

# 110年度 內政部建築研究所 研究成果發表講習會



場次C2 建築防火科技

- 營業使用建築物施工中防火避難與消防安全對策及管理措施之研究-紀人豪
- 小水量自動撒水設備之撒水頭滅火性能實驗及基準研究-鍾基強

主辦單位：內政部建築研究所  
中華民國111年5月

營業使用建築物施工中防火避難與消防安全對策  
及管理措施之研究



## 主講人簡歷

姓 名：紀人豪

服務單位：吳鳳學校財團法人吳鳳科技大學消防系(所)

職 稱：教授兼院長

聯絡電話：05-2267125 分機 22272

傳 真：05-2065112

電子信箱：[chi.jen-hao@wfu.edu.tw](mailto:chi.jen-hao@wfu.edu.tw)

學 歷：國立中興大學工學博士

經 歷：吳鳳科技大學消防系副教授、消防設備師、土木/結構技師

主要著作：

1. Jen-Hao Chi\*, Chung-Hao Wu, Yi-Hao Huang, Chi-Min Shu. Recycling furnace slags and fly ash of industrial byproducts to produce slag/ash based zeolite as a new adsorbed material. Science Progress (Sci Prog), 2022. (SCIE)
2. Chung-Hao Wu\*, Jen-Hao Chi, Maochieh Chi, Chun-Kai Huang. Effect of Elevated Temperature on the Compressive Strength of Waste Tile Aggregate Concrete. Key Engineering Materials(KEM), 2022. (EI)
3. Jen-Hao Chi, Maochieh Chi\*, Yue-Lin Huang. Fire resistance of steel connectors of precast lightweight concrete walls. Journal of Marine Science and Technology(J Mar Sci Technol), 2021. (SCIE)
4. Jen-Hao Chi\*, Peng-Chi Peng (2020, Mar.). Study on the structural safety assessment of steel bridge subjected in post-fire. Construction and Building Materials (Constr Build Mater), 2020. (SCI)
5. Yi-Hao Huang, Jen-Hao Chi\*, Chi-Min Shu, “Calorimetric investigation of a thermal hazard accident involving the heat insulation material in a crude oil piping system, Journal of Loss Prevention in the Process Industries (J Loss Prevent Proc), 2018. (SCI)
6. Jen-Hao Chi\*, Peng-Chi Peng, “Using the Microstructure and Mechanical Behavior of Steel Materials to develop a New Fire Investigation Technology”, Fire and Materials (Fire Mater), 2017. (SCI)

## 中文摘要

紀人豪<sup>1</sup> 黃奕豪<sup>2</sup> 蘇鴻奇<sup>3</sup> 陳政洞<sup>4</sup>

**關鍵字：**臨時性防火區劃、消防安全對策、施工中防護計畫、圍束工法

本研究擬蒐集與研析國內、外相關建築物施工中對於防火避難、消防安全設備停止防護時所採取的必要措施進行檢討、比對及分析，最終對國內施工中防火管理及消防安全設備取代措施進行相關法規檢討修正，提出參考意見。藉由蒐集國內外關於營業使用建築物施工中建築、消防、營業之管理方式之研析，歸納並提出替代方案，設計問卷調查及召開專家學者座談等方式，進行蒐集先進國家就營業使用建築物施工中建築、消防、營業之管理方式，其相關機關權責、管理機制等分析。探討破壞防火區劃時採「臨時性防火區劃」圍束方式、施工中假設工程使用耐燃材料等之工法、技術、材料替代方案與可行性，確保施工中建築物之防火區劃與避難。提出關閉消防安全設備之條件、管理方式及替代措施，確保整棟建築物之消防安全。評估施工中建築物全部或一部暫停營業、停止使用之要件、管理機制及可行性，以平衡經濟與安全之需求。歸納出提升施工中建築物建築、消防、營業之管理改善方案，提出建議替代項目及增修定之規範。

---

<sup>1</sup>吳鳳科技大學消防系 教授

<sup>2</sup>吳鳳科技大學消防系 助理教授

<sup>3</sup>蘇鴻奇建築師事務所 蘇鴻奇建築師

<sup>4</sup>瓦特工程有限公司 專案經理

## ABSTRACT

**Keywords : Temporary fire zoning, fire safety countermeasures, protection plan during construction, enclosing construction method**

This study intends to collect and analyze the necessary measures taken during the construction of domestic and foreign related buildings for fire refuge and fire safety equipment to stop protection, and to review, compare and analyze, and finally replace the fire management and fire safety equipment in domestic construction. Measures to review and revise relevant laws and regulations, and put forward reference opinions. By collecting domestic and foreign research and analysis on the management methods of construction, fire protection and business in the construction of business-use buildings, summarizing and proposing alternatives, designing questionnaires and holding expert and scholar seminars, etc., to collect advanced countries for business-use buildings Analysis of the management methods of construction, fire protection, and business during construction, the powers and responsibilities of related agencies, and management mechanisms. Discuss the construction methods, techniques, material alternatives and feasibility of using "temporary fire zoning" enclosing method when destroying fire protection zoning, and assuming the use of fire-resistant materials in construction, so as to ensure the fire zoning and refuge of buildings under construction. Put forward the conditions, management methods and alternative measures for shutting down fire safety equipment, and how to integrate the fire management of the building during construction to ensure the fire safety of the entire building. Evaluate the requirements, management mechanism and feasibility for all or part of the

building to be suspended or suspended during construction to balance the needs of economy and safety. Summarize the management improvement plan for building construction, fire protection, and business during construction, propose alternative projects and add and repair regulations.

## 壹、緒 論

### 一、研究動機與目的

營建用建築物常因室內使用需求、老舊汰換室內裝修、營業使用用途變更與空間調整、應法規增設無障礙設施等有施工之需求，需拆卸隔間、天花板、停止部分消防安全設備等而破壞建築物原有之防火區劃、安全梯、消防安全設備等防護功能，加上施工時保護工區、防塵覆蓋等假設工程使用之木材、帆布等易燃物，大大提高起火及擴大延燒的風險，降低施工區域防火避難、消防安全設備的防護功能，增加民眾避難的困難、人命傷亡與財產損失，因此，提升施工中建築物之避難與安全有其必要性。

然民國 109 年 4 月 26 日臺北錢櫃(林森店)KTV 因施作電梯，於施工區起火，煙快速蔓延至整棟建築物，又因部分樓層繼續營業，造成嚴重人員傷亡，其主要原因為施作電梯破壞垂直區劃、安全梯之防火門未關閉、使用易燃材料保護、關閉消防安全設備，造成無法使用垂直避難逃生路徑及防火管理不善，致延遲發現火災發生，濃煙迅速由安全梯往上蔓延，樓層上方樓層逃生困難，雖未延燒仍多人受傷或死亡。因此，類似場所應重新檢視營業使用建築物施工中之安全，確保防火區劃破壞時採「臨時性防火區劃」，假設工程使用耐燃材料，維持防火避難設施及消防安全設備的功能，及該建築物是否可繼續營業，提出因應對策及管理措施，提升施工中建築物之公共安全。

國內依消防法第 13 條暨同法施行細則第 13 條至 16 條，規定防火管理之必要事項，以落實預防火災、地震及其他災害之目的，並達到保障人命安全、減輕災害之目標。於防火管理人的職責中，明訂施工中消防防護計畫之製作及安全措施之建立、火源使用或處理有關之指導及監



督等項目。而施工中安全防護計劃書提報需檢附施工日程表、消防安全設備的替代措施、逃生設施的替代措施、有關於火災發生危險等之對策、有關於危險物品等之管理、平時火災預防編組表、平常自主檢查查核表、自衛消防編組表及施工區域圖等附件與圖說，並於施工前 3 日送交至該轄區內消防分隊備查。本研究期望提出施工中建築物破壞防火區劃採「臨時性防火區劃」圍束方式、施工使用耐燃材料、避難設施之限制條件、管理機制、應注意事項，藉此提升施工中防火管理及建立消防安全設備替代措施，並草擬施工中建築物建築、消防、營業之管理改善方案，提出建議改善項目及增修定之規範。

為提升民眾及施工中建築物之公共安全，對於全部或一部暫停營業之工地應重新檢視建築物施工中之安全，對於營業使用建築物應確保防火區劃破壞時採「臨時性防火區劃」，在修訂國內相關規定前，應瞭解及蒐集先進國家就營業使用建築物施工中建築、消防、營業管理方式，方能提出管理改善之方案，進而找出建議改善項目及增修訂之規範，保障民眾生命財產安全。本研究適用對象如後，適用消防法第 13 條需提送消防安全設備施工中消防防護計畫書之對象。適用營業使用建築物辦理施工時，有申請室內裝修或變更使用併室內裝修之案件，屬一邊營業一邊進行施工，其申請範圍屬築物變更使用、一定規模以下建築物免辦理變更使用執照及室內裝修申請者。

本研究擬藉由蒐集國內外關於營業使用建築物施工中建築、消防、營業之管理方式之研析，歸納並提出替代方案，設計問卷調查及召開專家學者座談等方式，進行下列各項研究內容：

1. 了解及蒐集先進國家就營業使用建築物施工中建築、消防、營業之管理方式，其相關機關權責、管理機制等分析。

2. 破壞防火區劃時採「臨時性防火區劃」圍束方式(含圍束施工、圍束材料、圍束完成時間及圖說繪製方式)、施工中假設工程使用耐燃材料等之工法、技術、材料替代方案與可行性，確保施工中建物之防火區劃與避難。
3. 提出關閉消防安全設備之條件、管理方式及替代措施，如何整合建築物之施工中防火管理，確保整棟建築物之消防安全。

評估施工中建築物全部或一部暫停營業、停止使用之要件、管理機制及可行性，以平衡經濟與安全之需求。

## 貳、研究內容

### 一、國內、外法規研析、文獻回顧及案例分析

在日本，依建築基準法第 90 條之 3 於施工時需製作安全計畫書(工事計畫書)，其中內容包含避難設施等、消防相關安全設施、火氣使用、危險物、機械器具、火災預防對策、災害發生時的對策及緊急自衛消防組織、使用部分工事部分的相互連絡體制、教育訓練的實施狀況等相關內容，另有土木工事安全施工技術指針、施工計畫書作成要領、全工期工事安全衛生計畫書等相關施工中防護需要檢附及遵守事項。土木工事安全施工技術指引是為確保土木施工安全的一般技術注意事項和必要的施工措施等安全施工技術指南內容與本案相關。美國國際建築法典(International Building Code, IBC)第 33 章說明施工期間的安全防護，包含施工防護措施、滅火器、出口、消防及自動撒水系統等章節。

日本、美國的相關法令內容，針對一邊營業一邊施工的規範較少，大多數的規定都規範只要執行施工行為，即需要遵守相關的安全工事之規範，對於一邊營業一邊施工的細項並無特別區分。

台灣法令對於施工中消防安全防護部分規定早有訂定，並有「現有

建築物（場所）施工中消防防護計畫指導須知」供參考，但流於形式，如何建立有效的監督即審核機制，使其落實，應為較重要之情事。相關案例錢櫃 KTV 火災的原因、延燒及濃煙擴散簡述如下：

1. 起火原因：施工人員拿測距儀電池在當樓層儲藏室充電，非在  
施工區範圍內。
2. 如何延燒：(1)無門僅有門簾，內部雜物多(泡棉包襯矮凳、靠枕、  
毛巾等)，起火後燃燒快速，致該室發生閃燃，火焰噴出燒及  
走廊天花板、牆面表面材料(PVC 壁紙)，形成表面延燒火災  
(surface flame spread fire)。(2)另外，儲藏室天花板破壞，火焰  
燒及上方木角材、大把電線電纜，火焰在天花板上方竄燒，宛  
如水平管道火災。(3)火焰及熱氣燒及電梯施工區木做合板圍  
籬，全部燒失。(4)包廂房間雖然為防火構造(矽酸鈣板防火牆  
及防火門)，然而天花板上方牆壁有空調送風口未使用防火閘  
門及電線電纜貫穿部位無防火填塞材料，以致火焰及濃煙從此  
2 處缺口進入包廂。
3. 煙氣如何擴大至樓上：並非經由電梯豎井處向上擴散，因為電  
梯機道尚未完工，各層樓板預定安裝電梯處尚未貫通，混凝土  
及鋼筋雖已移除，但下方鋼承板(deck) 仍留遮著，部分有小破  
口，但漏煙量估計不大，因此煙氣擴大至樓上主要經由特別安  
全梯出入口，排煙室前後 2 扇防火門皆敞開，造成濃煙直接進  
入向上傳播。

由上述突顯幾點防火安全問題，建議未來能研提指引或指導原則，  
供建管或消防主管機關修正法規參考或函請各建築、消防、室裝等專業  
團體參考。

1. 消防設備全無動作，事後查為施工單位或業主關閉火警警報系統，因此日後類似因施工而中止消防設備功能時，應有何因應措施？哪種設備功能被中止或受影響時，其因應替代方案將在未來研究中彙整研提。
2. 因施工需要倘開安全梯防火門，是否基於垂直火煙擴散考慮，應律定施工期間安全梯應保持常閉。
3. 本次案例施工區樓板雖破壞但未完全貫通，但已顯示水平區劃一旦遭受破壞，火災煙氣蔓延的高風險性，因此類似變更使用或裝修行為破壞區劃的情形及防火安全替代性方案，將在未來研究中彙整研提。

錢櫃 KTV 案件因涉及防火區劃破壞，依據現行建築及消防法規，本該執行施工中消防安全防護計劃書之撰寫及提報，其防火管理人及施工單位未提報，屬違規行為。依照地方上的既有程序，施工中消防防護計畫書的提送及查驗時機為消防安全設備會勘時檢附施工中消防安全防護計劃書送件證明，才可以掛件會勘，而簡易室內裝修不需要送消防局審查，因此略過會審及會勘過程，導致不需要送施工中消防安全防護計劃書，故建議簡易室內裝修的建築會勘掛件條件中，應增加施工中消防安全防護計劃書的證明。台北市錢櫃火災案後，針應執行防火管理之場所，在消防圖說會審時，應並提施工中防護計畫等相關資料。

檢視國內現行雖已有建築物施工中防火安全相關管理措施，但近年來仍發生多起相關災害案例整理於表 1 所示，其中僅就營業中之建築物於施工中發生火災案例說明如後：

表1 新建與營業使用建築物施工中重大火災案例一覽表<sup>6-13</sup>

類型	時間	地點	概述	燃燒面積	傷亡情況
新建工程	107年8月20日	臺北市信義區	電焊施工不慎，工地內覆蓋工具用帆布起火	3(m <sup>2</sup> )	無傷亡
	108年11月01日	金門縣金寧鄉	堆放機具及雜物火災	1,500(m <sup>2</sup> )	無傷亡
	109年7月14日	臺南市南區	燃燒工地頂樓，12樓雜物火災		無傷亡
	109年11月01日	臺中市潭子區	工地9樓火災燒燬板模及建築材料	100(m <sup>2</sup> )	無傷亡
	109年11月17日	臺中市烏日區	住宅工地4-7樓火災燃燒建築材料	800(m <sup>2</sup> )	無傷亡
	109年12月16日	臺中市梧棲區	燒燬3、4樓後側板模	200(m <sup>2</sup> )	無傷亡
	109年12月13日	臺北市中正區	燒燬頂樓施工雜物(保麗龍、木材)	30(m <sup>2</sup> )	無傷亡
	110年05月07日	臺中市沙鹿區	燒工地雜物	50(m <sup>2</sup> )	無傷亡
	110年05月25日	台中市南屯區	燃燒建築工地7樓樓板及雜物	1,500(m <sup>2</sup> )	無傷亡
營業中建築物	92年6月30日	台北市敦南富邑」大樓	油漆工人抽菸不慎引發大火	16樓整層	3死2傷
	101年4月27日	臺北市華陰商圈	油漆施工不慎引發大火	狹窄巷弄火災波及整個商圈	3死2傷
	109年4月26日	台北市中山區	雷射測距儀電池插上插座充電，導致起火	120(m <sup>2</sup> )	6人死亡，67人受傷
	110年06月30日	彰化縣彰化市	火災延燒1-4樓，疑似起火點為2樓	火災波及整棟建物	4死20傷

## 二、防火避難對策及管理措施

建築法關於裝修材料應合於建築技術規則之規定、不得妨害或破壞防火避難設施、消防設備、防火區劃及主要構造等規定多涉及公共安全，管制內容主要是基於「建築防火安全」與「人員避難安全」為兩大考量前提。建築物室內裝修併變更使用時，則可能會有將原防火避難設施、消防設備、防火區劃及主要構造改變之情況。如此則應該考量臨時性防火區劃運用。

有關對於防火區劃、防火避難設施遭破壞時之建築管理部分，於建築法第 77 條之 2 規定有建築物室內裝不得妨害或破壞防火避難設施、消防設備、防火區劃及主要構造。當有建築法第 9 條新建、增建、改建、修建等建造行為以外之主要構造、防火區劃、防火避難設施、消防設備、停車空間及其他與原核定使用不合之變更者，應申請變更使用執照。建築物室內裝修併變更使用時，則可能會有將原防火避難設施、消防設備、防火區劃及主要構造改變之情況。亦即施工階段可長達 1 年時間，施工期間建築物防火區劃的性能是沒有正常功能的，如發生火災可能造成重大傷害。另外，為加強國內建築物防煙措施及性能，建築技術規則有規定遮煙性能之相關條文，針對民國 103 年 7 月 1 日起申請建造執照、室內裝修或變更使用執照之案件，如檢討涉及建築技術規則設計施工篇第 79-2 條的升降機道、管道間之維修門，以及第 97 條進入室內安全梯之防火門之規定，同時針對第 203 條的地下建築物，以及第 242 條的高層建築物等，都有應適用遮煙性能之規定。破壞防火區劃係指建築物既有依法規設置的水平、垂直等防火區劃；而「臨時性防火區劃」則指如前述既有的防火或遮煙區劃，因施工被破壞後需設置等效替代之區劃(區隔)，唯此種臨時性假設工程，除考量防火或阻煙功能外，尚須考量營建成本與施工進度，臨時性防火區劃(區隔)最好能夠重複再利用，以避免增加太多施工成本。臨時性防火區劃之功能建議可分成二類，第一類為必須具有替代防火區劃功能者，第二類為必須具有替代部分防火區劃功能者。

1. 第一類為必須具有替代防火區劃功能者

當原有防火區劃牆之功能因施工而暫時失去防火性能時，應採用臨時性防火性能圍束方式，應具第一類為必須具有替代防火

區劃功能者，即臨時性防火性能圍束方式，須具備相同原防火區劃防火時效性能，包含承重能力、遮焰性、阻熱性。

## 2. 第二類為必須具有替代部分防火區劃功能者

當施工時沒有壞原有防火區劃牆之功能，但緊鄰持續營業區域或人群聚集眾多場所時，則建議應採用臨時性防火性能圍束方式形成實體區隔。前述實體區個應具替代部分防火區劃功能者，將此種臨時性防火性能圍束方式具備部分原防火區劃防火時效性能，例如降低防火時效性能至 30 分鐘或 20 分鐘，包含遮焰性、阻熱性。

建築物室內裝修材料所使用之耐燃性能，是指室內裝修所使用之板材類建材於「火災成長期」之防火性能。試驗方法係依據CNS14705-1「建築材料燃燒熱釋放率試驗法—第1部：圓錐量熱儀法」設定於火災由引燃期進展至成長期時，此階段建材主要性能應能使火勢燃燒擴大困難。建築物室內裝修材料對應於火災旺盛期之防火性能是如何，卻不明確。內政部建築研究所 106 年「框組壁式木構造承重牆耐火性能驗證研究」<sup>16-19</sup>曾以裝修板材與C型槽鋼而未填充吸音材或防火材所組成之簡易輕隔間工法進行防火時效實驗研究，實驗結果顯示以一般輕隔間使用之寬 92mm非承重型鍍鋅槽鐵外覆 12mm耐燃一級矽酸鈣板或 15mm耐燃一級石膏板進行防火時效實驗至少具 30 分鐘防火時效性能。國內並無針對「臨時性防火區劃」圍束方式議題進行相關研究，但上述內政部建築研究所有其他相關防火實驗研究可供設計「臨時性防火區劃」圍束方式參考，如圖 1 所示。該項研究主要是使用一般輕隔間工法，進行輕隔間牆的防火性能驗證。



圖 1 簡易輕隔間牆工法試體組裝

內政部建築研究所 106 年「框組壁式木構造承重牆耐火性能驗證研究」之輕隔間牆的防火性能實驗方法採用 CNS12514-1「建築物構造構件耐火試驗法-第 1 部：一般要求事項」與 CNS12514-8「建築物構造構件耐火試驗法—第 8 部：非承重垂直區劃構件特定要求」，耐火性實驗如圖 2 所示。

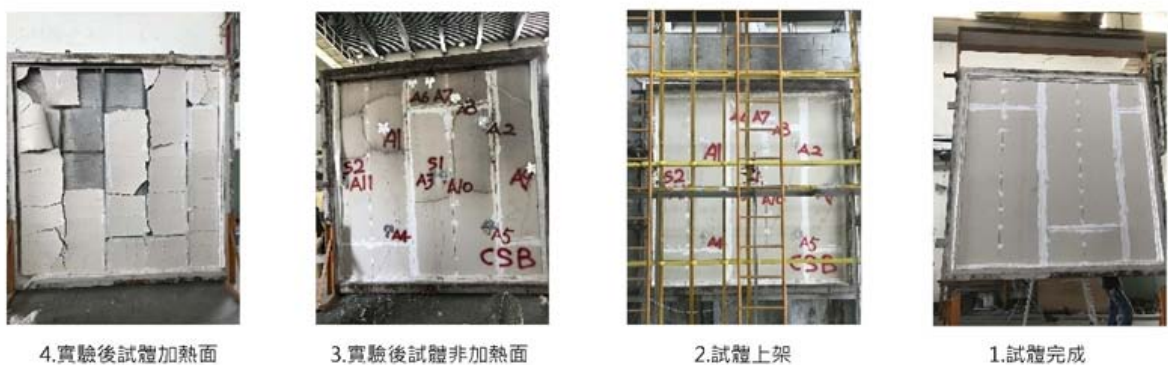


圖 2 輕隔間牆試體進行耐火性能實驗



輕隔間工法進行防火時效實驗之試體內部溫度結果顯示，在 20 分鐘時 4 組試體中央部位溫度最高約 150°C。所以，採用 12mm耐燃一級矽酸鈣板或 15mm耐燃一級石膏板進行防火時效實驗，受火面的單層裝修板材於 20 分鐘未損壞，耐火的性能約 20 分鐘。臨時性防火區劃之若考量有替代部分防火區劃功能者，那就可以僅考慮受火面的單層裝修板材性能即可，非受火面之裝修板材則可不考慮厚度僅具耐燃性能即可。<sup>21</sup>臨時性防火區劃之功能建議可分成二類，第一類為必須具有替代防火區劃功能者(非承重垂直區劃構件)，具備相同原防火區劃防火時效性能，包含遮焰性、阻熱性，具 60 分鐘防火時效性能或 30 分鐘防火時效性能。第二類為必須具有替代部分防火區劃功能者，具有防火時效性能至少 20 分鐘。臨時性防火區劃之組構方式與材料規格如表 2 所示

表 2 臨時性防火區劃組構方式、材料規格與防火性能表

簡易輕隔間牆種類		防火時效性能	施工區域側牆面板材料	非施工區域側牆面板材料	立柱(C形槽鐵)	適用時機
第一類	替代防火區劃	A種	石膏板-15mm特殊耐火級石膏板	石膏板-15mm特殊耐火級石膏板	92x35x0.8mm	當原有防火區劃牆被破壞時，例如第一次安全區劃被破壞時可採用替代防火區劃A種簡易輕隔間牆。
		B種	1. 矽酸鈣板-12mm耐燃一級 2. 石膏板-15mm耐燃一級	1. 矽酸鈣板-12mm耐燃一級 2. 石膏板-15mm耐燃一級		當原有防火區劃牆被破壞時，例如第二次安全區劃被破壞時可採用替代防火區劃B種簡易輕隔間牆。
第二類	實體區劃	20分鐘	1. 矽酸鈣板-12mm耐燃一級 2. 石膏板-15mm耐燃一級	1. 矽酸鈣板-6mm以上 2. 石膏板-12mm以上		其他要要區隔施工區域與營業區域之區隔情況，可採用實體區劃的簡易輕隔間牆，也可以具有至少20分鐘的防火時效性能

註：上述材料為實驗所採用物品，若有同等效能之防火板材皆可替代

### 三、防火管理及建立消防安全設備替代措施

臺灣依消防法施行細則第15條第2項規定，為確保施工安全，防止施工中發生火災，特訂定製定現有建築物(場所)施工中消防防護計畫指導須知。依消防法施行細則第15條第2項規定，為確保施工安全，防

止施工中發生火災。

實施對象依消防法第13條第1項所稱一定規模以上供公眾使用建築物，於增建、改建、修建、室內裝修施工，且有下列情形之一，管理權人除依消防法施行細則第15條第2項規定製定施工中消防防護計畫外，並向當地消防機關申報。

依各類場所消防安全設備設置標準有增設或移設等作業，致該設備停用或在機能上有顯著影響者。其他依建築物用途、構造，認有人命安全或火災預防考量之必要時。施工中消防防護計畫，管理權人應於開工前三天依「製定現有建築物(場所)施工中消防防護計畫指導須知」附表一報請當地消防機關備查，並須依附表二填寫查核表，未依規定辦理申報經查獲者，得依違反消防法第13條防火管理規定予以查處。

依據「製定現有建築物(場所)施工中消防防護計畫指導須知」內容，有停止消防安全設備機能必要時，應依下列規定辦理：

1. 停止機能之消防安全設備、停止時間及停止部分，應在最小必要限度。
2. 火警自動警報設備、緊急廣播設備或標示設備停止使用時，應視工程狀況，採臨時裝設方式，使其發揮作用。
3. 滅火器、避難器具、標示設備等有使用障礙時，應移設至能確保使用機能之場所。
4. 自動撒水設備或水霧滅火設備等自動滅火設備之機能停止時，應增設滅火器或室內消防栓之水帶等。
5. 應採取增加巡邏次數等強化監視體制之措施。

停止消防安全設備機能之工程，應儘量在營業時間以外進行，但飯店、旅館及醫院等全天營業之場所，應在日間進行。

#### (一)審查機制-請照階段

一般室內裝修工程案多數不會破壞原有法定防火區劃，而變更使用執照併同室內裝修工程案，則可能因室內隔間變動而調整原有法定防火

區劃之配置，故在其施工過程中恐會有破壞原有法定防火區劃之行為。因此，單純室內裝修工程案可由建築師公會直接進行審查，而變更使用執照案則需先由地方建築主管機關審查後，再將室內裝修部分轉送建築師公會進行審查，如此將可大幅縮短請照階段的審查作業時程。反之，消防圖說審查、施工中消防防護計畫書等皆由地方消防機關獨立完成，其審查作業時程往往是前述建築部分數倍之多，不僅消耗消防機關人力，也容易引起民眾不必要的誤解。所以，本研究建議可仿照建築審查模式，針對單純的室內裝修工程案，其消防圖說審查，可委由當地的消防設備師公會進行審查；而施工中消防防護計畫書，則可委由當地的消防設備師公會或消防設備士公會進行審查；而變更使用執照案其消防圖說審查、施工中消防防護計畫書等，則回到由地方消防機關進行；如此，不但可以降低地方消防機關人力安排之壓力，亦可善加利用民間專業技術人員機構之能力。

另外，目前室內裝修與變更使用執照併同室內裝修案，在執行建管與消防併同聯審機制時，經常遇到建築與消防圖說內容無法同步一致的情形。針對前述問題，建議可引入無紙化審查方式，在同一時段由建管(協審)單位以及消防單位(局本部與大隊承辦人員)，針對全案進行整體架構之線上會審，確認案件的系統架構與圖說版本。而在審查事項應明確化，採表單方式勾選，由建築與消防設計單位先自主檢查、會審時由各單位承辦勾選複核，之後再由建管與消防單位承辦簽核，即可核發室內裝修施工許可。

## (二)審查機制-施工階段

施工中的防火安全工作仍應加強由室內裝修施工從業者自主管理，而針對營業中聚集大量人群等封閉式休閒娛樂場所，因火災風險較高，再考量人命安全等因素下，於施工期間實應由地方政府或委託第三方單位(建築師公會等)強化監督機制。另外，為防範施工中發生火災意外事故，針對前述營業中聚集大量人群等封閉式休閒娛樂場所，現場施

工單位應強化「自主管理」機制，可利用智能 E 化的管理手段，如 APP 遠端監控系統，定時、定期將施工階段的照片上傳給轄區消防單位備查，同時各相關單位亦可利用該系統進行動態監理。此外，為落實各級公安檢查機制，應建立施工中案件即時稽查的橫向連線，整合建管、消防與勞安等單位稽查之能量。

### (三)審查機制-竣工階段

有關竣工階段仍由地方消防機關獨立完成現場勘查作業，建議可仿照建築竣工審查模式，針對單純的室內裝修工程案，其現場消防安全設備的勘查作業，可委由當地的消防設備師公會進行現場會勘，並製作會勘與測試報告書再送當地消防機關核備；而同樣地，變更使用執照案其現場消防安全設備的勘查作業，則回到由地方消防機關進行；如此，一樣可以縮短竣工階段的作業時程，達到便民服務之目標。

依消防法施行細則第十三條規定，消防法第十三條第一項所定一定規模以上供公眾使用建築物之場所於增建、改建、修建、室內裝修施工時，管理權人除依消防法施行細則第十五條第二項規定製定施工中消防防護計畫外，應於開工前 3 天依「製定現有建築物(場所)施工中消防防護計畫指導須知」附表一報請當地消防機關備查，並須依附表二填寫查核表。

施工中消防防護計畫的內容應包含：

1. 施工概要
2. 施工日程表
3. 施工範圍(繪製施工現場之平面圖)
4. 消防安全設備無法動作之替代作為
5. 防火避難設施無法動作之替代作為
6. 使用設備或器具可能發生火災危險之預防作為
7. 危險物品作業之預防作為
8. 聯絡人(工程主要承包商姓名電話及施工現場的聯絡電話)

9. 緊急聯絡人(施工現場負責人的姓名及電話)

10. 其它(其他工程小包負責人的姓名電話)

#### 四、問卷設計與調查結果分析

本研究之問卷是以「層級評分法」為分析方法，針營業使用建築物施工中防火避難設施、消防安全設備及相關管理措施，施工期間所設置臨時性的防火避難設施與消防設備，皆以可重複再利用的設施與設備為主，避免增加業者過多假設工程的成本，同時考量安全與經濟為原則。本問卷將「營業施工中建築物有害而無災策略」為「決策目標」，再依次分成「準則階層」及「因素階層」等三個層級組成一「層級分析架構」，進行重要性權重比的調查與分析。藉由每一層級中各項因素對於上一階層主題之重要程度之相互比較，據以層層轉換求得每一項因素對於施工中有有害而無災目標之重要程度。

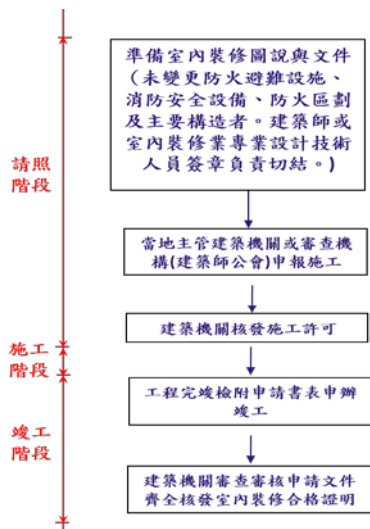


圖 3 目前簡易室裝行政作業流程

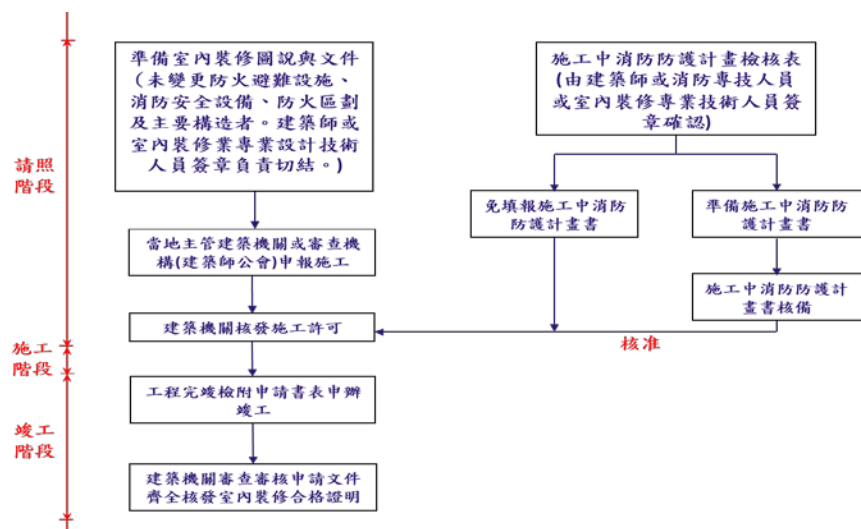


圖 4 改進後簡易室裝行政作業流程

## 參、研究發現

### 一、防火避難對策及管理措施

營業使用中建築物，因室內裝修或變更使用併室裝而有施工行為時，如有需破壞或調整原有防火區劃之防火阻熱性能，以及昇降機道或機間出入口、管道間維修門、進入室內安全梯防火門等遮煙性能時，應建構足以等效替代完整的臨時性防火區劃，以及相關配套的安全設備。而以內政部 104 年 8 月 27 日內授營建管自第 1040812566 號函附圖如圖 5 為例，如出入口 A 與 C 的牆體或防火門被破壞時，屬第一次安全區劃被破壞，則可採表 3 第一類替代防火區劃 A 種作為臨時性防火區劃；如出入口 B 與 D 的牆體或防火門被破壞時，屬第二次安全區劃被破壞，則可採第一類替代防火區劃 B 種作為臨時性防火區劃。

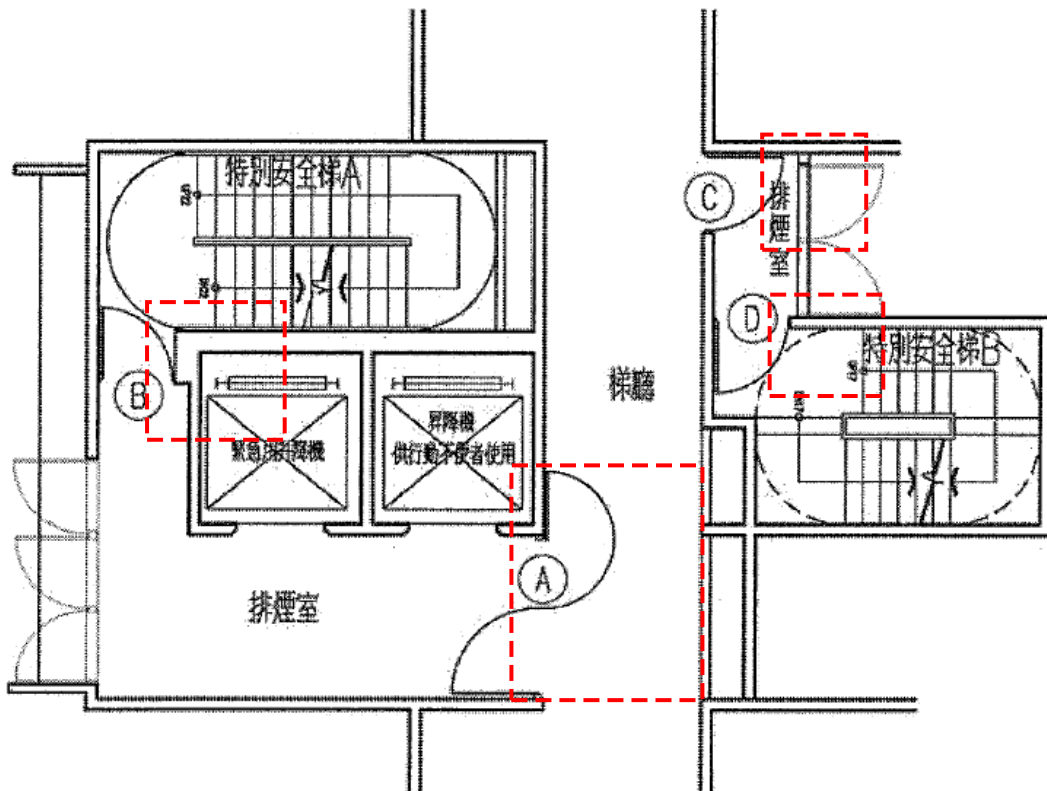


圖 5 臨時性防火區劃水平圍束方式示意圖

如需破壞昇降機道或機間出入口、管道間維修門、進入室內安全梯

防火門等，如圖 6(a)出入口 F 與 G 牆體或防火門，或是消防、電力弱電的管道間維修門被破壞時，本研究參考各類場所消防安全設置標準 190 條免設排煙設備之規定，建議營業施工中建築物如因施工破壞前述應有的遮煙性能時，該施工區域應以 100 平方公尺以下具 1 小時防火時效及阻熱性之牆體，可採表 3 第一類替代防火區劃 A 種作為臨時性防火區劃，與該樓層既有防火構造之樓地板形成完整的垂直與水平區劃分隔，避免火煙向外擴散，如圖 6(a)增築牆體部分；另施工區域如有需設置出入口時，仍應設置具 1 小時防火時效的防火門，如圖 6(b)所示。另外，前述以增築牆體建構完整的臨時性防火區劃，雖可以阻止施工區域火煙向外擴散，但同時會使施工區域形成侷限作業空間，恐將造成內部施工人員缺氧、中毒等危害，故參照職業安全衛生設施規則第 29 條之 1，以通風換氣設備來預防侷限空間作業危害。

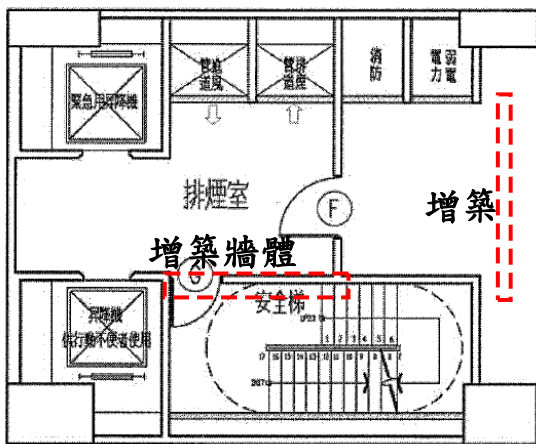
表 3 臨時性防火區劃組構方式、材料規格與防火性能表

簡易輕隔間牆種類		防火時效性能	施工區域側牆面板材料	非施工區域側牆面板材料	立柱 (C形槽鐵)	適用時機
第一類	替代防火區劃	A種	石膏板-15mm特殊耐火級石膏板	石膏板-15mm特殊耐火級石膏板	92x35x0.8mm	當原有防火區劃牆被破壞時，例如第一次安全區劃被破壞時可採用替代防火區劃A種簡易輕隔間牆。
		B種	1. 矽酸鈣板-12mm耐燃一級 2. 石膏板-15mm耐燃一級	1. 矽酸鈣板-12mm耐燃一級 2. 石膏板-15mm耐燃一級		當原有防火區劃牆被破壞時，例如第二次安全區劃被破壞時可採用替代防火區劃B種簡易輕隔間牆。
第二類	實體區劃	20分鐘	1. 矽酸鈣板-12mm耐燃一級 2. 石膏板-15mm耐燃一級	1. 矽酸鈣板-6mm以上 2. 石膏板-12mm以上		其他要要區隔施工區域與營業區域之區隔情況，可採用實體區劃的簡易輕隔間牆，也可以具有至少20分鐘的防火時效性能

註：上述材料為實驗所採用物品，若有同等效能之防火板材皆可替代

如需破壞昇降機道或機間出入口、管道間維修門、進入室內安全梯防火門等，如圖 6(a)出入口 F 與 G 牆體或防火門，或是消防、電力弱電的管道間維修門被破壞時，本研究參考各類場所消防安全設置標準 190 條免設排煙設備之規定，建議營業施工中建築物如因施工破壞前述應有

的遮煙性能時，該施工區域應以 100 平方公尺以下具 1 小時防火時效及阻熱性之牆體，可採表 3 第一類替代防火區劃 A 種作為臨時性防火區劃，與該樓層既有防火構造之樓地板形成完整的垂直與水平區劃分隔，避免火煙向外擴散，如圖 6(a)增築牆體部分；另施工區域如有需設置出入口時，仍應設置具 1 小時防火時效的防火門，如圖 6(b)所示。另外，前述以增築牆體建構完整的臨時性防火區劃，雖可以阻止施工區域火煙向外擴散，但同時會使施工區域形成侷限作業空間，恐將造成內部施工人員缺氧、中毒等危害，故參照職業安全衛生設施規則第 29 條之 1，以通風換氣設備來預防侷限空間作業危害。所以，施工區域如以圖 6 增築牆體方式建構完整的臨時性防火區劃時，施工區域應設置利用正面壓力通風換氣的軸流式排風機，該排風機平時施工作業期間，可用於提高有毒或有害物質之排除，避免施工人員缺氧或中毒等事故；而於施工區域火災發生初期，亦可將溫度尚未超過 300 °C 的初期火災濃煙排向戶外，並能增加火災發生區域的能見度，以利內部人員避難，以及搶救人員進行救災任務等效果，而有助於接近起火點進行撲滅火勢或人命之救援。因此，封閉式的臨時性區劃之替代方案，除考量對應的防火阻熱時效與遮煙性能外，同時應改善施工區域作業環境品質，營造友善的工作場域，並能於火災初期有局部排煙之功效，故建議相關單位可採軸流式排風機或移動式排煙機來強化施工場域之環境品質與防排煙措施。



(a) 增築牆體示意圖



(b) 增築牆體後出入口設置防火門示意圖

圖 6 臨時性防火區劃水平圍束方式示意圖



前述表 3 將臨時性防火區劃之功能建議可分成二類，第一類為必須具有替代防火區劃功能者，具備相同原防火區劃防火時效性能，包含承重能力、遮焰性、阻熱性；再分為 A 種 60 分鐘防火時效性能與 B 種 60 分鐘防火時效性能等二項。第二類為必須具有替代部分防火區劃功能者僅考慮受火面的單層裝修板材性能，降低防火時效性能至 30 分鐘或 20 分鐘，包含遮焰性、阻熱性。

本案所設計之臨時性防火區劃組構方式與工法，皆是以國內可生產之材料與目前使用工法，工分為 3 種項目替代防火區劃 A 種、替代防火區劃 B 種、部分替代防火區劃，每平方公尺的單價分別為 950 元/m<sup>2</sup>、755 元/m<sup>2</sup>、700 元/m<sup>2</sup>，其工料分析與施作單位價格如表 4 至表 6 所示。

表 4 替代防火區劃 A 種(簡易輕隔間牆)單價分析表

替代防火區劃A種(簡易輕隔間牆)		單位：M <sup>2</sup>			
工料名稱	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
受火面板材 石膏板 - 15mm特殊耐火級石膏板或15mm ASTM TYPE X級	M <sup>2</sup>	1	220	220	
非受火面板材 石膏板 - 15mm特殊耐火級石膏板或15mm ASTM TYPE X級	M <sup>2</sup>	1	220	220	
立柱C型92×35×0.8mm、上下槽鐵、橫擋	M <sup>2</sup>	1	140	140	
工資與搬運清潔	式	1	200	200	
完工後牆面拆除廢料處理	式	1	100	100	
五金配件	式	1	40	40	
工料損耗	式	1	30	30	
合計				950	

表 5 替代防火區劃 B 種(簡易輕隔間牆)單價分析表

替代防火區劃B種(簡易輕隔間牆)		單位：M <sup>2</sup>			
工料名稱	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
受火面板材 石膏板 - 15mm耐燃一級	M <sup>2</sup>	1	120	195	矽酸鈣板 - 12mm耐燃一級 1M <sup>2</sup> 價格為230
非受火面板材 石膏板 - 15mm耐燃一級	M <sup>2</sup>	1	120	195	矽酸鈣板 - 12mm耐燃一級 1M <sup>2</sup> 價格為230
立柱C型92×35×0.8mm、上下槽鐵、橫擋	M <sup>2</sup>	1	140	150	
工資與搬運清潔	式	1	600	150	
五金配件	式	1	40	40	
工料損耗	式	1	35	20	
合計				750	

表 6 部分替代防火區劃(簡易輕隔間牆)單價分析表

部分替代防火區劃(簡易輕隔間牆)		單位：M <sup>2</sup>			
工料名稱	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
受火面板材 石膏板 - 15mm耐燃一級	M <sup>2</sup>	1	120	120	矽酸鈣板 - 12mm耐燃一級 1M <sup>2</sup> 價格為230
非受火面板材 石膏板 - 9mm耐燃一級	M <sup>2</sup>	1	65	65	矽酸鈣板 - 6mm 1M <sup>2</sup> 價格為180
立柱C型92×35× 0.8mm、上下槽鐵、橫擋	M <sup>2</sup>	1	140	140	
工資與搬運清潔	式	1	200	200	
五金配件	式	1	40	40	
工料損耗	式	1	35	35	
合計				600	

防火磚或防火枕皆可自國內購置。管線貫穿部其工法與材料多樣，市場行情連工帶料約為 5000 元/m<sup>2</sup>~8000 元/m<sup>2</sup>，另防火填塞之材料例如防火磚之材料價錢約為 657 元/塊，如表 7 至表 8 所示。

表 7 貫穿部防火填塞單價表

貫穿部防火填塞		單位：M <sup>2</sup>			
工料名稱	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
貫穿部防火填塞(連工帶料)	M <sup>2</sup>	1	6500	6500	整體連工帶料約5000元/m <sup>2</sup> ~8000元/m <sup>2</sup> 。
合計				6500	

(資料來源：經與實際施工廠商詢問)

表 8 防火磚單價表

防火磚		單位：塊			
工料名稱	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
防火磚(20*13*5cm)	塊	1	657	657	
合計				657	

(資料來源：文獻<sup>24</sup>)

室內裝修工程因具有工種多及工期短的特性，在研擬其行政流程及規範時，應特別考量其特性。建議室內裝修管理辦法或各直轄市建築管理自治條例，應針對室內裝修工程之申請許可與施工管理增訂相關行政流程及規範以為因應並研議相關策進改善做法。

## 一、建築物變更使用或併室內裝修於申請許可階段改善研議

建議可參考臺北市建築管理工程處民國 109 年 5 月 4 日北市都建照字第 1093170036 號函，以及民國 109 年 5 月 4 日台北市議會第 13 屆第 3 次定期大會「台北市中山區 4 月 26 日林森北路(錢櫃 KTV)火災」專案報告，明定於台北市辦理室內裝修、使用執照變更申請審查階段，採用建管消防聯審機制，增加建築管理與消防管管理強化橫向聯繫。針對變更使用(室內裝修)案件，申請人應先行取得消防局施工中消防防護計畫核備文件後，併案向建管處、建築師公會申請許可。

## 二、建築物變更使用或併室內裝修管理於施工階段改善研議

目前建築物變更使用或併室內裝修管理的機制於施工階段於建築管理程序上並不需要檢附相關書圖申辦開工，建築主管機關不會介入施工過程管理，對於施工中的防火安全工作仍應加強由室內裝修施工從業者自主管理。

所以，建築物變更使用併室內裝修時應考量臨時性防火區劃運用，尤其是營業中建築物之室內裝修併變更使用，針對之對象可以聚集大量人群等封閉式休閒娛樂場所加以規範，尤其是不特定人群出入之場所。建議應加強室內裝修管理施工之安全管理。若有將原防火避難設施、消防設備、防火區劃及主要構造改變之情況。則應採取臨時性防火區劃替代方案。

## 二、防火管理及建立消防安全設備替代措施

建築物變更使用併室內裝修施工監督管理部分可由地方政府加強管理，或部分地方政府受限於人力不足，為增強施工監督管理機制亦建議可委託第三方的強化監督機制，如建築師公會、建築物公共安全檢查商業同業公會等，或是參考民國 109 年 5 月 4 日台北市議會第 13 屆第 3

次定期大會「台北市中山區 4 月 26 日林森北路(錢櫃 KTV)火災」專案報告，台北市針對公共安全聯合稽查小組檢查不合格場所追蹤管理標準作業流程之策進作為，透過 e 化資訊提供現場稽查人員即時訊息，預先掌握抽查場所基本資料；同時酌予減少檢查家次，以增加檢查時間，建立標準化作業，強化稽查效度；另外，現場檢查人員使用平板行動裝置，將檢查結果即時介接至登錄平台，強化稽核管制及整合機關間訊息傳遞之即時性與正確性。以前述作為落實室內裝修管理辦法第 31 條規定，針對特定建築物於室內裝修施工中予以必要查驗工作。

依據製定現有建築物（場所）施工中消防防護計畫指導須知(90/02/12 公發布)，第四條第一款有停止消防安全設備機能必要時，應依下列規定辦理：

1. 停止機能之消防安全設備種類、停止時間及停止部分，應在最小必要限度。
2. 火警自動警報設備、緊急廣播設備或標示設備停止使用時，應視工程狀況，採臨時裝設方式，使其發揮作用。
3. 滅火器、避難器具、標示設備等有使用障礙時，應移設至能確保使用機能之場所。
4. 自動撒水設備或水霧滅火設備等自動滅火設備之機能停止時，應增設滅火器或室內消防栓之水帶等。
5. 應採取增加巡邏次數等強化監視體制之措施。
6. 停止消防安全設備機能之工程，應儘量在營業時間以外進行，但飯店、旅館及醫院等全天營業之場所，應在日間進行。

依照指導須知要求，連結到施工中消防安全防護計劃書附件 2 消防安全設備的替代措施之內容，措施的概要建議修正如表 9 粗體字所示

表9 建議修正之施工中消防安全防護計劃書附件2表格

種類、 <u>影響</u> 區域	發生障礙時間	替代措施的概要
自動撒水設備 ○樓施工區全部 ○樓 <u>非施工區</u>	○月○日○時○分 <input type="checkbox"/> 關閉○樓○區樓層制水閥 <input type="checkbox"/> 關閉幫浦主制水閥	加裝○個滅火器(另外附圖說明設置位置) 加設○個滅火毯 加設○條水帶(防護區域附圖說明)
火災自動警報設備 ○樓施工區內 ○樓 <u>非施工區</u>	○月○日○時○分 <input type="checkbox"/> 關閉○樓○區樓層警報 <input type="checkbox"/> 關閉火警受信總機	臨時裝上○個非連動型感應器確保功能(另外附圖說明設置位置) 加設○個無線連動偵測器,偵測器訊號傳輸對象OOO、手機 加設○個其他型式偵測器(型號、廠牌)
廣播設備 ○樓施工區內 ○樓 <u>非施工區</u>	○月○日○時○分 <input type="checkbox"/> 關閉○樓○區樓層廣播 <input type="checkbox"/> 關閉廣播主機	加配○個手提式擴音器(註明操作者) 配置○個無線電對講機(註明配置對象) 加設○面現場緊急聯絡告示牌,含聯絡人、職稱、電話、手機
照明燈及避難方向指示燈 ○樓施工區內	○月○日○時○分	移設位置、並確保正常堪用(另外附圖說明設置位置)
逃生器具(緩降機) ○樓施工區內	○月○日○時○分	移設位置、並確保正常堪用(另外附圖說明設置位置)
開啟中防火門 ○樓施工區內	○月○日○時○分 <input type="checkbox"/> 防火門因施工開啟	1.指定施工區遇難專人火災時關閉防火門、聯絡方式 2.如上述指定人員請假,需指定工區內其他代理人員
管理的方法		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 增加防火管理人、<u>監工</u>、<u>工地主任</u>和警衛等的巡邏次數等,強化監視體制。(每天隔○個小時巡邏一次)</li> <li>2. <u>施工人員進場時打卡或採用QR Code掃描回傳機制進行控管。</u></li> <li>3. 無發揮功能的消防設備的種類、停止時間與停止部分都要降到最低限度。</li> <li>4. 造成功能停止的工程,在非營業時間內進行。營業時間若涵蓋早晚的話,在白天施工。</li> <li>5. 防火管理人、<u>監工</u>、<u>工地主任</u>與防災中心間<u>相互</u>保持密切聯絡,報告工程內容(功能暫停設備等)</li> <li>6. 工程結束後,防火管理人、<u>監工</u>檢視一遍,警衛等再<u>複檢</u>。</li> <li>7. 暫停功能時,<u>業主及承包商</u>應與消防機構協商。</li> </ol>

### 三、問卷設計與調查結果分析

本問卷共調查了建築設計、消防安全及室內裝修三個領域，邀請了各領域具實務經驗及相關產業之成員，共計 40 份，依照前節問卷分析之內容，給予不同準則階層與因素階層進行加總及分析，評估各階層影響因子之比例，並依照領域分類進行權重分析。依據 40 份有效問卷進行問卷結果分析，首先針對重要性排序分析，為達到決策目標所制定的營業施工中建築物有害而無災之策略，於準則階層中，臨時性防火區劃、消防設備不動作的替代方案、管理措施之策進作為及臨時性安全設施之成本四個項目中，依照順位為第一優先的比例各別為 64%、14%、14%及 8%，臨時性防火區劃為問卷結果中最重要之影響因子，如圖 7 及圖 8 所示。

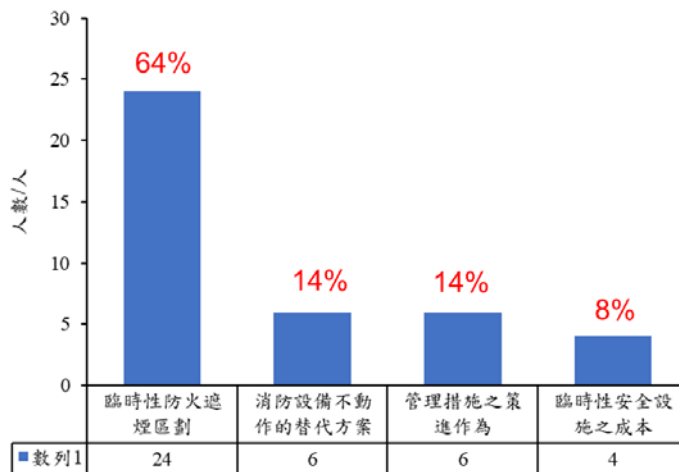
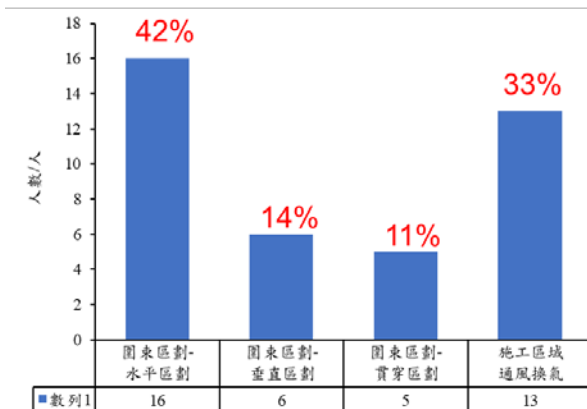
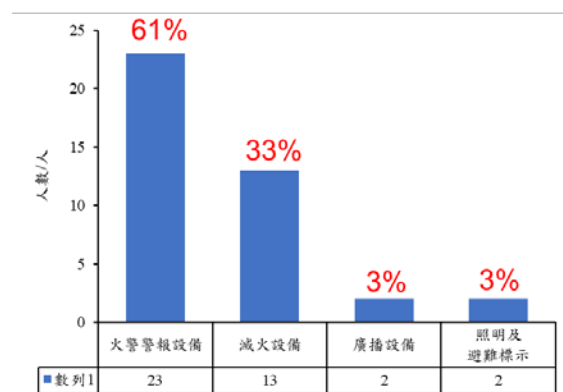


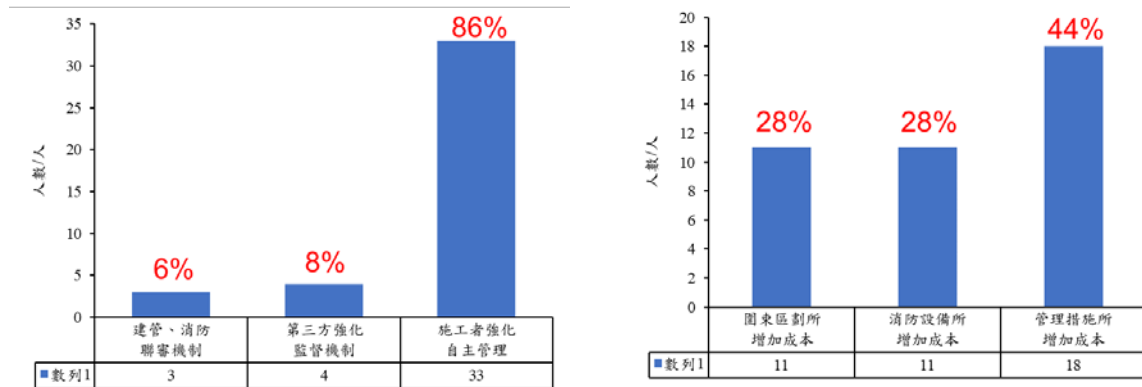
圖 7 整體準則階層影響因子比例



a. 臨時性防火區劃



a. 消防設備不動作的替代方案



b. 管理措施之策進作為

c. 臨時性安全設施之成本

圖 8 整體因素階層影響因子比例

由問卷結果整體分析得知，因素階層的部分，圍東區劃-水平區劃 (權重 0.70)、火警警報設備 (權重 0.72) 與施工者強化自主管理 (權重 0.72) 為影響因子前三名，故表示若能加強這三部份，其要增加成本則較容易被市場所接受。

經由整體問卷填答結果，於準則階層中，臨時性防火區劃為 40 份問卷中列為相對較重要之項目，佔比 64%；因素階層之臨時性防火區劃的中，由水平區劃佔比 42% 最高，其次是施工區域通風換氣，佔比 22%；因素階層之消防設備不動作替代方案由火警警報設備佔比 61% 最高，其次為滅火設備，佔比 33%；因素階層之管理措施策進作為遊施工者強化自主管理最高，佔比 86%；因素階層之臨時性安全設施之成本由管理措施所增加之成本最高，佔比 44%。

於三個領域各別之權重分析指出，臨時性防火區劃因子，圍東區劃-水平區劃權重介於 0.65~0.76 之間、圍東區劃-垂直區劃權重介於 0.59~0.66 之間、圍東區劃-貫穿區劃權重介於 0.59~0.67 之間、施工區域通風換氣權重介於-0.61~0.66 之間；消防設備不動作的替代方案因子，火警警報設備權重介於 0.48~0.75 之間、滅火設備介於 0.51~0.70 之間、廣播設備權重介於 0.49~0.60 之間、照明及避難指標介於 0.38~0.56 之間；管理措施之策進作為因子，建管-消防聯審機制權重介於 0.32~0.49 之間、第三方強化監督機制權重介於 0.43~0.56 之間、施工者強化自主

管理權重介於 0.55~0.87 之間；臨時性安全措施之成本因子，圍束區劃所增加成本權重介於 0.40~0.49 之間、消防設備所增加成本權重介於 0.44~0.49 之間、管理措施所增加成本權重介於 0.37~0.56 之間，由整理看來，三個領域間的權重差異不大。

圍束區劃-水平區劃可參考本研究第三章之臨時性防火區劃，火警警報設備可參考本研究第四章消防安全設備替代方案之警報設備，而施工者強化自主管理則依據消防法第十三條消防安全設備施工中消防防護計畫書的提送，並強化消防安全設備施工中消防防護計畫書配套設備及內容，另依據室內裝修管理辦法第 31 條：室內裝修施工中，直轄市、縣（市）主管建築機關認有必要時，得隨時派員查驗，發現與核定裝修圖說不符者，應以書面通知起造人、所有權人、使用人或室內裝修從業者停工或修改；必要時依建築法有關規定處理，地方自治法規建議將一邊營業一邊施工之建築物進行室內裝修時，加強查驗頻率。

考量目前多數室內裝修工程皆無執行定期施工勘驗，為落實室內裝修施工查驗，地方主管機關應依室內裝修管理辦法第 31 條規定辦理；此外，針對營業中聚集大量人群等封閉式休閒娛樂場所，考量火災風險較高，且基於確保人命安全等因素下，建議施工期間應由地方政府加強監督，或藉由地方政府的建築管理自治條例，訂定委託第三方專業機構協辦之強化施工勘驗機制。

施工中消防防護計畫書，附件 2 中之消防安全設備之替代措施，可增設非施工區域的影響範圍，另外各樓層的制水閥、相關樓層的火警總機或廣播主機因為施工所關閉的區域建議詳細述明，替代措施中的概要內容亦依時代進步所開發出的新式消防安全設備納入選項，再由監管者審查其合理性及適用性，管理方面，因應現在社會上普遍能使用及習慣手機 QR Code 掃描回傳打卡資訊之能力，亦可將此回傳機制納入管理措施，強化進入施工區域之人員管理。



## 肆、結 論

### 一、結論

#### (一)國內、外法規研析、文獻回顧及案例分析：

1. 日本、美國的相關法令內容，針對同時營業與施工的規範較少，大多數的規定都規範只要執行施工行為，即需要遵守相關的安全工事之規範，對於同時營業與施工的細項並無特別區分。
2. 國內消防法規針對施工中消防安全防護早已訂定，並有「現有建築物（場所）施工中消防防護計畫指導須知」供參考，並且在「建築物室內裝修管理辦法」內建亦有明述施工中做涉及防火區劃變更，則需要提報施工中消防安全計畫書，指導須知為民國 90 年所頒佈之法令，距現已有 20 年，指引中所述之消防安全設備替代措施應可增加目前已普及的設備及技術，有較多之選擇性。
3. 國內職業安全衛生相關法令，針對施工作業前危害調查、評估施工風險資訊之傳遞運用，雇主於營造工程場域作業前，應指派所僱之職業安全衛生人員、工作場所負責人或專任工程人員等實施危害調查、評估，將成果透過勤前教育等方式告知勞工，並列入作業檢點等自動檢查之內容，以確保施工作業之安全。
4. 蒐集 92 年至今國內營業使用建築物施工中發生火災共 4 件，其火災發生原因多數皆因施工者不慎引火，同時因防火門未及時關閉造成火煙擴散至其他樓層造成非施工區域人員傷亡；同時針對台北市錢櫃 KTV 火災，詳述其火災發生原因、責任歸屬、違規處罰，及後續策進作為等，以此個案作為後續火災防範之借鏡。

#### (二)建置臨時性防火區劃之圍束方式：

1. 參考內政部建築研究所過去防火試驗結果，以一般輕隔間使用之寬 92mm 非承重 C 型鍍鋅槽鐵，外覆 12mm 耐燃一級矽酸鈣

板或 15mm 耐燃一級石膏板(或是同等效能之防火板材)，且中間未充填防火棉，作為建築物室內裝修併變更使用時，原有法定防火區劃被破壞時，其等效替代的臨時性防火區劃第一類 A 種與 B 種，分別具有 60 分鐘與 30 分鐘的防火時效。

2. 針對建築技規則規定應適用遮煙性能的昇降機道、管道間維修門，以及進入室內安全梯防火門等因施工而被破壞時，施工區域在 100 平方公尺以下應增築第一類 A 種(60 分鐘防火效)的牆體予以完整區劃分隔，施工區域內並應有強制通風換氣設備。
3. 因施工所需臨時性的樓板開孔或防火區劃貫穿處，可設置膨脹式防火磚或防火枕確保臨時性防火區劃之完整；而前述臨時性開孔面積如果過大時，則需應增築第一類 A 種或 B 種的牆體予以完整區隔。
4. 針對許多百貨商場櫃位調整「局部室內裝修」等施工行為，建議於法定防火區劃之內的施工區域與營業範圍，建立完整的「實體區隔」作為屏障，可採本計畫的臨時性防火區劃第二類實體區劃，具有 20 分鐘的防火時效的簡易輕隔間工法，作為實體區隔之牆體。

### (三)建立施工中消防安全設備替代措施：

1. 自動撒水設備等滅火設備因施工遭關閉或不能動作時，除可加裝數支滅火器或延伸室內消防栓設備予以替代外，亦可增設移動式細水霧滅火設備；此外，施工區域如有動火需求外，亦應鋪設防火毯以防止火災延燒。
2. 對於施工區域火災風險高或探測困難之處所，建議可採新設備或新技術予以強化防護，如儲藏室、機房等平時無人處所，可設置符合 NFPA2010 的「氣霧式滅火設備」，或是於該處所牆面張貼日本審核認可的「輕薄紙張型」滅火設施；另外，於臨時配電盤等內部亦可設置日本審核認可的「無電源式滅火探測

器」，以及具有 UL 審核認可的「自動微型滅火器」。

3. 火警自動警報備因施工遭關閉或不能動作時，則建議加裝目前國內已審核認可的連動型住宅用火警警報器，如有大型施工區域，則可考慮結合 CCTV 監視系統，加裝影像式火災辨識系統；另外，出口標示燈、避難方向指示燈等避難引導燈具，若於施工時無電源可以使用時，則可加裝夜光型避難標示，可使用於臨時性施工區或非施工區(營業區)暫時替代避難引導燈具施工中建築物建築、消防、營業之管理改善方案
4. 針對適用簡易室裝的建築物，目前於請照、施工與竣工階段，皆以書面送審方式進行，建議應於建築機關核發施工許可前，由建築師或消防專技人員或室內裝修專業技術人員進行施工中消防防護計畫檢核與確認。
5. 由於目前室內裝修工程並無開工申報制度，許多案件取得建築主管機關的圖說或施工許可函後即開始施工，此時並未取得消防圖說以及施工中消防防護計畫審核通過，建議應採建築與消防聯審機制，同時建管單位(或協審單位)與消防單位，可以進行線上會審，以確保圖說版本一致性。
6. 考量目前多數室內裝修工程皆無執行定期施工勘驗，為落實室內裝修施工查驗，地方主管機關應依室內裝修管理辦法第 31 條規定辦理；此外，針對營業中聚集大量人群等封閉式休閒娛樂場所，考量火災風險較高，且基於確保人命安全等因素下，建議施工期間應由地方政府加強監督，或藉由地方政府的建築管理自治條例，訂定委託第三方專業機構協辦之強化施工勘驗機制。
7. 現場施工單位應強化「自主管理」機制，可利用智能 E 化的管理手段，如 APP 遠端監控系統，定時、定期將施工階段的照片上傳給轄區消防單位備查，同時各相關單位亦可利用該系統進

行動態監理。

8. 室內裝修工程案其消防圖說審查，可仿照建築審查模式，委由當地消防設備師公會進行審查；而施工中消防防護計畫書，則可委由當地的消防設備師公會或消防設備士公會進行審查。變更使用執照案其消防圖說審查、施工中消防防護計畫書等，則回到由地方消防機關進行。

#### (四)問卷設計與調查結果分析

1. 由問卷結果整體分析得知，圍束區劃-水平區劃、火警警報設備與施工者強化自主管理為本計畫替代方案重要性的前三名，故表示若能加強這三部份，其要增加成本則較容易被市場所接受。
2. 防火避難設施替代設施之準則階層中，臨時性防火區劃為 40 份問卷中列為相對較重要之項目，佔比 64%；因素階層之臨時性防火區劃的中，由水平區劃佔比 42% 最高，其次是施工區域通風換氣，佔比 22%。
3. 消防安全設備替代方案的因素階層中，以火警警報設備佔比 61% 最高，其次為滅火設備，佔比 33%；而管理措施策進作為的因素階層中，施工者強化自主管理最高，佔比 86%；而臨時性安全設施之成本的因素階層中，則以管理措施所增加之成本最高，佔比 44%。此外，受訪談對象共分為建築設計、消防安全(含消防單位)、室內裝修與管理權人等 4 個背景領域，但深究其各別權重分析結果，其實權重區間差異性並不大。

## 伍、參考文獻

1. 建築基準法研究會，「建築基準法大改正—建築の設計はこう変わる—」，日經 BP 社，1997。
2. ICC, 「International Building Code - Code and Commentary. International Code Council」; Country Club Hills, IL, USA, 2018.

3. 內政部消防署，製定現有建築物（場所）施工中消防防護計畫指導須知，2001。
4. 內政部消防署，施工中消防防護計畫書範例，2001。
5. 台北市政府，臺北市中山區4月26日林森北路(錢櫃 KTV)火災臺北市議會第13屆第3次定期大會專案報告，2020。
6. 臺北地檢署，臺北地檢署1091008偵辦偵辦-錢櫃 ktv 林森店-失火案件偵查終結新聞稿-含附表，2010。
7. 內政部消防署，「錢櫃林森店 KTV」火流分析專案報告，2020。
8. 台北市消防局，鄭州路29巷6號火災原因調查鑑定書，2012/04/28。
9. 李冠賢，案例分享-鄭州路火災引發之公共安全死角問題，台北市建築物公共安全檢查商業同業公會，2012。
10. 卓佩霖，運用 FDS 電腦模擬程式重建台北市華陰商店街火災情境，吳鳳科技大學碩士論文，2020。
11. 蘋果日報，惡火奪3命車站商圈窄巷難救  
<https://tw.appledaily.com/headline/daily/20120429/34193367>，2012。
12. 民視新聞，巷窄水柱小台北後站惡火釀悲，  
<https://youtu.be/Y4SnpBLkeEc>，2012。
13. 中天新聞，後火車站商圈巷弄窄 北市5年來最慘火災，  
<https://youtu.be/KO9krsjNIhE>，2012。
14. 張家豪，石化工業廠區消防精進防護對策之研究-以台塑企業為例，碩士論文，吳鳳科技大學，2016。
15. 台北市政府，臺北市火災預防自治條例-修正草總說明、修正草案條文對照表及法規影響評估報告書，2010。
16. 從社團法人高雄市建築師公會網頁中，取得高雄市建築物室內裝修申請辦理流程訊息（<https://www.kaa.org.tw/business04.php>）。
17. 從新北市政府工務局網頁中，取得台北市建築物簡易室內裝修申請辦理流程訊息

( <https://www.publicwork.ntpc.gov.tw/userfiles/1060400/files> )。

18. CNS14705-1 中華民國國家標準，建築材料燃燒熱釋放率試驗法—第1部：圓錐量熱儀法，臺北市，經濟部標準檢驗局，2019。
19. CNS11227-1 中華民國國家標準，耐火性能試驗法—第1部：門及捲門組件，臺北市，經濟部標準檢驗局，2016。
20. CNS12514-1 中華民國國家標準，建築物構造構件耐火試驗-第1部：一般要求事項，臺北市，經濟部標準檢驗局，2019。



小水量自動撒水設備之撒水頭滅火性能實驗及基  
準研究





## 主講人簡歷

姓 名：鍾基強

服務單位：國立雲林科技大學機械工程系

職 稱：教授

聯絡電話：05-5342601-4128

傳 真：05-5376890

電子信箱：chungkc@yuntech.edu.tw

學 歷：美國密蘇理大學機械研究所博士

經 歷：國立雲林科技大學機械工程系教授、副教授，  
防火工程暨檢測中心主任

主要著作：

1. 鍾基強，「工業通風設計概要」，全華。
2. 鍾基強，「性能式煙控與避難系統設計」，全華。
3. 鍾基強，「通風模式策略對室內室氣污染物移除效率之影響研究」，國科會報告，2001。
4. Chung Kee-Chiang, Tsai Kuo-Pao and Wang You-Hsuan, 2008, Performance of Local Ventilated Hood in a General Ventilation Working Environment, ASHRAE Transactions, Vol.114, pp.424-431. (EI)
5. Tsai, Kuo-Bao, Ho, Ming-Chin, and Chung Kee-Chiang,, 2008, A Computational Study of fire and Smoke Plumes in a Large Indoor Stadium, Journal of Applied Fire Science, Vol.15, No.3, pp.183-200. (EI)
6. Chung Kee-Chiang, Siao Jing-Lun and Chen Ou-Chia., 2009, The Effect of Water Droplet Size on Attenuation of Fire Thermal Radiation, Journal of Applied Fire Science, Vol.17, No.1, pp.37-48. (EI)

## 中文摘要

鍾基強<sup>1</sup> 陳又嘉<sup>2</sup> 黃祥志<sup>3</sup> 陳進澤<sup>4</sup>

**關鍵字：自動撒水設備、性能試驗、水道連結型、小區劃型**

小水量自動撒水設備(水道連結型、小區劃型自動撒水設備)在其放水量低於一般自動型撒水頭的同時，是否仍能如預期條件進行撒水並達標稱放水、滅火效能的要求，亦為設置過程需謹慎評估的重要問題。

本研究為釐清小水量滅火設備的滅火效果並達量化效果，將參考【ISO 6182-10 Fire protection Automatic sprinkler systems Part 10: Requirements and test methods for domestic sprinklers】之試驗條件、步驟內容、試驗基準進行研究。以目前現有市售的水道連結型撒水頭及小區劃型撒水頭作為測試標的物進行試驗，判斷在其標準試驗空間與規定條件下，撒水頭放水前後效果並針對測試環境、設備及測試技術等應注意事項進行彙整。

其實驗結果可作為我國後續若欲建立小水量撒水頭滅火效能標準測試法之參考，並可讓消防設備師更加清楚瞭解所裝設的撒水頭滅火性能是否滿足滅火需求，或有微調撒水頭密度或設置的潛在需求，亦能作為裝設小水量自動撒水設備場所(例如：旅館、低層住宅空間、小型安養機構、醫院小型空間、低層部小型商業空間)及其他建築業主欲加強建築物防火安全而自主增設小水量自動撒水設備的重要參考指標。

---

<sup>1</sup>國立雲林科技大學機械工程系 教授

<sup>2</sup>國立雲林科技大學機械工程系 博士

<sup>3</sup>國立雲林科技大學機械工程系 碩士

<sup>4</sup>國立雲林科技大學機械工程系 博士生

## ABSTRACT

**Keywords : water automatic fire extinguishing equipment, performance test, waterway connection type, compartment division type**

The small water automatic sprinkler equipment (waterway connection type, community zone type automatic sprinkler equipment) can still sprinkle water as expected and meet the requirements of the nominal water discharge and fire extinguishing efficiency while its discharge volume is lower than the general automatic sprinkler head. It is also an important issue that needs to be carefully evaluated during the setup process.

In order to clarify the fire extinguishing effect of small water fire extinguishing equipment and achieve quantitative results, this research will refer to the test conditions, procedures and test standards of [ISO 6182-10 Fire protection Automatic sprinkler systems Part 10: Requirements and test methods for domestic sprinklers] . Use the existing commercially available waterway-linked sprinklers and compartment type sprinklers as the test objects to test, determine the effect of the sprinkler before and after discharge under the standard test space and specified conditions, and target the test environment, equipment, and test technology. Matters should be noted for compilation.

The experimental results can be used as a reference for the subsequent establishment of a small water sprinkler fire extinguishing efficiency standard test method in our country, and can allow fire-fighting equipment engineers to know more clearly whether the installed sprinkler fire extinguishing performance meets the fire extinguishing needs, or fine-tune the sprinkler density. The potential demand for installation can also be used as a place for installing small water automatic sprinkler equipment (for example: hotels, low-rise residential spaces, small nursing institutions, small hospital spaces, low-rise small commercial spaces) and other building owners who want to strengthen the fire protection of buildings. It is an important reference index for the safe and autonomous addition of small water automatic sprinkler equipment.

## 壹、緒 論

### 一、研究緣起與背景

水滅火系統具自動探測、啟動的功能，並可在偵知火災發生後即時發出警報，在所有固定式滅火設備中，使用範圍最廣。具有工作穩定、滅火速度快、高控制火勢率、維修便利及成本低廉等優點[1]。除撒水頭設置間距與高度會影響撒水設備啟動速度外，撒水頭本身的性能特性亦決定撒水設備抑制及撲滅火勢的效果，因而撒水頭出廠的檢測項目十分重要，相比於其他國家之撒水頭標準試驗項目，我國並未針對撒水頭進行燃燒測試以確定撒水頭是否具備良好的滅火性能。一般而言，撒水頭滅火效能完全取決於撒水頭的【撒水量】與【撒水覆蓋範圍】及【安裝位置】。其中撒水量及撒水範圍為火場滅火的主要元素，依據不同撒水防護半徑、熱響應時間、撒水量均會影響撒水頭的性能。

我國《密閉式撒水頭認可基準修正規定》之動作溫度試驗測試流程為將撒水頭置入固定溫度之蒸餾水或油類，用以驗證及確認動作溫度。舉例來說，一般反應型撒水頭的 68°C 動作溫度，是透過檢驗機構以水浴法或油浴法等液態物質檢測而來，但是水或油類的熱傳導係數遠大於空氣，其熱傳速率越快則響應時間越快。而真實火災引起撒水頭動作的原因主要由空氣「熱對流」與火源「熱輻射」等熱交換方式為主，故往往從全尺寸實驗發現，其撒水頭動作溫度遠大於 68°C [2]。

綜上可知，燃燒試驗的測試流程較符合真實火災情況，其試驗為透過燃燒木堆與泡棉作為火載量，以產生的熱煙流激發撒水頭作動撒水，從而評估其對於撲滅火勢與抑制溫度的效果。本研究團隊初步將動作試驗定義為「採用一穩定且具有再現性的測試方法去測試撒水頭作動元件的激發條件」；而燃燒試驗則定義為「採用較貼近真實火災的測試方法去測試撒水頭實際滅火效果」，兩者相比可發現燃燒試驗較符合實際火災情況且有助於反應撒水頭實際的啟動撒水時間。

## 二、研究目的

一般建築物局部火災大多僅啟動一顆或相鄰火源的數顆撒水頭進行火勢抑制，故對於撒水頭設置距離、分佈及撒水量大小的設置規劃，往往會對撒水頭滅火性能表現產生明顯差異，從而造成若干小水量密閉式撒水頭即使符合《密閉式撒水頭認可基準》規定，於現場使用仍有無法發揮其宣稱性能功能之情況發生。

我國市售的小水量撒水頭其放水量均遠低於一般自動撒水頭，是否仍能如預期條件進行放水並達到標稱放水、滅火效能之要求，一直是消防專業人員關注的議題。本研究將以小水量自動撒水設備作為研究重點，參考國外撒水頭燃燒試驗規範要求進行滅火性能測試，希望針對小水量撒水頭滅火效能試驗建立一個標準檢驗程序與環境。

依據我國《密閉式撒水頭認可基準修正規定》所規定的試驗項目有耐洩漏、環境溫度、衝擊、裝配載重、框架永久變形量、易熔元件之強度、玻璃球之強度、釋放機構之強度、振動、水錘、腐蝕、動作、感度熱氣流感應、放水量…等。與其他各國撒水頭試驗項目之最大差異，主要在於我國與日本僅進行撒水分布試驗，而美國與中國除撒水分布試驗外，還針對撒水頭進行燃燒試驗。

國內目前尚無滅火效能相關規範及評估標準，雖藉由相關研究可知所有的水滅火系統均能有效控制火勢，但仍有案例或相關研究案指出，水滅火系統存在未能達到其標稱滅火性能表現的情況，從而造成延緩或延遲啟動時機。因此小水量撒水設備於實際應用是否亦能達到良好的滅火效能從目前現有的測試項目並無法直觀判斷，故增設撒水頭\_燃燒試驗項目能夠釐清各類撒水頭的滅火性能，亦能作為確認其撒水頭於實際火災現場表現的間接方法。

## 貳、研究內容

### 一、研究內容

目前日本與我國所採用的水道連結型自動撒水設備均為密閉濕式系統，當物品受微火源引燃的情境下，甚至可能只有產生煙而無明火，即使環境溫度已達認可基準之氣流溫度，若是氣流速度未能一併滿足，也有可能造成密閉濕式撒水頭延遲作動反應時間，由上述情況可得知撒水頭若無進行與真實火場情況相似的試驗項目(如：燃燒試驗)，則可能無法從根本瞭解撒水頭延遲啟動的原因。

根據過往文獻及相關研究指出，密閉式撒水頭即使符合《密閉式撒水頭認可基準》規定，但仍可能不符合 ISO6182-10 規範要求，因此撒水頭若僅進行強度、動作測試與撒水分布試驗，恐無法確保撒水頭具備足夠的滅火效果，對人身安全可能存有危害風險。為提出有效證據說明增設燃燒試驗項目之必要性及需求，彙整各國針對撒水頭試驗之規範表(表1)發現，我國針對撒水頭之規定試驗項目與日本相近，而美國與中國則另有針對撒水頭進行燃燒試驗，該試驗簡單來說是利用相同燃燒物(火載量)，確認不同撒水系統間對於相同火源的抑制效果，從中亦能瞭解撒水頭的滅火性能及啟動時機。

### 二、研究方法

本研究方法共分成三大部份：第一部分為針對國外住宿場所用消防撒水頭滅火效能之測試規範及標準蒐集與分析；第二部分為建立我國小水量自動撒水設備之撒水頭滅火效能標準實驗法及可行性評估，於雲林科技大學實驗場參照國外規範進行燃燒試驗實驗規劃與設計；第三部分為提出我國水道連結型撒水頭及小區劃型撒水頭滅火效能之標準評估測試之參考。

表1 國內外撒水頭檢測規範表

國家	檢測規範	撒水頭 燃燒試驗
國際標準	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ISO6182-1 (Automatic sprinkler systems- Part 1: Requirements and test methods for sprinklers)</li> <li>2. ISO6182-10 (Automatic sprinkler systems - Part 10: Requirements and test methods for domestic sprinklers)</li> </ol>	<p>有 (編撰於 ISO6182-10)</p>
台灣	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 密閉式撒水頭認可基準修正規定</li> <li>2. CNS 11254 《密閉型自動撒水頭》</li> <li>3. CNS 11255 《密閉型自動撒水頭檢測法》</li> </ol>	<p>無 (僅有撒水分布試驗)</p>
日本	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 《密閉式撒水頭技術規則省令》</li> <li>2. 《密閉式撒水頭檢定細則》</li> </ol>	<p>無 (僅有撒水分布試驗)</p>
中國	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. GB 5135.1 《自動噴水滅火系統 第一部分:洒水噴頭》</li> <li>2. GB 5135.15 《自動噴水滅火系統 第 15 部分:家用噴頭》</li> </ol>	<p>有 (編撰於 GB 5135.1)</p>
美國	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. UL 199 (Standard for Automatic Sprinkler for Fire-Protection Service)</li> <li>2. UL 1626 (Standard for Automatic Sprinkler for Fire-Protection Service)</li> <li>3. FM 2030 (Approval Standard for Residential Automatic Sprinkler for Fire protection)</li> </ol>	<p>有 (編撰於 UL199、UL 1626)</p>

(資料來源: 參考書目[3][4][5][6][7]、本研究整理)



## 參、研究發現

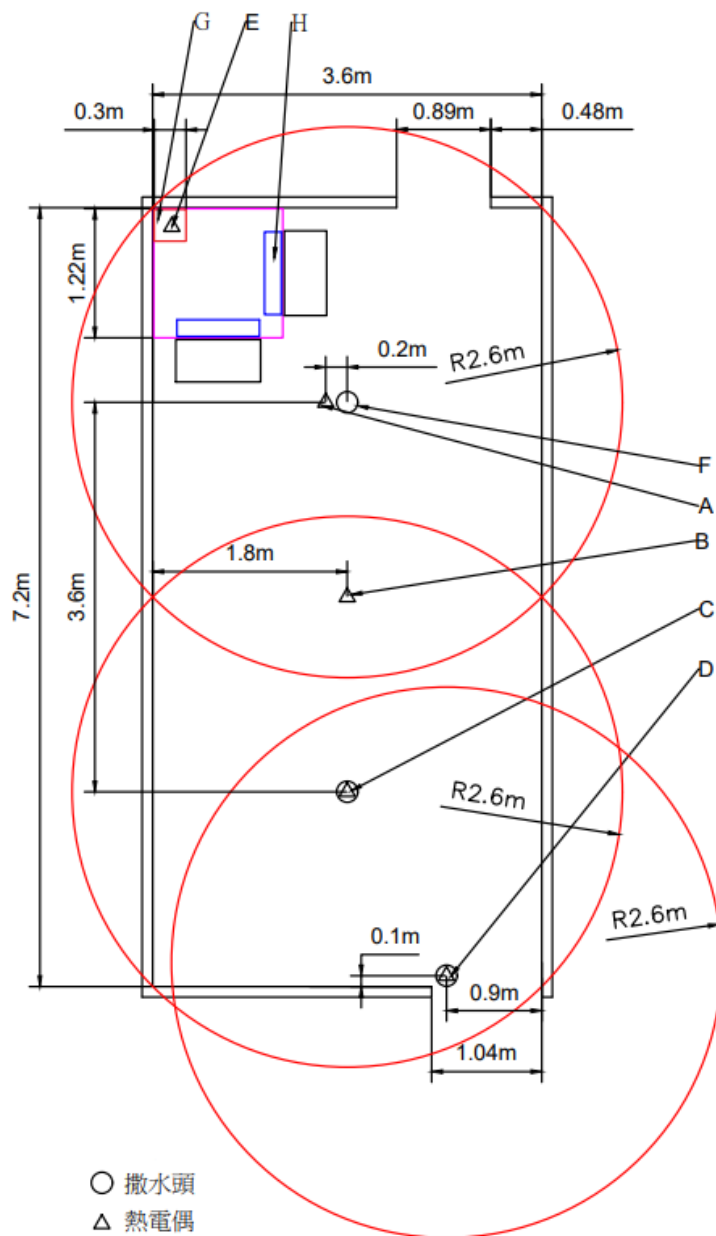
### 一、全尺寸實驗空間規劃

本研究團隊於國立雲林科技大學實驗場參照 ISO6182-10 燃燒試驗內容進行空間建構設置。ISO6182-10 規範提及測試空間長寬尺寸會隨撒水頭防護半徑產生相應變化，惟樓高固定為 2.4m。本研究團隊挑選四款小水量撒水頭進行本研究全尺寸實驗，其中撒水頭標稱撒水半徑皆為 2.6m，本研究團隊在國立雲林科技大學防火實驗室設計一適用於「撒水半徑為 2.6m」之試驗場地(圖 1、圖 2)。



圖 1 實驗空間現況示意圖

(資料來源：本研究整理)



說明：

- A 溫度量測點。設置於天花板下方 76mm 及距離地面 1.6m 處
- B 溫度量測點(試驗空間正中間)。設置於天花板下方 76mm。
- C 撒水頭(第二顆)
- D 撒水頭(第三顆)
- E 溫度量測點。設置於天花板上方 6mm 且距離各牆面 25.4cm
- F 撒水頭(第一顆)
- G 木堆
- H 模擬傢俱

圖 2 全尺寸實驗空間規劃圖

(資料來源：本研究整理)

## 二、火源規劃(模擬傢俱)

本研究團隊所使用的泡棉採用尺寸 810mm×760mm；厚度為 75mm，密度約為 23.86 kg/m<sup>3</sup>。底部與框架相距 25mm，兩側與框架相距 12.7mm的距離，並將實驗所需引燃的棉芯放置於泡棉中央位置。泡棉配置如下圖所示。



圖 3 泡棉配置規劃  
(資料來源：本研究整理)

本研究委託內政部建築研究所台南防火實驗中心進行設計火源(木堆+泡棉)燃燒測試，其試驗結果之總釋熱量約為97.4MJ，最大熱釋放率約為0.9MW。

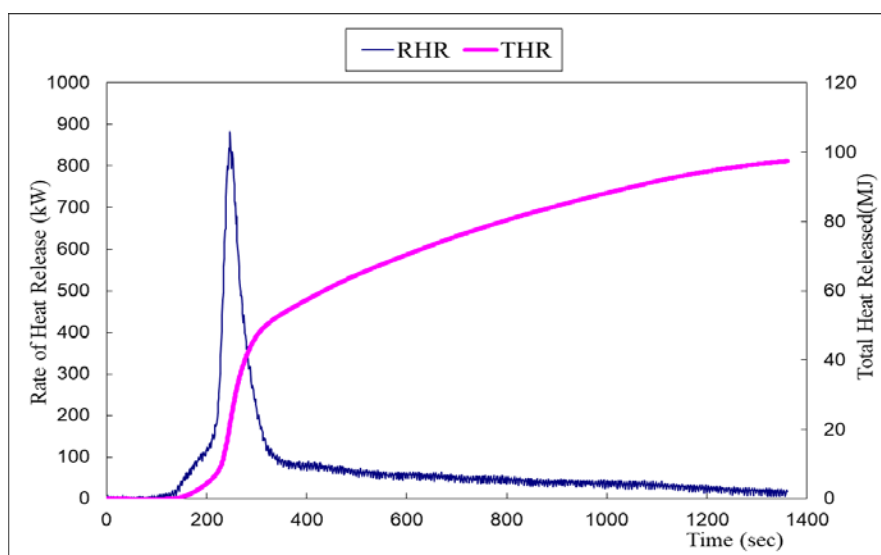


圖4 模擬傢俱燃燒試驗結果圖  
(資料來源：本研究整理)

### 三、撒水頭與材料規格說明

本研究團隊完成不同規格之水道連結型撒水設備與小區劃型撒水設備之滅火性能比較分析，並提出我國小水量自動撒水設備之滅火效能標準實驗法。

表 2 實驗空間撒水頭規格總表

撒水頭型號	FS06	FSK43	MHSJ016-72-P	VK430
廠牌	PROTECTOR		NOHMI	Viking
產地	台灣		日本	美國
防護半徑	2.6m			
K值	50	43	30	62
型式種類	小區劃型	水道連結型	水道連結型	住宅型

(資料來源：本研究整理)

### 四、實驗操作步驟

- (一)安裝熱電偶線、撒水頭、木堆、模擬傢俱，將實驗設備與數據收集系統架設。實驗開始前，再次確認訊號源傳輸及紀錄是否正常。
- (二)確認實驗初始條件：測試空間天花板下方 76 mm 處溫度。木堆以裝有庚烷的火盆引燃；模擬傢俱由兩根浸滿庚烷的棉芯(長度為 150mm，直徑為 8mm)引燃。
- (三)實驗開始：將木堆以裝有庚烷的火盆引燃(500ml 水+250ml 庚烷)，模擬傢俱則由兩根浸滿庚烷的棉芯引燃，引燃時間固定為十秒。
- (四)紀錄從點火開始至火源撲滅或熄滅之實驗數據，內容包含規範內各點溫度、各個撒水頭啟動時間、水壓、水量、室外溫度、木材濕度及火源撲滅時間。
- (五)單次燃燒試驗為 30 分鐘，但若在引燃 10 分鐘後，所有可燃物被撲滅或僅剩木堆仍持續燃燒，則實驗即可結束，並將各項數據儲存。
- (六)當所有量測數值回歸初始條件且各撒水頭、火源上方天花板、木堆及模擬傢俱均更換為新品後，即可進行後續實驗。

## 五、全尺寸實驗結果

(一)本研究全尺寸實驗挑選不同國家製造的小水量撒水頭進行實驗。其中為確保實驗過程的穩定性，在火源配置選擇上採用相同規格的木堆與泡棉材料，固定火源燃燒至撒水頭啟動間的溫度爬升曲線。彙整本研究進行的全尺寸實驗結果分析撒水頭啟動前之火源成果曲線發現，試驗開始一分鐘的熱昇溫斜率皆在  $0.82\sim 1$  ( $^{\circ}\text{C}/\text{sec}$ )之間，可說明本研究之試驗初始燃燒現象穩定，且符合實驗之再現性要求。

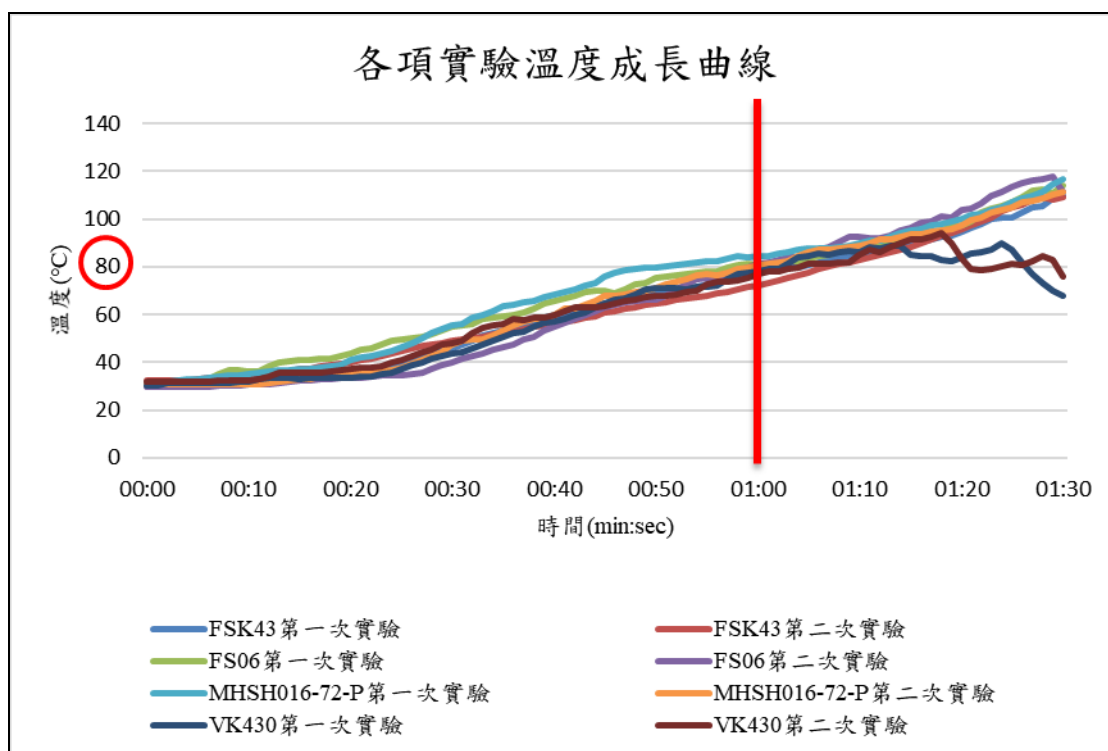


圖 5 各實驗溫度成長曲線圖

(資料來源：本研究整理)

(二)參考 ISO6182-10 對於實驗過程之標定位置(A 點、B 點)的溫度極限值規定，本研究八次實驗之 A 點、B 點標定位置(天花板下方 76mm 處)最高溫度皆小於  $315^{\circ}\text{C}$ 。其中 VK430 撒水頭的 A 點位置溫度數值發現，其溫度低於其他三款撒水頭約  $20\sim 30^{\circ}\text{C}$ ，本研究團隊分析其原因是受撒水頭標稱溫度的影響，VK430 標稱溫度為  $68^{\circ}\text{C}$ ；而其他三款撒水頭為  $72^{\circ}\text{C}$ 。此外搭配撒水頭啟動溫度圖(圖 6)發現，

VK430 啟動溫度快於其他三款撒水頭 20 秒且為本研究唯一撒水頭啟動溫度低於 100°C 的撒水頭。

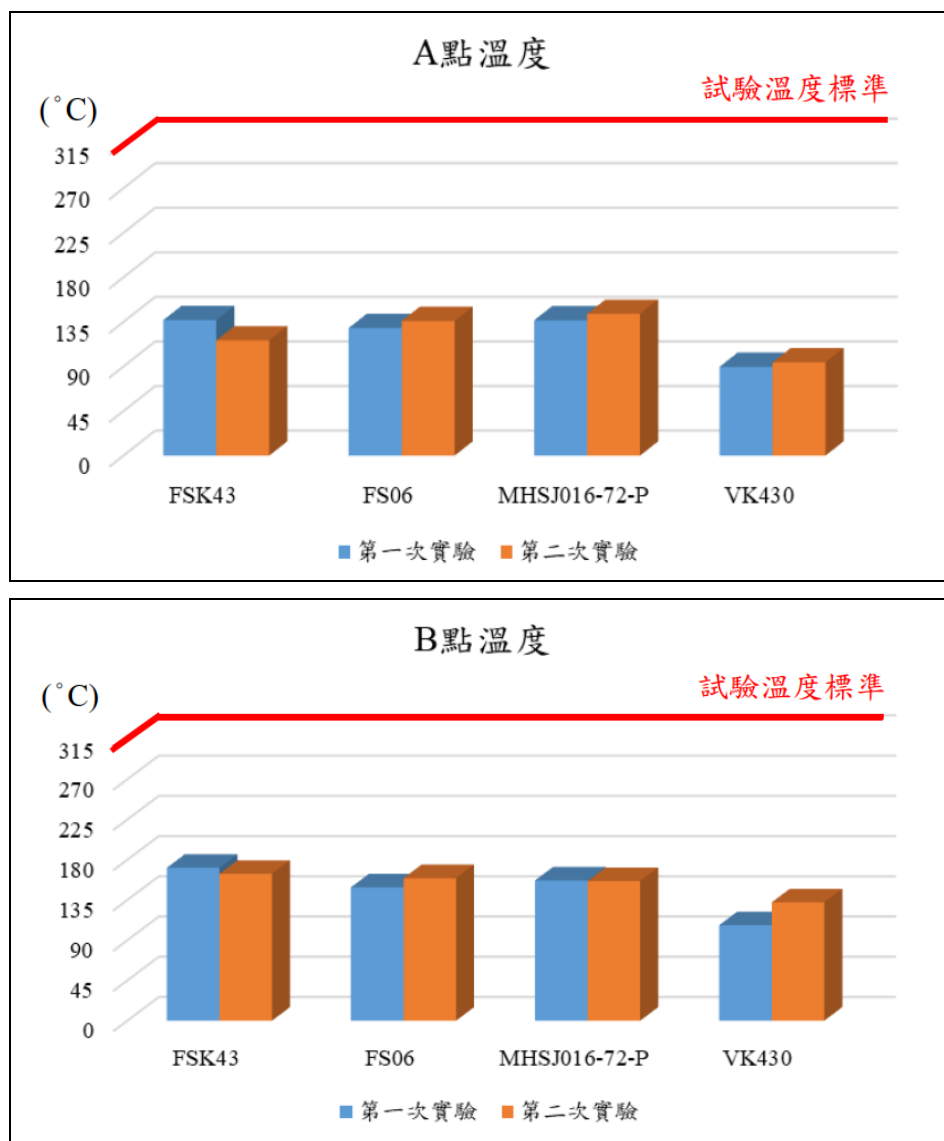


圖 6 A、B 點溫度比較圖(天花板下方 76mm 處)

(資料來源：本研究整理)

(三)參考 ISO6182-10 對於實驗過程之標定位置(A 點)的溫度極限值規定，本研究八次實驗之 A 點標定位置(地面上方 1.6m 處)最高溫度皆小於 93°C。其中由下圖可發現，八次實驗之撒水頭最高溫度差異區間在 20°C 以內，本研究團隊分析此現象是因為本研究實驗之最晚

撒水頭啟動時間為實驗開始第 143 秒，因此對於此標定位置(地面上方 1.6m)而言，所產生的高溫熱煙流均未沉積到此高度，因而八次實驗結果的距離地面 1.6m 處之最高溫度差異區間落在 20°C 以內。

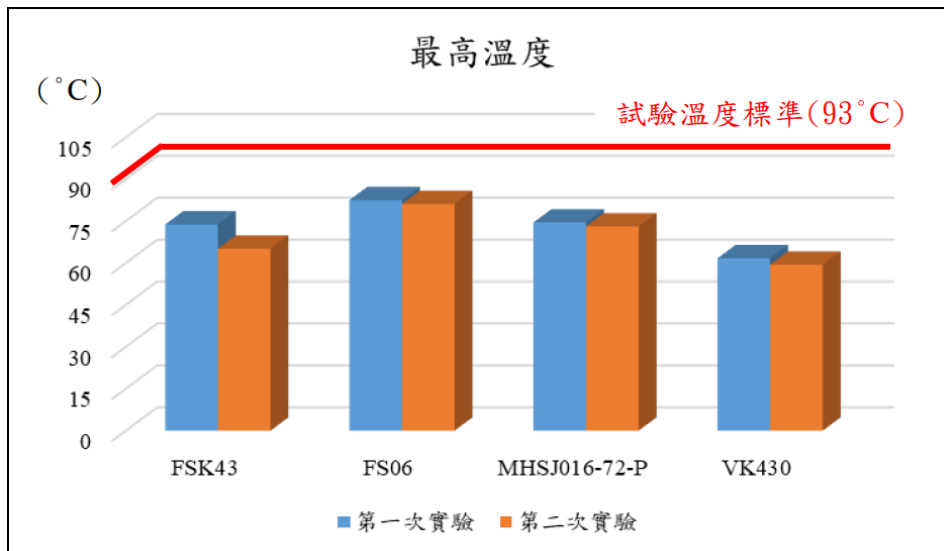


圖 7 A 點最高溫度比較圖(地面上方 1.6m 處)

(資料來源：本研究整理)

(四)參考 ISO6182-10 對於實驗過程之標定位置(A 點)的溫度極限值規定，本研究八次實驗之 A 點標定位置(地面上方 1.6m 處)溫度不得持續 2 分鐘以上，高於 54°C。其中由下圖發現，本研究進行 FSK43 第二次實驗中，溫度有從 54°C 以上降至 54°C 以下的情形發生，因此時間重新累計。若以溫度超過 54°C 起計算至最後溫度降低 54°C 的整體時間，則約為 55 秒。由八次實驗結果發現，前三款撒水頭之超過 54°C 持續時間十分相近；而 VK430 撒水頭較前面三款少約 1/3 的時間(20 秒)，主要因為 VK430 撒水頭較早啟動滅火，因而實驗空間環境溫度較低。

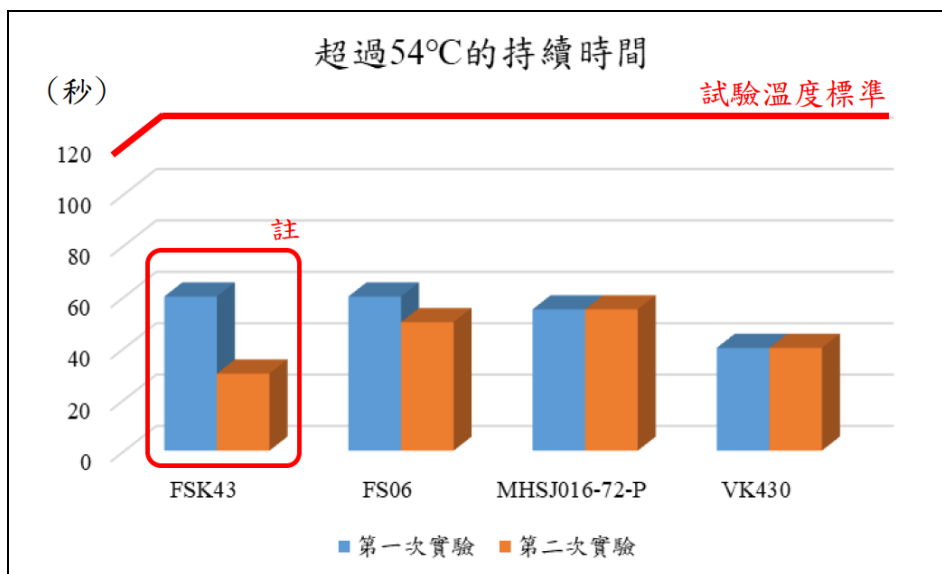


圖 8 A 點超過 54°C 的秒數比較圖(地面上方 1.6m 處)

(資料來源：本研究整理)

(五)參考 ISO6182-10 對於實驗過程之標定位置(E 點)的溫度極限值規定，本研究八次實驗之 E 點標定位置(天花板上方 6mm 處)最高溫度不得超過 260°C。由下圖可明顯發現本研究所進行的八次實驗最高溫度皆遠遠小於 260°C，溫度大約落在 50°C ~60°C 左右。

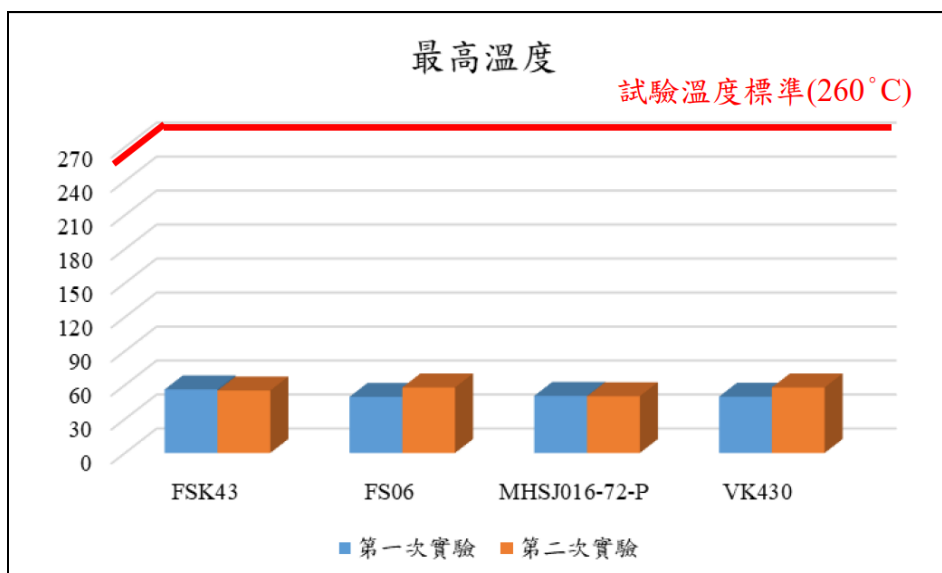


圖 E 點溫度比較圖(天花板上方 6mm 處)

(資料來源：本研究整理)



(六)本研究所挑選的四款撒水頭中，僅 VK430 的感熱元件為『玻璃球型』；其餘三款皆為『易熔金屬型』。同時 VK430 的標稱溫度為 68°C；其餘三款為 72°C。由圖 3-10 發現，VK430 撒水頭為本研究八次實驗唯一一款啟動溫度低於 100°C 的撒水頭，而其他三款撒水頭的啟動溫度皆落在 100°C~120°C 之間。

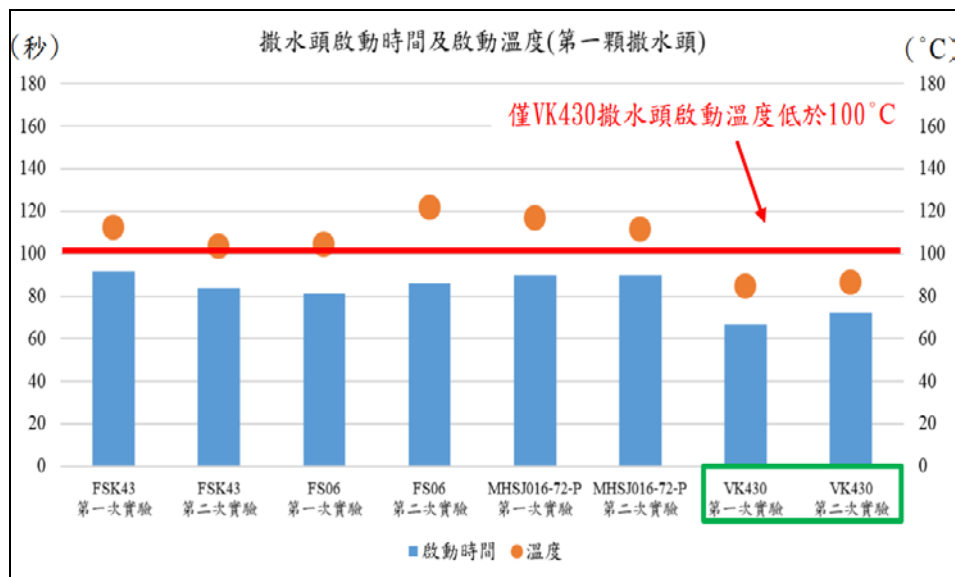


圖 10 第一顆撒水頭啟動時間及對應啟動溫度比較圖

(資料來源：本研究整理)

## 肆、結 論

本研究針對建築場所設置的『小水量撒水頭』在其放水量低於一般自動型撒水頭的同時，是否仍能如預期條件進行撒水並達標稱放水、滅火效能等性能規格要求進一步研究。本研究團隊係參照 ISO6182-10 規範搭建完整試驗空間並按試驗流程進行燃燒試驗。最終由實驗結果提出以下結論：

- (一) 綜合目前我國現況，若僅針對撒水頭進行強度、動作測試與撒水分布試驗，恐無法確保撒水頭具備足夠的滅火效果，尤其針對放水量小於 80 公升/分鐘的小水量撒水頭(例如：水道連結型撒水頭、

小區劃型撒水頭)，是否滿足標稱滅火效能更加無法直觀判斷。本研究採用四款小水量撒水頭進行試驗，並從中吸取經驗及提出我國水道連結型撒水頭及小區劃型撒水頭滅火效能標準實驗法及評估基準建議。

(二) 本研究團隊針對【ISO6182-10】之國外住宿場所用消防撒水頭滅火效能評估測試規範進行燃燒試驗內容彙整並按其規定搭建符合規範的試驗空間進行試驗，綜合本研究實驗結果，總結如下：

(1) 燃燒試驗過程與真實火災情境較為相似，試驗流程為通過燃燒木堆作為火載量；燃燒產生的熱煙流激發撒水頭作動撒水。基於上述試驗原理，如何控制試驗初期火源燃燒至撒水頭啟動的熱昇溫曲線尤為重要。彙整本研究共計八次的實驗結果發現，試驗開始一分鐘的熱昇溫斜率皆在  $0.822\sim 1.054$  ( $^{\circ}\text{C}/\text{sec}$ ) 之間，即可間接說明本研究之試驗初始燃燒現象穩定，且符合實驗之再現性要求。

(2) 本研究採用四款撒水頭並各自進行二次試驗，經彙整八次實驗結果發現，八次實驗結果皆符合 ISO6182-10 對於試驗溫度限制的規定。同時分析各實驗撒水頭啟動時間發現，前三款撒水頭標稱動作溫度皆為  $72^{\circ}\text{C}$ ，對照實驗結果發現其三款撒水頭啟動時間落在 1 分 15 秒至 1 分 32 秒之間；而第四款撒水頭(VK430)標稱動作溫度為  $68^{\circ}\text{C}$ ，撒水頭啟動時間為 1 分 07 秒至 1 分 12 秒之間，其啟動時間快於  $72^{\circ}\text{C}$  撒水頭，此現象符合實際情況。

(三) 彙集上述實驗結果，本研究提出與建立我國水道連結型撒水頭及小區劃型撒水頭等小水量滅火效能實驗方法及評估基準建議參考指引。

## 伍、參考文獻

- [1] 吳健璋，2012，「密閉式撒水頭於火場之動作分析」，吳鳳科技大學碩士論文。
- [2] 陳凱炫，2018，「住宅用撒水頭滅火性能基準實驗研究」，國立雲林科技大學碩士論文。
- [3] NFPA 13, 2016, Standard for the Installation of Sprinkler Systems, NFPA.
- [4] 鍾基強，2018，「老人福利機構火警探測、自動撒水設備驗證基準及避難器具檢討之研究」，內政部建築研究所。
- [5] 「自動噴水滅火系統 第一部分:洒水噴頭」，2003，中華人民共和國國家標準，GB 5135.1，中華人民共和國國家質量監督檢驗檢疫總局與中國國家標準化管理委員會。
- [6] 「自動噴水滅火系統 第15部分:家用噴頭」，2008，中華人民共和國國家標準，GB 5135.1，中華人民共和國國家質量監督檢驗檢疫總局與中國國家標準化管理委員會。
- [7] Ahrens, M., “ Selections from US fires in selected occupancies: homes, Quincy, MA : National Fire Protection Association, Fire Analysis and Research Division, 2006
- [8] 內政部消防署，2017，「密閉式撒水頭認可基準」。
- [9] 「建築設計防火規範」，中華人民共和國國家標準，GB 50016-2014，中華人民共和國住房和城鄉建設部與中華人民共和國國家質量監督檢驗檢疫總局聯合發布。
- [10] 「自動噴水滅火系統設計規範」，中華人民共和國國家標準，GB 50084-2017，中華人民共和國住房和城鄉建設部與中華人民共和國國家質量監督檢驗檢疫總局聯合發布。
- [11] 「簡易自動噴水滅火系統應用技術規程」，中國工程建設標準化協會標準，CECS 219:2018中國計劃出版社。

- [12] 「UL1626住宅用消防撒水頭規範介紹」，2015，UL News UL通訊。
- [13] 「日本消防法施行令」，2008。
- [14] 雷明遠，2015，「行動弱勢者照護機構火災風險自主檢核指南之研究」，內政部建築研究所。

