

內政部建築研究所籌備處專題研究計畫成果報告
計畫名稱：建築物地面裝修材料防蝕性認定基準之研究

計畫編號：

執行期間：81年7月1日至82年6月30日

建築物地面裝修材料防蝕性
認定基準之研究

計畫主持人：曲 新 生 教 授
共同主持人：陳 俊 勳 教 授
嚴 定 萍 研 究 員

主辦單位：內政部建築研究所籌備處

執行單位：國立交通大學機械工程研究所

中 華 民 國 八 十 二 年 八 月

摘 要

本文是由內政部建築研究所籌備處委託國立交通大學機械工程研究所執行之一年計畫，計畫名稱爲“建築物地面裝修薄材料防焰性認定基準之研究”。主要內容包括：(1)測量一水平架設地板覆蓋系統的臨界輻射通量。該地板覆蓋系統是在一個分級的輻射熱能環境下，曝露於一燃燒的點火源以進行測試。試件可鋪設於底層上以模擬實際使用的情況。另外還可測量火焰延燒速率或在一定時間內火焰擴張的程度。(2)建立地板覆蓋系統防火性能檢測的標準規範。(3)提供資料以驗證Cone Calorimeter在相同材料的相關測試的對比關係。

Abstract

The purpose of this study is to investigate the possible standards for flammability of the floor-covering systems for buildings. The main contents include: (1) To measure the critical radiant flux of horizontally mounted floor-covering systems exposed to a flaming ignition source in a graded radiant heat energy environment. The specimen can be mounted over underlayment, which simulates the real cases. And we also can measure the rate of flame front advance and the extent of flame travel after a prescribed burning period, for example 15 min. (2) To set up the standard criterion of the floor-covering systems. (3) To supply the data to support the corresponding test of Cone Calorimeter for the same material.

目 錄

	頁次
中文摘要	I
英文摘要	II
目 錄	III
表目錄	V
圖目錄	VI

第一章 緒論

1.1 研究動機與目的	1
1.2 地板系統的概念	3
1.3 臨界輻射通量	3
1.4 研究範圍	3
1.5 研究方法	4

第二章 現行相關規定之討論

2.1 我國現行相關規定	7
2.2 國外主要相關測試標準	7
2.3 針對ASTM E-648 和 ASTM E-970的比較	10

第三章 儀器設備與實驗方法

3.1 儀器設備簡介	11
3.2 輻射熱能通量曲線的標準化	14
3.3 地板輻射通量測試的試驗步驟	15

第四章 結果與討論

4.1 實驗結果	17
4.2 結果判定	29
4.3 討論	30

第五章 總結

5.1 結論	32
5.2 建議	32

參考文獻

.....	34
-------	----

表 目 錄

頁次

表

表一	國內近年發生重大傷亡的火災	1
表二	地板輻射通量系統的要點	6
表三	角落測試的分級	8
表四	ASTM E-648 與 ASTM E-970的差異點	10
表五	地板輻射通量測試之校正資料(FRP軟體提供)	18
表五	續(中文表格)	19
表六	六種地板材料與其代號和詳細組成	17
表七	六種測試材料的判定結果	29

圖 目 錄

頁次

圖

圖一 在一個連接走廊的房間中的地板火災的一個模型示意圖，圖中顯示出流體流動狀態及熱輻射的產生情況	36
圖二 地板輻射板測試器簡要側視圖	37
圖三 地板輻射板測試器低通量端簡視圖	38
圖四 標準輻射熱能通量輪廓	39
圖五 PILL TEST	40
圖六 CORNER TEST	41
圖七 T 形爐	42
圖八 在試件夾上的標準板	43
圖九 實際通量曲線圖	44
圖十 標準通量曲線對實際通量曲線圖	45
圖十一 麻紗P.P扁紗地毯測試前之照片	46
圖十二 麻紗P.P扁紗地毯測試後之照片	46
圖十三 壓克力紗地毯測試前之照片	47
圖十四 壓克力紗地毯測試後之照片	47
圖十五 耐龍連續性蓬鬆紗地毯測試前之照片	48
圖十六 耐龍連續性蓬鬆紗地毯測試後之照片	49
圖十七 小羊毛地毯測試前之照片	50
圖十八 小羊毛地毯測試後之照片	50
圖十九 無石棉地板材料測試前之照片	51
圖二十 無石棉地板材料測試後之照片	51
圖二十一 白花木地板材料測試前後之照片	52

第一章 緒 論

1.1 研究動機與目的

在所有建築物所可能遭遇的災害當中，除了天然災害外，就以火災損失最為慘重，往往一場無情的大火，可能就輕易奪走許多的生命及財產。再加上現代化建築物朝大型化、立體化、地下化及密閉化的趨勢發展，更是使得火災潛在的危險性更大。這些可由下表所列近年來幾件傷亡損失慘重的火災可以得知（參見表一），這些都顯示了防火工程的研究已經到了刻不容緩的地步。

時 間	地 點	傷 亡 人 數
79.11.1	台北市衡陽路漢妮喜餅門市部	7 死
80.1.6	台北市天龍三溫暖	18 死 6 傷
80.7.19	台北市西寧南路雅士登賓館	6 死 10 傷
80.12.9	台北市中山北路海霸王餐廳	4 死 52 傷
81.5.10	台北縣中和市自強保齡球館	19 死
81.9.23	新竹縣竹東鎮今夜卡拉 O K	13 死 3 傷
81.10.20	高雄市河北二路花旗飯店	15 死 16 傷
81.11.22	台北市神話世界 K T V	16 死 2 傷
82.1.19	台北市論情西餐廳	33 死 21 傷
82.2.2	新竹市瘋馬 M T V	7 死 5 傷

表一 國內近年發生重大傷亡的火災

在一般建築物中，房間火災 (room fire) 的過程可分為三個階段分別為(1)成長期：其起始點為引燃 (ignition)，並包括有閃燃 (flash-over)，(2)最盛期和(3)衰退期。各階段都有其特定的防火設計或規劃的考量；見參考文獻 [1]。由此可見火災本身的複雜性，因此在防火工程的研究項目上就顯得包羅萬象，例如建築研究所提之五年防火研究架構（見參考文獻 [2]）。而本報告之研究主題是屬於建築物耐燃材料之檢測方法之一，係針對建築物地面裝修薄材料作一防焰性能的測試及研究。該研究究竟有何意義？其重要性為何？將於下面作詳細的探討。

當一棟建築物內的一個房間（或隔間）已形成火災時（見圖一），其所產生的炙熱氣體及火燄會藉著氣流的流動到達臨近走廊（或其它房間）的上方，該炙熱氣體或火焰會經由輻射熱傳的方式來加熱下方的地板材料，使其升溫、焦化而釋出燃料氣體，該燃料氣體與其上方新鮮空氣混合成可燃氣體混合物 (mixture)。而著火房間（或隔間）內的火源同時可藉由延燒方式擴展至臨近走廊（或其它房間），並對其地板材料進行前述過程並加速之。經一小段時間後，走廊充滿了可燃氣體混合物，一旦到達引燃溫度，立即發生閃燃 (flash over)，產生強烈火燄而使火災繼續蔓延擴大至其它區域，因而使得災情變得不可收拾，造成更大的損失。由此可知，地板材料的防焰性能對於火災的蔓延情況是有決定性的影響，但遍查中國國家標準 (CNS)，除 CNS 7058熱金屬螺帽法外，並無相關的檢驗測試標準，而其他先進國家卻早已存在，例如美國 ASTM E648，德國 DIN 4102及歐洲共同體的 ISO 9239。因此本研究計畫希望藉由引進的相關實驗設備（地板輻射熱通量測試設備），針對地板材料防焰性、引燃性和火焰傳播現象，作一量化的測試並經由實驗結果，訂定出一判定基準將地板材料防焰性能分級，以便作為日後訂定相關法令時的參考，亦可同時提供日後選用地板材料時，可選擇防焰性或抗燃性佳的地板材料，如此即使火災發生時，可以大幅減緩火燄延燒速度，以爭取更多逃生時間，同時使消防人員能及時控制災情，進而降低人員傷亡及財產損失。

1.2 地板系統的概念

先前的研究者在地板覆蓋系統的檢測研究工作中顯示出「系統測試」的重要性，因而反對單一元件的測試。例如，測試包括觀察在全尺寸 (fullscale) 走廊的研究，在模型走廊的流程，和在地板輻射通量 (FRP) 試驗的發展，若地毯直接置於一高密度無機質板底層上，比起完全相同的地毯覆蓋於一表面為橡膠的黃麻襯墊再置於一相同的無機質板底層上，結果顯示前者將對火燄傳播較有抵抗力。其他可以影響火燄延燒的系統變數有：底層的選擇（如三夾板或水泥石棉板）和附著於底層的方法（如可用夾子束縛邊緣 (edge clamped) 或使用黏著劑的邊緣）。

1.3 臨界輻射通量 (Critical radiant flux)

地板輻射通量測試是根據 ASTM E648 的規定，主要是測量地板覆蓋系統 (Floor-Covering Systems) 的臨界輻射通量。臨界輻射通量的物理意義為使得火燄能持續燃燒、傳播（亦即延燒）所需的最小輻射通量。它可以是作用在地板覆蓋系統之火焰延燒最遠點 (flame-out point) 的入射輻射熱能大小，而以 $W/cm(tu/fts)$ 的單位讀取。

1.4 研究範圍

對於地面裝修材料之防燃性測試中，如為紡織類的地板覆蓋物（即地毯類織物），可用中國國家標準 CNS 總號 7058 類號 L3107 之熱金屬螺帽法來加以測試，若該地面裝修材料不屬於紡織類的地板覆蓋物，則必須使用地板輻射通量測試。

地板輻射通量測試的使用要旨如下：

1. 本防火實驗反應標準是被設計用來評估一個裝設於建築物走廊

的地板覆蓋系統 (floor-covering system) 的火燄曝露行為中的一項的基礎。測試環境是設法模擬已在全尺寸 (full-scale) 走廊實驗被獲得和定義的一些狀況。

2. 本測試是欲滿足於材料的管理規則、規格要求、設計目的及研發。
3. 本實驗的基本假設為「臨界輻射通量」是在一棟建築物走廊上的地板覆蓋系統之對火燄傳播的敏感性的一種測量。
4. 本測試可適用於模擬現實安裝實例的地板覆蓋系統試件，若以地板系統的個別元件加以測試所得到具有限制的值對於評估地板系統是不妥當的。

由以上可知，地板輻射通量測試是被設計用來針對建築物走廊上的地板材料進行防燄性的評估。故我們可以說，對於房間（或隔間）所使用的地毯我們應以 CNS 7058 所規定的熱金屬螺帽法來加以測試；對於走廊所使用的地板覆蓋系統（包括地毯），我們應以 ASTM E648 所規定的地板輻射通量系統來加以測試；對於建築物閣樓地板上所鋪設的曝露的絕緣材料，我們應以 ASTM E970 所規定相同於 ASTM E648 之地板輻射通量系統來進行測試。

1.5 研究方法

本節將根據熱金屬螺帽法及地板輻射通量測試法的設計原理分別加以敘述：

A. 熱金屬螺帽法：

在一個房間內，我們很容易由於行為上的疏忽而讓香煙頭等掉落

於地面所鋪的地毯上，則未熄滅的香煙頭好比是一個「點火源」（火源近似為一點），便可立即對地毯進行加熱，導致地毯焦化裂解、產生可燃氣體，引起燃燒、蔓延，最後釀成火災。熱金屬螺帽法即是模擬此種情況的發生，利用被加熱的螺帽模擬所有可能發生的點火源來對地毯試件加熱，然後就可觀察並記錄其燃燒性。

B. 地板輻射通量測試法：

同前面之研究動機所述，當某一房間（或隔間）發生火災時，其所產生的炙熱氣體及火燄會藉著氣流流動至臨近走道的上方，並以輻射熱傳的方式加熱下方的地板材料，而該實驗儀器中便以一輻射熱能板（由燃氣和空氣混合燃燒來釋放出輻射熱）來模擬上方的炙熱氣體及火燄以直接對下方的地板材料加熱。而欲受測試的地板材料，例如桃心木板、橡木板或地毯，係平鋪在某種襯底之上，完全模擬現實狀況的作法。在實驗過程中，首先由一點火爐對試件進行點火工作，這亦與火災現場中，延燒的火燄對走道地板材料所作的點火工作相似。故由以上可知，地板輻射通量測試法完全是配合真實火災在走廊上所發生的狀況所設計出的模擬測試法。

地板輻射板系統之測試室的基本組件包括：（見圖二，圖三）

- (1) 一個以燃氣和空氣之混合氣為燃料的輻射熱能板，該板與水平傾斜30度。
- (2) 一個水平架設的地板覆蓋系統試件。

其中輻射板延著100cm長的試件分布能產生出最大 1.0 W/c m^2 到最小 0.1 W/c m^2 的輻射通量，測試起先由一個點火爐的開放式火燄點燃，而最後燃燒的距離藉著通量曲線圖(flux profile graph)，如圖四，來轉換成臨界輻射通量，(W/c m^2)。另外配合米尺及時間的觀察，我們也可輕易地測量出火燄延燒速率及經過某一段指定時間後火燄延燒的限度。現在將其要點列於表二以供參考。

標準	ASTM E-648 STANDARD TEST METHOD FOR CRITICAL RADIANT FLUX OF FLOOR-COVERING SYSTEMS USING A RADIANT HEAT ENERGY SOURCE.
----	---

測試型態	火燄傳播
------	------

操作原理	測試試件必須為典型的最後用途的結構代表，以此要求來準備、架設及測試。測試過程是爲了量測在一個分級的輻射熱能環境之下，一水平架設的地板覆蓋系統當曝露於一燃燒點火源而燒起來時的臨界輻射通量。測試中強制輻射通量模擬在一棟建築物中，由於鄰近房間或隔間的全展火災（fully developed fire）所形成的火燄或炙熱氣體或兩者藉著氣流流動至走道上方，因而釋放出輻射熱衝擊在該建築物的走道地板上。
------	--

應用	地板覆蓋系統 地毯
----	--------------

※曝露的閣樓地板絕緣體

(Exposed attic floor insulation)

膠著物 (adhesives)

紡織品

(※此地板材料是根據ASTM E970加以測試)

表二 地板輻射通量系統的要點

第二章 現行相關規定之討論

2.1 我國現行相關規定

在建築技術規則第八十八條中，僅對建築物內部牆面及天花板之裝修材料依其建築物之用途、層數及樓地板面積等作出相關規定，至於地面裝修材料的部分則未加以規定。然而走廊地板卻是火災逃生時所必經的路徑，應屬建築物室內裝修材料防火體系中非常重要的一環，不可忽略。故希望藉此計畫的研究，提供足夠的資料，以便日後增訂法令時用作參考。

2.2 國外主要相關測試標準

(1) PILL TEST (DOC FF 1-70)

主要為房間使用的地毯測試，方式為將一塊 9×9in (229×229mm)的試件放置在一測試室的地板上，然後將一塊中間有8in直徑圓孔的9in (229mm)正方金屬板置於其上，一個methanamine tablet被置於圓孔中心並進行點火工作，在經過大約 2分鐘的時間，如果地毯的火燄傳布位置與點火點的距離超過了3in，則該地毯試件失效；且如果8個試件中有超出 1個以上的試件失效，則該型地毯必須停止生產及銷售。此方法類似於我國現行的熱金屬螺帽法。（參見圖五）

(2) 隧道實驗 (TUNNEL TEST) (ASTM E-84)

本實驗為將 24-ft長 20-in寬的試件置於其隧道長牆的頂部，加熱使其燃燒並觀察燄前 (flame front) 行進的距離和時間以決定火燄傳播指數 (flame spread index, FSI)。該指數以被篩選出好的紅橡木地板材為 100，無機強化水泥板為 0，所有測試試件都可與之比較。本測試法最初是發展用來判定牆和天花板材料，如果拿來測試走廊用地毯材

料，因試件是裝設在測試隧道的頂部，故所得結果發現，對於判斷地毯所造成的相對火災，此方法無法提供實際生活上有意義的訊息。

(3) 燃燒室實驗 (CHAMBER TEST) (UL-992)

本測試法是被發展用來判定走廊地板系統的燃燒行為，它與隧道實驗不同在於試件是曝露在隧道內高強度的爐中，且水平放置在地板上，使得地板覆蓋裝備（包括地毯及其分離的底層）能夠在全尺寸（full-scale）走廊火災的測試儀器中被觀察，最後能產生一個與火災相關的未定指數。

(4) 房間／角落實驗 (ROOM/CORNER TEST)

為尋找一個對室內裝潢的火災災難（fire hazard）有較現實評價的測試法，許多國外的實驗室進行模擬的房間角落測試。這通常包括一個 8ft (2.44m) 高的角落結構和 2 到 4ft (0.1到1.22m) 的側牆，其上方有一相同材料的模擬天花板，一個木造的儲藏箱（crib）或燃氣爐是放置在地板角落被用來點火，而實驗主要觀測項目有火燄延燒程度及煙發展的大小和速率，參見圖六。

角落測試的結果，一般可分為五級，如表三所示：

	火 場 反 應	材 料
A 級	根本不會燃燒	石膏板
B 級	部份著火但不致引起閃燃	輕薄的壁紙貼在石膏板上
C 級	在爐子加強熱量輸出後兩分鐘才會產生閃燃	在木頭塗上火阻材料；在聚苯乙烯泡沫上的石膏板
D 級	爐子加強熱量輸出不到兩分鐘即產生閃燃	厚重的壁紙；PVC-牆覆蓋物
E 級	在爐子未加強輸出能量前即產生閃燃	固體木材

表三 角落測試的分級

(5) 使用 8-ft (2.44-m) 隧道爐的表面燃燒性實驗 (ASTM E-286)

本測試法涵蓋了建築材料的表面火燄傳播測量，其試件是裝設在 14in (356mm) × 8ft (2.44mm) 的測試結構內進行測試。另外還包括煙濃度和產生熱的量測。本測試主要是作為研究發展用途，而非作為建築法規的考核基準。

(6) 使用輻射熱能源的表面燃燒性實驗 (ASTM E-162)

本測試法是以位於傾斜的 6×18in (150×460mm) 試件之前的一塊 12×18in (300×460mm) 的平板輻射熱源來加熱試件，以測量材料的表面燃燒性。其試件的方位是使得點火被強制靠近它的上端，而火燄前是向下行進。最後由火燄前行速率所得之因子和另外相對於測試狀況下的材料熱釋放率兩者相合併，以提供一個火燄前播指數。本測試主要是作為研究發展用途，而非作為建築法規的考核基準。

(7) 耐焰紡織品和薄布的燃燒測試標準法 (NFPA 701)

在日常生活中，如電器用品故障或紙屑屢著火等都有可能點窗簾、帘幔和牆覆蓋物，然後火焰迅速蔓延至牆及天花板，造成災害。而窗簾、帘幔和牆覆蓋物的測試法是規定在 NFPA 701亦即耐焰紡織品和薄布的燃燒測試標準法 (Standard Methods of Fire Tests for Flame-Resistant Textiles and Films)。

(8) 毛毯可燃性試驗

在 ASTM 之毛毯可燃性試驗中，將一小火焰對著某一試件中心接觸一秒後，再將一張被挖剪成 2in (5cm) 的圓形監測紙 (paper monitor) 覆於其上，如果紙沒有燒焦或變色，則該毛毯材料為第 1 級，並為可接受的。

(9) 決定材料點火性及火焰傳播性測試 (ASTM E-1321)

本測試法包含二個過程：(1) 測量點火性 (2) 測量側面火焰

傳播。垂直架設的試件是曝露於與試件傾斜15度而以空氣和燃氣之混合氣為燃料的垂直輻射熱能源之下。

對於點火測試，一塊155，+0，-5mm乘以155，+0，-5mm的試件是曝露於幾乎均勻的熱通量之下，而以前導點火(polited ignition)的方式加以量測。

對於火焰傳播測試，一塊155，+0，-5mm乘以800，+0，-5mm的試件是曝露於分級的熱通量之下，經由前導點火測量延燒距離與時間的關係。

2.3 針對ASTM E-648和ASTM E-970的比較

ASTM E-648與ASTM E-970皆是以地板輻射通量測試系統(Flooring Radiant Panel System)作為實驗儀器，其實驗原理完全相同而操作過程略有不同，今將其差異點列舉於表四以供參考。

	ASTM E-648	ASTM E-970
點火裝置	T形爐(T-burner) 使用燃氣：丙烷，流量 0.085-0.1 M/h(3.0-3.5 SCFH) air Scale	前導爐(Pilot burner) 使用燃氣：丙烷
應用	地板覆蓋系統 (floor-covering system)	曝露的閣樓地板絕緣體 (exposed attic floor insulation)
試件架設裝備	試件夾(Specimen holder)	試件盤(Specimen tray)
試件大小	至少100cm長，20cm寬	至少100cm長，25cm寬
試件之底層結構	可以鋪設	無

表四 ASTM E-648 與 ASTM E-970的差異點

由於ASTM E-648與ASTM E-970之點火裝置不同而造成點火過程及測試過程的差異，可詳見於操作手冊；而試件架設裝備不同所導致試件大小及放置過程不同，可詳見於ASTM之測試標準。

第三章 儀器設備與實驗方法

3.1 儀器備簡介

A. 地板輻射板測試室

- (1) 該測試室應位於保護及通風良好的實驗室內進行測試工作。
- (2) 該測試室，如圖二、三，是被隔板封閉成長1400mm(55in)，深500mm(19.5in)，而在測試室上方有高度710mm(28in)的空間。其兩邊、兩端、頂部均由密度0.74g/cm (46lb/ft)，厚度13mm(0.5in)之含鈣的矽酸鹽(calcium silicate)的絕緣材料所構成，其熱傳導率於177°C (350°F)時為0.128w/(m.k) [0.89Btu.in/(h.ft.°F)]。為了讓整個測試試件能由測試室外被觀察到，測試室的一邊提供了近似100×1100mm(4×44in)的防礙玻璃窗可供察。在相同的一邊及視窗之下有一扇門，當打開時可將試臺移出以供架設或移動測試試件。
- (3) 測試室的底部為一可滑動的鋼台，此鋼台能嚴格確保測試試件夾是在一個固定且水平的位置。
- (4) 測試室的頂部有一排氣煙囪，其內徑為102±3mm(4.00±0.13in)，深度382±3mm(15.00±0.13in)，高度318±3mm(12.50±0.13in)，位於測試室之輻射熱源之相對的一端。

B. 輻射熱能板

- (1) 為一多孔的耐火性材料板，有305×457mm(12×18in)的輻射面。它能於溫度上升至816°C的情況下操作。
- (2) 輻射熱能板是以與水平傾斜30度的方式被架設在測試室內。

C. 輻射高溫計(radiation pyrometer)

- (1) 用於將輻射的熱輸出標準化，可適合於偵測直徑254mm(10in)的圓形面積在大約1.37m(54in)的範圍內。
- (2) 具10伏特(millivolt)範圍的高阻抗或電位的伏特計，應被用

於監測輻射高溫計 (pyrometer) 的輸出。

D. 試件夾 (見圖八)

- (1) 由高热阻不鏽鋼 [AISI Type 300 (UNANO 8330) or equivalent] 所構成。
- (2) 有 1.98mm 的厚度，總面積為 $1140 \times 320\text{mm}$ ，其試件開口 (specimen opening) 為 $200 \times 1000\text{mm}$ 。為避免加熱膨脹所造成的彎曲現象發生，應在試件夾的兩邊邊緣處切出六個小孔。

E. 點火爐

- (1) 地板輻射通量系統 (Flooring Radiant Panel System) 的點火爐可分為兩種，即前導爐 (pilot burner) 和 T 形爐 (T-burner)。
- (2) 前導爐適用於 ASTM E-970。
- (2) T 形爐 (參見圖七)，適用於 ASTM E-648。

F. 熱偶

- (1) 為直徑 3.2mm (1/8 in)，不鏽鋼覆蓋之接地接點 Chromel-Alumel 熱偶。
- (2) 本系統在兩處置有熱偶，分別為測試室的熱偶及排氣煙囪的熱偶，其位置可參見圖二及圖三。
- (3) 熱偶必須保持乾淨才能精確的讀取讀數。

G. 排氣管道

- (1) 具排氣能力在 28.3 到 85 NTP m/min (1000 到 3000 標準 ft/min)。
- (2) 其端口距煙囪至少要 76mm (3 in)。而天篷 (canopy) 的有效面積面積應稍大於測試室的平面面積。
- (3) 隨著輻射熱能板的轉向，將標準板 (dummy specimen) 定位後，則經過煙囪的空氣流率應為 $7.08 \pm 1.42\text{m/min}$ ($250 \times 50\text{ft/min}$)。這可利用熱線風速儀 (hot wire anemometer) 將其探測針 (probe) 插入距煙囪開口之頂部下方 152mm (6 in) 之煙道中心處經 30 秒後由熱線風速儀所測得。

H . 標準板 (dummy specimen)

- (1) 爲厚度 19mm，公稱密度 0.74g/cm³之無機的矽酸鈣 (calcium silicat) 板所構成 (參見圖八)。
- (2) 爲 250mm寬，1070mm長，並有直徑 27mm之圓孔在中央線之 100, 200, 300,, 900mm位置處。

I . 總熱通量轉換器 (total heat flux transducer)

- (1) 應爲 Schmidt-Boelter型，其範圍在 0到 1.5W/c m² (0到 1.32 Btu/ft².s) 。
- (2) 爲了冷卻儀器，需具備 15到 25℃ 的冷水源。
- (3) 具有範圍從 0到 10mV，且可讀至 0.01mV的高阻抗或電位的伏特計，可用來量得總熱通量轉換器於決定通量曲線期間的輸出

J . 計時器

- (1) 可方便量測預熱及點火爐之爐火接觸試件時間。

3.2 輻射熱能通量曲線的標準化：

在連續測試的期間內，至少一個禮拜需要決定一次新的通量曲線；如果每次測試的間隔超過一個禮拜，則通量曲線應在實驗之前加以決定。通量曲線決定驟如下：

- (1) 架設標準板 (dummy specimen) 於試件夾上，然後將架設好的試件夾裝於滑台 (sliding platform) 上。
- (2) 將滑台推出測試室外，點燃輻射板預熱一小時，調節燃氣混合於具充分空氣的火焰中，調節燃氣流量設定使輻射板黑體溫度到達 500°C 和測試室溫度到 $120-180^{\circ}\text{C}$ ，當平衡已被建立，移動試件台進入測試室，然後把門關上。
- (3) 允許 0.5 小時讓關閉的測試室進行熱平衡。
- (4) 將總通量計 (total flux meter) 的冷卻水源打開，確定其管路有水流動後，將通量計插入 400mm 處，經過 30 秒後讀取其輸出，如果輸出值介於 0.48 和 $0.52\text{W}/\text{cm}^2$ 之間就可繼續決定通量曲線，如果沒有，調節輻射板燃料流量，在每次調節後允許 0.5 小時的熱平衡。該標準板的輻射熱能在 200mm 處應介於 0.87 和 $0.95\text{W}/\text{cm}^2$ 之間，在 600mm 處應介於 0.22 和 $0.26\text{W}/\text{cm}^2$ 之間。
- (5) 將通量計插入 100mm 處，經過 30 秒後讀取其輸出，重覆此過程於 200mm 到 900mm 間的測試點，在 900mm 處測量完後，重新檢於 400mm 點的讀數，如果這讀數滿足上述步驟 (4) 的限制條件，則試室已在校正狀態且通量曲線之決定已完成。如果不滿足，仔細調節燃料流量，允許 0.5 小時進行熱平衡，重覆以上過程。
- (6) 在矩形座標圖紙上描出輻射熱能通量資料為一延著試件平面距離的函數，仔細畫出通過資料點的最佳平滑曲線，這曲線即為「輻射熱能通量曲線」。(實際獲得之曲線與理論曲線將在圖十表之)
- (7) 將門打開，把試件台移出，允許 0.5 小時熱平衡且測量黑體溫度。這溫度能被用於以後的測試而取代測量在標準板上 200、400 和 600

mm處的輻射通量。同時測量測試室溫度以當作操作狀況時增加的檢驗項目。

3.3 地板輻射通量測試 (FLOORING RADIANT PANEL TEST) 的試驗步驟

步 驟	試 驗 程 序	處理、觀察及注意事項
1	試件準備	確認試體組成與實物組成相同，且應模擬實際安裝實例。
2	試體個數	規定需三個，但應準備預備用試體
3	試體尺寸	長超過1000mm，寬超過200mm，有必要的話可以挖一些凹口或孔以配合在架設台上的螺栓。
4	試件處理	將測試試件在 $21 \pm 3^{\circ}\text{C}$ ，相對濕度 $50 \pm 5\%$ 的狀況下，以水平或垂直的方式擺在具有適當空氣流通的開放式架子上至少48小時，地毯試件在已被黏固後至少要擺96小時。
5	輻射熱能通量曲線之標準化	如果接連作實驗，則通量曲線應每一個禮拜至少決定一次；如果在實驗與實驗間的間隔超過一個禮拜則通量曲線應在實驗開始前加以決定
6	試驗裝置是否正常	核對試驗裝置管理事項
7	預熱	將滑台推出測試室外，點燃輻射熱能板預熱一小時，讀取板之黑體溫度和測試室溫度，如果這些與通量曲線標準化之步驟(7)所量測的溫度差在 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 之內，則測試室就可使用。
8	試件架設與處理	翻轉試件夾在工作台上且插入地板系統，將鋼條夾(steel bar clamps)通過零件的背部且將螺帽栓緊，將試件夾歸位於它的右上方位置，用吸塵器清潔測試表面，然後把它架設在試件台上。地毯類試件要將絨毛刷至常態位置。

步 驟	試 驗 程 序	處 理、觀 察 及 注 意 事 項
9	點火	對於前導爐 (pilot burner)： 將前導爐置於水平位置，點燃它，且調整燃氣流量以得到如鉛筆狀的火焰，該火焰內有大約13mm圓錐狀的藍色內焰 (blue inner cone)。 移動試件至測試室內，把門關上，開始計時，經過2分鐘預熱後，使前導爐火去接觸試件在0-mm處，經過10分鐘燃燒後，將前導爐回歸於其水平位置且讓它繼續燃燒直到測試結束為止 對於T形爐 (T-burner)： 將T形爐置於水平位置，點燃它，且調整燃氣流量至0.085-0.100M/h (3.0-3.5 SCFH) air scale 移動試件至測試室內，把門關上，開始計時，經過2分鐘預熱後，使火焰接觸試件在0-mm的中央位置處，經過10分鐘燃燒後，將T形爐回歸於其水平位置且讓它繼續燃燒直到測試結束為止
1 0	試驗觀察	如果試件在母焰爐火作用10分鐘內沒有被點燃，則熄滅母焰爐火且中止試驗，如果試件被點燃，繼續試驗直到火焰出現，此時觀察並記錄重要現象，如熔化、起泡或火焰滲透至下層等等。
1 1	試驗完成	打開門，把試件台拉出。
1 2	資料轉換	測量已燃距離（從焰前行進最遠點至最近1mm）由通量輪廓曲線，將燃燒距離轉換成臨界輻射通量 (watts/cm ²)
1 3	移出試件	將試件和所架設的結構物從試件台移去
※	下一次試驗	當輻射板黑體溫度和測試室溫被確認正確時，下一個新的測試即可開始。這測試的組件安裝應在開始工作之前的室溫下進行。

第四章 結果與討論

4.1 實驗結果

整個實驗操作，至今完成了六次校正及六種材料測試，現將最近一次校正資料及六種材料測試的結果報告整理如下：

校正資料是附於表五（見下兩頁），而其曲線分布是出現在圖九，圖十則顯示出該實際曲線與標準曲線之間的比較。結果顯示所獲得之曲線符合標準的要求。

在測試方面，所選用的六種材料中，包括了自行採購的五種常用地板材料，分別為(A)麻紗P.P扁紗地毯，(B)壓克力紗地毯，(C)耐龍連續性蓬鬆紗地毯，(D)小羊毛地毯，(E)無石棉地板材料，及一種廠商自行提供的木質地板材料—(F)白花木地板材料。這些材料的詳細組成是說明在表六，為方便起見，將分別以A.B.C.D.E.F等英文字母代替。底板則是選用矽酸鈣板，而自行採購的五種材料均是以強力膠當作黏著劑。

代號	地板材料名稱	詳細組成
A	麻紗P.P扁紗地毯	
B	壓克力紗地毯	纖維：100%壓克力(Acrylic) 絨毛：切絨毛(cut pile) 絨毛高：7mm 絨毛重：800g/m ²
C	耐龍連續性蓬鬆紗地毯	絨毛：100%耐龍連續性蓬鬆紗 第一層底布：聚丙烯織布 第二層底布：高密度海棉 毛高：4mm
D	小羊毛地毯	
E	無石棉地板材料	
F	白花木地板材料	

表六 六種地板材料與其代號和詳細組成

FRP CALIBRATION REPORT

LABORATORY NAME: TAIPEI

CALIBRATION DATE: 07-14-93

FLUX METER NUMBER: 78001

RADIOMETER NUMBER: 9231

ROOM TEMPERATURE: 26.00 deg C

FLUX METER SLOPE: 0.16 (W/c m²)/mV

BLACKBODY TEMP: 453.80 deg C

BLACKBODY VOLTS: 1.53mV

CHAMBER TEMP: 122.82 deg C

GAS FLOW: 42.50 panel reading

AIR FLOW: 2.00 NTP (m³/hour)

PANEL PRESSURE: 4.20 mm H₂O

Distance (mm)	mV	W/c m ²
100	6.57	1.08
200	5.54	0.91
300	4.20	0.69
400	2.95	0.48
500	2.08	0.34
600	1.41	0.23
700	0.98	0.16
800	0.73	0.12
900	0.60	01.0

表五 地板輻射通量測試之校正資料 (FRP軟體提供)

輻射通量曲線校正

日 期	八 十 二 年 七 月 十 四 日		
測 試 室 溫 度	mV 122.8 °C	黑體溫度	1.53 mV 453.8 °C
實 驗 室 溫 度	26 °C		
燃 氣 流 量	42.5 panel reading	空氣流量	2.00 M/H
輻射板燃氣壓力	4.8 PSI	輻射板壓力	0.42 cm H ₂ O

距 離 (cm)	範 圍 (W/c m ²)	W/c m ²
10		1.08
20	0.87 - 0.95	0.91
30		0.69
40	0.48 - 0.52	0.48
50		0.34
60	0.22 - 0.26	0.23
70		0.16
80		0.12
90		0.10

表五 續 (中文表格)

六種材料的測試結果如下：

(A) 麻紗 P.P 扁紗地毯：

測試資料：

觀察項目		1	2	3	總 結
臨界輻射通量 ($W/c\ m^2$)		0.41	0.54	0.59	平均0.51 標準差0.095 變異係數18.56%
火焰出現時間 (secs)		1100	1039	1120	平均1086.33
總延燒長度 (cm)		45	37	34.5	平均38.83
測試室溫度 ($^{\circ}C$)	起始	1 2 0 . 4 3			
	最大	155.76	148.41	128.32	

延燒距離與時間關係：

試件	距 離 (cm)	時 間 (secs)	距 離 (cm)	時 間 (secs)
1	5	2 8	3 0	1 3 9
	1 0	3 9	3 5	1 7 7
	1 5	6 9	4 0	2 2 7
	2 0	1 0 9	4 5	1 0 3 3
	2 5	1 2 4		
2	5	1 5	3 0	1 4 1
	1 0	1 8	3 5	2 2 1
	1 5	8 5		
	2 0	1 0 1		
	2 5	1 1 5		
3	5	1 4	3 0	1 8 1
	1 0	4 0		
	1 5	5 4		
	2 0	6 9		
	2 5	1 0 3		

燃燒現象：

試件	現象
1	預熱 5 分內，即有表面熔化現象，表面及底層整個收縮撕裂現象非常厲害。 測試時冒濃煙。
2	預熱 5 分內，同上，著火端並隆起 測試時，著火端捲曲延燒，冒濃煙。
3	預熱 5 分內，同試件 1，但表面及底層收縮撕裂現象較和緩。 測試情況同上。

試片測試前後之照片可見圖十一、十二。

(B) 壓克力紗地毯：

測試資料：

觀察項目		1	2	3	總 結
臨界輻射通量 ($W/c\ m^2$)		0.17	0.07	0.12	平均0.12 標準差0.0504 變異係數42.95%
火焰出現時間 (secs)		899	1884	1169	平均1317.33
總延燒長度 (cm)		69	101	79.50	平均83.17
測試室溫度 ($^{\circ}C$)	起始	1 2 1 . 2 2			
	最大	158.83	155.66	158.63	

延燒距離與時間關係：

試件	距 離 (cm)	時 間 (secs)	距 離 (cm)	時 間 (secs)
1	5	7	4 5	2 5 3
	1 0	8	5 0	3 4 1
	1 5	1 6	5 5	4 8 1
	2 0	2 6	6 0	6 9 9
	2 5	4 8	6 5	8 3 5
	3 0	8 4		
	3 5	1 1 9		
	4 0	1 6 9		
2	5	1 1	5 5	4 8 8
	1 0	1 1	6 0	6 2 1
	1 5	1 6	6 5	7 9 8
	2 0	3 4	7 0	1 0 6 1
	2 5	5 9	7 5	1 2 0 0
	3 0	9 7	8 0	1 3 3 0
	3 5	1 4 6	8 5	1 4 6 2
	4 0	2 0 1	9 0	1 5 6 5
	4 5	2 7 7	9 5	1 6 8 8
	5 0	3 8 6	1 0 0	1 7 9 5
3	5	5	4 5	2 5 9
	1 0	6	5 0	3 4 5
	1 5	1 3	5 5	4 3 6
	2 0	3 0	6 0	5 5 1
	2 5	5 4	6 5	6 9 4
	3 0	6 9	7 0	8 7 7
	3 5	1 2 2	7 5	1 0 3 8
	4 0	1 8 7		

燃燒現象：

試件	現象
1	預熱 5 分內，表面有焦化現象，起初冒少量白煙，最後表面不斷起泡，且起泡處冒濃煙。 測試時，表面泡狀般隆起並呈現嚴重焦化，冒濃煙。
2	同上。
3	同上。

試片測試前後之照片可見圖十三、十四。

(C)耐龍連續性蓬鬆紗地毯：

測試資料：

觀察項目	1	2	3	總 結
臨界輻射通量 ($W/c\ m^2$)	0.53	0.97	0.38	平均0.63 標準差0.3072 變異係數49.08%
火焰出現時間 (secs)	413	314	1794	平均840.33
總延燒長度 (cm)	37.5	17	47	平均33.83
測試室溫度 ($^{\circ}C$)	起始	1 2 0 . 1 1		
	最大	139.31		137.42

延燒距離與時間關係：

試件	距 離 (cm)	時 間 (secs)	距 離 (cm)	時 間 (secs)
1	5	1 1	2 5	1 0 8
	1 0	1 5	3 0	2 1 1
	1 5	3 8	3 5	2 2 9
	2 0	4 5		
2	5	2 0	1 5	1 6 6
	1 0	6 7		
3	5	1 2	3 0	3 6 9
	1 0	2 2	3 5	5 9 0
	1 5	4 3	4 0	9 4 5
	2 0	8 2	4 5	1 3 8 2
	2 5	9 2		

燃燒現象：

試件	現 象
1	預熱 5 分內，表面絨毛萎縮熔化，冒少量白煙，表層有被撕裂的現象。 測試時，試件有部分處繼續發生破裂現象，破裂之帶焰表層向前翻滾，加速火焰延燒，著火處冒大量黑煙
2	預熱 5 分內，表面絨毛萎縮熔化，冒少量白煙，有些微隆起現象。 測試時，冒黑煙。
3	同試件 1。

試片測試前後之照片可見圖十五、十六。

(D)小羊毛地毯：

測試資料：

觀察項目		1	2	3	總 結
臨界輻射通量 ($W/c\ m^2$)		0.44	0.44	0.35	平均0.41 標準差0.0499 變異係數12.24%
火焰出現時間 (secs)		870	927	1667	平均1154.67
總延燒長度 (cm)		43	43	49	平均45
測試室溫度 ($^{\circ}C$)	起始	120.69			
	最大	165.46	157.94	158.94	

延燒距離與時間關係：

試件	距 離 (cm)	時 間 (secs)	距 離 (cm)	時 間 (secs)
1	5	7	25	39
	10	9	30	81
	15	11	35	246
	20	20	40	577
2	5	8	25	52
	10	8	30	107
	15	17	35	330
	20	26	40	605
3	5	5	30	125
	10	7	35	320
	15	9	40	620
	20	21	45	1095
	25	56		

燃燒現象：

試件	現象
1	預熱 5 分內，表面絨毛熔化，且燒焦變黑，冒白煙，越冒越多。 測試時冒大量黑煙，延燒後表面均焦化，但沒有變形現象。
2	同上。
3	同上。

試片測試前後之照片可見圖十七、十八。

(E)無石棉地板材料：

測試資料：

觀察項目		1	2	3	總 結
臨界輻射通量 (W/ c m ²)		1.08	1.07	1.07	平均1.08 標準差0.0052 變異係數 0.48%
火焰出現時間 (secs)		373	369	342	平均361.33
總延燒長度 (cm)		5	10	10	平均8.33
測試室溫度 (°C)	起始	1 1 8 . 1 4			
	最大	131.65	129.88	129.79	

延燒距離與時間關係：

試件	距 離 (cm)	時 間 (secs)	距 離 (cm)	時 間 (secs)
1	5	1 4	1 0	1 7
2	5	1 2	1 0	1 7
3	5	1 3	1 0	1 6

燃燒現象：

試件	現 象
1	預熱 5 分內，有泡狀凸起，表面亦出現些微高低起伏變形，點火處附近有些微變黑。 測試時，著火處附近變黑隆起
2	同上，測試時並出現破現象。
3	同試件 1。 測試時並出現破裂現象。

試片測試前後之照片可見圖十九、二十。

(F) 白花木地板材料：

測試資料：

觀察項目		1	2	3	總 結
臨界輻射通量 ($W/c\ m^2$)		>1.08	>1.08	>1.08	平均>1.08
火焰出現時間 (secs)		300	300	300	平均300
總延燒長度 (cm)		—	—	—	
測試室溫度 ($^{\circ}C$)	起始				
	最大				

延燒距離與時間關係：

試件	距 離 (cm)	時 間 (secs)	距 離 (cm)	時 間 (secs)
1	—	3 0 0		
2	—	3 0 0		
3	—	3 0 0		

燃 燒 現 象：

試 件	現 象
1	於點火 5 分鐘內未被點，因而中止實驗。 點火處附近之試件表面，僅出現焦黑現象。 中止實驗後，發現有黏著劑熔化的現象，使得白花木地板材料滑移脫落。
2	同上。
3	同上。

試片測試前後之照片可見圖二十一。

4.2 結果判定

地毯通常被設計用於商業性及公共的建築物中，依照美國的規定：1 級地毯材料之最小臨界輻射通量為 $0.45\text{W}/\text{cm}^2$ ，2 級地毯材料之最小臨界輻射通量為 $0.22\text{W}/\text{cm}^2$ 。其中 1 級地毯是用於醫療單位的走廊和出口通道，2 級地毯是用於其他居住環境（除了單人及兩人家庭居住處外）的走廊和出口通道。另外彈性地板應滿足 1 級材料限制。

藉由以上判定方法，我們將六種材料的判定結果列於下表：

代號	地板材料名稱	判定結果
A	麻紗 P.P 扁紗地毯	1 級
B	壓克力紗地毯	不合格
C	耐龍連續性蓬鬆紗地毯	1 級
D	小羊毛地毯	2 級
E	無石棉地板材料	1 級
F	白花木地板材料	1 級（無法點燃）

表七 六種測試材料的判定結果

4.3 綜合討論

1. 根據燃燒現象觀察發現，地板材料 A 的三個試件中，試件 1 和 2 有嚴重的破裂現象，試件 3 則較為和緩；同樣的情形更明顯的發生在材料 E，該材料之試件 1 未出現破裂，但試件 2 及 3 卻呈現破裂現象。根據判斷認為這與試件和底板間的黏著狀況有關，若黏著狀況較佳則較不易產生破裂現象。由 ISO TC92 的規範中，被測試的材料與其最終使用底層 (end-use substrate) 間的固定法於欲固定處的任何地方都應儘可能的呈再現性 (reproduced)，這是實驗人員在試件準備中應注意的地方。另外，對於地板材料 C，該試件 1 和 3 之表層有被撕裂的現象，但試件 2 則無，這則與試件表層和第一層底布 (primary backing) 甚至第二層底布 (secondary backing) 間的黏著狀況有關，其原因則肇始於工廠的製造過程，故測試試件的採樣選擇非常重要。
2. 由實驗觀察發現，材料 A 之試件 2、3 有發生著火端捲曲延燒的現象，相信這亦與試件和底板間的黏著狀況有關。當材料著火受熱時，由於水分及燃燒產物的釋去可能會導致材料收縮，材料收縮便會產生應力，若收縮量過大時，便容易在黏著力較小的部位產生破裂，這便是討論 1 中的形成原因。若著火端的部位黏著應力過小再加上重力不夠時，由於材料的收縮變形很容易導致諸如捲曲延燒的現象，因而大幅增加了延燒速度。另外在材料 C 中，類似的理由亦造成材料之破裂的帶焰表層向前翻滾，這都會助長材料的延燒速度。
3. 在此測試的六種材料中，只有材料 E 及 F 於臨界輻射通量方面具有再現性 (Repeatability)，而材料 B 及 C 則呈現出較差的再現性。故日後的研究工作，應設法對於操作過程及實驗儀器進行發展與改進，以期望未來的實驗數據能呈現較佳的再現性。
4. 對於材料 F 而言，其臨界輻射通量超過最大校正值 1.08 W/c m^2 ，而以“>1.08”的方式報告，這些值通常被稱作“無法點燃” (Did Not Ignite; DNI)。

5. 對於廠商自行提供的測試試件，因事前可能已經過特殊的防火處理，因而與市面上銷售的產品相異，則這類的試件會導致實驗測量值失真，故實驗人員應設法避免此類問題發生，其中解決之道可採用抽樣檢測方法。
6. 測試資料中的最大測試室溫度與材料燃燒放熱量有關，可作為評估材料燃燒性的一個參考。
7. 藉由延燒距離與時間的關係，我們可用以評估火焰延燒速率及在經過一段指定燃燒時期（例如15分鐘）後火焰延燒的限度。另外藉由總延燒長度 (cm) 除以火焰出現時間 (secs)，我們可以求得總平均延燒速率 (cm/secs)。

第五章 總結

5.1 結論

1. 根據研究結果顯示，測試試件如經黏著和滾壓後，須將其在特定溫度、溼度狀況下擺上至少96小時，而於處理之4到10天內完成實驗，因該期間內黏著物還不會發生重大變化。

2. 根據再現性 (Repeatability) 及再製性 (Reproducibility) 的定義如下：

再現性：由相同的實驗室對一已知材料進行取樣選擇的結果，取其絕對值，如果差異量在5%以內，稱為具有再現性。

再製性：由兩個不同取樣選擇的實驗室，對相同材料所得的2個單一測試結果，取其絕對值，如果差異量在5%以內，稱為具有再製性。

基於實驗的目的，希望能提供良好的再現性與再製性，此為發展改進的最佳依據。

3. 根據實驗結果顯示，有些試件之臨界輻射通量超過 1.0 W/c m^2 ，因而無法以實際測量值取代“>1.0”或“比1.0大”報告，這些值通常被稱作“無法點燃”(Did Not Ignite; DNI)。

4. 對於高變異性產品的三個複製試件無法估計其平均性質，則可增加這些產品複製試件的個數以進行測試。

5.2 建議

1. 對於地毯之下的底層結構，應有建築業者提供確實資料，並在實

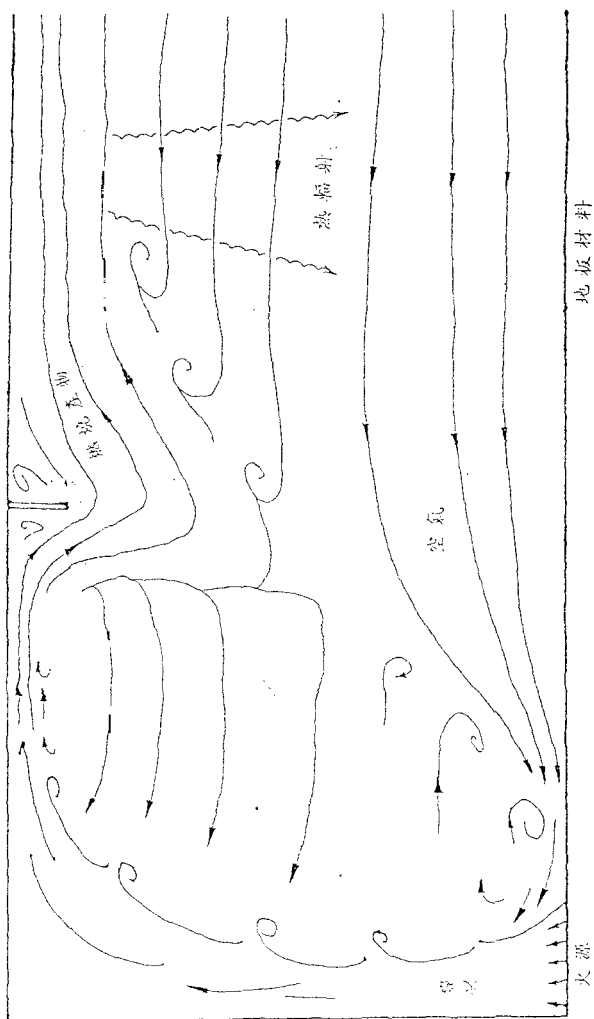
實驗之前派員協助鋪設。

- 2.由於所測之臨界輻射通量為一轉換值而非絕對值，應設法發展此測量使其更具實用價值。
- 3.測試過程沒有一個比距試件的加熱端10cm更靠近的通量校正點，然而一些試件測試的延燒火焰無法超過該位置而造成以“比1.0大”的形式報告。所以有必要於實驗過程中增加通量曲線量測在大約2cm處。
- 4.應增加“地毯黏著後狀況時間的影響”之探討於標準中。
- 5.可配合其它測試儀器，例如表面實驗爐，或圓錐量熱儀的檢測結果作一對比，最後希望能以全尺寸的測試，例如Corner Test，來作該測試方法的模擬程序。

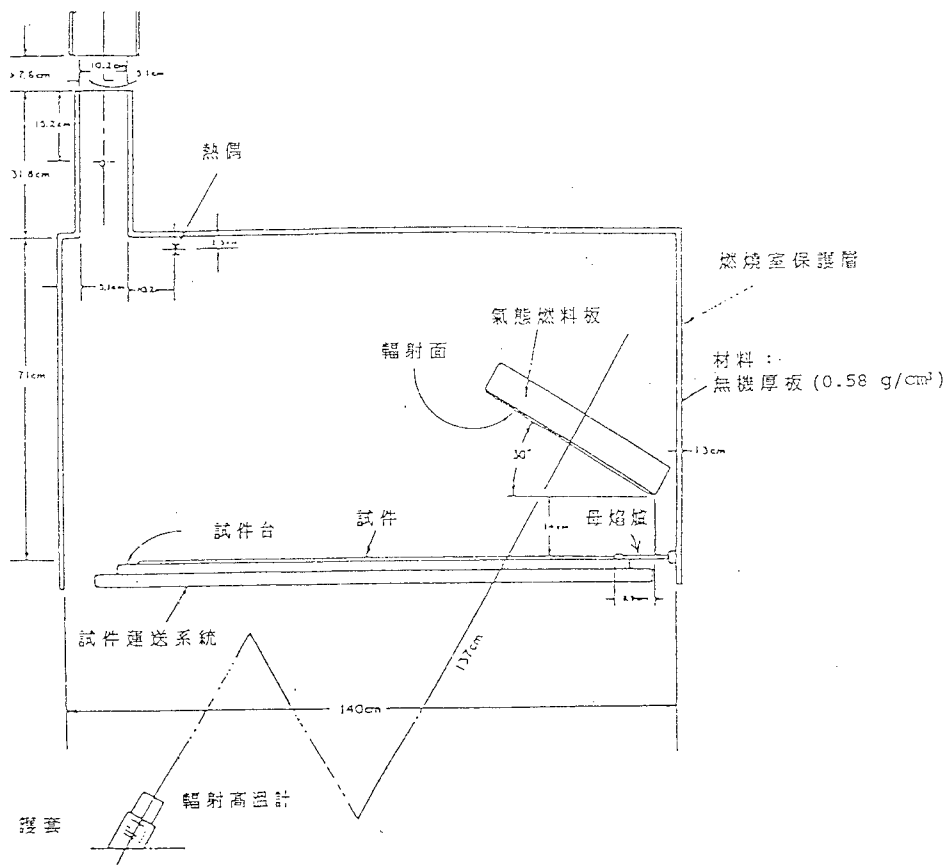
參考文獻

1. 林寶明，建築物裝修材料耐燃性認定基準之研究，碩士論文，國立交通大學。
2. 周智中，建材耐燃性檢測研討會：室內裝修耐燃材料檢測作業推動計畫，1993年4月16日。
3. Adams, C. Howard and Davis, Sanford, "Development of the Flooring Radiant Panel Test as A Standard Test Method", NBSIR 79-1954, National Bureau of Standards, U.S., March 1980.
4. Benjamin, I.A. and Davis, S., "Flammability Testing for Carpet", NBSIR 78-1436, National Bureau of Standards, U.S., April 1978.
5. ASTM E 648-91a, "Standard Test Method for Critical Radiant Flux of Floor-Covering Systems Using a Radiant Heat Energy Source"
6. CNS總號 7058類號 L3107，"地毯類織物之燃燒性測定—熱金屬螺帽法"
7. ASTM E970-89, "Standard Test Method for Critical Radiant Flux of Exposed Attic Floor Insulation Using a Radiant Heat Energy Source"
8. 內政部營建署：建築技術規則
9. Lawson, J. Randall, "An Evaluation of Precision for the ASTM E 648-91a Standard Test Method for Critical Radiant Flux of Floor-Covering System", NISTIR 4799, U.S. National Institute of Standards and Technology, August 1992.

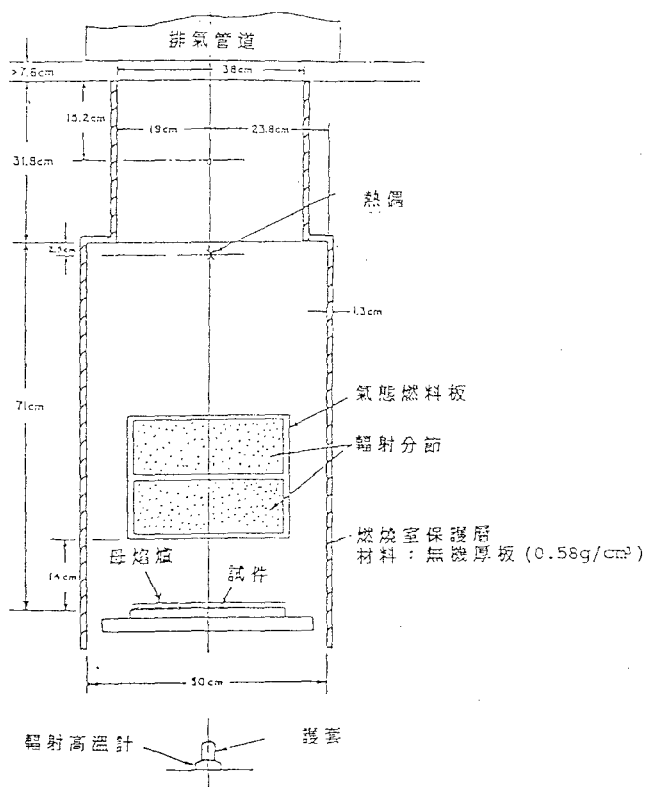
10. ASTM E 84-87, "Standard Test Method for Surface Burning Characteristics of Building Materials"
11. ASTM E 286-69(RApproved 1975), "Standard Test Method for Surface Flammability of Building Materials Using An 8-ft (2.44-m) Tunnel Furnace"
12. ASTM E 162-83, "Standard Test Method for Surface Flammability of Materials Using A Radiant Heat Energy Sorce"
13. ASTM E 970-89, "Standard Test Method for Critical Radiant Flux of Exposed Attic Floor Insulation Using a Radinat Heat Energy Sorce"
14. ASTM E 1321-90, "Standard Test Method for Determining Material Ignition and Flame Spread Properties"
15. "Flooring Radiant Panel Tester:Instruction and Operation Manual", Atlas Electric Devices Company, March 1993, Rev. 2.
16. DeHaan, N., 1991, "Interior Finish", <<Fire Protection Handbook>>, 17th ED., SEC. 6, chap. 4, National Fire Protection Association, Quincy, MA.
17. Krasry, John F., 1991, "Fibers and Textiles", <<Fire Protection Handbook>>, 17th Ed. sec.3, chap. 4, National Fire Protection Association, Quincy, MA.
18. ISO TC92/SC1/WG3 N203.



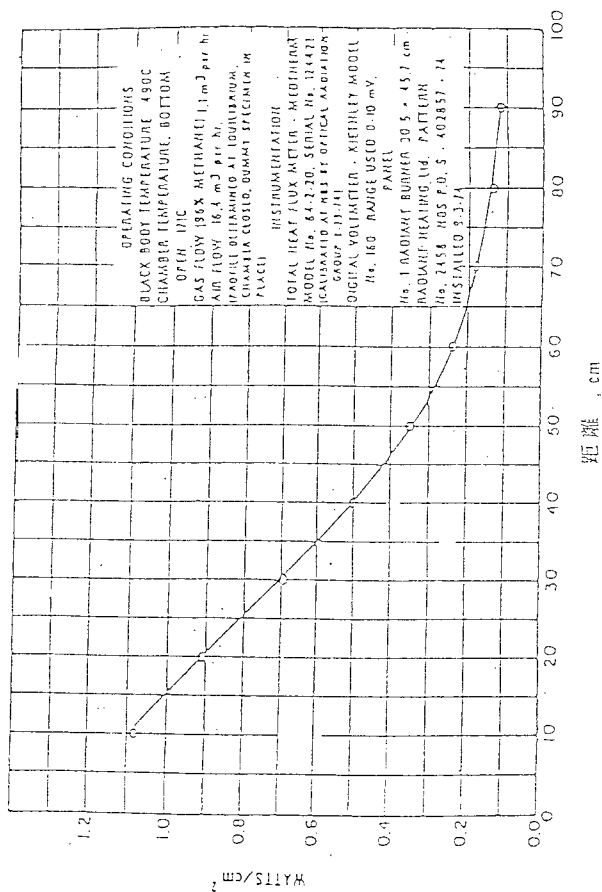
圖一：在一個連接走廊的房間中的地板火災的一個模型示意圖，
圖中顯示出流體流動狀態及熱輻射的產生情況。



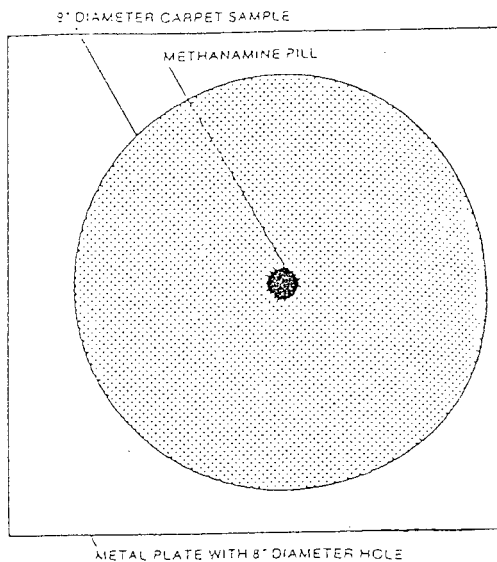
圖二 地板輻射板測試器簡要側視圖



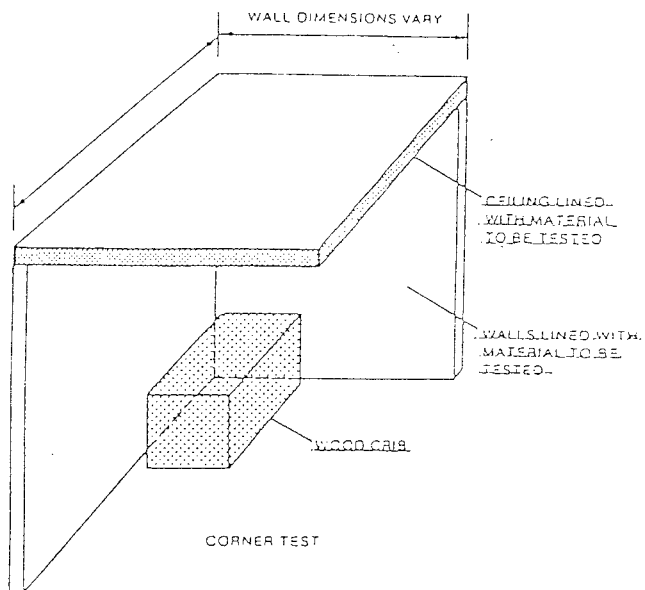
圖三 地板輻射板測試器低通量端簡視圖



圖四 標準輻射熱能通量輪廓

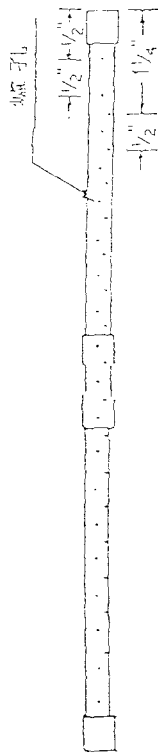


圖五 PILL TEST

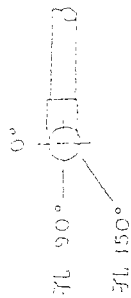


圖六 CORNER TEST

前視圖



側視圖

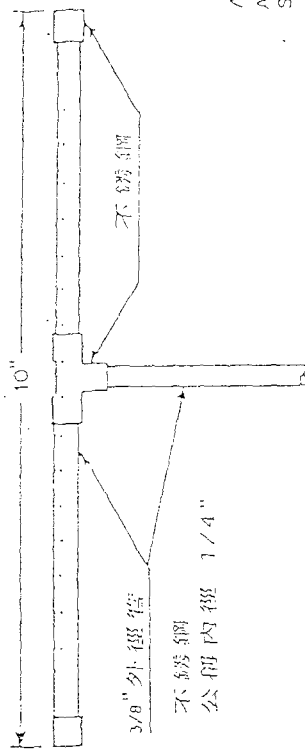


All Holes #70 Drill
0.028 in. dia.

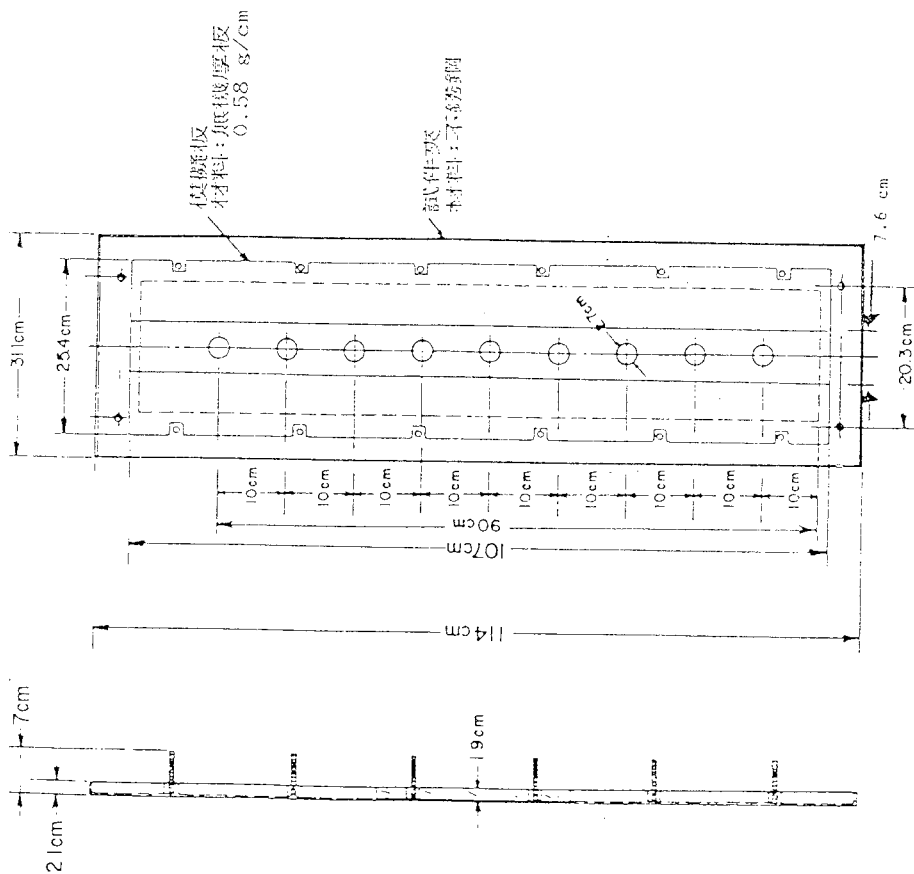
Note:
All Joints
Silver soldered, heliarced, or other appropriate seal

丙烷燃氣流率
3.0 - 3.5 SCFH Air Scale

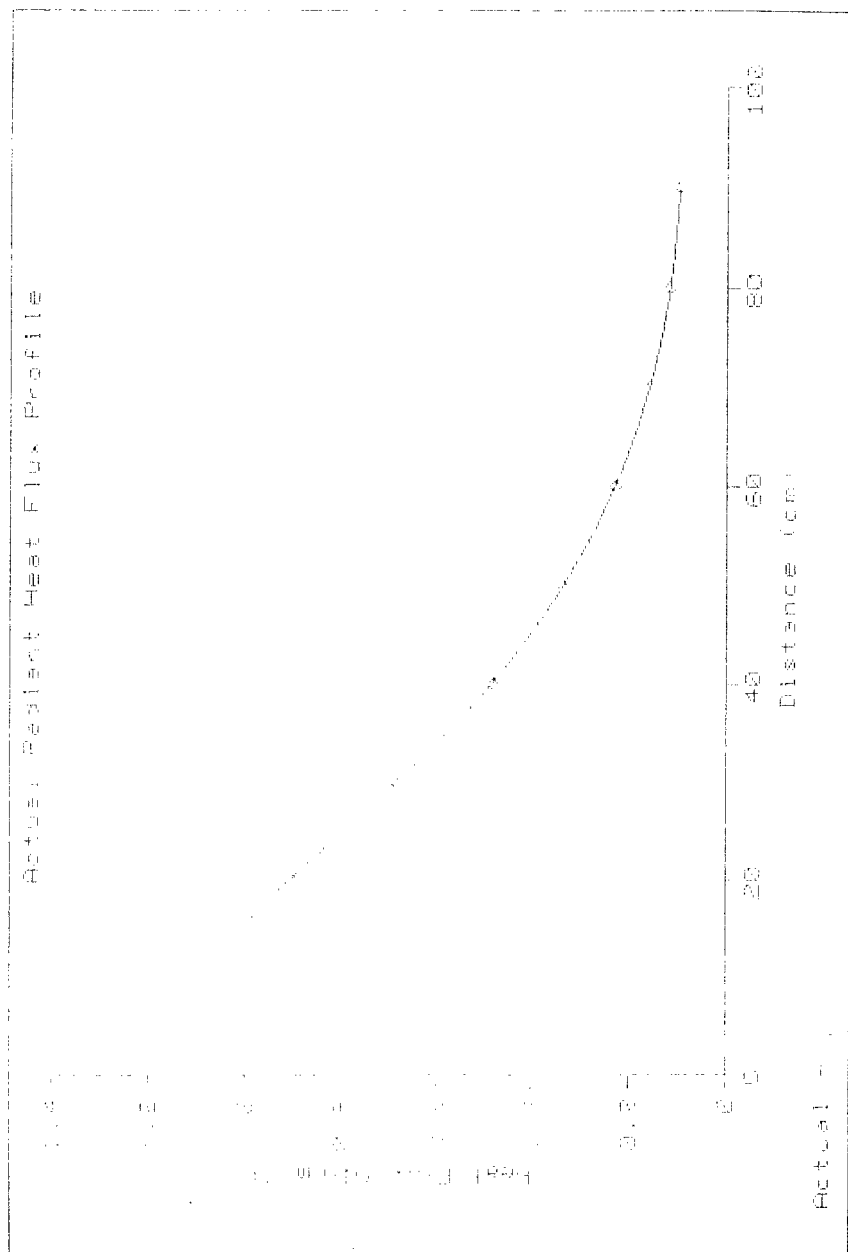
底視圖



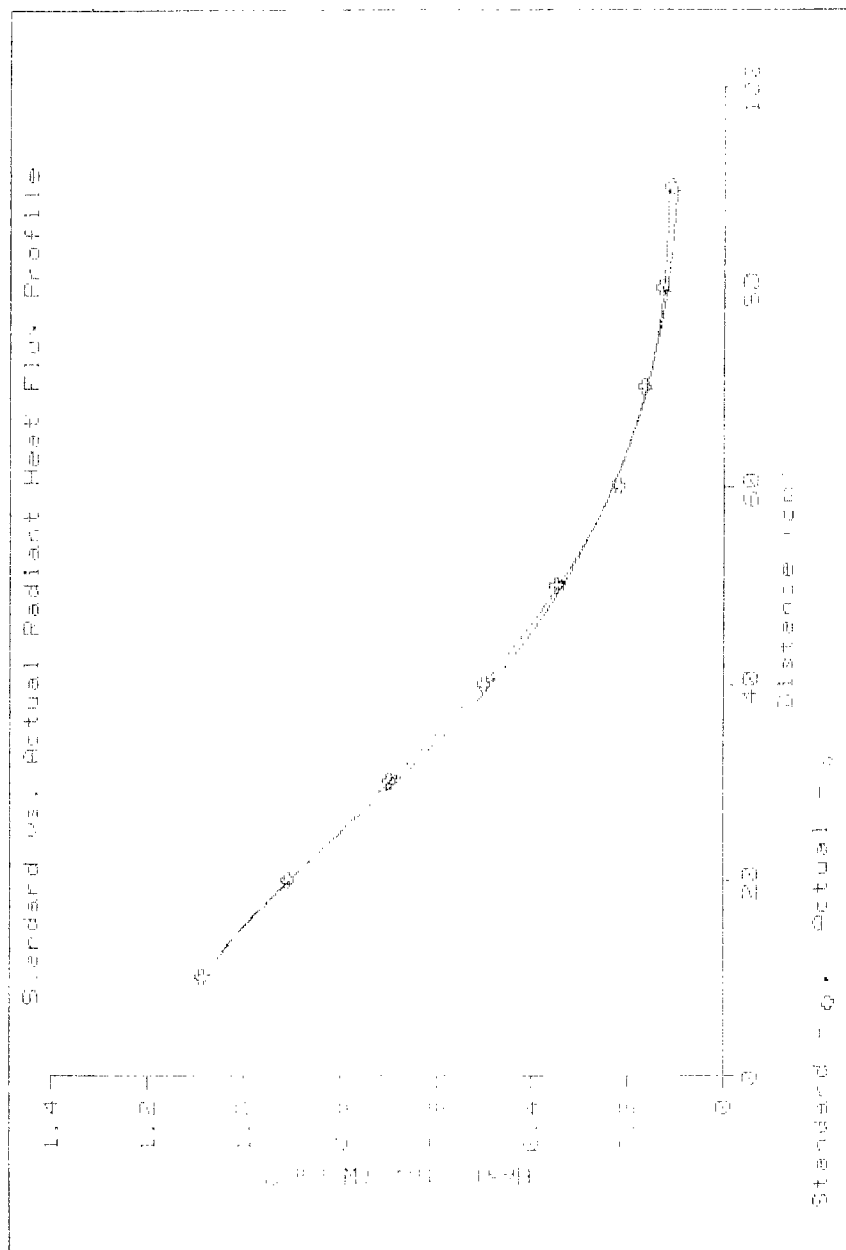
圖七 T 形燃



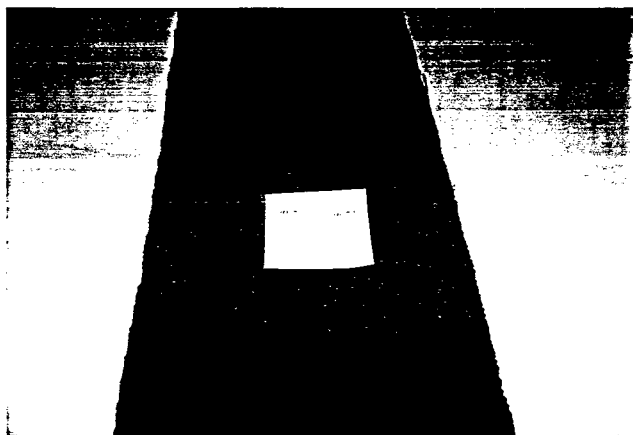
圖八 在試件夾上的標準板



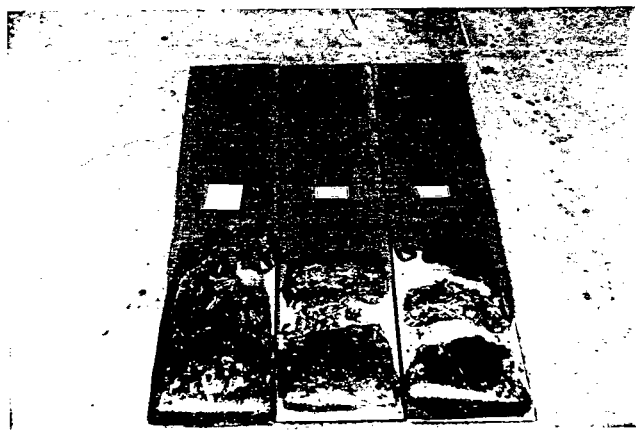
圖九 實際通量曲線圖



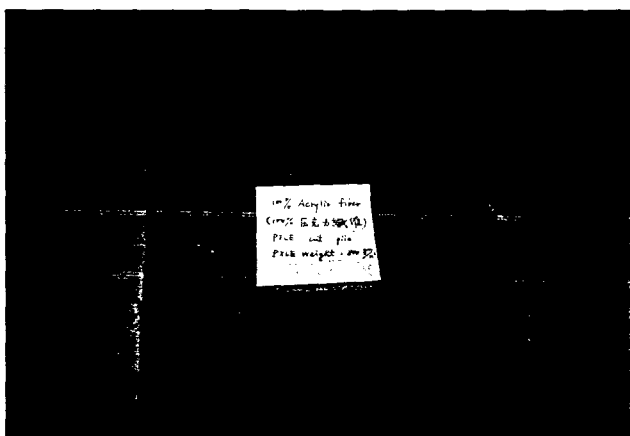
圖十 標準通量曲線對實際通量曲線圖



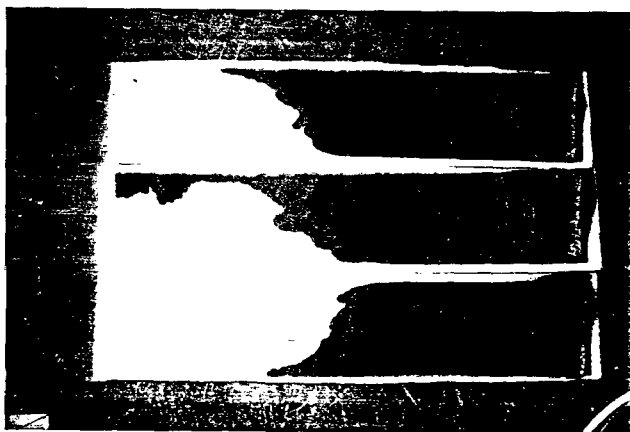
圖十一 麻紗P.P扁紗地毯測試前之照片



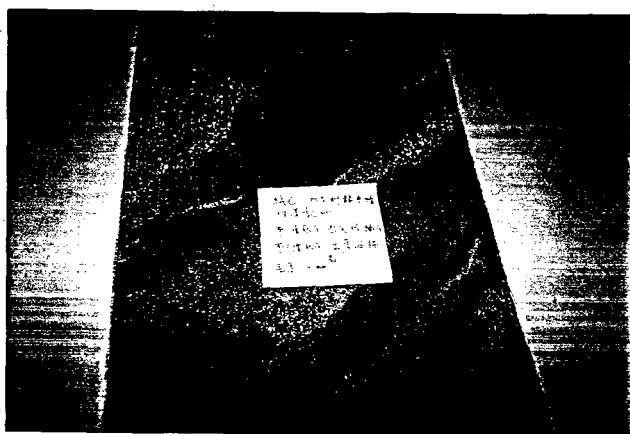
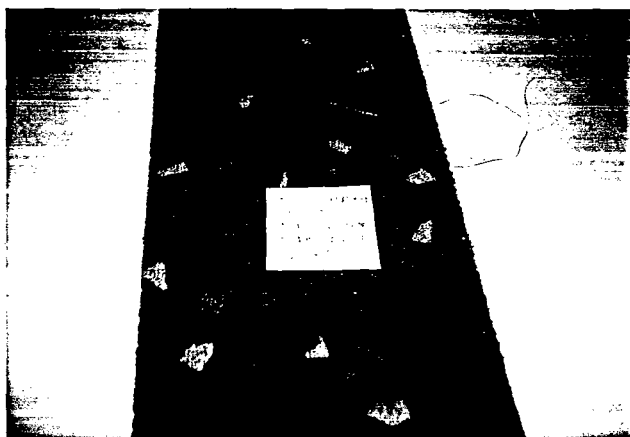
圖十二 麻紗P.P扁紗地毯測試後之照片，其中左邊為試件1，中間為試件2，右邊為試件3



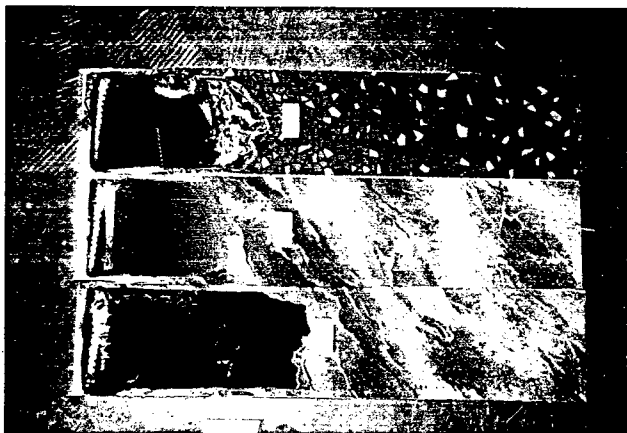
圖十三 壓克力紗地毯測試前之照片



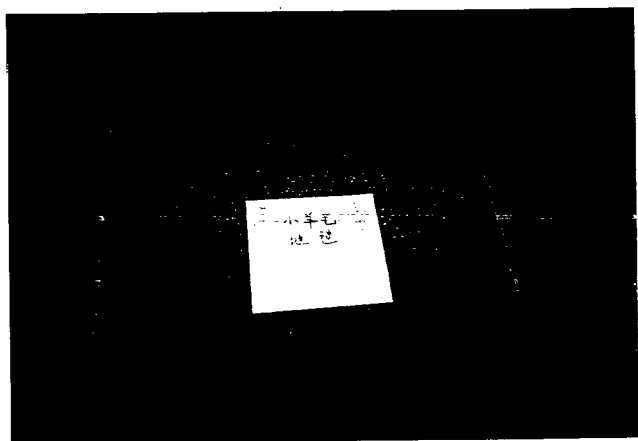
圖十四 壓克力紗地毯測試後之照片，其中下邊為試件 1，中間為試件 2，上邊為試件 3



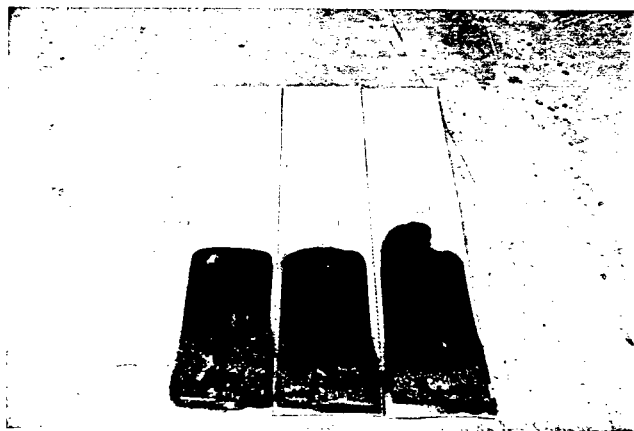
圖十五 耐龍連續性蓬鬆紗地毯測試前之照片
(上兩張照片質料相同，僅花色不同)



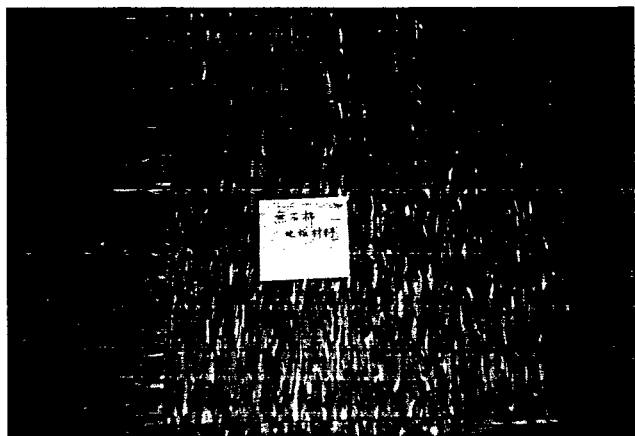
圖十六 耐龍連續性蓬鬆紗地毯測試後之照片，其中上邊為試件 1，中間為試件 2，下邊為試件 3



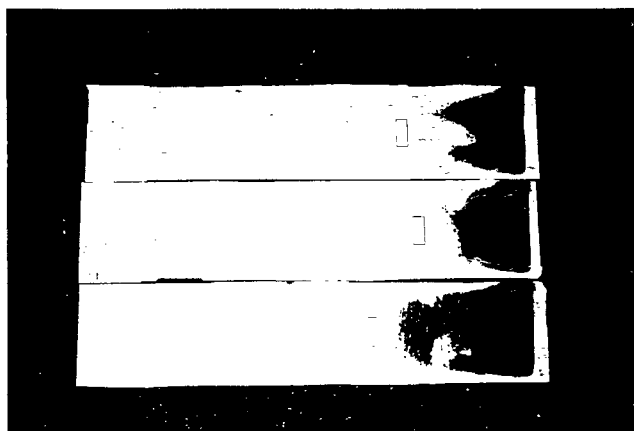
圖十七 小羊毛地毯測試前之照片



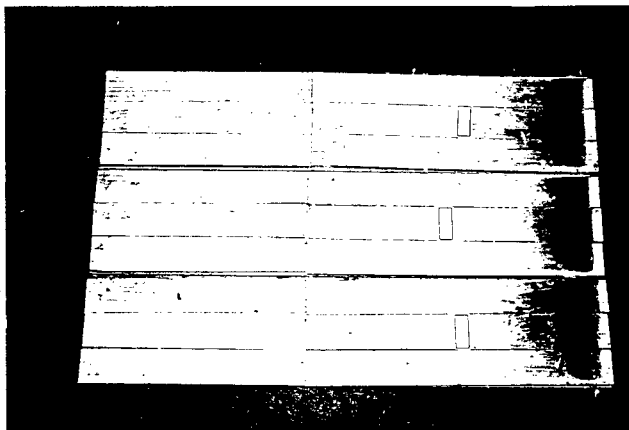
圖十八 小羊毛地毯測試後之照片，其中左邊為試件 1，中間為試件 2，右邊為試件 3



圖十九 無石棉地板材料測試前之照片



圖二十 無石棉地板材料測試後之照片，其中下邊為試件 1，中間為試件 2，上邊為試件 3（註：試件 1 之深黑色部分係延燒所造成的，而前緣之淡黑色部分並未產生燃燒現象）



圖二十一 白花木地板材料測試前後之照片（該材料靠左端部分可看出測試前之原貌，而靠右端部分顯示測試後之情形）