

## 新制 CNS 樓板衝擊音現場量測方法之應用探討

### Application of Floor Impact Sound Field Measurement of CNS

林芳銘<sup>1</sup>、江哲銘<sup>2</sup>、馮俊豪<sup>3</sup>、陳瑞鈴<sup>4</sup>、鍾松晉<sup>5</sup>

#### 摘要

我國 CNS 建築聲學隔音性能量測及評定標準近年來參考 ISO 標準，已完成多種建築隔音相關標準之制修訂，新制樓板衝擊音現場量測方法已於 2009 年 8 月公告實施。本研究選定住宅案例進行舊制 CNS 8464 及新制 CNS 15160-7 樓板衝擊音現場量測方法之比較，探討兩標準之差異。應用新制標準之量測方法，以不同架高木質地板及不同市售表面材作為樓板現場量測之條件，探討輕量衝擊源樓板衝擊聲壓位準特性與差異。結果顯示，輕量衝擊源條件下，架高木質地板及增加表面材可降低樓板衝擊音。本研究結果可作為未來住宅樓板衝擊音改善設計之參考。

**關鍵字：**住宅音環境、樓板衝擊音、現場量測

#### Abstract

Measurement method of sound insulation in laboratory standards of CNS has been completed according to ISO. Measurement method standards in building are being formulated. This study discussed different trend of floor impact sound according to CNS 15160-7. The result showed that reduced floor impact sound of middle-high frequency with increasing floor covering materials on the lightweight impact condition. The other increased floor impact sound with installation of raised floor on the weight impact condition. Furthermore, sound insulation performances of floor lightweight impact in dwelling house cases were evaluated according to sound isolation standards of foreign building codes. The results were as a reference to improve the floor impact sound.

**Keywords:** Sound environment of dwelling house, Floor Impact sound, Field measurements

<sup>1</sup> 國立屏東科技大學木材科學與設計學系副教授

<sup>2</sup> 國立成功大學建築系教授

<sup>3</sup> 國立成功大學建築系學系博士生

<sup>4</sup> 內政部建築研究所副所長

<sup>5</sup> 國立雲林科技大學創意生活設計系助理教授

## 1. 前言

台灣地區由於生活水準提升，各地區產生人口密集及都市化現象，住宅型態趨於高層與高密度化，其衍生居住音環境品質降低的窘境，帶來部分負面效果，除了住宅外部環境交通噪音的干擾，亦有擾人之室內噪音或集合住宅相鄰或上下住戶樓板衝擊音之噪音問題等。

我國 CNS 建築聲學隔音性能量測及評定標準近年來參考 ISO 標準，已完成多種建築隔音相關標準之制修訂，新制樓板衝擊音現場量測方法已於 2009 年 8 月公告實施。本研究依新制 CNS 15160-7 「建築物及建築構件之隔音量測法-樓板衝擊隔音之現場量測方法」，進行住宅案例樓板衝擊音現場量測，以探討輕衝擊之樓板衝擊音聲壓位準特性及其差異。

## 2. 我國舊制 CNS 8464 及新制 CNS 15160-7 樓板衝擊隔音現場量測規範之比較

目前國內針對現場樓板衝擊音之量測標準有 CNS 8464 「建築物現場樓板衝擊音級測定法」及 CNS 15160-7 「建築物及建築構件之隔音量測法-樓板衝擊音隔音之現場量測方法」；前者為 1982 年公告之現場量測之標準，後者為 2009 年公告之標準。CNS 8464 包含輕量衝擊源及重量衝擊源之量測法；CNS 15160-7 則僅為輕量衝擊源之現場量測方法，兩者量測相關規定比較如表 1 所示。

CNS 8464 「建築物現場樓板衝擊音級測定法」之適用範圍為各種建築物內上下兩房間及上層走廊與下層室之間對樓板衝擊、隔斷性能之樓板衝擊音級測定法。

CNS 15160-7 「建築物及建築構件之隔音量測法-樓板衝擊音隔音之現場量測方法」之適用範圍為使用標準輕量衝擊源量測建築物樓板之衝擊音隔音特性。本方法亦適用於裸樓板及有表面材之樓板。所得結果得用以比較不同樓板之衝擊音隔音特性，亦可比較樓板之衝擊音隔音性能是否符合特別之需求。

針對舊制 CNS 8464 與新制 CNS 15160-7 兩標準規範之比較發現，舊制標準內容中有提及重量衝擊源相關規定，新制則無此規定；在量測頻率條件中，舊制為倍頻帶之量測頻率，新制則說明除同意採用倍頻帶，應以 1/3 倍頻帶量測為主；評估值計算條件中，新制標準考量受音室之等價吸音面積，計算正規化及標準化之衝擊聲壓位準，並對兩衝擊聲壓位準引用 CNS 8465-2 「聲學-建築物及建築構件之隔音量評定-衝擊音隔音」進行單一數值參量之評定，舊制標準中，則依 CNS 8465 「建築物隔音等級」之樓板衝擊音級 L 進行隔音等級評定。

本研究經樓板現場量測規範比較後，將依新制標準方法進行本研究案例樓板變因條件之量測，並計算其評估指標，依美國 IBC (International Building Code) 及英國建築法規 (Building Regulations)，評估住宅案例之樓板輕量衝擊音性能。

表 1 舊制 CNS 8464 與新制 CNS 15160-7 標準比較表

規範條件	CNS 8464	CNS 15160-7
樓板衝擊源	輕量衝擊源應有5個錘處於同一線上。錘頭具有(500±12.5) g之有效質量，且由(40±1) mm高度自由落下。	輕量衝擊源應有5個錘處於同一線上。相鄰錘頭之中線間隔距離應為(100±3) mm。錘頭具有500 g之有效質量，且由40 mm高度自由落下。
	重量衝擊源以重形衝擊源對樓板垂直打擊，單一質點之質量為(7.3±0.4) kg，於距離樓板(900±100) mm之高度自由落下。	無規定
衝擊位置	於樓板對角線上均勻分布5個位置(空間不足3點亦可)錘頭須與樓板對角線呈直角。與樓板邊界間距≥0.5 m。	與樓板邊緣間距≥0.5 m，衝擊錘須與梁之方向成45°分布於測試樓板4個位置。
微音器位置	與室邊界間距≥0.5 m；微音器高度為樓板上1.2~1.5 m，須有5個測點位置。	微音器間距≥0.7 m；與室邊界或擴散器間距≥0.5 m；與上層樓板間距≥1.0 m，須有4個固定測點位置。
量測次數	無規定	微音器最少6個量測位置數，須採用至少4個微音器位置及4個衝擊源位置之組合。
量測頻率	倍頻帶 測定頻率範圍：63~4000 Hz	以1/3倍頻帶量測為主 測定頻率範圍：100~3150 Hz
樓板衝擊聲壓位準計算	樓板衝擊音級 L $L = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \bar{L}_j \text{ (dB)}$ 式中， $\bar{L}_j$ 為各測點樓板衝擊音級平均值 $m$ 為音源位置數	室內平均聲壓位準為 $L$ ，衝擊聲壓位準為 $L_i$ $L_i = 10 \log \left[ \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n 10^{L_j/10} \right]$ 式中， $L_j$ 為室內 $n$ 個不同位置之聲壓位準
樓板衝擊音評定	依 CNS 8465 樓板衝擊音級 L 進行隔音等級之評定	依 CNS 8465-2 加權正規化衝擊聲壓位準 $L'_{n,w}$ 之曲線進行單一數值參量評定 $L'_n = L_i + 10 \log \frac{A}{A_0}$ 式中， $A_0 = 10 \text{ m}^2$
		依 CNS 8465-2 加權標準化衝擊聲壓位準 $L'_{nT,w}$ 之曲線進行單一數值參量評定 $L'_{nT} = L_i - 10 \log \frac{T}{T_0}$ 式中， $T$ 為受音室迴響時間 s； $T_0$ 為參考基準迴響時間，為 0.5 s

### 3. 研究對象與量測儀器

#### 3-1 研究對象及現場裝修之條件

本研究選定兩個案例進行樓板衝擊音現場量測，研究變因及案例現構造條件如表 3 所示。本研究先依 CNS8464 及 CNS15160-7 現場量測之方法，比較其兩者量測結果之差異性，確立新制 CNS15160-7 之適用性，並依新制現場量測之方法進行不同架高木質地板條件及不同市售表面材對樓板衝擊音隔音性能之影響。

表 3 本研究樓板現場裝修之條件

變因條件	案例編號	RC 樓板厚度	樓板現場裝修之條件	樓板總厚度 (mm)	量測面積 (m <sup>2</sup> )	受音室室容積 (m <sup>3</sup> )
不同架高木質地板	SI01	RC 樓板 200 mm	+天花板 (空氣層 200 mm、矽酸鈣板 6 mm)	406	17.5	43.9
		RC 樓板 200 mm	+天花板 (空氣層 200 mm、矽酸鈣板 6 mm) +表面材 (平貼木地板 10 mm)	416	25.3	143.2
		RC 樓板 200 mm	+天花板 (空氣層 200 mm、矽酸鈣板 6 mm) +表面材 (架高 79mm 木地板)	485	19.6	70.1
		RC 樓板 200 mm	+天花板 (空氣層 200 mm、矽酸鈣板 6 mm) +表面材 (架高 120mm 木地板)	526	25.1	58.9
材之條件 不同市售表面	SI02	RC 樓板 180 mm	+表面材 (磁磚 10 mm)	190	8.4	24.6
		RC 樓板 180 mm	+表面材 (磁磚 10 mm、EVA 地墊 12 mm)	202	8.4	24.6
		RC 樓板 180 mm	+表面材 (磁磚 10 mm、EVA 複合地毯 4 mm)	194	8.4	24.6

#### 3-2 樓板衝擊音現場量測儀器

本研究量測儀器標準輕量衝擊源符合 CNS 15160-7 附錄 A 之規定；聲壓位準量測設備符合 CNS 7129 及 CNS 13583 規定。音壓校正器為符合 CNS 13331 規定之校正器。

本研究採用輕量衝擊源進行樓板衝擊音量測，輕量衝擊源 5 個錘是同一線上，衝擊錘須與梁之方向成 45°，分布於測試樓板 4 個位置，與樓板邊緣間距 $\geq 0.5$  m。

圖 1 為本研究現場量測示意圖，依標準規範於住宅案例現場設定受音室之麥克風測點位置、聲源室之聲源位置與輕量衝擊源位置。

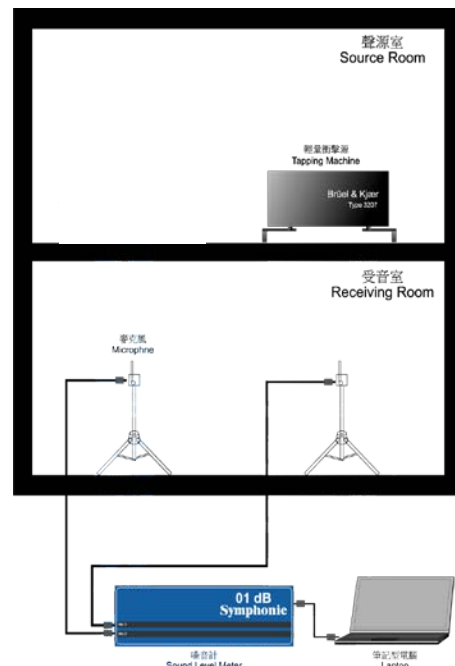


圖 1 本研究現場量測示意圖

## 4. 結果與討論

### 4-1 架高木質地板對輕量衝擊源樓板衝擊音之影響

本研究為探討不同架高木質地板對輕量衝擊源樓板衝擊音之影響，分別設定無裝修地板、平貼木質地板、架高木質地板 79 mm 以及 120 mm 四種條件，並依 ISO15160-7 現場量測方法進行量測。

量測結果分析如圖 2 所示，衝擊聲壓位準經公式計算後，得到之正規化及標準化位準兩者呈現相同趨勢，架高木地板之條件於 500 Hz 以上之頻率可改善輕量衝擊源樓板衝擊音，平貼木質地板則在 800 Hz 以上才有明顯之改善；三項變因條件在 500 Hz 以下之頻率皆增加輕量衝擊源樓板衝擊音。

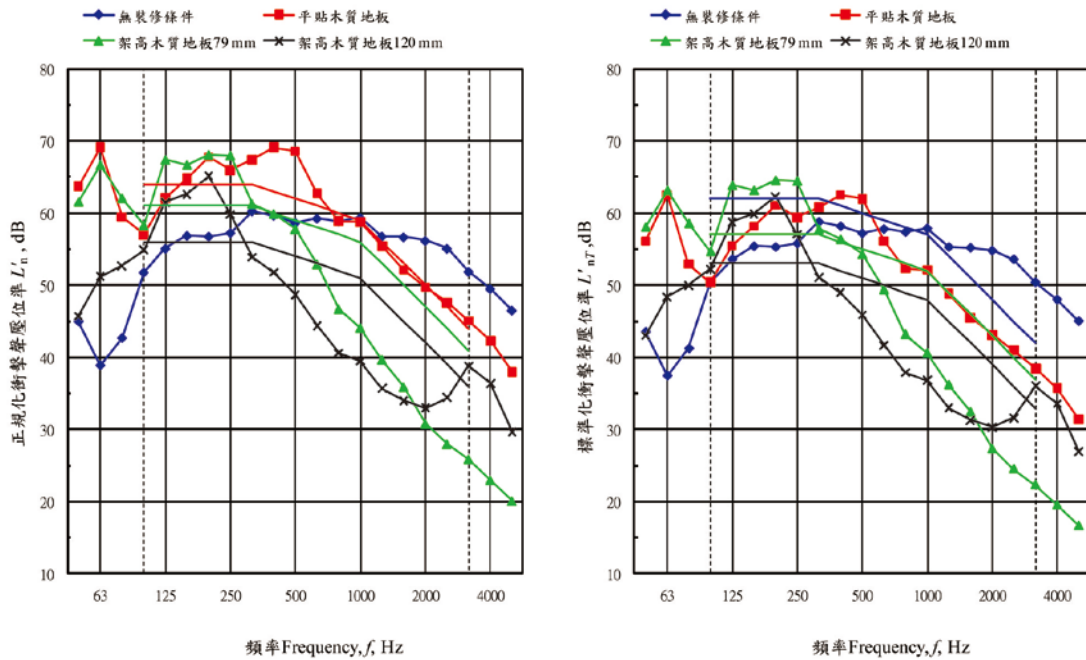


圖 2 不同架高木質地板對輕量衝擊源樓板衝擊音之影響

測試值經轉換為單一數值隔音量如表 4 所示，架高木質地板對輕量衝擊源樓板衝擊音之改善量，整體而言，架高木質地板 120 mm 在本案例中可改善約 12.9 % 之輕量衝擊源樓板衝擊音。

表 4 架高木質地板對輕量衝擊源樓板衝擊音之改善量

變因條件	案例	樓板構造	樓板衝擊音單一數值評定			
			$L'_{n,w}$	$L'_{nT,w}$	降低量*	改善程度%*
不同木質裝修地板	SI 01	RC 樓板+天花板	62	60	--	--
		RC 樓板+天花板+平貼木地板	62	55	0	0
		RC 樓板+天花板+架高木地板 79 mm	59	55	3	4.8
		RC 樓板+天花板+架高木地板 120mm	54	51	8	12.9

\* 與 RC 樓板+天花板比較之降低量及改善程度

#### 4-2 市售表面材對輕量衝擊源樓板衝擊音之影響

本研究依 CNS 15160-7 探討不同表面材對輕量衝擊源樓板衝擊音之影響，分別設定無裝修、表面緩衝材 EVA 地墊以及 EVA 複合地毯三種變因條件。量測結果分析如圖 3 所示，衝擊聲壓位準經公式計算後，得到之正規化及標準化位準，兩者呈現相同趨勢；且 EVA 地墊及 EVA 複合地毯於 500 Hz 以上之頻率呈現一致性之結果；兩案例之樓板在 EVA 地墊條件下，500 Hz 以下之頻率皆明顯降低輕量衝擊源樓板衝擊音。

測試值經轉換為單一數值隔音量如表 5 所示，本研究以兩案例樓板無表面材之量測結果為基準，進行樓板衝擊音改善量之計算。結果顯示，表面緩衝材 EVA 地墊對於 SI 01 及 SI 02 案例輕量衝擊源樓板衝擊音之改善量分別為 40.3 % 及 52.1 %；EVA 複合地毯對兩案例輕量衝擊源樓板衝擊音之改善量分別為 32.3 % 及 46.6 %，顯示緩衝材對於樓板衝擊音有明顯之改善效果。

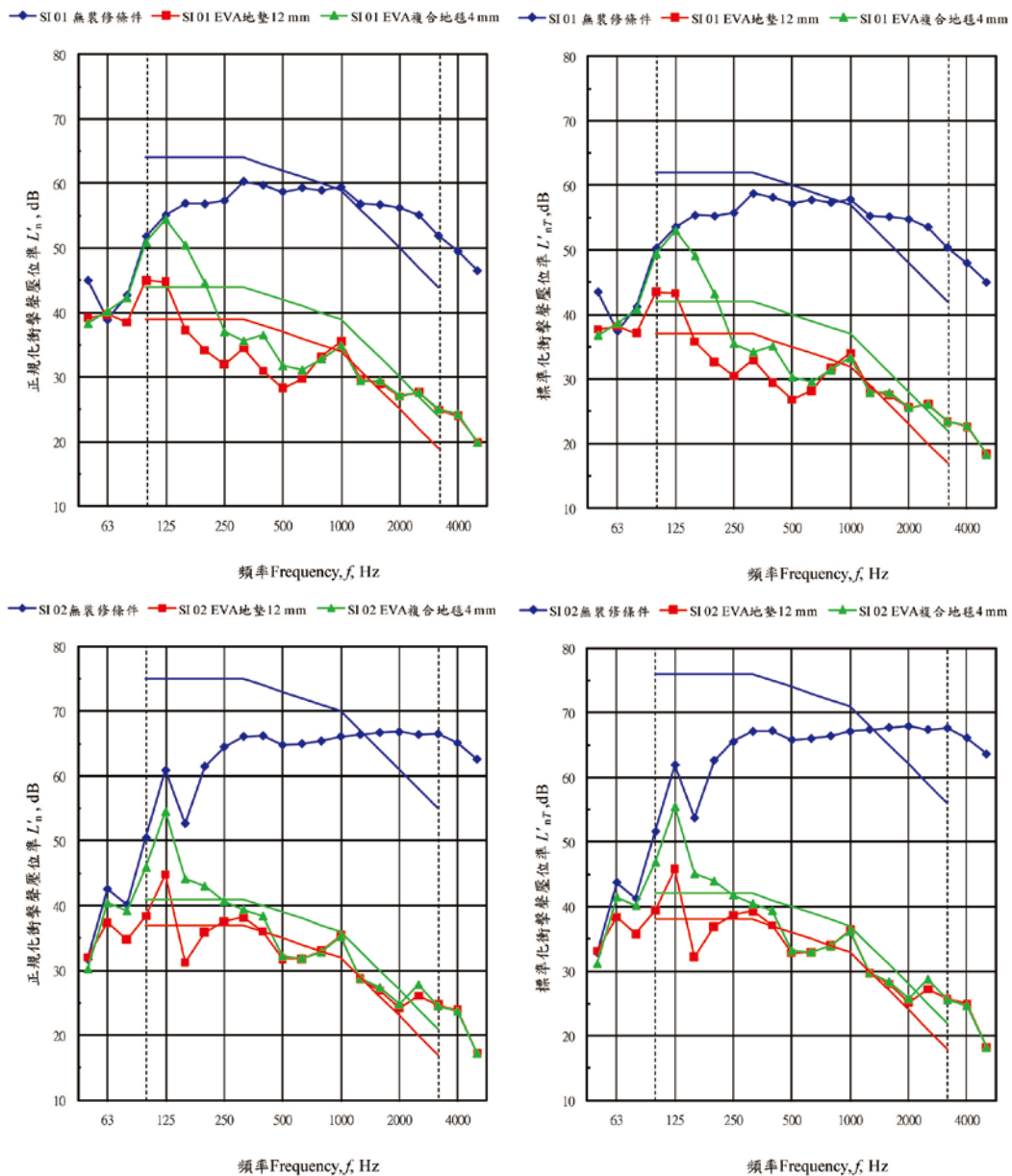


圖 3 不同市售表面材對輕量衝擊源樓板衝擊音之影響

表 5 不同市售表面材對輕量衝擊源樓板衝擊音之改善量

變因條件	案例	樓板構造	樓板衝擊音單一數值評定			
			$L'_{n,w}$	$L'_{nT,w}$	降低量*	改善程度%*
不同市售 表面材	SI 01	RC 樓板+天花板	62	60	--	--
		RC 樓板+天花板+EVA 地墊	37	35	25	40.3
		RC 樓板+天花板+EVA 複合地毯	42	40	20	32.3
	SI 02	RC 樓板+磁磚	73	74	--	--
		RC 樓板+磁磚+EVA 地墊	35	36	38	52.1
		RC 樓板+磁磚+EVA 複合地毯	39	40	34	46.6

\* 與 RC 樓板+天花板比較之降低量及改善程度

#### 4-4 樓板衝擊隔音性能與基準值之比較

本研究參考美國 IBC 及英國建築法規，評估研究住宅案例之樓板輕量衝擊隔音性能，結果如表 6 所示。案例 SI 02 之 RC 樓板其表面材為磁磚且無裝修天花板時，樓板衝擊音之隔音性能無法達到法規之要求。案例 SI 01 因有天花板裝修，在各變因條件下，樓板隔音性能皆符合評估基準值。

表 6 樓板隔音性能評估表

案例	樓板構造	樓板衝擊音單一數值 隔音量 (dB)		樓板衝擊音基準* (dB)	
		$L'_{n,w}$	$L'_{nT,w}$	IIC $\geq 45^{*1}$ ( $L'_{n,w} \leq 65$ )	$L'_{nT,w} \leq 62^{*2}$
SI 01	RC 樓板+天花板	62	60	○	○
	RC 樓板+天花板+平貼木地板	62	55	○	○
	RC 樓板+天花板+架高木質地板 79 mm	59	55	○	○
	RC 樓板+天花板+架高木質地板 120 mm	54	51	○	○
	RC 樓板+天花板+EVA 地墊	37	35	○	○
	RC 樓板+天花板+EVA 複合地毯	42	40	○	○
SI 02	RC 樓板+磁磚	73	74	×	×
	RC 樓板+磁磚+EVA 地墊	35	36	○	○
	RC 樓板+磁磚+EVA 複合地毯	39	40	○	○

\*1 美國 IBC 樓板衝擊音基準

\*2 英國 Building Regulations 樓板衝擊音基準

## 5. 結論

本研究經舊制 CNS 8464 與新制 CNS 15160-7 兩標準規範之比較後發現，對於量測條件，兩者標準並無明顯之差異，但於量測結果評定值計算與評估指標則有不同。舊制標準中，對樓板衝擊音級 L 是依 CNS 8465 基準曲線進行隔音等級之評定，新制標準考量受音室之等價吸音面積、迴響時間，計算正規化及標準化之衝擊聲壓位準，並引用 CNS 8465-2 得到單一數值參量，分別為  $L'_{n,w}$  及  $L'_{nT,w}$ 。

本研究依新制 CNS 15160-7 「建築物及建築構件之隔音量測法-樓板衝擊隔音之現場量測方法」，進行住宅案例樓板衝擊音現場量測，並以不同架高木質地板及不同市售表面材作為樓板條件，探討輕量衝擊之樓板衝擊音聲壓位準特性及其差異。研究結果顯示，輕量衝擊源條件下，RC 樓板表面材為磁磚時，較難達到隔音基準之要求；鋪設架高木質地板可降低中高頻樓板衝擊音，設置表面緩衝材則對各頻率皆有降低效果，此外，天花板之裝修也有助降低樓板衝擊音。本研究成果可作為未來住宅樓板衝擊音隔音改善之參考。至於重量衝擊源樓板衝擊音並未在本研究範圍，其特性有待進一步探討。

## 6. 謝誌

感謝內政部建築研究所對本研究提供之協助。

## 7. 參考文獻

1. 陳瑞鈴、江哲銘、林芳銘，CNS 建築音響量測標準研訂之研究，內政部建築研究所，2007
2. 陳瑞鈴、林芳銘、江哲銘，建築聲學標準及法令增修訂之研究，內政部建築研究所，2008
3. 張涵璋，以表面裝修構造改善樓板衝擊隔音性能之實驗研究，國立雲林科技大學空間設計系碩士班碩士論文，pp.2-1~5-6，2005。
4. 江哲銘、鍾松晉、張涵璋、曾品杰，以表面構造材料改善樓板衝擊音隔音性能之實驗研究，中華民國音響學會第十八屆學術研討會，2005。
5. 濱田 幸雄、大川平一郎、村石 喜一，小試料ズブ床衝擊音低減效果量ノ測定方法ズ關エペ検討。日本建築學會大會學術演講梗概集，pp.191~192，1997
6. 日本建築学会，建築物の遮音性能基準と設計指針，技報堂出版：pp.218，1997
7. CNS 8464 建築物隔音現場樓板衝擊音級測定法，中華民國國家標準，1982
8. CNS 15160-7 建築物及建築構件之隔音量測-樓板衝擊音隔音之現場量測，中華民國國家標準，2008
9. F. M. Lin, C. M. Chiang, and S. F. Chen, "Prediction and Reduction Evaluation of Floor Vibration Induced by Foot Steps", Building Acoustics Vol. 8, No. 2., 2001.