損失也會變少。

而初期滅火設備，有以人為操作與自動感應動作兩種。因應建築物內之構造、規模、型態、使用方式等等條件，而來選擇適當之滅火設備。

二、建築內部之延燒防止

（一）、內部延燒防止之考量方式

1.防火區劃之計畫：

為了防止在火災時，建築物內部產生延燒之現象，必須適切地來配置防火區劃，而防火區劃應是在避難計畫與防排煙計畫建立時之考量前提條件，所以必須作成期間有相當關連之計畫。且構成防火區劃之牆、樓板以及防火門等等，在對於區劃內之火盛期時，應具有相當之防火、耐火性能，可防止延燒的產生。

2.防火區劃與不燃區劃：

區劃，除了防止延燒之外，同時也包含了防、排煙、避難路線安全之確保，與消防活動據點之確保等等目的。為了這些目的，以耐火構造所構成之區劃，被稱為防火區劃、防煙區劃或是不燃區劃，且其所使用之材料，應是以具有不燃性所構成為宜。

（二）、防火區劃之計畫

1.防火區劃之種類及其設定：

關於防火區劃，在應該做區劃之地方與區劃之構成材料的性能，因應建築物之用途、規模、構造等等，在法令上均有規定。而區劃基本之分類有：層間區劃、垂直管道區劃、面積區劃與不同用途別區劃等四種區劃。

在建立防火區劃之計畫時，不僅只是符合法令上所規定而已，且需理解其真正的意義，並仔細考量個別建築物不同之情況，來設置合宜之防火區劃。

2.防火門之計畫：

在防火區劃中若有開口之情況時，當然必須使用具有遮蔽煙火性能之防火門。換言之，在室內所設置之防火門，乃是防火區劃的一部份，其目的是為了防止火勢往其他區劃延燒，與確保避難時之安全。而防火門對於防火區劃可否發揮效果，是有相當影響的。

3.區劃之注意點：

為了能使防火區劃與不燃區劃之計畫進行順利，必須注意以下各個事項：

- a. 火害危險性大的房間與安全性要求高的房間(比如避難中間據點)等等區位，應為重點之區劃。
- b. 設備配管等等構件，在其貫穿區劃之部位，常因施工上之不良而變成防火上的弱點。所以在設計時，應儘量少貫穿區劃之情況產生。

4-1-4 安全疏散避難

一、避難計畫之考量方式

所謂避難行動，一般是為了在火災、地震時之生命安全的維護，而往安全之地方移動的行為而言。建築物防災計畫中之避難計畫的建立，是假設在火災發生時，迅速離開發生火災之房間、樓層、建築物等一連串之避難行動，並且需檢討其安全性。

避難計畫，必需建立在對建築物使用狀況，有相當了解之前提下，爾後，對

其實際狀況，有適切之對應。特別是在對於建築物之各部份的用途與使用狀況，若因其所有者或管理者有所不同的時候，更要相當注意其各種所選定之因應計畫間的配合。

二、避難計畫之原則

（一）、兩方向避難之確保

火災的產生，雖因區位的不同而有其機率的大小，但在避難計畫建立時，卻必須對建築物內各個區位發生火災的可能性都做考量，所以在建築物內所有之區位，應設計成在任意選擇之情況下，皆有兩個以上之避難路線方向的原則。即使這樣的原則無法完全達成時，僅有一個避難方向之區位，也應儘可能將其局限在小範圍之內。

（二）、避難路線之構成

理想之避難路線應是清楚且明快的，多次曲折之走廊，與不易了解區位之樓梯等等之設計，應儘量避免。且避難設施應有相當之容量，在平面上之配置也應力求均衡，因為對避難安全造成為危害之主因，大多是避難出口與樓梯在平面的配置上有很大大之偏位所致。

（三）、誘導設施考慮事項

應檢討緊急用照明、誘導燈、誘導標示設備、盲人語音誘導設備等之配置、設置位置與構造是否合適，並應使用耐火、耐熱之配線。例如誘導燈應加設於牆底部，以防止濃煙產生時阻礙了上部空間之視線。

（四）、安全區劃之設定

在大規模或是高層建築物等等之情況時，因其所需之避難時間較長，所以在由居室出發至樓梯間之避難路線上，應有不被火害所侵犯之不同階段之安全區劃的設計，而能達到避難時之安全的原則。

（五）、避難設施之保護方法

避難設施，是為了在火災發生採取必要之避難行動時，用以保護人之安全所設置的，而安全區劃其區劃級數愈高時，則應有更高程度保護之設計。例如：避難樓梯與特別避難樓梯之樓梯間及其附室，應可確保至最後階段之安全的設計。

(六)、對人的生理與心理之考慮

避難者在採取避難行動時，其判斷力與行為能力，若能與平時相同，是最理想之狀況。但是在實際之火災避難狀況下，避難者在不熟悉的環境中之避難行動，是無法與平時相同的，因此考量到在緊急時，人們採取避難行動之心理與生理狀況的計畫是必須的。

(七)、對體弱者之考慮

對於病人、殘障者、幼兒、高齡者等等無法與健康成人採取同樣之避難行動的人們，其避難上之考量應也不可或缺。對於收容體弱人群數量極多之建築物，其建築與設備之計畫應須能配合體弱人們之特性為宜。

(八)、避難設施計畫之定量評估

1.避難預測之分配

依據避難設施之計畫，如何掌握其避難狀況的量，並確認其特性，與伴隨著計畫之避難流動上問題的回饋，而來尋求改善。且必須將其避難流動特性之需求，與防火、防排煙等等其他防火對策做反應與綜合。

2.避難設施之評估

依據避難預測的方法，而來掌握避難時間，與滯留人數之數量，進而評估避難設施的配置、規模與面積，並確認避難計畫之可行性。

3.避難預測之基準

做避難預測時，應對避難者的特性、避難流動的特性等等提出標準值。且在對避難設施做評估時，也應使用此值，作為基準。

4.2. 緊急疏散避難安全管理計畫

4.2.1.探測與回報

4.2.2.避難逃生計畫之協調

4.2.3.疏散避難與逃生避難通訊系統

4.2.4.教育與訓練

4.2.5.安全評估

4-2-6 火害發生時

【說明】

4-2 緊急疏散避難安全管理計畫

4-2-1 探測及回報

本文目的並非描述火、煙及類似的緊急探測功能。探測、自動火警警報系統或自動撒水系統應為消防防護準備事項的一部份。然而，假若火災被偵知或起火被目視時，應立即回報。延遲火警回報將使滅火更為慘烈且浪費更多的時間，而縱容小火失去控制。當快速回報工具可用時，不應鼓勵電話回話或人員相傳的方式。

4-2-2 避難逃生計畫之協調

完整的避難逃生，人員將行動至一避難安全區，各樓層避難逃生引導小組與中央避難逃生控制間充分合作。

避難逃生的決定 - 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避難安全區，如在緊急的臨時狀態下，授權給樓層的避難逃生引導人員何時應即刻撤退。同樣地，中央避難逃生控制也應在地區消防隊接手後退出指揮決定權。

避難逃生通信 - 疏散移動及避難逃生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逃生規定，適當地被引導至避難區。

避難逃生優先權 - 一般而言，避難逃生應以起火層及其直上兩層立即進行，緊接著為起火層下兩層，逃生人員往避難帶移動應有其優先次序。之後的避難逃生疏散端視樓層緊急避難逃生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逃生的紀律，必要時應以受訓過之大樓避難逃生控制小組人員擔任。

避難逃生演練 - 演習、避難逃生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逃生規則修改成可能的逃生方式或路線（註：可能一個塞住的門，將使避難逃生者困在樓梯間，因無法移動而陷入危險。避難逃生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）。

避難逃生方法 - 建築物中央避難逃生控制，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，轉至樓層避難逃生控制

小組及受災樓層住戶人員。

避難逃生優先權 - 應具有正向的選擇方式，通知人員進行避難逃生。在緊急狀況的樓層，應能利用最近出口，避難逃生至下方三樓以上的安全區域或地面層。

出口標示及避難方向誘導 - 應提供適當的出口引導方式，樓層避難逃生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。

安全梯的使用 - 在火災發生的緊急狀況下，避難逃生應經由安全梯，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逃生需求，進行調度選用於各別樓層或全部樓層。

炸彈威脅的緊急狀況 - 一般而言，炸彈威脅的緊急狀況，除了可考慮昇降機逃生外，應遵照火災緊急移動及避難逃生程序處理。警察、防爆小組或消防隊的主管人員決定疏散人員或避難逃生。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。

4-2-3 直接疏散行動及避難逃生中的通信

人員適當地行動至避難區，端賴中央控制與指派的樓層避難逃生控制小組間完整而正確的通信。

全天候通信 - 當建築物為用戶、保全公司或清潔公司所使用時，通信頻道必須一直保持可用。直接通聯至各樓層避難逃生控制小組組長(chief)（或設計成當組長離開負責區、生病或度假時，具有替代人士）。這些通信人員必須授予權責，並且訓練至足以迅速通知該樓層用戶進行避難。同時應建立起受過訓的職務代理人，當防火隊長(captain)無法視事時，得以取代，代理系統的建立務必使各樓層經常保持有避難逃生小組，即使是午餐時的短暫時間亦同。

下班(off-duty-hour)通信 - 在建築物無人作業時，應將信號直接通聯至消防隊，任何人不得隨意進入建築物內，除了在保安人員出入口適當標示可進入的人員外。在發生火災或其他緊急事件時，保全守衛負有提醒及引導所有非上班時間人員避難逃生的責任。

通信方法 - 許多商用的通信系統皆可充任本系統，並確保隨時的全面通信服務，如無線電手機、擴音器、電話等皆可用為避難逃生的須求，最基本應具有使樓層避難逃生控制小組組長與建築物中央避難逃生控制作通聯。每層樓設立之手動報警裝置，當不希望發動“一般警報（全面鳴動）”時，允許經由雙向通信祕密選用通報方式。然而，當使用祕密選擇性警報系統時，應通知樓層避難逃生小組在向各樓層住戶宣佈時，應先至他們的工作站（man their station），拉下地板箱(floor box)，獲取更詳盡的指導概要說明。

通信備份 - 當使用通信系統時，應至少備份於替獨立的通信系統，以便主要通信系統無法操作時可資使用。

4-2-4 教育與訓練

誰應受訓 - 樓層避難逃生小組及建築物內的所有其他人員的教育訓練，應於建築物的分區進駐使用確定後，立即實施。新進員工的教育訓練應包括在其新進員工教育訓練計劃中。新的住戶進入時，應授予避難逃生資訊。制定時程，每半年樓層避難逃生小組及所有人員應重新溫習與演練。建築物管理單位及人員對避難逃生保有持續的興緻與警戒是全面防火安全的重要資產。此外，多語言的佈告與指導須求，應列入考慮。

初始緊急避難逃生訓練 - 兩個以上用戶的使用場所，須相互協調全面防火安全計畫，來對建築物管理單位負責。

重新訓練 - 當大型用戶或大資本單位預計進駐時，應準備每樓層的縮小圖(pocket-sized)分發至所有新用戶及其員工。這類圖片得以卡片方式製作，內含用戶的特殊樓層平面圖、緊急避難逃生程序的主要敘述、火災或疑似炸彈威脅處理方法等。

樓層避難逃生小組 - 每個樓層應指派一組緊急小組。樓層避難逃生小組應包括特別樓層每個區間的合格(qualified)監督人。

樓層避難逃生小組代理人 - 被挑出擔任樓層避難逃生小組成員及其代理人，他大部份時間應處於該建築物內的工作崗位上。代理人應隨時可為主要緊急避難逃生小組組長傳呼到場，或者是在所代理小組成員遠離指定工作站時，應予以告知。

輪班狀況 - 若作業具有輪班的情形時，在每個作業班次上皆應有自己的樓層緊急避難逃生小組。

樓層緊急避難逃生小組訓練 - 樓層緊急避難逃生小組應利用最佳的通信系統進行訓練，訓練基本的群眾控制方法，並對避難帶(refuge area)、避難逃生程序及緊急照明相當地熟悉。這些訓練應教導何為首要目標的基本常識及滅火演練。

訓練人員 - 應為合格的防火控制或緊急避難逃生專家才能充任訓練人員，且應提供充足的訓練時間。

印有建築物緊急避難逃生計劃的使用手冊應提供給樓層緊急避難逃生小組成員。

應建立更新及復習會議，當作用戶定期營運會議時程的一部份。在實際的避難逃生演練，應依當地防火規範處理，包括人員移動至避難帶。若無特別規定，技能演練應每半年或每季規劃辦理。

肢體殘障人員的避難逃生程序 - 樓層緊急避難逃生小組應提供目前的殘障人士住戶表，並包括無法使用樓梯人員，或因暫時生病無法逃離火場人員，或其他身體狀況不佳人員。

樓層搜尋 - 每個樓層緊急避難逃生小組皆應指派“搜尋者”，確保樓層中的每個人在緊急避難逃生狀況下被告知。視建築物的使用性質，搜尋者須要有用戶表及用戶員工姓名。搜尋者應為受過訓練的緊急避難逃生小組人

員。搜尋者應查看每樓層含洗手間等的所有區隔間，並查看所有看得到的住戶人員，而非可能的住戶人員回聲，因為受困者可能無法聽到或暫時的不舒服或無意識等。

一般民眾 - 樓層緊急避難逃生小組的一位或多位成員應訓練負責在緊急狀況發生時引導顧客、臨時進入工作人員或其他非住戶人員進行緊急避難逃生。一班民眾在進入建築物時，應決定避難逃生方式及輔助人員需求等。

替代的緊急通信 - 假若規劃的緊急通信系統破壞時，應利用樓層緊急避難逃生小組的通信員(messenger-runner)，確保繼續通信的可行（這些通信員應事先指派應適當地教導）。

群眾控制與移動 - 梯間及主要大廳的群眾控制應是樓層緊急避難逃生小組的責任，並受建築物中央控制及消防隊的監督。小組成員應訓練快速敏捷地指揮住戶人員上下樓梯至避難帶或疏散離開該建築物。

4-2-5 檢驗與評估

實施建築物及用戶區域的全面檢驗，在確保建築物與住戶人員建立之緊急避難逃生計劃的規則及發覺特殊需求。

諮詢防火專家並經由規則地檢驗，有程序地評估緊急避難逃生計畫。

檢驗型式 - 建議緊急避難逃生計畫的檢驗型式宜採用規則的檢驗表。每一細項後留下適當的空白欄供敘述性的備註說明使用。

檢驗程序 - 建議檢驗應以定期的程序方式進行。檢驗頻率得依特殊需求、建築結構及使用性質來決定。檢驗報告及緊急避難逃生計畫的全面評估應定期送交防火單位審查。

檢驗報告 - 檢驗報告備份應分送下述單位

建築物管理單位

樓層緊急避難逃生小組隊長

防火安全聯合協調單位

違反防火安全規定或有引火危險作業的用戶

檢驗及評估小組應為建築物管理代表、用戶代表及受檢區之樓層緊急避難逃生小組隊長所組成。巡迴客座的檢驗小組人員亦應邀請以提供教育及訓練的機會。

住戶問卷調查 - 問卷調查應週期地分送至每個用戶，用以評估建築物的使用

性質及緊急準備事項。此問卷關係到裝修(furnishings)、固定器具設備(fixture)、電氣變更，以及其他任何於租用初期未發覺的事項，諸如儲存或使用易燃性、爆炸性或外來不明物質，這些皆可能具有火災或爆炸的危險。

隨意選取用戶的員工群施以問卷調查，瞭解其對相關的 - 出口位置及數量，易燃物品存放處，緊急狀況下先行使用安全梯而非電梯，樓層緊急避難逃生小組組長姓名等。此類問卷可經由樓層緊急避難逃生小組或檢驗小組分發，而消防主管單位、建築管理單位、住戶代表、樓層緊急避難逃生小組隊長等在從中挑取數份加以評估。以上評估用在建築物的使用性質變更及緊急準備事項上，應連續持久進行。

4-2-6 火害發生時

起火時，建築物經理人員或主任工程人員有權命令建築物特定單或多樓層進行緊急避難逃生，其他樓層則依地區消防隊指示執行避難逃生。

一、避難逃生樓層

一般而言，避難逃生應從緊急狀況發生的樓層及緊接者的直上或直下二個樓層疏散至低或高於危險區的安全地點。（當考慮避難逃生方向及決定避難逃生樓層時，建築物的結構為一個重要因子）。

避難逃生應經由安全梯完成，若煙或火已滲入梯間時，應使用替代樓梯。若為“炸彈威脅”時，避難逃生程序應結合警方及消防隊在諮詢建築物管理單位及用戶代表後的決定來控制。在受“炸彈威脅”的緊急情況下得使用電梯，但於火災情況下則不得使用。

建築物管理單位及建築物維修人員應於起火後隨即進入安全梯間，協助受災樓層住戶人員避難逃生。

二、升降機控制

在確認火災後，所有電梯應依 A N S（美國國家標準）升降機規範的要求回到大廳樓層。建築物內的所有住戶人員，包括參訪顧客，應被告知升降機已無法往返於緊急狀況發生的樓層，使其評估經由安全梯移動至避難帶或更安全的處所。

肢體殘障人員應由安全梯向下移動至無火災危險的最高升降機服務樓層，然後在消防官員的指示下，由升降機來運送。重度殘障人員應由指定的樓層避難逃生小組人員協助，安置殘障人員在工作區的桌台(desk)，靠近出口處，

使得他們的避難逃生更容易。地面大廳層的升降機控制應由消防官員指揮及調度控制。若該樓層受火災波及時，升降機應具有變更不得停置於該樓層的輸入規劃。

三、避難逃生控制

人員流通的方向與每樓層人數、可用緊急逃生升降機數及直接受火災波及樓層數相關。

四、避難逃生優先權

應設有直接告知住戶人員避難逃生的正向工具(positive mean)。直接受波及的樓層應具優先權，緊接著為毗鄰的樓層。

避難逃生方法 - 建築物依緊急狀況性質及損害範圍來控制並決定最安全最有效的避難逃生方式，此決定應通知樓層控制人員及受影響樓層。樓層控制人員應優先通知即將面臨危險的樓層。

為了井然有序的移動，並控建築物人員在單樓梯向下移動，應指定替代逃生不同樓梯，因此兩避難逃生樓梯間，在滿載時應存有一定的時間間隔。其中受危險立即波及的樓層，避難逃生應採用可直接安全抵達的最近出口，其他樓層則可依序引導進入不同逃生樓梯。

提供路徑及方向，確保住戶人員得以從所有出口端點離開建築物，到安全的預定位置，再進行避難逃生後的人頭清點計算。

4.3. 煙控系統

【說明】

4-3 煙控系統

為了達成煙控的基本目的，包括利用區劃化以防止煙氣之侵入及擴散、煙、遮煙、防止煙層的下降、蓄煙、稀釋等基本概念。

超高層建築發生火災，若上部空間容積不大時，如果不進行煙的控制，煙層就會很快在避難通道下降，對人員的避難造成威脅。而即使是大空間的、能夠蓄煙的建築物，也會因某些原因致避難者延誤了時間，有可能暴露在煙氣之中。因此，為了使煙氣降到不超過某一安全的界限，必須做好防煙設計。

一、煙流的控制

在火災室，防止煙層下降是煙氣控制的手段之一，是控制煙氣不流出火災室或侵入避難通道的相關空間，也可以說是控制的煙氣控制手段。防止從火災室流出的煙侵入安全區劃，用空氣力學的阻煙方法最為有效。

二、垂直管道的機械送風排煙

在超高層建築中，冬季取暖時，在煙囪效應作用下，下層部分為負壓區。下層部分發生火災時，煙氣容易流入垂直管道內。即使不是在需要取暖的季節，垂直管道亦具有煙囪效應，並可能導致火災室的煙氣快速的流入避難通道。然而，建築物中不能沒有垂直管道，所以，必須採取防止煙氣通過垂直管道向上層房間漫延的措施。

在特別安全梯間、緊急用升降機機間等設置的排煙室，是供避難人員臨時躲避煙氣威脅的場所，具有抑制煙氣向垂直管道侵入等作用，而從建築物內部煙氣的流動來看，可以減緩排煙室與走廊、通道之間的壓差，使煙囪效應減弱，從而削弱煙氣的垂直方向的流動。

具體的防煙措施有：

- (一) 如強垂直管道的氣密性，防止煙氣流入的任何間隙。
- (二) 對垂直管道加壓，使煙氣不能侵入。
- (三) 對垂直管道減壓，使煙氣不能流出等。

其中：

- (一) 採用防火門等氣密性分隔構件。
- (二) 由機械送風加壓來實現。
- (三) 可用機械減壓排煙方法和在頂部開較大面積的排煙口，使自然排煙系統的煙囪效應的中性帶向上層部分移動等方法。

總之，要根據建築物及火災條件等實際情況，以科學的方法掌握防煙的方法。

第六章 結論與建議

6. 結論與建議

【說明】

超高層建築物因樓層數多，高度高，距地面層遠，且內部功能複雜，使用人數眾多等等救災及逃生的複雜不利因素，以現行法規的規定，已無法完全滿足立體救災、滅火及避難的需求，為能確保超高層建築物使用的安全，本研究以下列三點為本研究的結論與建議：

1. 為因應超高層建築物不同使用的型態及空間特性，建議應依其建築物特性，分別建立其緊急避難疏散計畫，以擬定確實的管理維護機制及有效的避難安全對策。
2. 超高層建築物為能增加救災及避難的安全性，應設置中間避難安全層，並考慮屋頂直昇機坪的設置及一般用升降機避難使用的可行性及時機。
3. 建議地面避難層應至少保留二分之一以上的淨空面積，以免造成避難瓶頸、擁塞並阻礙消防救助滅火工作之進行。
4. 為補足超高層建築物立體避難計畫之不足，建議超高層建築物應考慮以性能法規之精神，製作超高層建築物緊急避難疏散計畫書，並建立其審查機制。

參考書目

本國文獻

- 1.顏世錫、倪秋煌等，高層建築防災設計準則之研究，內政部建築研究所籌備處，79年8月。
- 2.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。
- 3.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。
- 4.丁育群、江崇誠，複合用途建築物認定基準與防火避難設施設置規範之研究，內政部建築研究所，89年9月。
- 5.陳文龍，高層建築物建築及消防安全檢討改進計畫(草案)，高層複合用途建築物之火災安全對策研討會論文集，90年10月。
- 6.林木榮、葉仁德，從東科大火探討高層建築防火安全，全國勞工安全衛生研討會，90年。
- 7.林木榮、藍成陽，廠房建築功能性避難逃生評估/設計技術趨勢報導，IT IS 工研院環安中心，90年1月。
- 8.唐思維，人員逃生軟體 SIMULEX 之研究與評估，全國勞工安全衛生研討會，90年。
- 9.張世典、黃耀榮等，建築物障礙者避難逃生設施設備可行性研究，內政部建築研究所，86年6月。
- 10.楊冠雄，高層建築煙控及逃生技術研究計畫，中華顧問工程司，86年12月。

外國文獻

- 1.周敏莉，安全疏散系統防火設計綜合分析探討，pp21-23. 消防科學與技術第2期，中國消防協會，2000年5月。
- 2.日本建築中心，建築物綜合防火設計，日本建築中心，1988。
- 3.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之解說書，日本建築中心，1992。
- 4.青木義次、富松太基、森山修治，火災安全計畫，學藝出版社，1999。
- 5.室崎益輝，建築防災安全，鹿島出版會，1997。
6. M M Kostreva, M M Wiecek and T Getachew T, '**Optimization Models in fire Egress Analysis for Residential Buildings**', Fire Safety Science Proceedings of the Third International Symposium, pp 805-814 Elsevier, London, (1991).
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, Orlando, 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. '**Rescue from High-rise Buildings**', Precision Lift, Inc.,
 20. '**Study of occupant behaviour following a residential high-rise fire provides crucial information**', Construction Innovation, Vol 4, No.3 Spr/Sum 199
 21. T.M.Kisko, R.L. Francis and C.R.Nobel, '**EVACENT4 User's Guide**', UOF, 61p.
 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.

附錄

附錄一

超高層建築物緊急疏散對策與避難安全設計研究計劃第一次工作會議記錄

一、時間：九十一年四月二十二日(星期一)下午二時整

二、地點：台北縣新店市民權路八十八之三號四樓

財團法人中華建築中心 會議室

三、主席：黃計畫主持人南淵

紀錄：楊工程師偉奇

四、會議結論：

- 1.參考國外設計案例，研擬架空走廊之可行性、中間避難層之設置要點及戶外避難樓梯設置要點。
- 2.有關昇降機疏散避難設置應考量其獨立機電設施如何於火場中正常運作，以確保在安全狀態下達到最大疏散效益。
- 3.電腦程式模擬分析中，有關人數計算引用應依據法規規定(營建署相關草案)
- 4.研擬一具避難安全梯所能服務之最大範圍及於該範圍內之最大容許人數。
- 5.本計劃礙於時間有限，對於未列入計劃之其他相關研究方向，應擬建議後續研究方案，以完備整體研究架構內容。

超高層建築物緊急疏散對策與避難安全設計研究第二次工作會議記錄

一、時 間：九十一年五月

二、地 點：台北縣新店市民權路八十八之三號四樓

財團法人中華建築中心 會議室

三、主 席：許顧問宗熙

紀錄：楊工程師偉奇

四、會議結論：

1. 修改第二章為「超高層建築火災危險特性分析」

1-1 第二章 2-1 先探討超高層建築物之建築特性

1-1-1 基地配置

1-1-2 平面：樓梯型態

1-1-3 立面

1-1-4 空間型式

1-1-5 物理環境

1-1-6 使用型態

1-2 依據前揭之特性歸納其火災特性，再依各部分別討論。

2. 第三章章名修改為超高層建築物緊急疏散避難對策

2-1 就前歸納之火災危險因子，分別探討作成對策表(三次避難：中間層避難)

超高層建築 火危險特性	型式	第一次避難	第二次避難	第三次避難	安全疏散 升降機間	直昇機停 機坪設置
火勢蔓延快	平面					
	立面					
	空間型式					
	使用型態					
	基地					
疏散困難	平面					
	立面					
	空間型式					
	使用型態					
	基地					
撲救困難性高	平面					
	立面					
	空間型式					
	使用型態					
	基地					
患 隱 災	平面					

	立面					
	空間型式					
	使用型態					
	基地					

2-2 本研究與現行建築技術規則高層建築專章之差異表

3. 第四章超高層建築物緊急疏散避難安全計畫應分為

3-1 緊急疏散避難安全區劃

3-1-1 安全區劃(安全、防火材料、排煙計畫)

3-1-2 內部裝修防火材料

3-1-3 導引設施

3-1-4 避難層(空間)設置原則

3-1-5 緊急疏散用升降機之設置原則

3-1-6 直昇機停機坪設置原則

3-2 防災管理

3-2-1 警鈴鳴動方式

3-2-2 疏散模式

3-3 軟體模擬

4. 結論與建議除提出上揭計畫之設置原則外，應再加上對現行安全梯或特別安全梯之服務範圍作出檢討並提出建議。

5. 避難設置原則：(大陸版)

(1) 地面層與第一個避難層以下不超過 15 層為原則(大陸有實驗過)

(2) 中間避難層入口應與特別安全梯出口錯開

(3) 中間避難層估算 5 人/m²

超高層建築物緊急疏散對策與避難安全設計研究計劃第三次工作會議記錄

一、時間：九十一年七月十九日(星期五)下午二時整

二、地點：台北縣新店市民權路八十八之三號四樓

財團法人中華建築中心 會議室

三、主席：黃計劃主持人南淵

紀錄：楊工程師偉奇

四、出席人員：如簽到單

五、會議結論：

- 1.依第二次工作會議記錄內容之章節，期中報告第四章部分須再詳細敘述。
- 2.有關超高層救助方向應往自救方向研擬對策。
- 3.第二章超高層建築物特性—平面型式部分應加入台灣或日本相關實例。
- 4.煙控方式可採分區方式掌控。
- 5.廣播疏散應依火災蔓延之上下樓層為主，避免整棟建築物廣播，造成大量人員避難之慌亂及擁擠。
- 6.整體對策分析應先依法規規定分析實際建物所需之避難時間，再依個別不足之處，檢討並提出建議對策及方式，如設置中間避難層、停機坪、升降機等，另可計算出直昇機、升降機對縮短避難時間之效果，以提供有力證明之數據。
- 7.有關消防救助部分應於事前考慮消防車預留通道問題，同時亦須考量至室外避難空間容量。
- 8.期中簡報有關結論部分應強調後續研究之進行方向及預期內容。

六、臨時動議：無

七、散會：下午五時整。

超高層建築物緊急疏散對策與避難安全設計研究計劃第一次座談會 會議記錄

一、時 間：九十一年十一月十二日(星期二)上午十時整

二、地 點：台北縣新店市民權路八十八之三號四樓

財團法人中華建築中心 會議室

三、主 席：黃計劃主持人南淵

紀錄：方工程師裕欽

四、出席人員：如簽到單

五、會議結論：

(一)吳建築師明修建議事項：

超高層建築物避難路線之規劃原則應於樓層戶外設置避難空間，並以避難梯或避難橋連通避難層室外安全空間或另一棟建築物（參考日本霞關大樓）。

超高層建築物人員使用密度高，因此在緊急避難時，為不妨礙避難層通往室外之避難路徑，建議避難層應全面淨空或二分之一以上淨空。

避難樓梯、排煙室設置之防火門，應有強化玻璃視窗，使雙邊可通視，以維逃生人員安全。

(二)沈顧問英標建議事項：

建議將相關規定及說明以表格式明列，供營建署作為修法之參考。

避難能否有效，除硬體設施完善外，更應加強對業者提供相關教育宣導或研討會，使其明瞭防火、防災等觀念之軟體建設。

防災計劃書之製作相當專業，一般建築師或專業技師恐難勝任，建議成立專業團體，協助推動。

(三)沈教授子勝建議事項：

超高層建築物之排煙量考量問題，針對避難梯間設置加壓排煙加以探討。

為有兩方向避難路徑，超高層建築物在同一宗建築基地上，超過兩幢以上者應設置避難橋或空中走廊。

超高層建築物第一層火災之發生，應依增加排煙量、及防火區劃之方式克服。

(四)建研所王研究員鵬智建議事項：

建請將研究報告以表格化建立明確之條文及說明，提供營建署修訂相關法規之參考。

針對「中間避難層」、「緊急升降機」、「停機坪設置」之相關研究密切整合至超高層建築物緊急疏散對策與避難安全計劃書。

根據委託計劃，應再開一次座談會。

(五)中華民國建築師公會全聯會代表王建築師紀耕建議事項：

根據東科大樓火災顯示建築物越上層，其受火害程度越嚴重，則針對屋頂停機坪之設置相關規定，應有更嚴格之規定。

消防救災人員及避難逃災人員之動線應有效規劃，以期能在最短時間內控制火勢並增加人員逃生機會。

對於超高層建築物上層樓室內裝修材料、防火區劃之防火性能應有更加嚴格之要求。

(六)中華民國電梯協會代表蔡組長慧銘建議事項：

針對緊急升降梯於火災發生時無法供多數民眾使用，且發電機油料供應是否充足及相關管線是否耐高溫，都是值得考量的地方。

現行法規是否有不足之處，如何落實其相關規定。

(七)台北市公寓大廈暨社區服務協會代表許副理事長賴銓建議事項：

民間或企業對現行法規之落實成效不佳。

針對超高層建築物之計劃書撰寫無參考依據，或無相關單位或學術團體供詢問。

(八)主席決議：

超高層建築物緊急疏散對策與避難安全計劃書之審查機制。

中間避難層設置規範。

超高層建築避難層淨空要求。

建築物二方向避難之確立，於樓層設置戶外避難空間，並以避難梯連通至避難層之室外。

緊急升降機之排煙室應獨立設置。

防災監控中心於發生災害時之指揮中心，為其於發生災害時仍能運作，建築技術規則設計施工編第二百五十六條規定：防災監控中心應設置於避難層之直上或直下層。目前執行似未落實，因此建請主管機關能落實執行。

超高層建築物緊急疏散對策與避難安全設計研究計劃第二次座談會 會議記錄

一、時 間：九十一年十二月十二日(星期二)上午十時整

二、地 點：台北縣新店市民權路八十八之三號四樓

財團法人中華建築中心 會議室

三、主 席：黃計劃主持人南淵

紀錄：方工程師裕欽

四、出席人員：如簽到單

五、會議結論：

高層建築物於建築技術規則建議修正條文內容

建議修正條文		
原條文	第二百二十七條本章所稱高層建築物係指高度在五十公尺或樓層在十五層以上之建築物。 超高層建築物系指高層建築物高達二十五層或九十公尺。	第二百四十一條之一 超高層建築物，應於當地消防雲梯車所達之高度設置中間避難層，其設置規範由中央主管建築機關另訂之。
修正說明	為區隔高層建築物與高層建築之不同，於第二項，依建築技術規則建築設計施工編第二百五十九條第二項明定超高層建築物之定義。	一、新增條文。 二、為考量超高層建築物之建築高度、使用密度及使用型態之特性，讓建築物使用人能有充裕安全之避難緩衝空間及延長外部救難之時間。建議超高層建築物應設置中間避難層。 三、由於各地消防雲梯車之可及高度不同，因此，中間避難層之設置位置應視該地之消防救助設備而定。 四、中間避難層之設置，因涉建築性能之綜合考量，其規範宜由中央主管建築機關另訂之。

高層建築物於建築技術規則建議修正條文內容

建議修正條文	
原條文	
修正說明	

第一百四十一條高層建築物應設置兩座上之特別安全梯並應符合兩方向避難原則。兩座特別安全梯應在不同平面位置，其樓梯口相互間之直線距離不得小於區劃範圍對角線長度之三分之一。

高層建築物連接特別安全梯間之走廊通道應為獨立之防火區劃。

高層建築物其直通樓梯均應為特別安全梯，且通達地面以上樓層與通達地面以下樓層之梯間不得直通。

超高層建築物人員使用密度高，因此在緊急避難時，為不妨礙避難層通往室外之避難路徑，避難層應全面淨空或二分之一以上淨空。

第一百四十一條高層建築物應設置兩座上之特別安全梯並應符合兩方向避難原則。兩座特別安全梯應在不同平面位置，其樓梯口相互間之直線距離不得小於區劃範圍對角線長度之三分之一。

高層建築物連接特別安全梯間之走廊通道應為獨立之防火區劃。

高層建築物其直通樓梯均應為特別安全梯，且通達地面以上樓層與通達地面以下樓層之梯間不得直通。

一、新增第四項。

二、參考日本超高層建築法規之規定。

三、超高層建築物之避難層平時應為淨空之大廳，以備不時避難之使用，不應設置任何設施或作他種使用用途。萬一火災或地震發生時，上層避難大眾逃下來，避難層塞滿商櫃等設施及外有車輛，由於缺乏避難空間，將嚴重影響避難疏散時間。

高層建築物於建築技術規則建議修正條文內容

建議修正條文		第一百七十六條防火門窗係指防火門及防火窗，其組件包括門窗扇、門窗檔、開關五金、嵌裝玻璃、通風百葉等配件或構材。防火門窗依其防火性能分為甲種防火門窗及乙種防火門窗，其構造應依左列規定： 一、甲種防火門窗應具有一小時以上防火時效。 二、乙種防火門窗應具有三十分鐘以上防火時效。 三、防火門窗周邊十五公分範圍內之牆壁應以不燃材料建造。
原條文		第一百七十六條防火門窗係指防火門及防火窗，其組件包括門窗扇、門窗檔、開關五金、嵌裝玻璃、通風百葉等配件或構材。防火門窗依其防火性能分為甲種防火門窗及乙種防火門窗，其構造應依左列規定： 一、甲種防火門窗應具有一小時以上防火時效。 二、乙種防火門窗應具有三十分鐘以上防火時效。 三、防火門窗周邊十五公分範圍內之牆壁應以不燃材料建造。
修正說明	緊急升降機為消防救助人員進入建築火場搶救之用。未免消防人員進入路徑與建築物使用人疏散避難路徑重疊，而影響救難及疏散時間。且緊急升降機間若與其他防火區劃混用，由於避難之行為難以掌握，恐造成該防火區劃失效，危及消防搶救人員之安全，因此，建議緊急升降機間應自成一獨立區劃。	為使建築物使用人員於避難時進入避難空間，能透視該避難空間之避難狀況，以免產生避難路徑之衝突，因此，建議防火門應有玻璃視窗，使雙邊可通視，以為逃生人員之安全。

高層建築物於建築技術規則建議修正條文內容

建議修正條文	原條文	修正說明
四 防火門之門扇寬度應在七十五公分以上，高度應在一百八十公分以上，門扇下緣距離地板面高度，不得大於十公分。 五、常時關閉式之防火門應符合左列規定： (一) 免用鑰匙即可開啟，並應裝設經開啟後可自行關閉之裝置。 (二) 單一門扇面積不得超過三平方公尺。 (三) 不得裝設門止。 (四) 門扇或門幢上應標示常時關閉式防火門等文字。 六、常時開放式之防火門應符合左列規定： (一) 可隨時關閉，亦應裝設利用煙感應器連動或其他方法控制之自動關閉裝置，使能於火災發生時自動關閉。 (二) 關閉後免用鑰匙即可開啟，並應裝設經開啟後可自行關閉之裝置。 (三) 採用防火捲門者，應附設門扇寬	四 防火門之門扇寬度應在七十五公分以上，高度應在一百八十公分以上，門扇下緣距離地板面高度，不得大於十公分。 五、常時關閉式之防火門應符合左列規定： (一) 免用鑰匙即可開啟，並應裝設經開啟後可自行關閉之裝置。 (二) 單一門扇面積不得超過三平方公尺。 (三) 不得裝設門止。 (四) 門扇或門幢上應標示常時關閉式防火門等文字。 六、常時開放式之防火門應符合左列規定： (一) 可隨時關閉，亦應裝設利用煙感應器連動或其他方法控制之自動關閉裝置，使能於火災發生時自動關閉。 (二) 關閉後免用鑰匙即可開啟，並應裝設經開啟後可自行關閉之裝置。 (三) 採用防火捲門者，應附設門扇寬	

高層建築物於建築技術規則建議修正條文內容

建議修正條文	
原條文	
修正說明	

寬度在七十五公分以上 高度在一百八十公分以上之防火門。

七、防火門應朝避難方向開門。但供住宅使用及宿舍、寢室、旅館客房、醫院病房等連接走廊者，不在此限。

八、防火門英設置與防火門同防火時效之玻璃視窗，其大小寬度應在三十公分，長度應在三十公分以上；採用防火鐵捲門者不在此限。

寬度在七十五公分以上 高度在一百八十公分以上之防火門。

七、防火門應朝避難方向開門。但供住宅使用及宿舍、寢室、旅館客房、醫院病房等連接走廊者，不在此限。

高層建築物於建築技術規則建議修正條文內容

建議修正條文	第一百五十九條 各類場所之各樓層符合左列規定之一者 其應設之避難器具得免設： 一、主要構造為防火構造，居室面向外部分，設有陽台等有效避難設施，且該台等設施設有可通往地面之樓梯或通往他棟建築物之設施。 二、主要構造為防火構造，由居室內戶可直接通往直通樓梯。且該居室住戶所面向之直通樓梯，設有隨時自動關閉之甲種防火門（不合防火捲門），且收容人員未滿三十人。 三、供第十二條第六目、第十日第四款列場所使用之樓層，符合左規定者：
原條文	第一百五十九條 各類場所之各樓層符合左列規定之一者 其應設之避難器具得免設： 一、主要構造為防火構造，居室面向外部分，設有陽台等有效避難設施，且該台等設施設有可通往地面之樓梯或通往他棟建築物之設施。 二、主要構造為防火構造，由居室內戶可直接通往直通樓梯。且該居室住戶所面向之直通樓梯，設有隨時自動關閉之甲種防火門（不合防火捲門），且收容人員未滿三十人。 三、供第十二條第六目、第十日第四款列場所使用之樓層，符合左規定者：
修正說明	按現行「各類場所消防安全設備設置標準」之避難器具，有避難梯等七種，雖於前開標準明文何種用途及規模之建築物應設置何種之避難器具；惟建築高度超過二十五層及九十公尺之建築物，因其使用型態、使用密度等迥異於其他建築物，建議於每層設置每層避難陽台或有防火包被之避難空間中，設置每層錯開且通達避難層戶外空間之固定避難爬梯者，可不受一百五十七條規定之限制。

高層建築物於建築技術規則建議修正條文內容

建議修正條文	
原條文	
修正說明	

建議修正條文

(一) 主要構造為防火構造。
 (二) 設有二座以上安全梯，且該樓層各部分均有二個以上不同避難逃生路徑能通達安全梯。
 四、供第十二條第二款第一目、第二日第五目、第八目或第九目所列場所佔用之樓層，應符合前款規定外，且功有自動撒水設備或內部裝修符合建築技術規則設計施工篇第八十八條規定者。
 伍、建築物高度超過二十五層或九十公尺之建築物於每層避難陽台或有防火包覆之避難空間中，設置每層錯開且通達避難層戶外空間之固定避難爬梯者。

原條文

(一) 主要構造為防火構造。
 (二) 設有二座以上安全梯，且該樓層各部分均有二個以上不同避難逃生路徑能通達安全梯。
 四、供第十二條第二款第一目、第二日第五目、第八目或第九目所列場所佔用之樓層，應符合前款規定外，且功有自動撒水設備或內部裝修符合建築技術規則設計施工篇第八十八條規定者。

修正說明

附錄二

0722 期中報告委員意見執行回覆表		
	委員意見	意見回覆
薛委員昭信	1.以九〇年汐止東科大火為例，火災發生時大樓管理員仍未知，因此除了硬體方面之改善外，更應加強軟體方面之加強，如維護、管理、教育等。 2.提出有關法規缺失問題，以提供建議修改或增列建築技術規則之依據。	1.已加入相關維護、管理、教育訓練等單元。 2.遵照薛委員意見辦理。
簡教授賢文	1.期中報告漏列引註或參考文獻，重要圖表亦應以本研究整理或列出資料來源。 2.建議針對個案演練結果。 3.中庭之設計是否對於超高層避難具負面影響應進一步釐清。 4.醫院避難之探討是否適用超高層避難之研究。	1.遵照變理。 2.已加入相關案例分析。 3.遵照簡委員意見辦理。 4.已修正。
范委員國俊	1.超高層之定義為何，請釐清。本案完成是否建議於建築技術規則另訂一章，請作建議。 2.建議可將中間避難層等對策，研擬成類似性能法規方式納入建築技術規則中。	1.已提出超高層定義源由。本案完成後將由建研所作最後整合再視情況結定。 2.遵照范委員意見辦理。
楊委員逸詠	1.超高層之定義宜請釐清。 2.案例收集建議增加國內案例，相關名詞請轉換成國內慣用用語。 3.應將相關對策及方法彙整，建立整體系統機制。	1.已提出超高層定義源由。 2.遵照楊委員意見辦理。 3.已加強整體系統整合。
賴委員榮平	1.期中報告並無各先進國家超高層建築火災案例之檢討與分析，亦無比較其法規之相關規定。 2.有關超高層之建築平面、剖面型態、周圍道路狀況，應加入國內案例說明。 3.建議事項應再具體一點，依超高層建築之樓層數、使用用途類別等分別訂定，因應對策如何具體化、系統化，可於期末報告時提出研究成果。 4.避難安全區劃之說明應再加強，P15、	1.將加強並提出先進國家超高層建築火災案例之檢討與分析。 2.遵照賴委員意見辦理。 3.遵照賴委員意見辦理。 4.遵照賴委員意見辦理。

	P35、P38 應予結合。 5.中間避難層設置位置、面積或必須提供的避難人數，應予具體化，研究成果應考慮建議提供建築技術規則修訂之參考。	5.將加強辦理。
黃副處長舜銘	1.第六頁第五行：修正為「建築技術規則建築設計施工編第七十條」。 2.第二十頁第一行：「避難屋」應更正為「避難層」。 3.第廿三頁中有關使用鐵捲門部分與建築技術規則之規定顯有不同，請說明。	1.已修正。 2.已修正。 3.已修正。
施教教授邦築	1.建議強化「整體防災系統」之考量，應將相關對策及方法彙整，建立整體系統機制。 2.超高層建築物避難安全設計是否在不同區域會有不同的設計，請研議。 3.請考量「防火管理」、「使用管理」之軟體方面對策。	1.已加強整體系統整合。 2.將研究辦理。 3.已加入「防火管理」、「使用管理」等方面對策單元。
顏局長振嘉	1.研究內容對於垂直管道內之配線應採何種保護規定，以及高層建築物週遭是否應劃設消防車搶救停車空間，建築物四個方向應能容納雲梯車之停駐，此與設計(景觀)是否會發生問題，建請研議。 2.有關高層建築物緊急疏散對策研究內容，對於防災中心服勤人員之應變訓練該如何教育及資格是否有限制，建議增訂。	1.已加強研議並增加消防搶救單元。 2.將研議辦理。
全聯會吳世欽	1.應將相關對策及方法彙整，建立整體系統化機制。 2.應研擬設計準則，建議納入修正建築技術規則參考資料。 3.報告中引用之參考文獻應加註明列。	1.已加強整體系統整合。 2.將研議辦理。 3.遵照吳委員意見辦理。
營建署孫立言	1.「避難層」在建築技術規則已有定義，使用之專有名詞應與建築技術規則之用詞一致。 2.有關直昇機停機坪之載重規定，建議可參考國內海鷗大隊 警政署使用之機種載重。	1.本研究的中間避難安全層將與建築技術規則的「避難層」作清楚區隔。 2.遵照孫委員意見辦理。
消防設備師	1.建議研擬消防系統完備之評估。 2.有關管道間填塞防火問題對完備區劃安全有其重要性之影響，故應特別針對水平及	將加強研議辦理。

(士) 協會	垂直方向之填塞要求。 3.希望建立國內防火管理準則之參考。	
-----------	----------------------------------	--

1029 期末報告委員意見執行回覆表

	委員意見	回覆委員意見
蔡主任仁惠	1.請將簡報增列之內容彙整納入結案報告中。 2.期末報告之附錄請加註為中文翻譯。 3.加註參考資料來源。	1.已遵照蔡委員意見辦理。 2.遵照蔡委員意見辦理。 3.已遵照蔡委員意見辦理。
馮組長俊益	1.簡報內容中有關加拿大避難逃生資料請增列於結案報告中。 2.請增列避難危險因子解析之參考資料。 3.研擬避難弱者(行動不便者)適當之安全區規劃原則。 4.依據避難逃生相關資料統計,避難者於逃生時仍有部分依直覺搭乘電梯逃生。因此有關電梯緊急疏散對策可行性探討有其必要性。 5.建築物發生火災時,因避難人員及救災人員進出安全梯頻繁,容易形成安全。梯內累積過多濃煙,造成避難之不便及危害避難者生命,故建議可採用安全。梯間加壓方式(採正壓),以避免過多濃煙進入安全梯內。	1.已遵照馮組長指示辦理。 2.已遵照馮組長指示辦理。 3.本研究中於各層中設有樓層中間避難據點做為避難弱者臨時避難據點。 4.已研議處理中。 5.已研議處理中。
黃教授萬翔	1.建議增設避難弱者(行動不便者)無障礙避難設施之設置。 2.建議針對設計者研擬避難設計手冊,使用者提出作業手冊。 3.以性能法法規設計原則研擬建築物緊急疏散計劃書審查程序。 4.研究成果彙整後,可作為相關法規修正之依據。 5.救災出入動線規劃也應補充納入。	1.避難弱者於本研究中已設有樓層中間避難據點做為因應。 2.再向建築研究所建議。 3.已遵照黃教授指示辦理。 4.遵照黃教授指示辦理。 5.已加入案例並遵照黃教授指示辦理。

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

（九十一年度）