

建築物重量衝擊源樓板衝擊音量測 及評估方法之研究

資料蒐集分析報告

內政部建築研究所協同研究報告

中華民國 108 年 12 月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

計畫編號：10815B0011

建築物重量衝擊源樓板衝擊音量測 及評估方法之研究

資料蒐集分析報告

計畫主持人：羅時麒

協同主持人：林芳銘

研 究 員：蔡介峰、林招焯、方裕鈞、徐富國

研究助理：王俊淇、邱繼偉

研究期程：中華民國 108 年 3 月至 108 年 12 月

內政部建築研究所協同研究報告

中華民國 108 年 12 月

（本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見）

目次

目次	I
表次	III
圖次	V
摘要	VII
第一章緒論	1
第一節研究緣起與背景	1
第二節研究方法及流程	3
第三節研究架構及預期成果	5
第二章蒐集資料及文獻分析	7
第一節重量衝擊源樓板衝擊音量測標準之比較分 析	7
第二節 ISO 建築聲學量測標準更新與建築法規之 應用	11
第三章建築物重量衝擊源樓板衝擊音量測及評估方法	15
第一節研究方法概述	15
第二節重量衝擊源樓板衝擊音之量測方法	16
第四章重量衝擊源樓板衝擊音之實驗分析結果	25
第一節不同樓板衝擊源特性之探討	25
第二節不同樓板表面材組構之重量衝擊源衝擊音 實驗分析	29
第五章 CNS 建築聲學現場量測標準修訂草案研擬	35
第一節 ISO 16283 聲學現場量測標準修訂草案研	

擬	35
第二節 ISO 16283 聲學現場量測標準更新之差異 ..	39
第六章 結論與建議	45
第一節 結論	45
第二節 建議	47
附錄一 評選審查意見及回應一覽表	49
附錄二 期中審查意見及回應一覽表	51
附錄三 期末審查意見及回應一覽表	55
附錄四 108 年度內政部建築研究所協同研究計畫「建築物 重量衝擊源樓板衝擊音量測及評估方法之研究」專 家諮詢座談會	59
附錄五 ISO 16283-1「聲學-建築物及建築構件之隔音量測 法-空氣音隔音之現場量測方法」（草案）	65
附錄六 ISO 16283-2「聲學-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」（草案） ..	117
附錄七 ISO 16283-3「聲學-建築構件隔音現場量測法-外牆 隔音」（草案）	167
參考書目	209

表次

表 2-1 輕量衝擊源樓板衝擊音量測標準	8
表 2-2 重量衝擊源樓板衝擊音量測標準	9
表 2-3 不同實驗室量測標準要求之重量衝擊源	10
表 2-4 CNS 聲學現場量測標準與 ISO 之對應表	12
表 2-5 CNS 聲學評定標準與 ISO 之對應表	12
表 2-6 住宅性能評估實施辦法-既有住宅衝擊音隔音評估基 準	13
表 3-1 橡膠球衝擊聲源於各倍頻帶之衝擊力暴露位準	18
表 3-2 本研究重量與輕量衝擊源樓板衝擊音隔音性能量測 方法對應表	18
表 3-3 本研究重量衝擊源樓板衝擊音實驗變因	19
表 3-4 本研究樓板表面材構造示意圖	20
表 4-1 橡膠球樓板衝擊音之各頻率比較分析	27
表 4-2 標準輕量衝擊源之各頻率比較分析	28
表 4-3 乾式平鋪表面材組構重量衝擊源樓板衝擊音 50~630 Hz 之比較	30
表 4-4 架高木地板高度變化重量衝擊源樓板衝擊音 50~630 Hz 之數值	30
表 4-5 架高木地板高度空腔部位填棉重量衝擊源樓板衝擊 音 50~630 Hz 之數值	30
表 4-6 不同類型之緩衝材變因重量衝擊源樓板衝擊音 50~630 Hz 之數值	30
表 4-7 濕式平鋪表面材重量衝擊源樓板衝擊音 50~630 Hz 之數值	33

表 4-8 本研究重量衝擊源樓板衝擊音實驗變因 L 級評定結果	34
表 5-1 ISO 16283-1 主要目的及內容	36
表 5-2 ISO 16283-2 主要目的及內容	37
表 5-3 ISO 16283-3 主要目的及內容	38
表 5-4 ISO 140 與 ISO 16283 現場量測標準引用標準之差異	40
表 5-5 ISO 16283 聲學現場量測標準用語名詞彙整表	42
表 5-6 ISO 16283 設備校正週期	43

圖次

圖 1-1 研究架構圖	5
圖 3-1 本研究樓板衝擊音實驗室量測測試示意圖	17
圖 3-2 本研究樓板衝擊音實驗之衝擊源	17
圖 3-3 輕量衝擊源規定	17
圖 3-4 L_r 等級曲線	24
圖 4-1 標準輕量與重量衝擊源樓板衝擊音之量測結果	26
圖 4-2 橡膠球樓板衝擊音各測點量測結果	27
圖 4-3 標準輕量衝擊源樓板衝擊音各測點量測結果	28
圖 4-4 本研究乾式平鋪表面材重量衝擊源樓板衝擊音量測 結果	31
圖 4-5 不同架高木地板高度重量衝擊源樓板衝擊音量測結 果	31
圖 4-6 架高木地板空腔部位填棉重量衝擊源樓板衝擊音量 測結果	32
圖 4-7 架高木地板設置發泡以及橡膠緩衝材重量衝擊源樓 板衝擊音量測結果	32
圖 4-8 不同濕式樓板表面材重量衝擊源樓板衝擊音量測結 果	33

摘要

關鍵詞：重量衝擊音、聲學現場量測標準、室內音環境

一、研究緣起

我國建築技術規則建築設計施工編第 46 條之防音條文，規定新建或增建之住宅分戶樓板，須符合輕量衝擊源樓板衝擊音隔音基準，惟「重量衝擊源樓板衝擊音」尚未建立相關規範或基準。因此，本研究針對樓板重量衝擊音特性，進行相關實驗分析，建立量測標準作業程序，並探討相關評估方法。

此外，內政部建築研究所已於 107 年參照國際標準組織 ISO 10140 系列之實驗室量測標準完成「CNS 建築聲學實驗室量測標準」修訂草案之研擬，本研究(108 年度)廣續進行 ISO 16032 系列之「CNS 建築聲學現場量測標準」修訂草案之研擬，以與 ISO 國際化標準接軌，提供國內主管機關修訂相關標準之參考依據，以對應國內法規應用及產業發展之需求。

二、研究方法與過程

本研究彙集比較不同重量衝擊源樓板衝擊音之量測標準，如 ISO、JIS 以及 CNS 等，作為建立量測標準作業程序之參考依據，並於 RC 基準樓板上方進行 11 組不同樓板表面材構造重量衝擊源樓板衝擊音實驗分析，掌握頻率特性，及探討表面材構造對重量衝擊音隔音之影響。此外，本研究因應 ISO 聲學現場量測標準更新趨勢，針對 ISO 聲學現場量測法及規定進行翻譯彙整，依專家諮詢會議之建議進行修正，據以提出 CNS 聲學標準修訂建議草案。

三、重要發現

1. 本研究彙整比較 ISO、JIS 以及 CNS 等標準對於重量衝擊源之要求、量測相關規定，並針對本研究不同樓板表面材之實驗變因，依據規定之標準作業程序進行實驗室量測以及評估計算，結果顯示，目前 ISO 標準針對重量衝擊源樓板衝擊

音之改善係以各頻率有無樓板表面材衝擊聲壓位準之差值表示，尚無單一數值評定計算方法；而JIS標準則訂有以5 dB為一級距之評估曲線進行等級評定方法，惟此評定法無法具體呈現表面材重量衝擊音各頻率之差異與改善程度。

2. 因重量衝擊音以最大衝擊聲壓位準為主，而輕量衝擊音以量測能量平均聲壓位準，且依標準規定其截取頻率範圍有所差異，故兩者所代表之模擬衝擊音來源不同；本研究不同樓板表面材重量衝擊源樓板衝擊音實驗結果顯示，相較於裸樓板，在設置乾式平鋪或架高木地板表面材構造後，易造成重量衝擊音增加之現象，而不論乾濕式樓板表面材構造，在增設緩衝材後皆可提升部分低頻頻率對於重量衝擊音之隔音，研究成果可作為未來設計應用之參考。
3. 近年國際標準組織ISO針對聲學量測標準進行更新，將原ISO 140系列現場量測法整合更新為ISO 16283系列，由於我國CNS 15160系列聲學標準係參照ISO 140制修訂，故本研究進行ISO 16283標準之全文翻譯引用，研擬3個相對應之CNS標準修訂建議草案，包括「聲學-建築構件隔音現場量測法-空氣音隔音」、「聲學-建築構件隔音現場量測法-衝擊音隔音」以及「聲學-建築構件隔音現場量測法-外牆隔音」，作為標檢局未來標準更新之參考依據。

四、主要建議事項

建議一

為提出重量衝擊源樓板衝擊音之因應對策，建議進行建築物重量衝擊源樓板衝擊音隔音設計對策之研究：立即可行建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：無

增設樓板表面材以提升整體樓板隔音性能為常見樓板衝擊音隔音改善策略，惟輕量與重量衝擊源所模擬之衝擊音頻率特性不同，故樓板表面材隔音設計，應同時考量對應兩類衝擊音之改善特性與效益，方能確保隔音性能，故建請廣續辦理建築物重

量衝擊源樓板衝擊音隔音設計對策之研究，以確保國內建築音環境品質。

建議二

為因應 ISO 16283 聲學現場量測標準更新之趨勢，建議進行新版 CNS 建築聲學現場量測標準法制化作業：立即可行建議

主辦機關：經濟部標準檢驗局

協辦機關：內政部建築研究所

近年國際標準組織 ISO 針對聲學量測標準進行更新，將原 ISO 140 系列現場量測法整合更新為 ISO 16283 系列，而我國 CNS 15160 建築聲學標準為引用 ISO 相關標準之內容訂定，故可依循更新趨勢及標準內容，建議全文翻譯引用 ISO 16283 系列標準，進行新版建築聲學現場標準制修訂作業，以符合國際標準更新趨勢，並有助於國內相關產業之發展。

Abstract

Keywords: heavy-weight impact sound, field measurement standards, sound environment of interior

1. Reasons of this study

In Taiwan, the current standard about building acoustics, CSN 15160, was drawn according to series of ISO 140 that have been reorganized and updated into series of ISO 10140. To catch up the trend of updating building acoustic standard around the world and support domestic industries to connect with the international, this study investigated the discrepancies between the new and the previous edition of acoustic standards in ISO 16283, then suggested the draft of CNS related standards revision as the reference for Bureau of Standards, Metrology and Inspection to execute interrelated programs.

2. Methods and process

This study compared and collected measurement standards from various countries, such as ISO JIS and CNS standards, that was order to establish the standard operating procedures of heavy-weight impact sound measurement. this study has completed the experiment and analysis of heavy-weight impact sound of 11 pieces of different floor surface materials, to understand frequency property and the impact sound insulation value. Besides, this study caught up the trend of updating building acoustic standard around the world and translted ISO 16283, then proposed the draft of CNS related standards revision.

3. Result

- (1) This study compares the requirements of ISO, JIS and CNS standards for weight impact sources and measurement related regulations. In this study, the experimental variables of different surface materials were measured and evaluated according to the standard operating procedures.
- (2) According to the ISO standard, the weight impact sound value was based on the maximum impact sound pressure level and the light impact sound value was based

on the energy-average sound pressure level, the frequency properties of the two impact sources were different. This study showed after installing the wooden floor or floating wooden floor surface material, it was to cause the increase of the weight impact sound. The weight impact sound of low-frequency was improved by using the resilience material under the floating floor surface material.

- (3) 3 drafts, for revising the related building acoustic standards of CNS (as shown in appendix 5 to 7), has been drawn up according to the update edition of ISO. That may be used as reference for Bureau of Standards, Metrology and Inspection to update CNS.

4. Recommendation

Get underway the program of measurement and performance rating of heavy-weight impact sound for building floor. : For immediate strategies

Organizer: Architecture and Building Research Institute, Ministry of the Interior

Co-organizer: none

Explanation: Installing floor surface material to improve the floor impact sound insulation was effective strategy. We should consider the improvement characteristics and effects of the two types of impact sound sources, which were light-weight impact sound and heavy-weight impact sound. It is recommended to study the program of sound insulation design and strategies of heavy-weight impact sound for building floor.

Response to the update of ISO 16283 serial, it is recommended to revise the related standards of CNS. : For immediate strategies

Organizer: Architecture and Building Research Institute

Co-organizer: Bureau of Standards, Metrology and Inspection

Explanation: CNS 15160 was drawn up according to ISO 140 serial. And now that

the ISO 140 that was about filed measurement standard has been updated into ISO 16283, CNS 15160 should be updated as well. It is recommended revise CNS 15160 conforming to ISO 16283 which keep CNS and ISO as the same state.

第一章緒論

第一節研究緣起與背景

壹、研究緣起

近年來我國居住形態趨於高層集中化之條件下，居住環境各戶間噪音干擾之情況日漸增加，其中樓板衝擊音為困擾度最高之噪音源，而近年住戶對於自家安寧權或居住品質要求提升。因此，如何提升建築樓板對於輕量或重量衝擊音之隔音，並符合現今法規要求之衝擊音基準為目前重要課題之一。

住宅室內常見之樓板衝擊音發生源包括人員步行、家具移動產生之輕量衝擊音，以及小孩跑跳、物體掉落產生之重量衝擊音，兩類衝擊源皆使樓板產生振動固體音，經由建築結構體傳播至下室空間。依據各國聲學相關量測標準，因模擬之衝擊源特性不同，所探討之頻率範圍不同，輕量衝擊源樓板衝擊音量測頻率含括低頻至高頻，重量衝擊源則以中低頻為主。

故本研究主題以彙整分析重量衝擊源樓板衝擊音相關量測及評估標準，並於實際案例進行現場量測實驗分析，掌握其特性與改善對策，作為建築相關設計施工人員之參考，確保國內既有住宅擁有舒適健康之音環境品質。

貳、本研究計畫之重要性

目前建築技術規則建築設計施工編第 46 條之防音條文，已規定新建或增建之住宅分戶樓板之輕量衝擊源樓板衝擊音隔音基準，惟「重量衝擊源樓板衝擊音」尚未建立相關規範或基準。因此，本研究透過實驗分析掌握重量衝擊源樓板衝擊音特性，及探討不同樓板表面材組構之因應對策，除累積本土化之數值，後續亦可作為未來業界應用之參考。

此外，本研究廣續內政部建築研究所於 107 年 CNS 建築聲學實驗室量測標準修訂草案之研擬計畫，參照新版 ISO 16283 系列之更新內容，提出我國 CNS 15160 聲

學現場量測標準修訂草案，以與國際規範接軌，其成果亦能提供我國建築主管機關作為防音法規及標章制度引用之依據，使我國防音規範體系更趨完備。本研究計畫之重要性包括以下：

一、協助國內CNS聲學標準及建築隔音基準訂定

本研究掌握 ISO (International Organization for Standardization) 聲學現場量測標準更新內容及項目，依循內政部建築研究所 107 年 CNS 建築聲學實驗室量測標準修訂之研究方法，研擬 CNS 建築聲學現場量測標準修訂建議草案，後續協助經濟部標準檢驗局進行標準更新作業，與國際化標準接軌。

此外，由於我國建築主管機關多引用 CNS (Chinese National Standard) 聲學標準作為防音法規及標章制度建材量測與評定之依據，而因應 ISO 建築聲學標準更新趨勢，本研究除有助於國內建築相關防音政策與相關制度引用標準之修訂與執行外，更符合近年來國內建築相關產業聲學現場性能驗證機制之需求。

二、健康音環境及室內音環境品質提升方面

近年來國際永續建築、綠建築、健康建築等重要研討會之相關資料統計得知，目前國際關注之議題主要為「健康室內環境品質」、「永續綠建築」，本研究參考各國浮式樓板緩衝材之應用及實驗分析結果，彙整其材料特性及性能，將有效提升國內室內音環境品質控制之技術。世界衛生組織 (World Health Organization, WHO) 針對建築居住環境噪音現象提到，多數居住者常低估噪音問題對人體之有害影響，如睡眠障礙、心血管疾病、聽力障礙、病變之社會行為、語音問題等。

因此，本研究針對鋼筋混凝土樓板構造進行重量衝擊源樓板衝擊音量測，除探討不同重量衝擊源之特性，更針對不同樓板表面材構造組合進行實驗分析，彙整相關改善策略，研究成果可作為建築相關設計施工人員之參考，並確保國內既有住宅擁有舒適健康之音環境品質。

第二節 研究方法及流程

壹、研究目的及內容

我國建築技術規則建築設計施工編第 46 條之防音條文，規定新建或增建之住宅分戶樓板，須符合輕量衝擊源樓板衝擊音隔音基準，惟「重量衝擊源樓板衝擊音」尚未建立相關規範或基準。因此，本研究擬探討重量衝擊源樓板衝擊音特性，進行相關實驗分析，研擬量測標準作業程序，並探討後續 CNS 相關量測評定標準增修訂之可行性。

此外，內政部建築研究所於 107 年參照國際標準組織 ISO 10140 系列之實驗室量測標準完成「CNS 建築聲學實驗室量測標準」修訂草案之研擬，本研究(108 年度)廣續進行 ISO 16032 系列之「CNS 建築聲學現場量測標準」修訂草案之研擬，以與 ISO 國際化標準接軌，提供國內主管機關修訂相關標準之參考依據，以對應國內法規應用及產業發展之需求。

本研究主要探討重量衝擊源樓板衝擊音，參照規範標準建立量測標準作業程序，並透過不同衝擊源以及樓板表面材之衝擊音隔音實驗分析，掌握頻率特性，作為未來業界應用之參考。主要研究目的如下：

一、彙整分析國內外重量衝擊源樓板衝擊音相關量測及評估標準

- (一) 彙集比較不同重量衝擊源樓板衝擊音之量測標準，如 ISO、JIS 以及 CNS 等，作為研究實驗量測標準作業程序之參考依據。
- (二) 彙整各國對於建築物重量衝擊源樓板衝擊音之評估標準，作為本研究不同樓板表面材之衝擊音實驗分析結果評估依據。

二、進行鋼筋混凝土樓板與表面材組構之重量衝擊源衝擊音實驗分析，並參考各國重量衝擊源樓板衝擊音之量測方法，建立量測標準作業程序

- (一) 於鋼筋混凝土樓板之基準樓板上方，進行 8 組以上不同樓板表面材構造重量衝

擊源樓板衝擊音實驗分析，掌握構造頻率特性，及探討因應之隔音對策，作為未來業界應用之參考。

- (二) 參考各國重量衝擊源樓板衝擊音之量測方法進行衝擊音實驗分析，並建立量測標準作業程序。

三、進行CNS建築聲學現場量測標準修訂草案研擬與修訂探討

針對 ISO 聲學現場量測法及規定進行中文翻譯彙整，並提出 CNS 聲學標準修訂建議草案，包括以下：

- (一) ISO 16283-1「聲學-建築物及建築構件之隔音量測法-空氣音隔音之現場量測方法」(草案)
- (二) ISO 16283-2「聲學-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」(草案)
- (三) ISO 16283-3「聲學-建築物及建築構件之隔音量測法-外牆構件及外牆空氣音隔音之現場量測方法」(草案)

第三節 研究架構及預期成果

壹、研究架構

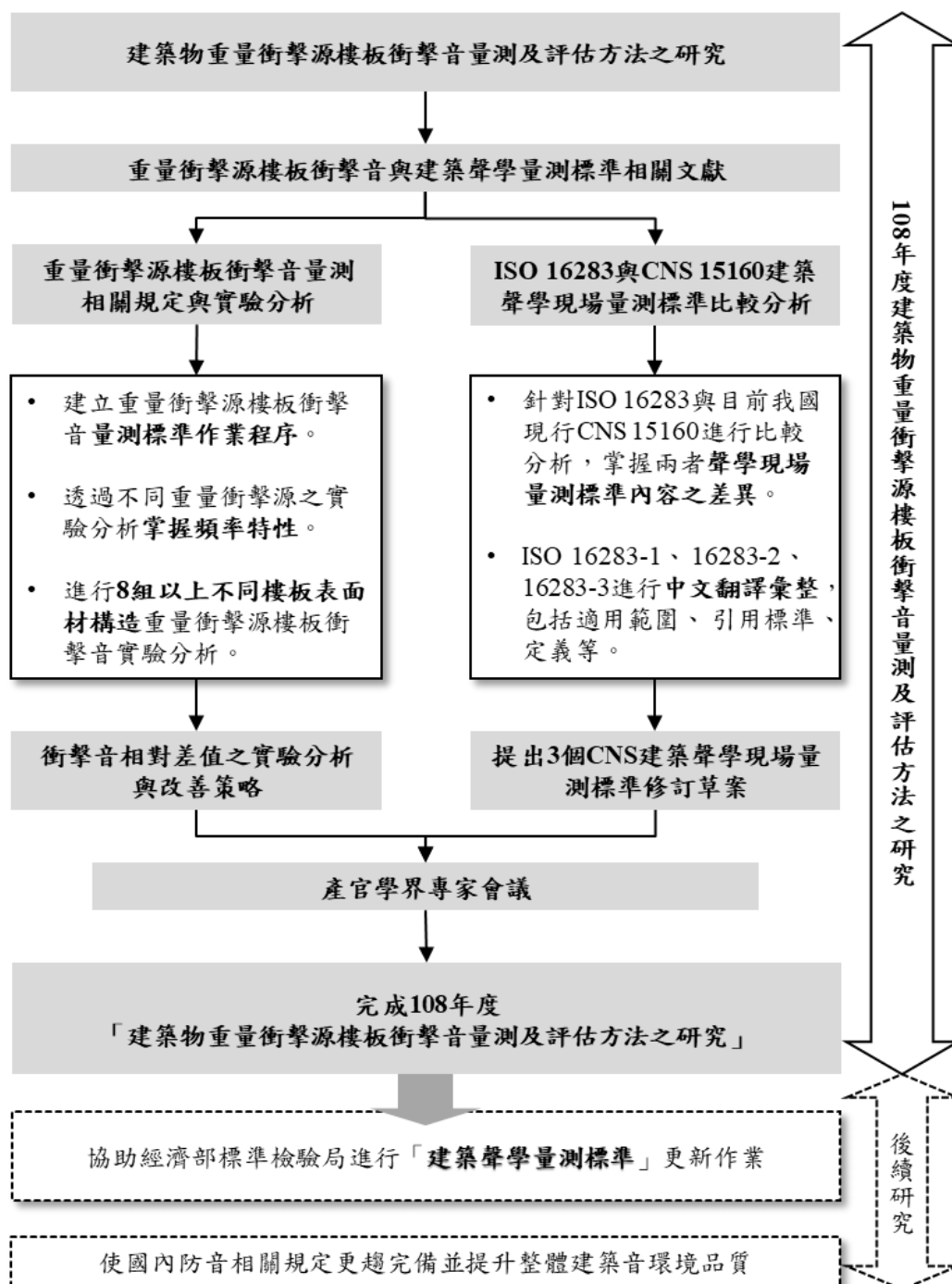


圖 1-1 研究架構圖

(資料來源：本研究整理)

貳、研究預期成果

一、完成重量衝擊源樓板衝擊音量測及評估標準之文獻彙整分析。

本研究彙整比較不同重量衝擊源樓板衝擊音之量測標準，如 ISO、JIS (Japanese Industrial Standards) 以及 CNS 等標準對於重量衝擊源之要求、量測相關規定，作為研究實驗量測標準作業程序之參考依據。並彙整重量衝擊音之評估標準，作為本研究不同樓板表面材之衝擊音實驗分析結果之依據。

二、完成重量衝擊源樓板衝擊音之實驗分析及量測標準作業程序建立。

本研究參考各國重量衝擊源樓板衝擊音之量測方法進行衝擊音實驗分析，並建立量測標準作業程序。針對實驗分析，本研究於厚度 15 公分之鋼筋混凝土基準樓板上方，進行 8 組以上不同樓板表面材構造重量衝擊源樓板衝擊音實驗分析，除掌握不同重量衝擊源之頻率特性，更進一步探討不同樓板表面材構造對重量衝擊音之改善效果，並探討因應之對策，作為未來業界應用之參考。

三、完成3個CNS建築聲學現場量測標準修訂草案之研擬。

本研究針對 ISO 聲學現場量測法及規定進行中文翻譯彙整，並提出 CNS 聲學標準修訂建議草案，包括 ISO 16283-1 (2014)「聲學-建築物及建築構件之隔音量測法-空氣音隔音之現場量測方法」(草案)、ISO 16283-2 (2018)「聲學-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」(草案)，以及 ISO 16283-3(2016)「聲學-建築物及建築構件之隔音量測法-外牆構件及外牆空氣音隔音之現場量測方法」(草案)。

第二章蒐集資料及文獻分析

第一節重量衝擊源樓板衝擊音量測標準之比較分析

本研究為進行重量衝擊源樓板衝擊音之實驗，彙整分析各國引用規範重量衝擊源量測相關規定，如 ISO、CNS 或 JIS 等標準，如表 2-1 以及表 2-2 所示。

目前有關重量衝擊源之規定，包括 ISO 10140-1 (2010) 附錄 H 樓板表面材-衝擊音隔音改善，規定從有無樓板表面材之測試所獲得最大衝擊音聲壓位準，依公式計算其衝擊音降低量(衝擊聲隔音的改善) ΔL_r 作為重量衝擊源樓板衝擊音改善數值；ISO 10140-3 (2010) 建築構件衝擊音隔音實驗室量測法-衝擊音隔音量測方法，在附錄 A 規定使用重量/軟質衝擊源進行量測，其重量衝擊源應具有較強的低頻特性，如人的腳步(赤腳)或小孩跳動聲，並量測計算最大衝擊聲壓位準 $L_{i,Fmax}$ ，而標準中另有現場量測之規定，現場量測結果為了不同實驗室間或實際建築之比較，須帶入樓板下方的空間室容積及迴響時間計算已獲得 $L'_{i,Fmax,V,T}$ 值；ISO 10140-5 (2010)，為建築構件衝擊音隔音實驗室量測法-測試設施及設備之要求，標準中規定橡膠球之構造規格。

我國 CNS 有關樓板衝擊音之量測標準包括 15160-6 (2009) 主要為樓板衝擊音實驗室量測法，於重質樓板上使用輕量衝擊源進行量測，其結果數值為整體樓板之隔音性能 L_n ；15160-7 (2009) 為樓板衝擊音現場量測方法；15160-8 (2009) 為重質基準樓板上鋪設樓板表面材，並規定以輕量衝擊源進行衝擊音隔音性能測試，其結果數值為樓板表面材之衝擊音隔音性能 ΔL ；而 15160-11 (2009) 主要以輕質基準樓板為主(列舉三類不同構造之輕質基準樓板)，除規定使用輕量衝擊源外，亦規定重量/軟質衝擊源，其相關內容與目前 ISO 10140-3 以及 10140-5 標準相同(原全文翻譯引用之 ISO 140-11 已取消，並置換為 ISO 10140 系列標準)。

表 2-1 輕量衝擊源樓板衝擊音量測標準

標準	CNS	ISO	JIS	ASTM
輕量	• 15160-6 (2008) 聲學－建築物及建築構件之隔音量測－樓板衝擊音隔音之實驗室量測 • 15160-7 (2009) 聲學－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 • 15160-8 (2009) 聲學－建築物及建築構件之隔音量測－重質標準樓板表面材之衝擊音降低量實驗室量測	• 10140-1 (2016) Acoustics -- Laboratory measurement of sound insulation of building elements -- Part 1: Application rules for specific products • 10140-3 (2008) /Amd 1 (2015) Acoustics -- Laboratory measurement of sound insulation of building elements -- Part 3: Measurement of impact sound insulation • 16283-2 (2018) Acoustics - Field measurement of sound insulation in buildings and of building elements- Part 2: Impact sound insulation	• A1440-1 (2007) 実験室におけるコンクリート床上の床仕上げ構造の床衝撃音レベル低減量の測定方法-第1部：標準輕量衝擊源による方法 • A1418-1 (2000) 建築物の床衝撃音遮断性能の測定方法-第1部：標準輕量衝擊源による方法	• E1007-19 Standard Test Method for Field Measurement of Tapping Machine Impact Sound Transmission Through Floor-Ceiling Assemblies and Associated Support Structures • E492-09(2016)e1 Standard Test Method for Laboratory Measurement of Impact Sound Transmission Through Floor-Ceiling Assemblies Using the Tapping Machine • E3133-18 Standard Test Method for Laboratory Measurement of Floor Impact Sound Radiation Using the Tapping Machine • E2179-03(2016) Standard Test Method for Laboratory Measurement of the Effectiveness of Floor Coverings in Reducing Impact Sound Transmission Through Concrete Floors

(資料來源：本研究整理)

表 2-2 重量衝擊源樓板衝擊音量測標準

標準	CNS	ISO	JIS	ASTM
重量	15160-11 (2009) 聲學—建築物及建築構件之隔音量測法—輕質參考基準樓板表面材之衝擊音降低量實驗室量測方法	10140-3 (2008) /Amd 1 (2015) Acoustics -- Laboratory measurement of sound insulation of building elements -- Part 3: Measurement of impact sound insulation 16283-2 (2018) Acoustics - Field measurement of sound insulation in buildings and of building elements- Part 2: Impact sound insulation	- A1440-2 (2007) 實驗室におけるコンクリート床上の床仕上げ構造の床衝撃音レベル低減量の測定方法-第2部：標準重量衝擊源による方法 - A1418-2 (2000) 建築物の床衝撃音遮断性能の測定方法-第2部：標準重量衝擊源による方法	-

(資料來源：本研究整理)

日本 JIS 於 2000 所訂定之 1418-2，主要為規定量測樓板衝擊音所使用之重量衝擊源規格，如輪胎以及橡膠球。標準中，兩者在使用時所設定之落下高度、衝擊源重量規格等要求皆不相同，相關內容則對應原 ISO 140-7 標準規定(已由 ISO 16283-2 取代)。而 JIS 1440-2 (2007) 為混凝土樓板表面材衝擊音降低量實驗室量測方法，其內容對應原 ISO 140-8 標準規定(已由 ISO 10140 系列標準取代)，而量測主要以最大衝擊聲壓位準為主，並由量測結果計算重量衝擊源樓板衝擊音降低量 ΔL_H 。在標準中同 ISO 相關規定，要求三類不同之表面材構造以及測試條件，如小型軟質試體、大型質地均勻支硬質表面材或伸展型之材料等規定，也與我國 CNS 15160-8 之規定相同。而美國試驗與材料國際協會 (American Society for Testing and Materials, ASTM) 僅針對輕量衝擊源樓板衝擊音相關量測方法訂定標準，包括標準樓板與天花板、樓板表面材等構造之衝擊音隔音性能，而未訂定使用重量衝擊源進行之樓板衝擊音實驗標準。整體而言，重量與輕量衝擊源樓板衝擊音因衝擊源特性不同而截取之頻率範圍有所差異，一般輕量衝擊源以 1/3 倍頻帶 100~5000 Hz 為主，若需要

低頻範圍之附加資訊，則附加 50~80 Hz 之量測範圍。而重量衝擊源以倍頻帶之 63~500 Hz 或 1/3 倍頻帶之 50~630 Hz 為主。量測時，樓板或樓板表面受重量衝擊源衝擊後，於收音室紀錄快特性最大衝擊聲壓位準 L_{Fmax} ，並計算衝擊聲壓位準 $L_{i,Fmax}$ ，但無單一數值參量計算之相關規定，如表 2-3 所示。

表 2-3 不同實驗室量測標準要求之重量衝擊源

標準	CNS		ISO	JIS	
標號	8464 (1995)	15160-11 (2009)	10140-1 (2010) ; 10140-3 (2010) ; 10140-5 (2010)	1418-2 (2000)	
主要規定	建築物樓板現場 衝擊音級測定法	輕質參考基準樓 板量測與衝擊源 規定	建築構件實驗室 量測法；設施及 設備規定	建築物樓板衝擊音隔音性 能測定方法-標準重量衝擊 源量測法	
適用 樓板	無規定	輕質樓板	無規定	無規定	
衝擊源	車用輪胎	橡膠球	橡膠球	橡膠球	輪胎
量測頻 率範圍	倍頻帶：63~4000 Hz；	倍頻帶：63~500 Hz；1/3 倍頻帶：50~630 Hz			
計算	收音室 樓板衝擊級(L)	衝擊聲壓位準 ($L_{i,Fmax}$) 衝擊聲壓位準降 低量(ΔL_r)	衝擊聲壓位準 ($L_{i,Fmax}$) 衝擊聲壓位準降 低量(ΔL_r) 標準化衝擊聲壓 位準($L'_{i,Fmax,V,T}$)	衝擊聲壓位準 ($L_{i,Fmax}$)	
落下 高度	90±10 cm	100±1 cm	100±1 cm	100 cm	85 cm
衝擊源 重量 (kg)	(7.3±0.4)	(2.5±0.1)	(2.5±0.1)	(2.5±0.1)	(7.3±0.2)
尺寸 型態	-	直徑 180 mm，厚 度 30 mm	直徑 180 mm，厚 度 30 mm	直徑 185 mm，厚度 30 mm	-
	車用輪胎	空心球體	空心球體	空心球體	輪胎
恢復 係數	(0.8±0.1)	(0.8±0.1)	(0.8±0.1)	(0.7±0.1)	(0.8±0.1)

(資料來源：本研究整理)

第二節 ISO 建築聲學量測標準更新與建築法規之應用

壹、ISO 建築聲學現場量測與評定標準更新概要

ISO 16283 系列主要針對建築構件隔音現場量測法，包括 ISO 16283-1 (2014)、16283-2 (2018) 以及 16283-3 (2016)，其中 ISO 16283-1 於 2014 年訂定後，於 2017 年提出修訂版，針對部分內容如低頻能量平均聲壓位準計算進行修正、在多個位置使用單一揚聲器、附錄 D (規定) 平面量測-揚聲器和微音器適當的位置相關圖例說明進行修正。16283-2 於 2015 年訂定後，於 2018 年提出新版之量測標準。16283-3 則於 2016 年訂定後應用至今。

此外，目前 ISO 16283 現場量測標準與我國 CNS 相對應之標準包括，空氣音隔音現場量測方法 CNS 15160-4 (2009) 原相對對應為 ISO 140-4 (1998)，於 2010 年由 ISO 16283-1 (2014) 取代；外牆構件及外牆空氣音隔音現場量測方法 CNS 15160-5 (2009) 原相對對應為 ISO 140-5 (1998)，於 2010 年由 ISO 16283-3 (2016) 取代；樓板衝擊音隔音之現場量測方法 CNS 15160-7 (2009) 原相對對應為 ISO 140-7 (1998)，於 2010 年由 ISO 16283-2 (2018) 取代，如表 2-4 所示。

評定標準部分，空氣音隔音量評定 CNS 8465-1 (2007) 相對應 ISO 717-1 (1996)，而 ISO 717-1 於 2006 年進行修訂，並於 2013 年制修訂新版規定；衝擊音隔音量評定 CNS 8465-2 (2007) 相對應 ISO 717-2 (1996)，而 ISO 717-2 於 2006 年進行修訂，並於 2013 年更新規定，後續將由 ISO/AWI 717-2 取代，如表 2-5 所示。

表 2-4 CNS 聲學現場量測標準與 ISO 之對應表

類別	CNS 聲學標準	ISO 聲學標準
現場量測	CNS 15160-4 (2009) 聲學-建築物及建築構件之隔音量測法-空氣音隔音之現場量測方法	ISO 140-4 (1998), 已於 2014 由 ISO 16283-1 (2014) / Amd 1:2017 取代 Acoustics -- Measurement of sound insulation in buildings and of building elements -- Part 4: Field measurements of airborne sound insulation between rooms
	CNS 15160-5 (2009) 聲學-建築物及建築構件之隔音量測法-外牆構件及外牆空氣音隔音之現場量測方法	ISO 140-5 (1998), 已於 2016 由 ISO16283-3 (2016) 取代 Acoustics -- Measurement of sound insulation in buildings and of building elements -- Part 5: Field measurements of airborne sound insulation of façade elements and façades
	CNS 15160-7 (2009) 聲學-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	ISO 140-7 (1998), 已於 2015 由 ISO16283-2 (2015) 取代 Acoustics -- Measurement of sound insulation in buildings and of building elements -- Part 7: Field measurements of impact sound insulation of floors ISO16283-2 (2018) Acoustics -- Field measurement of sound insulation in buildings and of building elements -- Part 2: Impact sound insulation

(資料來源：本研究整理)

表 2-5 CNS 聲學評定標準與 ISO 之對應表

類別	CNS 聲學標準	ISO 聲學標準
評定	CNS 8465-1 (2007) 聲學-建築物及建築構件之隔音量評定-空氣音隔音	ISO 717-1 (1996) / Amd 1 (2006) Acoustics -- Rating of sound insulation in buildings and of building elements -- Part 1: Airborne sound insulation ISO 717-1:2013 Acoustics -- Rating of sound insulation in buildings and of building elements -- Part 1: Airborne sound insulation
	CNS 8465-2 (2007) 聲學-建築物及建築構件之隔音量評定-衝擊音隔音	ISO 717-2 (1996) / Amd 1 (2006) Acoustics -- Rating of sound insulation in buildings and of building elements -- Part 2: Impact sound insulation ISO 717-2 (2013) Acoustics -- Rating of sound insulation in buildings and of building elements -- Part 2: Impact sound insulation ISO/AWI 717-2 (預計取代) Acoustics -- Rating of sound insulation in buildings and of building elements -- Part 2: Impact sound insulation
	CNS 15218 (2008) 聲學-建築物使用之吸音材-吸音量評定	ISO 11654 (1997) Acoustics -- Sound absorbers for use in buildings -- Rating of sound absorption ISO/DIS 11654.2 (預計取代) Acoustics -- Sound absorbers -- Rating of sound absorption coefficients

(資料來源：本研究整理)

貳、我國住宅性能評估實施辦法引用之聲學現場標準

關於我國住宅性能評估實施辦法中，針對既有住宅音環境性能評估，採用實驗室與現場隔音基準，現場量測標準包括住宅分戶牆空氣音隔音指標(R'_w)，引用之聲學標準為 CNS 15160-4 (2008)，既有住宅外牆開口部空氣音隔音指標($R'_{45^\circ, w}$)，引用之聲學標準為 CNS 15160-5 (2008)，既有住宅樓板衝擊音隔音指標($L'_{n, w}$)，引用之聲學標準為 CNS 15160-7 (2008)，評定方法為 CNS8465-1 (2007)「聲學-建築物及建築構件之隔音量評定-空氣音隔音」及 CNS8465-2 (2007)「聲學-建築物及建築構件之隔音量評定-衝擊音隔音」，如表 2-6 所示。

表 2-6 住宅性能評估實施辦法-既有住宅衝擊音隔音評估基準

評估項目	評估內容	評分	評估基準
住宅樓板隔音	輕量衝擊源樓板衝擊音	A 級	符合下列之一： 1.RC 樓板厚度(d_f) ≥ 15 cm，其上加設固定式表面緩衝材 $\Delta L_w \geq 30$ dB 2.RC 樓板厚度(d_f) ≥ 18 cm，其上加設固定式表面緩衝材 $\Delta L_w \geq 27$ dB 3.鋼承板式 RC 樓板厚度(d_f) ≥ 19 cm，其上加設固定式表面緩衝材 $\Delta L_w \geq 30$ dB 4.檢附樓板衝擊音等級證明 $L_{n, w} \leq 45$ dB 或現場檢測 $L'_{n, w} \leq 50$ dB。
		B 級	符合下列之一： 1.RC 樓板厚度(d_f) ≥ 15 cm，其上加設固定式表面緩衝材 $\Delta L_w \geq 25$ dB 2.RC 樓板厚度(d_f) ≥ 18 cm，其上加設固定式表面緩衝材 $\Delta L_w \geq 22$ dB 3.鋼承板式 RC 樓板厚度(d_f) ≥ 19 cm，其上加設固定式表面緩衝材 $\Delta L_w \geq 25$ dB 4.檢附樓板衝擊音等級證明 $L_{n, w} \leq 50$ dB 或現場檢測 $L'_{n, w} \leq 55$ dB。
		C 級	符合下列之一： 1.RC 樓板厚度(d_f) ≥ 15 cm，其上加設固定式表面緩衝材 $\Delta L_w \geq 20$ dB 2.RC 樓板厚度(d_f) ≥ 18 cm，其上加設固定式表面緩衝材 $\Delta L_w \geq 17$ dB 3.鋼承板式 RC 樓板厚度(d_f) ≥ 19 cm，其上加設固定式表面緩衝材 $\Delta L_w \geq 20$ dB 4.檢附樓板衝擊音等級證明 $L_{n, w} \leq 55$ dB 或現場檢測 $L'_{n, w} \leq 60$ dB。
		D 級	符合法規或未達 C 級者

(資料來源：營建署)

第三章建築物重量衝擊源樓板衝擊音量測及評估方法

第一節研究方法概述

壹、文獻分析法

本研究主要文獻彙整包括重量衝擊源樓板衝擊音相關文獻，掌握重量衝擊源樓板衝擊音近年研究成果與改善對策之參考，並作為本研究實驗數值之比對依據。

此外，本研究為掌握目前 ISO 建築聲學現場量測標準之更新內容，將針對 ISO 16283-1 (2014)、16283-2 (2018)、16283-3 (2016) 標準進行中譯彙整，包括適用範圍、引用標準、定義等相關規定，並參考現行 CNS 標準之格式進行 CNS 建築聲學現場量測標準修訂草案之研擬，以利後續經濟部標準檢驗局進行標準更新作業。

貳、實測量化分析法

本研究為探討重量衝擊源樓板衝擊音，於國立屏東科技大學綠建材聲學性能實驗室，參照 ISO 10140-1 以及 10140-3 之量測標準，於 15 公分鋼筋混凝土樓板基準樓板進行 8 件以上之重量衝擊源樓板衝擊音實驗分析。研究期程間將實驗分為兩階段，第一階段將針對相關規範中要求之重量衝擊源，如橡膠球，以及輕量衝擊源進行量測，掌握不同衝擊源之頻率特性；第二階段則針對不同樓板表面材構造進行重量衝擊源樓板衝擊音之量測，瞭解樓板表面材構造對重量衝擊音之隔音性能，並彙整相關構造圖、材料特性、施工等設計應用之建議說明，其研究成果可作為建築營造等相關設計人員之參考。

參、專家諮詢法

本研究針對 ISO 聲學現場量測法及規定進行中文翻譯彙整，提出 CNS 聲學標準修訂建議草案，並邀請產官學界之建築聲學、設計及施工技術等專家召開專家會議，檢討其適用性及相關標準修訂內容，作為後續草案推動之參考依據。

第二節 重量衝擊源樓板衝擊音之量測方法

壹、重量衝擊源樓板衝擊音測試實驗室條件

本研究參照 ISO 10140-1「Acoustics -- Laboratory measurement of sound insulation of building elements -- Part 1: Application rules for specific products」，以及 10140-3「Acoustics -- Laboratory measurement of sound insulation of building elements -- Part 3: Measurement of impact sound insulation」進行重量衝擊源樓板衝擊音實驗量測，並參考 JIS A1419-2 (2000) 建築物及建築部材隔音性能評價方法-第 2 部：樓板衝擊音隔音性能，針對量測獲得之結果數值進行 L 等級之評定，作為實驗數值探討之依據。

本研究室樓板衝擊音實驗室由上下兩間相鄰之室內空間所組合而成，上室空間為聲源室，室容積為 89.6 m^3 ，下室空間為受音室，室容積為 115.0 m^3 ，樓板測試尺寸長寬各為 3.0 m 及 3.6 m ，面積約為 10.8 m^2 。實驗室示意圖如圖 3-1 所示。

本研究重量衝擊源樓板衝擊音實驗量測分為兩階段進行，第一階段為針對不同衝擊源，如橡膠球及輕量衝擊源之樓板衝擊音進行量測，探討其兩者頻率特性及差異；第二階段則針對不同樓板表面材構造進行重量衝擊源樓板衝擊音之量測，瞭解樓板表面材構造對重量衝擊音之隔音性能。

本研究量測儀器包括符合 CNS 7129 及 CNS 13583 規定之多頻道分析儀，符合 CNS 13331 規定之聲壓校正器，符合 IEC 61260 規定之功率擴大器及配屬之無指向性聲源功率放大器，以及符合量測標準規定之重量與輕量衝擊源。

重量衝擊源依量測標準規定橡膠球衝擊聲源應產生如表 3-1 所示之各倍頻帶衝擊力暴露位準，落下高度為 $1000 \text{ mm} \pm 10 \text{ mm}$ （自衝擊聲源之底部到受測樓板之表面）。

輕量衝擊源依量測標準規定輕量衝擊源應有 5 個錘處於同一線上。相鄰錘頭之中線間隔距離應為 $(100 \pm 3) \text{ mm}$ 。具有 500 g 有效質量之每一個錘頭，由 40 mm 高度自由落下，敲擊樓板產生動量，動量之公差限值須在 $\pm 5 \%$ 範圍內。

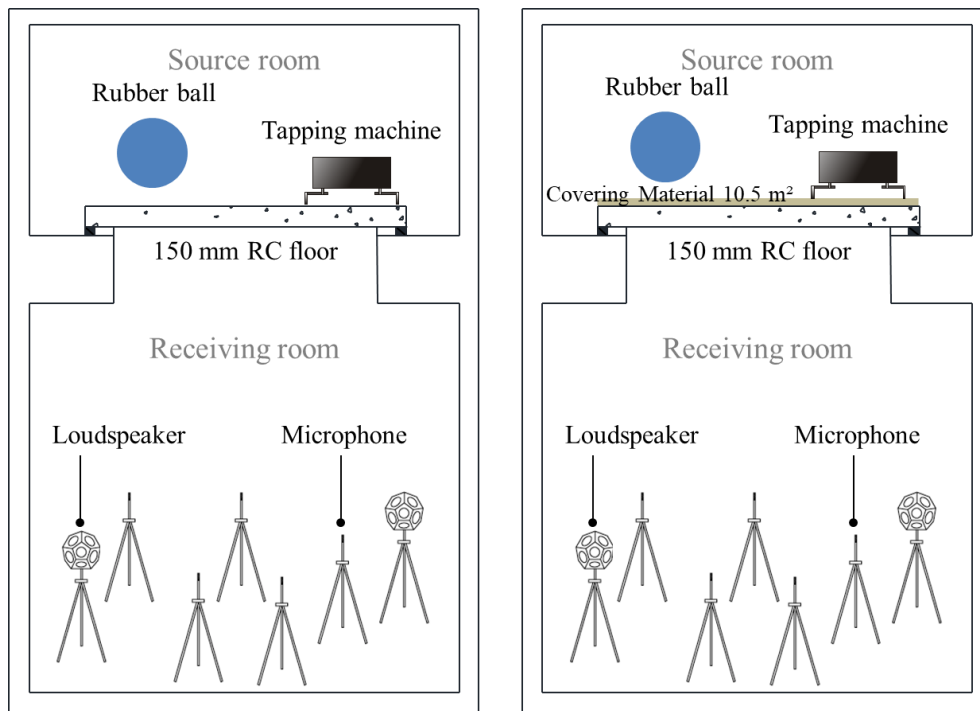


圖 3-1 本研究樓板衝擊音實驗室量測測試示意圖

(資料來源：本研究整理)



圖 3-2 本研究樓板衝擊音實驗之衝擊源

(資料來源：本研究整理)

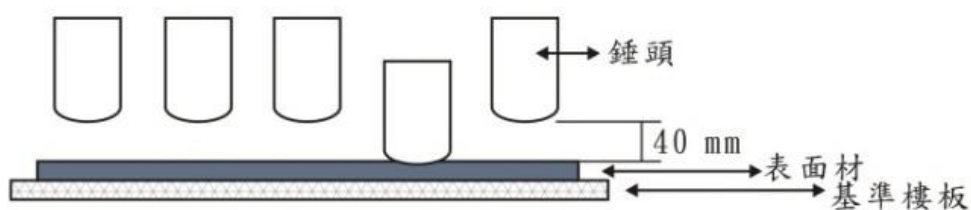


圖 3-3 輕量衝擊源規定

(資料來源:本研究整理)

表 3-1 橡膠球衝擊聲源於各倍頻帶之衝擊力暴露位準

倍頻帶中心頻率 (Hz)	衝擊力暴露位準 (dB)
31.5	39.0±1.0
63	31.0±1.5
125	23.0±1.5
250	17.0±2.0
500	12.5±2.0

(資料來源：本研究整理)

表 3-2 本研究重量與輕量衝擊源樓板衝擊音隔音性能量測方法對應表

量測類型	輕量衝擊源樓板衝擊音	重量衝擊源樓板衝擊音
引用標準	ISO 10140-1、ISO 10140-3、ISO 10140-4、ISO 10140-5	
量測項目	衝擊聲壓位準、迴響時間、背景噪音	最大衝擊聲壓位準
計算條件	衝擊聲壓位準 L_i 正規化衝擊聲壓位準 L_n	最大衝擊聲壓位準 $L_{i,Fmax}$ 衝擊音聲壓位準降低量 ΔL_r
測定方法	測定頻率	量測頻率 50~5000 Hz，計算則以 1/3 倍頻帶中心頻率 100~3150 Hz 為主
	量測位置與設定	量測頻率 50~5000 Hz，計算則以 1/3 倍頻帶中心頻率 50~630 Hz 為主 衝擊源數量及位置為設定測試樓板上 5 個不同衝擊源位置進行量測，每個衝擊源位置測試 3 次。 橡膠球重量衝擊源於測試樓板上 100 cm 處落下，並記錄其最大衝擊聲壓位準。
		於受音室採用固定微音器方式，設定 5 個不同位置進行聲壓位準之量測，每個微音器位置紀錄 3 次衝擊聲壓位準之數值。
評定標準	CNS 8465-2	ISO 10140-1、JIS A1419-2

(資料來源：本研究整理)

貳、重量衝擊源樓板衝擊音實驗變因設定

本研究重量衝擊源衝擊音實驗分析主要探討不同重量衝擊源樓板衝擊音頻率特性，以及不同樓板表面材對重量衝擊源樓板衝擊音隔音改善，實驗於 150 mm 之鋼筋混凝土基準樓板上進行量測，並鋪設常見之樓板表面材構造，如平鋪木地板以及架高木地板構造。此外，本研究也使用標準輕量衝擊源進行實驗分析，了解與重量衝擊源特性之差異。實驗變因表如表 3-3 以及標 3-4 所示。

表 3-3 本研究重量衝擊源樓板衝擊音實驗變因

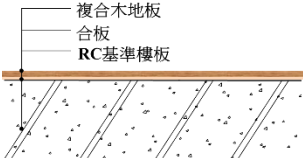
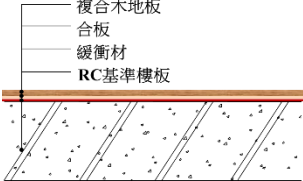
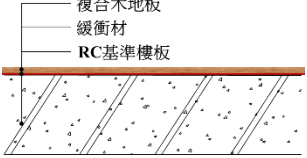
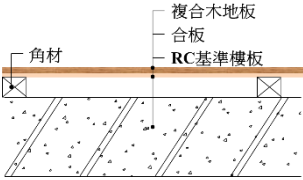
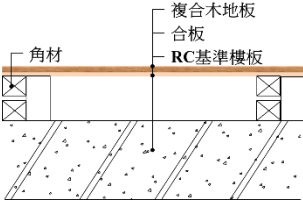
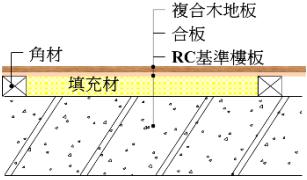
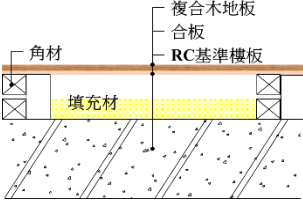
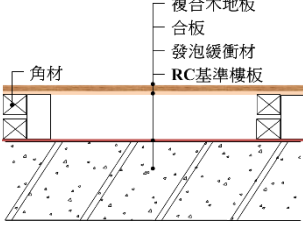
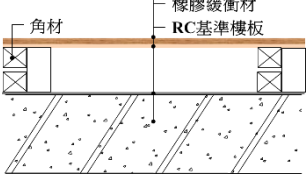
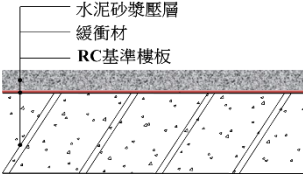
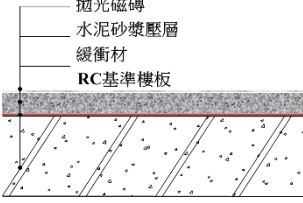
衝擊源類型	編號	樓板表面材構造
輕量衝擊源	RF-TM	無
橡膠球	RF-BALL	無
	WP	10 mm 複合木地板、12 mm 合板
	WPF	10 mm 複合木地板、12 mm 合板、2 mm 發泡緩衝材
	WF	10 mm 複合木地板、2 mm 發泡緩衝材
	WPB ₂₅	10 mm 複合木地板、12 mm 合板、25 mm 角材
	WPB ₇₅	10 mm 複合木地板、12 mm 合板、25 mm 角材裝修高度 75 mm
	WPB _{25+G25}	10 mm 複合木地板、12 mm 合板、25 mm 角材、空腔部位填入厚度 25 mm 之 24K 玻璃棉
	WPB _{75+G50}	10 mm 複合木地板、12 mm 合板、25 mm 角材裝修高度 75 mm、空腔部位填入厚度 50 mm 之 24K 玻璃棉
	WPB _{75F}	10 mm 複合木地板、12 mm 合板、25 mm 角材裝修高度 75 mm、2 mm 發泡緩衝材
	WPB _{75R}	10 mm 複合木地板、12 mm 合板、25 mm 角材裝修高度 75 mm、5 mm 橡膠緩衝材
	C ₅ CR	50 mm 水泥砂漿、1 mm 防水薄膜、5 mm 橡膠緩衝材
	TC ₅ R	11.4 mm 拋光磁磚、50 mm 水泥砂漿、1 mm 防水薄膜、5 mm 橡膠緩衝材

（資料來源：本研究整理）

針對不同重量衝擊源樓板衝擊音頻率特性之探討，本研究使用符合 ISO 規定之橡膠球進行不同樓板表面材重量衝擊源樓板衝擊音隔音之探討，而表面材部分分為乾式以及濕式樓板表面材構造，乾式部分以 10 mm 複合木地板與 12 mm 合板之搭配為主，並設定不同架高角材之高度，以及不同類型之緩衝材作為構造變因。濕式

構造則已目前常見水泥砂漿搭配緩衝材為主，探討對重量衝擊源樓板衝擊音之改善效果。

表 3-4 本研究樓板表面材構造示意圖

編號	RF	WP	WPF
圖例			
編號	WF	WPB ₂₅	WPB ₇₅
圖例			
編號	WPB ₂₅ +G25	WPB ₇₅ +G50	WPB ₇₅ F
圖例			
編號	WPB ₇₅ R	C ₅ CR	TC ₅ R
圖例			

(資料來源：本研究整理)

參、重量衝擊源樓板衝擊音量測標準作業程序

本研究參照重量衝擊源樓板衝擊音相關量測標準建立以下作業程序：

1. 微音器設定

微音器設定採用固定式微音器之量測方法進行，量測時以重量衝擊源之最大衝擊聲壓位準為主，於受音室設定 5 個微音器位置，任一微音器距離 0.7 m，各微音器測點取 3 次量測平均值。

當進行重量樓板衝擊音測試時，其分析儀貨紀錄設備須將量測範圍設定於 1/3 倍頻帶，其中心頻率涵蓋範圍包括 50 ~ 5000 Hz，而重量衝擊音主要計算頻率為 50 ~ 630 Hz。

2. 儀器校正

在架設各微音器位置後，以聲壓校正器進行微音器校正。

3. 樓板表面材試體位置設定

採面積 10.8 m²之樓板表面材進行衝擊音隔音性能量測。

4. 重量衝擊源設定及量測

以符合 ISO 10140-3 (2010) 之標準橡膠球作為重量衝擊源，於聲源室之基準樓板以及樓板表面材上方分布 5 處衝擊源位置，量測時距離樓板或表面材上 100 cm 處落下，由受音室設置之微音器紀錄其最大衝擊聲壓位準。

5. 重量衝擊源樓板衝擊音數值計算

針對各個重量衝擊源位置所對應微音器之最大聲壓位準，進行依公式 (1) 計算各頻率之能量平均計算。

$$L_{i,Fmax} = 10 \log \left(\frac{1}{m} \sum_{j=1}^n 10^{L_{Fmax}/10} \right) \quad (1)$$

式中， $L_{i,Fmax,j}$ ：第 j 個激發位置測得之最大衝擊聲壓位準。

為獲得重量衝擊音聲壓位準降低量（衝擊聲隔音的改善），須針對基準樓板以及有表面材試體之樓板進行測試，兩者差值以 ΔL_r 表示，以 dB 為單位，由公式（2）計算：

$$\Delta L_r = L_{i,Fmax,0} - L_{i,Fmax} \quad (2)$$

式中， $L_{i,Fmax,0}$ 為表示沒有樓板表面材之參考基準樓板衝擊聲壓位準。

$L_{i,Fmax}$ 為表示有樓板表面材之參考基準樓板衝擊聲壓位準。

6. 重量衝擊源樓板衝擊音 L_r 等級曲線評定

量測結果若可參照 JIS A1419-2（2000）針對基準樓板設置樓板表面材所量測之最大衝擊聲壓位準進行等級曲線 L_r 之評定。

將量測所獲得之 1/3 倍頻帶每個倍頻帶數值依公式（3）轉換為倍頻帶數值，其評估曲線頻率包括中心頻率 63 Hz、125 Hz、250 Hz、500 Hz 之最大衝擊聲壓位準，其量測獲得之各頻率最大衝擊聲壓位準與等級曲線之差值不得超過 2 dB，計算後所對應到之 500 Hz 之數值即 L_r 等級曲線評定結果，如圖 3-4 所示。

$$L_{i,Fmax,oct} = 10 \log \left(\sum_{n=1}^3 10^{\frac{L_{Fmax,1/3,n}}{10}} \right) \quad (3)$$

肆、本研究輕量衝擊源樓板衝擊音量測與計算

本研究為探討輕重量衝擊源之頻率特性差異，針對基準樓板應用兩類不同衝擊源進行量測，輕量衝擊源樓板衝擊音之量測採用固定式微音器進行，於受音室設定 5 個微音器位置，任一微音器距離 0.7 m 以上，各微音器測點取 3 次量測平均值。

本研究輕量衝擊音測試、包括聲壓位準、室內背景噪音以及迴響時間量測，微音器之量測範圍設定皆採 1/3 倍頻帶，其中心頻率涵蓋範圍包括 50 ~ 5000 Hz，結果計算頻率為 50 ~ 3150 Hz（與重量比較）。

在獲得各頻率之輕量衝擊源樓板衝擊音聲壓位準後，依公式（4）計算室內平均衝擊聲壓位準，並依公式（5）計算其正規化衝擊聲壓位準。

室內平均衝擊聲壓位準

$$L_i = 10 \log \left(\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n 10^{L_j/10} \right) \text{ dB} \quad (4)$$

式中， L_j 為室內 n 個不同位置之聲壓位準，單位為 dB。

$$L_n = L_i + 10 \log \frac{A}{A_0} \text{ dB} \quad (5)$$

式中， L_i 為衝擊聲壓位準，單位 dB。

A 為受音室等價吸音面積，單位為 m^2 。

A_0 為參考基準吸音面積 10 m^2 。

關於輕量衝擊音各量測項目，針對受音室迴響時間之量測，係依照 CNS 9056 「聲學-迴響室之吸音量測」進行，受音室之迴響時間量測程序為無指向性揚聲器經功率擴大器輸出粉紅噪音訊號，待空間充滿穩定訊號後，由微音器記錄穩定聲源，即關閉聲源，並以分析儀計算受音室之迴響時間；受音室背景噪音量測程序為待量測儀器設後，以微音器記錄噪音量，由分析儀顯示背景噪音值；受音室衝擊音聲壓位準以輕量衝擊源敲擊機準樓板，待受音室充穩定衝音聲源訊號後，以微音器接收穩定聲源，並由分析儀顯示受音室之衝擊聲壓位準。

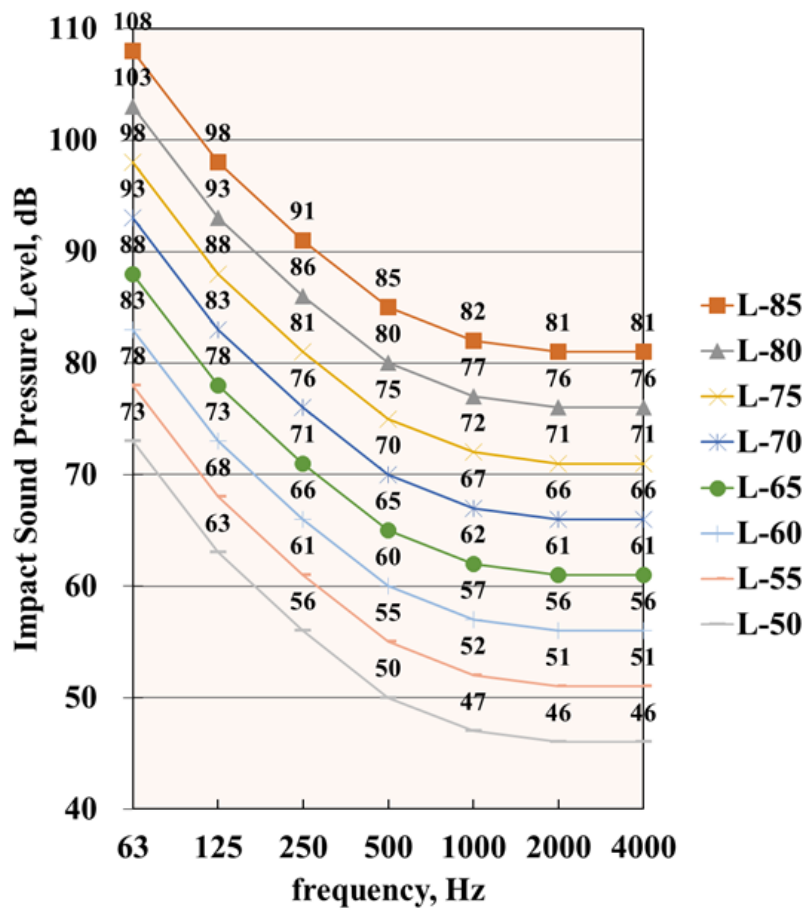


圖 3-4 L_r 等級曲線

(資料來源:本研究整理)

第四章重量衝擊源樓板衝擊音之實驗分析結果

第一節不同樓板衝擊源特性之探討

本研究為掌握不同樓板衝擊音實驗所使用之衝擊源特性，於厚度 15 公分之鋼筋混凝土樓板應用標準輕量衝擊源、與符合 ISO 標準之橡膠球，進行裸樓板之衝擊音實驗分析。

本研究依 ISO 10140-1 以及 10140-3 進行樓板衝擊音量測，因考量輕重量樓板衝擊音之計算，截取頻率範圍包括 1/3 倍頻帶 50~5000 Hz 之正規化衝擊聲壓位準 L_n ，及最大衝擊聲壓位準 $L_{i,Fmax}$ 。並比較其不同位置之衝擊源數值及不同頻率之差異性。經本研究量測結果顯示，因重量衝擊音以最大衝擊聲壓位準為主，而輕量衝擊音以量測能量平均聲壓位準，故輕重量衝擊源除計算所獲得之能量大小不同外，其頻率特性皆不相同。橡膠球除頻率 50 以及 63 Hz 較標準輕量衝擊源之能量高，其餘頻率之能量為兩類衝擊源中最低。

針對兩者頻率特性，標準輕量衝擊源在 160 Hz 以上之頻率其提供之能量平均聲壓位準可達 70 dB，如圖 4-1 所示。針對重量衝擊源之最大衝擊聲壓位準，在標準所規定之量測頻率 50~630 Hz 中，頻率越高其最大衝擊聲壓位準數值越低，顯示此類之衝擊源所呈現之特性較不利於高頻衝擊音隔音之探討，具有較強的低頻特性，符合標準所述之人的腳步（赤腳）或小孩跳動產生之衝擊音。

此外，本研究除比較兩者衝擊源之特性外，將量測過程中各測點之數值進行比較分析。結果顯示，本研究橡膠球衝擊源量測時皆於離地面 1 米處落下，由各點三次獲得之最大衝擊聲壓位準來看，標準差於 0.5~3.5 間，變異數則於 0.3~12.2 間，如表 4-1 所示。針對標準輕量衝擊源，由各點三次獲得之衝擊聲壓位準來看，標準差於 0.1~2.0 間，變異數則於 0.0~3.9 間，如表 4-2 所示，較橡膠球重量衝擊源小。

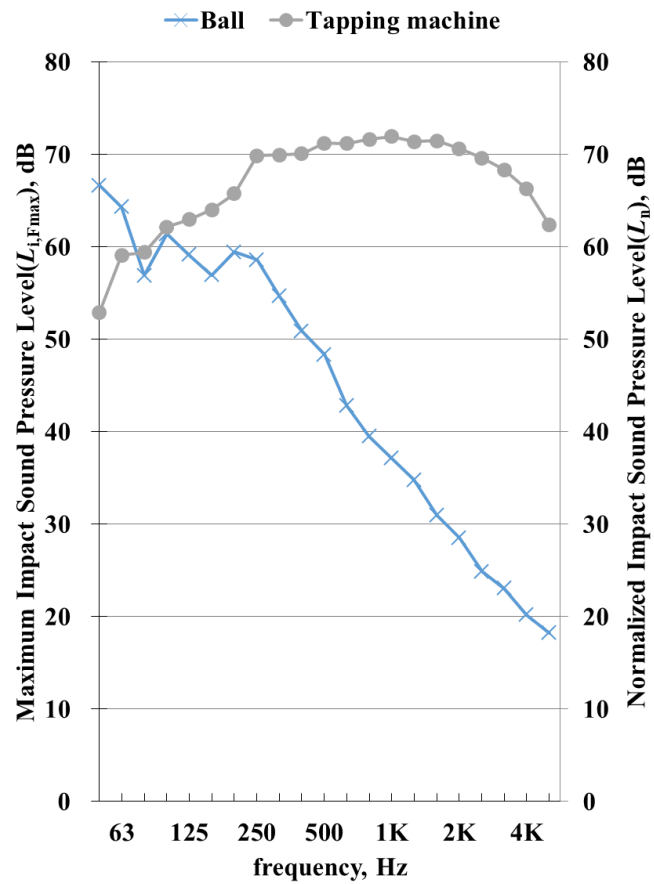


圖 4-1 標準輕量與重量衝擊源樓板衝擊音之量測結果

(資料來源:本研究整理)

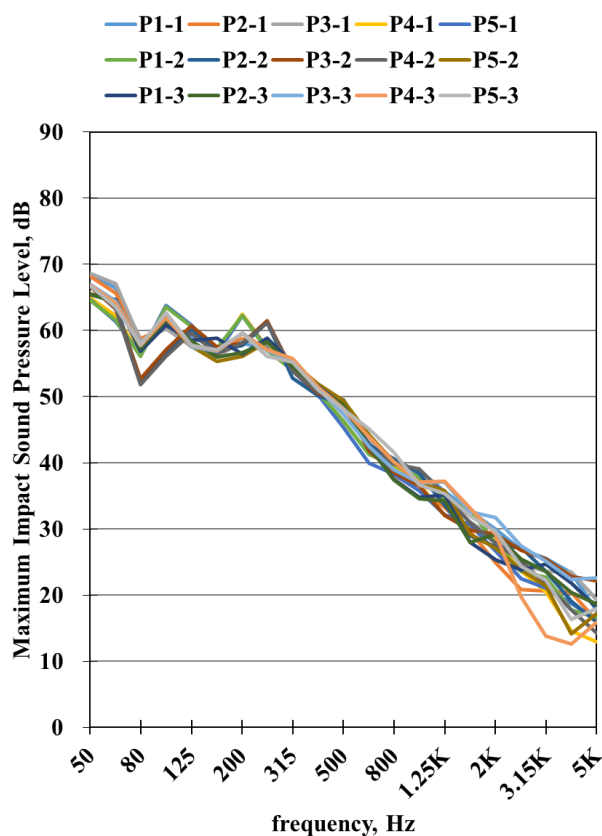


圖 4-2 橡膠球樓板衝擊音各測點量測結果

(資料來源:本研究整理)

表 4-1 橡膠球樓板衝擊音之各頻率比較分析

頻率(Hz)	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500
平均(dB)	66.4	64.0	56.4	60.8	59.0	56.9	58.9	58.2	54.6	50.8	48.2
變異數	1.8	2.5	5.2	6.2	1.8	0.6	4.3	2.9	0.6	0.3	1.7
標準差	1.3	1.6	2.3	2.5	1.3	0.8	2.1	1.7	0.8	0.5	1.3
變異係數	0.020	0.025	0.041	0.041	0.023	0.014	0.035	0.029	0.015	0.011	0.027
頻率(Hz)	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	
平均(dB)	39.3	36.9	34.5	30.7	28.2	24.4	22.4	19.0	17.5	39.3	
變異數	1.4	1.8	2.7	3.0	3.2	5.0	8.6	12.2	6.7	1.4	
標準差	1.2	1.3	1.7	1.7	1.8	2.2	2.9	3.5	2.6	1.2	
變異係數	0.030	0.036	0.048	0.057	0.063	0.092	0.131	0.183	0.148	0.030	

(資料來源:本研究整理)

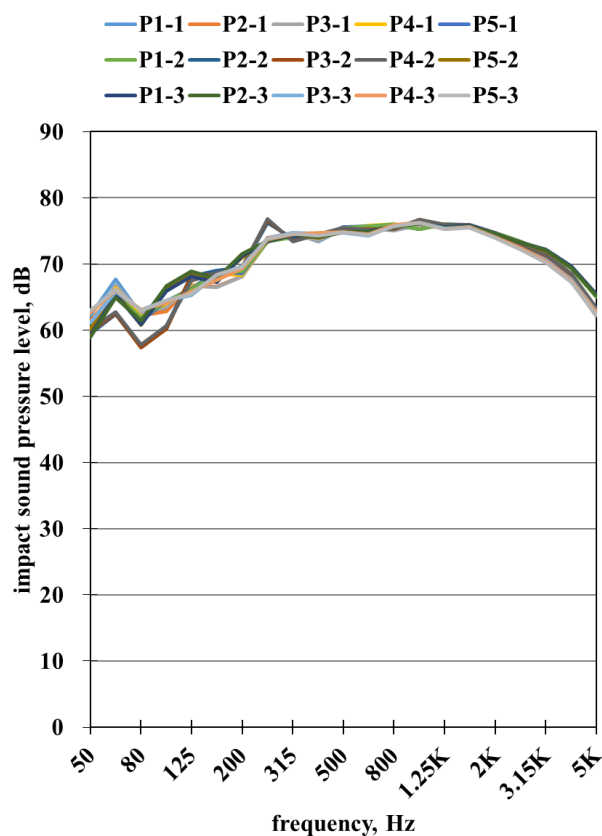


圖 4-3 標準輕量衝擊源樓板衝擊音各測點量測結果

(資料來源:本研究整理)

表 4-2 標準輕量衝擊源之各頻率比較分析

頻率(Hz)	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500
平均(dB)	60.4	65.3	61.2	63.7	67.0	67.9	69.4	74.2	74.3	74.1	75.2
變異數	1.7	2.4	3.9	3.9	1.4	0.7	1.2	1.5	0.2	0.2	0.1
標準差	1.3	1.5	2.0	2.0	1.2	0.9	1.1	1.2	0.4	0.4	0.3
變異係數	0.022	0.024	0.032	0.031	0.017	0.013	0.016	0.017	0.006	0.006	0.004
頻率(Hz)	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	
平均(dB)	75.2	75.6	76.1	75.7	75.7	74.5	73.0	71.3	68.5	63.8	
變異數	0.3	0.1	0.2	0.1	0.0	0.1	0.2	0.4	0.8	1.6	
標準差	0.5	0.3	0.5	0.3	0.1	0.3	0.4	0.6	0.9	1.3	
變異係數	0.007	0.005	0.006	0.004	0.002	0.004	0.005	0.009	0.013	0.020	

(資料來源:本研究整理)

第二節不同樓板表面材組構之重量衝擊源衝擊音實驗分析

壹、乾式平鋪表面材重量衝擊源樓板衝擊音隔音之探討

本研究乾式平鋪表面材重量衝擊源樓板衝擊音量測結果如圖 4-4 所示。當裸樓板上鋪設複合木地板與合板之條件下，除頻率 50 以及 63 Hz 之數值有改善重量衝擊音外，其餘頻率呈現重量衝擊源樓板衝擊音增加之現象，較裸樓板之重量衝擊音之數值增加 0.8~9.2 dB，不利於重量樓板衝擊音之隔音。

而在複合木地板與合板，以及複合木地板之條件增設發泡緩衝材後，呈現重量衝擊源樓板衝擊音改善之情況，且本研究複合木地板搭配發泡緩衝材之改善數值較其他兩組平鋪（WP 以及 WPF）條件佳，如表 4-3 所示。

貳、乾式架高表面材重量衝擊源樓板衝擊音隔音之探討

乾式架高木地板表面材重量衝擊源樓板衝擊音量測結果如圖 4-5 至圖 4-7 所示。架高木地板為一般常見室內地板裝修構造，本研究在複合木地板與合板之條件下，藉由角材架高 2.5 公分後，頻率 50~630 Hz 皆產生重量衝擊源樓板衝擊音增加之情況，較裸樓板增加約 1.0~14.5 dB，且也較複合木地板與合板之構造數值差。而當角材高度由 2.5 公分增加至 7.5 公分時，雖改善部分頻率衝擊音之增加現象，但仍無法提升重量衝擊音隔音，如表 4-4 所示。

本研究在乾式架高木地板表面材變因條件下，於架高角材空腔部位填充 24K 之玻璃棉後，其重量衝擊源樓板衝擊音量測結果顯示，其衝擊音數值仍有增加之趨勢，對樓板重量衝擊音隔音無顯著之改善效果，如表 4-5 所示。

雖架高木地板之組構不利於重量衝擊音隔音，但本研究於角材下方增設發泡以及橡膠緩衝材後，在頻率 250 ~630 Hz 之衝擊音數值由負值轉為正值，有效改善重量衝擊源樓板衝擊音，但 250 Hz 以下之頻率數值多數仍為負值，如表 4-6 所示。後續研究可藉由較多的樓板表面材變因組數，具體提出有效之改善對策。

表 4-3 乾式平鋪表面材組構重量衝擊源樓板衝擊音 50~630 Hz 之比較

頻率(Hz)	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630
WP 降低量(dB)	0.4	3.7	-8.3	-3.0	-5.6	-4.7	-2.9	-3.4	-4.3	-6.9	-8.8	-9.2
WPF 降低量(dB)	3.1	1.2	5.5	8.3	3.3	-1.1	3.0	0.4	-0.9	-0.9	-0.8	3.0
WF 降低量(dB)	3.0	0.7	5.7	9.4	3.9	0.8	4.2	2.5	4.0	3.5	-0.3	-1.2

(資料來源:本研究整理)

表 4-4 架高木地板高度變化重量衝擊源樓板衝擊音 50~630 Hz 之數值

頻率(Hz)	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630
WP 降低量(dB)	0.4	3.7	-8.3	-3.0	-5.6	-4.7	-2.9	-3.4	-4.3	-6.9	-8.8	-9.2
WPB ₂₅ 降低量(dB)	-1.7	-2.6	-1.0	0.0	-8.6	-9.2	-4.3	-7.5	-7.6	-9.6	-11.0	-14.5
WPB ₇₅ 降低量(dB)	-0.7	-4.1	-2.5	1.7	-6.3	-4.9	1.6	-1.4	-2.3	-3.0	-5.3	-7.2

(資料來源:本研究整理)

表 4-5 架高木地板高度空腔部位填棉重量衝擊源樓板衝擊音 50~630 Hz 之數值

頻率(Hz)	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630
WPB ₂₅ +G ₂₅ 降低量(dB)	-2.4	-3.6	-7.1	-2.7	-8.0	-5.6	-2.7	-2.8	-5.0	-6.8	-10.7	-12.6
WPB ₇₅ +G ₅₀ 降低量(dB)	-1.1	-5.3	-5.5	-3.1	-4.6	-0.6	2.3	-2.2	-4.0	-1.5	-6.1	-7.0

(資料來源:本研究整理)

表 4-6 不同類型之緩衝材變因重量衝擊源樓板衝擊音 50~630 Hz 之數值

頻率(Hz)	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630
WPB ₇₅ F 降低量(dB)	-0.2	-0.5	-9.3	-1.4	-7.2	-8.1	-1.5	1.9	2.6	3.3	4.1	2.3
WPB ₇₅ R 降低量(dB)	-0.3	0.4	-9.0	-2.1	-5.7	-7.2	-0.8	-0.4	3.0	2.1	2.9	2.3

(資料來源:本研究整理)

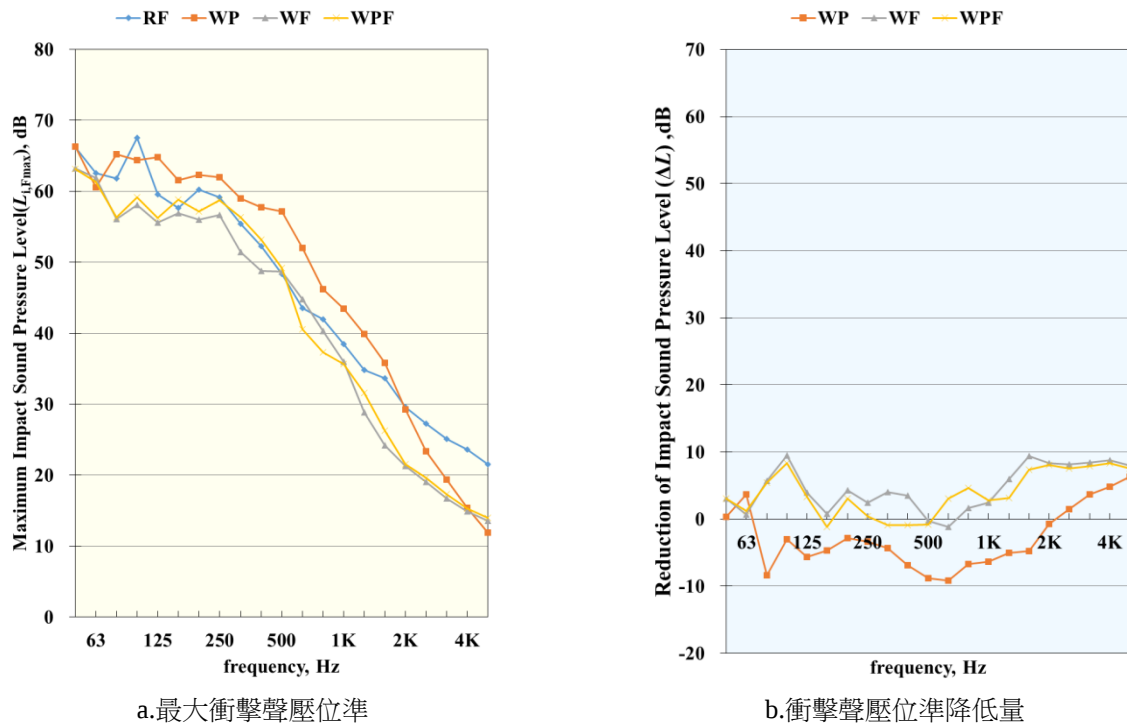


圖 4-4 本研究乾式平鋪表面材重量衝擊源樓板衝擊音量測結果

(資料來源:本研究整理)

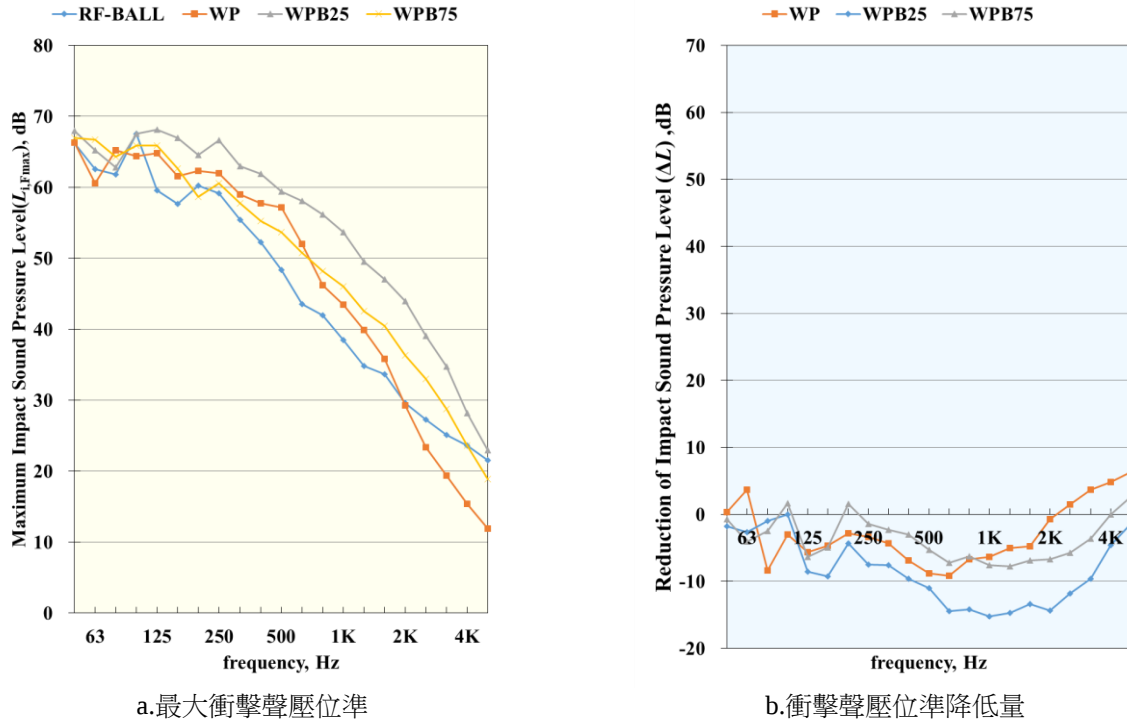


圖 4-5 不同架高木地板高度重量衝擊源樓板衝擊音量測結果

(資料來源:本研究整理)

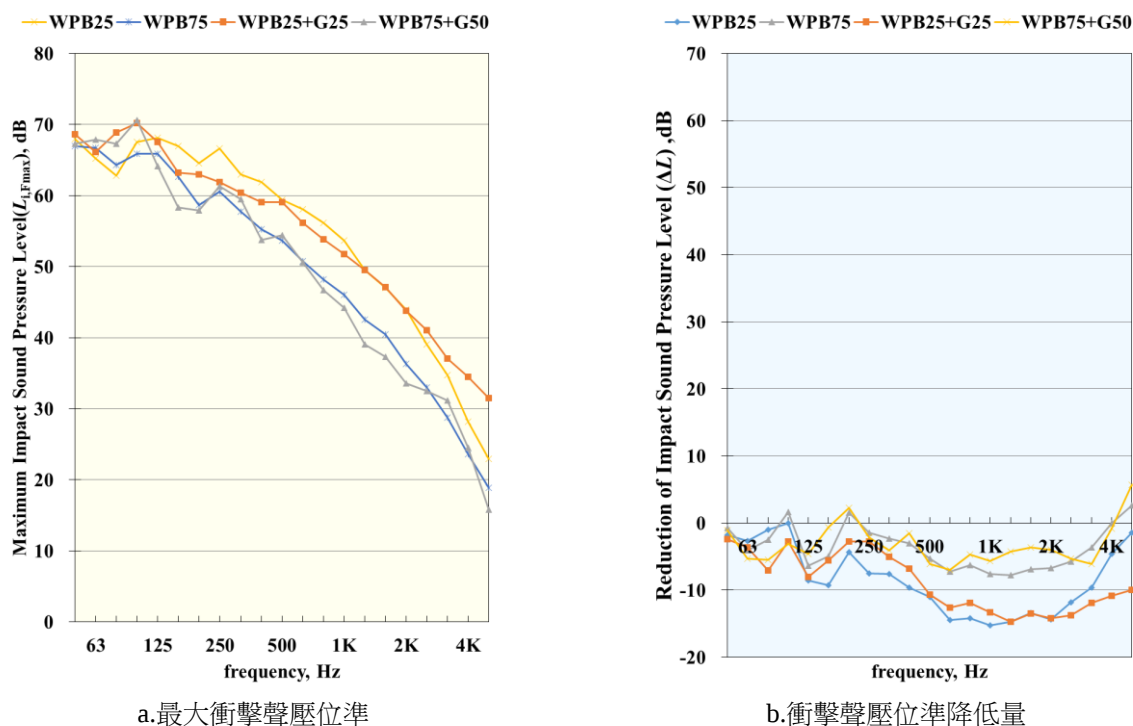


圖 4-6 架高木地板空腔部位填棉重量衝擊源樓板衝擊音量測結果

(資料來源:本研究整理)

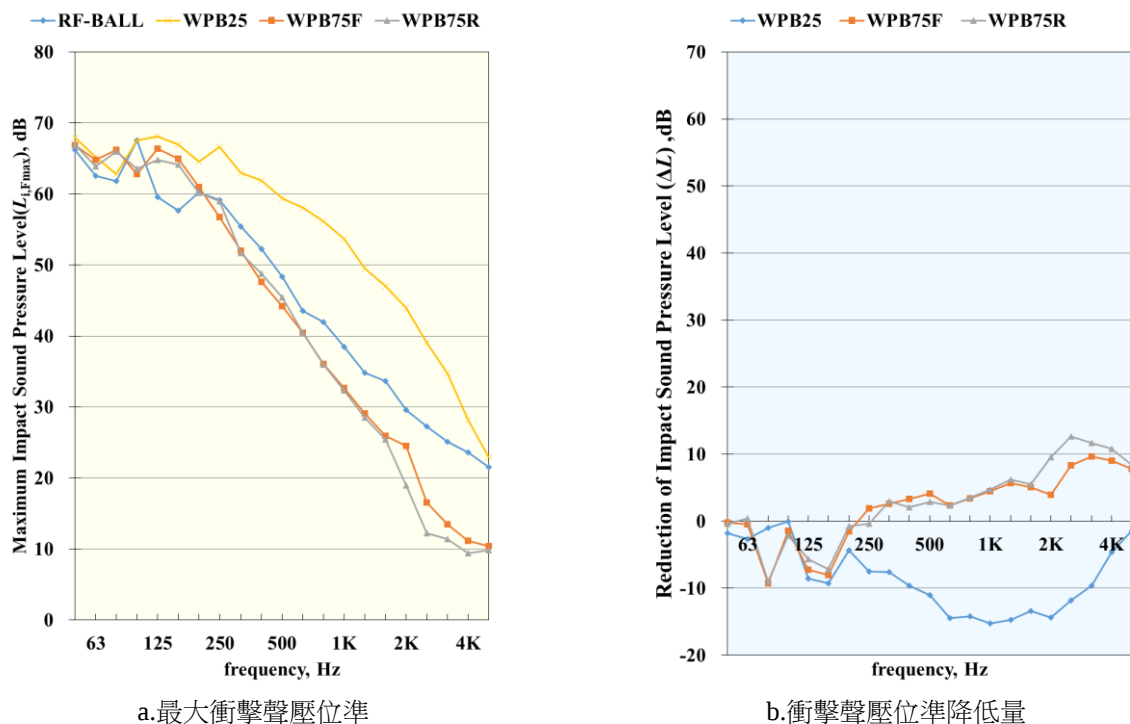


圖 4-7 架高木地板設置發泡以及橡膠緩衝材重量衝擊源樓板衝擊音量測結果

(資料來源:本研究整理)

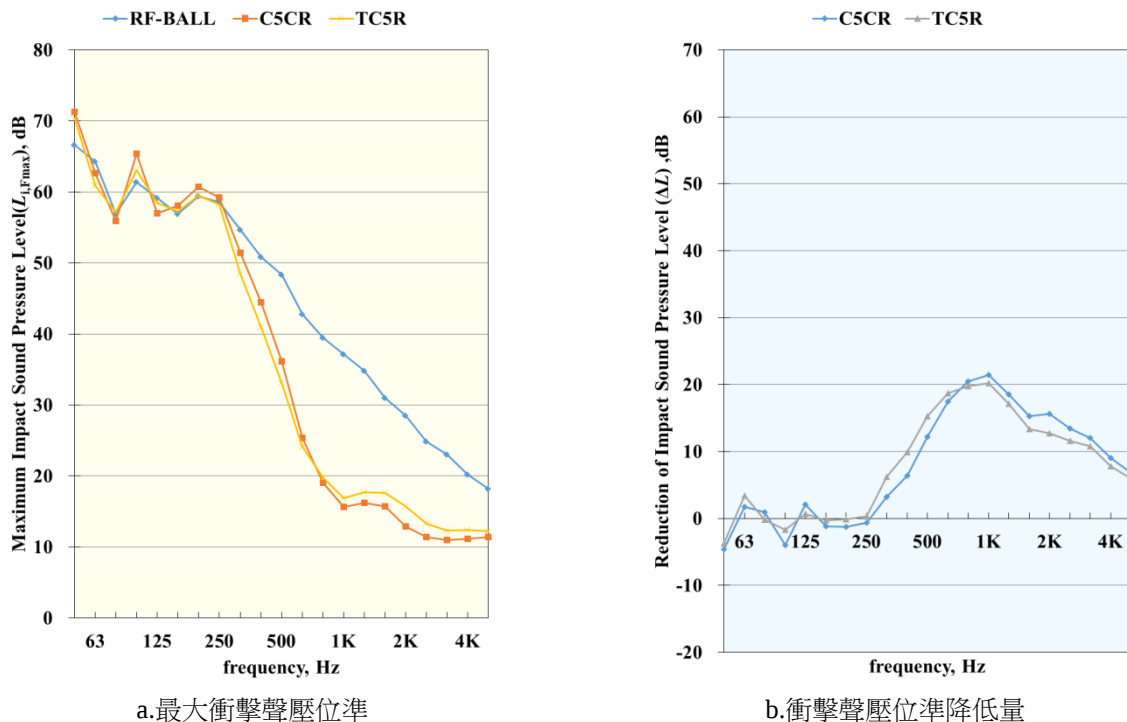
參、濕式平鋪表面材重量衝擊源樓板衝擊音隔音之探討

本研究濕式平鋪表面材重量衝擊源樓板衝擊音量測結果如圖 4-8 所示。對於厚度 15 cm 之鋼筋混凝土裸樓板而言，上方增設符合建築技術規則要求之 5 公分水泥砂漿壓層及橡膠或發泡類之樓板緩衝材，除可達到輕量衝擊音隔音性能基準，亦可明顯改善頻率 250 Hz 以上之重量衝擊源樓板衝擊音。此外，本研究於水泥砂漿壓層上方鋪設面磚後，雖部分 50~630 Hz 之數值仍呈現重量衝擊源樓板衝擊音增加之現象，但因整體樓板厚度增加，而提升低頻之隔音能力，如表 4-7 所示。

表 4-7 濕式平鋪表面材重量衝擊源樓板衝擊音 50~630 Hz 之數值

頻率(Hz)	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630
C ₅ CR 降低量(dB)	-4.6	1.7	0.9	-4.0	2.1	-1.2	-1.3	-0.7	3.2	6.4	12.2	17.5
TC ₅ R 降低量(dB)	-3.7	3.4	-0.2	-1.7	0.7	-0.3	-0.1	0.4	6.2	9.9	15.2	18.7

(資料來源:本研究整理)



a.最大衝擊聲壓位準

b.衝擊聲壓位準降低量

圖 4-8 不同濕式樓板表面材重量衝擊源樓板衝擊音量測結果

(資料來源:本研究整理)

肆、重量衝擊源樓板衝擊音 L_r 等級曲線

本研究依據 JIS A1419-2 評定標準，將各變因條件 1/3 倍頻帶之最大衝擊聲壓位準轉換成倍頻帶數值，並進行 L_r 等級曲線評定，探討本研究量測之樓板表面材重量衝擊源樓板衝擊音之等級，評定計算結果如表 4-8 所示。

對於本研究厚度 15 cm 之鋼筋混凝土裸樓板而言，其重量衝擊源等級曲線為 L_r -55，在平鋪或架高木地板表面材後，造成重量衝擊音增加之趨勢，等級曲線較原裸樓板數值高（等級曲線對應之 500 Hz 數值越高重量衝擊音隔音越差）。而各變因條件下若增設緩衝材後，可減少重量衝擊音增加之現況。

此外，本研究使用之發泡緩衝材以及橡膠緩衝材對於 250 Hz 以上之重量衝擊源樓板衝擊音有明顯之改善效果，但因低頻仍有負值產生，不利於等級曲線之計算，但重量衝擊源等級曲線維持 L_r -55，與裸樓板相同。而對濕式構造而言，本研究在鋪設拋光磁磚之條件下，其等級曲線與裸樓板相同。

對於重量衝擊音而言，由於低頻波長長，所產生之振動能量不易藉由樓板表面材改善，並可能因改變整體樓板密度或振動頻率而導致能量放大之情況，故本研究之樓板表面材雖對於輕量有顯著之改善，但卻不利於重量衝擊音，故後續研究將持續探討合宜之樓板表面材。

表 4-8 本研究重量衝擊源樓板衝擊音實驗變因 L 級評定結果

編號	等級曲線 L_r	編號	等級曲線 L_r
RF-BALL	55	WPB ₂₅ +G25	65
WP	60	WPB ₇₅ +G50	60
WPF	55	WPB ₇₅ F	55
WF	55	WPB ₇₅ R	55
WPB ₂₅	65	C ₅ CR	60
WPB ₇₅	60	TC ₅ R	55

（資料來源：本研究整理）

第五章 CNS 建築聲學現場量測標準修訂草案研擬

第一節 ISO 16283 聲學現場量測標準修訂草案研擬

本研究針對 ISO 聲學現場量測法及規定進行全文中文翻譯彙整，並提出 CNS 聲學標準修訂建議草案，本 108 年度已完成 ISO 16283-1「聲學-建築物及建築構件之隔音量測法-空氣音隔音之現場量測方法」(草案)、ISO 16283-2「聲學-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」(草案)以及 ISO 16283-3「聲學-建築構件隔音現場量測法-外牆隔音」(草案)之研擬，並召開專家諮詢座談會，達成本年度之預期成果。相關標準內容可參照附錄四至附錄六。而表 5-1 至 5-3 為 ISO 16283 之主要內容標題。

表 5-1 ISO 16283-1 主要目的及內容

編號	適用範圍
ISO 16283-1	以聲壓法量測空氣音隔音。適用範圍包括容積 10 m ³ 至 250 m ³ 之空間，量測頻率範圍從 50 Hz 至 5000 Hz。量測結果可量化比較評估擴散聲場或非擴散聲場，或有無家具配置的空間空氣音隔音，本方法提供各頻率空氣音隔音之數值，亦得依 ISO 717-1 將其轉換成單一數值參量以標示其聲學特性。
目錄標題	
1 Scope	9 Background noise (default and low-frequency procedure)
2 Normative references	9.1 General
3 Terms and definitions	9.2 Correction to the signal level for background noise
4 Instrumentation	10 Reverberation time in the receiving room (default and low-frequency procedure)
4.1 General	10.1 General
4.2 Calibration	10.2 Generation of sound field
4.3 Verification	10.3 Default procedure
5 Frequency range	10.4 Low-frequency procedure.
6 General	10.5 Interrupted noise method
7 Default procedure for sound pressure level measurement	10.6 Integrated impulse response method
7.1 General	11 Conversion to octave bands
7.2 Generation of sound field	12 Recording results
7.3 Fixed microphone positions	13 Uncertainty
7.4 Mechanized continuously-moving microphone	14 Test report
7.5 Manually-scanned microphone	Annex A (normative) Requirements for loudspeakers
7.6 Minimum distances for microphone positions	Annex B (informative) Forms for recording results
7.7 Averaging times	Annex C (informative) Additional guidance
7.8 Calculation of energy-average sound pressure levels	Annex D (informative) Horizontal measurements — Examples of suitable loudspeaker and microphone positions
8 Low-frequency procedure for sound pressure level measurement	Annex E (informative) Vertical measurements — Examples of suitable loudspeaker and microphone positions
8.1 General	
8.2 Generation of sound field	
8.3 Microphone positions	
8.4 Averaging time	
8.5 Calculation of low-frequency energy-average sound pressure levels	

(資料來源：本研究整理)

表 5-2 ISO 16283-2 主要目的及內容

編號	主要目的、內容與使用方法	
ISO 16283-2	在建築物樓板或樓梯以衝擊源進行衝擊音聲壓法之量測。適用範圍包括容積 10 m ³ 至 250 m ³ 之空間，量測頻率範圍從 50 Hz 至 5000 Hz。量測結果可量化比較評估擴散聲場或非擴散聲場，或有無家具配置的空間衝擊音隔音。	
目錄標題		
1 Scope	9 Background noise (default and low-frequency procedure)	
2 Normative references	9.1 General	
3 Terms and definitions.	9.2 Correction to the signal level for background noise	
4 Instrumentation	10 Reverberation time in the receiving room (default and low-frequency procedure)	
4.1 General	10.1 General	
4.2 Calibration	10.2 Generation of sound field	
4.3 Verification	10.3 Default procedure	
5 Frequency range	10.4 Low-frequency procedure	
5.1 Tapping machine as the impact source	10.5 Interrupted noise method	
5.2 Rubber ball as the impact source	10.6 Integrated impulse response method	
6 General	11 Conversion to octave bands	
7 Default procedure for sound pressure level measurement	12 Expression of results	
7.1 General	13 Uncertainty	
7.2 Generation of sound field	14 Test report	
7.3 Fixed microphone positions for the tapping machine or rubber ball as impact source	Annex A (normative) Impact sources	
7.4 Mechanized continuously moving microphone for the tapping machine as impact source	Annex B (normative) Requirements for loudspeakers used for reverberation time measurements	
7.5 Manually scanned microphone for the tapping machine as impact source	Annex C (informative) Forms for the expression of results	
7.6 Minimum distances for microphone positions	Annex D (informative) Additional guidance	
7.7 Averaging times for the tapping machine as impact source	Annex E (informative) Horizontal measurements — Examples of suitable impact source and microphone positions	
7.8 Calculation of energy-average sound pressure levels	Annex F (informative) Vertical measurements — Examples of suitable impact source and microphone positions	
8 Low-frequency procedure for sound pressure level measurement for the tapping machine as impact source		
8.1 General		
8.2 Generation of sound field		

(資料來源：本研究整理)

表 5-3 ISO 16283-3 主要目的及內容

編號	主要目的、內容與使用方法	
ISO 16283-3	本標準主要目的在於評估外牆構件，如窗構件之視隔音指標。最準確之方法為應用人造聲源方式進行量測，或以交通流量之噪音進行。適用範圍包括容積 10 m ³ 至 250 m ³ 之空間，量測頻率範圍從 50 Hz 至 5000 Hz。量測結果可量化比較評估擴散聲場或非擴散聲場，或有不家具配置的空間衝擊音隔音。	
目錄標題		
1Scope	9.1 General	
2Normative references	9.2 Generation of the sound field	
3Terms and definitions	9.3 Loudspeaker requirements	
4Instrumentation	9.4 Loudspeaker positions	
4.1General	9.5 Element loudspeaker method	
4.2Calibration	9.6 Global loudspeaker method	
4.3Verification	10 Outdoor measurements using road traffic as a sound source (default procedure)	
5Frequency range	10.1 General	
6General	10.2 Test requirements	
7Indoor sound pressure level measurements	10.3 Element road traffic method	
7.1General	10.4 Global road traffic method	
7.2Default procedure	11 Conversion to octave bands	
7.3Low-frequency procedure (element or global loudspeaker methods)	12 Expression of results	
7.4 Background noise (default and low-frequency procedure)	13 Uncertainty	
8 Reverberation time measurements in the receiving room (default and lowfrequency procedure)	14 Test report	
8.1General	Annex A (normative) Determination of area, S	
8.2Generation of sound field	Annex B (normative) Control of sound transmission through the wall surrounding the test specimen	
8.3Default procedure	Annex C (normative) Requirements for loudspeakers	
8.4Low-frequency procedure	Annex D (informative) Examples of verification of test requirements	
8.5Interrupted noise method	Annex E (informative) Measurements with aircraft and railway traffic noise (default procedure).	31
8.6Integrated impulse response method	Annex F (informative) Forms for recording results	
9 Outdoor measurements using a loudspeaker as a sound source (default and lowfrequency procedure)		

(資料來源：本研究整理)

第二節 ISO 16283 聲學現場量測標準更新之差異

國際標準組織於 2010 年至 2018 年間陸續更新聲學相關量測標準並公告，將原 ISO 140 聲學標準實驗室及現場量測方法分別更新為 ISO 10140 與 ISO 16032 系列。有鑑於內政部建築研究所 107 年參照國際標準組織 ISO 10140 系列之實驗室量測標準完成 5 件「CNS 建築聲學實驗室量測標準」修訂草案之研擬，故本研究進行 ISO 16032 系列之「CNS 建築聲學現場量測標準」修訂草案之研擬，以與 ISO 國際化標準接軌。

目前 ISO 16283 建築構件隔音性能現場量測之標準為 ISO 140 現場量測標準之更新版，ISO 16283-1 (2014) 為空氣音現場量測方法，於 2014 年由取代 ISO 140-4 (1998)；16283-3 (2016) 為外牆構件及外牆空氣音隔音現場量測方法，於 2016 年取代 ISO 140-5 (1998)；ISO 16283-2 (2018) 為樓板衝擊音隔音之現場量測方法，於 2018 年取代 ISO 140-7 (1998)。

此外，原 ISO 140-14 Acoustics - Measurement of sound insulation in buildings and of building elements - Guidelines for special situations in the field 為現場量測附加指引，主要適用範圍為室容積為小於 250 m³之住宅、學校、住宿類等空間，附加要求除原 ISO 140-4 以及 140-7 之現場量測規定。由於 ISO 140 聲學系列取消並整合，因此，ISO 140-14 在空氣音與衝擊音之現場量測規定分別整併於 ISO 16283-1 (2014) 以及 ISO 16283-2 (2018) 標準中。

ISO 16283 聲學現場量測標準除部精密度（參考標準已修改為 ISO 12999-1 不確定度規定）、結果標示以及測試報告無大幅度修改外，其他規定內容皆有進行增修訂。以下則針對 ISO 16283 內容進行說明。

1. 適用範圍規定要求

針對適用範圍，ISO 16283 之適用範圍主要以 10 m³至 250 m³室內空間為主，而 ISO 16283-1 (2014) 與 ISO 140-4 不同之處在於，ISO 16283-1 (2014) 之標準適用

範圍包括擴散或非擴散聲場之空間，或有無家具配置之室內空間，而 ISO 140-4 現場量測標準僅適用於擴散聲場條件下之空氣音隔音量測；ISO 16283-2(2018)與 ISO 140-7 不同之處在於，ISO 16283-2 (2018) 之適用範圍包括樓板與樓梯，並增訂橡膠球於現場量測使用規定。

2. 引用標準規定要求

針對引用標準，ISO 16283 因應近年來 ISO 聲學標準之更新，其更新引用標準，如受音室等價吸音面積修正計算，其迴響時間量測之引用標準由原 ISO 354 更改為 ISO 3382-2；精密資料之測定、驗證及應用之引用標準因 ISO 140-2 已取消，並更改為 ISO 12999-1；ISO 140-4 以及 ISO 140-7 已取消引用 ISO 140-3 空氣音實驗室量測標準；新增 ISO 18233 建築與室內聲學新量測法之應用等，其他相關引用標準如表 5-4 所示。

表 5-4 ISO 140 與 ISO 16283 現場量測標準引用標準之差異

標準類型	ISO 140		ISO 16283	
說明	標號	引用標準	標號	引用標準
迴響時間	4、5、7	354	1、2、3	3382-2
精密資料之測定、驗證及應用	4、5、7	140-2	1、2、3	12999-1
聲學性能預估標準	-	-	3	15712-3
建築與室內聲學新量測法之應用	-	-	1、2、3	18233
空氣音實驗室量測	4、5、7	140-3	-	-
設備設施要求	4、5、7	-	1、2、3	IEC 61183
		IEC 60651/ IEC 60804		61672-1

(資料來源:本研究整理)

3. 用語及定義內容

針對用語及定義，ISO 16283 將原 ISO 140 標準中專有名詞及定義合併於用與定

義章節中，如迴響時間、背景噪音位準、微音器種類、構件種類以及等價吸音面積等名詞，如表 5-5 所示。

在原 ISO 140 現場量測標準中，室內平均聲壓位準（average sound pressure level in a room） L 修訂為室內能量平均聲壓位準（energy-average sound pressure level in a room） L ，因應不同空間類型以及低頻量測需求，新增室內角落聲壓位準（corner sound pressure level in a room） L_{corner} 、室內低頻能量平均聲壓位準（low-frequency energy-average sound pressure level in a room） L_{LF} 。

此外，ISO 16283-1（2014）已取消原 ISO 140-4 空氣音現場量測正規化位準差（normalized level difference） D_n ；ISO 16283-2（2018）則因應橡膠球於現場衝擊音隔音性能量測之應用，新增最大衝擊聲壓位準能量平均（energy-average maximum impact sound pressure level in a room） $L_{i,\text{Fmax}}$ ，以及標準化最大衝擊聲壓位準（standardized maximum impact sound pressure level） $L'_{i,\text{Fmax},V,T}$ ，但取消原 ISO 140-7 衝擊聲壓位準降低量（reduction of impact sound pressure level） $\Delta L'$ ；ISO 16283-3（2016）新增單一事件位準（single event level）、單一事件位準差（single event level difference）、標準化單一事件位準差（standardized single event level difference、正規化單一事件位準（normalized single event level difference）。

表 5-5 ISO 16283 聲學現場量測標準用語名詞彙整表

標號	用語
1、3	能量平均聲壓位準 energy-average sound pressure level in a room
2	衝擊聲壓位準能量平均 energy-average impact sound pressure level in a room
3	測試表面平均外部聲壓位準 average outdoor sound pressure level on the test surface.
	測試立面 2 米平均外部聲壓位準 average outdoor sound pressure level at a distance 2m in front of the façade.
1、3	室內角落聲壓位準 corner sound pressure level in a room.
2	空間角落衝擊聲壓位準 corner impact sound pressure level in a room
1、3	空間低頻能量平均聲壓位準 low-frequency energy-average sound pressure level in a room
2	空間低頻衝擊能量平均聲壓位準 low-frequency energy-average impact sound pressure level in a room
	最大衝擊聲壓位準能量平均 energy-average maximum impact sound pressure level in a room
1、2、3	迴響時間 reverberation time
	背景噪音 background noise level
	固定微音器 fixed microphone
	機械式連續移動微音器 mechanized continuously-moving microphone
	擺動微音器 manually-scanned microphone
	手持式微音器 manually-held microphone
1、2	分隔構件 partition.
	共用構件 common partition
1、3	位準差 level difference.
	標準化位準差 standardized level difference
2	標準化衝擊聲壓位準差 standardized impact sound pressure level
3	正規化位準差 normalized level difference
2	正規化衝擊聲壓位準 normalized impact sound pressure level.
	標準化最大衝擊聲壓位準 standardized maximum impact sound pressure level.
1、3	視隔音指標 apparent sound reduction index
1、2、3	等價吸音面積 equivalent absorption area
3	單一事件位準 single event level
	單一事件位準差 single event level difference
	標準化單一事件位準 standardized single event level difference
	正規化單一事件位準 normalized single event level difference

(資料來源:本研究整理)

4. 設備規定要求

在設備規定部分，ISO 16283 較原 ISO 140-4、5、7 新增校正器及濾波器等設備校正週期表之要求。如表 5-6 所示。

表 5-6 ISO 16283 設備校正週期

ISO 16283 設備校正週期規定				
設備名稱	校正器	聲壓位準計	濾波器	揚聲器
週期	1 年	2 年	2 年	2 年

(資料來源:本研究整理)

5. 頻率範圍規定要求

ISO 16283-1、2、3 以及 ISO 140-4、5、7 在量測頻率範圍，皆使用 1/3 倍頻帶濾波器進行量測，其中心頻率 1/3 倍頻包括 100~3150 之頻率，如有低頻量測需求則增加 50、63、80 Hz 之頻率。此外，ISO 16283-2 (2018) 則因應橡膠球於現場衝擊音隔音性能量測之應用，新增其橡膠球衝擊源之量測頻率範圍，其中心頻率包括中心頻率 1/3 倍頻 50~630 之頻率。

6. 一般規定要求

ISO 16283 在一般規定中，較 ISO 140 現場量測標準更清楚說明現場量測之相關規定，並新增預設程序 (default procedure) 和附加的低頻程序 (low-frequency procedure)，這兩者的應用在於空間室容積之區別。此外，現場量測標準雖然以固定微音器為較佳之量測設定，但 ISO 16283 針對操作人員於量測空間中訂定相關規範，以確保量測結果之有效性。

7. 測試安排測試程序等規定要求

ISO 140-4、5、7 現場量測標準中，第 5 節及第 6 節為測試安排、程序等相關規定，而 ISO 16283 則詳盡針對空氣音及衝擊音聲壓位準量測、迴響時間量測、背景噪音量測分別規定測試安排、程序，並規定預設程序 (default procedure)，和新增附

加的低頻程序 (low-frequency procedure) 之量測方法。其中，預設程序 (default procedure) 為受音室或聲源室大於或相當於 25 m^3 時使用。若受音室或聲源室容積小於 25 m^3 時，須附加進行低頻程序 (low-frequency procedure) 量測，針對空間角落區域進行聲壓位準量測，其中心頻率 1/3 倍頻包括 50 Hz、63 Hz、80 Hz 頻率，並取得每個頻率最高之聲壓位準數值。

但低頻程序 (low-frequency procedure) 之量測在以下條件將有所限制：

- (1) 在衝擊音量測下，若以橡膠球作為衝擊源則不適用低頻程序 (low-frequency procedure)。
- (2) 若以交通噪音量測外牆及外牆構件之空氣音隔音性能，不適用低頻程序 (low-frequency procedure)。

此外，ISO 16283 現場量測標準針對固定微音器、擺動微音器以及機械式連續移動微音器不同微音器類型，與搭配不同聲源（揚聲器、輕量衝擊音、橡膠球、交通噪音等）規定其量測位置設定、次數、方法以及平均聲壓位準之計算等，並對於擺動微音器規定其擺動路徑。由於操作人員可能於空間內進行量測，故要求操作人員使用微音器時對於背景噪音應注意事項。

第六章結論與建議

第一節 結論

壹、本研究彙整分析各國重量衝擊源樓板衝擊音量測相關規定，建立實驗量測標準作業程序，並應用其對應之評估標準，探討不同樓板表面材構造重量衝擊源樓板衝擊音之隔音性能。

本研究彙整比較 ISO、JIS 以及 CNS 等標準對於重量衝擊源之要求、量測相關規定，並針對本研究不同樓板表面材之實驗變因，依據規定之標準作業程序進行實驗室量測以及評估計算，結果顯示，目前 ISO 標準針對重量衝擊源樓板衝擊音之改善係以有各頻率無樓板表面材衝擊聲壓位準之差值表示，尚無單一數值評定計算方法；而 JIS 標準則訂有以 5 dB 為一級距之評估曲線進行等級評定方法，惟此評定法無法具體呈現表面材重量衝擊音各頻率之差異與改善程度。

貳、本研究參照重量衝擊音量測標準作業程序，進行實驗分析量測，掌握重量衝擊源之頻率特性，並完成 11 件不同樓板表面材重量衝擊音之實驗分析，瞭解國內目前常見之乾式與濕式樓板表面材構造重量衝擊音之隔音性能，作為未來設計應用之參考依據。

因重量衝擊音以最大衝擊聲壓位準為主，而輕量衝擊音以量測能量平均聲壓位準，且依標準規定其截取頻率範圍有所差異，故兩者所代表之模擬衝擊音來源不同；本研究不同樓板表面材重量衝擊源樓板衝擊音實驗結果顯示，相較於裸樓板，在設置乾式平鋪或架高木地板表面材構造後，易造成重量衝擊音增加之現象，而不論乾濕式樓板表面材構造，在增設緩衝材後皆可提升部分低頻頻率對於重量衝擊音之隔音，研究成果可作為未來設計應用之參考。

參、本研究因應 ISO 聲學現場量測標準更新趨勢，提出相對應 3 個 CNS 聲學現場量測標準修訂建議草案（參照附錄四至附錄六），作為標檢局後續標準更新之參考。

近年國際標準組織 ISO 針對聲學量測標準進行更新，將原 ISO 140 系列現場量測法整合更新為 ISO 16283 系列，由於我國 CNS 15160 系列聲學標準係參照 ISO 140 制修訂，故本研究進行 ISO 16283 標準之全文翻譯引用，研擬 3 個相對應之 CNS 標準修訂建議草案，包括「聲學-建築構件隔音現場量測法-空氣音隔音」、「聲學-建築構件隔音現場量測法-衝擊音隔音」以及「聲學-建築構件隔音現場量測法-外牆隔音」，作為標檢局未來標準更新之參考依據。

第二節建議

建議一

為提出重量衝擊源樓板衝擊音之因應對策，建議進行建築物重量衝擊源樓板衝擊音隔音設計對策之研究：立即可行建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：無

增設樓板表面材以提升整體樓板隔音性能為常見樓板衝擊音隔音改善策略，惟輕量與重量衝擊源所模擬之衝擊音頻率特性不同，故樓板表面材隔音設計，應同時考量對應兩類衝擊音之改善特性與效益，方能確保隔音性能，故建請賡續辦理建築物重量衝擊源樓板衝擊音隔音設計對策之研究，以確保國內建築音環境品質。

建議二

為因應 ISO 16283 聲學現場量測標準更新之趨勢，建議進行新版 CNS 建築聲學現場量測標準法制化作業：立即可行建議

主辦機關：經濟部標準檢驗局

協辦機關：內政部建築研究所

近年國際標準組織 ISO 針對聲學量測標準進行更新，將原 ISO 140 系列現場量測法整合更新為 ISO 16283 系列，而我國 CNS 15160 建築聲學標準為引用 ISO 相關標準之內容訂定，故可依循更新趨勢及標準內容，建議全文翻譯引用 ISO 16283 系列標準，進行新版建築聲學現場標準制修訂作業，以符合國際標準更新趨勢，並有助於國內相關產業之發展。

附錄一評選審查意見及回應一覽表

委員	審查委員意見	廠商回應
一	1. 相對於樓板衝擊音多年來的研究歷史，對本年度目標可再精準。	1. 有別於過去研究探討之輕量衝擊源，本年度將著重探討重量衝擊源之特性與量測評估方法之建立並進行實測驗證。
二	1. 建議考慮以數理模型分析相關結果或預測。	1. 感謝委員意見，本計畫將以數理模型進行分析探討。
三	1. 本計畫需求說明預期成果及效益 3.「完成 3 個 CNS 建築聲學現場量測標準修訂草案之研擬」，惟服務建議書第 4 頁針對 ISO 聲學現場量測法及規定進行中文翻譯彙整，提出 CNS 修訂草案，與第 11 頁表 3 對應表、第 13 頁圖 3 ISO16283 與 CNS 15160 比較分析。請問 ISO16283-1,-2,-3，分別與現行 CNS 15160-4,-7,-5(2009.8.28) 有何異同，請補充說明。 2. 需求說明計畫緣由及研究計畫內容二、2. 「進行鋼筋混凝土樓板與表面材組構之重量衝擊源衝擊音實驗分析」，另於服務建議書第 4、11、12 頁提及「於鋼筋混凝土樓板之基準樓板上方，進行 8 組以上不同樓板表面材構造重量衝擊原樓板衝擊音實驗分析…」。 請問：「基準樓板」與「8 組以上不同樓板表面材」各為何，請補充說明。	1. ISO16283 與 CNS15160 兩者主要量測方法項目大致相同，但詳細規定略有增刪。 2. 基準樓板採用國內長見之 15 cm RC 樓板基本規格，且符合 CNS 基準樓板之規定；8 組樓板表面材包含濕式表面材平鋪木地板及架高地板 3 類型。

委員	審查委員意見	廠商回應
四	1. 本計畫屬前瞻性研究，目前樓板衝擊音 ISO 標準以輕量衝擊源為主，並未考慮重量衝擊源(如人員走路或小孩跑跳嬉鬧等)的影響，惟我國 CNS 係參照 ISO 標準訂定，請說明 CNS 加入重衝擊源的可能性。 2. 有關 ISO 標準為何未納入重量衝擊源的原因，請補充說明。	1. CNS 15160-11 有重量衝擊源橡膠球之規定，適用於輕質參考基準樓板，未來 CNS 可考慮參考 JIS 採用輪胎適用於重質基準樓板衝擊因測試之可能性。 2. 可能因重量衝擊音對重質樓板之干擾程度較低，故未詳細規定重量衝擊源。

附錄二期中審查意見及回應一覽表

委員	審查委員意見	廠商回應
江教授 哲銘	1. 本研究已完成彙整分析各國重量衝擊源樓板衝擊音量測相關規定，將有利於我國建立重量衝擊源之量測與評估標準。 2. 本研究亦已依進度完成3件不同樓板表面板之衝擊音實驗測試分析，結果亦已獲得良好之效果，值得肯定。 3. 本研究係因國際標準 ISO 聲學現場量測標準更新趨勢，參考 ISO16283 之現場量測標準，將有利於 CNS 聲學量測標準與 ISO 系列標準同步，並已完成 2 個 CNS 聲學標準之修訂草案，值得肯定。	1. 感謝委員肯定。 2. 感謝委員肯定，後續研究期程將陸續完成 11 件不同樓板表面板之衝擊音實驗測試分析。 3. 感謝委員肯定。
段教授 葉芳	1. 研究成果建議可提出不同樓板構造之衝擊音隔音比較，俾供業界參酌應用。	1. 感謝委員建議，本研究已進行多組不同樓板表面材對重量衝擊音影響之探討，掌握其因應對策，供設計應用參考。
邵教授 文政	1. 依預期進度應在 2 個月內完成實驗模組，目前報告書中尚未規劃，儘速安排試驗。 2. 建請依進度召開專家座談會議。 3. 需調整目次及圖表目錄字體與格式。 4. 報告書「聲學-建築構件隔音現場量測法-空氣音隔音」草案之中英文名稱及對照說明方式建請統一。	2. 本研究已完成 11 件實驗模組。 3. 將依據研究進度召開專家諮詢會議。 4. 已修正。 5. 已將原“兩室間空氣音隔音”修正為“空氣音隔音”。

委員	審查委員意見	廠商回應
黃委員 進修	1. 本研究已完成2個聲學標準修訂草案值得肯定，建議應持續參與推動至完成標準方法的制定。 2. 本研究針對衝擊音量測及評估文獻部分敘述完整。 3. 建議持續朝向 TAF 認證實驗室進行認證，未來可以服務相關產業。	1. 感謝委員肯定。 2. 感謝委員肯定。 3. 感謝委員建議。
陳建築 師俊芳	1. 建議可條列式說明架高地板降低重量衝擊音最適合的高度，以及其他常見降低衝擊音之工法。 2. 建議評估將常見之室內裝修樓地板改良工法，如金屬高架地板、浴廁輕質墊高地板，其重量衝擊音降低之效果或不良影響之分析，納入後續研究探討。	1. 本年度研究主要工作為依據 ISO 相關規範建立重量衝擊源樓板衝擊音量測分析與評估方法，後續研究可進行多組不同樓板表面材對重量衝擊音影響之探討，掌握其因應對策，供設計應用參考。 2. 感謝委員建議。
內政部 營建署 (劉技正 奇岳)	1. 建議可提出不同重量衝擊音隔音之施工方法，包括何種構造或材料，可達到對應隔音等級，若能以表格等方式呈現，對將來法規的落實更有幫助。	1. 本研究以國內常見之樓板表面材構造以探討重量衝擊音之隔音，其構造除符合輕量衝擊音外亦可有效阻隔重量衝擊音，而重量衝擊音非常態性之衝擊音噪音，建議可透過相關隔音設計對策作為業界參考，不納入強制性法規管理。

委員	審查委員意見	廠商回應
財團法人台灣建築中心(許育晏)	1. 本案研究內容務實豐富，且提出國家標準草案對業界或民眾貢獻良多，值得肯定。 2. 報告書第 16 頁倒數第二段中：重量衝擊源依量測標準規定橡膠球衝擊聲源應產生如表所示之各倍頻帶衝擊力暴露位準…，建議加上表 3-1 文字。 3. 期中報告書第頁標題及表 4-5 之平「鋪」與圖 4-6 及圖 4-7 之平「鋪」用字不同，建議予以統一。	1. 感謝委員肯定。 2. 已修正。 3. 已修正。
建築研究所(呂文弘)	1. 本所將緊密掌控試體製作之招標期程，俾利本案研究之執行。 2. 本研究將提出 3 個現場重量衝擊源標準草案，後續並有測試驗證，建議考量討論現場測試等級與實驗室量測之差異性。	1. 感謝委員建議。 2. 依據過去研究成果，建築構件隔音性能現場量測易受到空間室容積、室形、裝修材吸音、背景噪音等因素影響，造成與實驗室量測結果差異性。
建築研究所(王安強)	1. 本案樓板衝擊音試體採購落後部分，請加緊趕辦完成。	1. 後續研究期程配合所內實驗耗材採購程序，於計畫執行期間內完成重量衝擊源樓板衝擊音相關實驗分析。

附錄三期末審查意見及回應一覽表

委員	審查委員意見	廠商回應
江教授 哲銘	1. 本研究已順利完成共 3 項預期成果。 2. 本研究所提 2 項建議皆屬可行，其中為提供實質重量衝擊源之樓板衝擊音，進行對應之隔音設計對策之研究，屬立即可行；另 ISO 16283 聲學現場測量標準更新，本研究提出進行新版 CNS 建築聲學現場量測法制化作業，亦屬立即必要及可行性。	1. 感謝委員肯定。 2. 感謝委員建議。
李教授 孟杰	1. 本計畫旨在探討重量衝擊源之特性與量測評估方法之建立，已彙整分析各國重量衝擊源樓板衝擊音量測相關規定，並完成國內常見之 11 件不同樓板表面材重量衝擊音之實驗分析，值得肯定。 2. 針對新版 CNS 聲學現場量測標準法制化作業之建議，其可行性高且效符合國際趨勢。	1. 感謝委員肯定。 2. 感謝委員肯定。
段教授 葉芳	1. 本案成果符合期初，中之各項規劃。 2. 環境中溫度、濕度、音、光等控制對人的舒適性至為重要，給予本研究鼓勵。 3. 後續研究是否考量衝擊音時間長短對人舒適性關係，請納入評估考量。	1. 感謝委員肯定。 2. 感謝委員肯定。 3. 感謝委員建議。

委員	審查委員意見	廠商回應
陳建築師俊芳	1. 試體的斷面角材下方增設緩衝材，是否已考慮固定件之影響(音橋)? 建議後續納入討論，另本研究能否提供至少一個高架地板含緩衝材大樣圖，以利成果參考。 2. 建議補充說明乾式平鋪式或架高地板不利於重量衝擊音之原因。	1. 感謝委員建議，後續研究可探討固定件對樓板衝擊音隔音之影響；已於第三章表 3-4 補充各變因構造之參考圖例。 2. 因架高地板空腔引起低頻能量放大導致重量衝擊音增加之現象。
陳委員伯勳	1. 本研究期末報告書中資料豐富，已完成研擬 CNS 聲學相關標準修訂建議草案 3 種，後續建議建研所可循序提送標檢局進行上開標準之修訂，以期儘速與國際接軌。 2. 本研究第 2 項預期成果係完成重量衝擊源樓板衝擊音之實驗分析及量測標準作業程序建立，似與報告書第 4 章內容不盡相同，建議加強說明或補充相關量測標準作業程序建立之部分。 3. 另建議報告書補充英文摘要。	1. 本研究完成之 CNS 現場量測標準草案將提供標檢局並協助後續法制化作業。 2. 本研究報告書第三章為參照 ISO 以及 JIS 等聲學標準相關規定，建立重量衝擊源樓板衝擊音標準作業程序，並作為研究實驗流程之依據。 3. 感謝委員建議，將於資料收集分析報告補充。
黃委員進修	1. 本計畫已完成 3 件國家標準草案，後續建議持續追蹤審查進度，有國家標準，檢測才有依據，研究成果值得肯定。 2. 建築性能實驗中心為設備齊全及專業研究人員優良的實驗室，本研究完成的國家標準草案，建議應作為建研所實驗室未來參考。	1. 感謝委員肯定。 2. 感謝委員建議。

委員	審查委員意見	廠商回應
台灣省 建築材 料商業 同業公 會聯合 會(王建 築師榮 吉)	1. 符合預期成果。 2. 樓板衝擊音的實驗分析及量測標準作業程序建材，建議未來能邀請日本、新加坡等學術專業機構作為學術技術交流。	1. 感謝委員肯定。 2. 感謝委員建議。
中華民 國全國 建築師 公會(江 建築師 星仁)	1. 報告書中附錄四，附錄六並非衝擊音，請刪除。 2. 報告書第 13 頁表 2-6 非最新版，請確認。 3. 報告書第 17 頁實驗室的尺寸？高度及長寬？建議加上平面圖及試體材料註明。 4. 輕量衝擊音，此研究交代不清楚，請於成果報告中補充。 5. 請考量樓頂游泳池之自由式打水是否產生衝擊音而影響樓下住戶。	1. 附錄四、五、六之建築聲學現場隔音性能量測標準為本年度之主要研究內容。 2. 已修正。 3. 已補充。 4. 本案以探討樓板表面材之重量衝擊源樓板衝擊音為主。 5. 游泳池打水聲非屬一般常態性之衝擊音來源，未來可建議研究探討。
本所人 員(呂文 弘)	1. 考量重量衝擊音試驗法在 JIS 宣告以 5 分貝為間距有所不同，而導致試體結果與其他國家相關標準之差異，請在成果報告中補充說明。 2. 衝擊音在期末報告書僅有數據顯示，請在報告書的附錄上標示試體的斷面圖，以利後續應用及研究參考。	1. 已於結論第一點補充說明 JIS 評定結果與參照 ISO 標準計算結果之數值差異。 2. 已於第三章表 3-4 補充各樓板表面材變因之斷面圖。

附錄四 108 年度內政部建築研究所協同研究計畫「建築物重量衝擊
源樓板衝擊音量測及評估方法之研究」專家諮詢座談會

108 年度內政部建築研究所協同研究計畫
「建築物重量衝擊源樓板衝擊音量測及評估方法之研究」
專家諮詢座談會 開會通知單

受文者：內政部建築研究所

發文日期：中華民國 108 年 9 月 27 日

發文字號：無

速別：普通

附件：會議議程、標準草案三份

開會事由：「建築物重量衝擊源樓板衝擊音量測及評估方法之研究」專家諮詢座談會

開會時間：108 年 10 月 7 日（星期一）下午 2 時

開會地點：內政部建築研究所 討論室（一）

（23143 新北市新店區北新路三段 200 號 13 樓）

主持人：林教授芳銘

聯絡人及電話：方裕鈞（08）7703202 分機 8367

出席者：內政部建築研究所、經濟部標準檢驗局、國立臺灣大學工程科學及海洋工程學系王教授昭男、國立雲林科技大學創意生活設計系鍾教授松晉、國立台北科技大學建築系邵教授文政、黃教授士賓、星河噪音防治有限公司潘總經理人誠、SGS 台灣檢驗科技股份有限公司丁經理芳明、聯韻聲學環保顧問(股)公司張經理奕瑞

列席者：方裕鈞兼任研究員

108 年度內政部建築研究所協同研究計畫
「建築物重量衝擊源樓板衝擊音量測及
評估方法之研究」

專家諮詢座談會簽到單

一、時間：108 年 10 月 7 日（星期一）下午 2 時

二、地點：內政部建築研究所 討論室（一）

（新北市新店區北新路三段 200 號 13 樓）

三、出席人員：

王昭男	邵文政
黃士遠	張嘉祥
潘人誠	侯劭
	何承志

委員	審查委員意見
內政部建築研究所 羅組長時麒	1. ISO 10140 以及 ISO 16283 將送標檢局進行後續標準制修訂作業，但仍須補充 ISO 12999-1 之標準。 2. 明年可提送 ISO 717-1 以及 717-2 之標準草案，供標檢局執行增修訂作業。 3. 108 年 8 月 19 日營建署已頒布取得空氣音隔音綠建材者不須送建築新技術、新工法、新設備及新材料性能檢驗。 4. 後續可協助指引建築師或相關業界人士了解 ISO 10140 系列之標準應用範圍。
經濟部標準檢驗局 何承憲	1. 目前 ISO 10140 標準草案已成立專案進行法制化作業。 2. ISO 與 CNS 標號之對應需進一步討論。 3. 未來 9 個標準需於一年內完成有待努力執行。
國立臺灣大學 工程科學及海洋工程學系 王教授昭男	1. 評定標準仍列 ISO 717-1 與 ISO 717-2，若 CNS 有相對應之法規請將其更換為 CNS 之評定標準。 2. 依據 ISO 法規翻譯，尚有許多語意不明之段落，請確實檢查調整。 3. 空氣音隔音初稿部分，第 11 頁 $D_{nT,j}$ 與 $R_{n,j}$ 之解釋有誤，請更正；第 19 頁小數位四捨五入之表示應明確說明。 4. ISO 12999-1 的中文翻譯有誤，請更正。空氣音隔音、衝擊音隔音、外牆隔音草案皆有相同問題請更正。 5. 衝擊音隔音與外牆隔音草案，有關機械式連續移動微音器測量中。用語沿 270 度至 360 度之圓形路徑量測，語意不明請調整。 6. 外牆隔音草案第 26 頁圖中之符號與文字敘述之符號應一致。

委員	審查委員意見
國立台北科技大學建築系邵教授文政	1. 計畫目前已完成建築構件隔音現場量測法之空氣音隔音、衝擊音隔音、外牆隔音之 CNS 標準修訂建議草案，可如期送標準檢驗局申請制定國家標準之建議案。 2. 標準標號部分，建請與標檢局協調，若能與 ISO 對照相同編號，更能符合國際化精神，並可優先處理。 3. 可能會有原 CNS 與目前草案之用語一致性問題，可併同 9 個 ISO 標準一致化處理。 4. 推出公告時是否依目前國內現況，了解可執行之實驗室數，或學術界可依量測法落實之單位。 5. 設備校正週期部分，有關輕量衝擊源以及橡膠球校正週期，目前標準內容以次為單位，是否可修正為以時間作為基本單位，如每兩年一次等，請再研議。 6. 量測標準規定適用範圍以 10 m²~250 m²為主，是否適用於大型空間如體育場、健身房、KTV 等須考量隔音之空間。
黃教授士賓	1. 空氣音隔音草案-ISO717-1 是否改為 CNS 8465-1；引用標準中是否原用 ISO 相關標準用語，請再確認，如室內聲壓位準能量平均、視隔音指標等；P27 受音室容積重複請確認；P29 installation shafts 建議翻成中文。 2. 衝擊音隔音草案-P37 D.1 大於 25 m²請在確認；P28、29 圖編號有文字錯誤。 3. 外牆隔音草案-P13 附件 D 之案例是附錄 D 嗎?請確認。
星河噪音防治有限公司 潘總經理人誠	1. 磁磚濕式施工工法建議需要加拉筋，例如點焊鋼筋或鋼絲網。 2. 試驗標準表格的圖形建議長寬高比例應該一致。 3. 針對標準之更新如何去推廣以及說明會?其對應應為業界廠商。 4. 室容積於 10 m²~250 m²，若更大的場域該如何量測?

委員	審查委員意見
SGS 台灣檢驗 科技股份有限公司 丁經理芳明	1. 目前 CNS 15160 系列對應 ISO 140 與 16283，於方法使用上較不便於使用者比對，建議此次改版直接對應 ISO 10140 與 16283 以方便使用者查閱。 2. 目前針對緩衝材，除了測試方法外亦已建立相關評定基準，惟爾後因應 ISO 16283 之建立，建議能進一步研究適用於國內之評定基準，作為法規訂定之參考。
聯韻聲學環保 顧問(股)公司 張經理奕瑞	1. 內政部建築研究所致力於 CNS 規範與 ISO 同步化之作為，讓業界於工程驗收測試能有所參考依據，此點助益良多。 2. 規範中若 CNS 規範已有相對應至 IEC 部分，建議可加入 CNS 標示，例如：ISO 717-1 已對應 CNS 8465-1、IEC 61672-1 已對應 CNS 7129、IEC 60942 已對應 CNS 13331 等。 3. CNS 對應 ISO 16283-1 規範之第 3.10 節與第 3.11 節兩者之間定義差異，建議可增列備考說明，提供更明確指引。另第 4.3 節中關於校正週期建議統一採用 2 年。 4. CNS 對應 ISO 16283-2 規範之第 12 節，D_{nT} 與 R' 標示有誤，應修正為「樓板衝擊音隔音性能，標準化衝擊聲壓位準 L'_{nT} 或正規化衝擊聲壓位準 L'_n」。 5. 關於 ISO 16283 系列相對於本次 CNS 新規範，建議可納入後續相關研究計畫項目，特別是低頻程序量測上與過往 CNS 15160 系列有明顯差異與要求，以提供量測實務應用層面上之參考基礎。
協同主持人 林教授芳銘	1. 感謝委員提供之建議，標準內容勘誤部分會參照委員意見修正。 2. ISO 16283 訂定之條文屬通用性之規定，可依照實際狀況修正，但須紀錄於結果標示或測試報告中。 3. 有關標準內容所提及之適用範圍介於 $10\text{ m}^2 \sim 250\text{ m}^2$ 規定，後續研究可持續探討其室內容積對量測結果之差異性比較。

建築物重量衝擊源樓板衝擊音量測及評估方法之研究



附錄五 ISO 16283-1「聲學-建築物及建築構件之隔音量測法-空氣
音隔音之現場量測方法」(草案)

中華民國國家標準

C N S

聲學-建築構件隔音現場量測法- 空氣音隔音 (草案)

Acoustics -- Field measurement of sound insulation
in buildings and of building elements -- Part 1:
Airborne sound insulation

(對應之國際標準 ISO 16283-1)

中華民國 年 月 日制定公布

Date of Promulgation: - -

本標準非經經濟部標準檢驗局同意不得翻印

目錄

1.	適用範圍	69
2.	引用標準	69
3.	用語及定義	69
4.	設備	72
5.	頻率範圍	73
6.	一般規定	73
7.	聲壓位準預設程序 (default procedure)	75
8.	低頻程序 (low-frequency procedure) 聲壓位準量測	81
9.	背景噪音 (預設程序 (default procedure) 和低頻程序 (low-frequency procedure))	84
10.	受音室迴響時間 (預設程序 (default procedure) 和低頻程 序 (low-frequency procedure))	85
11.	倍頻帶轉換	86
12.	結果標示	87
13.	不確定度	87
14.	測試報告	87
	附錄 A (規定) 揚聲器設備	89
	附錄 B (參考) 結果標示表格	91
	附錄 C (參考) 附加指引	95
	附錄 D (參考) 平面量測-揚聲器和微音器適當的位置	101
	附錄 E (參考) 垂直量測-揚聲器和微音器適當的位置	109

1. 適用範圍

本標準規定於擴散聲場條件下，以聲壓法量測兩室間空氣音隔音。適用範圍包括容積 10 m³至 250 m³之空間，量測頻率範圍從 50 Hz 至 5000 Hz。量測結果可量化比較評估擴散聲場或非擴散聲場，或有無家具配置的空間空氣音隔音，本方法提供各頻率空氣音隔音之數值，亦得依 CNS 8465-1 將其轉換成單一數值參量以標示其聲學特性。

2. 引用標準

本標準引用以下標準之全部或部分內容，對應之內容須參照引用。若有標示日期之標準，僅可參照引用，若無則依最新版本（包括修訂版）為主。

CNS 8465-1 聲學－建築物及建築構件之隔音量評定－空氣音隔音

ISO 3382-2 Acoustics -- Measurement of room acoustic parameters -- Part 2: Reverberation time in ordinary rooms（聲學-室內聲學參數量測-一般室內迴響時間）

ISO 12999-1 Acoustics -- Determination and application of measurement uncertainties in building acoustics -- Part 1: Sound insulation（聲學－建築聲學測量不確定度決定與應用-第 1 部：隔音）

ISO 18233 Acoustics -- Application of new measurement methods in building and room acoustics（聲學－建築與室內聲學新量測法之應用）

IEC 60942 Electroacoustics - Sound calibrators（電聲學－音壓校正器）

IEC 61183 Electroacoustics - Random-incidence and diffuse-field calibration of sound level meters（電聲學－聲音位準計隨機入射和擴散聲場校正）

IEC 61260 Electroacoustic－Octave-band and fractional-octave-band filters（電聲學－倍頻及分數倍頻帶濾波器）

IEC 61672-1 Electroacoustics - Sound level meters - Part 1: Specifications（電聲學－聲音位準計－第 1 部：規格）

3. 用語及定義

3.1 室內能量平均聲壓位準（energy-average sound pressure level in a room）

L

空間及時間之平均聲壓平方對基準聲壓平方之比值，取常用對數再乘以 10，空間之平均係取全室，但不含受到聲源直接輻射或邊界附近聲場(例如牆等)顯著影響之處。

數值標示為 L ，以 dB 為單位。

3.2 室內角落聲壓位準 (corner sound pressure level in a room)

$$L_{\text{corner}}$$

空間及時間之平均聲壓平方對基準聲壓平方之比值，取常用對數再乘以 10，空間最高時間平均聲壓係由空間角落所獲得。低頻量測範圍包含 1/3 倍頻帶之 50 Hz、63 Hz、80 Hz。

數值標示為 L_{corner} ，以 dB 為單位。

3.3 室內低頻能量平均聲壓位準 (low-frequency energy-average sound pressure level in a room)

低頻量測範圍包含 1/3 倍頻帶之 50 Hz、63 Hz、80 Hz，為空間及時間之平均聲壓平方對基準聲壓平方之比值，取對數再乘以 10，空間之加權平均係取自於空間角落最高聲壓位準以及空間中央區域。但不含受到聲源直接輻射或邊界附近聲場(例如牆等)顯著影響之處。

數值標示為 L_{LF} ，以 dB 為單位。

L_{LF} 為評估全室空間之聲壓位準能量平均。

3.4 迴響時間 (reverberation time)

當聲源停止發生後，室內聲壓位準降低 60 dB 所需之時間。

數值標示為 T ，以秒為單位。

3.5 背景噪音位準 (background noise level)

除聲源室揚聲器，須對受音室背景噪音位準進行量測。

3.6 固定式微音器 (fixed microphone)

於空間中使用三腳架固定式微音器。

3.7 機械式連續移動微音器 (mechanized continuously-moving microphone)

在圓形路徑中以相同速度移動，或是在固定測試週期內，沿著介於 270 度至 360 度之圓形路徑量測。

3.8 擺動微音器 (manually-scanned microphone)

微音器與手持式聲音位準計，或延長桿由操作人員沿規定路徑移動。

3.9 手持式微音器 (manually-held microphone)

微音器連接到聲音位準計或由操作人員手持固定位置的延長桿，距離操作人員的身體至少一個手臂的距離。

3.10 分隔構件 (partition)

聲源室和受音室之間的分隔隔牆的總表面。

對於垂直或水平交錯的兩室隔牆，從隔牆的兩側看不到分隔隔牆的整個表面，因此須分別定義總表面。

3.11 共用構件 (common partition)

為聲源室和受音室之兩室共用隔牆。

3.12 位準差 (level difference)

D

兩室間依空間及時間平均聲壓位準之差值，其中一室有單聲源或多聲源。

數值標示為 D ，以 dB 為單位。

$$D = L_1 - L_2 \dots\dots\dots (1)$$

式中， L_1 ：聲源室容積大於或相當於 25 m³之聲壓位準能量平均，當聲源室容積小於 25 m³時，低頻平均聲壓位準包括 50 Hz、63 Hz、80 Hz。

L_2 ：受音室容積大於或相當於 25 m³之聲壓位準能量平均，當受音室容積小於 25 m³時，低頻平均聲壓位準包括 50 Hz、63 Hz、80 Hz。

3.13 標準化位準差 (standard level difference)

D_{nT}

經受音室迴響時間修正位準之差值。

數值標示為 D_{nT} ，以 dB 為單位。

$$D_{nT} = D + 10 \log \frac{T}{T_0} \dots\dots\dots (2)$$

式中， T ：受音室迴響時間，以秒為單位。

T_0 ：參考基準迴響時間，住宅 $T_0=0.5$ 秒。

備考：位準差之標準化取迴響時間 0.5 秒，係考量有家具之住宅，其室內迴響時間與容積、頻率無關，約等於 0.5 秒。依此標準化方法，若兩室之容積不同，則 D_{nT} 與聲音之傳播方向有關。當由較小的空間到較大的受音室進行測試時， D_{nT} 會出現較高的情況。因此，一般符合最低要求的空氣音隔音基準，通常要求較小的房間用作受音室，以便獲得最低的 D_{nT} 。

3.14 視隔音指標 (apparent sound reduction index)

係考量試體除了透過聲功率 W_2 之外，由側向構件或其他組件傳播之聲功率 W_3 亦極為明顯時，視隔音指標為入射於試體聲功率 W_1 對傳入受音室聲功率總和之比值，取常用對數再乘以 10。

數值標示為 R' ，以 dB 為單位。

$$R' = 10 \log \frac{W_1}{W_2 + W_3} \dots \dots \dots (3)$$

視隔音指標計算如公式：

$$R' = D + 10 \log \frac{S}{A} \dots \dots \dots (4)$$

式中， S ：試體之面積，以 m^2 為單位。

A ：受音室之等價吸音面積，以 m^2 為單位。

備考：一般而言，傳入受音室之聲功率包括經數種構件傳入之總和（牆、樓板、天花板）。

現場量測值 R' 可與實驗室量測值 R 進行比較。相較之下 D_{nT} 與視隔音指標 R 相關性較低。

低頻程序 (low-frequency procedure) 視隔音指標 R' 在 50 Hz、63 Hz、80 Hz 之聲功率不得依公式 (3) 計算。

3.15 等價吸音面積 (equivalent absorption area)

A

等價吸音面積係參照沙賓 (Sabine's) 式來計算：

數值標示為 A ，以 m^2 為單位。

$$A = \frac{0.16V}{T} \dots \dots \dots (5)$$

式中， V ：為受音室之容積，以 m^3 為單位。

T ：為受音室之迴響時間，以秒為單位。

4. 設備

4.1 一般規定

聲壓位準量測設備，包括微音器，以及線材、防風球罩、紀錄設備等配件須符合 IEC 61672-1 所定義 0 級或 1 級之規定。

濾波器須符合 IEC 61260 定義 0 型或 1 型之規定。

迴響時間量測設備須符合 ISO 3382-2 之相關規定。

4.2 校正

若欲獲得聲壓位準之準確度，除非設備製造廠商另有聲明，包括微音器在內完整量測系統須於每次測試前及測試後，以 IEC 60942 所定義 0 級或 1 級之聲壓校正器進行單一或多數頻率調整聲壓位準絕對值。每次聲壓校正器校正時須註記現場運行，連續兩次的讀取之差不得大於 0.5 dB，如測試前以及完成後校正數值差異超過 0.5 dB，其先前校正後所獲得之數值將不得採用。

4.3 確認

聲壓位準量測設備，濾波器和音壓校正器須符合相關要求，應通過有效的合格證書進行驗證。如果適用，微音器隨機入射響應須通過 IEC 61183 的驗證。所有符合性測試須由獲得認可的實驗室或經國家授權的實驗室進行，以執行相關的測試和校準，並確保計量可追溯至適當的量測標準。

除國家標準另有規定，建議在 1 年內的時間間隔進行聲壓位準計校正。儀器系統須符合 IEC 61672-1 的要求，建議在 2 年內的時間間隔內進行校正，IEC 61260 要求之濾波器組建議在 2 年內的時間間隔內進行校正。

5. 頻率範圍

聲壓位準須使用 1/3 倍頻帶濾波器進行量測，至少包含如下之中心頻率，以 Hz 為單位：

100 125 160 200 250 315 400 500 630
800 1000 1250 1600 2000 2500 3150

若需低頻範圍之附加資訊，則使用具有以下中心頻率之 1/3 倍頻帶濾波器，以 Hz 為單位：

50 63 80

為得到附加資訊並獲得能與依 CNS 15160-3 規定實驗室量測結果相比較之結果，建議擴大量測頻率範圍，使用具有下列中心頻率的 1/3 倍頻帶濾波器，以 Hz 為單位：

4000 5000

在低頻帶或高頻帶進行附加量測為選擇項目。

6. 一般規定

空氣音隔音量測須符合 ISO 16283 之要求。一室為聲源室另一室為受音室，聲源室包

括揚聲器設備，而聲壓位準量測在兩室同時進行。受音室須量測迴響時間，以及背景噪音位準量測應確保在不受聲源室揚聲器之影響下進行。

預設程序（default procedure）和附加的低頻程序（low-frequency procedure）之迴響時間與背景噪音須使用聲壓位準量測。

對於聲壓位準和背景噪音量測，以及預設程序（default procedure），所有頻率量測是使用固定式微音器，或手持式微音器陣列固定式微音器、機械式連續移動微音器，由一個位置移動到另一個位置。量測時，測點須遠離空間之邊界，或於空間的中心區域進行。不同聲壓位準之量測方法，須考量聲源室和受音室條件，以利操作人員應用最合適的方法。聲源室主要考量操作人員之聽力保護。對於受音室，其目的降低背景噪音影響，操作人員須判斷出現在空間中間歇性的背景噪音，或空間外背景噪音之干擾。

受音室或聲源室容積小於 25 m³時，聲壓位準、背景噪音，以及低頻程序（low-frequency procedure），須包括中心頻率 1/3 倍頻之 50 Hz、63 Hz、80 Hz 頻率。除了預設程序（default procedure）使用固定式微音器或手持式微音器量測外，還須額外進行受音室或聲源室角落聲壓位準量測。

備考：對於在小空間低頻程序（low-frequency procedure），由於聲壓位準之聲場模態易變動，其角落之量測可改善重複性、再現性以及空間關聯性。

為避免聽力損傷，操作人員在聲源室量測聲壓位準，以及量測受音室迴響時間時須佩戴聽力保護裝置。當於受音室中量測之聲壓位準不會引起聽力損傷時，建議取消任何聽力保護裝置，以便操作人員了解使量測無效的短暫外部噪音，或降低操作人員自行產生之干擾噪音。

受音室或聲源室容積小於 25 m³時，迴響時間之低頻程序（low-frequency procedure），須包括中心頻率 1/3 倍頻之 50 Hz、63 Hz、80 Hz 頻率。

對於訊號程序方法須參照 ISO 18233 之相關規定，量測須使用固定式微音器，不得使用機械式連續移動微音器、擺動微音器以及手持式微音器。

典型的空間（有家具或無家具）的聲場很少涵蓋頻率 50 Hz 至 5000 Hz 內的擴散聲場。預設程序（default procedure）和低頻程序（low-frequency procedure）允許在不確定聲場為擴散或非擴散之情況下進行量測。因此，不得為了測試目的而修改聲場，如在一個或兩者空間（有家具或無家具之條件下）臨時設置其他家具或擴散器。

備考：如法規要求或測試構件結果須與實驗室量測值進行比較，應量測額外的擴散聲場，通常使用 3 件擴散器，擴散器面積至少 1.0 m²。

預設程序（default procedure）和低頻程序（low-frequency procedure）的量測採相同方法進行。如有爭議，聲源室/受音室內在沒有操作人員，空氣音隔音所使用量測方法，應作為參考結果。

備考：參考結果有兩個情況，第一種為操作人員在受音室進行量測時，操作人員將吸收額外的聲能量，改變在兩個房間中量測的聲場，在許多情況下可以忽略不計。第二種為操作人員使用擺動微音器易產生之背景噪音，而固定式微音器或機械式連續移動微音器不會發生此類噪音。

7. 聲壓位準預設程序（default procedure）

7.1 一般規定

聲壓位準量測須於受音室及聲源室中央區域獲得能量平均，受音室背景噪音位準量測，須確保不受揚聲器之影響下進行。

每一測試聲源室須同時使用至少 2 個揚聲器位置，或使用單一聲源至少須在 2 個位置使用。

聲源功率須參照第 9 節之規定，受音室內之聲壓位準明顯比任何頻帶背景值高。

其他量測程序附加指引參照附錄 C、D、E。

7.2 聲場產生

7.2.1 一般規定

若聲源包括一個以上同時操作之揚聲器，該揚聲器須參照附錄 A 之規定，為同步驅動或以其他方法確保輻射均勻且為等方向性。同時使用多聲源屬可行之方式，條件係為該多聲源須為同一類型且由相似但互不相關之訊號在同一聲壓位準發出。

在聲源室內產生之聲音，於應量測之頻率範圍內，須保持穩定且具連續頻譜。若使用濾波器，其帶寬須至少為 1/3 倍頻帶。

聲源室在同一倍頻帶內之個別 1/3 倍頻帶間，其聲功率位準差在 100 Hz 以上之倍頻帶不得大於 8 dB。在寬頻帶噪音源無法實現的情況下，1/3 倍頻的量測須使用頻帶限制噪音（band-limited noise）。

若使用寬頻帶噪音，得調整頻譜，以確保受音室內高頻適當之訊噪比（建議使用白色噪音（white noise）或粉紅噪音（pink noise））。

備考：圖形均衡器可確保聲源信號在進行調整下是否符合 8 dB 之要求。如果在低頻不符合 8 dB 之要求，則可改變揚聲器位置以及均衡聲源信號來符合要求。

7.2.2 揚聲器位置

室邊界與聲源中心間之距離至少 0.5 m，或與分間牆邊界至少 1.0 m。

不同揚聲器位置不應位於與房間邊界平行之同一平面內，不同揚聲器位置間之距離應至少 0.7 m，至少應有兩處位置距離至少 1.4 m。

當使用揚聲器量測樓板空氣音隔音時，揚聲器須設置上層樓板表面上至少 1.0 m 以上。

揚聲器位置不應與聲源室之軸或中心平面保持對稱(在平行室邊界之情況)。不同平面須至少保持 0.1 m 之間隔。

7.3 固定式微音器位置 (Fixed microphone positions)

7.3.1 一般規定

在空間內無操作人員之情況下，可採用三腳架固定式微音器。當操作人員於空間中設定三腳架位置，或採手持式微音器進行量測時，操作人員身體須與微音器保持至少一個手臂長度之距離，平均時間須符合第 7.7.1 節之規定。

7.3.2 量測次數

- (a) 當同時使用一個以上或連續移動之揚聲器，每個實驗室至少須使用 5 個微音器位置，並均勻分布於實驗室最大之允許空間內，微音器位置在相同平面上不得重複設置。
- (b) 當使用單一揚聲器時，每個實驗室至少須使用 5 個微音器位置對應每個揚聲器位置，微音器位置應均勻分布於實驗室最大之允許空間內，微音器位置在相同平面上不得重複設置，須採隨機之排列。

7.3.3 同時使用多組揚聲器

於聲源室及受音室同時量測聲壓位準，參照第 7.8 節計算聲源室及受音室聲壓位準能量平均（背景噪音修正參照第 9.2 節），標準化聲壓位準差依公式（1）以及公式（2）計算，或依公式（1）以及公式（4）計算視隔音指標。

7.3.4 在多個位置使用單一揚聲器

於聲源室及受音室同時量測第一位置之揚聲器聲壓位準，參照第 7.8 節計算聲源室及受音室聲壓位準能量平均（背景噪音修正參照第 9.2 節），標準化聲壓位準差依公式（1）以及公式（2）計算，或依公式（1）以及公式（4）計算視隔音指標。揚聲器更換位置前須完成聲源室及受音室之量測。更換揚聲器位置並重複上述程序。由公式（6）求得標準化聲壓位準差，或依公式（7）計算視隔音指標。

$$D_{nT} = -10 \log \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m 10^{-D_{nT,j}/10} \dots\dots\dots (6)$$

$$R' = -10 \log \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m 10^{-R_j/10} \dots\dots\dots (7)$$

式中， m 為揚聲器位置數。

$D_{nT,j}$ 為第 j 個揚聲器位置激發測得之標準化衝擊聲壓位準差。

R_j 為第 j 個揚聲器位置激發測得之視隔音指標。

7.4 機械式連續移動微音器 (Mechanized continuously-moving microphone)

7.4.1 一般規定

微音器須機械式在圓形路徑中以相同速度移動，在固定測試週期內，沿著 270 度至 360 度之圓形路徑量測。當使用移動式微音器時，其掃過之半徑應至少為 0.7 m。為涵蓋大部分可供量測之室內空間，橫向移動之平面須傾斜，且不位於室內任一表面（牆、樓板、天花板）10°內之平面。

橫向移動持續時間至少 15 秒。橫向平均時間須符合第 7.7.2 節之相關規定。

7.4.2 量測次數

- (a) 當同時使用一個以上或連續移動之揚聲器，至少一組量測使用連續移動之微音器，每個揚聲器位置須相應連續移動微音器之不同位置。每個位置都應該進行相同數量的量測。
- (b) 當使用單一揚聲器時，至少一組量測使用連續移動之微音器，每個揚聲器位置須相應連續移動微音器之不同位置。每個位置都應該進行相同數量的量測。

7.4.3 同時使用多組揚聲器

於聲源室及受音室同時量測聲壓位準，參照第 7.8 節計算聲源室及受音室聲壓位準能量平均（背景噪音修正參照第 9.2 節），標準化聲壓位準差依公式（1）以及公式（2）計算，或依公式（1）以及公式（4）計算視隔音指標。

7.4.4 在多個位置使用單一揚聲器

於聲源室及受音室同時量測第一位置之揚聲器聲壓位準，參照第 7.8 節計算聲源室及受音室聲壓位準能量平均（背景噪音修正參照第 9.2 節），標準化聲壓位準差依公式（1）以及公式（2）計算，或依公式（1）以及公式（4）計算視隔音指標。揚聲器更換位置前須完成聲源室及受音室之量測。更換揚聲器位置並重複上述程序。由公式（6）求得標準化聲壓位準差，或依公式（7）計算視隔音指標。

7.5 擺動微音器 (Manually-scanned microphone)

7.5.1 一般規定

擺動微音器路徑須為圓形，螺旋形，圓柱形路徑或三個半圓弧形，如圖 1 所示。圓形、螺旋形或圓柱形路徑應用於無家具或有家具的空間。如空間內沒有足夠的空間供操作

人員應用這些路徑方法，則須使用由三個半圓弧形組成之路徑。須重複每個完整路徑以符合第 7.7.3 節中平均時間之要求。

備考：擺動微音器路徑的類型在聲源源和受音室中是可以不同的。

7.5.2 圓形

圓形路徑如圖 1 所示。操作者須以伸展的手柄固定式微音器或聲音位準計 (sound level meter)，並旋轉身體 270 度至 360 度。為涵蓋大部分可供量測之室內空間，橫向移動之平面須傾斜，且不位於室內任一表面（牆、樓板、天花板）10°內之平面。如果允許，可彎曲膝蓋以減小微音器之整體高度。當擺動路徑在空間中另一個位置重複時，須保持相同之方法。當完成前次路徑測試，可中途暫停量測以減少操作人員所產生噪音，其操作人員可在繼續測試之前改變身體的位置。

操作人員路徑測試期間須維持角度速度，最大角度速度約每秒 20 度。

7.5.3 螺旋形

螺旋形路徑如圖 1 所示。操作人員須以可伸展的手柄固定式微音器或聲音位準計 (sound level meter)，距離地面 0.5 m 由身體從蹲下到站立並旋轉 360°至少 2 次，而微音器位置距離天花板不得超過 0.5 m。當完成前次路徑測試，可中途暫停量測以減少操作人員所產生噪音，其操作人員可在繼續測試之前改變身體的位置。

操作人員在路徑測試期間須維持角度速度，最大角度速度約每秒 20 度。

7.5.4 圓柱形

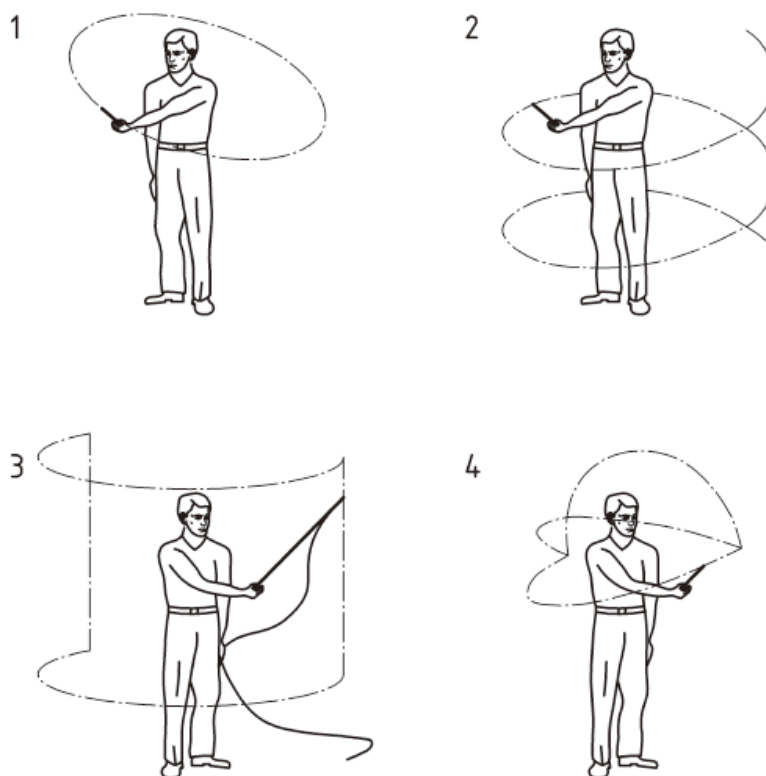
圓柱形路徑如圖 1 所示。操作人員須以 0.3 m 至 0.9 m 可伸展的手柄固定式微音器，對於右撇子操作者，路徑從地板上 0.5 m 處並接近 90°開始，然後將手柄固定式微音器以平行於地面的圓形路徑掃過，覆蓋大約 220°的角度範圍。路徑沿著直線垂直向上繼續，直到微音器距離離天花板 0.5 m，而另一個圓柱形路徑在相反方向上覆蓋大約 220°，然後沿著垂直直線下降至起始點。對於左撇子操作人員，方向相反。

操作人員在圓柱形路徑測試期間須維持角度速度，最大角度速度約每秒 20 度。在路徑的直線路徑上最大速度約為 0.25 m/s。

7.5.5 三個半圓弧形

三個半圓弧形路徑如圖 1 所示。操作人員須以可伸展的手柄固定式微音器或聲音位準計 (sound level meter)，並分別畫出三個接近 45°至 60°的半圓弧形。每個半圓不得位於室內任一表面（牆、樓板、天花板）10°內之平面。如果允許，可彎曲膝蓋以減小微音器之整體高度。當路徑在空間中另一個位置重複時，須保持相同之方法。

操作人員在路徑測試期間須維持角度速度，最大角度速度約每秒 20 度。



圖例

1. 圓形
2. 螺旋形
3. 圓柱形
4. 三個半圓弧形

圖 1 擺動微音器路徑

7.5.6 量測次數

- (a) 當同時使用一個以上或連續移動之揚聲器，至少一組量測使用擺動微音器，操作者位置須相應每個揚聲器位置。每個位置都應該進行相同數量的量測。
- (b) 當使用單一揚聲器時，至少一組量測使用擺動微音器，每個揚聲器位置須相應連續移動微音器之不同位置。每個位置都應該進行相同數量的量測。

7.5.7 同時使用多組揚聲器

於聲源室及受音室同時量測聲壓位準，參照第 7.8 節計算聲源室及受音室聲壓位準能量平均（背景噪音修正參照第 9.2 節），標準化聲壓位準差依公式（1）以及公式（2）計算，或依公式（1）以及公式（4）計算視隔音指標。

若操作人員在受音室採單一固定點使用擺動微音器，則須對聲壓位準能量平均進行背

景噪音位準修正。

7.5.8 在多個位置使用單一揚聲器

於聲源室及受音室同時量測第一位置之揚聲器聲壓位準，參照第 7.8 節計算聲源室及受音室聲壓位準能量平均(背景噪音修正參照第 9.2 節)，標準化聲壓位準差依公式(1)以及公式(2)計算，或依公式(1)以及公式(4)計算視隔音指標。揚聲器更換位置前須完成聲源室及受音室之量測。更換揚聲器位置並重複上述程序。由公式(6)求得標準化聲壓位準差，或依公式(7)計算視隔音指標。

7.6 微音器最小間隔距離

預設程序 (default procedure) 最小間隔距離如下：

任一微音器間之距離為 0.7 m；

任一微音器位置與室邊界或擴散器間之距離 0.5 m；

任一微音器位置與聲源間之距離為 1.0 m。

7.7 平均時間

7.7.1 固定式微音器位置

在 100 Hz 至 400 Hz 的頻率範圍內，每個微音器位置量測之平均時間至少 6 秒。對於 500 Hz 至 5 000 Hz，時間至少 4 秒。對於 50 Hz 至 80 Hz，每個微音器位置量測之平均時間至少 15 秒。

7.7.2 機械式連續移動微音器

量測平均時間應涵蓋整個完整流程，對於 100 Hz 至 5 000 Hz 至少 30 秒，對於 50 Hz 至 80 Hz 至少 60 秒。

7.7.3 擺動微音器

量測平均時間應涵蓋整個完整流程，對於 100 Hz 至 5 000 Hz 至少 30 秒，對於 50 Hz 至 80 Hz 至少 60 秒。

7.8 平均聲壓位準計算

7.8.1 固定式微音器位置

對於同時操作揚聲器或在一個位置操作單個揚聲器的量測，由公式(8)計算聲源室或受音室中的平均聲能位準。

$$L = 10 \log \left(\frac{p_1^2 + p_2^2 + \dots + p_n^2}{n p_0^2} \right) \dots \dots \dots (8)$$

式中， p_1 、 p_2 、... p_n ：在室內 n 個不同位置之均方根 (r.m.s.) 聲壓。

p_o ：基準聲壓，20 μPa 。

在實際應用，聲壓位準 L 通常由量測而得，此情況下 L 由公式（9）求得：

$$L = 10\log\left(\frac{1}{n}\sum_{i=1}^n 10^{L_i/10}\right) \dots\dots\dots (9)$$

式中， L_1 、 L_2 、... L_n 為室內 n 個不同微音器位置聲壓位準。

7.8.2 機械式連續移動微音器與擺動微音器位置

對於同時操作揚聲器或在一個位置操作單個揚聲器的量測，由公式（10）計算聲源室或受音室中的平均聲能位準。

$$L = 10\log\left(\frac{\frac{1}{T_m}\int_0^{T_m} p^2(t)dt}{p_o^2}\right) \dots\dots\dots (10)$$

式中， p ：聲壓，以帕斯卡（pascals）為單位。

p_o ：基準聲壓，20 μPa 。

T_m ：積分時間，以秒為單位。

當同時使用連續移動或擺動量測時，由公式（11）計算空間平均聲能位準。

$$L = 10\log\left(\frac{10^{L_1/10} + 10^{L_2/10} + \dots + 10^{L_n/10}}{n}\right) \dots\dots\dots (11)$$

式中， L_1 、 L_2 、... L_n 為室內 n 個不同微音器位置聲壓位準。

8. 低頻程序（low-frequency procedure）聲壓位準量測

8.1 一般規定

受音室或聲源室容積小於 25 m^3 時，則採用低頻程序（low-frequency procedure），須包括中心頻率 1/3 倍頻之 50 Hz、63 Hz、80 Hz 頻率。針對空間角落區域進行聲壓位準量測，並取得每個頻率最高之聲壓位準。空間中須執行（a）聲源室或受音室中以揚聲器量測獲得之角落聲壓位準，以及（b）揚聲器關閉後由受音室所獲得之背景噪音位準。

於聲源室中同時操作至少 2 個揚聲器，或者使用單一聲源時，至少須在 2 個位置使用。

揚聲器聲功率須足夠，使受音室中聲壓位準明顯高於背景噪音位準，相關規定參照第 9 節。

8.2 聲場產生

8.2.1 一般規定

若聲源包括一個以上同時操作之揚聲器，該揚聲器須參照附錄 A 之規定，為同步驅動

或以其他方法確保輻射均勻且為等方向性，在量測期間，揚聲器須是靜止。同時使用多聲源屬可行之方式，條件係為該多聲源須為同一類型且由相似但互不相關之訊號在同一聲壓位準發出。

在聲源室內產生之聲音，於應量測之頻率範圍內，須保持穩定且具連續頻譜。若使用寬頻帶噪音，須在所需之 $1/3$ 倍頻帶進行量測，若使用濾波器，其帶寬須至少為 $1/3$ 倍頻帶。

備考：建議使用白色噪音（white noise）或粉紅噪音（pink noise）作為寬頻帶噪音，如須調整頻譜，應確保受音室內高頻適當之訊噪比。

8.2.2 揚聲器位置

對於低頻程序（low-frequency procedure）之量測，其揚聲器位置與預設程序（default procedure）相同，應符合第 7.2.2 節之要求。

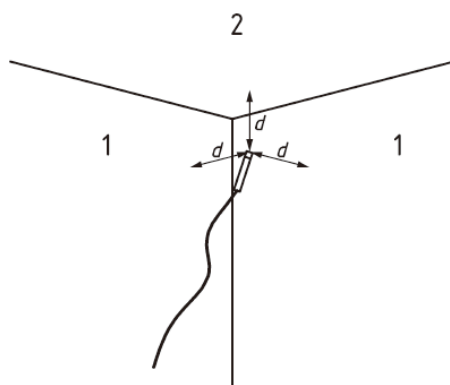
8.3 微音器位置

對於低頻程序（low-frequency procedure），固定式微音器須放置於空間角落，任一微音器位置與室邊界之距離 0.3 至 0.4 m，如圖 2 所示。

備考：每個角落邊界的距離不必相同，例如距離一室邊界距離 0.3 m，另一邊界為 0.35 m，其他室邊界則為 0.4 m。

任一微音器位置與聲源間之距離為 1.0 m。

揚聲器通常位於角落附近，在揚聲器所在的任何角落都無法進行量測。



圖例

- 1. 牆
- 2. 天花板

圖 2 角落微音器位置範例，其中距離 d 須在 0.3 到 0.4 m 之間。範例僅為空間中一個

可能的角落位置做為示意。

若聲源包括一個以上同時操作之揚聲器，至少四個角落須使用固定或手動固定式微音器量測。

當使用單一聲源時，對於每個揚聲器位置，至少四個角落須使用固定或手動固定式微音器量測。

對於四個角落之量測，兩個角落應位於地平面高度，兩個角落應位於天花板高度。這些角落可以或不可以靠近隔牆。角落須由三個室內表面（如牆壁，門，窗，地板或天花板）組成，每個表面的面積至少為 0.5 m²，且垂直於各表面，距離角落 0.5 m 範圍內不得有家具等物體。在某些條件下，角落的三個交叉表面之角度可介於 45°和 135°之間，或由櫥櫃之類之物體形成其中之一交叉表面。

低頻量測範圍包含 1/3 倍頻帶之 50 Hz、63 Hz、80 Hz，於聲源室及受音室同時量測聲壓位準，參照第 8.5 節計算聲源室及受音室低頻聲壓位準能量平均（背景噪音修正參照第 9.2 節），標準化聲壓位準差依公式（1）以及公式（2）計算，或依公式（1）以及公式（4）計算視隔音指標。

8.4 平均時間

對於低頻程序（low-frequency procedure），每個微音器位置量測之平均時間至少 15 秒。

8.5 低頻平均聲壓位準計算

若聲源包括一個以上同時操作之揚聲器，量測每一個角落 1/3 倍頻帶之 50 Hz、63 Hz、80 Hz 最大聲壓位準。

當使用單一聲源時（在揚聲器於不同位置時之量測），量測每一個角落 1/3 倍頻帶之 50 Hz、63 Hz、80 Hz 最大聲壓位準，由公式（12）計算角落聲壓位準。

$$L_{\text{Ccorner}} = 10 \log \left(\frac{p_{\text{Ccorner,LS1}}^2 + p_{\text{Ccorner,LS2}}^2 + \dots + p_{\text{Ccorner,LSq}}^2}{qp_0^2} \right) \dots\dots\dots (12)$$

式中， $p_{\text{Ccorner,LS1}}$ 、 $p_{\text{Ccorner,LS2}}$ 、 $p_{\text{Ccorner,LSq}}$ ：在室內對應第 q 個揚聲器位置所獲得之角落最大均方根（r.m.s.）聲壓。

備考：50 Hz、63 Hz、80 Hz 每一個頻率之 L_{Ccorner} 值可能與空間中的不同角落相關聯。

低頻程序（low-frequency procedure）50 Hz、63 Hz、80 Hz 頻帶聲壓位準能量平均由公式（13）計算，包括預設程序（default procedure） L 和低頻程序（low-frequency procedure） L_{Ccorner} 聲壓位準能量平均。

$$L_{LF} = 10 \log \left[\frac{10^{0.1 L_{\text{Corner}}} + (2 \cdot 10^{0.1 L})}{3} \right] \dots\dots\dots (13)$$

9. 背景噪音（預設程序（default procedure）和低頻程序（low-frequency procedure））

9.1 一般規定

須對背景噪音位準進行量測，以確保在受音室量測不受外來噪音之影響，例如測試室戶外噪音、受音室之電噪（electrical noise）、聲源與接收系統間電氣雜音（electrical cross-talk）、用於連續移動微音器之機械設備、操作人員等之背景噪音影響。

當按下啟動、暫停或停止量測的按鈕時，建議確認聲音位準計是否受到引入信號干擾。

操作人員待在受音室內以（a）固定式微音器（b）手持式微音器或（c）擺動微音器進行量測，當以（b）和（c）操作時，操作人員之衣服，鞋子或手臂/膝關節等為背景噪音之潛在來源。對於（a），（b）和（c）三種量測，操作人員應使用以下三種方法來確認受音室中的背景噪音來源：

（1）以 A 加權聲壓位準（快特性）尋找異常瞬態事件；

（2）最大聲壓位準與快特性加權之間差異和頻帶中連續聲壓位準瞬態異常事件；

（3）在不需要聽力保護之測試條件下，透過自己的聽力以尋找背景噪音之來源。使用這些方法確認時，操作人員應注意聲壓位準量測，因自身移動或活動時所產生之噪音類似於背景噪音量測期間的噪音特性。

對於擺動微音器，操作人員須以相同路徑進行背景噪音之量測。

對於低頻程序（low-frequency procedure），須在每個角落進行背景噪音量測，並計算角落聲壓位準。

備考：50 Hz、63 Hz、80 Hz 每一個頻率之 L_{Corner} 值可能與空間中的不同角落相關聯。

每個頻帶須單獨進行背景噪音修正。

背景噪音量測最小平均時間須符合第 7.7 節之要求。最小平均時間僅使用於背景噪音穩定且連續之情況，否則應使用更長的量測時間。

需檢查受音室之電噪（electrical noise）、聲源與接收系統間電氣雜音（electrical cross-talk）之干擾，並更換虛擬微音器（dummy microphone）以及等效阻抗揚聲器（equivalent impedance）。

9.2 背景噪音之修正

對於預設程序（default procedure）和低頻程序（low-frequency procedure），背景噪音

位準須比欲量測之聲源加上背景噪音之合成聲壓位準至少低 6 dB（低 10 dB 尤佳）。若位準差小於 10 dB 但大於 6 dB，則依公式（14）計算能量平均聲壓位準及角落聲壓位準訊號位準之修正：

$$L = 10\log(L_{sb}/10 - 10^{L_b/10}) \dots\dots\dots (14)$$

式中， L ：表示經背景噪音修正之聲源聲壓位準，以 dB 為單位。

L_{sb} ：表示欲量測聲源與背景噪音之合成聲壓位準，以 dB 為單位。

L_b ：表示背景噪音位準，以 dB 為單位。

L_{sb} 和 L_b 其數值採用小數點以下 1 位，如 XX.XYZZZ 經四捨五入後為 XX.X，當 Y 小於 5 則為 X，如果 Y 等於或者大於 5 則為 XX.X+0.1。

若在任何頻帶之位準差小於或等於 6 dB，則修正 1.3 dB 以對應其差異。在此情況下，預設程序（default procedure）和低頻程序（low-frequency procedure）1.3 dB 之修正值測試報告中須標示以清楚呈現其為量測之限值。

10. 受音室迴響時間(預設程序(default procedure)和低頻程序(low-frequency procedure))

10.1 一般規定

本章節規定受音室中迴響時間量測預設程序（default procedure），以及當受音室容積小於 25 m³（計算到最接近 m³）時應採用的低頻程序（low-frequency procedure）。

迴響時間應採用精準之工程方法，且符合 ISO 3382-2 和 ISO 18233 中規定之噪音中斷法或脈衝響應積分法進行量測。

每一頻帶衰減曲線評估之取值須自低於起始聲壓位準 5 dB 以下開始，評估範圍須為 20 dB，評估範圍之下限點至少應較量測系統之背景噪音高 10 dB。

在聲壓位準量測時，受音室也應進行迴響時間量測。可採用三腳架固定式微音器。當操作人員於空間中設定三腳架位置，或採手持式微音器進行量測時，操作人員身體須與微音器保持至少一個手臂長度之距離。為計算視隔音指標，公式（5）之修正項所包含之等價吸音面積，

10.2 聲場之產生

揚聲器的方向性應具有近似均勻等方向輻射，並符合附錄 A 之要求。同時使用多聲源屬可行之方式，條件係為該多聲源須為同一類型且由相似但互不相關之訊號在同一聲壓位準發出。

對於預設程序（default procedure），空間內產生之聲音，於應量測之頻率範圍內，須保持穩定且具連續頻譜。若使用濾波器，其帶寬須至少為 1/3 倍頻帶。

對於低頻程序 (low-frequency procedure)，空間內產生之聲音須穩定，使用具有中心頻率 63 Hz 之倍頻帶濾波器，並保持穩定且具連續頻譜。。

10.3 預設程序 (default procedure)

若受音室容積相當於或大於 25 m³時，預設程序 (default procedure) 須使用第 10.5 節要求之噪音中斷法，第 10.6 節要求之脈衝響應積分法，量測頻率範圍包括 50 Hz 至 5000 Hz 之間所有 1/3 倍頻帶。若受音室容積小於 25 m³時，量測頻率範圍在 100 Hz 和 5 000 Hz 之間。

10.4 低頻程序 (low-frequency procedure)

若受音室容積小於 25 m³時，低頻程序 (low-frequency procedure) 須使用第 10.5 節要求之噪音中斷法，第 10.6 節要求之脈衝響應積分法。此過程要求迴響時間量測以頻率 63 Hz 取代 50 Hz，63 Hz 和 80 Hz 1/3 倍頻帶量測，且以單個量測值用於表示於 50 Hz、63 Hz、80 Hz 在 D_{nT} 和 R' 之計算。

備考：一般而言，室容積較小的空間類型較少評估 50 Hz、63 Hz、80 Hz 頻帶之衰減曲線。因此，1/3 倍頻帶的衰減曲線使用 20 dB 或 30 dB 範圍評估時容易出錯，單斜率衰減曲線通常有多種狀態，使用 63 Hz 頻率濾波器可以解決此問題。

備考：在使用石膏板或木板的木結構或鋼結構建築物中，可藉由濾波器影響 50 Hz、63 Hz、80 Hz 三者頻率之迴響時間，其 1/3 倍頻帶衰減曲線明顯較短。可以使用 63 Hz 頻率之濾波器來避免，可以量測更短的迴響時間。

10.5 噪音中斷法

若使用固定或手持式微音器，每個頻帶至少量測 6 次。至少使用 1 個揚聲器位置，每個揚聲器位置對應 3 個固定的微音器位置和兩個量測值，或者 1 個揚聲器位置對應六個固定式微音器位置和 1 個量測值。

若使用機械式連續移動微音器，每個頻帶至少量測 6 次。至少使用一個揚聲器位置，沿微音器路徑進行 6 次量測。

10.6 脈衝響應積分法

若使用脈衝響應積分法，迴響時間的量測應使用固定的微音器位置。

使用脈衝聲源，每個頻帶至少量測 6 次。至少使用一個聲源源位置和六個固定式微音器位置。

迴響時間應利用脈衝響應之平方進行反向積分來計算。

11. 倍頻帶轉換

若標準化位準差 D_{nT} 或視隔音指標 R' 之計算值須以倍頻帶表示，其數值由 1/3 倍頻帶值計算，則每個倍頻帶依公式 (15) 或 (16) 計算：

$$D_{nT, \text{oct}} = -10 \log \left(\sum_{n=1}^3 \frac{10^{-D_{nT, 1/3 \text{oct}, n/10}}}{3} \right) \dots\dots\dots (15)$$

$$R'_{\text{oct}} = -10 \log \left(\sum_{n=1}^3 \frac{10^{-R'_{1/3 \text{oct}, n/10}}}{3} \right) \dots\dots\dots (16)$$

在公式 (15) 和 (16) 計算前，1/3 倍頻帶數值採用小數點以下 1 位。如 XX,XYZZZ 經四捨五入後為 XXX，當 Y 小於 5 則為 X，如果 Y 等於或者大於 5 則為 X,X+0.1。最後結果數值精度不高於最接近的 0.1 dB。

12. 結果標示

對於室間空氣音隔音性能，標準化位準差 D_{nT} 或視隔音指標 R' 之標示，均以分貝來表示，須於所有量測頻率，以表格或曲線形式呈現，其 1/3 倍頻帶隔音值標示至小數點以下 1 位。

測試報告之圖表須標示以 dB 為單位之數值對應對數刻度頻率，尺度如下：

- (a) 1/3 倍頻帶使用 5 mm
- (b) 10 dB 使用 20 mm

參照附錄 B 之表格尤佳。簡要測試報告應標示有關測試對象之一切重要資訊、測試方法及測試結果。

13. 不確定度

量測結果的不確定度應符合 ISO 12999-1 之相關規定。

14. 測試報告

測試報告須記載：

- (a) 引用之標準（例如：ISO 16283-1（2004））以及修訂版。
- (b) 進行量測之單位名稱。
- (c) 申請測試者之名稱及地址。
- (d) 測試日期。
- (e) 建築構造與測試安排之說明。

- (f) 兩室之容積。
- (g) 適當的評估指標：兩室間標準化位準差 D_{nT} 或以頻率函數呈現分隔構件之視隔音指標。
- (h) 計算使用之面積 S 。
- (i) 測試程序及設備之細部說明。
- (j) 若因背景噪音（聲學或電氣，參照 6.6 節）造成任何頻帶之聲壓位準無法量測時，量測限值之結果以 D_{nT} 或 $\geq \dots \text{dB}$ 表示。
- (k) 若量測側向傳播（flanking transmission）（參照附錄 C），應以之相同形式呈現，並應儘量清楚說明側向傳播量測中包含哪些部分傳播之聲功率。

若依曲線 $D_{nT}(f)$ 及 (f) 進行單一數值參量評定，須參照 CNS8465-1，並須註明該評定係基於現場量測之結果。

附錄 A (規定) 揚聲器設備

A.1 一般規定

在任意室內空間之所有聲源位置，揚聲器使用之揚聲器元件 (speaker units) 須安裝於封閉箱內，同一箱內所有揚聲器元件之輻射應同步。

聲源位置及方位須使微音器位置處於聲源直接聲場之外，並確保來自聲源之直接輻射不會在牆、樓板及天花板表面之聲音傳播能量上有主導性。

揚聲器的方向性應具有近似均勻等方向輻射。並符合 A.2 中揚聲器方向性鑑定流程確認揚聲器是否適合量測。

備考：若揚聲器裝於多面體之表面 (十二面體尤佳)，可取得適當之均勻等方向輻射之近似值。使用半球形多面體揚聲器 (直接安裝於地板上)，在室內亦可獲得等方向性之輻射。為符合第 7.2.2 節之要求，在此情形採取從室內低處向高處之垂直量測。

A.2 揚聲器方向性輻射之測試程序

對於聲源輻射方向性之測試，於自由聲場內距離約 1.5 m 量測聲源周圍之聲壓位準。聲源須由噪音訊號發出，且以 1/3 倍頻帶量測。揚聲器須使用轉盤旋轉或以 5° 的間隔進行離散量測。

量測 360° (L_{360}) 之能量平均值與所有 30° ($L_{30,i}$) 之平均值間之位準差。步驟為量測每個 L_{30} 角度之 i 值，通常以為 1° 或 15° 為間隔，對應 30° 弧上 (即 ±5°) 之能量平均值，方向性指數 (directivity indices) 由公式 (A.1) 計算。

$$DI_i = L_{360^\circ} - L_{30,i} \dots \dots \dots (A.1)$$

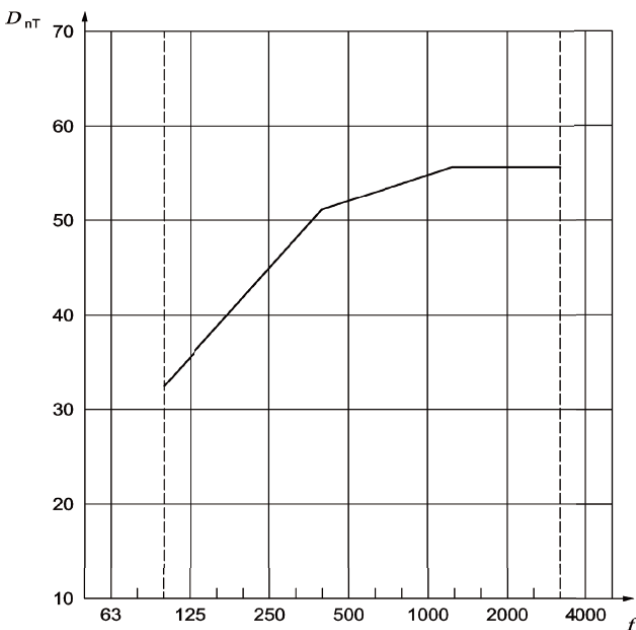
若 DI 值在 100Hz 至 630 Hz 間頻率範圍之限值在 ±2 dB 以內；630Hz 至 1000 Hz 範圍內，限值範圍自 ±2 dB 至 ±8 dB 線性增加；1000 Hz 至 5000 Hz 間之限值為 ±8 dB，則得以假設為均勻等方向性輻射。

測試須於不同平面上進行，以確保涵蓋「最差」之情況。對於多面體聲源 (polyhedron source)，則在一個平面測試即可。

合格性之檢驗不得超過兩年時間間隔，以確保符合要求。

附錄 B
(參考)
結果標示表格

本附錄提供 1/3 倍頻帶空間空氣音隔音現場量測結果標示之格式。此表中所顯示之基準值曲線引用自 CNS 8465-1。須參照 CNS 8465-1 規定之方法對基準曲線進行補充，或至少參照 CNS 8465-1 以移動基準曲線代替。

ISO 16283-1標準化位準差 D_{nT} 兩室間空氣音隔音之現場量測																	
客戶： 測試日期： 建築構造及測試安排之說明： 共同構件面積： m^2 受音室容積： m^3																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="padding: 5px;">頻 率 f Hz</th> <th style="padding: 5px;">D_{nT} 1/3 倍 頻 帶 dB</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>50 63 80</td><td></td></tr> <tr><td>100 125 160</td><td></td></tr> <tr><td>200 250 315</td><td></td></tr> <tr><td>400 500 630</td><td></td></tr> <tr><td>800 1000 1250</td><td></td></tr> <tr><td>1600 2000 2500</td><td></td></tr> <tr><td>3150 4000 5000</td><td></td></tr> </tbody> </table>	頻 率 f Hz	D_{nT} 1/3 倍 頻 帶 dB	50 63 80		100 125 160		200 250 315		400 500 630		800 1000 1250		1600 2000 2500		3150 4000 5000		 The graph shows the standardized level difference D_{nT} in dB on the y-axis (ranging from 10 to 70) against frequency f in Hz on the x-axis (logarithmic scale from 63 to 4000). The curve starts at approximately 30 dB at 100 Hz, rises steadily to about 55 dB at 1000 Hz, and then remains constant at 55 dB up to 4000 Hz. Vertical dashed lines are drawn at 100 Hz and 4000 Hz.
頻 率 f Hz	D_{nT} 1/3 倍 頻 帶 dB																
50 63 80																	
100 125 160																	
200 250 315																	
400 500 630																	
800 1000 1250																	
1600 2000 2500																	
3150 4000 5000																	
依據 CNS 8465-1 評定 評定係基於以現場量測，以工程方法所得之結果： $D_{nT,w}(C;C_{tr}) = (\quad ; \quad) \text{ dB}$ $C_{50-3150} = \quad \text{dB}$; $C_{50-5000} = \quad \text{dB}$; $C_{100-5000} = \quad \text{dB}$ $C_{tr,50-3150} = \quad \text{dB}$; $C_{tr,50-5000} = \quad \text{dB}$; $C_{tr,100-5000} = \quad \text{dB}$																	
測試報告編號： 日期：	測試機構名稱： 簽章：																

ISO 16283-1 視隔音指標 R' 兩室間空氣音隔音之現場量測																	
客戶： 測試日期： 建築構造及測試安排之說明： 共同構件面積： m^2 受音室容積： m^3																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="padding: 5px;"> 頻率 f Hz </th> <th style="padding: 5px;"> R' 1/3 倍頻 帶 dB </th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="padding: 5px;">50 63 80</td><td style="padding: 5px;"></td></tr> <tr><td style="padding: 5px;">100 125 160</td><td style="padding: 5px;"></td></tr> <tr><td style="padding: 5px;">200 250 315</td><td style="padding: 5px;"></td></tr> <tr><td style="padding: 5px;">400 500 630</td><td style="padding: 5px;"></td></tr> <tr><td style="padding: 5px;">800 1000 1250</td><td style="padding: 5px;"></td></tr> <tr><td style="padding: 5px;">1600 2000 2500</td><td style="padding: 5px;"></td></tr> <tr><td style="padding: 5px;">3150 4000 5000</td><td style="padding: 5px;"></td></tr> </tbody> </table>	頻率 f Hz	R' 1/3 倍頻 帶 dB	50 63 80		100 125 160		200 250 315		400 500 630		800 1000 1250		1600 2000 2500		3150 4000 5000		
頻率 f Hz	R' 1/3 倍頻 帶 dB																
50 63 80																	
100 125 160																	
200 250 315																	
400 500 630																	
800 1000 1250																	
1600 2000 2500																	
3150 4000 5000																	
依據 CNS 8465-1 評定 評定係基於以現場量測，以工程方法所得之結果： $R'_w(C; C_{tr}) = (\quad ; \quad) \text{ dB}$ $C_{50-3150} = \quad \text{dB}$; $C_{50-5000} = \quad \text{dB}$; $C_{100-5000} = \quad \text{dB}$ $C_{tr, 50-3150} = \quad \text{dB}$; $C_{tr, 50-5000} = \quad \text{dB}$; $C_{tr, 100-5000} = \quad \text{dB}$																	
測試報告編號： 日期：	測試機構名稱： 簽章：																

附錄 C (參考) 附加指引

C.1 一般規定

本附錄為附加指引，適用範圍包括容積 $10 \text{ m}^3 \leq V \leq 250 \text{ m}^3$ 之空間，量測頻率範圍從 100 Hz 至 3150 Hz。但基本規定也可包括 50 Hz 至 80 Hz 頻率，及頻率範圍為 4000 Hz 至 5000 Hz 範圍內的量測（當空間室容積等於或大於 25 m^3 時）。

C.2 原則

C.2.1 聲源室與受音室選擇

若兩室容積不同，則須選擇容積較大者作為聲源室，以評估標準化位準差，除下列規定：

- (a) 對於平面量測，其中一個空間須具有明確定義的簡單室型（即盒形房間），而另一個空間具有複雜的幾何形狀，前者應該用作受音室，即使它是兩個房間中較大的一個。
- (b) 當上室空間作為聲源室，其無指向性揚聲器須位於樓地板上方有效的距離位置，以防止聲音直接對樓板產生明顯的激發。支撐揚聲器的支架須放置在彈性材料上，以防止結構音傳入樓板。

C.2.2 室容積計算

在計算空間室容積時，受音室中封閉且非吸音物體之體積不應計算在受音室的總體積中（例如衣櫃，櫥櫃和 installation shafts）。

C.2.3 共同隔牆面積計算

在計算共同隔牆面積時，不得扣除固定衣櫃或其他櫥櫃等所覆蓋到之共同隔牆面積。

C.2.4 微音器與揚聲器位置數量

微音器與揚聲器位置數量如表 C.1 所示。

表 C.1 聲源室和受音室樓板面積使用之微音器與揚聲器位置數量

量測 設置	樓板 面積 m ²	位置數量			
		揚聲器位置 (聲源室)	固定或手持 式微音器位 置	機械式連續 移動微音器 位置	擺動微音器 位置
A	< 50	2	5 ^a (10)	1 ^a (2)	1 ^a (2)
B	50~100	2	10 ^b (10)	2 ^b (2)	2 ^b (2)
^a 使用5個相同的微音器位置，微音器移動或擺動微音器路徑對應2個揚聲器位置。 ^b 使用相同的微音器位置，微音器移動或擺動微音器路徑不須對應2個揚聲器位置。					

備考：括號中的數字為空間中進行聲壓位準量測之微音器位置總數。

C.2.5 平面量測

平面量測之揚聲器與微音器位置範例參照附錄 D。

揚聲器位置盡量設置於聲源室相對於共同隔牆後牆的兩個角落上。

當樓板面積超過 50 m²的聲源室，揚聲器與共同隔牆不得大於 10 m 以上，或大於聲源室空間隔牆寬度 2.5 倍，須使用最短標準之距離，可參照附錄 D 範例 1、2 以及 3。如聲源室空間面積有限，如附錄 D 範例 2，則可參照表 C.1 之規定設置揚聲器與微音器位置以及數量。

影響聲音傳播之隔牆及側向構件保持一定距離，如側向牆板，側向樓板或側向立面，以使直接入射試體之聲音不致成為主要之部分。

C.2.6 垂直量測

垂直量測之揚聲器與微音器位置範例參照附錄 E。

揚聲器位置盡量靠近空間之角落。

影響聲音傳播之隔牆及側向構件保持一定距離，如側向牆板，側向樓板或側向立面，以使直接入射試體之聲音不致成為主要之部分。

當受音室小於聲源室，且聲源室樓板面積超過 50 m²，則揚聲器須設置於靠近聲源室共同隔牆，如附錄 E 範例 21、23 以及 25。

C.3 空間類型規格

C.3.1 局部隔間空間類型

局部隔間類型之空間，如完工後的建築物中開放式廚房與客廳，以局部牆壁劃分，或

是正在建造中未完工建築物之格局。

針對完工建築物局部隔間類型之空間水平傳遞，如隔間開口面積等於或小於共同隔牆垂直總面積的三分之一，則視為獨立空間，並參照表 C.1 量測設置 B 之規定。但揚聲器位置設置應完全覆蓋共同隔牆的所有面積，並由揚聲器位置可看到完整的共同隔牆。相同原則下也適用於隔牆高度小於空間高度，如附錄 D 範例 9、10、11、12 以及 13。針對垂直傳輸，當一個或兩個空間被隔牆劃分時，其量測應用原則同水平傳遞，如附錄 E 範例 26、27 以及 28。

針對正在建造中未完工建築物之格局，其兩個空間過大之開口部位，須由膠合板或石膏板等板材封閉，以明確定義所分隔之獨立空間。

C.3.2 高度阻隔空間類型

在高度阻隔類型之大型或長型空間中（即使迴響時間短），揚聲器的聲壓位準隨著距離而顯著減小，例如在長走廊中，其通道上有高吸收天花板和地毯。

在高度阻隔類型之受音室，應考量受音室室容積而限制聲壓位準採樣之位置，例如於受音室中靠近共同隔牆聲壓位準 6 dB 或低於 6 dB 以下之區域。針對水平量測，參考量測位置距離共同隔牆中央 0.5 m，距離樓地板 1.5 m 以上。針對垂直量測，參考量測位置距離共同隔牆中央 1.5 m 以上。

在聲源室揚聲器作動條件下，使用手持式微音器於參考量測位置，或增加量測距離，並採用 A 加權聲壓位準進行量測，並於限制的受音室中計算視隔音指標。

當共同隔牆前 0.5 m，量測位置距離揚聲器 1 m 處之聲壓位準衰減大於 6 dB 時，揚聲器須移動靠近共同隔牆。

C.3.3 交錯空間類型

在交錯類型空間中，當聲源室樓板面積超過 50 m²，揚聲器須靠近空間中共同隔牆之區域。針對垂直量測，揚聲器與共同隔牆不得大於 10 m 以上，或大於聲源室空間隔牆寬度 2.5 倍，須使用最短標準之距離，如附錄 E 範例 17、21 以及 23。

在水平量測條件下，共同隔牆之寬度小於聲源室空間中隔牆之一半時，揚聲器間之距離應小於共同隔牆寬度之 2.5 倍（若受音室較聲源室小，或兩者空間為交錯類型），且應選擇靠近共同隔牆，其距離不得小於 5 m，如附錄 D 範例 4 以及 5。

應避免在房間的對稱線上設置揚聲器位置。如空間完全交錯（無共同隔牆），揚聲器之間的距離不得減少。如附錄 D 範例 6。

垂直量測可參照附錄 E，範例 17、18 以及 19。

C.3.4 複雜幾何空間類型

對於複雜幾何空間類型，無法參照一般指引進行量測。例如開放式或分層空間（split-level），每個住宅由幾個耦合的空間組成。在這條件下，無法明確受音室是容積以及共同隔牆之面積，在揚聲器和微音器位置之設置較困難。其揚聲器應設置三至四個位置，並接近空間中共同隔牆處。

C.4 共同隔牆門試體之量測

C.4.1 揚聲器與微音器位置

一般而言，門的一側可作為外側（例如門的一側為走廊或樓梯間）。在這條件下，走廊或樓梯應作為聲源室，並使用 2 個揚聲器位置。揚聲器應設置於對面房間一角的地板上，不得靠近門，以及安裝門的牆體。使用固定式微音器時，須於聲源室及受音室設置 5 個位置。使用旋轉微音器（rotating microphone），在聲源室及受音室中都使用一個位置。

備考：對於安裝於兩個一班常見的空間之間的門（例如飯店或教室），無法定義室內和室外側面，也可以使用上述方法。

C.4.2 走廊與空間之間的門

走廊和空間之間的門，例如入口大廳。在走廊中，揚聲器位置應相距約 6 m，且避免對稱，位置應該移位，一個位置設置於門右側 2.5 m 處，另一位置設置於左側 3.5 m 處，如附錄 D 範例 14。

C.4.3 樓梯間與空間之間的門

在狹窄樓梯間沒有合適角落，2 個揚聲器應設置於樓梯上或下半部的階梯或樓梯平台上。

C.4.4 建築物中門試體視隔音指標

建築物中門試體視隔音指標計算如公式(C.1)，當所有聲功率都經由 S_{door} 傳入受音室，其 R'_{door} 可確定為門之隔音量。

$$R'_{\text{door}} = L_1 - L_2 + 10 \log\left(\frac{S_{\text{door}}}{A}\right) \dots\dots\dots (C.1)$$

式中， R'_{door} ：門構件視隔音指標，以 dB 為單位。

L_1 ：聲源室平均聲壓位準，以 dB 為單位。

L_2 ：受音室平均聲壓位準，以 dB 為單位。

A ：受音室之等價吸音面積，以 m^2 為單位。

S_{door} ：安裝門與門框之開口面積，以 m^2 為單位。

若須進行第二次量測，以安裝額外隔音材料確認通過門試體以外之側向傳播聲音，其

隔音門試體視隔音指標計算如公式 (C.2)。

$$R'_{\text{door_ins}} = L_{1_\text{ins}} - L_{2_\text{ins}} + 10 \log \frac{S_{\text{door}}}{A} \dots\dots\dots(\text{C.2})$$

式中， L_{1_ins} 及 L_{2_ins} 分別為聲源室平均聲壓位準，以 dB 為單位。

備考：確定門之隔音量時，須證明經由周圍其餘牆壁傳播之聲音得以忽略。

由公式 (C.1) 和 (C.2) 所獲得之結果，可能出現以下三種情況：

$$R'_{\text{door_ins}} - R'_{\text{door}} \geq 15 \text{ dB} \dots\dots\dots(\text{C.3})$$

若無重大錯誤知情況下，則由公式 (C.1) 計算視隔音指標。

$$6 \text{ dB} < R'_{\text{door_ins}} - R'_{\text{door}} < 15 \text{ dB} \dots\dots\dots(\text{C.4})$$

門之隔音量受到通過周圍結構的傳輸的影響。假設額外隔音，即通過隔音門的傳輸與通過周圍牆壁傳播相比可忽略不計。門近似隔音指標 $R'_{\text{door_app}}$ 如公式 (C.5) 計算。

$$R'_{\text{door_app}} = -10 \log \left(\frac{10^{-R'_{\text{door}}}}{10} - \frac{10^{-R'_{\text{door_ins}}}}{10} \right) \dots\dots\dots(\text{C.5})$$

$$R'_{\text{door_app}} - R'_{\text{door}} \leq 6 \text{ dB} \dots\dots\dots(\text{C.6})$$

當周圍牆壁隔音性能過低，無法準確確定門視隔音指標。如同 (b)，假設額外隔音足夠高，可由公式 (C.7) 來評估門隔音指標之下限。

$$R'_{\text{door_app}} > R'_{\text{door}} + 1.3 \text{ dB} \dots\dots\dots(\text{C.7})$$

如測試的目的在於檢查門試體是否符合要求之隔音量，且經量測後已達成門試體 R' 視隔音指標，則不須以額外隔音來進行第二次 $R'_{\text{door_app}}$ 之量測。可由不等式公式 (C.8) 評估。

$$R'_{\text{door_app}} \geq R'_{\text{door}} \dots\dots\dots(\text{C.8})$$

本附錄之門構件視隔音指標僅使用於本附錄所列舉之條件。

備考：在某些條件下，可以參考具有相同類型的牆壁，由另一相鄰受音室進行量測來確定周圍牆壁的側向傳音。以避免額外隔音之不便或使用聲強量測法確定門之隔音（參照 ISO 15186-2）。

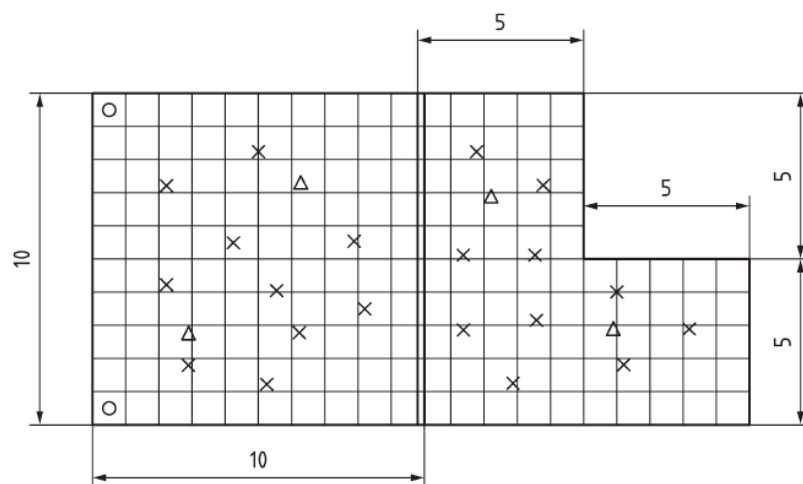
附錄 D
(參考)

平面量測-揚聲器和微音器適當的位置

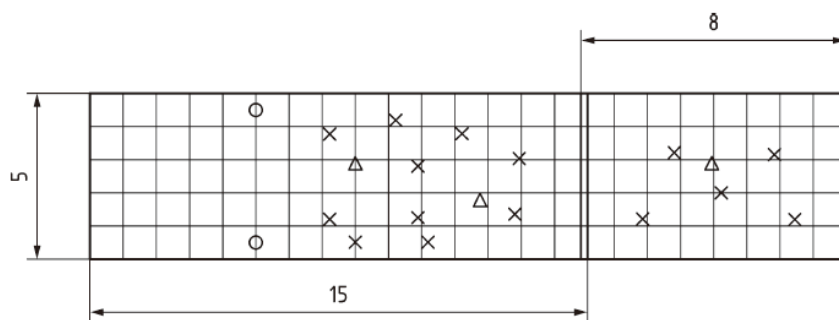
本附錄用於空氣音隔音平面量測揚聲器和微音器適當的位置範例。

所有範例皆為平面。

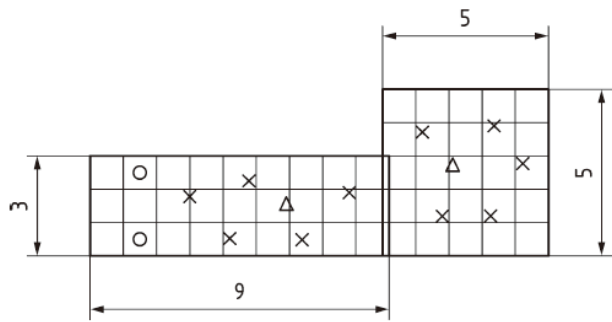
在圖面上所表示之空間尺寸以米為單位。



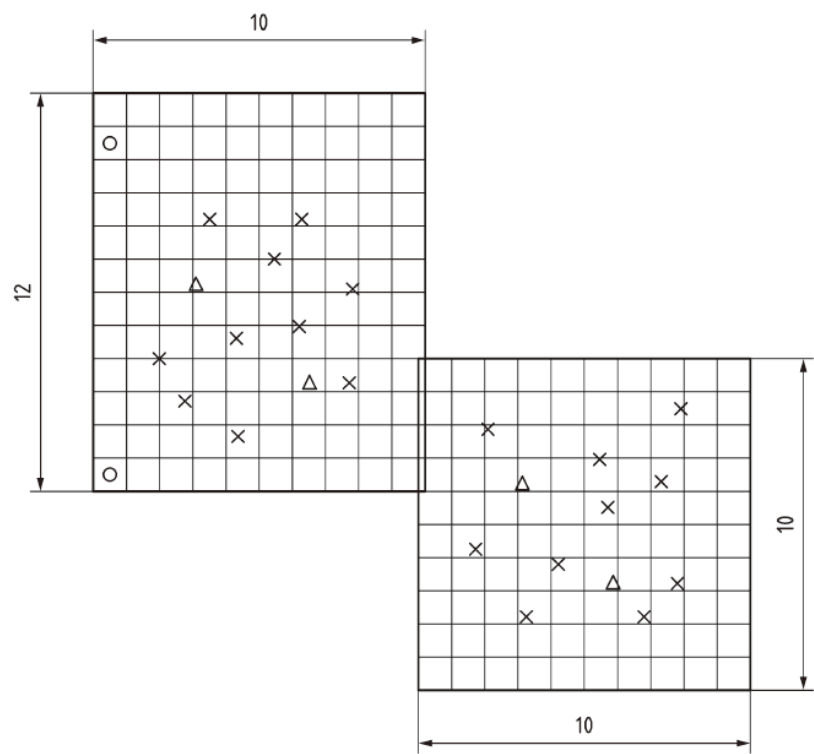
範例 1



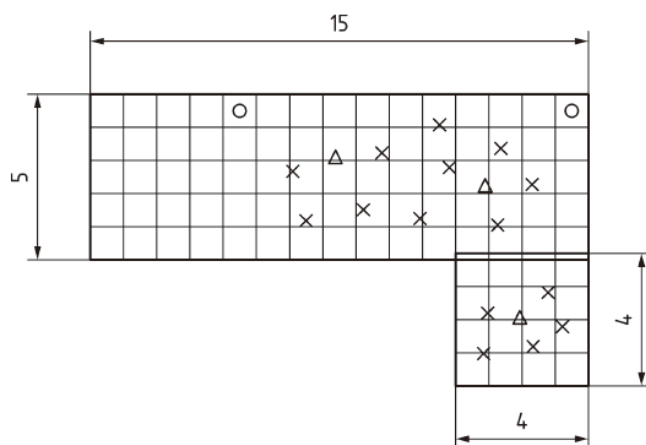
範例 2



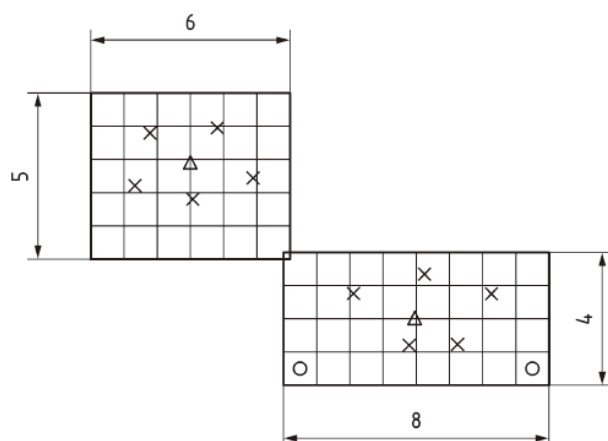
範例 3



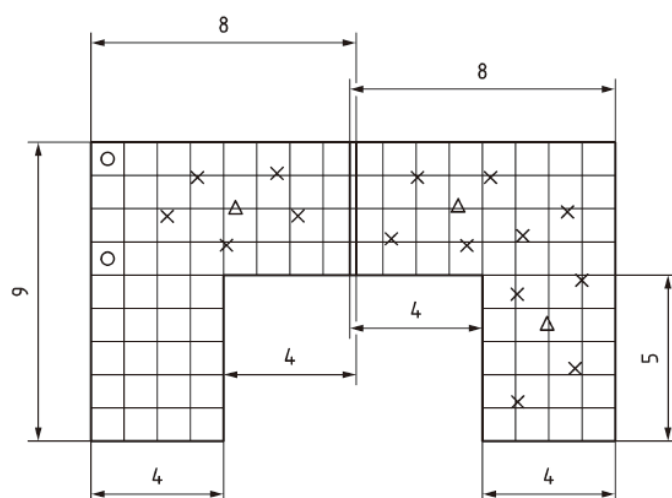
範例 4



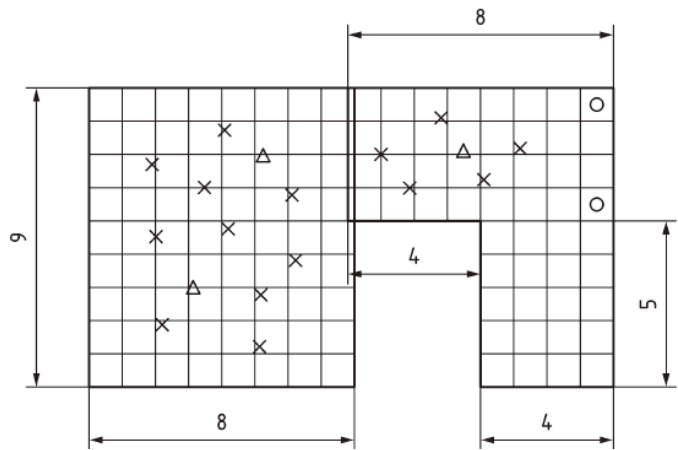
範例 5



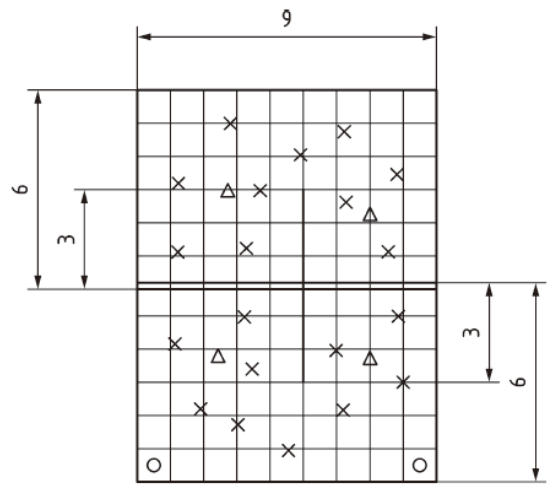
範例 6



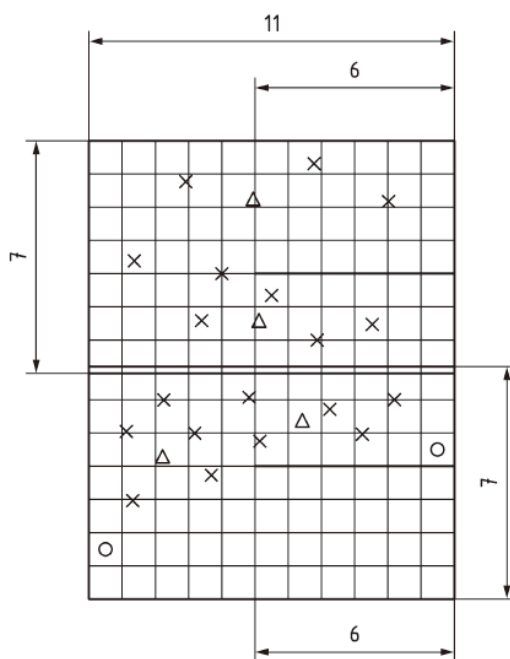
範例 7



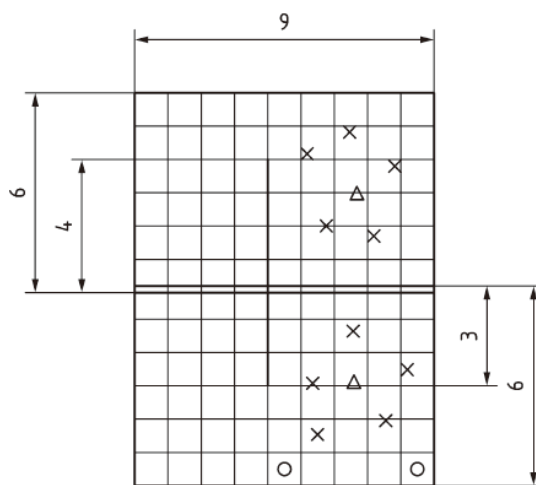
範例 8



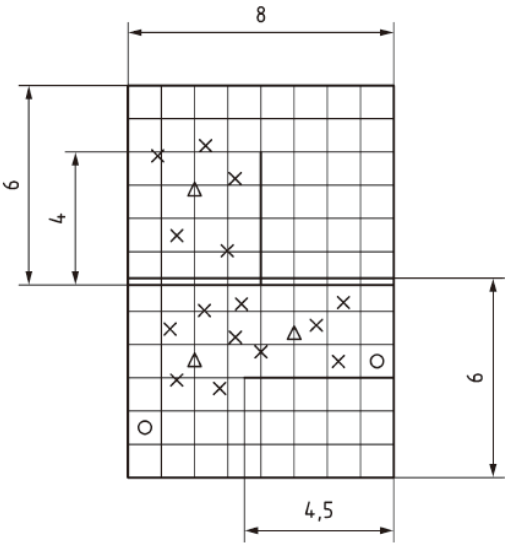
範例 9



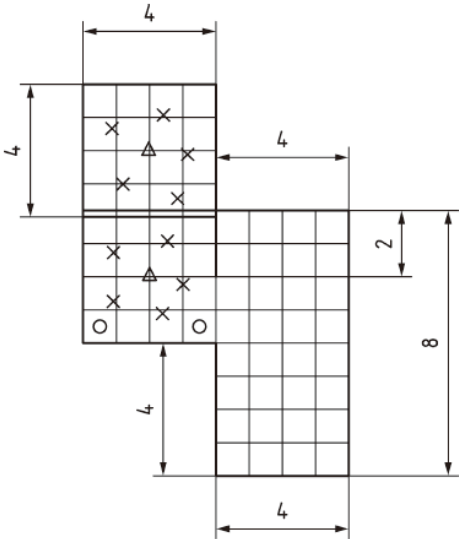
範例 10



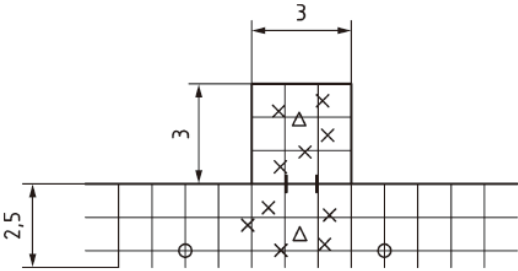
範例 11



範例 12



範例 13



範例 14

圖例

0 揚聲器

× 固定式微音器位置

Δ 機械式連續移動微音器移動的固定點或擺動微音器操作人員之位置

— 室邊界

= 共同隔牆

圖 D.1 平面量測-範例 1 至範例 14 之比例為 1:200

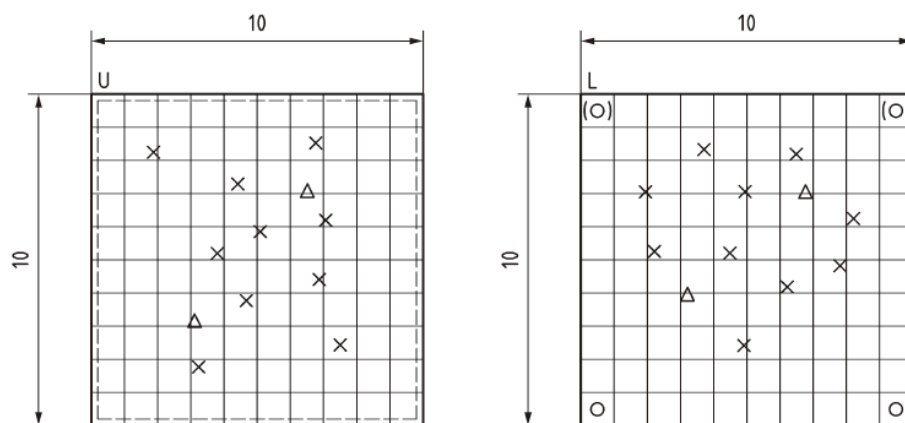
附錄 E
(參考)

垂直量測-揚聲器和微音器適當的位置

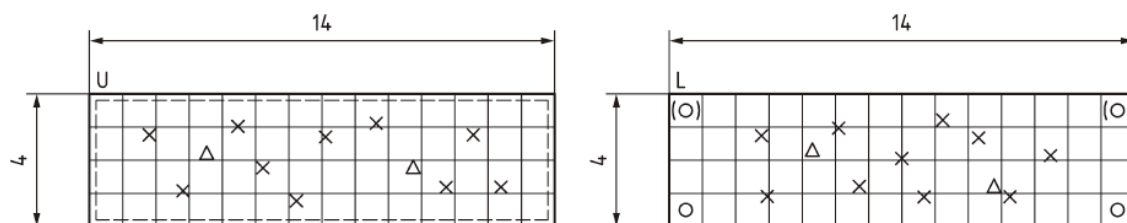
本附錄用於空氣音隔音垂直量測揚聲器和微音器適當的位置範例。

所有範例皆為垂直面。

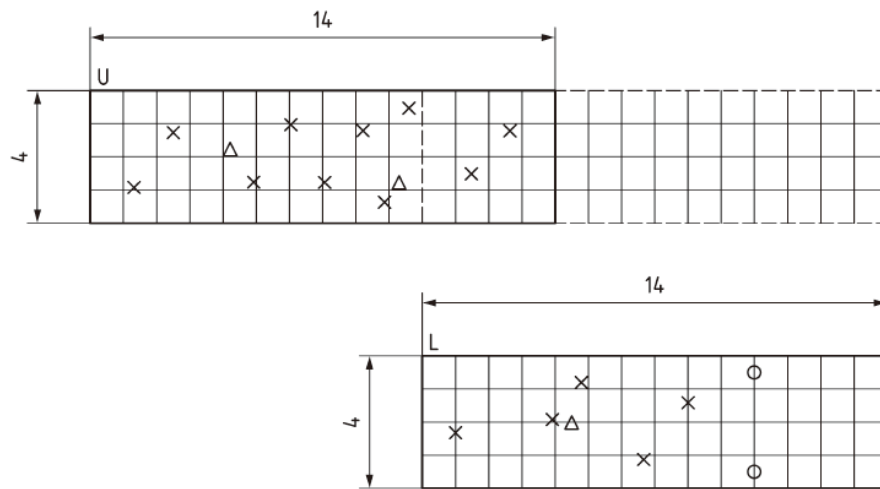
在圖面上所表示之空間尺寸以米為單位。



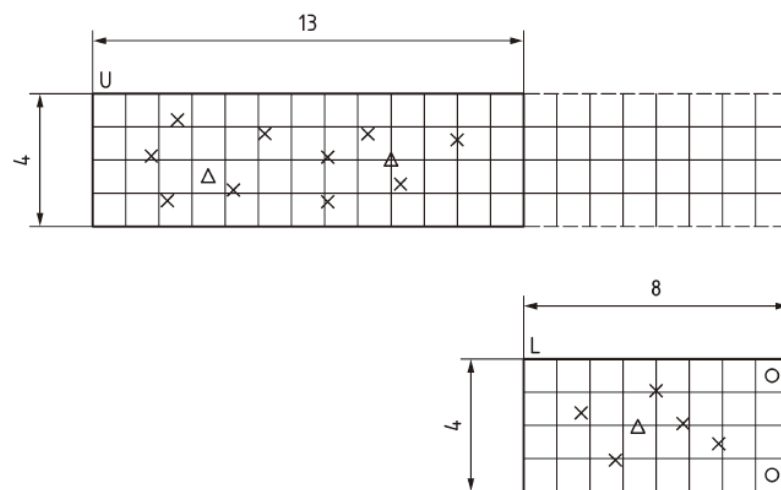
範例 15



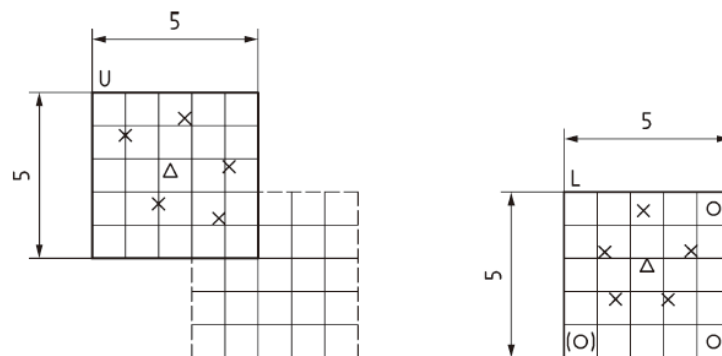
範例 16



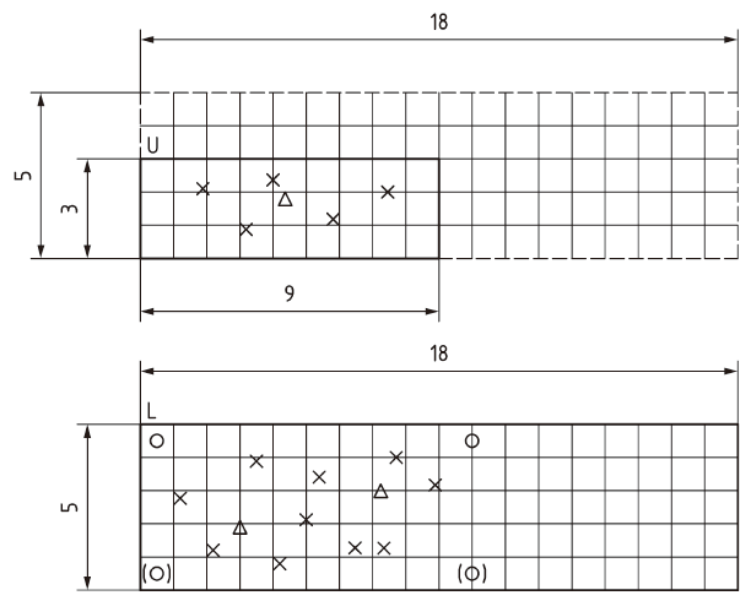
範例 17



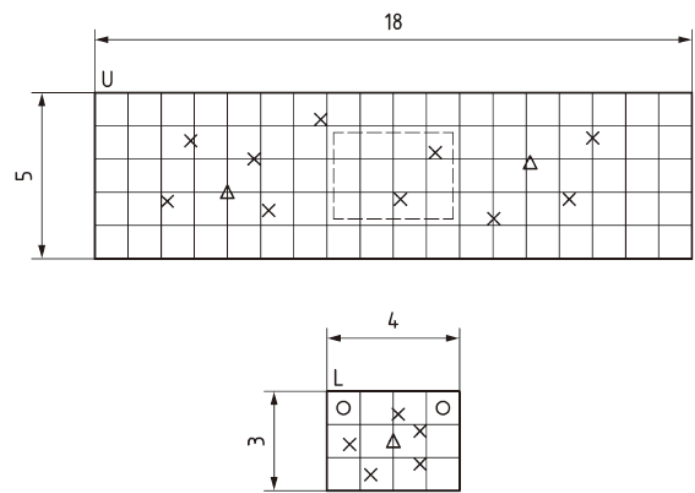
範例 18



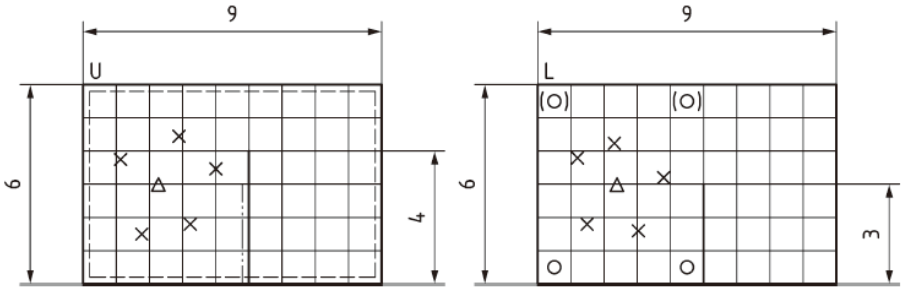
範例 19



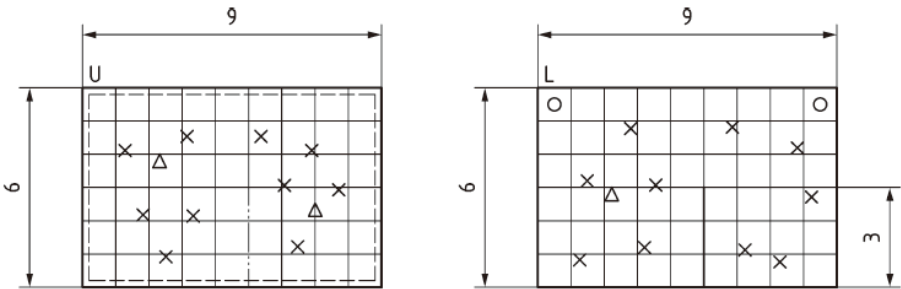
範例 22



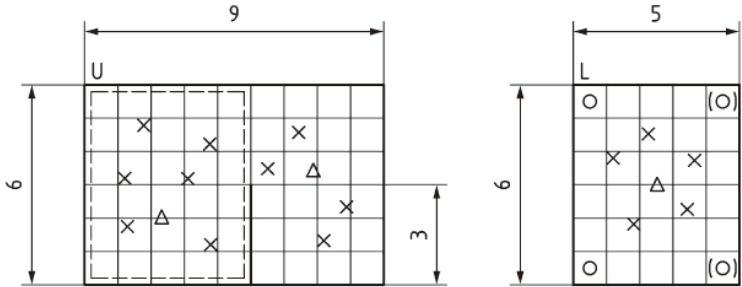
範例 23



範例 27



範例 28



範例 29

圖例

0 揚聲器

(0) 揚聲器其他位置

× 固定式微音器位置

Δ 機械式連續移動微音器移動的固定點或擺動微音器操作人員之位置

U 上室空間

L 下室空間

= 共同隔牆

—— 室邊界

--- 下室空間之室邊界

--- 樓板界線

圖 D.1 平面量測-範例 15 至範例 29 之比例為 1:200

附錄六 ISO 16283-2「聲學-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」(草案)

中華民國國家標準

C N S

聲學-建築構件隔音現場量測法- 衝擊音隔音 (草案)

Acoustics -- Field measurement of sound insulation
in buildings and of building elements --
Part2 :Impact sound insulation

(對應之國際標準 ISO 16283-2)

中華民國 年 月 日制定公布

Date of Promulgation: - -

本標準非經經濟部標準檢驗局同意不得翻印

目錄

1.適用範圍	121
2.引用標準	121
3.用語及定義	121
4.設備	125
5.頻率範圍	125
6.一般規定	126
7.聲壓位準預設程序（ default procedure ）	127
8.以輕量衝擊源進行進行低頻程序（ low-frequency procedure ）聲壓 位準量測	134
9.背景噪音（預設程序（ default procedure ）和低頻程序 （ low-frequency procedure ））	136
10.受音室迴響時間（預設程序（ default procedure ）和低頻程序 （ low-frequency procedure ））	138
11.倍頻帶轉換	139
12.結果標示	140
13.不確定度	140
14.測試報告	140
附錄 A（規定）衝擊源之規定	143
附錄 B（規定）揚聲器設備	149
附錄 C（參考）結果標示表格	151
附錄 D（參考）附加指引	155
附錄 E（參考）平面量測-衝擊源和微音器適當的位置	159
附錄 F（參考）垂直量測-衝擊源和微音器適當的位置	163

1. 適用範圍

本標準規定於擴散聲場條件下，在建築物樓板或樓梯以衝擊源進行衝擊音聲壓法之量測。適用範圍包括容積 10 m³至 250 m³之空間，量測頻率範圍從 50 Hz 至 5000 Hz。量測結果可量化比較評估擴散聲場或非擴散聲場，或有無家具配置的空間衝擊音隔音。

2. 引用標準

本標準引用以下標準之全部或部分內容，對應之內容須參照引用。若有標示日期之標準，僅可參照引用，若無則依最新版本（包括修訂版）為主。

CNS 8465-2 聲學-建築物及建築構件之隔音量評定-衝擊音隔音

ISO 3382-2 Acoustics -- Measurement of room acoustic parameters -- Part 2: Reverberation time in ordinary rooms（聲學-室內聲學參數量測-一般室內迴響時間）

ISO 12999-1 Acoustics -- Determination and application of measurement uncertainties in building acoustics -- Part 1: Sound insulation（聲學－建築聲學測量不確定度決定與應用-第 1 部：隔音）

ISO 17025 General requirements for the competence of testing and calibration laboratories（測試和校正實驗室能力之一般要求）

ISO 18233 Acoustics -- Application of new measurement methods in building and room acoustics（聲學－建築與室內聲學新量測法之應用）

IEC 60942 Electroacoustics - Sound calibrators（電聲學－音壓校正器）

IEC 61183 Electroacoustics - Random-incidence and diffuse-field calibration of sound level meters（電聲學－聲音位準計隨機入射和擴散聲場校正）

IEC 61260 Electroacoustic－Octave-band and fractional-octave-band filters（電聲學－倍頻及分數倍頻帶濾波器）

IEC 61672-1 Electroacoustics - Sound level meters - Part 1: Specifications（電聲學－聲音位準計－第 1 部：規格）

3. 用語及定義

3.1 室內能量平均聲壓位準（energy-average sound pressure level in a room）

L_i

以輕量衝擊源為衝擊源，空間及時間之平均聲壓平方對基準聲壓平方之比值，取常用對數再乘以 10，空間之平均係取全室，但不含受到聲源直接輻射或邊界附近聲場（例

如牆等)顯著影響之處。

數值標示為 L_i ，以 dB 為單位。

3.2 室內角落聲壓位準 (corner sound pressure level in a room)

$$L_{i,corner}$$

以輕量衝擊源為衝擊源，空間及時間之平均聲壓平方對基準聲壓平方之比值，取常用對數再乘以 10，空間最高時間平均聲壓係由空間角落所獲得。低頻量測範圍包含 1/3 倍頻帶之 50 Hz、63 Hz、80 Hz。

數值標示為 $L_{i,corner}$ ，以 dB 為單位。

3.3 室內低頻能量平均聲壓位準 (low-frequency energy-average sound pressure level in a room)

$$L_{i,LF}$$

以輕量衝擊源為衝擊源，低頻量測範圍包含 1/3 倍頻帶之 50 Hz、63 Hz、80 Hz，為空間及時間之平均聲壓平方對基準聲壓平方之比值，取對數再乘以 10，空間之加權平均係取自於空間角落最高聲壓位準以及空間中央區域。但不含受到聲源直接輻射或邊界附近聲場 (例如牆等) 顯著影響之處。

數值標示為 $L_{i,LF}$ ，以 dB 為單位。

$L_{i,LF}$ 為評估全室空間之聲壓位準能量平均。

3.4 最大衝擊聲壓位準能量平均 (energy-average maximum impact sound pressure level in a room)

$$L_{i,Fmax}$$

以橡膠球為衝擊源，為空間及時間之快特性最大平均聲壓平方對基準聲壓平方之比值，空間之平均係取空間角落以及中央區域最高聲壓位準。但不含受到聲源直接輻射或邊界附近聲場 (例如牆等) 顯著影響之處。

數值標示為 $L_{i,Fmax}$ ，以 dB 為單位。

3.5 迴響時間 (reverberation time)

當聲源停止發生後，室內聲壓位準降低 60 dB 所需之時間。

數值標示為 T ，以秒為單位。

3.6 背景噪音位準 (background noise level)

除衝擊源以外的噪音來源，須對受音室背景噪音位準進行量測。

3.7 固定式微音器 (fixed microphone)

於空間中使用三腳架固定式微音器。

3.8 機械式連續移動微音器 (mechanized continuously-moving microphone)

在圓形路徑中以相同速度移動，或是在固定測試週期內，沿著介於 270 度至 360 度之圓形路徑量測。

3.9 擺動微音器 (manually-scanned microphone)

微音器與手持式聲音位準計，或延長桿由操作人員沿規定路徑移動。

3.10 手持式微音器 (manually-held microphone)

微音器連接到聲音位準計或由操作人員手持固定位置的延長桿，距離操作人員的身體至少一個手臂的距離。

3.11 分隔構件 (partition)

由衝擊源激發的樓板或樓梯總表面。

對於垂直或水平交錯的兩個空間，從隔牆的兩側看不到分隔隔牆的整個表面，因此須分別定義總表面。

3.12 共用構件 (common partition)

使用衝擊源之聲源室與受音室之共用構件，為樓板或樓梯的一部分。

3.13 標準化衝擊聲壓位準 (standardized impact sound pressure level)

$$L'_{nT}$$

衝擊聲壓位準能量平均 L_i 減去以 dB 為單位之修正項，該修正項等於受音室實測迴響時間 (reverberation time) T 與參考基準迴響時間 T_0 之比值取常用對數再乘以 10。

數值標示為 L'_{nT} ，以 dB 為單位。

$$L'_{nT} = L_i - 10 \log \frac{T}{T_0} \dots\dots\dots (1)$$

式中， T ：受音室迴響時間，以秒為單位。

T_0 ：住宅之 T_0 等於 0.5 秒。

備考：衝擊聲壓位準對 0.5 秒迴響時間之標準化係考量住宅帶有室內家具，其迴響時間等於 0.5 秒，幾乎與容積及頻率無關。

L'_{nT} 之結果與隔音主觀印象有相關之聯結。

3.14 等價吸音面積 (equivalent absorption area)

A

等價吸音面積係參照沙賓 (Sabine's) 式來計算：

數值標示為 A ，以 m^2 為單位。

$$A = \frac{0.16V}{T} \dots\dots\dots (2)$$

式中， V ：受音室之容積，以 m^3 為單位。

T ：受音室之迴響時間，以秒為單位。

在無繞射效應 (diffraction effect) 之情況下某一室內吸音表面總和之假想面積。若該假想面積為室內唯一吸音元素，則該假想面積所在室內之迴響時間將與該某一室內之迴響時間相同。並依公式 (2) 計算。

3.15 正規化衝擊聲壓位準 (normalized impact sound pressure level)

L'_n

衝擊聲壓位準能量平均 L_i 加上一個以 dB 為單位之修正項，該修正項等於受音室實測等價吸音面積 A 與參考基準等價吸音面積 A_0 之比值取常用對數再乘以 10。

數值標示為 L'_n ，以 dB 為單位。

$$L'_n = L_i + 10 \log \frac{A}{A_0} \dots\dots\dots (3)$$

式中， A ：受音室之等價吸音面積，以 m^2 為單位。

A_0 ：參考基準吸音面積，以 m^2 為單位。

3.15 標準化最大衝擊聲壓位準 (standardized maximum impact sound pressure level)

$L'_{i,Fmax,V,T}$

以橡膠球為衝擊源，其最大衝擊聲壓位準能量平均 $L'_{i,Fmax}$ 加上一個以空間室容積修正項，以及減去迴響時間修正項，可由公式 (4) (5) (6) 獲得 $L_{i,Fmax,V,T}$ 。

數值標示為 $L'_{i,Fmax,V,T}$ ，以 dB 為單位。

$$L'_{i,Fmax,V,T} = L_{i,Fmax} + 10 \log \frac{V}{V_0} - 10 \log \left[\frac{1-c_0^{-1}}{1-c^{-1}} - \left(\frac{c^{(1-c)^{-1}} - c^{-(-1-c^{-1})^{-1}}}{c_0^{(1-c_0)^{-1}} - c_0^{-(-1-c_0^{-1})^{-1}}} \right) \right] \quad (4)$$

$$C_0 = \frac{T_0}{1.7275} \dots\dots\dots (5)$$

$$C = \frac{T}{1.7275} \dots\dots\dots (6)$$

式中， T ：受音室迴響時間，以秒為單位。

T_0 ：住宅之 T_0 等於 0.5 秒。

V ：受音室室容積，以 m^3 為單位。

V_0 ：參考受音室室容積（住宅）， $V_0=50 m^3$ 。

備考：相關資料可參考文獻 18

4. 設備

4.1 一般規定

聲壓位準量測設備，包括微音器，以及線材、防風球罩、紀錄設備等配件須符合 IEC 61672-1 所定義 0 級或 1 級之規定。

濾波器須符合 IEC 61260 定義 0 型或 1 型之規定。

迴響時間量測設備須符合 ISO 3382-2 之相關規定。

衝擊源須符合附錄 A 之要求。

4.2 校正

若欲獲得聲壓位準之準確度，除非設備製造廠商另有聲明，包括微音器在內完整量測系統須於每次測試前及測試後，以 IEC 60942 所定義 0 級或 1 級之聲壓校正器進行單一或多數頻率調整聲壓位準絕對值。每次聲壓校正器校正時須註記現場運行，連續兩次的讀取之差不得大於 0.5 dB，如測試前以及完成後校正數值差異超過 0.5 dB，其先前校正後所獲得之數值將不得採用。

4.3 確認

聲壓位準量測設備，濾波器和音壓校正器須符合相關要求，應通過有效的合格證書進行驗證。如果適用，微音器隨機入射響應須通過 IEC 61183 的驗證。所有符合性測試須由獲得認可的實驗室或經國家授權的實驗室進行，以執行相關的測試和校準，並確保計量可追溯至適當的量測標準。

除國家標準另有規定，建議在 1 年內的時間間隔進行聲壓位準計校正。儀器系統須符合 IEC 61672-1 的要求，建議在 2 年內的時間間隔內進行校正，IEC 61260 要求之濾波器組建議在 2 年內的時間間隔內進行校正。

5. 頻率範圍

5.1 輕量衝擊源

聲壓位準須使用 1/3 倍頻帶濾波器進行量測，至少包含如下之中心頻率，以 Hz 為單位：

100 125 160 200 250 315 400 500 630

800 1000 1250 1600 2000 2500 3150

若需低頻範圍之附加資訊，則使用具有以下中心頻率之 1/3 倍頻帶濾波器，以 Hz 為單位：

50 63 80

若需高頻範圍之附加資訊，則使用具有以下中心頻率之 1/3 倍頻帶濾波器，以 Hz 為單位：

4000 5000

在低頻帶或高頻帶進行附加量測為選擇項目。

5.2 橡膠球衝擊源

聲壓位準須使用 1/3 倍頻帶濾波器進行量測，至少包含如下之中心頻率，以 Hz 為單位：

50 63 80 100 125 160 200 250 315 400 500 630

6. 一般規定

為量測衝擊音隔音，應選擇一個房間作為受音室，由於在分隔構件上操作的衝擊源，操作衝擊源的房間或空間為聲源室。

量測須包括受音室獲得之衝擊聲壓位準，以及當衝擊源關閉時，受音室之背景噪音位準與迴響時間。

可使用之衝擊源包括輕量衝擊源與橡膠球。

預設程序（default procedure）和附加的低頻程序（low-frequency procedure）之迴響時間與背景噪音須使用聲壓位準量測。

對於聲壓位準和背景噪音量測，以及預設程序（default procedure）在量測時，測點須遠離空間之邊界，或於空間的中心區域進行。當使用輕量衝擊源，所有頻率量測是使用固定式微音器，或手持式微音器陣列固定式微音器、機械式連續移動微音器，由一個位置移動到另一個位置獲得聲壓位準能量平均。當使用橡膠球，所有頻率量測是使用固定式微音器，或使用手持式微音器陣列固定式微音器從一個位置移動到另一個位置所獲得之聲壓位準能量平均。

若使用輕量衝擊源作為聲源時，衝擊聲壓位準以及背景噪音之低頻程序（low-frequency

procedure)，須包括中心頻率 1/3 倍頻之 50 Hz、63 Hz、80 Hz 頻率。當受音室室容積大於 25 m³，除了預設程序（default procedure）使用固定式微音器或手持式微音器量測外，還須額外進行受音室或聲源室角落聲壓位準量測。

備考：對於在小空間低頻程序（low-frequency procedure），由於聲壓位準之聲場模態易變動，其角落之量測可改善重複性、再現性以及空間關聯性。

橡膠球不使用低頻程序（low-frequency procedure），因在空間的角落與中心區域的任何量測組合之最大快特性時間加權聲壓位準並無關聯，最大快特性時間加權聲壓位準以整體空間之平均值為主。

為避免聽力損傷，操作人員在聲源室量測聲壓位準，以及量測受音室迴響時間時須佩戴聽力保護裝置。當於受音室中量測之聲壓位準不會引起聽力損傷時，建議取消任何聽力保護裝置，以便操作人員了解使量測無效的短暫外部噪音，或降低操作人員自行產生之干擾噪音。

受音室容積小於 25 m³時，迴響時間之低頻程序（low-frequency procedure），須包括中心頻率 1/3 倍頻之 50 Hz、63 Hz、80 Hz 頻率。

對於訊號程序方法須參照 ISO 18233 之相關規定，量測須使用固定式微音器，不得使用機械式連續移動微音器、擺動微音器以及手持式微音器。

典型的空間（有家具或無家具）的聲場很少涵蓋頻率 50 Hz 至 5000 Hz 內的擴散聲場。預設程序（default procedure）和低頻程序（low-frequency procedure）允許在不確定聲場為擴散或非擴散之情況下進行量測。因此，不得為了測試目的而修改聲場，如在一個或兩者空間（有家具或無家具之條件下）臨時設置其他家具或擴散器。

備考：如法規要求或測試構件結果須與實驗室量測值進行比較，應量測額外的擴散聲場，通常使用 3 件擴散器，擴散器面積至少 1.0 m²。

預設程序（default procedure）和低頻程序（low-frequency procedure）的量測採相同方法進行。如有爭議，受音室內在沒有操作人員，衝擊音隔音所使用量測方法，應作為參考結果。

備考：參考結果為操作人員使用擺動微音器易產生之背景噪音，而固定式微音器或機械式連續移動微音器不會發生此類噪音。

7. 聲壓位準預設程序（default procedure）

7.1 一般規定

聲壓位準量測須於受音室及聲源室中央區域獲得能量平均，受音室背景噪音位準量測，

須確保不受衝擊源之影響下進行。

7.2 聲場產生

7.2.1 一般規定

須以輕量衝擊源或橡膠球作為衝擊源。

7.2.2 輕量衝擊源位置

輕量衝擊源應置於測試樓板 4 個隨機分布之不同位置上。輕量衝擊源與樓板邊界距離須至少為 0.5 m。對於異向性樓板（anisotropic floor）構造（例如有肋梁、梁等），則可能需更多之衝擊源位置。衝擊錘所連成之線須與梁或肋梁方向成 45°。

在敲擊開始後，衝擊聲壓位準可能會因時間而有所變異。若出現此種情況，須等噪音位準穩定後再開始進行量測。若經過 5 分鐘仍未達穩定狀態，量測之進行須超過明確規定之實驗期間。量測期間應列在測試報告中。

柔軟或易碎的樓板表面上，錘子會改變接觸面剛性或直接損壞錘子下面的表面，產生衝擊聲壓位準量測期間而有所變異。。

當測試軟質樓板表面材料時，標準輕量衝擊源須符合附錄 A 之規定。標準輕量衝擊源安裝於軟質樓板表面材上之建議參照附錄 A。

7.2.3 橡膠球衝擊源位置

將橡膠球衝擊源自樓板表面 100 cm±1cm 之高度落下產生衝擊音。

橡膠球衝擊源之激發應於受測樓板之 4 個或更多之不同位置進行，這些位置之中須有一個位於桁之正上方，一個在樓板之中心點上。

7.3 以固定式微音器（Fixed microphone positions）進行輕量衝擊源或橡膠球衝擊音之量測

7.3.1 一般規定

當採用輕量衝擊源或橡膠球量測量測時，在空間內無操作人員之情況下，可採用三腳架固定式微音器。當操作人員於空間中設定三腳架位置，或採手持式微音器進行量測時，操作人員身體須與微音器保持至少一個手臂長度之距離。若採用輕量衝擊源作為衝擊源時，平均時間須符合第 7.7.1 節之規定。

微音器位置應均勻分布於室內最大可量測空間，微音器位置在相同平面上不得重複設置。

7.3.2 量測次數

微音器數量應等於衝擊源數量或位置的的整數倍。

每個衝擊源位置應對應相同數量的微音器位置。

當使用 4 個或 5 個衝擊源位置，每個衝擊源位置進行至少 2 次衝擊聲壓位準量測。每個衝擊源位置，至少與 2 個不同的微音器位置相對應進行量測。

當使用 6 或更多衝擊源位置，每個衝擊源位置進行至少 1 次衝擊聲壓位準量測。每個衝擊源位置，應與不同微音器位置相對應進行量測。

7.3.3 多個輕量衝擊源位置

量測受音室中第一個衝擊源位置的聲壓位準，參照 7.8.1 計算聲壓位準能量平均（背景噪音修正參照第 9.2 節），標準化衝擊聲壓位準依公式（1）計算或正規化衝擊聲壓位準依公式（3）計算。對於其他衝擊源位置重複此過程，標準化衝擊聲壓位準依公式（7）計算或正規化衝擊聲壓位準依公式（8）計算。

$$L'_{nT} = 10 \log \left(\frac{1}{m} \sum_{j=1}^m 10^{L'_{nT,j}/10} \right) \dots\dots\dots (7)$$

$$L'_n = 10 \log \left(\frac{1}{m} \sum_{j=1}^m 10^{L'_{n,j}/10} \right) \dots\dots\dots (8)$$

式中， m ：輕量衝擊源位置數量。

$L'_{nT,j}$ ：第 j 個輕量衝擊源激發位置測得之標準化衝擊聲壓位準。

$L'_{n,j}$ ：第 j 個輕量衝擊源激發位置測得之正規化衝擊聲壓位準。

7.3.4 多個橡膠球位置

量測受音室中第一個衝擊源位置的聲壓位準，參照 7.8.3 計算聲壓位準能量平均（背景噪音修正參照第 9.2 節）。對於其他衝擊源位置重複此過程，最大衝擊聲壓位準能量平均依公式（9）計算。

$$L_{i,Fmax} = 10 \log \left(\frac{1}{m} \sum_{j=1}^m 10^{L_{i,Fmax,j}/10} \right) \dots\dots\dots (9)$$

式中， m ：橡膠球位置數量。

$L_{i,Fmax,j}$ ：橡膠球之最大衝擊聲壓位準 j 。

參照公式（4），（5）和（6）計算標準化最大衝擊聲壓位準。

7.4 以機械式連續移動微音器（Mechanized continuously-moving microphone）進行輕量衝擊源樓板衝擊音之量測

7.4.1 一般規定

若以輕量衝擊源為衝擊源，微音器須機械式在圓形路徑中以相同速度移動，在固定測試週期內，沿著 270 度至 360 度之圓形路徑量測。當使用移動式微音器時，其掃過之半徑應至少為 0.7 m。為涵蓋大部分可供量測之室內空間，橫向移動之平面須傾斜，

且不位於室內任一表面（牆、樓板、天花板） 10° 內之平面。

橫向移動持續時間至少 15 秒。橫向平均時間須符合第 7.7.2 節之相關規定。

當使用至少 6 個輕量衝擊源位置時，可連續移動固定式微音器的位置。

7.4.2 量測次數

每個輕量衝擊源位置應以相同數量之微音器進行量測，並且每個輕量衝擊源位置至少進行 1 次測量。

7.4.3 使用多組輕量衝擊源

參照第 7.3.3 節計算標準化衝擊聲壓位準以及正規化衝擊聲壓位準。

7.5 以擺動微音器（Manually-scanned microphone）進行輕量衝擊源樓板衝擊音之量測

7.5.1 一般規定

若以輕量衝擊源為衝擊源，擺動微音器路徑須為圓形，螺旋形，圓柱形路徑或三個半圓弧形，如圖 1 所示。圓形、螺旋形或圓柱形路徑應用於無家具或有家具的空間。如空間內沒有足夠的空間供操作人員應用這些路徑方法，則須使用由三個半圓弧形組成之路徑。須重複每個完整路徑以符合第 7.7.3 節中平均時間之要求。

備考：當使用至少 6 個輕量衝擊源位置時，可改變擺動微音器固定點的位置。

7.5.2 量測次數

每個輕量衝擊源位置應以相同數量之微音器進行量測，並且每個輕量衝擊源位置至少進行 1 次測量。

7.5.2 使用多組輕量衝擊源

參照第 7.3.3 節計算標準化衝擊聲壓位準以及正規化衝擊聲壓位準。

7.5.3 圓形

圓形路徑如圖 1 所示。操作者須以伸展的手柄固定式微音器或聲音位準計（sound level meter），並旋轉身體 270° 至 360° 。為涵蓋大部分可供量測之室內空間，橫向移動之平面須傾斜，且不位於室內任一表面（牆、樓板、天花板） 10° 內之平面。如果允許，可彎曲膝蓋以減小微音器之整體高度。當擺動路徑在空間中另一個位置重複時，須保持相同之方法。當完成前次路徑測試，可中途暫停量測以減少操作人員所產生噪音，其操作人員可在繼續測試之前改變身體的位置。

操作人員路徑測試期間須維持角度速度，最大角度速度約每秒 20° 。

7.5.4 螺旋形

螺旋形路徑如圖 1 所示。操作人員須以可伸展的手柄固定式微音器或聲音位準計

(sound level meter)，距離地面 0.5 m 由身體從蹲下到站立並旋轉 360°至少 2 次，而微音器位置距離天花板不得超過 0.5 m。當完成前次路徑測試，可中途暫停量測以減少操作人員所產生噪音，其操作人員可在繼續測試之前改變身體的位置。

操作人員在路徑測試期間須維持角度速度，最大角度速度約每秒 20 度。

7.5.5 圓柱形

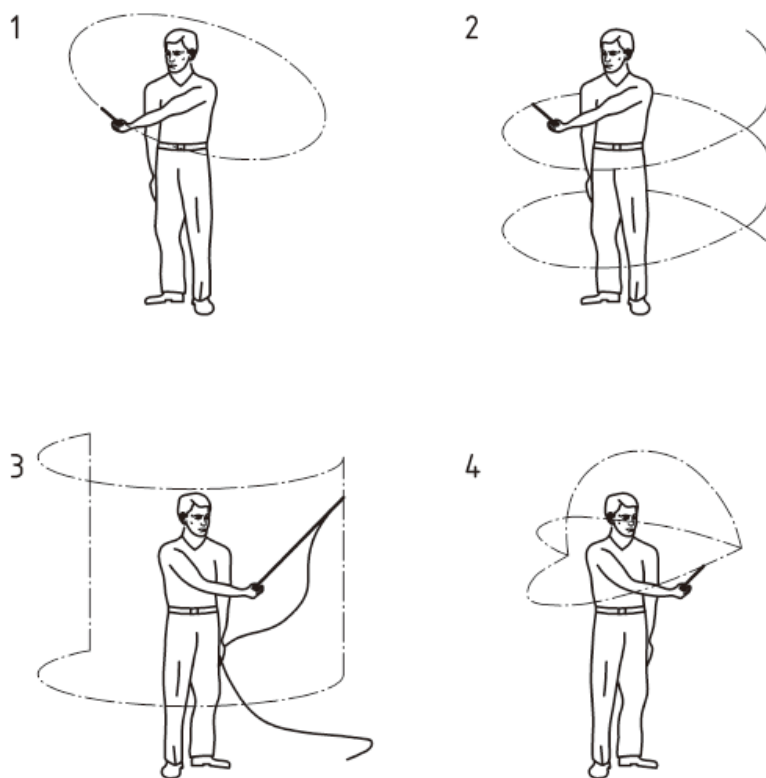
圓柱形路徑如圖 1 所示。操作人員須以 0.3 m 至 0.9 m 可伸展的手柄固定式微音器，對於右撇子操作者，路徑從地板上 0.5 m 處並接近 90°開始，然後將手柄固定式微音器以平行於地面的圓形路徑掃過，覆蓋大約 220°的角度範圍。路徑沿著直線垂直向上繼續，直到微音器距離離天花板 0.5 m，而另一個圓柱形路徑在相反方向上覆蓋大約 220°，然後沿著垂直直線下降至起始點。對於左撇子操作人員，方向相反。

操作人員在圓柱形路徑測試期間須維持角度速度，最大角度速度約每秒 20 度。在路徑的直線路徑上最大速度約為 0.25 m/s。

7.5.6 三個半圓弧形

三個半圓弧形路徑如圖 1 所示。操作人員須以可伸展的手柄固定式微音器或聲音位準計 (sound level meter)，並分別畫出三個接近 45°至 60°的半圓弧形。每個半圓不得位於室內任一表面（牆、樓板、天花板）10°內之平面。如果允許，可彎曲膝蓋以減小微音器之整體高度。當路徑在空間中另一個位置重複時，須保持相同之方法。

操作人員在路徑測試期間須維持角度速度，最大角度速度約每秒 20 度。



圖例

- 5. 圓形
- 6. 螺旋形
- 7. 圓柱形
- 8. 三個半圓弧形

圖 1 擺動微音器路徑

7.6 微音器最小間隔距離

預設程序 (default procedure) 最小間隔距離如下：

任一微音器間之距離為 0.7 m；

任一微音器位置與室邊界或擴散器間之距離 0.5 m；

任一微音器位置與聲源間之距離為 1.0 m。

7.7 以輕量衝擊源進行量測之平均時間

7.7.1 固定式微音器位置

在 100 Hz 至 400 Hz 的頻率範圍內，每個微音器位置量測之平均時間至少 6 秒。對於 500 Hz 至 5 000 Hz，時間至少 4 秒。對於 50 Hz 至 80 Hz，每個微音器位置量測之平

均時間至少 15 秒。

7.7.2 機械式連續移動微音器

量測平均時間應涵蓋整個完整流程，對於 100 Hz 至 5 000 Hz 至少 30 秒，對於 50 Hz 至 80 Hz 至少 60 秒。

7.7.3 擺動微音器

量測平均時間應涵蓋整個完整流程，對於 100 Hz 至 5 000 Hz 至少 30 秒，對於 50 Hz 至 80 Hz 至少 60 秒。

7.8 聲壓位準能量平均計算

7.8.1 以固定式微音器 (Fixed microphone positions) 進行輕量衝擊源之量測

由公式 (8) 計算受音室中的聲壓位準能量平均。

$$L_i = 10 \log \left(\frac{p_1^2 + p_2^2 + \dots + p_n^2}{n p_0^2} \right) \dots \dots \dots (10)$$

式中， p_1 、 p_2 、... p_n ：在室內 n 個不同位置之均方根 (r.m.s.) 聲壓。

p_0 ：基準聲壓，20 μ Pa。

在實際應用，聲壓位準 L_i 通常由量測而得，此情況下 L 由公式 (9) 求得：

$$L_i = 10 \log \left(\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n 10^{L_j/10} \right) \dots \dots \dots (11)$$

式中， L_1 、 L_2 、... L_n 為室內 n 個不同微音器位置聲壓位準。

7.8.2 以機械式連續移動微音器 (Mechanized continuously-moving microphone) 或擺動微音器 (Manually-scanned microphone) 進行輕量衝擊源樓板衝擊音之量測

由公式 (12) 計算受音室中的聲壓位準能量平均。

$$L_i = 10 \log \left(\frac{\frac{1}{T_m} \int_0^{T_m} p^2(t) dt}{p_0^2} \right) \dots \dots \dots (12)$$

式中， p ：聲壓，以帕斯卡 (pascals) 為單位。

p_0 ：基準聲壓，20 μ Pa。

T_m ：積分時間，以秒為單位。

當同時使用連續移動或擺動量測時，由公式 (13) 計算空間平均聲能位準。

$$L_i = 10 \log \left(\frac{10^{L_1/10} + 10^{L_2/10} + \dots + 10^{L_n/10}}{n} \right) \dots \dots \dots (13)$$

式中， L_1 、 L_2 、... L_n 為室內 n 個不同橫向或掃描獲得之聲壓位準。

7.8.3 以固定式微音器（Fixed microphone positions）進行橡膠球之量測

對於每個橡膠球位置，由公式（14）計算受音室中的最大衝擊聲壓位準能量平均。

$$L_{i,Fmax,j} = 10\log\left(\frac{1}{n}\sum_{k=1}^n 10^{L_{i,Fmax,j,k}/10}\right) \dots\dots\dots (14)$$

式中， $L_{i,Fmax,j,1}$ 、 $L_{i,Fmax,j,2}$ 、... $L_{i,Fmax,j,n}$ 為使用橡膠球室內 n 個不同微音器位置獲得之聲壓位準。

8. 以輕量衝擊源進行進行低頻程序（low-frequency procedure）聲壓位準量測

8.1 一般規定

當受音室容積小於 25 m^3 時，低頻程序（low-frequency procedure）須包括中心頻率 1/3 倍頻之 50 Hz、63 Hz、80 Hz 頻率。針對空間角落區域進行聲壓位準量測，並取得每個頻率最高之聲壓位準。受音室中以輕量衝擊源量測獲得之角落最大聲壓位準，以及當輕量衝擊源關閉後由受音室所獲得之背景噪音位準。

8.2 聲場產生

8.2.1 一般規定

須以輕量衝擊源作為衝擊源，其規格應符合附錄 A 之要求。。

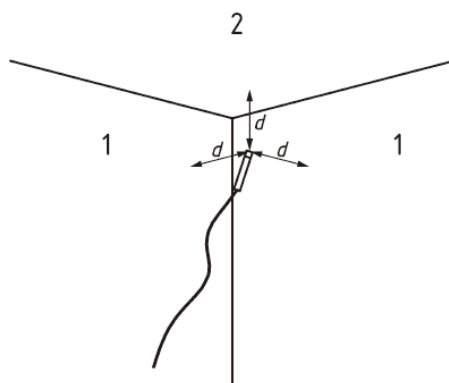
8.2.2 揚聲器位置

對於低頻程序（low-frequency procedure）之量測，其輕量衝擊源位置與預設程序（default procedure）至少 2 處相同，並符合第 7.2.2 節之要求。

8.3 微音器位置

對於低頻程序（low-frequency procedure），固定式微音器須放置於空間角落，任一微音器位置與室邊界之距離 0.3 至 0.4 m，如圖 2 所示。

備考：每個角落邊界的距離不必相同，例如距離一室邊界距離 0.3 m，另一邊界為 0.35 m，其他室邊界則為 0.4 m。



圖例

3. 牆

4. 天花板

d. 距離

備考：範例僅為空間中一個可能的角落位置做為示意。

圖 2 角落微音器位置範例，其中距離 d 須在 0.3 到 0.4 m 之間。

對於每個衝擊源位置，至少四個角落須使用固定或手動固定式微音器量測。

對於四個角落之量測，兩個角落應位於地平面高度，兩個角落應位於天花板高度。這些角落可以或不可以靠近隔牆。角落須由三個室內表面（如牆壁，門，窗，地板或天花板）組成，每個表面的面積至少為 0.5 m^2 ，且垂直於各表面，距離角落 0.5 m 範圍內不得有家具等物體。

若無法符合條件，可參照以下方法：

角落的三個交叉表面之角度可介於 45° 和 135° 之間；

有三個交叉表面的物體；

或由櫥櫃之類之物體形成其中之一交叉表面。

低頻量測範圍包含 1/3 倍頻帶之 50 Hz、63 Hz、80 Hz，於聲源室及受音室同時量測聲壓位準，參照第 8.5 節計算聲源室及受音室低頻聲壓位準能量平均，標準化衝擊聲壓位準依公式（1）計算，或依公式（3）計算正規化衝擊聲壓位準。

8.4 平均時間

對於低頻程序（low-frequency procedure），每個微音器位置量測之平均時間至少 15 秒。

8.5 低頻平均聲壓位準計算

若輕量衝擊源在量測點進行測試時，應量測每一個角落 1/3 倍頻帶之 50 Hz、63 Hz、80 Hz 最大聲壓位準（背景噪音修正參照第 9.2 節），並由公式（12）計算角落聲壓位準。

$$L_{\text{Corner}} = 10 \log \left(\frac{p_{\text{Corner, TM1}}^2 + p_{\text{Corner, TM2}}^2 + \dots + p_{\text{Corner, TMq}}^2}{qp_0^2} \right) \dots\dots\dots (15)$$

式中， $p_{\text{coner, TM1}}$ 、 $p_{\text{coner, TM2}}$ 、 $p_{\text{coner, TMq}}$ ：在室內對應第 q 個揚聲器位置所獲得之角落最大均方根（r.m.s.）聲壓。

備考：50 Hz、63 Hz、80 Hz 每一個頻率之 $L_{i, \text{Corner}}$ 值可能與空間中的不同角落相關聯。

低頻程序（low-frequency procedure）50 Hz、63 Hz、80 Hz 頻帶聲壓位準能量平均由公式（13）計算，包括預設程序（default procedure） L_i 和低頻程序（low-frequency procedure） $L_{i, \text{Corner}}$ 聲壓位準能量平均。

$$L_{i, LF} = 10 \log \left[\frac{10^{0.1 L_{\text{Corner}}} + (2 \cdot 10^{0.1 L_i})}{3} \right] \dots\dots\dots (16)$$

9. 背景噪音（預設程序（default procedure）和低頻程序（low-frequency procedure））

9.1 一般規定

須對背景噪音位準進行量測，以確保在受音室量測不受外來噪音之影響，例如測試室戶外噪音、受音室之電噪（electrical noise）、聲源與接收系統間電氣雜音（electrical cross-talk）、用於連續移動微音器之機械設備、操作人員等之背景噪音影響。

當按下啟動、暫停或停止量測的按鈕時，建議確認聲音位準計是否受到引入信號干擾。

使用以下條件測試時，操作人員可能會產生背景噪音：

- （a） 操作人員留在受音室內的固定麥克風位置；
- （b） 手持微音器或；
- （c） 擺動微音器。

操作人員之衣服，鞋子或手臂/膝關節等為背景噪音之潛在來源。對於（a）、（b）和（c）三種量測，操作人員應使用以下三種方法來確認受音室中的背景噪音來源：

- （1） 以 A 加權聲壓位準（快特性）尋找異常瞬態事件；

- (2) 最大聲壓位準與快特性加權之間差異和頻帶中連續聲壓位準瞬態異常事件；
- (3) 在不需要聽力保護之測試條件下，透過自己的聽力以尋找背景噪音之來源。使用這些方法確認時，操作人員應注意聲壓位準量測，因自身移動或活動時所產生之噪音類似於背景噪音量測期間的噪音特性。

對於擺動微音器，操作人員須以相同路徑進行背景噪音之量測。

對於低頻程序（low-frequency procedure），須在每個角落進行背景噪音量測，並計算角落聲壓位準。

備考：50 Hz、63 Hz、80 Hz 每一個頻率之 $L_{i, \text{Corner}}$ 值可能與空間中的不同角落相關聯。每個頻帶須單獨進行背景噪音修正。

背景噪音量測最小平均時間須符合第 7.7 節之要求。最小平均時間僅使用於背景噪音穩定且連續之情況，否則應使用更長的量測時間。

需檢查接收系統間電氣雜音（electrical cross-talk）之干擾，並更換虛擬微音器（dummy microphone）以及等效阻抗揚聲器（equivalent impedance）。

9.2 背景噪音之修正

對於預設程序（default procedure）和低頻程序（low-frequency procedure），背景噪音位準須比欲量測之聲源加上背景噪音之合成聲壓位準至少低 6 dB（低 10 dB 尤佳）。若位準差小於 10 dB 但大於 6 dB，則依公式（14）計算能量平均聲壓位準及角落聲壓位準訊號位準之修正：

$$L = 10 \log(10^{L_{sb}/10} - 10^{L_b/10}) \text{ dB} \dots\dots\dots (17)$$

式中， L ：表示經背景噪音修正之聲源聲壓位準，以 dB 為單位。

L_{sb} ：表示欲量測聲源與背景噪音之合成聲壓位準，以 dB 為單位。

L_b ：表示背景噪音位準，以 dB 為單位。

L_{sb} 和 L_b 其數值採用小數點以下 1 位，如 XX.XYZZZ 經四捨五入後為 XX.X，當 Y 小於 5 則為 X，如果 Y 等於或者大於 5 則為 XX.X+0.1。

若在任何頻帶之位準差小於或等於 6 dB，則修正 1.3 dB 以對應其差異。在此情況下，預設程序（default procedure）和低頻程序（low-frequency procedure）1.3 dB 之修正值測試報告中須標示以清楚呈現其為量測之限值。

備考：由於背景噪音聲壓位準可能會影響橡膠球之撞擊產生之聲壓，故以橡膠球所獲得之最大衝擊聲壓位準能量平均，無法參照背景噪音最大聲壓位準來修正。

10. 受音室迴響時間(預設程序(default procedure)和低頻程序(low-frequency procedure))

10.1 一般規定

本章節規定受音室中迴響時間量測預設程序 (default procedure)，以及當受音室容積小於 25 m^3 (計算到最接近 m^3) 時應採用的低頻程序 (low-frequency procedure)。

迴響時間應採用精準之工程方法，且符合 ISO 3382-2 和 ISO 18233 中規定之噪音中斷法或脈衝響應積分法進行量測。

每一頻帶衰減曲線評估之取值須自低於起始聲壓位準 5 dB 以下開始，評估範圍須為 20 dB，評估範圍之下限點至少應較量測系統之背景噪音高 10 dB。

在聲壓位準量測時，受音室也應進行迴響時間量測。量測時，可採用三腳架固定式微音器，當操作人員於空間中設定三腳架位置，或採手持式微音器進行量測時，操作人員身體須與微音器保持至少一個手臂長度之距離。

為計算正規化衝擊聲壓位準，公式 (2) 之修正項所包含之等價吸音面積。

10.2 聲場之產生

揚聲器的方向性應具有近似均勻等方向輻射，並符合附錄 B 之要求。同時使用多聲源屬可行之方式，條件係為該多聲源須為同一類型且由相似但互不相關之訊號在同一聲壓位準發出。

對於預設程序 (default procedure)，空間內產生之聲音，於應量測之頻率範圍內，須保持穩定且具連續頻譜。若使用濾波器，其帶寬須至少為 1/3 倍頻帶。

對於低頻程序 (low-frequency procedure)，空間內產生之聲音須穩定，使用具有中心頻率 63 Hz 之倍頻帶濾波器，並保持穩定且具連續頻譜。。

10.3 預設程序 (default procedure)

若受音室容積相當於或大於 25 m^3 時，預設程序 (default procedure) 須使用第 10.5 節要求之噪音中斷法，第 10.6 節要求之脈衝響應積分法，量測頻率範圍包括 50 Hz 至 5000 Hz 之間所有 1/3 倍頻帶。若受音室容積小於 25 m^3 時，量測頻率範圍在 100 Hz 和 5 000 Hz 之間。

10.4 低頻程序 (low-frequency procedure)

若受音室容積小於 25 m^3 時，低頻程序 (low-frequency procedure) 須使用第 10.5 節要求之噪音中斷法，第 10.6 節要求之脈衝響應積分法。此過程要求迴響時間量測以倍頻帶 63 Hz 代替 50 Hz，63 Hz 和 80 Hz 1/3 倍頻帶量測，且以單個量測值用於表示於 50 Hz、63 Hz、80 Hz 在 L'_{nT} 、 L'_n 和 $L'_{i,Fmax,V,T}$ 之計算。

備考：一般而言，室容積較小之空間類型較少評估 50 Hz、63 Hz、80 Hz 頻帶之衰減曲線。因此，1/3 倍頻帶的衰減曲線使用 20 dB 或 30 dB 範圍評估時容易出錯，單斜率衰減曲線通常有多種狀態，使用 63 Hz 頻率濾波器可以解決此問題。

在使用石膏板或木板的木結構或鋼結構建築物中，可藉由濾波器影響 50 Hz、63 Hz、80 Hz 三者頻率之迴響時間，其 1/3 倍頻帶衰減曲線明顯較短。可以使用 63 Hz 頻率之濾波器來避免，可以量測更短的迴響時間。

10.5 噪音中斷法

若使用固定或手持式微音器，每個頻帶至少量測 6 次。至少使用 1 個揚聲器位置，每個揚聲器位置對應 3 個固定的微音器位置和兩個量測值，或者 1 個揚聲器位置對應六個固定式微音器位置和 1 個量測值。

若使用機械式連續移動微音器，每個頻帶至少量測 6 次。至少使用一個揚聲器位置，沿微音器路徑進行 6 次量測。

10.6 脈衝響應積分法

若使用脈衝響應積分法，迴響時間的量測應使用固定的微音器位置。

使用脈衝聲源，每個頻帶至少量測 6 次。至少使用一個聲源源位置和六個固定式微音器位置。

迴響時間應利用脈衝響應之平方進行反向積分來計算。

11. 倍頻帶轉換

當使用輕量衝擊源作為聲源時，若標準化聲壓位準 L'_{nT} 或正規化衝擊聲壓位準 L'_n 之計算值須以倍頻帶表示，其數值由 1/3 倍頻帶值計算，則每個倍頻帶依公式（18）或（19）計算：

$$L'_{nT,oct} = -10 \log \left(\sum_{n=1}^3 10^{\frac{L'_{nT,1/3oct,n}}{10}} \right) \dots\dots\dots (18)$$

$$L'_{n,oct} = -10 \log \left(\sum_{n=1}^3 10^{\frac{L'_{n,1/3oct,n}}{10}} \right) \dots\dots\dots (19)$$

當使用橡膠球作為聲源時，若標準化最大聲壓位準 $L'_{i,Fmax,V,T}$ 之計算值須以倍頻帶表示，其數值由 1/3 倍頻帶值計算，則每個倍頻帶依公式（20）計算：

$$L'_{i,Fmax,V,T,oct} = 10 \log \left(\sum_{n=1}^3 10^{\frac{L'_{i,Fmax,V,T,1/3oct,n}}{10}} \right) \dots\dots\dots (20)$$

在公式 (15) (16) (15) 計算前，1/3 倍頻帶數值採用小數點以下 1 位。如 XX,XYZZZ 經四捨五入後為 XXX，當 Y 小於 5 則為 X，如果 Y 等於或者大於 5 則為 X,X+0.1。最後結果數值精度不高於最接近的 0.1 dB。

12. 結果標示

室間衝擊音隔音性能正規化或標準化衝擊聲壓位準 L'_n 或 L'_{nT} 標示，均以分貝來表示，須於所有量測頻率，以表格或曲線形式呈現，其 1/3 倍頻帶隔音值標示至小數點以下 1 位。

測試報告之圖表須標示以 dB 為單位之數值對應對數刻度頻率，尺度如下：

(a) 1/3 倍頻帶使用 5 mm

(b) 10 dB 使用 20 mm

參照附錄 C 之表格尤佳。簡要測試報告應標示有關測試對象之一切重要資訊、測試方法及測試結果。

13. 不確定度

量測結果的不確定度應符合 ISO 12999-1 之相關規定。

14. 測試報告

測試報告須記載：

(a) 引用之標準（例如：ISO 16283-2 (2018)）以及修訂版；

(b) 進行量測之單位名稱；

(c) 申請測試者之名稱及地址；

(d) 測試日期；

(e) 建築構造與測試安排之說明（包括量測空間臨時修改，如第 6 節所述之擴散器的置入）；

(f) 兩室之容積；

(g) 衝擊源類型；

(h) 標準化衝擊聲壓位準 L'_{nT} ，正規化衝擊聲壓位準 L'_n ，或標準化最大衝擊聲壓位準 $L'_{i,Fmax,V,T}$ ；

(i) 測試程序及設備之細部說明，是否採用低頻程序 (low-frequency procedure)，50 Hz，

63 Hz 和 80 Hz 1/3 倍頻帶聲壓位準和迴響時間；

- (j) 若因背景噪音造成任何頻帶之聲壓位準無法量測時，量測限值之結果以 L'_{nT} 或 L'_n 或 $L'_{i,Fmax,V,T\leq\ldots}$ dB 表示（參照第 9 節）。

若依評估曲線進行單一數值參量評定，須參照 CNS8465-1，並須註明該評定係基於現場量測之結果。測試報告應包括單一數值之不確定度。

結果表示參照附錄 C。

附錄 A
(規定)
衝擊源之規定

A.1 標準輕量衝擊源

A.1.1 要求

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。

輕量衝擊源底座中心與相臨錘頭之中心線間隔至少 100 mm。底座應裝有防振墊。

具有 500 g 有效質量 (effective mass) 之每一個錘頭，由 40 mm 高度自由落下，敲擊樓板產生動量，動量之公差限值須在 $\pm 5\%$ 範圍內。由於須考慮錘頭操作之摩擦，因此不僅要確定錘頭質量及落下之高度，同時亦須確定衝擊時錘頭速度位於下列限值內：每一錘之質量為 (500 ± 12) g，其衝擊速度應為 (0.886 ± 0.022) m/s。若能確定錘的質量在相應減少限值 (500 ± 6) g 內，速度許可差可提高至最大不超過 ± 0.033 m/s。

錘頭落下方應垂直於測試表面，許可差在 $\pm 0.5^\circ$ 範圍內。

敲擊樓板之錘頭部分應為直徑 (30 ± 0.2) mm 之圓柱形。衝擊表面應為硬化鋼質材料且曲率半徑為 (500 ± 100) mm 之球形。得以下列方法檢測此項要求是否符合：

- (1) 當儀錶 (meter) 經由中點並相互垂直之至少兩條直線移過表面時，若量測結果在圖 A.1 所列容許範圍內，則可認定衝擊表面之曲率符合規定。

圖 A.1 所繪曲線之曲率半徑為 500 mm。曲線間隔距離為允許 400 mm 及 600 mm 半徑為公差限值內之的最小距離。量測準確度至少應為 0.01 mm。

- (2) 錘頭曲率得使用具有 3 個探頭位於直徑為 20 mm 圓上之球徑儀 (spherometer) 加以量測。

輕量衝擊源應為自動型。衝擊間隔平均時間應為 (100 ± 5) ms。連續衝擊間隔時間應為 (100 ± 20) ms。

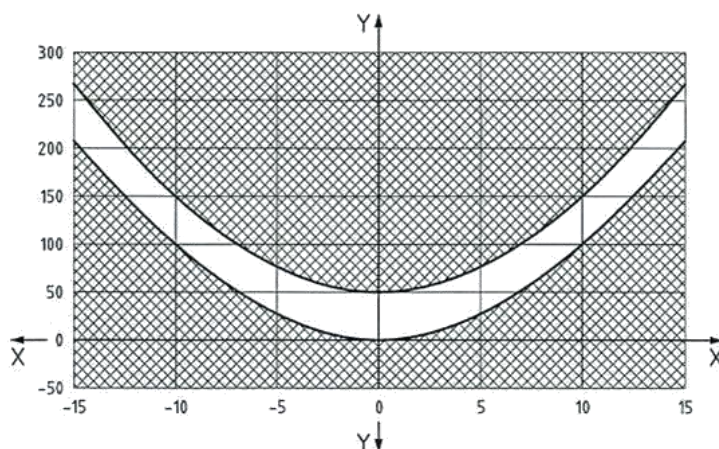
錘頭衝擊及舉起之時間間隔應少於 80 ms。

對用於測試裝有柔性表面或表面不平材料，其樓板衝擊音隔音之標準輕量衝擊源，應確保錘頭能夠落至輕量衝擊源支撐底座放置之平面以下至少 4 mm。

所有對標準輕量衝擊源之調整及是否符合規定之校驗應在平坦硬質表面上實施，且應在任何測試表面上以此種條件使用輕量衝擊源。

輕量衝擊源之質量應小於 25 公斤，避免使輕量級參考基準樓板及樓板表面材不同之仔

重。



圖例

X 至中心之距離 (mm)

Y 相對高度 (μm)

圖 A.1 錘頭曲率之公差限值

備考：中心之相對高度得在 $0 \mu\text{m}$ 至 $50 \mu\text{m}$ 範圍內自由選擇，使錘頭曲率符合公差限值。

A.1.2 定期檢查

若沒有修改輕量衝擊源，有些參數僅須量測一次即可。此涉及錘頭間隔距離、輕量衝擊源支撐、錘的直徑、錘的質量（除非錘頭經過表面重新處理）、錘頭衝擊與舉起間之時間、及錘頭落下之最大可能高度。

須定期對錘的速度、錘頭直徑及曲率、錘落下方向及衝擊間隔時間定期進行校驗。

須定期於標準實驗室校驗，以確定其符合需求。測試面應於平坦度在 $\pm 0.1 \text{ mm}$ 範圍內及水平度在 $\pm 0.1^\circ$ 範圍內之測試表面上實施。

校驗量測的不確定度 (uncertainty) 最大應為公差值之 20 %。

A.2 橡膠球

A.2.1 要求

橡膠球衝擊聲源應產生表 A.1 及圖 A.2 所示之各倍頻帶衝擊力暴露位準，落下高度為 $100\text{cm} \pm 1\text{cm}$ （自衝擊聲源之底部到受測樓板之表面）。

衝擊力平方對基準力之比值之時間積分，取常用對數再乘以 10。數值標示為 L_{FE} 。

$$L_{FE} = 10 \lg \left[\frac{1}{T_{ref}} \int_{t_1}^{t_2} \frac{F^2(t)}{F_0^2} dt \right] \dots\dots\dots (A.1)$$

式中， $F(t)$ 為衝擊力，以牛頓為單位。

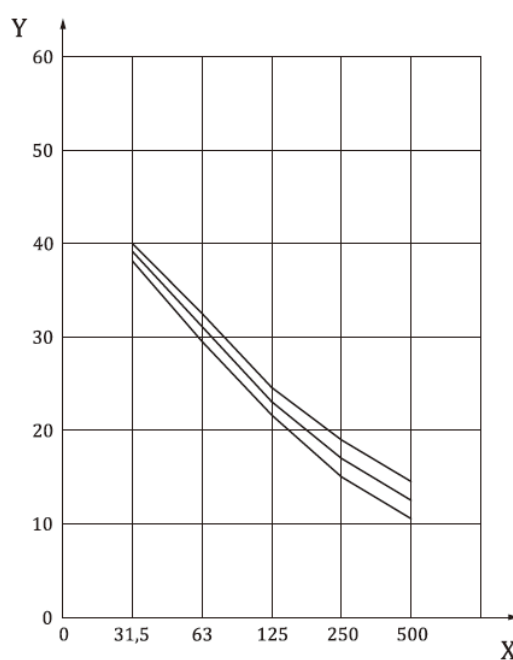
F_0 為基準力，(= 1N)。

t_1 - t_2 為衝擊力之持續時間，以秒為單位。

T_{ref} 為基準時間間隔 (= 1 秒)。

表 A.1 橡膠球衝擊聲源於各倍頻帶之衝擊力暴露位準

倍頻帶中心頻率 (Hz)	衝擊力暴露位準 (dB)
31.5	39.0±1.0
63	31.0±1.5
125	23.0±1.5
250	17.0±2.0
500	12.5±2.0



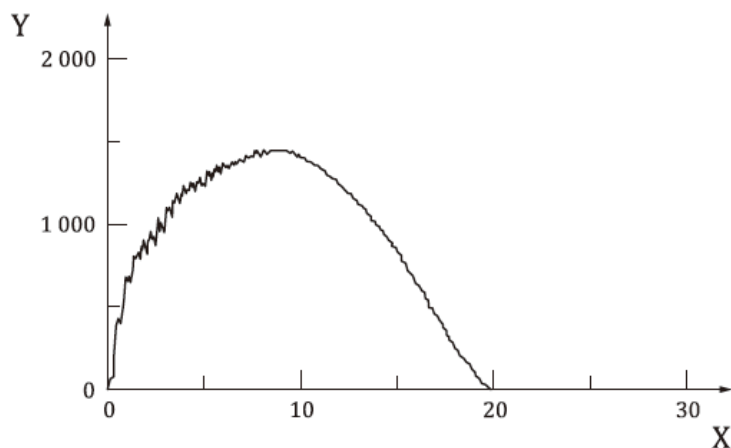
圖例

X 表示倍頻帶 (octave band) 中心頻率 (Hz)

Y 表示衝擊力暴露位準 (dB re 1N)

圖 A.2 橡膠球衝擊聲源於各倍頻帶之衝擊力暴露位準

圖 A.3 所示為橡膠球之衝擊力波形。



圖例

X 時間 (ms)

Y 衝擊力 (N)

備考：橡膠球得用人工方式墜落，亦得用自動裝置。

圖 A.3 橡膠球衝擊力波形，於硬水泥樓板上量測

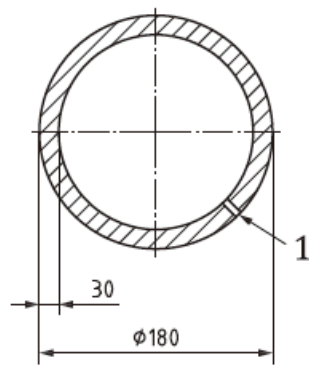
A.2.2 橡膠球構造範例

得使用具有下列特性之橡膠球：

- (a) 形狀和大小：空心球，直徑 180 mm，厚度 30 mm（參見圖 F.2）
- (b) 成分：參見表 F.2
- (c) 有效質量： 2.5 ± 0.1 Kg
- (d) 恢復係數： 0.8 ± 0.1

表 A.2 橡膠球成分

材料	重量比例
矽橡膠	100
過氧交互鍵結劑	2
染料	2
硫化劑	<0.1



圖例

1. 針孔（直徑 1 mm）

圖 A.4 橡膠球斷面（重量／軟質衝擊音源）

A.2.3 定期檢查

若橡膠球沒有明顯破裂或損壞，僅需在製造後檢測球衝擊力暴露水平的頻率特性。

附錄 B
(規定)
揚聲器設備

A.1 一般規定

在任意室內空間之所有聲源位置，揚聲器使用之揚聲器元件 (speaker units) 須安裝於封閉箱內，同一箱內所有揚聲器元件之輻射應同步。

聲源位置及方位須使微音器位置處於聲源直接聲場之外，並確保來自聲源之直接輻射不會在牆、樓板及天花板表面之聲音傳播能量上有主導性。

揚聲器的方向性應具有近似均勻等方向輻射。並符合 A.2 中揚聲器方向性鑑定流程確認揚聲器是否適合量測。

備考：若揚聲器裝於多面體之表面 (十二面體尤佳)，可取得適當之均勻等方向輻射之近似值。使用半球形多面體揚聲器 (直接安裝於地板上)，在室內亦可獲得等方向性之輻射。為符合第 7.2.2 節之要求，在此情形採取從室內低處向高處之垂直量測。

A.2 揚聲器方向性輻射之測試程序

對於聲源輻射方向性之測試，於自由聲場內距離約 1.5 m 量測聲源周圍之聲壓位準。聲源須由噪音訊號發出，且以 1/3 倍頻帶量測。揚聲器須使用轉盤旋轉或以 5° 的間隔進行離散量測。

量測 360° (L_{360}) 之能量平均值與所有 30° ($L_{30,i}$) 之平均值間之位準差。步驟為量測每個 L_{30} 角度之 i 值，通常以為 1° 或 15° 為間隔，對應 30° 弧上 (即 ±5°) 之能量平均值，方向性指數 (directivity indices) 由公式 (A.1) 計算。

$$DI_i = L_{360^\circ} - L_{30,i} \dots \dots \dots (A.1)$$

若 DI 值在 100Hz 至 630 Hz 間頻率範圍之限值在 ±2 dB 以內；630Hz 至 1000 Hz 範圍內，限值範圍自 ±2 dB 至 ±8 dB 線性增加；1000 Hz 至 5000 Hz 間之限值為 ±8 dB，則得以假設為均勻等方向性輻射。

測試須於不同平面上進行，以確保涵蓋「最差」之情況。對於多面體聲源 (polyhedron source)，則在一個平面測試即可。

合格性之檢驗不得超過兩年時間間隔，以確保符合要求。

附錄 C
(參考)
結果標示表格

本附錄提供 1/3 倍頻帶空間衝擊音隔音現場量測結果標示之格式（參見表 C.1、C.2 以及 C.3）。此表中所顯示之基準值曲線引用自 CNS 8465-2。須參照 CNS 8465-2 規定之方法對基準曲線進行補充，或至少參照 CNS 8465-2 以移動基準曲線代替。

ISO 16283-2標準化衝擊聲壓位準 L'_{nT} 輕量衝擊源樓板衝擊音隔之現場量測																	
客戶： 測試日期： 建築構造及測試安排之說明： 受音室容積： m^3																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="padding: 5px;">頻 率 f Hz</th> <th style="padding: 5px;">L'_{nT} 1/3倍頻 帶 dB</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>50 63 80</td><td></td></tr> <tr><td>100 125 160</td><td></td></tr> <tr><td>200 250 315</td><td></td></tr> <tr><td>400 500 630</td><td></td></tr> <tr><td>800 1000 1250</td><td></td></tr> <tr><td>1600 2000 2500</td><td></td></tr> <tr><td>3150 4000 5000</td><td></td></tr> </tbody> </table>	頻 率 f Hz	L'_{nT} 1/3倍頻 帶 dB	50 63 80		100 125 160		200 250 315		400 500 630		800 1000 1250		1600 2000 2500		3150 4000 5000		
頻 率 f Hz	L'_{nT} 1/3倍頻 帶 dB																
50 63 80																	
100 125 160																	
200 250 315																	
400 500 630																	
800 1000 1250																	
1600 2000 2500																	
3150 4000 5000																	
依據 CNS 8465-2 評定 $L'_{nT,w}(CI) =$ () dB ; $C_{I,50-2500} =$ dB 評定係基於以現場量測，以工程方法所得之結果。																	
測試報告編號： 日期：	測試機構名稱： 簽章：																

ISO 16283-2 正規化衝擊聲壓位準 L'_n 輕量衝擊源樓板衝擊音隔之現場量測																																													
客戶： 測試日期： 建築構造及測試安排之說明： 受音室容積： m^3																																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="padding: 5px;"> 頻率 f Hz </th> <th style="padding: 5px;"> L'_n 1/3 倍頻 帶 dB </th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>50</td><td></td></tr> <tr><td>63</td><td></td></tr> <tr><td>80</td><td></td></tr> <tr><td>100</td><td></td></tr> <tr><td>125</td><td></td></tr> <tr><td>160</td><td></td></tr> <tr><td>200</td><td></td></tr> <tr><td>250</td><td></td></tr> <tr><td>315</td><td></td></tr> <tr><td>400</td><td></td></tr> <tr><td>500</td><td></td></tr> <tr><td>630</td><td></td></tr> <tr><td>800</td><td></td></tr> <tr><td>1000</td><td></td></tr> <tr><td>1250</td><td></td></tr> <tr><td>1600</td><td></td></tr> <tr><td>2000</td><td></td></tr> <tr><td>2500</td><td></td></tr> <tr><td>3150</td><td></td></tr> <tr><td>4000</td><td></td></tr> <tr><td>5000</td><td></td></tr> </tbody> </table>	頻率 f Hz	L'_n 1/3 倍頻 帶 dB	50		63		80		100		125		160		200		250		315		400		500		630		800		1000		1250		1600		2000		2500		3150		4000		5000		
頻率 f Hz	L'_n 1/3 倍頻 帶 dB																																												
50																																													
63																																													
80																																													
100																																													
125																																													
160																																													
200																																													
250																																													
315																																													
400																																													
500																																													
630																																													
800																																													
1000																																													
1250																																													
1600																																													
2000																																													
2500																																													
3150																																													
4000																																													
5000																																													
依據 CNS 8465-2 評定 $L'_{n,w}(CI) = \quad () \text{ dB}$; $C_{I,50-2500} = \quad \text{dB}$ 評定係基於以現場量測，以工程方法所得之結果。																																													
測試報告編號： 日期：	測試機構名稱： 簽章：																																												

ISO 16283-2標準化最大衝擊聲壓位準 $L'_{i,Fmax,V,T}$ 重量衝擊源樓板衝擊音隔之現場量測																															
客戶： 測試日期： 建築構造及測試安排之說明： 受音室容積： m^3																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="padding: 5px;">頻率 f Hz</th> <th style="padding: 5px;">$L'_{i,Fmax,V,T}$ 1/3倍頻帶 dB</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="padding: 5px;">50 63 80</td><td style="padding: 5px;"></td></tr> <tr><td style="padding: 5px;">100 125 160</td><td style="padding: 5px;"></td></tr> <tr><td style="padding: 5px;">200 250 315</td><td style="padding: 5px;"></td></tr> <tr><td style="padding: 5px;">400 500 630</td><td style="padding: 5px;"></td></tr> <tr><td style="padding: 5px;">800 1000 1250</td><td style="padding: 5px;"></td></tr> <tr><td style="padding: 5px;">1600 2000 2500</td><td style="padding: 5px;"></td></tr> <tr><td style="padding: 5px;">3150 4000 5000</td><td style="padding: 5px;"></td></tr> </tbody> </table>	頻率 f Hz	$L'_{i,Fmax,V,T}$ 1/3倍頻帶 dB	50 63 80		100 125 160		200 250 315		400 500 630		800 1000 1250		1600 2000 2500		3150 4000 5000		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <caption>Graph Data Points (Estimated)</caption> <thead> <tr> <th>Frequency f (Hz)</th> <th>Sound Pressure Level L'_n (dB)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>100</td><td>62</td></tr> <tr><td>250</td><td>62</td></tr> <tr><td>500</td><td>60</td></tr> <tr><td>1000</td><td>56</td></tr> <tr><td>2000</td><td>48</td></tr> <tr><td>3150</td><td>42</td></tr> </tbody> </table>	Frequency f (Hz)	Sound Pressure Level L'_n (dB)	100	62	250	62	500	60	1000	56	2000	48	3150	42
頻率 f Hz	$L'_{i,Fmax,V,T}$ 1/3倍頻帶 dB																														
50 63 80																															
100 125 160																															
200 250 315																															
400 500 630																															
800 1000 1250																															
1600 2000 2500																															
3150 4000 5000																															
Frequency f (Hz)	Sound Pressure Level L'_n (dB)																														
100	62																														
250	62																														
500	60																														
1000	56																														
2000	48																														
3150	42																														
測試報告編號： 日期：	測試機構名稱： 簽章：																														

附錄 D
(參考)
附加指引

D.1 一般規定

本附錄為附加指引，適用範圍包括容積 $10 \text{ m}^3 \leq V \leq 250 \text{ m}^3$ 之空間，量測頻率範圍從 100 Hz 至 3150 Hz。但基本規定也可包括 50 Hz 至 80 Hz 頻率，及頻率範圍為 4000 Hz 至 5000 Hz 範圍內的量測（當空間室容積等於或大於 25 m^3 時）。

D.2 原則

D.2.1 樓板表面材

若在同一空間內使用不同的樓板表面材（例如結合廚房和客廳的空間中），其量測與報告應分別進行。

軟質（flexible）表面材（塑膠、橡膠、軟木、地墊或其組合），可採用小試體進行量測，輕量衝擊源隨著該小試體不同位置之間移動。如果要用膠合劑固定表面材，則無膠合劑之量測結果可能會產生誤差。應避免在輕質木質托樑樓板上覆蓋重量較重的重型地毯試體，因為它可能無法考量隔板彎曲運動的阻尼或約束作用。

若採用小試體測試，測試報告須清楚描述。

對於軟質表面材，衝擊音隔音通常與溫度或濕度有關，若在不同於溫度條件下進行量測，則應考量常溫下所獲得之結果。

D.2.2 室容積計算

在計算空間室容積時，受音室中封閉且非吸音物體之體積不應計算在受音室的總體積中（例如衣櫃，櫥櫃和 installation shafts）。

D.2.3 共同構件面積計算

在計算共同構件面積時，不得扣除固定衣櫃或其他櫥櫃等所覆蓋到之共同構件面積。

D.2.4 微音器與揚聲器位置數量

微音器與衝擊源位置數量如表 D.1 所示。

表 D.1 聲源室和受音室樓板面積使用之衝擊源與微音器位置數量

聲源室 樓板 面積 m ²	數量	位置數量			
		≤ 50		> 50	
		第1類型 樓板	第2類型 樓板	第1類型 樓板	第2類型 樓板
< 20	輕量衝擊源	4	4	4	4
	固定或手持式 微音器位置	4	4	8	8
	機械式連續移 動微音器或擺 動微音器位置	1	1	2	2
20~50	輕量衝擊源	8	4	8	4
	固定或手持式 微音器位置	4	4	8	8
	機械式連續移 動微音器或擺 動微音器位置	1	1	2	2
> 50	輕量衝擊源	8	8	8	8
	固定或手持式 微音器位置	4	4	8	8
	機械式連續移 動微音器或擺 動微音器位置	1	1	2	2
備註： 第1類型構件為木構樓板、混凝土樓板（有肋梁或橫梁）或厚度小於100 mm 單層混凝土樓板。適用於所有樓板表面材；第1類型構件為厚度相當或大於於 100 mm單層混凝土樓板、中空混凝土樓板或clinker concrete。適用於所有樓 板表面材					

對於第 1 類型樓板，輕量衝擊源至少一個位置位於梁的上方，衝擊錘所連成之線須與梁或肋梁方向成 45°。

對於面積小於 20 m²之樓板，輕量衝擊源與樓板邊緣之間的最低距離產生不易設置 4 個輕量衝擊源位置之情況。但仍應參照表 D.1 中規定的最小位置，將輕量衝擊源放置於允許的區域內，並且每次量測時改變錘頭軸線的方向。

D.3 平面量測

平面量測之衝擊源與微音器位置範例參照附錄 E。

若聲源室樓板面積相當或小於 20 m²，則參照表 D.1。若樓板面積超過 20 m²，則在 20 m²的有限面積進行量測。若聲源室中與隔牆垂直之樓板面積範圍有限，其樓板不得小

於聲源室中隔牆寬度的一半。在有限的範圍中，另一個尺寸不得小於受音室隔牆之寬度。需參照規定進行量測，在某些情況下，可能無法將樓板面積限制於 20 m^2 ，如附錄 E 範例 1 至 9。

D.4 垂直量測

D.4.1 一般規定

垂直量測之衝擊源與微音器位置範例參照附錄 F。

D.4.2 部分隔開空間

局部隔間類型之空間，如完工後的建築物中開放式廚房與客廳，以局部牆壁劃分，或是正在建造中未完工建築物之格局。

針對完工建築物局部隔間類型之空間水平傳遞，如隔間開口面積等於或小於共同構件垂直總面積的三分之一，則視為獨立空間，如附錄 F 範例 12、13。

針對正在建造中未完工建築物之格局，其兩個空間過大之開口部位，須由膠合板或石膏板等板材封閉，以明確定義所分隔之獨立空間。

D.4.3 非交錯空間

D.4.3.1 一般規定

非交錯空間之定義為較小空間的水平配置完全包含在較大空間的水平配置中。

D.4.3.2 聲源室樓板面積等於或小於受音室樓板面積

參照表 D.1 輕量衝擊源位置和微音器位置數量。輕量衝擊源位置須覆蓋總樓板面積，如附錄 F 範例 11。

D.4.3.3 聲源室樓板面積大於受音室樓板面積

若聲源室樓板面積相當於或小於 20 m^2 ，則參照表 D.1。若樓板面積超過 20 m^2 ，以及共同構件的面積相當於或小於 20 m^2 ，則在 20 m^2 的有限面積進行量測。輕量衝擊源應放在特定區域，如附錄 F 範例 14。若共同構件的面積超過 20 m^2 ，則輕量衝擊源位置應均勻分布在共同構件總面積上。

D.4.4 交錯空間

若共同構件面積大於 20 m^2 ，則參照 D.4.3.2 和 D.4.3.3。若共同構件面積相當於或小於 20 m^2 ，或者無共同構件，則使用 20 m^2 的有限面積，如附錄 F 範例 15 及 17。

D.5 走廊和樓梯

D.5.1 走廊衝擊音隔音量測

將輕量衝擊源放置在靠近接受室的走廊，從走廊到同一層或下層的空間進行衝擊音隔音量測。其面積應包含走廊整個寬度，長度應相當於約 10 m^2 的面積。須使用輕量衝

擊源位置，並參照表 D.1 設定微音器位置數量，如附錄 E 範例 10。

D.5.2 由公寓樓梯和陽台衝擊音隔音量測

分別針對樓梯平台和階梯進行量測。在樓梯平台和階梯中使用 4 個輕量衝擊源位置。參照表 D.1 微音器位置數量。

階梯中的 4 個輕量衝擊源位置應包括在階梯頂部以及底部，其他兩個位置應均勻分佈在頂部和底部位置之間。

若無法將輕量衝擊源放置於狹窄的階梯上，可利用特殊的支撐裝置在輕量衝擊源一側裝設延伸支撐架，使輕量衝擊源可放置於兩個台階上。當使用特殊支撐時，應注意確保錘頭的下降高度和輕量衝擊源的水平平衡，並記載於測試報告中。在此情況下，須注意確保輕量衝擊源在量測中不易傾倒並造成損壞或傷害。

樓梯平台的衝擊聲壓位準通常於相鄰房間中量測最高位準。若相鄰空間的樓板與樓梯平台處在同一樓層，如由相同的梁組成之混凝土樓板，可由樓梯平台下相同樓層的空間獲得衝擊聲壓位準，因為木地板降低混凝土樓板進入上層空間的聲音輻射。

若階梯無固定在樓梯牆壁上，其階梯衝擊聲壓位準應與平台相同的房間內進行測量。如果平台固定在牆上，則應選擇用與平台最接近的空間作為受音室進行量測。

上述指引也適用於內部樓梯的量測。

D.6 輕量衝擊源空氣音傳音

可以通過以下方式評估輕量衝擊源空氣音傳音。

- (a) 於聲源室量測輕量衝擊源之聲壓位準，以 $L_{S,tm}$ 標示。
- (b) 於受音室量測輕量衝擊源之聲壓位準，以 $L_{R,tm}$ 標示。
- (c) 於聲源室空間設置揚聲器，以粉紅噪音信號量測聲源室和受音室之間的聲壓位準差，以 $L_{D,spk}$ 標示。

若 $L_{S,tm} - L_{D,spk} \leq 10$ dB，或任何頻率比 $L_{R,tm}$ 低，則可忽略輕量衝擊源空氣音傳音。

附錄 E
(參考)

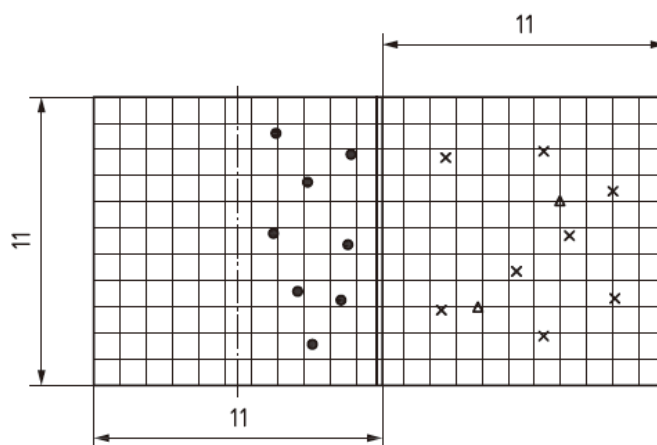
平面量測-衝擊源和微音器適當的位置

本附錄用於衝擊音隔音平面量測衝擊源和微音器適當的位置範例。

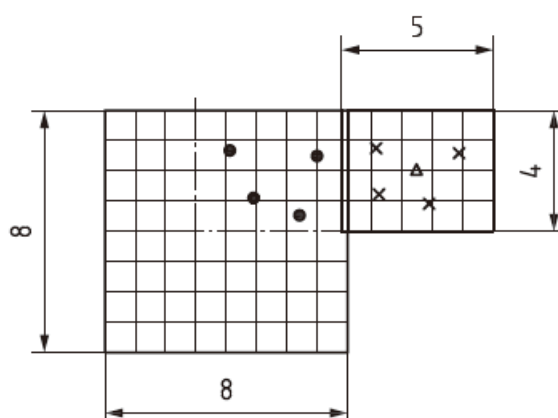
附錄 E 中的輕量衝擊源位置為附錄 D 表 D.1 中所定義之第 2 類型。對於第 1 類型，輕量衝擊源位置的數量隨著樓板面積 20 m^2 至 50 m^2 增加。

所有範例皆為平面。

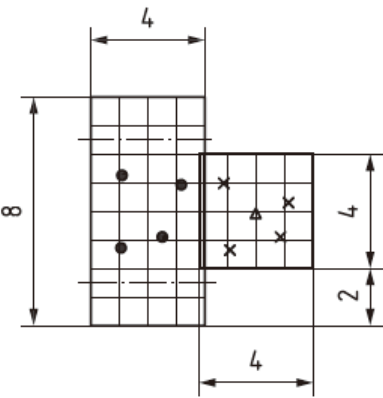
在圖面上所表示之空間尺寸以米為單位。



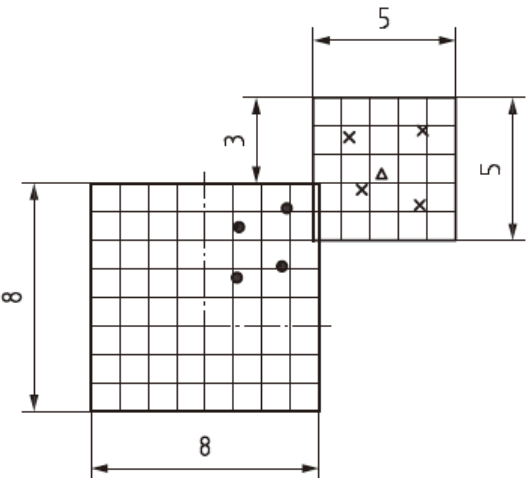
範例 1



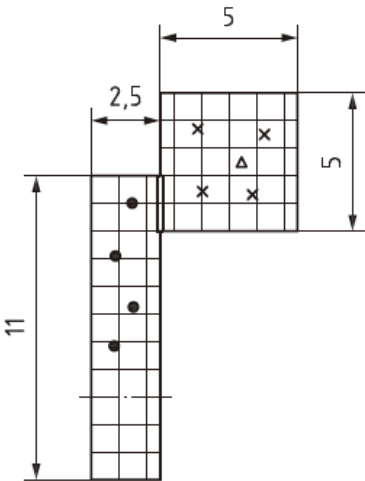
範例 2



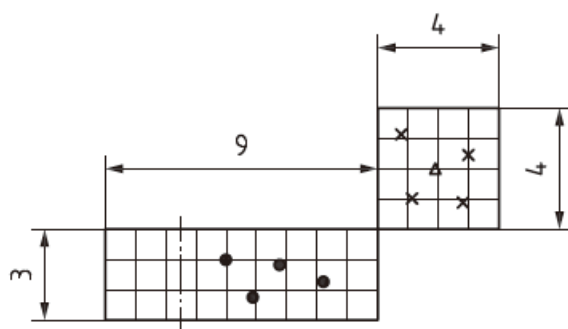
範例 3



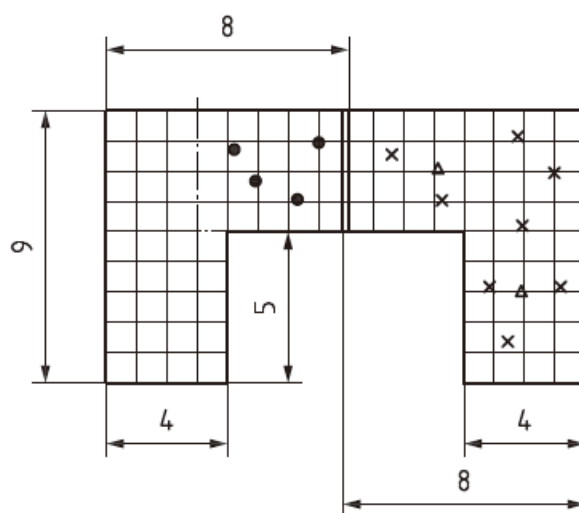
範例 4



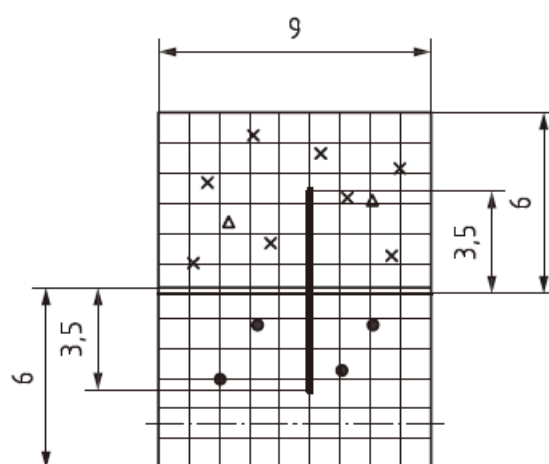
範例 5



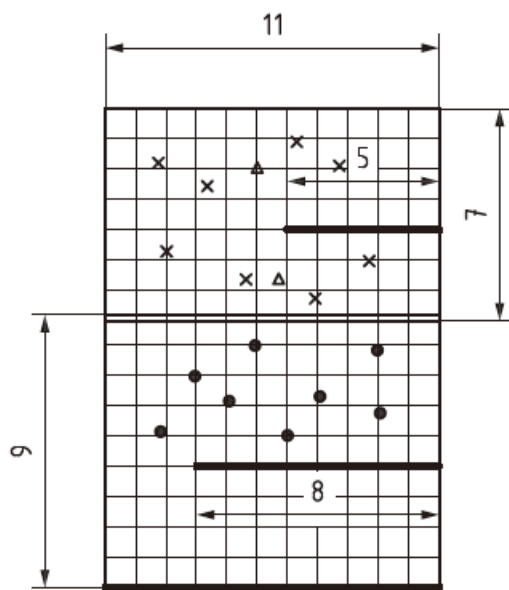
範例 6



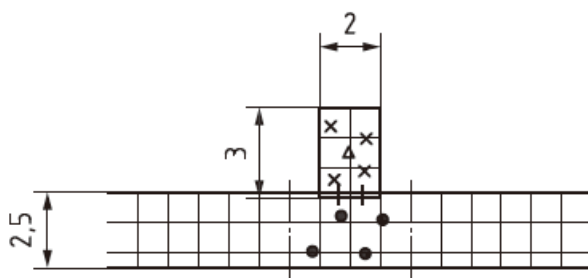
範例 7



範例 8



範例 9



範例 10

圖例

- 衝擊源位置
- × 固定式微音器位置
- △ 機械式連續移動微音器移動的固定點或擺動微音器操作人員之位置
- 室邊界
- = 共同構件

圖 E.1 平面量測-範例 1 至範例 10 之比例為 1:200

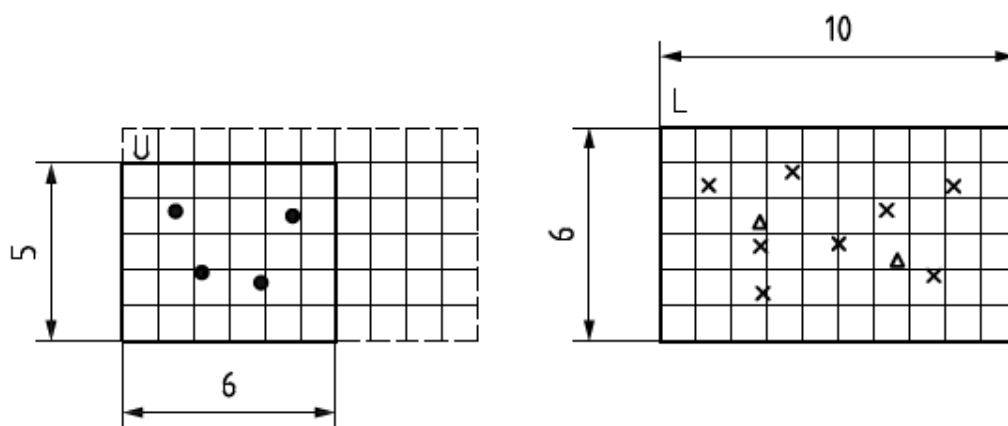
附錄 F
(參考)

垂直量測-衝擊源和微音器適當的位置

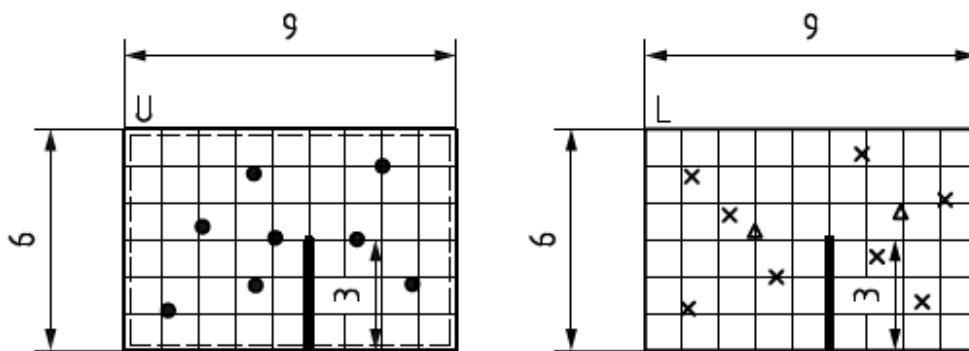
本附錄用於空氣音隔音垂直量測衝擊源和微音器適當的位置範例。

所有範例皆為垂直面。

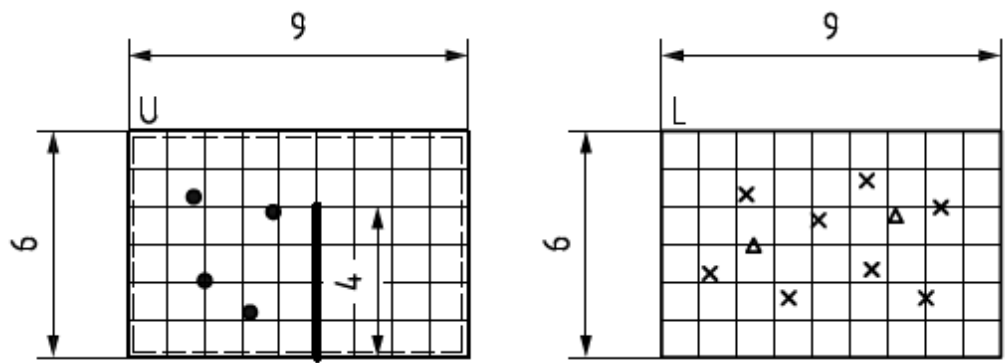
在圖面上所表示之空間尺寸以米為單位。



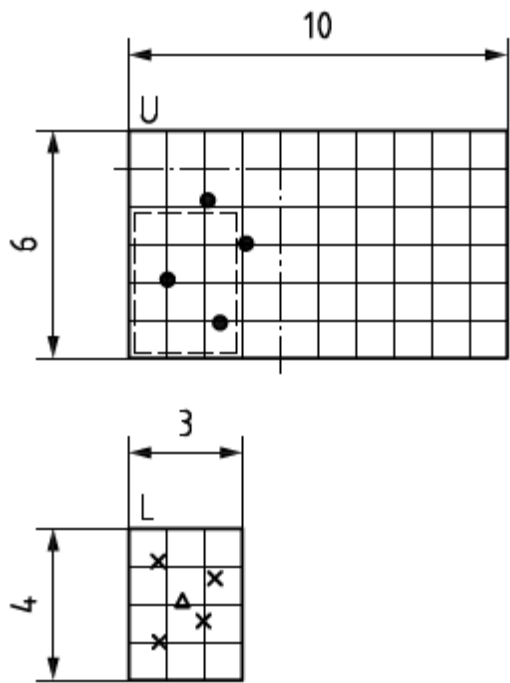
範例 11



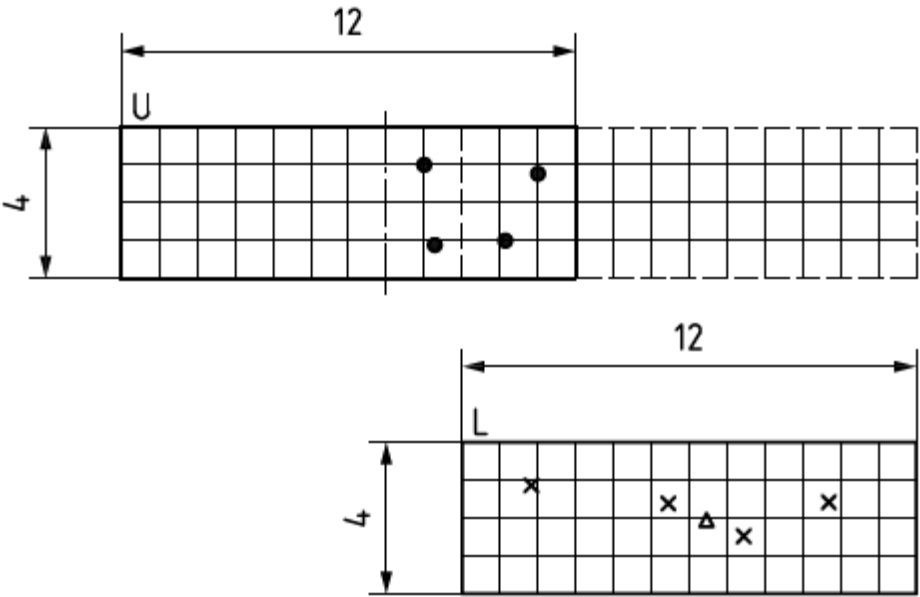
範例 12



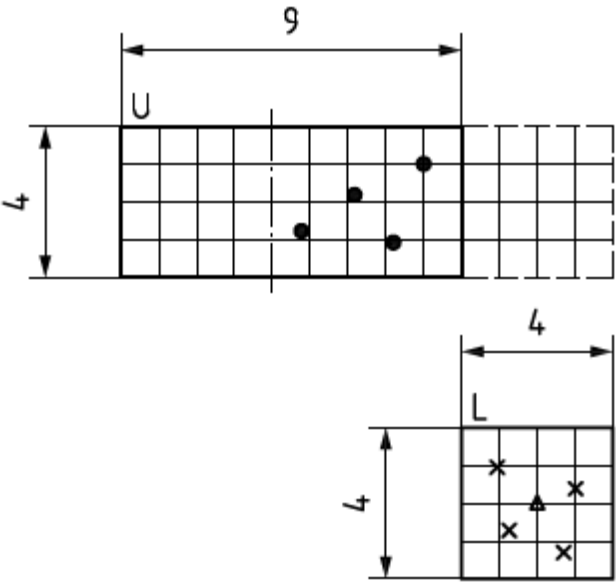
範例 13



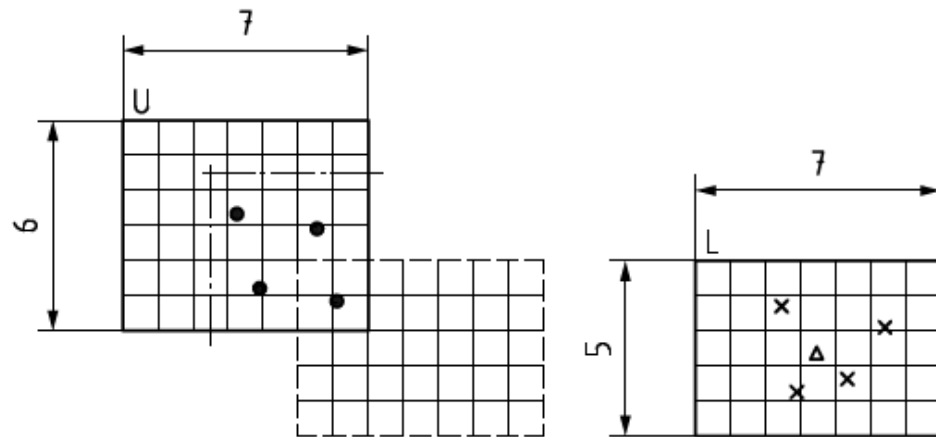
範例 14



範例 15



範例 16



範例 17

圖例

- 衝擊源位置
- × 固定式微音器位置
- Δ 機械式連續移動微音器移動的固定點或擺動微音器操作人員之位置
- U 上室空間
- L 下室空間
- = 共同構件
- 室邊界
- 下室空間之室邊界
- .-.- 樓板界線

圖 F.1 平面量測-範例 11 至範例 17 之比例為 1:200

附錄七 ISO 16283-3 「聲學-建築構件隔音現場量測法-外牆隔音」

(草案)

中華民國國家標準

C N S

聲學-建築構件隔音現場量測法- 外牆隔音（草案）

Acoustics -- Field measurement of sound insulation
in buildings and of building elements -- Part 3:
Façade sound insulation

(對應之國際標準 ISO 16283-3)

中華民國 年 月 日制定公布

Date of Promulgation: - -

本標準非經經濟部標準檢驗局同意不得翻印

目錄

1.適用範圍	171
2.引用標準	172
3.用語及定義	173
4.設備	178
5.頻率範圍	179
6.一般規定	179
7.室內聲壓位準量測	181
8.受音室迴響時間（預設程序（default procedure）和低頻程序 （low-frequency procedure）	188
9.使用室內揚聲器（預設程序（default procedure）和低頻程序 （low-frequency procedure）	189
10.以道路交通噪音進行量測(預設程序 default procedure)	192
11.倍頻帶轉換	195
12.結果標示	196
13.不確定度	197
14.測試報告	197
附錄 A（規定）面積 S 之決定	199
附錄 B（規定）透過試體周圍牆壁之聲音傳播控制	200
附錄 C（規定）揚聲器設備	201
附錄 D（參考）測試要求之驗證範例	202
附錄 E（參考）以航空及鐵道交通噪音進行量測	203
附錄 F（參考）結果標示表格	206

1. 適用範圍

本標準規定兩個系列方法，分別為構件法(element method)與整體法(global method)，以量測外牆構件及整體外牆之空氣音隔音性能。適用範圍包括容積 10 m³至 250 m³之空間，量測頻率範圍從 50 Hz 至 5000 Hz。

量測結果可量化比較評估擴散聲場或非擴散聲場，或有無家具配置的空間空氣音隔音，本方法提供各頻率空氣音隔音之數值，亦得依 CNS 8465-1 將其轉換成單一數值參量以標示其聲學特性。

構件法應用於評估外牆構件例如窗之隔音指標；最準確之構件法係採用揚聲器作為人工聲源。另一方面，整體法應用於評定真實交通條件下之室外/室內聲壓位準差。最準確之整體法係採用真實交通作為聲源。此外，亦可採用揚聲器作為人工聲源。各方法綜整如表 1 所示。

外牆構件揚聲器法可獲得視隔音指標，在某些情況下得與依 ISO 10140 實驗室量測之隔音指標相互比較。若量測目的係評估特定外牆構件性能與其在實驗室性能相比較，則建議採用本方法。

構件道路交通法-亦適用於與構件揚聲器法相同之目的。因實務上各種理由而無法應用外牆構件揚聲器法時，本方法特別適用。上述 2 種方法經常會得到稍微不同之結果，道路交通法產生之隔音指標值會低於揚聲器法產生之值。針對道路交通法增加飛機與鐵路交通量測法之補充規定參照附錄 D。

整體外牆道路交通法可獲得在外牆立面前方 2 m 處之外牆實際隔音量，若量測目的係評估道路附近特定位置之整體外牆性能(包含所有側向路徑)，則建議採用本方法。其結果不得與實驗室量測結果作比較。

整體外牆揚聲器法亦可獲得在外牆立面前方 2 m 處之外牆隔音量，因實務上各種理由而無法應用真實噪音源時，本方法特別適用。其結果不得與實驗室量測結果作比較。

表 1 各種量測方法綜覽

編號	方法	參照	結果	應用場合
	構件 (Element)			
1	構件揚聲器 (Element loudspeaker)	第 9.5 節	R'_{45°	評估外牆構件視隔音指標之推薦方法
2	構件道路交通 (Element road traffic)	第 10.3 節	$R'_{tr,s}$	當道路交通噪音具有足夠位準時得以此法替代編號 1 之方法
3	構件鐵路交通 (Element railway traffic)	附錄 E	$R'_{rt,s}$	當鐵路交通噪音具有足夠位準時得以此法替代編號 1 之方法
4	構件航空交通 (Element air traffic)	附錄 E	$R'_{at,s}$	當航空交通噪音具有足夠位準時得以此法替代編號 1 之方法
	整體 (Global)			
5	整體揚聲器 (Global loudspeaker)	第 9.6 節	$D_{ls,2m,nT}$ $D_{ls,2m,n}$	作為編號 6、7、8 之替代方法
6	整體道路交通 (Global road traffic)	第 10.4 節	$D_{tr,2m,nT}$ $D_{tr,2m,n}$	評估暴露於道路交通噪音之外牆整體隔音性能推薦方法
7	整體鐵路交通 (Global railway traffic)	附錄 E	$D_{rt,2m,nT}$ $D_{rt,2m,n}$	評估暴露於鐵路交通噪音之外牆整體隔音性能推薦方法
8	整體航空交通 (Global air traffic)	附錄 E	$D_{at,2m,nT}$ $D_{at,2m,n}$	評估暴露於航空交通噪音之外牆整體隔音性能推薦方法

2. 引用標準

本標準引用以下標準之全部或部分內容，對應之內容須參照引用。若有標示日期之標準，僅可參照引用，若無則依最新版本（包括修訂版）為主。

CNS 8465-1 聲學－建築物及建築構件之隔音量評定－空氣音隔音

ISO 3382-2 Acoustics -- Measurement of room acoustic parameters -- Part 2: Reverberation time in ordinary rooms（聲學-室內聲學參數量測－一般室內迴響時間）

ISO 12999-1 Acoustics -- Determination and application of measurement uncertainties in building acoustics -- Part 1: Sound insulation（聲學－建築聲學測量不確定度決定與應用-第 1 部：隔音）

ISO 15712-3 Building acoustics -- Estimation of acoustic performance of buildings from the performance of elements -- Part 3: Airborne sound insulation against outdoor sound（建築聲學-從構件性能評價建築物的聲學性能－第 3 部：室外聲音的空氣聲隔聲）

ISO 18233 Acoustics -- Application of new measurement methods in building and room acoustics（聲學－建築與室內聲學新量測法之應用）

IEC 60942 Electroacoustics - Sound calibrators（電聲學－音壓校正器）

IEC 61183 Electroacoustics - Random-incidence and diffuse-field calibration of sound level meters (電聲學－聲音位準計隨機入射和擴散聲場校正)

IEC 61260 Electroacoustic – Octave-band and fractional-octave-band filters (電聲學－倍頻及分數倍頻帶濾波器)

IEC 61672-1 Electroacoustics - Sound level meters - Part 1: Specifications (電聲學－聲音位準計－第 1 部：規格)

3. 用語及定義

3.1 測試表面平均外部聲壓位準(**average outdoor sound pressure level on the test surface**)

$$L_{1,s}$$

與時間之平均聲壓平方對基準聲壓平方之比值，取常用對數再乘以 10，表面之平均係取全測試表面，包含來自試體及外牆之反射效應。

數值標示為 $L_{1,s}$ ，以 dB 為單位。

3.2 距離外牆 2m 處外部平均聲壓位準 (**average outdoor sound pressure level at a distance 2m in front of the façade**)

$$L_{1,2m}$$

距外牆面 2 m 處測試表面與時間之平均聲壓平方對基準聲壓平方之比值，取常用對數再乘以 10，

數值標示為 $L_{1,2m}$ ，以 dB 為單位。

3.3 室內能量平均聲壓位準 (**energy-average sound pressure level in a room**)

$$L_2$$

空間及時間之平均聲壓平方對基準聲壓平方之比值，取常用對數再乘以 10，空間之平均係取全室，但不含受到聲源直接輻射或邊界附近聲場（例如牆、窗等）顯著影響之處。

數值標示為 L_2 ，以 dB 為單位。

3.4 室內角落聲壓位準 (**corner sound pressure level in a room**)

$$L_{2,corner}$$

空間及時間之平均聲壓平方對基準聲壓平方之比值，取常用對數再乘以 10，空間最高時間平均聲壓係由空間角落所獲得。低頻量測範圍包含 1/3 倍頻帶之 50 Hz、63 Hz、80 Hz。

數值標示為 $L_{2,\text{corner}}$ ，以 dB 為單位。

3.5 室內低頻能量平均聲壓位準 (low-frequency energy-average sound pressure level in a room)

$L_{2,\text{LF}}$

低頻量測範圍包含 1/3 倍頻帶之 50 Hz、63 Hz、80 Hz，為空間及時間之平均聲壓平方對基準聲壓平方之比值，取對數再乘以 10，空間之加權平均係取自於空間角落最高聲壓位準以及空間中央區域。但不含受到聲源直接輻射或邊界附近聲場（例如牆等）顯著影響之處。

數值標示為 $L_{2,\text{LF}}$ ，以 dB 為單位。

$L_{2,\text{LF}}$ 為評估全室空間之聲壓位準能量平均。

3.6 迴響時間 (reverberation time)

當聲源停止發生後，室內聲壓位準降低 60 dB 所需之時間。

數值標示為 T ，以秒為單位。

3.7 背景噪音位準 (background noise level)

除衝擊源以外的噪音來源，須對受音室背景噪音位準進行量測。

3.8 固定式微音器 (fixed microphone)

於空間中使用三腳架固定式微音器。

3.9 機械式連續移動微音器 (mechanized continuously-moving microphone)

在圓形路徑中以相同速度移動，或是在固定測試週期內，沿著介於 270 度至 360 度之圓形路徑量測。

3.10 擺動微音器 (manually-scanned microphone)

微音器與手持式聲音位準計，或延長桿由操作人員沿規定路徑移動。

3.11 手持式微音器 (manually-held microphone)

微音器連接到聲音位準計或由操作人員手持固定位置的延長桿，距離操作人員的身體至少一個手臂的距離。

3.12 視隔音指標 (apparent sound reduction index)

R'_{45°

建築構件空氣音隔音量測，其聲源為揚聲器，且聲音入射角為 45° 。聲音之入射角度係指揚聲器對準試體中心之軸線與外牆面法線間之夾角，其視隔音指標依公式 (1) 計

算。係考量試體除透過聲功率 W_2 之外，由側向構件或其他組件傳播之聲功率 W_3 亦極為明顯時，視隔音指標為入射於試體聲功率 $W_{1,45^\circ}$ 對傳入受音室聲功率總和之比值，取常用對數再乘以 10。

數值標示為 R'_{45° ，以 dB 為單位。

$$R'_{45^\circ} = 10 \log \frac{W_{1,45^\circ}}{W_2 + W_3} \dots\dots\dots (1)$$

視隔音指標依公式 (2) 計算。

$$R'_{45^\circ} = L_{1,s} - L_2 + 10 \log \frac{S}{A} - 1.5 \dots\dots\dots (2)$$

式中， $L_{1,s}$ ：試體表面之平均聲壓位準。

L_2 ：受音室內之平均聲壓位準。

S ：試體之面積，以 m^2 為單位，參照附錄 A。

A ：受音室之等價吸音面積，以 m^2 為單位。

備考：一般而言，傳入受音室之聲功率包括經數種構件傳入之總和（牆、樓板、天花板）。

公式 (2) 係假設聲音僅由一角度即 45° 方向入射，且受音室內之聲場為完全擴散者。

3.13 視隔音指標 (apparent sound reduction index)

$$R'_{tr,s}$$

建築構件空氣音隔音量測，其聲源為交通噪音，且室外微音器位置是在試體表面，依公式 (3) 計算。

數值標示為 $R'_{tr,s}$ ，以 dB 為單位。

$$R'_{tr,s} = L_{1,s} - L_2 + 10 \log \frac{S}{A} - 3 \dots\dots\dots (3)$$

式中， S ：試體之面積，以 m^2 為單位，參照附錄 A。

A ：受音室之等價吸音面積，以 m^2 為單位。

備考：公式 (3) 係假設聲音由所有角度方向入射，且受音室內之聲場為完全擴散者。

3.14 位準差 (level difference)

$$D_{2m}$$

距外牆面 2 m 處之室外聲壓位準 $L_{1,2m}$ 與受音室內空間及時間平均聲壓位準 L_2 間之差

值。

數值標示為 D_{2m} ，以 dB 為單位。

$$D_{2m} = L_{1,2m} - L_2 \dots\dots\dots (4)$$

備考：若以交通噪音為聲源，符號改為 $D_{tr,2m}$ ；若為揚聲器，符號為 $D_{ls,2m}$ 。

3.15 標準化位準差 (standardized level difference)

$$D_{2m,nT}$$

經受音室迴響時間（參照第 3.6 節）修正之位準差（參照第 3.14 節）值。

數值標示為 $D_{2m,nT}$ ，以 dB 為單位。

$$D_{2m,nT} = D_{2m} - 10 \log \frac{T}{T_0} \dots\dots\dots (5)$$

式中， T ：受音室迴響時間，以秒為單位。

T_0 ：參考基準迴響時間，住宅 $T_0=0.5$ 秒。

備考：位準差之標準化取迴響時間 0.5 秒，係考量有家具之住宅，其室內迴響時間與容積、頻率無關，約等於 0.5 秒。

若以交通噪音為聲源，標示為 $D_{tr,2m,nT}$ ；若使用揚聲器，則標示為 $D_{ls,2m,nT}$ 。

3.16 正規化位準差 (normalized level difference)

$$D_{2m,n}$$

經受音室吸音力修正之位準差（參照第 3.14 節）值。

數值標示為 $D_{2m,n}$ ，以 dB 為單位。

$$D_{2m,n} = D_{2m} - 10 \log \frac{A}{A_0} \dots\dots\dots (6)$$

式中， A_0 ：參考基準吸音面積，住宅 $A_0=10 \text{ m}^2$ 。

備考：若以交通噪音為聲源，標示為 $D_{tr,2m,n}$ ；若使用揚聲器，則標示為 $D_{ls,2m,n}$ 。

3.17 等價吸音面積 (equivalent absorption area)

$$A$$

等價吸音面積係參照沙賓 (Sabine's) 式來計算：

數值標示為 A ，以 m^2 為單位。

$$A = \frac{0.16V}{T} \dots\dots\dots (7)$$

式中， V ：受音室之容積，以 m^3 為單位。

T ：受音室之迴響時間，以秒為單位。

3.18 單一事件位準 (single event level)

L_E

離散的單一事件噪音位準。

數值標示為 L_E ，以 dB 為單位。

$$L_E = 10 \log \frac{1}{t_0} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p^2(t)}{p_0^2} dt \dots\dots\dots (8)$$

式中， $p(t)$ ：瞬間聲壓位準。

$t_2 - t_1$ ：足夠時間間隔以涵蓋所有（事件）測試中顯著之聲音能量。

P_0 ：基準聲壓位準， $P_0 = 20 \mu\text{Pa}$ 。

t_0 ：基準(持續)時間， $t_0 = 1\text{s}$ 。

3.19 單一事件位準差 (single event level difference)

$D_{E,2m}$

室外單一事件位準 $L_{E1,2m}$ （參照第 3.18 節）與受音室內空間及時間平均聲壓位準 L_{E2} 間之差值。

數值標示為 $D_{E,2m}$ ，以 dB 為單位。

$$D_{E,2m} = L_{E1,2m} - L_{E2} \dots\dots\dots (9)$$

備考：若以飛機交通噪音為聲源，標示為 $D_{\text{at},E,2m}$ ；若以鐵路交通噪音為聲源，標示為

$D_{\text{rt},E,2m}$ 。

3.20 標準化單一事件位準差 (standardized single event level difference)

$D_{E,2m,nT}$

經受音室迴響時間（參照第 3.19 節）修正之單一事件位準差（參照第 3.節）值。

數值標示為 $D_{E,2m,nT}$ ，以 dB 為單位。

$$D_{E,2m,nT} = D_{E,2m} - 10 \log \frac{T}{T_0} \dots\dots\dots (10)$$

備考：若以飛機交通噪音為聲源，標示為 $D_{at,,E,2m,nT}$ ；若以鐵路交通噪音為聲源，標示為 $D_{rt,E,2m,nT}$ 。

3.21 正規化單一事件位準差 (normalized single event level difference)

$$D_{E,2m,n}$$

經受音室吸音力修正之單一事件位準差（參照第 3.19 節）值。

數值標示為 $D_{E,2m,n}$ ，以 dB 為單位。

$$D_{E,2m,n} = D_{E,2m} - 10 \log \frac{A}{A_0} \dots\dots\dots (11)$$

備考：若以飛機交通噪音為聲源，標示為 $D_{at,E,2m,n}$ ；若以鐵路交通噪音為聲源，標示為 $D_{rt,E,2m,n}$ 。

3.22 視隔音指標 (apparent sound reduction index)

$$R'_{tr,s}$$

建築構件空氣音隔音量測，其聲源為鐵路交通噪音，且室外微音器位置是在試體表面，依公式（3）計算。

數值標示為 $R'_{tr,s}$ ，以 dB 為單位。

$$R'_{tr,s} = L_{E1,s} - L_{E2} + 10 \log \frac{S}{A} - 3 \text{ dB} \dots\dots\dots (12)$$

式中， $L_{E1,s}$ ：試體表面單一事件之平均聲壓位準。

L_{E2} ：受音室內單一事件之平均聲壓位準。

S ：試體之面積，以 m^2 為單位，參照附錄 A。

A ：受音室之等價吸音面積，以 m^2 為單位。

4. 設備

4.1 一般規定

聲壓位準量測設備，包括微音器，以及線材、防風球罩、紀錄設備等配件須符合 IEC 61672-1 所定義 0 級或 1 級之規定。

微音器最大直徑不得大於 13 mm。

濾波器須符合 IEC 61260 定義 0 型或 1 型之規定。

迴響時間量測設備須符合 ISO 3382-2 之相關規定。

4.2 校正

若欲獲得聲壓位準之準確度，除非設備製造廠商另有聲明，包括微音器在內完整量測系統須於每次測試前及測試後，以 IEC 60942 所定義 0 級或 1 級之聲壓校正器進行單一或多數頻率調整聲壓位準絕對值。每次聲壓校正器校正時須註記現場運行，連續兩次的讀取之差不得大於 0.5 dB，如測試前以及完成後校正數值差異超過 0.5 dB，其先前校正後所獲得之數值將不得採用。

4.3 確認

聲壓位準量測設備，濾波器和音壓校正器須符合相關要求，應通過有效的合格證書進行驗證。如果適用，微音器隨機入射響應須通過 IEC 61183 的驗證。所有符合性測試須由獲得認可的實驗室或經國家授權的實驗室進行，以執行相關的測試和校準，並確保計量可追溯至適當的量測標準。

除國家標準另有規定，建議在 1 年內的時間間隔進行聲壓位準計校正。儀器系統須符合 IEC 61672-1 的要求，建議在 2 年內的時間間隔內進行校正，IEC 61260 要求之濾波器組建議在 2 年內的時間間隔內進行校正。

5. 頻率範圍

聲壓位準須使用 1/3 倍頻帶濾波器進行量測，至少包含如下之中心頻率，以 Hz 為單位：

100 125 160 200 250 315 400 500 630
800 1000 1250 1600 2000 2500 3150

若需低頻範圍之附加資訊，則使用具有以下中心頻率之 1/3 倍頻帶濾波器，以 Hz 為單位：

50 63 80

若需高頻範圍之附加資訊，則使用具有以下中心頻率之 1/3 倍頻帶濾波器，以 Hz 為單位：

4000 5000

在低頻帶或高頻帶進行附加量測為選擇項目。

6. 一般規定

空氣音隔音量測須符合 ISO 16283 之要求。外牆隔音要求聲源在室外，所需的測量包括外牆立面和房間內的聲壓位準。受音室須量測迴響時間，以及背景噪音位準量測應確保在不受聲源室揚聲器之影響下進行。

對於構件和整體揚聲器預設程序 (default procedure) 和附加的低頻程序 (low-frequency

procedure)之迴響時間與背景噪音須使用聲壓位準量測。對於構件和整體道路交通法，只得使用預設程序 (default procedure)。

備考：由於信號高於背景噪音的不確定性可能會產生問題，沒有使用道路交通（或空中或鐵路交通）作為低頻程序 (low-frequency procedure) 聲源的經驗。

對於聲壓位準和背景噪音量測，以及預設程序 (default procedure)，所有頻率量測是使用固定式微音器，或手持式微音器陣列固定式微音器、機械式連續移動微音器，由一個位置移動到另一個位置。量測時，測點須遠離空間之邊界，或於空間的中心區域進行。不同聲壓位準之量測方法，須考量聲源室和受音室條件，以利操作人員應用最合適的方法。聲源室主要考量操作人員之聽力保護。對於受音室，其目的降低背景噪音影響，操作人員須判斷出現在空間中間歇性的背景噪音，或空間外背景噪音之干擾。

受音室或聲源室容積小於 25 m³時，聲壓位準、背景噪音，以及低頻程序 (low-frequency procedure)，須包括中心頻率 1/3 倍頻之 50 Hz、63 Hz、80 Hz 頻率。除了預設程序 (default procedure) 使用固定式微音器或手持式微音器量測外，還須額外進行受音室或聲源室角落聲壓位準量測。

備考：對於在小空間低頻程序 (low-frequency procedure)，由於聲壓位準之聲場模態易變動，其角落之量測可改善重複性、再現性以及空間關聯性。

受音室或聲源室容積小於 25 m³時，迴響時間之低頻程序 (low-frequency procedure)，須包括中心頻率 1/3 倍頻之 50 Hz、63 Hz、80 Hz 頻率。

對於訊號程序方法須參照 ISO 18233 之相關規定，量測須使用固定式微音器，不得使用機械式連續移動微音器、擺動微音器以及手持式微音器。

典型的空間（有家具或無家具）的聲場很少涵蓋頻率 50 Hz 至 5000 Hz 內的擴散聲場。預設程序 (default procedure) 和低頻程序 (low-frequency procedure) 允許在不確定聲場為擴散或非擴散之情況下進行量測。因此，不得為了測試目的而修改聲場，如在一個或兩者空間（有家具或無家具之條件下）臨時設置其他家具或擴散器。

備考：如法規要求或測試構件結果須與實驗室量測值進行比較，應量測額外的擴散聲場，通常使用 3 件擴散器，擴散器面積至少 1.0 m²。

預設程序 (default procedure) 和低頻程序 (low-frequency procedure) 的量測採相同方法進行。如有爭議，聲源室/受音室內在沒有操作人員，空氣音隔音所使用量測方法，應作為參考結果。

備考：參考結果有兩個情況，第一種為操作人員在受音室進行量測時，操作人員將吸

收額外的聲能量，改變在兩個房間中量測的聲場，在許多情況下可以忽略不計。
第二種為操作人員使用擺動微音器易產生之背景噪音，而固定式微音器或機械式連續移動微音器不會發生此類噪音。

構件揚聲器法（element loudspeaker method）測得之視隔音指標，在特定情況下得與實驗室量測之外牆構件隔音指標相互比較。

- （4） 確認待測外牆構件與規定之構造一致，並依製造廠商說明正確安裝。
- （5） 評估外牆隔音指標，確保經由試體周圍牆壁傳入之聲音不致對受音室聲壓位準有顯著影響。可參照 ISO 15712-3 評估牆壁對隔音之影響。

若質疑試體周圍牆壁傳播之聲音過高而無法接受，則應執行附錄 B 所定之程序。

若量測目的在於將窗戶之隔音性能與實驗室量測結果作比較，則須另外確認測試開口面積能代表實驗室之開口面積，且開口及開口中窗戶位置須符合 ISO 10140 之規定。

備考：由於窗及小型外牆構件之隔音性能與其尺寸有關，若某一構造之面積有別於其在實驗室中之試體面積，則其實際隔音性能與實驗室量測結果可能會有相當差異。大致上試體（特別是窗戶之玻璃）面積比達 2：1 時，隔音性能單一數值參量將超過 3 dB。若某一構件面積大於已測試之構件時，其測試結果通常會得到較低之隔音量。

附錄 D 提供驗證檢查的範例。

7. 室內聲壓位準量測

7.1 一般規定

聲壓位準量測須於受音室獲得聲源之能量平均（揚聲器或道路交通），受音室迴響時間，背景噪音位準量測。

7.2 預設程序（default procedure）

7.2.1 固定式微音器位置（Fixed microphone positions）

在空間內無操作人員之情況下，可採用三腳架固定式微音器。當操作人員於空間中設定三腳架位置，或採手持式微音器進行量測時，操作人員身體須與微音器保持至少一個手臂長度之距離。

空間內至少須使用 5 個微音器位置對應每個揚聲器位置，微音器位置應均勻分布於實驗室最大之允許空間內，微音器位置在相同平面上不得重複設置，須採隨機之排列。

平均時間應符合第 7.2.5.1 節之要求。

7.2.2 機械式連續移動微音器（Mechanized continuously-moving microphone）

微音器須機械式在圓形路徑中以相同速度移動，在固定測試週期內，沿著 270 度至 360 度之圓形路徑量測。當使用移動式微音器時，其掃過之半徑應至少為 0.7 m。為涵蓋大部分可供量測之室內空間，橫向移動之平面須傾斜，且不位於室內任一表面（牆、樓板、天花板）10°內之平面。

橫向移動持續時間至少 15 秒。橫向平均時間須符合第 7.2.5.2 節之相關規定。

7.2.3 擺動微音器 (Manually-scanned microphone)

7.2.3.1 一般規定

擺動微音器路徑須為圓形，螺旋形，圓柱形路徑或三個半圓弧形，如圖 1 所示。圓形、螺旋形或圓柱形路徑應用於無家具或有家具的空間。如空間內沒有足夠的空間供操作人員應用這些路徑方法，則須使用由三個半圓弧形組成之路徑。須重複每個完整路徑以符合第 7.7.3 節中平均時間之要求。

7.2.3.2 圓形

圓形路徑如圖 1 所示。操作者須以伸展的手柄固定式微音器或聲音位準計 (sound level meter)，並旋轉身體 270 度至 360 度。為涵蓋大部分可供量測之室內空間，橫向移動之平面須傾斜，且不位於室內任一表面（牆、樓板、天花板）10°內之平面。如果允許，可彎曲膝蓋以減小微音器之整體高度。當擺動路徑在空間中另一個位置重複時，須保持相同之方法。當完成前次路徑測試，可中途暫停量測以減少操作人員所產生噪音，其操作人員可在繼續測試之前改變身體的位置。

操作人員路徑測試期間須維持角度速度，最大角度速度約每秒 20 度。

7.2.3.3 螺旋形

螺旋形路徑如圖 1 所示。操作人員須以可伸展的手柄固定式微音器或聲音位準計 (sound level meter)，距離地面 0.5 m 由身體從蹲下到站立並旋轉 360°至少 2 次，而微音器位置距離天花板不得超過 0.5 m。當完成前次路徑測試，可中途暫停量測以減少操作人員所產生噪音，其操作人員可在繼續測試之前改變身體的位置。

操作人員在路徑測試期間須維持角度速度，最大角度速度約每秒 20 度。

7.2.3.4 圓柱形

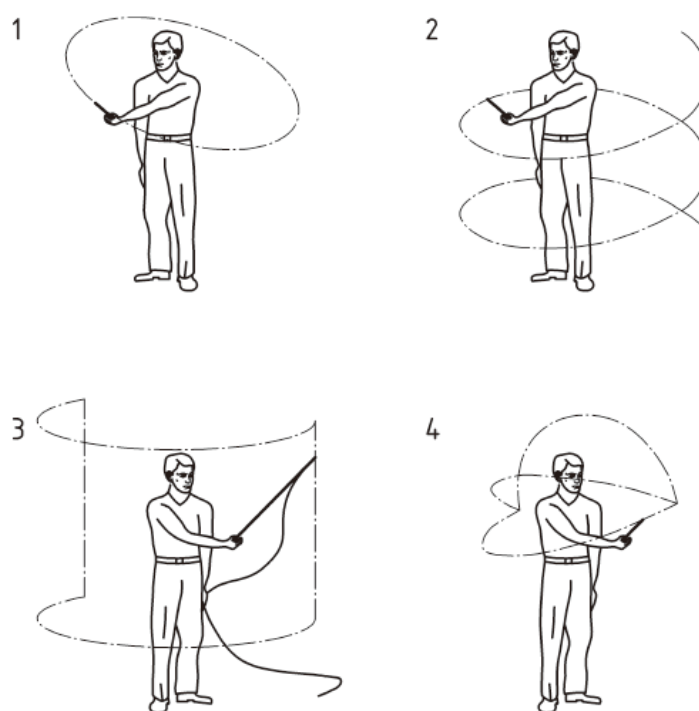
圓柱形路徑如圖 1 所示。操作人員須以 0.3 m 至 0.9 m 可伸展的手柄固定式微音器，對於右撇子操作者，路徑從地板上 0.5 m 處並接近 90°開始，然後將手柄固定式微音器以平行於地面的圓形路徑掃過，覆蓋大約 220°的角度範圍。路徑沿著直線垂直向上繼續，直到微音器距離天花板 0.5 m，而另一個圓柱形路徑在相反方向上覆蓋大約 220°，然後沿著垂直直線下降至起始點。對於左撇子操作人員，方向相反。

操作人員在圓柱形路徑測試期間須維持角度速度，最大角度速度約每秒 20 度。在路徑的直線路徑上最大速度約為 0.25 m/s。

7.2.3.5 三個半圓弧形

三個半圓弧形路徑如圖 1 所示。操作人員須以可伸展的手柄固定式微音器或聲音位準計 (sound level meter)，並分別畫出三個接近 45°至 60°的半圓弧形。每個半圓不得位於室內任一表面 (牆、樓板、天花板) 10°內之平面。如果允許，可彎曲膝蓋以減小微音器之整體高度。當路徑在空間中另一個位置重複時，須保持相同之方法。

操作人員在路徑測試期間須維持角度速度，最大角度速度約每秒 20 度。



圖例

- 9. 圓形
- 10. 螺旋形
- 11. 圓柱形
- 12. 三個半圓弧形

圖 1 擺動微音器路徑

7.2.4 微音器最小間隔距離

預設程序 (default procedure) 最小間隔距離如下：

任一微音器間之距離為 0.7 m；

任一微音器位置與室邊界或擴散器間之距離 0.5 m；

任一微音器位置與聲源間之距離為 1.0 m。

7.2.5 平均時間

7.2.5.1 固定式微音器位置

在 100 Hz 至 400 Hz 的頻率範圍內，每個微音器位置量測之平均時間至少 6 秒。對於 500 Hz 至 5 000 Hz，時間至少 4 秒。對於 50 Hz 至 80 Hz，每個微音器位置量測之平均時間至少 15 秒。

7.2.5.2 機械式連續移動微音器

量測平均時間應涵蓋整個完整流程，對於 100 Hz 至 5 000 Hz 至少 30 秒，對於 50 Hz 至 80 Hz 至少 60 秒。

7.2.5.3 擺動微音器

量測平均時間應涵蓋整個完整流程，對於 100 Hz 至 5 000 Hz 至少 30 秒，對於 50 Hz 至 80 Hz 至少 60 秒。

7.2.6 平均聲壓位準計算

7.2.6.1 固定式微音器位置

對於同時操作揚聲器或在一個位置操作單個揚聲器的量測，由公式（13）計算聲源室或受音室中的平均聲能位準。

$$L_2 = 10 \log \left(\frac{p_1^2 + p_2^2 + \dots + p_n^2}{np_0^2} \right) \dots\dots\dots (13)$$

式中， p_1 、 p_2 、 $\dots$ 、 p_n ：在室內 n 個不同位置之均方根（r.m.s.）聲壓。

p_0 ：基準聲壓，20 μ Pa。

在實際應用，聲壓位準 L 通常由量測而得，此情況下 L 由公式（14）求得：

$$L_2 = 10 \log \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{L_{p,i}/10} \right) \dots\dots\dots (14)$$

式中， L_1 、 L_2 、 $\dots$ 、 L_n 為室內 n 個不同微音器位置聲壓位準。

7.2.6.2 機械式連續移動微音器與擺動微音器位置

對於同時操作揚聲器或在一個位置操作單個揚聲器的量測，由公式（15）計算聲源室或受音室中的平均聲能位準。

$$L_2 = 10 \log \left(\frac{\frac{1}{T_m} \int_0^{T_m} p^2(t) dt}{p_0^2} \right) \dots\dots\dots (15)$$

式中， p ：聲壓，以帕斯卡（pascals）為單位。

p_0 ：基準聲壓，20 μPa 。

T_m ：積分時間，以秒為單位。

當同時使用連續移動或擺動量測時，由公式（16）計算空間平均聲能位準。

$$L_2 = 10 \log \left(\frac{10^{L_1/10} + 10^{L_2/10} + \dots + 10^{L_n/10}}{n} \right) \dots \dots \dots (16)$$

式中， L_1 、 L_2 、... L_n 為室內 n 個不同微音器位置聲壓位準。

7.3 低頻程序（low-frequency procedure）聲壓位準量測

7.3.1 一般規定

對於構件與整體揚聲器法，若受音室或聲源室容積小於 25 m^3 ，則採用低頻程序（low-frequency procedure），須包括中心頻率 1/3 倍頻之 50 Hz、63 Hz、80 Hz 頻率。針對空間角落區域進行聲壓位準量測，並取得每個頻率最高之聲壓位準。空間中須執行（a）聲源室或受音室中以揚聲器量測獲得之角落聲壓位準，以及（b）揚聲器關閉後由受音室所獲得之背景噪音位準。

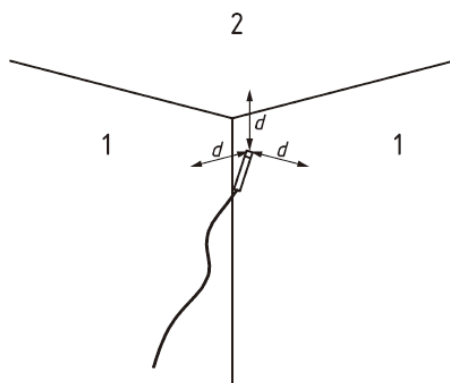
7.3.2 微音器位置

對於低頻程序（low-frequency procedure），固定式微音器須放置於空間角落，任一微音器位置與室邊界之距離 0.3 至 0.4 m，如圖 2 所示。

備考：每個角落邊界的距離不必相同，例如距離一室邊界距離 0.3 m，另一邊界為 0.35 m，其他室邊界則為 0.4 m。

對於四個角落之量測，兩個角落應位於地平面高度，兩個角落應位於天花板高度。這些角落可以或不可以靠近隔牆。角落須由三個室內表面（如牆壁，門，窗，地板或天花板）組成，每個表面的面積至少為 0.5 m^2 ，且垂直於各表面，距離角落 0.5 m 範圍內不得有家具等物體。在某些條件下，角落的三個交叉表面之角度可介於 45°和 135°之間，或由櫥櫃之類之物體形成其中之一交叉表面。

低頻量測範圍包含 1/3 倍頻帶之 50 Hz、63 Hz、80 Hz，參照第 8.5 節計算受音室低頻聲壓位準能量平均。



圖例

5. 牆

6. 天花板

圖 2 角落微音器位置範例，其中距離 d 須在 0.3 到 0.4 m 之間。範例僅為空間中一個可能的角落位置做為示意。

7.3.3 平均時間

對於低頻程序 (low-frequency procedure)，每個微音器位置量測之平均時間至少 15 秒。

7.3.4 低頻平均聲壓位準計算

若使用揚聲器之情況下，量測每一個角落 1/3 倍頻帶之 50 Hz、63 Hz、80 Hz 最大聲壓位準，以 $L_{2, \text{Corner}}$ 表示。

備考：50 Hz、63 Hz、80 Hz 每一個頻率之 $L_{2, \text{Corner}}$ 值可能與空間中的不同角落相關聯。

低頻程序 (low-frequency procedure) 50 Hz、63 Hz、80 Hz 頻帶聲壓位準能量平均由公式 (17) 計算，包括預設程序 (default procedure) L_2 和低頻程序 (low-frequency procedure) $L_{2, \text{Corner}}$ 聲壓位準能量平均。

$$L_{2, \text{LF}} = 10 \log \left[\frac{10^{0.1 L_{2, \text{Corner}}} + (2 \cdot 10^{0.1 L})}{3} \right] \dots\dots\dots (17)$$

7.4 背景噪音 (預設程序 (default procedure) 和低頻程序 (low-frequency procedure))

7.4.1 一般規定

須對背景噪音位準進行量測，以確保在受音室量測不受外來噪音之影響，例如測試室戶外噪音、受音室之電噪 (electrical noise)、聲源與接收系統間電氣雜音 (electrical cross-talk)、用於連續移動微音器之機械設備、操作人員等之背景噪音影響。

當按下啟動、暫停或停止量測的按鈕時，建議確認聲音位準計是否受到引入信號干擾。

操作人員待在受音室內以 (a) 固定式微音器量測時，若使用 (b) 手持式微音器或 (c) 擺動微音器，其操作人員之衣服，鞋子或手臂/膝關節等為背景噪音之潛在來源。對於 (a)、(b) 和 (c) 三種量測，操作人員應使用以下三種方法來確認受音室中的背景噪音來源：(1) 以 A 加權聲壓位準（快特性）尋找異常瞬態事件；(2) 最大聲壓位準與快特性加權之間差異和頻帶中連續聲壓位準瞬態異常事件；(3) 在不需要聽力保護之測試條件下，透過自己的聽力以尋找背景噪音之來源。使用這些方法確認時，操作人員應注意聲壓位準量測，因自身移動或活動時所產生之噪音類似於背景噪音量測期間的噪音特性。

對於擺動微音器，操作人員須以相同路徑進行背景噪音之量測。

對於低頻程序（low-frequency procedure），須在每個角落進行背景噪音量測，並計算角落聲壓位準。

備考：50 Hz、63 Hz、80 Hz 每一個頻率之 $L_{2,Corner}$ 值可能與空間中的不同角落相關聯。
每個頻帶須單獨進行背景噪音修正。

背景噪音量測最小平均時間須符合第 7.2.5 節或第 7.3.3 節之要求。最小平均時間僅使用於背景噪音穩定且連續之情況，否則應使用更長的量測時間。

需檢查受音室之電噪（electrical noise）須更換虛擬微音器（dummy microphone）。

7.4.2 背景噪音之修正

對於預設程序（default procedure）和低頻程序（low-frequency procedure），背景噪音位準須比欲量測之聲源加上背景噪音之合成聲壓位準至少低 6 dB（低 10 dB 尤佳）。若位準差小於 10 dB 但大於 6 dB，則依公式（18）計算能量平均聲壓位準及角落聲壓位準訊號位準之修正：

$$L = 10\log(10^{L_{sb}/10} - 10^{L_b/10}) \dots\dots\dots (18)$$

式中， L ：表示經背景噪音修正之聲源聲壓位準，以 dB 為單位。

L_{sb} ：表示欲量測聲源與背景噪音之合成聲壓位準，以 dB 為單位。

L_b ：表示背景噪音位準，以 dB 為單位。

L_{sb} 和 L_b 其數值採用小數點以下 1 位，如 XX.XYZZZ 經四捨五入後為 XXX，當 Y 小於 5 則為 X，如果 Y 等於或者大於 5 則為 X.X+0.1。

若在任何頻帶之位準差小於或等於 6 dB，則修正 1.3 dB 以對應其差異。在此情況下，

預設程序 (default procedure) 和低頻程序 (low-frequency procedure) 1.3 dB 之修正值測試報告中須標示以清楚呈現其為量測之限值。

8. 受音室迴響時間(預設程序(default procedure)和低頻程序(low-frequency procedure))

8.1 一般規定

本章節規定受音室中迴響時間量測預設程序 (default procedure)，以及當受音室容積小於 25 m^3 (計算到最接近 m^3) 時應採用的低頻程序 (low-frequency procedure)。

迴響時間應採用精準之工程方法，且符合 ISO 3382-2 和 ISO 18233 中規定之噪音中斷法或脈衝響應積分法進行量測。

每一頻帶衰減曲線評估之取值須自低於起始聲壓位準 5 dB 以下開始，評估範圍須為 20 dB，評估範圍之下限點至少應較量測系統之背景噪音高 10 dB。

在聲壓位準量測期間，受音室也應進行迴響時間量測。可採用三腳架固定式微音器。當操作人員於空間中設定三腳架位置，或採手持式微音器進行量測時，操作人員身體須與微音器保持至少一個手臂長度之距離。為計算視隔音指標，公式 (5) 之修正項所包含之等價吸音面積。

8.2 聲場之產生

揚聲器的方向性應具有近似均勻等方向輻射，並符合附錄 C 之要求。同時使用多聲源屬可行之方式，條件係為該多聲源須為同一類型且由相似但互不相關之訊號在同一聲壓位準發出。

對於預設程序 (default procedure)，空間內產生之聲音，於應量測之頻率範圍內，須保持穩定且具連續頻譜。若使用濾波器，其帶寬須至少為 1/3 倍頻帶。

對於低頻程序 (low-frequency procedure)，空間內產生之聲音須穩定，使用具有中心頻率 63 Hz 之倍頻帶濾波器，並保持穩定且具連續頻譜。

8.3 預設程序 (default procedure)

若受音室容積相當於或大於 25 m^3 時，預設程序 (default procedure) 須使用第 8.5 節要求之噪音中斷法，第 8.6 節要求之脈衝響應積分法，量測頻率範圍包括 50 Hz 至 5000 Hz 之間所有 1/3 倍頻帶。若受音室容積小於 25 m^3 時，量測頻率範圍在 100 Hz 和 5 000 Hz 之間。

8.4 低頻程序 (low-frequency procedure)

若受音室容積小於 25 m^3 時，低頻程序 (low-frequency procedure) 須使用第 10.5 節要求之噪音中斷法，第 10.6 節要求之脈衝響應積分法。此過程要求迴響時間量測以倍頻帶 63 Hz 代替 50 Hz，63 Hz 和 80 Hz 1/3 倍頻帶量測，且以單個量測值用於表示於 50

Hz、63 Hz、80 Hz 在 R'_{45° 、 $D_{1s,2m,nT}$ 和 $D_{1s,2m,n}$ 之計算。

備考：一般而言，室容積較小之空間類型較少評估 50 Hz、63 Hz、80 Hz 頻帶之衰減曲線。因此，1/3 倍頻帶的衰減曲線使用 20 dB 或 30 dB 範圍評估時容易出錯，單斜率衰減曲線通常有多種狀態，使用 63 Hz 頻率濾波器可以解決此問題。

備考：在使用石膏板或木板的木結構或鋼結構建築物中，可藉由濾波器影響 50 Hz、63 Hz、80 Hz 三者頻率之迴響時間，其 1/3 倍頻帶衰減曲線明顯較短。可以使用 63 Hz 頻率之濾波器來避免，可以量測更短的迴響時間。

8.5 噪音中斷法

若使用固定或手持式微音器，每個頻帶至少量測 6 次。至少使用 1 個揚聲器位置，每個揚聲器位置對應 3 個固定的微音器位置和兩個量測值，或者 1 個揚聲器位置對應六個固定式微音器位置和 1 個量測值。

若使用機械式連續移動微音器，每個頻帶至少量測 6 次。至少使用一個揚聲器位置，沿微音器路徑進行 6 次量測。

8.6 脈衝響應積分法

若使用脈衝響應積分法，迴響時間的量測應使用固定的微音器位置。

使用脈衝聲源，每個頻帶至少量測 6 次。至少使用一個聲源源位置和六個固定式微音器位置。

迴響時間應利用脈衝響應之平方進行反向積分來計算。

9. 使用室內揚聲器(預設程序(default procedure)和低頻程序(low-frequency procedure))

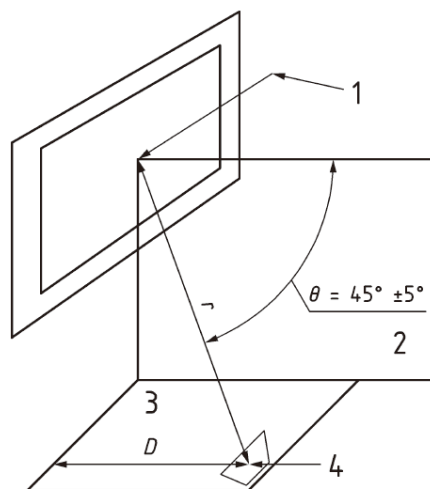
9.1 一般規定

本節說明構件與整體揚聲器噪音量測法。

9.2 聲場產生

揚聲器置於建築物外一或多處位置，與外牆面距離為 d ，聲音入射角為 $45 \pm 5^\circ$ (參照圖 3)。

測定試體表面(採構件法時)或距外牆面 2 m (採整體法時)平均聲壓位準，並測定受音室平均聲壓位準後，即得計算視隔音指標 45° 及位準差 $D_{1s,2m}$ 。



圖例

1. 外牆法線
2. 垂直面
3. 水平面
4. 揚聲器

圖 3 揚聲器法示意圖

9.3 揚聲器設備

揚聲器於自由聲場之方向性，應使量測各頻帶及各個位置之聲壓位準差值小於 5dB，此項量測係一個與試體方向、尺寸均相同之假想平面上進行。若此揚聲器法應用於大型試體，亦即試體任一尺度超過 5 m 時，則 10 dB 之差值仍可接受，但須於測試報告中說明，或符合附錄 C 中方向性之規定。

產生之聲場須保持穩定，且於應量測之頻率範圍內具有連續頻譜。若以 1/3 倍頻帶進行量測，頻帶之中心頻率至少為 100 Hz 至 3150 Hz，50 Hz 至 5000 Hz 尤佳。若以倍頻帶量測，頻帶之中心頻率至少為 125 Hz 至 2000 Hz，63 Hz 至 4000 Hz 尤佳。此外，在同一倍頻帶內之個別 1/3 倍頻帶間，其聲功率位準差在 125 Hz 倍頻帶中不得大於 6 dB，在 250 Hz 倍頻帶不得大於 5dB，在更高中心頻率則不得大於 4 dB。

在所有量測頻帶內，聲源聲功率位準須夠高，以使受音室內之聲壓位準高於背景噪音位準至少 6 dB。

9.4 揚聲器位置

為使試體之聲壓位準變化降至最低，應慎選揚聲器位置並確定其至外牆面之距離 d 。聲源最好放置於地上，或置於離地面儘可能高之位置。構件揚聲器法中聲源至試體中心之距離 r 至少應為 5 m ($d > 3.5$ m)；整體揚聲器法則至少應為 7 m ($d > 5$ m)。聲音

入射角應為 $(45\pm5)^\circ$ （參照圖 3）。

9.5 構件揚聲器法。

微音器直接固定在試體上，確定測試受測表面之平均聲壓位準 $L_{1,s}$ ，並符合(a)軸線與外牆表面平行且朝向上方或下方;(b)使微音器軸線垂直於試體指向試體法線方向。試體至微音器膜片中心之距離取決於微音器直徑，若微音器軸線平行於測試面則距離不得大於 10 mm。若微音器軸線為垂直於測試面則距離不得大於 3 mm。固定微音器時，應以強力黏性膠帶固定，並在微音器上裝置風罩。

若同步進行室外與室內量測，將微音器固定於試體表面時，須使用不會對試體隔音產生影響之微音器類型及連接線。

備考：堅固的膠帶適用於臨時但安全的固定。

若在室內和室外同時進行測量，則在試體表面使用的麥克風，其線材和固定裝置不得影響試體上聲音的傳輸。

微音器應使用半球形 windscreen（參照圖 4）。

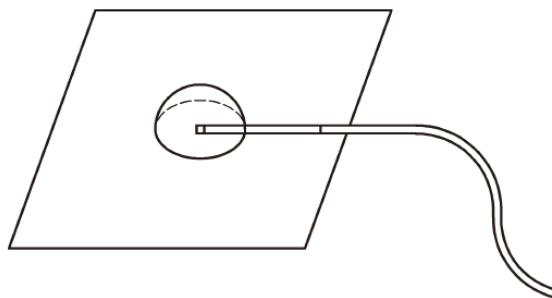


圖 2 嵌入式微音器（與受測表面平行的軸），使用半球形 windscreen 圖例

依微音器位置間之聲壓位準差選擇 3 到 10 個量測位置；量測位置於量測表面須均勻分布且不對稱。建議先以 3 個量測位置（ $n=3$ ）開始，若 2 個位置間某一頻率之聲壓位準差超過 n dB，則須增加量測位置，最多增至 10 個。若試體安裝在外牆內凹處，則須選擇 10 個量測位置。若量測位置間之聲壓位準差超過 10 dB，須於量測報告中註明。

備考：聲壓位準可能與測點地面高度 h 、內凹處、陽台及試體位置等因素有關。

$$L_{1,s} = 10 \log \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{L_i/10} \right) \dots\dots\dots (19)$$

式中， L_1 、 L_2 、... L_n 為室內 n 個不同微音器位置聲壓位準。

9.6 整體揚聲器法

9.6.1 外牆表面聲壓位準量測

在外牆前 2 m 處量測平均室外聲壓位準， $L_{1,2m}$ ，將微音器置於外牆外側中間位置，須符合距離外牆面 (2.0 ± 0.2) m 或 (2) 距離欄杆或其他類似凸出物 1.0 m。

微音器高度位於受音室樓板以上 1.5 m。

若外牆主體為傾斜構造，例如屋頂，則量測點與頂端之距離不得比量測點與外牆垂直面凸出部位之距離近。若待測房間之外牆不只一面或面積非常大，則須參照第 9.6.2 之規定。

備考：由於存在不可控制之干擾效應，將可能發生系統性之誤差，特別是在低頻。

9.6.2 大房間或由一面以上牆體組成之外牆

若房間非常大或房間具有不只一面之外牆，通常不可能僅用 1 個聲源位置進行量測。在此情況下，須使用多個聲源位置且須完全符合第 9.4 節之規定。位置之數量依揚聲器方向性及外牆面積而定（參照第 9.3 節）。

9.6.3 量測結果計算

若採用多個聲源位置，依公式 (11) 計算各位置之位準差並予以平均：

$$D_{ls,2m} = -10 \log \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{-D_i/10} \right) \dots\dots\dots (20)$$

式中， n 為聲源位置數量。

D_i 為各聲源測得結果和之位準差。

10. 以道路交通噪音進行量測(預設程序 default procedure)

10.1 一般規定

以下說明 2 種方法：構件法及整體道路交通法，使用交通噪音會導致從不同方向且強度變化入射於試體。關於鐵路及航空交通法參照附錄 E 之說明。

依構件道路交通法測得之視隔音指標，在特定情況下得與實驗室測得之隔音指標相互比較。

備考：由於背景噪音，本法通常限制於 $R'_w < 40$ dB 之構件隔音量測定。

依整體道路交通法得將整個外牆甚至整棟建築物在特定情況下之空氣音隔音予以量化。但其結果不得與實驗室測得之隔音指標相互比較。

10.2 測試要求

平均時間須符合第 7.2.5 節所要求的最短時間內至少 50 次車輛通過。

考量交通噪音可能之變動性，均能音量之量測應於試體內外兩側同時進行。量測應避

免安靜時段，亦即交通噪音不超過背景噪音 10 dB 以上之時段。

量測期間受音室之背景噪音應低於測得之均能音量至少 10 dB。

備考：依第 7.4 節對背景噪音之修正通常無法正常執行。

10.3 構件道路交通法

10.3.1 一般規定

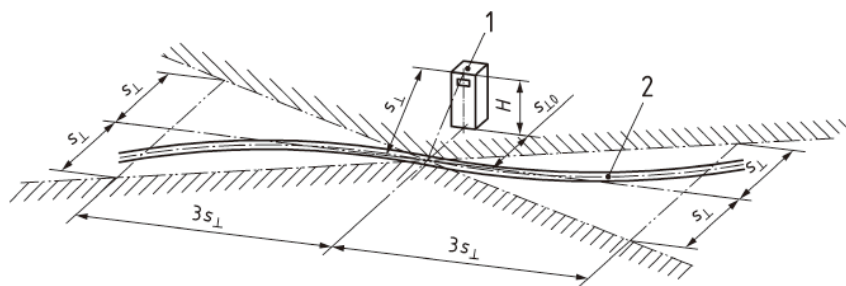
若量測之目的在於獲得能與實驗室量測相互比較，或為獲得外牆構件具有代表性之結果，應儘可能參照構件揚聲器法規定之程序進行量測。若實務上無法執行上述程序，則構件道路交通法得作為替代方法，但須依第 6 節之相關規定。

在某些情況下雖無法完全符合本標準之規定，但仍須使用構件道路交通法進行構件隔音量測，則應於量測報告中註明與本標準之差異處。

10.3.2 道路交通與外牆的要求

量測應符合下列規定：

- (1) 道路交通應大致沿一直線流動，且位於從外牆 $\pm 60^\circ$ 之視角範圍內。在此角度範圍內，交通流偏離直線之範圍得位於從交通線與外牆法線相交處，作出交通線切線 $\pm 15^\circ$ 以內之範圍（參照圖 5）。
- (2) 由外牆與交通線間最短距離位置觀察之仰角應小於 40° 。
- (3) 自交通線之整個寬度，須能看到整面外牆。
- (4) 交通線及外牆間之最小水平距離應至少為受測外牆寬度之 3 倍，或 25 m，取其大者。



圖例

1. 受音點
2. 交通線

備考： S_L 表示受音點與交通線間之距離。

$S_{L,0}$ 表示受音點與交通線間之水平距離。

h 表示受音點與交通線間之高度差。

圖 3 線性交通狀況

10.3.3 受測表面聲壓位準之量測

依公式(15)計算測試受測表面之平均聲壓位準 $L_{1,s}$ ，微音器位置參照第 9.5.1 節規定。

將微音器置於試體外側，若外牆為平面且無較大之內凹或陽台，則於量測表面使用 3 個不對稱分布之微音器位置。若外牆有大型內凹或陽台，則須使用 5 個微音器位置。

若使用分散之微音器位置量測，則允許相對於室外各微音器位置，室內只使用一個微音器位置進行對應量測。

10.4 整體道路交通法

10.4.1 距離外牆面 2 m 聲壓位準之量測

將微音器置於外牆外側中間位置，距離外牆面（ 2.0 ± 0.2 ）米處量測平均聲壓位準， $L_{1,2m}$ ，並距離欄杆或其他類似凸出物 1.0 m。

微音器高度位於受音室樓板以上 1.5 m。

若外牆主體為傾斜構造，例如屋頂，則量測點與頂端之距離不得比量測點與外牆垂直面凸出部位之距離近。若待測房間之外牆不只一面，則須將微音器置於各面外牆之前。

備考：由於存在不可控制之干擾效應，將可能發生系統性之誤差，特別是在低頻。

10.4.2 量測結果計算

若使用多個微音器位置，則根據公式（21）計算每個位置位準差之平均值。

$$D_{tr,2m} = -10\log\left(\frac{1}{n}\sum_{i=1}^n 10^{-D_i/10}\right) \dots\dots\dots (21)$$

式中， n 為聲源位置數量。

D_i 為各聲源測得結果和之位準差。

11. 倍頻帶轉換

若倍頻帶數值須由 1/3 倍頻帶計算，其數值應由在各倍頻帶之 1/3 倍頻帶數值依公式（22）～（25）計算：

在公式（22）～（25）計算前，1/3 倍頻帶數值採用小數點以下 1 位。如 XX,XYZZZ 經四捨五入後為 XXX, 當 Y 小於 5 則為 X，如果 Y 等於或者大於 5 則為 X,X+0.1。最後結果數值精度不高於最接近的 0.1 dB。

$$R'_{45^\circ,oct} = -10\log\left(\sum_{n=1}^3 \frac{10^{-R'_{45^\circ,1/3oct,n}/10}}{3}\right) \dots\dots\dots (22)$$

$$R'_{tr,oct} = -10\log\left(\sum_{n=1}^3 \frac{10^{-R'_{tr,1/3oct,n}/10}}{3}\right) \dots\dots\dots (23)$$

$$R'_{rt,oct} = -10\log\left(\sum_{n=1}^3 \frac{10^{-R'_{rt,1/3oct,n}/10}}{3}\right) \dots\dots\dots (24)$$

$$R'_{at,oct} = -10\log\left(\sum_{n=1}^3 \frac{10^{-R'_{at,1/3oct,n}/10}}{3}\right) \dots\dots\dots (25)$$

若標準化或正規化（包括單一事件）位準差之計算值須以倍頻帶表示，其數值由 3 個 1/3 倍頻帶值計算，則每個倍頻帶依公式（26）或（27）計算試體表面及室內聲壓位準。公式（28）或公式（29）用於室內聲壓位準計算。公式（26）到（29）以這種的格式編寫同定義 3，不需要額外測量八度音中的迴響時間。

在公式（26）～（29）計算前，1/3 倍頻帶數值採用小數點以下 1 位。如 XX,XYZZZ 經四捨五入後為 XX,X，當 Y 小於 5 則為 X，如果 Y 等於或者大於 5 則為 XX,X+0.1。最後結果數值精度不高於最接近的 0.1 dB。

備考：由於直接和反射聲音路徑的組合產生的干擾效應，聲音路徑決定了試體表面前方 2 米處的聲壓位準，故試體表面聲壓位準 $L_{1,2m}$ ，不適合計算標準化位準差倍頻帶值。

$$L_{1,2m,oct} = 10\log\left(\sum_{n=1}^3 10^{L_{1,2m,1/3oct,n}/10}\right) \dots\dots\dots (26)$$

$$L_{E,1,2m,oct} = 10 \log \left(\sum_{n=1}^3 10^{L_{E1,2m,1/3oct,n}/10} \right) \dots\dots\dots (27)$$

$$L_{2,oct} - 10 \log \left(\frac{T_{oct}}{T_0} \right) = 10 \log \left(\sum_{n=1}^3 10^{(L_{2,1/3oct,n} - 10 \log(T_{1/3oct,n}/T_0))/10} \right) (28)$$

$$L_{E2,oct} - 10 \log \left(\frac{T_{oct}}{T_0} \right) = 10 \log \left(\sum_{n=1}^3 10^{(L_{E2,1/3oct,n} - 10 \log(T_{1/3oct,n}/T_0))/10} \right) (29)$$

依公式 (30) 計算標準化位準差：

$$D_{2m,nT,oct} = L_{1,2m,oct} - \left(L_{2,oct} - 10 \log \left(\frac{T_{oct}}{T_0} \right) \right) \dots\dots\dots (30)$$

依公式 (31) 計算正規化位準差：

$$D_{2m,n,oct} = L_{1,2m,oct} - \left(L_{2,oct} - 10 \log \left(\frac{A_{oct}}{A_0} \right) \right) \dots\dots\dots (31)$$

依公式 (32) 計算單一事件標準化位準差：

$$D_{E,2m,n,oct} = L_{E1,2m,oct} - \left(L_{E2,oct} - 10 \log \left(\frac{T_{oct}}{T_0} \right) \right) \dots\dots\dots (32)$$

依公式 (33) 計算單一事件正規化位準差：

$$D_{E,2m,n,oct} = L_{E1,2m,oct} - \left(L_{E2,oct} - 10 \log \left(\frac{A_{oct}}{A_0} \right) \right) \dots\dots\dots (33)$$

其中 T_{oct} 是依三分之一倍頻帶值迴響時間算術平均值計算成倍頻帶值，或者使用倍頻帶濾波器測量的，並依 T_{oct} 計算 A_{oct} ，如第 3.17 節中的公式所述。

備考： T_{oct} 兩種方法計算出不同的值。

12. 結果標示

對於受測構件空氣音隔音性能， R'_{45° 、 $R'_{tr,s}$ 、 $R'_{rt,s}$ 、 $R'_{at,s}$ 、 $D_{ls,2m,nT}$ 、 $D_{ls,2m,n}$ 、 $D_{tr,2m,nT}$ 、 $D_{tr,2m,n}$ 、 $D_{rt,2m,nT}$ 、 $D_{rt,2m,n}$ 、 $D_{at,2m,nT}$ 、 $D_{at,2m,n}$ 之標示，均以分貝來表示，須於所有量測頻率，以表格或曲線形式呈現，其 1/3 倍頻帶隔音值標示至小數點以下 1 位。

測試報告之圖表須標示以 dB 為單位之數值對應對數刻度頻率，尺度如下：

(c) 1/3 倍頻帶使用 5 mm

(d) 10 dB 使用 20 mm

參照附錄 F 之表格尤佳。簡要測試報告應標示有關測試對象之一切重要資訊、測試方法及測試結果。

13. 不確定度

量測結果的不確定度應符合 ISO 12999-1 之相關規定。

14. 測試報告

測試報告須記載：

- (a) 引用之標準（例如：ISO 16283-3（2016））以及修訂版。
- (b) 進行量測之單位名稱。
- (c) 申請測試者之名稱及地址。
- (d) 測試日期。
- (e) 建築構造與測試安排（包括受測空間的任何臨時修改，例如引入擴散器（參照第 6 章之說明））。
- (f) 兩室之容積和任何構件 S 的面積（參照附錄 A）。
- (g) 適當的評估指標：標準化位準差或是隔音指標。
- (h) 測試程序及設備之細部說明，並指出低頻程序包括 50 Hz，63 Hz 和 80 Hz 三分之一倍頻的聲壓位準和迴響時間。
- (i) 若因背景噪音（聲學或電氣，參照第 7.4 節）造成任何頻帶之聲壓位準無法量測時，量測限值之結果以 $D_{1s, 2m, nT}$ 或 $R'_{45} \geq \dots$ dB 表示。
- (j) 若依曲線進行單一數值參量評定，須參 CNS 8465-1，並須註明該評定係基於現場量測之結果。測試報告須包括單一數值參量不確定度。
- (k) 結果標示參照附錄 E 之規定。

附錄 A
(規定)
面積 S 之決定

測定外牆構件之隔音指標時，例如窗或門，面積 S 等於安裝該窗戶或門之自由開口面積。量測報告中應註明所採用之面積 S 。

測定受音室整個外牆之隔音指標時，面積 S 為從受音室所能看見外牆部分之面積。

附錄 B
(規定)

透過試體周圍牆壁之聲音傳播控制

在試體內側覆蓋 10 公分厚之岩棉，再覆蓋至少 2 層（單層厚度為 12.5 mm）之石膏板，然後量測隔音性能。若量測結果顯示在全部或部分頻率範圍內隔音性能之改善量在 6 dB 以下，則顯示透過周圍牆壁之聲音傳播太高而無法接受，在此情形下對改善量小於 6 dB 之頻率無法與實驗室之量測作比較。

附錄 C (規定) 揚聲器設備

C.1 一般規定

在任意室內空間之所有聲源位置，揚聲器使用之揚聲器元件 (speaker units) 須安裝於封閉箱內，同一箱內所有揚聲器元件之輻射應同步。

聲源位置及方位須使微音器位置處於聲源直接聲場之外，並確保來自聲源之直接輻射不會在牆、樓板及天花板表面之聲音傳播能量上有主導性。

揚聲器的方向性應具有近似均勻等方向輻射。並符合 C.2 中揚聲器方向性鑑定流程確認揚聲器是否適合量測。

備考：若揚聲器裝於多面體之表面 (十二面體尤佳)，可取得適當之均勻等方向輻射之近似值。使用半球形多面體揚聲器 (直接安裝於地板上)，在室內亦可獲得等方向性之輻射。

C.2 揚聲器方向性輻射之測試程序

對於聲源輻射方向性之測試，於自由聲場內距離約 1.5 m 量測聲源周圍之聲壓位準。聲源須由噪音訊號發出，且以 1/3 倍頻帶量測。揚聲器須使用轉盤旋轉或以 5° 的間隔進行離散量測。

量測 360° (L_{360}) 之能量平均值與所有 30° ($L_{30,i}$) 之平均值間之位準差。步驟為量測每個 L_{30} 角度之 i 值，通常以為 1° 或 15° 為間隔，對應 30° 弧上 (即 ±5°) 之能量平均值，方向性指數 (directivity indices) 由公式 (A.1) 計算。

$$DI_i = L_{360} - L_{30,i} \dots \dots \dots (C.1)$$

若 DI 值在 100Hz 至 630 Hz 間頻率範圍之限值在 ±2 dB 以內；630Hz 至 1000 Hz 範圍內，限值範圍自 ±2 dB 至 ±8 dB 線性增加；1000 Hz 至 5000 Hz 間之限值為 ±8 dB，則得以假設為均勻等方向性輻射。

測試須於不同平面上進行，以確保涵蓋「最差」之情況。對於多面體聲源 (polyhedron source)，則在一個平面測試即可。

合格性之檢驗不得超過兩年時間間隔，以確保符合要求。

附錄 D
(參考)
測試要求之驗證範例

D.1 試體評估

為確認試體是否與實驗室內受測者相同，可執行下列檢驗：

窗構造型式；

玻璃厚度與型式；

玻璃數量；

玻璃間之空間；

密封之玻璃板間空腔之氣體種類；

密封條數量；

在組合窗框間之窗戶是否有防塵密封；

窗框之形式與材質。

D.2 安裝驗證

為確認是否依廠商之說明進行安裝，可執行下列一項或多項測試：

目視檢查；

全部或局部拆卸；

聲學檢查，例如在窗框與牆之間貼上膠帶，再對試體進行測試。若隔音性能有差異，則顯示有漏音之現象。

附錄 E (參考)

以航空及鐵道交通噪音進行量測

E.1 一般規定

機場附近在每次航行作業時航空噪音會經由數個不同傳播路徑傳入建築物內。此時頻率組成之噪音變化亦同時發生。因此建築物航空噪音隔音之量測方法係基於以時間積分之噪音指標。

鐵道交通噪音亦同此理，因其時間型態相同。

E.2 一般規定

以下說明 2 種方法：構件法及整體交通法。

依構件法測得之視隔音指標，在特定情況下得用於評估建築物某一特別構件之隔音性能。但本方法因量測精度不明，宜審慎使用。

整體法得將整個外牆甚至整個建築物相對於距離外牆外側 2 m 處之空氣音隔音予以量化。但其結果不得與實驗室之量測相互比較。

E.3 儀器

參照第 4 章之規定。

E.4 量測

E.4.1 一般規定

聲源為航空或鐵路噪音時，在規定位置同時量測室外與室內之聲壓位準。

E.4.2 測試需求

無論室內或室外，交通噪音之聲壓位準應足以確保在量測頻率範圍內之所有量測不會受背景噪音干擾。

E.4.3 頻率範圍

參照第 5 章之規定。

E.4.4 構件法

E.4.4.1 一般規定

若量測之目的在於獲得能與實驗室量測相互比較，或為獲得外牆構件具有代表性之結果，應儘可能參照第 9.5 節規定之程序進行量測。若實務上無法執行上述程序，則構件航空或鐵道交通法得作為替代方法。

在某些情況下雖無法完全符合本標準之規定，但仍須使用構件航空或鐵路交通法進行

構件隔音量測，則應於量測報告中註明與本標準之差異處。

E.4.4.2 單一事件試體外側表面聲壓位準量測

參照第 9.5.1 節將微音器置於試體之外側表面，若外牆為平面且無較大之內凹或陽台，則於量測表面使用 3 個不對稱分布之微音器位置。若外牆有大型內凹或陽台，則須使用 5 個微音器位置，量測至少 5 個噪音事件之聲音暴露位準。

微音器得於各噪音事件之間移動，事件 i 測得之噪音暴露位準標記為 $L_{E1i,s}$ 。並依公式 (E.1) 計算單一事件聲壓位準。

$$L_{E1,s} = 10\log\left(\frac{1}{n}\sum_{i=1}^n 10^{L_{E1i,s}/10}\right) \dots\dots\dots (E.1)$$

E.4.4.3 單一事件室內聲壓位準量測

室內與室外對於相同事件量測其聲音暴露位準，若使用分散之微音器位置量測，則允許相對於室外各微音器位置，室內只使用一個微音器位置進行對應量測。事件 i 測得之聲音暴露位準標示為 L_{E2i} 。

$$L_{E2} = 10\log\left(\frac{1}{n}\sum_{i=1}^n 10^{L_{E2i}/10}\right) \dots\dots\dots (E.2)$$

依據第 7 章之規定，使用移動式微音器時，為涵蓋大部分可供量測之室內空間，移動持續時間不少於 15 秒。

E.4.4.4 迴響時間之量測及等價吸音面積計算

參照第 8 章之規定。

E.4.4.5 量測結果計算

參照 CNS8465-1 規定之方法計算視隔音指標 $R'_{at,s}$ 或 $R'_{rt,s}$ ，及加權視隔音指標 $R'_{at,s,w}$ 或 $R'_{rt,s,w}$ 。若使用數個噪音事件，則須計算每一個位置之視隔音指標並依公式 (E.3) 作平均：

$$R'_s = -10\log\left(\frac{1}{n}\sum_{i=1}^n 10^{-R'_{s,i}/10}\right) \dots\dots\dots (E.3)$$

式中， n ：表示噪音事件數目。

$R'_{s,i}$ ：表示表示第 i 個噪音事件之視隔音指標。

E.4.4.6 結果標示

參照附錄 E 之規定。

E.4.5 整體法

E.4.5.1 單一事件試體外側表面聲壓位準量測

將微音器置於外牆外側中間位置，距離外牆面 (2.0 ±0.2) 米處量測平均聲壓位準，

$L_{1,2m}$ ，並距離欄杆或其他類似凸出物 1.0 m。

微音器高度位於受音室樓板以上 1.5 m。

若外牆主體為傾斜構造，例如屋頂，則量測點與頂端之距離不得比量測點與外牆垂直面凸出部位之距離近。若待測房間之外牆不只一面，則將微音器置於外牆前面具有最高室外噪音位準之位置。參照第 10.4.1 節之規定

由於存在不可控制之干擾效應，將可能發生系統性之誤差，特別是在低頻。

依公式 (E.4) 計算單一事件聲壓位準 $L_{E1,2m}$ 。

$$L_{E1,2m} = 10 \log \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{L_{E1,2m,i}/10} \right) \dots\dots\dots (E.4)$$

E.4.5.2 單一事件室內聲壓位準量測

室內與室外對於相同事件量測其聲音暴露位準，若使用分散之微音器位置量測，則允許相對於室外各微音器位置，室內只使用一個微音器位置進行對應量測。

量測至少 5 個單一事件之聲壓位準。依公式 (E.5) 計算單一事件聲壓位準 $L_{E2,i}$ 。

$$L_{E2} = 10 \log \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{L_{E2,i}/10} \right) \dots\dots\dots (E.5)$$

依據第 7 章之規定，使用移動式微音器時，為涵蓋大部分可供量測之室內空間，移動持續時間不少於 15 秒。

E.4.5.3 迴響時間之量測及等價吸音面積計算

參照第 8 章之規定。

E.4.5.4 量測結果計算

依據 CNS 8465-1 計算標準化單一事件位準差 $D_{E,2m,nT}$ 或正規化單一事件位準差 $D_{E,2m,n}$ 和加權標準化標準化單一事件位準差 $D_{E,2m,nT,w}$ 或加權正規化單一事件位準差 $D_{E,2m,n,w}$ 。若使用多個微音器位置，則根據公式 (E.6) 計算每個位置位準差之平均值。

$$D_{E,2m} = -10 \log \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{-D_{E,2m,i}/10} \right) \dots\dots\dots (E.6)$$

式中， n ：表示噪音事件數目。

$D_{E,2m,i}$ ：表示表示第 i 個噪音事件之位準差。

E.4.5.5 結果標示

參照附錄 E 之規定。

附錄 F
(參考)
結果標示表格

本附錄提供 1/3 倍頻帶外牆空氣音隔音現場量測結果標示之格式。此表中所顯示之基準值曲線引用自 CNS 8465-1。須參照 CNS 8465-1 規定之方法對基準曲線進行補充，或至少參照 CNS 8465-1 以移動基準曲線代替。結果標示以 R'_{45} 為例，表格亦可應用於其他數值。

ISO 16283-3是隔音指標 R'_{45° 外牆隔音之現場量測																	
客戶： 測試日期： 建築構造及測試安排之說明： 共同構件面積： m^2 受音室容積： m^3																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="padding: 5px;">頻率 f Hz</th> <th style="padding: 5px;">L'_{nT} 1/3倍頻 帶 dB</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="padding: 5px;">50 63 80</td><td style="padding: 5px;"></td></tr> <tr><td style="padding: 5px;">100 125 160</td><td style="padding: 5px;"></td></tr> <tr><td style="padding: 5px;">200 250 315</td><td style="padding: 5px;"></td></tr> <tr><td style="padding: 5px;">400 500 630</td><td style="padding: 5px;"></td></tr> <tr><td style="padding: 5px;">800 1000 1250</td><td style="padding: 5px;"></td></tr> <tr><td style="padding: 5px;">1600 2000 2500</td><td style="padding: 5px;"></td></tr> <tr><td style="padding: 5px;">3150 4000 5000</td><td style="padding: 5px;"></td></tr> </tbody> </table>	頻率 f Hz	L'_{nT} 1/3倍頻 帶 dB	50 63 80		100 125 160		200 250 315		400 500 630		800 1000 1250		1600 2000 2500		3150 4000 5000		
頻率 f Hz	L'_{nT} 1/3倍頻 帶 dB																
50 63 80																	
100 125 160																	
200 250 315																	
400 500 630																	
800 1000 1250																	
1600 2000 2500																	
3150 4000 5000																	
依據 CNS 8465-1 評定 評定係基於以實驗室量測，以工程方法所得之結果： $R'_{45^\circ, w}(C; C_{tr}) = (\quad ; \quad) \text{ Db}$ $C_{50-3150} = \quad \text{dB} ; C_{50-5000} = \quad \text{dB} ; C_{100-5000} = \quad \text{dB}$ $C_{tr, 50-3150} = \quad \text{dB} ; C_{tr, 50-5000} = \quad \text{dB} ; C_{tr, 100-5000} = \quad \text{dB}$																	
測試報告編號： 日期：	測試機構名稱： 簽章：																

參考書目

一、中文部分

1. 中華民國國家標準，2008，CNS 15160-6聲學－建築物及建築構件之隔音量測－樓板衝擊音隔音之實驗室量測，經濟部標準檢驗局。
2. 中華民國國家標準，2009，CNS 15160-8聲學－建築物及建築構件之隔音量測－重質標準樓板表面材之衝擊音降低量實驗室量測，經濟部標準檢驗局。
3. 中華民國國家標準，2009，CNS 8465-2聲學－建築物及建築構件之隔音量評定－衝擊音隔音，經濟部標準檢驗局。
4. 中華民國國家標準，1983，CNS 10637浮式樓板用岩棉緩衝材料，經濟部標準檢驗局。
5. 中華民國國家標準，1983，CNS 10638浮式樓板用玻璃棉緩衝材料，經濟部標準檢驗局。
6. 內政部建築研究所，2015，綠建築評估手冊-基本型。
7. 邱瓊玉、楊閔隆，2007，ISO及ASTM建築樓板衝擊音量測法比較實驗設計。建築學報62期技術專刊（TSSCI）。
8. 林芳銘、江哲銘、馮俊豪、鍾松晉、鄭元良、羅時麒，2010，CNS新舊制樓板衝擊音現場量測評定標準之比較與應用探討，建築學報74期技術專刊（TSSCI）。
9. 鍾松晉，2010，以表面裝修構造改善輕量樓板衝擊源隔音性能之實驗研究，建築學報73期技術專刊（TSSCI）。
10. 鍾松晉、蔡耀賢、江哲銘、賴榮平、林芳銘、蔡香源，2010，以標準重量軟質衝擊源評估樓板衝擊音之適用性評估。建築學報72期技術專刊（TSSCI）。
11. 馮俊豪、江哲銘、林芳銘、何明錦、羅時麒，2012，住宅分戶牆及樓板構造隔音性能之現場量測分析與評定。建築學報第84期技術專刊（TSSCI）。
12. 江哲銘，2002，「室內環境品質及性能研究子計畫2住宅室內環境品質性能基準研究」，內政部建築研究所。
13. 江哲銘、林芳銘，2003，綠建材性能實驗研究子計畫3建築音響館實驗架構及營

運規劃之研究，內政部建築研究所。

14. 陳伯勳、羅時麒，2004，建築物分間牆隔音性能之研究（一），內政部建築研究自行研究報告。
15. 江哲銘、林芳銘，2005，建材音響性能測試ISO標準CNS化之可行性研究，內政部建築研究所。
16. 江哲銘、林芳銘，2006，CNS音響性能規範更新之研究，內政部建築研究所。
17. 陳瑞鈴、林芳銘、江哲銘，2008，建築聲學標準及法令增修訂之研究，內政部建築研究所。
18. 林芳銘、江哲銘、馮俊豪、黃琨智，2009，住宅音環境現況調查與診斷機制之研究，內政部建築研究所。
19. 林芳銘、江哲銘、馮俊豪、藍婕寧，2010，住宅音環境現況調查與診斷機制之研究，內政部建築研究所。
20. 林芳銘、江哲銘、馮俊豪、沈美惠，2011，建築隔音性能基準及法制化研究，內政部建築研究所。
21. 江哲銘、林芳銘、江哲儒、馮俊豪，2012，住宅給排水設備及管路噪音改善之研究，內政部建築研究所。
22. 林芳銘、鍾松晉、馮俊豪、孫滢翔，2012，樓板衝擊音隔音構造設計指引之研究，內政部建築研究所。
23. 廖慧燕、林芳銘、馮俊豪、江逸章、江哲儒，2013，建築給排水設備及管路噪音現場量測標準研訂之研究，內政部建築研究所。
24. 林芳銘、馮俊豪、孫滢翔、吳弦修，2013，提升建築物外牆及開口部之相關隔音技術研究，內政部建築研究所。
25. 林芳銘、林錦盛、馮俊豪、江哲儒，2014，建築給排水噪音改善對策與相關法規檢討研究，內政部建築研究所。
26. 廖慧燕、林芳銘、王栢村、馮俊豪、余易璋，2015，浮式樓板緩衝材之動態剛性量測方法與衝擊音降低效果研究，內政部建築研究所。
27. 林芳銘、林錦盛、馮俊豪、張儷禱，2016，建築防音法規解說及設計技術手冊之研究，內政部建築研究所。

二、外文部分

28. 日本建築學會編，2002，建築物の遮音性能基準と設計指針第二版。
29. 田野正點 久我新一，1988，住宅の防音と調音のすべて，建築技術別冊 Vol.1.12。
30. Alain Muzet, 2007, Environmental Noise, Sleep and Health, Sleep Medicine Reviews, Vol.11, pp.135-142.
31. Australian Building Codes Board, 2004, Sound Insulation, Australian Government and States and Territories of Australia 2004.
32. B. Rasmussen and J. H. Rindel, 2010, Sound insulation between dwellings–Descriptors applied in building regulations in Europe, Applied Acoustics 71:171–180
33. B. Rasmussen, 2009, How much protection do the sound insulation standards give and is this enough? , EURONOISE 2009.
34. B. Rasmussen, 2010, Sound insulation between dwellings–Requirements in building regulations in Europe, Applied Acoustics 71:373–385.
35. Building Industry Authority, 1995, G6 Airborne and Impact Sound, New Zealand Building Code:G6/VM1&AS1, New Zealand.
36. D. Jones, and J. Szymanski, Handbook for Sound Engineers: Acoustical Treatment for Indoor Areas, G. M. Ballou, Editor, pp. 73-88, 2002.
37. H. Robin, 1999, Impact Sound Insulation of Flooring Systems with Polyurethane Foam on Concrete Floors, Doctoral Theses, Sheffield Hallam University, UK.
38. International Code Council, 2006, INTERNATIONAL BUILDING CODE, Instructions and Technical Support.
39. ISO 10140-1, 2010, Acoustics -- Laboratory measurement of sound insulation of building elements -- Part 1: Application rules for specific products, International Organization for Standardization.
40. ISO 10140-2, 2010, Acoustics -- Laboratory measurement of sound insulation of building elements -- Part 2: Measurement of airborne sound insulation, International Organization for Standardization.

41. ISO 10140-3, 2010, Acoustics -- Laboratory measurement of sound insulation of building elements -- Part 3: Measurement of impact sound insulation, International Organization for Standardization.
42. ISO 10140-4, 2010, Acoustics -- Laboratory measurement of sound insulation of building elements -- Part 4: Measurement procedures and requirements, International Organization for Standardization.
43. ISO 10140-5, 2010, Acoustics -- Laboratory measurement of sound insulation of building elements -- Part 5: Requirements for test facilities and equipment, International Organization for Standardization.
44. ISO 16283-1, 2014, Acoustics -- Field measurement of sound insulation in buildings and of building elements -- Part 1: Airborne sound insulation, International Organization for Standardization.
45. ISO 16283-2, 2018, Acoustics -- Field measurement of sound insulation in buildings and of building elements -- Part 2: Impact sound insulation, International Organization for Standardization.
46. ISO 16283-3, 2016, Acoustics -- Field measurement of sound insulation in buildings and of building elements -- Part 3: Façade sound insulation, International Organization for Standardization.
47. ISO 717-2, 2013, Acoustics -- Rating of sound insulation in buildings and of building elements -- Part 2: Impact sound insulation, International Organization for Standardization.
48. Lin, F. M., C. M. Chiang, and S. F. Chen, 2001, Prediction and Reduction Evaluation of Floor Vibration Induced by Foot Steps, Building Acoustics Vol. 8, No. 2.
49. The Building Regulations 2010 (2010) The Building Approved Inspectors ect. Office of the Deputy Prime Minister, England.

建築物重量衝擊源樓板衝擊音量測及評估方法之研究

出版機關：內政部建築研究所

電話：(02) 89127890

地址：新北市新店區北新路 3 段 200 號 13 樓

網址：<http://www.abri.gov.tw>

編者：羅時麒、林芳銘、蔡介峰、林招焯、方裕鈞、徐富國、王俊淇、
邱繼偉

出版年月：108 年 12 月

版次：第 1 版

ISBN：978-986-5448-66-0 (平裝)