

木構造防火技術規範與集成材
炭化特性之研究

內政部建築研究所自行研究報告

中華民國 94 年 12 月

094301070000G2007

木構造防火技術規範與集成材 炭化特性之研究

研究主持人：何明錦

共同主持人：雷明遠

研 究 員：李其忠

李鎮宏

內政部建築研究所自行研究報告

中華民國 94 年 12 月

木構造防火技術規範與集成材炭化特性之研究

內政部建築研究所自行研究報告

九十四年度

ARCHITECTURE AND BUILDING RESEARCH INSTITUTE
MINISTRY OF INTERIOR
RESEARCH PROJECT REPORT

Studies of Technical Codes for Fire
Protection of Timber Construction and
Charring Characteristics of Glulam

BY

Ming-Chih Ho

Ming-Yuan Lei

December 31, 2005

目次

表目錄	III
圖目錄	IV
摘要	V
第一章 緒論	1
第一節 緣起背景	1
第二節 研究範圍	4
第三節 研究內容與方法	7
第四節 研究預期成果	7
第二章 膠合集成材簡介	9
第一節 工程木材與膠合集成材	9
第二節 膠合材之解剖	10
第三節 結構膠合材規格指南	14
第四節 膠合材之建築用途	16
第三章 木構造建築防火相關國內外法規	21
第一節 我國建築及消防法規相關規定	21
第二節 美國建築法規基準	37
第三節 日本建築法規基準	68
第四節 中國大陸建築法規基準	76
第四章 木構造防火技術規範之發展	83
第一節 本所以往研究成果	83
第二節 木構造防火設計規範草案芻議	100

第五章 集成材炭化特性與防火設計	109
第一節 木材之高溫特性	109
第二節 大斷面木質材料之燃燒特性	111
第三節 歐美相關木質構造防火設計	114
第四節 美國集成材防火性能驗證	120
第七章 結論與建議	127
第一節 結論	127
第二節 建議	129
附錄一 加拿大木構造建築工程簡介	133
參考書目	137

表次

表 3-1 建築技術規則有關防火設備設置場所及性能之規定	30
表 3-2 美國木質裝修材料火焰延燒度分級	39
表 3-3 2003 IBC 室內裝修材之火焰延燒性分級規定	40
表 3-4 建築物主要構造之防火性能規定	43
表 3-5 重木型結構構件規格尺度	44
表 3-6 符合一小時防火時效之集成樑最小深度	66
表 3-7 日本建築法規有關木造建築物用途限制規定	71
表 3-8 中國大陸建築法規之木構造構件燃燒性能和防火時效	77
表 5-1 集成材防火時效與炭化深度	114
表 5-2 容許應力修正至強度應力之修正係數(K)	115
表 5-3 不同種類及斷面形狀實木與集成材之炭化速度	116
表 5-4 花旗松集成材防火試驗分析	122

圖次

圖 1-1 框組壁系統示意圖.....	5
圖 1-2 柱梁式系統示意圖.....	6
圖 2-1 運動器材用品 REI 旗艦商店（美國華盛頓州西雅圖市）.....	18
圖 2-2 美國華盛頓州 Tacoma 市"木蛋"體育館	19
圖 3-1 建築物防火區劃之構成示意圖.....	24
圖 3-2 重型木構造之結構屋頂板詳圖.....	43
圖 3-3 一小時防火時效之可燃承重牆組件.....	56
圖 3-4 二小時防火時效之承重內牆系統.....	57
圖 3-5 一小時防火時效之天花板/地板及天花板/屋頂組件	64
圖 3-6 經防火認證之 Rim Board 與樑組件.....	65
圖 5-1 木材熱解過程中熱與質量之轉換	108
圖 5-2 集成柱內部之溫度變化.....	110
圖 5-3 鋼鐵與木材強度變化比較圖.....	110
圖 5-4 實際載重/容許載重比與 Z 值之關係.....	111
圖 5-5 花旗松集成材試驗過程.....	124

摘 要

關鍵字：木(質)構造、框組壁式系統、柱梁式系統、集成材、
耐火性、炭化層

一、研究緣起

近年來由於國內積極推動「綠建築」，從一氧化碳減量、固體廢棄物減量、能源消耗、環境衝擊等方面性質來看，木構造是最符合環保之綠建築，因此國內是直到近幾年藉由「綠建築」觀念之推廣普及化，始真正重視木構造建築物。過去國人對於木構造建築物之認知，普遍仍然停留在「不防火」、「不防震」、「不防蟲蟻」、「不防潮、易腐朽」之印象，然而隨著美國、加拿大及日本等主要木構造建築物興盛之地區向國內介紹真正的木構造建築物，國內才開始認識到木構造建築物的優點，而上述問題早已經利用各式各樣加工處理、工程設計等方式予以克服。

當木材之斷面夠大，遇火燒時雖然外層會變成炭化層(Char layer)，但內部木材完好(該炭化層宛如鋼構材之防火被覆材料)，其強度仍足以支撐結構所需載重，因此整體結構不致因火燒而倒塌，相較於裸露鋼鐵遇火熱易軟化、變形破壞，甚至倒塌之情形，大斷面木質材料算是耐火安全的材料。

本所曾於 90 年辦理「木構造建築物設計與施工技術規範修訂之研究」，並依據研究成果於 91 年編修「木構造建築

物設計與施工技術規範」，其中原草案「第九章建築物之防火」之條文因較簡略，於審查專案小組會議決議暫不納入，續由本所研議提出防火有關詳細規範後再審查納入，爰此，本所 92 年辦理「木構造防火基準之國際比較研究」及 93 年度辦理「木構造耐火性能設計與驗證研究」，對於國外木構造防火設計規定進行彙整，另外亦對框組式木構造牆防火性能進行實驗，上述研究成果對於前揭規範之「第九章建築物之防火」之增修業有所貢獻，惟條文及解說部分仍然有待加強。

93 年 10 月營建署函請本所辦理有關「樑（柱）構造用木材耐火性能與炭化速率之研究」，爰規劃辦理本項計畫。一方面，完成木構造防火技術規範建議草案研擬，提供「木構造建築物設計與施工技術規範」增修「第九章建築物之防火」之參考；另一方面，對膠合集成材之炭化特性及防火性能進行驗證，供研議木構造梁、柱防火設計法參考。

二、研究方法及過程

(一) 蒐集目前國內外有關木構造、集成材防火性質研究文獻、法規、標準等資料。

(二) 木質構造防火技術規範之研擬

1. 檢討分析本所 92 年辦理「木構造防火基準之國際比較研究」及 93 年度辦理「木構造耐火性能設計與驗證研究」報告有關研究成果或「第九章 建築物之防火」草案有待增補加強之處。

2. 比較整理國外木構造防火技術規範內容及架構，並據以參考增修「第九章 建築物之防火」草案。

(三)木構造材（集成材）防火時效驗證

本研究僅針對膠合木（集成材）加以探討，選擇北美材花旗松（Douglas fir）膠合集成樑進行加熱加載試驗，驗證其破壞時間與預定防火時效之差異；至結構材用原木之特性與大斷面膠合木（集成材）頗為相似，故可參考應用。另有關框組壁工法之防火性能驗證，本所上（93）年度業在有關研究計畫進行一系列 2×4 木質分間牆防火時效驗證實驗，故本研究不擬重複，引用先前研究成果並整合之。

(四) 藉由與國內建築管理官員、國內外木構造專家學者、材料廠商及具實務施工經驗者之訪談，了解各界對於木構造防火設計上的考量及執行上可能面臨的問題。

三、重要發現

(一) 研擬完成木構造建築物設計及施工技術規範有關防火安全規範條文草案

本研究綜合比較國外相關木構造防火設計規範，並參酌過去研究成果及規範草案，業研修完成木構造防火設計規範，詳如本報告第四章第二節（木構造防火設計規範草案芻議）。該草案除可考慮直接增修為「木構造建築物設計及施工技術規範」之第九章，若單獨制訂為「木構造建築物防火安全技術規範」亦為可行方案。

(二) 日本集成材防火設計之安全係數較大，雖屬保守設計，然考量在我國尚無充分集成材防火設計與審查經驗之國情，初期採日本防火設計方式似較妥適。

經由國際研究分析與各國法規檢討比較，發現日本所採用之集成材防火設計偏於保守，亦即集成材木構造建築物進行結構計畫之分析計算後，選定構材（集成梁、柱）之規格，然後增加一定厚度之木材尺寸（按預定達到之防火時效乘以一定炭化速度），作為火災中炭化層用，以確保火災過程中結構強度之完整性。至於美國所採用之集成材防火設計則屬最小安全斷面概念，亦即集成材木構造建築物先進行結構計畫之分析計算後，選定構材（集成梁、柱）之規格，再依 NDS 或 IBC 之炭化層公式計算，預估所選構材經過預定時間（防火時效）之曝火後所剩斷面尺度，再驗算其強度應力是否合格。

另依據本研究之木構造防火性能驗證實驗結果，美國集成材實驗結果與預估有些微落差，屬於防火實驗容許誤差範圍（通常防火試驗之誤差在 10~50%，尤其耐火試驗使用全尺度試體，試體之構成、安裝準備、加熱條件等因素皆可能是造成誤差原因），由此可知美國集成材之防火設計雖然較符合經濟原則，但恐無法百分百保證達到法定之防火時效，爰基於建築管理立場，如未確保法定性能安全，難免不符法規立意。

四、主要建議事項

(一)立即可行建議

建議一：框組壁式及梁柱式木構造工法之防火性能可依循「建築新技術、工法、材料審核認可」規定申請審查認可。

主辦機關：內政部營建署

協辦機關：內政部建築研究所

由於框組壁式木構造類似於金屬框架輕質分間牆，其木構架立柱規格統一為 2×4 英吋或 2×6 英吋，因此構造型式變化不大，若比照金屬框架輕質分間牆依循「建築新技術、工法、材料審核認可」規定申請審查，應屬可行。雖然本研究報告所提之規範草案亦建議採用經本所以往研究驗證之構材工法，但對於其他類型木質輕質分間牆之防火性能認定，可依上述建議辦理。

另梁柱式木構造工法（大斷面之重型木構造或集成材構造）在目前尚無適用之規則或規範的情形下，建議暫依循「建築新技術、工法、材料審核認可」規定申請審查，以克服個案之設計審查問題。

(二)中長期建議

建議二：大斷面之重型木構造或集成材構造炭化層安全厚度明訂為建築技術規則相關規定。

主辦機關：內政部營建署

協辦機關：內政部建築研究所

大斷面之重型木構造或集成材構造，因須先考慮結構安全強度計算後才設計所需斷面尺度，因此不同建築專案所採用之木構造柱（梁）斷面都不同，同一專案亦有不同斷面之木構造柱（梁）。倘不同斷面尺度的木構造柱（梁），

均須依「建築新技術、工法、材料審核認可」規定辦理個案審查，不僅造成建築師、承造商在時間及成本增加之困擾，亦增加政府機關審查工作負擔。

目前美、加、日、歐洲各國建築法規對於木構造柱梁防火時效認定，長年以來業採用碳化速率計算公式方法（各國依各自實驗結果與經驗採用各自之公式），因此已成為各國建築師及結構技師信賴之設計法。經本研究比較日本與美國集成材防火設計方式，美國集成材之防火設計雖然較為經濟，但有時無法百分百保證達到法定之防火時效，日本之防火設計雖然屬於保守設計（外加炭化層安全厚度），但審慎考量我國尚無充分集成材防火設計與審查經驗之國情，採日本防火設計方式似為妥當。

建議三：政府有關部門應積極儘速建立木質構造構材製品品質驗證程序標準及配套機制。

主辦機關：內政部營建署

協辦機關：內政部建築研究所

我國木構造建築法規主要為建築技術規則，有關詳細之設計與施工技術規範，業由本所研究提案送請營建署公告實施。有關木構造防火規定，在現行建築技術規則規定條文不多，尤其防火構造規定（設計施工編第 71~74 條）並未明訂木構造之主要構造規格規定，所以建議目前木質防火構造必須依「建築新技術、工法、材料審核認可」規定申請專案審查通過後始可設計應用（如建議一），惟更重要是儘速建立木質構造構材製品品質驗證程序標準及配套機制，以確保木質構造建築物之性能安全。

ABSTRACT

Keywords : Wood frame construction, Two-by-four (2 × 4)system,
Post-and-beam system, Glulam, Fire resistance,
Char layer

There are several advantages associated with wood frame construction (WFC), light-weight and strong, convenient and fast construction, compatible to any foundation, excellent energy conservation, resistance to earthquake...etc. However wood is naturally organic material, it is instinctually combustible. Therefore WFC is mistaken as “without fire-resistance” or “ lack of fire safety” by the general Taiwanese people who used to live in reinforced concrete construction. Actually the measures using bigger profile timber for structural elements, application of fire compartment, fire retardant material and sprinkler system can provide the fire safety level as other construction.

Based on the environmental sustainability policy, “green building” has been one of administrative plan in Ministry of Interior. The “green building” performances of WFC, in terms of energy conservation and reduction of carbon dioxide, are excellent among all types of construction. However for most of customers, about the performances regarding durability, fire safety and other safety issues are most worried.

In text of fire protection, there are already several basic requirements to provide the minimum level of fire safety. These provisions based on the practical consideration about life and property protection are probably

regarded as technical barriers for WFC. The Building Technical Regulation (BTR) which dealing with the major part of fire safety design has been undertaken the overall amendment in recent years, including the requirement of fire resistive construction is more flexible for WFC if the main structural elements are fire-rated as specified. The Code of Practice for WFC Design was well developed and drafted by Architecture and Building Research Institute (ABRI) and issued by Construction and Planning Agency (CPA) on May 2003. The Code is used as a guideline or manuals for architects, professional engineers and builders, even for building control officials. However the Code is still hard to popularly apply in the case for lack of provisions regarding fire protection. Therefore the codes on fire safety for timber frame construction was developed through the detailed review on several oversea regulations and codes, mainly Japanese and American, as well as the drafts of previous studies in recent years. Besides, the works on the verification of fire resistance performance of glulam was planned and conducted in this project. Several comments on approving the fire performance of fire-rated construction used in timer frame construction were provided for suggestions.

第一章 緒論

第一節 緣起背景

國內因過去經濟發展蓬勃發展時期，都會地區建築物大量興建，對於建設所需建築材料需求量甚大，混凝土原料國內取得容易，反觀國內本身森林資源有限，本產木材不敷應用於大量建築材料，因此長年來混凝土已成為最主要之建築構造材料，國內也有 95% 以上建築物是混凝土相關構造。近年來由於國內積極推動「綠建築」，從一氧化碳減量、固體廢棄物減量、能源消耗、環境衝擊等方面性質來看，木構造是最符合環保之綠建築，因此國內是直到近幾年藉由「綠建築」觀念之推廣普及化，始真正重視木構造建築物。

過去國人對於木構造建築物之認知，普遍仍然停留在「不防火」、「不防震」、「不防蟲蟻」、「不防潮、易腐朽」之印象，然而隨著美國、加拿大及日本等主要木構造建築物興盛之地區向國內介紹真正的木構造建築物，國內才開始認識到木構造建築物的優點，而上述問題早已經利用各式各樣加工處理、工程設計等方式予以克服。

有關於木構造建築物之防火性能，因過去一般民眾對於木構造之認知停留在單薄木料構成之日式木造屋或合板裝潢木屋等刻板印象，所以通常認為木構造遇火災時火勢會一發不可收拾，這一方面是因為新聞報導常見到上述普通木造屋之

火災案件，另一方面是國內對此方面之專業瞭解尚不足夠所產生之誤解。從國內外之建築物火災統計資料顯示，建築物火災之起火原因多是電線、電器、裝飾織物、烹飪用油、煙蒂等造成，並非木造建築本身所引起，所以在火災發生機率上，木構造與混凝土造建築是相近的，換言之，木構造比較容易發生火災是錯誤想法。其次，木質建材是易燃材料的說法，可謂不完全正確之說法；由於木質建材是人們喜好使用之室內裝修（潢）建材，其用於裝修或家具之材料雖然斷面較小或厚度較薄，然而比起一般裝潢用織物、塑膠品還要難燃或緩燃，不過終究是可燃性材料，在火災時確實難免會引燃及延燒，倘欲防止木材引燃延燒，一般可以使用阻燃藥劑或耐燃塗料處理。不過，當木材之斷面夠大，遇火燒時雖然外層會變成炭化層（Char layer），但內部木材完好（該炭化層宛如鋼構材之防火被覆材料），其強度仍足以支撐結構所需載重，因此整體結構不致因火燒而倒塌，相較於裸露鋼鐵遇火熱易軟化、變形破壞，甚至倒塌之情形，大斷面木質材料算是耐火安全的材料¹。

本所曾於 90 年辦理「木構造建築物設計與施工技術規範修訂之研究」，並依據研究成果於 91 年編修「木構造建築物設計與施工技術規範」，其中原草案「第九章建築物之防火」之條文因較簡略，於審查專案小組會議決議暫不納入，續由本所研議提出防火有關詳細規範後再審查納入，爰此，本所

¹雷明遠，綠建築構造防火性能評估與設計準則—鋼構造與木構造（台灣建築，民國 94 年 1 月號）。

92 年辦理「木構造防火基準之國際比較研究」及 93 年度辦理「木構造耐火性能設計與驗證研究」，對於國外木構造防火設計規定進行彙整，另外亦對框組式木構造牆防火性能進行實驗，上述研究成果對於前揭規範之「第九章建築物之防火」之增修業有所貢獻，惟條文及解說部分仍然有待加強後，始可提供審查專案小組進行審查。

另一方面，93 年 10 月營建署函請本所辦理有關「樑(柱)構造用木材耐火性能與炭化速率之研究」，爰規劃辦理本項計畫。睽其緣由係因木構造形式分為柱梁式系統與框組壁式系統，前者木構造在國外多應用為大型供公眾使用建築物，後者則主要用於住宅或小面積供公眾使用建築物。倘依建築技術規則設計施工編第 69 條規定，柱梁式木構造建造之建築物須為防火構造建築物時，其木構造柱或梁之防火時效應如何規範及認定，較符合國內建築管理體制及國際潮流。目前國內因新建防火木構造建築物較少，近幾年係採用個案「建築新技術、新工法、新設備及新材料審核認可」方式辦理，各種斷面尺寸之木構造柱或梁須在無加載條件下以 CNS 12514 加熱曲線試驗，倘不同設計案之木構造柱或梁即須重新燒試，比起鋼構造防火被覆材之審核認可方式較複雜，造成建築師及相關材料及施工廠商不方便，如此導致建築界推動木構造建築之意願自然不高。

國外木構造建築普遍之國家，如美國、加拿大、日本等國，其對於木構造柱或梁防火性能認可，係採用結構強度計算配合木材炭化速率計算方式，其經驗公式係源於豐富實驗

數據所求得，針對該國建築法規規定業採用多年，是從事木構造建築物設計及施工人員可信賴之安全設計法，不僅兼顧維持建築構造防火安全規定，亦讓設計及工程程序較為簡便，作法上可供國內參考。鑑此，本研究擬對木構造柱或梁之炭化特性及防火時效計算法進行驗證，以提供建築機關參考。

第二節 研究範圍

木質構造主要區分為兩大系統：框組壁工法系統與柱樑式系統。本研究在木構造防火技術規範之研擬，基本上內容涵蓋此兩系統。有關兩系統之簡介如下：

框組壁構造系統為現今北美(含美國，加拿大)最主要之木質住宅系統，其優點在於已發展出具規模之房屋工業，其建造工法簡易，建材尺寸標準化，經濟效益高，配合健全之林產工業，有效的建立了永續性極佳之房屋系統，但由於建築物壽命較低，建材尺寸小，較難適用於更大型之公共建築要求。框組壁結構包含較小尺吋之間柱(stud)，結合以合板(plywood)或纖維板(fiber board)為主之版材，組構成房屋之框架(frame)系統，其系統之水平剛性則常由富剪力牆功能之框組壁提供，如圖 1-1。

柱梁式(Post-Beam)房屋系統為最古老之木結構型態之一，其利用水平構件(梁)及垂直構件(柱)之結合，提供房屋框架之剛性，通常還需要斜撐(bracing)系統提供水平方向之剛

性，同時其建造彈性大，構材尺寸較厚實，可提供較佳之耐久性及較長之使用壽命，適合中大型之建築使用，但由於柱梁接點之設計及施工難度較高，建造彈性雖高，但於住宅型房屋之建造成本亦較高，如圖 1-2。有關框組壁工法系統與柱樑式系統之建築工程實例，可參考附錄一。

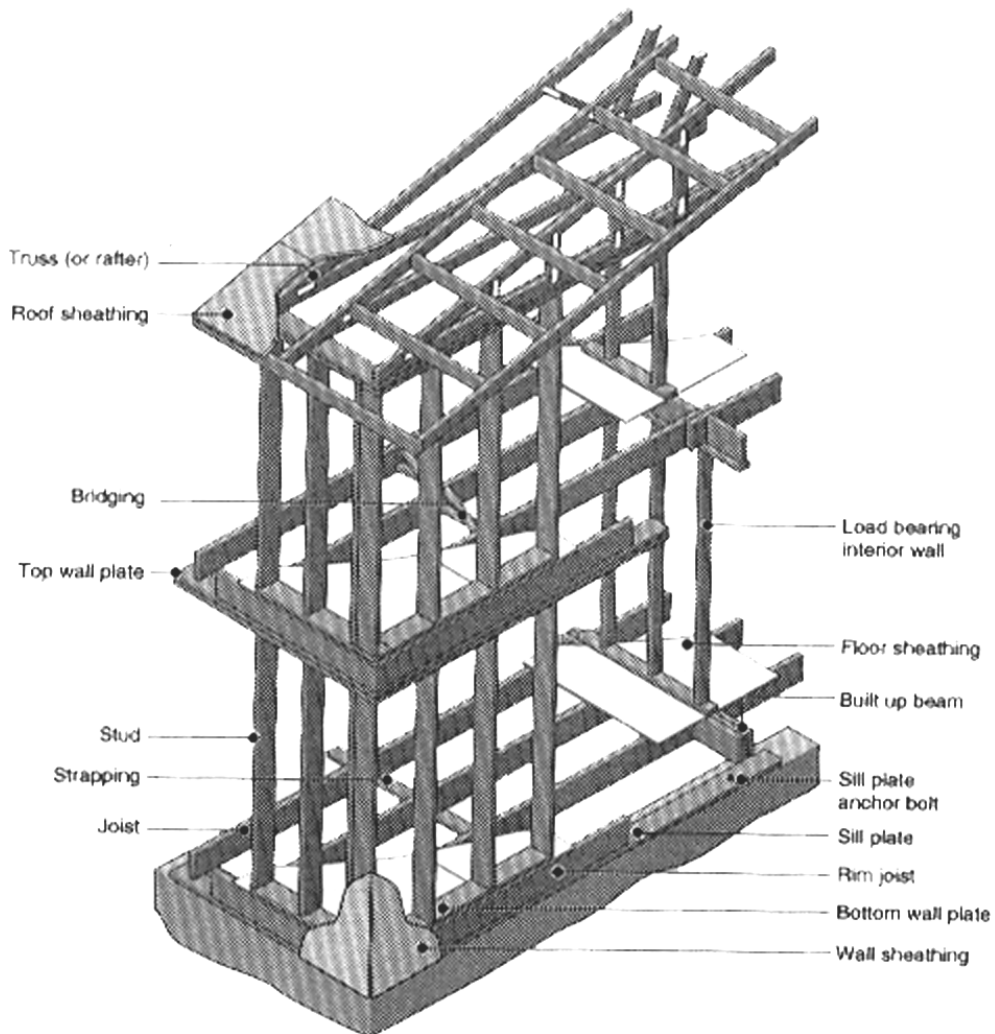


圖 1-1 框組壁系統示意圖

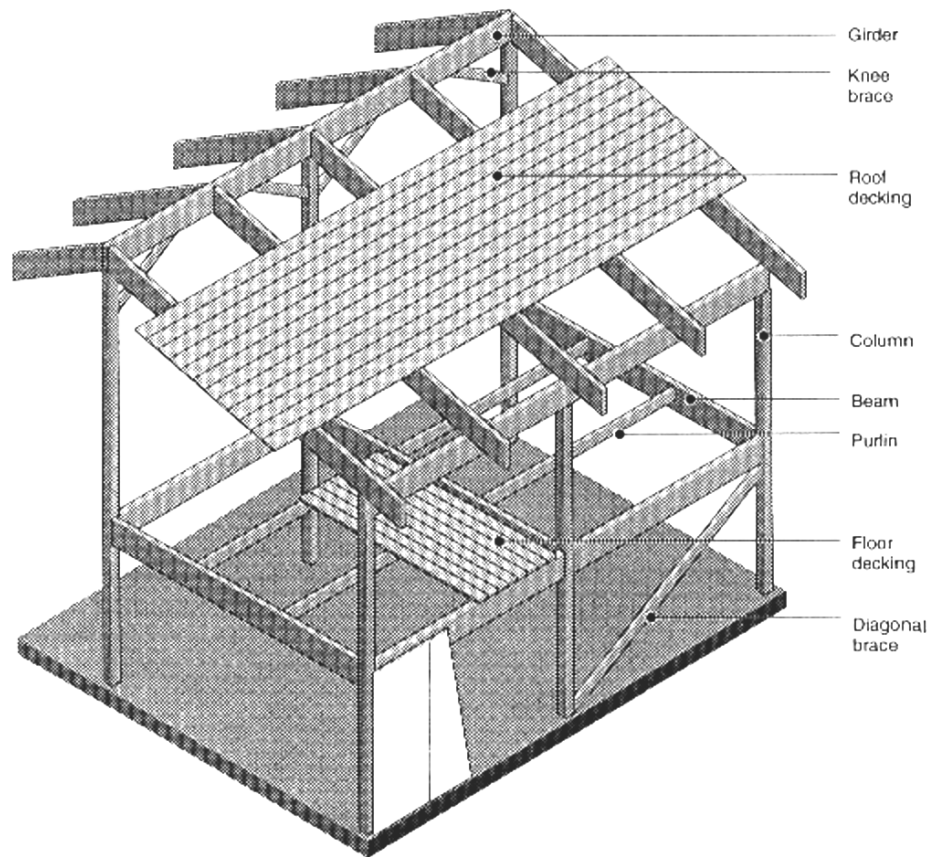


圖 1-2 柱梁式系統示意圖

有關木構造材防火時效驗證方面，本研究僅針對膠合木（集成材）加以探討，至結構材用原木之特性與大斷面膠合木（集成材）頗為相似，故可參考應用；另有關框組壁工法之防火性能驗證，本所上（93）年度業在有關研究計畫進行一系列 2×4 木質分間牆防火時效驗證實驗²，故本研究不擬重複，引用先前研究成果並整合。

²葉世文、曾俊達，木構造耐火性能設計與驗證研究（台北市：內政部建築研究所，2004）頁 31-51。

第三節 研究內容與方法

一、蒐集目前國內外有關木構造、集成材防火性質研究文獻、法規等資料。

二、木質構造防火技術規範之研擬

(一) 檢討分析本所 92 年辦理「木構造防火基準之國際比較研究」及 93 年度辦理「木構造耐火性能設計與驗證研究」報告有關研究成果或「第九章 建築物之防火」草案有待增補加強之處。

(二) 比較整理國外木構造防火技術規範內容及架構，並據以參考增修「第九章 建築物之防火」草案。

三、木構造材（集成材）防火時效驗證

進行北美材花旗松（Douglas fir）膠合集成樑之加熱加載試驗，驗證其破壞時間與預定防火時效之差異。

四、專家訪談

藉由與國內建築管理官員、國內外木構造專家學者、材料廠商及具實務施工經驗者之訪談，了解各界對於木構造防火設計上的考量及執行上可能面臨的問題。

第四節 研究預期成果

綜上可知，本計畫預期達成之成果如次：

1. 完成木構造防火技術規範建議草案，提供「木構造建築物設計與施工技術規範」增修「第九章 建築物之防火」之參考。
2. 研議木構造梁及柱防火時效設計規定建議，整併納入木構造建築設計施工有關法規或前揭規範。
3. 瞭解影響木構造防火之要點，並配合技術規範研擬設計應用解說，供建築界設計與施工人員參採。

第二章 膠合集成材簡介

第一節 工程木材與膠合集成材

工程木材構造 (Engineered-wood construction) 為商業和工業大廈、學校和橋樑的構造設計之可能性賦予了新的定義。工程木材構造的關鍵構件是膠合集成材 (Glulam)，這種產品優化了木材這種可回收資源的建築價值。膠合集成材是由分級木材薄片組成。木片尾部相接形成各種長度，然後再用膠合劑黏合起來，製成所需尺寸的膠合木材。因為膠合集成是合成的，所以可用次生和三生樹林和人造林的小樹製造大型膠合木材。各種木材均可用來製造膠合集成材。有了膠合集成材，建築師和工程師無須依賴以前那種需要較長生長年齡的實心鋸木，而仍可繼續利用大型木材構件的強度和多功能性。

與類似規格的實木比較，膠合集成材具有更高的強度和硬度。若重量相同，膠合集成材的強度要高於鋼材。這意味著使用極小量的中間支承，膠合集成材樑便能實現更大的跨度。此外，還意味著設計師和建築師一旦使用膠合集成材，不管是用於商業倉庫屋頂還是公路橋樑，已獲得無限的設計靈活性。有關膠合集成材構造防火特性之認可已於北美、歐洲及日本行之多年。在美國，木構造膠合集成材防火時效之計算可依據 2003 年版國際建築法規 (International Building Code; IBC) 或 2001 年版木構造設計規範 (National Design Specification for Wood Construction, NDS)。在 NDS 中認

定防火時效的方法乃是基於工程力學原理和經由全世界各國防火測試資料加以確認。

在美國主要使用木材種類為花旗松 (Douglas fir) 和南方松 (Southern pine)，亦是此次被選擇用來做全尺寸防火時效測試樣本。這些用於做為集成材樹種類佔總生產量的90%以上。對於每一個樹種,分別採用型號為24F-V4/DF與24-V3/SP各兩種，當作此次試驗樣本。

基於2001 NDS 第16章節規定，24F-V4/D之集成材最小斷面使達防火時效至少一小時規定之最小樑斷面尺寸為171mm×343mm，而24-V3/SP之最小樑斷面尺寸為171mm×349mm。

然而為了符合我國防火時效的認可，本研究之驗證實驗試體使用符合2001 NDS 的最小斷面尺寸再加上額外板片層積的方法達成。因此，配置形式上，花旗松膠合集成樑使用10塊板片層積製造，而南方松膠合集成樑使用11塊板片層積製造。

第二節 膠合材之解剖

膠合材是用以膠合劑膠合起來的層積材組成，所有層積材的紋理方向都與構件的長度平行。用南部松木做的膠合材，層壓材厚度通常為35mm，而用西部各種木材所做的膠合材，層壓材厚度通常為38mm，但也會有例外。儘管可以根據客戶需求生產出幾乎任何寬度的構件，但是膠合材產品的淨寬一般在63mm至273mm間。

由於膠合材是工程木材產品，因此可以滿足各種設計應力的要求。橫樑的底部和頂部採用最堅固的層積材，因為其底部和頂部承受的張力和壓力最大。採用這種概念，可以將等級較高的板片用於受力最大的部位，而將結構品質較低的板片用於受力較小的部位，從而能夠更有效地利用木材資源。

一、平衡樑與非平衡樑

膠合材可用來製造成平衡樑或非平衡樑。就強度而言，膠合材彎曲構件最關鍵的部位是其最外層的受力部位。在製造非平衡樑時，在承受張力的一側使用較高品質的板材，在承受壓力的另一側則使用較低品質的板材，這樣便能更有效地利用木材資源。因此，非平衡樑在承受壓力和承受張力的部位其有不同的彎曲應力，必須因應進行安裝。為確保非平衡樑的正確安裝，樑的頂部清晰印有"Top"兩字。非平衡樑主要用於簡文樑用途。

平衡樑採用品質對稱的板材。平衡樑用於懸臂或連結跨度，在這些用途中，由於工作負載，構件的頂部和底部都可能承受張力。平衡樑也可以用於單一跨度用途，不過這種用途使用非平衡樑效率會更高。

二、容許應力設計特性

在擬定膠合材的技術規格時，容許應力設計特性是一個關鍵因素。彎曲構件一般是以其最大允許彎曲應力來確定其技術規格。例如，符號24F表示構件的允許彎曲應力為2400psi。同樣，26F表示構件的允許彎曲應力為2600psi。改變層積材中高品質板材的比例和等級，便能獲得不同的應力等級。使用不同的板材也可以獲得不同應力等級。為確定膠合集成樑

所用板材的等級是以目測或是以機械分級，應力組合標記中還包括第二套符號。例如，以目測分級的花旗松木所做的非平衡24F膠合樑，其標記為24F-V4。"V"表示層積材是採用目測分級的板材("E"表示機械分級板材)。數字"4"進一步說明所用的具體板材組合。然後，再為板材賦予全套設計應力，例如水平剪切力、彈性係數等等。

三、軸定向

在安裝膠合集成樑時，通常是將層積材較寬的一面與所施負載重成正交，因此通常被稱為水平層積材構件。如果將此構件旋轉90度，使層積材的寬面與所施負載平行，則被稱為垂直層積材構件。

四、尺寸

膠合集成材有自訂尺寸和標準尺寸兩種。普通膠合樑按照標準尺寸製造，然後在經銷商訂購時切割成所需長度。通常，膠合樑的標準寬度有79mm、89mm、130mm、139mm和171mm等可以滿足大多數住宅建築用途的需要。在需要長跨度、特重負載或其他設計時，通常使用定製構件。定製構件可以做成幾乎任何尺寸和形狀，以滿足各種設計條件。一些常見的定型形狀的構件包括曲樑、斜曲樑、徑向拱門和英國都鐸式拱門。

五、外觀分類

膠合材的外觀有很多種，表面看來各有不同，但同一強度等級的膠合材，其結構特點都相同。膠合材的外觀分類如下：

1. 框架級：這種類型的膠合材僅用於隱蔽用途。屬於這種外

觀類別的膠合樑，所設計的寬度是專門配合美式建築所特有的2×4和2×6牆壁框架系統。

- 2.工業級：用於掩蔽用途或不側重外觀的用途。
- 3.建築級：用於構件外露因而側重外觀的用途，因為這種膠合材表面光滑漂亮。標準樑往往都是這種外觀，以便暴站在建築物外，供人觀瞻。
- 4.特殊級：僅用於側重外觀考慮的定型產品。

所有外觀類別均允許木材自然生長特色，並允許各種程度的明孔隙。按照外觀等級規定，這些孔隙需用填充物填平。外觀分類與層積材的結構強度規格要求無關，因此不影響樑的設計參數。

六、截面特性與負載能力

在選擇膠合材構件時，建築師、設計師或用戶必須選擇具有所需截面特性的構件，以滿足負載要求。含不同應力級膠合的膠合材，可以有不同的承重能力。這些樑的承重能力基於與層積材寬面成正交的負載，即橫樑X-X軸的彎曲。

七、彎度

木構造在設計上最重要的考慮之一是撓度。對於較長的跨距，撓度往往是決定性的設計因素。雖然任何木材彎曲構件都可以設計到最少撓度，但是膠合集成材是唯一能夠輕易彎曲以減少撓度對建築物美觀影響的工程木材。彎度是指在預組構件中建立的曲率，它與在重力負載下構件預定撓度的方向和大小相反。

依膠合集成材專家建議，一般屋頂樑的曲率應該是預計固定載荷撓度的1.5倍，一般情況下，這將足以保證頂樑不會像未經彎曲處理的木材產品那樣，在承重多年後出現下垂現象。為獲得平直的外形，建議地板樑的曲率應該僅為預定固定載重撓度的1倍。膠合樑的彎度規定稱為"彎度尺寸。或生產中用的曲率半徑。雖然可以指定任何彎度，但是商業用途上常用的彎曲率半徑為488m和610m。

第三節 結構膠合材規格指南

一、總則

1. 結構膠合材應按設計圖和按以下規格提供。(若有其他用途或要求，可對規格作相應修改。
2. 製造圖和詳圖應由(製造商)(買方)提供，並需獲得(建築師)(工程師)(總承包商)(買方)的批准才能開始建造。
3. (製造商)(賣方)(總承包商)應提供鋼製部件和硬件設備，用於將建築用膠合材的各層木板相互連接並將其與支架連接，但不包括預埋在磚石或混凝土結構中的固定裝置、墊板、在現場與鋼製部件銲接在一起的構件。鋼製連接部件應塗有一層防銹漆。

二、製造商

1. 材料、生產及品質保證：針葉材木結構膠合材應符合ANSI標準A190.1、或其他經標準認可的設計、製造和/或品質保證程序。
2. 最終用途—結構膠合材構件應該用於以下建築用途(簡

單跨度彎曲構件-B) (連續或懸臂跨度彎曲構件-CB)(壓力構件-C)(張力構件-T)。

3. 設計參數—結構膠合材應提供在正常的連值負載與乾燥條件下使用的設計參數。在乾燥條件下使用時，構件的含水率應為16%或以下。在潮濕條件下使用時，含水率應高於16%。若對結構膠合材構件進行防腐處理，必須指定使用潮濕時用的膠合劑。除指定所要求的設計應力之外，另一個方法是指定具體的層積板組合符號，如果已知有該符號的話。
4. 外觀等級：樑(柱)的 框架級(工業級)(建築級)(特殊級)外觀等級，應該符合ANSI A190.1。
5. 層壓板膠合劑—用於製造結構膠合材的膠合劑應當符合(潮濕使用)(乾燥使用)條件的要求。(見上面 "設計參數"項下所規定的要求)。
6. 彎度：結構膠合材在製造時 (必須)(不得)帶有內置彎度。
7. 防腐處理：按照美國木材防腐協會【簡稱AWPA】標準C28的規定，樑(柱)，在製成後，如果與土壤接觸(或用於地面之上)，應該用木焦油或木焦油/煤油溶液(或含五氯苯酚的煤油或含五氯苯酚的輕溶劑)等防腐劑進行加壓處理。
8. 防火(如適用)：樑(柱)的尺寸設計和製造工藝，應使其防火時效能夠達到一小時。如指定一小時防火性能，則可制定最小尺寸限制和對層積板的其他要求。鋼製的支承連接件和緊固件也應受到保證，使其達到一小時防火

時效。

9. 保護層與末道漆（表面漆）：除非另有說明，否則所有構件的兩端都必須採用保護層。構件表面應該（無需密封）(用滲透型密封劑密封)(用底層塗料密封塗層密封)。如果末道漆要自然或呈半透明，應指定使用滲透型密封劑。底層塗料/密封塗層的固體物質含量較高，防水性能更好，適用不透明或純色末道漆。
10. 商標：膠合材構件應標明美國第三方機構的商標，表示符合ANSI A190.1有關品質保證和標記的規定。
11. 證書：合格證應由（製造商）(銷售商)，提供表明符合ANSI A190·1。
12. 運輸防護：構件(無需包裹)，或應該應採用防水遮蓋物(整批包裹)(分捆包裹)(單件包裹)，以便運輸。

第四節 膠合材之建築用途

膠合材因用於一些引人注目的工程而著稱，例如拱形天花板和其他空間高大開闊的設計。在教堂、學校、酒店和其他商業建築物中，膠合材往往因其美觀和強度而大派用場。事實上，膠合材具有一種典型的自然木材外觀的永恆魅力。除了美觀外，膠合材樑的強度和耐久性使其在許多其他用途中成為理想的建築選擇。典型用途從簡單的脊樑，地板樑和懸臂樑，直到完整的商用屋頂系統。在某些情況下，膠合材木構造被用於建造屋頂面積超過9.3公頃的倉庫和物流中心（如圖2-1）。在空間開闊的建築工程中，膠合樑的跨度可超過30

米。膠合材的最大優點之一是它能夠被製成各種形狀，尺寸和結構。除了直稜鏡型材外，膠合樑還可以被製成各種錐形結構，比如單錐脊、雙錐脊和偏心脊。此外，還可做成各種拱形，從簡單的曲樑，到斜錐形曲樑，再到複雜的拱形結構。事實上，用膠合材做拱形跨度的例子數不勝數。比如，在用膠合材框架做的圓頂網狀結構中，拱形跨度更可超過150米（如圖2-2）。

膠合材桁架也可以做成許多種形狀，包括簡單的瀝青椅架、複雜的剪形結構和帶有上折弦的大跨度弓弦椅架。當作為空間框架設計時，膠合材桁架系統可以產生很大的淨跨度，適用於禮堂、體育館和其他需要大面積開闊地面的建築。用防水膠水製成的膠合材，祇要經過適當的加壓防腐處理，便可完全暴露在外。這種暴露式的用途包括電線杆、橫擔、碼頭、船塢以及其他水邊建築和橋樑。

隨著供行人和小型車輛行走的溪流天橋和公路天橋的推廣普及，膠合材在橋樑方面的應用日 增加。膠合材還用於建造二級公路橋樑，用作直樑和高拱等等。此外，對於要承受重負荷的鐵路橋樑，膠合材也是一種建築木材。在所有這些用途中，膠合材的強度和硬度，給予建築師和設計師更多的設計自由，這是其他建築產品無法媲美的。而且，其成本與其他建築系統不相上下。



(a) 入口處膠合材支柱



(b) 膠合材支柱與模板屋頂

圖 2-1 運動器材用品 REI 旗艦商店 (美國華盛頓州西雅圖市)



(a) 屋頂木構造系統



(b) 體育館內全景



(c) 集成樑木構造接合部



(d) 底層消防撒水系統管路



(e) Tacoma Dome 外觀全景

圖 2-2 美國華盛頓州 Tacoma 市"木蛋"體育館

第三章 木構造建築防火相關國內外法規

第一節 我國建築及消防法規相關規定

一、建築技術規則有關規定

整理建築技術規則設計施工篇中第三章「建築物之防火」及第四章「防火避難設施及消防設備」中適用於木質構造者，並分析其與構造篇第四章「木構造」內容之相互關係。

(一)有關構造防火性能

我國建築物之構造防火性能可區分為防火構造者及非防火構造者；建築法規基於公共安全，對於一定使用用途、樓高、規模大小之建築物要求必須是防火構造建築物。此明文規定在設計施工篇第六十九條（如下）。

第六十九條 左表之建築物應為防火構造。但工廠建築，除依左表 C 類規定外，作業廠房樓地板面積，合計超過五十平方公尺者，其主要構造，均應以不燃材料建造。

建築物使用類組		應為防火構造者			
類別	組別	樓層	總樓地板面積	樓層及樓地板面積之和	
A類	公共集會類	全部	全部	—	—
B類	商業類	全部	三層以上之樓層	三〇〇〇平方公尺以上	二層部分之面積在五〇〇平方公尺以上。
C類	工業、倉儲類	C-1	三層以上之樓層	—	一五〇平方公尺以上。
		C-2	工廠：三層以上之樓層	一五〇〇平方公尺以上（工廠除外）	三層以上部分之面積在三〇〇平方公尺以上。
D類	休閒、文教類	全部	三層以上之樓層	二〇〇〇平方公尺以上	—
E類	宗教、殯葬類	全部			
F類	衛生、福生、更生類	全部	三層以上之樓層	—	二層面積在三〇〇平方公尺以上。醫院限於有病房者。
G類	辦公、服務類	全部	三層以上之樓層	二〇〇〇平方公尺以上	—
H類	住宿類	全部	三層以上之樓層	—	二層面積在三〇〇平方公尺以上。
I類	危險物品類	全部	依危險品種類及儲藏量，另行由內政部以命令規定之。		

在建築技術規則構造篇第四章「木構造」中對於木構造建築物規模之規定如下：

第一百七十一條之一 木構造建築物之簷高不得超過十四公尺，並不得超過四層樓。但供公眾使用而非供居住用途之木構造建築物，結構安全經中央主管建築機關審核認可者，簷高得不受限制。

綜上可知，正常情況下木構造建築物限為 4 層樓以下，倘用途（建築物使用類組）、樓層、規模（總樓地板面積、樓層及樓地板面積之和）符合設計施工篇第六十九條者，應為防火構造建築物。但如體育館等大型公共建築物，高度多已超過 14 公尺者，採用木質構造設計的話，結構安全經中央主管建築機關審核認可後，同理（依設計施工篇第六十九條）其主要構造亦應為防火構造。

另外，防火構造之建築物主要構造之防火時效則依設計施工篇第七十條規定予以要求（如下）。

第七十條 防火構造之建築物，其主要構造之柱、樑、承重牆壁、樓地板及屋頂應具有左表規定之防火時效：

層數 主要構造 部分	自頂層起算 不超過四層 之各樓層	自頂層起算超過第 四層至第十四層之 各樓層	自頂層起算第十五層以上 之各樓層
承重牆壁	一小時	一小時	二小時
樑	一小時	二小時	三小時
柱	一小時	二小時	三小時
樓地板	一小時	二小時	二小時
屋頂	半小時		

(一)屋頂突出物未達計算層樓面積者，其防火時效應與頂層同。
 (二)本表所指之層數包括地下層數。

由上可知，一般四層樓以下木構造建築物，若須為防火構造建築物者，其主要構造均須具有一小時防火時效之性能。另超過四層樓木構造建築物，在結構安全無虞之前提下，其主要構造須具有一小時以上防火時效之性能。由於建築技術規則總則編第三條業增修訂性能化規定，因此未來木質構造之主要構造防火時效亦可採用性能化設計方式決定。

(二)有關防火區劃

基本上，如上述之防火構造木質建築物，其防火區劃有關規定應比照其他構材之防火構造建築物，不應有所差別。建築防火區劃主要區分為面積區劃、層間區劃、豎道區劃、異種用途區劃等四種基本區劃，如圖 3-1 所示。各種區劃之防火功能與具體法規條文，分述於後。

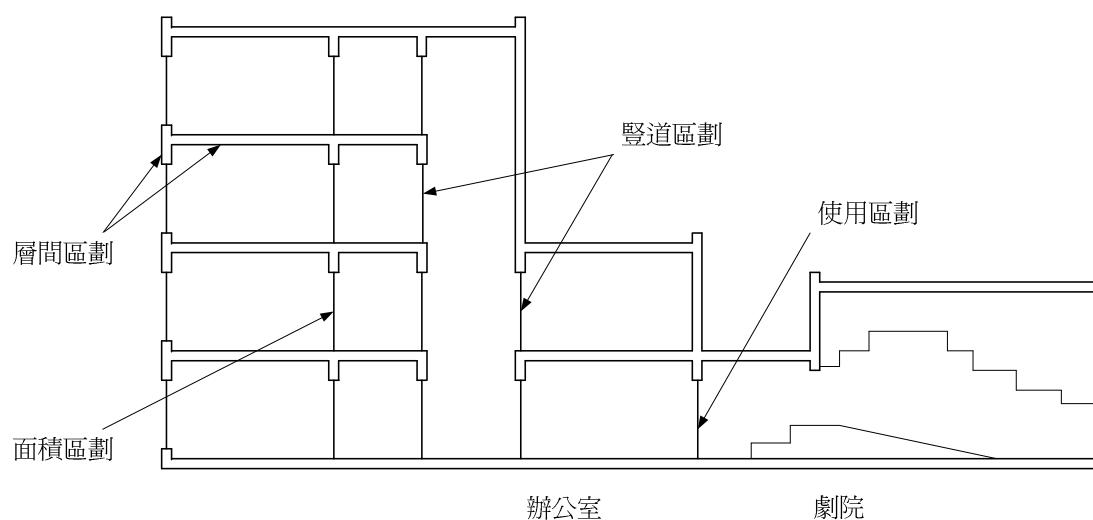


圖 3-1 建築物防火區劃之構成示意圖

1. 面積區劃（或分區區劃）：

一定樓板面積以內實施之防火(煙)區劃，用以防止火災之火焰及煙之大範圍擴大，通常以防止水平方向之延

燒及煙流動為目的，亦即在一定較大面積之樓層做分區區劃，使發生火災區域與同樓層之其他區域隔離。

若為防火構造木質建築物，面積區劃應按設計施工篇第七十九條規定；若為非防火構造木質建築物，面積區劃應按設計施工篇第八十一條規定。

第七十九條 防火構造建築物總樓地板面積在一、五〇〇平方公尺以上者，應按每一、五〇〇平方公尺，以具有一小時以上防火時效之牆壁、防火門窗等防火設備與該處防火構造之樓地板區劃分隔。

防火設備並應具有一小時以上之阻熱性。前項應予區劃範圍內，如備有效自動滅火設備者，得免計算其有效範圍樓地板面積之二分之一。

第八十一條 非防火構造之建築物，其主要構造為木造等可燃材料建造者，應按其總樓地板面積每五〇〇平方公尺，以具有一小時以上防火時效之牆壁予以區劃分隔。

前項之區劃牆壁應為獨立式構造，並應自地面層起，貫穿各樓層與屋頂，除該牆突出外牆及屋面五十公分以上者外，與該牆交接處之外牆及屋頂應有長度三·六公尺以上部分具有一小時以上防火時效且無開口，或雖有開口但裝設具有一小時以上防火時效之防火門窗等防火設備。區劃牆壁不得為無筋混凝土或磚石構造。

第一項之區劃牆壁上需設開口者，其寬度及高度不得大於二·五公尺，並應裝設具有一小時以上防火時效及阻熱性之防火門窗等防火設備。

2. 層間區劃（或樓層區劃）：

為防止火災向其他樓層，特別是向上樓層延燒擴大，在各樓層所設定之區劃。此層間區劃之構成，以樓地板層（防止室內向其他樓層之延燒）及層窗間牆、屋簷等（防止自建築物周圍向其他樓層之延燒）為基本構造。一般要特別注意，殘留在樓地板內埋設錯誤的給(排)水管、電線(纜)管等管路，可能成為火災區劃疏於保護之處。

若為防火構造木質建築物，層間區劃應按設計施工篇第七十九條之三規定。

第七十九條之三 防火構造建築物之樓地板應為連續完整面，並應突出建築物外牆五十公分以上。但與樓板交接處之外牆面高度有九十公分以上，且該外牆構造具有與樓地板同等以上防火時效者，得免突出。

3. 豎道區劃（垂直區劃）：

樓梯間（含電梯、電扶梯、物梯）、排煙道、豎井（垂直管道間）等非水平樓板區劃部份皆可視為豎道區劃。由於垂直動線空間，在火災時容易形成火焰傳播及煙氣擴散的通道，所以應特別慎重加以區劃，另外構成建材為防火構造或以不燃材料建造的牆壁為原則，並配合使用防火門窗。垂直通道中熱氣流擴散速率遠高於水平通道者，倘被煙氣竄進，常會成為煙氣遠距離擴散之途徑，因此應特別注重區劃之完整性、閉合性。

若為防火構造木質建築物，豎道（垂直）區劃應按設計施工篇第七十九條之二規定。

第七十九條之二 防火構造建築物內之挑空部分、電扶梯間、安全梯之樓梯間、昇降機間、垂直貫穿樓板之管道間及其

他類似部分，應以具有一小時以上防火時效之牆壁、防火門窗等防火設備與該處防火構造之樓地板形成區劃分隔。管道間之維修門並應具有一小時以上之防火時效。

挑空符合左列情形之一者，得不受前項之限制：

一、避難層通達直上層或直下層之挑空、樓梯及其他類似部分，其室內牆面與天花板以耐燃一級材料裝修者。

二、連跨樓層數在三層以下，且樓地板面積在一、五〇〇平方公尺以下之挑空、樓梯及其他類似部分。

4. 使用區劃（用途區劃）：

在同一建築物內兩種以上不同使用方式及管理形態的空間同時存在時，為防止危險相乘應予以區劃。起火危險及延燒危險性較高的部分須與其他部分隔離，又避難者較多時可能造成避難混亂的場所亦須與其他部分隔離加以保護。另其構成部材為防火構造或以不燃材料建造，及開口部使用防火門窗等防火設備。

若為防火構造木質建築物，使用（用途）區劃應按設計施工篇第八十六條有關分戶牆及分間牆規定。分戶牆及分間牆之定義，依第一章「用語定義」第一條第二十三、二十四款規定。

二十三、分間牆：分隔建築物內部空間之牆壁。

二十四、分戶牆：分隔住宅單位與住宅單位或住戶與住戶或不同用途區劃間之牆壁。

第八十六條 分戶牆及分間牆構造依左列規定：

- 一、連棟式或集合住宅之分戶牆，應以具有一小時以上防火時效之牆壁及防火門窗等防火設備與該處之樓板或屋頂形成區劃分隔。
- 二、建築物使用類組為 A 類、D 類、B-1 組、B-2 組、B-4 組、F-1 組、H-1 組、總樓地板面積為三〇〇平方公尺以上之 B-3 組及各級政府機關建築物，其各防火區劃內之分間牆應以不燃材料建造。但其分間牆上之門窗，不在此限。
- 三、建築物使用類組為 B-3 組之廚房，應以具有一小時以上防火時效之牆壁及防火門窗等防火設備與該樓層之樓地板形成區劃，其天花板及牆面之裝修材料以耐燃一級材料為限，並依建築設備編第五章第三節規定。

(三) 有關開口部防火保護

為防止室內各種區劃開口部延燒，傳統上對於供人員、物品或光線、空氣通過之大開口部會使用防火門、防火窗等防火設備，以維持防火區劃之完整性；防火設備有關規定，應依設計施工篇第七十五、七十六條規定。

管線、管道通過之較小開口部，則使用貫穿部防火材料系統來維持防火區劃之完整性；貫穿部合成防火構造（構造體、貫穿材與防火填塞材料之複合系統），則應依設計施工篇第八十五、八十五條之一規定。

第七十五條 防火設備種類如左：

- 一、防火門窗。
- 二、裝設於防火區劃或外牆開口處之撒水幕，經中央主管建築機關認可具有防火區劃或外牆同等以上之防火性能者。
- 三、其他經中央主管建築機關認可具有同等以上之防火性能者。

第七十六條 防火門窗係指防火門及防火窗，其組件包括門窗扇、門窗樘、開關五金、嵌裝玻璃、通風百葉等配件或構材；

其構造應依左列規定：

- 一、防火門窗周邊十五公分範圍內之牆壁應以不燃材料建造。
- 二、防火門之門扇寬度應在七十五公分以上，高度應在一百八十公分以上。
- 三、常時關閉式之防火門應依左列規定：
 - (一)免用鑰匙即可開啟，並應裝設經開啟後可自行關閉之裝置。
 - (二)單一門扇面積不得超過三平方公尺。
 - (三)不得裝設門止。
 - (四)門扇或門槓上應標示常時關閉式防火門等文字。
- 四、常時開放式之防火門應依左列規定：
 - (一)可隨時關閉，並應裝設利用煙感應器連動或其他方法控制之自動關閉裝置，使能於火災發生時自動關閉。
 - (二)關閉後免用鑰匙即可開啟，並應裝設經開啟後可自行關閉之裝置。
 - (三)採用防火捲門者，應附設門扇寬度在七十五公分以上，高度在一百八十公分以上之防火門。
- 五、防火門應朝避難方向開啟。但供住宅使用及宿舍寢室、旅館客房、醫院病房等連接走廊者，不在此限。

第八十五條 貫穿防火區劃牆壁或樓地板之風管，應在貫穿部位任一側之風管內裝設防火閘門或閘板，其與貫穿部位合成之構造，並應具有一小時以上之防火時效。

貫穿防火區劃牆壁或樓地板之電力管線、通訊管線及給排水管線或管線匣，與貫穿部位合成之構造，應具有一小時以上之防火時效。

第八十五條之一 各種電氣、給排水、消防、空調等設備開關控制箱設置於防火區劃牆壁時，應以不破壞牆壁防火時效性能之方式施作。前項設備開關控制箱嵌裝於防火區劃牆壁者，該牆壁仍應具有一小時以上防火時效。

另外有關防火設備配合前揭各種區劃規定，其設置場所及性能之規定，整理如表 3-1 所示。

表 3-1 建築技術規則有關防火設備設置場所及性能之規定

設置場所	防火設備性能		相關法規
1. 防火構造物面積區劃	1 小時以上防火時效及阻熱性	60A	第 79 條 第 79 條之 3
2. 防火構造物用途區劃	1 小時以上防火時效及阻熱性	60A	第 79 條之 1
3. 防火構造物垂直區劃	1 小時以上防火時效	60A	第 79 條之 2
4. 防火構造物外牆	半小時以上防火時效	30B	第 79 條之 4
5. 不燃材料之非防火構造物面積區劃	1 小時以上防火時效及阻熱性	60A	第 80 條
6. 可燃材料之非防火構造物面積區劃	1 小時以上防火時效及阻熱性	60A	第 81 條
7. 非防火構造物用途區劃及垂直區劃	半小時以上防火時效	30B	第 82 條
8. 高層（11 層以上）防火區劃	1 小時以上防火時效及阻熱性	60A	第 83 條
9. 可燃材料之非防火構造物面積區劃	1 小時以上防火時效	60B	第 84 條
10. 不燃材料之非防火構造物面積區劃	半小時以上防火時效	30B	第 84 條之 1
11. 貫穿區劃之管道間	1 小時以上防火時效	60B	第 85 條 第 85 條之 1
12. 集合住宅分戶牆	1 小時以上防火時效	60B	第 86 條
13. 餐飲業廚房			

14. 無開口區劃	1 小時以上防火時效	60B	第 89 條
15. 供避難用之走道或直通樓梯間出入口	1 小時以上之防火時效	60B	第 91 條
16. 直通樓梯之垂直區劃	1 小時以上防火時效	60B	第 92 條
17. 直通樓梯之構造	半小時以上防火時效	30B	第 96 條
18. 室內安全梯出入口	1 小時以上防火時效及半小時以上阻熱性	60B +30A	第 97 條
19. 戶外安全梯出入口			
20. 特別安全梯排煙室出入口			
21. 緊急用升降機間	1 小時以上防火時效	60B	第 107 條
22. 防火構造物防火間隔	1 小時或半小時以上防火時效	60B /30B	第 101 條
23. 避難層出入口	1 小時以上防火時效及半小時以上阻熱性	60B +30A	第 101 條
24. 地下建築物對外連接部分	1 小時以上之防火時效及阻熱性	60A	第 181 條
25. 地下層連接部分	1 小時以上之防火時效	60B	第 189 條
26. 地下使用單元與地下通道間	1 小時以上之防火時效	60B	第 201 條
27. 地下建築物面積區劃	1 小時以上防火時效	60B	第 202 條
28. 地下建築物垂直區劃	1 小時以上防火時效	60B	第 203 條
29. 高層建築物特別安全梯連接走廊區劃	1 小時以上防火時效	60B	第 241 條
30. 高層建築物升降機廳連接走廊區劃	1 小時以上防火時效	60B	第 242 條
31. 燃氣設備之用途區劃	1 小時以上防火時效	60B	第 243 條
32. 高層建築物防災中心	2 小時以上防火時效	120B	第 259 條

(四)有關內部裝修

建築物之內部裝修材料係依建築物使用類組、供該用途之專用樓地板面積、內部空間（居室或該使用部分或通達地面之走廊及樓梯）等條件，區分使用耐燃一級、二級、三級材料；如設計施工篇第八十八條之規定。

第八十八條 建築物之內部裝修材料應依左表規定。但符合左列情形之一者，不在此限：

一、除左表(十)至(十四)所列建築物，及建築使用類組為 I 類者外，如按其樓地板面積每一〇〇平方公尺範圍內以具有一小時以上防火時效之牆壁、防火門窗等防火設備與該層防火構造之樓地板區劃分隔者，或其設於地面層且樓地板面積在一〇〇平方公尺以下者。

二、裝設自動滅火設備及排煙設備者。

	建築物類別		組別	供該用途之專用樓地板面積合計	內部裝修材料				
					居室或該使用部分	通達地面之走廊及樓梯			
(一)	A 類	公共集會類	A-1 A-2	全部	耐燃三級以上	耐燃二級以上			
(二)	B 類	商業類	B-1 B-2 B-3 B-4						
(三)	C 類	工業、倉儲類	C-1 C-2				全部	耐燃二級以上	耐燃二級以上
(四)	D 類	休閒、文教類	D-1 D-2 D-3 D-4 D-5				全部	耐燃三級以上	耐燃二級以上
(五)	E 類	宗教、殯葬類	E	全部					
(六)	F 類	衛生、福利、更生類	F-1 F-2 F-3 F-4	全部					

(七)	G類	辦公、服務類	G-1			
			G-2			
			G-3			
(八)	H類	住宿類	H-1	—	—	—
			H-2			
(九)	I類	危險物品類	I	全部	耐燃一級	耐燃一級
(十)	地下層、地下工作物供A類、G類B-1組、B-2組或B-3組使用者		全部		耐燃二級以上	耐燃一級
(十一)	無窗戶之居室		全部			
(十二)	使用燃燒設備之房間	H-2	二層以上部分(但頂層除外)			
		其他	全部			
(十三)	十一層以上部分		每二〇〇平方公尺以內有防火區劃之部分		耐燃一級	
			每五〇〇平方公尺以內有防火區劃之部分			
(十四)	地下建築物		防火區劃面積按一〇〇平方公尺以上二〇〇平方公尺以下區劃者		耐燃二級以上	耐燃一級
			防火區劃面積按二〇一平方公尺以上五〇〇平方公尺以下區劃者		耐燃一級	
<p>一、應受限制之建築物其用途、層數、樓地板面積等依本表之規定。</p> <p>二、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。</p> <p>三、除本表(三)(九)(十)(十一)所列各種建築物外，在其自樓地板面起高度在一·二公尺以下部分之牆面、窗台及天花板周圍押條等裝修材料得不受限制。</p> <p>四、本表(十三)(十四)所列建築物，如裝設自動滅火設備者，所列面積得加倍計算之。</p>						

(五)有關防火避難設施

1. 避難層開向屋外之出入口：依設計施工篇第九十條、第九十條之一。

2. 避難層以外之樓層之出入口：依設計施工篇第九十一條。
3. 走廊之設置：依設計施工篇第九十二條。
4. 直通樓梯之設置與步行距離：依設計施工篇第九十三條、第九十四條、第九十五條。
5. 室內（外）安全梯或特別安全梯之設置：依設計施工篇第九十六條。
6. 室內（外）安全梯或特別安全梯之構造：依設計施工篇第九十七條。
7. 直通樓梯總寬度：依設計施工篇第九十八條。
8. 屋頂避難平臺：依設計施工篇第九十九條。

(六)有關防火間隔

現行建築法規已採用半性能化設計方式規範兩鄰棟建築物之合理間隔（水平距離），以避免一棟建築物發生火災時可能造成之戶外水平延燒。有關防火間隔，依設計施工篇第一百十條規定。

第一百十條 防火構造建築物，除基地鄰接寬度六公尺以上之道路或深度六公尺以上之永久性空地側外，依左列規定：

- 一、建築物自基地境界線退縮留設之防火間隔未達一·五公尺範圍內之外牆部分，應具有一小時以上防火時效，其牆上之開口應裝設具同等以上防火時效之防火門或固定式防火窗等防火設備。

- 二、建築物自基地境界線退縮留設之防火間隔在一·五公尺以上未達三公公尺範圍內之外牆部分，應具有半小時以上防火時效，其牆上之開口應裝設具同等以上防火時效之防火門窗等防火設備。但同一居室開口面積在三平方公尺以下，且以具半小時防火時效之牆壁（不包括裝設於該牆壁上之門窗）與樓板區劃分隔者，其外牆之開口不在此限。
- 三、一基地內二幢建築物間之防火間隔未達三公公尺範圍內之外牆部分，應具有一小時以上防火時效，其牆上之開口應裝設具同等以上防火時效之防火門或固定式防火窗等防火設備。
- 四、一基地內二幢建築物間之防火間隔在三公尺以上未達六公尺範圍內之外牆部分，應具有半小時以上防火時效，其牆上之開口應裝設具同等以上防火時效之防火門窗等防火設備。但同一居室開口面積在三平方公尺以下，且以具半小時防火時效之牆壁（不包括裝設於該牆壁上之門窗）與樓板區劃分隔者，其外牆之開口不在此限。

二、各類場所消防安全設備設置標準

- (一)第十四條：規定應設置滅火器場所。規定應設置場所
- (二)第十五條：規定應設置室內消防栓設備。
- (三)第十六條：規定應設置室外消防栓設備。
- (四)第十七條：規定應設置自動撒水設備。
- (五)第十八條：規定應選擇設置水霧、泡沫、乾粉、二氧化碳滅火設備等場所。
- (六)第十九條：規定應設置火警自動警報設備。

- (七)第二十條：規定應設置手動報警設備場所。
- (八)第二十一條：規定應設置瓦斯漏氣火警自動警報設備。
- (九)第二十二條：規定應設置緊急廣播設備。
- (十)第二十三條：規定應設置標示設備場所。
- (十一) 第二十四條：規定應設置緊急照明設備。
- (十二) 第二十五條：規定建築物除十一層以上樓層及避難層外，各樓層應選設滑臺、避難梯、避難橋、救助袋、緩降機、避難繩索、滑杆或經中央消防主管機關認可具同等性能之避難器具。
- (十三) 第二十六條：規定應設置連結送水管。
- (十四) 第二十七條：規定應設置消防專用蓄水池場所。
- (十五) 第二十八條：規定應設置排煙設備場所。
- (十六) 第二十九條：規定應設置緊急電源插座場所。

第二節 美國建築法規基準

依據美國研究暨推廣木構造專業機構美國工程木材協會 (APA) 最新出版品「防火時效系統 (Fire Rated Systems)」, 美國有關木構造建築防火之法規基準內容摘錄如下：

一、安全基準

美國流傳最廣、最通行的建築法規是國際建築法規 (the International Building Code, 簡稱 IBC) 及國際房屋居住法規 (the International Residential Code, 簡稱 IRC)。其他被 IBC 及 IRC 所認可的, 尚有標準建築法規 (Standard Building Code, 主要使用於美國南部)、統一建築法規 (Uniform Building Code, 使用於美國西部及中西部)、國家建築法規 (National Building Code, 使用於美國東北部), 以及一、兩種居家住宅法規 (Family Dwelling Code)。這些依不同地域而使用的法規都跟 IBC 及 IRC 相似, 也有的則是從它們改編而來的。建築物管理單位依據上述法規通常將火焰延燒度及耐火性列入為評估建築物防火安全性的依據。

(一) 火焰延燒度 (Flame spread)

「火焰延燒度」一般而言指的是在一個空間中火焰延燒的程度, 而火焰延燒度的測量數值是依據室內的牆、天花板、隔間牆的面材對於火的延燒性而定。火焰延燒度是當面材遭遇火時所表現的特性, 因此跟建物的結構並無太大關係。

美國最知名的火焰延燒度測試就是隧道測試 (Tunnel test)，亦即美國試驗與材料協會(American Society for Testing and Materials)所認證的 ASTM E-84 測試法。在這個測試中，一片寬 20 英吋、長 25 英呎 (約 508×7620mm) 的面材樣品被放置於測試室的頂端，並在測試室裡頭的一端釋放火焰燃燒受測物。所測試出的結果是依據火焰在測試物上延燒的程度，並比較一個由無機強化水泥板(火焰延燒度設為 0)及紅橡木(火焰延燒度設為 100)的度量表來給予一個數值。另一個屬於 E-84 的測試是面材的發煙指數。這個測試值顯示出受測面材在引燃時發煙的多寡，而這個測試結果也是依據無機強化水泥(發煙指數設為 0)及紅橡木(發煙指數設為 100)，來給予一個比較數值。

表 3-2 是標準建築法規中內部裝修材分級的摘要。所有建築法規中都將低火焰延燒度為 0 到 25 的建材歸類為 A 級(或一等)，而這類建材常被用在失火時危害最大的地方，如公眾集會地點的逃生間通道。火焰延燒度為 26 到 75 的建材被歸類為 B 等(或二等)建材，這類建材則被用在失火時次危險的地方，如商業大樓或住宅區大樓供臨時逃生的走廊。火焰延燒度為 76 到 200 的建材則歸類為 C 級(或三等)建材。這類建材包括具有美國合板協會 (American Plywood Association) 認證商標的合板、定向纖維板、複合板等，使用於居住率最高的空間。(除了醫院或使用者被限制出入的地方)。而經過阻燃處理的合板(屬於 A 級)則被用在逃生通道及大量使用 A 級及 B 等火焰延燒度建材的地方。

從表 3-2 中得知施工用合板及由美國合板協會認證的木結構板被歸類於火焰延燒度 C 級。雖然如此，同一種類建材的火焰延燒度也會因密度、厚度、膠合劑的不同而有相當大的出入。使用室外膠合劑黏合的合板會比使用室內膠合劑合板的火焰延燒性低；較厚的板材會比較薄的火焰延燒性低，而結構密度低的要比密度高的同一建材火焰延燒性低。

從表 3-2 可瞭解到美國一些常用建材的火焰延燒等級。另在表 3-3，則列出美國現行之國際建築法規 (International Building Code, 以下簡稱 IBC) 中常見的火焰延燒等級規定。

表 3-2.美國木質裝修材料火焰延燒度分級

室內裝修材料或火焰延燒度分級	火焰延燒分級或指數	發煙量分級或指數
A 級(或 I 等)	0 到 25	450 最高
B 等(或 II 等)	26 到 75	
C 級(或 III 等)	76 到 100	
舉例: 材料	火焰延燒指數	發煙指數
無機強化水泥板	0	0
阻燃處理構造用合板	0 到 25	0 到 80
阻燃塗裝構造用木結構板	0 到 45	0 到 200
阻燃處理木材	0 到 25	10 到 360
紅橡木	100	100
APA 認證木結構板	76 到 200	25 到 270

表 3-3. 2003 IBC 室內裝修材之火焰延燒性分級規定(表 803.1)

類別	加裝自動撒水滅火設備 ¹¹			無自動撒水滅火設備		
	直立出口及逃生間通道 ^{1,2}	通往出口走廊及其他出口通道	房間及其他密閉空間 ³	直立出口及逃生間通道 ^{1,2}	通往出口走廊及其他出口通道	房間及其他密閉空間 ³
A-1 及 A-2	B	B	C	A	A ⁴	B ⁵
A-3 ⁶ , A-4, A-5	B	B	C	A	A ⁴	C
B, E, M, R-1, R-4	B	C	C	A	B	C
F	C	C	C	B	C	C
H	B	B	C ⁷	A	A	B
I-1	B	C	C	A	B	B
I-2	B	B	B ^{8,9}	A	A	B
I-3	A	A ¹⁰	C	A	A	B
I-4	B	B	B ^{8,9}	A	A	B
R-2	C	C	C	B	B	C
R-3	C	C	C	C	C	C
S	C	C	C	B	B	C
U	無限制			無限制		

註：

1. C 級室內面材被允許做為不超過 1000 平方英尺的一樓大廳護壁材料或壁板的材料，可直接施工於不可燃的牆基，或可將加釘板條施工於不可燃牆基或耐火砌塊上，如法規第 803 4.1 節指示般。
2. B 等室內面材(除了 I-3 類以外)可被使用在三層樓以下、無加裝自動撒水滅火設備的立式通道；C 級面材(除了 I-3 類以外)可被使用在三層樓以下、有加裝自動撒水滅火設備的立式通道。
3. 當法規要求結構構件必須經過防火時效的評比時，分間牆必須由地面到天花板，完全的把空間隔開；若未達到此標準，則分間牆並未完全分隔空間，因此分間牆兩側的空間仍算做一個。在定義一個空間為房間或是密閉空間時，用途才是最首要的要素而不是空間的類別。
4. A-1、A-2、A-3 類中若是有含蓋大廳的話，其面材的防火等級不能低於 B 等。
5. C 級室內面材被允許使用於有公眾集會用途的空間，而此地點的收容人數不可超過 300 人。
6. 在教堂等具有模拜用途的地方，裝飾用木件、桁、鋪板等可被允許。

7. 建築物超過兩層樓以上時必須使用 B 等建材。
8. 在做為行政用途的空間中，C 級建材可被允許。
9. 在可容納四人以下的房間中，C 級建材可被允許。
10. 在通往出口走廊牆面裝設不超過 48 英吋高的護壁時，可用 B 等建材。
11. 當有在直立出口、逃生通道、房間或空間按照第 903.3.1.1 或 903.1.2 安裝自動撒水滅火設備時，此種防火時效的建材方可使用。

(二) 耐火性

儘管建築法規所關切的重點是火焰在空間內延燒的速度，但是法規更能具體指出建築物的耐火性；即是在一空間或大樓內，內部設施對於火的阻遏性。耐火性的涵義是，當火焰直接穿透牆面、樓板、天花板，或是經由高熱的傳導而造成易燃材料即使在離火尚遠的情況下被引燃時，建築物本身對於火的防護能力。因此，耐火性是一個由多種要素所構成的特性，這些要素中亦包含扣件的牢固與否以及施工者的施工技巧。

一個耐火性高的建築物能夠提供消防人員足夠的時間去發現，並能在火勢蔓延前撲滅火源，如果有必要的話，能提供更多的時間疏散整棟大樓的人員。

耐火性的標準測量方法是由 ASTM(American Society for Testing Materials)認證的 E-119 測試法。而建材的防火時效是透過在模擬實際火災的測試中，內部建材及設施耐火的表現而給予評定。在測試中，天花板/樓板、天花板/屋頂的組件被放置妥當，同時附上各組件的最大載重重量。牆壁一律是以直立的方式接受檢測，而這包括承受軸向負載的承重強

及無負載的非承重牆。所測出的防火時效是以小時或分鐘為單位，用來表示組件能夠抵抗火場模擬測試的時間，由此大略可得知建築組件實際面臨火災時的表現。

舉例來說，若是測試結果為一小時等級的建物組件，意謂其在經過一個小時模擬火場的測試後不會倒塌，也不會傳導火焰或高溫，同時可以承受最大載重重量。

二、木構造防火方法

透過經驗我們知道，一般用合板或其他種木結構板所搭蓋的木框架建築是足夠提供充份的防火安全，這是眾所周知的事。但是，當遇到特殊狀況，需要特別的防火保護時，建築師可以選擇防火構造、重型木結構、阻燃處理等三種方式施工。

(一) 防火構造

防火構造單單只是以木料及板片所組裝的工程。這類工程主要是藉由覆蓋防火建材來保護小樑。防火建材的裝配為加裝石膏板、吸音面磚等，以及塗抹灰泥。在木板片阻止火焰逃竄和室內氣溫攀升的同時，鋼筋混凝土構造能支撐建築物，以免在承受載重的情況下倒塌。表 3-4 列出了常見的構造耐火規定。

重木型結構，顧名思義，就是用大量的木建材來提供建物防火安全。這個詞乃是因早期美國東北部新英格蘭的紡織工廠而得名；那時重木型結構又被認為「廠房構造」、「鋪板

木材 (plank-on-timber)」、「緩燃」。這樣的構造即使遭到火災，雖然木料的表面會炭化，但這個燒掉的外層正好像是隔熱體一般保護著木材的內部，而內部結構在未受到破壞的情況下，仍然有足夠的強度可以支稱載重，建築物也因此不易倒塌。

比照耐火相關測試所得到的結果，1-1/32 或 1-1/8 經膠合處理的木結構板可以被使用於重木型屋頂板構造 (Heavy timber roof construction)，其常見構造組成如圖 3-2。搭建重木型結構建設時，木結構板一般都要要求需有槽隼接合邊。

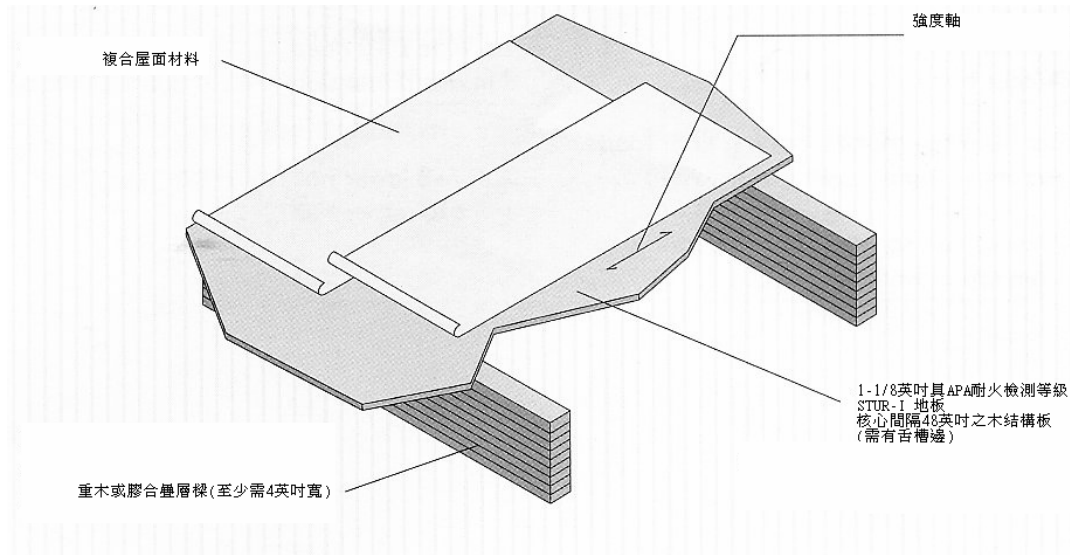


圖 3-2 重型木構造之結構屋頂板詳圖

表 3-4. 建築物主要構造之防火性能規定(2003 IBC, 單位:小時)

建築構件	Type I		Type II		Type III		Type IV	Type V	
	A	B	A	B	A	B	HT	A	B
結構框架 包含柱、主 樑、衍樑	3	2	1	0	1	0	HT	1	0

承重牆									
外部	3	2	1	0	2	2	2	1	0
內部	3	2	1	0	1	0	1/HT	1	0
樓板構造									
包含承重樑 及小樑	2	2	1	0	1	0	HT	1	0
屋頂構造									
包含承重樑 及小樑	1-1/2	1	1	0	1	0	HT	1	0

註 1:上表詳細說明在最大高度及最大範圍下,建材防火時效的需求。在特殊設計的考量下,建築師可依法規增加或刪減這些數值,詳細情形請參閱建築法規。非承重的牆及分間牆一般來說都無須受此防火時效的認證。

A=自動撒水滅火設備保護或可替代一小時防火時效

B=無自動撒水滅火設備保護

對於重木型結構的認知不但可以簡化屋頂工程的施工,而且可以確保消防安全。重木型結構比起一般不防火不可燃結構(即金屬結構),有著更卓越的防火效果,因為在重木型結構的保護之下,室內並沒有任何隱蔽的空間讓火苗逃竄,這樣可以讓救火的工作更安全、便捷。至於地板方面,IBC 及他法規許可在 3 英吋的木片上鋪上 15/32 或 1/2 英吋木結構板。有關重木型結構最低限度標準規格,請見表 3-5 所示。

表 3-5. 重木型結構構件規格尺度 (單位: 英吋)

柱	
支承樓面載重.....	8×8
單獨支承屋頂及天花板.....	6×8
樓面框架	
樑及主樑.....	6×10(寬×深)
拱及桁樑.....	8 (任一尺度)

屋頂框架(非承受樓面載重)	
起拱石.....	6X8(下半部)
.....	6X6(上半部)
拱、桁樑、其他牆緣上的起拱石.....	4X6
樓板(鋪上 1 英吋、15/32 或 1/2 英吋厚或其他合格地板板材)	
薄板或企口板.....	3
直接鋪設用厚板.....	4
屋頂板	
薄板或企口板.....	2
直接鋪設用厚板.....	3
舌槽邊結構板.....	1-3/32

註：以上規格是由建築法規及建築標準所認證，重木型結構構件一般來說都依據以下最低限度的規格，隨著建築物本身的尺寸而作等比放大。

(二) 阻燃處理 (Fire-retardant-treated) 構造

在將任何阻燃處理的想法付諸於行動前，我們應該先評估並確定這種施工方式是最好的方案。評估時要以長期下來應支付的保費及如何能既經濟又安全為原則。經過阻燃處理的合板或木料要比一般的木料貴，但是在大部份的情況下，其保障生命及財產安全的成效上都是令人滿意的。

阻燃處理合板或木料是經由化學藥水加壓浸透過，使其成為永久不可燃材質；經過處理過的木料，無論是火焰延燒等級或是發煙等級都很低，使其在火災危險分級排行中都很低。在獲得由建築法規認可的代理處核發標籤後，FRT 合板或木料就被許多保費率審核局視為與一般不可燃建材並駕其驅的建材，儘管這不是建築法規明文規定的。

如精確的解釋，阻燃處合板是依照美國木材保存協會

(AWPA ; American Wood Preservers Association) C27 標準經防火藥水加壓浸透處理過的木材。這類木材之所以被列為防火建材，是因為經過 ASTM E-84 隧道測試 30 分鐘後，其火焰延燒度不超過 25，且無顯著火焰延燒的現象。

具 APA 認證商標合板的跨度及載重能力是針對非阻燃處理的木板而言。經阻燃處理過的建材，其跨度及載重能力另有依據，因此使用阻燃處理的建材時，宜向廠商收集產品性能及使用須知等資料。

(三) 耐燃塗料(FR 塗料)

耐燃塗料(FR 塗料)可以用在非結構性的板材表面，像是牆面或天花板等地方。FR 塗料是由 ASTM E-84 經 10 分鐘測試而確認達到耐火效果的塗料；依據不同的種類，耐燃塗料可將木料的火焰延燒度降到 26 到 75 之間(火焰延燒等級 B 等或 II 等)、或者是 25 以下(A 級或 I 等)。FR 塗料可使用於最後的裝飾面，使用時，可直接塗在剛完工或是舊有的木板表面。一些具有戶外功能的 FR 塗料可用於室外。

(四) 自動撒水滅火設備

自動撒水滅火設備是另一個解決失火顧慮的方案。在有了自動撒水滅火設備的情況下，建築法規對於建築物的要求將更加嚴格。法規可能會要求建築物加蓋額外的一層樓面或是擴大建築物的樓層面積。有了自動撒水滅火設備，大樓本身及其內部資產的保費會下降；一般來說，建築物加裝自動撒水滅火設備的成本，在幾年內就可以回收，這當然應視建

築物本身及其內部資產的實際價值而定。加裝自動撒水滅火設備的木建築跟鋼骨建築，其保險費率是差不多的。

三、其他建築法規規定

所有建築物的高度及樓面積限制，都必須達到法規所規定的、最大限度的要求標準。這些要求標準都是本著大樓諸如防火帶、用途、建材、建築系統、退縮、安全通道、自動噴水滅火系統等特質而定。木構造建築物如同其他構造之建築物，亦受到這些規定所規範。

(一) 防火帶 (fire zones)

有些城市會設立一處到三處的防火帶(或消防線)。在這些防火帶中，無論是建築物的用途、建材、林木的數量等等都是受到限制的；這樣子當發生火災時，消防人員一次只要致力於某個特定地區的救災工作，其目的無非是讓消防安全更容易達成。在防火帶中都聚集了失火危險性較低的建築物，尤其在防火帶的中央根本就禁止框架結構的建築物，因為這些擁擠、相互距離太接近的建築物會讓火勢延燒並且難以撲滅火源。

(二) 建築物用途

所有的建築法規都有談到建築物用途的規範，這些用途一般來說包括私人住宅、商用大樓、學校、公共機構建築物、集會用建築物、庫房、工業建築物、危險建築物等等。在這許多用途的分類上，建築法規也會考慮到是否工業建築物內

所製造的產品是易燃或危險物品、是否居住的人是老年人、殘障者、囚犯等細節。具有高危險用途的建築物、有設置舞台的戲院、一些特定的公共機構建築物等，基本上是不允許使用不防火的木構造來搭建的。

（三）境界線退縮

有鑒於建築物四周寬大開放區域對於防止火勢的延燒以及救災工作的幫助，因此對於那些離境界線 20 到 30 英尺以上、或是離街道 20 英尺以上的建築物，建築法規准許給予比相互緊鄰的兩棟建築物的間距更大的開放式區域。

（四）逃生出口

法規所要求逃生出口的數量及種類，是要視收容人數以及內部空間與至逃生出口間的步行距離而定。依照 IRC 規定，用不防火框架所搭建的商用大樓或是私人住宅，其內部距離逃生出口最遠不可超過 200 英尺，而這個數字在不同的建築法規會有些微的不同。至於逃生間的組件都已依照火焰延燒等級分類，除了特定高危險用途或是公共機構用途的建築物外，一般來說，逃生通道都可用木結構搭建。

（五）建築物種類

建築物是依據結構構件的防火時效來分類。在三種木建築中，重型木構造（或是 Type IV 構造）通常用來搭蓋多層大樓(最多五層)。這樣的建築物包括學校、宗教性建築、工業建築、倉庫、超市等使用空間最大的場所。其次是一般建

築（或 Type III 構造），通常使用為四到五層的商業大樓或公共建築等大型空間。最後一種是輕框架木結構（或 Type V 構造），這類構造涵蓋了 80% 的民宅及許多商用、集會用、工業用建築物等。依建築物不同的類型，建築單位所核發的標籤會略有不同，若要瞭解這些不同之處，應該參閱建築法。

假使以選擇了某一種建築種類，但其預定區域面積比法定所允許的範圍更大的時候，建築師有幾種選擇措施：(1) 將預定區域用防火牆區隔開；(2) 增添更多的自動撒水滅火設備；(3) 擴大退縮；(4) 另選一種更耐火構造方式來建造。

（六）應用計算公式求出防火時效

IBC 及其他三種標準建築法規同時也認可經由計算公式求出的防火時效，用來替代實際經通道測試而得到的測定值。計算而得的防火時效其檢測的對象等同於通過一小時耐火分級的木結構樓板、屋頂、承重牆、非承重牆等組件。建築法規會提供這些組件的耐火時間表，而這個數值是經過許多根據 ASTM 所做嚴密實驗的結果；在此之中，ASTM E-119 終點測試標準也被列入考量。

換句話說，一組經過認證為一小時的耐火組件，其實可以透過法規對於每一個單一組件的測試及認證而對整個系統給予核定。透過這個方法，建築師們多了一條選材的管道。法規中同時也標明了具一小時防火時效的構件中，膠合集成梁及柱等的指定規格。關於利用計算所得防火時效進行設計的法規如下：

- 2003 年國際建築法規第 721.6 項
- 1997 年統一建築法規第 703.3 項及 UBC 標準 7-7 第四、第五篇
- 1999 年標準建築法規第 709.6 項
- 1994 年 BOCA 建築物構件防火時效訂定準則(Guideline for Determining Fire Resistance Ratings of Building Elements)

四、防火木質構造設計施工

(一)牆壁系統

輕框架木結構牆壁系統包括 (1) 一般的木立筋牆，可加面板或是做成單層牆 (Stud-I-Wall)；(2) 防火構造牆及 (3) 搭配經過阻燃處理及耐燃塗裝過的牆。使用木立筋間隔 16 或 24 英吋的非防火雙面或單面牆，在 APA 的工程施工指南中，有加以詳細討論。

1. 防火構造牆

外表有覆蓋石膏板的輕框架防火牆，依據法規，其防火時效是被列在一般非防火建材 (Type III) 及重木建材 (Type IV) 之間。防火牆的詳細解說，如圖 3-3 中的 2A 及 2C。圖中說明在 2X4 木立筋，核心間隔 16 或 24 英吋，的外面覆概 5/8 英吋 Type X 石膏襯板，最後再加上一層護牆板；而向著室內的那一面則蓋上 5/8 英吋 Type X (或無專利的 Type C 或 G) 石膏牆板。另一種由統一建築法規核定的方法，圖 3-3 中的 2B。圖中示範的這種系統是採取在外牆板上鏝塗泥灰 (stucco) 的方式。

即使在防火牆的外層附加其他的構件仍不會改變它的防火時效。例如：若是為了加強牆的抗剪效能而加上護牆板，其防火時效並不會下降。當間距超過五英呎時，國際建築法規、國家建築法規、標準建築法規等並未要求牆面施工時，一定要釘石膏板，因為法規所提供的防火時效數值僅限於室

內的牆面。詳細的 1.5 小時防火牆解說圖，如圖 3-3 的 2D 及 2F。牆壁若經由計算而求出的一小時防火時效，是被標準的建築法規所認可的。

2.內牆及分間牆

普遍使用的建築法規規定，室內面材(除了逃生間通道、走廊等之前提到過的地方)火焰延燒數值至少要 200 (C 級建材)。由於擁有 APA 認證商標的木結構板通常都屬於火焰延燒等級 C 級的建材(火焰延燒數值 76 到 200)，這些木結構板在法規規定的防火建材中皆屬上品，如圖 3-4。

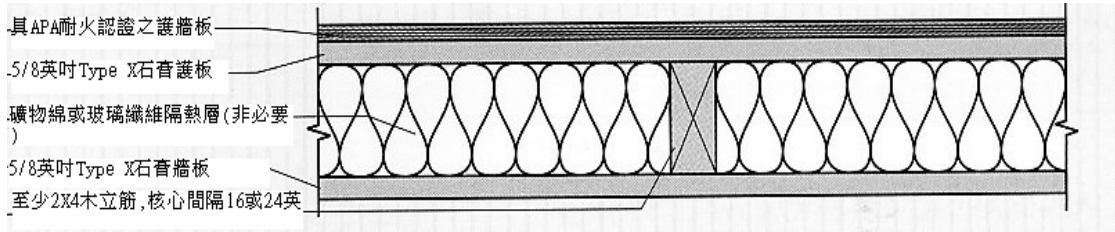
若是法規所規定的火焰延燒數值要比這還低的時候，經阻燃處理的合板是建築師的另一個選擇。這樣的建材得到 UL 認證標籤，其火焰延燒等級可以到達 A 級。而耐燃塗料若是正確的使用，也可將建材的火焰延燒等級降到 A 級或 B 等，而且這種塗料也是工程檢測人員們認可的。

C 級建材可以被用在獨戶住宅的搭建上。在法規許可的範圍內，針木合板無論用在室內或室外都很合宜；而這種合板的強度及硬度可以幫助組件支撐水平向的載重。

至於阻熱性方面，木結構板的隔熱功能使其能夠如預期待一般的發展出一種每一英吋厚度就可以增加 20 分鐘以上的阻熱性(木板背面平均溫度上昇 250 度的時間)。這個研究是依據木結構板經由標準 ASTM 標準加熱升溫曲線的實驗而得到的證實。木結構板經過化學藥水加壓處理後並不會對阻熱性有任何加強的作用；若是使用耐燃塗料則稍微有些幫助。

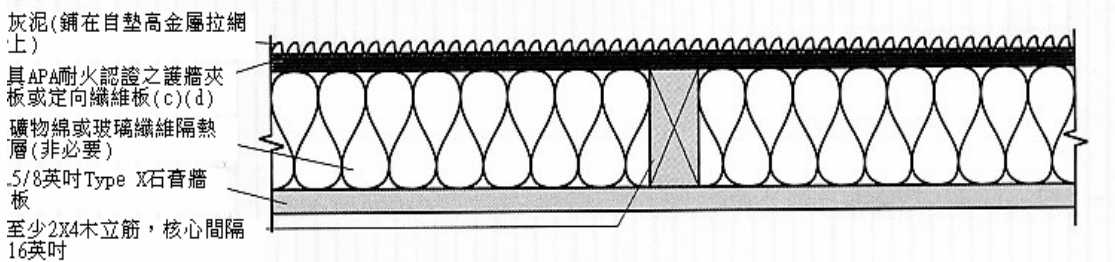
2A-承重外牆系統

以下是有商標而無專利的組件參考石膏協會(Gypsum Association)出版之「GA 耐火設計手冊」編號第 WP8105 號建構而成[資料來源:1997 統一建築法規表 No.7-8 及 1999 標準建築法規(Sec. 701.5.2) (2-Hour)(b)。



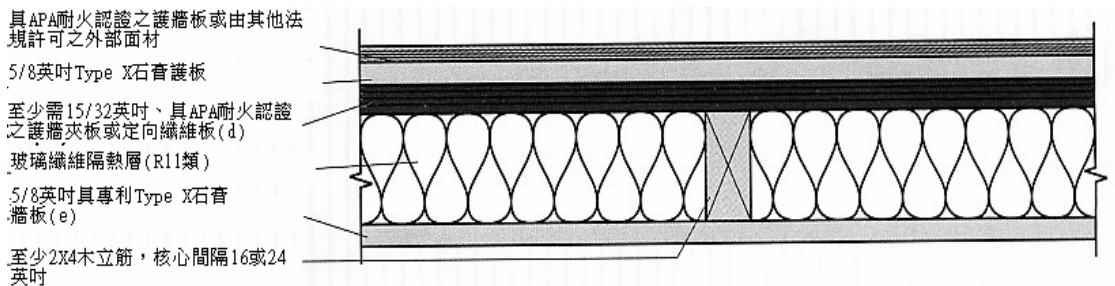
2B-承重外牆系統

以下是參考合成組件第 15-1.2 及 15-1.3 號及依據 2003 年 IBC 表 720.1(2)內的腳註建構而成。



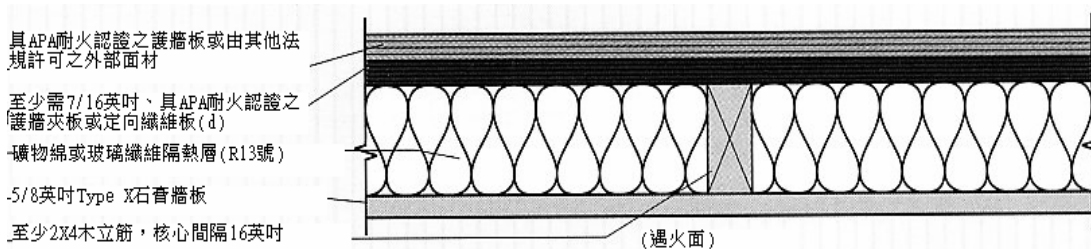
2C-承重外牆系統

以下是參考「UL(Underwriters Laboratories)耐火產品型錄」中，第 U344 號組件建構而成。



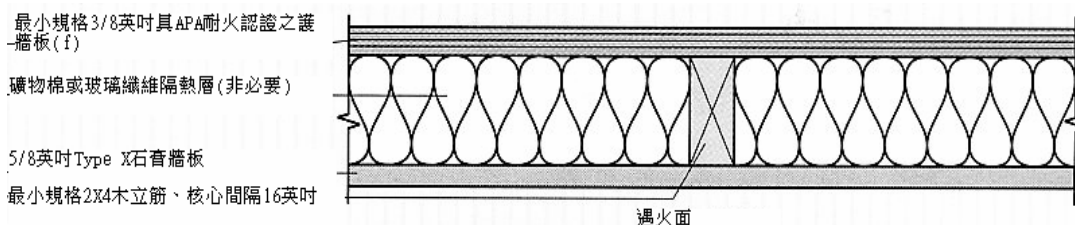
2D-承重外牆系統

以下是參考「UL 耐火產品型錄」中，第 U356 號組件建構而成。



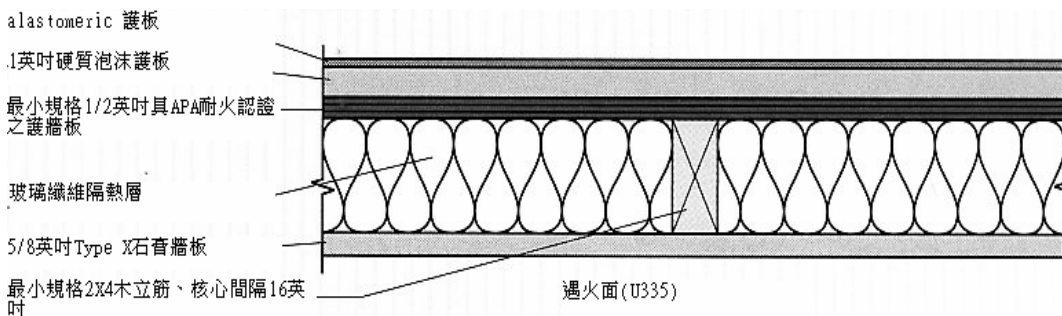
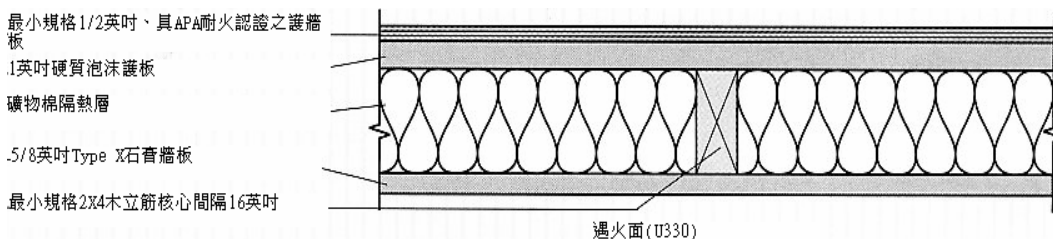
2E-承重外牆系統

以下是有商標無專利的組件。這是參考收錄在 1999 標準建築法規中的 IRC 第 709.6.2.4 節及「構件耐火分類等級」一書中的資料。



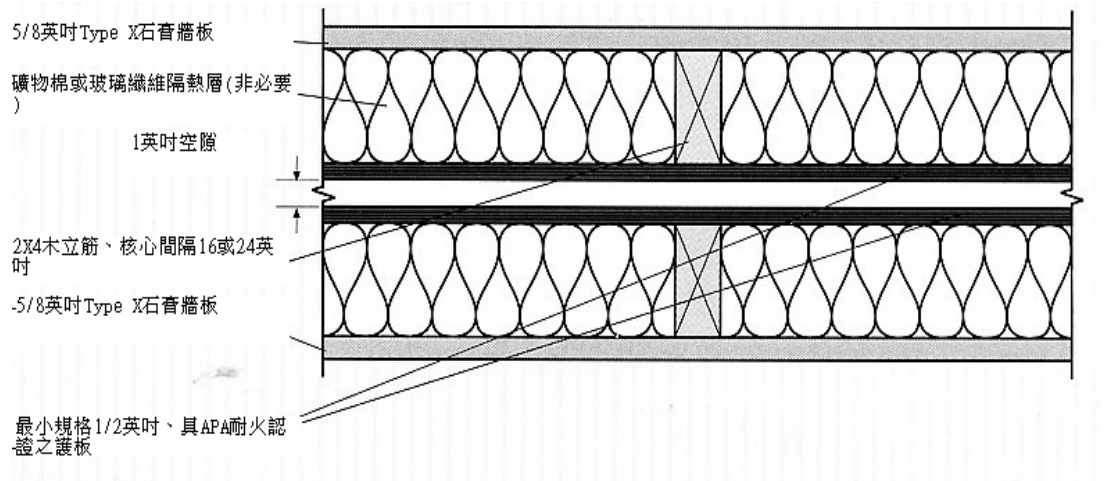
2F-承重外牆系統

以下是參考「UL 耐火產品型錄」中第 U326、U330、U335 號組件建構而成。

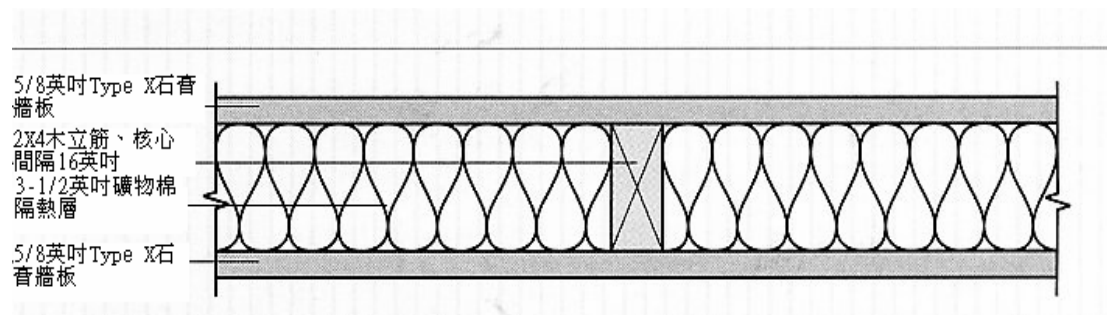


2G-承重外牆系統

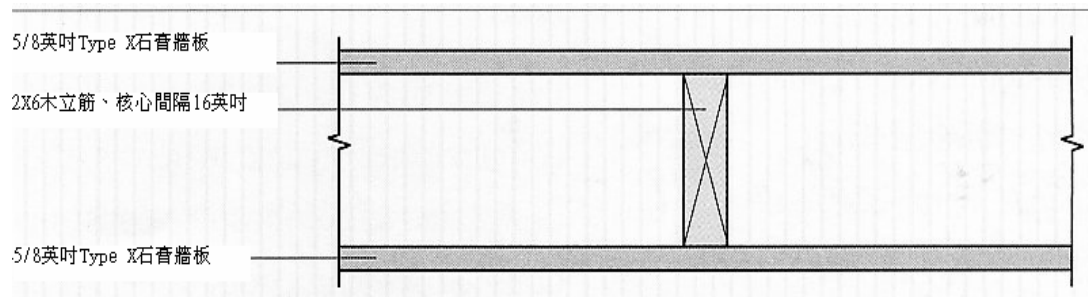
以下是參考 UL 耐火產品型錄中第 U339U341 號組件建構而成。



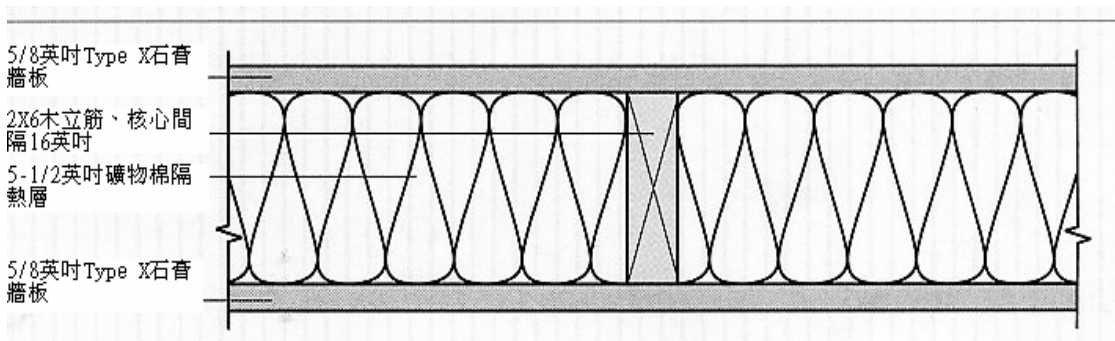
2H-一小時防火時效之承重內牆系統



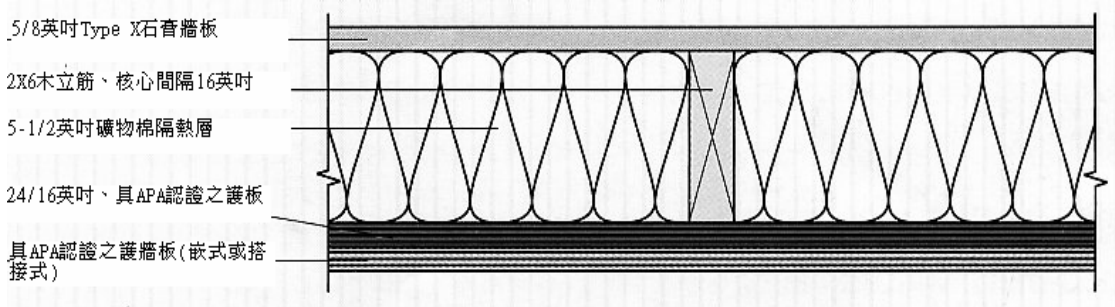
2I-一小時防火時效之承重牆系統



2J-一小時防火時效之承重內牆系統



2K-一小時防火時效之承重外牆系統



註：

- (a) 除非標明「受火面」(這類牆壁組件系統只有室內面接受測試)，否則牆壁系統一律為双面受測。
- (b) 類似於此系統，但是檢測結果為防火時效兩小時的組件，請參閱 GA File 第 WP8415 號(為延長耐火性能至兩小時，法規要求向著室外的牆面需有雙層 5/8 英吋 Type X 石膏襯板，而向著室內的牆面需有 5/8 英吋 Type X 石膏牆板。)
- (c) 牆的外部若欲上灰的情況下，底下還要鋪上防潮紙(詳細需知請參照所在當地的建築法規)，而統一建築法規則要求鋪上兩層防潮紙。
- (d) 2003 年 IBC 表 720.3 中，准許直接在木立筋外覆蓋木結構護牆板來加強組件之防震及抗剪性能。另可參閱 ICC 評估機構之 ER-1952 號報告。
- (e) 有商標組件其廠商名稱請見最新「UL 耐火產品型錄」，或上網。網址為 www.ul.com
- (f) 最小規格 5/16 英吋具 APA 耐火認證之木護板(必須與防潮紙及 APA 認證之護牆面材一起使用)或是最小規格 3/8 英吋具 APA 耐火認證之木製護牆板(可直接鋪於木立筋上)的施工方式可參照 1999 標準建築法規規定。

圖 3-3 一小時防火時效之可燃承重牆組件

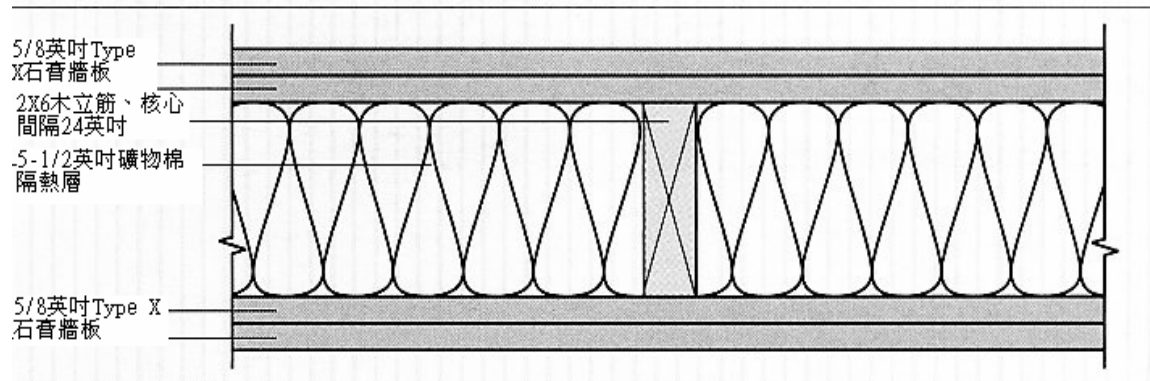


圖 3-4. 二小時防火時效之承重內牆系統

3.地板及屋頂系統

為建築法所認可的、同時又能兼具經濟實惠原則的地板及屋頂系統都是由具 APA 商標的木結構板所搭建的。以 APA 木製護牆板所搭建的系統為主，並另外附帶二十多種地板系統，其詳細資料可參考「APA 木建築工程指南」。在這些地板及屋頂系統中，防火性能最顯著者，當屬防火結構及重木型結構。以下即探討相關防火結構系統。

(1)防火天花板/地板及天花板/屋頂組件系統

總共有數種具耐火分級的特製天花板/地板及天花板/屋頂組件系統，而這些系統皆是用木結構板及防火材料組合而成的。用這些組件所搭建的建築物最適用於商業與公共用途。這些系統中有的具一小時耐火認證，也有些是具兩小時認證。

超過四十種的天花板/地板及天花板/屋頂組件系統是經耐火測試通過的，而且這些全都是建築法規所核准的。關於這些組件系統的資料都詳細列在「UL 耐火產品型錄」中，而在此特別挑出其中的一些例子加以示範，請見圖 3-5。

標準建築法規接受天花板/地板及天花板/屋頂組件系統的，經由計算而得到的一小時防火時效評定。至於其他通過建築法相關單位審核過的製造商及貿易公會，他們所出品的非專利性質的組件系統也都是受到認可的。

既然這些系統是木造的，其內部必然含有有機質料；由這樣的系統所搭建的建築也因此被視為可燃性建築物。儘管目前

這些木造系統在防火測試中的表現都如同不可燃組件系統一樣好，但建築法規仍將這些木造系統列為可燃結構。

在這些木造組件中，石膏牆板、灰泥、吸音面磚等等提供了第一線的防火工作。由木板鋪設而成的地板或屋頂在火災的時候能防止火焰逃竄及室溫攀升，同時能鞏固地板內的小樑，以避免建築物在承受載重的情況下倒塌。

有許多時候，地板及屋頂可以使用雙層合板(15/32 及 19/32 英吋)搭建，即使如此，一些建築師有時會用 19/32 英吋或更厚的單層合板來搭建這些工程。某些建築法規准許在一些特定的情況下，在具一小時耐火認證的地板系統上層覆蓋一層輕三合土或石膏混凝土，大多數的法規則准許在屋頂工程施工時省去這個步驟。在圖 3-5 地板系統 4.2 中，法規核准了一個經濟的方案：即是讓小樑間有 24 英吋的間隔，並在上面鋪上單層 23/32 英吋的合板。法規並准許在許多的天花板/地板組件中使用桁樑及工字型小樑(見圖 3-5 之 4.3 系統)。

根據比較測試結果所得到的證實，APA 定向纖維板(OSB)可以使用於用合板搭建的天花板/地板組件中，同時可以不會擾亂到原有的防火時效。在由雙層合板所搭建的系統中，7/16 英吋、具 APA 防火時效認證的 OSB 板可以用來替換 15/32 英吋樓面底板，而其他同樣厚的建材也可以用作替換。

(2)屋頂鋪面

屋面材料依防火時效高低可分為 A、B、C 三個等級。這些建材的用途在法規中都有規定，而不同的用途會影響的保費

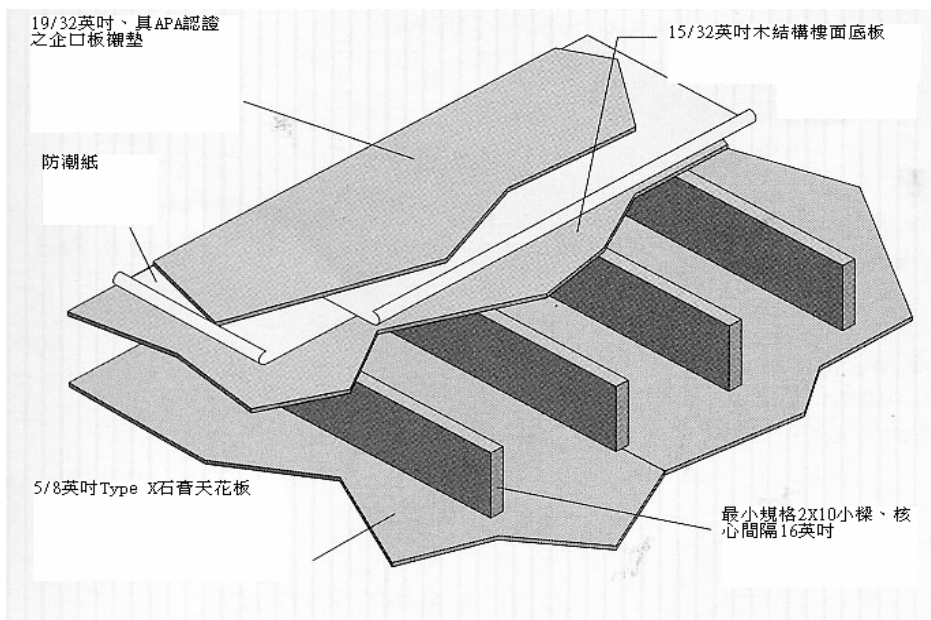
率。屋頂鋪面的耐火性質可經由 ASTM E108 檢測測試出來，通過 APA 耐火檢測、未經處理的護板可用在屋頂的底部。

詳細有關屋面建材、泡棉隔熱建材、屋頂防火塗料解說及須知請參閱「UL 屋頂建材及系統型錄(UL Roofing Material and System Dictionary)」或查閱「Category TFWZ」中關於屋頂蓋板、水泥瓦、金屬面板等屋頂鋪設建材。

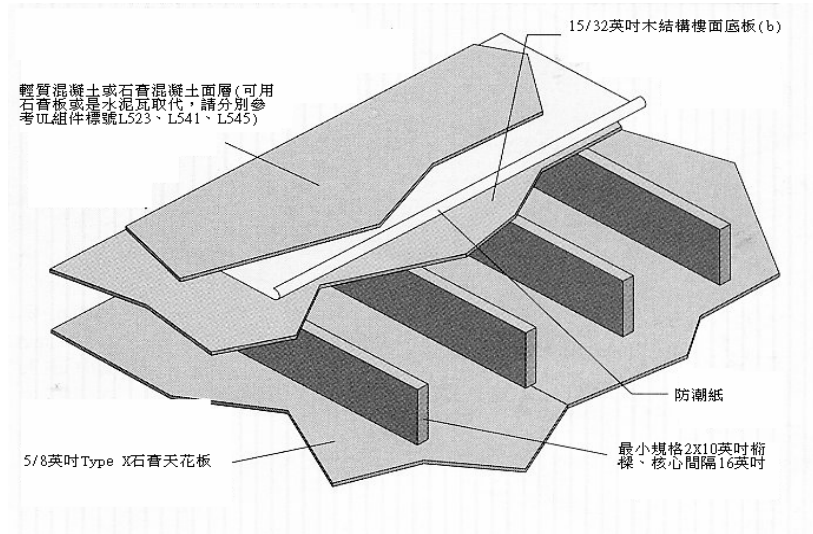
=====
4.1 具小樑之雙層地板系統

詳細資料請見 UL 組件編 L001、L003、L004、L005、L006、L201、L202、L206、L209、L210、L211(兩小時)、L511(兩小時)、L512、L515、L516、L519、L522、L523、L525、L526、L533、L535、L536(兩小時)、L537、L541(兩小時)、L545 等。請同時參照 UL 組件編號 L524(具核心間距 24 英吋之鋼製小樑)、L521(具核心間距 24 英吋之木製桁樑)、L549(具核心間距 48 英吋之鋼製桁樑)。

4.1A

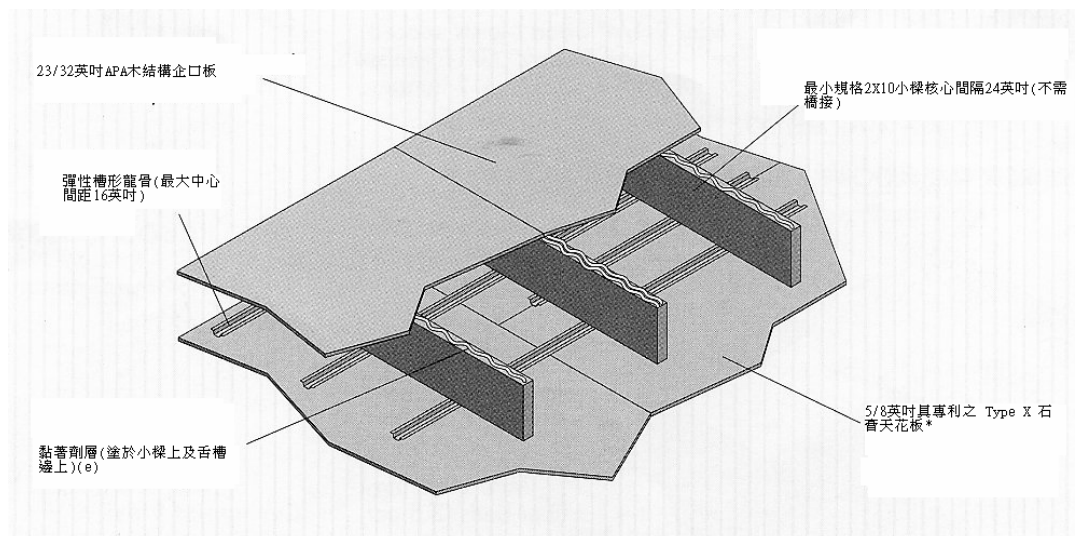


4.1B



4.2-具小樑之單層地板系統

詳細資料請見 UL 組件編號 L513。外層受力板(5/8 英寸、具 APA 防火時效認證之 STURD-I-FLOOR 地板，或具桁樑、核心間隔 12 英寸之護板)之組裝，請參考編號 L504。5/8 英寸、具 APA 防火時效認證之 STURD-I-FLOOR 地板，小樑核心間隔 16 英寸以及 1-1/8 英寸、具 APA 防火時效認證之 STURD-I-FLOOR 地板，小樑核心間隔 48 英寸此兩個系統之詳細解說，請分別參考 UL 組件編號 L507、L508。分離式天花板組件請見 L540。另外，由鋼製小樑、核心間隔 19.2 或 24 英寸搭建的地板系統請參考 UL 組件編號 L524 及 L543(L543 是分離式天花板)。



4.3-具小樑或桁樑之單層地板系統

由最大核心間隔 24 英吋的桁樑或工字形小樑建構之天花板/地板組件系統之詳情，請見 UL 組件編號 L528、L529、L534、L542、L544、L548。另外，有商標無專利之組件系統詳細資料，請參考 GA File 編號 FC5512。

4.3A 一小時防火時效之天花板/地板組件系統

STC及IIC隔音等級			
無石膏混凝土			
乙烯樹脂複合墊板		地毯及墊子	
STC	IIC	STC	IIC
-	-	-	-
加上石膏混凝土			
乙烯樹脂複合墊板		地毯及墊子	
STC	IIC	STC	IIC
-	-	49 ^(h)	59 ^(h)

4.3B 一小時防火時效之天花板/地板組件系統

STC及IIC隔音等級			
無石膏混凝土			
乙烯樹脂複合墊板		地毯及墊子	
STC	IIC	STC	IIC
51 ^(h)	46 ^(h)	51 ^(h)	64 ^(h)
加上石膏混凝土			
乙烯樹脂複合墊板		地毯及墊子	
STC	IIC	STC	IIC
60 ^(h)	50 ^(h)	60 ^(h)	65 ^(h)

4.3C 一小時防火時效之天花板/地板組件系統

STC 及 IIC 隔音等級			
無石膏混凝土			
乙烯樹脂複面墊板		地毯及墊子	
STC	IIC	STC	IIC
51(h)	46(h)	52	66
加上石膏混凝土			
乙烯樹脂複面墊板		地毯及墊子	
STC	IIC	STC	IIC
60(h)	48(h)	60(h)	60(h)

4.3D 一小時防火時效之天花板/地板組件系統

STC 及 IIC 隔音等級			
無石膏混凝土			
乙烯樹脂複面墊板		地毯及墊子	
STC	IIC	STC	IIC
-	-	46	68
加上石膏混凝土			
乙烯樹脂複面墊板		地毯及墊子	
STC	IIC	STC	IIC
51	47	50	73

4.3E 一小時防火時效之天花板/地板組件系統

STC 及 IIC 隔音等級			
無石膏混凝土			
乙烯樹脂複面墊板		地毯及墊子	
STC	IIC	STC	IIC
-	-	-	-
加上石膏混凝土			
乙烯樹脂複面墊板		地毯及墊子	
STC	IIC	STC	IIC
-	-	49(h)	55(h)

4.3F 一小時防火時效之天花板/地板組件系統

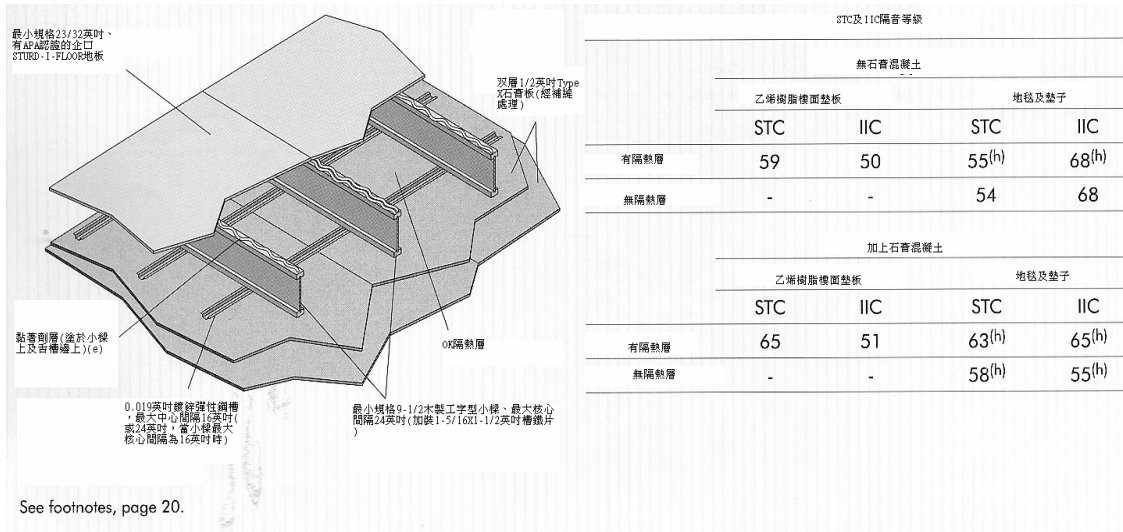


圖 3-5 一小時防火時效之天花板/地板及天花板/屋頂組件

4. APA 認證之 Rim Board 組件(具防火時效一及二小時)

請見 APA Data File 編號 D350。常見的具防火認證的 Rim Board 與樑的組件，如下圖（圖 3-6）。

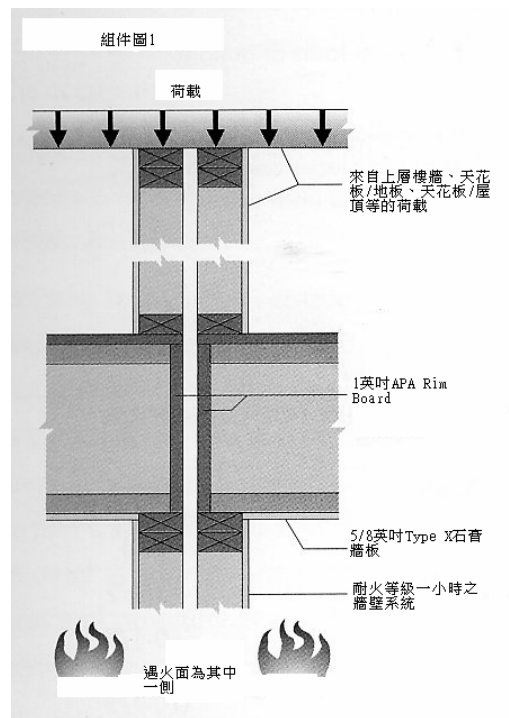


圖 3-6 經防火認證之 Rim Board 與樑組件

5. 膠合集成材

法規中並未規定重木型結構一定必須具有一小時耐火認證，然而對於那些法規規定必須有此認證的工程而言，建築法規會提供有關膠合集成柱的規格等資料。一個結構件的耐火性，是依據其在火災時能夠承受如遇期般載重的時間而定。柱或樑的規格若是能達到一小時防火時效標準，則可以在模擬火災現場的測試中支撐其最大載重。至於其它的框架

建材，建築師在選材時應謹慎的檢查這些建材的一小時耐火認證規格，並確定其合乎所在當地的建築法。詳細的資料請見「APA EWS Technical Note EWS Y245」中「膠合集成樑及柱的耐火計算值」一篇。

(1) 樑

膠合集成樑如果遇火時，外表的炭化對其內部橫截面的影響不大。由於被炭化的表面本身便具隔熱效應，因此在遭遇火災時只會慢慢削弱其內部橫截面的支承力。最小寬度為5-1/8英吋的膠合集成樑可以依法規所核准的方法，改造成為符合防火時效一小時的建材。

6-3/4 及 8-3/4 英吋寬的膠合集成樑有一個最小深度的限制。等同於或大於此深度的樑，都可以被改造成符合防火時效一小時的建材，且同時可以百分之百支撐其最大容許載重。若是依設計需要樑的四個面都要曝露於火時，則此最低深度的值會增加（如表 3-6）。

表 3-6. 符合一小時防火時效之集成樑最小深度

樑寬(英吋)	深度三面外露(英吋)	深度四面外露(英吋)
5-1/8 ^(a)	12	22-1/2
6-3/4	13-1/2	27
8-3/4	7-1/2	13-1/2

(a) 當寬度為5-1/8英吋的膠合層積木料被用來作為耐火等級一小時的樑時，為達到法規所規定的外露深度，其支撐荷載的能力會減為一半。詳情請聯絡APA公會。

欲使集成樑成為一小時防火時效構材，其內部結構必須調整，一層內部芯層必須被移除並在底部添加一層張力層（Tension lam）。

(2)柱

通常柱都只由一層單一質材所構成，若欲使其成為防火時效一小時建材，其內部無需經過特別處理。對於寬度 8-3/4 及 10-3/4 英吋的膠合集成木柱來說，只要柱子能到達法規規定的最低規格，就可被視為具一小時防火時效之構件，並同時能百分之百支撐其最大容許載重。然而柱的最小規格取決於柱的長度。

(3)膠合集成材的金屬繫件

用防火時效一小時的膠合層積木來搭建屋子時，所有的金屬接頭及緊固件都必須是防火的。1-1/2 英吋木鋪面、5/8 英吋 Type X 石膏板，或任何具一小時防火時效認證的塗料等都可以提供這方面的需求。

第三節 日本建築法規基準

一、建築物防火性能

日本建築物之防火性能由高至低可分為「耐火構造」、「準耐火構造」、「防火構造」、「準防火構造」等四類。

(一) 耐火構造：依建築基準法第 107 條（耐火性能有關技術基準），建築主要構造依樓層高度須具有一小時以上防火時效，屋頂與樓梯防火時效則限為 30 分鐘；類似於我國建築技術規則設計施工編第 70 條規定。

(二) 準耐火構造：依建築基準法第 107 條之 2（準耐火性能有關技術基準），建築主要構造須具有 45 分鐘防火時效，屋頂與樓梯則須具有 30 分鐘防火時效。

(三) 防火構造：依建築基準法第 108 條（防火性能有關技術基準），建築物外牆構造須具有 30 分鐘防火時效。

(四) 準防火構造：依建築基準法第 109 條之 6（準防火性能有關技術基準），建築物外牆構造須具有 20 分鐘防火時效。

二、建築物規模限制

在日本框組壁式工法建築物主要用於自建獨棟住宅、集合住宅及低層旅館，其樓層高度、規模大小依都市劃分防災地域及建築物防火性能而異，以下簡單說明：

(一)防火地域：(1) 如為耐火構造建築物，依建築基準法第 21、61 條，樓層高度、規模大小並無限制；(2) 如為準耐火構造建築物，依建築基準法第 61 條，樓層高度限為二層樓以下、面積規模限為 100 m²。

(二)準耐火地域：(1) 如為耐火構造建築物，依建築基準法第 62、27 條，供自建、集合住宅、旅館用樓層高度、規模大小並無限制；(2) 如為準耐火構造建築物，依建築基準法第 62 條，供自建、集合住宅用樓層高度限為三層樓以下、面積規模限為 1500 m² 以下，供旅館用樓層高度限為二層樓以下、面積規模限為 1500 m² 以下；(3) 至準防火木造建築物，依建築基準法第 62 條，供自建住宅用樓層高度限為三層樓以下、面積規模限為 500 m² 以下，(4) 若為依建築基準法第 27 條、施行令第 115 條 2 之 2 建造之木造集合住宅（主要構造為一小時防火時效構造），樓層高度限為三層樓以下、面積規模限為 1500 m² 以下；(5) 如為木造防火構造建築物（屋頂為不燃材料），依建築基準法第 62 條之 2、63 條，供自建、集合住宅、旅館用樓層高度限為二層樓以下、面積規模限為 500 m² 以下。

(三)其他地域：(1) 如為耐火構造建築物，依建築基準法第 21 條，樓層高度、規模大小並無限制；(2) 若為依建築基準法第 27 條、施行令第 115 條 2 之 2 建造之木造集合住宅（主要構造為一小時防火時效構造），樓層高度限為三層樓以下、面積規模限為 3000 m² 以下；(3) 如為準耐火構造建

築物，依建築基準法第 27 條之 2，供集合住宅、旅館用樓層高度限為二層樓以下、面積規模限為 3000 m² 以下；(4) 如為木造防火構造建築物（屋頂為不燃材料），依建築基準法第 25 條，供集合住宅、旅館用樓層高度限為二層樓以下、面積規模限為 3000 m² 以下；(5) 如為木造準防火構造建築物（屋頂為不燃材料），依建築基準法第 62 條之 2、63 條，供自建住宅、旅館用樓層高度限為二層樓以下、面積規模限為 1500 m² 以下，供集合住宅用樓層高度則限為二層樓以下、面積規模限為 1000 m² 以下。

綜上可知，框組壁式工法木質建築物雖有可能可達成防火時效一小時之構造，但是若無法成為真正的耐火構造的話，對大規模建築物之適用即受到限制。如木質構造能夠成為耐火構造建築物，則有以下幾種建設方案即變得有可能性，換言之，其建築投資利基始能擴大。

- (1) 總樓地板面積超過 3000 m² 之建築物，超越高度限制除地面層以外樓層數為四層以上之建築物。（建築基準法第 21 條）
- (2) 三層以上特殊建築物（如為倉庫，三層部分 200 m² 以上）（建築基準法第 27 條）
- (3) 防火地域之 100 m² 以上及除地面層以外樓層數為三層以上之建築物（建築基準法第 61 條）
- (4) 防火地域之 1500 m² 以上及除地面層以外樓層數為四層以上之建築物（建築基準法第 62 條）

三、準耐火構造與木造建築物之用途限制比較

準耐火構造與一般木造建築物依用途、規模、場所相對應之建築限制規定，整理如表 3-7 所示。

表 3-7 日本建築法規有關木造建築物用途限制規定

(1) 劇場、電影院、演劇場

		防火地域	準防火地域	其他
準耐火建築物	樓層限制	2 層樓以下	2 層樓以下	2 層樓以下
	面積限制	全部面積為 100 m ²	全部面積為 1,500 m ²	全部面積為 3,000 m ²
	相關限制	主樓層於一樓	客席面積未滿 200 m ² 時，主樓層於一樓	客席面積未滿 200 m ² 時，主樓層於一樓
一般木造	樓層限制	/	2 層樓以下	2 層樓以下
	面積限制		全部面積為 500 m ²	全部面積為 500 m ²
	相關限制		客席面積未滿 200 m ² 時，主樓層於一樓	客席面積未滿 200 m ² 時，主樓層於一樓

(2) 表演場、禮堂、集會場

		防火地域	準防火地域	其他
準耐火建築物	樓層限制	2 層樓以下	2 層樓以下	2 層樓以下
	面積限制	全部面積為 100 m ²	全部面積為 1,500 m ²	全部面積為 3,000 m ²
	相關限制		客席面積未滿 200 m ²	客席面積未滿 200 m ²
一般木造	樓層限制	/	2 層樓以下	2 層樓以下
	面積限制		全部面積為 500 m ²	全部面積為 500 m ²
	相關限制		客席面積未滿 200 m ²	客席面積未滿 200 m ²

(3) 醫院、診所（收容患者的收容設施）飯店、旅館、兒童福利設施

		防火地域	準防火地域	其他
準耐火建築物	樓層限制	2 層樓以下	2 層樓以下	2 層樓以下
	面積限制	全部面積為 100 m ²	全部面積為 1,500 m ²	全部面積為 3,000 m ²
	相關限制			
一般木造	樓層限制	/	2 層樓以下	2 層樓以下
	面積限制		全部面積為 500 m ²	全部面積為 500 m ²

	相關限制	/	2 樓地板面積未滿 300 m ²	2 樓地板面積未滿 300 m ²
--	------	---	---------------------------------	---------------------------------

(4) 宿舍、公寓、寄宿宿舍

		防火地域	準防火地域	其他
準耐火建 築物	樓層限制	2 層樓以下	2 層樓以下	2 層樓以下
	面積限制	全部面積為 100 m ²	全部面積為 1,500 m ²	全部面積為 3,000 m ²
	相關限制			
一般木造	樓層限制	/	2 層樓以下	2 層樓以下
	面積限制	/	全部面積為 500 m ²	全部面積為 500 m ²
	相關限制	/	2 樓地板面積未滿 300 m ²	2 樓地板面積未滿 300 m ²

(5) 學校、體育館、博物館、美術館、圖書館、保齡球場、滑雪場、溜冰場、泳池、練習場

		防火地域	準防火地域	其他
準耐火建 築物	樓層限制	2 層樓以下	2 層樓以下	2 層樓以下
	面積限制	全部面積為 100 m ²	全部面積為 1,500 m ²	全部面積為 3,000 m ²
	相關限制			
一般木造	樓層限制	/	2 層樓以下	2 層樓以下
	面積限制	/	全部面積為 500 m ²	全部面積為 2,000 m ²
	相關限制	/		

(6) 百貨公司、市場、展示場、遊樂場、公共澡堂、休息室、餐廳、咖啡廳、物品販賣業各直營店舖（除地板面積 10 m²外）

		防火地域	準防火地域	其他
準耐火建 築物	樓層限制	2 層樓以下	2 層樓以下	2 層樓以下
	面積限制	全部面積為 100 m ²	全部面積為 1,500 m ²	全部面積為 3,000 m ²
	相關限制			
一般木造	樓層限制	/	2 層樓以下	2 層樓以下
	面積限制	/	全部面積為 500 m ²	全部面積為 500 m ²
	相關限制	/		2 樓地板面積未滿 500 m ²

(7) 倉庫等

		防火地域	準防火地域	其他
準耐火建築物	樓層限制	2層樓以下	2層樓以下	2層樓以下
	面積限制	全部面積為 100 m ²	全部面積為 1,500 m ²	全部面積為 3,000 m ²
	相關限制		3樓地板面積未滿 200 m ²	3樓地板面積未滿 200 m ²
一般木造	樓層限制	/	2層樓以下	無
	面積限制		全部面積為 500 m ²	全部面積為 500 m ²
	相關限制			3樓地板面積未滿 200 m ²

(8) 車庫、修車場、電影拍攝棚、攝影棚

		防火地域	準防火地域	其他
準耐火建築物	樓層限制	2層樓以下	2層樓以下	2層樓以下
	面積限制	全部面積為 100 m ²	全部面積為 1,500 m ²	全部面積為 3,000 m ²
	相關限制			
一般木造	樓層限制	/	2層樓以下	無
	面積限制		全部面積未滿 150 m ²	全部面積為 150 m ²
	相關限制			

(9) 一定數量以上危險物貯存場及處理場

		防火地域	準防火地域	其他
準耐火建築物	樓層限制	2層樓以下	2層樓以下	2層樓以下
	面積限制	全部面積為 100 m ²	全部面積為 1,500 m ²	全部面積為 3,000 m ²
	相關限制			
一般木造不可		/	/	/

(10) 戶建住宅、事務所等及上用途場所外

		防火地域	準防火地域	無
準耐火建築物	樓層限制	2層樓以下	2層樓以下	2層樓以下
	面積限制	全部面積為 100 m ²	全部面積為 1,500 m ²	全部面積為 3,000 m ²
	相關限制			
一般木造	樓層限制	平房為付屬建築物	2層樓以下	無

	面積限制	全部面積為 50 m ² 以下	全部面積為 500 m ²	全部面積為 500 m ²
	相關限制		3 樓建築為主要防火 3 樓規格	

四、大斷面木造建築物防火設計

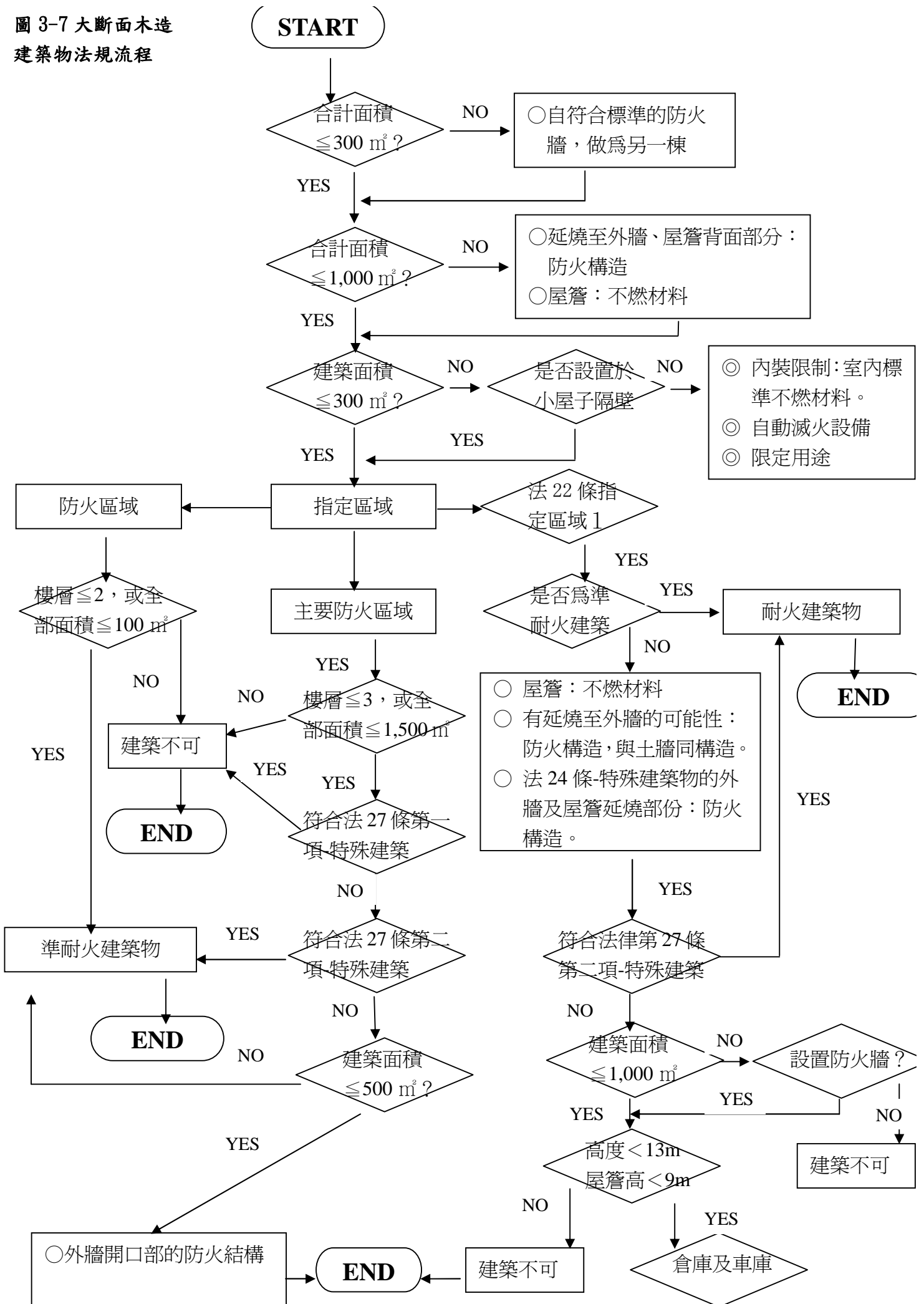
斷面程度大的木材，既使表面進行燃燒，其形成之碳化層部份即具有阻熱能力，使外在火熱溫度不至於急速燃燒到內部。另外，其形成炭化層的內側部份，因為低溫得以保存，力學性能劣化也較小。大斷面的木材，雖因燃燒及碳化造成斷面的缺損，其程度較為緩慢，考量斷面缺損時，也要將火災發生時維持一定時間必要的耐力納入考量。因此大斷面木材發生火災的碳化速度，因燃燒在部材表面形成的碳化層，各單位時間對應之向內碳化深度愈來愈少。

近幾年日本建築基準法改正中，對於超過高度 13m 及屋簷高度過 9m 的大規模木造建築物及火源使用較少、可燃性物較少的建築物中，如防止火災擴大及有效確保避難的挑高中庭和體育館等，不需要設置防火牆的木造建築物，規定要求適切的技術基準以防止火災發生時的損害。

其基準之一為昭和 62 年建設省告示第 1902 號（為防止一般火災造成建築物整體崩塌之構造計算基準）中所規定，大規模木造建築物遭遇一般火災時，即使主要構造的樑、柱著火時，應具有火災發生防止崩塌 30 分鐘以上的能力。大斷面木材碳化速度，依標準火災發生時，每分鐘約為

0.6~0.7mm，但由於火災持續時間依各建築物可燃物條件而異，因此木材燃燒碳化深度亦各有差異。為安全起見，去除燃燒碳化層後殘留斷面產生的長期應力不應超過短期容許應力。通常燃燒碳化深度預測，可設定一定的碳化速度（火災時自木材表面到內部的燃燒速度），以此與預測火災發生時間相乘後即可得。例如，準耐火建築物的樑、柱預加燃燒碳化深度為 35mm（要求之耐火性能為 45 分鐘），耐火建築物則為 45mm（要求之耐火性能為一小時），而一般大斷面建築物樑、柱預加燃燒碳化深度為 25mm（要求之耐火性能為 30 分鐘）。大斷面木造建築物防火設計之法規檢討流程，如圖 3-7 所示。

圖 3-7 大斷面木造
建築物法規流程



第四節 中國大陸建築法規基準

中國大陸建設部於 1999 年發出「建標 37 號文」，要求由中國建築西南設計研究院、四川省建築科學研究院會同有關單位對《木結構設計規範 GBJ 5—88》進行修訂，歷經多年修正後於 2003 年由中國大陸建設部正式批准且修正為《木結構設計規範 GB 50005—2003》，並訂於 2004 年 1 月 1 日實施。其中針對木結構建築特點，將木結構防火單設一章；以下僅臚列該章內容，供參考比較。

10.1 一般規定

10.1.1 木結構建築的防火設計，應按本章規定執行。本章未規定的應遵照《建築設計防火規範》GB 50016 的規定執行。

10.2 建築構件的燃燒性能和耐火極限

10.2.1 木結構建築構件的燃燒性能和耐火極限不應低於表 10.2.1 的規定。

表 10.2.1 木結構建築中構件的燃燒性能和耐火極限

構 件 名 稱	耐 火 極 限(h)
防火牆	不燃燒體 3.00
承重牆、分戶牆、樓梯和電梯井牆體	難燃燒體 1.00
非承重外牆、疏散走道兩側的隔牆	難燃燒體 1.00
分室隔牆	難燃燒體 0.50
多層承重柱	難燃燒體 1.00
單層承重柱	難燃燒體 1.00
梁	難燃燒體 1.00
樓蓋	難燃燒體 1.00
屋頂承重構件	難燃燒體 1.00
疏散樓梯	難燃燒體 0.50
室內吊頂	難燃燒體 0.25

注：1.屋頂表層應採用不可燃材料；
 2.當同一座木結構建築由不同高度組成，較低部分的屋頂承重構件必須是難燃燒體，耐火極限不應小於 1.00h。

10.2.2 各類建築構件的燃燒性能和耐火極限可按本規範附錄 R 確定。

上述大陸法規所謂「耐火極限」，相當我國建築法規之「防火時效」；「室內吊頂」則為「室內天花板」。至附錄 R：各類建築構件燃燒性能和耐火極限，如表 3-8 所示。

表 3-8 中國大陸建築法規之木構造構件燃燒性能和耐火極限

構件名稱	構件組合描述(mm)	耐火極限(h)	燃燒性能
牆體	1 牆骨柱間距：400~600；截面為 40×90； 2 牆體構造：		
	(1) 普通石膏板+空心隔層+普通石膏板=15+90+15	0.50	難燃
	(2) 防火石膏板+空心隔層+防火石膏板=12+90+12	0.75	難燃
	(3) 防火石膏板+絕熱材料+防火石膏板=12+90+12	0.75	難燃
	(4) 防火石膏板+空心隔層+防火石膏板=15+90+15	1.00	難燃
	(5) 防火石膏板+絕熱材料+防火石膏板=15+90+15	1.00	難燃
	(6) 普通石膏板+空心隔層+普通石膏板=25+90+25	1.00	難燃
(7) 普通石膏板+絕熱材料+普通石膏板=25+90+25	1.00	難燃	
樓蓋頂棚	樓蓋頂棚採用規格材擱柵或工字形擱柵，擱柵中心間距為 400~600，樓面板厚度為 15 的結構膠合板或定向木片板(OSB)：		
	1 擱柵底部有 12 厚的防火石膏板，擱柵間空腔內填充絕熱材料 2 擱柵底部有兩層 12 厚的防火石膏板，擱柵間空腔	0.75 1.00	難燃 難燃

	內無絕熱材料		
柱	1 僅支撐屋頂的柱：		
	(1) 由截面不小於 140×190 實心鋸木製成	0.75	可燃
	(2) 由截面不小於 130×190 膠合木製成	0.75	可燃
	2 支撐屋頂及地板的柱：		
梁	(1) 由截面不小於 190×190 實心鋸木製成	0.75	可燃
	(2) 由截面不小於 180×190 膠合木製成	0.75	可燃
	1 僅支撐屋頂的橫樑：		
	(1) 由截面不小於 90×140 實心鋸木製成	0.75	可燃
	(2) 由截面不小於 80×160 膠合木製成	0.75	可燃
	2 支撐屋頂及地板的橫樑：		
	(1) 由截面不小於 140×240 實心鋸木製成	0.75	可燃
	(2) 由截面不小於 190×190 實心鋸木製成	0.75	可燃
(3) 由截面不小於 130×230 膠合木製成	0.75	可燃	
(4) 由截面不小於 180×190 膠合木製成	0.75	可燃	

前表所列之構件組合為指定合格規格規定 (Deem-to-satisfy specification provisions)，在美國建築法規亦有類似規定，建築設計只須使用表列材料構件組合，即視同為具有一定防火時效之構造體，無須再驗證其性能。同理，我國建築技術規則設計施工編第 71 條至第 74 條有關規定，也指定若干材料構件組合為具有 3、2、1、0.5 小時防火時效之構造體，不過其中對於輕質構造並無太多規定，以致類似輕質石膏板（水泥板、矽酸鈣板）牆仍須以新構造、工法予以審核認可後方可使用。在北美、歐洲、日本、紐、澳等國，防火輕質分間牆不論內骨架是輕質 C 型鋼或 2×4 木角材，均為技術成熟且法規直接指定或通則認可之防火構造，但在台灣仍以新構造、工法方式認可此類構造達十餘年，恐難免予人落後於國際水準之印象，鑑此，我國建築法規或防火材料構造之審核認可制度宜儘早修正，跟上國際腳步。

10.3 建築的層數、長度和面積

10.3.1 木結構建築不應超過三層。不同層數建築最大允許長度和防火分區面積不應超過表 10.3.1 的規定。

表 10.3.1 木結構建築的層數、長度和面積

層數	最大允許長度(m)	每層最大允許面積(m ²)
單層	100	1200
兩層	80	900
三層	60	600

注：安裝有自動噴水滅火系統的木結構建築，每層樓最大允許長度、面積應允許在表 10.3.1 的基礎上擴大一倍，局部設置時，應按局部面積計算。

10.4 防火間距

10.4.1 木結構建築之間、木結構建築與其他耐火等級的建築之間的防火間距不應小於表 10.4.1 的規定。

表 10.4.1 木結構建築的防火間距(m)

建築種類	一、二級建築	三級建築	木結構建築	四級建築
木結構建築	8.00	9.00	10.00	11.00

注：防火間距應按相鄰建築外牆的最近距離計算，當外牆有突出的可燃構件時，應從突出部分的外緣算起。

10.4.2 兩座木結構建築之間、木結構建築與其他結構建築之間的外牆均無任何門窗洞口時，其防火間距不應小於 4.00m。

10.4.3 兩座木結構之間、木結構建築與其他耐火等級的建築之間，外牆的門窗洞口面積之和不超过該外牆面積的 10% 時，其防火間距不應小於表 10.4.3 的規定。

表 10.4.3 外牆開口率小於 10% 時的防火間距(m)

建築種類	一、二、三級建築	木結構建築	四級建築
木結構建築	5.00	6.00	7.00

10.5 材料的燃燒性能

10.5.1 木結構採用的建築材料，其燃燒性能的技術指標應符合《建築材料難燃性試驗方法》GB 8625 的規定。

10.5.2 室內裝修材料：

房間內的牆面、吊頂、採光窗、地板等所採用的材料，其防火性能均應不低於難燃性 B1 級。

10.5.3 管道及包覆材料或內襯：

1 管道內的流體能夠造成管道外壁溫度達到 120°C 及其以上時，管道及其包覆材料或內襯以及施工時使用的膠粘劑必須是不燃材料；

2 外壁溫度低於 120°C 的管道及其包覆材料或內襯，其防火性能應不低於難燃性 B1 級。

10.5.4 填充材料：

建築中的各種構件或空間需填充吸音、隔熱、保溫材料時，這些材料的防火性能應不低於難燃性 B1 級。

10.6 車庫

10.6.1 附設於木結構居住建築並僅供該居住單元使用的機動車庫，可視作該居住單元的一部分，應符合下列規定：

1 居住單元之間的隔牆不宜直接開設門窗洞口，確有困難時，可開啟一樘單門，但應符合下列規定：

1) 與機動車庫直接相通的房間，不應設計為臥室；

2) 隔牆的耐火極限不應低於 1.0h；

3) 門的耐火極限不應低於 0.6h；

4) 門上應裝有無定位自動閉門器；

2 總面積不宜超過 60m²。

10.7 採暖、通風

10.7.1 木結構建築內嚴禁設計使用明火採暖、明火生產作業等方面的設施。

10.7.2 用於採暖或炊事的煙道、煙囪、火炕等應採用非金屬不燃材料製作，並應符合下列規定：

1 與木構件相臨部位的壁厚不小於 240mm；

2 與木結構之間的淨距不小於 120mm，且其周圍具備良好的通風環境。

10.8 烹飪爐

10.8.1 烹飪爐的安裝設計應符合下列規定：

- 1 放置烹飪爐的平臺應為不燃燒體；
- 2 烹飪爐上方 0.75m、周圍 0.45m 的範圍內不應有可燃裝飾或可燃裝置。

10.8.2 除本規範第 10.8.1 條要求外，燃氣烹飪爐應符合《家用燃氣燃燒器具安裝及驗收規程》CJJ 12-99 的規定。

10.9 天窗

10.9.1 由不同高度部分組成的一座木結構建築，較低部分屋面上開設的天窗與相接的較高部分外牆上的門、窗、洞口之間最小距離不應小於 5.00m，當符合下列情況之一時，其距離可不受限制：

- 1 天窗安裝了自動噴水滅火系統或為固定式乙級防火窗；
- 2 外牆面上的門為遇火自動關閉的乙級防火門，視窗、洞口為固定式的乙級防火窗。

10.10 密閉空間

10.10.1 木結構建築中，下列存在密閉空間的部位應採取隔火措施：

- 1 輕型木結構層高小於或等於 3m 時，位於牆骨柱之間樓、屋蓋的梁底部處；當層高大於 3m 時，位於牆骨柱之間沿牆高每隔 3m 處及樓、屋蓋的梁底部處；
- 2 水準構件(包括屋蓋，樓蓋)和豎向構件(牆體)的連接處；
- 3 樓梯上下第一步踏板與樓蓋交接處。

第四章 木構造防火技術規範之發展

第一節 本所以往研究成果

一、86 年度有關研究

我國於民國 80 年代初因國民生活水準提升，休憩產業日漸蓬勃，木質構造建築物因而自北美引進國內。由於木質構造之健康自然特性，在國內戶外旅遊休閒場所興起建造之風潮，供家庭住宿的原木屋或供旅館、民宿用途之 2×4 框組壁式或柱梁式木造建築物成為人們渡假休閒必要選擇住宿之處。當時營建署為配合此種社會需求、產業變化及建築技術發展，乃於 84 年 11 月 15 日針對建築技術規則構造編第四章「木構造」之條文進行大幅度修正。同時基於規則與規範分立之原則，營建署復於 85 年 1 月訂定「木構造建築物設計及施工技術規範」，但對於木構造建築之防火性能及試驗基準未加以制定。其後在研商建築技術規則設備施工編第三章有關木構造建築物適用會議，其會議紀錄結論第二點，建議本所將木構造建築之防火性能規範研訂工作列為 86 年度研究計畫辦理。據此，本所於 87 年 7 月至 88 年 6 月進行了相關研究計畫³。

³周智中、雷明遠，木構造建築物防火性能技術規範及試驗基準之研究（台北市：內政部建築研究所，1997）。

該研究成果主要有以下二項：

(一) 研提「木構造建築防火性能技術規範(草案)」

主要參酌日本當時建設省住發第 104 號規定「木造三階建共同住宅等技術基準」，並配合當時國內建築法規相關條文制定而成。其內容包括：適用範圍、主要構造部分、外牆開口部之防火措施、防火區劃、直通樓梯等之設置、通往屋外出口、排煙設備、防火間隔與內部裝修限制等 9 項。

(二) 研提「木構造建築防火性能試驗基準(草案)」

主要參考當時中國國家標準 CNS 12514(建築物構造部分耐燃檢驗法)⁴而成，其內容包括：總則、試體、加熱爐、加熱等級、加熱試驗、載重加熱試驗等 7 項。

二、90 年度有關研究

如前述，木構造建築物設計及施工技術規範雖於 85 年制定發布，但因土地與建築成本高、專業建築師及技師不足、缺乏保險業支持等因素，國內推展木質構造卻一直侷限於休憩設施及非都市地區自建住宅及小規模民宿旅館等，不易於都市地區建造集合住宅或商業設施。適因國內綠建築觀念興起，建築物設計之構材亦鼓勵使用綠材料，木質構造建築物因此成為最符合綠建築觀念之構造。基於政府施政重視永續

⁴ CNS 12514 於 91 年 8 月 7 日第二次修訂為「建築物構造部分耐火試驗法」，業參考 ISO 834 內容予以調合，因此現行國內防火構造性能要求與國際水準可說幾乎一致。

與環境政策，內政部亦將綠建築列為部內重要施政計畫重點，本所肩負推廣綠建築及研發綠建築技術之責，對於木質構造之推廣自然不遺餘力，爰於 90 年辦理有關木構造技術規範研究計畫⁵，期望修正我國原有技術規範，導入美、加、日等國之木質構造設計施工規範之精髓，提供國內培訓建築師及專業技師學習木質構造設計施工專業知識之用，同時也提供建築產業參考使用。

前項計畫執行期間之草案研擬均由研究團隊邀集國內官、產、學、研各界專家共同討論而成。有關草案內容分成 9 章，簡述如下：(第一章)總則、(第二章)結構計畫及各部份構造、(第三章)結構分析、(第四章)材料、(第五章)構材設計、(第六章)構材接合部設計、(第七章)木構架建築工法特別規定、(第八章)建築物之維護、(第九章)建築物之防火、(附錄一)使用符號、(附錄二)工程設計法補充規定。由此可知在當時草案中已包括了防火設計規範(即第九章)。不過，此規範草案後續經過十餘次審查，且借重國外專家專程參加會議提供意見⁶，仍然對於第九章條文感到不盡完善，故營建署於 92 年 5 月發布之修正版木構造建築物設計及施工技術規範，僅有 8 章內容，第九章暫缺。有關原草案第九章條文，雖然未能成為正式規範，謹臚列於後供參

⁵蕭江碧、王松永、葉明權、蔡明哲，木構造建築物設計與施工技術規範修訂之研究(台北市：內政部建築研究所，2001)。

⁶經由當時本所與加拿大國家林產工業技術研究院(Forintek)、加拿大森林工業協會(COFI)簽訂之「中、加木構造技術合作備忘錄」，加方多次派木質構造結構、防火專家來台列席審查會議。

考比較。

第九章 建築物之防火

9.1 防火安全的目標

建築物就以下之觀點，需具有充分防火性能者。

- (1)建築物防火安全設計的一般目標是限制火災引起的危險造成建築物本身與鄰棟建築物中的人員的傷亡。
- (2)為了達到上述的目標，一棟建築物應朝下述的方向設計，以防止突發性的火災發生：
 - (a) 建築物結構載重的能力不會在火災各個時期造成危害。
 - (b) 建築物火災的著火與火勢與煙的產生與擴大應加以限制。
 - (c) 應盡量避免火災延燒至鄰棟建築物。
 - (d) 建築物的人員可以自行避難或藉由其他方式救援。
 - (e) 救難人員入火場的安全應加以考量。

9.2 木質構造建築物之防火設計

9.2.1 防火設計之基本

防火安全的一般要求，很多已經出現在相關的法規；針對上述防火安全的目標可對照如下列措施。

- (1)建築物的最大規模（樓層數與面積）的許可，取決與木框架結構的占有率、救火人員進出路徑的便利性與滅火灑水器的設置而定。
- (2)除了家居的用品外，樓層構成的要件要有火的阻隔設施且具備一定的防火時效。
- (3)承重牆、柱與大梁應具備不低於法規要求中樓板的防火時效。
- (4)建築物內鄰接的二個區劃，中間應有具規定防火時效的隔間牆隔開。
- (5)不同型態的建築物與不同型態的建築物相接，其中間應具備具規定防火時效的樓板隔開。
- (6)地下室應遍設灑水頭，並已具備一定防火時效的隔間牆細分成不同的防火區劃。

- (7)對防火的隔絕物上的開口部或貫穿部應加以保護，以確保隔絕物的完整性。
- (8)垂直隱藏的空間其女兒牆的尺寸應加以限制，與水平的隱藏空間之間應使用防火桿隔離。
- (9)在閣樓或天花板與樓板的水平隱藏空間應限制其規模，而且與其他水平隱藏空間之間應使用防火桿隔離。
- (10)拱腹應具有防止火焰延燒的設計，避免應外牆引起的火焰延燒至閣樓或屋頂的空間。
- (11)在房間、公共迴廊與出口其室內牆面與天花板的其裝修材料的燃燒性應加以限制。
- (12)建築物公共迴廊與各出口與其餘部分間應具備具規定防火時效的外牆隔開。
- (13)建築物各樓層的設計，最少應有二個出口；較小的居室空間應設有窗戶。
- (14)樓層各點與出口的步行距離應不超過法規距離。
- (15)建築物的出口應具完備的安全性，能保障建築物內人員安全的逃離火場。
- (16)每一建築物應遍設防火警報系統。
- (17)建築物內包括公共迴廊與出口規定應設置緊急照明系統。
- (18)建築物屋頂外部應以不燃材料製造。
- (19)建築物內部的區劃或與鄰棟之間應設置防火牆，防火牆應使用不燃材料製造或具一定防火時效的性能，且於防火規定的時效內確保結構的穩定性。
- (20)建築物表面與地界線間防火間隔的距離應取決於建築物表面未保護的公共空間、建築物建蔽率及灑水器的設置有無。
- (21)建築物可使用可燃材料或使用可燃材料覆蓋亦取決於防火間隔、建築物表面未保護的公共空間、建築物建蔽率與灑水器的設置有無。

9.2.2 木質構造建築物之防火工法

(1) 木材斷面

木材之斷面應選取較大者，另外，燃燒後承受載重之安

全斷面之厚度值為確保其防火性能之值。

(2) 防火被覆

(a) 防火被覆之材料

防火被覆之材料不僅注重耐火性，其使用部位及耐久性、施工性之選定應一併考慮。

(b) 防火被覆之安裝

防火被覆材料應以適當間隔釘入基材上。

(c) 防火被覆之目的處理

在火災時不會成為防火上之弱點，應有充分的防火措施。

(3) 防火桿 (fire stop)

在牆壁內中空部，及牆壁與天花板等之搭理部，應設置在防火上有效的防火桿 (fire stop)。

(4) 接合部之防火措施

使用接合金屬器具時，應設置充分的防火被覆，或將其安置在燃燒後承受載重之安全斷面之內側。

(5) 層間變形角

建築物應具有充分之剛性，使防火被覆之龜裂、脫落等現象不致發生。

三、92 年度研究

鑑於前揭研究案所研擬之技術規範第九章條文未被審查委員會所採納，致在現行「木構造建築物設計及施工技術規範」缺少防火設計規範。本所乃於 92 年度規劃辦理有關國際基準比較研究⁷，藉以提供我國研訂木構造防火技術規範之參考。

本研究案旨在比較各國相關規範，並在進行檢討後提出

⁷陳啟仁，木構造防火基準之國際比較研究（台北市：內政部建築研究所，2003）。

較適用於台灣的規範建議。在內容分為兩大部分，其一為各國規範的整理及比較，第二部分則從案例著手依據各國相關規範加以說明，包括國內相關規定（建築技術規則）加以整理比較，另外整理美國 UBC（Uniform Building Code）、大陸 GBJ 規範及加拿大全國房屋法規，並加以比較。本研究重要結論如下：

(一) 一般木結構之防火設計仍應以該國內一般建築或相關法規為母法，惟應考慮木結構之特別性質，藉以於相關法規中作適當之修正。

(二) 建立我國未來之木結構防火設計準則，應重視以下關鍵數點：

1. 應就我國未來木結構市場中之主要基本構材，尤其是針對本土材種，應經科學實驗之方法早日建立完整之資料，包含碳化率（Char Rate）、火焰蔓延指數（Flame Spread Index）及其他力學因燃燒而至衰減之基本性能；對外來進口之木材構件，則可考慮認證輸出國之防火性能，但應建立明確而對等之認證規範。
2. 參考各國實驗相關法規，依據我國現有之硬體設施及實驗可行性，並密切配合未來我國木建築之發展趨勢，建立適合本土木結構型式之相關實驗方法。
3. 鼓勵及建立國際合作計畫，邀請國際相關專家學者參與或指導相關研究，藉以吸收經驗並提升我國防火實

驗室之專業能立及形象，為重要研究資源奠定永續經營之基礎。

- (三) 建議針對頒布之「木構造建築物設計與施工技術規範」以其中第九章只作為防火設計準則，且進行適度之修正外，另建立「防火設計細則及說明」作為附件，且應逐年修正以趨完備，更有利於實際從事木結構設計者參考之用。

本研究有關「木構造建築物設計與施工技術規範」草案第九章修正條文，臚列於後供參考比較。

第九章 建築物之防火

9.1 防火之基本想法

建築物就以下之觀點，需設置必要之防火措施。

- (1) 建築物防火安全設計之一般目的，為限制火災引起的危險造成建築物本身與鄰棟建築物中的人員傷亡。
- (2) 為了達到上述目的，一棟建築物應朝下述方向設計，以防止突發性的火災發生：
 - (a) 建築物結構承載能力不會在火災各個時期造成危害。
 - (b) 建築物火災之著火、以及火勢與煙的產生及擴大應加以限制。
 - (c) 應盡量避免火災延燒至鄰棟建築物。
 - (d) 建築物的人員可以自行避難或藉由其他方式救援。
 - (e) 救難人員入火場的安全應加以考量。

9.2 木質構造建築物之防火設計

9.2.1 防火設計之基本

木質構造建築物若依法規規定應為防火構造物時，其防火安全之一般要求，除須符合相關建築及消防法規外，尚須於設計及使用階段採取下列措施：

- (1) 木構造建築物規模（樓層數與面積）之限制，取決於建築物使用類別、救火人員進出路徑之便利性與消防設備之設置而定。
- (2) 木構造建築物之樓層構成要件，應有火的阻隔延燒設施且具備一定的防火時效。
- (3) 承重牆、柱與大梁應具備不低於法規要求之樓地板的防火時效。
- (4) 建築物內鄰接之二個防火區劃，中間應有具規定防火時效之區劃牆隔離。
- (5) 對防火隔絕物上之開口部或貫穿部應加以保護，以確保隔絕物的完整性。
- (6) 牆內之垂直隱藏空間應限制其規模，且其彼此間及其與水平隱藏空間之間應使用阻火材隔離。
- (7) 閣樓或天花板與樓板間之水平隱藏空間應限制其規模，且與其他水平隱藏空間之間應使用阻火壁或板隔離。
- (8) 拱腹(soffit)應具有防止火焰延燒的設計，避免因外牆引起的火焰延燒至閣樓或屋頂空間。
- (9) 房間、公共迴廊與出口處，其室內牆面與天花板之裝修材料的燃燒性應加以限制。
- (10) 建築物各樓層最少應設計有二個出口。
- (11) 建築物出口應具完備之安全性，以確保建築物內人員能安全逃離火場。
- (12) 建築物內部之防火區劃或與鄰棟之間應設置防火

牆，防火牆應使用不燃材料製造或具一定防火時效之性能，以確保結構之穩定性。

(13) 建築物外牆面與地界線間之防火間隔的距離，應取決於建築物表面未受保護之開口面積、建築物使用類別及有無設置室外滅火設備等條件。

(14) 建築物外牆能否為可燃構造或使用可燃覆蓋材料，應取決於防火間隔、建築物表面未受保護之開口面積、建築物使用類別及有無設置滅火設備等條件。

9.2.2 木質構造建築物之防火工法

依建築技術規則規定應具防火時效之構造物，在使用木構造建築時，應採取下列措施：

(1) 木材斷面

梁柱構架之木材斷面宜採取較結構計算值為大者，以確保在防火時效內仍保有承受載重能力之安全斷面。

(2) 防火被覆

(a) 防火被覆之材料

選定防火被覆材料時，不僅應注重其耐火性，並應針對其使用部位考量其耐久性與施工性。

(b) 防火被覆之安裝

防火被覆材料應以適當間隔固定於基材上。

(c) 防火被覆之接縫處理

在火災時為了不成為防火上之弱點，應有充分的防火措施。

(3) 阻火材

在牆壁內中空部，及牆壁與天花板等交接處，應設置在防火上有效之阻火材。

(4) 接合部之防火措施

使用接合鐵件時，應設置足夠之防火被覆，或將其設

置在前述之安全斷面內側。

(5) 層間變位角

建築物應具有充分之剛性，使受力後之層間變位角不大於 1/150，以免防火被覆產生龜裂、脫落等現象。

四、93 年度研究

如前述，內政部於 92 年 5 月 1 日公告實施之「木構造建築物設計及施工技術規範」，對於建築物防火的部份尚無規範，以致欠缺提供設計者及施工者在木構造防火考量之參考依據。此外，國內建築管理、消防官員乃至一般民眾對於木構造建築之耐火性能仍常存有疑慮，是為推行木構造之一大障礙，故應加強其防火部分之研究，以建立國內運用之信心。有鑑於此，乃於 93 年度規劃進行本研究計畫⁸，以作為提供設計者及施工者在區劃牆防火考量之參考依據為首要之研究目標。

本研究將針對木構造防火設計與施工技術加以研擬規範草案，並以 2×4 框組式木構造區劃牆之耐火性能與柱之碳化率進行驗證研究，以期強化「木構造建築物設計及施工技術規範」之內涵，俾使國內木構造之設計與施工技術更為完善。主要研究內容包括：(1) 參採美國、加拿大、日本木構造防火規定、研擬我國木構造區劃牆之防火性能；(2) 進行全尺寸耐火試驗，檢討國內可能採用之木構造系統（樑、柱、

⁸葉世文、曾俊達，木構造耐火性能設計與驗證研究（台北市：內政部建築研究所，2004）。

樓板、牆) 耐火性能，並研提相關設計、施工技術規範。

關於本研究之規範研擬，「9.1 防火之基本原則」主要闡述木構造防火之基本原則，而「9.2 木質構造建築物之防火設計」則以「防火設計之基本原則」針對建築物防火區劃及配置等給予規範，最後以「9.2.2 木質構造建築物之防火工法」補充規範相關不同之防火設計細節，其細分為(1)柱樑構造之木材斷面、(2)框組壁式構造之木材斷面、(3)相關防火被覆之防火時效、(4)防火橫擋之防火性能、(5)防火隔間構造之設計要求、(6)樓版系統之防火之設計要求、(7)屋頂系統之防火設計、(8)接合部之防火設計等。

本研究修正木構造技術規範之方向係考慮實際木構造型態(柱樑式與框組壁式兩種)、主結構與非結構材及主動防火機制(防火被覆材與防火阻擋材)等三個面向。對較屬開放設計的柱樑式構造集中定義其防火之最小斷面，對於屬「制式工法」的框組壁式木構造，即著重討論其「系統」之防火時效，以實際燃燒實驗驗證之。

本研究有關結論摘要如下：

- (1) 本研究所使用之覆蓋板 15 mm 之石膏板與 12 mm 之矽酸鈣板，搭配木構架間柱使用美國南方松(SPF)與台灣產之杉木，依 CNS 12514 建築物構造部分耐火試驗法之規定進行試驗，皆能達一小時之防火時效。
- (2) 建議將木構造建築物定位為防火構造，其規模用途較有

發揮之空間。

- (3) 建議建立完整之國外制式工法資料庫供業界及相關公部門參考，惟部分之規定應結合國內特殊建築型態及條件修正之；相關國外規範特殊系統已具公信力之機構或制度認可者，建議可對等認證，符合鼓勵推廣之精神。
- (4) 建議增修建築技術規則之建築設計施工篇第 73 條：(a) 「(一小時防火時效)具有一小時防火時效...一、牆壁...」中第(四)項可增加：木質框組式牆壁依木構造建築物設計及施工技術規範相關規定設計，並以 16 mm 之石膏版厚度或以厚度 12 mm 之矽酸鈣版為內外版材者；(b) 「(一小時防火時效)具有一小時防火時效...三、樑...」中可增加第(五)項：木造於設計斷面外附加 45 mm 之燃燒碳化厚度為實際斷面者；(c) 「(一小時防火時效)具有一小時防火時效...二、柱...」中可加註第(四)項：木造於設計斷面外附加 45 mm 之燃燒碳化厚度為實際斷面者。
- (5) 研擬防火設計技術規範建議條文如下供參考比較。

第九章 建築物之防火

9.1 防火之基本原則

木構造建築物依「建築技術規則」、「建築設計施工篇」規定，若為防火構造時，需考量必要之防火措施。

- (1) 木構造建築物防火安全設計之一般目的，為限制火災引起的危險造成建築物本身與鄰棟建築物中的人員

傷亡。

- (2) 為了達到上述目的，木構造建築物應具備下述之方向設計及考量，以防止突發性火災的發生，或避免在火災發生後造成之人員傷亡：
- (a) 建築物之耐火性能及防火時效：應依規定設計，使建築物主要結構之承載能力不會在火災各個時期造成危害。
 - (b) 建築物之防火區劃：應依規定設置，防火區劃應以不同之防火隔間方式設計。
 - (c) 建築物棟距間之安全之距離：以避免火災延燒至鄰棟建築物。
 - (d) 建築物之內部裝修材料：應依相關內部裝修限制設計。
 - (e) 建築物之走廊、通道及出入口：應符合逃生及救難時之動線及距離。
 - (f) 建築物應依規定具備相關之排煙設備及必要時所需之自動滅火裝置。

9.2 木質構造建築物之防火設計

9.2.1 防火設計之基本規定

- (1) 梁柱構造之木材斷面規定
- (a) 構材之最小斷面
梁柱等主構架之木材斷面應符合最小斷面尺寸之規定，以確保其結構承載能力。
 - (b) 考慮碳化率之構材斷面設計
梁柱等主構架之木材斷面於設計時，除滿足最小斷面規定外，應以結構計算值加上木材碳化率在防火時效內之燃燒深度，以確保在防火時效內仍保有承受載重能力之安全斷面。
- (2) 框組壁式工法之木材斷面及相關規定
- (a) 間柱之最小斷面：主構架之木材斷面應依照相關工法規範，符合最小斷面尺寸之規定，以確保其結

構承載能力。

(b) 內外壁材之防火被覆材料應達及最小厚度，應以能於防火時效內維持壁體或樓版之防火時效為原則。

(c) 壁內填充材種類及厚度，應以能於防火時效內維持壁體或樓版之防火時效為原則。

(d) 防火之接縫處理，應以能於防火時效內維持版材間接縫密合狀態為原則。

(3) 防火橫擋之規定

在牆壁內中空部，及牆壁與天花板及樓板內中空部等交接處，應設置有效之防火橫擋，以避免火燄之延燒。

(4) 分間構造之防火設計規定

(a) 承重牆：應依規定在防火時效之內，並於時效內維持其安全之承載能力，且無構造之整體或局部之破壞、脫落現象發生。

(b) 非承重隔間牆：應依規定達到要求之防火時效，並於時效內無隔間構造之整體或局部之破壞、脫落現象發生

(5) 樓版及天花系統之防火之規定

木造地板之防火時效應以達規範之最低要求（一小時）為原則。

(6) 屋頂系統之防火之規定

屋頂之防火時效應以達規範之最低要求（半小時）為原則。

(7) 接合部之防火規定

接合部之木質構件斷面應考慮構材碳化之情形設計安全之接合全斷面。對於以鐵件接合之接合部位，應注意保護鐵件，避免其因受火害過程中之高溫影響，導致強度之衰減及接合功能之喪失。

9.2.2 木構造建築物之防火工法

本節針對9.2.1之防火設計原則，說明各構造部位之防火設計細節及相關工法規定。

(1) 梁柱構造之木材防火安全斷面規定

(a) 構材之最小斷面

梁柱等主構架之木材斷面應符合最小斷面尺寸之規定，以確保其結構承載能力。

(b) 考慮碳化率之構材斷面設計

梁柱等主構架之木材斷面於設計時，除滿足前述最小斷面規定外，應以結構計算值加上木材碳化率在防火時效內之燃燒深度，以確保在防火時效內仍保有承受載重能力之安全斷面。

(c) 主構材以防火塗料表面處理者，應以實驗或相關認定方式訂定其符合規定之防火時效。

(2) 框組壁式工法之木材斷面及相關規定

(a) 間柱之最小斷面：

主構架之木材斷面應依照相關工法規範，符合最小斷面尺寸之規定，以確保其結構承載能力。

(b) 常見之內外壁材之防火被覆材料及尺寸有厚度為 15mm 之石膏版材及厚度 12mm 之矽酸鈣版兩類，單層材料之防火時效皆設定為一小時。

(c) 常用之壁內填充材為密度 60K 之岩棉。

(d) 壁體板材防火之接縫處理，防火之接縫處理：

當火災發生時，防火被覆之接縫部份很容易成為防火上之弱點，因此除接縫處之密合要求之外，接縫內側得設置墊材，以達到充分之防火效能。

(3) 防火橫擋之規定

一般在牆壁內中空部及牆壁與天花板及樓板內中空部等交接處，設置木質或耐燃之防火橫擋，利用防火橫擋之燃燒斷面或耐燃材料阻絕火燄之延燒。

(4) 防火分間構造之規定

(a) 承重分間牆：應依規定在防火時效之內，並於時效內維持其安全之承載能力，且無構造之整體或局部之破壞、脫落現象發生。

(b) 非承重之分間牆：應依規定達到要求之防火時效，並於時效內無隔間構造之整體或局部之破壞、脫落現象發生。

(5) 樓地板系統之防火之規定

樓地板系統之設計應注意耐燃材料配置之連續性，以避免火害時火焰之蔓延，如有斷開之設計，應注意以具防火時效斷面之墊木或其他阻火或耐燃材料接續之。

(6) 屋頂系統之防火之規定

屋頂系統之設計應注意耐燃材料配置之連續性，以避免火害時火焰之蔓延，如有斷開之設計，應注意以具防火時效斷面之墊木或其他阻火或耐燃材料接續之。

(7) 接合部之防火規定

使用接合鐵件時，應於鐵件表面設置足夠之防火被覆或相關塗料，或將鐵件設置在接合部之木構件安全斷面內側。

(8) 實木層疊系統 (Log house)

實木層疊系統除依柱樑式構造系統，以考慮木材碳化率之原則計算構材之安全斷面外，其餘應依該系統之相關設計及施工規範處理。

(9) 特殊構造系統之防火規定

上述未提及之特殊構造系統，應以實驗方式驗證其防火時效外，其餘應依該系統之相關設計及施工規範處理。

第二節 木構造防火設計規範草案芻議

本研究綜合比較國外相關木構造防火設計規範，並參酌過去研究成果及規範草案，謹研修木構造防火設計規範如下，除可考慮增修於「木構造建築物設計及施工技術規範」之第九章外，若單獨制訂為「木構造建築物防火安全技術規範」亦為可行方案。爰此，以下條文順序暫自成體系，未來可配合審查修正再予調整。

木構造建築物防火安全技術規範

1. 適用範圍

木構造建築物因使用用途、樓層數、總樓地板面積等條件，按建築技術規則建築設計施工編第 69 條及有關規定應為防火構造者，須以必要之防火措施進行設計及施工，以符合相關建築、消防規定。

2. 防火規劃之基本原則

2.1 建築物防火安全設計的目標是限制火災引起的危險以避免造成建築物本身與鄰棟建築物中的人員傷亡。

2.2 為達上述目標，建築物應朝以下原則進行規劃設計，以防止偶發性火災發生：

2.2.1 建築物結構的載重能力不會在火災整個過程中造成危害。

2.2.2 建築物火災的著火與火勢與煙的產生與擴大應加以限

制。

2.2.3 應盡量避免火災延燒至鄰棟建築物。

2.2.4 建築物的人員可以輕易自行避難或藉由其他方式獲得救援逃生。

2.2.5 消防或救助人員進入火場進行搶救時的人身安全應加以考量。

3.木質構造之防火設計

3.1 防火設計之基本規定

3.1.1 木材斷面

木材之斷面儘可能較大者，另燃燒後之安全斷面尺度值須為確保承受載重防火性能之值。

3.1.2 防火被覆材

3.1.2.1 防火被覆材之目的：木質構造部分在火災時不成為防火上之弱點，須具備充分的防火措施。

3.1.2.2 防火被覆之材料：不僅注重耐火性，須一併考慮使用部位、耐久性、施工性。

3.1.2.3 防火被覆材之安裝：防火被覆用板材須以適當間隔釘著於木質基材上。所有防火被覆材應依經過驗證認可之產品安裝方式為之。

3.1.3 防火擋條 (Fire stop)

在牆壁內中空部及牆壁與天花板等之搭理部，設置在防火上有效的防火擋條。

3.1.4 接合部之防火措施

使用接合金屬器具之場合，原則上須使用充分的防火被覆材或將其收納在燃燒後承受載重之安全斷面之內側。

3.1.5 層間變形角

不會發生防火被覆之龜裂、脫落等情形。

3.2 防火設計工法

3.2.1 梁柱構造之安全木材斷面

3.2.1.1 構材之最小斷面

梁柱等主構架之木材斷面應符合最小斷面尺寸之規定，以確保其結構承載能力。

3.2.1.2 考慮碳化率之構材斷面設計

梁柱等主構架之木材斷面於設計時，除滿足前述最小斷面規定外，應以結構計算值加上木材碳化率在防火時效內之燃燒深度，以確保在防火時效內仍保有承受載重能力之安全斷面。

3.2.1.3 主構材以防火塗料表面處理者

應經相關測試驗證或認定方式訂定其符合規定之防火時效。

3.2.2 框組壁式工法之木材斷面及相關規定

3.2.2.1 間柱之最小斷面規定

木質構架間柱之木材斷面應依照相關工法規範，符合最小斷面尺寸 50×101mm (2×4 英吋) 之規定，以確保其結構承載能力。

3.2.2.2 內外壁材之防火被覆材及最小厚度之規定

3.2.2.2.1 牆壁兩面各使用單層符合相關國家標準 (CNS) 之厚度 15mm 石膏板或厚度 12mm 之矽酸鈣板者(防火被覆用板材)，具有一小時防火時效。

3.2.2.2.2 使用其他內外壁材之防火被覆材料應經相關測試驗證或認定方式訂定其符合規定之防火時效。

3.2.2.3 壁內填充材之相關規定

壁內填充材應為符合相關國家標準（CNS）之密度 60 kg/m^3 以上之岩棉或其他具有同等防火、隔熱性能者。

3.2.2.4 接縫部位防火處理

防火被覆材端部接縫部份很容易在火災發生時成為防火上之弱點，因此除接縫處應密合外，應以適當填補修整工法或於接縫內側設置墊材，以防止火焰、熱氣燒穿。

3.2.3 防火擋條

牆壁內中空部及牆壁與天花板及樓板內中空部等交接處，應設置適當斷面尺寸之木質擋條或耐燃材料，以阻絕內部之火焰延燒。

3.2.4 防火隔間構造之規定

3.2.4.1 承重牆

應依規定在防火時效之內，並於時效內維持其安全之承載能力，且無構造之整體或局部之破壞、脫落現象發生。

3.2.4.2 非承重隔間牆

應依規定達到要求之防火時效，並於時效內無隔間構造之整體或局部之破壞、脫落現象發生。

3.2.5 樓版系統之防火之設計

3.2.5.1 樓地板系統之設計應注意耐燃材料配置之連續性，以避免火害時火焰之蔓延，如有斷開之設計，應注意以具防火時效斷面之墊木或其他阻火或耐燃材料接續之。

3.2.5.2 樓地板系統之防火被覆材及最小厚度之規定，得比照框組壁式壁材之規定。

3.2.6 屋頂系統之防火之設計

屋頂系統之設計應注意耐燃材料配置之連續性，以避免火害時火焰之蔓延，如有斷開之設計，應注意以具防火時效斷面之墊木或其他阻火或耐燃材料接續之。

3.2.7 構材接合部之防火設計

3.2.7.1 使用接合鐵件時，應於鐵件表面設置足夠之防火被覆或相關塗料，或將鐵件設置在接合部之木構件安全斷面內側。

3.2.7.2 有關接合部之防火設計應經相關測試驗證或認定方式訂定其符合規定之防火時效。

3.2.8 實木層疊系統 (Log house)

實木層疊系統除依柱樑式構造系統，以考慮木材碳化率之原則計算構材之安全斷面外，其餘應依該系統之相關設計及施工規範處理。

3.2.9 特殊構造系統之防火規定

上述未提及之特殊構造系統，應經相關測試驗證其防火時效外，其餘應依該系統之相關設計及施工規範處理。

4. 木質防火構造建築物之防火設計

4.1 防火設計之基本原則

4.1.1 建築物的最大規模 (樓層數與樓地板面積)

4.1.1.1 依建築技術規則建築構造編第 171 條之 1，木構造建築物高度原則不超過四層樓，或簷高不超過 14 公尺。但經中央建築主管機關審核認可者，得不受限制。

4.1.1.2 適用本規範之木質防火構造建築物之樓地板面積原則並無限制，但應符合相關防火區劃、內裝材料、消防安全設備等設置規定設計建造。

4.1.1.3 縣市主管建築機關得依建築物之木質結構占有率、消防人員進出路徑的便利性與自動撒水設備的設置範圍合理規定樓層數與樓地板面積之限制。

4.1.2 建築物之樓層構造構件 (單獨樓板系統、樓板與天花

板複合系統、屋頂與天花板複合系統等)，應有阻隔火災延燒性能且具備一定的防火時效。

4.1.3 承重牆、柱與梁應具備不低於建築法規要求中樓板的防火時效。

4.1.4 建築物內鄰接的二個區劃，中間應有具規定防火時效的分間牆隔開。

4.1.5 與不同構造型態的建築物相接，中間應有具規定防火時效的樓板、隔間牆隔開。

4.1.6 地下室應設置撒水頭，並以具備一定防火時效的分間牆細分成不同的防火區劃。

4.1.7 對防火阻隔構造（防火樓板、防火分間牆等）上的開口部或貫穿部應加以保護，以確保阻隔構造的完整性。

4.1.8 垂直隱藏空間的規模應加以限制，與水平的隱藏空間之間應使用防火擋條（板）隔離。

4.1.9 閣樓或天花板與樓板的水平隱藏空間應限制其規模，而且與其他水平隱藏空間之間應使用防火擋條隔離。

4.1.10 拱腹應具有防止火焰延燒的設計，避免應外牆引起的火焰延燒至閣樓或屋頂的空間。

4.1.11 居室、公共走廊與出口之室內牆面與天花板的其裝修材料的耐燃性應加以限制。

4.1.12 公共走廊一側以上臨接外牆者與各出口與其餘部分間應具備具規定防火時效的外牆隔開。

4.1.13 建築物各樓層的設計，最少應有二個出口；較小的居室空間應設有窗戶。

4.1.14 樓層各點與出口的步行距離應不超過法規距離。

4.1.15 建築物避難層的出口應具完備的安全性，能保障建築物內人員安全的逃離火場。

4.1.16 建築物全部面積應設自動火警警報系統或獨立式火

警探測警報器。

4.1.17 建築物內包括公共走廊與出口規定應設置緊急照明系統。

4.1.18 建築物屋頂外部應以不燃材料製造。

4.1.19 建築物內部的區劃或與鄰棟之間應設置防火牆，防火牆應使用不燃材料製造或具一定防火時效的性能，且於防火規定的時效內確保結構的穩定性。

4.1.20 建築物外牆表面與境界線間防火間隔的距離應不得低於法規規定距離。但考量建築物外牆未保護開口部比率、建築物建蔽率及撒水設備設置等條件，得採性能設計方式為之。

4.2 防火安全之相關法規

4.2.1 建築法規

4.2.1.0 總則

建築物之區劃構造、室內裝修、防火避難設施應依建築技術規則第三、四章及其他有關規定辦理。

4.2.1.1 防火區劃：

4.2.1.2 防火設備

4.2.1.3 貫穿部

4.2.1.4 外牆、分界牆、分戶牆、分間牆

4.2.1.5 走廊、直通樓梯、安全梯

4.2.1.6 內裝限制

4.2.2 消防法規

4.2.2.0 總則

建築物之用途類組、規模面積如符合防防焰物品及各種類消防安全設備設置之條件，應依有關消防規定辦理。

4.2.2.1 防焰物品

4.2.2.2 滅火設備（滅火器、室內消防栓設備、室外消防栓設備、自動撒水設備、水霧、泡沫、乾粉、二氧化碳滅火設備）

4.2.2.3 警報設備（火警自動警報設備、手動報警設備、緊急廣播設備、瓦斯漏氣火警自動警報設備）

4.2.2.4 避難逃生設備（標示設備、避難器具、緊急照明設備）

4.2.2.5 消防搶救上之必要設備（消防專用蓄水池、排煙設備）

第五章 集成材炭化特性與防火設計

第一節 木材之高溫特性

一般人們在評價木質系建築物之防、耐火性能時，首先考量者即是木材會燃燒這個問題，事實上，木材因是有機物質，所以本質上就會燃燒。因為會燃燒，故大多數人都有「木材對火之抵抗是較弱」的觀點，並不會進一步瞭解到木材燃燒產生之炭化層宛如防火被覆層保護著下面的健全木材。

像木材這種具多孔性炭層在火災中之熱解過程相當複雜。圖 5-1 為木材在熱解過程中之主要物理與化學現象。乾燥之木材 (Zone 3) 會隨溫度增加而增加直至纖維開始降解。大約在 200-250°C，熱降解開始發生。揮發物包含可燃的混合氣體、水汽與焦油等，爾後，固體炭化層產生，其體積小於原來木材尺寸，而炭化層的爆裂與裂縫的形成將會影響火焰與固體間熱與物質之轉換。揮發出之可燃氣體與表面周遭之空氣混合，會再繼續進行燃燒。在此過程下，氧氣會於表面四散，而使炭化層氧化，由於炭化層之收縮與氧化，將使燃燒過程減退。

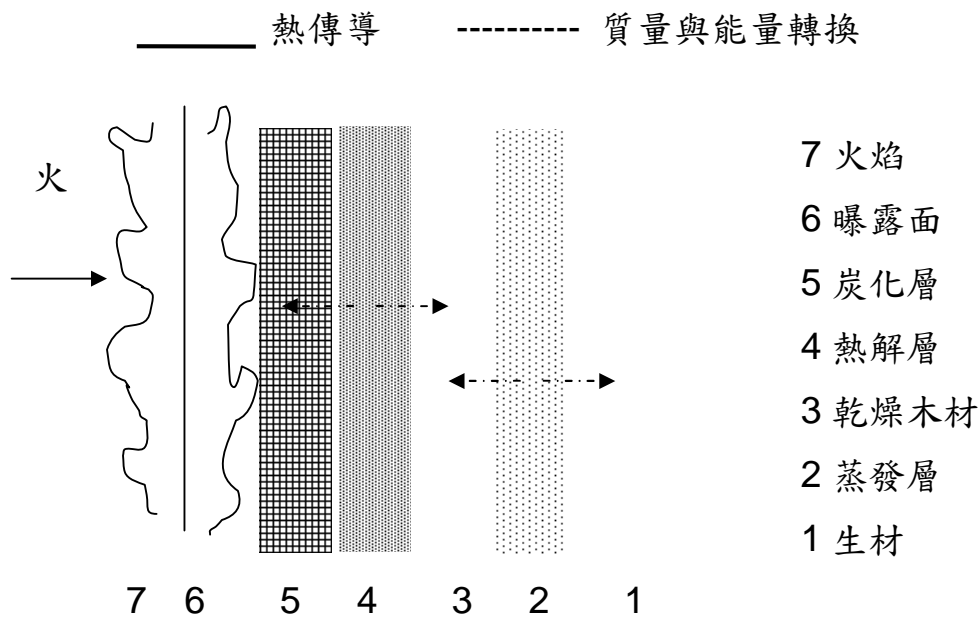


圖 5-1.木材熱解過程中熱與質量之轉換(Janssens, 2004)

在一般使用下，木材通常含有一定程度之含水率，當暴露在火災情況下，木材的溫度將會上升至某一點使木材本身所含有之水率蒸散，由於木材水分會存在於細胞壁中，因此這些水分之蒸發需要比去除自由水需要更多的能量，且溫度可能需超過 100℃ 才會發生。即當木材被加熱時，首先會釋出所含有之水分，再經熱分解、發焰燃燒及赤熱燃燒以致毀損。當溫度超過 100℃，木材即受熱分解，而溫度上昇至 100-200℃ 之間時，木材之分解速率減緩，水氣蒸發出來且伴隨著一氧化碳與二氧化碳，此時木材便逐漸破壞或熱解。當溫度超過 200℃ 時，熱解作用便很快產生，當溫度上昇至 260-350℃ 時，熱解作用便加速，並產生一些可燃性氣體，這些氣體不僅可助燃，當溫度高實亦會自燃，一般而言，當溫度超過 270℃ 時，熱量足以使可燃性氣體燃燒。簡言之，木材加熱時，

從 200°C 附近會急速減低重量之同時會產生可燃性氣體，氧化結果在 300°C 附近會發生熱量。在此階段接近火口時會引火，因此被稱為引火點，日本之防火試驗是以 260°C 當作火災危險溫度，作為防火工學上之評價判定基準。更繼續加熱時，在 500°C 附近會自然發火，殘留灰分而消滅。但是在缺乏氧氣狀態下，進行加熱時，會發生無氧化發熱之熱分解，而形成所謂的木炭。因此若只焦點放在所謂的「可燃燒」時，確實是可將木材視為其對於火之抵抗會較弱。但是，作為構造材料時，考量其對於熱所引起之強度減低，或火災之遮斷性時，這樣的評價則並不一定正確。

第二節 大斷面木質材料之燃燒特性

木材在表面著火、燃燒時，在燃燒部分會形成炭化層。此炭化層會遮斷木材燃燒之必要氧氣之供給，同時具有將炭化層內層之健全部分從高溫加熱加以保護之斷熱性。另外，木材本身之熱傳導率低（只為混凝土之約 1/10），且木材既使為氣乾狀態亦含有相當多之水分，因此大斷面之木材燃燒時，燃燒至木材內部需要花相當長時間。

圖 5-2 為集成柱進行標準加熱溫度曲線加熱燃燒時，其內部溫度之變化。由圖可知，木材表面既使受高溫加熱，木材之內部溫度也不容易上昇，尤其斷面之中央部經過長時間大概可保持常溫狀態。

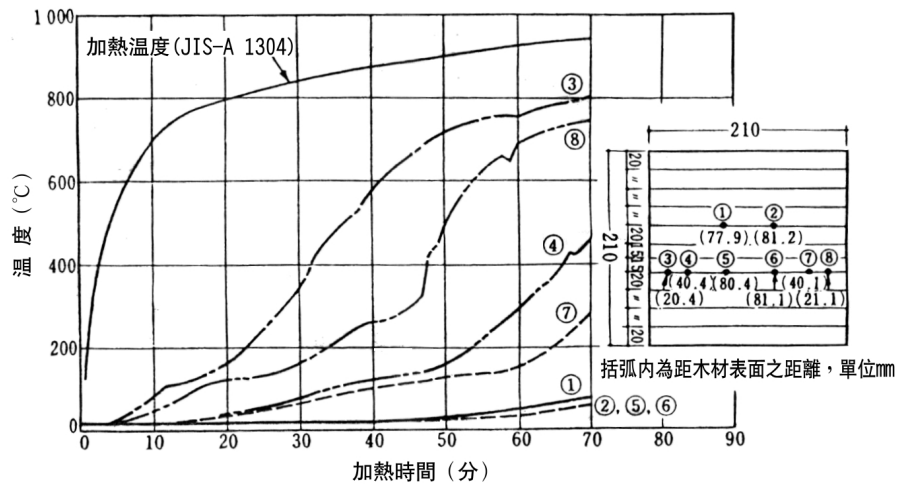


圖 5-2 集成柱內部之溫度變化

(中村賢一與山田誠，1998)

由於集成材之耐火耐熱性良好，因此在燃燒 30 分鐘之後，集成材僅僅損壞其外圍約 19 mm，而不似鋼筋會彎曲變形 (圖 5-3)。值得一提的是，大多數大型之集成材在著火之後，其組織仍完好，仍然能支撐載重，故可防止建築物之變形、崩壞，所以集成材構造被視為防火優異之構造。

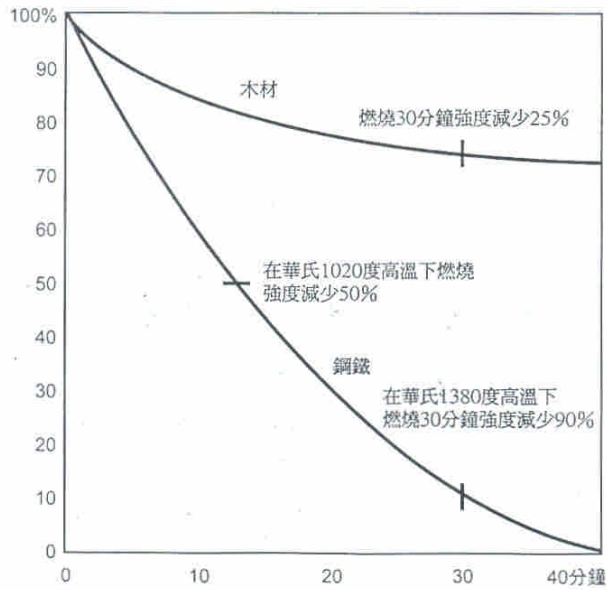


圖 5-3. 鋼鐵與木材強度變化比較圖 (AITC)

木材經過火災加熱時，外層會產生炭化層，而炭化層之形成與炭化速度有關，事實上，炭化速度在集成材之防火設計上相當重要，因為它決定了集成材的斷面尺寸，以及集成材需要多少時間將降低至最低強度。

依據國外研究資料，在 ASTM E119 標準火災試驗下，中密度針葉樹集成材的炭化速率為 0.6 mm/min。而由 CAN/ULC S 101、ISO 834、BS 476:Part 20 所得到之炭化速率亦大致相同，因為這些標準的溫度-時間曲線亦大致相似。國外以往研究結果很多，以下列舉部分供參考。

在大斷面木材結構之火災安全設計上，Lie (1977) 建議輕質乾燥的木材使用 0.8 mm/min 之炭化速率，中密度的針葉樹材使用 0.6 mm/min 之炭化速率，大斷面的含水材則使用 0.4 mm/min 之炭化速率。

Lawson et al (1952), Vorreiter (1956), Schaffer (1961), White (1988) 曾依據下式提出木材炭化之相關經驗模式。

$$\frac{\partial x}{\partial t} = \eta_1 t^n$$

其中 x 為炭形成位置， $\frac{\partial x}{\partial t}$ 為炭形成之瞬間速率， t 為時間， η_1 與 η_2 為迴歸常數， n 則決定於炭化速率隨時間之增加是增加 ($n > 0$) 維持 ($n = 0$) 或減少 ($n < 0$)。而這些經驗模式包含了木材特性如熱傳導性、密度、含水率等，表 1 比較了這些模式之差異。

日本方面亦很早即開始從事有關於集成材炭化速度之研究，井上嘉幸（1972）將大斷面之集成材置入試驗用加熱爐，加熱 30 分鐘達到 840 °C 時，外圍部分之炭化深度約為 2 cm，由於熱之炭化速度，平均每分鐘炭化 0.6-0.7 mm，如此斷面尺寸之減少緩慢，故外圍雖經炭化，但內部尚能保持健全。中村賢一等（1985）針對大斷面集成材樑進行燃燒試驗，指出椴松集成材之炭化速度為 0.55~0.60 mm/min。中村賢一與山田誠（1998）針對美國鐵杉集成材、日本柳杉集成材與日本北海冷杉集成材進行燃燒試驗，指出其炭化速度分別為 0.58~0.77 mm/min、0.55~0.63 mm/min 與 0.54~0.69 mm/min。左野敦子等（2001）針對構造用集成材之炭化試驗指出，將試體置於 ISO 834 之標準加熱曲線所制訂之時間加熱，結果柳杉集成材之炭化速度為 0.74-0.84 mm/min。

第三節 歐美相關木質構造防火設計

目前，美國建築法規之防火木構材之設計標準則是以 1970 年代，Lie 針對各樹種進行炭化速度試驗為依據，其指出各樹種之炭化速率為 0.6 mm/min，Lie (1977)。White (1988) 亦針對 8 種木材進行 ASTM E119 之炭化速率試驗，利用燃燒時間 (t)，炭化速度係數 (m) 與炭化深度 (x_c)，提出一時間-位置模式 (time-location model) 方程式：

$$t = mx_c^{1.23}$$

White 並指出利用該方程式可以修正 Lie 的方法，同時可

瞭解樹種與含水率之影響 (Anon, 1999)，更可利用該方程式進行一符合經濟性之 60 分鐘防火設計。

美國國家設計說明規範 (National Design Specification, NDS) 中，第十六章木構建之防火設計 (Fire Design of Wood members) 規定對於一般主構件之炭化率如下：

柱體 (四面燃燒) : $b = B - 2\beta t$, $d = D - 2\beta t$;

梁體 (三面燃燒) : $b = B - 2\beta t$, $d = D - \beta t$;

其中 β 為炭化率 (inch/hour)， t 為燃燒時間 (hour)， B 與 D 為原始寬度與深度 (inch)， b 與 d 為燃燒後之寬度與深度 (inch)。

另又因木構材之圓倒角及木構材因受熱所造成之強度衰減，實際炭化率會較前述者高約 20%，因此有效炭化率可以下式表示：

$$\beta_{eff} = \frac{1.2\beta_n}{t^{0.187}}$$

因此，當得到實際炭化率 β_n 之值後，即可依據不同之防火時效設計，求出有效炭化率以及炭化深度。表 5-1 為設定 $\beta_n = 1.5$ 時，依據不同防火時效所得之有效炭化率與炭化深度。

表 5-1 集成材防火時效與炭化深度

防火時效 (hours)	有效炭化率 (inch/hr)	炭化深度 (inch)
1	1.80	1.80
1.5	1.67	2.50
2	1.58	3.20

美國木構造協會 (AITC)、美國森林與紙業協會 (AF&PA)、美國土木工程學會 (ASCE) 等專業團體均針對集成材之耐燃性質方面指出，對於梁構件而言，其耐火時效 (t) 如下式計算之。

$$t = 2.54zb[4 - (\frac{2b}{d})] \quad (\text{四面燃燒時})$$

$$t = 2.54zb[4 - (\frac{b}{d})] \quad (\text{三面燃燒時})$$

b 為梁寬，d 為梁高，z 為載重係數 (圖 5-4)

對於柱構件而言，其耐火時效 (t) 則如下式計算之。

$$t = 2.54zb[3 - (\frac{b}{d})] \quad (\text{四面燃燒時})$$

$$t = 2.54zb[3 - (\frac{b}{2d})] \quad (\text{三面燃燒時})$$

b 為構件之長邊寬，d 為構件之短邊寬，z 為載重係數 (圖 5-4)

當 $KeL/d \leq 11$ 且 $r \leq 0.5$ 時 $z = 1.3$ (短柱)

當 $KeL/d \leq 11$ 且 $r > 0.5$ 時 $z = 0.9 + 0.3/r$ (短柱)

當 $KeL/d > 11$ 且 $r \leq 0.5$ 時 $z = 1.3$ (長柱)

當 $KeL/d > 11$ 且 $r > 0.5$ 時 $z = 0.7 + 0.3/r$ (長柱)

$r =$ 實際載重與容許載重之比

$Ke =$ 有效柱長係數

$L =$ 有效柱長

在實際的構件設計中，NDS 訂定設計通則如下：

$$D+L \leq KR_{ASD}$$

其中 D 為靜載重， L 為活載重， K 為由容許應力修正至強度應力之修正係數， R_{ASD} 為容許應力，表 5-2 列出 K 係數之設計值。

表 5-2 容許應力修正至強度應力之修正係數 K

Member Capacity	K 值
Bending Moment Capacity, in-lbs.	2.85
Tensile Capacity, in-lbs.	2.85
Compression Capacity, in-lbs.	2.85
Beam Buckling Capacity, in-lbs.	2.03
Column Buckling Capacity, in-lbs.	2.03

歐洲部分，現行歐洲木構造建築規範以構材斷面之炭化速度作為決定結構防火設計之重要考量，其中影響炭化速度之主要因素為木材種類、斷面尺寸以及形狀等。

大致而言，當木材密度愈高時，其炭化速度愈低。另外，斷面四角為直角時，其炭化速度會較斷面四角呈圓曲角者為高，如表 5-3 所示。

表 5-3 不同種類及斷面形狀實木與集成材之炭化速度

種類	密度 (kg/m ³)	炭化速度 (mm/min)
針葉樹實木	≥290	0.80
斷面為 直角	針葉數集成材	≥290
	闊葉樹實木	≥450
	闊葉樹集成材	≥450
	針葉樹實木	≥290
斷面為 圓曲角	針葉數集成材	≥290
	闊葉樹實木	≥450
	闊葉樹集成材	≥450
	闊葉樹集成材	≥450

另在瑞士 SIA 183 工程師與建築師規範將木構件依結構部位之不同而定有不同之炭化速度，以梁而言，梁側之炭化速度為 0.80 mm/min，而梁下方之炭化速度高於梁側為 1.10 mm/min。

Z 值

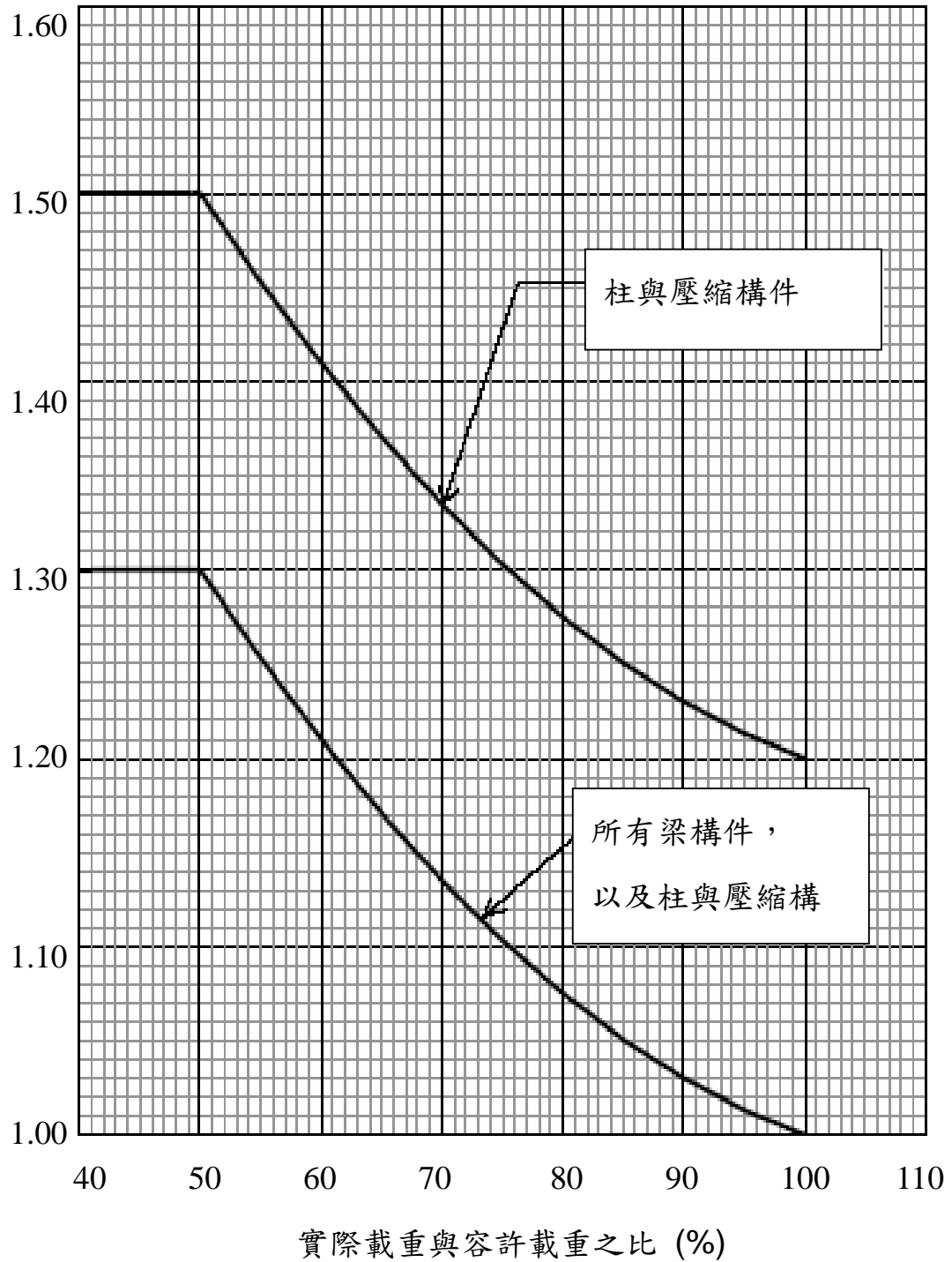


圖 5-4 實際載重/容許載重比與 Z 值之關係

第四節 美國集成材防火性能驗證

一、美、日集成材木構造防火設計理念比較

經由前節之國際研究分析與各國法規檢討比較，可知日本所採用之集成材防火設計偏於保守，亦即集成材木構造建築物進行結構計畫之分析計算後，選定構材（集成梁、柱）之規格，然後增加一定厚度之木材尺寸（按預定達到之防火時效乘以一定炭化速度），作為火災中炭化層用，以確保火災過程中結構強度之完整性。至於美國所採用之集成材防火設計則屬最小安全斷面概念，亦即集成材木構造建築物先進行結構計畫之分析計算後，選定構材（集成梁、柱）之規格，再依 NDS 或 IBC 之炭化層公式計算，預估所選構材經過預定時間（防火時效）之曝火後所剩斷面尺度，再驗算其強度應力是否合格。鑑上可知，美國最小安全斷面概念屬於經濟型設計，缺點是萬一集成材本身有所缺失時，或者火災情境遠超過標準火災曲線之加熱條件時，可能造成構材炭化加劇，因而達不到預定之防火時效即破壞。換言之，日本集成材防火設計之安全係數較大。

我國雖然擁有優良之耐火試驗設施設備（本所台南防火實驗室擁有符合國際水準之結構防火試驗加熱加載設備），且國家標準 CNS 亦訂有與國際標準 ISO 調合之建築物構造耐火試驗法（CNS 12514），但以往國內僅對小尺度集成材進行過非加載加熱試驗，尚無真正進行加載加熱試驗之經驗。

為求審慎起見，乃規劃進行木構造防火性能驗證實驗計畫，其結果簡述如下。

二、木構造防火性能驗證實驗結果

為驗證集成材斷面如經計算決定時，其防火性能（耐火承重能力）應可符合建築法規之防火構造規定。同時確認美國之集成材防火設計之安全可靠性，乃規劃進行本項實驗⁹。

（一）試體

選定美國花旗松集成材，其等級為美國普遍設計採用之 24F-V4 組合。依據美國 2001-NDS 第 16 章規定，前述規格如欲達到一小時防火時效，其最小斷面尺寸須為 171mm×343mm (6-3/4"×13-1/2")，其構造集成元厚度為 38mm(1-1/2")，故共有 9 層集成元膠合而成，膠合劑為防水級酚醛樹脂(PF)膠合劑。為供比較加厚斷面之影響效果，另一支集成材使用 10 層集成元膠合，其斷面尺寸為 171mm×381mm (6-3/4"×15")。兩支花旗松集成材長度均為 3962mm(13')。

（二）試驗前分析

本實驗採用集中載重方式進行加載加熱試驗。依據試體之容許抗彎應力為 2400psi，計算求得 10 層及 9 層集成材之施加

⁹ 經由美國在台協會農貿組(AIT/ATS)之居中協助聯繫，本所與美國工程木材協會(APA)共同合作進行本項實驗計畫。

載重分為 16200-lbf 及 13100-lbf。有關計算表如下所示。

表 5-4 花旗松集成材防火試驗分析

When Test Span is 150 in. (144" clear span + 6" bearing at each end)		
Lamination thickness (in.) =	1 1/2	1 1/2
No. of lams =	9	10
b (in.) =	6.75	6.75
h (in.) =	13.500	15.000
L (in.) =	150	150
Cv =	1.000	1.000
CL =	1.000	1.000
Fb (psi) =	2,400	2,400
Fb' = Fb Cv or Fb CL (psi) =	2,400	2,400
S (in. ³) =	205.0	253.1
I (in. ⁴) =	1384.0	1898.4
M = Fb'S (lbf-in.) =	492,075	607,500
Pa = 4Ma/L (lbf-in.) =	13,122	16,200
P used for fire tests (lbf) =	13,100	16,200
<u>Fire Test Design</u>		
Bn (in./min) =	0.025	0.025
t (min) =	60	60
Beff (in./hr) =	1.80	1.80
Beff (in./min) =	0.03	0.03
Lamination thickness (in.) =	1 1/2	1 1/2
No. of lams =	9	10
b (in.) =	6.75	6.75
d (in.) =	13.500	15.000
L (in.) =	150	150
fire endurance (min) =	60	60
reduced b (in.) =	3.15	3.15
reduced d (in.) =	11.70	13.20
reduced S (in. ³) =	71.9	91.5
Fb (psi) =	2,400	2,400
KL =	1.08	1.08
Cv =	1.00	1.00
CL =	1.00	1.00
Fb' (psi) =	2,400	2,400
2.85Fb' (psi) =	6,840	6,840
M (lbf-in.) =	491,572	625,696
Actual/Design => 1.0	1.00	1.03

Criteria check =	NG	OK
Applied load at fire tests		
P (lbf) =	13,100	16,200
M (lbf-in.) =	491,250	607,500
Check		
P (lbf) =	13,100	16,200
M (lbf-in.) =	491,250	607,500
reduced S (in. ³) =	71.9	91.5
fb (psi) =	6,836	6,641
Fb' (psi) =	2,400	2,400
2.85Fb' (psi) =	6,840	6,840
2.85Fb' > fb	OK	OK

(三) 試驗方法及條件

依 ASTM E119/UL 263 進行一小時加熱加載試驗，集中加載方式以簡易鋼構反力框架置於爐體上方，再將油壓缸置於試體中間位置，其壓桿頂住反力框架藉而產生所需荷重。

(四) 試驗結果

加壓前 5 分鐘達到變形量及施壓荷重穩定情形，其後變形量隨著時間遞增，兩支花旗松集成材均約在 54 分鐘發生破壞。有關試驗過程如次圖所示。



(a) 試驗之耐火爐體



(b) 試體吊掛



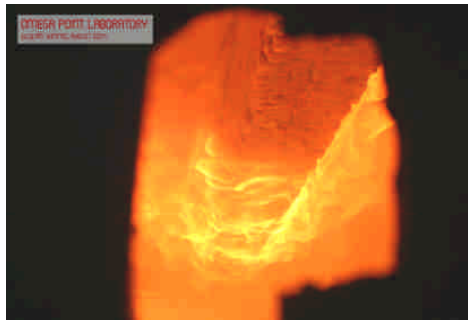
(c) 加載系統安裝



(d) 變形量測系統安裝



(e) 施加所需載重



(f) 爐內燃燒情形



(g) 試驗過程研討



(h) 燃燒試驗完成、吊起試體



(I) 燒後試體



(J) 試體切割端視碳化深度

圖 5-5 花旗松集成材試驗過程

(五) 小結

依試驗前之預估，10 層集成材之防火時效應可達一小時，至今 9 層集成材之防火時效則些微差距但接近一小時。試驗結果顯示 9 層集成材之防火時效與預估相近，然 10 層集成材之防火時效則有些”意外”。經檢討分析後有以下結論：

1. 該實驗結果落差屬於防火實驗容許誤差範圍；通常防火試驗之誤差在 10~50%，尤其耐火試驗使用全尺度試體，試體之構成、安裝準備、加熱條件等因素皆可能是造成誤差原因。
2. 從安全的角度，集成材之防火時效依賴木材炭化速度而定，而炭化速度因加熱條件而異。前節面章節之法規、文獻檢討，設計上使用炭化速度 6~7mm/min，係依標準加熱曲線實驗所得結果（如上述實驗使用 ASTM E119 加熱曲線），若建築物實際遭遇火災時之火載量或通風條件造成燃燒速度及溫度較高，則相同集成材之防火時效勢必折減，因此基於降低風險之考量，美國集成材之防火設計雖然較為經濟，但有時無法百分百保證達到法定之防火時效¹⁰。

¹⁰ 集成材之防火時效雖無法達到法定之防火時效，並不代表一定發生危險，因為建築物火災之燃燒情況如果受到控制，或者消防隊按時趕到進行搶救、又或室內人員安全逃生，皆不致造成嚴重火災損失。惟基於建築管理立場，如未確保法定性能安全，難免不符法規精神。

第六章 結論與建議

綜合以上研究分析，本研究報告謹提出以下若干結論與建議：

一、結論

(一) 研擬完成木構造建築物設計及施工技術規範有關防火安全規範條文草案

本研究綜合比較國外相關木構造防火設計規範，並參酌過去研究成果及規範草案，業研修完成木構造防火設計規範，詳如本報告第四章第二節（木構造防火設計規範草案芻議）。該草案除可考慮直接增修為「木構造建築物設計及施工技術規範」之第九章，若單獨制訂為「木構造建築物防火安全技術規範」亦為可行方案。該規範條文草案主要架構如次：

1. 適用範圍
2. 防火規劃之基本原則
3. 木質構造之防火設計
 - 3.1 防火設計之基本規定
 - 3.2 防火設計工法
4. 木質防火構造建築物之防火設計
 - 4.1 防火設計之基本原則
 - 4.2 防火安全之相關法規

(二) 日本集成材防火設計之安全係數較大，雖屬保守設計，然考量在我國尚無充分集成材防火設計與審查經驗之國情，初期採日本防火設計方式似較妥適。

經由前節之國際研究分析與各國法規檢討比較，可知日本所採用之集成材防火設計偏於保守，亦即集成材木構造建築物進行結構計畫之分析計算後，選定構材（集成梁、柱）之規格，然後增加一定厚度之木材尺寸（按預定達到之防火時效乘以一定炭化速度），作為火災中炭化層用，以確保火災過程中結構強度之完整性。至於美國所採用之集成材防火設計則屬最小安全斷面概念，亦即集成材木構造建築物先進行結構計畫之分析計算後，選定構材（集成梁、柱）之規格，再依 NDS 或 IBC 之炭化層公式計算，預估所選構材經過預定時間（防火時效）之曝火後所剩斷面尺度，再驗算其強度應力是否合格。

另外，依據本研究之木構造防火性能驗證實驗結果，美國集成材實驗結果與預估有些微落差，屬於防火實驗容許誤差範圍（通常防火試驗之誤差在 10~50%，尤其耐火試驗使用全尺度試體，試體之構成、安裝準備、加熱條件等因素皆可能是造成誤差原因），由此可知美國集成材之防火設計雖然較符合經濟原則，但恐無法百分百保證達到法定之防火時效，爰基於建築管理立場，如未確保法定性能安全，難免不符法規精神。

二、建議

(一) 立即可行建議

建議一：框組壁式及梁柱式木構造工法之防火性能可依循「建築新技術、工法、材料審核認可」規定申請審查認可

主辦機關：內政部營建署

協辦機關：內政部建築研究所

由於框組壁式木構造類似於金屬框架輕質分間牆，其木構架立柱規格統一為 2×4 英吋或 2×6 英吋，因此構造型式變化不大，若比照金屬框架輕質分間牆依循「建築新技術、工法、材料審核認可」規定申請審查，應屬可行。雖然本研究報告所提之規範草案亦建議採用經本所以往研究驗證之構材工法，但對於其他類型木質輕質分間牆之防火性能認定，可依上述建議辦理。

另梁柱式木構造工法（大斷面之重型木構造或集成材構造）在目前尚無適用之規則或規範的情形下，建議暫依循「建築新技術、工法、材料審核認可」規定申請審查，以克服個案之設計審查問題。

(二) 中長期建議

建議二：大斷面之重型木構造或集成材構造炭化層安全厚度明訂為建築技術規則相關規定

主辦機關：內政部營建署

協辦機關：內政部建築研究所

大斷面之重型木構造或集成材構造，因須先考慮結構安全強度計算後才設計所需斷面尺度，因此不同建築專案所採用之木構造柱（梁）斷面都不同，同一專案亦有不同斷面之木構造柱（梁）。倘不同斷面尺度的木構造柱（梁），均須依「建築新技術、工法、材料審核認可」規定辦理個案審查，不僅造成建築師、承造商在時間及成本增加之困擾，亦增加政府機關審查工作負擔。

目前美、加、日、歐洲各國建築法規對於木構造柱梁防火時效認定，長年以來業採用碳化速率計算公式方法（各國依各自實驗結果採用各自之經驗公式），因此已成為各國建築師及結構技師信賴之設計法。經本研究比較日本與美國集成材防火設計方式，美國集成材之防火設計雖然較為經濟，但有時無法百分百保證達到法定之防火時效，日本之防火設計雖然屬於保守設計（外加炭化層安全厚度），但考量在我國尚無充分集成材防火設計與審查經驗之國情，採日本防火設計方式似為妥當。

建議三：政府有關部門應積極儘速建立木質構造構材製品品質驗證程序標準及配套機制

主辦機關：內政部營建署

協辦機關：內政部建築研究所

目前木構造建築物概分為兩類--柱梁式構造系統及框組壁式構造系統，如前述，前者屬於重型木構造（Type IV 構造）或一般建築（Type III 構造），多使用於商業大樓或大型空間公共建築等，後者屬於輕框架木結構（Type V 構造），多使用於民宅、商用、集會用建築物。

我國木構造建築法規主要為建築技術規則，有關詳細之設計與施工技術規範，業由本所研究提案送請營建署公告實施。有關木構造防火規定，在現行建築技術規則規定條文不多，尤其防火構造規定（設計施工編第 71~74 條）並未明訂木構造之主要構造規格規定，所以建議目前木質防火構造必須依「建築新技術、工法、材料審核認可」規定申請專案審查通過後始可設計應用（詳如後述），惟更重要是儘速建立木質構造構材製品品質驗證程序標準及配套機制，以確保木質構造建築物之性能安全。

附錄一 加拿大木構造建築工程簡介



照片 1 溫哥華市區興建中木造四層連棟住宅-商店混合式街屋（一樓 RC 造）



照片 2 溫哥華市區興建中木造四層連棟住商混合式街屋（二樓以上供住宅使用）



照片 3 溫哥華市區大面積木造公寓興建工地
(RC 基礎工程作業中)



照片 4 溫哥華市區高級住宅區興建中柱樑式木構造豪宅工地



照片 5 惠思勒鎮遊憩區餐廳（木造建築）



照片 6 惠思勒鎮遊憩區旅館（四層樓木造建築）

參考書目

中文部分

木構造建築物設計及施工技術規範。台北市：營建雜誌社出版，民國 92 年。

建築技術規則（最新）。台北市：營建雜誌社出版，民國 94 年。

周智中、雷明遠，木構造建築物防火性能技術規範及試驗基準之研究。台北市：內政部建築研究所，1997。

陳啟仁，木構造防火基準之國際比較研究。台北市：內政部建築研究所，2003。

葉世文、曾俊達，木構造耐火性能設計與驗證研究。台北市：內政部建築研究所，2004。

雷明遠、李鎮宏，赴美國參加台、美集成材木構造防高峰會議出國報告。台北市：內政部建築研究所，2004。

雷明遠，參加 APEC 構造木材防火安全利用研討會報告。台北市：內政部建築研究所，2005。

蕭江碧、王松永、葉明權、蔡明哲，木構造建築物設計與施工技術規範修訂之研究。台北市：內政部建築研究所，2001。

日文部分

框組壁工法による木質複合建築物設計の手引。東京：日本ツープайフォー建築協會，2004。

英文部分

Wood Design Manual, 1995, Canadian Wood Council, Ottawa, Canada

International Conference of Building Officials, 1997, Uniform Building Code, Whittier, California

American Wood Council, 1997, Design for Code Acceptance — Flame Spread Performance of Wood Products, American Paper & Forest Association, Washington, DC, United State.

American Wood Council, 2001, Design for Code Acceptance — Design of Fire-Resistive Exposed Wood Members , American Paper & Forest Association, Washington, DC, United State.

American Wood Council, 2001, Design for Code Acceptance — Fire Rated Wood Floor and Wall Assemblies , American Paper & Forest Association, Washington, DC, United State.

White, R. H., 1985, Reporting of Fire Incidents in Products Heavy Timber Structures, Forest Product Laboratory, Research Paper FPL 464.

White, R. H., 1988, Analytical Methods for Determining Fire Resistance of Timber Members, The SFPE handbook of fire protection engineering, National Fire Protection Association, Quincy, MA

