

住宅給排水設備及管路噪音改善之研究

內政部建築研究所委託研究報告

中華民國 101 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)

住宅給排水設備及管路噪音改善之研究

受委託者：財團法人成大研究發展基金會

研究主持人：江哲銘

協同主持人：林芳銘

研 究 員：江哲儒

研 究 助 理：馮俊豪

內政部建築研究所委託研究報告

中華民國 101 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 Improvement in the Noise Control of
the Equipment and Pipe Used in Water Supply and
Drainage in Dwellings**

By

**Che Ming Chiang
Fang Ming Lin
Che Ju Chiang
Chun Hao Feng**

December, 2012

目次

表次	.....	III
圖次	.....	V
摘要	.....	IX
第一章 緒論	.....	1
第一節 研究目的與背景	.....	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	.....	13
第一節 給排水設備及管路噪音相關研究	.....	13
第二節 給排水設備及管路噪音量測標準	.....	17
第三章 住宅給排水設備及管路噪音現況調查與量測		
方法	.....	31
第一節 住宅給排水設備及管路噪音量測方法		31
第二節 住宅給排水設備及管路噪音問卷調查方法	.....	35
第四章 住宅給排水設備及管路噪音現況調查結果與改善對策	.....	39
第一節 住宅給排水設備及管路噪音問卷調查結果分析	.....	39
第二節 住宅給排水設備及管路噪音現場量測結果分析	.....	45
第三節 住宅給排水設備及管路噪音改善對策		88
第五章 結論與建議	.....	95
第一節 結論	.....	95
第二節 建議	.....	97
附錄一 期初審查意見及回應一覽表	.....	99

附錄二	期中審查意見及回應一覽表	101
附錄三	期末審查意見及回應一覽表	105
附錄四	住宅給排水設備及管路噪音改善第一次專家會議會議記錄	111
附錄五	住宅給排水設備及管路噪音改善第二次專家會議會議記錄	117
附錄六	住宅給排水設備及管路噪音量測案例紀錄.	123
附錄七	住宅給排水設備及管路噪音現況調查問卷.	125
附錄八	住宅案例給排水設備及管路現況照片.....	131
附錄九	住宅案例給排水設備及管路噪音量測結果.	133
參考書目	.....	241

表次

表 1-1 本研究給排水設備噪音量評估指標	6
表 1-2 研究進度及預期完成之工作項目	11
表 2-1 服務設備噪音量測指標	24
表 2-2 重複性之標準誤差評估	28
表 3-1 住宅給排水設備及管路噪音現場量測規定	31
表 4-1 本研究問卷數量及調查對象基本資料架構	39
表 4-2 本研究問卷信度統計量	39
表 4-3 不同住宅類型住戶對給排水設備噪音滿意度統計結果..	41
表 4-4 不同住宅構造住戶對給排水設備噪音滿意度統計結果..	41
表 4-5 住宅屋齡對給排水噪音滿意度統計結果	42
表 4-6 本研究住宅案例基本資料	45
表 4-7 住宅案例給排水設備編號	46
表 4-8 住宅案例給排水管路編號	46
表 4-9 洗面盆設備排水噪音量測結果	47
表 4-10 便器設備排水噪音量測結果	54
表 4-11 給水設備配屬給水管路噪音現場量測條件	61
表 4-12 給排水設備配屬管路噪音現場量測條件	62
表 4-13 給水泵浦配屬給水管路噪音量測結果	63
表 4-14 洗面盆配屬管路排水噪音量測結果	70
表 4-15 便器配屬管路噪音量測結果	77

表 4-16 住宅給排水設備及管路噪音對地下室相鄰空間之影響...	85
表 4-17 住宅案例洗面盆配屬管路水量全開排水噪音逐層衰減 量測結果.....	86
表 4-18 住宅案例便器配屬管路排水噪音逐層衰減量測結果...	87
表 4-19 住宅給排水立管管路噪音改善對策	92
表 4-20 住宅給排水橫支管管路噪音改善對策	93

圖次

圖 1-1 住宅音環境體系	2
圖 1-2 住宅給排水設備及管路噪音現場量測示意圖	6
圖 1-3 研究架構圖	8
圖 2-1 住宅排水管路噪音量測圖	14
圖 2-2 不同管路包覆隔音性能量測結果	15
圖 2-3 不同型式彈性接頭隔振性能曲線圖	16
圖 2-4 實驗室測定方法概要	17
圖 3-1 住宅給排水設備噪音現場量測示意圖	32
圖 3-2 住宅給排水管路噪音現場量測示意圖	34
圖 3-3 本研究問卷調查評估流程	35
圖 3-4 本研究問卷滿意度尺度表	36
圖 3-5 本研究問卷困擾度尺度表	36
圖 4-1 給排水設備及管路噪音對日常生活之影響統計結果....	40
圖 4-2 不同住宅類型對各時段給排水噪音滿意度統計結果....	42
圖 4-3 不同住宅類型對各時段給排水噪音滿意度統計結果....	43
圖 4-4 不同住宅類型對各時段給排水噪音滿意度統計結果....	43
圖 4-5 不同類型給排水設備及管路排水噪音困擾度統計結果..	44
圖 4-6 不同類型給排水設備及管路排水噪音困擾度統計結果..	44
圖 4-7 洗面盆設備排水噪音 A 加權連續穩態聲壓位準	48
圖 4-8 洗面盆設備排水噪音 C 加權連續穩態聲壓位準	49

圖 4-9 洗面盆設備排水噪音 A 加權最大聲壓位準快特性.....	50
圖 4-10 洗面盆設備排水噪音 C 加權最大聲壓位準快特性.....	51
圖 4-11 洗面盆設備排水噪音 A 加權最大聲壓位準慢特性.....	52
圖 4-12 洗面盆設備排水噪音 C 加權最大聲壓位準慢特性.....	53
圖 4-13 便器設備排水噪音 A 加權連續穩態聲壓位準	55
圖 4-14 便器設備排水噪音 C 加權連續穩態聲壓位準	56
圖 4-15 便器設備排水噪音 A 加權最大聲壓位準快特性.....	57
圖 4-16 便器設備排水噪音 C 加權最大聲壓位準快特性.....	58
圖 4-17 便器設備排水噪音 A 加權最大聲壓位準慢特性.....	59
圖 4-18 便器設備排水噪音 C 加權最大聲壓位準慢特性.....	60
圖 4-19 給水泵浦配屬管路給水噪音 A 加權連續穩態聲壓位準.	64
圖 4-20 給水泵浦配屬管路給水噪音 C 加權連續穩態聲壓位準.	65
圖 4-21 給水泵浦配屬管路給水噪音 A 加權最大聲壓位準快特性	66
圖 4-22 給水泵浦配屬管路給水噪音 C 加權最大聲壓位準快特性	67
圖 4-23 給水泵浦配屬管路給水噪音 A 加權最大聲壓位準慢特性	68
圖 4-24 給水泵浦配屬管路給水噪音 C 加權最大聲壓位準慢特性	69
圖 4-25 洗面盆配屬管路排水噪音 A 加權連續穩態聲壓位準...	71
圖 4-26 洗面盆配屬管路排水噪音 C 加權連續穩態聲壓位準...	72

圖 4-27 洗面盆配屬管路排水噪音 A 加權最大聲壓位準快特性.	73
圖 4-28 洗面盆配屬管路排水噪音 C 加權最大聲壓位準快特性.	74
圖 4-29 洗面盆配屬管路排水噪音 A 加權最大聲壓位準慢特性.	75
圖 4-30 洗面盆配屬管路排水噪音 C 加權最大聲壓位準慢特性.	76
圖 4-31 便器配屬管路排水噪音 A 加權連續穩態聲壓位準.....	78
圖 4-32 便器配屬管路排水噪音 C 加權連續穩態聲壓位準.....	79
圖 4-33 便器配屬管路排水噪音 A 加權最大聲壓位準快特性...	80
圖 4-34 便器配屬管路排水噪音 C 加權最大聲壓位準快特性...	81
圖 4-35 便器配屬管路排水噪音 A 加權最大聲壓位準慢特性...	82
圖 4-36 便器配屬管路排水噪音 C 加權最大聲壓位準慢特性...	83
圖 4-37 給排水設備及管路噪音對下室相鄰空間及逐層量測示意圖	84
圖 4-38 住宅給排水設備及管路噪音逐層衰減量測結果.....	87
圖 4-39 住宅給排水噪音傳遞方式及路徑	88
圖 4-40 便器設備隔音施工改善例	91
圖 4-41 管路防振包覆細部圖說	92

摘要

關鍵詞：給排水設備及管路噪音、室內音環境、噪音改善對策

壹、研究緣起

台灣地區由於高度都市化發展、集合住宅建築發展迅速，噪音干擾變得極為普遍，此類噪音泛稱為住宅室內噪音，其構成來源包含如交通噪音等戶外環境、鄰戶噪音及建築服務設備噪音。集合住宅由於戶數及設備均多，因此室內給排水設備及管路產生噪音已逐漸成為居住環境困擾噪音源。住宅給排水設備及管路噪音來源，主要為給排水設備、器具或管路系統因老化或設計不良而產生，如未作適當隔音及防振處理，易透過固體或空氣傳音影響室內音環境。為提升我國居住環境之品質，亟需進行住宅給排水設備及管路噪音相關實測調查並提出噪音改善方式研究。

貳、研究方法及過程

本研究探討台灣各類住宅給排水噪音問題，將對不同住宅類型給排水設備進行現場量測，配合住戶問卷調查統計及現場量測分析結果，探討給排水設備及管路噪音數值及特性，並提出相關隔音設計實務改善對策，供住宅音環境隔音設計參考，以期營造優質居住環境。

參、重要發現

1. 本研究參酌日本、歐盟國家等國家給排水設備及管路噪音標準量測法，就給排水設備及管路噪音量測方法、設備操作及量測設定等進行探討，建立國內住宅給排水設備及管路噪音之現場量測標準作業程序。
2. 本研究現況調查結果顯示，集合住宅給排水管路因明管設置居多，排水噪音滿意度低於連棟住宅，隨屋齡增高排水噪音滿意度越低；國內住宅PVC管路明管設置排水噪音值，高於暗管設置，易透過管道間及相通管路影響上下層住戶；便器管路排水噪音大於洗面盆，為國內住宅給排水設備及管路噪音困擾度較高來源，故本研究提出便器設備隔音施工改善例，供未來設計改善參考。

3. 本研究藉由給排水設備及管路噪音現況調查，掌握國內住宅給排水設備及管路噪音特性及問題來源，並參酌專家會議產官學界代表之建議，提擬住宅給排水設備及管路噪音改善對策，作為未來設計實務改善之參考依據。

肆、主要建議事項

建議一

為因應國內建築聲學標準國際化之趨勢，建議進行 ISO 16032 (JIS A 1429) 建築給排水設備及管路噪音現場量測標準研訂之研究：立即可行建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：無

本研究參酌國際相關給排水設備及管路噪音量測標準法，研擬現場量測標準作業程序，並完成住宅給排水設備及管路噪音現場量測，而我國 CNS 聲學標準及給排水設備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，故建議進行建築給排水設備噪音現場量測 ISO 標準 CNS 化研訂之研究。

建議二

為提升國內住宅給排水設備及管路音環境品質，建議提供本研究研擬之改善對策，供相關主管機關作為回應民眾住宅噪音陳情案件之回覆參考：立即可行建議

主辦機關：行政院環境保護署

協辦機關：無

國內既有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，以及管路隔音包覆之處理，造成給排水設備及管路噪音問題，故本研究依給排水設備及管路噪音主要問題來源提擬具體改善對策，供相關主管機關作為回應民眾住宅噪音陳情案件之回覆參考。

ABSTRACT

Keywords: Noise from equipment and pipe used in water supply and drainage in dwellings, Indoor sound environment, Improvement of noise control

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 of Japan and European Union on equipment and pipe of water supply and drainage. We discussed about the measurement method, instrument setting and index calculation and established the standard of procedure of field measurements of noise of equipment and pipe of water supply and drainage.
- (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 reaserch the noise value of the pipes outside the structure was higher than inside on PVC and it transmitted to above and under storeys by the connect ion 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 the water.
- (3) This study found the questions and properties of the noise of the equipment and pipe of water supply and drainage in dwelling and referred the suggestion by presentation of the experts to provide the improvement methods of the equipment and pipe of water supply and drainage.

4. Suggestions

This study suggests studing the application feasibility of Chinese National Standards from ISO 16032(JIS A 1429) that conforms the trend of internationalization : For immediate strategies

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

Organizer: Without

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 studing the application feasibility of Chinese

National Standards from ISO 16032(JIS A 1429) that conforms the trend of internationalization.

This study suggests that the related organization can refer the methods and techniques of equipment and pipe of water supply and drainage : For immediate strategies

Sponsor: Environmental Protection Administration Executive Yuan

Organizer: Without

Explanation: We provided the methods and techniques of equipment and pipe of water supply and drainage. The methods and techniques can be use for the related organization.

第一章 緒 論

第一節 研究目的與背景

壹、研究目的

台灣地區由於高度都市化發展、集合住宅建築發展迅速，噪音干擾也變得極為普遍，此類噪音泛稱為住宅室內噪音，其構成來源包含如交通噪音等戶外環境、鄰戶噪音及建築服務設備噪音。而集合住宅由於戶數及設備均多，因此室內給排水設備及管路產生之噪音已逐漸成為居住環境困擾之噪聲源。

住宅給排水設備及管路噪音來源，主要為給排水設備、器具或管路系統因老化或設計不良而產生，如未作適當隔音及防振處理，易透過固體或空氣傳音影響室內音環境，為提升我國居住環境之品質，亟需進行住宅給排水設備及管路噪音相關實測調查並提出噪音改善方式之研究。

本研究探討台灣各類住宅給排水噪音問題及改善，將對不同住宅類型特定給排水設備進行現場量測，配合住戶噪音現況問卷調查並分析結果與量測數據之相對性，並探討給排水設備及管路依流速及其傳遞路徑不同對噪音分佈之影響。本研究依不同住宅類型特定給排水設備量測結果進行診斷與評估，提出具體之改善建議，並將相關數據整理分析，供往後建築設計時參考，以期營造優質居住環境。

貳、研究背景

台灣地區由於人口密集都市化現象，且建築物高層化發展趨勢，密集的戶與戶間，造成產生之噪音互相干擾之情形，影響生活作息、正常睡眠與工作表現，因此，提升住宅音環境品質及健康生活條件之要求日益殷切。

住宅室內噪聲源之構成種類繁多，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，如圖 1-1 所示。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。

此外，目前給排水設備噪音現場量測方法源自於國際標準組織 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)。因此，本研究參酌國際相關量測規範，建立適用於國內住宅給排水設計及管路噪音現場量測法，透過案例現況調查掌握問題來源，並提出住宅給排水設備及管路噪音具體之改善建議，冀望提升國內整體住宅音環境品質。

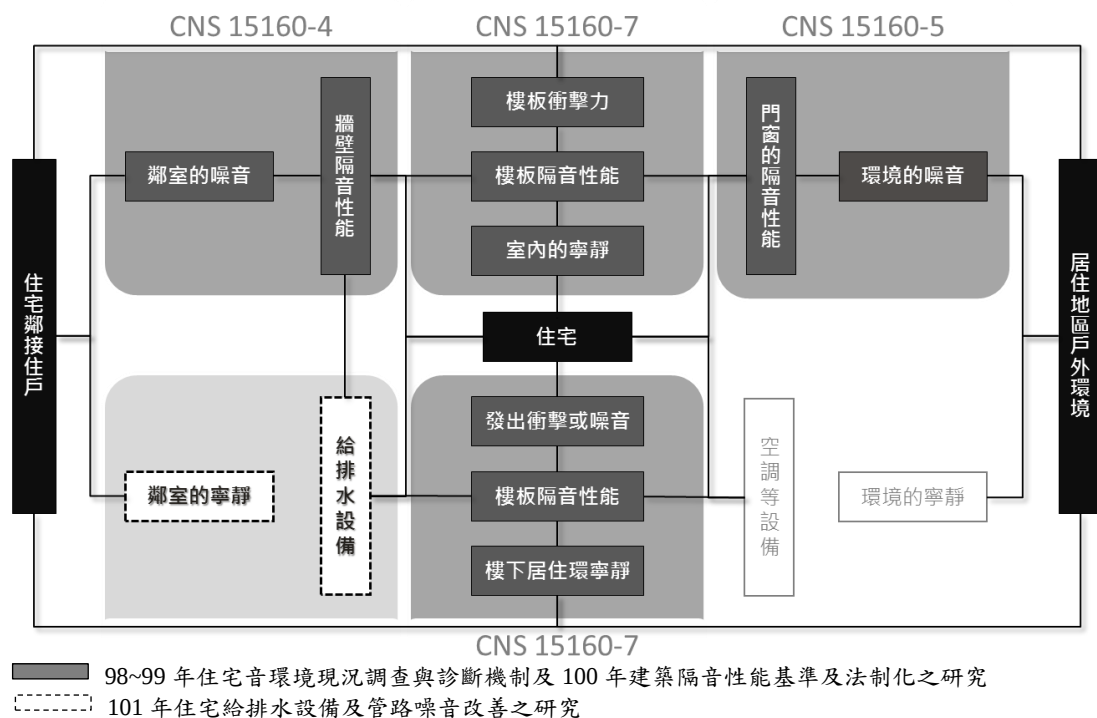


圖 1-1 住宅音環境體系

(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基礎標準及改善方式，達到安寧、舒適、健康之目標，維護我國住宅音環境品質及提升生活居住品質。

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、健康建築等重要研討會之相關資料統計得知，目前國際關注之議題主要為「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探討方面

本研究建立之住宅給排水設備及管路噪音現場量測標準作業程序，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量測規範與評估診斷基準等資料進行比較分析，建立適用於台灣住宅類型給排水設備及管路噪音現場量測方法，並提供設計指引作為相關噪音改善對策之參考。

二、問卷調查分析法

本研究針對國內住宅住戶進行住宅給排水設備及管路噪音之問卷調查，而問卷調查將配合實測同時進行，預計回收 180 份以上之有效樣本，經量化結果進行統計分析。其內容設計包括基本資料、不同給排水設備噪音種類、困擾程度等項目。主要問卷調查項目與目的如下：

（一）掌握住宅給排水設備及管路噪音來源

參照國外文獻彙整住宅主要給排水設備及管路噪音來源，調查受訪者對住宅給排水設備產生之噪音主觀反應，統計其困擾聲源及時段，以掌握主要來源。

（二）瞭解住宅給排水設備及管路噪音困擾度

調查住宅不同給排水設備噪音對日常生活之困擾程度。

三、實測量化分析法

給排水設備噪音現場量測方法源自於國際標準組織 ISO 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)，日本則於 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)。據此，本研究參酌國際相關量測規範，建立適用於國內住宅給排水設備及管路噪音之現場量測標準作業程序。

本研究以掌握國內住宅給排水設備及管路噪音現況為目的，在研究時程及經費

條件下，選定 6 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，並考量案例給排水設備種類及系統，藉由本研究建構之住宅給排水設備及管路噪音現場量測標準作業程序，進行國內住宅案例現況調查，主要項目如下：

(一) 給水設備之給水泵浦噪音現場量測

本研究針對給水設備之給水泵浦進行現況噪音調查，為與泵浦或與泵浦相連給水管線經過之住宅室內空間，進行均能音量 L_{eq} 、最大音量 L_{max} 量測，及室內吸音力迴響時間修正量測。量測階段分為泵浦開啟、固定運轉 30 秒及泵浦關閉，探討其不同階段產生之噪音特性。

(二) 排水設備之洗面盆排水噪音現場量測

1. 廚房空間排水設備

本研究針對廚房空間排水設備洗面盆進行現況噪音調查，於與上層住戶洗水槽相連排水管線經過之下層住宅內進行均能音量 L_{eq} 、最大音量 L_{max} 量測，及室內吸音力迴響時間修正量測。量測時間為水槽自半滿至完全排光。

2. 衛浴空間排水設備

本研究針對衛浴空間排水設備之洗面盆進行現況噪音調查，於與上層住戶洗水槽相連排水管線經過之下層住宅內進行均能音量 L_{eq} 、最大音量 L_{max} 量測，及室內吸音力迴響時間修正量測。量測時間為水槽自半滿至完全排光。

3. 衛浴空間便器排水設備

本研究針對衛浴空間便器設備排水進行現況噪音調查，於與上層住戶便器相連排水管線經過之下層住宅內進行均能音量 L_{eq} 、最大音量 L_{max} 量測、聲音暴露量 L_e 量測及室內吸音力迴響時間修正量測。其中 L_{eq} 及 L_{max} 之量測時間為自沖水閥全開後回復至全閉。

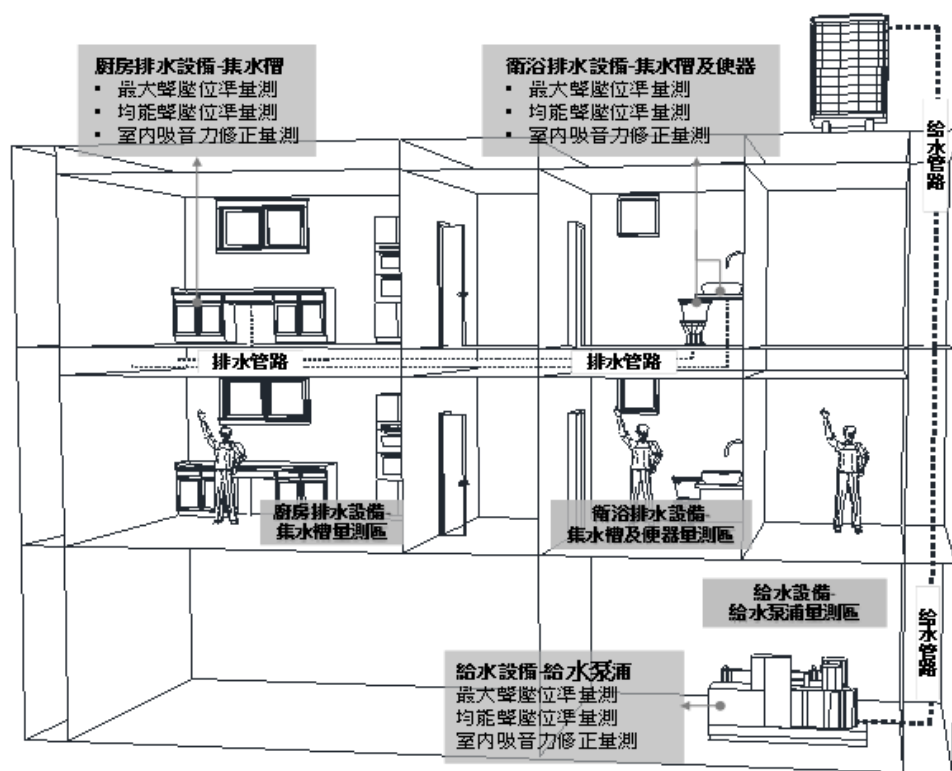


圖 1-2 住宅給排水設備及管路噪音現場量測示意圖

（資料來源：本研究整理）

（三）給排水設備及管路噪音評估指標

給排水設備及管路噪音評估指標如表 1-1 所示。

表 1-1 本研究給排水設備噪音量評估指標

量測對象	量測項目		量測	A 加權噪音值 (量測頻率為倍頻 帶 63~8k Hz)	C 加權噪音值 (量測頻率為倍頻 帶 31.5~8k Hz)
國內連棟 住宅與集 合住宅	給水設備	給水泵浦	聲壓位準慢 特性	$L_{AS \max}$	$L_{CS \max}$
	排水設備	洗面盆		$L_{AS \max, nT}$	$L_{CS \max, nT}$
		便器		$L_{AS \max, n}$	$L_{CS \max, n}$
	給水設備	給水泵浦	聲壓位準快 特性	$L_{AF \max}$	$L_{CF \max}$
	排水設備	洗面盆		$L_{AF \max, nT}$	$L_{CF \max, nT}$
		便器		$L_{AF \max, n}$	$L_{CF \max, n}$
	給水設備	給水泵浦	聲壓位準	L_{Aeq}	L_{Ceq}
	排水設備	洗面盆		$L_{Aeq, nT}$	$L_{Ceq, nT}$
		便器		$L_{Aeq, n}$	$L_{Ceq, n}$

（資料來源：本研究整理）

四、專家諮詢法

研究結果經過初步彙整後，將邀請水電技師、建築師等相關專家學者，進行意見之交流溝通，提出應本研究修正及增刪之意見，作為住宅給排水設備及管路噪音研究之參考依據。

貳、研究流程

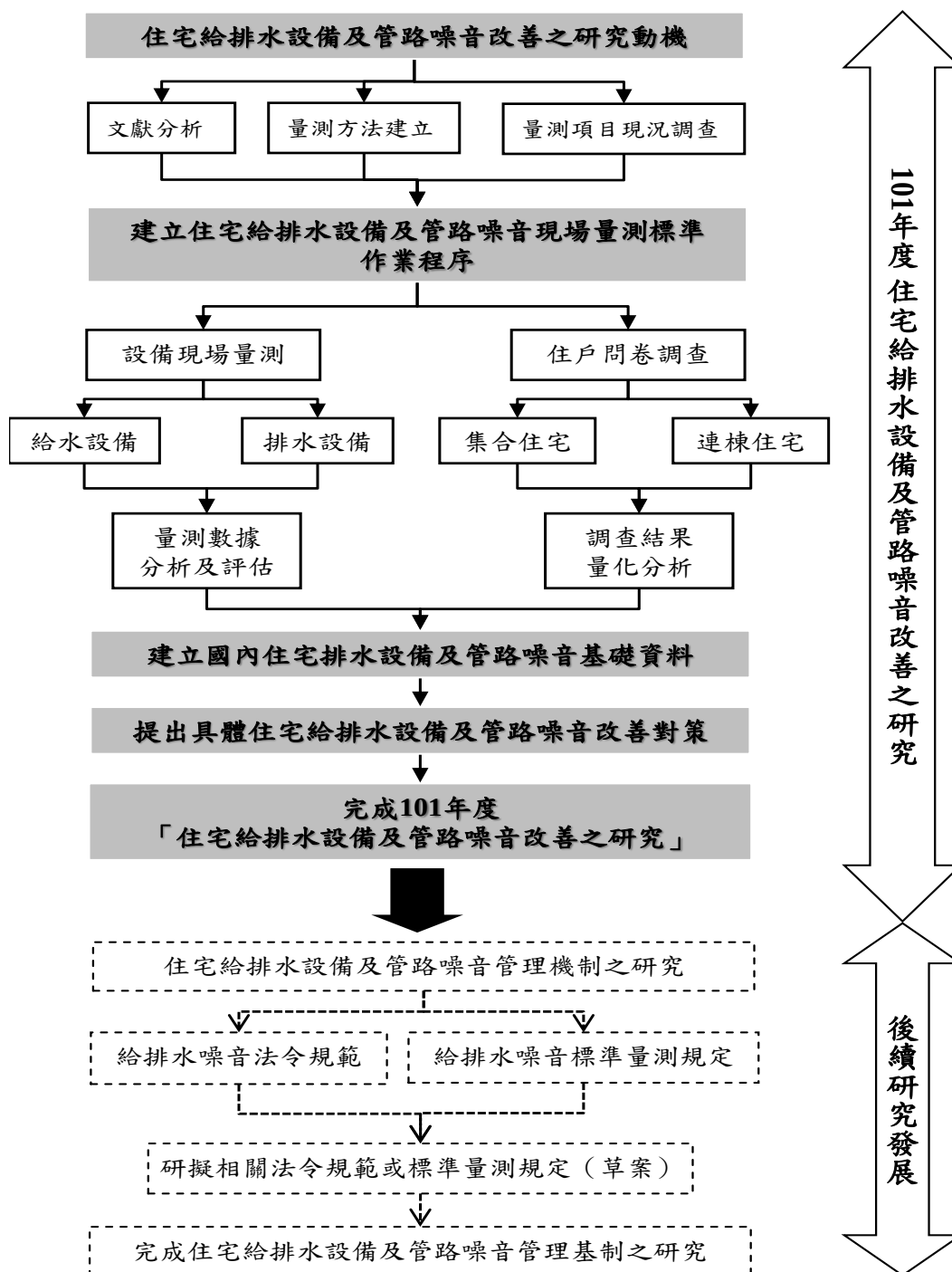


圖 1-3 研究架構圖

(資料來源：本研究整理)

第三節 預期成果與進度

壹、研究計畫內容

研究內容主要針對國內住宅給排水設備及管路進行現況調查，選定具代表性之住宅案例，探討不同給排水設備系統及管路對居住音環境之影響，透過給排水設備及管路噪音現況調查，掌握噪音產生之源頭，提出具體之改善建議，累積本土化資料。研究內容如下：

一、完成住宅給排水設備及管路現況調查

- (一) 本研究參酌歐盟 ISO 16032 (2004) 及 JIS A 1429 (2007) 建築服務設備聲壓量測量測規範，依國內住宅類型，給排水系統配置，建立適用於國內住宅給排水設備及管路噪音之現場量測標準作業程序。
- (二) 本研究完成 6 件具代表性之國內住宅建築進行給排水設備及管路現況調查，調查對象為依營建署按國內建築構造統計，比例較高之鋼筋混凝土造住宅為主，並包含連棟（透天）住宅及 6 層樓以上之集合住宅。

二、完成住宅環境給排水設備及管路噪音調查對日常生活的影響

- (一) 針對國內住宅住戶擬訂住宅給排水設備及管路噪音問卷，本研究完成 181 份之有效問卷統計分析，瞭解住宅給排水設備之噪音來源，並掌握主要噪聲源之困擾程度。

三、完成住宅給排水設備及管路噪音發生位置與音量的實驗分析

- (一) 本研究依建立之住宅給排水設備及管路噪音之現場量測方法，完成國內 6 例住宅給水設備現況調查，並掌握其發生位置及噪音量，以累積國內基礎資料。
- (二) 依現場量測結果進行實驗分析，掌握國內住宅給排水設備噪音之特性，作為提出改善對策之依據。

四、完成提出住宅給排水設備及管路噪音的改善對策

- (一) 本研究依現況調查與問卷及量測評估分析結果，並參酌專家諮詢會議之意見，提出不同住宅類型給排水設備及管路噪音具體改善建議，作為未來設計指引之參考。

表 1-2 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	第 11 月
研擬研究範圍 與研究內容	 										
收集國內外建 築給排水設備 及管路噪音量 測方法	 	 									
應用國內外建 築給排水設備 及管路噪音量 測方法		 									
建立適用國內 住宅給排水設 備及管路噪音 現場量測標準 作業流程		 									
住宅給排水設 備及管路噪音 現場量測			 								
住宅給排水設 備及管路噪音 問卷調查			 								
現場量測數值 結果量化分析 與診斷評估							 	 			
問卷調查結果 量化統計分析							 	 			
問題來源分析 提出改善對策								 	 		
修正成果報告 書										 	
專家座談會議							◎		◎		
期中審查						◎					
期末審查										◎	
預定進度	9%	18%	27%	36%	45%	54%	63%	72%	81%	90%	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 給排水設備及管路噪音相關研究

壹、給排水設備及管路噪音之特性

日本學者大川平一郎等人於 1982 年針對日本集合住宅分析給排水噪音相關問題，研究提出給排水設備及管路噪音發生通常分為給排水設備本身運作時所產生之空氣音及振動，透過給排水管路系統及建築壁體等固體傳音之現象傳遞至室內；或給水設備如洗面盆或浴缸，在供水時水流撞擊盆體表面所產生之空氣音；管路排水時，水流經過管壁所產生之空氣音及振動，並透過建築結構體或管路系統等固體傳音之現象傳遞至室內。

此外，給排水設備及管路噪音相關研究提到所產生噪音之特徵，給排水設備產生之噪音大小與器具型式、給水壓力以及排水量有關，在日本集合住宅常見的樓板上方給排水橫支管之配置，易透過固體傳音之現象，對相鄰空間產生空氣音干擾，且對於配管下方空間所產生之空氣音，其頻率特性以高頻音為主。而集合住宅中如將給排水管路埋設於壁體或樓板中，其傳遞現象之干擾範圍更大。

針對給排水設備及管路噪音之現況調查相關研究，日本學者大川平一郎等人於 1982 年提出給排水設備實驗室量測方法，而在 1999 年針對排水管路的放射音特性，於實驗室進行管徑 100 mm 之鑄鐵管及不銹鋼管排水管路放射音量測。量測結果顯示，兩類管材之噪音頻率特性，最高噪音峰值分別呈現於 3150 及 2000 Hz，研究內容並提到，當水流經過管路時所產生之振動值與噪音值呈現高度相關，顯示振動量越大其產生之噪音值越高。

除此，德國學者 Fuchs 等人於 1992 年提到由於住宅使用者對於給排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，導致水流產生之噪音已成為住宅內不可忽視之噪音來源，因此針對給排水設備進行噪音值現場量測，其量測現場條件如圖 2-1 所示。量測時以便器設備作為噪音源，便器運作

時，水流經由排水立管排出。量測數值分析以 A 加權及快特性主，量測時間為 60 秒，量測空間為便器設置位置之下室空間以及下室相鄰空間進行量測。

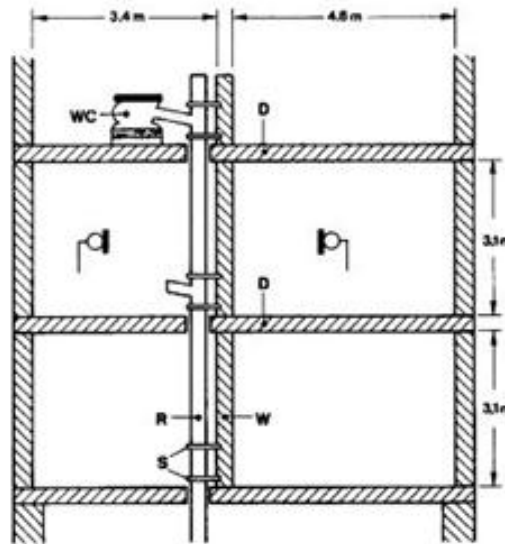


圖 2-1 住宅排水管路噪音量測圖

(資料來源：文獻 33)

量測結果顯示，在便器沖水及回水之時間區段中，於下室空間獲得之噪音數值沖水噪音大於水箱回水噪音，且沖水噪音峰值噪音可達 40dB(A)。在便器沖水時，水流經排水管路得到之噪音頻率特性為 4000 Hz，而下室相鄰空間之噪音值則接近背景噪音。

貳、給排水設備及管路噪音之改善

針對給排水設備及管路噪音改善法可分為給排水設備聲源改善及給排水管路傳遞途徑改善兩種，給排水設備聲源改善方式為針對給排水設備本身所產生之噪音進行相關改善設計，如設備低噪音化，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，以減少由管線傳遞之噪音值，並藉由調整設備流速等方式改變設備噪音頻率之特性，避免設備噪音峰值頻率與管路自然頻率相近而產生共振現象。

針對給排水管路傳遞途徑改善法，1988 年吉原勳等人針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，但在相同管路材質條件下，流速越大所產生之管路噪音越大，而管路噪音若連接設備為高噪音之給排水設備，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。因此可藉由消音器的安裝，將管路某一段更換為內含吸音材之消音管，於傳遞路徑上降低聲音能量。

透過管路包覆之改善，也可達到噪音能量衰減之改善效果，吉原勳等人進行不同管路包覆方式以降低噪音之量測，結果如圖 2-2 顯示，在相同管路材質及管徑條件下，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。因此，管路包覆為目前最常採用之方式，如圖 2-2 所示。

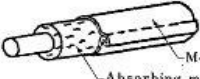
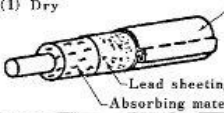
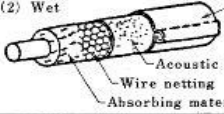
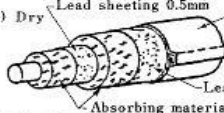
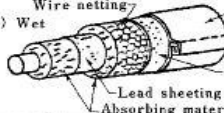
Class & overall noise attenuation	Application procedure	Approximate attenuation in dB				
		Octave band center frequency (Hz)				
		250	500	1k	2k	4k
I (5~15dB)		7	13	17	19	21
II (15~20dB)	(1) Dry 	10	16	20	22	24
	(2) Wet 	11	18	22	24	25
IV (25~30dB)	(1) Dry 	14	23	26	28	29
	(2) Wet 	16	24	27	29	30

圖 2-2 不同管路包覆隔音性能量測結果

(資料來源：文獻 24)

除藉由管路包覆作為管路噪音降低或改善之對策，由於給排水設備運作時所產生之振動易透過管路傳遞至室內，因此，透過改變給排水設備與管路交接處或管路間之接頭材質，對管路振動之傳遞也有明顯之改善效果。1952 年 Callaway 等人針對給排水管路噪音降低裝置如彈性接頭、吊掛隔振器及阻尼裝置等藉由其安裝與否對管路振動情形之影響進行隔音性能量測如圖 2-3，量測常用的 5 種 2 英吋直徑彈性接頭之隔振性能，每一種接頭型式均測 16 次，量測結果顯示，橡膠之隔振性能較為優異，而不銹鋼次之，且以隔振效果而言，管路支撐隔振器優於管路包覆。

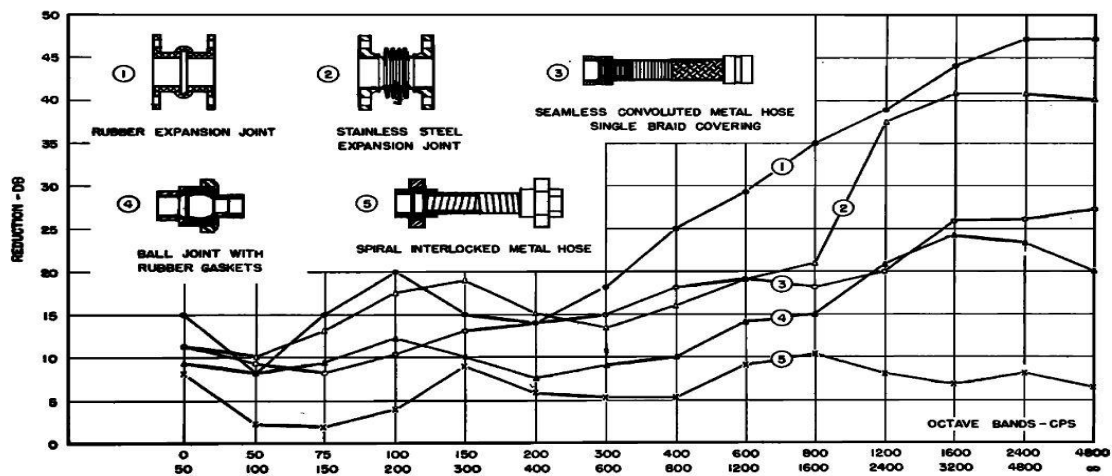


圖 2-3 不同型式彈性接頭隔振性能曲線圖

(資料來源：文獻 32)

第二節 給排水設備及管路噪音量測標準

各國近年來已針對給排水設備及管路噪音建立實驗室量測及現場量測相關標準，因此，國內 CNS 標準之給排水設備及管路噪音量測標準增訂將成為現階段重要課題。

壹、給排水設備及管路噪音實驗室量測標準

1982 年大川平一郎提出給水器具的噪音實驗室測定方法，認為給水管路的噪音源包含管內水流的噪音、水龍頭及便器沖洗器等給水器具使用時的噪音。而給水器具所發生的噪音除了從器具表面直接放射進室內之外、也會隨著管路在建築物內藉由結構傳遞，且由於管線多安裝在居室內，其對生活影響更為嚴重。因此實驗測定方法需包含固體音及空氣音。相關技術由日本住宅性能標準化委員會於 1998 年制訂 JIS A 1424 給水器具發生噪音實驗室測定方法，而國際標準組織（International Organization for Standardization, ISO）則於 1999 年提出 ISO 3822 給水設備噪音實驗室量測方法，其方法如下：

一、基本測量

測量裝置的構成裝置由聲源裝置、測試壁（量測用實驗室）以及受音裝置（量測儀器）其構成如圖 2-4。

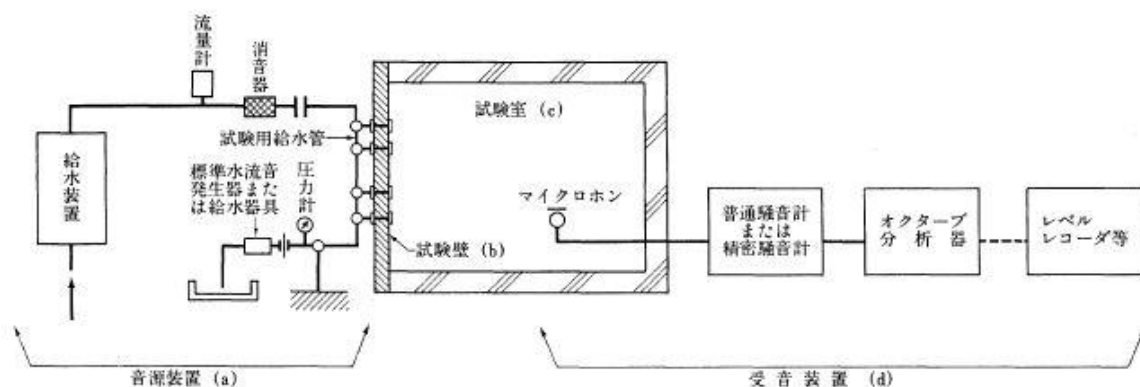


圖 2-4 實驗室測定方法概要

（資料來源：文獻 36）

二、標準水流聲發聲器

為了對不同實驗室之量測結果進行比對，因此需要在每個實驗室安裝標準水流聲發聲器（Installation Noise Standard, INS）進行測試，當其受 0.3 MPa 之水壓時產生之噪音參考值為 45 dB。標準水流聲發聲器的組成包含主體、水流聲音發生部的圓板以及外殼構成。標準水流聲發聲器的使用須符合 JISH 3250(銅或銅合金)製作。

測試時將給水設備裝置於管路末端，而管路則固定於測試壁上，聲音通過裝置產生從管路傳至測試牆上，再藉由空氣傳音自測試壁傳入室內並在測試室進行量測。

三、測試壁

測試壁為供管路安裝測試用，由 100~250 kg/m²混凝土組成，面積為 8~12 m²。

四、實驗室

實驗室容積比為 30~100 m³，實驗室內對向牆間距離為 2.3 m 以上，室內長寬高之比例不可為簡單整數比，實驗室的迴響時間原則上為 1~2 秒，在 125~2000 Hz 之頻率範圍內變動幅度在±10 %以內，室內並為良好之擴散聲場。實驗時管內水量為 10~20 L/m，水壓為 3 kgf/cm²。

五、管路連接設備處

應被設計成可調節流速並與流量計相連接，而量測時需避免給水設施之固有噪音藉由管路直接進入，因此在管路進入測試室前需經過消音器。

六、固定點

管路安裝在測試壁之固定點，利用 4 個間距不相等之立管托架將管路固定在測試壁上，且除了這四個固定點外管路不得與測試壁有任何碰觸。

七、測試用管路

為鍍鋅鋼管，直徑為 25 mm，並以直立方式安裝在測試壁上。

貳、給排水設備及管路噪音現場量測標準

給排水設備噪音現場量測方法源自於國際標準組織（ISO）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），日本則於 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），本研究參酌 ISO 16032 及 JIS A1429 標準進行量測，故將相關標準內容整理如下：

一、範圍

ISO 16032 標準規定詳細說明設置於建築物或結構之服務設備聲壓位準量測，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服務設備。而 JIS A 1429 適用範圍則包含水龍頭、淋浴間、便器、洗面盆、浴缸、泵浦、鍋爐及氣泡浴缸等設備。

兩者標準量測法皆說明適用於室容積約 300 m³以下之住宅（dwellings）、旅館（hotels）學校、（schools）辦公室、（offices）及醫院（hospitals），而不包括一般大型禮堂及音樂廳量測，附錄說明服務設備運作條件及運作週期。

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。

二、參考規範

引用標準（以下為本篇引用標準）

EN 60942 電聲學—音壓校正器（IEC 60942:2003）

EN 61260 電聲學—倍頻及分數倍頻帶濾波器（IEC 61260:1995）

EN 61672-1 電聲學—聲壓位準器—Part1 規格（IEC 61672-1:2002）

EN 61672-2 電聲學—聲壓位準器—Part2 模式評價測試 (IEC 61672-2:2003)

EN ISO 3382 聲學-其它空間聲學特性迴響時間量測

三、名詞與定義

本篇標準名詞與定義之應用。

(一) 聲壓位準

$p^2(t)$ 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_0^2 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

$$\bar{L} = 10 \log \left(\frac{\sum_{i=1}^n 10^{0.1 \times L_i}}{n} \right) \text{ dB} \quad (1)$$

式中： L_i 為室內 n 個不同位置之聲壓位準 $L_1 \sim L_n$ 之平均，以 dB 為單位。

(三) 倍頻帶 63~8000 Hz A 加權聲壓位準數值計算

$$L_A = 10 \log \sum_{i=1}^n 10^{0.1(L_i + A_i)} \text{ dB} \quad (2)$$

式中： L_i 為量測獲得之倍頻帶聲壓位準，以 dB 為單位。

A_i 為倍頻帶 A 加權修正聲壓位準，以 dB 為單位。

(四) 倍頻帶 31.5~8000 Hz C 加權聲壓位準數值計算

$$L_C = 10 \log \sum_{i=1}^n 10^{0.1(L_i + C_i)} \text{ dB} \quad (3)$$

式中： L_i 為量測獲得之倍頻帶聲壓位準，以 dB 為單位。

C_i 為倍頻帶 C 加權修正聲壓位準，以 dB 為單位。

(五) 聲壓位準

經公式 (4) 獲得聲壓位準。

$$L_E = 10 \log \frac{1}{t_0} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p^2(t)}{p_0^2} dt \text{ dB} \quad (4)$$

式中： $p(t)$ 為瞬間聲壓，以 Pa 為單位。

t_1 - t_2 為欲量測時間範圍，以秒為單位。

P_0 為參考基準聲壓，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 31.5~8000 Hz 服務設備聲壓位準

1. $L_{S \max}$

慢特性"S"之倍頻帶最大聲壓位準，以 dB 為單位。

2. $L_{S \max, nT}$

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，以 dB 為單位。

3. $L_{S \max, n}$

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 修正之正規化，以 dB 為單位。

4. $L_{F \max}$

快特性"F"之倍頻帶最大聲壓位準，以 dB 為單位。

5. $L_{F \max, nT}$

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，以 dB 為單位。

6. $L_{F \max, n}$

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 修正之正規化，以 dB 為單位。

7. L_{eq}

倍頻帶等價聲壓位準，以 dB 為單位。

8. $L_{eq, nT}$

經參考基準迴響時間 0.5 秒修正之倍頻帶標準化等價聲壓位準，以 dB 為單位。

9. $L_{eq, n}$

經參考基準吸音面積 10 m^2 修正之倍頻帶正規化等價聲壓位準，以 dB 為單位。

(七) 迴響時間

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

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 為 $L_{S \max}$ 、 $L_{F \max}$ 、 L_{eq} 。

T 為迴響時間，以秒為單位。

T_0 為參考基準迴響時間， $T_0=0.5$ 秒。

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

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

T 為迴響時間，以秒為單位。

V 為室容積，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頻率範圍應包含倍頻帶中心頻率 31.5、63、125、250、500、1000、2000、4000、8000，以 Hz 為單位。時間權衡須包含快（F）及慢（S）特性。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 m^2 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。

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 2-1。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 2-1 服務設備噪音量測指標

頻率特性	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
聲壓位準慢特性"S"	$L_{AS\ max}$ $L_{AS\ max, nT}$ $L_{AS\ max, n}$	$L_{CS\ max}$ $L_{CS\ max, nT}$ $L_{CS\ max, n}$
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} $L_{Ceq, nT}$ $L_{Ceq, n}$

(資料來源：文獻 26)

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) 微音器角落測試位置選擇

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：

1. 微音器角落測試位置與室邊界之距離 0.5 m 以上；
2. 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；

3. 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) 微音器反射聲場位置選擇

於反射聲場下室中選擇兩個測試位置。

1. 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。
2. 任一微音器位置與聲源之最小距離為1.5 m。
3. 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，最小間隔距離減小至0.5 m。
4. 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。

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。

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。

(五) 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。

(六) 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。

(七) A 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。

(八) 空間現場聲源（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）。

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。此外，背景噪音低於服務設備聲壓位準 4 dB 以下，以修正 2.2 dB 為限，並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 為經背景噪音修正之聲源聲壓位準，單位 dB；

L_1 為量測聲源與背景噪音合成聲壓位準，單位 dB；

L_2 為背景噪音位準，單位 dB；

K 為倍頻帶修正數值，單位 dB。

九、精準性

表 2-2 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 2-2 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量測時段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。

(資料來源：文獻 26)

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。
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。

第三章 住宅給排水設備及管路噪音現況調查與量測方法

第一節 住宅給排水設備及管路噪音量測方法

壹、住宅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 所示。

表 3-1 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 1.5 m，量測高度距離樓地板為 1.2 m，並將門及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 所示。

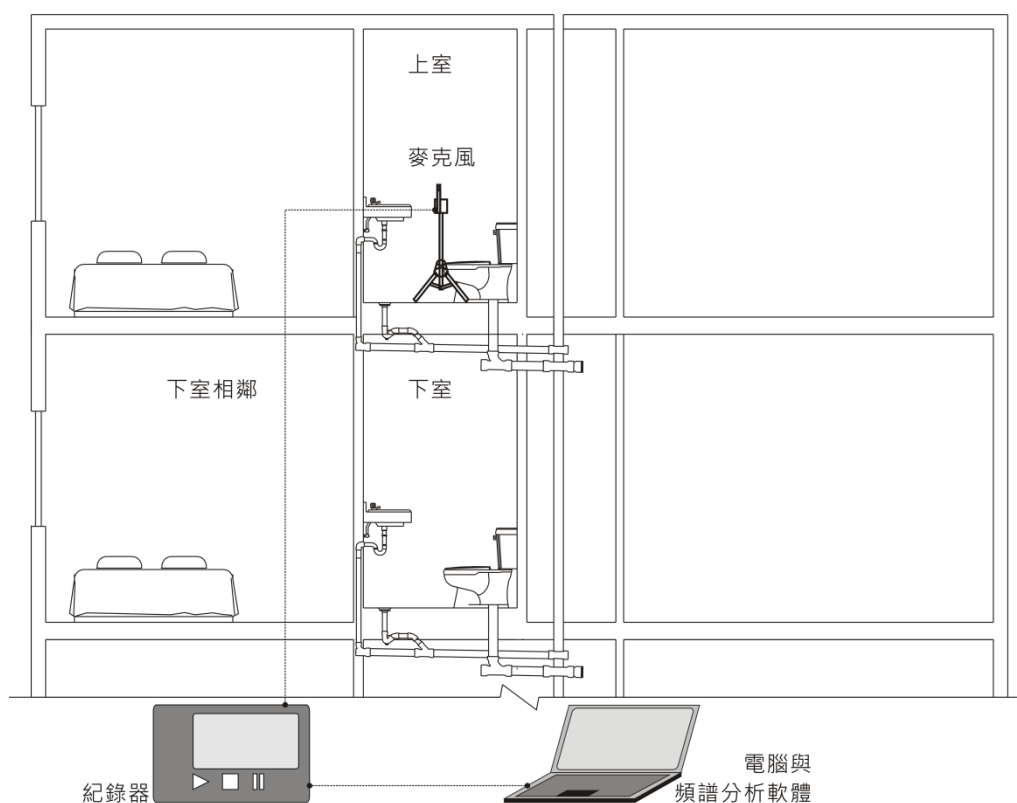


圖 3-1 住宅給排水設備噪音現場量測示意圖

(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

一、住宅給排水設備及管路噪音現場量測程序

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；下室以麥克風作為受聲源。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 IEC60942 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 3-2 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，任一麥克風距離 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。

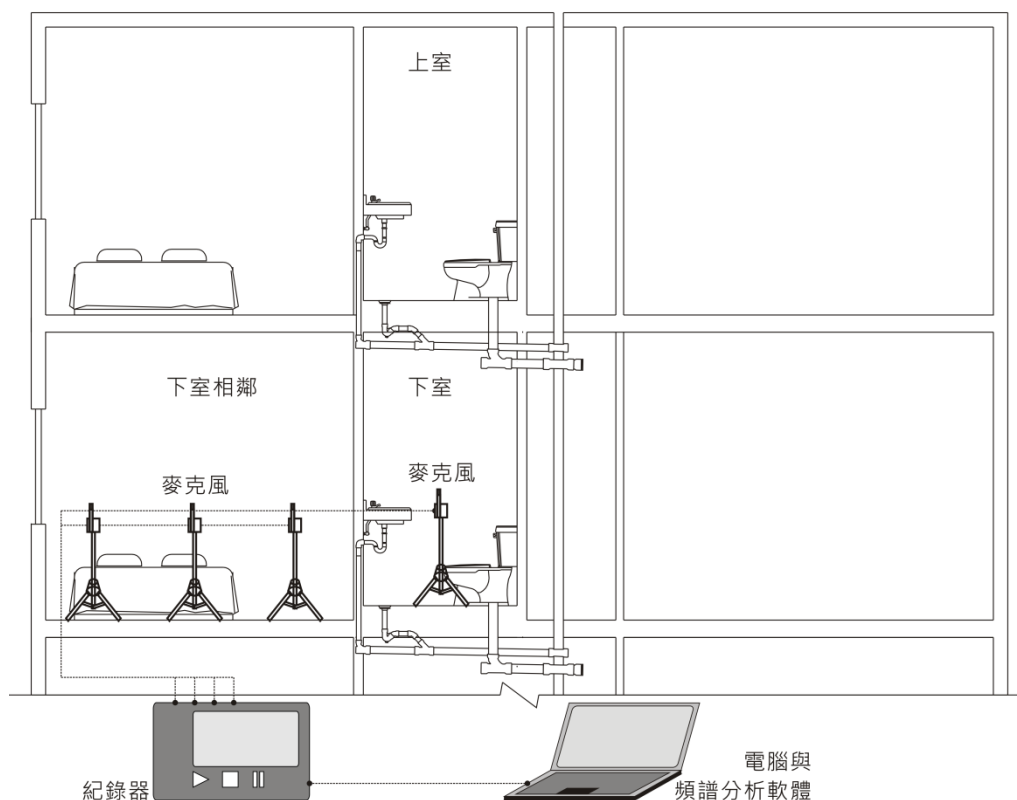


圖 3-2 住宅給排水管路噪音現場量測示意圖

(資料來源：本研究整理)

第二節 住宅給排水設備及管路噪音問卷調查方法

壹、住宅給排水設備及管路噪音問卷內容設計方法

本份問卷為調查受訪者在居住環境中對自宅環境給排水設備及管路噪音困擾程度，以及噪聲源種類等調查，問卷份數以回收之有效問卷 180 份為目標，其問卷份數視效度情況作增減。研究問卷調查乃藉由有效問卷樣本數，經統計分析以掌握台灣地區不同類型住宅之住戶對居住環境給排水設備及管路噪音主觀感受。研究首先針對問卷內容進行設計，依住宅類型條件之不同，提擬住宅環境中易發生之給排水設備噪音問題，並尋求噪音來源。第二階段為進行問卷發放及現場記錄調查，在回收問卷後則進行問卷信度分析及問項數值量化解析。

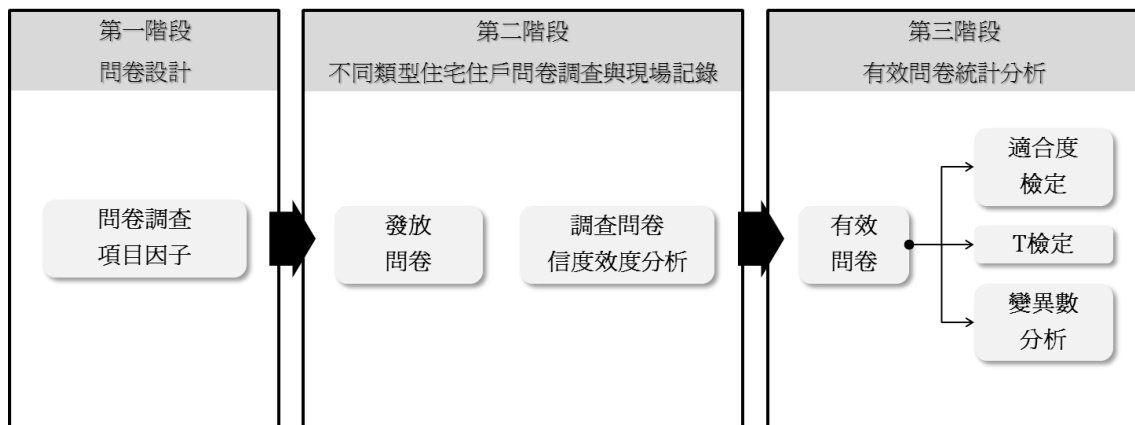


圖 3-3 本研究問卷調查評估流程

（資料來源：本研究整理）

問卷內容依研究目的包含受訪者基本資料、住宅環境調查、居住環境給排水設備噪音干擾度調查以及住宅給排水設備噪音種類及困擾程度調查。

1. 問卷 A 層面為受訪者基本資料調查，為配合住宅給排水設備噪音種類與困擾程度調查結果之群組分類，基本資料問項包含年齡、性別、居住之住宅類型、住宅構造、居住時間及平時於家中時段。
2. 問卷 B 層面為住宅環境調查，包含居住環境及給排水設備基本現況調查，問項

包含給排水設備運作時之影響、給排水設備使用及室內裝修現況調查。

3. 問卷 C 層面為居住環境寧靜滿意度調查，包含住戶對於自宅環境及各時段給排水噪音干擾程度，並將給水及排水設備干擾時段各分為 6 時至 12 時、12 時至 18 時、18 時至 24 時及 24 時至 6 時，共 4 個時段。問項以採五點計分量尺計分，選擇語詞非常不滿意為得 1 分，選擇語詞不滿意為得 2 分，選擇語詞尚可為得 3 分，選擇語詞滿意為得 4 分，選擇語詞非常滿意為得 5 分，其結果為得分越低顯示給排水設備噪音滿意程度越低，評分尺度如圖 3-4 所示。

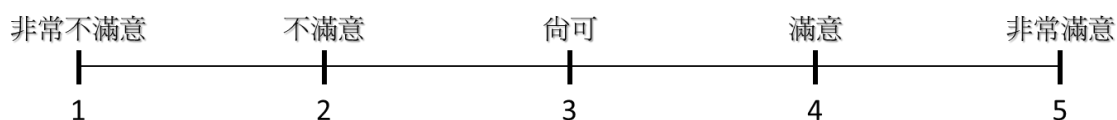


圖 3-4 本研究問卷滿意度尺度表

(資料來源：本研究整理)

4. 問卷 D 層面為住宅給排水設備噪音種類及困擾程度調查，包含二個層面，一為給排水設備器具運作產生之噪音對住戶困擾度之影響；二為給排水設備器具運作產生時，管路產生之噪音對住戶困擾度之影響。問項以採五點計分量尺計分，選擇語詞非常困擾為得 1 分，選擇語詞困擾為得 2 分，選擇語詞尚可為得 3 分，選擇語詞不困擾為得 4 分，選擇語詞完全不困擾為得 5 分，其結果為得分越低顯示住戶對於給排水設備噪音困擾程度越高，評分尺度如圖 3-5 所示。



圖 3-5 本研究問卷困擾度尺度表

(資料來源：本研究整理)

貳、住宅給排水設備及管路噪音問卷假設方法

問卷假設亦指研究者在進行研究之前，針對研究問題，提出暫時性的答案。問

卷假設可視為研究者希望得到某種結果或問題答案的假設。因此視為一種推理性的解釋。本研究在問卷內容擬妥後，列舉以下五個問卷假設，並於問卷回收後，進行問項數值之分析，作為問卷假設之依據。

1. 住戶對於給排水設備及管路噪音滿意程度因不同住宅類型而異；
2. 住戶對於給排水設備及管路噪音滿意程度因不同住宅構造而異；
3. 住戶對於給排水設備及管路噪音滿意程度因不同住宅屋齡而異；
4. 住戶對於給排水設備及管路噪音滿意程度因不同時段而異；
5. 各類給排水設備噪音，及管路排水噪音困擾程度。

參、住宅給排水設備及管路噪音問卷分析方法

一、有效問卷判定及計分

在回收問卷後，需先確定是否受訪住戶未回答的題數是否低於總題數的 20%，才可進行問卷之得分計算。本問卷題數共計 36 題，即受訪住戶需回答 29 題，此份問卷才可判定為有效問卷，方可使用此份問卷結果作分析。

二、問卷信度與效度

本研究利用綜合問卷來瞭解我國住宅住戶對給排水設備及管路噪音干擾及滿意程度，為確認研究問卷之可信度及有效性，依據信度（Reliability）及效度兩項指標衡量問卷之準確程度。信度及效度均指衡量的工具，若問卷之信度效度皆符合可接受之範圍，調查結果則具參考價值。兩者定義如下：

「信度」是指衡量工具的正确性或是精確性。信度有兩方面的意義，一是穩定性（stability），一是一致性。穩定性為不同時間點重複衡量相同的事務或個人，然後比較兩次衡量方數的相關程度。一致性為一個態度的尺度中，各個項目之間具有一致性或內部同質性。問卷信度的檢定將對各問項按填達之分數，計算每一個構面之 Cronbach alpha 係數，alpha 係數越大表示信度越高，本研究依據相關文獻當信度

達到 0.7 此份問卷即為有效問卷。

「效度」是指根據測量結果推論變項特徵的適切性 (appropriateness)。為針對研究目的、內容及範圍，獲得相關性、可靠性。檢定研究作的衡量是否有效，以確認問卷結果的真確性 (correctness)。一般而言，問卷的效度高即顯現調查對象之真實特徵。

三、問卷統計分析

本研究為求不同住宅類型及構造型式對自宅環境給排水噪音是否有差異，利用無母數檢定分析法及 T 檢定進行差異性之分析，欲比較一組樣本的平均值與某一定值間之差異，或是兩組樣本的平均值間是否存在差異，且其對應值是連續，則使用獨立 t 檢定。

此外，本研究為求不同住宅類型對自宅各時段給排水噪音種類困擾度是否有差異，將利用 Kruskal Wallis 獨立樣本檢定進行變異數分析。其定義為將一組資料的總變動量，依可能造成變動的因素分解成不同的部分，並且以假設檢定的方法來判斷這些因素是否的確能解釋資料的變動。

第四章 住宅給排水設備及管路噪音現況調查結果與改善對策

第一節 住宅給排水設備及管路噪音問卷調查結果分析

壹、住宅給排水設備及管路噪音問卷調查對象及基本資料

本研究將針對臺灣各住宅類型之住戶進行住宅給排水設備及管路噪音問卷調查，研究將問卷調查對象包含連棟住宅（透天）及集合住宅（含公寓、大廈），本研究回收 181 份有效之住宅給排水設備及管路噪音問卷，其中依住宅構造條件分為鋼筋混凝土造 164 份、鋼骨鋼筋混凝土造 17 份，以及連棟住宅類型之問卷數 42 份，集合住宅類型之問卷數 139 份，如表 4-1 所示。

表 4-1 本研究問卷數量及調查對象基本資料架構

基本資料	年齡				性別	
	21-30	31-40	41-50	51 以上	男	女
樣本數	34	53	44	50	74	107
百分比	18.8 %	29.3 %	24.3 %	27.6 %	40.9 %	59.1 %
基本資料	構造類別				住宅類別	
	鋼筋混凝土		鋼骨鋼筋混凝土		連棟住宅	集合住宅
樣本數	164		17		42	139
百分比	90.6 %		9.4 %		23.2 %	76.8 %

（資料來源：本研究整理）

貳、信度統計結果

本研究將住宅給排水設備及管路噪音問卷內容 29 個問項進行信度分析，結果顯示，Cronbach's Alpha 值為 0.95，皆符合文獻建議 0.7 以上，顯示本研究之住宅給排水設備及管路噪音問卷為有效之問卷，如表 4-2 所示。

表 4-2 本研究問卷信度統計量

Cronbach's Alpha 值	項目個數
0.95	29

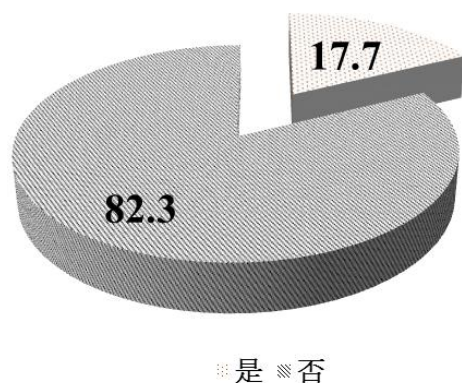
（資料來源：本研究整理）

參、住宅給排水設備及管路噪音問卷調查結果

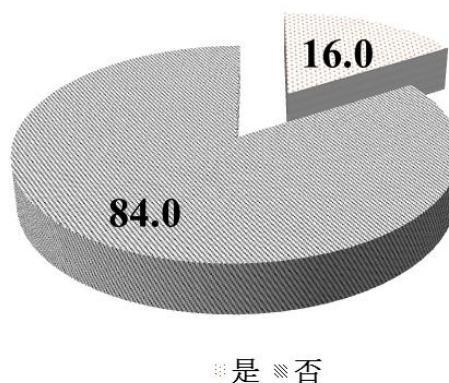
一、居住環境給排水設備及管路噪音對日常生活之影響

圖 4-1 顯示問卷 B 層面分析結果，82.3% 以上的受訪住戶認為給水設備運作時產生之噪音對日常生活不造成影響；84 %以上的受訪住戶認為給水設備運作時產生之振動對日常生活不造成影響；76.2 %以上的受訪住戶認為排水設備運作時產生之噪音對日常生活不造成影響；82.3 %以上的受訪住戶認為排水設備運作時產生之振動對日常生活不造成影響。

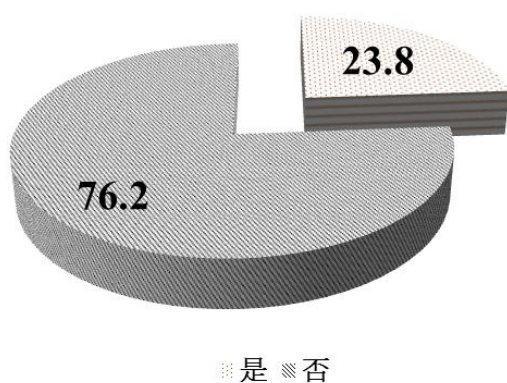
B01 給水設備運作時產生之噪音是否對您日常生活造成影響



B02 給水設備運作時產生之振動是否對您日常生活造成影響



B03 排水設備運作時產生之噪音是否對您日常生活造成影響



B04 排水設備運作時產生之振動是否對您日常生活造成影響

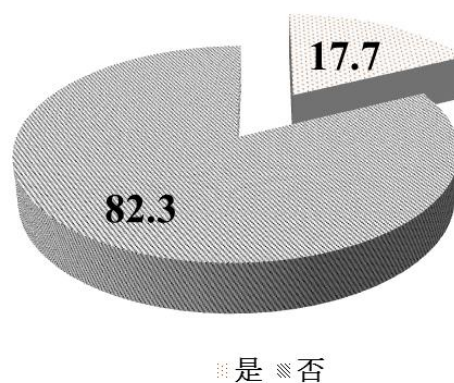


圖 4-1 給排水設備及管路噪音對日常生活之影響統計結果
(資料來源：本研究整理)

二、居住環境給排水設備級管路噪音及各時段滿意度調查結果

本研究針對住戶自宅環境給排水噪音滿意度之調查，統計結果顯示，整體而言國人目前對於給水設備產生之噪音滿意度為介於尚可至滿意間（3.3 分），排水設備產生之噪音滿意度為尚可（3.0 分）。而依不同住宅類別（連棟及集合住宅）進行分析，結果顯示目前集合住宅之住戶對於排水產生之噪音滿意度低於給水設備產生之噪音，且集合住宅對於排水設備之噪音滿意度介於尚可至不滿意間（2.9 分），如表 4-3 所示

表 4-3 不同住宅類型住戶對給排水設備噪音滿意度統計結果

設備類別	住宅類型	平均數	個數	標準差
給水噪音	連棟住宅	3.3	42	0.5
	集合住宅	3.3	139	0.6
排水噪音	連棟住宅	3.3	42	0.6
	集合住宅	2.9	139	0.8

註：得分越高滿意度越高

（資料來源：本研究整理）

本研究依住宅構造作為統計變項，分析不同住宅構造之住戶對給排水噪音之滿意度，結果發現，不同住宅構造之住宅住戶對於給排水噪音滿意度皆於尚可至滿意之得分間（3.0 至 4.0 分），如表 4-4 所示。

表 4-4 不同住宅構造住戶對給排水設備噪音滿意度統計結果

設備類別	住宅構造	平均數	個數	標準差
給水噪音	鋼筋混凝土	3.3	164	0.6
	鋼骨鋼筋混凝土	3.3	17	0.7
排水噪音	鋼筋混凝土	3.0	164	0.8
	鋼骨鋼筋混凝土	3.1	17	0.7

註：得分越高滿意度越高

（資料來源：本研究整理）

本研究依住宅屋齡作為統計變項，分析不同住宅屋齡之住戶對給排水噪音之滿意度，結果發現，國內住宅屋齡於 1 至 31 年以上之住戶對於給水噪音滿意度介於尚可至滿意之得分（3.0 至 4.0 分），而排水噪音滿意度則因屋齡越高，其住戶對排水

噪音滿意度越低，又以屋齡 31 年以上為最低，且未達尚可之得分（2.5 分）。

表 4-5 住宅屋齡對給排水噪音滿意度統計結果

設備類別	住宅屋齡	平均數	個數	標準差
給水噪音	1-10 年	3.4	107	0.6
	11-20 年	3.2	36	0.6
	21-30 年	3.4	17	0.5
	31 年以上	3.0	21	0.5
排水噪音	1-10 年	3.2	107	0.8
	11-20 年	2.8	36	0.7
	21-30 年	2.7	17	0.6
	31 年以上	2.5	21	0.6

註：得分越高滿意度越高

（資料來源：本研究整理）

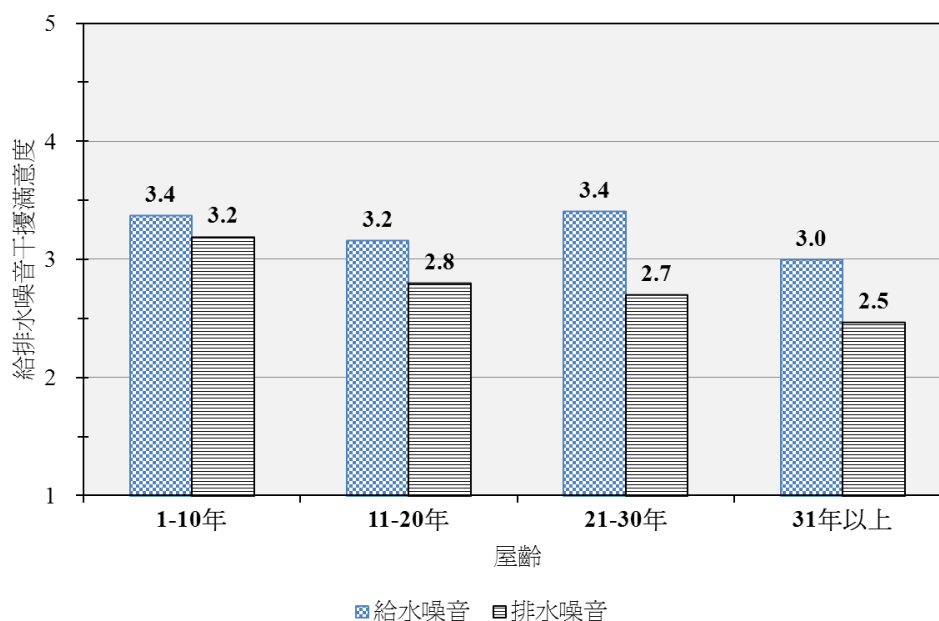


圖 4-2 不同住宅類型對各時段給排水噪音滿意度統計結果

（資料來源：本研究整理）

本研究為瞭解不同住宅類型各時段之給排水噪音滿意度，進行各時段給水噪音及排水噪音干擾之統計，結果顯示，連棟住宅住戶對於於各時段之給排水產生之噪音滿意度皆高於集合住宅，且集合住宅住戶對於 18 時-6 時給排水噪音之滿意度較其它時段來的低，如圖 4-3 及圖 4-4 所示。

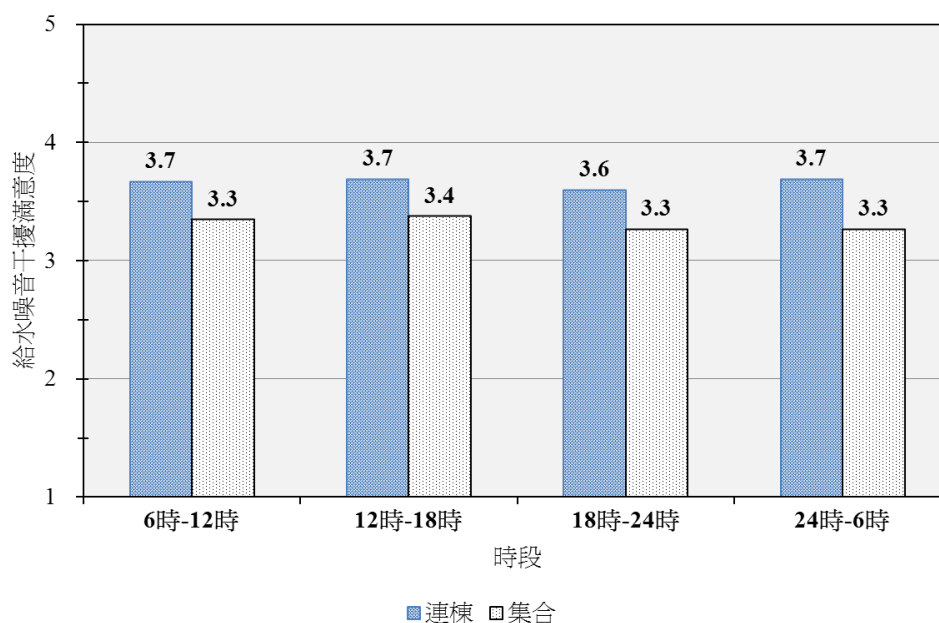


圖 4-3 不同住宅類型對各時段給排水噪音滿意度統計結果
(資料來源：本研究整理)

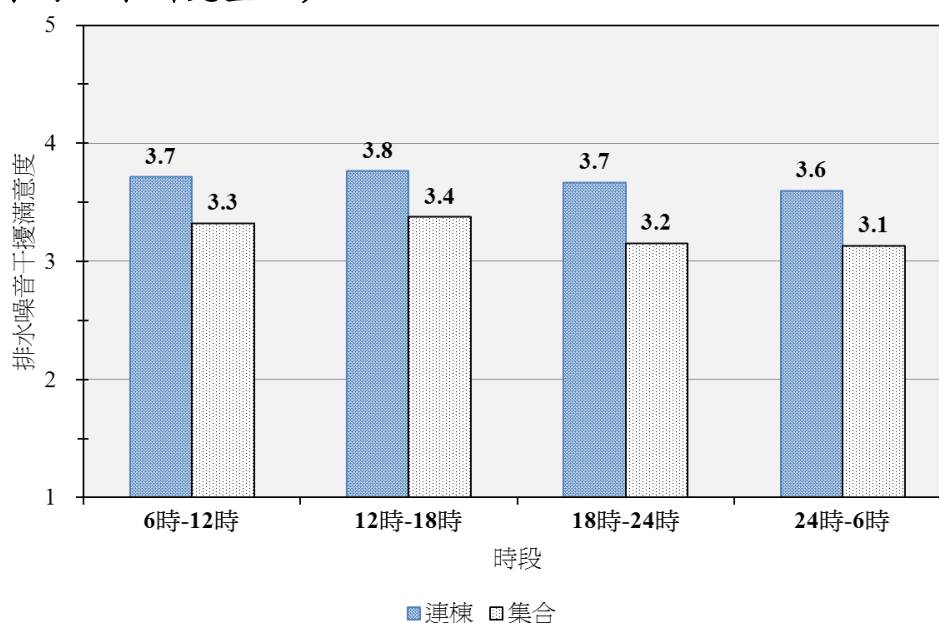


圖 4-4 不同住宅類型對各時段給排水噪音滿意度統計結果
(資料來源：本研究整理)

三、居住環境給排水設備及管路噪音種類困擾度調查結果

本研究針對住宅不同給排水設備及管路噪音種類之困擾程度進行量化分析，結

果顯示，國內住戶對於不同種類給水設備產生之噪音困擾度得分介於尚可至不困擾間（3 分至 4 分）。而對於不同種類管路排水噪音，集合住宅住戶對於便器排水產生之管路排水噪音較其它設備管路排水噪音來的高，如圖 4-5 及圖 4-6 所示。

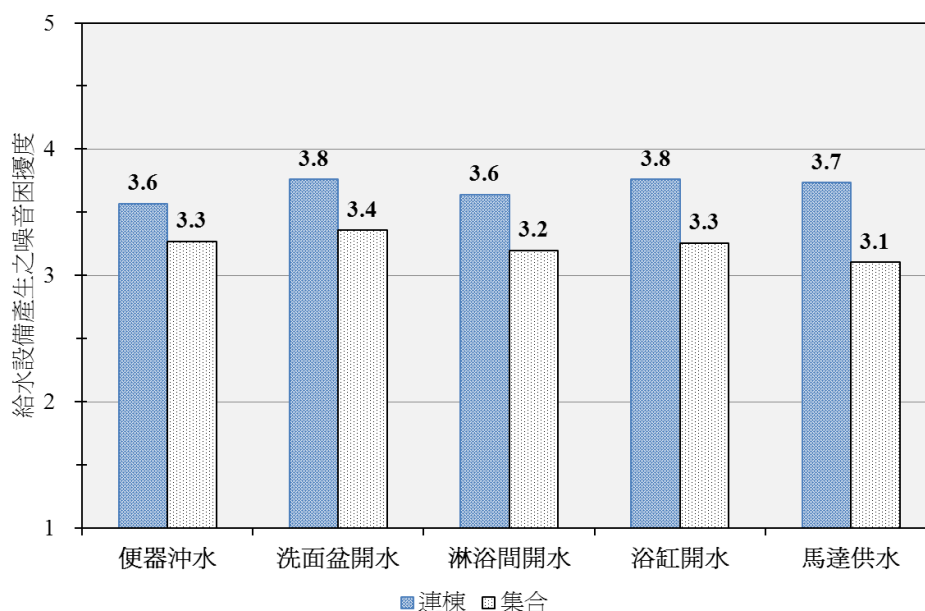


圖 4-5 不同類型給排水設備及管路排水噪音困擾度統計結果
(資料來源：本研究整理)

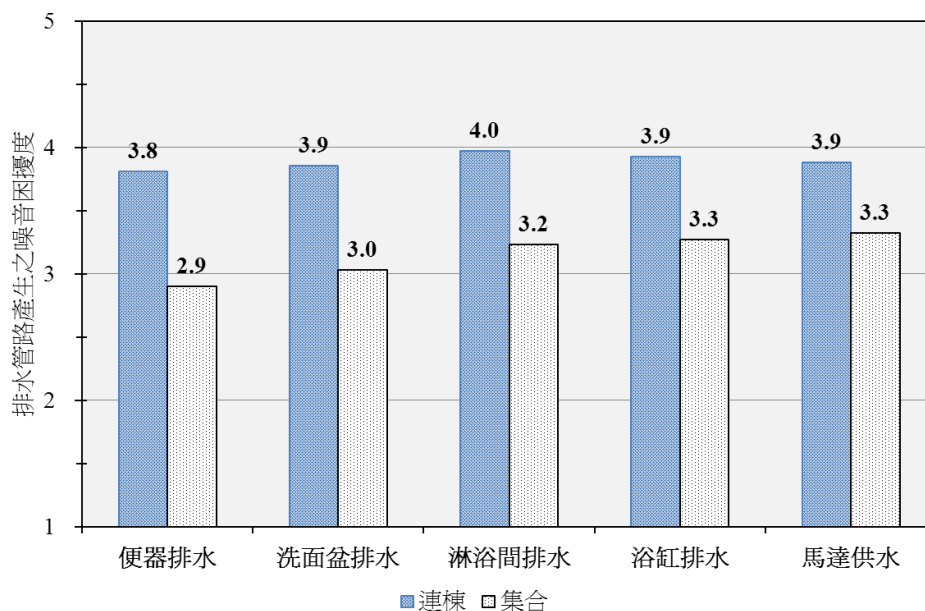


圖 4-6 不同類型給排水設備及管路排水噪音困擾度統計結果
(資料來源：本研究整理)

第二節 住宅給排水設備及管路噪音現場量測結果分析

本研究已完成 6 例住宅案例給排水設備及管路噪音現況調查，並依建立之住宅給排水設備及管路噪音現場量測標準作業流程進行現況調查。本研究住宅案例基本資料如表 4-6 所示，其中 3 例北部案例包含屋齡 20 年及 30 年之集合住宅案例，而 3 例南部案例包含屋齡 2 年至 10 年之連棟透天及集合住宅案例。

此外，本研究選定之住宅案例中，給排水設備配屬之管路條件包含給水 PVC 明管及不銹鋼明管之條件，排水管路部分則包含 PVC 明管、暗管以及鑄鐵明管之條件，相關編號如表 4-7 及 4-8 所示。本研究現場量測包含洗面盆與便器設備噪音現場量測，以及給水泵浦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，及便器配屬管路排水噪音現場量測。

表 4-6 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			給排水管路條件	
				樓層 總數	設備 位置	管路 位置	給水 管路	排水 管路
台南市 仁德區	連棟 透天	10 年	鋼筋 混凝土	4F	3F	2F	PVC 明管	PVC 暗管
台北市 大安區	集合 住宅	20 年	鋼骨 構造	42F	27F	26F	不銹鋼 明管	鑄鐵 明管
台北市 松山區	集合 住宅	30 年	鋼筋 混凝土	8F	8F	7F	PVC 明管	PVC 暗管
台北市 松山區	集合 住宅	30 年	鋼筋 混凝土	8F	7F	6F	-	PVC 暗管
台南市 仁德區	集合 住宅	2 年	鋼筋 混凝土	13F	13F	12F	不銹鋼 明管	PVC 明管
高雄市 鳳山區	連棟 透天	5 年	鋼筋 混凝土	4F	4F	3F	-	PVC 暗管

（資料來源：本研究整理）

表 4-7 住宅案例給排水設備編號

案例編號	案例編號	洗面盆設備編號	便器設備編號
台南市仁德區	A	A-SIN	A-WC
台北市大安區	B	B-SIN	B-WC
台北市松山區	C	C-SIN	C-WC
台北市松山區	D	D-SIN	D-WC
台南市仁德區	E,F	E-SIN	E-WC
		F-SIN	F-WC
高雄市鳳山區	G	G-SIN	G-WC
註：SIN 為洗面盆設備；WC 為便器設備			

(資料來源：本研究整理)

表 4-8 住宅案例給排水管路編號

案例位置	案例編號	給水泵浦管路編號	洗面盆管路編號	便器管路編號
台南市仁德區	A	A-PP01	A-PS01	A-PW01
台北市大安區	B	B-SP01	B-CS01	B-CW01
台北市松山區	C	C-PP02	C-PS02	C-PW02
台北市松山區	D	----	D-PS03	D-PW03
台南市仁德區	E,F	E-SP02	E-PS04	E-PW04
			F-PS05	F-PW05
高雄市鳳山區	G	----	G-PS06	G-PW06
註：PP 為給水泵浦 PVC 管；SP 為給水泵浦不銹鋼管；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。				

(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

本研究依給排水設備及管路噪音現場量測標準作業流程(參照 CNS 7138 及 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安裝空間設定 3 點麥克風測點，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單一數值參量。評定結果如表 4-9 所示(洗面盆設備型式參照附錄六)。

結果顯示，洗面盆設備排水時產生之噪音 L_{Aeq} 為 37.5 至 53.2 dB； L_{Ceq} 為 41.9 至 61.4 dB； $L_{AF\ max}$ 為 38.9 至 60.9 dB； $L_{CF\ max}$ 為 46.9 至 69.7 dB； $L_{AS\ max}$ 為 37.6 至 55.8 dB； $L_{CS\ max}$ 為 42.9 至 64.1 dB。

表 4-9 洗面盆設備排水噪音量測結果

案例編號	洗面盆設備排水噪音單一數值結果 (dB)					
	L_{Aeq}	L_{Ceq}	$L_{AF\ max}$	$L_{CF\ max}$	$L_{AS\ max}$	$L_{CS\ max}$
A-SIN	38.6	41.9	44.2	46.9	39.6	42.9
B-SIN	45.9	56.0	49.9	59.5	46.9	57.1
C-SIN	50.5	55.6	53.8	58.7	51.0	56.3
D-SIN	53.2	61.4	60.9	69.7	55.8	64.1
E-SIN	44.8	48.3	48.9	52.5	45.5	49.2
F-SIN	48.0	49.8	52.8	55.0	49.9	51.8
G-SIN	37.5	52.2	38.9	56.4	37.6	53.7

(資料來源：本研究整理)

(一) 洗面盆設備噪音 A 加權連續穩態聲壓位準 L_{Aeq}

本研究針對洗面盆排水噪音進行連續穩態聲壓位準 L_{eq} 量測，並依 ISO 16032 之規定計算 1/1 倍頻帶 63~8000 Hz 之 A 加權連續穩態聲壓位準 L_{Aeq} ，如圖 4-7 所示。結果顯示，A-SIN 洗面盆排水聲源之 A 加權連續穩態聲壓位準 L_{Aeq} 為 38.6 dB；B-SIN 之 A 加權連續穩態聲壓位準 L_{Aeq} 為 45.9 dB；C-SIN 之 A 加權連續穩態聲壓位準 L_{Aeq} 為 50.5 dB；D-SIN 之 A 加權連續穩態聲壓位準 L_{Aeq} 為 53.2 dB；E-SIN 之 A 加權連續穩態聲壓位準 L_{Aeq} 為 44.8 dB；F-SIN 之 A 加權連續穩態聲壓位準 L_{Aeq} 為 48.0 dB；G-SIN 之 A 加權連續穩態聲壓位準 L_{Aeq} 為 37.5 dB。

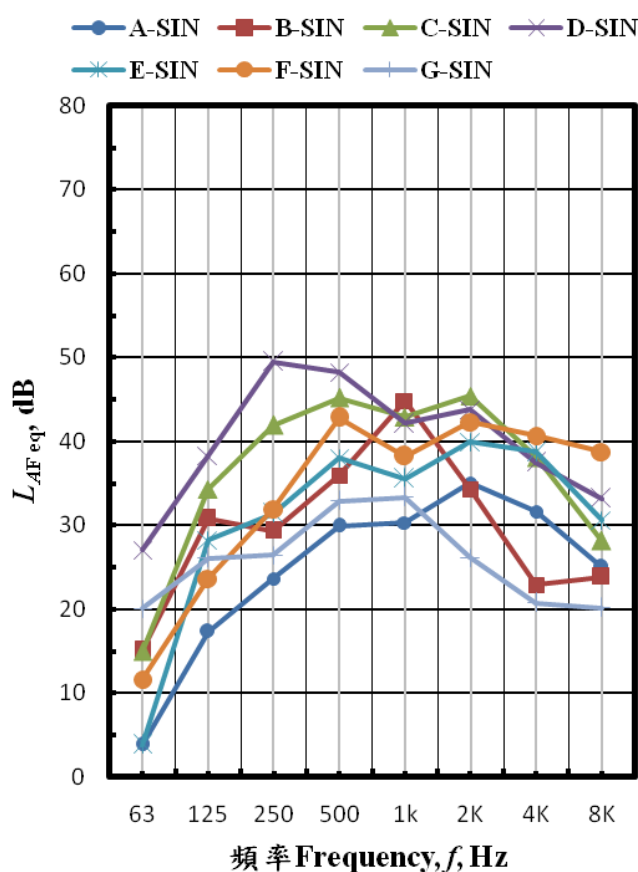


圖 4-7 洗面盆設備排水噪音 A 加權連續穩態聲壓位準

(資料來源：本研究整理)

(二) 洗面盆設備噪音 C 加權連續穩態聲壓位準 L_{Ceq}

本研究針對洗面盆排水噪音進行連續穩態聲壓位準 L_{eq} 量測，並依 ISO 16032 之規定計算 1/1 倍頻帶 31.5~8000 Hz 之 C 加權連續穩態聲壓位準 L_{Ceq} ，如圖 4-8 所示。結果顯示，A-SIN 洗面盆排水聲源之 C 加權連續穩態聲壓位準 L_{Aeq} 為 41.9 dB；B-SIN 之 C 加權連續穩態聲壓位準 L_{Ceq} 為 56.0 dB；C-SIN 之 C 加權連續穩態聲壓位準 L_{Ceq} 為 55.6 dB；D-SIN 之 C 加權連續穩態聲壓位準 L_{Ceq} 為 61.4 dB；E-SIN 之 C 加權連續穩態聲壓位準 L_{Ceq} 為 48.3 dB；F-SIN 之 C 加權連續穩態聲壓位準 L_{Ceq} 為 49.8 dB；G-SIN 之 C 加權連續穩態聲壓位準 L_{Ceq} 為 52.2 dB。

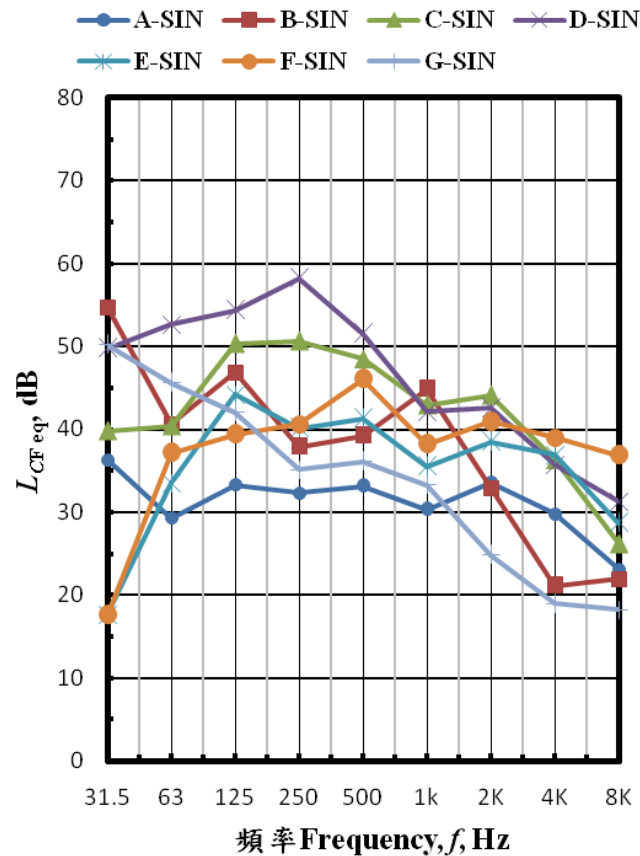


圖 4-8 洗面盆設備排水噪音 C 加權連續穩態聲壓位準

(資料來源：本研究整理)

(三) 洗面盆設備噪音 A 加權最大聲壓位準快特性 $L_{AF\ max}$

本研究針對洗面盆排水噪音進行最大聲壓位準快特性 $L_{F\ max}$ 量測，並依 ISO 16032 之規定計算 1/1 倍頻帶 63~8000 Hz 之 A 加權最大聲壓位準快特性 $L_{AF\ max}$ ，如圖 4-9 所示。結果顯示，A-SIN 洗面盆排水聲源之 A 加權最大聲壓位準快特性 $L_{AF\ max}$ 為 44.2 dB(A)；B-SIN 之 A 加權最大聲壓位準快特性 $L_{AF\ max}$ 為 49.9 dB；C-SIN 之 A 加權最大聲壓位準快特性 $L_{AF\ max}$ 為 53.8 dB；D-SIN 之 A 加權最大聲壓位準快特性 $L_{AF\ max}$ 為 60.9 dB；E-SIN 之 A 加權最大聲壓位準快特性 $L_{AF\ max}$ 為 48.9 dB；F-SIN 之 A 加權最大聲壓位準快特性 $L_{AF\ max}$ 為 52.8 dB；G-SIN 之 A 加權最大聲壓位準快特性 $L_{AF\ max}$ 為 38.9 dB。

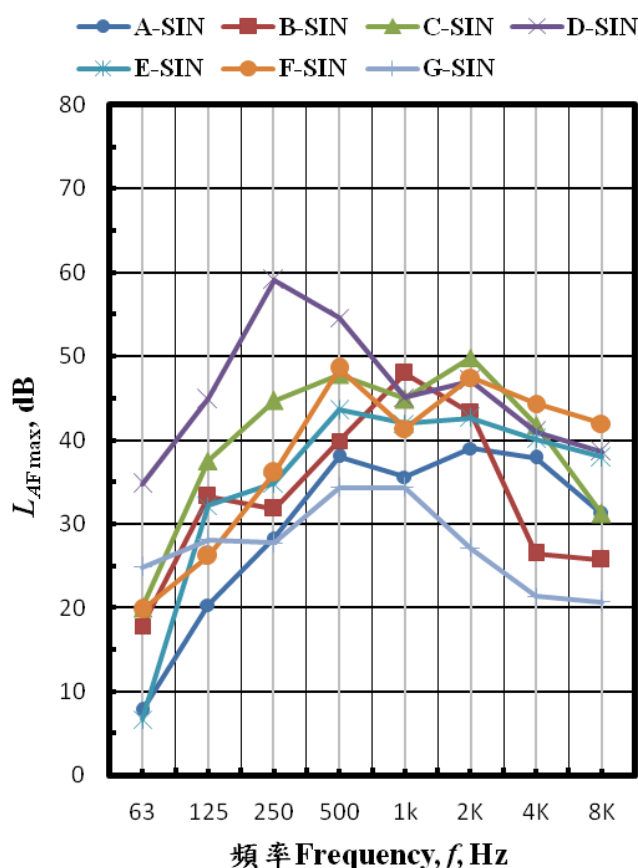


圖 4-9 洗面盆設備排水噪音 A 加權最大聲壓位準快特性

(資料來源：本研究整理)

(四) 洗面盆設備噪音 C 加權最大聲壓位準快特性 $L_{CF \max}$

本研究針對洗面盆排水噪音進行最大聲壓位準快特性 $L_{F \max}$ 量測，並依 ISO 16032 之規定計算 1/1 倍頻帶 31.5~8000 Hz 之 C 加權最大聲壓位準快特性 $L_{CF \max}$ ，如圖 4-10 所示。結果顯示，A-SIN 洗面盆排水聲源之 C 加權最大聲壓位準快特性 $L_{CF \max}$ 為 46.9 dB；B-SIN 之 C 加權最大聲壓位準快特性 $L_{CF \max}$ 為 59.5 dB；C-SIN 之 C 加權最大聲壓位準快特性 $L_{CF \max}$ 為 58.7 dB；D-SIN 之 C 加權最大聲壓位準快特性 $L_{CF \max}$ 為 69.7 dB；E-SIN 之 C 加權最大聲壓位準快特性 $L_{CF \max}$ 為 52.5 dB；F-SIN 之 C 加權最大聲壓位準快特性 $L_{CF \max}$ 為 55.0 dB；G-SIN 之 C 加權最大聲壓位準快特性 $L_{CF \max}$ 為 56.4 dB。

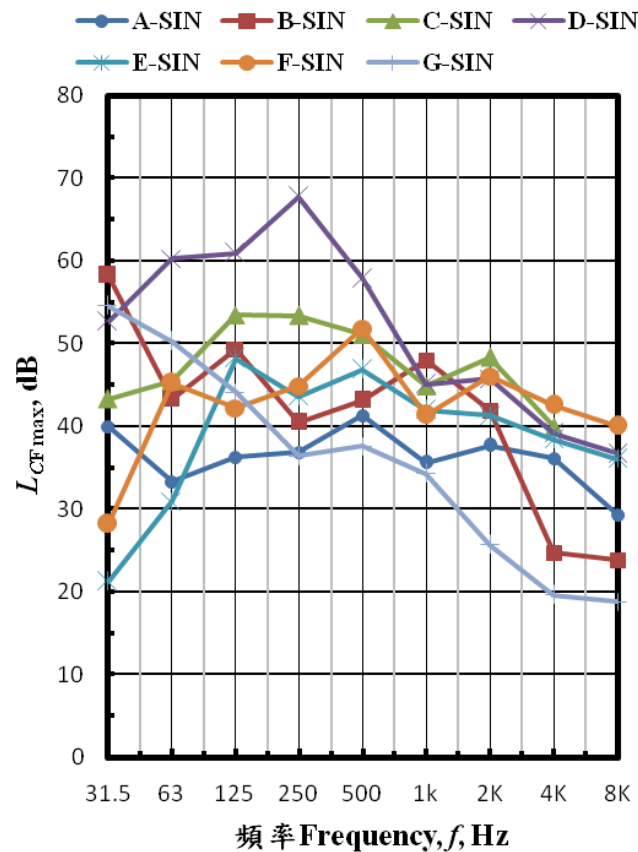


圖 4-10 洗面盆設備排水噪音 C 加權最大聲壓位準快特性

(資料來源：本研究整理)

(五) 洗面盆設備噪音 A 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{AS\ max}$

本研究針對洗面盆排水噪音進行最大聲壓位準慢特性 $L_{S\ max}$ 量測，並依 ISO 16032 之規定計算 1/1 倍頻帶 63~8000 Hz 之 A 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{AS\ max}$ ，如圖 4-11 所示。結果顯示，A-SIN 洗面盆排水聲源之 A 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{AS\ max}$ 為 39.6 dB；B-SIN 之 A 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{AS\ max}$ 為 46.9 dB；C-SIN 之 A 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{AS\ max}$ 為 51.0 dB；D-SIN 之 A 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{AS\ max}$ 為 55.8 dB；E-SIN 之 A 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{AS\ max}$ 為 45.5 dB；F-SIN 之 A 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{AS\ max}$ 為 49.9 dB；G-SIN 之 A 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{AS\ max}$ 為 37.6 dB。

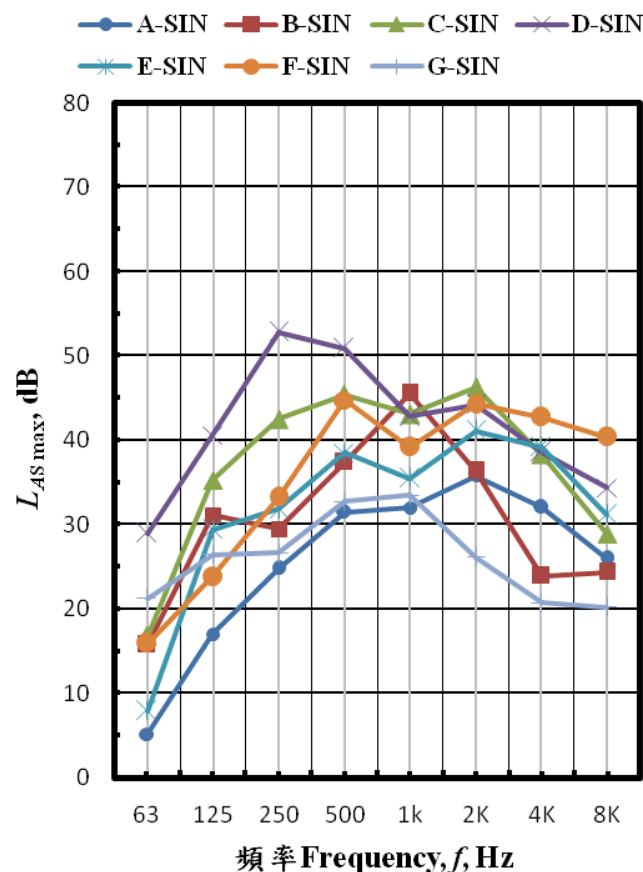


圖 4-11 洗面盆設備排水噪音 A 加權最大聲壓位準慢特性

(資料來源：本研究整理)

(六) 洗面盆設備噪音 C 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{CS\ max}$

本研究針對洗面盆排水噪音進行最大聲壓位準慢特性 $L_{S\ max}$ 量測，並依 ISO 16032 之規定計算 1/1 倍頻帶 31.5~8000 Hz 之 C 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{CS\ max}$ ，如圖 4-12 所示。結果顯示，A-SIN 洗面盆排水聲源之 C 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{CS\ max}$ 為 42.9 dB；B-SIN 之 C 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{CS\ max}$ 為 57.1 dB；C-SIN 之 C 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{CS\ max}$ 為 56.3 dB；D-SIN 之 C 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{CS\ max}$ 為 64.1 dB；E-SIN 之 C 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{CS\ max}$ 為 49.2 dB；F-SIN 之 C 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{CS\ max}$ 為 51.8 dB；G-SIN 之 C 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{CS\ max}$ 為 53.7 dB。

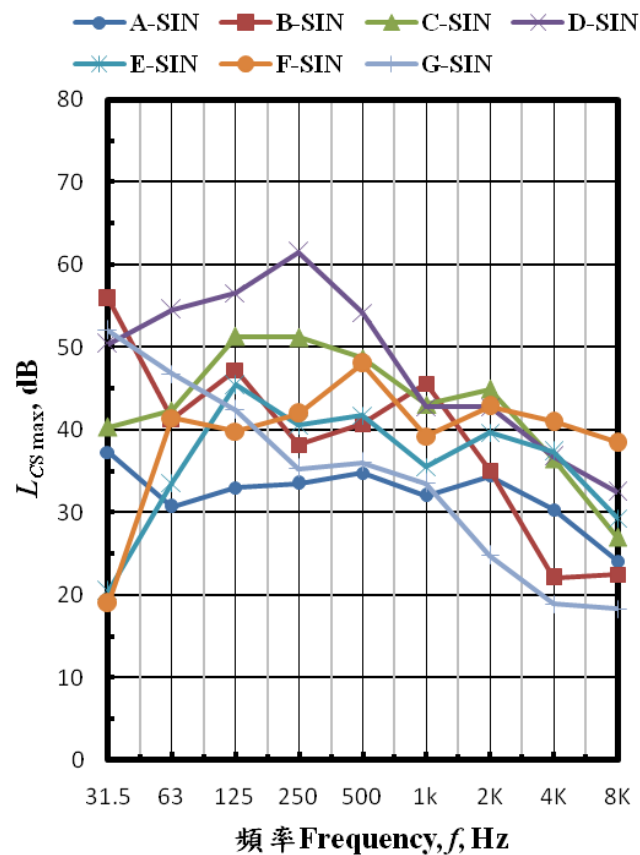


圖 4-12 洗面盆設備排水噪音 C 加權最大聲壓位準慢特性

(資料來源：本研究整理)

二、住宅案例便器設備噪音現場量測結果

本研究依給排水設備及管路噪音現場量測標準作業流程(參照 CNS 7138 及 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 點麥克風測點，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 4-10 (便器設備樣式參照附錄六)。

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； $L_{AF\ max}$ 為 55.6 至 78.5 dB； $L_{CF\ max}$ 為 61.4 至 80.1 dB； $L_{AS\ max}$ 為 50.4 至 75.6 dB； $L_{CS\ max}$ 為 54.8 至 77.0 dB。整體而言，便器設備產生之噪音明顯大於洗面盆設備噪音。

表 4-10 便器設備排水噪音量測結果

案例編號	便器設備排水噪音單一數值結果 (dB)					
	L_{Aeq}	L_{Ceq}	$L_{AF\ max}$	$L_{CF\ max}$	$L_{AS\ max}$	$L_{CS\ max}$
A-WC	66.5	70.7	74.5	80.1	69.8	74.9
B-WC	57.3	59.1	68.8	68.8	62.3	63.1
C-WC	52.8	53.4	61.2	61.4	54.3	54.8
D-WC	47.6	59.0	55.6	70.8	50.4	64.1
E-WC	70.8	71.6	75.6	77.0	75.6	77.0
F-WC	72.7	73.4	78.5	79.4	74.9	75.5
G-WC	66.6	68.8	71.3	74.2	69.0	71.4

(資料來源：本研究整理)

(一) 便器設備噪音 A 加權連續穩態聲壓位準 L_{Aeq}

本研究針對便器排水噪音進行連續穩態聲壓位準 L_{eq} 量測，並依 ISO 16032 之規定計算 1/1 倍頻帶 63~8000 Hz 之 A 加權連續穩態聲壓位準 L_{Aeq} ，如圖 4-13 所示。結果顯示，A-WC 便器排水聲源之 A 加權連續穩態聲壓位準 L_{Aeq} 為 66.5 dB；B-WC 之 A 加權連續穩態聲壓位準 L_{Aeq} 為 57.3 dB；C-WC 之 A 加權連續穩態聲壓位準 L_{Aeq} 為 52.8 dB；D-WC 之 A 加權連續穩態聲壓位準 L_{Aeq} 為 47.6 dB；E-WC 之 A 加權連續穩態聲壓位準 L_{Aeq} 為 70.8 dB；F-WC 之 A 加權連續穩態聲壓位準 L_{Aeq} 為 72.7 dB；G-WC 之 A 加權連續穩態聲壓位準 L_{Aeq} 為 66.6 dB。

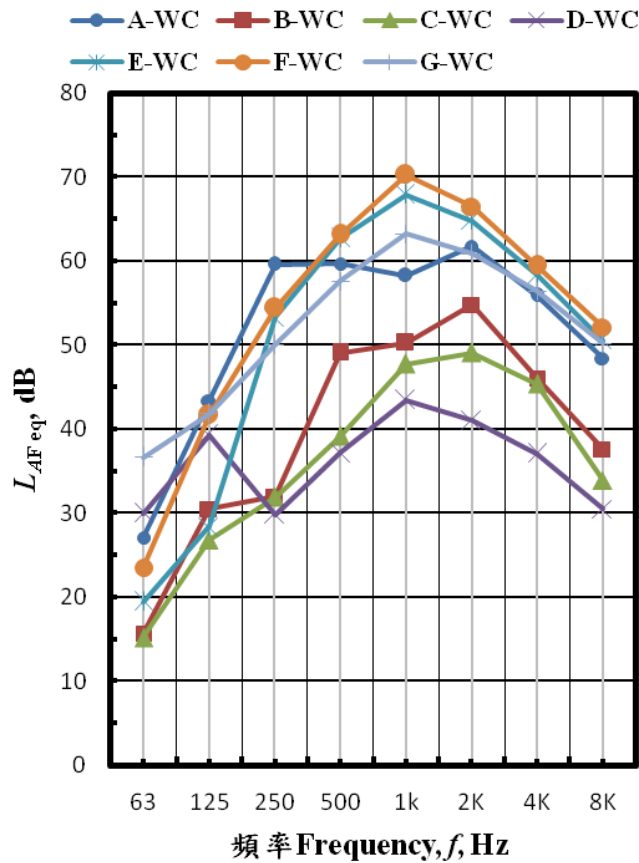


圖 4-13 便器設備排水噪音 A 加權連續穩態聲壓位準

(資料來源：本研究整理)

(二) 便器設備噪音 C 加權連續穩態聲壓位準 L_{Ceq}

本研究針對便器排水噪音進行連續穩態聲壓位準 L_{eq} 量測，並依 ISO 16032 之規定計算 1/1 倍頻帶 31.5~8000 Hz 之 C 加權連續穩態聲壓位準 L_{Ceq} ，如圖 4-14 所示。結果顯示，A-WC 便器排水聲源之 C 加權連續穩態聲壓位準 L_{Ceq} 為 70.7 dB；B-WC 之 C 加權連續穩態聲壓位準 L_{Ceq} 為 59.1 dB；C-WC 之 C 加權連續穩態聲壓位準 L_{Ceq} 為 53.4 dB；D-WC 之 C 加權連續穩態聲壓位準 L_{Ceq} 為 59.0 dB；E-WC 之 C 加權連續穩態聲壓位準 L_{Ceq} 為 71.6 dB；F-WC 之 C 加權連續穩態聲壓位準 L_{Ceq} 為 73.4 dB；G-WC 之 C 加權連續穩態聲壓位準 L_{Ceq} 為 68.8 dB。

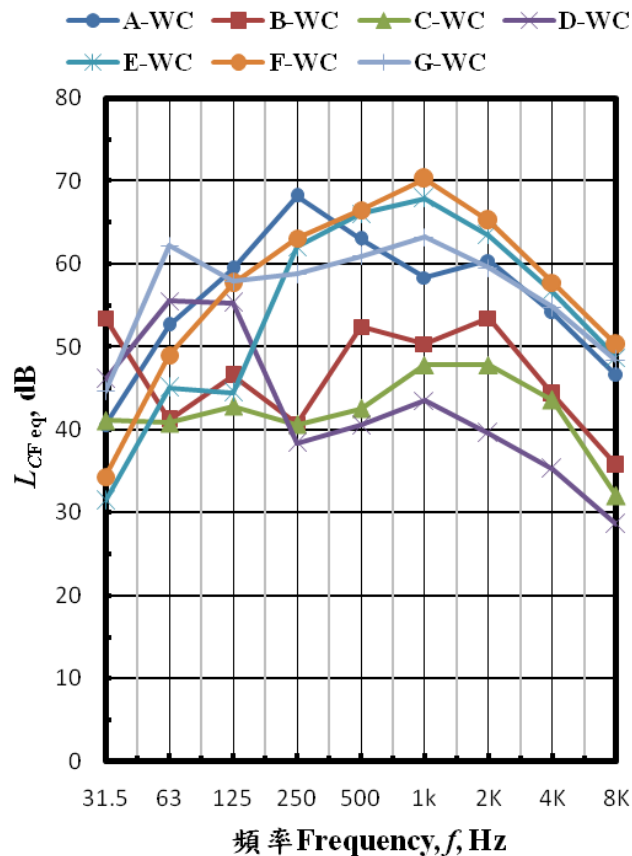


圖 4-14 便器設備排水噪音 C 加權連續穩態聲壓位準

(資料來源：本研究整理)

(三) 便器設備噪音 A 加權最大聲壓位準快特性 $L_{AF\max}$

本研究針對便器排水噪音進行最大聲壓位準快特性 $L_{F\max}$ 量測，並依 ISO 16032 之規定計算 1/1 倍頻帶 63~8000 Hz 之 A 加權最大聲壓位準快特性 $L_{AF\max}$ ，如圖 4-15 所示。結果顯示，A-WC 便器排水聲源之 A 加權最大聲壓位準快特性 $L_{AF\max}$ 為 74.5 dB；B-WC 之 A 加權最大聲壓位準快特性 $L_{AF\max}$ 為 68.8 dB；C-WC 之 A 加權最大聲壓位準快特性 $L_{AF\max}$ 為 61.2 dB；D-WC 之 A 加權最大聲壓位準快特性 $L_{AF\max}$ 為 55.6 dB；E-WC 之 A 加權最大聲壓位準快特性 $L_{AF\max}$ 為 75.6 dB；F-WC 之 A 加權最大聲壓位準快特性 $L_{AF\max}$ 為 78.5 dB；G-WC 之 A 加權最大聲壓位準快特性 $L_{AF\max}$ 為 71.3 dB。

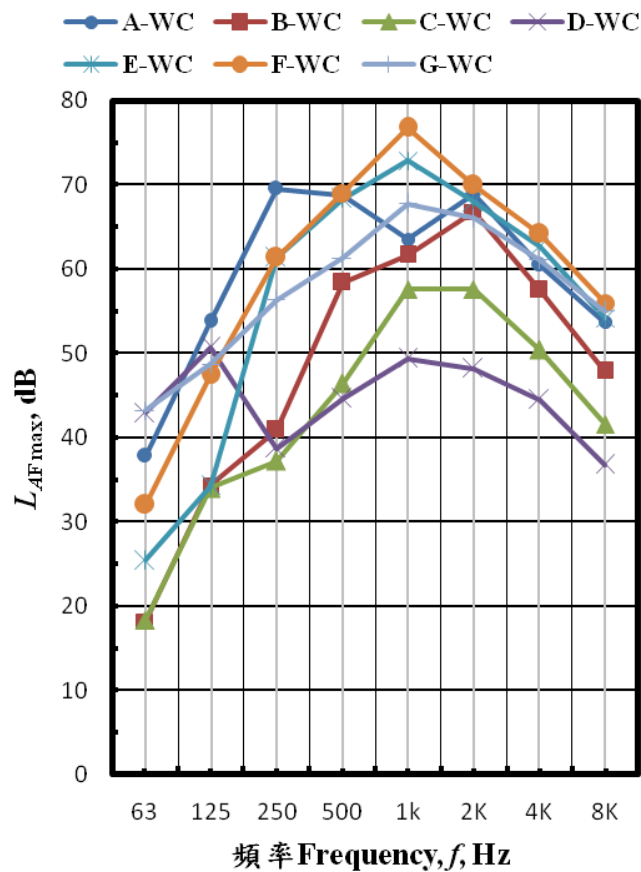


圖 4-15 便器設備排水噪音 A 加權最大聲壓位準快特性

(資料來源：本研究整理)

(四) 便器設備噪音 C 加權最大聲壓位準快特性 $L_{CF\ max}$

本研究針對便器排水噪音進行最大聲壓位準快特性 $L_{F\ max}$ 量測，並依 ISO 16032 之規定計算 1/1 倍頻帶 31.5~8000 Hz 之 C 加權最大聲壓位準快特性 $L_{CF\ max}$ ，如圖 4-16 所示。結果顯示，A-WC 便器排水聲源之 C 加權最大聲壓位準快特性 $L_{CF\ max}$ 為 80.1 dB；B-WC 之 C 加權最大聲壓位準快特性 $L_{CF\ max}$ 為 68.8 dB；C-WC 之 C 加權最大聲壓位準快特性 $L_{CF\ max}$ 為 61.4 dB；D-WC 之 C 加權最大聲壓位準快特性 $L_{CF\ max}$ 為 70.8 dB；E-WC 之 C 加權最大聲壓位準快特性 $L_{CF\ max}$ 為 77.0 dB；F-WC 之 C 加權最大聲壓位準快特性 $L_{CF\ max}$ 為 79.4 dB；G-WC 之 C 加權最大聲壓位準快特性 $L_{CF\ max}$ 為 74.2 dB。

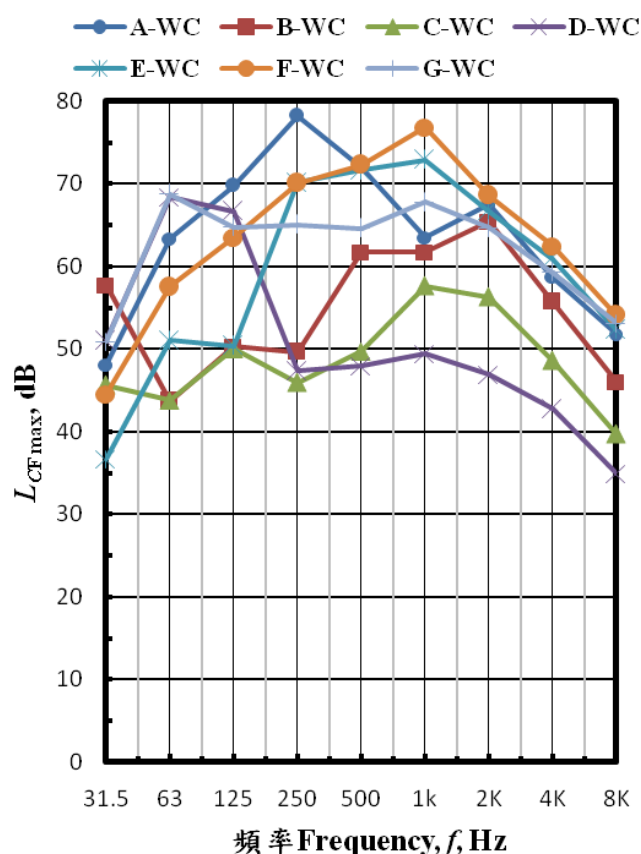


圖 4-16 便器設備排水噪音 C 加權最大聲壓位準快特性

(資料來源：本研究整理)

(五) 便器設備噪音 A 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{AS\ max}$

本研究針對洗面盆排水噪音進行最大聲壓位準慢特性 $L_{F\ max}$ 量測，並依 ISO 16032 之規定計算 1/1 倍頻帶 63~8000 Hz 之 A 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{AS\ max}$ ，如圖 4-17 所示。結果顯示，A-WC 便器排水聲源之 A 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{AS\ max}$ 為 69.8 dB；B-WC 之 A 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{AS\ max}$ 為 62.3 dB；C-WC 之 A 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{AS\ max}$ 為 54.3 dB；D-WC 之 A 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{AS\ max}$ 為 50.4 dB；E-WC 之 A 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{AS\ max}$ 為 75.6 dB；F-WC 之 A 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{AS\ max}$ 為 74.9 dB；G-WC 之 A 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{AS\ max}$ 為 69.0 dB。

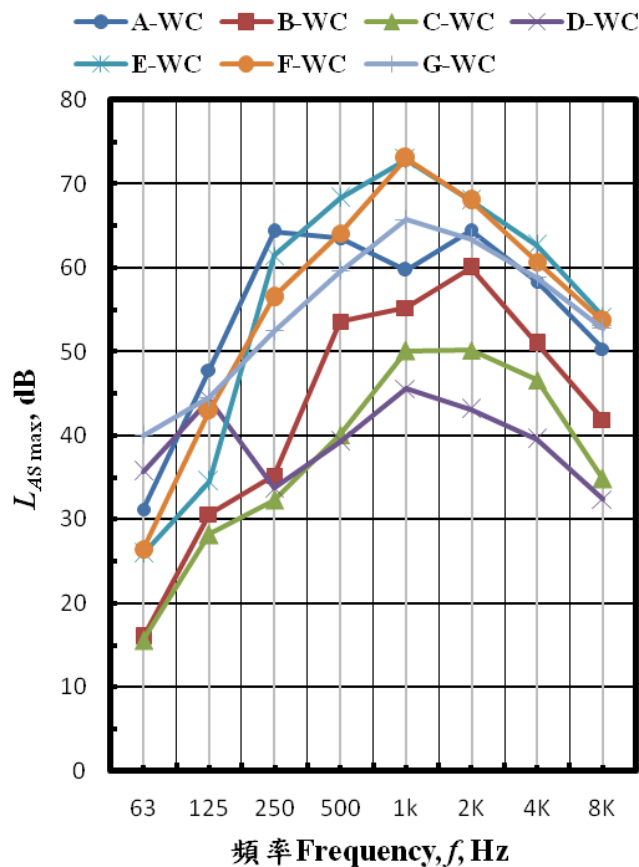


圖 4-17 便器設備排水噪音 A 加權最大聲壓位準慢特性

(資料來源：本研究整理)

(六) 便器設備噪音 C 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{CS\max}$

本研究針對洗面盆排水噪音進行最大聲壓位準慢特性 $L_{S\max}$ 量測，並依 ISO 16032 之規定計算 1/1 倍頻帶 31.5~8000 Hz 之 C 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{CS\max}$ ，如圖 4-18 所示。結果顯示，A-WC 便器排水聲源之 C 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{CS\max}$ 為 74.9 dB；B-WC 之 C 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{CS\max}$ 為 63.1 dB；C-WC 之 C 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{CS\max}$ 為 54.8 dB；D-WC 之 C 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{CS\max}$ 為 64.1 dB；E-WC 之 C 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{CS\max}$ 為 77.0 dB；F-WC 之 C 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{CS\max}$ 為 75.5 dB；G-WC 之 C 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{CS\max}$ 為 71.4 dB。

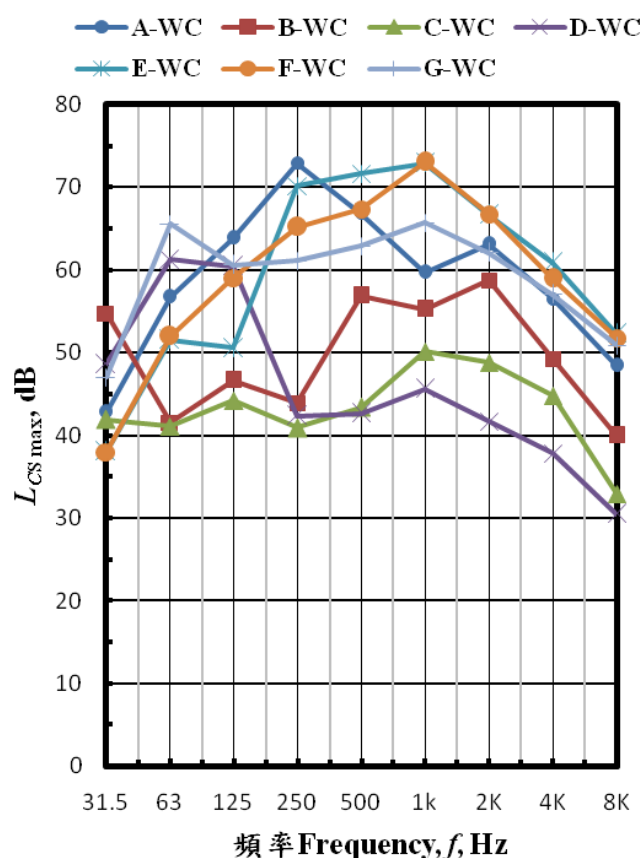


圖 4-18 便器設備排水噪音 C 加權最大聲壓位準慢特性

(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

本研究針對 6 例住宅案例給排水設備配屬管路排水噪音進行現場量測，量測項目包含給水泵浦配屬之給水管路噪音量測，其中 A-PP01 與 C-PP02 為自設加壓泵浦配屬 PVC 給水明管設置，B-SP01 為中繼揚水泵浦配屬不鏽鋼明管設置，E-SP02 為地下室揚水泵浦配屬不鏽鋼明管設置；洗面盆配屬之管路排水噪音量測，其中 A-PS01 與 G-PS06 為 PVC 管暗管設置，B-CS01 為鑄鐵管明管設置，C-PS02、D-PS03、E-PS04 及 F-PS05 為 PVC 管明管設置；便器配屬之管路排水噪音量測，其中 A-PW01 與 G-PW06 為 PVC 管暗管設置，B-CW01 為鑄鐵管明管設置，C-PW02、D-PW03、E-PW04 及 F-PW05 為 PVC 管明管設置。

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及或給水管路相鄰之空間作為受音室，相關量測規定參照 ISO 16032(JIS A 1429)，相關受測條件如表 4-11 及 4-12 所示。

表 4-11 給水設備配屬給水管路噪音現場量測條件

設備 類型	案例編號	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 設備	A-PP01	2F	明管	2 F	混凝土天花及牆面與磁磚地板	9.9	2.8
	B-SP01	25F	明管	26 F	石膏板天花及牆面與地毯地板	25.6	2.5
	C-PP02	8F	明管	8F	暗架木作天花與磁磚牆面與地板	19	2.5
	E-SP02	B1F	明管	1F	暗架木作天花與磁磚牆面與地板	14.8	2.6
註：A-PP01 與 C-PP02 為加壓泵浦配屬 PVC 給水明管，B-SP01 為揚水泵浦配屬不鏽鋼明管，E-SP02 為揚水泵浦配屬不鏽鋼明管；PP 為給水泵浦 PVC 管；SP 為給水泵浦不銹鋼管。							

(資料來源：本研究整理)

表 4-12 給排水設備配屬管路噪音現場量測條件

設備 類型	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 設備	A-PS01	3F	暗管	2F	暗架木作天花(6 mm 夾板)與磁磚牆面與地板	3.9	2.2
	A-PW01						
	B-CS01	27F	明管	26F	暗架木作天花(9 mm 夾板)與磁磚牆面與地板	5.6	2.5
	B-CW01						
	C-PS02	8F	明管	7F	暗架 PVC 天花 (6 mmPVC 板)與磁磚牆面與地板	3.5	2.4
	C-PW02						
	D-PS03	7F	明管	6F	暗架木作天花(6 mm 夾板)與磁磚牆面與地板	3.7	2.3
	D-PW03						
	E-PS04	13F	明管	12F	暗架木作天花(6 mm 夾板)與磁磚牆面與地板	5.8	2.5
	E-PW04						
	F-PS05	13F	明管	12F	暗架木作天花(6 mm 夾板)與磁磚牆面與地板	3.8	2.5
	F-PW05						
	G-PS06	4F	暗管	3F	暗架木作天花(6 mm 夾板)與磁磚牆面與地板	3.5	2.3
	G-PW06						
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。							

(資料來源：本研究整理)

一、住宅案例給水泵浦配屬給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（參照 ISO 16032 及 JIS A 1429 相關量測規定），針對住宅案例給水泵浦配屬給水管路噪音進行現場量測，量測條件為於給水泵浦配屬給水管路配置空間設定 3 點麥克風測點，在正常流量及溫度下分別量測給水泵浦開啟時、固定運轉 30 秒及關閉時段產生之管路噪音，再依各倍頻帶量測值計算單一數值參量。評定結果如表 4-13 所示(給水泵浦及管路樣式參照附錄六)。

此外，給水泵浦配屬給水管路 A-PP01 與 C-PP02 為加壓泵浦配屬 PVC 給水明管、B-SP01 為中繼揚水泵浦配屬不銹鋼明管，而 E-SP02 為地下室揚水泵浦配屬不銹鋼明管。結果顯示，給水泵浦配屬給水管路產生之噪音 L_{Aeq} 為 39.7 至 54.9 dB； L_{Ceq} 為 49.3 至 65.1 dB； $L_{AF\ max}$ 為 42.2 至 55.4 dB； $L_{CF\ max}$ 為 51.0 至 67.4 dB； $L_{AS\ max}$ 為 40.0 至 53.9 dB； $L_{CS\ max}$ 為 49.2 至 65.5 dB。其中以 B-SP01 中繼揚水泵浦配屬不銹鋼明管產生之噪音較高。

表 4-13 給水泵浦配屬給水管路噪音量測結果

案例編號	配置型式	給水泵浦配屬給水管路噪音單一數值結果 (dB)					
		L_{Aeq}	L_{Ceq}	$L_{AF\ max}$	$L_{CF\ max}$	$L_{AS\ max}$	$L_{CS\ max}$
A-PP01	明管	43.7	49.3	44.2	51.0	43.2	49.2
B-SP01	明管	54.9	65.1	55.4	67.4	53.9	65.5
C-PP02	明管	39.7	54.4	42.2	58.1	40.0	52.5
E-SP02	明管	40.1	49.3	43.6	52.7	40.5	49.9
註：PP 為給水泵浦 PVC 管；SP 為給水泵浦不銹鋼管。							

（資料來源：本研究整理）

(一) 給水泵浦配屬給水管路噪音 A 加權連續穩態聲壓位準 L_{Aeq}

本研究針對給水泵浦配屬之給水管路進行之連續穩態聲壓位準 L_{eq} 量測，並依 ISO 16032 之規定計算 1/1 倍頻帶 63~8000 Hz 之 A 加權連續穩態聲壓位準 L_{Aeq} ，如圖 4-19 所示。結果顯示，A-PP01 泵浦給水噪音之 A 加權連續穩態聲壓位準 L_{Aeq} 為 43.7 dB，峰值 2000 Hz 為 39.7 dB；B-SP01 之 A 加權連續穩態聲壓位準 L_{Aeq} 為 54.9 dB，峰值 250 Hz 為 54.0 dB；C-PP02 之 A 加權連續穩態聲壓位準 L_{Aeq} 為 39.7 dB，峰值 2000 Hz 為 36.8 dB；E-SP02 之 A 加權連續穩態聲壓位準 L_{Aeq} 為 40.1 dB，峰值 500 Hz 為 38.1 dB。

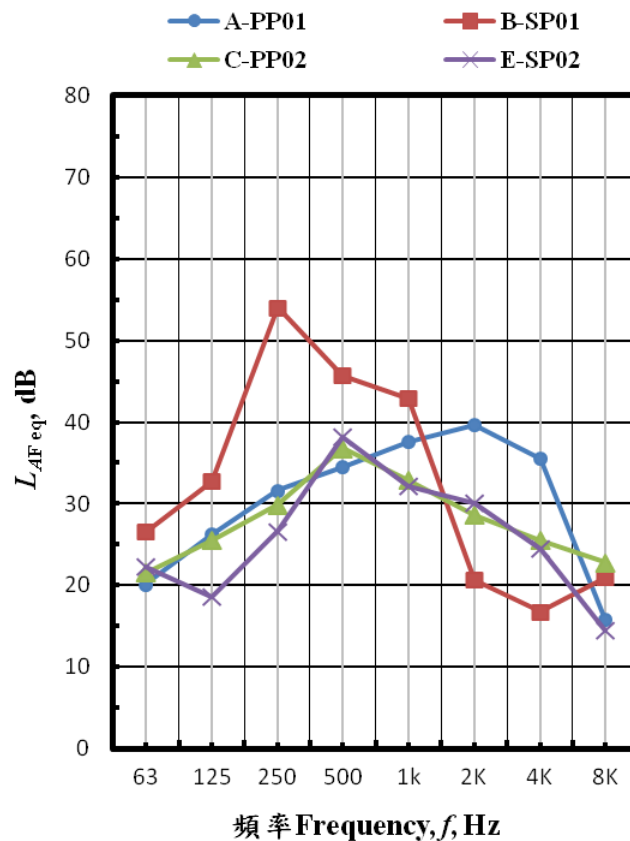


圖 4-19 給水泵浦配屬管路給水噪音 A 加權連續穩態聲壓位準

(資料來源：本研究整理)

(二) 給水泵浦配屬給水管路噪音 C 加權連續穩態聲壓位準 L_{Ceq}

本研究針對給水泵浦配屬之給水管路進行之連續穩態聲壓位準 L_{eq} 量測，並依 ISO 16032 之規定計算 1/1 倍頻帶 31.5~8000 Hz 之 C 加權連續穩態聲壓位準 L_{Ceq} ，如圖 4-20 所示。結果顯示，A-PP01 泵浦給水噪音之 C 加權連續穩態聲壓位準 L_{Ceq} 為 49.3 dB，峰值 63 Hz 為 45.6 dB；B-SP01 之 C 加權連續穩態聲壓位準 L_{Ceq} 為 65.1 dB，峰值 250 Hz 為 62.6 dB；C-PP02 之 C 加權連續穩態聲壓位準 L_{Ceq} 為 54.4 dB，峰值 31.5 Hz 為 52.8 dB；E-SP02 之 C 加權連續穩態聲壓位準 L_{Ceq} 為 49.3 dB，峰值 63 Hz 為 47.8 dB。

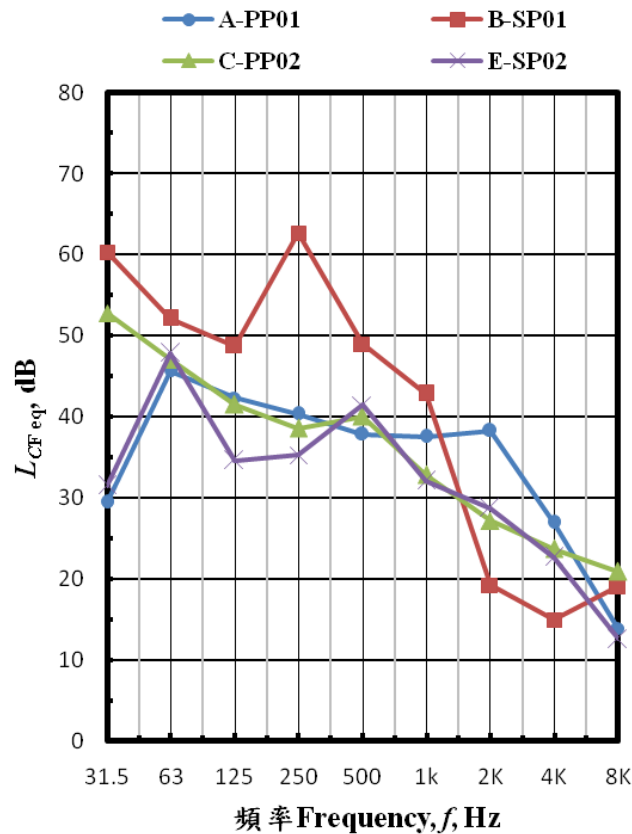


圖 4-20 給水泵浦配屬管路給水噪音 C 加權連續穩態聲壓位準

(資料來源：本研究整理)

(三) 給水泵浦配屬給水管路噪音 A 加權最大聲壓位準快特性 $L_{AF\max}$

本研究針對給水泵浦配屬之給水管路進行最大聲壓位準快特性 $L_{F\max}$ 量測，並依 ISO 16032 之規定計算 1/1 倍頻帶 63~8000 Hz 之 A 加權最大聲壓位準快特性 $L_{AF\max}$ ，如圖 4-21 所示。結果顯示，A-PP01 泵浦給水聲源之 A 加權最大聲壓位準快特性 $L_{AF\max}$ 為 44.2 dB，峰值 2000 Hz 為 40.8 dB；B-SP01 之 A 加權最大聲壓位準快特性 $L_{AF\max}$ 為 55.4 dB，峰值 250 Hz 為 54.3 dB；C-PP02 之 A 加權最大聲壓位準快特性 $L_{AF\max}$ 為 42.2 dB，峰值 500 Hz 為 38.3 dB；E-SP02 之 A 加權最大聲壓位準快特性 $L_{AF\max}$ 為 43.6 dB，峰值 500 Hz 為 39.2dB。

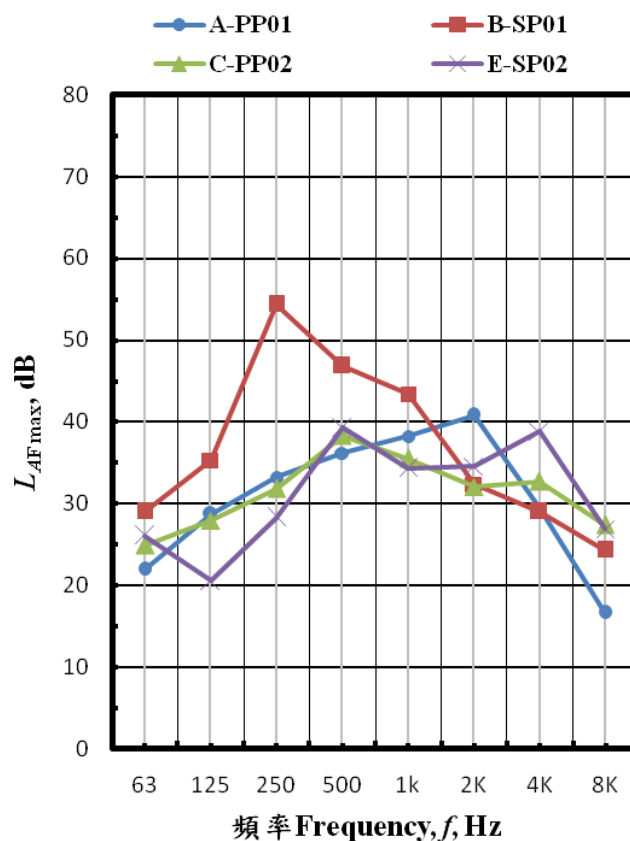


圖 4-21 給水泵浦配屬管路給水噪音 A 加權最大聲壓位準快特性

(資料來源：本研究整理)

(四) 給水泵浦配屬給水管路噪音 C 加權最大聲壓位準快特性 $L_{CF\ max}$

本研究針對給水泵浦配屬之給水管路進行最大聲壓位準快特性 $L_{F\ max}$ 量測，並依 ISO 16032 之規定計算 1/1 倍頻帶 31.5~8000 Hz 之 C 加權最大聲壓位準快特性 $L_{CF\ max}$ ，如圖 4-22 所示。結果顯示，A-PP01 泵浦給水噪音之 C 加權最大聲壓位準快特性 $L_{CF\ max}$ 為 51.0 dB，峰值 63 Hz 為 47.4 dB；B-SP01 之 C 加權最大聲壓位準快特性 $L_{CF\ max}$ 為 67.4 dB，峰值 31.5 Hz 為 64.7 dB；C-PP02 之 C 加權最大聲壓位準快特性 $L_{CF\ max}$ 為 58.1 dB，峰值 31.5 Hz 為 56.8 dB；E-SP02 之 C 加權最大聲壓位準快特性 $L_{CF\ max}$ 為 52.7 dB，峰值 63 Hz 為 51.6 dB。

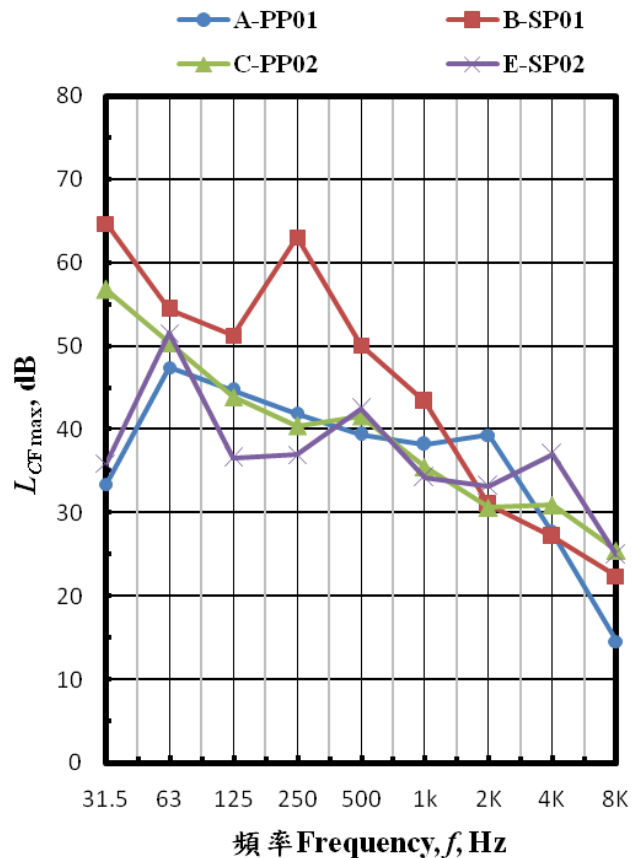


圖 4-22 給水泵浦配屬管路給水噪音 C 加權最大聲壓位準快特性

(資料來源：本研究整理)

(五) 給水泵浦配屬給水管路噪音 A 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{CS\ max}$

本研究針對給水泵浦配屬之給水管路進行最大聲壓位準慢特性 $L_{S\ max}$ 量測，並依 ISO 16032 之規定計算 1/1 倍頻帶 63~8000 Hz 之 A 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{AS\ max}$ ，如圖 4-23 所示。結果顯示，A-PP01 泵浦給水噪音之 A 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{AS\ max}$ 為 43.2 dB，峰值 2000 Hz 為 39.8 dB；B-SP01 之 A 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{AS\ max}$ 為 53.9 dB，峰值 250 Hz 為 52.6 dB；C-PP02 之 A 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{AS\ max}$ 為 40 dB，峰值 500 Hz 為 36.9 dB；E-SP02 之 A 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{AS\ max}$ 為 40.5 dB，峰值 500 Hz 為 38.2 dB。

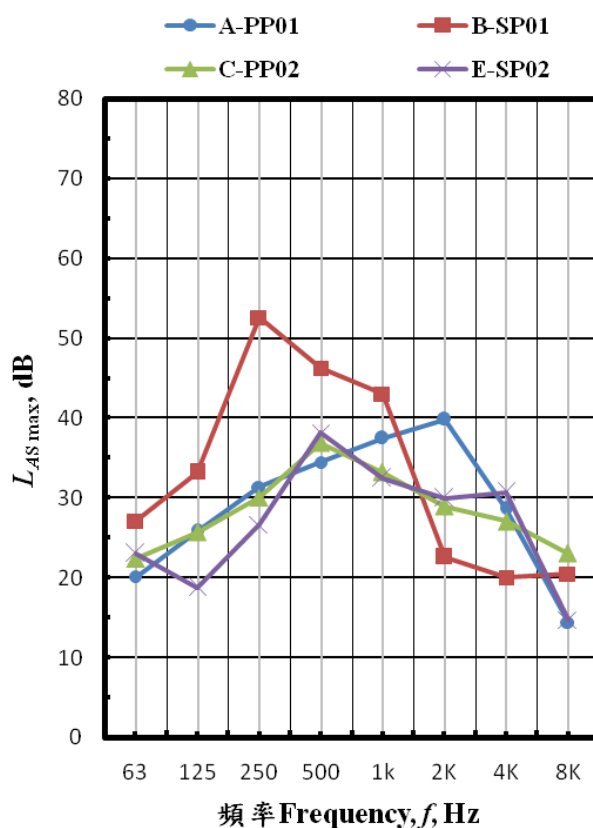


圖 4-23 給水泵浦配屬管路給水噪音 A 加權最大聲壓位準慢特性

(資料來源：本研究整理)

(六) 給水泵浦配屬給水管路噪音 C 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{CS\ max}$

本研究針對給水泵浦配屬之給水管路進行最大聲壓位準慢特性 $L_{S\ max}$ 量測，並依 ISO 16032 之規定計算 1/1 倍頻帶 31.5~8000 Hz 之 C 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{CS\ max}$ ，如圖 4-24 所示。結果顯示，A-PP01 泵浦給水噪音之 C 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{CS\ max}$ 為 49.2 dB，峰值 63 Hz 為 45.7 dB；B-SP01 之 C 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{CS\ max}$ 為 65.5 dB，峰值 250 Hz 為 62.7 dB；C-PP02 之 C 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{CS\ max}$ 為 52.5 dB，峰值 31.5 Hz 為 49.8 dB；E-SP02 之 C 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{CS\ max}$ 為 49.9 dB，峰值 63 Hz 為 48.6 dB。

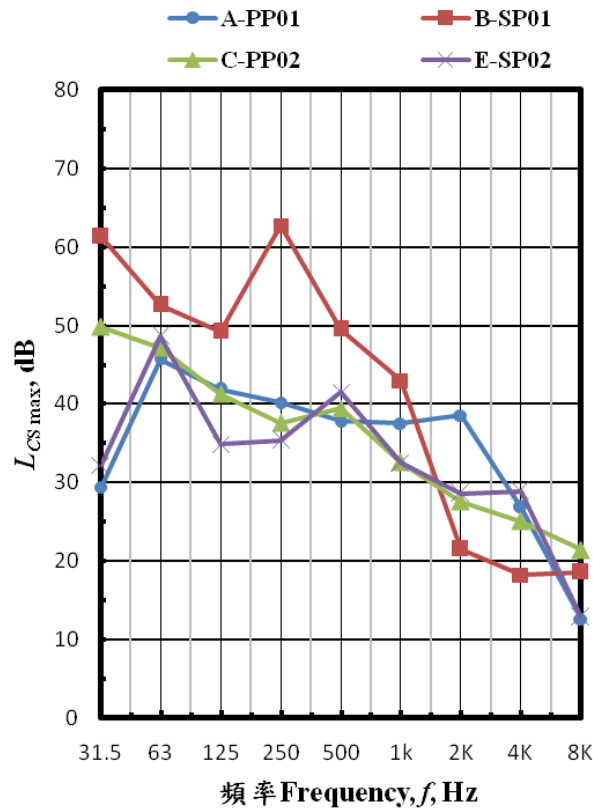


圖 4-24 給水泵浦配屬管路給水噪音 C 加權最大聲壓位準慢特性

(資料來源：本研究整理)

二、住宅案例洗面盆配屬管路排水噪音現場量測結果

本研究依給排水設備及管路噪音現場量測標準作業流程（參照 ISO 16032 及 JIS A 1429 相關量測規定），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 點麥克風測點，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，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 4-14 所示（洗面盆配屬管路樣式參照附錄六）。

此外，洗面盆配屬管路 A-PS01 與 G-PS06 為 PVC 管路材質且皆為暗管之配置型式，B-CS01 為鑄鐵管路材質且為明管之配置型式，而 C-PS02、D-PS03、E-PS04 及 F-PS05 為 PVC 管路材質且皆為明管之配置型式。結果顯示，洗面盆配屬管路排水產生之噪音 L_{Aeq} 為 25.7 至 39.5 dB； L_{Ceq} 為 35.8 至 46.2 dB； $L_{AF\ max}$ 為 31.2 至 43.9 dB； $L_{CF\ max}$ 為 39.2 至 58.5 dB； $L_{AS\ max}$ 為 28.4 至 43.4 dB(A)； $L_{CS\ max}$ 為 36.5 至 50.4 dB。其中以 A-PS01 及 G-PS06 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 L_{Aeq} 及 $L_{AF\ max}$ 頻率特性，其峰值集中於 1000 至 5000 Hz 間，B-CS01 鑄鐵管路噪音 L_{Aeq} 及 $L_{AF\ max}$ 峰值則皆為 125 Hz。

表 4-14 洗面盆配屬管路排水噪音量測結果

案例編號	配置型式	洗面盆配屬管路排水噪音單一數值結果 (dB)					
		L_{Aeq}	L_{Ceq}	$L_{AF\ max}$	$L_{CF\ max}$	$L_{AS\ max}$	$L_{CS\ max}$
A-PS01	暗管	25.7	35.8	33.7	39.2	28.4	36.5
B-CS01	明管	30.8	48.8	38.0	58.5	31.1	50.4
C-PS02	明管	39.5	41.8	43.9	47.5	40.4	42.8
D-PS03	明管	32.6	46.2	39.5	50.8	34.8	47.3
E-PS04	明管	39.0	44.3	42.4	48.2	43.4	49.8
F-PS05	明管	38.0	41.6	41.6	44.6	38.8	41.8
G-PS06	暗管	26.5	41.2	31.2	44.9	28.7	42.3

註：PS 為洗面盆 PVC 排水管；CS 為洗面盆鑄鐵排水管。

（資料來源：本研究整理）

(一) 洗面盆配屬管路排水噪音 A 加權連續穩態聲壓位準 L_{Aeq}

本研究針對洗面盆配屬之排水管路進行連續穩態聲壓位準 L_{eq} 量測，並依 ISO 16032 之規定計算 1/1 倍頻帶 63~8000 Hz 之 A 加權連續穩態聲壓位準 L_{Aeq} ，如圖 4-25 所示。結果顯示，A-PS01 洗面盆排水噪音之 A 加權連續穩態聲壓位準 L_{Aeq} 為 25.7 dB，峰值 2000 Hz 為 24.3 dB；B-CS01 之 A 加權連續穩態聲壓位準 L_{Aeq} 為 30.8 dB，峰值 125 Hz 為 26.0 dB；C-PS02 之 A 加權連續穩態聲壓位準 L_{Aeq} 為 39.5 dB，峰值 2000 Hz 為 34.4 dB；D-PS03 之 A 加權連續穩態聲壓位準 L_{Aeq} 為 32.6 dB，峰值 1000 Hz 為 28.1 dB；E-PS04 之 A 加權連續穩態聲壓位準 L_{Aeq} 為 39.0 dB，峰值 2000 Hz 為 34.7 dB；F-PS05 之 A 加權連續穩態聲壓位準 L_{Aeq} 為 38.0 dB，峰值 5000 Hz 為 34.1 dB；G-PS06 之 A 加權連續穩態聲壓位準 L_{Aeq} 為 26.5 dB，峰值 2000 Hz 為 23.4 dB。

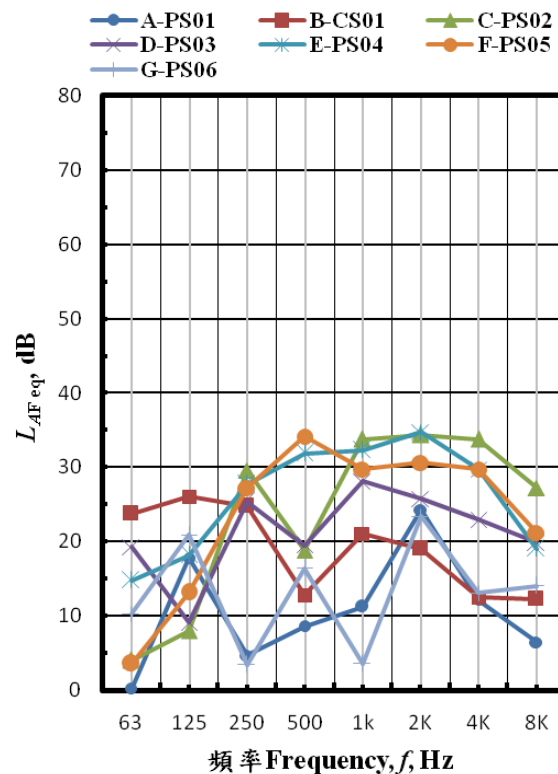


圖 4-25 洗面盆配屬管路排水噪音 A 加權連續穩態聲壓位準

(資料來源：本研究整理)

(二) 洗面盆配屬管路排水噪音 C 加權連續穩態聲壓位準 L_{Ceq}

本研究針對洗面盆配屬之排水管路進行連續穩態聲壓位準 L_{eq} 量測，並依 ISO 16032 之規定計算 1/1 倍頻帶 31.5~8000 Hz 之 C 加權連續穩態聲壓位準 L_{Ceq} ，如圖 4-26 所示。結果顯示，A-PS01 洗面盆排水噪音之 C 加權連續穩態聲壓位準 L_{Ceq} 為 35.8 dB，峰值 125 Hz 為 33.8 dB；B-CS01 之 C 加權連續穩態聲壓位準 L_{Ceq} 為 48.8 dB，峰值 63 Hz 為 45.7 dB；C-PS02 之 C 加權連續穩態聲壓位準 L_{Ceq} 為 41.8 dB，峰值 250 Hz 為 38.3 dB；D-PS03 之 C 加權連續穩態聲壓位準 L_{Ceq} 為 46.2 dB，峰值 63 Hz 為 44.8 dB；E-PS04 之 C 加權連續穩態聲壓位準 L_{Ceq} 為 44.3 dB，峰值 63 Hz 為 40.3 dB；F-PS05 之 C 加權連續穩態聲壓位準 L_{Ceq} 為 41.6 dB，峰值 500 Hz 為 37.4 dB；G-PS06 之 C 加權連續穩態聲壓位準 L_{Ceq} 為 41.2 dB，峰值 125 Hz 為 36.8 dB。

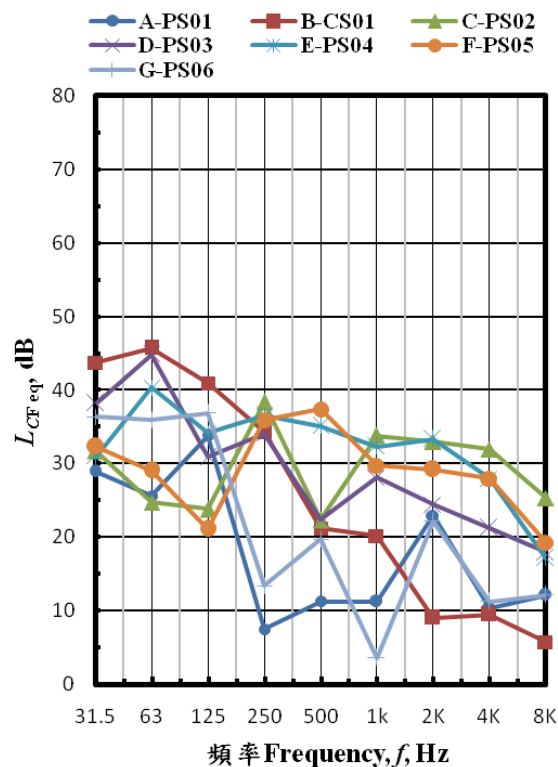


圖 4-26 洗面盆配屬管路排水噪音 C 加權連續穩態聲壓位準

(資料來源：本研究整理)

(三) 洗面盆配屬管路排水噪音 A 加權最大聲壓位準快特性 $L_{AF\max}$

針對洗面盆排水管路進行最大聲壓位準 $L_{F\max}$ 量測，並計算 1/1 倍頻帶 63~8000 Hz 之 A 加權最大聲壓位準快特性 $L_{AF\max}$ ，如圖 4-27 所示。結果顯示，A-PS01 洗面盆排水噪音之 A 加權最大聲壓位準快特性 $L_{AF\max}$ 為 33.7 dB，峰值 2000 Hz 為 32.8 dB；B-CS01 之 A 加權最大聲壓位準快特性 $L_{AF\max}$ 為 38.0 dB，峰值 125 Hz 為 34.0 dB；C-PS02 之 A 加權最大聲壓位準快特性 $L_{AF\max}$ 為 43.9 dB，峰值 2000 Hz 為 38.7 dB；D-PS03 之 A 加權最大聲壓位準快特性 $L_{AF\max}$ 為 39.5 dB，峰值 1000 Hz 為 35.7 dB；E-PS04 之 A 加權最大聲壓位準快特性 $L_{AF\max}$ 為 42.4 dB，峰值 2000 Hz 為 38.1 dB；F-PS05 之 A 加權最大聲壓位準快特性 $L_{AF\max}$ 為 41.6 dB，峰值 2000 Hz 為 37.2 dB；G-PS06 之 A 加權最大聲壓位準快特性 $L_{AF\max}$ 為 31.2 dB，峰值 2000 Hz 為 29.1 dB。

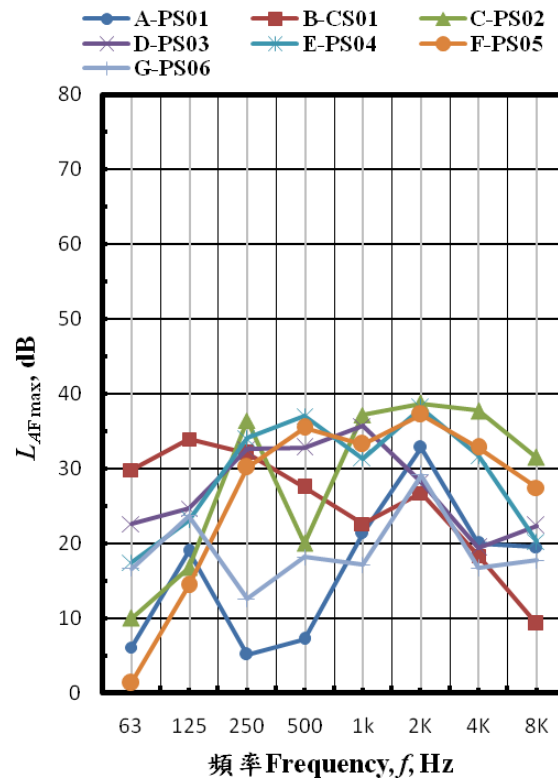


圖 4-27 洗面盆配屬管路排水噪音 A 加權最大聲壓位準快特性

(資料來源：本研究整理)

(四) 洗面盆配屬管路排水噪音 C 加權最大聲壓位準快特性 $L_{CF\ max}$

針對洗面盆排水管路進行最大聲壓位準快特性 $L_{F\ max}$ 量測，並計算 1/1 倍頻帶 31.5~8000 Hz 之 C 加權最大聲壓位準快特性 $L_{CF\ max}$ ，如圖 4-28 所示。結果顯示，A-PS01 洗面盆排水噪音之 C 加權最大聲壓位準快特性 $L_{CF\ max}$ 為 39.2 dB，峰值為 125 Hz 35.0 dB；B-CS01 之 C 加權最大聲壓位準快特性 $L_{CF\ max}$ 為 58.5 dB，峰值 63 Hz 為 55.3 dB；C-PS02 之 C 加權最大聲壓位準快特性 $L_{CF\ max}$ 為 47.5 dB，峰值 250 Hz 為 45.1 dB；D-PS03 之 C 加權最大聲壓位準快特性 $L_{CF\ max}$ 為 50.8 dB，峰值 63 Hz 為 48.1 dB；E-PS04 之 C 加權最大聲壓位準快特性 $L_{CF\ max}$ 為 48.2 dB，峰值 63 Hz 為 42.8 dB；F-PS05 之 C 加權最大聲壓位準快特性 $L_{CF\ max}$ 為 44.6 dB，峰值 250 Hz 為 39.0 dB；G-PS06 之 C 加權最大聲壓位準快特性 $L_{CF\ max}$ 為 44.9 dB，峰值 63 Hz 為 41.8 dB。

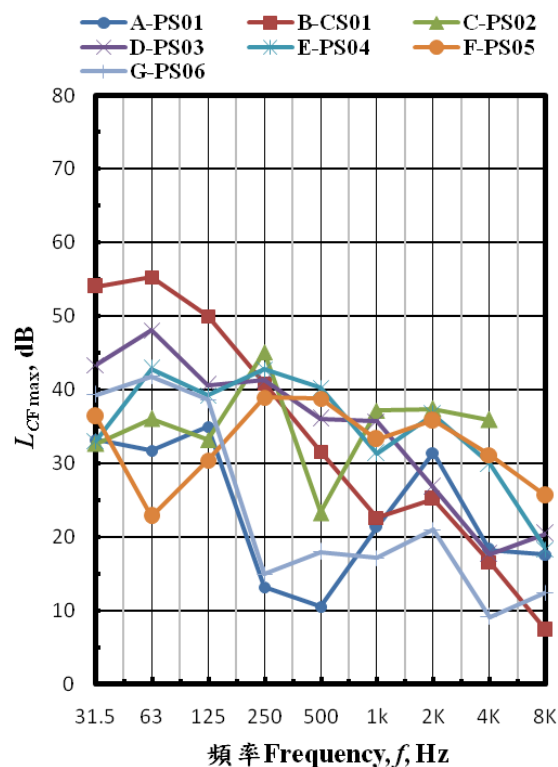


圖 4-28 洗面盆配屬管路排水噪音 C 加權最大聲壓位準快特性

(資料來源：本研究整理)

(五) 洗面盆配屬管路排水噪音 A 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{AS\ max}$

針對洗面盆排水管路進行最大聲壓位準慢特性 $L_{S\ max}$ 量測，計算 1/1 倍頻帶 63~8000 Hz 之 A 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{AS\ max}$ 如圖 4-29 所示。結果顯示，A-PS01 洗面盆排水噪音之 A 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{AS\ max}$ 為 28.4 dB，峰值 2000 Hz 為 27.3 dB；B-CS01 之 A 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{AS\ max}$ 為 31.1 dB，峰值 250 Hz 為 26.3 dB；C-PS02 之 A 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{AS\ max}$ 為 40.4 dB，峰值 2000 Hz 為 35.4 dB；D-PS03 之 A 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{AS\ max}$ 為 34.8 dB，峰值 1000 Hz 為 30.5 dB；E-PS04 之 A 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{AS\ max}$ 為 43.4 dB，峰值 2000 Hz 為 38.4 dB；F-PS05 之 A 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{AS\ max}$ 為 38.8 dB，峰值 500 Hz 為 34.3 dB；G-PS06 之 A 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{AS\ max}$ 為 28.7 dB，峰值 2000 Hz 為 25.3 dB。

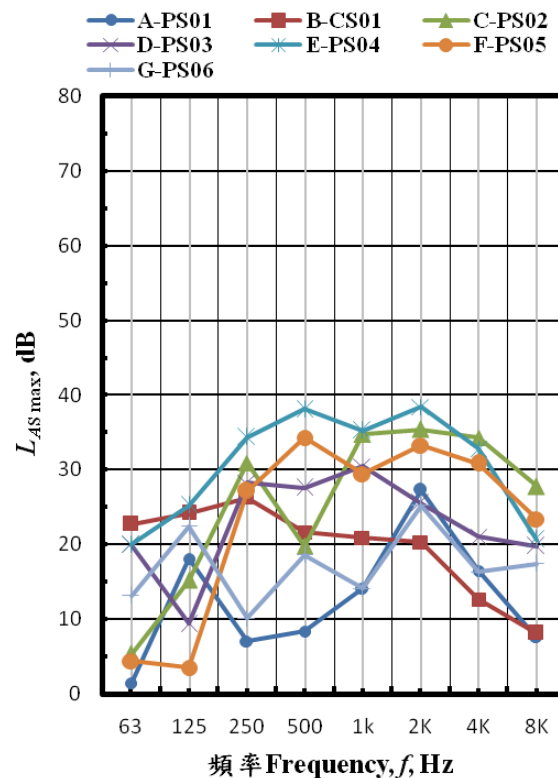


圖 4-29 洗面盆配屬管路排水噪音 A 加權最大聲壓位準慢特性

(資料來源：本研究整理)

(六) 洗面盆配屬管路排水噪音 C 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{CS\ max}$

針對洗面盆排水管路進行最大聲壓位準慢特性 $L_{C\ max}$ 量測，並計算 1/1 倍頻帶 31.5~8000 Hz 之 C 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{CS\ max}$ ，如圖 4-30 所示。再依各倍頻帶計算單一數值參量。評定結果顯示，A-PS01 洗面盆排水噪音之 C 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{CS\ max}$ 為 36.5 dB，峰值 125 Hz 為 34.1 dB；B-CS01 之 C 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{CS\ max}$ 為 50.4 dB，峰值 63 Hz 為 48.2 dB；C-PS02 之 C 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{CS\ max}$ 為 42.8 dB，峰值 250 Hz 為 39.6 dB；D-PS03 之 C 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{CS\ max}$ 為 47.3 dB，峰值 63 Hz 為 45.4 dB；E-PS04 之 C 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{CS\ max}$ 為 49.8 dB，峰值 63 Hz 為 45.5 dB；F-PS05 之 C 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{CS\ max}$ 為 41.8 dB，峰值 500 Hz 為 37.4 dB；G-PS06 之 C 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{CS\ max}$ 為 42.3 dB，峰值 63 Hz 為 37.5 dB。

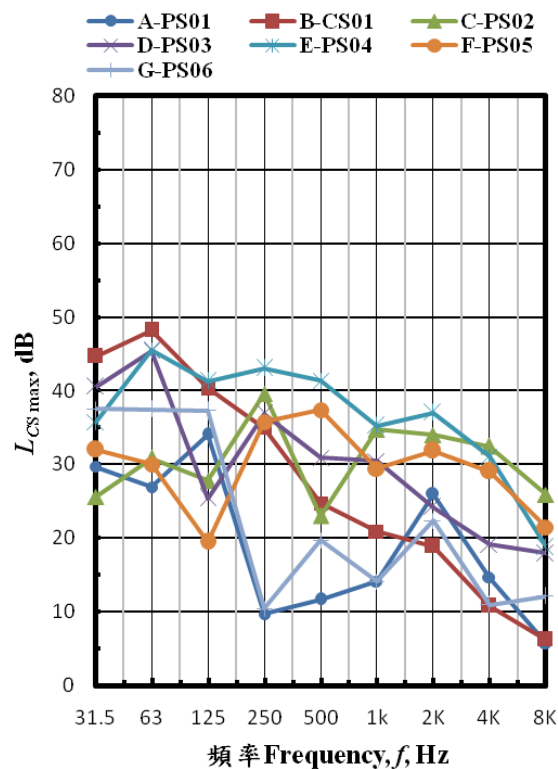


圖 4-30 洗面盆配屬管路排水噪音 C 加權最大聲壓位準慢特性

(資料來源：本研究整理)

三、住宅案例便器配屬管路排水噪音現場量測結果

本研究依給排水設備及管路噪音現場量測標準作業流程（參照 ISO 16032 及 JIS A 1429 相關量測規定），針對住宅案例便器下方空間進行配屬排水管路噪音現場量測，量測條件為於便器配屬管路空間（下室）設定 3 點麥克風測點，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 4-15（便器配屬管路樣式參照附錄六）。

便器配屬管路 A-PW01 與 G-PW06 為 PVC 管路材質且皆為暗管之配置型式，B-CW01 為鑄鐵管路材質且為明管之配置型式，而 C-PW02、D-PW03、E-PW04 及 F-PW05 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； L_{Ceq} 為 43.5 至 72.2 dB； $L_{AF\ max}$ 為 37.3 至 72.1 dB； $L_{CF\ max}$ 為 50.1 至 78.6 dB； $L_{AS\ max}$ 為 36.9 至 66.3 dB； $L_{CS\ max}$ 為 45.9 至 74.7 dB。A-PW01 及 G-PW06 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 B-CW01 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 4-15 便器配屬管路噪音量測結果

案例編號	配置型式	便器配屬管路噪音單一數值結果 (dB)					
		L_{Aeq}	L_{Ceq}	$L_{AF\ max}$	$L_{CF\ max}$	$L_{AS\ max}$	$L_{CS\ max}$
A-PW01	暗管	36.0	43.5	40.0	50.1	36.9	45.9
B-CW01	明管	37.6	50.9	42.5	54.5	37.0	52.1
C-PW02	明管	45.7	47.7	48.8	51.6	46.9	49.1
D-PW03	明管	63.6	72.2	72.1	78.6	66.3	74.7
E-PW04	明管	42.1	51.0	45.7	54.3	46.2	54.7
F-PW05	明管	39.9	47.0	46.7	52.2	44.1	49.5
G-PW06	暗管	36.4	52.2	37.3	55.3	37.9	52.8
註：PW 為便器 PVC 排水管；CW 為便器鑄鐵排水管。							

（資料來源：本研究整理）

(一) 便器配屬管路排水噪音 A 加權連續穩態聲壓位準 L_{Aeq}

本研究針對便器配屬之排水管路進行連續穩態聲壓位準 L_{eq} 量測，並依 ISO 16032 之規定計算 1/1 倍頻帶 63~8000 Hz 之 A 加權連續穩態聲壓位準 L_{Aeq} ，如圖 4-31 所示。結果顯示，A-PW01 便器排水噪音之 A 加權連續穩態聲壓位準 L_{Aeq} 為 36.0 dB，峰值 500 Hz 為 31.8 dB；B-CW01 之 A 加權連續穩態聲壓位準 L_{Aeq} 為 37.6 dB，峰值 500 Hz 為 34.6 dB；C-PW02 之 A 加權連續穩態聲壓位準 L_{Aeq} 為 45.7 dB，峰值 4000 Hz 為 41.4 dB；D-PW03 之 A 加權連續穩態聲壓位準 L_{Aeq} 為 63.6 dB，峰值 1000 Hz 為 60.7 dB；E-PW04 之 A 加權連續穩態聲壓位準 L_{Aeq} 為 42.1 dB，峰值 1000 Hz 為 36.6 dB；F-PW05 之 A 加權連續穩態聲壓位準 L_{Aeq} 為 39.9 dB，峰值 2000 Hz 為 34.9 dB；G-PW06 之 A 加權連續穩態聲壓位準 L_{Aeq} 為 36.4 dB，峰值 500 Hz 為 31.0 dB。

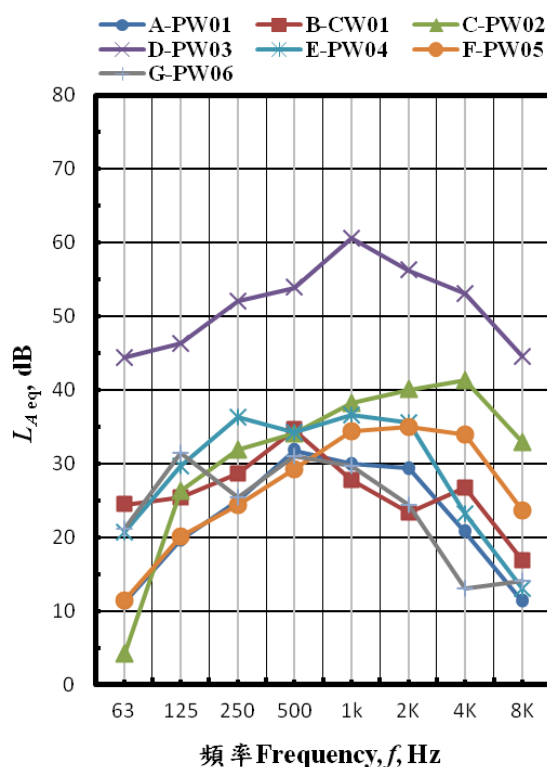


圖 4-31 便器配屬管路排水噪音 A 加權連續穩態聲壓位準

(資料來源：本研究整理)

(二) 便器配屬管路排水噪音 C 加權連續穩態聲壓位準 L_{Ceq}

本研究針對便器配屬之排水管路進行連續穩態聲壓位準 L_{eq} 量測，並依 ISO 16032 之規定計算 1/1 倍頻帶 31.5~8000 Hz 之 C 加權連續穩態聲壓位準 L_{Ceq} ，如圖 4-32 所示。再依各倍頻帶量測值計算單一數值參量。結果顯示，A-PW01 便器排水噪音之 C 加權連續穩態聲壓位準 L_{Ceq} 為 43.5 dB，峰值 31.5 Hz 為 38.4 dB；B-CW01 之 C 加權連續穩態聲壓位準 L_{Ceq} 為 50.9 dB，峰值 63 Hz 為 50.0 dB；C-PW02 之 C 加權連續穩態聲壓位準 L_{Ceq} 為 47.7 dB，峰值 125 Hz 為 42.3 dB；D-PW03 之 C 加權連續穩態聲壓位準 L_{Ceq} 為 72.2 dB，峰值 63 Hz 為 69.9 dB；E-PW04 之 C 加權連續穩態聲壓位準 L_{Ceq} 為 51.0 dB，峰值 63 Hz 為 46.2 dB；F-PW05 之 C 加權連續穩態聲壓位準 L_{Ceq} 為 47.0 dB，峰值 31.5 Hz 為 44.9 dB；G-PW06 之 C 加權連續穩態聲壓位準 L_{Ceq} 為 52.2 dB，峰值 31.5 Hz 為 47.6 dB。

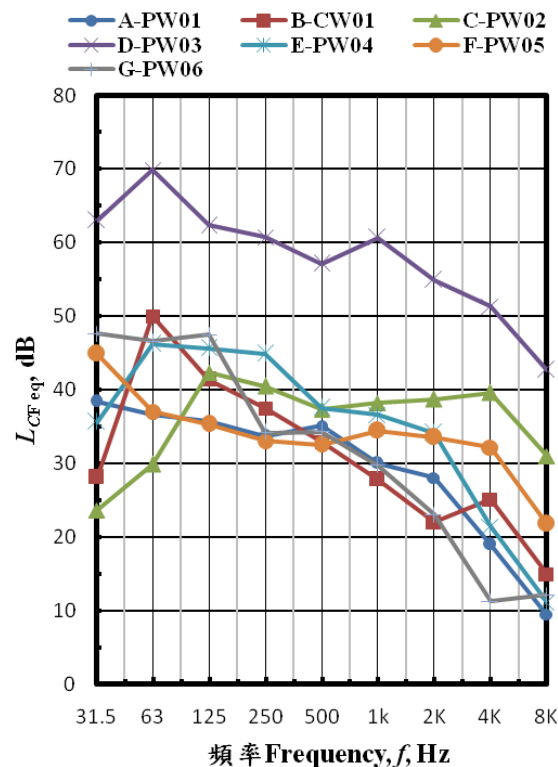


圖 4-32 便器配屬管路排水噪音 C 加權連續穩態聲壓位準

(資料來源：本研究整理)

(三) 便器配屬管路排水噪音 A 加權最大聲壓位準快特性 $L_{AF\max}$

針對便器配屬排水管路進行最大聲壓位準快特性 $L_{F\max}$ 量測，並計算 1/1 倍頻帶 63~8000 Hz 之 A 加權最大聲壓位準快特性 $L_{AF\max}$ 如圖 4-33 所示。結果顯示，A-PW01 便器排水噪音之 A 加權最大聲壓位準快特性 $L_{AF\max}$ 為 40.0 dB，峰值 500 Hz 為 35.5 dB；B-CW01 之 A 加權最大聲壓位準快特性 $L_{AF\max}$ 為 42.5 dB，峰值 4000 Hz 為 38.5 dB；C-PW02 之 A 加權最大聲壓位準快特性 $L_{AF\max}$ 為 48.8 dB，峰值 4000 Hz 為 44.1 dB；D-PW03 之 A 加權最大聲壓位準快特性 $L_{AF\max}$ 為 72.1 dB，峰值 1000 Hz 為 70.1 dB；E-PW04 之 A 加權最大聲壓位準快特性 $L_{AF\max}$ 為 45.7 dB，峰值 1000 Hz 為 40.6 dB；F-PW05 之 A 加權最大聲壓位準快特性 $L_{AF\max}$ 為 46.7 dB，峰值 2000 Hz 為 42.1 dB；G-PW06 之 A 加權最大聲壓位準快特性 $L_{AF\max}$ 為 37.3 dB，峰值 500 Hz 為 32.3 dB。

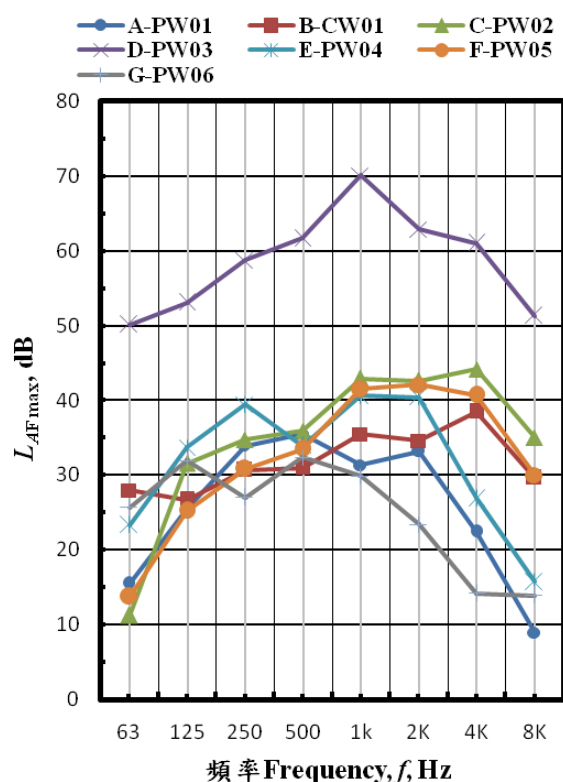


圖 4-33 便器配屬管路排水噪音 A 加權最大聲壓位準快特性

(資料來源：本研究整理)

(四) 便器配屬管路排水噪音 C 加權最大聲壓位準快特性 $L_{CF\ max}$

針對便器配屬排水管路進行最大聲壓位準快特性 $L_{C\ max}$ 量測，並計算 1/1 倍頻帶 31.5~8000 Hz 之 C 加權最大聲壓位準快特性 $L_{CF\ max}$ ，如圖 4-34 所示。結果顯示，A-PW01 便器排水噪音之 C 加權最大聲壓位準快特性 $L_{CF\ max}$ 為 50.1 dB，峰值 31.5 Hz 為 46.6 dB；B-CW01 之 C 加權最大聲壓位準快特性 $L_{CF\ max}$ 為 54.5 dB，峰值 63 Hz 為 53.5 dB；C-PW02 之 C 加權最大聲壓位準快特性 $L_{CF\ max}$ 為 51.6 dB，峰值 125 Hz 為 47.5 dB；D-PW03 之 C 加權最大聲壓位準快特性 $L_{CF\ max}$ 為 78.6 dB，峰值 63 Hz 為 75.6 dB；E-PW04 之 C 加權最大聲壓位準快特性 $L_{CF\ max}$ 為 54.3 dB，峰值 125 Hz 為 49.7 dB；F-PW05 之 C 加權最大聲壓位準快特性 $L_{CF\ max}$ 為 52.2 dB，峰值 31.5 Hz 為 49.9 dB；G-PW03 之 C 加權最大聲壓位準快特性 $L_{CF\ max}$ 為 55.3 dB，峰值 63 Hz 為 51.2 dB。

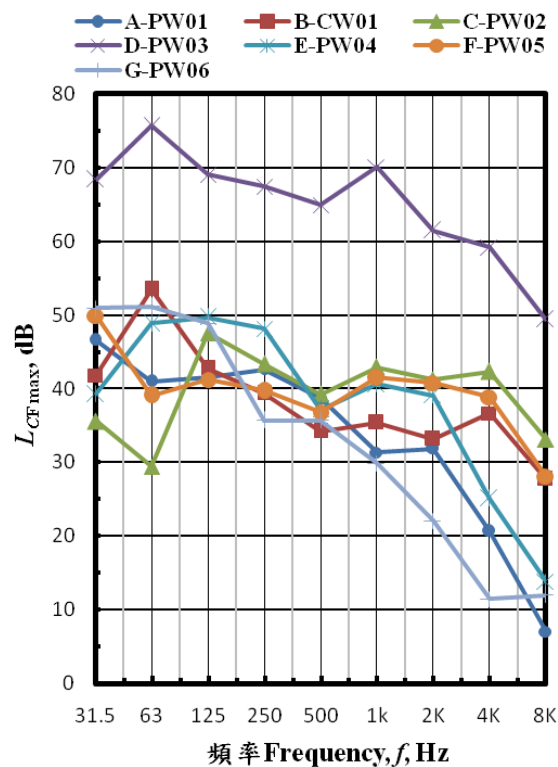


圖 4-34 便器配屬管路排水噪音 C 加權最大聲壓位準快特性

(資料來源：本研究整理)

(五) 便器配屬管路排水噪音 A 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{AS\ max}$

針對便器配排水管路進行最大聲壓位準慢特性 $L_{F\ max}$ 量測，並計算 1/1 倍頻帶 63~8000 Hz 之 A 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{AS\ max}$ 如圖 4-35 所示。結果顯示，A-PW01 便器排水噪音之 A 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{AS\ max}$ 為 36.9 dB，峰值 500 Hz 為 32.5 dB；B-CW01 之 A 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{AS\ max}$ 為 37.0 dB，峰值 4000 Hz 為 31.0 dB；C-PW02 之 A 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{AS\ max}$ 為 46.9 dB，峰值 4000 Hz 為 42.4 dB；D-PW03 之 A 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{AS\ max}$ 為 66.3 dB，峰值 1000 Hz 為 63.6 dB；E-PW04 之 A 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{AS\ max}$ 為 46.2 dB，峰值 1000 Hz 為 41.3 dB；F-PW05 之 A 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{AS\ max}$ 為 44.1 dB，峰值 2000 Hz 為 39.5 dB；G-PW06 之 A 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{AS\ max}$ 為 37.9 dB，峰值 500 Hz 為 32.5 dB。

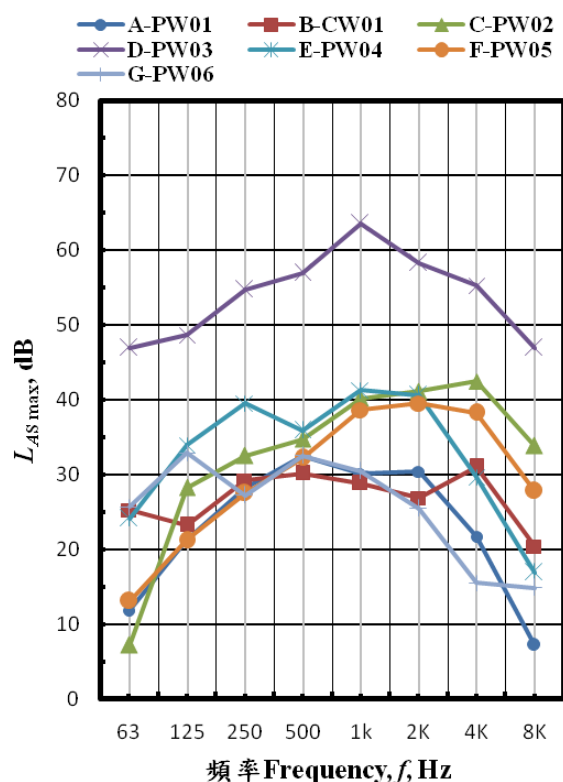


圖 4-35 便器配屬管路排水噪音 A 加權最大聲壓位準慢特性

(資料來源：本研究整理)

(六) 便器配屬管路排水噪音 C 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{CS\ max}$

針對便器配屬之排水管路進行最大聲壓位準慢特性 $L_{C\ max}$ 量測，計算 1/1 倍頻帶 31.5~8000 Hz 之 C 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{CS\ max}$ ，如圖 4-36 所示。結果顯示，A-PW01 便器排水噪音之 C 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{CS\ max}$ 為 45.9 dB，峰值為 31.5 Hz 為 42.3 dB；B-CW01 之 C 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{CS\ max}$ 為 52.1 dB，峰值 63 Hz 為 50.7 dB；C-PW02 之 C 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{CS\ max}$ 為 49.1 dB，峰值 125 Hz 為 44.3 dB；D-PW03 之 C 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{CS\ max}$ 為 74.7 dB，峰值 63 Hz 為 72.5 dB；E-PW04 之 C 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{CS\ max}$ 為 54.7 dB，峰值 125 Hz 為 49.9 dB；F-PW05 之 C 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{CS\ max}$ 為 49.5 dB，峰值 63 Hz 為 38.6 dB；G-PW06 之 C 加權最大聲壓位準慢特性 $L_{CS\ max}$ 為 52.8 dB，峰值 31.5 Hz 為 48.4 dB。

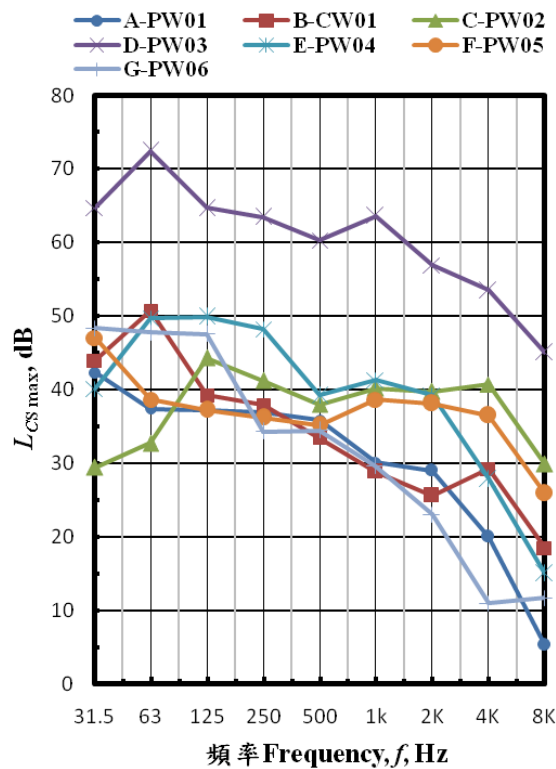


圖 4-36 便器配屬管路排水噪音 C 加權最大聲壓位準慢特性

(資料來源：本研究整理)

參、住宅給排水管路噪音對下室相鄰空間之影響

本研究為瞭解住宅給排水設備運作時，水流經過管路產生之噪音對住宅室內空間之影響，配合住宅案例平面配置，選定集合住宅案例量測給排水設備運作對下室相鄰空間產生之噪音量，以及在給排水設備運作情況下，集合住宅各樓層噪音量逐層衰減之情況。

一般而言，國內多數住宅給排水管路常以向下配管之方式進行施工，則給排水設備之管路皆位於下室空間。因此本研究量測為以上室作為給排水設備運作之空間，下室相鄰空間作為接收室，其獲得之噪音量為給排水設備運作時，水流經過配屬之管路產生之噪音。

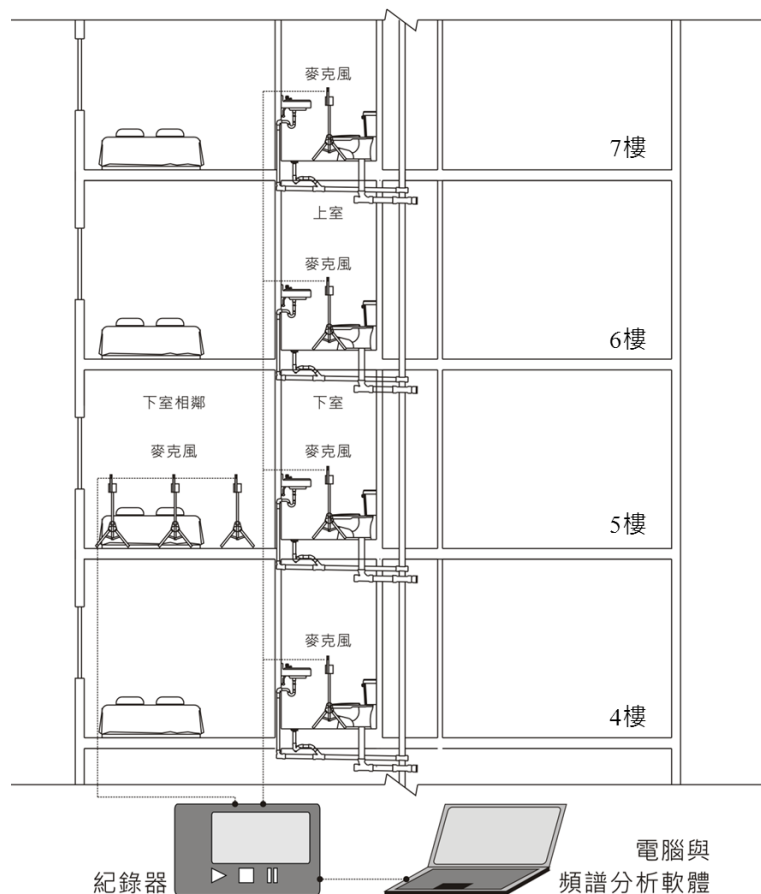


圖 4-37 給排水設備及管路噪音對下室相鄰空間及逐層量測示意圖

(資料來源：本研究整理)

一、住宅給排水管路噪音對地下室相鄰空間噪音之影響

本研究於給排水管路地下室相鄰空間進行上室給排水設備未運作時之背景噪音量測，以及當上室給排水設備運作時，水流經管路後於地下室相鄰空間產生之噪音量量測，以瞭解給排水設備及管路噪音對地下室相鄰空間之影響程度，量測結果顯示，住宅 A 及 G 案例之管路設置型式為暗管設置時，給排水管路噪音對地下室相鄰空間噪音 L_{Aeq} 之影響為 0.2~0.4 dB，而住宅 B 及 C 案例管路設置型式為明管設置，其給排水管路噪音對地下室相鄰空間噪音量 L_{Aeq} 之影響為 2.1~4.5 dB。

依上述結果，為瞭解住宅案例明暗管之管路設置型式對地下室相鄰空間噪音量是否有顯著之影響，本研究透過地下室相鄰空間原始背景噪音各頻率數值，及水流經管路後地下室相鄰空間產生之噪音量數值進行變異數統計分析。其統計結果顯示，當上室給排水設備運作時，暗管設置型式之住宅案例地下室相鄰空間測得管路噪音與原始背景噪音，各頻率呈現無顯著之差異，顯示地下室相鄰空間不受到管路噪音之干擾，而明管設置之住宅案例地下室相鄰空間管路噪音與原始背景噪音，各頻率數值呈現顯著之差異，顯示當上室給排水設備運作時，地下室相鄰空間受到給排水設備及管路噪音之干擾。如表 4-16 所示。

表 4-16 住宅給排水設備及管路噪音對地下室相鄰空間之影響

管路設置型式	案例編號	背景噪音 L_{Aeq} dB	管路噪音 L_{Aeq} dB	差值 dB	P 值
暗管設置	A-SIN	34.5	34.7	0.2	0.98
	A-WC	34.5	34.8	0.3	0.94
明管設置	B-SIN	32.5	34.6	2.1	0.02
	B-WC	32.5	35.4	2.9	0.00
明管設置	C-SIN	31.0	35.5	4.5	0.00
	C-WC	31.0	35.3	4.3	0.02
暗管設置	G-SIN	32.0	32.2	0.2	0.91
	G-WC	32.0	32.4	0.4	0.69

註：SIN 為洗面盆；WC 為便器。P 值為洗面盆及便器運作時地下室相鄰空間管路噪音與原始背景噪音差異性分析，其判定結果為 $p < 0.05$ 。

（資料來源：本研究整理）

二、住宅給排水管路噪音逐層噪音衰減之量測

依據國內外相關文獻，住宅給排水設備運作時產生之管路水流噪音，易透過管道間及相通之管路傳遞至各樓層室內，據此本研究針對國內集合住宅案例，以 9 樓層之住宅空間為對象，探討給排水設備運作時，產生之管路噪音對上層及下層等其它住宅空間之影響，並分析量測獲得之 L_{Aeq} 及 $L_{AF\max}$ 。

本研究以集合住宅 6 樓之衛浴空間作為給排水設備運作之聲源室，並以洗面盆水量全開及便器作為噪音發生源。量測結果顯示，當給排水設備運作時，洗面盆水量全開及便器管路排水產生之噪音 L_{Aeq} 對上層空間（7 樓~9 樓）空間分別降低約 36.8~48.4 及 26.4~43.4 dB，對下層（5 樓~2 樓）空間分別降低約 31.7~46.6 及 20.4~36.5 dB，而 $L_{AF\max}$ 對上層空間（7 樓~9 樓）空間分別降低約 36.1~43.3 及 22.3~38.5 dB，對下層（5 樓~2 樓）空間分別降低約 31.5~42.3 及 19.6~33.6 dB，如表 4-17 及表 4-18 所示。

給排水設備產生之水流聲，經管路傳遞至上層及下層之住宅空間，且呈逐層衰減之特性，如圖 4-38 所示。而下層之衰減量小於上層之衰減量，但針對上層空間，管路內水流產生之噪音易透過相通之管路及管道間傳遞。此外，便器管路排水噪音之衰減量較洗面盆水量全開管路排水小，推估與給排水使用之管徑大小相關。

表 4-17 住宅案例洗面盆配屬管路水量全開排水噪音逐層衰減量測結果

住宅樓層		9F	8F	7F	6F	5F	4F	3F	2F
洗面盆水量全開 排水逐層噪音值 dB	L_{Aeq}	36.8	46.0	48.4	85.2	53.5	52.6	48.9	38.7
	衰減量	48.4	39.3	36.8	-	31.7	32.7	36.3	46.6
	$L_{AF\max}$	48.8	51.5	56.0	92.2	60.7	60.2	58.1	49.9
	衰減量	43.3	40.7	36.1	-	31.5	31.9	34.1	42.3

（資料來源：本研究整理）

表 4-18 住宅案例便器配屬管路排水噪音逐層衰減量測結果

住宅樓層		9F	8F	7F	6F	5F	4F	3F	2F
便器排水 逐層噪音值 dB	L_{eq}	32.3	49.0	49.3	75.8	55.4	52.1	51.8	39.3
	衰減量	43.4	26.7	26.4	-	20.4	23.6	24.0	36.5
	$L_{AF\ max}$	43.6	54.4	59.9	82.1	62.5	60.3	59.7	48.6
	衰減量	38.5	27.7	22.3	-	19.6	21.8	22.4	33.6

(資料來源：本研究整理)

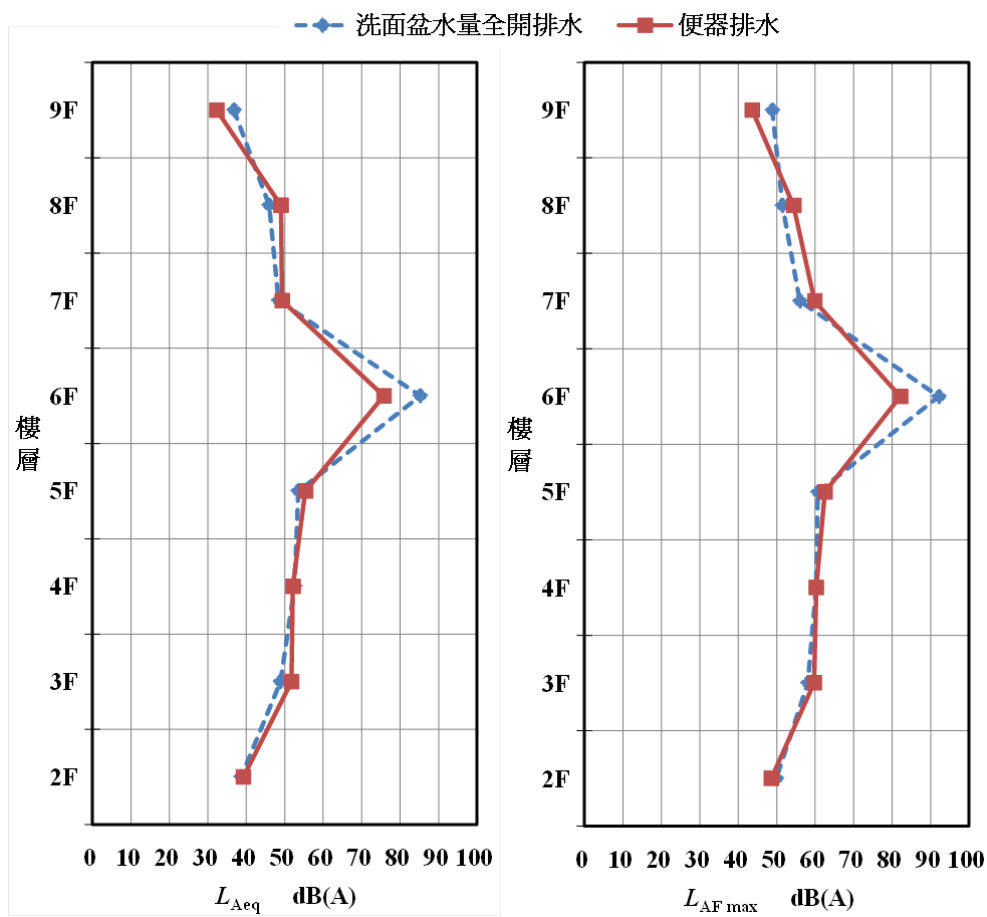


圖 4-38 住宅給排水設備及管路噪音逐層衰減量測結果

(資料來源：本研究整理)

第三節 住宅給排水設備及管路噪音改善對策

壹、住宅給排水設備及管路噪音現況問題

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。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。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。

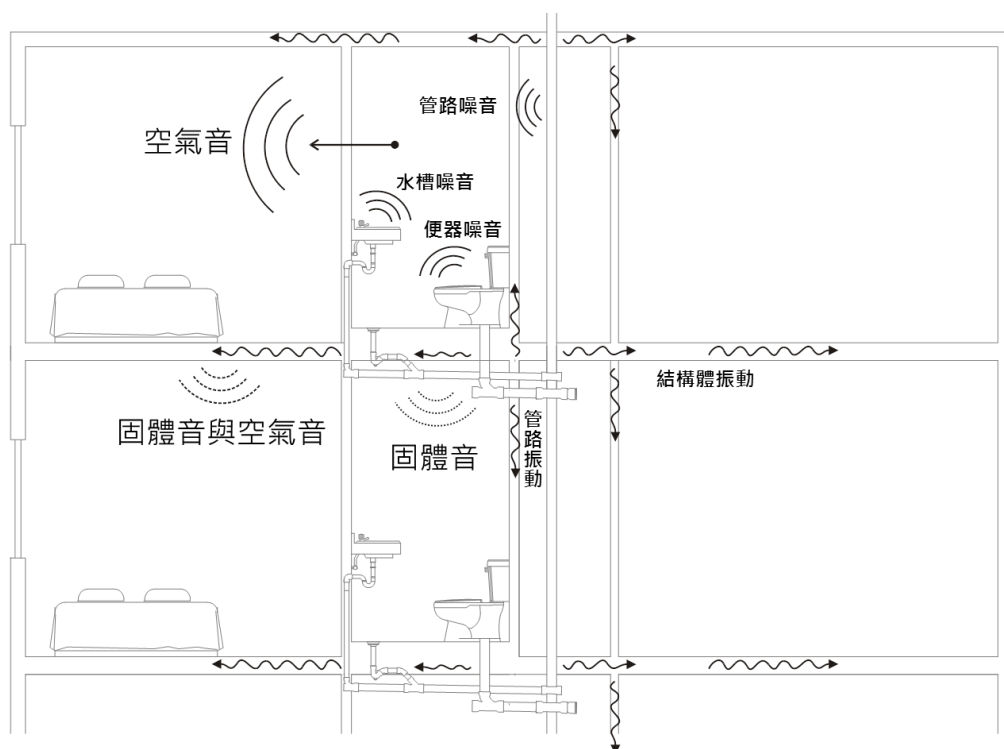


圖 4-39 住宅給排水噪音傳遞方式及路徑

(資料來源：本研究整理)

日本建築學會在建築類別隔音設計指針中，說明相關研究所統計之室內噪音類別，統計結果顯示，樓板衝擊聲和給排水噪音之噪音干擾居於室內噪音種類之首位，其次為家具移動產生的噪音、玄關大門開關噪音以及樂器所發出之噪音。此外，內政部建築研究所住宅音環境現況調查與診斷機制之研究，針對國內住宅住戶進行住宅音環境問卷調查，結果顯示樓板衝擊音為國內住宅住戶困擾度較高之噪音來源，其次為生活噪音及設備噪音（內政部建築研究所，2009）。

因此，本研究針對國內住宅住戶進行給排水設備及管路噪音問卷調查，結果顯示目前國內整體住宅住戶對於給排水設備產生之噪音滿意度介於尚可至滿意間（3.3 分），給排水管路產生之噪音滿意度為尚可之得分（3.0 分），而依不同住宅類別（連棟與集合住宅）區分發現，集合住宅對於給排水管路噪音滿意度低於連棟住宅（2.9 分），且隨著住宅屋齡漸增，其排水管路噪音滿意度越低，又以屋齡 31 年以上為最低，其得分介於不滿意至尚可（2.5 分）。透過本研問卷調查瞭解給排水設備及管路噪音對國內住宅住戶日常生活之影響，並藉由國內住宅案例現場量測，掌握住宅給排水設備及配屬之管路噪音頻率特性及噪音值，作為本研究改善對策之參考依據。

貳、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 $1.5\sim 2.0\text{ kg/cm}^2$ ，若給水壓力過大，可能造成給水管的水錘現象或給水器具噪音過大，影響居室之寧靜。因此，在相同給水壓力的情況下，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。

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)。另外，「消音型水栓」設施，如浴室內淋浴用之混和栓，其構造原理為藉由減小吐水口流水聲以降低噪音產生。

此外，給排水設備現場防振施工方法也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，並將埋設之排水管以緩衝材包覆再貫穿樓板結構，以減少振動能量之傳遞，降低對地下室空間噪音干擾之現象，如圖 4-40 所示。

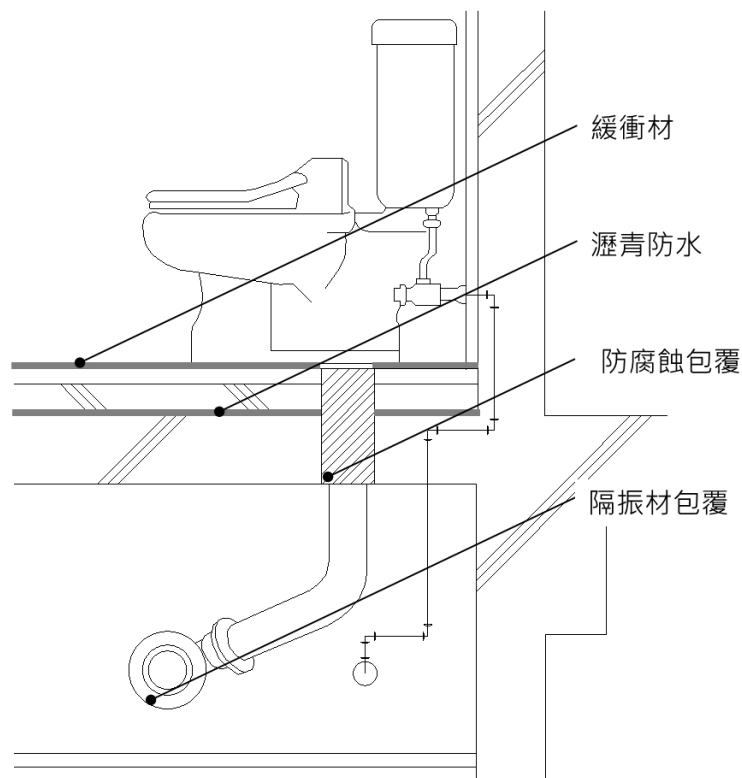


圖 4-40 便器設備隔音施工改善例

(資料來源：本研究整理)

二、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，及設置於管道間內，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。

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 4-19 及 4-20 所示。

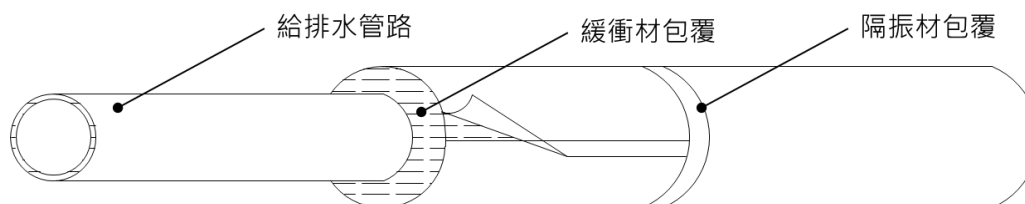


圖 4-41 管路防振包覆細部圖說

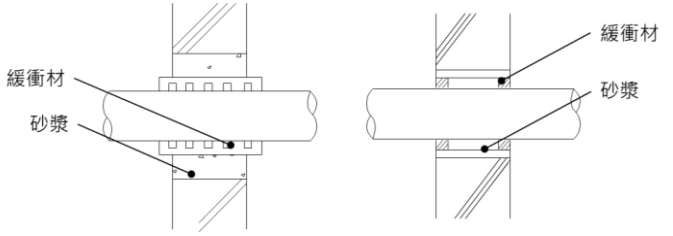
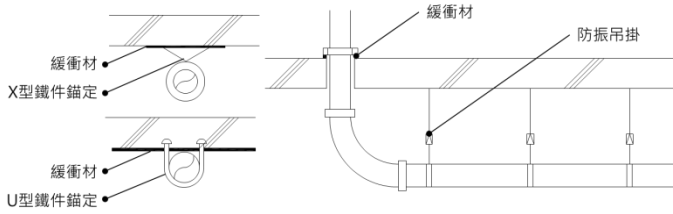
（資料來源：本研究整理）

表 4-19 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 4-20 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)

第五章 結論與建議

第一節 結論

本研究彙整各國給排水及管路噪音相關研究，並參酌 ISO 於 2004 年提出之建築服務設備聲壓量測法 (ISO 16032) 及 JIS 於 2007 年提出之建築給排水器具與設備噪音量測法 (JIS A 1429)，建立適用於國內住宅所使用之給排水設備及管路噪音現場量測法，並針對國內連棟及集合住宅進行給排水設備及管路噪音現況調查。

給排水設備及管路噪音對日常生活影響調查結果顯示，由於國內集合住宅給排水管路以明管設置居多，使集合住宅住戶對給排水設備及管路噪音滿意度低於連棟住宅住戶，且隨著屋齡越高，排水噪音滿意度越低。整體而言，便器管路排水噪音對集合住宅住戶造成之困擾度最高，平均得分介於困擾與尚可之間；本研究給排水設備及管路噪音實驗分析結果顯示，目前國內住宅常見之 PVC 管路材質，其噪音頻率特性集中於中高頻率，集合住宅給排水管路因 PVC 明管設置型態，洗面盆及便器管路噪音值皆高於連棟住宅之暗管設置型態，且當設備運作產生之管路噪音易透過管道間及相通之管路分別傳遞至上層及下層住戶。

此外，給排水管路噪音易透過建築結構體之固體傳音及管道間與相通管路空氣傳音特性，傳遞至住宅相鄰空間，且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，以及管路隔音包覆之處理，造成給排水管路噪音問題，故本研究提出給排水立管及橫支管配管之隔音改善對策，作為住宅音環境設計之依據。因此，本研究具體成果如下：

1. 本研究參酌日本、歐盟國家等國家給排水設備及管路噪音標準量測法，就給排水設備及管路噪音量測方法、設備操作及量測設定等進行探討，建立國內住宅給排水設備及管路噪音之現場量測標準作業程序。
2. 住宅給排水設備及管路噪音現況調查結果顯示，集合住宅給排水管路因明管設置居多，排水噪音滿意度低於連棟住宅，隨著屋齡越高排水噪音滿意度越低；

國內住宅PVC管路明管設置之排水噪音值，皆高於暗管設置，且易透過管道間及相通管路對上下層住戶造成影響；便器管路排水噪音大於洗面盆，為國內住宅住戶給排水設備及管路噪音困擾度較高之來源，故本研究提出便器設備隔音施工改善例，供未來設計改善參考。

3. 本研究藉由給排水設備及管路噪音現況調查，掌握國內住宅給排水設備及管路噪音特性及問題來源，並參酌專家會議產官學界代表之建議，提擬住宅給排水設備及管路噪音改善對策，作為未來設計實務改善之參考依據。

第二節 建議

建議一

為因應國內建築聲學標準國際化之趨勢，建議進行 ISO 16032 (JIS A 1429) 建築給排水設備及管路噪音現場量測標準研訂之研究：立即可行建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：無

本研究參酌國際相關給排水設備及管路噪音量測標準法，研擬現場量測標準作業程序，並完成住宅給排水設備及管路噪音現場量測，而我國 CNS 聲學標準及給排水設備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，故建議進行建築給排水設備噪音現場量測 ISO 標準 CNS 化研訂之研究。

建議二

為提升國內住宅給排水設備及管路音環境品質，建議提供本研究研擬之改善對策，供相關主管機關作為回應民眾住宅噪音陳情案件之回覆參考：立即可行建議

主辦機關：行政院環境保護署

協辦機關：無

國內既有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，以及管路隔音包覆之處理，造成給排水設備及管路噪音問題，故本研究依給排水設備及管路噪音主要問題來源提擬具體改善對策，供相關主管機關作為回應民眾住宅噪音陳情案件之回覆參考。

附錄一 期初審查意見及回應一覽表

委員	審查委員意見	廠商回應
林委員 丙申	1. 調查研究部分計畫完整，改善對策部分之方法與來源，請再深入說明。 2. 未來研究成果應用於立法規範之可行性及切入點為何？由技術規則切入偏向新建建築物，對於舊有建築物部分技術規則是否為一有效可利用之管制工具，引導住戶或管委會願意改善。 3. 選擇實際案例可依北中南、城鄉、區分所有權等不同型態，就大宗比例部分來選擇（如北部 5F 老舊公寓、中南部透天或 7F 以上集合住宅）。	1. 改善對策之方法及來源，將依據國內普遍之給排水噪音現象及問題，提出相關之改善對策。 2. 本研究團隊前期已協助建築研究所及經濟部標準檢驗局研擬制訂 ISO 隔音標準計 17 案，100 年度並協助完成建築隔音規範草案，相關專家會議與會人士均建議強制性法規應以新建築物為優先適用對象，既有建築則以補助或獎勵方式推動參考性指引，較為妥適。 3. 有關本研究調查實測案例範圍界定，將於第二階段對給排水設備噪音源與噪音等級初步分析後，進行案例建構與分析。
劉委員 旺政	1. 請補充說明用何種頻譜分析軟體及儀器？ 2. 實驗分析如何進行及是否納入模擬？ 3. 為何採用 C-weighting？住戶量測如何控制變因的原因？ 4. 缺期刊紀錄，請補列。	1. 頻譜分析部分將採用 C-CAD 等軟體，空氣音部分則規劃採用 ANSYS 等相關軟體。 2. 本研究為針對國內住宅給排水設備及管路噪音現場量測為主，模擬分析之應用可於後續研究進行探討。 3. C-weighting 的目的，係特別針對給排水設備造成板振動固體傳音之影響進行補償分析，相關文獻亦有。 4. 感謝委員建議，已補列。

委員	審查委員意見	廠商回應
許委員 逸群	- 給水泵浦與洗面盆排水噪音現場量測實驗設計（工法、執行次數及再現性）完整，惟建議簡報內容、工法等須納入服務建議書。 - 噪音改善與問題的釐清極為相關，惟改善管路噪音是否有實驗佐證？ - 案例量測前之建構、實驗設計，請再審酌，以利成果完整呈現。	- 本研究團隊已有相關研究成果，並發表於專業期刊，將於修正服務建議書時完整呈現。 - 本研究改善管路噪音藉由召開專家會議，邀請產業界之專家，針對國內常見的問題及施工方法，提供詳盡之建議。 - 感謝委員建議。
林委員 谷陶	- 整體噪音研究架構清晰，研究計畫包含問卷調查，內容完整具焦。 - 研究量測案例只有 4 例，是否可以增加其他類型，以提高可信度。 - 計畫內容將比較 ISO 及 JIS 的量測標準，並探討於國內的適用性，值得肯定。 - 簡報內容相對於服務建議書更為完整，如獲評為優勝廠商，則需修正服務建議書納入契約內，據以執行研究計畫。	- 感謝委員建議。 - 有關 4 個實測案例部分，係考量台灣特有住宅建築構造與工法，導入 ISO 與 JIS 標準量測法的可行性，並探討相關變因的適用性，未來可增加 1~2 個案例，以對應不同類型住宅建築之給排水噪音特性分析，提高代表性。 - 有關 ISO 與 JIS 標準量測法應用於我國住宅居住環境與構造系統特有條件的適用性，將進行必要的轉換；至未來如果如何落實應用於業界，亦將納為本研究的執行項目審慎辦理。 - 感謝委員建議。
陳伯勳 副召集人	實測案例的選定是否具代表性，請補充說明。	本研究實測案例為依營建署住宅構造類別統計結果，以連棟及集合住宅為主，並依國內給排水設備及管路施工條件及材質進行分類。

附錄二 期中審查意見及回應一覽表

委員	審查委員意見	執行單位回應
蕭委員 江碧	1. 本計畫之改善對策，可否依法規條文化，以供營建署修改技術規則。 2. 量測地點是在住家本身或相鄰（樓上）住家使用給排水時對本住宅噪音之影響 3. 住家本身使用給排水所產生之噪音是自身的，噪音難免也可容忍，但最主要噪音應是臨房或樓上住家使用後排水產生之噪音。	1. 感謝委員建議，目前本研究提擬之改善建議屬參考性之指引，後續研究將參酌委員意見進行法規條文化可行性之探討。 2. 本研究量測結果數值為相鄰（樓上）住家使用給排水時對本住宅噪音之影響 3. 感謝委員建議。
段委員 葉芳	1. 請於期末報告明列排水噪音來源位置、困擾程度、聲音分佈時段及如何改善？並探討未來改善方向或可提出改善前後之數據比較。 2. 未來請考量，提供冷熱水金屬管路，使用時，金屬冷縮熱脹產生之聲音。	1. 感謝委員建議，將參酌委員意見進行相關內容之修正。 2. 感謝委員建議，冷熱水之金屬管路將納入後續研究進行探討。
劉委員 德源	1. 表 2-4.1，工作項目二、三重複。 2. 題意提及『改善』之研究，期中資料仍有限，期末時有待提出相關方案。 3. 第四章圖 4-1.3、4-1.4、4-1.5、4-1.6、4-1.7，音壓值有 0dB 之情況，數據是否有誤？ 4. 報告 P.9 $L_{Smax,n}$ 請修正為 $L_{ASmax,n}$，P.29 $L_1 \sim L_{no}$ 請修正為 $L_1 \sim L_n$，P.34 L_{AE} 應為 L_{AE}。	1. 感謝委員建議，已修正。 2. 感謝委員建議，改善對策將依國內住宅給排水設備及管路條件，於期末報告書提出相關方案。 3. 遵照指示辦理，已修正。 4. 遵照指示辦理，已修正。

委員	審查委員意見	執行單位回應
劉委員 德源	- 另請補充說明 P.37 0.8^a 及 1.1^a,^a 的定義為何。 - 附錄四中所有圖中 $AP=0dB(A)$，是否代表 L_{AP} 均為 All Pass，請妥予確認修正。 - P.208 文獻 25 介系詞需小寫。 - 簡報資料之結論比原稿詳細，應適予加入期中報告中。	- 遵照指示辦理，於報告書中補充說明。 - 遵照指示辦理，已修正。 - 遵照指示辦理，已修正。 - 遵照指示辦理。
張委員 矩墉	- 國內建築物給排水系統長期以暗管設置，不利於後續維修與更新；後續雖發展出樓板下配管的設計施工方式，但衍生出噪音與維護管理跨越區分所有權範圍及影響鄰房的問題，建議蒐集相關文獻補充說明。 - 板上配管的技術是否可行，建議蒐集資料並納入研究探討範圍。 - 給水系統在高樓層會有水錘現象發生，建議將水錘現象所產生的噪音，納入本研究噪音實驗量測或調查比較項目。 - 建議以構造別、管材種類與明暗管等項目，進行量測變因之比較分析。 - 臺北量測案例的區位，請再確認妥予修正。	- 感謝委員建議。 - 經本研究現況調查，國內住宅多數以樓板下配管之施工方式，委員提及之板上配管施工，可列入後續研究探討。 - 本研究加壓泵浦管路噪音量測內容已包含水錘聲。 - 分類原則將參照委員意見進行修正。 - 遵照指示辦理。

委員	審查委員意見	執行單位回應
劉委員 旺政	1. P.3 所列現況調查共 6 件、問卷 180 份，但摘要敘述僅分別為 4 件及 104 份，請檢討確認後予以修正。 2. P.22 圖 2-1.1 應改為圖 3-1.1，另所列音源 800~1600 Hz，而彈性接頭分析討論卻以 2400~4800 Hz 為範圍，是否有誤，請再予以確認。 3. P.23 參考書目所列文獻，需與本文引用順序一致，如（1）本章文獻順序 25→27→23，但未見文獻 24 及 26 用意；（2）文獻回顧各節均只引用 1 篇，恐難稱文獻分析，建請檢討調整。 4. P.27（1）本節與前節之文獻有何關聯？（2）建議考量將彈性接頭、彎頭、存水彎等設備及包覆狀況等納為控制變因進行探討研究。 5. P.37 表 3-3.2 內之上標 a 意義為何，請補充說明之；又該表所列之標準誤差，似未能與所使用 class1 麥克風精度契合（P.32），請補充說明。 6. P.39 建議本章增加給水泵浦噪音量測項目，同時探討集水槽型式、存水彎與便器型式與噪音源（量）大小的相關性，並建議預先規劃較為妥適的調查量測與實驗分析計畫。	1. 期中摘要提及之案例及問卷數為目前期中報告已完成之現況調查進度。 2. 遵照指示辦理，已修正。 3. P.23 引用之文獻為依參考文獻排序；文獻部份參照委員建議進行調整。 4. 本節探討量測標準方法，前節探討相關改善對策；彈性接頭、彎頭、存水彎等設備及包覆狀況將依本研究案例現況調查條件納入討論。 5. 遵照指示辦理，於報告書中補充說明。 6. 感謝委員建議，將於期末報告補上給水泵浦之噪音量測結果，相關內容將參酌委員意見進行修正。

委員	審查委員意見	執行單位回應
劉委員 旺政	7. P.119 請於期末報告補充說明以下用詞：(1) 噪音放大頻率 (2) 下室相鄰之隔間牆形式與尺寸，另請確認 SCB-SIN01/下室之 L_{Aeq} 是否應為 30.8dB。 8. P.129 建議參照 CNS 撰擬量測標準作業程序，含流程、圖示與表格等。 9. 分項預期成果請於期末報告中各立專節撰述說明，俾利後續審查與檢核作業。	7. 感謝委員建議，相關內容將參酌委員意見進行修正。 8. 遵照指示辦理，CNS 撰擬量測標準作業程序，含流程、圖示與表格等相關內容納入後續研究建議。 9. 遵照指示辦理。
廖組長 慧燕	1. 設備與管道對噪音的影響，請納入實驗比較項目，俾能釐清給排水設備噪音的關鍵因子，以作為後續擬議改善對策之依據。	1. 遵照指示辦理，將於期末報告書探討管道及相通管路之噪音傳遞特性。
陳副所 長瑞鈴	1. 期中報告所列「集水槽」之用語，建議參照建築技術規則與國家標準修正。 2. 請補充說明調查實測案例排水配管材料與構造別相關性，並於實測分析時將管材對噪音影響納入探討。 3. 依據本研究期中報告針對給排水設備及管路噪音的初步分析結果，集水槽排水為主要排水噪音影響之項目，似與現況或一般觀感有所不同，請再進一步探討，並建議增加案例予以釐清。	1. 遵照指示辦理，「集水槽」之用語已參照建築技術規則修正為「洗面盆」。 2. 遵照指示辦理，將依貴所建議進行給排水管路分類探討。 3. 感謝主席建議，後續研究將依問卷調查結果及現場量測結果進一步探討。

附錄三 期末審查意見及回應一覽表

委員	審查委員意見	執行單位回應
林委員 怡君	- 目前噪音陳情案件中，許多因為住宅建築排水設備及管路噪音，造成近鄰間音環境困擾，未來是否有將建築給排水設施噪音設計納於建築法規或相關規範，進行源頭管制規劃方向。 - 既有住宅噪音源改善部分，希望能夠提供相關改善建議或具體作法，俾利本署作為回應民眾陳情答覆參考。 - P.190 至 P.198 附錄資料，部分採 A 加權、部分採 C 加權，請補充說明差異。	- 感謝委員建議。 - 感謝委員建議，本研究依據國內住宅主要給排水噪音問題提擬改善對策，以供相關單位參考。 - 本研究參酌之 ISO 16032 量測法，規定條文係針對建築相關服務設備，除本研究便器及洗面盆設備及管路對象外，另包含升降機、泵浦等機械設備，因此要求 A 及 C 加權噪音量測值。
張委員 矩墉	10 多年前便器特別針對噪音問題研發低噪音型馬桶，後來節水議題較受重視後，低噪音便器產品相對變少，是否因節水與設備噪音無法兼顧，建議後續研究納入資料蒐集比較。 - 現場量測受音室天花板高度及管道間封閉情形，是否影響量測，是否有進行相關調查分析，請補充說明。 - 一般而言，國內大部分配管型式屬版下配管，但部分建築工程逐漸導入版上配管（SI 工法-昇陽麗堤）可否協調其進行一組版上配管噪音量測，比對版上配管對管路噪音的影響程度。 - 明管配管雖比暗管配管產生較高的噪音值，但從維護更新與保養的觀點，明管仍優於暗管，故建議列舉改善對策所提之緩衝材及隔振材，市面上的取得方式，或建議可協調由給排水設備廠商一併生產檢附。	- 感謝委員建議。 - 本研究進行現場量測時，將案例天花板維修蓋開啟以測得準確之給排水管路噪音量。 - 感謝委員建議，後續研究將參酌委員建議將 SI 工法之住宅案例納入調查對象。 - 感謝委員建議。

委員	審查委員意見	執行單位回應
劉委員 旺政	1. P.55 便器使用時之噪音量測，是否同時啟動加壓泵浦，是否已進行噪音值修正，請補充說明之。 2. P.77 表 4-15 所列 6 種測試結果有何助益？尤其是 C 加權分析時未見引用。請補充說明 D-PW03 高噪音原因。 3. P.85 表 4-16P 值附註判定結果“S”、“SS”、“SSS”定義，請補充說明。 4. P.90 便器加沙漿已固結，質量夠大，應無震動之虞，噪音應係漩渦或紊流現象所致，建請參考或補充說明；另同頁改善對策所列之緩衝材如何施工，且其防滑性、防水性、施工性及固結性如何，請補充說明之；此外，穿樓板之配管現況皆為 PVC 或 ABS，應無防蝕包覆，請釐清修正。 5. P.91 依表 4-10 及表 4-15 可看出管路非要因，應僅需確認固鎖或在支撐間距及支撐處加隔振材即可。 6. 請補充說明 P.86 6F 洗面盆之 L_{Aeq} 高達 85.2dB(A) 的原因。	1. ISO 16032 量測標準規定便器設備噪音量測包含設備沖水至回水完成一次之均能音量，並無測量啟動加壓泵浦之噪音值。 2. 6 種測試結果數值為 ISO 16032 量測標準之規定。本研究依國內目前環境音量 A 加權評估之趨勢，提出相關數值分析，C 加權數值後續研究配合管路固體振動特性進行解析。 3. 感謝委員建議，已修正。 4. 感謝委員建議，本研究建議管路貫穿樓板處可作防振包覆，但為避免防振體（多為橡膠）直接與混凝土及砂將接觸而造成腐蝕老化故建議再加一層防腐蝕包覆。 5. 感謝委員建議。 6. 此量測條件為洗面盆水量全開之情況，其產生之噪音量較標準量測法之固定水量條件排放時大。
蕭委員 江碧	1. 相鄰空間是否指鄰房空間，請補充說明；另噪音源對鄰居之影響，應列為改善防治的重點之一。 2. 管道間之噪音是否已納於本案研究探討，請補充說明。 3. 既有住宅給排水設備與管路採暗管配管施作，噪音改善作業如何進行。 4. 馬桶等給排水設備器具噪音，建議可由生產廠商研究改善。	1. 感謝委員建議，相鄰空間之詞已於報告書內補充說明。 2. 本研究管路噪音逐層噪音衰減量測為考量管道間噪音傳遞特性。 3. 經現況調查結果暗管配管噪音值較明管小，故本研究以提擬明管配管改善建議為主。 4. 感謝委員建議。

委員	審查委員意見	執行單位回應
劉委員 德源	- P.5 (一) 給水設備…室內吸音力及迴響時間修正，文中無資料，請補充。 - P.5、P.21 及 P.25 所列 P_E、P_{AE} 及中文聲壓暴露位準用語及定義需一致。 - P.6 表「2-1.1」、P.19 範「圍」及 P.23 表「2-2.1」誤繕部分，請修正。 - P.15 圖 2-2 及 P.16 圖 2-3 文章中並未納入引用或對應說明，請補充。 - P.18「INS」縮寫，請補充英文全名。 - P.20 (一) 聲壓位準 $\rho 2(t)$ 及 $\rho 20$ 符號、(二) 平均聲壓位準 $L_1 \sim L_{n0}$ 中，L_{n0} 的用語定義，及 L_A 及 L_C 單位是否應為 dB(A)及 dB(C)，請確認修正。 - P.21「$3.L_{smax,n}$…」中 $10m^2$「秒」應係誤繕，建請修正。 - 表 2-1 準快特性符號不一致，請修正。 - P.27 背景噪音低於服務設備聲壓位準 4 dB 以 2.2 dB 為限意義為何，請補充原標準說明或引用參考用意；另背景噪音如低於 4dB 但接近 4dB 時，如何修正，請納入考量。 - P.29「11.持續時間 L_{pmax}」係誤繕，請修正。 - 圖 3-1、3-2 應於文中補充引用用意。 - 附錄七所列個案分項量測結果圖之量測頻率範圍 (31.5 Hz 或 63 Hz～8000 Hz) 不一致，建議予以統一。 - P.231 文獻 32 內容不完整，請補列。 - 請確認 D-PW03 是否因為未作 C 加權修正，致於噪音量測值偏高。	- 本研究獲得之噪音數值呈現整體空間給排水噪音環境特性為主，後續研究如探討管路包覆材料隔音性能則依室內吸音力進行數值之修正。 - 相關用語已統一修正。 - 已修正。 - 已補充。 - 已補充。 - 已修正。 - 已修正。 - 已修正。 - 感謝委員意見，已參照標準規範將文章修正為「背景噪音低於服務設備聲壓位準 4 dB 以下，以修正 2.2 dB 為限」。 - 已修正。 - 已修正。 - 依 ISO 量測標準規定，給排水設備及管路噪音 A 加權計算之頻率範圍以 63~8000 Hz 為主，C 加權計算之頻率範圍以 31.5~8000 Hz 為主。 - 已補列。 - D-PW03 為 30 年以上住宅便器管路，貫穿樓板結構體之填縫未確實，使上室便器設備運作，噪音傳遞至下室受音室，致於噪音量測值偏高。

委員	審查委員意見	執行單位回應
鄭委員 政利	1. 本案管路噪音課題在國內生活品質大幅提昇的情況下，已是民眾日常生活非常關切的問題之一，確有其迫切性；本案執行嚴謹且成果豐碩，符合預期，成效良好，值得肯定。 2. 本案研究對於常態性給排水設備器具之噪音，現場調查與量測均有嚴謹之操作，惟非常態性噪音（如加壓馬達、按摩浴缸及水錘現象）亦值得後續研究規劃納入探討。 3. 屋齡及設備使用壽期、施工品質對噪音的發生有重要關連，建議可持續探討關切。 4. 有關改善對策部分，建議新建建築物宜納入版上配管或降版工法之設計選項，俾能仿照先進國家作法，全面革新國內配管廠商設計作法。 5. 臺南性能實驗中心衛生管路實驗設備因應排水實驗需求，係採開放式設計空間與格柵樓版設計，如擬利用於居室空間噪音量測，似需進行相關改修始能符合不同實驗設計，建議審酌評估。	1. 感謝委員肯定。 2. 感謝委員建議，本研究現場量測對象係依問卷調查結果，為國內目前困擾度較高之給排水設備及管路噪音來源，後續研究將非常態性之給排水設備噪音納入考量。 3. 感謝委員建議。 4. 感謝委員建議，國內住宅目前以明管配管居多，配管或降版工法之設計工法將納入後續研究對象。 5. 感謝委員建議，性能實驗中心管路實驗為因應排水實驗，其給排水設備及管路噪音實驗空間可參酌 ISO 及 JIS 相關標準規定進行改修，以符合標準實驗量測法。
廖組長 慧燕	1. 未來有關給排水噪音改善對策之實際成效，能否於本所性能實驗中心衛生管路實驗設備進行局部設施改修後進行驗證研究，請審酌評估。	1. 感謝委員建議。

委員	審查委員意見	執行單位回應
陳副所 長瑞鈴	1. 本案期中簡報與期末簡報所提出之較嚴重的噪音源（洗面盆及馬桶）已有修正，似乎與一般認知有所差異，且實驗量測對象未將浴缸或淋浴排水等項目納入，請補充說明研究範圍，相關課題是否納為後續研究，請再評估規劃。 2. 研究結論有關明管設計噪音高於暗管設計，與一般認知無異；惟明管設計為現今建築給排水技術發展與應用的趨勢，如擬納入本項結論，應補充後續設計應採行之設計策略，俾能誘導明管（版上或降板配管）之技術普及。 3. 建議事項有關 ISO 標準 CNS 化之可行性研究課題 1 項，建議調整為 ISO 16032 標準轉換 CNS 標準之草案研議研究。 4. 後續如可規劃配合本所性能實驗中心衛生管路實驗設備進行給排水設備管路噪音之實驗室量測驗證研究，將可使該項實驗設備活化利用並提高效能，惟請於後續研究將改修規劃與可行性納入探討。	1. 本研究量測對象係依據問卷調查結果，以困擾度較高之便器、洗面盆以及給水泵浦，後續研究將考量納入浴缸或淋浴排水之噪音探討。 2. 感謝委員建議，經本研究現況調查發現，近年新建住宅明管施作已考量管路支撐及貫穿結構體之填縫處理，而給排水噪音較大之問題來源係以舊建住宅明管為主，故本年度設計策略目前以舊建住宅為考量，後續研究將持續探討不同明管施作方式等（版上或降板配管）之設計技術。 3. 感謝委員建議，遵照指示辦理。 4. 感謝委員建議，性能實驗中心衛生管路實驗設備可參酌 ISO 及 JIS 實驗室規定，建構給排水設備及管路噪音標準量測實驗室。

附錄四 住宅給排水設備及管路噪音改善第一次專家會議會議記錄

101 年內政部建築研究所

「住宅給排水設備及管路噪音改善之研究」

專家諮詢座談會簽到單

一、時間：101 年 8 月 16 日（星期四）下午 2 時

二、地點：國立成功大學 建築系 建築科技大樓 5 樓

（臺南市東區大學路 1 號）

三、指導單位：內政部建築研究所_____

四、執行單位：成大研究發展基金會

江教授哲銘 江哲銘 林芳銘教授 林芳銘

五、出席委員：

曾教授俊達 曾俊達 鍾教授松晉 _____

蔡教授耀賢 蔡耀賢 王教授為 王為

黃教授士賓 黃士賓 林教授葳 林葳

潘總經理人誠 潘人誠 江總經理鍵智 江鍵智

陳董事長清乾 陳清乾 吳總經理泰昌 吳泰昌

游董事長明達 _____

六、列席人員：

江研究員哲儒 江哲儒 馮研究助理俊豪 馮俊豪

1010816 專家會議記錄

星河噪音防治有限公司 潘委員人誠

貴研究案目前案例並未加入豪宅體系進行量測，由於現在國內住宅外牆及分戶牆隔音都有提升，在隔絕住宅外環境噪音後反而造成室內噪音放大之問題。近年國外引進了一些材料，是可以直接包覆在管路上，在座的委員未來是可以開發類似的產品，因為管路有彎頭部位，一般要包覆的美觀困難度高，但好的材料就是讓管路轉彎的部位包覆的美觀且又達到效果。住宅給排水設備及管路噪音改善案與過往建研所隔音案有異曲同工之處，如果能與之前的成果搭配，未來更能提升國內住宅音環境品質。國內住宅目前使用的給排水管路分為 A 管及 B 管，這部分是否也可以列入後續研究討論內容。流速、管路彎頭及存水彎為管路噪音的來源之一，未來是否可探討針對不同流速而改變管路配置或材料，作為相關設計人員之參考。

高苑科技大學建築系 黃委員士賓

貴研究案量測方法係參照國外標準的量測方法，在簡報第 14 頁處，便器及排水管噪音有 36.0 及 63.6 dB，或許是設備本身就出狀況而產生噪音，變動大的情況請研究團隊確認。每個案例都有不同的結果，研究團隊可將各案的受測空間條件、管路型式尺寸、配管方式及下方空間量測方法等細節交代清楚，這些都是未來改善建議的依據。在設備器具的部分不同廠牌會有不同結果，那不知研究團隊未來是否會彙整各器具的噪音基本資料，例如低噪音型的器具等，未來可以作為設計單位的參考。改善策略是否可納入到明年持續進行，包括管路振動的部分也可以探討，以建構完整資料供業界參考。

高苑科技大學建築系 王委員為

過去的建築產品上，多為老舊的大樓會產生給排水管路噪音，尤其是早期高樓層 12 樓及屋齡 20 年以上的，這類的住宅在建造時管路並未設計，如水錘吸收器，管路振動帶來的噪音相當大，建議未來可考量對類似的案例進行現場量測。本研究目前探討的對象為洗面盆及便器，但國內的建築型態多數為衛浴同室，淋浴噪音在本研究案並未討論，未來是否可增列於研究案。

猛揮營造股份有限公司 陳委員清乾

便器的部分年份跟是否為省水系統對於噪音有很大的影響，早期如為分離式又非省水系統的便器，所產生之噪音最大，量測對象是否應標示清楚便器的廠牌及年份；管路的部分，便器的管路是有分尺寸的，早期是 3.5 英吋，現在已由 96 mm 改為 114 mm 的管路，因此管路的尺寸對於噪音也是有影響。

便器配屬的管路，部分會用假樑包覆相對降低噪音量，另外廁所的高程是否有提高，明管的吊管系統所產生的管路噪音特別大，有的樓板會做到 20 公分至 22 公分將管路埋在樓板內，這管路噪音就會改善許多。

旺帝企業股份有限公司 江委員鍵智

國內豪宅在建造時都使用相當好的建材，而目前常見的問題在於樓板衝擊音及給排水管路所產生的噪音，現在的豪宅由於面積大，空間配置常在買家購屋後則重新設計，因此給排水配管也需重新規劃，而給排水管路主要噪音來源為存水彎及三通的部位，經使用者一改常常會產生不同型態的管路噪音。

給排水設備及管路噪音改善研究案未來可朝法規的方向進行，目前給排水設備廠牌種類繁多，是否可朝管路的設計型態來規定，簡化且系統化使用戶及建商、空調、水電技師很容易可以接受的方式。

泰鉅工程股份有限公司 吳委員泰昌

成大校友會館四樓為露明的天花，空間為展覽的用途，當時與使用單位協商在天花板下 1 米至 1 米 5 的地方做隔音披覆，而管路根據不同的彎度來進行包覆，也或得不錯的效果。針對豪宅的部分同其它委員所提，在隔絕外部噪音情況下卻增加了室內噪音的干擾，包含了樓板衝擊音及給排水噪音。研究案調查對象包含 10 至 30 年屋齡的住宅建築，後續研究是否考量近 10 年住宅進行調查，探討給排水管路材料或是特性是否相同。

華夏技術學院室內設計系 林委員葳

這議題的目的在於未來是否可提供給建築師或相關單位，在管路設計或型態上

的參考資訊，在做設計指引之前需先做完整的研究。另外，現階段已有相關量測標準，JIS 也對應 ISO 的部分進行修訂，國內 CNS 這部分是否也應參照 ISO 進行實驗室方法的擬訂，而現場的部分 ISO 也有對應的標準，研究團隊依據 ISO 及 JIS 標準進行現場調查，成果也可作為後續研究的重要依據。

由於研究案現為普查階段，因此在章節中應提到各案例現況，包括北中南住宅的使用者狀況，是否需說明清楚。給排水噪音除設備本身產生噪音外，透過排水路徑也會產生噪音，而這類的噪音屬於瞬時的，像水跳及虹吸現象所產生的噪音，後續研究是否可考量於國內相關實驗室進行量測調查。研究案例的部分目前是用屋齡來做區分，從洗面盆噪音源的部分會隨著年限增加噪音值越大，可是便器量測結果是相反的，這部分研究團隊應該要在報告書說明，針對鋼骨的調查對象中，中繼給水部分因給水泵浦多，所以會產生較大的噪音，因此結論在下時應註明。

研究團隊在物理量的解釋非常明確，包括快慢特性、A 加權 C 加權等，但對於設計者來看，會較想得知何種物理量是可以代表國內給排水噪音特性，且是否應與過國內常用的噪音特性相同。未來在設計準則這個區塊，建築師或相關設計人員希望得到用什麼樣的管路配置、材料及接頭等系統化資料，可以減少噪音量的產生。目前照明的部分建研所已作了一系列的節能等相關研究及分級，包含效能及時間，未來在法制化的階段是可以參考這一部分的研究，確保消費者的利益。

雲林科技大學創意生活設計系 蔡委員耀賢

過去給排水噪音較無人討論及進行相關研究，研究團隊參照 ISO 及 JIS 進行給排水設備及管路噪音現場量測，剛有委員提到國內 CNS 制修訂的部分，是否需依臺灣住宅類型或空間型態進行量測上的調整，使標準量測法未來在應用上更能符合臺灣住宅現況。

研究團隊提出給排水管路噪音改善對策，目前為通則性之建議提擬，未來可針對新技術或施工方式進行探討，並透過現場量測方法獲得具體改善效益，作為設計者參考依據。

國立成功大學建築系 曾委員俊達

本研究是針對住宅進行調查，這牽涉的住宅種類是非常多元化的，另外旅館的部分也是有相當的問題，但這兩者的干擾是不同的，在美國的住宅都是要按照規範來要求，例如給排水管路都是使用銅管，且還分為工業用及住宅用，在臺灣的現況好像是有管就可以驗收，那本研究的貢獻未來可以提供管路材料使用的建議，像一些會產生噪音的管材就不應該使用於住宅單元中，由源頭管制應該會降低許多困擾的問題。集合住宅的部分跟層數都直接的關係，一般會使用減壓的設備，才會進到各樓層的單元使用者，因此建議研究團隊可考量給排水管路噪音對各樓層的影響，另外，由於研究案執行的時間有限，而調查對象及成果應預先設定，方能使研究案目標較為確定。

在針對構法的部分研究團隊應做說明，並檢視是否有按照國內相關規範要求進行施工。

國立成功大學建築系 江教授哲銘

早期國內音環境研究多鎖定在環境噪音防治上，當環境噪音干擾降低後，衍生而來的是住宅內部互相干擾的噪音問題，因此這題目的目的在於法制化，一部分是提供給設計單位，另一部分是給廠商作規範要求。因此，法制化的前提就必須進行基礎調查，累積國內參數，並掌握參數特性等，俾能作為法制化之參考依據。本研究目前以純研究方式來進行，針對給排水噪音，國外已有相當的技術層面，但臺灣的現況並未透過儀器來科學量化。國際上近年來也提出標準量測方法，而最早是由日本提出實驗室的方法，也就是我在日本唸博士論文使用的標準量測法雛型，因此JIS為給排水噪音量測方法的主體。

國內室內噪音困擾度排名第一名為樓板衝擊音，其次包含給排水設備及管路噪音，因此未來在分析主觀問卷時，住宅類別、屋齡等相關分類方式應為具體，點出問題所在，並可與現況調查結果相符。

國立屏東科技大學木設系 林教授芳銘

早期江老師與營建署要推動隔音法規時，由於民眾對於室內環境不重視，造成法規無法反應民情，現在噪音陳情案件多了，隔音法規推動勢在必行，而給排水的部分未來希望可以推到法規修訂上，以確保國內住宅更高水準的居住品質。



附錄五 住宅給排水設備及管路噪音改善第二次專家會議會議記錄

101 年內政部建築研究所

「住宅給排水設備及管路噪音改善之研究」

專家諮詢座談會簽到單

一、時間：101 年 10 月 22 日 上午 10 時

二、地點：內政部建築研究所

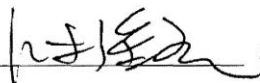
新北市新店區北新路 3 段 200 號 15 樓（第 3 會議室）

三、指導單位：內政部建築研究所



四、執行單位：成大研究發展基金會

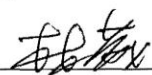
江教授哲銘



林芳銘教授

五、出席委員：

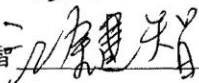
林教授葳



潘總經理人誠

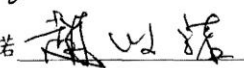


江總經理鍵智



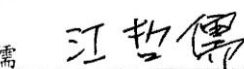
楊理事長蘭清

趙建築師以諾

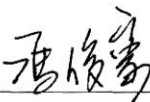


六、列席人員：

江研究員哲儒



馮研究助理俊豪



1011022 專家會議記錄

齊揚工程顧問股份有限公司 趙委員以諾

看到國內已經針對給排水噪音進行研究，這部分是感到非常欣慰，這樣的問題被提出來要進入法規，應該是多數人肯定的。整個計畫作的內容非常的多。基本上所歸納出來的現況問題，跟我們業界執行的問題是相符的。但有一點就是說，新舊住宅的比例是 3 比 97，那有意願或有能力去解決給排水問題的其實是新建的 3 %，那舊住宅因為會動到管線、內部裝潢及其它住戶的空間，那這些都是在實務上所碰到的困難，反而新建都是光禿禿的住宅，屋主比較有意願進行改善，所以新住宅在我們業界來看，改善比例是比較高的。

談到新建住宅，我們在大台北地區碰到多數都是最近流行的鋼構住宅，鋼構住宅的現況是大量使用鑄鐵管或金屬管，因為照法規它有防火時效的問題，PVC 管幾乎是不用了，所以我們碰到的多數都是金屬管的噪音問題。

現在也有許多住宅是以輕構造輕隔間為主，且又以配明管居多，管路是在室內到處穿越的，所以室內受空氣音的影響範圍大，問題點的改善也較為複雜，這些是最近在新的住宅碰到的問題。

給排水這類的案子可以配合水電技師來討論相關問題，這部分我們一直提改善對策，但到了水電技師手裡卻是一個困難，不論是空間、構件跟方法，這些困難導致水電技師因為實務上從來沒有這樣做過，或是說這種工法對他們來說太複雜，造成我們雖然提出對策他們卻無法按圖施工，希望未來研究單位可邀請相關水電技師來參加。

研究量測是參酌 ISO 及 JIS 規範來進行，想請教在現場量測上有沒有問題點？那 ISO 或是 JIS 在制定標準是非常的嚴謹，國內如果直接延用我想是肯定的，那研究單位依據 ISO 及 JIS 量測標準進行現況調查，我想也是先幫我們業界先過濾，看看是否有其它不適用的問題。

研究單位未考量室內吸音力的修正，是否因為量測空間吸音力較低的關係。另

外，現在有許多住宅案例以明管為主，常會有管路經過臥室而臥室的吸音力蠻高的，會影響到給排水管路噪音的大小，像一般交屋未裝修的情況下屋主可能覺得給排水噪音很大，但經室內裝修後給排水噪音的干擾，因室內吸音而變小。因此，室內吸音的修正未來應納入考量。

管路在結構傳音的狀況是蠻複雜的，研究單位這邊目前以空氣音量測為主，並未考量振動的部分，因一般我們在外面做改善，都以空氣音為主，因此我想研究單位可考量振動音，瞭解振動音跟空氣音造成給排水設備及管路噪音的比例，作為我們業界未來在改善時的參考依據。

最後，在研究單位給排水設備及管路噪音量測數據的呈現是非常肯定，我這邊想建議，是否可增加給排水噪音產生時量測空間的聲壓分佈圖，讓我們更清楚瞭解下室量測空間聲音能量的分佈狀況。

旺帝企業股份有限公司 江委員鍵智

給排水噪音是目前業界迫切改善的重點，最近十來年跟大型建商的工作上的接觸，他們常常有這部分的問題，在推案一坪 50 萬的時候，用 STC30 以上的隔音窗，到 70 萬的時候，用 STC35 或 40 以上的隔音窗，隔音等級越高，感受到的室內噪音越來越明顯，建研所及營建署目前也正推隔音法規的探討，那給排水這邊的推動也是必須的。

現在建商在交屋後，有些住戶反應給排水噪音的問題，就會找我們類似噪音工程的公司進行改善，那沒有反應的住戶就會默然接受，由建商的想法來看，法規並無要求給排水設備及管路噪音，因此，建商也不願意花錢來改善或防治，直到問題嚴重時，則為了商譽來進行協調改善處理。那這也牽涉很多社會責任的問題，主管機關的推動才能徹底解決目前現況的問題。

本計畫目前鎖定在一般住宅常見的 PVC 排水管路，但未來進一步研究時，是否可考量飯店及短期住宿給排水噪音的現況問題。由於多數的飯店使用鑄鐵材質之管路，其噪音特性與 PVC 材質之管路不盡相同，因此，後續研究建議可納入研究對象。

星河噪音股份有限公司 潘委員人誠

確實由法規層面來看，目前國內給排水噪音問題是迫切防治及改善的，在業界 30 幾年這問題一直存在。剛研究單位提到新建及既有住宅 3 比 97 的觀點，針對 97 % 的既有建築，有一半以上要改善是非常困難，有很多是交屋後才發現這樣的問題，而遷就樓上權屬的狀況，噪音來源是樓上給排水設備產生的管路噪音，那要進行改善時誰要出經費？

屋齡的滿意度我是有不一樣的看法，剛提到說老舊公寓抱怨度比較高，我們的經驗是倒過來，現在的豪宅由於使用隔音建材或構件，對自宅環境噪音要求非常高，相對的給排水這類的室內噪音就會被放大檢視。從業界接觸的案件來看，老舊大樓反而比較少這樣的問題。

研究單位未來是否可將浴缸設備的部分列入對象，由於現在的浴缸都是屬於大型浴缸，像 SPA 或是電動浴缸，在水流量大的情況下，產生的噪音也是很大。

剛研究單位這邊提到的管路與構造間填縫的部分是不是未來也要列入管制的項目，過去建商在填縫的部分都是使用 PU 材，這樣的方式連吸音或隔音都沒有，這填縫材也是要規範。那我回應一下剛江總提到的，未來的住宅不論是一坪 50 萬或 70 萬的住宅，幾乎都是明管的趨勢，因為不可能回暗管的型態，所以在技術層面的改善或防治就顯得相當的重要。

住宅給排水噪音在事前防治的方法，跟事後改善的方法是截然不同，如果未來要納入法規，給排水噪音事前防治的技術面就非常重要，這部分提供給研究單位作為參考。

華夏技術學院室內設計系 林葳委員

研究單位現況調查的數據非常完整及具體，這邊有一點建議提供參考，研究單位在主客觀的調查都有成果數值，這部份是否可作相關性或對應的分析，這也可以回歸到江老師在日本的研究成果，甚至提出到國際期刊的發表上。

第二點是針對滿意度的調查結果，研究單位的成果發現連棟住宅的滿意度會高

於集合住宅，其實這部分關鍵點在背景噪音，如果說背景噪音比較低的情況下，給排水噪音的問題就會顯現出來。

第三點是在這研究有提出一系列的改善對策，未來後續研究案如果還有改善對策的工作項目，是否可以在實驗室進行量測，在相關對策改善前及改善後對給排水噪音的數值有準確的量化成果，透過實驗室可以輔助改善對策的說明，這對實務應用上是非常有貢獻的。

第四點是回到法制化，相關室內診斷的部分包含空氣品質輻射等目前都有法令規定，如果未來可以將給排水噪音的管制列入音環境要求的項目，這也是大家樂見的，這部分建研所可以藉由江老師研究團隊這樣研究的基礎，再往規範的方向去提擬。回應剛趙建築師的看法，振動這區塊還是相當的重要，目前研究單位是以空氣音為主，未來振動加速的這部分是可以再列入明年研究的討論項目。最後一個就是室內吸音力的部分，如果量測受音室是在浴室基本上是沒有太大的問題，但如果是在臥室或是其它起居空間，基本上受音室的吸音力就要加進來，未來如果法制化，吸音力的修正是必須被考量的重要項目。以上六點提供給研究單位參考。

內政部建築研究所 呂研究員文弘

簡報的 12 及 13 頁是有關給水設備及管路噪音的現場量測方法，研究單位把它分開來，那器具本身運作時透過管路來產生管路噪音，那我這邊的問題是在運作的同時，是器具本身的影響比較大或是管路產生噪音的影響比較大，因為現在是切為兩個部份討論，在成果報告的時候這兩個部分是否可以作一個詳盡的比較分析。

研究裡面有提到新舊管路的部分，江老師以前有一個研究提到說不管是 PVC 或金屬管材經過一段時間使用後，會有一定的變化，不論是銹蝕、老化或是厚度改變，這部分是不是影響噪音的因素，但這部分目前可能也沒辦法作，但後續研究或相關文獻是否有提到這樣的因素。

第三個是器具型式跟流量這部分，例如浴缸是定常流或是馬桶是瞬時流，這產生的噪音也有可能不一樣，我是建議這調查的案例內，是否可把器具本身像是虹吸

式或是直落式的呈現出來，當作未來的一個參考資料。給排水立管一般的用語，通常稱為立管，橫管的部分稱橫支管，這部分再修正。

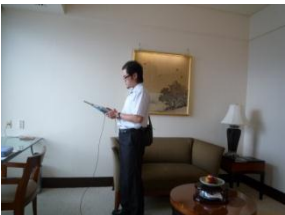
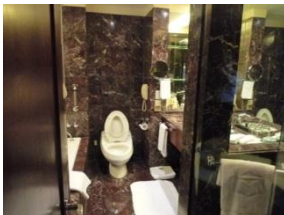
第五點是針對國際標準的引用，從簡報中得知引用的這兩個規範在量測的項目不太一樣，JIS 是針對給排水這塊，ISO 是針對服務設備等類型，後續如果要作轉換，是要以 JIS 為主還是 ISO 為主，未來如果要提出法制化，是要以那一個當作背景來參考，如果是以 ISO 為主那以臺灣來說，是否需進行細部的修改，以符合臺灣本土的現況。例如說 ISO 在量測法上有提到說有一點要在牆角，JIS 的話是提到平均分佈，那浴室其實很小，這樣短的距離對於量測有沒有顯著的差異。

國立成功大學建築系 江教授哲銘

本研究現場量測引用之標準規範中，ISO 目前以建築服務設備為主，JIS 則針對給排水設備訂定，依國內 ISO 標準 CNS 化之趨勢，未來在引用或轉換上需針對適用性及符合國內本土現況以進行調整。



附錄六 住宅給排水設備及管路噪音量測案例紀錄

住宅給排水設備及管路噪音現況調查之研究量測照片		
		
		
		
		
		
		



附錄七 住宅給排水設備及管路噪音現況調查問卷

臺灣地區住宅給排水設備及管路噪音現況 調查問卷

研究計畫：住宅給排水設備及管路噪音改善之研究

委託單位：內政部建築研究所

執行單位：財團法人成大研究發展基金會

計畫主持人：江哲銘 教授

國立成功大學建築系

林芳銘 教授

國立屏東科技大學木材科學與設計系

計畫聯絡人：馮俊豪 博士生

國立成功大學 建築系

江哲儒 博士生

國立成功大學 建築系

(06)275-7575ext.54166

親愛的住戶您好

這是一份對於您府上居住環境給排水噪音之問卷，為內政部建築研究所「住宅給排水設備及管路噪音改善」研究之調查問卷。本問卷結果僅作為研究用途。希望佔用您寶貴的時間，請您回答下列問題，謝謝。

本問卷列舉住宅常見給排水設備之圖例如下：

給排水設備及管路圖例



浴缸



洗面盆



便器



淋浴間



給水泵浦



給排水管路

A. 受訪者基本資料

請在適當的□內打勾或在空格內填寫資料

01. 年齡

☐21-30 ☐31-40 ☐41-50 ☐51 以上

02. 性別

☐男 ☐女

03. 請問您居住的住宅類別

☐連棟式住宅（透天厝） ☐集合住宅（公寓、大廈），居住樓層____樓，
總樓層共____樓

04. 請問您居住的大樓構造

☐鋼筋混凝土造(RC) ☐鋼骨鋼筋混凝土造(SRC) ☐鋼骨造(SC)

05. 請問您於本住宅居住的時間

共____年

06. 平時於家中的時段（非假日）

☐日間時段____時~____時（6時~12時）

☐午間時段____時~____時（12時~18時）

☐晚間時段____時~____時（18時~24時）

☐夜間時段____時~____時（24時~6時）

B. 住宅環境調查

以下問題是為了解您府上環境及給排水設備噪音現況，請在適當的□內打勾。

	是	否
01. <u>給</u> 水設備運作時產生之噪音是否對您日常生活造成影響	☐	☐
02. <u>給</u> 水設備運作時產生之振動是否對您日常生活造成影響	☐	☐
03. <u>排</u> 水設備運作時產生之噪音是否對您日常生活造成影響	☐	☐
04. <u>排</u> 水設備運作時產生之振動是否對您日常生活造成影響	☐	☐
05. 府上廁所是否有安裝天花板	☐	☐
06. 府上主臥室是否有安裝天花板	☐	☐
07. 主臥室是否是您感受給排水設備噪音最明顯之空間	☐	☐
08. 府上是否有自行增設浴廁設備	☐	☐
09. 府上是否有自行增設給水用加壓泵浦設備	☐	☐

C. 居住環境給排水噪音干擾度調查

以下問題是為了解自宅環境中給排水噪音對您的干擾度，請依您的主觀感受在適當的□內打勾或在空格內填寫資料。

	非常 不滿意	不 滿意	尚 可	滿 意	非 常 滿意
01. 整體而言，對於自宅環境受 <u>給</u> 水噪音干擾之程度，您覺得？	☐	☐	☐	☐	☐
02. 整體而言，對於自宅環境受 <u>排</u> 水噪音干擾之程度，您覺得？	☐	☐	☐	☐	☐
03. 於日間時段（6 時-12 時）對於自宅環境受 <u>給</u> 水噪音干擾之程度，您覺得？	☐	☐	☐	☐	☐
04. 於午間時段（12 時-18 時）對於自宅環境受 <u>給</u> 水噪音干擾之程度，您覺得？	☐	☐	☐	☐	☐
05. 於晚間時段（18 時-24 時）對於自宅環境受 <u>給</u> 水噪音干擾之程度，您覺得？	☐	☐	☐	☐	☐
06. 於夜間時段（24 時-6 時）對於自宅環境受 <u>給</u> 水噪音干擾之程度，您覺得？	☐	☐	☐	☐	☐
07. 於日間時段（6 時-12 時）對於自宅環境受 <u>排</u> 水噪音干擾之程度，您覺得？	☐	☐	☐	☐	☐
08. 於午間時段（12 時-18 時）對於自宅環境受 <u>排</u> 水噪音干擾之程度，您覺得？	☐	☐	☐	☐	☐
09. 於晚間時段（18 時-24 時）對於自宅環境受 <u>排</u> 水噪音干擾之程度，您覺得？	☐	☐	☐	☐	☐
10. 於夜間時段（24 時-6 時）對於自宅環境受 <u>排</u> 水噪音干擾之程度，您覺得？	☐	☐	☐	☐	☐

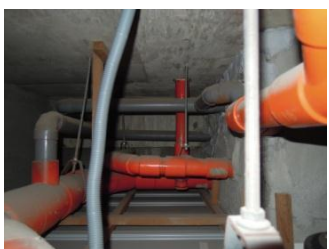
D. 住宅給排水噪音種類及困擾程度調查

以下列舉多項住宅環境中易產生之給排水設備噪音種類，為了解您對於各種生活噪音的困擾程度，請在適當的□內打勾。

	非常 困擾	困 擾	尚 可	不 困 擾	完 全 不 困 擾
01. 您對於自宅環境因便器沖水產生的 <u>器具噪音</u> 感到?	☐	☐	☐	☐	☐
02. 您對於自宅環境因洗面盆水龍頭開水產生的 <u>器具噪音</u> 感到?	☐	☐	☐	☐	☐
03. 您對於自宅環境因淋浴間開水產生的 <u>器具噪音</u> 感到?	☐	☐	☐	☐	☐
04. 您對於自宅環境因浴缸開水產生的 <u>器具噪音</u> 感到?	☐	☐	☐	☐	☐
05. 您對於自宅環境因大樓給水馬達供水產生的 <u>器具噪音</u> 感到?	☐	☐	☐	☐	☐
06. 您對於自宅環境因便器排水產生的 <u>管路噪音</u> 感到?	☐	☐	☐	☐	☐
07. 您對於自宅環境因洗面盆排水產生的 <u>管路噪音</u> 感到?	☐	☐	☐	☐	☐
08. 您對於自宅環境因淋浴間排水產生的 <u>管路噪音</u> 感到?	☐	☐	☐	☐	☐
09. 您對於自宅環境因浴缸排水產生的 <u>管路噪音</u> 感到?	☐	☐	☐	☐	☐
10. 您對於自宅環境因大樓給水馬達供水產生的 <u>管路噪音</u> 感到?	☐	☐	☐	☐	☐

附錄八 住宅案例給排水設備及管路現況照片

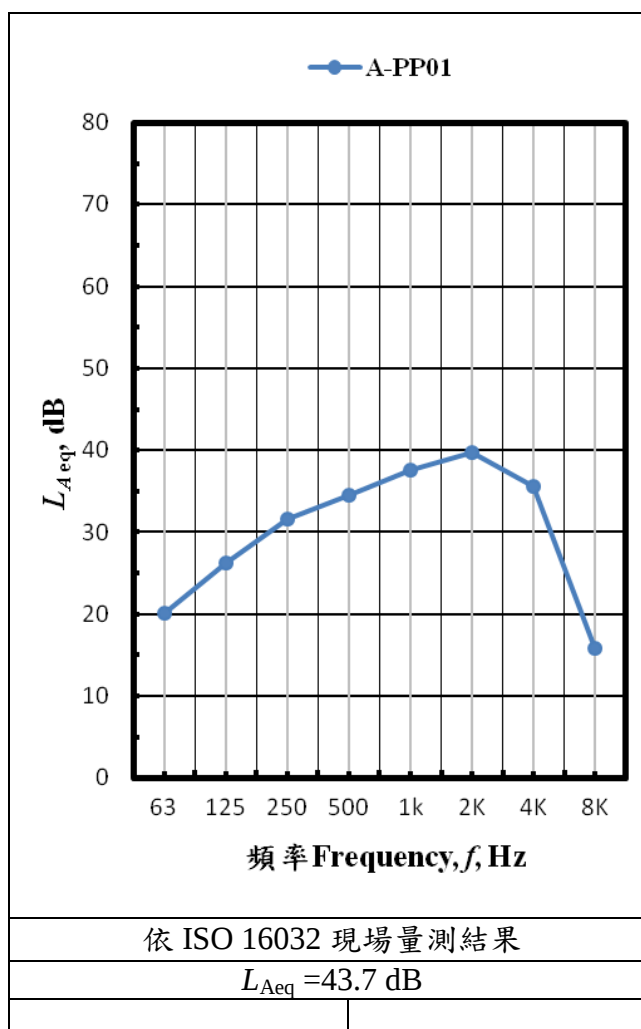
給排水設備		
		
A-SIN	B-SIN	C-SIN
		
D-SIN	E-SIN	F-SIN
		
G-SIN	A-WC	B-WC
		
C-WC	D-WC	E-WC
		
F-WC	G-WC	

給排水管路		
		
A-PP01	B-SP01	C-PP02
		
E-SP02	A-PS01 / A-PW01	B-CS01 / B-CW01
		
C-PS02	D-PS03	E-PS04
		
F-PS05	G-PS06 / G-PW06	C-PW02
		
D-PW03	E-PW04	F-PW05

附錄九 住宅案例給排水設備及管路噪音量測結果

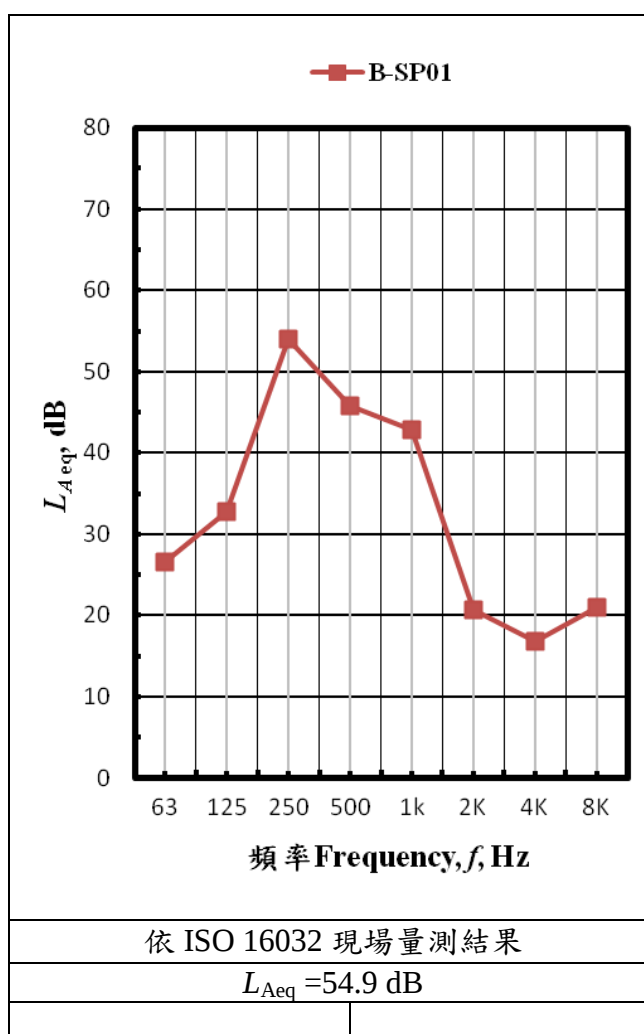
案例編號	A-PP01	
設備描述	為自設加壓泵浦，給水管路為 PVC 管，泵浦與管路均位於 2F 陽台。	
測試位置	2F 與管路相鄰房間內	
測試日期	2012/3/24~3/26	

頻率 (Hz)	L_{Aeq} 1/1 oct. (dB)
63	20.1
125	26.2
250	31.6
500	34.5
1000	37.5
2000	39.7
4000	35.5
8000	15.8



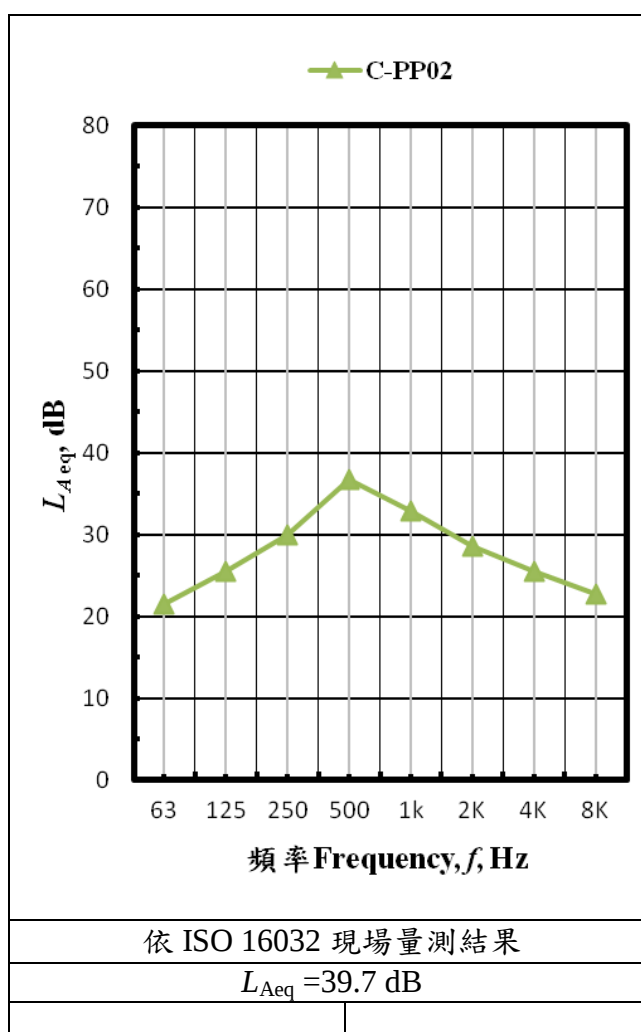
案例編號	B-SP01	
設備描述	為 25F 中繼機房給水泵浦，給水管路為不銹鋼明管鋪設於管道間。	
測試位置	26F 與管道間相鄰房間內	
測試日期	2012/3/28	

頻率 (Hz)	L_{Aeq} 1/1 oct. (dB)
63	26.6
125	32.8
250	54.0
500	45.7
1000	42.8
2000	20.6
4000	16.8
8000	21.0



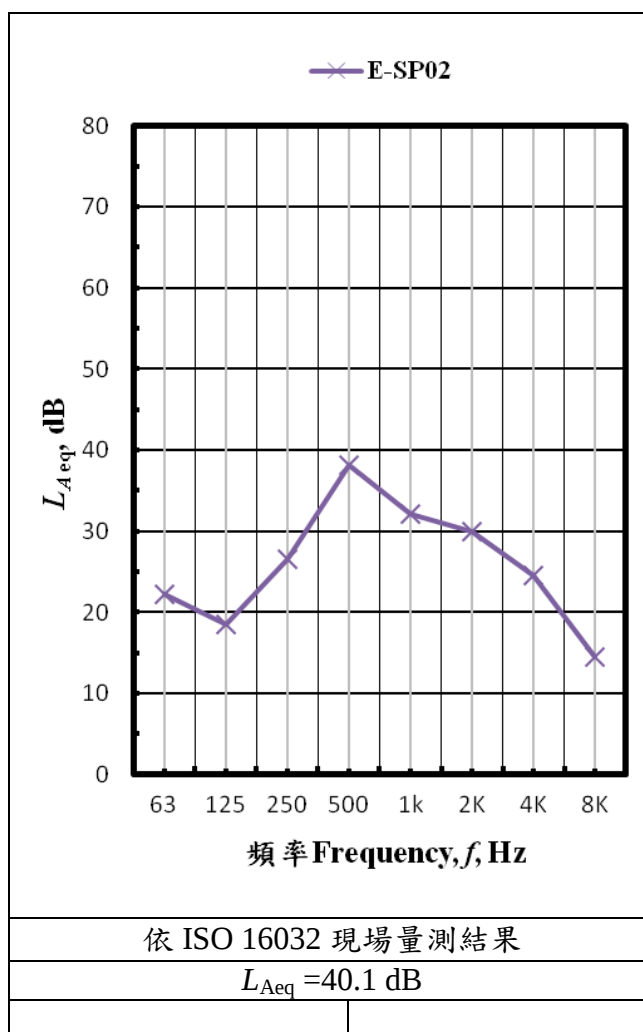
案例編號	C-PP02	
設備描述	為頂樓加壓泵浦，給水管路為 PVC 明管，泵浦與管路均位於 8F 陽台。	
測試位置	8F 與管路相鄰房間內	
測試日期	2012/4/23~4/25	

頻率 (Hz)	L_{Aeq} 1/1 oct. (dB)
63	21.5
125	25.5
250	29.9
500	36.8
1000	32.9
2000	28.6
4000	25.5
8000	22.8



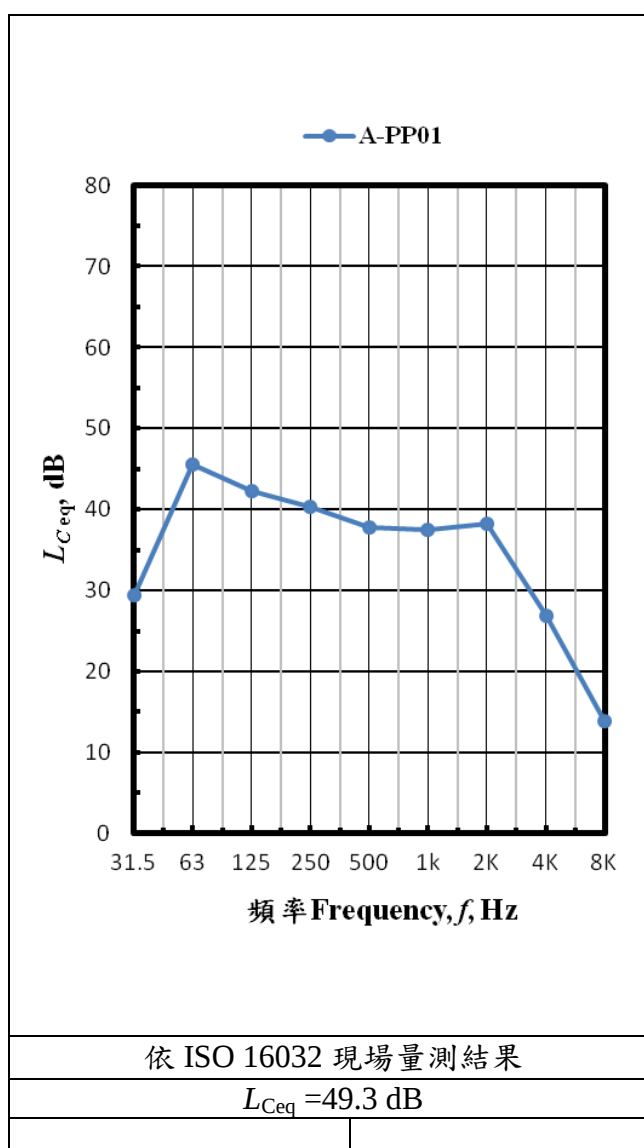
案例編號	E-SP02	
設備描述	為地下室揚水泵浦，給水管路為不銹鋼明管，泵浦與管路均位於 B1F 停車場。	
測試位置	1F 與管路相鄰房間內	
測試日期	2012/9/06~9/08	

頻率 (Hz)	L_{Aeq} 1/1 oct. (dB)
63	22.3
125	18.5
250	26.6
500	38.1
1000	32.1
2000	30.0
4000	24.5
8000	14.4



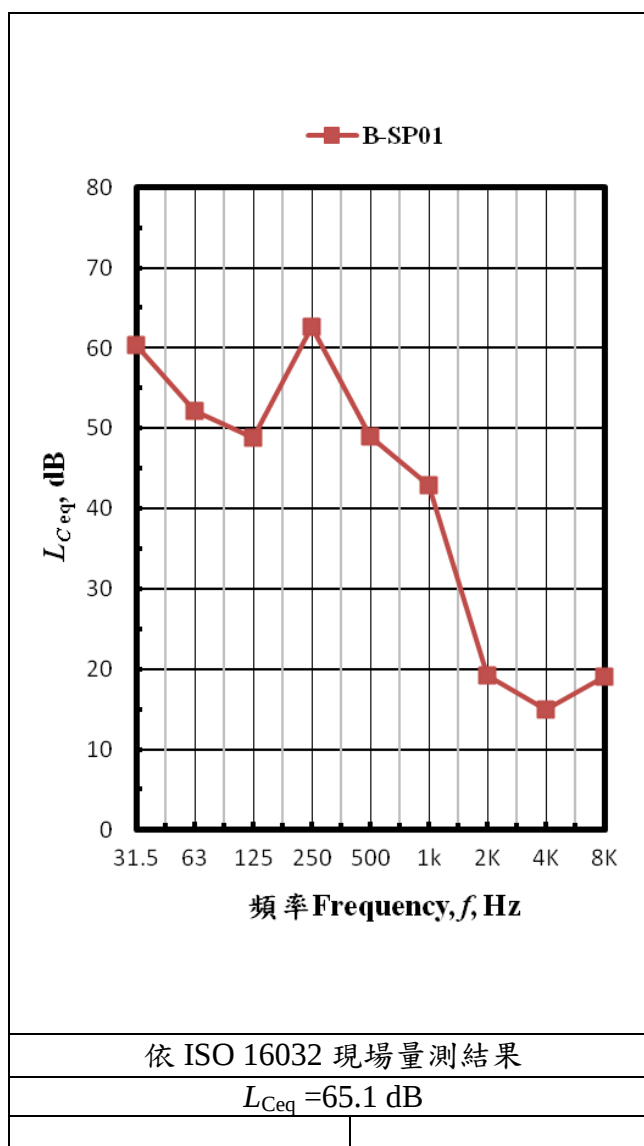
案例編號	A-PP01	
設備描述	為自設加壓泵浦，給水管路為 PVC 管，泵浦與管路均位於 2F 陽台。	
測試位置	2F 與管路相鄰房間內	
測試日期	2012/3/24~3/26	

頻率 (Hz)	L_{Ceq} 1/1 oct. (dB)
31.5	29.5
63	45.6
125	42.3
250	40.3
500	37.8
1000	37.5
2000	38.3
4000	26.9
8000	13.9



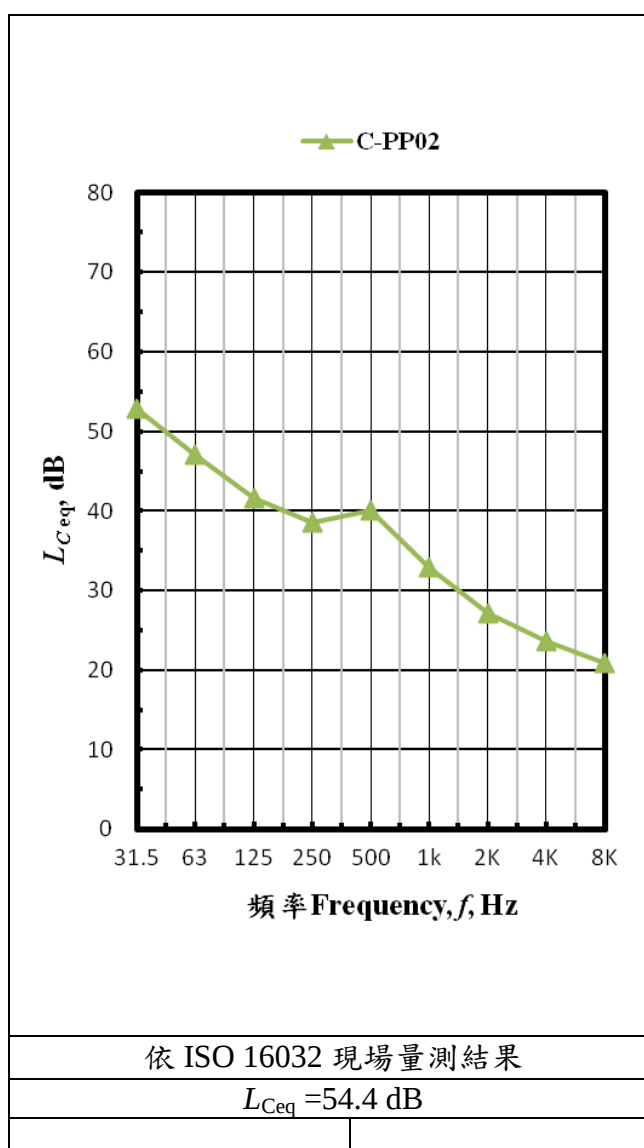
案例編號	B-SP01	
設備描述	為 25F 中繼機房給水泵浦，給水管路為不銹鋼明管鋪設於管道間。	
測試位置	26F 與管道間相鄰房間內	
測試日期	2012/3/28	

頻率 (Hz)	L_{Ceq} 1/1 oct. (dB)
31.5	60.3
63	52.1
125	48.8
250	62.6
500	49.0
1000	42.8
2000	19.2
4000	15.0
8000	19.1



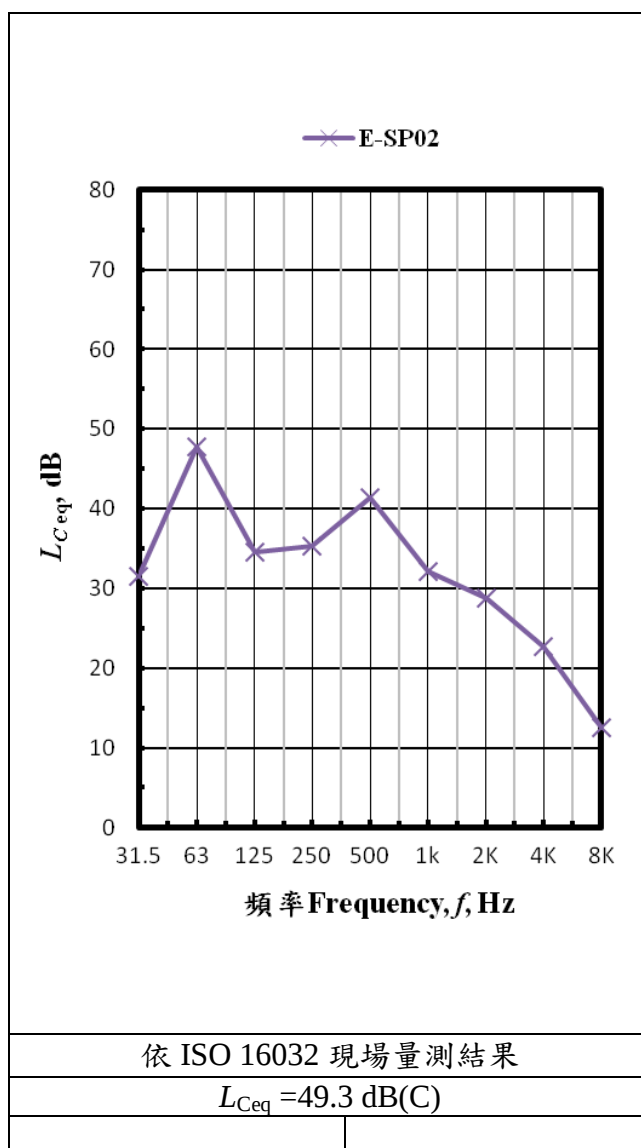
案例編號	C-PP02	
設備描述	為頂樓加壓泵浦，給水管路為 PVC 明管，泵浦與管路均位於 8F 陽台。	
測試位置	8F 與管路相鄰房間內	
測試日期	2012/4/23~4/25	

頻率 (Hz)	L_{Ceq} 1/1 oct. (dB)
31.5	52.8
63	47.0
125	41.5
250	38.6
500	40.1
1000	32.9
2000	27.2
4000	23.7
8000	20.9



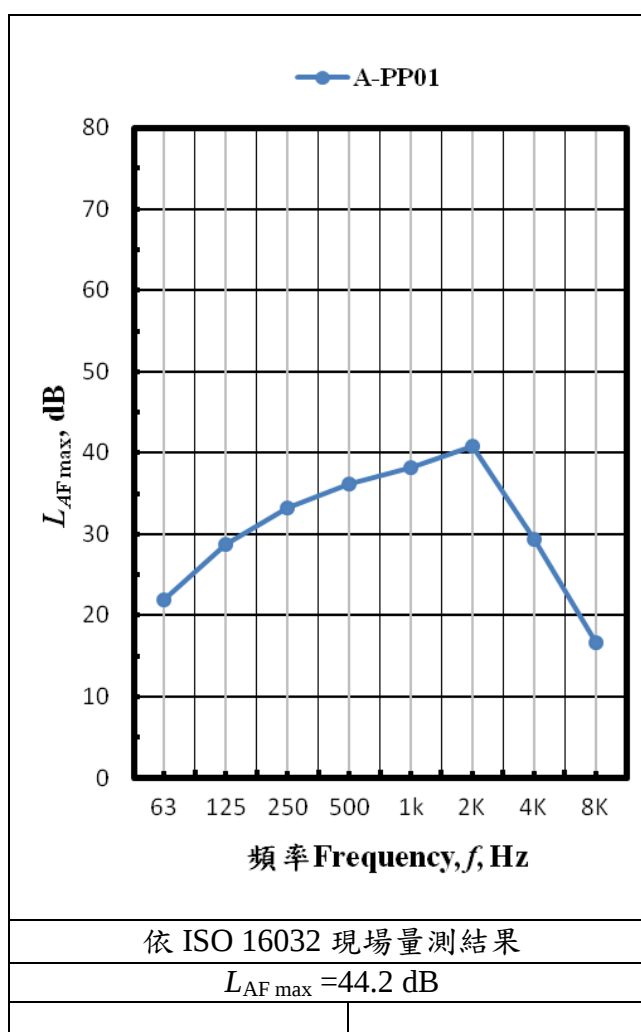
案例編號	E-SP02	
設備描述	為地下室揚水泵浦，給水管路為不銹鋼明管，泵浦與管路均位於 B1F 停車場。	
測試位置	1F 與管路相鄰房間內	
測試日期	2012/9/06~9/08	

頻率 (Hz)	L_{Ceq} 1/1 oct. (dB)
31.5	31.5
63	47.8
125	34.6
250	35.3
500	41.4
1000	32.1
2000	28.7
4000	22.7
8000	12.5



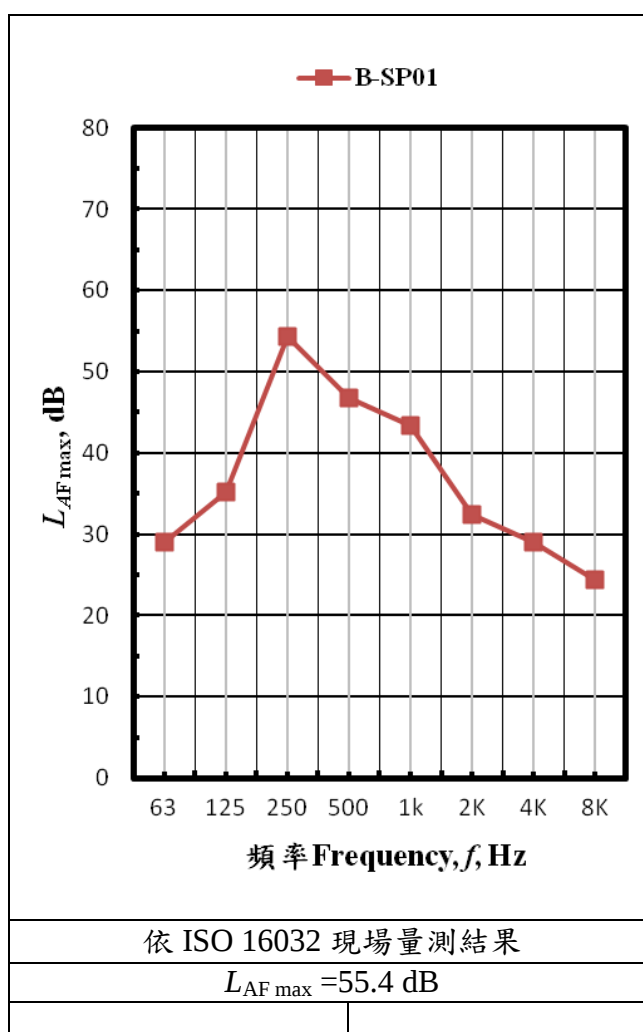
案例編號	A-PP01	
設備描述	為自設加壓泵浦，給水管路為 PVC 管，泵浦與管路均位於 2F 陽台。	
測試位置	2F 與管路相鄰房間內	
測試日期	2012/3/24~3/26	

頻率 (Hz)	$L_{AF\ max}$ 1/1 oct. (dB)
63	21.9
125	28.7
250	33.2
500	36.1
1000	38.2
2000	40.8
4000	29.4
8000	16.6



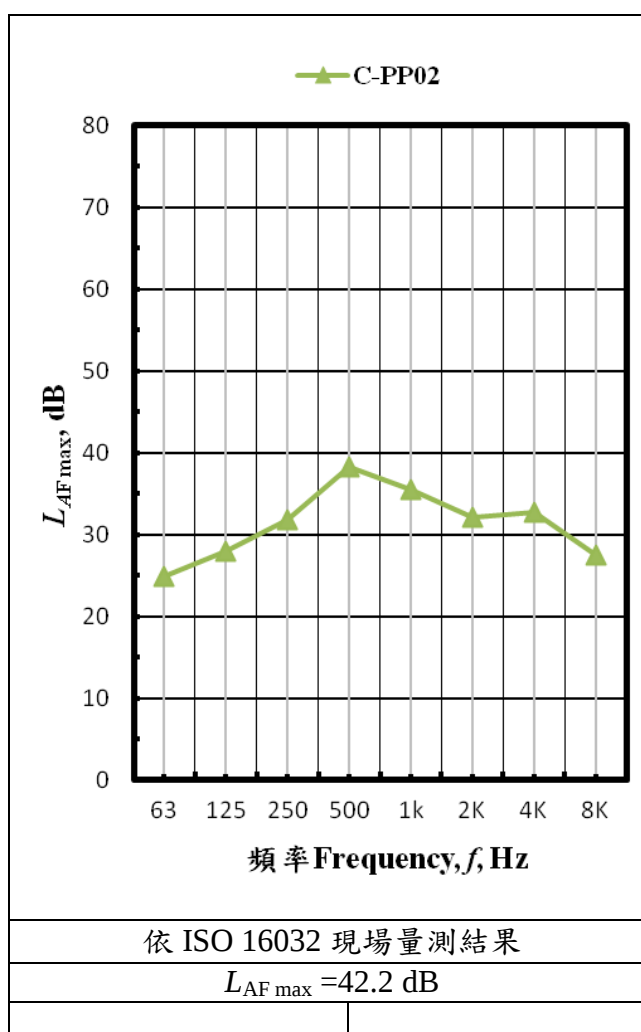
案例編號	B-SP01	
設備描述	為 25F 中繼機房給水泵浦，給水管路為不銹鋼明管鋪設於管道間。	
測試位置	26F 與管道間相鄰房間內	
測試日期	2012/3/28	

頻率 (Hz)	$L_{AF\ max}$ 1/1 oct. (dB)
63	29.0
125	35.2
250	54.3
500	46.8
1000	43.4
2000	32.4
4000	29.0
8000	24.3



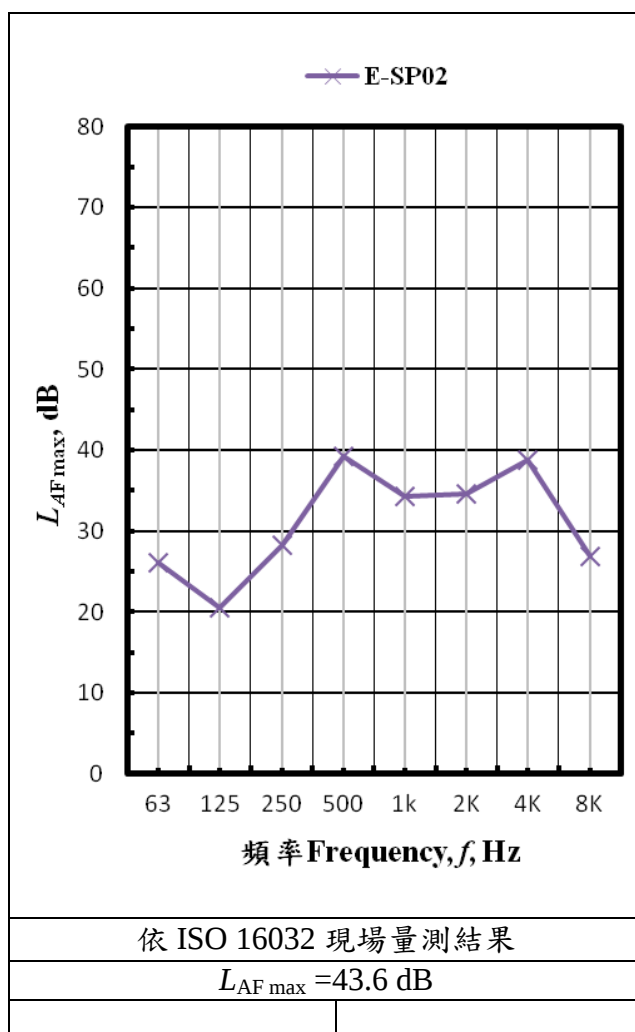
案例編號	C-PP02	
設備描述	為頂樓加壓泵浦，給水管路為 PVC 明管，泵浦與管路均位於 8F 陽台。	
測試位置	8F 與管路相鄰房間內	
測試日期	2012/4/23~4/25	

頻率 (Hz)	$L_{AF\ max}$ 1/1 oct. (dB)
63	24.9
125	27.9
250	31.8
500	38.3
1000	35.5
2000	32.0
4000	32.7
8000	27.4



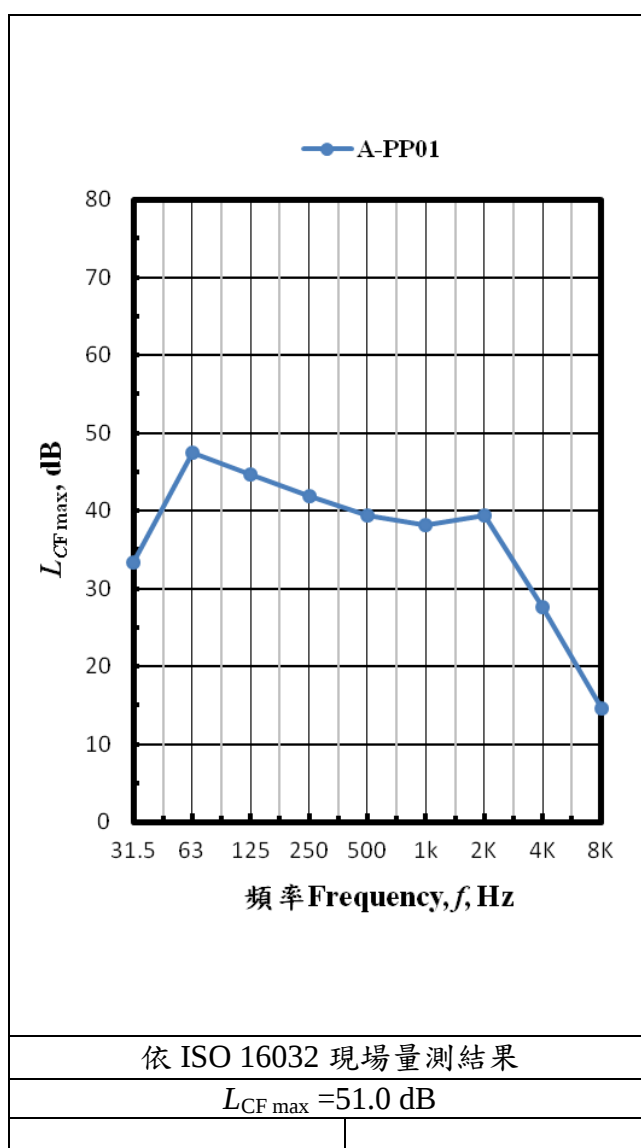
案例編號	E-SP02	
設備描述	為地下室揚水泵浦，給水管路為不銹鋼明管，泵浦與管路均位於 B1F 停車場。	
測試位置	1F 與管路相鄰房間內	
測試日期	2012/9/06~9/08	

頻率 (Hz)	$L_{AF\ max}$ 1/1 oct. (dB)
63	26.0
125	20.5
250	28.3
500	39.2
1000	34.3
2000	34.5
4000	38.8
8000	26.9



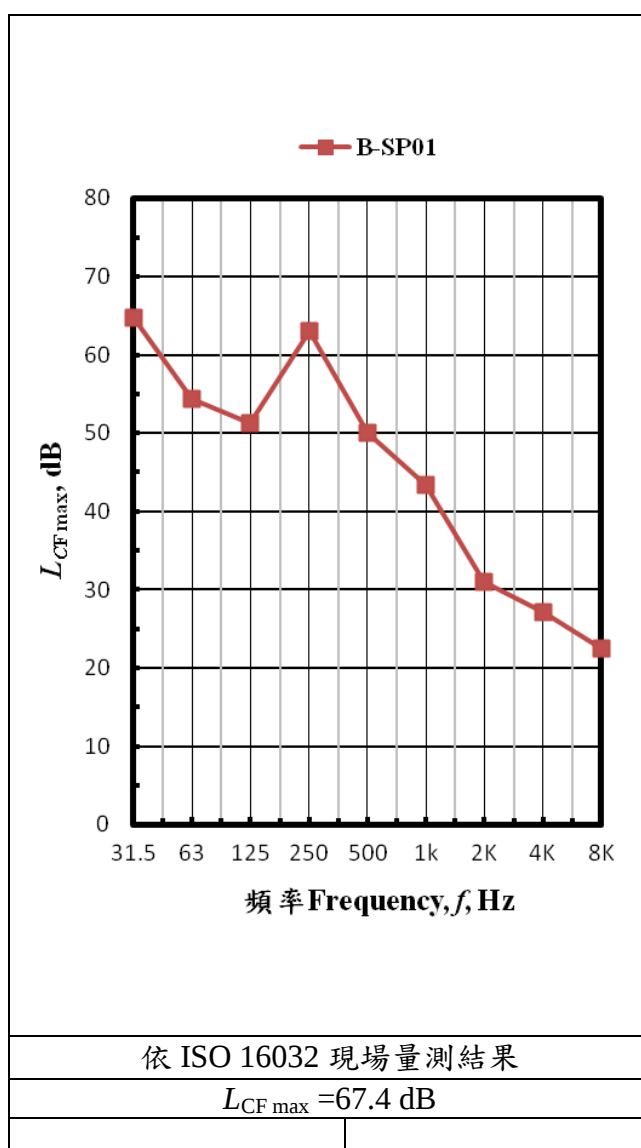
案例編號	A-PP01	
設備描述	為自設加壓泵浦，給水管路為 PVC 管，泵浦與管路均位於 2F 陽台。	
測試位置	2F 與管路相鄰房間內	
測試日期	2012/3/24~3/26	

頻率 (Hz)	$L_{CF\ max}$ 1/1 oct. (dB)
31.5	33.4
63	47.4
125	44.7
250	41.9
500	39.4
1000	38.2
2000	39.4
4000	27.6
8000	14.6



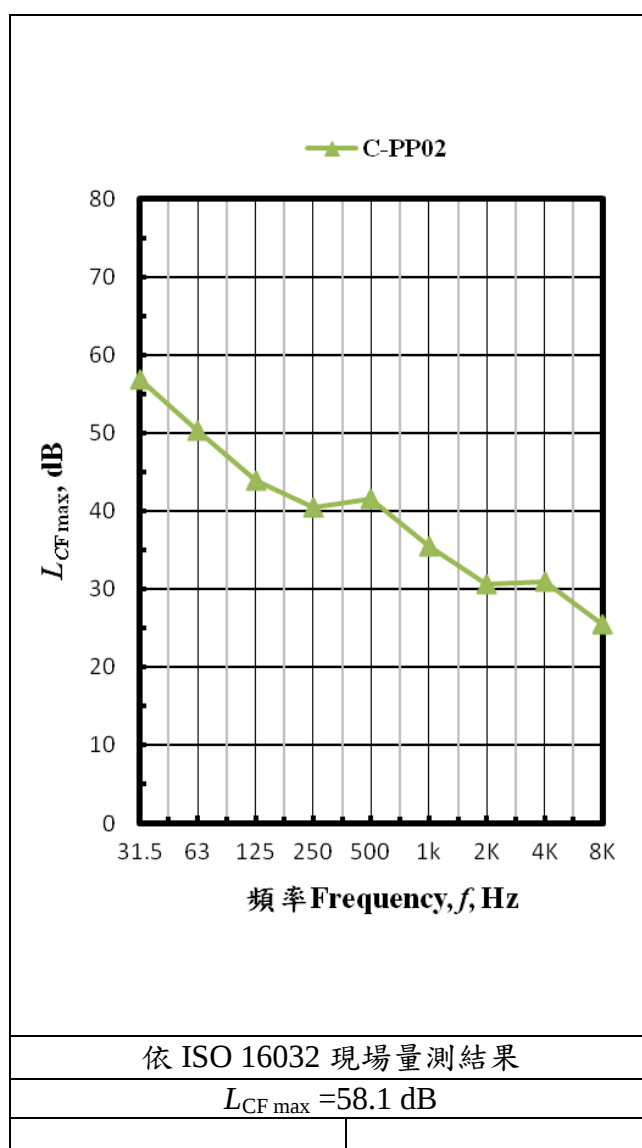
案例編號	B-SP01	
設備描述	為 25F 中繼機房給水泵浦，給水管路為不銹鋼明管鋪設於管道間。	
測試位置	26F 與管道間相鄰房間內	
測試日期	2012/3/28	

頻率 (Hz)	$L_{CF\ max}$ 1/1 oct. (dB)
31.5	64.7
63	54.4
125	51.3
250	63.0
500	50.1
1000	43.4
2000	31.0
4000	27.2
8000	22.4



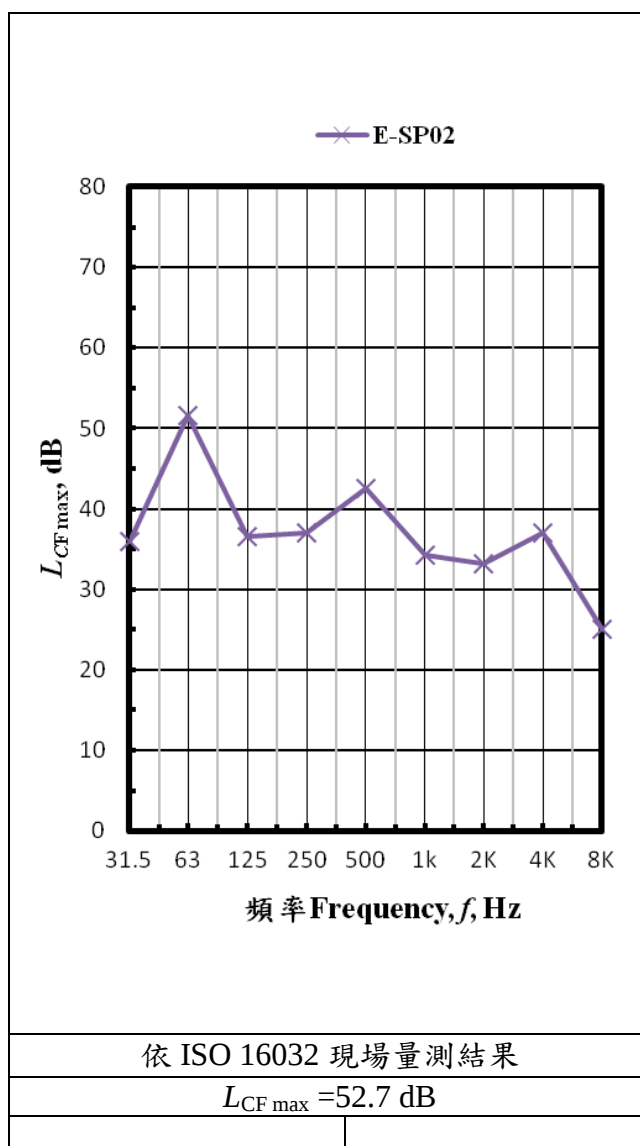
案例編號	C-PP02	
設備描述	為頂樓加壓泵浦，給水管路為 PVC 明管，泵浦與管路均位於 8F 陽台。	
測試位置	8F 與管路相鄰房間內	
測試日期	2012/4/23~4/25	

頻率 (Hz)	$L_{CF\ max}$ 1/1 oct. (dB)
31.5	56.8
63	50.4
125	43.9
250	40.5
500	41.6
1000	35.5
2000	30.6
4000	30.9
8000	25.5



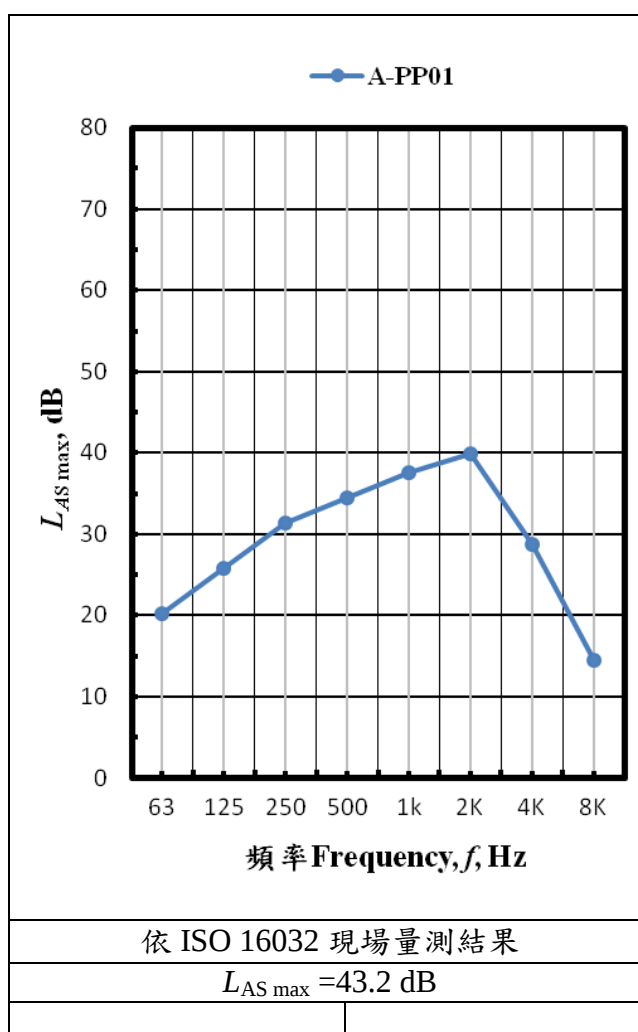
案例編號	E-SP02	
設備描述	為地下室揚水泵浦，給水管路為不銹鋼明管，泵浦與管路均位於 B1F 停車場。	
測試位置	1F 與管路相鄰房間內	
測試日期	2012/9/06~9/08	

頻率 (Hz)	$L_{CF\ max}$ 1/1 oct. (dB)
31.5	36.0
63	51.6
125	36.6
250	37.0
500	42.5
1000	34.3
2000	33.2
4000	37.0
8000	25.0



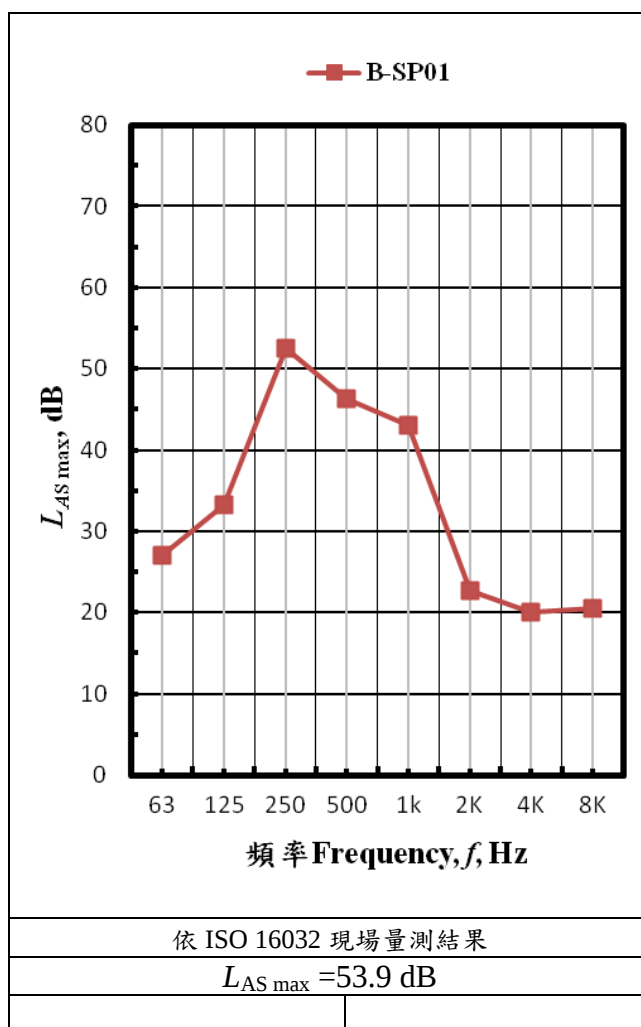
案例編號	A-PP01	
設備描述	為自設加壓泵浦，給水管路為 PVC 管，泵浦與管路均位於 2F 陽台。	
測試位置	2F 與管路相鄰房間內	
測試日期	2012/3/24~3/26	

頻率 (Hz)	$L_{AS\ max}$ 1/1 oct. (dB)
63	20.1
125	25.8
250	31.4
500	34.5
1000	37.5
2000	39.8
4000	28.7
8000	14.5



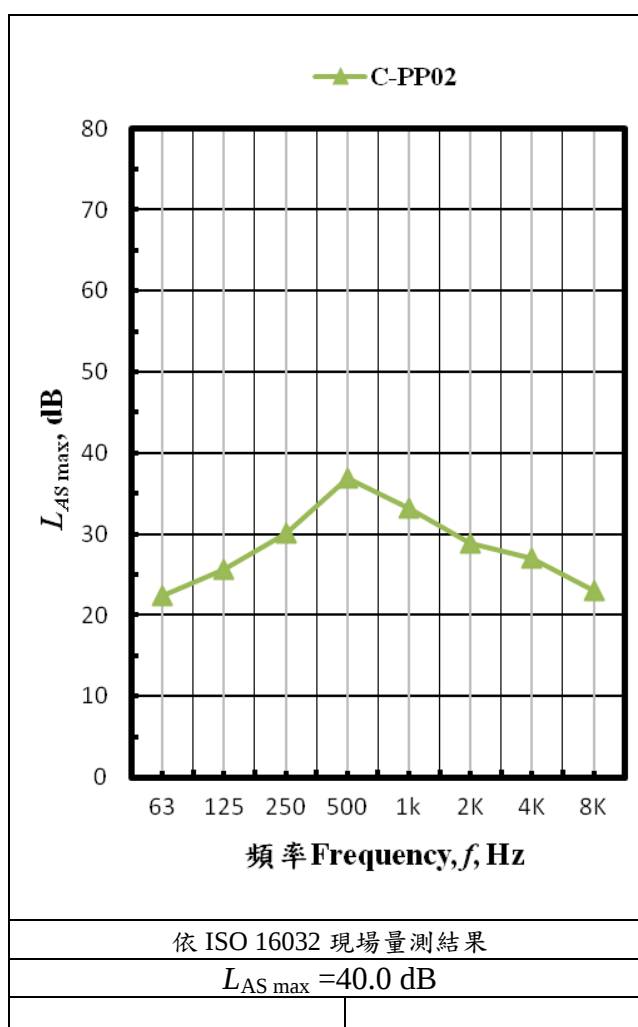
案例編號	B-SP01	
設備描述	為 25F 中繼機房給水泵浦，給水管路為不銹鋼明管鋪設於管道間。	
測試位置	26F 與管道間相鄰房間內	
測試日期	2012/3/28	

頻率 (Hz)	$L_{AS\ max}$ 1/1 oct. (dB)
63	27.1
125	33.2
250	52.6
500	46.2
1000	43.0
2000	22.7
4000	20.0
8000	20.5



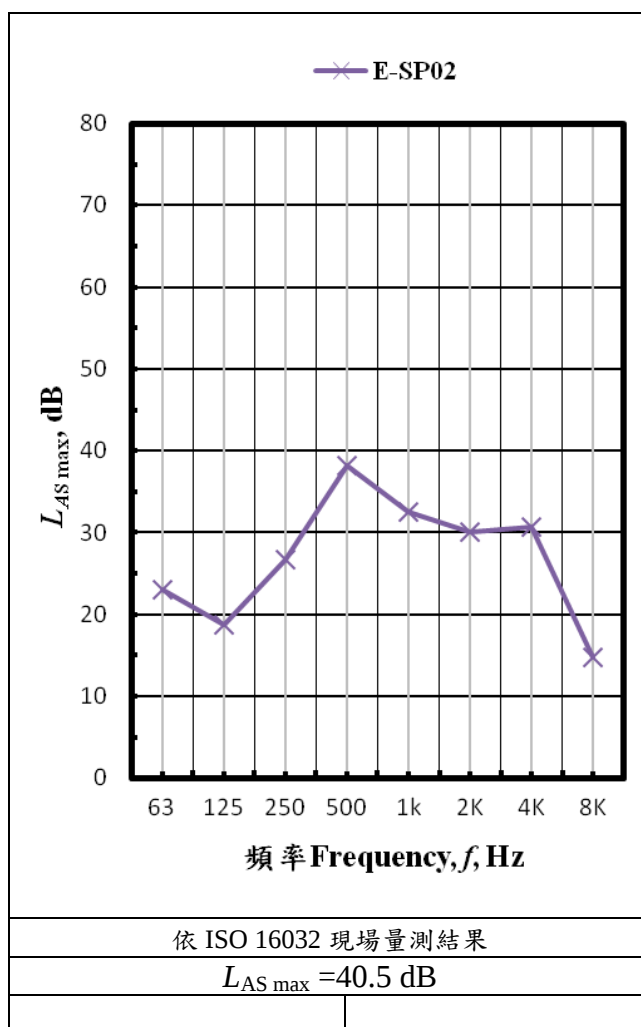
案例編號	C-PP02	
設備描述	為頂樓加壓泵浦，給水管路為 PVC 明管，泵浦與管路均位於 8F 陽台。	
測試位置	8F 與管路相鄰房間內	
測試日期	2012/4/23~4/25	

頻率 (Hz)	$L_{AS\ max}$ 1/1 oct. (dB)
63	22.4
125	25.7
250	30.1
500	36.9
1000	33.2
2000	28.9
4000	27.1
8000	23.1



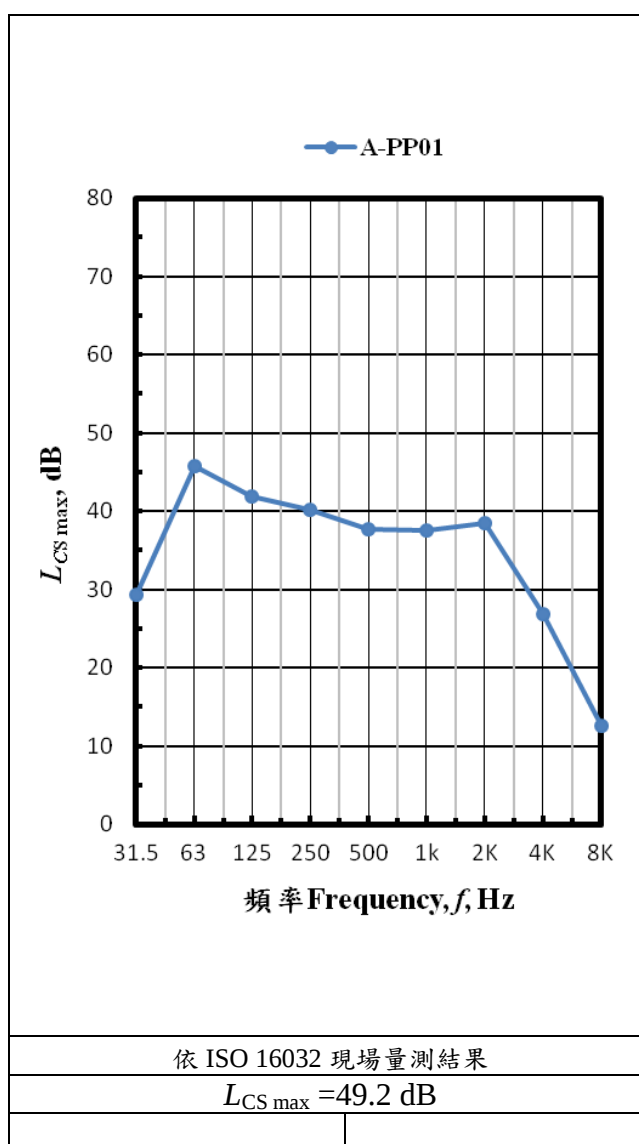
案例編號	E-SP02	
設備描述	為地下室揚水泵浦，給水管路為不銹鋼明管，泵浦與管路均位於 B1F 停車場。	
測試位置	1F 與管路相鄰房間內	
測試日期	2012/9/06~9/08	

頻率 (Hz)	$L_{AS\ max}$ 1/1 oct. (dB)
63	23.0
125	18.8
250	26.7
500	38.2
1000	32.5
2000	30.0
4000	30.7
8000	14.7



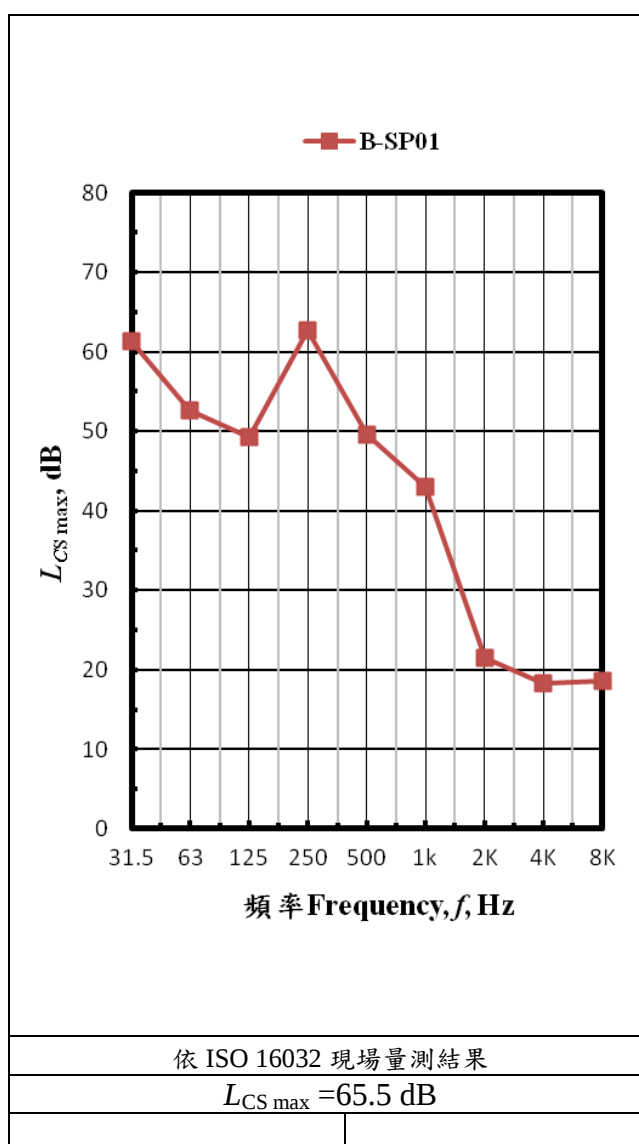
案例編號	A-PP01	
設備描述	為自設加壓泵浦，給水管路為 PVC 管，泵浦與管路均位於 2F 陽台。	
測試位置	2F 與管路相鄰房間內	
測試日期	2012/3/24~3/26	

頻率 (Hz)	$L_{CS\ max}$ 1/1 oct. (dB)
31.5	29.4
63	45.7
125	41.8
250	40.2
500	37.8
1000	37.5
2000	38.5
4000	26.9
8000	12.6



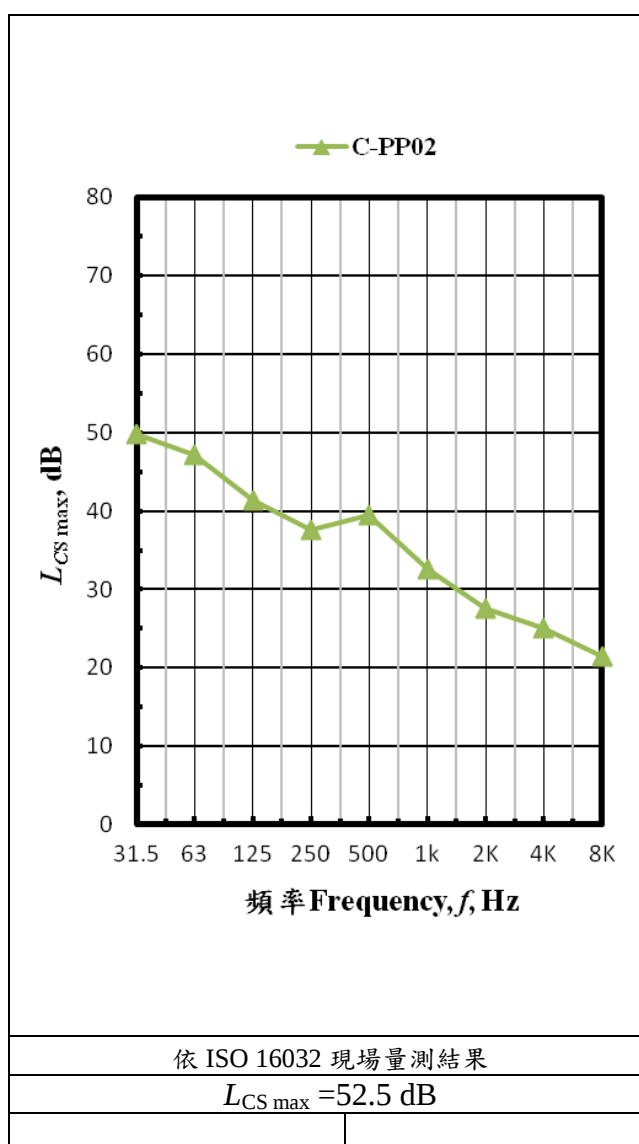
案例編號	B-SP01	
設備描述	為 25F 中繼機房給水泵浦，給水管路為不銹鋼明管鋪設於管道間。	
測試位置	26F 與管道間相鄰房間內	
測試日期	2012/3/28	

頻率 (Hz)	$L_{CS\ max}$ 1/1 oct. (dB)
31.5	61.3
63	52.6
125	49.2
250	62.7
500	49.5
1000	43.0
2000	21.5
4000	18.2
8000	18.6



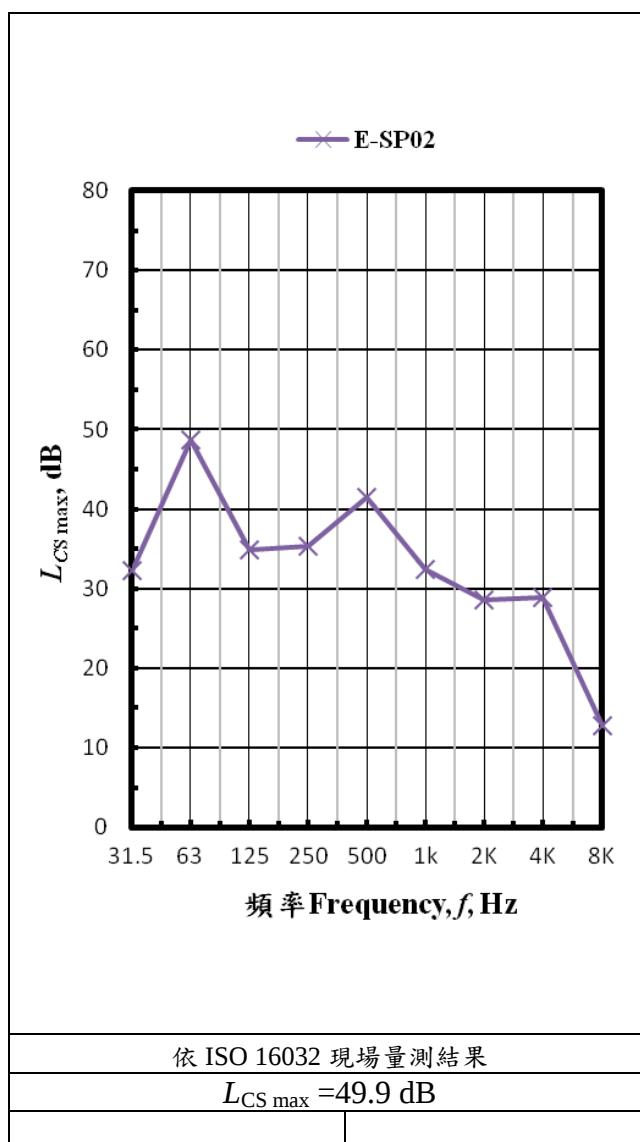
案例編號	C-PP02	
設備描述	為頂樓加壓泵浦，給水管路為 PVC 明管，泵浦與管路均位於 8F 陽台。	
測試位置	8F 與管路相鄰房間內	
測試日期	2012/4/23~4/25	

頻率 (Hz)	$L_{CS\ max}$ 1/1 oct. (dB)
31.5	49.8
63	47.2
125	41.3
250	37.6
500	39.4
1000	32.5
2000	27.6
4000	25.1
8000	21.4



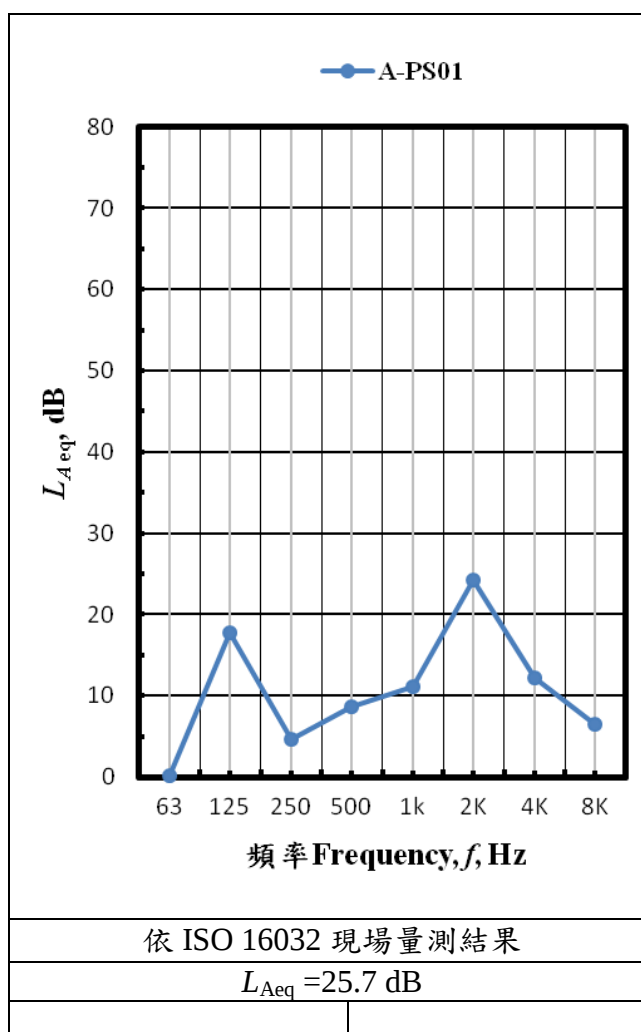
案例編號	E-SP02	
設備描述	為地下室揚水泵浦，給水管路為不銹鋼明管，泵浦與管路均位於 B1F 停車場。	
測試位置	1F 與管路相鄰房間內	
測試日期	2012/9/06~9/08	

頻率 (Hz)	$L_{CS\ max}$ 1/1 oct. (dB)
31.5	32.2
63	48.6
125	34.8
250	35.4
500	41.5
1000	32.5
2000	28.6
4000	28.9
8000	12.8



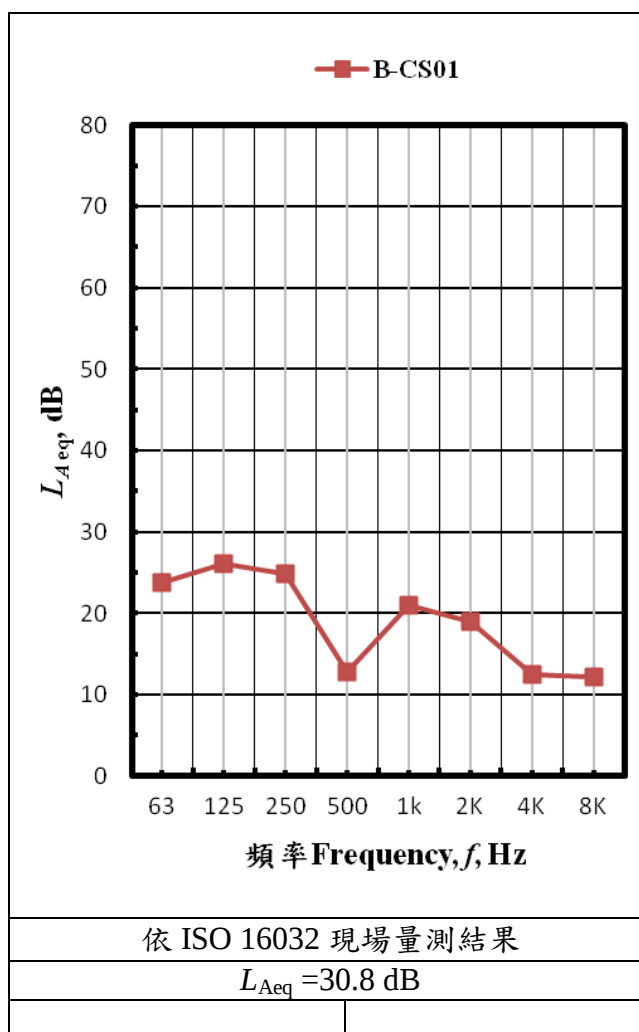
案例編號	A-PS01	
設備描述	為 3F 廁所內洗手台排水 2000cc 之噪音，排水管路為 PVC 暗管。	
測試位置	設備下方 2F 房間內	
測試日期	2012/3/24~3/26	

頻率 (Hz)	L_{Aeq} 1/1 oct. (dB)
63	0.2
125	17.8
250	4.7
500	8.6
1000	11.2
2000	24.3
4000	12.1
8000	6.4



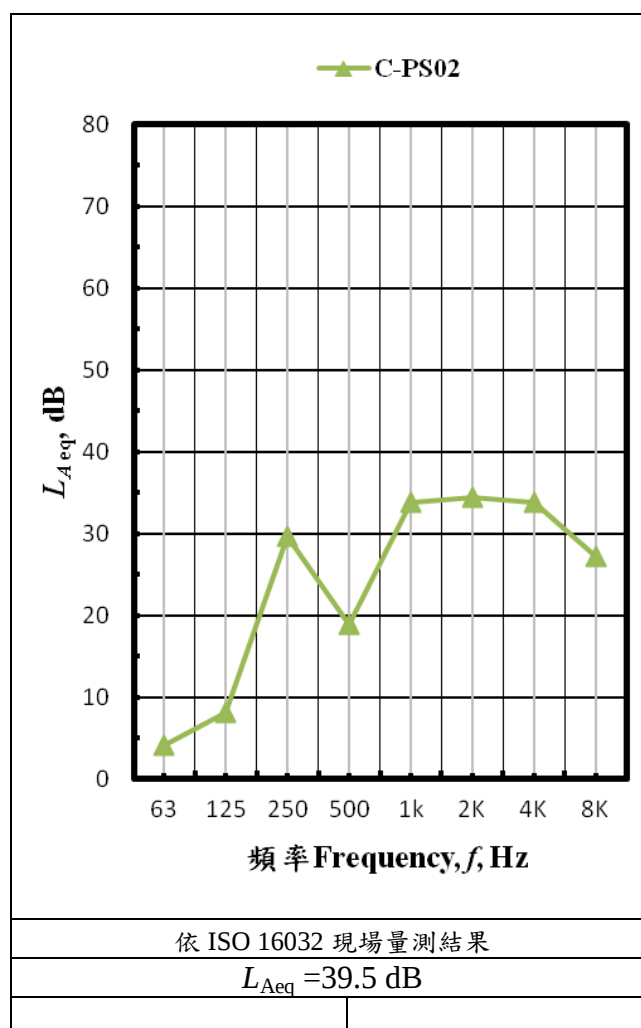
案例編號	B-CS01	
設備描述	為 27F 廁所內洗手台排水 2000cc 之噪音，排水管路為鑄鐵暗管。	
測試位置	設備下方 26F 房間內	
測試日期	2012/3/28	

頻率 (Hz)	L_{Aeq} 1/1 oct. (dB)
63	23.8
125	26.0
250	24.8
500	12.8
1000	21.1
2000	19.0
4000	12.5
8000	12.3



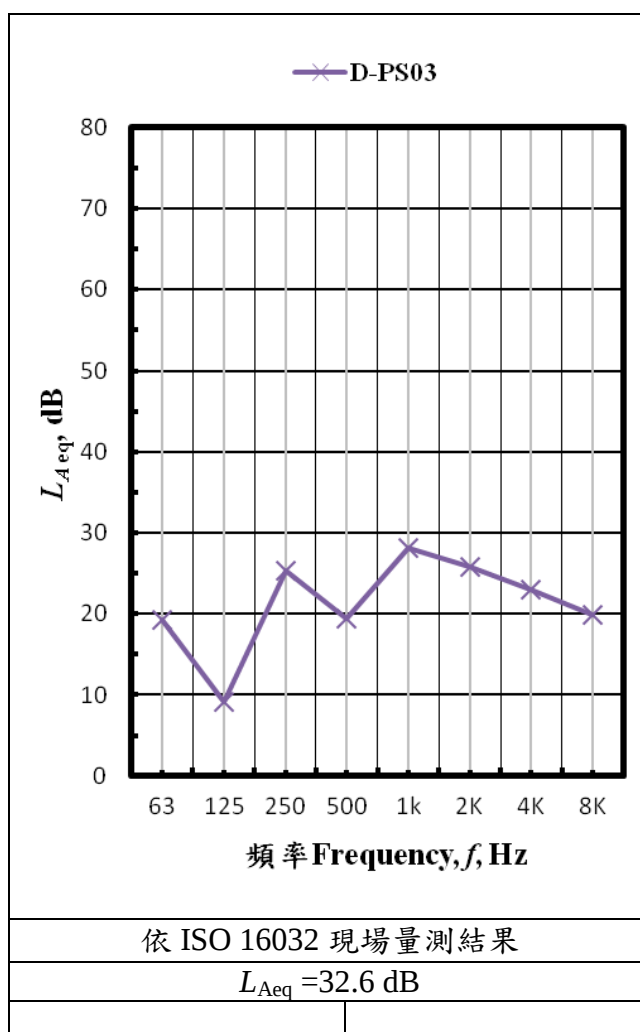
案例編號	C-PS02	
設備描述	為 8F 廁所內洗手台排水 2000cc 之噪音，排水管路為 PVC 暗管。	
測試位置	設備下方 7F 房間內	
測試日期	2012/4/23~4/25	

頻率 (Hz)	L_{Aeq} 1/1 oct. (dB)
63	4.0
125	8.0
250	29.6
500	18.8
1000	33.8
2000	34.4
4000	33.8
8000	27.2



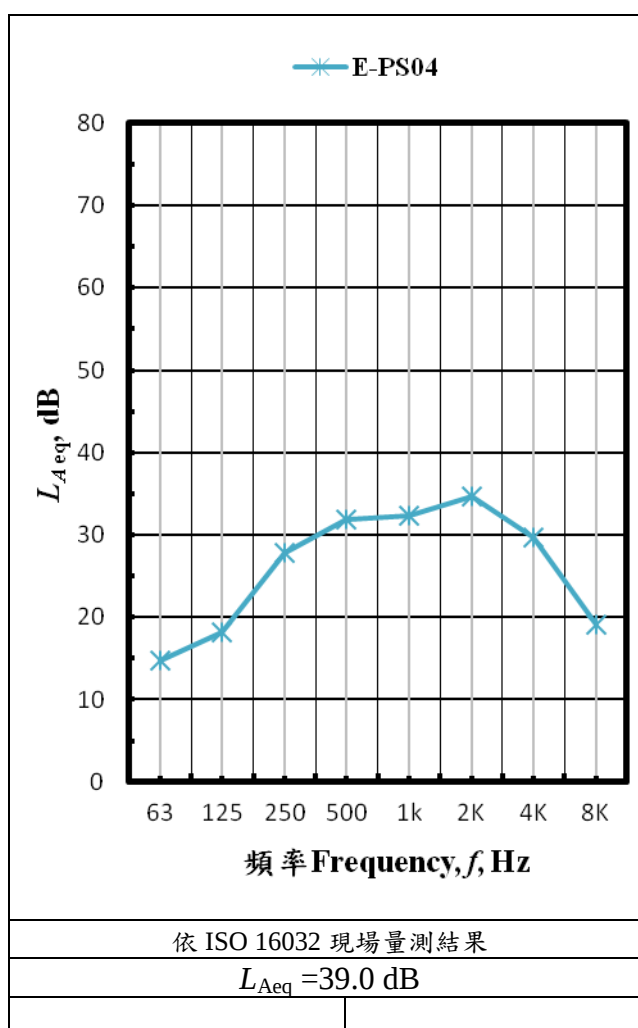
案例編號	D-PS03	
設備描述	為 7F 廁所內洗手台排水 2000cc 之噪音，排水管路為 PVC 暗管。	
測試位置	設備下方 6F 房間內	
測試日期	2012/4/23~4/25	

頻率 (Hz)	L_{Aeq} 1/1 oct. (dB)
63	19.2
125	9.1
250	25.4
500	19.5
1000	28.1
2000	25.7
4000	23.0
8000	19.8



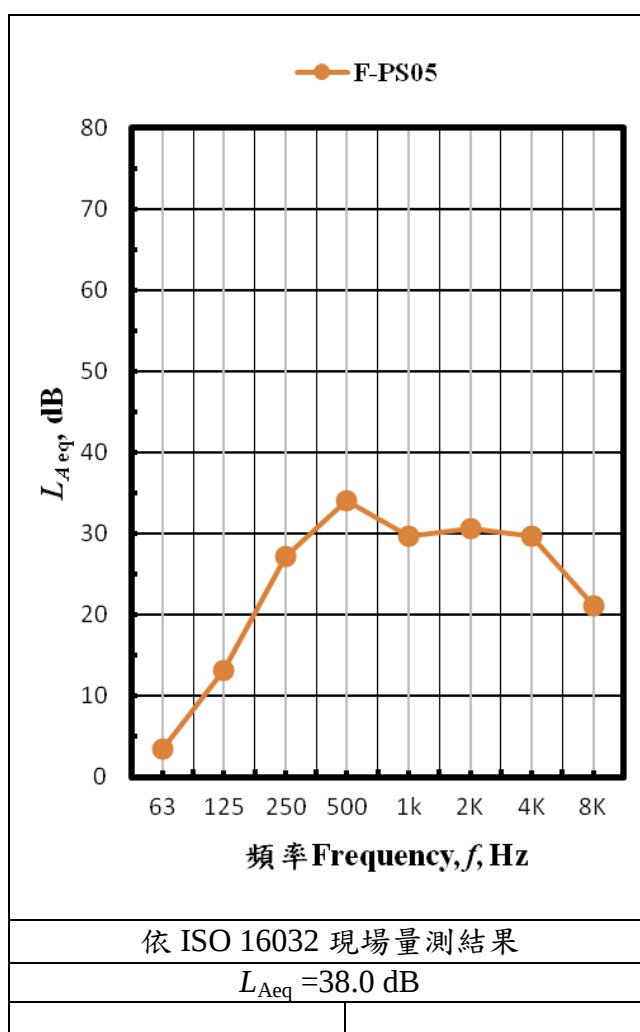
案例編號	E-PS04	
設備描述	為 13F 主臥室廁所內洗手台排水 2000cc 之噪音，排水管路為 PVC 明管。	
測試位置	設備下方 12F 房間內	
測試日期	2012/9/6~9/7	

頻率 (Hz)	L_{Aeq} 1/1 oct. (dB)
63	14.8
125	18.1
250	27.8
500	31.9
1000	32.3
2000	34.7
4000	29.8
8000	19.0



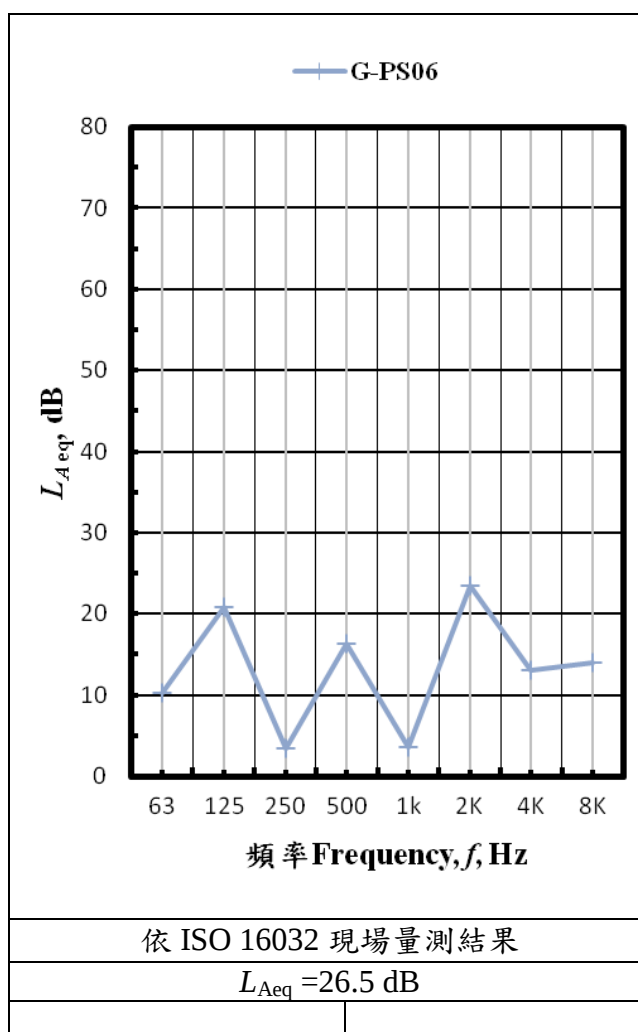
案例編號	F-PS05	
設備描述	為 13F 客廳廁所(緊鄰公共管道間)洗手台排水 2000cc 之噪音，排水管路為 PVC 明管。	
測試位置	設備下方 12F 房間內	
測試日期	2012/9/6~9/7	

頻率 (Hz)	L_{Aeq} 1/1 oct. (dB)
63	3.5
125	13.1
250	27.2
500	34.1
1000	29.7
2000	30.6
4000	29.7
8000	21.2



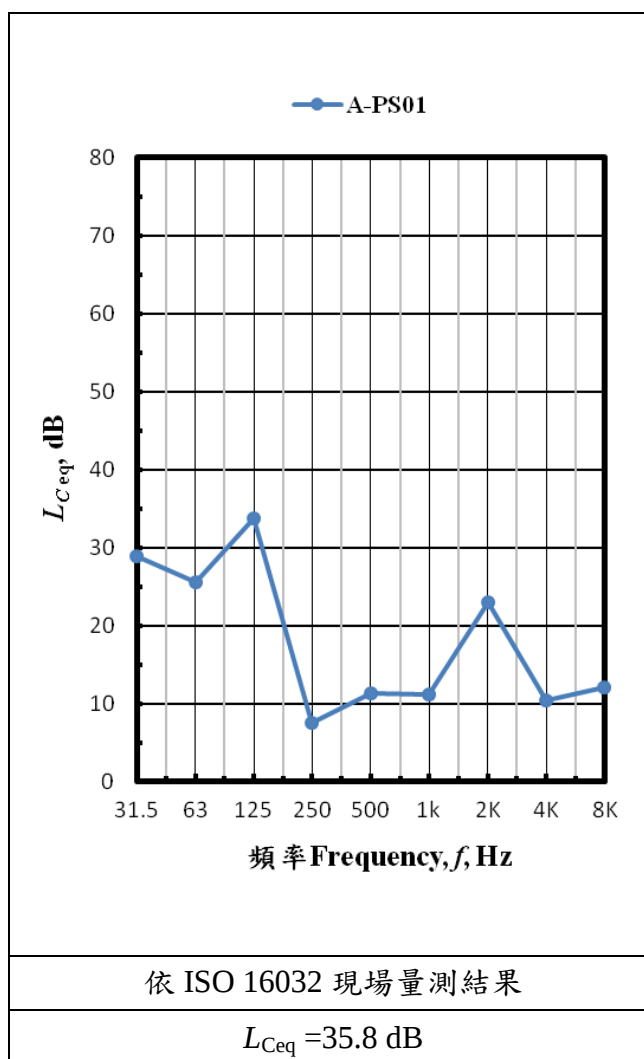
案例編號	G-PS06	
設備描述	為 4F 廁所內洗手台排水 2000cc 之噪音，排水管路為 PVC 暗管。	
測試位置	設備下方 3F 房間內	
測試日期	2012/8/29	

頻率 (Hz)	L_{Aeq} 1/1 oct. (dB)
63	10.3
125	20.9
250	3.4
500	16.4
1000	3.6
2000	23.4
4000	13.1
8000	14.0



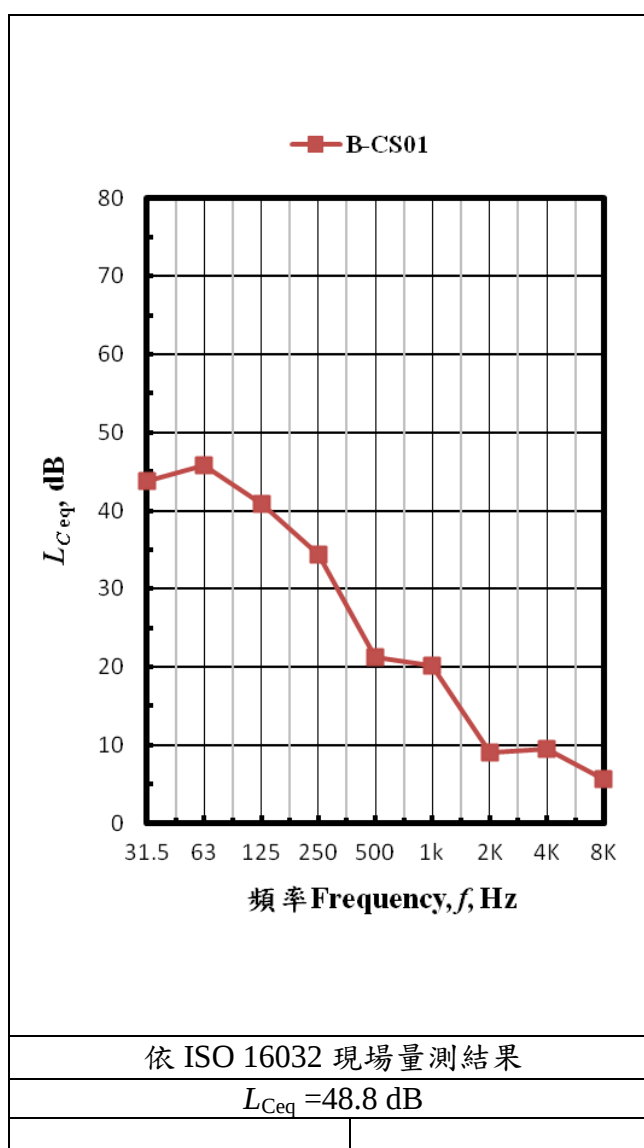
案例編號	A-PS01	
設備描述	為自設加壓泵浦，給水管路為 PVC 管，泵浦與管路均位於 2F 陽台。	
測試位置	2F 與管路相鄰房間內	
測試日期	2012/3/24~3/26	

頻率 (Hz)	L_{Ceq} 1/1 oct. (dB)
31.5	28.9
63	25.6
125	33.8
250	7.5
500	11.3
1000	11.2
2000	22.9
4000	10.3
8000	12.1



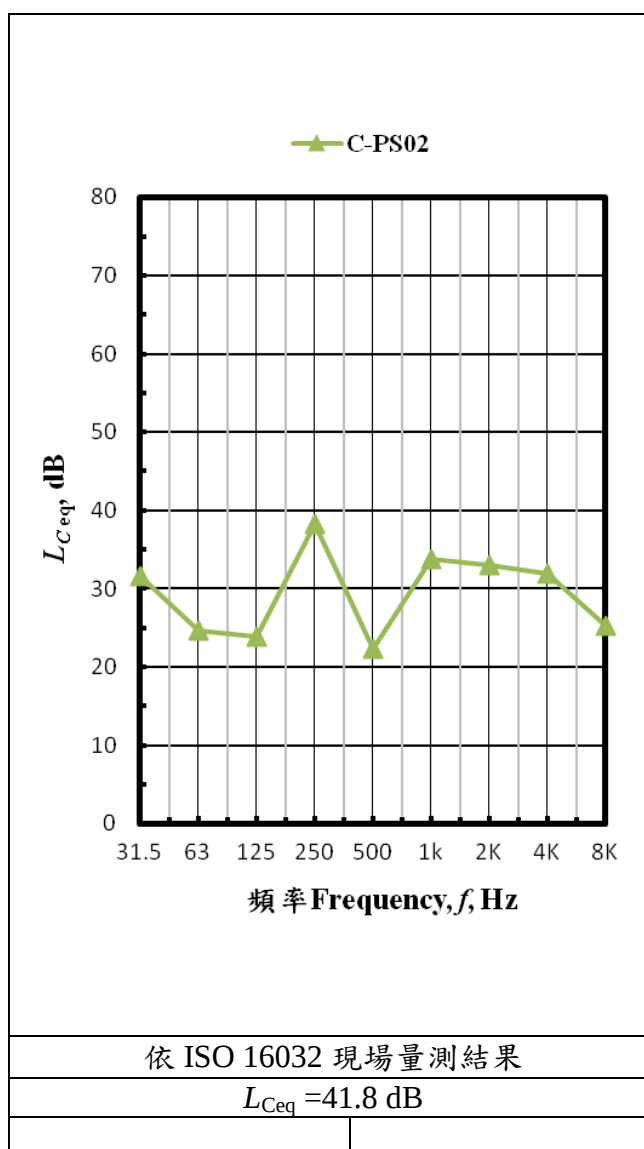
案例編號	B-CS01	
設備描述	為 27F 廁所內洗手台排水 2000cc 之噪音，排水管路為鑄鐵暗管。	
測試位置	設備下方 26F 房間內	
測試日期	2012/3/28	

頻率 (Hz)	L_{Ceq} 1/1 oct. (dB)
31.5	43.7
63	45.7
125	40.9
250	34.3
500	21.2
1000	20.2
2000	9.0
4000	9.5
8000	5.7



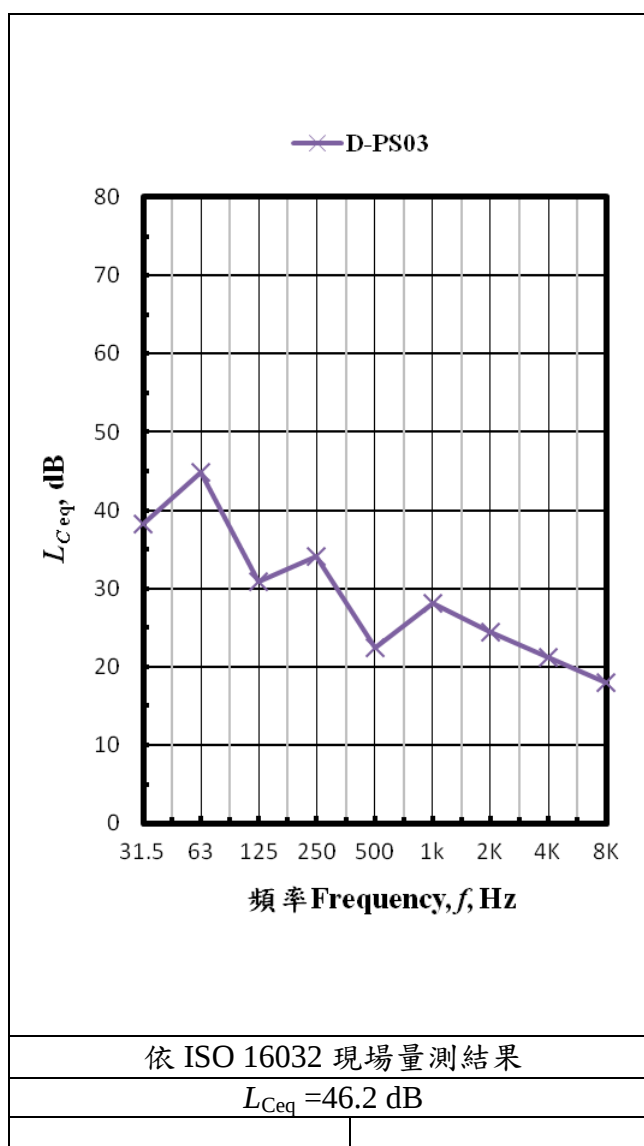
案例編號	C-PS02	
設備描述	為 8F 廁所內洗手台排水 2000cc 之噪音，排水管路為 PVC 暗管。	
測試位置	設備下方 7F 房間內	
測試日期	2012/4/23~4/25	

頻率 (Hz)	L_{Ceq} 1/1 oct. (dB)
31.5	31.7
63	24.7
125	23.8
250	38.3
500	22.3
1000	33.8
2000	33.0
4000	32.0
8000	25.3



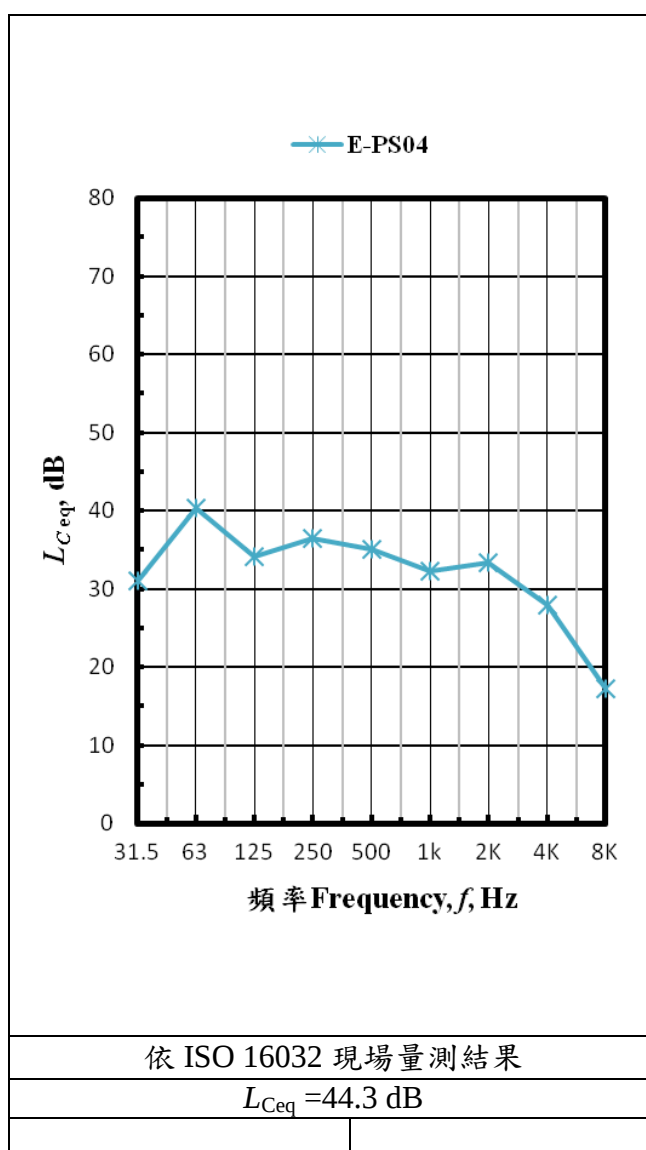
案例編號	D-PS03	
設備描述	為 7F 廁所內洗手台排水 2000cc 之噪音，排水管路為 PVC 暗管。	
測試位置	設備下方 6F 房間內	
測試日期	2012/4/23~4/25	

頻率 (Hz)	L_{Ceq} 1/1 oct. (dB)
31.5	38.2
63	44.8
125	30.9
250	34.0
500	22.4
1000	28.1
2000	24.4
4000	21.2
8000	17.9



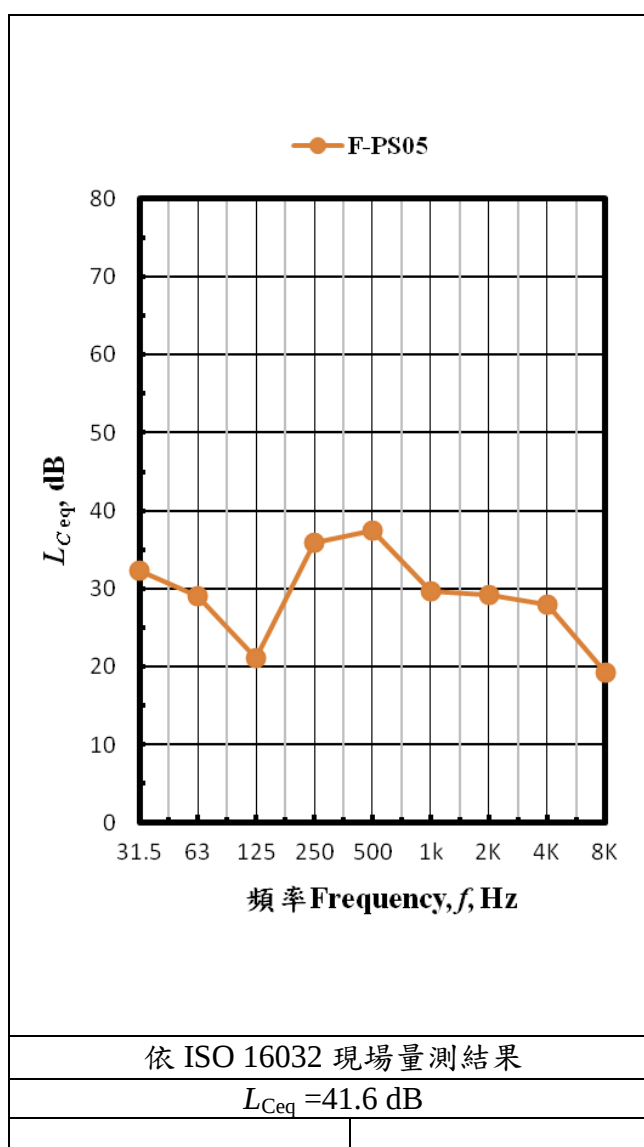
案例編號	E-PS04	
設備描述	為 13F 主臥室廁所內洗手台排水 2000cc 之噪音，排水管路為 PVC 明管。	
測試位置	設備下方 12F 房間內	
測試日期	2012/9/6~9/7	

頻率 (Hz)	L_{Ceq} 1/1 oct. (dB)
31.5	31.0
63	40.3
125	34.1
250	36.5
500	35.1
1000	32.3
2000	33.3
4000	27.9
8000	17.1



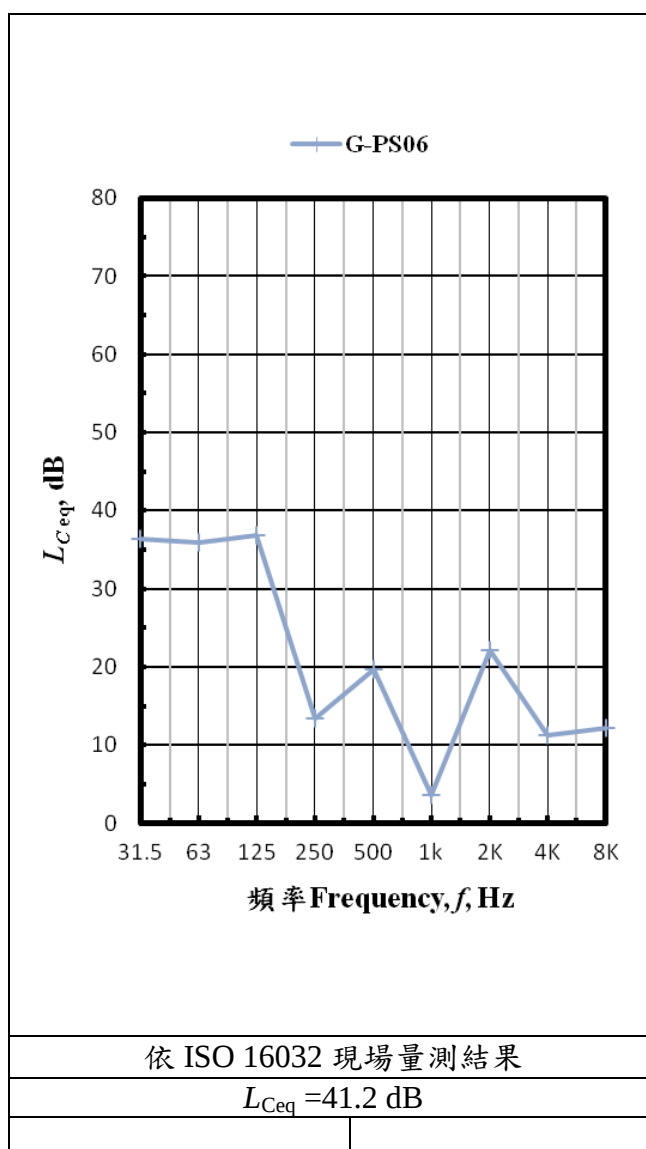
案例編號	F-PS05	
設備描述	為 13F 客廳廁所(緊鄰公共管道間)洗手台排水 2000cc 之噪音，排水管路為 PVC 明管。	
測試位置	設備下方 12F 房間內	
測試日期	2012/9/6~9/7	

頻率 (Hz)	L_{Ceq} 1/1 oct. (dB)
31.5	32.3
63	29.0
125	21.1
250	35.9
500	37.4
1000	29.7
2000	29.2
4000	27.9
8000	19.3



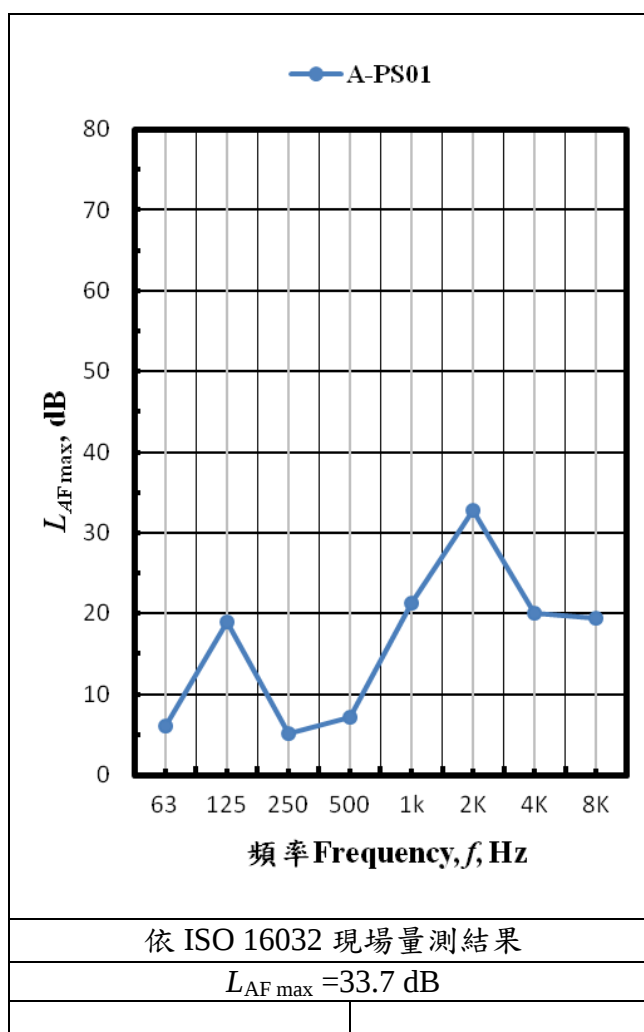
案例編號	G-PS06	
設備描述	為 4F 廁所內洗手台排水 2000cc 之噪音，排水管路為 PVC 暗管。	
測試位置	設備下方 3F 房間內	
測試日期	2012/8/29	

頻率 (Hz)	L_{Ceq} 1/1 oct. (dB)
31.5	36.4
63	35.9
125	36.8
250	13.3
500	19.7
1000	3.6
2000	22.2
4000	11.3
8000	12.1



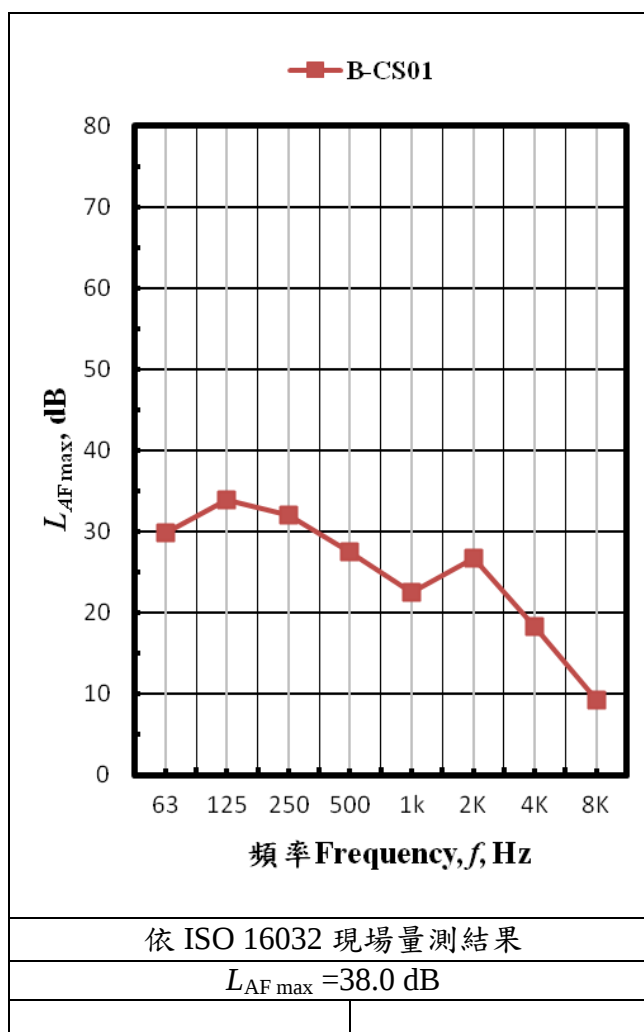
案例編號	A-PS01	
設備描述	為 3F 廁所內洗手台排水 2000cc 之噪音，排水管路為 PVC 暗管。	
測試位置	設備下方 2F 房間內	
測試日期	2012/3/24~3/26	

頻率 (Hz)	$L_{AF\max}$ 1/1 oct. (dB)
63	6.1
125	19.0
250	5.1
500	7.2
1000	21.3
2000	32.8
4000	20.0
8000	19.5



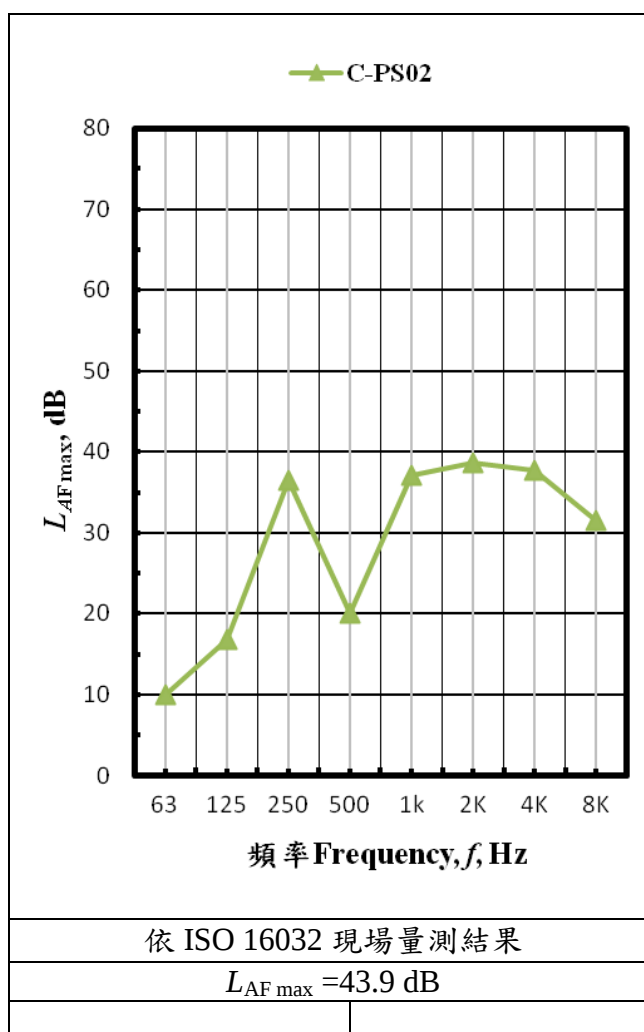
案例編號	B-CS01	
設備描述	為 27F 廁所內洗手台排水 2000cc 之噪音，排水管路為鑄鐵暗管。	
測試位置	設備下方 26F 房間內	
測試日期	2012/3/28	

頻率 (Hz)	$L_{AF\max}$ 1/1 oct. (dB)
63	29.8
125	34.0
250	32.1
500	27.5
1000	22.6
2000	26.7
4000	18.3
8000	9.3



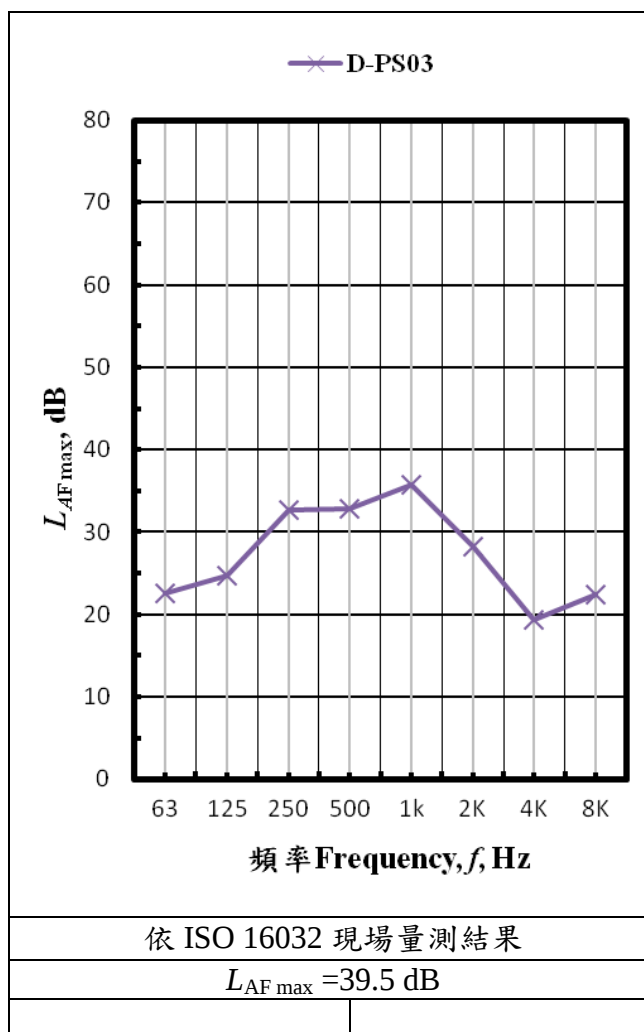
案例編號	C-PS02	
設備描述	為 8F 廁所內洗手台排水 2000cc 之噪音，排水管路為 PVC 暗管。	
測試位置	設備下方 7F 房間內	
測試日期	2012/4/23~4/25	

頻率 (Hz)	$L_{AF\ max}$ 1/1 oct. (dB)
63	10.0
125	16.8
250	36.4
500	20.0
1000	37.2
2000	38.7
4000	37.7
8000	31.5



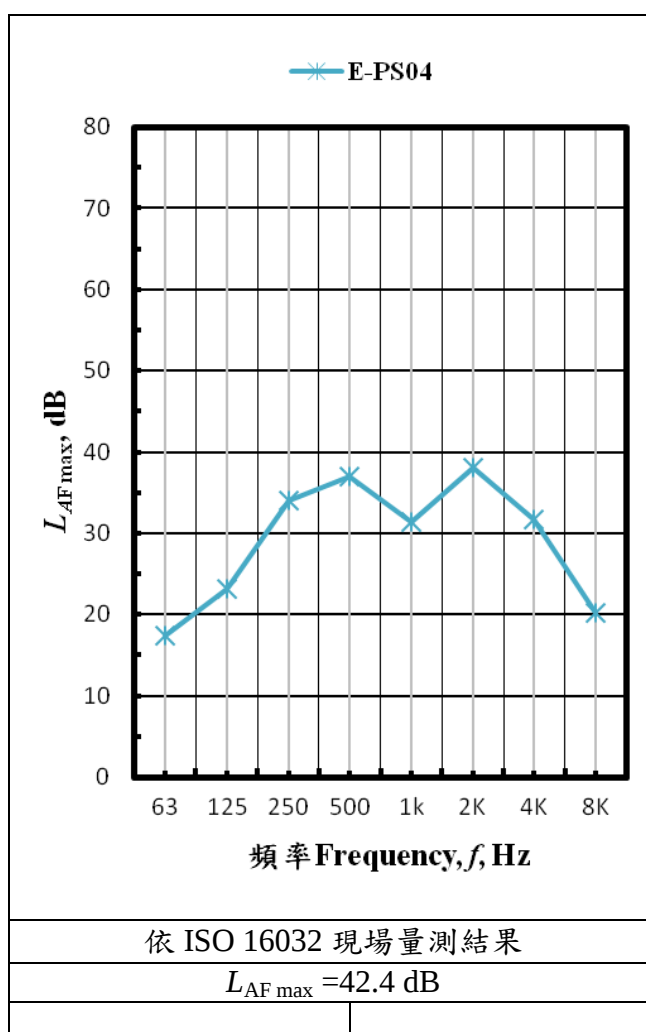
案例編號	D-PS03	
設備描述	為 7F 廁所內洗手台排水 2000cc 之噪音，排水管路為 PVC 暗管。	
測試位置	設備下方 6F 房間內	
測試日期	2012/4/23~4/25	

頻率 (Hz)	$L_{AF\max}$ 1/1 oct. (dB)
63	22.6
125	24.6
250	32.6
500	32.8
1000	35.7
2000	28.2
4000	19.4
8000	22.4



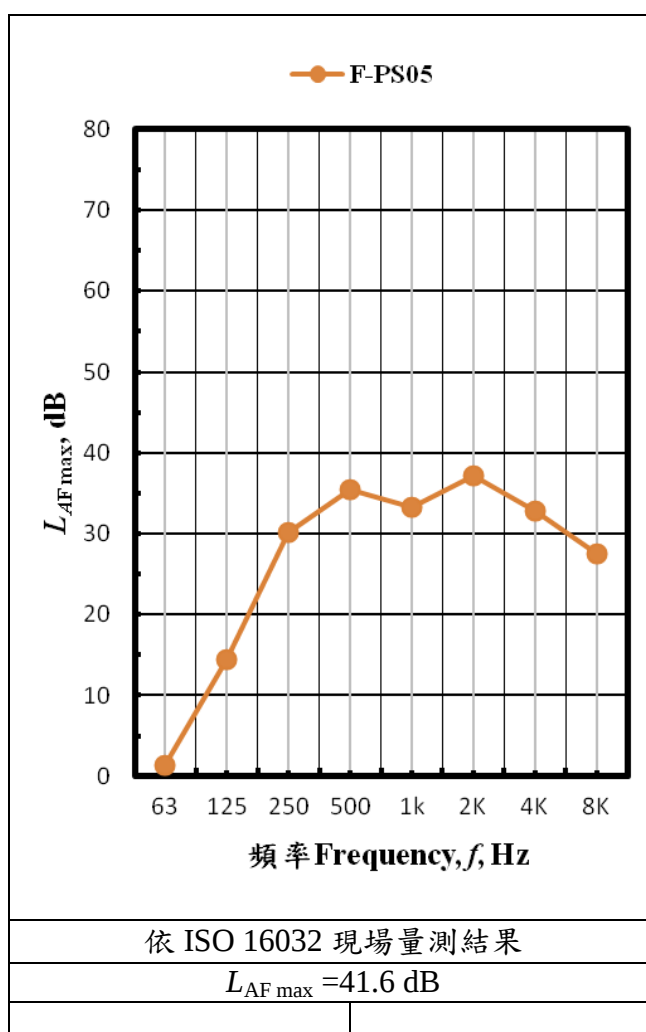
案例編號	E-PS04	
設備描述	為 13F 主臥室廁所內洗手台排水 2000cc 之噪音，排水管路為 PVC 明管。	
測試位置	設備下方 12F 房間內	
測試日期	2012/9/6~9/7	

頻率 (Hz)	$L_{AF\ max}$ 1/1 oct. (dB)
63	17.4
125	23.1
250	34.1
500	37.0
1000	31.4
2000	38.1
4000	31.7
8000	20.2



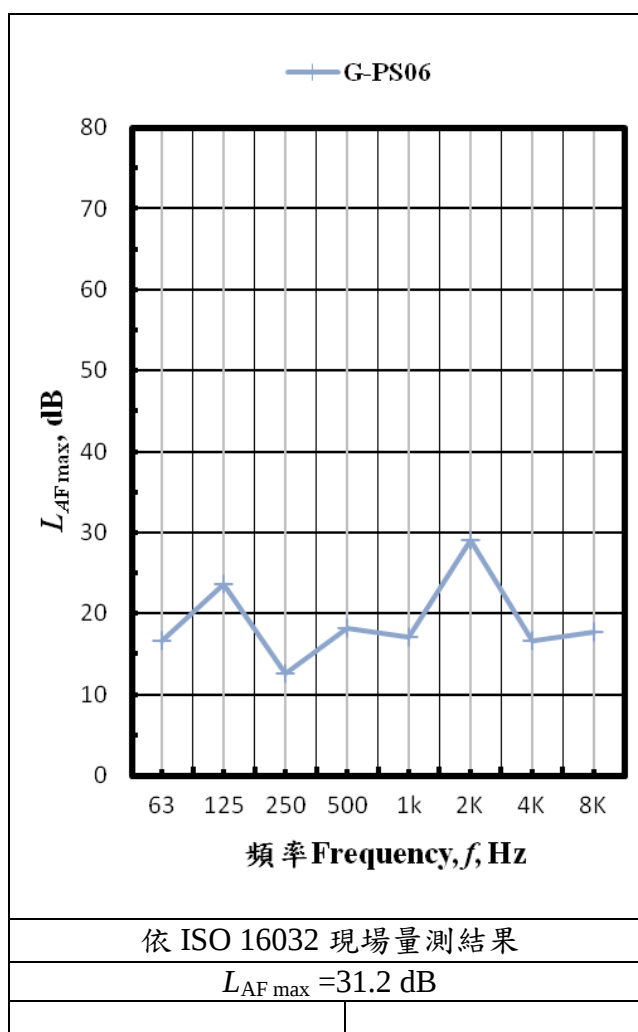
案例編號	F-PS05	
設備描述	為 13F 客廳廁所(緊鄰公共管道間)洗手台排水 2000cc 之噪音，排水管路為 PVC 明管。	
測試位置	設備下方 12F 房間內	
測試日期	2012/9/6~9/7	

頻率 (Hz)	$L_{AF\max}$ 1/1 oct. (dB)
63	1.3
125	14.4
250	30.2
500	35.5
1000	33.2
2000	37.2
4000	32.8
8000	27.5



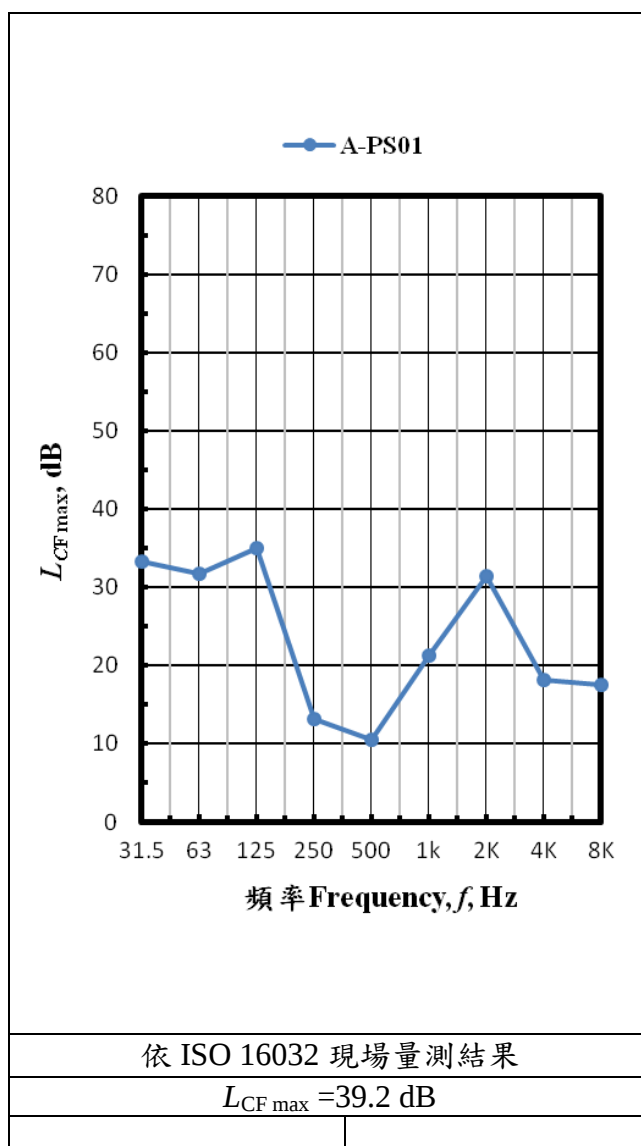
案例編號	G-PS06	
設備描述	為 4F 廁所內洗手台排水 2000cc 之噪音，排水管路為 PVC 暗管。	
測試位置	設備下方 3F 房間內	
測試日期	2012/8/29	

頻率 (Hz)	$L_{AF\max}$ 1/1 oct. (dB)
63	16.6
125	23.7
250	12.6
500	18.2
1000	17.1
2000	29.1
4000	16.7
8000	17.7



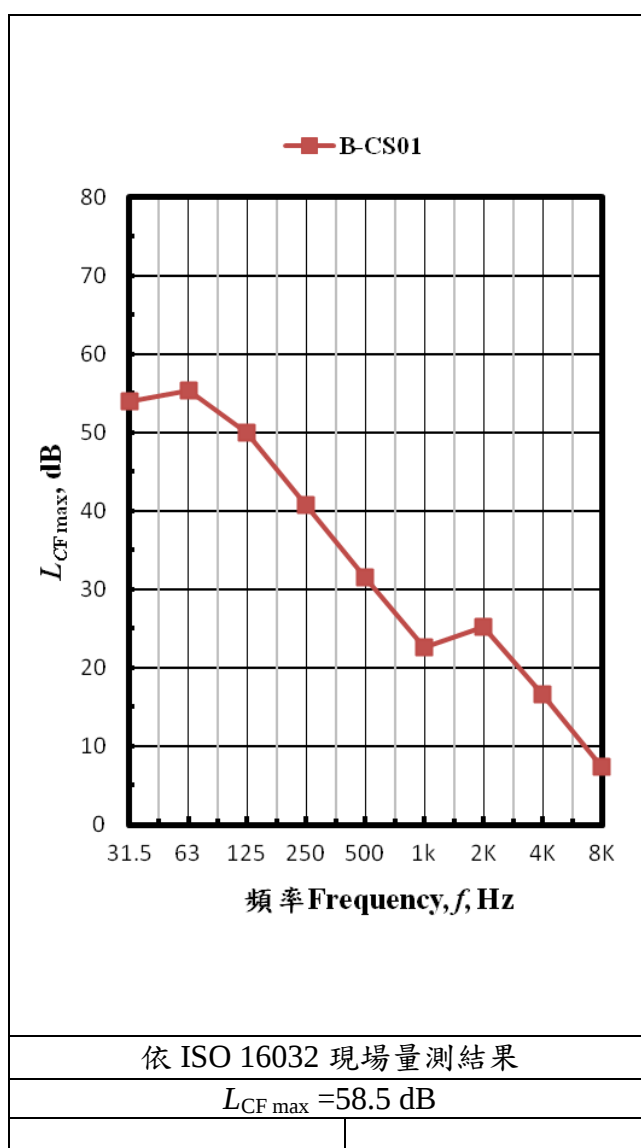
案例編號	A-PS01	
設備描述	為自設加壓泵浦，給水管路為 PVC 管，泵浦與管路均位於 2F 陽台。	
測試位置	2F 與管路相鄰房間內	
測試日期	2012/3/24~3/26	

頻率 (Hz)	$L_{CF\ max}$ 1/1 oct. (dB)
31.5	33.2
63	31.7
125	35.0
250	13.1
500	10.5
1000	21.3
2000	31.4
4000	18.2
8000	17.6



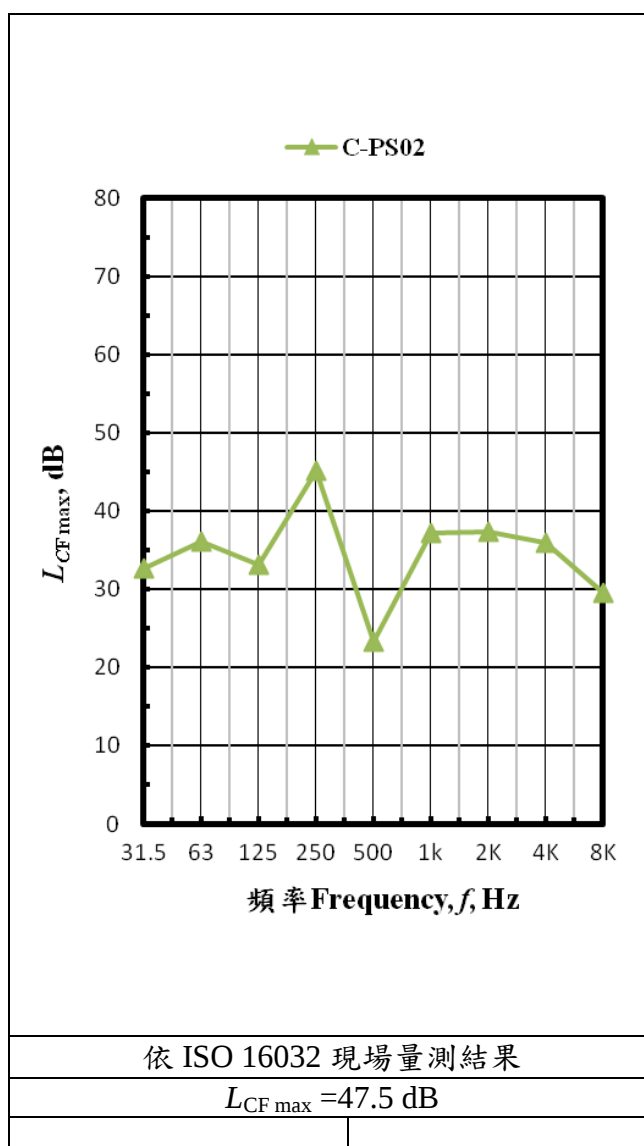
案例編號	B-CS01	
設備描述	為 27F 廁所內洗手台排水 2000cc 之噪音，排水管路為鑄鐵暗管。	
測試位置	設備下方 26F 房間內	
測試日期	2012/3/28	

頻率 (Hz)	$L_{CF \max}$ 1/1 oct. (dB)
31.5	54.0
63	55.3
125	50.0
250	40.8
500	31.6
1000	22.6
2000	25.2
4000	16.5
8000	7.4



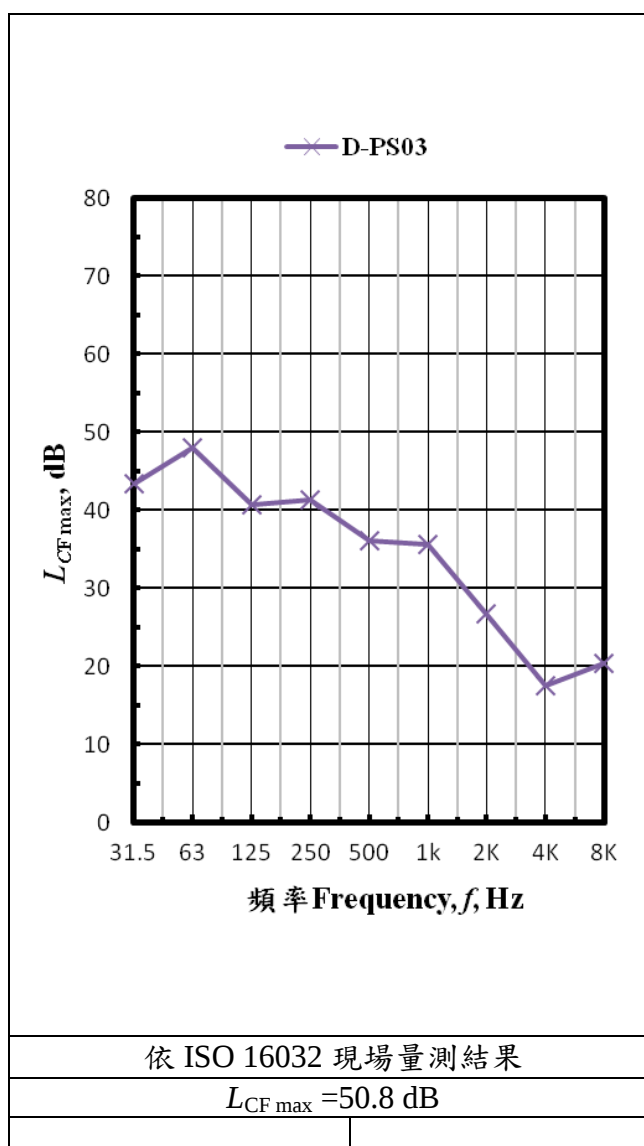
案例編號	C-PS02	
設備描述	為 8F 廁所內洗手台排水 2000cc 之噪音，排水管路為 PVC 暗管。	
測試位置	設備下方 7F 房間內	
測試日期	2012/4/23~4/25	

頻率 (Hz)	$L_{CF\ max}$ 1/1 oct. (dB)
31.5	32.6
63	36.0
125	33.2
250	45.1
500	23.3
1000	37.2
2000	37.4
4000	35.9
8000	29.6



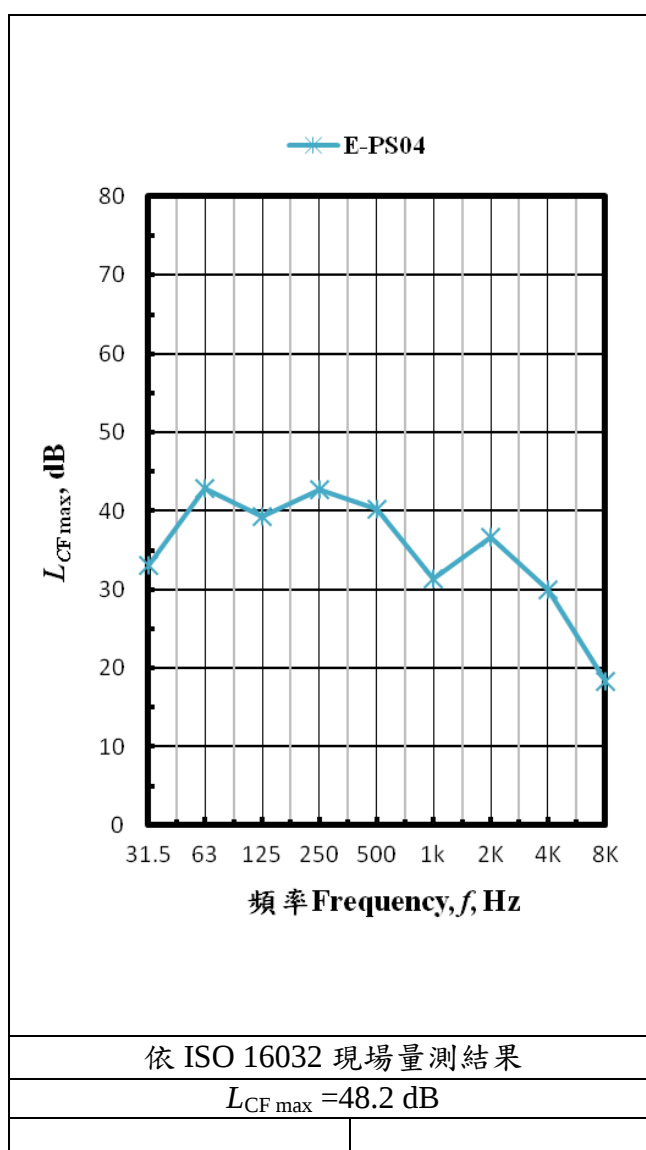
案例編號	D-PS03	
設備描述	為 7F 廁所內洗手台排水 2000cc 之噪音，排水管路為 PVC 暗管。	
測試位置	設備下方 6F 房間內	
測試日期	2012/4/23~4/25	

頻率 (Hz)	$L_{CF\ max}$ 1/1 oct. (dB)
31.5	43.3
63	48.1
125	40.6
250	41.3
500	36.1
1000	35.7
2000	26.8
4000	17.6
8000	20.5



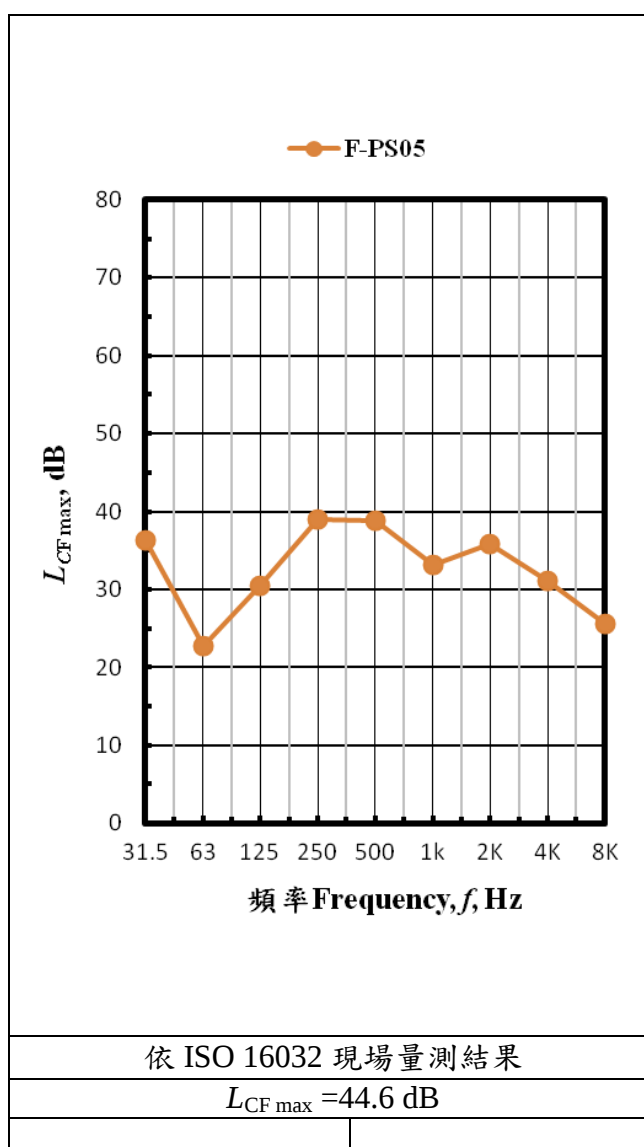
案例編號	E-PS04	
設備描述	為 13F 主臥室廁所內洗手台排水 2000cc 之噪音，排水管路為 PVC 明管。	
測試位置	設備下方 12F 房間內	
測試日期	2012/9/6~9/7	

頻率 (Hz)	$L_{CF\ max}$ 1/1 oct. (dB)
31.5	33.1
63	42.8
125	39.2
250	42.8
500	40.2
1000	31.4
2000	36.7
4000	30.0
8000	18.3



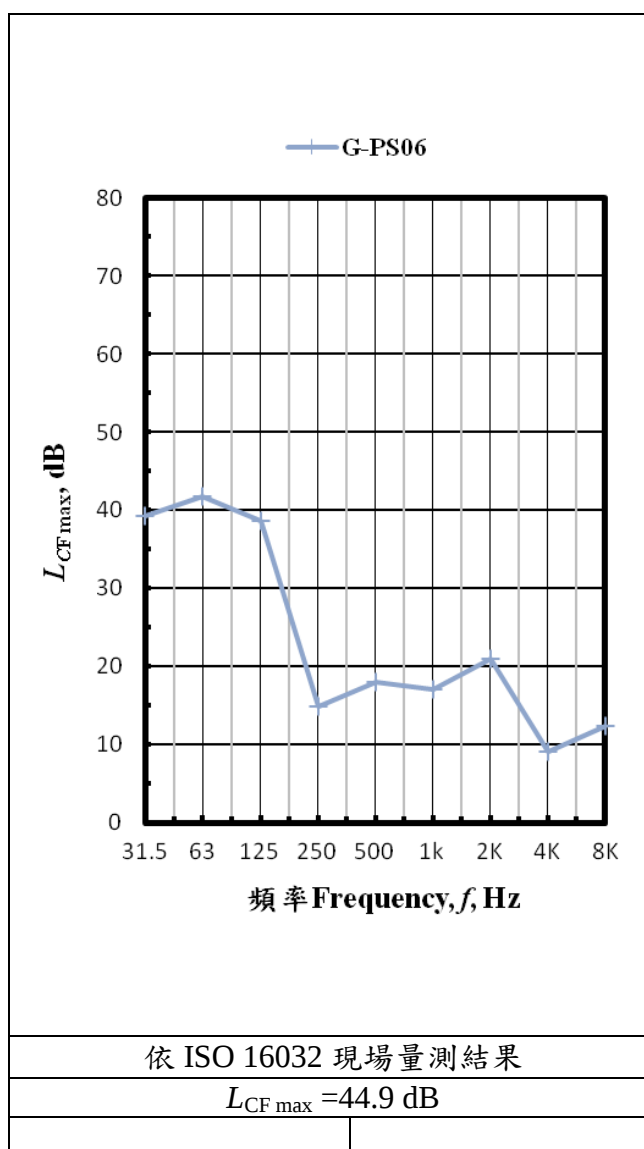
案例編號	F-PS05	
設備描述	為 13F 客廳廁所(緊鄰公共管道間)洗手台排水 2000cc 之噪音，排水管路為 PVC 明管。	
測試位置	設備下方 12F 房間內	
測試日期	2012/9/6~9/7	

頻率 (Hz)	$L_{CF\ max}$ 1/1 oct. (dB)
31.5	36.3
63	22.8
125	30.4
250	39.0
500	38.8
1000	33.2
2000	35.8
4000	31.1
8000	25.6



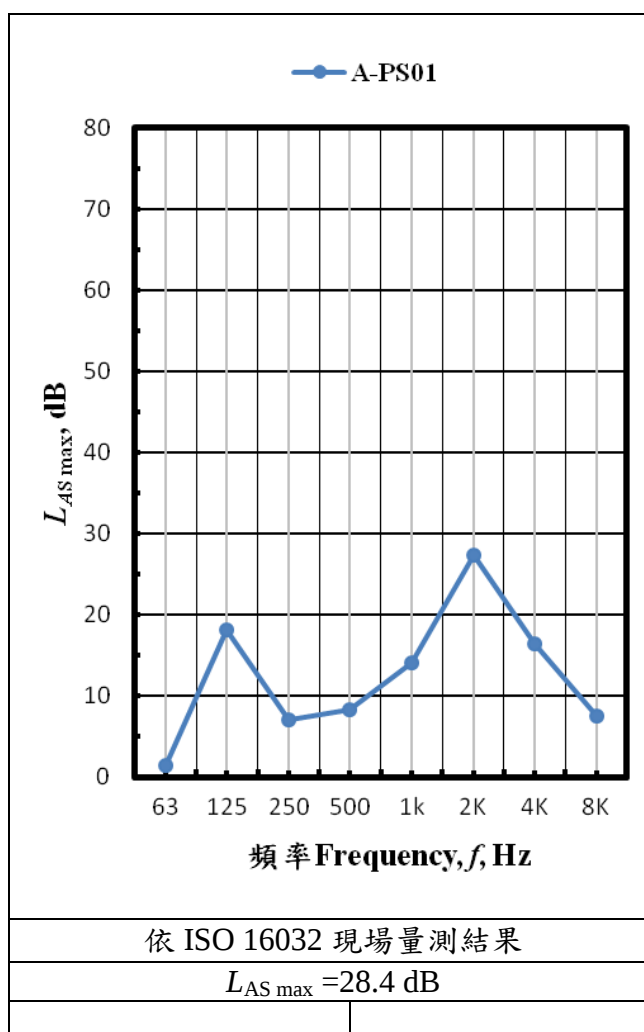
案例編號	G-PS06	
設備描述	為4F廁所內洗手台排水 2000cc 之噪音，排水管路為PVC暗管。	
測試位置	設備下方3F房間內	
測試日期	2012/8/29	

頻率 (Hz)	$L_{CF\ max}$ 1/1 oct. (dB)
31.5	39.3
63	41.8
125	38.7
250	14.9
500	17.9
1000	17.1
2000	21.0
4000	9.1
8000	12.4



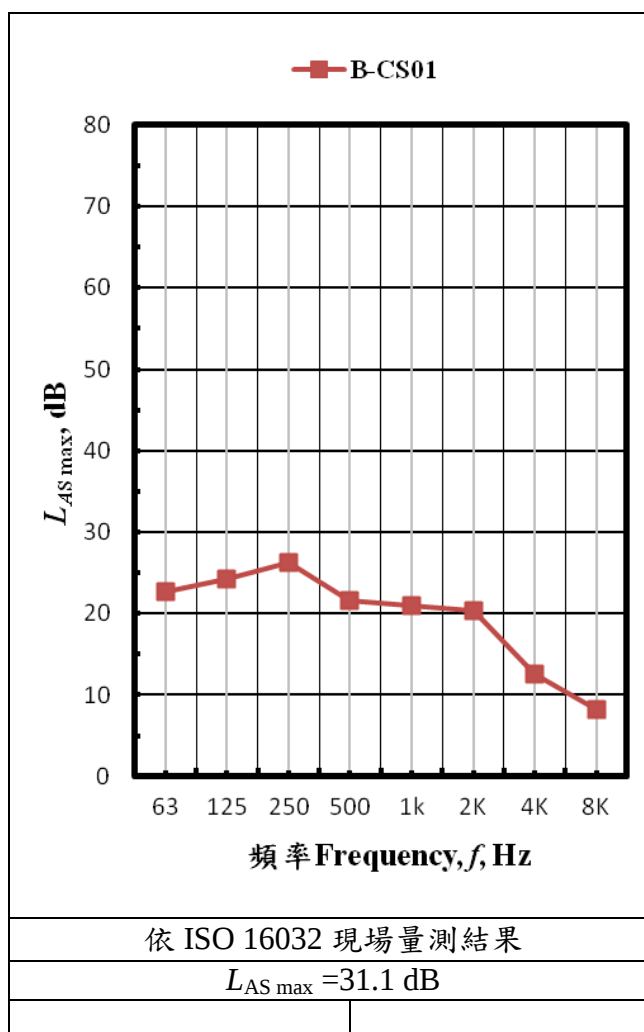
案例編號	A-PS01	
設備描述	為 3F 廁所內洗手台排水 2000cc 之噪音，排水管路為 PVC 暗管。	
測試位置	設備下方 2F 房間內	
測試日期	2012/3/24~3/26	

頻率 (Hz)	$L_{AS\ max}$ 1/1 oct. (dB)
63	1.4
125	18.1
250	7.0
500	8.4
1000	14.1
2000	27.3
4000	16.5
8000	7.6



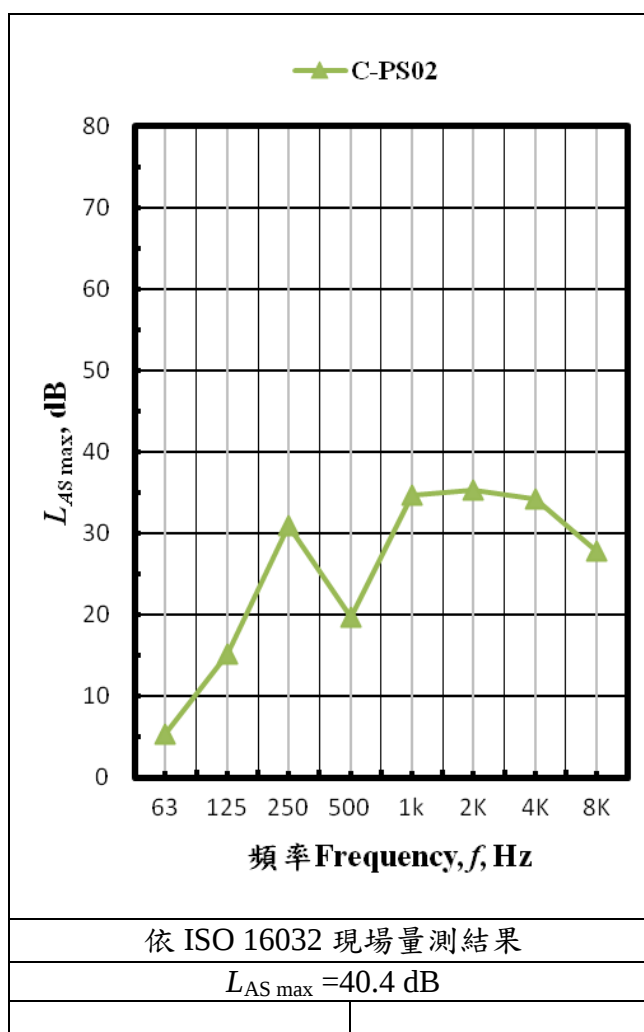
案例編號	B-CS01	
設備描述	為 27F 廁所內洗手台排水 2000cc 之噪音，排水管路為鑄鐵暗管。	
測試位置	設備下方 26F 房間內	
測試日期	2012/3/28	

頻率 (Hz)	$L_{AS\ max}$ 1/1 oct. (dB)
63	22.7
125	24.2
250	26.3
500	21.6
1000	20.9
2000	20.3
4000	12.6
8000	8.1



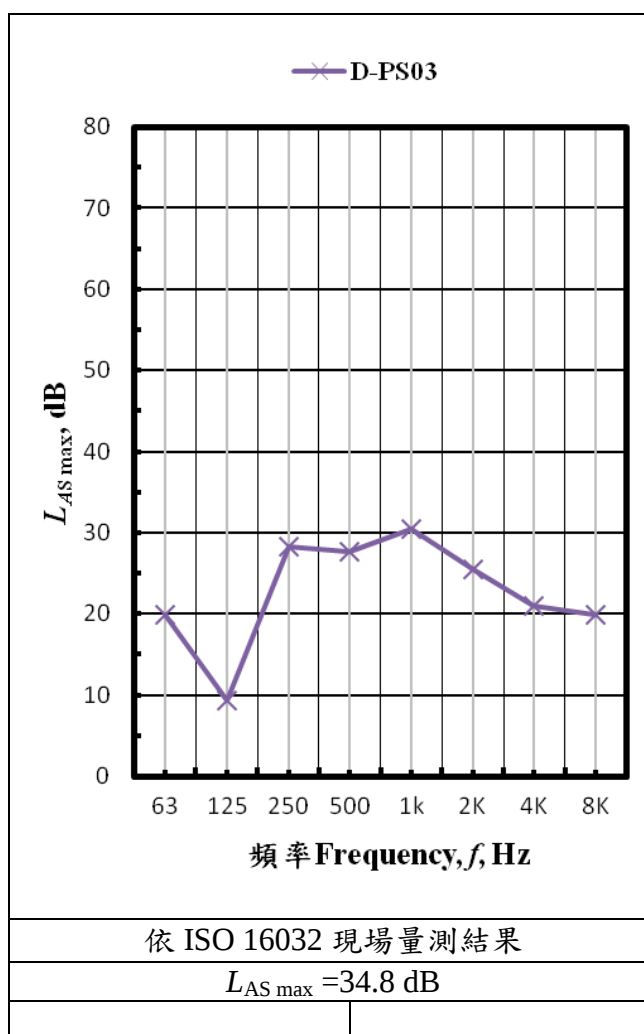
案例編號	C-PS02	
設備描述	為 8F 廁所內洗手台排水 2000cc 之噪音，排水管路為 PVC 暗管。	
測試位置	設備下方 7F 房間內	
測試日期	2012/4/23~4/25	

頻率 (Hz)	$L_{AS\ max}$ 1/1 oct. (dB)
63	5.3
125	15.2
250	30.9
500	19.8
1000	34.7
2000	35.4
4000	34.3
8000	27.8



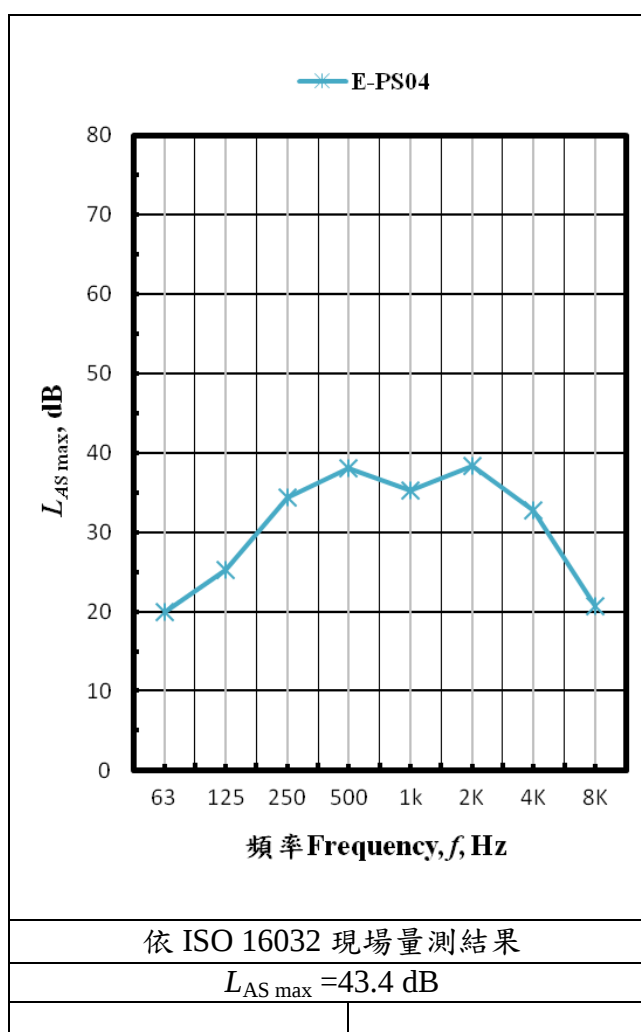
案例編號	D-PS03	
設備描述	為 7F 廁所內洗手台排水 2000cc 之噪音，排水管路為 PVC 暗管。	
測試位置	設備下方 6F 房間內	
測試日期	2012/4/23~4/25	

頻率 (Hz)	$L_{AS\ max}$ 1/1 oct. (dB)
63	19.9
125	9.4
250	28.3
500	27.6
1000	30.5
2000	25.5
4000	21.0
8000	19.8



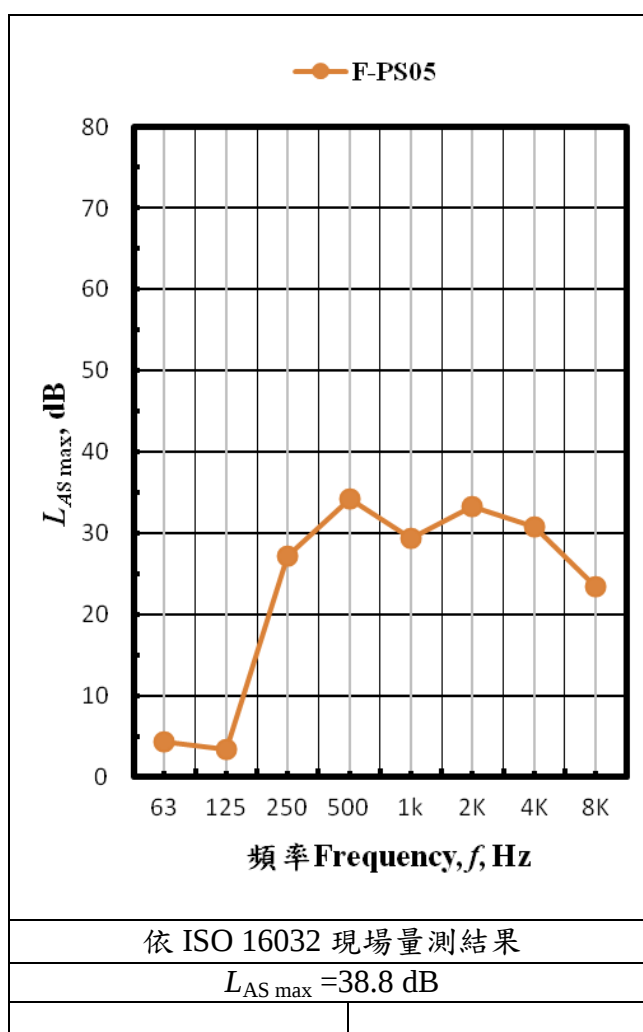
案例編號	E-PS04	
設備描述	為 13F 主臥室廁所內洗手台排水 2000cc 之噪音，排水管路為 PVC 明管。	
測試位置	設備下方 12F 房間內	
測試日期	2012/9/6~9/7	

頻率 (Hz)	$L_{AS\ max}$ 1/1 oct. (dB)
63	20.0
125	25.2
250	34.3
500	38.1
1000	35.2
2000	38.4
4000	32.8
8000	20.7



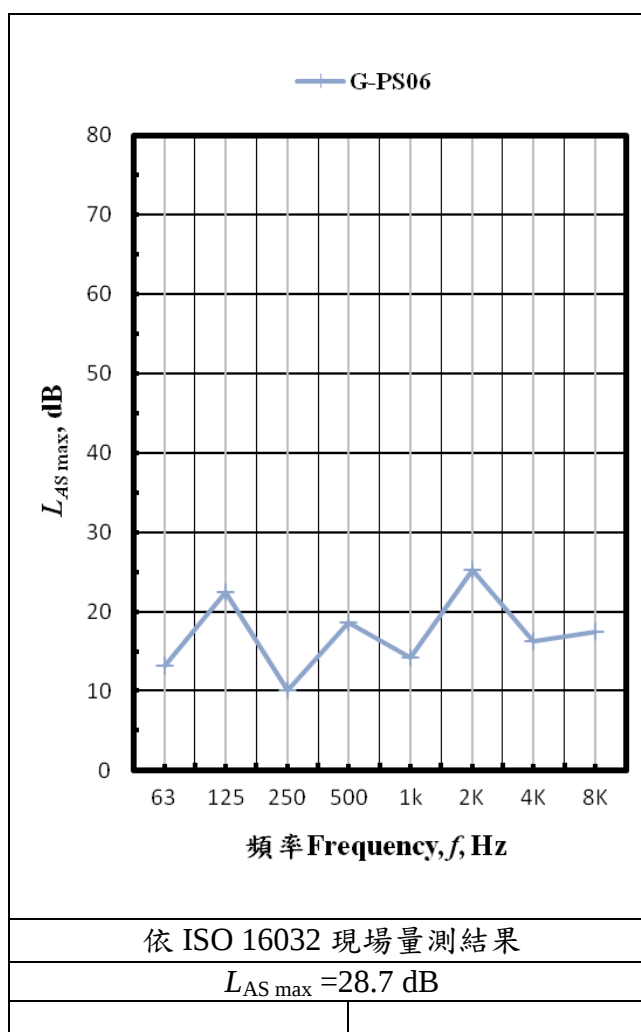
案例編號	F-PS05	
設備描述	為 13F 客廳廁所(緊鄰公共管道間)洗手台排水 2000cc 之噪音，排水管路為 PVC 明管。	
測試位置	設備下方 12F 房間內	
測試日期	2012/9/6~9/7	

頻率 (Hz)	$L_{AS\ max}$ 1/1 oct. (dB)
63	4.4
125	3.5
250	27.2
500	34.3
1000	29.4
2000	33.3
4000	30.8
8000	23.4



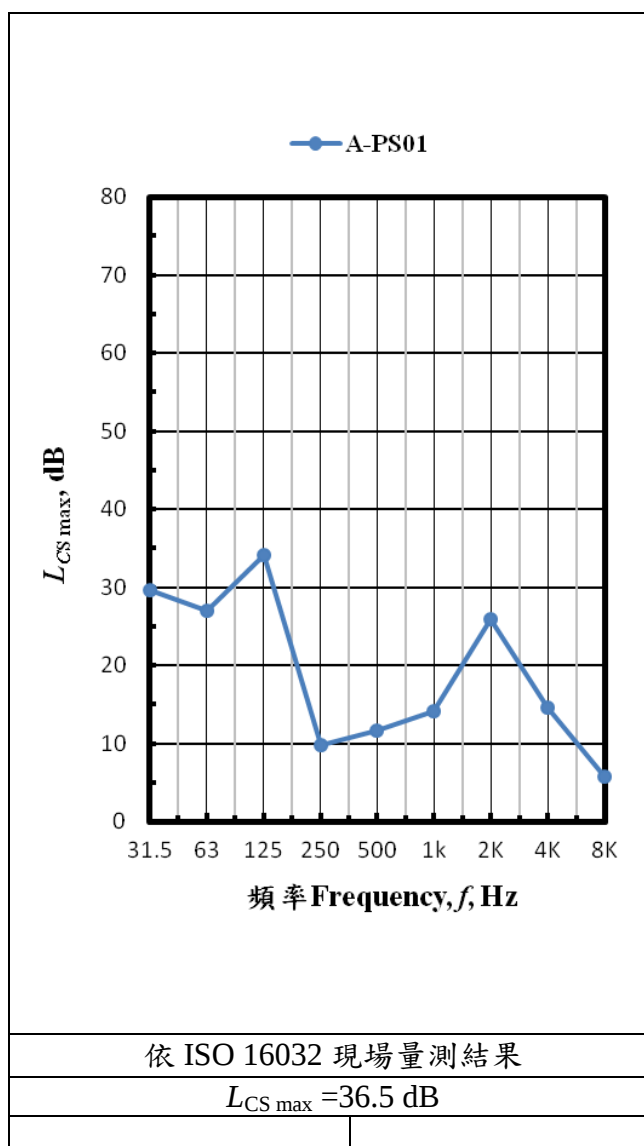
案例編號	G-PS06	
設備描述	為 4F 廁所內洗手台排水 2000cc 之噪音，排水管路為 PVC 暗管。	
測試位置	設備下方 3F 房間內	
測試日期	2012/8/29	

頻率 (Hz)	$L_{AS\ max}$ 1/1 oct. (dB)
63	13.1
125	22.4
250	10.1
500	18.6
1000	14.1
2000	25.3
4000	16.3
8000	17.4



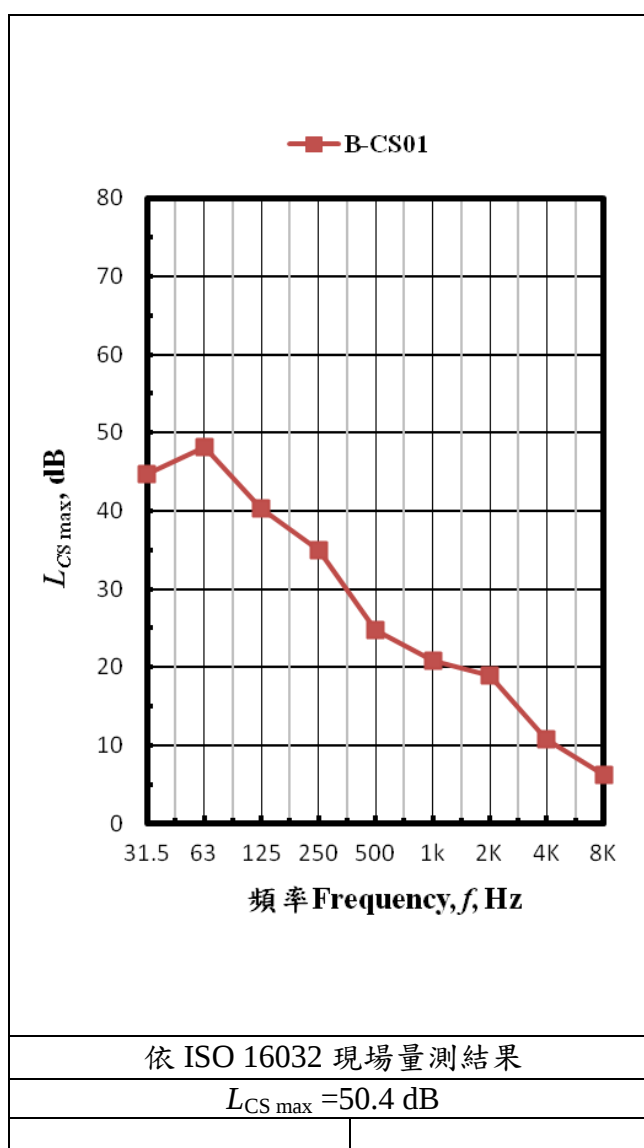
案例編號	A-PS01	
設備描述	為自設加壓泵浦，給水管路為 PVC 管，泵浦與管路均位於 2F 陽台。	
測試位置	2F 與管路相鄰房間內	
測試日期	2012/3/24~3/26	

頻率 (Hz)	$L_{CS\ max}$ 1/1 oct. (dB)
31.5	29.7
63	26.9
125	34.1
250	9.7
500	11.7
1000	14.1
2000	25.9
4000	14.7
8000	5.7



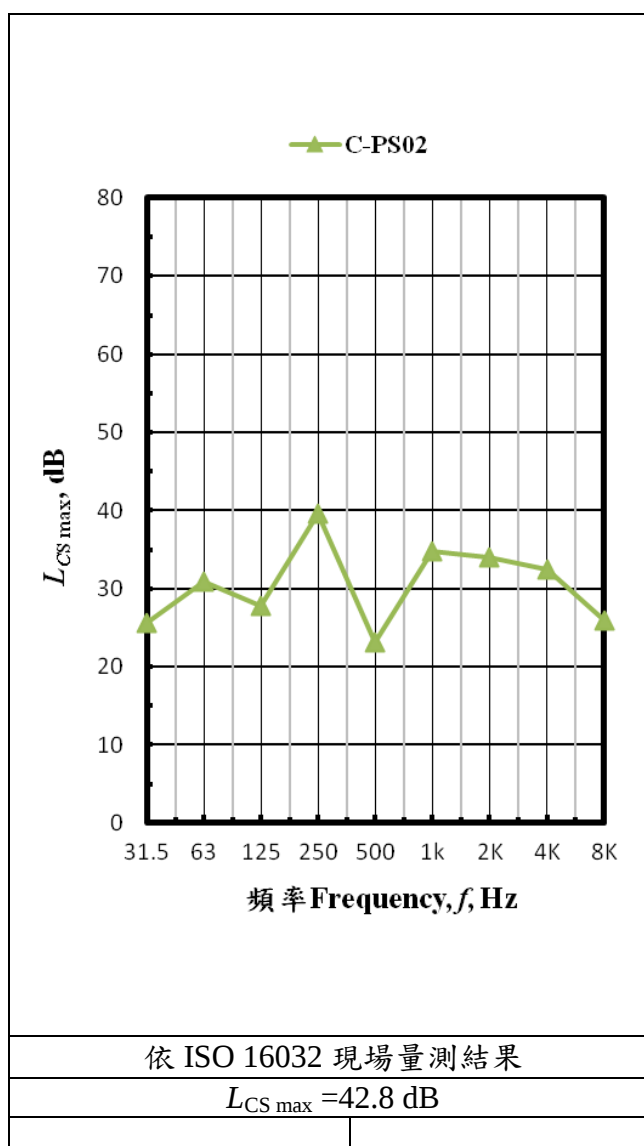
案例編號	B-CS01	
設備描述	為 27F 廁所內洗手台排水 2000cc 之噪音，排水管路為鑄鐵暗管。	
測試位置	設備下方 26F 房間內	
測試日期	2012/3/28	

頻率 (Hz)	$L_{CS\ max}$ 1/1 oct. (dB)
31.5	44.7
63	48.2
125	40.3
250	35.0
500	24.7
1000	20.9
2000	18.9
4000	10.8
8000	6.2



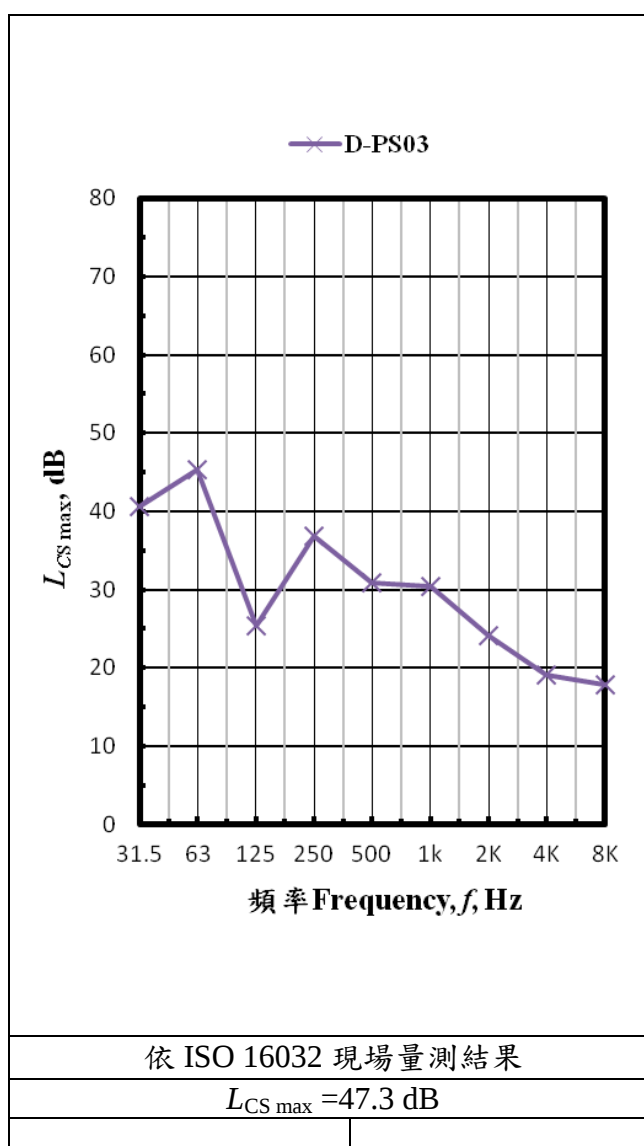
案例編號	C-PS02	
設備描述	為 8F 廁所內洗手台排水 2000cc 之噪音，排水管路為 PVC 暗管。	
測試位置	設備下方 7F 房間內	
測試日期	2012/4/23~4/25	

頻率 (Hz)	$L_{CS\ max}$ 1/1 oct. (dB)
31.5	25.6
63	30.8
125	27.8
250	39.6
500	23.1
1000	34.7
2000	34.0
4000	32.5
8000	25.9



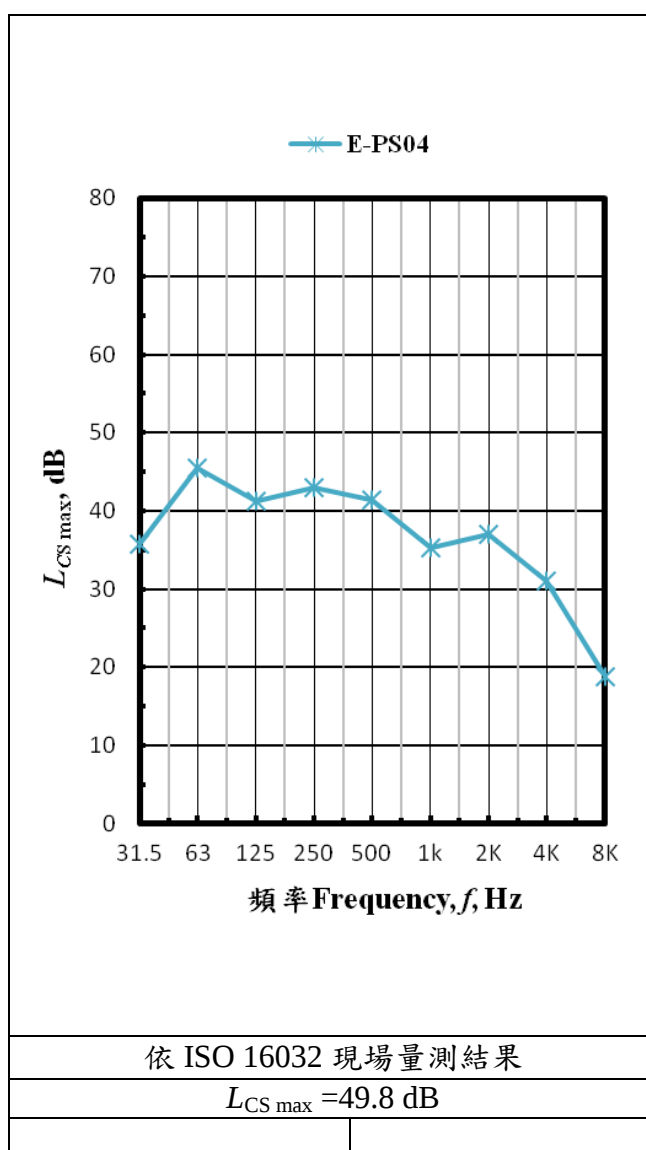
案例編號	D-PS03	
設備描述	為 7F 廁所內洗手台排水 2000cc 之噪音，排水管路為 PVC 暗管。	
測試位置	設備下方 6F 房間內	
測試日期	2012/4/23~4/25	

頻率 (Hz)	$L_{CS\ max}$ 1/1 oct. (dB)
31.5	40.6
63	45.4
125	25.4
250	36.8
500	30.9
1000	30.5
2000	24.2
4000	19.1
8000	17.9



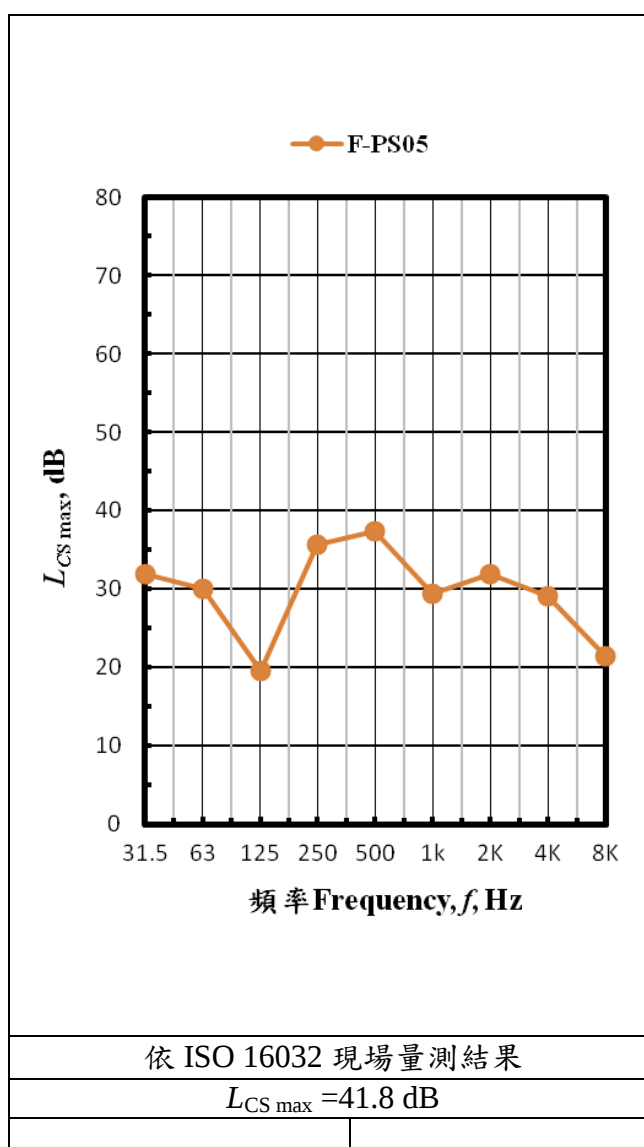
案例編號	E-PS04	
設備描述	為 13F 主臥室廁所內洗手台排水 2000cc 之噪音，排水管路為 PVC 明管。	
測試位置	設備下方 12F 房間內	
測試日期	2012/9/6~9/7	

頻率 (Hz)	$L_{CS\ max}$ 1/1 oct. (dB)
31.5	35.8
63	45.5
125	41.3
250	43.0
500	41.4
1000	35.2
2000	37.0
4000	31.1
8000	18.8



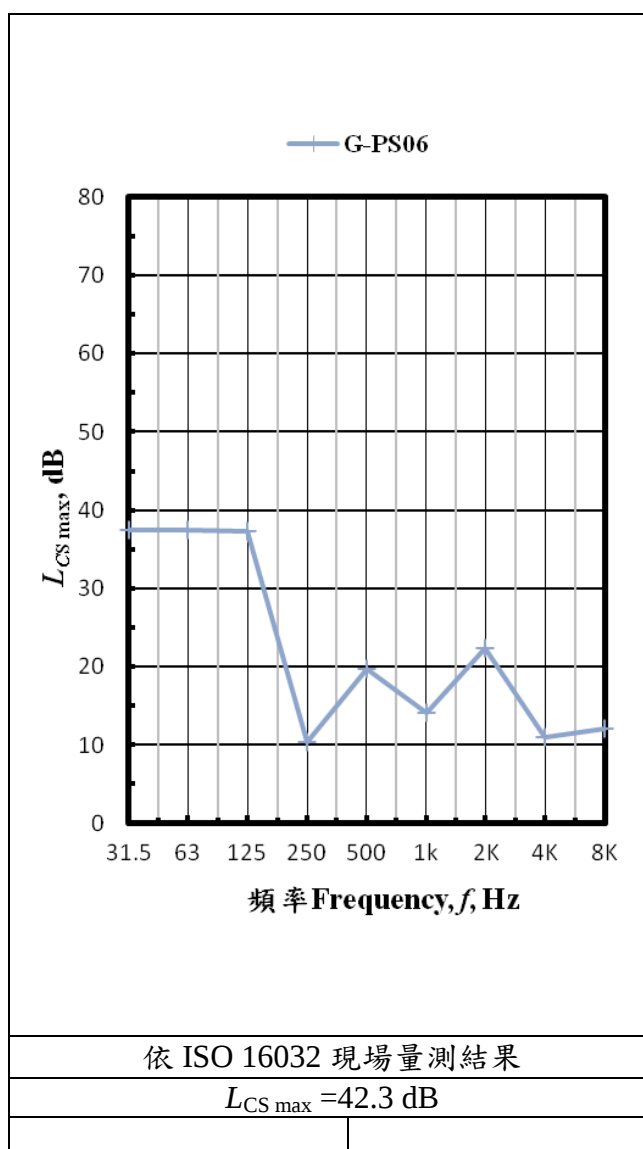
案例編號	F-PS05	
設備描述	為 13F 客廳廁所(緊鄰公共管道間)洗手台排水 2000cc 之噪音，排水管路為 PVC 明管。	
測試位置	設備下方 12F 房間內	
測試日期	2012/9/6~9/7	

頻率 (Hz)	$L_{CS\ max}$ 1/1 oct. (dB)
31.5	32.0
63	30.0
125	19.5
250	35.7
500	37.4
1000	29.4
2000	31.9
4000	29.0
8000	21.5



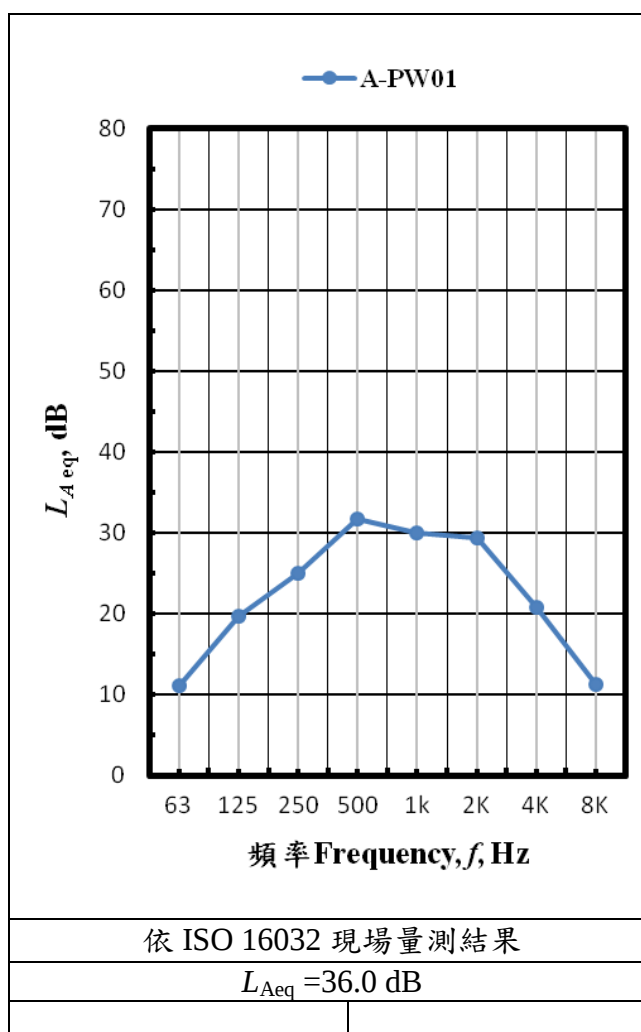
案例編號	G-PS06	
設備描述	為 4F 廁所內洗手台排水 2000cc 之噪音，排水管路為 PVC 暗管。	
測試位置	設備下方 3F 房間內	
測試日期	2012/8/29	

頻率 (Hz)	$L_{CS\ max}$ 1/1 oct. (dB)
31.5	37.5
63	37.5
125	37.3
250	10.4
500	19.7
1000	14.1
2000	22.4
4000	10.9
8000	12.1



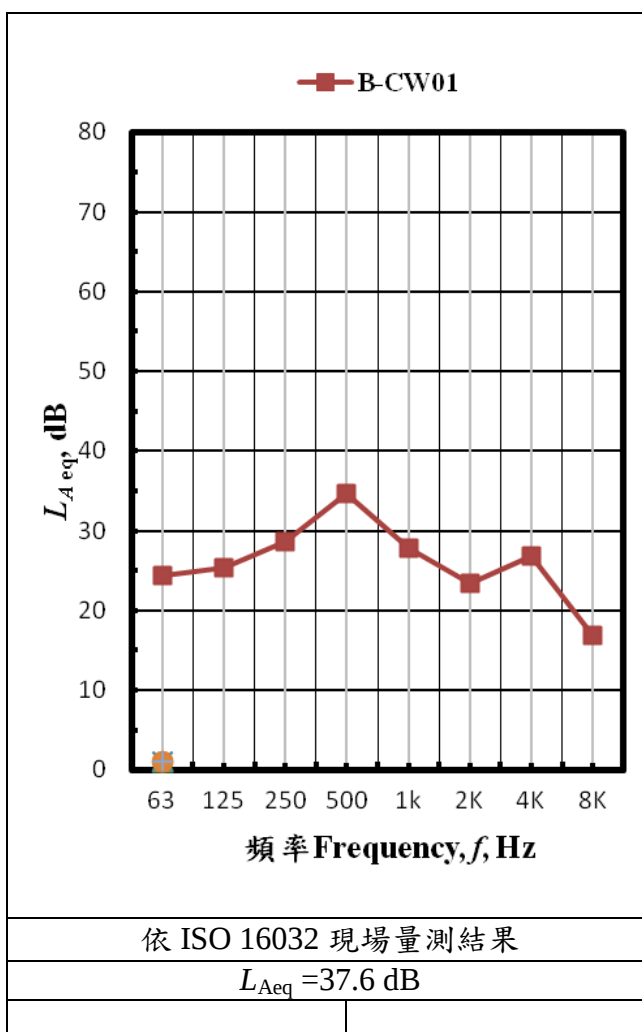
案例編號	A-PW01	
設備描述	為 3F 廁所內便器沖水閥全開至全關一次之噪音，排水管路為 PVC 暗管。	
測試位置	設備下方 2F 房間內	
測試日期	2012/3/24~3/26	

頻率 (Hz)	L_{Aeq} 1/1 oct. (dB)
63	11.1
125	19.7
250	25.0
500	31.8
1000	30.0
2000	29.4
4000	20.8
8000	11.3



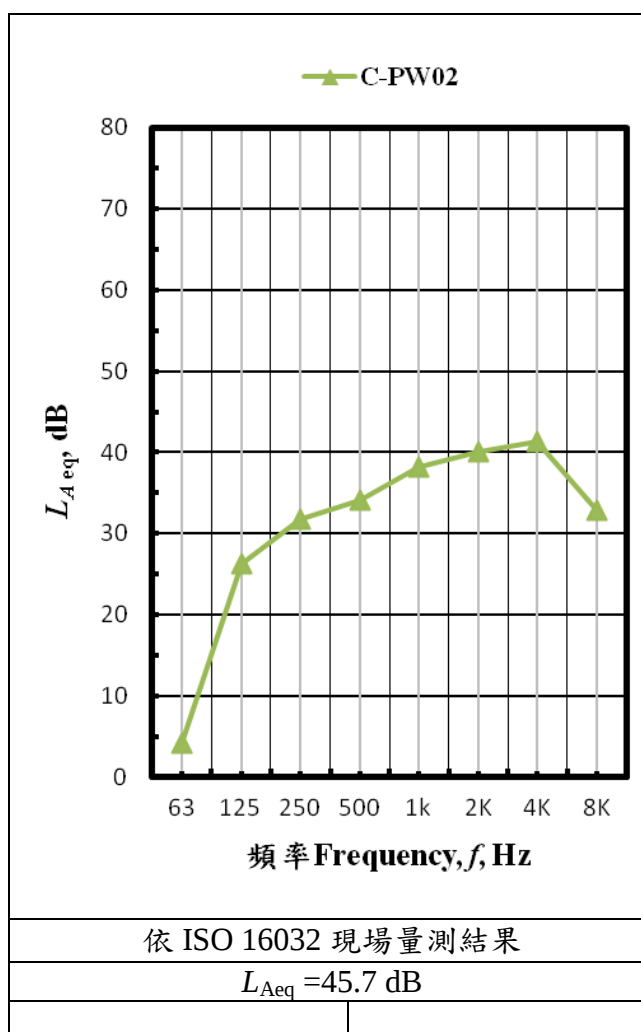
案例編號	B-CW01	
設備描述	為 27F 廁所內便器沖水閥全開至全關一次之噪音，排水管路為鑄鐵暗管。	
測試位置	設備下方 26F 房間內	
測試日期	2012/3/28	

頻率 (Hz)	L_{Aeq} 1/1 oct. (dB)
63	24.4
125	25.4
250	28.7
500	34.6
1000	27.8
2000	23.4
4000	26.8
8000	16.9



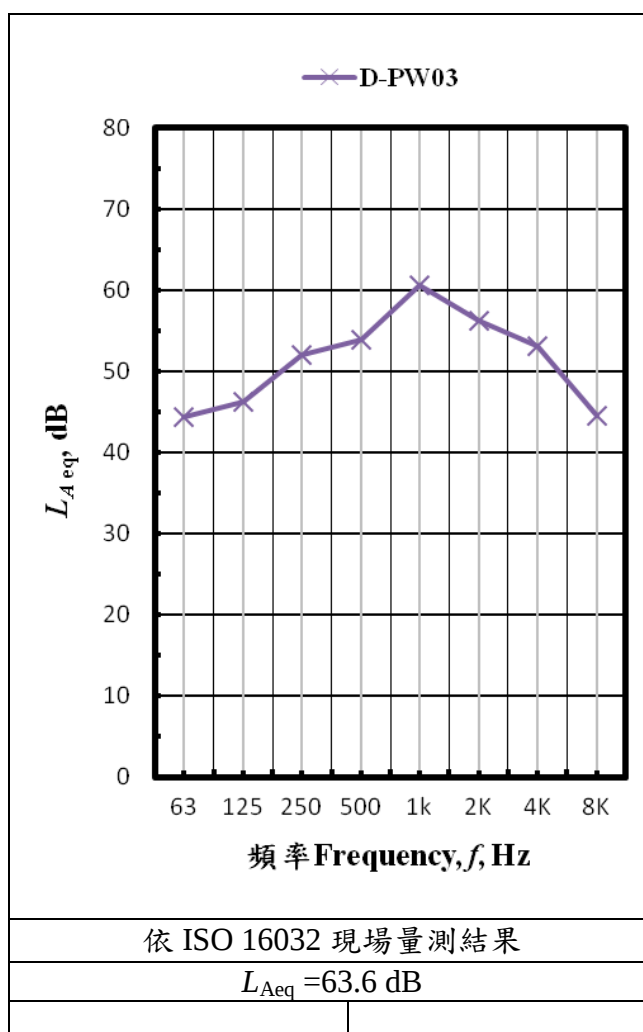
案例編號	C-PW02	
設備描述	為 8F 廁所內便器沖水閥全開至全關一次之噪音，排水管路為 PVC 暗管。	
測試位置	設備下方 7F 房間內	
測試日期	2012/4/23~4/25	

頻率 (Hz)	L_{Aeq} 1/1 oct. (dB)
63	4.1
125	26.3
250	31.8
500	34.1
1000	38.2
2000	40.1
4000	41.4
8000	32.9



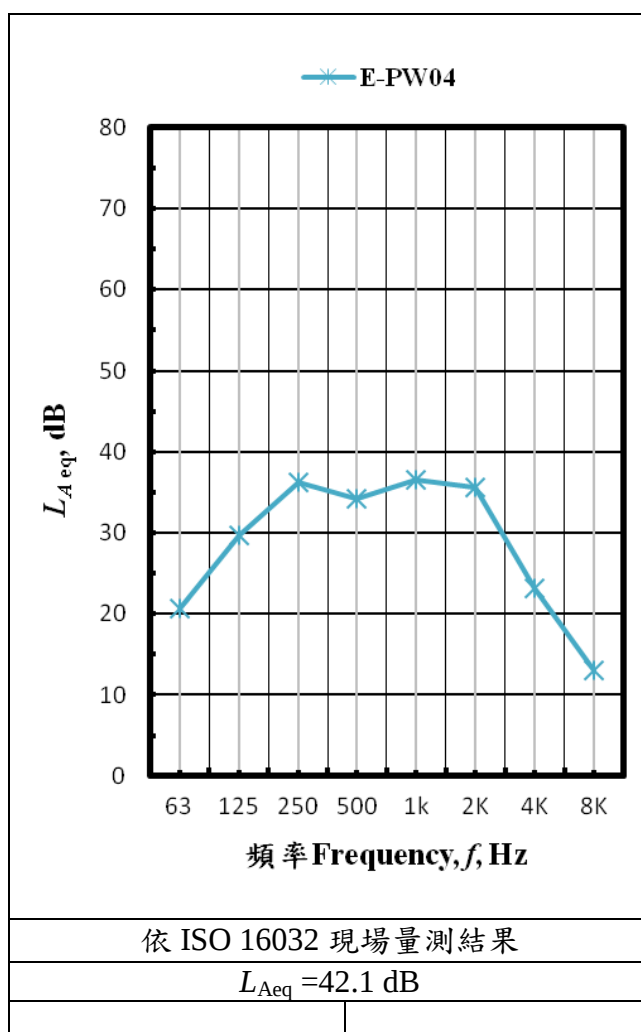
案例編號	D-PW03	
設備描述	為 7F 廁所內便器沖水閥全開至全關一次之噪音，排水管路為 PVC 暗管。	
測試位置	設備下方 6F 房間內	
測試日期	2012/4/23~4/25	

頻率 (Hz)	L_{Aeq} 1/1 oct. (dB)
63	44.4
125	46.3
250	52.1
500	53.9
1000	60.7
2000	56.3
4000	53.1
8000	44.6



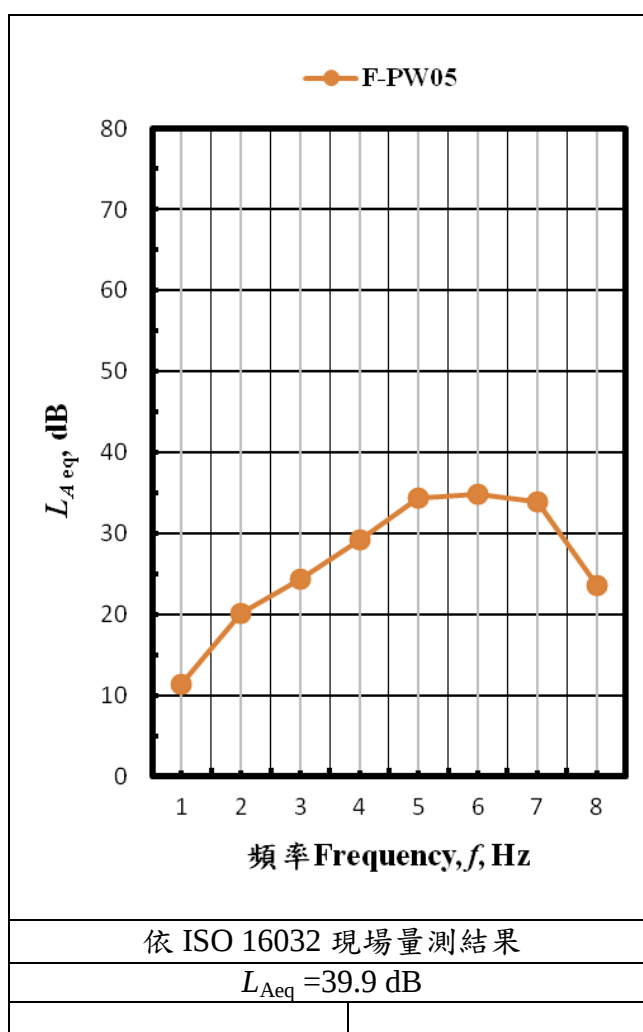
案例編號	E-PW04	
設備描述	為 13F 主臥室廁所內便器沖水閥全開至全關一次之噪音，排水管路為 PVC 明管。	
測試位置	設備下方 12F 房間內	
測試日期	2012/9/6~9/7	

頻率 (Hz)	L_{Aeq} 1/1 oct. (dB)
63	20.7
125	29.6
250	36.2
500	34.2
1000	36.6
2000	35.6
4000	23.2
8000	13.0



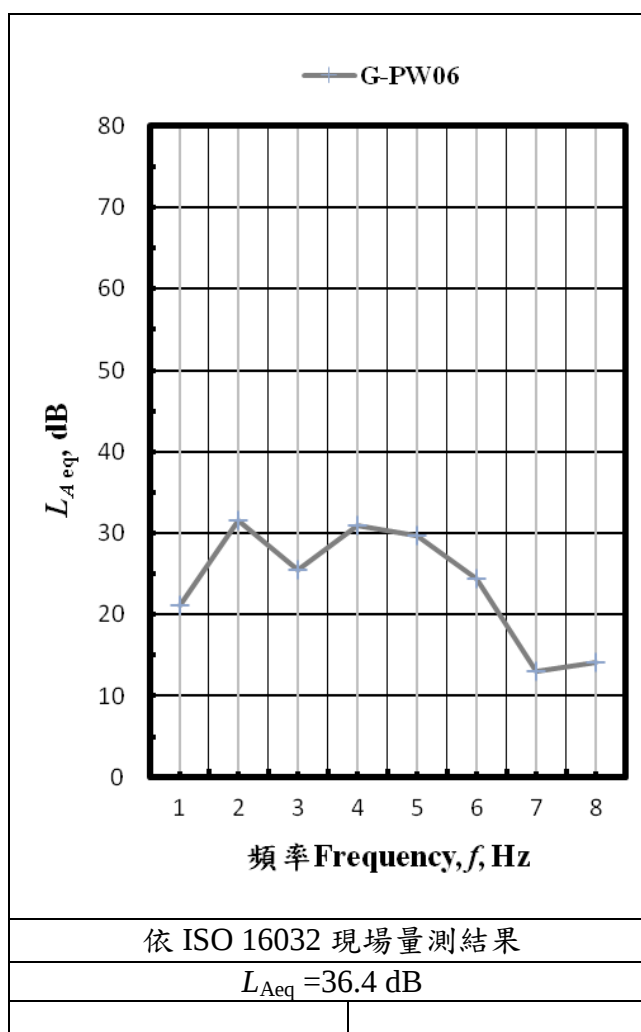
案例編號	F-PW05	
設備描述	為 13F 客廳廁所(緊鄰公共管道間)便器沖水閥全開至全關一次之噪音,排水管路為 PVC 明管。	
測試位置	設備下方 12F 房間內	
測試日期	2012/9/6~9/7	

頻率 (Hz)	L_{Aeq} 1/1 oct. (dB)
63	11.4
125	20.1
250	24.4
500	29.3
1000	34.4
2000	34.9
4000	33.9
8000	23.7



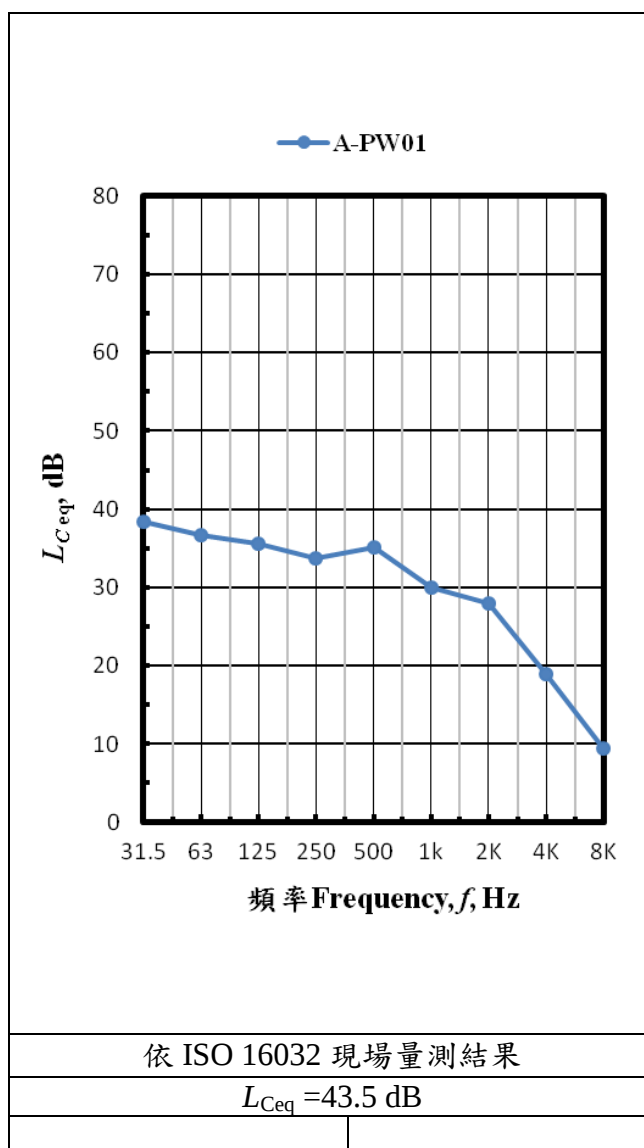
案例編號	G-PW06	
設備描述	為 4F 廁所內便器沖水閥全開至全關一次之噪音，排水管路為 PVC 暗管。	
測試位置	設備下方 3F 房間內	
測試日期	2012/8/29	

頻率 (Hz)	L_{Aeq} 1/1 oct. (dB)
63	21.1
125	31.5
250	25.5
500	31.0
1000	29.7
2000	24.4
4000	13.1
8000	14.0



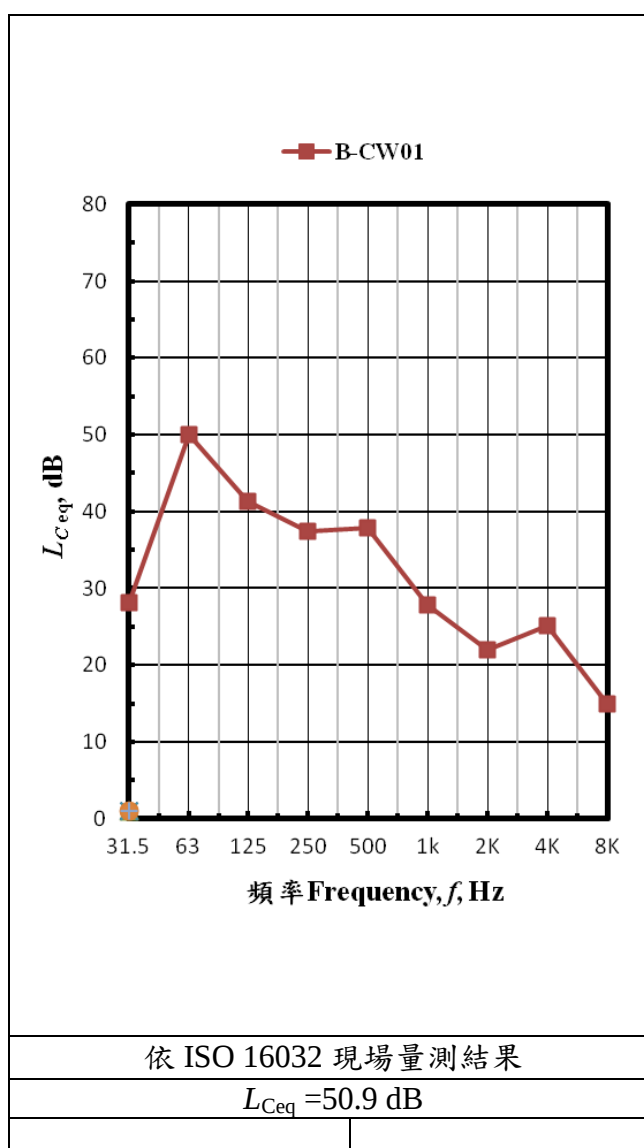
案例編號	A-PW01	
設備描述	為 3F 廁所內便器沖水閥全開至全關一次之噪音，排水管路為 PVC 暗管。	
測試位置	2F 與管路相鄰房間內	
測試日期	2012/3/24~3/26	

頻率 (Hz)	L_{Ceq} 1/1 oct. (dB)
31.5	38.4
63	36.6
125	35.7
250	33.7
500	35.1
1000	30.0
2000	28.0
4000	19.0
8000	9.4



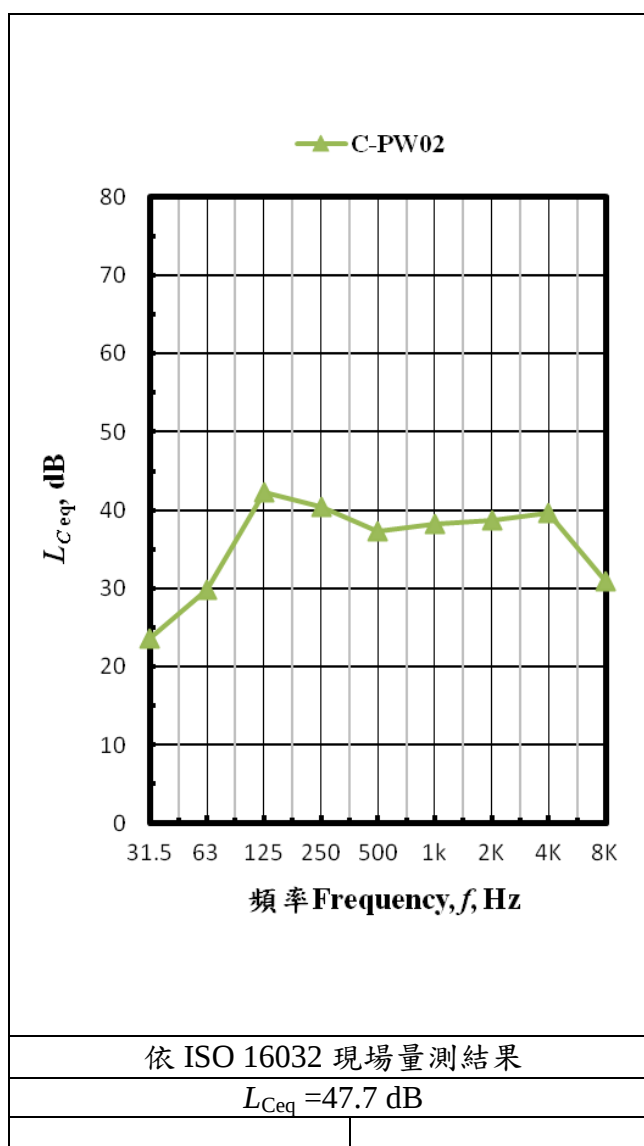
案例編號	B-CW01	
設備描述	為 27F 廁所內便器沖水閥全開至全關一次之噪音，排水管路為鑄鐵暗管。	
測試位置	設備下方 26F 房間內	
測試日期	2012/3/28	

頻率 (Hz)	L_{Ceq} 1/1 oct. (dB)
31.5	28.1
63	50.0
125	41.4
250	37.4
500	37.8
1000	27.8
2000	22.0
4000	25.1
8000	15.0



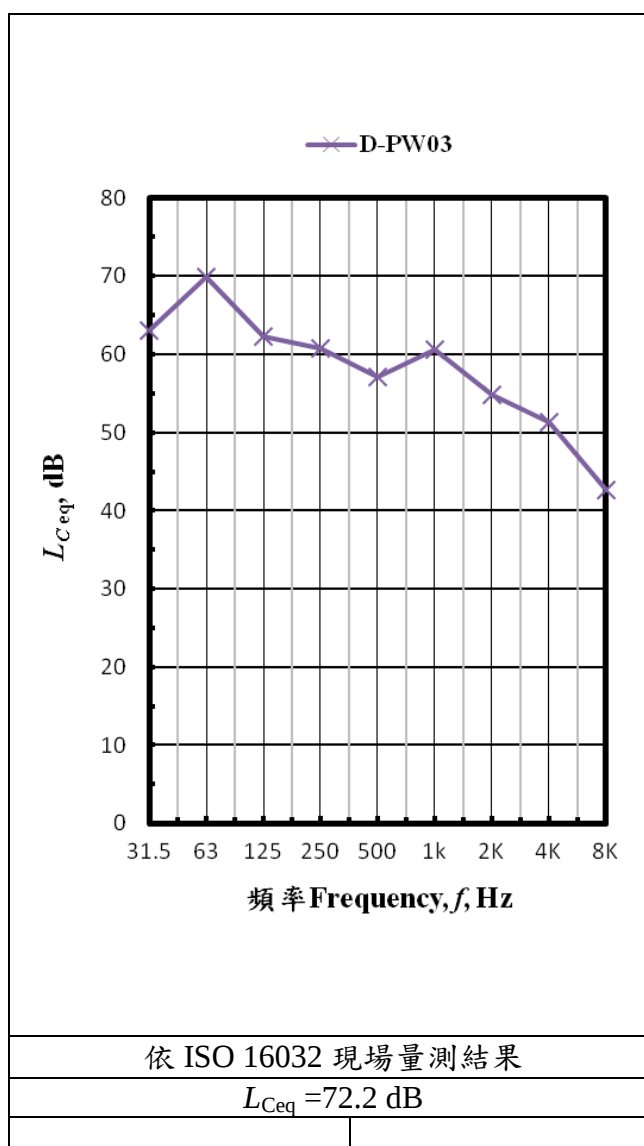
案例編號	C-PW02	
設備描述	為 8F 廁所內便器沖水閥全開至全關一次之噪音，排水管路為 PVC 暗管。	
測試位置	設備下方 7F 房間內	
測試日期	2012/4/23~4/25	

頻率 (Hz)	L_{Ceq} 1/1 oct. (dB)
31.5	23.6
63	29.9
125	42.3
250	40.5
500	37.3
1000	38.2
2000	38.7
4000	39.6
8000	31.0



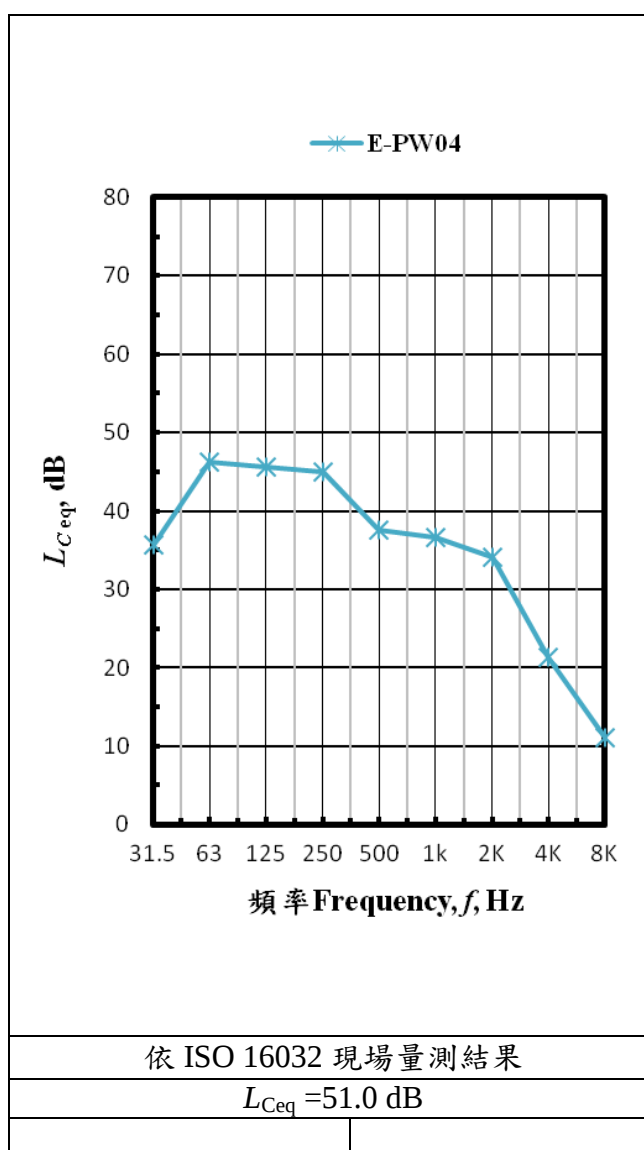
案例編號	D-PW03	
設備描述	為 7F 廁所內便器沖水閥全開至全關一次之噪音，排水管路為 PVC 暗管。	
測試位置	設備下方 6F 房間內	
測試日期	2012/4/23~4/25	

頻率 (Hz)	L_{Ceq} 1/1 oct. (dB)
31.5	63.0
63	69.9
125	62.3
250	60.8
500	57.1
1000	60.7
2000	54.9
4000	51.3
8000	42.7



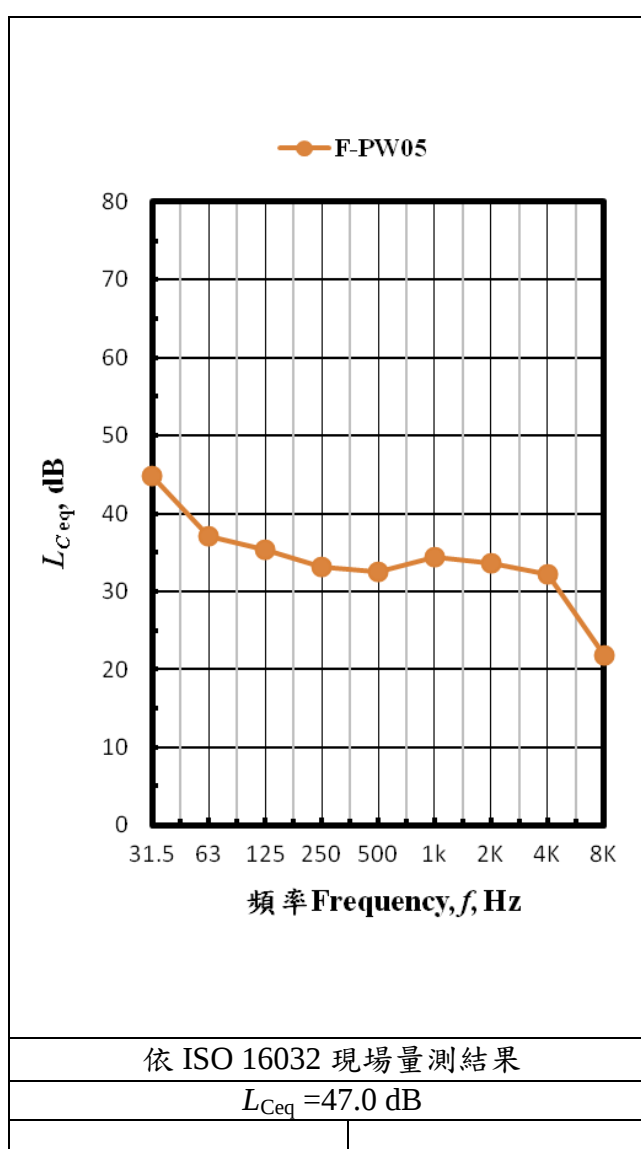
案例編號	E-PW04	
設備描述	為 13F 主臥室廁所內便器沖水閥全開至全關一次之噪音，排水管路為 PVC 明管。	
測試位置	設備下方 12F 房間內	
測試日期	2012/9/6~9/7	

頻率 (Hz)	L_{Ceq} 1/1 oct. (dB)
31.5	35.6
63	46.2
125	45.6
250	44.9
500	37.5
1000	36.6
2000	34.2
4000	21.4
8000	11.1



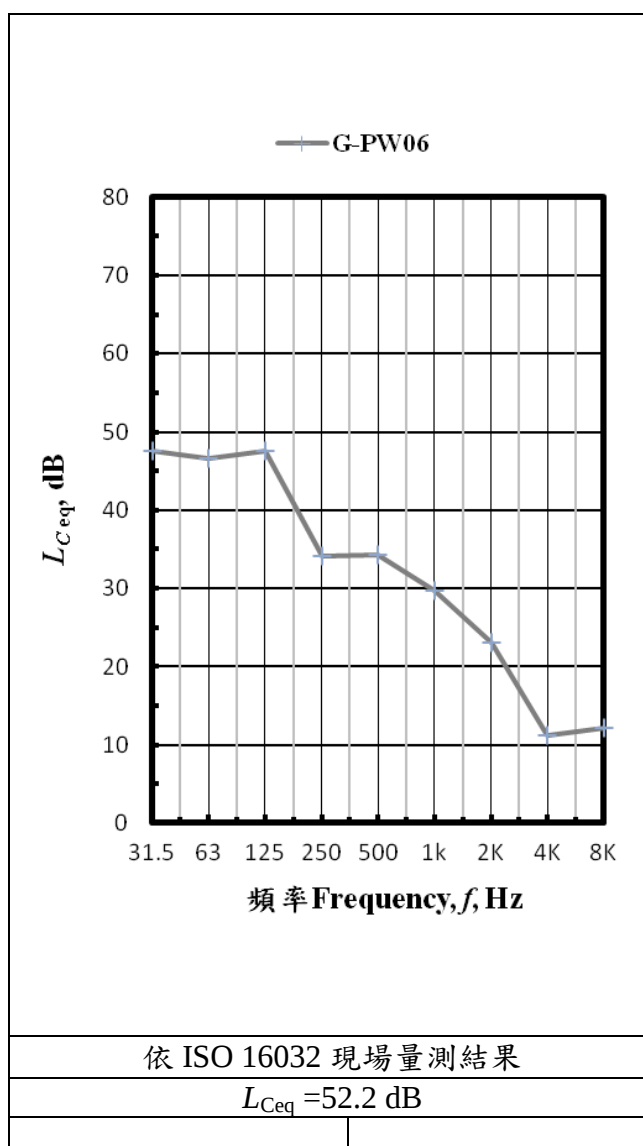
案例編號	F-PW05	
設備描述	為 13F 客廳廁所(緊鄰公共管道間)便器沖水閥全開至全關一次之噪音,排水管路為 PVC 明管。	
測試位置	設備下方 12F 房間內	
測試日期	2012/9/6~9/7	

頻率 (Hz)	L_{Ceq} 1/1 oct. (dB)
31.5	44.9
63	37.0
125	35.3
250	33.1
500	32.5
1000	34.4
2000	33.6
4000	32.2
8000	21.8



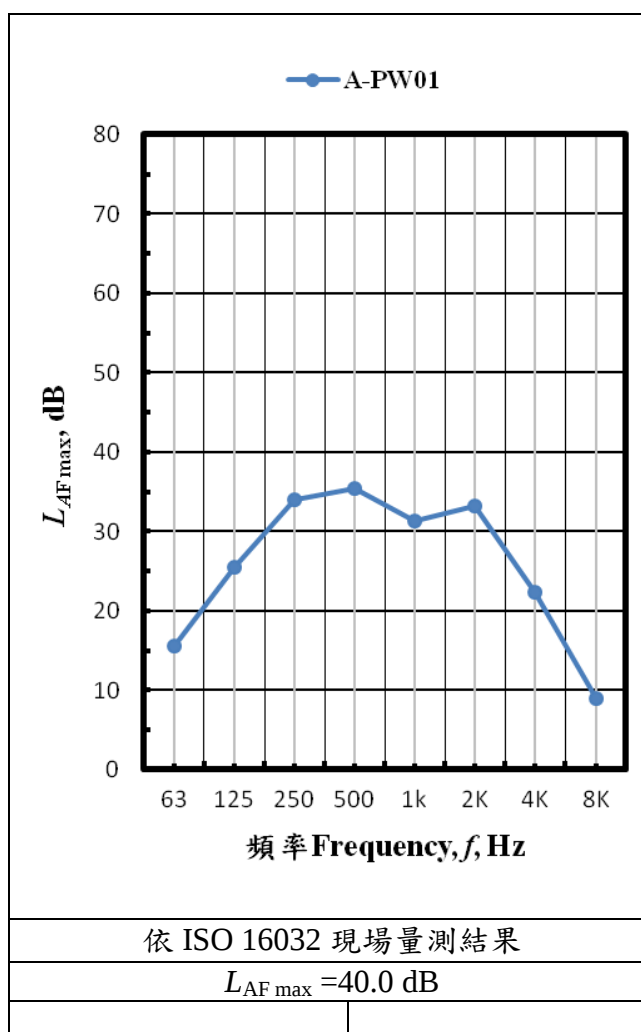
案例編號	G-PW06	
設備描述	為 4F 廁所內便器沖水閥全開至全關一次之噪音，排水管路為 PVC 暗管。	
測試位置	設備下方 3F 房間內	
測試日期	2012/8/29	

頻率 (Hz)	L_{Ceq} 1/1 oct. (dB)
31.5	47.6
63	46.6
125	47.5
250	34.2
500	34.3
1000	29.7
2000	23.0
4000	11.3
8000	12.1



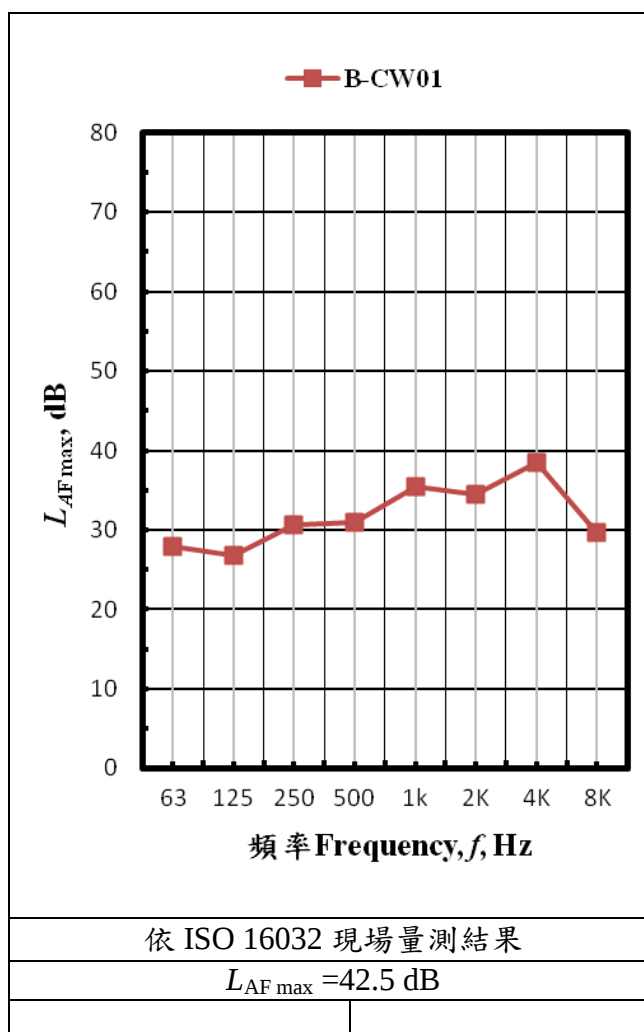
案例編號	A-PW01	
設備描述	為 3F 廁所內便器沖水閥全開至全關一次之噪音，排水管路為 PVC 暗管。	
測試位置	設備下方 2F 房間內	
測試日期	2012/3/24~3/26	

頻率 (Hz)	$L_{AF\max}$ 1/1 oct. (dB)
63	15.5
125	25.5
250	33.9
500	35.5
1000	31.3
2000	33.2
4000	22.4
8000	8.9



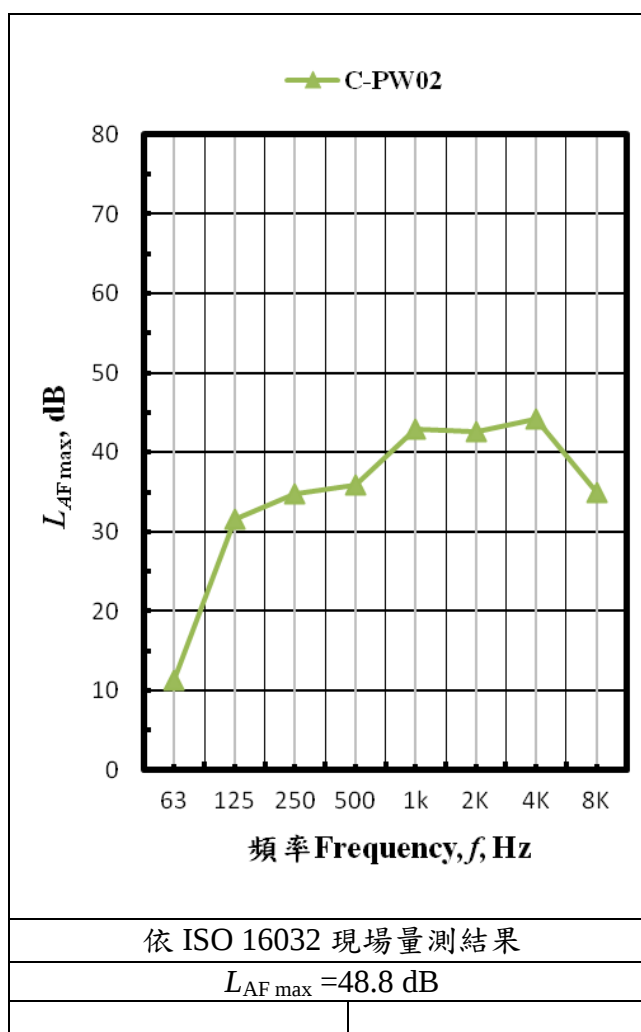
案例編號	B-CW01	
設備描述	為 27F 廁所內便器沖水閥全開至全關一次之噪音，排水管路為鑄鐵暗管。	
測試位置	設備下方 26F 房間內	
測試日期	2012/3/28	

頻率 (Hz)	$L_{AF\max}$ 1/1 oct. (dB)
63	28.0
125	26.7
250	30.7
500	31.0
1000	35.4
2000	34.6
4000	38.5
8000	29.7



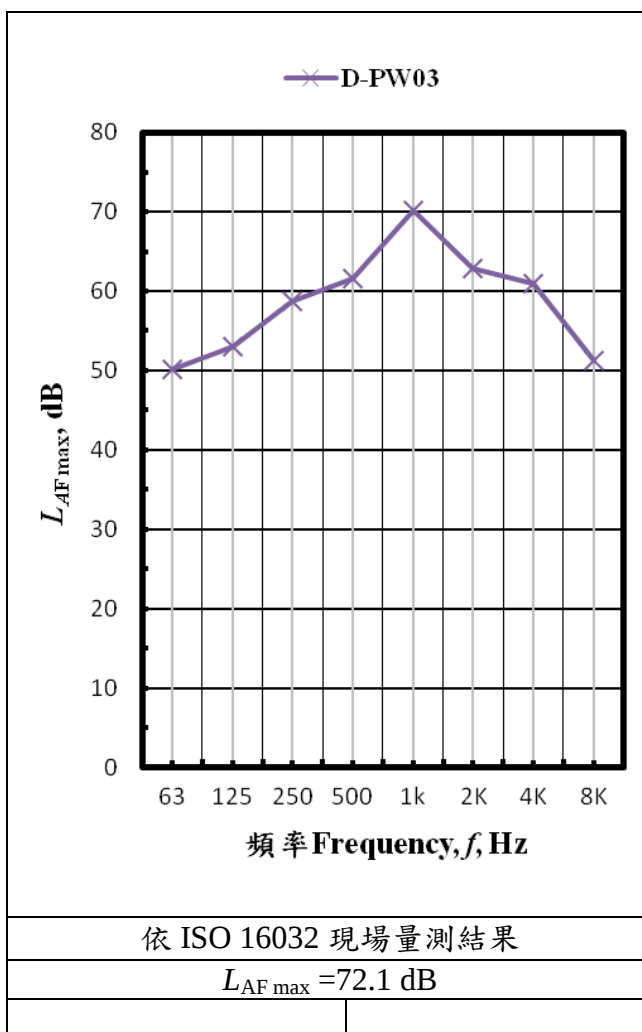
案例編號	C-PW02	
設備描述	為 8F 廁所內便器沖水閥全開至全關一次之噪音，排水管路為 PVC 暗管。	
測試位置	設備下方 7F 房間內	
測試日期	2012/4/23~4/25	

頻率 (Hz)	$L_{AF\ max}$ 1/1 oct. (dB)
63	11.2
125	31.5
250	34.7
500	35.9
1000	42.9
2000	42.6
4000	44.1
8000	35.0



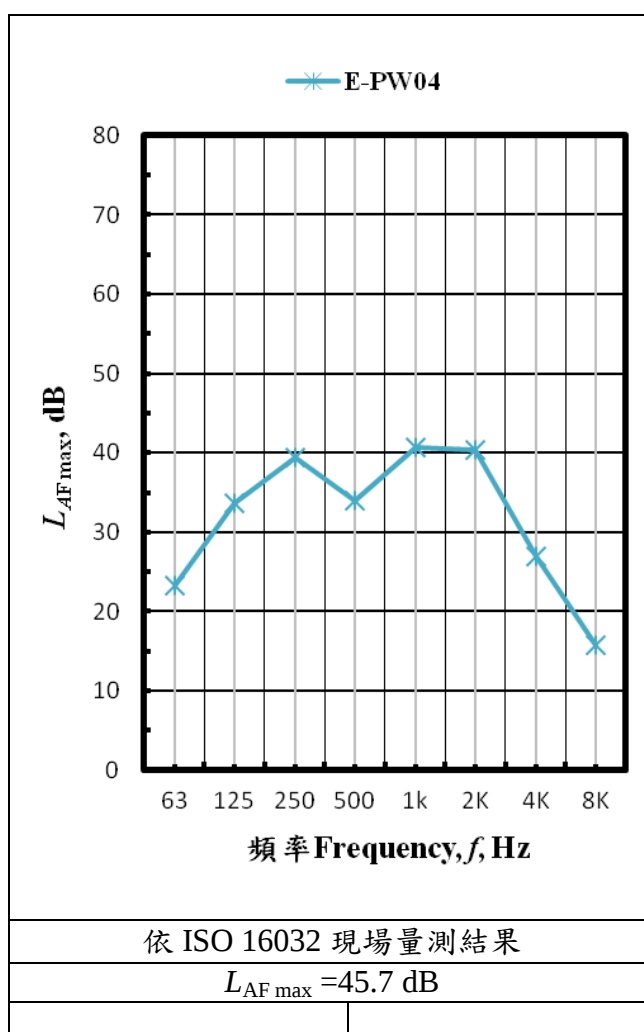
案例編號	D-PW03	
設備描述	為 7F 廁所內便器沖水閥全開至全關一次之噪音，排水管路為 PVC 暗管。	
測試位置	設備下方 6F 房間內	
測試日期	2012/4/23~4/25	

頻率 (Hz)	$L_{AF\max}$ 1/1 oct. (dB)
63	50.1
125	53.1
250	58.7
500	61.6
1000	70.1
2000	62.9
4000	61.0
8000	51.3



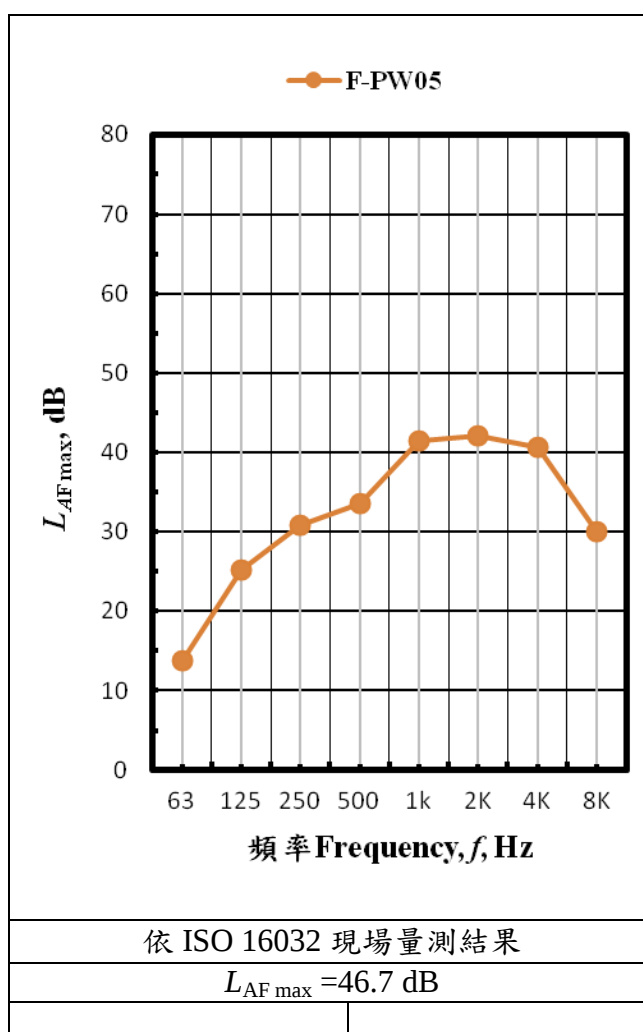
案例編號	E-PW04	
設備描述	為 13F 主臥室廁所內便器沖水閥全開至全關一次之噪音，排水管路為 PVC 明管。	
測試位置	設備下方 12F 房間內	
測試日期	2012/9/6~9/7	

頻率 (Hz)	$L_{AF\ max}$ 1/1 oct. (dB)
63	23.3
125	33.7
250	39.5
500	33.9
1000	40.6
2000	40.4
4000	26.9
8000	15.7



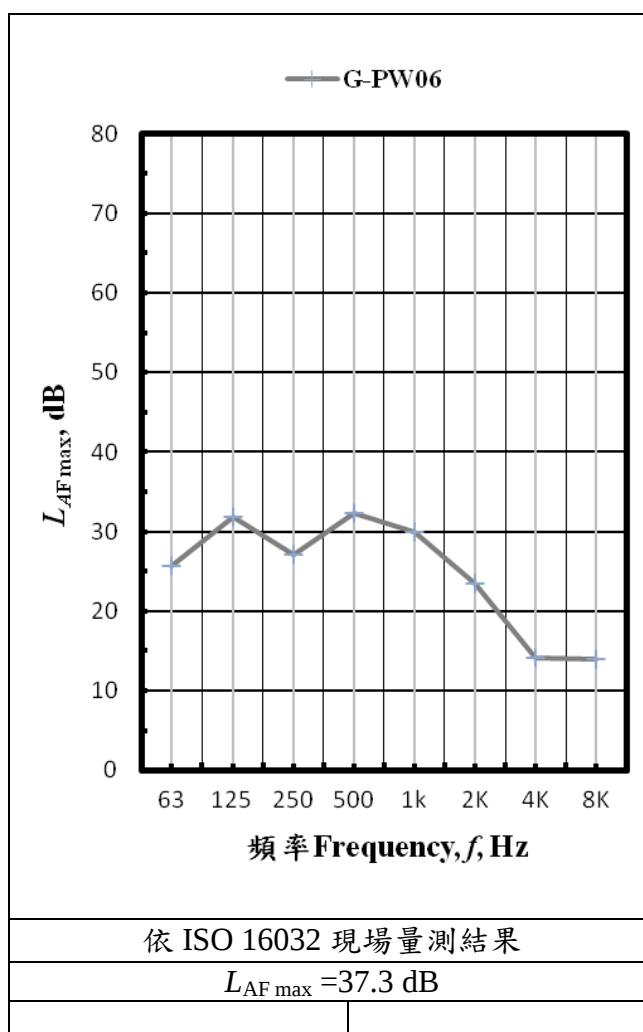
案例編號	F-PW05	
設備描述	為 13F 客廳廁所(緊鄰公共管道間)便器沖水閥全開至全關一次之噪音,排水管路為 PVC 明管。	
測試位置	設備下方 12F 房間內	
測試日期	2012/9/6~9/7	

頻率 (Hz)	$L_{AF\ max}$ 1/1 oct. (dB)
63	13.7
125	25.2
250	30.8
500	33.5
1000	41.5
2000	42.1
4000	40.7
8000	30.0



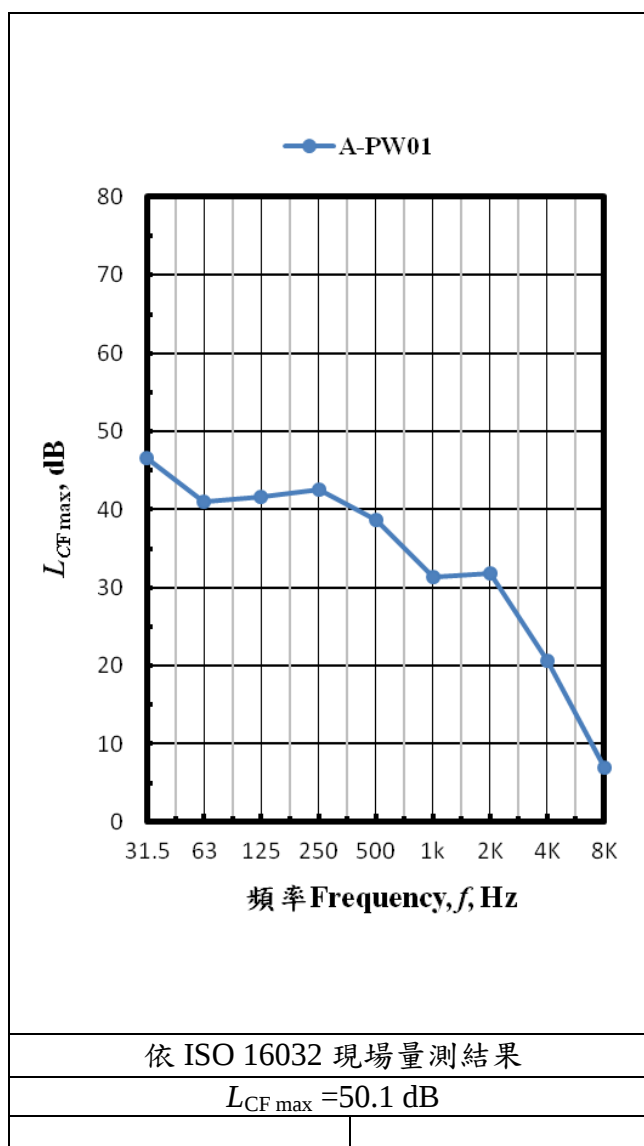
案例編號	G-PW06	
設備描述	為 4F 廁所內便器沖水閥全開至全關一次之噪音，排水管路為 PVC 暗管。	
測試位置	設備下方 3F 房間內	
測試日期	2012/8/29	

頻率 (Hz)	$L_{AF\max}$ 1/1 oct. (dB)
63	25.7
125	31.9
250	27.0
500	32.3
1000	29.9
2000	23.4
4000	14.2
8000	13.9



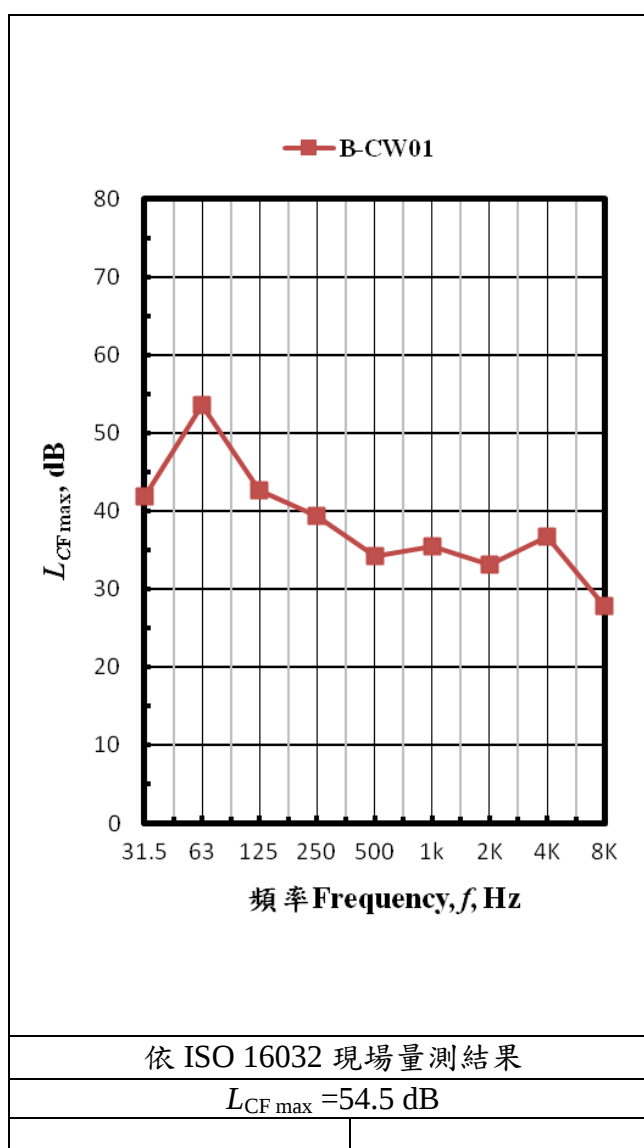
案例編號	A-PW01	
設備描述	為 3F 廁所內便器沖水閥全開至全關一次之噪音，排水管路為 PVC 暗管。	
測試位置	2F 與管路相鄰房間內	
測試日期	2012/3/24~3/26	

頻率 (Hz)	$L_{CF\ max}$ 1/1 oct. (dB)
31.5	46.6
63	41.0
125	41.6
250	42.6
500	38.7
1000	31.3
2000	31.8
4000	20.7
8000	7.0



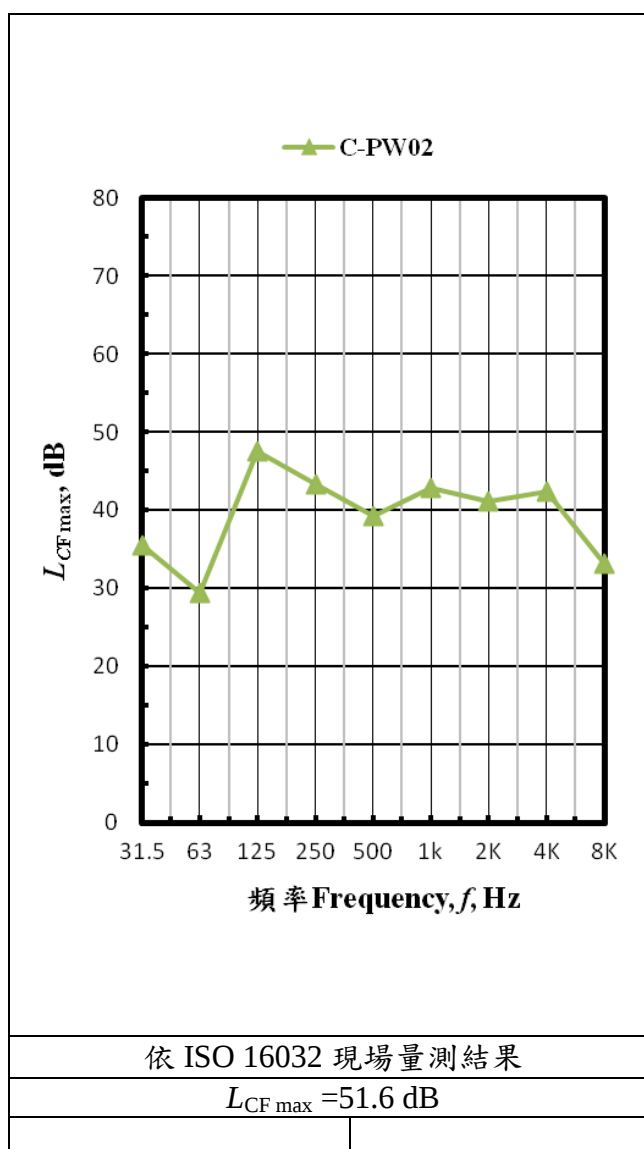
案例編號	B-CW01	
設備描述	為 27F 廁所內便器沖水閥全開至全關一次之噪音，排水管路為鑄鐵暗管。	
測試位置	設備下方 26F 房間內	
測試日期	2012/3/28	

頻率 (Hz)	$L_{CF\ max}$ 1/1 oct. (dB)
31.5	41.8
63	53.5
125	42.7
250	39.3
500	34.2
1000	35.4
2000	33.2
4000	36.7
8000	27.8



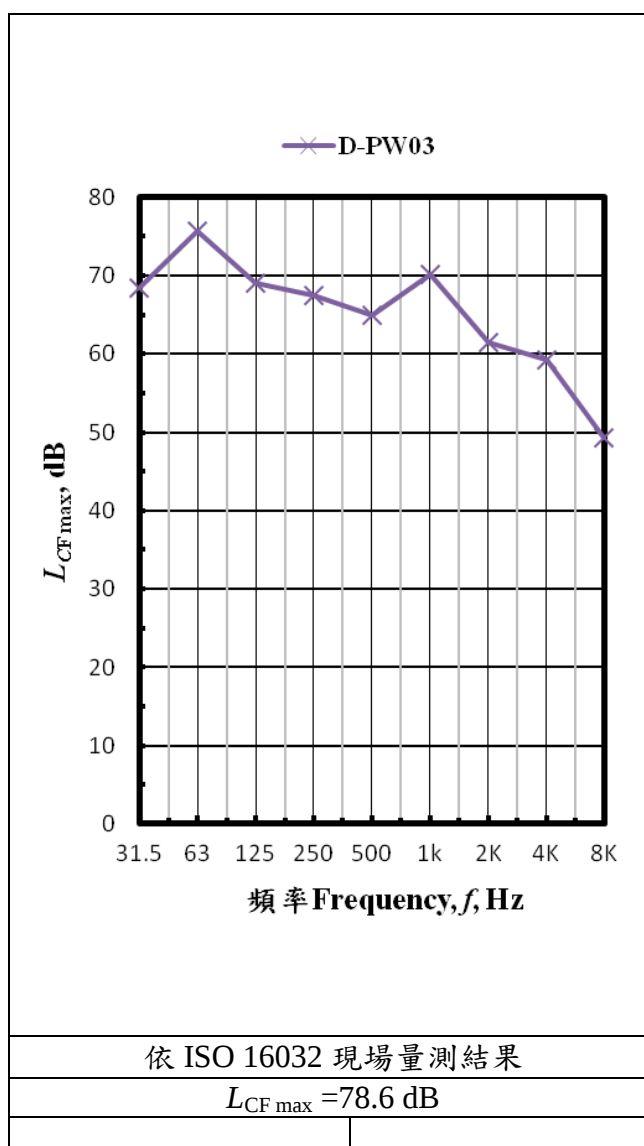
案例編號	C-PW02	
設備描述	為 8F 廁所內便器沖水閥全開至全關一次之噪音，排水管路為 PVC 暗管。	
測試位置	設備下方 7F 房間內	
測試日期	2012/4/23~4/25	

頻率 (Hz)	$L_{CF\ max}$ 1/1 oct. (dB)
31.5	35.6
63	29.4
125	47.5
250	43.3
500	39.2
1000	42.9
2000	41.2
4000	42.3
8000	33.1



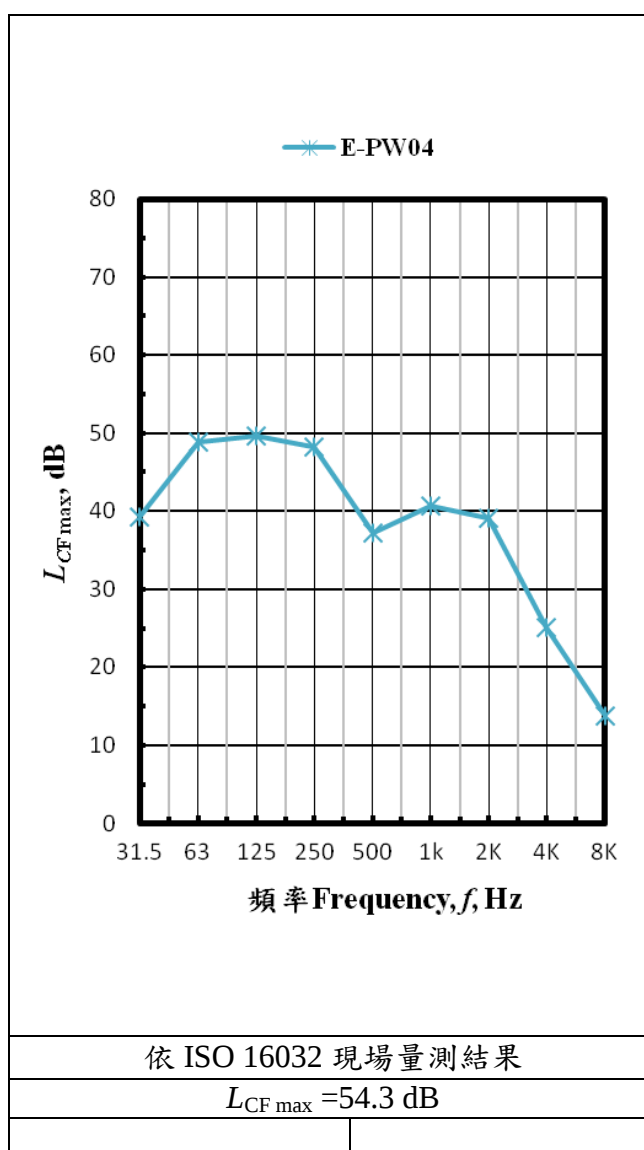
案例編號	D-PW03	
設備描述	為 7F 廁所內便器沖水閥全開至全關一次之噪音，排水管路為 PVC 暗管。	
測試位置	設備下方 6F 房間內	
測試日期	2012/4/23~4/25	

頻率 (Hz)	$L_{CF\ max}$ 1/1 oct. (dB)
31.5	68.4
63	75.6
125	69.1
250	67.4
500	64.9
1000	70.1
2000	61.5
4000	59.2
8000	49.4



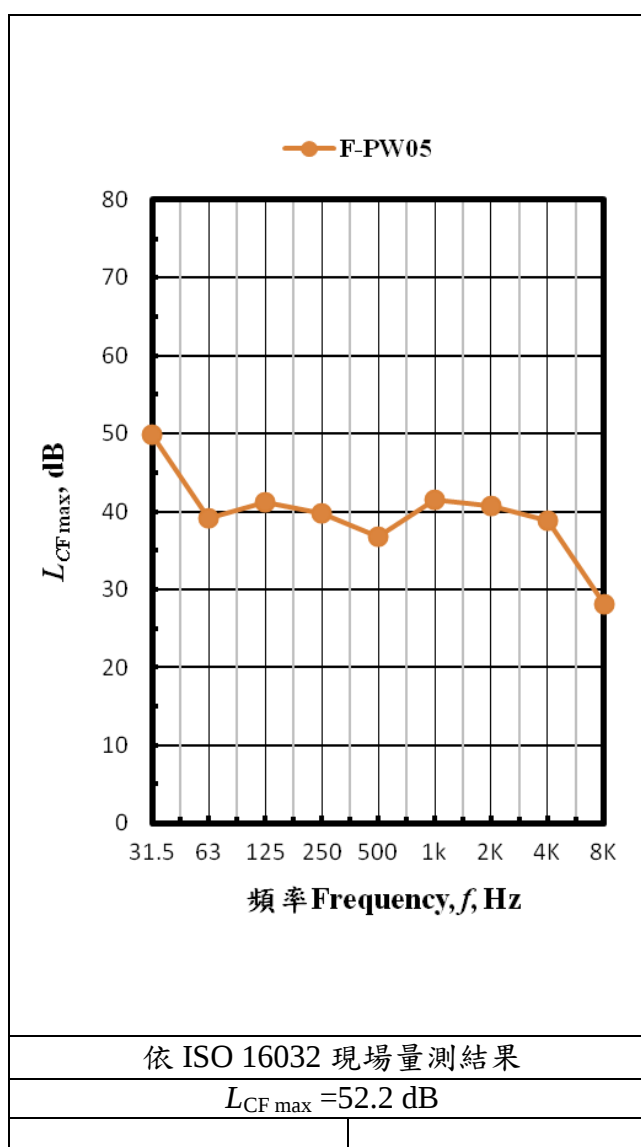
案例編號	E-PW04	
設備描述	為 13F 主臥室廁所內便器沖水閥全開至全關一次之噪音，排水管路為 PVC 明管。	
測試位置	設備下方 12F 房間內	
測試日期	2012/9/6~9/7	

頻率 (Hz)	$L_{CF\ max}$ 1/1 oct. (dB)
31.5	39.3
63	48.8
125	49.7
250	48.2
500	37.1
1000	40.6
2000	39.1
4000	25.1
8000	13.8



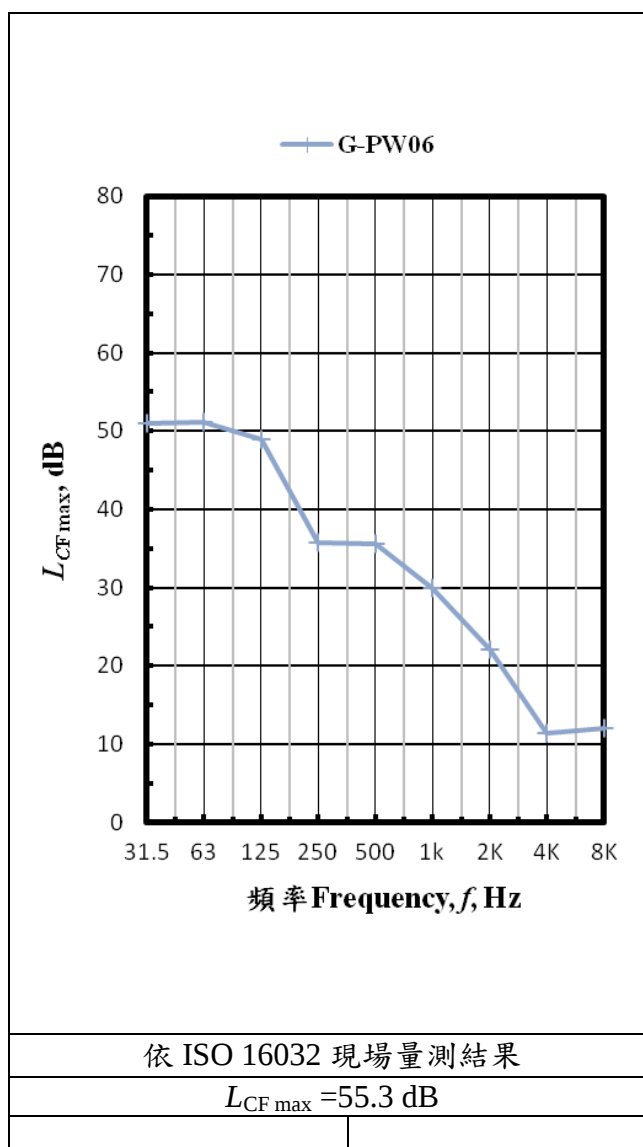
案例編號	F-PW05	
設備描述	為 13F 客廳廁所(緊鄰公共管道間)便器沖水閥全開至全關一次之噪音，排水管路為 PVC 明管。	
測試位置	設備下方 12F 房間內	
測試日期	2012/9/6~9/7	

頻率 (Hz)	$L_{CF\ max}$ 1/1 oct. (dB)
31.5	49.9
63	39.1
125	41.2
250	39.7
500	36.8
1000	41.5
2000	40.8
4000	38.9
8000	28.1



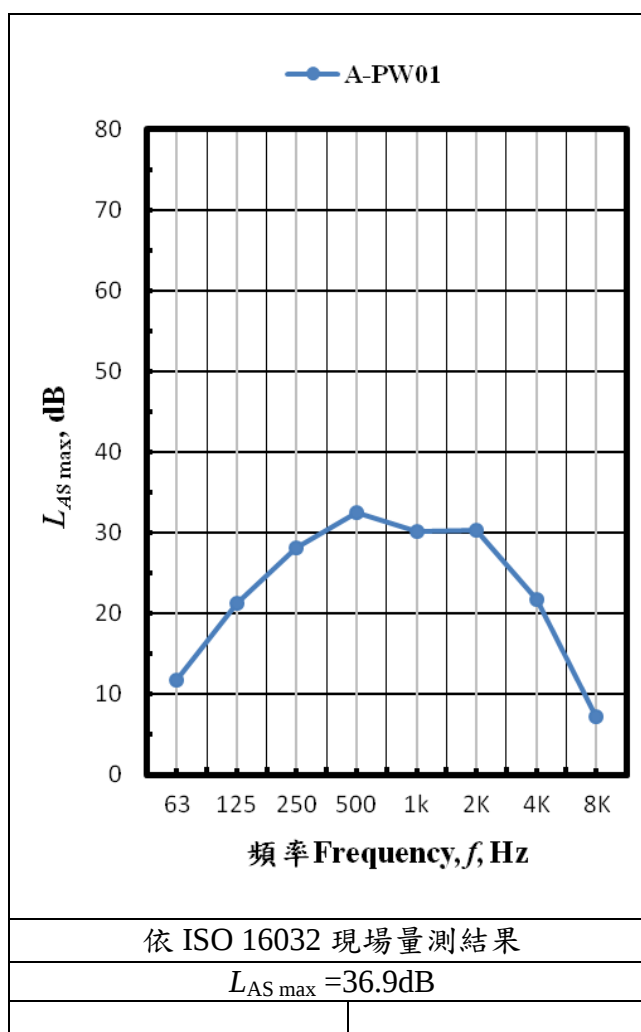
案例編號	G-PW06	
設備描述	為 4F 廁所內便器沖水閥全開至全關一次之噪音，排水管路為 PVC 暗管。	
測試位置	設備下方 3F 房間內	
測試日期	2012/8/29	

頻率 (Hz)	$L_{CF\ max}$ 1/1 oct. (dB)
31.5	50.9
63	51.2
125	48.9
250	35.7
500	35.6
1000	29.9
2000	22.1
4000	11.5
8000	12.0



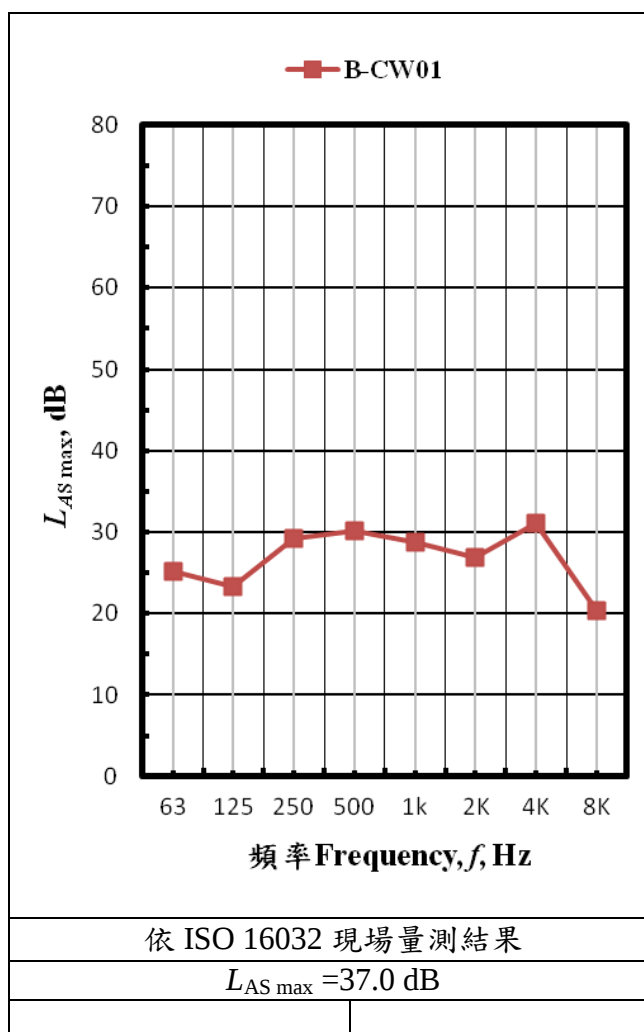
案例編號	A-PW01	
設備描述	為 3F 廁所內便器沖水閥全開至全關一次之噪音，排水管路為 PVC 暗管。	
測試位置	設備下方 2F 房間內	
測試日期	2012/3/24~3/26	

頻率 (Hz)	$L_{AS\ max}$ 1/1 oct. (dB)
63	11.8
125	21.2
250	28.2
500	32.5
1000	30.1
2000	30.4
4000	21.7
8000	7.2



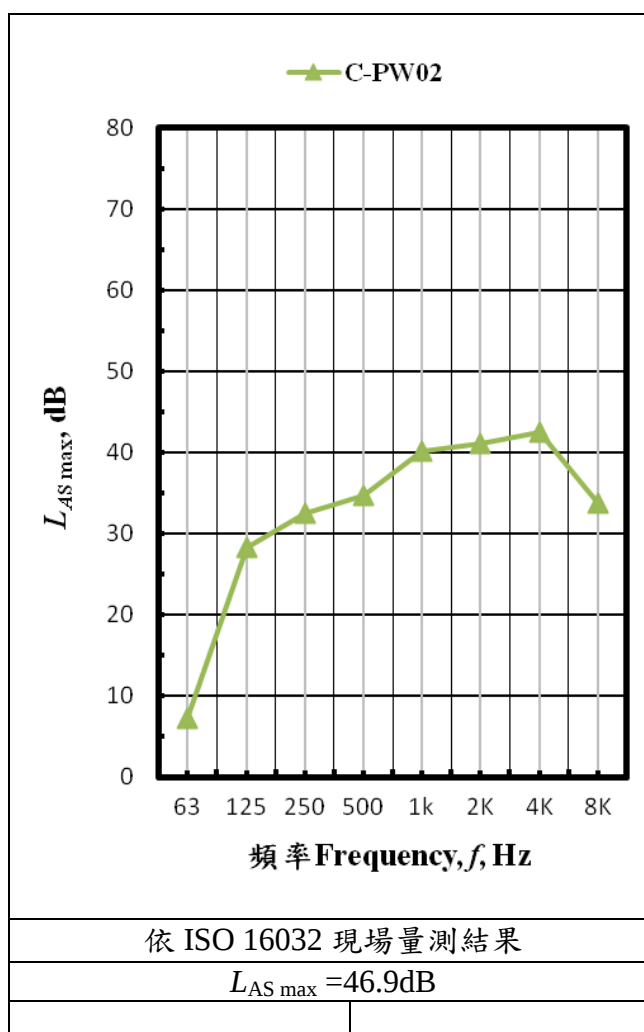
案例編號	B-CW01	
設備描述	為 27F 廁所內便器沖水閥全開至全關一次之噪音，排水管路為鑄鐵暗管。	
測試位置	設備下方 26F 房間內	
測試日期	2012/3/28	

頻率 (Hz)	$L_{AS\ max}$ 1/1 oct. (dB)
63	25.2
125	23.2
250	29.2
500	30.1
1000	28.8
2000	26.9
4000	31.0
8000	20.4



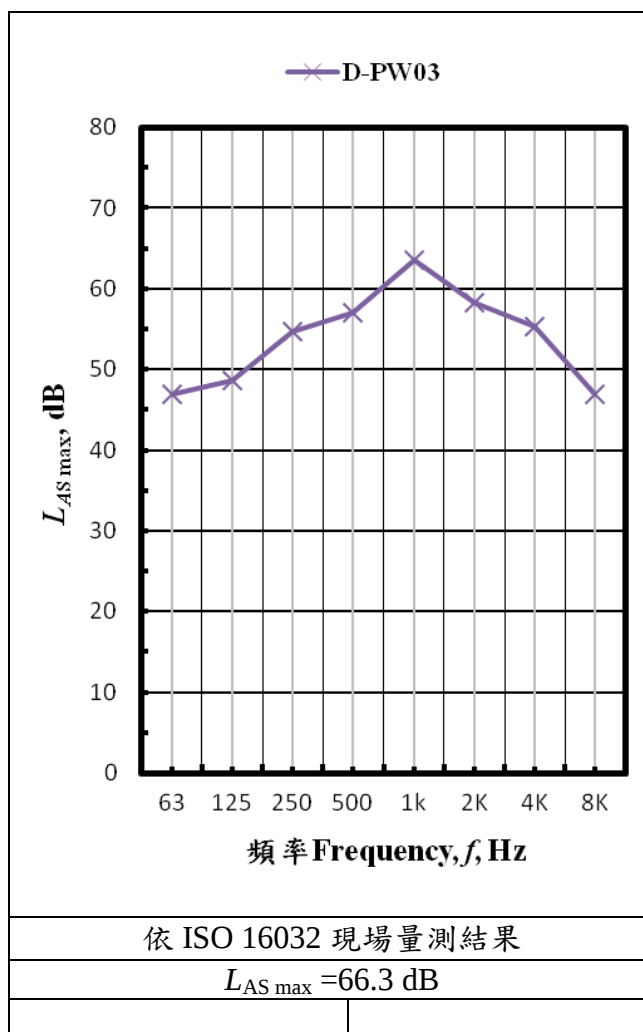
案例編號	C-PW02	
設備描述	為 8F 廁所內便器沖水閥全開至全關一次之噪音，排水管路為 PVC 暗管。	
測試位置	設備下方 7F 房間內	
測試日期	2012/4/23~4/25	

頻率 (Hz)	$L_{AS\ max}$ 1/1 oct. (dB)
63	7.2
125	28.3
250	32.5
500	34.7
1000	40.2
2000	41.1
4000	42.4
8000	33.8



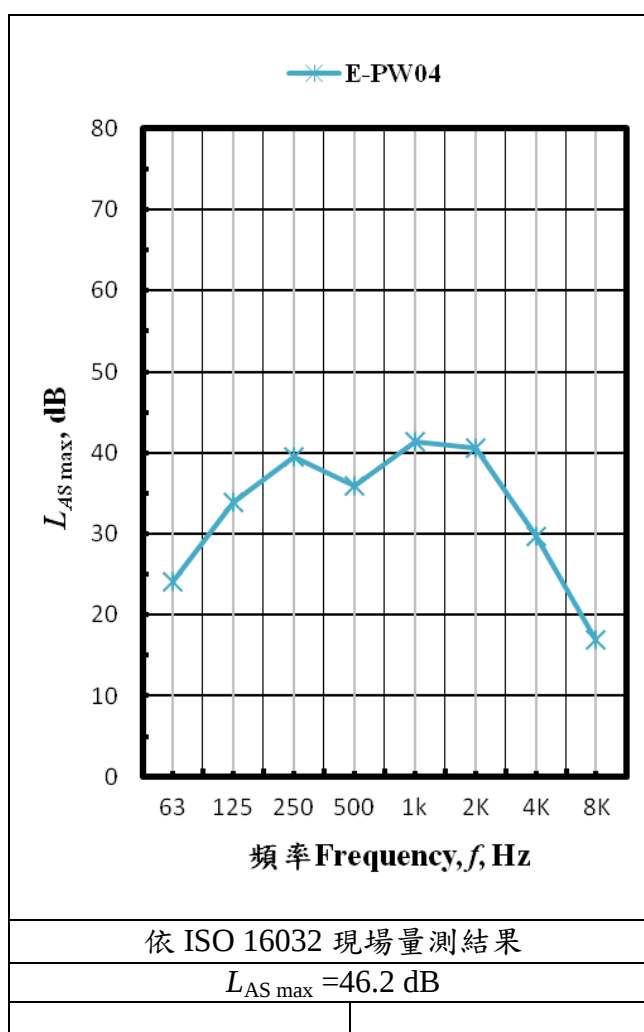
案例編號	D-PW03	
設備描述	為 7F 廁所內便器沖水閥全開至全關一次之噪音，排水管路為 PVC 暗管。	
測試位置	設備下方 6F 房間內	
測試日期	2012/4/23~4/25	

頻率 (Hz)	$L_{AS\ max}$ 1/1 oct. (dB)
63	46.9
125	48.6
250	54.7
500	57.0
1000	63.6
2000	58.3
4000	55.3
8000	47.0



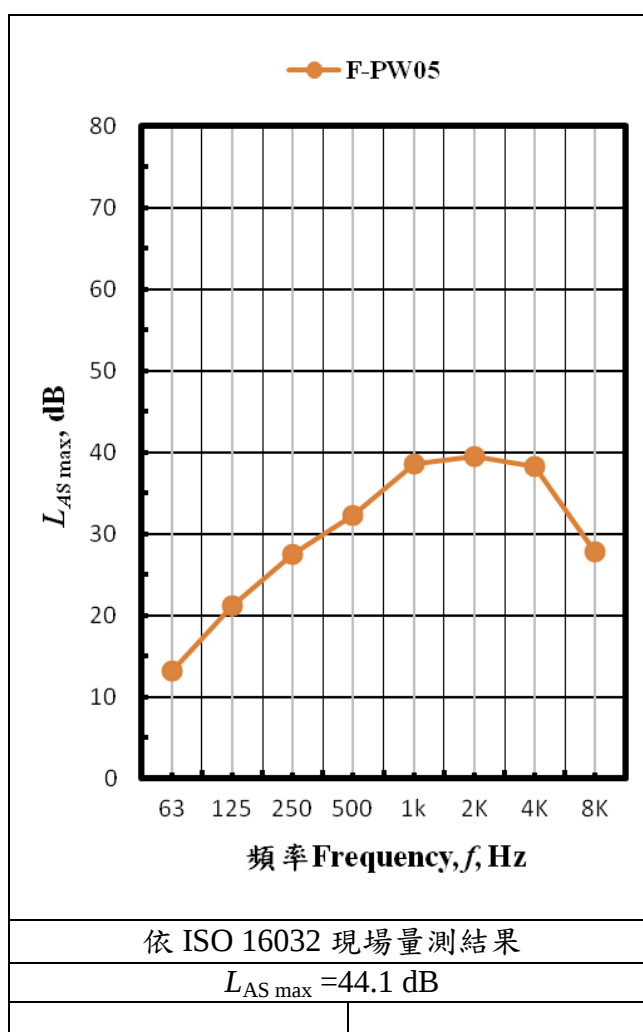
案例編號	E-PW04	
設備描述	為 13F 主臥室廁所內便器沖水閥全開至全關一次之噪音，排水管路為 PVC 明管。	
測試位置	設備下方 12F 房間內	
測試日期	2012/9/6~9/7	

頻率 (Hz)	$L_{AS\ max}$ 1/1 oct. (dB)
63	24.1
125	33.9
250	39.5
500	35.9
1000	41.3
2000	40.6
4000	29.7
8000	16.9



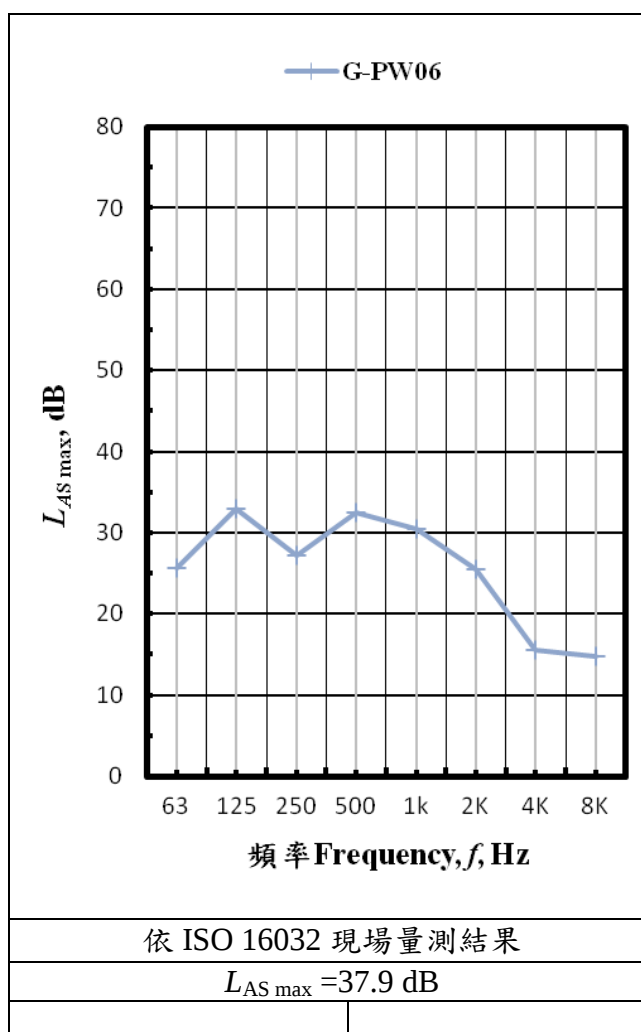
案例編號	F-PW05	
設備描述	為 13F 客廳廁所(緊鄰公共管道間)便器沖水閥全開至全關一次之噪音,排水管路為 PVC 明管。	
測試位置	設備下方 12F 房間內	
測試日期	2012/9/6~9/7	

頻率 (Hz)	$L_{AS\ max}$ 1/1 oct. (dB)
63	13.1
125	21.2
250	27.5
500	32.3
1000	38.6
2000	39.5
4000	38.3
8000	27.8



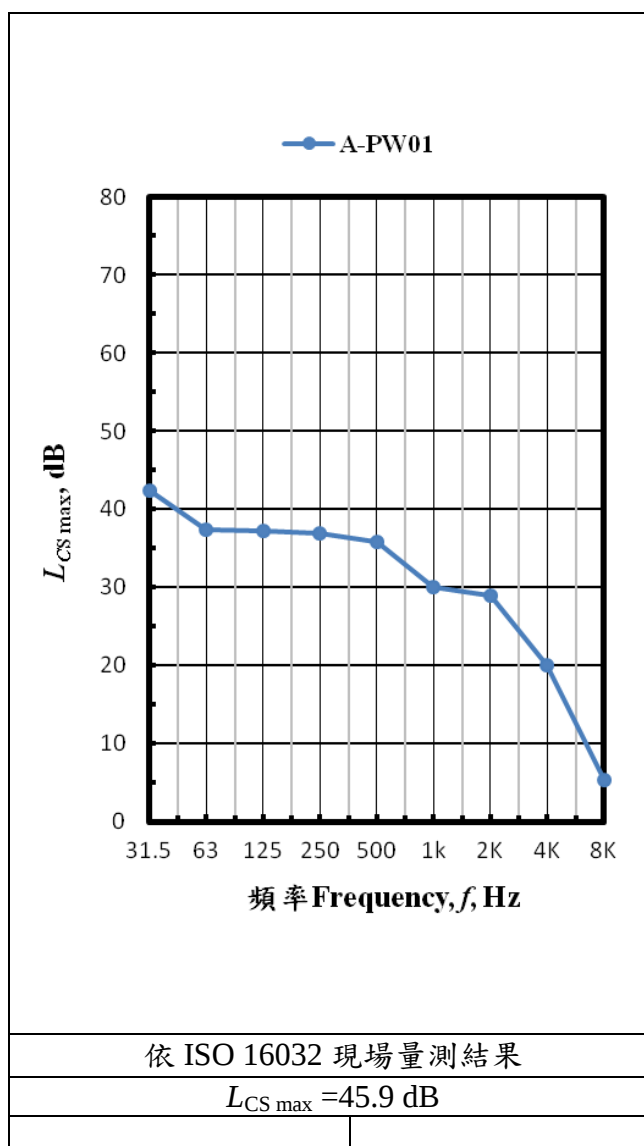
案例編號	G-PW06	
設備描述	為 4F 廁所內便器沖水閥全開至全關一次之噪音，排水管路為 PVC 暗管。	
測試位置	設備下方 3F 房間內	
測試日期	2012/8/29	

頻率 (Hz)	$L_{AS\ max}$ 1/1 oct. (dB)
63	25.7
125	32.9
250	27.2
500	32.5
1000	30.4
2000	25.4
4000	15.5
8000	14.8



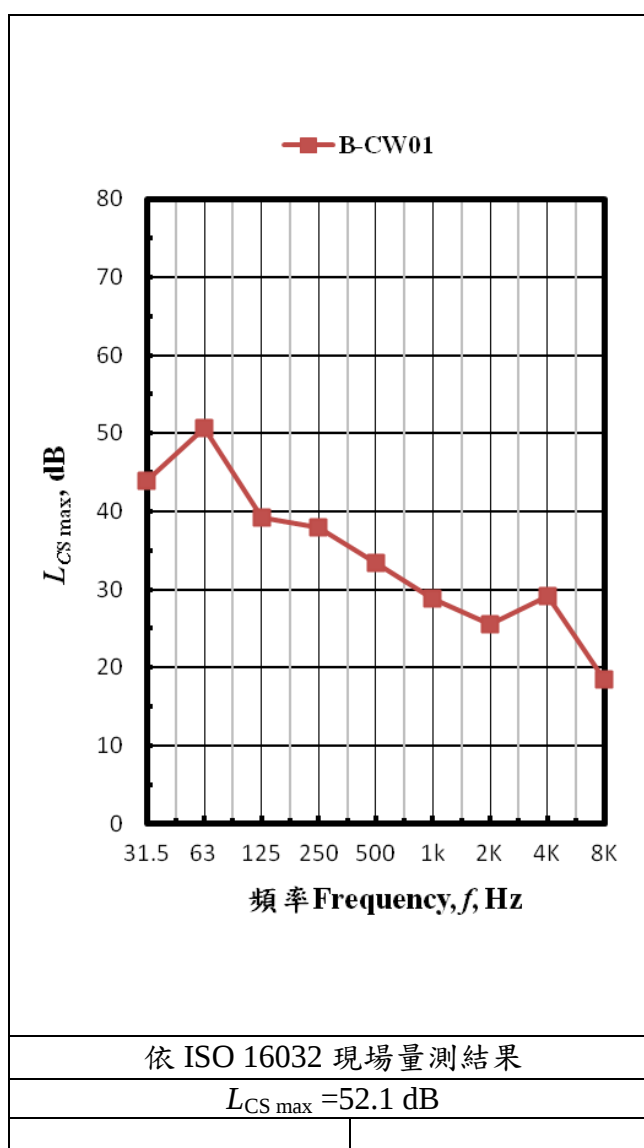
案例編號	A-PW01	
設備描述	為 3F 廁所內便器沖水閥全開至全關一次之噪音，排水管路為 PVC 暗管。	
測試位置	2F 與管路相鄰房間內	
測試日期	2012/3/24~3/26	

頻率 (Hz)	$L_{CS\ max}$ 1/1 oct. (dB)
31.5	42.3
63	37.4
125	37.2
250	36.9
500	35.8
1000	30.1
2000	29.0
4000	20.0
8000	5.3



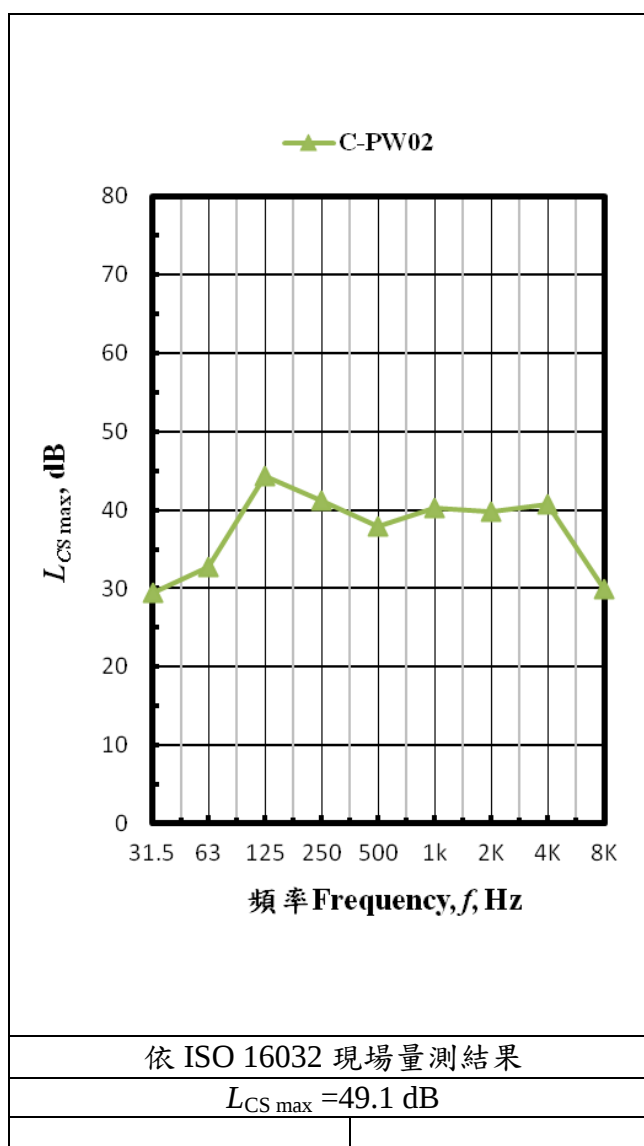
案例編號	B-CW01	
設備描述	為 27F 廁所內便器沖水閥全開至全關一次之噪音，排水管路為鑄鐵暗管。	
測試位置	設備下方 26F 房間內	
測試日期	2012/3/28	

頻率 (Hz)	$L_{CS\ max}$ 1/1 oct. (dB)
31.5	43.9
63	50.7
125	39.2
250	37.9
500	33.4
1000	28.8
2000	25.6
4000	29.2
8000	18.5



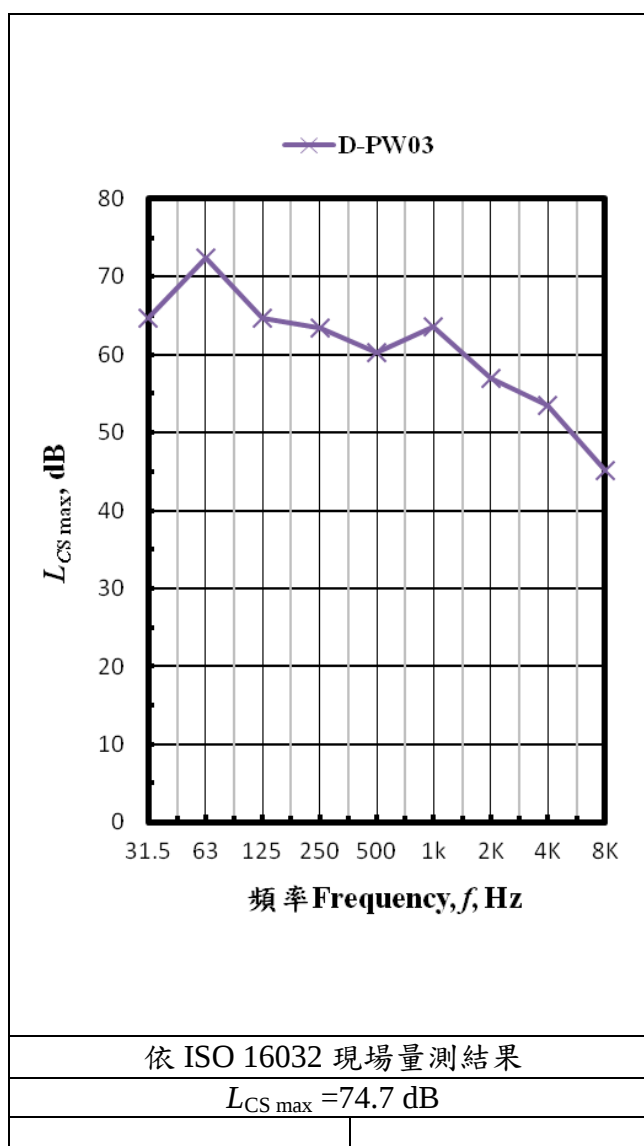
案例編號	C-PW02	
設備描述	為 8F 廁所內便器沖水閥全開至全關一次之噪音，排水管路為 PVC 暗管。	
測試位置	設備下方 7F 房間內	
測試日期	2012/4/23~4/25	

頻率 (Hz)	$L_{CS\ max}$ 1/1 oct. (dB)
31.5	29.4
63	32.7
125	44.3
250	41.2
500	37.9
1000	40.2
2000	39.7
4000	40.7
8000	29.9



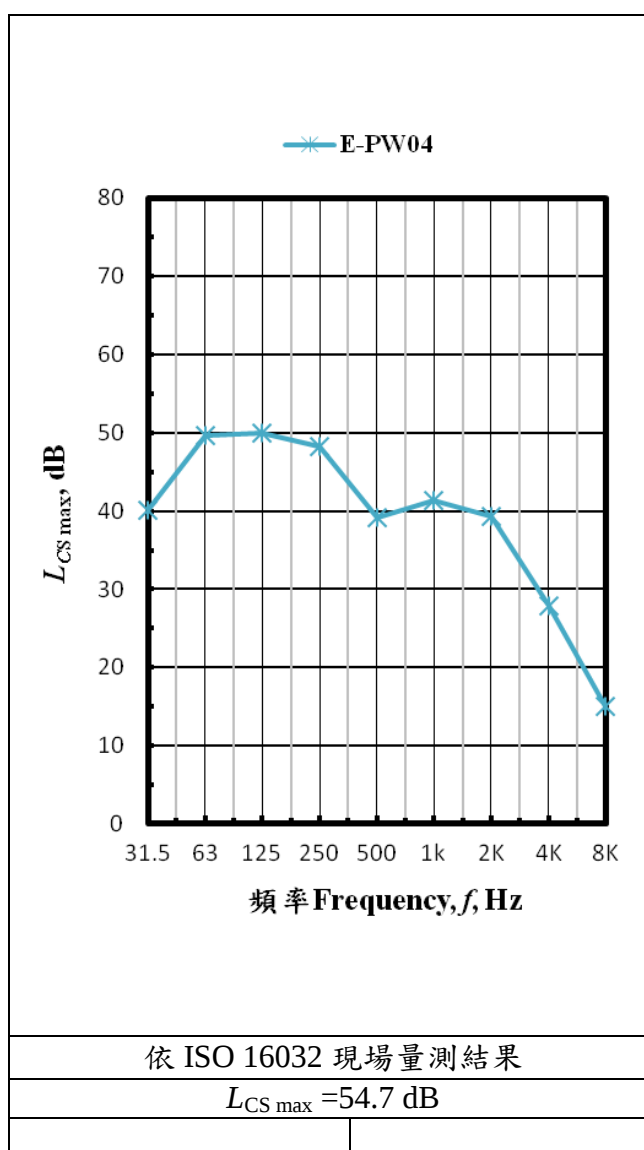
案例編號	D-PW03	
設備描述	為 7F 廁所內便器沖水閥全開至全關一次之噪音，排水管路為 PVC 暗管。	
測試位置	設備下方 6F 房間內	
測試日期	2012/4/23~4/25	

頻率 (Hz)	$L_{CS\ max}$ 1/1 oct. (dB)
31.5	64.7
63	72.5
125	64.7
250	63.4
500	60.3
1000	63.6
2000	56.9
4000	53.5
8000	45.1



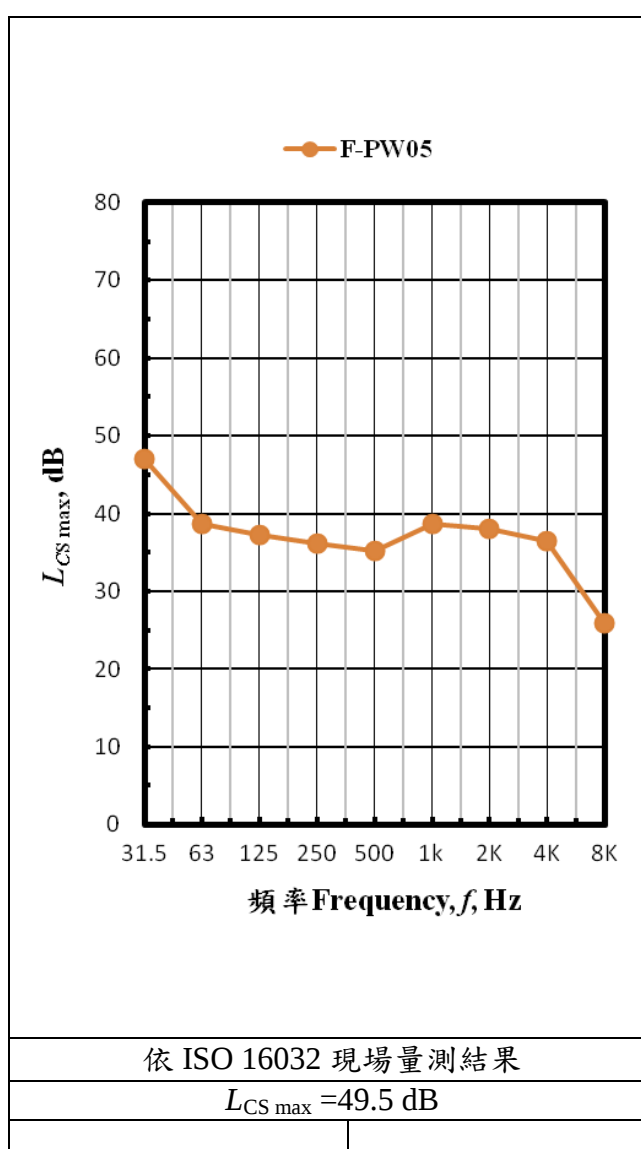
案例編號	E-PW04	
設備描述	為 13F 主臥室廁所內便器沖水閥全開至全關一次之噪音，排水管路為 PVC 明管。	
測試位置	設備下方 12F 房間內	
測試日期	2012/9/6~9/7	

頻率 (Hz)	$L_{CS\ max}$ 1/1 oct. (dB)
31.5	40.1
63	49.7
125	49.9
250	48.2
500	39.2
1000	41.3
2000	39.3
4000	27.8
8000	15.0



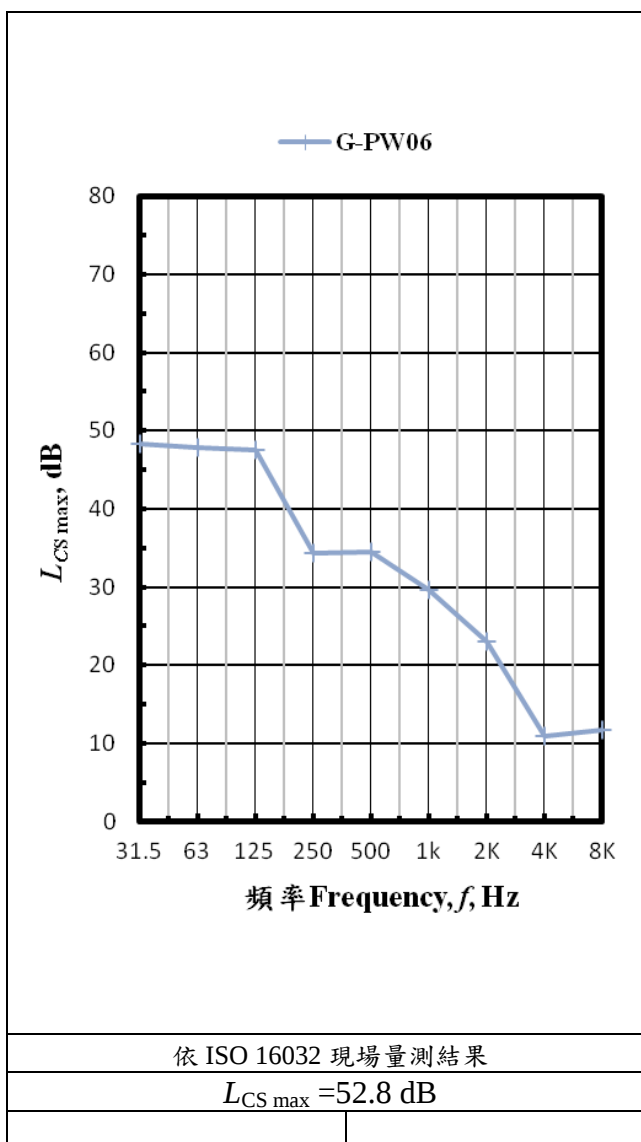
案例編號	F-PW05	
設備描述	為 13F 客廳廁所(緊鄰公共管道間)便器沖水閥全開至全關一次之噪音，排水管路為 PVC 明管。	
測試位置	設備下方 12F 房間內	
測試日期	2012/9/6~9/7	

頻率 (Hz)	$L_{CS\ max}$ 1/1 oct. (dB)
31.5	47.1
63	38.6
125	37.3
250	36.2
500	35.2
1000	38.6
2000	38.1
4000	36.5
8000	25.9



案例編號	G-PW06	
設備描述	為 4F 廁所內便器沖水閥全開至全關一次之噪音，排水管路為 PVC 暗管。	
測試位置	設備下方 3F 房間內	
測試日期	2012/8/29	

頻率 (Hz)	$L_{CS\ max}$ 1/1 oct. (dB)
31.5	48.4
63	47.8
125	47.5
250	34.3
500	34.4
1000	29.6
2000	23.0
4000	10.9
8000	11.7



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.

住宅給排水設備及管路噪音改善之研究

出版機關：內政部建築研究所

電話：(02) 89127890

地址：新北市新店區北新路3段200號13樓

網址：<http://www.abri.gov.tw>

編者：江哲銘、林芳銘、江哲儒、馮俊豪

出版年月：101年12月

版次：第1版

ISBN：978-986-03-4645-9（平裝）