

建築隔音法令規定初探與磚牆隔音實驗研究

Study for the building regulation of sound and red brick wall

sound insulation test

◎陳伯勳¹

羅時麒²

¹內政部建築研究所研究員

²內政部建築研究所副研究員

摘要

本研究配合目前建築技術規則已有規定之防音牆體構造規定，選擇目前民間常見之磚牆，做為實驗的測試樣品，依據一般工法所砌成之磚牆試件為測試試件，其餘牆體構造，於往後年度視經費及時間再繼續進行相關比對試驗。

實驗研究之方法，以內政部建築研究所音響實驗設備，進行音響實驗室牆體隔音量測，並比對現行建築技術規則防音法令標準與先進國家之隔音法令標準，期提出適當改善建議，逐步修訂現有防音法令，以定量之防音性能規定明確訂定建築物構件之防音最低標準，配合國際發展趨勢與社會環境品質之需要。

本研究對於現有建築技術規則防音法令規定進行探討，並提出建築隔音法令及本所牆體隔音檢測標準作業程序之具體建議，另於實驗操作過程一併檢討研擬內政部建築研究所之牆體隔音實驗之標準作業程序(SOP)，相關實驗數據，將回饋作為建築防音法令修改建議參考。

關鍵詞：建築防音法令、建築隔音牆、隔音量

Abstract

As the economy in Taiwan is developed recently, the industrial and commercial activity is booming. Urbanization becomes obviously, the high density of Taiwan cities has mixed using of zoning in urban areas. So, Buildings in urban area, residence and trader mixed using can easily find. That made the urban residential area often faces various kinds of noises to interfere, influence living quality deeply. This research is directed to suggest improving the current Taiwan building regulation of sound insulation by laboratory test of airborne sound transmission and red brick wall as sound insulation test specimen.

Keywords: building regulation of protection against sound requirements, Sound insulation wall, Airborne sound insulation test, Standard operation procedure.

壹、前言

噪音是一種普遍存在的感覺現象，建築物外部及內部聲音的控制與噪音的阻絕，對於建築空間物理環境品質生活舒適度部分，具有顯著的影響。因此，近年來不論在歐美先進國家，或日本、澳洲、紐西蘭等先進地區，甚至中國大陸，對於建築防音法令及相關建築音環境測試的標準，皆有不同程度的修訂與調整，相較於我國建築法系的建築技術規則，僅以文字規定各項建築物構造之牆壁厚度，用以規範防音要求，因歷久未修，不足以因應國內經濟發展後，民眾對於居家安寧之需求（噪音陳情案已達每年兩萬件），顯然對於防音規定，必須配合社會發展及國際最新趨勢，進行檢討與研修。

噪音除可能對聽力造成損害，還可能引起增高血壓、心率不整等多種疾病，為求建築物能更有效控制噪音量，維持健康的室內環境，各國建築隔音法令規定，皆搭配其相關建築隔音標準進行配套檢測要求，以維持法令規定的音環境能夠執行，例如日本建築基準法，搭配JIS實施，美國聯合建築法(UBC)，搭配ASTM相關檢測規定實施〔1〕，中國大陸則於其國家標準「民用建築隔聲設計規範」中，訂定相關建築隔音規定及檢測方法〔2〕，一般歐洲國家，則與ISO相關檢測規定相結合，以ISO國際標準之標準測試方法隔音宣告等級，規範建築物之隔音量，本研究即配合CNS（國家標準）現有規定並輔以ISO相關檢測規範以實際紅磚牆體進行實驗，並將相關實驗數據回饋作為防音法令修改建議之參考。

貳、研究方法

限於實驗操作時間及試體經費成本，本研究配合目前建築技術規則已有規定之防音牆體構造規定，選擇目前民間常見之磚牆，做為實驗的測試樣品，磚牆厚度參考建築技術規則設計施工篇第46條防音規定磚造厚度在10公分以上，以現有市場1/2B紅磚之產品，磚厚度為10公分，依據一般工法所砌成之磚牆試件為測試試件。本研究之內容包括1. 檢視並彙整目前國內外相關建築隔音法令規定與各國建築隔音測試標準之相關資料。2. 進行1/2B磚牆音壓法隔音性能實驗，並取得相關數據，進行不同牆體實驗及檢測標準之宣告結果比對。3. 研提建築技術規則建築防音規定修正建議。

研究方法主要包括以下項目1. 文獻回顧法。 2. 以國際標準音響檢測法實驗室進行實驗。（本研究使用之實驗室符合ISO -140-1規定、及實驗室量測符合ISO -140-3規定）及 3. 專家座談及諮詢會議。

表1、實驗室條件表〔1〕

實驗室名稱	用途	內容積M ³	實驗室規格	符合標準
R4餘響室	音源餘響室	220	量測頻寬範圍：	
R5餘響室	受音室餘響室	250	截止頻率：測試口斷面積：背景噪音量於空調及照明啟動條件下低於含及。	

參、國內外文獻

一、各國相關建築隔音法令規定

(一) 我國建築隔音相關法令規定〔1〕

1. 建築法系「建築技術規則」防音相關規定

建築技術規則中，對於防音規定，主要在設計施工編第46條有防音規定，規定規定連棟住宅、集合住宅之分界牆、寄宿舍、旅館等之臥室或客房或醫院病房相互間之分間牆及其與其他部份之分間牆，應依規定設置具有防音效果之隔牆。第133條規定建築物牆壁所用磚，須符合中國國家標準。

2. 環保署住宅區環境之噪音污染管制標準

行政院環保署依據噪音管制法之施行細則第10條第2項，對於一般地區訂有環境音量標準，第12條規定之一般地區環境音量標準，在都市計畫四種住宅區分別列於第一、二、三類管制區，都市建築密度越高地區，噪音容許度越高，日間噪音最高量，由50dB(A)至65dB(A)，夜間由40dB(A)至55dB(A)，最高及最低相差範圍日夜間都在15dB(A)。

(二) 美日等先進國家建築隔音相關法令規定

目前世界先進國家建築防音隔音部分（聲音透過損失），皆以防音性能作為規定標準，例如日本建築基準法施行令第22條之3，遮音性能相關技術基準，其透過損失規定在頻率125(HZ)為25dB、500(HZ)為40dB、2000(HZ)為50dB，美國之UBC規定其聲音透過損失(STC)為50 dB，而台灣之建築防音規定已多年未修訂，沒有防音（聲音透過損失）之規定，只有建築構造之規定。

表2、國內外建築物隔音性能規定比較表(本研究彙整)

國家地區別	建築物容許最高噪音值	外牆隔音性能	內牆隔音性能	樓板衝擊音	隔音構造圖說	建物隔音實驗標準
台灣	無規定 (環保署環境音量夜間容許最高值65dB(A))	無規定	無規定	無規定	僅對牆壁構造以文字規定	無規定
日本	無規定	不同頻率透過損失相當於Dr-40	無規定	無規定	僅對牆壁文字規定	JIS A 1419-1
美國	無規定	STC 50 現場STC 45	STC 50 現場STC 45	IIC 50	無規定	ASTM E90 E413 E492 E336

澳洲	無規定	STC 50(臥室與鄰居浴廁相鄰) STC 50(臥室與鄰居臥室相鄰)	無規定	不低於STC 45	文字圖說規定構造方式及單位重量	AS 1276
----	-----	--	-----	-----------	-----------------	---------

另其他相關歐洲國家之隔音量要求，如英國建築法規對於住宅及公寓大樓聲音隔絕性能標準，分隔牆，分隔樓板，樓梯具備之空氣音隔音量最小值為45dB，衝擊音隔絕最大值62dB，相關隔音構造規定，皆有詳細圖示，包括平面，剖面及透視圖等。

二、國內外建築構件牆隔音量測標準之比較

國內外牆隔音量測標準，在主要量測方法與結果計算方法上大致相同，但ISO在實驗室設施設備、試樣規格、量測條件規定等有較詳細要求、主要差異在於下列幾點：

(一) 量測頻帶範圍不同

CNS與ASTM標準之量測頻帶範圍125~4000Hz，而ISO及JIS標準之量測頻帶範圍100~5000Hz，評估曲線採100~3150Hz為主。

(二) 隔音量評定宣告值不同

牆隔音量測之CNS尚缺宣告標準（目前標準檢驗局修訂中，可參考JIS舊版評估基準曲線D值評定）D值等級標稱每級差5dB，ISO標準宣告值為 $R_w(C;C_{tr})$ 每級差1dB，JIS標準宣告值雖為 $R_w(C;C_{tr})$ 惟仍保留原D值之宣告方式做為參考，ASTM標準之宣告值為STC值，每級差1dB。

(三) 宣告值不利偏差考慮方式不同

ISO及JIS之隔音量宣告值 $R_w(C;C_{tr})$ ，係計算各1/3倍頻帶（16個頻帶）量測聲壓位準與參考曲線聲壓位準之差，其不利偏差量總和小於32dB，相對於參考曲線500Hz者為其宣告值，ASTM除考慮不利偏差量總和需小於32dB外，各頻帶最大偏差亦不得大於8dB者，才為宣告之STC（Sound transmission class）值。

肆、紅磚牆隔音實體量測結果分析

一、實驗室量測結果

限於實驗操作時間及試體經費成本，本研究配合目前建築技術規則已有規定之防音牆體構造規定，選擇目前民間常見之磚牆，做為實驗的測試樣品，磚牆厚度參考建築技術規則設計施工篇第46條防音規定磚造厚度在10公分以上，以現有市場1/2B紅磚之產品，磚厚度為10公分，依據一般常見工法所砌成之磚牆試件為測試試件。

(一) 實驗規劃說明

1. 本實驗之1/2B紅磚牆為現場施工砌築。



圖1 R4 音源室內部磚牆試體

2. 針對不同表面裝修類型紅磚牆（包括磚牆雙面粉光及加貼單面10*10cm面磚兩部分），進行隔音量測，並比對現有建築技術規則隔音規定及日本、美國、澳洲、紐西蘭之隔音規定。
3. 實驗量測結果進行不同標準之宣告方式比較。
4. 實驗程序依據內政部建研所「牆構件隔音等級量測標準作業程序」進行。

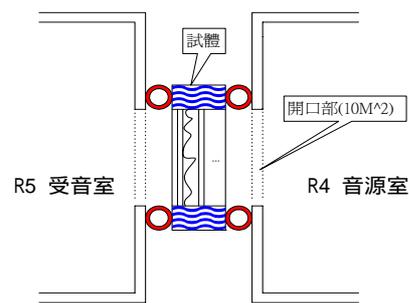
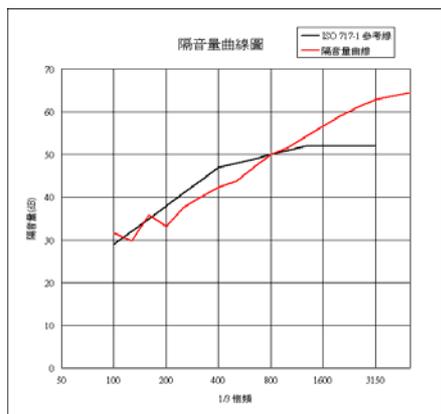


圖2 磚牆實驗示意圖

(二) 1/2B紅磚牆雙面粉光隔音量等級量測結果說明

下表顯示依照1/3倍頻要求之各頻帶隔音量測結果，圖依據ISO 717-1之規定計算繪製之隔音量曲線，隔音量宣告為 $R_w(C;Ctr)=48(-1;-5)$ 。量測數據起始頻率與截止頻率雖有不同，但大部分之量測頻帶皆相同，如以JIS標準之D宣告值為 $Dr-45$ ，可以繪得隔音量曲線圖形如圖3。而以ASTM標準之計算，可以繪得隔音量曲線圖形如圖4.43，宣告值為 $STC=48dB$ 。

頻率(Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
R (dB)	31.7	29.7	35.9	33.1	37.6	40	42.4	43.8	47	50.1	51.6	54.2	56.7	59.1	61.1	63	63.8	64.6



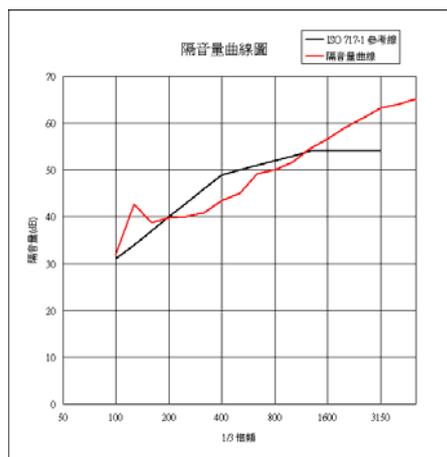
依據ISO 717-1宣告隔音量	$R_w(C;Ctr)=48(-1;-5)$
------------------	------------------------

圖3 未貼磁磚之磚牆實驗隔音量曲線圖及數據

(三) 1/2B紅磚牆雙面粉光加貼面磚實驗結果說明

依照1/3倍頻要求之各頻帶隔音量測結果，依據ISO 717-1之規定計算繪製之隔音量曲線，隔音量宣告為 $R_w(C;Ctr)=R_w(C;Ctr)=50(-1;-4)$ 。量測數據起始頻率與截止頻率雖有不同，但大部分之量測頻帶皆相同，如以JIS標準之D宣告值為 $Dr-45$ 。而以ASTM標準之計算，宣告值為 $STC=50dB$ 。

頻率(Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
R (dB)	32	42.7	38.8	39.7	40.1	40.9	43.5	45	49.2	50	51.6	54.6	56.7	59	61.2	63.2	64.1	65.2



依據ISO 717-1宣告隔音量 $R_w(C;Ctr)=50(-1;-4)$

圖4 未貼磁磚之磚牆實驗隔音量曲線圖及數據

二、紅磚牆體隔音量測與隔音法令比較

對於1/2B紅磚牆隔音量測，相較於國內外法規可以發現下列結果：

(一) 1/2B紅磚牆表面水泥砂漿粉光而未貼面磚前，所量測之數據，經計算後，以ISO標準宣告為 $R_w(C;Ctr)=48(-1;-5)$ ，以JIS標準宣告為 D_r-45 ，以ASTM標準宣告為 $STC=48dB$ 。1/2B紅磚牆表面水泥砂漿粉光加貼面磚，所量測之數據，經計算後，以ISO標準宣告為 $R_w(C;Ctr)=50(-1;-4)$ ，以JIS標準宣告為 D_r-45 ，以ASTM標準宣告為 $STC=50dB$ 。

1. 上述宣告值，與國外相關資料比較，厚度相近之磚牆隔音量數值，與本實驗結果相較，差異並不大，本實驗牆體符合目前我國之建築技術規則規定之防音構造要求，惟建築法規並無建築物及其構件隔音量之性能相關規定。
2. 美國的UBC及IBC建築法規要求之隔音量 STC 值為50，未貼面磚前量測宣告之 STC 值為48，並無法滿足相關規定。加貼面磚後量測宣告之 STC 值為50，可滿足相關規定。
3. 日本建築基準法施行令，住宅相關聲音透過損失值規定，比照建築物之遮音性能評價，需等於 D_r-40 之宣告值，以未貼面磚前量測宣告之 D_r 值為45，可以滿足相關規定。加貼面磚後量測宣告之 D_r 值為45，可以滿足相關規定。
4. 澳洲建築法對於分戶牆聲音透過等級，分為臥室鄰臥室部分 STC 值不低於45，臥室鄰接浴室部分 STC 值不低於50，未貼面磚前量測宣告之 STC 值為48，僅可滿足前半部之規定。貼面磚後量測宣告之 STC 值為50，可滿足相關之規定。
5. 紐西蘭建築法規對於分戶牆之聲音透過等級，規定居住單元牆壁 STC 值不低於55，未貼面磚前量測宣告之 STC 值為48，並無法滿足相關規定。加貼面磚前量測宣告之 STC 值為50，仍無法滿足相關規定。

(二) 比較上述規定，目前之建築物1/2B紅磚牆體加貼面磚之構造方式，應能符合大部分國家之建築物隔音性能要求，惟僅粉光而未加貼面磚之1/2B紅磚牆體，只能符合日本之建築法令規定。

(三) 綜觀上述比較，以目前之建築技術規則僅規定牆體構造之方式，並無法確保能夠符合所要求之隔音性能水準，而且隔音之性能要求也可能隨時代及環境變遷而改變，因此我國之建築技術規則建築物隔音標準部分，宜儘速檢討修正。

伍、結論

- (一)經實驗室紅磚牆隔音量測發現，未貼外牆面磚之1/2B磚牆其隔音量（聲音透過損失），僅可達日本之住宅之隔音法令規定。加貼外牆面磚之1/2B紅磚牆，其隔音量（聲音透過損失），可達美國、日本之住宅隔音法令規定。而澳洲及紐西蘭之隔音量法令規定相對較高，現有之建築技術規則規定之防音磚牆構造，無法達到其建築隔音量要求。
- (二)我國之建築技術規則建築物隔音標準部分，建議在CNS國家標準尚未修訂完成前，分階段修訂相關防音性能規定，第一階段可先參考日本建築基準法第30條及其施行令22條之3規定，修訂相關建築物防音性能要求，惟根據本計畫實驗量測結果及為提升國內室內音環境生活品質達到歐美先進國家之目標但又不宜過度偏離目前建築市場現況，住宅防音性能之聲音透過損失數值可參考美國、澳洲及ISO空氣音參考值曲線等先進國家建築法令及音量測標準規定，初步建議牆體分為兩部分進行規範，分界牆透過損失規定在頻率125Hz部分，訂定為34dB，500Hz部分，訂定為50dB，2000Hz部分，訂定為54dB，分間牆透過損失建議比照分界牆規定，以提昇國人居住空間音環境舒適性，其餘建築構造與音環境之檢討，需進一步進行實驗探討。
- (三)對於目前各類常用之建築物輕隔間構造之防音性能，宜進行分階段研究。

陸、參考資料參考文獻

1. International Conference of Building Officials., Uniform Building Code., America, Appendix Chapter 12, Division II, pp.1-331 (1997)。
2. 同濟大學主編，「現行設計規範大全-中華人民共和國國家標準-民用建築隔聲設計規範」，中國建築工藝出版社，第4-26頁，(1985)。
3. 陳伯勳、羅時麒，「隔間牆法規檢討與隔音牆檢測標準作業程序之研究」，內政部建築研究所，第11-34頁，(2005)。
4. 何明錦、江哲銘等「建材音響性能測試ISO標準CNS化之可行性研究」，應用聲學，(2005)，內政部建築研究所。
5. 陳金文，「建築音響學及其應用」，科技圖書，(2003)。
6. 中華民國國家標準CNS8466，「聲音透過損失之實驗室測定法」，經濟部中央標準局，(1986)。
7. 中華民國國家標準CNS8465，《建築物隔音等級》，經濟部中央標準局，(1986)。
8. 『英國副首相辦公室(ODPM)』官方網站網頁資料，(2005)，www.odpm.gov.uk.。
9. Building Industry Authority., New Zealand Building Code., (1995)。
10. ISO 140-1: Acoustics--Measurement of sound insulation in buildings and of building elements—Part 1:Requirements for laboratory test facilities with suppressed flanking transmission. (1997)

11. 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)
12. ASTM E90-97: Standard Test Method for Laboratory Measurement of Airborne Sound Transmission Loss of Building Partitions and Elements. (2004)
13. JIS 日本工業規格A1416 建築物構件隔音性能實驗室量測測定方法，2000。