

建築給排水設備及管路噪音現場量測 標準研訂之研究

內政部建築研究所協同研究報告

中華民國 102 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)

10263D00001

建築給排水設備及管路噪音現場量測 標準研訂之研究

計畫主持人：廖慧燕

協同主持人：林芳銘

研究員：馮俊豪

研究助理：江逸章

研究助理：江哲儒

內政部建築研究所協同研究報告

中華民國 102 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)

**ARCHITECTURE & BUILDING RESEARCH INSTITUTE
MINISTRY OF THE INTERIOR
RESEARCH PROJECT REPORT**

**The Research on the Field Measurement Standard of the
Noise of Equipments and Pipes Used in Building Water
Supply and Drainage**

By

**Hui Yen Liao
Fang Ming Lin
Chun Hao Feng
Yi Chang Chiang
Che Ju Chiang**

December, 2013

目次

表次	III
圖次	
摘要	
第一章 緒論	1
第一節 研究背景與目的	1
第二節 研究方法及流程	4
第三節 預期成果與進度	9
第二章 蒐集資料及文獻分析	14
第一節 各國給排水設備及管路噪音相關研究	14
第二節 各國住宅室內噪音基準要求	21
第三章 建築給排水設備及管路噪音現場量測方法	24
第一節 建築給排水設備及管路噪音量測方法	24
第四章 建築給排水設備及管路噪音現況調查結果與標準研訂	30
第一節 建築給排水設備及管路噪音現場量測結果	30
第二節 建築給排水設備及管路噪音評估分析	76
第三節 住宅給排水設備及管路噪音防治設計指引（草案）之研擬	81
第四節 建築給排水設備及管路噪音現場標準量測方法（草案）之研擬	93
第五章 結論與建議	114
第一節 結論	114
第二節 建議	116
附錄一 評選審查意見及回應一覽表	118

附錄二	期中審查意見及回應一覽表	120
附錄三	期末審查意見及回應一覽表	124
附錄四	建築給排水設備及管路噪音現場量測標準研訂 專家會議	128
附錄五	住宅給排水設備及管路噪音現況調查量測程序 說明	130
附錄六	聲學-建築服務設備聲壓量測（草案）	132
附錄七	住宅案例給排水設備及管路噪音量測結果	146
參考書目		212

表次

表 1-2.1 本研究給排水設備噪及管路噪音量測項目	6
表 1-3.1 研究進度及預期完成之工作項目	12
表 2-2.1 世界衛生組織（WHO）建議之管理機制	21
表 2-2.2 各國住宅噪音基準之要求	22
表 3-1.1 住宅給排水設備及管路噪音現場量測規定	24
表 4-1.1 本研究住宅案例基本資料	30
表 4-1.2 住宅案例給排水設備編號	31
表 4-1.3 住宅案例給排水管路編號	33
表 4-1.4 洗面盆設備噪音量測結果	34
表 4-1.5 水龍頭設備噪音量測結果	39
表 4-1.6 淋浴間設備噪音量測結果	42
表 4-1.7 便器設備噪音量測結果	45
表 4-1.8 給水設備配屬給水管路現場量測條件	50
表 4-1.9 給排水設備配屬排水管路現場量測條件	51
表 4-1.10 水龍頭配屬給水管路噪音量測結果	52
表 4-1.11 洗面盆配屬排水管路噪音量測結果	58
表 4-1.12 淋浴間配屬排水管路噪音量測結果	66
表 4-1.13 便器配屬排水管路噪音量測結果	70

表 4-2.1 給排水設備噪音與各國住宅噪音基準比較分析	77
表 4-2.2 給排水管路噪音與各國住宅噪音基準比較分析	79
表 4-3.1 住宅給排水設備及管路噪音發生來源及機制	83
表 4-3.2 不同水壓對水龍頭設備噪音影響	85
表 4-3.3 不同出水量對水龍頭設備噪音影響	85
表 4-3.4 排水管路隔音包覆前後之噪音差異	87
表 4-3.5 住宅給排水立管管路噪音改善對策	88
表 4-3.6 住宅給排水橫支管管路噪音改善對策	89
表 4-4.1 單一數值量	98
表 4-4.2 重複性之標準誤差評估	103
表 4-4.3A加權及C加權噪音修正值	104

圖次

圖 1-1.1 住宅音環境體系	2
圖 1-2.1 本研究住宅給排水設備噪音量測示意圖 (左); 給排水 設備配屬之排水管路噪音量測示意圖 (右)	6
圖 1-2.2 研究架構圖	8
圖 2-1.1 便器管路排水噪音量測相關位置圖	14
圖 2-1.2 便器排水噪音隨時間變化關係圖	15
圖 2-1.3 便器排水管路噪音曲線圖	15
圖 2-1.4 便器排水管路噪音與流量關係圖	16
圖 2-1.5 水龍頭給水噪音量測相關位置圖	17
圖 2-1.6 水龍頭給水噪音與流量關係圖	17
圖 2-1.7 給水管路安裝方式	18
圖 2-1.8 不同管路隔音包覆性能比較	20
圖 3-1.1 住宅給排水設備噪音現場量測示意圖	26
圖 3-1.2 住宅給排水管路噪音現場量測示意圖	29
圖 4-1.1 洗面盆設備噪音A加權聲壓位準	37
圖 4-1.2 洗面盆設備噪音C加權聲壓位準	38
圖 4-1.3 水龍頭設備噪音A加權聲壓位準	40
圖 4-1.4 水龍頭設備噪音C加權聲壓位準	41

圖 4-1.5 淋浴間設備噪音A加權聲壓位準	43
圖 4-1.6 淋浴間設備噪音C加權聲壓位準	44
圖 4-1.7 便器設備噪音A加權聲壓位準	47
圖 4-1.8 便器設備噪音C加權聲壓位準	49
圖 4-1.9 水龍頭配屬給水管路噪音A加權聲壓位準	54
圖 4-1.10 水龍頭配屬給水管路噪音A加權標準化聲壓位準	55
圖 4-1.11 水龍頭配屬給水管路噪音A加權正規化聲壓位準	56
圖 4-1.12 洗面盆配屬排水管路噪音A加權聲壓位準	61
圖 4-1.13 洗面盆配屬排水管路噪音A加權標準化聲壓位準	63
圖 4-1.14 洗面盆配屬排水管路噪音A加權正規化聲壓位準	65
圖 4-1.15 淋浴間配屬管路排水噪音A加權聲壓位準	67
圖 4-1.16 淋浴間配屬管路排水噪音A加權標準化聲壓位準	68
圖 4-1.17 淋浴間配屬排水管路噪音A加權正規化聲壓位準	69
圖 4-1.18 便器配屬排水管路噪音A加權聲壓位準	72
圖 4-1.19 便器配屬排水管路噪音A加權標準化聲壓位準	74
圖 4-1.20 便器配屬排水管路噪音A加權正規化聲壓位準	75
圖 4-3.1 住宅音環境構成	81
圖 4-3.2 住宅給排水噪音傳遞方式及路徑	82
圖 4-3.3 便器設備隔音施工改善例	86

圖 4-3.4 管路防振包覆細部圖說.....	88
-------------------------	----

摘要

關鍵詞：量測標準、設備及管路噪音、聲壓位準

一、研究緣起

綜觀各國住宅給排水設備及管路噪音之標準量測方法，國際標準組織 ISO (International Organization for Standardization) 於 2004 年提出建築物內各式服務設備之現場噪音量測通則標準 (ISO 16032)，而日本 JIS (Japanese Industrial Standards) 則於 2007 年以 ISO 16032 為基礎針對給排水設備提出現場量測標準 (JIS A 1429)。我國國家標準 CNS 聲學標準包含聲源聲功率特性、建築物及建築構件隔音性能等相關量測方法，給排水設備標準則以給排水管路材料及設備組件排水試驗相關量測方法等為主，其兩者標準未規定建築給排水設備及管路噪音等相關規範。因此，各國近年來在建築防音規定隨著國際標準 ISO 變動及社會需求修訂之趨勢，建築給排水設備噪音現場量測 ISO 標準 CNS 化係現階段重要課題。

二、研究方法與過程

本研究依據前期研究 (101 年) 住宅給排水設備及管路噪音研究，參酌國際量測規範建立之現場量測標準作業程序，進行國內不同住宅建築類型之給排水設備及管路噪音現況調查，掌握給排水設備及管路噪音發生特性及來源，並研擬住宅給排水設備及管路噪音防治設計指引 (草案)。

此外，本研究針對建築給排水設備及管路噪音現場標準量測方法，本研究透過專家諮詢會議，參酌委員意見進行現場標準量測方法草案之增修訂，其研究成果俾能提供相關之主管機關制修訂相關量測標準，以符合國際標準更新之趨勢，使我國聲學標準規範體系更趨完備。

三、重要發現

1. 本研究因應建築聲學標準國際化之趨勢，引用國際通用性較高之 ISO 標準，完

成研擬CNS建築給排水設備及管路現場聲壓位準量測標準（草案），供國內相關主管機關進行後續法制化之作業。

2. 住宅給排水設備及管路噪音現況調查結果顯示，便器設備運作時因水流與管路空氣產生虹吸現象，故較其它設備產生較大之噪音值；另水龍頭給水管路雖埋設於牆板構造體，但設備使用時，給水管路中水流因加壓馬達送水，使噪音值未符合國外住宅噪音基準之要求，須研訂相關基準以提升整體住宅音環境品質。
3. 本研究依據住宅給排水設備及管路現況調查結果，掌握主要問題發生來源及產生機制，並於住宅案例探討不同水壓及出水量對水龍頭設備噪音之影響，並針對排水管路進行隔音改善施作及量測，完成研擬住宅給排水設備及管路噪音防治設計指引（草案）。

四、建議

立即可行建議

為因應國內聲學標準國際化之趨勢，建議進行 CNS 聲學-建築服務設備聲壓位準量測之法制化作業

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：經濟部標準檢驗局

說明：本研究目前依據 ISO 16032 量測規範，完成 CNS 聲學-建築服務設備聲壓位準量測（草案）之研擬，故建議提供經濟部標準檢驗局進行 CNS 聲學標準量測法之法制化作業，作為國內相關產業、機構等相關人員檢測之依循。

長期性建議

為提升國內住宅整體居住音環境品質，建議進行住宅給排水噪音相關法規探討與改善對策之研究

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：無

說明：本研究建議賡續進行住宅給排水噪音對相鄰住戶影響之現況調查，藉由實際住宅給排水案例探討相關隔音材料及施作工法對於噪音改善之成效，建構完整之住宅給排水噪音對策，提供建築設計相關人員防治及改善參考。且彙整各國給排水相關法令規範，並探討給排水防音規定及防治改善施工相關對策。

ABSTRACT

Keywords: measurement standard, Noise of the Equipment and Pipe, sound pressure level

1. Origin of the study

Due to high urbanization and rapid development of dwelling buildings in Taiwan, noise pollution becomes a general problem. This kind of noise is called indoor noise, it is composed of the noise from outdoor, neighborhood and equipments in buildings. Since the quantity of resident and equipments in buildings, therefore the noise from equipment and pipe used in water supply and drainage becomes the primary noise source in the indoor environment.

The noise of the equipment and pipe used in water supply and drainage is occurred by aging or error design system. If the consideration of noise and vibration isolation of the equipment and pipe does not be made, the indoor noise will be transmitted through air and structure and then it will affect the quality of the indoor sound environment. The investigation of the noise from equipment and pipe and the proposal of the improvement are recommended to raise the life quality in Taiwan.

2. Methods and procedure of the study

This study focused on the improvement in noise control from equipments and pipes used in water supply and drainage in dwellings. Measurements of noise from particular equipment used in water supply and drainage installations will be made in various dwellings. According to the analysis resolution of questionnaire on the indoor noise condition, and the result of measurements to find out the problem as well as the influence of flow rate and transmission path of the water on the noise distribution. This study will precede diagnosis and estimation of the noise measurement of equipment's and pipes used

in water supply and drainage in various dwellings and analyze the related data to obtain the improvement. Proposal of the improvement that is based on this study can be applied to architecture design to create the better living environment.

3. Important findings

- (1) This study referred the standard was the sound pressure level of field measurement on building service equipment by International Organization for Standardization and applied the standard in the field measurement. We supplied the result to the organization of the government to found the standard of CNS.
- (2) The results showed that the pipes outside the structure of congregate house was lower than the pipes inside the structure of row house on satisfaction and that related with the age of the houses. according the research the noise value of the pipes outside the structure was higher than inside and it transmitted to above and under storeys by the connection of the pipes. we found the pipes of the water closet that obtained highest noise values in this study and provided the insulation method of the water.
- (3) We accorded the result to know the properties and questions of the noise of the equipment and pipe used of water supply and drainage. We discussed about the effect of noise of difference water pressure and flow rate on water supply and improved the insulation of pipe. We supplied the result to found the design guideline of the equipment and pipe of water supply and drainage in dwelling.

4. Suggestions

This study suggests founding the standard of CNS on acoustic-field measurement of sound pressure level of building service equipments : For immediate strategies

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

Organizer: Bureau of Standards, Metrology & Inspection

Explanation: Chinese National Standards of acoustics included the measurement of material absorption, insulation of building and building element and sound power level but not provided the field measurement of equipment and pipe of water supply

and drainage. However, we suggest studying the application feasibility of Chinese National Standards from ISO 16032 that accord the trend of internationalization.

This study suggests reviewing the regulation and law about the equipment and pipe of water supply and drainage : For long-term

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

Organizer: Without

Explanation: this study suggests continuing the investigation of the equipment and pipe of water supply and drainage and reviewing the regulation and law of difference countries.

第一章 緒論

第一節 研究背景與目的

壹、研究背景

住宅室內噪音源之構成種類繁多，包含來自戶外環境或鄰戶所產生之噪音，透過門窗、牆壁、樓板等傳入室內，加上建築設備及管路發出之噪音，即構成住宅噪音環境。近年來住宅建築高層化，多數住戶於建築物完工後，自行裝修或增設衛浴設備造成管路分布複雜，導致部分管路影響下方住戶。根據內政部建築研究所 98~99 年委辦計劃住宅音環境現況調查與診斷機制之研究，就國內住宅進行問卷調查之結果發現，樓板衝擊音及生活噪音為居住環境困擾度高之來源，其次為給排水設備噪音。因此，為掌握國內住宅給排水設備及管路噪音特性及來源，內政部建築研究所 101 年委辦計劃住宅給排水設備及管路噪音改善之研究，參酌國際標準 ISO 16032 之建築服務設備噪音現場量測法，建立適用於國內住宅現況之標準現場量測法，針對國內住宅給排水設備及管路噪音進行現場噪音量測，以掌握其噪音頻率特性及發生位置，並透過住宅住戶之問卷瞭解國內目前既有及新建住宅之給排水設備及管路噪音問題來源。

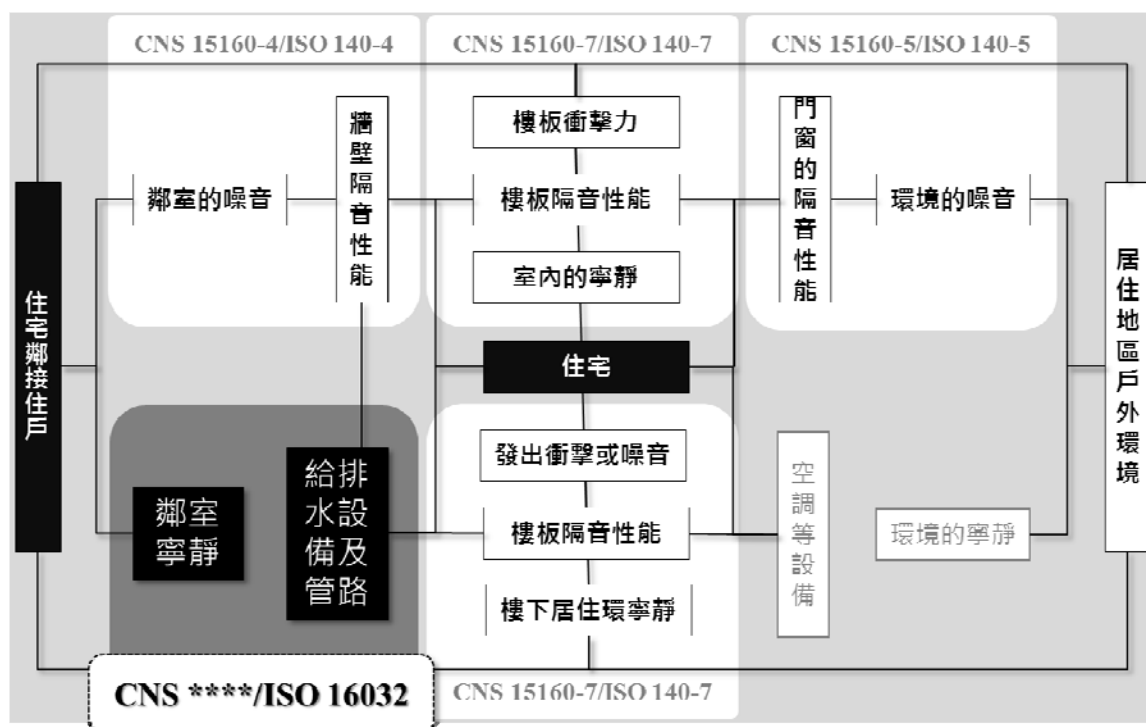
故本研究賡續進行國內住宅給排水設備及管路噪音現況調查，依研究成果提出適用於國內住宅之防治設計指引，供往後建築或室內設計人員進行規劃設計時之參考。此外，本研究依據前期（101 年）研究參酌之 ISO 16032 標準現場量測法，並彙整相關之量測規範，研擬建築給排水設備及管路噪音現場標準量測方法（草案），使國內建築聲學標準獲致整體管制效果。

貳、研究目的

綜觀各國住宅給排水設備及管路噪音之標準量測方法，國際標準組織 ISO（International Organization for Standardization）於 2004 年提出建築物內各式服務設

備之現場噪音量測通則標準 (ISO 16032)，而日本 JIS (Japanese Industrial Standards) 則於 2007 年以 ISO 16032 為基礎針對給排水設備提出現場量測標準 (JIS A 1429)。我國國家標準 CNS 聲學標準包含聲源聲功率特性、建築物及建築構件隔音性能等相關量測方法，給排水設備標準則以給排水管路材料及設備組件排水試驗相關量測方法等為主，其兩者標準未規定建築給排水設備及管路噪音等相關規範。

因此，各國近年來在建築防音規定隨著國際標準 ISO 變動及社會需求修訂之趨勢，建築給排水設備噪音現場量測 ISO 標準 CNS 化係現階段重要課題。



- 98~99 年住宅音環境現況調查與診斷機制及 100 年建築隔音性能基準及法制化之研究
- 101 年住宅給排水設備及管路噪音改善之研究及 102 年建築給排水設備及管路噪音現場量測標準研訂之研究

圖 1-1.1 住宅音環境體系

(資料來源：本研究整理)

參、研究重要性

本計畫透過國內住宅給排水設備及管路噪音之現場量測與調查研究，提出住宅相關給排水設備噪音之標準及實務設計指引，達到安寧、舒適、健康之目標，並透過給排水設備及管路噪音現場標準量測方法草案之研擬，以獲致整體管制效果。

一、健康音環境效益方面

相關醫學研究顯示，環境噪音會使人體健康產生聽力損害、心臟疾病等影響。因此，本計畫透過給排水設備及管路噪音現場調查與實測，瞭解掌握住宅、相關噪音問題來源，據此檢視國內目前相關法令規定，是否確保國人健康之音環境品質。

二、室內音環境品質提升方面

近年來國際永續建築、綠建築、健康建築等重要相關資料統計得知，國際關注議題主要為「既有建築物再造」、「建築節約能源」、「健康室內環境品質」，本計畫就住宅給排水設備及管路噪音之改善方式進行探討與建議，未來可作為新建或整建建築設計之參考，有助於國內室內音環境品質控制技術之提升。

三、建築聲學標準及管理機制方面

本研究研擬之建築給排水設備及管路噪音標準現場量測方法（草案），可作為未來建築聲學標準增修訂之參考依據。

第二節 研究方法及流程

壹、研究方法

一、

文獻分析法

本研究將蒐集國內外給排水設備及管路噪音相關研究成果及標準量測規範，針對適用範圍及標準量測法之差異進行比較分析，作為研擬給排水設備及管路噪音現場標準量測法之參考依據。並彙整各國給排水設備及管路噪音設計指引，就國內常見之住宅給排水設備及管路型態，提出合適之指引。

本研究將透過各國住宅音環境相關規定之彙整，針對國內住宅給排水設備及管路噪音現場量測結果進行比較及評估，作為建築及室內設計相關人員進行給排水設備及管路配置時之參考依據。

二、

實測量化分析

法

本研究參酌 ISO 16032 建築服務設備噪音現場量測方法，針對國內住宅給排水設備及管路噪音進行量測，在研究時程及經費條件下，選定 4 例國內比例較高之鋼筋混凝土造之住宅，包含連棟住宅及 6 層樓以上之集合住宅，考量案例給排水設備種類及系統，以掌握國內住宅給排水設備及管路噪音特性及發生位置，主要量測項目如下：

(一)

給排水設備噪

音現場量測

本研究針對國內住宅給水泵浦、水龍頭、便器、淋浴等相關給排水器具進行現場噪音量測，於受測之給排水設備空間記錄設定之測點聲壓位準 L 及最大均能聲壓 $L_{\max}$ ，計算加權之平均聲壓位準 L_A 及 L_C 、平均最大聲壓位準 $L_{A\max}$ 及 $L_{C\max}$ ，獲得空間整體給排水設備噪音數值。

本研究針對給水泵浦設備噪音量測，將以手動開啟泵浦，記錄運轉 30 秒產生之噪音值；針對水龍頭及淋浴設備噪音量測，將記錄 30 秒設備開啟產生之噪音量；針對便器設備噪音量測，將記錄便器按壓沖水至水箱回水完成產生之噪音量。

(二) 給排水管路噪音現場量測

本研究針對國內住宅水龍頭、便器、淋浴等相關給排水設備配屬之排水管路進行現場噪音量測，於受測之排水管路空間記錄設定之測點聲壓位準 L 及最大聲壓位準 $L_{\max}$ ，計算加權之平均聲壓位準 L_A 及 L_C 、平均最大聲壓位準 $L_{A \max}$ 及 $L_{C \max}$ ，獲得空間整體排水噪音數值，並依 ISO 16032 室內迴響時間吸音力修正，計算其標準化聲壓位準 $L_{A, nT}$ 、 $L_{C, nT}$ 、 $L_{A \max, nT}$ 、 $L_{C \max, nT}$ 及正規化聲壓位準 $L_{A, n}$ 、 $L_{C, n}$ 、 $L_{A \max, n}$ 、 $L_{C \max, n}$ ，以獲得排水管路噪音數值。

本研究針對水龍頭及淋浴設備配屬之排水管路噪音量測，將記錄 30 秒設備開啟，其水流經排水管路產生之噪音量；針對便器設備噪音量測，將記錄便器按壓沖水，其水流經排水管路產生之噪音量。

三、專家諮詢法

本研究於研究期程將召開專家會議，邀請產官學界專家針對 ISO 16032 給排水設備及管路噪音現場量測方法（草案），提出應修正及增刪之意見，作為 CNS 標準制修訂之參考依據。

而本研究依現場量測結果及相關文獻彙整，提出具體之住宅給排水設備及管路噪音設計指引草案，並廣邀專家學者草案內容提供意見，完成住宅給排水設備及管路噪音防治設計指引（草案）之研擬，作為未來設計實務之參考。

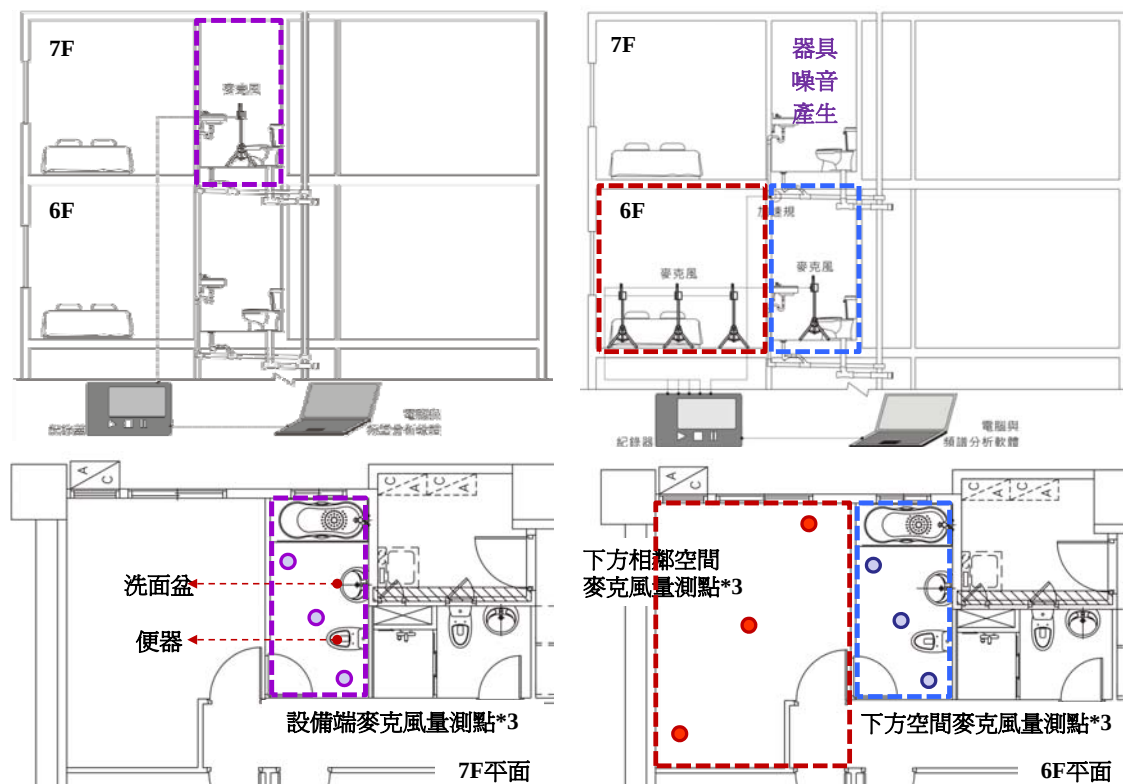


圖 1-2.1 本研究住宅給排水設備噪音量測示意圖（左）；給排水設備配屬之排水管路噪音量測示意圖（右）

（資料來源：本研究整理）

表 1-2.1 本研究給排水設備噪及管路噪音量測項目

量測對象	量測項目		評估指標
國內連棟住宅與集合住宅	給排水設備	給水泵浦	加權聲壓位準 L_A 及 L_C ； 加權最大聲壓位準 $L_{A\max}$ 及 $L_{C\max}$
		水龍頭	
		便器	
		淋浴	
	給排水管路	水龍頭	加權聲壓位準 L_A 及 L_C ；加權最大聲壓位準 $L_{A\max}$ 及 $L_{C\max}$ ；加權正規化聲壓位準 $L_{A,n}$ 、 $L_{C,n}$ ；加權標準化聲壓位準 $L_{A,nT}$ 、 $L_{C,nT}$ ；加權最大正規化聲壓位準 $L_{A\max,n}$ 、 $L_{C\max,n}$ ；加權最大標準化聲壓位準 $L_{A\max,n}$ 、 $L_{C\max,n}$
		便器	
		淋浴	

			nT 、 $L_{C \max, nT}$
--	--	--	-------------------------

（資料來源：本研究整理）

貳、研究流程

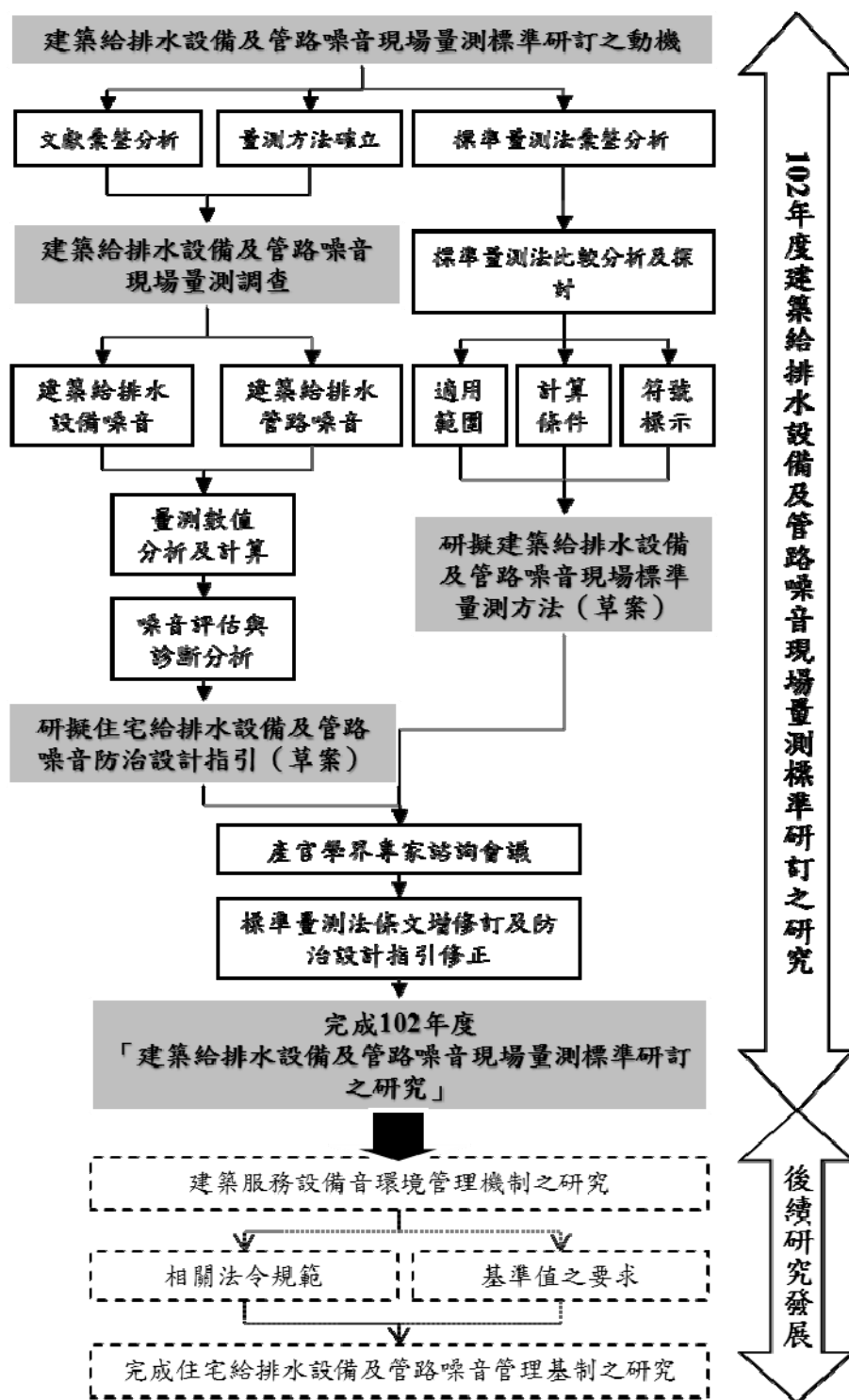


圖 1-2.2 研究架構圖

(資料來源：本研究整理)

第三節 預期成果與進度

壹、研究預期成果

本研究依據前期研究（101 年）住宅給排水設備及管路噪音研究，參酌國際量測規範建立之現場量測標準作業程序，進行國內不同住宅建築類型之給排水設備及管路噪音現況調查，掌握給排水設備及管路噪音發生特性及來源，並研擬住宅給排水設備及管路噪音防治設計指引（草案）。針對建築給排水設備及管路噪音現場標準量測方法，本研究透過專家諮詢會議，參酌委員意見進行現場標準量測方法草案之增修訂，其研究成果俾能提供相關之主管機關制修訂相關量測標準，以符合國際標準更新之趨勢，使我國聲學標準規範體系更趨完備。

一、完成國內不同住宅類型給排水設備及管路噪音現況調查

參酌國際量測規範建立之現場量測標準作業程序，進行國內 4 例不同建築類型之給排水設備及管路噪音現況調查，累積本土化之基礎資料。

二、完成國內外住宅給排水設備及管路噪音管理制度之比較

彙整國內外住宅音環境管理制度相關規定，並針對本研究給排水設備及管路噪音現場量測結果進行噪音之評估。

三、完成住宅給排水設備及管路噪音防治設計指引（草案）之研擬

本研究參照各國給排水設備及管路噪音防治設計指引，並依據國內住宅給排水設備及管路現況及現場噪音調查成果，研擬適用於國內住宅需求之給排水設備及管路噪音防治設計指引（草案）。召開專家會議，就防治設計指引草案提供意見，完成住宅給排水設備及管路噪音防治設計指引（草案）之研擬，作為未來設計實務之參

考。

四、

完成建築給排

水設備及管路噪音現場標準量測方法（草案）之研擬

本研究針對 ISO 16032 給排水設備及管路噪音現場量測方法進行草案之增修訂，並研擬建築給排水設備及管路噪音現場標準量測方法（草案），透過專家會議進行標準草案內容初審，提出應修正及增刪之意見，其研究成果俾能提供相關之主管機關修訂標準，以符合國際標準更新之趨勢。

表 1-3.1 研究進度及預期完成之工作項目

月次 工作項目	第 1 月	第 2 月	第 3 月	第 4 月	第 5 月	第 6 月	第 7 月	第 8 月	第 9 月	第 10 月
研擬研究範圍與研究內容	■ ■									
彙整分析國內外建築給排水設備及管路噪音量測方法	■ ■	■ ■	■ ■							
分析住宅給排水設備及管路噪音設計及改善指引之文獻		■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	
進行住宅給排水設備及管路噪音現場量測			■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	
住宅現場量測結果數值量化分析與計算				■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	
住宅現場量測結果數值評估與診斷						■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	

研擬住宅給排水設備及管路噪音設計指引草案										
研擬住宅給排水設備及管路噪音現場標準量測法草案										
產官學界專家諮詢會議										
期中報告				◎						
期末報告								◎		
預定進度	4 %	8 %	16 %	28 %	40 %	54 %	68 %	82 %	96 %	100%
圖例：預定進度  實際進度 										

（資料來源：本研究整理）

第二章 蒐集資料及文獻分析

第一節 各國給排水設備及管路噪音相關研究

壹、給排水設備排水噪音相關研究

一、便器設備排水 噪音

1992 年德國 Fuchs 等發現由於使用者對於用水設備功能要求日漸提升，使其所需水壓自傳統之 100~200k Pa 增加至 300~400k Pa，導致水流傳音(waterborne sound)已成為住宅內不可忽視之噪音源，因此針對用水器具進行噪音量現場量測，其量測現場條件如圖 2-1.1，量測時水流聲源一為便器沖水另一為直接於排水立管注水，便器安裝於 14 cm 厚鋼筋混凝土樓板、排水立管為鋼管明管直徑為 100 mm 安裝於 11.5 cm 厚 3000 PSI 鋼筋混凝土牆採橡膠套管安裝，量測指標為 A 加權快特性聲壓位準，量測時間為 60 秒，量測空間為便器下方空間（管路端）與便器下方管路相鄰空間。

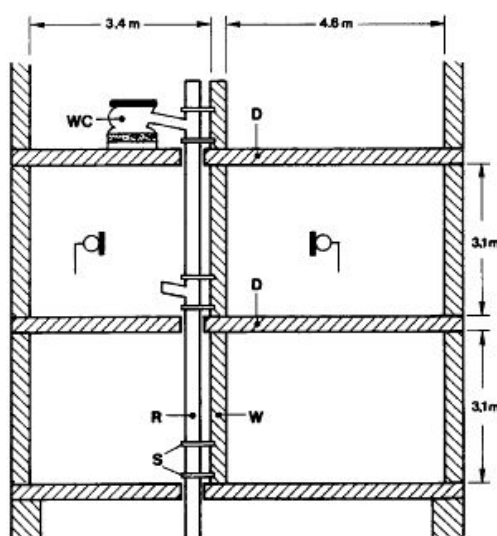


圖 2-1.1 便器管路排水噪音量測相關位置圖

(資料來源：文獻 33)

管路端便器排水噪音量測時便器操作方式為沖水一次至水箱回水完成，量測時間為 60 秒，量測結果如圖 2-1.2，階段 a 為按下沖水閥（量測開始）、階段 b 為便器沖水過程、階段 c 為便器水箱回水過程，量測結果發現便器沖水噪音大於水箱回水噪音，其沖水噪音最大可達 40 dB(A)。

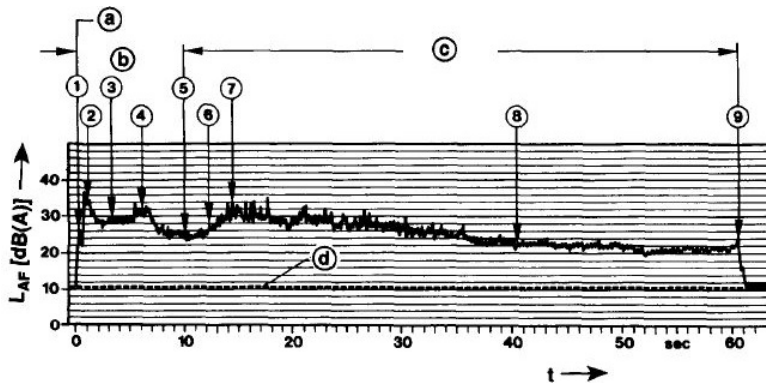


圖 2-1.2 便器排水噪音隨時間變化關係圖

(資料來源：文獻 33)

而在便器排水管路噪音之頻率特性如圖 2-1.3 所示，a 曲線為管路端噪音、b 曲線為管路端相鄰空間噪音，便器沖水管路噪音峰值頻率為 4000 Hz，而排水管路相鄰空間之噪音值則接近背景噪音。

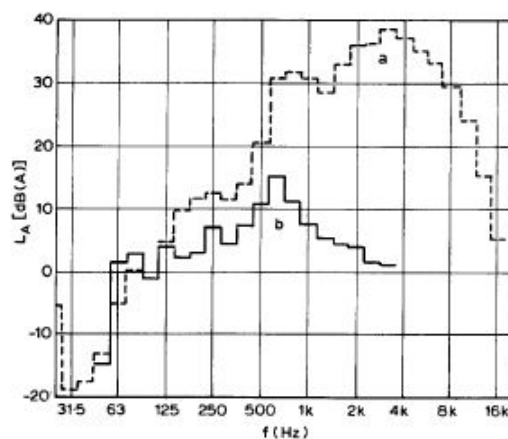


圖 2-1.3 便器排水管路噪音曲線圖

(資料來源：文獻 33)

此外，針對不同水量之管路排水噪音量測，實驗藉由控制管路內之水量自 1 l/s 至 10 l/s，評估排水管內流量與發出水流噪音之相關性，結果如圖 2-1.4 所示，當直徑 100 mm 之鋼質排水立管內流量超過 10 l/s 時，水流產生之噪音量達 40 dB(A)。

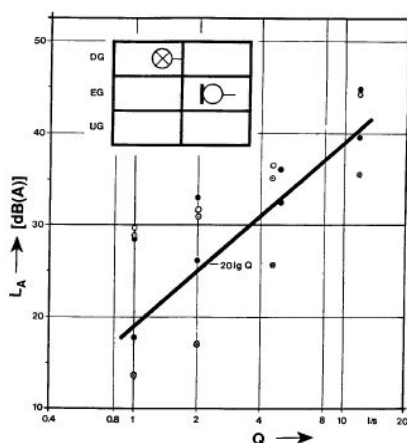


圖 2-1.4 便器排水管路噪音與流量關係圖

(資料來源：文獻 33)

二、

水龍頭設備給

水噪音相關研究

2003 年西班牙 J.Romeu 等人針對給水設備噪音進行研究，並指出給水設備噪音之產生主要來自水流的亂流 (Turbulent flow)、氣蝕 (Cavitation)、水錘 (Water hammers)、渦流 (Vortex) 及水體積變化 (Volume pulsation)。而實驗結果發現給水設備是藉由管路及水柱傳遞，而在傳遞過程中則會產生管路或結構振動，而振動則又會產生其他噪音，此類振動噪音又與管路安裝方式有關，如明管或暗管。實驗並比較分析西班牙常見之給水管路材質，如 PB 管與銅管、常見之隔間牆構造 (10 cm 磚牆與石膏板輕隔間) 以及明管與暗管等不同管路安裝方式，探討不同配置對給水管路噪音之影響。

實驗中量測給水設備噪音時，為確保所測得之噪音是由設備發出，量測地點為廚房及廁所相鄰空間內，接收器距地面 1.5 m，並以量測 L_{Aeq} 為主，且量測時為避免

水流撞擊硬質面造成聲音干擾，需於水龍頭加裝消音管。而為了要測試各種變因對給水噪音之影響，此研究建立了模擬住家環境的測試實驗室如圖 2-1.5，實驗室由兩間房間組成並利用一道測試牆隔開，而給水器具均安裝在測試牆上，房間體積均為 40 m³，而迴響時間自 125~2000 Hz 均為 0.5 秒，實驗室相關配置如下圖，其泵浦給水壓力為 100~500 kPa、流量為 0.1~0.45 l/s，測試時背景噪音小於 20 dB(A)、水龍頭均裝置消音管。測試時每一測點測試 3 次、測點距地面高度 1.5m、距測試牆 1m 距其他牆面 2m，測試時同時量測管路及設備噪音。

若以洗手台水龍頭來比較流量與給水噪音值之關係如圖 2-1.6，可發現流量越大噪音值越大，並得到關係式 $A = \log Q + C$ (Q 為流量)。

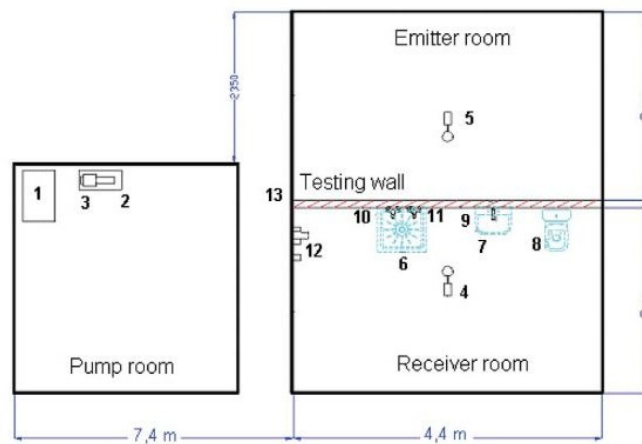


圖 2-1.5 水龍頭給水噪音量測相關位置圖

（資料來源：文獻 41）

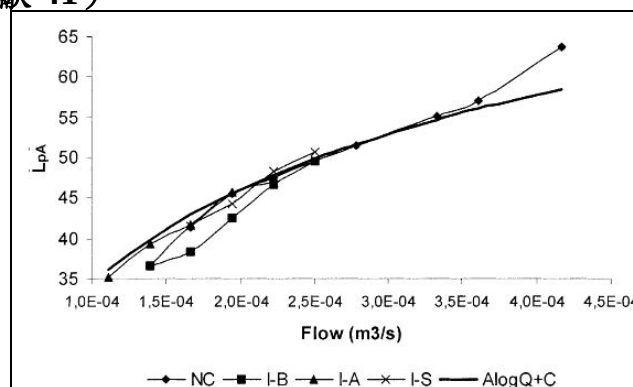


圖 2-1.6 水龍頭給水噪音與流量關係圖

（資料來源：文獻 41）

測試結果而言，給水管路噪音降低以隔間構造方式而言輕隔間優於磚牆、以安裝方式而言明管且管路支撐增加隔振最佳、一般明管安裝次之而暗管安裝最差(因暗管安裝會造成振動直接傳遞)，而以管路材質而言 PB 管優於銅管，以整體而言 PB 管明管加隔振安裝在輕隔間上對給水噪音降低值達 12.5 dB(A)性能最佳。

對於給水噪音主要因針對管路對牆體之振動傳遞作消除，由於 PB 管較有彈性可吸收振動所以 PB 管噪音普遍比銅管低(以暗管裝輕隔間而言)，依數據而言 PB 管對 2000Hz 以下之給水噪音消音量均優於銅管，而銅管在低頻甚至有噪音放大之效果，但若以暗管方式裝置在磚牆內則銅管噪音低於 PB 管，這是因為銅管在埋入磚牆前需裝置套管故其振動值低於未裝套管之 PB 管，而管路支撐作隔振僅對銅管有用這是應 PB 管本身已具有彈性故彈性支撐對 PB 管無額外作用。

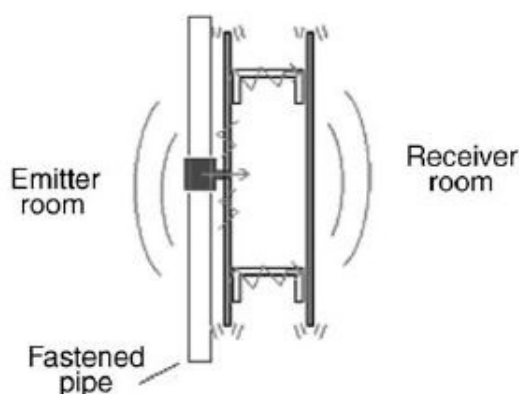


圖 2-1.7 給水管路安裝方式

(資料來源：文獻 41)

貳、給排水設備及管路噪音改善相關研究

1988 年吉原勳對不同型式管路噪音及改善方式進行量測，發現配管內水流移動時所發出之噪音，流速在 9.15 m/s 以下較不明顯，而管線噪音若以所連接設備為噪聲源，則噪音特性則與設備如送泵浦、壓縮機等噪音頻率特性及配管透過損失特性有關。針對管路噪音改善法則提出可分為聲源改善及傳遞途徑改善兩種，聲源改善法

包含：

(一) 噪聲源的低噪音化

藉由調整設備流量、大小或針對設備內老舊閥件更新等方式降低設備噪音，以減少直接隨管線傳遞之噪音值。

(二) 聲源造成管路共振的防止

藉由調整設備轉速等方式改變設備噪音頻率特性，避免設備噪音峰值頻率與管路自然頻率相近而產生共振。另針對管路傳遞途徑改善法包含：

(一) 消音器的安裝

為效果最佳之方式，方法為將管路某一段更換為內含吸音材之消音管，但需考量消音器內部之吸音纖維飛散等問題。

(二) 管路的振動絕緣

一般使用彈性阻尼材料，但需考量使用在危險液體管路如高溫或易燃或具腐蝕性液體之安全性。

(三) 管路隔音包覆

進行數種包覆方式噪音降低量量測，其結果表示使用 50 mm 厚吸音棉加 0.4 mm 厚鐵板進行包覆可具有 5~15 dB 之噪音降低效果，若使用 50 mm 厚吸音棉加 0.4 mm 厚鐵板加 0.5 mm 厚鉛板進行包覆可具有 15~20 dB 之噪音降低效果，若使用 100 mm 厚吸音棉加 0.4 mm 厚鐵板加 0.5 mm 厚鉛板加 1 mm 厚鉛板進行包覆可具有 25~30 dB 之噪音降低效果，另若可上述包覆方式之鉛板更換為水泥漿，則可因板材接縫減少而增加 1~2 dB 噪音降低值，管路隔音包覆法為目前最常採用之方式。

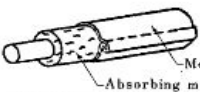
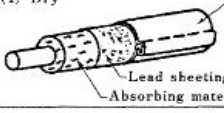
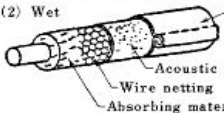
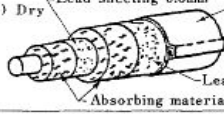
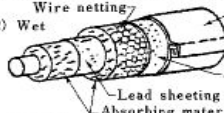
Class & overall noise attenuation	Application procedure	Approximate attenuation in dB				
		Octave band center frequency (Hz)				
		250	500	1k	2k	4k
I (5-15dB)						
	Metal jacket (iron sheet) 0.4mm Absorbing material 50mm	7	13	17	19	21
II (15-20dB)	(1) Dry 					
	Metal jacket 0.4mm Lead sheeting 0.5mm Absorbing material 50mm	10	16	20	22	24
	(2) Wet 					
	Metal jacket 0.4mm Acoustic hard cement 5mm Wire netting Absorbing material 50mm	11	18	22	24	25
IV (25-30dB)	(1) Dry 					
	Metal jacket 0.4mm Lead sheeting 0.5mm Absorbing material 50mm+50mm	14	23	26	28	29
	(2) Wet 					
	Metal jacket 0.4mm Acoustic hard cement 10mm Lead sheeting 0.5mm Absorbing material 50mm+50mm	16	24	27	29	30

圖 2-1.8 不同管路隔音包覆性能比較

(資料來源：文獻 24)

第二節 各國住宅室內噪音基準要求

根據世界衛生組織（World Health Organization, WHO）針對建築居住環境中噪音干擾之現象提到，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，建議完整的建築音環境管理機制，應透過管控噪音來源或以預防治理之管理機制以確保民眾居住音環境之品質，如表 2-2.1 所示。

表 2-2.1 世界衛生組織（WHO）建議之管理機制

法令規定要項	相關之措施
噪音源及噪音傳播控制	車輛噪音管制標準、施工設備噪音管制標準、國家相關管制規定
道路、機場或工業區之噪音地圖及區劃	噪音環境監控及模擬程式開發
速限	住宅區、醫院
噪音音量的控制	噪音暴露位準標準、噪音環境監控及模擬、娛樂場所噪音規範
建築聲學性能之最低要求	營建法規之建築隔音相關規定

（資料來源：世界衛生組織）

各國住宅音環境之管理機制，目前以環保體系法規及營建體系法規為主要之規定，在環保體系相關法規係以控制環境噪音源為目的，如美國環保署、日本環境省之環境噪音相關管制規定，要求建築物室內及戶外環境噪音之音量。藉由非強制性之設計指引或建議基準值來提升建築音環境性能品質，由於噪音之產生對居住生活環境品質有很大的影響，世界各國以透過噪音基準之要求維持基本生活的舒適音環境。

目前各國相關環境噪音規範並無要求給排水設備及管路噪音，因設備及管路噪音屬建築物室內所產生之噪音，故本研究彙整各國住宅噪音基準之要求，如表 2-2.2

示，針對研究量受測住宅案例之設備及管路噪音進行評估分析。世界衛生組織針對住宅建築空間提出容許噪音之建議基準。或美國 EPA（Environmental Protection Agency）對於住宅環境噪音提出之建議值，說明住宅室內環境噪音應控制於 45 dB(A)，而住宅戶外環境噪音以 55 dB(A)為宜。中國大陸目前在民用建築隔聲設計規範中，分別針對住宅臥室、書房及起居室的噪音基準值，以分級之制度提出相關之要求，而日本建築學會以編輯出刊建築物的遮音性能基準與設計指針，同中國大陸採分級制度要求住宅居室之噪音基準值。

此外，我國的噪音管制法令以行政院環境保護署的環保法規之噪音管制相關規定為主，依據土地使用現況、行政區域、地形地物以及人口分布劃分為四類管制區，而噪音管制法第 15 條第 3 項之規定，對於道路交通噪音依不同管制區訂有環境音量標準。

表 2-2.2 各國住宅噪音基準之要求

適用對象		噪音基準 dB(A)
WHO	住宅室內	≤35
	臥室室內	≤30
中國大陸	臥室、書房 (或臥室兼起居室)	1 級≤40；2 級≤45；3 級≤50
	起居室	1 級≤45；2 級≤50；3 級≤50
日本	居室	1 級≤40
		2 級≤45
		3 級≤50
美國	住宅室外	≤55
	住宅室內	≤45
我國	無	無
註：中國大陸住宅噪音基準為引用民用建築隔聲設計規範之規定，日本噪音基準住宅噪音基準為引用建築物的遮音性能基準與設計指針之規定，美國住宅噪音基準為引用 Environmental Protection Agency 之規定。		

（資料來源：本研究整理）

第三章 建築給排水設備及管路噪音現場量測方法

第一節 建築給排水設備及管路噪音量測方法

壹、建築給排水設備及管路噪音現場量測標準作業流程

本研究分別參照 CNS 7138「噪音級測定方法」進行住宅給排水設備噪音量測，以及參照 ISO 16032 (JIS A 1429)「建築服務設備聲壓位準量測法」進行住宅給排水設備管路噪音聲壓位準量測，相關量測規定如表 3-1.1 所示。

表 3-1.1 住宅給排水設備及管路噪音現場量測規定

量測依據	CNS 7183
量測對象	給排水設備噪音量測
聲源及聲場條件	- 欲量測之給排水設備作為聲源。 - 給排水設備運作產生之聲壓位準須大於背景噪音 10 dB；若未滿 10 dB，其聲壓位準與環境噪音差 3 dB，修正值為 3 dB；若未滿 10 dB，其聲壓位準與環境噪音差 4~5 dB，修正值為 2 dB；若未滿 10 dB，其聲壓位準與環境噪音差 6~9 dB，修正值為 1 dB。
聲源位置	給排水設備空間。
微音器位置	- 微音器須於給排水設備設置空間設定 3 點作為受測點。 - 任一微音器與量測之給排水設備間距 0.5 m；任一微音器與樓地板間距 1.5 m。
紀錄器設定	- 紀錄器量測時段須包含給排水設備運作時間，且量測頻率須涵括倍頻帶 31.5 ~ 8000 Hz 之頻率範圍。 - 給排水設備運作時，量測特性須包含快特性及慢特性；給排水設備運作時，量測權衡須包含 A 加權及 C 加權。
量測次數	3 個以上之測點，取各測點量測 3 次之平均值。
量測依據	ISO 16032 (JIS A 1429)
量測對象	給排水管路噪音
聲源及聲場條件	- 上室聲源室為給排水設備設置位置，下室為給排水設備管路設置位置。 - 須確保下室及下室相鄰空間為封閉空間。 - 給排水設備運作產生之聲壓位準須大於背景噪音 10 dB；若未滿 10 dB，其聲壓位準與環境噪音差 4 ~ 10 dB，須參照 ISO 16032 (JIS A 1429) 背景噪音修正公式進行修正。
聲源位置	上室給排水設備空間。
微音器位置	- 微音器須於下室設定 3 點作為受測點。 - 任一微音器位置與聲源間距 0.5 m；任一微音器位置與室表面間距 0.5 m；任一微音器與樓地板間距 1.5 m；任一微音器與障礙物間距 0.2 m。
紀錄器設定	- 紀錄器量測時段須包含給排水設備運作時間，且量測頻率須涵括倍頻帶 31.5 ~ 8000 Hz 之頻率範圍。 - 給排水設備運作時，量測特性須包含快特性及慢特性；給排水設備運作時，量測權衡須包含 A 加權及 C 加權。
量測次數	3 個以上之測點，取各測點量測 3 次之平均值。

(資料來源：本研究整理)

貳、住宅給排水設備噪音現場量測方法

本研究參照 CNS 7183 噪音級測定方法，針對住宅給排水設備噪音進行量測，包含給水設備之給水泵浦，排水設備之洗面盆、便器量測儀器為符合國際電工協會 IEC 61260 之積分噪音計，及配屬之訊號紀錄器，量測頻帶選用倍頻帶，量測特性包含快特性及慢特性，測定頻率範圍 31.5~8000 Hz，其結果數值以頻譜分析軟體進行倍頻帶 A 加權及 C 加權計算。本研究就住宅給排水設備噪音量測，將測點設定於欲量測之給排水設備 0.5 m，量測高度距離樓地板為 1.5 m，並將門窗戶緊閉降低背景噪音干擾之情形，紀錄給排水設備運作時之均能音量 L_{eq} ，共設 3 個測點，結果數值採 3 次量測之平均值。住宅給排水設備噪音現場量測示意如圖 3-1.1 所示。

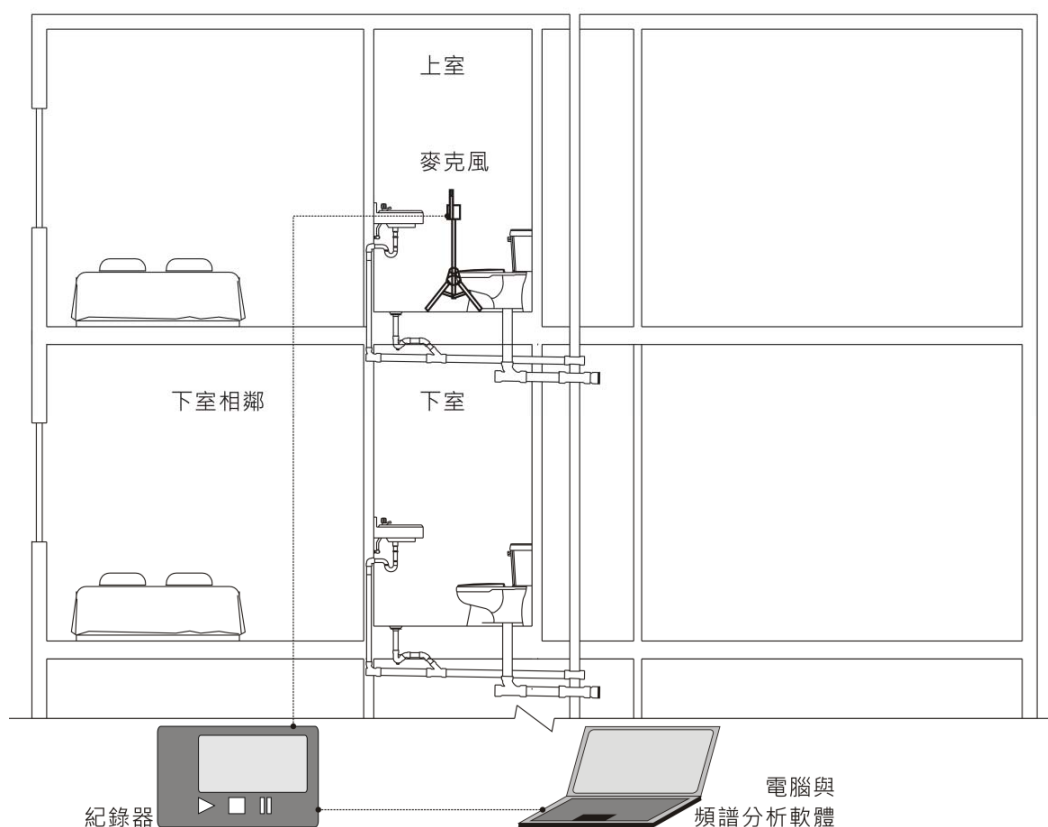


圖 3-1.1 住宅給排水設備噪音現場量測示意圖

(資料來源：本研究整理)

參、住宅給排水設備及管路噪音現場量測方法

本研究參照 ISO 16032 (JIS A 1429) 建築服務設備聲壓位準量測法，進行國內住宅給排水設備及管路噪音現場量測，設定上室給排水設備空間為聲源室，下室及下室相鄰空間為受音室。聲源室以給排水設備運作時產生之噪音作為聲源；下室以微音器作為受聲源。量測包含下室迴響時間、背景噪音及給排水設備運作產生之噪音聲壓位準量測。量測採倍頻帶 31.5~8000 Hz 為主，量測特性包含快特性及慢特性，計算時 A 加權數值以倍頻帶 63~8000 Hz 為主，C 加權數值以倍頻帶 31.5~8000 Hz 為主。量測儀器包括符合 CNS 7129 規定 1 型之積分噪音計及符合 CNS 10915 規定之紀錄器，聲壓校正器則符合 IEC 60942 之規定。為進行住宅給排水設備及管路噪音現場量測，以積分噪音計作為微音器，並配合紀錄器作為量測接收點，連線後以檢視積分噪音計與紀錄器量測特性及量測頻率等條件相符，即運作給排水設備，記錄運作時間內所產生之聲音能量，並透過頻譜分析軟體進行給排水設備及管路噪音值之計算。下室迴響時間量測程序為輸出噪音訊號，待空間充穩定之訊號後，即關閉聲源，由紀錄器記錄其聲音能量衰減曲線，並透過頻譜分析軟體進行下室迴響時間之計算；下室背景噪音量測程序為待量測儀器設後，以積分噪音計記錄噪音量，由紀錄器記錄背景噪音值，並透過頻譜分析軟體進行下室背景噪音值之計算。住宅給排水管路噪音現場量測示意如圖 3-1.2 所示。相關量測規定如下：

(一) 儀器校正

以聲壓校正器進行微音器校正。

(二) 給排水服務設備操作

給水泵浦設備噪聲源可於自動或手動模式下進行量測，而國內一般為自動開啟故須量測泵浦持續運轉 30 秒之噪音。洗面盆排水噪音量測之操作為水龍頭打開至槽內注滿 4000 cc 水即停止，再拔除水塞將水放掉並量測其排水噪音。便器排水之操作為

將沖水閥全開至全關之排水噪音，量測時間包含沖水完成及水箱回水完成之時間。

(三)

微音器位置設

定

受音室聲壓位準量測時，受音室之微音器須配合聲源位置，設定 3 個位置之測點，任一微音器位置與聲源間距 1.5 m，與室表面間距 0.5 m，與樓地板間距 1.5 m，與障礙物間距 0.2 m。受音室迴響時間量測於下室設定 3 個微音器位置，與聲源離 1.0 m 以上，任一微音器距離 0.7 m 以上，取 3 次量測之平均值。受音室背景噪音量測於受音室設定 2 個微音器位置，任一微音器距離 0.7 m 以上。

(四)

結果數值計算

給排水設備運作時產生之噪音經量測獲得之聲壓位準，依各測點數值進行平均聲壓位準計算，並計算倍頻帶 63~8000 Hz A 加權聲壓位準，及倍頻帶 31.5~8000 Hz C 加權聲壓位準，經下室吸音面積修正之聲壓位準值為正規化聲壓位準，經下室迴響時間修正之聲壓位準值為標準化聲壓位準。

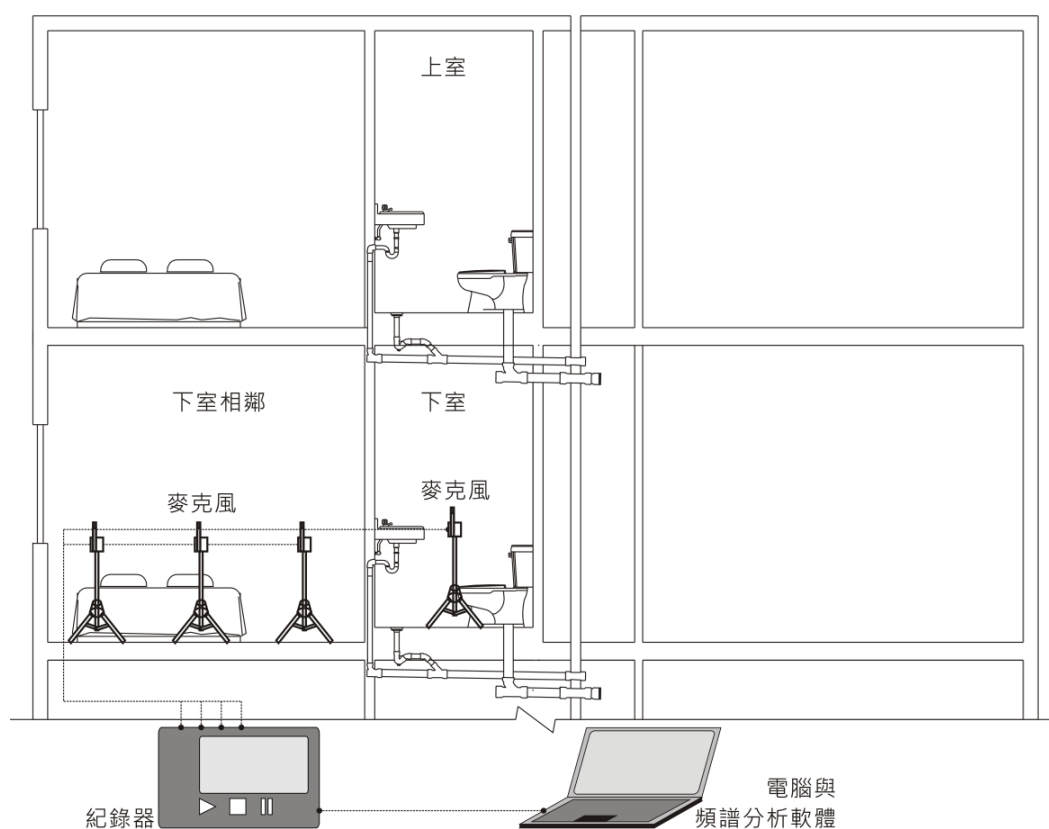


圖 3-1.2 住宅給排水管路噪音現場量測示意圖

(資料來源：本研究整理)

第四章 建築給排水設備及管路噪音現況調查結果與標準研訂

第一節 建築給排水設備及管路噪音現場量測結果

本研究針對住宅給排水設備及管路噪音進行現場量測，本年度已完成 4 戶住宅案例現況調查，而續前期研究現況調查，目前已累積 10 例住宅案例，住宅案例基本條件如表 4-1.1 所示。

本研究量測之住宅給排水設備及管路噪音相關編號如表 4-1.2 及 4-1.3 所示，量測對象包含洗面盆、水龍頭、淋浴間與便器設備噪音現場量測；及水龍頭配屬管路給水噪音現場量測、洗面盆配屬管路排水噪音現場量測、淋浴間配屬管路排水噪音現場量測及便器配屬管路排水噪音現場量測。

表 4-1.1 本研究住宅案例基本資料

案例位置	建築形式	住宅屋齡	構造形式	給排水設備及管路位置			排水管路型式
				樓層總數	設備位置	管路位置	
台南市	連棟透天	10 年	鋼筋混凝土	4F	3F	2F	PVC 暗管
台北市	集合住宅	20 年	鋼骨構造	36F	27F	26F	鑄鐵明管
台北市	集合住宅	30 年	鋼筋混凝土	8F	8F	7F	PVC 暗管
台北市	集合住宅	30 年	鋼筋混凝土	8F	7F	6F	PVC 暗管
台南市	集合住宅	2 年	鋼筋混凝土	13F	13F	12F	PVC 明管
高雄市	連棟透天	5 年	鋼筋混凝土	4F	4F	3F	PVC 暗管
台南市	集合住宅	15 年	鋼筋混凝土	4F	3F	2F	PVC 明管
台北市	集合住宅	25 年	鋼筋混凝土	8F	8F	7F	PVC 明管
台北市	集合住宅	1 年	鋼筋混凝土	7F	2F	1F	PVC 明管
台北市	集合住宅	2 年	鋼筋混凝土	14F	6F	5F	鑄鐵明管

（資料來源：本研究整理）

續 101 年住宅給排水設備及管路噪音改善之研究案例成果，針對給排水設備噪音案例，目前已累積 9 例洗面盆設備、5 例水龍頭設備、3 例淋浴間設備以及 9 例便器設備，其中針對水龍頭設備，本研究於相同水龍頭設備條件下，改變水龍頭出水口之流量，探討噪音之差異值，而針對便器設備，本研究選定之案例包含一般水箱之便器設備與省水便器設備，以及渦流式便器設備，瞭解其設備噪音之差異。

表 4-1.2 住宅案例給排水設備編號

案例編號	洗面盆設備	水龍頭設備	淋浴間設備	便器設備
台南市	SIN01	-	-	WC01
台北市	SIN02	-	-	WC02
台北市	SIN03	-	-	WC03
台北市	SIN04	-	-	WC04
台南市	SIN05	-	-	WC05
	SIN06			WC06
高雄市	SIN07	-	-	WC07
台南市	SIN08	TAP01	SH01	-
台北市	SIN09	TAP02	SH02	-
		TAP03		
台北市	-	TAP04	SH03	WC08
		TAP05		WC09
台北市	-	-	-	-
註：				
1. SIN01~07、WC01~07 為 101 年住宅給排水設備及管路噪音改善之研究量測案例；SIN08~09、TAP01~05、SH01~03、WC08~09 為本研究住宅給排水設備案例。				
2. TAP02 為連接自設加壓水泵，TAP04 及 TAP05 為同組水龍頭但分別安裝流量 0.23 及 0.13 cm^3/s 之氣泡式出水口。				
3. WC05、06、08 為省水便器設備、WC09 為渦流式便器設備。				

(資料來源：本研究整理)

續 101 年住宅給排水設備及管路噪音改善之研究案例成果，針對給排水管路噪音案例，目前已累積 10 例洗面盆排水管路、5 例水龍頭給水管路、3 例淋浴間排水管路以及 7 例便器排水管路，其中針對洗面盆排水管路，包含 PVC 及鑄鐵材質之管路，而針對水龍頭給水管路，包含 PVC 給水管路以及不銹鋼給水管路，並藉由改變水龍頭出水口之流量，探討給水時管路噪音之差異。

表 4-1.3 住宅案例給排水管路編號

案例位置	洗面盆排水管路	水龍頭給水管路	淋浴間排水管路	便器排水管路
台南市	PS01	-	-	PW01
台北市	CS02	-	-	CW02
台北市	PS03	-	-	PW03
台北市	PS04	-	-	PW04
台南市	PS05	-	-	PW05
	PS06	-	-	PW06
高雄市	PS07	-	-	PW07
台南市	PS08	PT01	PH01	-
台北市	PS09	PT02	PH02	-
		PT03		
台北市	-	ST04	PH03	-
		ST05		
台北市	CS10	-	-	-
註：				
1. PS01~PS06、PW01~PW06 及 CS02、CW02 為 101 年住宅給排水設備及管路噪音改善之研究量測案例；PS07~PS09、CS10、PT01~03、ST04~05 及 PH01~03 為本研究住宅給排水管路案例。				
2. ST04 及 ST05 為同一組已安裝水錘吸收器之不銹鋼給水管路，但配屬水龍頭分別安裝流量為 0.25 及 0.09 cm ³ /s 之氣泡式出水口。				

（資料來源：本研究整理）

壹、住宅給排水設備噪音現場量測結果分析

一、

住宅案例洗面

盆設備噪音現場量測結果

本研究依 101 年住宅給排水設備及管路噪音改善之研究中，給排水設備及管路噪音現場量測標準作業流程（參照 ISO 16032 及 JIS A 1429 相關量測規定），針對住宅案例洗面盆設備進行噪音現場量測，量測條件為於洗面盆設備安裝空間設定 3 點微音器測點，將洗面盆注滿 4000 c.c.水後，記錄 4000 c.c.水量排水完畢所產生之噪音量，並連續測定 3 次，其數值取各點 3 次量測之平均值，再依各倍頻帶量測值計算 L_{Aeq} 及 L_{Ceq} 單一數值參量。評定結果如表 4-1.4 所示。

結果顯示，洗面盆設備排水時產生之噪音 L_{Aeq} 為 37.5 至 61.1 dB； L_{Ceq} 為 41.9 至 75.2 dB。

表 4-1.4 洗面盆設備噪音量測結果

案例編號	洗面盆設備噪音單一數值結果 (dB)	
	L_{Aeq}	L_{Ceq}
SIN01	38.6	41.9
SIN02	45.9	56.0
SIN03	50.5	55.6
SIN04	53.2	61.4
SIN05	44.8	48.3
SIN06	48.0	49.8
SIN07	37.5	52.2
SIN08	61.1	75.2
SIN09	60.5	74.0
註：		
1. SIN01~07 為 101 年住宅給排水設備及管路噪音改善之研究量測案例；SIN08~09 為本研究住宅給排水管路案例。		

- | |
|---|
| 2. 設備噪音量測時，依量測標準於設備設置空間將微音器採室內平均三點作為測點。 |
|---|

(資料來源：本研究整理)

(一)

洗面盆設備噪

音 A 加權聲壓位準 L_{Aeq}

本研究針對洗面盆排水噪音進行聲壓位準 L_{eq} 量測，並依 ISO 16032 之規定計算 1/1 倍頻帶 63~8000 Hz 之 A 加權聲壓位準 L_{Aeq} ，如圖 4-1.1 所示。101 年量測案例 SIN01 之 A 加權聲壓位準 L_{Aeq} 為 38.6 dB；SIN02 之 A 加權聲壓位準 L_{Aeq} 為 45.9 dB；SIN03 之 A 加權聲壓位準 L_{Aeq} 為 50.5 dB；SIN04 之 A 加權聲壓位準 L_{Aeq} 為 53.2 dB；SIN05 之 A 加權聲壓位準 L_{Aeq} 為 44.8 dB；SIN06 之 A 加權聲壓位準 L_{Aeq} 為 48.0 dB；SIN07 之 A 加權聲壓位準 L_{Aeq} 為 37.5 dB。

本研究量測案例 SIN08 之 A 加權聲壓位準 L_{Aeq} 為 61.1 dB；SIN09 之 A 加權聲壓位準 L_{Aeq} 為 60.5 dB。

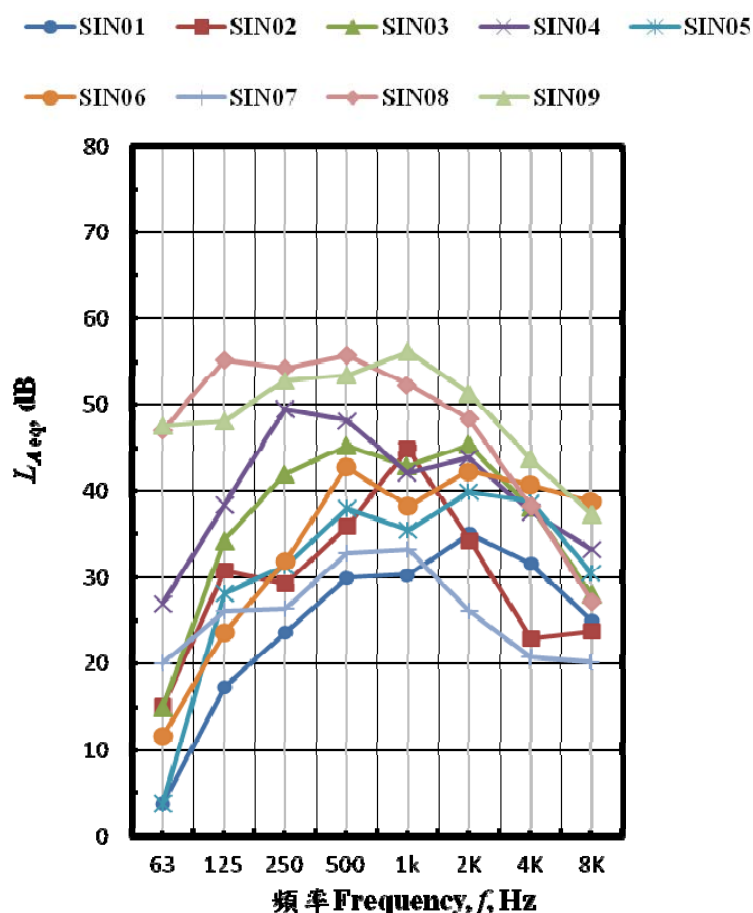


圖 4-1.1 洗面盆設備噪音A加權聲壓位準

(資料來源：本研究整理)

(二) 洗面盆設備噪音 C 加權聲壓位準 L_{Ceq}

本研究針對洗面盆排水噪音進行聲壓位準 L_{eq} 量測，並依 ISO 16032 之規定計算 1/1 倍頻帶 31.5~8000 Hz 之 C 加權聲壓位準 L_{Ceq} ，如圖 4-1.2 所示。101 年量測洗面盆設備 SIN01 之 C 加權聲壓位準 L_{Ceq} 為 41.9 dB；SIN02 之 C 加權聲壓位準 L_{Ceq} 為 56.0 dB；SIN03 之 C 加權聲壓位準 L_{Ceq} 為 55.6 dB(C)；SIN04 之 C 加權聲壓位準 L_{Ceq} 為 61.4 dB；SIN05 之 C 加權聲壓位準 L_{Ceq} 為 48.3 dB；SIN06 之 C 加權聲壓位準 L_{Ceq} 為 49.8 dB；SIN07 之 C 加權聲壓位準 L_{Ceq} 為 52.2 dB。

本研究量測之洗面盆設備 SIN08 之 C 加權聲壓位準 L_{Ceq} 為 75.2 dB；SIN09 之 C 加權聲壓位準 L_{Ceq} 為 74.0 dB。

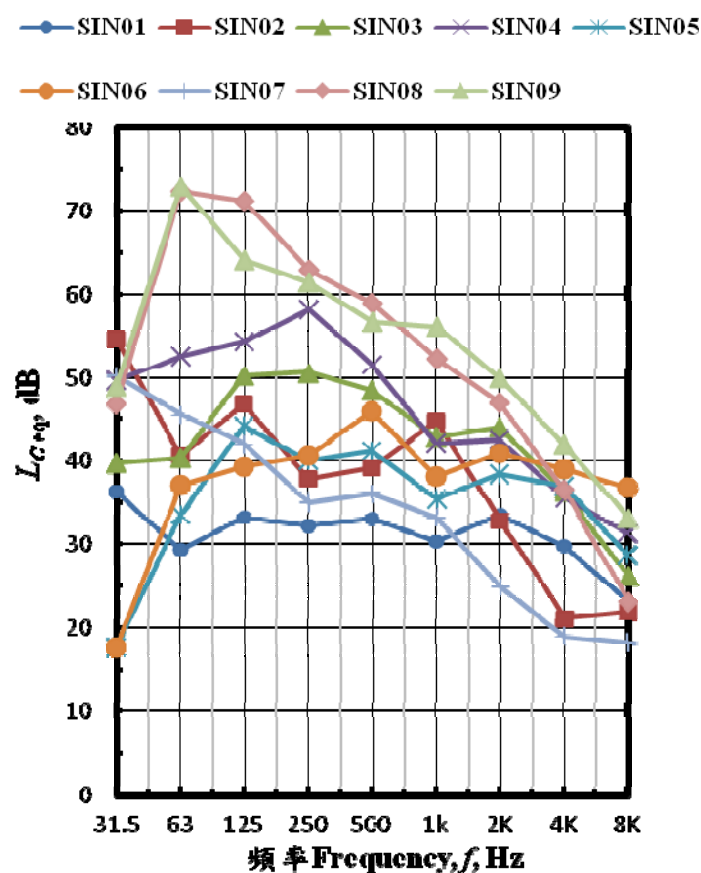


圖 4-1.2 洗面盆設備噪音 C 加權聲壓位準

(資料來源：本研究整理)

二、

住宅案例水龍頭設備噪音現場量測結果

本研究依 101 年住宅給排水設備及管路噪音改善之研究中，給排水設備及管路噪音現場量測標準作業流程（參照 ISO 16032 及 JIS A 1429 相關量測規定），針對住宅案例洗面盆水龍頭設備進行噪音現場量測，量測條件為於水龍頭設備安裝空間設定 3 點微音器測點，於洗面盆水栓關閉條件下將水龍頭水閥開啟 30 秒，記錄水龍頭給水 30 秒所產生之噪音量，並連續測定 3 次，其數值取各點 3 次量測之平均值，再依各倍頻帶量測值計算 L_{Aeq} 及 L_{Ceq} 單一數值參量。評定結果如表 4-1.5 所示，其中 TAP01 及 TAP03 為一般水龍頭，TAP02 為連接自設加壓泵浦之水龍頭，TAP04 及 TAP05 為相同水龍頭設備條件，但改變水龍頭出水口之流量。

結果顯示，水龍頭設備給水時產生之噪音 L_{Aeq} 為 61.9 至 70.0 dB； L_{Ceq} 為 72.6 至 60.8 dB。

表 4-1.5 水龍頭設備噪音量測結果

案例編號	水龍頭設備噪音單一數值結果 (dB)	
	L_{Aeq}	L_{Ceq}
TAP01	64.8	72.6
TAP02	70.0	70.4
TAP03	66.1	69.2
TAP04	65.0	64.3
TAP05	61.9	60.8
註：		
1. TAP02 為連接自設加壓水泵、TAP04 及 TAP05 為同組水龍頭但分別安裝流量 0.23 及 0.13 CMS 之氣泡式出水口。		
2. 設備噪音量測時，依量測標準於設備設置空間將微音器採室內平均三點作為測點。		

（資料來源：本研究整理）

(一)

水龍頭設備噪

音 A 加權聲壓位準 L_{Aeq}

本研究針對水龍頭給水噪音進行聲壓位準 L_{eq} 量測，並依 ISO 16032 之規定計算 1/1 倍頻帶 63~8000 Hz 之 A 加權聲壓位準 L_{Aeq} ，如圖 4-1.3 所示。

本研究量測之水龍頭設備 TAP01 之 A 加權聲壓位準 L_{Aeq} 為 64.8 dB；TAP02 之 A 加權聲壓位準 L_{Aeq} 為 70.0 dB；TAP03 之 A 加權聲壓位準 L_{Aeq} 為 66.1 dB；TAP04 之 A 加權聲壓位準 L_{Aeq} 為 65.0 dB；TAP05 之 A 加權聲壓位準 L_{Aeq} 為 61.9 dB；。

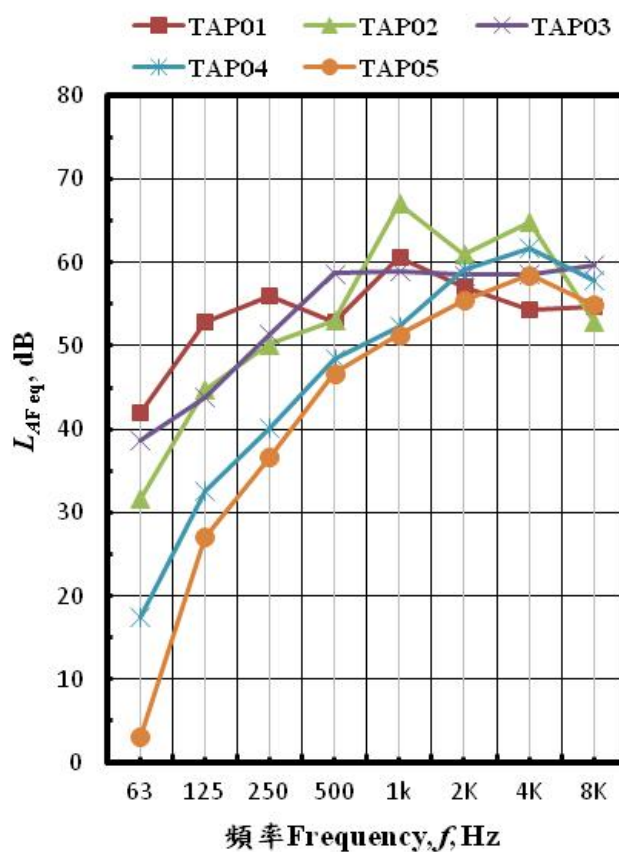


圖 4-1.3 水龍頭設備噪音 A 加權聲壓位準

(資料來源：本研究整理)

(二) 水龍頭設備噪音 C 加權聲壓位準 L_{Ceq}

本研究針對水龍頭排水噪音進行聲壓位準 L_{eq} 量測，並依 ISO 16032 之規定計算 1/1 倍頻帶 31.5~8000 Hz 之 C 加權聲壓位準 L_{Ceq} ，如圖 4-1.4 所示。

本研究量測之水龍頭設備 TAP01 之 C 加權聲壓位準 L_{Aeq} 為 72.6 dB；TAP02 之 C 加權聲壓位準 L_{Ceq} 為 70.4 dB；TAP03 之 C 加權聲壓位準 L_{Ceq} 為 69.2 dB；TAP04 之 C 加權聲壓位準 L_{Ceq} 為 64.3 dB；TAP05 之 C 加權聲壓位準 L_{Ceq} 為 60.8 dB。

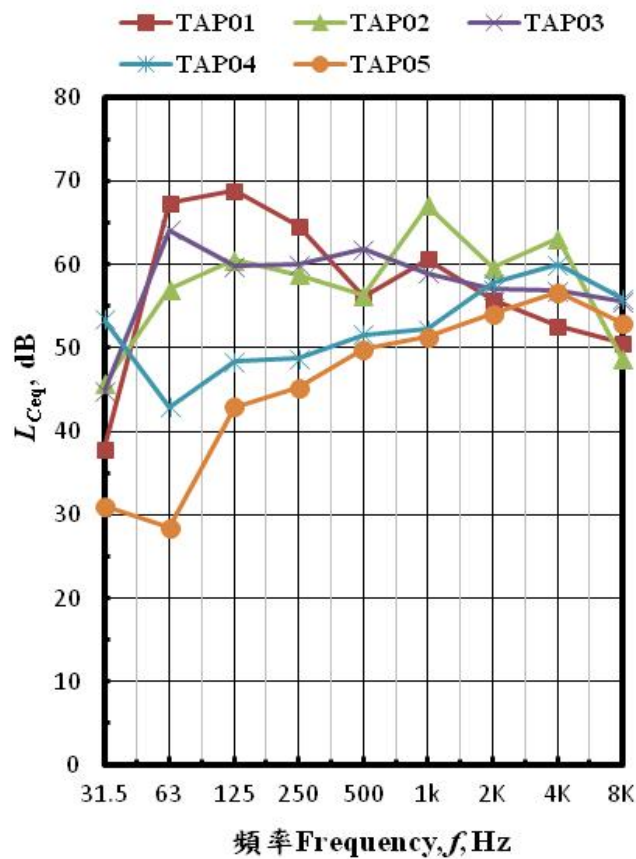


圖 4-1.4 水龍頭設備噪音 C 加權聲壓位準

(資料來源：本研究整理)

三、

住宅案例淋浴

間設備噪音現場量測結果

本研究依 101 年住宅給排水設備及管路噪音改善之研究中，給排水設備及管路噪音現場量測標準作業流程（參照 ISO 16032 及 JIS A 1429 相關量測規定），針對住宅案例淋浴間設備進行噪音現場量測，量測條件為於淋浴間設定 3 點微音器測點，將蓮蓬頭安裝於牆面上並將水閥開啟 30 秒，記錄蓮蓬頭給水 30 秒所產生之噪音量，並連續測定 3 次，其數值取各點 3 次量測之平均值，再依各倍頻帶量測值計算 L_{Aeq} 及 L_{Ceq} 單一數值參量。評定結果如表 4-1.6 所示。

結果顯示，蓮蓬頭設備給水時產生之噪音 L_{Aeq} 為 54.3 至 67.9 dB； L_{Ceq} 為 55.3 至 68.8 dB。

表 4-1.6 淋浴間設備噪音量測結果

案例編號	淋浴間設備噪音單一數值結果 (dB)	
	L_{Aeq}	L_{Ceq}
SH01	63.0	61.5
SH02	67.9	68.8
SH03	54.3	55.3
註：設備噪音量測時，依量測標準於設備設置空間將微音器採室內平均三點作為測點。		

（資料來源：本研究整理）

(一)

淋浴間設備噪

音 A 加權聲壓位準 L_{Aeq}

本研究針對淋浴間蓮蓬頭給水噪音進行聲壓位準 L_{eq} 量測，並依 ISO 16032 之規定計算 1/1 倍頻帶 63~8000 Hz 之 A 加權聲壓位準 L_{Aeq} ，如圖 4-1.5 所示。

本研究量測之淋浴間設備 SH01 之 A 加權聲壓位準 L_{Aeq} 為 63.0 dB；SH02 之 A 加權聲壓位準 L_{Aeq} 為 67.9 dB；SH03 之 A 加權聲壓位準 L_{Aeq} 為 54.3 dB。

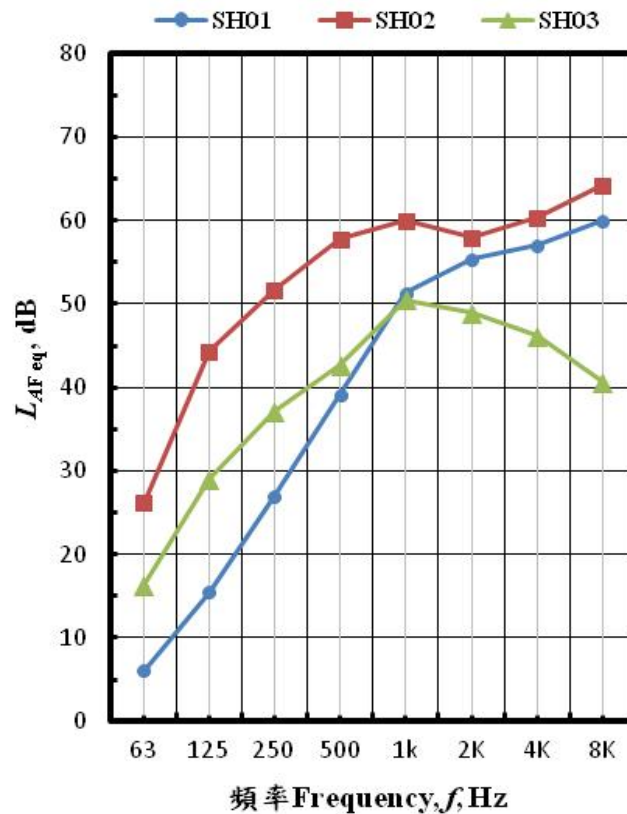


圖 4-1.5 淋浴間設備噪音 A 加權聲壓位準

(資料來源：本研究整理)

(二) 淋浴間設備噪音 C 加權聲壓位準 L_{Ceq}

本研究針對淋浴間給水噪音進行聲壓位準 L_{eq} 量測，並依 ISO 16032 之規定計算 1/1 倍頻帶 31.5~8000 Hz 之 C 加權聲壓位準 L_{Ceq} ，如圖 4-1.6 所示。

本研究量測之淋浴間設備 SH01 之 C 加權聲壓位準 L_{Aeq} 為 61.5 dB；SH02 之 C 加權聲壓位準 L_{Ceq} 為 68.8 dB；SH03 之 C 加權聲壓位準 L_{Ceq} 為 55.3dB。

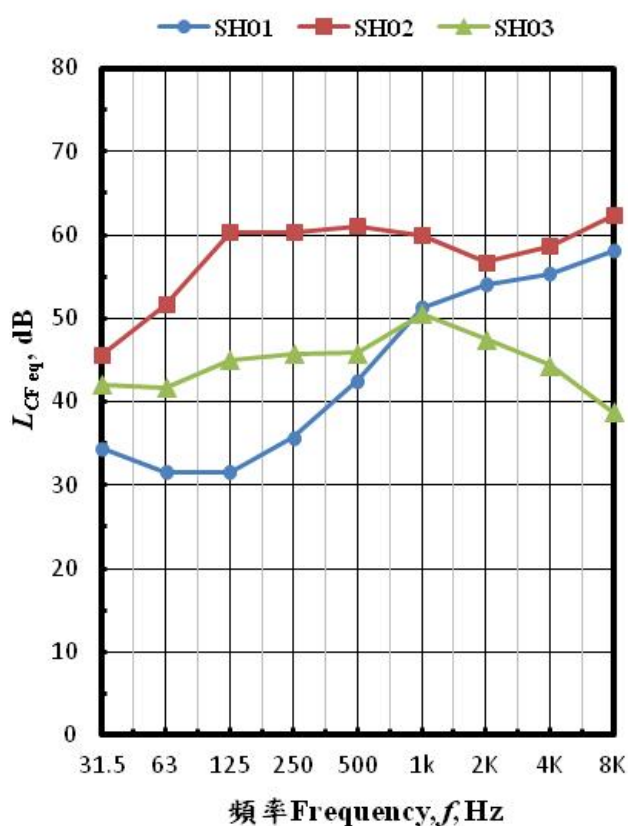


圖 4-1.6 淋浴間設備噪音 C 加權聲壓位準

(資料來源：本研究整理)

四、

住宅案例便器

設備噪音現場量測結果

本研究依 101 年住宅給排水設備及管路噪音改善之研究中，給排水設備及管路噪音現場量測標準作業流程（參照 ISO 16032 及 JIS A 1429 相關量測規定），針對住宅案例便器設備進行噪音現場量測，量測條件為於便器安裝空間設定 3 點微型音器測點，記錄便器設備沖水閥全開再待其全關時段便器沖水、水箱回水及排水產生之噪音量，並連續測定 3 次，其數值取各點 3 次量測平均值，再依各倍頻帶量測值計算 L_{Aeq} 及 L_{Ceq} 單一數值參量。評定結果如表 4-1.7 所示。

結果顯示，便器設備排水時產生之噪音 L_{Aeq} 為 47.6 至 72.7 dB； L_{Ceq} 為 53.4 至 73.4 dB。

表 4-1.7 便器設備噪音量測結果

案例編號	便器設備噪音單一數值結果 (dB)	
	L_{Aeq}	L_{Ceq}
WC01	66.5	70.7
WC02	57.3	59.1
WC03	52.8	53.4
WC04	47.6	59.0
WC05	70.8	71.6
WC06	72.7	73.4
WC07	66.6	68.8
WC08	62.7	64.6
WC09	69.4	70.3
註：		
1. WC01~07 為 101 年住宅給排水設備及管路噪音改善之研究量測案例；WC08~09 為本研究量測案例。		

2. WC05、06、08 為省水便器設備、WC09 為渦流式便器設備。
3. 設備噪音量測時，依量測標準於設備設置空間將微音器採室內平均三點作為測點。

（資料來源：本研究整理）

(一)

便器設備噪音

A 加權聲壓位準 L_{Aeq}

本研究針對便器排水噪音進行聲壓位準 L_{eq} 量測，並依 ISO 16032 之規定計算 1/1 倍頻帶 63~8000 Hz 之 A 加權聲壓位準 L_{Aeq} ，如圖 4-1.7 所示。101 年量測案例 WC01 之 A 加權聲壓位準 L_{Aeq} 為 66.5 dB；WC02 之 A 加權聲壓位準 L_{Aeq} 為 57.3 dB；WC03 之 A 加權聲壓位準 L_{Aeq} 為 52.8 dB；WC04 之 A 加權聲壓位準 L_{Aeq} 為 47.6 dB；WC05 之 A 加權聲壓位準 L_{Aeq} 為 70.8 dB；WC06 之 A 加權聲壓位準 L_{Aeq} 為 72.7 dB。

本研究量測案例 WC07 之 A 加權聲壓位準 L_{Aeq} 為 66.6 dB；WC08 之 A 加權聲壓位準 L_{Aeq} 為 62.7 dB；WC09 之 A 加權聲壓位準 L_{Aeq} 為 69.4 dB。

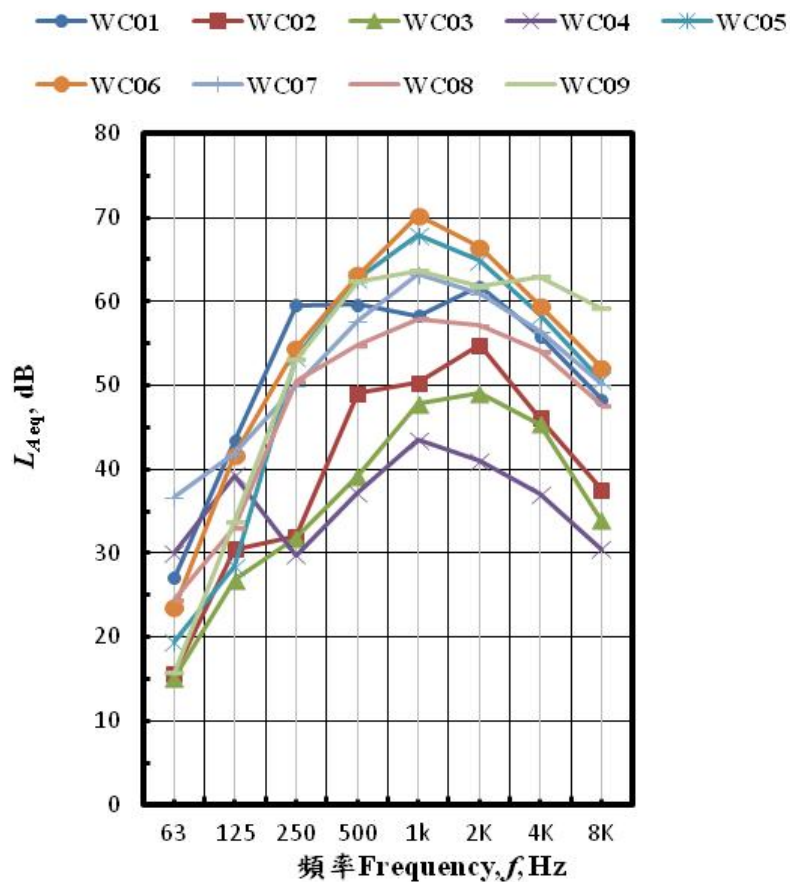


圖 4-1.7 便器設備噪音A加權聲壓位準

(資料來源：本研究整理)

(二) 便器設備噪音 C 加權聲壓位準 L_{Ceq}

本研究針對便器排水噪音進行聲壓位準 L_{eq} 量測，並依 ISO 16032 之規定計算 1/1 倍頻帶 31.5~8000 Hz 之 C 加權聲壓位準 L_{Ceq} ，如圖 4-1.8 所示。101 年量測洗面盆設備 WC01 之 C 加權聲壓位準 L_{Ceq} 為 70.7 dB；WC02 之 C 加權聲壓位準 L_{Ceq} 為 59.1 dB；WC03 之 C 加權聲壓位準 L_{Ceq} 為 53.4 dB(C)；WC04 之 C 加權聲壓位準 L_{Ceq} 為 59.0 dB；WC05 之 C 加權聲壓位準 L_{Ceq} 為 71.6 dB；WC06 之 C 加權聲壓位準 L_{Ceq} 為 73.4 dB；WC07 之 C 加權聲壓位準 L_{Ceq} 為 68.8 dB。

本研究量測之便器設備 WC08 之 C 加權聲壓位準 L_{Ceq} 為 64.6 dB；WC09 之 C 加權聲壓位準 L_{Ceq} 為 70.3 dB。

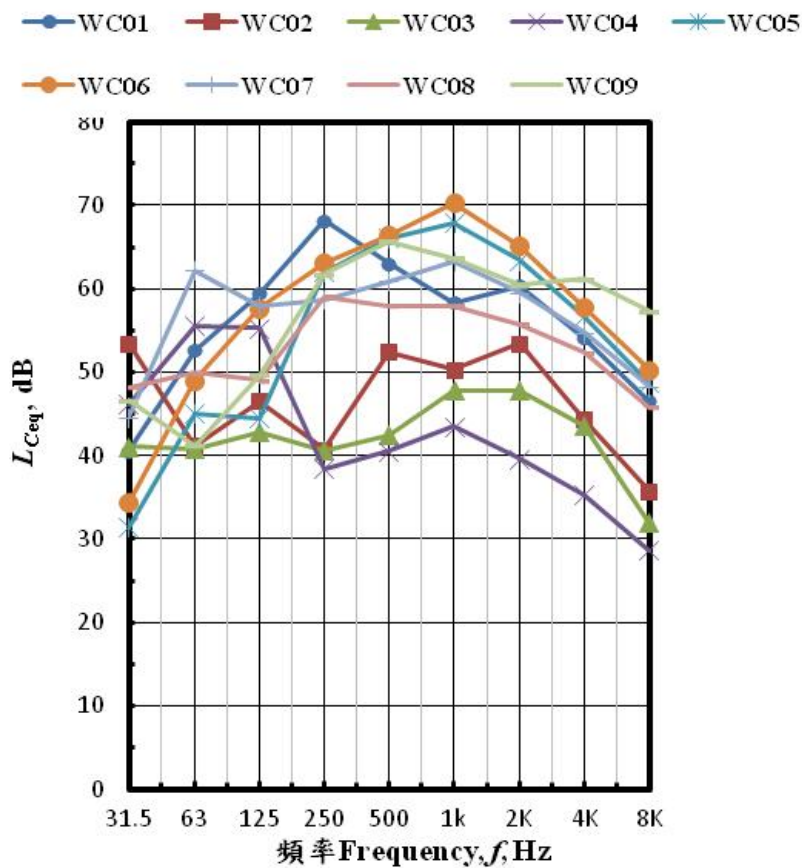


圖 4-1.8 便器設備噪音 C 加權聲壓位準

(資料來源：本研究整理)

貳、住宅給排水管路噪音現場量測結果分析

本研究目前已完成 3 例洗面盆設備配屬排水管路噪音、5 例水龍頭設備配屬給水管路噪音以及 3 例淋浴間設備配屬排水管路噪音。水龍頭配屬給水管路噪音量測，其中 PT02 為連接加壓泵浦之給水暗管設置、PT01 與 PT03 為 PVC 給水暗管設置、ST04 與 ST05 為不銹鋼給水明管設置；洗面盆配屬排水管路噪音量測，其中 PS01 與 PS07 為 PVC 管暗管設置，CS02 與 CS10 為鑄鐵管明管設置，PS03、PS04、PS05、PS06、PS08 及 PS09 為 PVC 管明管設置；淋浴間配屬排水管路噪音量測，其中 PH01~PH03 均為 PVC 排水明管。

此外，本研究以給排水設備設置空間作為聲源室，而給排水設備配屬之管路空間作為受音室，相關量測規定參照 ISO 16032 (JIS A 1429)，相關受測條件如表 4-1.8 及 4-1.9 所示。

表 4-1.8 給水設備配屬給水管路現場量測條件

類別	管路編號	聲源位置	受音室空間構造			面積 (m ²)	高度 (m)
			管路設置	樓層	裝修		
給水管路	PT01	2F	暗管	2 F	暗架 6mm 夾板天花 與磁磚牆面與地板	3.7	2.3
	PT02	8F	暗管	8 F	暗架 6mm 夾板天花 與磁磚牆面與地板	3.2	2.7
	PT03	7F	暗管	7F	暗架 6mm 夾板天花 與磁磚牆面與地板	3.2	2.7
	ST04	2F	明管	2F	暗架 6mm 夾板天花 與磁磚牆面與地板	4.1	3.2
	ST05	2F	明管	2F	暗架 6mm 夾板天花 與磁磚牆面與地板	4.1	3.2
註：PT01 與 PT03 為一般水龍頭配屬給水暗管，PT02 為水龍頭連接加壓泵浦配屬給水暗管；ST04 及 ST05 為同一組已安裝水錘吸收器之不銹鋼給水明管，但配屬水龍頭分別安裝流量為 0.25 及 0.09 CMS 之起泡出水頭。							

(資料來源：本研究整理)

表 4-1.9 給排水設備配屬排水管路現場量測條件

類別	案例編號	聲源位置	受音室空間條件			面積 (m ²)	高度 (m)
			管路設置	樓層	裝修		
排水 管路	PS01	3F	暗管	2F	暗架 6mm 夾板天花 牆面及地板為磁磚	3.9	2.2
	CS02	27F	明管	26F	暗架 6mm 夾板天花 牆面及地板為磁磚	5.6	2.5
	PS03	8F	明管	7F	暗架 6mmPVC 天花 牆面及地板為磁磚	3.5	2.4
	PS04	7F	明管	6F	暗架 6mm 夾板天花 牆面及地板為磁磚	3.7	2.3
	PS05	13F	明管	12F	暗架 6mm 夾板天花 牆面及地板為磁磚	5.8	2.5
	PS06	13F	明管	12F	暗架 6mm 夾板天花 牆面及地板為磁磚	3.8	2.5
	PS07	4F	暗管	3F	暗架 6mm 夾板天花 牆面及地板為磁磚	3.5	2.3
	PS08	3F	暗管	2F	暗架 6mm 夾板天花 牆面及地板為磁磚	3.7	2.3
	PH01						
	PS09	8F	明管	7F	暗架 6mm 夾板天花 牆面及地板為磁磚	3.2	2.7
	PH02						
	PH03	3F	明管	2F	暗架 6mm 夾板天花 牆面及地板為磁磚	4.1	3.2
	CS10	6F	明管	5F	暗架 6mm 矽酸鈣天 花牆面地板為磁磚	3.3	2.8
註：PS 為洗面盆 PVC 排水管；CS 為洗面盆鑄鐵排水管；PW 為便器 PVC 排水管；CW 為便器鑄鐵排水管 PH 為淋浴間 PVC 排水管；PS01~PS06 及 CS02 為 101 年住宅給排水設備及管路噪音改善之研究量測案例；PS08~09、CS10 及 PH01~03 為本研究量測案例。							

(資料來源：本研究整理)

一、

住宅案例水龍

頭配屬給水管路噪音現場量測結果

本研究依 101 年住宅給排水設備及管路噪音改善之研究中，給排水設備及管路噪音現場量測標準作業流程（參照 ISO 16032 及 JIS A 1429 相關量測規定），針對住宅案例洗面盆水龍頭配屬給水管路噪音進行現場量測，量測時於水龍頭配置空間設定 3 點微音器測點，於洗面盆水栓關閉條件下將水龍頭水閥開啟 30 秒，記錄水龍頭開啟 30 秒時給水管路所產生之噪音量，為避免水流撞擊洗面盆產生之聲音影響量測需先將水龍頭安裝消音管，再依各倍頻帶量測值計算單一數值參量 L_{Aeq} 、 $L_{Aeq, nT}$ 及 $L_{Aeq, n}$ 。評定結果如表 4-1.10 所示。

此外，給水管路 PT01 與 PT03 為一般水龍頭配屬給水暗管、PT02 為連接加壓泵浦水龍頭配屬給水暗管。結果顯示，洗面盆水龍頭配屬給水管路產生之噪音 L_{Aeq} 為 41.9 至 65.7 dB； $L_{Aeq, nT}$ 為 42.1 至 64.5 dB； $L_{Aeq, n}$ 為 43.9 至 60.9 dB。其中以 PT02 連接加壓泵浦水龍頭配屬給水暗管產生之噪音較高，而水龍頭給水暗管噪音 L_{Aeq} 、 $L_{Aeq, nT}$ 及 $L_{Aeq, n}$ 頻率特性，其峰值集中於 250 至 1000 Hz 間；明管噪音 L_{Aeq} 、 $L_{Aeq, nT}$ 及 $L_{Aeq, n}$ 頻率特性，其峰值集中於 2000 至 4000 Hz 間。

表 4-1.10 水龍頭配屬給水管路噪音量測結果

案例編號	配置型式	洗面盆水龍頭配屬給水管路噪音單一數值結果 (dB)		
		L_{Aeq}	$L_{Aeq, nT}$	$L_{Aeq, n}$
PT01	暗管	59.6	59.1	60.9
PT02	暗管	65.7	64.5	59.4
PT03	暗管	57.0	55.6	50.4
ST04	明管	49.7	49.8	51.6
ST05	明管	41.9	42.1	43.9

註：PT 為水龍頭配屬 PVC 暗管，PT02 為水龍頭連接加壓泵浦配屬給水暗管；ST04 及 ST05 為同一組已安裝水錘吸收器之不銹鋼給水明管，但配屬水龍頭分別安裝流量為 0.25 及 0.09 m³/s 起泡出水頭；給水管路噪音量測時，依量測標準於設備配屬之管路空間將微音器採室內平均

三點作為測點。

(資料來源：本研究整理)

(一) 水龍頭配屬管路給水噪音 A 加權聲壓位準 L_{Aeq}

本研究針對洗面盆水龍頭配屬之給水管路進行之聲壓位準 L_{eq} 量測，並依 ISO 16032 之規定計算 1/1 倍頻帶 63~8000 Hz 之 A 加權聲壓位準 L_{Aeq} ，如圖 4-1.9 所示，本研究量測水龍頭給水管路噪音 PT01 之 A 加權聲壓位準 L_{Aeq} 為 59.6 dB，峰值 250 Hz 為 54.5 dB；PT02 之 A 加權聲壓位準 L_{Aeq} 為 65.7 dB，峰值 1000 Hz 為 61.5 dB；PT03 之 A 加權聲壓位準 L_{Aeq} 為 57.0 dB，峰值 500 Hz 為 52.0 dB；ST04 之 A 加權聲壓位準 L_{Aeq} 為 49.7 dB，峰值 2000 Hz 為 47.4 dB；ST05 之 A 加權聲壓位準 L_{Aeq} 為 41.9 dB，峰值 4000 Hz 為 39.1 dB。

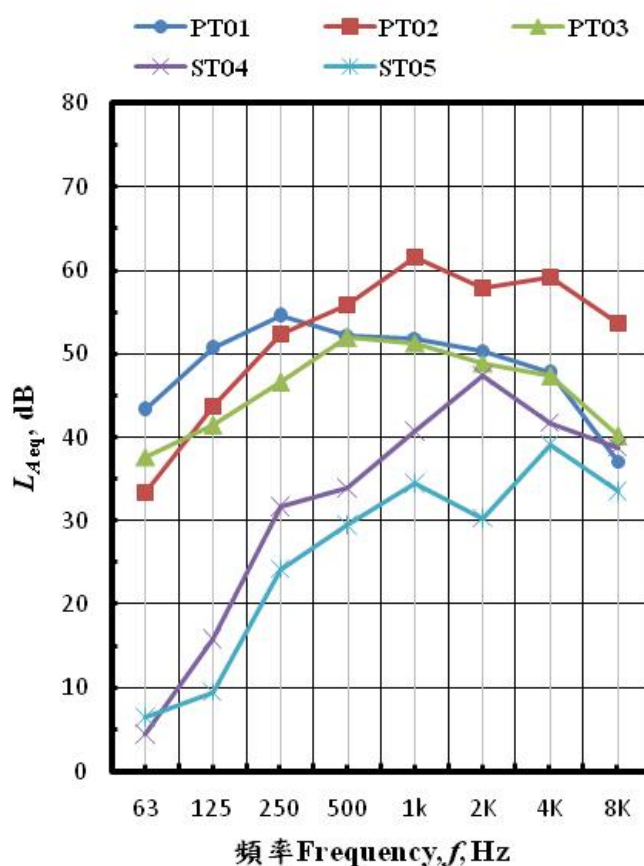


圖 4-1.9 水龍頭配屬給水管路噪音 A 加權聲壓位準

(資料來源：本研究整理)

(二)

水龍頭配屬管

路給水噪音 A 加權標準化聲壓位準 $L_{Aeq,nT}$

本研究針對洗面盆水龍頭配屬之給水管路進行之聲壓位準 L_{eq} 量測，並依 ISO 16032 之規定計算 1/1 倍頻帶 63~8000 Hz 之 A 加權標準化聲壓位準 $L_{Aeq,nT}$ ，如圖 4-1.10 所示，本研究量測水龍頭給水管路噪音 PT01 A 加權標準化聲壓位準 $L_{Aeq,nT}$ 為 59.1 dB，峰值 250 Hz 為 53.0 dB；PT02 之 A 加權標準化聲壓位準 $L_{Aeq,nT}$ 為 64.5 dB，峰值 1000 Hz 為 59.5 dB；PT03 之 A 加權標準化聲壓位準 $L_{Aeq,nT}$ 為 55.6 dB，峰值 500 Hz 為 50.0 dB；ST04 之 A 加權標準化聲壓位準 $L_{Aeq,nT}$ 為 49.8 dB，峰值 2000 Hz 為 47.4 dB；ST05 之 A 加權標準化聲壓位準 $L_{Aeq,nT}$ 為 42.1 dB，峰值 4000 Hz 為 39.1 dB。

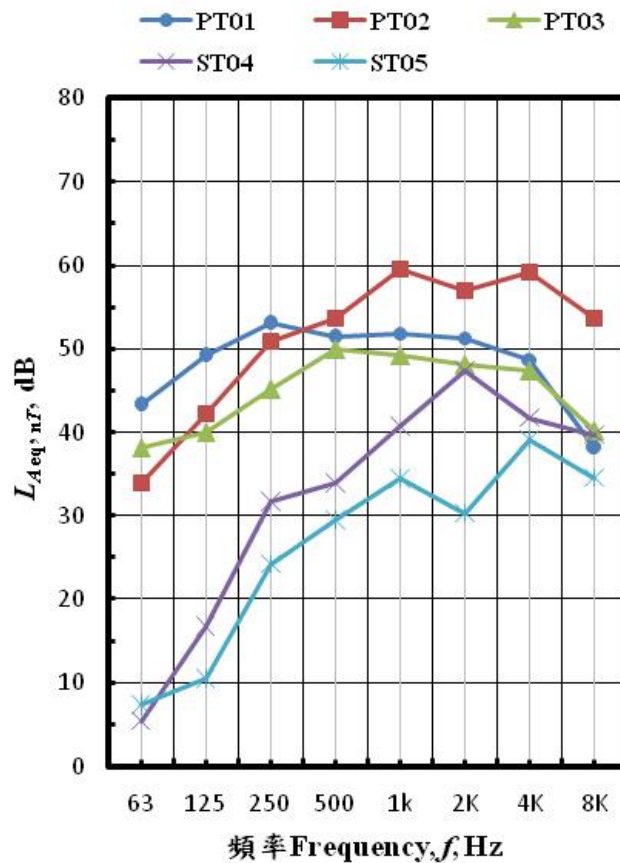


圖 4-1.10 水龍頭配屬給水管路噪音 A 加權標準化聲壓位準

(資料來源：本研究整理)

(三)

水龍頭配屬管

路給水噪音 A 加權正規化聲壓位準 $L_{Aeq,n}$

本研究針對洗面盆水龍頭配屬之給水管路進行之聲壓位準 L_{eq} 量測，並依 ISO 16032 之規定計算 1/1 倍頻帶 63~8000 Hz 之 A 加權正規化聲壓位準 $L_{Aeq,n}$ ，如圖 4-1.11 所示，本研究量測水龍頭給水管路噪音 PT01 A 加權正規化聲壓位準 $L_{Aeq,n}$ 為 60.9 dB，峰值 250 Hz 為 54.8 dB；PT02 之 A 加權正規化聲壓位準 $L_{Aeq,n}$ 為 59.4 dB，峰值 1000 Hz 為 54.3 dB；PT03 之 A 加權正規化聲壓位準 $L_{Aeq,n}$ 為 50.4 dB，峰值 500 Hz 為 44.8 dB；ST04 之 A 加權正規化聲壓位準 $L_{Aeq,n}$ 為 51.6 dB，峰值 2000 Hz 為 49.2 dB；ST05 之 A 加權正規化聲壓位準 $L_{Aeq,n}$ 為 43.9 dB，峰值 4000 Hz 為 40.9 dB。

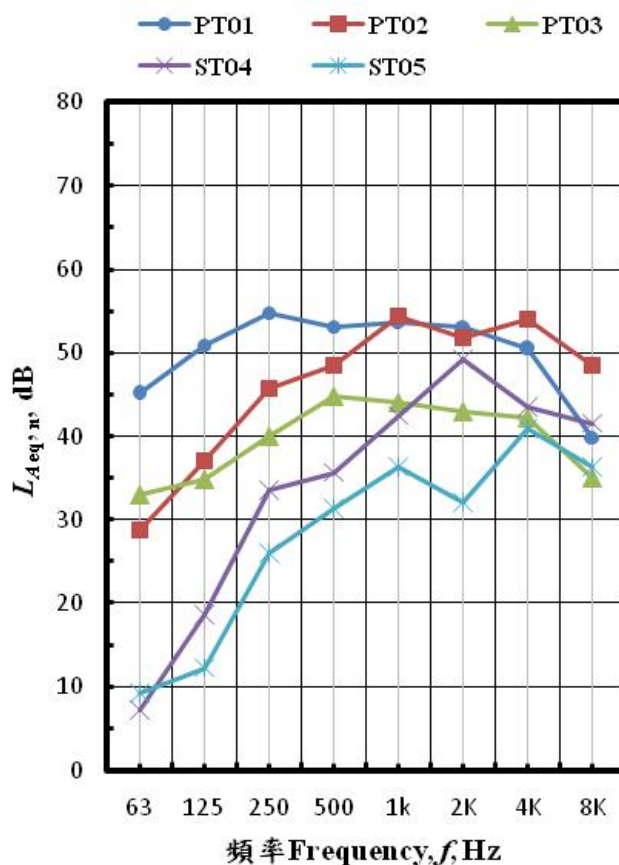


圖 4-1.11 水龍頭配屬給水管路噪音 A 加權正規化聲壓位準

(資料來源：本研究整理)

二、

住宅案例洗面

盆配屬排水管路噪音現場量測結果

本研究依給排水設備及管路噪音現場量測標準作業流程，針對住宅案例洗面盆配屬排水管路噪音進行現場量測，量測條件為於洗面盆配屬管路空間（下室）設定 3 點微音器測點，將上室空間之洗面盆注滿 4000 c.c. 水後，記錄 4000 c.c. 水量排水完畢所產生之噪音量，並連續測定 3 次，數值取各點 3 次量測之平均值，再依各倍頻帶量測值計算單一數值參量 L_{Aeq} 、 $L_{Aeq, nT}$ 及 $L_{Aeq, n}$ 。評定結果如表 4-1.11 所示。

洗面盆配屬管路 PS01 與 PS07 為 PVC 暗管之配置型式，CS02 與 CS10 為鑄鐵明管之配置型式，而 PS03、PS04、PS05、PS06、PS08 及 PS09 為 PVC 明管之配置型式。結果顯示，洗面盆配屬管路排水產生之噪音 L_{Aeq} 為 25.7 至 49.6 dB； $L_{Aeq, nT}$ 為 25.9 至 48.3 dB； $L_{Aeq, n}$ 為 28.6 至 47.8 dB。其中以 PS01 及 PS07 暗管設置型式之管路排水噪音 L_{Aeq} 較其它案例小，而 PVC 管路噪音頻率特性，其峰值集中於 500 至 2000 Hz 間，CS02 鑄鐵管路噪音峰值則為 63~125 Hz。

表 4-1.11 洗面盆配屬排水管路噪音量測結果

案例 編號	配置 型式	洗面盆配屬排水管路噪音單一數值結果 (dB)		
		L_{Aeq}	$L_{Aeq, nT}$	$L_{Aeq, n}$
PS01	暗管	25.7	25.9	31.0
CS02	明管	30.8	31.0	29.3
PS03	明管	39.5	42.6	37.4
PS04	明管	32.6	35.8	30.6
PS05	明管	39.0	39.0	40.8
PS06	明管	38.0	38.0	39.8
PS07	暗管	26.5	26.8	28.6
PS08	明管	46.5	46.0	47.8
PS09	明管	49.6	48.3	43.1
CS10	明管	43.5	40.5	39.5

註：PS 為洗面盆 PVC 排水管；CS 為洗面盆鑄鐵排水管；PS01~PS07 及 CS01 為 101 年住宅給排水設備及管路噪音改善之研究量測案例；PS08~09 與 CS10 為本研究量測案例；排水管路噪音量測時，依量測標準於設備配屬之管路空間將微音器採室內平均三點作為測點。

（資料來源：本研究整理）

(一)

洗面盆配屬管

路排水噪音 A 加權聲壓位準 L_{Aeq}

本研究針對洗面盆配屬排水管路進行聲壓位準 L_{eq} 量測，並依 ISO 16032 之規定計算 1/1 倍頻帶 63~8000 Hz 之 A 加權聲壓位準 L_{Aeq} ，如圖 4-1.12 所示。101 年量測案例 PS01 洗面盆排水噪音之 L_{Aeq} 為 25.7 dB，峰值 2000 Hz 為 24.3 dB；CS02 之 L_{Aeq} 為 30.8 dB，峰值 125 Hz 為 26.0 dB；PS03 之 L_{Aeq} 為 39.5 dB，峰值 2000 Hz 為 34.4 dB；PS04 L_{Aeq} 為 32.6 dB，峰值 1000 Hz 為 28.1 dB；PS05 之 L_{Aeq} 為 39.0 dB，峰值 2000 Hz 為 34.7 dB；PS06 之 L_{Aeq} 為 38.0 dB，峰值 500 Hz 為 34.1 dB；PS07 之 L_{Aeq} 為 26.5 dB，峰值 2000 Hz 為 23.4 dB。

本研究量測之洗面盆配屬排水管路 PS08 之 L_{Aeq} 為 46.5 dB，峰值 2000 Hz 為 38.1 dB；PS09 之 L_{Aeq} 為 49.6 dB，峰值 125 Hz 為 47.0 dB；CS10 之 L_{Aeq} 為 43.5 dB，峰值 63 Hz 為 38.9 dB。

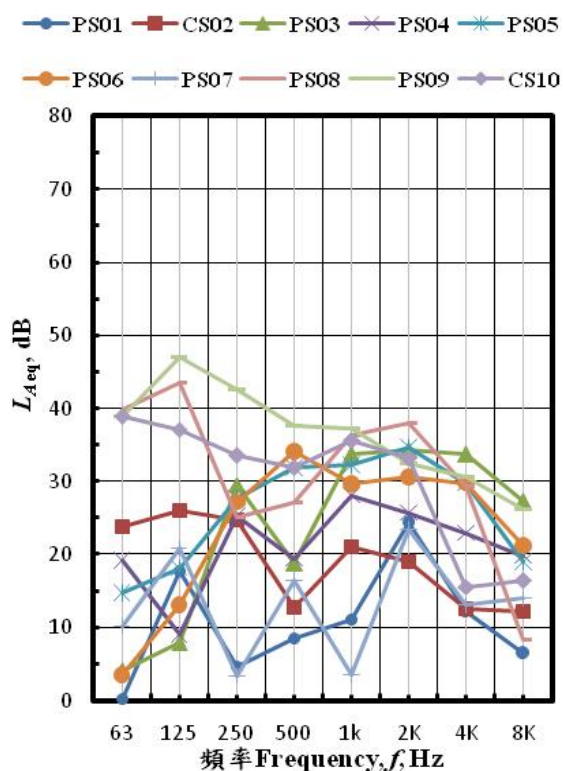


圖 4-1.12 洗面盆配屬排水管路噪音A加權聲壓位準

(資料來源：本研究整理)

(二)

洗面盆配屬管

路排水噪音 A 加權標準化聲壓位準 $L_{Aeq,nT}$

本研究針對洗面盆配屬排水管路進行聲壓位準 L_{eq} 量測，並計算 1/1 倍頻帶 63~8000 Hz 之 A 加權標準化聲壓位準 $L_{Aeq,nT}$ ，如圖 4-1.13 所示。101 年量測案例 PS01 洗面盆排水噪音之 $L_{Aeq,nT}$ 為 25.9 dB，峰值 2000 Hz 為 24.3 dB；CS02 之 $L_{Aeq,nT}$ 為 31.0 dB，峰值 125 Hz 為 28.3 dB；PS03 之 $L_{Aeq,nT}$ 為 42.6 dB，峰值 2000 Hz 為 37.5 dB；PS04 之 $L_{Aeq,nT}$ 為 35.8 dB，峰值 1000 Hz 為 30.7 dB；PS05 之 $L_{Aeq,nT}$ 為 39.0 dB，峰值 2000 Hz 為 34.7 dB；PS06 之 $L_{Aeq,nT}$ 為 38.0 dB，峰值 500 Hz 為 34.1 dB；PS07 之 $L_{Aeq,nT}$ 為 26.8 dB，峰值 2000 Hz 為 23.4 dB。

本研究量測之洗面盆配屬排水管路 PS08 之 $L_{Aeq,nT}$ 為 46.0 dB，峰值 2000 Hz 為 39.1 dB；PS09 之 $L_{Aeq,nT}$ 為 48.3 dB，峰值 125 Hz 為 45.5 dB；CS10 之 $L_{Aeq,nT}$ 為 40.5 dB，峰值 63 Hz 為 35.9 dB。

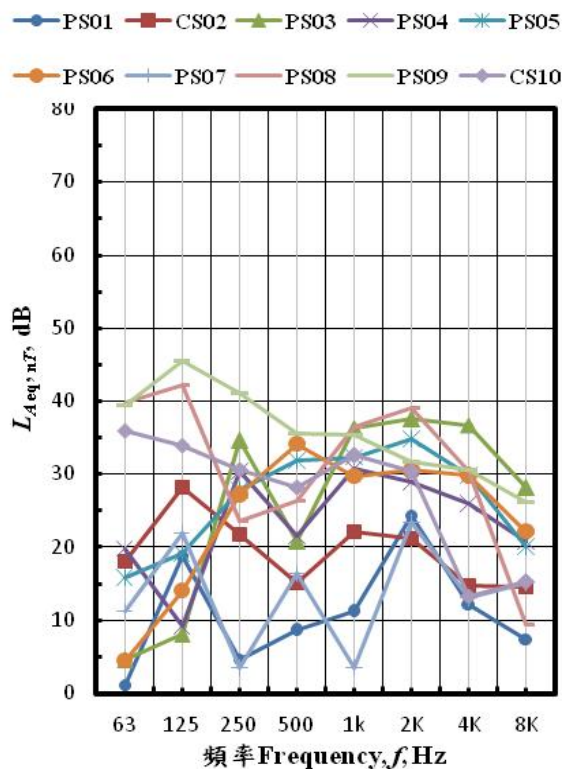


圖 4-1.13 洗面盆配屬排水管路噪音A加權標準化聲壓位準

(資料來源：本研究整理)

(三)

洗面盆配屬管

路排水噪音 A 加權正規化聲壓位準 $L_{Aeq,n}$

本研究針對洗面盆配屬排水管路進行聲壓位準 L_{eq} 量測，計算 1/1 倍頻帶 63~8000 Hz 之 A 加權正規化聲壓位準 $L_{Aeq,n}$ 如圖 4-1.14 所示。101 年量測案例 PS01 洗面盆排水噪音之 $L_{Aeq,n}$ 為 31.0 dB，峰值 2000 Hz 為 29.7 dB；CS02 之 $L_{Aeq,n}$ 為 29.3 dB，峰值 125 Hz 為 26.5 dB；PS03 之 $L_{Aeq,n}$ 為 37.4 dB，峰值 2000 Hz 為 32.4 dB；PS04 之 $L_{Aeq,n}$ 為 30.6 dB，峰值 1000 Hz 為 25.5 dB；PS05 之 $L_{Aeq,n}$ 為 40.8 dB，峰值 2000 Hz 為 36.5 dB；PS06 之 $L_{Aeq,n}$ 為 39.8 dB，峰值 500 Hz 為 35.9 dB；PS07 之 $L_{Aeq,n}$ 為 28.6 dB，峰值 2000 Hz 為 25.2 dB。

本研究量測之洗面盆配屬排水管路 PS08 之 $L_{Aeq,n}$ 為 47.8 dB，峰值 2000 Hz 為 40.8 dB；PS09 之 $L_{Aeq,n}$ 為 43.1 dB，峰值 125 Hz 為 40.3 dB；CS10 之 $L_{Aeq,n}$ 為 39.5 dB，峰值 63 Hz 為 35.0 dB。

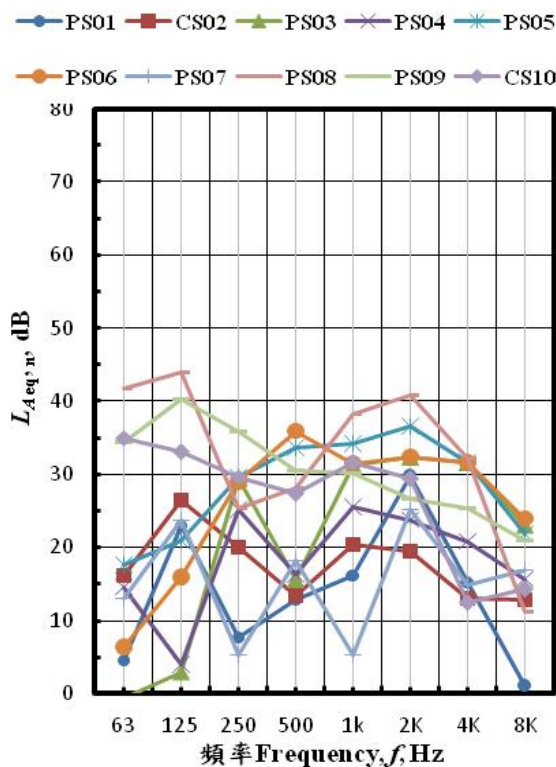


圖 4-1.14 洗面盆配屬排水管路噪音A加權正規化聲壓位準

(資料來源：本研究整理)

三、

住宅案例淋浴

間配屬排水管路噪音現場量測結果

本研究依 101 年住宅給排水設備及管路噪音改善之研究中，給排水設備及管路噪音現場量測標準作業流程（參照 ISO 16032 及 JIS A 1429 相關量測規定），針對住宅案例淋浴間配屬排水管路噪音進行現場量測，量測時於水龍頭配置空間設定 3 點微音器測點，將蓮蓬頭安裝於牆面上並將水閥開啟 30 秒，記錄蓮蓬頭開啟 30 秒所產生之排水噪音量，再依各倍頻帶量測值計算單一數值參量。評定結果如表 4-1.12 所示。

此外，排水管路 PH01~PH03 為淋浴間配屬 PVC 排水明管。結果顯示，淋浴間配屬排水管路產生之噪音 L_{Aeq} 為 32.7 至 38.1 dB； $L_{Aeq, nT}$ 為 33.8 至 38.1 dB； $L_{Aeq, n}$ 為 32.1 至 39.9 dB，其中以 PH01 產生之噪音較高，而淋浴間 PVC 排水明管噪音 L_{Aeq} 、 $L_{Aeq, nT}$ 及 $L_{Aeq, n}$ 頻率特性，其峰值集中於 1000 至 4000 Hz 間。

表 4-1.12 淋浴間配屬排水管路噪音量測結果

案例 編號	配置 型式	淋浴間配屬排水管路噪音單一數值結果 (dB)		
		L_{Aeq}	$L_{Aeq, nT}$	$L_{Aeq, n}$
PH01	明管	38.1	38.1	39.9
PH02	明管	32.7	33.8	32.1
PH03	明管	35.1	35.2	37.0
註： 1. PH 為淋浴間配屬 PVC 管。 2. 排水管路噪音量測時，依量測標準於設備配屬之管路空間將微音器採室內平均三點作為測點。				

（資料來源：本研究整理）

(一) 淋浴間配屬排水管路噪音 A 加權聲壓位準 L_{Aeq}

本研究針對淋浴間配屬之排水管路進行之聲壓位準 L_{eq} 量測，並依 ISO 16032 之規定計算 1/1 倍頻帶 63~8000 Hz 之 A 加權聲壓位準 L_{Aeq} ，如圖 4-1.15 所示。

結果顯示，本研究量測淋浴間配屬排水管路 PH01 之 A 加權聲壓位準 L_{Aeq} 為 38.1dB，峰值 2000 Hz 為 36.5 dB；PH02 之 A 加權聲壓位準 L_{Aeq} 為 32.7 dB，峰值 4000 Hz 為 26.4 dB；PH03 之 A 加權聲壓位準 L_{Aeq} 為 35.1 dB，峰值 1000 Hz 為 32.0 dB。

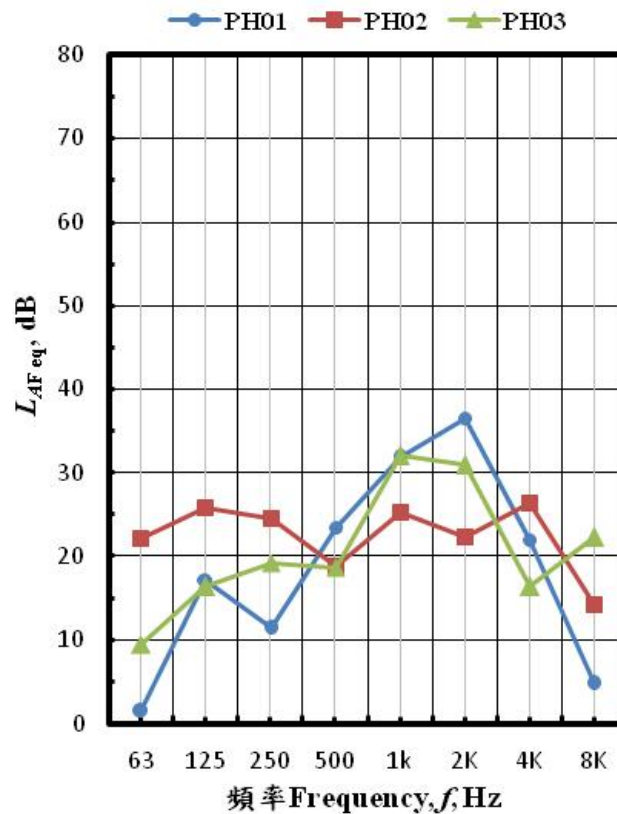


圖 4-1.15 淋浴間配屬管路排水噪音 A 加權聲壓位準

(資料來源：本研究整理)

(二)

淋浴間配屬排

水管路噪音 A 加權標準化聲壓位準 $L_{Aeq, nT}$

本研究針對淋浴間配屬排水管路進行之聲壓位準 L_{eq} 量測，並依 ISO 16032 之規定計算 1/1 倍頻帶 63~8000 Hz 之 A 加權標準化聲壓位準 $L_{Aeq, nT}$ ，如圖 4-1.16 所示。

結果顯示，本研究量測淋浴間配屬排水管路 PH01 A 加權標準化聲壓位準 $L_{Aeq, nT}$ 為 38.1 dB，峰值 2000 Hz 為 36.5 dB；PH02 之 A 加權標準化聲壓位準 $L_{Aeq, nT}$ 為 33.8 dB，峰值 4000 Hz 為 28.6 dB；PH03 之 A 加權標準化聲壓位準 $L_{Aeq, nT}$ 為 35.2dB，峰值 1000 Hz 為 32.0 dB。

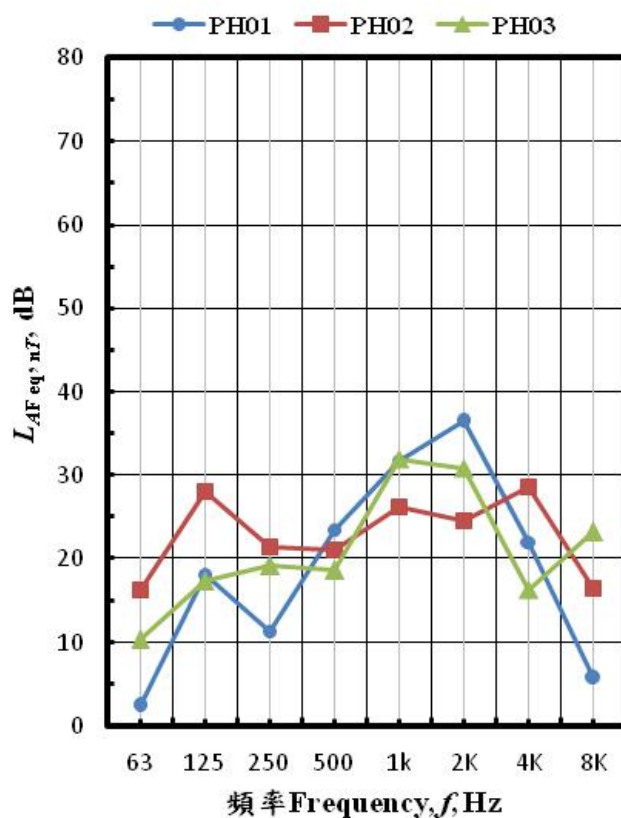


圖 4-1.16 淋浴間配屬管路排水噪音 A 加權標準化聲壓位準

(資料來源：本研究整理)

(三)

淋浴間配屬排

水管路噪音 A 加權正規化聲壓位準 $L_{Aeq,n}$

本研究針對淋浴間配屬排水管路進行之聲壓位準 L_{eq} 量測，並依 ISO 16032 之規定計算 1/1 倍頻帶 63~8000 Hz 之 A 加權正規化聲壓位準 $L_{Aeq,n}$ ，如圖 4-1.17 所示。

結果顯示，本研究量測淋浴間配屬排水管路 PH01 A 加權正規化聲壓位準 $L_{Aeq,n}$ 為 39.9dB，峰值 2000 Hz 為 38.3 dB；PH02 之 A 加權正規化聲壓位準 $L_{Aeq,n}$ 為 32.1 dB，峰值 4000 Hz 為 26.9 dB；PH03 之 A 加權正規化聲壓位準 $L_{Aeq,n}$ 為 37.0 dB，峰值 1000 Hz 為 33.8dB。

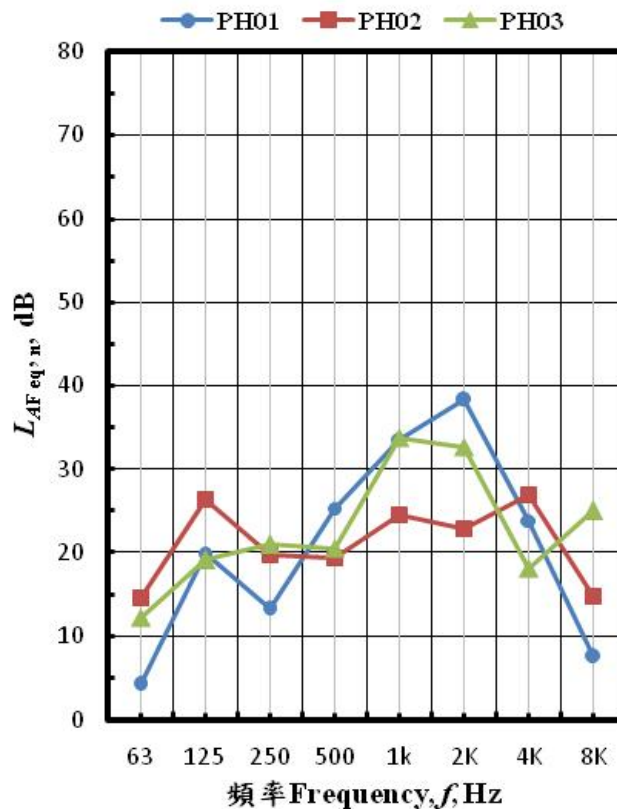


圖 4-1.17 淋浴間配屬排水管路噪音 A 加權正規化聲壓位準

(資料來源：本研究整理)

四、

住宅案例便器

配屬排水管路噪音現場量測結果

本研究依給排水設備及管路噪音現場量測標準作業流程，針對住宅案例便器配屬排水管路噪音進行現場量測，量測條件為於便器配屬管路空間（下室）設定 3 點微音器測點，記錄上室空間之便器設備沖水閥全開再待其全關時段便器沖水、水箱回水及排水產生之噪音量，並連續測定 3 次，其數值取各點 3 次量測之平均值，再依各倍頻帶量測值計算單一數值參量。評定結果如表 4-1.13。

便器配屬管路 PW01 與 PW07 為 PVC 管路材質且皆為暗管之配置型式，CW02 為鑄鐵管路材質且為明管之配置型式，而 PW03、PW04、PW05 及 PW06 為 PVC 管路材質且皆為明管之配置型式。結果顯示，便器配屬管路排水產生之噪音 L_{Aeq} 為 35.6 至 63.6 dB(A)； L_{Ceq} 為 43.5 至 72.2 dB(A)； $L_{AF\ max}$ 為 37.3 至 72.1 dB(A)； $L_{CF\ max}$ 為 50.1 至 78.6 dB(A)； $L_{AS\ max}$ 為 36.9 至 66.3 dB(A)； $L_{CS\ max}$ 為 45.9 至 74.7 dB(A)。PW01 及 PW07 暗管設置型式之管路排水噪音 L_{Aeq} 及 $L_{AF\ max}$ 較其它案例小，其次為 CW02 鑄鐵明管設置型式，而 PVC 管路噪音 L_{Aeq} 及 $L_{AF\ max}$ 頻率特性，其峰值為 500 至 4000 Hz 間，B-CW01 鑄鐵管路峰值分別為 500 Hz 及 4000 Hz。

表 4-1.13 便器配屬排水管路噪音量測結果

案例 編號	配置 型式	便器配屬排水管路噪音單一數值結果 (dB)		
		L_{Aeq}	$L_{Aeq, nT}$	$L_{Aeq, n}$
PW01	暗管	36.0	36.0	37.8
CW02	明管	37.5	36.6	34.9
PW03	明管	45.7	48.6	43.4
PW04	明管	63.6	66.4	61.3
PW05	明管	42.1	42.2	44.0
PW06	明管	39.9	40.0	41.8
PW07	暗管	36.4	42.0	43.8
註：				

1. PW 為便器 PVC 排水管；CW 為便器鑄鐵排水管。
2. 排水管路噪音量測時，依量測標準於設備配屬之管路空間將微音器採室內平均三點作為測點。

（資料來源：本研究整理）

(一)

便器配屬管路

排水噪音 A 加權聲壓位準 L_{Aeq}

本研究針對洗面盆配屬排水管路進行聲壓位準 L_{eq} 量測，並依 ISO 16032 之規定計算 1/1 倍頻帶 63~8000 Hz 之 A 加權聲壓位準 L_{Aeq} ，如圖 4-1.18 所示。101 年量測案例 PW01 便器排水噪音之 L_{Aeq} 為 36.0 dB，峰值 500 Hz 為 31.8 dB；CW02 之 L_{Aeq} 為 37.5 dB，峰值 500 Hz 為 34.6 dB；PW03 之 L_{Aeq} 為 45.7 dB，峰值 4000 Hz 為 41.4 dB；PW04 之 L_{Aeq} 為 63.6 dB，峰值 1000 Hz 為 60.7 dB；PW05 之 L_{Aeq} 為 42.1 dB，峰值 1000 Hz 為 36.6 dB；PW06 之 L_{Aeq} 為 39.9 dB，峰值 2000 Hz 為 34.9 dB；PW07 之 L_{Aeq} 為 36.4 dB，峰值 500 Hz 為 31.0 dB。

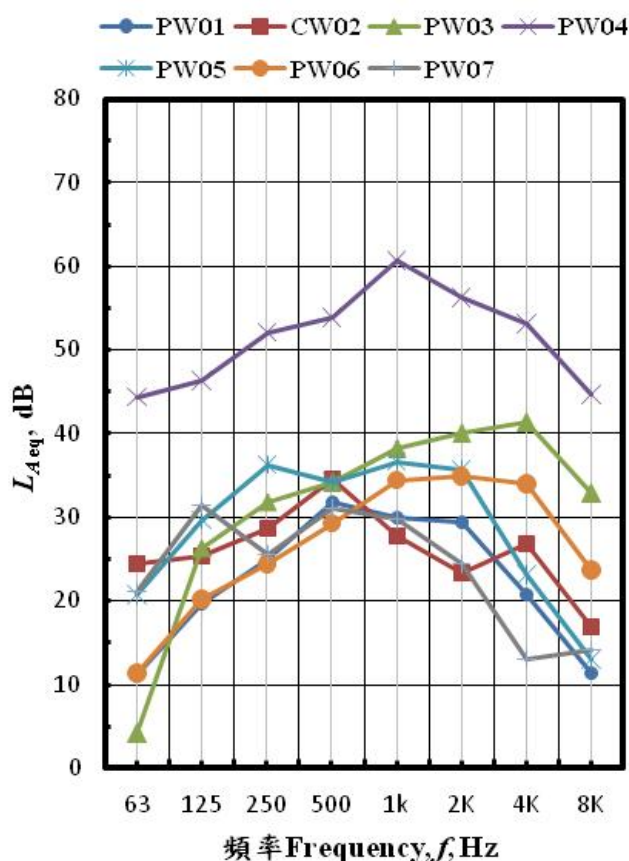


圖 4-1.18 便器配屬排水管路噪音 A 加權聲壓位準

(資料來源：本研究整理)

(二)

便器配屬管路

排水噪音 A 加權標準化聲壓位準 $L_{Aeq,nT}$

本研究針對便器配屬排水管路進行聲壓位準 L_{eq} 量測，並計算 1/1 倍頻帶 63~8000 Hz 之 A 加權標準化聲壓位準 $L_{Aeq,nT}$ ，如圖 4-1.19 所示。101 年量測案例 PW01 洗面盆排水噪音之 $L_{Aeq,nT}$ 為 36.0 dB，峰值 500 Hz 為 31.8 dB；CW02 之 $L_{Aeq,nT}$ 為 36.6 dB，峰值 500 Hz 為 31.9 dB；PW03 之 $L_{Aeq,nT}$ 為 48.6 dB，峰值 4000 Hz 為 44.3 dB；PW04 之 $L_{Aeq,nT}$ 為 66.4 dB，峰值 1000 Hz 為 63.3 dB；PW05 之 $L_{Aeq,nT}$ 為 42.2 dB，峰值 1000 Hz 為 36.6 dB；PW06 之 $L_{Aeq,nT}$ 為 40.0 dB，峰值 2000 Hz 為 34.9 dB；PW07 之 $L_{Aeq,nT}$ 為 42.0 dB，峰值 500 Hz 為 39.5dB。

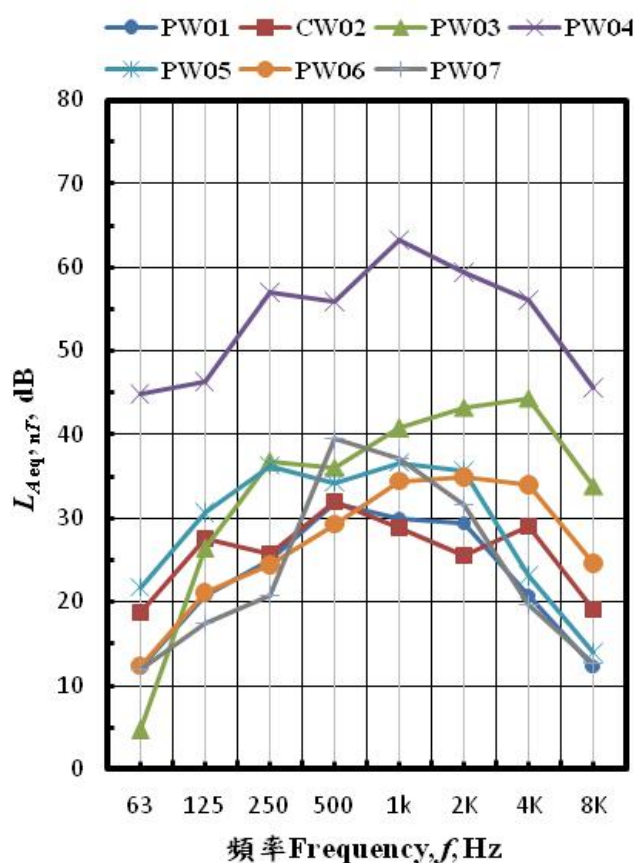


圖 4-1.19 便器配屬排水管路噪音 A 加權標準化聲壓位準

(資料來源：本研究整理)

(三)

便器配屬管路

排水噪音 A 加權正規化聲壓位準 $L_{Aeq,n}$

本研究針對便器配屬排水管路進行聲壓位準 L_{eq} 量測，計算 1/1 倍頻帶 63~8000 Hz 之 A 加權正規化聲壓位準 $L_{Aeq,n}$ 如圖 4-1.20 所示。101 年量測案例 PW01 洗面盆排水噪音之 $L_{Aeq,n}$ 為 37.8 dB，峰值 500 Hz 為 33.6 dB；CW02 之 $L_{Aeq,n}$ 為 34.9 dB，峰值 500 Hz 為 30.2 dB；PW03 之 $L_{Aeq,n}$ 為 43.4 dB，峰值 4000 Hz 為 39.1 dB；PW04 之 $L_{Aeq,n}$ 為 61.3 dB，峰值 1000 Hz 為 58.1 dB；PW05 之 $L_{Aeq,n}$ 為 44.0 dB，峰值 1000 Hz 為 38.4 dB；PW06 之 $L_{Aeq,n}$ 為 41.8 dB，峰值 2000 Hz 為 36.7 dB；PW07 之 $L_{Aeq,n}$ 為 43.8 dB，峰值 500 Hz 為 41.2 dB。

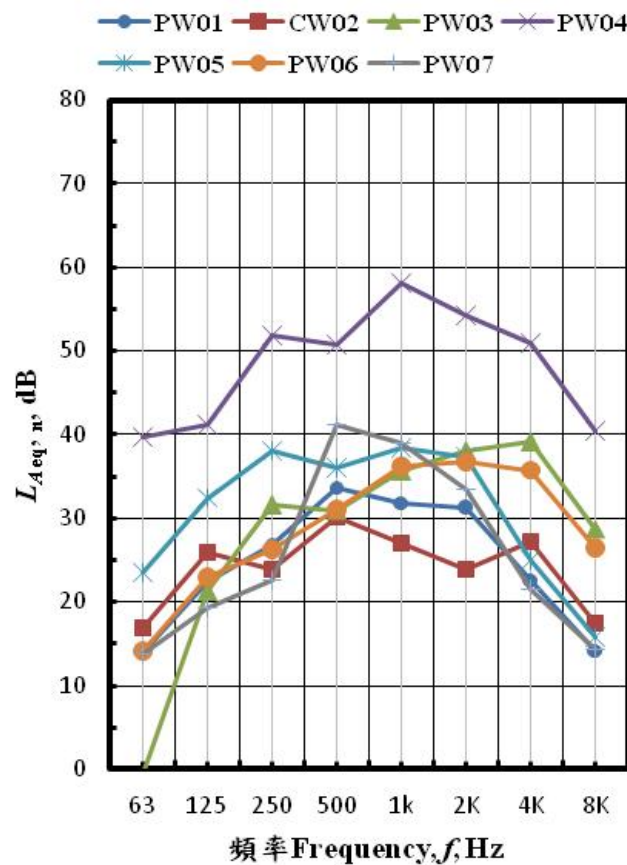


圖 4-1.20 便器配屬排水管路噪音 A 加權正規化聲壓位準

(資料來源：本研究整理)

第二節 建築給排水設備及管路噪音評估分析

本研究參考美國、日本、中國及 WHO 住宅噪音基準，並依各國最低要求噪音基準值，針對本研究量測之住宅給排水設備及管路噪音進行評估分析。

壹、給排水設備噪音與各國住宅噪音基準之評估分析

給排水設備噪音與各國住宅噪音基準評估分析結果顯示，本研究量測之各類給排水設備產生之噪音量無法符合 WHO 要求之 35 dB(A)，水龍頭設備因出水口水流及水壓產生之噪音量較各國住宅噪音基準高；淋浴間設備產生之噪音包含蓮蓬頭出水口及水流撞擊地面，無法達到各國住宅噪音基準之要求；便器設備排水時，當水箱之水量快速排入管路時，因排水流速較快與管路中空氣產生虹吸現象，而產生明顯之噪音。除此，透過本研究調查結果發現，省水標章及渦流式便器設備產生之噪音量高於一般水箱式便器，且皆無法符合各國住宅噪音基準之要求。如表 4-2.1 所示。

經本研究現場量測結果顯示，給排水設備噪音由高至低排列，分別為便器設備，其次為水龍頭設備、洗面盆設備及淋浴間設備。

貳、給排水管路噪音與各國住宅噪音基準之評估分析

給排水管路噪音與各國住宅噪音基準評估分析結果顯示，本研究量測之各類給排水設備產生之噪音量部分給排水管路符合 WHO 要求之 35 dB(A)，水龍頭給水管路雖埋設於牆板構造體，當水龍頭使用時，管路中水流因加壓馬達送水，產生較大之噪音量，使水龍頭給水管路噪音無法符合各國之住宅噪音基準；當洗面盆設備配屬之排水管路為暗管配置時，所測得之排水管路噪音量符合各國住宅噪音基準之要求；便器設備配屬之排水管路，因較大之水流量，於排水管路內與管壁撞擊產生噪音，部分案例無法達到 WHO 之住宅噪音基準要求。如表 4-2.2 所示。

經本研究現場量測結果顯示，給排水管路噪音由高至低排列，分別為水龍頭給水管路、便器排水管路、洗面盆排水管路、淋浴間排水管路。

表 4-2.1 給排水設備噪音與各國住宅噪音基準比較分析

給排水設備	設備編號	L_{eq} dB(A)	住宅室內噪音基準 dB(A)			
			美國 ≥ 45	日本 ≥ 50	中國 ≥ 50	WHO ≥ 35
洗面盆設備	SIN01	38.6	○	○	○	×
	SIN02	45.9	×	○	○	×
	SIN03	50.5	×	×	×	×
	SIN04	53.2	×	×	×	×
	SIN05	44.8	○	○	○	×
	SIN06	48	×	○	○	×
	SIN07	37.5	○	○	○	×
	SIN08	61.1	×	×	×	×
	SIN09	60.5	×	×	×	×
水龍頭設備	TAP01	64.8	×	×	×	×
	TAP02	70	×	×	×	×
	TAP03	66.1	×	×	×	×
	TAP04	65.0	×	×	×	×
	TAP05	61.9	×	×	×	×
淋浴間設備	SH01	63	×	×	×	×
	SH02	67.9	×	×	×	×
	SH03	54.3	×	×	×	×
便器設備	WC01	66.5	×	×	×	×
	WC02	57.3	×	×	×	×
	WC03	52.8	×	×	×	×
	WC04	47.6	×	○	○	×
	WC05	70.8	×	×	×	×
	WC06	72.7	×	×	×	×
	WC07	66.6	×	×	×	×
	WC08	62.7	×	×	×	×
	WC09	69.4	×	×	×	×
註：						
1. ○為符合住宅噪音基準；×為不符合住宅噪音基準。						
2. 本研究以評估住宅案例量測結果數值 L_{Aeq} ，單位 dB，等同於 L_{eq} ，單位 dB (A)。						

- | | |
|----|--|
| 3. | SIN01~07、WC01~07 為 101 年住宅給排水設備及管路噪音改善之研究量測案例；
SIN08~09、TAP01~05、SH01~03、WC08~09 為本研究住宅給排水設備案例。 |
| 4. | TAP02 為連接自設加壓水泵，TAP04 及 TAP05 為同組水龍頭但分別安裝流量 228 及
127 m ³ /s 之氣泡式出水口。 |
| 5. | WC05、06、08 為省水便器設備、WC09 為渦流式便器設備。 |

(資料來源：本研究整理)

表 4-2.2 給排水管路噪音與各國住宅噪音基準比較分析

給排水管路	管路編號	L_{eq} dB(A)	住宅室內噪音基準 dB(A)			
			美國 ≥ 45	日本 ≥ 50	中國 ≥ 50	WHO ≥ 35
洗面盆設備 配屬排水管路	PS01	25.7	○	○	○	○
	CS02	30.8	○	○	○	○
	PS03	39.5	○	○	○	×
	PS04	32.6	○	○	○	○
	PS05	39	○	○	○	×
	PS06	38	○	○	○	×
	PS07	26.5	○	○	○	○
	PS08	46.5	×	○	○	×
	PS09	49.6	×	○	○	×
	CS10	43.5	○	○	○	○
水龍頭設備 配屬給水管路	PT01	59.6	×	×	×	×
	PT02	65.7	×	×	×	×
	PT03	57	×	×	×	×
	ST04	49.7	×	○	○	×
	ST05	41.9	×	○	○	×
淋浴間設備 配屬排水管路	PH01	38.1	○	○	○	×
	PH02	32.7	○	○	○	○
	PH03	35.1	○	○	○	○
便器設備 配屬排水管路	PW01	36	○	○	○	×
	CW02	37.5	○	○	○	×
	PW03	45.7	×	○	○	×
	PW04	63.6	○	×	×	×
	PW05	42.1	○	○	○	×
	PW06	39.9	○	○	○	×
	PW07	36.4	○	○	○	×
註：						
1. ○為符合住宅噪音基準；×為不符合住宅噪音基準。						
2. 本研究以評估住宅案例量測結果數值 L_{Aeq} ，單位 dB，等同於 L_{eq} ，單位 dB (A)。						

- | | |
|----|--|
| 3. | PS 為洗面盆 PVC 排水管，CS 為洗面盆鑄鐵排水管；PT 為水龍頭 PVC 排水管；PH 為淋浴間排水管；PW 為便器 PVC 排水管，CW 為便器鑄鐵排水管。 |
| 4. | PS01 及 PS07 為暗管排水管路配置，CS02、PW03~06、08、09 為明管排水管路配置；PT01~03 及 PH01~02 為暗管排水管路配置；PW01 及 PW07 為暗管排水管路配置，CW02、CW03~06 為明管排水管路配置。 |
| 5. | PS01~06、CS02、PW01~07、CW02 為 100 年住宅給排水設備及管路噪音改善之研究量測案例；PS07~08、CS10、PT01~03、ST04~05、PH01~03 為本研究量測案例。 |

（資料來源：本研究整理）

第三節 住宅給排水設備及管路噪音防治設計指引（草案）之研擬

壹、目的

台灣地區由於生活水準提升，各地產生人口密集及交通壅塞都市化現象，造成生活噪音等相關陳情案件有增加趨勢，為提升住宅整體音環境品質及健康生活條件，本指引彙整國內住宅給排水設備及管路噪音易發生問題，並提供現場調查方法，及防治設計與對策，供建築及室內設計相關人員在建築物規劃設計或修繕維護參考。

貳、適用範圍

住宅音環境設計指引對象包括連棟（透天）及集合（公寓、大廈）等國內常見之住宅建築物類型，本指引包含給排水設備及管路噪音現場量測方法、易發生之問題發生來源及設備及管路噪音防治設計與對策之解說。

參、住宅給排水設備及管路噪音常見問題來源

住宅生活環境常隨著居住者的活動行為而產生噪音，並因住宅空間使用特性的不同，造成噪音的型態相當複雜，如圖 4-3.1 所示。因此，常見的噪音來源可分為戶外噪音、鄰戶或自宅因生活行為、陳設家具、使用家電器具、給排水設備及管路、機械所產生之噪音等。而為提升住宅居住品質，應於設計規劃階段針對建築構造、材料及設備等做好適當的應置，以降低噪音發生源對室內環境之干擾。

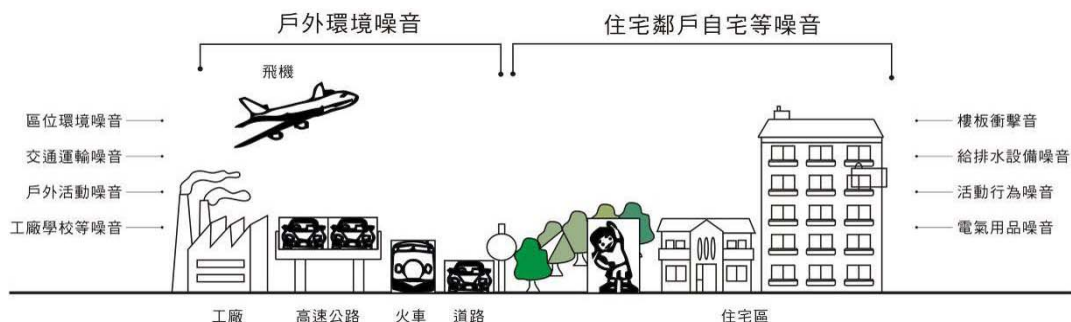


圖 4-3.1 住宅音環境構成

（資料來源：內政部建築研究所，2010）

而住宅室內噪音一般由居住者在日常生活因活動行為而產生，故噪音發生的來源與住宅使用者有密切的關聯，且住宅內的噪音種類不計其數，其中還包括持續性、間歇性及衝擊性的噪音，例如鄰戶或自宅產生之生活噪音、給排水設備及管路噪音以及樓板衝擊音等。一般而言，住宅給水設備及管路噪音主要來源及產生機制如表 4-3.1 所示。

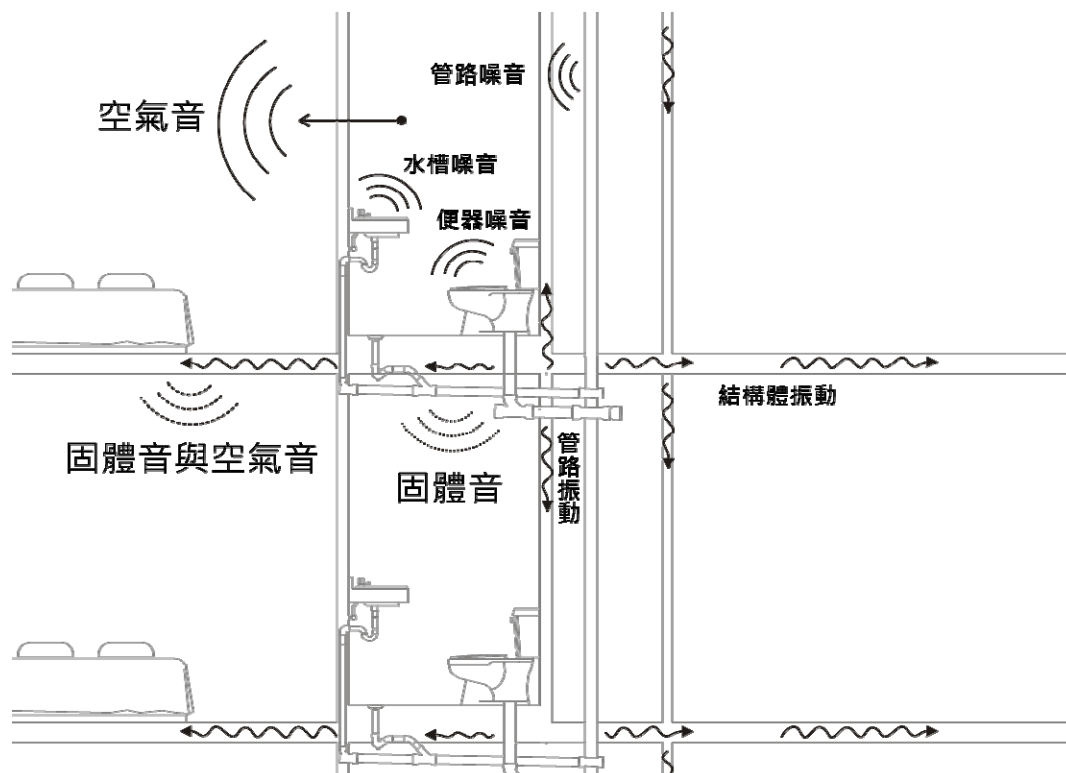


圖 4-3.2 住宅給排水噪音傳遞方式及路徑

(資料來源：本研究整理)

表 4-3.1 住宅給排水設備及管路噪音發生來源及機制

發生設備	發生源	產生機制
給排水設備	水龍頭、沖水閥等設備之噪音	給排水設備供水時，因水壓而產生噪音 給水設備出水口因給水管路水流壓力，與設備振動易透過建築物構造體，經牆板或樓板等建築物結構體傳遞至相鄰或其它空間。
	便器沖水及虹吸現象之噪音	便器設備運作時，因排水及排水過程中之水流而產生噪音，且當便器排水快排盡時，水流與空間產生之虹吸現象而發出噪音。
	設備與水面之噪音	給排水設備如水龍頭、淋浴間蓮蓬頭等，出水口因水流與洗面盆、浴缸或地面撞擊產生噪音，傳遞至相鄰或其它空間。
給水系統	管路振動之噪音	給排水設備如水龍頭、沖洗閥等設備運作時，給水管路內水流與管壁撞擊產生振動噪音。
	管路內水流之噪音	給排水設備如水龍頭、沖洗閥等設備運作時，給水管路內水流經過管路與管內空氣撞擊產生噪音。
	水錘現象之噪音	給排水設備如水龍頭、沖洗閥等設備關閉時，突然截斷出水口的流水並破壞給水管路內水流的平穩性，對管壁產生衝擊形成振動，經牆板或樓板等建築物結構體傳遞至相鄰或其它空間。
排水系統	管路內水流之噪音	給排水設備排水時，水流進入排水橫支管引起流體與空氣及管壁撞擊產生噪音。
	相通管路傳遞之噪音	給排水管路因水流經過產生之噪音，因管路通氣孔使相通管路噪音傳遞至其它空間。
	管路膨脹及收縮之噪音	當水流經排水橫支管與直立管交接處，水流撞擊直立管後下降過程中，形成紊流急遽變化，使直立管中空氣壓縮及膨脹，並在撞擊直立管同時產生噪音。

(資料來源：本研究整理)

肆、住宅給排水設備及管路噪音改善對策

良好住宅音環境之建構，除藉由建築構造體本身之隔音性能，以隔絕戶外環境噪音外，對於住宅內產生之噪音，需透過建築設計平面配置計畫等相關設計手法以達到較佳之住宅音環境。針對住宅給排水設備及管路噪音，在建築設計時應考量空間平面配置與給排水系統位置，如管道間設置應避免鄰近需寧靜起居室、寢室或書房等。除此，廁所、廚房或浴室應遠離需安寧之空間，可降低噪音干擾情況。

而給排水設備噪音對策可選用低噪音之便器、浴缸等衛生器具，藉由防振處理，降低器具本身振動能量之傳遞，給排水管路噪音對策則可考量管路貫穿結構體或與結構體接觸面，以及吊掛管路設施防振處理。因此，給排水設備及管路噪音需注意振動發生之源頭，並於傳遞路徑進行防治措施，降低干擾相鄰居室之寧靜。以下針對給排水設備及給排水管路噪音提出改善對策之要點：

一、給排水設備噪音改善對策

一般來說，住宅給排水設備噪音源可分為器具本身產生之噪音，或因施工方式不佳產生振動，以給水系統產生之噪音問題來看，主要原因是因給水壓與管內流速相關之水龍頭、閥門、馬桶、回水彎以及管接頭等水流經過後產生之振動，預防或改善對策之規劃可避免噪音源之產生，例如改良易產生紊流之水龍頭，並將給水管固定上採用橡膠等易施工之防振材料，或使用可改變水流功能之改善器材，減少流量並降低噪音之產生。

給水器具所發出的噪音及振動之大小，通常取決於給水壓。一般而言，水壓越低發生噪音與振動之情況越小。適當的給水壓力應控制在 $1.5\sim 2.0\text{ kg/cm}^2$ ，本研究透過實際住宅案例進行現況調查，此案例為給水管路已安裝水錘吸收器，故量測時選定不同樓層之住宅案例，但相同型式之水龍頭，分別進行噪音量量測，比較結果如表 4-3.2 所示。

當水壓自 2.6 kg/cm^2 降至 2.2 kg/cm^2 ，兩者噪音量約相差 7 dB(A)，顯示較大之給水壓力，易產生較大之給水設備噪音，而影響居室之寧靜。因此，在固定給水壓力的情況下，可藉由減壓閥降低給水器具所產生的噪音，並避免產生水錘現象之發生。

表 4-3.2 不同水壓對水龍頭設備噪音影響

量測頻率	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	L_{Aeq} (dB)
水龍頭噪音 (水壓 2.2 kg/cm^2)	1.2	7.4	20.4	8.0	29.1	35.5	38.3	31.7	41.0
水龍頭噪音 (水壓 2.6 kg/cm^2)	7.1	15.0	33.9	38.2	45.0	43.0	39.3	37.3	48.7

(資料來源：本研究整理)

為降低器具本身產生之噪音，可選擇低噪音型之給水器具、便器、水龍頭，如「消音型便器」，其構造系統為在分水器開始洗淨後，洗淨水經分水器落入馬桶中。改善效果可使噪音值比一般便器減低 20 dB(A)。

「消音型水龍頭」設施，如浴室內淋浴用之混和水龍頭，其構造原理為藉由減小吐水口流水聲以降低噪音產生，除此，國內常見方式另有於水龍頭出水口前安裝「穩流省水器」，其原理為水流通過時使產生氣泡，使單位體積內的水量減少，流速變慢，水泡表面積加大，在洗濯表面停留時間加長，達到省水及降低噪音的目標。而本研究於國內住宅案例水龍頭設備之出水口，安裝不同流量之氣泡式出水口，瞭解流量減少是否降低水龍頭之噪音值，測試結果如表 4-3.3 所示，當水龍頭出水口流量由 $0.23 \text{ cm}^3/\text{s}$ 降至 $0.13 \text{ cm}^3/\text{s}$ 時， L_{Aeq} 約可降 3.1 dB。

表 4-3.3 不同出水量對水龍頭設備噪音影響

量測頻率	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	L_{Aeq} (dB)
水龍頭噪音 (流量 $0.23 \text{ cm}^3/\text{s}$)	17.5	32.5	40.1	48.4	52.3	59.2	61.7	57.8	65.0

水龍頭噪音 (流量 0.13 cm ³ /s)	3.1	27.0	36.7	46.7	51.3	55.4	58.5	54.9	61.9
---------------------------------------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------

(資料來源：本研究整理)

此外，依本研究現況調查結果發現，國內住宅給排水設備及管路噪音皆以便器設備及配屬之排水管路較大，一般而言，如在建築設計階段時，透過給排水設備現場防振施工方法可有效降低噪音發生源對居室空間之干擾，以衛生器具便器為例，傳統式之施工方法為將便器直接安裝在砂漿面上，而排水管路埋入砂漿面內，其結果使防振效果不佳。如於便器下方與砂漿接處面設置緩衝材，並將埋設之排水管路以緩衝材包覆後再貫穿樓板結構，以減少振動能量之傳遞，降低對下室空間噪音干擾之現象，如圖 4-3.3 所示。

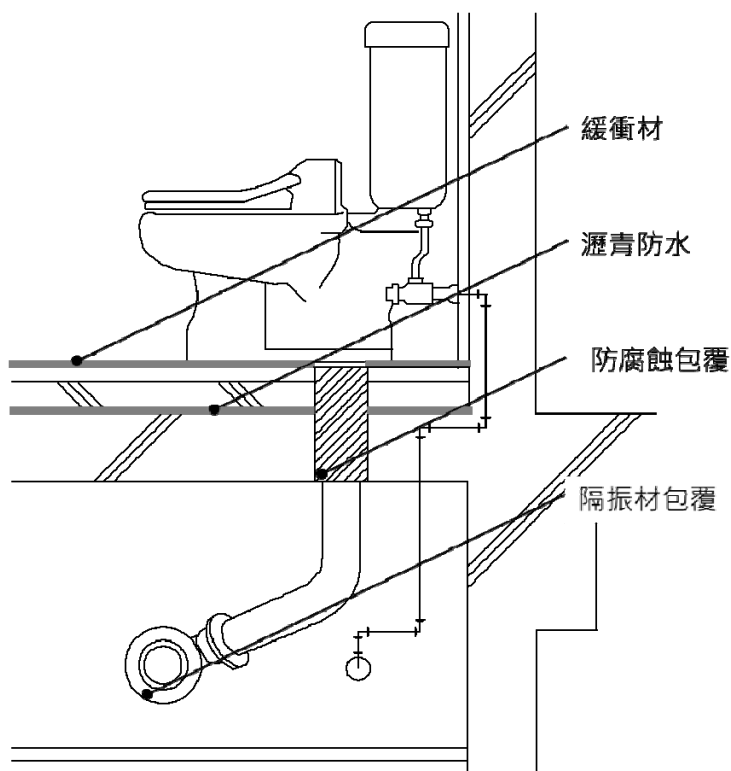


圖 4-3.3 便器設備隔音施工改善例

(資料來源：本研究整理)

一、給排水管路噪音改善對策

目前國內住宅建築施工方式多將給排水配管埋設於建築物結構體，或設置於管道間內，且給排水設備立管多為貫穿樓板構造，因此給排水管路在水流動後，與結構體因振動產生固體音，並傳遞至住宅居室內，形成給排水管路之噪音。

經本研究住宅案例現況調查發現，國內集合住宅均為明管之設置方式，並於管路下方藉由天花板裝修與室內空間隔離，本研究給排水設備及管路噪音調查結果顯示，天花板裝修較無法隔離給排水設備排水時所產生之噪音，因此，目前常見之防治或改善方法為透過管路包覆之方式，以降低給排水管路噪音。故本研究透過住宅案例，進行管路外包覆隔音材之改善效果，並量測其差異性，結果如表 4-3.4 所示，本研究選定 3 英吋直徑之洗手槽 PVC 排水橫管，藉由 25 mm 厚 48K 玻璃纖維及 1.2 mm 厚密度達 2000 Kg/m³ 之高密度聚乙烯之隔音材料進行管材外包覆，排水管路噪音 L_{Aeq} 在包覆前與包覆後差值達 6.1 dB。

表 4-3.4 排水管路隔音包覆前後之噪音差異

頻率	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	L_{Aeq} (dB)
PVC 排水管 包覆前	24	20.4	26.6	30.2	25.6	27.0	22.7	22.7	34.9
PVC 排水管 包覆後	23	18.9	23.3	21.5	16.6	15	14.7	12.8	28.8

(資料來源：本研究整理)

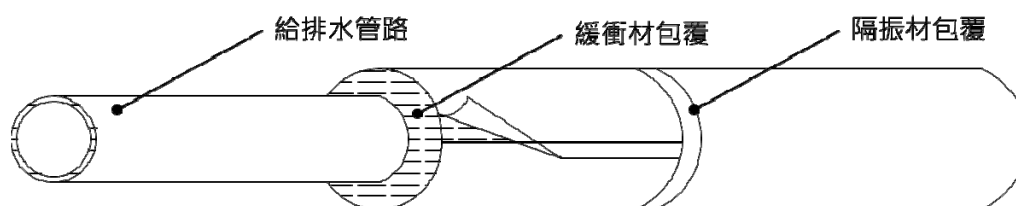


圖 4-3.4 管路防振包覆細部圖說

(資料來源：本研究整理)

透過給排水設備及管路噪音現場調查發現，國內多數住宅建築設計及施工時，較無考量給排水配管與建築物結構體接觸面之防振處理，例如給排水立管貫穿樓板、給排水管路埋設於牆板中，以及排水橫支管吊掛處未作適當之防振等。

因此，針對給排水管路噪音之改善對策，可考量管道間給排水立管支撐防振設施、給排水立管埋設於牆板構造、給排水立管貫穿樓板構造之減振處理，以及給排水橫支管貫穿牆板結構及吊掛於樓板結構下方之防振處理，如表 4-3.5 及 4-3.6 所示。

表 4-3.5 住宅給排水立管管路噪音改善對策

管路型式	配管位置	改善對策手法	改善對策圖例
給排水立管	管道間(明管)	給排水立管進行施工時可對管路進行防振包覆，並於支撐部位與結構體接觸面做防振處理。	
	埋設於牆板構造(暗管)	管路埋設施工時，盡量避免直接與結構體接觸，可藉由緩衝材包覆配管及防腐蝕包覆後再埋設。	
	貫穿樓板結構(明、暗管)	管路貫穿樓板構造時，可藉由砂漿層或緩衝材將結構體與管路隔離，貫穿孔隙需確實填塞。	

(資料來源：本研究整理)

表 4-3.6 住宅給排水橫支管管路噪音改善對策

管路型式	配管位置	改善對策手法	改善對策圖例
給排水橫支管	貫穿牆板結構(明、暗管)	管路貫穿樓板構造時，可藉由砂漿層或緩衝材將結構體與管路隔離。	
	吊掛於樓板結構下方(明管)	管路吊掛於樓板結構下方時，管路露明處可使用高密度之隔音材料予以包覆，管路懸吊支撐可利用防振吊掛，若用鐵件錨定時可於鐵件與結構體接觸面置入緩衝材。	

(資料來源：本研究整理)

伍、給排水設備及管路現場量測方法

一、引用標準

ISO 16032 建築服務設備聲壓位準量測法

二、現場量測方法

依據內政部建築研究所「住宅給排水設備及管路噪音改善之研究」內容擬訂之標準作業流程，針對住宅建築物給排水設備及管路噪音提出現場調查方法，分別為住宅給排水設備，包含水龍頭、淋浴間、浴缸、洗面盆及便器等噪音現場量測，以

及給排水設備配屬之管路。以下為各項現場調查之方法。

(一)

住宅給排水設

備噪音現場量測方法

空間設定：住宅給排水設備設置空間為受音室，並以微音器作為接收點。

量測項目：受音室給排水設備噪音聲壓位準、背景噪音量測及迴響時間。

測點設定：給排水設備聲壓位準應於受音室設定 3 個受測位置，且 1 個微音器位置須安排於房間角落，2 個微音器位置須安排於反射聲場，與室邊界最小須離 0.5 m，各測點應取 3 次量測之平均值；迴響時間量測應於受音室設定 1 個聲源位置，且距離室邊界 1.5 m 以上，微音器設定 3 個位置，分別與聲源距離 1.0 m 以上，且微音器相互距離 0.7 m 以上，數值取 3 次量測之平均值；背景噪音量測應於受音室設定 2 個微音器位置，與任一微音器距離 0.7 m 以上。

量測流程：給排水設備聲壓位準量測程序，為待受音室中給排水設備進行運作而產生之噪音，並由微音器記錄聲壓位準；背景噪音量測程序，為待量測儀器設後，以微音器記錄背景噪音；迴響時間量測程序，為無指向性揚聲器經功率擴大器輸出噪音訊號，待空間充滿穩定之訊號後，即關閉聲源，計算其受音室之迴響時間。

設備運作：量測水龍頭噪音時，一般應將洗面盆或浴缸的水排除，量測時將水龍頭水閥轉至產生噪音量最大位置並固定，並記錄水龍頭運作產生之噪音量；量測淋浴間噪音時，淋浴間蓮蓬頭應放置在牆上固定於距地面最高位置並面朝地板，並記錄水撞擊地面與蓮蓬頭產生之噪音；量測浴缸（給水）噪音時，如使用水龍頭或蓮蓬頭，應記錄兩者使用時水撞擊浴缸底面產生之噪音量，若蓮蓬頭在牆上沒固定位置擺放應將蓮蓬頭放置在距離澡盆底部高 1.5m 處；量測浴缸與洗面盆（注水及排水）噪音時，注水噪音及排水噪音需分開量測，注水

噪音量測時將水槽排水孔塞住，注水至水槽半滿並量測噪音，注水時熱水及冷水頭均開至最大，排水噪音量測時將水槽塞放掉量測放水噪音；量測便器設備噪音時，應記錄沖水及水箱回水一次運作產生之噪音量。

(二)

給排水設備配

屬管路噪音現場量測

空間設定：聲源室（上室）為住宅給排水設備設置空間，以給排水設備運作時產生之噪音作為聲源，受音室（下室）為住宅給排水設備配屬管路配置空間，並設置微音器作為接收點。

量測項目：受音室（下室）給排水設備配屬管路噪音聲壓位準、背景噪音量測及迴響時間。

測點設定：給排水設備配屬管路噪音聲壓位準應於受音室設定 3 個受測位置，且 1 個微音器位置須安排於房間角落，2 個微音器位置須安排於反射聲場，與室邊界最小須離 0.5 m，各測點應取 3 次量測之平均值；迴響時間量測應於受音室設定 1 個聲源位置，且距離室邊界 1.5 m 以上，微音器設定 3 個位置，分別與聲源距離 1.0 m 以上，且微音器相互距離 0.7 m 以上，數值取 3 次量測之平均值；背景噪音量測應於受音室設定 2 個微音器位置，與任一微音器距離 0.7 m 以上。

量測流程：給排水設備配屬管路噪音聲壓位準量測程序，為運作聲源室給排水設備，待穩定水流經過配屬管路產生之噪音由微音器記錄聲壓位準；背景噪音量測程序，為待量測儀器設後，以微音器記錄背景噪音；迴響時間量測程序，為無指向性揚聲器經功率擴大器輸出噪音訊號，待空間充滿穩定之訊號後，即關閉聲源，計算其受音室之迴響時間。

設備運作：量測浴缸與洗面盆設備配屬管路噪音時，應將聲源室浴缸與洗面盆

之水龍頭或蓮蓬頭轉至產生噪音量最大位置並固定，待管路內水流固定後，記錄受音室水流經過管路內產生噪音量；量測淋浴間配屬管路時，淋浴間蓮蓬頭應放置在牆上固定於距地面最高位置並面朝地板，待管路內水流固定後，記錄受音室水流經過管路內產生之噪音量；量測便器設備配屬管路噪音時，應運作便器沖水及水箱回水，待管路內水流固定後，記錄受音室水流經過管路內產生之噪音量。

第四節 建築給排水設備及管路噪音現場標準量測方法（草案）之研擬

壹、建築給排水設備及管路噪音現場標準量測方法（草案）內容

一、適用範圍

本標準規定於擴散聲場條件下，設置於建築物或結構之建築服務設備現場聲壓位準量測，適用範圍包含衛生設備（sanitary installations）、機械通風（mechanical ventilation）、冷暖氣服務設備（heating and cool service equipment）、電梯（lifts）、垃圾導槽（rubbish chutes）、鍋爐（boilers）、風箱（blowers）、泵浦（pumps）、其它附屬服務設備（other auxiliary service equipment）、停車場電捲門（motor driven car park doors），及其它附屬或設置於建築物之建築服務設備。

本標準規定室容積約 300 m³ 以下之住宅、旅館、學校、辦公室及醫院建築，而不包括一般大型禮堂及音樂廳量測。

服務設備聲壓位準以倍頻帶之 A 加權及 C 加權計算數值為主，其數值取決於指定的時間積分，服務設備運作產生之最大 A 加權及 C 加權之聲壓位準，或持續等量的聲壓位準。

備考 1.量測獲得之 A 加權及 C 加權聲壓位準各頻率修正值可參考本標準之附錄 A。

2.建築服務設備運作條件及運作週期可參考本標準之附錄 B。

二、引用標準

CNS 13331	聲壓校正器
CNS 9056	聲學—迴響室之吸音量測
EN 61260	電聲學—倍頻及分數倍頻帶濾波器
EN 61672-1	電聲學—聲壓位準器—Part1 規格

EN 61672-2 電聲學—聲壓位準器—Part2 模式評價測試

三、定義

(一) 聲 壓 位 準

(sound pressure level), L_j

$p^2(t)$ 為聲壓平方對基準聲壓平方之比值，取常用對數再乘以 10； p^2_0 為聲壓平方；測量與特定時間的加權和特定頻率加權可參考 EN 61672-1 規定，單位為 dB，基準聲壓為 $20 \mu\text{Pa}$ 。

(二) 平均聲壓位準

(average sound pressure level), 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，空間之均係取全室，惟不受到聲源直接輻射或邊界附近聲場（例如牆、窗等）顯著之處，以 dB 為單位。

在實際應用，聲壓位準 L_j 通常由量測而得，此情況下 L 由公式(1)求得：

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

式中， L_j 為室內 n 個不同位置之聲壓位準 $L_1 \sim L_n$ 。

(三) 倍 頻 帶

63~8000 Hz A 加權聲壓位準數值計算(A-weighted sound pressure level calculated from octave-band values in the frequency), L_A

$$L_A = 10 \log \sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_i + A_i}{10}} \text{ dB}$$

式中， L_i ：量測獲得之倍頻帶聲壓位準，以 dB 為單位。

A_i ：倍頻帶 A 加權修正聲壓位準，以 dB 為單位。

(四)

倍 頻 帶

63~8000 Hz C 加權聲壓位準數值計算(C-weighted sound pressure level calculated from octave-band values in the frequency), L_C

$$L_C = 10 \log \sum_{i=1}^N 10^{\frac{L_i + C_i}{10}} \text{ dB}$$

式中， L_i ：量測獲得之倍頻帶聲壓位準，以 dB 為單位。

C_i ：倍頻帶 C 加權修正聲壓位準，以 dB 為單位。

(五)

暴 露 位 準

(sound exposure level), L_E

經公式(4)獲得聲壓曝露位準。

—

式中， $p(t)$ ：瞬間聲壓，以 Pa 為單位。

t_1 - t_2 ：欲量測時間範圍，以秒為單位。

P_0 ：參考基準聲壓，以 μPa 為單位 ($P_0=20 \mu\text{Pa}$)。

t_0 ：為參考基準持續時間，以秒為單位 ($t_0=1 \text{ s}$)。

(六)

倍 頻 帶 31.5

Hz~8000 Hz 服務設備聲壓位準(service equipment sound pressure level in

octave-bands in the frequency range 31.5 Hz~8000 Hz)

1. 慢特性"S"之倍頻帶最大聲壓位準(maximum sound pressure level in octave-bands determined with time weighting "S"), $L_{S \max}$ 。
2. 慢特性"S"之倍頻帶最大聲壓位準，經參考基準迴響時間 0.5 秒修正之標準化(maximum sound pressure level in octave-bands determined with time weighting "S" and standardized to a reverberation time of 0.5s), $L_{S \max, nT}$ 。
3. 慢特性"S"之倍頻帶最大聲壓位準，經參考基準吸音面積 10 m^2 秒修正之正規化(maximum sound pressure level in octave-bands determined with time weighting "S" and normalized to an equivalent sound absorption area of 10 m^2), $L_{S \max, n}$ 。
4. 快特性"F"之倍頻帶最大聲壓位準(maximum sound pressure level in octave-bands determined with time weighting "F"), $L_{F \max}$ 。
5. 快特性"F"之倍頻帶最大聲壓位準，經參考基準迴響時間 0.5 秒修正之標準化(maximum sound pressure level in octave-bands determined with time weighting "F" and standardized to a reverberation time of 0.5s), $L_{F \max, nT}$ 。
6. 快特性"F"之倍頻帶最大聲壓位準，經參考基準吸音面積 10 m^2 秒修正之正規化(maximum sound pressure level in octave-bands determined with time weighting "F" and normalized to an equivalent sound absorption area of 10 m^2), $L_{F \max, n}$ 。
7. 倍頻帶聲壓位準(equivalent continuous sound pressure level in octave-bands), L_{eq} 。
8. 倍頻帶聲壓位準，經參考基準迴響時間 0.5 秒修正之標準化(equivalent continuous sound pressure level in octave-bands standardized to a reverberation time of 0.5s),

9. 倍頻帶聲壓位準，經參考基準吸音面積 10 m^2 修正之正規化(equivalent continuous sound pressure level in octave-bands normalized to an equivalent sound absorption area of 10 m^2)， $L_{eq,n}$ 。計算方式參考公式(6)。

(七) 迴響時間, T

聲源停止後聲壓位準衰減 60 dB 之時間，以秒為單位。

(八) 標準化及正規

化聲壓位準(standardized/normalized sound pressure level), L_{nT}

為經參考基準迴響時間修正之倍頻帶標準化聲壓位準，以 dB 為單位。如公式(5)； L_n 為經參考基準吸音面積修正之倍頻帶正規化聲壓位準，以 dB 為單位。如公式(6)。

$$\frac{L_{nT} = L + 10 \log T}{T_0} \text{ dB}$$

式中， L ： $L_{S \max}$ 、 $L_{F \max}$ 、 L_{eq} 。

T ：迴響時間，以秒為單位。

T_0 ：參考基準迴響時間， $T_0=0.5$ 秒。

$$\frac{L_n = L + 10 \log(A_0 T)}{0} .16V \text{ dB}$$

式中， L ： $L_{S \max}$ 、 $L_{F \max}$ 、 L_{eq} 。

T ：迴響時間，以秒為單位。

V ：室容積，以 m^3 為單位。

四、設備

最大聲壓位準量測應使用本文所述之倍頻帶即時分析儀，即時分析儀須讀取包含 A 加權及 C 加權最大聲壓位準所有倍頻帶數值（服務設備運作過程中之測試）。備考：測試儀器系統包含微音器及線組，須符合 EN 61672-1 定義 1 型之規定。濾波器須符合 EN 61260 之相關規定。若設備製造並無其他特別說明，於每次量測前全套量測系統包括微音器，須以符合 EN 60942 準確度 1 級之音壓校正器進行校正。

五、測試方法

服務設備聲壓位準量測應包含倍頻帶中心頻率 31.5、63、125、250、500、1000、2000、4000、8000 之未權衡聲壓，以 Hz 為單位。時間權衡須包含快（F）及慢（S）特性，並依照規定的設備操作方式進行量測。在指定的量測時段，應保持服務設備穩定且持續等量的聲壓位準，並記錄服務設備運作時產生之聲壓位準線性頻譜。服務設備聲壓位準之評價應以量測時段產生之最大 A 加權及 C 加權聲壓位準為主。倍頻帶聲壓位準數值經背景噪音修正後，若有需要可進行下室迴響時間 0.5 秒修正之標準化或經等價吸音面積 10 m²修正之正規化，最後 A 加權及 C 加權聲壓位準再自頻譜修正項計算。在標準化及正規化聲壓位準未完成之情況下，A 加權及 C 加權之倍頻帶單一數值量也需被計算。單一數值參量係基於倍頻帶數值量測而得，術語與符號參照表 4-4.1。報告中須說明機械設備零件的聲音。在量測時段門及窗戶須確保緊閉，且量測人員應於量測空間外。

表 4-4.1 單一數值量

	A 加權數值計算 倍頻帶 63~8000 Hz	C 加權數值計算 倍頻帶 31.5~8000 Hz
最大聲壓位 準慢特性 "S"	$L_{AS \max}$ $L_{AS \max, nT}$ $L_{AS \max, n}$	$L_{CS \max}$ $L_{CS \max, nT}$ $L_{CS \max, n}$
最大聲壓位 準快特性 "F"	$L_{AF \max}$ $L_{AF \max, nT}$ $L_{AF \max, n}$	$L_{CF \max}$ $L_{CF \max, nT}$ $L_{CF \max, n}$

聲壓位準	L_{Aeq}	L_{Ceq}
	$L_{Aeq, nT}$	$L_{Ceq, nT}$
	$L_{Aeq, n}$	$L_{Ceq, n}$

六、測試程序

(一)

一般規定

服務設備聲壓位準取決於在指定的操作條件及運作週期。運作條件及運作週期參照規定。在不違反國家規定及法規的情況下方可使用。

聲壓位準之量測採三個微音器位置，一個微音器位置須安排於房間角落，兩個微音器位置須安排於反射聲場。

(二)

微音器角落量

測位置選擇方式

在角落微音器測試位置選定時 (no.1)，須先勘查地下室 C 加權聲壓位準最高之位置，測試須包含時間權衡快 (F) 或慢 (S) 特性，或持續等量的聲壓位準。用於角落測點選擇之量測次數和正式量測相同，但不須作任何修正，量測時依照所選之服務設備運作條件及周期。微音器角落測試位置選定時應符合下列規定：

微音器角落測試位置與室邊界之距離 0.5 m 以上；

微音器角落測試高度與樓地板之距離 0.5 m 以上，如角落測試位置因家具等障礙物，微音器高度與樓地板之距離須增加至 1.0 m 或 1.5 m 以上，且所有微音器角落測試高度須相同，若有需要可將不影響聲場之突出物移開；

微音器角落測試位置與障礙物之距離 0.2 m 以上，不可選擇受其他聲源直接音影響之角落位置，如通風口。

(三)

微音器反射聲

場量測位置選擇方式

於反射聲場地下室中選擇兩個測試位置。

任一微音器位置與微音器角落測試位置之最小距離為 1.5 m。

任一微音器位置與聲源之最小距離為 1.5 m。

任一微音器位置與室表面之最小間隔距離為 0.75 m；在小的空間中若無法

符合規定，最小間隔距離為 0.5 m。

任一微音器位置高度與樓板之距離為 0.5 m，且不超過 1.5 m。

(四) 各微音器量測次數

1. 連續穩態聲壓位準聲壓位準量測

於角落位置先在標準運作程序下先進行連續兩次 A 權衡持續等量聲壓位準量測，如果兩次之值差異在 1 dB 以內，每一測點量測一次即足夠，若超過則每一測點量測次數需與超過 dB 值相同，如超過 3 dB 則測 3 次。

2. 最大聲壓位準量測

量測須使用 A 加權之最大聲壓位準，每一測點量測次數之決定須參照第 4 項相關規定，若噪音屬於短暫，得使用聲壓曝露位準 L_{AE} 取代最大聲壓位準來決定每一測點量測次數。

(五) 平均聲壓位準

量測聲壓位準時，設備運作條件及運作週期可參照附錄 B，在量測無權衡之倍頻帶位準時，每一微音器的量測次數須參照第 6 項第 4 條相關規定，再計算平均位準並取小數點 1 位。

(六) 背景噪音修正

先進行倍頻帶背景噪音測定，再進行服務設備倍頻帶聲壓位準修正。

(七) 倍頻帶標準化及正規化結果

倍頻帶背景噪音修正結果可依據空間吸音特性計算獲得標準化及正規化聲壓位準，迴響時間量測參照第 7 項。標準化參照第三項第 8 條公式 5 計算獲得。正規化參照第 3 項第 8 條公式 6 計算獲得。由於測定 31.5 Hz 之迴響時間常有許多問題，因此正規化及標準化聲壓位準不須包括此頻帶。C 加權聲壓位準之 31.5 Hz 值須於報告中標註。在進行迴響時間量測時，背景噪音常會影響 8000 Hz 之數值，若服務設備量測之聲壓位準於 8000 Hz 值低於頻譜最高聲壓位準 15 dB 以上，則標準化及正規化聲壓位準不可標示至 8000 Hz。

(八) A 加權及 C 加權數值計算

依第 3 節第 3 項規定測得之倍頻帶 63~8000 Hz A 加權聲壓位準及倍頻帶 31.5~8000 Hz C 加權聲壓位準，應依第 6 項第 6 條或第 6 項第 7 條規定得知結果，並取至整數位。

(九) 室內其他聲源

空間其它干擾聲源（如通氣或出排水口）可能埋設於牆內或設置於天花板內，對於此類聲源須額外增加一測點，如此類噪音聲源埋設於牆內，須離噪聲源 1 m 處，且離樓板高度 1.5 m 以上之位置進行量測，如設置於天花板內須於噪聲源正下方，且離樓板高度 1.5 m 以上之位置進行量測，其結果不須計算正規化及標準化，並於報告中個別描述（空間其它現場聲源量測之微音器位置，不納入服務設備量測時規定之微音器位置）。

七、迴響時間量測

參照 ISO 3382 相關規定，測定空間倍頻帶 63~8000 Hz 之迴響時間。

八、背景噪音修正

背景噪音測定須於服務設備聲壓位準測定前或後進行，並測定服務設備持續運轉約 30 秒以上之倍頻帶背景噪音。位置設定須與服務設備測定之位置相同，其背景

噪音測定為三點測定位置之能量平均。背景噪音位準為若低於服務設備聲壓位準 10 dB 以上，不須修正。背景噪音位準低於服務設備聲壓位準 4 dB 至 10 dB，其量測獲得之聲壓位準則依公式 (7)(8)(9) 計算位準之修正。背景噪音位準不得低於服務設備聲壓位準 2.2 dB。背景噪音修正須於結果報告中敘述。

(7)

(8)

$$L = L_1 + K \quad \text{dB}$$

D102D

式中，L：經背景噪音修正之聲源聲壓位準，單位 dB。

L_1 ：量測聲源與背景噪音合成聲壓位準，單位 dB。

L_2 ：背景噪音位準，單位 dB。

K：倍頻帶修正數值，單位 dB。

九、精準度

表 4-4.2 為量測重複性之標準誤差評估，若量測時聲源為固定則單一測點量測時每誤差值需符合表，若超過則會增加量測不確定性，特別是最大聲壓位準。

表 4-4.2 重複性之標準誤差評估

倍頻帶中心頻率 (Hz)	重複性之標準誤差 (dB)
31.5	1.5
63	1.5
125	1.5
250	1.5
500	1.2
1000 至 8000	1.0
A 加權	0.8 ^a
C 加權	1.1 ^a
^a 量測時應確保欲量測之設備噪音 100 至 8000 之頻率範圍大於其它設備及背景噪音至少 10 分貝以上。	

十、測試報告

其量測結果報告書須包含下列資料：

1. 實驗室名稱及地址。
2. 申請測試者之名稱及地址。
3. 測試日期。
4. 引用之標準。
5. 服務設備聲壓位準量測位置說明。
6. 建築相關構造說明。
7. 設備測試說明。
8. 運作條件及運作週期說明。
9. 用水設備。

基準規定包含停止閥(水龍頭)的位置；用水設備及運作條件相關標示。非必要

規定包含流量壓力（冷水及熱水系統）；貯水槽流量及裝滿時間；閥門或設備製造及製造地；符合 EN ISO 3822 閥門或設備類型聲音等級及流量率；測試時間流量率及靜壓力及流動壓力；貯水槽貯滿時間及容積。

10. 微音器位置。
11. 持續時間 $L_{p \max}$ 。
12. 設備 A 加權及 C 加權音壓位準值。
13. 倍頻帶迴響時間測定。
14. 倍頻帶背景噪音測定。
15. 測試設備實驗室認證。
16. 測試方法誤差。
17. 相關標準若有變動須記錄。

貳、建築給排水設備及管路噪音現場標準量測方法（草案）附錄

一、附錄A

A 加權及 C 加權噪音修正值如表 4-4.3 所示。

表 4-4.3A 加權及 C 加權噪音修正值

Frequency (Hz)	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
A(dB)	-	-26.2	-16.1	-8.6	-3.2	0	1.2	1	-1.1
C(dB)	-3.0	-0.8	-0.2	0	0	0	-0.2	-0.8	-3.0

二、附錄B

進行最大聲壓位準及聲壓位準量測時設備操作條件及操作過程

（一）

一般原則

1. 一般

以下所述之操作條件及操作過程係針對一般之建築服務設備，在使用時不可違反國家要求及法規，而若服務設備項目並未列於下方也可依照本文所述之原則進行量測，且需將所選用之設備操作條件及操作過程加以描述。

2. 最大聲壓位準 ($L_{\max}$)

附錄中 $L_{\max}$ 個別數量參照表 A.1，最大聲壓位準量測時之基本原則為服務設備於量測時無論是自動或是手動操作均需在實際使用範圍內。對於服務設備若是噪音量固定則其最大聲壓位準取決於 30 秒左右之量測時間，若是服務設備噪音會變化則其最大聲壓位準取決於標準操作方式，例如在水龍頭從開啟至關閉期間。

3. 聲壓位準 (L_{eq})

附錄中 L_{eq} 個別數量參照表 4.4-1，聲壓位準量測時之基本原則為服務設備於量測時之時間需符合標準操作過程。對於量測水龍頭之聲壓位準時龍頭閥需固定在產生最高聲壓位準之位置。

(二)

用水設施

1. 一般操作條件

量測水龍頭噪音時，一般需將洗面盆或浴缸的水排除。量測時需確認所有功能均符合一般操作(如壓力、流速等)且水栓需完全打開，若沒有則需記錄其位置，而水壓及水流速之量測與記錄是非必要的。一般衛生設備聲壓位準不會在設備安裝空間進行量測，而會專門在相鄰空間進行量測(如鄰房)。

(1) $L_{\max}$

最大聲壓位準量測時每一微音器位置是取決於規範之設備操作條件及操作過程。

(2) L_{eq}

關於水龍頭量測時水閥需固定在產生最高聲壓位準之位置。

2. 水龍頭

操作條件。

(1) $L_{\max}$ 與 L_{eq}

若水龍頭出水口為可移動，則出水口位置水槽中間。

操作過程。

(2) $L_{\max}$

單入口水龍頭：將水龍頭水閥完全打開，等待數秒後再關閉；混和閥相似冷熱獨立開關水龍頭：先將熱水閥開到最大，再將冷水閥並開到最大，維持數秒後先關熱水閥再關冷水閥；混合閥雙功能流體及溫度開關水龍頭：將控制閥完全打開至平均溫度後，先將溫度降至最低、再將溫度開至最高，待最高溫度達到後再將控制閥關掉；混合閥獨立流體及溫度開關水龍頭：將水流控制閥完全打開至平均溫度後，先將溫度降至最低、再將溫度開至最高，待最高溫度達到後再將控制閥關掉；溫度調節混合閥水龍頭：將水閥完全打開至平均溫度，先將溫度降至最低、再將溫度開至最高，最後再將水閥關掉。

(3) L_{eq}

量測時間約為 30 秒單入口水龍頭：量測時將水龍頭水閥轉至產生噪音量最大位置並固定；混和閥相似冷熱獨立開關水龍頭：量測時將冷水及熱水龍頭水閥均開至產生噪音量最大位置並固定；混合閥雙功能流體及溫度開關水龍頭：量測時將水龍頭水閥於平均溫度下轉至產生噪音量最大位置並固定，再將水閥調至熱水位置及冷水位置，上述每一階段均量測其 L_{eq} ，並取最高噪音值三階段作為結果；混合閥獨立流體及溫度開關水龍頭與溫度調節混合閥水龍頭：量測時將水龍頭水閥於平均溫度下轉至產生噪音量最大位置並固定，再將水閥調至熱水位置及冷水位置，上述每一階段均量測其 L_{eq} ，並取最高噪音值三階段作為結果。

3. 淋浴間

操作條件。

(1) $L_{\max}$ 與 L_{eq}

量測時淋浴間蓮蓬頭需放置在牆上固定於距地面最高位置並面朝地板。

操作過程。

(2) $L_{\max}$ 與 L_{eq}

量測時若區別水撞擊地面產生之噪音與蓮蓬頭產生之噪音是必須的，水在排放時需無聲。

4. 浴缸（給水）

操作條件。

(1) $L_{\max}$ 與 L_{eq}

如果水龍頭分別有注滿澡盆用及蓮蓬頭，兩個功能使用時均需量測，若蓮蓬頭在牆上沒固定位置擺放則將蓮蓬頭放置在距離澡盆底部高 1.5 m 處，量測時浴缸需同時排水。

操作過程。

(2) $L_{\max}$ 與 L_{eq}

量測係依據 B.2.2 執行，若浴缸與淋浴間連結在一起請詳 B.2.3。

量測時若區別水撞擊浴缸底面產生之噪音與蓮蓬頭產生之噪音是必須的，水在排放時需無聲。

5. 浴缸與洗面盆(注水及排水)

操作條件。

(1) $L_{\max}$ 與 L_{eq}

如果浴缸與洗面盆注水噪音及排水噪音需分開量測，注水噪音量測時將水槽排水孔塞住，注水至水槽半滿並量測噪音，注水時熱水及冷水頭均開至最大。(更多操作條件請詳 B.2.1)

排水噪音量測時將水槽塞放掉量測放水噪音。

操作過程。

(2) $L_{\max}$

量測注水及排水期間之噪音。

(3) L_{eq}

量測時間等同於注水及排水期間。

6. 便器

操作條件。

(1) $L_{\max}$ 與 L_{eq}

由於便器噪音是由沖水及水箱回水噪音所組成，水閥及水箱需操作至結束，量測水箱噪音時自沖水閥全開量至全關。

操作過程。

(2) $L_{\max}$

量測沖水至回水完成之噪音。便器沖水產生之最大聲壓位準可藉由便器水箱若直接用水桶注滿 7 公升水時間不超過 3 秒來判定。

(3) L_{eq}

量測時間等同於注水及排水期間。便器之聲壓位準應補充 B.2.6 規定之 A 加權最大聲壓位準。

(三)

機械通風

操作條件。

(1) $L_{\max}$ 與 L_{eq}

住宅通風設備一般是由居室通風、浴廁通風及廚房排風所組成，若為手動操作系統則應調整至產生最大噪音位置，一般為最高速度或通風口全開，而在量測前需確認系統風量已調整正確。

在建築法規中可能陳述住宅之手動操作通風系統在量測時應使用比最大噪音低之設定。廚房排風機若與整體建物之通風系統相連則會在風口完全關閉下產生相當大之噪音，於此操作條件下量測廚房排風噪音是適當的。

操作過程。

(2) $L_{\max}$

若連續操作，則量測時間約 30 秒。

(3) L_{eq}

整體時間約 30 秒。

(四) 加熱及冷卻服務設備

操作條件。

(1) $L_{\max}$ 與 L_{eq}

單獨加熱系統量測時應在鍋爐負載滿載，循環泵浦、風扇及燃料泵浦均在一般最大水量及最大風量。冷卻系統應設定在產生最大噪音之位置。

操作過程。

(2) $L_{\max}$

對於加熱系統，自冷卻條件下啟動，在滿載下操作，將每一設施(加熱單元閥件於氣流裝置調節閥)開啟再慢慢關閉至止。冷卻系統量測時間應為約 30 秒。

(3) L_{eq}

整體時間約 30 秒。加熱系統聲壓位準應與 A 加權最大聲壓位準同步量測，量測時每一設施（加熱單元閥件於氣流裝置調節閥）。

(4) L_{max} 與 L_{eq}

量測散熱器噪音時應在恆溫下調至房間最高溫度且水流需穩定，然後再尋找恆溫條件下產生之最大穩態噪音。

(五) 電梯

操作條件。

(1) L_{max} 與 L_{eq}

量測時電梯內應承載 1~2 人，量測時電梯內人數及重量應載明。

操作過程。

(2) L_{max} 與 L_{eq}

電梯自可至之最低樓層啟動，每一樓層均停且電梯門需開闔，當電梯達可至之最高樓層後，再直接下降至最低樓層且電梯門開闔 1 次。

(六) 垃圾導管

操作條件。

導管表面須無廢棄物。

操作過程。

(1) L_{max}

從最高層同時傳送兩個物件。物件為兩端開放的管狀物、長 0.1m、材質為不加增塑劑之聚乙烯氯化物或類似特性材料。外直徑須為 50mm、管壁厚度為 3mm、質

量為每公尺重 0.7 kg。

垃圾導管噪音為最大聲壓位準所決定。

- (七) 蒸汽機、風機、
泵浦與其他附屬服務設備

操作條件。

於一般(負載)條件下持續操作。

操作過程。

- (1) $L_{\max}$ 與 L_{eq}

若為手動操作，操作過程應包含啟動-運行-停止。若為自動操作，操作過程應為完整循環，包含啟動-運行-停止。聲壓位準整體量測時間應符合持續操作過程。

- (八) 停車場電動門

操作條件。

- (1) $L_{\max}$ 與 L_{eq}

停車場門應在一般操作模式。

操作過程。

- (2) $L_{\max}$

將門打開及關閉。

- (3) L_{eq}

整體時間需包含門開啟及關閉之循環。

- (九) 其他建築服務
設備

操作條件。

對於本篇未提之其他建築服務設備，量測時操作條件依一般使用方式。

操作過程。

對於本篇未提之其他建築服務設備，量測時操作過程依一般使用方式。聲壓位準整體量測時間應符合操作過程期間。

第五章 結論與建議

第一節 結論

壹、本研究因應建築聲學標準國際化之趨勢，引用國際通用性較高之ISO標準，完成研擬CNS建築給排水設備及管路現場聲壓位準量測標準（草案），供國內相關主管機關進行後續法制化之作業。

給排水設備噪音現場量測方法源自於國際標準組織，於2004年提出ISO 16032建築物服務設備聲壓位準量測法，日本2007年以ISO 16032為基礎，針對給排水設備提出JIS A 1429噪音標準現場量測法，故本研究引用國際通用性較高之ISO標準，完成CNS建築給排水設備及管路現場聲壓位準量測標準（草案）之研擬。

貳、住宅給排水設備及管路噪音現況調查結果顯示，便器設備運作時因水流與管路空氣產生虹吸現象，故較其它設備產生較大之噪音值；另水龍頭給水管路雖埋設於牆板構造體，但設備使用時，給水管路中水流因加壓馬達送水，使噪音值未符合國外住宅噪音基準之要求，須研訂相關基準以提升整體住宅音環境品質。

本研究評估分析結果顯示，給排水設備產生之噪音以便器設備為最高，其次為水龍頭設備，較無法達到國外住宅噪音基準要求，而給排水管路噪音較設備產生之噪音低，而便器設備配屬之排水管路，因較大之水流量，於排水管路內與管壁撞擊產生噪音，部分案例無法達到國外住宅噪音基準要求。故須研訂相關給排水噪音基準以提升國內整體住宅音環境品質。

參、本研究依據住宅給排水設備及管路現況調查結果，掌握主要問題發生來源及產生機制，並於住宅案例探討不同水壓及出水量對水龍頭設備噪音之影響，並針對排水管路進行隔音改善施作及量測，完成研擬住宅給排水設備及管路噪音防治設計指引（草案）。

本研究完成住宅給排水設備及管路噪音防治設計指引（草案）之研擬，內容依國

內住宅給排水設備計及管路噪音現況調查結果，掌握主要問題來源，並透過實際住宅案例改變給水設備之水龍頭水壓及水量，及透過排水管路隔音包覆施工，探討相關改善對策對給排水管路噪音之影響，供未來建築或室內設計相關人員規劃之參考。

第二節 建議

建議一

為因應國內聲學標準國際化之趨勢，建議進行 CNS 聲學-建築服務設備聲壓位準量測之法制化作業：立即可行建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：經濟部標準檢驗局

說明：本研究目前依據 ISO 16032 量測規範，完成 CNS 聲學-建築服務設備聲壓位準量測（草案）之研擬，故建議提供經濟部標準檢驗局進行 CNS 聲學標準量測法之法制化作業，作為國內相關產業、機構等相關人員檢測之依循。

建議二

為提升國內住宅整體居住音環境品質，建議進行建築給排水噪音改善對策與相關法規檢討研究：長期性建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：無

說明：本研究建議賡續進行建築給排水噪音對相鄰住戶影響之現況調查，藉由實際建築給排水案例探討相關隔音材料及施作工法對於噪音改善之成效，建構完整之建築給排水噪音對策，提供建築設計相關人員防治及改善參考。且彙整各國給排水相關法令規範，並檢討給排水防音規定及防治改善施工相關對策。

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
歐委員文生	- 給排水管路噪音也受到水壓之影響，本案之量測是否有將因素納入考量？ - 樓層規模及高層住宅等有減壓閥等設備，請說明未來應用上如何歸納呈現，相關成果以利建築師使用。	- 水壓因素為本案量測考慮因素。 - 感謝委員意見，本案將考量減壓閥之影響。
黃委員振東	給排水設備及管路噪音在建築種類、設備種類等皆有所相當程度之差別，而於實際建築工程執行時，更會因使用平面配置狀況、設計系統及施工者之系微施作習慣不同而有所影響，這些因素可提供未來研究內容延伸擴充，提供研究規劃參考。	感謝委員意見，將列入研究規劃參考。
陳委員宗鵬	- 不同住宅類型及管道間規劃對於管路噪音有不同之影響，同時不同建築類型如集合住宅、高層住宅（15 樓以上）其管路設計與噪音也不同。 - 研究量測時對於測試之建築物類型及對象選擇標準為何，請補充說明。	- 本案將考量不同住宅類型及管道間規劃以及不同建築類型之因素進行探討。 - 本案將進行 4 個案例加上前期研究 6 個案例，共計 10 個案例之現場量測，研究對象選擇考量樓層高度、平面配置、管道間規劃及管路材質等。

委員	審查委員意見	廠商回應
呂委員文弘	- 預期成果所列之給排水噪音防治指引適用對象及是否包含改善對策，請補充說明。 - 量測標準草案未來如擬提供作為 CNS 轉換之依據，建築以相關格式編撰。	- 適用對象為建築設計及營造施工專業人員，內容包含改善策略。 - 依委員意見辦理。
羅委員時麒	本研究預期成果 4.所提建築給排水設備及管路噪音現場標準量測方法（草案），是遵循 ISO 16032 或依國內情況自訂，請補充說明。	建築給排水設備及管路噪音現場標準量測方法（草案）將參照 ISO 16032 制訂。

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
台灣省建築材料商業同業公會聯合會	1. 本研究就國內不同住宅類型給排水設備及管路噪音現況進行調查，研究符合預期成果。	1. 感謝委員建議。
段教授 葉芳	1. 本案研究對民眾生活品質提升至為重要，研究內容踏實實用性高。 2. 建議本研究可與給排水設備製造廠商共同研發，並可將研究結果提供建築師或民眾參考。 3. 研究中關於設備及管路設計與材質對結果影響，建議可分開討論。	1. 感謝委員建議。 2. 感謝委員建議。 3. 遵照指示辦理。
陳教授 炯堯	1. 報告書 P.29 中之管徑對噪音量大小之影響是否納入研究考量? 2. 水鎚聲乃管內水壓迅速改變所導致，建議可將管內水壓納入調查內容以釐清其與噪音之關係，同時相關成果可應用於未來管路噪音防治設計方法之建立。 3. 內文 P.61 部分建議可將發生噪音源列為調查分析重點，由噪音源頭進行防治可充分確保防治效益，另關於管線狀態是否施作隔振等亦對量測結果影響，若量測可行建議將管線施作隔振前後不同狀態下，進行噪音量測比對以瞭解隔振層影響。	1. 本研究目前以探討不同管路材質及配置條件為主，管徑大小產生之噪音建議後續研究進行調查。 2. 遵照指示辦理。本研究將藉由住宅案例探討管內水壓對噪音影響。 3. 遵照指示辦理。後續研究將探討隔振包覆對管路噪音之影響。

委員	審查委員意見	廠商回應
張建築師 矩墉	1. 報告書中 P.29 案例基本資料目前僅有管材及明/暗管等方式，以此分類略嫌不足，建議現場量測時應增加記錄天花板材質及管道間是否封閉等項目，另建議是否能增加 1 組樓板上配管之調查案例，以作為對照研究。 2. 便器設備噪音在近年來強調省水節水功能下，逐漸被忽略淡忘，目前許多強調省水節水便器皆有高噪音問題，噪音與省水如何兼顧是否能提出相關建議。	1. 感謝委員建議，本研究為量測獲得管路噪音，皆於案例現場將天花板及管道間閘門開啟，而相關材質敘述已於報告書 P40 及 41 補充。SI 工法之住宅案例將參酌委員建議列入後續調查對象。 2. 本研究目前研擬之防治設計指引，皆探討給排水設備及管路與建築本體結構之隔振及防音之處理，給排水設備相關建議或設計可透過相關研究進行。
劉教授 德源	1. 參考文獻部份應將 ISO 16032 及 JIS A1429 列入。 2. 報告書 P.68 中聲壓位準 L 未列出公式，另外 $\rho^2(t)$ 及 ρ_0^2 應修正為 $p^2(t)$ 及 p_0^2；報告書 P.69 內文文字部分 3.6.1 至 3.6.9 前後文不對應為誤繕。 3. 報告書內文提及多個聲壓位準，包含正規化最大聲壓位準、標準化等價聲壓位準及正規化等價聲壓位準等，是否能將其定義敘明清楚，以利讀者閱讀；報告書 P.72 表 4-4.1 之快特性 S 應修正為慢特性 S。 4. 報告書 P.75 文字「背景噪音低於服務設備音壓位準 4dB 以 2dB 為限」，此段文字是否有誤請再檢核。	1. 遵照委員意見，報告書中相關數據誤繕與錯誤引用處，將一併檢討修正。

委員	審查委員意見	廠商回應
劉簡派 工程司旺政	1. 報告書 P.10 及 P.11 之噪音量 40dB (A) 應說明其量測位置為何?文中 P.21 浴室中空間不大但佈設 3 處量測點位,是否有量測上之特殊考量?報告書 P.22 之環境噪音修正範圍應為 0~10 dB,並非為 4~10 dB;內文 P.57 之草案與前版內容不同處,建議應製作對照表;報告書 P.73 微音器間距從 0.75 m 降至 0.5 m 是否有相關立論基礎?請補充說明。	1. 遵照委員意見,報告書中相關數據誤繕與錯誤引用處,將一併檢討修正。
盧教授 士一	1. 住宅噪音對於居住環境品質之影響甚鉅,本研究對住宅給排水系統噪音進行探討,研究成果對環境聲音品質提升有所助益,符合需求。 2. 現況調查應儘可能涵蓋影響噪音之不同管路系統進行量測,期望未來能對管路配置提出規劃建議。 3. 建議選擇幾項具體可行之管路噪音隔離技術,進行改善前後之測定,以呈現減噪技術之有效性。	1. 感謝委員意見。 2. 本研究目前依給排水設備來進行不同設備配屬之給排水管路,而提出之防治設計指引則依排水管路型式來分類,並提出相關建議。 3. 遵照指示辦理。
蕭顧問 江碧	1. 便器之水壓提高應可減少沖水量,如果為減少噪音而降低水壓則是否會增加用水量? 2. 因國內住宅密集為連棟式為主,目前量測地點除自家範圍外,應將衛生間相鄰之隔壁住家列入量測區域,以了解對鄰戶之影響為何?	1. 依目前研究成果可說明省水標章便器設備所產生之噪音較一般便器高,其水量多寡及控制可參考設備商提供之產品資訊。 2. 本研究參酌國際規範進行現況調查,規範內容無提及相鄰住戶噪音量測方法,建議列入後續研究探討。

委員	審查委員意見	廠商回應
廖組長 慧燕	1. 目前量測部分是否能納入鄰戶，以了解管路噪音對鄰戶之影響程度。 2. 管路噪音之防治技術部份，建議對各項防治方法與主要目的作簡要說明。	1. 本研究目前參酌國際規範 ISO 16032 進行現況調查，規範內容無提及相鄰住戶噪音現場量測方法，建議管路噪音對鄰戶之影響程度列入後續研究探討。 2. 遵照指示辦理。

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
台灣省建築材料商業同業公會聯合會	1. 本研究針對各住宅類型進行給排水設備及管路噪音現況調查與管理機制之比較，符合預期成果。 2. 未來對住宅給排水設備及管路噪音防治及設計指引之推廣方法與草案，需要建材排水設備、管路業者及水電技師等凝聚共識，以作為草案參考依據。	1. 感謝委員肯定。 2. 感謝委員建議。
張建築師 矩墉	1. 除建立現場量測方法外，建議可提供具有效管路隔音性能之施作詳圖以供應用參考。 2. 管路噪音若在使用者本身產權範圍內則較無問題，所應考量者應為對鄰戶範圍之影響。 3. 若為達省水需求採用省水器材，是否對管路噪音之抑制有所影響或抵觸，請補充說明。	1. 感謝委員建議。 2. 感謝委員建議，本研究目前已針對上下相鄰住戶之集合住宅進行管路噪音量測，相鄰住戶之影響建議列為後續研究探討。 3. 感謝委員建議，本研究目前僅探討管路不同材質及配置形式對噪音之影響，後續研究可參酌委員意見列入探討範疇。
盧教授 士一	1. 本案之執行已達預期成果。 2. 建議可將洗面盆，水龍頭，淋浴間及便器設備給水管等，以類型分別列出量測結果。 3. 報告書表 12 之符號“$\geq$”應修正為“$\leq$”。	1. 感謝委員肯定。 2. 感謝委員建議。 3. 已修正。

委員	審查委員意見	廠商回應
劉簡派 工程司旺政	1. 報告書 P.14 本節係文獻探討，但於第 1 行敘述「本研究建立...如圖 3-2.5...」，且本節與此圖無關，下述圖 3-2.6 亦同。 2. 報告書 P16 第 9 行缺字...”考”量 3. 報告書 P.26 表 4-1.2 註 2 中提及水龍頭安裝流量 228 及 127 m/s 之氣泡出水口，此單位是否誤植請檢討 4. 報告書 P.28 表 4-1.4 單位應該為 dB(A)，同時報告書中各表格與敘述請一併檢視修正。 5. 報告書 P.55 中 PW04 的噪音達 63.6 dB(A)之原因請補充說明。 6. 目前研究內容中引用 $L_{Aeq,nT}$、$L_{Aeq,n}$ 及 C 加權，但於評估分析中確未提及相關應用請補充。 7. 報告書 P.61 之”危護”應修正為”維護”。 8. 報告書 P.67 表 4-3.2 與表 4-3.3 應將水壓及流量交叉分析比較。 9. 報告書 P.73 之”part”應修正為”park”。 10. 報告書 P.74 第 8 行之「...P20 為聲壓平方」及第 8 行「...空間之均係取全室」等文字語意不明，檢討修正。	1. 已修正。 2. 已修正。 3. 已修正。 4. 已修正。 5. 經本研究現況調查結果發現，PW04 案例為 30 年之集合住宅便器配屬之排水明管，而管路貫穿樓板部位施工不良，且沖水時管路振動產生較高之噪音數值。 6. 本研究為與各國住宅室內噪音基準進行比較，且依國內目前環境音量評估之趨勢，故採 A 加權之噪音量；另 ISO 16032 規範內容說明 $L_{Aeq,nT}$、$L_{Aeq,n}$ 非必要之評估指標，故將計算結果列入附錄內容中。 7. 已修正。 8. 感謝委員建議。 9. 已修正。 10. 已修正。

委員	審查委員意見	廠商回應
劉簡派 工程司旺政	11. 報告書 P.76 第 14 行「…10 m²秒修正」應為誤植，請修正為「…10 m²修正…」。 12. 報告書 P.79 之第 9 行敘述內容為描述微音器間距，或微音器與牆面之間距，請釐清，另全文中有使用微音器與麥克風 2 種不同名詞請統一。 13. 報告書 P.87~P.90 中與研究主題不相關內容請檢討修正。	11. 已修正。 12. 已修正。 13. 感謝委員建議，將參酌意見進行修正。
蕭顧問 江碧	1. 本研究目前之對象為不同之住宅類型，因此題目是否建築冠以「住宅建築」較符合內容。 2. 本研究提及之防治技術與草案建議可以條文化呈現，未來並可邀請業界或專業人員討論後公佈提供業界參考。 3. 我國住宅現況與歐美不同，針對鄰戶產生之噪音防治為主要重點，自家產生之噪音反而可以容忍，研究應納入此現況來考量。 4. 管路加壓會造成噪音，可視水塔高度使頂樓部分不必加壓，就可減少噪音源干擾。。 5. 目前各國住宅噪音基準是否針對給排水及管路噪音，請補充說明。	1. 感謝委員建議。 2. 感謝委員建議。 3. 感謝委員建議，本研究目前完成上下相鄰住戶之集合住宅進行管路噪音量測，而其它相鄰住戶之影響建議列為後續研究之探討。 4. 感謝委員建議。 5. 本研究目前彙整之各國住宅室內噪音基準值，並未明確要求給排水及管路噪音。

委員	審查委員意見	廠商回應
廖組長 慧燕	1. 目前研究內容已經提出管路噪音量測方式與設計準則，後續建議可續進行整合性之研究與探討，以瞭解管路噪音之影響與因子。	1. 感謝委員建議。
主席	1. 關於設計指引部分內容目前提及為現場量測方法，請修正該節標題以符合內容敘述。 2. 噪音量測時間、位置等皆會對結果有所影響，請補充說明現場量測細部資料，以使讀者清楚了解。	1. 遵照指示辦理。 2. 遵照指示辦理，將於報告書內容補充說明量測時間等量測條件。

附錄四 建築給排水設備及管路噪音現場量測標準研訂專家會議

時間：102 年 10 月 25 日 星期五

地點：臺南市大學路 1 號 國立成功大學 建築科技大樓 5 樓

專家會議會議記錄：

黃總經理崑煌

1. 本研究之量測程序為參照 ISO 國際規範進行，是否有考量其它國家的量測方式或相關量測標準。而國內住宅廁所室內積不大，量測時測點是否有過於接近之情況。

陳董事長清乾

1. 一般管路配置分為明管及暗管，明管案例在量測時是否有將天花板卸除再進行量測。
2. 集合住宅案例常因管道間相通，造成管路噪音對上下住戶之影響，對於此現象是否有補充說明。

蔡副教授耀賢

1. 管路噪音同樓板衝擊音，常因住戶責任權屬問題使改善或防治不易。
2. 本研究依 ISO 國際標準進行量測且進行草案之擬訂，提供國內檢測單位實際應用之參考依據。
3. 後續研究如持續探討給排水噪音之議題，建議可依國內現況擬訂相關管制基準，並作為未來設計者或使用者之參考。

江總經理鍵智

1. 給排水設備及管路噪音未來可朝法治化之議題進行，冀望提出相關之管路的設計型態或簡化且具系統化之方式，使建商、空調、水電等相關人員有明確之參考依據。

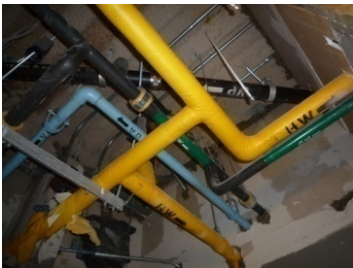
吳總經理泰昌

1. 管路隔音包覆是一般業界改善設計常用之手法，未來可訂定相關基準以提供業界作為改善成效之參考。

執行單位回應：林教授芳銘

1. 感謝各位專家委員寶貴之建議，本研究依國內 ISO 標準 CNS 化之趨勢，以 ISO 量測標準為主，進行國內住宅案例給排水設備及管路噪音現況調查，量測過程皆參照標準之規定進行，而測點依據量測空間之現況平均分佈，以獲得均勻之空間聲壓位準。
2. 管路噪音對於相鄰住戶之影響，本研究目前針對其一集合住宅案例進行逐層量測，已掌握上下樓層相鄰住戶給排水設備及管路噪音衰減之特性。
3. 本研究目前已完成量測標準草案之擬訂，相關管理機制及基準之探討可列於後續研究探討之議題，使國內住宅音環境管理更為完備。

附錄五 住宅給排水設備及管路噪音現況調查量測程序說明

住宅給排水設備及管路噪音現況調查量測程序說明		
		
步驟 1 記錄住宅案例現場條件(集合住宅、透天住宅)		步驟 2 記錄受測空間基本條件
		
步驟 3 確認管路配置及材質(明管、暗管、PVC 管等)		
		
步驟 4 住宅案例現場背景噪音量測	步驟 5 受測空間佈點	步驟 6 量測儀器設定
		
步驟 7 微音器設定	步驟 8 微音器校正	

住宅給排水設備及管路噪音現況調查量測程序說明		
		
步驟 9 給排水設備運作(水龍頭、洗面盆、淋浴間等)		
		
步驟 10 給排水設備配屬管路噪音量測	步驟 11 受測空間背景噪音量測	步驟 12 受測空間迴響時間量測

附錄六 聲學-建築服務設備聲壓量測（草案）

ICS		- 1 -		本研究研擬草案	
中華民國國家標準		聲學-建築物服務設備聲壓量測		總號	
CNS		-工程法		類號	
Acoustics-Measurement of sound pressure level from service equipment in buildings—Engineering method					
1.適用範圍					
本標準規定於擴散聲場條件下，設置於建築物或結構之建築服務設備現場聲壓位準量測，適用範圍包含衛生設備（sanitary installations）、機械通風（mechanical ventilation）、冷暖氣服務設備（heating and cool service equipment）、電梯（lifts）、垃圾導槽（rubbish chutes）、鍋爐（boilers）、風箱（blowers）、泵浦（pumps）、其它附屬服務設備（other auxiliary service equipment）、停車場電捲門（motor driven car part doors），及其它附屬或設置於建築物之建築服務設備。 本標準規定室容積約 300 m³以下之住宅、旅館、學校、辦公室及醫院建築，而不包括一般大型禮堂及音樂廳量測。 服務設備聲壓位準以倍頻帶之 A 加權及 C 加權計算數值為主，其數值取決於指定的時間積分，服務設備運作產生之最大 A 加權及 C 加權之聲壓位準，或持續等量的聲壓位準。 備考 1.量測所獲得之 A 加權及 C 加權聲壓位準各頻率修正值可參考本標準之附錄 A。 2.建築服務設備運作條件及運作週期可參考本標準之附錄 B。					
2.引用標準					
CNS 13331 聲壓校正器					
CNS 9056 聲學－迴響室之吸音量測					
EN 61260 電聲學－倍頻及分數倍頻帶濾波器					
EN 61672-1 電聲學－聲壓位準器－Part1 規格					
EN 61672-2 電聲學－聲壓位準器－Part2 模式評價測試					
3.定義					
3.1 聲壓位準(sound pressure level)					
L_p					
$p^2(t)$ 為聲壓平方對基準聲壓平方之比值，取常用對數再乘以 10； p^2_0 為聲壓平方；測量與特定時間的加權和特定頻率加權可參考 EN 61672-1 規定，單位為 dB，基準聲壓為 20 μPa。					
3.2 平均聲壓位準(average sound pressure level)					
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，空間之均係取全室，惟不受到聲源直接輻射或邊界附近聲場（例如牆、窗、門）之影響。					
公 布 日 期				修 訂 公 布 日 期	
年 月 日				年 月 日	
印行年月年月				(共 13 頁)	

等)顯著之處,以 dB 為單位。

在實際應用,聲壓位準 L_j 通常由量測而得,此情況下 L 由公式(1)求得:

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

式中, L_j 為室內 n 個不同位置之聲壓位準 $L_1 \sim L_n$ 。

- 3.3 倍頻帶 63~8000 Hz A 加權聲壓位準數值計算(A-weighted sound pressure level calculated from octave-band values in the frequency)

L_A

$$L_A = 10 \log \sum_{i=1}^n 10^{(L_i+A_i)/10} \text{ dB} \quad (2)$$

式中, L_i : 量測獲得之倍頻帶聲壓位準,以 dB 為單位。

A_i : 倍頻帶 A 加權修正聲壓位準,以 dB 為單位。

- 3.4 倍頻帶 63~8000 Hz C 加權聲壓位準數值計算(C-weighted sound pressure level calculated from octave-band values in the frequency)

L_C

$$L_C = 10 \log \sum_{i=1}^n 10^{(L_i+C_i)/10} \text{ dB} \quad (3)$$

式中, L_i : 量測獲得之倍頻帶聲壓位準,以 dB 為單位。

C_i : 倍頻帶 C 加權修正聲壓位準,以 dB 為單位。

- 3.5 暴露位準(sound exposure level), L_E :

經公式(4)獲得聲壓暴露位準。

$$L_E = 10 \log \frac{1}{t_0} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p^2(t)}{P_0^2} dt \text{ dB} \quad (4)$$

式中, $p(t)$: 瞬間聲壓,以 Pa 為單位。

t_1-t_2 : 欲量測時間範圍,以秒為單位。

P_0 : 參考基準聲壓,以 μPa 為單位 ($P_0=20 \mu\text{Pa}$)。

t_0 : 為參考基準持續時間,以秒為單位 ($t_0=1 \text{ s}$)。

- 3.6 倍頻帶 31.5 Hz~8000 Hz 服務設備聲壓位準(service equipment sound pressure level in octave-bands in the frequency range 31.5 Hz~8000 Hz):

下列自 3.6.1 至 3.6.9 所規定之倍頻帶數值量測係依照本文件第五章第一節所規定。

- 3.6.1 慢特性"S"之倍頻帶最大聲壓位準(maximum sound pressure level in octave-bands determined with time weighting "S"), $L_{S \max}$ 。

- 3.6.2 慢特性"S"之倍頻帶最大聲壓位準,經參考基準迴響時間 0.5 秒修正之標準化(maximum sound pressure level in octave-bands determined with time weighting "S" and standardized to a reverberation time of 0.5s), $L_{S \max, 0.5T}$ 。計算方式參考 3.8 節之公式(5)

- 3.6.3 慢特性"S"之倍頻帶最大聲壓位準，經參考基準吸音面積 10 m^2 秒修正之正規化(maximum sound pressure level in octave-bands determined with time weighting "S" and normalized to an equivalent sound absorption area of 10m^2)， $L_{S \max, n}$ 。計算方式參考 3.8 節之公式(6)
- 3.6.4 快特性"F"之倍頻帶最大聲壓位準(maximum sound pressure level in octave-bands determined with time weighting "F")， $L_{F \max}$ 。
- 3.6.5 快特性"F"之倍頻帶最大聲壓位準，經參考基準迴響時間 0.5 秒修正之標準化(maximum sound pressure level in octave-bands determined with time weighting "F" and standardized to a reverberation time of 0.5s)， $L_{F \max, nT}$ 。計算方式參考 3.8 節之公式(5)。
- 3.6.6 快特性"F"之倍頻帶最大聲壓位準，經參考基準吸音面積 10 m^2 秒修正之正規化(maximum sound pressure level in octave-bands determined with time weighting "F" and normalized to an equivalent sound absorption area of 10m^2)， $L_{F \max, n}$ 。計算方式參考 3.8 節之公式(6)。
- 3.6.7 倍頻帶聲壓位準(equivalent continuous sound pressure level in octave-bands)， L_{eq} 。
- 3.6.8 倍頻帶聲壓位準，經參考基準迴響時間 0.5 秒修正之標準化(equivalent continuous sound pressure level in octave-bands standardized to a reverberation time of 0.5s)， $L_{eq, nT}$ 。計算方式參考 3.8 節之公式(5)。
- 3.6.9 倍頻帶聲壓位準，經參考基準吸音面積 10 m^2 秒修正之正規化(equivalent continuous sound pressure level in octave-bands normalized to an equivalent sound absorption area of 10m^2)， $L_{eq, n}$ 。計算方式參考 3.8 節之公式(6)。

3.7 迴響時間

T

聲源停止後聲壓位準衰減 60 dB 之時間，以秒為單位。

3.8 標準化及正規化聲壓位準(standardized/normalized sound pressure level)

L_{nT}

為經參考基準迴響時間修正之倍頻帶標準化聲壓位準，以 dB 為單位。如公式(5)； L_n 為經參考基準吸音面積修正之倍頻帶正規化聲壓位準，以 dB 為單位。如公式(6)。

$$L_{nT} = L - 10 \log \frac{T}{T_0} \text{dB} \quad (5)$$

式中， L ： $L_{S \max}$ 、 $L_{F \max}$ 、 L_{eq} 。

T：迴響時間，以秒為單位。

T_0 ：參考基準迴響時間， $T_0=0.5$ 秒。

$$L_n = L - 10 \log \frac{A_0 T}{0.16V} \text{dB} \quad (6)$$

式中， L ： $L_{S \max}$ 、 $L_{F \max}$ 、 L_{eq} 。

T：迴響時間，以秒為單位。

V：室容積，以 m³為單位。

4. 設備

最大聲壓位準量測應使用本文所述之倍頻帶即時分析儀，即時分析儀須讀取包含 A 加權及 C 加權最大聲壓位準所有倍頻帶數值（服務設備運作過程中之測試）。備考：測試儀器系統包含微音器及線組，須符合 EN 61672-1 定義 1 型之規定。濾波器須符合 EN 61260 之相關規定。若設備製造並無其他特別說明，於每次量測前全套量測系統包括微音器，須以符合 EN 60942 準確度 1 級之音壓校正器進行校正。

5. 測試方法

服務設備聲壓位準量測應包含倍頻帶中心頻率 31.5、63、125、250、500、1000、2000、4000、8000 之未權衡聲壓，以 Hz 為單位。時間權衡須包含快（F）及慢（S）特性，並依照規定的設備操作方式進行量測。在指定的量測時段，應保持服務設備穩定且持續等量的聲壓位準，並記錄服務設備運作時產生之聲壓位準線性頻譜。服務設備聲壓位準之評價應以量測時段產生之最大 A 加權及 C 加權聲壓位準為主。倍頻帶聲壓位準數值經背景噪音修正後，若有需要可進行下室迴響時間 0.5 秒修正之標準化或經等價吸音面積 10 m²修正之正規化，最後 A 加權及 C 加權聲壓位準再自頻譜修正項計算。在標準化及正規化聲壓位準未完成之情況下，A 加權及 C 加權之倍頻帶單一數值量也需被計算。單一數值參量係基於倍頻帶數值量測而得（依 3.6.1~3.6.9 定義計算），術語與符號參照表一。報告中須說明機械設備零件的聲音。在量測時段門及窗戶須確保緊閉，且量測人員應於量測空間外。

表一單一數值量

	A 加權數值計算 倍頻帶 63~8000 Hz	C 加權數值計算 倍頻帶 31.5~8000 Hz
最大聲壓位準慢特性 "S"	$L_{AS\ max}$ $L_{AS\ max, nT}$ $L_{AS\ max, n}$	$L_{CS\ max}$ $L_{CS\ max, nT}$ $L_{CS\ max, n}$
最大聲壓位準快特性 "F"	$L_{AF\ max}$ $L_{AF\ max, nT}$ $L_{AF\ max, n}$	$L_{CF\ max}$ $L_{CF\ max, nT}$ $L_{CF\ max, n}$
聲壓位準	L_{Aeq} $L_{Aeq, nT}$ $L_{Aeq, n}$	L_{Ceq} $L_{Ceq, nT}$ $L_{Ceq, n}$

6. 測試程序

6.1 一般規定

服務設備聲壓位準取決於在指定的操作條件及運作週期。運作條件及運作週期參照規定。在不違反國家規定及法規的情況下方可使用。

聲壓位準之量測採三個微音器位置，一個微音器位置須安排於房間角落，兩個微音器位置須安排於反射聲場。

6.2 微音器角落量測位置選擇方式

在角落微音器測試位置選定時（no.1），須先勘查下室 C 加權聲壓位準最

高之位置，測試須包含時間權衡快（F）或慢（S）特性，或持續等量的聲壓位準。用於角落測點選擇之量測次數和正式量測相同，但不須作任何修正，量測時依照所選之服務設備運作條件及周期。微音器角落測試位置選定時應符合下列規定：

微音器角落測試位置與室邊界之距離 0.5 m 以上；

微音器角落測試高度與樓地板之距離 0.5 m 以上，如角落測試位置因家具等障礙物，微音器高度與樓地板之距離須增加至 1.0 m 或 1.5 m 以上，且所有微音器角落測試高度須相同，若有需要可將不影響聲場之突出物移開；

微音器角落測試位置與障礙物之距離 0.2 m 以上，不可選擇受其他聲源直接音影響之角落位置，如通風口。

6.3 微音器反射聲場量測位置選擇方式

於反射聲場下室中選擇兩個測試位置。

任一微音器位置與微音器角落測試位置之最小距離為 1.5 m。

任一微音器位置與聲源之最小距離為 1.5 m。

任一微音器位置與室表面之最小間隔距離為 0.75 m；在小的空間中若無法符合規定，最小間隔距離為 0.5 m。

任一微音器位置高度與樓板之距離為 0.5 m，且不超過 1.5 m。

6.4 各微音器量測次數

6.4.1 連續穩態聲壓位準量測

於角落位置先在標準運作程序下先進行連續兩次 A 權衡持續等量聲壓位準量測，如果兩次之值差異在 1 dB 以內，每一測點量測一次即足夠，若超過則每一測點量測次數需與超過 dB 值相同，如超過 3dB 則測 3 次。

6.4.2 最大聲壓位準量測

量測須使用 A 加權之最大聲壓位準，每一測點量測次數之決定須參照第 4 項相關規定，若噪音屬於短暫，得使用聲壓曝露位準 L_{AE} 取代最大聲壓位準來決定每一測點量測次數。

6.5 平均聲壓位準

量測聲壓位準時，設備運作條件及運作週期可參照附錄 B，在量測無權衡之倍頻帶位準時，每一微音器的量測次數須參照第 6 項第 4 條相關規定，再計算平均位準並取小數點 1 位。

6.6 背景噪音修正

先進行倍頻帶背景噪音測定，再進行服務設備倍頻帶聲壓位準修正。

6.7 倍頻帶標準化及正規化結果

倍頻帶背景噪音修正結果可依據空間吸音特性計算獲得標準化及正規化聲壓位準，迴響時間量測參照第 7 項。標準化參照第三項第 8 條公式 5 計算獲得。正規化參照第 3 項第 8 條公式 6 計算獲得。由於測定 31.5 Hz 之迴響時間常有許多問題，因此正規化及標準化聲壓位準不須包括此頻帶。C

加權聲壓位準之 31.5 Hz 值須於報告中標註。在進行迴響時間量測時，背景噪音常會影響 8000 Hz 之數值，若服務設備量測之聲壓位準於 8000 Hz 值低於頻譜最高聲壓位準 15 dB 以上，則標準化及正規劃聲壓位準不可標示至 8000 Hz。

6.8A 加權及 C 加權數值計算

依第 3 節第 3 項規定測得之倍頻帶 63~8000 Hz A 加權聲壓位準及倍頻帶 31.5~8000 Hz C 加權聲壓位準，應依第 6 項第 6 條或第 6 項第 7 條規定得知結果，並取至整數位。

6.9 室內其他聲源(另外量測)

空間其它干擾聲源（如通氣或出排水口）可能埋設於牆內或設置於天花板內，對於此類聲源須額外增加一測點，如此類噪音聲源埋設於牆內，須離噪聲源 1 m 處，且離樓板高度 1.5 m 以上之位置進行量測，如設置於天花板內須於噪聲源正下方，且離樓板高度 1.5 m 以上之位置進行量測，其結果不須計算正規化及標準化，並於報告中個別描述（空間其它現場聲源量測之微音器位置，不納入服務設備量測時規定之微音器位置）。

7. 迴響時間量測

參照 ISO 3382 相關規定，測定空間倍頻帶 63~8000 Hz 之迴響時間。

8. 背景噪音修正

背景噪音測定須於服務設備聲壓位準測定前或後進行，並測定服務設備持續運轉約 30 秒以上之倍頻帶背景噪音。位置設定須與服務設備測定之位置相同，其背景噪音測定為三點測定位置之能量平均。背景噪音位準若低於服務設備聲壓位準 10 dB 以上，不須修正。背景噪音位準低於服務設備聲壓位準 4 dB 至 10 dB，其量測獲得之聲壓位準則依公式（7）（8）（9）計算位準之修正。背景噪音位準不得低於服務設備聲壓位準 2.2 dB。背景噪音修正須於結果報告中敘述。

$$L = L_1 - K \text{ dB} \quad (7)$$

$$K = -10 \log(1 - 10^{-0.1 \times \Delta L}) \text{ dB} \quad (8)$$

$$\Delta L = L_1 - L_2 \text{ dB} \quad (9)$$

式中， L ：經背景噪音修正之聲源聲壓位準，單位 dB。

L_1 ：量測聲源與背景噪音合成聲壓位準，單位 dB。

L_2 ：背景噪音位準，單位 dB。

K ：倍頻帶修正數值，單位 dB。

9. 精確度

表二為量測重複性之標準誤差評估，若量測時聲源為固定則單一測點量測時每誤差值需符合表，若超過則會增加量測不確定性，特別是最大聲壓位準。

表二重複性之標準誤差評估

倍頻帶中心頻率 (Hz)	重複性之標準誤差 (dB)
31.5	1.5
63	1.5
125	1.5
250	1.5
500	1.2
1000 至 8000	1.0
A 加權	0.8 ^a
C 加權	1.1 ^a

^a量測時應確保欲量測之設備噪音 100 至 8000 之頻率範圍大於其它設備及背景噪音至少 10 分貝以上。

10. 測試報告

其量測結果報告書須包含下列資料：

- (a) 實驗室名稱及地址。
- (b) 申請測試者之名稱及地址。
- (c) 測試日期。
- (d) 引用之標準。
- (e) 服務設備聲壓位準量測位置說明。
- (f) 建築相關構造說明。
- (g) 設備測試說明。
- (h) 運作條件及運作週期說明。
- (i) 用水設備。

基準規定包含停止閥(水龍頭)的位置；用水設備及運作條件相關標示。非必要規定包含流量壓力（冷水及熱水系統）；貯水槽流量及裝滿時間；閥門或設備製造及製造地；符合 EN ISO 3822 閥門或設備類型聲音等級及流量率；測試時間流量率及靜壓力及流動壓力；貯水槽貯滿時間及容積。

- (j) 微音器位置。
- (k) 持續時間 L_{pmax} 。
- (l) 設備 A 加權及 C 加權音壓位準值。
- (m) 倍頻帶迴響時間測定。
- (n) 倍頻帶背景噪音測定。
- (o) 測試設備實驗室認證。
- (p) 測試方法誤差。
- (q) 相關標準若有變動須記錄。

附錄 A

(規定)

A 加權及 C 加權噪音修正值

表 A.1 A 加權及 C 加權噪音修正值

	31.5 (Hz)	63 (Hz)	125 (Hz)	250 (Hz)	500 (Hz)	1000 (Hz)	2000 (Hz)	4000 (Hz)	8000 (Hz)
A(dB)	-	-26.2	-16.1	-8.6	-3.2	0	1.2	1	-1.1
C(dB)	-3.0	-0.8	-0.2	0	0	0	-0.2	-0.8	-3.0

附錄 B

(參考)

進行最大聲壓位準及聲壓位準量測時設備操作條件及操作過程

B.1 一般原則

B.1.1 一般

以下所述之操作條件及操作過程係針對一般之建築服務設備，在使用時不可違反國家要求及法規，而若服務設備項目並未列於下方也可依照本文所述之原則進行量測，且需將所選用之設備操作條件及操作過程加以描述。

B.1.2 最大聲壓位準(L_{max})

附錄中 L_{max} 個別數量參照表 A.1，最大聲壓位準量測時之基本原則為服務設備於量測時無論是自動或是手動操作均需在實際使用範圍內。對於服務設備若是噪音量固定則其最大聲壓位準取決於 30 秒左右之量測時間，若是服務設備噪音會變化則其最大聲壓位準取決於標準操作方式，例如在水龍頭從開啓至關閉期間。

B.1.3 聲壓位準(L_{eq})

附錄中 L_{eq} 個別數量參照表 A.1，聲壓位準量測時之基本原則為服務設備於量測時之時間需符合標準操作過程。對於量測水龍頭之聲壓位準時龍頭閥需固定在產生最高聲壓位準之位置。

B.2 用水設施

B.2.1 一般操作條件

量測水龍頭噪音時，一般需將洗面盆或浴缸的水排除。

量測時需確認所有功能均符合一般操作(如壓力、流速等)且水栓需完全打開，若沒有則需記錄其位置，而水壓及水流速之量測與記錄是非必要的。

一般衛生設備聲壓位準不會在設備安裝空間進行量測，而會專門在相鄰空間進行量測(如鄰房)。

L_{max} ：

最大聲壓位準量測時每一微音器位置是取決於規範之設備操作條件及操作過程，此部分規定於 B.2.2 至 B.2.6

L_{eq} ：

關於水龍頭量測時水閥需固定在產生最高聲壓位準之位置(詳 B.2.2 聲壓位準操作過程)。

B.2.2 水龍頭

a. 操作條件

L_{max} 與 L_{eq} ：

若水龍頭出水口為可移動，則出水口位置水槽中間(其他操作條件詳 B.2.1)

b. 操作過程

L_{max} ：

單入口水龍頭：將水龍頭水閥完全打開，等待數秒後再關閉。

混和閥相似冷熱獨立開關水龍頭：先將熱水閥開到最大，再將冷水閥並開到最大，

維持數秒後先關熱水閥再關冷水閥。

混合閥雙功能流體及溫度開關水龍頭：將控制閥完全打開至平均溫度後，先將溫度降至最低，再將溫度開至最高，待最高溫度達到後再將控制閥關掉。

混合閥獨立流體及溫度開關水龍頭：將水流控制閥完全打開至平均溫度後，先將溫度降至最低，再將溫度開至最高，待最高溫度達到後再將控制閥關掉。

溫度調節混合閥水龍頭：將水閥完全打開至平均溫度，先將溫度降至最低，再將溫度開至最高，最後再將水閥關掉。

L_{eq} ：

量測時間約為 30 秒

單入口水龍頭：量測時將水龍頭水閥轉至產生噪音量最大位置並固定。

混和閥相似冷熱獨立開關水龍頭：量測時將冷水及熱水龍頭水閥均開至產生噪音量最大位置並固定。

混合閥雙功能流體及溫度開關水龍頭：量測時將水龍頭水閥於平均溫度下轉至產生噪音量最大位置並固定，再將水閥調至熱水位置及冷水位置，上述每一階段均量測其 L_{eq} ，並取最高噪音值三階段作為結果。

混合閥獨立流體及溫度開關水龍頭與溫度調節混合閥水龍頭：量測時將水龍頭水閥於平均溫度下轉至產生噪音量最大位置並固定，再將水閥調至熱水位置及冷水位置，上述每一階段均量測其 L_{eq} ，並取最高噪音值三階段作為結果。

B.2.3 淋浴間

a. 操作條件

L_{max} 與 L_{eq} ：

量測時淋浴間蓮蓬頭需放置在牆上固定於距地面最高位置並面朝地板。

b. 操作過程

L_{max} 與 L_{eq} ：

量測時若區別水撞擊地面產生之噪音與蓮蓬頭產生之噪音是必須的，水在排放時需無聲。

B.2.4 浴缸(給水)

a. 操作條件

L_{max} 與 L_{eq} ：

如果水龍頭分別有注滿澡盆用及蓮蓬頭，兩個功能使用時均需量測，若蓮蓬頭在牆上沒固定位置擺放則將蓮蓬頭放置在距離澡盆底部高 1.5m 處，量測時浴缸需同時排水。(更多操作條件請詳 B.2.1)

b. 操作過程

L_{max} 與 L_{eq} ：

量測係依據 B.2.2 執行，若浴缸與淋浴間連結在一起請詳 B.2.3。

量測時若區別水撞擊浴缸底面產生之噪音與蓮蓬頭產生之噪音是必須的，水在排放時需無聲。

B.2.5 浴缸與洗面盆(注水及排水)

a. 操作條件

$L_{\max}$ 與 L_{eq} :

如果浴缸與洗面盆注水噪音及排水噪音需分開量測，注水噪音量測時將水槽排水孔塞住，注水至水槽半滿並量測噪音，注水時熱水及冷水頭均開至最大。(操作條件請詳 B.2.1)排水噪音量測時將水槽塞放掉量測放水噪音。

b.操作過程

$L_{\max}$:

量測注水及排水期間之噪音。

L_{eq} :

量測時間等同於注水及排水期間。

B.2.6 便器

a.操作條件

$L_{\max}$ 與 L_{eq} :

由於便器噪音是由沖水及水箱回水噪音所組成，水閥及水箱需操作至結束，量測水箱噪音時自沖水閥全開量至全關。(更多操作條件請詳 B.2.1)

b.操作過程

$L_{\max}$:

量測沖水至回水完成之噪音。

註 1：便器沖水產生之最大聲壓位準可藉由便器水箱若直接用水桶注滿 7 公升水時間不超過 3 秒來判定。

L_{eq} :

量測時間等同於注水及排水期間。

註 2：便器之聲壓位準應補充 B.2.6 規定之 A 加權最大聲壓位準。

B.3 機械通風

a.操作條件

$L_{\max}$ 與 L_{eq} :

住宅通風設備一般是由居室通風、浴廁通風及廚房排風所組成，若為手動操作系統則應調整至產生最大噪音位置，一般為最高速度或通風口全開，而在量測前需確認系統風量已調整正確。

註 1：在建築法規中可能陳述住宅之手動操作通風系統在量測時應使用比最大噪音低之設定。

註 2：廚房排風機若與整體建物之通風系統相連則會在風口完全關閉下產生相當大之噪音，於此操作條件下量測廚房排風噪音是適當的。

b.操作過程

$L_{\max}$:

若連續操作，則量測時間約 30 秒。

L_{eq} :

整體時間約 30 秒。

B.4 加熱及冷卻服務設備

a.操作條件

$L_{\max}$ 與 L_{eq} :

單獨加熱系統量測時應在鍋爐負載滿載，循環泵浦、風扇及燃料泵浦均在一般最大水量及最大風量。冷卻系統應設定在產生最大噪音之位置。

b. 操作過程

 $L_{\max}$:

對於加熱系統，自冷卻條件下啟動，在滿載下操作，將每一設施(加熱單元閥件於氣流裝置調節閥)開啓再慢慢關閉至止。冷卻系統量測時間應為約 30 秒。

 L_{eq} :

整體時間約 30 秒。

註：加熱系統聲壓位準應與 A 加權最大聲壓位準同步量測，量測時每一設施(加熱單元閥件於氣流裝置調節閥)應依 B.4 操作。

 $L_{\max}$ 與 L_{eq} :

量測散熱器噪音時應在恆溫下調至房間最高溫度且水流需穩定，然後再尋找恆溫條件下產生之最大穩態噪音。

B.5 電梯

a. 操作條件

 $L_{\max}$ 與 L_{eq} :

量測時電梯內應承載 1~2 人，量測時電梯內人數及重量應載明。

b. 操作過程

 $L_{\max}$ 與 L_{eq} :

電梯自可至之最低樓層啟動，每一樓層均停且電梯門需開闔，當電梯達可至之最高樓層後，再直接下降至最低樓層且電梯門開闔 1 次。

B.6 垃圾導管

a. 操作條件。

導管表面須無廢棄物。

b. 操作過程。

 $L_{\max}$:

從最高層同時傳送兩個物件。物件為兩端開放的管狀物、長 0.1m、材質為不加增塑劑之聚乙烯氧化物或類似特性材料。外直徑須為 50mm、管壁厚度為 3mm、質量為每公尺重 0.7 kg。垃圾導管噪音為最大聲壓位準所決定。

B.7 蒸汽機、風機、泵浦與其他附屬服務設備

a. 操作條件

於一般(負載)條件下持續操作。

b. 操作過程

 $L_{\max}$ 與 L_{eq} :

若為手動操作，操作過程應包含啟動-運行-停止。

若為自動操作，操作過程應為完整循環，包含啟動-運行-停止。

聲壓位準整體量測時間應符合持續操作過程。

B.8 停車場電動門

a. 操作條件

$L_{\max}$ 與 L_{eq} ：

停車場門應在一般操作模式。

b. 操作過程

$L_{\max}$ ：

將門打開及關閉。

L_{eq} ：

整體時間需包含門開啓及關閉之循環。

B.9 其他建築服務設備

a. 操作條件

對於本篇未提之其他建築服務設備，量測時操作條件依一般使用方式。

b. 操作過程

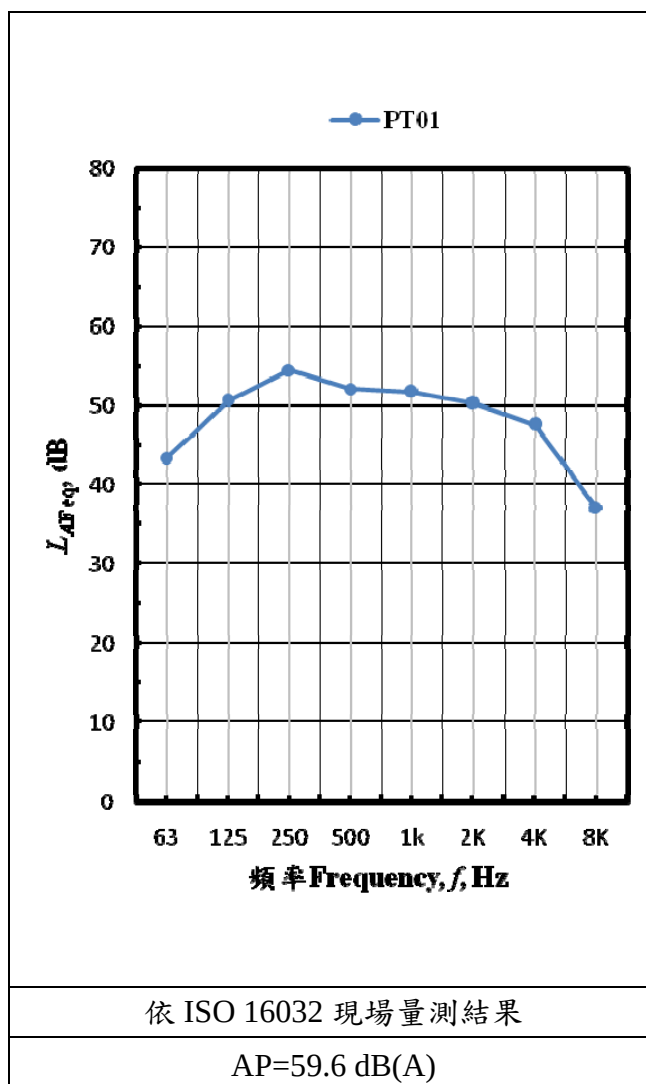
對於本篇未提之其他建築服務設備，量測時操作過程依一般使用方式。

聲壓位準整體量測時間應符合操作過程期間。

附錄七 住宅案例給排水設備及管路噪音量測結果

案例編號	PT01	
設備描述	為 3F 廁所內洗面盆水龍頭給水 30 秒之噪音，給水管路為暗管。	
測試位置	設備所在空間 3F 房間內	
測試日期	2013/5/07~5/08	

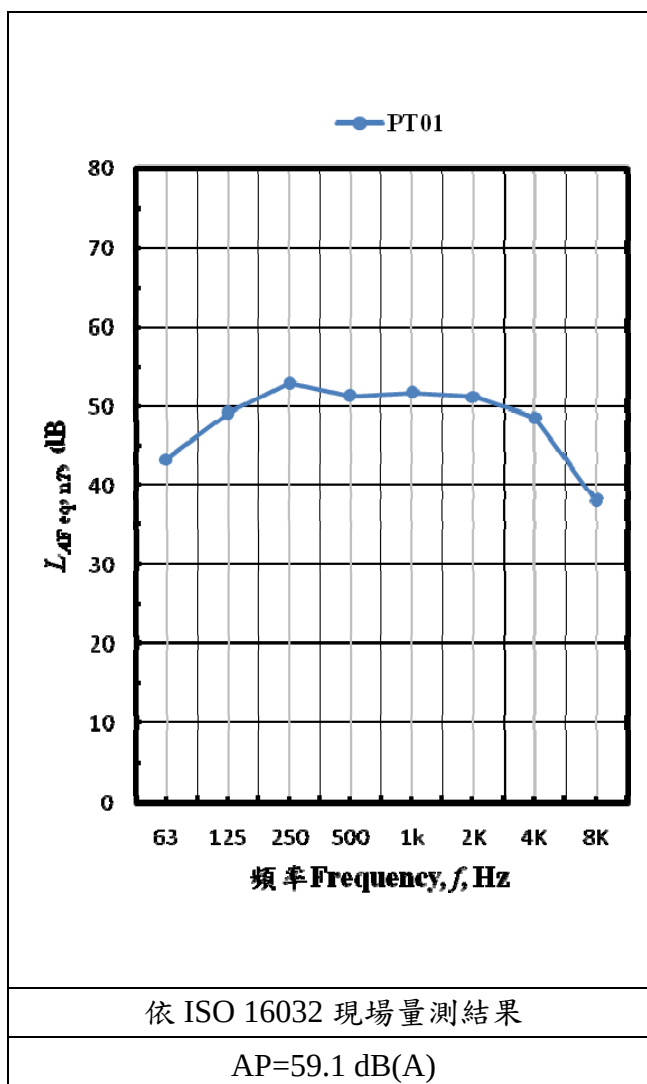
頻率 (Hz)	L_{Aeq} (1/1 oct.) dB
63	43.3
125	50.6
250	54.5
500	52.2
1000	51.8
2000	50.3
4000	47.7
8000	37.1



--	--	--	--

案例編號	PT01	
設備描述	為 3F 廁所內洗面盆水龍頭給水 30 秒之噪音，給水管路為暗管。	
測試位置	設備所在空間 3F 房間內	
測試日期	2013/5/07~5/08	

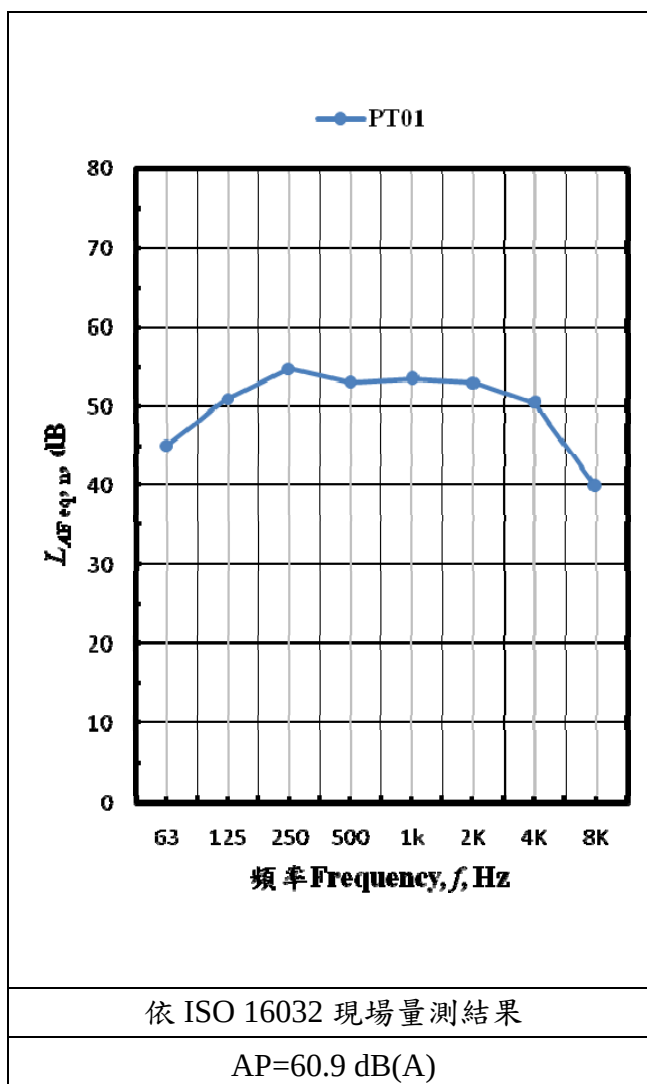
頻率 (Hz)	$L_{Aeq, nT}$ (1/1 oct.) dB
63	43.3
125	49.2
250	53.0
500	51.4
1000	51.8
2000	51.3
4000	48.7
8000	38.1



--	--	--	--

案例編號	PT01	
設備描述	為 3F 廁所內洗面盆水龍頭給水 30 秒之噪音，給水管路為暗管。	
測試位置	設備所在空間 3F 房間內	
測試日期	2013/5/07~5/08	

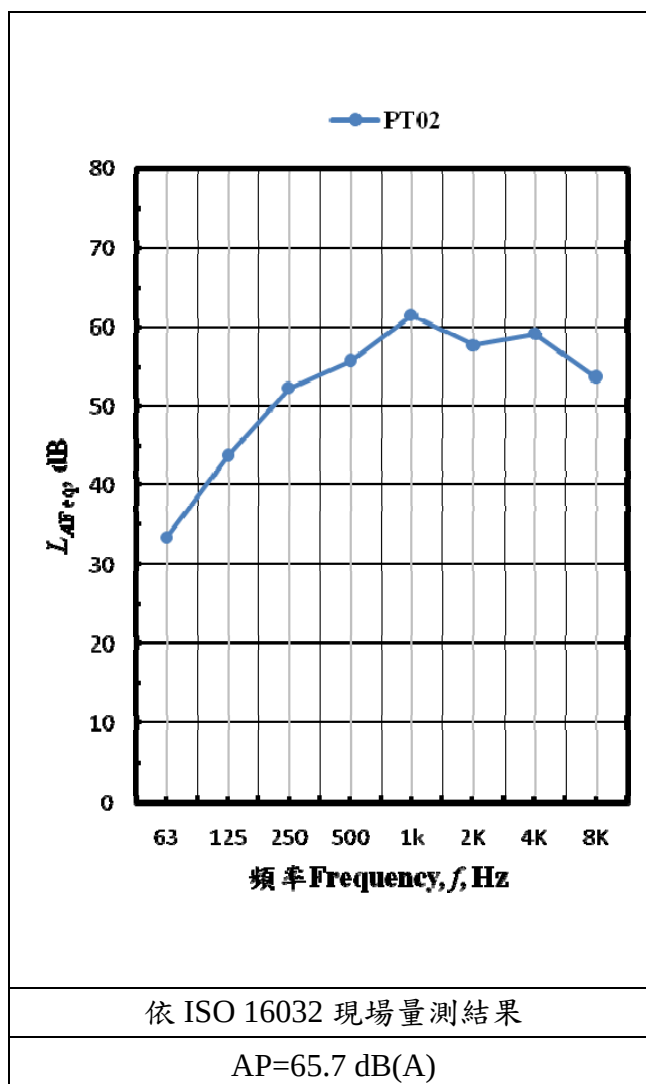
頻率 (Hz)	$L_{Aeq, n}$ (1/1 oct.) dB
63	45.1
125	51.0
250	54.8
500	53.2
1000	53.6
2000	53.1
4000	50.5
8000	39.9



--	--	--	--

案例編號	PT02	
設備描述	為 8F 廁所內洗面盆水龍頭給水 30 秒之噪音，給水管路為暗管。	
測試位置	設備所在空間 8F 房間內	
測試日期	2013/6/04~6/05	

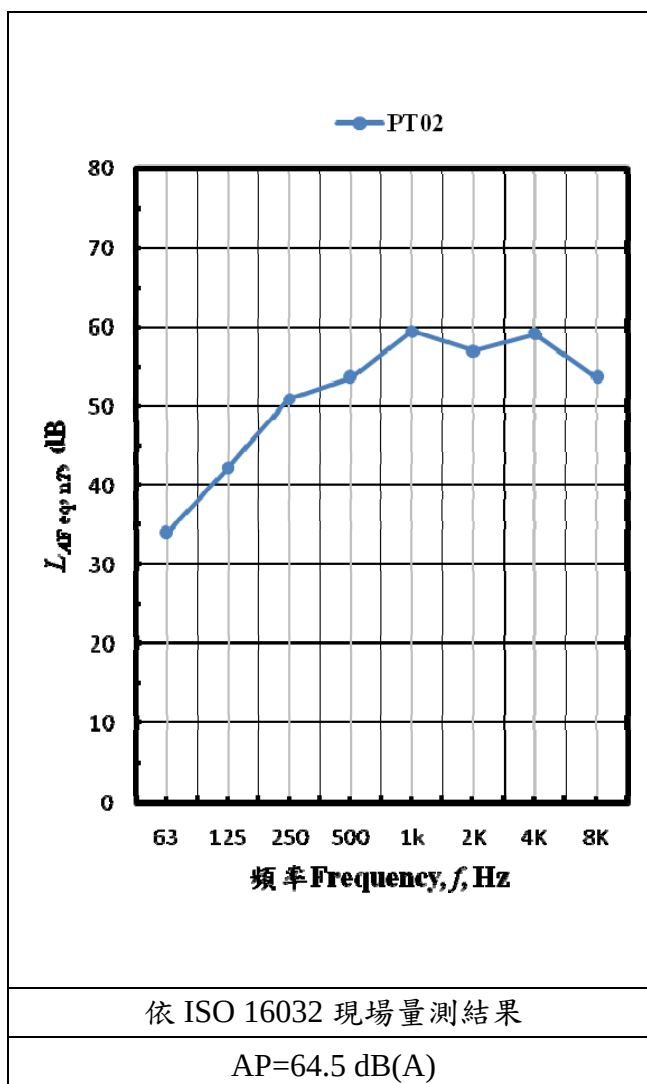
頻率 (Hz)	L_{Aeq} (1/1 oct.) dB
63	33.5
125	43.7
250	52.4
500	55.8
1000	61.5
2000	57.8
4000	59.2
8000	53.7



--	--	--	--

案例編號	PT02	
設備描述	為 8F 廁所內洗面盆水龍頭給水 30 秒之噪音，給水管路為暗管。	
測試位置	設備所在空間 8F 房間內	
測試日期	2013/6/04~6/05	

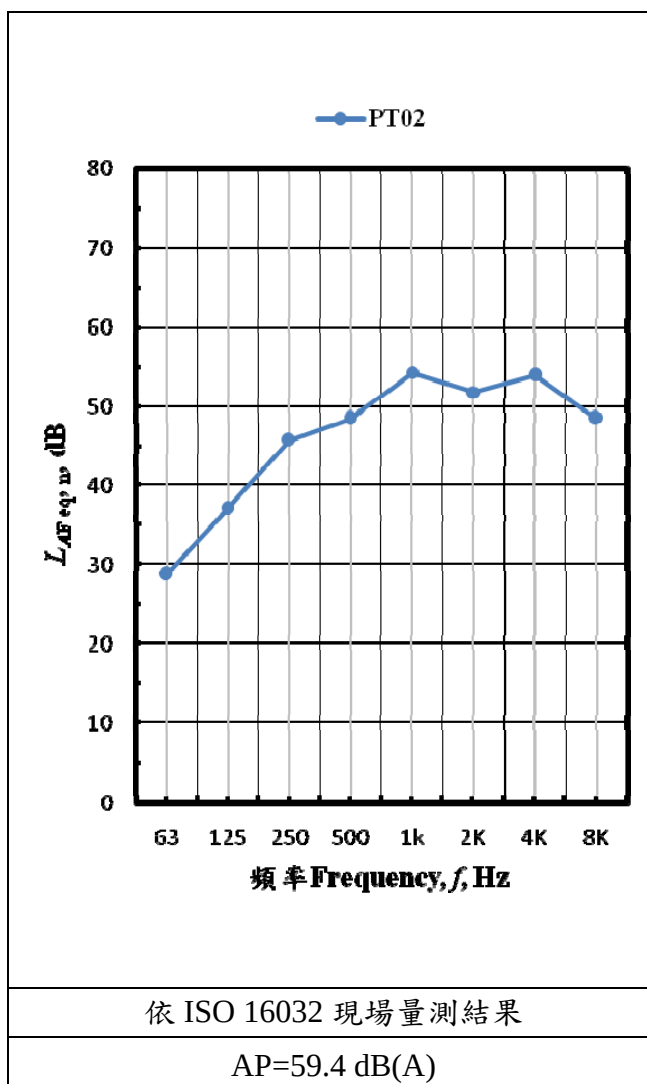
頻率 (Hz)	$L_{Aeq, nT}$ (1/1 oct.) dB
63	34.0
125	42.3
250	51.0
500	53.7
1000	59.5
2000	57.0
4000	59.2
8000	53.7



--	--	--	--

案例編號	PT02	
設備描述	為 8F 廁所內洗面盆水龍頭給水 30 秒之噪音，給水管路為暗管。	
測試位置	設備所在空間 8F 房間內	
測試日期	2013/6/04~6/05	

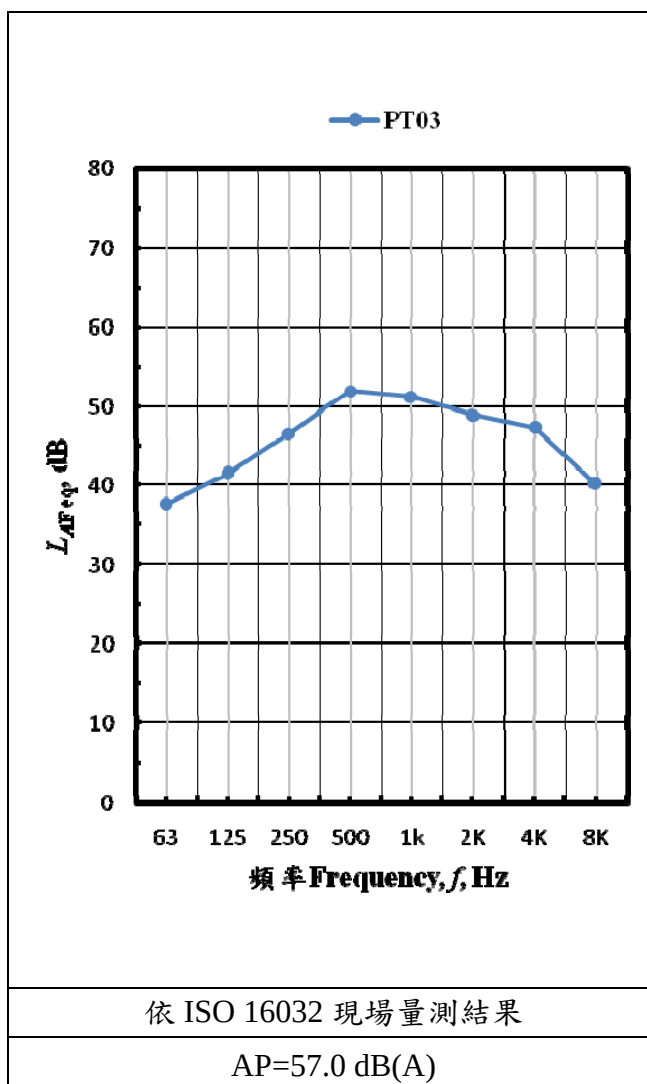
頻率 (Hz)	$L_{Aeq, n}$ (1/1 oct.) dB
63	28.8
125	37.1
250	45.8
500	48.6
1000	54.3
2000	51.8
4000	54.0
8000	48.5



--	--	--	--

案例編號	PT03	
設備描述	為 7F 廁所內洗面盆水龍頭給水 30 秒之噪音，給水管路為暗管。	
測試位置	設備所在空間 7F 房間內	
測試日期	2013/6/04~6/05	

頻率 (Hz)	L_{Aeq} (1/1 oct.) dB
63	37.7
125	41.5
250	46.6
500	52.0
1000	51.3
2000	48.9
4000	47.4
8000	40.2

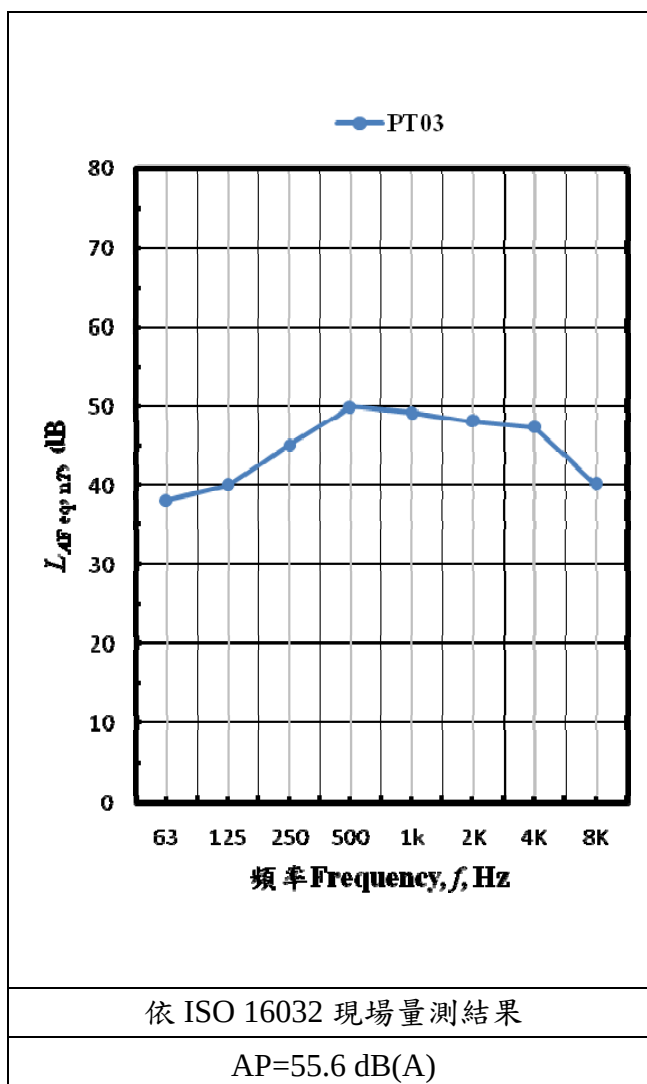


--	--

--	--

案例編號	PT03	
設備描述	為 7F 廁所內洗面盆水龍頭給水 30 秒之噪音，給水管路為暗管。	
測試位置	設備所在空間 7F 房間內	
測試日期	2013/6/04~6/05	

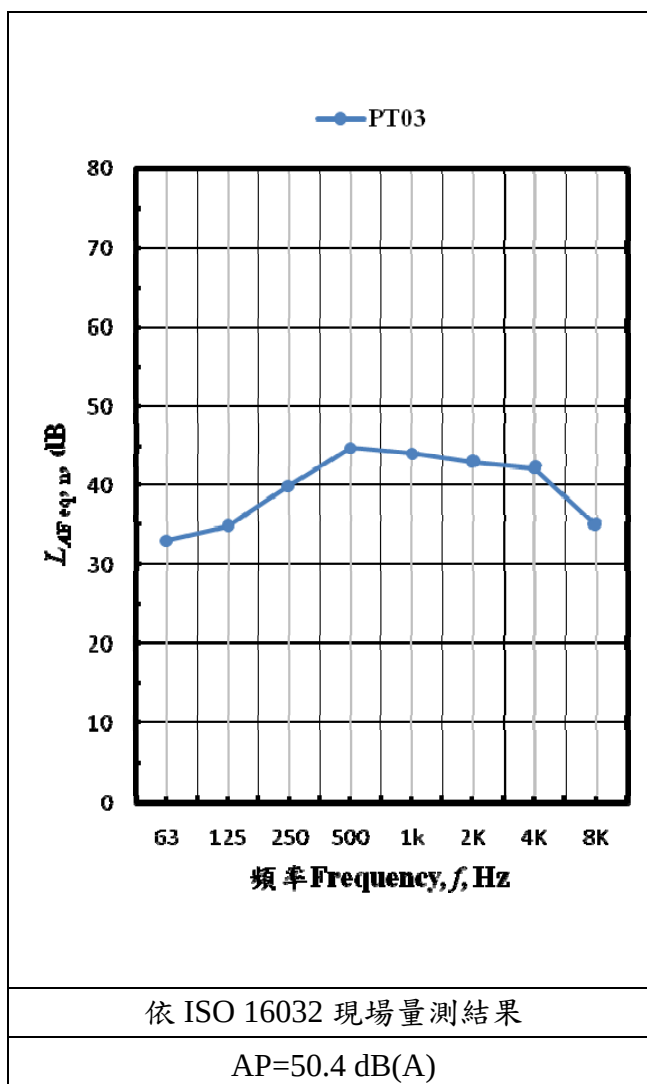
頻率 (Hz)	$L_{Aeq, nT}$ (1/1 oct.) dB
63	38.2
125	40.0
250	45.1
500	50.0
1000	49.2
2000	48.1
4000	47.4
8000	40.2



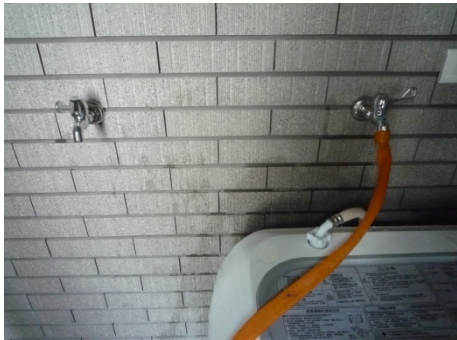
--	--	--	--

案例編號	PT03	
設備描述	為 7F 廁所內洗面盆水龍頭給水 30 秒之噪音，給水管路為暗管。	
測試位置	設備所在空間 7F 房間內	
測試日期	2013/6/04~6/05	

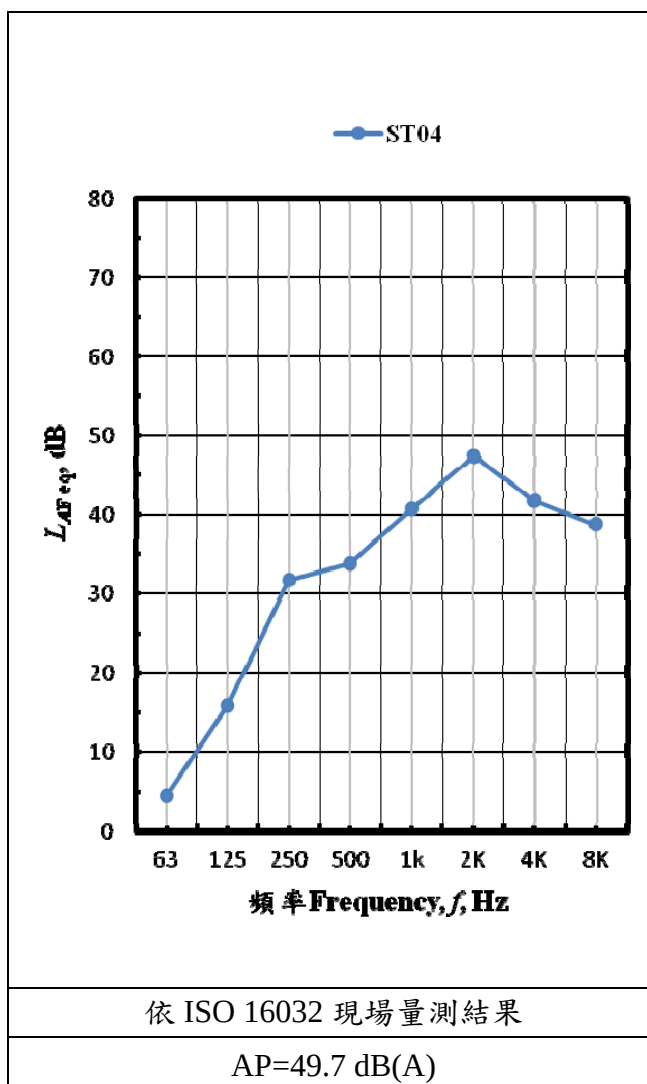
頻率 (Hz)	$L_{Aeq, n}$ (1/1 oct.) dB
63	33.0
125	34.9
250	40.0
500	44.8
1000	44.1
2000	42.9
4000	42.2
8000	35.0



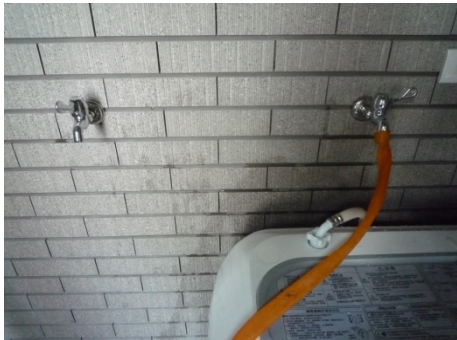
--	--	--	--

案例編號	ST04	
設備描述	2F 陽台水龍頭給水 30 秒噪音，給水管 路為不銹鋼明管並 安裝水錘吸收器。	
測試位置	設備所在空間 2F 相 鄰房間內	
測試日期	2013/8/08~8/10	

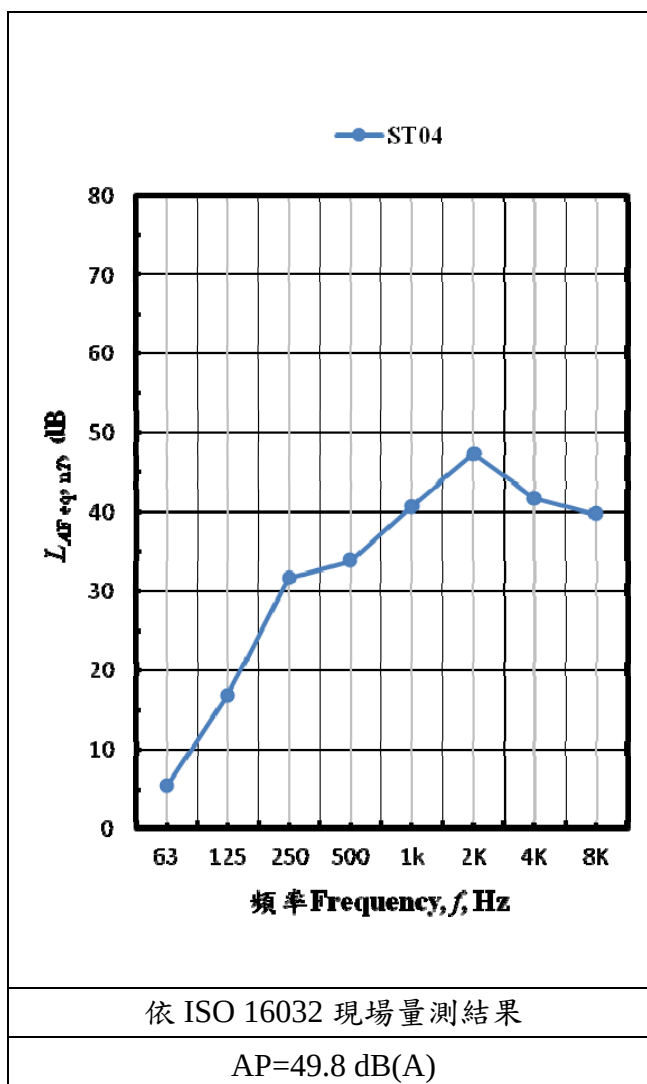
頻率 (Hz)	L_{Aeq} (1/1 oct.) dB
63	4.5
125	15.9
250	31.8
500	33.9
1000	40.7
2000	47.4
4000	41.7
8000	38.8



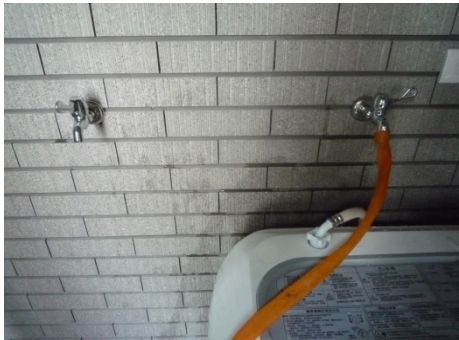
--	--	--	--

案例編號	ST04	
設備描述	2F 陽台水龍頭給水 30 秒噪音，給水管 路為不銹鋼明管並 安裝水錘吸收器。	
測試位置	設備所在空間 2F 相 鄰房間內	
測試日期	2013/8/08~8/10	

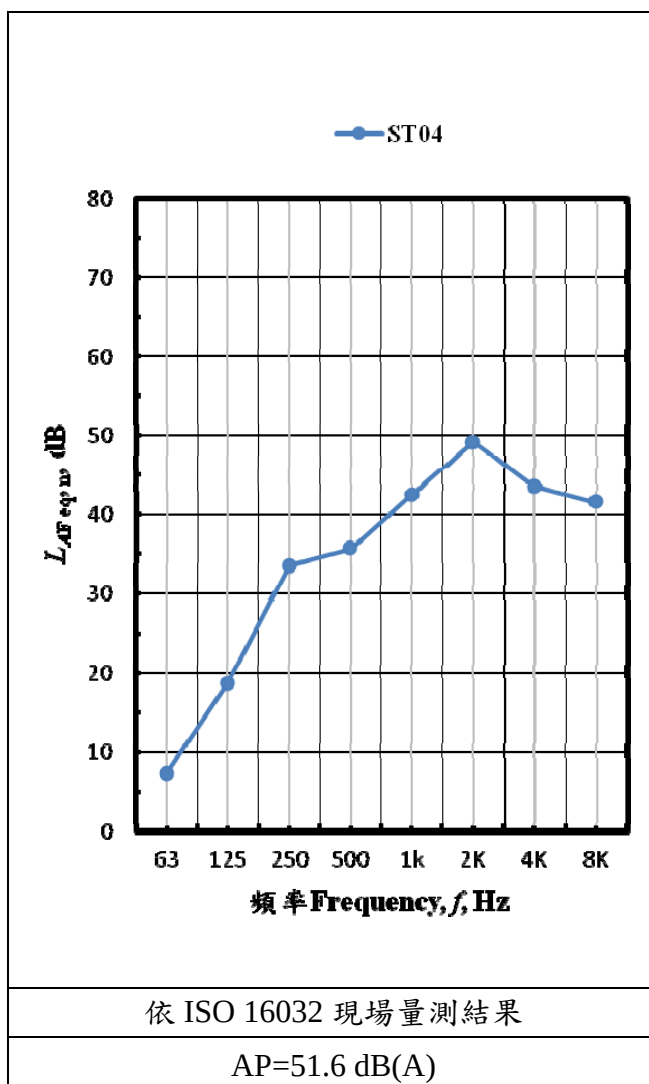
頻率 (Hz)	$L_{Aeq, nT}$ (1/1 oct.) dB
63	5.5
125	16.8
250	31.8
500	33.9
1000	40.7
2000	47.4
4000	41.7
8000	39.7



--	--	--	--

案例編號	ST04	
設備描述	2F 陽台水龍頭給水 30 秒噪音，給水管路為不銹鋼明管並安裝水錘吸收器。	
測試位置	設備所在空間 2F 相鄰房間內	
測試日期	2013/8/08~8/10	

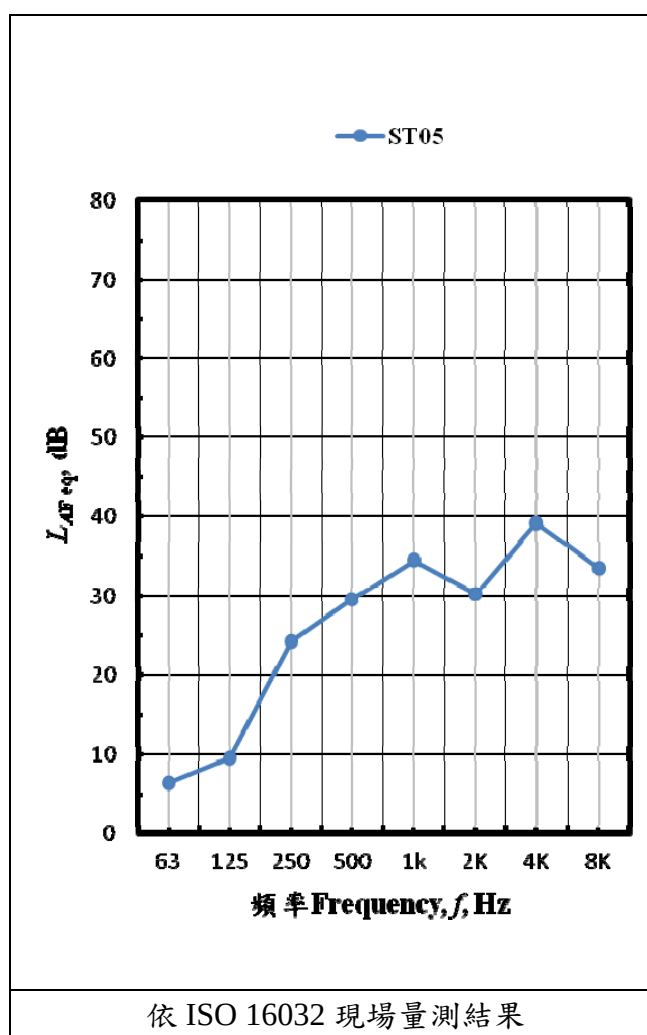
頻率 (Hz)	$L_{Aeq, n}$ (1/1 oct.) dB
63	7.3
125	18.6
250	33.6
500	35.7
1000	42.5
2000	49.2
4000	43.5
8000	41.5



--	--	--	--

案例編號	ST05	
設備描述	2F 陽台水龍頭給水 30 秒噪音，給水管路為不銹鋼明管並安裝水錘吸收器。	
測試位置	設備所在空間 2F 相鄰房間內	
測試日期	2013/8/08~8/10	

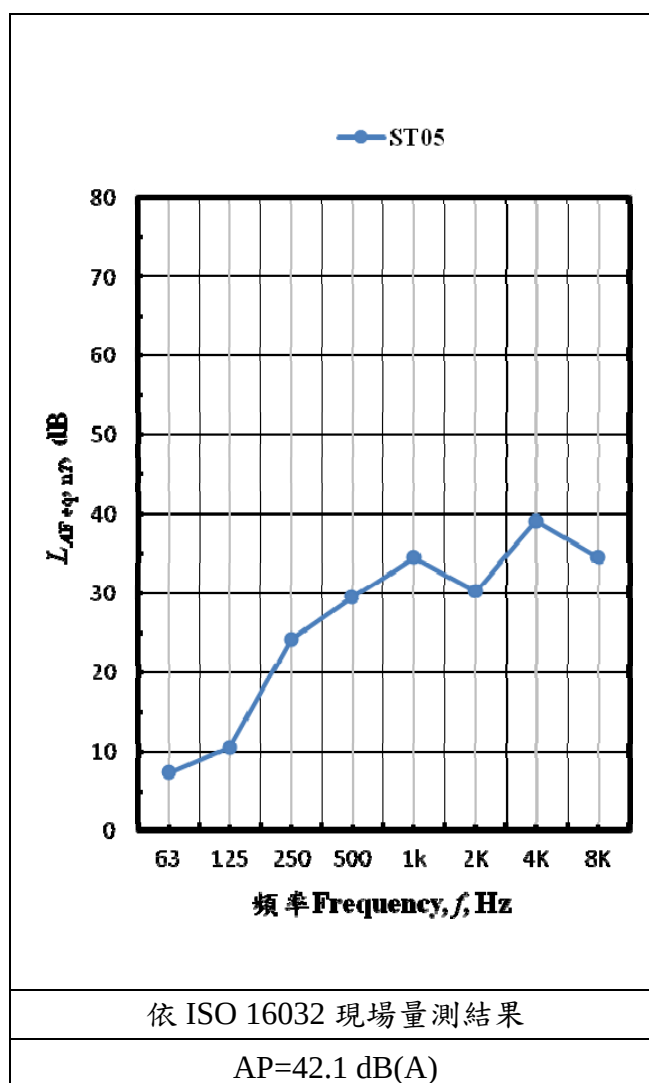
頻率 (Hz)	L_{Aeq} (1/1 oct.) dB
63	6.4
125	9.5
250	24.3
500	29.5
1000	34.5
2000	30.3
4000	39.1
8000	33.6



		AP=41.9 dB(A)	

案例編號	PT05	
設備描述	2F 陽台水龍頭給水 30 秒噪音，給水管 路為不銹鋼明管並 安裝水錘吸收器。	
測試位置	設備所在空間 2F 相 鄰房間內	
測試日期	2013/8/08~8/10	

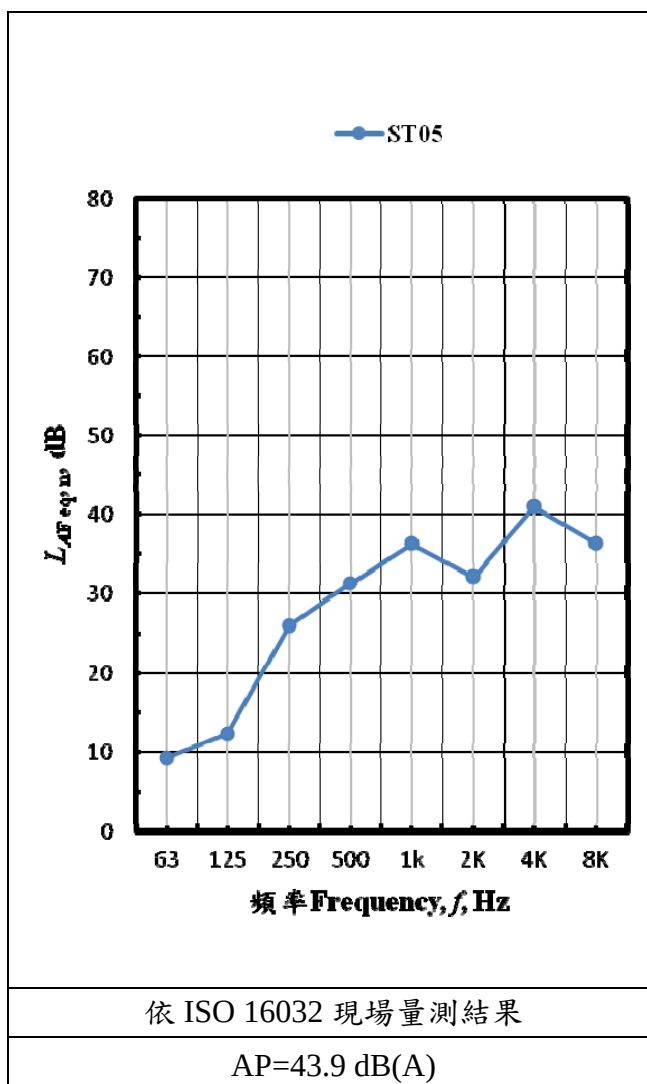
頻率 (Hz)	$L_{Aeq, nT}$ (1/1 oct.) dB
63	7.4
125	10.5
250	24.3
500	29.5
1000	34.5
2000	30.3
4000	39.1
8000	34.5



--	--	--	--

案例編號	ST05	
設備描述	2F 陽台水龍頭給水 30 秒噪音，給水管路為不銹鋼明管並安裝水錘吸收器。	
測試位置	設備所在空間 2F 相鄰房間內	
測試日期	2013/8/08~8/10	

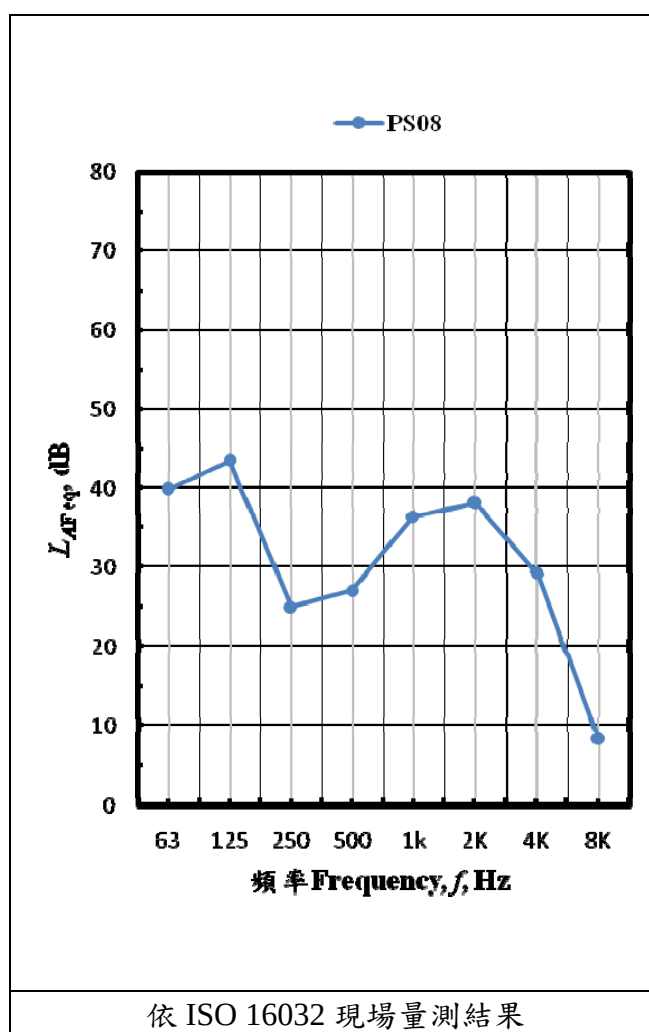
頻率 (Hz)	$L_{Aeq, n}$ (1/1 oct.) dB
63	9.2
125	12.3
250	26.1
500	31.3
1000	36.3
2000	32.1
4000	40.9
8000	36.3



--	--	--	--

案例編號	PS08	
設備描述	為 3F 廁所內洗手台排水 4000cc 之噪音，排水管路為 PVC 明管。	
測試位置	設備下方 2F 房間內	
測試日期	2013/5/07~5/08	

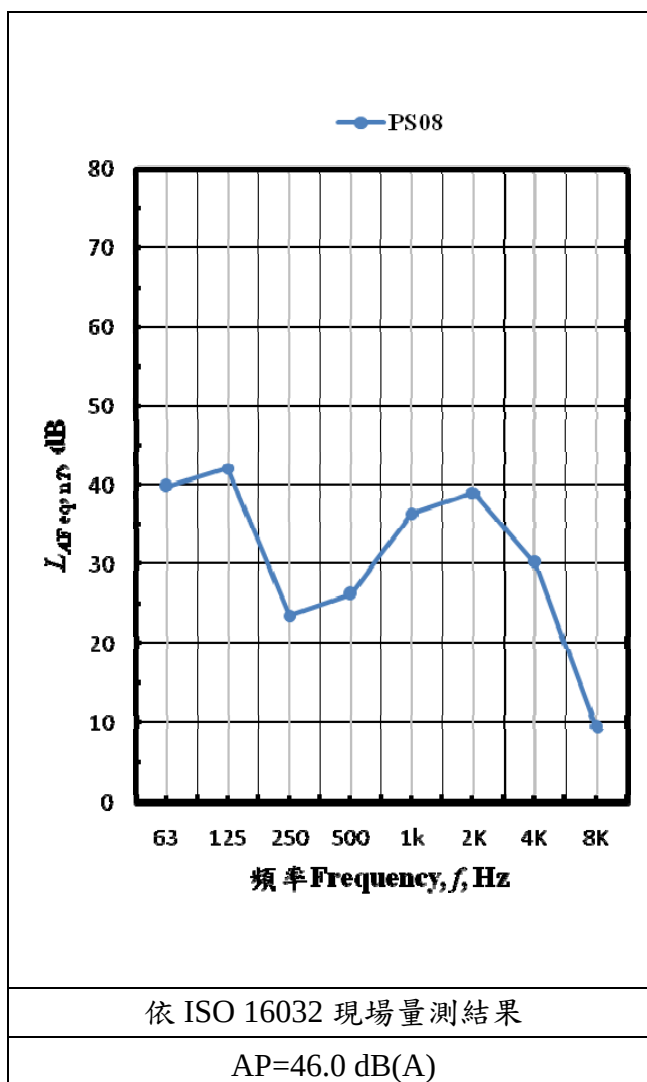
頻率 (Hz)	L_{Aeq} (1/1 oct.) dB
63	39.9
125	43.6
250	25.1
500	27.1
1000	36.4
2000	38.1
4000	29.4
8000	8.4



		AP=46.5 dB(A)	

案例編號	PS08	
設備描述	為 3F 廁所內洗手台排水 4000cc 之噪音，排水管路為 PVC 明管。	
測試位置	設備下方 2F 房間內	
測試日期	2013/5/07~5/08	

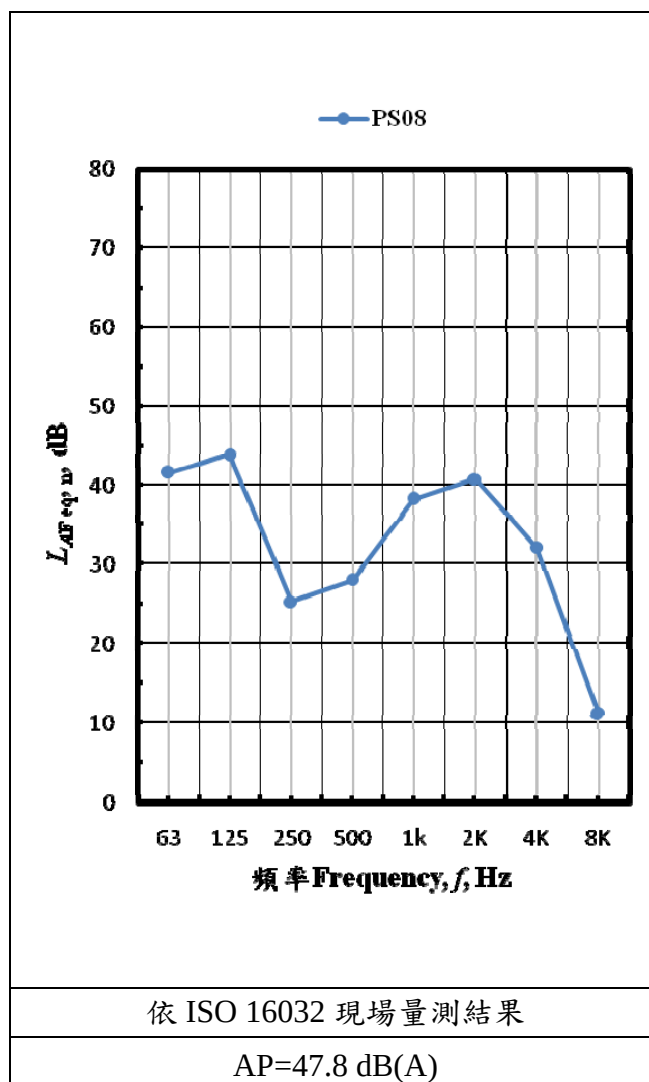
頻率 (Hz)	$L_{Aeq, nT}$ (1/1 oct.) dB
63	39.9
125	42.1
250	23.6
500	26.3
1000	36.4
2000	39.1
4000	30.3
8000	9.4



--	--	--	--

案例編號	PS08	
設備描述	為 3F 廁所內洗手台排水 4000cc 之噪音，排水管路為 PVC 明管。	
測試位置	設備下方 2F 房間內	
測試日期	2013/5/07~5/08	

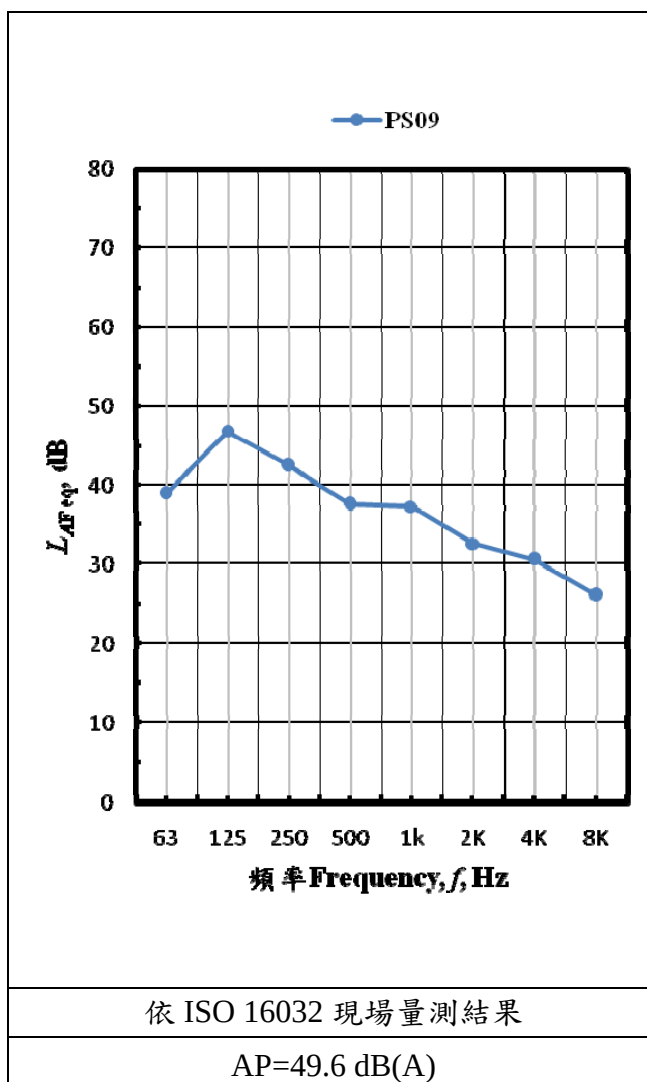
頻率 (Hz)	$L_{Aeq, n}$ (1/1 oct.) dB
63	41.6
125	43.9
250	25.4
500	28.1
1000	38.2
2000	40.8
4000	32.1
8000	11.2



--	--	--	--

案例編號	PS09	
設備描述	為 8F 廁所內洗手台排水 4000cc 之噪音，排水管路為 PVC 明管。	
測試位置	設備下方 7F 房間內	
測試日期	2013/6/04~6/05	

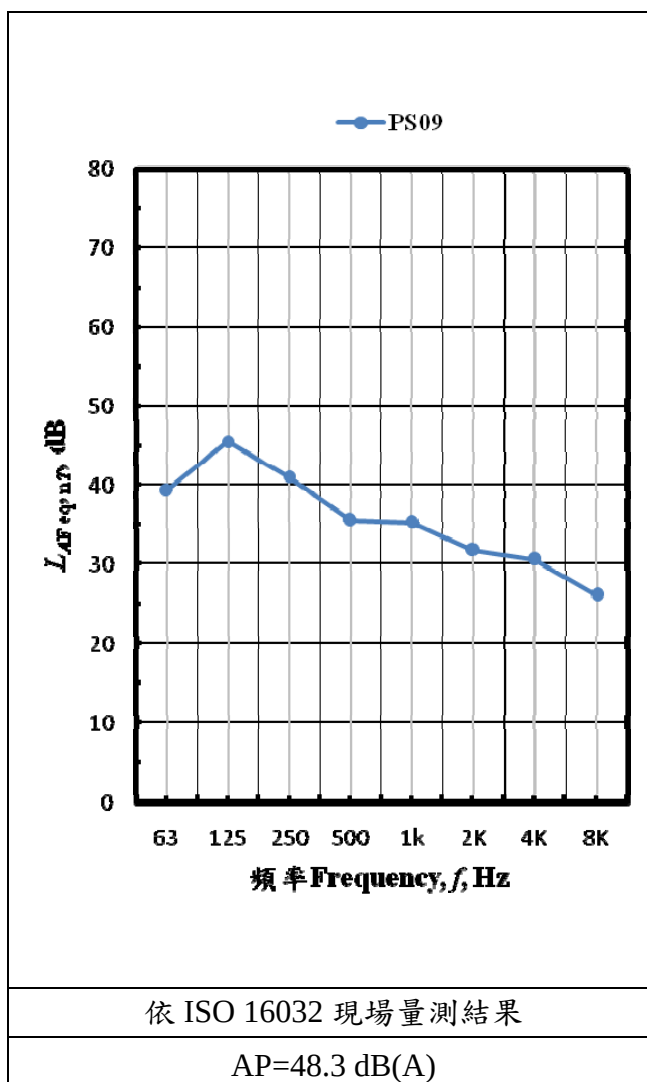
頻率 (Hz)	L_{Aeq} (1/1 oct.) dB
63	39.0
125	47.0
250	42.5
500	37.6
1000	37.3
2000	32.6
4000	30.6
8000	26.2



--	--	--	--

案例編號	PS09	
設備描述	為 8F 廁所內洗手台排水 4000cc 之噪音，排水管路為 PVC 明管。	
測試位置	設備下方 7F 房間內	
測試日期	2013/6/04~6/05	

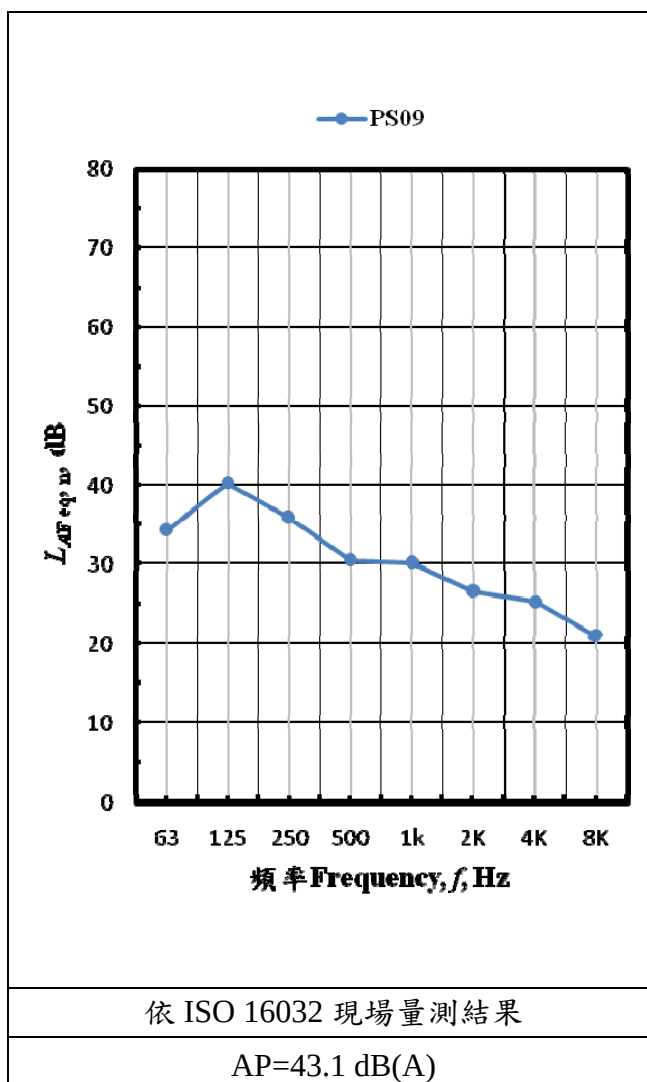
頻率 (Hz)	$L_{Aeq, nT}$ (1/1 oct.) dB
63	39.5
125	45.5
250	41.1
500	35.6
1000	35.3
2000	31.8
4000	30.6
8000	26.2



--	--	--	--

案例編號	PS09	
設備描述	為 8F 廁所內洗手台排水 4000cc 之噪音，排水管路為 PVC 明管。	
測試位置	設備下方 7F 房間內	
測試日期	2013/6/04~6/05	

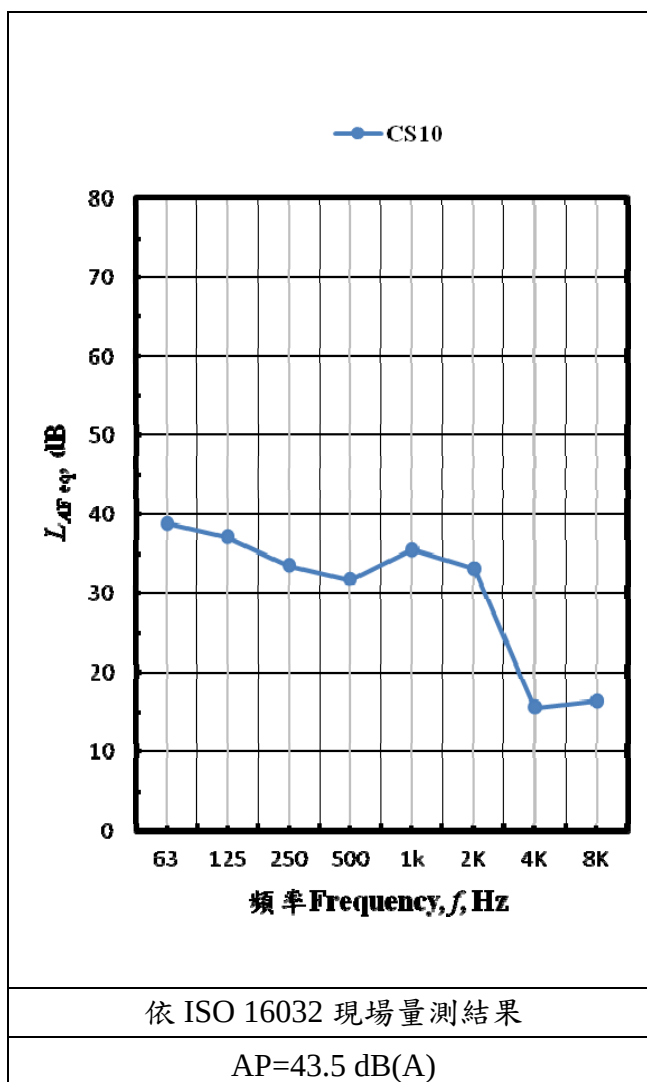
頻率 (Hz)	$L_{Aeq, n}$ (1/1 oct.) dB
63	34.3
125	40.3
250	35.9
500	30.4
1000	30.1
2000	26.6
4000	25.4
8000	21.0



--	--	--	--

案例編號	CS10	
設備描述	為 6F 廁所內洗手台排水 4000cc 之噪音，排水管路為鑄鐵明管。	
測試位置	設備下方 5F 房間內	
測試日期	2013/9/02~9/03	

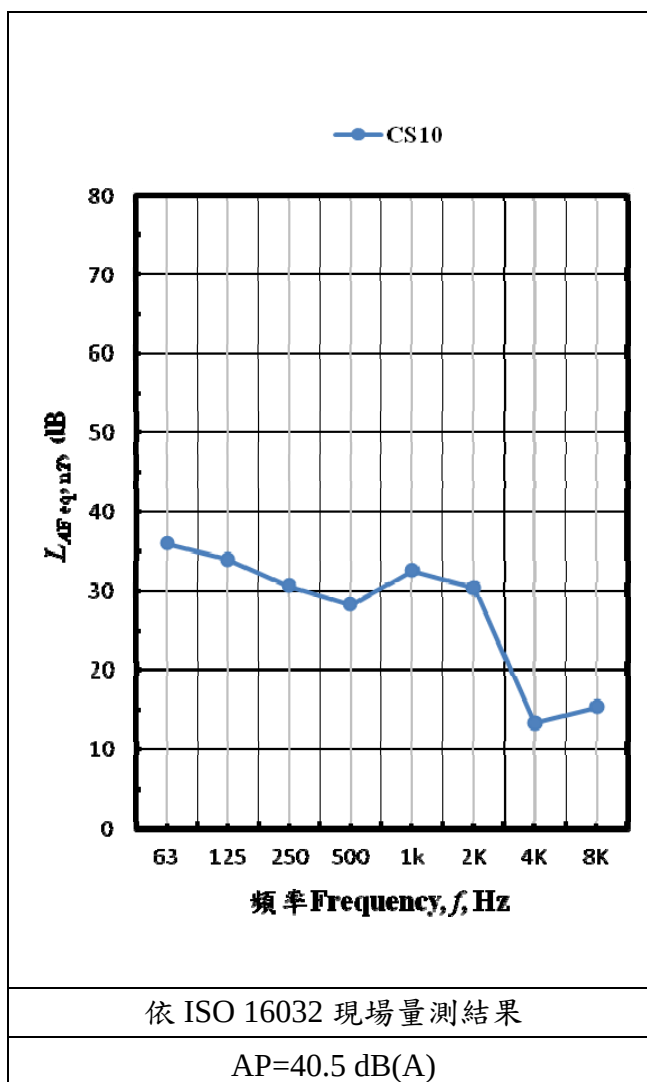
頻率 (Hz)	L_{Aeq} (1/1 oct.) dB
63	38.9
125	37.1
250	33.6
500	31.8
1000	35.6
2000	33.2
4000	15.6
8000	16.4



--	--	--	--

案例編號	CS10	
設備描述	為 6F 廁所內洗手台排水 4000cc 之噪音，排水管路為鑄鐵明管。	
測試位置	設備下方 5F 房間內	
測試日期	2013/9/02~9/03	

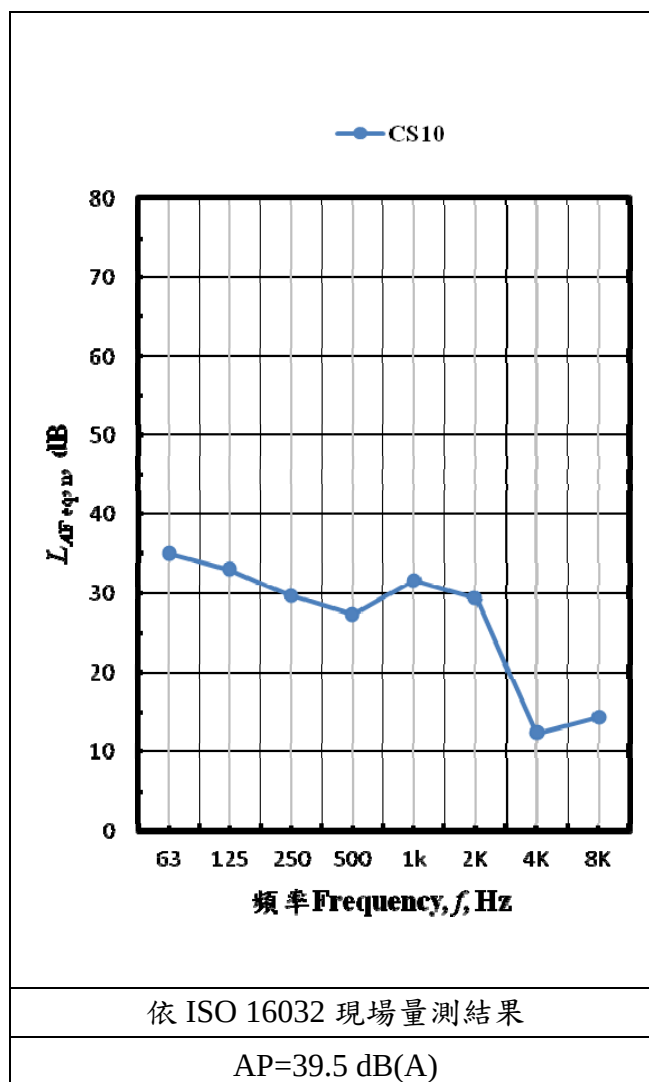
頻率 (Hz)	$L_{Aeq, nT}$ (1/1 oct.) dB
63	35.9
125	34.0
250	30.6
500	28.3
1000	32.6
2000	30.4
4000	13.4
8000	15.3



--	--	--	--

案例編號	CS10	
設備描述	為 6F 廁所內洗手台排水 4000cc 之噪音，排水管路為鑄鐵明管。	
測試位置	設備下方 5F 房間內	
測試日期	2013/9/02~9/03	

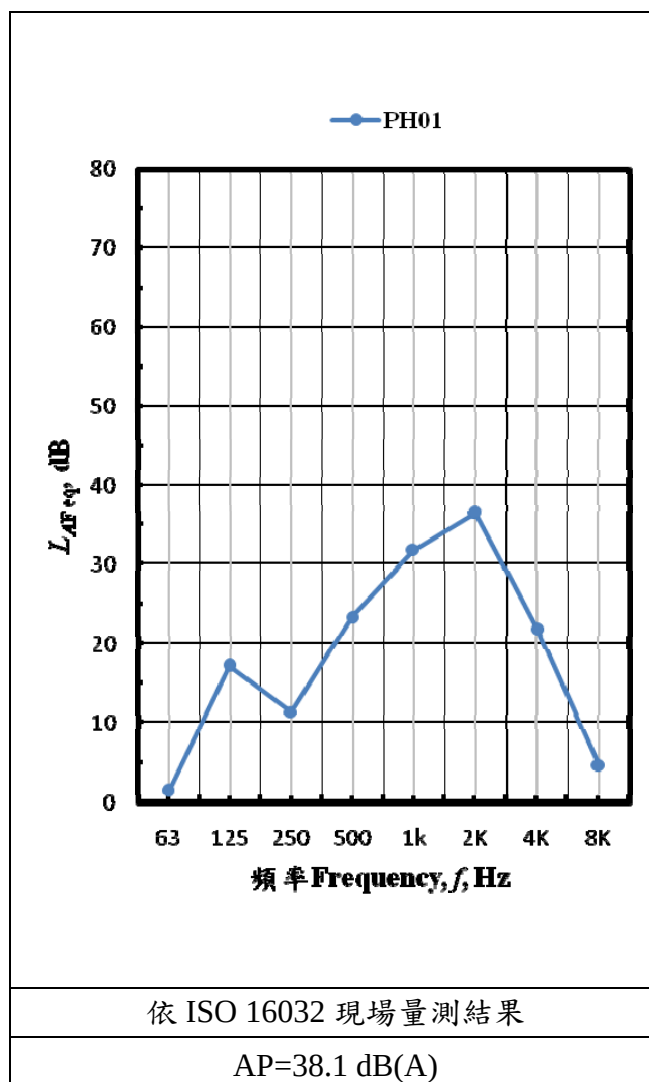
頻率 (Hz)	$L_{Aeq, n}$ (1/1 oct.) dB
63	35.0
125	33.0
250	29.7
500	27.3
1000	31.6
2000	29.4
4000	12.4
8000	14.3



--	--	--	--

案例編號	PH01	
設備描述	為 3F 廁所內淋浴間蓮蓬頭開啟 30 秒之排水噪音，排水管路為 PVC 明管。	
測試位置	設備下方 2F 房間內	
測試日期	2013/5/07~5/08	

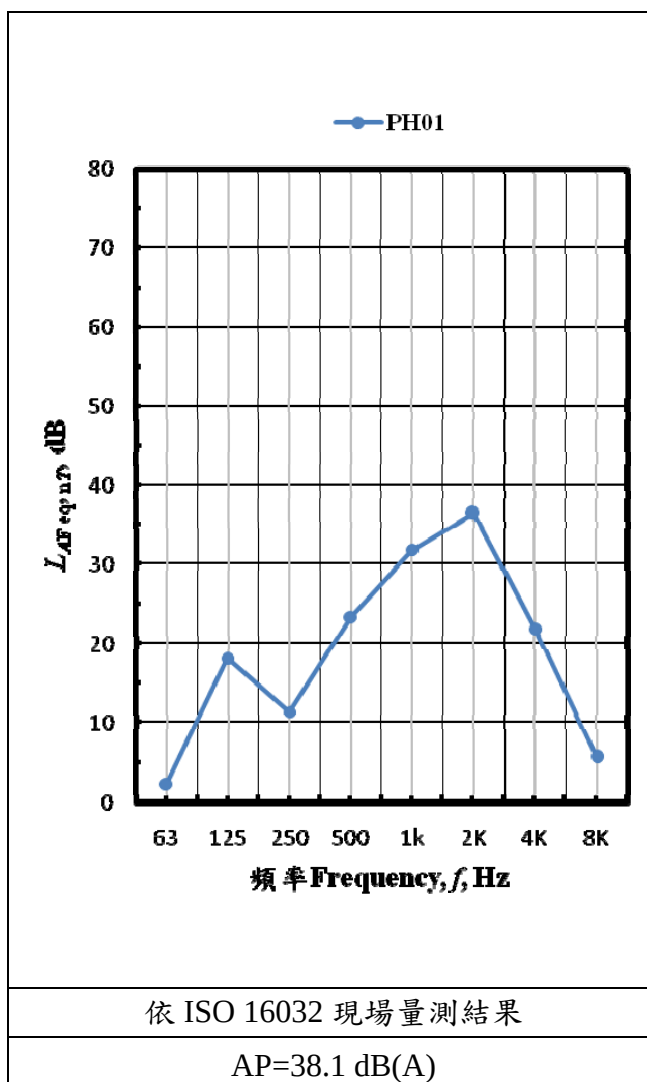
頻率 (Hz)	L_{Aeq} (1/1 oct.) dB
63	1.4
125	17.2
250	11.4
500	23.5
1000	31.8
2000	36.5
4000	22.0
8000	4.7



--	--	--	--

案例編號	PH01	
設備描述	為 3F 廁所內淋浴間蓮蓬頭開啟 30 秒之排水噪音，排水管路為 PVC 明管。	
測試位置	設備下方 2F 房間內	
測試日期	2013/5/07~5/08	

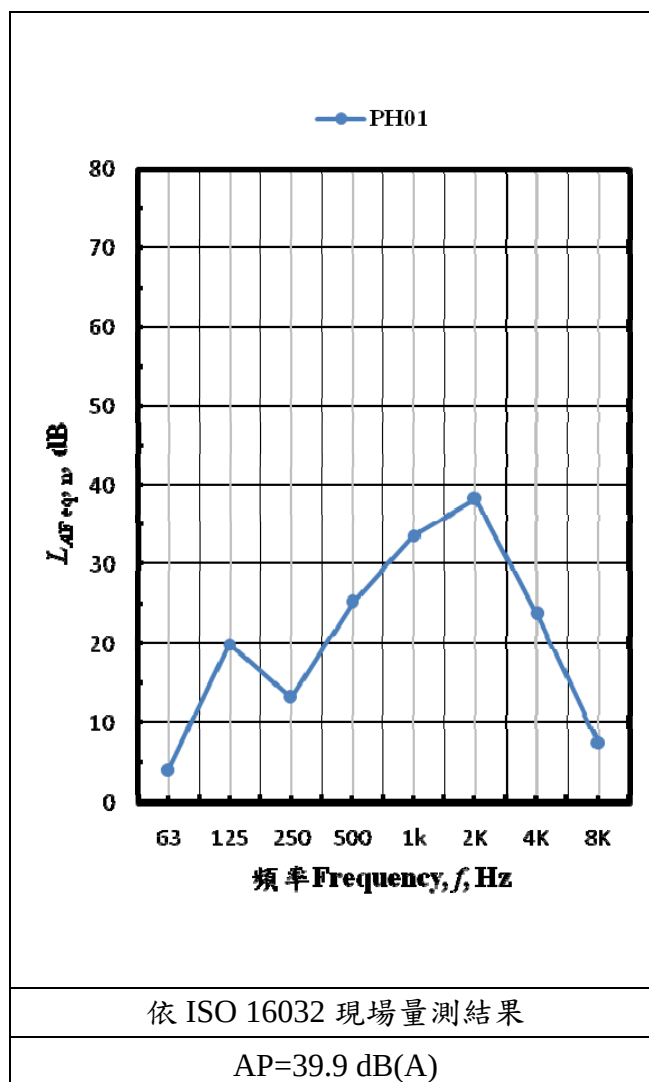
頻率 (Hz)	$L_{Aeq, nT}$ (1/1 oct.) dB
63	2.4
125	18.1
250	11.4
500	23.5
1000	31.8
2000	36.5
4000	22.0
8000	5.7



--	--	--	--

案例編號	PH01	
設備描述	為 3F 廁所內淋浴間蓮蓬頭開啟 30 秒之排水噪音，排水管路為 PVC 明管。	
測試位置	設備下方 2F 房間內	
測試日期	2013/5/07~5/08	

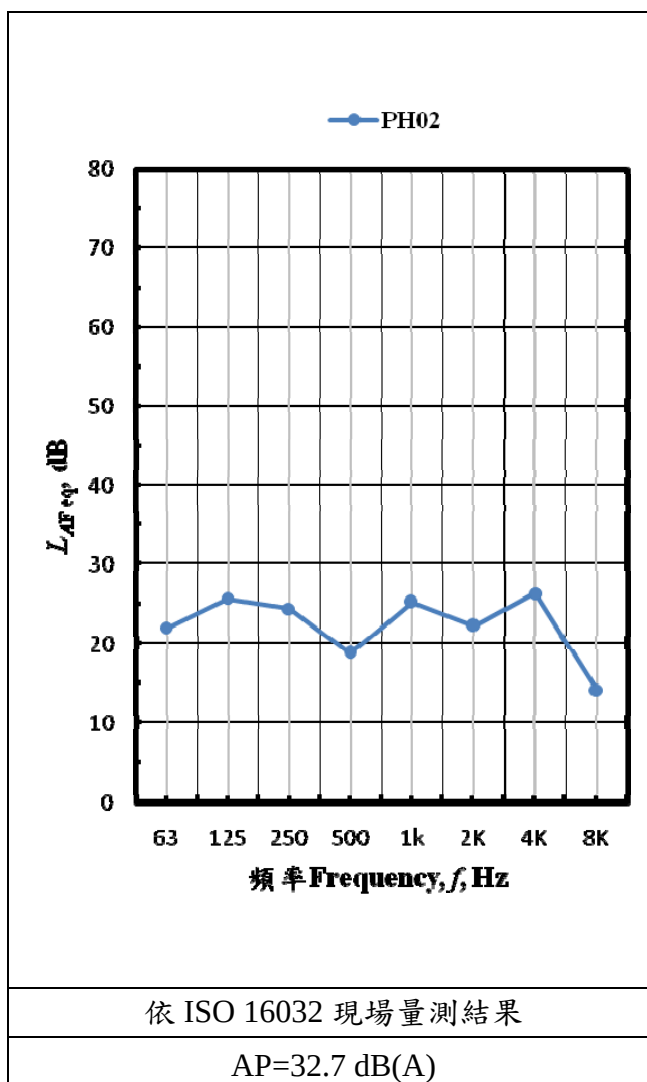
頻率 (Hz)	$L_{Aeq, n}$ (1/1 oct.) dB
63	4.2
125	19.9
250	13.2
500	25.3
1000	33.6
2000	38.3
4000	23.8
8000	7.5



--	--	--	--

案例編號	PH02	
設備描述	為 8F 廁所內淋浴間蓮蓬頭開啟 30 秒之排水噪音，排水管路為 PVC 明管。	
測試位置	設備下方 7F 房間內	
測試日期	2013/6/04~6/05	

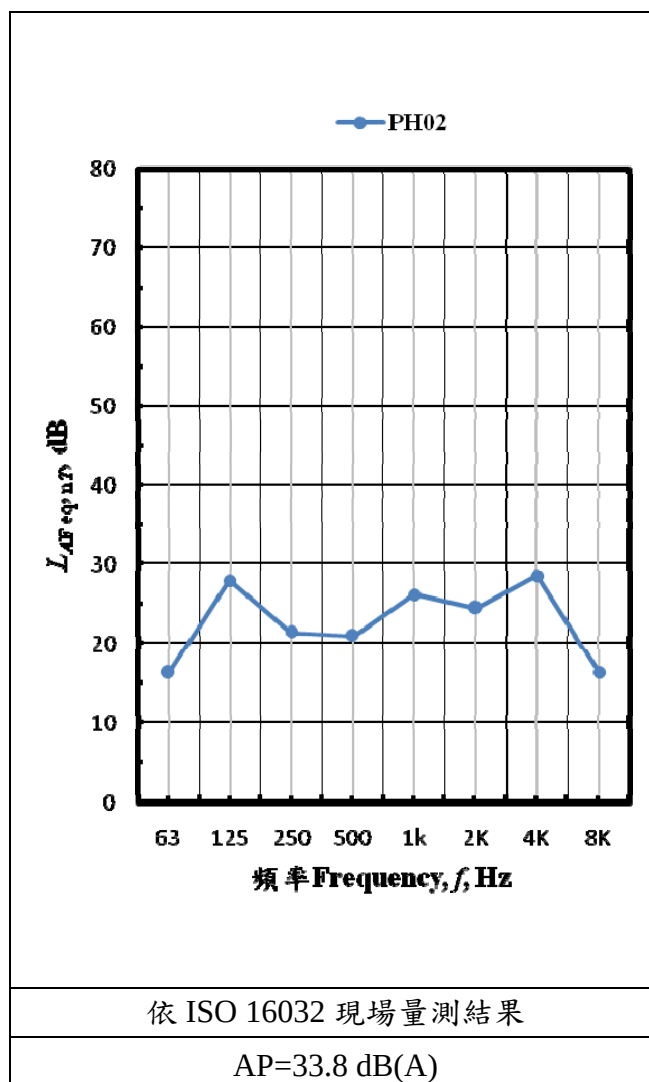
頻率 (Hz)	L_{Aeq} (1/1 oct.) dB
63	22.1
125	25.8
250	24.5
500	18.8
1000	25.3
2000	22.3
4000	26.4
8000	14.2



--	--	--	--

案例編號	PH02	
設備描述	為 8F 廁所內淋浴間蓮蓬頭開啟 30 秒之排水噪音，排水管路為 PVC 明管。	
測試位置	設備下方 7F 房間內	
測試日期	2013/6/04~6/05	

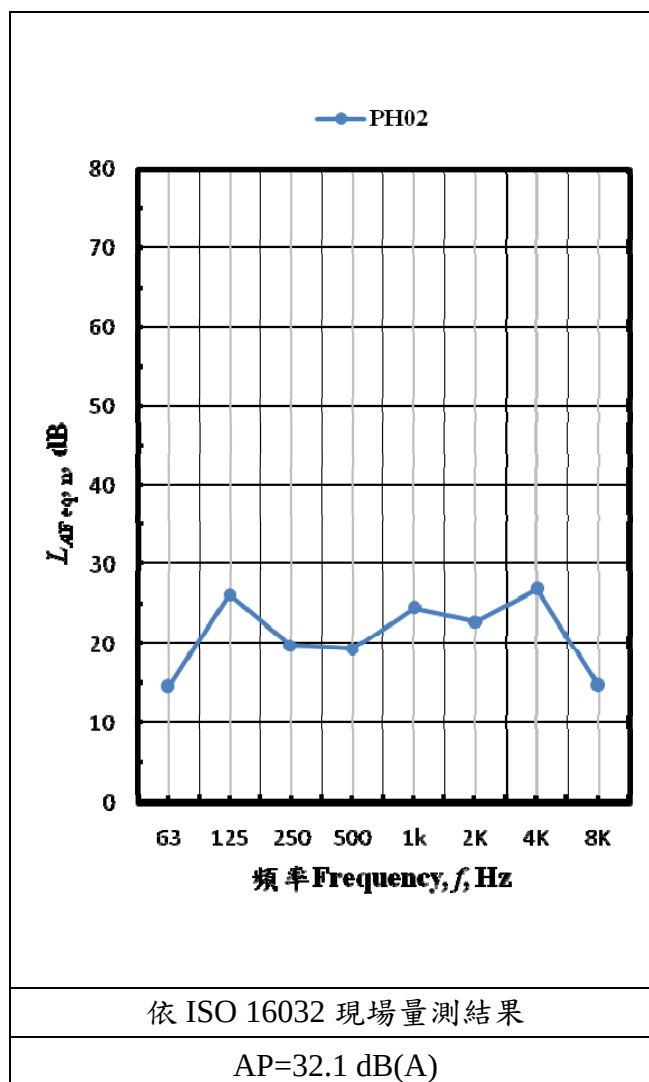
頻率 (Hz)	$L_{Aeq, nT}$ (1/1 oct.) dB
63	16.3
125	28.0
250	21.5
500	21.0
1000	26.3
2000	24.6
4000	28.6
8000	16.4



--	--	--	--

案例編號	PH02	
設備描述	為 8F 廁所內淋浴間蓮蓬頭開啟 30 秒之排水噪音，排水管路為 PVC 明管。	
測試位置	設備下方 7F 房間內	
測試日期	2013/6/04~6/05	

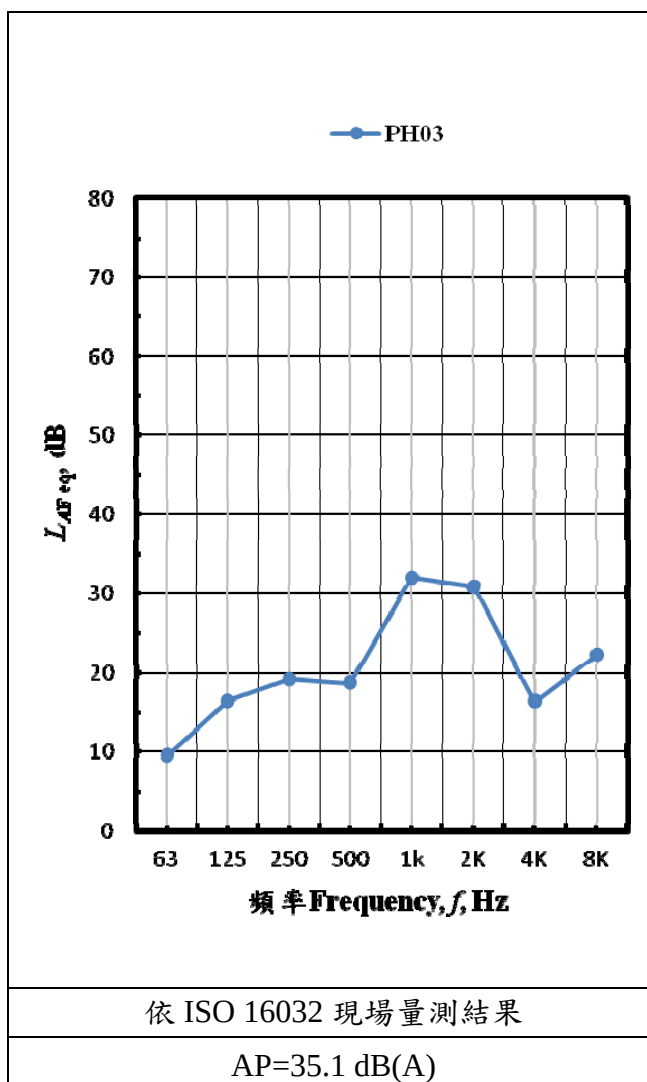
頻率 (Hz)	$L_{Aeq, n}$ (1/1 oct.) dB
63	14.6
125	26.3
250	19.7
500	19.3
1000	24.6
2000	22.8
4000	26.9
8000	14.7



--	--	--	--

案例編號	PH03	
設備描述	為 3F 廁所內淋浴間蓮蓬頭開啟 30 秒之排水噪音，排水管路為 PVC 明管。	
測試位置	設備下方 2F 房間內	
測試日期	2013/8/08~8/10	

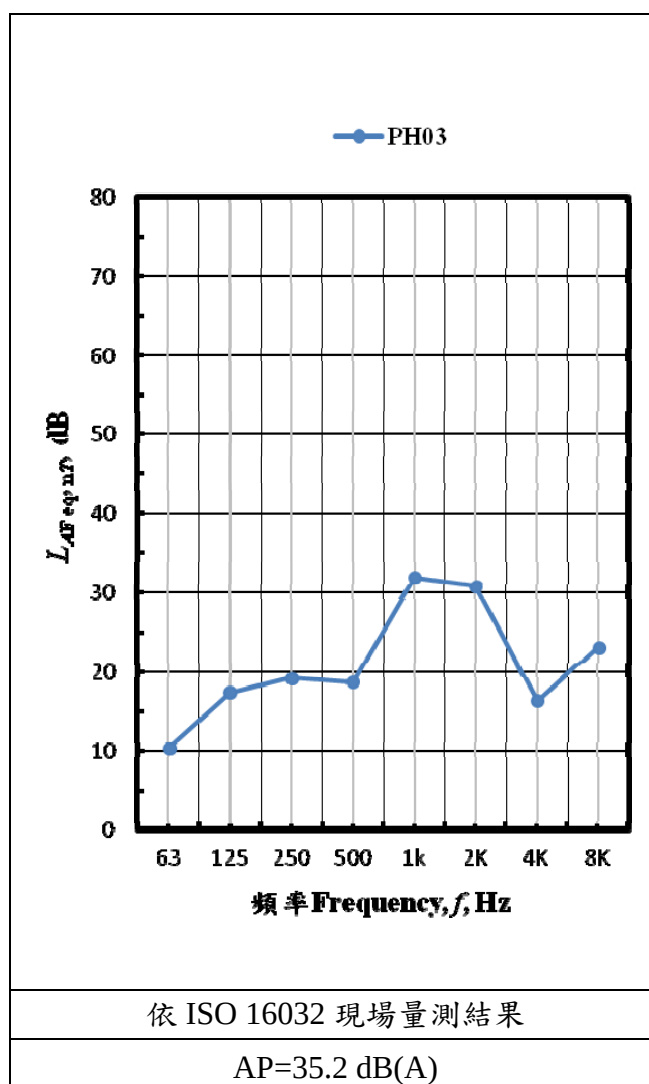
頻率 (Hz)	L_{Aeq} (1/1 oct.) dB
63	9.4
125	16.4
250	19.2
500	18.7
1000	32.0
2000	30.9
4000	16.3
8000	22.2



--	--	--	--

案例編號	PH03	
設備描述	為 3F 廁所內淋浴間蓮蓬頭開啟 30 秒之排水噪音，排水管路為 PVC 明管。	
測試位置	設備下方 2F 房間內	
測試日期	2013/8/08~8/10	

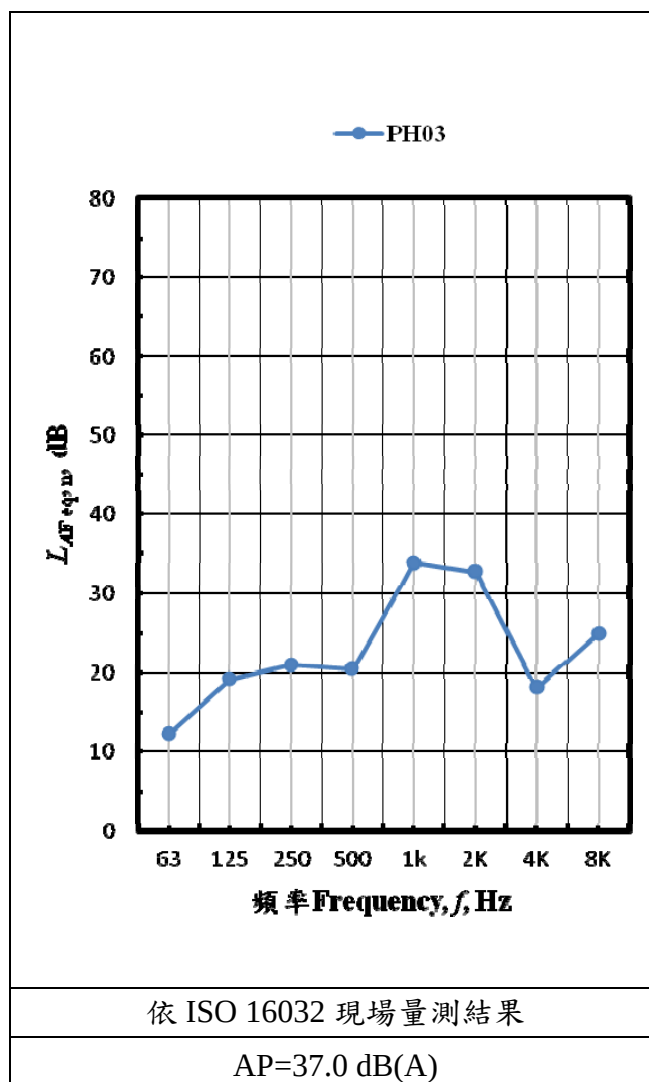
頻率 (Hz)	$L_{Aeq, nT}$ (1/1 oct.) dB
63	10.4
125	17.4
250	19.2
500	18.7
1000	32.0
2000	30.9
4000	16.3
8000	23.2



--	--	--	--

案例編號	PH03	
設備描述	為 3F 廁所內淋浴間蓮蓬頭開啟 30 秒之排水噪音，排水管路為 PVC 明管。	
測試位置	設備下方 2F 房間內	
測試日期	2013/8/08~8/10	

頻率 (Hz)	$L_{Aeq, n}$ (1/1 oct.) dB
63	12.2
125	19.2
250	21.0
500	20.5
1000	33.8
2000	32.7
4000	18.1
8000	25.0



--	--	--	--

參考書目

一、中文部分

1. 江哲銘，1992，建築物理，三民書局。
2. 江哲銘，1993，建築物噪音與振動，胡式圖書出版社。
3. 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。
4. 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。
5. 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。
6. 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。
7. 江哲銘、賴榮平，1990，建築物防音設計要求之研究—建築技術規則防音法規修正之研究，內政部建築研究所籌備處。
8. 江哲銘、賴榮平，1991，建築物外牆防音準則之研究-建築技術規則防音規範之擬議，內政部建築研究所。
9. 江哲銘、賴榮平，1991，建築物防音材料與防音構造準則之研究—建築技術規則防音規則與規範之擬議，內政部建築研究所籌備處。
10. 江哲銘、賴榮平，1994，高層集合住宅改善噪音振動對策之研究，內政部建築研究所。
11. 周鼎金，1999，建築設備，裕祥出版社。
12. 陳瑞鈴、江哲銘、林芳銘，2007，CNS建築音響量測標準研訂之研究，內政部建築研究所。
13. 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。
14. 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。
15. 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。

16. 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。

二、外文部分

17. 大川平一郎，1982，給排水騒音問題の動向，日本音響學會誌, Vol.38， No.11， pp.710-715.
18. 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。
19. 日本建築學會，1988，建物の遮音設計資料，技報堂出版。
20. 日本建築學會，1991，建築物の振動に関する居住性能評価指針同解説，丸善株式会社。
21. 古宇田 潔、麦倉喬次，1993，建物の遮音と防振-靜態な建築の設計，鹿島出版会。
22. 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。
23. 石塚崇、藤原恭司，2008，騒音源に隣接する高層建築物における室内騒音低減に関する研究，日本建築學會大会學術講演梗概集，D-1分冊：223。
24. 吉原勳，1982，騒音制御期刊，Vol.6， No.4， pp.198-202.
25. 河原琢 透、平松 友孝、木村 翔、井上 勝夫、大川平一郎，1999，排水管の振動特性と放射音に関する実験的検討，日本建築學會大學術講演梗概集。
26. 社團法人日本騒音制御工學會，1999，建築設備の騒音対策-ダクト系の騒音対策，技報堂出版。
27. 社團法人日本騒音制御工學會，1999，建築設備の騒音対策-配管系の騒音対策，技報堂出版。
28. 紀谷文樹、深井英一、松本清司，1982，給排水の配管計画，井上書院。
29. 高橋菜美、井上勝夫、野村奈央，2008，消費者から見た音環境トラブルの実態と裁判事例の分析 住宅の音環境トラブルの発生原因と司法判断に関する考察 その1，日本建築學會大会學術講演梗概集，D-1分冊：213。
30. 野村奈央、井上勝夫、大室諒知，2007，集合住宅の音環境を対象とした住まい方に関する居住者意識 住宅購入時の消費者要求と住宅性能表示制度：そ

の10，日本建築學會大会學術講演梗概集，D-1分冊：241。

31. Chiang C.M., P. C. Chou, C. M. Lai, 2000, A Methodology to Access the Indoor Environment in Care Centers for Senior Citizens, Building and Environment Vol. 36, No. 4.
32. D.B. Callaway, F.G. Tyzzer and H.C. Hardy, 1952, Techniques for Evaluation of Noise-Reducing Piping Components, The journal Of The Acoustical Society Of America, Vol. 24 ,No.6, pp.725-729.
33. H. V. Fuchs, 1993, Generation and Control of Noise in Water Supply Installations. Part 2: Sound Source Mechanisms, applied acoustics, Vol.38, pp.59-85.
34. International Organization for Standardization, 2004, ISO 16032 Acoustics -- Measurement of sound pressure level from service equipment in buildings -- engineering method.
35. J. G. Seebold, 1973, Smoothpiping Reduces Noise, Hydrocarbon Processing.
36. Japanese Industrial Standard, 1994, JIS A 1424-1 Method for laboratory tests on noise emission from appliances and equipments used in Water Supply Installations
37. Japanese Industrial Standard, 2007, JIS A 1429 Field measurement of sound pressure level from appliances and equipment used in water supply and drainage installations in buildings.
38. Lai C.M., C.M. Chiang, 2001, A Study on the Comprehensive Indicator of Indoor Environment Assessment for Occupants' Health in Taiwan, Building and Environment, Vol. 37, No.4, pp.387-392.
39. 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..
40. R. T. Sawley, 1975, Acoustical Energy Decay In Piping Systems, ASME Winter Annual Meeting ,No.75.
41. J. Romeu, S. Jimenez, R. Capdevila, 2004, Noise emitted by water supply installations , Applied Acoustics, Vol. 65, p.401-419

建築給排水設備及管路噪音現場量測標準研訂之研究 /

廖慧燕計畫主持

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：林芳銘、馮俊豪、江逸章、江哲儒

出版年月：102年12月

版次：第1版

ISBN : 978-986-03-9144-2 （平装）