

行政院及所屬各機關出國報告
(出國類別：開會、訪問)

赴日參加「國際防火研究領導論壇年會」暨考察其都市防火性能法規 出國報告

政府機關：內政部建築研究所

出國人：職 稱：副所長
姓 名：何明錦

出國地點：日本

出國期間：92年10月2日至10月10日

報告日期：中華民國92年12月

60/009205549

目 次

報告摘要	
壹、目的.....	01
貳、過程	
一、行程表.....	02
二、日本性能法規實例參訪過程及考察心得.....	03
三、「國際防火研究領導論壇」年會.....	10
參、心得.....	12
肆、建議.....	17
附錄(會議及參訪資料)	
附錄一 日本都市防火性能法規及其應用參訪心得	
附錄二 國際防火研究領導論壇年會會議報告摘要	

行政院及所屬各機關出國報告摘要

出國報告名稱：赴日參加「國際防火研究領導論壇年會」暨考察其都市
防火性能法規 出國報告

出國報告頁數 52 含附件：是 否

出國計畫主辦機關：內政部建築研究所／聯絡人：陳蘅如／

電話：02-27362389 分機 341

出國人員姓名：何明錦／

服務機關：內政部建築研究所／

單位：內政部建築研究所／

職稱：副所長／

電話：02-27362389

出國類別：1. 考察 2. 進修 3. 研究 4. 實習 5. 其他(開會)

分類號／目：

關鍵詞：防火、領導論壇、性能法規

內容摘要：

本次出國計畫係參加「國際防火研究領導論壇」年會及考察日本防火性能法規修訂及應用情形，主要目的在於 1. 蒐集國外各國建築防火研究機構應用研究成果資料。2. 維繫我國與重要國際防火組織之友好關係，並加強與各國防火研究機構之交流關係。3. 蒐集日本採用防火性能法規設計建築物實例相關資料。於會議期間與各國代表廣泛交換意見，各國代表對於我國在防火科技之發展咸表興趣，並有意與本所進行合作研究。此外，並蒐集日本防火性能法規設計建築物實例相關資料，可作為我國應用參考。綜合本次參加會議與訪問心得感想，計提出以下五項

建議：

- 一、 「國際防火研究領導論壇」對於國際交流與合作日趨重視，本所與此次年會之報告頗獲各國代表重視，咸認為本所之實驗室設備已達世界一流水準，許多國家代表均表示有意與本所進行交流與合作。本所應利用此一有利情勢，推動國際交流及合作，並參與國際重大研究計畫，以提升本所於國際之能見度，將可有效提升我國之國際形象。
- 二、 教育部現正推動卓越計畫，期能使國內大學系所能有亞洲第一、世界一流之學術表現，以本所實驗室若能有效結合國內大學系所之研究人力，輔以足夠之行政資源，預計於5至10年內當可達到此一目標，唯相關之研究經費必須適度增加。
- 三、 防火研究成果之應用不侷限於建築方面，舉凡公共工程、交通建設等均需完善之防火設施，其設備之研發改進均有賴良好之防火研究及產品檢驗作為基礎，本所之防火實驗室有著國內最為先進之試驗設備，除本業建築防火設備之研究外，應支援國內其他領域之防火研究，如交通工程之隧道防火、煙控研究，又如大眾運輸工具防火、避難逃生之研究等，均為本所作為國內防火研究工作領導者責無旁貸之責任。
- 四、 國內防火科技研究經費受限於政府之預算成長幅度受到限制之影響，近年經費成長幅度受到限制，對於研究工作及實驗室運作造成不小之影響。因此，爭取工業界研究經費，或從事防火產品測試，以挹注研究及實驗室經費，為本所防火實驗室未來必須發展方向。
- 五、 我國已加入世界貿易組織，未來工業界世界化為不可逆之潮流，本所防火實驗室可作為工業界進軍世界之後盾，舉凡產品之研

發、測試與認證，本所實驗室均可扮演工業界協助與支援之角色。但本所與業界之溝通聯繫尚嫌不足，未來可與工業局及標準局等單位加強合作，以協助我國防火工業早日邁向國際。

壹、目的

「國際防火研究領導論壇 (The International FORUM of Fire Research Directors)」為國際上最重要防火研究實驗機構負責人之學術組織，國際上重要防火研究實驗機構負責人均為此一組織之成員，而本所亦已於1996年8月加入該組織，而與國際防火研究接軌。「國際防火研究領導論壇」每年舉行一次年會，由各國之防火研究實驗機構領導人齊聚一堂，針對最新防火議題廣泛交換意見，並交流彼此研究成果，誠為國際防火研究之年度盛事。本年「國際防火研究領導論壇」年會於日本東京召開，本所為促進國際合作交流及提升本所國際能見度，專簽報院獲准派員參加本次年會。此行除參加「國際防火研究領導論壇」年會外，並將拜會日本東京都消防及防火研究機關，考察其都市採用防火性能法規設計建築物及防火科技有關研究機構實驗設施設備。

此行之預計效益有下列三項：

- 1、蒐集國外各國建築防火研究機構發展現況、應用研究成果及未來研發方向等資料提供我國改進及規劃未來建築防火研究之參考。
- 2、維繫我國與重要國際防火組織之友好關係，並加強與各國防火研究機構之交流關係。
- 3、蒐集日本採用防火性能法規設計建築物實例相關資料，可供作我國實施性能法規之重要參考。

貳、過程

一、行程表

日期	地點	活動概要	備註
10月2日 (星期四)	台北→東京	啟程出發	
10月3日 (星期五)	東京	參觀東京地區採用性能法規設計建築物(新宿-Time Squire)	
10月4日 (星期六)	東京	參觀東京地區採用性能法規設計建築物(品川-Inter City)	
10月5日 (星期日)	東京	報到 歡迎餐會	
10月6日 (星期一)	東京	FORUM—Program highlights & management issues	
10月7日 (星期二)	東京	FORUM—Program highlights & management issues	
10月8日 (星期三)	筑波	參觀BRI實驗室	
10月9日 (星期四)	東京	FORUM—Selected topics 晚上：餐會	
10月10日 (星期五)	東京 東京→台北	上午：FORUM—Selected topics 下午：回程	

二、日本性能法規實例參訪過程及考察心得

(一) 日本防火性能法規簡介

2000年6月1日，日本全面實施修正之建築基準法，此次修法之

一大特徵為將以往一部份規格式規定，轉化為明確訂定性能要求之「性能規定」。以往日本依據建築基準法第 38 條規定，經由主管機關認定與建築基準法規定之構造方法具同等以上效力之構造方法，可不必適用規定之規格。但 2000 年修正後，已證明具備避難安全性能之建築物，將不在此限；特別是採用告示之驗證法檢驗避難安全性能時，已無需經由行政廳建築主事等之確認。日本在性能法規制度之修訂內容（尤其在避難安全性能之驗證上，彙整轉為性能取向之防火相關規定），與其實際應用之成果，頗值得我國修法之參考，茲說明如下。

1. 避難安全性能之驗證

日本建築基準法施行令第 5 章 2 之 2「避難安全之驗證」，為針對單一樓層避難安全性能及全館避難安全性能所作之規定。建築物主要構造部分為準耐火構造，且經驗證為具備避難安全性能者，則不適用於部分避難相關規定。而所要求之避難安全性能，即「在室內因火災煙霧呈危險狀態之前，完成避難動作」，而單一樓層則要求該樓層之避難人員進入安全梯之前，全館則為建築物內所有人員離開建築物為止之安全。

2. 避難安全性能之驗證與防災計畫

以往針對一定規模以上之建築物，為確保避難安全之方法，法規規定應製作防災計畫書，其中檢討避難安全之方法稱為避難計算；避難計算包括避難設施之容量及核對配置是否平衡等。而防災計畫書之應用須以該建築物符合法令為前提。本次修正後所規定關於避難安全性能之驗證，為設定某居室發生火災之規模，該建築內之人員未受火災所產生之煙霧影響前可抵達安全避難場所，因此部分基準屬於適用除外項目。針對此點，避難安全性能之驗證與以往之避難計算有根本性的不同。

3. 一般驗證方法（避難安全驗證法）

避難安全性能制訂後，日本便以政令另行規定驗證其性能之一般

性方法，亦即「單一樓層避難安全驗證法」與「全館避難安全驗證法」。其基本概念為計算「火災發生至完成避難之所需時間(避難完成時間)」和「火災產生之煙霧或有毒氣體於通往直通樓梯途中，降至影響避難之高度所需時間(煙降下時間)」，而「避難完成時間」必須小於「煙降下時間」

4. 國土交通大臣之認定

具備避難安全性能者，則不適用上述一般性檢證方法，可以更高階之方法驗證其避難安全性能，並通過國土交通大臣認定即可。例如利用電腦模擬程式預測火災狀況、煙霧流動狀況或避難行動等時，就必須通過國土交通大臣認定。

設計者可按照計畫內容，由「依照規格式基準」、「依照一般性檢證方法進行檢證並取得建築主事等之確認」及「進行詳細檢證並取得國土交通大臣認定」三種方式中，自由選擇其驗證方式。

5. 避難安全驗證法概要

(1) 設定火災室

依據平成12年告示1440號規定，除發生火災機率極低之居室外，其他所有居室均設定為火災室，驗證任一居室發生火災時是否能安全避難。

(2) 避難安全驗證法

屬一般性驗證方法之避難安全驗證法，其內容詳見平成12年告示1441號(單一樓層避難安全驗證法)以及同上第1442號(全館避難安全驗證法)。依據上述告示之計算方法，求出避難終了時間及煙降下時間，驗證前者是否較後者為短。避難完成時間為「避難開始時間」與「抵達出口之一所需之步行時間」及「通過出口所需時間」之合計。

6. 避難安全驗證法之適用範圍

(1) 排煙設備之免設

至於排煙設備，只要該樓層通過驗證，證明具備「單一樓層避難安全性能」即可免設。

(2)放寬通往直通樓梯之步行距離相關規定

關於避難樓層以外之樓層，該樓層若驗證具備單一樓層避難安全性能，則可放寬通往直通樓梯之步行距離等相關規定。但針對避難樓層放寬通往直通樓梯之步行距離相關規定，則需該建築物全體均驗證具備避難安全性能。

(3)豎道區劃之放寬

若驗證該建築物全館均具備避難安全性能，則可不適用豎道區劃之規定（令第112條第9項）。執行全館避難安全性能之驗證時，必須驗證經由所有豎道擴散之煙霧，是否造成避難上之障礙。即使設有豎道區劃之部分，亦須評估煙霧入侵該豎道或擴散至上一樓層之可能。例如於物品販售店鋪設置玻璃帷幕挑高中庭時，若採用全館避難安全驗證法，則需驗證煙霧不會擴散至玻璃帷幕挑高中庭，以及電梯或電扶梯升降通路。

(4)醫療福祉設施之避難安全性能驗證

一般性驗證方法之避難安全驗證法，是以能自行避難為前提而定；因此如醫療福祉設施內多為無法自行避難之人員者，並不適用。因此醫療福祉設施之避難安全性能驗證，便只能依照「進行詳細檢證並取得國土交通大臣認定」進行認證。

7.驗證避難安全性能時之注意事項

由於避難安全性能之驗證是針對居室有可能發生之火災，驗證該建築物內所有人員可安全避難之手法，因此驗證所訂定之初期條件便是以安全為前提。驗證時所設定的各條件，在該建築物開始使用之後亦需繼續維護。因此有用途變更、隔間或防火設備改變等有可能影響火災狀況之行為，必須重新接受驗證。

(二)10月3日參觀東京地區新宿-Time Squire (為採用性能法規設計建築物)

1.建築物概要

Times Square 大樓位於 JR 新宿站南口與代代木站之間，前身為舊國鐵貨物調車廠、約 3ha 之土地；因不動產變換貸款而先行開發靠近新宿之 2/3 部分。設施建設之際，遵行行政上都市基盤上位計畫之方針，進行了地區內道路、現存街道之拓寬。本商業設施計畫適用總合設計制度，包括公共開放空間之整備、設置公共設施之分區冷暖空調設施 (DHC) 機組，及中水處理機組等，以放寬容積。引進該制度以百貨公司為主要用途之複合商業設施。建設用地由地區內道路一分為二，靠新宿站約 16 萬 m²之地區為本館，靠代代木站約 1 萬 4000 m²則是附屬之別館；彼此間以道路上空之通道相連接。

2. 建築防災計畫

(1) 基本理念--簡單明確之避難通路

當作一不特定多數之複合設施，除堅持避難通路之簡單、明確外，並分散通道以免避難活動過於集中。

(2) 防災計畫特徵

- ① 本館之標準層最寬處約為 60m、長約 180m 之細長平面，避難安全梯沿兩長邊方向設置。緊急升降機及特別避難安全梯設於長邊方向之兩端，以利有效進行避難及滅火活動。
- ② 約 9000 m²之百貨公司標準層，分為 3 處防火區劃，其中之一更設有雙重防火捲門，落實區劃之意義。
- ③ 基地周圍設置公開共開放空間、基地內道路及通路，以利消防車靠近及消防活動進行。
- ④ 防災中心設於本館及別館中央部分，除統一監視兩棟建築物外，並使消防活動進行得更有效率。

- ⑤ 兩棟建築物以地上 2 層、地下 1 層相連結，除避難樓層外，亦可至另一棟建築物避難。
- ⑥ 為使高層部分之避難、救助更有效率，於本館屋頂設置直昇機停機坪，與屋頂避難廣場形成一聯合區域。

(3) 配置考量

- ① 建築物周圍設置公共開放空間，除使建築物與道路、鄰地之間有充裕空間外，亦使通往各入口之通道均一化。
- ② 基地除靠近新宿站新南口車站部分外，均與道路或基地內通路相接。
- ③ 第 2 層高度與設於新南口車站之公共通路相接。

(4) 避難樓層之位置

- ① 避難樓層為 1 樓。
- ② 為使位於第 2 層之人工地盤（步行者平台）與甲州街道、鐵軌上空通路有效連接，雖不指定為避難樓層，仍可與地面 1 層同時進行避難。

(5) 關於安全區劃

由於百貨公司賣場無法形成如走廊等之暫時性安全區劃，因此除特別避難安全梯外，於其他避難安全梯全部加設前室，以防濃煙進入。

(三)10 月 4 日參觀東京品川-Inter City（為採用性能法規設計建築物）

1. 建築物概要

「品川 Inter City」為品川車站東口開發事業中最主要之計畫，於 1998 年 11 月完工。本計畫以 3 棟超高層辦公大樓為中心，其間配置

低樓層之商業設施與演藝廳；其設計理念為「創造與交流之園都」，以綜合性造街計畫為建設目標。

2. 建築防災計畫

基於大規模複合用途建築物之考量，該建築計畫訂定了均衡之防災計畫；除確保各空間機能之充分安全外，更能有效發揮設施整體之防災機能。並依據日本建築基準法第 38 條，以實驗及模擬驗證其安全，並取得大臣認定。

(1) 災害對策

本建築計畫設有廢熱發電 2500kVA×2 及緊急發電機 2500kVA×2，以備停電時之需。此外，3 棟超高層辦公大樓均設有消防用之直昇機起降坪（Hovering Space）。

(2) 避難弱者之對策

品川東口之規劃基礎，為在第 2 層高度與車站相連結之步行者網絡。「品川 Inter City」中，地上各樓層間設有專用電梯及電扶梯，方便輪椅使用者移動。此外，辦公大樓棟之標準樓層亦預留寬廣之梯廳兼為緊急電梯乘降口，緊急時可在此等待救助。該部分位於平時往洗手間之路徑上，可被使用者高度認知。

(3) 高層棟之防災計畫

高層棟之 A、B、C 棟均在建築物兩側設有特別避難安全梯與緊急用電梯，以第一次安全區劃（走廊）相連結，為針對避難、消防活動之有效計畫。高層辦公室部分，為提高火災時之安全性，採用加壓防排煙系統以及使用 Wet Screen 之防止延燒系統（兩者皆為 38 條特認證對象）。

(4) 低層棟之防災計畫

低層棟為順沿基地形狀、約 350m 長之細長型建築物；其中包含步行者專用通道、演藝廳及共用設施。入口門廳・Sky Way 為地下 1 層至地上 3 層之挑高空間，為一約 11400 m²之防火區劃。

(5) 標準樓層加壓防排煙系統

為提高高層辦公室部分火災時之安全，採用了加壓防排煙系統及使用「Wet Screen」之防止延燒系統。加壓防排煙系統為梯廳送氣加壓，設於梯廳、走廊間之輔助管線，可防止門扉閉鎖時壓力過大並持續提供走廊空氣。

(6)Wet Screen 系統

本計畫標準樓層 11 層以上、必要之 1000 m²面積區劃當中，均採用具防火防煙性能之 Wet Screen 系統；其中包括新開發之不可燃屏幕、前述之空調機加壓及屏幕兩側灑水功能。此項新延燒防止系統，促進實現了 16m 深、超過 1000 m²之無柱空間。

(7)Small Atrium 計畫

辦公樓層上部中央設有小型挑高空間，創造一宜人之環境。該部分之火災預估有兩種型態：挑高空間內起火時除進行排煙外，亦針對周圍空間加壓；周圍空間起火時，則往挑高空間內加壓。雖設有捲門防止垂直通道之上層延燒，但其寬度超過 5m，上述運作即因應空隙之漏煙及辦公室火災之對應系統。

(8)防災中心統一管理系統

除統籌建築物整體之中央監控室及防災中心外，高層辦公大樓另設有設施管理及防災管理之服務中心。正副中心間防災資訊之通信，採用統合 LAN 系統，可高速傳送各種資訊，整合各中心之操作、監視，使建築物整體運作具機動性、一體性。

上述參觀考察之詳細內容詳見附錄一。

三、「國際防火研究領導論壇」年會

(一) 會議期間：92年10月6日~92年10月10日

(二) 會議地點：日本筑波及東京

(三) 會議概要

領導論壇現有會員18人，均為各國防火研究實驗機構負責人，與會者共有14人，另有出席代表及列席人員6人。年會共分為6天舉行，會議過程概述如下（各國代表報告內容詳如附錄二）。

10月6日(星期一)

會議於位於筑波之日本建築研究所舉行第一天會議，會議開始首先由秘書處報告，針對上次年會決議事項之辦理情形及本次年會之相關行政事項進行報告。於秘書處報告完畢後，即由各成員或與會代表針對所屬各研究機關之研究概況進行重點報告，第一天共有義大利、美國(2人)、澳大利亞、英國、瑞典、日本、芬蘭、中國大陸等8國9個研究機構代表進行報告，報告內容包括組織概況、沿就現況及未來研究方向，而於各場次報告完畢後，與會人員就報告內容提問，並廣泛交換意見。

10月7日(星期二)

年會繼續於建築研究所會議廳進行第二天議程，由各成員或與會代表繼續針對所屬各研究機關之研究概況進行重點報告，共有本所、美國(5人)、挪威、加拿大、日本(2人)、瑞典等6國11個研究機構代表進行報告。其中本所代表何明錦博士為當日第一位報告者，報告內容包括本所組織現況、防火實驗室之設備與現正進行之研究、未來發展方向。報告內容頗獲好評，美方代表之一 Mr. W. Grosshandler (NIST 負責人) 稱許本所之研究極為廣泛與深入，並希望能與本所進

行合作與交流。

10月8日(星期三)

上午參觀日本建築研究所實驗室，下午由筑波返回東京。日本建築研究所位於筑波，為日本政府之官方組織，下設有結構工程部、環境工程部、防火工程部、地震工程研究部、建築材料部、營建技術部、社區及房屋規劃部等七個部門及各實驗室，研究人員共有 98 人，年度預算約為 24 億日幣 (2001 年)。實驗室之運作經費有部分為自籌，值得注意實驗室內編制有技術人員負責實驗儀器之操作及維護。

10月9日(星期四)

年會改於東京日本防火暨防災研究所會議廳舉行，進行專題報告及討論。首先由美國代表 NIST 負責人 W. Grosshandler 針對世貿大樓之倒塌事件後之研究進行報告，內容主要為撞擊事件引致火災而再導致大樓倒塌之成因分析及防火建材之法令檢討，此一研究自 911 事件後便已展開，此次報告內容為其期末報告，相關內容引起熱烈討論。其次，美國防火科學技術局之 L. Gritzo 亦針對該單位之研究進行專題報告，針對其研究計畫進行報告。而日本防火暨防災研究所亦針對北海道地震引起之火災、及名古屋附近之工業爆炸事件進行專題報告。此外，尚有美國、加拿大、瑞典等國代表提出報告。

10月10日(星期五)

會議於日本防火暨防災研究所會議廳舉行繼續舉行，與會代表針對「國際防火研究領導論壇」之未來發展方向、合作計畫廣泛交換意見，對於論壇成員有以下之期許，

1. 成員需具體扮演好防火研究領導者及推動者之角色暨有效整合研究資源做好防火研究工作。

- 2.有效領導防火研究組織進行防火研究
- 3.整合各國防火研究資源，進行國際防火研究合作工作，並與其他國際防火研究組織進行合作。
- 4.參與論壇之會議及活動。

本次年會中，各個實驗室均有提出未來之研究方向及課題（詳見附錄二），茲整理值得本所借鏡之研究方向與課題如下，

- 1.防火動態學及防火安全技術之研究
- 2.結構受熱及荷重偶合作用力學行為之研究
- 3.火災動態學及靜態學聯合作用下之風險評估
- 4.古蹟建築火災風險之評估與保護研究
- 5.運輸工業之運輸安全研究，如大眾運輸、石化工業之危險物品運輸。

參、心得

本次日本之行可分為三項重點，第一為出席「國際防火研究領導論壇」年會，第二為蒐集日本防火性能法規及參觀其應用情形，第三參觀日本建築研究所及日本防火暨防災研究所之試驗室，以下分三方面作說明。

一、「國際防火研究領導論壇」年會

- 1、本次「國際防火研究領導論壇」年會舉辦極為成功，廣泛促進國際防火研究工作之交流。會議期間，多國代表對於本所建置完成實驗室之設備與規模高度讚賞，尤其對梁柱加壓複合試驗耐火爐之實驗能力，並且有意與本所進行合作，對於提升我國與本所之國際形象有著極正面幫助。此一成果應歸功於內政部及國科會對於本所防火科技計畫之高度支持。
- 2、各國防火試驗室之研究及應用領域並不侷限於建築方面，近年來國際上發生過許多次公共設施之重大火害，造成重大生命損失，均引起廣泛討論與研究。而國內近來發生長途客運火害事件，造成重大生命財產之損失，本所之實驗室應可朝此一方向發展。
- 3、自 911 事件發生後，如何防制及因應恐怖攻擊已成為各國共通之議題，於本次年會之中，有部分國家代表提出加強沿就此一議題之研究方向。而台灣遭受恐怖攻擊之可能性雖不高，但卻不能排除此一可能性，本所應可針對此一議題進行初步探討。
- 4、各國實驗室大多有研究人力不足之問題，解決之道係加強與學校進行合作，結合學校資源進行研究。本所長期以來與學

校單位合作關係密切，然仍有加強合作空間，例如可設置防火研究獎學金，舉辦學生論文獎之類活動，以提升國內學子對於防火研究之興趣。

- 5、近年來，歐洲國家進行歐洲整合，而防火研究工作亦有此一趨勢。未來我國似乎可與周圍其他國家或地區如日本、香港、泰國、新加坡，進行此種國際研究合作及交流，不僅可提升研究水準，亦可做好另類國民外交，為一可努力之方向。
- 6、隧道火災之行為與一般建築物火災有很大之不同，由於火災蔓延及溫度上升迅速，致使人員或車輛走避不及，生命及財產損失極為慘重，如韓國大邱火災、奧地利阿爾卑斯山隧道火災。由於台灣地區有很多公路隧道及捷運隧道，我國應投入人力及物力針對此一議題進行研究。

二、關於日本性能法規及其應用

1. 2000年6月1日，日本全面實施修正之建築基準法，此次修法之一大特徵為將以往一部份規格式規定，轉化為明確訂定性能要求之「性能規定」。而我國建築技術規亦將轉型為性能法規之際，日本實務操作轉換之經驗，實可作為我國修法之參考，尤其在避難安全性能之驗證上，與性能取向之防火相關規定，最為值得我國參考，相關討論詳見附錄二。
2. 日本此次修正訂定之避難安全性能規定後，與規格式基準相異之設計將比以往容易得多。但亦可能有不便之處，如驗證避難安全性能時，驗證所訂定之初期條件成為安全前提，將導致使用上之限制等。因此設計者、業主、使用者等相關人員之間，事前充分溝通並瞭解其損益，便極為重要。
3. 複合型大建築必須視為「都市」來規劃，其構造體、防災設施、

外裝、設備系統更需具有足以支撐內部活動之基礎，必須經得起考驗、有彈性且符合需要。

4. 以集客為目的之設施，除不斷更新內容外，更需經常保持高度安全性；尤其如確保充分之樓高（例如 Times' Square 為 4.6m），極力分散避難安全梯、排煙設備等縱向系統，與小區劃單位等，均為有效之準備工作。
5. 在商業設施中，於電扶梯區劃設置加壓防排煙設備等，藉以提高防火防煙效果，並使得避難活動順利進行，將是性能評估時代有效手段之一。
6. 建築物之安全性能，可藉由這類計畫性手法和運用新防災系統加以保障。但仍需大樓管理者及使用者理解防災設施，於災害發生時正確操作，方可確保最終之安全。因此如進行災害發生之模擬等實驗，運用層面之充實將是今後重要課題。

三、關於實驗室參觀活動

1. 實驗室定位問題：防火試驗室研究可分為基礎研究及商業應用兩大類，而這兩類試驗所使用設備常有重複之處。因此，實驗室究竟應以從事何種試驗為優先？一直是實驗室內部討論之重點，如何有效分配實驗室資源進行研究，使實驗室發揮最大效用，為實驗室管理之重要課題。
2. 研究經費問題：對國家經費支持的實驗室而言，由於政府預算的降低就會受到影響，因此積極爭取工業界研究經費亦相當重要。但由於台灣防火工業之規模與產值遠不如美日，進行同樣之試驗所能收取之服務費用將較美日之實驗室為小，故本所實驗室之運轉維護費用恐難完全由對外收取服務費用支應，仍需國家編列預算支付部份支出。

3. 實驗室設施的維護經費問題：這和前項經費息息相關，而火災實驗所產生的高溫 and 煙對儀器設備損害很大，再加上全尺寸火災實驗建築都很龐大，維護費用也很高，日本建築研究所及防火暨防災研究實驗室每年均編列相當之維護費用。爾後本所從事應用性防火測試時，所收取服務費用應將維護費用及儀器折舊費用列入，方可達到永續運作之目標。
4. 技術人員問題：美日先進防火實驗室均有專門技術人員負責儀器日常維護與試驗操作，熟練技術人員不僅可以延長儀器使用年限，尚可縮短試驗所需摸索時間，對於研究工作與實驗室運轉有很大幫助。本所實驗室尚缺乏相關人員編制，而由研究人員分攤此一工作，由於研究人員缺乏相關機械及電子設備背景，成效有限，且加重研究人員工作負擔，影響研究工作之推動。
5. 防火實驗室運轉、維護及研究所須之人力，常常橫跨建築、土木、機械、電子及消防各領域之人才，本所實驗室於機械、電子及消防領域之人才似乎尚嫌不足。
6. 本所實驗室之設備與日本相關實驗室相比，絲毫不遜色，且有部分設備尚更為先進。而由「國際防火研究領導論壇」各與會代表之報告內容觀之，現有十八個成員所負責之試驗室，本所實驗室之設備應較半數以上實驗室為優，故本所實驗室將有望成為世界頂尖研究所，此則有賴所有研究人員共同努力。

肆、建議

- 一、「國際防火研究領導論壇」對於國際交流與合作日趨重視，本所與此次年會之報告頗獲各國代表重視，咸認為本所之實驗室設備已達世界一流水準，許多國家代表均表示有意與本所進行交流與合作。本所應利用此一有利情勢，推動國際交流及合作，並參與國際重大研究計畫，以提升本所於國際之能見度，將可有效提升我國之國際形象。
- 二、教育部現正推動卓越計畫，期能使國內大學系所能有亞洲第一、世界一流之學術表現，以本所實驗室若能有效結合國內大學系所之研究人力，輔以足夠之行政資源，預計於 5 至 10 年內當可達到此一目標，唯相關之研究經費必須適度增加。
- 三、防火研究成果之應用不侷限於建築方面，舉凡公共工程、交通建設等均需完善之防火設施，其設備之研發改進均有賴良好之防火研究及產品檢驗作為基礎，本所之防火實驗室有著國內最為先進之試驗設備，除本業建築防火設備之研究外，應支援國內其他領域之防火研究，如交通工程之隧道防火、煙控研究，又如大眾運輸工具防火、避難逃生之研究等，均為本所作為國內防火研究工作領導者責無旁貸之責任。
- 四、國內防火科技研究經費受限於政府之預算成長幅度受到限制之影響，近年經費成長幅度受到限制，對於研究工作及實驗室運作造成不小之影響。因此，爭取工業界研究經費，或從事防火產品測試，以挹注研究及實驗室經費，為本所防火實驗室未來必須發展方向。

五、我國已加入世界貿易組織，未來工業界世界化為不可逆之潮流，本所防火實驗室可作為工業界進軍世界之後盾，舉凡產品之研發、測試與認證，本所實驗室均可扮演工業界協助與支援之角色。但本所與業界之溝通聯繫尚嫌不足，未來可與工業局及標準局等單位加強合作，以協助我國防火工業早日邁向國際。

附錄一

日本都市防火行能法規及其應用

參訪心得

壹、日本性能法規簡介

一、前言

2000年6月1日，日本全面實施修正之建築基準法，此次修法之一大特徵為將以往一部份規格式規定，轉化為明確訂定性能要求之「性能規定」。以往日本建築基準法（以下簡稱為「本法」）依據第38條規定，經由大臣認定與本法規定之構造方法具同等以上效力之構造方法，可不必適用規定之規格。但2000年基準法修正後，已證明具備避難安全性能之建築物，包括至直通樓梯之步行距離等部分避難相關規定，將不在此限；特別是採用告示之驗證法檢驗避難安全性能時，已無需經由行政廳建築主事等之確認。

嗣逢我國建築技術規則轉型性能法規之際，擬借鏡日本轉換之經驗，作為我國修法之參考。本文將針對此次至日本考察其經，日本在性能法規制度之修訂內容，尤其在避難安全性能之驗證上，彙整轉為性能取向之防火相關規定，做一簡單介紹。

二、避難安全性能之驗證

建築基準法施行令第5章2之2「避難安全之驗證」，為針對單一樓層避難安全性能及全館避難安全性能（表1）（以下統稱為避難安全性能）所作之規定。建築物主要構造部分為準耐火構造（含符合施行令第108條之3技術性基準者或不可燃材料，且經驗證為具備避難安全性能者，則不適用於部分避難相關規定。

表1 避難安全性能定義

<p>◇階避難安全性能（施行令第129條之2第2項）</p> <ul style="list-style-type: none">該樓層任一居室發生火災時，該樓層所有人員由所在位置完成至直通樓梯間之避難期間，該樓層各居室及各居室通往直通樓梯之主要走廊及建築物其他部分，<u>煙霧或有毒氣體不可降至影響避難之高度。</u> <p>◇全館避難安全性能（施行令第129條之2-2第2項）</p> <ul style="list-style-type: none">該建築物任一火災室發生火災之際，該建築物內所有人員完成至地面之避難期間，該建築物各居室及各居室通往地面之主要走廊、樓梯及建築物其他部分，<u>煙霧或有毒氣體不可降至影響避難之高度。</u>

簡單來說，政令所要求之避難安全性能，即「在室內因火災煙霧呈危險狀態之前，完成避難動作」。

「單一樓層避難安全性能」指該樓層之避難人員進入安全梯之前、「全館避難安全性能」為建築物內所有人員離開建築物為止之安全。由於「單一樓層避難安全性能」及「全館避難安全性能」所要求之安全驗證範圍不同，不適用該規定之狀況如表2所示。單獨執行「單一樓層避難安全性能」之驗證時，包括樓梯等其他豎道必須遵照以往之規格式規定設計。驗證全館避難安全性能時，則取消豎

道區劃亦有可能。設計者可依計畫選擇驗證範圍。

表 2 建築基準法適用之排除規定

	條	項	內 容	因驗證而不適用之規定		
				單樓層	全館	
防火區劃	112	5~7	高層面積區劃	—	○	
		9	豎道區劃	—	○	
		10	三角扶壁（側拱）	—	—	
		12・13	異種用途區劃	—	○	
		上記以外		—	—	
避難	118		從客席之出口門戶	—	—	
	119		走廊寬度	○	○	
	120		步行距離	○	○	
	121	1・2	設置 2 座以上之直通樓梯	—	—	
		3	重複步行距離	—	—	
	121 之 2		禁止木造屋外直通樓梯	—	—	
	122		設置安全梯	—	—	
	123	1	一・六款	安全梯之構造	—	○
		2	二款	屋外安全梯構造	—	○
		3	一款	設置特別安全梯之陽台・梯廳之構造	○	○
			二款		—	
			九款		○ *1	
			十一款		○	
上記以外			—	—		
設施	123 之 2		樓中樓住戶之特例	—	—	
	124	1	一款 （樓梯寬度）	物品販售業店鋪之樓梯、 通往樓梯之出入口寬度總合	—	
		二款 （出入口寬度）	○			
	125	1		避難樓層之步行距離	—	○
2			劇場等往戶外之出口門戶	—	—	
3			物品販售業店鋪之出入口寬度	—	○	
126 之 2・3			排煙設備之設置與構造	○	○	
129			內部裝修限制	○ *2	○ *2	

○：可經由檢證、不必遵照規定

*1：限室內通往陽台或梯廳之出入口

*2：調理室、車庫、樓梯不在此限

三、避難安全性能之驗證與防災計畫

以往針對一定規模以上之建築物，為確保避難安全之方法，法規規定應製作防災計畫書，其中檢討避難安全之方法稱為避難計算；避難計算包括避難設施之容量及核對配置是否平衡等。而防災計畫書之應用須以該建築物符合法令為前提。本次修正後所規定關於避難安全性能之驗證，為設定某居室發生火災之規模，該建築內之人員未受火災所產生之煙霧影響前可抵達安全避難場所，因此部分基準屬於適用除外項目。針對此點，避難安全性能之驗證與以往之避難計算有根本性的不同。

此外，所謂「避難安全性能驗證」，不過是針對建築物避難安全、採取不受煙霧影響之避難方式所作的性能要求之一；並非只要進行驗證、滿足條件，任何計畫皆可實施。法令雖未明文規定，但均衡配置避難出口、安全區劃之計畫等，建築物依據避難計畫之基本原則來作計畫亦相當重要。

四、一般驗證方法（避難安全驗證法）

避難安全性能制訂後，便以政令另行規定驗證其性能之一般性方法（ROUTE B），亦即「單一樓層避難安全驗證法」與「全館避難安全驗證法」（以下統稱為「避難安全驗證法」）。其基本概念為計算「火災發生至完成避難之所需時間（避難完成時間）」和「火災產生之煙霧或有毒氣體於通往直通樓梯途中，降至影響避難之高度所需時間（煙降下時間）」，而「避難完成時間」必須小於「煙降下時間」（圖1）。

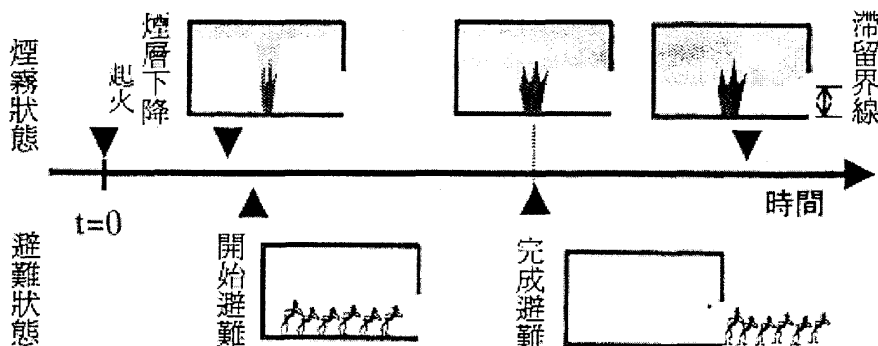


圖1 避難安全之基本構想

「單一樓層避難安全驗證法」首先驗證該對象樓層之各居室，其避難是否可安全執行；之後針對該樓全體進行相同之驗證（圖2）。「全館避難安全驗證法」首先依據「單一樓層避難安全驗證法」確認該建築物各樓層具備階避難安全性能，再驗證該建築物內所有人員避難至地面之過程是否安全。

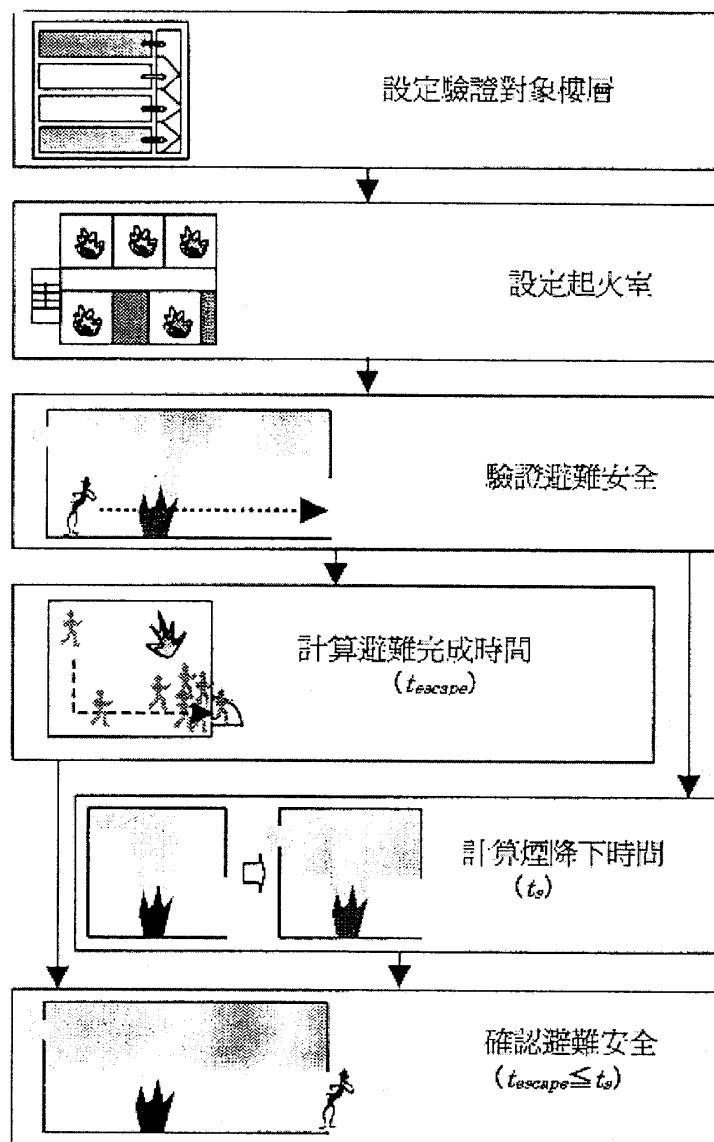


圖 2 避難安全驗證之流程

五、國土交通大臣之認定

具備避難安全性能者，則不適用上述一般性檢證方法，可以更高階之方法驗證其避難安全性能，並通過國土交通大臣認定即可。例如利用電腦模擬程式預測火災狀況、煙霧流動狀況或避難行動等時，就必須通過國土交通大臣認定。

設計者可按照計畫內容，由「依照規格式基準 (ROUTE A)」、「依照一般性檢證方法進行檢證並取得建築主事等之確認 (ROUTE B)」及「進行詳細檢證並取得國土交通大臣認定 (ROUTE C)」三種方式中，自由選擇其驗證方式 (圖 3)。值得注意的是，一般性驗證方法是建立在能自己避難為前提之上，因此避難者行

動能力有問題之用途如醫院等，現今並不適用；故醫院等用途之避難安全性能驗證，只能選擇 ROUTE C，即必須於指定性能評估機構接受性能評價後，並取得國土交通大臣認定。日本國內針對避難安全性能進行性能評估之處，有日本建築中心與日本建築總合試驗所等。

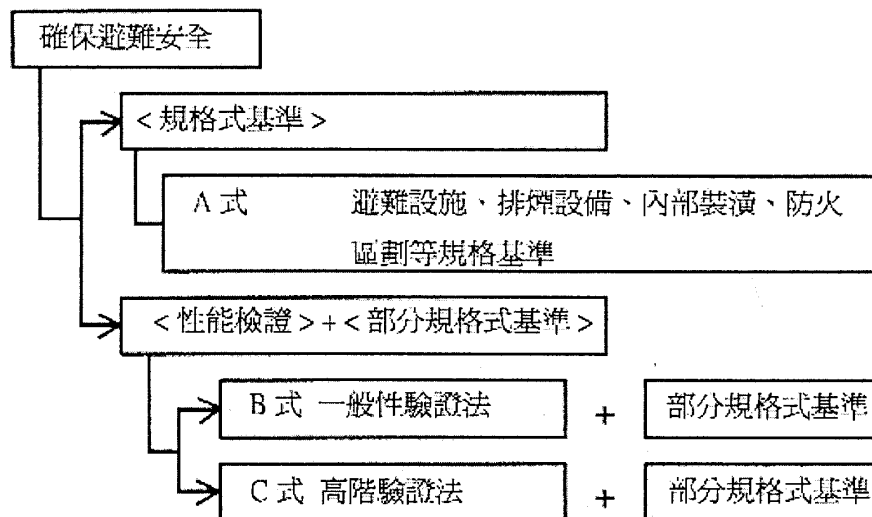


圖 3 避難安全性能驗證法之架構

六、避難安全驗證法概要

1. 設定火災室

無論使用 ROUTE B 或 ROUTE C 驗證避難安全性能，依據平成 12 年告示 1440 號規定，除發生火災機率極低之居室外，其他所有居室均設定為火災室，驗證任一居室發生火災時是否能安全避難。

2. 避難安全驗證法

屬一般性驗證方法之避難安全驗證法，其內容詳見平成 12 年告示 1441 號（單一樓層避難安全驗證法）以及同上第 1442 號（全館避難安全驗證法）。依據上述告示之計算方法，求出避難終了時間及煙降下時間，驗證前者是否較後者為短。避難完成時間為「避難開始時間」與「抵達出口之一所需之步行時間」及「通過出口所需時間」之合計（圖 4）。

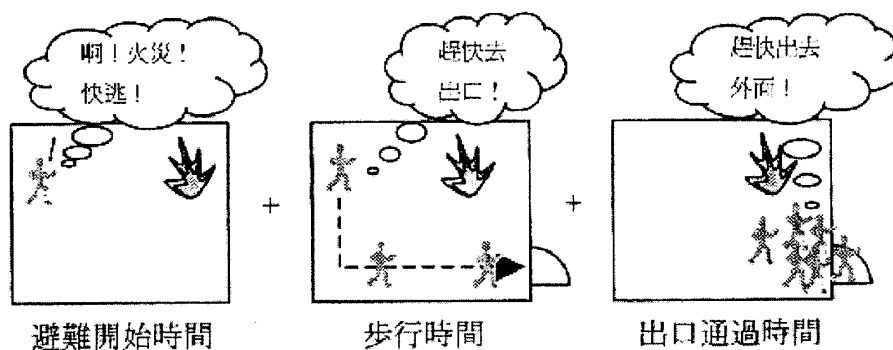


圖 4 避難安全完成時間

- (1) 所謂「避難開始時間」，從得知火災發生（火災之感知），到確認火災確實發生並開始避難（火災之應對）為止。火災面積越大，火災之感知越慢。至於確認火災並開始避難之時間，在發生火災之屋室（即火災室）可馬上目擊火煙，與火災之感知在時間上無甚差距；至於其他屋室，依其室內之人醒或睡而有 3 到 5 分鐘之差別。
- (2) 步行時間之計算，以到達最近出口之步行距離除以依用途訂定之步行速度而得。出口通過時間之計算，為室內避難者人數除以每單位時間可通過出口之人數。室內避難者人數以室內面積乘以用途別在館者密度；單位時間可通過出口之人數則依出口大小以及出口外空間之大小而定。
- (3) 煙降下時間之計算，為可聚集煙霧之空間除以每單位時間所聚集之煙量而得（圖 5）。所謂「聚集煙霧之空間」指界限煙層高度以上之部分，界限煙層高度通常指地面上 1.8m 之處。該樓層全體之煙降下時間，為包括火災室及有安全梯出口之房間等各屋室之煙降下時間總合（圖 6）。

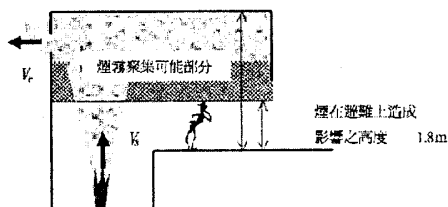


圖 5 居室煙層下降時間

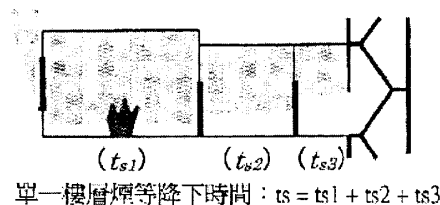


圖 6 單一樓層煙層下降時間

驗證全館避難安全性能時，亦需驗證經由樓梯以外之豎穴（玻璃帷幕挑高中庭、電梯或電扶梯之升降路徑、管道間等）擴散之煙霧，是否影響避難行動。但侵入豎道後煙霧之活動變化複雜，無法簡單加以預測，因此「全館避難安全驗證法」中即以煙霧侵入豎道為前提，來檢視建築物整體是否有避難障礙。

每單位時間所聚集之煙量為「每單位時間之煙發生量」減去「每單位時間之排煙量」而得。每單位時間之煙發生量又依火災室及其他部分而有不同計算方式。火災室之煙霧發生量依房間用途所產生之發熱量與天花板高度等房間形狀而定，火災室以外房間之煙霧發生量，為從該房間與火災室之間開口部位外洩之煙

量。

除自然排煙方式、機械排煙方式之外，為因應併用平成 12 年告示第 1437 號所規定之機械送氣式 3 種排煙設備，單位時間之有效排煙量的計算方式已經由告示公告。此外，亦可不設置有效排煙口，只要通過避難安全驗證，無排煙設備之計畫亦有可能實現。

七、避難安全驗證法之適用範圍

1. 排煙設備之免設

至於排煙設備，只要該樓層通過驗證，證明具備「單一樓層避難安全性能」即可免設。值得注意的是，「單一樓層避難安全驗證法」其排煙設備之計算方式援用政令之排煙設備構造相關規定（令第 126 條之 3），因此自然排煙設備僅限於位置和面積、機械排煙設備限於排煙口位置與排煙風量，得適用法規之除外規定。

驗證避難安全性能之際，必須驗證對象樓層所有居室之避難可安全執行。亦即包括政令當中不需排煙之電梯乘降口等部分，以及根據政令所告示免除排煙之 100 m² 以下之居室等，全體均需通過驗證。因此依各案狀況，以往未強制設置排煙設備部分，亦有可能需要加設適當之排煙設備。例如援用「單一樓層避難安全驗證法」驗證居室之避難安全時，由於房間地板面積越小、煙降下時間越快，因此 100 m² 以下之事務室等大多需要排煙設備。因此要注意的是，若計畫時預定為大房間而不需要排煙設備，在變更為小房間時將有可能需要排煙設備。

另外理所當然的，關於排煙設備等消防法內亦有所規定之部分，在檢討放寬建築基準法規定之際，亦需尋求與消防法之間的協調。

2. 放寬通往直通樓梯之步行距離相關規定

關於避難樓層以外之樓層，該樓層若驗證具備單一樓層避難安全性能，則可放寬通往直通樓梯之步行距離等相關規定。但針對避難樓層放寬通往直通樓梯之步行距離相關規定，則需該建築物全體均驗證具備避難安全性能。

此外，即使通過驗證、具備避難安全性能，並不表示可忽視重複步行距離之規定（令第 121 條第 3 項），仍須加以遵守。此一情況下之重複步行距離，必須依據施行令第 120 條規定所計算之步行距離為基準。

3. 豎道區劃之放寬

若驗證該建築物全館均具備避難安全性能，則可不適用豎道區劃之規定（令第 112 條第 9 項）。執行全館避難安全性能之驗證時，必須驗證經由所有豎道擴散之煙霧，是否造成避難上之障礙。即使設有豎道區劃之部分，亦須評估煙霧入侵該豎道或擴散至上一樓層之可能。例如於物品販售店鋪設置玻璃帷幕挑高中庭時，若採用全館避難安全驗證法，則需驗證煙霧不會擴散至玻璃帷幕挑高中庭，

以及電梯或電扶梯升降通路。

由於面積區劃規定（令第 112 條第 1 項）並非「適用除外」之對象，因此若失去豎道區劃，仍須有 1500 m²（設有自動灑水裝置時為 3000 m²）以內之防火區劃。因此即使驗證其避難安全性能，若無玻璃帷幕挑高中庭及居室之豎道區劃，便無法創造超過 3000 m²之開放性空間。若想實現包括玻璃帷幕挑高中庭、超過 3000 m²之開放性空間，可援用施行令第 108 條之 3 所規定之耐火性能驗證以及防火設備性能驗證。執行並通過上述驗證，證明設於居室與玻璃帷幕挑高中庭之間的消防設備和避難平台具備必要之性能，居室及玻璃帷幕挑高中庭便可視為特定防火設備；乍看之下為一開放性空間，亦是一必要之面積區劃空間。

4. 醫療福祉設施之避難安全性能驗證

如前所述，屬一般性驗證方法之避難安全驗證法，是以能自行避難為前提而定；因此如醫療福祉設施內多為無法自行避難之人員者，並不適用。因此醫療福祉設施之避難安全性能驗證，便只能選擇 ROUTE C。

由於 ROUTE C 並未提示具體驗證方法，因此必須由申請者自行思考。實行醫療福祉設施之避難安全性能驗證時，特別容易碰到的問題便是避難完成時間之預測方法。例如自行避難有困難者應如何移動？其往出口之移動速度為何？由病床換到擔架等，除實際移動時間外，還需要多少時間？避難者集中一地時，是否造成通行障礙等等，必須考慮各種因素。

八、驗證避難安全性能時之注意事項

由於避難安全性能之驗證是針對居室有可能發生之火災，驗證該建築物內所有人員可安全避難之手法，因此驗證所訂定之初期條件便是以安全為前提。驗證時所設定的各條件，在該建築物開始使用之後亦需繼續維護。因此有用途變更、隔間或防火設備改變等有可能影響火災狀況之行爲，必須重新接受驗證。

此外採用 ROUTE B 驗證時，所有火災發生時應該運作之設備必須全體動作方可。例如防火捲門下降時所造成之空間，必須當作一單獨房間加以驗證，此時排煙設備亦需開始運作。為使此類可動設備在必要時能發揮性能，平時之維護管理便極為重要。

九、結語

參考日本此次修正訂定之避難安全性能規定後，與規格式基準相異之設計將比以往容易得多。在另一面，亦可能有不便之處，如驗證避難安全性能時，驗證所訂定之初期條件成為安全前提，導致使用上之限制等。因此設計者、業主、使用者等相關人員之間，事前充分溝通並瞭解其損益，便極為重要。應注意的是，即使通過驗證之建築物，若變更計畫便需重新驗證。為有效率活用避難安全驗證法，申請審核之前設計者必須充分檢討計畫內容，以避免產生變更。

貳、考察案例介紹

一、Times Square 大樓

(一) 建築物概要·建築設備概要

A. 建築物概要

建築物名稱：Times Square 大樓

所在地：東京都澀谷區千駄谷 5 丁目 24-2

用途：複合商業設施

建築業主：Relcity 東開發（株）

設計監造：日建設計 / 防災設計 日建設計

施工：本館一大林、錢高、東洋、福田、藤木建設協同企業體

基地面積：19281.26 m²

建築面積：12732.26 m²

樓地板面積：174476.44 m²

層數：地下 4 層、地上 14 層、塔屋 2 層

構造：SRC

完工時間：1996 年 9 月

B. 消防設備概要

緊急因應措施：廢熱發電系統（電源）

滅火設備：全館裝設自動灑水設備等

消防活動等：緊急用升降梯、屋頂停機坪

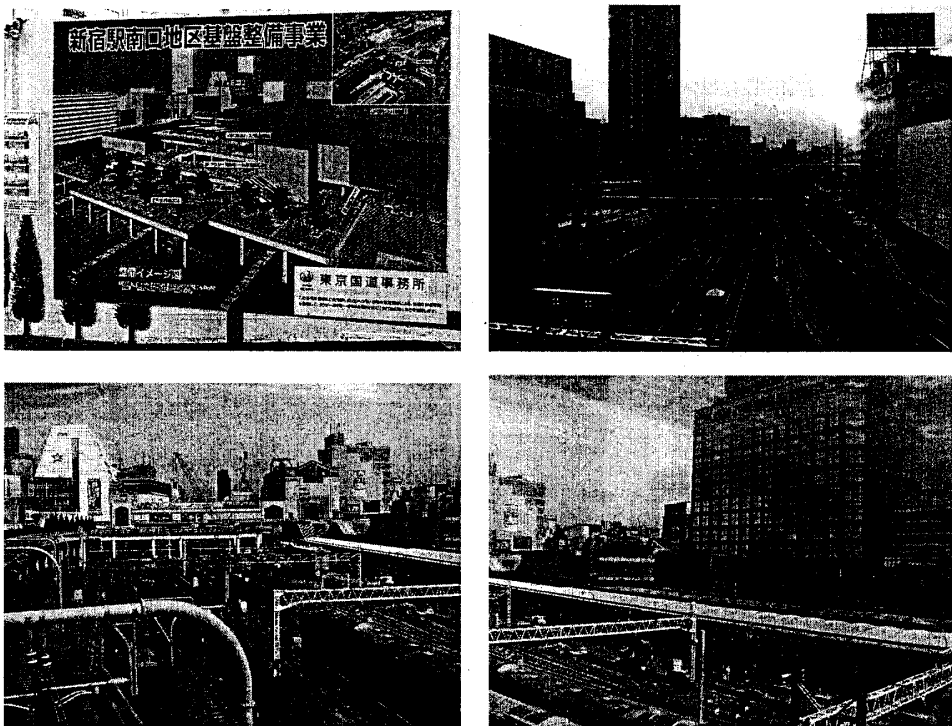


圖一 時代廣場大樓之外觀

(二) 建築物背景與特徵

1. 站前大規模複合商業設施

Times Square 大樓位於 JR 新宿站南口與代代木站之間，前身為舊國鐵貨物調車廠、約 3ha 之土地；因不動產變換貸款而先行開發靠近新宿之 2/3 部分。設施建設之際，遵行行政上都市基盤上位計畫之方針，進行了地區內道路、現存街道之拓寬。本商業設施計畫適用總合設計制度，包括公共開放空間之整備、設置公共設施之分區冷暖空調設施（DHC）機組，及中水處理機組等，以放寬容積。引進該制度以百貨公司為主要用途之複合商業設施。建設用地由地區內道路一分為二，靠新宿站約 16 萬 m^2 之地區為本館，靠代代木站約 1 萬 4000 m^2 則是附屬之別館；彼此間以道路上空之通道相連接。（圖二）



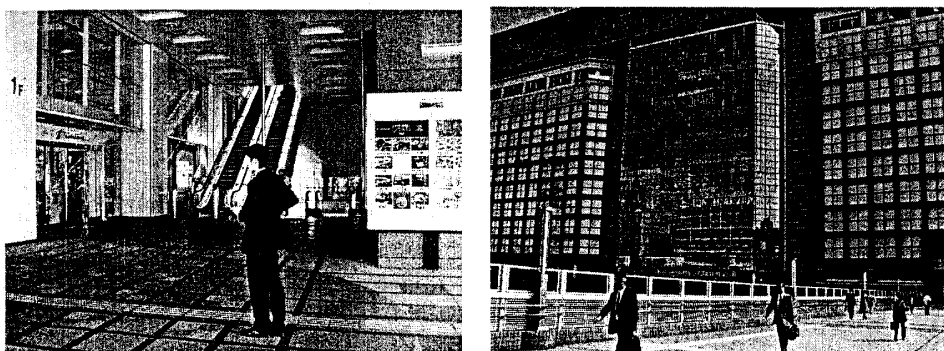
圖二 時代廣場大樓周邊環境

2. 構造計畫特徵

為建設一具彈性之商業設施空間，除將來仍固定之核心空間外，長邊 8.2m、短邊方向 8.8m 以均一之鋼骨構造（Rahmen Construction）、外圍以軸承構造（Bearing Construction）構成其架構。鋼骨構造所構成之柱子，與一般辦公大樓相較，可確保高樓層充分之剛性，相當於內藏鋼骨之 SRC 構造，大樑則使用變形性能優良之鋼骨構造。核心部分集中配置變形能力優良之 unbondbrace，提高對地震時之安全。由於是超過 60m 之大規模商業設施，因此必須確保建築物之耐震性能可因應東京預測最大級之地震（6 至 7 級左右），以避免產生極大災害。

3. 集客設施之避難引導

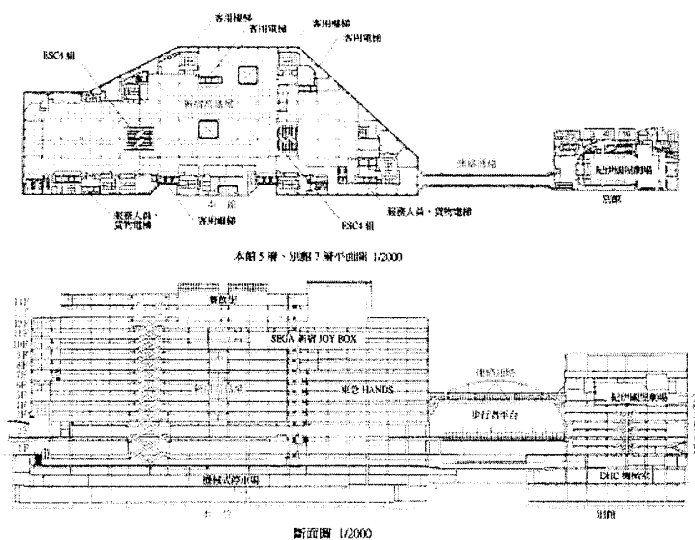
作為繁忙期每日約有 20 萬人次出入之商業設施，除需充分之耐震性能外，災難發生時之避難引導必須合理且簡單明瞭。尤其在商業設施最重要的環節，即在於整合店內移動動線與避難樓梯之配置。例如從基點進行電梯、電扶梯等垂直動線之賣場引導，必須顯而易見，且可認清位置；廁所、休息空間與避難樓梯必須整套配置；屋頂避難廣場及可通往鄰棟避難之天橋，必須與室內客用動線一致等等。換句話說，能讓使用者簡易判斷，亦即今日所謂之「全球化設計」，才能使災難處理更加有效率。



圖三 顯而易見的垂直動線與避難天橋連接

4. 步行者空間之整備

大規模開發計畫中，地上之開放空間有必要兼作災害時重要暫時避難場所。本基地由於西側、北側面向鄰地與鐵道設施而無接續通道，故設置人工地盤，以步行者空間圍繞建築物四周圍。此一人工地盤藉由鐵道上空通路之整備，擴展步行者網絡，可有效因應災難時之避難。

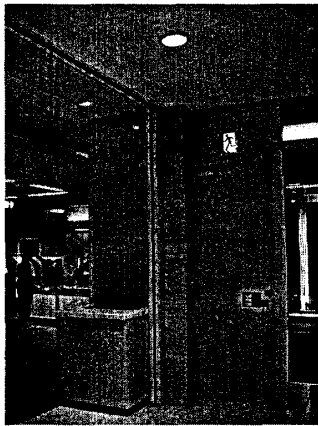


圖四 步行者平台有效因應災難時之避難

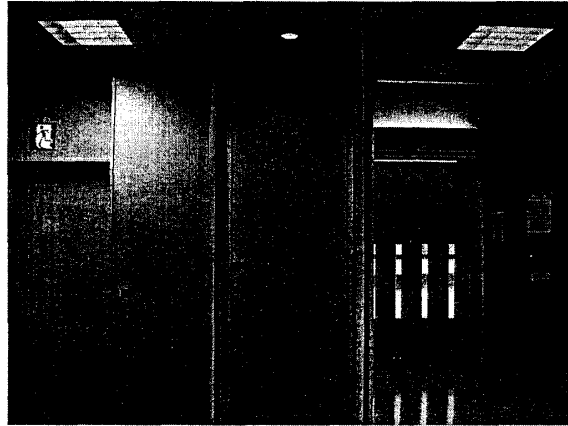
(三) 建築防災計畫

1. 基本理念--簡單明確之避難通路

當作一不特定多數之複合設施，除堅持避難通路之簡單、明確外，並分散通道以免避難活動過於集中。此外，有大量可燃物且平面面積廣大之店舖，則需確實執行防火區劃，以避免火災延燒。(圖五)



圖五 店舖之防火區劃



圖六 雙重防火捲門，落實區劃之意義

2. 防災計畫特徵

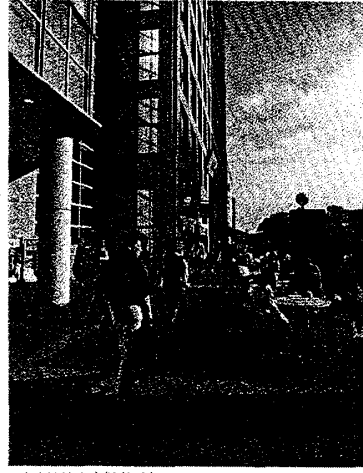
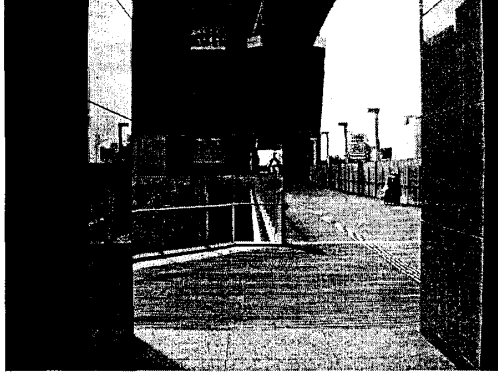
- ① 本館之標準層最寬處約為 60m、長約 180m 之細長平面，避難安全梯沿兩長邊方向設置。緊急升降機及特別避難安全梯設於長邊方向之兩端，以利有效進行避難及滅火活動。
- ② 約 9000 m²之百貨公司標準層，分為 3 處防火區劃，其中之一更設有雙重防火捲門，落實區劃之意義。(圖六)
- ③ 基地周圍設置公開共開放空間、基地內道路及通路，以利消防車靠近及消防活動進行。
- ④ 防災中心設於本館及別館中央部分，除統一監視兩棟建築物外，並使消防活動進行得更有效率。
- ⑤ 防災上，兩棟建築物以地上 2 層、地下 1 層相連結，除避難樓層外，亦可至另一棟建築物避難。
- ⑥ 為使高層部分之避難、救助更有效率，於本館屋頂設置直昇機停機坪，與屋頂避難廣場形成一聯合區域。

3. 配置考量

- ① 建築物周圍設置公共開放空間，除使建築物與道路、鄰地之間有充裕空間外，亦使通往各入口之通道均一化。
- ② A 基地除靠近新宿站新南口車站部分外，均與道路或基地內通路相接。狹隘之東側區道路 (6m) 則拓寬為 16m。
- ③ 第 2 層高度與「甲州街道」相同，與設於新南口車站之公共通路相接。

- ④ B 基地與地區內道路相接。基地東側、南側雖與鄰地相接，但於南側設置廣場型之開放空地（約 1600 m²）。

圖七 充分利用多層次避難層（人工地盤）提高避難效率



客人流連之步行者平台

4. 避難樓層之位置

- ① 避難樓層為 1 樓。
- ② 為使位於第 2 層之人工地盤（步行者平台）與甲州街道、鐵軌上空通路有效連接，雖不指定為避難樓層，仍可與地面 1 層同時進行避難。

5. 關於安全區劃

- ① 由於百貨公司賣場無法形成如走廊等之暫時性安全區劃，因此除特別避難安全梯外，於其他避難安全梯全部加設前室，以防濃煙進入。

（四）小結

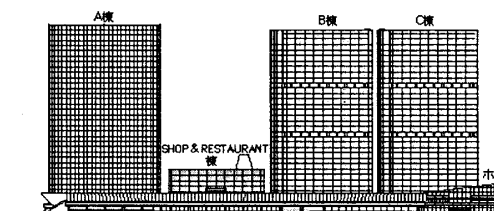
1. 本案例為市區中再開發、鄰接鐵道設施之大型商業設施；其優良動線將是今後事業化之優勢。
2. 複合型大建築必須視為「都市」來規劃，其構造體、防災設施、外裝、設備系統更需具有足以支撐內部活動之基礎，必須經得起考驗、有彈性且符合需要。
3. 以集客為目的之設施，除不斷更新內容外，更需經常保持高度安全性；尤其如確保充分之樓高（Times' Square 為 4.6m），極力分散避難安全梯、排煙設備等縱向系統，與小區劃單位等，均為有效之準備工作。
4. 在商業設施中，於電扶梯區劃設置加壓防排煙設備等，藉以提高防火防煙效果，並使得避難活動順利進行，將是性能評估時代有效手段之一。

二、品川 Inter City 概要

(一) 建築物概要·建築設備概要

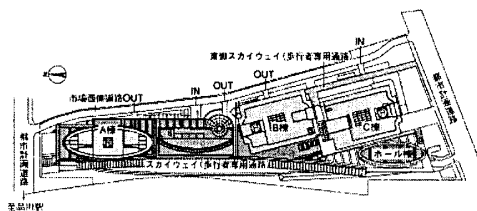
A. 建築物概要

- 建築物名稱：品川 Inter City
- 所在地：東京都港區港南二丁目
- 設計：日本設計、大林組
- 監造：日本設計
- 施工：大林、清水、鹿島、長谷工共同企業體（建築）及其他
- 基地面積：35564.490 m²
- 建築面積：20465.048 m²
- 樓地板面積：337119 m²
- 構造 地下部分：SRC、
地上部份：S（一部份 SRC）
- 層數 A棟：地下2層地上32層
B棟：地下3層地上31層
C棟：地下3層地上31層
D棟：地下3層地上5層
- 高度 最高高度：A棟 144.5m
- 主要用途：事務所、店鋪、多功能
演藝廳及其他
- 完工時間：1998年11月



B. 防災設備概要

- 緊急對策：廢熱發電系統（電源、熱源）
- 滅火設備：Wet Screen 灑水、全館自動灑水設備等
- 煙霧控制：加壓防排煙、Wet Screen 系統（辦公樓層消防活動等）、緊急電梯、直昇機起降坪



圖八 品川 Inter City 配置圖

「品川 Inter City」為品川車站東口開發事業中最主要之計畫，於 1998 年 11 月完工。本計畫以 3 棟超高層辦公大樓為中心，其間配置低樓層之商業設施與演藝廳；其設計理念為「創造與交流之園都」，以綜合性造街計畫為建設目標。

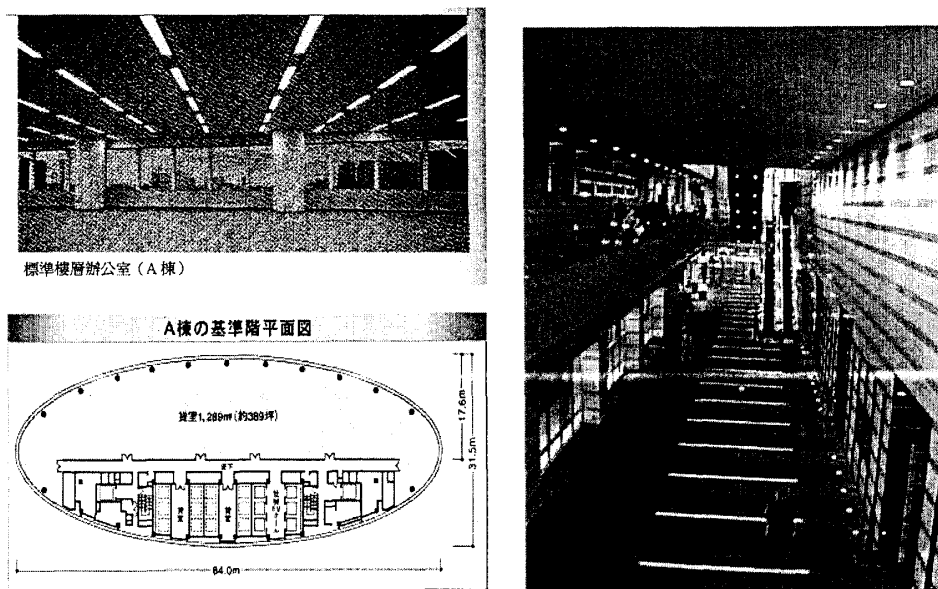
(二) 建築計畫

高層棟辦公大樓是以 3.6m 為一基本單位、深 16m、超過 1000 m²之大規模辦公空間；B 棟及 C 棟高層樓部分則設置稱為「Small Atrium」之玻璃帷幕挑高空間，創造出立體建築空間與寬裕的辦公環境。低層樓部分以南北向、稱為「Sky Way」之步行空間為主軸，配置半戶外玻璃帷幕挑高空間，面對商業店鋪及多功能演藝廳。地下 2 層為自走式停車場與大規模機械停車設備，地下 3 層則設置了分區空調設施與廢熱發電設備等機械室。



品川 Inter City 外觀

圖九 品川 Inter City 外觀



標準樓層辦公室 (A 棟)

A 棟の基準階平面図

質量 1,286m² (約 309坪)

圖十 A 棟平面圖

(三) 建築防災計畫

基於大規模複合用途建築物之考量，本建築計畫訂定了均衡之防災計畫；除確保各空間機能之充分安全外，更能有效發揮設施整體之防災機能。

關於考量使用者需求之新建築空間的安全性，本建築計畫依據建築基準法第 38 條，以實驗及模擬驗證其安全，並取得大臣認定。

下表為 38 條認定相關項目及其安全性之驗證方法。

表一 建築基準法第 38 條相關項目

(1) 耐火構造	驗證安全性之方法
01 入口門廳屋頂 02 Small Atrium 屋頂	預測該空間內之火災狀況，確認該空間之安全性。亦需確認周邊起火時之安全性。
(2) 防火區劃	
03 低樓層防火區劃：構成單一建築物之連續性空間。 防火區劃面積約 11400 m ² 04 低樓層豎道區劃：形成地下 1 層~3 層之高深垂直空間。A 棟入口約 15m、玻璃帷幕挑高空間約 20m	設定各空間內火災發生狀況，計算火焰高度，確認延燒至上一樓層之安全性。
05 高樓層防火區劃：11 層以上之辦公室 1000 m ² 面積區劃以 Wet Screen 系統取代	為確認新延燒防止系統之性能，以實物大模型進行燃燒實驗。
06 Small Atrium 豎道區劃：利用防火捲門與空調機之壓力控制，確保防火防煙性能	以煙流動計算程式預測煙霧狀態，換氣回路網計算確認壓力差。
07 異種用途區劃：半戶外停車場與辦公大樓之間的防火區劃	設定車輛起火，確認可否防止延燒。
(3) 排煙設備	
08 低樓層入口門廳防排煙：蓄煙與微排煙	模擬避難時間與煙層降下，進行確認。
09 高層 Small Atrium 防排煙：防火捲門及空調機加壓	以煙流動計算程式預測煙霧狀態，換氣回路網計算確認壓力差。
10 高樓層之標準層加壓防排煙：梯廳加壓、走廊二次加壓	模擬避難時間與煙層降下，進行確認。

1.災害對策

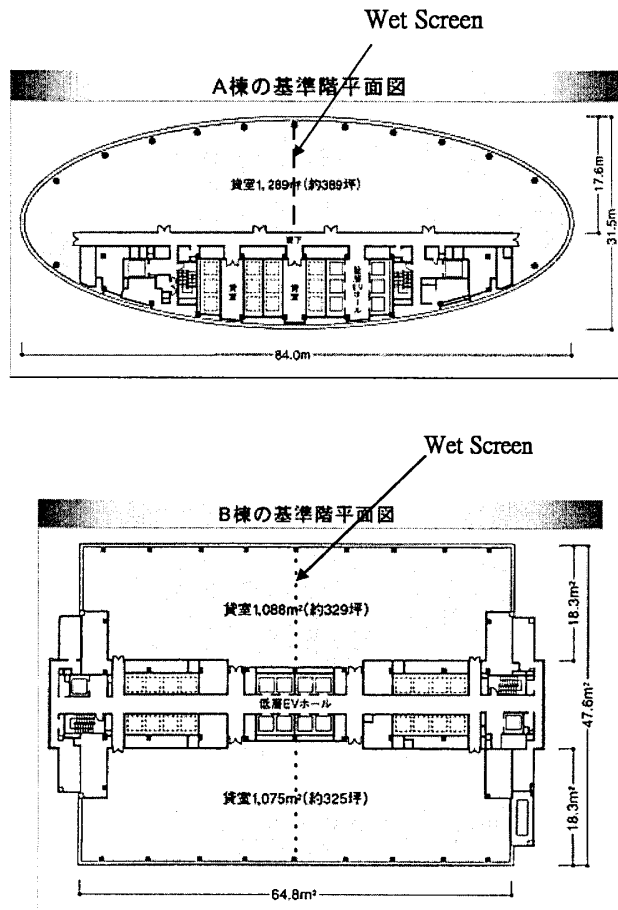
本建築計畫設有廢熱發電 2500kVA×2 及緊急發電機 2500kVA×2，以備停電時之需。此外，3 棟超高層辦公大樓均設有消防用之直昇機起降坪（Hovering Space）。

2.避難弱者之對策

品川東口之規劃基礎，為在第 2 層高度與車站相連結之步行者網絡。「品川 Inter City」中，地上各樓層間設有專用電梯及電扶梯，方便輪椅使用者移動。此外，辦公大樓棟之標準樓層亦預留寬廣之梯廳兼為緊急電梯乘降口，緊急時可在此等待救助。該部分位於平時往洗手間之路徑上，可被使用者高度認知。

3. 高層棟之防災計畫

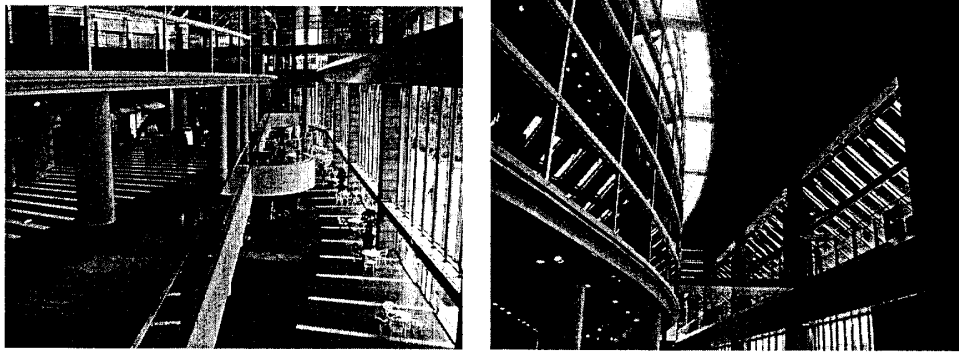
高層棟之 A、B、C 棟均在建築物兩側設有特別避難安全梯與緊急用電梯，以第一次安全區劃（走廊）相連結，為針對避難、消防活動之有效計畫。高層辦公室部分，為提高火災時之安全性，採用加壓防排煙系統以及使用 Wet Screen 之防止延燒系統（兩者皆為 38 條特認對象）。



圖十一 平面樓層採 Wet Screen 作區劃分隔

4. 低層棟之防災計畫

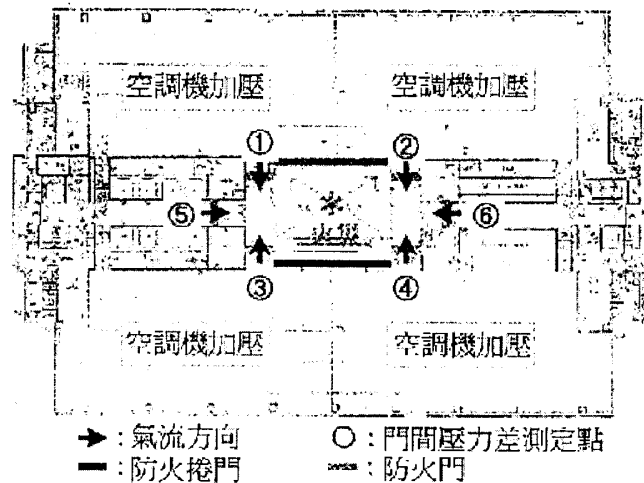
低層棟為順沿基地形狀、約 350m 長之細長型建築物；其中包含步行者專用通道 (Sky Way)、演藝廳及共用設施。入口門廳・Sky Way 為地下 1 層至地上 3 層之挑高空間，為一約 11400 m²之防火區劃。面向挑高空間之各店鋪則充分注意區劃形成之適切性，以防止延燒擴大及煙霧擴散。



圖十二 半戶外玻璃帷幕挑高空間

5. 標準樓層加壓防排煙系統

為提高高層辦公室部分火災時之安全，採用了加壓防排煙系統及使用「Wet Screen」之防止延燒系統。加壓防排煙系統為梯廳送氣加壓，設於梯廳、走廊間之輔助管線，可防止門扉閉鎖時壓力過大並持續提供走廊空氣。起火室以機械排煙，Wet Screen 降下的同時，從鄰室以常用空調機加壓送氣，以防煙霧擴散。萬一煙霧外漏至走廊或鄰室時，煙霧感知器將啟動排煙。此外，面向避難路徑之電梯門均為高氣密性，以防止煙霧擴散至電梯車廂。又為防止門戶開閉障礙，預先設定給氣風扇風量(防火門關閉時壓力差 50Pa 以下、開放時居室 0.3Pa 以上)，以走廊及梯廳間防火門關閉信號加以控制。

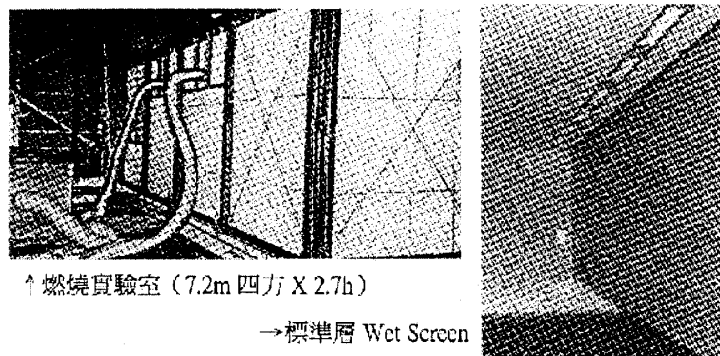


圖十三 中庭之防排煙計畫 (挑高空間內起火時)

6. Wet Screen 系統

本計畫標準樓層 11 層以上、必要之 1000 m²面積區劃當中，均採用具防火防煙性能之 Wet Screen 系統；其中包括新開發之不可燃屏幕、前述之空調機加壓及屏幕兩側灑水功能。此項新延燒防止系統，促進實現了 16m 深、超過 1000 m²之無柱空間。

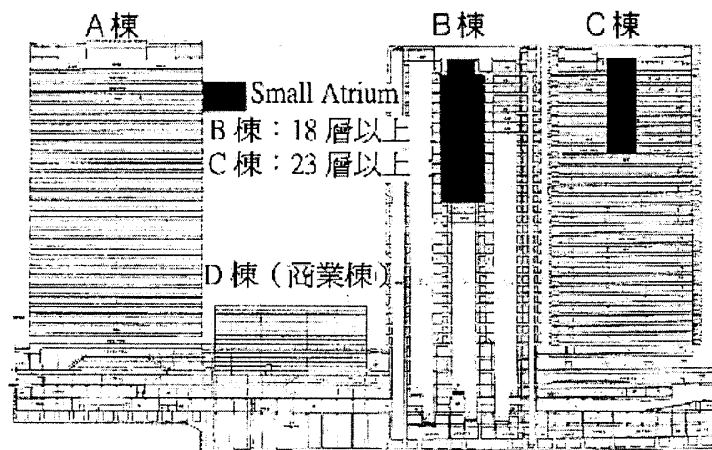
Wet Screen 將隨火災進展分兩次降下，進行灑水、排煙與加壓控制。此系統之後更發展出無灑水設備之耐火屏幕。其優點為不受防火防煙捲門之寬度限制（毋需 5m 以內之輔助桿）、裝設天花板之上捲機機身較小、可利用屏幕下部空隙（H=600）往非火災區水平避難及滅火等等，為一能有效運作之新技術，刻正逐漸普及當中。



圖十四 Wet Screen 系統

7. Small Atrium 計畫

辦公樓層上部中央設有小型挑高空間，創造一宜人之環境。該部分之火災預估有兩種型態：挑高空間內起火時除進行排煙外，亦針對周圍空間加壓；周圍空間起火時，則往挑高空間內加壓。雖設有捲門防止垂直通道之上層延燒，但其寬度超過 5m，上述運作即因應空隙之漏煙及辦公室火災之對應系統。



圖十五 品川 Inter City 中庭

8. 防災中心統一管理系統

除統籌建築物整體之中央監控室及防災中心外，高層辦公大樓另設有設施管理及防災管理之服務中心。正副中心間防災資訊之通信，採用統合 LAN 系統，可高速傳送各種資訊，整合各中心之操作、監視，使建築物整體運作具機動性、一體性。

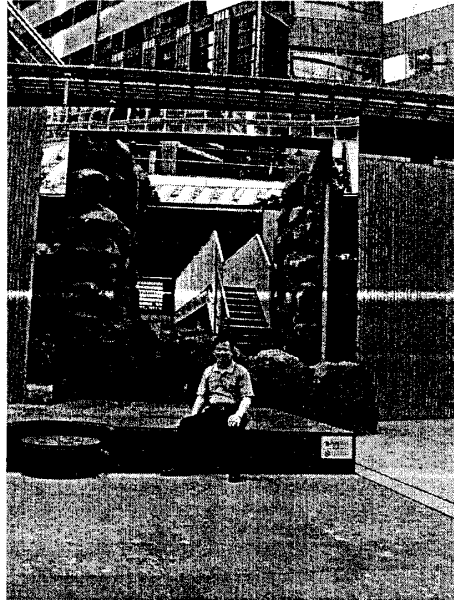


圖十六 防災中心

(四) 結語

「品川 Inter City」可說是東京都內成為新世紀先驅、數一數二之大規模建築物；提供「更寬廣、更有效率」的辦公空間，以及「更具開放性」的商業設施。為確保這類空間之安全性，必須有不妨礙其機能、嶄新之防災計畫。本計畫有幸於設計期間進行實際尺寸之實驗及使用模擬手法等，得以開發嶄新之防災系統。

建築物之安全性能，可藉由這類計畫性手法和運用新防災系統加以保障。但仍需大樓管理者及使用者理解防災設施，於災害發生時正確操作，方可確保最終之安全。因此如進行災害發生之模擬等實驗，運用層面之充實將是今後重要課題。



附錄：Wet Screen 之燃燒實驗

Wet Screen 防火性能之驗證，為製作實際尺寸之樣本，設定實際發生大火之條件，進行燃燒實驗。其延燒防止性能，於開始灑水後在屏幕表面形成水膜，面向起火室之屏幕表面溫度可常保 50~60℃。由於無灑水時最大表面溫度高達 544℃，由此可知水膜之效果極大。

至於其遮煙性能，屏幕下部空隙高度 600mm 所測得之 CO₂ 濃度，起火室為 125000ppm 以上，非起火室則只有 4000~5000ppm 左右。由實際辦公室之容積來看，認為應可滿足防火設計法之避難安全基準（煙濃度為起火室 1/200 以下）。

火災發展階段及感應器啟動	起火室及相鄰辦公室之系統運作狀態	Wet Screen 所需發揮功能
<p>第一階段 (初期)</p> <p>於辦公室發生火災</p> <p>↓</p> <p>啟動起火室之煙霧感應器</p>	<p>捲動屏幕：降下至地面上 600mm 處</p> <p>屏幕灑水：無</p> <p>加壓防排煙系統：樓梯梯廳 ---- 加壓 走廊 ---- 二次加壓 相鄰辦公室 ---- 空調機加壓 起火室 ---- 排煙</p> <p>由樓梯梯廳經由走廊送氣</p> <p>煙霧感應器啟動</p> <p>屏幕降至地面上 600mm 處</p> <p>〈起火室〉 〈相鄰辦公室〉</p>	<p>屏幕部分之防煙性能 (具備與防煙垂壁同等以上之性能)</p>
<p>第二階段 (中期)</p> <p>辦公室內火災擴大</p> <p>↓</p> <p>啟動起火室之熱能感應器</p>	<p>捲動屏幕：降下至地面上 600mm 處</p> <p>屏幕灑水：於兩面形成均等之水膜</p> <p>加壓防排煙系統：樓梯梯廳 ---- 加壓 走廊 ---- 二次加壓 相鄰辦公室 ---- 空調機加壓 起火室 ---- 排煙</p> <p>由樓梯梯廳經由走廊送氣</p> <p>熱能感應器啟動</p> <p>兩側灑水</p> <p>由樓梯梯廳經由走廊送氣</p> <p>〈起火室〉 〈相鄰辦公室〉</p>	<p>屏幕部分之防煙性能 (具備與防煙垂壁同等以上之性能)</p> <p>+</p> <p>延燒防止性能 (面積區劃)</p>
<p>第三階段 ※ (晚期)</p> <p>煙霧入侵相鄰之辦公室</p> <p>↓</p> <p>啟動相鄰辦公室之煙霧感應器</p> <p>↓</p> <p>盛期火災</p>	<p>捲動屏幕：降下至地面上 600mm 處</p> <p>屏幕灑水：於兩側形成均等之水膜</p> <p>加壓防排煙系統：樓梯梯廳 ---- 加壓 走廊 ---- 二次加壓 相鄰辦公室 ---- 排煙 起火室 ---- 排煙</p> <p>由樓梯梯廳經由走廊送氣</p> <p>兩側灑水</p> <p>由樓梯梯廳經由走廊送氣</p> <p>屏幕降至地面</p> <p>〈起火室〉 〈相鄰辦公室〉</p>	<p>屏幕部分之防煙性能 (具備與防煙垂壁同等以上之性能)</p> <p>+</p> <p>延燒防止性能 (面積區劃)</p>

Wet Screen 運作說明

附錄二

國際防火研究領導論壇

The International FORUM of Fire
Research Directors

年會會議報告摘要

「國際防火研究領導論壇 (The International FORUM of Fire Research Directors)」年會計有會員代表及專題報告約二十篇報告，茲針對其中部分較重要報告內容擇錄說明如下。

一、英國建築研究所

英國建築研究所設有防火研究部門及試驗室，其研究主要分為防火安全工程及風險與災害控管兩方面，並提供技術諮詢與產品測試之服務。其工作項目包括：結構防火工程、消防設備、火災預防、法令規章、災損及風險評估模式之研究。其最近之研究重點包括，

1. 歐洲隧道防火計畫 (UPTUN)：此計畫主要為研究既有隧道防火設施之改善方案，特別針對火災發生後，隧道襯砌 (lining) 受損情形及其殘餘壽命評估進行研究。
2. 歐洲隧道聯盟 (FIT – Fires in Tunnels Thematic Network)：此計畫主要提供歐洲隧道防火資訊平台，供各個成員交換最新隧道防火新知，現有成員共 12 國 33 個成員，英國建築研究負責隧道內防火設計之數值模擬與法令制度之研究。
3. 結構工程防火 (FIRESTRUC)：此計畫針對鋼構造構件火災時受熱之 3D 力學行為進行研究，此研究主要針對高層建築火害後之分析模式進行研究。
4. 火山爆發災損之研究
5. 建築物灑水滅火系統：此一研究係受英國政府委託進行研究，主要目的為針對建築物灑水滅火系統之效益進行探討。
6. 小空間煙害擴散分布與逃生避難行為之研究。
7. 建築物防火空間區化之研究。
8. 火災時，牆壁裝修材料產生煙霧之研究。

9.公眾建築物避難行為與樓梯階梯寬度關聯行為之研究。

10.細水物滅水系統之研究

11.高層建築物消防系統之研究

而於技術服務工作方面，英國建築研究有下列兩項之研究工作

1.歐洲白朗峰隧道火害行為之研究

2.英國貝德福收容所暴動產生火害行為之研究

二、國際建築研究資訊聯盟（CIB）防火工作委員會（W14）

國際建築研究資訊聯盟唯一非營利性、非政府機關之國際組織，下設有各工作委員會進行相關研究工作。其中，防火工作委員會（W14）未來工作方向如下

1. 參加 2003 年「國際防火研究領導論壇」年會
2. 舉辦國際建築研究資訊聯盟（CIB）防火工作委員會（W14）各實驗室工作研討會
3. 未來研究計畫於 2003 年 4 月之工作會議討論確定

三「國際防火研究領導論壇」熱流研究團隊

本研究計畫為「國際防火研究領導論壇」所推動之國際研究合作計畫其中之一，本計畫為論壇各成員之實驗室自由參加，其目的在於透過共同之研究合作，增進論壇各成員實驗室對於燃燒時熱流之量測技術，從而提高研究品質，其研究範圍包括儀器校正技術、量測技術之研發等。此一團隊之未來工作如下，

1. 鼓勵各成員實驗室參與本研究計畫，並進行量測技術之研發與改進之研究。

2. 為求實驗之一致性，論壇各成員實驗室之熱流量測技術應力求一致。
3. 量測技術之變異性將會對實驗造成影響，各實驗室應加強此一部分之研究工作。
4. 美國國家標準技術研究院將負責大尺度模型之量測研究工作。

四、美國國家標準技術研究院關於「911 世貿大樓事件報告」

美國國家標準技術研究院針對 911 恐怖攻擊中導致世貿大樓倒塌事件進行研究，其研究內容大致如下

1. 資料及文獻蒐集整理：主要蒐集世貿大樓設計與施工之資料及設計圖，特別是鋼構材之防火披覆厚度之探討。
2. 室內模型實驗：針對世貿大樓之倒塌過程建立分析模式，分析模式之驗證則透過室內模型試驗及程式分析為之，室內模型試驗主要探討鋼構材之受熱後之靜力與動態行為，特別是熱量與力量作用下之耦合行為。其實驗過程如下，先建立一個房間，房間內部裝設鋼構材之桁架，下方放置火盆進行試驗，如圖 1~3 所示。
3. 數值模擬：主要探討坍塌過程，其分析因子包括 1.衝擊荷重之分析 2.火災動力學分析 3.結構之熱量與荷重偶合作用之力學行為分析 4.大樓坍塌過程之分析
4. 世貿大樓之鋼構材分析：由拆除之世貿大樓鋼構材中，選取 250 片鋼構材進行物理及化學性質試驗。
5. 新聞媒體攝影資料之蒐集與分析
6. 針對世貿大樓生存者進行訪談

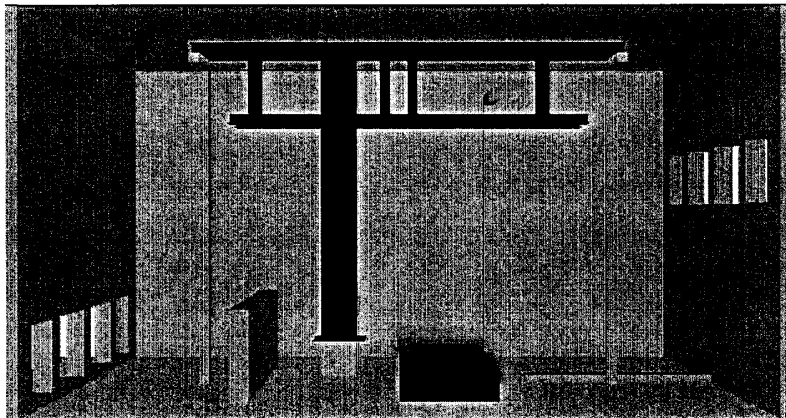


圖 1 室內模型示意圖



圖 2 室內模型桁架



圖 3 室內模型實驗過程

五、美國菸酒、槍砲管制局 (ATF) 防火試驗室 (FRL)

美國菸酒、槍砲管制局 (ATF) 下設有防火試驗室 (FRL)，其主要任務包括防火研究、產品測試、技術服務、法令研究等。試驗室佔地面積為 4600 坪方公尺，現有人員 17 人，其中技術人員 6 人負責儀器維護及操作，為美國最具規模之防火試驗事之一。下又設置小型、中型、大型防火試驗室及電器試驗室，使用人工控制之火爐分別有 5MV 一座、10MV 二座及 15MV 一座，而電腦自動控制之火爐有 6MV 一座，其實驗室設備極為完備。近年來，亦面臨一些問題挑戰：1. 研究資源之應用分配問題 2. 基金之運作問題 3. 建立防火試驗審議委員會 4. 通過 ISO17025 之認證。

六、加拿大國家研究委員會

加拿大國家研究委員會之防火實驗室面臨以下的問題挑戰，

1. 與大學進行合作研究之議題
2. 政府之預算緊縮，基金之設置運作問題
3. 各個研究領域之研究資源分配問題
4. 法令規章之研修
5. 居室火載量之研究

而其未來研究方向如下

1. 與合作研究之 Carleton 大學完成合作之研究項目
2. 針對房間之防火性能與功能進行研究，主要組裝一棟三層樓進行實驗(如圖 4 所示)
3. 持續進行固定式防火滅火系統之研究(如圖 5 所示)
4. 針對消費性產品進行研究，例如低可燃性之香菸

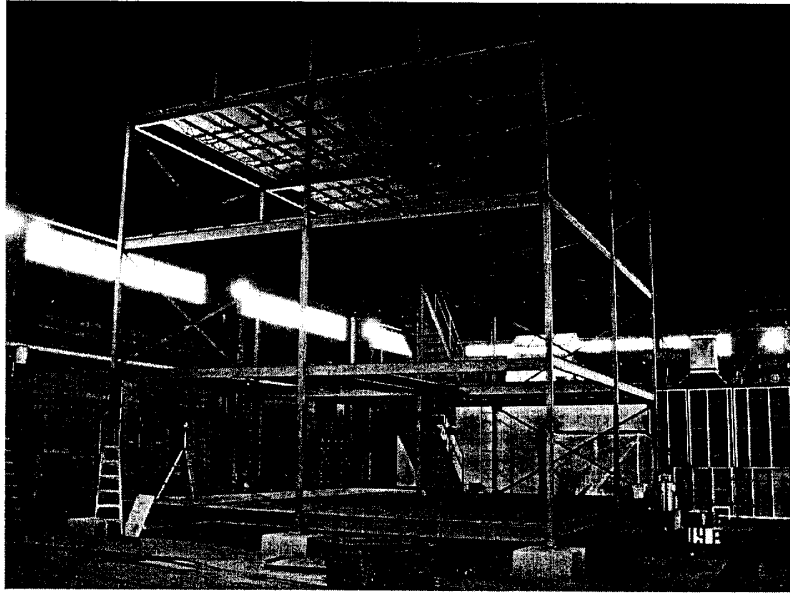


圖 4 居室防火試驗桁架組裝圖

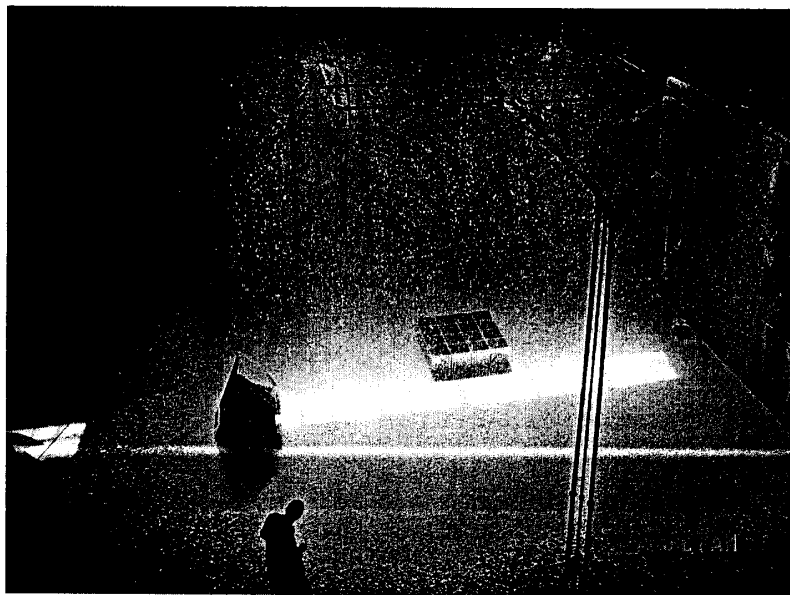


圖 5 滅火系統實驗過程

七、中國科學技術大學

中國科學技術大學為之研究工作主要包括基礎研究及應用研究兩方面，其中有部分值得本所借鏡。基礎研究方面如煙控研究、數值模擬均有不錯成績，而應用研究方面如公共建築物火災風險評估等，均值得本所參考。

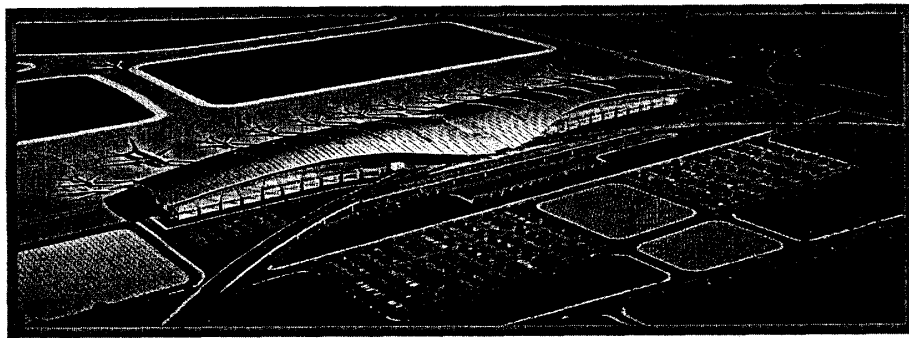


圖 6 為新建濟南國際機場航站大樓，中國科技大學對此進行火災風險評估

而其未來研究工作包括

1. 引導防火動態學及防火安全技術之研究，以提升防火安全科技之發展
2. 結構受熱及荷重偶合作用力學行為之研究
3. 火災動態學及靜態學聯合作用下之風險評估
4. 2008 年北平奧運防火科技之研究
5. 世貿大樓倒塌之研究
6. 固體可燃物火焰組成理論之研究
7. 氣體可燃物火焰組成理論之研究
8. 森林火警之防制研究
9. 結合防火工作研究者、工作者、業界及教育界相互交流，增進

了解，以落實防火工作。

10. 進行國際合作及交流

八、義大利國家研究委員會營建技術研究所

義大利國家研究委員會營建技術研究所為政府組織，為義大利最主要建築研究機構，下有四個研究機構，共有 150 人，年度研究預算約為 9500 萬歐元，36 用於研究經費約為 36%。其主要工作為建築技術之研究、營建環境品質及安全之改進、空調系統研究 及教育訓練。而其現在進行之計畫如下，

1. 建築材料耐火性之測試與檢驗
2. 古蹟建築火災風險之評估與保護
3. 防火技術實地應用之研究
4. 防火實驗室建置之研究

九、美國國家標準技術研究院防火部門

美國國家標準技術研究院設有防火研究部門及防火試驗室，其工作有兩項主要目的，一為透過防火研究降低火害損失，另一為維護國家安全。其工作計畫有下列 5 項，

1. 增進結構之安全性
2. 提升建築防火性能
3. 改進緊急必難逃生之研究
4. 建築物急難設備設置法規之研究
5. 教育宣導及訓練工作

十、日本國立防火暨防災研究所

日本國立防火暨防災研究所位於東京近郊，係於 1948 年正式成立，而於 2001 年 4 月 1 日改制為類似公法人組織進行運作，現有人員 50 人。其設置目的在於進行有關防火、防災議題進行研究，如災害之成因、防災技術、教育訓練等均為其工作範圍。其經費來源分為政府預算及自籌經費兩類，以 2002 年為例，全年度預算為 17 億 4 千萬日幣，而政府之經費補助佔 70.6%，其餘為其自籌經費。其未來研究方向為，

1. 防火設備之研究：主要針對細水霧系統進行研究，包括消防隊之滅火系統及室內固定式滅火系統之研究。
2. 耐火防護衣之研究：包括防火材質、性能之研發測試等。
3. 紅外線攝影系統應用於防火研究之可行性研究

十一、美國西南研究所防火技術部門

其任務主要包括 1.防火研究 2.材料可燃性之研究 3.工程顧問及研究，該所與工業界之合作極為廣泛，如隧道火災之研究、石化工業儲料槽安全性評估等，故其來自工業界之服務費用為其自籌經費之大宗，預估 2004 年自籌經費可達美金 4 百萬元。其未來研究發展方向如下

1. 防火研究：建置新的水平式火爐
2. 開發新的耐火材料
3. 運輸工業之運輸安全研究，如大眾運輸、石化工業之危險物品運輸。

十二、瑞典國家研究所防火研究部門

瑞典國家研究所防火研究部門為政府組織，主要負責教育訓練、防火研究及產品認證等工作。其研究設備多屬小型設備，研究實驗工作多與大學進行合作研究，其研究工作中有兩項值得注意，一為電腦分析程式之開發，另一為隧道火災之研究。尤其隧道火災之研究中，瑞典國家防火研究部尚進行隧道火災現地實驗，實驗係於 Runchamar 隧道進行，隧道斷面為馬蹄形，寬為 9m、高為 6m，如圖 7 所示。現地實驗係模擬載運石化原料之拖車於隧道發生火災之狀況，用以探討煙霧及有毒氣體之產生、火勢蔓延、溫度之上升、通風之影響、救援行動之運作等議題。現已進行 3 次實驗，其火源之產生分別為 1. 木材為主（佔 80%），其中填充 PE（佔 20%）2. 木材為主（佔 80%）+PUR 床墊（佔 20%），3.8 噸 IKEA 家俱+800kg 橡膠，如圖 8~10 所示，並於隧道頂拱安裝溫度感應設備。根據其實驗結果顯示，現地火場溫度歷時曲線較於火爐所作之標準試驗上升速度為快，溫度於短時間約 5 分鐘之內便已上升至攝氏 1000 度，而最高溫度約 1380 度亦較標準試驗為高，如圖 11 所示，此一研究成果及方向頗值得本所參考。



圖 7 現地實驗之隧道

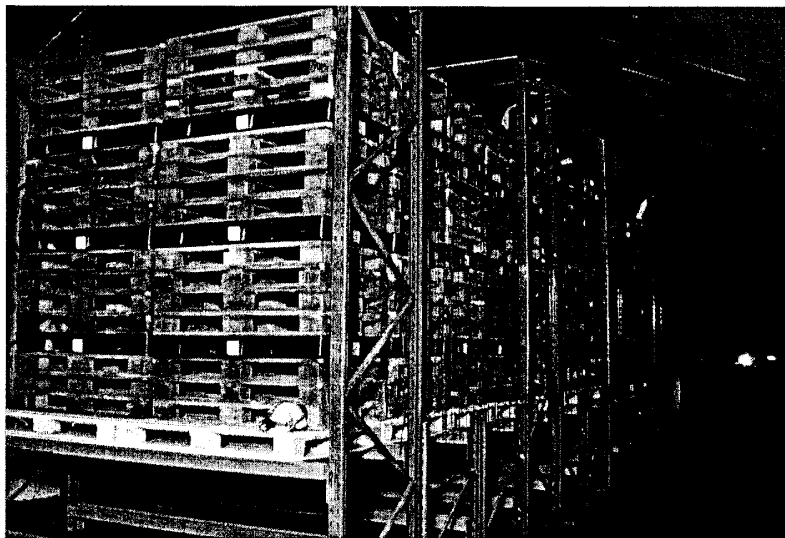


圖 8 第一型火源(木材 80%、PE 20%)

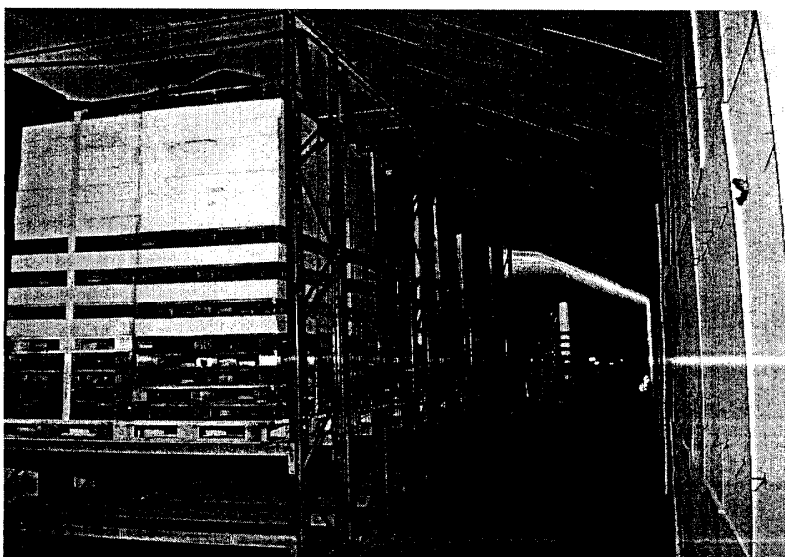


圖 9 第二型火源(木材 80%、床墊 20%)

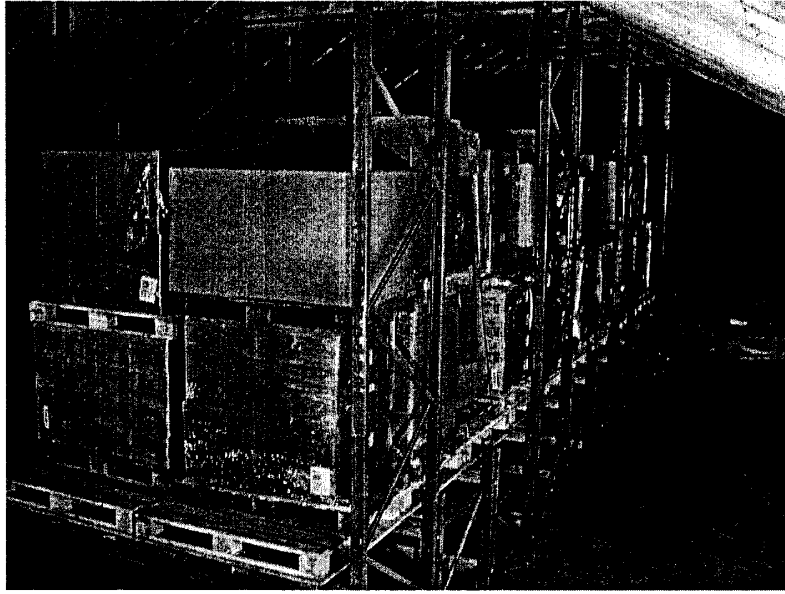


圖 10 第三型火源(IKEA 傢俱 8 噸、橡膠 800kg)

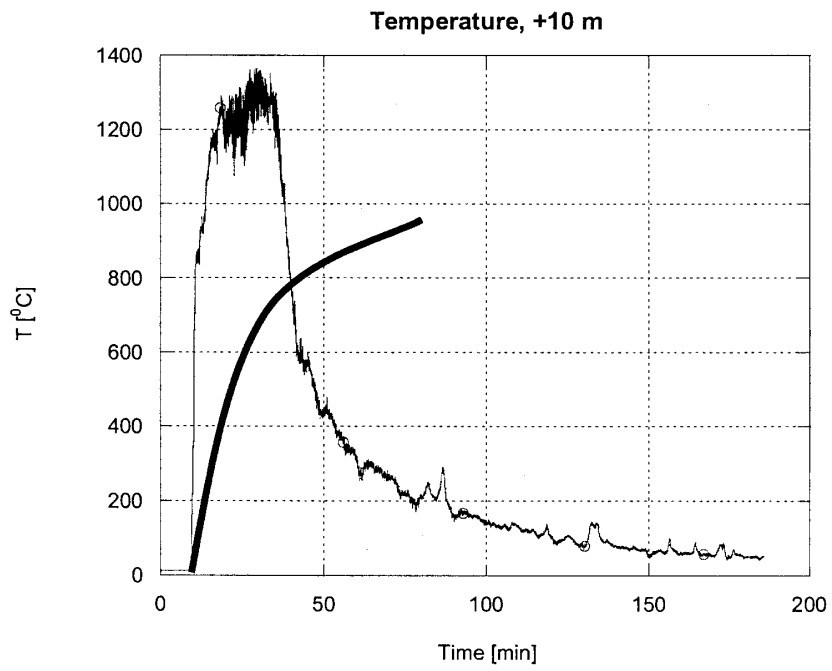


圖 11 隧道火災試驗溫度歷時曲線