

不同施工法之輕隔間隔音性能

The sound insulation performance of the gypsum drywall by district construction

郭清香¹

陳瑞鈴²

陳金文³

摘 要

本文主要探討不同施工法之乾式輕隔間隔音性能，比較 ISO/ASTM/JIS 隔音量單一數值宣告之差異、比對建築研究所與其他國家實驗室針對相同類似建材之隔音量差異；同時模擬現場施工之缺陷，以瞭解此等缺陷對隔音量之影響。以雙層雙面 154mm 厚度之石膏板輕隔間組合材質為試件，結果顯示密封處理之優異與否，攸關施工品質達 4~6 dB；ISO-Rw 與 ASTM-STC 之隔音量宣告值相差約 1 dB；ISO-Rw 與 JIS-Rm(1/3) 之隔音量宣告值相差約 2~4 dB；本所實驗室之量測結果與美國石膏板協會會員等類似構件之宣告值範圍 STC 55~STC 59 相當。

關鍵字：迴響室、隔音量、石膏板輕隔間。

A b s t r a c t

The main purpose of this topic is studying the sound insulation performance of district conduction of the gypsum drywall. The differences of the results of the single number rating of sound insulation of ISO/ASTM/JIS standards and with the under operation at ABRI acoustic laboratories and with others will be surveyed; and some of the possible defects of the installation will be simulated at the acoustic labs for understanding the influences impact to the sound insulation of the working quality in-site. The testing results show the efficiency of sealing will decrease the performance of sound insulation between 4 to 6 dB. The difference of the single number rating of sound insulation between ISO-Rw and ASTM-STC is only about 1 dB; and between ISO-Rw and JIS-Rm(1/3) is about 2 to 4 dB. The result of the single number rating of sound insulation of the final assembly building element of 154mm total thickness by the double layer with double sides at ABRI with the publishing data, which is from STC 55 to STC 59, is equivalent to the result of which at the Member of Gypsum Association of American.

Keywords : Reverberation room, sound insulation, gypsum drywall.

¹ 郭清香，內政部建築研究所助理研究員

² 陳瑞鈴，內政部建築研究所組長

³ 陳金文，中山科學研究院研發工程師

一、研究動機

乾式輕隔間之材料及施工法具有隔音、隔熱、防火、質輕、施工便捷等多項優點，為各種建築物所採用。特別是高層鋼構建築體，更需採用乾式施工法與輕量材質之建材。該類施工法之防火及隔音性能為國外各研究機構及材料供應商所標榜之基本建材性能，相關性能也刊載於協會之手冊或型錄中，供設計人員選擇使用。因此，瞭解其不同構造乾式輕隔間之基本隔音性能係第一個目的，針對現場施工過程中所潛在之缺陷，對於隔音性能之影響係第二目標，同時比較國際間以單一數值指標宣告隔音量之差異、與建築研究所音響實驗室與他國實驗室對類似結構材料之量測結果比對等為次要目的。

二、量測設備及測試材料

(一) 量測設備

採用傳統聲壓法之 R4/R5 實驗室係由左右相鄰兩間實驗室組合而成，主要功能為量測內牆、外牆、隔音門、隔音窗、新隔音素材之隔音等級。R4(聲源室)/R5(接收室)迴響室之內容積分別為 220m³ 及 250m³，截止頻率均為 100 Hz、減振系統垂向共振頻率分別為 7.8 Hz 及 7.7Hz、操作頻寬 100~5000Hz 之聲壓位準標準差介於 0.5~1.5 dB，最大隔音量為 R'max-77、空調及照明啟動條件下，R4/R5 背景噪音為 NR-5, 14.4 dB(A)及 NR-10, 15 dB(A)。並備有自動測試框架 4 套、自動測試台車 1 套、自動氣壓密閉系統 1 套。量測系統採用丹麥 B&K 系統，包括隨機麥克風 10 顆、麥克風前置放大器 10 支、麥克風三角架及夾持器 10 套、94 dB 校正器 1 套、延長線 10 條、全頻帶音源及其功率放大器 1 套、10 頻道 Pulse 分析儀 1 套及移動式機櫃 1 套、電腦 1 套及其網路連線、防潮櫃 1 套、ISO-140-3 聲壓法隔音材之隔音等級測試軟體 1 套。內政部建築研究所音響實驗室之聲場性能經第三公正單位驗證[1~3]，除符合國際標準並已於 95 年獲得 TAF 國家實驗室認證。

(二) 測試材料

採用雙層雙面具備玻璃纖維棉及彈性槽架之輕隔間為最終組合試件。U 型上下槽鋼尺寸為 94mm*30mm*1mm(20GA)、C 型立柱尺寸為 92mm*35mm*1mm(20GA)、橫向加強槽鋼尺寸為 38mm*12mm*1mm(20GA)、彈性槽鋼尺寸為 92mm*35mm*1mm(20GA)，強化石膏板厚度為 15mm，玻璃纖維棉厚度及密度為 94mm 及 24K。所有材料安裝於自動測試車之測試體框架內，測試框架為 ISO 等規定之標準尺寸 3m(H)*3.5m(W)，立柱間距為 61cm、立柱與框架間距為 45cm，橫向加強槽鋼間距為 12.2cm，彈性槽鋼間距為 60cm。

三、測試步驟與結果分析

所有測試步驟依據 ISO 140-3, ASTM-E90, JIS-A-1416 規定執行，隔音量單一指標宣告分別依據 ISO 717-1, ASTM-E-413, JIS-1419-1 規定執行[4~9]。相關之測試規劃、結果

分析分別陳述如次：

(一) 測試規劃

測試規劃以測試不同材料組合與模擬現場施工不佳等方式，不佳施工之定義包括第一層石膏板與第二層石膏板未交錯重疊、石膏板間未執行批土膠泥、石膏板與框架四周未執行接縫膠泥。分別執行下列測試：

1. 骨架與單面第一層石膏板固定後，未密封之隔音量評估。
2. 骨架與單面第一層石膏板固定後，完成密封之隔音量評估。
3. 延續上項，單面第二層石膏板固定後，未密封之隔音量評估。
4. 延續上項，單面第二層石膏板固定後，完成密封之隔音量評估。
5. 延續上項，安裝玻璃纖維棉、彈性槽鋼及另面之第一層石膏板固定後，未密封之隔音量評估。
6. 延續上項，另面之第一層石膏板固定後，密封之隔音量評估。
7. 延續上項，另面之第二層石膏板固定後，未密封之隔音量評估。
8. 延續上項，另面之第二層石膏板固定後，密封之隔音量評估。

(二) 結果與分析

1. 上述 8 項之隔音量測試結果詳如表 1。由表 1 顯示下列結果：

- (1) 單層未密封處理石膏板之隔音量為 Rw-22，單層已密封處理石膏板之隔音量為 Rw-28。密封處理可有效增加隔音量達 6 dB，影響工程品質。
- (2) 雙層未密封處理及已密封處理之隔音均為 Rw-33。可見第二道密封處理並非最重要之瑕疵，為收邊之標準作業程序，或可增加其他如隔熱/防火之性能。雙層與單層之隔音量達 5 dB，與質量律(mass law)理論值之單位重量加倍，相對隔音量增加 5~6 dB，僅有 1 dB 之差異。
- (3) 陸續增加玻璃纖維棉及彈性槽鋼後，骨架另側單層未密封處理石膏板之隔音量為 Rw-50，明顯增加其隔音量達 17 dB，可見玻璃纖維棉及彈性槽鋼之效益。
- (4) 骨架另側單層密封處理石膏板之隔音量為 Rw-54，密封處理可有效增加隔音量達 4 dB，影響工程品質。
- (5) 骨架另側雙層未密封處理及已密封處理之隔音分別為 Rw-57 及 Rw-58。可見第二道密封處理並非最重要之瑕疵，為收邊之標準作業程序，或可增加其他如隔熱/防火之性能。

2. 各國標準之隔音量單一宣告值比對

- (1) 國際通用 ISO 之 Rw 宣告值與美加地區 ASTM 之 STC 宣告值，相差為 1 dB。
- (2) 國際通用 ISO 之 Rw 宣告值與日本 JIS 之 Rm(1/3) 宣告值，相差為 2~4 dB。Rm(1/3)為日本研究學者所提出之評價方法，並納入 JIS 標準供作參考分析(不具強制性)，其定義為 100Hz~2500Hz 之 1/3 倍頻聲壓位準平均值，毋需套用任何評估曲線，為即簡易之評價方式，也因此納入本研究比較其效應。

3. 雙層雙面石膏板輕隔間之最後隔音量宣告與其他各國實驗室之宣告值比較。本測試件之隔音量為 STC-58 與美國石膏板協會[10]相類似之構件測試宣告結果比較，隔音量宣告於其 STC54~STC-59 範圍內，也顯示本所實驗室之測試準確度可供遵循比較。

四、結論

雙層雙面 154mm 厚度之石膏板輕隔間組合材質，結果顯示密封處理之優異與否，攸關施工品質達 4~6 dB；ISO-Rw 與 ASTM-STC 之隔音量宣告值相差約 1 dB；ISO-Rw 與 JIS-Rm(1/3) 之隔音量宣告值相差約 2~4 dB，本所實驗室之量測結果與美國石膏板協會會員類似隔音構件之宣告值範圍 STC 55~STC 59 相當。

五、參考文獻

1. 楊閔隆，內政部建築研究所音響實驗館簡介，第十八屆中華民國音響學會學術研討會，中華民國九十四年十一月。
2. 陳金文，內政部建築研究所音響實驗室性能簡介，第十三屆中華民國振動與噪音工程學術研討會，中華民國九十四年六月三日。
3. 陳金文，建築音響學及其應用，科技圖書，2003
4. ISO 140-3, Acoustics -- Measurement of sound insulation in buildings and of building elements -- Part 3: Laboratory measurements of airborne sound insulation of building elements, 1995
5. ISO 717-1, Acoustics -- Rating of sound insulation in buildings and of building elements -- Part 1: Airborne sound insulation, 1996
6. ASTM E-90-99, Standard test method for laboratory measurement of airborne sound transmission loss of buildings partitions and elements.
7. ASTM E-413-04, Classification for Rating Sound Insulation.
8. JIS A 1416, Acoustics-Method for laboratory measurement of airborne sound insulation of buildings elements, 2000
9. JIS A 1419-1, Acoustics-Rating of sound insulation in buildings and of buildings elements-Part 1: Airborne sound insulation, 2000。
10. G-P Gypsum, Product selection guide and architecture assemblies, pp. 13, 2003。

表 1 各型態組合測試件之隔音效果

測試型態	ISO 717-1	ASTM-E-413	JIS-A-1419-1
	Rw(C;Ctr)	STC	Rm(1/3)
單面第一層未密封	22(-1;-1)	21	20
單面第一層已密封	28(-1;-2)	28	25
單面第二層未密封	33(-1;-2)	33	30
單面第二層已密封	33(0;-2)	33	30
另面第一層未密封	50(-2;-7)	51	46
另面第一層已密封	54(-2;-8)	55	51
另面第二層未密封	57(-2;-7)	58	54
另面第二層已密封	58(-3;-8)	58	54