

建築物區劃延燒控制技術之研究( I )  
---自動滅火設備與區劃延燒替代調  
查研究

內政部建築研究所 委託研究報告

中華民國 96 年 12 月

建築物區劃延燒控制技術之研究（I）——自動滅火設備與區劃延燒替代調查研究

內政部建築研究所委託研究報告

九十六年

PG9603-0106

096301070000G1012

# 建築物區劃延燒控制技術之研究( I )

## ---自動滅火設備與區劃延燒替代調 查研究

受委託者 : 社團法人中華消防及減災學會

研究主持人: 趙鋼

協同主持人: 崔朝陽

研究員 : 溫渭洲

研究助理 : 黃麒然

葉富安

內政部建築研究所 委託研究報告

中華民國 96 年 12 月



## 目次

目次.....	I
表次.....	III
圖次.....	V
摘要.....	VII
第一章 緒論.....	1
第一節 研究緣起及研究目的.....	1
壹、研究緣起.....	1
貳、研究目的.....	1
第二節 研究方法及流程.....	1
壹、研究方法.....	1
貳、研究流程.....	2
第三節 預期成果及效益.....	4
壹、預期成果.....	4
貳、預期效益.....	4
第二章 文獻回顧.....	5
第一節 建築物火災案例.....	11
第二節 建築物火災成長與預防.....	18
第三章 國內外法規介紹.....	25
第一節 國內法規介紹.....	25
第二節 日本法規.....	47
第三節 美國法規.....	50
第四節 防火區劃與面積.....	55
第四章 案例探討.....	57
第一節 前言.....	57
第二節 火災危險度評估簡介.....	58
壹、火災危險度評估之研究.....	58
貳、NFPA 101 A 火災危險度評估簡介.....	59
第三節 火災危險度調查準則.....	64
第四節 案例簡介與建築物現地調查.....	68
壹、前言.....	68

貳、建築物現況調查 .....	68
參、進行火災電腦模擬調查分析 .....	69
第五章 電腦數值模擬結果 .....	71
第一節 前言 .....	71
第二節 區劃空間與火災模擬規劃 .....	71
第三節 模擬結果分析 .....	74
壹、釋熱率 .....	74
貳、避難安全界定基準 .....	75
參、熱氣流溫度 .....	76
肆、熱煙下降時間 .....	80
伍、能見度 .....	81
陸、CO 及 CO <sub>2</sub> 分析 .....	83
柒、危害指標臨界時間分析 .....	83
第四節 區劃空間內自動滅火設備分析 .....	85
壹、前言 .....	85
貳、區劃空間與自動撒水設備配置 .....	85
參、模擬結果 .....	86
第五節 避難時間計算 .....	89
壹、避難時間的評估 .....	92
第六章 結論與建議 .....	97
第一節 結論 .....	97
第二節 建議 .....	98
附錄一 期中報告審查意見回覆 .....	99
附錄二 專家座談會議紀錄 .....	101
附錄三 期末報告審查意見回覆 .....	105
參考書目 .....	111

## 表次

表 2-1	火災死亡原因比較表.....	13
表 2-2	建築物防災區劃之類型.....	21
表 3-1	建築技術規則建築設計施工篇防火構造規定.	25
表 3-2	應為防火構造建築物.....	26
表 3-3	防火構造建築物之防火時效.....	27
表 3-4	三小時以上防火時效之樑、柱.....	27
表 3-5	二小時以上防火時效之牆壁、樑、柱、樓地板	28
表 3-6	一小時以上防火時效之牆壁、樑、柱、樓地板	29
表 3-7	半小時以上防火時效之非承重外牆、屋頂及樓梯 .....	30
表 3-8	防火門窗設置規定.....	31
表 3-9	建築技術規則建築設計施工篇防火區劃規定.	34
表 3-10	防火區劃面積與設有自動滅火設備場所防火區 劃面積放寬.....	39
表 3-11	防火區劃面積與設有自動滅火設備場所防火區 劃面積放寬.....	40
表 3-12	建築物用途分類別.....	41
表 3-13	自動撒水設備設置規定.....	42
表 3-14	應設置自動撒水設備之場所.....	44
表 3-15	應設置水霧、泡沫、乾粉、二氧化碳滅火設備 之場所.....	46
表 3-16	自然式煙控制之要求.....	47
表 3-17	防火區劃(面積區劃).....	48
表 3-18	NBC 建築法規對建築物自然式煙控制之要求	50
表 3-19	UBC 建築法規有關自然式煙控制要求.....	52
表 3-20	國際建築規範建築面積規定.....	53
表 3-21	設有自動滅火設備場所，防火區劃面積放寬規 定.....	55
表 3-21	設有自動滅火設備場所，防火區劃面積放寬規 定(續).....	56

表 4-1	CFSES 軟體中有關火災危險度評估項目 .....	59
表 4-2	CFSES 軟體中 6 項評估指標細部計算所需參數表 .....	63
表 4-3	火災危險度調查評估表.....	64
表 4-4	火災電腦模擬計算調查項目表.....	70
表 5-1	模擬設定參數.....	73
表 5-2	人體承受危害程度指標值分析表.....	76
表 5-3	燃燒產生毒性氣體人體危害極限值.....	76
表 5-4	煙遮光率所能承受之極限值.....	76
表 5-5	火場中熱氣流平均溫度.....	77
表 5-6	熱煙平均下降達 1.8 公尺所需時間分析表...	81
表 5-7	各區劃空間能見度.....	82
表 5-8	各危害指標臨界時間分析.....	84
表 5-9	模擬設定參數.....	86
表 5-10	步行速度 .....	89
表 5-11	可參考引用步行的類似場所用途範例.....	89
表 5-12	有關居室收容人員密度.....	90
表 5-13	區劃與避難時間表.....	96



## 圖次

圖 1-1	研究流程圖 .....	3
圖 2-1	火災發生次數趨勢圖.....	11
圖 2-2	歷年火災發生次數圖.....	12
圖 2-3	火災死亡人數趨勢圖.....	12
圖 2-5	95 年火災死亡原因比較圖 .....	14
圖 2-6	建築物居室火災延燒擴大主要途徑.....	17
圖 2-8	建築物防火(煙)區劃之構成示意圖.....	22
圖 2-9	安全區劃的種類.....	23
圖 4-1	CFSES 軟體火災危險度評估示意圖 .....	62
圖 4-2	火災危險度調查流程.....	64
圖 4-3	案例建築物地下 2 層地下商場平面圖.....	69
圖 5-1	區劃空間與火災模擬規劃配置圖.....	72
圖 5-2	起火點 1 區劃空間釋熱率曲線.....	74
圖 5-3	起火點 1 區劃空間釋熱率曲線.....	75
圖 5-4	各區劃空間平均熱氣流溫度曲線.....	78
圖 5-5	火場中 30 分鐘末熱氣流平均溫度示意圖....	79
圖 5-6	起火點 1 熱煙下降平均高度曲線.....	80
圖 5-7	起火點 2 熱煙下降平均高度曲線.....	81
圖 5-8	各區劃空間能見度示意圖.....	82
圖 5-9	撒水頭配置圖.....	85
圖 5-10	撒水設備動作前後釋熱率曲線圖.....	87
圖 5-11	撒水頭動作前後火勢圖.....	88

建築物區劃延燒控制技術之研究( I ) ---

自動滅火設備與區劃延燒替代調查研究

## 摘要

關鍵字：防火工程、防火區劃、規格式法規、FDS、避難時間

### 一、研究緣起

建築物為人民所需要之活動空間，在建築物之中有各類型態之用途，提供生活上食、衣、住、行等各樣各式商品。除了各別大樓所居住之住宅之外，其餘建築物可以分為工業、商業用途，而在大面積之建築物之中，就需要加強各類防火區劃行為之防範與研究分析，這些面積廣大及用途複雜之商場、賣場、辦公大樓，除傳統零售店外，尚有超級市場(supermarkets)、電影院、美食街、遊樂場、停車場、辦公室、捷運地下街……等各式用途，因各類場所之屬性不同，發生火災的情境與規模亦不相同，在同一地方販賣不同種類物品，其各物品所產生之火載量也不相同，故在建築物之中應加強各類防火區劃之規劃，以達到良好之目標，否則一旦發生火災，很易產生整體性燃燒之情形且容易波及到相關建築物之運作。

目前國內對於建築物區劃延燒之設計，絕大部分係依據建築法體系之建築技術規則及消防法體系之各類場所消防安全設備設置標準，因係屬傳統之條列式法規，其最大優點在於操作容易，例如消防安全設備種類、放水量、排煙量、避難距離、出口寬度……等，對於一般空間建築物或單純用途場所，尚能滿足需求，但對於如捷運車站、大型百貨商場、體育館、超高層建築物等特殊建築物，就會暴露出法規不足之情形，且各類場所消防安全設備設置標準對於建築物區劃延燒之防止與各類場所之相關規定較為缺乏，因此本研究在於利用火災成長預測方程式(FDS)加強建築物區劃延燒之行為了解，加強各類延燒控制之設計，以減少人命之傷亡與財產之損失。

### 二、研究方法及過程

研究中主要以文獻探討法、工程分析調查法、電腦模擬評估方法等諸方法進行議題的研究。

研究工作從蒐集相關文獻及建築物火災案例開始，所蒐集資料包括國內、日本、美國相關法規，彙整有關建築物防火區劃規定之法規，再整合各項火災危險度

評估方法的調查象目與選定之建築物現況調查進行火災電腦模擬調查分析，最後，藉由電腦數值模擬分析的結果並經過專家會議的研討與補充，以進一步得出結論與建議。

### 三、重要發現與研究成果

本研究綜合前述研究方法與工作進度的規劃，在一年之內達成之主要研究成果簡要說明分列如下：

#### (一)對建築發展短中長期方面預期貢獻

1. 搜集國內外世界各國自動滅火設備及防火區劃面積法規法規，透過國內外學術期刊、論文報告、機關網站，說明世界各國（包含美、日、歐及紐澳地區）法規，及學理上區劃與自動滅火設備的影響，應否修法及如何進一步研究之建議。
2. 蒐集彙整現有火災危險度的研究方法、模擬軟體、實驗方法。
3. 建立火災危險度調查表格及其調查準則，選定高危險度超過 3000 平方公尺之實際案例，並實際實地調查捷運地下街商家現況。
4. 建立模擬模型比較分析有無區劃及撒水之差別，並評估評估火災成長與消防安全設施及避難時間之關係。

(二)評估火災成長與消防安全設施及避難時間之關係，對大型商場及大型場所在規劃評估消防安全設施及避難時間時，本研究可提供參考。

(三)本計畫將訓練兩個碩士以及一個碩士生，對於參與研究之人員除了可學習消防安全設施之相關專業知識外，並能藉由研究與資料蒐集之過程，學習各類研究與資料分析、彙整之能力，如此更能進一步的為防火區劃領域培植研究人力。

### 四、建議事項

在所得出的結論基礎上，本研究提出以下之建議：

#### (一)立即可行之建議事項

1. 經本究案歸納火災危險度評估標準可採用構造、危險物品之區隔、垂直向開口通道、灑水系統、火警警報系統、內部裝修、煙霧偵測、煙控系統、屋外出入

- 口通路、出口逃生通道、走廊及居室之間隔以及每年避難演練次數。
2. 經本研究案 FDS 火災模擬計算調查項目需包含:結構物的配置、防火避難設施、內部裝修、空間氣象(平時溫度、平時氣流)、代表性燃燒反應物(分子量、CO 產量等)、可燃物(種類以及數量等)、空調系統(出風口位置、出風量等)以及消防設備。
  3. 無論起火點位置為何，區劃空間面積愈大者，其熱容量亦大，各危害指標達臨界點時間愈久。
  4. 對於相同之區劃空間面積，起火點於區劃中心附近者(起火點 2)，其達危害臨界點時間較起火點位於區劃邊緣者(起火點 1)快速。
  5. 在本研究中發現若最大釋熱率為 5MW，天花板高度 3.5 公尺條件下，區劃空間面積在 3,000 平方公尺以上者，其 30 分鐘末氣流平均溫度不超過 65°C。
  6. 在比較氣流平均溫度、煙層下降及能見度等危害指標達臨界點時間後發現，以煙層下降至 1.8m 臨界點所需時間最短，具人員避難安全設計決定性角色，各不同區劃空間面積皆然。
  7. 當防火區劃面積 1500 平方公尺， $T1=125 \leq rT1=155$ ， $\Delta T=rT1-T1=30\text{Sec}$ ，故 1500 平方公尺區劃在逃生避難時間為安全。區劃面積 2000 平方公尺， $T1=167 \leq rT1=179$ ， $\Delta T=179-167=12$  秒，仍然  $T1 < rT1$ ，惟餘裕時間僅差 12 秒，為了安全性之考量，故不建議將法規放寬至 2000 平方公尺。

## (二)中長期建議事項

### 建議一

主辦機關：縣市政府

協辦機關：消防局

設有撒水設備之建築物可完全交互替代或完全不設區劃面積限制，但需另定其他控制措施因應:中長期建議

建築物內依法設有撒水設備者，其火災延燒失控之可能性大為降低，經國外相關統計資料佐證，建築物內一定面積之防火區劃，在有自動滅火設備者，則區劃面積得放寬二分之一之規定原則上係屬合理，惟建築物區劃面積大小限制與自動撒水設備間是否可以完全交互替代或完全不設區劃面積限制，在考量撒水系統另有 5%

建築物區劃延燒控制技術之研究( I ) ---

自動滅火設備與區劃延燒替代調查研究

失效之風險下，建議設有撒水設備之建築物可完全交互替代或完全不設區劃面積限制，但需另定其他控制措施因應。

## 建議二

主辦機關：縣市政府

協辦機關：消防局

當防火區劃設計時，如以性能式防火設計上可不受法規防火區劃面積之限制:中長期建議

從本研究中得知，惟由火災模擬分析之溫度、煙下降能見度分析等危害程度， $2000\text{m}^2$  防火區劃之煙層下降時間皆為 2 倍故以性能式防火設計上可不受法規防火區劃面積之限制。

The research of the control technology that building zoning spreads (I) ---Put out a fire equipment and zoning spread and substitute making investigations automatically

## ABSTRACT

**Key words:** Fire prevention project, fire prevention zoning, specification type regulation, FDS, , time of taking refuge automatically

### I. introduction

Activity space needed by people in building, have use of attitude all kinds of among building, offer in life food, clothing, live in, various kinds of various types of item of doing etc..

Except outside the house that the building lives specifically, other buildings can be divided into industry, commercial use, in the building of the large area, need to strengthen the strick precautions of all kinds of fireproofing zoning behaviors and research and analyse, these market, sales field, office block with vast area and with complicated use, besides traditional retail shop, still have supermarkets (supermarkets) , the cinema, cuisine variety street, amusement park, parking area, office, victory transport the underground street.

Wait for various types of uses, because the attribute of all kinds of places is different, it is also not the same that situation and scale of the fire take place, traffic different kinds articles in the same place, fire year that its every article produces quantity is not the same, so should strengthen the planning of all kinds of fireproofing zoning in the building, in order to reach the good goal, otherwise once the fire takes place, it is very apt to produce the situation and apt to involve to the operation of the relevant buildings that globality burn.

Domestic design to that building zoning spread at present, the major part department sets up the standard according to the building technology rule of the building law system and all kinds of place fire control safety devices of the fire protection law system, because

it is a traditional regulations type regulation, its greatest advantage lies in that it is easy to operate, for example the safety devices kind of fire control, turning on the water amount, amount of cigarette arranged, taking refuge in the distance, exporting the width, To the general space building or the simple use place, can still satisfy the demands, but transport such special buildings as station, large-scale emporium, gymnasium, ultra high-story building, etc. to for instance, victory, will expose the situation with insufficient regulation, and all kinds of relevant regulations of setting up preventing from and all kinds of places where the standard spread to building zoning of safety devices of fire control of place are comparatively scarce, so this research lies in utilizing fire to grow up and predict the equation preface ( FDS) Understand the behavior of strengthening building zoning and spreading, strengthen all kinds of designs spreading and controlling, in order to reduce the losses of injuries and deaths and property of the human life.

## **II. Research Method and Procedures**

Probe into the law, project and analyse that assesses all such methods as the method, etc. and carries on the research of the topic in the investigation method, computer simulation with documents mainly while studying.

Research work begins from collect relevant documents and building fire cases, collect materials include domestic, Japan, U.S.A. relevant regulation, remit whole relevant building fire prevention the regulation stipulated in zoning, and then combine the degrees of investigations of assessing the method of every fire hazard and investigate with the selected building present situation that investigates and analyses the computer simulation of the fire like the eye, finally, the result analysed with the numerical simulation of the computer and passing the discussion and supplement of the specialists meeting, in order that the conclusion and suggestion happen further.

## **III. Important Findings**

This comprehensive planning of above-mentioned research approach and working progress of research, the main research results brief illustration reached within one year is divided and arranged as follows:

- (i) Develop anticipated contribution of the short medium and long-term respect to the building
  1. Collect domestic and international countries all over the world put out a fire equipment and fire prevention zoning area regulation regulation automatically, through domestic and international academic periodical, thesis report, organ's



website, state the countries all over the world (include the United States and Japan, Europe and area of Australia of knob) Regulation, and it study the science have by zoning should last law with lasting influence of equipment automatically and what suggestions not study further.

2. Collect and gather together the whole existing fire hazard research approach, simulation software, experiment method of degree.
3. Set up one degree of investigations form of fire hazard and investigation criterion, select high dangerous degree it over real case of 3000 sq.m.s, transport the present situation of trade company of underground street in and the actual field investigation victory. Establish simulation model comparative analysis have zoning and let difference of water go, assess fire grow up the relation with the safety devices of fire control and time of taking refuge.
  - (ii) Relation with the safety devices of fire control and time of taking refuge that the assessment fire grows up, to the large-scale market and large-scale place when assess the safety devices of fire control and time of taking refuge in planning, this research can offer reference.
  - (iii) This plan will train two masters and a Master degree candidate, for participating in the personnel that study besides can study the relevant professional knowledge of the safety devices of fire control ing, and the course that can be collected with research and materials, study all kinds of research and analysis, gather together whole ability, can cultivate the manpower of studying in order to fire prevention in the zoning field furtherly so.

#### **IV.Suggestion and Recommendations**

On the basis of conclusions drawn, originally research and propose the following suggestions:

- (i) For Immediately strategies
  1. Summing up one degree of standards of assessing of fire hazard through originally studying carefully case can be adopted and constructed, the district of the dangerous article separates, vertical to the opening passway, sprinkle water systematically, warning system of the fire alarm, the inside fitting, smog are detected and examined, the cigarette accuses of goes out in the thorough fare of the entry, exports and separates among the passway for escaping, corridor and room and takes refuge and carries on the exercise of the number of times every year in the system, rooming.

2. Whether fire simulation of FDS calculate and investigate the project takes to include by research case this. Disposition, fireproofing, structure of thing take refuge facility, inside fitting, space meteorological phenomena (temperature, air current at ordinary times at ordinary times) , the representativeness burning reactant (molecular weight, CO output,etc.) , the flammable thing (kind and quantity,etc.) , the air conditioner system (the position of air outlet, amount of wind published,etc.) And fire-fighting equipment.
3. Break out a fire why it will be some position, space area getting heavy zoning have, its hot capacity is also heavy, each endanger the indicator and reach critical point time long.
4. As to the same zoning space area, on zoning near the centre person on fire some (on fire 2 a bit) ,Their up to and endangers some on more fire persons who lies in zoning edge of critical point time (a a bit on more fire 1) Fast.
5. It finds to be if most heavy to clear up hot rate 5MW, ceiling under the 3.5 terms height among research this, the area of zoning space, in 3,000 sq.m. of the above ones, the average temperature of the air current does not exceed 65 degrees Centigrade its the end 30 minutes.
6. In comparative air current average temperature, cigarette layer drop and visibility find after it reaches critical point time to endanger the indicating, drop to 1.8m critical point necessary most short time with cigarette layer, have personnel is it design the decisive role safely to take refuge, variant zoning space is all right in area.
7. Look on the area of zoning of 1500 sq.m. as and fire prevention,  $T1=125 \leq rT1=155$  ,  $\Delta T=rT1-T1=30$  Sec, so 1500 zoning is it take refuge time as safe to flee for one's life. The area of zoning is 2000 sq.m.,  $T1=167 \leq rT1=179$  ,  $\Delta T=179-167=12$  second, still  $T1 < rT1$ , only I only to 12 seconds abundant time, for the doing in the test amount of the security, so not propose relaxing the regulation to 2000 sq.m..

(ii)For long-term strategies:

1. There are persons who spreads water equipment in accordance with the law in the building, its fire spreads the possibility out of control is greatly reduced, pass the evidence of foreign relevant statistical data, the fireproofing zoning of certain area in the building, there are persons who puts out a fire equipment automatically, then the

area of zoning must relax 1/2 of the regulations to tie in principle rationally, only building zoning area with let go water equipment can totally mutual to substitute or set up area of zoning restrain from at all automatically all kinds of restriction, under having 5% of the invalid risks besides to spread water system to consider, propose that there are buildings which spreads water equipment that can totally substitute or not have the area of zoning to limit mutually at all, but need to make other control measures and answer separately.

2. Learn from this research, only the extent of injury that the temperature, cigarette analysed by fire simulation drop visibility and analyse,etc.,2000m<sup>2</sup> fires prevention on cigarette storey of zoning and drops time all for 2 times so fire prevention and design getting on and is not fired prevention the restriction of the area of zoning by the regulation with performance type.

建築物區劃延燒控制技術之研究( I ) ---

自動滅火設備與區劃延燒替代調查研究

## 第一章 緒 論

### 第一節 研究緣起及研究目的

#### 壹、研究緣起

建築物為人民所需要之活動空間，在建築物之中有各類型態之用途，提供生活上食、衣、住、行等各樣各式商品。除了各別大樓所居住之住宅之外，其餘建築物可以分為工業、商業用途，而在大面積之建築物之中，就需要加強各類防火區劃行為之防範與研究分析，這些面積廣大及用途複雜之商場、賣場、辦公大樓，除傳統零售店外，尚有超級市場(supermarkets)、電影院、美食街、遊樂場、停車場、辦公室、捷運地下街……等各式用途，因各類場所之屬性不同，發生火災的情境與規模亦不相同，在同一地方販賣不同種類物品，其各物品所產生之火載量也不相同，故在建築物之中應加強各類防火區劃之規劃，以達到良好之目標，否則一旦發生火災，很易產生整體性燃燒之情形且容易波及到相關建築物之運作。

#### 貳、研究目的

目前國內對於建築物區劃延燒之設計，絕大部分係依據建築法體系之建築技術規則及消防法體系之各類場所消防安全設備設置標準，因係屬傳統之條格式法規，其最大優點在於操作容易，例如消防安全設備種類、放水量、排煙量、避難距離、出口寬度……等，對於一般空間建築物或單純用途場所，尚能滿足需求，但對於如捷運車站、大型百貨商場、體育館、超高層建築物等特殊建築物，就會暴露出法規不足之情形，且各類場所消防安全設備設置標準對於建築物區劃延燒之防止與各類場所之相關規定較為缺乏，因此本研究在於利用火災成長預測方程式(FDS)加強建築物區劃延燒之行為了解，加強各類延燒控制之設計，以減少人命之傷亡與財產之損失。

### 第二節 研究方法及流程

#### 壹、研究方法

##### 一、文獻探討法 (Literature Survey Method)

自動滅火設備與區劃延燒替代調查研究

蒐集國內外有關火災區劃之火災案例及探討火災發展模式、驗算模式等有關火災煙控及避難評估之方法及論著、文獻及報告，予以比較分析並歸納整理，以確認火災延燒、煙層下降及避難安全所扮演之角色。

二、工程分析調查法 (Engineering Analysis Method)

以日本相關法令，分析避難人員之避難開始時間、避難行動時間、通過出口所需時間及相關防災區劃、防火區劃之設計行為，評估建築物起火後是否可以達到避難安全之需求。

三、電腦模擬評估方法 (Computer Simulation Assessment Method)

經由建築物實地量測空間，假設火災火載量、起火位置並將電腦模擬所需參數及資料進行模擬，評估建築物內部火災延燒及防火防煙區劃行為之情形。

四、實地調查法 (Field Survey)

選定特定建築物進行現場消防安全設備檢測及防火避難設施調查與平面空間丈量，包括賣場面積、走道面積、避難距離、排煙量、防火鐵捲門下降時間、撒水頭及探測器位置及出口寬度等資料，並將調查及量測資料鍵入 F D S 模擬系統，加強各模擬實驗之驗證。

**貳、研究流程**

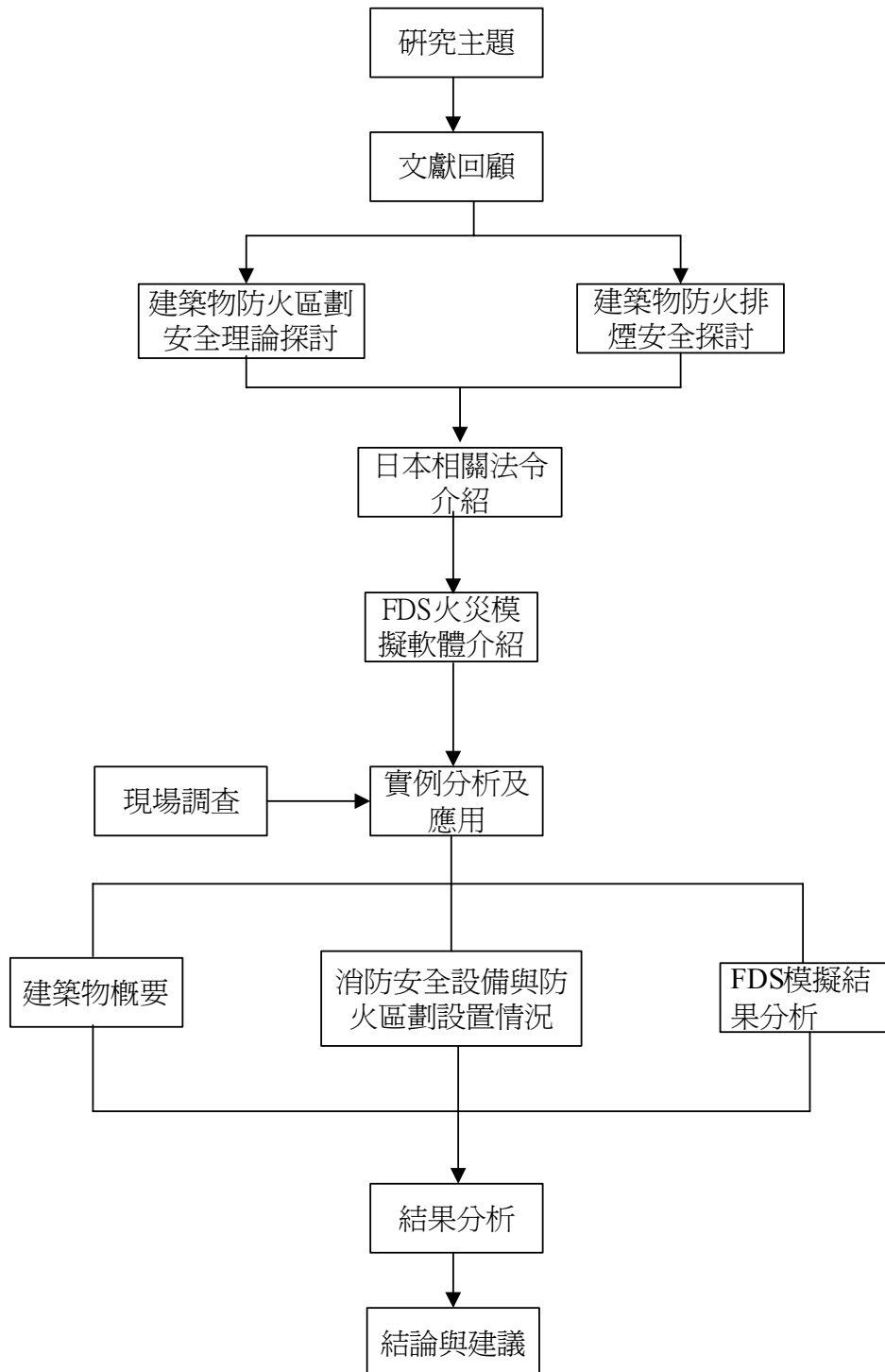


圖 1-1 研究流程圖  
(資料來源:本研究自行整理)

### 第三節 預期成果及效益

#### 壹、預期成果

- 一、完成之工作項目及具體成果
- 二、對於國家防災減害預期之貢獻
- 三、參與之工作人員，預期可獲之訓練

#### 貳、預期效益

##### 一、對建築發展短中長期方面預期貢獻

- (一) 搜集國內外世界各國自動滅火設備及防火區劃面積法規法規，透過國內外學術期刊、論文報告、機關網站，說明世界各國（包含美、日、歐及紐澳地區）法規，及學理上區劃與自動滅火設備的影響，應否修法及如何進一步研究之建議。
- (二) 蒐集彙整現有火災危險度的研究方法、模擬軟體、實驗方法。
- (三) 建立火災危險度調查表格及其調查準則，選定高危險度超過 3000 平方公尺之實際案例，並實際實地調查捷運地下街商家現況。
- (四) 建立模擬模型比較分析有無區劃及撒水之差別，並評估評估火災成長與消防安全設施及避難時間之關係。

##### 二、評估火災成長與消防安全設施及避難時間之關係，對大型商場及大型場所在規劃評估消防安全設施及避難時間時，本研究可提供參考。

##### 三、本計畫將訓練兩個碩士以及一個碩士生，對於參與研究之人員除了可學習消防安全設施之相關專業知識外，並能藉由研究與資料蒐集之過程，學習各類研究與資料分析、彙整之能力，如此更能進一步的為防火區劃領域培植研究人力。



## 第二章 文獻回顧

本章將蒐集各文獻，以介紹各專家學者對於各防火區劃之研究，各研究內容如下：

### 一. 自動撒水系統：

鄧治東，許政行先生針對區畫空間內火災排煙設備系統與自動撒水系統交互影響研究，兩系統相互作用時的熱流現象，進行分析在火勢的成長過程中，必須藉有效建築的隔間，消防設備的驅動將火勢掌控住，使所致的災變程度不致擴大。研究結果作為火災事件分析及排煙、自動撒水設備功能評估之用；此外，對相關法規的檢討、釐訂與修改，將可提供具實用性〔內政部建築研究所 MOIS 891004〕。

李明憲先生就撒水頭功能檢測之研究中提到，由於自動撒水設備具有偵測與撲滅火災的雙重功能，使其成為目前先進國家中，最廣泛採用的消防系統，為生命財產提供適切的防火保護。據先進國家的火警統計資料顯示：自動撒水設備能有效地控制或撲滅 85%~99.8% 的火災事件。因此，消防單位與保險業界對其減少人命傷亡及火災嚴重性的功能，均大為認同。

為確保撒水設備的可靠性，國際上著名的檢驗機構，為評估撒水頭的動作性能，已發展並適時修訂撒水頭的檢測標準、方法、與程序。而國內，雖已在民國七十四年公佈「密閉型自動撒水頭」的國家標準(CNS11254)，然而迄今尚無相關的檢測機構，更遑論對原始的檢驗標準進行修訂。因此，研究乃針對目前的缺失進行改善，期能趕上先進國家的標準。

研究期間，主要針對功能試驗、腐蝕試驗、與熱感元件試驗(包括靜態與動態加熱試驗)所需的實驗設備進行開發，並擬訂相關的檢驗程序與方法。實驗的樣本乃採自多種市售的撒水頭。實驗結果包括各類撒水頭的動作性能、標稱溫度的量測、反應時間指數的量測、與鹽水噴霧腐蝕試驗對撒水頭動作性能的

影響。最後，並對撒水頭的製造與 CNS 11254 的修訂提出參考性的建議〔中央警察大學 083CPU04560003〕。

蔡國保先生就自動撒水設備水力計算之研究提到，自動撒水設備對於初期火勢的鎮壓，有其一定的成效。而在自動撒水設備設計過程中，無論是撒水頭的配置、放水量、放水壓力··等，都與水力計算息息相關。因此本研究以自動撒水設備的水力計算，作為評估國內目前現有自動撒水設備設計之合理性。整個評估過程中主要是以美國自動撒水設置規範（NFPA 13）中的水力計算法（Hydraulic Calculation Method）、管徑規格法（Pipe Schedule Method），日本撒水設備設計規範及中國大陸自動噴水滅火系統設計規範（GBJ 84-85），作為評估比較的依據。

首先在文獻探討中針對各國水力計算應用之公式、自動撒水設備分類及對撒水設備之迷思，作觀念的探討及釐清。其次針對水力計算的影響因素如：撒水頭放水量、撒水頭放水個數、撒水頭防護面積、假想防護面積、放水時間等，進行比較分析。本研究案例進行分析時，選擇高層集合住宅、綜合大樓之電影院及橡膠回收、處理工廠，分別代表不同的危險程度、高度場所，個別計算檢討與各國水力因子設定值間之關係，期能瞭解各因子的實質內涵、各因子間之交互關係並得到符合工程學理設置自動撒水設備水力計算之參數值。最後對於國內目前規格性自動撒水設備之法規，提出結論與建議〔中央警察大學 088CPU00269005〕。

王證雄先生就自動撒水設備性能法規之應用--以 CPVC 管之配管形式及水力計算為例提到，以氯化聚氯乙烯管（CPVC 管）用於室內停車空間自動撒水設備為例，運用 GoFlow 電腦水力計算軟體，配合實際之設計例，分別採用水力計算法及管徑規格法計算系統摩擦損失，比較不同配管模式及管材其水力計算結果，並與國內傳統之算法加以比較，藉以了解其差異所在。

最後，試擬自動撒水設備施工及安裝規範，並完成管徑規格法及水力計算法基準，供主管官署參考〔中央警察大學 089CPU00269007〕。

## 二. 避難方式:

沈子勝先生就建築物避難通道設計之研究提到，建築物之高層化、地下化、密閉化和複雜化無形中提高了建築物火災潛在的危險度，因此對於人命之威脅亦日益增高。如何在此變遷的建築環境中，提昇建築物避難安全性，使人們在火災發生後，得以須順利地避難，以減少人命之傷亡，此乃本文之主要課題。

因此，本研究首先藉由文獻之探討，整理出避難在建築物火災中人命安全上所佔的地位和角色，及勾劃出整個避難過程其原則性流程，再將該流程配合火災成長過程及 Marchant 人類逃生時間之觀念，提出達到安全避難之方法；並且，基於某些假設，分別就居室、走廊、樓梯等避難過程中的基本路徑，應用人群流動分析法和容積分析法，提出三者所需之最小寬度。在樓梯寬度之設計上，特別找出各層避難人數與所需樓梯寬度的相關式，以供建築物避難通道設計之參考〔中央警察大學 077CPU02560004〕。

吳俊毅先生就運用 EXODUS 避難軟體進行避難所需時間提到，地下車站火災災例之發生，顯示於使用捷運系統時旅客安全上確實存在潛在之風險。本研究分別透過美國、日本及我國捷運系統（Department Of Rapid Transit System；DORTS）等方法或模式，進行避難所需時間、避難容許時間兩者之計算、比較，希望瞭解人員避難之問題點何在，達到對地下車站人命安全之評估。

第二章，經由對捷運火災災例之介紹及討論，於歸納出地下車站人命安全之影響因素後，進行影響避難時間因素之分析，並介紹美、日及我國對地下車站之避難時間模式。第三章則實際以台鐵車站為對象，藉由日本建築中心之避難計算模式，進行日本模式之應用。經由對居室避難、走廊（通道）避難及樓層避難等三階段避難時間之計算，評估台鐵台北車站避難安全，並進行實際觀察之數值與日本避難模式所得結果之比較，瞭解日本模式對地下車站避難計算、避難安全評估之合適性。

於第四章選擇新店線景美地下捷運站為另一個案，依照 NFPA130 及 DORTS 進行要避難人數及避難行動時間之計算。將所得結果之要避難人數，以軟體預設參數值及 NFPA 規定數值之方式輸入 EXODUS 軟體進行前測模擬。EXODUS 避

自動滅火設備與區劃延燒替代調查研究

難軟體為包含避難者、移動、毒氣、危害及行為五個子模式及子模式間彼此之互動。該軟體可用於處理大量人群，多層樓結構，亦可考量火災危害物對避難者等影響，適用於地下車站及劇（戲）院等大量人群存在之場所。而經前測模擬後，於實際模擬進行前，配合實際觀察車站現場人群之出口動線使用，以修正前測之結果，進行以 DORTS 人數配合實際觀察結果等進行參數設定，最後分析避難模擬結果，進行改善對策之提出。

模擬結果發現，地下車站之避難設計若未配合適當之避難引導，於避難路徑會產生避難瓶頸，發生超過 NFPA 130 於 4 分鐘內離開月台層之規定，因此需有適當避難引導計畫或樓梯之增設等應對方案之提出，方可確保該地下車站避難安全〔中央警察大學 088CPU00269004〕。

三. FDS 模擬:

楊育荃先生針對「建築物火災模式之特性分析及實際案例之應用」提到，於 2000 年時，NIST/BFRL（美國國家標準暨技術協會火災實驗室）發展出來一套 CFD 火災模擬軟體 FDS（Fire Dynamics Simulator），這兩年來幾乎成為世界各國對於火災研究的使用者所使用最多的電腦火災模擬軟體，但在軟體的使用方面，隨著使用者設定的格點（Grid）配置與邊界條件的設定方式不同，可能會導致結果有所不同，本研究希望可以從案例分析中找出其中的不同性，讓未來的火災研究者做為實驗模擬的依據。

經過 CFD 的火災模式計算後我們可以得到火場中的溫度、壓力、流速、一氧化碳、二氧化碳與煙粒子等重要參數的分佈狀況，進而用這些數據來分析討論火場的情況，透過與建築物人員避難的估算時間做比較，然後針對建築內不良的設計加以改善〔國立雲林科技大學 etd-0509105-174139〕。

柯建明先生針對「大型車站建築之火災煙控系統設計與電腦模擬分析」提到，近年來隨著國際間多起捷運與地下鐵系統之火災事故，造成極大的人員傷亡，歸納其事件造成重大傷亡之主要原因在於煙控系統之操作失效或緊急運轉策略不健全。因此，本文由美國國家標準局研發之火災成長預測方程式—FDS（Fire Dynamics Simulator）與另一國際間流體計算應用著名軟體（Star-CD），模擬比較地下車站火災時狀況且預測火災之煙沈積高度，和高

度沈降速率。模擬結果顯示煙沈積高度及煙沈積速度比對之誤差皆在工程容許範圍內，對往後CFD模擬有著重要參考價值。

#### 四. 功能規範與設計：

熊光華教授針對「主動式火災防護手段」(active fire protection measures)中之「自動撒水設備」與「被動式火災防護手段」(passive fire protection measures)中之「室內裝修材料」二種不同火災防護手段，在火災控制(fire control)上彼此間之「可替代性」或「等價性」(equivalency)之關係，藉著全尺寸燃燒屋(full scale fire test room)之實際研究，選取特定火災成長相關參數(例如氧氣濃度、一氧化碳濃度、二氧化碳濃度、溫度、濃煙煙層下降位移)作為實驗量測之參數，以瞭解兩種不同性質火災防護手段之設計對各項火災成長參數之影響如何。進而建立評估此二種不同防護手段彼此之間「可代替性」及「等價性」之參考值，作為檢視現行相關法規有關規定之合理性。同時將相關實驗環境條件及實驗控制參數輸入「兩區域火災成長電腦程式」——CFAST 進行比對分析。作為我國未來發展「功能規範」及「功能設計」制度之重要基礎〔內政部建築研究所 MOIS 892017〕。

嚴定萍、陳俊勳教授針對建築物防火區劃貫穿部耐火性能檢驗基準之編訂研究，要真正落實建築物防火區劃之效果，除了要確定樑柱之防火被覆，門、牆、天花板、地板材、內裝材等防火性能外，尚要注意管道間、電纜管、水管、塑膠管等在火災中造成火苗竄燒及濃煙流動之漏洞，並予以有效封堵。研究參照 ASTM E814"Fire Test of Through-Penetration Fire Stops"對能封堵火及煙之材料及 ASTM E119(UL 263)之規定此兩種規範中所規定之 F 級(F Rating)－測試試樣背燃面(Unexposed Side)發生火焰之時間以及 T 級 (T Rating)－測試試樣背燃面發生火焰及溫度上昇至 163 °C (325°F)之時間，來瞭解 UL Directory Fire Resistance (With hourly rating for Through-Penetration Fire Stop Systems)中所列之防火泥、防火片板、防火帶、彈性防火海綿、防火包等貫穿部防火材料之防火時效及防火特性〔內政部建築研究所 82 年研究報告〕。

鍾基強教授研究在火源成長的過程初期會先產生煙，其次才感受到溫度的上升，最後才產生火燄，因此火災初期所能探測到的因子乃是煙，所以能在第一時間內，探測到火災訊息的消防設備當屬火警探測器，而同樣在這個火災成長的初期，此時若以密閉式撒水系統的玻璃球柱來感知溫度，勢必無法到達足以破裂之程度，而延誤發報，另外開放式的撒水系統，雖然也可利用感知撒水頭或探測器來感應火警訊號並做連動，惟開放式系統一經啟動，則以一齊開放閥做全區放水滅火，但此滅火方式在一般的住宅大樓勢必造成較大的水損傷害，因此如何改善密閉式撒水系統的缺點，並避免開放式撒水系統的嚴重水損，讓現有密閉式撒水系統在可以沿用下，大幅改善其感應啟動時間，希望藉由本研究提出合乎實際之設計規範供相關人員做為參考。以及供政府主管機關及業者做為性能設計的參考依據〔內政部建築研究所 GPN 0933010700008〕。

#### 五. 火災危險評估:

張寬勇教授就住商複合建築物火災危險評估與防火避難安全對策之研究，針對住商複合建築物相關缺失，重新檢討住商複合建築物消防安全相關設備之適當性，結合產官學界建立住商複合建築物防火避難危險評估與安全對策之技術，提昇民眾防火意識及緊急應變能力，以減少災害之發生。並由既有住商複合建築物消防安全設備改善或建築物使用用途變更時，就「舊有建築物防火避難設施及消防設備改善辦法」及「建築物使用類組及變更使用辦法」有關防火區劃條文中，為加強防止火煙向水平與垂直方向流竄，建議增列條文中防火區劃之牆壁、樓地板等明確規定其防火效能及改善範圍，以降低火災對人員及建築物之危害〔內政部建築研究所 94 年研究報告〕。

丁育群副院長就建築物區劃貫穿部防火性能評估與應用技術就近年來國內公共場所、工廠及一般住家火災頻傳，屢次造成慘重的人員死傷及鉅額的財產損失。探究其原因，主要是業主為了節省材料費，大量的使用易燃品，使得火災發生後一發不可收拾。另外，建築物防火區劃設計及施工不當，也易使火苗迅速蔓延開來，其主因乃是建築物內各種電纜、線槽、水管、塑膠管等貫穿物縱橫地貫穿於上下方向之樓層及水平方向之鄰室間，當火災發生時，火苗、濃

煙及有毒之燃燒氣體很容易由這些貫穿部位傳播及蔓延至整棟建築物中，而這部份在防火區劃設計與規劃中可以說是最易疏忽且最弱之一環。中國國家標準(CNS)對於貫穿部防火材料檢測尚未訂定標準規範，然而世界上各主要先進國家如美、德對於此類材料之檢測均已推行二十餘年以上，其中以美國 ASTM E814 最具代表性，本研究參考 ASTM E814(UL 1479)及其它國家相關檢測標準，採購國內外各種貫穿孔材料，實際做測試研究，並以此實做經驗訂定建築物防火區劃內貫穿部耐火性能檢驗基準之基本雛型，藉此提供政府主管單位訂定及執行法規所依循之準據〔內政部建築研究所 MOIS 882004〕

### 第一節 建築物火災案例

依據內政部消防署對台灣地區近十年火災損失的統計資料顯示年度火警總發生件數由民國 86 年的 15115 件，逐年增加至民國 89 年的 15560 件，其中民國 88 年的火警數目甚至高達 18254 件，成長速度十分驚人，同時由統計的資料中也清楚的顯示出火災發生原因的多樣性，包括人為縱火、菸蒂、電氣設備、機械設備、燒雜草垃圾等等因素；以下為九十五年火災統計分析火災發生次數 95 年火災發生次數共計 4,332 次，與 94 年 5,139 次比較，減少 807 次，降低率達 15.7%，其折線圖分析如圖 2.1。95 年火災發生次數已創 14 年來最低的紀錄(如圖 2.2)。

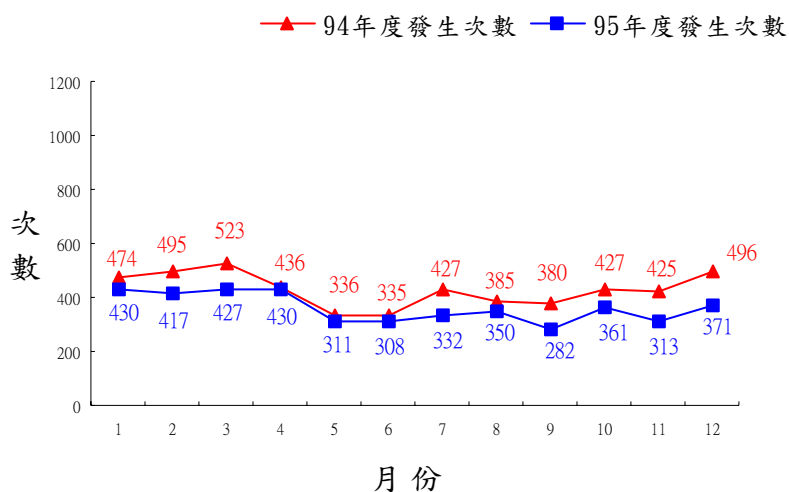


圖 2-1 火災發生次數趨勢圖

(資料來源:內政部消防署統計資料, 2007)

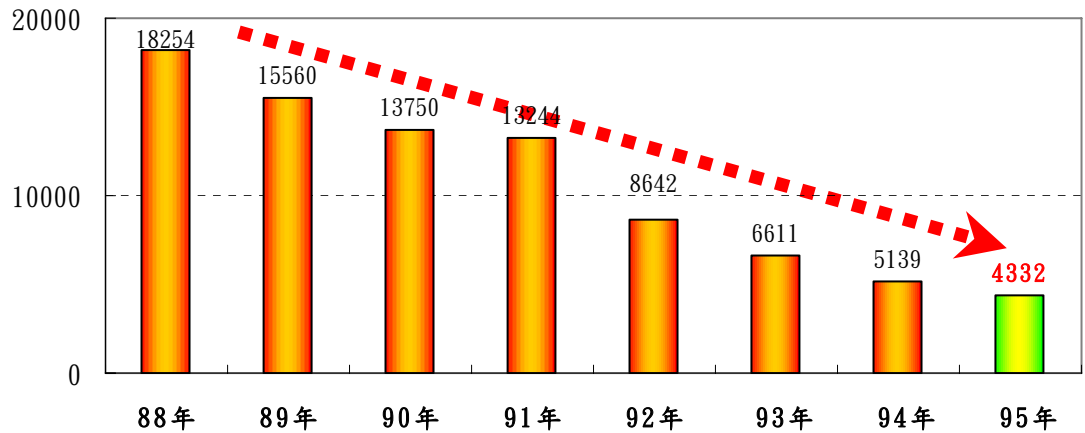


圖 2-2 歷年火災發生次數圖

(資料來源:內政部消防署統計資料, 2007)

95年火災死亡人數125人,與94年139人比較,減少14人,降低率達10.1%,其折線圖分析如圖2.3。95年火災死亡人數亦創14年來最低的紀錄(如圖2.4)。火災死亡原因比較表及比較圖如表2.1及圖2.5。

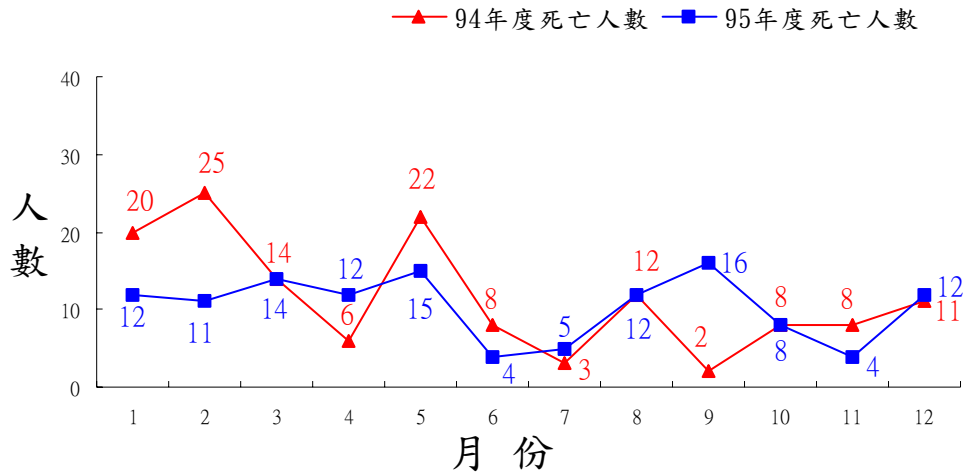


圖 2-3 火災死亡人數趨勢圖

(資料來源:內政部消防署統計資料, 2007)



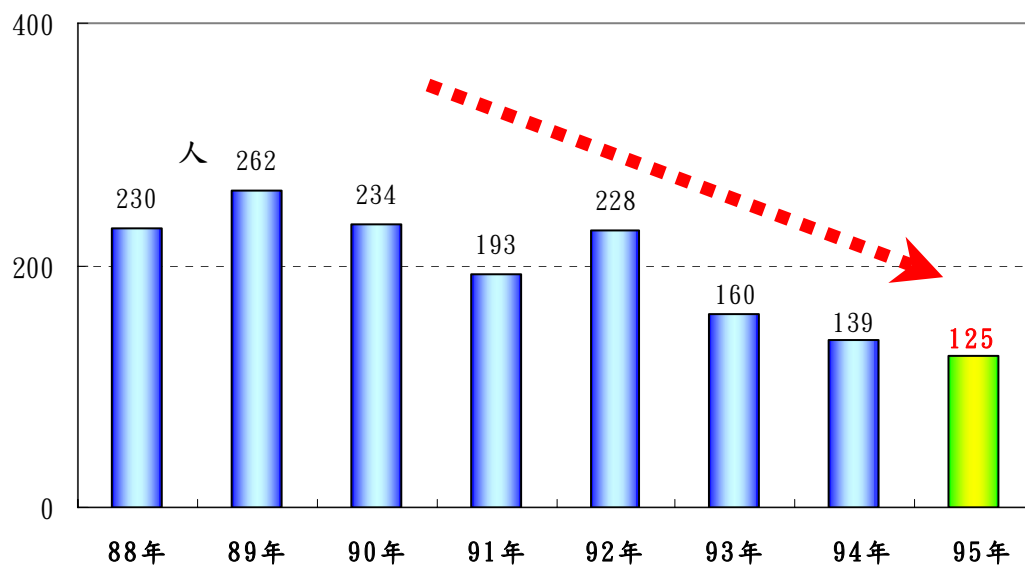


圖 2-4 歷年火災死亡人數圖

(資料來源:內政部消防署統計資料, 2007)

表 2-1 火災死亡原因比較表

	自殺	人為縱火	電氣設備	菸蒂	施工 不慎	爐火 烹調	玩火	敬神掃 墓祭祖	原因 不明	其他	合計
9501 至 9512 (人數)	19	7	32	18	2	2	8	3	1	33	125
佔總死亡 人數%	15.2	5.6	25.6	14.4	1.6	1.6	6.4	2.4	0.8	26.4	100
9401 至 9412 (人數)	22	14	52	12	4	2	4	4	4	21	139
增減數	-3	-7	-20	6	-2	0	4	-1	-3	12	-14

(資料來源:內政部消防署統計資料, 2007)

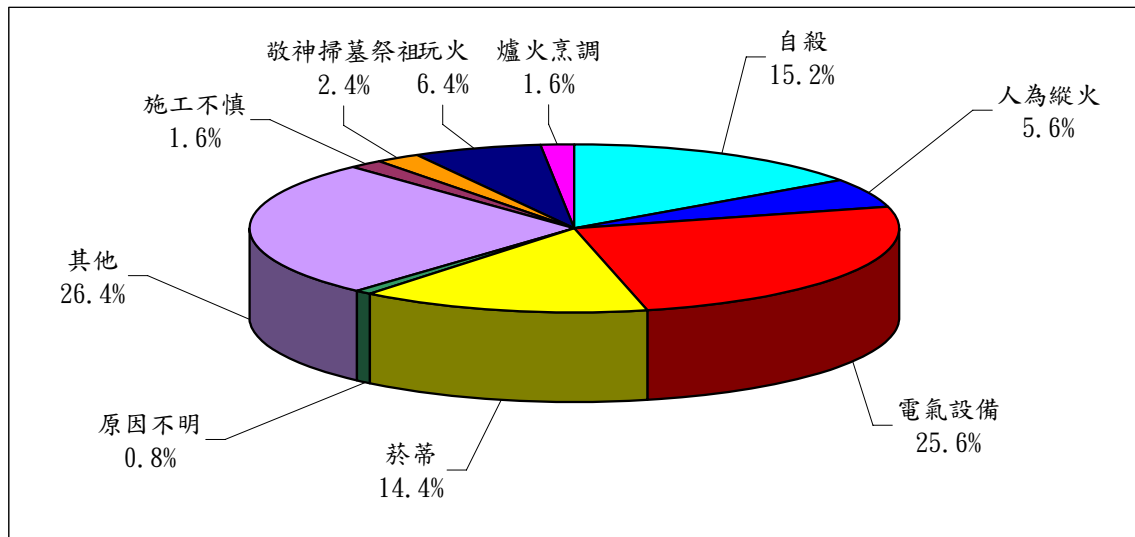


圖 2-5 95 年火災死亡原因比較圖

(資料來源:內政部消防署統計資料, 2007)

### 一、建築火災之蔓延途徑

建築物內任一空間發生火災,當火勢發展至閃燃以後,猛烈的火焰就會突破該空間的限制,向其他空間蔓延。火災在建築物之間與建築內部的主要蔓延途徑包含:建築物的外窗、開口;突出於建築物防火結構的可燃構件;建築物內的門、窗開口,各種管道間和管道井,開口部位;未作防火分隔之大空間結構,未封閉的樓梯間;各種穿越分間牆或防火牆的金屬構件與金屬管道;未作防火處理的通風、空調管道等。一般而言,建築火災之蔓延途徑可分為水平方向、垂直管道及空調系統管道。

#### (一) 火災在水平方向的蔓延

##### 1. 未設防火區劃

耐火構造建築物造成火災水平方向蔓延的主要原因包含,建築物內部未設防火區劃,沒有防火牆及相對防火時效防火設備(防火門、窗),形成控制火災的區劃空間。於1982年發生在日本東京新日本飯店,因旅客於九樓客房內吸煙不慎引起火災,由於未設防火區劃,大火燒毀第九、十樓,面積達4360 m<sup>2</sup>,死亡32人、受傷34人,失蹤30多人。又如美國內華達州拉斯維加斯的米高梅旅館大火,也是因未採用防火區劃措施,面積達

4600 m<sup>2</sup>的大賭場，並未採取任何區劃及煙控措施，才釀成 84 人死亡，679 人受傷的造成嚴重後果。

## 2. 區劃開口分隔不完善

耐火構造建築物造成火災水平蔓延的另一途徑為，區劃開口分隔處理不完善。常見的火災現象有木質等可燃材料之門窗，火災時被燒穿，或防火鐵捲門無撒水幕來保護，導致鐵捲門被燒穿。許多設計在防火區劃的開口採用防火鐵捲門或鋼質防火門，且採用自動關閉裝置，常常於火災發生時，無法發揮其功效，因為，鐵捲門之捲簾箱一般皆設置於天花板的內部，火災時啟動自動關閉前，捲簾箱之開口、導軌以及鐵捲門下部因受熱發生變形，無法靠自重落下，或是在鐵捲門下置放物品，不僅無法有效防止火勢、甚至可能造成蔓延。而自動式防火門也常因門下以木楔子擋住，而無法及時關閉，而造成火勢、濃煙蔓延。

## 3. 天花內部空間蔓延

為了因應新型態建築空間需求，開放式的空間有利於各行各業之使用，因此，常見辦公、住宅大樓於竣工時是開放式的大空間，讓使用者自行隔間、裝修。因此有許多建築空間之天花裝修是連通的，房間與房間、房間與走廊之分間牆僅裝修至天花板下，但是天花板上部仍然是連通空間，一旦發生火災，火勢極容易在天花板內部空間蔓延，而且難以及時發現，導致災情擴大。即使未設天花板，若分間牆沒有砌到結構底部，而留有孔洞或連通空間，也會成為火災蔓延和煙氣擴散的途徑。

## 4. 經由可燃之分間牆、天花、地毯蔓延

可燃結構構件、裝修、裝飾材料於火災發生時，將成為火災負荷。經由此類建築物內部可燃材料燃燒，進而導致火災擴大的例子，比比皆是，確實有管制之必要。

### (二) 火災通過垂直管道蔓延

現代建築中，常有大量使用升降設備、樓梯、服務、設備、垃圾等垂直管道，而這些垂直管道往往貫通整個建築物，若未做完善周密的防火設計，一旦發生火災即可經此蔓延至建築之任一樓層。

### 1. 經由樓梯間蔓延

一般建築物樓梯間若在設計階段時未依防火、防煙要求設計，一旦發生火災，就會如同煙囪一般，濃煙、火舌很快地由此處上蔓延，而樓梯間本身的防火區劃更是重要的因素之一。

### 2. 經由升降設備管道蔓延

若升降機間未設排煙室以及使用防火門分隔，將會形成一座直向煙囪，如前述美國米高梅旅館，1980年11月21日「戴麗」餐廳大火，由於大樓升降機管道、樓梯間並未設置排煙室，各種垂直管道及隙縫沒有採防火分隔做法，使濃煙透過升降梯垂直管道迅速向上蔓延，在很短時間內，濃煙馬上籠罩整個大樓。

現在商業建築、交通樞紐以及航空港等人流集散量大之建築物內，一般採用自動電扶梯代替升降梯，其中自動電扶梯形成之豎向連通空間，往往也是火災蔓延之途徑，設計時必須重視。

### 3. 經由其他垂直管道空間蔓延

而建築物中垂直通風管道也是火災蔓延之主要通道之一，管道井、電纜井、垃圾井亦是火災蔓延之垂直路徑，尤其是垃圾井，為火災垂直路徑中特別容易著火的部位，若將未熄滅之煙蒂扔進垃圾井，引燃其他可燃垃圾，導致火災在垃圾井內悶燒、擴大、蔓延，不容忽視。

## (三) 火災透過空調系統管道蔓延

一般建築空調系統，如果未按規定設置防火閘門、採用不燃風管、採用不燃或難燃材料作保溫層，火災時往往造成重大損失。而透過通風管道蔓延火災一般有兩種方式，一為通風管道本身起火並向連通空間（房間、天花內部空間、機房等）蔓延，另一為空調裝置可能抽取起火室的濃煙氣體，傳送至其他遠離的空間，因此造成大量人員因氣體中毒而死亡。就如同1972年5月，日本大阪千日百貨大樓，3樓發生火災，濃煙透過空調系統傳到7樓的酒吧，使得煙氣很快籠罩大廳，造成在場人員很混亂，然而又缺乏疏散引導，導致118人在該災例中喪生，因此，在通風管道穿過防火區劃之處，一

定要設置具有自動關閉功能之防火閘門，建築物居室火災延燒擴大主要途徑詳圖 2-6 所示：

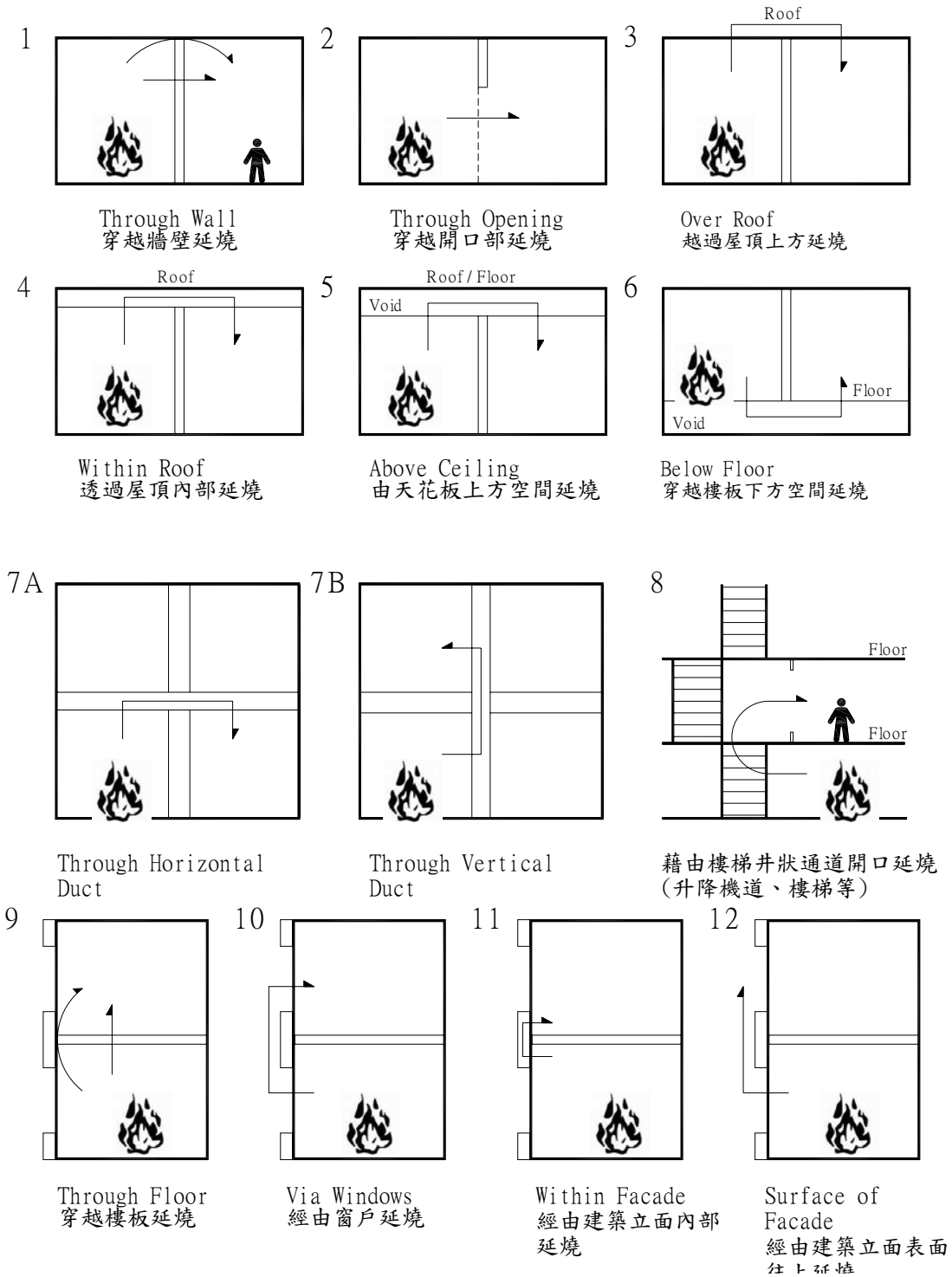


圖 2-6 建築物居室火災延燒擴大主要途徑

(資料來源:雷明遠,「防火門窗與埃裝玻璃門防火規定與性能基準之探討,建築防火法規與技術運用研討會論文集,p6-2,2002/09」)

## 第二節 建築物火災成長與預防

從過去數年來的建築火災實例中可以得知,許多結構體以防火材料所建造的房屋,於發生火災後,仍然造成嚴重的人命傷亡以及財物損失,顯示只有建築結構體具有防火性能仍是不足的,必須考慮如何減少濃煙及有毒氣體的產生,並且防止擴散到其他空間;同時必須讓建築物內的使用者,能夠在火災發生時,順利從容且安全地離開危險地區。因此,火災成長與各階段防災設施對應措施之關係圖(如圖 2-7 所示)。

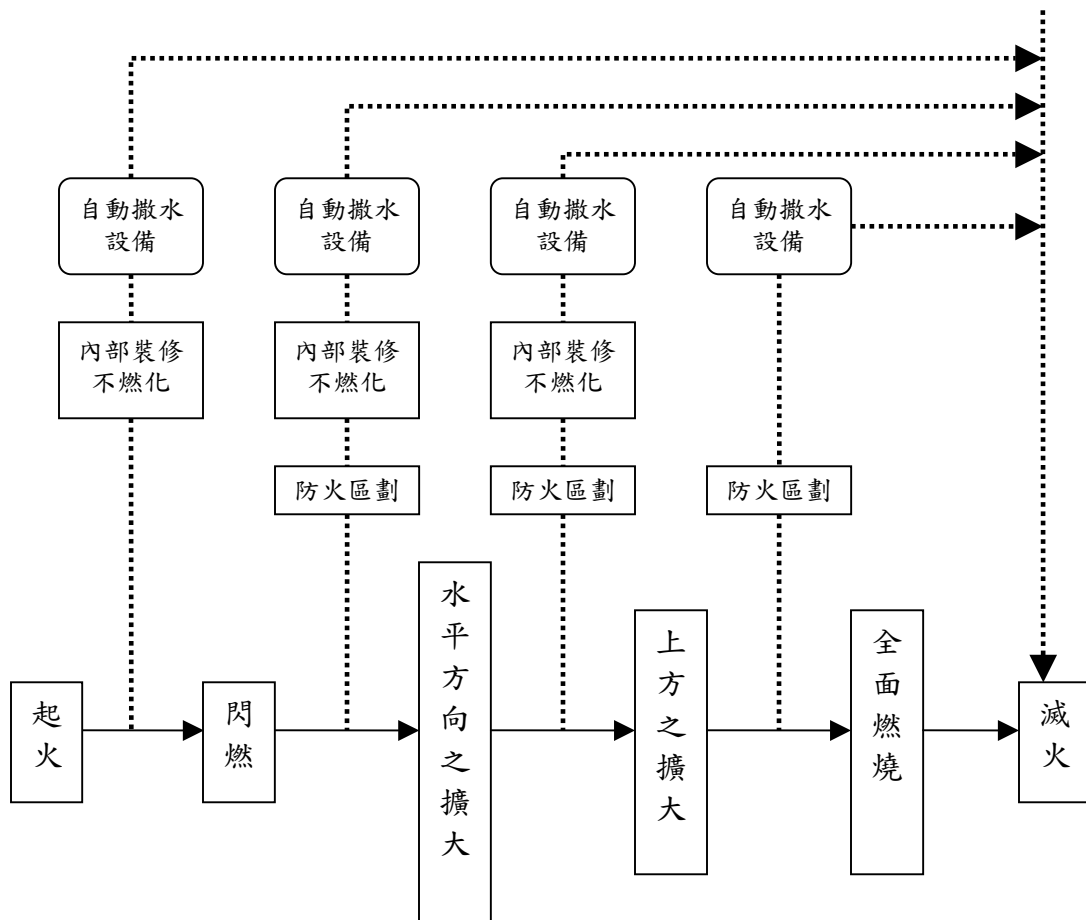


圖 2-7 火災成長與各階段防災設施對應措施之關係圖

(資料來源:簡賢文,「建築物火災安全計畫之研究」,警專學報,第一卷第六期,台北:台灣警察專科學校,1993年6月,頁5。)

從過去建築火災的統計資料可以得知，由於小火源引發大火而造成嚴重傷亡及損失的案例，數量極為可觀；為了進一步去防止因為微小火源所釀成之大禍，如何去預防微小火源的產生，於防火對策上來說實為第一要務。

於防止微小火源的產生上，最希望是完全沒有火源的產生，萬一真的有火源產生，也能及時被偵測到，並且可以立即有人前往撲滅，但要有這理想的方法，就得靠自動警報系統、偵煙器…等預警設備或自動撒水系統；事實上，這些設備或系統，都有設計上的死角而偵測不到、或是因為年久未修或保養而失去功能…等因素，造成微小火源的產生卻沒發生效果導致沒發生警報的情形。這個時候，必須靠室內裝飾薄材料（包括：地毯、窗簾、沙發布…等）等設施具備之防焰性能，使微小火源能自行熄滅，避免或減少釀成巨大災害的機會。

因此建築防火材料依火災各階段防火性能要求之不同，可細分為防焰材料、耐燃材料以及防火構造材料，而設計及使用標準分別由消防法系、建築法系所規範，而性能基準及檢驗法則依中國國家標準所規定。

### 一、控制火災對策

當微小的火源無法自行熄滅時，火災的發生是無法避免的，這時候必須利用室內裝修材料（包括：夾板、合板、塑膠板、美耐板…等）之耐燃性能、防火區劃及防火門的耐火性能，控制火災於局部空間或樓層內，燃燒結束後即可自行熄滅，使火源不再擴大。

#### （一）起火期階段：

使用具有防焰性能的裝飾薄材料（包括：地毯、窗簾、沙發布…等），或具耐燃性能裝修材料（包括：夾板、合板、塑膠板、美耐板、塑合板…等），以防止微小火源著火後順勢擴大燃燒，來達到初期滅火之目的；同時靠這些防焰材料或耐燃材料，延長延燒擴大時間，以爭取救火時間及避難時間。此階段應注意：

1. 管制火源、發熱器具及
2. 使用著火困難的材料。

#### （二）成長期階段

萬一微小火源未能及時撲滅而繼續擴大成長時，所使用的防焰性裝飾薄材料及耐燃性裝修材料，不止希望材料燃燒後不會產生濃煙及毒氣，還希望它的燃燒速度

十分緩慢，讓人們有足夠的能力及時間脫離火災現場，經過逃生避難通道，到達安全地區。此階段應注意：

1. 使用燃燒擴大困難的材料、燃燒發熱低的材料
2. 起火空間之避難及引導逃生
3. 警報設備有效的偵測及滅火設備之初期滅火
4. 防排煙設備之煙氣控制及排放

### (三)旺盛期之階段

一旦所發生的火災在燃燒成長階段無法有效的控制火源，將進入火災旺盛階段，屆時火場內所有的可燃物將全面燃燒；此時必須使用具耐火性能的分間牆、防火門、樓板…等構件及結構體，所組成的防火區劃，將火場的範圍分隔開來；一者希望能讓這封閉的空間減少氧氣供給量，使火勢減弱，甚至於慢慢熄滅；二者希望能封鎖住火勢，使火舌及濃煙不至於任意伸展，僅在已發生火災的空間內燃燒，而不會延燒擴大到其他空間，以確保其他區塊的安全。此階段應注意：

1. 使用熱分解困難的材料
2. 防排煙設備有效維持煙氣之控制與排放
3. 構件及結構的耐火性有效阻止延燒擴大，建築物全棟之避難設施
4. 採用具有有效隔熱性；遮焰性及穩定性，並能夠抑制燃燒速度之構件及結構
5. 滅火設備
6. 建築物全棟之避難設施

### (四)衰退期之防火對策

當防火區劃無法阻止火勢而擴大延燒之時，將形成建築物全面性的燃燒至衰退期，此時需使用具有耐火性能的結構體及構造物，以防止火災的擴大延燒及破壞；一者希望已發生火災的建築物不會倒塌，而波及至鄰棟建築物；二者希望這棟受火害的建築物，其結構體仍然是安全的，沒有遭到破壞，而能承受應有的載重，使建築物於火災後，僅須略為修護、清理、即可再使用。此階段應注意：

1. 防止二次燃燒之發生
2. 剩餘煙氣及時排放
3. 結構之穩定性



## 二、防火區劃

建築物設置防火區劃之目的在於建築物發生火災時侷限火勢滯留在起火居室內達一定時間，防止火災向鄰近區域及上、下樓層延燒擴大，防止火、煙霧、熱蔓延及擴散侵入避難空間、逃生通道、排煙室、緊急升降機間及特別安全梯間等設施，使室內人員能有更充裕的時間避難逃生，限制火災損害範圍，隔離火災危害因子，提供消防救災人員安全救災環境。

為了防止火災延燒及利於避難逃生，因此建築物應有防火區劃之設計，觀念就如同船體構造的觀念，各個船艙都予以分隔，萬一船殼破壞進水時，可以將進水限制在局部範圍一樣。防火區劃可分為平面區劃及垂直區劃兩種。平面區劃依照建築物規模將平面劃分為若干防火區域，垂直區劃則規定各建築物樓層之樓地板為防火樓板。防火區劃的構成即為防火牆、防火樓板及防火門窗。其中牆及樓板屬建築物之結構組件，就像樑、柱一樣，發生火災時，為了防止延燒擴大或建築物倒塌，一般均要求建築物構造組件應具有在火場高溫下能負荷重量、遮蔽火焰與高熱之耐火性能。為對於這些構造體所採用材料耐火性能之分級，將構造體在模擬火場之燃燒溫度下試驗防火時效，檢視構造體足以負荷載重應力且未破壞之可燃時間。建築物防災區劃之類型可分為防火區劃、防煙區劃、安全區劃等三種如下表 2-2。

表 2-2 建築物防災區劃之類型

區劃類型	區劃功能目標	區劃構成
防火區劃	建築物發生火災時，防止火焰擴大及侷限延燒範圍為目標。要求具有一定時間以上之耐火性(主要為遮焰性)，亦可兼具遮煙性(兼防煙區劃)。	以具有耐火時效之柱、樑、承重牆壁、樓地板及屋頂等防火構造及防火門、窗構成。
防煙區劃	建築物發生火災時，為控制火場產生濃煙的擴散及流動而設置的區劃。並不需要如防火區劃一般的遮焰性，但需要求有遮煙性，一般被認定為由垂壁所區劃。	以具有氣密性且不燃材料構成區劃為原則；固定垂板（壁）或活動板（幕、捲簾皆可採用）。
安全區劃	為確保建築物內人員避難安全而必須防止火焰、煙氣浸入避難通路及提供遮熱性保護所設置的區劃。	依循避難的通路，走廊、大廳、附室等以不燃區劃構成。以具有某種程度耐火性、氣密性之耐火材料構成區化原則。

(資料來源:本研究自行整理)

### (一) 防火區劃的種類

為了防止火災擴大為目的而設置之防火區劃及防煙區劃類型，可以再區分為面積區劃、樓層（層間）區劃、豎道區劃、用途（使用）區劃等四種；如下圖 2-8 所示。

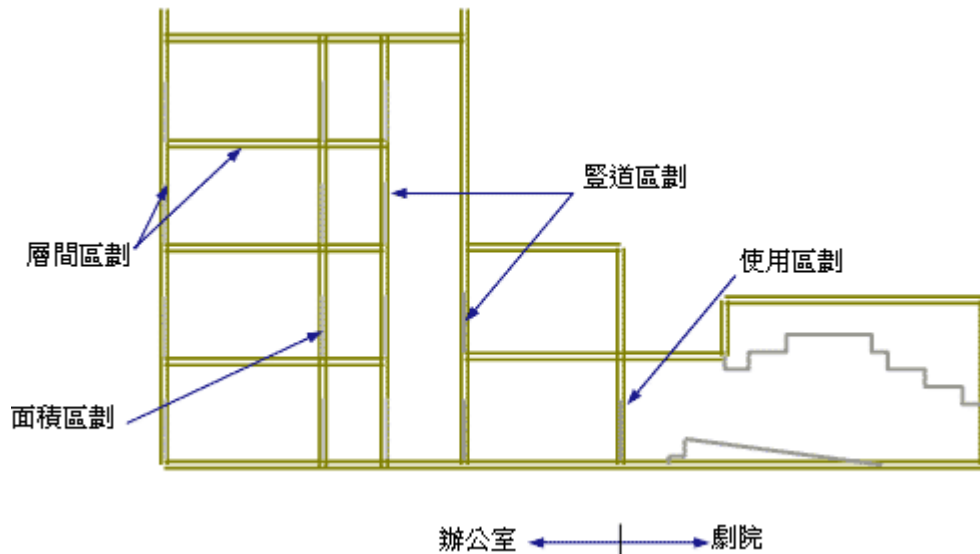


圖 2-8 建築物防火(煙)區劃之構成示意圖

(資料來源:王鵬智，建築物構造設施，p72)

#### 1. 面積區劃(或分區區劃)

建築物內利用一定樓板面積實施之防火(煙)區劃，來防止火災產生火焰延燒及煙霧之大範圍擴大，通常以防止水平方向之延燒與煙霧流動為目的，亦即在一定較大面積之樓層做分區區劃，使發生火災之區域與同樓層之其他區域做區隔。

#### 2. 層間區劃(或樓層區劃)

為防止火災向其他樓層，特別是向上樓層延燒擴大，在各樓層所設定之區劃，該層間區劃之構成，以樓地板層（防止室內往其他樓層之延燒）、外壁拱肩牆及屋簷等（防止自建建築物周圍向其他樓層之延燒）為基本構造，一般要特別注意，殘留在樓地板內埋設錯誤的給(排)水管、電線(纜)管等管路，可能成為火災區劃疏於保護之位置。

#### 3. 豎道區劃(垂直區劃)

樓梯間(包含電梯、電扶梯、物梯)、排煙道、豎井(垂直管道間)等非水平樓板區劃部份皆可視為豎道區劃。因為垂直動線空間,在火災發生時容易形成火焰傳播以及煙氣擴散的通道,所以在此部分應特別慎重加以區劃,另外構成建材為防火構造或以不燃材料建造的牆壁為原則,並且配合使用甲種或乙種防火門。垂直通道中熱氣流擴散速率遠高於水平通道者,倘被煙氣竄進,常常會成為煙氣遠距離擴散之途徑,因此應特別注重區劃之完整性、閉合性。

#### 4. 用途區劃(使用區劃)

在同一建築物內兩種以上不同使用方式及管理形態的空間同時存在時,為防止危險相乘應予以區劃,起火危險及延燒危險性較高的部分須與其他部分隔離,又避難者較多時可能造成避難混亂的場所亦須與其他部份隔離加以保護。另其構成部材為防火構造或不燃材料建造,及開口部使用甲種防火門。

##### (二) 安全區劃的種類

當建築物內人員避難逃生時,為確保火焰、煙氣不會侵入避難路徑之走廊通及確保輻射熱在安全範圍內,可分為一次安全區劃、二次安全區劃及三次安全區劃。如圖 2-9 所示

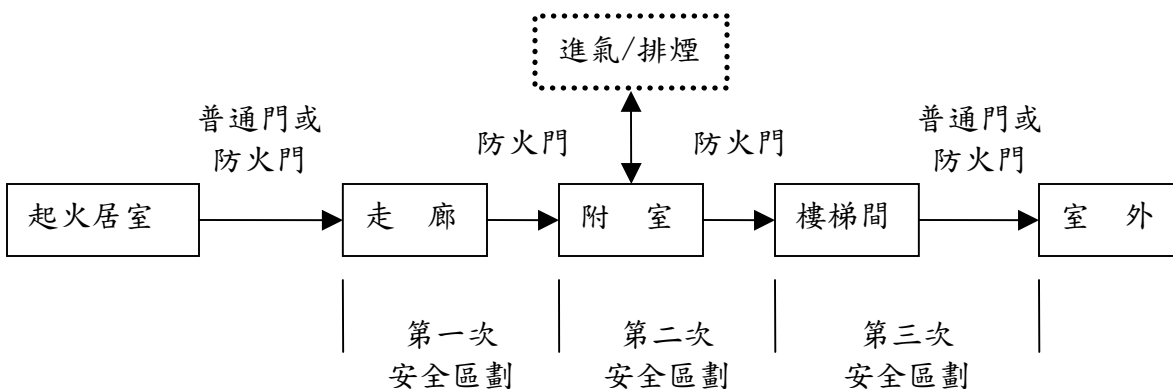


圖 2-9 安全區劃的種類

(資料來源: 王鵬智, 建築物構造設施, p72)

### 三、避難逃生

當火災發生時，大部分人的想法均是該如何迅速逃離開火場，逃到安全的地方，而只有少部份人會去尋找消防設備，來進行初期滅火工作，其主要原因：一者根本不會使用消防設備；二者不知道消防設備的位置；三者生命實可貴、逃離危險區域係人之天性。因此，在建築物防火對策中，避難逃生對策比消防設備的設置更為重要，且是不可或缺的，於許多建築物火災案件調查分析中，可以明顯看出，人們在火災發生時避難逃生過程中仍造成嚴重人員傷亡之主因，除了避難逃生的設置是否合理有效之外，避難逃生方向不明確、路線過於複雜以及標示不當等因素，也是問題之所在。因此，在避難逃生時，應兼顧建築計畫及避難逃生計畫，其內容概要如次：

#### (一)建築計畫

1. 安全梯設置、安全梯構造
2. 緊急昇降機設置、緊急昇降機構造
3. 避難逃生通道與措施
4. 防火安全計畫與安全區劃

#### (二)逃生避難計畫

1. 逃生避難路線
2. 步行速度與距離
3. 逃生避難標示規劃與設計
4. 火災發生時心理行為與行動特性

基本上，前述各項作為達成建築物防火安全目的，保障人命與建築結構、財務安全。

### 第三章 國內外法規介紹

防火工程，國際間主要概分為規格式法規與性能式法規，我國、日本及美國以規格式法規為主、性能式法規為輔；而英國、紐西蘭及澳洲則以性能式法規為主、規格式法規為輔。本研究期中報告則以規格式法規為探討對象。

#### 第一節 國內法規介紹

##### 一、建築物防火相關規定

我國建築技術規則係為規格式法規（Perspective Code）其建築設計施工篇第三章為「建築物之防火」，規定建築物防火構造、防火區劃及內部裝修等。

##### （一）防火構造

建築物內材料或構造體遭遇火災侵襲時，應具備一定時效之防火性能，防火構造約可分為柱、樑、承重牆壁、樓地板、屋頂、分間牆等。而建築技術規則建築設計施工篇防火構造規定如下表 3-1 所示：

表 3-1 建築技術規則建築設計施工篇防火構造規定

法條	內容規定
六十九條	建築物應為防火構造者
七十條	防火構造建築物之防火時效
七十一條	三小時以上防火時效之樑、柱
七十二條	二小時以上防火時效之牆壁、樑、柱、樓地板
七十三條	一小時以上防火時效之牆壁、樑、柱、樓地板
七十四條	半小時以上防火時效之非承重外牆、屋頂及樓梯
七十五條	防火設備
七十六條	防火門窗

（資料來源：本研究自行整理）

1. 建築設計施工篇六十九條規定表 3-2 所列之建築物應為防火構造。

表 3-2 應為防火構造建築物

建築物使用類組			應為防火構造者		
類別	組別	樓層	總樓地板面積	樓層及樓地板面積之和	
A類	公共集會類	全部	全部		
B類	商業類	全部	三層以上之樓層	三〇〇〇平方公尺以上	二層部分面積在五〇〇平方公尺以上
C類	工業、倉儲類	C-1 特殊廠庫	三層以上之樓層		一五〇平方公尺以上
		C-2 一般廠庫	工廠；三層以上之樓層	一五〇〇平方公尺以上（工廠除外）	三層以上部分之面積在三〇〇平方公尺以上。
D類	休閒、文教類	全部	三層以上之樓層	二〇〇〇平方公尺以上	
E類	宗教、殯葬類	全部	三層以上之樓層		
F類	衛生、福利、更生類	全部	三層以上之樓層		二層面積在三〇〇平方公尺以上。醫院限於有病房者。
G類	辦公、服務類	全部	三層以上之樓層	二〇〇〇平方公尺以上	
H類	住宿類	全部	三層以上之樓層		二層面積在三〇〇平方公尺以上。
I類	危險物品類	全部	依危險品種及儲藏量，另行由內政部以命令規定之。		

(資料來源:本研究自行整理)

說明：(1) 表內三層以上之樓層，係表示三層以上之任一樓層供表列用途時，該棟建築物即應為防火構造，表示如在第二層供同類用途使用，則可不受防火構造之限制。但該使用之樓地板面積，超過表列規定時，即不論層數如何，均應為防火構造。

(2) 工廠建築，作業廠房樓地板面積，合計超過五十平方公尺者，主要構造，均應以不燃材料建造。

2. 建築設計施工篇第七十條防火構造建築物，其主要構造之柱、樑、承重牆壁、樓地板及屋頂應具有表 3-3 規定之防火時效：

表 3-3 防火構造建築物之防火時效

層數 主要構造部分	自頂層起算不超過 四層之各樓層	自頂層起算超過第 四層至第十四層之 各樓層	自頂層起算第十五 層以上之各樓層
承重牆壁	一小時	一小時	二小時
樑	一小時	二小時	三小時
柱	一小時	二小時	三小時
樓地板	一小時	二小時	二小時
屋頂	半小時		
(一) 屋頂突出物未達計算層樓面積者，其防火時效應與頂層同。			
(二) 本表所指之層數包括地下層數。			

(資料來源:本研究自行整理)

3. 建築設計施工篇第七十一條防火構造建築物，具有三小時以上防火時效之樑、柱，應依表 3-4 規定：

表 3-4 三小時以上防火時效之樑、柱

樑	柱 (短邊寬度在四十公分以上)
鋼筋混凝土造或鋼骨鋼筋混凝土造	鋼筋混凝土造或鋼骨鋼筋混凝土造
鋼骨造而覆以鐵絲網水泥粉刷其厚度在八公分以上 (使用輕骨材時為七公分) 或覆以磚、石或空心磚，其厚度在九公分以上者 (使用輕骨材時為八公分)	鋼骨造而覆以鐵絲網水泥粉刷，其厚度在九公分以上 (使用輕骨材時為八公分) 或覆以磚、石或空心磚，其厚度在九公分以上者 (使用輕骨材時為八公分)
其他經中央主管建築機關認可具有同等以上之防火性能者	鋼骨混凝土造之混凝土保護層厚度在六公分以上者 其他經中央主管建築機關認可具有同等以上之防火性能者

(資料來源:本研究自行整理)

4. 建築設計施工篇第七十二條防火構造建築物，具有二小時以上防火時效之牆壁、樑、柱、樓地板，應依表 3-5 規定：

表 3-5 二小時以上防火時效之牆壁、樑、柱、樓地板

類別	二小時以上防火時效
牆壁	鋼筋混凝土造或鋼骨鋼筋混凝土造厚度在十公分以上，且鋼骨混凝土造之混凝土保護層厚度在三公分以上者
	鋼骨造而雙面覆以鐵絲網水泥粉刷，其單面厚度在四公分以上，或雙面覆以磚、石或空心磚，其單面厚度在五公分以上者。但用以保護鋼骨構造之鐵絲網水泥砂漿保護層應將非不燃材料部分之厚度扣除
	木絲水泥板二面各粉以厚度一公分以上之水泥砂漿，板壁總厚度在八公分以上者
	以高溫高壓蒸氣保養製造之輕質泡沫混凝土板，其厚度在七·五公分以上者
	中空鋼筋混凝土版，中間填以泡沫混凝土等其總厚度在十二公分以上，且單邊之版厚在五公分以上者
	其他經中央主管建築機關認可具有同等以上之防火性能
柱	鋼筋混凝土造或鋼骨鋼筋混凝土造
	鋼骨混凝土造之混凝土保護層厚度在五公分以上者
	經中央主管建築機關認可具有同等以上之防火性能
樑	鋼筋混凝土造或鋼骨鋼筋混凝土造
	鋼骨混凝土造之混凝土保護層厚度在五公分以上者
	鋼骨造覆以鐵絲網水泥粉刷其厚度在六公分以上（使用輕骨材時為五公分）以上，或覆以磚、石或空心磚，其厚度在七公分以上者（水泥空心磚使用輕質骨材得時為六公分）
	其他經中央主管建築機關認可具有同等以上之防火性能
樓地板	鋼筋混凝土造或鋼骨鋼筋混凝土造厚度在十公分以上者
	鋼骨造而雙面覆以鐵絲網水泥粉刷或混凝土，其單面厚度在五公分以上者。但用以保護鋼鐵之鐵絲網水泥砂漿保護層應將非不燃材料部分扣除
	其他經中央主管建築機關認可具有同等以上之防火性能

說明：柱（短邊寬二十五公分以上）

（資料來源：本研究自行整理）



5. 建築設計施工篇第七十三條防火構造建築物，具有一小時以上防火時效之牆壁、樑、柱、樓地板，應依表 3-6 規定：

表 3-6 一小時以上防火時效之牆壁、樑、柱、樓地板

類別	一小時以上防火時效
牆壁	鋼筋混凝土造、鋼骨鋼筋混凝土造或鋼骨混凝土造厚度在七公分以上
	鋼骨造而雙面覆以鐵絲網水泥粉刷，其單面厚度在三公分以上或雙面覆以磚、石或水泥空心磚，其單面厚度在四公分以上者。但用以保護鋼骨之鐵絲網水泥砂漿保護層應將非不燃材料部分扣除
	磚、石造、無筋混凝土造或水泥空心磚造，其厚度在七公分以上者
	其他經中央主管建築機關認可具有同等以上之防火性能
柱	鋼筋混凝土造、鋼骨鋼筋混凝土造或鋼骨混凝土造
	鋼骨造而覆以鐵絲網水泥粉刷其厚度在四公分以上（使用輕骨材時得為三公分）或覆以磚、石或水泥空心磚，其厚度在五公分以上者
	其他經中央主管建築機關認可具有同等以上之防火性能
樑	鋼筋混凝土造、鋼骨鋼筋混凝土造或鋼骨混凝土造
	鋼骨造而覆以鐵絲網水泥粉刷其厚度在四公分以上（使用輕骨材時為三公分以上），或覆以磚、石或水泥空心磚，其厚度在五公分以上者（水泥空心磚使用輕骨材時得為四公分）
	鋼骨造屋架、但自地板面至樑下端應在四公尺以上，而構架下面無天花板或有不燃材料造或耐燃材料造之天花板者
	其他經中央主管建築機關認可具有同等以上之防火性能
樓地板	鋼筋混凝土造或鋼骨鋼筋混凝土造厚度在七公分以上
	鋼骨造而雙面覆以鐵絲網水泥粉刷或混凝土，其單面厚度在四公分以上者。但用以保護鋼骨之鐵絲網水泥砂漿保護層應將非不燃材料部分扣除
	其他經中央主管建築機關認可具有同等以上之防火性能

（資料來源：本研究自行整理）

6. 建築設計施工篇第七十四條防火構造建築物，具有半小時以上防火時效之非承重外牆、屋頂及樓梯，應依表 3-7 規定：

表 3-7 半小時以上防火時效之非承重外牆、屋頂及樓梯

類別	半小時以上防火時效
非承重外牆	經中央主管建築機關認可具有半小時以上之防火時效者
屋頂	鋼筋混凝土造或鋼骨鋼筋混凝土造
	鐵絲網混凝土造、鐵絲網水泥砂漿造、用鋼鐵加強之玻璃磚造或鑲嵌鐵絲網玻璃造
	鋼筋混凝土（預鑄）版，其厚度在四公分以上者
	以高溫高壓蒸汽保養所製造之輕質泡沫混凝土板
	其他經中央主管建築機關認可具有同等以上之防火性能者
樓梯	鋼筋混凝土造或鋼骨鋼筋混凝土造
	鋼造
	其他經中央主管建築機關認可具有同等以上之防火性能者

（資料來源：本研究自行整理）

7. 建築設計施工篇第七十五條防火設備種類

- (1) 防火門窗。
- (2) 裝設於防火區劃或外牆開口處之撒水幕，經中央主管建築機關認可具有防火區劃或外牆同等以上之防火性能者。
- (3) 其他經中央主管建築機關認可具有同等以上之防火性能者。

8. 建築設計施工篇第七十六條為防火門窗

防火門窗係指防火門及防火窗，其組件包括門窗扇、門窗樑、開關五金、嵌裝玻璃、通風百葉等配件或構材；其構造應依下列規定：

- (1) 防火門窗周邊十五公分範圍內之牆壁應以不燃材料建造。
- (2) 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。
- (3) 常時關閉式之防火門應依下列規定：
  - A. 免用鑰匙即可開啟，並應裝設經開啟後可自行關閉之裝置。
  - B. 單一門扇面積不得超過三平方公尺。
  - C. 不得裝設門止。

D. 門扇或門槿上應標示常時關閉式防火門等文字。

(4) 常時開放式之防火門應依下列規定：

A. 可隨時關閉，並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。

B. 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。

C. 採用防火捲門者，應附設門扇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。

(5) 防火門應朝避難方向開啟。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。

防火門窗設置規定如表 3-8 所示：

表 3-8 防火門窗設置規定

項目	設置場所	防火門窗性能	設計施工編
1	防火構造物面積區劃	1 小時以上防火時效及阻熱性(60A)	第 79 條
2	防火構造物用途區劃	1 小時以上防火時效及阻熱性(60A)	第 79 條之 1
3	防火構造物垂直區劃	1 小時以上防火時效(60B)/昇降機道門、管道間維修門應具有遮煙性能	第 79 條之 2
4	不燃材料之非防火構造物面積區劃	1 小時以上防火時效及阻熱性(60A)	第 80 條
5	可燃材料之非防火構造物面積區劃	1 小時以上防火時效及阻熱性(60A)	第 81 條
6	非防火構造物用途區劃及垂直區劃	半小時以上防火時效(30B)	第 82 條
7	高層(11 層以上)防火區劃	1 小時以上防火時效及阻熱性(60A)	第 83 條
8	集合住宅分戶牆	1 小時以上防火時效(60B)	第 86 條
9	餐飲業廚房	1 小時以上防火時效(60B)	第 86 條
10	避難上無窗戶居室區劃	1 小時以上防火時效(60B)	第 87 條
11	室內安全梯出入口	1 小時以上防火時效及半小時阻熱性(60B+30A)且具有遮煙	第 97 條

		功能	
12	戶外安全梯出入口	1 小時以上防火時效及半小時阻熱性(60B+30A)	第 97 條
13	特別安全梯之排煙室出入口	1 小時以上防火時效及半小時阻熱性(60B+30A)	第 97 條
14	特別安全梯之樓梯間出入口	半小時以上防火時效(30B)	第 97 條
15	防火構造物防火間隔	1 小時或半小時以上防火時效(60B+30B)	第 110 條
16	地下建築物對外連接部分	1 小時以上防火時效及阻熱性(60A)	第 181 條
17	地下建築物中央管理室	2 小時以上防火時效(120B)	第 182 條
18	地下建築物面積區劃	1 小時以上防火時效(60B)	第 202 條
19	高層建築物特別安全梯連接走廊區劃	1 小時以上防火時效(60B)	第 241 條
20	高層建築物昇降機梯廳連接走廊區劃	1 小時以上防火時效(60B)/昇降機間出入口應具有遮煙性能	第 242 條
21	高層建築物防災中心	2 小時以上防火時效(120B)	第 259 條

(資料來源:本研究自行整理)

## (二) 防火區劃

建築物防火安全區劃之構成要素如圖 3-1 所示:

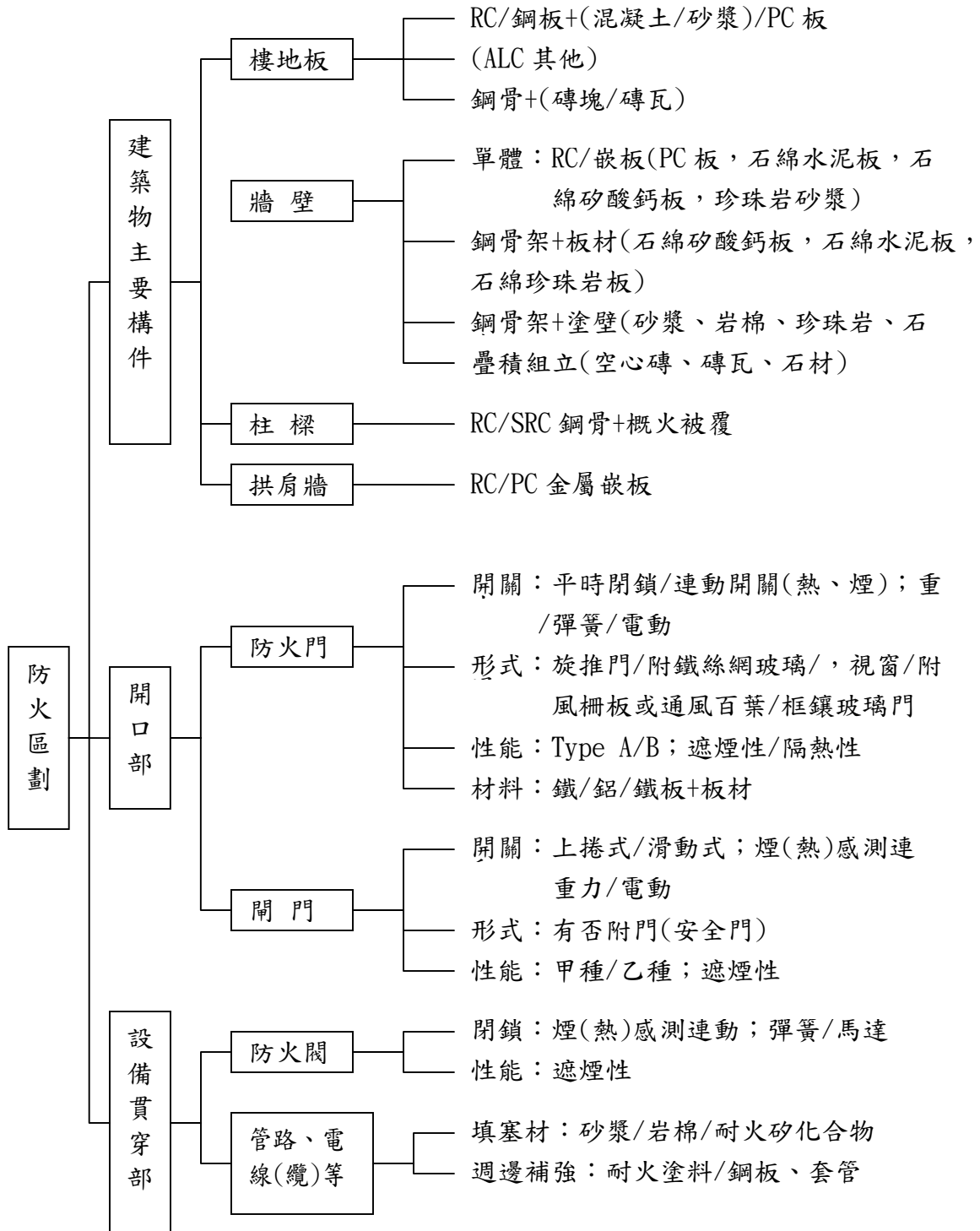


圖 3-1 火災安全區劃之構成要素  
(資料來源：王鵬智，建築物構造設施，p74)

1. 建築技術規則建築設計施工篇防火區劃規定  
我國建築技術規則建築設計施工篇防火區劃規定如下表 3-9 所示：

**表 3-9 建築技術規則建築設計施工篇防火區劃規定**

法條	內容規定
七十九條	防火構造建築物面積區劃及區劃構件性能
七十九條之一	防火構造建築物用途區劃及區劃構件性能
七十九條之二	防火構造建築物樓層間區劃及區劃構件性能
七十九條之三	防火構造建築物樓地板規定
七十九條之四	防火構造建築物外牆防火規定
八十條	非防火構造建築物，主要構造使用不燃材料建造之面積區劃
八十一條	非防火構造建築物，主要構造為木造可燃材料建造之面積區劃
八十二條	非防火構造建築物之用途區劃
八十三條	第十一層以上部分之面積區劃
八十四條	非防火構造連棟式建築物區劃長度及構件規定
八十四之一條	非防火構造建築物之外牆及屋頂規定
八十五條	貫穿防火區劃牆壁或樓地板之風管、電管及給排水管防火時效
八十五之一條	設備開關控制箱設置於防火區劃牆壁之防火時效規定
八十六條	分戶牆及分間牆構造規定
八十七條	無窗戶居室區劃或分間牆及門窗以不燃材料建造
二零一條	地下使用單元與地下通道間區劃
二零二條	地下建築物面積區劃
二零三條	地下建築物垂直區劃
二零五條	地下建築物貫穿部位防火區劃
二四一條	高層建築物連接特別安全梯間之走廊獨立之防火區劃
二四二條	高層建築物升降機道併同升降機間獨立之防火區劃
二四七條	高層建築物配管貫穿防火區劃

(資料來源:本研究自行整理)

## (1) 建築設計施工篇面積區劃

管制內容	區劃防火時效	適用建物	法令依據
按總樓地板面積一、五〇〇平方公尺區劃。 ※ 備有效自動滅火設備，得免計算其有效範圍樓地板面積之二分之一	一小時以上防火時效牆壁、防火門窗與該處防火構造之樓地板區劃分隔（防火門窗具一小時以上阻熱性）	防火構造建築物	施工編第七九條
按總樓地板面積一、〇〇〇平方公尺區劃	一小時以上防火時效牆壁、防火門窗（具一小時以上阻熱性）區劃分隔	非防火構造建築物（不燃材料建造）	施工編第八十條
按總樓地板面積五〇〇平方公尺	一小時以上防火時效之牆壁區劃分隔，（開口設防火門窗具一小時以上防火時效及阻熱性）	非防火構造建築物（木造建築物）	施工編第八一條
按樓地板面積一〇〇平方公尺區劃（H-2組使用者，區劃面積得增為二〇〇平方公尺） ※ 備有效自動滅火設備得免計算其有效範圍樓地板面積之二分之一	一小時以上防火時效之牆壁、防火門窗等防火設備與各該樓層防火構造之樓地板形成區劃分隔（防火門窗具一小時以上阻熱性）	十一層以上防火構造建築物（樓梯間及升降機間除外）	施工編第八三條
按樓地板面積二〇〇平方公尺區劃（H-2組使用者，區劃面積得增為四〇〇平方公尺） ※ 備有效自動滅火設備得免計算其有效範圍樓地板面積之二分之一	一小時以上防火時效之牆壁、防火門窗等防火設備與各該樓層防火構造之樓地板形成區劃分隔（防火門窗具一小時以上阻熱性）	十一層以上防火構造建築物（樓梯間及升降機間除外）（自地板面起一·二公尺以上之室內牆面及天花板均使用耐燃一級材料裝修）	
按樓地板面積五〇〇平方公尺區劃 ※ 備有效自動滅火設備得免計算其有效範圍樓地板面積之二分之一	一小時以上防火時效之牆壁、防火門窗等防火設備與各該樓層防火構造之樓地板形成區劃分隔（防火門窗具一小時以上阻熱性）	十一層以上防火構造建築物（樓梯間及升降機間除外）室內牆面及天花板（包括底材）均以耐燃一級材料裝修	
建築面積超過三〇〇平方公尺，建築長度十五公尺	一小時以上防火牆壁區劃	非防火構造連棟式建築物（屋頂為木	施工編第八四條

以內		造屋架)	
----	--	------	--

(資料來源:本研究自行整理)

(2) 建築設計施工篇層間區劃

管制內容	區劃防火時效	適用建物	法令依據
建築物內之挑空部分、電扶梯間、安全梯之樓梯間、昇降機道、垂直貫穿樓板之管道間及其他類似部分	一小時以上防火時效之牆壁、防火門窗等防火設備與該處防火構造之樓地板形成區劃分隔。昇降機道裝設之防火設備應具有遮煙性能。管道間之維修門並應具有一小時以上防火時效及遮煙性能。	防火構造建築物	施工編第七九之二條
建築物有連跨複數樓層，無法逐層區劃分隔之垂直空間	一小時以上	防火構造建築物	施工編第七九之三條
貫穿防火區劃牆壁或樓地板之風管，應在貫穿部位任一側之風管內裝設防火閘門或閘板。 貫穿防火區劃牆壁或樓地板之風管、電力管線、通訊管線及給排水管線或管線匣，與貫穿部位合成之構造，應具有一小時以上之防火時效。			施工編第八五條
各種電氣、給排水、消防、空調等設備開關控制箱設置於防火區劃牆壁時，應以不破壞牆壁防火時效性能之方式施作。 前項設備開關控制箱嵌裝於防火區劃牆壁者，該牆壁仍應具有一小時以上防火時效。			施工編第八五之一條

(資料來源:本研究自行整理)



2. 裝設自動滅火設備及排煙設備者。

(1) 內部裝修

建築物之內部裝修材料應依下表規定

	建築物類別		組別	供該用途之專用樓地板面積合計	內部裝修材料		法令
					居室或該使用部分	通達地面之走廊及樓梯	
(一)	A類	公共集會類	A-1 集會表演	全部	耐燃三級以上	耐燃二級以上	施工編第八十八條
			A-2 運輸場所				
(二)	B類	商業類	B-1 娛樂場所				
			B-2 商場百貨				
			B-3 餐飲場所				
			B-4 旅館				
(三)	C類	工業、倉儲類	C-1 特殊廠庫				
			C-2 一般廠庫				
(四)	D類	休閒、文教類	D-1 健身休閒				
			D-2 文教設施				
			D-3 國小校舍				
			D-4 校舍				
			D-5 補教托育				
(五)	E類	宗教、殯葬類	E 宗教、殯葬類				
(六)	F類	衛生、福利、更生類	F-1 醫療照護				
			F-2 社會福利				
			F-3 兒童福利				
			F-4 戒護場所				
(七)	G類	辦公、服務類	G-1 金融證券				
			G-2 辦公場所				
			G-3 店舖診所				
(八)	H類	住宿類	H-1 宿舍安養				
			H-2 住宅	不限	不限	不限	

(資料來源:本研究自行整理)

(三) 建築技術規則內防煙區劃相關規定  
防煙區劃

規定項目	各類建築物	地下建築物
	每層樓地板面積超過 500 平方公尺	地下通道應按其樓地板面積每 300 平方公分
防煙垂壁	自天花板下垂 50 公分以上	自天花板下垂 80 公分以上
排煙口距離	離區劃內任一點不得大於 45 公尺	離區劃內任一點不得大於 45 公尺
排煙口位置	應開設在天花板或天花板下 80 公分範圍內之外牆，或直接與排煙風管相接。	應開設在天花板或天花板下 80 公分範圍內之牆壁，並直接與排煙風管相接。
排煙口面積	防煙區劃部分樓地板面積百分之二以上	防煙區劃部分樓地板面積百分之二以上

(資料來源:本研究自行整理)

二. 自動滅火設備與防火區劃面積等效性 (Equivalency)

建築物設有自動滅火設備，其具有 Equivalency (等效性) 之精神，按國內「建築技術規則」與「原有合法建築物防火避難設施及消防設備改善辦法」法條規定，設有自動滅火設備場所，該處所防火區劃面積可放寬。相關規定如下述：

(一)、建築技術規則

建築技術規則防火區劃面積與設有自動滅火設備場所防火區劃面積放寬規定彙整如表 3-10 所示：

表 3-10 防火區劃面積與設有自動滅火設備場所防火區劃面積放寬

防火區劃面積	防火區劃面積放寬	適用建物	法令
按樓地板面積一、五〇〇平方公尺區劃。	備有效自動滅火設備，放寬至三、〇〇〇平方公尺	防火構造建築物	施工編第七九條
按樓地板面積一、〇〇〇平方公尺區劃		非防火構造建築物 (不燃材料建造)	施工編第八十條
按樓地板面積五〇〇平方公尺		非防火構造建築物 (木造建築物)	施工編第八一條
按樓地板面積一〇〇平方公尺區劃(H-2組使用者，區劃面積得增為二〇〇平方公尺)	備有效自動滅火設備，放寬至二〇〇平方公尺(H-2組區劃面積放寬至四〇〇平方公尺)	十一層以上建築物	施工編第八三條
按樓地板面積二〇〇平方公尺區劃(H-2組使用者，區劃面積得增為四〇〇平方公尺)	備有效自動滅火設備，放寬至四〇〇平方公尺(H-2組區劃面積放寬至八〇〇平方公尺)	十一層以上建築物 (自地板面起一·二公尺以上之室內牆面及天花板均使用耐燃一級材料裝修)	
按樓地板面積五〇〇平方公尺區劃	備有效自動滅火設備，放寬至一、〇〇〇平方公尺	十一層以上建築物 室內牆面及天花板(包括底材)均以耐燃一級材料裝修	
總樓地板面積在一、〇〇〇平方公尺以上者，按每一、〇〇〇平方公尺區劃		地下建築物供地下使用單元使用	施工編第二百零二條
總樓地板面積在一、五〇〇平方公尺以上者，按每一、五〇〇平方公尺區劃		地下建築物供地下通道使用	

(資料來源:本研究自行整理)

(二)、原有合法建築物防火避難設施及消防設備改善辦法

「原有合法建築物防火避難設施及消防設備改善辦法」防火區劃面積與設有自動滅火設備場所防火區劃面積放寬規定彙整如表 3-11 所示:

表 3-11 防火區劃面積與設有自動滅火設備場所防火區劃面積放寬

防火區劃面積	防火區劃面積放寬	適用建物	法令
按樓地板面積一、五〇〇平方公尺區劃。	備有效自動滅火設備，放寬至三、〇〇〇平方公尺	原有合法建築物十層以下防火構造建築物或防火建築物之樓層	第五條
按總樓地板面積一、〇〇〇平方公尺區劃		原有合法建築物十層以下非防火構造建築物（不燃材料建造）	
按總樓地板面積五〇〇平方公尺		原有合法建築物十層以下非防火構造建築物（主要構造為木造且屋頂以不燃材料覆蓋）	
按樓地板面積一〇〇平方公尺區劃（H-2組使用者，區劃面積得增為二〇〇平方公尺）	備有效自動滅火設備，放寬至二〇〇平方公尺（H-2組區劃面積放寬至四〇〇平方公尺）	原有合法建築物十一層以上之樓層	第六條
按樓地板面積二〇〇平方公尺區劃（H-2組使用者，區劃面積得增為四〇〇平方公尺）	備有效自動滅火設備，放寬至四〇〇平方公尺（H-2組區劃面積放寬至八〇〇平方公尺）	原有合法建築物十一層以上樓層（自地板面起一·二公尺以上之室內牆面及天花板均使用耐燃一級材料裝修）	
按樓地板面積五〇〇平方公尺區劃	備有效自動滅火設備，放寬至一、〇〇〇平方公尺	原有合法建築物十一層以上樓層室內牆面及天花板（包括底材）均以耐燃一級材料裝修	

（資料來源：本研究自行整理）

### 三. 自動滅火設備替代性 (Alternative)

國內有關自動滅火設備法規係分別於建築法與消防法體系規範，其相關規定如下：

#### （一）、建築法規部分（建築技術規則）

建築技術規則第四章「防火避難設施及消防設備」之第七節消防設備係規範建築物應按用途分類分別設置滅火設備、警報設備及標示設備，應設置之數量及構造則應依建築設備編之規定。九大類用途如表 3-12 所示：

**表 3-12 建築物用途分類別**

類別	用途	法令依據
第一類	戲院、電影院、歌廳、演藝場及集會堂	施工編第一 一三條
第二類	夜總會、舞廳、酒家、遊藝場、酒吧、咖啡廳、茶室	
第三類	旅館、餐廳、飲食店、商場、超級市場、零售市場	
第四類	招待所（限於有寢室客房者）寄宿舍、集合住宅、醫院、療養院、養老院、兒童福利設施、幼稚園、盲啞學校	
第五類	學校補習班、圖書館、博物館、美術館、陳列館	
第六類	公共浴室	
第七類	工廠、電影攝影場、電視播送室、電信機器室	
第八類	車站、飛機場大廈、汽車庫、飛機庫、危險物品貯藏庫等，建築物依法附設之室內停車空間	
第九類	辦公廳、證券交易所、倉庫及其他工作場所	

（資料來源：本研究自行整理）

建築技術規則所指定自動滅火設備種類計有六類：

- 1、自動撒水設備
- 2、水霧自動撒水設備
- 3、自動泡沫滅火設備
- 4、自動乾粉滅火設備
- 5、自動二氧化碳設備
- 6、自動揮發性液體設備

1、其中自動撒水設備設置規定如表 3-13 所示：

表 3-13 自動撒水設備設置規定

樓層	用途場所	樓地板面積	法令依據
第六層以上 第十層以下 之樓層	供第一一三條第一款（戲院、電影院、歌廳、演藝場及集會堂）使用之舞台	各層之樓地板面積在三〇〇平方公尺以上	施工編第一一四條
	供第一一三條第二款（夜總會、舞廳、酒家、遊藝場、酒吧、咖啡廳、茶室）使用	各層之樓地板面積在一、〇〇〇平方公尺以上	
	供第一一三條第三款（旅館、餐廳、飲食店、商場、超級市場、零售市場）、第四款招待所（限於有寢室客房者）、醫院、療養院、養老院、兒童福利設施、幼稚園、盲啞學校使用	各層之樓地板面積在一、五〇〇平方公尺以上	
地下層或無開口之樓層	供第一一三條第一款（戲院、電影院、歌廳、演藝場及集會堂）使用之舞台	各層之樓地板面積在三〇〇平方公尺以上	施工編第一一四條
	供第一一三條第二款（夜總會、舞廳、酒家、遊藝場、酒吧、咖啡廳、茶室）使用	各層之樓地板面積在一、〇〇〇平方公尺以上	
	供第一一三條第三款（旅館、餐廳、飲食店、商場、超級市場、零售市場）、第四款招待所（限於有寢室客房者）、醫院、療養院、養老院、兒童福利設施、幼稚園、盲啞學校使用	各層之樓地板面積在一、五〇〇平方公尺以上	
第十一層以上之樓層，	各分類	各層之樓地板面積在一〇〇平方公尺以上	施工編第一一四條
高層建築物	各分類	各層均應設置（但已設有其他自動滅火設備者，其於有效防護範圍，內得免設置自動撒水設備）	施工編第二五七條

(資料來源:本研究自行整理)

## 2、選擇設置自動滅火設備場所

建築技術規則施工編第一一四條亦規定供第八類車站、飛機場大廈、汽車庫、飛機庫、危險物品貯藏庫等，建築物依法附設之室內停車空間等使用。應視建築物各部份使用性質就自動撒水設備、水霧自動撒水設備、自動泡沫滅火設備、自動乾粉滅火設備、自動二氧化碳設備或自動揮發性液體設備等選擇設置。

建築物設置之自動滅火設備，其相互間是否具有替代性（Alternative）之精神，按國內「建築技術規則」法條規定，僅於高層建築物已設有其他自動滅火設備者，其於有效防護範圍內得免設置自動撒水設備。

### （二）消防法規部消分（各類場所消防安全設備設置標準）

依「各類場所消防安全設備設置標準」第八條滅火設備種類如下：

- 1、滅火器、消防砂。
- 2、室內消防栓設備。
- 3、室外消防栓設備。
- 4、自動撒水設備。
- 5、水霧滅火設備。
- 6、泡沫滅火設備。
- 7、二氧化碳滅火設備。
- 8、乾粉滅火設備。

上述中屬系統性自動滅火設備為自動撒水設備、水霧滅火設備、泡沫滅火設備、乾粉滅火設備、二氧化碳滅火設備等五類

該標準第十七條規定應設置自動撒水設備場所如表 3-14 所列：

表 3-14 應設置自動撒水設備之場所

樓層或高度	用途場所	樓地板面積
≤10F	甲-1	≥300 平方公尺
	甲-2~甲-7、乙-1	≥1500 平方公尺
≥11F	全部場所	≥100 平方公尺
	甲類、戊-1	無限制
地下層或無開口樓層	甲類	≥1000 平方公尺
複合用途建築物	供甲類使用樓層	甲類場所≥3000 平方公尺
樓層高度>10 公尺	乙-11 之高架儲存倉庫	≥700 平方公尺
地下建築物		總樓地板≥1000 平方公尺
高層建築物		
註：應設置自動撒水設備之場所，依本標準設有水霧、泡沫、二氧化碳、乾粉等滅火設備，在該有效範圍內，得免設自動撒水設備。		

(資料來源:本研究自行整理)

甲-1：電影片映演場所（戲院、電影院）、歌廳、舞廳、夜總會、俱樂部、理容院（觀光理髮、視廳理容等）、指壓按摩場所、錄影節目帶播映場所（MTV等）、視聽歌唱場所（KTV等）、酒家、酒吧、酒店（廊）。

甲-2：保齡球館、撞球場、集會堂、健身休閒中心（含提供指壓、三溫暖等設施美容瘦身場所）、室內螢幕式高爾夫練習場、遊藝場所、電子遊戲場、資訊休閒場所。

甲-3：觀光旅館、飯店、旅館、招待所（限有寢室客房者）。

甲-4：商場、市場、百貨商場、超級市場、零售市場、展覽場。

甲-5：餐廳、飲食店、咖啡廳、茶藝館。



甲-6：醫院、療養院、長期照護機構、養護機構、安養機構、老人服務機構（限供日間照顧、臨時照顧、短期保護及安置使用者）、兒童福利設施、育嬰中心、護理之家機構、產後護理機構、啟明、啟智、啟聰等特殊學校。

甲-7：三溫暖、公共浴室。

乙-1：車站、飛機場大廈、候船室。

乙-11：倉庫、傢俱展示販售場。

戊-1：複合用途建築物中，有供甲類用途者。

該標準第十八條規定應就水霧、泡沫、乾粉、二氧化碳滅火設備等選擇設置之場所，如表 3-15 所列：

表 3-15 應設置水霧、泡沫、乾粉、二氧化碳滅火設備之場所

項目	應設場所	水霧	泡沫	二氧化碳	乾粉
一	屋頂直昇機停機場(坪)。		V		V
二	飛機修理廠、飛機庫樓地板面積在二百平方公尺以上者。		V		V
三	汽車修理廠、室內停車空間在第一層樓地板面積五百平方公尺以上者；在地下層或第二層以上樓地板面積在二百平方公尺以上者；在屋頂設有停車場樓地板面積在三百平方公尺以上者。	V	V	V	V
四	升降機械式停車場可容納十輛以上者。	V	V	V	V
五	發電機室、變壓器室及其他類似之電器設備場所，樓地板面積在二百平方公尺以上者。	V		V	V
六	鍋爐房、廚房等大量使用火源之場所，樓地板面積在二百平方公尺以上者。			V	V
七	電信機械室、電腦室或總機室及其他類似場所，樓地板面積在二百平方公尺以上者。			V	V
八	引擎試驗室、石油試驗室、印刷機房及其他類似危險工作場所，樓地板面積在二百平方公尺以上者。	V	V	V	V
註： 一、大量使用火源場所，指最大消費熱量合計在每小時三十萬千卡以上者。 二、廚房如設有自動撤水設備，且排油煙管及煙罩設簡易自動滅火裝置時，得不受本表限制。 三、停車空間內車輛採一列停放，並能同時通往室外者，得不受本表限制。 四、本表第七項所列應設場所得使用預動式自動撤水設備。 五、平時有特定或不特定人員使用之中央管理室、防災中心等類似處所，不得設置二氧化碳滅火設備。					

(資料來源:本研究自行整理)

建築物設置之自動滅火設備，其相互間是否具有替代性 (Alternative) 之精神，按國內「各類場所消防安全設備設置標準」法條規定，應設置自動撤水設備之場

所，依本標準設有水霧、泡沫、二氧化碳、乾粉等滅火設備，在該有效範圍內，得免設自動撒水設備。

## 第二節 日本法規

### 一、日本建築基準法施行令

日本「建築基準法施行令」建築法規，有關於自然式煙控制之要求，如表 3-16 所示。

表 3-16 自然式煙控制之要求

規定項目	建築對象	設置場合	構成及性能
1. 防煙壁	樓層數為三層以上，總面積 500 m <sup>2</sup> 以上之建築物。	凡是建築物高度 31m 以上之居室，其每分隔區之地板面積 100 m <sup>2</sup> 之房間牆。	由天花板面起，突出於其下方不少於 50 cm 之垂直壁，可防止煙霧流動，由不燃材料所建成。
2. 防煙區劃部分	總面積超過 500 m <sup>2</sup> 之特殊建築，或樓層數為三層以上且總面積 500 m <sup>2</sup> 以上建築物。	設有排煙設備者	由防煙壁所區劃而成，且設有排煙口，其他地板面積部超過 500 m <sup>2</sup> 。
3. 排煙口	總面積超過 500 m <sup>2</sup> 之特殊建築，或樓層數為三層以上且總面積 500 m <sup>2</sup> 以上建築物。	每 500 m <sup>2</sup> 面積設有防煙壁區劃之場所	防煙區劃部分內，各部位之距離不超過 30m 及天花板下 80cm 以內範圍，其開口面積須有防煙區劃部分面積 1/50 以上，且以不燃材料做成。
4. 排煙風道	總面積超過 500 m <sup>2</sup> 之特殊建築，或樓層數為三層以上且總面積 500 m <sup>2</sup> 以上建築物。	排煙口未能與外部直接相接者	以不燃材料建造，貫穿防煙壁時須以不燃材料填縫。
5. 防煙附室	總面積超過 500 m <sup>2</sup> 之特殊建築，或樓層數為三層以上且總面積 500 m <sup>2</sup> 以上建築物。	有特別避難階梯者	以耐火構造牆圍成，天花板及內部壁面可以不燃材修飾。不得只設出入口，進入梯間之門圍防火門。

(資料來源:本研究自行整理)

此日本建築法規對於自然式煙控制之要求，僅有防煙壁等三項。事實上，這三項之間是互為一體，主要就是要提供強制式排煙設備，於煙控制時之輔助功能。

防煙壁依日本建築法規之規定，須從天花板面起下垂至少須 50 cm，所以讓該防煙壁可以是全高隔間牆壁，也可以是 50 cm 垂壁。因此日本建築法規之防煙區劃部分，也應包括下垂 50 cm 之防煙壁所區劃之分隔區。

日本對於防火區劃的現行法規係於日本建築基準法施行令以每一千五百平方公尺來劃分，若採用性能安全設計考量，則不受此面積限制，而改以最大火災規模來作為區劃的劃分標準。

**表 3-17 防火區劃(面積區劃)**

令第 112 條第 1 項	耐火建築物又稱為準耐火建築物	面積 1500m <sup>2</sup> 以內	特定防火設備	平時封閉，隨時封閉，煙又根據熱(度)自動封閉(令第 112 條第 14 項第 1 號)	劇場，電影院，演劇場，禮堂的觀覽席，在集會場的觀覽席，體育館，工廠等用途上不得已的部份台階，升降機的升降路(含上下前廳)，準耐火結構的地板，牆又用特定防火設備被區劃了的東西	撒水車設備，從區劃面積除外設置了水噴霧消防設備等自動式的消化設備的部分的地板面積的 1/2	
令第 112 條第 2 項	準耐火建築物(外壁耐火構造)	面積 500m <sup>2</sup> 以內	特定防火設備				體育館、工廠等如果有頂棚(頂棚沒有的情況，屋頂)及把牆的內部裝飾作為準不燃材料。
令第 112 條第 3 項	準耐火建築物(準耐火結構有不燃構造 1 小時)	面積 1000m <sup>2</sup> 以內	特定防火設備				台階、升降機的升降路(含上下前廳)，準耐火結構的地板，牆又用特定防火設備被區劃了的東西
令第 112 條第 5 項	建築物 11 層以上的部分	面積 100m <sup>2</sup> 以內	防火設備				令第 112 條第 8 項:台階室、升降機升降路(含上下前廳)，走廊、避難的

<p>令第 112 條 第 6 項</p>	<p>建築物 (內部 裝飾最 後加 工, 基 礎一起 準不燃 材料) 的 11 層以上 的部分</p>	<p>面積 200m<sup>2</sup> 以 內</p>	<p>特定 防火 設備</p>		<p>部分, 公寓的住門(面積 200m<sup>2</sup> 以內), 用耐火結 構的地板、牆、特定防 火設備(5 項防火設備) 區劃的部分。</p>	
<p>令第 112 條 第 7 項</p>	<p>建築物 (內部 裝飾最 後加 工, 基 礎一起 不燃材 料)的 11 層 以上的 部分</p>	<p>面積 500m<sup>2</sup> 以 內</p>	<p>特定 防火 設備</p>			

(資料來源:本研究自行整理)

### 第三節 美國法規

#### 一、美國 NBC 法規

美國 BOCA1993 年版之 National Building Code ( 簡稱 NBC ) 建築法規對建築物自然式煙控制之要求，如下表 3-18 所示。

表 3-18 NBC 建築法規對建築物自然式煙控制之要求

規定項目	建築對象	設置場所	構成及性能
1. 防煙阻體 (Smoke Barrier)	醫院、養護院、精神病院、監獄、看守所、感化院	於每層樓之間，每層內兩各區劃之間	須有 1 小時防火時效，從外牆連至外牆、樓板連至樓板，在天花板上空隙結構物，機械空間也須連續不得斷開
2. 防煙阱 (Smoke Trap)	所有樓高超過其逃生出入口高度 75ft，或低於其逃生出入口高度 30ft 之建築物，但醫院、養護院精神病院例外。	閉間前室	高度須比進入前室之門開口高出 20" 以上。
3. 防煙劃區 (Smoke Compartment)		每層樓之間，每層至少有兩個防煙區劃面積不得大於 22500ft <sup>2</sup> ，逃生路徑步行距離不得大於 150ft。另外對於個區劃內人員數有限制，並且相鄰防煙區劃都須有足夠之避難面積	須全部於防煙阻體包圍，在走道通路上須設有反向雙推門。

4. 防煙密閉門 (Smoke proof Enclosure)	所有樓高超過其逃生出入口高度 75ft，或低於其逃生出入口高度 30ft 之建築物，但醫院、養護院精神病院例外。	每一座逃生樓梯	無機械加壓煙控方式者，其入口前須設有前室或戶外開放式陽台。分隔物須有 2 小時防火時效，並且無其他開口。前室亦須有 2 小時防火時效其構造物須與防煙密閉間隔開。
5. 排煙管道 (Smoke Shaft)	看守所、監獄、感化院。	有固定式窗戶，或窗戶不易擊破，或完全無窗戶之情況下。	(未說明)
6. 防煙垂壁 (Curtain Board)	工廠及倉庫	有設置釋煙口及釋熱口之逃生通路內，並且無分區者。	經可防止煙流動之材料以及與該建築類型相同構造做成，其深度須有 4ft，間距不超過 250ft
7. 釋煙口 (Smoke Vent)	工廠及倉庫	逃生通路之路徑其步行距離增大時。	須比地面高 20ft 以上，每個距離不超過 120ft，釋煙口面積與地板面積比介於 1:100~1:30(視構造不同而定)，能自動開啟。
8. 防煙門 (Smoke Tight Door)	看守所、監獄、感化院。	睡覺區及活動區內有防煙阻體分隔牆之門開口上。	須為實體門，可防止煙的流動，手把及關門器於單元房可不需要。

(資料來源:本研究自行整理)

由上大致可知，BOCA 之 NBC 建築法規對自然式煙控制之規定相當清楚與完整。基本上，自然式煙控制之規定多是相互配合而成，例如防煙阻體與防煙區劃互為形成之方式，防煙密閉間與防煙阱也為互相輔助配合，以及防煙垂壁與釋煙口之間，以及防煙門與防煙阻體之間等皆是。

另外，有關於防煙區劃之規定，其設置建築對象主要針對醫院、養護院、精神病院、監獄、看守所、感化院等使用人員自主行動低的類型，並且須形成兩個劃區做避難區，以縮短避難距離，而非逃生至戶外為主要方式。

## 二、美國 UBC 法規

美國另一建築法規為 ICBC 之 Uniform Building Code 1991 年版（簡稱 UBC）建築法規，有關自然式煙控制要求，如下表 3-19 所列。

**表 3-19 UBC 建築法規有關自然式煙控制要求**

規定項目	建築對象	設置場所	構成及性能
1. 煙控劃區 (Smoke Control Zone)	低於三層樓之大型室內購物中心	全部，且每一撤水區範圍內至少須有一個劃區。	須以 1 小時耐火構造物分隔，且各商場煙控制區內之分間牆壁須從上樓板至下樓板密閉。
2. 防煙阻體 (Smoke Barrier)	不超過三層樓之大型室內購物中心	商場區與中庭區之天花空間分隔處	(未說明)
3. 排煙窗或板 (Smoke Control Window/Panel)	辦公建築、旅館建築，其高度達 75ft 者	建築外周區每 50ft 間隔須設一個	每間隔內之設置面積須達 20ft <sup>2</sup>
4. 防煙密閉間 (Smokeproof Enclosure)	樓高超過 75ft 之建築物	所有逃生出入口皆須設置（但有加壓式逃生梯及自動撤水系統者除外）	設有前室以及連續密封樓梯從最高點到最低點都有 2 個小時耐火隔牆，在密封樓梯內不得另設其他開口。進入前室之門及進入梯間之門都須具防煙性。如為自然換氣之前室，其牆上須有 16ft <sup>2</sup> 開口，並面朝戶外。
5. 防煙井 (Smoke Trap)	樓高超過 75ft 之建築物，設有防煙密閉間者	防煙密閉間前室	前室之天花板高度須比進入前室之門開口高度超出 20in 以上

(資料來源:本研究自行整理)



三、美國國家防火學會 (NFPA) 出版之 NFPA 101 大樓和建築物火災人命安全規範 (Code for Safety to Life from Fire in Buildings and Structures) ，該規範將適用於新建大樓和現有的建築；其第 9 章大樓服務和防火設備規定，除非本規範另有規定，區劃樓地板面積為 20,000 平方英尺(1860 平方公尺)，超出部分為另一區劃，並且任何單一的區域長度將不超過 300 英尺(91 公尺)。

另依 12 章至 42 章要求，每座建築物都被分成數過區劃來限制火勢延燒和限制煙的運動。

四、國際建築規範 (International Building Code)

第五章對一般建築物高度和以建築物外牆 (或外牆及防火牆) 包圍之建築面積規定如下：

表 3-20 國際建築規範建築面積規定

建物類別		結構形式								
		第 I 型		第 II 型		第 III 型		第 IV 型	第 V 型	
		A	B	A	B	A	B	HT	A	B
		UL	160	65	55	65	55	65	50	40
A-1	S	UL	5	3	2	3	2	3	2	1
	A	UL	UL	15,500	8,500	14,000	8,500	15,000	11,500	5,500
A-2	S	UL	11	3	2	3	2	3	2	1
	A	UL	UL	15,500	9,500	14,000	9,500	15,000	11,500	6,000
A-3	S	UL	11	3	2	3	2	3	2	1
	A	UL	UL	15,500	9,500	14,000	9,500	15,000	11,500	6,000
A-4	S	UL	11	3	2	3	2	3	2	1
	A	UL	UL	15,500	9,500	14,000	9,500	15,000	11,500	6,000
A-5	S	UL	UL	UL	UL	UL	UL	UL	UL	UL
	A	UL	UL	UL	UL	UL	UL	UL	UL	UL
B	S	UL	11	5	4	5	4	5	3	2
	A	UL	UL	37,500	23,000	28,500	19,000	36,000	18,000	9,000
E	S	UL	5	3	2	3	2	3	1	1
	A	UL	UL	26,500	14,500	23,500	14,500	25,500	18,500	9,500
F-1	S	UL	11	4	2	3	2	4	2	1
	A	UL	UL	25,000	15,500	19,000	12,000	33,500	14,000	8,500
F-2	S	UL	11	5	3	4	3	5	3	2
	A	UL	UL	37,500	23,000	28,500	18,000	50,500	21,000	13,000
H-1	S	1	1	1	1	1	1	1	1	NP
	A	21,000	16,5000	11,000	7,000	9,500	7,000	10,500	7,500	NP
H-2	S	UL	3	2	1	2	1	2	1	1
	A	21,000	16,500	11,000	7,000	9,500	7,000	10,500	7,500	3,000
H-3	S	UL	6	4	2	4	2	4	2	1
	A	UL	60,000	26,500	14,000	17,500	13,000	25,500	10,000	5,000
H-	S	UL	7	5	3	5	3	5	3	2

自動滅火設備與區劃延燒替代調查研究

4	A	IL	UL	37,500	17,500	28,500	17,500	36,000	18,000	6,500
H-5	S	3	3	3	3	3	3	3	3	2
	A	UL	UL	37,500	23,000	28,500	19,000	36,000	18,000	9,000
I-1	S	UL	9	4	3	4	3	4	3	2
	A	UL	55,000	19,000	10,000	16,500	10,000	18,000	10,500	4,500
I-2	S	UL	4	2	1	1	NP	1	1	NP
	A	UL	UL	15,000	11,000	12,000	NP	12,000	9,500	NP
I-3	S	UL	4	2	1	2	1	2	2	1
	A	UL	UL	15,000	10,000	10,500	7,500	12,000	7,500	5,000
I-4	S	UL	5	3	2	3	2	3	1	1
	A	UL	60,500	26,500	13,000	23,500	13,000	25,500	18,500	9,000
M	S	UL	11	4	4	4	4	4	3	1
	A	UL	UL	21,500	12,500	18,500	12,500	20,500	14,000	9,000
R-1	S	UL	11	4	4	4	4	4	3	2
	A	UL	UL	24,000	16,000	24,000	16,000	20,500	12,000	7,000
R-2 <sup>a</sup>	S	UL	11	4	4	4	4	4	3	2
	A	UL	UL	24,000	16,000	24,000	16,000	20,500	12,000	7,000
R-3 <sup>a</sup>	S	UL	11	4	4	4	4	4	3	3
	A	UL	UL	UL	UL	UL	UL	UL	UL	UL
R-4	S	UL	11	4	4	4	4	4	3	2
	A	UL	UL	24,000	16,000	24,000	16,000	20,500	12,000	7,000
S-1	S	UL	11	4	3	3	3	4	3	1
	A	UL	48,000	26,000	17,500	26,000	17,500	25,500	14,000	9,000
S-2	S	UL	11	5	4	4	4	5	4	2
	A	UL	79,000	39,000	26,000	39,000	26,000	38,500	21,000	13,500
U	S	UL	5	4	2	3	2	4	2	1
	A	UL	35,500	19,000	8,500	14,000	8,500	18,000	9,000	5,500

(資料來源:本研究自行整理)

上表面積可依建物臨路間隔及設置自動撤水設備保護而增加，其增加之面積如下列公式

$$A_a = A_t + \left[ \frac{A_t I_f}{100} \right] + \left[ \frac{A_t I_s}{100} \right]$$

此處：

$A_a$  = 每一層樓容許之面積 (英呎)

$A_t$  = 上表每一層樓表列之面積 (英呎)

$I_f$  = 依下列建物臨路間隔 (百分比) 公式計算增加之面積

$I_s$  = 依下列建物設置自動撤水設備保護 (百分比) 公式計算增加之面積

(一)、建物臨路間隔增加之面積

$$I_f = 100 \left[ \frac{F}{P} - 0.25 \right] \frac{W}{30}$$

此式中：

$I_f$  = 依臨路間隔 (百分比) 增加之面積

$F$  = 建物四周前面最少寬度為 20 英呎之公共道路或空地，

$P$  = 建物四周長度累積最少寬度

$W$  = 公共道路或空地最少寬度

(二)、建物設置自動撒水設備保護增加之面積

建物依 NFPA 13 規定設置自動撒水設備保護；對多層建物而言，可增加二倍面積 ( $I_s=200$ )；對單層建物而言，可增加一倍面積 ( $I_s=100$ )。

#### 第四節 防火區劃與面積

一、我國建築技術規則針對設有自動滅火設備場所，該處所防火區劃面積依可放寬

表 3-21 設有自動滅火設備場所，防火區劃面積放寬規定

防火區劃面積	設有效自動滅火設備	適用建物	法令
按樓地板面積一、五〇〇平方公尺區劃。	防火區劃面積由一、五〇〇平方公尺放寬至三、〇〇〇平方公尺。	防火構造建築物	施工編第七九條
按樓地板面積一〇〇平方公尺區劃 (H-2 組使用者，區劃面積得增為二〇〇平方公尺)	防火區劃面積由一〇〇平方公尺放寬至二〇〇平方公尺 (H-2 組使用者，區劃面積由二〇〇平方公尺放寬至四〇〇平方公尺)	十一層以上建築物	施工編第八三條
按樓地板面積二〇〇平方公尺區劃 (H-2 組使用者，區劃面積得增為四〇〇平方公尺)	防火區劃面積由二〇〇平方公尺區劃放寬至四〇〇平方公尺 (H-2 組使用者，區劃面積由四〇〇平方公尺放寬至八〇〇平方公尺)。	十一層以上建築物 (自地板面起一·二公尺以上之室內牆面及天花板均使用耐燃一級材料裝修)	
按樓地板面積五〇〇平方公尺區劃	防火區劃面積由五〇〇平方公尺區劃放寬至一、〇〇〇平方公尺。	十一層以上建築物室內牆面及天花板 (包括底材) 均以耐燃一級材料裝修	

(資料來源:本研究自行整理)

表 3-21 設有自動滅火設備場所，防火區劃面積放寬規定(續)

防火區劃面積	設有效自動滅火設備	適用建物	法令
按樓地板面積一、五〇〇平方公尺區劃。	防火區劃面積由一、五〇〇平方公尺放寬至三、〇〇〇平方公尺。	原有合法建築物十層以下防火構造建築物或防火建築物之樓層	第五條
按樓地板面積一〇〇平方公尺區劃 (H-2組使用者，區劃面積得增為二〇〇平方公尺)	防火區劃面積由一〇〇平方公尺放寬至二〇〇平方公尺 (H-2組使用者，區劃面積由二〇〇平方公尺放寬至四〇〇平方公尺)	原有合法建築物十一層以上之樓層	第六條
按樓地板面積二〇〇平方公尺區劃 (H-2組使用者，區劃面積得增為四〇〇平方公尺)	防火區劃面積由二〇〇平方公尺區劃放寬至四〇〇平方公尺 (H-2組使用者，區劃面積由四〇〇平方公尺放寬至八〇〇平方公尺)。	原有合法建築物十一層以上樓層 (自地板面起一·二公尺以上之室內牆面及天花板均使用耐燃一級材料裝修)	
按樓地板面積五〇〇平方公尺區劃	防火區劃面積由五〇〇平方公尺區劃放寬至一、〇〇〇平方公尺。	原有合法建築物十一層以上樓層室內牆面及天花板 (包括底材) 均以耐燃一級材料裝修	

(資料來源:本研究自行整理)

二、日本對於防火區劃的現行法規係於日本建築基準法施行令以每一千五百平方公尺來劃分，與我國大略相同，若採用性能安全設計考量，則不受此面積限制，而改以最大火災規模來作為區劃的劃分標準。

三、美國國際建築規範 (International Building Code) 針對有設置自動撒水設備保護建物；對多層建物而言，可增加二倍面積；對單層建物而言，可增加一倍面積。

## 第四章 案例探討

### 第一節 前言

目前國內對於建築物區劃延燒之設計，絕大部分係依據建築法體系之建築技術規則及消防法體系之各類場所消防安全設備設置標準，因係屬傳統之條例式法規，其最大優點在於操作容易，例如消防安全設備種類、放水量、排煙量、避難距離、出口寬度．．等，對於一般空間建築物或單純用途場所，尚能滿足需求，但對於如捷運車站、大型百貨商場、體育館、超高層建築物等建築物，就會暴露出法規不足或窒難適用之情形，為補救前開建築物法規難以適用或不足處，建築技術規則總則篇第三條及第三之四條對於特定建築物應檢具防火避難綜合檢討報告書及評定書，或建築物防火避難性能設計計畫書及評定書，經中央主管機關認可之規定；惟無論是依條例式法規或依建築技術規則總則篇第三條及第三之四條法規送審通過之建築物，後續有關使用管理上目前僅有依「建築物公共安全檢查簽證及申報辦法」實施之建築物公共安全檢查及依「消防法」實施之消防安全設備檢查，其中建築物公共安全檢查檢查項目內容包括防火避難設施類 11 項及設備安全類 6 項，判定基準分為合格、不合格及提改善計畫 3 種結果；消防安全設備檢查檢查項目包括各類場所消防安全設備設置標準中各項法定消防安全設備，檢查方式分外關檢查、性能檢查及綜合檢查，判定合格或不良狀況。

綜觀國內目前建築物防火安全檢查，目前係以表格式是由檢查人員，依各檢查基準判定性合格或不合格，且建築法與消防法系檢查實施方式與內容並無統一或整併，有關建築物火災危險度分析上亦無相關規定與量化分析基準。

## 第二節 火災危險度評估簡介

### 壹、火災危險度評估之研究<sup>1</sup>

火災危險度之定義與評估的最終結果相當多元(林元祥,1999),因此針對特定的火災危險度,使用的評估方式也並非唯一,而在消防科學的應用研究中,並沒有統一的評估方法。

簡賢文與鄭志強認為火災危險度評估方法,最簡單的分類可分為「靜態技術(Static Techniques)」和「動態技術(Dynamic Techniques)」兩類(簡賢文,1990;鄭志強,1998)。其中的「靜態技術」即透過建築物各危險要因相關資料之篩選或實地調查分析等方式,經由專家評估,給予各危險要因點數或數值,進而評比建築物其相對危險的方法。「動態技術」則是假定建築物起火後,同時考量火災成長現象與人員逃生行動情境,可能發生之危險。也就是考量火災危險情境屆時與人員安全逃生時間兩者之配合,來預估可能發生之人命危險。

Reid(1989)認為預測危險度的方法,主要可以分為兩種,第一種是機率型危險度評估模式(Probabilistic Risk Assessment Model),亦可稱理論型危險度評估模式(Theoretical Risk Assessment Model),Reid(1989)乃認為機率型危險度評估模式,是假設每一種過程之危險度可以用機率和期望成本(或期望損失)來表示,幾乎只要有涉及機率運算的模式皆為此種機率型危險度評估模式;第二種方法是統計型危險度評估模式(Statistical Risk Assessment Model),亦可稱為實證型模式(Empirical Model),其認為統計型危險度評估模式,是針對已經發生的失敗例子(Observed Failures)從事統計分析(Reid,1989;轉引自林元祥,2000)。

林元祥(2000)主張機率型模式,強調在於火災發生前之危險評估,其中一些基本假設或許已使用部分火災相關的統計資料;而統計型模式則是從已經發生的火災災例中,進行變項與損失之間係的建立與預測,強調對於火災發生後資料的整理分析及預測,若以火災發生率來說,機率型模式可解釋為給

---

<sup>1</sup> 林元祥,1999、2000

予不同建物用途所給予的危險度評點，而統計型模式即為本系統中所介紹之震後火災相關公式，即是藉由火災災例中來建立出評估公式。

## 貳、NFPA 101 A 火災危險度評估簡介

有關建築物火災危險分析上，NFPA 101 A(Guide on Alternative Approaches to Life Safety)提供一套詳細量化且可計算操作之計算評估方式，由美國 Hughes Associates, Inc. 機構於 1998 年在美國一般服務管理局(GSA；General Services Administration)及 NIST (National Institute of Standards and Technology)下建築與防火研究試驗室(BFRL；Building and Fire Research Laboratory)之贊助下開發出一套火災危險度分析軟體電腦軟體(CFSES；Computerized Fire Safety Evaluation System for Business Occupancies)<sup>2</sup>，目前為 2003 年 1.2.03 版。

CFSES 軟體係中有關火災危險度分析評估項目共計 12 項，如表 4-1 所列，每一項目依建築物現況，對照法規標準給與配分，其中包括定量配分及定性分式配分，最後視其在火災控制、避難安全性及一般之各別得分比較需求分數，總體判定建築物火災危險程度，如圖 4-1 所示：

表 4-1 CFSES 軟體中有關火災危險度評估項目

一、一般建築物特性(一般項分數)			
樓層數	建築物高度	新建或即有建築物	總樓地板面積
二、主要參數(火災控制項分數及避難逃生項分數)			
安全參數1	構造	以不燃材料建造	選定 NFPA200 Type I ~ Type V 其中 1 項
		可燃性材料建造	
安全參數2	危險物品之區隔	曝露於避難出口動線上	存放區是否有區劃防護或(及)設 撒水設備保護
		與避難出口動線上區隔	存放區是否有區劃防護或(及)設 撒水設備保護
		未存放危險物品	

<sup>2</sup> Hughes Associates, Inc. , "Computerized Fire Safety Evaluation System for Business Occupancies Software", 2003.

自動滅火設備與區劃延燒替代調查研究

安全參數3	垂直向開口、通道、管道間或通風管路等	有開口或開口區劃保護不完整	垂直開口貫穿之樓層數(5層以上、4層、3層、2層或1層)	
		有防火時效區劃間隔	防火時效(30分鐘以下、30分鐘~1小時或1以上)	
安全參數4	撒水設備	皆未設		
		全棟都設但走廊及梯間未設	撒水頭為標準型或是快速反應型	
		建築物全棟都設		
安全參數5	火警警報系統	未設火警自動警報裝置	1. 起火層直上層是否超過2層 2. 起火層直上或直下層是否超過100人 3. 建築務留容人數是否超過1000人	
		無手動報警裝置	無緊急廣播及避難引導	1. 起火層直上層是否超過2層 2. 起火層直上或直下層是否超過100人 3. 建築務留容人數是否超過1000人
		有手動報警裝置	無緊急廣播及避難引導	1. 起火層直上層是否超過2層 2. 起火層直上及直下層是否超過100人 3. 建築務留容人數是否超過1000人
		安全參數6	煙霧偵測	未設偵煙式探測器
只有走廊通道設				
只有居室防間設				
建築物全都設				
安全參數7	內部裝修	逃生出口動線裝修	依 NFPA 255 火燄延燒率選定	



		居室及家具裝修		
安全參數8	煙控系統	未設		
		設有被動式煙控系統		
		設有主動式煙控系統		
安全參數9	出口逃生通道	死巷最大逃生出口距離		
		非死巷最大逃生出口距離		
安全參數10	屋外出入口通路	僅一條通達屋外通道	出入口是否符合 NFPA101 27-2.4.2 例外項規定	
		多條路逕但通道無法符合 NFPA101 之規定		
		多條路逕且通道符合 NFPA101 之規定		
		逃生通道具防煙保護		
		居室可直接面向屋外或經陽台可通達至屋外出入口		
安全參數 11	走廊及居室之區隔	牆上有未保護開口面對逃生通道	逃生通道安全避難時間計算：洩漏面積、熱氣流溫度、煙層低於開口中心點深度、通道長度、通道寬度	
		自動關閉之窗戶及開口具防煙性		
		自動關閉之門窗具防煙性	居室間區劃構造是否符合本規範	
		具防火時效大於等於 20 分鐘	自動關閉之窗戶及開口具防煙性	居室間區劃構造是否符合本規範 居室間區劃構造是否符合本規範
			自動關閉之門窗具防煙性	
		具防火時效大於等於 1 小時	自動關閉之窗戶及開口具防煙性	
			自動關閉之門窗具防煙性	
無區劃				
安全參數12	每年避難演練	次 0		
		1~2 次	是否有正式編組	
		超過 2 次	是否有正式編組	

(資料來源：本研究自行整理)

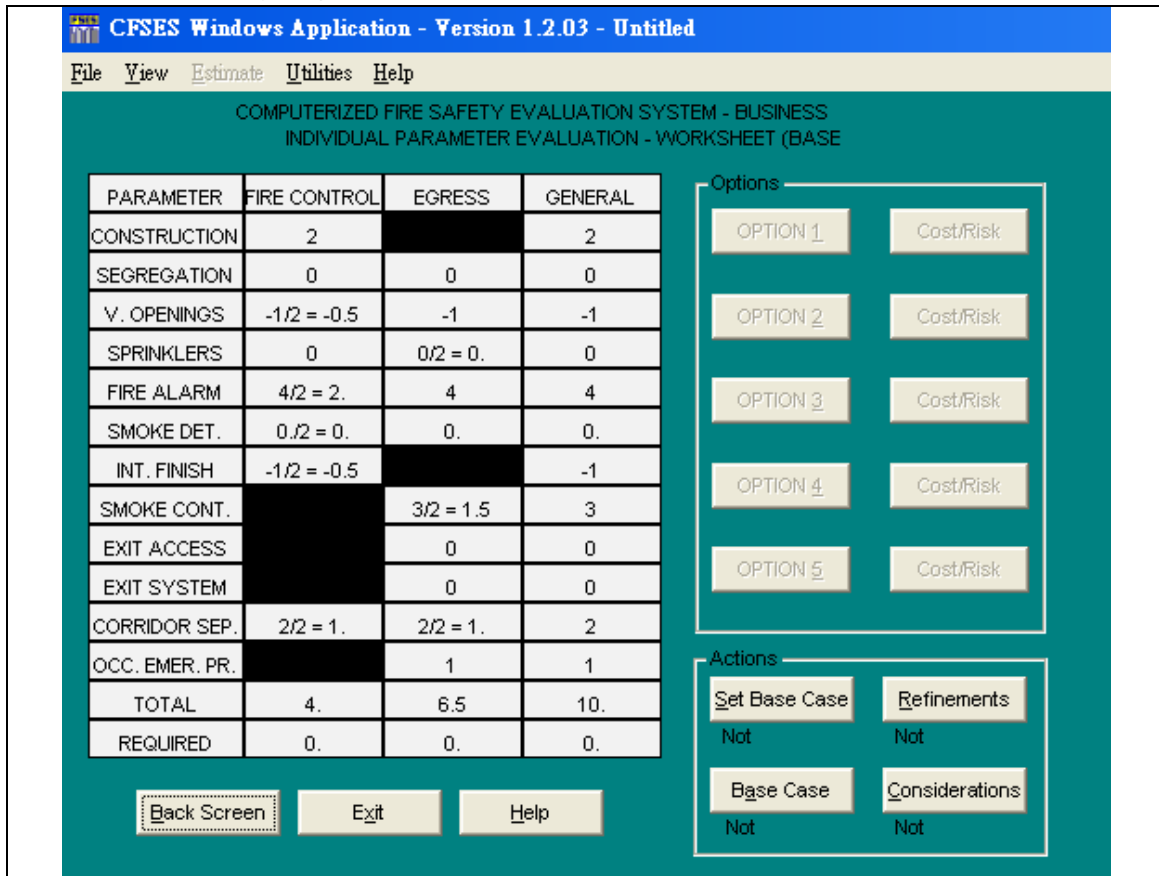


圖 4-1 CFSES 軟體火災危險度評估示意圖

(資料來源：Hughes Associates2003)

另 CFSES 軟體中對於構造、危險物品區隔、煙控系統、出口逃生通道、及屋外出入口通路、走廊及居室之區隔等 6 項評估指標提供細部分析指引，可用以對各分項評估指標作更精確調整配分，各項細部分析指引所需計算參數，詳如表 4-2 所示：

表 4-2 CFSES 軟體中 6 項評估指標細部計算所需參數表

安全參數	評估項目	計算所需參數
安全參數 1	構造	區劃空間長、寬及高度
		開口高度及寬度
		火載量
安全參數 2	危險物品之區隔	樓地板面積最大燃燒速率
		燃料所佔面積
		開口數
		牆壁、天花板及樓地板總週壁面積
安全參數 8	煙控系統	曝露於火災危害作用下之構件最小防火時效
		天花板高度
		撒水頭安裝間距
		RTI
		撒水頭動作溫度
安全參數 9	出口逃生通道	平均室內溫度
		人員避難速度
		避難步行距離
安全參數 10	屋外出入口通路	避難弱者人數
		樓層數出口
		留容人數
		避難步行距離
		戶外出入口數
		人員避難速度
		避難出口流動率
		避難弱者人數
		樓梯數量
		樓梯垂直高度
		樓梯寬度
		梯級高度及深度
		樓梯避難流動率
下樓梯速度		
安全參數 11	走廊及居室之區隔	最多可燃物處之可燃物燃燒速率
		可燃物所占有之總面積
		牆壁、天花板及樓地板總週壁面積
		開口數
		開口總面積
		起火區劃構件防火時效

(資料來源：本研究自行整理)

### 第三節 火災危險度調查準則

火災的發生對於民眾的生命財產常會造成很大程度的危險與傷害，因此如何降低火災所可能造成的損失與傷亡，便成為一項重要的課題，藉由考量有關火災發生的因子以及該區的環境條件，在火災危險度調查準則中乃針對需要的標的物作好選址調查工作，接著選定電腦模擬軟體，並擬定火災危險度調查評估表(如表 4-3 所示)，藉由實際的現地調查做好評估項目，最後經由電腦模擬軟體進行模擬得出實驗數據，其火災危險度調查流程如圖 4-2 所示：

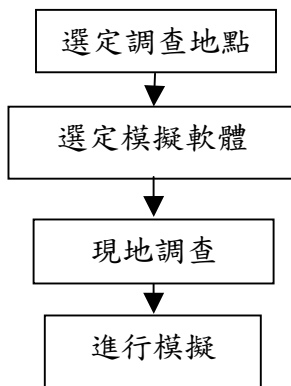


圖 4-2 火災危險度調查流程  
(資料來源：本研究自行整理)

表 4-3 火災危險度調查評估表

調查項目	調查子項	說明	檢查符合
樓層數	新建或即有建築物	總樓地板面積	紀錄建築物的特性資料
1. 構造	以不燃材料建造	參考 NFPA200 Type I ~ Type V 其中 1 項	是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
	可燃性材料建造		是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
2. 危險物品之區隔	曝露於避難出口動線上	存放區是否有區劃防護或(及)設撤水設備保護	是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>

	與避難出口動線上區隔	存放區是否有區劃防護或(及)設撤水設備保護	是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
	未存放危險物品		是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
3. 垂直向開口、通道、管道間或通風管路等	有開口或開口區劃保護不完整	垂直開口貫穿之樓層數(5層以上、4層、3層、2層或1層)	是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
	有防火時效區劃間隔	防火時效(30分鐘以下、30分鐘~1小時或1以上)	是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
4. 撤水設備	皆未設		是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
	全棟都設但走廊及梯間未設	撤水頭為標準型或是快速反應型	是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
	建築物全棟都設		是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
5. 火警警報系統	未設火警自動警報裝置	1. 起火層直上層是否超過2層	是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
		2. 起火層直上或直下層是否超過100人	是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
		3. 建築務留容人數是否超過1000人	是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
	無手動報警裝置	無緊急廣播及避難引導	1. 起火層直上層是否超過2層	是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
			2. 起火層直上或直下層是否超過100人	是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
			3. 建築務留容人數是否超過1000人	是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
	有緊急廣播及避難引導		是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
有手動報警裝置	無緊急廣播及避難引導	1. 起火層直上層是否超過2層	是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
		2. 起火層直上及直下層是否超過100人	是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
		3. 建築務留容人數是否超過1000人	是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
	有緊急廣播及避難引導		是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	

自動滅火設備與區劃延燒替代調查研究

6. 煙霧偵測	未設偵煙式探測器		是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
	只有走廊通道設		是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
	只有居室防間設		是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
	建築物全都設		是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
7. 內部裝修	逃生出口動線裝修	參考 NFPA 255 火燄延燒率選定	是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
	居室及家具裝修		是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
8. 煙控系統	未設		是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
	設有被動式煙控系統		是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
	設有主動式煙控系統		是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
9. 出口逃生通道	死巷最大逃生出口距離		是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
	非死巷最大逃生出口距離		是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
10. 屋外出入口通路	僅一條通達屋外通道	出入口是否符合，參考 NFPA101 27-2.4.2 例外項規定	是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
	多條路逕，通道符合 NFPA101 之規定		是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
	逃生通道具防煙保護		是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
	居室可直接面向屋外或經陽台可通達至屋外出入口		是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
11. 走廊及居室之區隔	牆上有未保護開口面對逃生通道	逃生通道安全避難時間計算：洩漏面積、熱氣流溫度、煙層低於開口中心點深度、通道長度、通道寬度		是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
	自動關閉之窗戶及開口具防煙性			是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
	自動關閉之門窗具防煙性	居室間區劃構造是否符合本規範		是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
	具防火時效大於等於 20 分鐘	居室間區劃構造是否符合本規範	自動關閉之窗戶及開口具防煙性	是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
	具防火時效大於等於 1 小時	居室間區劃構造是否符合本規範	自動關閉之窗戶及開口具防煙性	是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
	無區劃			是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
12. 每年避難演練	次 0		是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
	1~2 次	是否有正式編組	是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
	超過 2 次	是否有正式編組		

**(資料來源：本研究自行整理)**

危險常常所代表的：乃是一件不論是自然災害引起或人為因素造成的災害而可能對社會或人類所造成損害或威脅的過程，因此亦定義『危險是對人類或社會可能造成的傷害威脅，包括死亡、傷害、疾病、財產損失、經濟損失等…等。』而這些災害也可說是危險的真實呈現(Smith,2001)，因此可透過簡單的數學模式如公式一(王玟傑，2000)，來將危險、災害及傷害損失作一個呈現。

$$\text{危險} = f(\text{災害}, \text{傷害損失}) \quad (1)$$

因此，若把火災跟危險度作一個探討時，即所謂的火災危險度(Fire Disaster Degree, FDD)，根據 R. W. Bukowski, S. W. Stiefel, J. R. Hall, Jr., 與 F. B. Clarke 等人在 Fire Risk Assessment Method: Description of Methodology 的報告中，對火災危險度定義為：

『火災危險度應使火災造成的潛在或不良影響帶有機率值，期能預測所有考量下火災所產生的結果』(簡賢文，1986)

而在美國試驗和材料學會(ASTM)在火災標準政策上(Policy of Fire Standards)，對火災危險度所下的定義為：

『發生一場火災的機率，以及一旦發生其可能對生命、財產造成的傷害、損失。』(簡賢文，1986)

## 第四節 案例簡介與建築物現地調查

### 壹、前言

本節選定一地下百貨商場用途建築物，探討建築物進行火災危險度分析時應調查內容；為進行火災電腦模擬評估建築物火勢延燒、煙層漫延及人命安全算所需其他輸入資料，另外調查說明。

### 貳、建築物現況調查

本研究所選定之場所係與捷運車站共構之地下建築物地下 2 層地下商場，地面層為公園及捷運車站、地下 1 層為停車場、地下 2~3 層為百貨商場、地下 4 層為防空避難室兼停車場；地上為 RC 造、地下層為 SRC 造，建築物高度 8.59~8.99m，總樓地板面積 40042.57m<sup>2</sup>；地下百貨商場平面圖所圖 2 所示，其中紅框虛線區域為火災電腦模擬參考空間；該建築物依國內建築及消防等法規建造；有關建築物建築及消防設施為因應建築物火災危險度評估所需調查項目，建議參考前節 NFPA101 A 之調查評估內容。



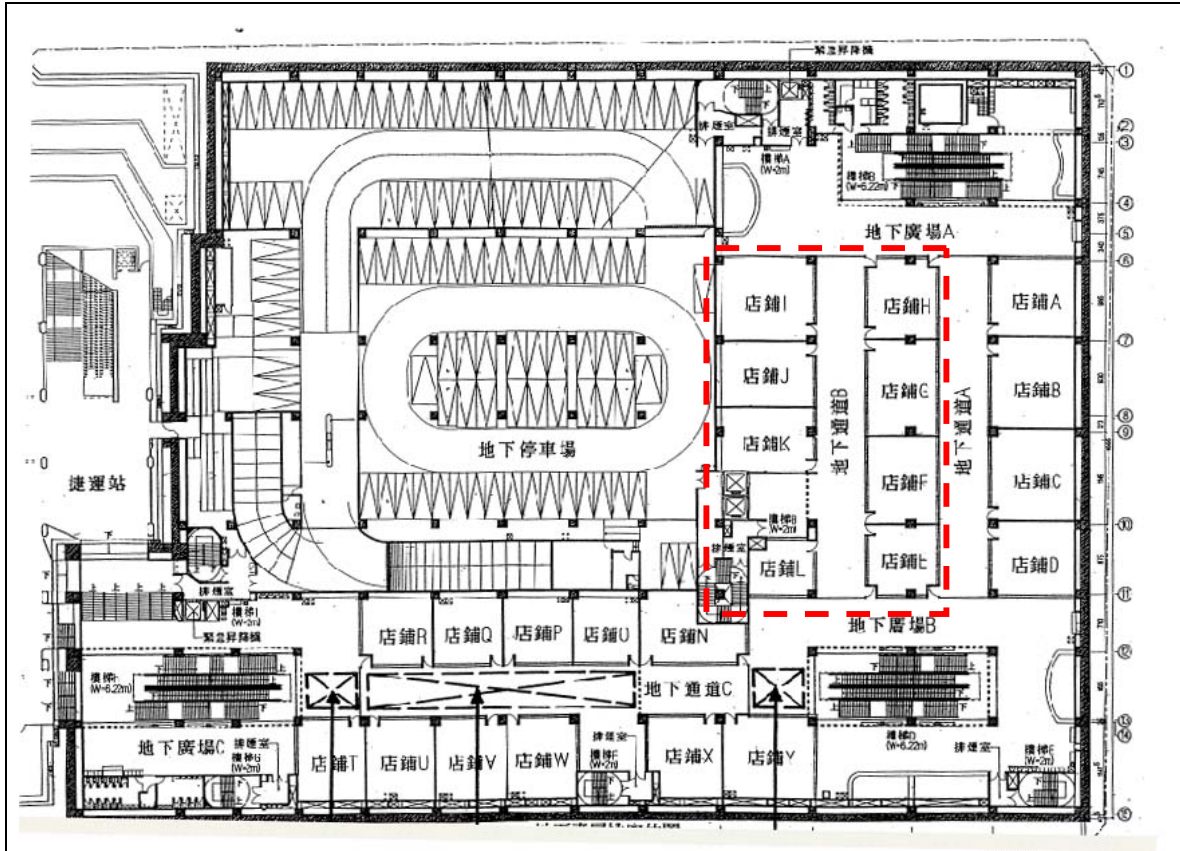


圖 4-3 案例建築物地下 2 層地下商場平面圖

(資料來源：本研究自行整理)

### 參、進行火災電腦模擬調查分析

本小節討論以火災電腦模擬軟體分析建築物起火延燒、火煙發展狀況及火煙對人命安全評估時，所需輸入之邊界條件項目；本研究係採用美國 NIST 所開發之 FDS 第 4.0.7 版為計算分析軟體，執行電腦計算相關邊界條件原則上以輸入模擬對象物現場狀況實際參數最佳；另外部分軟體參數需靠使用者自行判斷，這些參數包括火點位置、火源大小、網格大小、模擬時間、計算時間間隔(time step)等對模擬結果影響甚巨，惟此部分不在本研究範圍討論。

有關以 FDS 軟體模擬分析火災發展狀況現場調查所需相關邊界條件，整理如表 4-3 所示，詳細內容得參照軟體使用手冊及軟體技術手冊。

表 4-4 火災電腦模擬計算調查項目表

調查內容	所需項目	
建築物配置	建築物主體	高度、平面圖、立面圖
	防火區劃配置	配置、面積、寬度、長度及天花板高度
	防火區劃材料	材質、防火時效、厚度
防火避難設施	鐵捲門	位置、種類、防火時效、聯動方式、寬度、高度、厚度、下降速度、兩階段下降、避難逃生開口位置及大小
	防火門	位置、種類、防火時效、聯動方式、寬度、高度、厚度、開啟方向、常開或常關
內裝	內部裝修材料種類、材質、厚度、耐火等級、擺設、熱傳導係數、比熱、密度、氣化熱、燃燒熱、厚度、最大燃燒速率、單位面積釋熱率，引火溫度，輻設放射係數、可燃性燃料比、孔細率	
空間氣象	平時溫度、平時氣流	
代表性燃燒反應物	化學分子結構、分子量、可燃性氣體百分比、CO 產量、煙粒子量、單位質量燃料燃燒耗氧量、輻射分量、燃燒下限濃度、質量消光係數、能見度係數	
可燃物	種類、數量、擺設、材質、熱傳導係數、比熱、密度、氣化熱、燃燒熱、厚度、最大燃燒速率、單位面積釋熱率，引火溫度，輻設放射係數、可燃性燃料比、孔細率	
空調系統	出風口位置、出風量、平時場所平均溫度、與消防設備聯動狀況	
消防設備	自動撒水設備	種類位置(配置圖)、安裝高度、動作溫度、RTI、放設壓力、K 值、C 值、放射角、水粒子大小分布狀況
	火警探測器	種類位置(配置圖)、安裝高度、動作溫度、RTI、動作煙粒子濃度、探測器特徵長度
	排煙設備	聯動方式、排煙口大小、位置、排煙量、進風量、防煙區劃

(資料來源:本研究自行整理)

## 第五章 電腦數值模擬結果

### 第一節 前言

我國建築技術規則設計施工篇第三章第七十九條第一項規定，防火構造建築物總樓地板面積在 1,500 平方公尺以上者，應按每 1,500 平方公尺，以具有 1 小時以上防火時效之牆壁、防火門窗等防火設備與該處防火構造之樓地板區劃分隔。防火設備並應具有一小時以上之阻熱性。同條第二項另規定應予以區劃範圍內，如有自動滅火設備者，得免計算其有效範圍樓地板面積之二分之一。

有關第一項區劃分隔之防火設備，除使用牆壁及防火門窗外，在國內類似百貨商場、大賣場、量販店等場所，為考量空間之整體使用與人員動線，常搭配以消防探測器連動防火鐵捲門作為防火區劃分隔之防火構造使用，並行之多年；惟有關 1,500 平方公尺之區劃限制，是否趨於保守？得否放寬？近年來成為建築物業主、設計人員與建築主管機關間之攻防爭議點；本章以防火工程基礎，藉火災電腦模擬理性客觀分析區劃面積、火災危害度與人員避難時間之關聯性，試以為建築物區劃面積限制提供參考意見；另有關應予區劃範圍內，設有自動滅火設備者，得免計算其有效範圍樓地板面積之二分之一之規定，本章一併討論之。

### 第二節 區劃空間與火災模擬規劃

本研究藉由火災模擬軟體 FDS，計算分析 1,500、2,000、3,000、4,000 及 6,000 平方公尺 5 種以混凝土及防火鐵捲門區劃分隔之空間，在一定之火災規模大小，設定二處不同之起火位置，分析比較在不同之區劃面積下走廊或通道其熱氣流溫度、煙層下降時間、火場能見度等火場危害因子與人員避難時間之關聯性；模擬之區劃空間格局係參考第四章第 3-2 小節(圖 2 地下通道 B)案例建築物之防火區劃空間格局，相關分析規劃如圖 5-1 及表 5-1 所示：

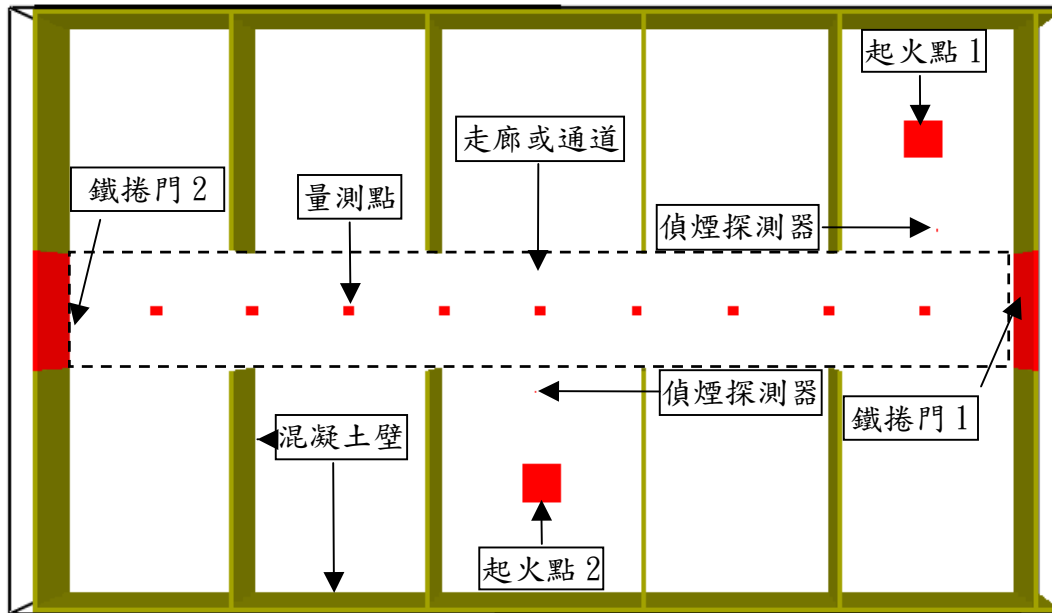


圖 5-1 區劃空間與火災模擬規劃配置圖

(資料來源：本研究自行整理)

表 5-1 模擬設定參數

項目	參數	設定值	說明
區劃空間	區劃面積	1,500、2,000、3,000、 4,000、6,000m <sup>2</sup>	長寬比為 5:3
	區劃格局	參考第四章第 3-2 節地下通道 B	-
	天花板高	3.5 m	第四章第 3-2 節地下 通道各店舖實際高度
	走廊或通道寬	6m	為第四章第 3-2 節地 下通道 B 實際寬度
	防火區劃材料	混凝土及防火鐵捲門	包括隔間牆、天花板 及樓地板為混凝土
FDS	版本	4.0.7	NIST
	格點大小	25cm	均一格點
	最大釋熱率	5 MW	t <sup>2</sup> 火災；快速； $\alpha$ =4.44*10 <sup>-5</sup> MW/Sec <sup>2</sup>
	火點面積	2m <sup>2</sup>	1m*1m
	模擬時間	1800 秒	-
	探測器	光電式局限型偵煙式探測器	連動防火鐵捲門
量測輸出	位置	區劃空間走廊或通道中心剖面	-
	量測量	熱氣流平均溫度	小於等於 65°C
		煙層下降時間	樓地板上方 1.8 公尺
		火場平均能見度	最小值 10 公尺

(資料來源：本研究自行整理)

### 第三節 模擬結果分析

#### 壹、釋熱率

各區劃空間火災係假設為  $t^2$  火災(T-Squared Fires)，在第 335 秒時達最大釋熱率 5MW，火勢成長係數  $\alpha$  為  $4.44 \times 10^{-5} \text{MW/Sec}^2$ (快速成長)，在沒有自動滅火及排煙設備之啟動下，各區劃面積之釋熱率曲線如圖 2 及圖 3 所示；另因防火鐵捲門關閉，導製密閉空間氧氣不足，區劃空間其釋熱率曲線出現不穩定及釋熱率減少狀況，區劃空間愈小者愈明顯，從圖 5-2 及圖 5-3 得知，區劃面積 1,500 及 2,000 平方公尺，從第 1000 秒開始，其釋熱率顯著減少，3,000、4,000 及 6,000 平方公尺並無明顯變化。

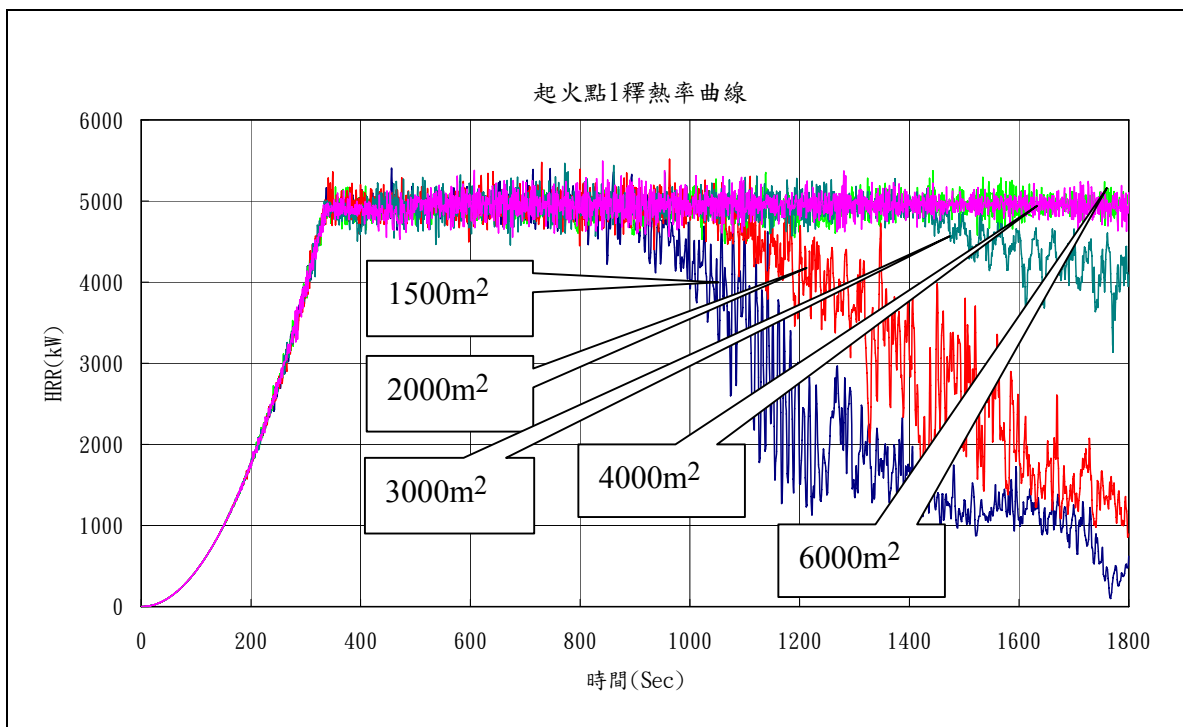


圖 5-2 起火點 1 區劃空間釋熱率曲線

(資料來源：本研究自行整理)

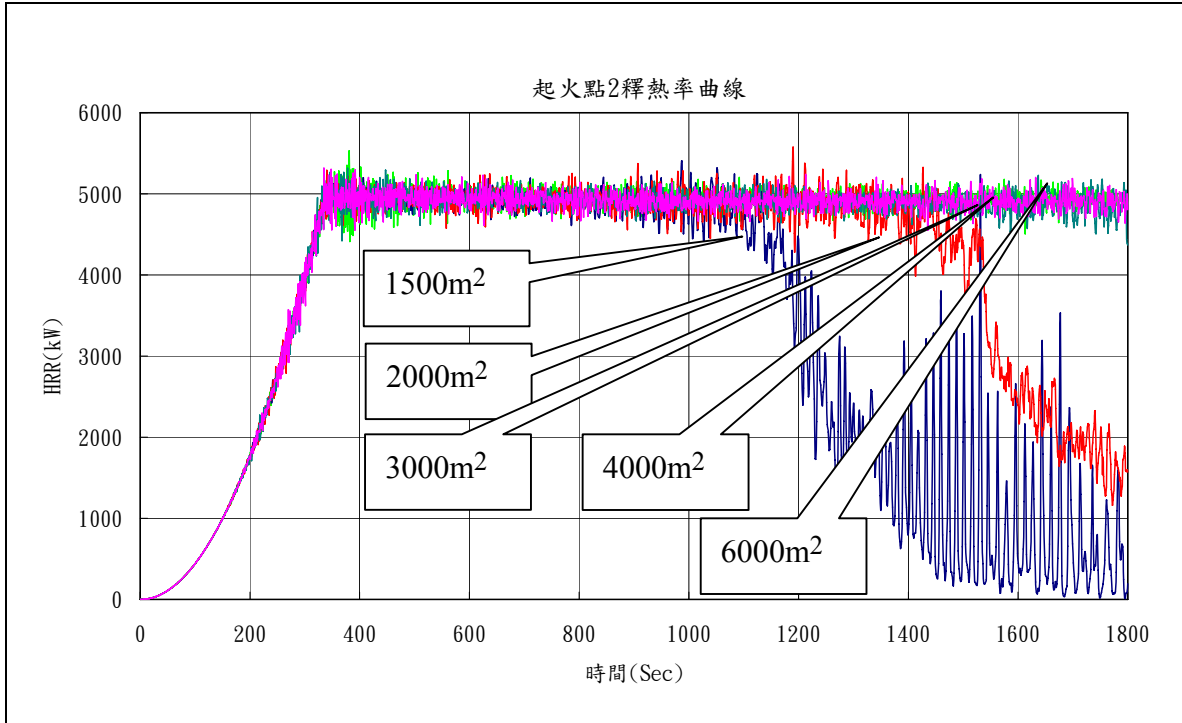


圖 5-3 起火點 1 區劃空間釋熱率曲線

(資料來源：本研究自行整理)

### 貳、避難安全界定基準<sup>3</sup>

區劃空間火災人體危害極限時間不得超過人員避難至安全區域所需時間，火場中影響人命安全之性能要件包括熱煙層高度、輻射熱、熱對流、毒性氣體及能見度等。

在防火工程手冊 SFPE Handbook(1995)，Purser 摘錄出燃燒產生之毒性氣體並提出火場入場危害評估方法，包括一氧化碳(CO)、氰化氫(HCN)、氧氣(O<sub>2</sub>)、二氧化碳(CO<sub>2</sub>)、熱流動、煙層溫度及煙層遮光程度等，紐西蘭設計的設計指針(Design Guide)中火場危害指標即採用 SFPE Handbook 之內容，規定如表 5-2 所列。

英國 BSI 施行之設計法規(1994)採用燃燒產生之毒性氣體、煙遮光及熱傳播對人體之極限值定為標準數值，如表 5-3 及表 5-4 所示：

<sup>3</sup> George V. Hadjisophocleous and Nouredine Benichou, "Title Literature Review of Performance Based Fire Codes and Design Environment", NRC, 1998.pp96~97.

表 5-2 人體承受危害程度指標值分析表

危害類型	承受極限
熱對流	熱對流溫度 $\leq 65^{\circ}\text{C}$ (不能超過 30min 以上曝露時間)
煙吸光率	在煙層下能見度不能低於 2 m
氧氣	CO $\leq 1400$ ppm (小孩能承受之時間只有大人的一半) HCN $\leq 80$ ppm O <sub>2</sub> $\geq 12\%$ CO <sub>2</sub> $\leq 5\%$ (以上氣體濃度範圍一般僅能承受30min)
輻射熱	熱煙層輻射熱流 $\leq 2.5$ kW/m <sup>2</sup> (此範圍下, 熱煙層溫度約 $200^{\circ}\text{C}$ ; 高於此值, 可承受時間將低於20秒)

(資料來源Buchanan, 1994)

表 5-3 燃燒產生毒性氣體人體危害極限值

化學產物	5 min 曝露		30 min 曝露	
	無法忍受	死亡	無法忍受	死亡
CO	6000 ppm	12000 ppm	1400 ppm	2500 ppm
低氧	< 13 %	< 5 %	< 12 %	< 7 %
CO <sub>2</sub>	> 7 %	> 10 %	> 6 %	> 9 %

(資料來源：BSI, 1994)

表 5-4 煙遮光率所能承受之極限值

場所	房間內最小能見度
小房間	2 m
其他房間	10 m

(資料來源：BSI, 1994)

### 參、熱氣流溫度

如表 5-2 所列, 火場中熱氣流溫度不得超過  $65^{\circ}\text{C}$ (不可曝露超過 30 分鐘); 經模擬計算各區劃空間走廊或通道中心剖面點熱氣流平均溫度如表 5-5 所及圖 5-4 所示; 因起火點 1 位處區劃空間邊緣, 導致熱氣流溫度分布不均, 其 15 及 30 分鐘之熱氣流分布狀況如圖 5-5 所示。



在一定之釋熱率大小下，區劃空間愈大者，因稀釋熱能之容量愈大，火場中熱氣流溫度愈不易達到 65°C 臨界點。保守分析，不考量曝露超過 30 分鐘之時間，僅以熱氣流溫度不得超過 65°C 為限，不論起火點為 1 或是起火點 2，在最大釋熱率為 5MW 條件下，區劃面積在 3,000 平方公尺以上者(同時天花板高度達 3.5 公尺以上)，在 30 分鐘時間內，熱氣流平均溫度低於 65°C。

表 5-5 火場中熱氣流平均溫度

區劃面積	起火點 1(°C)					起火點 2(°C)				
	1500	2000	3000	4000	6000	1500	2000	3000	4000	6000
時間 (Sec)										
180	21.95	21.44	20.96	20.73	20.47	22.08	21.53	21.00	20.76	20.49
360	32.88	29.99	26.95	25.26	23.50	33.45	30.28	27.12	25.43	23.70
540	44.93	39.79	34.04	30.84	27.47	47.19	40.42	34.27	31.01	27.76
720	53.33	46.44	39.22	34.99	30.42	57.44	48.47	39.66	35.18	30.73
900	59.48	51.42	42.94	37.98	32.62	64.60	54.42	43.89	38.43	33.04
1080	64.07	55.28	45.76	40.25	34.32	70.07	58.80	47.22	41.01	34.91
1260	66.48	58.08	48.07	42.01	35.67	74.12	62.31	49.86	43.09	36.43
1440	67.19	59.89	49.88	43.46	36.76	75.10	65.40	52.00	44.80	37.69
1620	66.96	60.78	51.28	44.70	37.67	74.30	67.74	53.79	46.25	38.75
1800	66.30	60.86	52.39	45.78	38.74	72.77	68.43	55.35	47.52	39.67
65°C (sec)	1140	∞	∞	∞	∞	910	1420	∞	∞	∞

(資料來源：本研究自行整理)

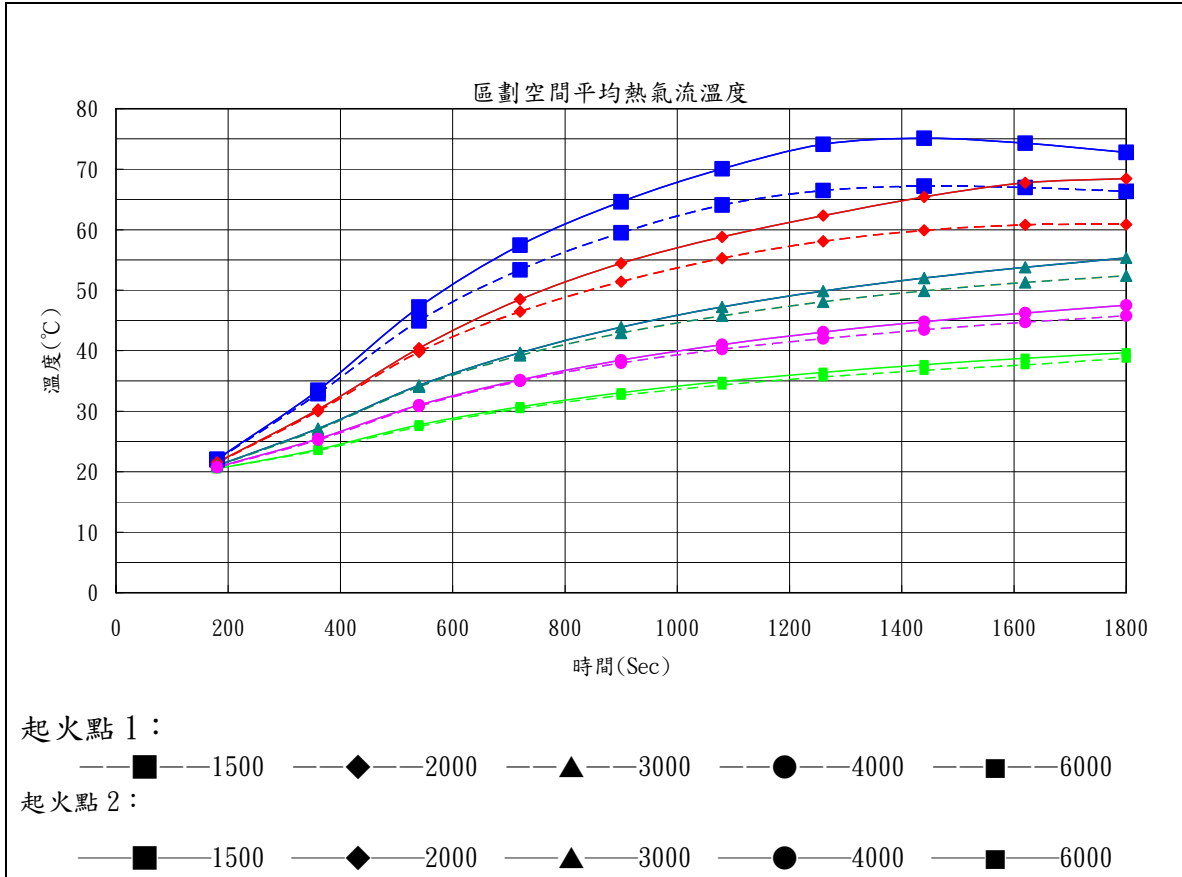


圖 5-4 各區劃空間平均熱氣流溫度曲線

(資料來源：本研究自行整理)

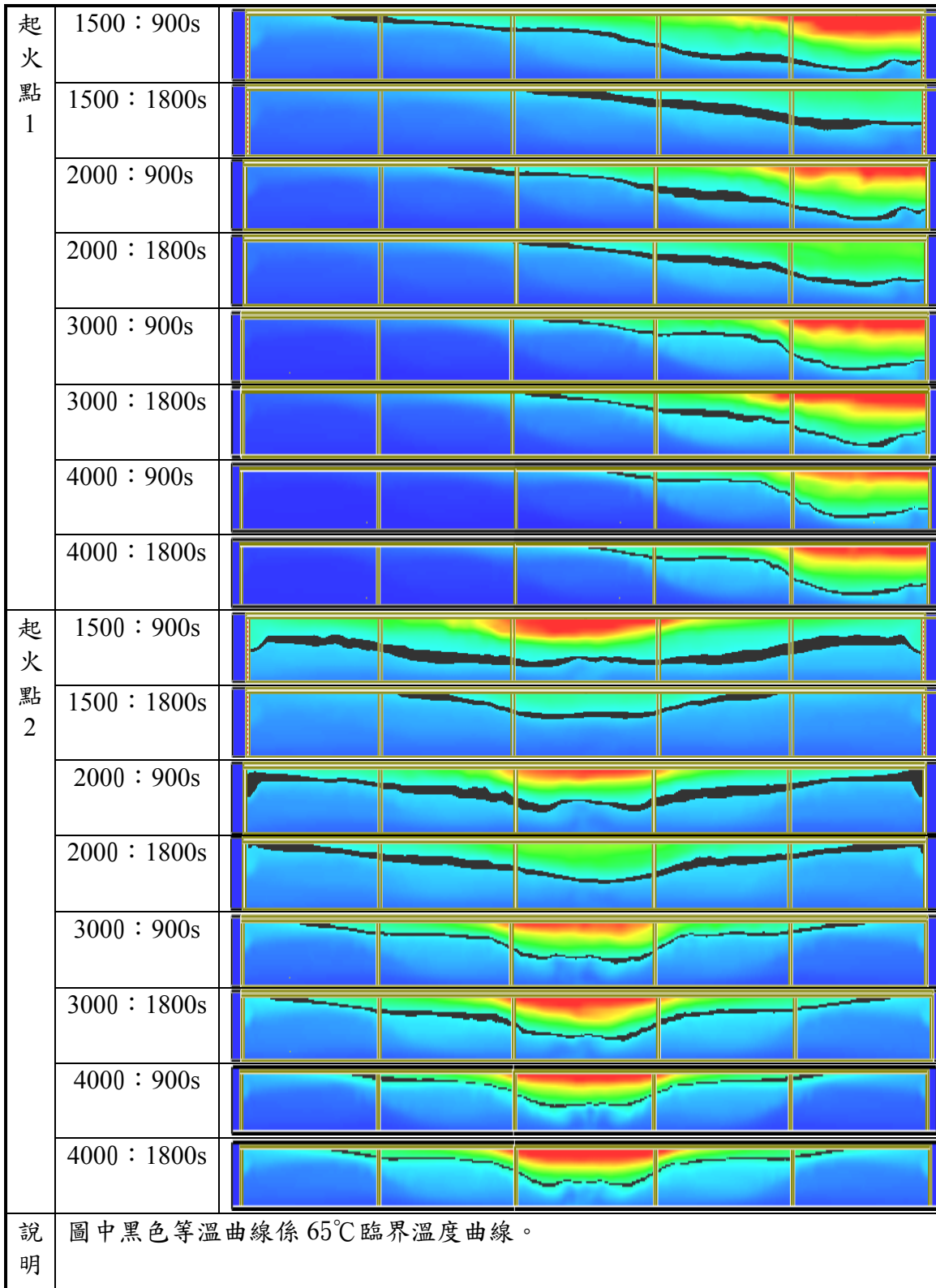


圖 5-5 火場中 30 分鐘末熱氣流平均溫度示意圖  
(資料來源：本研究自行整理)

### 肆、熱煙下降時間

另一火場安全評估指標係考量火場中煙層下降之時間，依內政部建築研究所『建築物防火避難安全性能驗證技術手冊』規定<sup>4</sup>，造成避難障礙之高度係指煙層下降至樓地板面以上 1.8 公尺；經模擬計算各區劃空間走廊或通道中心剖面點煙層下降平均高度如圖 5-6 及圖 5-7 所示，將各區劃空間，於不同起火位置下，煙層下降之 1.8 公尺臨界點所需時間整理如表 5-6 所示；由表 5-6 得知，在一定之釋熱率大小下，區劃空間愈大者，因可蓄煙容積愈大，煙層下降 1.8 公尺臨界點之時間愈長。

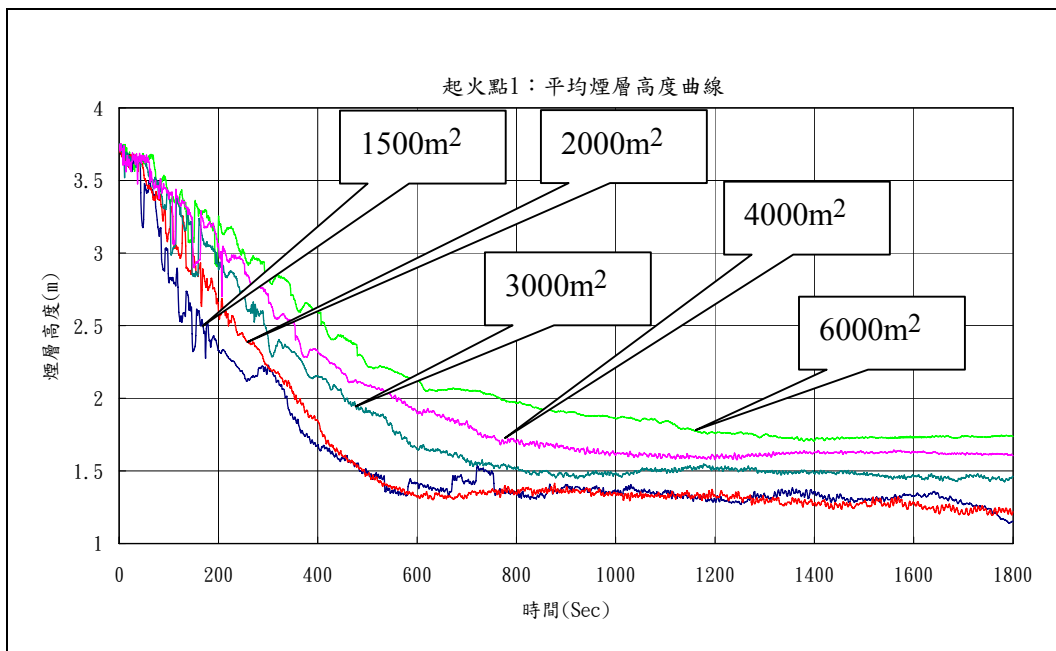


圖 5-6 起火點 1 熱煙下降平均高度曲線

(資料來源：本研究自行整理)

<sup>4</sup> 內政部建研究所，『建築物防火避難安全性能驗證技術手冊』，2004，p3.

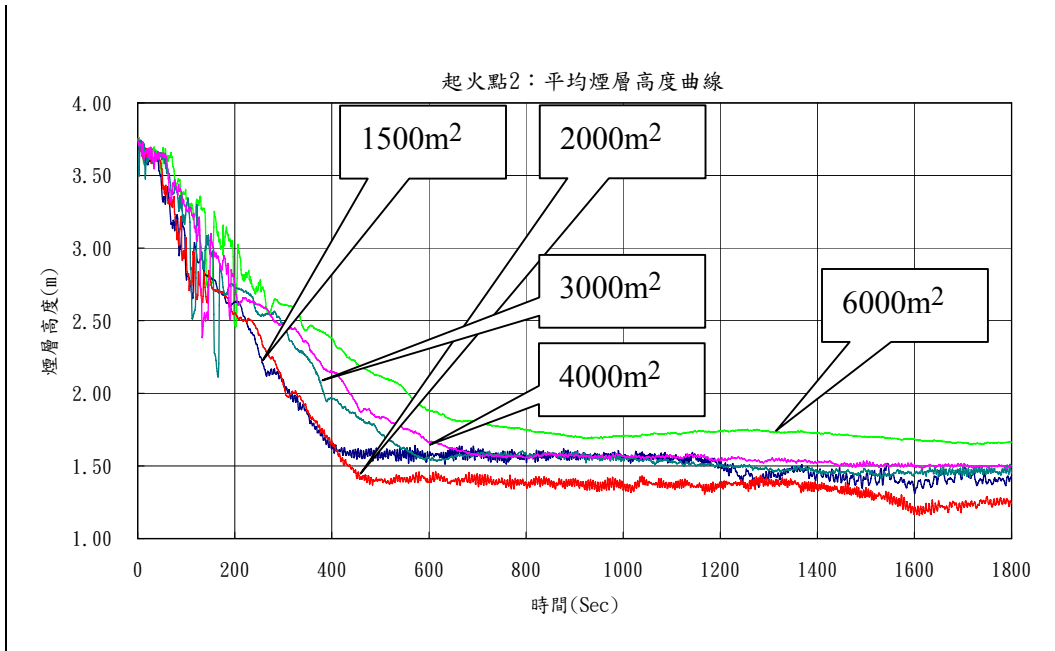


圖 5-7 起火點 2 熱煙下降平均高度曲線

(資料來源：本研究自行整理)

表 5-6 熱煙平均下降達 1.8 公尺所需時間分析表

區劃面積(m <sup>2</sup> )	起火點 1(Sec)	起火點 2(Sec)
1500	367	363
2000	405	374
3000	551	474
4000	710	532
6000	1127	713

(資料來源：本研究自行整理)

### 伍、能見度

如表 5-4 所列火場能見度臨界值在小房間為約 2 公尺，在其他空間為 10 公尺；經模擬計算各區劃空間走廊或通道中心剖面點平均能見度達 10 公尺所需時間分別如表 5-7 及圖 5-8：由表 5-7 得知，在一定之釋熱率大小下，區劃空間愈大者，因可蓄煙容積愈大，能見度達 10 公尺臨界點之時間愈長。另位置 2 之起火點比起火點 1 能見度達 10 公尺臨界點之時間快。

表 5-7 各區劃空間能見度

區劃面積	起火點 1(m <sup>2</sup> )					起火點 2(m <sup>2</sup> )				
	1500	2000	3000	4000	6000	1500	2000	3000	4000	6000
時間 (Sec)										
180	27.09	27.64	28.18	28.52	28.84	26.42	27.13	27.90	28.27	28.73
360	20.63	22.23	23.88	24.89	26.10	18.71	20.49	22.86	23.95	25.30
540	15.07	16.89	19.43	21.04	23.00	13.32	14.71	17.11	18.95	21.43
720	11.81	13.25	15.72	17.83	20.21	10.48	11.49	13.30	14.87	17.53
900	9.82	10.95	13.02	15.10	17.93	8.76	9.54	10.92	12.20	14.50
1080	-	9.40	11.09	13.00	16.11	-	-	9.31	10.38	12.32
1260	-	-	9.69	11.38	14.49	-	-	-	9.06	10.71
1440	-	-	-	10.12	13.07	-	-	-	-	9.50
1620	-	-	-	9.29	11.91	-	-	-	-	-
1800	-	-	-	-	10.55	-	-	-	-	-
10m(sec)	890	1000	1220	1470	+1800	760	860	1000	1120	1394

(資料來源：本研究自行整理)

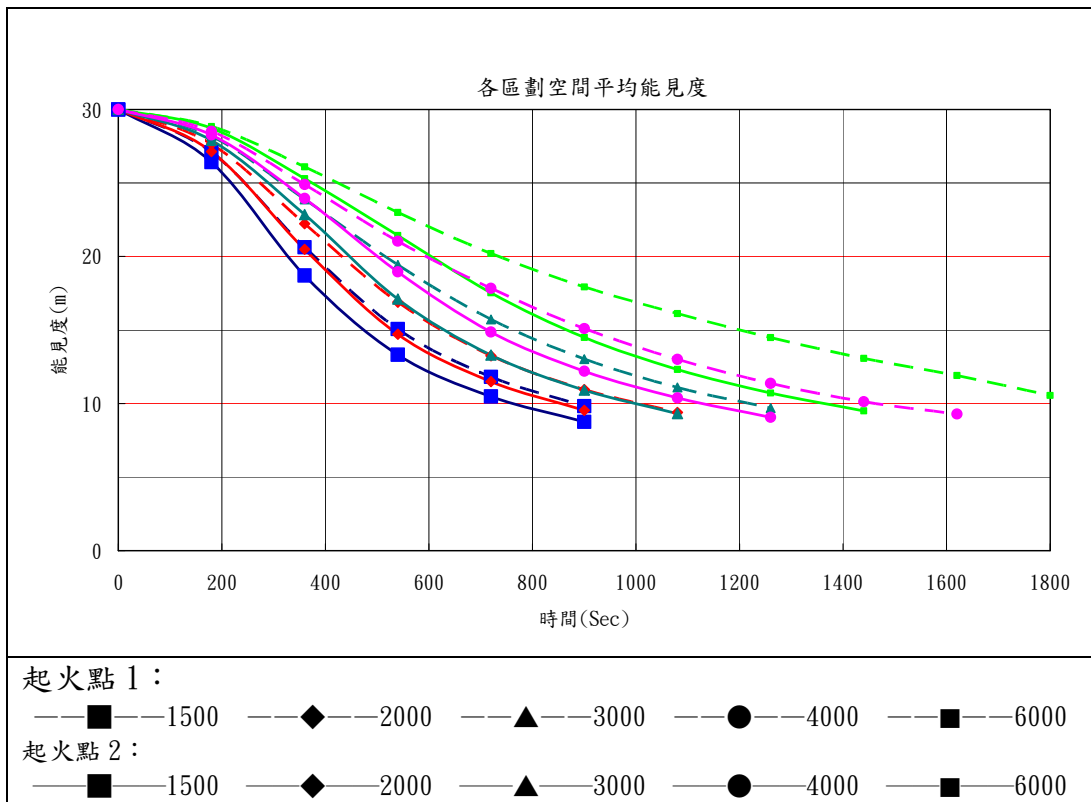


圖 5-8 各區劃空間能見度示意圖

(資料來源：本研究自行整理)

## 陸、CO 及 CO<sub>2</sub> 分析

如表 5-2 所列，火場其他危害指標包括一氧化碳及二氧化碳等，其破臨界值分別不得大於 1400ppm 及 5%，惟經模擬分析，達危害臨界值所需時間遠久於熱氣流溫度達 65°C、煙層下降達 1.8 公尺及能見度低於 10 公尺所需時間，於此不再贅述。

## 柒、危害指標臨界時間分析

綜觀以上，將熱氣流平均溫度、煙層下降及能見度等危害指標達臨界點時間彙整如表 5-8 所示；經比較說明如下：

- 一. 無論起火點位置為何，區劃空間面積愈大者，其熱容量亦大，各危害指標達臨界點時間愈久。
- 二. 對於相同之區劃空間面積，起火點於區劃中心附近者(起火點 2)，其達危害臨界點時間較起火點位於區劃邊緣者(起火點 1)快速。
- 三. 在最大釋熱率為 5MW，天花板高度 3.5 公尺條件下，區劃空間面積在 3,000 平方公尺以上者，其 30 分鐘末氣流平均溫度不超過 65°C。
- 四. 在比較氣流平均溫度、煙層下降及能見度等危害指標達臨界點時間後發現，以煙層下降至 1.8m 臨界點所需時間最短，具人員避難安全設計決定性角色，各不同區劃空間面積皆然。

表 5-8 各危害指標臨界時間分析

區劃面積 (m <sup>2</sup> )	臨界時間(Sec)		
	氣流平均溫度達 65°C	煙層下降至 1.8m	能見度底於 10 公尺
1500-(起火點 1)	1140	367	890
1500-(起火點 2)	910	363*	760
2000-(起火點 1)	∞	405	1000
2000-(起火點 2)	1420	374*	860
3000-(起火點 1)	∞	551	1220
3000-(起火點 2)	∞	474*	1000
4000-(起火點 1)	∞	710	1470
4000-(起火點 2)	∞	532*	1120
6000-(起火點 1)	∞	1127	+1800
6000-(起火點 2)	∞	713*	1394

(資料來源：本研究自行整理)



## 第四節 區劃空間內自動滅火設備分析

### 壹、前言

自動滅火設備於各類場所消防設置標準中計有自動撒水設備、水霧滅火設備、泡沫滅火設備、二氧化碳滅火設備及乾粉滅火設備；建築技術規則有關應區劃範圍內，設有自動滅火設備者，則區劃面積得放寬二分之一之規定條文，並無指定係何種類行自動滅火設備；本節依據現場實際調查之結果，將自動撒水設備，參照各類場所消防設置標準中相關規定，納入火災電腦模擬軟體中，試圖計算分析區劃空間面積與自動滅火設備面積放寬之交互關係。

### 貳、區劃空間與自動撒水設備配置

本小節採用參照圖 5-1，以 1,500 平方公尺區劃面積，並以起火點 2 為計設起火點，藉由火災模擬軟體 FDS，計算當起火延燒可燃物為 PU 泡棉之情境下，以各類場所消防設置標準規定所配置之自動撒水設備動作滅火效能，分析配置參照如圖 5-1、圖 5-9 及表 5-9 所示：

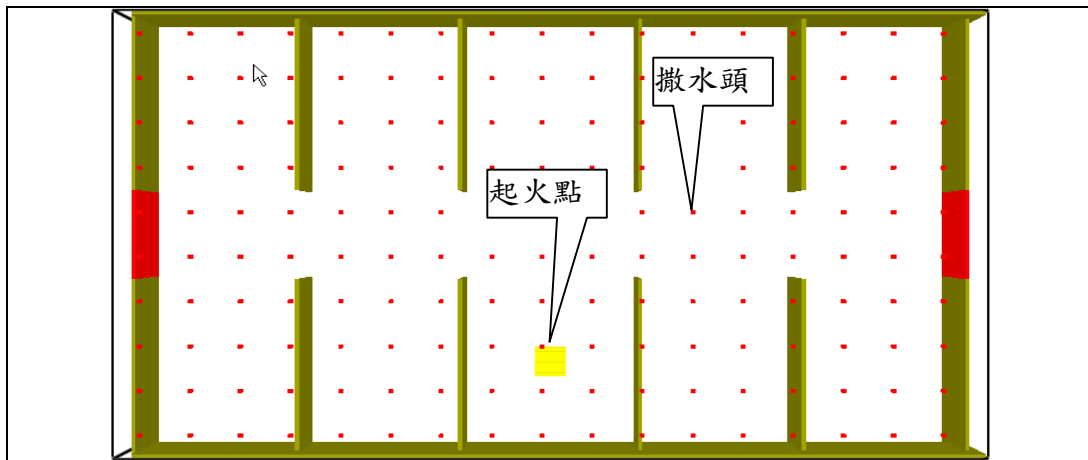


圖 5-9 撒水頭配置圖

(資料來源：本研究自行整理)

表 5-9 模擬設定參數

項目	參數	設定值	說明	
區劃空間	區劃面積	1,500 m <sup>2</sup> (25m 格點)	長寬比為 5 : 3	
	天花板高	3.5 m	-	
	起火點	起火點 2	-	
FDS	起火物質	泡棉 <sup>5</sup> 2*2*0.5m (熱慣性=9.5*10 <sup>2</sup> W <sup>2</sup> *s/m <sup>4</sup> K <sup>2</sup> )	延燒模式	
	起火源	120KW	0.25m*0.25m	
	撒水頭	安裝高度	3.45m	-
		間距	3 m	-
		RTI	80(m*s) <sup>1/2</sup>	-
		動作溫度	74°C	-
		K-值	80 of L/min	-
		C-值	0	-
操作壓力		1 kg/cm <sup>2</sup>	-	

(資料來源：本研究自行整理)

### 參、模擬結果

經圖 5-9 之配置與及表 5-9 之設定參數模擬後，其燃燒勢熱率曲線如圖 5-10 所示，並得知當模擬時間第 93 秒時撒水頭動作，動作時釋熱率為 1,018KW，撒水頭動作後持續滅火，在第 99 秒時，完全抑制火勢，如圖 5-11 所示。

撒水設備係建築物中最重要之消防滅火設備，可安全有效控制火災延燒；澳洲新南威爾斯省統計自 1987~1995 年已設有撒水系統之百貨用途建築物發現，撒水系統滅火之有效性高達 95%<sup>6</sup>，只要撒水系統依法定標準所設計、安裝與保養，維持性能正常，在一般可燃物起火向外延燒之際，撒水系統皆可適時動作滅火或抑制火勢成長。

建築物內依法設有撒水設備者，其火災延燒失控之可能性大為降低，經國外相關統計資料佐證，建築物內一定面積之防火區劃，在有自動滅火設備者，則區劃面積得放寬二分之一之規定原則上係屬合理，惟建築物區劃面積大小限制與自動撒水設備間是否可以完全交互替代或完全不設區劃面積限

<sup>5</sup> Dougal Drysdale, "An Introduction to Fire Dynamics", second Edition, p3

<sup>6</sup> Fire Code Reform Research Program, "Fire Safety in Shopping Centers", Australian, 1998, pp A5~A6.

制，在考量撒水系統另有 5% 失效之風險下，建議設有撒水設備之建築物可完全交互替代或完全不設區劃面積限制，但需另定其他控制措施因應。

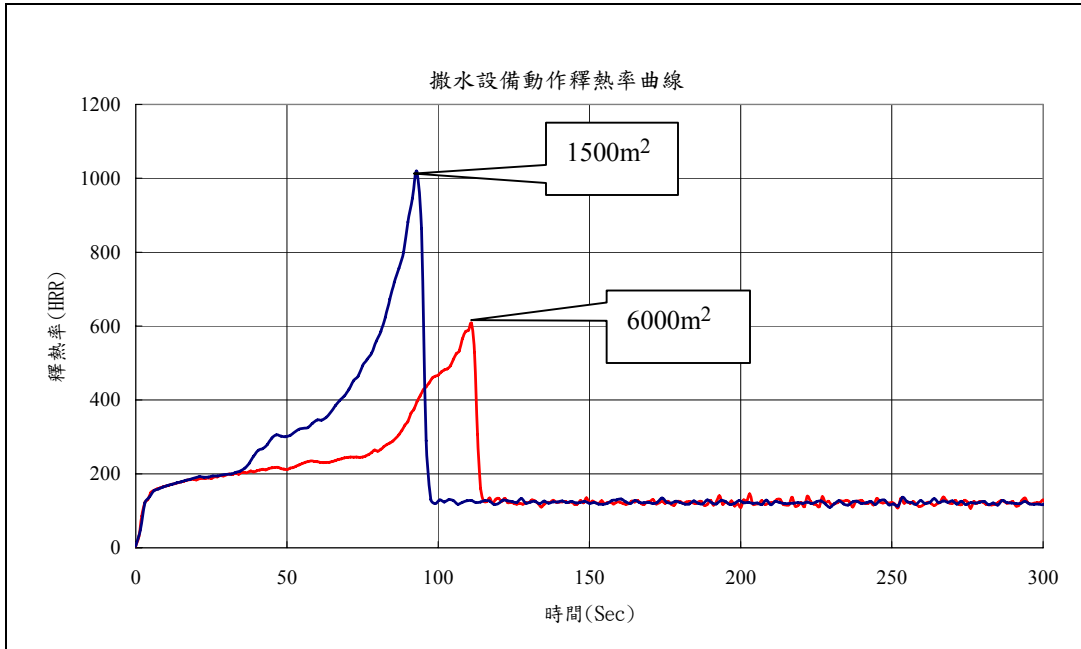


圖 5-10 撒水設備動作前後釋熱率曲線圖  
(資料來源：本研究自行整理)

建築物區劃延燒控制技術之研究( I )

---自動滅火設備與區劃延燒替代調查研究

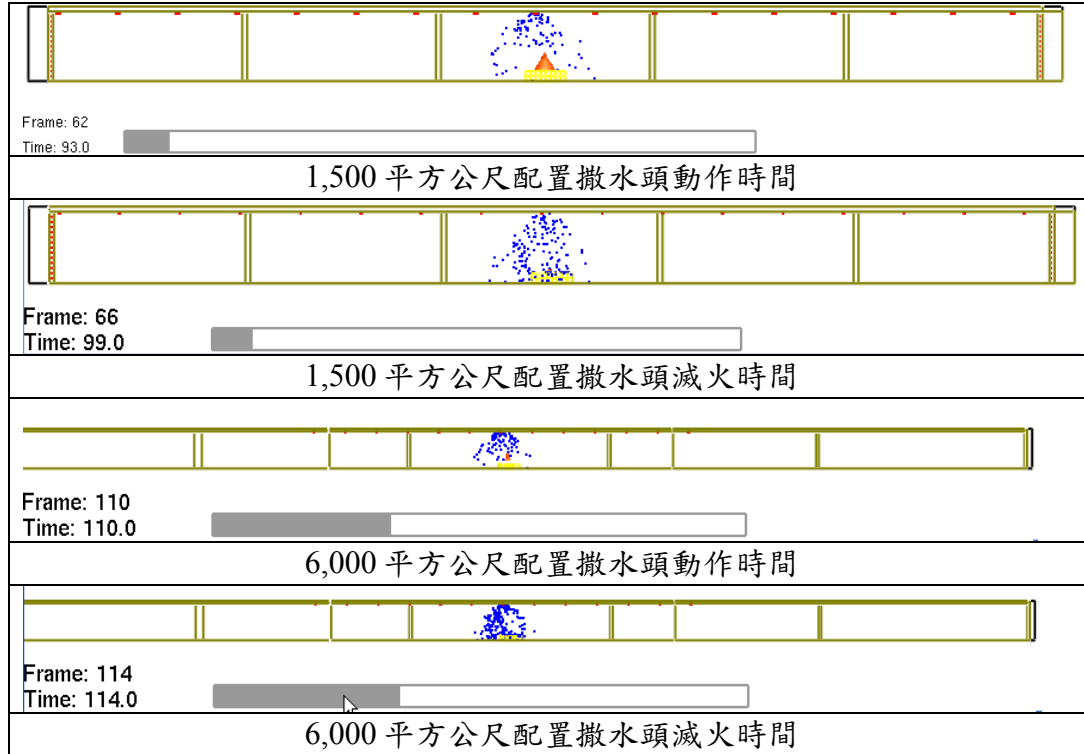


圖 5-11 撒水頭動作前後火勢圖

(資料來源：本研究自行整理)

## 第五節 避難時間計算

表 5-10 步行速度

單位:公尺/分

建築物之居室使用用途別	用途特徵	避難方向	步行速度
(一) 戲院等其他類似用途之場所	樓梯	上行	27
		下行	36
	座位席部份	-	30
	樓梯及座位席以外之部份	-	60
(二) 百貨公司、展示場等其他類似用途及集合住宅、旅館、飯店等其他類似用途之場所 (醫院、療養院、	樓梯	上行	27
		下行	36
	樓梯以外之建築物其他部份	-	60
(三) 學校、辦公室等其他類似用途之場所	樓梯	上行	35
		下行	47
	樓梯以外之建築物其他部份	-	78

表 5-11 可參考引用步行的類似場所用途範例

建築物居室用途	用途的特徵	其他類似用途範例
劇院等其他類似用途	使用人為不特定多數人	電影院、演藝廳、展覽場、禮堂、集會場、宴會廳
上述座席部份	高密度人員滯留	上述之座席部份
百貨公司、展示場等其他類似用途	使用人為不特定多數人	市場、飲食店、餐廳、酒店、咖啡店、夜總會、酒吧、舞廳 圖書館、美術館、博物館 遊藝場、保齡球館、溜冰場、游泳池 滑雪場、高爾夫球場、撞球場 公共浴室 寺廟、宗祠、教堂 電影攝影場、電視播送場
集合住宅、旅館等其它類似用途	使用人為不特定多數人，且為保持睡眠狀態	旅館、民宿、寄宿舍
(排除適用場所) 醫院、療養院及兒童福利措施	自力避難有困難者	養護機構、身體殘障者復建療養中心、啟明學校 老人服務機構、療養院
學校、辦公室等其他用途	使用人員為特定且熟悉環境的人	學校的體育館

(資料來源:本研究自行整理)

表 5-12 有關居室收容人員密度

類別	組別	收容人員密度
A	A-1 集會表演	1. 有固定席位者: 固定席位部份:以實際席位數計。 站席部份 :2.00(人/m <sup>2</sup> ) 2. 無固定席位者 (1) 座椅型式:1.45(人/m <sup>2</sup> ) (2) 桌椅型式:0.75(人/m <sup>2</sup> ) (3) 站席:2.00(人/m <sup>2</sup> ) 3. 舞台:0.75(人/m <sup>2</sup> )
	A-2 運輸場所	1. 大廳、候機(車)室及月台: (1) 有座椅部份:1.45(人/m <sup>2</sup> ) (2) 無座椅部份:2.00(人/m <sup>2</sup> ) 2. 行政辦公室:0.3(人/m <sup>2</sup> ) 3. 其他附屬設施:依實際用途比照其他類組。
B	B-1 娛樂場所	1. 夜總會、舞廳: 舞臺:0.75(人/m <sup>2</sup> ) 舞池:2.0(人/m <sup>2</sup> ) 休息區:0.75(人/m <sup>2</sup> ) 2. 酒家:1.00(人/m <sup>2</sup> ) 3. 公共浴室 1.00(人/m <sup>2</sup> )
	B-2 商場百貨	1. 商場、市場: 有購物車:0.55(人/m <sup>2</sup> ) 無購物車:0.75(人/m <sup>2</sup> ) 2. 百貨公司:1.00(人/m <sup>2</sup> ) 3. 拍賣會場:1.50(人/m <sup>2</sup> )
	B-3 餐飲場所	0.75(人/m <sup>2</sup> )
	B-4 旅館	客房區:住房人數×1.1(人/m <sup>2</sup> ) 餐廳:0.75(人/m <sup>2</sup> ) 宴會廳:1.00(人/m <sup>2</sup> ) 會議廳:同 A-1 組(人/m <sup>2</sup> )
C-1 特殊廠庫	C-1 特殊廠庫	1. 汽車庫:0.04(人/m <sup>2</sup> ) 2. 修理廠: 工作區:0.10(人/m <sup>2</sup> ) 儲藏區:0.04(人/m <sup>2</sup> ) 3. 電影攝影場、電視播放室: 有現場觀眾:1.45(人/m <sup>2</sup> ) 無現場觀眾(人/m <sup>2</sup> )
		C-2 一般廠庫

		2. 工廠: 製造區:0.10(人/m <sup>2</sup> ) 儲藏室:0.04(人/m <sup>2</sup> )
	D-1 建身休閒	1. 體育館:同 A-1 組。 2. 室內游泳池: 游泳池/更衣室:0.30(人/m <sup>2</sup> ) 休息區:0/75(人/m <sup>2</sup> ) 3. 保齡球館:除球道部份之外:0.75(人/m <sup>2</sup> ) 4. 溜冰場: 溜冰區:0.25(人/m <sup>2</sup> ) 休息區:0.75(人/m <sup>2</sup> ) 5. 遊藝場:1.00(人/m <sup>2</sup> )
	D-2 文教設施	1. 圖書館: 閱讀區:0.40(人/m <sup>2</sup> ) 書架區:0.15(人/m <sup>2</sup> ) 辦公室:0.3(人/m <sup>2</sup> ) 2. 其他使用項目:0.5(人/m <sup>2</sup> )
	D-3 國小宿舍	小學教室:0.50(人/m <sup>2</sup> ) 集會場所:同 A-1 組。 電腦室/研究室:0.40(人/m <sup>2</sup> ) 實驗室:依實際情況。 餐廳:0.75(人/m <sup>2</sup> ) 行政辦公區:0.30(人/m <sup>2</sup> )
	D-4 校舍	大學教育:0.80(人/m <sup>2</sup> ) 中學教室:0.70(人/m <sup>2</sup> ) 集會場所:同 A-1 組。 電腦室:依實際情況。 餐廳:0.75(人/m <sup>2</sup> ) 行政辦公室:0.30(人/m <sup>2</sup> )
	D-5 補托教育	1.0(人/m <sup>2</sup> )
E	E 宗教、殯葬類	1. 集會堂部份:同 A-1 組。 2. 其他附屬設施:依實際情況。
F	F-1 醫療照護	門診區(含候診區、掛號區):0.3(人/m <sup>2</sup> ) 病房區:病床數×2.0 診療區:0.08(人/m <sup>2</sup> ) 行政辦公室:0.3(人/m <sup>2</sup> )
	F-2 社會福利	0.3(人/m <sup>2</sup> )
	F-3 兒童福利	0.50(人/m <sup>2</sup> )
	F-4 戒護場所	0.50(人/m <sup>2</sup> )
G	G-1 金融證券	營業廳:0.7(人/m <sup>2</sup> ) 其他:同 G-2 組

	G-2 辦公場所	辦公區:0.3(人/m <sup>2</sup> ) 會議室:0.60(人/m <sup>2</sup> ) 會議廳:同 A-1 組。 餐廳:0.75(人/m <sup>2</sup> )
	G-3 店舖診所	店舖:0.5(人/m <sup>2</sup> ) 餐飲:0.75(人/m <sup>2</sup> ) 診所:0.3(人/m <sup>2</sup> )
H	H-1 宿舍安養	寄宿舍:0.40(人/m <sup>2</sup> ) 養老院、安養(收容)中心:0.25(人/m <sup>2</sup> )
	H-2 住宅	0.08(人/m <sup>2</sup> )
I	I 危險廠庫	0.04(人/m <sup>2</sup> )
說明:表列樓地板面積之計算,不包括法定防空避難設備面積,室內停車空間面積、騎樓及機械房、變電室、直通樓梯間、電梯間、蓄水池及屋頂突出物面積等類似用途部份。		

(資料來源:本研究自行整理)

## 壹、避難時間的評估

### 一、避難時間的評估 (1,500)

評估避難計算上所求得的避難時間如下列:

- (一) 避難時間 (T1) 火災發生時,居室中所有的人逃生到屋外之前的時間,以評估展覽區的疏散狀況。
- (二) 容許避難時間 (rT1)。

說明:本方法所計算之避難時間 (T1)  $\leq$  (rT1) 是為安全。

#### 1、T1時間之計算

(1) 通過展覽場出口所需時間 (t) :

$$\text{避難人數 } P = p(\text{人}/\text{m}^2) \times A_{\text{area}} = 0.75 \times 1,500 = 1,125 \text{ (人)}$$

$$\Sigma w = 2 \times 6 = 12 \text{ (m)}$$

說明:世貿展覽場出口寬度皆相同為6m故以6m計算之;地下街緊急出口數量為2個。

$$t = \frac{P}{0.75 * E_w} = \frac{0.75 * 1,500}{0.75 * (2 * 6)} = 125 \text{ (sec)}$$



$$125 \text{ (sec)} / 60 = 2.1 \text{ (分)}$$

說明：因檢證法之計算時單位為分鐘，因此 $t/60$ 換算為分鐘。算式中 $A_{area}$ 為地下商場之樓地板面積。

## 2、rT1時間之計算

根據「新建築防災計畫指南」之經驗公式如下，以求得rT1（分鐘）容許避難時間。

$$rT1 = 4\sqrt{A_{area}} = 4\sqrt{1,500} = 154.9 \text{ (sec)}$$

$$rT1 : 154.9 / 60 = 2.6 \text{ (分鐘)}$$

說明：因檢證法之計算時單位為分鐘，因此 $rT1/60$ 換算為分鐘。算式中 $A_{area}$ 為地下街之樓地板面積。

## 二、避難時間的評估 (2,000)

評估避難計算上所求得的避難時間如下列：

- (一) 避難時間 (T1) 火災發生時，居室中所有的人逃生到屋外之前的時間，以評估展覽區的疏散狀況。
- (二) 容許避難時間 (rT1)。

說明：本方法所計算之避難時間  $(T1) \leq (rT1)$  是為安全。

### 1. T1時間之計算

(1) 通過展覽場出口所需時間 (t)：

$$\text{避難人數 } P = p(\text{人}/\text{m}^2) \times A_{area} = 0.75 \times 2,000 = 1,500 \text{ (人)}$$

$$\Sigma w = 2 \times 6 = 12 \text{ (m)}$$

說明：世貿展覽場出口寬度皆相同為6m故以6m計算之；地下街緊急出口數量為2個。

$$t = \frac{P}{0.75 * Ew} = \frac{0.75 * 2,000}{0.75 * (2 * 6)} = 167 \text{ (sec)}$$

$$222.2 \text{ (sec)} / 60 = 3.7 \text{ (分)}$$

說明：因檢證法之計算時單位為分鐘，因此 $t/60$ 換算為分鐘。算式中 $A_{area}$ 為地下商場之樓地板面積。

## 2. rT1時間之計算

根據「新建築防災計畫指南」之經驗公式如下，以求得rT1（分鐘）容許避難時間。

$$rT1=4\sqrt{A_{area}}=4\sqrt{2,000}=178.9 \text{ (sec)}$$

$$rT1: 178.9/60=3 \text{ (分鐘)}$$

說明：因檢證法之計算時單位為分鐘，因此rT1/60換算為分鐘。算式中 $A_{area}$ 為地下街之樓地板面積。

## 三、避難時間的評估(3,000)

評估避難計算上所求得的避難時間如下列：

- (一) 避難時間(T1)火災發生時，居室中所有的人逃生到屋外之前的時間，以評估展覽區的疏散狀況。
- (二) 容許避難時間(rT1)。

說明：本方法所計算之避難時間(T1)  $\leq$  (rT1) 是為安全。

### 1. T1時間之計算

- (一) 通過展覽場出口所需時間(t)：

$$\text{避難人數 } P = p(\text{人}/\text{m}^2) \times A_{area} = 0.75 \times 3,000 = 2,250 \text{ (人)}$$

$$\Sigma w = 2 \times 6 = 12 \text{ (m)}$$

說明：世貿展覽場出口寬度皆相同為6m故以6m計算之；地下街緊急出口數量為2個。

$$t = \frac{P}{0.75 * Ew} = \frac{0.75 * 3,000}{0.75 * (2 * 6)} = 250 \text{ (sec)}$$

$$250 \text{ (sec)} / 60 = 4.2 \text{ (分)}$$

說明：因檢證法之計算時單位為分鐘，因此t/60換算為分鐘。算式中 $A_{area}$ 為地下商場之樓地板面積。

### 二、rT1時間之計算

根據「新建築防災計畫指南」之經驗公式如下，以求得rT1（分鐘）容許避難時間。

$$rT1=4\sqrt{A_{area}}=4\sqrt{3,000}=219 \text{ (sec)}$$

$$rT1: 219/60=3.7 \text{ (分鐘)}$$

說明：因檢證法之計算時單位為分鐘，因此rT1/60換算為分鐘。算式中 $A_{area}$ 為地下街之樓地板面積。

#### 四、避難時間的評估 (4,000)

評估避難計算上所求得的避難時間如下列：

- (一) 避難時間 (T1) 火災發生時，居室中所有的人逃生到屋外之前的時間，以評估展覽區的疏散狀況。
- (二) 容許避難時間 (rT1)。

說明：本方法所計算之避難時間 (T1)  $\leq$  (rT1) 是為安全。

##### 1. T1時間之計算

(1) 通過展覽場出口所需時間 (t)：

$$\text{避難人數 } P = p(\text{人}/\text{m}^2) \times A_{area} = 0.75 \times 4,000 = 3,000 \text{ (人)}$$

$$\Sigma w = 2 \times 6 = 12 \text{ (m)}$$

說明：世貿展覽場出口寬度皆相同為6m故以6m計算之；地下街緊急出口數量為2個。

$$t = \frac{P}{0.75 * Ew} = \frac{0.75 * 3,000}{0.75 * (2 * 6)} = 333.3 \text{ (sec)}$$

$$333.3 \text{ (sec)} / 60 = 5.6 \text{ (分)}$$

說明：因檢證法之計算時單位為分鐘，因此t/60換算為分鐘。算式中 $A_{area}$ 為地下商場之樓地板面積。

##### 2. rT1時間之計算

根據「新建築防災計畫指南」之經驗公式如下，以求得rT1（分鐘）容許避難時間。

建築物區劃延燒控制技術之研究( I )

---自動滅火設備與區劃延燒替代調查研究

$$rT1=4\sqrt{A_{area}}=4\sqrt{4,000}=253 \text{ (sec)}$$

$$rT1 : 253/60=4.2 \text{ (分鐘)}$$

說明：因檢證法之計算時單位為分鐘，因此 $rT1/60$ 換算為分鐘。算式中 $A_{area}$ 為地下街之樓地板面積。

表 5-13 區劃與避難時間表

區劃面積 (m <sup>2</sup> )	臨界時間(Sec)			避難時間(Sec)	
	氣流平均溫度達 65°C	煙層下降至 1.8m	能見度底於 10 公尺	T1	rT1
1500-(起火點 1)	1140	367	890	125	155
1500-(起火點 2)	910	363*	760		
2000-(起火點 1)	∞	405	1000	167	179
2000-(起火點 2)	1420	374*	860		
3000-(起火點 1)	∞	551	1220	250	219
3000-(起火點 2)	∞	474*	1000		
4000-(起火點 1)	∞	710	1470	333	253
4000-(起火點 2)	∞	532*	1120		

(資料來源：本研究自行整理)

## 第六章 結論與建議

### 第一節 結論

1. 經本究案歸納火災危險度評估標準可採用構造、危險物品之區隔、垂直向開口通道、灑水系統、火警警報系統、內部裝修、煙霧偵測、煙控系統、屋外出入口通路、出口逃生通道、走廊及居室之間隔以及每年避難演練次數。
2. 經本研究案 FDS 火災模擬計算調查項目需包含:結構物的配置、防火避難設施、內部裝修、空間氣象(平時溫度、平時氣流)、代表性燃燒反應物(分子量、CO 產量等)、可燃物(種類以及數量等)、空調系統(出風口位置、出風量等)以及消防設備。
3. 無論起火點位置為何，區劃空間面積愈大者，其熱容量亦大，各危害指標達臨界點時間愈久。
4. 對於相同之區劃空間面積，起火點於區劃中心附近者(起火點 2)，其達危害臨界點時間較起火點位於區劃邊緣者(起火點 1)快速。
5. 在本研究中發現若最大釋熱率為 5MW，天花板高度 3.5 公尺條件下，區劃空間面積在 3,000 平方公尺以上者，其 30 分鐘末氣流平均溫度不超過 65°C。
6. 在比較氣流平均溫度、煙層下降及能見度等危害指標達臨界點時間後發現，以煙層下降至 1.8m 臨界點所需時間最短，具人員避難安全設計決定性角色，各不同區劃空間面積皆然。
7. 當防火區劃面積 1500 平方公尺， $T1=125 \leq rT1=155$ ， $\Delta T=rT1-T1=30\text{Sec}$ ，故 1500 平方公尺區劃在逃生避難時間為安全。區劃面積 2000 平方公尺， $T1=167 \leq rT1=179$ ， $\Delta T=179-167=12$  秒，仍然  $T1 < rT1$ ，惟餘裕時間僅差 12 秒，為了安全性之考量，故不建議將法規放寬至 2000 平方公尺。

## 第二節 建議

### 建議一

主辦機關：縣市政府

協辦機關：消防局

設有撒水設備之建築物可完全交互替代或完全不設區劃面積限制，但需另定其他控制措施因應：中長期建議

建築物內依法設有撒水設備者，其火災延燒失控之可能性大為降低，經國外相關統計資料佐證，建築物內一定面積之防火區劃，在有自動滅火設備者，則區劃面積得放寬二分之一之規定原則上係屬合理，惟建築物區劃面積大小限制與自動撒水設備間是否可以完全交互替代或完全不設區劃面積限制，在考量撒水系統另有 5% 失效之風險下，建議設有撒水設備之建築物可完全交互替代或完全不設區劃面積限制，但需另定其他控制措施因應。

### 建議二

主辦機關：縣市政府

協辦機關：消防局

當防火區劃設計時，如以性能式防火設計上可不受法規防火區劃面積之限制：中長期建議

從本研究中得知，惟由火災模擬分析之溫度、煙下降能見度分析等危害程度， $2000\text{m}^2$  防火區劃之煙層下降時間皆為 2 倍故以性能式防火設計上可不受法規防火區劃面積之限制。

附錄一 期中報告審查意見回覆

建築物區劃延燒控制技術之研究(1)-自動滅火設備與區劃延燒替代調查研究

期中報告審查意見	研究團隊意見回覆
本案研究進度稍微落後，目前僅完成文獻探討，其餘工程分析調查、電腦模擬評估及實地調查等方法均未說明於期中報告中。	感謝委員之寶貴意見，本研究團隊已於七月中完成龍山捷運站之整體調查，並且已開始進行 fds 之模擬，於期末報告中呈現。
研究內容有包含火災危險度的研究方法，在文獻中並未呈現。	遵照委員意見辦理
請明確定義本案區劃延燒控制技術為何，是以探究自動滅火設備達到防火區劃為目的，還是藉控制火勢阻止延燒為目的，兩者相關水系統之放射壓力、水量及噴頭設置的因素及參數應是本研究的主軸之一。	遵照委員意見，本研究團隊，會將此意見，於專家座談中提出，釐清相關定義。
過去文獻結果如何被引用到本研究成為依據或是相關假設條件及後續解決之課題，並未在期中報告明確引述	將會回饋到 fds 電腦模擬實驗。
請補強四種研究方法與研究流程圖的關係	遵照委員意見辦理
Fds 模擬軟體已是工程界熟悉的軟體，應可以省略對 fds 的介紹	遵照委員意見辦理
本研究案時間所剩有限，建議研究團隊將重點放在自動撤水與防火區劃的關連性，或藉由 fds 模擬與實際調查驗證'防火區劃面積加倍之正確性	遵照委員意見辦理
文獻回顧中，有提到 CNS 已修正為中華民國國家標準，請修正。	感謝委員之寶貴意見
貫穿部防火材料檢測可參考 CNS14514 國家標準。	感謝委員之寶貴意見
本案進度較為落後，宜再加強。	感謝委員之寶貴意見，本研究團隊已於七月中完成龍山捷運站之整體調查，並且已開始進行 fds 之模擬，於期末報告中呈現。
文獻探討及調查方式宜與本案主題及預期成果相符合。	遵照委員意見辦理
期中報告中所調查方式與原研究方法中的實地調查似有落差，請釐清。	遵照委員意見辦理

<p>相關規定法治化前，宜多做考量</p>	<p>遵照委員意見辦理</p>
<p>文獻回顧偏重國內方面，國外文獻方面宜加強。</p>	<p>一、參考文獻補強</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 區劃構件材料火災行為：BSI-2003(Integrity、Insulation)             <ol style="list-style-type: none"> <li>(1). concrete</li> <li>(2). masonry</li> <li>(3). metal(Sliding door、Roller shutters、dampers)</li> <li>(4). Calcium silicate boards</li> <li>(5). Cement based boards</li> <li>(6). Gypsum plasterboards</li> <li>(7). glass</li> </ol> </li> <li>2. 各國火載量規定</li> <li>3. 有關建研所「建築物防火避難安全性能驗證計術手冊」中火載量之規定</li> <li>4. 撒水頭動作及滅火機制</li> <li>5. 撒水設備滅火可靠性分析</li> <li>6. 國外有關撒水滅火測試</li> <li>7. 區畫空間火災計算法：SFPE Handbook</li> <li>8. 室內裝修與自動撒水設備替代(建研所研究報告及碩博士論文)</li> <li>9. 輻射引燃相關計算</li> <li>10. CNS 6532 建築物室內裝修材料之耐燃性試驗法簡介</li> </ol>
<p>對於不同場合所延燒區劃對策能於期末報告提出。</p>	<p>延燒區劃為四年期之計畫，本年度之重點以大型商場為主要考量之重點。</p>
<p>有關於本案為營建署去年召開兩次會議，並針對瞭解自動滅火設備、裝修耐燃性能及防火區劃面積限制之相互替代程度進行提案，並成為本案主要研究項目之一，務請研究團隊提出具體成果。</p>	<p>遵照委員意見辦理</p>
<p>文獻回顧整理之法令部份完整，宜供後續研究之參考。</p>	<p>遵照委員意見辦理</p>



## 附錄二 專家座談會議紀錄

### 第一次專家座談會議紀錄：

時間：2007年10月3日下午5時30分

地點：國立台北科技大學土木系四樓會議室

#### 許進財

1. 依火災模擬 Full Scale 火場溫度約 2 分鐘上昇至 200°C 左右，火場 1 分鐘溫度大約已上昇約 85°C 以上。
2. 人體容受溫度約 85°C 以下。
3. 人平均步行速度 0.5~1.5m/sec，60 秒步行距離約 30~90m。
4. 1500m<sup>2</sup> 平均不行距離約 38.7m，2000m<sup>2</sup> 平均步行距離約 44.7m。
5. 超過 1500m<sup>2</sup> 人體逃生困難，建議不放寬。

#### 吳同崧

1. 本人認為防火區劃需顧慮要件之一為步行距離，係指避難位置至避難以外出入口，一般的出入口指安全門出入口，顧慮平均長度 $\sqrt{1500}$ ，再與相關之條件評估，如(1)煙移動速度，(2)溫度，(3)煙層下降，(4)可見度，其他要件如”兩各方向避難”，”室內裝修”現況，亦建議客觀評估。

#### 游能君

- 1 防火區劃依建築技術規則設計篇第 79 條說明，若設有自動滅火設備可免計算其有效樓地板面積 1/2，及原 1500m<sup>2</sup> 在放寬 750m<sup>2</sup>，所以以防火構造建築而言，即達 2250m<sup>2</sup>。
- 2 若依計算 1500m<sup>2</sup> 與 3000m<sup>2</sup> 之比較，3000m<sup>2</sup> 之數值未能符合規定，放寬應依場所使用性質而定，建議 2250m<sup>2</sup> 可列入避難時間計算及模擬，作為放寬基準值。

### 林世昌

1. 區別 1500m<sup>2</sup> 時 T1 125 秒與 rT1 155 秒尚有 30 秒之餘裕時間，以秒之餘裕時間，對人員之避難是否足夠。
2. 區別 2000m<sup>2</sup> 時 T 167 秒與 rT1 179 秒僅剩 12 秒之餘裕時間，12 秒之餘裕時間，12 秒在一個不熟悉之環境，對人員要進入第一避難安全區域，是較為困難，對放寬防火區畫會有安全性不足的顧慮。

### 葉富安

1. 就「新建築防火計畫指南」經驗公式算出 2000m<sup>2</sup> 容許避難時間大於避難時間，理論上為安全似可放寬，惟仍需考量避難步行距離是否符合法規規定。

### 高士峰

1. 依研究案資料得知 rT1 1500m<sup>2</sup> 時為 155sec，2000m<sup>2</sup> 時為 179sec，但實際上計算應比 155sec，179sec 來的更高，依 FDS 得知 1500m<sup>2</sup> 時煙層下降至 1.8m 時間 367sec 或 363sec，2000m<sup>2</sup> 時煙層下降至 1.8m 時間 405sec 或 374sec，和計算一比確實可考慮擴大防火區劃，但必須考量內部裝仍隔間及人員教育訓練或人員是否為特定人員如此比較安全。

### 王聰賢

1. 就學理研究可放寬至 2000m<sup>2</sup>，但以實務面及目前捷運地下街均與地下車站連通，車站內容留人數與地下街既有人數，在步行距離不變的前提下，通往逃生口及樓、電梯等條件無法放寬下，人員的逃生時間寧可充裕而勿緊迫。
2. 在新建車站或地下街的建照送審時間，依據建築技術規範規定，應就新建案之裝修面與逃生路徑，從寬檢討審查或增設逃生出入口，加設排煙設備等條件下，似可斟酌予以放寬。
3. 綜以上述，既有之地下街、廠、站，建議以目前狀況不宜放寬，針對新建個案，以個案檢討方式處理予以適度專案報核方式處理。

**第二次專家座談會議紀錄：**

**時間：**2007年10月11日下午5時30分

**地點：**國立台北科技大學土木系四樓會議室

**許進財**

1. 桃園機場三期規劃，案中其中自動撒水設備與防火面積之關係，應可建議研究。
2. 自動撒水設備中撒水頭高度變動與滅火效能之互動關係。

**吳同崧**

1. 建議搜尋設施有利條件，如：消防撒水設備設置、排煙設備、內部裝修的管制，及國外之類似規範支持步行距離及防火區劃的規範更具靈活性，特殊建築物以特簽規劃結果執行。

**葉富安**

1. 建議結論用語能先敘明本研究範疇，再加以說明研究結果。

**高士峰**

1. 結論用語應說明完整及交代清楚或文字修正。
2. 圖 5-10 應標示釋熱率單位。

**王聰賢**

1. 本研究針對地下街之防火區劃檢討，經計算後建議不予以放寬至 2000m<sup>2</sup>，除非專案核報，在後續研究建議以地下廠站及特殊廠站處所在撒水設備設置後，對防火區劃之限制是否可以放寬。
2. 在地下廠站或特殊處所在撒水設備設置發揮效用後，是否可以放寬步行距離與整體逃生時間，對於細部之研究仍待檢討與模擬，尤其營運中之捷運地下場站及未來場站之設計即早因應及納入檢討。

建築物區劃延燒控制技術之研究( I )

---自動滅火設備與區劃延燒替代調查研究

### 附錄三 期末報告審查意見回覆

期末報告審查意見	研究單位說明
<p>邱教授文豐：</p>	
<p>1. 案例分析探討選擇商場用途，調查內容提供電腦軟體模擬部分，區域為地下通道B，面積為1500m<sup>2</sup>，至於2000、3000及4000 m<sup>2</sup>，所指為何？火源設計為5MW，與實態調查關連性為何？撒水頭配置、動作數、放水量及火源改變等，無法判定同一情境結果。</p>	<p>1. 係指防火區劃面積（請詳 p. 67 頁）。</p> <p>2. 因現地未發生過火災，5MW 係參考一般學術論文想定之穩態火災狀況（請詳 p. 69 頁）。</p> <p>3. 本研究所系採用相同之撒水頭參數配置為每3公尺1個撒水頭；另起火源參數亦相同，因起火空間區劃面積不同，致使影響起火源延燒速率有所變化（請詳 p. 81-82 頁）。</p>
<p>2. 熱電偶量測高度為何？為何火場熱流溫度低於75度C？與實際差異甚大，不設鐵捲門是否能進入閃燃之情境？無法達閃燃則無法探討區劃延燒與撒水替代性能。</p>	<p>1. 本研究係量取各區劃空間逃生通道中心剖面線各危害平均值，除煙層高度係使用'LAYER HEIGHT'參數取各量測點之平均值外，其餘熱氣流溫度、能見度係使用 fds2ascii 程式彙整出其他危害值。</p> <p>2. 本研究係量取各區劃空間逃生通道中心剖面線各危害平均值，通道中心剖面線離起火點有一段距離，所得之熱氣流溫度最大為72.77°C（詳見 P73 頁）。</p> <p>3. 本研究採5MW之穩態火災，無法判定是否發生閃燃。另撒水系統滅火之有效性高達95%，只要撒水</p>

	系統依法定標準所設計、安裝與保養，維持性能正常，在一般可燃物起火向外延燒達閃燃前，應可撲滅火勢或抑制火勢成長。
3. 危險度分析上，本案引入美休斯公司(Hughes)CFSES 軟體，是否有應用，瞭解輸出值呈現總體火災危險度？內容參數與我國國情大部分不同(如構造分類、室內裝修、延燒率及撒水配置等)，是否有符合國內使用之調查表格及準則？	本研究有關建築物火災危險分析上，係建議參酌 NFPA 101 A 生命安全法規內容，CFSES 軟體係將前開法規轉變為方便計算操作之軟體，致於我國未來研定火災危險度之調查及準則時，建議得參酌之（請詳 p. 59-63 頁）。
4. 煙沈降能見度之測定原理為何？溫度比例法或是其他方法？	本案採 FDS4.07 版進行模擬，煙層高度係使用 FDS 之'visibility'參數自動輸出計算結果（請詳 p. 72 頁）。
5. 報告 P.51 表 3-20 漏公式計算，表 3-21 及表 3-22 表頭相同，圖 5.3 誤植，請更正。	感謝委員意見，已將兩公式，放入並已將表頭修正（請詳 p. 54-56 頁）。
沈教授子勝：	
1. 本案建議應針對自動滅火設備與區劃延燒替代之主題進行結論與建議。	感謝委員意見，本報告已於第六章第二節闡述相關建議。
徐教授一量：	
1. 本研究彙整國內外法規文獻資料，相當重要。	感謝委員意見
2. 請說明煙層高度如何定義（P.75）。	本案採 FDS4.07 版進行模擬，煙層高度係使用 FDS 之'LAYER HEIGHT'參

	數自動輸出計算結果（請詳 p. 72 頁）。
3. P.79 請說明撒水模擬之 HRR 為何用 120kW？與報告第 3 節的模擬所使用之 HRR 似乎並不一致。	本研究撒水系統滅火之模擬係假設為延燒模式，所使用之起火源大小考量格點，可燃物邊界條件後，使用足以產生延燒之 120kW；與區劃空間火災之 5MW 穩態火源有所不同（請詳 p. 82 頁）。
蔡教授尤溪：	
1. 同意報告中之建議。	感謝委員意見。
中華民國土木技師公會全聯會代表：	
1. 所提出之實驗狀況似乎無法顯現本研究預期成果 2，建議予以加強。	感謝委員意見，有關應變對策部份將作為後續研究重點。
2. 有關未來之研究目標，建議於此併述，俾讓與會者有所瞭解及期待。	遵照辦理，將作為後續研究重點。
中華民國電機技師公會全國聯合會：	
1. 報告沒有摘要請補充。	感謝委員意見，已將摘要放入本文中。
2. 報告中引述相關張寬勇教授及丁育群教授的研究在參考文獻中未列出，請補齊。	感謝委員意見，已經將文獻補齊於參考書目。
陳組長建忠：	
1. 現場調查、火源設計與 FDS 驗證要取樣區或全區比對，以增加關聯性。	感謝委員意見，依據營建署 95 年 7 月 27 日召開之「檢討裝設自動滅火設備及排煙設備時裝修材料限制專案小組

	第二次會議」會議結論第二項已有述及。
2. 本部營建署要釐清事項及法條要加強具體分析，雖期中簡報對照表表示遵照辦理，並請洽取營建署來函以具體分析。	感謝委員意見，依據營建署 95 年 7 月 27 日召開之「檢討裝設自動滅火設備及排煙設備時裝修材料限制專案小組第二次會議」會議結論第二項已有述及。
蔡簡任研究員銘儒：	
1. 模擬軟體是否只有 FDS 及 CFSES 兩種，有無評估兩軟體適用與限制性。	本研究係採用國內學術單位使用最普遍之 FDS 火災模擬軟體；另有關建築物火災危險分析上，係建議參酌 NFPA 101 A 生命安全法規內容；CFSES 軟體係將前開法規轉變為方便計算操作之軟體，其限制得參照 NFPA 101 A 生命安全法規（請詳 p. 59-63 頁）。
2. 預期成果 1 所列實驗方法為何。	請詳見報告第五章..
3. 煙層下降高度是以店鋪內或廊道來計算，以照片來看廊道其高度比店鋪高，廊道高為何？其煙出店鋪至廊道內煙層下降至 1.8 秒所需時間為何？	係以廊道來計算，另本研究以區劃空間主要逃生通道中心剖面線各危害平均值為分析門檻，並無計算煙出店鋪至廊道內煙層下降至 1.8 秒所需時間。
4. FDS 所用之資料庫如何決定？是直接使用 NIST 之資料庫或是自建，其可靠度為何？	本研究所用之 5MW 穩態火災，係使用 NIST 之資料庫；另撒水滅火所使用之可燃物邊界條件，係參照國外資料詳如 P82 表 5-9。
5. CFSES 與 FDS 模擬兩者關係為	本研究有關建築物火災危險分析上，



<p>何？兩者模擬結果比較有無差異？</p>	<p>係建議參酌 NFPA 101 A 生命安全法規內容，CFSES 軟體係將前開法規轉變為方便計算操作之軟體，與 FDS 間無法比較其差異性。</p>
<p>業務單位意見：</p>	
<p>1. 在報告書中明確指出有撒水設備時確實可以抑制火源，所以在防火區劃方面可以放寬，此結論建立於撒水設備有正確配置及動作的條件下，所以撒水設備最低程度的條件可否加以說明(RTI 值，作動率，作動溫度及間距配置等)。</p>	<p>請參考 NIST 提供之參數資料，P82 表 5-9。</p>
<p>2. 報告書中多用平均煙層高度及平均溫度來做探討，在模擬的時候應有各量測點的量測值，用最快到達臨界點時間(溫度或煙層下降)來進行探討會較為妥適。</p>	<p>因本研究係計算人員避難逃生時間與火災危害度間之關係，模擬區劃面積達 1,500 平方公尺以上，並以區劃空間主要逃生通道中心剖面線各危害平均值為分析門檻，對於某特定點量測之危害值，恐無法代表整體區劃面積之危害值。</p>

建築物區劃延燒控制技術之研究( I )

---自動滅火設備與區劃延燒替代調查研究

### 參考書目

- [1] 羅國少，區劃空間內火災熱流場研究，中原大學機研所碩士論文，  
June, 2000.
- [2] 王永生，地下捷運站火災及通風現象之研究，中原大學機研所碩士  
論文， June, 1998.
- [3] 簡賢文，消防安全設備，三鋒出版社，April, 1992, p.1.
- [4] Arthup, E. C., Fire Protection Handbook, NFPA, 16th, 1986.
- [5] Arthup, P. W., Holker, S. E. and Holliday, A. K., Air  
pollution, Oxford University Press, 1974, pp. 5~7
- [6] 熊光華，建築物火載量與建築物防火安全設計之研究，中央警官學  
校政研所碩士論文，June, 1984，pp. 55~60
- [7] Bjo&&m Karlsson, and James G. Quintiere, Enclosure Fire  
Dynamics, CRC press
- [8] Hughes Associates, Inc. ,” Computerized Fire Safety  
Evaluation System for Business Occupancies Software’ ,  
2003.
- [9] George V. Hadjisophocleous and Nouredine Benichou,  
“Title Literature Review of Performance Based Fire Codes  
and Design Environment” , NRC, 1998. pp96~97.
- [10] Dougal Drysdale, “An Introduction to Fire  
Dynamics” ,second Edition, p3
- [11] Fire Code Reform Research Program, “Fire Safety in  
Shopping Centers” ,Australian, 1998, pp A5~A6.

- [12]顏世錫等，建築物自動撒水設備檢測技術開發與應用，內政部建築研究所籌備處專題研究計劃成果報告，MOIS-002244840340，1994.
- [13]鐘進偉，火災熱傳現象之初步分析，國科會暑期專題研究計劃報告，NSC81-30115-C033-01，1992.
- [14]鄧治東，火災事件下熱流現象之分析，國科會專題研究計劃成果報告，NSC82-0401-E033-43，1993.
- [15]王芳萍，火災事件下熱流現象之分析，中原大學機研所碩士論文，June，1994.
- [16]楊冠雄，建築物防火之煙控設計分析，高雄復文圖書出版社，May，1996.
- [17]李明憲，撒水頭功能檢測之研究，中央警官學校政研所碩士論文，June，1984，pp. 2~3
- [18]蔡國保，自動撒水設備水力計算之研究，中央警察大學消防科學研究所碩士論文，June，1999，pp. 2~3 I
- [19]王證雄，自動撒水設備性能法規之應用--以CPVC管之配管形式及水力計算為例，中央警察大學消防科學研究所碩士論文，June，1990，pp. 2~3
- [20]沈子勝，建築物避難通道設計之研究，中央警察大學警政研究所碩士論文，June，1989，pp. 2~3
- [21]吳俊毅，運用EXODUS避難軟體進行避難所需時間，中央警察大學消防科學研究所碩士論文，June，1999，pp. 2~3
- [22]楊育荃，建築物火災模式之特性分析及實際案例之應用，雲林科技大學機械工程系研究所碩士論文，June，2001，pp. 2~3

- [23]柯建明，大型車站建築之火災煙控系統設計與電腦模擬分析，國立中山大學機械與機電工程學系研究所碩士論文，June, 2002，pp. 2~3
- [24]嚴定萍、陳俊勳，建築物防火區劃貫穿部耐火性能檢驗基準之編訂，內政部建築研究所研究報告，June, 1993，pp. VII~X
- [25]鐘基強，建築防煙技術及實驗研究，內政部建築研究所研究報告，June, 2002，pp. 2~4
- [26]何明錦、張寬勇，住商複合建築物火災危險評估與防火避難安全對策之研究，內政部建築研究所研究報告，June, 2005，pp. 2~5
- [27]丁育群、嚴定萍，建築物區劃貫穿部防火性能評估與應用技術，內政部建築研究所專題研究計畫報告，June, 1999，pp. 2~6
- [28]內政部建築研究所，『建築物防火避難安全性能驗證技術手冊』，2004，p3.

建築物區劃延燒控制技術之研究( I )

---自動滅火設備與區劃延燒替代調查研究