

# 以圓錐量熱儀分析耐燃建材燃燒特性之研究

陳建忠\* 蔡銘儒\*\* 陳佳玲\*\*\* 蘇鴻奇\*\*\*\*

\*內政部建築研究所安全防災組組長

\*\*內政部建築研究所防火實驗中心主任

\*\*\*內政部建築研究所防火實驗中心專案助理

\*\*\*\*內政部建築研究所防火實驗中心副研究員（通訊作者Email：hungchi1204@yahoo.com.tw）

**摘要** 台灣自2011年9月1日起將全面改以圓錐量熱儀法為唯一耐燃建材測試方法。但台灣地區氣候高溫高濕，當裝修材長期暴露於如此之氣候條件下，其引燃時間與熱釋放率是否與規範所定義的恆溫恆濕條件下相同，是值得進一步探究。本研究以普通合板為基材，運用田口實驗設計及分析，探討基材厚度、表面材、試體前置溫、濕度四項因子對測試結果的影響與重要性；並對吸音材貼覆於耐燃板材之燃燒性進行實驗探討。實驗結果顯示，裝修材表面處理方式影響其防火性能最大，甚至造成有加速引燃的可能；試體之基材厚度及前置溫度屬於次要因子；而試體的前置濕度相對地則影響性程度較小。以具阻燃性泡棉之產品貼覆耐燃板材，其防火性能應屬於在火災初期具有防止微小火源而起火，或防止迅速延燒性能者。對於火災成長期之耐燃性能則效果不顯著。

**關鍵詞** 圓錐量熱儀、熱釋放率、平均質量損失率、防火泡棉

## 1. 前言

現階段台灣雖已建置此項設備相關的建材燃燒資料，但因依據試驗規範之操作方式，受測試體需於一定之溫濕度條件下予以養護達至恆重方可進行；雖然可以在一定的溫濕度條件下取得穩定之實驗數據，但其實驗前置條件卻不見得與實際火災現場前置條件相符，台灣地區氣候高溫高濕，當裝修材長期暴露於如此之氣候條件下，其火載量與熱釋放率是否與規範所定義下恆溫恆濕條件下相同，是值得進一步探究；另在室內裝修上國人普遍因家居整體規劃為主要考量，於室內常使用各種板材裝修，又為增加視覺上的美觀，裝修板材上再黏貼各種表面材，於火災發生時，這些大量使用的裝修材料之燃燒特性則在在影響後續火災成長之行為。

另據2003年2月21日，美國羅德島的夜總會因表演煙火特效燃起舞台，造成大火，總共造成近100人死亡，200多人受傷。2009年泰國曼谷Santika Club，在2008年12月31日除夕跨年至2009年的第一個日子，大家共同歡慶新年。舞台上一人燃放小煙花，天花板開始起火，剛剛才倒數齊喊「5、4、3、2、1，Happy New Year」的人群開始恐慌湧進唯一出口。這場夜店大火，成了他們人生的倒數，死亡人數61人。而在本（2011）年3月6日凌晨台灣台中市哈克飲料店（ALA PUB）發生大火，造成9死12傷，哈克飲料店火災不當裝修行為，使用大量有危險疑慮之易燃隔音泡棉材料，導致初期火勢延燒迅速，以提醒各界正確防火裝修之重要性。

本研究的有二項，第一項在於探討裝修材料在下列四因子對板材品質特性的影響，包含：（一）基材厚度、（二）表面材種類、（三）試體的前置溫度及（四）試體的前置濕度。第二項探討耐燃板材上張貼泡棉吸音材之耐燃性能探討。

第一項研究目的經由運用田口實驗設計分析評估四因子的對測試結果的影響與重要性，並

---

探討前置溫、濕度對於板材之「引燃時間」、「總熱釋放量」、「熱釋放率」、及「平均質量損失率」等測試結果之影響與特性，用以討論目前測試標準中對於養護溫度與濕度等規定之適切性。第二項研究目的採用一般室內裝修常用之泡棉進行防焰、耐燃實驗，並針對實驗結果探討其耐燃性能。

## 2. 文獻回顧

### 2.1 應用圓錐量熱儀進行材料耐燃特性之相關研究

圓錐量熱儀數據之使用可分為二大方向：一是直接成為材料判定其耐燃等級之依據，其標準為CNS 14705 (2010)、日本建築基準法及建築基準法行令。熱釋放率對火災的大小及其成長是一個很重要的參數。建築材料對火災危害有兩種不同的型式：(1) 周圍之火對物體產生的危害(引燃性)；(2) 物質本身起火延伸到周圍(燃燒性)。圓錐量熱儀是一部用來測量熱釋放率的儀器，不僅可測得熱釋放率，還可得到引燃時間 (Time to ignition)、有效的燃燒熱 (Effective heat of combustion)、質量損失率 (Mass loss rate)、熱釋放率 (Heat release rate) 及煙濃度 (Total smoke released)，是一部多功能的儀器。利用圓錐量熱儀所得的數據，來對材料的可燃性予以分級，使建築材料的防火性能有一整體性的表現方式 (Salvador, 2004)。日本在熱釋放率評估部分以輻射量50 kW/m<sup>2</sup>時總發熱量達8 MJ/m<sup>2</sup>、最高熱釋放率達200 kW/m<sup>2</sup>之時間進行分級，20分鐘以上為不燃材料，10~20分鐘以上為準不燃材料而5~10分鐘以上為難燃材料(何明錦、蔡匡忠, 2003年)。另一方向，由於圓錐量熱儀數據測得之實驗數據資料眾多包含釋放之總能量、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，由於目前國際上最先進、最實用的方法是將材料在圓錐量熱儀中進行實驗，然後輸入針對火災情境(fire scenario)所寫之火災電腦模擬程式(fire model)中，以預測火場狀況，並可以判斷決定那些材料可以安全地在建築物當中使用而不會造成嚴重火災；最常被採用之火害模擬軟體係屬場模式分析軟體，Fire Dynamics Simulator (McGrattan et al., 2008)，簡稱FDS，為西元2000年NIST/BFRL (美國國家標準暨技術協會/建築火災實驗室)所發展出來一套火災模擬軟體，在火災模擬上頗為流傳。

在判定建築材料與室內陳設物品之耐燃等級的研究中 (Price et al., 2002)，熱釋放率是重要的指標，主要可以從兩個觀點加以解釋。(1) 可燃物燃燒後的質量損失率直接反應於熱釋放率增加上，兩者間的關係若以完全燃燒的觀點來看係維持一當量比。(2) 熱釋放率高的材料，其熱釋放直接造成物質表面溫度的提升，加速材料分子的熱分解，材料暴露於高熱通量造成高質量損失率又加速熱量釋放。另Ezinwa(2009)更以圓錐量熱儀所得資料進行全尺寸複合多層材料之熱釋放率峰值與總熱釋放量之模擬，其分析值與實測值間之誤差介於1%~11%。

### 2.2 台灣防火建材之分類

目前在台灣防火建材依據相關營建、消防及商品檢驗相關法規概分為防焰材料、耐燃材料、防火構造三類，分述如下：

#### (1) 防焰材料

定義：具有防止微小火源，而起火或迅速延燒性能的裝修薄材料或裝飾製品。

種類：如地毯、窗簾、布幕、展示用廣告板、或其他指定物品等。

#### (2) 耐燃材料

定義：建築材料在火災初期受高溫時，不易著火延燒，且發熱、發煙及有毒氣體的生  
成量均低者。

種類：如石膏板、矽酸鈣板、纖維水泥板、耐燃塑膠板或其它類似材料等。

#### (3) 防火構造材料

定義：材料或構造體遭受火災時，可達到要求之防火性能與時效之構造，並可防止火  
災之擴展。

種類：如防火被覆材料、防火隔間牆、防火門窗、樑、柱及樓板等。

泡棉為一般常見之室內裝飾材料，材料特性為具有良好之吸音性、保溫性、與彈性等，主  
要用途常見於傢俱座椅之使用，或室內吸音材之運用。雖然泡棉的利用性很廣，但一般泡棉卻  
有容易燃燒與延燒之缺點。泡棉使用於室內裝修時，並未進行相關防火性能之檢測與規範，所  
以當泡棉使用於室內裝修時應視使用情況須符合防焰性能或耐燃性能之要求。

### 3. 實驗因子探討分析

#### 3.1 影響板材耐火性能之因子分析

火災行為模式及防火避難逃生安全設計等研究皆需建立於防火基礎之研究，建築防火的基  
礎研究包含材料燃燒實驗與建築物空間發熱量實驗等項目。在進行火災性能設計或消防設計  
時，當估算火災持續之時間，推測火災溫度分度等，設定建築物當中可燃物之火載量或熱釋放  
率是必要的參數。當火災發生時室內所使用的裝修材料是重要的關鍵。

而要測試材料在受熱後之火害反應參數，包含引燃時間及材料熱釋放率等，圓錐量熱儀是  
國際間最被肯定及使用的小尺寸火災量測儀。現階段台灣雖已建置此項設備相關的建材燃燒資  
料。但因依據實驗規範之操作方式受制於一定之溫濕度條件下進行，雖然可以在一定的溫濕度  
條件下取得穩定之實驗數據，但其實驗結果卻不見得與實際火害現場相符，台灣地區乃地處高  
溫高濕的氣候條件下，當裝修材長期暴露於如此之氣候條件下，其火載量與熱釋放率是否與規  
範所定義下恆溫恆濕條件下相同，是值得進一步探究。

因以，本研究選定四個主要因素作為探討重點，分別為表面材、基材厚度、材料前置的溫  
度及濕度，這些因素主要分別與可燃物型態（表面材、基材厚度）及自然環境（材料前置之溫  
度、濕度）有關。本實驗獲得之數據一圓錐量熱儀測得相關特性資料為引燃時間、熱釋放率、  
總熱釋放量及質量損失率。

以上各實驗因子及水準，經由田口實驗設計法，以L9(34)直交表配置，組合成9組實驗（見  
表1）。

表1 田口實驗因子與水準配置

編號	基材厚度	表面材	前置溫度	前置濕度
P-1	3mm	不處理	15℃	30%
P-2	3mm	普通壁紙	23℃	50%
P-3	3mm	防火塗料	35℃	80%
P-4	9mm	不處理	23℃	80%
P-5	9mm	普通壁紙	35℃	30%
P-6	9mm	防火塗料	15℃	50%
P-7	12mm	不處理	35℃	50%
P-8	12mm	普通壁紙	15℃	80%
P-9	12mm	防火塗料	23℃	20%

### 3. 2泡棉耐火性能之因子分析

在台灣泡棉使用於家具時雖訂有燃燒性評估試驗法標準，但未列入檢測驗證，如使用於室內裝修時則應符合建築法規的規定。若當建築物因使用用途規定其室內裝修須符合防焰或耐燃性，則泡棉的使用屬於消防防焰物品的用途時則應符合防焰性的要求，或是泡棉貼覆於耐燃板材時則應符合耐燃性的要求。所以本項實驗以無防火性能泡棉與防火性能泡棉為實驗對象，採用防焰性能試驗（CNS10285）、耐燃性能試驗（CNS14705）法定檢驗試驗進行防火性級別判定，以瞭解泡棉的正確裝修工法與使用方式。

## 4. 實驗結果整理與分析

### 4. 1圓錐量熱儀進行板材耐燃實驗結果整理與分析

本次實驗共有9組組合，每組均進行3次實驗，共計實驗次數為27次。對其實驗結果用「田口式直交表實驗法」以望大與望小特性來評估本研究所選定之4個因子，每一因子3個水準變動下，壁裝材料及所處溫濕度環境對火災危害性大小之影響程度（李輝煌，2003）。實驗因子討論可分為：（1）引燃時間分析、（2）熱釋放峰值（HRR）max分析、（3）總熱釋放量（THR）分析、（4）平均質量損失率分析等4項進行討論。

實驗結果整理：

將實驗所得數據整理成圖表（如表2至表4），在第2組（P2）第5組（P5）及第8組（P8）實驗中，試體加熱後皆快速引燃，其主要原因為表面貼普通壁紙所引起。於第3組（P3）、第6組（P6）及第9組（P9）實驗中，因表面塗防火塗料關係，材料受熱後即開始膨脹後引燃，但很快速即熄滅，火焰持續燃燒時間十分短暫，但因試體仍放置於熱源下，表面膨脹的防火材料逐漸變為粉末狀，因此質量有持續損失情形。

表2 引燃時間實驗結果表

引燃時間 (秒)					
實驗結果	test1	test2	test3	Ave	S
P1	28.0	23.0	29.0	26.67	3.21
P2	13.0	11.0	7.0	10.33	3.06
P3	7.0	7.0	6.0	6.67	0.58
P4	28.0	34.0	42.0	34.67	7.02
P5	13.0	8.0	10.0	10.33	2.52
P6	11.0	12.0	9.0	10.67	1.53
P7	35.0	26.0	33.0	31.33	4.73
P8	6.0	8.0	10.0	8.00	2.00
P9	21.0	19.0	21.0	20.33	1.15

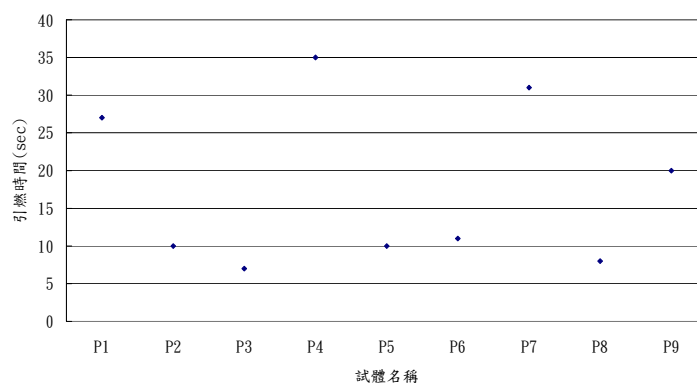


圖1 引燃時間差異圖

表3平均質量損失率實驗結果表

平均質量損失率 (g/m <sup>2</sup> s)					
實驗結果	test1	test2	test3	Ave	S
P1	5.5	5.0	5.9	5.48	0.49
P2	5.3	4.0	4.0	4.40	0.75
P3	3.8	3.2	3.5	3.49	0.28
P4	7.3	7.4	7.2	7.25	0.10
P5	6.1	6.1	6.5	6.25	0.20
P6	0.7	0.8	2.3	1.28	0.87
P7	7.7	9.3	8.6	8.53	0.81
P8	7.4	7.2	6.5	7.00	0.48
P9	1.9	1.6	1.9	1.79	0.14

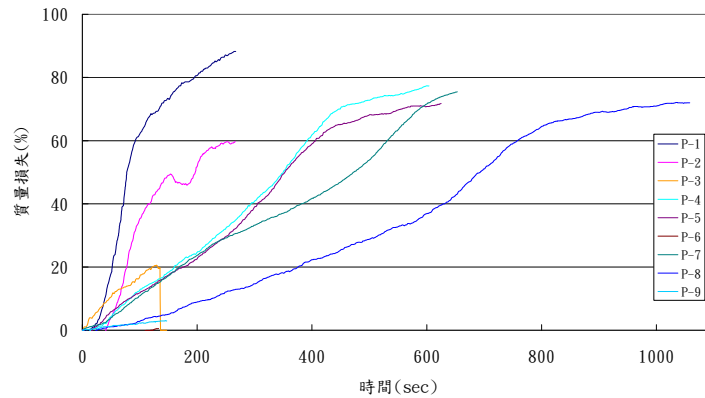


圖2 質量損失曲線圖

表4 熱釋放峰值及總熱釋放實驗結果表

實驗 結果	熱釋放峰值 (kW/m <sup>2</sup> )					總熱釋放 (MJ/m <sup>2</sup> )				
	test1	test2	test3	Ave	S	test1	test2	test3	Ave	S
P1	228.4	243.8	329.0	267.07	54.20	228.4	243.8	329.0	267.07	54.20
P2	169.8	132.1	231.0	177.63	49.95	169.8	132.1	231.0	177.63	49.95
P3	53.0	62.0	51.8	55.61	5.59	53.0	62.0	51.8	55.61	5.59
P4	260.4	174.3	222.9	219.17	43.15	260.4	174.3	222.9	219.17	43.15
P5	228.9	127.4	158.0	171.44	52.06	228.9	127.4	158.0	171.44	52.06
P6	50.0	44.8	40.3	45.02	4.86	50.0	44.8	40.3	45.02	4.86
P7	224.0	166.7	206.0	198.89	29.31	224.0	166.7	206.0	198.89	29.31
P8	230.7	245.5	185.5	220.54	31.26	230.7	245.5	185.5	220.54	31.26
P9	21.9	27.5	32.3	27.25	5.22	21.9	27.5	32.3	27.25	5.22

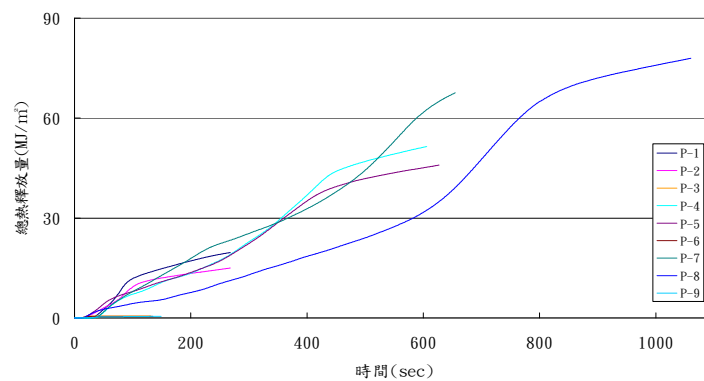


圖3 總熱釋放曲線圖

#### 4. 2田口實驗分析

依田口實驗計劃法選定9組實驗，以田口方法分析，利用反應表進行分析和因子之效應，以瞭解基材厚度、表面材、試體前置溫度及前置濕度各因子間對室內裝修防火性能影響之效應。

##### (1) 引燃時間分析

以下將針對實驗因子對於目標之相關性作一探討，首先以引燃時間作為分析目標，分析各

因子對於加熱後試體引燃時間的影響情況。表5及表6皆以引燃時間為分析目標，分別為各因子對於平均值的反應表以及S/N值的反應表。表中的第一列為實驗中控制的各因子，各欄的資訊則代表不同因子在不同的水準（Level）下的反應，其中效應（Effect）的部分，則是該因子反應的最大值與最小值的差距。Rank則是依據各因子效應之高低所做的排序。

由表5及圖4可看出，對於試體加熱實驗後引燃時間影響最大的因子為表面材，其次為試體的前置溫度，基材厚度及試體前置濕度的影響較小，順序為：表面材>前置溫度>基材厚度>前置濕度

表5 以引燃時間為分析目標，各因子對平均值的反應表

	基材厚度 (mm)	表面材 (mm)	前置溫度 (°C)	前置濕度 (%)
Lev. 1	14.57	30.89	15.11	19.11
Lev. 2	18.56	9.55	21.78	17.44
Lev. 3	19.89	12.56	16.11	16.45
Effect	5.32	21.34	6.67	2.66
Rank	3	1	2	4

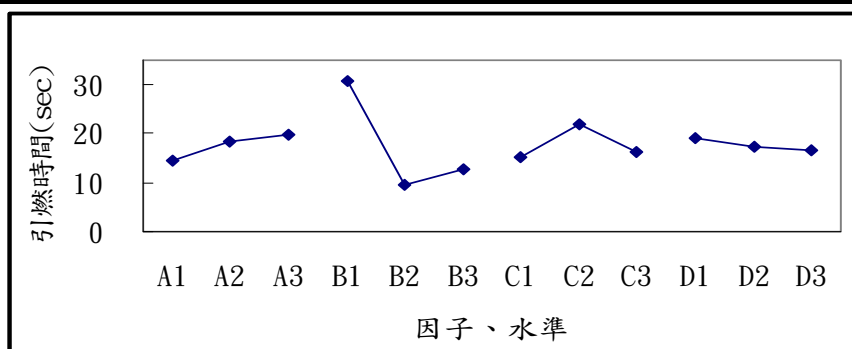


圖4 以引燃時間為分析目標，各因子對平均值的反應圖

(2) 熱釋放峰值 (HRR) max分析

以熱釋放率峰值 (HRR) max作為分析目標，分析各因子對於熱釋放率峰值的影響情況。由表6及圖5可以看出，對於熱釋放率最大值影響最大值的因子為表面材>前置溫度>前置濕度>基材厚度，其中表面材影響程度大過其它因子許多。

表6 以熱釋放峰值為分析目標，各因子對平均值的反應表

	基材厚度 (mm)	表面材 (mm)	前置溫度 (°C)	前置濕度 (%)
Lev. 1	166.77	228.38	177.54	155.25
Lev. 2	145.21	189.87	141.35	140.51
Lev. 3	148.89	42.63	141.98	165.11
Effect	21.56	185.75	36.19	24.60
Rank	4	1	2	3

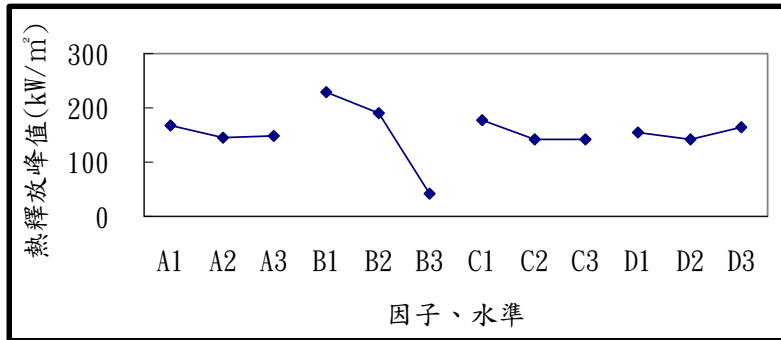


圖5 以熱釋放峰值為分析目標，各因子對平均值的反應圖

(3) 總熱釋放量 (THR) 分析

以總熱釋放量 (THR) 作為分析目標，分析各因子對於總熱釋放量的影響程度。由表7及圖6可以看出，對於熱釋放率最大值影響最大值的因子為表面材 > 基材厚度 > 前置濕度 > 前置溫度，其中前置溫度影響則相對較小。

表7 以總熱釋放量為分析目標，各因子對平均值的反應表

	基材厚度 (mm)	表面材 (mm)	前置溫度 (°C)	前置濕度 (%)
Lev. 1	11.88	49.59	33.10	22.22
Lev. 2	33.36	46.91	22.99	30.54
Lev. 3	51.79	0.52	40.93	44.26
Effect	39.91	49.07	17.94	22.04
Rank	2	1	4	3

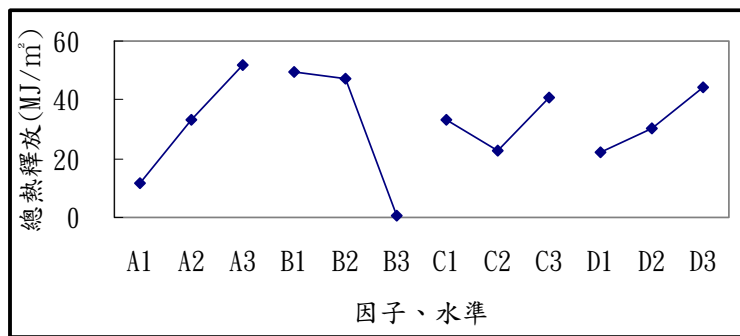


圖6 以總熱釋放量為分析目標，各因子對平均值的反應圖

(4) 平均質量損失率分析

最後，以合板燃燒質量損耗的變化，以平均質量損失率為分析目標，分析各因子對於此目標值影響程度。由表8及圖7之結果得知，對於質量損失率影響最大的因子為表面材 > 前置溫度 > 前置濕度 > 基材厚度，其中前置溫度、前置濕度及基材厚度影響程度相差不大。



表8 以平均質量損失率為分析目標，各因子對平均值的反應表

	基材厚度 (mm)	表面材 (mm)	前置溫度 (°C)	前置濕度 (%)
Lev. 1	4.46	7.09	4.59	4.51
Lev. 2	4.93	5.88	4.48	4.74
Lev. 3	5.77	2.19	6.09	5.91
Effect	1.31	4.90	1.61	1.40
Rank	4	1	2	3

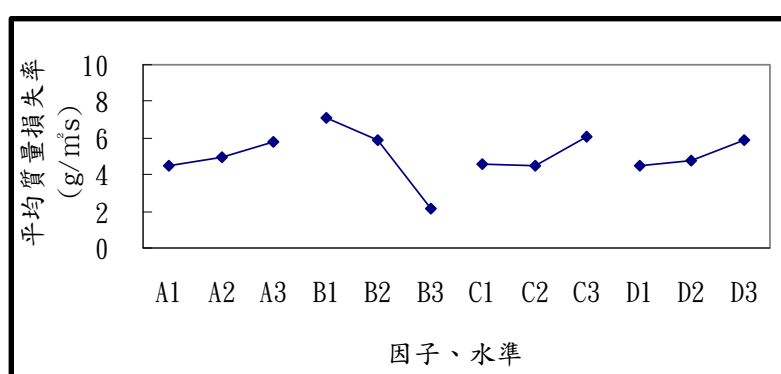


圖7 以平均質量損失率為分析目標，各因子對平均值的反應圖

#### 4.3 圓錐量熱儀進行泡棉防焰性能與耐燃性能實驗結果整理與分析

本項實驗共有包含3款防火性能泡棉與9款非防火性能泡棉，共計12款泡棉進行測試。防焰性能實驗方法採用「CNS10285纖維製品防焰性試驗法」，耐燃性能實驗方法採用「CNS14705建築材料燃燒熱釋放率試驗法—圓錐量熱儀法」實驗結果如表9所示，結果顯示3款防火泡棉能通過防焰性能測試，但不能通過耐燃性能測試，惟其中一款在總熱釋放量及最大熱釋放率可符合判定基準，如貼覆於耐燃板材仍可維持必要之耐燃要求，其餘9款泡棉皆無法通過防焰性能與耐燃性能測試。此結果顯示市面上標示防火泡棉之產品，其防火性能應屬於在火災初期具有防止微小火源而起火，或防止迅速延燒性能者；對於火災成長期之耐燃性能，應以泡棉貼覆於耐燃板材整體耐燃性考量，將此結合之材料仍須達到使用耐燃性要求。其餘不具防火性能之泡棉產品於火災發生時則會非常容易引燃並且快速燃燒增加火災危險性。

表9 圓錐量熱儀進行泡棉防焰性能與耐燃性能實驗結果表

序號	泡棉試體型號	耐燃性				防焰性					
		總熱釋放量(MJ/m <sup>2</sup> )	最大熱釋放率超過200kW/m <sup>2</sup> 持續時間(秒)	無防火上有害之貫穿至背面之龜裂及孔穴	耐燃性能級別	餘焰時間(秒)	餘燃時間(秒)	炭化距離(cm)	炭化面積(cm <sup>2</sup> )	溶滴	防焰性能級別
1	FR205	20.3	29	燒成灰燼	級外	0	0	25	124	無溶滴	級外
2	FR212	23.6	無持續10秒以上	燒成灰燼	級外	0	0	20	120	無溶滴	級外
3	white	1.5	無持續10秒以上	燒成灰燼	級外	0	0	7	28	無溶滴	1級
4	Foam (PU)	13.5	27	燒成灰燼	級外	0	0	29	325	無溶滴	級外
5	pink	33.6	31	燒成灰燼	級外	0	0	23	135	無溶滴	級外
6	blue	19.5	29	燒成灰燼	級外	0	0	24	171	無溶滴	級外
7	S3033	27.5	37	燒成灰燼	級外	0	0	21	101	無溶滴	級外
8	SM55	49.5	100	燒成灰燼	級外	0	0	23	158	無溶滴	級外
9	A3033	29.1	99	燒成灰燼	級外	398	1	30	600	於70秒發生溶滴	級外
10	S606	16.0	無持續10秒以上	燒成灰燼	級外	0	0	17	94	無溶滴	級外
11	Black	14.8	40	燒成灰燼	級外	591	1	30	600	於13秒發生溶滴	級外
12	CR250 (橡膠類)	15.7	無持續10秒以上	燒成灰燼	級外	0	0	6	27	無溶滴	1級
13	LD24FR (橡膠類)	12.6	29	燒成灰燼	級外	0	0	11	44	無溶滴	2級

## 5. 結論

### 5.1 圓錐量熱儀進行板材耐燃實驗結果

本研究以市面上常用室內裝修材合板為底材，以不同厚度、表面材、不同的前置溫度及濕度前置處理後，進行圓錐量熱儀實驗其結論如下：

整理上述因子分析之結果，可以將各因子對於各個分析目標的影響程度整理成表10。表中依據各因子對於分析項目的影響程度，分成三個等級：★代表影響程度甚大、●則是代表其為次要影響因子、▲則是在分析上，其影響程度與其他因子差距較大。

(1) 引燃時間：因子對目標的效應表面材為21.34所佔比例為59.3%，影響程度最大，前置溫度及基材厚度分別為6.67所佔比例為18.5%及5.32所佔比例為14.8%為次要因子，前置濕度效應為2.66所佔比例為7.4%，差距較大。

(2) 熱釋放峰值：因子對目標的效應表面材為185.75所佔比例為69.3%影響程度最大，前置溫度為36.19所佔比例為13.5%是次要因子，前置溫度及基材厚度分別為24.6所佔比例為9.2%及21.56所佔比例為8.0%，相對下影響較小因子。

(3) 總熱釋放：因子對目標的效應，表面材為49.07所佔比例為37.8%影響程度最大，基材厚度分別為39.91所佔比例為30.7%是次要因子，前置溫度及前置濕度分別為22.04所佔比例為17.0%及17.94所佔比例為13.8%影響程度與其他因子差距較大。

(4) 平均質量損失率：因子對目標的效應，表面材4.90所佔比例為53.1%，影響程度最大，前置溫度、前置濕度及基材厚度分別是1.61所佔比例為15.5%、1.40所佔比例為15.2%及1.31所佔比例為14.2%皆為次要因子。

表10 各控制因子對於分析目標影響程度

分析目標	基材厚度	表面材	前置溫度	前置濕度
引燃時間	●	★	●	▲
熱釋放峰值	▲	★	●	▲
總熱釋放	●	★	▲	▲
質量損失率	●	★	●	●

(5) 在本實驗條件所設定之因子下綜合整理得到以下之結果，就四個控制因子對合板燃燒之影響，以試體的表面處理方式對於各分析目的影響性遠高過其它因子，其次為試體之基材厚度及前置溫度，屬於次要因子。而前置濕度相對則影響性程度較小。其中在總熱釋放（THR）以望小特性分析結果，除了表面材的種類決定一開始引燃的火勢大小及持續能燃燒時間為主要因子外，其基材厚度則也為主要原因，因為當試體引燃後，除了表面塗防火塗料處理之試體因防火塗料關係火焰很快熄滅有很低的總熱放量外，其它試體皆有較長時間的持續燃燒現象，以此情況下，試體的厚度大小也就成為重要影響因子之一。實驗結果顯示，基材厚度愈大之試體其總熱釋放量也相對愈大，相對之下，試體的前置溫、濕度則影響較為不明顯。質量損失率的分析結果則除了表面材為主要因子外，其餘因子影響程度較為接近，皆同屬為次要因子。

#### 5. 2圓錐量熱儀進行泡棉防焰性能與耐燃性能實驗結果整理與分析

市面上標示防火泡棉之產品，其防火性能應屬於在火災初期具有防止微小火源而起火，或防止迅速延燒性能者；對於火災成長期之耐燃性能，應以泡棉貼覆於耐燃板材整體耐燃性考量，將此結合之材料仍須達到使用耐燃性要求。其餘不具防火性能之泡棉產品於火災發生時則會非常容易引燃並且快速燃燒增加火災危險性。

### 參考文獻

- 1.CNS 1349 O1010, 2008, 普通合板, 經濟部標準局。
- 2.CNS 2215 O1012, 2006, 粒片板, 經濟部標準局。
- 3.CNS 4458 A2061, 2008, 石膏板, 經濟部標準局。
- 4.CNS 6532 A3113, 2003, 建築物室內裝修材料之耐燃性試驗法, 經濟部標準局。
- 5.CNS 14705 A3386, 2010, 建築材料燃燒熱釋放率試驗法—圓錐量熱儀法, 經濟部標準局。
- 6.王怡仁, 2002, 木質材料性質, 木材科技推廣研習會講義。
- 7.何明錦、蔡匡忠, 2003, 裝修材料國際調和防火性能基準與試驗方法之實驗研究, 內政部建築研究所研究報告。
- 8.李輝煌, 2003, 田口方法, 高立圖書有限公司。
- 9.陳耀茂譯, 1997, 田口實驗計畫法, 滄海書局。
- 10.陳榮俊, 2006, 不同熱流場環境下圓錐量熱儀數據應用於火災模擬及材料火害反應評估之研究”, 國立高雄第一科技大學, 碩士論文。
- 11.陳福財, 2008, 以已知圓錐量熱儀數據推估其他熱通量下熱釋放率曲線之研究, 國立高雄第

- 
- 一科技大學，碩士論文。
- 12.陳俊勳，1997，建築物室內裝修（飾）防火性能要求，建築物室內裝修（飾）防火材料使用講習會專輯，台北：內政部建築研究所。
  - 13.賴宜麟，2005，使用不同防火試驗法測試各式材料組合之防火性能比較，國立高雄第一科技大學，碩士論文。
  - 14.Price, D., et al., 2002, "Burning Behaviour of Foam/Cotton Fabric Combinations in the Cone Calorimeter", *Polymer Degradation and Stability*, Vol. 77, Iss.2, pp. 213-220.
  - 15.Ezinwa, John Uzodinma, 2009, "Modeling Full-Scale Fire Test Behaviour of Polyurethane Foams Using Cone Calorimeter Data ", University of Saskatchewan, Degree of Master of Science.
  - 16.Quintiere, J.,1998, *Principles of Fire Behavior*, Delmar Publishers.
  - 17.Salvador, S., M. Quintard. and C. David, 2004, "Combustion of a Substitution Fuel Made of Cardboard and Polyethylene: Influence of the Mix Characteristics-Experimental Approach", *Fuel* Vol. 83, Issue 4-5, pp. 451-462, March.

## **A STUDY ON BURNING CHARACTERISTICS OF BUILDING DECORATIVE MATERIALS WITH A CONE CALORIMETER**

CHEN, Chien-Jung<sup>1</sup>, TSAI, Ming-Ju<sup>1</sup>, CHAIN, Jae-Lian<sup>1</sup>, SU, Hung-Chi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Architecture and Building Research Institute, Ministry of Interior, Taiwan.

### **Abstract**

CNS14705 "Method of test for heat release rate for building materials-cone calorimeter method" was announced to be the exclusive method for the assessment on non-combustibility performance of construction materials countryside, and will be effective after September 1, 2011. With the consideration of the high-temperature and humidity environment of which the materials were long-term exposed, it is worthy to study whether the testing results revealed the real behavior of the fire load and the heat release rate. In this study, plywood was tested based on Taguchi method. The effects and influences on the experiments resulted from four factors were analyzed, including the thickness of material, surface material, the initial temperature and moisture content of the specimens prior to the tests. It is found that the main affecting factor on the non-combustibility performance is the surface materials which might even accelerate the ignition. The secondary factors are the thickness and the temperature of the specimen prior to the tests, and the moisture content follows. The products marked as "fireproof foam" in the current markets usually existed with the fireproof performance against the light fire from ignition at the initial stage of fire, or it might stop the high-speed-spread of fire. However, it was not obvious for the non-combustibility performance at the stage of fire growing.

**Keyword:** Cone Calorimeter, Heat Release Rate, Average Mass Loss Rate, Fireproof Foam