

門扇材料與結構對木質防火門耐火性能之影響¹

林曉洪² 王秀華³

【摘要】 本研究係以合板及六種無機質材料為試驗材料，進行不同層數及不同配置位置層積組合，以構成防火門門扇，依中國國家標準（CNS 11227）探討門扇材料與結構對試體耐火性能之影響，並就各試體能否通過 30 min 或 60 min 之防火時效等級進行評估。

以 30 min 為加熱目標時，15 種設計組合方式，合格率僅 33%，而以 60 min 為加熱目標時，15 種設計組合方式，合格率為 40%。同一加熱時間為目標時，試體耐火時間與試體厚度、心層材料種類及副層間材種類有密切關係，即試體厚度以 L₆~L₁₅>L₁~L₅ 及 D₆~D₁₅>D₁~D₅，心層材料種類以陶瓷纖維棉>玻纖軋針棉>岩棉>玻璃纖維棉及合板，而副層間材種類則以氧化鎂板較優，以合板較差。因試體加熱後，曝火面各層材料甚至非曝火面層者產生嚴重熱劣化，如龜裂脫落，而無法通過衝擊試驗。以比重較高之南洋欖木為門框角材，其炭化程度約為全厚 1/3~1/2，仍保有強度而可通過 10 kg 耐衝擊試驗。

【關鍵詞】 木質防火門、防火時效、耐火性、曝火面、非曝火面

Effect of Door Materials and Structure on Fire Resistance Performance of Wooden Fire Door¹

Sheau-Horng Lin² Hsiu-Hwa Wang³

【Abstract】 Laboratory-scale wooden fire door was made from plywood and six kinds of inorganic materials by using different combinations of raw material and construction process. The objective of this study was to evaluate the fire resistancy of the wooden door with various incorporation processes. The standard method of CNS 11227 depicted as “Method of fire resistance test for fire door of building” was used to examine the fire resistance duration of the door during 30 and 60 minutes heating tests.

One third of the 15 manufacturing processes designed to meet the 30 minutes heating grade was successful while 40 % of the other 15 designs passed the 60 minutes rating. Factors affecting the fire resistance duration were specimens thickness and kinds of core and sub-central materials. The specimens thickness were L₆-L₁₅>L₁-L₅, D₆-D₁₅>D₁-D₅, the kinds of core materials were ceramic fiber>glass fiber carpet>rock fiber>glass fiber and plywood and the sub-central materials were magnesium oxide board>

1. 本研究承行政院農業委員會計畫經費補助 89-科技-1.5-林-63-5 (15)

This project was sponsored by Council of Agriculture.

2. 國立屏東科技大學 木材工業系副教授，通訊作者

Associate Professor, Department of Wood Industry, NPUST. Corresponding author.

3. 國立屏東科技大學 木材工業系教授

Professor, Department of Wood Industry, NPUST.

plywood. Most of the failure in the specimens derived from severe becoming degradation of both the exposed and un-exposed surfaces of the tested specimens. Cracking in and falling-apart from the surfaces thus failed the impact test. Only 1/3 to 1/2 of the whole thickness of the fire doors was carbonized when higher density wood species such as Batu was used as the frame corner support. The resulted specimens were able to pass the ten kilogram impact test owing to the retained strength performed by the uncabonized portion.

[Key words] Wooden fire door, Fire rating, Fire resistance, Exposed surface, Un-exposed surface.

一、前言

早期我國建築技術規則中於建築設計施工篇—第 76、259 及 263 條規定防火門窗之構造（甲種及乙種），因金屬鐵不燃特性之認知，故規定以鋼鐵製材料為主（建築技術規則，1999）。惟近年來材料科技及製造技術之精進，日本已於 1990 年經建設省告示第 1125 號公告實施，將木製門納入防火門之列。為因應潮流所趨及確保民衆生命財產之安全，我國建築技術規則亦於 2000 年 7 月 14 日修法通過該等條文，由原構件規格之認定修正為防火性能認定。規定甲、乙種防火門窗應分別符合 1 hr 及 30 min 以上防火時效。並自 2001 年 1 月 1 日起正式實施。經濟部標檢局亦公告自 1999 年 5 月 1 日起將防火門列為應施檢驗品目，在在顯示政府有關單位對防患火災發生之重視與決心。

此處所稱「防火門」，除具備一般門戶之機能外，遇火災時可將煙、火焰及熱區隔於區劃內一定時間，藉以阻止延燒及火災之擴大，以提供防火及避難功能。依其耐火性能區分防火時效 1 hr 及 30 min 兩種。前者以防止火災之延燒、擴大為目的，裝置於防火區劃、防火牆、外牆之開口部位。「木質防火門」即是利用木質材料與其他無機質材料進行層積組合製成而具耐火性能之門扇。黃仁智（1991）曾受內政部營建署委託執行建築物防火門及防火牆檢測及認定基準後，重新開啓政府對防火門相關法規研修及技術開發之端。國內有關木質防

火門之研究除筆者等（2000，2001）外，蔡金木（1993，1994）亦曾探討市售產品之耐火性能。經濟部工業局於 1995 年曾委由工研院協助國內 4 家業者進行木質防火門之技術開發，惟其門扇質重且成本高，有必要繼續進行研發改良。山田誠與石原茂久（1991）於開發木製防火門之耐火性能時，分別就防火時效 30，60 及 90 min 之工法進行探討，結果顯示不同材料種類層積組合方式及成品厚度成為影響試體之防火時效重要因素之一。為此，本研究之目的將繼續尋求新的材料及其層積組合法，參考前報（林曉洪、王秀華，2001）門扇材料與結構對木質防火門耐火性能之影響，繼續探討嘗試減少層數及各層材料變化對防火時效 30 及 60 min 之影響，以研製符合本土性之木質防火門產品，期提供國內業界爾後製造之參考。

二、材料與方法

（一）材料

1. 木質材料

- (1) 合板：厚度 2.5 mm，紅柳桉材料，尿素膠製板，作為門扇結構之副層間材。厚度 12 mm，18 mm，紅柳桉材料，酚膠製板，作為門扇結構之層間材及中心材用。國產。
- (2) 巴杜柳桉（*Shorea* spp.）俗名南洋欒木，長 390 mm，寬 30 mm，厚 24 mm 及 30 mm。含水率 15.5%，氣乾比重 0.95。作為木質防火門試體之門扇內框角材用。
- (3) 栓木（*Kalopanax ricinifolium* Miouel）：氣乾

比重 0.54。長 450 mm，寬 31.5~50 mm，厚 9 mm。作為門扇試體封邊用。

- (4)美耐板：厚度 0.7 mm；由富美加公司生產之高級裝飾耐火板，作為門扇表面飾板。氣乾比重：0.54。

2.無機質材料

- (1)玻璃纖維棉：密度 30 kg/m³。台達公司生產。
- (2)玻纖軋針棉：密度 120 kg/m³。東邑玻纖公司生產。
- (3)玻璃纖維板：密度 49 kg/m³。東邑玻纖公司生產。
- (4)岩棉：密度 60 kg/m³。壹東公司生產。
- (5)陶瓷纖維棉：密度 135 kg/m³。Isolite Eastern Union Ref. Co. Ltd.
- (6)氧化鎂板：厚度 3 mm；密度 119 kg/m³。美加公司提供。

3.其他材料

- (1)南寶樹脂：南寶樹脂公司生產，產品編號 #3670。
- (2)∩型釘：16 mm (L) × 1.15 mm (W) ×

0.59 mm (T)。

- (3) I 型釘：50 mm (L) × 1.25 mm (W) × 1.0 mm (T)。
- (4)防煙膨脹條：聚磷酸鹽類。2100 mm (L) × 10 mm (W) × 4 mm (T)。
- (5)鉸鍊：蝶型，不銹鋼製，2 mm 厚，重量 400g/個。

(二) 方法

1.木質防火門之設計及製造步驟

- (1) 60 min 及 30 min 防火時效之木質防火門門扇組合設計，依據前報（林曉洪、王秀華，2001）心層材料暨板厚對層積複合板耐火性能影響一文之最佳組合條件參考之。角材厚度侷限於市售鉸鍊之最小寬度為 22 mm 考量，故設計厚度以 24 mm 及 30 mm 為主進行探討。門扇構造如圖 1 所示。

(2)製造步驟

- a.門框製作：390 mm (L) × 405 mm (W) × 24 及 30 mm (T)。
- b.門框內充填門扇心層材料。

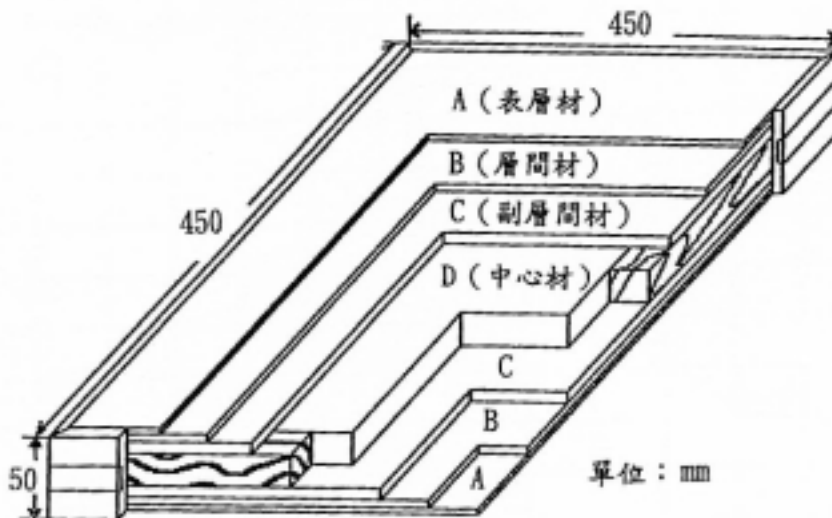


圖 1. 木質防火門試體構造圖

Fig. 1. The schematic diagram of wooden fire door.

- c.層間材及副層間材組合製作（正、反兩面）。
- d.門框及層間材組合製作。
- e.表層材組合製作。
- f.門扇封合正、反面表層材。
- g.封邊材製作（含防煙膨脹條）。
- h.安裝鉸鍊（2個）。
- i.完成門扇成品。
- j.試體量測厚度（mm）及重量（kg）。

每試體各製造兩扇，以供加熱及衝擊試驗。

(三) 木質防火門防火時效試驗

- 1.依 CNS 11227（1997）「建築用防火門耐火試驗法」進行。加熱時間分為 60 min 及 30 min 兩種。
- 2.使用實驗室小型防火門加熱爐（爐口面積 45×45 cm²），以液態丙烷瓦斯為燃料。試體曝火面積為 30×40.5 cm²。
- 3.加熱試驗
 - (1)設定爐體耐火標準加熱溫度基準（如圖 2）。

- (2)試驗面以外之部分，須以耐火磚或其他材料覆蓋以阻隔火焰，又該等接縫若有空隙須以耐火材填塞經過適當處理後，方可進行加熱。
- (3)試驗加熱面之爐內氣壓應採爐內上方氣壓大於大氣壓力之加熱方法。
- (4)加熱試驗中之加熱溫度測定，開始加熱 30 min 以內，每隔 2 min 測定一次，30 min 以後須每隔 5 min 以內測定一次。
- (5)爐內平均溫度標準曲線之許可差，其加熱時間溫度面積在加熱時間 1 hr 範圍內為±10%，2 hr 範圍內為±7.5%，超過 2 hr 為±5%以內。
- (6)試體背溫量測以 CNS 11073 所規定之韌煉銅製成之厚度 0.2 mm，面積約 4 cm²之銅片與長寬尺度 5×5 cm，厚度 3~6 mm 之不燃性無機纖維板緊密接著於非曝火面上。分布於試體左上、左下、右上、右下及中間位置等 5 處（圖 3），然後測定該銅片之溫度。銅片之溫度需以 CNS 5534 規定具有 0.75 級以上性能及直徑 0.65 mm 之

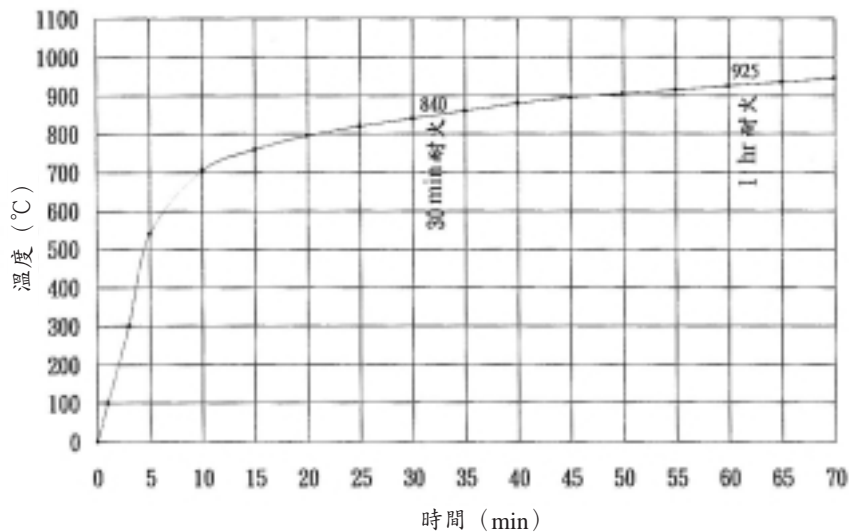


圖 2. CNS 11227 耐火標準加熱溫度時間曲線圖

Fig. 2. Standard heat-temperature time curve on fire resistance. (CNS-11227)

CA 或 CC 熱電偶線銀鉀於銅片上。

(四) 加熱試驗結果判定

1. 未產生防火上認為有害之變形、破壞、脫落、剝離等變化者。
2. 未產生通達試體非曝火面之火焰及有害於防火之裂隙、孔穴。
3. 加熱試驗中試體周邊各部分 L_n (cm) ($L_1 \sim L_6$) 之中間, 反曲或撓度之變形量, 未超過 $L_n / 6000$ (本試驗為小試體, 故未進行判定) (圖 4)。
4. 試驗中試體非曝火面未產生燃燒火焰。
5. 試驗中試體背部空間溫度未超過 260°C (限 A 種)。

(五) 衝擊試驗

加熱試驗終了後 30 min 內, 於試體加熱面之正上方以繩索吊掛質量 10 kg, 直徑 20 cm 之球狀砂袋, 對準衝擊位置以垂直距離 50 cm 之高度自由落下。試體之衝擊位置, 應於構造上認為較差之處選擇三個, 各進行衝擊試驗一次。衝擊試驗結果, 試體未產生貫穿裂縫或未產生鬆開者, 視為合格。衝擊試驗各於正、反面試驗一次。

以上各條件均合格者, 方屬通過防火時效 60 及 30 min 防火門標準。

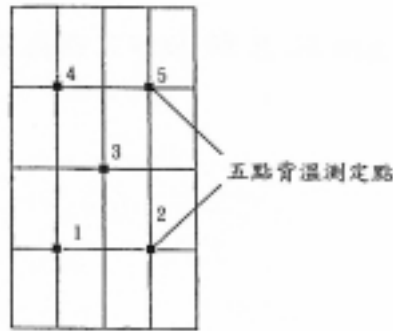


圖 3. 防火門試體背溫測定位置

Fig. 3. A sketch showing the positions designed for backboard temperature.

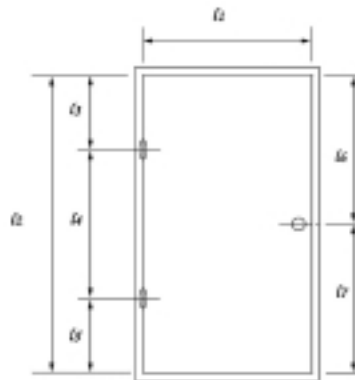


圖 4. 試體周邊撓曲之變形量量測位置

Fig. 4. A sketch showing the positions designed for deflection measurement.

三、結果與討論

(一) 防火時效 30 min 之耐火性能

1. 試體 L1~L5：試體厚度 31.6~32.0 mm；試體重量 2.25~3.61 kg（表 1）

為尋求改善試體之輕量化，故本組門扇試體嘗試於結構中減少層間材設計。然加熱試驗後顯示，均未能通過防火時效 30 min 之標準。試體多於 24 min 左右開始產生燃燒劇變。尤其曝火面各層無法抵擋火源，致延燒至心材，甚至非曝火面各層材料發生輕重程度不等之燃燒熱劣化。因而正、反面無法通過衝擊試驗。而角材炭化程度約佔全厚 1/3~1/2，尚且具強度。比較 5 種心材種類對試體背溫影響時，顯示，相同厚度下，以玻璃纖維棉者最高達 290°C（L2），岩棉次之 150°C（L1），而陶瓷纖維棉者最低 73°C（L3）（圖 5）。據文獻（黃忠良譯，1986；賴耿陽，蘇品書，1993）指出，陶瓷纖維棉者單位體積或單位熱阻之熱容量極小，為良好之隔熱材料，而被廣泛應用於隔熱

材料工業。理論上，木質材料合板為熱不良導體，惟加熱過程因合板起燃，致影響其背溫而升高。檢討本組未能通過 30 min 之防火時效可能致因：試體結構中缺少層間材保護，致火源快速通過曝火面各層而延燒至非曝火面。爾後可考慮改善之道，如增厚副層間材之氧化鎂板厚度，亦或增加層間材配置以改善門扇體受火源之衝擊。

2. 試體 L6~L10：試體厚度 43.4~43.7 mm；試體重量 3.74~4.78 kg（表 2）

基於上述之結果本組試體增加層間材兩面，並以耐燃 1 級材料之玻璃纖維板為門扇結構中之層間材，副層間材置氧化鎂板作為防火補強。經 30 min 加熱試驗結果顯示，除心材為合板（L10）耐火時間 27'57" 及玻璃纖維棉（L7）耐火時間 25'00" 者外，均可通過試驗標準。前者肇因於心材合板起燃，而有 1/3 厚炭化致減弱了試體之強度。甚至影響至非曝火面表層凸起。後者則因火焰突破氧化鎂板，產生

表 1. 五層構造設計之木質防火門加熱試驗結果（防火時效 30 min）

Table 1. Five layers structure design and heating results of wooden fire doors. (Based on 30 min fire rating)

試體代號	門扇材料與構造				門扇厚度 (mm)	試體總重量 (kg)	耐火時間 (min)	判定結果
	表層材 (兩面)	副層間材 (兩面)	中心材 (mm)	角材厚度 (mm)				
L1			岩棉 (24)		31.6	2.49	25	× ¹⁾
L2			玻璃纖維棉 (24)		32.0	2.25	22	×
L3	美耐板	氧化鎂板	陶瓷纖維棉 (24)	南洋櫟木 (24)	31.9	2.47	25	×
L4			玻纖軋針棉 (24)		31.7	2.48	24	×
L5			合板 (24)		31.8	3.61	24	×

註 1)：×表未通過防火時效 30 min

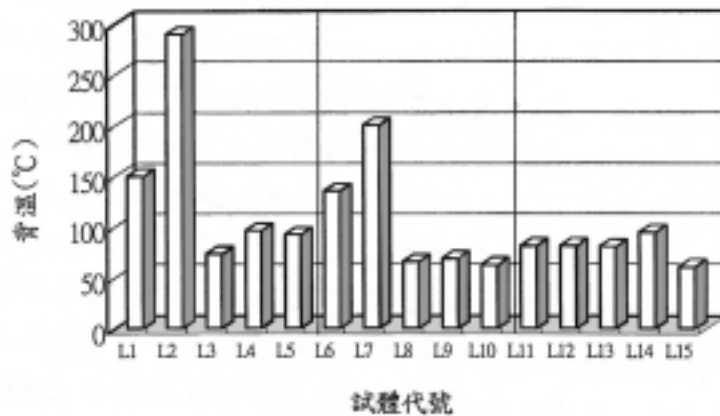


圖 5. 試體構造與背溫之關係 (防火時效 30 min)

Fig. 5. The relationship between sample's structure and backboard temperature. (fire rating 30 min)

表 2. 副層間材置氧化鎂板之木質防火門門扇設計與加熱試驗結果 (防火時效 30 min)

Table 2. Structure design and heating results of wooden fire doors. (Based on 30 min fire rating)

試體代號	門扇材料與構造					門扇厚度 (mm)	試體總重量 (kg)	耐火時間 (min)	判定結果
	表層材 (兩面)	層間材 (兩面)	副層間材 (兩面)	中心材 (mm)	角材厚度 (mm)				
L6				岩棉 (24)		43.7	3.84	30	防火時效 30 min
L7				玻璃纖維棉 (24)		43.5	3.74	25	× ¹⁾
L8	美耐板	玻璃纖維板	氧化鎂板	陶瓷纖維棉 (24)	南洋檫木 (24)	43.4	4.04	30	防火時效 30 min
L9				玻纖軋針棉 (24)		43.6	4.78	30	防火時效 30 min
L10				合板 (24)		43.5	4.56	27	×

註 1) : ×表未通過防火時效 30 min

龜裂而影響至心材玻璃纖維棉之熱劣化，使非曝火面產生燃燒熱劣化。至於角材則炭化程度僅為全厚之 1/3~1/2 左右，尚可支持試體衝擊試驗。比較心材種類對試體背溫影響時，顯示仍以玻璃纖維棉者 (L7) 最高 (200 °C)，岩棉者 (L6) 次之 (135 °C)，而合板者 (L10) 最

低 (62 °C) (圖 5)。當與上組 (L1~L5) 比較之，則本組試體通過率 60% 較前者改善不少。顯示，增加層間材有其必要性。

3. 試體 L11~L15：試體厚度 45.1~45.9 mm；試體重量 3.14~4.25 kg (表 3)

與上組 (L6~L10) 比較，當副層間材改置

2.55 mm 合板時，各試體重量減低約 0.6 kg。探討各試體加熱試驗之結果顯示，僅 L13及 L14 兩者可通過試驗標準，雖然層間材使耐燃 1 級材料。惟副層間材為薄合板，一旦火源突破層間材時遇上副層間材易燃之薄合板，輒影響至心材，尤其心材耐火性差者，火焰勢將繼續影響到非曝火面各層。試驗結果顯示，未能通過試驗標準之各試體主要心材受熱劣化較嚴重，甚至影響至非曝火面各層材料。故正、反面衝擊試驗無法通過。又各試體之背溫不高，均低於 100 °C。角材炭化約僅全厚 1/3~1/2 不等，尚具強度以支持試體衝擊試驗。

筆者等（2000）於前報中曾探討防火時效 30 min 之木質防火門研究，以 3 mm 合板為層間材、副層間材置玻璃纖維板或氧化鎂板，而心材同為軟質無機纖維棉類，加熱試驗結果顯示均可通過試驗標準。值得注意者，本研究 L11~L14 試體之背溫 60（L15）-94 °C（L14）均比前報之配置（55.1~78.2 °C）

者高（圖 5），此或許導致本組中僅 40 % 通過合格。由此顯示，層間材與副層間材配置材料將影響試體耐火性能。又門扇角材改置比重較大之南洋欖木，加熱試驗後顯示其炭化程度較之前報所使用之花旗松（比重 0.5 左右）者為輕。今泉藤吉（1976）研究指出，比重 0.5 之木材，其炭化速度約 0.5~0.6 mm/min，以此計加熱時間 30 min，其炭化約 15~18 mm。本研究使用之南洋欖木其比重高達 0.95，況且角材隱藏門扇內部受層間、副層間及表層材之保護，故炭化程度大幅降低。據原田壽郎等（1994）亦曾研究顯示，木材比重愈大著火時間將延後發生。因此基於耐火性及衝擊試驗考量門扇角材有必要予以選擇比重較高者。

（二）防火時效 60 min 之耐火性能

1. 試體 D1~D5：試體厚度 37.6~38.0 mm；試體重量 2.64~4.95 kg（表 4）

當門扇結構中減少層間材積層，其厚度及試體重量亦相對減低。經 60 min 加熱試驗

表 3. 副層間材置合板之木質防火門門扇設計與加熱試驗結果（防火時效 30 min）

Table 3. Structure design and heating results of wooden fire doors. (Based on 30 min fire rating)

試體代號	門扇材料與構造					門扇厚度 (mm)	試體總重量 (kg)	耐火時間 (min)	判定結果
	表層材 (兩面)	層間材 (兩面)	副層間材 (兩面)	中心材 (mm)	角材厚度 (mm)				
L11				岩棉 (24)		45.8	3.22	28	× ¹⁾
L12				玻璃纖維棉 (24)		45.9	3.14	25	×
L13	美耐板	玻璃纖維板	合板	陶瓷纖維棉 (24)	南洋欖木 (24)	45.7	3.37	30	防火時效 30 min
L14				玻纖軋針棉 (24)		45.4	4.25	30	防火時效 30 min
L15				合板 (24)		45.1	4.06	26	×

註 1)：×表未通過防火時效 30 min

表 4. 五層構造設計之木質防火門加熱試驗結果 (防火時效 60 min)

Table 4. Five layers structure design and heating results of wooden fire doors. (Based on 60 min fire rating)

試體代號	門扇材料與構造				門扇厚度 (mm)	試體總重量 (kg)	耐火時間 (min)	判定結果
	表層材 (兩面)	副層間材 (兩面)	中心材 (mm)	角材厚度 (mm)				
D1			岩棉 (30)		37.7	2.85	32	× ¹⁾
D2			玻璃纖維棉 (30)		38.0	2.64	30	×
D3	美耐板	氧化鎂板	陶瓷纖維棉 (30)	南洋檫木 (30)	37.6	2.85	35	×
D4			玻纖軋針棉 (30)		37.6	2.79	30	×
D5			合板 (30)		37.9	4.95	25	×

註¹⁾ : ×表未通過防火時效 60 min

後顯示，耐火時間僅 25~36 min 而均不合格。分析顯示，曝火面副層間材氧化鎂板產生熱劣化且心材部分表面產生嚴重熔融，甚至影響至非曝火面層間材料熱劣化所致，此或許與缺乏層間材之保護有關。此現象與前 (L1~L5) 試體雷同。顯而易見欲減輕試體厚度以達成 60 min 防火時效者具實質困難，甚至不可行。增厚副層間材氧化鎂板或增加層間材以延阻火源攻擊實屬必要。又試驗發現，加熱 60 min 後其試體背溫 [127 (D10) -310 °C (D2)] (圖 6) 均較加熱 30 min (L1~L5) 者高 (73~290 °C)。

2. 試體 D6~D10：試體厚度 51.3~51.8 mm；試體重量 4.16~5.81 kg (表 5)

本組增加玻璃纖維板副層間材配置，加熱 60 min 後顯示除試體 D7 外，均可通過 60 min 防火時效，通過率達 80 %。D7 以玻璃纖維棉為心材，約 1/2 厚嚴重熱劣化使曝火面層間材

因熔融而產生 3 mm 裂縫，致衝擊試驗未能通過。試體背溫均顯示低於 260 °C (圖 6)。角材約僅 1/3~1/2 厚炭化，可通過衝擊試驗。

3. 試體 D11~D15：試體厚度 51.8~52.2 mm；試體重 3.18~4.58 kg (表 6)

副層間材配置 2.55 mm 合板時，試驗結果顯示僅試體 D11 及 D13 兩者可通過試驗標準，通過率僅 40%。各試體失敗原因可能與副層間材配置可燃性薄合板及心材材料種類有關，如試體 D15 當火焰貫穿層間材後遇上可燃性副層間材 (合板) 自然助長火焰而延燒至心材 (合板)，致其產生嚴重炭化，而無法通過衝擊試驗。故本組失敗率較前組 (D6~D10) 者高。又各試體背溫 (107~159 °C) (圖 6) 發現較前組 (D6~D10) 者 (90~104 °C) 明顯偏高。至於角材炭化約 1/3~1/2 厚，惟仍保有強度。由此顯示試體構成材料種類及結構均會影響其耐火性能。

表 5. 副層間材置氧化鎂板之木質防火門設計與加熱試驗結果 (防火時效 60 min)

Table 5. Structure design and heating results of wooden fire doors. (Based on 60 min fire rating)

試體代號	門扇材料與構造					門扇厚度 (mm)	試體總重量 (kg)	耐火時間 (min)	判定結果
	表層材 (兩面)	層間材 (兩面)	副層間材 (兩面)	中心材 (mm)	角材厚度 (mm)				
D6				岩棉 (30)		51.8	4.30	60	防火時效 60 min
D7				玻璃纖維棉 (30)		51.6	4.16	52	× ¹⁾
D8	美耐板	玻璃纖維板	氧化鎂板	陶瓷纖維棉 (30)	南洋欖木 (30)	51.5	4.30	60	防火時效 60 min
D9				玻纖軋針棉 (30)		51.3	4.15	60	防火時效 30 min
D10				合板 (30)		51.3	5.81	60	防火時效 60 min

註¹⁾：×表未通過防火時效 60 min

表 6. 副層間材置合板之木質防火門門扇與加熱試驗結果 (防火時效 60 min)

Table 6. Structure design and heating results of wooden fire doors. (Based on 60 min fire rating)

試體代號	門扇材料與構造					門扇厚度 (mm)	試體總重量 (kg)	耐火時間 (min)	判定結果
	表層材 (兩面)	層間材 (兩面)	副層間材 (兩面)	中心材 (mm)	角材厚度 (mm)				
D11				岩棉 (30)		51.9	3.43	60	防火時效 60 min
D12				玻璃纖維棉 (30)		52.2	3.39	46	× ¹⁾
D13	美耐板	玻璃纖維板	合板	陶瓷纖維棉 (30)	南洋欖木 (30)	51.8	3.67	60	防火時效 60 min
D14				玻纖軋針棉 (30)		52.3	3.18	52	×
D15				合板 (30)		52.0	4.58	48	×

註¹⁾：×表未通過防火時效 60 min

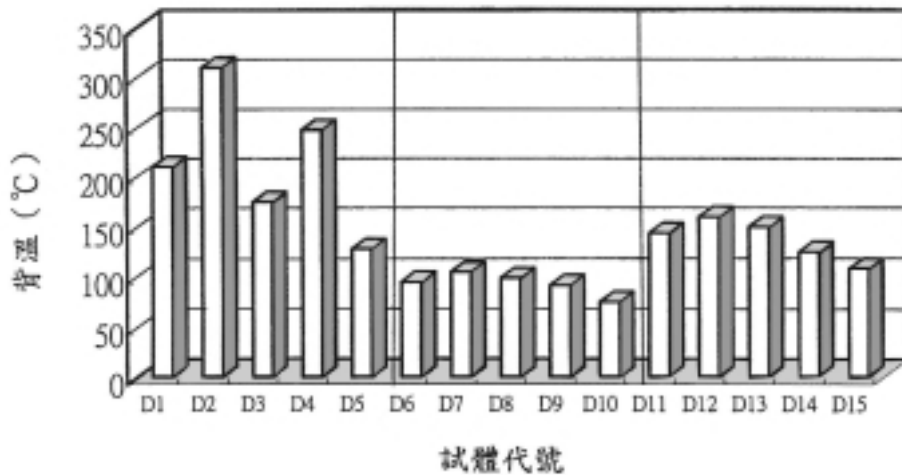


圖 6. 試體構造與背溫之關係 (防火時效 60 min)

Fig. 6. The relationship between sample's structure and backboard temperature. (fire rating 60 min)

四、結論

本研究係以合板及六種無機質材料為試驗材料，進行不同層數及不同配置位置層積組合，以構成防火門門扇，依中國國家標準 (CNS 11227) 探討門扇材料與結構對試體耐火性能之影響，並就各試體能否通過 30 min 或 60 min 之防火時效等級進行評估。

以 30 min 為加熱目標時，15 種設計組合方式，合格率僅 33%，而以 60 min 為加熱目標時，15 種設計組合方式，合格率為 40%。同一加熱時間為目標時，試體耐火時間與試體厚度、心層材料種類及副層間材種類有密切關係，即試體厚度以 $L_6 \sim L_{15} > L_1 \sim L_5$ 及 $D_6 \sim D_{15} > D_1 \sim D_{15}$ 心層材料種類以陶瓷纖維棉 > 玻纖軋針棉 > 岩棉 > 玻璃纖維棉及合板，而副層間材種類則以氧化鎂板較優，以合板較差。因試體加熱後，曝火面各層材料甚至非曝火面層者產生嚴重熱劣化，如龜裂脫落，而無法通過衝擊試驗。以比重較高之南洋欖木為門框角材，其炭化程度約為全厚 $1/3 \sim 1/2$ ，仍保有強度而可通過 10 kg 耐衝擊試驗。

五、致謝

本研究承蒙行政院農委會計畫經費補助，特此表示謝意。

六、引用文獻

- 中國國家標準 (CNS 11227) (1997) 建築用防火門耐火試驗法。
- 林曉洪、王秀華、廖英志、顏妙芬、陳弘彬 (2000) 甲種木質防火門構材工法之耐火性能探討。林產工業 19 (3): 343-362。
- 林曉洪、王秀華 (2000) 乙種木質防火門製造及其耐火能探討。林產工業 19(4):477-486。
- 林曉洪、王秀華 (2001) 心層材料暨板厚對層積複合板耐火性能之影響。林產工業 20(1):45~54。
- 建築技術規則 (1999) 建築設計施工篇第三章建築物之防火。營建雜誌社。67-70頁。
- 黃忠良 譯 (1986) 陶瓷纖維絕熱工學。復漢出版社。23-29頁。
- 黃仁智 (1991) 建築物防火門、防火牆檢驗測試及認定標準。建築材料防火性能認

定基準 研討會講義。內政部營建署、內政部建研所籌備處主辦。3-1~3-19頁。

蔡金木（1993）傳統工業技術開發建築物木質防火門耐火性能探討及應用開發。內政部建研所籌備處。八十二年度研究計畫聯合研討會論文集。4-1~20頁。

蔡金木（1994）木質防火門耐火性能之開發與應用。建築材料耐燃、防火性能研討會講義。內政部建研所、經濟部技術處及工研院化工所合辦。55-74頁。

賴耿陽、蘇品書（1993）複合材料科學。復

漢出版社。85頁。

山田 誠、石原茂久（1991）木製ドアの防火性能開發（その1）木製ドアの仕様と遮炎性能。第41回日本木材學會大會研究發表要旨集 p400. 日本島根大學。

今泉藤吉（1976）集成材の火災に對する安全性。木材工業 31(11):502-504。

原田壽郎、平田利美（1994）放射加熱木材炭化（第1報）炭化過程木材著火。木材學會誌 40(2):202-212。