

建築物初期滅火新技術之研究（I）裝修材料底材熱、煙特性及檢測規範研究 內政部建築研究所委託研究報告 96 年度

建築物初期滅火新技術之研究（ I ）  
裝修材料底材熱/煙特性及檢測規範研究

內政部建築研究所委託研究報告

中華民國 96 年 12 月

(國科會 GRB 編號)

PG9602—0195

(本部計畫編號)

096301070000G1010

# 建築物初期滅火新技術之研究 ( I )

## 裝修材料底材熱/煙特性及檢測規範研究

受委託者：財團法人台灣建築中心

研究主持人：蔡匡忠 助理教授

研究助理：黃信創

內政部建築研究所委託研究報告

中華民國 96 年 12 月



## 目次

表次.....	III
圖次.....	V
摘要.....	VII
第一章 緒論.....	1
第一節 研究緣起與背景 .....	1
第二節 研究方法及流程 .....	2
第二章 文獻回顧 .....	5
第一節 裝修材料之使用及施工 .....	5
1. 天花板.....	5
2. 牆面.....	8
第二節 室內裝修材料之火災危害 .....	9
1. 熱對材料之效應.....	10
2. 居室火災(Compartment Fire).....	13
第三節 室內裝修材料防火性能試驗法 .....	16
1. 表面試驗 (CNS 6532) .....	16
2. 基材試驗.....	21
3. 圓錐量熱儀試驗.....	22
5. 單材耐燃測試.....	25
第三章 支撐材評估實驗及討論 .....	29
第一節 ISO 9705 房間試驗.....	29
1. 實驗設計.....	29
2. 引火源校正.....	31
3. 第一次 ISO 9705 房間試驗結果.....	32
4. 第二次 ISO 9705 房間試驗.....	35
5. 面材小尺寸實驗.....	38
6. 房間試驗與表面試驗結果討論 .....	39
第二節 CNS 12514 建築物構造部分耐火試驗 .....	40
1. 設備簡介.....	40
2. 實驗設計.....	41
3. 建築物構造部分耐火試驗結果討論 .....	43
第四章 底材評估實驗與討論 .....	45
第一節 實驗設計.....	45
第五章 結論與建議 .....	53
第一節 結論.....	53
第二節 建議.....	54
附錄一 「建築物初期滅火新技術之研究 ( I )」採購評選會議記錄	

目次

.....	55
附錄二 第一次專家座談會議資料 .....	59
附錄三 第二次專家座談會議資料 .....	63
附錄四 期中報告會議資料 .....	65
附錄五 期末研討成果審查會議資料 .....	69
參考書目 .....	76

表次

表 2-1 CNS 6532 耐燃級別判定 .....	21
表 2-2 相關標準分析比 .....	27
表 3-1 表面試驗結果 .....	38
表 4-1 各板材表面試驗結果 .....	51





## 圖次

圖 1-1 研究流程圖 .....	3
圖 2-1 明架天花板及吊筋 .....	6
圖 2-2 明架天花板完成圖 .....	6
圖 2-3 半明架天花板完成圖 .....	7
圖 2-4 木角材暗架天花板施工圖 .....	7
圖 2-5 明暗架天花板完成圖 .....	8
圖 2-6 室內牆面裝修木角材圖 .....	9
圖 2-7 室內牆面裝修輕鋼架圖 .....	9
圖 2-8 火災成長過程示意圖 .....	14
圖 2-9 表面試驗示意圖 .....	17
圖 2-10 CNS 6532 表面試驗試體表面之平均熱通量曲線.....	18
圖 2-11 CNS 6532 表面試驗測試 .....	19
圖 2-12 CNS 6532：基材試驗裝置 .....	22
圖 2-13 圓錐量熱儀示意圖 .....	23
圖 2-14 房間火災試驗示意圖 .....	24
圖 2-15 單材耐燃測試示意圖 .....	25
圖 3-1 天花板吊筋、天花板木角材、牆面木角材結構圖.....	30
圖 3-2 第一次 ISO 9705 熱電偶測點分布圖 .....	30
圖 3-3 第二次 ISO 9705 熱電偶測點分布圖 .....	31
圖 3-4 燃燒器校正熱釋放率圖 .....	32
圖 3-5 第一次 ISO 9705 房間試驗實驗圖 .....	33
圖 3-6 天花板版材燒穿及木角材崩塌.....	33
圖 3-7 第一次 ISO 9705 試驗熱電偶升溫圖 .....	34
圖 3-8 第一次 ISO 9705 試驗熱釋放率、總熱釋放率圖 .....	35
圖 3-9 (a)~(c) 第二次 ISO 9705 房間試驗過程.....	36
圖 3-10 第二次 ISO 9705 試驗熱電偶升溫圖 .....	37
圖 3-11 第二次 ISO 9705 試驗熱釋放率圖 .....	37
圖 3-12 (a) ~ (d) 表面試驗結果.....	39
圖 3-13 簡易支承之樓板及屋頂組裝 .....	41
圖 3-14 CNS 12514 面材佈置圖 .....	42
圖 3-15 CNS 12514 熱電偶測點分布圖 .....	42
圖 3-16 CNS 12514 試體圖 .....	43
圖 3-17 CNS 12514 試驗結果圖 .....	44
圖 4-1 石膏板與石膏板+三夾板表面試驗溫度圖 .....	47
圖 4-2 木絲水泥板與木絲水泥板+三夾板表面試驗溫度圖 .....	47

圖次

圖 4-3 耐燃合板板與耐燃合板板+三夾板表面試驗溫度圖 .....48

圖 4-4 矽酸鈣板與矽酸鈣板與石膏板+三夾板表面試驗溫度圖 .....48

圖 4-5 石膏板與石膏板+三夾板表面試驗背溫溫度圖 .....49

圖 4-6 木絲水泥板與木絲水泥板+三夾板表面試驗背溫溫度圖 .....49

圖 4-7 耐燃合板板與耐燃合板板+三夾板表面試驗背溫溫度圖 .....50

圖 4-8 矽酸鈣板與矽酸鈣板與石膏板+三夾板表面試驗背溫溫度圖  
.....50

## 摘要

**關鍵詞：**消防安全、室內裝修材料、建築火災

### 一、研究緣起

現行建築技術規則已對室內裝修板材規範其耐燃性能，並以 CNS 6532 標準（表面試驗及基材試驗）作為測試標準，區分為耐燃一級、二級、三級或級外。然而施工業者在進行裝修時，常將通過檢測及規範要求之板材黏附於另一底材上，並以木角材或天花板吊筋固定，此底材及角材、吊筋並未加以規範。然而，其是否會影響裝修材料之防火性能？故本研究針對施工上用以固定板材之底材、木角材或天花板吊筋等之材質，應否列入管理進行研究。

### 二、研究方法及過程

首先，蒐集室內裝修、材料、相關試驗法規標準資料，並進行初步分析，進而針對內裝固定材料、壁裝材料、天花板、房間試驗蒐集相關的文獻研究；實驗部分，為探討固定材料與底材的防火性能，故將實驗分為二部分進行探討。首先，探討固定材種類、固定材跨距、面材的影響，第二，針對被黏附的底材探討其防火性能，探討固定材料崩塌與面材之相關性。

### 三、重要發現

1. 固定材（吊筋、木角材等）在火場中之危害為被破壞、斷裂、崩塌，造成裝修材料突然大量暴露於火災高熱中以致釋放大量熱、煙，實驗結果指出，在面材被燒穿之前，即使發生閃燃，固定材均無被破壞之虞，而裝修材料在表面試驗中已有檢測其龜裂及裂隙寬度，足以

在火災初期預防固定材之危害。

2. 已具防火性能之板材貼附於另一底材有時會造成其整體耐燃級數之下降。

#### 四、主要建議事項

根據研究發現，提出下列具體建議。以下分別從立即可行的建議、及長期性建議加以舉例。

##### 立即可行之建議

主辦機關：內政部營建署

協辦機關：經濟部標準檢驗局

根據本實驗之結果得知，面材燒穿為固定材崩塌的關鍵，在面材被燒穿之前，即使發生閃燃，固定材均無被破壞之虞，故本研究建議只須規範面材，尚不需要針對固定材加以規範。

##### 長期性建議

主辦機關：內政部營建署

協辦機關：經濟部標準檢驗局

隨著時代的演進，裝修材料的種類也日益增加，建議能將實驗數據建立網路資料庫，並每年更新加入新資訊，供設計者及研究人員參考。

## ABSTRACT

Keyword : fire safety 、 interior finish material 、 building code

Using fire proof interior finish materials in building is a very effective way for fire safety. In Taiwan, Building Regulation and CNS6532 are applied are constructed, the fire proof material may be combined with another material which has not passed the requirements. Another issue is that the material has to be fixed with the building by connecting devices. Will these base and connecting devices influence the fire performance?

This project was designed to assess the effect of base and connecting devices on the fire performance of interior finish materials by theoretical and experimental studies. CNS12514 and ISO9705 (Room Corner) tests were applied to measure the temperature change of the connecting devices. Additionally, the CNS 6532 (Surface Test) was used to see the fire behavior of materials in small scale. From our data, several conclusions have been made.

1. The damage of the connecting devices is due to their collapse and will result in more exposure area of materials to fire and therefore larger fire. The way to prevent this is to keep the integrity of interior finish materials. This has been tested in Surface Test. Consequently, the test of connecting devices is not necessary.
2. The fire performance may change if a fire retardant material attached on a base material. In CNS 6532 Surface Test and Building Code, the material has been asked to be tested at its end use. However, for clarification and notice, this study suggests the Building Code to add words of “system including surface and base materials”.



# 第一章 緒論

## 第一節 研究緣起與背景

近年來由於人口成長、經濟活動需求增加，使人們居住地點趨向都會區集中，建築物亦朝向內裝豪華、構造特殊化的趨勢發展，所以許多新式建築物都使用大量內部裝修材料。如此一來，將使建築物內之火載量大增，直接影響防火安全。而現行建築技術規則已對室內裝修板材規範其耐燃性能，並以 CNS 6532【1】標準（表面試驗及基材試驗）作為測試標準，區分為耐燃一級、二級、三級或級外。然而建築技術規則僅規定板材部分，施工業者在進行裝修時，常將通過檢測及規範要求之板材黏附於另一底材上，並以木角材或天花板吊筋固定，此底材及角材、吊筋並未加以規範。然而，其是否會影響裝修材料之防火性能？故本研究針對施工上用以固定板材之底材、木角材或天花板吊筋等之材質，應否列入管理進行研究，將達下列目的：

1. 完成室內裝修之固定材料影響防火性能之評估。
2. 說明底材應否管制以及如何管制之具體建築法規修正條文建議草案。

## 第二節 研究方法及流程

### (一) 固定材料對防火性能之影響

本研究欲評估火災發生時吊筋及木角材是否會崩壞擴大火災規模，研究除文獻回顧外，另分析吊筋及木角材在火災起火期、成長期、閃燃時所扮演之角色，以及其對避難逃生之影響。並以二項全尺寸試驗實際評估角材吊筋在火場下之性能：CNS 12514「建築物構造部分耐火試驗法」【2】、ISO 9705 房間試驗【3】。

CNS 12514「建築物構造部分耐火試驗法」為一以標準升溫曲線加熱方式測試建築構件之試驗法，而房間試驗（如下圖 1-1）為評估裝修材料防火性能之「最終依歸試驗法」，二者雖有不同用途，但均能用來模擬角材及吊筋之在實際火災發生時之真實情形。本研究依常見之裝修方式共進行兩次 CNS 12514 實驗及兩次 ISO 9705 房間試驗，觀察木角材及吊筋是否會於火災發生時，因受熱而造成結構軟化、崩塌，甚至起火燃燒，擴大火場規模。

### (二) 底材對防火性能之影響

將以實驗之方式實際量測面材本身及貼附於另一底材時之防火性能差異，即可評估底材是否應加以管制。



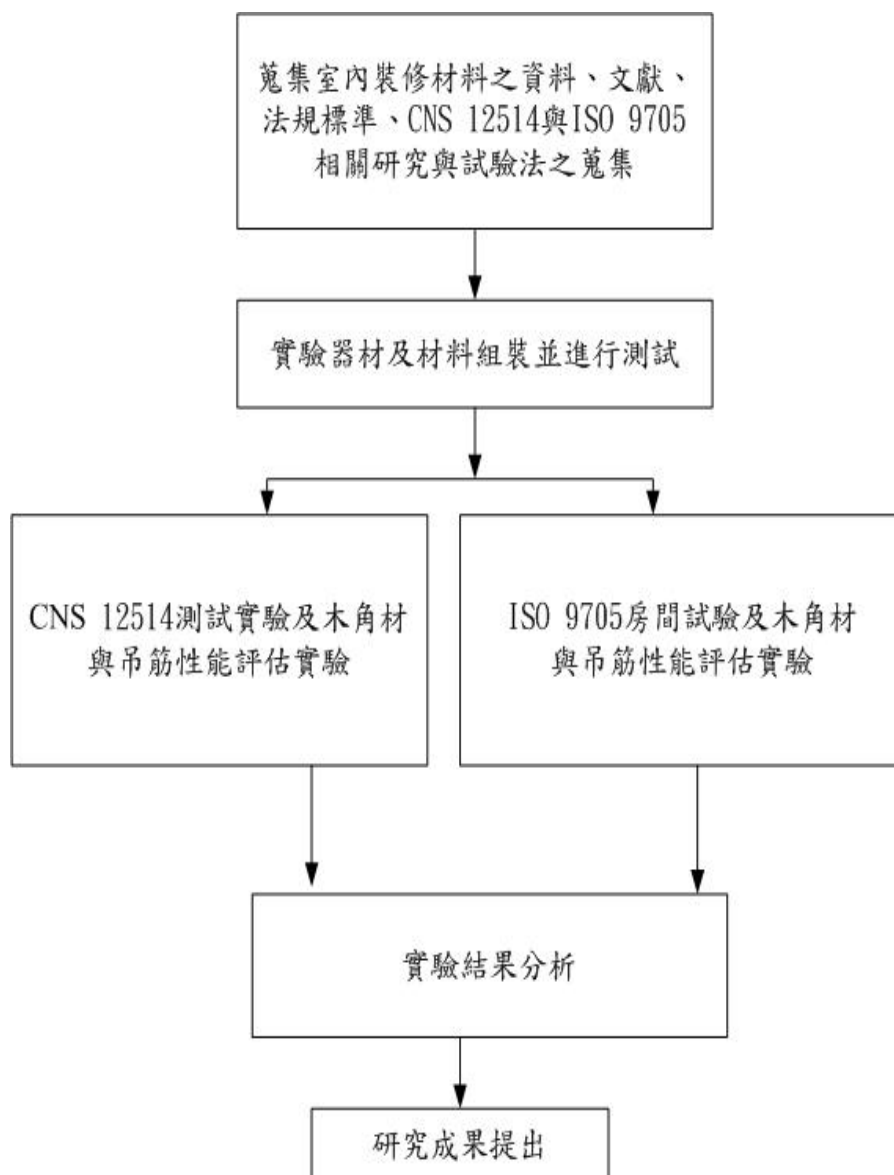


圖 1-1 研究流程圖

(資料來源): 本研究



## 第二章 文獻回顧

隨著生活水準的提高，現代人對於建築物的要求不再只是遮風避雨，它必須要同時滿足人們對居住環境美好舒適的要求，裝修材料也因此被大量使用，若其不具防火性能，將直接威脅防火安全。

### 第一節 裝修材料之使用及施工

裝修材料依位置主要可分為壁裝材料及天花板，其組成方式均為將板材藉由固定材（如角材、吊筋）固定於建築物牆面及頂面。

施工方式有以下幾種類型：

#### 1. 天花板

(1) 明架天花板（板材尺寸 60.6cm×60.6cm）：

為最常使用之形式，可快速組合，且施工方便、拆卸容易、施工後可保持平整，其優越的防火性能更是傳統木造內裝建材所不及。鋼架材質一般以厚度 0.31~0.35mm 鍍鋅鋼板製作，須符合 CNS 1244【4】規範之要求，鍍鋅量達 Z 12，抗拉強度達 310MPa，系統之均佈載達到 ASTM C635-95【5】中度負載標準。鋼架另以吊筋固定於居室頂面（如圖 2-1），再放置天花板材（如圖 2-2）。



圖 2-1 明架天花板及吊筋

(資料來源)：本研究



圖 2-2 明架天花板完成圖

(資料來源)：本研究

(2) 半明架 ( 板材尺寸：60.6cm×60.6cm )：

與明架大同小異，但板材四邊有約有 1 公分的凹槽，使得板材稍微遮掩骨架，如圖 2-3。



圖 2-3 半明架天花板完成圖

(資料來源)：本研究

(3) 暗架天花板 (板材尺寸：30.3cm×60.6cm)：

暗架天花板骨架的形式與明架截然不同，顧名思義是將鍍鋅鋼骨架或木角材 (圖 2-4) 暗藏於後，骨架組合後先封一層石膏板以打底使其平整，再以石膏板、矽酸鈣板、礦纖板……等防火材為天花板面，只見天花板，而未見任何骨架結構。



圖 2-4 木角材暗架天花板施工圖

(資料來源)：本研究

(4) 明暗架 ( 又稱系統式 ) ( 板材尺寸 : 30.3cm×4 尺×6 尺 ) :

所謂明暗架是 X 方向有骨架 , Y 方向骨架嵌入板材內 , 又名系統式是因在有骨架的一方可以兩支間隔 30cm~45cm 主幹 , 內安裝一般照明、緊急照明、消防設備、廣播器等一些設備 , 一般以較大辦公大樓較常設計規劃 , 如圖 2-5。



圖 2-5 明暗架天花板完成圖

( 資料來源 ) : 本研究

## 2. 牆面

壁面裝修亦為將板材藉由固定材固定於建築物牆面上 , 以木角材 ( 圖 2-6 ) 或輕鋼架 ( 圖 2-7 ) 施工為主 , 跨距大多為 60cm。



圖 2-6 室內牆面裝修木角材圖

(資料來源): 本研究



圖 2-7 室內牆面裝修輕鋼架圖

(資料來源): <http://www.ato.tw/index.htm>

## 第二節 室內裝修材料之火災危害

室內裝修材料在火災發生時將直接受到輻射熱及對流熱，材料行為將因受熱而發生變化。若發生在居室之中，更會引發居室火災

**(Compartment fire)。**

## 1. 熱對材料之效應

熱對材料主要有下列效應：

### (1) 昇溫

在火熱下，材料之溫昇速率、到達最高溫度等特性是影響防火性能的最基本性質；後述之熱分解、著火、燃燒或變形、破壞、強度降低等性質，均與材料之昇溫特性有密切關係。在火場中，熱的供給來自材料四周外部，包括火焰之輻射與對流，燃燒氣體之熱傳導或對流，及與熱源鄰接部位之熱傳導。另外，表面有披覆材料或塗料時，則藉經由這些材料之熱傳導也可獲得熱的供給。材料因加熱所表現之昇溫舉動，及昇溫速率及上昇溫度之變化，受到熱供給速率、溫度梯度、材料之比熱、熱傳導率、熔融及氣化之潛熱及其他物理性質所影響。

材料昇溫的過程可視為一乾燥脫水過程；隨著溫度增高，內部自由水、結合水，甚至結晶水將逐漸釋出。有機材料通常在 100~200 °C 溫度下，內部水分已完成蒸發而變得乾燥，同時開始熱分解階段，而不少無機材料之組成含有結晶水，如混凝土、石膏、石綿，一旦昇至高溫，結晶水放出，強度即急速減低。



## (2) 熱分解

所有有機材料在高溫下均會發生熱分解現象，通常熱分解所需的溫度越高，其耐熱性能越好，發生著火、燃燒的可能危險性就越低。此外，熱分解過程中所生成之有害氣體及煙粒子，對於人員之危害性亦不可忽視。因此，有機材料在熱分解階段之熱分解開始溫度、分解潛熱、熱分解機制及速率、可燃及不可燃氣體之生成量、煙生成量（含固體、液體微粒子）、固形炭殘渣生成量等特性，應特別注意。

有機高分子材料在熱分解階段前後，有時會有軟化、熔化、融滴、焦炭化等現象，另外，無機質材料，如石灰岩、大理石等石灰質材料，在大約 800°C 的溫度即開始分解而釋出碳酸氣體，此時材質趨於崩解，強度亦顯著下降。

## (3) 著火、燃燒

材料本身或部分組成成份若為有機質材料，在特定溫度下，若因熱分解產生足量可燃氣體且空氣供給充足，又有適當引火源時即可點火發火(Pilot ignition)而開始燃燒，若材料本身具高能量，甚至可自發著火(Spontaneous ignition)。

#### (4) 變形破壞

##### a. 軟化、熔化

大多數熱可塑性高分子材料在溫度上昇至 200~300°C 時，即會軟化、熔化而發生變形、融滴、脫落，同時喪失原有的強度、機能。因此，用於建材之塑性高分子材料，除儘可能提高軟化點或熔點外（效果有限），另採用不燃性纖維摻混其中，如玻璃纖維，除能強化常溫時之機械性能亦可改善高溫時之耐熱、耐燃性。無機材料之玻璃、金屬類材料在相當高溫下時亦會發生軟化、熔化，例如一般建築物平板玻璃之軟化點約 730°C，鋁合金之熔點約 650°C。鋼材熔點在 1400°C 以上，鋼合金熔點在 910°C 以上，在一般火災溫度下不必擔心熔化問題，然而在 400~500°C 則有潛變變形之虞。

##### b. 龜裂、脆化

材料一遇火熱常發生龜裂、變形、脆化的主要原因，乃是熱膨脹、熱收縮所致。有機材料中熱固性高分子材料及木質系材料，高溫下不會軟化、熔化而是炭化、龜裂，無機材料則因內部組成份之熱膨脹、收縮特性不一致，或水分（水蒸氣）釋出，亦常見龜裂、脆化，甚至碎裂等現象。

### (5) 結構強度變化

特別應重視高溫下強度性能者，主要是結構柱、樑、耐力壁等之構成材料。這些結構用材在承受到火災溫度的情況下，仍需保持原有的安全強度。木構造採用之大斷面膠合集成材，則需依目標耐火時效設計安全斷面尺寸。木材一遇火熱，表面即炭化、龜裂，但外部炭化層能提供阻隔熱與空氣功能，可保護內在完好木材，如斷面過小的話，仍然有安全顧慮。

綜上所述，材料在受熱或處於高溫環境下時會有不同反應特性，這些特性在火災進展過程中會遞次出現，對於火災危害因子效應或助長或消滅。

## 2. 居室火災(Compartment Fire)

若建築物或居室因使用可燃材料而發生火災，居室火災進行過程，依室內溫度的變化大致可分成 5 階段（如圖 2-8）【9】。

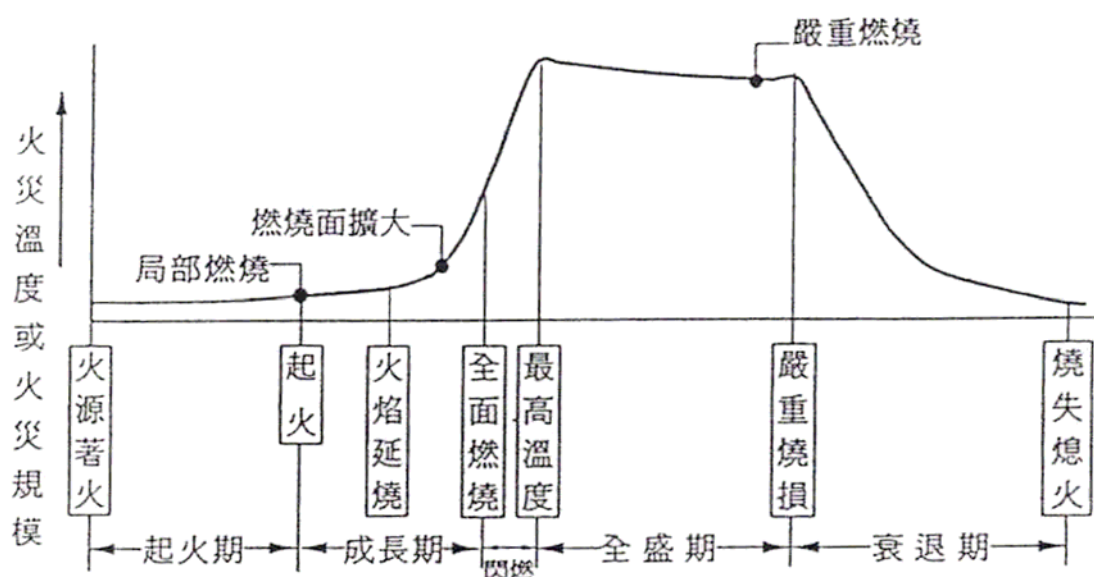


圖 2-8 火災成長過程示意圖

(資料來源): 雷明遠, 耐燃裝修材料之使用設計與施工問題, 建築物室內裝修(飾)防火材料使用講習會專輯, 內政部建築研究所

(1) 「起火期」: 造成起火的原因範圍非常廣泛, 一般有香煙、火柴引起的失火, 電氣器具過熱, 來自鄰接構造物的延燒…等火源, 此段時間稱為「起火期」。

(2) 「成長期」: 一旦材料著火, 即進入「成長期」, 其燃燒需產生更多的熱能始可讓燃燒擴大, 此時火焰即將從燃燒點(區)擴展至緊鄰材料或傳越至火焰舐襲所及稍遠處, 此種由最初著火處再引進一連串它處材料著火現象, 即所謂延燒 (fire spread), 假如有過量熱能產生, 且有熱能回饋的話, 延燒將加劇加速。影響此過程若干物理性、幾何因子、包括可燃物之形狀及配置方向, 有無邊緣、

角落，鄰近有無反射熱能之表面等。

(3)「閃燃」：在火災持續成長的過程當中，熱分解產生的可燃性氣體會在室內高處蓄積，當該氣體與空氣之混合氣體濃度達到燃燒界限，且溫度已達到多數材料之著火點或以上，則爆發性使室內全體陷於火焰之中；亦即使局部燃燒瞬間擴大到全體燃燒，此從火災之成長期移向最盛期之短時間現象，稱為「閃燃」。由於此階段會發生溫度急遽上升、煙及燃燒氣體量激增、氧氣濃度急速減少、壓力變化等現象，人在室內已難以存活，所以所有人員應在此之前逃避至安全之處，因此「閃燃」在火災危害及人員逃生上是最關鍵的時期。

(4)「全盛期」：自閃燃起始之後，火勢旺盛、溫度持續在高溫領域的時期，稱為全盛期，此階段火勢的強度大小依可燃物量與空氣之供給量而定。

(5)「衰退期」：為居室火災最盛期後火勢趨小之階段，室內溫度開始成直線般下降，地板上呈現殘物燃燒狀態，一直至熄滅為止。

由此可見，在火災過程五階段之中，火災擴大受材料特性影響之關鍵時期是從起火至閃燃階段為止，在此階段內，其燃燒現象之大小及火災之持續時間則由系內可燃材料總量所決定。因此裝修材料在預防火災發生及阻止延燒擴大功能方面所扮演角色十分重要。

建築物防火對策的第一要務即是預防起火，而建築技術法規對於裝修材料的表材有其規範，但卻只測試表材之表面耐火性，並未對於表材之背面探討其防火性能，且對於裝修時所使用的底材，也無所規範，所以可能導致火藉由試體的傳熱性而加熱用來固定之木角材或吊筋，使其燃燒或變形，最後導致火由表材之背面燃燒或造成裝修的崩塌，造成更嚴重的後果。

### 第三節 室內裝修材料防火性能試驗法

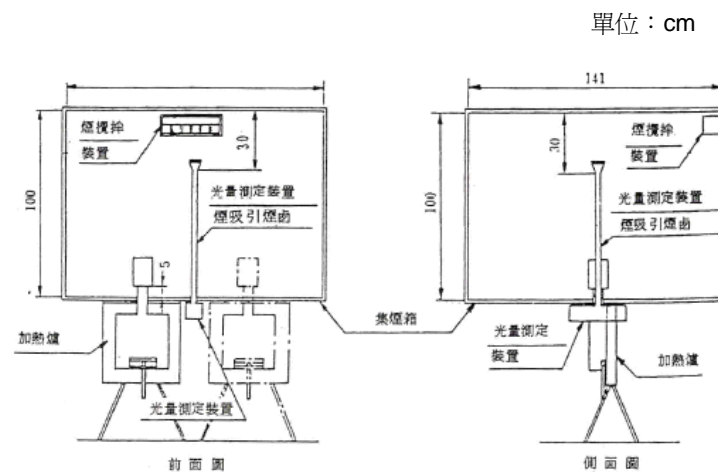
室內裝修材料若著火，即釋放熱、煙、有毒氣體，這些產物不僅對人員逃生造成立即威脅，對財物之損失亦不容小覷。針對此危害，防火設計須管制室內裝修材料著火時釋放熱、煙、有毒氣體量，並以各式防火試驗法進行檢測

常見室內裝修材料之試驗法計有表面試驗、基材試驗、單材耐燃測試(SBI)【6】、圓錐量熱儀(Cone Calorimeter)【7】及房間試驗(Room Test)等，其中表面試驗、基材試驗為我國現行之試驗法，其餘三項為國際間最受重視之試驗法。以下分別就各實驗項目之試驗原理、試體尺寸、火害參數以及判定標準加以探討。

#### 1. 表面試驗 (CNS 6532)

試體尺度為長寬各 220 mm，厚度即材料實體厚度。主要用於測定建材從火災起火期至成長期、閃燃(Flashover)前之燃燒發熱性，因

此其加熱方式：起初 3 分鐘，使用液化丙烷瓦斯 (LPG) 燃燒器 (副熱源) 加熱(如圖 2-9)，其後數分鐘加上 1.5 kW 之電熱管(主電源)一起加熱；總加熱時間配合耐燃性 1, 2, 3 級分別定為 10, 10, 6 分鐘，試體表面受熱之平均熱通量曲線如圖 2-10【8】，藉以評估其對火災之助長關係。在 1970 年代時普遍採用溫度量測法評估發熱性，因此量測材料燃燒時加熱爐排氣出口處及試體背面之排氣溫度上昇(Exhaust temperature rise)，並與不燃材料之溫昇進行比較；另考慮避難安全，所以亦評估材料之發煙性，以換算可見距離之減光法，測定蓄積於集煙箱之煙濃度。此外，兼顧查核整體性防火性能，亦評估防火上有害變形、殘焰、貫通性、龜裂 (crack or check) 等性能。



**圖 2-9 表面試驗示意圖**

(資料來源)：CNS 6532 室內裝修材料防火性能試驗法

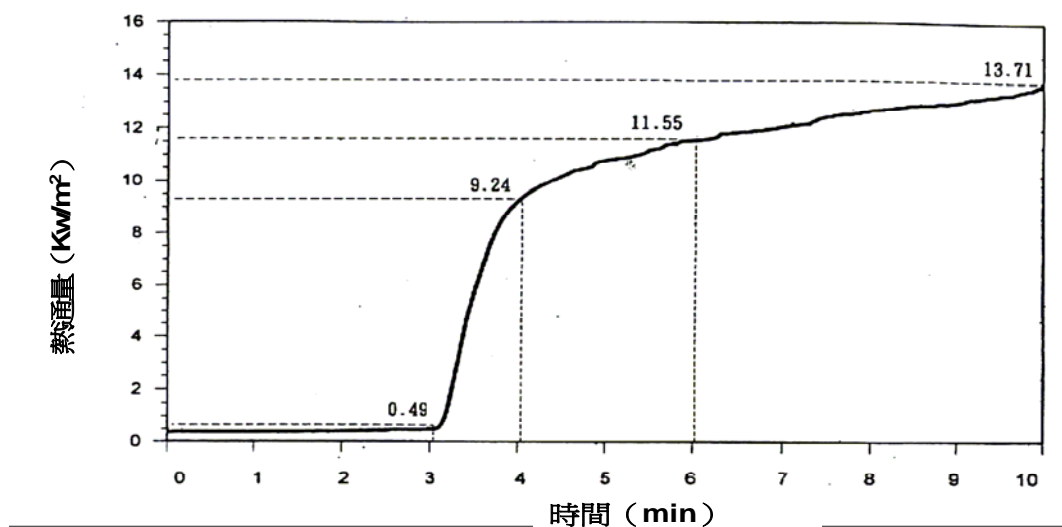


圖 2-10 CNS 6532 表面試驗試體表面之平均熱通量曲線

(資料來源): CNS 6532 室內裝修材料防火性能試驗法

試驗期間可藉自動三筆紀錄器繪製排氣溫度曲線、試體背面空間溫度曲線、發煙係數 ( $C_A$ ) 曲線，並根據該圖求其相關數值。加熱試驗結束後，觀察並紀錄餘焰時間與背面有無龜裂情形發生。由各項紀錄值依燃燒特性與耐燃性判定基準，加以評估耐燃性。

本試驗所評估主要燃燒特性有下列七項，分別表示試材之各項火災性狀，需綜合評估以決定試材之耐燃級別。圖 2-5 為測試結果示意圖，表 2-1 為 CNS 6532 表面試驗耐燃級別判定。



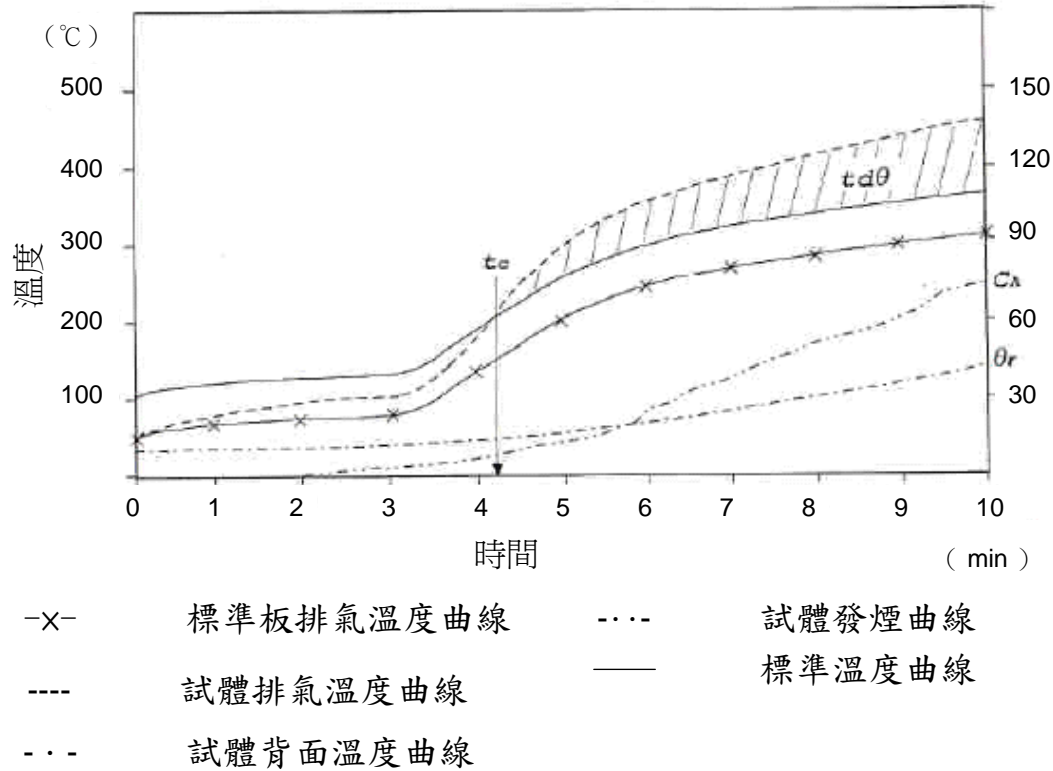


圖 2-11 CNS 6532 表面試驗測試

(資料來源)：CNS 6532 室內裝修材料防火性能試驗法

(a)「排氣溫度曲線」超過「標準溫度曲線」所經過之時間 ( $t_c$ )：二線交點時間為試體表面受熱起火發熱所經之時間，用來表現著火性或著火難易性、排氣溫度上升性及易燃性。

(b)溫度時間面積 ( $t_d\theta$ )：即試體排氣溫度曲線超過標準溫度曲線 ( $t_c$  點) 至加熱時間結束為止，該二曲線所圍成的面積 ( $^{\circ}\text{C} \cdot \text{min}$ )，利用求積儀直接在紀錄紙上直接量取欲量測之面積，再乘上  $25(^{\circ}\text{C} \cdot \text{Min}/\text{cm}^2)$ ， $t_d\theta$  值用來表示材料之發熱性 (Heat release)。

(c)發煙係數 ( $C_A$ )：將加熱期間所產生之煙收集於容積  $2\text{m}^3$  之集煙箱

建築物初期滅火新技術之研究 ( I ) 裝修材料底材熱 / 煙特性及檢測規範研究中，並經攪拌均勻後，由吸引管吸入光量測定裝置，而以所測得單位面積最大發煙量即為發煙係數( $C_A$ )。

(d)背面空間溫度( $\theta_r$ )：加熱試驗中藉由裝設於試體背面空間之熱電偶所測得溫度之經時變化；表示試體之傳熱性。傳熱性乃是與材料之熱傳導率及輻射熱透過率有關之性質。在建築火災時，為防止背面鄰近物件因傳熱而著火、延燒的危險。

(e)餘焰時間( $t_l$ )：終止加熱起，目視試體表面火焰持續時間，用來表示自熄性(Self-extinguish ability)。

(f)龜裂( $C_k$ )：試驗終了，觀測試體背面有無貫穿板全厚的裂縫發生。且其貫穿至試體背面(非加熱面)之裂縫寬度，不得超過板厚之 1/10。

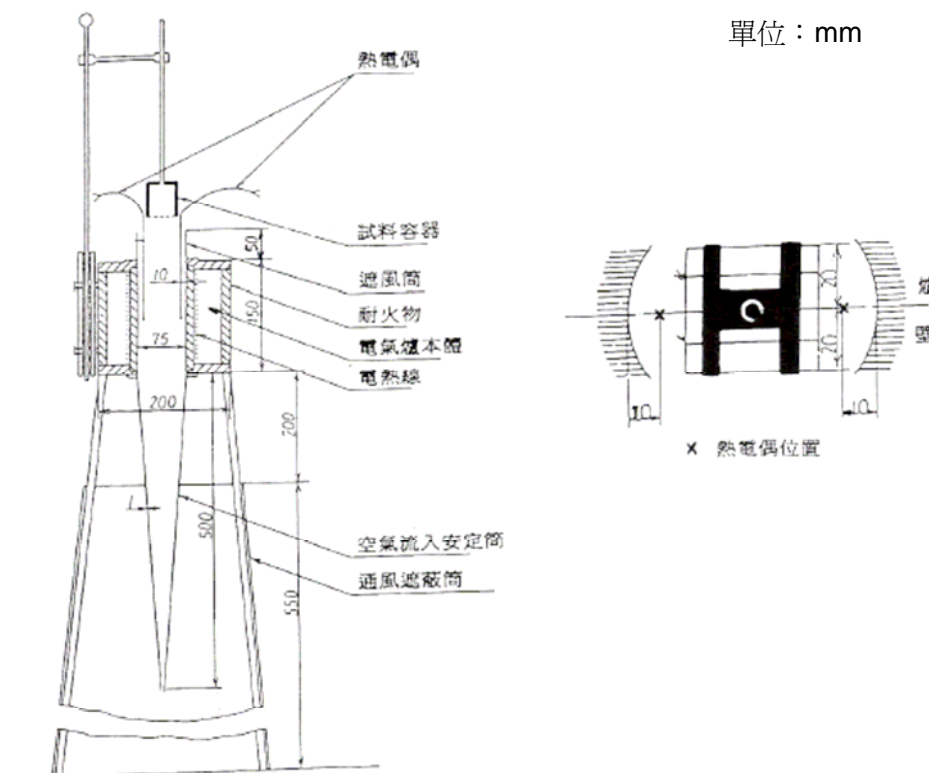
表 2-1 CNS 6532 耐燃級別判定

耐燃級別	加熱時間 (min)	判定項目				
		排氣溫度曲線 $t_c$ (min)	溫度時間面積 $td\theta$ ( $^{\circ}C \cdot min$ )	發煙係數 CA	餘焰 $t_l$	龜裂 Ck
耐燃一級	10	未超越標準曲線 ( $t_c=0$ )	$td\theta=0$	$CA < 30$	餘焰時間未滿 30 秒 ( $t_l < 30s$ )	貫穿至試體背面之裂隙寬度未超過板厚之 1/10
耐燃二級		試驗開始後 3 分鐘內未超越標準溫度曲線 ( $t_c \geq 3$ )	$td\theta \leq 100$	$CA < 60$		
耐燃三級	6		$td\theta \leq 350$	$CA < 120$		

(資料來源)：CNS 6532 室內裝修材料防火性能試驗法

## 2. 基材試驗

如圖 2-12，主要用於判定材料之不燃性 (Non Combustibility)，由於材料是否可燃會受周遭溫度、熱量、空氣等條件因素所影響，故本試驗提供相當於火災盛大期之高溫狀態環境 ( $750^{\circ}C$ ) 來評估材料是否「不燃」。試體尺度為長寬  $40 \pm 2$  mm、高  $50 \pm 3$  mm，共加熱 20 分鐘，爐內溫度均未超過  $810^{\circ}C$ ，即為合格。可測試出不僅材料表層，甚至內部或全體材料之不燃程度。



圖

### 2-12 CNS 6532：基材試驗裝置

(資料來源)：CNS 6532 室內裝修材料防火性能試驗法

### 3. 圓錐量熱儀試驗

圓錐量熱儀 (如圖 2-13) 為一使用氧氣消耗法測試原理量測熱釋放率之小尺寸試驗儀器，我國目前以訂定圓錐量熱儀之試驗法國家標準 (CNS14705)，但尚未以此試驗法判定壁裝材料之耐燃性。

試體尺寸為 100 mm×100 mm 之正方形，試體一般以水平放置，量測試體於設定輻射量下所釋放之總能量、試體之引燃時間、質量損失率、煙濃度及 CO/CO<sub>2</sub> 氣體產生率、有效燃燒熱、熱釋放率峰值等。

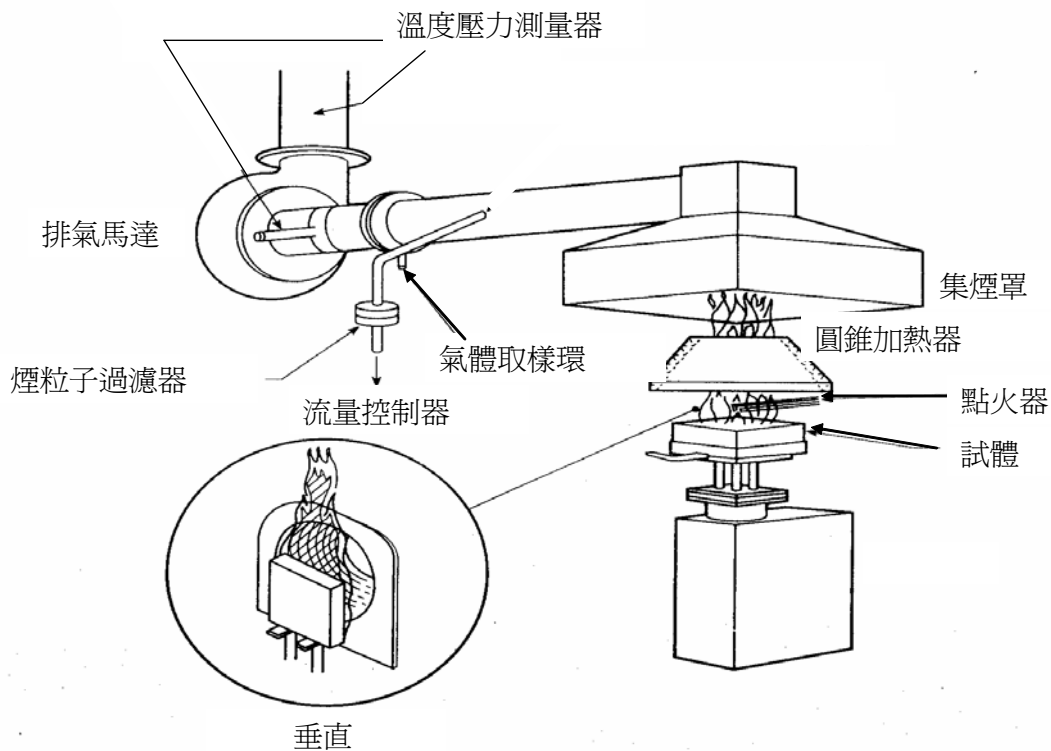


圖 2-13 圓錐量熱儀示意圖

(資料來源)：ISO 5660 圓錐量熱儀試驗

#### 4. 房間火災試驗(Room Test)

房間火災試驗 (如圖 2-14 所示) 使用氧氣消耗原理，用來量測材料在大尺寸真實火場之放熱、發煙及有毒氣體產生量。試驗房間尺寸正面為長寬各  $2.4\text{m}\pm 0.05\text{m}$ ，中央處設置  $0.8\pm 0.05\text{m}\times 2\text{m}\pm 0.05\text{m}$  之開口，縱深為  $3.6\pm 0.05\text{m}$ 。引燃源使用尺寸  $170\times 170\times 145\text{mm}$  之丙烷氣體燃燒器。試驗開始後前十分鐘輸出熱  $100\text{ kW}$ ，後十分鐘則提高至  $300\text{ kW}$ ，試驗時間共二十分鐘。

測試之裝修材料除地板外依實際設計置於內部各面後，以此引

燃源引火燃燒，房間內在天花板、門口角落處所設置的熱電偶計與地板中心之熱通量計進行氣體溫度及熱通量測量。燃燒所生成的氣體產物則由集煙罩及排氣系統所收集，並由取樣管抽至 CO/CO<sub>2</sub> 分析儀及 O<sub>2</sub> 分析儀進行氣體分析，其數據可計算經由房間門口排出之熱釋放率與燃燒之氣體產生率。

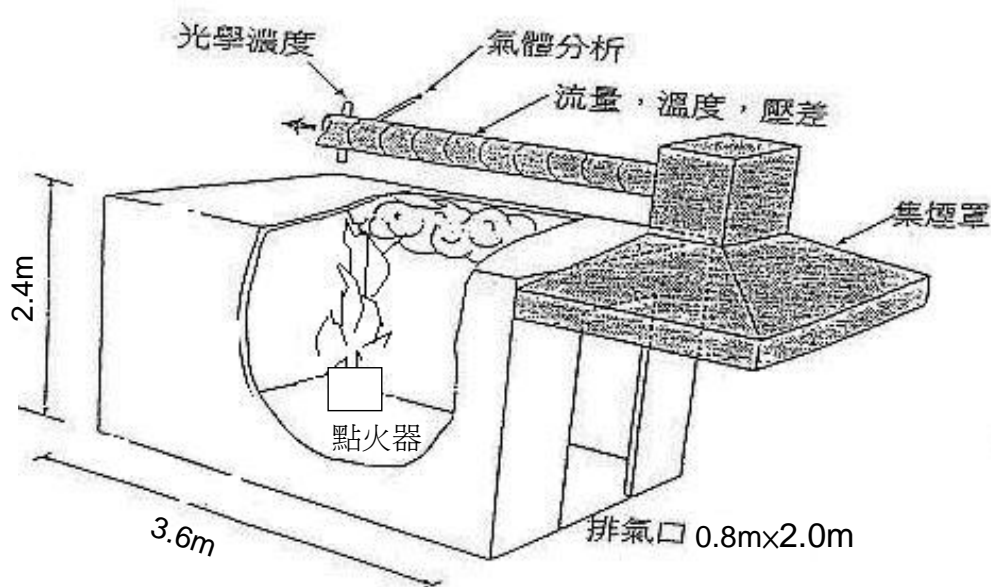


圖 2-14 房間火災試驗示意圖

(資料來源)：ISO 9705 房間試驗

## 5. 單材耐燃測試

單一燃燒物品試驗法是一中尺度的測試儀器，如圖 2-15，試驗設備包括一尺寸長 3.0×3.0×2.4m 之燃燒室，另有一試體推車，放置主、輔助燃燒器及試體。試體由二塊分別為 1.0 x 1.5m（長邊）及 0.5 x 1.5m（短邊）之試材構成，形成直角之角落，模擬建築材料在真實火場牆角環境下之受熱反應。可量測燃燒產物的溫度、速度、氧濃度和煙濃度，其目的用以獲得相關的熱釋放率和煙遮蔽率的數據資料。材料分級判定項目包括熱釋放率（FIGRA）、煙生成量（SMOGRA）、側向火焰延燒率、火焰微粒等。

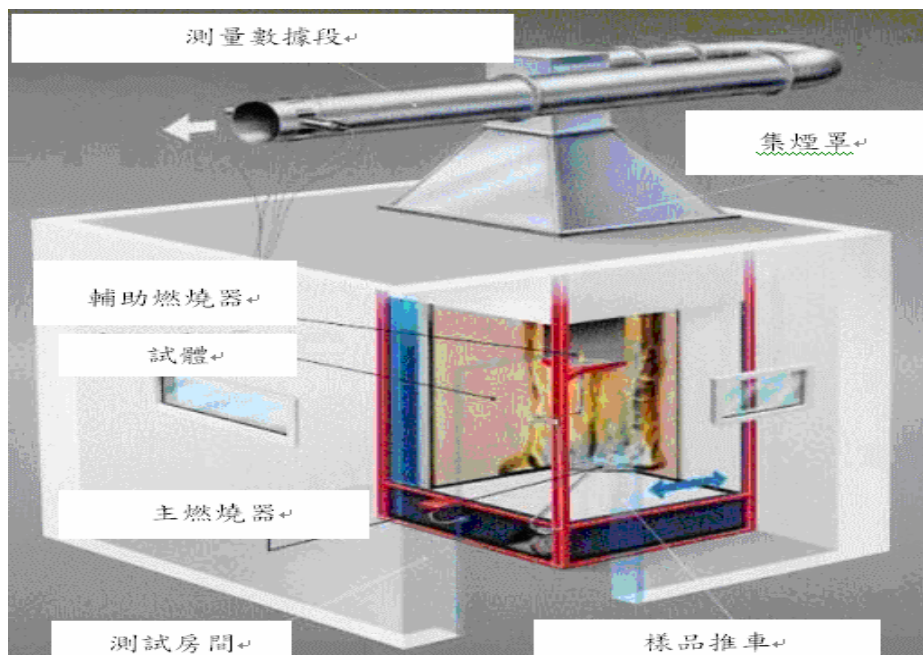


圖 2-15 單材耐燃測試示意圖

(資料來源)：SBI 單材耐燃測試

表 2-2 列出各項試驗法之比較，可見各試驗法所模擬之火災情境均不同，試體尺寸、加熱方式亦大不相同。一般而言，大尺寸試驗係模擬火災自起火期直至閃燃後甚至衰退期之火災情境，但小尺寸試驗只評估材料於火災初期之燃燒行為。

目前裝修所使用的底材不需經過耐燃等級之測試，當發生火災時，底材可能被加熱而起火燃燒。雖然表材具有一定之耐燃等級，不易延燒，但是裝修於後面的底材，可能會使得火災快速延燒，如此一來，原先之防火設計將無法達到其設計目標。由於底材裝修於表材之後，且表材為耐燃材料可以延緩火災延燒，所以底材是否會於表材尚未被火燒穿前，就因受熱而燃燒，實在是不得而知？且固定板材之木角材以及吊筋是否與底材一樣，於表材或天花板尚未被火燒穿之前，就因受熱而燃燒；或者固定天花板之木角材或吊筋，是否會因受熱而導致結構變形或軟化，進而使得木角材或吊筋脫落，使得天花板有坍塌之虞，亦是一重大問題！



表 2-2 相關標準分析比

試驗法	ISO 5660 圓錐量熱儀		CNS 6532 表面試驗	CNS 6532 基材試驗	ISO 9705 房間試驗	SBI
試體尺寸 (mm)	100×100		220×220	40×40×50 立方體	2.4m×2.4m× 3.6m	1.0 x 1.5m (長邊)及 0.5 x 1.5m (短邊)
幾何配置	水平 (或垂直)		垂直	-----	-----	垂直
加熱時間 (min)	20		10 (液化石油氣 3min、石英加熱 管 7min)	20	20	26
加熱條件	均勻熱通量： 50kW/m <sup>2</sup> 30kW/m <sup>2</sup> 15kW/m <sup>2</sup>		液化石油氣 350ml/min，石 英加熱管熱量 1.5kW	起始溫度 750°C	試體前十分 鐘淨熱輸出 100kW，後十 分鐘淨熱輸 出 300kW	30.7±2kW
引燃源位置	引燃源位於元 追加熱器下方 距試體 24mm		瓦斯燃燒器具 表面 15mm，石 英加熱管距試體 表面 35mm	於試體四 周加熱	引燃源位於 角落	引燃源位 於角落
測試項目	表面 著火 性	$t_{ig}$ (s)	$t_c$ (s)	-----	$t_{ig}$ (s)	-----
	熱釋 放	THR (kW/ m <sup>2</sup> )	$td\theta$ (°C·min)	$\Delta t$ (°C)	FIGRA (kW/s)	FIGRA (kW/s)
	發煙 量	SEA (m <sup>2</sup> /k g)	CA	-----	SMOGRA (m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup> )	SMOGRA (m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup> )
	質量 損失 率	$\dot{m}''$ (g/s · m <sup>2</sup> )	$\dot{m}''$	$\dot{m}''$	$\dot{m}''$	$\dot{m}''$

資料來源：本研究



## 第三章 支撐材評估實驗及討論

本章節針對一般家庭和辦公室常見的內裝固定材料（木角材及吊筋輕鋼架）進行評估，但由於目前未有針對固定材料之試驗方法，又鑑於 ISO 9705 房間試驗與 CNS 12514 建築物構造耐火部份試驗，可針對固定材料在真實火場下現象進行全尺寸實驗的探討，故將實驗分為以 ISO 9705 房間試驗與 CNS 12514 進行。

### 第一節 ISO 9705 房間試驗

實驗設備介紹請見第二章第三節。

#### 1. 實驗設計

為瞭解不同耐燃級數、不同厚度板材於 ISO 9705 房間試驗之火場行為，第一及第二次實驗分別以 9mm 耐燃二級石膏板及 12mm 耐燃三級耐燃合板為面材。天花板之支撐材分為兩個部份，一半以木角材來固定面材，另一半吊筋輕鋼架來固定面材，牆面則都以木角材來固定，木角材跨距皆選用在一般裝修最常使用的 60cm（如圖 3-1），裝修後 ISO 9705 房間長、寬、高分別為 3.3m、2.2m、2.3m。量測項目包括房間天花板、天花板木角材、天花板吊筋及牆面木角材溫度，第一次實驗及第二次實驗之溫度測點分佈如圖 3-2 及圖 3-3。

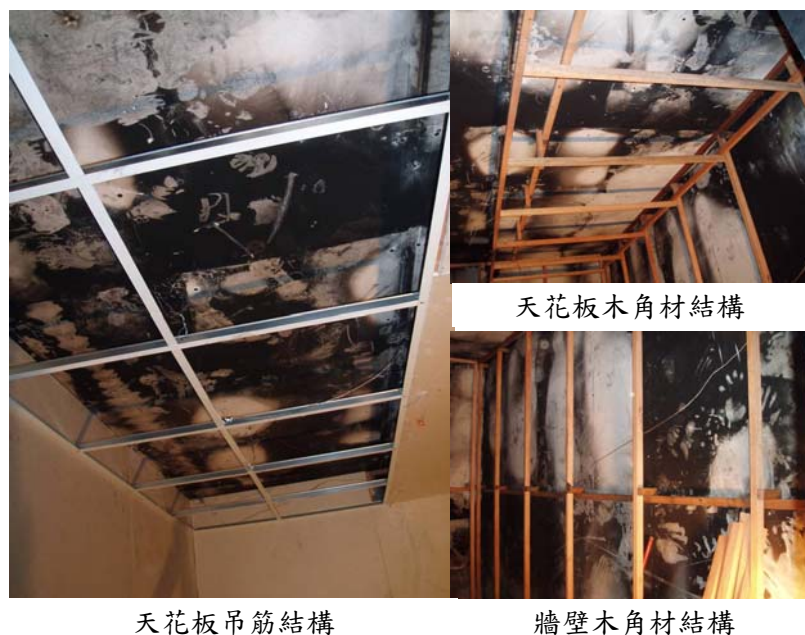


圖 3-1 天花板吊筋、天花板木角材、牆面木角材結構圖

(資料來源)：本研究

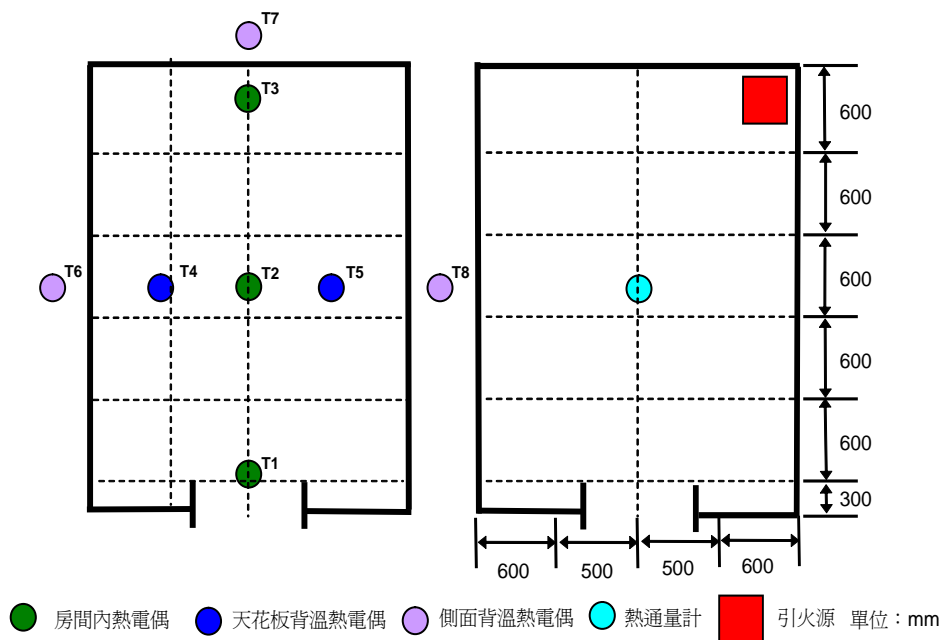


圖 3-2 第一次 ISO 9705 熱電偶測點分布圖

(資料來源)：本研究

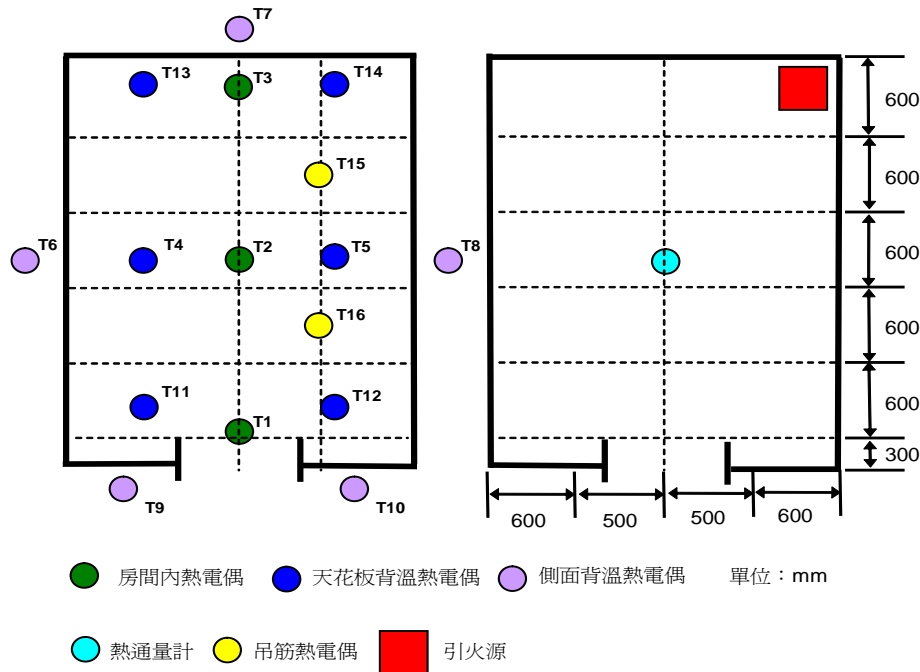


圖 3-3 第二次 ISO 9705 熱電偶測點分布圖

(資料來源)：本研究

## 2. 引火源校正

本實驗以燃燒器 (Burner) 為引火源，以 95% 丙烷為燃料，對於燃燒器不同熱釋放率進行調整 (如圖 3-8)，測試在 ISO 9705 煙罩下進行。並利用 ISO 9705 集煙罩收集氣體至氣體分析儀中進行分析，每 2 秒紀錄一數據資料，導管體積流量為  $3 \text{ m}^3/\text{s}$ 。

測試熱量分別為前十分鐘以 100kW，後十分鐘以 300kW 為實驗條件。分別記錄其丙烷氣體流量與壓力。測試結果如圖 3-4，校正結果十分良好。

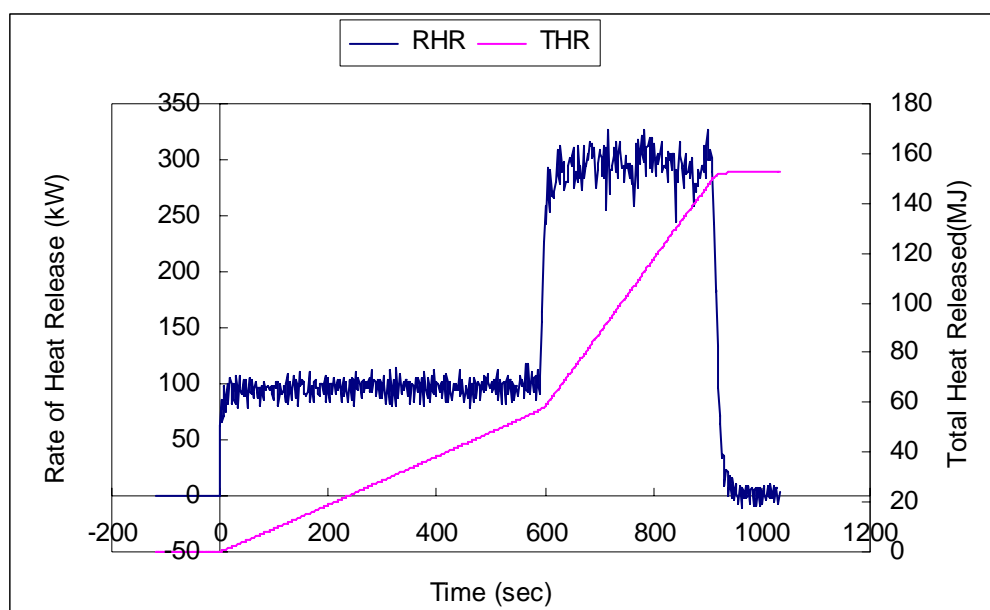


圖 3-4 燃燒器校正熱釋放率圖

(資料來源)：本研究

### 3. 第一次 ISO 9705 房間試驗結果

圖 3-5(a)~(d)為第一次 ISO 9705 房間試驗過程，實驗開始後第 13 秒牆面石膏板即有明顯變黑焦化情況，當到達第 22 秒時天花板有明顯變黑焦化的情況，且焦化面積持續擴大。10 分鐘時，燃燒器熱釋放率由 100kW 增加至 300kW，牆面和天花板焦化面積也隨熱釋放率增加而擴大。15 分 20 秒時，天花板被燒穿掉落。15 分 20 秒天花板崩塌後，火焰穿過表材石膏板，直接燃燒底材之木角材及吊筋，使裝修的結構受到破壞，之後陸續有小片的天花板掉落，當 19 分 23 秒天花板整個崩塌下來，最後到達 20 分鐘時，點火器熄火，可清楚的看到木角材的天花板已全部崩塌 (圖 3-6)，天花板的木角

材還有餘焰燃燒，且牆面的焦化面積也清晰可見。

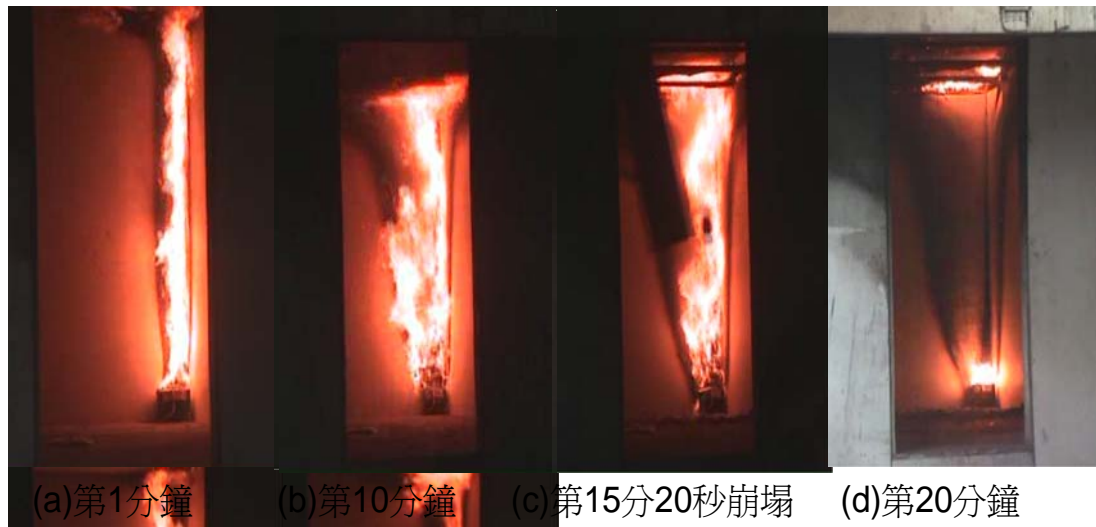


圖 3-5 第一次 ISO 9705 房間試驗實驗圖

資料來源：本研究



圖 3-6 天花板版材燒穿及木角材崩塌

(資料來源)：本研究

實驗各熱電偶測點溫度如圖 3-7，熱釋放率、總熱釋放如圖 3-8。由圖 3-7 可知，天花板下方之溫度(T1、T2、T3)在熱釋放率 100kW 時，約維持在 200°C~300°C，十分鐘後熱釋放率增加至 300kW，室內溫度也隨之增加至 400°C~600°C，至 15 分 20 秒石膏板崩塌，火災熱氣穿透面材進入天花板後方，使天花板下方之溫度反而下降。此外天花板後方溫度(T4、T5)自崩塌後快速上升，另牆面後方溫度(T6、T7、T8)緩慢上升，且均不超過 100°C。

熱釋放率部分，因石膏板為不燃材料，引火源為唯一熱釋放來源，前十分鐘約維持在 100kW，隨後增加至 300kW，當面材崩塌後，木角材被引燃後，熱釋放率才又有明顯的增加。

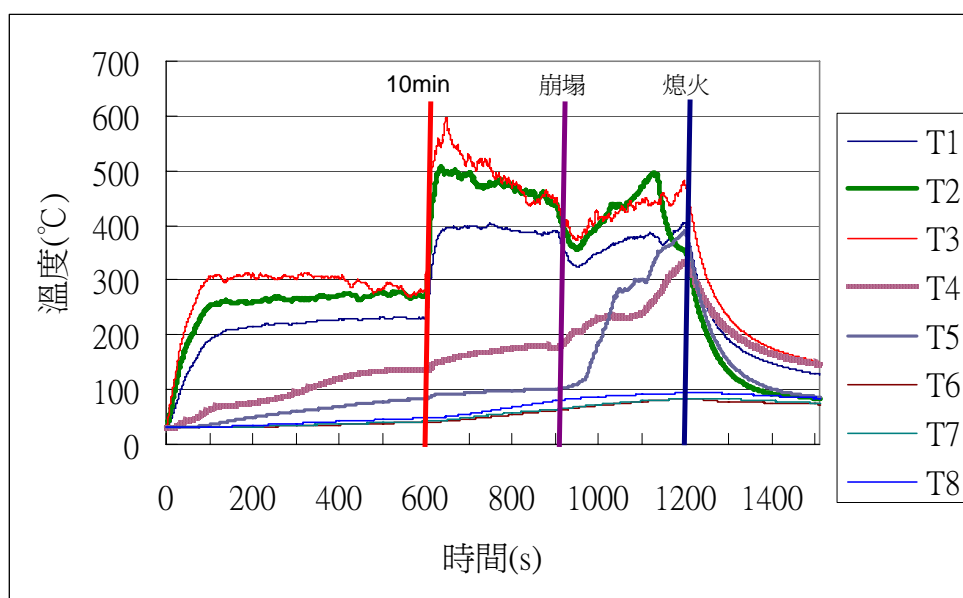


圖 3-7 第一次 ISO 9705 試驗熱電偶升溫圖

(資料來源) 本研究



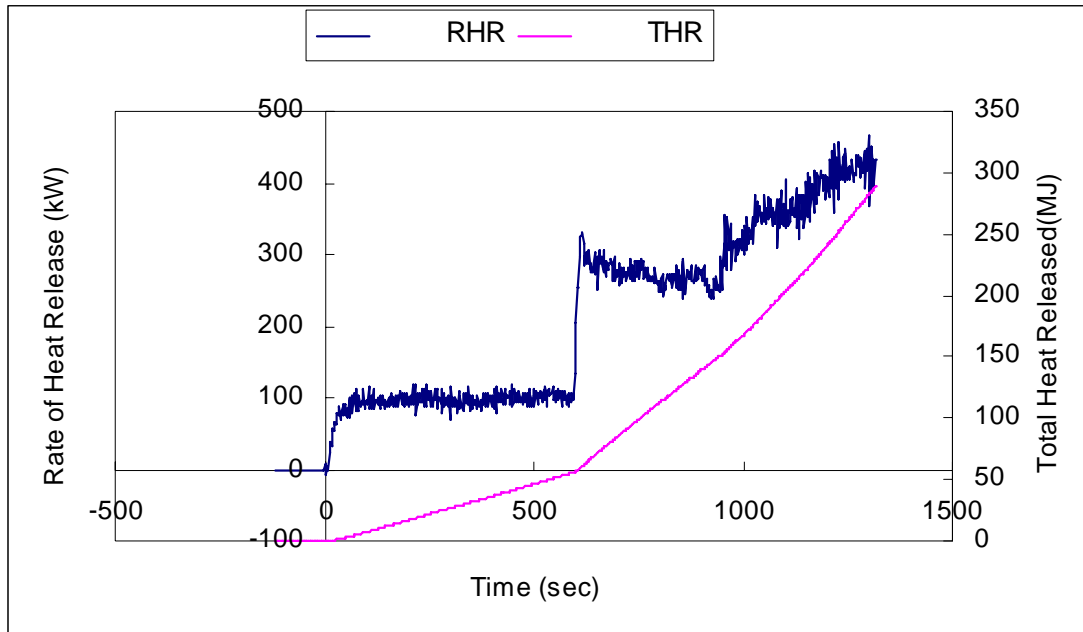


圖 3-8 第一次 ISO 9705 試驗熱釋放率、總熱釋放率圖

(資料來源)：本研究

#### 4. 第二次 ISO 9705 房間試驗

圖 3-9(a)~(c)為第二次 ISO 9705 房間試驗過程，實驗開始後第 16 秒牆面的耐燃合板有明顯的變黑焦化情況，當到達第 34 秒時天花板有明顯變黑焦化的情況，且焦化面積持續擴大。當到達 10 分鐘時，熱釋放率由 100kW 增加至 300kW，而當 10 分 37 秒發生閃燃，火焰竄出，10 分 57 秒撒水熄火。

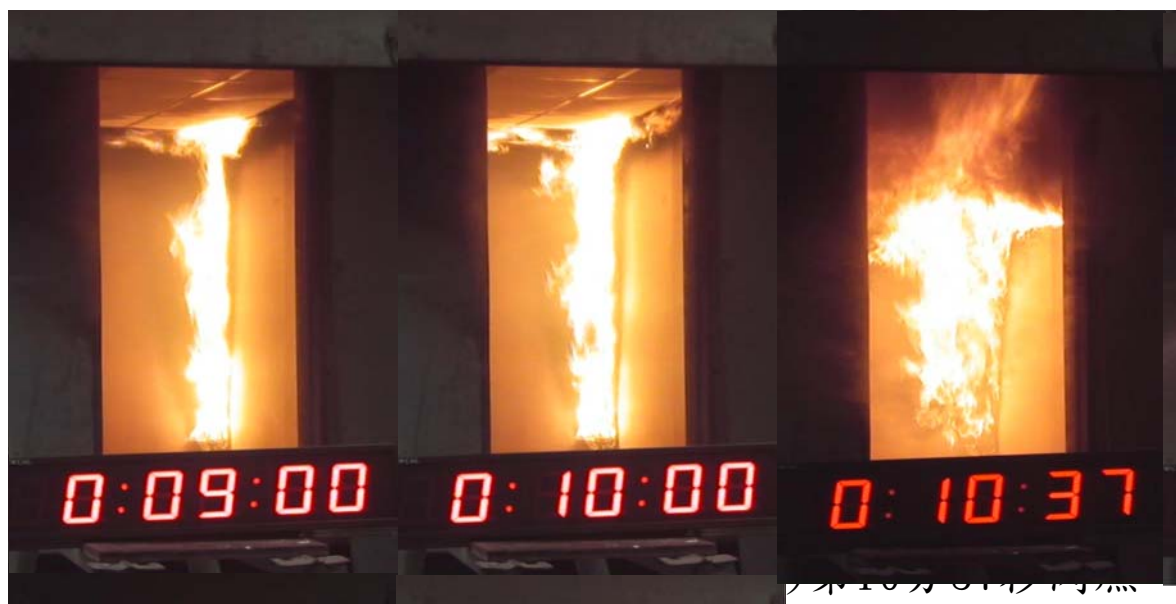


圖 3-9 (a)~(c) 第二次 ISO 9705 房間試驗過程

(資料來源): 本研究

實驗各熱電偶測點溫度如圖 3-10，天花板下方之溫度(T1、T2、T3)在熱釋放率 100kW 時，除 T3 因為於燃燒器附近，溫度達約 500°C 外，其餘各點維持在 300°C 左右，十分鐘後熱釋放率增加至 300kW，至 10 分 37 秒發生閃燃，溫度已達約 600°C~900°C，為避免實驗設備受損，實驗隨即停止。此外天花板後方溫度(T4、T5、T11、T12、T13、T14)與牆面後方溫度(T6、T7、T8、T9、T10)緩慢上升，且均不超過 100°C。吊筋(T15、T16)之溫度介於 150°C~200°C，無法造成吊筋性質之改變。熱釋放率、總熱釋放如圖 3-11，耐燃合板雖可燃，但前十分鐘釋放之熱並不多，隨燃燒器熱釋放增加至 300kW，短時間內即達閃燃，熱釋放率也隨之瞬間增加。

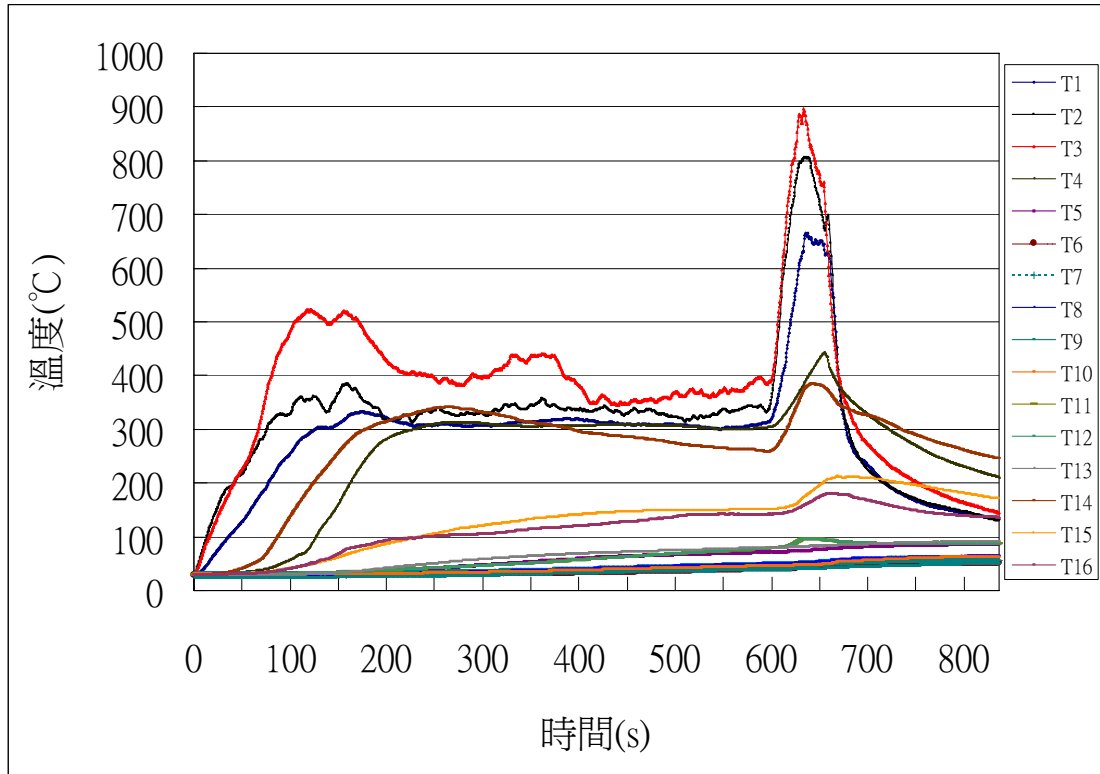


圖 3-10 第二次 ISO 9705 試驗熱電偶升溫圖

(資料來源)：本研究

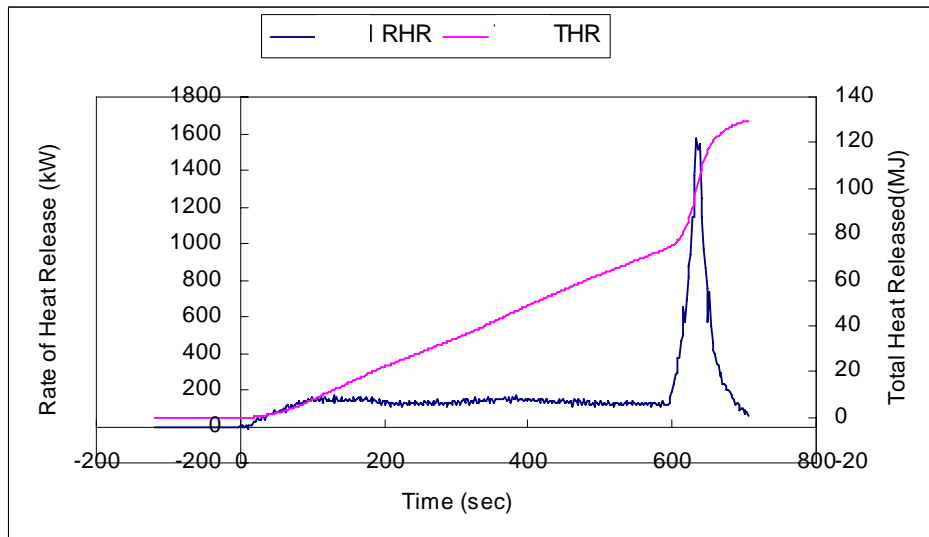


圖 3-11 第二次 ISO 9705 試驗熱釋放率圖

(資料來源)：本研究

## 5. 面材小尺寸實驗

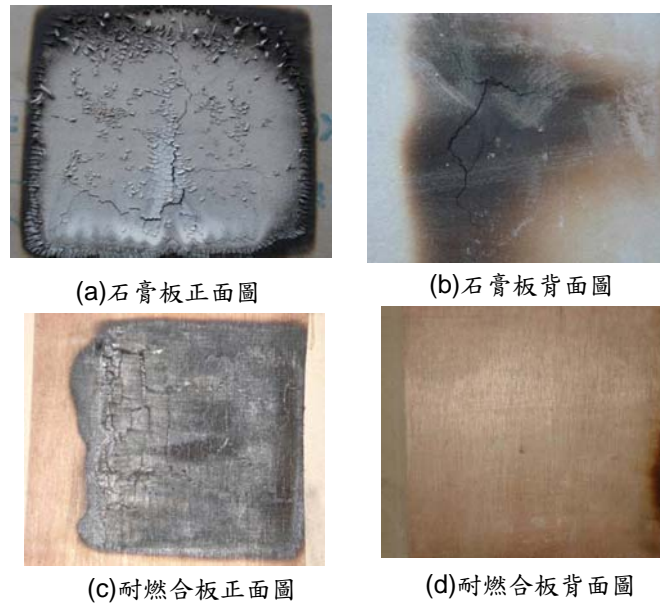
將上述兩種面材 ( 9mm 石膏板、12mm 耐燃合板 ) 分別以 CNS 6532 表面試驗及圓錐量熱儀測試，CNS 6532 表面試驗結果，9mm 石膏板在測試結果因龜裂超過厚度 1/10 故不符合一級判定，12mm 耐燃合板因溫度時間面積與餘焰皆超過判定標準，故屬於級外。

另石膏板部分發生貫穿之裂縫 ( 圖 3-12 ( a ) ~ ( d ) )，可對應上述 ISO 9705 房間試驗於燃燒器上貫穿之現象。

**表 3-1 表面試驗結果**

試體名稱	加熱時間 (min)	判定項目				
		排氣溫度曲限 $t_c$ (min)	溫度時間面積 $td\theta$ (°C · min)	發煙係數 CA	餘焰 $t_1$	龜裂 Ck
石膏板	10	試驗開始後3分鐘內未超越表準溫度曲限 ( $t_c \geq 3$ )	$td\theta < 100$	CA < 30	餘焰時間未滿30秒 ( $t_1 < 30s$ )	貫穿至試體背面之裂隙寬度超過板厚之1/10
耐燃合板	6	試驗開始後3分鐘內未超越表準溫度曲限 ( $t_c \geq 3$ )	$td\theta > 350$ $td\theta = 413.48$	CA < 120	餘焰時間超過30秒 ( $t_1 < 30s$ ) $t_1 = 57.6$	貫穿至試體背面之裂隙寬度未超過板厚之1/10

(資料來源)：本研究



**圖 3-12 (a) ~ (d) 表面試驗結果**

(資料來源): 本研究

## 6. 房間試驗與表面試驗結果討論

固定材在火場中之危害為被破壞、斷裂、崩塌，造成裝修材料突然大量暴露於火災高熱中以致釋放大量熱、煙，在 2 次房間試驗中，第一次試驗 9mm 二級石膏板面材雖未大量的燃燒，但約於 15 分鐘發生崩塌，第二次試驗 12mm 三級耐燃合板約於 10 分鐘發生閃燃，但未發生崩塌，且固定材皆未受到破壞。第二次試驗 12mm 三級耐燃合板實驗發生閃燃乃因其耐燃級數較低，甚為合理；但發生面材被燒穿，固定材均被破壞的是第一次試驗 9mm 二級石膏板面材，因此在面材燒穿破裂前，即使發生閃燃，固定材並不會受到破壞。

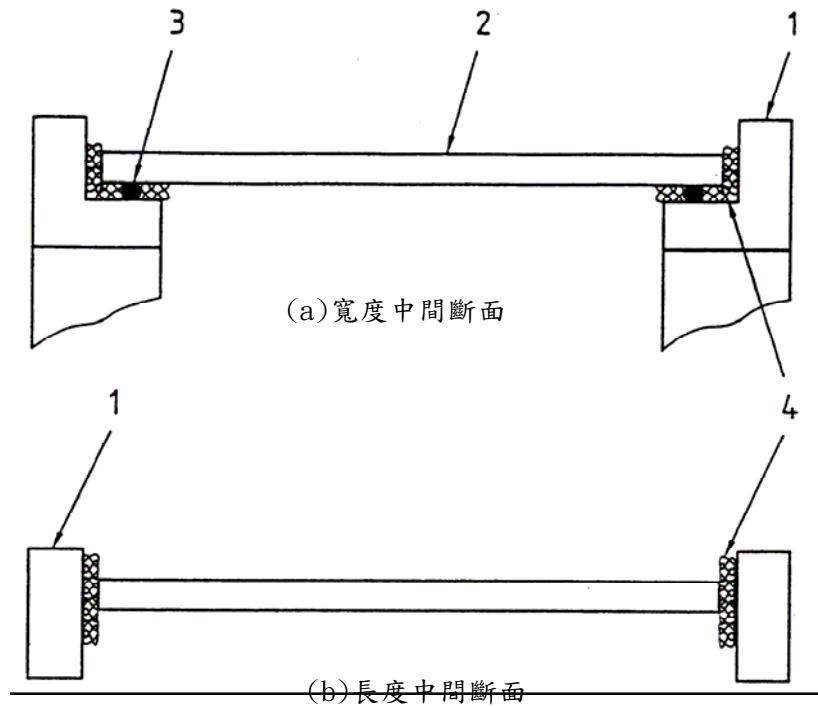
建築物初期滅火新技術之研究 ( I ) 裝修材料底材熱 / 煙特性及檢測規範研究

此外，面材燒穿與否是固定材是否會影響防火性能之關鍵，經分析發現是否燒穿與板材之耐燃性無直接關係，其厚度扮演重要角色。而裝修材料在表面試驗中已有檢測其龜裂及裂隙寬度，足以在火災初期預防固定材之危害。故本研究建議只須規範面材，並不需要針對固定材加以規範。

## 第二節 CNS 12514 建築物構造部分耐火試驗

### 1. 設備簡介

CNS 12514 「建築物構造部分耐火試驗法」設計為評估供防火區劃用之各式組件（如牆、樓板、天花板）之耐火性能，爐內溫度依標準昇溫曲線進行加溫，模擬火災自起火期至擴大成災之火場環境。試驗尺寸長、寬分別為 4.8m、4.8m。本實驗特別針對天花板固定材之性能進行實驗，圖 3-13 所示簡易支承之屋頂組裝方式。



1. 加熱爐體 2. 試體(屋頂) 3. 滾輪或鋼桿 4. 耐火絕緣材

**圖 3-13 簡易支承之樓板及屋頂組裝**

(資料來源)：CNS 12514 建築物構造部分耐火試驗

## 2. 實驗設計

在 CNS 12514 試驗中，實驗設計主要探討面材的厚度對崩塌的影響，故在 CNS 12514 實驗中，將天花板分成四等份如圖 3-14，面板分別以 9mm 石膏板、12mm 石膏板、7mm 耐燃合板、及 12mm 耐燃合板，板與板間皆以 9mm 石膏板分隔，固定材皆以木角材，固定材跨距選用在一般裝修常使用的 90cm。裝修後的是體長、寬、高分別為 480cm、480cm、30cm。量測項目方面，測量天花板、天花板木角材、天花板後空間溫度（如圖 3-15）。

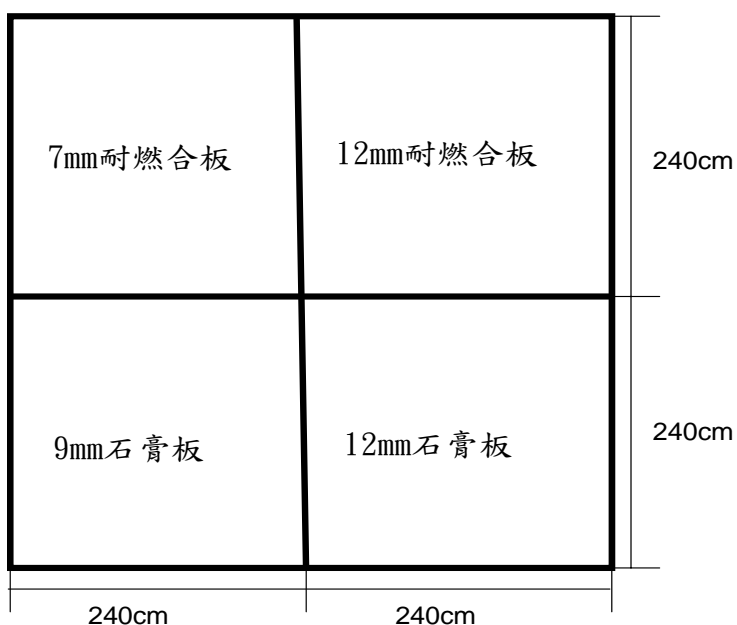


圖 3-14 CNS 12514 面材佈置圖

(資料來源): 本研究

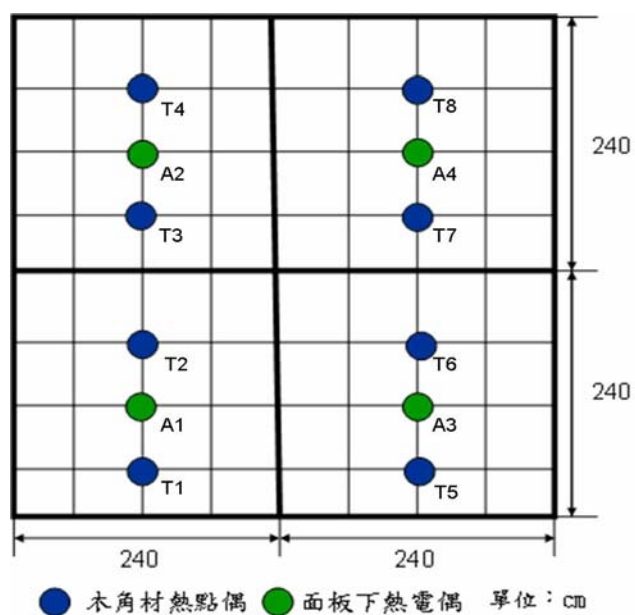


圖 3-15 CNS 12514 熱電偶測點分布圖

(資料來源): 本研究





圖 3-16 CNS 12514 試體圖

(資料來源): 本研究

### 3. 建築物構造部分耐火試驗結果討論

圖 3-17 為 CNS 12514 「建築物構造部分耐火試驗法」各面材背面熱電偶測點溫度與爐內溫度圖，如面材崩塌，即會造成背溫急劇上升，由圖 3-17 觀察四種面材背面溫度，可得知四種面材崩塌的順序依序是 9mm 耐燃石膏板、7mm 耐燃耐燃合板、12mm 耐燃石膏板、12mm 耐燃耐燃合板。由此可知，崩塌的發生與面材之耐燃性無直接關係，而與材料本身的厚度有較顯著的關係。耐燃合板被引燃後，面材被燒穿，因係固定材引燃後逐漸碳化，無法承受面材重量以致造成崩塌。石膏板受熱後，面材龜裂、脆化，使固定材因而受熱引燃，進而造成大規模的崩塌。故本研究建議只需規範面材，並不需要針對固定材加以規範。

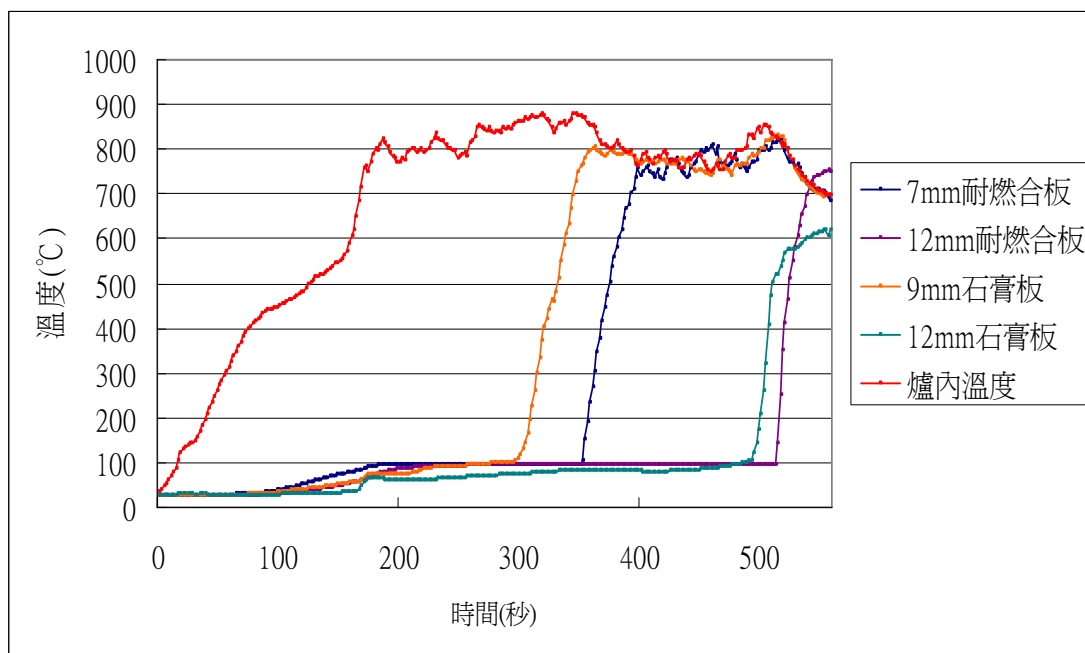


圖 3-17 CNS 12514 試驗結果圖

(資料來源)：本研究

## 第四章 底材評估實驗與討論

室內裝修施工業者在進行裝修時，常將通過試驗之面材黏附於另一底材上，此底材常不具防火性能且並未加以規範，本實驗以 CNS 6532 表面試驗探討其是否會影響防火性能。

### 第一節 實驗設計

為探討貼附的底材，是否會影響防火性能，選用四種不同的面材（4mm 耐燃一級木絲水泥、6mm 耐燃一級矽酸鈣板、9mm 耐燃一級石膏板、12mm 級外耐燃合板），貼附在底板（10mm 級外三夾板）上，底板黏貼採用一般市售南亞樹脂，以刷子均勻塗佈在面板上，將塗佈好的面板粘著於底板上，自然風乾即可。

### 第二節 實驗結果與討論

圖 4-1~4-4 為上述四項面材單獨進行表面試驗及貼附底材後進行表面試驗之發熱性比較，表 4-1 並列出相關測試結果，可見當面材貼在底材上，並未明顯影響材料在表面試驗中之溫度，但發煙性與餘焰則沒有一致的趨勢，特別是矽酸鈣板，在加了底材之後，因為燒穿而使底材引燃，造成 90 秒的餘焰時間，使其級數由一級變為級外。

圖 4-5~4-8 為上述四項面材單獨進行表面試驗及貼附底材後進行表面試驗之背溫比較，可見在貼附底材後，背溫更降低，因係板材加厚之故。

由此可見，貼附一層級外之板材後，在表面試驗中發熱部分並未降低級數，但餘焰時間等判別則有可能降低級數。此外貼附另一板材易使一級材料在進行基材試驗時不合格之機會大增。基材試驗設置之目的即在於檢測出面材除表面以外材料之性質。

因此，若實際施工將已通過檢測之板材貼附另一板材是不符合防火要求的，然而 CNS 6532 標準中 3.1.1 節已明確標出：「試體之材料及組成，須與實際所使用者相同」，如此貼附即表示與實際所使用不符。另在建築技術規則第八十八條已規定建築物內部裝修材料之耐燃性能，說明部分第二條：「本表所稱內部裝修係指固著於建築物構造體之天花板、內部牆面或高度超過一點二公尺固定於地板之隔屏或兼作櫥櫃使用之隔屏之裝修施工」，此條文亦已清楚說明除建築物構造體外之所有材料，但為更求詳盡、清楚，建議改為「本表所稱內部裝修係指固著於建築物構造體之天花板、內部牆面系統(含面材及底材)或高度超過一點二公尺固定於地板之隔屏或兼作櫥櫃使用之隔屏之裝修施工」。

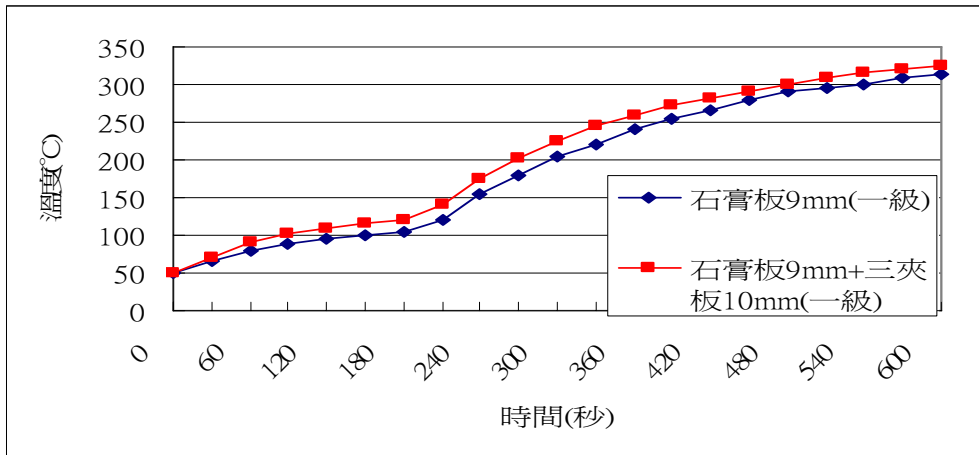


圖 4-1 石膏板與石膏板+三夾板表面試驗溫度圖

(資料來源)：本研究

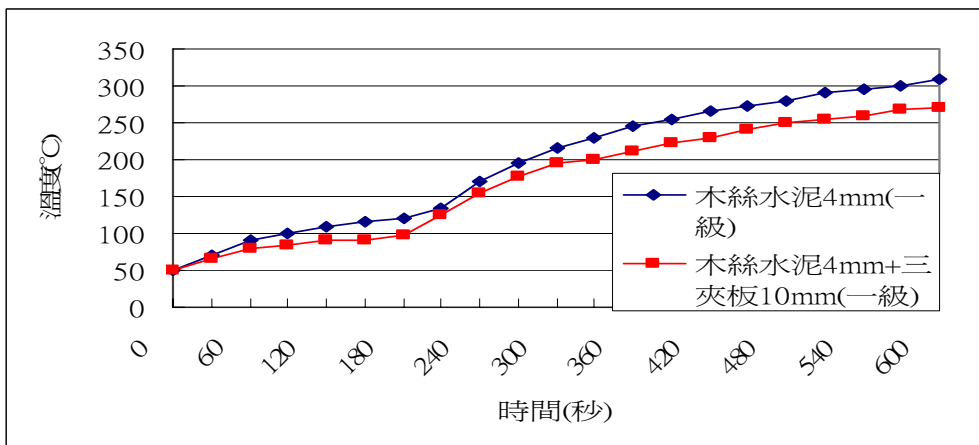


圖 4-2 木絲水泥板與木絲水泥板+三夾板表面試驗溫度圖

(資料來源)：本研究

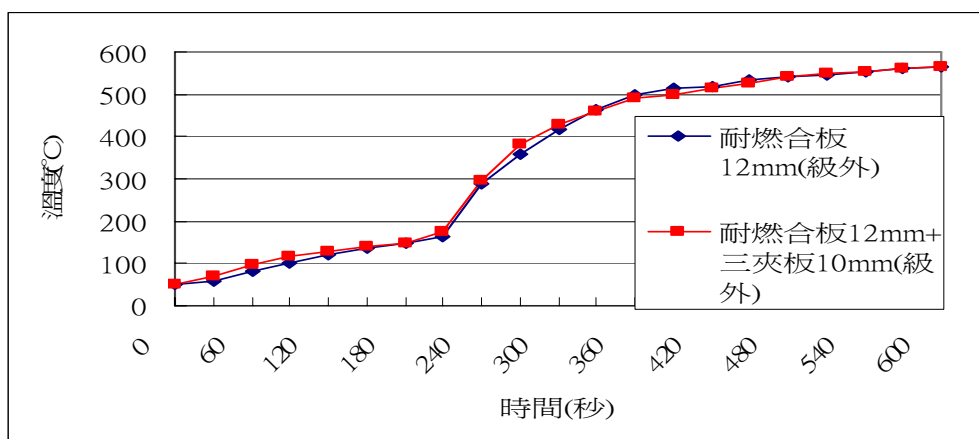


圖 4-3 耐燃合板板與耐燃合板板+三夾板表面試驗溫度圖

(資料來源)：本研究

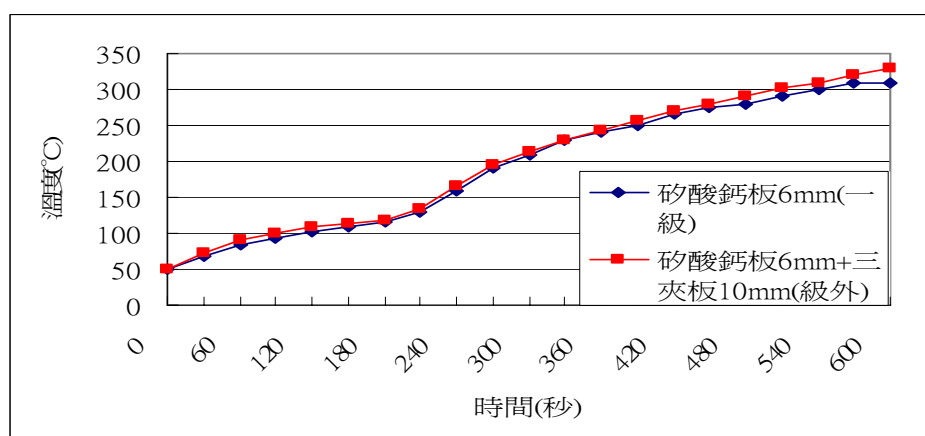


圖 4-4 矽酸鈣板與矽酸鈣板與石膏板+三夾板表面試驗溫度圖

(資料來源)：本研究

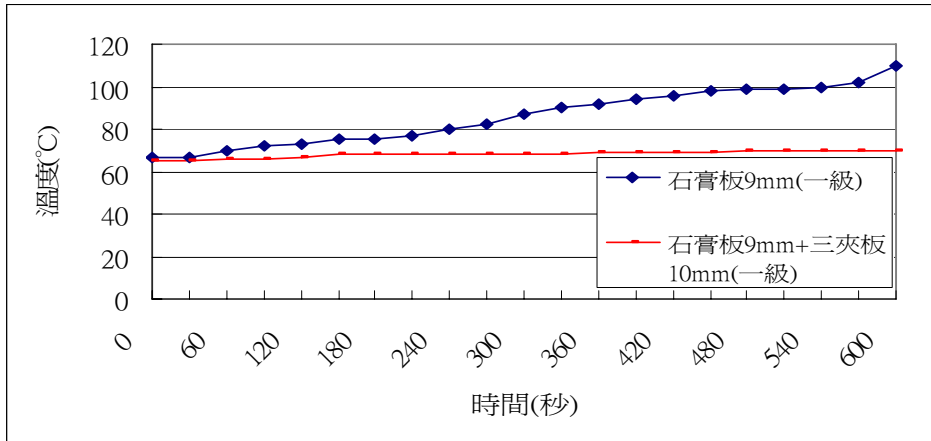


圖 4-5 石膏板與石膏板+三夾板表面試驗背溫溫度圖

(資料來源)：本研究

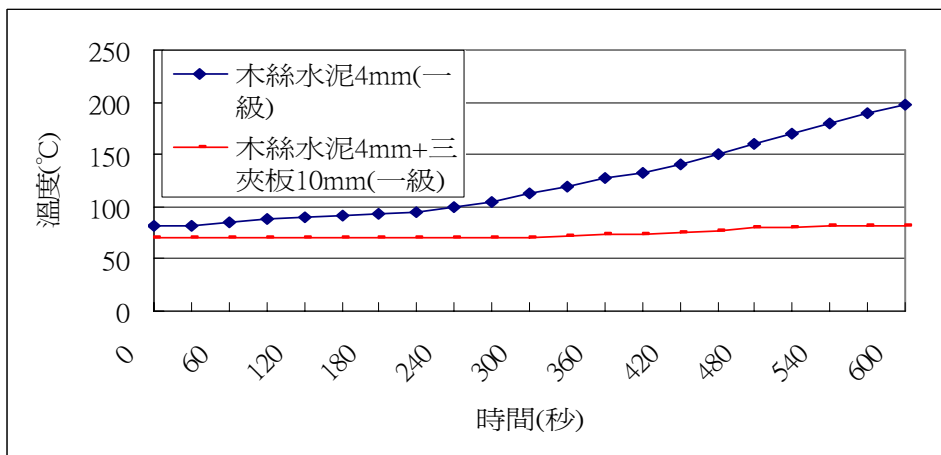


圖 4-6 木絲水泥板與木絲水泥板+三夾板表面試驗背溫溫度圖

(資料來源)：本研究

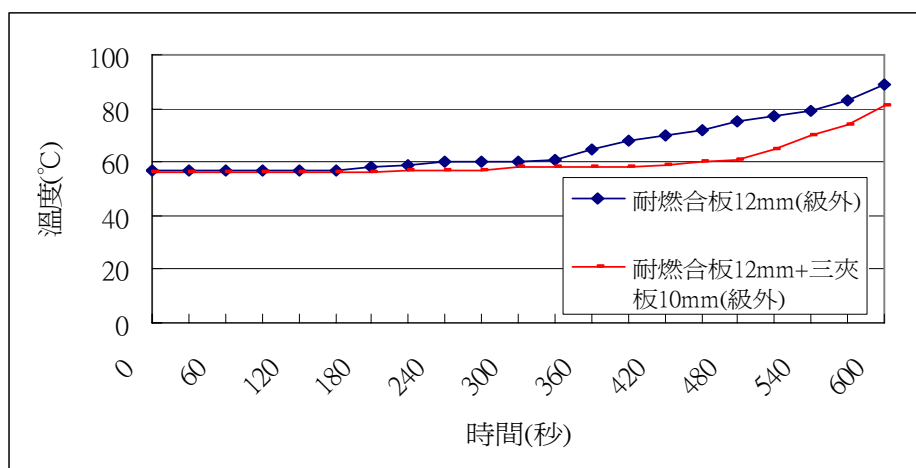


圖 4-7 耐燃合板板與耐燃合板板+三夾板表面試驗背溫溫度圖

(資料來源): 本研究

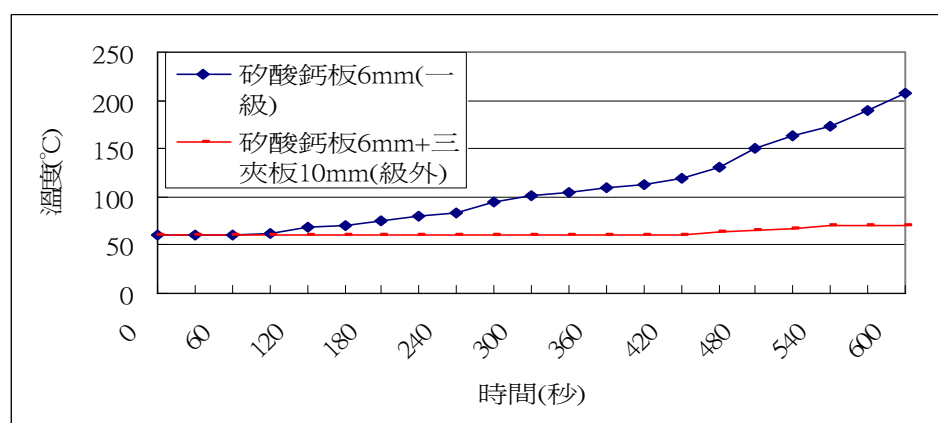


圖 4-8 矽酸鈣板與矽酸鈣板與石膏板+三夾板表面試驗背溫溫度圖

(資料來源): 本研究



表 4-1 各板材表面試驗結果

試體名稱	排氣溫度超過標準板排氣溫度曲線 $t_c$ (分)	溫度時間面積 $t_d\theta$ ( $^{\circ}\text{C}\cdot\text{分}$ )	發煙係數 ( $\text{C}_A$ )	餘焰時間 (秒)	是否有熔化及變形	試體背面是否龜裂及裂隙寬度 (mm)	平均質量損失率 ( $\text{g/s}\cdot\text{m}^2$ )	背溫 ( $^{\circ}\text{C}$ )	耐燃等級
紙面石膏板9mm	>10	0	5	0	否	0.2	0.0055	110	1
紙面石膏板9mm + 三夾板10mm	>10	0	7.5	0	否	否	0.0021	70	1
木絲水泥板4mm	>10	0	7.5	0	否	0.3	0.0024	197	1
木絲水泥板4mm + 三夾板10mm	>10	0	6	0	否	否	0.0030	82	1
矽酸鈣板6mm	>10	0	0	0	否	0.5	0.0015	208	1
矽酸鈣板6mm + 三夾板10mm	>10	0	0	90	否	否	0.0026	71	級外
耐燃合板12mm	3.5	1244.36	118	57	是	否	0.0043	89	級外
耐燃合板12mm + 三夾板10mm	6.5	1216.27	31.5	116	是	否	0.0071	81	級外
三夾板10mm	6.5	1241.2	61.5	184	是	180	0.0106	132	級外

注：本試驗判定耐燃一級未含基材試驗

(資料來源)：本研究



## 第五章 結論與建議

本研究欲評估室內裝修之固定材料及底材對防火性能影響，結果分二部分：

### 第一節 結論

#### 1. 固定材

(1) 在火場中之危害為被破壞、斷裂、崩塌，造成裝修材料突然大量暴露於火災高熱中以致釋放大量熱、煙，實驗結果指出，在面材被燒穿之前，即使發生閃燃，固定材均無被破壞之虞。

(2) 面材燒穿與否是固定材是否會影響防火性能之關鍵，經分析發現是否燒穿與板材之耐燃性無直接關係，其厚度扮演重要角色。

(3) 裝修材料在表面試驗中已有檢測其龜裂及裂隙寬度，足以在火災初期預防固定材之危害。

#### 2. 底材

(1) 本研究已具耐燃性能之板材貼附於級外進行表面試驗發現造成其整體耐燃級數下降是有可能的，其關鍵原因亦在於面材之龜裂或裂隙，使底材被點燃造成餘焰。

(2) 板才級別判定雖會影響，但其原因乃係裂縫，應不至造成火災危害之擴大，故建議不修改建築技術規則。

## 第二節 建議

根據研究發現，提出下列具體建議。以下分別從立即可行的建議、及長期性建議加以舉例。

### 建議一

面材、固定材規範：立即可行之建議

主辦機關：內政部營建署

協辦機關：經濟部標準檢驗局

根據本實驗之結果得知，面材燒穿為固定材崩塌的關鍵，在面材被燒穿之前，即使發生閃燃，固定材均無被破壞之虞，故本研究建議只須規範面材，尚不需要針對固定材加以規範。

### 建議二

實驗數據建立網路資料庫：長期性建議

主辦機關：內政部營建署

協辦機關：經濟部標準檢驗局

隨著時代的演進，裝修材料的種類也日益增加，建議能將實驗數據建立網路資料庫，並每年更新加入新資訊，供設計者及研究人員參考。

## 附錄一 「建築物初期滅火新技術之研究 ( I )」採購評選會議記錄

### 一、 委員發言要點：

- (一) 吊筋、木角材以承受垂直載重為主，但防火板材先架設於水平吊價之上，其耐火性是否並予測試分析，天花板中亦有燈具或消防撒水設施，是否並予模擬。
- (二) 火源與試體之高度影響試體之升溫速率，其高度是否設定或由升溫線來控制試驗之火源。
- (三) 本研案預期成果需有建築法規條文修正具體意見，是否於服務建議書先行探討相關法規之疑義級實驗驗證結果相關性如何？
- (四) 底材種類對火災初期的影響（以單一底材條件實驗可以獲得較明確結果）。
- (五) 底材種類對火災盛期（火載量）的影響。
- (六) 底材被定義屬裝修的一部份，利用 CNS 12514 實驗時要注意實驗目的的調整，並注意安全（天花崩壞時如何對應）。
- (七) 底材煙特性如何反映於研究中，應加以考慮。
- (八) 耐燃一級、三級不同表材對底材之影響，可就檢測規範加以論述。

- (九) 非滅火設備之研究，惟題目為滅火新技術之研究，可否改為消防安全新技術之研究。
- (十) 研究流程中「性能評估實驗」，應更具體說明及定義。
- (十一) 可說名為何要做此研究，並以一般火災發生後在其成長過程中，於哪些狀況下會發生哪些問題？
- (十二) 建議中應對室內裝修材料有何規範。
- (十三) 針對國家 CNS 標準及建築技術規則中所述基材與底材如何區分？
- (十四) ISO 9705 房間試驗尺寸叫實際法規所定之區劃空間小，兩者間實驗成果如何轉換對應。
- (十五) 強面或天花板裝修材料掉落是否影響整體避難時間。
- (十六) 引用防火實驗中心以往建立之資料庫數據時，輕計畫主持人詳加確認實驗基準是否一致。

## 二、受委託單位答覆

- (一) 本案將針對建築技術規則相關條文，研提修改建議並載明於服務計畫書內。
- (二) 木框架及吊筋在建築上之功能（結構、支撐）及遇火災時之效應（火載量、脫落），將於研究案進行時詳加探討。

- (三) 「底材」、「基材」之定義將於計畫進行時蒐集法規用語  
並與相關公會探討，以釐清之。
- (四) 全尺寸試驗可量測材料或底材發生之發煙性，但無法分  
辨其究為材料或底材之發煙特性。





附錄二 第一次專家座談會議資料

內政部建築研究所委託中華建築中心辦理

「建築物初期滅火新技術之研究（I）」

裝修材料底材熱/煙特性及檢測規範研究」

第一次專家座談會議會議紀錄

壹、時間：九十六年四月九日下午二點

貳、地點：內政部建築研究所會議室

參、主席：陳建忠組長、蔡匡忠助理教授

記錄：黃信創

肆、出席人員：

計畫主持人：蔡匡忠 助理教授

專家學者：林大惠 教授

林慶元 教授

內政部營建署：孫立言

本所：陳建忠 組長

蔡銘儒 主任

李鎮宏 研究員

相關人員：戴駿羽 副工程師

黃信創

### 討論事項：

本研究欲探討室內裝修固定表材時，需採用木角材或吊筋，其是否會影響防火性能？欲以實驗方式進行研討。實驗方法已由研究團隊提出，擬對實驗設計就教學者專家。

### 研究背景及實驗設計：

現行建築技術規則已對室內裝修板材規範其耐燃性能，並以 CNS 6532 標準（表面試驗及基材試驗）作為測試標準，區分為耐燃一級、二級、三級或級外。然而，施工業者在進行裝修時，需使用固定板材之木角材以及吊筋，其是否會因受熱而導致結構變形或軟化，進而使得木角材或吊筋脫落，使得天花板有坍塌之虞，因此施工上用以固定板材之木角材或天花板吊筋等之材料應否列入建築管理？

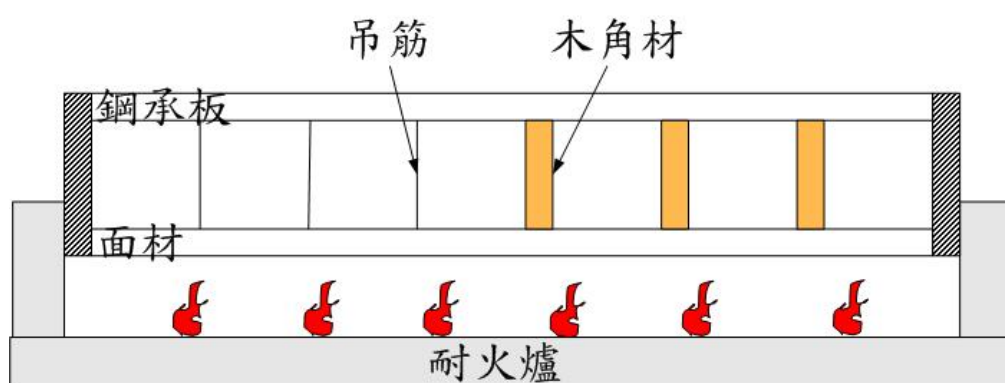
本研究將藉由實場房間測試（ISO 9705）以及 CNS 12514「建築物構造部分耐火試驗法」測試，進行木角材以及吊筋於實際火場中是否能符合現行建築法規之要求，再根據實驗數據及研究結果，評估支撐或固定材料之防火性能是否需納入建築管理，實驗設計如下表一，CNS 12514 試體設計示意圖如圖一。

表一、實驗設計

試驗種類	裝修方式	量測項目
I SO 9705 房間 試驗	<b>表材：</b> 耐燃一級表材 <b>天花板：</b> 分兩部分，一半以木角材來固定表材，另一半以吊筋來固定表材。 <b>牆面：</b> 以木角材固定表材。	測量木角材及吊筋之溫度及變形量

	<p><b>表材：</b>耐燃三級表材</p> <p><b>天花板：</b>分兩部分，一半以木角材來固定表材，另一半以吊筋來固定表材。</p> <p><b>牆面：</b>以木角材固定表材。</p>	<p>量測木角材、吊筋之溫度和變形量</p>
<p>CNS 12514 「建築物 構造部分 耐火試驗 法」</p>	<p>試體示意圖如下圖：</p> <p><b>面材：</b>(石膏板)</p> <p><b>支撐材料：</b>將 4m×4m 試體分成兩部分 (吊筋及木角材)。</p>	<p>量測木角材、吊筋之溫度和變形量</p>

圖一、CNS 12514 「建築物構造部分耐火試驗法」試體示意圖



**說明：**

裝修材料之火災危害，初期是裝修材料引燃後所釋放出的煙、熱及毒性氣體，後期則是釋放熱、破壞區劃、影響結構安全。而現行建築技術規則檢測方式是以表面試驗及基材試驗，針對室內裝修材料之表面規範其耐燃性能，以增加裝修材料被引燃的時間，降低發煙量及發熱量。然而，施工業者在進行裝修時，需使用固定板材

建築物初期滅火新技術之研究 ( I ) 裝修材料底材熱 / 煙特性及檢測規範研究之木角材以及吊筋，若其無法穩定固定板材，一旦崩塌將導致火焰可能從板材背面延燒。基材試驗雖可檢驗板材「基材」之發熱性，但僅限耐燃一級材料，因此，本研究探討木角材、吊筋是否影響板材之防火性能，應以避免崩塌著手，才可確保裝修材料在火災初期的防火性能。而於火災後期將木角材之火載量加入即可預測。

目前台灣裝修方式多以 60cm 跨距之木角材或吊筋進行板材固定作業，所以若能於一般施工下，木角材之跨距為 90cm 或 60cm 下，建築技術規則不需另要求底材性能。如於火災初期 ( 10min ) 板材會崩塌，建築技術規則需另要求底材性能，實際作法建議建立施工參考，如加強鐵釘固定作業。

#### 決 議：

1. 在房間試驗實驗時，以一般施工方式，以耐燃一級面材為表材，並以木角材跨距 60cm 及 90cm 為實驗條件，看其跨距是否會影響防火性能。

2. 如上訴實驗，天花板或牆壁在 10 分鐘以上掉落，即不須針對木角材、吊筋、底材及釘子 ( 尺寸、長度、支數 ) 加以規範。若在 10 分鐘內掉落，即要針對木角材、吊筋、底材及釘子 ( 尺寸、長度、支數 ) 加以規範。

3. 底材是裝修材料的一部分，當天花板或牆壁掉落時，背火是否會影響火載，以表面試驗和圓錐量熱儀只測試試材之表面是否足夠。

附錄三 第二次專家座談會議資料

內政部建築研究所委託中華建築中心辦理

「建築物初期滅火新技術之研究（I）」

裝修材料底材熱/煙特性及檢測規範研究」

第二次專家座談會議會議紀錄

壹、時間：96年10月19日下午二點

貳、地點：內政部建築研究所會議室

參、主席：陳建忠組長、蔡匡忠助理教授

記錄：李鎮宏

肆、出席人員：

計畫主持人：蔡匡忠 助理教授

專家學者：林大惠 教授

林慶元 教授

內政部營建署：孫立言

本所：陳建忠 組長

蔡銘儒 主任

李鎮宏 研究員

伍、主席致詞：(略)

陸、業務單位報告：(略)

柒、各協同計畫主持人簡報：(略)

捌、出席委員暨與會人審查意見（依發言順序）

**討論事項：**

CNS 6532 測試標準及建築技術規則第八十八條已明確規定須以最終使用之板材進行檢測，為更清楚明確起見，擬建議將第八十八條說明改為「本表所稱內部裝修係指固著於建築物構造體之天花板、內部牆面系統（含面材及底材）或高度超過一點二公尺固定於地板之隔屏或兼作櫥櫃使用之隔屏之裝修施工」，規則修改建議已由研究團隊提出，擬對修改內容就教學者專家。

**決 議：**

經討論過後，認為雖會影響板才級別的判定，但其原因乃係裂縫，應不至造成火災危害之擴大，故建議不修改建築技術規則。

附錄四 期中報告會議資料  
內政部建築研究所委託中華建築中心辦理  
「建築物初期滅火新技術之研究（I）  
裝修材料底材熱/煙特性及檢測規範研究」

期中報告會議紀錄

壹、時間：96年07月09日下午二點

貳、地點：內政部建築研究所會議室

參、主席：陳建忠組長、蔡匡忠助理教授

記錄：李鎮宏

肆、出席人員：

計畫主持人：蔡匡忠 助理教授

專家學者：陳生金 教授

丁育群 教授

內政部營建署：孫立言

本所：陳建忠 組長

蔡銘儒 主任

李鎮宏 研究員

伍、主席致詞：(略)

陸、業務單位報告：(略)

柒、各協同計畫主持人簡報：(略)

捌、出席委員暨與會人審查意見（依發言順序）

評審委員	審查意見	辦理情形
陳教授生金	<p>所進行之實驗宜先說明所採用之裝修材料特性及佈設，以避免僅針對某廠商之裝修材料及方法進行 ISO 或 CNS 之試驗，而類似於測試案，而非規範研究。</p>	<p>裝修材料以一般常見之種類，而材料特性於期末成果報告中加以說明。</p>
丁教授育群	<p>可就研究成果分別對於 CNS、建築技術規則及室內裝修管理之相關修正配套措施分別給予建議，俾利落實建管實質作業。</p>	<p>於報告書建議上給予建議 p.51。</p>
營建署代表	<p>本案係配合本署提案辦理，目前執行成果符合本署期待。</p>	<p>謝謝肯定！</p>
中華民國室內設計裝修商業同業公會全國聯合會代表	<p>建議於面材上塗上防火塗料或黏著層以考量目前市場裝修趨勢。</p>	<p>非本研究之主題。</p>



<p>蔡研究員銘儒</p>	<p>ISO 9705 係針對裝修面材進行測試，而 CNS12514 則是針對構造整體實驗，建議期末成果能提供未來將採用何種方式進行檢測。</p>	<p>建議 ISO 9705 為檢測之方式，其設計即針對室內裝修材料，且為國際接受之設備。</p>
<p>陳建忠組長</p>	<p>專家學者會議加邀建築師、室內裝修及各縣市主管機關人員參加。</p>	<p>後續座談會將增加邀請建築師、室內裝修及各縣市主管機關人員參加。</p>
	<p>營建署提案單由本所加以分成兩個案進行，本次營建署表示肯定，由衷感謝，惟請受託單位宜洽另一受託單位（消防及減災學會）分工合作，不要有遺漏。</p>	<p>已與業務同仁討論，分工後已涵蓋受託單位之內容。</p>
	<p>所裝修之圖說，請參考本所室內裝修研究案例所收集之案例圖說，並於實驗研究後，加以具體修正。</p>	<p>圖、表格式已於報告書中加以修改 p.3。</p>

	<p>期末成果報告格式圖例務請符合本所規定，尤其歷屆管考多有小變動，務請配合，以免影響績效。</p>	<p>圖、表格式已於報告書中加以修改 p.3。</p>
<p>業務單位意見</p>	<p>試驗規劃之圖面配置請補述(如天花板高度、吊筋與木角材接縫處等)。</p>	<p>試驗規劃之圖面配置已於 p.27 補述。</p>
	<p>由實驗一與二測溫點資料可知，試驗一木角材天花板背溫約 300~400<sup>0</sup>C 時發生崩塌，而試驗二背溫達 300~400<sup>0</sup>C 卻仍未破壞掉落，其破壞機制就由何者控制？請予以說明。</p>	<p>面材燒穿與否是固定材是否會影響防火性能之關鍵，經分析發現是否燒穿與板材之耐燃性無直接關係，其厚度扮演重要角色。</p>

附錄五 期末研討成果審查會議資料

內政部建築研究所委託中華建築中心辦理

「建築物初期滅火新技術之研究（I）」

裝修材料底材熱/煙特性及檢測規範研究」

期末研討成果審查會議紀錄

壹、時間：96年11月19日下午二點

貳、地點：內政部建築研究所會議室

參、主席：陳建忠組長、蔡匡忠助理教授

記錄：李鎮宏

肆、出席人員：

計畫主持人：蔡匡忠 助理教授

專家學者：姚昭智 教授

郭詩毅 教授

蕭邦安 助理教授

內政部營建署：孫立言

本所：陳建忠 組長

蔡銘儒 主任

李鎮宏 研究員

伍、主席致詞：(略)

陸、業務單位報告：(略)

柒、各協同計畫主持人簡報：(略)

捌、出席委員暨與會人審查意見（依發言順序）

評審委員	審查意見	辦理情形
姚教授昭智	圖 3-7 與圖 3-10 之橫軸宜調整成自點火起為零時，以利比較。	已於期末報告書 p.33、p.36 修改。
	CA、tc 等符號應以下標表示部份，宜全用下標表示。	已於期末報告書中加以修改。
郭教授詩毅	CNS12514 試驗中主要探討面材的厚度與木角材跨距對崩塌的影響，試體已製作完成，建議依排定時程進行試驗，以便進行討論及分析。	已依時程完成。
	表 4-1 耐燃等級的判定可以再做說明。	耐燃等級判定皆以 CNS 6532 表面試驗耐燃級別判定，將於計畫內文註明。

蕭助理教授邦安	<p>研究內容除 CNS12514 實驗預估於 11 月進行之</p> <p>外，本案相關實驗業已完成，研究內容應能如期完成。</p>	<p>1. 謝謝肯定。</p> <p>2. 將能如期完成。</p>
	<p>支撐或固定材料之防火性能是否應該內入建築管理，並且如何落實建築管理，本案結案時期能提出建議草案以符合預期成果與效益。</p>	<p>已於報告中提出 p.51。</p>
	<p>第 2 頁 9 行(如下圖 1-3)，應為(如圖 1-1)。</p>	<p>已於 p.2 第 9 行加以修改。</p>

<p>中華民國土木技師公會全國聯合會代表</p>	<p>底材可為耐燃性能級數不同或非耐燃材料，應將國內常用材料例如木質非耐燃合板、三夾板也一併測試。是否需修改建築技術規則第 88 條內容，應重複多次不同材料試驗，為參考依據。</p>	<p>實驗次數因礙於時程安排及成果資料彙整期程，無法另行增加。</p>
	<p>本研究之報告敘述之底材應否管制及如何管制，已達預期成果之防火性能評估及建築法規修正之目的。</p>	<p>謝謝肯定</p>
<p>台灣省建築材料商業同業公會聯合會代表</p>	<p>裝修材料當底材為可燃材料面材為不燃材料，依試驗標準是應通過附加試驗。</p>	<p>材料送測時如欲上述情況當然依規定辦理，本研究乃針對未依檢測規定但為現場施工之方式加以探討。</p>

	<p>底材為可燃面材為不燃進行表面試驗通過即分類為一級材料條件尚不足，仍需通過附加試驗及基材試驗皆通過才能判為耐燃一級，否則不可稱為耐燃一級，以免誤導。</p>	<p>有關耐燃等級之判定已於期末成果報告中 p.51 補正說明。</p>
<p>蔡研究員銘儒</p>	<p>請再參考 ISO、ASTM 及 AS 等對於天花板之試驗規定(AS 1530.4(2005))。</p>	<p>已參考。</p>
	<p>底材為可燃面材為不燃進行表面試驗通過即分類為一級材料條件尚不足，仍需通過附加試驗及基材試驗皆通過才能判為耐燃一級，否則不可稱為耐燃一級，以免誤導。</p>	<p>有關耐燃等級之判定將於期末成果報告中 p. 49 補正說明。</p>

	<p>裝修材料當底材為可燃材料面材為不燃材料，依試驗標準是應通過附加試驗。</p>	<p>材料送測時如欲上述情況當然依規定辦理，本研究乃針對未依檢測規定但為現場施工之方式加以探討。</p>
<p>陳建忠組長</p>	<p>底材相關定義用語應與法令相連結，另課題方向應與營建署提議內容相呼應一致，以增加研究成果之可參考性。</p>	<p>已於期末報告書中詳加說明。</p>
	<p>CNS12514 試驗對於天花板裝修材料於跨度上之影響，與 ISO 9705 房間試驗相較之下較大，試驗結果之比對與呈現，請研究團隊加以考量其差異性。</p>	<p>CNS12514 實驗設計時含括 ISO 9705 房間試驗中之天花板跨度，但另增一實驗以探討其影響，將使成果更豐碩。</p>



	研究成果請具體詳述，結論建議勿過於廣泛無特定應用或研議規範之內容。	已於期末報告書中詳加說明 P.51。
業務單位意見	試驗規劃之圖面配置請補述(如天花板高度、吊筋與木角材接縫處等)。	試驗規劃之圖面配置已於 p.27 補述。
	請針對營建署之提議需求，具體於報告中載明相對應內容以突顯本案研究成果。	已遵照辦理。

## 參考書目

- 【1】 CNS 6532，建築物室內裝飾材料耐燃性試驗法，1993
- 【2】 CNS 12514，建築物構造部分耐火試驗法，2002
- 【3】 ISO 9705,Fire test- ‘Fire-scale room test for surface products,International Organisation for Standardisation,Geneva,1993
- 【4】 CNS 1244，熱浸法鍍鋅鋼片及鋼捲，2003
- 【5】 ASTM C635-95, Standard Specification for the Manufacture, Performance, and Testing of Metal Suspension Systems for Acoustical Tile and Lay-in Panel Ceilings,2004
- 【6】 Mierlo RJM, Development of the SBI test method,European Commission,1998
- 【7】 ISO 5660, ‘Fire Test,Reaction to Fire.Lateral ignition and flame spread of building products’ .International Organisation for Standardisation,Geneva,1993
- 【8】 張凌昇，建築材料燃燒性之研究，國立交通大學，機械工程研究所碩士論文，p.66，1994
- 【9】 雷明遠，耐燃裝修材料之使用設計與施工問題，建築物室內裝修(飾)防火材料使用講習會專輯，內政部建築研究所籌備處，pp.141-173,1995