

出國報告（出國類別：考察）

日本耐燃材料工廠暨檢驗機構考察

服務機關：經濟部標準檢驗局高雄分局

姓名職稱：杜慶鳴技正

派赴國家：日本

出國期間：108年10月14日至10月18日

報告日期：108年12月12日

摘要

本局將耐燃建材類商品列為強制檢驗應施檢驗商品，高雄分局亦建立耐燃材料檢測專業實驗室，執行矽酸鈣板、石膏板、岩棉裝飾吸音板、纖維水泥板等耐燃建材類商品之檢驗業務，包括彎曲試驗、耐衝擊性試驗、耐燃性試驗…等檢驗項目，嚴格把關國內建築及室內裝修材料之耐燃性能及建材強度，藉以保障國內耐燃建材類商品使用的安全性，確保民眾居家生命財產安全。近來執行檢驗時，常有彎曲試驗或耐燃性試驗檢測不合格之情事，尤以石膏板材之情況為最。然有時同批樣品複驗又合格，研判與影響品質變異因子之管控有關。

爰此，規劃赴日本耐燃建材製造工廠及檢驗機構考察，了解影響品質變異之因子及如何管控、實驗室對相關檢測技術之執行及交流。同時，了解日本對耐燃建材的管理方式，以作為精進本局管理方式之參考。

目次

前言.....	3
壹、考察目的.....	6
貳、工廠暨檢驗機構參訪.....	8
參、考察成果.....	14
肆、心得與建議.....	16
伍、參考文獻.....	17
陸、附錄.....	18

前言

鑑於工商發展快速，超高大樓及各種現代裝潢材料日新月異，也使得公共安全為大眾所重視，如何在擁有舒適生活情況下，也同樣享有安全，已經是現代居家的共識。火災對個人、家庭、社會之危害甚鉅，不僅帶來龐大的財務損失，且造成的人員傷亡更是無法彌補。根據資料顯示，造成重大災害的火災大多發生於大量使用易燃性裝修(飾)材料的場所。這些易燃性的材料一遇火源，極易快速延燒，且會產生濃煙及有毒氣體，人員逃生困難。如果建築物在內裝時能正確使用具耐燃及防焰性能的建築材料，則必能大大降低火災發生的頻率及火害的程度。法律位階商品檢驗法之制定即為促使商品符合安全、衛生、環保及其他技術法規或標準，保護消費者權益，促進經濟正常發展。爰此，本局將耐燃建材類商品列為強制檢驗應施檢驗商品，高雄分局亦建立耐燃材料檢測專業實驗室，執行矽酸鈣板、石膏板、岩棉裝飾吸音板、纖維水泥板…等耐燃建材類商品之檢驗業務，包括彎曲試驗、耐衝擊性試驗、耐燃性試驗…等檢驗項目，嚴格把關國內建築及室內裝修材料之耐燃性能及建材強度，藉以保障國內耐燃建材類商品使用的安全性，確保民眾居家生命財產安全。

耐燃建材之耐燃性試驗藉以判定產品降低火災發生的頻率及火害的程度至為重要。爰此，日本新修訂建築基準法自 1998 年 6 月開始實施，改以 ISO 5660-1 圓錐量熱儀試驗方法(Cone calorimeter method)，作為建築材料防火性能之判定，依據新修訂法規，建築材料之防火性能等級係依據其試驗之總發熱量及熱釋放率，區分為發熱性 1 級、發熱性 2 級及發熱性 3 級三種等級，有關其判定方式如表 1 所示。

表 1 日本現行耐燃材料試驗及判定方法

材料防火性能等級	加熱時間 (min)	試驗條件	判定準則
發熱性 1 級	20	<ul style="list-style-type: none"> ● 熱輻射量 50 kW/m²。 ● 試體尺寸 100x100 mm，厚度不超過 50mm。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 總發熱量 8 MJ/m² 以下。 ● 最高發熱速率不大於 200kW/ m²。 ● 試體貫穿之孔洞或無龜裂。
發熱性 2 級	10		
發熱性 3 級	5		

日本已改採 ISO 5660-1 標準執行耐燃性試驗，為因應國際化之趨勢，減少貿易技術障礙爭議，並能與國際標準接軌，本局已於九十一年十月建立圓錐量熱儀檢驗技術能力，並參考 ISO 5660-1 標準於九十一年十二月九日制定公布「CNS 14705 建築材料燃燒熱釋放率試驗法—圓錐量熱儀法」，並於一百零二年十一月二十九日修訂公布「CNS 14705-1 建築材料燃燒熱釋放率試驗法—第 1 部：圓錐量熱儀法」，參考 ISO 5660-3 標準有關 b 參數的計算，其判定方式如表 2 所示。

表 2 我國現行耐燃材料試驗及判定方法

材料耐燃等級	加熱時間 (min)	試驗條件	判定準則
耐燃 1 級	20	<ul style="list-style-type: none"> ● 熱輻射量 50 kW/m²。 ● 試體尺寸 100x100 mm，厚度不超過 50mm。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 總發熱量 1 級：8 MJ/m² 以下或 15 MJ/m² 以下，且 b 參數為 -0.4 以下。 2 級及 3 級：8 MJ/m² 以下。 ● 最高發熱速率不大於 200kW/ m²。 ● 試體貫穿之孔洞或無龜裂。
耐燃 2 級	10		
耐燃 3 級	5		

註：b 參數依 CNS14705-3 之 A2 計算如下：

$$b = 0.01\dot{q}_{avg}'' - 1 - \frac{t_{ig}}{t_b} \dots\dots\dots (1)$$

式中， \dot{q}_{avg}'' ：輻照度 50 kW/m² 之平均熱釋放量(kW/m²)

t_{ig} ：引燃時間(s)

t_b ：持續燃燒火焰期間(s)

如 $b \leq -0.4$ ，則 CNS 15048 對應的測試在 300 kW 燃燒輸出時將不閃燃，符合此條件的材料無法助成閃燃。

表 3 CNS 15048 依據” b 參數” 之閃燃預測

b 參數	對應的全尺度曝火試驗特性
$b \leq -0.4$	無閃燃
$b \leq 0$	有限的火災危險
$b > 0$	閃燃

壹、考察目的

耐燃建材為本局現行公告應施檢驗品目，常有彎曲試驗或耐燃性試驗檢測不合格之情事，尤以石膏板材之情況為最。然有時同批樣品複驗又合格，研判與影響品質變異因子之管控有關。為此，規劃赴日本耐燃建材製造工廠及檢驗機構考察，了解影響品質變異因子之管控、實驗室對相關檢測技術執行及技術交流。同時，了解日本對耐燃建材的管理方式，以作為精進本局管理方式之參考。

一、技轉影響品質變異因子之管控

依據實務經驗，日本神島化學工業株式會社生產之矽酸鈣板，經本分局執行耐燃性試驗及彎曲試驗尚無不合格之情事，相對其他國家生產之產品，品質較為穩定。爰此，赴日本該公司考察產品生產過程會影響品質的因素有哪些，如何管控致使品質變異減少，確保品質的穩定，並將產製技能提供國內生產場廠或進口商參考。

二、實驗室檢測技術交流

日本與我國對耐燃建材均採用圓錐量熱儀試驗方法(Cone calorimeter method) 執行耐燃性試驗，藉此次日本考察實驗室，了解實驗室環境、耐燃性試驗程序、實驗室及樣品溫溼度如何管控、檢測的能力比對…等，從中了解差異性及對試驗結果之影響，藉以提升我國之檢驗技術，接軌於國際標準。

三、釐清計算 b 參數之疑慮

耐燃 1 級耐燃性試驗之判定標準， 8 MJ/m^2 以下或 15 MJ/m^2 以下且 b 參數為 -0.4 以下。而 b 參數之計算如公式(1)，其中 t_b 為持續燃燒火焰期間(s)。

實務執行測試開始引燃器點火即燃燒時，立即拿起引燃器並開始計算時間至熄火，期間即為 t_b ，當熄火後再次點火時若又燃燒時，則 t_b 之時間僅為第一段燃燒時間，亦或多段燃燒時間總和，此一

疑慮期就考察日本實驗室時尋求釐清。

四、精進本局管理方式

耐燃建材本局公告檢驗方式為監視查驗及驗證登錄(模式 2+4、2+5 或 2+7)兩種檢驗方式，擇一報驗。

監視查驗為進口產品於進口時或國內產製產品進入市場前，向本局申請報驗，經抽批檢驗及標示查核符合規定者，或未抽中批經標示查核符合規定者，始得進入市場銷售。

驗證登錄為產品須經產品驗證(模式二即型式試驗)，生產廠場須經品質驗證(模式四、模式五即品質制度驗證或模式七即工廠檢查)，符合規定即核發商品驗證登錄證書即可進口或出廠銷售為期三年，得以延展一次三年。有效期限內每年須做產品驗證，且須繳交年費。

優良的耐燃建材產品品質可降低火災發生的頻率及火害的程度，如何不斷精進耐燃建材的管理，確保市場銷售產品品質，期藉此日本考察機會了解日本對耐燃建材的管理方式，精進本國的管理制度目的。

貳、工廠暨檢驗機構參訪

本次日本耐燃建材工廠暨實驗室考察，規劃參訪 2 個行程。第一行程為參訪神島化學工業株式會社工廠暨實驗室，由永逢企業股份有限公司國貿專員高智盛先生陪同參訪。第二行程為參訪建材試驗中心-中央實驗所，由台北駐日經濟文化代表處經濟組三等秘書李佳靜小姐陪同參訪。本次日本考察行程自 10 月 14 日出發 10 月 18 日結束回台，詳細內容如行程表。

行程表

月	日	地點	工作內容
10	14	香川縣丸龜市	小港→大阪關西機場→高松車站
10	15	香川縣三豐市 神島化學工業株式會社	參訪神島化學工業株式會社工廠暨實驗室：議題討論、參觀製造工廠、參觀實驗室、耐燃性試驗實作程序與意見交流。
10	16	東京目黑區	丸龜市→高松機場→東京羽田機場 彙整 10/15 參訪資料，強化明日討論議題內容
10	17	埼玉縣草加市 建材試驗中心-中央實驗所	考察建材試驗中心-中央實驗所：議題討論、參觀實驗室、耐燃性試驗實作程序與意見交流。
10	18	返國	東京成田機場→高雄小港機場

一、神島化學工業株式會社

成立於 1917 年 6 月，員工數 624 名(截至 2018 年 4 月底)。

(一)、主要業務

- 1、 陶瓷建材：製造用於家用陶瓷的外牆材料、用於房屋的內部材料、用於建築物的防火蓋板和防火板。
- 2、 化工產品：氧化鎂、高純氧化鎂、氫氧化鎂、碳酸鎂、碳酸鈣及矽酸鈣板等的製造和銷售。
- 3、 陶瓷：研發、製造和銷售高性能陶瓷。

(二)、實驗室：原設置在工廠裡面，於 2018 年 5 月搬遷至新建研究大樓。



圖 1 感謝小林部長(左二)親自接待



圖 2 神島化學工業株式會社



圖 3 耐燃實驗室及圓錐量熱儀



外表材施工例の画像は大和ハウス工業株式会社様よりご提供

圖 4 引以為傲的外牆建材

二、建材試驗中心-中央實驗所

建材測試中心專注於建築、建材和土木工程領域，並包括測試業務（質量性能測試、建材測試），認證/評估/認證業務（管理體系認證/建築碳管理支持、性能評估/合格認證、JIS 認證），這是一家從事與基礎技術支持（調查研究、標準化、技術培訓/認證、信息提供）相關的業務的第三方認證機構。

1963 年成立“建築材料測試中心”並設立總部辦公室（東京都中央區銀座），在東京都小湊市建立測試中心並開始測試工作（1967 年，移至埼玉縣草加市作為中央實驗室）。

2000 年根據《建築基準法》被指定為“指定績效評估組織”和“指定認證組織”。



圖 5 建材試驗中心-中央實驗所



圖 6 耐燃實驗室及圓錐量熱儀



圖 7 圓錐量熱儀耐燃實驗



圖 8 防火性實驗

參、考察成果

本次赴日的考察項目以八項議題分列，分別與神島化學工業株式會社、建材試驗中心(JTCCM)進行議題討論、工廠參訪及實驗室觀摩，其成果分述如下，並比較兩國的差異：

- 一、 建築用耐燃建材除了做耐燃性試驗(圓錐量熱儀方法)，是否要求強度試驗(如彎曲試驗)。

日本對建築用建材以功能特性、設置位置等分類執行所需檢驗。若具耐燃性且用於室內隔間之建材，除了做耐燃性試驗(圓錐量熱儀方法)，亦須執行彎曲試驗。如此，與我國耐燃建材須執行彎曲試驗及耐燃性試驗相同。

- 二、 耐燃性試驗中之總熱釋放率判定標準。

以日本對耐燃 1 級之耐燃建材執行耐燃性試驗而言，耐燃 1 級總熱釋放量 8MJ/m^2 以下，則判定符合規定。而我國耐燃 1 級總熱釋放量 8MJ/m^2 以下，或總熱釋放量為 15MJ/m^2 以下，且 b 參數為-0.4 以下，皆判定符合規定。相較之下日本對建材耐燃性之要求較為嚴格。而耐燃 2 級及耐燃 3 級則兩國判定標準均相同，總熱釋放量 8MJ/m^2 以下。

- 三、 影響建築用耐燃建材品質變異因子(如溫度、濕度、養生時間…等等)有哪些，實驗前該如何管控，檢測報告如何解讀。

日本對耐燃建材製造過程於乾燥階段，工廠會利用空調管控環境溫度，夏天冷氣，冬天放暖氣。而產品會利用大型烤箱管控產品水含量。而實驗室耐燃實驗前檢驗樣品利用恆溫恆濕機管控溫度 23°C 、濕度 50%處理至恆重 7 日，且實驗室環境管控溫度 23.5°C 、濕度 42%。而我國工廠大部分未對環境溫溼度要求，其他對產品之要求大致相同，唯有恆重時間依 CNS 14705-1 規定須放置相隔 24 小時，兩次試片稱重小於 0.1%或 0.1g

，國內實驗室放置時間較日本短。

四、實驗室如何執行能力比對，其測試件如何製作。

實驗室執行能力比對及其測試件之製作，兩國做法均相同：委由某一製造廠產製各實驗室執行檢驗之樣品，再依測試程序執行檢驗。

五、耐燃建材前須經過日本哪些檢驗認可，才可出廠銷售。

日本生產廠場將耐燃建材產品送政府認可實驗室檢驗合格，並且經 JIS 驗證機構工廠檢查符合規定。經政府審查認可後給予廠商驗證碼，廠商自行出貨銷售，無需繳交年費。此檢驗方式與我國驗證登錄 2+7 相同。

六、第一方及第三方實驗室的檢測報告如何認可。

日本實驗室須經 JIS 實驗室認證，並取得政府機關認可，其所出具之檢驗報告才得以認可。與我國相同，僅認可第三方實驗室檢測報告。

七、出廠銷售後，日本如何管理市面上銷售之耐燃建材。

日本工廠獲得產品驗證後出廠銷售，日本政府機關會不定時至工廠抽驗產品，若檢驗不符合，且限期未改正，即罰鍰並廢除認可。與我國驗證登錄相似，惟日本對品質檢驗不合格，仍給予改正機會。

八、防火塗料有哪些檢驗。

日本並未生產防火漆產品。對耐燃藥劑用於板材層板間接合用，依規定執行該板材耐燃性試驗，類似我國耐燃合板。因此對我國防火漆檢驗之改進無案例可提供參考。

肆、心得與建議

本次赴日的考察，經八項議題分列討論，綜合結論成果如前節所示。對此次的考察提出以下心得與建議：

- 一、 日本耐燃建材管理機制類似我國驗證登錄 2+7 檢驗方式。若工廠抽驗不合格，且限期未改正，即罰鍰並廢止認可。
- 二、 耐燃性試驗結果判定日本較我國嚴格，然我國結果判定仍符合國際標準。
- 三、 日本實驗室對溫度、濕度、恆重的要求較為嚴謹。
 - (一) 實驗室建議為密閉空間採中央空調，環境監控較能符合 CNS 14705-1 及 ISO 5660-1 規定無風效應試驗環境 (draught-free environment)。
 - (二) 日本對實驗室內酵素(即含氧量)監控相當嚴格，建議執行耐燃性試驗時人員不得進出實驗室。
- 四、 日本工廠生產過程有監控環境溫濕度及產品含水量，此一環境監控之作為提供廠商參酌。
- 五、 建立與建材檢驗中心(JTCCM)對話窗口，提供檢驗技術交流的管道，建議本局實驗室加強技術交流。

伍、參考文獻

- 1、陳其澎、莊修田(民 86 年 7 月~87 年 6 月)。建築物室內裝修防火設計施工手冊之編訂，內政部建築研究所。
- 2、CNS 4458(2008) 石膏板。
- 3、CNS 13777(2011) 纖維強化水泥板。
- 4、CNS 14705-1(2013) 建築材料燃燒熱釋放率試驗法—第 1 部：圓錐量熱儀法。
- 5、CNS 14705-3(2013) 建築材料燃燒熱釋放率試驗法—第 3 部：量測之指引。
- 6、CNS 15048(2007) 建築材料耐燃性試驗法 — 全尺度燃燒試驗法。
- 7、ISO 5660-1(2015) *Reaction to fire tests — Heat release, smoke production and mass loss rate — part 1 : Heat release [cone calorimeter method] and smoke production rate [dynamic measurement]*。
- 8、ISO/TS 5660-3(2012) *Reaction to fire tests — Heat release smoke production and mass loss rate — part 3 : Guidance on measurement*。
- 9、JIS A5430(2018) 纖維強化セメント板。
- 10、JIS A6901(2014) せっこうボード製品。

陸、附録

一、 神島矽酸鈣板試験準則

M12-K200 (1)

2018.06.28
品質保証部

承認	作成者

○ 発熱性試験 (けい酸カルシウム板)

- 適用品目 : けい酸カルシウム板
- サンプル寸法 : 99mm±1mm (厚さは製品厚み)
- 測定機器 : コーンカロリー試験機
電子天秤 (0.1gまで計量できるもの)
ノギス (0.01mmまで計測できるもの)

〈試験方法: JIS A 5430_2008の附属書JAによる〉

試験体は、側面及び裏面を厚さ0.025mm以上、0.04mm以下のアルミニウムはくで包んで押さえ枠に入れ、更に裏面側に無機繊維(公称厚さ13mm、密度65kg/m³)を充てん(填)してから、試験体ホルダーに押し込む。

試験装置にセットし、測定を開始する。

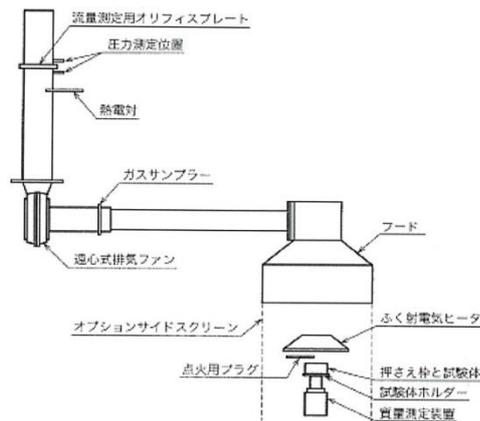
〈判定方法〉

試験の結果、各試験体が表JA.1の判定基準を満足する場合に合格とする。

なお、発熱性は、各加熱時間での合否によって発熱性1級、発熱性2級及び発熱性3級に区分する。

表JA.1 発熱性判定基準

発熱性	加熱時間	判定基準		
発熱性1級	20分	加熱時間終了時までの総発熱量が8MJ/m ² 以下とする。	加熱待間内に防火上有害な裏面まで貫通するき裂、孔などがあってはならない。	加熱時間内に最高発熱速度が10秒以上継続して200kW/m ² を超えてはならない。
発熱性2級	10分			
発熱性3級	5分			



二、 神島矽酸鈣板試驗報告

Report produced with the Fire Testing Technology ConeCalc software

page 1

Cone Calorimeter Test Report

Laboratory name KONOSHIMA
 Operator h.takenaka
 Filename C:\CC5\DATA\19100002.CSV
 Report name t6keikaru-2
 Sample description
 Material name/ID

Specimen information

E	13.1 MJ/kg	Specimen number		Conditioned?	No
Thickness	6.12 mm	Nominal duct flow rate	24 l/s	Temperature	N/A
Initial mass	48.74 g	Edge frame used?	No	RH	N/A
Surface area	100 cm ²	Grid used?	No		
Heat flux	50 kW/m ²	Manufacturer			
Separation	25 mm	Sponsor			
Orientation	Horizontal				

Test

Standard used ISO 5660-1
 Date of test 15/10/2019
 Time of test 15:42
 Date of report 15/10/2019

Pre-test conditions

Ambient temperature 23.5°C
 Ambient pressure 102.395 kPa
 Relative humidity 42%

Test times

Time to ignition 0 s
 Time to flameout 0 s
 End of test criterion User entered
 End of test time 1200 s
 (for calculations)

Apparatus specifications

C-factor 0.04260
 Duct diameter 0.114 m
 O₂ delay time 13 s
 CO₂ delay time 10 s
 CO delay time 10 s
 OD corr. factor 1.0079

Test conditions

Baseline ambient oxygen 20.423%
 Baseline oxygen 20.669%
 Baseline carbon dioxide 0.0440%
 Mass at sustained flaming 48.7 g
 Time to 70% mass loss 227 s

Heat Release Results

THR (0-300) 1.38 MJ/m²
 THR (0-600) 2.05 MJ/m²
 THR (0-1200) 2.63 MJ/m²
 Fuel load 0.54 MJ/kg

Test results (between 0 and 1200 s)

		Mean	Peak	at time (s)	
Total heat release	2.6 MJ/m ²				
Total oxygen consumed	2.3 g				
Mass lost	757.6 g/m ²				
Av. specific MLR ($\dot{m}_{A,10-90}$)	1.52 g/(s·m ²)				
Total smoke release	1.0 m ² /m ²				
Total smoke production	0.0 m ²				
MARHE	4.9 kW/m ²				
		Heat release rate (kW/m ²)	2.13	9.12	55
		Effective heat of comb. (MJ/kg)	3.37	79.91	608
		Mass loss rate (g/(s·m ²))	0.63	10.75	22
		Specific extinction area (m ² /kg)	-7.14	3376.11	719
		Carbon monoxide yield (kg/kg)	0.1109	79.7870	140
		Carbon dioxide yield (kg/kg)	0.37	233.64	313

Test averages

from ignition to ignition plus...	1 min	2 min	3 min	4 min	5 min	6 min	0 s - 0 s	0 s - 1387 s
Heat release rate (kW/m ²)	3.55	4.60	4.68	4.75	4.59	4.28	0.00	1.90
Effective heat of comb. (MJ/kg)	1.61	1.85	1.90	2.07	2.22	2.37	0.00	0.50
Mass loss rate (g/(s·m ²))	2.16	2.44	2.44	2.27	2.05	1.79	0.00	3.78
Specific extinction area (m ² /kg)	-1.36	-1.48	-1.97	-2.53	-2.87	-3.21	0.00	-0.83
Carbon monoxide yield (kg/kg)	0.0377	0.0596	0.0695	0.0838	0.0909	0.0960	0.0000	0.0161
Carbon dioxide yield (kg/kg)	0.14	0.21	0.23	0.26	0.28	0.30	0.00	0.05

Smoke results

Total smoke release: non-flaming phase (0 s - 0 s) 0.0 m²/m²
 Total smoke release: flaming phase (0 s - 1200 s) 1.0 m²/m²
 Total smoke release: whole test (0 s - 1200 s) 1.0 m²/m²

The test results relate to the behaviour of the test specimens of a product under the particular conditions of the test; they are not intended to be the sole criterion for assessing the potential fire hazard of the product in use.