

內政部建築研究所



研究計畫成果報告

建築物防火門窗構件之研究（二）
嵌裝玻璃防火安全規定與性能基準

計畫主持人：雷 明 遠

研究單位：內政部建築研究所

計畫編號：MOIS 893005

執行期程：八十八年十月至八十九年九月

中華民國八十九年九月三十日

內政部建築研究所研究計畫成果報告

建築物防火門窗構件之研究（二） 嵌裝玻璃防火安全規定與性能基準

計畫主持人：雷明遠 研究員

顧問：何明錦 主任秘書

陳建忠 組長

研究助理：羅振堂 先生

黃秀蓉 小姐

研究單位：內政部建築研究所（安全防災組）

計畫編號：MOIS 893005

執行期程：八十八年十月至八十九年九月

ARCHITECTURE & BUILDING RESEARCH INSTITUTE
MINISTRY OF INTERIOR
RESEARCH PROJECT REPORT

**Fire Safety Requirements and
Performance Criteria for Glazing
Assembly in Building**

BY
ALEC MING-YUAN LEI , Ph.D.

September 30, 2000

目次

摘要	I
英文摘要	II
目次	IV
第一章 緒論	
第一節 緣起背景	1
第二節 研究方法	2
第三節 預期成果	5
第二章 嵌裝玻璃之防火保護	
第一節 前言	6
第二節 噴淋（撒水保護）嵌裝玻璃系統	8
一、定義	8
二、國外有關實驗	9
三、噴淋嵌裝玻璃性能之主要影響因素	13
第三節 耐火嵌裝玻璃組件	
一、定義	15
二、耐火玻璃種類	15
三、耐火嵌裝玻璃性能之主要影響因素	18
第四節 小結	20
第三章 國內外有關嵌裝玻璃防火規定	
第一節 我國相關規定	21
第二節 日本相關規定	27

第三節	美國相關規定	28
第四節	英國相關規定	30
第五節	新加坡相關規定	32
第六節	紐西蘭相關規定	33
第四章 嵌裝玻璃之性能基準		
第一節	性能基準	35
第二節	耐火試驗結果	38
第五章 建議事項與結論		
第一節	法規及標準增修訂之建議	43
第二節	結語	44
參考文獻	46
附錄		
附錄一	耐火試驗結果	
附錄二	國內外相關標準	

摘 要

關鍵詞:嵌裝玻璃、耐火性、防火玻璃、防火玻璃

從材質觀點，玻璃規類為不燃材料，然而玻璃卻有遇火熱容易發生破裂的缺點，因而在防火安全性能上玻璃易予人不安全的印象。儘管如此，嵌裝玻璃在建築設計上仍是建築師喜愛使用的建材，因為玻璃系統可滿足彩光、節能、美學、創造空間意境的優點，不過當這些遇上防火安全問題時要如何處置?是否要犧牲玻璃系統而改採其他系統?有無兩全的措失?這些問題是建築設計上常常遭遇的課題。台灣近來不少商業、休業、旅遊、娛樂用途的大型建築物常使用大面積分間牆、玻璃門;又不少辦公室大樓、高科技廠房、工業廠辦大樓、醫院病房的隔間工程亦常使用玻璃窗，然而國內在這些場所的玻璃系統是否需要考慮防火性能方面的規定並不完全備，業已造成建築設計及工程施工上的困擾，更重要的是我們的生命及財產安全有無保障?本研究係從當前不同先進國家此方面之研究資料、法規、標準整理出值的我國借鏡參考的資訊知識，並以實驗結果的証據提出防火工程技術及法規、標準研訂上的建議，俾供有關主管機關參採。

Abstract

Keywords: glazing, fire resistance, fire resistant glass, fire door and window

From the viewpoint of material nature, glass is classified as the noncombustible material. Because of the weakness problem that glass is subject to crack while heated by fire, the fire performances of glass are often regarded as bad. However, glazing is still the one of the favorite building materials of architect for its advantages in lighting, energy conservation, aesthetics, creativity of space ambience and so on. If the fire safety is required for glazing, do we need to replace the glazing system by other systems, or is there a measure covering both requirement on fire safety and other performances. Those are often encountered in architectural design. Recently many office, high-tech factory, large shopping facility, hospital building in Taiwan, larger and larger glazing assemblies are applied for partition, door and window. Unfortunately whether these glazing system are necessary to be fire protected and what performances are required are not carefully taken

account in the related regulation and standards. The ambiguity of regulatory requirement on fire safety of glazing has been causing something trouble in building design and construction. More important are to wonder if our life and property is safe or not? The study is to find out the relating information on research and regulation useful for Taiwan from other advanced countries, and to suggest the proposal on fire engineering technology, code and standard based on experimental results to the competent authorities.

第一章 緒 論

第一節 緣起背景

玻璃為建築內外常用的建材之一，從材質觀點，玻璃被歸類為不燃材料，然而玻璃卻有遇火熱容易發生破裂的缺點，因而在防火安全性能上玻璃易予人不安全的印象。儘管如此，嵌裝玻璃的透明特質在建築設計上仍是建築師喜愛使用的建材，從購物中心、商場類的外殼玻璃結構建築、辦公大樓類的玻璃帷幕建築，到室內玻璃電梯、分間牆、隔屏等應用，皆顯現玻璃系統可滿足採光、節能、美學、創造空間意境的優點，不過當這些遇上防火安全問題時要如何處置？是否要犧牲玻璃系統而改採其他系統？有無兩全其美的措施？這些問題是建築設計上常常遭遇的課題，台灣近來對於嵌裝玻璃系統的防火問題日益關注，不少商業、休閒、旅遊、娛樂用途的大型建築物常使用大面積分間牆、玻璃門；又不少辦公室大樓、高科技廠房、工業廠辦大樓、醫院病房的隔間工程亦常要使用玻璃窗，這些場所的玻璃系統有時需要考慮防火性能是否滿足建築法規規定，然而國內在此方面的規定似乎不完善，確實已造成建築設計及工程施作上的困擾，更重要的是我們的生命及財產安全有無保障？

政府於數年前開始推動「維護公共安全方案」，加速完成若干防火安全相關法規制定，加強公共場所建築物之審核檢查等作為，確實已見成效；此由近三年內火災統計資料可觀察得知，儘管火災發生次數、死傷人數未必明顯減少（主要係住宅及工業廠房火災持續增加中），但公共場所重大傷亡火災事故已明顯減少。公共安全檢查制度的落實，從中亦發掘出若干既（舊）有建築物在使用管理現況上有不少不合乎防火安全的行為，其中亦包括擅自變更防火區劃設計，使用不符合防火安全的

材料、構件（造）等。以下列舉兩項與本研究相關者：

例一：舊有辦公室建築物，尤其住、辦混合使用大樓，原昇降梯（電梯）梯廳應為防火區劃，其周壁開口部均須使用防火門（住戶大門及安全梯逃生門），然國人經商習性觀念，公司企業往往遷入後即將大門（原為鐵製防火門）更換為一般全嵌裝玻璃門，倘發生火災將難防制火煙侵入電梯廳或防阻他處火煙進入。

例二：歌唱視聽業場所，如MTV、KTV酒吧，常採小型包廂隔間，依規定使用耐燃材料裝修內部外，其隔間亦多採用一小時防火時效輕質分間牆系統，而包廂房間門則使用半小時或一小時防火時效防火門，惟為便於服務及安全因素，該門多有瞻視玻璃窗或藝術造型嵌裝玻璃，惟這些嵌裝玻璃系統並有防火測試證明，且玻璃開口大小任由設計師或業主自行決定，此對於整體區劃防護功能將有所折減。

其他諸如鄰近建築物外牆玻璃窗之保護，醫院、療養院等醫護場所房間牆壁及門的觀察窗等使用嵌裝玻璃之處，往往國人缺乏防火觀念，一直未受到重視。綜合以上所述，本研究將探討嵌裝玻璃在建築物那些場合、情況之應用須具備防火安全功能，其限制條件如何？又該功能要求基準如何？研究成果期望提供前揭各項疑問之解答，俾供相關法規、標準增修，以及設計施工技術改進之參考。

第二節 研究方法

一、方法概要

（一）蒐集並進一步瞭解目前各國有關防火門、窗使用嵌裝玻璃之規定，並比較彼此異同之處。

- (二) 蒐集各種防火嵌裝玻璃組件資料，包括防火玻璃的構成、玻璃固定框構法、相關防火氣密材等，供研究實驗之用。
- (三) 瞭解國內使用嵌裝玻璃的一般情形，是否有不符防火安全之設計或構法；又防火嵌裝玻璃使用在公共場所建築物須如何應用，又倘應用於住宅是否適當。
- (四) 研擬本研究實驗計畫，包括玻璃材料種類、尺寸、數量、固定框構造規格、試體玻璃開口部大小、試體製作、防火試驗加熱條件、儀器設備、實驗量測及觀察紀錄、數據分析。
- (五) 依中國國家標準進行耐火試驗並分析比數。
- (六) 配合建研所內部研究業務討論會議及公開舉辦之研討會，徵詢專業人士建議意見，俾供調整計畫研究方法、修正研究成果之參考。
- (七) 撰寫研究成果報告。

二、研究工作項目與步驟

- (一) 蒐集國內外研究文獻資料及法規規定：

自相關防火研究期刊、圖書檢索或逕向當地專家學者請教防火嵌裝玻璃研究資料，同時蒐集美國、英國、日本、澳洲、新加坡、香港等國有關建築規定，並比較各國規定異同之處。

- (二) 蒐集各種防火嵌裝玻璃組件資料：

洽詢國內玻璃有關專業公會團體(台北市玻璃商業同業公會)或國外駐台經貿代表辦事處(如英國貿易文化辦事處)協助提供各國防火玻璃資料，包括玻璃構成、固定框構法設計、防火測試報告、性能評定報告、國內外相關產品及測試標準...等資料。

- (三) 防火嵌裝玻璃使用情形調查

1. 當面或電話訪談玻璃產業公會代表、建築師、室內設計人員有關嵌裝玻璃之國內使用情形資料。
2. 蒐集瞭解國內使用嵌裝玻璃不符合防火安全目的之情形。

(四) 規劃實驗內容，其重點如下列數項：

1. 玻璃材料：

(1) 非不隔熱玻璃 (Non-Insulating Glass)

包括：鐵絲網入玻璃(鈉石灰系)、強化防火玻璃

(2) 隔熱玻璃 (Insulating Glass)

包括：膨脹型積層玻璃

(3) 玻璃磚(Glass brick)

2. 玻璃尺寸(開口部大小)、數量：

(1) 選定一定面積，惟長寬比不一(幾何形狀不同)。

(2) 長寬比一致，惟玻璃面積大小不一。

(3) 數量原則上每種尺寸試體試驗二次。

3. 玻璃框構法設計：

(1) 金屬(鋼鐵或鋁材)框構法。

(2) 木框構法。

4. 試體製作：

委由專業人員(玻璃工程及防火門、防火分間牆工程專業廠家)代為安裝玻璃及製作試驗用試體(含壁體構造)。

5. 防火試驗儀器設備：

使用建研所防火實驗室之小型多功能耐火試驗爐，其垂直開口部(曝火加熱面積)1.5m x1.5m。

6. 防火試驗加熱條件：

依據 CNS11227 及 CNS12514 規定之耐火曲線進行加熱試驗。

7. 實驗量測、紀錄、分析：

除試驗爐內試驗條件控制所需溫度及壓力測定外，試體背面溫度(含嵌裝玻璃、框材位置)、輻射熱(距離試體背面 1 公尺處所量測值)，亦加以測定、紀錄。另試驗過程中詳細紀錄試體各種變化，如破裂(碎)、爆裂聲音、融化、炭化、脫落……等現象。

(五) 綜合分析、比較不同種類玻璃材料之遮焰完整性及熱絕緣性等性能，並探討嵌裝玻璃開口部大小及幾何形狀對輻射熱之影響。

(六) 研擬具體增修法規及國家標準建議草案。

第三節 預期成果

- 一、 完成研擬防火門窗嵌裝玻璃開口部面積限制及性能基準有關建築法規建議、成果可併入建研所方案「建築技術規則防火規定增修之研究」。
- 二、 完成研擬防火嵌裝玻璃使用於防火牆之設計規範建議。
- 三、 完成研擬相關檢驗法國家標準及防火玻璃標準增修訂建議草案。
- 四、 完成研究成果報告書。

第二章 嵌裝玻璃之防火保護

第一節 前言

一、嵌裝玻璃的使用場合

一般建築物幾乎必具備嵌裝玻璃，用於採(透)光、隔間(屏)、裝飾等用途，然而嵌裝玻璃的定義為何，常被人忽視。依據英國標準 BS PD6512，嵌裝玻璃(Glazing)係指「在預備的開口部(Prepared opening)，如窗、門板(扇)、隔屏及分間牆上裝入並固定玻璃」之意。由此可知「嵌裝玻璃」不同於「玻璃」之處，在於前者係包含玻璃在內之組件(Assembly)或系統(System)，而不僅僅玻璃材料本身。在建築物內外部依使用功能目的或位置不同決定嵌裝玻璃的形式種類，主要的使用場合有：

- 外牆玻璃窗戶(活動式或固定式)
- 玻璃帷幕牆(Curtain wall)
- 玻璃天窗或全玻璃屋頂
- 室內天花板
- 門扇瞻視窗(Vision panel)
- 全嵌裝玻璃門(Fully glazed door)
- 隔屏與分隔牆(Screen and partition)
- 玻璃磚牆(Glass brick wall)

二、嵌裝玻璃防火保護之需要

上述使用場合的嵌裝玻璃，依外國建築法規規定，部分場合必須具備防火保護。其主要功能目的有二：

1. 當嵌裝玻璃使用為防火區劃阻隔體(Fire compartment

barrier)或其某一部分(如開口部)時，因必須維持與整體防火區劃相當或接近的防火時效，所以嵌裝玻璃必須有所防護。

2. 當嵌裝玻璃用於阻隔煙氣，增進避難安全，或用於逃生通道上防火門之瞻視窗，利於人員避難行動時提早辨知前方情況，以上嵌裝玻璃亦須有所防護。

由上可知，先進國家法規對於嵌裝玻璃使用之規範觀念有兩方面，如次所述：

1. 將具有防火保護功能之嵌裝玻璃視同防火構造、構件(或我國建築技術規則規定之防火設備)之一，其性能規定皆比照其他構造、構件，並無放寬或較嚴格之條件；亦即在防火區劃規劃設計階段，選擇嵌裝玻璃用於防火構造、構件(牆、門、窗等)，除為了建築美感、空間寬闊感、室內採光、室內設計美觀等因素外，更不可忽略防火性能的要求，因此，關於防火區劃構件、構造之設計，法規並未硬性規定要使用防火嵌裝玻璃，而是訂定若有需要使用嵌裝玻璃時必須遵守的限制規定。
2. 基於避難安全理由，為減少人員辨別避難方向花費的時間，而增加人員可利用避難時間，同時為避免人員在緊急時未明白前方狀況下即衝進已遭火、煙侵入的逃生通道、安全梯內等情事，外國法規概多硬性規定在逃生通道的走廊上設置具備防火嵌裝玻璃的防煙門(常時開放式或關閉式皆可)，或者規定逃生門必須有防火瞻視玻璃窗(Glazed vision panel)。因此，關於防煙避難之設計，歐美國家法規早已認可防火嵌裝玻璃之功能，因而有強制性設置規定。

以上有關規定將在後文敘述國外法規章節中詳細說明。

另查閱先進國家的建築法規，不難瞭解到防火嵌裝玻璃之使用可

包含以下所列場所及位置：

- 防火門組件(瞻視窗或全玻璃門)
- 防火區劃(固定式窗或全玻璃隔屏)
- 電梯管道間(中庭電梯周壁)
- 電腦室及重要資料室
- 防災中心及中央管理室
- 工廠與辦公室分隔牆
- 地下停車場(電梯出口梯廳)
- 避難逃生通道(安全梯間及走廊)
- 緊急昇降梯間
- 餐廳廚房隔間
- 鄰近建築物之外牆開口(窗戶)
- 防火樓板開口部(透視地板)
- 屋頂、天窗及採光罩

目前關於嵌裝玻璃的防火保護技術有兩類措施，其一為噴淋嵌裝玻璃(Drenched glazing)，其二為耐火嵌裝玻璃(Fire resistant glazing)，以下分述之。

第二節 噴淋（撒水保護）嵌裝玻璃系統

一．定義

所謂噴淋嵌裝玻璃系統(Drenched glazing system)，簡言之，即是利用撒水保護嵌裝玻璃免受火熱破壞作用之系統；技術上係使用一排特製的撒水系統，對準一般玻璃系統噴水，在玻璃上形成一層連續性水膜，使玻璃保持在一定低溫之下，因而防止玻璃高溫破裂發生。此種系統因係結合嵌裝玻璃(由一般強

化玻璃或安全膠合玻璃構成)及特製撒水頭及有關供水管路所構成，所以屬於被動與主動混合式防火措施(Hybrid of passive and active fire protection)。

二· 國外有關實驗

英國災損預防協會(Loss Prevention Council)為歐洲知名防火技術研究機構之一，其背景由英國政府與保險業共同籌集基金所設立之獨立法人機構，為專職防火建材、產品、消防設備、保全設備、安全防護設備之檢測、認證、諮詢服務之國際級機構、該協會數年前因配合英國購物中心開發業者之委託需要，進行過全尺寸嵌裝玻璃之火災實驗，用以模擬探討購物商店展示櫥窗及帷幕牆之火災情景(Fire scenario)；由於國人對於此系統大都不熟悉，以下僅摘述部分實驗結果，供瞭解此系統之防火功能。

(一) 試驗內容

LPC 的研究共進行了四次測試，兩次為靠近玻璃的小火測試，一次靠近玻璃隨後持續成長的火災，以及最後一次為持久且嚴重的大火，有關說明如表 2-1 所示。

表 2-1 測試過程內容

試驗代碼	火源位置	火載量	起火位置 (相對於撒水頭)	目的
1	近距離(距玻璃 600 mm)	23.8kg 混合纖維布料 (大約 307MJ/m ²)	在中央撒水頭(S2)底下	評估靠近窗戶以及在窗戶底座處的火災成長對撒水頭的反應
2	近距離(距玻璃 215 mm)	24.5kg 混合纖維布料 (大約 316MJ/m ²)	在中央(S2)和右邊(S3)撒水頭的中間	同上
3	兩排火源從近距離延伸出來(距離玻璃 50 mm, 朝向房間中心)	60.0kg 混合纖維布料 (大約 645MJ/m ²)	在左邊(S1)和中央(S2)撒水頭的中間	中型測試，使用在該處的物質，且較嚴重的火勢
4	八排火源(距離玻璃至少 1.0 公尺)+布料散佈在側邊和後牆	250.0kg 混合纖維布料 (大約 134MJ/m ²)	沒有運用	嚴重大火

這些測試是在一個區劃空間進行，位於災損預防協會 (Loss Prevention Council) 的多層樓長方形空間裝置的第一樓層進行。其空間大小為 6.0m×4.0m×3.6m，這個裝置的前面使用傳統鋁的商店櫥窗玻璃(5.4m×3m)，由三片 12mm 厚的強化玻璃構成，中間用矽膠接合材和製的中柱連接起來。量測儀器設備有熱電偶量測溫度，分別用來測量區劃裡的熱氣溫度和撒水頭附近的熱氣溫度，以及曝火和未曝火的嵌裝玻璃表面溫度，從玻璃傳送過去的熱通量是用高登熱流計(Gardon gauge)來測量。撒水系統的水壓和水流也要測量，以及可燃物的重量減失也要紀錄。

試驗 1 和 2

前面兩個試驗是要測試小型火災靠近玻璃時，這套噴淋玻璃系統的反應，亦即這種火災以其有限的火勢，近距離接近玻璃，但離撒水頭那麼遠，因此可能在撒水頭啟動前，玻璃就破損了。試驗用商店展示櫥窗，裡面是重疊的服飾吊掛在矽酸鈣板上，此設計為嚴重且更真實的火災情形。矽酸鈣板置在試驗 1 和試驗 2 中，分別距離玻璃 600mm 和 225mm。

這兩個試驗中，以一根火柴模擬縱火，電線走火或聚光燈的直接照射，使火載量從櫥窗的下半部沿著櫥窗開始燒起。垂直的火勢延燒速度很快，幾件服裝從矽酸鈣板上掉落下來，在櫥窗底面形成一團火海，並且直燃燒不停。火焰直接燒到天花板，然後啟動了最靠近的撒水頭(試驗 1 的作動時間為 2 分 10 秒)。雖然試驗 2 的大火比較靠近玻璃，可能預見造成較嚴重的曝火加熱，但是實際上撒水

頭的水從嵌裝玻璃濺回，反而有降低火勢的趨勢，因此比試驗 1 火勢控制還好。在這兩個實驗中，撒水頭都及時啟動，並且都有足夠的水量充分保護玻璃。

這個測試方法本身存有一個缺失，那就是從玻璃將噴水濺回來抑制火災長的效果雖是有助益，但也是無意間的結果，因此使得檢視系統反應的受到扭轉。另外，矽酸鈣板對撒水系統的啟動有些許助益，因為矽酸鈣板導引煙霧和熱氣上升經過撒水頭。因此，設計另一個變通的辦法，就是靠近玻璃燃燒，同時助長火勢，使不會受到撒水回濺的影響。

試驗 3

試驗 3 使用兩排掛衣架的衣服，總重量為 50 公斤，這兩個衣架從距離玻璃表面有 50mm 遠的地方，朝室內側之中心線延伸，並懸掛在一個荷重計上面，以測試火災中滅失的重量。這樣安排背後的想法是，火勢從玻璃或靠近玻璃表面的地方開始，形成類似前面兩次試驗的火勢。但是這次火災要定位在撒水頭之間，而不是直接在一个撒水頭底下。這次沒有矽酸鈣板，也就沒有導引煙霧熱氣的作用，此外火勢從櫥窗移向室內中心時，撒水回濺的效果就大大減低了(在一般冷空氣下的測試，撒水回濺可以看到在玻璃表面形成一層水霧達 900mm)。

起火源和前面一樣，由一根火柴點起火焰，然後發展到天花板的高度。左邊的撒水頭在 2 分 30 秒後啟動，令兩面玻璃都有水覆蓋。大火將所有附近的火載量都噬在一起，但有些窗邊的濺濕服飾就沒有受到大火侵襲，火勢又

轉向區劃的後面。但是好像火勢就侷限在撒水回濺的地帶，且火勢會逐漸減弱。於是又在不會受到撒水頭影響的地方點燃另一火源，用以測試對抗更持久更嚴重的大火的性能。在後來的實驗中火勢很大，而且所形成的厚厚一層熱氣團啟動了其餘兩個撒水頭，整個大火都沒有對玻璃發生任何很明顯的影響。

試驗 4

在試驗 4 中所有的可燃物都刻意的放在距離玻璃一公尺處，讓濺回的撒水不會影響火勢。參考 DD240，零售商店場所之火載量為 $600\text{MJ}/\text{m}^2$ 。這種火載量對一家服飾店來說實在太大了，在一個密閉空間是需要用到一公噸以上材料才夠。曾有一份研究關於大型飾店的火載量，讓保險公司很關切，這份報告揭示，其火載量平均值是小於 DD240 數值的四分之一。據此用來說明本試驗 250 公斤的混合纖維材料的火載量(熱釋放值以量熱法測試)。這樣的安排很清楚的指出，使用 DD240 的數值比較接近儲物倉庫的危險。

火勢從一根火柴引燃，從室內中心處開始快速燃燒在這實驗中，三個撒水頭在一小段時間後(2 分 20 秒~2 分 40 秒)陸續啟動，原因是熱氣層的下降，而不是天花板噴射氣流(CEILING JET)的緣故。撒水濺回的水對火勢成長沒有抑制作用，火勢得以完全燃，且在天花板高度也達到閃燃的溫度。受限制的通風導致火勢在尚未轉移到左邊之前，就將所有在室內右側的可燃物都燃燒耗盡。大火約莫燃燒 40 分鐘，但是這場持續嚴重的火功並未造成這套

噴淋玻璃系統任何破裂或失敗。

三·耐火嵌裝玻璃性能之主要影響因素

依據國外實驗證據顯示，此系統的成功與否，主要繫於小心維持玻璃溫度在均勻且一定低溫，否則一般玻璃(即使強化玻璃)的兩側溫度差距達到 250~300°C 時即會產生破裂。在設計應用實務上，此系統須注意兩方面的問題：

1. 火場溫度上昇速度

在許多成功的實驗中，發現使用快速燃燒的火載量，固然令溫度上昇快速且達到較高溫度，但全面玻璃卻因受到較均勻加熱，溫度差分布較不明顯。此外，火場溫度上昇快速，亦令撒水頭啟動時間提前，噴水在短時間內即可在玻璃受火面形成水膜而防止玻璃溫度昇高，因此整體系統能獲致成功的結果。

不過，倘若火載量的燃燒緩和，火場昇溫緩慢，致全面玻璃受熱不均勻，撒水頭啟動亦延遲，反而易造成玻璃兩側溫度差很快到達破壞溫度值，其結果即失敗。由於在實務上難以限制使用場所的火載量條件以及火災的起火成長速度，所以使用此種噴淋系統時須十分謹慎。

2. 玻璃表面水膜

如前述，玻璃表面形成之水膜有如連續性的流動水幕，可以帶走火場施加於玻璃的熱量，進而維持在一定低溫，所以玻璃表面受到水噴淋時必須形成“無空點”的水膜。如果水膜覆蓋面積上有未淋濕的空點，則在火勢持續上昇時就會因到達破壞溫度值而在該處開始裂開。在玻璃安裝工程中，玻璃表面常會殘留保護膠膜、膠帶、油漬、油漆、臘筆痕跡等，

這些表面異物皆是造成”空點”的原因。又建築物開始使用後，亦因室內空氣受污染，在玻璃表面沾附粉塵、油性物質等，這些也含妨礙水膜形成連續面。由以上可知，如採用噴淋嵌裝玻璃系統，對玻璃表面之檢查及日常清潔工作必須十分確實，否則一旦火災不慎發生時，將造成嚴重後果。

依據 LPC 的實驗結果，噴淋嵌裝玻璃系統在設計安裝上有若干重要變數必須加以注意，這些因素有可能導致的不良效應，詳如表 2-2 所示。

表 2-2 噴淋嵌裝玻璃系統的重要影響因子

重要變數	對撒水系統的影響作用
撒水頭之間的最短距離	防止撒水頭阻礙了鄰近的撒水頭噴水
撒水頭之間的最大距離	防止中間產生沒有撒到水的空隙
窗戶高度	限制撒水頭的高度，這和從窗戶底都可能發生火災的危險有關
最低水流量	為確保有足夠的水量覆蓋玻璃
最低水壓	為確保有足夠的水量覆蓋玻璃
最大水壓	避免撒水頭阻礙了鄰近的撒水頭噴水
窗戶撒水頭的分佈	為確保有足夠的水量覆蓋玻璃
距窗框上緣的高度	為確保有足夠的水量覆蓋玻璃
與一般標準撒水頭的距離	避免撒水頭阻礙了鄰近的撒水頭噴水
可燃物到玻璃表面的最小距離	預防在撒水系統啟動時，或玻璃破損前，由於系統啟動遲滯，導致冷水噴到熱玻璃產生破裂

第三節 耐火嵌裝玻璃組件

一、定義

所謂耐火嵌裝玻璃組件(Fire resistant glazing assembly)係由單片或兩片以上透明或半透明玻璃製品、支架配件、填縫材、封固材及所有其他特定構材所組成之嵌裝玻璃組件，且通過適當之耐火試驗標準合格等級者；所以此系統屬於完全被動式防火措施。

二、耐火玻璃種類

基本上耐火玻璃(Fire resistant glass)可區分主要兩類：

(一) 非隔熱型玻璃(Non-insulating glass)

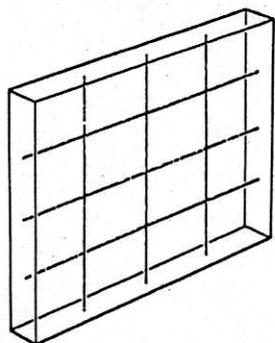
此類玻璃原本即有傳導性且為整體成型，一面受火熱時能夠從非曝火面傳遞及放出大量熱輻射；玻璃型式大致可區分為金屬網入(嵌鋼絲網)玻璃及無金屬網入玻璃。

1. 金屬網入玻璃(Wired glass)－在製造平板玻璃過程時，將金屬網插入熔融狀態的玻璃，此種玻璃俗稱鐵絲網玻璃。
2. 無金屬網入玻璃(Non-wired glass)或整片透明玻璃(Monolithic glass)

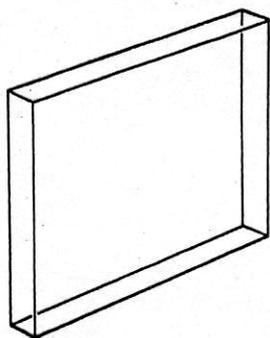
玻璃係單片產品，並無金屬網在其中；依玻璃分可細分為三種：

- (1) 鈉石灰玻璃(Soda-lime glass)：強化及超強化玻璃。
- (2) 矽酸硼系玻璃(Borosilicate glass)
- (3) 陶瓷化玻璃(Ceramic glass)

Non-Insulating Glass

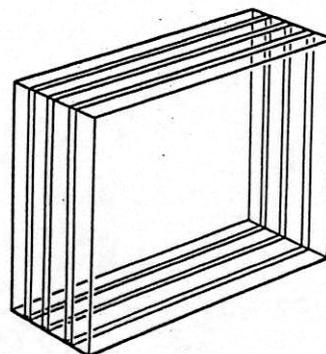


Wired glass (soda-lime)

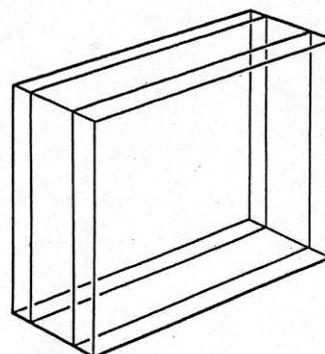


Unwired glass (borosilicate, ceramic, toughened)

Insulating Glass



Laminated glass



Gel glass

圖 2-1 各類型防火玻璃之構成示意圖

(二) 隔熱型玻璃(Insulating glass)

由多層玻璃結合透明材料的玻璃成品，當火災時會發生改變，而顯著降低熱傳導或輻射熱文出。此類玻璃可再分成兩種：

1. 膨脹型積層膠合玻璃(Intumescent liminated glass)
2. 中間膠層玻璃(Gel glass)

以上各種類耐火玻璃之構成示意圖，如圖 2-1 所示。關於專門介紹耐火玻璃的文獻資料並不太普遍，除得從國外生產廠商得到資料外，若干國外專業團體或研究機構之出版品亦有介紹，例如英國膨脹防火填塞材料協會(IFSA)及玻璃基金會(GGF)共同出版的「膨脹材料在木材及金屬框構耐火嵌裝玻璃系統」。

(三) 其他型式耐火玻璃

1. 非一體金屬網入玻璃(Non-integral wired glass)

構法係金屬網插在常溫下膠合之兩片鈉石灰 and vqb 玻璃中間之樹脂層;d；此種玻璃常有魚目混珠之偽冒品，例如使用低熔點金屬絲而非鐵絲，或使用耐熱、耐火性差之樹脂作為中間膠合層。

2. 積層膠合玻璃

- (1) 鐵絲網入玻璃／強化玻璃膠合而成者(強度提高用)
- (2) 透明陶瓷化玻璃／鈉石灰玻璃膠合而成者(安全性提高用)
- (3) 矽酸硼玻璃／隔熱玻璃膠合而成者(保全性提高)
- (4) 鈉石灰玻璃／膨脹中間層／鈉石灰玻璃膠合而成者(部分隔熱性)

此種類玻璃須注意其耐火性係單方向性(Uni-directional)，所以在規劃設計或認可此類玻璃時應特別謹慎。在我國測試標準因為考慮試體兩面均等機會受火的試驗條件下，此種類玻璃概難通過測試，因此不宜在國內使用。

三、耐火嵌裝玻璃性能之主要影響因素

參考 LPC 設計指南有關資料，摘要如下：

(一) 設計及使用通例

1. 使用嵌裝玻璃組件於防火區劃牆時，一定要有試驗證明或由專家對玻璃、框材及嵌裝方式進行獨立客觀評定。
2. 嵌裝玻璃組件中任一構材不得任意替換，除非經過適當之試驗證據證明，或由專家對該構材在完整組件之影響進行獨立客觀評定。
3. 玻璃之種類，厚度及最大尺度，框材之種類、尺度，以及嵌裝玻璃系統之框座剖面構造均為關鍵因子，因此任何與試驗時之上述關鍵因子不一致時，或與試驗時玻璃之形狀或方向不同時(如由水平改為垂直)，均須重新測試，或經過對整體嵌裝玻璃組件之獨立客觀評定，以確定耐火性能水準得以維持。
4. 由高溫引起玻璃猛然掉落會造成完整遮焰性(Integrity)失敗，因此嵌裝玻璃如何夾固在框內是重要設計要件。

(二) 撒水頭噴水影響

耐火嵌裝玻璃使用在設有撒水系統保護的防火區劃時，必須謹慎考慮玻璃是否會對噴水造成的熱差(Thermal

differentials)敏感，否則玻璃會因承受不起急劇的溫度變化而爆裂。一般依據經驗，以下幾種玻璃在火災初期受撒水頭噴水較無不良影響，所以可以應用在撒水保護的防火區劃的周界牆壁。

- 鐵絲網入玻璃(一體型，鈉石灰玻璃)
- 矽酸硼系玻璃
- 透明陶瓷化玻璃
- 多層隔熱型玻璃(不少於4層玻璃)

(三) 耐久性(Durability)

所有一體成型玻璃均很安定且對於水分、溫度變動、化學物品等不受其影響，可視為耐久性玻璃。但膠合隔熱型玻璃因含膨脹性中間層(Intumescent interlayer)，其對於溫度、水分滲入或化學物相當敏感，因此其邊緣需隨時封位，使用防水膠帶及矽膠皆可。

(四) 框構材

框構系統對於防火窗或玻璃隔屏均是不可或缺的一部分。選用框材應經測試合格，不論由工廠安裝玻璃或現場施作，均須符合試驗規格。框構材可以使用木材達到60分鐘防火時效，或使用鋼鐵、水泥質框材甚至可以達到240分鐘防火時效。不論框材為何種型式，達到試驗時防火時效，其安裝施工須由經訓練技術人員為之；以英國為例，耐火嵌裝玻璃組件之安裝施工須由經訓練認證之承包商及技術人員進行。

(五) 表面裝飾物

在玻璃表面黏貼裝飾物或安全保護膜應儘量避免，除非經

試驗不會折減防火性能(遮焰性)。在非隔熱型透明玻璃表面應避免刻蝕標記或因素，但在一體型金屬網入玻璃表面刻蝕，經驗上並不會減損其防火性能。

(六) 日常維護

防火窗及嵌裝隔屏均為固定元件，不需常常保養，或許年度檢視確定所有框座牢固未位移及邊緣襯墊材未破損即可。日常清潔維護須注意不可造成玻璃裂隙或刮傷，尤其無鐵絲整片透明玻璃，可能會減損防火性能(遮焰)。

第四節 小結

綜合以上所述，可知當噴淋嵌裝玻璃系統一旦失敗的話，就是全然破壞破裂，反觀耐火嵌裝玻璃組件即使部分性能(遮焰性或隔熱性)失敗，仍然可以大致維持在原位置，所以至少抵擋住火焰與熱煙持續一段時間，由以上結論也可以理解為何國外建管及消防檢查人員對於耐火嵌裝玻璃組件感到較令人安心。

又根據國外實際經驗的比較結果，耐火嵌裝玻璃比起噴淋玻璃系統，可以節省撤水裝置等消防設備成本以及日後維護費用；如下列各點：

- 不會造成二次損失(噴水結果)
- 不需要維護保養費用(最初安裝正確的話)
- 不需要消防送水及電力系統
- 不需要火警警報裝置或探測器

第三章 國內外有關嵌裝玻璃防火規定

第一節 我國相關規定

一、建築技術規則

- (一)設計施工編第七十六條(防火門窗之構造)第二項第(二)款及第三項規定(如次所示)均將嵌裝鐵絲網組件視同為乙種防火門窗，此種規格式規定(Specification provision)屬於典型之認定合格法規(Deem-to-satisfy regulation)。

二、乙種防火門窗

(二)鋼鐵製或鋁製並鑲嵌鐵絲網玻璃者。

三、開口面積在 0.5 平方公尺以下，利用漆以防火性塗料之木料與鑲嵌鐵絲網玻璃製造之門窗得視為乙種防火門窗。

由上可知，法規中防火區劃牆之開口部凡允許使用乙種防火門窗者，按理皆可使用符合上述規定上嵌裝鐵絲網玻璃組件。

- (二)設計施工編第九十七條(安全梯之構造)第一項第(二)款、第二項第(三)款規定(如次所示)，允許室內、戶外安全梯出入口裝設嵌裝鐵絲網玻璃之乙種防火門。

第九十七條

一、室內安全梯之構造：

.....

(二)進入安全梯之出入口，應裝設安全門，其構造應符合甲種防火門或鑲嵌鐵絲網玻璃之乙種防火門，並不得設置門檻；

寬度不得小於安全梯之寬度。除供住宅使用者外，安全門應向避難方向開啓。

二、戶外安全梯之構造：

.....

(三)出入口應裝設符合甲種防火門或鑲嵌鐵絲網玻璃之乙種防火門規定之安全門，但以室外走廊連接安全梯者，其出入口得免裝設安全門。

(三)設計施工編第九十七條第二項第(二)款、第三項第(二)款規定(如次所示)允許嵌裝鐵絲網玻璃固定窗使用為外牆開口部防火設備(防火組件)。

第九十七條

.....

二、戶外安全梯之構造：

.....

(二)安全梯與建築物任一開口間之距離，除至安全梯之安全門外，不得小於二公尺，但開口面積在一平方公尺以內，並裝置鑲嵌鐵絲網之固定玻璃者，不在此限。

三、特別安全梯之構造：

.....

(二)樓梯間及排煙室，應設有緊急電源之照明設備。其開設採光用固定窗戶或在陽台外牆開設之開口，除開口面積在一平方公尺以內並鑲嵌鐵絲網玻璃之固定玻璃者外，應與其他開口相距九十公分以上，但在防火帶範圍內，不得開口。

第二項第(二)款係規定任一外牆開口至戶外安全梯安全門之最小安全距離應在二公尺以上，以免其他開口遭火災破壞時，向外噴出的火焰波及戶外安全梯安全門，但使用嵌裝鐵網玻璃之固定玻璃窗，且其面積小於 1 m^2 者，不受二公尺限制。此規定顯然未將輻射熱之影響考慮在內，倘該窗與安全梯門呈直角相鄰又僅距離 50 公分的話，則該門室外側恐有受到嚴重加熱之虞，防火門可能變形卡住不易由內開啟，又或導熱造成室內側人員推門時不察而受到灼傷。

第三項第(二)款係規定室內特別安全梯間及排煙室倘有一面為鄰接室外牆，其設採光用固定窗，或在陽台外牆設窗戶，必須使用面積小於 1 m^2 之嵌裝鐵絲網玻璃組件，且與其他開口須相距 90 公分以上，但在防火帶內，又不得開口。此規定同第二項第(二)款，為採光理由允許安全梯周壁(應為防火構造)有鄰接室外之開口，但面積有限制且限用乙種防火窗(嵌裝鐵絲網玻璃者)，同時顧慮鐵絲網玻璃只能隔阻火焰，無法阻擋熱輻射，所以有在防火帶內不許開口之限制。以上規定均係民國 63 年訂定，依當年玻璃材料水準，這樣的規定並無不妥，惟目前已感不合時宜，試問如採用隔熱型乙種防火窗或甲種防火窗，其面積大小、安全距離又應如何規定，倘一視同仁皆按原規定辦理，則新防火材料即難有應用空間，豈不引致國外及國內業者對我國建築法規批評缺乏彈性，且防火安全水準未及國際，因此這些規定實有必要予以修正。

(四)設計施工編第九十七條第三項第(四)款規定(如次所示)，僅要求樓梯間與排煙室間之室內窗戶應為固定窗，而未規定構造、面積、性能等級(甲或乙種)。

第九十七條

.....

三、特別安全梯之構造

.....

(四)樓梯間與排煙室或陽台之間所開設之窗戶應為固定窗。

本條文雖未規定防火性能等級，但按理特別安全梯周壁須為防火構造，所以任一面牆之開口設固定窗均須使用防火窗，如比照上述其他條文，應使用嵌裝鐵絲網玻璃之乙種防火窗。此條文與上述其他條文宜朝功能式規定修正，有關條文可參考美國最新國際建築法規(International Building Codes)規定。

(五)設計施工編第四十五條(外牆設置開口之限制)第二、三項規定(如次所示)外牆距離境界線(Property line) 1 公尺以上，或開口使用玻璃磚砌造者始可設置開口；又鄰棟間或同幢建築物相對部份外牆應有安全距離，但使用玻璃磚砌造者不受限制。

第四十五條

.....

二、緊接鄰地之外牆不得向鄰地方向開設門窗、開口及設置陽台，但外牆或陽台外緣距離境界線之水平距離達一公尺以上時，或以不能透視之固定玻璃磚砌築者不在此限。

三、同一基地內各幢建築物間或同一幢建築物內相對部分之外牆開設門窗、開口或陽台，其相對之水平淨距離應在二公尺以上；僅一面開設者，其水平淨距離應在一公尺以上。但以不透視之固定玻璃磚砌築者，不在此限。

上述外牆開口部設置規定係基於防止鄰近建築物間火災延燒發生，但所訂定安全距離（第二項規定之一公尺，第三項規定之二公尺）似乎不足夠。此外，使用玻璃磚砌造開口部，依國外試驗結果顯示，具有一小時完整遮焰性能及半小時隔熱性能，所以轉換成我國防火門窗、防火外牆性能規定的話，玻璃磚構造等於一小時防火時效(甲種)防火窗，或者半小時防火牆。倘玻璃磚造使用於外牆為承重牆或防火帶內非承重牆，因防火時效規定為一或二小時(參見設計施工編第七十條)，所以其面積大小應有所限制；又如外牆為防火帶外非承重牆，因防火時效規定半小時，所以其面積可不加限制，又倘若室內分間牆開口部使用玻璃磚砌築者，宜視為甲種防火固定窗，並須對面積大小有所限制。

二、中國國家標準

(一)防火門試驗法—CNS 11227【建築用防火門耐火試驗法】

1. 加熱等級分為 30 分鐘、1 小時、2 小時防火時效。
2. 試驗項目分加熱試驗(加熱時間從上述等級擇一進行)及衝擊試驗(加熱試驗後立即實施)。
3. 測定性能分遮焰性、穩固性及隔熱性。
4. 測試結果符合遮焰性及穩固性合格基準者，判定為 B 種防火門，即非隔熱型防火門，若連隔熱性合格基準亦符合者(背溫低於 260°C)，則判定為 A 種防火門，亦即隔熱型防火門。
5. 依我國內政部解釋函(令)60A、60B、120A 及 120B 等級之防火門視同建築技術規則所定之甲種防火門，30A 及 30B 等級防火門則視同乙種防火門。
6. 衝擊試驗係以 10kg 砂袋施加於直立之試體受火面。

(二)防火牆試驗法—CNS 12514【建築物構造部分耐燃性試驗法】

1. 防火牆加熱等級分為 30 分鐘、1 小時、2 小時防火時效等。
2. 試驗項目分為加熱試驗(從上述加熱等級擇一進行)及衝擊試驗(加熱後進行)。
3. 測試性能有遮焰性、穩固性及隔熱性，三者性能之合格基準均分別達到者，始判定合格。
4. 衝擊試驗係以鐵製重錘(重量因試體選擇加熱等級而異)施加於水平置放之試體受火面。
5. 防火牆隔熱性合格基準為背溫不得超過 260°C，此防火牆必要條件，此點不同於防火門性能規定。

(三)CNS 3288【金屬網(或線)入板玻璃】

1. 參考日本 JIS R 3204 (1994)於 87 年 12 月 29 日修訂制定，為我國唯一防火玻璃有關標準。
2. 防火性(僅金屬網入玻璃)測試性能有遮焰性及穩固性，均分別達到合格基準，始判為合格。
3. 試驗方法有 60 分鐘加熱試驗(基本上比照 CNS 11227 規定)及 3kg 砂袋衝擊試驗。
4. 試體尺寸一律 1800(長)×900(寬)mm。

(四)防火窗試驗法

中國國家標準尚未訂定專屬試驗法，惟目前營建署指定防火窗試驗法暫以 CNS 11227 防火門試驗實施，此規定與多數其他國家亦多採防火門、窗相同試驗法方式辦理，所以我國依此原則並無不妥，惟衝擊試驗似乎對玻璃過於嚴苛，確有進一步檢討之必要。

第二節 日本相關規定

一、建築基準法施行令、施行規則

由於我國建築技術規則主要考日本法規制定，所以建築基準法施行令、施行規則中有關嵌裝玻璃規定大致與我國類似。

二、建設省告示

依日本建設省告示(相當於我國內政部部令或解釋函令)有關規定，嵌裝玻璃無論應用於防火門或防火牆上均須比照進行防火測試(必須在建設省指定試驗機構進行)，然後送評定機構(日本建築中心)審核，最後由建設大臣核發認可書後方能正式使用在建築工程。若干主要相關告示如次：

- (一) 防火門視窗、框構全玻璃防火門、防火窗依**建設省告示第 1125 號**規定測試。
- (二) 防火牆、玻璃磚構造、落地全玻璃防火分間牆依**建設省告示第 2999 號**規定測試。
- (三) 防煙防火捲門一般許可寬度為 5 公尺，倘併設鐵絲網玻璃固定幕，捲門寬度可放寬為 8 公尺(**建設省告示 2564 號**)。

日本對於防火門、窗等防火設備(組件)之性能要求，一直以來較注重遮焰性，此由第 1125 號告示之試驗規定未將非曝火面溫度規定列入可揣知。又其衝擊試驗係使用 3kg 砂袋施加於試體未曝火面(試體不須卸下而直接進行衝擊)，不同於 JIS A1311 防火門試驗法所採用 10kg 重砂袋(同我國 CNS 11227)，可見日本建築主管機關認為較大的衝擊力量未必合理。

第三節 美國相關規定

一、統一建築法規(UBC)

美國境內三大建築法規(UBC、NBC、SBC)以遵守採用統一建築法規的範圍最廣，因此，某程度上 UBC 已成為美國主流法規。以下摘舉其中嵌裝玻璃有關規定：

- (一) 防火門嵌裝玻璃面積，依防火門使用場所、防火時效而定；
3 小時防火門不准裝設玻璃開口；1 小時或 1.5 小時防火門最大玻璃面積 645 平方公分，且一邊尺寸至少 10 公分；45 分鐘防火門最大玻璃面積 0.84 平方公尺。
- (二) 室外防火牆之防火窗開口面積限制 7.8 平方公尺以下，且長、度不得超過 366 公分。
- (三) 室內防火牆之防火窗面積依測試面積、尺寸而定。
- (四) 防火試測依 UBC Standard 7-2(防火門)及 UBC Standard 7-4(防火窗規定辦理)。

二、國際建築法規(IBC)

為因應國際上主要經濟競爭國家或地區之建築法規改造趨勢(歐洲及日本之建築法規朝性能式法規轉移發展)，美國三大法規制定團體(ICBO、BOCA、SBCC)於 1996 年開始進行整合工作，1998 年底完成新法規(IBC)初稿，經多次公開討論、修正，業於 2000 年(本年)正式發布，預計美國全國各州將陸續改採整合後的新法規。以下摘舉嵌裝玻璃有關規定：

- (一) 防火門嵌裝鐵絲網玻璃面積限制，依表 3.1 所示。

表 3.1 美國建築法規有關嵌裝玻璃面積限制規定

開口部防火時效	最大面積 (cm ²)	最大高度 (cm)	最大寬度 (cm)
3 小時	0	0	0
外牆之 1.5 小時防火門	0	0	0
1 及 1.5 小時	645.2	83.8	25.4
45 分鐘	8361.8	137.2	137.2
20 分鐘	不限	不限	不限
防火窗組件	8361.8	137.2	137.2

(二) 防火門上之防火嵌裝玻璃須符合 NFPA252 測試規定，惟走廊及防煙阻體上的門，其嵌裝玻璃須符合 NFPA 257 測試規定。

(三) 防火門、窗組件若用非鐵絲網玻璃嵌裝者，其面積限制另依照 NFPA 80 規定辦理。

(四) 室內防火窗組件限使用於最高 1 小時防火時效之防火分間牆及防火阻體(Fire barrier)，該窗總面積須不得超過居室正常牆壁面積的 25%。

(五) 室外防火窗組件防火時效依外牆開口部保護所需防火等級而異；

2 或 3 小時防火時效外牆→使用 1.5 小時以上防火窗

1 小時防火時效外牆→使用 45 分鐘以上防火窗

(六)防火窗認定合格規定

以 1.2mm 厚鋼板成型窗框嵌裝 6.35mm 鐵絲網玻璃，卻認定為 45 分鐘防火時效防火窗(面積限制同表 3.1)。

(七)防火分間牆、防火阻體上之防火嵌裝玻璃須符合 NFPA 257 測試基準規定。

三、防火試驗標準

美國防火試驗標準向來為各國參考對象，近年來國際上耐火性試驗性調和步調加速，ISO (國際標準化組織)及 CEN (歐洲標準委員會)均強力推動標準調合，目前為止國際標準(ISO)與歐洲標準(EN)已大體上漸趨一致，而不少歐洲國家的標準亦直接採用 ISO 或 EN 標準。另外，日本數年前積極進行防、耐火試驗法國際調合研究，配合本年新法規實施，新的試驗法已採行 ISO 標準。因此，美國有感於防火材料產業的國際版圖正面臨改流失的危機，近年來積極參與 ISO 活動，亦將 ISO 標準的試驗觀念、技術引進至美國標準，例如從過去試驗加熱爐之壓力維持常壓修改為上方部分微正壓，採用 ISO 量測溫度的熱電偶及量測爐壓的 ” T ” 型或直管式 sensor，性能基準增加棉花盤(Cotton pad)等 ISO 部分規定。以下最新出版的試驗標準可提供詳細內容。

1. ASTM E 2074-00 門組件防火試驗之標準試驗法
— 包含側吊鉸鏈及天地鉸鏈推開門組件之正壓試驗
2. ASTM E 2010-99 窗組件正壓防火試驗之標準試驗法
3. NFPA 252-99 門組件防火試驗之標準方法
4. NFPA 257-96 窗及玻璃磚組件之防火試驗標準

第四節 英國相關規定

一、建築規則認可規範 (Approved Document B for Building Regulation)

英國建築法規依不同邦國而異，不過彼此雷同性極高。一般以英格蘭及威爾斯之建築規則為代表，以下從中摘舉相關規定：

- (一) 使用於防火周壁及防火門之嵌裝玻璃，倘具遮焰完整性(Integrity)，必須依不同的場所限制其玻璃面積大小。
- (二) 倘玻璃兼具遮焰完整性及熱絕緣性(Insulation)，除特殊場所外，其玻璃面積(數量)得不受限制。
- (三) 使用在逃生路徑並分隔走廊之防火防煙門，或懸掛式且允許雙向開啟之防火門必須裝設視窗玻璃。
- (四) 依法規規定，防火門嵌裝玻璃(視窗或全玻璃門)及防火窗須經測試合格，其方法依據英國標準 BS476: Part 20-22 進行。由於近幾年內英國標準協會(BSI)一直主動積極參與 ISO 及 EN 標準制定，因此 BS 標準可說是 ISO 及 EN 的英文版本標準，不論試驗技術、試驗裝置、性能基準、判定規定等均幾乎一致。

二、英國標準

(一) BS 476: Part 20-22

本標準為防火測試標準，亦可說是 ISO 或 EN 標準的參考藍本；本研究主持人於數年前草擬我國 CNS 11227 修訂建議稿時，所參考的外國標準之一即包含 BS 476: Part 20-22。不過 BS 與 CNS 有幾處明顯不同之處，這些差異正也是為何 BS 認可的防火產品未必能通過本國 CNS 標準，反之亦然；以下摘要說明之。

1. BS 使用棉花盤及穿洞量測計測定遮焰性，CNS 則無。
2. CNS 在加熱試驗後就進行衝擊試驗，BS 無。
3. BS 之隔熱性能基準係背面溫度平均值不得超過試驗起始溫度 140°C，任一點最高值不得超過試驗起始溫度 180°C；倘以台灣夏季氣溫 35°C 為起始溫度，則背面溫度平均值須小

於 175°C，最高值須小於 215°C，如此比起 CNS 規定之背準值 260°C 還低攝氏數十度。

(二)BS PD 6512: Part 3 (1987)

本標準提供防火試驗條件下玻璃性能相關指導，並提示一些耐火嵌裝玻璃設計上應考慮的因子。

(三)BS 5588

為一系列不同使用目的型態建築物之防火技術規範。避難安全的設計規定不少須參照本標準規定，例如非隔熱型耐火嵌裝玻璃組件無法對輻射熱有所防護，因此 BS 5588 建議在建造防火保護逃生通道(Protected escape route)時須限制其使用行為；例如可能要求限制基準面積之總比率，或者其應用將有所限制，不論全面或地面以上 1.1 公尺以內部分。為降低鄰近地板或地板覆蓋物(如地毯)之引燃危險性，非隔熱防火嵌裝玻璃在防火構造中應設在地板以上 100mm 以上位置。

第五節 新加坡有關規定

一、建築防火安全規範(Code of Practice for Fire Precautions in Building)

- (一) 分界牆不得使用玻璃防火牆。
- (二) 防火區劃牆原則上不得使用防火玻璃，惟經主管機關核可者不受此限。
- (三) 通往安全梯及防煙／防火昇降梯廳之防火門須裝設視窗玻璃。該玻璃開口面積不得超過 450cm²，且寬度至少 15cm。其要求條件有二：

- 具有與防火門同等防火時效，且遇熱仍須保持透明。
 - 視窗下邊不得低 120cm 立置，上邊不得高於 1700mm 位置。
- (四) 旅館飯店之室內走廊應設防煙阻體，一般使用阻煙門(smoke check door)，每片門扇須有至少 25%面積的透明玻璃視窗，但一般玻璃門除外。
- (五) 逃生通道上全玻璃頂窗(Transom)及防火隔屏(Screen)屬於固定組件，比照防火牆認定性能，而通道門為活動組件，比照防火門認定其性能。

第六節 紐西蘭相關規定

- 一、建築規則認定規範 C (Approved Document C for Building Code)
- 紐西蘭建築規則近幾年已朝性能化邁進，尤其防火安全方法規可謂領先群國；其法規改造並非完全革命，重新新規則，而是保絕大多數原有規則條文，並將之轉換成認定合格規定，除該規定外，尚允許性能設計法或防火工程手法之使用。從這些認定合格規定中可獲得不少嵌裝玻璃規定，摘述如次：
- (一) 防火門上嵌裝玻璃必須是防火玻璃，防火性能應與該防火門相同(符合防火門設置場所開口部性能規定)。
 - (二) 隔熱等級防火門若使用非隔熱視窗玻璃，倘能符合 NZS 4232 相關規定，其隔熱性能不須降低。
 - (三) 防火玻璃倘符合隔熱等級防火性能，其任何尺寸及位置均可使用。
 - (四) 用於醫療院所及戒護場所及舞台前牆(Proscenium wall)者另有特別限制規定。

- (五) 通往進入出口通道之嵌裝玻璃門必須具有與牆同等耐火性能(遮焰完整性)及防火時效。
- (六) 下列情況之一，設置於逃生路徑之防火門應有視窗玻璃：
1. 門為懸掛式雙向開啟者(某些場所允許雙向開啟)，或
 2. 通往進入或設在出口通道上的門，或
 3. 供逃生路徑用走廊分隔門。
- (七) 防煙走道(Protected path)之嵌裝玻璃不一定須具耐火性能，但須具有阻煙能力。
- (八) 安全走道(Safe path)之嵌裝玻璃須具耐火性能。
1. 玻璃尺寸限制參照 NZS 4232 圖 D 規定。
 2. 玻璃與走道間距參照 NZS 4232 規定。
 3. 玻璃與玻璃間隔須為較大玻璃長度之 2 倍以上。
 4. 單一安全走道不得於高度 2m 以下位置裝設嵌裝玻璃。

第四章 嵌裝玻璃之性能基準

第一節 性能基準(Performance criteria)

目前各國對於耐，嵌裝玻璃應具備何種性能，因各國建築法規及試驗標準不同尚無完全一致的基準規定，不過大體上在耐火性能指標項目上各國所考慮的大同小異。依據最新的歐洲標準—pr EN 351: Part 1 Classification of Fire Resistance of Transparent or Translucent glass products (透明或半透明玻璃產品之耐火性分類)，其所歸納列舉的耐火性能指標概已集各國大成；其區分耐火性能為六項指標性能：

一、R 級：承重能力(Load bearing Capacity)

構造元件抵抗火災加熱，單面或多面受火，並持續至一定時間而無任何損失結構安定性的能力。

二、E 級：完整遮焰性(Integrity)

具有分隔用途之構造元件抵抗單面曝火加熱，而無火燒穿透至非加熱側的能力；顯著火焰或熱氣由受火側穿透至非受火側的結果，往往會引起非受火側表面或任一緊鄰該表面之材料著火。

三、W 級：低熱輻射性(Reduction of radiation)

具有分隔用途之構造元件抵抗單面曝火加熱持續至一定時間的能力，而在其前方定點量測之輻射熱低於特別標準。

四、I 級：隔熱性(Insulation)

構造元件抵抗單面曝火加熱，而未讓顯著熱傳道從加熱側至非加熱面，而引起非加熱面表面或任一接觸該表面之材料著火之能力；以及形成熱的阻隔體充分保護接近構造元件的人員持續至一定時間的能力。

五、S 級：阻煙性(Smoke control)

構造元件降低熱或冷煙氣由一側通至另一側的能力。

六、I 級：自行關閉性(Self-closing)

構造元件在火或煙發生時會自動關閉開口部的能力(不論在每次開啟之後或發生火災時)。

其中與防火區劃保護較有關的性能為遮焰性(E 級)、低熱輻射性(W 級)及隔熱性(I 級)，而與人員避難安全較有關的性能則為阻煙性(S 級)及自行關閉性(I 級)。目前英國、紐西蘭、澳洲、新加坡等英協國家在建築法規中概已有配合構造元件使用位置、場所面要求適當不同的性能指標，此種功能性法規規定，讓各種防火材料的特性能配合法規中合理的規劃設計(因地制宜的作法)達到兼顧防火安全及節省成本的雙重目標。我國建築法規未來倘朝向性能化發展，則對防火區劃各構件之性能要求，應採因地制宜的彈性規定。

中國國家標準目前兩項耐火試驗法 CNS11227【建築用防火門防火試驗法】及 CNS12514【建築物構造部分耐燃(火)檢驗法】有關合格基準歸納起來，概屬於遮焰性、隔熱性及穩固性(Stability)，如表 4-1 所示。

表 4-1 中國國家標準耐火試驗法性能基準

耐火性能	合格基準
遮焰性	<ul style="list-style-type: none">● 未產生通達試體背面之火焰及裂縫(CNS11227/CNS12514)● 試體背面未產生燃燒火焰(CNS11227/CNS12514)● 加熱終 10 鐘後不得有殘留火燼(CNS12514)
隔熱性	<ul style="list-style-type: none">● 背面溫度未超過 260°C (CNS11227-B 種門/CNS12514)
穩固性	<ul style="list-style-type: none">● 未產生不利防火性能、強度之變形、破壞、脫落、剝離 (CNS11227/CNS12514)● 衝擊後未貫通、破壞、脫落、鬆開(CNS11227/CNS12514)● 無顯著反曲或撓度變化(CNS11227)

以上性能基準倘與其他國家標準或國際性標準相比較，可發現各標準在遮焰性項目上採用「無貫穿，焰及裂縫」、「試體非加熱面無燃燒及火焰」兩項基準，而在隔熱性及穩固性上我國與國際性標準有明顯差別，以下謹就比較後不同之處列表說明如表 4-2。

表 4-2 各國耐火試驗標準有關性能規定不同之處

標準	遮焰性	隔熱性	穩固性
CNS11227(門) CNS12514(窗)		背面溫度限制：260°C	衝擊試驗(例如門以 10kg 砂袋衝擊)
ISO 834(牆) ISO 3008(門) EN1363: Part 1(玻璃) Bs 476: Part 20, 22	棉花盤試驗	背溫限制： 室溫+140°C(平均) 室溫+180°C(最高)	
NFPA 252-99(門)		背溫限制：139, 250 或 361°C(前 30 分鐘)	消防水管噴水試驗(衝擊力 26.2kg)
NFPA 257-97(窗)		非曝火側輻射熱距離(距離 1.8m 處)	同上
ASTM E 2074-00(門)	棉花盤試驗	背溫限制：139, 250 或 361°C(前 30 分鐘)	同上
ASTM E 2010-99(窗)			同上
EN1363: Part 2(玻璃)		非曝火側輻射熱(距離 1m 處)：15kw/m ²	

第二節 耐火試驗結果

一、試體材料

(一)玻璃：菱形鐵絲網入玻璃(6.8mm 厚)、整片透明玻璃(塗膜超強化玻璃)(6mm 厚)，膨脹型積層膠合玻璃(21mm 厚)等三種防火玻璃。

(二)金屬框架及耐火填縫材。

(三)試體組裝構法參考 CNS3288 R2063，如圖 4-1 所示。

二、加熱試驗

(一) 加熱爐：立方型爐，使用柴油燃燒器，曝火面積 1.6×1.6m。

(二) 加熱溫度：依據 CNS11227 耐火加熱曲線，該曲線與日本 JIS 曲線相同，而與 ISO 曲線極相近。

(三) 加熱時間：預定 60 分鐘(防火時效 1 小時加熱等級)。

三、量測項目

(一)非曝火面溫度(背溫)：以定點貼上鋼箔、熱電偶量測外，另以移動式熱電偶(Roving thermocouple)隨時量測其他位置任何構材之表面溫度。

(二)非曝火側輻射熱：在非曝火側距離玻璃 30、60 公分處量測輻射熱通量(radiant heat flux)。

輻射熱量測距離選擇 60cm，係考量國內建築法規規定走廊淨寬度最小為 1.10 公尺(設計施工編第 92 條)，假設走廊一側設置嵌裝玻璃，則人員步行在走廊通過該玻璃區時可能採輕微側身姿勢通過，則其肩膀與玻璃之距離約在 60cm；又量測 30cm 距離處，係假設兩人同時通過玻璃區時，其中一人肩膀可能與玻璃相距約 30cm。

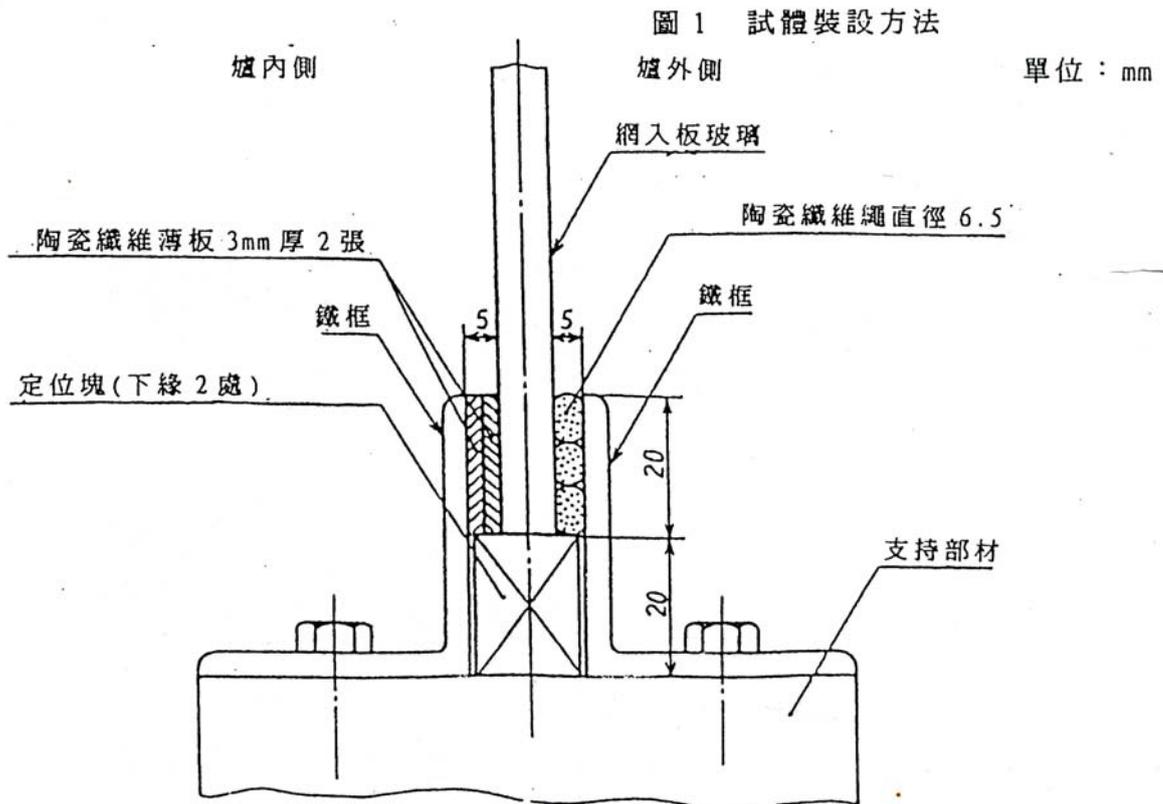


圖 4-1 嵌裝玻璃試體組裝示意剖面圖

依國外標準，量測輻射熱距離多選在玻璃試體正前方 1.0m 處，或 NFPA 257-96 則設定距離 1.8m(6ft)。從實驗技術上選在何種距離可依標準或研究需求而定，不過欲轉換不同距離的熱輻射量，可從各別距離對應之輻射配置因子(Radiation configuration factor)之比率換算。輻射配置因子可從下式

計算求得：

$$\phi(\alpha, S) = \frac{1}{2\pi} \left[\sqrt{\frac{\alpha S}{1+\alpha S}} \times \tan^{-1} \sqrt{\frac{\alpha/S}{1+\alpha/S}} + \sqrt{\frac{\alpha/S}{1+\alpha/S}} \times \tan^{-1} \sqrt{\frac{\alpha S}{1+\alpha/S}} \right]$$

其中 S = 輻射體（玻璃開口部）之高度與寬度之比率

$$\alpha = \frac{\text{輻射體面積}}{(\text{測點到輻射體之距離})^2}$$

四、試驗結果

截至目前已完成八次試驗，其結果如表 4-3 所示。從中概可觀察到若干初步結果。

表 4-3 不同型式、尺寸玻璃耐火試驗結果

編號	玻璃型式、尺寸(cm)	玻璃厚度(mm)	非曝火面最高溫度(°C)	非曝火側最高輻射熱通量(60cm處)(KW/m ²)	衝擊試驗
1	LG 100×100	17	580	4.1	合格 (裂隙未貫穿)
2	TG 33×33		800	(未測量)	失敗
3	TG/AG/TG/AG/ TG-T層中空 63×63	30	760	14	未衝擊，但試驗 後自爆破裂
4	WG 30(W)×120(H)	6.8	830	25	失敗
5	LG 100×100	21	100	3.5	合格
6	WG 40(W)×90(H)	6.8	830	22	失敗
7	WG 30×30	6.8	820	2.6	失敗
8	TG 60×60	6	400 (距離表面1cm以內)	24	合格

註：L G = 膨脹型積層膠合玻璃； T G = 透明強化防火玻璃
W G = 菱形鐵絲網玻璃； A G = 空氣層(Air gap)

(一) 非隔熱型玻璃(WG 或 TG)之非曝火面所傳導或釋放的輻射熱通量及表面上昇溫度確實已達到引起人員受傷及引燃可燃物的危險程度。

(二) 隔熱型積層膠合 AG(LG)倘安裝施工不良，會導致曝火側 AG

提前破裂而影響整體玻璃的防火性能表現。編號 1 試驗結果，試體中央處附近因各層玻璃提早破裂、擠壓、熔化，致厚度在加熱 40 分鐘後逐漸變薄，所以中央處背面溫度在加熱 60 分鐘後達到 580°C。

- (三) 數層非隔熱型玻璃中間插入空氣層複合而成的中空玻璃，對降低輻射熱有不錯改善效果，但對熱傳導造成的背面溫度上昇則效果不彰。
- (四) 玻璃經加熱試驗後之耐衝擊性因玻璃構成型式而異，經由整片玻璃強化或多層玻璃構成方式較能在高溫下抵抗外來衝擊力。

以上各編號的試驗結果另請詳見附錄所附之試驗紀錄等圖表資料。

第五章 建議事項與結論

第一節 法規及標準增修訂之建議

一、建築技術規則

綜合以上研究資料整理心得及試驗觀察結果，對於建築設計施工有關應用嵌裝玻璃防火安全規定，擬建議增修訂的內容原則如下所述。

- (一) 第一章(用語定義)建議增加「嵌裝玻璃」、「防火窗」等技術用語；其定義參考美國 NFPA、IBC 及歐洲標準。
- (二) 設計施工編第四十五條【外牆設置開口之限制】建議訂定功能式規定，從鄰棟建築物延燒危險的防止手法檢討外牆防火性能要求(涉及第七十條規定)及以開口部面積大小、相對位置、防火間隔距離等設計基準，進而訂定開口部防火組件(防火設備)的性能基準。例如參考美國 NFPA 80A、紐西蘭建築規則及 NES4232 等規範。
- (三) 設計施工編第九十一、九十七條有關直通樓梯、安全梯出入口設置防火門規定，建議參照國外法規增加瞻視窗設置規定，以提昇人員避難安全，其面積、位置限制規定參考美國、紐西蘭法規規定。
- (四) 建議增加防火牆上防火窗使用規定，對其面積限制採功能性及彈性規定；亦即依嵌裝玻璃之之焰性及隔熱性決定面積大小。
- (五) 建議增加玻璃磚砌造組件(Glass brick or block assembly)之使用規定。由於玻璃磚不似防火玻璃型式種類多，其構成特性較趨相似，因此建議可考慮將玻璃磚砌造組件認定為半小時

防火時交非承重防火牆或者甲種(一小時防火時效)防火組件。

- (六) 建議增加連接安全梯、直通樓梯之走廊通道牆避開設固定式防火窗規定，其防火性能應比照牆壁、嵌裝玻璃面積及最大長度、各窗之間距等規定，可參考紐西蘭建築法規及標準 NES 4232 規定。

以上增修草案條文預定整理後以對照表格式附於本報告附錄。

二、中國國家標準

- (一) 建議增訂防火窗防火試驗法：根據目前 CNS11227 內容架構，參考 ASTM E2010-99、NFPA257-96 及 ISO3008 相關規定，研擬與國際性標準調和的新標準(有關草案預定於本報告附錄中補充)。
- (二) 現行金屬網入玻璃標準(CNS3288 R2063)之防火性試驗法與 CNS11227 部分內容有出入，建議參照日本模式予以調整，例如，將 CNS11227 的衝擊試驗砂袋修改為 3kg 重。
- (三) 建議 CNS11227 及新訂防火窗標準增加非曝火側輻射熱測定法。

第二節 結語

- 一、嵌裝玻璃組件因具有採光、建築美感等優點特性，常為建築師規劃設計使用於防火區劃構件系統中，雖嵌裝玻璃替代其他構造系統，但不得顯著減低整體防火區劃的防火性能。
- 二、嵌裝玻璃組件在應用方面，主要區分為牆、門、窗三個主要場合之使用，配合所鑲嵌裝開口部防火性能規定，耐火嵌裝玻璃之性能基準亦不同；惟最終防火功能目標在於增進人員安全保護及減少易燃

物引燃之危險度。

- 三、非隔熱型防火嵌裝玻璃之使用應謹慎考量輻射熱作用的問題，宜配合性能防火法規之發展，制度採用防火工程計算手法的規定，合理有效規範嵌裝玻璃的開口部面積及安全間隔距離。
- 四、儘速增修訂其國際性標準調合的測試方法，可減少建法規與檢驗規定配合不佳的情形。
- 五、倘完成本研究報告所提議建築法規及中國國家標準增修訂建議事項，將有助於嵌裝玻璃系統在常前主要建築工程(如高科技電子廠房、大型購物中心、大型中庭挑高建築物、大型醫院)之應用既美觀又安全。

參考文獻

中文部分

1. 台北市玻璃商業同業公會，《玻璃設計與施工技術彙編》，民國八十八年六月。
2. 周智中、雷明遠，《建築用防火門相關法規及標準研修之研究》，內政部建築研究所，民國八十五年七月。
3. 雷明遠，《建築用防火門之設計應用與測試技術》、《防火耐材料設計、製程、測試及工程應用研討會》，民國八十八年十一月。

外文部分

1. 日本サッシ協會，1997，《ガラス入り甲種防火戸：運用指針/安全設計指針》。
2. 日本建築學會，1991，《建築工事標準仕様書，同解説 JASS 17》
3. 菅原進一，1990，《防火戸性能評價関連歐米調査概要》，災害科學研究會。
4. Alec M. -Y. Lei, 2000, "Performance Criteria of Fire Resistant Glazing", in Proceeding of the Symposium on fire research Development and Application in the 21st Century, Taipei, Taiwan, R. O. C.
5. Loss Prevention Council, 1990, 《Design Guide for the Fire Protection of Building》.
6. Shields T. J. and G. W. H. Silcock, 1983, 《Building and Fire》, p. 51-57, Longman Science & Technical.

7. Morris B., 2000, “Glazing for Compartmentation”, in Proceeding of workshop on Fire Safety Engineering Principles, Taipei, Taiwan, R.O.C.

附錄一 耐火試驗結果

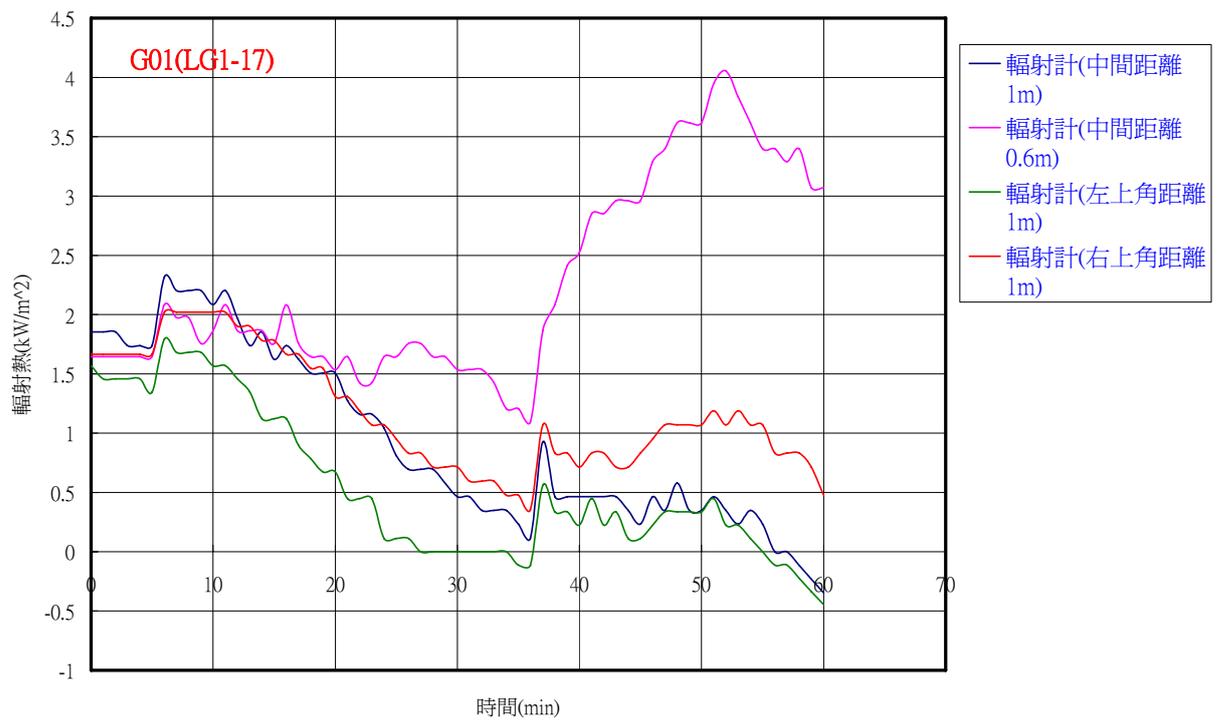
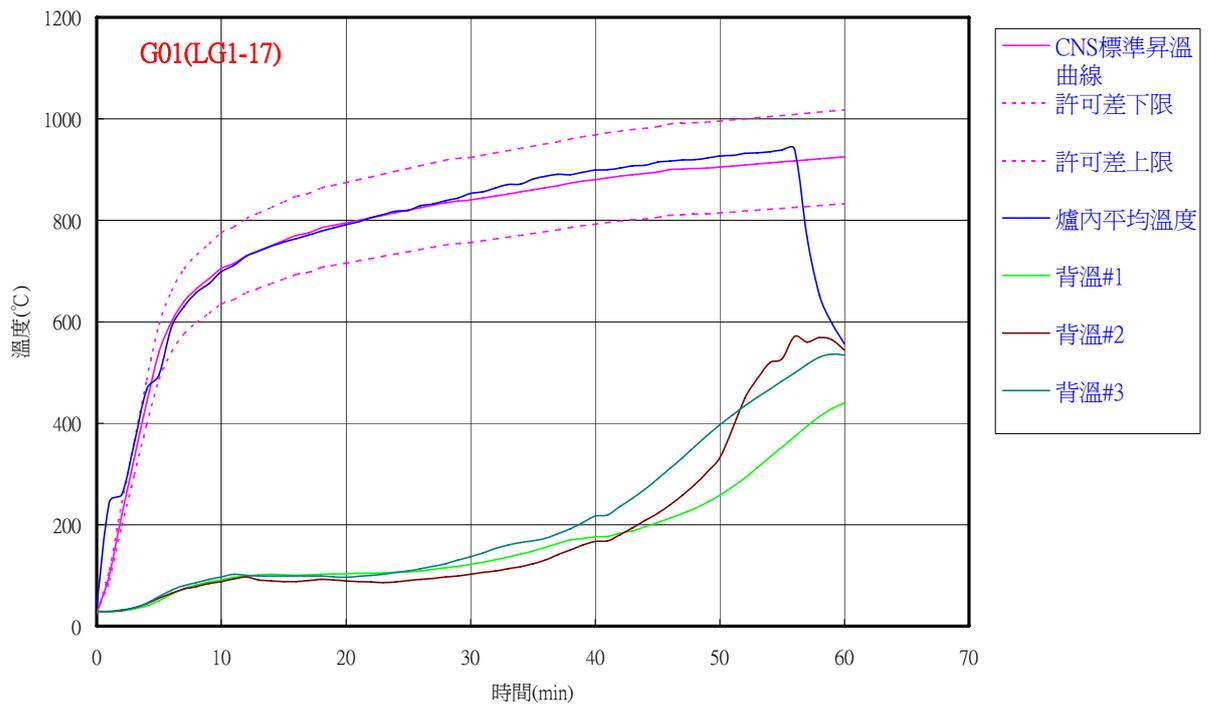
- ◆ 試驗記錄表
- ◆ 試體非加熱面溫度
- ◆ 試體非加熱側輻射熱
- ◆ 試驗照片

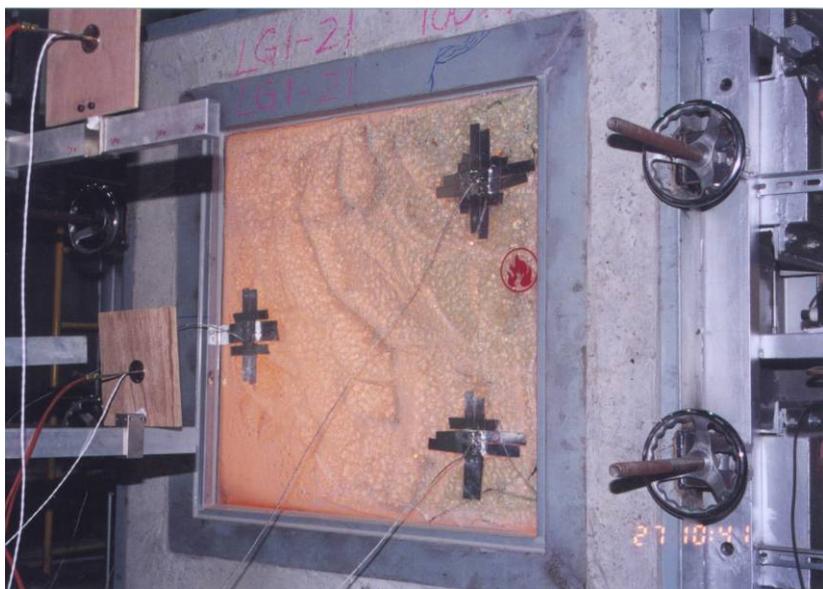
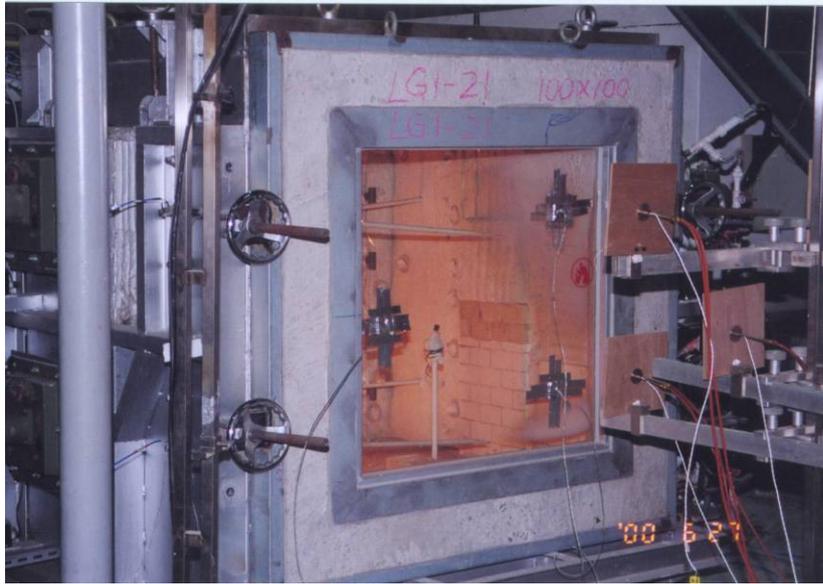
內政部建築研究所防火實驗室

嵌裝玻璃防火試驗紀錄

試驗編號:G01

試驗日期：	89年6月27日	
起始時間：	上午10:30	
停止時間：	上午11:26	
預計加熱時間：	60 min (實際加熱 56 min)	
環境溫度/濕度：	31°C /RH65%	
玻璃編號	LG 1-17 (Pyrobel)	
試體尺寸	100×100 CM	
開口尺寸	96×96 CM	
試驗人員	雷明遠、蔡銘儒、吳志強、黃秀蓉、羅振堂	
觀察紀錄	時/分/秒	現象
	10:34	玻璃出現破裂聲，右上角開始白化（曝火面玻璃開始破壞）
	10:36	內層轉黃
	10:41	右下角表面玻璃開始破裂
	10:45	非曝火面全部破壞，內層轉白
	10:49	曝火面玻璃軟化
	10:50	上、右、下邊 silicon 條脫離
	10:59	Roving T/C 測熱氣（白煙） 39~41°C
	11:03	下邊縫冒白煙 70°C
	11:06	曝火面玻璃熔化流失
11:24	可見微小貫穿孔隙及火星	





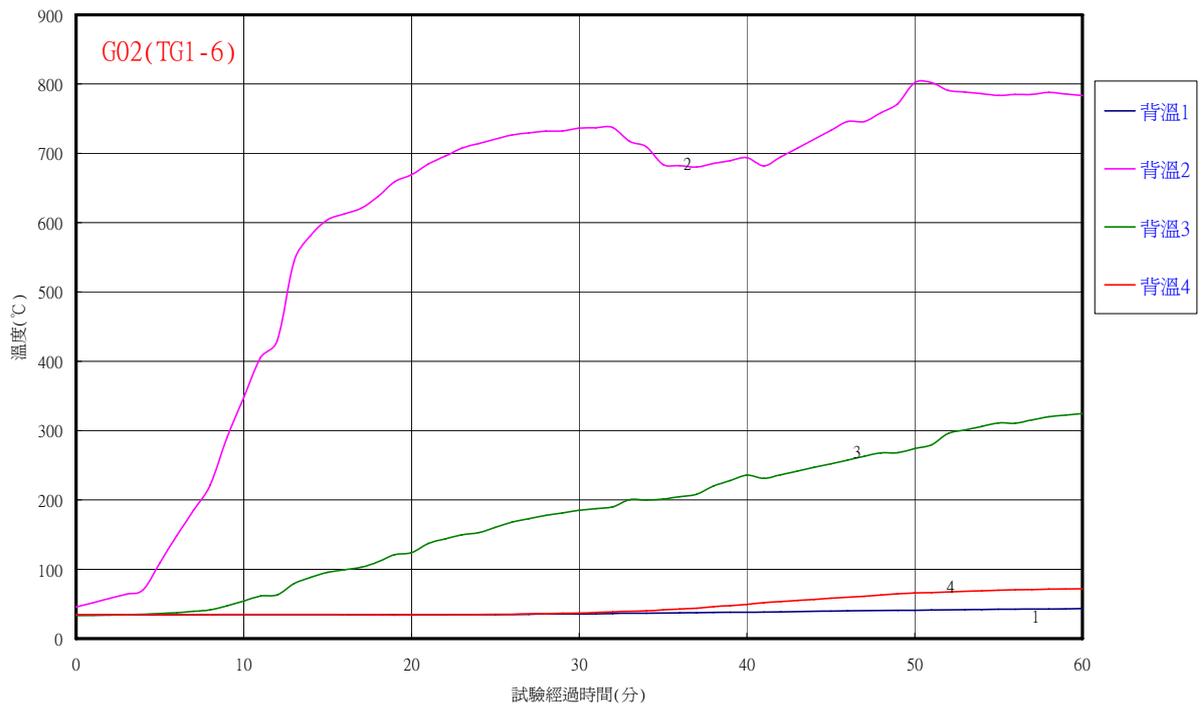


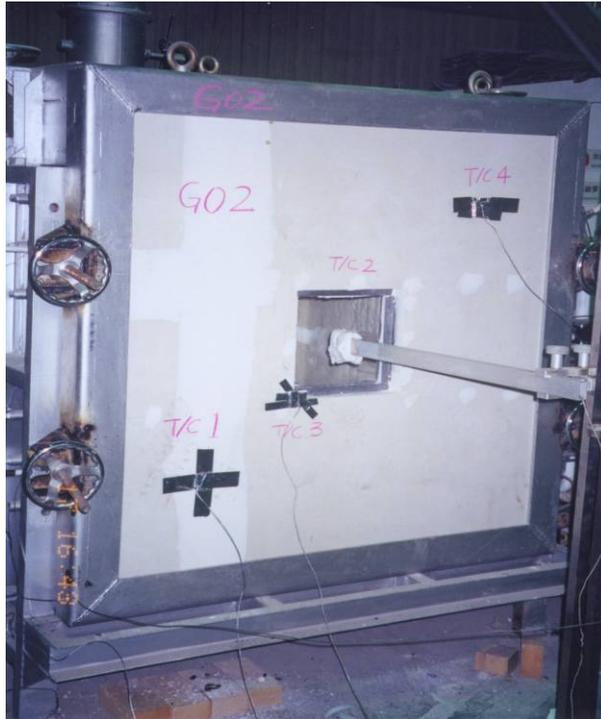
內政部建築研究所防火實驗室

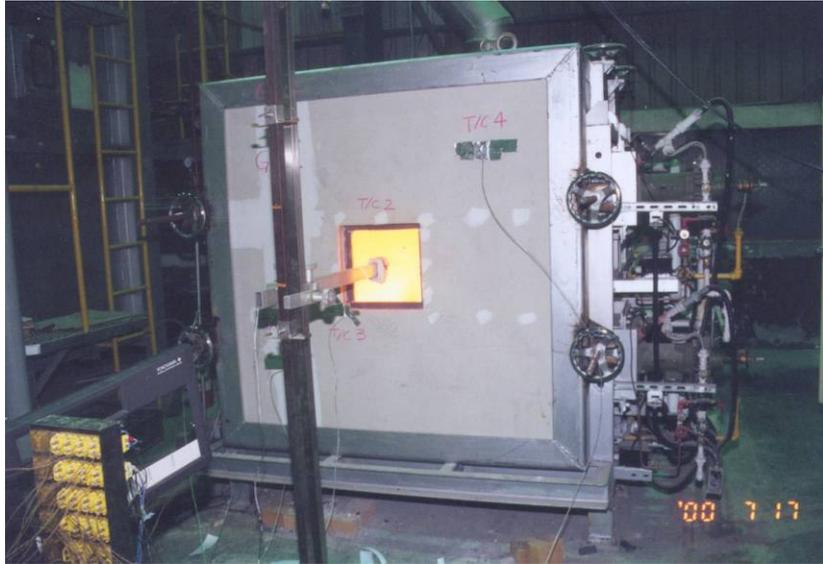
嵌裝玻璃防火試驗紀錄

試驗編號:G02

試驗日期:		89 年 7 月 17 日	
起始時間:		16 : 43	
停止時間:		17 : 43	
預計加熱時間:		60 分鐘	
環境溫度/溼度:		28.1 °C 78.8 %	
玻璃編號:		TG1-6 (PROMACLEAR)	
試體尺寸:		330 X330 mm	
開口尺寸:		300 X 300 mm 含框 355 X 355 mm	
試驗人員:		雷明遠, 蔡銘儒, 羅振堂	
觀察紀錄	分/秒	現 象	
	17:05	以移動式熱電偶測得玻璃背溫 460°C	
	17:12	曝火面之矽酸鈣板出現裂痕	
	17:24	玻璃表面輕微模糊(仍透明)	
	17:28	玻璃內凹約 5cm	
	17:29	前移 T/C2	
	17:35	曝火面 silicon 邊條產生火焰	
	17:40	玻璃出現裂痕	







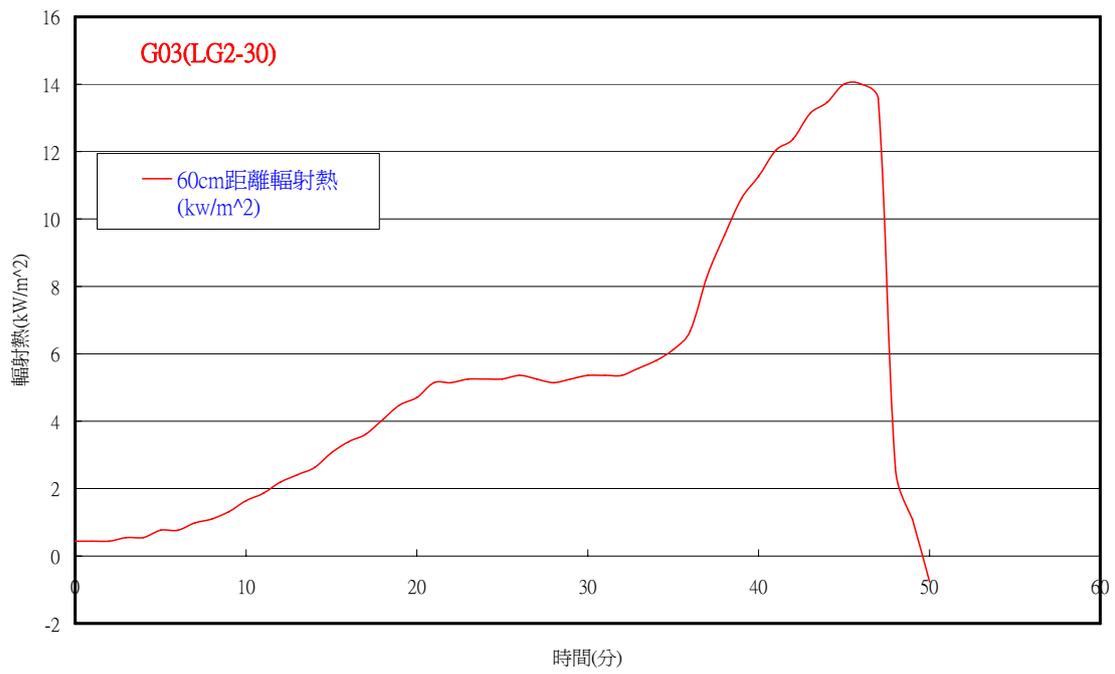
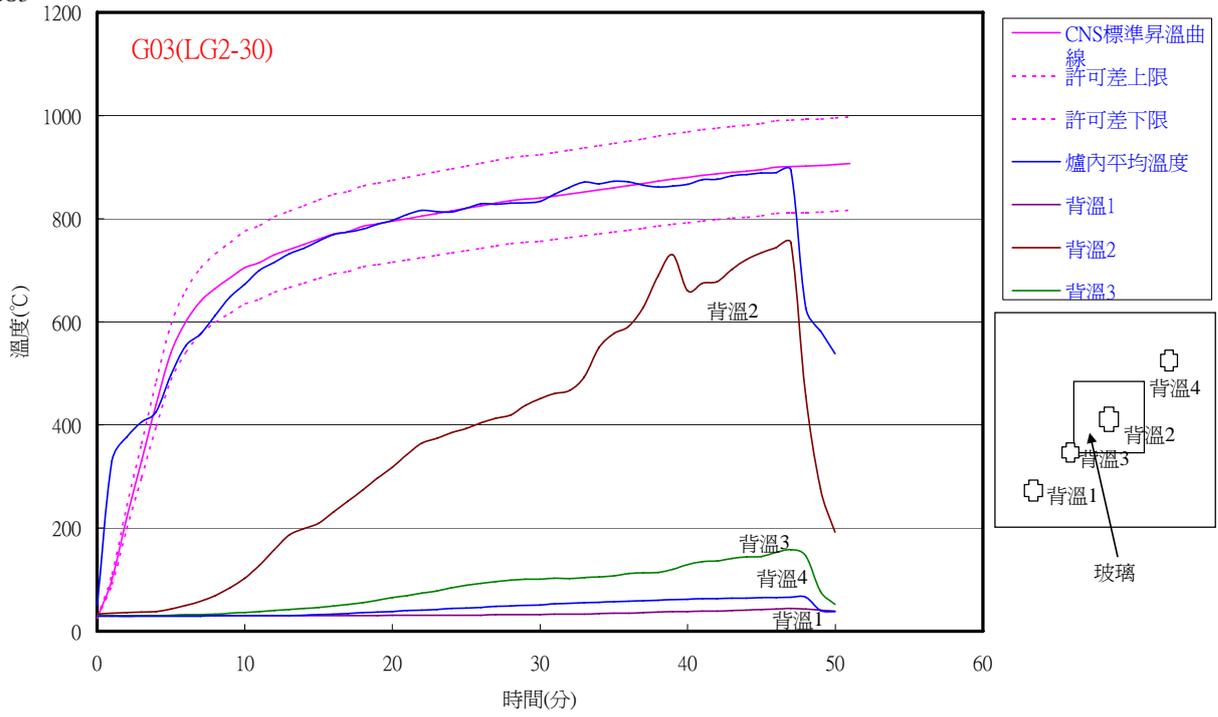
內政部建築研究所防火實驗室

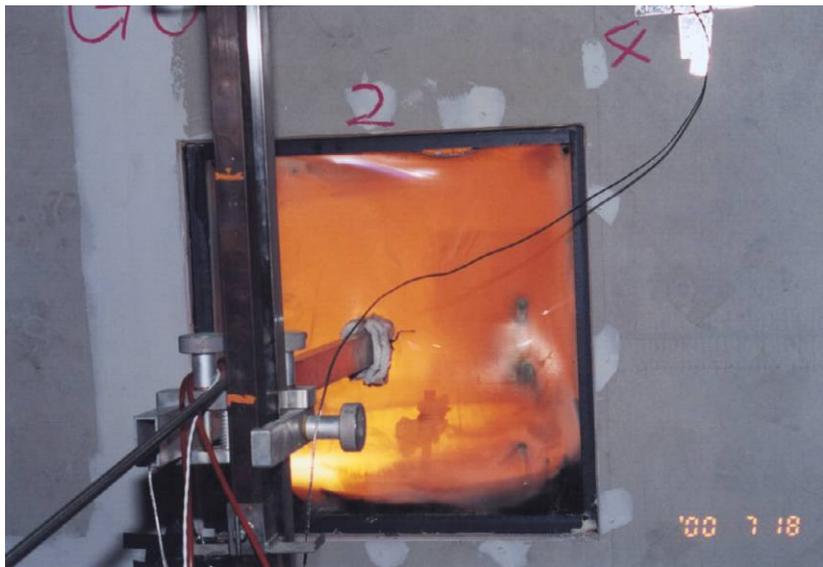
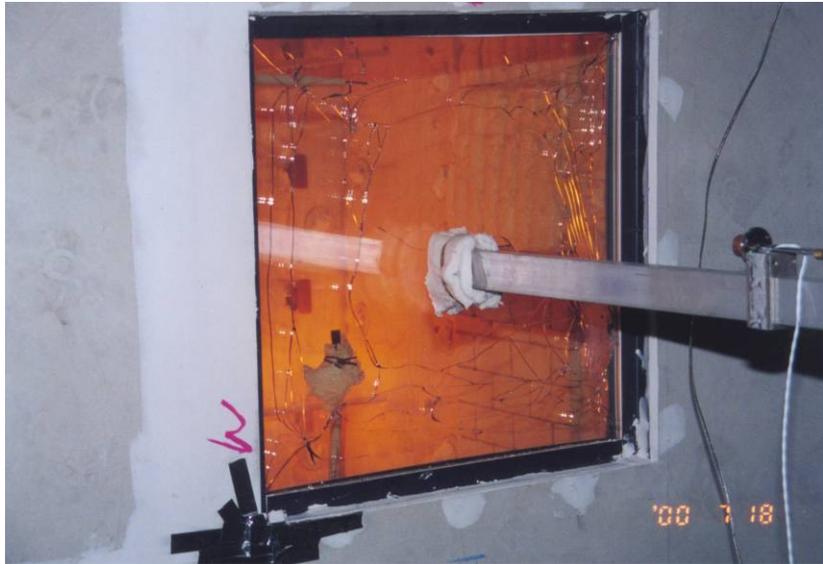
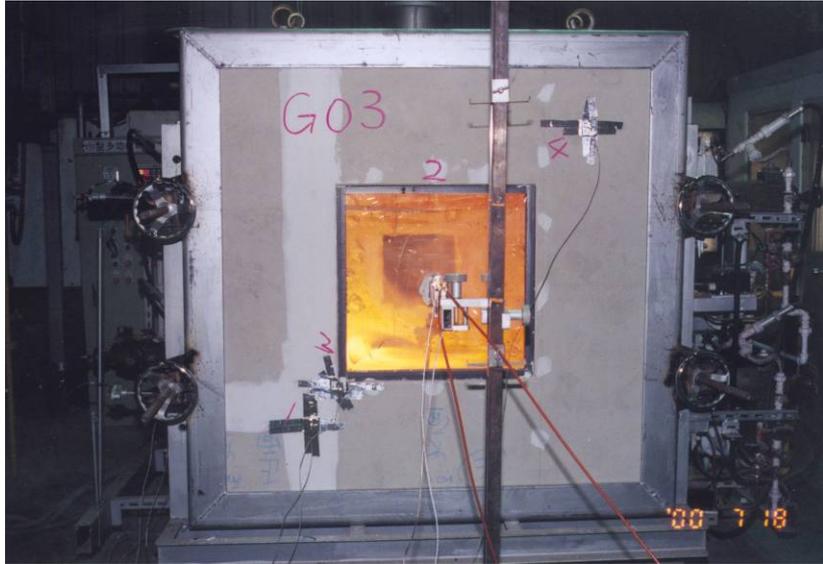
嵌裝玻璃防火試驗紀錄

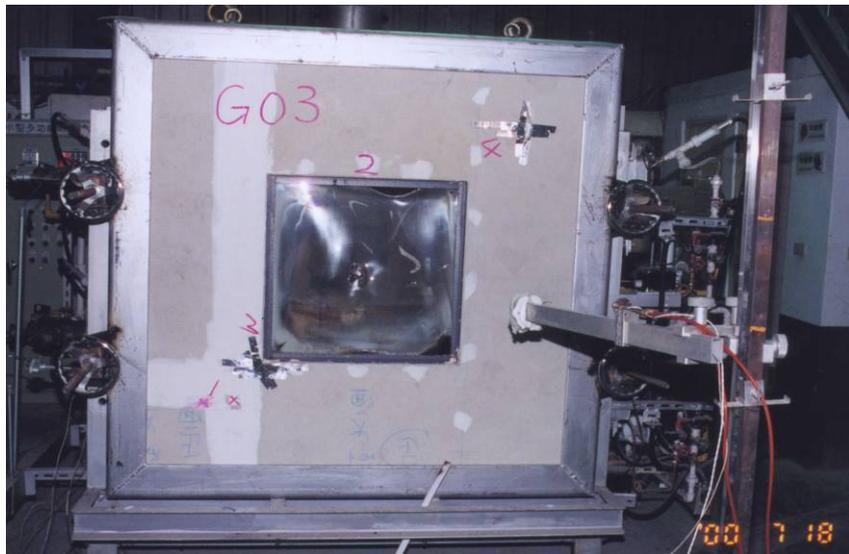
試驗編號:G03

試驗日期:		89 年 7 月 18 日
起始時間:		10:58:27
停止時間:		10:44:40
預計加熱時間:		60 分鐘
環境溫度/溼度:		29.3 °C / 68 %
玻璃編號:		LG2-30 (PROMACLEAR-Air Gap)
試體尺寸:		630 X630 mm
開口尺寸:		595 X 595 mm 含框 647 X 647 mm
試驗人員:		雷明遠, 蔡銘儒, 羅振堂
觀 察 紀	分/秒	現 象
	11:00	中層玻璃破裂(裂痕沿四邊方向)
	11:13	中層玻璃開始模糊、白化(仍透明)
	11:16	背溫超過 260°C
	10:20	完全霧化(仍可透光), 曝火面玻璃軟化下垂
	11:27	左上角、右下角冒白氣
	11:32	曝火面玻璃持續軟化下垂、上邊出現孔洞且有火焰冒出
	11:34	曝火面軟化之玻璃開始滑落, 剩下外層玻璃(逐漸恢復透明)
	11:43	外側 ceramic 密封材掉落, 上邊出現空孔
	11:51	玻璃自爆破碎

G03





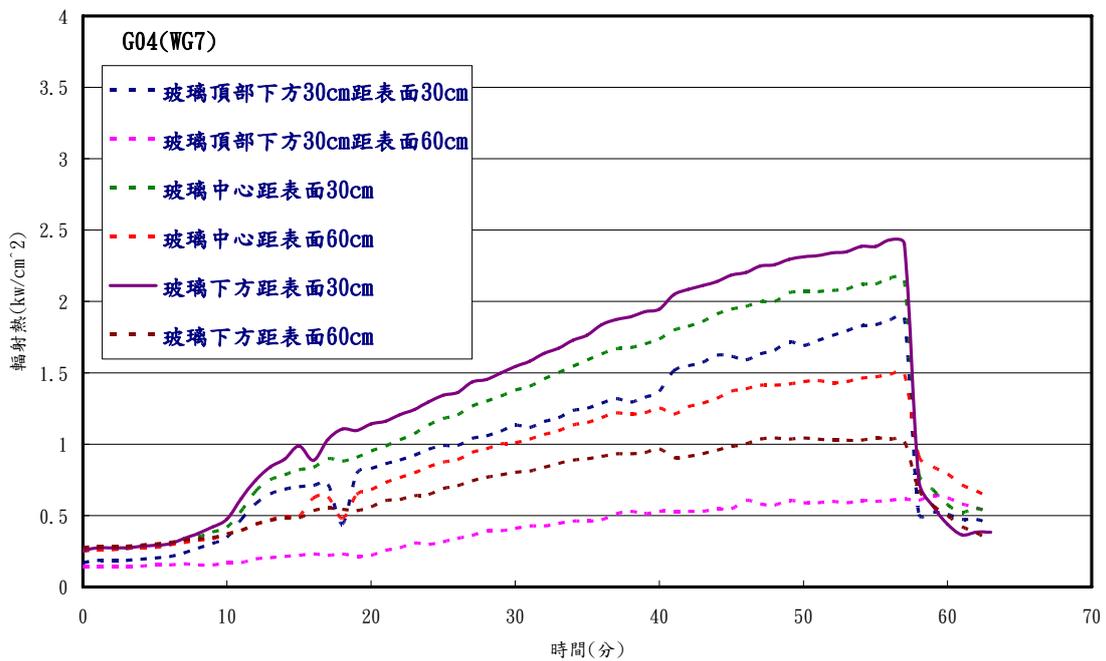
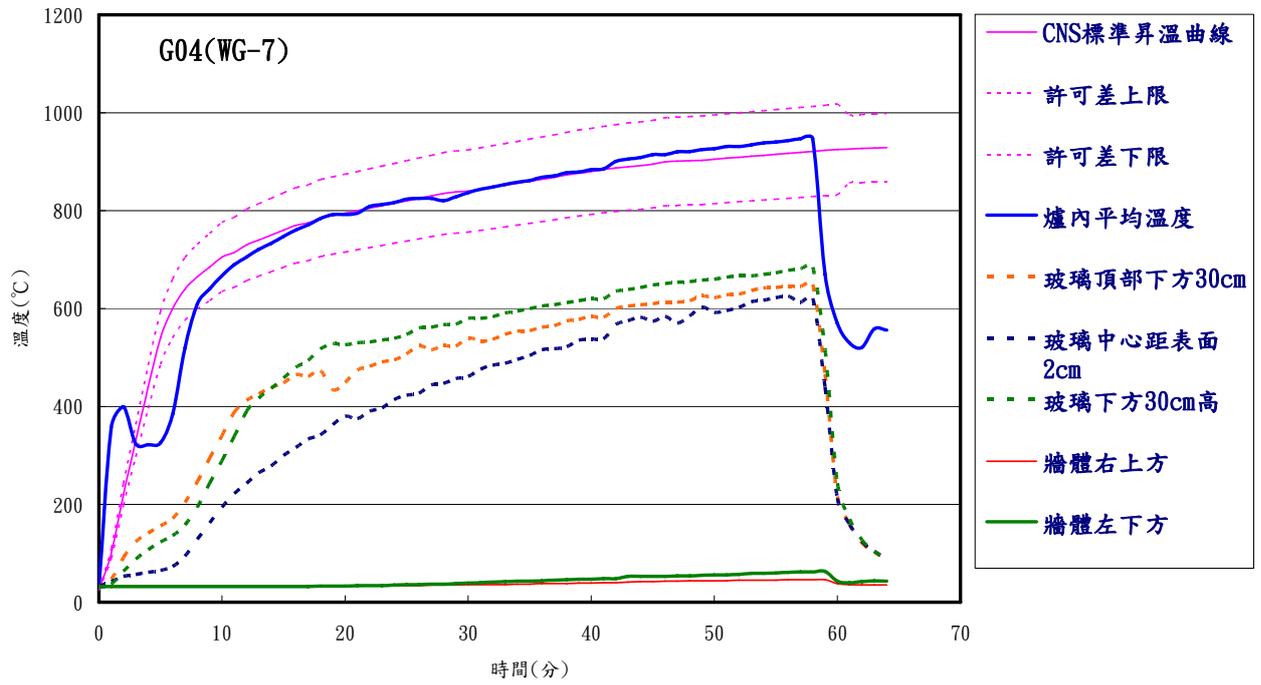


內政部建築研究所防火實驗室

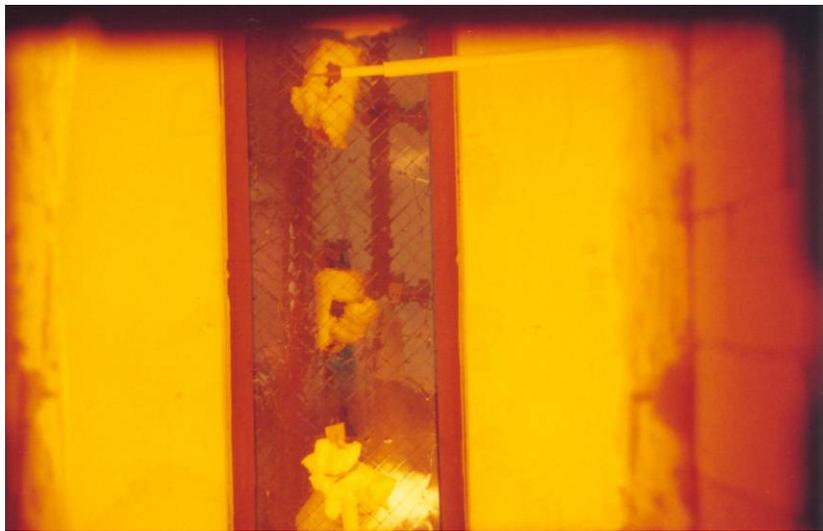
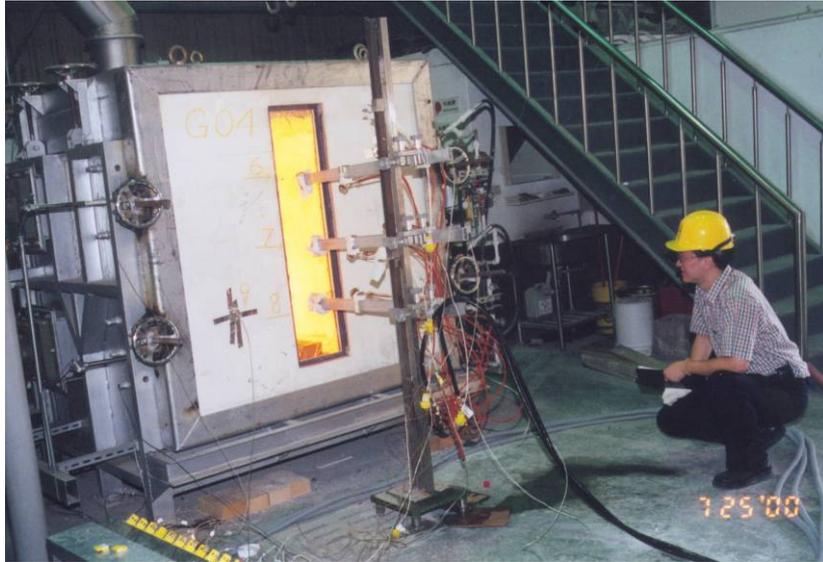
嵌裝玻璃防火試驗紀錄

試驗編號:G04

試驗日期:		89 年 7 月 25 日
起始時間:		15: 47
停止時間:		16: 47
預計加熱時間:		60 分鐘
環境溫度/溼度:		34.1 °C / RH37.5 %
玻璃編號:		WG-7 (Pilkington diamond type)
試體尺寸:		30cmX120 cm
開口尺寸:		24cm X116 cm (含框 30cmX 121cm)
試驗人員:		雷明遠、蔡銘儒、羅振堂
觀察紀錄	分 / 秒	現 象
	15:48	周邊出現裂痕
	15:52	更換爐內測溫棒#3
	16:05	取下熱幅射量測器蓋子(之前忘記取下)
	16:15	TC#6 上方放置衛生紙(距離玻璃約 70CM)
	16:28	內側玻璃框旁矽酸鈣板間冒出火焰
	16:54	衝擊試體貫穿破裂

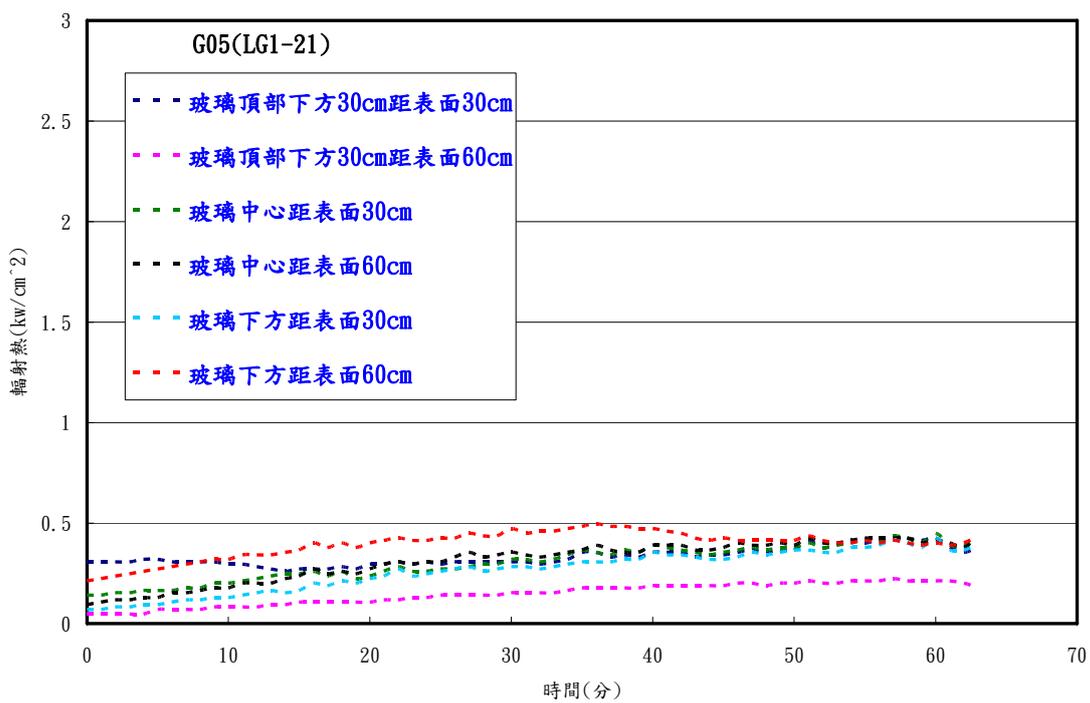
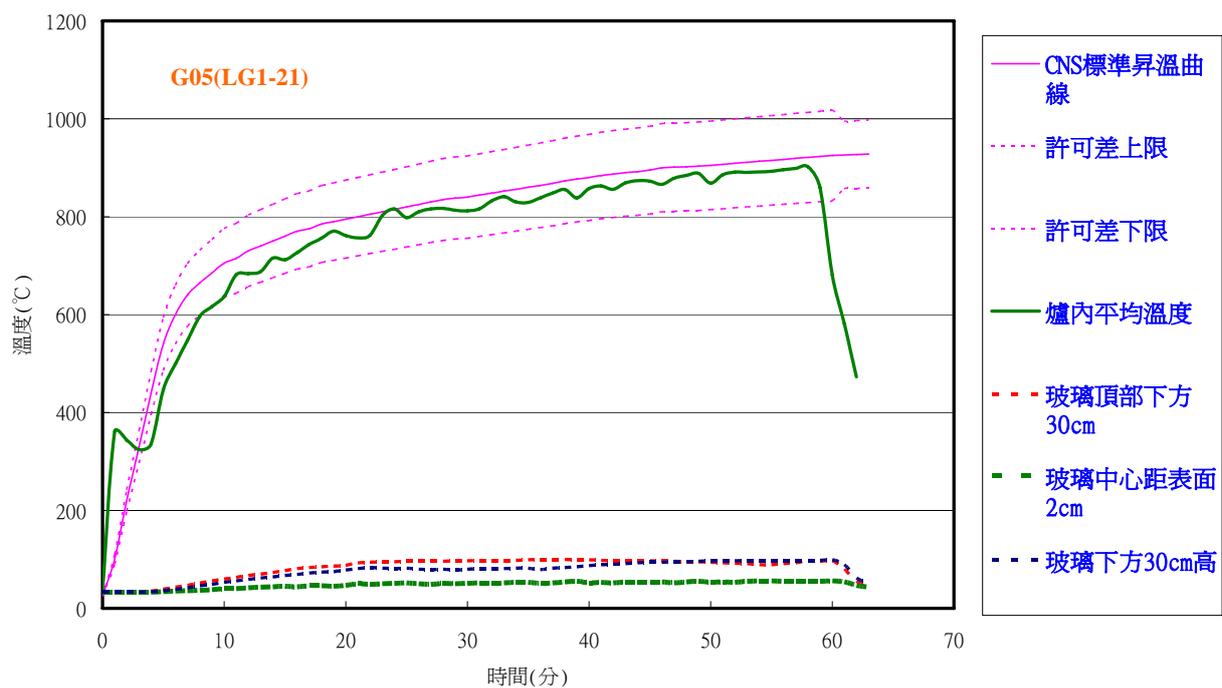


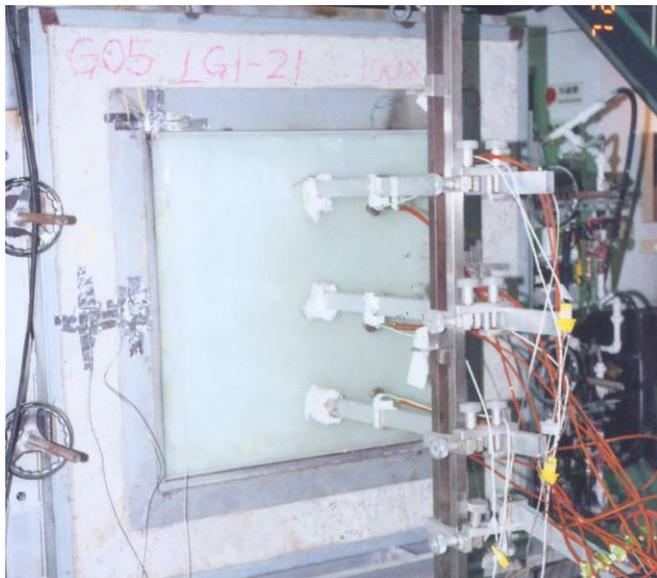
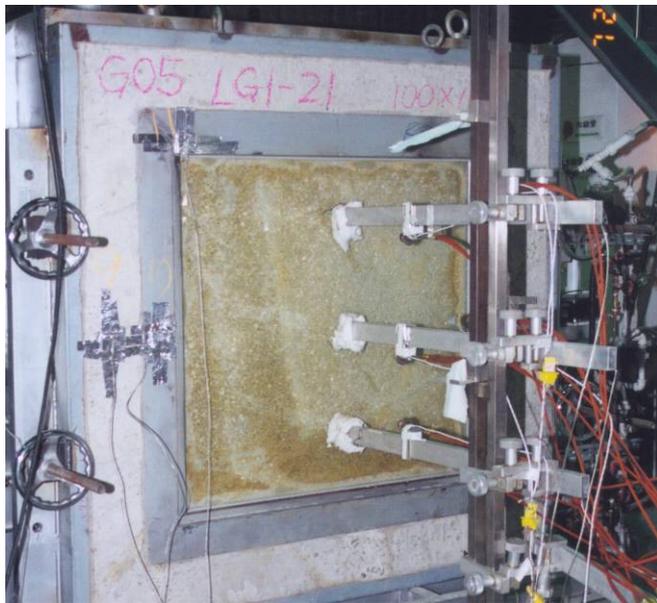
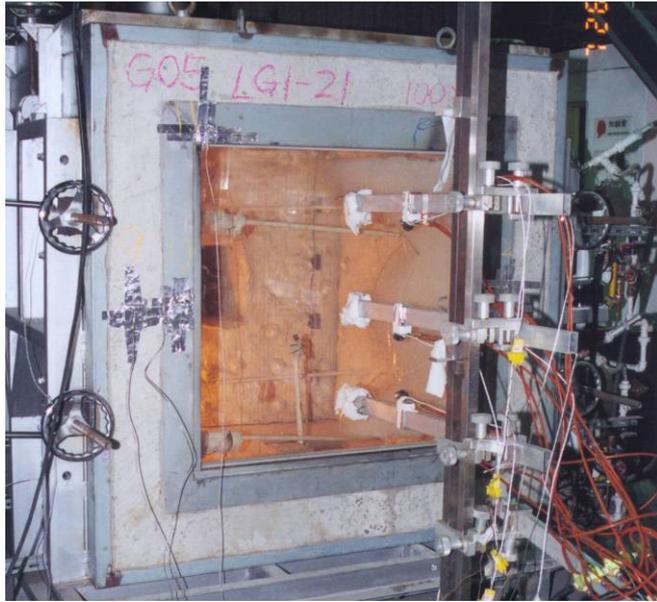


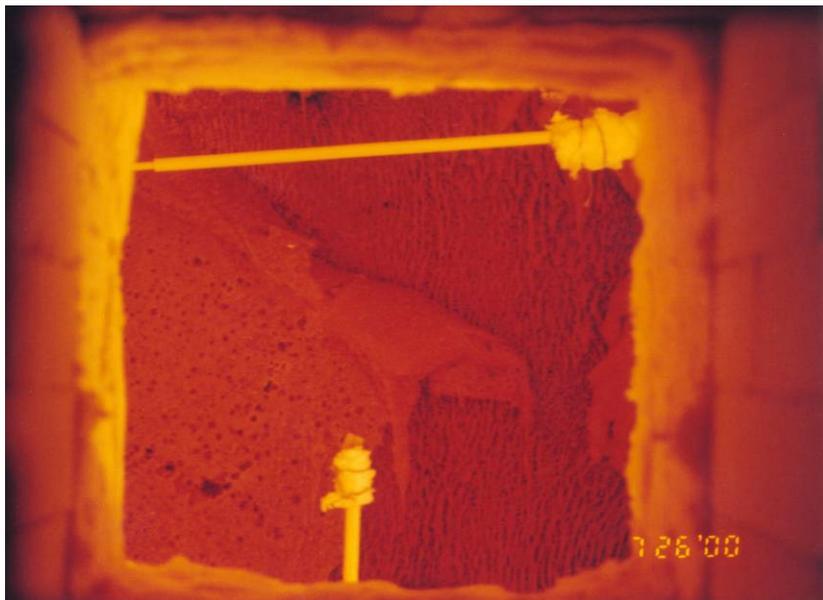
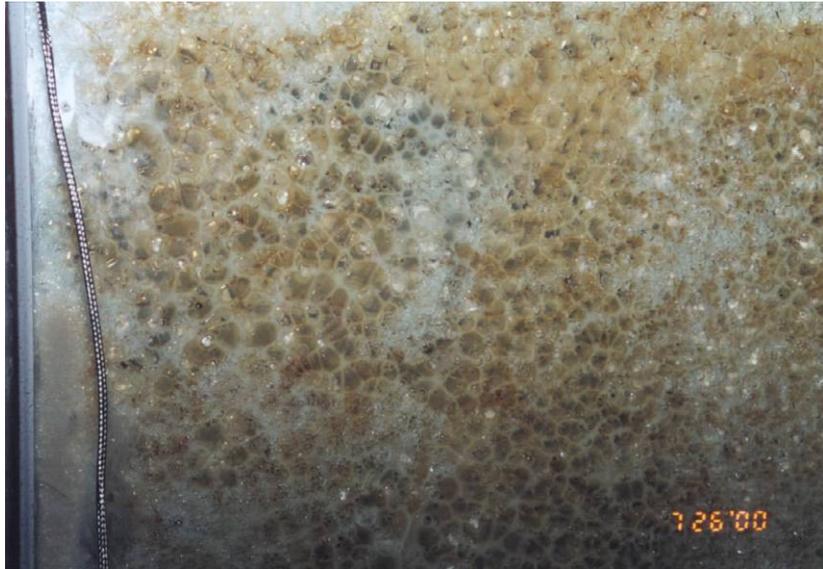


內政部建築研究所防火實驗室
 嵌裝玻璃防火試驗紀錄 試驗編號:G05

試驗日期:	89 年 7 月 26 日		
起始時間:	10: 40		
停止時間:	11: 40		
預計加熱時間:	60 分鐘		
環境溫度/溼度:	31 °C / 53 %		
玻璃編號:	LG1-21 (Pyrobel)		
試體尺寸:	100cmX100 cm		
開口尺寸:	96 cm X 96 cm 含框 101cmX 101 cm		
試驗人員:	雷明遠、蔡銘儒、羅振堂、黃秀容		
觀察紀錄	分 / 秒	現 象	
	10:43	右上角及右下角內層玻璃破裂夾層起泡	
	10:44	右側向左逐漸起泡，外觀呈土黃色	
	10:46	全面起泡透明度逐漸降低	
	10:49	中間夾層起泡	
	10:55	第三夾層層逐漸起(左上角)，外觀轉為白色	
	10:59	外側第二層玻璃破裂(左邊中間處)	
	11:06	外側玻璃破裂(左上角框邊)	
	11:09	外側玻璃破裂(左上角框邊、左框邊)，內層玻璃碎片掉落	
	11:11	外觀逐漸出現黃斑(左邊近框處)	
	11:13	外側左上角玻璃破碎處凸起	
	11:15	外側左右邊玻璃破碎處凸起	
	11:17	內側玻璃漸漸軟化	
	11:19	外側玻璃中間處破裂	
	11:30	內層破裂處冒火焰(相對外側表溫 60~68°C)	
	11:34	外觀出現黃斑(左上角處)	
	11:36	內側第二層玻璃逐漸剝離	
	11:51	衝擊二次，於第二次破裂	





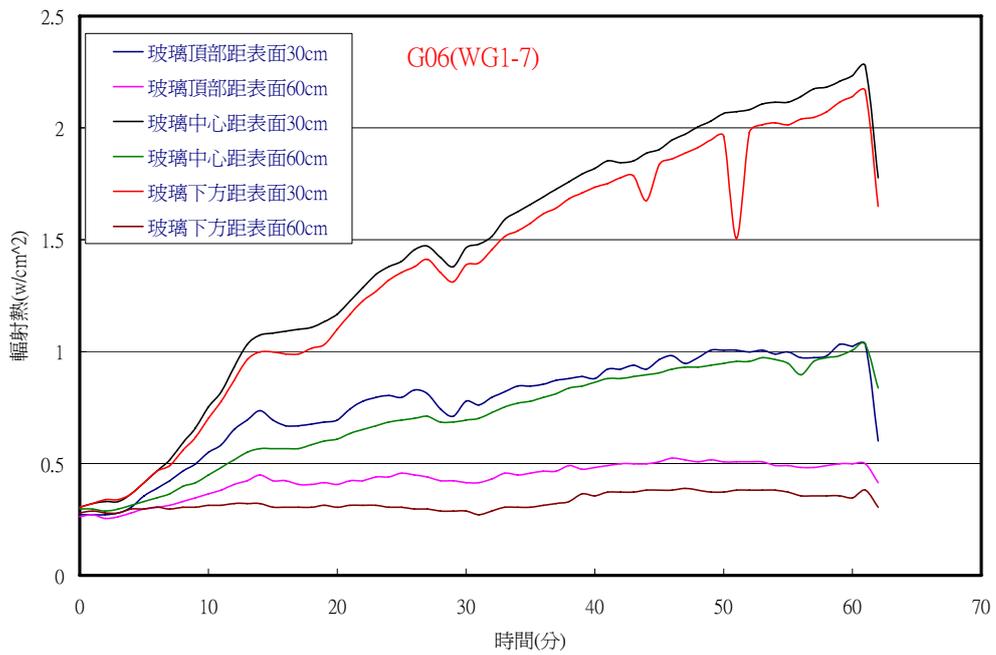
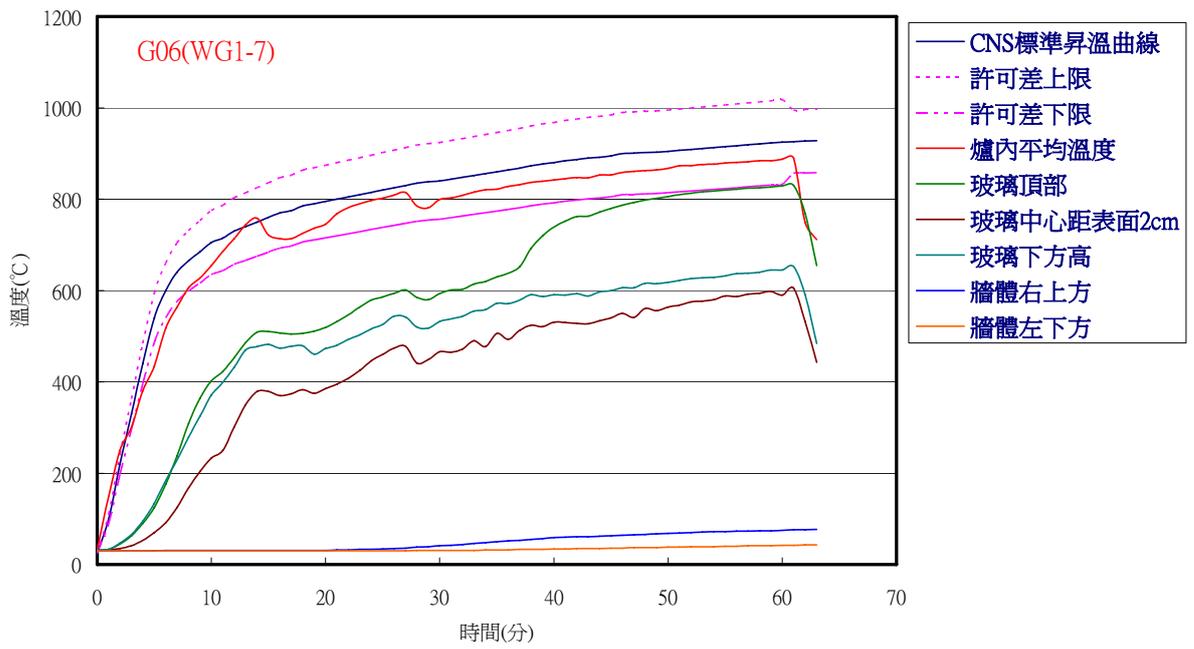


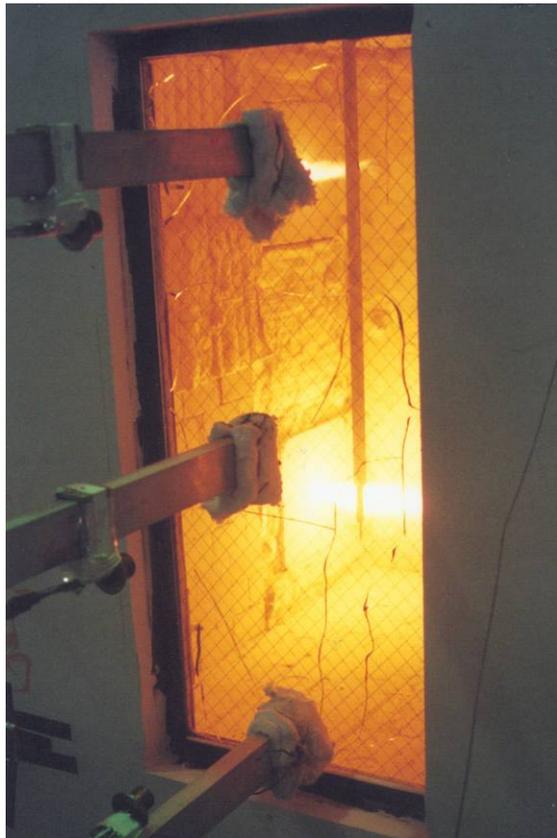
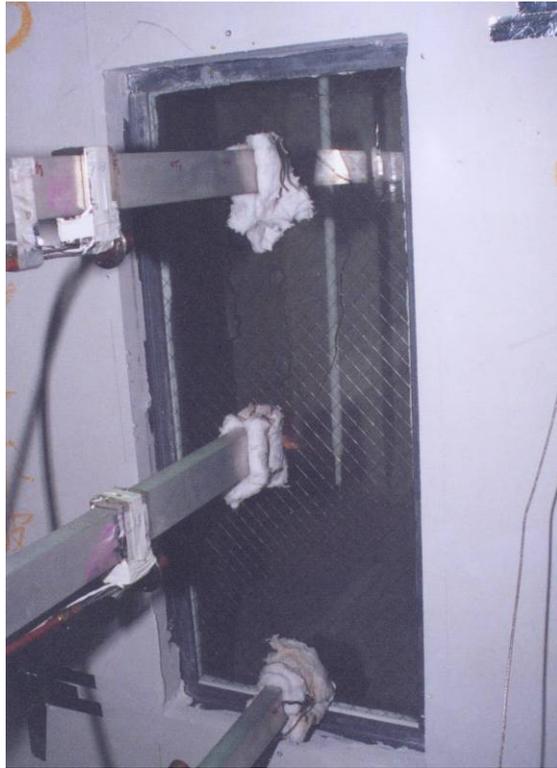
內政部建築研究所防火實驗室

嵌裝玻璃防火試驗紀錄

試驗編號:G06

試驗日期:		89 年 8 月 18 日	
起始時間:		09: 28	
停止時間:		10: 28	
預計加熱時間:		60 分鐘	
環境溫度/溼度:		28.4 °C / 62.4 %	
玻璃編號:		WG 1-7 (Pilkington)	
試體尺寸:		40cmX90 cm	
開口尺寸:		34.5cm X85.4 cm 含框 40cmX 90cm	
試驗人員:		蔡銘儒、羅振堂	
觀察紀錄	分 / 秒	現 象	
	9:30	玻璃中央偏右處產生裂痕	
	9:31	呈不規則放射狀往四周裂開	
	9:33	玻璃四周出現較多裂痕	
	9:35	出現橫向裂痕.從左方連續至右方	
	9:50	右上及右下玻璃裂痕最嚴重	
	10:20	右內封邊著火	
	10:21	移動式熱電偶測熱輻射器 14 點處得 196°C	
	10:23	移動式熱電偶測熱輻射器 16 點處得 198°C	
	10:24	移動式熱電偶測熱輻射器 13 點處得 112°C	
	10:24	移動式熱電偶測熱輻射器 15 點處得 124°C	
	10:30	衝擊玻璃試體貫穿破裂	





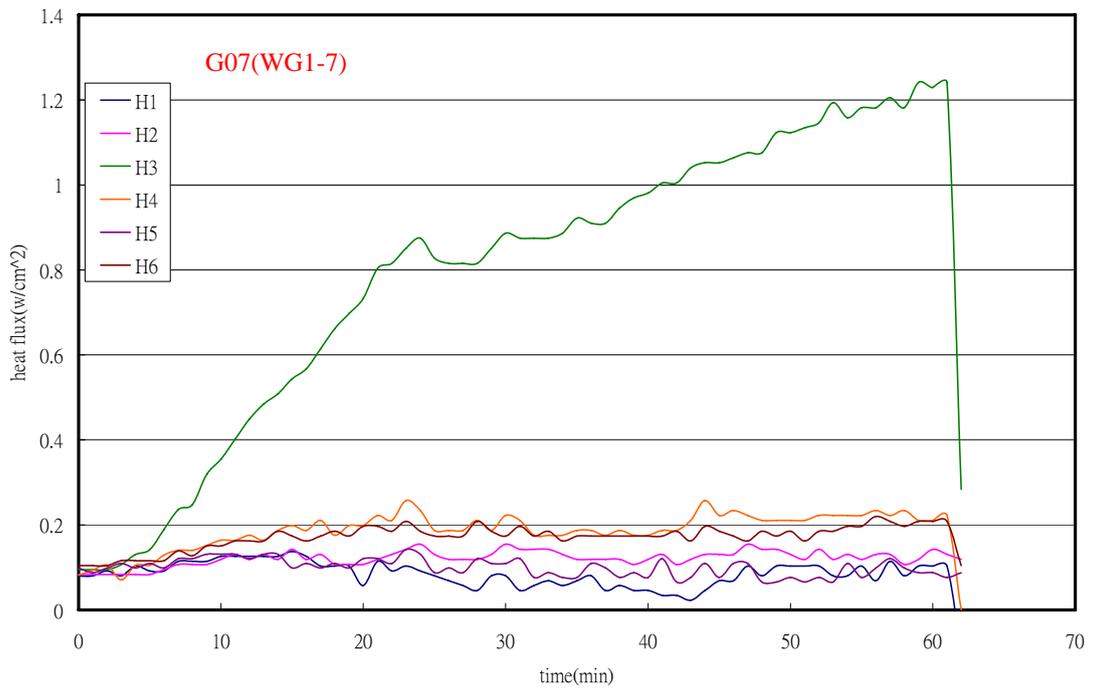
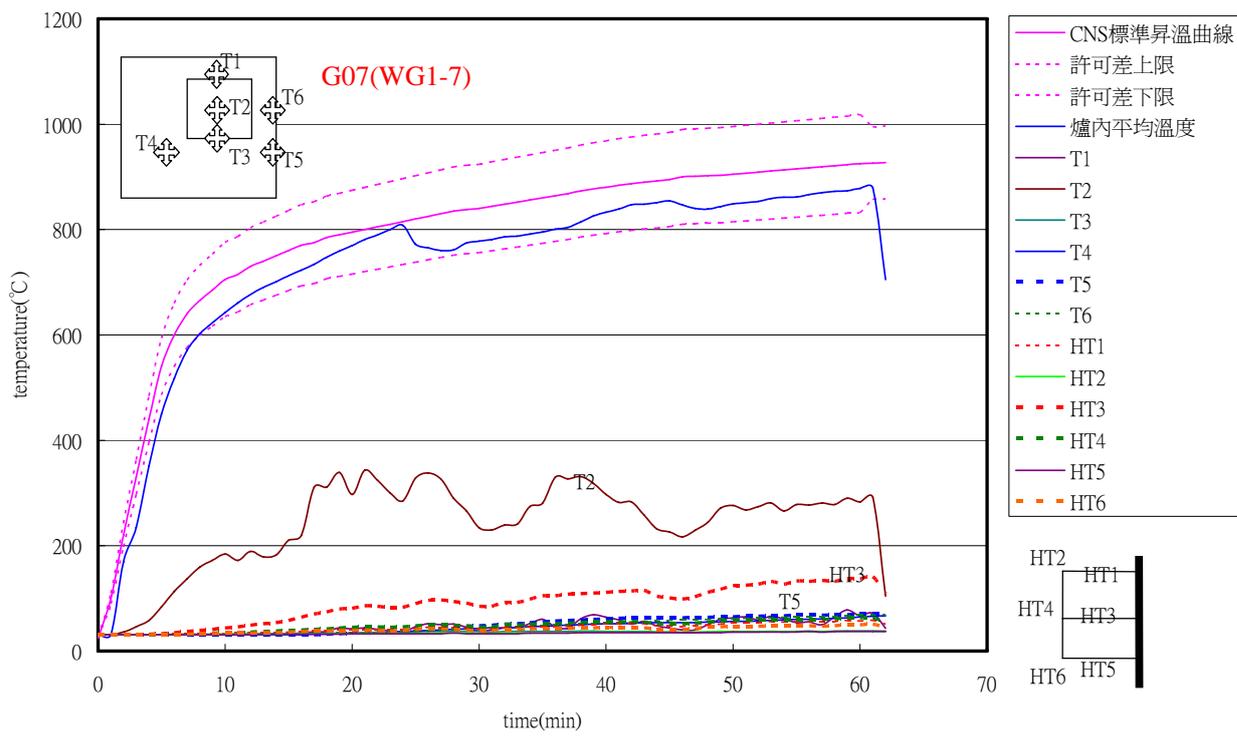


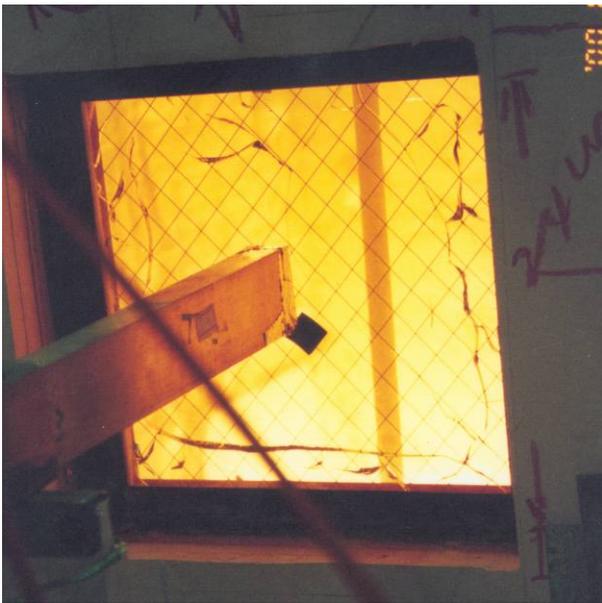
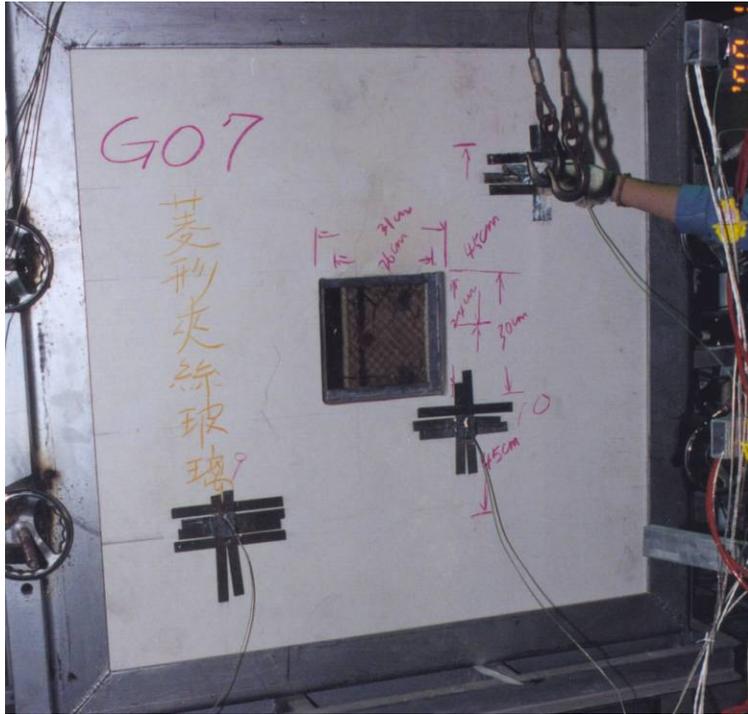
內政部建築研究所防火實驗室

嵌裝玻璃防火試驗紀錄

試驗編號:G07

試驗日期:		89 年 10 月 5 日
起始時間:		14: 58
停止時間:		15: 58
預計加熱時間:		60 分鐘
環境溫度/溼度:		30.4 °C / 54.8 %
玻璃編號:		WG1-7 (Pilkington)
試體尺寸:		30cmX30 cmX6.8mm
開口尺寸:		24cm X 26 cm 含框 30cmX 31cm
試驗人員:		雷明遠、蔡銘儒、羅振堂、黃秀容
觀察紀錄	時/分	現 象
	14:59	玻璃破裂聲(裂紋)
	14:15	RovingTC375°C
	16:10	衝擊試驗玻璃破裂





內政部建築研究所防火實驗室

嵌裝玻璃防火試驗紀錄

試驗編號:G08

試驗日期:	89 年 10 月 6 日	
起始時間:	10:33	
停止時間:	11:33	
預計加熱時間:	60 分鐘	
環境溫度/溼度:	28 °C / 70.2 %	
玻璃編號:	TG1-6 (PROMACLEAR)	
試體尺寸:	60cm X 60 cm X6mm	
開口尺寸:	57cm X 59.5 cm 含框 63cm X 65cm	
試驗人員:	雷明遠、蔡銘儒、羅振堂、黃秀容	
觀 察 紀 錄	分/秒	現 象
	10:46	Roving TC meter 測背溫 280°C
	11:09	爐內側矽酸鈣板第一層剝離,縫隙冒出火焰
	11:15	玻璃輕微模糊
	11:28	出現軟化變形略凸出
	11:38	砂袋衝擊 3 次未破裂

