

計畫編號: 106301070000G0021

我國建築物排煙設備設置 及施工規範之研究

研究主持人：蔡尤溪

助理研究員：卓鴻傑

許文泉

邱治國

研究期程：中華民國 106 年 1 月至 106 年 12 月

研究經費：壹佰零陸萬陸仟圓整

內政部建築研究所委託研究報告

中華民國 106 年 12 月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

我國建築物排煙設備設置 及施工規範之研究

內政部建築研究所委託研究報告

中華民國 106 年 12 月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

目錄

目錄.....	I
圖目錄.....	III
表目錄.....	VII
摘要.....	IX
ABSTRACT.....	XV
第一章 緒論	1
第一節 研究動機與背景.....	1
第二節 研究計畫目標.....	2
第三節 方法及進度說明.....	3
第二章 文獻資料回顧	9
第一節 國外相關文獻法規回顧.....	9
第二節 國內相關文獻法規回顧.....	17
第三章 防火閘門與防火區劃排煙問題探討	21
第一節 防火閘門設置各國標準之比較.....	21
第二節 防火閘門檢驗標準探討.....	32
第三節 排煙風管貫穿多個防火區劃建議方案.....	38
第四章 排煙風管管材與防火風門安裝工法探討	41
第一節 排煙風管管材與安裝及實際案例量測.....	41
第二節 防火閘門安裝工法探討.....	54
第五章 排煙室案例研究	63
第一節 案例一.....	63
第二節 案例二.....	64
第三節 案例三.....	66
第四節 排煙室採用自然排煙之研究.....	67
第六章 既有合法建築物排煙室改善電腦模擬分析	69
第一節 建築案例模型.....	69
第二節 FDS 程式說明.....	69
第三節 電腦模擬.....	72
第四節 模擬結果分析.....	78

我國建築物排煙設備設置及施工規範之研究	
第五節 小結	90
第七章 研究發現與建議	93
第一節 研究發現	93
第二節 建議事項	94
第三節 後續研究	96
參考文獻	97
附錄一 第一次座談會紀錄	99
附錄二 第二次座談會紀錄	101
附錄三 業界說明會 會議紀錄	105
附錄四 期中審查意見回應	109
附錄五 期末審查會議回應	113
附錄六 日本加壓防排煙設備設計審查	117
附錄七 原有合法建築物消防安全改善辦法修法建議	119
附錄八 各類場所消防安全設備設置標準修法建議	121

圖目錄

圖 1.1 工作流程圖	7
圖 2.1 附室送風造成和逃生方向的逆向風	11
圖 2.2 附室加壓防排煙	11
圖 2.3 以實測確認逆向風速	12
圖 2.4 BS EN 12101-6:2005 對前室加壓的重視	13
圖 2.5 SMACNA 建議五種防火閘門的施作	14
圖 2.6 SMACNA 風管的壓力等級	15
圖 2.7 SMACNA 風管厚度及補強	16
圖 2.8 防火閘門適當的安裝問題	18
圖 3.1 排煙風管貫穿多個防火區劃示意圖	40
圖 4.1 機械法蘭風管安裝詳圖	45
圖 4.2 風管補強法示意圖	46
圖 4.3 風管補強桿安裝圖	47
圖 4.6 某車站測試照片示意圖	51
圖 4.7 某內湖辦公大樓-1 測試照片示意圖	52
圖 4.8 某內湖辦公大樓-2 測試照片示意圖	53
圖 4.9 典型的防火閘門安裝工法	54
圖 4-10 風管與套管連接 (分離式連接)	56
圖 4.11 直立式防火閘門安裝示意圖	57
圖 4.12 水平式防火閘門安裝示意圖	58
圖 4.13 公共建築設備工事標準圖-防火閘門安裝示意圖	59
圖 4.14 直立式防火閘門(風管貫穿防火牆)安裝示意圖	60

圖 4.15 水平式防火閘門(風管貫穿樓板)安裝示意圖	61
圖 5.1 案例一兩種型態的排煙室	63
圖 5.2 台北南港某廠辦第四層	64
圖 5.3 無飾板下量測風量	64
圖 5.4 有飾板下量測風量	65
圖 5.5 台北市民權東路某商辦大樓.....	66
圖 6.1 FDS 模擬程式與 Smokeview 程式架構圖	70
圖 6.2 模擬平面圖	73
圖 6.3 FDS 建模模型	73
圖 6.4 T-Square 火災成長曲線圖	75
圖 6.5 情境一-煙層下降.....	78
圖 6.6 情境一-速度場.....	78
圖 6.7 情境一-能見度.....	79
圖 6.8 情境二-煙層下降.....	80
圖 6.9 情境二-速度場.....	80
圖 6.10 情境二-能見度.....	81
圖 6.11 情境三-煙層下降.....	82
圖 6.12 情境三-速度場.....	82
圖 6.13 情境三-能見度.....	83
圖 6.14 情境四-煙層下降.....	84
圖 6.15 情境四-速度場.....	84
圖 6.16 情境四-能見度.....	85
圖 6.17 情境五-煙層下降.....	86
圖 6.18 情境五-速度場.....	86

圖 6.19 情境五-能見度.....	87
圖 6.20 情境六-煙層下降.....	88
圖 6.21 情境六-速度場.....	88
圖 6.22 情境六-能見度.....	89

我國建築物排煙設備設置及施工規範之研究

表目錄

表 1.1 研究進度及預期完成之工作項目	6
表 3.1 水管噴灑試驗.....	28
表 3.2 標準依據	33
表 3.3 基本安全需求	33
表 3.4 閘門製作方式	33
表 3.5 試驗內容	34
表 4.1 熱浸鍍鋅鐵皮厚度規格差異	42
表 4.2 鍍鋅鐵皮厚度級數建議標準	43
表 4.3 中壓鍍鋅鐵皮風管結構標準	43
表 4.4 高壓鍍鋅鐵皮風管結構標準	44
表 4.5 中壓風管尺寸安裝表.....	45
表 4.6 高壓風管尺寸安裝表.....	46
表 4.7 防振角鐵支撐部材選定表(一).....	49
表 4.8 防振角鐵支撐部材選定表(二).....	50
表 4.9 防火閘門最小管套厚度.....	56
表 5.1 進排風量測量結果.....	65
表 6.1 火源成長模式的係數.....	75
表 6.2 火災模擬劇本	76
表 6.3 模擬情境之各項參數.....	77
表 6.4 模擬情境之格點配置.....	77

我國建築物排煙設備設置及施工規範之研究

摘要

關鍵詞：排煙風管、防火閘門、防火區劃、排煙室、既有建築改善

一、研究緣起

目前我國「各類場所消防安全設備設置標準」對於排煙設備的設置僅有作原則性的規定，有設備認可卻無規劃實施之規範，未對材質、厚度等規範其耐壓性及排煙風管的防火性能等。且當有多個防火區劃或空間，排煙風管貫穿防火區劃，起火區域防火閘門動作主風管關閉時，可能致後續不同防火區劃之排煙設備無法實施排煙。此外，85年以前的高樓之排煙室係採行機械排煙、自然進風方式，易導致排煙室呈負壓狀態吸引煙飄向排煙室。此種情況在排煙室兼用時，更易造成排煙與避難路徑衝突，使一次及二次避難區劃空間的安全性產生問題。

本計畫目標如下：

1. 蒐集歐美、日本、中國等就排煙設備設置之相關規範及實施圖示資料，研究排煙室設置規範，參照用於既有合法建築物排煙室的改善。
2. 研究既有排煙室的設計，取一個案例進行火災煙氣數值模擬，針對原有狀況及改善後之條件進行模擬及比較分析，提出參考設計規範。
3. 以美國等國際慣用之最新標準，研究有關防火閘門設置和排煙風管材質之規範，融入相關標準與規範，及實施之圖示與圖說。
4. 選擇國內建築實例進行訪視，及測試排煙管風速風壓，了解當前排煙風管的採用的規格及施做。
5. 研提各類場所消防安全設備設置標準有關排煙設備設置修改條文建議。

二、研究方法

本計畫先從蒐集國內外相關規範、文獻及設計手法，進行分析排煙系統的法規

我國建築物排煙設備設置及施工規範之研究

標準及技術指引，對國內外相關設計規範進行比較分析，作為我國法規及規範修訂之參考。本計畫也透過實際案例的訪視，了解不同排煙室的設計樣態，測試進排氣風量，分析可行的改善手法，並以其中一個案例建立電腦模型，分析進行安全避難改善的可行性，提出對既有合法建築排煙的改善策略。本研究也針對排煙系統的防火閘門和風管材質進行研究，透過實際案例了解排煙風管的施做，測試排煙風速，進行與國際規範的比較分析。在防火閘門方面，研究其設置方法，提昇防火閘門在火災時，防火區劃結構的完整性。

本計畫除了召開兩次專家學者座談會，還召開一次相關設備廠說明會，也參酌了我國產業界的意見進行研究。

二、研究發現及成果

現階段研究發現及成果說明如下：

1. 已蒐集歐美、日本、中國等排煙設備設置之相關規範及實施圖示資料，並研究分析排煙系統防火閘門、排煙風管設計規範等，提出防火閘門的施作及風管材料的建議。
2. 透過實際案例的研究，發現既有合法建築物排煙室在火災時，可能處於負壓狀態，無法完全阻隔熱進入。
3. 排煙室個案進行火災煙氣數值模擬，發現採用排煙室送風正壓設計，排煙室門開時造成逆向風，足於使既有合法建築物的排煙室，在鄰室發生火災時阻止煙流入，提昇避難安全。
4. 將美國等國際慣用之最新標準，提出有關防火閘門設置和排煙風管材質之規範，及實施之圖示與圖說。
5. 透過訪視國內建築實例進行測試排煙管風速風壓，了解當前排煙風管採用的規格及施做，提出有關防火閘門設置和排煙風管材質之規範，及實施之圖示與圖

6. 高層建築物超過 50m 高度的排煙室，外在風速可達到 8m/s 以上，採用自然排煙當排煙口開啟時，安全門的受壓力可達 75 Pa 會有不易開啟之虞。

四、建議事項

本研究以國內外相關法規及研究成果為基礎，並結合座談會、審查會及產業說明會中各專家學者、業界、政府相關主管機關等代表，提供之意見及實地實例訪視測試，和電腦軟體模擬驗證，相關結果提供主要建議事項如下：

建議一

立即可行建議：排煙室得採用正壓設計

主辦機關：內政部營建署

協辦機關：內政部消防署

既有合法建築物的排煙室當無法完全符合現有的法規時，排煙室可以採用正壓設計，安全門關閉時維持 $50 \pm 10 \text{ Pa}$ 之正壓，開啟時與逃生逆向的風速達 1.14 m/s ，可以阻止鄰室火災熱煙流入，有助於人員避難逃生與消防人員災害搶救據點之無煙環境維持，並有利於建築物平面的規劃，符合日本及英國規範，建議研修「原有合法建築物防火避難設施及消防設備改善辦法」部分條文。

建議二

立即可行建議：排煙風管穿越多個防火區劃時防火風管配置，建議研議修改各類場所消防安全設備設置標準法規

主辦機關：內政部消防署

協辦機關：內政部營建署

建置排煙風管穿越多個防火區劃時，避免防火閘門在火災時關閉或會影

我國建築物排煙設備設置及施工規範之研究

響其他區劃排煙的有效性。本報告建議垂直排煙風管配置於管道間內，因管道間具有防火區劃之功能故可採用一般鍍鋅風管配置，如非設置於管道間內也可以防火風管直接安裝免安裝防火閘門；並搭配設置於防煙區劃內具有防火及防煙閘門功能之排煙閘門，則排煙風管內即可免安裝防火閘門，建議研議修改各類場所消防安全設備設置標準法規。

建議三

中長期建議：防火閘門安裝與排煙風管安裝及補強工法，建議研議制定相關安裝指導綱領規範或納入相關防火安全法規

主辦機關：內政部消防署

協辦機關：內政部營建署

防火閘門和防火區劃結構的完整性，是防火安全的必要，報告中參考美國 SMACNA 與日本國土交通省大臣官房官廳營繕部設備・環境課「公共建築設備工事標準圖-機械設備工事編」；另提出排煙風管在不同風壓等級對材質的要求，相關排煙風管安裝及補強工法，提出相關設計施作指引，建議研議制定相關安裝指導綱領規範或納入相關防火安全法規。

建議四

中長期建議：高層建築物超過 50m 的排煙室不宜採用自然排煙

主辦機關：內政部消防署

協辦機關：內政部營建署

高層建築物超過 50m 高外在風速可達到 8m/s 以上，採用自然排煙當排煙口開啟時，排煙室安全門的受壓力可達 75 Pa 會有不易開啟之虞。

建議五

中長期建議：排煙系統用防火閘門之試驗標準，建議研議制定或修訂中華民國國家標準，納入相關試驗、檢驗體制。

主辦機關：經濟部標準檢驗局

協辦機關：內政部消防署、內政部營建署

防火閘門和防火區劃結構的完整性，是建築物防火安全的必要考量因子，不同系統適用之防火閘門性能更是確保防火區劃結構完整性之重要構件，建立完整的防火閘門試驗體制是確保防火區劃結構的完整性之必要手段，建議相關權責機關建立適用我國排煙系統用防火閘門之試驗標準，以提升建築物於火災時整體之避難安全性。

五、後續研究

後續研究建議如下：

1. 研究有關防煙閘門用於防止火災時熱煙流竄，及整合於空調風管應用，提高消防安全有利於避難逃生。
2. 建築物居室採用自然排煙時，須考慮外部風場對有效排煙的影響，其有別於排煙室，外部風場會影響居室排煙及流向避難路徑影響逃生，建議納入優先研究。
3. 繼續針對既有合法建築物排煙改善研究，提升防火安全。
4. 滅火有助於降低火載量及煙產生量，建議研究自動撒水系統對有效排煙及安全避難的影響。
5. 機械排煙系統之設計計算及設備選用基準，提出設計規範，如風管壓力損失計算等。

我國建築物排煙設備設置及施工規範之研究

ABSTRACT

Keywords: smoke exhaust duct, fire damper, fire compartment, smoke lobby, retrofitting existing building

1. Introduction

The fire code regulates the smoke exhaust equipment. However, it has no guidelines on the installation or material properties such as that for the ducting construction and the fire resistance. Moreover, when a smoke duct penetrates a fire compartment wall, fire damper shutdown at the fire site may cause smoke exhaust problems at the fire zones downstream of the duct system. In addition, for tall buildings constructed before 1996, many of the smoke lobbies were designed with fan exhaust and natural intake. This would result in negative pressure at the smoke lobby and may induce smoke into the lobby. In such situation smoke migration towards the escape route is detrimental to safe egress from the fire site.

2. Research methods

International standards and guidelines have been studied and compared to the regulations currently enforced in Taiwan. Especially, those on the fire installation, smoke exhaust ducts, smoke lobby, and performance code or design to overcome the shortcoming of existing buildings constructed years ago. The research findings are also aimed as the reference in future amendment of fire code in Taiwan. Field study and testing was carried out to understand the different designs of smoke lobby, and also the installation of fire dampers and smoke exhaust ducts. Computer model was built for one of the smoke lobby studied. The computer is aimed at understanding performance design to improve the fire safety of existing buildings that cannot comply with the current code. Especially those without proper smoke exhaust, and smoke lobbies that may expose at negative pressure in a fire.

The fire dampers installation is of utmost important for them to stand in a fire. The fire dampers installation guidelines that comply with US code and that of JIS of Japan has been studied. A smoke duct when penetrates a fire compartment wall may have consequence in smoke exhaust problems. Lastly high winds at tall buildings may

cause excess pressure at the smoke lobby door if the lobby is designed with natural smoke exhaust. The problem is looked into and a proposal is given.

3. Important findings

Some of the important findings are as follows:

- (1) Installation standards and guidelines from US, Europe, Japan and China for fire dampers and exhaust ducts have been studied. A guideline for smoke ducting construction and fire dampers installation is proposed that comply with the US standard, or that of Japan.
- (2) After field study and field test of smoke ducts in several buildings, it has been found that there is no standard practice. Construction and installation guide for smoke exhaust ducts are proposed with diagrams.
- (3) Fire dampers installation guides comply with SMACNA and that of JIS of Japan are proposed with diagrams.
- (4) After field study of several cases of existing buildings, it has been found that the smoke lobby may be at negative pressure when the smoke exhaust system is activated. As a result, smoke would be induced into the smoke lobby.
- (5) It has been found that smoke lobby maintained at positive pressure when close, and air flowing out when open can prevent smoke from flowing into the smoke lobby. This can be used to improve existing buildings cannot entirely comply with the existing code.
- (6) For tall buildings of more than 50 m high, ambient wind speed may be up to 8m/s. It has been found that when the smoke lobby is design with natural smoke exhaust and in such a situation the lobby door may be exerted a pressure of 75 Pa. In such case the door opening force may be excessive.

4. Proposals

The above research findings are proposed for practical use and references in the regulation amendment.

- (1) Positive pressure smoke lobby and inverse airflow are effective to prevent smoke from flowing into in case of fire. It is proposed that an amendment to the current regulation. It also can be used in performance design for existing buildings that cannot fully comply to the current code.
- (2) The penetration of smoke ducts through several fire compartments when fire dampers shut down may affect smoke exhaust in these zones. It is proposed in such cases fire rating ducts are to be used except in cases of smoke ducts installed in conduits with fire rating.
- (3) Construction guideline for smoke exhaust ducts is proposed and is suggested amendment can be made so that it would be applied for higher fire safety.
- (4) Fire dampers stay integrated in fire is very important for fire safety. The guideline given in this report is proposed be a requirement in the installation.
- (5) Ambient wind speed can be above 8 m/s at 50 m high and would exert a pressure as high as 75 Pa at the smoke lobby door. It is proposed that tall building higer than 50m the lobby should not be designed with natural smoke exhaust.

我國建築物排煙設備設置及施工規範之研究

第一章 緒論

第一節 研究動機與背景

我國排煙設備設置規劃依據「各類場所消防安全設備設置標準」[1]，有規定的條文列於第 188 與 189 條，但無對應之設計施工規範，例如：

1. 排煙設備風管應使用不燃材料，惟未有材質、厚度等規範，實務常見風管厚薄不一，未能充分考量其耐壓性與耐用性，及防火閘門的安裝規範等。
2. 排煙風管貫穿防火區劃處設置防火閘門，當排煙風管貫穿多個防火區劃時，起火區域防火閘門動作關閉時，可能致後續不同防火區劃之排煙設備無法實施排煙。
3. 特別安全梯排煙室或緊急昇降機間(排煙室)，機械設備依設置標準規定，進排風量皆須為每秒 $4\text{m}^3/\text{s}$ 以上(兼用 $6\text{m}^3/\text{s}$)。上述規定乃本研究團隊過去研究成果之建議案，前當進風量大於排氣量時排煙室成正壓狀態利於阻煙，已用於實際建築案例。
4. 85 年以前的高樓，排煙室採用機械排煙自然進風，易造成排煙量高於進風量(或因風管洩漏等因素進風量達不到預定值)，導致排煙室呈負壓狀態，吸引煙飄向排煙室。

反觀國外，排煙設備相關法規(摘錄 規定項目)

- 日本「新・建築防災計画指針」[2]提及排煙口應注意外氣補氣源供給，排煙口形狀、構造、位置，及對上方樓層構造應加以注意。日本「空氣調和及び換氣設備用ダクトの構成部材」對風管鐵皮厚度、接合工法及安裝固定有明確規範。
- 美國 SMACNA「Fire, Smoke and Radiation Damper, Installation Guide for HVAC Systems」則對防火閘門安裝有明確的規範[3]。

我國建築物排煙設備設置及施工規範之研究

- 美國 SMACNA「HVAC Duct Construction Standards」則對風管設計有明確的規範[4]。

本計畫進行研究我國建築物排煙設備設置及施工規範，參考歐美日本等相關規範及國際慣用之最新標準，研究有關排煙風管材質規範施工要領，訪視我國建築實例了解排煙室設計樣態，測試排煙管風壓等，融入國際標準或規範後建立排煙風管實施圖示與圖說。

本計畫也研究當有多個防火區劃被排煙風管貫穿，起火區域防火閘門動作關閉時，可能導致不同防火區劃之排煙設備無法實施排煙，擬提出適當的設計方案。本計畫也會針對 85 年以前的高樓的排煙室提出改善方式，避免排煙室呈負壓狀態而熱煙流入影響逃生。本研究以火災煙氣數值模擬，比較原有狀況及改善後情況進行分析。最後本計畫將研提各類場所消防安全設備設置標準有關排煙設備設置條文修改建議。

第二節 研究計畫目標

本計畫的目的為針對建築物的排煙風管系統，提出改善防火安全的建議，融入國際技術指引或標準規範致以完善。本計畫也研究既有合法建築的排煙系統，擬提出可行的改善手法。本計畫的目標如下：

1. 蒐集歐美、日本、中國等就排煙設備設置之相關規範及實施圖示資料，研究排煙室設置規範，參照用於既有合法建築物排煙室的改善。
2. 研究既有排煙室的設計，取一個案例進行火災煙氣數值模擬，針對原有狀況及改善後(採用排煙室正壓設計)之條件進行模擬及比較分析，提出參考設計規範。
3. 以美國等國際慣用之最新標準，研究有關防火閘門設置和排煙風管材質之規範，融入相關標準與規範，及實施之圖示與圖說
4. 選擇國內建築實例進行訪視，及測試排煙管風速風壓，了解當前排煙風管的採用的規格及施做。

5. 研提各類場所消防安全設備設置標準有關排煙設備設置修改條文建議。

本計畫將參考歐美日及中國等相關規範，提出有關排煙風管材質施工要領及規範，防火區劃防火閘門關閉影響排煙的解決方案，呈現於實施圖示與圖說。針對既有合法建築物原有排煙室狀況，及改善後(採用排煙室正壓設計)之條件進行模擬及比較分析，以改善方案增修「原有合法建築物防火避難設施及消防設備改善辦法」。

針對實施排煙設備之規劃與設置，本計畫將分析比較我國與國際上之最新標準及設計規範，並以三個建築案例，提供規劃設計之參考規範，並研提「各類場所消防安全設備設置標準」就排煙設備設置之細部建議條文明確規範遵循，解決當前設備有認可但設計無規範的問題。

第三節 方法及進度說明

本計畫先從蒐集國內外相關規範、文獻及設計手法，進行分析排煙系統的法規標準及技術指引，對國內外相關設計規範進行比較分析，作為我國法規及規範修訂之參考。本計畫也透過實際案例的訪視，了解不同排煙室的設計樣態，測試進排氣風量，分析可行的改善手法，以其中一個案例建立電腦模型，分析進行安全避難改善的可行性，提出對既有合法建築排煙的改善策略。本研究也針對排煙系統的防火閘門和風管材質進行研究，透過實際案例了解排煙風管的施做，測試排煙風速，進行與國際規範的比較分析。在防火閘門方面，研究其設置方法，提昇防火閘門在火災時，防火區劃結構的完整性。

本研究擬採用的方法，乃以得到具體可行的成果作為工作項目之規劃，主要為：

1. 蒐集分析及綜合歐美、日本、中國等就排煙設備設置之相關規範：

- (1) 了解最新的發展趨勢，防排煙的新技術及新工法對安全避難的重要性。
- (2) 了解國際規範對於改善既有合法建築物排煙安全上的可行方案。

我國建築物排煙設備設置及施工規範之研究

(3)分析兼顧消防安全及實務上建築空間應用問題的可行方

(4)了解有防火與防煙區劃的相關規範，避免設於貫穿防火區劃的防火閘門於火災時關閉影響它區有效排煙問題。

2. 以美國 NFPA 92、NFPA 90A 及 SMACNA 等國際慣用之最新標準，研究有關排煙風管材質之規範，主要在於有關耐壓性耐用性及可靠性等規格及工程安裝規範，研究排煙風管的施工要領及規範，將摘其重要的實施圖示資料供參考。
3. 選擇我國三個建築實例進行訪視，測試排煙風管風壓了解其規格和工程安裝與國際相關標準與規範的差異，分析特別安全梯或緊急昇降機間的排煙室，融入國外相關規範的可行性，包括改善 85 年以前高層建築物排煙室的可行性，提出實施之圖示與圖說。
4. 以建築案例建立 3D 電腦模型，進行火災煙氣數值模擬，參照美日歐等規範，針對既有合法建築物的排煙室採用正壓設計，採用美國建築防火實驗室所發展的 FDS(fire dynamic simulation)程式，驗證特別安全梯或緊急昇降機間的排煙室當融入國外相關設計規範，對既有合法建築物排煙室改善消防安全的可行性，找出影響排煙性能的主要因子，提升排煙性能的改善建議。
5. 以本計畫的研究成果，提出具體建議及對各類場所消防安全設備設置標準有關排煙設備設置修改條文建議。

採用以上研究方法之原因主要為：

1. 歐美、日本、中國等就排煙設備設置之相關規範，近年來多已改版融入防排煙的新技術及新工法，對了解國際規範及對於改善既有合法建築物的排煙性能方面具有參考性，且可從中研究可兼顧消防安全及建築空間規劃配置問題。
2. 以美國 NFPA 92、NFPA 90A 及 SMACNA 等國際慣用之最新標準，對排煙風管材質規格及工程安裝已有所規範，針對風管的耐壓性耐用性及可靠性等有可參考之

施工要領。

3. 既有合法的建築物居於早年工藝等問題，不易改造符合現行法規，當了解並融入國際相關標準與規範，可解決實務上的可行性問題，尤其是特別安全梯或緊急昇降機間排煙室的問題。
4. 採用 3D 電腦模型針對一個案例分析不同設計參數，可了解火災煙氣擴散的影響因子，驗證當既有合法建築物改善後(採用排煙室正壓設計)可以在火災時阻止煙流入排煙室。
5. 國外相關規範或標準近年來多已有更新版本，融入新工法新技術，故參考之有助於了解性能式規範，提出具體建議及對「各類場所消防安全設備設置標準」有關排煙設備設置修改條文之建議。

本計畫主要工作內容及其詳細進行步驟，詳表 1.1 及圖 1.1。

我國建築物排煙設備設置及施工規範之研究

表 1.1 研究進度及完成之工作項目

月次 工作項目	第 1 個 月	第 2 個 月	第 3 個 月	第 4 個 月	第 5 個 月	第 6 個 月	第 7 個 月	第 8 個 月	第 9 個 月	第 10 個 月	第 11 個 月	第 12 個 月
國內外相關法規與文獻研究資料蒐集	■	■										
既有建築排煙室案例研究			■	■	■	■						
FDS 電腦模擬建立與驗證					■	■	■	■	■			
既有高層建築排煙室改善					■	■	■	■	■	■		
排煙風管規範研究			■	■	■							
防火閘門與排煙區劃研究						■	■	■	■	■		
舉辦座談會						■				■		
提出修改現有標準及規範											■	
撰寫期末報告												■
預定進度 (累積數)	5.0	12.5	20	30	40	50	60	70	80	90	95	100

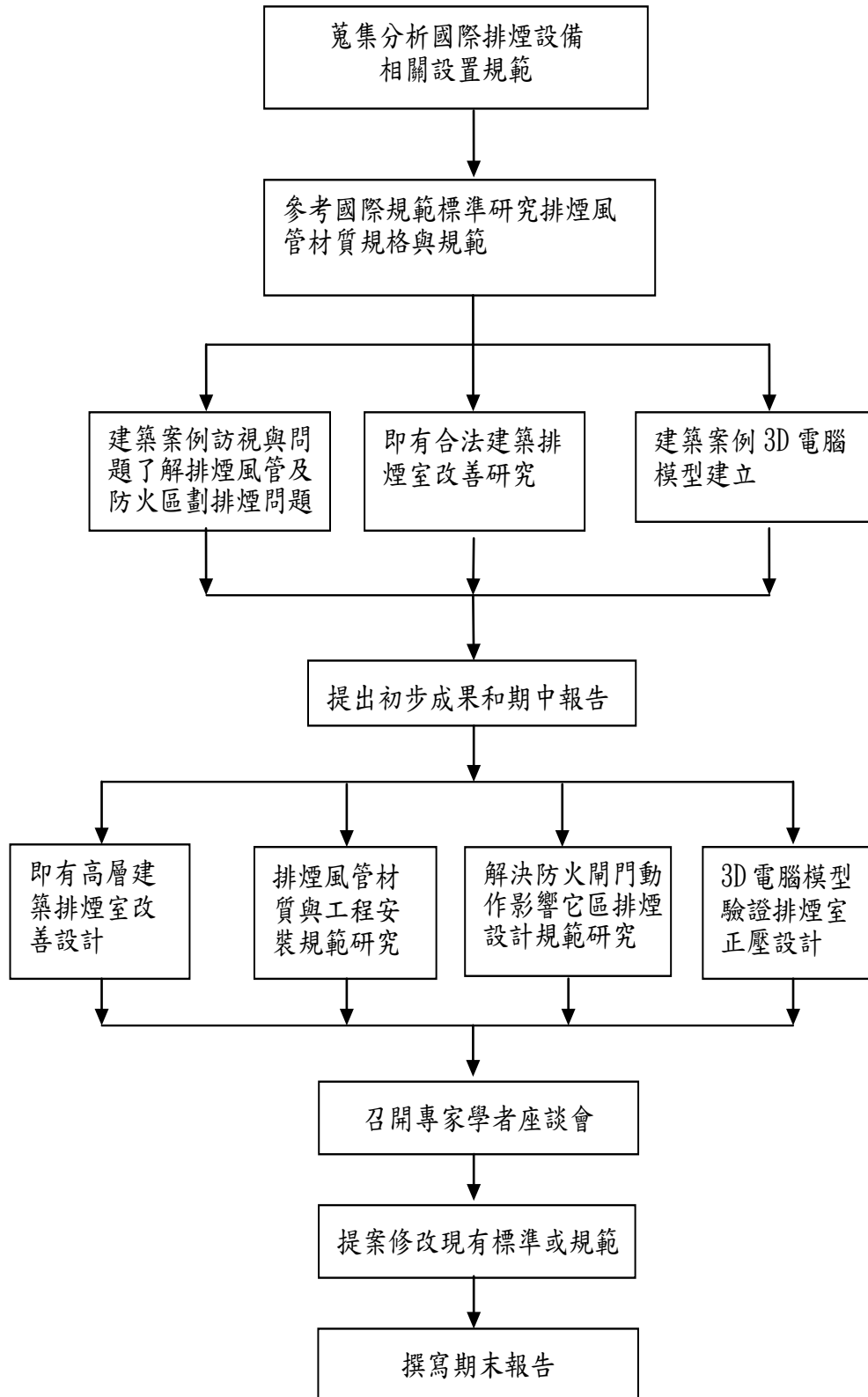


圖1.1 工作流程圖

我國建築物排煙設備設置及施工規範之研究

本計畫的預期成果及效益如下：

- 一、參考歐美、日本、中國等國際慣用之最新標準，研提有關排煙風管材質及規劃施工要領之規範，提供實務圖示資料，提供設計參考及政府修改標準或規範之參考。
- 二、以我國建築實例，防火排煙整個系統作為考量融入國際標準規範，提供防火閘門動作可能導致不同防火區劃之排煙設備無法實施排煙的解決方案，可供設計及審查之參考。
- 三、從提升人員避難逃生效能觀點，提供改善既有特別安全梯排煙室或緊急升降機兼用排煙室之具體可行方案(設備設計參數)，供改善既有合法建築提升第一及第二區劃安全避難設計之參考。
- 四、研提國內各類場所消防安全設備設置標準就排煙設備設置規範之細部建議條文。
- 五、研提原有合法建築物防火避難設施及消防設備改善辦法增修規定建議條文，將壓差(正壓)設計納入可行之改善既有排煙室性能的方法。

第二章 文獻資料回顧

第一節 國外相關文獻法規回顧

我國建築及消防法規[1, 5]，主要以「各類場所消防安全設備設置標準」為設計依據，「建築技術規則」為補充，對於特別安全梯或緊急昇降機排煙室之排煙設備、排煙風管及防火閘門之相關規定如下：

各類場所消防安全設備設置標準第一百八十八條(摘錄)

四、排煙設備之排煙口、風管及其他與煙接觸部分應使用不燃材料。

五、排煙風管貫穿防火區劃時，應在貫穿處設防火閘門；該風管與貫穿部位合成之構造應具所貫穿構造之防火時效；其跨樓層設置時，立管應置於防火區劃之管道間。但設置之風管具防火性能並經中央主管機關審核認可，該風管與貫穿部位合成之構造具所貫穿構造之防火時效者，不在此限。

我國建築及消防法規，對防火閘門和排煙風管有下列要點：

1. 防火區劃時的防火時效。
2. 其跨樓層設置時，立管應置於防火區劃之管道間。
3. 唯並無施工規範，使火災時防火閘門和區劃維持完整的結構。
4. 風管材質及結構強化支撐等，無要求另訂規範。

故如上述，對於防火閘門和排煙風管，實應進行研究，參照國際上慣用的技術指引和標準，提出防火閘門設置和排煙風管材質施作的要求，以對防火安全有所提升。

比較我國及鄰近中國、日本等國，對於特別安全梯或緊急昇降機排煙室及排煙口配置，我國的「各類場所消防安全設備設置標準」，僅有排煙的基本規定，針對排煙口高度面積及進排煙管的斷面積進行規範。而日本之「新・建築防災計

我國建築物排煙設備設置及施工規範之研究

画指針」則提及排煙口應注意外氣補氣源的供給，排煙口的形狀、構造、位置，以及對上方樓層的構造應加以注意。

中國的建築設計的防火規範[6, 7]，對防煙樓梯間及其前室、消防電梯間前室和合用前室，以採用自然排煙方式為優先。過去有研究成果顯示建築設計及風向均可能影響自然排煙的效能，再者排煙室的深寬比、空間配置及建築外部空間之進深及面寬，對於排煙的效能也可能有所影響。在 2014 版的 GB 50016-2014，簡化防排煙章節，僅有 8.5 防煙與排煙設備，採用原則性規定，性能式設計方面，但也規範了高層建築物的排煙室可採用自然排煙的條件。

另外，我國對排煙風管及防火閘門僅針對材質不燃及性能等原則性規範，而日本「空氣調和及び換氣設備用ダクトの構成部材」則對風管鐵皮厚度、接合工法及安裝固定有明確規範。美國 SMACNA「Fire, Smoke and Radiation Damper Installation Guide for HVAC Systems」則對防火閘門安裝位置及方式有較明確定義。

日本在前室之防排煙方式，”加壓防排煙”已於平成 21 年(2009 年)於該國消防法及建築基準法[8]入法，成為前室排煙設計手法之一。如圖 2.1 [9]，提出在附室送風，門開時造成和逃生方向的逆向風，避免煙流向逃生路徑。

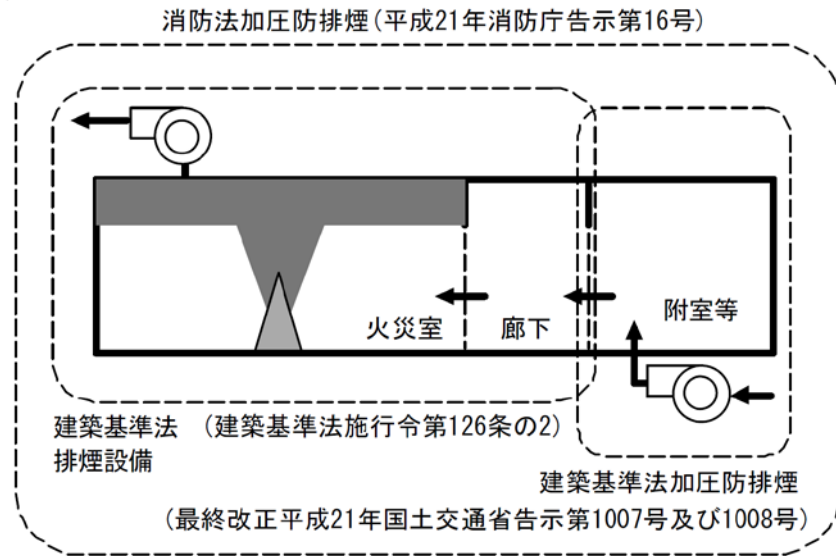


圖2.1 附室送風造成和逃生方向的逆向風

(取自參考文獻[9])

岸上等[10]進一步提出加壓防排煙性能確認的風速測定法，以一附室為例，如圖2.2及2.3，基本上在附室(排煙室)阻煙；當鄰室(居室)發生火災時，能有效避免煙流入。

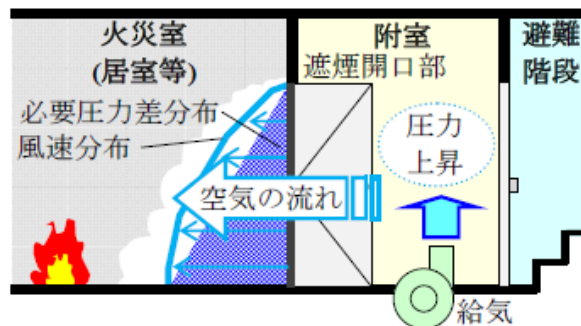


Fig. 1 加圧防排煙の概要
Schematic of Pressurization Smoke Control

圖2.2 附室加壓防排煙

(取自參考文獻[10])

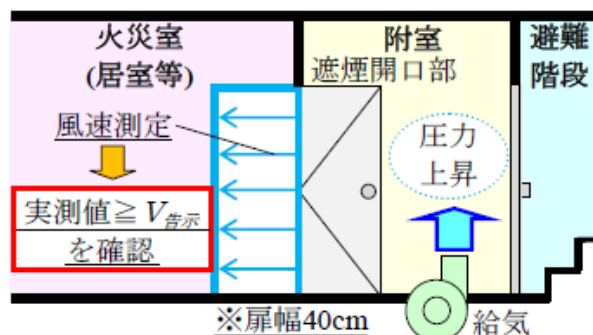


Fig. 2 常温時の性能確認
Performance Check under Normal Temperature

圖2.3 以實測確認逆向風速

(取自參考文獻[10])

美國 NFPA 92[11]對於以加壓保持避難路徑的維生環境，基本上是以進風加壓，壓力等級考量樓板高度，以及是否有撒水設備等。英國和歐洲[12] (BS EN 12101-6: 2005)的主要精神為：

1. 加壓使 (受保護)避難空間正壓。
2. 排煙使火災室相對負壓。

BS EN 12101-6:2005 對前室加壓的重視如圖 2.4，排煙室須每樓層加壓。

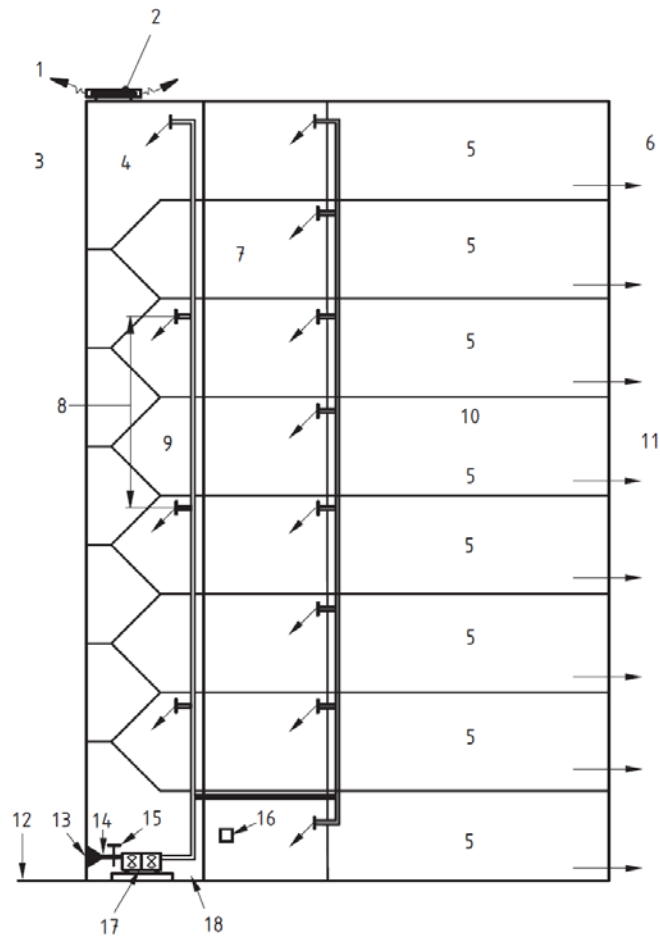


圖2.4 BS EN 12101-6:2005對前室加壓的重視

(取自參考文獻[12])

對於防火閘門和風管構造，美國 SMACNA 的安裝指引和標準具有參考性。圖 2.5 為 SMACNA[3]建議五種防火閘門的施作，可見其用套管(sleeve)等使之與區劃構成防火結構，避免火災時脫落。

我國建築物排煙設備設置及施工規範之研究

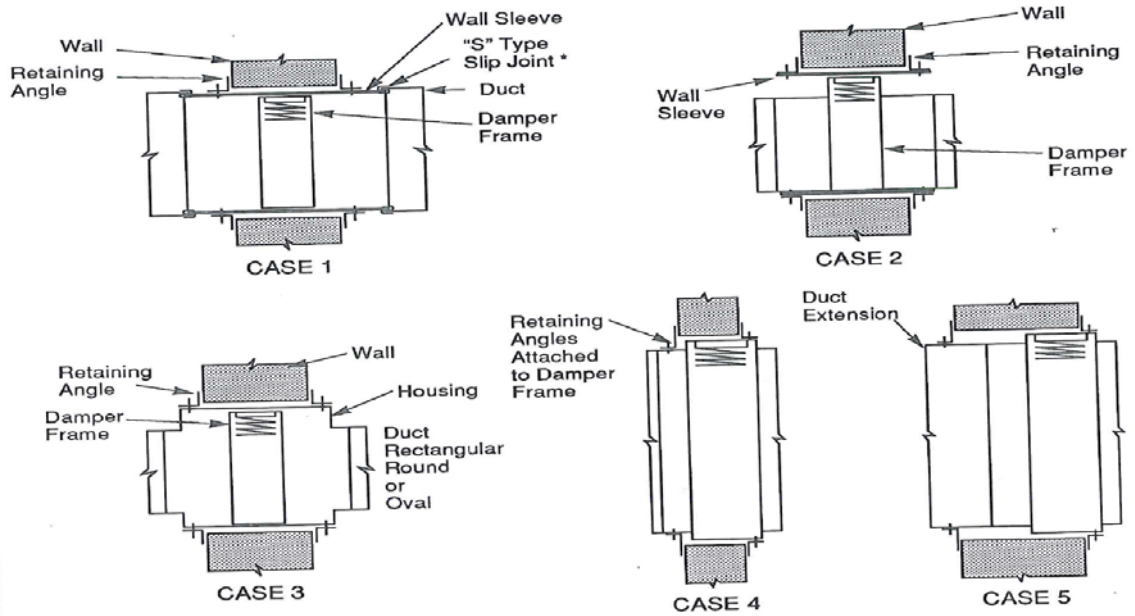


圖2.5 SMACNA建議五種防火閘門的施作

(取自參考文獻[3])

SMACNA[4]對於風管的壓力等級和厚度也有所規範，如圖 2.6 及圖 2.7，本研究將之用於實例比較分析。NFPA 90A[13]也有規範風管的材料、強度、厚度、安裝、構造、及耐溫等。

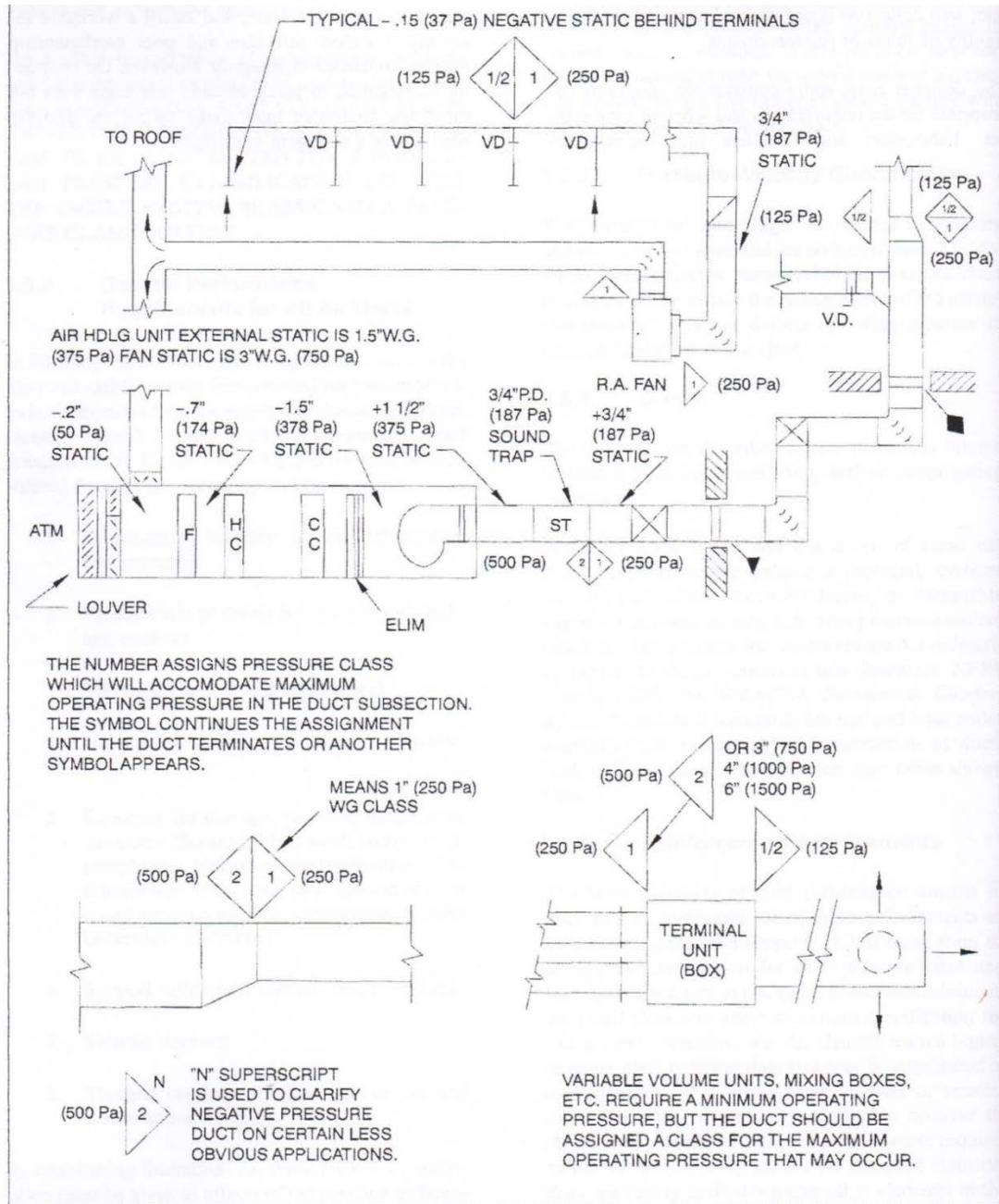


FIGURE 1-1 DUCT PRESSURE CLASSIFICATION

圖2.6 SMACNA風管的壓力等級

(取自參考文獻[4])

我國建築物排煙設備設置及施工規範之研究


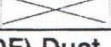
1000 Pa Static Pos. or Neg. Duct Dimension (mm)	1.20 m Joints			1.20 m Joints w/0.60 m Reinf. Spacing				
	Min (mm)	Joint Reinf.	Alt. Joint Reinf.	Joints/Reinf.			Int. Reinf.	
				Min (mm)	Joint Reinf.	Alt. Joint Reinf.	Tie Rod	Alt. Reinf.
200 and under	0.55	N/R	N/A	Use 1.20 m Joints				
230 – 250	0.55	N/R	N/A					
251 – 300	0.55	N/R	N/A					
301 – 350	0.55	N/R	N/A					
351 – 400	0.55	N/R	N/A					
401 – 450	0.55	N/R	N/A					
451 – 500	0.70	N/R	N/A	0.55	N/R	N/A	MPT	C
501 – 550	0.70	N/R	N/A	0.55	N/R	N/A	MPT	C
551 – 600	0.70	N/R	N/A	0.55	N/R	N/A	MPT	D
601 – 650	0.85	N/R	N/A	0.55	N/R	N/A	MPT	D
651 – 700	0.85	N/R	N/A	0.55	N/R	N/A	MPT	D
701 – 750	0.85	N/R	N/A	0.55	N/R	N/A	MPT	E
751 – 900	0.85	JTR	(2) C	0.70	N/R	N/A	MPT	E
	1.00	N/R	N/A					
901 – 1000	1.00	JTR	(2) E	0.85	N/R	N/A	MPT	F
	1.31	N/R	N/A					
1001 – 1200	1.31	JTR	(2) H	1.00	N/R	N/A	MPT	G
1201 – 1300				1.00	JTR	(2) E	MPT	H
				1.31	N/R	N/A	MPT	H
1301 – 1500	1.31	JTR	(2) H	1.00	JTR	(2) E	MPT	H
				1.31	N/R	N/A	MPT	H
1501 – 1800	1.61	JTR	(2) I	1.00	JTR	(2) I	MPT	I
1801 – 2100	Not Designed			1.31	JTR	(2) H	MPT	I
2101 – 2400				1.31	JTR	(2) I	2 MPT	J
2401 – 2700				1.31	JTR	(2) K		L
2701 – 3000				1.31	JTR	(2) K		L

Table 2-12M 1.20 m Coil/Sheet Stock/T25a/T25b (TDC/TDF) Duct Reinforcement

N/R - Not Required

N/A - Not Applicable

JTR - Joint Tie Rod

MPT - Mid Panel Tie Rod(s)

(2) (X) - Indicates 2 external reinforcements of class (X) to be used in lieu of Joint Tie Rods

圖2.7 SMACNA風管厚度及補強

(取自參考文獻[4])

第二節 國內相關文獻法規回顧

我國建築物排煙系統設計依據及法規沿革，大約可分為：民國 78 年以前建物依「建築技術規則」設計施工編第 100 條-102 條，民國 78-84 年建物依「各類場所消防安全設備設置標準」第 21 條及 106 條，民國 85-102 年建物依「各類場所消防安全設備設置標準」第 28 條及 188 條-190 條。有關建築及消防等適用排煙設備之相關法令條文。綜合整理如下：

2.2.1 建築技術規則 設備編

機械通風設備及空氣調節設備之風管貫穿防火區劃規定

第一節 空氣調節及通風設備之安裝 摘錄

■ 第 92 條 (630215~迄今)

機械通風設備及空氣調節設備之風管構造，應依左列規定：

四、風管以不貫穿防火牆為原則，如必需貫穿時，其包覆或襯裡層均應在適當處所切斷，並應在防火牆兩側均設置符合本編第九十三條規定之防火閘門。

2.2.2 建築技術規則 建築設計施工編

防火區劃規定 摘錄 (法令年度差異性)

■ 第 85 條 (630215~920820)

貫通防火區劃牆之風管，應在牆之兩側風管內裝設防火閘門或閘板。

■ 第 85 條 (920820~迄今)

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，其與貫穿部位合成之構造，並應具有一小時以上之防火時效。

註：安裝位置由原本在牆之兩側風管內改為貫穿部位任一側之風管內設防火閘門或閘板。

後內政部營建署 93.04.22 內授營建管字第 930083602 號函已解釋，適用設計施工篇第八十五條：「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，其與貫穿部位合成之構造，並應具有一小時以上之防火時效。」

2.2.3 防火閘門熔鍊或感溫裝置關閉溫度疑義

890323 內政部八十九年四月十日台(八九)內消字第八九八六四二二號函

提案七：有關排煙設備之排煙風管，於貫穿防火區劃處所設之防火閘門，其熔鍊或感溫裝置關閉溫度疑義(本項函釋已列入 93 年版各類場所消防安全設備設置標準，依內授消字第 0930090786 號函自九十三年五月一日起停止適用)

決議：一、查排煙設備動作後，當火勢仍持續發展到達一定程度時，為避免火、熱及煙流藉由排煙風管擴大延燒，此時於風管貫穿防火區劃處所設之防火閘門當即關閉，以遮斷火、熱及煙流之流竄，故考量國內實務需要，並參酌日本建築法規相關技術規範，排煙設備防火閘門，其熔鍊或感溫裝置應於攝氏二百八十度動作，使防火閘門自動關閉。至其設置圖例如附圖。

防火閘門關閉造成其他區劃無法排煙問題，如圖 2.8，尚須考量其熔鍊溫度對於排煙的影響。

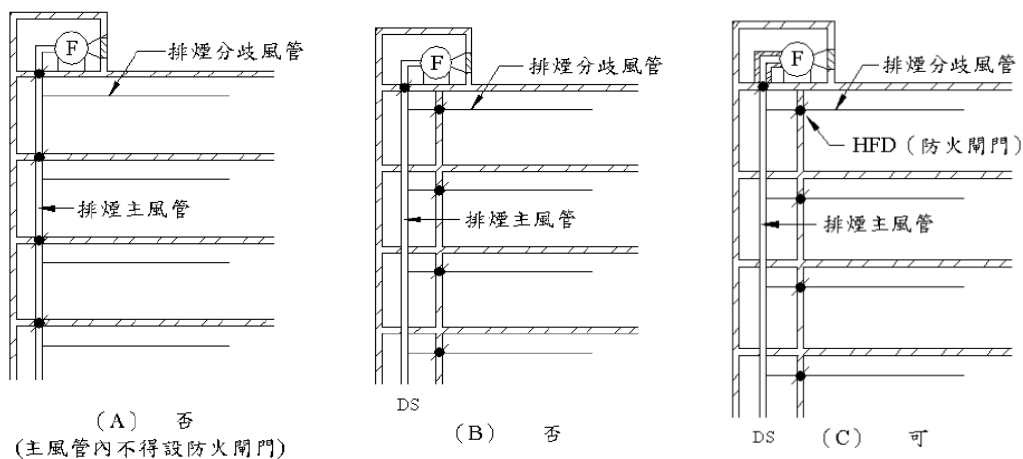


圖2.8 防火閘門適當的安裝問題
(內消字第八九八六四二二號函附圖)

2.2.4 工程會設備規範 (風管)

(摘錄 第 15810 章 V5.0 風管(中壓及高壓))

- 1.通則：風管材料應為不可燃性。
- 2.風管材質：應使用符合 ASTM A525 或 ASTM A527 標準之鍍鋅鐵皮製作，其每面鍍鋅層重量須符合 ASTM A90 之規定。
- 3.風管原則上應使用鍍鋅鐵皮製作。
- 4.中壓風管：操作於運轉壓力在 501Pa~1500Pa 的系統，風速 10m/s 以上。
- 5.高壓風管：操作於運轉壓力大於 1501Pa~2500Pa 的系統，風速 10m/s 以上。
- 6.除非特別註明，應依 SMACNA 之高壓風管製造標準及 ASHRAE 手冊之規定製作與支撐，且須依所註明之運轉壓力，提供風管材料、厚度、補強及密封。
- 7.防火阻隔：所有貫穿防火區劃牆面及樓地板面之風管開孔，必須用彈性體可位移性±40%之阻火材料密封，以達 2 小時以上之防火時效。

2.2.5 工程會設備規範 (排煙設備用防火風管)

(摘錄 第 15811 章 V1.0 消防系統排煙設備用防火風管)

- 1.工作範圍應包括：
 - (1)排煙風管貫穿防火區劃時，未於貫穿處設置主管機關認可之防火閘門者。
 - (2)排煙風管跨樓層設置時，立管未置於防火區劃之管道間者。
- 2.風管應為[鍍鋅鐵皮包覆板材][鍍鋅鐵皮噴覆塗裝][板材自撐式]，材料應為不燃或耐燃一級材料。
- 3.風管內部表面應平整光滑。
- 4.除非另有註明，應依 SMACNA 風管製造標準及 ASHRAE 手冊之規定製造與支撐，且須依所註明之運轉壓力，提供風管材料、厚度、補強及密封。
- 5.防火風管之安裝應符合經消防主管機關認可之技術手冊規定。

2.2.6 工程會設備規範 (防火閘門)

(摘錄 第 15820 章 V5.0 空調風管附屬設備元件)

- 1.防火風門的製造及測試，須符合 NFPA 90A、UL 555 或防火風門、排煙口、進

我國建築物排煙設備設置及施工規範之研究
氣口技術說明書等相關法規及標準之規定。

2.防火風門必須安裝在風管貫穿有防火等級的牆壁或樓板，防火風門之防火等級須

配合各區域建築結構之防火等級選用。

3.簾幕式防火風門（Curtain Type）之葉片及框架須以鍍鋅鐵皮製作。

4.多葉片式（Multiple Blade）防火風門使用油浸式青銅或不鏽鋼管套軸承的隱蔽式板狀鋼製連桿；不鏽鋼製開閉彈簧、葉片止動件及鎖定裝置。

5.防火風門設計應可容易檢修及更換可熔解鏈並重新設定風門。熔解鏈熔解溫度
121~177°C。

第三章 防火閘門與防火區劃排煙問題探討

第一節 防火閘門設置各國標準之比較

以下分別敘述我國與各國防火閘門與防火區劃排煙法令及標準。

我國：

建築技術規則(2010 年版)

建築設計施工編

第八十五條 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，其與貫穿部位合成之構造，並應具有一小時以上之防火時效。

建築設備編

第九十二條第一項第四款

風管以不貫穿防火牆為原則，如必需貫穿時，其包覆或襯裡層均應在適當處所切斷，並應在防火牆兩側均設置符合本編第九十三條規定之防火閘門。

第九十三條 防火閘門應依左列規定：

- 一、其構造應符合本規則建築設計施工編第七十六條第一款甲種防火門窗之規定。
- 二、應設有便於檢查及養護防火閘門之手孔，手孔應附有緊密之蓋。
- 三、溫度超過正常運轉之最高溫度達攝氏二十八度時，熔鍊或感溫裝置應即行作用，使防火閘門自動嚴密關閉。
- 四、發生事故時，風管即使損壞，防火閘門應仍能確保原位，保護防火牆貫穿孔。

第九十四條 防火閘板之設置位置及構造，應依左列規定：

- 一、風管貫穿具有一小時防火時效之分間牆處。
- 二、本編第九十二條第六款規定之管道間開口處。
- 三、供應二層以上樓層之風管系統：
 - (一)垂直風管在管道間上之直接送風口及排風口，或此垂直風管貫穿樓地板後之直接送回風口。
 - (二)支管貫穿管道間與垂直主風管連接處。
- 四、未設管道間之風管貫穿防火構造之樓地板處。
- 五、以熔鍊或感溫裝置操作閘板，使溫度超過正常運轉之最高溫度達攝氏二十八度時，防火閘板即自動嚴密關閉。

我國建築物排煙設備設置及施工規範之研究

- 六、關閉時應能有效阻止空氣流通。
- 七、火警時，應保持關閉位置，風管即使損壞，防火閘板應仍能確保原位，並封閉該構造體之開口。
- 八、應以不銹材料製造，並有一小時半以上之防火時效。
- 九、應設有便於檢查及養護防火閘門之手孔，手孔應附有緊密之蓋。

各類場所消防安全設備設置標準(2013年版)

第一八八條第一項第五款

排煙風管貫穿防火區劃時，應在貫穿處設防火閘門；該風管與貫穿部位合成之構造應具所貫穿構造之防火時效；其跨樓層設置時，立管應置於防火區劃之管道間。但設置之風管具防火性能並經中央主管機關審核認可，該風管與貫穿部位合成之構造具所貫穿構造之防火時效者，不在此限。

中華民國國家標準

空調系統防火閘門耐火試驗法 (CNS 15816:2015)

1. 適用範圍

本標準規定空調系統防火閘門之耐火試驗方法，不適用於煙控系統防火閘門。本試驗係評估防火區劃內之防火閘門，防止火災及煙霧蔓延至另一區劃之能力。

2. 防火閘門往復開關試驗

防火閘門進行50次往復式開關試驗，以模擬每年約2次之作動檢查，試驗期間閘門應可維持開啟不致扭曲及防止關閉。

3. 防火閘門室溫洩漏量試驗

防火閘門於往復開關試驗後，關閉防火閘門並施加壓力使風管相對於加熱爐維持300Pa之負壓，單位面積上的漏風量應不大於 $360 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 。

3. 防火閘門耐火試驗

防火閘門作動關閉後，施加壓力使風管相對於加熱爐維持300Pa之負壓，非曝火面不得出現超過持續10秒以上之火焰。

4. 感熱釋放裝置動作試驗

於溫度 $72 \pm 4^\circ\text{C}$ 時，感熱釋放裝置應於4分鐘內動作。

5. 感熱釋放裝置不作動試驗

於溫度 $60 \pm 2^\circ\text{C}$ 下1小時，感熱釋放裝置應不作動。

排煙設備用閘門認可基準(102.07.01廢止)

國際標準組織

Fire resistance tests - Fire dampers for air distribution systems
(ISO 10294:2005)

標準內容同「中華民國國家標準-空調系統防火閘門耐火試驗法」(CNS 15816)

日本：

建築基準法施行令(2016年8月29日)

第112條第16項

用於換氣、空調設備的風管貫穿準耐火構造之防火區劃時(國土交通大臣認定不會對防火造成影響者除外)，該風管貫穿準耐火構造防火區劃處或其接近部分所設置之特定防火設備(在貫穿準耐火構造之防火區劃時，需為建築基準法第2條第9號之2第2款所規定的防火設備)需滿足下列要件，並依國土交通大臣所規定的構造或使用其所認定的設備及依認定的工法設置。

- 一、因火災產生煙或因火災造成溫度急遽上昇時，需能自動閉鎖。
- 二、閉鎖時需具備不會對防火造成影響的遮煙性能。

消防法施行規則(2017年2月8日)

第30條第3項第5款第3目

除了因火災造成風管內部的溫度急遽上昇時之外，風管不可閉鎖。此種情況下，設有自動閉鎖裝置的閘門之閉鎖溫度需為280℃以上。

建設省告示第1376號(2000年5月26日)

安裝於貫穿防火區劃風管之防火設備設置方法規定如下：

- 一、堅固安裝於主要構造部。
- 二、換氣、空調設備的風管接近貫穿建築基準法施行令第112條第15項所規定的準耐火構造防火區劃處設置防火設備時，該防火設備及該防火區劃間的風管之厚度需由厚1.5mm以上之鐵板製成，或用鐵網砂漿塗抹或用其他不燃材料被覆。
- 三、需於天花板、牆壁等處設置邊長45cm以上容易維修點檢的檢修口，並需能由此檢修口確認防火設備的開閉及動作狀態。

建設省告示第1369號(2015年2月23日改訂)

關於特定防火設備構造方法的規

第一 施予通常發生火災時產生的火及熱時，加熱開始1小時後加熱面以外的面不

我國建築物排煙設備設置及施工規範之研究

可透出火焰之防火設備之構造方法規定如下：

(前略)

三 構造需符合下列a至c其中之一：

- a 防火門的骨架應為鐵製，兩面皆為厚度0.5mm以上的鐵板構成。
- b 需為鐵製的厚度1.5mm以上的防火門或防火閘門。
- c 鐵骨水泥製或鋼筋水泥製厚度3.5cm以上的門。
- d 土藏造法的建築中15cm以上的防火門。

建設省告示第2565號(2000年5月25日改訂)

貫穿防火區劃之風管中設置防火設備的構造方法規定

滿足建築基準法施行令第112條第16項所揭示要件之防火設備的構造方法，在下列各號所規定的情況下，應符合下列各號之規定。

一 風管貫穿建築基準法施行令第112條第1項第2號、第4項、第8項、第9項、第12項及第13項所定之防火區劃時(被認定煙沒有漫延到2樓以上的疑慮，且不會對其他避難及防火上造成障礙時除外)，需符合下列基準，且防火閘門的構造需通過附錄所規定之漏煙試驗。

- a 需為鐵製。
- b 需符合昭和48年(1962年)建設省告示第2563號第1第2號ハ、同號ニ(1)及同號ホ到ト所示之基準。此時，同號ハ(1)中所示之「防火門」可解讀為「防火閘門」。
- c 偵煙探測器需設於下列場所：
 - (1) 使用隔間牆區劃之場所中，安裝防火閘門的風管換氣口。
 - (2) 昭和48年(1962年)建設省告示第2563號第一第二號ニ(2)(ii)及(iii)所示場所。

二 主要構造部須為準耐火構造，且於地下室或3樓以上樓層有居室的建築物二樓以上的樓層具有換氣口的同一系統風管貫穿有換氣口樓層上方具耐火構造的防火區劃地板時，依前號所定之構造方法。

三 前二號以外的情況下，防火閘門的構造需符合下列任一規定：

- a 鐵製，構造需符合昭和48年(1962年)建設省告示第2563號第1第2號ハ到ト所揭之基準(同號ニ(2)(i)及ハ(1)中所示之「防火門」可解讀為「防火閘門」)，且需為附錄所定漏煙試驗合格者。
- b 符合下列任一項之構造，且通過附記所定之漏煙試驗。
 - (1) 鐵製，符合昭和48年(1962年)建設省告示第2563號第二第二號口所揭基準。
 - (2) 鐵製，構造符合昭和48年(1962年)建設省告示第2563號第二第三號ハ(1)及(3)所揭基準，且溫度保險絲需設在使用該溫度保險絲連動以閉鎖的閘門附近的風管內部。

附記

三 漏煙試驗

- (一) 確認安裝於試驗裝置的試驗體能圓滑開閉後，回復成閉鎖狀態進行試驗。
- (二) 對試驗體施加壓力，試驗體兩面的壓力差維持在 $2\text{kgf}/\text{m}^2$ 測量漏氣量3次。
- (三) 將(二)的測量結果換算成標準狀態(20°C 、一大氣壓)下單位時間下單位面積的漏氣量。

四 判定

所有的測定值須達每一平方公尺五立方公尺以下者合格。

建設省告示第2563號(2001年2月1日改訂)

防火區劃用防火設備的構造方法

第二 滿足建築基準法施行令第112條第14項第1號イ到ハ所掲要件(ハ所掲要件限於火災時溫度急遽上昇時會自動閉鎖及動作的設備)之防火設備的構造方法需符合下列各號任一規定。

ハ 與溫度保險絲連動具自動閉鎖構造的設備需符合下列基準：

- (1) 溫度保險絲、連動閉鎖裝置及安裝部分需通過附記所規定的試驗。

附記

三 作動試驗

- (一) 試驗體安裝在考慮火災時火煙流動狀態所設置的試驗裝置上，且連動閉鎖裝置需加上和實際狀態下相同的負重。
- (二) 風管內的空氣通過旁通邊循環邊加熱，空氣到達 50°C (測試設於鍋爐室、廚房等的溫度保險絲時，空氣應達到比標稱作動溫度低 10°C 的溫度)時，將該空氣以風速 $1\text{m}/\text{s}$ 吹向試驗體持續5分鐘，測試是否動作。
- (三) 與(二)同樣的方法加熱風管內的空氣，空氣達到 90°C 時，將該空氣以 $1\text{m}/\text{s}$ 的風速吹向試驗體測量其開始動作所需的時間。

四 判定

所有試驗體在三之(二)步驟時不能動作，且在三之(三)步驟時需於1分鐘內動作才合格。

美國：

Standard for the Installation of Air-Conditioning and Ventilating Systems (NFPA 90A : 2015)

4.3.5.1 風管於防火閘門、排煙閘門、防火排煙閘門及偵煙式探測器安裝處應設有維修口，用於安裝、清潔、維護、檢查及及測試。

5.3.1.1 風管貫穿防火區劃牆壁處應設置經認可的防火閘門，並具備2小時以上

我國建築物排煙設備設置及施工規範之研究
之防火等級。

5.4.1.1 安裝於防火時效未滿 3 小時之牆壁或地板開口的防火閘門，應使用符合 ANSI/UL 555、具有 1.5 小時防火等級之防火閘門。

5.4.2 安裝於防火時效超過 3 小時之牆壁或地板開口的防火閘門，應使用符合 ANSI/UL 555、具有 3 小時防火等級之防火閘門。

5.4.5.2.1 感熱熔絲應具有高於系統平時最高操作溫度大約 28°C (50°F) 之溫度等級。

5.4.5.2.2 感熱熔絲之溫度等級不應低於 71°C (160°F)。

5.4.5.2.2.3 防火排煙閘門之感熱熔絲最高溫度等級不應高於 177°C (350°F)。

5.4.5.4.1 防火閘門應依據 ANSI/UL 555 進行洩漏試驗。

5.4.5.4.3 廚房及衣物烘乾用排氣風管，不須安裝防火閘門、排煙閘門或防火排煙閘門。

Fire Damper(UL 555 : 2009)

1.2 防火閘門依使用類別分類如下：

(a)靜態系統用防火閘門-安裝於火災時會自動關閉之風管系統。

(a)動態系統用防火閘門-安裝於火災時會運轉之風管系統。

(a)防火排煙閘門-單一位置需同時安裝防火閘門及排煙閘門時。

1.4 靜態系統用防火閘門需要在感熱裝置感測到熱時能自動關閉。

1.5 根據這些要求，防火排煙閘門及動態系統用防火閘門需要在感測到熱及氣流時能動態關閉。

1.7 動態系統用防火閘門指火災時仍有氣流流通，如煙控系統火災時仍會運轉的風機系統。

1.8 防火閘門必須安裝於風管貫穿防火區劃。

1.11 防火閘門需要安裝熔絲或感熱裝置，在偵測到熱時能自動關閉。

5.2 靜態系統用防火閘門感熱裝置的溫度範圍不低於 71°C、不高於 100°C。

5.2.1 動態系統用防火閘門感熱裝置的溫度範圍不低於 71°C、不高於 177°C。

5.2.2 不可重開啟之防火排煙閘門感熱裝置的溫度範圍不低於 71°C，最高溫度不

第三章 防火閘門與防火區劃排煙問題探討
得超過 UL 555S 排煙閘門的溫度且不高於 177°C。

- 5.2.3 可重開啟之防火排煙閘門主感熱裝置的溫度範圍不低於 71°C、不高於 100°C，第二感熱裝置的溫度範圍須高於主感熱裝置，最高溫度不得超過 UL 555S 排煙閘門的溫度且不高於 177°C。
- 6.4 套管或固定框之長度延伸穿透牆壁或是地板開孔套管或固定框與通風管之間的固定及可拆式接合處，長度不得超出：
- (a) 152mm(6 英吋)見方之防火閘門，不須和啟動器配合使用，或者由工廠自行在套管內安裝一扇檢修門。
 - (b) 一邊為 152mm(6 英吋)另一邊為 406mm(16 英吋)之防火閘門與啟動器配合使用，由工廠在套管上較寬的側面安裝一扇檢修門。
 - (c) 406mm(16 英吋)見方之防火閘門與啟動器配合使用，並由工廠在套管另一面裝設檢修門。
- 10.1.1.1 在進行溫度定額的耐燃程度測試時，防火閘門應該要保持敞開。
- 10.1.1.2 所有測試中的閘門組件必須完全封閉，以及在熱感應設備啟動時會自動關閉。
- 10.1.1.3 關閉之機制、葉片軸、聯鎖型防火閘門葉片以及葉片安裝頭，在測試時皆應保持接合及穩定。
- 10.1.1.4 防火閘門暴露於火場時，在未接觸火源的閘門組件之另一側，不得有出現火焰的情形。
- 10.3.9 緊接著暴露測試部份後，防火閘門受試組件必須接受衝擊、腐蝕、水柱冷卻效應，水柱先直接沖刷於閘門組件暴露面中間部位，再遍及所有的暴露面，沖刷方向會隨著測試過程逐漸改變。
- 10.3.10 水柱將透過國家標準核定之水管，口徑大小為 64mm(2-1/2 英吋)，或者類似大小配有 29mm(1-1/8 英吋)口徑標準型平滑沖孔，未裝固定旋鈕的噴嘴。噴嘴部位之水壓如同表 3.1，受試組件之暴露部份水柱沖刷量以每 0.093m² 之沖刷秒數為單位

表 3.1 水管噴灑試驗
(本研究整理)

時間	噴嘴處之水壓		水柱沖刷時間，暴露部份表面積	
	Psi	(kPa)	(ft ² /s)(m ² /s)	
3 小時	45	(310)	3.0	32
1 小時 30 分	30	(207)	1.5	16
1 小時	30	(207)	0.9	10
1 小時以下	30	(207)	0.6	6

暴露面積以受試樣品之體積來計算，其中包括框架、吊樑、軌道、以及其他開門組件部份。暴露面積不包含有裝設樣品之牆壁。當一面牆上裝置數組受試樣品時，即便噴水柱測試必定橫越整個受測區域，矩形與長方形所涵蓋受試樣品區域將暴露於噴水柱噴灑範圍內。

11 往復試驗(Cycling Test)

- 11.1 單一或多個防火開門組件與啟動器(以電力、空壓及液壓設備操作防火開門)使用，必須在開門反覆機械地操作 20,000 次(即開啟和關閉動作)之後，運用於指定之用途上，或與指定啟動器配合使用之防火開門在特定條件下運作時，也能作為流量控制開門，這類組件必須反覆操作 100,000 次。
- 11.2 不與啟動器配合使用之防火開門，完全開啟與封閉的測試操作次數 250 次。並以手動操作方式進行往復試驗。
- 12.1 防火開門的試體在接下來的鹽霧試驗(12.2~12.4)暴露 5 天後應能自動關閉及扣緊(若有彈簧鎖的話)。
- 12.3 將防火開門安裝在測試室並維持在開啟的狀態下，暴露在鹽霧下 120h，根據 ASTM B117 的標準鹽霧需由 20% 的鹽及 80% 的蒸餾水構成，測試時溶液的 PH 值應在 6.5~7.2，35°C 下比重介於 1.126~1.157。
- 14.1.1 防火排煙開門和倚賴動力系統操作之防火開門，必須接受動力關閉試驗。適用於動力關閉試驗的防火開門(包含啟動器)需為第 11 項往復試驗內所使用之受試樣品。

第三章 防火閘門與防火區劃排煙問題探討

- 14.1.2 在特定氣流與熱能活動情況下，動態系統防火閘門和防火排煙閘門必須能自行完全封閉或開啟，且不損壞閘門及其零組件。
- 14.1.3 防火閘門將接受來自兩個方向之氣流測試，首先其中一組試體接受一方之氣流試驗，接著將另一試體進行氣流相反方向之測試。防火排煙閘門的溫度定額必須為 121°C 或 177°C。
- 14.1.4 動態系統防火閘門以及防火排煙閘門最低氣流壓力與封閉後壓力為 10.2m/s(2000 fpm) 及 1.0kPa(4 英吋) 深度的水。較最小值高的的氣流和壓力定額其設定增加量為 5.1m/s(1000fpm)，並且水位升高 0.5 kPa (2 英吋)。
- 14.1.5 氣流壓力和封閉後壓力定額必須比照「UL 555S 排煙閘門操作測試標準」所指定之氣流壓力與封閉後壓力。
- 15.1 單一防火閘門或加裝套管的閘門組合(參閱 6.1 項)，在後者套管厚度較 6.5 項所註明的小，並以在圖 6.1 中未標示的交錯接合類型來連結通風管時，這兩種類型的閘門必須接受通風管試驗。
- 15.2 如同通風管測試內容所註明，代表之防火閘門試體，如同原先預期的，必須維持固定在牆壁或隔板中。並且在 3 次開啟及關閉往復試驗中必須能完全開啟和封閉。此外受試中的防火閘門組件任何部份移動或扭曲變形時，不應造成閘門周圍或內部明顯之開孔情形。請參考 4.2 至 4.4 之說明。
- 15.4 在防火閘門接受測試之前，閘門將會進行 3 次往復試驗以確保原先預期之運作，接著將閘門設定在完全開啟位置，0.21m³ (55 加侖) 的大桶內將以下列的物質填裝：
- (a) 對於 610mm(24 英吋) 見方大小或是直徑 610mm(24 英吋) 以下之的防火閘門，填裝 125 kg(275 磅) 的沙子。
 - (b) 就較大型的防火閘門而言，可填裝 181 kg(400 磅) 的沙子。
- 填滿沙子的大桶，如同圖 15.1 所示，將升高至通風管上方 3.04m(10 英呎) 之位置，隨即桶子以自由落體運動下墜於通風管之上，模擬火場內碎片墜落之情況。
- 15.5 在重力撞擊後，檢查防火閘門是否仍符合 15.2 所規定的組裝情形。

中國大陸：

建築設計防火規範(GB 50016：2014)

- 9.3.11 通風、空氣調節系統的風管在下列部位應設置公稱動作溫度為 70°C 的防火閘：

我國建築物排煙設備設置及施工規範之研究

1. 穿越防火分區處。
2. 穿越通風、空氣調節機房的房間隔牆和樓板處
3. 穿越重要或火災危險性大的房間隔牆和樓板處。

4. 穿越防火分隔處的變形縫兩側。

5. 豎向風管與每層水平風管交接處的水平管段上

9.3.12 公共建築的浴室、衛生間和廚房的豎向排風管，應採取防止回流措施或在支管上設置公稱動作溫度為 70°C 的防火閘。

公共建築內廚房的排油煙管道宜按防火分區設置，且在與豎向排風管連接的支管處應設置公稱動作溫度為 150°C 的防火閘。

9.3.13 防火閘的設置應符合下列規定：

1. 防火閘宜靠近防火分隔處設置。

2. 防火閘安裝時，應再安裝部位設置方便維護的檢修口。

3. 在防火閘兩側各 2.0m 範圍內的風管及其絕熱材料應採用不燃材料。

4. 防火閘應符合現行國家標準「建築通風和排煙系統用防火閘門」GB 15930 的規定。

高層民用建築設計防火規範(GB 50045：已廢止，由GB 50016取代)

8.4.5 防煙分區內的排煙口距最遠點的水平距離不應超過 30m。在排煙支管上應設有當煙氣溫度超過 280°C 時能自行關閉的排煙防火閘。

8.4.7 排煙風機可採用離心風機或採用排煙軸流風機，並應在機房口處設有當煙氣溫度超過 280°C 時能自行關閉的排煙防火閘。排煙風機應保證在 280°C 時能連續工作 30min。

建築通風和排煙系統用防火閘門(GB 15930:2007)

1. 本標準適用於工業與民用建築物、地下建築物的通風和空氣調節系統中設置的防火閘，工業與民用建築物、地下建築物的機械排煙系統中設置的排煙防火閘、排煙閘。

3.1 防火閘

安裝在通風、空氣調節系統的送、回風管道上，平時呈開啟狀態，火災時當管道內煙氣溫度達到 70°C 時關閉，並在一定時間內能滿足漏煙量和耐火完整性要求，起隔煙阻火作用的閘門。

3.2 排煙防火閘

安裝在機械排煙系統的管道上，平時呈開啟狀態，火災時當排煙管道內煙氣溫度達到 280°C 時關閉，並在一定時間內能滿足漏煙量和耐火完整性要求，起隔煙阻火作用的閘門。

6.5.2 溫感器不動作性能

我國建築物排煙設備設置及施工規範之研究

6.5.2.1 防火閥中的溫感器在 $65^{\circ}\text{C}\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 的恆溫水浴中 5 min 內應不動作。

6.5.2.2 排煙防火閥中的溫感器在 $250^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 的恆溫水浴中 5 min 內應不動作。

6.5.3 溫感器動作性能

6.5.3.1 防火閥中的溫感器在 $73^{\circ}\text{C}\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 的恆溫水浴中 1 min 內應動作。

6.5.3.2 排煙防火閥中的溫感器在 $285^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 的恆溫水浴中 2 min 內應動作。

6.9.1 關閉可靠性

防火閥或排煙防火閥經過 50 次關閉試驗後，各零部件應無明顯變形、磨損及其他影響其密封性能的損傷，葉片仍能從打開位置靈活可靠地關閉。

6.9.10 耐腐蝕性

經過 5 個週期，共 120 h 的鹽霧腐蝕試驗後，閥門應能正常啟閉。

6.11 環境溫度下的漏風量

6.11.1 在環境溫度下，使防火閥或排煙防火閥葉片兩側保持 $300\text{ Pa}\pm 15\text{ Pa}$ 的氣體靜壓力，其單位面積上的漏風量(標準狀態)應不大於 $500\text{ m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ 。

6.12 耐火性能

6.12.1 耐火試驗開始後 1 min 內，防火閥的溫感器應動作，閥門關閉。

6.12.2 耐火試驗開始後 3 min 內，排煙防火閥的溫感器應動作，閥門關閉。

6.12.3 在規定的耐火時間內，使防火閥或排煙防火閥葉片兩側保持 $300\text{ Pa}\pm 15\text{ Pa}$ 的氣體靜壓力，其單位面積上的漏風量(標準狀態)應不大於 $700\text{ m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ 。

6.12.4 在規定的耐火時間內，防火閥或排煙防火閥表面不應出現連續 10 s 以上的火焰。

6.12.5 防火閥或排煙防火閥的耐火時間應不小於 1.5 h。

第二節 防火閥門檢驗標準探討

JIS A1314、UL 555、CNS 15816/ISO 10294 及 GB 15930 各標準內容比較(不包含 CNS 15816-5：膨脹型防火閥門及 ISO 10294-5：Intumescent fire dampers)如表 3.2~表 3.5。

第三章 防火閘門與防火區劃排煙問題探討

表 3.2 標準依據

(本研究整理)

	標準	JIS A1314	UL 555	CNS 15816 ISO 10294	GB 15930
	名稱	防火ダンパーの性能試験方法	Fire Dampers	空調系統防火閘門耐火試驗法	建築通風和排煙系統用防火閘門
1	適用範圍	適用於空調通風系統及排煙系統風管貫通防火區劃用防火閘門。	適用於空調通風系統(靜態)及排煙或煙控系統(動態)風管貫通防火區劃用防火閘門。	僅適用於空調系統使用之防火閘門，不適用煙控系統之防火閘門。	適用於空調通風系統及排煙系統用防火閘門及防火排煙閘門。

表 3.3 基本安全需求

(本研究整理)

	說明	JIS A1314	UL 555	CNS 15816 ISO 10294	GB 15930
2.1	火災時，熱氣流溫度達動作溫度時，必須能夠關閉。	1. 空調通風系統用防火閘門動作溫度依各廠家設定： a. 常用為 72°C。 b. 廚房等環境溫度達 50°C 以上之場所為 120°C。 2. 排煙風管用防火閘門動作溫度為 280°C。	1. 靜態系統(空調)用防火閘門動作溫度範圍為 71°C~100°C。 2. 動態系統(排煙)用防火閘門動作溫度範圍為 71°C~177°C。	標稱動作溫度為 72±4°C。	1. 空調通風系統用防火閘門動作溫度為 70°C。 2. 排煙系統用防火閘門動作溫度為 280°C。

表 3.4 閘門製作方式

(本研究整理)

	說明	JIS A1314	UL 555	CNS 15816 ISO 10294	GB 15930
3.1	閘門構造規定	含箱體(管套)、葉片、軸、軸承、連桿、連接法蘭及維修用檢查口的構造及製作方法。	規定縫隙大小，相關材質及強度應通過試驗。	無規定。	規定材質及外觀之原則性規定。

表 3.5 試驗內容
(本研究整理)

	說 明	JIS A1314	UL 555	CNS 15816 ISO 10294	GB 15930
4.1	往復試驗	1. 一般 2000 次。 2. 遠隔操作型需 10000 次以上，測量基本性能(試驗前後的絕緣抗阻、最低動作電壓)。	1. 一般為 250 次。 2. 使用驅動器時為 20000 次。	50 次。	50 次。
4.2	鹽霧試驗	3%的氯化鈉及 97%的蒸餾水，鹽霧曝露試驗三天後，靜置 15 天後閘門機能應能正常。	20%的氯化鈉及 80%的蒸餾水，鹽霧曝露試驗 120 h 後，然後測試其關閉及扣緊狀況。	1. 選擇性試驗。(僅適用熱感應裝置) 2. 20%的氯化鈉及 80%的蒸餾水，鹽霧曝露試驗 5 天後，乾燥 4~7 天，熱釋放裝置應符合行為反應試驗及誤動作試驗的規定。	使用質量濃度 5% 之鹽水溶液，經過 5 個週期，共 120 h 的鹽霧腐蝕試驗後，閘門應能正常啟閉。
4.3	二氧化硫腐蝕試驗	有規定。	無規定。	選擇性試驗。(僅適用熱感應裝置)	無規定。
4.4	耐火試驗	1. 依 ISO 834-1 標準加熱曲線試驗 1 小時。 2. 採用厚度達 1.5mm 以上鋼板製造者可免除耐火試驗。	1. 試驗溫度依標準時間-溫度曲線。 耐火 1.5 小時-978°C。 耐火 3 小時-1052°C。 2. 耐火試驗額定曝火期間，閘門組件應維持在原地。 3. 熱感應裝置啟動時，防火閘門應自動關閉，如設有搭扣並應扣緊。 4. 曝火過程中，防火閘門組件之非曝露面不得有火焰。	1. 試驗溫度依標準時間-溫度曲線。 2. 在規定耐火時間內，防火閘門兩側保持 300 Pa ± 15 Pa 的靜氣壓差，在 0.15 m/s 風速下試驗，防火閘門表面不得出現超過 10 s 以上的持續火焰。 3. 若防火閘門於加熱爐啟動後 2 min 失效，則終止試驗。	1. 試驗溫度依標準時間-溫度曲線。 2. 在規定耐火時間內，防火閘門或防火排煙閘門兩側保持 300 ± 15 Pa 的靜氣壓差，其單位面積上的漏風量(標準狀態)不大於 700 m ³ /(m ² ·h)。 3. 在規定耐火時間內，防火閘門或防火排煙閘門表面不出現連續 10 s 以上的火焰。

第三章 防火閘門與防火區劃排煙問題探討

					4. 防火閘門或防火排煙閘門耐火時間不小於 1.5 h。
4.5	射水試驗	無規定。	射水試驗期間，閘門組件應維持在原位。	無規定。	無規定。
4.6	氣密(洩漏)試驗	有(漏煙試驗)。	僅防火排煙閘門應試驗。	有(室溫洩漏量判定)。	有(環境溫度下的漏風量試驗)。
4.7	動態關閉試驗	無規定。	1. 動態系統用防火閘門及防火排煙閘門需實施動態關閉試驗。 2. 在特定熱氣流狀態下，應自動關閉並扣緊，閘門及其構件無損傷。 3. 防火排煙閘門試驗關閉溫度為 121°C 或 177°C。	無規定。	無規定。
4.8	熱感應裝置動作試驗	於試驗溫度下之熱氣流 1 分鐘內動作 1. 標稱動作溫度 72°C 之試驗溫度為 90°C。 2. 標稱動作溫度 120°C 之溫度為 150°C。 3. 標稱動作溫度 280°C 之試驗溫度為 350°C。	動作試驗依 UL 33 規定。 動作溫度： 1. 靜態系統用防火閘門動作溫度範圍 71°C ~ 100°C。 2. 動態系統用防火閘門動作溫度範圍 71°C ~ 177°C。 3. 不可重開啟之防火排煙閘門動作溫度範圍 71°C ~ 177°C，最高溫度不得超過 UL 555S 排煙閘門的溫度。	動作溫度不可超過初始溫度加 80°C (初始溫度 25°C 時，最大動作溫度不得大於 105°C)，熱感釋放裝置應於 4 分鐘內動作。	動作試驗 1. 防火閘門的溫感器在 73 ± 0.5°C 的恆溫水浴中 1 min 內應動作。 2. 防火排煙閘門的溫感器在 285 ± 2°C 的恆溫油浴中 2 min 內應動作。

我國建築物排煙設備設置及施工規範之研究

			4. 可重開啟之防火排煙閘門主要熱感應裝置動作溫度範圍71°C~100°C，次要熱感應裝置動作溫度範圍須高於主要熱感應裝置，最高不得超過 UL 555S 排煙閘門的溫度且不高於177°C。		
4.9	熱感應裝置不動作試驗	於試驗溫度下之熱氣流5分鐘內不動作 1. 標稱作動溫度72°C之試驗溫度為50°C。 2. 標稱作動溫度120°C之試驗溫度為110°C。 3. 標稱作動溫度280°C之試驗溫度為240°C。	無規定。	試驗溫度60±2°C下，熱感釋放裝置於1小時內應不動作。	1. 防火閘門的溫感器在65±0.5°C的恆溫水浴中5min內應不動作。 2. 防火排煙閘門的溫感器在250±2°C的恆溫油浴中5min內應不動作。
4.10	風管衝擊試驗	無規定。	使用脫鉤式連接時，需作此試驗。	無規定。	無規定。
4.11	操作試驗	無規定。	於溫度10~40°C，在特定之氣流及壓力差下防火閘門或防火排煙閘門能正常啟閉，	無規定。	無規定。
4.12	驅動器耐熱、耐濕試驗	1. 耐熱試驗 置於125±2°C恆溫槽(排煙用為250±5°C)30min後，實施絕緣試驗確認機能是否正常。 2. 耐濕試驗 置入45±3°C恆溫槽預熱1小時，於周圍環境40±3°C、95±3%	依UL 873實施溫度、雨水試驗。 1. 溫度試驗： 在特定的溫度下，確認機能是否正常。 2. 雨水試驗： 使用三只測試噴頭，於0.9m(3ft)之距離、45°之角度、34.5KPa(5psi)之水壓試驗1小	無規定。	無規定。

第三章 防火閘門與防火區劃排煙問題探討

		下靜置 24 小時，實施絕緣試驗確認機能是否正常。	時，防雨外殼內部無水滲入。		
4.13	驅動器絕緣試驗	於周圍環境 5~35°C、45~85% 下使用 500 V 交流電壓試驗 1 min，機能應正常(依使用電壓分別採用 1000 V 或 1000 V 以上之試驗電壓)。	依 UL 873。使用 1000 V 加上額定電壓 2 倍之交流電壓試驗 1 min，機能應正常(使用低電壓電器採用 500 V 之試驗電壓)。	無規定。	依 GB 4717。使用 500±50 V 之直流電壓，於常溫下試驗 60±5 S 後量測其絕緣電阻值，有絕緣要求之外部帶電端子與機殼間不少於 20MΩ。
4.14	驅動器水壓試驗	無規定。	以最大額定壓力 5 倍之水壓試驗 1 min，不得有洩漏或破損之情形。	無規定。	無規定。

JIS A1314、UL 555、CNS 15816/ISO 10294 及 GB 15930(不包含 CNS 15816-5：膨脹型防火閘門及 ISO 10294-5：Intumescent fire dampers)應實施試驗項目比較如表 3.6。

表 3.6 實施試驗項目

(本研究整理)

項次	試驗項目	JIS A1314	UL 555	CNS 15816 ISO 10294	GB 15930
1	反復試驗	*1	○	○	○
2	鹽霧曝露試驗	○	○	*9	○
3	二氧化硫腐蝕試驗	○	-	*9	-
4	耐火試驗	*2	○	○	○
5	射水試驗	-	○	-	-
6	氣密(洩漏)試驗	○	*4	○	○
7	動態關閉試驗	-	○	-	-
8	熱感應裝置作動試驗	○	*5	○	○
9	熱感應裝置不作動試驗	○	-	○	○
10	風管撞擊試驗	-	*6	-	-

我國建築物排煙設備設置及施工規範之研究

11	操作試驗	-	*4	-	-
12	驅動器耐熱、耐濕試驗	*3	*7	-	-
13	驅動器絕緣試驗	*3	*7	-	*10
14	驅動器水壓試驗	-	*8	-	-

○ 應進行試驗 - 不須進行試驗 * 有條件進行試驗

*1：反復試驗規範於日本防煙工業會技術說明書。

*2：鋼板厚 1.5 mm 以上者可免除耐火試驗。

*3：使用電氣式自動閉鎖裝置者，應進行本試驗。

*4：防火排煙閘門需進行本試驗。

*5：依 UL 33 進行試驗。

*6：防火閘門或防火閘門、管套組件，其管套厚度及連接風管採用之安全脫鉤接頭不符合規定者，應進行本試驗。

*7：依 UL 873 進行試驗。

*8：使用氣壓式自動閉鎖裝置者，應進行本試驗。

*9：選擇性之試驗，僅適用於熱感應裝置，試驗組成包括鹽霧、濕硫化氫/空氣混合物、濕二氧化碳/二氧化硫/空氣混合物等三種。

*10：依 GB 4717 進行試驗。

第三節 排煙風管貫穿多個防火區劃建議方案

我國法規中在風管貫穿防火區劃時規定如下：依各類場所消防安全設備設置標準[1]第 188 條，五、排煙風管貫穿防火區劃時，應在貫穿處設防火閘門；該風管與貫穿部位合成之構造應具所貫穿構造之防火時效；其跨樓層設置時，立管應置於防火區劃之管道間，各類場所消防安全設備設置標準是屬於排煙風管貫穿防火區劃規定；而建築技術規則[5]建築設計施工編第八十五條，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，其與貫穿部位合成之構造，並應具有一小時以上之防火時效，此部分規定為空調風管或排煙風管貫穿防火區劃之規定。空調風管或排煙風管貫穿防火區劃時須加設防火閘門，當風管內部溫度到達其規定溫度時防火閘門能作動關閉，保持防火區劃牆之完整性，不因風管貫穿防火區劃牆時之開孔導致原本防火區劃之完整性遭破壞。

第三章 防火閘門與防火區劃排煙問題探討

本研究探討排煙風管貫穿防火區劃時，避免因防火閘門可能產生過早關閉導致該須排煙之空間無法發揮其排煙功能。故建議於排煙風管貫穿多個防火區劃時，採用防火風管搭配排煙口(具防火防煙性能)之方式替代於防火牆上設置防火閘門，防火風管屬於新材料、新工法項目，須符合消防署審議認可方能使用，防火風管目前認可的種類為鋅鐵皮包覆板材、鍍鋅鐵皮噴覆塗裝、板材自撐式等方式，材料應為不燃或耐燃一級材料。本案參考 NFPA 90A：2015[13]空調風管貫穿防火區劃之架構圖 3.1 包含空調與消防排煙系統採獨立設置，建置排煙風管貫穿多個防火區劃，垂直排煙風管配置於管道間內，因管道間具有防火區劃之功能故可採用一般鍍鋅風管配置，如非設置於管道間內也可以防火風管直接安裝免安裝防火閘門；若採用防火風管配置，需搭配於防煙區劃內具有防火及防煙閘門功能之排煙口，則排煙風管內得免安裝防火閘門，避免因為防火閘門關閉時導致其他防火區劃無法排煙，或因火災火勢擴大時之火煙經排煙閘門向風管管道蔓延至其他空間，排煙風管貫穿多個防火區劃示意圖，詳圖 3.1 所示。圖中防火閘門(Fire damper, FD)、排煙口具同防火風管防火等級與防煙功能(FSD)。

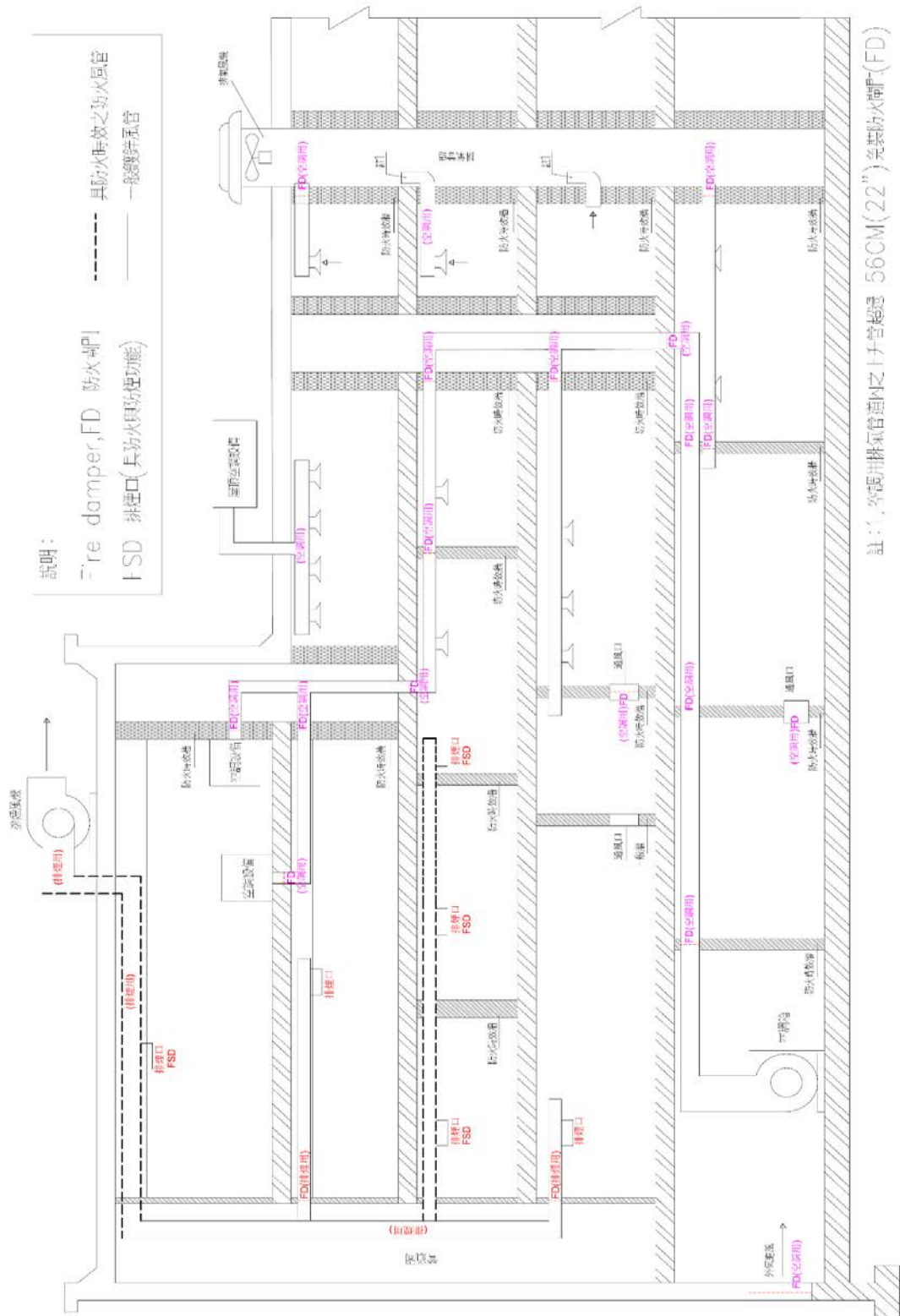


圖3.1 排煙風管貫穿多個防火區劃示意圖

(本研究整理)

第四章 排煙風管管材與防火風門安裝工法探討

第一節 排煙風管管材與安裝及實際案例量測

4.1.1 排煙風管管材與安裝

風管管道使用之材料包括有金屬、塑膠類、鋼筋混凝土及玻璃纖維等，而在工程上使用最多的一種通風管道，就是使用鍍鋅薄鋼板加工製作而成的鍍鋅鋼板風管，俗稱「白鐵皮」。依風管型式大略可分為圓形、矩形等，依耐壓程度分為低壓風管適用於運轉壓力不超過 500Pa，管內風速 10m/s 以下，中壓風管之構造，應能操作於運轉壓力在 501Pa~1500Pa 的系統，風速 10m/s 以上，及高壓風管之構造，應能操作於運轉壓力大於 1501Pa~2500Pa 的系統，風速 10m/s 以上。

消防用排煙風管依各類場所消防安全設備設置標準[1]的規定，可分為室內排煙用與特別安全梯或緊急昇降機排煙室進氣排煙用，並規定排煙設備之排煙口、風管及其他與煙接觸部分應使用不燃材料，早期排煙室進風與排煙風管也常使用鋼筋混凝土所做的管道，但目前這樣的鋼筋混凝土管道所做的風管樣態已經很少人在使用，現今排煙風管一般常採用方形鍍鋅鋼板風管屬不燃材料，排煙管也因使用較高運轉壓力與風速關係被納入中高壓風管。

目前針對鍍鋅鋼板風管的規格國內並無制定標準可依循，而是參考公共工程委員會所制定的施工規範與業界參考國外規範制定標準，以上大部分皆引用美國 SMACNA(美國鈹金及空調承包商協會)的標準 [4]，以下提供目前台灣區冷凍空調工程工業同業公會[14]與某工程顧問公司設計鍍鋅鐵皮規格，詳表 4.1 所示。

因應壓力等級選用適當的鐵皮厚度以中壓與高壓風管為例說明鐵皮番數對應關係，詳表 4.2、4.3 所示[14]。公共工程施工綱要規範中針對中壓及高壓風管有所規定(摘錄) [15]，風管製作：1、應依 SMACNA 之高壓風管製造標準及 ASHRAE 手冊之規定製作與支撐；2、且須依所註明之運轉壓力，提供風管材料、厚度、補強及密封；3、變徑風管其擴散角度不得超過 15°，收縮角度不得超過 30°；4、以連續銲接製作中壓及高壓之圓形及橢圓形風管配件時，其使用

我國建築物排煙設備設置及施工規範之研究

鐵皮厚度應比 SMACNA 規定之風管鐵皮厚度大兩號，接頭應使用至少 100mm 之接合套，以銅銲或電銲接合，銲接處應著防銹漆；5、除特別註明得使用 90° 圓錐狀 T 型接頭外，支管均應使用 45° 之 Y 形接頭；風管吊架並無安裝規範說明。

表 4.1 熱浸鍍鋅鐵皮厚度規格差異
(本研究整理)

ASTM A525 (美國材料試驗協會)		台灣區冷凍空調工程工業同業公會		某工程顧問公司 規範	
鐵皮番號	厚度(mm)				
	標準	最低	最高	建議標準	設計規範
#28	0.4750	0.3950	0.5550	-----	-----
#26	0.5512	0.4712	0.6312	0.5	-----
#24	0.7010	0.6010	0.8010	0.6	0.7010
#22	0.8534	0.7534	0.9534	0.8	0.8534
#20	1.0060	0.9060	1.1060	1.0	1.0060
#18	1.3110	1.1810	1.4410	1.2	1.3110
#16	1.6130	1.4630	1.7630	-----	-----

由表 4.1 可知 SMACNA 是引用 ASTM A525 的標準訂出鋅鐵皮厚度規格，用鐵皮番號來區分鐵皮厚度級數，番號越小則鐵皮越厚，番號越大則反之，ASTM A525 鐵皮厚度分為標準、最低與最高的厚度標準，台灣區冷凍空調工程工業同業公會則是採用單一數值訂出厚度標準此數值介於 ASTM A525 標準與最低之間；另外某工程顧問公司規範則是參考 ASTM A525 的標準值數值訂出來鍍鋅鐵皮厚度。

參照上述規格建議，以目前在國內較通用的台灣區冷凍空調工程工業同業公會所訂出來的鐵皮規格，與 SMACNA 的建議值訂出本研究案的鐵皮厚度級數建

第四章 排煙風管管材與防火風門安裝工法探討

議標準，詳表 4.2 所示；並可依據排煙風管的設計尺寸、風速與風壓大小，由表 4.3 與表 4.4 中選出運用於中壓與高壓鍍鋅鐵皮風管結構標準訂出鐵皮番號。

表 4.2 鍍鋅鐵皮厚度級數建議標準
(本研究整理)

鐵皮番號	厚度(mm)
#28	0.4
#26	0.5
#24	0.6
#22	0.8
#20	1.0
#18	1.2
#16	1.6

表 4.3 中壓鍍鋅鐵皮風管結構標準
(取自參考文獻[14])

風管長邊 (mm)	鐵皮番號 (SG)	補強		
		補強間距 (M)	角鐵尺寸 (mm)	固定支架桿 (mm)
300 以下	24	--	--	--
310-460	24	1.22	25×3	--
470-610	22	1.22	25×3	--
620-910	22	1.02	40×3	--
920-1220	22	0.76	40×3	--
1230-1520	20	0.61	40×3	9.5
1530-1830	20	0.61	40×3	9.5
1840-2130	18	0.61	40×3	9.5
2140-2440	18	0.61	40×3	9.5
2450 以上	18	0.61	50×6	9.5

表 4.4 高壓鍍鋅鐵皮風管結構標準
(取自參考文獻[14])

風管長邊 (mm)	鐵皮番號 (USG)	補強		
		補強間距 (M)	角鐵尺寸 (mm)	固定支架桿 (mm)
300 以下	22	--	--	--
310-460	22	1.22	25×3	--
470-610	22	1.22	25×3	--
620-910	22	1.02	40×3	--
920-1220	22	0.76	50×3	--
1230-1520	20	0.61	50×3	--
1530-1830	20	0.61	40×3	9.5
1840-2130	18	0.61	40×3	9.5
2140-2440	18	0.61	40×3	9.5
2450 以上	16	0.61	50×6	9.5

本研究參考 SMACNA 風管安裝訂出排煙風管安裝詳圖，如圖 4.1 所示；可依據排煙風管的設計尺寸、風速與風壓大小，由表 4.5 與表 4.6 中選出運用於中壓與高壓鍍鋅鐵皮風管的安裝與補強規格，風管補強方式可以採用外置角鋼固定鐵皮或內置補強桿施作，詳圖 4.2 與圖 4.3 所示。

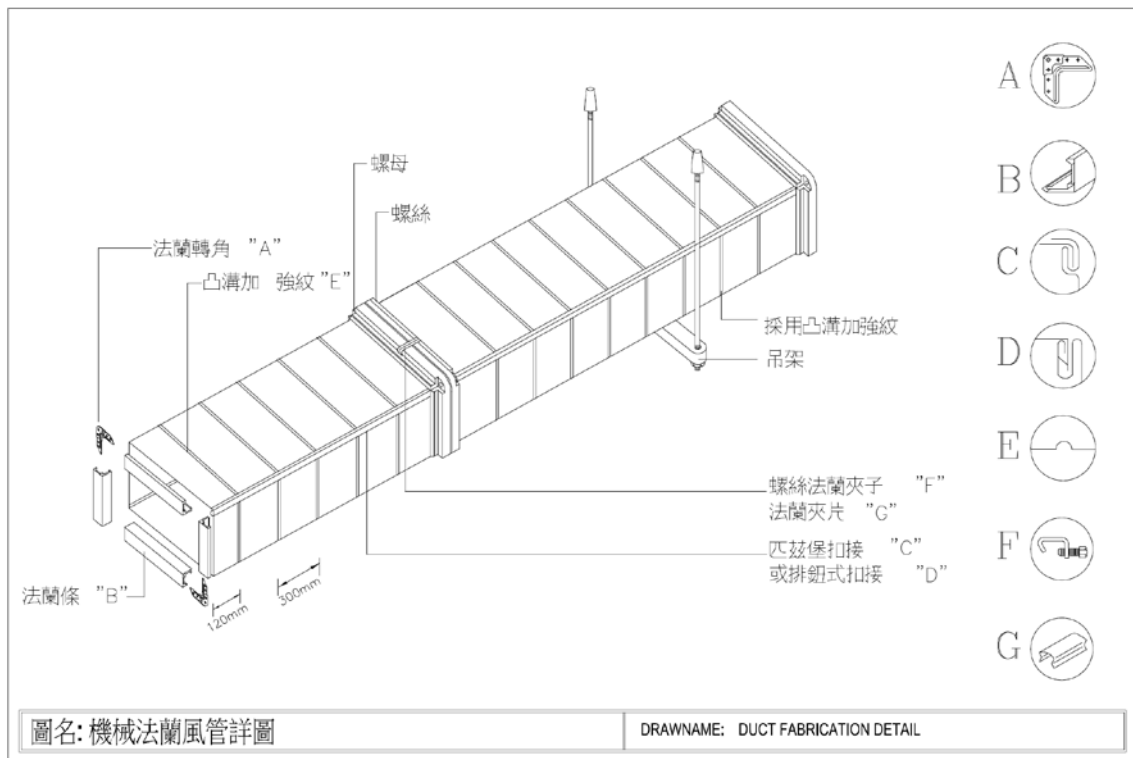


圖4.1 機械法蘭風管安裝詳圖
(本研究整理)

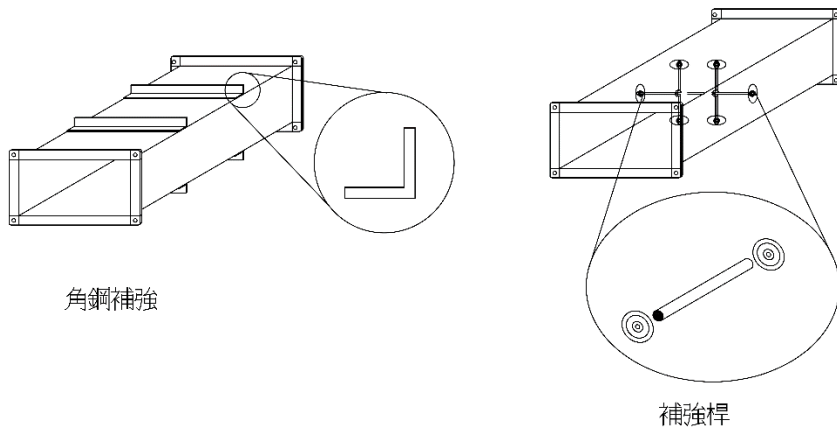
表 4.5 中壓風管尺寸安裝表
(本研究整理)

風管尺寸 (mm)	厚度 (GAUGE)	角鋼尺寸 (mm)	法蘭		吊桿			補強 間距 (m)
			最大 距離 (m)	連接螺栓 直徑 φ	尺寸 mm φ	間距 (m)	突出 尺寸	
300以下	24	----	2.5	6	9.5	2.7	40	----
310 ~ 460	24	25 x 25 x 3	2.5	6	9.5	2.7	40	1.22
470 ~ 610	22	25 x 25 x 3	2.5	9.5	9.5	2.7	40	1.22
620 ~ 910	22	40 x 40 x 3	1.5	9.5	9.5	2.7	40	1.02
920 ~ 1220	22	40 x 40 x 3	1.5	9.5	9.5	2.7	40	0.76
1230 ~ 1520	20	40 x 40 x 3	1.5	9.5	9.5	2.7	40	0.61
1530 ~ 1830	20	40 x 40 x 3	1.2	9.5	9.5	2.7	40	0.61
1840 ~ 2130	18	40 x 40 x 3	1.2	9.5	12	2.7	40	0.61
2140 ~ 2440	18	40 x 40 x 3	1.2	9.5	12	2.7	40	0.61
2450以上	18	50 x 50 x 6	1.2	9.5	12	2.7	40	0.61

表 4.6 高壓風管尺寸安裝表

(本研究整理)

風管尺寸 (mm)	厚度 (GAUGE)	角鋼尺寸 (mm)	法蘭		吊桿			補強 間距 (m)
			最大 距離 (m)	連接螺栓 直徑 ϕ	尺寸 mm ϕ	間距 (m)	突出 尺寸	
300以下	22	----	2.5	6	9.5	2.7	40	---
310 ~ 460	22	25 x 25 x 3	2.5	6	9.5	2.7	40	1.22
470 ~ 610	22	25 x 25 x 3	2.5	9.5	9.5	2.7	40	1.22
620 ~ 910	22	40 x 40 x 3	1.5	9.5	9.5	2.7	40	1.02
920 ~ 1220	22	40 x 40 x 3	1.5	9.5	9.5	2.7	40	0.76
1230 ~ 1520	20	40 x 40 x 3	1.5	9.5	9.5	2.7	40	0.61
1530 ~ 1830	20	40 x 40 x 3	1.2	9.5	9.5	2.7	40	0.61
1840 ~ 2130	18	40 x 40 x 3	1.2	9.5	12	2.7	40	0.61
2140 ~ 2440	18	40 x 40 x 3	1.2	9.5	12	2.7	40	0.61
2450以上	16	50 x 50 x 6	1.2	9.5	12	2.7	40	0.61



風管補強法示意圖

圖4.2 風管補強法示意圖

(本研究整理)

第四章 排煙風管管材與防火風門安裝工法探討

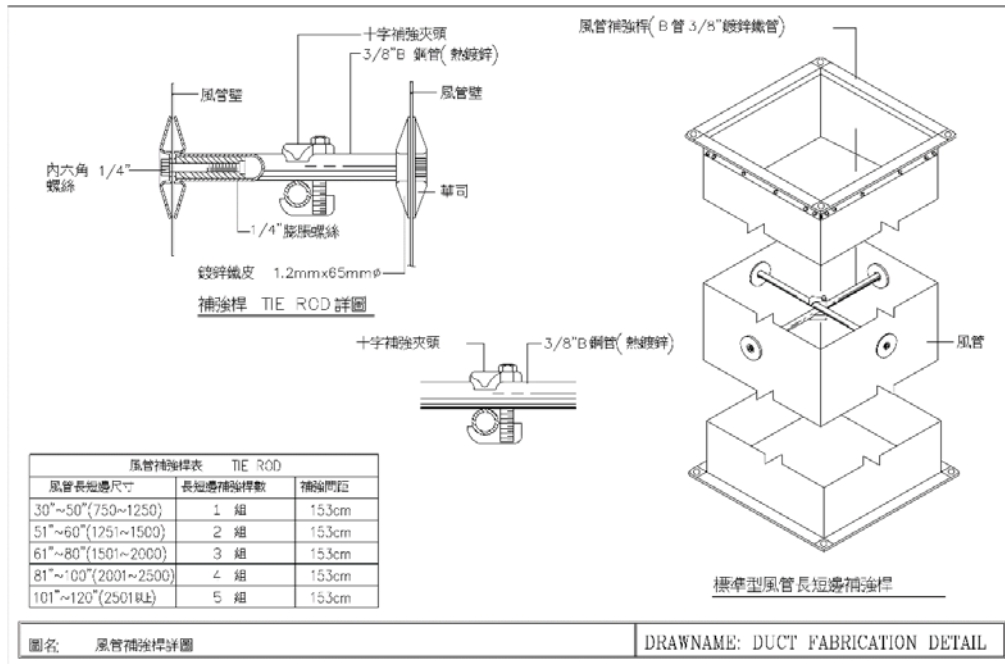


圖4.3 風管補強桿安裝圖
(本研究整理)

參考日本國土交通省大臣官房官廳營繕部設備・環境課，「公共建築設備工事標準圖-機械設備工事編」[16]，其風管安裝有所規定分為水平風管與垂直風管安裝，相關說明如下，防振角鐵支撐部材選定表可得風管補強支撐材質使用，詳圖 4.4、圖 4.5，表 4.7 與表 4.8。

一、水平風管

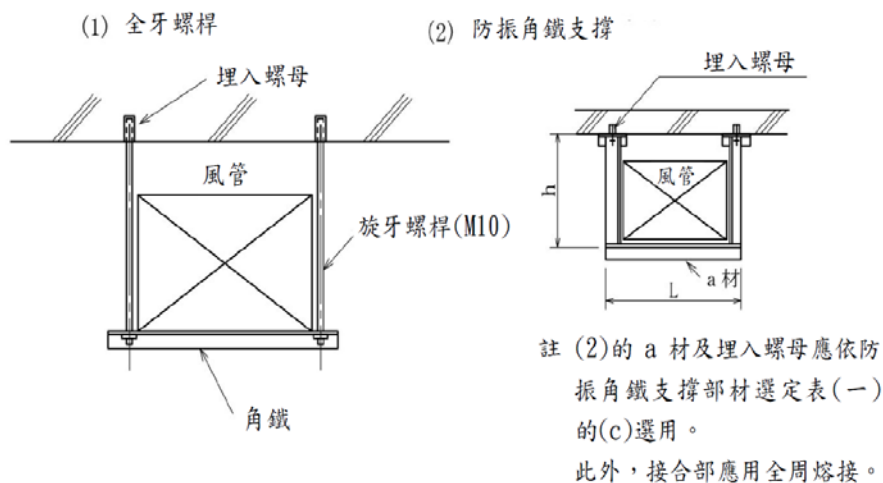


圖 4.4 水平風管安裝
(取自參考文獻[16])

我國建築物排煙設備設置及施工規範之研究

二、垂直風管(防震角鐵支撐)

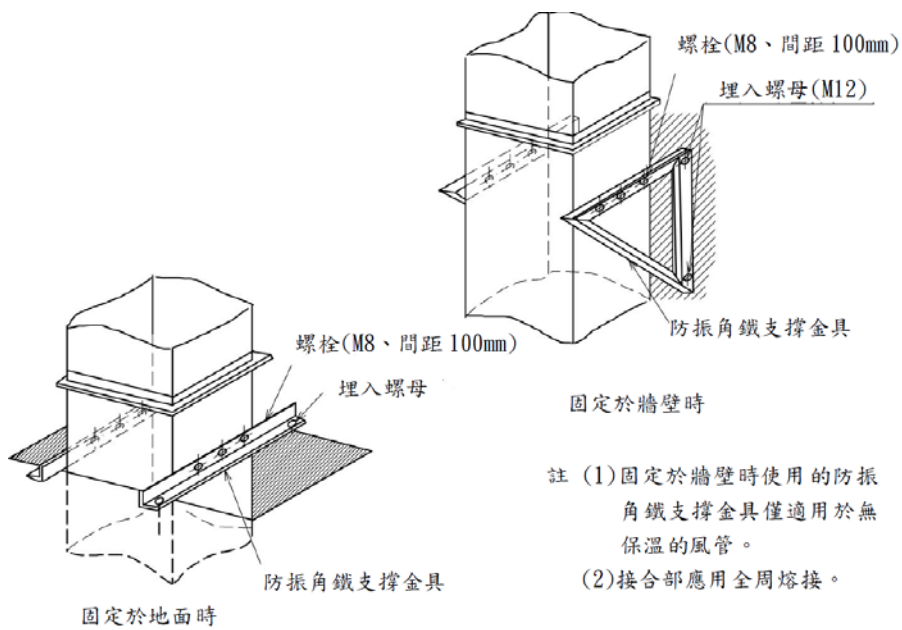


圖 4.5 垂直水平風管安裝
(取自參考文獻[16])

第四章 排煙風管管材與防火風門安裝工法探討

表 4.7 防震角鐵支撐部材選定表(一)

(取自參考文獻[16])

(a)配管重量表 單位 kg/m

管徑	40	50	65	80	100
重量	10	15	20	25	40
管徑	125	150	200	250	300
重量	50	65	110	150	180

註 配管重量為在滿水狀態下施予保溫材(外裝為彩色鍍鋅鐵皮)之銅管每 1M 的重量。

(b)風管重量表

(1)角鐵法蘭法 單位 kg/m

風管周長(m)	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4
無保溫	5	10	20	25	30	35	45
有保溫	30	45	65	85	90	115	140

(2)共板法蘭工法 單位 kg/m

風管周長(m)	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4
無保溫	6	9	13	17	26	30	34
有保溫	31	44	58	77	86	110	129

註 有保溫之風管重量為使用岩綿保溫材，外裝施予彩色鍍鋅鐵皮的數值。

(C)防震角鐵支撐部材選定表(橫向管及風管)

支撐重量 kg	支撐部材 尺寸(mm)		部材規格			
			支撐在地板時		支撐在牆壁時	
	L	h	a 材(角鐵)	埋入螺母	a 材(角鐵)	埋入螺母
60 (240)	500	1000	L-65x65x6	M12x2	L-40x40x3	M12x2
		1500	L-75x75x9	M12x4		
	1000	1000	L-65x65x6	M12x2	L-40x40x5	M12x2
		1500	L-75x75x9	M12x4		
125 (500)	500	1000	L-75x75x9	M12x4	L-40x40x5	M12x2
		1500	[-75x40x5x7	M12x4		
	1000	1000	L-75x75x9	M12x4	L-50x50x6	M12x2
		1500	[-75x40x5x7	M12x4		
250 (1000)	1000	1000	[-100x50x5x7.5	M12x4	L-65x65x6	M12x2
		1500	[-100x50x5x7.5	M12x4		
	1500	1000	[-100x50x5x7.5	M12x4	L-75x75x6	M12x2
		1500	[-100x50x5x7.5	M16x4		
375 (1500)	1000	1000	[-100x50x5x7.5	M12x4	L-75x75x6	M16x2
		1500	[-125x65x6x8	M16x4		
	1500	1000	[-100x50x5x7.5	M12x4	L-90x90x7	M16x2
		1500	[-125x65x6x8	M16x4		

註 (1) 支撐重量為吊掛支撐部材所支撐之配管或風管自身的重量，支撐重量欄內()中的數值為防震角鐵支撐間隔內配管或風管自身的重量。

(2) 埋入螺母應依(e)表選定。

表 4.8 防震角鐵支撐部材選定表(二)

(取自參考文獻[16])

(d) 防震角鐵支撐(立管)

單位 mm

支撐重量 kg	支撐部材尺寸 L(mm)	部材規格			支撐重量 kg	支撐部材尺寸 L(mm)	部材規格		
		a 材 (角鐵)	埋入螺母				a 材 (角鐵)	埋入螺母	
			固定於地面	固定於牆壁				固定於地面	固定於牆壁
60 (240)	1000	L-50x50x6	M10x2	M12x4	250 (1000)	1000	L-90x90x10	M10x2	M12x6
	1500	L-65x65x6				1500	L-90x90x13		
125 (500)	1000	L-65x65x8	M10x2	M12x4	375 (1500)	1000	L-90x90x13	M10x2	M12x6
	1500	L-75x75x9				1500	L-130x130x9		

註 (1) 支撐重量為吊掛支撐部材所支撐之配管或風管自身的重量，支撐重量欄內()中的數值為防震角鐵支撐間隔內配管或風管自身的重量。

(2) 埋入螺母應依(e)表選定。

(e) 埋入螺母、鋼製埋入螺母及膨脹螺栓需依下表

混凝土壓縮強度 18N/mm²

口 徑		M10	M12	M16
鋼製埋入螺母	埋入深度	28mm	45mm	56mm
	容許荷重(長期)	2000N	4400N	6500N
膨脹螺栓	埋入深度	45mm	60mm	70mm
	容許荷重(長期)	2500N	4500N	6100N

註 安裝重要機器時，請先試驗施工確認耐力後再施工。

(f) 用於接著的膨脹螺栓需依下表

混凝土壓縮強度 18N/mm²

口 徑	M10	M12	M16
接著的膨脹螺栓埋入深度	80mm	90mm	110mm
容許荷重(長期)	5000N	6100N	8000N

註 安裝重要機器時，請先試驗施工確認耐力後再施工。

(g) 吊掛用螺栓需依下表

口 徑	公制螺紋	牙規有效徑
M10 或 9mm	9.09mm 以上	8.51mm 以上
M12 或 12mm	10.87mm 以上	11.35mm 以上
M16 或 16mm	14.70mm 以上	14.40mm 以上

註 吊掛用的螺栓需為棒鋼加工。

吊掛用螺栓及埋入螺栓的螺栓規格需一致。

4.1.2 排煙風管實際案例量測

本研究案藉由實際量測了解目前風管施工的規格為何，選出三個場所進行測試，本次測試採風管直接開孔取得鐵皮樣本進行厚度量測，進而了解目前業界的標準選取多厚的風管鐵皮進行安裝。三個場所類別分別是兩個辦公室場所排煙風管，與一個地下停車場排氣兼排煙用風管。

1. 案例一

地點: 某車站

風管用途: 地下停車場排氣兼排煙用

風管尺寸: 2.5m x 0.7m

實際取樣風管鐵皮厚度: 1.2mm

(#18 依 SMACNA 為 1.3110mm；冷凍空調公會為 1.2mm)

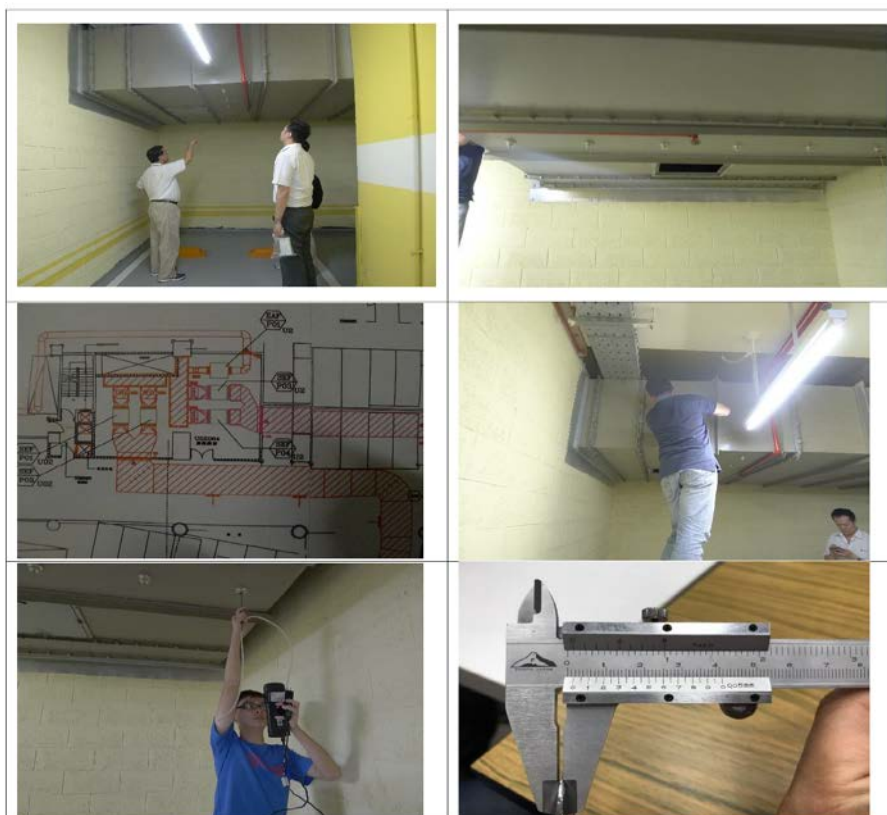


圖4.6 某車站測試照片示意圖

我國建築物排煙設備設置及施工規範之研究

2. 案例二

地點:內湖辦公大樓-1

風管用途：消防排煙用

風管尺寸： 1.0m X 0.4m

風管鐵皮厚度： 0.8mm

(#22 依 SMACNA 為 0.8534mm；冷凍空調公會為 0.8mm)



圖4.7 某內湖辦公大樓-1測試照片示意圖

3. 案例三

地點:內湖某辦公大樓-2

風管用途:消防排煙用

風管尺寸: 1.0m X 0.25m

風管鐵皮厚度: 2.1mm

(#22 依 SMACNA 為 0.8534mm; 冷凍空調公會為 0.8mm)

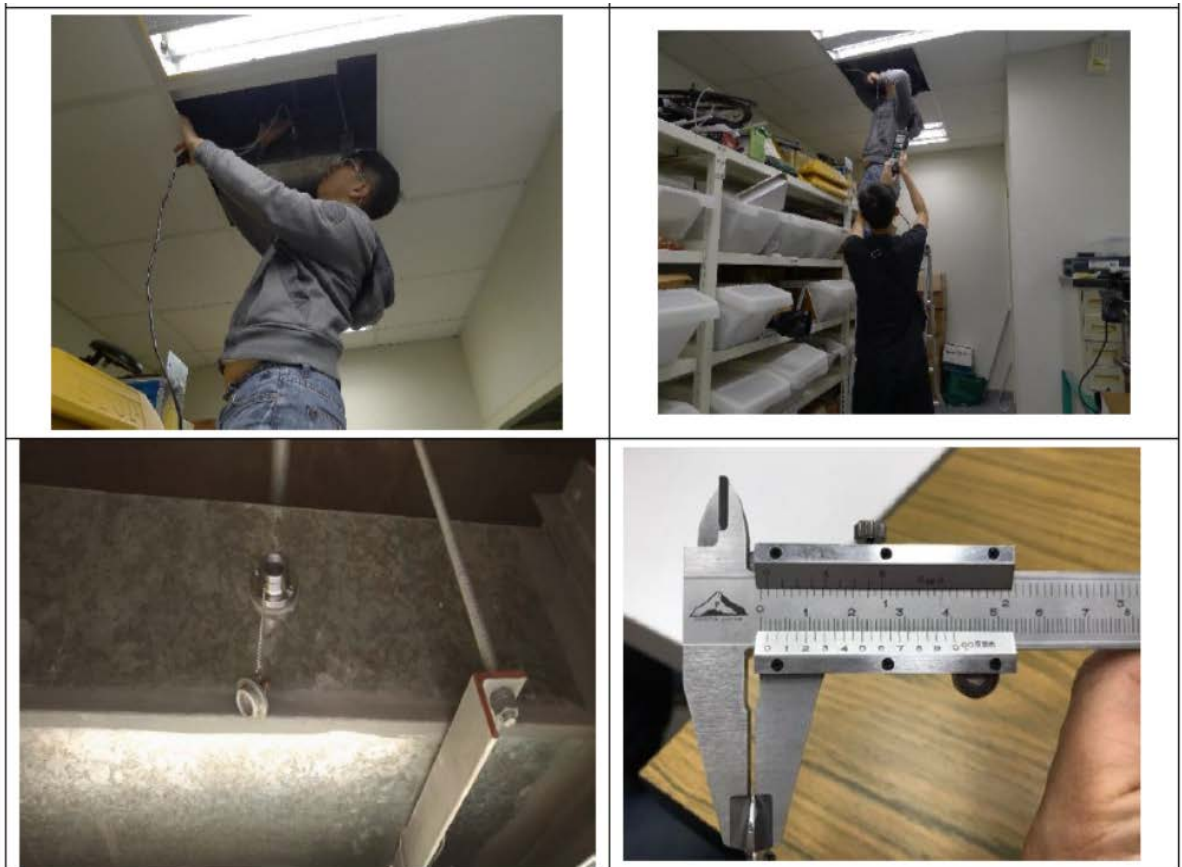


圖4.8 某內湖辦公大樓-2測試照片示意圖

由三個實測案例以中速風管來對應鐵皮番數，得到得風管厚度與實測的標準不一，有 0.8mm 剛好接近規範值、1.2mm 剛好接近規範值，規範指要求 0.8mm 實測值卻是 2.1mm 比規範值要大得多，所以訂出一個規範準則供業界依循對整體工程品質提升將有益助。

第二節 防火閘門安裝工法探討

依建築技術規則建築設計施工編第 85 條(920820~迄今) [5]防火區劃規定，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，其與貫穿部位合成之構造，並應具有一小時以上之防火時效。另一方面在消防各類場所消防安全設備設置標準[1]第 188 條 五、排煙風管貫穿防火區劃時，應在貫穿處設防火閘門；該風管與貫穿部位合成之構造應具所貫穿構造之防火時效；其跨樓層設置時，立管應置於防火區劃之管道間。但設置之風管具防火性能並經中央主管機關審核認可，該風管與貫穿部位合成之構造具所貫穿構造之防火時效者，不在此限。

目前針對防火閘門的安裝方式國內並無規範提及，公共工程委員會所制定的公共工程施工規範與目前業界使用上，大部分皆引用美國 SMACNA(美國鈹金及空調承包商協會)標準[4]，本研究案亦引用 SMACNA 標準制定施工大樣圖安裝工法，提供給國內業界使用，防火閘門的安裝大樣圖，如圖 4.9 所示。

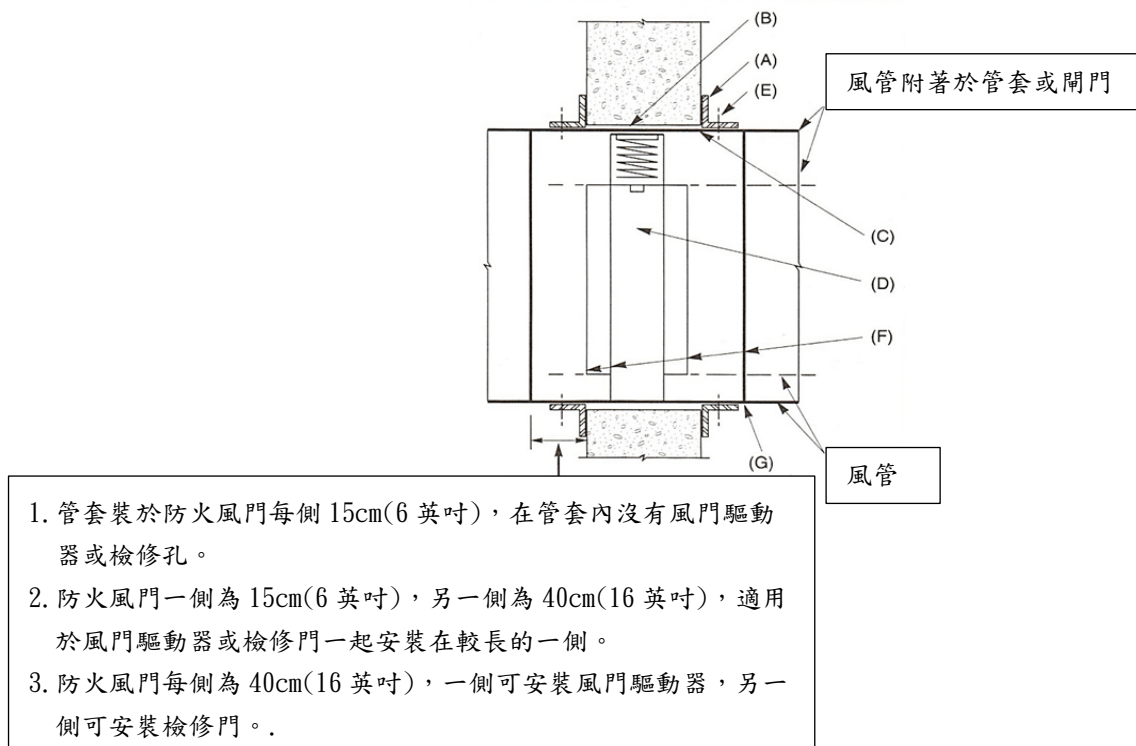


圖4.9 典型的防火閘門安裝工法

(本圖取自參考文獻[4])

第四章 排煙風管管材與防火風門安裝工法探討

(A)固定角鐵：最小尺寸為 $1\frac{1}{2}'' \times 1\frac{1}{2}'' \times 0.054$ (16 ga)，固定角鐵必須與結構開口交疊最少 25mm(1 英吋)並覆蓋過開口角邊以上。

(B)間隙：防火閘門管套與牆內開孔之間隙每一英尺 1/8''寬(或高)，管套可配置在開口的底部，不需要在中心點。

(C)防火閘門管套(Sleeve)，安裝規格詳表 4-9。

(D)認證的防火閘門 (捲簾式或葉片式)。

(E)固定角鐵與管套銜接方式：

1.1/2''的長焊接，或

2.1/4''的螺栓和螺母，或

3.NO. 10 鋼螺絲，或

4.最小 3/16''的鋼鉚釘

(F)防火閘門與管套銜接方式：

1.1/2 的長焊接，或

2. 1/4''的螺栓和螺母，或

3.NO. 10 鋼螺絲，或

4.最小 3/16''的鋼鉚釘

(G)風管與管套連接方式：詳圖 4-10。

備註：開口安裝防火閘門後之剩餘開口縫隙，需使用符合建築牆體相同防火條件的防火材料進行處理，使得建築牆面維持同等級的防火條件。

SMACNA 的施工方式原則上，在風管貫穿有防火時效之牆面開口上需安裝同等級防火時效之防火閘門，並且與該牆面體構成相同防火時效形成完整性防火

我國建築物排煙設備設置及施工規範之研究

區劃。提供給國內業界使用，典型防火閘門的安裝大樣圖，如圖 4.9 所示，另外直立式防火閘門與水平式防火閘門安裝示意圖，詳圖 4.11、圖 4.12 所示。

表 4.9 防火閘門最小套管厚度
(取自參考文獻[4])

連接 類型	風管 類型	風管 尺寸	套管規格 (番數)
剛性	圓形-矩形	最大直徑 24'' (600mm) 最大高度 24'' 最大寬度 36'' (900mm)	16
剛性	圓形-矩形	直徑超過 24'' (600mm) 高度超過 24'' 寬度超過 36'' (900mm)	14
分離	圓形或矩形	12'' 以下 (~300mm)	26
		13''-30'' (325~750mm)	24
		31''-54'' (775~1350mm)	22
		55''-84'' (1375~2100 mm)	20
		85'' 以上 (2125mm~)	18

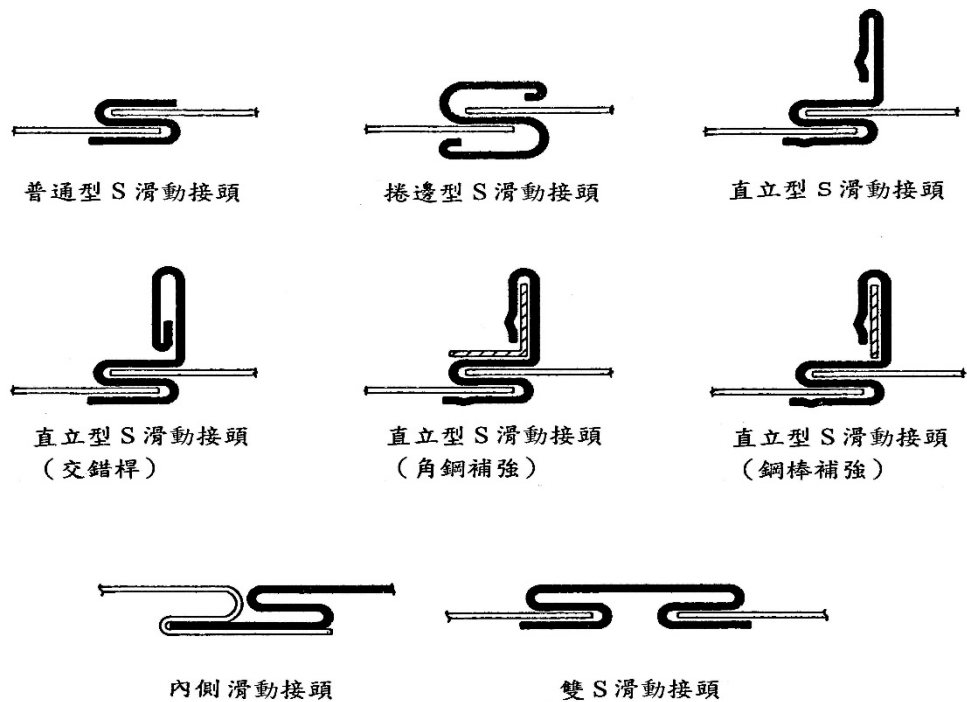


圖4-10 風管與套管連接 (分離式連接)

第四章 排煙風管管材與防火風門安裝工法探討
(取自參考文獻[15])

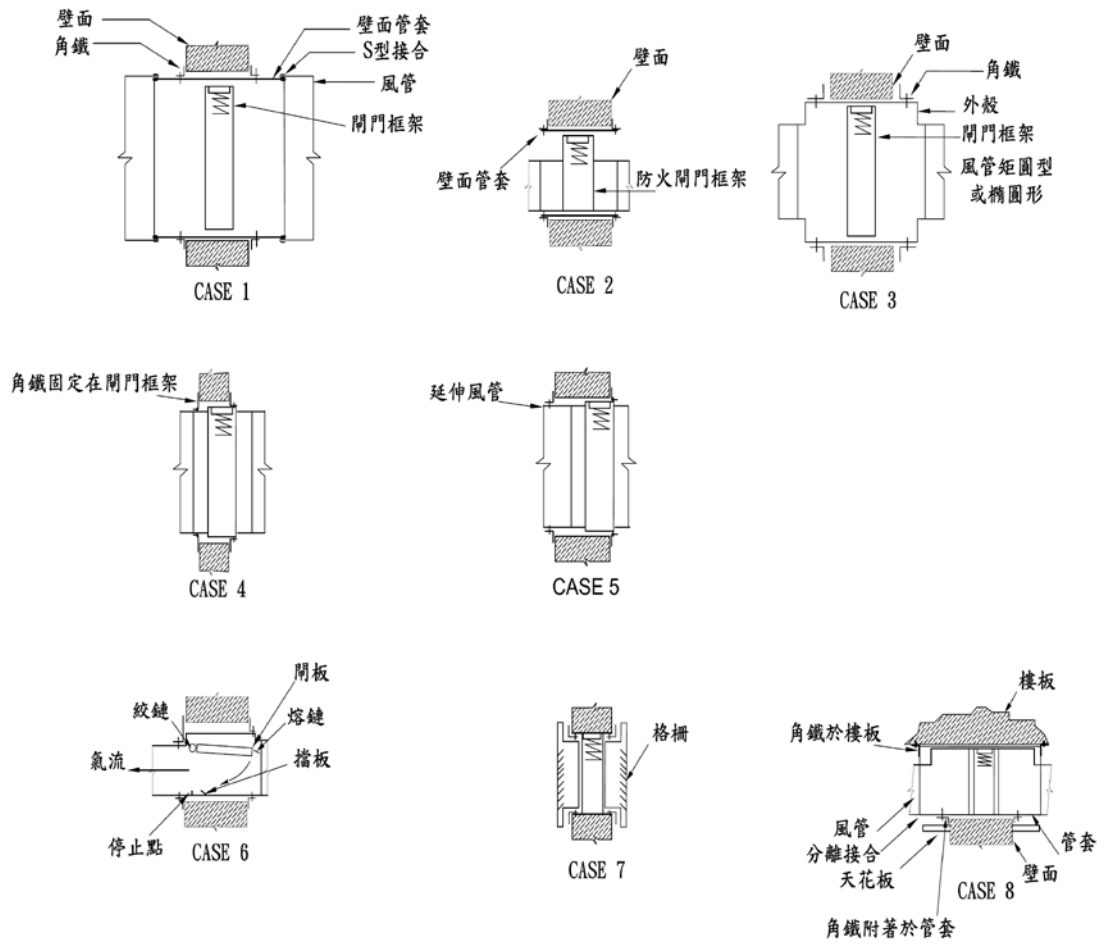


圖4.11 直立式防火閉門安裝示意圖
(取自參考文獻[4])

我國建築物排煙設備設置及施工規範之研究

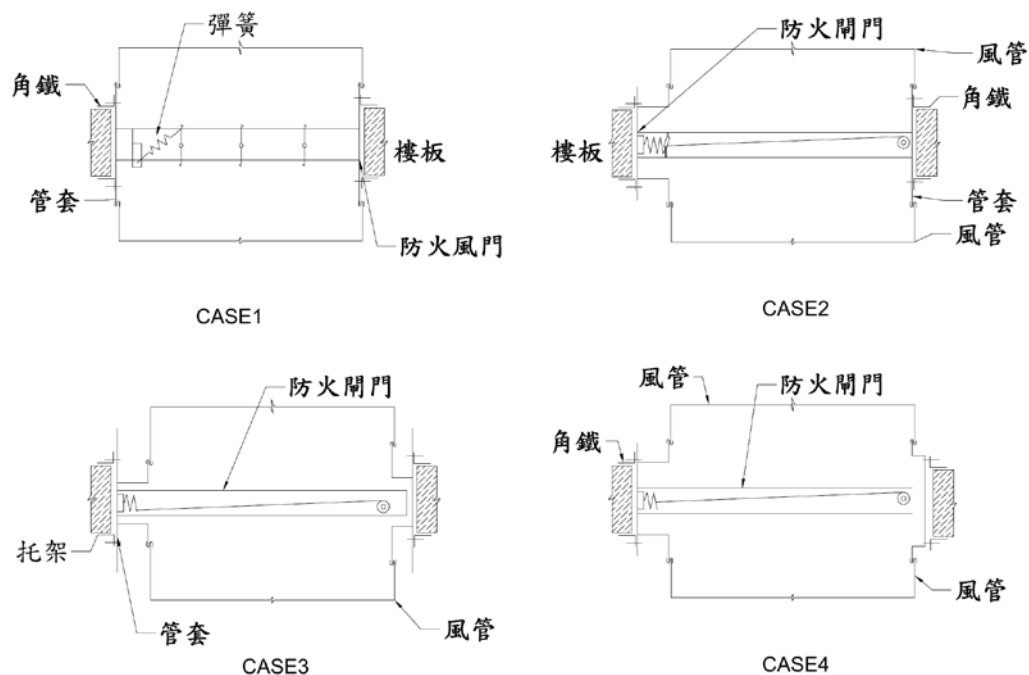


圖4.12 水平式防火開門安裝示意圖

(取自參考文獻[4])

日本防火開門安裝方法之基準，依照平成 12 年(2000 年)「建設省告示第 1376 號第 1 項」規定，並參照「公共建築設備工事標準圖」[16]，詳圖 4.13 所示，內有關貫穿防火區劃風管之施工要領安裝。

日本建設省告示第 1376 號：

安裝於貫穿防火區劃風管之防火設備設置方法規定如下：

一、堅固安裝於主要構造部。

二、換氣、空調設備的風管接近貫穿建築基準法施行令第 112 條 15 項所規定的準耐火構造防火區劃處設置防火設備時，該防火設備與該防火區劃間之風管，須由厚度 1.5mm 以上之鐵板製成，或以鐵網砂漿或其他不燃材料被覆。

三、需於天花板、牆壁等處設置邊長 45cm 以上容易維修點檢的檢修口，並需能由此檢修口確認防火設備的開閉及動作狀態。

第四章 排煙風管管材與防火風門安裝工法探討

日本「公共建築設備工事標準圖（機械設備工事編）」[16]如圖 4.13。

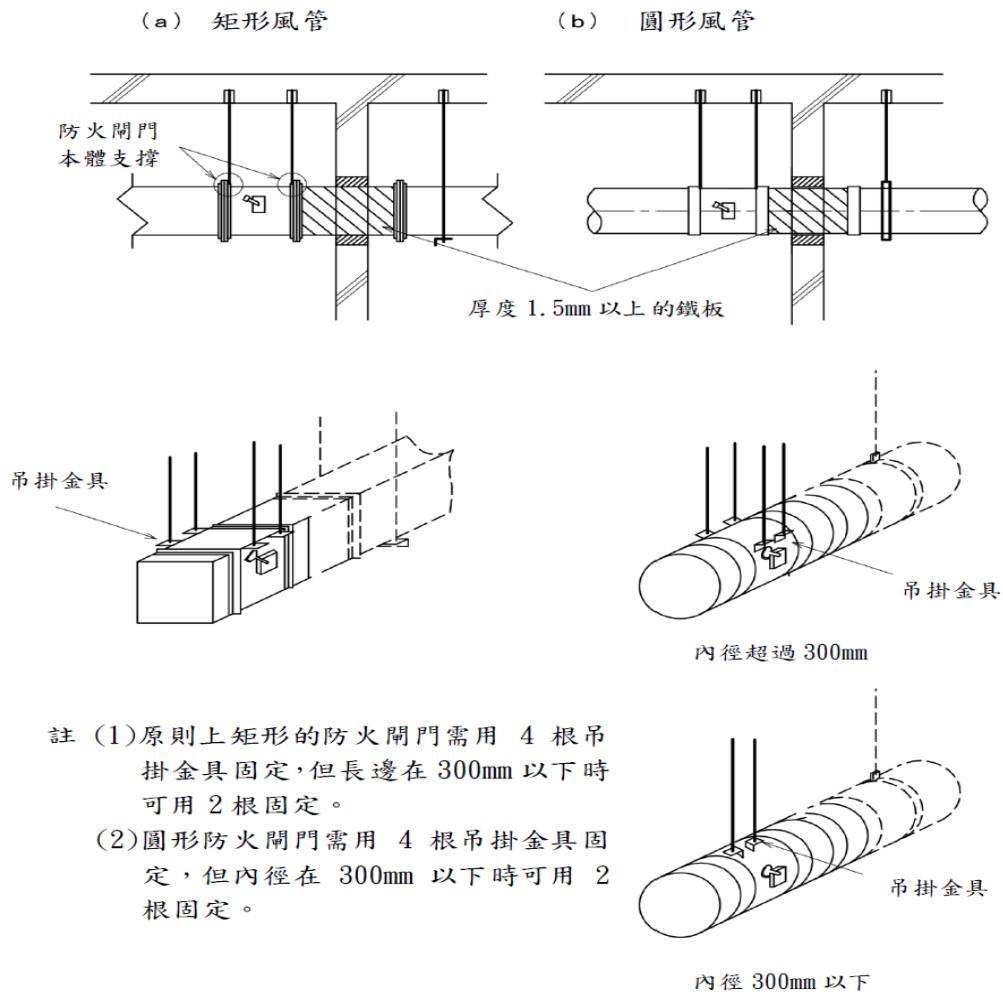


圖4.13 公共建築設備工事標準圖-防火閘門安裝示意圖

(取自參考文獻[16])

依日本「防排煙工業會防火閘門、排煙口、進氣口技術說明書」[17]的施工方式原則上，防火閘門採用外掛於開口任一處的安裝方式，在風管貫穿有防火時效之牆面或樓板之開口皆使用厚 1.5mm 以上的鋼板材質，構成完整性防火區劃。直立式與水平式防火閘門安裝示意圖，如圖 4.14、圖 4.15 所示。

防火風門安裝方式：1、避免溫度高及腐蝕性環境的場所。

2、設置在容易將自動閉鎖裝置復歸的位置。

3、可容易從外部連接電源。

我國建築物排煙設備設置及施工規範之研究

- 4、可容易更換溫度熔鍊。
- 5、可容易從檢修口確認防火閘門葉片的開閉狀態。
- 6、可容易更換自動閉鎖裝置。
- 7、可容易進行防火閘門外觀檢查等維修檢查。
- 8、防火閘門旁須設置檢修口。
- 9、防火閘門須以吊掛五金牢固安裝。

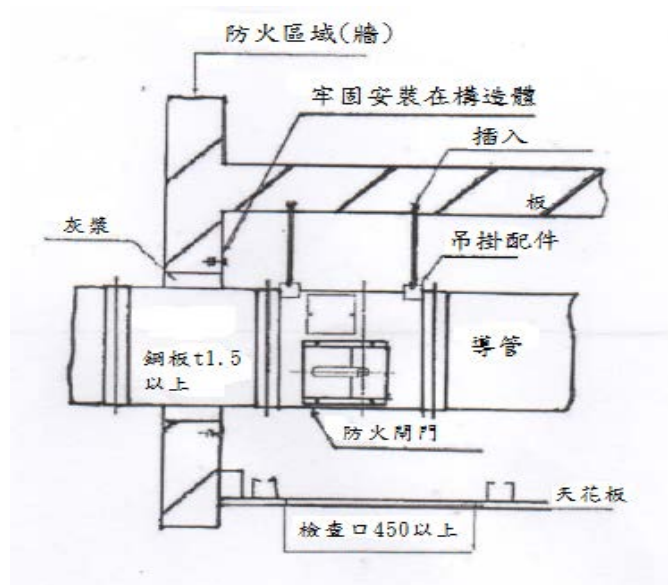


圖4.14 直立式防火閘門(風管貫穿防火牆)安裝示意圖

(取自參考文獻[17])

第四章 排煙風管管材與防火風門安裝工法探討

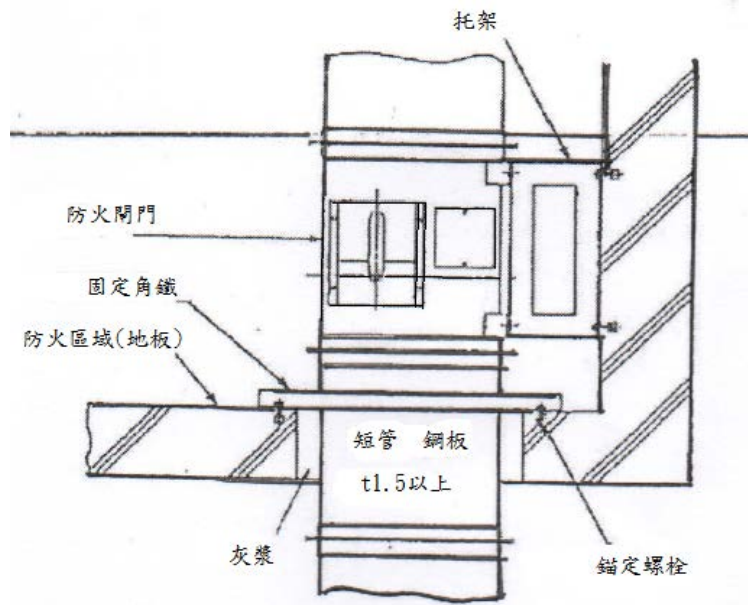


圖4.15 水平式防火閘門(風管貫穿樓板)安裝示意圖

(取自參考文獻[17])

我國建築物排煙設備設置及施工規範之研究

第五章 排煙室案例研究

第一節 案例一

台北市區某商辦，某樓層的平面如圖 5.1。該案例共有兩種型態的排煙室，特別安全梯的排煙室採用自然排煙，緊急升降機的排煙室，則是採用自然進氣機械排煙。於是，緊急升降機的排煙室可能在啟動時會有呈現負壓狀態的問題。

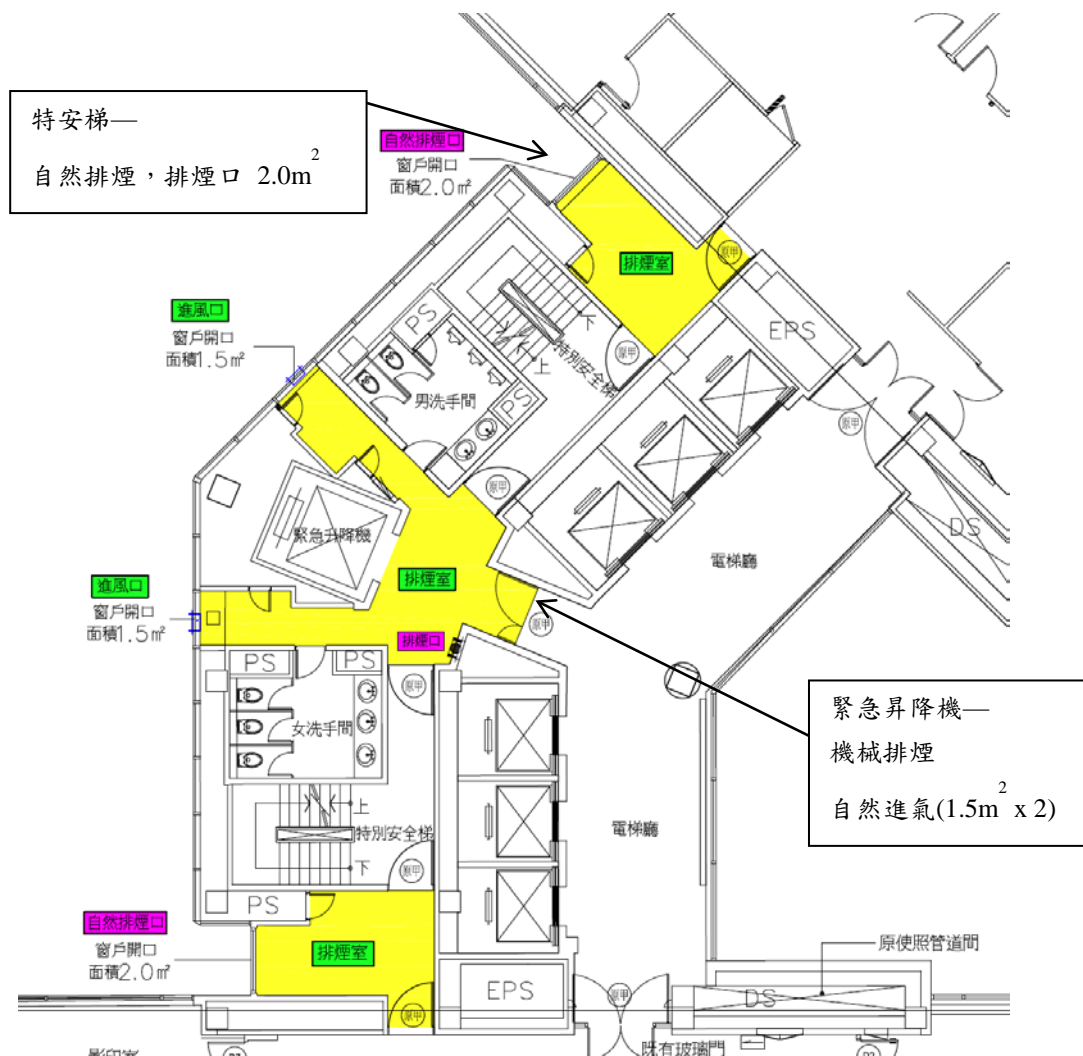


圖5.1 案例一兩種型態的排煙室

(本研究整理)

第二節 案例二

案例二是台北南港某廠辦第四層，建築平面如圖 5.2。設計排氣量 $6.0\text{m}^3/\text{s}$ ，送風量 SA1 $6.6\text{m}^3/\text{s}$ ，進氣及排煙口面積 0.4m^2 。特別安全梯排煙室共有四個安全門，一通往梯廳，一通往特別安全梯，二通往走廊。圖 5.3 和圖 5.4 分別為無飾板及有飾板下量測進排風量的情形。表 5.1 是測量結果，顯示有無飾板所測得風量的差異不小。

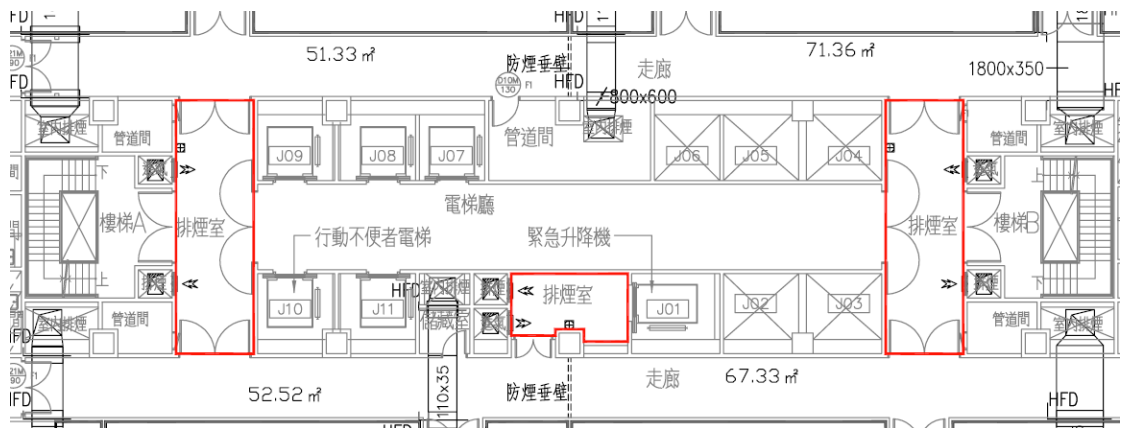


圖5.2 台北南港某廠辦第四層

(本研究整理)



圖5.3 無飾板下量測風量



圖5.4 有飾板下量測風量

表 5.1 進排風量測量結果

地點	台北南港某廠辦 第四層樓		量測日期	2017/5/29	
靜壓差(Pa)	對梯廳	-4.745	平均	-4.559 Pa	
		-4.374			
	對安全梯	+1.018		0.915 Pa	
		+0.812			
	對走廊	-0.138		-0.504 Pa	
		-0.366			
	點位	排氣 (無飾板)	進氣 (無飾板)	排氣 (有飾板)	進氣 (有飾板)
	1	12.31	3.53	6.43	2.57
	2	11.28	5.62	6.69	5.01
	3	11.08	4.97	7.15	4.90
	4	10.82	13.59	6.57	10.94
	5	11.3	15.6	8.24	11.91
	6	10.42	18.7	7.61	15.25
	7	9.6	16.27	7.23	12.2
	8	9.32	18.37	6.05	14.45
	平均	10.77m/s	12.08m/s	6.99m/s	9.65m/s

第三節 案例三

案例三台北市民權東路某商辦大樓如圖 5.5，建築物地下 2 層地上 16 層，總樓地板面積約 16600m²，單一樓層面積約 860m²。原排煙室面積約 30m²，排煙系統概述：

- 1.本建築物排煙室，原設計機械進風(4cms)，機械排煙(4cms)
- 2.進風閘門:60x60cm
- 3.排煙閘門:60x60cm

本案例用於第六章建立電腦模型，分析當緊鄰居室發生火災時，排煙室正壓以及防火門開啟時，阻止煙流入的效果。

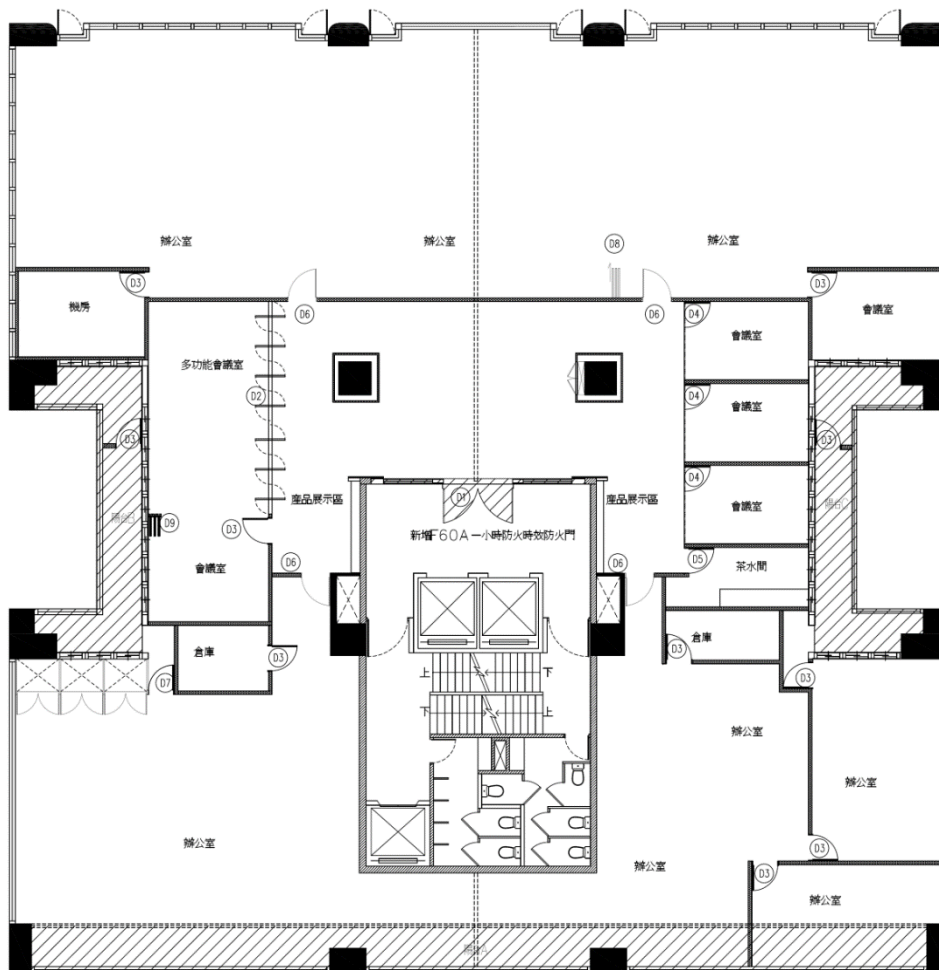


圖5.5 台北市民權東路某商辦大樓

(本研究整理)

第四節 排煙室採用自然排煙之研究

吾人於建築研究所 103 年「自然排煙室及排煙口配置對排煙有效性驗證之研究」[18]中，針對建築物採用自然排煙設計之排煙室，進行排煙設備性能及有效性分析。

該研究案，係採用二棟實際建築物，三種不同之排煙室類型，分析可能影響排煙室自然排煙性能的相關因子，如熱浮力、建築物外部風場、排煙口幾何尺寸、外部風場與排煙窗相對位置等。該研究分析排煙性能，及外部風速所產生的壓力影響開門力道等問題，並對緊急昇降機和特別安全梯的排煙室，設計一系列火災模擬劇本，以電腦模擬進行研究。此外也利用內政部建築研究所位於台南歸仁的防火實驗室，進行全尺度模型建置，驗證有無外部風場下，排煙室中的煙氣擴散和排煙室自然排煙性能。

該研究發現：

1. 在無風情況下，排煙室自然排煙口開啟後，可以有效的將流入的熱煙排出，實測與電腦模擬結果相似。
2. 當有在有外部風場排煙室安全門關閉時，外部風速上升加劇排煙室內煙和空氣混合有助於自然排煙。在縱深不大的排煙室，就紊流混合深度問題，會有這種結果，實測和電腦模擬皆呈現相同現象。
3. 高層建築物尚有外部風壓問題，研究發現 50m 高的建築物外部季候風速可達 8m/s，經電腦模擬在安全門上的風速為 4m/s，使防火門前後的壓差在 75Pa，會有不易開啟安全門影響逃生之虞，也獲得實測的驗證。
4. 歐美日文獻和法規無關於高層建築物排煙室可否採用自然排煙，只有關於正壓阻煙和煙控；中國國標 GB 50016—2014 建築設計防火規範[7]，明確規範公共建築不高於 50m 及住宅不高於 100m，排煙室方可採用自然排煙，故本報告建議建築物高度在 50m 以上不宜採用自然排煙。

我國建築物排煙設備設置及施工規範之研究

第六章 既有合法建築物排煙室改善電腦模擬分析

第一節 建築案例模型

本次案例分析，依實際建築物類型，採用以下建物，其基本資料如下：

一、台北市民權東路某商辦大樓：

(一)建築物規模：地下 2 層，地上 16 層 RC 造建築物

(二)建照：75 建字第 09XX 號

(三)使照：79 使字第 01XX 號

(四)總樓地板面積：約 16600m²。

(五)單一樓層面積：約 860m²。

(六)原排煙室面積：約 30m²。

相關建築平面圖(採大樓其中一樓層示意)，如圖 5.5 所示。

二、排煙系統概述

(一)本案例梯排採系統式風機設計，原設計機械進風(4cms)，機械排煙(4cms)。

(二)進風閘門：60x60cm

(三)排煙閘門：60x60cm

第二節 FDS 程式說明

6.2.1 FDS 程式簡介

本研究採用美國國家標準局與技術研究院(NIST, National Institute of Standards and Technology)建築與火災研究實驗室(Building and Fire Research Laboratory)所開發的 FDS(Fire Dynamics Simulator)火災模擬軟體[19, 20]。該軟體於 2000 年 2 月發行，可在 Windows/OS X Lion 或 Linux 環境下使用，其主要功能是用來模擬火災現象，

我國建築物排煙設備設置及施工規範之研究

求解溫度、速度、壓力等參數場以了解各種情況下煙流的擴散狀態。NIST 持續對 FDS 程式進行版本更新，目前最新版本為 2017 年 1 月發行 6.5.3 版。

該軟體除了有針對火災設計的前後處理工具之外，尚有其他軟體所沒有的撒水頭模式。而後處理的工具為 Smoke view[21]，可對溫度場、濃度場等模擬結果作 2D、3D 的動畫展示。NIST 持續對 Smoke view 程式進行版本更新，目前最新版本為 2017 年 1 月發行 6.4.4 版。

圖 6.1 為 FDS 模擬程式與 Smokeview 程式架構圖[21]，以文字檔建立輸入，在 FDS 程式下執行求解，而輸出之結果，依輸出選項，分別建立附檔名為 smv、bf、s3d、Part、sf、iso、q 等。而以 Smokeview 程式為後處理之界面，顯示計算結果之剖面、等值分布、煙塵分布等圖形，而以 JPG 檔輸出圖形。

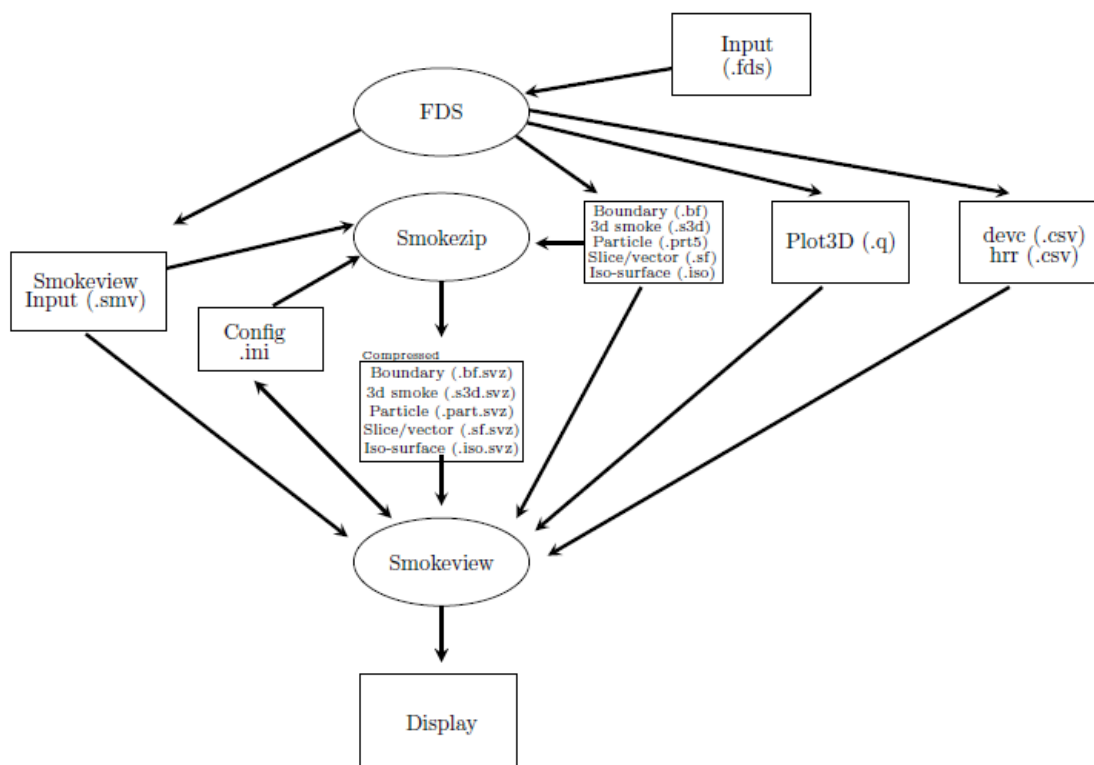


圖 6.1 FDS 模擬程式與 Smokeview 程式架構圖

(取自參考文獻[21])

6.2.2 FDS 統御方程式

第六章 既有合法建築物排煙室改善電腦模擬分析

FDS 應用的範圍為低馬赫數流場的分析，可分析模擬與火災相關之溫度場、速度場與濃度場，FDS 提供之物理模式應用如下：

- (一)室內及大氣中之各種火災問題。
- (二)建築物之排煙系統、撒水頭系統之模擬。
- (三)非壓縮流體之溫度場、速度場、濃度場之計算。

FDS 程式由方程式(6.1)至(6.4)聯立求解計算區域的速度、溫度、密度與壓力等參數，在數值計算方法上，對空間座標的微分項採用二階中央差分法，時間的微分項則以顯性二階 Runge-Kutta 法離散，至於 Poisson 方程式形式的總壓力微分方程式，則利用快速傅利葉轉換法(Fast Fourier Transform)求解。

FDS 火災模擬軟體，是以數值方法求解控制方程式，包括模擬煙塵流動與熱量傳遞的數學模式。這些控制方程式基本上是由 Navier-Stokes 方程式推導而來，是屬於符合守恆守則的方程式，包括符合質量守恆的質量方程式、動量守恆的動量方程式以及能量守恆的能量方程式等等，其方程式[20]如下：

(一)連續方程式(Conservation of Mass)

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho u) = 0 \quad (6.1)$$

(二)動量方程式(Conservation of Momentum)

$$\rho \left(\frac{\partial u}{\partial t} + (u \cdot \nabla) u \right) + \nabla p = \rho g + f + \nabla \cdot \tau \quad (6.2)$$

(三)能量方程式(Conservation of Energy)

$$\frac{\partial}{\partial t} (\rho h) + \nabla \cdot \rho h u - \frac{Dp}{Dt} = \dot{q}''' - \nabla \cdot q_r + \nabla \cdot k \nabla T + \nabla \cdot \sum_l h_l (\rho D)_l \nabla Y_l \quad (6.3)$$

(四)化學種方程式(Conservation of Species)

$$\frac{\partial}{\partial t} (\rho Y_l) + \nabla \cdot \rho Y_l u = \nabla \cdot (\rho D)_l \nabla Y_l + \dot{W}_l''' \quad (6.4)$$

上式中

ρ ：流體密度，(kg/m³)

我國建築物排煙設備設置及施工規範之研究

t ：時間，(s)

u ：流體速度，(m/s)

P ：流體壓力，(kg/cm²)

g ：重力向量，(m/s²)

f ：外力向量（重力向量除外），(kg/s²/m)

τ ：黏性應力張量，(kg/s²/m)

h ：流體熱焓，(kJ)

\dot{q}''' ：單位體積內的釋熱率，(kW/m³)

q_r ：輻射熱通率向量，(kW/m²)

k ：流體熱導度，(W/m/K)

T ：流體溫度，(K)

l ：化學種 l ，(-)

h_l ：化學種 l 的流體熱焓，(kJ)

D ：擴散係數，(m²/s)

Y_l ：化學種 l 的質量分率，(-)

\dot{W}_l''' ：單位體積內化學種 l 的產生率，(-)

第三節 電腦模擬

6.3.1 FDS 模型設計

依據前述案例，並參考當年設計法令，模擬平面圖簡化後如圖 6.2 所示。FDS 建模模型如圖 6.3 所示。

第六章 既有合法建築物排煙室改善電腦模擬分析

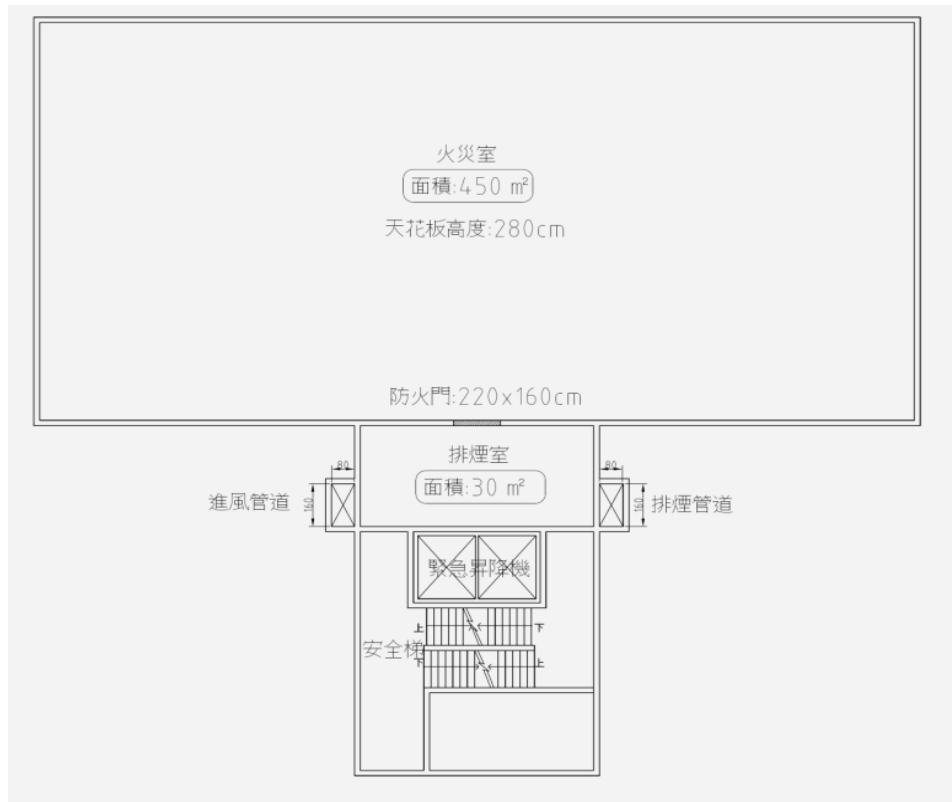


圖6.2 模擬平面圖

(資料來源：本研究整理)

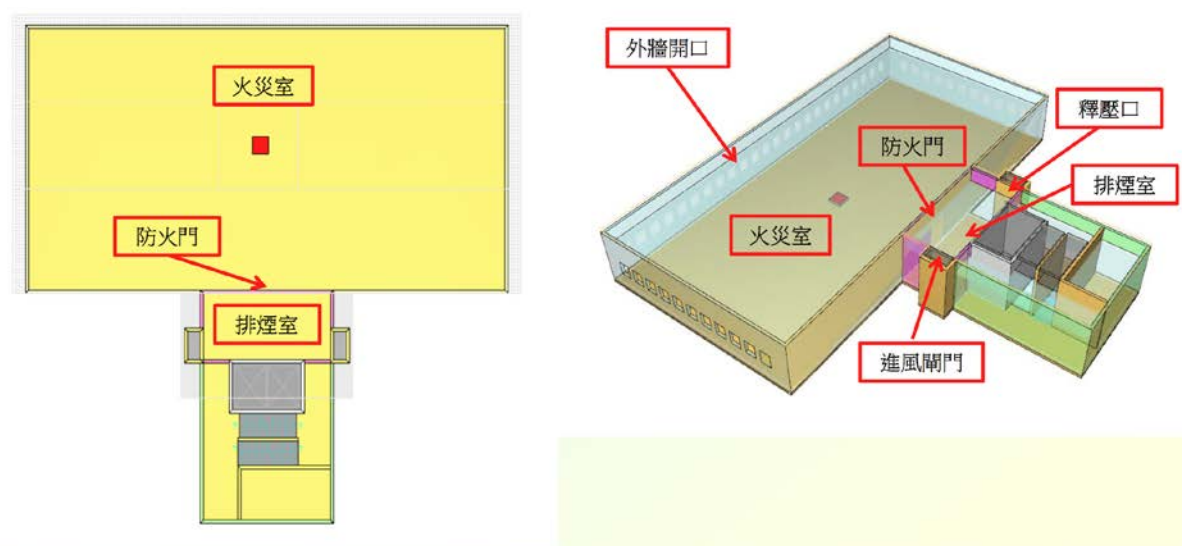


圖6.3 FDS建模模型

(資料來源：本研究整理)

6.3.2 火源設計

火源大小代表熱釋放率的量，熱釋放率會影響火源之成長速度，而且與火災濃煙產生量有直接的關係。一般火災強度的設定有穩態火源 (steady fire)、非穩態火源 (unsteady fire) 以及實際量測火災成長曲線三種方法。本研究採用非穩態火源做為模擬的火源設計。

(一)穩定火源(Steady fire)

在自然狀態下火源是不穩定的，但將其理想化成穩定的火源，較容易描述及研究。穩定的火源其熱釋放率為定值，在應用上，通常採用穩定的火源做為明確且保守的設計。

(二)不穩定火源(Unsteady fire)

火源在潛伏期內燃燒的熱釋放率非常低，當火源成長至一臨界點後，其熱釋放率會與時間的平方成正比，可將此狀況表示成理想化的拋物線方程式 (Heskestad, 1984[22])

$$Q = \alpha(t - t_o)^2 \quad (6.5)$$

一般模擬的煙控系統，火源成長期並非必要之考慮因素，故可以將上次簡化成

$$Q = \alpha t_g^2 \quad (6.6)$$

上式中

Q ：火源的熱釋放率，(kW)

α ：火源的成長係數，(kW/s²)

t ：開始燃燒後的時間，(s)

t_o ：有效的著火時間，(s)

t_g ：有效的燃燒後時間，(s)

上述即為消防安全工程設計上通稱的"t-squared fires"。NFPA 92 廣泛的使用成

第六章 既有合法建築物排煙室改善電腦模擬分析

長時間的觀念，成長時間 t_g 定義為有效燃燒之成長至 1,055kW (1,000Btu/s) 之時間。表 6.1 列出一些火源模式 t_g 之值。因火源防護之作用或燃燒空氣之缺氧，其熱釋放率便會至一臨界點後停止成長，而後其熱釋放率可視為常數，如圖 6.4 所示。

依本案研究目的，為利於觀察火災室與排煙室之煙流行為，並節省模擬所需時間，規劃採用極快速的火災成長曲線模擬火源，其成長係數 $\alpha = 0.1876 \text{ kW/s}^2$ ，參考簡易二層法[23]之基本火源設定，釋熱率為 1.0MW，成長時間為 $t_g = 73\text{s}$ ，燃料採用 polyurethane 之燃燒反應模式，火源尺寸為 1mx1m。

表 6.1 火源成長模式的係數

項目	成長係數		成長時間
	$\alpha \text{ (kW/s}^2\text{)}$	$\alpha \text{ (Btu/s}^3\text{)}$	
T-Squared Fires	$\alpha \text{ (kW/s}^2\text{)}$	$\alpha \text{ (Btu/s}^3\text{)}$	$t_g\text{(s)}$
緩慢(Slow)	0.002931	0.002778	600
普通(Medium)	0.01172	0.01111	300
快速(Fast)	0.04689	0.04444	150
極快速(Ultra Fast)	0.1876	0.1778	75

(取自參考文獻[11])

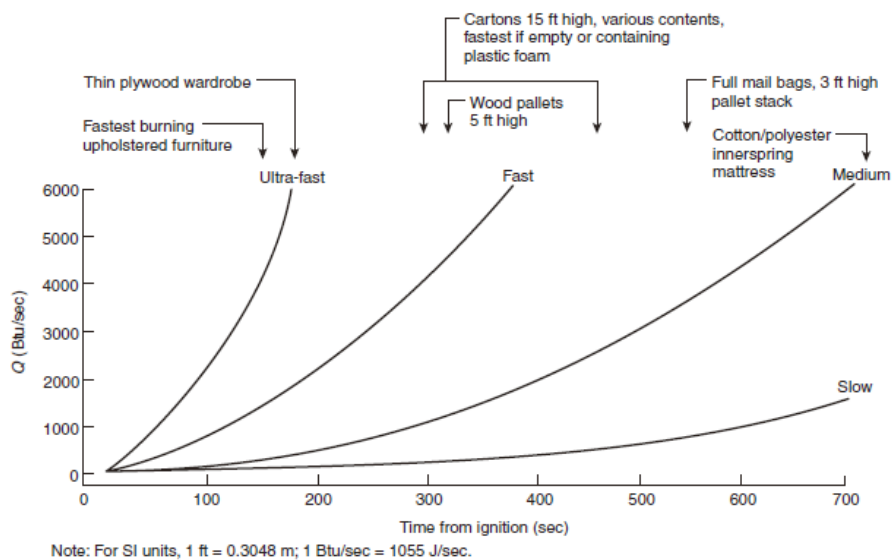


圖6.4 T-Square火災成長曲線圖

(取自參考文獻[11])

6.3.3 其他邊界條件考量

(一)排煙室防火門關門時之進風量及壓差：

初步參考 BS EN 12101-6，以 $50\text{Pa}\pm 10\%$ 設定之壓差，設定進風量。

(二)排煙室防火門開門時之進氣量及氣流流速：

依現有門大小(220x160cm)全開方式，以連續方程式預設 0m/s (base case)， 0.75m/s 、 1.14m/s 、 1.7m/s 、 2m/s 、 3m/s 等 6 組之流速進行設定。

(三)排煙室釋壓口：

依據孔口板公式，初步採固定面積(20x40cm)調整進氣量，使排煙室壓差達 $50\text{Pa}\pm 10\%$ 之設計條件。

(四)外牆開口：初步以樓地板面積 0.5% 設定。

(五)其他通氣管道，如門縫，地板或牆面裂縫，電梯週圍縫隙，在初步模擬時先予忽略。

6.3.4 火災劇本

初步設計火災模擬劇本及模擬情境之各項參數等計有六組，如表 6.2 及表 6.3 所示。

表 6.2 火災模擬劇本

	火源大小	燃燒速率	進風量 (cms)	防火門面 積(m^2)	預估風 速(m/s)
情境一	1MW	Ultra-Fast	0.6-0	3.52	0
情境二	1MW	Ultra-Fast	0.6-2.64	3.52	0.75
情境三	1MW	Ultra-Fast	0.6-4	3.52	1.14
情境四	1MW	Ultra-Fast	0.6-6	3.52	1.7
情境五	1MW	Ultra-Fast	0.6-7.04	3.52	2
情境六	1MW	Ultra-Fast	0.6-10.56	3.52	3

(資料來源：本研究整理)

第六章 既有合法建築物排煙室改善電腦模擬分析

表 6.3 模擬情境之各項參數

設定條件	設定值	說明
起始溫度	26°C	考量辦公室之常態溫度，採用 26°C 做為火災室初始模擬值
火載量	1MW	辦公室初期火災之熱釋放率採 1MW，燃燒面積為 1m x 1m
火源成長模式	Ultra Fast	考慮本案研究目的，故將火源成長模式設定為極快速(Ultra Fast)
防火門開啟時機	煙層下降至 1m	考慮本案研究目的，並可有效觀察火災室及排煙室煙流行為，採取煙層下降至地面上方 1m 時，開啟排煙室防火門
自然補氣口	由外牆開口等作為補氣來源	考慮火災發生時現場實際開口之換氣條件
燃料	polyurethane	採用發煙量高之燃料，易於觀察煙流行為
模擬時間	200 秒	

(資料來源：本研究整理)

6.3.5 格點配置

本案所採用之格點配置，其座標如表 6.4 所示，總格點數為 753,375。

表 6.4 模擬情境之格點配置

	x 方向	y 方向	z 方向	格點大小
格點一	-46~44	-0.2~5.8	-0.2~4.8	0.2x0.2x0.2
格點二	-1~12	5.8~10.8	-0.2~4.8	0.2x0.2x0.2
格點三	12~17	5.8~10.8	-0.2~4.8	0.1x0.1x0.1
格點四	17~31	5.8~10.8	-0.2~4.8	0.2x0.2x0.2
格點五	-1~31	10.8~15.8	-0.2~4.8	0.2x0.2 x0.2
格點六	9.6~20.4	-6.2~-0.2	-0.2~4.8	0.1x0.1x0.1

(資料來源：本研究整理)

第四節 模擬結果分析

6.4.1 情境一

(一) 模擬結果

煙層下降、速度場及能見度情況，如圖 6.5、圖 6.6 及圖 6.7 所示。



圖6.5 情境一-煙層下降
(資料來源：本研究整理)

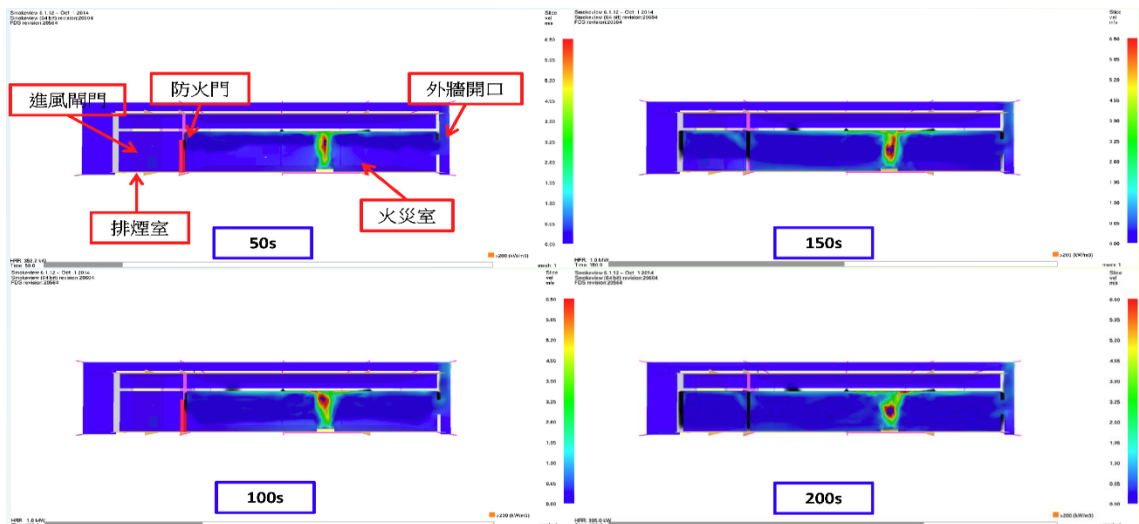


圖6.6 情境一-速度場
(資料來源：本研究整理)

第六章 既有合法建築物排煙室改善電腦模擬分析

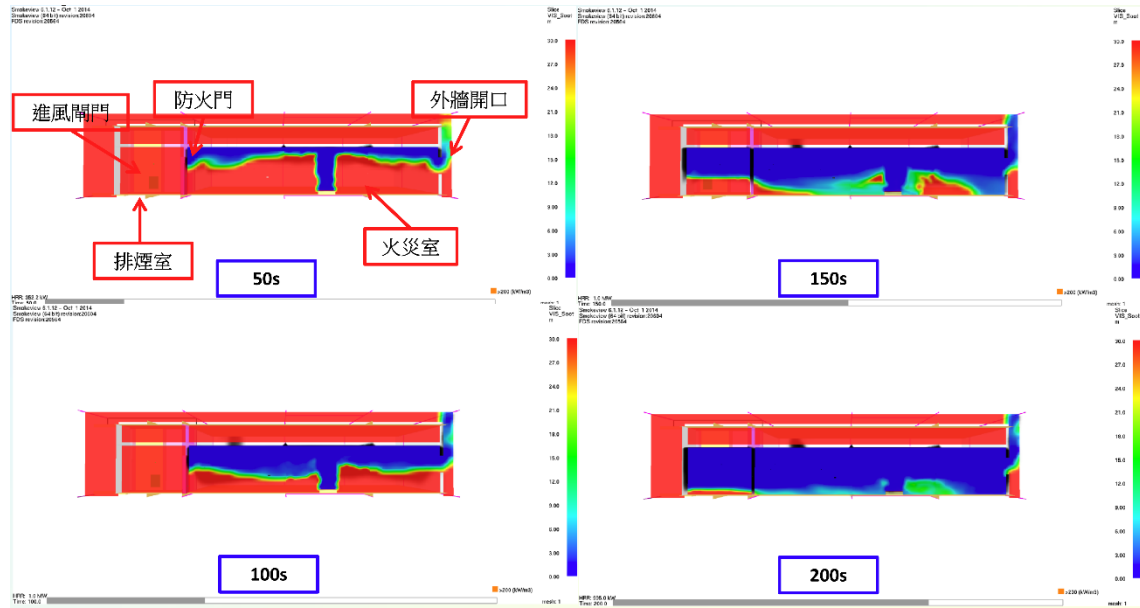


圖6.7 情境一-能見度

(資料來源：本研究整理)

(二)模擬分析

情境一為本案基本案例，用以觀察火災室及排煙室在火災後，排煙設備無動作情況下，煙流的擴散情況。

依據火災劇本設計，為有效觀察煙流入排煙室之過程，本組模擬採取煙層下降至離地板上方 1m 時，才開啟排煙室防火門，其動作與常規之火警連動不同，目的是探討煙入侵排煙室的動力問題。

圖 6.5~6.7 顯示煙層下降、流速及能見度情況，在測試火源點火後，煙層開始於火災室累積，在點火後 105s 時，煙層下降至地面上方 1m，防火門開啟；由於情境一排煙室設定排煙設備未動作，於是煙隨防火門開啟後即進入排煙室。

我國建築物排煙設備設置及施工規範之研究

6.4.2 情境二

(一) 模擬結果

煙層下降、速度場及能見度情況，如圖 6.8、圖 6.9 及圖 6.10 所示。



圖6.8 情境二-煙層下降

(資料來源：本研究整理)

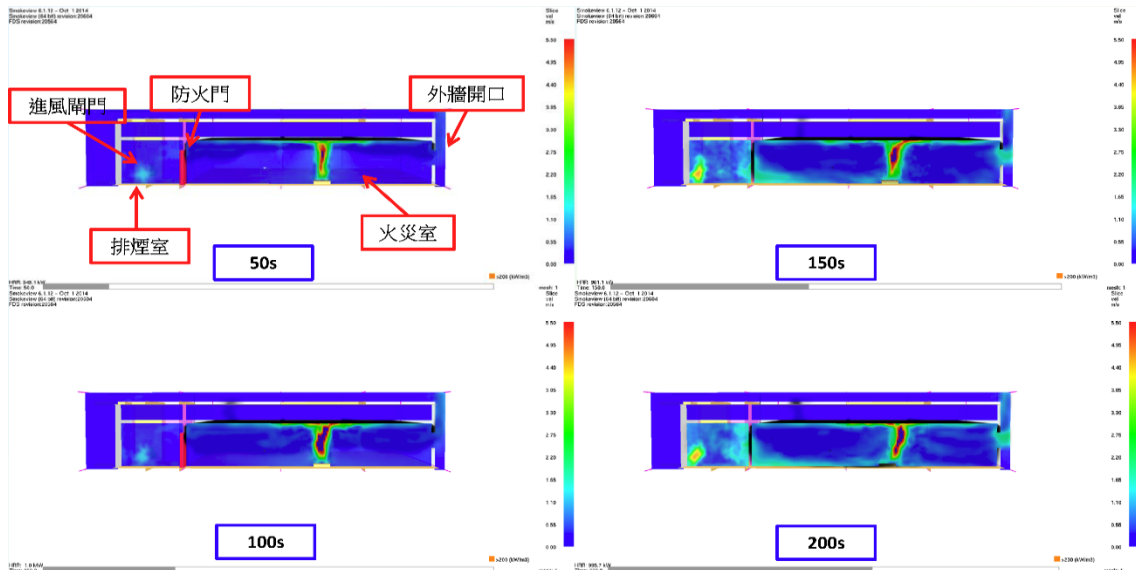


圖6.9 情境二-速度場

(資料來源：本研究整理)

第六章 既有合法建築物排煙室改善電腦模擬分析

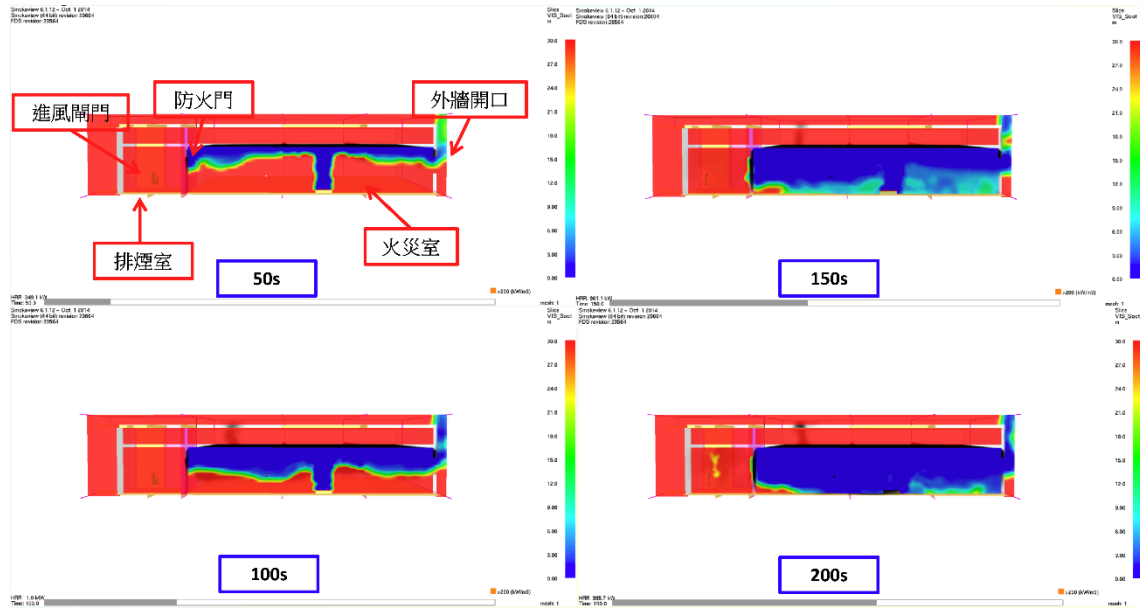


圖6.10情境二-能見度

(資料來源：本研究整理)

(二) 模擬分析

情境二排煙室在防火門開啟前，加壓風量採 0.6 CMS(基於釋壓面積為 0.08m^2)，壓力設定為 $50\text{Pa}\pm 10\%$ ；煙層下降至離地板上方 1m 時，開啟排煙室防火門，排煙室加壓風量於 5s 內增加至 2.64cms，通過防火門氣流流速為 0.75m/s 。

圖 6.8~6.10 顯示煙層下降、流速及能見度情況，在測試火源點火後，煙層開始於火災室累積，在點火後 103s 時，煙層下降至地面上方 1m，防火門開啟；從圖 6.9 速度場分佈情況顯示，2.64 CMS 加壓風量在排煙室防火門出口，已經建立安全門出口逆向風速，從圖 6.8 煙層下降情況顯示，在 103s 後，有少量煙流入排煙室之情況(如圖 6.8-150s、200s)。

我國建築物排煙設備設置及施工規範之研究

6.4.3 情境三

(一) 模擬結果

煙層下降、速度場及能見度情況，如圖 6.11、圖 6.12 及圖 6.13 所示。

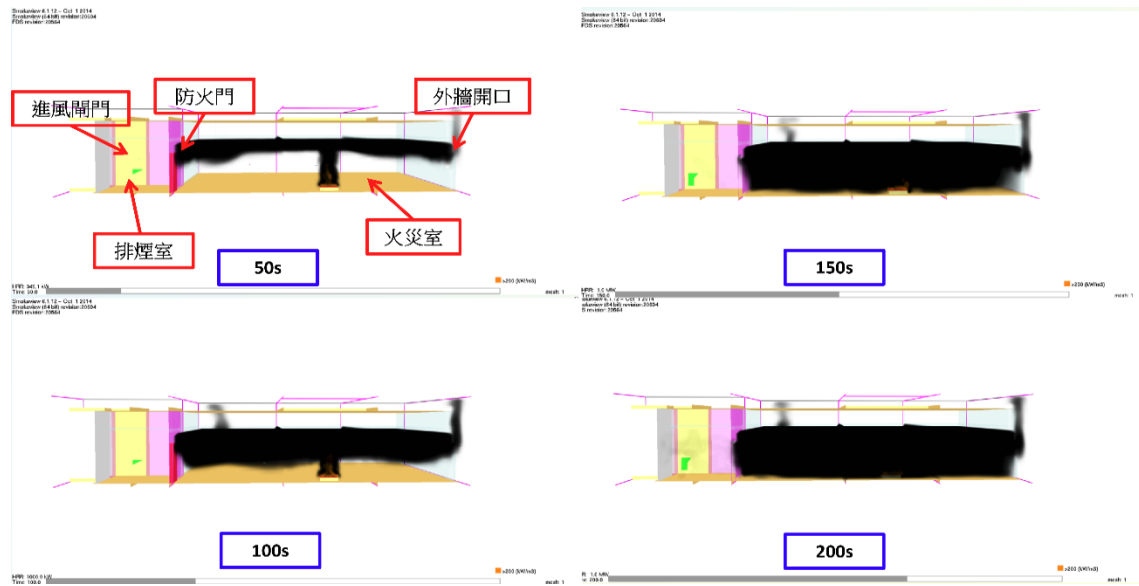


圖6.11 情境三-煙層下降

(資料來源：本研究整理)

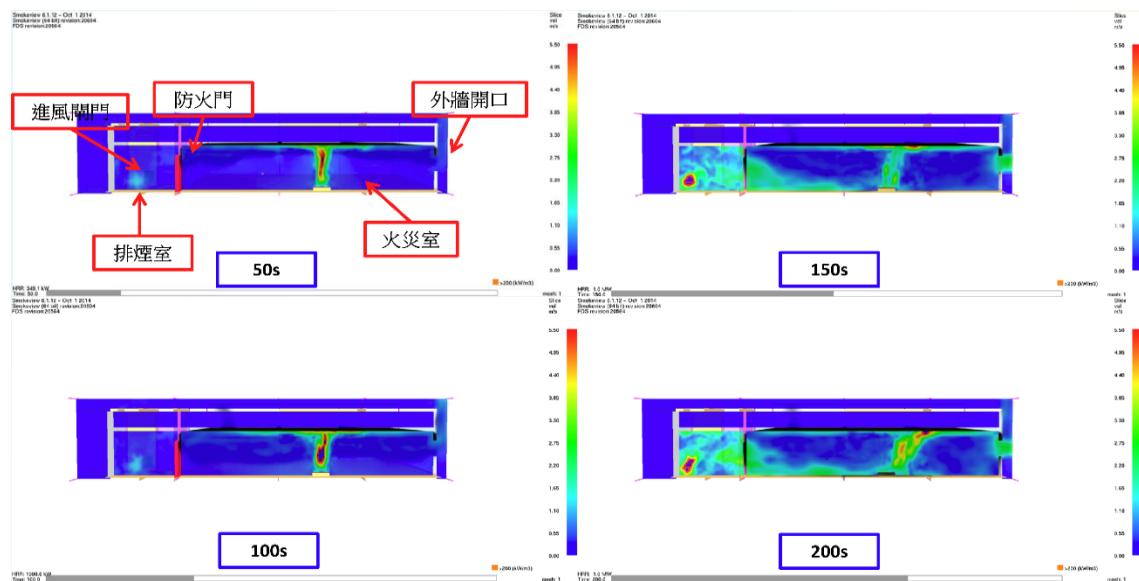


圖6.12 情境三-速度場

(資料來源：本研究整理)

6.4.4 情境四

(一) 模擬結果

煙層下降、速度場及能見度情況，如圖 6.14、圖 6.15 及圖 6.16 所示。

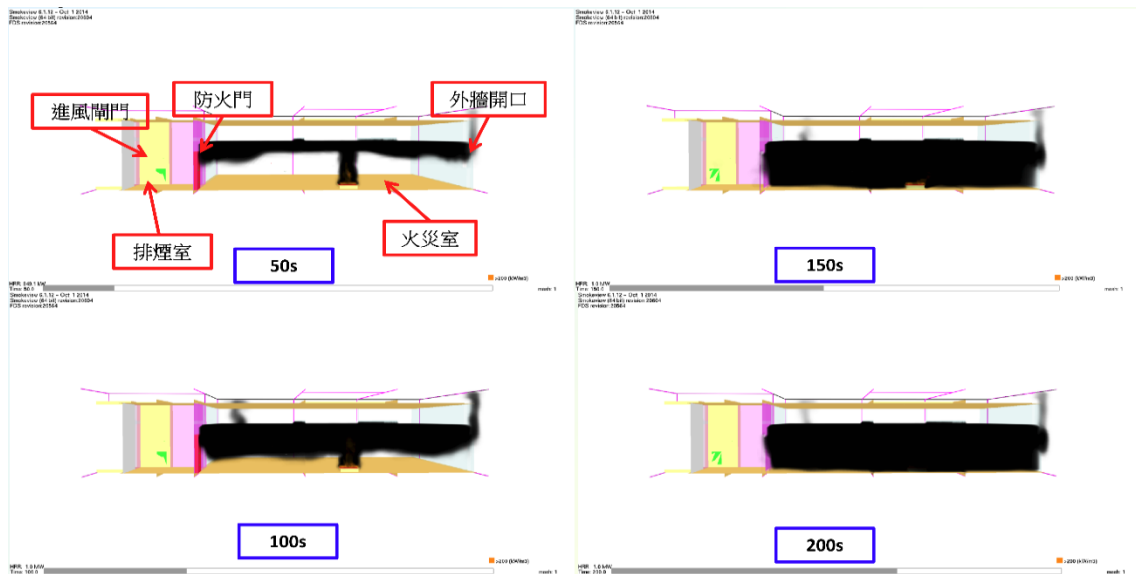


圖6.14 情境四-煙層下降

(資料來源：本研究整理)

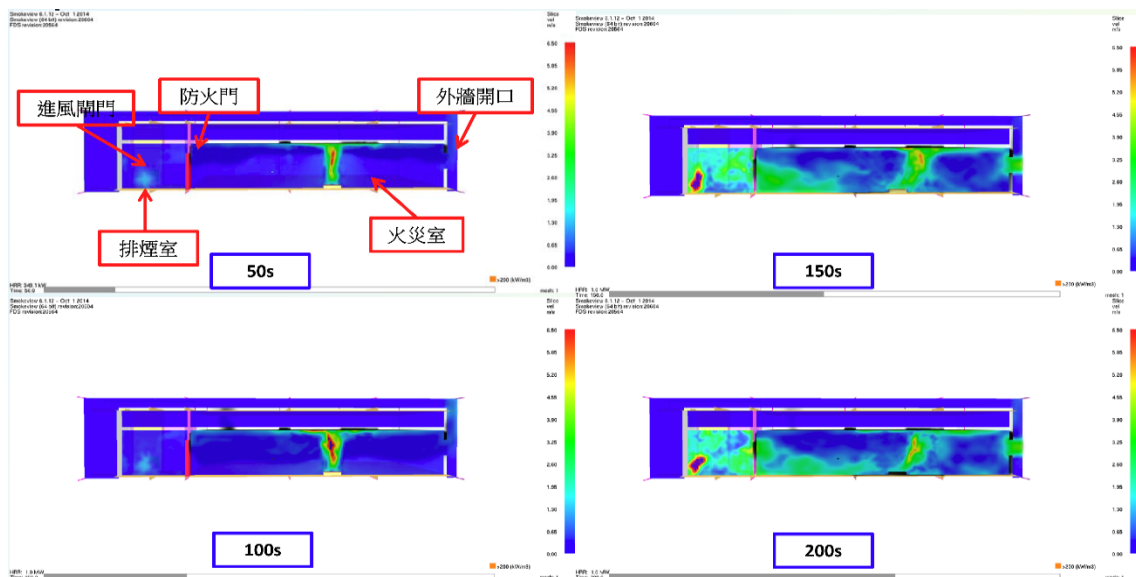


圖6.15 情境四-速度場

(資料來源：本研究整理)

第六章 既有合法建築物排煙室改善電腦模擬分析

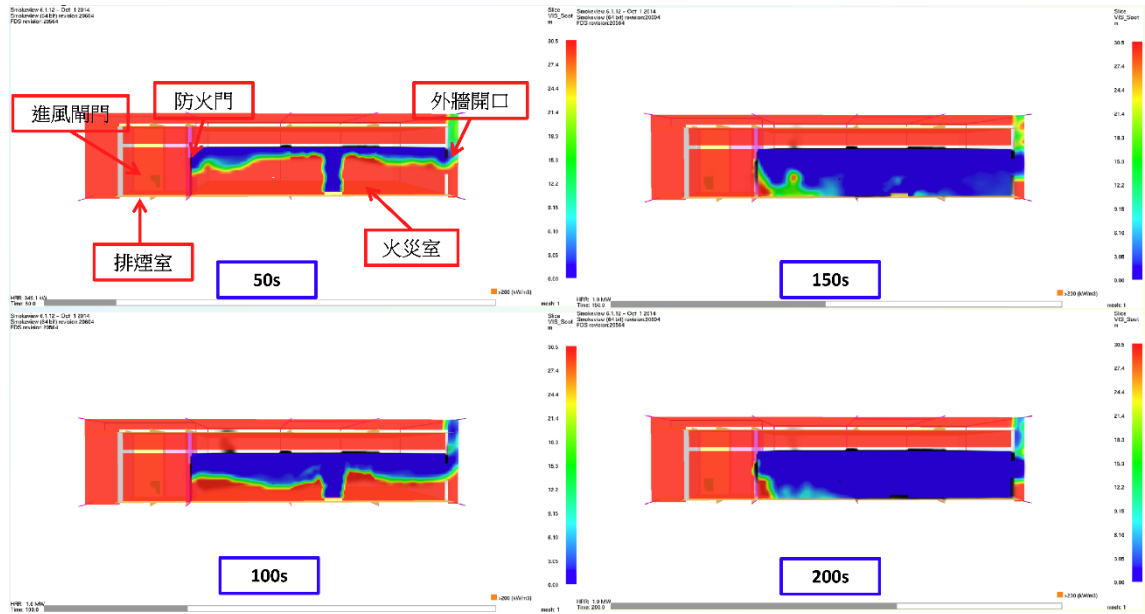


圖6.16 情境四-能見度

(資料來源：本研究整理)

(二) 模擬分析

情境四排煙室在防火門開啟前，排煙室加壓風量採 0.6 CMS(基於釋壓面積為 0.08m^2)，壓力設定為 $50\text{Pa}\pm 10\%$ ；煙層下降至離地板上方 1m 時，開啟排煙室防火門，排煙室加壓風量於 5s 內增加至 6cms，通過防火門氣流流速為 1.7m/s。

圖 6.14~6.16 顯示煙層下降、流速及能見度情況，在測試火源點火後，煙層開始於火災室累積，在點火後 110s 時，煙層下降至地面上方 1m，防火門開啟；從圖 6.15 速度場分佈情況顯示，6 CMS 加壓風量在排煙室防火門出口，已經建立相當之逆向風速，且從圖 6.14 煙層下降情況顯示，在 110s 後，排煙室無煙流入。

我國建築物排煙設備設置及施工規範之研究

6.4.5 情境五

(一) 模擬結果

煙層下降、速度場及能見度情況，如圖 6.17、圖 6.18 及圖 6.19 所示。

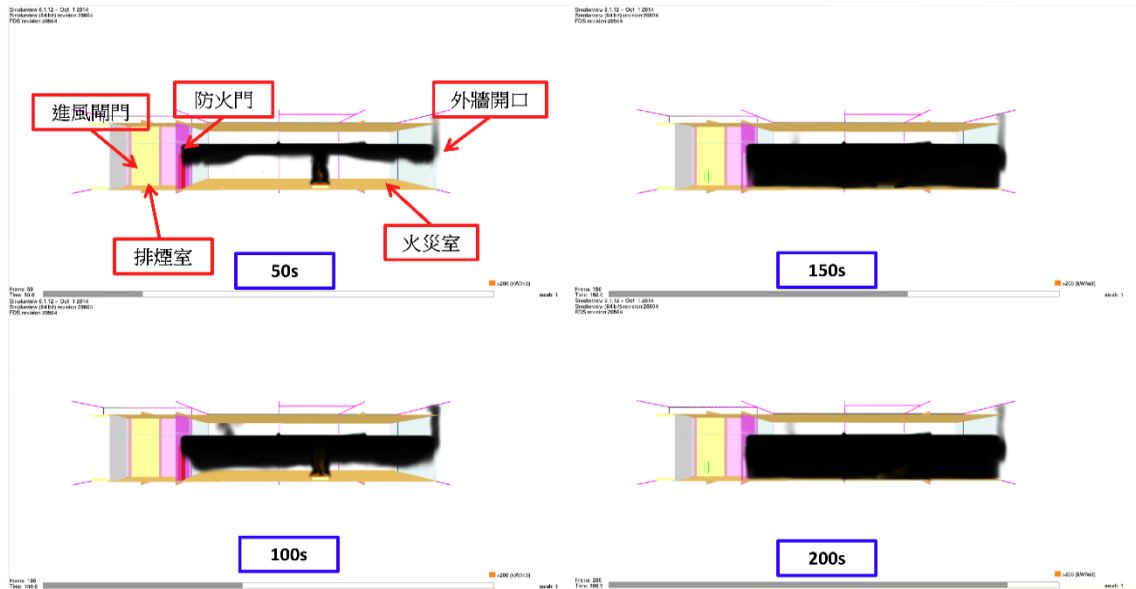


圖6.17 情境五-煙層下降

(資料來源：本研究整理)

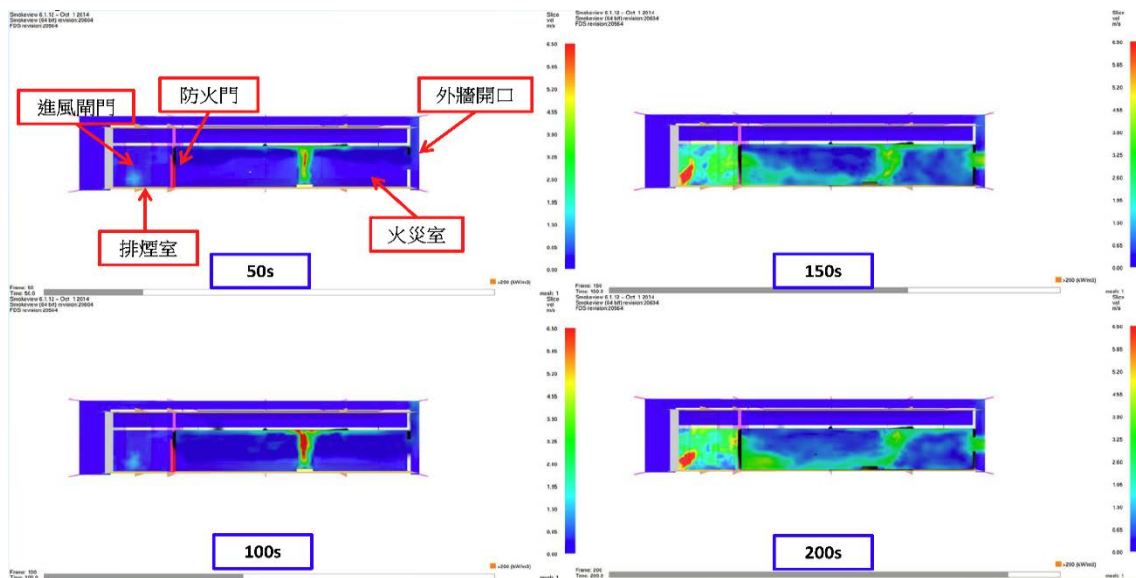


圖6.18 情境五-速度場

(資料來源：本研究整理)

第六章 既有合法建築物排煙室改善電腦模擬分析

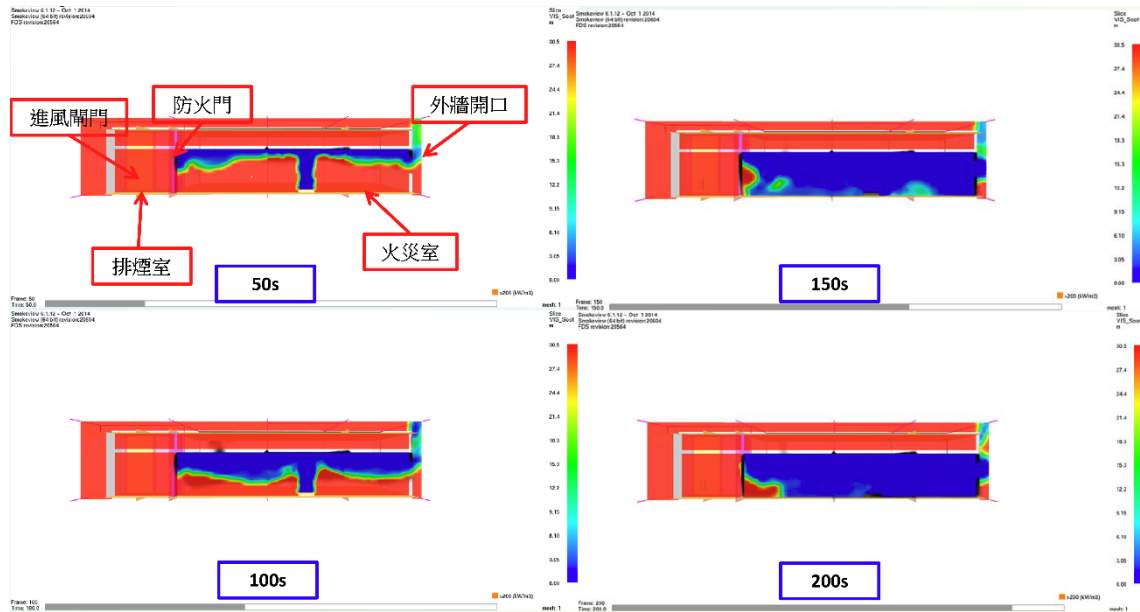


圖6.19 情境五-能見度

(資料來源：本研究整理)

(二) 模擬分析

情境五排煙室在防火門開啟前，排煙室加壓風量採 0.6 CMS(基於釋壓面積為 0.08m^2)，壓力設定為 $50\text{Pa}\pm 10\%$ ；煙層下降至離地板上方 1m 時，開啟排煙室防火門，排煙室加壓風量於 5s 內增加至 7.04 CMS，通過防火門氣流流速為 2m/s。

圖 6.17~6.19 顯示煙層下降、流速及能見度情況，在測試火源點火後，煙層開始於火災室累積，在點火後 102s 時，煙層下降至地面上方 1m，防火門開啟；從圖 6.18 速度場分佈情況顯示，7.04 CMS 加壓風量在排煙室防火門出口，已經建立相當高之逆向風速，且從圖 6.17 煙層下降情況顯示，在 102s 後，排煙室已無煙流入。

6.4.6 情境六

(一) 模擬結果

煙層下降、速度場及能見度情況，如圖 6.20、圖 6.21 及圖 6.22 所示。

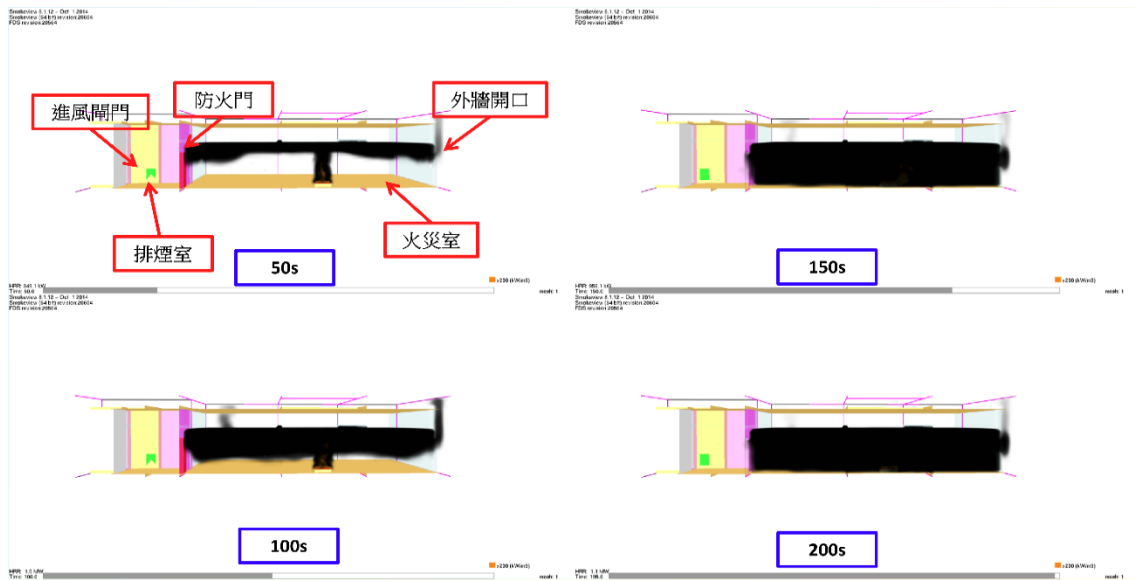


圖6.20 情境六-煙層下降

(資料來源：本研究整理)

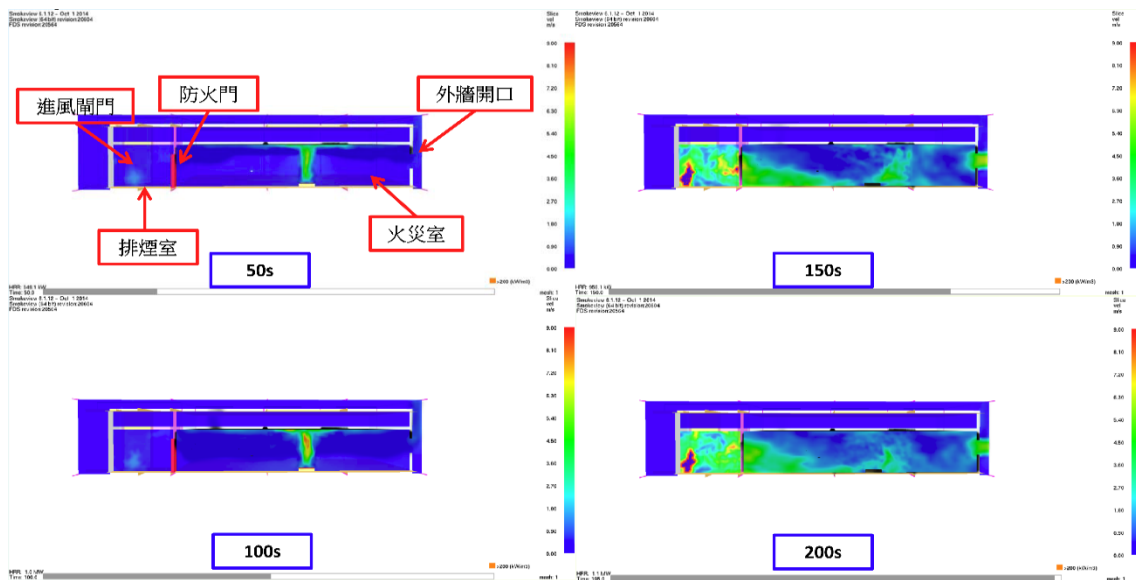


圖6.21 情境六-速度場

(資料來源：本研究整理)

第六章 既有合法建築物排煙室改善電腦模擬分析

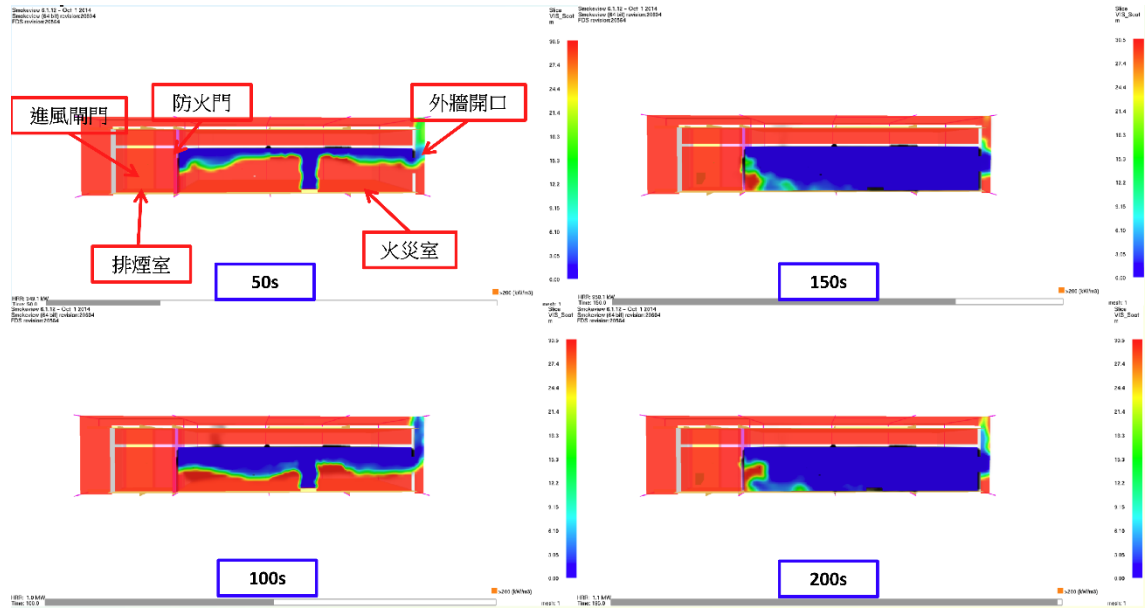


圖6.22 情境六-能見度

(資料來源：本研究整理)

(二) 模擬分析

情境六排煙室在防火門開啟前，排煙室加壓風量採 0.6 CMS(基於釋壓面積為 0.08m^2)，壓力設定為 $50\text{Pa}\pm 10\%$ ；煙層下降至離地板上方 1m 時，開啟排煙室防火門，排煙室加壓風量於 5s 內增加至 10.56 CMS，通過防火門氣流流速為 3m/s。

圖 6.20~6.22 顯示煙層下降、流速及能見度情況，在測試火源點火後，煙層開始於火災室累積，在點火後 102s 時，煙層下降至地面上方 1m，防火門開啟；從圖 6.22 速度場分佈情況顯示，10.56cms 加壓風量在排煙室防火門出口，已經建立一定之逆向風速，且從圖 6.21 煙層下降情況顯示，在 102s 後，排煙室已無煙流流入。

第五節 小結

綜合整理前一節電腦模擬結果，可得到以下結論：

(一) 排煙室對火災室之正壓力：

本案模擬結果顯示，排煙室在關門的狀態下，以 0.6 CMS 之進風量，釋壓的面積為 0.08m^2 下，可得到 $50\pm 10\text{Pa}$ 之正壓，壓力在開門力道範圍內，可以防止鄰室火災煙流入排煙室。

(二) 排煙室出口逆向風速阻煙流入排煙室：

依據模擬結果發現，排煙室流出的逆向風速，攸關排煙室是否煙會流入。本案模擬結果顯示，火災室外牆開口為樓地板面積之 0.5%，設計火源為 1MW 條件下，雙開防火門(3.52m^2)全開的狀態下，逆向風有助防止煙流入排煙室。以六種不同加壓風量，產出六組出口逆向風速下發現， 0.75m/s 逆向風已可阻止煙流入排煙室，逆向風速 1.14m/s 之加壓情況下，更能阻止煙流進入排煙室，準此，在考量設計安全裕度的情況下，逆向風速建議採用 1.14m/s 以上為宜。

(三) 出口面積對逆向風速之影響：

逆向風速的大小，從連續方程式可知，係取決於排煙室進風量大小及防火門面積尺寸。參考日本消防設備安全中心出版之“加壓防排煙設備の設計・審査に係る運用ガイドライン”(加壓防排煙設備設計審查操作指南)[24]所述，其逆向風速之計算，係以防火門固定開度 40cm 代入公式計算出口面積。

本案模擬，係依照舊有建物現場實際防火門大小尺寸設定，其面積在全開狀態為 3.52m^2 ，並以調整進風量大小來獲得並比較所需之逆向風速。在工程作為實務的設計上，要以進風方式獲得合適的逆向風速，除了增加進風量外，改變出口面積之大小，或參考日本採用固定開度計算，亦屬可行之作

法。

(四) 外牆開口面積對逆向風速之影響:

本案採用之外牆開口面積為火災室樓地板面積之 0.5% 開口面積，經模擬結果確認，在設計極快速火源為 1MW 火災產生之熱膨脹，必要釋壓。因此，既有合法建築外牆開口，建議至少為火災室樓地板面積之 0.5% 以上。

我國建築物排煙設備設置及施工規範之研究

第七章 研究發現與建議

第一節 研究發現

研究發現及成果說明如下：

1. 蒐集並比較歐美、日本、中國及我國國家標準等對於防火閘門試驗相關標準，發現各國對於防火閘門應實施試驗之項目及性能要求並不一致，相同之試驗項目其試驗基準亦不盡相同，且我國國家標準僅適用於空調系統用防火閘門，並不適用於排煙系統用防火閘門，亟待建立適用我國排煙系統用防火閘門之試驗標準，以提升建築物於火災時整體之避難安全性。
2. 比較分析國內與美日等防火閘門慣用之標準，透過訪視國內建築實例進行測試排煙管風速及風壓，了解當前排煙風管採用的規格及施作，提出有關防火閘門設置和排煙風管材質及安裝之規範，與參考圖示與圖說。
3. 排煙室對火災室之壓力梯度，研究結果顯示，排煙室在關門的狀態下，0.6cms 進風量及釋壓面積為 0.08m^2 ，可得 $50\pm 10\text{Pa}$ 之正壓；此壓力梯度在安全門容許的開門力道範圍內，亦可防止火災室或鄰室之煙流流入排煙室，可作為既有合法建築物提升消防安全之改善參考。
4. 排煙室安全門開啟時逆向風對阻煙之影響，研究結果發現，排煙室的逆向風速攸關排煙室是否會被煙流入侵。模擬結果顯示，居室無排煙且排煙開口只有樓地板面積之 0.5%(自然排煙應有 2%)，逆向風速 1.14m/s 已可有效阻止煙流進入排煙室，可作為既有合法建築物提升消防安全之改善參考。
5. 高層建築物超過 50m 高度的排煙室，外在風速可達到 8m/s 以上，採用自然排煙當排煙口開啟時，安全門受壓可達 75Pa 會有不易開啟之虞，建議 50m 以上高層建築物的排煙室不宜採用自然排煙。

第二節 建議事項

本研究以國內外相關法規及研究成果為基礎，並結合座談會、審查會及產業說明會中各專家學者、業界、政府相關主管機關等代表，提供之意見及實地實例訪視測試，和電腦軟體模擬驗證，相關結果提供主要建議事項如下：

建議一

立即可行建議：排煙室得採用正壓設計

主辦機關：內政部營建署

協辦機關：內政部消防署

既有合法建築物的排煙室當無法完全符合現有的法規時，排煙室可以採用正壓設計，安全門關閉時維持 $50\pm 10\text{Pa}$ 之正壓，開啟時與逃生逆向的風速達 1.14m/s ，可以阻止鄰室火災熱煙流入，有助於人員避難逃生與消防人員災害搶救據點之無煙環境維持，並有利於建築物平面的規劃，符合日本及英國規範，建議研修「原有合法建築物防火避難設施及消防設備改善辦法」部分條文。

建議二

立即可行建議：排煙風管穿越多個防火區劃時防火風管配置，建議研議修改各類場所消防安全設備設置標準法規

主辦機關：內政部消防署

協辦機關：內政部營建署

建置排煙風管穿越多個防火區劃時，避免防火閘門在火災時關閉或會影響其他區劃排煙的有效性。本報告建議垂直排煙風管配置於管道間內，因管道間具有防火區劃之功能故可採用一般鍍鋅風管配置，如非設置於管道間內也可以防火風管直接安裝免安裝防火閘門；並搭配設

第七章 研究發現與建議

置於防煙區劃內具有防火及防煙閘門功能之排煙閘門，則排煙風管內即可免安裝防火閘門，建議研議修改各類場所消防安全設備設置標準法規。

建議三

中長期建議：防火閘門安裝與排煙風管安裝及補強工法，建議研議制定相關安裝指導綱領規範或納入相關防火安全法規

主辦機關：內政部消防署

協辦機關：內政部營建署

防火閘門和防火區劃結構的完整性，是防火安全的必要，報告中參考美國 SMACNA 與日本國土交通省大臣官房官廳營繕部設備・環境課「公共建築設備工事標準圖-機械設備工事編」；另提出排煙風管在不同風壓等級對材質的要求，相關排煙風管安裝及補強工法，提出相關設計施作指引，建議研議制定相關安裝指導綱領規範或納入相關防火安全法規。

建議四

中長期建議：高層建築物超過 50m 的排煙室不宜採用自然排煙

主辦機關：內政部消防署

協辦機關：內政部營建署

高層建築物超過 50m 高外在風速可達到 8m/s 以上，採用自然排煙當排煙口開啟時，排煙室安全門的受壓力可達 75 Pa 會有不易開啟之虞。

建議五

中長期建議：排煙系統用防火閘門之試驗標準，建議研議制定或修訂

我國建築物排煙設備設置及施工規範之研究

中華民國國家標準，納入相關試驗、檢驗體制。

主辦機關：經濟部標準檢驗局

協辦機關：內政部消防署、內政部營建署

防火閘門和防火區劃結構的完整性，是建築物防火安全的必要考量因子，不同系統適用之防火閘門性能更是確保防火區劃結構完整性之重要構件，建立完整的防火閘門試驗體制是確保防火區劃結構的完整性之必要手段，建議相關權責機關建立適用我國排煙系統用防火閘門之試驗標準，以提升建築物於火災時整體之避難安全性。

第三節 後續研究

後續研究建議如下：

1. 研究有關防煙閘門用於防止火災時熱煙流竄，及整合於空調風管應用，提高消防安全有利於避難逃生。
2. 建築物居室採用自然排煙時，須考慮外部風場對有效排煙的影響，其有別於排煙室，外部風場會影響居室排煙及流向避難路徑影響逃生，建議納入優先研究。
3. 繼續針對既有合法建築物排煙改善研究，提升防火安全。
4. 滅火有助於降低火載量及煙產生量，建議研究自動撒水系統對有效排煙及安全避難的影響。
5. 機械排煙系統之設計計算及設備選用基準，提出設計規範，如風管壓力損失計算等。

參考文獻

1. 內政部，「各類場所消防安全設備設置標準」，民國 102 年 5 月。
2. 日本「新建築防災計畫指針」1995 年版。
3. SMACNA「Fire, Smoke and Radiation Damper, Installation Guide for HVAC Systems」, 2002.
4. SMACNA「HVAC Duct Construction Standards」, 2006.
5. 內政部，「建築技術規則建築設計施工編、建築構造編、建築設備編」。
6. 中國設計規範，GB 50045—95 高層民用建築設計防火規範。
7. 中國設計規範，GB 50016—2014 建築設計防火規範。
8. <http://law.e-gov.go.jp/htmldata/S25/S25SE338.html>.
9. 消防法加壓防排煙(平成 21 年消防廳告示第 16 號)。
10. 岸上昌史、山口純一、村岡宏，大林組技術研究所報，No.78，2014。
11. NFPA 92, 2015 Edition, Standard for Smoke Control Systems, An International Codes and Standards Organization.
12. BS EN 12101-6:2005, British Standard, Smoke and heat control systems, 2005.
13. NFPA 90A, Standard for the installation of air-conditioning and ventilation systems, 2015.
14. 台灣區冷凍空調工程工業同業公會，「空調工程施工規範」，民國 85 年 1 月。
15. 行政院公共工程委員會，「公共工程施工綱要規範- 第 15810 章 v50 風管」。
16. 日本国土交通省大臣官房官庁営繕部設備・環境課，「公共建築設備工事標準図-機械設備工事編」，2016 年 3 月。
17. 日本防排煙工業會，「防火閘門、排煙口、進氣口技術說明書」，2004 年。
18. 內政部建築研究所，「自然排煙室及排煙口配置對排煙有效性驗證之研究」期

我國建築物排煙設備設置及施工規範之研究

末報告，民國 103 年 10 月。

19. NIST Special Publication 1019 Sixth Edition, Fire Dynamics Simulation User's Guide, National Institute of Standards and Technology, 2017.

20. NIST Special Publication 1018-1 Sixth Edition, Fire Dynamics Simulation Technical Reference Guide Volume 1: Mathematical Model, National Institute of Standards and Technology, 2017.

21. NIST Special Publication 1017-1 Sixth Edition, Smokeview, A Tool for Visualizing Fire Dynamics Simulation Data Volume I: User's Guide, National Institute of Standards and Technology, 2017.

22. G. Heskestad, Luminous Heights of Turbulent Diffusion Flames, Fire Safety Radiation," Combustion Science and Technology, Vol.39, pp.195-214, 1984.

23.內政部建築研究所，「簡易二層驗證技術手冊之研究」，民國 96 年 5 月。

24.日本消防設備安全中心，「加圧防排煙設備の設計・審査に係る運用ガイドライン」，2012 年 12 月。

附錄一 第一次座談會紀錄

內政部建築研究所 106 年度
 「我國建築物排煙設備設置及施工規範之研究」
 第一次專家學者座談會紀錄

時間：106 年 6 月 27 日上午 09 時 30 分

地點：建築研究所會議室(新北市新店區北新路 3 段 200 號 15 樓)

姓名	單位	級職
蔡綽芳	內政部建築研究所	安全組組長
雷明遠	內政部建築研究所	研究員
陳佳玲	內政部建築研究所	助理研究員
王鵬智	內政部營建署	建築管理組 科長
周文智	內政部消防署	火災預防組 組長
程昌興	新北市政府消防局	火災預防科 科長
邱晨瑋	警察專科學校	消防安全科 主任
陳清吉	昱安建築物公共安全檢查公司	消防設備師
王獻堂	冠呈工程顧問有限公司	空調技師
曹昌歲	曹昌歲建築師事務所	建築師
蔡尤溪	台北科技大學	教授
卓鴻傑	台北科技大學	博士生/消防設備師
邱治國	台北科技大學	博士生/消防設備師
許文泉	台北科技大學	碩士畢/消防設備師
馮傳滕	台北科技大學	碩士生

專家意見重點整理

項次	議題	專家意見
1	已提出國際標準，關於防火閘門靜態和動態應用分別有不同的規範，我國是否基於標準調和建立及融入國際標準？	有關於動態應用(排煙系統)宜引用 ISO 標準，原因是我國訂定 CNS 標準時經常參考 ISO 標準。
2	已分析防火閘門安裝規範，包括我國產業的最新產品，是否應訂定安裝規	訂定防火閘門安裝規範方面，應提供施作的圖說以利實施，明確說明各項

我國建築物排煙設備設置及施工規範之研究

	<p>範，火災時確保防火閘門不脫離，維持防火區劃的完整性?排煙風管穿越多個區劃時，也可避免影響其他區劃排煙功能。</p>	<p>施作的要領，且對於排煙風管穿越多個區劃時，如何避免關閉時影響其他區劃排煙功能，也應提出因應方法。</p>
3	<p>工程會第 15811 章 VI.0(消防系統排煙設備用防火風管)防火風管之安裝應符合經消防主管機關認可之技術手冊規定。是否應訂定排煙風管材質及施工要領之規範?</p>	<p>排煙風管除了材質及施工要領之規範外，風管的補強也是重要項目，建議提供施作規範。</p>
4	<p>我國高層建築的排煙室實例，多有採用自然排煙，高樓層排煙室當處迎風面時，或會因風速過高導致排煙室高壓，造成防火門開啟阻力過大，是否應修改各類場所消防安全設備設置標準，規範一定樓層數以上，排煙室不應採用自然排煙?</p>	<p>自然排煙有動件少、可手動、火災時可靠度較為高等優點。高層建築是否會因為風速過高導致排煙室高壓，造成防火門開啟阻力過大、自然排煙窗不易開啟問題，尚須進一步研究。或考量修改各類場所消防安全設備設置標準，規範一定樓層數以上，排煙室不應採用自然排煙。</p>
5	<p>本研究成果呈現，當既有合法建築的排煙室或排煙設備無法符合現今防火安全，可藉由排煙室送風加壓，防止煙流入排煙室。是否應將之列為既有合法建築提升安全的改善方案?</p>	<p>本研究成果對於既有合法建築的排煙室或排煙設備改善，不失為一種可行方案。建議電腦模型宜考量煙層高度，並在後續研究考量不同建築樣態的既有合法建築。</p>

附錄二 第二次座談會紀錄

內政部建築研究所

106 年度「我國建築物排煙設備設置及施工規範之研究」

第二次專家學者座談會 會議紀錄

壹、時間：106 年 10 月 27 日(星期五)上午 09 時 30 分

貳、地點：本所第一會議室(新北市新店區北新路 3 段 200 號 15 樓)

參、出席人員：

內政部建築研究所：蔡組長綽芳、雷研究員明遠、陳助理研究員佳玲

北科大：蔡尤溪教授 邱治國 卓鴻傑 許文泉 記錄：馮傳滕

學者專家：內政部消防署火災預防組陳專員俊青、臺灣警察專科學校

消防安全科邱講師文豐、新北市消防設備師公會張理事長

敬桐、曹昌歲建築師事務所曹建築師昌歲、許宗熙建築師

事務所許建築師宗熙

肆、研究案主持人簡報：(略)

伍、討論：

專家學者意見	回覆
<p>邱教授文豐：</p> <p>一. 本研究計畫內容已針對排煙室依現行法規設置自然機械排煙設備所呈現問題有深入探究，且利用 FDS 模擬結果嘗試提出改善法，極具建設性，可建議消防法規修正參考。</p> <p>二. 防火風門(閘門)施工安裝工法及風管材料安裝工法均具體呈現對消防工程實務有極大幫助，研究價值顯現。相關試驗方法各國標準比較有意義，可供主管機關參考。</p> <p>三. 現行法規問題？</p>	<p>一. 謝謝邱教授對本研究計畫的肯定。</p> <p>二. 本計畫將參照提出消防安全設備設置標準第 188 條修正。</p> <p>三. 如本計畫參考歐、美及日，標準，與案例研究，排煙室加壓有較佳之效果，當前我國允許進氣量大於排氣量，亦同於排煙室正壓設計。</p> <p>四. 有關防火閘門設置位置，本研究在報告書已納入美日防火風門安裝方式。</p> <p>五. 有關自然排煙、補氣口問題，及排煙風機耐火性能等不在本計畫原預定的工作項目，建議為後續之研究。</p> <p>六. 有關排煙風管耐火性能，排煙風管</p>

我國建築物排煙設備設置及施工規範之研究

<p>(A)負壓式、加壓式的缺失舉例?(曰 2009 年)條件如何 (B)防火閘門、防火區劃、排煙衝突。防火閘門設置位置具體化? (C)防火區劃做法，補強防煙閘門(Smoke damper) (D)自然排煙補氣口問題? 四. 建議補強的設備與法規: (A)排煙(口)閘門檢測 (B)進風與排風量(加壓式)之條件? (C)排煙風機耐火(防火)性能之強化? (D)排煙風管耐火性能</p>	<p>耐火性應依新材料、新工法送審取得認可方能使用，已說明於報告書內。</p>
<p>許建築師宗熙: 一. 梯間加壓是採用日本規定。 二. 高層自然排煙是否適用續進一步探討，這對建築設計影響頗大。 三. 排煙風管依日本規定管內風速採 20m/s 設計為高速風管</p>	<p>一. 美國採梯間加壓及排煙室正壓，本計畫參考歐日，以排煙室進風加壓做為既有合法建築改善方案。 二. 了解排除高層建築物自然排煙，對建築設計影響頗大，建議廣納各方意見探討其對我國建築設計可能造成的問題。 三. 本計畫只列參考下限風速，如美國 ASHRAE 手冊，風速可高達 25m/s，實務上一般採 20m/s，會補充說明。</p>
<p>陳專員俊青: 一. 防火風管貫穿多個區劃，建議參考美日做法。 二. 團隊建議 50m 以上排煙室不宜採用自然排煙，是否居室排煙也如此?</p>	<p>一. 有關排煙風管貫穿多個區劃，參考美日，建議採用防火風管安裝貫穿多個區劃方式，免除當防火閘門動作後導致排煙無效。 二. 如許建築師宗熙所提，高層排煙室不採用自然排煙尚須進一步研議，居室對外排煙不在本計畫的研究範疇。</p>
<p>曹建築師昌歲: 一. 依建築技術規則設備篇第 105 條規定，廚房排油煙管貫穿區劃問題? 二. 排煙管是否增加考慮建築技術規則設備編第五章第 105 條有關廚房排煙管之相關規定，尤其第五項規定實務上很難做到。</p>	<p>一. 有關建築技術規則設備編第五章第 105 條有關廚房排煙管之相關規定，排油煙管貫穿區劃的規定，不在本計畫的研究項目。 二. 建議後續向主管機關提出，如採用防火風內設防火閘門，溫度點設定上建議參考日規 JIS A1314 (120°C)。</p>

<p>建設於施工規範有適當的排除規定，以對業界實務所需； 例如：排煙管規定厚度 1.5mm 以上，穿越防火牆應設一定規格之防火閘門？</p>	<p>三. 本研究團隊可協助建築師公會有關後續法規的修訂。</p>
<p>張理事長敬桐：</p> <p>一. 消防防排煙控設計，涉及構造材料、設備之規格規範，癥結在於排煙系統為消防專用，或容許空調排煙系統並用，可否可釐清之建議，並釐清防火風門屬建築防火設備，抑或消防設備。</p> <p>二. 機械排煙系統之設計計算及設備選用基準，是否可能訂出規範，風管損失計算並考慮靜壓，但壓力與流速有關。</p> <p>三. P. 35 無窗戶居室無排煙設備之規範，請修正用字</p> <p>四. 排煙室導入正壓設計之概念，量測方法採用靜壓或風速及量測位置。</p> <p>五. 防排煙系統架構建議全面完整化探討，再針對各設備單獨分析規格及施工規範。</p> <p>六. 排煙室機械進風排煙口，管道位置之要求，以避免造成氣流短循環，影響防煙效果。</p> <p>七. 國內產業生態之考，外銷導向廠商多用美式，規範建議應列入考慮。</p>	<p>一. 有關消防防排煙控設計，目前法規規定排煙風管為專用，貫穿建築防火區劃之管線路等屬建築、防火風管貫穿防火區劃時屬消防管理。</p> <p>二. 機械排煙系統之設計計算及設備選用基準，如風管損失計算並考慮靜壓等，屬設計規範，建議做為後續研究。</p> <p>三. 有關居室無排煙設備，乃為既有合法建築的問題，已說明如何提升消防安全。</p> <p>四. 排煙室導入正壓設計，量測方法採用靜壓量測，已說明於測試案例。</p> <p>五. 本計畫在文獻探討已有說明防排煙系統架構，及國際上慣用的施工規範。</p> <p>六. 排煙室進風排煙口及管道位置之要求等，實務上涉及受限排煙室最小面積的規範，已有設計案例採用上排避免氣流短循環及門開啟阻擋問題。</p> <p>七. 國內慣用設備包括日規的產品，故將之規範納入報告。</p>
<p>建研所意見</p>	<p>回覆</p>
<p>雷研究員明遠博士：</p> <p>一. 加壓方式有效，應納入原有合法建築改善辦法中，提出法令改善建議。</p> <p>二. 防火風門 FD 試驗方式，需確認 ISO 標準中是否有針對排煙用作規定？</p>	<p>一. 排煙室進風加壓方法，本計畫將提案納入原有合法建築改善辦法之法令改善建議。</p> <p>二. ISO 標準中目前僅有 ISO 10294 為規範防火閘門之標準，其內容與 CNS 15816 標準相同，修正期末報告加註「ISO 10294 與 CNS 15816 標準內容相同」。</p>
<p>陳助理研究員佳玲</p> <p>一. CNS 15816 關閉作動溫度點釐</p>	<p>一. 有關簡報資料內防火閘門試驗內容 4.8 熱感應裝置動作試驗之「動</p>

我國建築物排煙設備設置及施工規範之研究

<p>清。</p>	<p>作溫度不可超過初始溫度加 80°C (初始溫度 25°C 時，最大動作溫度不得大於 105°C)，熱感釋放裝置應於 4 分鐘內動作」，係為 CNS 15816 本文標示之內容。</p> <p>二. CNS 15816 標準有關鹽霧試驗及二氧化硫腐蝕試驗僅適用於熱感應裝置，屬於可靠度試驗之範疇，其試驗組成包括鹽霧、濕硫化氫/空氣混合物、濕二氧化碳/二氧化硫/空氣混合物等三種。修正期末報告簡報資料內防火閘門試驗內容 4.2、4.3 及實施試驗項目比較表，以符合標準之原意，避免誤用。</p>
-----------	--

陸、結論： 本計畫將參照以上意見回覆進行後續研究。

附錄三 業界說明會 會議紀錄

內政部建築研究所

106 年度「我國建築物排煙設備設置及施工規範之研究」

第一次業界說明會 會議紀錄

壹、時間：106 年 9 月 8 日(星期五)上午 09 時 30 分

貳、地點：本所第一會議室(新北市新店區北新路 3 段 200 號 15 樓)

參、出席人員：

本所：蔡組長綽芳 雷研究員明遠博士 陳佳玲 記錄：許文泉

消防署：陳俊青 吳明郎 梁建文

北科大：蔡尤溪教授 邱治國 卓鴻傑 許文泉

業界代表：財團法人中華民國消防技術顧問基金會、巧風實業股份有限公司、陽鼎實業股份有限公司、上宜消防工程有限公司、顯隆機械股份有限公司、晨達企業股份有限公司、興富達實業股份有限公司、金品展業有限公司、郁風企業有限公司、汎宜企業有限公司、台達空調設備有限公司。

肆、研究案主持人簡報：(略)

伍、討論：

消防署 吳明郎：

一、依分析資料 CNS15816 與 ISO 所規範標準，惟僅限於空調用風管，產品是否適合國內空調和排煙專用或並用之設計情形，建議提供說明。

二、各國防火閘門之測試標準與安裝規範，因所依循之建築與消防法規不同，而有不同的設計與解讀，建議就歐美日等先進國家之測試標準及安裝規範比對分析，提供業界參考。

三、防火/排煙/防煙 風門、閘門、閘板等產品，名稱規格各異，建議安裝規範可先列明其定義，及探討其實際功能性及設計之理由。

巧風公司代表：

我國建築物排煙設備設置及施工規範之研究

- 一、防火填塞影響防火風門(FD)之功能。
- 二、電動 FD 驅動器應是整組進行認證。
- 三、防火風門安裝應依原廠技術手冊安裝。(如何通過認證方式於現場安裝時，安裝方法應同認證時之型式，以確保其功能性)

陽鼎公司代表：

- 一、排煙風管可參照 EN 12101 標準。
- 二、貫穿處設防火風門是否恰當。
- 三、日本的防火閘門是有條件下設置
- 四、UL555 與 CNS15816 驅動器耐溫的規定是有的。

晨達公司代表：

- 一、sleeve(管套)與 fire damper(防火風門)是否要一體成形不要分開做。

興富達公司代表：

- 一、建議消防署盡快制定明確的適合台灣市場與狀況的規範，才能有一致性的方向與準則，否則目前市場上又有 JIS、UL…等多種標準，雜亂無一致性，建議調和各家標準，修正目前的 CNS 不要僅有空調使用，消防也可一齊使用，這樣會較有一致性。

金品公司代表：

- 一、防火風門應與管套(sleeve)組合，以杜絕小包安裝時使用不符合尺寸、厚度的配件來混充使用，易導致災害發生時，無法真正發揮產品性能。
- 二、能統一安裝於具有防火區劃的牆上，以避免防火風門脫落。
- 三、凡火災發生時，均是濃煙造成最大傷害，故應能要求氣密效能。

郁風公司代表：

一、防火風門安裝應再加入垂直安裝、單風門與多模組安裝之型式。

汎宜公司代表：

一、名正言順；1. FSD(防煙防火閘門)非排煙閘門，使用場所及設計方式、安全要求完全不同。2. 日本防排煙工業會定義(1)防火閘門(FD、HFD、SD 為防煙非排煙、SFD、PD)(2)排煙口(3)進氣口。

二、依使用場所不同，訂定正確安裝標準，傳統標準的工法建議訂定釐清。

三、建議落實排煙設備得查驗標準，JIS 1314、UL555、CNS15816 皆為 FD。

四、(1)消防搶救為排煙系統，(2)建物安全為防火閘門。

雷研究員明遠博士：

一、防火風門、防火閘門都是指相同元件，在名稱使用上建議統一。

陸、結論：

本次會議，主要係進行本研究案防火風門與排煙風管安裝方法討論，邀請業界人士參與討論，並歡迎業界先進提供建議或相關規範供本研究案參考納入研究，以補足本研究案之不足，並更貼近業界實務上之需求。

我國建築物排煙設備設置及施工規範之研究

附錄四 期中審查意見回應

內政部建築研究所委託研究計畫 我國建築物排煙設備設置及施工規範之研究」

期中審查(106年7月13日)意見回應覽表

項次	審查委員意見	廠商回應
1	劉大衛委員（中華民國消防設備師公會全聯會） 1. 尊重研究方向與方法供往後研究參改。	感謝委員意見。
2	陳匯中委員（中華民國冷凍空調技師公會全聯會） 1. 有關報告中 36 頁指稱鍍鋅鐵鋼板風管的規格國內並無制定標準可依循。可能要再確認一下「CNS1244 G3027 熱浸鍍鋅鋼片及鋼捲」的規定包含鋼板厚度鍍鋅量等都有標準，台灣區冷凍空調工程同業公會定的規範也是參照 CNS1244 的厚度標準。	感謝委員意見，台灣區冷凍空調工程工業同業公會之「空調工程施工規範」第二版(85年)，風管規格參考 SMACNA 規範，鍍鋅鐵皮材料引用 ASTM A525(同 SMACNA)，故風管的規格與鐵皮材料分屬於風管的規範和材料的標準。CNS1244 G3027 將參考委員意見納入參考。
3	台灣區消防器材公會 1. 我國 CNS 防火閘門安裝方式大多參照 ISO 訂定，未完全納入部份及防火閘門驅動器的相關規定也可一併考慮納入規範中。 2. 探討排煙風管厚度，希望之後風管厚度加上溫度做模擬了解其實際情形。防火風管結合排煙風機未設置截斷系統的安全問題需考慮。	1. 感謝委員意見，我國 CNS 所訂出來的防火閘門規範是針對空調用之防火閘門，對於排煙用防火閘門的規格尚未制定，也期許未來在制定時能將防火閘門驅動器一併納入規範。 2. 感謝委員意見，本研究參考 SMACNA 訂出屬於中高壓級排煙所需的鐵皮規格，至於風管厚度溫度模擬與防火風管等問題，建議列為後續研究事項。
4	消防安全中心 1. 在高層建築設計做自然排煙，會有風壓問題的形成，在排煙設備設置需探討在自然排煙狀態下如	感謝委員意見，本計畫將試算一定高度以上的風壓是否會造成排煙室壓力過大無法開啟的問題，並作出建議。

我國建築物排煙設備設置及施工規範之研究

	何避免高層建築風壓的問題。	
5	<p>馮俊益委員</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 研究進度符合規劃。 2. 已有提出初步研究及建議。 3. 在改善模擬分析方面，火源大小均採 1MW，建議補充說明。 	<p>感謝委員意見，模擬火源大小方面，本計畫將進一步研究其適當值及補充說明。</p>
6	<p>楊冠雄委員</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 本計畫資料蒐集完整，已達到期中預期成果。謹提下列建議：有關防排煙閘門之性能及應用方面，除了參考 UL555 之外，並增加 UL555s 之研究及導入，此方面於國外先進國家，尤其是性能或煙控系統設計已大為風行，並成為未來發展趨勢。本研究之成果應可做出巨大貢獻。 	<p>感謝委員意見，查 UL555s 標準之宗旨為空調兼排煙系統使用之防排煙閘門，並不在本計畫之研究範疇內，委員之建議對提升建築物空調系統在防排煙性能有很大的助益，建議政府列入未來研究計畫，以期全面提升建築物公共安全。</p>
7	<p>唐雲月委員</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 目前 CNS 標準確有不足，建議研究團隊可參考美、日等國外最新標準（ISO 等）提出修正建議。 2. 具體不足及改善建議，可以對照表方式說明之，改善建議之實施期程也可做短、中、長期的規劃。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員意見，研究團隊將參考美、日等國外最新標準（ISO 等）提出修正建議。 2. 本計畫在防火閘門和風管規格已提出對照，改善建議之實施將參考審查意見給政府和產業，做短、中、長期的規劃。
8	<p>雷研究員明遠</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 報告書內若干引用外國文獻的圖、表，建議將說明中文化，並加註“資料來源”。 2. 關於閘門、排煙管的規範，建議廣徵消防業界、設備業界、消防驗證基金會的意見再彙整研提規範條文建議。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝雷研究員意見，報告書內引用外國文獻的圖、表，會加註或中文化並加註“資料來源”。 2. 關於閘門、排煙管的規範，將擇日與消防業界、設備業界、消防驗證基金會等座談，再彙整意見研提規範條文建議。
9	<p>蔡組長綽芳</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 本案期中審查會議受到業界代表熱烈關切，為更深入瞭解業界長期累積之實務經驗以反饋精進研究內容，建議增辦業界座談；另既有建築改善涉及營建署業務，後續相關研究會議建議邀請營建署代表參與。 	<p>感謝蔡組長綽芳意見，將增辦業界座談；將於第二次專家座談邀請營建署代表參與。</p>

<p>10</p>	<p>王副所長安強</p> <p>1. 文獻中對於既有合法建築物改善方案希望多加補充內容，以了解其方案及內容範圍。</p>	<p>感謝主席王副所長安強意見，將對既有合法建築物改善方案補充內。</p>
-----------	---	---------------------------------------

我國建築物排煙設備設置及施工規範之研究

附錄五 期末審查會議回應

內政部建築研究所

106 年度「我國建築物排煙設備設置及施工規範之研究」

委託研究計畫案

期末審查會議回應一覽表

項次	審查委員意見	回應
1	<p>中華民國消防設備師公會全國聯合會 劉大衛：</p> <p>1. 若排煙與空調共用時，必須考量其不同功能之特性(如耐熱, 氣密性等)。</p> <p>2. 防火閘門應考配件之耐熱性能如(檢查門之螺絲或門扇的扣件等)。</p> <p>3. 能否提供風管厚度之耐溫性質參數(如 0.8 m/m, 1.0 m/m, 2.1 m/m 等)，供設計參採。</p>	<p>1. 排煙與空調共用已列入國外相關規範，性能式煙控系統技術之導入可彌補及改善既有特別安全梯排煙室，及緊急升降機兼用排煙室，建議列入後續之研究。</p> <p>2. 在 SMACNA 與日本防排煙工業會有 提相關維修門安裝位置，因維修門不影響區劃完整性，故採同風管鐵皮規格即可。</p> <p>3. 本案參考 SMACNA 針對中速與高速 風管提出相關風管鐵皮厚度，並未對厚度做耐火測試，鍍鋅鐵皮厚度建議可列為後續研究。</p>
2	<p>中華民國全國建築師公會 李振境：</p> <p>符合預期成果需求。</p>	<p>謝謝委員意見。</p>
3	<p>內政部消防署：</p> <p>1. 第 93 頁 7.2 之 4 採防火風管配置建議，是否可行?在現行設置標準規定下，如不採用防火風管，則防火閘門應如何設?美日都有防火閘門設置，第 41 頁建議蒐集美日有關防火閘門設置之圖例(如日本建築設備設計-施工上之運用指針、美國 NFPA90A 之圖例架構，並</p>	<p>1. 謝謝委員意見，配合修正。</p> <p>2. 本報告已說明美國 SMACNA 與日本 防排煙工業會有關防火閘門的安裝規範及維修門的安裝位置，列於報告中 4.2 防火風門安裝工法探討，針對美國與日本的防火閘門提供圖例與說明。</p> <p>3. 謝謝委員意見，配合修正。</p>

	<p>加以闡述)。第 29 頁之美國規定部分，所提防火閘門、排煙閘門、防火排煙閘門是否增列英文名稱及其縮寫？</p> <p>2. 第 93 頁 7.1 之 2 提出防火閘門設置之規範在哪？第 42 頁及第 43 頁均說明多防火區劃時採防火風管配置，固無防火閘門之設置。</p> <p>3. 本次報告並未提出設置標準之建議條文？第 95 頁 5、6 項應屬預期成果，而非後續研究。</p> <p>4. 第 42 頁之圖例部份文字模糊。圖例中很難看出具防火時效之防火風管之線條，圖例之線條等能否以彩色標示。</p> <p>5. 第 42 頁圖例之 SD 所指為何？何處施作 FD，何處施作 SD？</p> <p>6. 第 42 頁圖例之註 1 何以上升管超過 65 公分就免裝防火閘門？最高處未設置上升管故設防火閘門？</p> <p>7. 第 42 頁之圖例左側何謂回風管道？中間設 SD 處是指防煙區劃牆？</p> <p>8. 第 93 頁 7.2 之 1 及 2 說明「排煙室採正壓設計」或「排煙室或梯間關門時維持正壓」並建議列入既有合法建築物之改善方案，是否說明有哪些做法可採取維持正壓之方式？</p> <p>9. 第 91 頁(三)日本加壓防排煙設備設計審查操作指南可否引述公式？何謂固定開度？要增加逆向風速是要出口面積變大或變小？</p>	<p>4. 謝謝委員意見，配合修正。</p> <p>5. 謝謝委員意見，配合修正。引用 NFPA 90A 之圖例做貫穿多個防火區劃示意，FD 裝於貫穿防火區劃之處之開口風管內。</p> <p>6. 圖例引用 NFPA 90A 上升型風管為排氣用，在其圖例中說明風管上升高度超過 22” (56 公分) 以上，則免安裝防火閘門。</p> <p>7. 謝謝委員意見，空調用 SD(防煙閘門)避免與一般消防用排煙閘門(SD)混淆，配合修正刪除。</p> <p>8. 有關正壓防煙，參考各國做法，均採用機械進風方式設計，目前尚無創新。</p> <p>9. 有關”日本加壓防排煙設備設計審查操作指南”之公式引述，依委員意見，已提供說明詳附錄六供參考。 報告內提及之固定開度，係指防火門之開門幅度，為免語意不清，將於呈報版修訂為”防火門固定開度”。前述”日本加壓防排煙設備設計審查操作指南”內說明，日本係以固定 40cm(門寬)，乘以門高所得之面積，來計算及驗證逆向風速。在固定進風量前提下，減少出口面積，可增加逆向風速。</p>
4	楊教授冠維：	謝謝委員意見。

	<p>1. 本計畫以達到預期成果，成效良好。計畫期間詳盡分析了歐、美、日本、中國等國際慣用之最新標準，尤其是排煙風管材質之施工要領之規範，做出具體結論，對於我國消防工程技術之提升做出具體貢獻。</p> <p>2. 自性能式煙控系統之導入來彌補及改善既有特別安全梯排煙室與緊急升降機兼用排煙室之具體可行方案；例如適當之加壓方式，抑制濃煙擴散，是相互可行之方式，與各先進國家之發展方向相互吻合，極有意義。</p>	
5	<p>洪理事長迪光：</p> <p>1. 收集美國、日本、中國相關資料完整。</p> <p>2. 建議專家學者說明會早點召開。</p>	<p>謝謝委員意見。</p>
6	<p>韓教授欽銓：</p> <p>1. 報告中已針對各國法規進行說明，建議加入表格，表列各國規範的差異比較，另加入台灣法規和其他國家差異與建議修正方向。</p> <p>2. 是否是現行法規規範之下，哪些項目可以立即執行，加強排煙效果，增加安全性。</p>	<p>謝謝委員意見，配合修正。</p>
	<p>莊教授東穎：</p> <p>研究國際針對各種安裝方法及各種測試皆得到不錯之成果值得肯定</p>	<p>謝謝委員意見。</p>
7	<p>雷明遠：</p> <p>1. 簡報資料豐富，部分尚未列於報告書，建議增修於最終成果報告書。</p> <p>2. 簡報第 20 頁提及“日本的性能設計允許…”，惟居室送風(給氣)正壓設計已於 2009 年納入日本建築基準法中，故建議修正為“日本</p>	<p>謝謝委員意見，配合修正。</p>

我國建築物排煙設備設置及施工規範之研究

	<p>的建築規格設計…”。</p> <p>3. 報告書“第七章研究發現與建議”格式不符本部相關規定，建議配合修正。</p>	
8	<p>蔡組長綽芳：</p> <p>簡報資料第 55 頁“有關排煙風管貫穿多個區塊，認可採用…”，本段內容建議解釋更明確些。</p>	<p>謝謝組長意見，配合修正。</p>
9	<p>主席：</p> <p>1. 本計畫內容豐富且於辦理說明會時與業界進行良好溝通及說明。</p> <p>2. 報告書研究發現與建議章節其格式不符本部相關規定請作修正。</p>	<p>謝謝主席意見，有關報告格式，將依規定修改。</p>

附錄六 日本加壓防排煙設備設計審查

有關日本加壓防排煙設備設計審查操作指南(摘錄)

2.3 通過風速(扉通過風速)

1) 根據與鄰接室連接的狀態不同, 所需之通過風速(隣接室の仕様によって異なる必要通過風速)

• 附室與鄰接室之間以防火區劃區隔(隣接室が防火区画されている場合):

$$2.7 \sqrt{h} \text{ (m/s)}$$

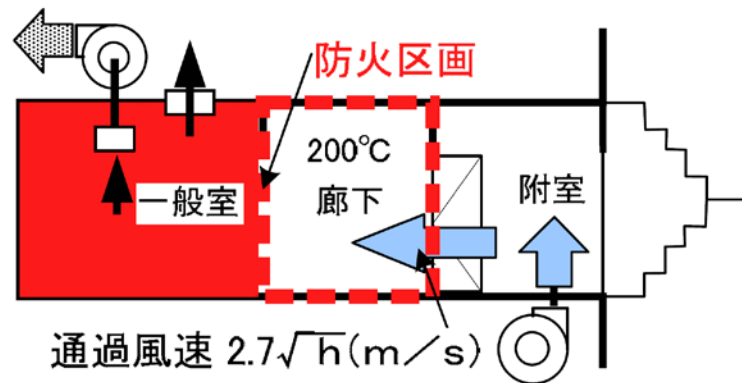


圖2. 2 (a) 防火区画された廊下等に隣接

• 附室與鄰接室之間以不可燃材料區劃(隣接室が不燃区画の場合):

$$3.3\sqrt{h} \text{ (m/s)}$$

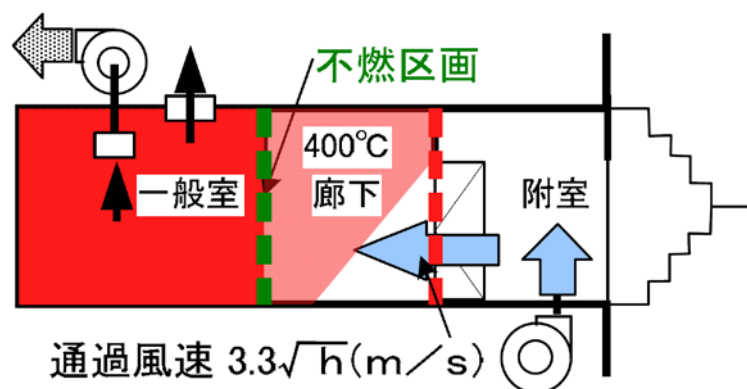


圖2. 2(b) 不燃区画された廊下等に隣接

我國建築物排煙設備設置及施工規範之研究

- 附室直接面向一般室(一般室に直接面している場合)：
 $\sqrt{3.8 h}$ (m/s)

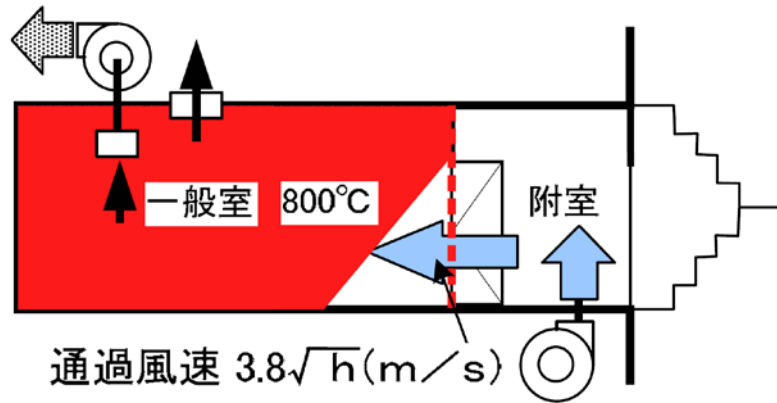


図2. 2(c) 一般室に隣接

(附註: 節錄自日本消防設備安全中心 2012 年 12 月出版之” 加圧防排煙設備の設計・審査に係る運用ガイドライン” 第 2.3 節)

附錄七 原有合法建築物消防安全改善辦法修法建議

原有合法建築物防火避難設施及消防設備改善辦法修法建議

「原有合法建築物防火避難設施及消防設備改善辦法」 部分條文修正草案對照表		
修正條文	現行條文	說明
<p>第二十五條 消防設備依下列規定改善：</p> <p>三、排煙設備之施工及結構安全確有困難者，於樓地板面積每一百平方公尺以防煙壁區劃間隔，且天花板及牆面之室內裝修材料使用不燃材料或耐燃材料；</p> <p><u>特別安全梯或緊急昇降機間排煙室之排煙設備，得採用加壓防排煙(正壓)方式設計改善。</u></p>	<p>第二十五條 消防設備依下列規定改善：</p> <p>三、排煙設備之施工及結構安全確有困難者，於樓地板面積每一百平方公尺以防煙壁區劃間隔，且天花板及牆面之室內裝修材料使用不燃材料或耐燃材料。</p>	<p>一、本條修正第一項第三款。</p> <p>二、參考日本現行消防法加壓防排煙(平成 21 年消防庁告示第 16 号)、建築基準法加壓防排煙(最終改正平成 21 年国土交通省告示第 1007 号及び 1008 号), 及 BS EN 12101-6 之排煙室正壓防煙設計規定, 增訂排煙室得採用必要之壓力梯度及必要速度之逆向風方式, 達到有效防止煙流進入排煙室, 提供避難及救災人員同等於現行法令之相對安全區域。</p>

我國建築物排煙設備設置及施工規範之研究

附錄八 各類場所消防安全設備設置標準修法建議

各類場所消防安全設備設置標準修法建議

「各類場所消防安全設備設置標準」			
部分條文修正草案對照表			
法條	修正條文	現行條文	說明
第 188 條	<p>五、排煙風管貫穿防火區劃時，應在貫穿處設防火閘門，<u>並設置檢查口</u>；該風管與貫穿部位合成之構造應具所貫穿構造之防火時效；其跨樓層設置時，立管應置於防火區劃之管道間。</p> <p>但設置之風管<u>及排煙口</u>具防火性能並經中央主管機關審核認可，該風管<u>及排煙口</u>與貫穿部位合成之構造具所貫穿構造之防火時效，不在此限。</p>	<p>五、排煙風管貫穿防火區劃時，應在貫穿處設防火閘門；該風管與貫穿部位合成之構造應具所貫穿構造之防火時效；其跨樓層設置時，立管應置於防火區劃之管道間。</p> <p>但設置之風管具防火性能並經中央主管機關審核認可，該風管與貫穿部位合成之構造具所貫穿構造之防火時效者，不在此限。</p>	<p>在各類場所消防安全設備設置標準中第四章消防搶救上之必要設備-第三節排煙設備-第188條第5款，及建築技術規則設計施工篇第85條規定：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，其與貫穿部位合成之構造，並應具有一小時以上之防火時效。</p> <p>均對需安裝防火閘門之位置有相關規定，但並無防火閘門日後檢查維護之配套措施，且以防火風管替代貫穿防火區劃之防火閘門時，該風管所裝設之排煙閘門並無需具備防火性能之要求，火災時反而造成火煙貫穿防火區劃。</p> <p>建議修訂「各類場所消防安全設備設置標準」，加入防火閘門設置日後檢查維護之檢查口，及防火風管於貫穿防火區劃時，該風管所裝設之排煙口需具所貫穿構造之防火時效之配套措施。</p>

我國建築物排煙設備設置及施工規範之研究

我國建築物排煙設備設置及施工規範之研究

出版機關：內政部建築研究所

電話：(02) 89127890

地址：新北市新店區北新路3段200號13樓

網址：<http://www.abri.gov.tw>

編者：蔡尤溪、邱治國、卓鴻傑、許文泉

出版年月：106年12月

版次：第1版

ISBN：978-986-05-4323-0 (平裝)