

計畫編號：EPA-107-U1F1-02-A166

環境振動改善措施之研究 專案研究計畫

受託單位：凱鉅科技實業股份有限公司

計畫執行期間：中華民國 107 年 4 月至 107 年 12 月

印製日期：中華民國 107 年 12 月

行政院環境保護署 編印

計畫編號：EPA-107-U1F1-02-A166

環境振動改善措施之研究 專案研究計畫

委託單位：行政院環境保護署

計畫執行期間：中華民國 107 年 4 月至 107 年 12 月

計畫經費：新台幣 1,873 千元

受託單位：凱鉅科技實業股份有限公司

受託單位執行人員：陳建維、劉詩云、鄧雯仁、唐正昌、
劉晉榮、吳孟樺

印製年月：中華民國 107 年 12 月

「環境振動改善措施之研究專案研究計畫」

計畫期末報告基本資料表

委辦單位	行政院環境保護署		
執行單位	凱鉅科技實業股份有限公司		
參與計畫人員姓名	陳建維、劉詩云、鄧雯仁、 唐正昌、劉晉榮、吳孟樺		
年 度	107	計畫編號	EPA-107-U1F1-02-A166
研究性質	☐ 基礎研究 ☐ 應用研究 ☒ 技術發展		
研究領域	噪音		
計畫屬性	☒ 科技類 ☐ 非科技類		
全程期間	<u>1 0 7</u> 年 <u>4</u> 月 ~ <u>1 0 7</u> 年 <u>1 2</u> 月		
本期期間	<u>1 0 7</u> 年 <u>4</u> 月 ~ <u>1 0 7</u> 年 <u>1 2</u> 月		
本期經費	<u>1,873 千元</u>		
	資本支出		經常支出
	土地建築_____千元		人事費 <u>941.655</u> 千元
	儀器設備_____千元		業務費 <u>747.988</u> 千元
	其 他_____千元		材料費_____千元
			其 他 <u>183.357</u> 千元
摘要關鍵詞（中英文各三則）			
<u>環境振動、振動管理、易發生噪音設施</u>			
<u>Environment vibration, Vibration control , Facilities prone to generate noise</u>			

行政院環境保護署計畫成果中英文摘要（簡要版）

一、中文計畫名稱：

環境振動改善措施之研究

二、英文計畫名稱：

The Study of Environmental Vibration Improvement Measures

三、計畫編號：

EPA-107-U1F1-02-A166

四、執行單位：

凱鉅科技實業股份有限公司

五、計畫主持人：

陳建維

六、執行開始時間：

107/04/03

七、執行結束時間：

107/12/31

八、報告完成日期：

107/12/22

九、報告總頁數：

196

十、使用語文：

中文，英文

十一、報告電子檔名稱：

EPA107U1F10702166.PDF

十二、報告電子檔格式：

PDF

十三、中文摘要關鍵詞：

環境振動、振動管理、易發生噪音設施

十四、英文摘要關鍵詞：

Environment vibration, Vibration control, Facilities prone to generate noise

十五、中文摘要

在本計畫中就法規面蒐集國外與環境振動有關之法規內容、管制對象、管制標準及管制情形，作為未來管制之參考。蒐集人對於振動的感受之相關文獻，當振動量加權計算後，總體振動等級可以用於評估

身體受振動影響的感受度、舒適性或不悅度文獻 10 篇。就實地量測部分則執行 20 點次營建工程引致之環境振動量測，研析我國民眾陳情振動案件，研擬民眾陳情振動案件或常見環境振動之量測選點方式。召開 2 場環境振動管理諮詢會，依委員建議修正後研擬環境振動管理指引(草案)。另對於「易發生噪音設施」管制工作之推動，採分批公告管制，第一批公告研擬以「營建工程易發生噪音設施」為主，本年度工作辦理易發生噪音設施輔導與推動相關作業，完成 10 場次營建工程施工機具調查與宣導。

十六、英文摘要：

In this study, the relating environmental vibration control law or guideline of foreign countries was collected to formulate the regulatory measures and the proposed control period, and collected the literature on human's perception of vibration. When the vibration amount is weighted, the overall vibration level can be used to evaluate the body's sensitivity, comfort or dissatisfaction. For the on-site measurement section, the environmental vibration measurement caused by the 20-point construction project was carried out. Research and Analysis of the people to petition the vibration case. Developed a method for selecting points for people's sensitive vibration cases or common environmental vibrations. Two environmental vibration management consultation meetings were held. The environmental vibration guideline (draft) were developed after revision according to the recommendations of the scholars. In addition to the promotion of "facilities prone to generate noise", the first batch of announcements will be developed in accordance with the "construction of facilities prone to generate noise". This year the work of handling facilities prone to generate noise counseling and promote work. Completed investigation and publicity of construction machinery and equipment for 10 construction projects.

行政院環境保護署

環境振動改善措施之研究專案研究計畫

目 錄

	<u>頁次</u>
第一章 前言.....	1-1
1.1 計畫緣起	1-1
1.2 計畫目標.....	1-1
1.3 工作項目及內容.....	1-1
1.4 預定進度及查核重點.....	1-2
第二章 相關背景資料	2-1
2.1 噪音與振動特性比較.....	2-1
2.2 振動感受及影響.....	2-2
2.3 我國振動管制推動情形.....	2-3
2.4 我國噪音陳情數量現況.....	2-5
第三章 彙集比較國內外各類型環境振動相關規範及研究文獻資料 ..	3-1
3.1 蒐集國外最新環境振動相關規範及研究文獻資料，至少 包含歐美國家及亞洲主要國家.....	3-2
3.1.1 環境振動管制之國家.....	3-2
3.1.2 其他國家(未將振動管制立法).....	3-28
3.2 蒐集並研析國內外近 3 年與環境振動有關之規範或研究 文獻至少 3 篇	3-39
3.3 蒐集並研析人體對環境振動感受度或容忍度相關之研究	

文獻至少 3 篇	3-41
3.3.1 研究文獻	3-43
第四章 研析我國民眾陳情振動案件，瞭解實際影響現況	4-1
4.1 調查概要與目的	4-1
4.2 彙整分析近 3 年有關民眾振動陳情案件現況	4-3
4.2.1 依被陳情對象類型分析	4-4
4.2.2 依振動源類型分析	4-9
4.2.3 依陳情時間分析	4-10
4.3 研擬民眾陳情振動案件或常見環境振動之量測選點方式	4-12
4.4 依據民眾陳情案件類型及振動特性，參考國內量測方法 或相關國際規範，擬定量測調查程序及資料分析方法， 完成至少 15 件實地環境振動調查，其中至少 5 件應包含 室內外振動值之比較	4-14
4.4.1 現場振動與噪音量測方法	4-14
4.5 量測結果分析	4-22
4.5.1 各測點振動量測結果說明	4-23
4.5.2 綜合分析	4-63
第五章 研提振動改善措施相關建議	5-1
5.1 蒐集相關環境振動量測儀器之功能及規格，評估量測程 序可行性	5-1
5.2 協助機關辦理振動管理指引相關法制作業	5-2
第六章 辦理易發生噪音設施輔導與推動相關作業	6-1
6.1 實地噪音調查方法	6-2

6.2 營建工程施工機具噪音調查及宣導.....	6-2
6.2.1 50 型	6-6
6.2.2 200 型	6-7
6.2.3 400 型	6-9
6.2.4 460 型-1.....	6-10
6.2.5 650 型	6-11
6.2.6 710 型	6-12
6.2.7 410 型	6-13
6.2.8 400 型+100 型	6-14
6.2.9 200 型+鑽掘機.....	6-15
6.2.10 460 型-2.....	6-16
6.2.11 綜合分析	6-17
6.4 協助機關辦理易發生噪音設施相關法制作業.....	6-18
6.4.1 推動歷程與架構.....	6-18
6.4.2 其他國家作法	6-19
6.4.3 易發生噪音設施操作許可說明	6-24
6.5 易發生噪音設施、低頻噪音及振動之管制架構.....	6-25
第七章 結論與建議	7-1
7.1 結論	7-1
7.2 建議.....	7-5
參考文獻	

表 目 錄

頁次

表 1.4-1 預定工作進度甘梯圖	1-4
表 1.4-2 實際預定進度及查核點說明	1-6
表 2.1-1 噪音與振動特性比較	2-1
表 2.1-2 噪音及振動單位表示方式	2-2
表 2.4-1 公害陳情受理噪音案件統計-依縣市別(96 年至 107 年 9 月).	2-5
表 2.4-2 106 年各縣市噪音稽查處分概況-按音源別.....	2-6
表 3.1.1-1 日本噪音與振動陳情件數統計(1977 年-2015 年).....	3-3
表 3.1.1-2 日本環境振動管制標準(基準)	3-12
表 3.1.1-3 日本特定工廠(場)等振動管制標準(基準).....	3-13
表 3.1.1-4 東京都工廠等振動管制標準(基準)	3-13
表 3.1.1-5 振動測值與背景振動測值修正值	3-14
表 3.1.1-6 韓國噪音振動陳情統計(2014 年-2017 年).....	3-15
表 3.1.1-7 工廠(場)振動排放標準(배출허용기준).....	3-19
表 3.1.1-8 生活振動管制標準(규제기준)	3-20
表 3.1.1-9 交通道路及鐵路振動管制標準(한도)	3-20
表 3.1.1-10 罰金	3-21
表 3.1.1-11 振動限值(admisibles de referencia)	3-22
表 3.1.1-12 振動類型與工程項目	3-26
表 3.1.1-13 時段分區	3-27
表 3.1.1-14 人在不同建築物中對 PPV 之限值(limit)	3-27

表 3.1.2-1 感知等級	3-28
表 3.1.2-2 德國振動建議值(Guideline values)	3-28
表 3.1.2-3 丹麥環境振動建議極限值(foreslaede granser).....	3-29
表 3.1.2-4 振動等級建議值(criteria).....	3-29
表 3.1.2-5 連續振動及衝擊振動限值(1 Hz -80 Hz) (criteria)	3-30
表 3.1.2-6 奧地利平均振動參考值(Richtwerte des maximal zulässigen Beurteilungs-Erschütterungsdosis).....	3-31
表 3.1.2-7 ISO2631 振動標準(Criteria).....	3-32
表 3.1.2-8 人體受到不同振動的感受(Guideline Vibration Annoyance Potential Criteria)	3-32
表 3.1.2-9 各類別振動標準限值(Criteria).....	3-33
表 3.1.2-10 義大利振動建議值	3-33
表 3.1.2-11 挪威振動建議值(guidance limis).....	3-34
表 3.1.2-12 瑞典振動建議值	3-34
表 3.1.2-13 瑞典鄰近軌道建物振動建議值	3-34
表 3.1.2-14 振動等級的影響(Guidance on effects of vibration levels)3-35	
表 3.1.2-15 中國不同區域振動標準值(dB).....	3-36
表 3.1.2-16 各國振動測量及評估標準	3-38
表 3.3-1 振動加速度值與人感受度	3-43
表 4.2-1 公害陳情受理振動案件統計-依被陳情對象類別(96 年至 107 年 9 月).....	4-3
表 4.4.1-1 對背景振動指示值的修正	4-17
表 4.4.1-2 測量設備一覽表	4-18
表 4.4.1-3 現場工作紀錄表	4-20
表 4.5-1 測點基本資料一覽表	4-22

表 6.4.2-1 日本建設機械噪音基準值	6-20
表 6.4.2-2 日本建設機械振動基準值	6-20
表 6.4.2-3 優質機動設備標籤必須的相關證明文件	6-23
表 6.4.2-4 標籤的有效期	6-24

圖 目 錄

頁次

圖 2.4-1 公害陳情受理噪音案件統計-依行業別(96 年至 107 年 9 月)	2-6
圖 3-1 不同振動源之實例說明圖	3-1
圖 4.1-1 環境振動量測調查程序圖	4-2
圖 4.2-1 公害陳情受理振動案件統計-依被陳情對象類別(96 年至 107 年 9 月).....	4-4
圖 4.2.1-1 104 年至 107 年 10 月之振動公害陳情類別案件數圖	4-5
圖 4.2.1-2 振動陳情內容細項百分比圖(104 年至 107 年 10 月)-一般居民(近鄰).....	4-6
圖 4.2.1-3 振動陳情內容細項百分比圖(104 年至 107 年 10 月)-營建工程	4-6
圖 4.2.1-4 振動陳情內容細項百分比圖(104 年至 107 年 10 月)-工業	4-7
圖 4.2.1-5 振動陳情內容細項百分比圖(104 年至 107 年 10 月)-商業	4-8
圖 4.2.1-6 振動陳情內容細項百分比圖(104 年至 107 年 10 月)-其他	4-8
圖 4.2.2-1 不同振動源陳情案件數圖(104 年至 107 年 10 月).....	4-10
圖 4.2.3-1 振動陳情月案件數(104 年至 107 年 10 月).....	4-11
圖 4.2.3-2 振動陳情時段案件數(104 年至 107 年 10 月).....	4-11
圖 4.4.1-1 測量點中心之座標方向選取	4-16
圖 4.4.1-2 測量設備實物照片	4-18
圖 4.5.1-1 測點現況圖(測點 1)	4-23
圖 4.5.1-2 振動頻譜圖(測點 1)	4-24

圖 4.5.1-3 振動歷時圖(測點 1)	4-24
圖 4.5.1-4 測點現況圖(測點 2)	4-25
圖 4.5.1-5 振動頻譜圖(測點 2)	4-26
圖 4.5.1-6 振動歷時圖(測點 2)	4-26
圖 4.5.1-7 測點現況圖(測點 3)	4-27
圖 4.5.1-8 振動頻譜圖(測點 3)	4-28
圖 4.5.1-9 振動歷時圖(測點 3)	4-28
圖 4.5.1-10 測點現況圖(測點 4)	4-29
圖 4.5.1-11 振動頻譜圖(測點 4)	4-30
圖 4.5.1-12 振動歷時圖(測點 4)	4-30
圖 4.5.1-13 測點現況圖(測點 5)	4-31
圖 4.5.1-14 振動頻譜圖(測點 5)	4-32
圖 4.5.1-15 振動歷時圖(測點 5)	4-32
圖 4.5.1-16 振動頻譜圖比較(測點 4 與測點 5)	4-33
圖 4.5.1-17 振動現況圖(測點 6)	4-34
圖 4.5.1-18 振動頻譜圖(測點 6)	4-34
圖 4.5.1-19 振動歷時圖(測點 6-立樁).....	4-35
圖 4.5.1-20 噪音歷時圖(測點 6)	4-35
圖 4.5.1-21 振動現況圖(測點 7)	4-36
圖 4.5.1-22 振動頻譜圖(測點 7)	4-37
圖 4.5.1-23 振動歷時圖(測點 7)	4-37
圖 4.5.1-24 振動現況圖(測點 8)	4-38
圖 4.5.1-25 振動頻譜圖(測點 8)	4-39
圖 4.5.1-26 振動歷時圖(測點 8)	4-39
圖 4.5.1-27 振動現況圖(測點 9)	4-40

圖 4.5.1-28 振動頻譜圖(測點 9)	4-40
圖 4.5.1-29 振動歷時圖(測點 9)	4-41
圖 4.5.1-30 振動現況圖(測點 10)	4-42
圖 4.5.1-31 振動頻譜圖(測點 10)	4-42
圖 4.5.1-32 振動歷時圖(測點 10)	4-43
圖 4.5.1-33 振動現況圖(測點 11)	4-44
圖 4.5.1-34 振動頻譜圖(測點 11)	4-44
圖 4.5.1-35 振動歷時圖(測點 11)	4-45
圖 4.5.1-36 振動頻譜圖比較(測點 10 與測點 11)	4-45
圖 4.5.1-37 振動現況圖(測點 12)	4-46
圖 4.5.1-38 振動頻譜圖(測點 12)	4-46
圖 4.5.1-39 振動歷時圖(測點 12)	4-47
圖 4.5.1-40 振動現況圖(測點 13)	4-48
圖 4.5.1-41 振動頻譜圖(測點 13)	4-48
圖 4.5.1-42 振動歷時圖(測點 13)	4-49
圖 4.5.1-43 振動現況圖(測點 14)	4-50
圖 4.5.1-44 振動頻譜圖(測點 14)	4-50
圖 4.5.1-45 振動歷時圖(測點 14)	4-51
圖 4.5.1-46 振動現況圖(測點 15)	4-52
圖 4.5.1-47 振動頻譜圖(測點 15)	4-52
圖 4.5.1-48 振動歷時圖(測點 15)	4-53
圖 4.5.1-49 振動現況圖(測點 16)	4-54
圖 4.5.1-50 振動頻譜圖(測點 16)	4-54
圖 4.5.1-51 振動歷時圖(測點 16)	4-55
圖 4.5.1-52 振動頻譜圖比較(測點 15 與測點 16)	4-55

圖 4.5.1-53 振動現況圖(測點 17)	4-56
圖 4.5.1-54 振動頻譜圖(測點 17)	4-56
圖 4.5.1-55 振動歷時圖(測點 17)	4-57
圖 4.5.1-56 振動現況圖(測點 18)	4-58
圖 4.5.1-57 振動頻譜圖(測點 18)	4-58
圖 4.5.1-58 振動歷時圖(測點 18)	4-59
圖 4.5.1-59 振動頻譜圖比較(測點 17 與測點 18)	4-59
圖 4.5.1-60 振動現況圖(測點 19)	4-60
圖 4.5.1-61 振動頻譜圖(測點 19)	4-60
圖 4.5.1-62 振動歷時圖(測點 19)	4-61
圖 4.5.1-63 振動現況圖(測點 20)	4-62
圖 4.5.1-64 振動頻譜圖(測點 20)	4-62
圖 4.5.1-65 振動歷時圖(測點 20)	4-63
圖 4.5.1-66 振動頻譜圖比較(測點 19 與測點 20)	4-63
圖 4.5.2-1 振動量與振動源距離比較	4-64
圖 4.5.2-2 振動量及最大振動量比較	4-65
圖 4.5.2-3 室內與室外測量結果比較圖	4-65
圖 6.2-1 不同功率型號之打拔樁機圖	6-3
圖 6.2-2 噪音調查及宣導現況圖	6-4
圖 6.2.1-1 噪音頻譜圖(50 型)	6-6
圖 6.2.1-2 噪音歷時圖(50 型)	6-6
圖 6.2.2-1 噪音頻譜圖(200 型-立樁)	6-7
圖 6.2.2-2 噪音頻譜圖(200 型-打樁)	6-7
圖 6.2.2-3 噪音歷時圖(200 型-立樁)	6-8
圖 6.2.2-4 噪音歷時圖(200 型-打樁)	6-8

圖 6.2.3-1 噪音頻譜圖(400 型)	6-9
圖 6.2.3-2 噪音歷時圖(400 型)	6-9
圖 6.2.4-1 噪音頻譜圖(460 型)	6-10
圖 6.2.4-2 噪音歷時圖(460 型)	6-11
圖 6.2.5-1 噪音頻譜圖(650 型)	6-12
圖 6.2.5-2 噪音歷時圖(650 型)	6-12
圖 6.2.6-1 噪音頻譜圖(710 型)	6-13
圖 6.2.6-2 噪音歷時圖(710 型)	6-13
圖 6.2.7-1 噪音頻譜圖(410 型)	6-14
圖 6.2.7-2 噪音歷時圖(410 型)	6-14
圖 6.2.8-1 噪音頻譜圖(400 型+100 型).....	6-15
圖 6.2.8-2 噪音歷時圖(400 型+100 型).....	6-15
圖 6.2.9-1 噪音頻譜圖(200 型+鑽掘機).....	6-16
圖 6.2.9-2 噪音歷時圖(200 型+鑽掘機).....	6-16
圖 6.2.10-1 噪音頻譜圖(460 型-2).....	6-17
圖 6.2.10-2 噪音歷時圖(460 型-2).....	6-17
圖 6.4.1-1 易發生噪音設施管制架構圖	6-19
圖 6.4.2-1 日本建設機械低噪音、超低噪音及低振動標籤示意圖..	6-21
圖 6.4.2-2 香港優質機動設備標籤標籤樣式.....	6-22
圖 6.5-1 噪音與振動頻率範圍示意圖	6-26

報告大綱

有鑑於噪音與振動的問題常會同時發生，環保署近年來針對環境振動進行國內外資料蒐集及現場量測工作，期能建立相關背景資料，瞭解國內現行環境振動現況及參酌國際上其他國家之管制或規劃情形，作為我國未來制定振動管制法規之參考。

在本計畫中就法規面蒐集國外與環境振動有關之法規內容、管制對象、管制標準及管制情形，作為未來管制之參考。並蒐集人對於振動的感受之相關文獻，當振動量加權計算後，總體振動等級可以用於評估身體受振動影響的感受度、舒適性或不悅度文獻 10 篇。就實地量測部分則執行 20 點次營建工程引致之環境振動量測，並召開 2 場環境振動管理諮詢會，依委員建議修正後研擬環境振動管理指引(草案)。另對於「易發生噪音設施」之推動，採分批公告管制，第一批公告研擬以「營建工程易發生噪音設施」為主，本年度工作辦理易發生噪音設施輔導與推動相關作業，完成 10 場次營建工程施工機具調查與宣導。

本報告為期末報告，其架構及章節內容簡述如下：

第一章「前言」，內容包括本計畫的計畫緣起、計畫目標、工作內容、工作進度。

第二章「本計畫相關背景資料」，說明噪音與振動特性比較、振動感受及影響、我國振動管制推動情形及我國噪音陳情數量現況。

第三章「彙集比較國內外各類型環境振動相關規範及研究文獻資料」，內容包括已立法管制環境振動之國家其法規內容及制訂背景、國外最新與環境振動有關之評估指標、規範及文獻；國內其他主管機關與環境振動相關之規定。蒐集並研析人體對環境振動感受度或容忍度相關之研究文獻。

第四章「研析我國民眾陳情振動案件，瞭解實際影響現況」，彙整分析近 3 年有關民眾振動陳情案件現況，並依據民眾陳情案件類型及振動特性，參考國內量測方法或相關國際規範，擬定量測調查程序及資料分析方法。

第五章「研提振動改善措施相關建議」，蒐集相關環境振動量測儀器之功能及規格，評估量測程序可行性，參考國外管制情形及我國振動陳情現況，研擬環境振動管理指引。

第六章「辦理易發生噪音設施輔導與推動相關作業」，協助辦理易發生噪音設施輔導與推動相關作業，進行實地營建工程施工機具調查與宣導。

第七章「結論與建議」，針對本計畫之期末報告已完成之各項工作內容提出結論及建議。

行政院環境保護署委託專案工作計畫成果報告摘要 (詳細版)

計畫名稱：環境振動改善措施之研究

計畫編號：EPA-107-U1F1-02-A166

計畫執行單位：凱鉅科技實業股份有限公司

計畫主持人(包括協同主持人)：陳建維

計畫期程：107 年 4 月 3 日起 107 年 12 月 31 日止

計畫經費：新台幣 1,873 千元整

摘要

在本計畫中就法規面蒐集國外與環境振動有關之法規內容、管制對象、管制標準及管制情形，作為未來管制之參考。蒐集人對於振動的感受之相關文獻，當振動量加權計算後，總體振動等級可以用於評估身體受振動影響的感受度、舒適性或不悅度文獻 10 篇。就實地量測部分則執行 20 點次營建工程引致之環境振動量測，研析我國民眾陳情振動案件，研擬民眾陳情振動案件或常見環境振動之量測選點方式。召開 2 場環境振動管理諮詢會，依委員建議修正後研擬環境振動管理指引(草案)。另對於「易發生噪音設施」管制工作之推動，採分批公告管制，第一批公告研擬以「營建工程易發生噪音設施」為主，本年度工作辦理易發生噪音設施輔導與推動相關作業，完成 10 場次營建工程施工機具調查與宣導。

In this study, the relating environmental vibration control law or guideline of foreign countries was collected to formulate the regulatory measures and the proposed control period, and collected the literature on human's perception of vibration. When the vibration amount is weighted, the overall vibration level can be used to evaluate the body's sensitivity, comfort or dissatisfaction. For the on-site measurement section, the environmental vibration measurement caused by the 20-point construction project was carried out. Research and Analysis of the people to petition the vibration case. Developed a method for selecting points for people's sensitive vibration cases or common environmental vibrations. Two environmental vibration management consultation meetings were held. The environmental vibration guideline (draft) were developed after revision according to the recommendations of the scholars. In addition to the

promotion of " facilities prone to generate noise ", the first batch of announcements will be developed in accordance with the " construction of facilities prone to generate noise ". This year the work of handling facilities prone to generate noise counseling and promote work. Completed investigation and publicity of construction machinery and equipment for 10 construction projects..

前言

由於噪音與振動均屬物理性環境問題，在民國 72 年公布「噪音管制法」後，主管機關也針對振動進行法制作業，於民國 77 年召開「振動管制法草案」研商會、公聽會等會議，收集各方意見，並經過部會研商後於民國 78 年提送振動管制法草案至行政院核備，當時草案管制範疇如同噪音管制，將工廠(場)、營業或娛樂場所、營建工程及其他場所、工程或設施、道路及鐵路所產生之振動皆納入。行政院核定後於 79 年 3 月送立法院審議，惟直到民國 86 年仍未排入會期審議，因此環保署考量配合當時國內環境保護現況及國土未來發展趨勢，乃由行政院函請立法院撤回該草案，由環保署再進一步評鑑研修。

本年度工作蒐集有關環境振動影響之國內外規範及研究文獻，並針對振動陳情案件所產生之環境振動進行室內外現場量測，亦參考各國文獻及歷年實際測量數據，提出環境振動管理指引，供各縣市環保局解決振動陳情問題，並提供規劃單位於設計施作前以源頭防制，減少未來振動問題的產生。

另對於「易發生噪音設施」之推動，將採分批公告管制，第一批公告研擬以「營建工程易發生噪音設施」為主，本年度工作辦理易發生噪音設施輔導與推動相關作業

執行方法

一、彙集比較國內外各類型環境振動相關規範及研究文獻資料：

(一)蒐集國外最新環境振動相關規範及研究文獻資料，至少包含歐美國家及亞洲主要國家。

(二)蒐集並研析國內外近 3 年與環境振動有關之規範或研究文獻至少 3 篇。

(三)蒐集並研析人體對環境振動感受度或容忍度相關之研究文獻至少 3 篇。

二、研析我國民眾陳情振動案件，瞭解實際影響現況：

(一)彙整分析近 3 年有關民眾振動陳情案件現況。

(二)研擬民眾陳情振動案件或常見環境振動之量測選點方式。

(三)依據民眾陳情案件類型及振動特性，參考國內量測方法或相關國際規範，擬定量測調查程序及資料分析方法，完成至少 15 件實地環境振動調查，其中至少 5 件應包含室內外振動值之比較。

三、研提振動改善措施相關建議：

(一)蒐集相關環境振動量測儀器之功能及規格，評估量測程序可行性。

(二)依據本計畫量測結果之研析，及參考國際規範，研提適合我國環境振動改善措施相關建議及指引。

(三)協助機關辦理振動管理指引相關法制作業。

四、辦理易發生噪音設施輔導與推動相關作業：

(一)完成至少 10 處營建工程施工機具噪音調查及宣導。

(二)協助機關辦理易發生噪音設施相關法制作業。

結論

一、本計畫蒐集各國對於環境振動的因應作為，顯示出亞洲國家採取管制方式的為日本及韓國，而歐美國家多採以振動指引或建議值方式進行規範，包括美國、英國、義大利、德國、瑞典、奧地利、丹麥、挪威等。世界各國不論是針對環境、交通系統或是建設活動所產生的環境

振動，所採用的頻寬範圍多為 1 Hz 至 80 Hz，而對於振動在空間中的影響主要有三種考量：1. 採 Z 軸振動為指標；2. 採三軸振動加總為指標；3. 採最大振動軸向為指標。

- 二、蒐集發表至 2018 年最新與振動感受度相關之研究文獻，顯示人體對振動的反應十分複雜，因為產生的反應係受到很多可能因素的交互作用。對於振動的測量地點，取決於該研究中居民配合程度及現場環境，因此欲選擇在房間中心點或適宜的房間進行測量時會受到這些因素所左右。例如受訪者不同意內部測量，但允許於房屋周圍測量時，則盡可能在房屋的基礎附近進行短期間外部測量。而若受訪者不在家或不同意在靠近其住宅的任何測量作業，則替代方案是在建築物前方或後方街道上進行。在某些情況下，無法在受訪者的位置進行任何測量時，則可選擇在距離振動源距離相當的鄰近建物中進行，惟可能使結果產生與測量位置相關的不確定性。
- 三、蒐集環評報告所量測之背景振動值或施工階段監測結果，以瞭解各區域之振動值分布概況。我國環評振動調查多參考日本振動管制法之標準，故所使用之參考加速度位準 a_{ref} 為 $10^{-5}m/s^2$ ，可大略得知開發場址之環境背景振動值多為 30 dB 左右。
- 四、彙整 104 年至 107 年 10 月之振動公害陳情內容，包含重複陳情案件共 877 件，以被陳情對象分類一般居民(近鄰)231 件、營建工程 250 件、工業 136 件、商業 129 件及其他類別 131 件。若以類似噪音管制標準分類方式分類振動源，營建工程有 378 件、工廠(場)169 件、娛樂或營業場所 157 件、機械振動源(冷氣機、發電機、洗衣機、馬達等)60 件、擴音 21 件、行為(近鄰)振動源 60 件、交通 6 件與其他類別 26 件。綜合上述統計資料，營建工程所產生的振動為民眾感受環境中主要振動來源。
- 五、分析不同時段之陳情件數，參考噪音管制標準多屬住宅區之第二類噪音管制區時段區分，日間(7 時至 19 時)振動陳情共 626 件，晚間(19 時至 22 時)共 88 件，夜間(22 時至 7 時)共 162 件，其中最常遭陳情的時間為早上 9 時至 10 時，夜間時段則為凌晨 0 時至 1 時。因中午為休息時段，故陳情案較少。進一步分析陳情內容，可發現在白天時間多為營建施工或工廠等導致民眾陳情，而夜間多為近鄰產生振動影響

睡眠所致。

六、 研擬四大振動源之選點原則與測量地點，選點原則主要如下：

(一) 營建工程

1. 可能無法以噪音解決之測點。
2. 選擇無其他振源，形成複合式振源，如避免選擇位於幹道旁位置等。

(二) 工廠(場)

1. 依公害陳情案件篩選可能無法以噪音解決之測點，或遭多次陳情之測點，在一般民眾(近鄰)類別之陳情案件，則有許多案件係屬於民宅當作工廠之陳情內容，如裁縫機的振動或家庭代工等等機具操作影響附近住戶。
2. 選擇無其他振源，形成複合式振源，如避免選擇位於幹道旁位置等。

(三) 營業場所

1. 依公害陳情案件篩選可能無法以噪音解決之測點，或遭多次陳情之測點，在一般民眾(近鄰)類別之陳情案件，則有許多案件係屬於民宅當作營業場所之陳情內容，如馬達的振動或冷卻水塔等等機具運轉影響附近住戶。
2. 不可於機具旁測量，應於陳情人生活地點測量。

(四) 交通運輸沿線

(1) 道路(快速道路、高速公路及一般道路)選點原則：

1. 無其他交通系統之振源，形成複合式振源，如避免選擇位於一般道路中間之快速道路等。
2. 無其他振源影響，如避免擺設於工廠、營建工程或非目標交通系統卻持續有車經過之道路旁等。
3. 避免選擇降速之路段，如交流道、閘道、休息區、紅綠燈路口等。

4. 避免選擇交通系統周界有溝渠阻隔之地點。

(2) 軌道(一般鐵路、高速鐵路及捷運系統)選點原則：

1. 無其他交通系統之振源，形成複合式振源，如避免選擇位於一般道路中間之捷運等，如無較佳之測點則以交通流量較小之路段為優先。
2. 無其他振源影響，如避免擺設於工廠、營建工程或非目標交通系統卻持續有車經過之道路旁等。
3. 避免選擇交通系統周界有溝渠阻隔之地點。

測點選擇還須考慮下列注意事項：

1. 測量人員可安全測量之地點，且有腹地可供儀器架設之地點為優先。
 2. 無其他振源，形成複合式振源。
 3. 室外：測點鋪面須為實地，如混凝土、瀝青、磚瓦等鋪面，不可設置於下方為空洞之處，例如水溝蓋板。
 4. 室內：測點鋪面須為樓地板，不可設置於軟性鋪面上方或下方為空洞之處，例如墊高地板或桌上。
 5. 皆需測量背景振動，背景振動值應與事件振動值相差至少 3 dB 以上。
- 七、 本計畫共完成 20 點次振動及噪音測量，其中 10 點次為同一振動源室內及室外之振動量測，並同步量測噪音值。測量指標採用 L_{veq} 且以 ISO 2631-2 之 W_m 加權計算後所得振動量。

(一)事件振動量與振動源距離比較

因許多變數如機具功率、機具台數、使用工法、機具操作方法等等並非一致，故在本研究中所測得之振動量彼此間較無法看出相關趨勢，但可由結果知道若為基礎工程時，以連續壁工法以及整地使用挖土機施工，其所產生的振動較打樁工程小。而施以打樁壓樁工程的基礎工程，距離振源較遠時，部分測點仍有較大之振動量。

(二)事件振動量比較

將各測點事件振動量(三軸加總 L_{veq})進行比較，有 80 %的測點小於 75 dB，90 %的測點小於 80 dB。而最大振動量(L_{vmax})約有 15 %的測點超過 90 dB。

(三)室內及室外振動值比較

因本計畫測量之 10 點次室內與室外測點，雖皆屬不同類型建築物、與振動源不同距離、不同類型振動源、室內外測點不同樓層等等，但所測得室內振動值皆較室外振動值低，其 L_{veq} 差值介於 1.3 至 8.4dB。

- 八、 本計畫協助環保署於 107 年 7 月及 11 月召開第一次及第二次環境振動管理指引(草案)諮詢會，逐次依會中專家學者提出之意見修正環境振動管理指引(草案)。
- 九、 本計畫依陳情資料篩選被陳情內容為打拔樁機噪音之營建工地，因基礎工程階段所產生噪音量較其他階段工期短，故現場調查時係走訪至少 50 處以上之營建工地，篩選出 10 處較具代表性之工地進行噪音調查及宣導工作。此 10 處工地所使用打拔樁機型號分別為 50 型、200 型、400 型、410 型、460 型、650 型、710 型、200 型+鑽掘機、400 型+100 型，各工地多使用 2 台相同型號之打拔樁機分布於左右側，但各機台使用時間部分工地係輪流打樁，部分工地則同時打樁。結果顯示即便機具型號較小但施工方式若為鋼板樁，則可能產生較高之音量，尤以立樁時之噪音量最大。

建議

- 一、 由蒐集之資料顯示國外多個品牌之環境振動測量儀器型錄均載明符合 ISO 8041 三軸向振動測量之要求，且包含 ISO 2631-2 之加權方式，故若用以測量環境振動在儀器方面係具可行性。惟我國現階段環境影響評估監測或環境振動測量方法，皆參考日本法規，其僅規範鉛垂方向管制值，且參考加速度為 $10^{-5}m/s^2$ ，與 ISO 規範的 $10^{-6}m/s^2$ 不同。故若未來採用 ISO 規範之三軸向測量，將會有過渡期係需要與檢測業者以及過往環評監測測量結果詳加說明，說明儀器 JIS 與 ISO 之差異。

- 二、諮詢會委員意見修正草擬指引內容，我國現階段環境影響評估多參考日本振動管制內容，為與世界各國接軌，指引(草案)係參考 ISO 2631 之標準研擬。
- 三、現階段環保署環境振動管理指引(草案)規劃，主要係針對有陳情困擾之對象或有振動影響疑慮之規劃提供之指引值，而對於環境振動 24 小時背景監測之內容，建議可以進行相關調查研究，以配合環境影響評估振動監測項目之內容提出相關內容。
- 四、由於營建施工機具除有救災、安全或國防需求者在相關主管機關有建檔外，多數並未納管，其數量僅能採推估方式。適逢 107 年 8 月 1 日修正公布「空氣污染防制法」，其中包含新增施工機具之空氣污染管制，未來建議可研擬施工機具與空污法移動污染源管制措施配合納管之噪音振動項目及辦法，一併調查近年營建業者採用低噪音振動機具設備或低噪音振動工法之現況。

第一章 前言

工作成果摘要

1. 說明本計畫之緣起及相關工作項目及內容。
2. 本計畫完成之工作符合預定進度。

第一章 前言

1.1 計畫緣起

由於噪音與振動均屬物理性環境問題，在民國 72 年公布「噪音管制法」後，主管機關也針對振動進行法制作業，於民國 77 年召開「振動管制法草案」研商會、公聽會等會議，收集各方意見，並經過部會研商後於民國 78 年提送振動管制法草案至行政院核備，當時草案管制範疇如同噪音管制，將工廠(場)、營業或娛樂場所、營建工程及其他場所、工程或設施、道路及鐵路所產生之振動皆納入。行政院核定後於 79 年 3 月送立法院審議，惟直到民國 86 年仍未排入會期審議，因此環保署考量配合當時國內環境保護現況及國土未來發展趨勢，乃由行政院函請立法院撤回該草案，由環保署再進一步評鑑研修。

為完備環境振動相關管理內容，本年度工作將蒐集有關環境振動影響之國內外規範及研究文獻，並針對振動陳情案件所產生之環境振動進行室內外現場量測，亦參考各國文獻及歷年實際測量數據，提出環境振動管理指引，供各縣市環保局解決振動陳情問題，並提供規劃單位於設計施作前以源頭防制，減少未來振動問題的產生。

另對於「易發生噪音設施」之推動，將採分批公告管制，第一批公告研擬以「營建工程易發生噪音設施」為主，本年度工作將辦理易發生噪音設施輔導與推動相關作業。

1.2 計畫目標

- 一、完成國內外近 3 年環境振動研究文獻資料之彙整研析。
- 二、完成近 3 年我國民眾陳情振動案件之研析，瞭解振動對民眾之實際影響現況。
- 三、完成振動改善措施之建議及進行振動管理指引法制化作業。
- 四、持續辦理易發生噪音設施管制推動工作。

1.3 工作項目及內容

本計畫工作內容至少應包含下列各項：

一、彙集比較國內外各類型環境振動相關規範及研究文獻資料：

- (一)蒐集國外最新環境振動相關規範及研究文獻資料，至少包含歐美國家及亞洲主要國家。
- (二)蒐集並研析國內外近 3 年與環境振動有關之規範或研究文獻至少 3 篇。
- (三)蒐集並研析人體對環境振動感受度或容忍度相關之研究文獻至少 3 篇。

二、研析我國民眾陳情振動案件，瞭解實際影響現況：

- (一)彙整分析近 3 年有關民眾振動陳情案件現況。
- (二)研擬民眾陳情振動案件或常見環境振動之量測選點方式。
- (三)依據民眾陳情案件類型及振動特性，參考國內量測方法或相關國際規範，擬定量測調查程序及資料分析方法，完成至少 15 件實地環境振動調查，其中至少 5 件應包含室內外振動值之比較。

三、研提振動改善措施相關建議：

- (一)蒐集相關環境振動量測儀器之功能及規格，評估量測程序可行性。
- (二)依據本計畫量測結果之研析，及參考國際規範，研提適合我國環境振動改善措施相關建議及指引。
- (三)協助機關辦理振動管理指引相關法制作業。

四、辦理易發生噪音設施輔導與推動相關作業：

- (一)完成至少 10 處營建工程施工機具噪音調查及宣導。
- (二)協助機關辦理易發生噪音設施相關法制作業。

1.4 預定進度及查核重點

本計畫之執行期限為自決標日起至107年12月31日止，在計畫執行期間設立三個查核點，依據前述所列工作內容及工作方法，定期查

核工作進度及內容是否符合工作期程，以有效達成作業進度與品質控管目標，預定工作進度甘梯圖如表1.4-1。

本計畫之實際預定進度及查核點說明如表 1.4-2。

表 1.4-1 預定工作進度甘梯圖

工作內容項目	月次	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	年別	107 年								
	月份	4	5	6	7	8	09	10	11	12
蒐集國外最新環境振動相關規範及研究文獻資料，至少包含歐美國家及亞洲主要國家。(8%)		1.0%	3.0%	2.0%	2.0%					
蒐集並研析國內外近 3 年與環境振動有關之規範或研究文獻至少 3 篇。(8%)		3.0%	3.0%	2.0%						
蒐集並研析人體對環境振動感受度或容忍度相關之研究文獻至少 3 篇。(8%)		2.0%	1.0%	1.0%	2.0%	2.0%				
彙整分析近 3 年有關民眾振動陳情案件現況。(8%)		3.0%	3.0%	2.0%						
研擬民眾陳情振動案件或常見環境振動之量測選點方式。(8%)		3.0%	3.0%	2.0%						
依據民眾陳情案件類型及振動特性，參考國內量測方法或相關國際規範，擬定量測調查程序及資料分析方法，完成至少 15 件實地環境振動調查，其中至少 5 件應包含室內外振動值之比較。(20%)				3.0%	4.0%	4.0%	4.0%	3.0%	2.0%	
蒐集相關環境振動量測儀器之功能及規格，評估量測程序可行性。(8%)		1.0%		1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	2.0%	
依據本計畫量測結果之研析，及參考國際規範，研提適合我國環境振動改善措施相關建議及指引。(8%)							2.0%	3.0%	3.0%	
協助機關辦理振動管理指引相關法制作業。(6%)					1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	2.0%	
完成至少 10 處營建工程施工機具噪音調查及宣導。(12%)		1.0%	1.0%	1.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	1.0%	
協助機關辦理易發生噪音設施相關法制作業。(6%)				1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	
預定每月累積百分比 (%)		14.0%	14.0%	15.0%	13.0%	11.0%	11.0%	11.0%	11.0%	-
預定進度累積百分比 (%)		14.0%	28.0%	43.0%	56.0%	67.0%	78.0%	89.0%	100.0%	100.0%

查核點	預定完成時間	查核點內容說明
擬定測點選定原則、量測方法、分析方式	107.05.01	彙整完成陳情測點，並提出量測作業流程及測點選定。
第一次工作進度報告	107.05.31	1. 蒐集國內外近 3 年與環境振動有關之規範或研究文獻至少 3 篇。 2. 研擬民眾陳情振動案件或常見環境振動之量測選點方式。 3. 擬定測點選定原則、量測方法、分析方式。
現場環境振動及噪音量測	107.07.31	1. 依工作進度報告審查意見修正研究方向。 2. 累計完成現場環境振動及噪音至少 2 處。
期中報告	107.08.31	1. 蒐集並研析人體對環境振動感受度或容忍度相關之研究文獻至少 3 篇。 2. 完成 5 處現場環境振動量測。 3. 蒐集相關環境振動量測儀器之功能及規格。 4. 完成 5 處營建工程施工機具噪音調查及宣導。 5. 完成期中報告。
現場環境振動及噪音量測 營建工程施工機具噪音調查及宣導	107.10.31	1. 依期中報告審查意見修正研究方向。 2. 累計完成現場環境振動及噪音 16 處。 3. 累計完成至少 8 處營建工程施工機具噪音調查及宣導。
期末報告	107.11.30	1. 累計完成 20 處現場環境振動量測。 2. 累計完成 10 處營建工程施工機具噪音調查及宣導。 3. 研提適合我國環境振動改善措施相關建議及指引。 4. 完成各項工作項目。

表 1.4-2 實際預定進度及查核點說明

契約書之預定進度累積百分比 (%)		100%			實際執行進度 (%)	100%	
工作內容項目	實際執行情形	差異分析 (打√)			落後原因	困難檢討及對策	預計改善完成日期
		符合	落後	超前			
蒐集國外最新環境振動相關規範及研究文獻資料，至少包含歐美國家及亞洲主要國家。(8%)	已完成	√					
蒐集並研析國內外近 3 年與環境振動有關之規範或研究文獻至少 3 篇。(8%)	已完成	√					
蒐集並研析人體對環境振動感受度或容忍度相關之研究文獻至少 3 篇。(8%)	已完成	√					
彙整分析近 3 年有關民眾振動陳情案件現況。(8%)	已完成	√					
研擬民眾陳情振動案件或常見環境振動之量測選點方式。(8%)	已完成	√					
依據民眾陳情案件類型及振動特性，參考國內量測方法或相關國際規範，擬定量測調查程序及資料分析方法，完成至少 15 件實地環境振動調查，其中至少 5 件應包含室內外振動值之比較。(20%)	已完成	√					
蒐集相關環境振動量測儀器之功能及規格，評估量測程序可行性。(8%)	已完成	√					
依據本計畫量測結果之研析，及參考國際規範，研提適合我國環境振動改善措施相關建議及指引。(8%)	已完成	√					
協助機關辦理振動管理指引相關法制作業。(6%)	已完成	√					
完成至少 10 處營建工程施工機具噪音調查及宣導。(12%)	已完成	√					
協助機關辦理易發生噪音設施相關法制作業。(6%)	已完成	√					

第二章 相關背景資料

工作成果摘要

1. 振動感受及影響：人對於振動的感受主要取決於振動頻率和方向，而人在建築物內 x-y-z 三軸向空間中，可感受到的頻率範圍主要在 0.5 Hz—80 Hz，不同軸向位移一般會有不同的頻率。
2. 噪音陳情案件 106 年受理噪音陳情案件數逾 8 萬件，由環保署統計資料庫，統計我國 96 年至 107 年 9 月之噪音公害陳情案件數（受理案件數），106 年噪音稽查處分案件數，統計結果顯示以臺北市稽查案件數最多約為 2 萬 4 千件，其次為新北市約為 2 萬件，再其次為臺中市約為 9 千件。

第二章 相關背景資料

有鑑於噪音與振動的問題常會同時發生，環保署近年來針對環境振動進行國內外資料蒐集及現場量測工作，期能建立相關背景資料，瞭解國內現行環境振動現況及參酌國際上其他國家之管制或規劃情形，作為我國未來制定振動管制法規之參考。

2.1 噪音與振動特性比較

噪音與振動的傳遞及人體感受不同，故其所將用之指標與計算方式亦有所不同，並無法完全以噪音之指標進行振動量之判斷，針對噪音常用之指標與振動常用之指標說明如下。

有部分低頻噪音為振動所引致之結構噪音，若由振動管制著手處理，亦可能得以有效處理此類問題。

針對噪音與振動的特性整理如表 2.1-1，在噪音方面，國際間較有共識，對於噪音值的描述採用A加權，音壓位準之參考基準 P_0 國際間都遵循ISO的基準值。但振動位準的表示並未統一，各國有各自使用之量測方法與計算方式，如表 2.1-2 列出部分國家目前使用之單位或指標及參考基準值，其餘物理量的參考基準各國尚未有共識，在引述時需特別留意。

表 2.1-1 噪音與振動特性比較

項目	噪音	振動
人體感覺系統	聽覺	觸覺
傳播介質	氣體、液體、固體	固體
感受頻率範圍	20 Hz~20 kHz	1 Hz~80 Hz
人體較敏感範圍	1 kHz~5 kHz	鉛垂向：4 Hz~8 Hz 水平向：1 Hz~2 Hz
物理量	壓力	作用力、位移、速度、加速度
常用單位	dB(A)	dB
國際間評估指標	較具一致性	基準值及評估指標未有共識
頻率加權	ABCZ 加權	未有一致性

表 2.1-2 噪音及振動單位表示方式

名稱	定義	參考方式	備註
噪音音壓位準	$L_P=10 \times \log(P^2/P_0^2)$	$2 \times 10^{-5} \text{ N/m}^2$	國際通用
振動加速度位準	$L_a=10 \times \log(a^2/a_0^2)$	10^{-5} m/s^2	日本、韓國、CNS
		10^{-6} m/s^2	ISO 1683

2.2 振動感受及影響

人對於振動的感受主要取決於振動頻率和方向，而人在建築物內x-y-z三軸向空間中，可感受到的頻率範圍主要在 0.5 Hz—80 Hz，不同軸向位移一般會有不同的頻率。進行加權計算，總體振動等級可以用於評估身體受振動影響的感受度、舒適性或不悅度。施工造成結構振動頻率多為 0.5 Hz—500 Hz，而造成建築物損壞的頻率則是介於 1 Hz-150 Hz之間(ISO 14837-1:2005)，為防止或減少施工噪音及振動對環境的影響。人或建築物及環境受振動影響時，其感受的振動量通常以速度和加速度進行定義及計算，通常以m/s及m/s²為單位，或以VdB(國際 $1 \times 10^{-8} \text{ m/s}$ 或 $5 \times 10^{-8} \text{ m/s}$ ，美國 $1 \times 10^{-6} \text{ in/s}$)表示。

針對振動影響設置建議值，各國大多考量人體舒適度、疲勞度及承受度等感受問題後，提出相關值，而這些振動量測之值，大都著重在人體處於交通運輸系統或建築物中之感受以及建設活動(營建施工)方面之影響；而不論是針對環境、交通系統或是建設活動方面，大多數國家振動頻寬範圍為 1 Hz~80 Hz。

振動結構會因複雜的地面條件和其他相關聯變數，營建振動的傳遞可分為兩種類型：

- 1.地面振動
- 2.空氣振動

2.3 我國振動管制推動情形

我國針對振動管制法於 77 年即已規劃草案，當時草案重點包含：明訂各級主管機關得在轄區內劃定振動管制區之原則；在振動管制區內之工廠(場)、營業或娛樂場所、營建工程及其他場所、工程或設施所產生之振動，不得超過管制標準；有關易產生振動之設施，應先取得許可後，始得設置或操作；有關道路及鐵路交通所引起之振動，應符合振動管制標準，其超過管制標準時，道路及鐵路主管機關應採取適當之防制措施等規定。而推動歷程如下：

1. 民國 77 年 5 月及 6 月分別召開振動管制法草案研商會及公聽會。
2. 民國 78 年 6 月提報「振動管制法」草案至行政院審議。為因應交通部所提意見，行政院決議由交通部召集交通相關單位就有關條文先行研商，再送行政院審議。
3. 民國 78 年 7 月交通部召開「振動管制法」草案審查會議。
4. 民國 78 年 10 月召開「研商修正振動管制法草案」會議。
5. 民國 78 年 12 月提送「振動管制法」修正草案至行政院核備。
6. 民國 79 年 1 月行政院審查「振動管制法」草案。
7. 民國 79 年 3 月送「振動管制法」草案至立法院審議，俟立法院三讀通過公告實施後，再行訂定振動管制法施行細則及管制標準。
8. 民國 85 年 7 月環保署將本法列為提交立法院討論之第六優先序法案。
9. 民國 86 年 6 月由於仍未排入立法院會期審議之法案，故為配合我國環境保護現況及因應國土未來發展趨勢，環保署函請行政院同意先予撤回「振動管制法」草案，再進一步評鑑研修。
10. 民國 87 年 11 月邀請國內振動方面之專家學者，成立「振

動管制法相關法規制定技術諮詢小組」。

11. 民國 88 年 2 月振動管制法相關法規制定技術諮詢小組第一次諮詢會議。
12. 民國 91 年 4 月委託專業機構針對「振動管制法」草案進行檢討修正，並實際量測環境振動及研究防振之技術，作為振動管制的參考。
13. 民國 92 年 3 月邀請中華民國音響學會，商討解決振動後經空氣傳導之低頻噪音，並將作為研修振動管制法之參考。
14. 民國 92 年針對住宅區、住商混合區及工業區建立環境振動資料庫。
15. 民國 94 年環保署檢討並研擬振動管制法草案條文。
16. 民國 94 年至今環保署持續針對交通運輸系統、營建工程及工廠(場)進行振動相關之研究計畫。

2.4 我國噪音陳情數量現況

相對於噪音陳情案件數量，振動陳情案件數相形較少，本小節說明噪音陳情數量變化情形。當民眾向環保單位陳情公害問題，該資料會進入公害陳情受理系統資料庫，環保局據此前往處理，受理案件數可能為同一公害陳情被重複陳情多次。

當環保局前往稽查被陳情地點處理完成後，其處理結果需登錄回公害陳情系統資料庫，再匯入陳情管制處理登錄系統(EEMS)，處理案件數可能將多次陳情地點歸為同一件，而稽查後確定有污染事實之地點則將執行處分，環保署統計室再依據各類公害陳情處理案件數進行統計，並發布環境保護統計月報及年報資料。故受理案件通常比處理處分案件數多。

噪音陳情案件 106 年受理噪音陳情案件數逾 8 萬件，由環保署統計資料庫，統計我國 96 年至 107 年 9 月之噪音公害陳情案件數(受理案件數)，分別以陳情類別與縣市別統計，如表 2.4-1 及圖 2.4-1 所示。自 96 年至 105 年皆以商業噪音陳情最多，其中 103 年營建工程

項目較其他年多出許多，103 年至 106 年近鄰陳情數量則開始增加，106 年陳情案件則以近鄰陳情最高。

106 年噪音稽查處分案件數，統計結果顯示以臺北市稽查案件數最多約為 2 萬 4 千件，其次為新北市約為 2 萬件，再其次為臺中市約為 9 千件，各縣市稽查及處分案件數如表 2.4-2 所示。

表 2.4-1 公害陳情受理噪音案件統計-依縣市別(96 年至 107 年 9 月)

縣市別 \ 年	96 年	97 年	98 年	99 年	100 年	101 年	102 年	103 年	104 年	105 年	106 年	107 (第一季至第三季)
總計	44,879	52,586	60,768	64,476	69,458	78,987	86,800	96,739	87,906	83,749	83,833	60,406
新北市	10,285	11,709	12,854	14,760	18,072	23,578	23,502	26,673	24,571	22,847	21,146	16,028
臺北市	15,865	21,682	27,925	28,055	25,519	26,469	29,344	33,627	25,320	22,674	22,891	15,886
臺中市	2,990	3,248	3,176	3,507	6,638	8,447	10,897	11,667	2,519	2,883	3,322	2,884
臺南市	2,286	2,360	2,578	2,944	3,461	4,095	4,440	4,773	12,555	13,707	13,748	9,763
高雄市	3,537	3,464	4,126	4,830	5,373	6,100	7,468	7,860	4,505	4,257	4,348	3,366
桃園市	2,833	2,762	2,518	2,708	2,432	1,931	2,337	2,546	1,416	1,315	8,872	6,534
宜蘭縣	698	693	981	914	778	844	1,028	1,149	8,250	7,472	936	616
新竹縣	76	51	52	156	206	132	187	236	313	493	400	285
苗栗縣	483	429	429	408	438	527	507	497	484	506	655	331
彰化縣	1,479	1,612	1,420	1,468	1,432	1,661	1,572	1,423	1,455	1,715	1,631	894
南投縣	317	390	391	415	393	494	637	710	703	1,138	1,235	353
雲林縣	634	433	511	443	588	448	426	431	450	422	470	303
嘉義縣	306	250	302	329	378	509	391	360	334	275	360	248
屏東縣	676	706	891	902	836	715	925	990	1,081	1,002	868	666
臺東縣	180	181	159	169	240	160	170	179	197	207	193	141
花蓮縣	375	346	333	260	262	230	260	270	255	201	195	314
澎湖縣	47	53	43	51	33	24	35	19	25	126	60	33
基隆市	432	518	603	578	636	642	655	810	811	582	509	113
新竹市	911	1,163	869	820	925	926	814	1,059	1,186	989	1,007	856
嘉義市	449	523	590	716	782	1,041	1,160	1,421	1,435	902	960	775
金門縣	13	13	14	42	32	13	45	39	41	36	26	17
連江縣	7	0	3	1	4	1	—	—	—	—	1	0

資料來源：環保署統計資料庫

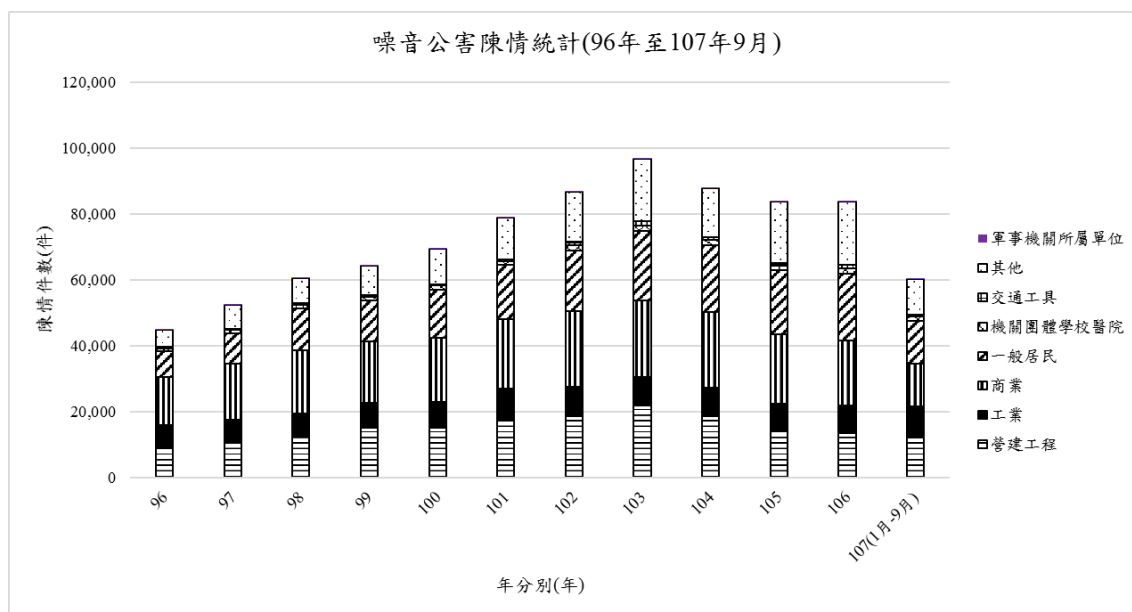


圖 2.4-1 公害陳情受理噪音案件統計-依行業別(96 年至 107 年 9 月)

表 2.4-2 106 年各縣市噪音稽查處分概況-按音源別

地區別	稽查數/處分數	按音源別								
		工廠(場)	娛樂營業場所	營建工程	擴音設施	交通噪音	機動車輛噪音	軍事機關	經公告場所、工程及設施	其他
總計	稽查	8,248	22,423	26,666	10,895	200	2,620	39	—	11,998
	處分	32	266	1,088	29	6	568	—	—	48
新北市	稽查	2,497	4,774	8,556	2,254	52	128	6	—	1,929
	處分	3	54	248	2	—	159	—	—	8
臺北市	稽查	136	8,482	8,312	2,784	21	175	3	—	4,657
	處分	1	86	612	10	6	180	—	—	4
桃園市	稽查	867	1,547	1,652	496	6	852	2	—	697
	處分	—	62	66	3	—	22	—	—	6
臺中市	稽查	1,907	1,688	2,016	1,925	19	107	4	—	1,556
	處分	10	22	38	5	—	90	—	—	1
臺南市	稽查	590	1,011	1,013	578	14	60	11	—	689
	處分	—	1	8	3	—	10	—	—	7
高雄市	稽查	504	2,706	2,815	1,511	49	2	9	—	1,249
	處分	—	9	37	—	—	—	—	—	15
宜蘭縣	稽查	92	254	207	97	—	20	—	—	49
	處分	1	6	8	—	—	5	—	—	—
新竹縣	稽查	69	206	227	43	1	265	—	—	97
	處分	6	4	28	—	—	34	—	—	6

表 2.4-2 106 年各縣市噪音稽查處分概況-按音源別(續 1)

地區別	稽查數/處分數	按音源別								
		工廠(場)	娛樂營業場所	營建工程	擴音設施	交通噪音	機動車輛噪音	軍事機關	經公告場所、工程及設施	其他
苗栗縣	稽查	103	140	20	21	—	3	1	—	34
	處分	6	3	—	—	—	—	—	—	—
彰化縣	稽查	669	306	145	288	4	18	—	—	155
	處分	—	3	1	—	—	4	—	—	—
南投縣	稽查	209	113	46	117	4	164	—	—	179
	處分	4	—	—	—	—	50	—	—	—
雲林縣	稽查	94	107	42	94	2	20	—	—	40
	處分	1	1	—	1	—	—	—	—	1
嘉義縣	稽查	102	116	64	46	1	719	—	—	63
	處分	—	—	—	—	—	—	—	—	—
屏東縣	稽查	146	194	74	116	5	1	1	—	175
	處分	—	1	—	—	—	—	—	—	—
臺東縣	稽查	5	83	45	9	—	—	—	—	30
	處分	—	—	—	—	—	—	—	—	—
花蓮縣	稽查	17	80	125	17	—	44	1	—	51
	處分	—	—	—	—	—	—	—	—	—
澎湖縣	稽查	2	24	2	12	1	—	—	—	31
	處分	—	—	—	—	—	—	—	—	—
基隆市	稽查	33	172	206	60	—	23	—	—	172
	處分	—	—	3	—	—	2	—	—	—
新竹市	稽查	38	122	500	99	7	—	1	—	127
	處分	—	—	39	1	—	—	—	—	—
嘉義市	稽查	150	295	569	328	14	17	—	—	18
	處分	—	14	—	4	—	12	—	—	—
金門縣	稽查	18	3	30	—	—	2	—	—	—
	處分	—	—	—	—	—	—	—	—	—
連江縣	稽查	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	處分	—	—	—	—	—	—	—	—	—

資料來源：環保署統計資料庫

第三章 彙集比較國內外各類型環境振動相關規範及研究文獻資料

工作成果摘要

蒐集近三年各國有關環境振動相關之管制，目前已蒐集並更新至各國最新資料，包括訂有振動相關管制標準或振動建議/參考值之日本、韓國、西班牙及美國等世界各國與環境振動相關之內容，並針對國內主管機關與其他國家或地區之規定、技術指南或研究文獻 10 篇。

第三章 彙集比較國內外各類型環境振動相關 規範及研究文獻資料

常見環境振動源類別有營建工程、工廠、交通運輸及營業場所等，圖 3-1 為不同振動源之實例說明圖。而各國針對不同振動源有不同的量測規範與標準。

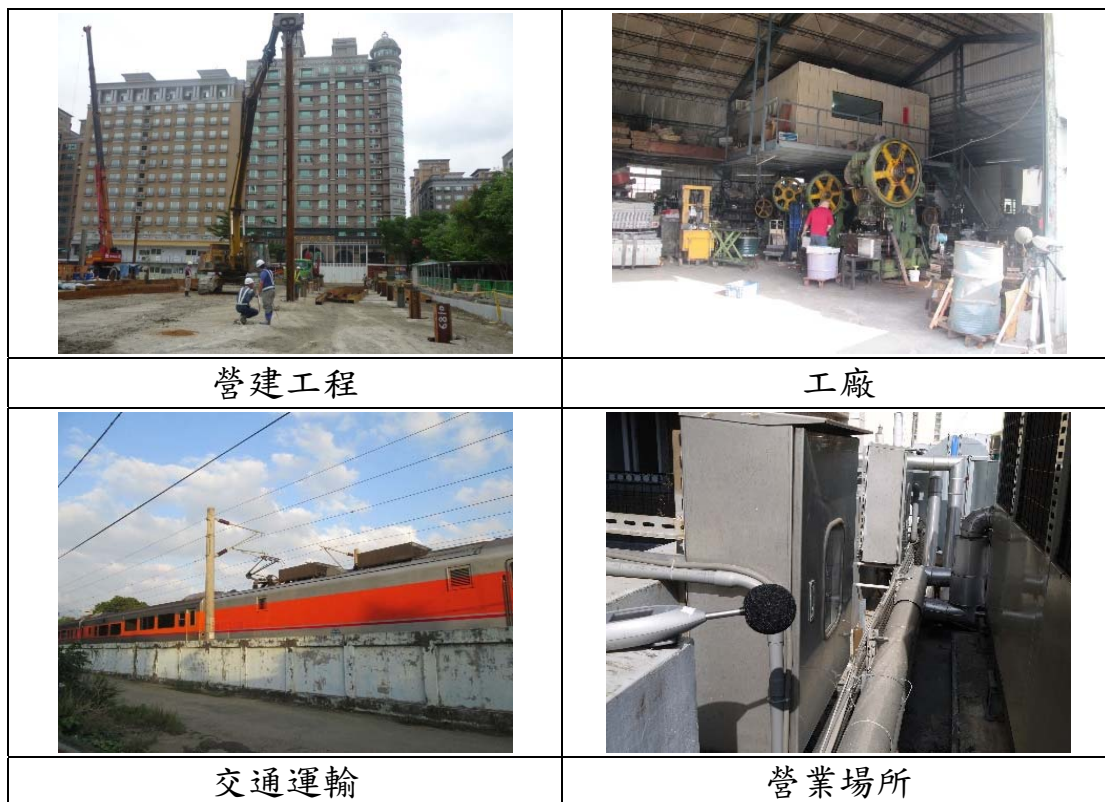


圖 3-1 不同振動源之實例說明圖

本計畫重點係針對環境中振動相關之管制，本工作項目針對國外與振動相關之法規、標準值/建議值/參考值、管制策略、改善策略等內容進行蒐集分析。

已蒐集訂有振動相關管制標準或振動建議/參考值之日本、韓國、西班牙、美國、英國、義大利、德國、瑞典、奧地利、丹麥、挪威等世界各國與環境振動相關之內容(如法規或技術指南)進行蒐集，以作為現場量測之選點規劃及資料分析及研擬環境振動相關管制內容及改善策略之參考依據。

3.1 蒐集國外最新環境振動相關規範及研究文獻資料，至少包含歐美國家及亞洲主要國家

本項工作蒐集國際間環境中振動源特性、現況、法規內容、管制對象、標準及管制情形。以下說明就所蒐集之資料，分為兩部分，第一部分為針對環境振動進行管制的國家，如亞洲國家日本及韓國，第二部分則係以振動指引或建議值方式進行規範之國家最新資料。

3.1.1 環境振動管制之國家

一、日本

(一)日本管制情形及現況

日本振動規制法自 1976 年發布，當時考慮到受振動影響區域，除了住宅和工廠混合的城市外，工廠機械設備及建築施工作業日益增加，故立法管制工廠(場)及事業場的事業活動及營建工程伴隨發生之振動，以及協調設置道路交通振動防制措施，以維護其生活環境及保護國民健康為目的，最近一次修正為 2014 年 6 月 18 日，並自 2016 年 4 月 1 日施行。日本振動規制法至 2018 年已實施 42 年，歷年振動陳情數量統計如表 3.1.1-1，其其全國振動陳情量遠低於噪音陳情量，僅約為噪音陳情量的 20 %，由 1977 年直至 2015 年振動陳情數量一直維持在 2 千件至 3 千多件，噪音陳情則由 2 萬多件降至 1 萬多件。

對於現場調查的振動量測地點，原則係以戶外量測為主，為能與陳情人所感受相近，若振動源與陳情住宅在同一棟建物內，則可以室內量測，但不論如何主要以考量陳情人訴求之位置，且振動源如鍛壓機和打樁機皆須符合法律規範之振動標準。但若測量結果未超過法規規範則該振動源屬合法，需由相關人員自行決定如何協調。

表 3.1.1-1 日本噪音與振動陳情件數統計(1977 年-2015 年)

(單位：件數)	噪音	振動	(單位：件數)	噪音	振動
昭和 52 年度	21,038	3,823	平成元年度	19,479	2,921
53	22,886	4,033	2	19,018	2,795
54	22,686	3,914	3	16,800	2,207
55	22,571	3,766	4	15,539	2,193
56	22,103	3,737	5	15,094	2,083
57	22,322	3,067	6	15,986	2,547
58	21,781	3,103	7	14,359	2,742
59	22,894	3,131	8	15,059	2,662
60	20,171	3,118	9	14,011	2,257
61	19,937	3,058	10	12,685	2,124
62	22,120	3,109	11	12,452	2,084
63	20,746	3,279	12	14,066	2,264
			13	14,547	2,480
			14	15,461	2,614
			15	15,928	2,608
			16	16,215	3,289
			17	16,470	3,599
			18	17,192	3,615
			19	16,434	3,384
			20	15,558	2,941
			21	15,101	2,540
			22	15,849	2,882
			23	15,944	3,222
			24	16,518	3,254
			25	16,717	3,351
			26	17,110	3,180
			27	16,490	3,011

資料來源：平成 29 年版環境統計集，6 章 大氣環境（固定発生源），2018 年，Japan

(二)日本管制內容

振動管制區內工廠(場)、事業場要設置特定設施時，應於設置 30 天前依規定提出特定設施種類、運轉功率、數量、振動防制方法等必要文件向都道府縣知事申請設置許可，變更時，也應於變更 30 天前提出許可申請，雖經許可設置或變更，但運轉時仍須符合振動管制標準，若發現不符管制標準或者有可能損害到周圍生活環境，都道府縣知事可於受理申請後的 30 天內，要求提出申請的業者變更相關計畫，以解決問題狀態或疑慮。

都道府縣知事若查獲振動管制區內特定工廠(場)發生之振動超過管制標準，即通知限期改善，經限期改善期限屆滿，其振動仍超過管制標準時，即處以一年以下有期徒刑併科 50 萬日元以下罰金，並再限期改善。為顧及 10 名以下從業員的小型企業，若其振動超過管制標準者，都道府縣知事僅予以限期改善。

都道府縣知事為執行振動規制法，認為有必要時得要求業者提交特定設施設置狀況、使用方法、振動防止方法等報告書，並派員前往檢查特定工廠(場)內特定設施及其他振動設施及振動防止設施與相關帳簿書類；都道府縣知事得於振動管制區內振動影響嚴重的地區實施監測。茲將日本振動規制法各條文訂定重點譯述如下：

1. 立法主旨：係為管制工廠(場)、事業場之事業活動及營建工程發生的振動，以及道路交通振動要求設置防制措施，以保全生活環境，保護國民健康為目的。(法 1)
2. 名詞定義：
 - (1) 本法所稱「特定設施」係指工廠(場)及事業場(礦山保安法【昭和 24 年法律 70 號】第二條第二項規定之礦山除外)設置防振設施。(法 2)
 - (2) 本法所稱「管制標準」指設置特定設施的工廠(場)及事業場(以下稱「特定工廠(場)」等)周界發生振動之最大容許限度。(法 2)
 - (3) 本法所稱「特定建設作業」係指營建工程產生振動之施工作業。(法 2)
 - (4) 本法所稱「道路交通振動」係指汽車(道路車輛法【昭和 26 年

法律 185 號】第二條第二項規定之汽車及同條第 3 項規定具原動機之機車)在道路行駛產生的振動。(法 2)

3. 振動管制區劃分

- (1) 都道府縣知事為防止集合式住宅區、醫院及學校周圍地區或其他地區受振動影響，以保全國民生活環境，須指定振動管制區域。(法 3)
- (2) 都道府縣知事依前項指定振動管制區域時，應聽取相關市町村長意見，變更、廢止時，亦同。(法 3)
- (3) 都道府縣知事依(一)規定指定振動管制區域，須依環境省令規定辦理公告，變更、廢止時，亦同。(法 3)

4. 特定工廠(場)等相關管制

- (1) 依時段、管制區區分訂定振動管制標準：
 - i. 環境省長官對特定工廠(場)等發生之振動依其影響程度、發生日間或夜間或其他時段、及都道府縣知事依前條第一項規定指定之振動管制區域區分訂定振動管制標準。(法 4)
 - ii. 市町村長對三、(一)規定指定的振動管制區域(以下稱「指定區域」)全部或一部分，因該區域自然的、社會的條件特殊情形，為十分保全當地居民生活環境，得於環境省長官前項規定所訂管制標準下，另訂適用管制標準。(法 4)
 - iii. 有關管制標準變更、廢止時準用本法第三條第三項規定。
- (2) 特定工廠(場)之振動管制標準：經指定之指定區域內的特定工廠(場)之設施應符合該特定工廠(場)之振動管制標準。(法 5)
- (3) 特定設施設置申請：經指定的指定區域內的工廠(場)及事業場(限設置特定設施者)應自特定設施設置之日起三十日內依環境省令規定，向市町村長提出下列申請事項：(法 6)
 - i. 法人名稱及住所，代表人姓名。
 - ii. 工廠(場)或事業場名稱及所在地。
 - iii. 特定設施種類、運轉能力及數量。

- iv. 振動防止方法。
- v. 特定設施使用方法。
- vi. 其他環境省令規定事項。

前項規定申請事項，包括特定設施配置圖及其他環境省令規定文書等附件。

(4) 特定設施設置變更事項：

- i. 依本法第六條第一項及第七條第一項規定提出申請者，如係依第六條第一項第三款至第五款揭示事項之變更，當該事項變更開始三十天前，應依環境省令規定向市町村長提出變更申請。(法 8)
- ii. 依本法第六條第一項及第七條第一項規定提出申請者，當該特定工廠(場)等設置特定設施以外之設施，應於該特定設施設置三十天內依環境省令規定，向市町村長提出本法第六條第一項各款揭示事項。(法 8)
- iii. 1 及 2 項規定申請事項準用本法第六條第一項規定。

(5) 計畫變更勸告：市町村長依第六條第一項及第八條前一項規定受理申請，這些申請之特定工廠(場)發生振動應符合振動管制標準，若有損害特定工廠(場)周圍地區生活環境之虞者，應自受理申請之日起三十日內，要求申請者採取必要振動防制方法，及特定設施使用方法，並提出變更計畫。(法 9)

(6) 特定設施停用申請事項：依本法第六條第一項及第七條第一項規定提出申請者，若為第六條第一項第一、二款揭示事項變更，及特定工廠(場)等設置之特定設施停止使用者，應於三十日內向市町村長提出變更申請。(法 10)

(7) 特定設施轉讓、借入申請事項：依本法第六條第一項及第七條第一項規定提出申請者，若係特定工廠(場)等設置之特定設施轉讓、借入、以該特定設施申請人為承繼者。(法 11)

(8) 特定設施繼承或合併事項：

- i. 依本法第六條第一項及第七條第一項規定提出申請者，因

繼承或合併後，具承繼地位的存續之法人或合併設立之法人為申請人。(法 11)

- ii. 本法第十一條第一、二項規定承繼地位者，自承繼日起三十日內依本法第六條第一項及第七條第一項規定向市町村長提出申請。(法 11)

(9) 特定設施設置者義務：

- i. 指定區域內的特定工廠(場)等發生之振動應符合管制標準，市町村長若認為有損害特定工廠(場)等周圍地區生活環境之虞時，應對特定工廠(場)等設置者，提出限期改善勸告，並要求其採取必要之振動防止方法及改善特定設施使用方法與配置變更。(法 12)
- ii. 市町村長於期限內要求依第九條規定接受勸告者，應令其於期限內對特定設施予以改善。(法 12)
- iii. 特定設施不予適用範圍：應依本法第七條第二項規定提出申請之特定工廠(場)，若於指定區域指定公告之日及該項特定設施公告之日起三年間(該設施於政令規定設施設置場合四年間)不予適用。同時，該指定區域內的特定設施適用地方公共團體條例第一項規定者，以及依第八條第一項規定出申請之場合，不受三十天期限之限制。(法 12)

- (10) 小規模事業特殊考量：市町村長對適用本法第九條及前條第一項及第二項規定事項之小規模事業者，若其事業活動有衍生障害時，得特殊考慮勸告命令之內容。(法 13)

5. 特定建設作業相關規制

- (1) 特定建設作業申請事項：指定區域內之特定建設作業，應於伴隨營建工程施工作業開始之日起七日內，依環境省令規定向市町村長提出下列申請事項，同時，因災害或其也事態發生之特定建設作業須採取必要緊急措施場合不予適用。(法 14)

- i. 法人名稱、地址及代表人姓名。
- ii. 營建工程目的、設施、工作種類。
- iii. 特定建設作業的種類、場所、實施時間及作業時間。

iv. 振動防止方法。

v. 其他環境省令規定事項。

當該營業工程施工期短者，仍須向市町村長提出前項各款揭示申請事項。

依前二項規定提出申請者，應附上該特定建設作業場所附近配置圖，及環境省令規定之文書。

(2) 特定建設作業改善事項：

1. 市町村長對指定區域內特定建設作業伴隨產生之振動，認有不合環境省令規定之標準，且有損害該特定建設作業場所周邊生活環境之虞者，限其於該營建工程施工期間內，對此事態進行改善，提出振動防止方法及提出特定建設作業的作業時間變更提出勸告。(法 15)
2. 市町村長依前項規定提出勸告，改善期限應在特定建設作業施行期間內。(法 15)
3. 當該設施及工作物因營建工程工期延遲致對公共福祉產生障害時，若該設施及工作物屬特定營建工程，市町村長得依二項規定提出勸告及命令要求該營建工程實施者十分留意所生障害對生活環境保全的影響。(法 15)

6. 道路交通振動相關請求

(1) 道路交通振動改善之請求：

- i. 依本法第十九條執行測定之場合，其道路交通振動超過環境省令規定的限度，經市町村長認有損害道路周邊生活環境之虞時，應請求道路管理者採行道路交通振動防止、鋪裝措施，及都道府縣公安委員會【道路交通法—昭和 35 年法律第 150 號】規定相關措施。(法 16)
- ii. 道路管理者依前項請求應採行之道路交通振動防止方法、及部份路段鋪裝、維持及修繕實施。

7. 雜則

(1) 特定設施及建設作業報告及檢查事項：

- i. 市町村長依本法規定之必要限度、政令，指定之特定設施、特定建設作業伴隨營建工程之施工者，其文職人員得進入特定設施設置之特定工廠(場)，檢查特定設施狀況、特定營建工程狀況及其他必要事項。(法 17)
 - ii. 依 1.項規定進入檢查之職員應攜帶並依關係人要求提示身份證明書。(法 17)
 - iii. 依第 1 項規定進入檢查的權限，不包括犯罪搜查認定解釋(法 17)。
- (2) 其他事業振動管制事項：
- i. 振動電氣事業法【昭和 39 年法律第 170 號】第二條第一項第 14 款規定之電氣設施，及天然氣事業法【昭和 29 年法律第 51 號】第二條第十二項規定之天然氣設施設有特定設施者，適用本法第六條至第十三條之規定及電氣事業法與天然氣事業法相關規定。(法 18)
 - ii. 前項法令主管機關對第六條、第八條第一項、第十條及第十一條第三項規定與電氣事業法及天然氣事業法之規定，依前項提出特定設施認可申請者，應向該特定設施所在地管轄市町村長提出認可申請及申請事項。(法 18)
 - iii. 市町村長依第一項規定提出之特定設施之特定工廠(場)，認其發生振動有損害特定工廠(場)周邊生活環境之虞時，主管機關得對該設施依第九條及第十二條規定及電氣事業法與天然氣事業法提出改善要求。(法 18)
 - iv. 主管機關應將依項規定提出要求之場合，通知該市町村長。
- (3) 振動監測事項：市町村長得於指定區域內振動影響嚴重地區實施監測。(法 19)
- (4) 其他事業體振動管制義務：都道府縣知事依本法立法目的須達成的主要條件，得會同相關行政機關長官及相關地方公共團體協調提供特定設施、特定營建工程及道路交通振動狀況相關資料以及提示振動防止意見。(法 20)
- (5) 振動改善資金援助事項：國家對特定工廠(場)等發生之振動，

及特定營建工程伴隨發生振動，須設置防止及改善設施，應給予必要資金、技術的協助。(法 21)

- (6) 國家對振動改良之研究：國家對振動發生設施的改良之研究、振動的生活環境影響之研究及其他振動防止相關研究與改進，應將其成果普及化。(法 22)
- (7) 法令釋示事項：本法規定都道府縣知事權限所屬事務的一部分，包括行政命令發布、法令釋示。(法 23)
- (8) 公共團體特定工廠(場)振動不適用管制之規定：
 - i. 本法規定地方公共團體在指定區域內設置特定工廠(場)等所發生振動，因該區域內自然的、社會的條件，得不適用本法及其他條例規定。(法 24)
 - ii. 本法規定地方公共團體於指定區域內設置工廠(場)，若其事業場不屬於特定工廠(場)等，且非屬指定區域內之營建工程施行作業，此一事業場所發生之振動其條例所做主要管制得不適用本法。(法 24)

8. 罰則

- (1) 管制區內特定工廠(場)違反振動管制標準：違反第十二條第二項規定所提命令者，處一年以下拘役及五十萬日元以下罰金。(法 25)
- (2) 未依規定提出設置申請者：違反第六條第一項規定申請之事項者，若為虛偽不實之記載及違反第十五條第二項規定之命令者，處三十萬日元以下罰金。(法 26)
- (3) 違反特定設施變更、轉讓、特定營建工程變更、振動源檢查事項：違反第七條第一項、第八條第一項及第二項、第十四條第一項規定申請事項為虛偽不實之記載，及第十七條第一項規定報告為虛偽不實之報告者，或同項拒絕檢查或規避者，處十萬日元以下罰金。(法 27)
- (4) 相關被處分人之規定：違反依前三條所做處分得一併處分法人代表人及法人代理人、使用人及其他從業者、法人相關業務執行人。(法 28)

- (5) 特定設施變更、出讓、借入、繼承等事項申請事宜：違反第十條、第十一條第三項及第十四條第二項規定申請事項所做虛偽不實記載，處三萬日元以下罰鍰。(法 29)

日本在振動規制法下，針對特定設施設置進行規範另訂有施行令及實施條例，規定申請設置及操作的相關程序及文件，須記載工地名稱、建物種類、特定建設作業種類、機具名稱、作業場所、施工期間、每日作業時間、振動防制方法等。

另針對新幹線鐵路亦進行振動管制，因新幹線鐵路的列車行駛時振動明顯，故在部分沿線地區，受到列車振動影響。為應對此種現狀，日本建立了新幹線鐵路振動對策相關方針進行防制。

1 準則

- (1) 該地區新幹線鐵路振動加速度位準超過 70 dB 即採取緊急振動源對策。
- (2) 尤以醫院學校地區等特別區域，盡快採取振動防制措施。
- (3) 以醫院、學校等需要保持特別寧靜敏感的地區，迅速採取防制措施。

2 測量方法

- (1) 測量單位與校正加速度使用單位為 dB

注：校正加速度、垂直振動頻率 $f(\text{Hz})$ 、有效加速度 $A(\text{m/s}^2)$ 以及基準加速度 $A_0(\text{m/s}^2)$ ，振動值為 $20\log(A/A_0)(\text{dB})$ 。

$$\text{當 } 1 \leq f \leq 4 \text{ 時：} A_0 = 2 \times 10^{-5} f^{-1/2}$$

$$\text{當 } 4 \leq f \leq 8 \text{ 時：} A_0 = 10^{-5}$$

$$\text{當 } 8 \leq f \leq 90 \text{ 時：} A_0 = 0.125 \times 10^{-5} f$$

- (2) 測量條件，如下所述。

拾振器的位置，無緩衝材料且堅硬的地方。拾振器擺放位置無傾斜或無凹凸不平，可確保絕對水平面之地方。拾振器須安裝在不受外部他力影響的位置。振動儀動特性設定為慢特性(SLOW)。

- (3) 量測上行和下行的列車，原則為連續通過的 20 列火車，通過

之列車尖峰振動值皆為一事件。

- (4) 測定時，要避開列車速度比一般行駛速度慢的時段。
- (5) 振動評估，由 20 件事件之算術平均值來計算。
- (6) 新幹線鐵路振動，應採取減振措施的措施，如結構振動源的措施。由於目前預防措施在某些情況下有施行之困難，故在實際面多以結構防振措施降低振動。
- (7) 補償措施，如從新幹線鐵路振動顯著地區進行改造或加強防振措施，現有住房或建築物等的拆遷補償，預防故障的措施。特別是，盡快於新建建物進行防振措施的技術開發，以減輕振動的影響。
- (8) 新幹線鐵路振動措施在《環境品質標準新幹線鐵路噪音(7/1975 年環境省通知第 46 號)》對噪音的措施應與其他環保措施和實施協調。

(三)日本管制標準(基準)

環境省長官規定之振動管制標準範圍如表 3.1.1-2 所示，都道府縣知事可依當地自然的、社會的條件特別需求訂出實際的管制標準，並指定市町村全部或一部分劃分為振動管制區，第一種管制區內的日間振動管制標準範圍為 65 dB，夜間為 60 dB；第二種管制區內的日間振動管制標準範圍為 70 dB，夜間為 65 dB。各行政區可依規範公告各自之管制值。

表 3.1.1-2 日本環境振動管制標準(基準)

單位：dB

時段區分 管制區別	日間 (dB)	夜間 (dB)
第一種區域	65 以下	60 以下
第二種區域	70 以下	65 以下

備註：1.日間係指上午 5 時、6 時、7 時或 8 時，至下午 7 時、8 時、9 時或 10 時；夜間是下午 7 時、8 時、9 時或 10 時至翌日上午 5 時、6 時、7 時或 8 時。

2.第一種區域：保持良好的居住環境，專供居住須保持必要安寧之地區；第二種區域住、商、工混合使用之地區，為保護住戶生活環境、防止振動發生，以及供工業使用但為防止該區住戶生活環境惡化而須防制振動之地區。

3.學校、托兒所、醫療院所或收容病患之場所、圖書館、特別老人養護之家周圍 50 公尺以內地區的管制標準，為上列數值再減 5dB。

4.為振動加速度 L_{10} 值，振動加速度參考值為 10^{-5}m/s^2 ，量測垂直方向(Z 軸)之值。

5.針對道路交通振動，日間和夜間量測至少一次且每次 4 小時以上，作為每日交通振動之代表。

在振動管制區內特定工廠(場)應遵守振動管制標準及都道府縣知事指定的管制事項。環境省長官規定之振動管制標準範圍如表 3.1.1-3 所示，都道府縣知事可依當地自然的、社會的條件特別需求訂出實際的管制標準，並指定市町村全部或一部分劃分為振動管制區，第一種管制區內的日間振動管制標準範圍為 60 dB-65 dB，夜間為 55 dB-60 dB；第二種管制區內的日間振動管制標準範圍為 65 dB-70 dB，夜間為 60 dB-65 dB。各行政區可依規範公告各自之管制值，如表 3.1.1-4 為東京都公告標準。量測對象的振動測值與背景振動測值差 10 dB 以下時，需進行數值修正如表 3.1.1-5。

表 3.1.1-3 日本特定工廠(場)等振動管制標準(基準)

單位：dB

時段區分 管制區別	日間 (dB)	夜間 (dB)
第一種區域	60 以上 65 以下	55 以上 60 以下
第二種區域	65 以上 70 以下	60 以上 65 以下

備註：1.日間係指上午 5 時、6 時、7 時或 8 時，至下午 7 時、8 時、9 時或 10 時；夜間是下午 7 時、8 時、9 時或 10 時至翌日上午 5 時、6 時、7 時或 8 時。

2.第一種區域：保持良好的居住環境，專供居住須保持必要安寧之地區；第二種區域住、商、工混合使用之地區，為保護住戶生活環境、防止振動發生，以及供工業使用但為防止該區住戶生活環境惡化而須防制振動之地區。

3.學校、托兒所、醫療院所或收容病患之場所、圖書館、特別老人養護之家周圍 50 公尺以內地區的管制標準，為上列數值再減 5dB。

4.為振動加速度 L_{10} 值，振動加速度參考值為 $10^{-5}m/s^2$ ，量測垂直方向(Z 軸)之值。

表 3.1.1-4 東京都工廠等振動管制標準(基準)

時段區分 管制區別	日間 8 時-19 時 (dB)	夜間 19 時-8 時 (dB)
第一種區域	60	55
第二種區域	65 以上	60 以上

備註：1.日間係指上午 8 時至下午 7 時；夜間是下午 7 時至翌日上午 8 時。

2.第一種區域：指第 1、2 種低層專用住宅區，第 1、2 種中高層專用住宅區，第 1、2 種住宅區，準住宅區，用途未定之區域。第二種區域：鄰近商業區，商業區，準工業區，工業區，臨界水域。

3.學校、托兒所、醫療院所或收容病患之場所、圖書館、特別老人養護之家周圍 50 公尺以內地區的管制標準，為上列數值再減 5dB。

4.為振動加速度 L_{10} 值，振動加速度參考值為 $10^{-5}m/s^2$ ，量測垂直方向(Z 軸)之值。

表 3.1.1-5 振動測值與背景振動測值修正值

待測振動與背景振動差值(dB)	修正值(dB)
3	-3
4	-2
5	-2
6	-1
7	-1
8	-1
9	-1

二、韓國

(一)韓國管制情形及現況

韓國的行政體系中第一級行政區有道、廣域市及特別市，其下為第二級行政區為市及郡，再下則為第三及第四級行政區。

韓國有關振動管制的規定係 1990 年 8 月 1 日制定「噪音・振動規則」，針對環境噪音、建築施工噪音與振動、交通噪音與振動進行管制，管制內容包含機械設施與防制設施的安裝等；於 1992 年 12 月進行第一次修訂，修訂內容為因應現況，以釐清設施歸屬責任，調整刑罰為主；1993 年 12 月對工廠(場)排放設施加強管制與補充罰則，並對於移動污染源進行時間和區域之管制；1997 年 3 月增加噪音與振動的管制區域，以為減少汽車噪音與振動污染之發生，進行汽車之定期檢查；1999 年 2 月簡化噪音與振動排放設施之行政程序；2002 年 12 月減少噪音與振動非必要之管制，如藉由限制道路速限，減少交通噪音與振動產生之規定，則可交由交通法約束；2004 年 12 月由環境部法令規定施工現場，應使用低噪音施工機具，確保噪音與振動污染之產生，且所使用之機具不僅經過噪音測試，且須提供相關測試結果；2005 年 12 月加嚴交通噪音和振動的管制標準；2007 年 4 月將文字修正為民眾可簡單理解之字句；2009 年 6 月為定義法條所強制項目係因人類特定行為所產生，故將「噪音・振動規則」更名為「噪音・振動管制法」，並增加噪音地圖之繪製，以及施工現場噪音監測；2013 年 3 月為執行保護民眾聽力之義務，建立日常電器低噪音標籤之管理；2013 年 8 月針對住宅周遭之噪音防制進行管理，如建築物隔音、施工降噪、交通噪音防制等；2014 年 3 月 18 日修正時加嚴罰則；最新修正 2016 年 1 月 18 日，係配合修訂與建築法令相關之規定；該法最

新修正日期為 2017 年 1 月 17 日，係修正與其他法律相關的條文等，修正公布後自 2018 年 12 月 18 日施行。

在韓國因振動與噪音係同一法規，故官方之噪音振動陳情統計中係將噪音與振動合併統計如表 3.1.1-6，依 2017 年噪音振動陳情統計資料，該年度陳情案件共 55,743 件佔總陳情之 89.9 %。顯示三年來噪音振動陳情件數及比例均逐年上升。另環境部依噪音振動管制法中第二條之三，於 2015 年 12 月公告了每五年制定一次的噪音和振動綜合管制計畫，期程為 2016 年至 2020 年，該綜合管制計畫係由法務部、國防部、文化體育觀光部、農林畜產食品部、國土交通部、警察廳等與環境部一同規劃擬定之策略。內容包括營建工程應優先以周遭住戶為考量，並將當地地方特性作為參考設計之一；交通運輸推出高性能低噪音輪胎標籤；對於公共生活噪音進行新的管理計畫等，多以噪音為主。

表 3.1.1-6 韓國噪音振動陳情統計(2014 年-2017 年)

年	總公害陳情案件	噪音振動陳情案件	備註(%)
2017	61,974	55,743	89.9%
2016	67,931	52,557	77.4%
2015	55,405	41,286	74.5%
2014	44,860	31,275	69.7%

資料來源：2016 년 소음·진동관리시책 연차보고서서울특별시，2017 年 6 月，Korea

資料來源：2017 년 소음·진동관리시책 연차보고서서울특별시，2018 年 2 月，Korea

(二)韓國法規內容(소음·진동관리법)

1. 第一條(立法目的)：本法係為防制工廠、營建工地、道路、鐵路產生之噪音及振動所訂定的管理規定，其目的在於使全體國民有靜穩的生活環境。
2. 第二條(定義)：(以下僅摘錄與振動有關之定義)
 - (1) 所謂「振動」：係指因使用機械、器具、設施及其它物體所產生之強烈搖動。
 - (2) 所謂「噪音、振動排出設施」：係指「環境部令」中所規定之工廠中，產生噪音、振動之機械、器具、設備等。
 - (3) 所謂「噪音、振動防止設施」：係指「環境部令」中所規定，為減少或消除排出設施所產生的噪音與振動而設置之設備。

- (4) 所謂「防振設施」：係指「環境部令」中所規定中，為減少或消除由「噪音、振動排出設施」以外之振動源所產生之振動而設置之設施。
- (5) 所謂「工廠」：係指工業配置法第二條第1號中所規定之工廠。但依都市計畫法第十二條第1項之規定，機場內之維修整備工廠除外。
- (6) 所謂「交通設施」：係指汽車、電車、道路及鐵道等交通設施。但飛機與船舶除外。

3. 第二條之三(制定綜合計畫等)：

- (1) 環境部應每五年制定一次噪音和振動的綜合管制計畫(以下簡稱綜合計畫)，合理的管制噪音和振動的影響，以防止造成的污染。
- (2) 綜合計畫內容應包括下列事項：
 - i. 目標與方向。
 - ii. 對噪音和振動採取適當的管制措施。
 - iii. 採取管制之地區每年噪音及振動減少的情形。
 - iv. 研究噪音及振動對民眾健康的影響。
 - v. 落實噪音和振動防制之教育及宣導活動。
 - vi. 籌備實施綜合計畫之款項計畫。
 - vii. 其他為減少噪音和振動之必要事項。

4. 第三條(常時測定)：

- (1) 環境部長官為掌握全國性噪音與振動現況，應設置測定網，常時測定。
- (2) 各轄區首長應建立監測網路及進行常時量測，並將測量數據報告環境部長。為掌握轄區內之噪音與振動實況，應設置測定網方可測定。
- (3) 根據第1項、第2項規定欲設置測定網時，應事先與相關機關之長官協調。

5. 第七條(工廠(場)噪音與振動之排放標準)：

- (1) 工廠(場)中會產生噪音振動之設備(稱排出設備)，其排出標準係由環境部所規範。
- (2) 規範標準環境部均須與中央主管機關協商。

6. 第九條(防制設施之安裝)：

對於已經裝設、預計裝設及進行變更排放設施的人(以下稱操作者)，應裝設噪音和振動的防制設施(以下簡稱防制設施)，以確保工廠(場)的噪音和振動排放量不超過第七條規定之排放標準，但以下情況不適用。

- (1) 經自治區市長、特別自治區省長、市長、縣長或區長認為，此工廠(場)排放出的噪音和振動係遠低於排放標準時。
- (2) 噪音和振動的排放量超過排放標準，但不會對居住環境造成影響及傷害。

7. 第十二條(安裝共同防制設施)：

- (1) 當操作者在知識產業中心或操作者密集的区域，就可以成立共同防制設施，以防止從工廠(場)共同排出的噪音和振動。
- (2) 共同排放標準可能不同於第七條之排放標準，而且共同排放標準及防制設施的相關規定應由環境部規定。

8. 第十五條(改善命令)：

當操作者的噪音和振動超過排放標準，自治區市長、特別自治區省長、市長、縣長或區長可命令操作者在指定期限內進行必要的措施，使噪音和振動之排放低於允許的標準。

9. 第十六條(停止運作命令)：

- (1) 任何在指定期限未完成改善行為，自治區市長、特別自治區省長、市長、縣長或區長可命令停止全部或部分的排放設施運作。此種情況下，若超過環境部條例規定的每小時排放標準，則依時段停止運作。
- (2) 若噪音與振動之排放，經自治區市長、特別自治區省長、市長、縣長或區長認為會迫切造成任何健康及居住環境的危

害，則可依環境部條例命令在任何時間停止運作或實施必要的措施。

10. 第二十一條(生活噪音和振動條例)：

- (1) 為維持居民的生活環境處於寧靜舒適的狀態、除了工業區、營業場所或特定場所產生之噪音振動、其餘皆稱為生活噪音與振動。
- (2) 按照第1款的規定，生活噪音和振動的規範及監管標準，由環境部規定。

11. 第二十六條(交通噪音與振動之管制標準)：

因交通產生的噪音和振動而管制的標準(以下簡稱“交通噪音和振動管制標準”)，環境部應事先與中央主管機關進行協商，交通噪音和振動的管制標準和執行時間等必要事項。

12. 第二十七條(交通噪音與振動之管制地區)：

- (1) 特別大都市市長、大都市市長、自治區市長、特別自治區省長、市長、縣長(不包含大都市的縣長，適用本條)對於任何因交通工具產生的噪音或振動可能有超過管制標準的區域，可以劃定該地方為交通噪音與振動管制區(以下簡稱交通和噪音控制區)。
- (2) 環境部長可要求特別大都市市長、大都市市長、自治區市長、特別自治區省長、市長、縣長，劃定交通噪音和振動需要管制的區域。
- (3) 交通噪音和振動管制區範圍由環境部規定。
- (4) 特別大都市市長、大都市市長、自治區市長、特別自治區省長、市長、縣長劃定之交通噪音和振動管制區，其應公告並採取相關必要措施，如告示牌。
- (5) 當管制區不會超過或不可能超過交通噪音和振動管制標準時，特別大都市市長、大都市市長、自治區市長、特別自治區省長、市長、縣長可以取消該劃定之交通噪音和振動管制區。

13. 第二十九條(安裝隔音、防振設施)：

- (1) 若特別大都市市長、大都市市長、自治區市長、特別自治區省長、市長、縣長(不包含大都市的縣長，適用本條)認為位於交通噪音和振動管制區的專用車道、高速公路和鐵路德交通噪音和振動，超過管制標準並影響民眾安寧的生活，可自行安裝隔音防振設施，或請管理機構安裝隔音防振措施。
- (2) 第1款之區域從一般道路(不含專用車道和高速公路)產生之噪音與振動，適用於鄰近道路的學校、多用途住宅或其他環境部指定之地區。

(三)韓國管制標準

在「噪音・振動管制法」下，環境管制標準則納入「噪音・振動管理法施行細則」中，該細則於2007年制定，近期修正於2017年12月22日，當量測結果超過管制標準時，則應調整作業時間，制止相關的行為產生，並執行防制措施之安裝，若發生在消防指揮期間，則實施禁止、關閉或停止相關作業。以下僅節錄振動管制標準之內容。針對振動之長時之監測為每季一次。測量頻譜為1 Hz-90 Hz，振動加速度參考值為 10^{-5} m/s^2 。每秒採樣量測五分鐘 L_{10} ，量測範圍介45 dB至120 dB。

一、 第八條(工廠(場)噪音和振動之排放標準)：

振動相關標準如表3.1.1-7。

表3.1.1-7 工廠(場)振動排放標準(배출허용기준)

單位dB(V)	時段	
	日(06時~22時)	夜(22時~06時)
住宅區、自然保護區、村莊、住宅開發推廣區、娛樂觀光發展促進區、自然保護區內漁業保護區以外的地區	60以下	55以下
半住宅區、市區、農業和林業用地、自然保護區內之漁業保護區、除了主要用途的其他地區	65以下	60以下
城市中的商業區和工業區、產業發展區	70以下	65以下
一般工業區和都市中的工業用地。	75以下	70以下

註：•管制區域是按照「國土規劃和使用法」進行分類。

•管制標準值適用於工廠(場)區。

•振動發生之時段(低於8小時，夜間3小時)的校正，若連續產生時間小於管制時段的25%則+10dB；若連續產生的時間介於管制時段的25%至50%以下則+5dB。

•除了表中分區應遵守標準外，若下列描述項目符合現況者，則可適用此標準。

- 1.應用用途為「工業用地，發展」的工業園區許可。
- 2.自防制設施邊界 50 公尺範圍內的區域，為主要測量地點。
- 3.依據工業區防制設施邊界 50 公尺範圍內，若與特定用地重疊，則以該工廠(場)地區適用之振動標準。

二、 第二十條(生活噪音和振動之管制標準)：

振動相關標準如表3.1.1-8。

表3.1.1-8 生活振動管制標準(규제기준)

單位dB(V)	時段	
管制區域	日 (06時~22時)	夜(22時~06時)
住宅區、綠化區、人口聚集區、觀光區、促進發展區、自然保護區、學校、醫院、公共圖書館	65以下	60以下
其他地區	70以下	65以下

註：•管制區域是按照「國土規劃和使用法」進行分類。

- 各區域之管制標準值，係依振動對生活的影響為基礎進行訂定。
- 施工現場的生活振動管制標準，在日間時段進行特定工程，須事告知使用之機械設備以及作業時間，若作業時間每日低於 2 小時標準值+10 dB；作業時間若低於 4 小時則振動標準值+5 dB。
- 日間爆破振動標準值僅可修正+10 dB。

三、 第二十五條(交通噪音和振動之管制標準)：

振動相關標準如表3.1.1-9。

表3.1.1-9 交通道路及鐵路振動管制標準(한도)

單位dB(V)	交通道路振動管制標準		鐵路振動管制標準	
管制地區 (指受交通噪音和振動影響之區域)	日 (06時~22時)	夜 (22時~06時)	日 (06時~22時)	夜 (22時~06時)
住宅區、綠地、人口聚集區、觀光區、自然保育區、學校、醫院、公共圖書館、規模100人以上之老人院及距離托兒所50公尺以內之範圍	65	60	65	60
商業區、工業區、農業用地、生產開發振興區及未提及區域	70	65	70	65

註：•管制區域是按照「國土規劃和使用法」進行分類。

- 管制受交通道路與鐵路振動影響之區域。
- 鐵路車站不適用於此標準，鐵橋自 2010 年 1 月 1 日起適用。

具體罰款標準如下(依噪音與振動控制法第 60 條第 2 款規定，及噪音與振動控制法法令第 15 條)。如表 3.1.1-10。

表 3.1.1-10 罰金

違規	罰款金額(韓元)		
	初犯	第二次 違規	第三次 違規
1. 噪音·振動管制法第 8 條第 2 款，如果報告造假或以其他不正當方法改變報告。	60 萬	80 萬	100 萬
2. 噪音·振動管制法第 14 條，如果違反工廠排放噪音和振動標準的排放。	100 萬	140 萬	200 萬
3. 噪音·振動管制法第 19 條第 1 款，沒有環境技師證照。	200 萬	250 萬	300 萬
4. 噪音·振動管制法第 19 條第 4 款，無正當理由拒絕防止違反環境技術相關業務。	150 萬	200 萬	250 萬

三、 西班牙

(一)西班牙法規沿革

多數歐洲地區的國家針對振動標準或方法，尚未建立具有罰則的法令，而多數測量評估方法係針對交通道路及鐵路產生之振動對人體的影響，如奧地利、德國、荷蘭、挪威等，而西班牙自 2002 年係參考歐盟指令 2002/49/EC 針對交通等環境噪音進行評估；該國政府於 2003 年 11 月 17 日發布 37/2003 法，對於噪音及振動進行法制上之管制，但此時法令主要係針對噪音污染進行評估及改善，在振動方面則是偏向建築物內部管理；2005 年 12 月 16 日發布皇家法令 1513/2005 (Royal Decree 1513/2005，簡稱 RD 1513/2005)，此為接替歐盟指令 2002/49/EC 之指令，為實踐噪音地圖等目標，而此皇家法令加入了噪音對各面向的影響及評估；2007 年 10 月 19 日西班牙政府依 37/2003 法發布皇家法令 1367/2007(Royal Decree 1367/2007)，此係進行環境與交通噪音、聲學品質及分區等，並針對室內振動進行管制，作為噪音與振動法管制標準之基準。節錄皇家法令 1367/2007 振動相關規範。

(二)西班牙法規內容

茲節錄振動相關法條如下：

(一)第二條定義：

本法令根據 31/2003 法之第三條及皇家指令 1513/2005 第三條進行定義。

1. 振動指數：用來描述振動的指數與產生有害的影響相關。

2. L_{aw} (指數振動): 振動速率的干擾或因速度產生之振動造成有害影響, 單位為(dB), 頻率 1 Hz -80 Hz。

3. 振動: 因發生規律聲學振盪引起身體的干擾。

(二) 第三條聲學指標:

振動評估指標 L_{aw} : 於建築物內部產生最大振動級及產生不適之指標。

$$L_{aw} = 20 \lg \frac{a_w}{a_0}$$

(三) 西班牙管制標準(Vibration limit values)

1. 第二十六條振動發生之限值:

依據 37/2003 法必須對住宅、醫院、院校或文化用途之建築物室內進行振動量測, 並採取必要措施, 確保振動量不會增加。振動限值如表 3.1.1-11。

表 3.1.1-11 振動限值(admisibles de referencia)

建築物	L_{aw} (dB)
住宅	75
醫院	72
院校或文化用途	72

註: 1. 量測參考 ISO 2631-2(2003), 1 Hz -80Hz。振動加速度參考值為 10^{-6}m/s^2 。

2. 穩定振動: 測量時間至少 1 分鐘, 若無法判斷振動類型仍須至少量測 1 分鐘。若交通流量大地區需量測至少五分鐘。若不考量交通振動的影響則應量測一整天的 w 值。

3. 瞬時振動: 分日間時段 7 時-23 時及夜間時段 23 時-隔日 7 時, 日間時段產生之瞬時振動可允許超過極限值最多 5 dB, 但夜間時段則不允許。每次事件不超過極限值 3 dB 計為 1, 事件超過極限值 3 dB 則計為 3, 總計分不可超過 9。

4. 需重複至少三次量測取最高的值。如果測量有 6 個以上的事件則以平均值加上一個標準偏差來表示振動值。

5. 測量地點選擇受振動影響的人指定之時間與位置, 選擇振動發生的主要方向(如果可判斷)。如果無法判斷主要振動方向測量同時進行三軸方向振動測量, 以測得三軸有效的值 $w_i(t)$ (SLOW)總和。

$$a_w(t) = \sqrt{a_{w,x}^2(t) + a_{w,y}^2(t) + a_{w,z}^2(t)}$$

四、 澳洲昆士蘭州

(一)振動法規沿革

澳洲為聯邦國家具有 6 州及 2 領地，政府體系為三級制：聯邦政府-州政府-地方政府，並未訂立全國統一的環境噪音或振動法規，聯邦政府的管制權限僅限於聯邦機構本身所造成的環境問題。有關振動的法規係屬於州政府權責，由各州制定本身的噪音振動法規及標準，州政府授權地方政府執行州所制定的環境法規，聯邦政府不介入州的環境管理事務，州政府有權介入地方政府的環境管理事務。將振動相關規範納入法規的州為昆士蘭州，而其他州如新南威爾斯州(New South Wales)，則係提供指引。

(二)管制內容

澳洲昆士蘭州的運輸系統和主要道路部門(Department of Transport and Main Roads)於 2016 年 3 月發布第二版交通噪音管理實行規則(Transport Noise Management Code of Practice)，主要針對運輸系統相關施工進行規範。該規則之目標係 1.評估交通基礎設施建設產生噪音和振動的影響，並將社區市容和建築損壞的可能影響考慮在內。2.提供有關合理且可行的控制措施指引，以減少交通基礎設施建設的噪音和振動影響。3.提供 NVCMP(Noise and Vibration Compliance Management Plan)的規劃指引，包含全面參與實踐。

此規則係依運輸系統基礎設施法(the Transport Infrastructure Act(1994))中施工噪音和振動對公共場所之安全影響評估與管理一般標準之架構為主，並參考運輸系統基礎設施法(1994)第 447G 節與環境保護法案(1994)，用以協助 NVCMP 計畫，而 NVCMP 計畫必須以此規則為基準並經部門批准才可進行。一般環境義務在環境保護法(1994)定義相對於環境的危害及影響。施工行為有關的一般環境稅及實施合理且可行的措施，係針對以施工噪音和振動，與其他的環境影響項目相同，必須加以管理，以盡量減少潛在的負面影響。防制措施以可行且合理為考量 1.噪音及振動測量的有效性(如潛在危害、影響時間等)2.社會期望(如地方或政府的支持)3.成本效益(如維修或使用年限)3.環境影響(如排水路徑、空氣品質等)4.安全風險。然而基礎設施工程短暫，並對城市發展有益，不可以不合理的防制措施進行限制，且有

四種設施不受此規範 1.道路景觀 2.文化遺產 3.濕地的道路 4.動植物敏感區之道路設計。

針對振動之測量與防制相關規範，不論施工前或是施工中皆有其應注意事項。簡述如下：

防制規劃：

1. 施工行為(含爆破)應在標準時段內進行。敏感區內任何造成顯著影響的施工如打樁振動壓路機破碎機等應盡可能避免在夜間時段施工。若是於敏感區附近須進行夜間施工，則應進行妥善的規畫與控制以減少睡眠障礙相關的陳情。
2. 地質調查並不包含於該規範的範圍，但施工方法的選擇與地面傳遞條件與振動有密切相關性。
3. 評估結果應包括，對於人體舒適度、結構損壞和安全工作距離所有的預測將之列表。並標示出受振動影響之區域，如預期將超過規範值之區域，備註為潛在振動影響區。並提供建議安全工作距離之圖面。
4. 打樁方式應選擇造成噪音及振動影響最小且不會限制施工行為。
5. 打樁和夯實應避免於敏感點附近進行相關施工行為，若無法避免則應減少大型夯石機重夯，針對打樁之施工方式可能為長螺旋樁、壓入預製樁、螺旋鑽孔灌注樁、衝擊鑽孔樁或振動樁，而如振動樁則可能因提供連續的固定頻率特性，引起結構共振讓振動等級增加，因此，應衡量潛在影響，進行振動量估算時應考量測量現場之土壤特性，及振動源傳遞至受體之移動特性。
6. 降低鋼板樁之振動與共振，可於樁錘頭裝彈性墊(參考 AS 2436-2010)、減少鍊條碰撞、裝設防振屏、移除可能增加振動傳遞的障礙物等。

測量規範：

1. 參考 AS 2187.2。
2. 測量儀器和測量方法的選擇依振動類型和人體舒適度或結構

(地面、建築物或任何受體結構)而不同。

3. 振動量可使用任拾振器(地震速度感應器)或加速度計進行量測，在各三軸之能量轉換器配置(或三軸地震拾振器或加速計)正交排列，故各三組振動速度或加速度可測量。不論何種情況下應正確記錄感應器的方向，包括振動源固定側對於感應器擺放之方向。擺放位置之材質最好為混凝土或岩石，若表面為土壤則可被嵌入或安裝至固定設置中(如為 200 mm 混凝土立方體或圓柱體)。如果在相同的位置重複測量，則建議使用嵌入式安裝，所得之結果較具一致性且合理。較不建議於軟土條件上進行量測。
4. 拾振器及加速度計和其他振動測量儀器的測試和校準必須由 NATA 認證的校準實驗室認可，且每隔 12 個月進行校準。
5. 進行人類感知度 PPV 的測量時，應該選擇在可代表建築物或結構物但距離合理之地面進行測量，以避免結構造成之干擾。
6. 當測量地點為建築物樓板時，應選擇受陳情的房間或預估可能最受影響之區域，多為室內中心點可選擇 1-2 點較適合量測之區域進行量測。測量振動量應在施工行為中具代表性的 2 天內進行。

(三)管制對象

規則中適用於噪音和振動影響的工程包含 1.建築或拆遷相關的運輸基礎工程(含土方工程)2.公共建築或拆遷相關的運輸基礎工程(含土方工程)3.移動或臨時固定施工設施項目及既定之短期或半永久基礎設施項目(不包含計畫區以外的設施項目)4.交通建設項目施工(含公共道路建設)5.計畫區施工項目之爆破施工。另緊急基礎設施修復工程則不受此規範。振動結構會因複雜的地面條件和其他相關聯變數，故使用假設方法仍無法得到精確的振動評估結果。而定期監測敏感點周遭之振動量，則可增加振動量評估的準確度。營建振動的傳遞可分為兩種類型 1.地面振動 2.空氣振動。依不同類型施工機具，再細分不同的振動類型如表 3.1.1-12。

表 3.1.1-12 振動類型與工程項目

振動類型	描述	主要工程項目
連續	振動源發生週期為連續性且持續不斷	隧道挖掘、打樁
衝擊	具明顯波峰之振動源(連續或間歇)	爆破、重型沉降、打樁
間歇	振動源發生週期具重複性，可能為連續振動或衝擊振動重複發生。	重型交通工具、打樁、鑿岩錘

規則中定義的敏感區分別為：

1. 住宅包含房子、聯排別墅、獨棟別墅、感化院、露營區、退休村。
2. 圖書館、幼兒園、兒童保育中心、學校、學校遊戲場、大專院校、博物館、藝廊或其他教育機構。醫院、教養院、護理之家、安養院、手術室、其他醫療中心。
3. 社區建築物(含公共禮拜堂)
4. 法院
5. 飯店旅館或其他提供大眾住物之場所
6. 商業(辦公室)或零售店
7. 保護區、根據自然保護法(Nature Conservation Act 1992)劃定區或根據保護計畫畫定為重要棲息地。
8. 還有其他可能對施工噪音及振動敏感的受體，如工業廠房等基礎設施和公營企業。

(四)管制標準(limits)

針對戶外休閒區域如向民眾對外開放的公園花園(無論是否需要付費)和私人開放空間並不視為建築施工噪音和振動之敏感點，但特殊案例除外。

針對施工時間與工作週期，所規範之施工項目包含 1.一般施工工程(如打樁、壓實、土方工程)2.施工運輸 3.爆破。其時間定義如表 3.1.1-13。分為標準時段、非標準時段(晚間)及非標準時段(夜間)。

表 3.1.1-13 時段分區

工作週期	一般施工與施工運輸時間		爆破	
標準時段	週一至週五 週六	7 時-18 時 8 時-13 時	週一至週五 週六	9 時-17 時 9 時-13 時
非標準時段 (晚間)	週一至週五 週六 週日	18 時-22 時 13 時-22 時 7 時-22 時	通常此項目是不允許於非標準時段進行	
非標準時段 (夜間)	週一至週日	22 時-隔日 7 時		

註：國定假日係歸類為週日。

規則中所使用之振動指標為 PPV(The Peak Particle Velocity，振動速度最大振幅)，此係常用於描述建築/結構受振動影響的指標，亦可用於人類感知，定義為瞬時波動振動速度信號的最大峰值，係三軸正交分量粒子速度向量總和(合成 PV)：

$$v_p = \sqrt{v_L^2 + v_V^2 + v_T^2}$$

v_p : 指定時間內粒子速度 PPV 值。

v_L 、 v_V 、 v_T : 指定時間內粒子速度縱向、垂直、橫向各分量之 PV 值。

振動用於衡量人類感受度，亦可以 RMS(The root mean square)表示，係將每秒原始信號平方後再均方根。表 3.1.1-14 為人在不同建築物中對 PPV 之限值。

表 3.1.1-14 人在不同建築物中對 PPV 之限值(limit)

建築物	工作週期	PPV mm/s	
		最低限值	最高限值
住宅(含飯店及旅館)	標準時數	1.0	2.0
	非標準時數-晚間	0.3	1.0
	非標準時數-夜間	0.3	1.0
醫學/健康建築(病房、手術室、手術諮詢室)	全部時段	0.3	1.0
教育設施(教室)	短暫	0.3	1.0
法院(法院房間)		0.3	1.0
法院(傳喚室、法官室)		0.3	1.0
公共建築(圖書館、工作室)	短暫	1.0	2.0
商業(辦事處)及零售區		1.0	2.0

註：1.低限制值指剛好超過可接受的範圍，且即須採取防制措施。

2.最高限值指超過此量則將造成明顯不適的範圍，且須立即採取進一步的緩減防制措施。

3.1.2 其他國家(未將振動管制立法)

一、德國

德國 DIN 4150 系列係針對建築物內振動之評估方法，其中 DIN 4150-2(Vibrations in buildings - Part 2: Effects on persons in buildings)針對建築物外所產生之振動對建築物內人體之影響之評估方法，相關建議值如表 3.1.2-1 與表 3.1.2-2。該方法之振動位準量測主要在建築物室內進行，在進行振動測量時，拾振器需置放於振動位準最大處，在進行訊號處理後，即進行建築物之振動評估。另 DIN 45672-1:2017(Vibration measurement associated with railway traffic systems - Part 1: Measuring method for vibration)則係針對鐵路交通系統振動制訂之量測評估方法。

表 3.1.2-1 感知等級

等感值 EP	等感級[dB] $V_0=5*10^{-8}\text{m/s}$	等感級[dB] $V_0=10^{-8}\text{m/s}$	等感級[dB] $V_0=10^{-9}\text{m/s}$	感知度級別
<0.1	<66	<80	<100	感覺不到
0.10~0.25	66~74	80~88	100~108	非常弱
0.25~0.63	74~82	88~96	108~116	弱
0.63~1.60	82~90	96~104	116~124	適中
1.60~4.00	90~98	104~112	124~132	強烈
>4.00	>98	>112	>132	非常強烈

表 3.1.2-2 德國振動建議值(Guideline values)

類別	KB 容許值					
	日間			夜間		
	A _u	A ₀	A _r	A _u	A ₀	A _r
住宅區	0.20(0.15*)	4.00	0.07	0.15(0.10*)	0.15	0.05
住商混合區	0.30(0.2*)	8.00	0.10	0.20	0.20	0.07
主要商業區	0.40	12.00	0.10	0.30	0.30	0.07
工業區	0.60	12.00	0.20	0.40	0.40	0.15
主要工業區	0.30	6.00	0.15	0.20	0.40	0.10
敏感區域(如醫院)	0.10	3.00	0.05	0.10	0.15	0.05

註：1.日間指上午 6 時至晚間 22 時；夜間指晚間 22 時至隔日早上 6 時。

2.A_u 表變動性或間歇性振動，A₀ 表衝擊性振動，A_r 表平均限值。

3.(*)之值為水平振動且振動頻率小於 5Hz 之限值。

4.上述數值適用於地表下之鐵路(地鐵和新路面軌道)道路交通。

5.對於地面之交通，A_u 和 A_r 須乘上 1.5。

6.KB_{Fmax} 為最大振動位準，KB_{FTr} 為時間加權後之平均振動位準。

7.A_u 為下限值，A₀ 為上限值，A_u 與 A₀ 為 KB_{Fmax} 之比較值；A_r 為 KB_{FTr} 之比較值。KB_{Fmax}<A_u 表無振動問題；KB_{Fmax}>A₀ 表振動超過極限值。A₀>KB_{Fmax}>A_u 則須計算 KB_{FTr}，其為 30 秒連續時間內 KB 最大值，KB_{FTr} 為時間內均值，當 KB_{FTr}<A_r 則該振動未超過限值。

$$8. \text{計算公式 } KB = \frac{0.18f}{\sqrt{1 + \left(\frac{f}{5.6}\right)^2}} v_{rms}(f); KB_{FTT} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_i KB_{FTi}^2}$$

二、丹麥

丹麥環境保護署出版環境中低頻噪音、超低頻及振動方針 (Orientering nr. 9/1997, Lavfrekvent støj, infralyd og vibrationer i eksternt miljø)，針對環境振動建議的極限值(anbefalede grænseværdier)如表 3.1.2-3，表中的建議值係針對建築物內之振動影響通常伴隨低頻噪音的發生。

表 3.1.2-3 丹麥環境振動建議極限值(foreslaede granser)

區域	時段	振動值 $L_{w,d}(10^{-6}\text{m/s}^2)$
住宅區、幼兒園	日間、晚間、夜間	75 dB
其他在混和區的住宅	晚間及夜間(18 時-隔日 7 時)	
混和區的住宅、辦公室、教室	日間(7 時-18 時)	80 dB
其他商業用途房間	-	85 dB

三、澳洲(guideline)

澳洲針對地面振動對人及建築物影響有相關建議值，係來自 AS2670(1990)之指引，如表 3.1.2-4。表中之振動等級係以人體舒適度為主，分為持續振動的影響及瞬間振動的影響，瞬間振動通常係以爆破等所發生之瞬間量較大，但若位於敏感區則不論係持續或是瞬間，所建議的振動量皆相同。

表 3.1.2-4 振動等級建議值(criteria)

建築物使用	時段	RMS 振動等級(mm/s)			
		持續振動 (日 16 小時夜 8 小時)		瞬間引起之振動 (一天出現好幾次)	
		垂直	水平	垂直	水平
敏感區(如手術室 或精密儀器室)	日/夜	0.1	0.3	0.1	0.3
住宅起居	日	0.2-0.4	0.3-0.6	6.0-9.0	18-27
	夜	0.14	0.42	0.14-2.0	0.3-6.0
辦公室	日/夜	0.4	1.2	6.0-13	18-38
工作室	日/夜	1.2	3.0	9.0-13	27-38

註：RMS 為 Root Mean Square。

澳洲新南威爾斯州的环境及自然保育局(Department of Environment and Conservation)針對環境中可以在建物引起振動影響的軌道系統、道路系統、場所別(工廠(場)及營建)及設施(工廠(場)設備)於 2000 年，最近更新時間為 2013 年，參考 ISO 2631-1、ISO 2631-2 及 B

S 6472 等規範，在”職業健康與安全法(Work Cover Authority under the Occupational Health and Safety Act)”針對連續振動影響及衝擊式振動影響，分別建立了各類作業區的振動管制標準評估指引，各類作業區包括重要作業區(如醫院手術室、精密實驗室)、住宅區、商辦公室、工業場所等。

日間時段為早上 7 時至晚上 10 時，夜間時段則為晚上 10 時至隔日早上 7 時。而在加速度(Z 軸)之管制頻率起始為 4 Hz -8 Hz，對於速度(X 軸及 Y 軸)頻率起始則為大於 8 Hz，管制限值為 1 Hz -80 Hz 之測值。各類別之振動管制標準如表 3.1.2-5 所示。

表 3.1.2-5 連續振動及衝擊振動限值(1 Hz -80 Hz) (criteria)

區域	時間	加速度(m/s^2)		速度(mm/s)		尖峰速度(mm/s)	
		優先	最大值	優先	最大值	優先	最大值
敏感區 (如手術室或精密儀器室)	日間/夜間	0.0050 (74 dB)	0.010 (50 dB)	0.10 (100 dB)	0.20 (106 dB)	0.14	0.28
住宅起居	日間	0.010 (80 dB)	0.020 (86 dB)	0.20 (106 dB)	0.40 (112 dB)	0.28	0.56
	夜間	0.0070 (77 dB)	0.014 (83 dB)	0.14 (103 dB)	0.28 (109 dB)	0.20	0.40
辦公室	日間/夜間	0.020 (86 dB)	0.040 (92 dB)	0.40 (112 dB)	0.80 (118 dB)	0.56	1.1
工作室	日間/夜間	0.040 (92 dB)	0.080 (98 dB)	0.80 (118 dB)	1.6 (124 dB)	1.1	2.2

註：具體數值取決於社會和文化因素、心理狀態與受影響程度

四、奧地利

奧地利針對人體曝露在建築物內振動來源由陸上交通系統提出相關評估方法(Norm)(ÖNORMS 9012)，其內容主要針對不同區域所產生平均振動位準進行評估，評估等級分為「令人感到滿意」與「良好保護」兩等級，如表 3.1.2-6。

表 3.1.2-6 奧地利平均振動參考值(Richtwerte des maximal zulässigen Beurteilungs-Erschütterungsdosis)

區域及時段		足夠的 防振保護	良好保護
		mm/s ²	mm/s ²
休息區，醫院	日間	1.65	0.85
	夜間	1.59	0.84
郊區和農村住宅設施， 學校	日間	2.2	1.12
	夜間	1.59	0.84
城市居住區，區域包含 林業和農業建築	日間	2.2	1.12
	夜間	1.59	0.84
市中心，不引發振動和 噪音的商業活動區域	日間	2.7	1.65
	夜間	2.1	1.09
引發低振動和低噪音的 商業區域	日間	3.2	2.2
	夜間	3.2	2.2
商品製造和服務公司	日間	5.0	3.2
	夜間	5.0	3.2

註：日間時段為上午 6 時至晚間 22 時；夜間時段為晚間 22 時至隔日上午 6 時。

五、美國

美國目前對於振動標準並未立法及規範，但各州或運輸部對於振動有相關建議或量測標準，已由許多研究單位、地方組織及政府機構提出建議，這些研究主要以大眾運輸系統及營建工程施作時，必須考量接受者(Receivers)如人、建築物體及設備的振動負荷量，對於人體而言，主要是否會因明顯晃動，導致緊張、煩惱、焦慮或暈眩的情形發生；而建築物體需考量是否因振動能量過大，造成結構強度受損後導致樓板、地基、柱、樑、牆面等等的破壞；最後是精密設備是否會因為振動影響，導致設備精度、準度及可靠度降低。因此，於 2013 年 9 月，這些研究由加利福尼亞州運輸部(California Department of Transportation Division 簡稱 CALTRANS)彙整振動相關研究後，提出了『運輸及施工振動指導手冊』(Transportation and Construction Vibration Guidance Manual)。

在美國對於振動能量的單位，對於人處在建築物則是完全參照 ISO 2631-2，振動參考加速度採用 10^{-6} m/s^2 ，振動能量單位為 dB。針對各類建築物建議值，包括作業區、辦公室、住宅、醫院等振動建議值，如表 3.1.2-7 所示。對於人體及人員身處在建築物時採用不同的單位加以規範，對人體採用速度(in/s)呈現，振動指標為 PPV，且在不同環境下，所設定的頻寬範圍及建議值也不相同，分別在穩定的振動

源影響下、連續振動影響來至於交通系統及運輸系統的振動對人體的影響，振動的參考速度以 10^{-6} in/s (1 μ -in/s)，rms 值為 0.0018 in/s 相當於振動速率等級 65 VdB，詳如表 3.1.2-8。

表 3.1.2-7 ISO2631 振動標準(Criteria)

建物種類	振動標準(VdB)	振動速度 (RMS, in/s)
工廠(場)作業區	90	0.032
辦公室	84	0.016
住宅大樓	78(日間)/75(夜間)	0.008
醫院	72	0.004

資料來源：Transportation and Construction Vibration Guidance Manual, California Department of Transportation, 2013 年 9 月, U.S.

表 3.1.2-8 人體受到不同振動的感受(Guideline Vibration Annoyance Potential Criteria)

人處在穩定的振動源下	
PPV (in/s)	感受
3.6 (at 2 Hz)–0.4 (at 20 Hz)	非常不安
0.7 (at 2 Hz)–0.17 (at 20 Hz)	煩擾的
0.1	強烈感知
0.035	明顯察覺
0.012	略微感覺到
人處在連續振動影響來至於交通系統	
PPV (in/s)	感受
0.4–0.6	不愉快
0.2	惱人的
0.1	開始騷擾
0.08	容易察覺
0.006–0.019	感知閾值
運輸系統經過的振動對人體	
PPV (in/s)	感受
2	嚴重
0.9	強烈感知
0.24	明顯察覺
0.035	幾乎難以察覺

資料來源：Transportation and Construction Vibration Guidance Manual, California Department of Transportation, 2013 年 9 月, U.S.

美國聯邦交通管理局(Federal Transit Administration, FTA)曾於交通噪音與振動的影響評估報告中，依不同用途之建築物區分，其建築物地面振動(Ground-Borne Vibration, GBV)之標準極限值。類別 1 屬對振動影響高敏感用途之建築，如醫院、用於研究或內部設有精密設備之建築物；類別 2 屬為會進行睡眠行為之場所，如旅館及醫院；類別 3 屬非屬振動影響敏感之場所，如經常有人員進出之辦公場所。各

類別振動標準極限值如表 3.1.2-9。

表 3.1.2-9 各類別振動標準限值(Criteria)

單位 VdB	GBV 影響等級(VdB 1 μ -in/s)		
建築物用途	事件 經常發生 ¹	事件 偶爾發生 ²	事件 發生機率極低 ³
類別 1	65 ⁴	65 ⁴	65 ⁴
類別 2	72	75	80
類別 3	75	78	83

註：1.事件經常發生：指每天發生同一振動源超過 70 次之振動事件。高速交通系統多屬此類。

2.事件偶爾發生：指每天發生同一振動源介於 30 次至 70 次之振動事件。多為通勤路線。

3.事件發生機率極低：指每天發生同類型振動源低於 30 之振動事件。此類別包含大多數的鐵路通勤支線。

4.該標準極限值對於多數對振動中度敏感之設備係可承受，如光學顯微鏡。而針對振動敏感的項目則需要詳細的評估可接受的標準值。

資料來源：FAT, TRANSIT NOISE AND VIBRATION IMPACT ASSESSMENT 2006

六、義大利

義大利針對建築物之類型(重點區域、住宅區、辦公室、工業)訂定垂直振動位準與水平振動位準之加權後建議值，其中在住宅區之振動標準在日間與夜間有不同之振動建議值，相關標準內容如表 3.1.2-10。

表 3.1.2-10 義大利振動建議值

建築用途		垂直方向(z 軸)		水平方向(x y 軸)	
		加權後振動加速度(mm/s ²)	加權後振動加速度位準(dB re 10 ⁻⁶ m/s ²)	加權後振動加速度(mm/s ²)	加權後振動加速度位準(dB, re 10 ⁻⁶ m/s ²)
重點區域		5.0	74	3.6	71
住宅區	夜間	7.0	77	5.0	74
	日間	10.0	80	7.2	77
辦公室		20.0	86	14.4	83
工廠		40.0	92	28.8	89

註：1 日間指上午 7 時至晚上 22 時；夜間指晚上 22 時至隔日上午 7 時。

七、挪威

挪威 NS 8176 針對建築物內之振動對人體之影響提出了相關量測及評估指引(地面交通所產生)，依據建築物之振動暴露程度分為四個等級(Class A、B、C、D)，上限值如表 3.1.2-11。等級 A 表最佳，住宅內之住戶會將振動事件視為例外狀況。等級 B 表佳，住戶內之住戶預計會受到一定程度的振動影響。等級 C 表新建物須符合之最低標準，此建議值多用來評估新建之交通運輸基礎設施，在此建議值下

之建築物約有 15 %住戶會受到振動干擾。等級 D 表現有建物須符合之建議值(約有 25 %之住戶會受到振動影響)。其內容包含測量位置、方向、參考軌道、參考上層建築物、橋梁高架、及標準值等等。

表 3.1.2-11 挪威振動建議值(guidance limis)

振動類型	等級 A		等級 B		等級 C		等級 D	
加權後之最大振動速度	mm/s	dB re 2.54×10^{-8} m/s	mm/s	dB re 2.54×10^{-8} m/s	mm/s	dB re 2.54×10^{-8} m/s	mm/s	dB re 2.54×10^{-8} m/s
	0.1	71.9	0.15	75.4	0.3	81.4	0.6	87.5
加權後之最大振動加速度	mm/s ²	dB re 10^{-6} m/s ²	mm/s ²	dB re 10^{-6} m/s ²	mm/s ²	dB re 10^{-6} m/s ²	mm/s ²	dB re 10^{-6} m/s ²
	3.6	71.1	5.4	74.6	11	80.8	21	86.4

八、瑞典

瑞典針對建築物內之舒適度訂定相關振動評估方法(SS460 48 61)，將振動建議值分成兩個等級(中度干擾、嚴重干擾)，相關內容如表 3.1.2-12。瑞典鐵路管理局、瑞典運輸管理局以及瑞典環保署在基於振動標準(SS460 48 61)的基礎上，針對緊鄰軌道之建築物提出相關振動建議值，相關內容如表 3.1.2-13。

表 3.1.2-12 瑞典振動建議值

振動值類型	中度干擾		嚴重干擾	
加權後最大振動速度均方根值	mm/s	VdB	mm/s	VdB
	0.4-1.0	83.9-91.9	>1	>91.9
加權後最大振動加速度均方根值	mm/s ²	dB	mm/s ²	dB
	14.4-36.0	83.2-91.1	>36	>91.1
備註：				
1.低於中度干擾：極少人會感受到振動。				
2.中度干擾：人們可能會感受到振動。				
3.嚴重干擾：大多數人可能會感受到明顯之振動。				

表 3.1.2-13 瑞典鄰近軌道建物振動建議值

建築物類型	速度		加速度	
	mm/s	VdB	mm/s ²	dB
新建築 ¹	0.4 ⁴	83.9	14	82.9
重要翻修 ²	0.4 ⁵	83.9	14	82.9
現有環境 ³	1.0 ⁶	91.9	36	91.1

註：1.住宅的臥室，別墅，看護場所。

2.夜間(22 時-6 時)住宅的臥室，別墅，看護場所。

3.夜間(22 時-6 時)住宅的臥室數值。

4.夜間(22 時-6 時)臥室的限制(最高可接受)值：0.7 mm/s。

5.夜間(22 時-6 時)臥室的限制(最高可接受)值：1.0 mm/s。

6.夜間(22 時-6 時)臥室的限制(最高可接受)值：2.5 mm/s。

九、英國

英國對於振動污染並未有管制法令，但與振動相關之評估量測與建議則有 BS 6472(人體在建築物受振動之影響，參考 ISO 2631-1)、BS 7385(振動量測建議方法)、BS 5228(營建振動控制)及 BS 6841(人體受機械振動之測量，使用 W_b (1 Hz-2 Hz 之 xy 軸加權)及 W_d (4 Hz-12.5 Hz 之 z 軸加權))等相關標準可參考，不過多係針對建築物受振動對人之進行影響評估，BS 5228-2(2009 年)對戶外場所之環境噪音及振動控制，即提供振動等級的影響，所使用之指標為 PPV，如表 3.1.2-14。

表 3.1.2-14 振動等級的影響(Guidance on effects of vibration levels)

振動等級(單位 mms^{-1})	影響
0.14	可能對於較敏感之狀態下會有影響，但在較低頻率時，人對振動的敏感度降低。
0.30	一般環境下之振動。
1.00	若居住在此環境下可能會引起投訴之振動程度，但若預先告知是可忍受的狀態。
10.00	無法忍受之振動影響。

資料來源：BS 5228 :Part 1 : 1997，1999 年 2 月，U.K.

十、中國

中國於 1988 年 12 月 10 日即發布城市區域環境振動標準 GB 10070-88 及城市區域環境振動測量方法 GB 10071-88，各地區行政單位可依此該標準進行振動標準之訂定。

標準係計算建築物室外 0.5 m 範圍以內之垂直 Z 軸振動量，適用範圍分四種區域及兩種交通類型共 6 大類，且係針對連續發生的穩態振動(指一時間內振動量變化不大之環境振動)、衝擊振動(指具有突發性振動變化之環境振動)及無規振動(指未來任何時刻不能預先確定振動量之環境振動)之振動量進行規範，每日每次最大值晝間不可超過該區域之標準值 10 dB，夜間則不可超過標準值 3 dB。標準值如表 3.1.2-15 所示。

表 3.1.2-15 中國不同區域振動標準值(dB)

單位 dB	適用地帶範圍	晝間	夜間
環境四大類區	特殊住宅區	65	65
	居民、文教區	70	67
	混和區、商業中心區	75	72
	工業集中區	75	72
交通類型	交通幹線道路兩側	75	72
	鐵路幹線兩側	80	80

註：1.晝間與夜間之時間規範由當地政府依當地習慣和季節變化制定。

2.量測量為垂直 z 軸之振動。

3.動態振動取 5 秒內之平均數。

4.衝擊振動以 10 次之每次最大振動量平均數。

5.無規振動以每測點間隔採瞬時值，每次間隔不超過 5 秒，連續測量大於 1,000 秒，並以 L_{v10} 為測值。

6.鐵路振動以每次列車通過之最大值，連續量測 20 次列車之平均值為測值。

7.振動加速度量 $VAL=20\log(a/a_0)$ ，單位 dB。

8.加速度 a_0 為 $10^{-6}m/s^2$ 。

十一、小結

世界各國不論是針對環境、交通系統或是建設活動方面，大多數國家 ISO、JIS、DIN、AS、CNS 等等振動頻率範圍為 1 Hz~80 Hz，振動頻率會影響到日常環境生活品質，主要介於 1 Hz~40 Hz (另一原因是主要都參考 ISO 2631 標準)。ISO 2631-2 所使用之加權為三軸向皆以相同加權；日本規範係以 JIS C 1510 之 Z 軸(垂直軸)加權為主；德國 DIN 4510-2 與 ISO 相似為三軸向考量之加權，但與 ISO 及 JIS 不同係以 VDV 計算。多數國家對於環境振動對人體之影響評估，主要還是參考 ISO 規範，再自行因應國內適用現況修正指標內容，故所使用之儀器規範主要還是以 ISO 8041 規範為基準。

彙整蒐集之國外與振動相關之內容，以及參考歷年環保署有關振動之報告書，針對振動影響設置之建議值整理如表 3.1.2-16，不論係針對環境、交通系統或是建設活動所產生之振動，亦或是量測評估振動之地點不同，如位於周界或建築物室內，大多數國家振動頻寬範圍為 1 Hz~80 Hz，而對於振動計算的方式則分為三種：1.採 Z 軸振動為指標；2.採三軸振動加總為指標；3.採最大振動軸向為指標。

各國不同加權與使用之指標雖有不同，但多係要求三軸向振動量皆需測量其結果，在相同儀器規範下測量之原始訊號，進行適用於各國國情的不同指標計算評估，我國現階段主要係參考日本規範，僅以 Z 軸(垂直軸向)之結果作為評估指標，為與國際接軌，未來研擬環境

振動管理指引時，係參考 ISO 2631-2 規範測量三軸向振動(XYZ 軸)，以 L_{eq} 指標進行 W_m 加權計算。

表 3.1.2-16 各國振動測量及評估標準

國家/規範	規範名稱	範圍	頻率範圍	參考軸向	指標及加權描述	儀器規範
國際標準組織	ISO2631-2:2003	人體振動-建物內之持續及衝擊振動	1 Hz -80 Hz	三軸向(x,y,z)，取最大振幅之方向	Leq Wm	ISO 8041
韓國	噪音及振動標準測試方法	生活振動、特定工廠(場)排出振動、交通道路及鐵路振動	1 Hz -90 Hz	Z 軸	L10	KSC-1507
日本	日本振動規制法	環境振動、特定工廠(場)振動	1 Hz -80 Hz	Z 軸	L10	JIS C1510
西班牙	ISO2631-2:2003	人體振動-建物內之持續及衝擊振動	1 Hz -80 Hz	三軸向(x,y,z)，取最大振幅之方向，無法判斷主要振動方向，以測得三軸有效的值 $w_i(t)$ (SLOW)總和	Law Wm	ISO 8041
澳洲	AS 2670.2-1990 Transport Noise Management Code of Practice Volume 2 – Construction Noise and Vibration(2014)	人體振動- 建物內之持續及衝擊振動 交通系統施工項目所造成之振動	1 Hz -80 Hz	Z 軸	Wg Wb	ISO 8041
奧地利	ONORM S9012:2010	地面交通所產生之振動(振動及結構噪音)	1 Hz -80 Hz	Z 軸	E _{max} Wm	ISO 8041
德國	DIN 4150-2:1999	振動對建物內部的人產生之影響	1 Hz -80 Hz	三軸向(x,y,z)，取最大振幅之方向	KB _{Fmax} KB	DIN 45669-1
義大利	UNI 9614:1990	建物內舒適度	1 Hz -80 Hz	三軸向(x,y,z)	a _w Wm	ISO 8041
挪威	NS 8176:2005	地表運輸系統：建物內舒適度	0.5 Hz -160 Hz	Z 軸	a _w Wm	ISO 8041
丹麥	Danish guidelines on environmental low frequency noise, infrasound and vibration	振動對建物內部的人產生之影響	1 Hz -80 Hz	三軸向(x,y,z)，取最大振幅之方向	L _{aw i d} KB	DIN 45669-1
瑞典	SS 460 48 61 (1992)	振動和衝擊：建物內的舒適度評價	1 Hz -80 Hz	三軸向(x,y,z)，若確定最大振動量方向，量測該方向之最大振動量即可	Law(max) Wm	ISO 8041
英國	BS 6472-1:2008	建物內人體之振動曝露程度	0.5 Hz -80 Hz	三軸向(x,y,z)	VDV(t) Wd Wb	ISO 8041
中國	GB 10071	環境振動	1 Hz -80 Hz	Z 軸	VAL Wk	ISO 8041

參考資料：106 年環保署環境振動源特性及管制研究計畫專案報告及本計畫整理

3.2 蒐集並研析國內外近 3 年與環境振動有關之規範或研究文獻至少 3 篇

如上節已蒐集部分國家之振動規範相關內容，本節則係蒐集近 3 年內之國內外不同機關或企業針對環境振動進行規範及要求，或各學術單位與振動有關之研究文獻，依不同振動源如交通、建築物或其他振源區分，擷取與我國振動影響較近似且值得參考或借鏡之處。

一、 交通

1. 英國 Connolly 等人(2016 年)[43]

針對軌道類型、建築物類型及列車種類等影響振動之因子，進行統計分析，研究結果顯示世界各國之鐵路軌道類型分為三種類型，分別為地上段、地下段(含隧道)及橋樑段，考量新建軌道總長度故地上段約佔 78%、地下段佔 38%，橋樑段則佔 11%。對於常規列車(例如城際列車)，進行 22 份報告數據統計，發現有 36% 振動值超過了極限值/建議值。而假設 32% 有結構噪音影響時，將有 72% 的案例超過閾值。對於高速鐵路，僅分析了三個報告，其中兩個(即 67%)超過了振動限值，而其中一個(即 33%)超過了結構噪音限值。另外對於貨運列車，沒有造成振動問題，但有一個(即 33%)超過噪音限制。

為了確定振動評估期間最常見的建築類型，根據(Federal Railroad Administration, 2012)對建築物進行分類。因為在許多報告中考慮了不止一種建築類型，故百分比合計為大於 100%。研究發現住宅建物(第 2 種類)有 96% 為此區域之報告。具有機構用途的建築物(第 3 種類)的報告有 62%，然而高度敏感的建築物(第 1 種類)僅有 16% 進行分析。另還有一個高敏感類別係“特殊建築”，如錄音和電視演播室和劇院。

各國建議採取之減振措施眾多，因此統計百分比總和大於 100%。主要以 8 種減振策略為主：1. 道碴墊(ballast mats)2. 浮動式道床(floating slabs)3. 其他特殊軌道型式(other special trackforms)4. 彈性扣件 5. 彈性枕木 6. 長焊鋼軌(Continuous Welded Rail, CWR)等 7. 輪胎骨料(tyre aggregates)8. 建築物改善。多數減振策略都是積

極進行，故係以防制振動源之振動而非以受振端進行改善。儘管在替代性方案進行了研究，但在任何情況下都不會以防振溝或振波障礙物作為減制策略首選。

2. 波蘭 Krzysztof Robert Czech(2016 年)[46]

研究道路路面的類型和車輛行駛所造成之振動關係。於 8 個不同位置進行振動測量。分析結果顯示車輛行駛於混凝土鋪面之路面，產生之振動量較小(與 3.5 噸的車輛行經礫石路面之振動量比較，礫石路面在垂直方向上振動量增加超過 15 倍，而總振動量則超過 51 倍)。在強化砂石鋪面所產生之振動量最小(與 3.5 噸的車輛行經瀝青鋪面之振動量相比，瀝青鋪面振動量增加超過 21 倍)。不論何種鋪面當行駛車輛速度下降則振動量減少。

二、 環境振動-建築物

1.挪威 Ronny Klæboe 等人(2016 年)[47]

研究發現振動影響的程度與年齡、性別或對噪音的敏感度之間沒有顯著的相關性。但爆破活動對室內振動的影響有高度相關相關性。

研究使用 NS 8141:2001 的未加權振動速度的峰值，以及根據 NS 8141-1:2012 的頻率加權振動速度的峰值作為指標。針對 7 個區域的住宅區 520 位住戶周圍進行爆破活動之振動影響調查評估。室內調查結果顯示約 49 %的受訪者覺得爆破振動讓他們感到高度困擾以及困擾，只有 19 %的人沒有感到影響，也沒有注意到振動，調查結果如表 3.2-1。另針對爆炸事件中建築物構件如窗戶發出的撞擊聲，約有 50 %的受訪者表示爆破令他們擔心他們的住房受到損害，而低於 25 %的受訪者則表示爆破令他們感到害怕或擔心。

結果顯示振動量增加與煩惱反應程度較高之間存在明確的對應關係。x 軸上的振動值之間的距離是對數變換的，並且估計的有序對數曲線通常為 S 形曲線，在 20 mm/s 的加權振動速度的峰值下暴露時，20 %的受訪者表示他們對室內振動非常煩惱，而約 14 %表示他們根本沒有發現振動或感到困擾。

3.3 蒐集並研析人體對環境振動感受度或容忍度相關之研究 文獻至少 3 篇

在多數國家與人體振動相關之標準多係參考 ISO，其中 ISO 2631 為了適應不同類型的評估，提供了振動方面的各種標準，在任何實務可行者，建議使用記錄至少在 1 Hz~80 Hz 頻率範圍內未加權的振動歷時資訊之量測技術。

一、 ISO2631-2 標準沿革

ISO2631-2 Mechanical vibration and shock-Evaluation of human exposure to whole-body vibration-Part2: Vibration in buildings(1 Hz to 80 Hz)「機械振動與衝擊-人體曝露於全身振動的評估-第 2 部：建築物內的振動(1 Hz to 80 Hz)」的主要內容即關於人體在建築物中受到的全身振動的量測和評估。此標準於 1989 年提出，規定測量和評估方法，包括測量方向和測量位置，以及定義出 1 Hz 至 80 Hz 頻率範圍的頻率加權，至 2003 年修正時提出頻率加權 W_m ，且不須指定人體姿勢。原先在 1989 年版的 ISO2631-2 曾明列建築物內的振動基準曲線，但在 ISO 2631-2:2003 中已取消，且 2003 年版並未提到可接受的振動幅度大小，而改為鼓勵各國採用此方法進行測試，待有更多的數據後再訂定數值。該標準在 2013 年經國際標準組織重新確認且未作任何修正。

二、 標準適用對象

ISO 2631-2:2003 沒有提供結構損壞的可能性的指導，這在 ISO 4866 中進行了討論。此外，該標準不適用於評估對人類健康和安全的影響。

三、 振動源分類

依據實際中引起不滿情緒的振源的主要類型進行分類有助於評估。不同類別振源會有不同的可接受振動量。為符合國際一致的方法，定義下列分類：

- (a) 連續或半連續過程，如工業類。
- (b) 持續的間歇性活動，如交通類。

(c) 有限時段(非持續的)活動，如建築行業。

四、 振動感受度

許多地區國家的經驗顯示，當建築物的振動量只要稍微超過人的感知閾值時，就會引起居住者對居住場所的建築物振動產生不滿。有些情況是由於振動的二次影響，如輻射噪音所引起的。一般來說，符合要求的振動幅值很可能與大眾的期待以及經濟、社會和其他環境因素有關。它們並不取決於諸如短期的健康危害和工作效率等因素。實際上在所有的狀況下，直接由運動的振動幅值導致疲勞是非常不同的。

人可以忍受明顯較高振動量的情況確實存在，特別是在暫時的干擾和暫態事件發生。例：一些施工計畫，透過適當的公共關係計畫，包含譬如警告信號或定期發出公告，就可減少居民受驚擾的程度。對於振動時間過長的情況，長期習慣振動後就有可能改變引起厭倦感的閾值。

ISO 2631-2 係針對週期性、隨機性和暫態性的全身振動的量測方法，指出綜合決定振動曝露能夠被接受程度的主要因素。考慮的頻率範圍為：

- 對健康、舒適與感知為 0.5 Hz～80 Hz
- 對動暈症為 0.1 Hz～0.5 Hz

儘管沒有涉及人體行為的潛在影響，全身振動評估指引的絕大部分也可用於這個領域。標準還規定為了測定人體曝露而安裝傳感器的優先方法與原則，適用於通過支撐面傳遞到整個人體的運動，其支撐面包括站立時的腳、坐著時的臀部、背部和腳，或躺臥時的支撐部位。這種類型的振動出現在交通工具、機械設備、建築物中以及正在工作的機器附近。標準不適用於像車輛事故產生的極大單次撞擊。

對振動環境的舒適反應，舒適的可接受振動量取決於隨不同應用而異的許多因素，所以本標準沒有定義界限。下面的數值列出在公共運輸中不同的整體總振動量的幅值下，可能反應的近似表現。在不同振動幅值的反應取決於乘客預期的旅行持續時間和乘客所預期完成的活動的類型(例：閱讀、進食和書寫等)以及諸多其他因素(聽覺噪聲、

溫度等)。表為振動加速度與人體舒適度之對照表。

令人對振動的感知感受有 50 % 的機警、健壯的人能察覺到峰值為 0.015 m/s^2 的 W_k 加權振動。不同人對感知振動的能力有很大的差異。當中位數感知閾值大約為 0.015 m/s^2 時，在四分位範圍中可擴展到大約從 0.01 m/s^2 到 0.02 m/s^2 峰值。

感知閾值隨著振動持續時間增加 1s 會有輕微下降，而隨著持續時間的進一步增加而下降很少。雖然感知閾值隨著持續時間的增加而不再繼續降低，但在振動量高於閾值的狀況下，其產生的感覺可能會繼續增加，如表 3.3-1。

表 3.3-1 振動加速度值與人感受度

加速度值(m/s^2)	音壓(dB)	感受
<0.315	<110	感覺不到不舒適
0.315-0.630	110-116	有點不舒適
0.500-1.000	114-120	相當不舒適
0.800-1.600	118-124	不舒適
1.250-2.500	122-128	非常不舒適
>2.000	>126	極不舒適

資料來源：ISO 2631-1, Mechanical vibration and shock -- Evaluation of human exposure to whole-body vibration -- Part 1: General requirements, 1997 年

3.3.1 研究文獻

蒐集發表於 2018 年最新與振動感受度相關之研究文獻，以下列出幾篇研究結果。

一、舒適度研究 (Whole-body vibration)

巴西學者 Machado Duarte 等人(2018 年)[48]，評估受試者 WBV (Whole-body vibration) 的舒適度，研究指出人體對振動的反應研究是複雜的，因為可能存在很多因素的相互作用(如暴露持續時間，加速度和 VDV(Vibration Dose Value)值)。因此，沒有考慮到所有涉及的參數，如果兩個振動刺激具有相同的振動能量則這兩個振動刺激相等。VDV(或加權 RMS(Root Mean Square)加速度值)和暴露持續時間對舒適度的影響似乎不符合 ISO2631-1(1997)中所述的內容，這使得該標準可能與 WBV 對健康影響的研究更相關。

儘管此研究進行了一些比較證實了 ISO 標準的陳述，但具有相同趨勢的其他人則顯示出不同的結果。因此，另一方面要澄清的是，更多的研究對於更好地理解這些參數對振動下個體反應的影響是必要的。由於缺乏儀器設備，目前研究未監測到的靠背振動的存在可能會影響混淆結果，這可能是進一步調查的另一點。

波蘭 Janusz Kawecki 及 Krzysztof Stypula(2013 年)[49]，提出運輸系統路線的設計與提供建築物中必要舒適度有關。研究指出在交通運輸路線的設計階段，經常忽略提供振動舒適性需求，這導致需要更昂貴的技術措施來減少完工階段之道路啟用後所造成之影響。報告針對位於已完工建築物中的人員進行振動影響評估的動態測試(dynamic tests)，及被動操作振動源產生振動之調查，調查內容如下：

- 調查居住的房間分配
- 收集有關振動源的數據，包括對人的影響以及振動源傳遞方式
- 接受評估之標準
- 根據測量結果確定人體接收時振動的特徵參數值
- 根據標準評估振動對人類的影響
- 提出振動防制技術措施

將從測量獲得的參數值與提供舒適度的相應值進行比較。在確定提供更舒適振動(振動值上限)的價值時，考慮了許多因素的影響，包括以下內容

- 建築物內房間的目的
- 振動發生的時間
- 振動的性質及其可重複性
- 振動方向和人體相對於振動方向的位置
- 振動頻率。

以下是振動對建築物居民的影響評估結果。大多數動態測試是在重建運輸路線後由於用戶投訴而執行的。居民表示振動擾亂睡眠和腦思考。振動對人的影響評估結果也包含對應於提供必要舒適性的條件。

鐵路運輸如軌電車和地鐵對環境的影響來源是振動影響。當交通

條件改變如車速加快及增加載荷，但沒有考量到住在建築物中的人的振動影響，即產生陳情。且建築物底層的振動遠遠超過了夜間和白天所需的舒適度。結果顯示在 4 層樓高之磚牆建築物中，樓板為鋼樑結構(Klein-type 天花板)及磁磚地面時，在 16 Hz 之頻帶即對人體產生影響。

二、 民眾煩擾度研究(annoyance)

英國 D. Wong-McSweeney 等人(2016 年)[50]，針對建設輕軌捷運所產生之環境振動，對住宅區附近之民眾的煩惱及可接受性作調查研究。由調查結果發現不同振動量產生煩擾度的影響最敏感，信賴區間也較小，表示有強烈的關聯性，振動量與煩擾度、接受性與關注程度。

關注度和可接受性其他研究已經提出證據，表示此些外部因素會影響振動量與煩擾度的關係，研究中可接受性振動量的曲線並不明確。

英國 Nathan Whittle 等人(2015 年)[51]，針對振動所帶來的煩擾進行調查，並提供調查建議。環境振動問卷旨在收集居住在其控制範圍之外的居民附近的居民的反應。這些回應必須用於獲得住宅環境中的振動的曝露-回應關係，因此必須適合於利用振動測量數據進行分析。環境振動調查問卷必須通過收集所有潛在振動源以及居住環境噪音的煩擾等級來對煩惱進行深入分析。由於在類似暴露等級下的煩惱反應可能存在差異，因此應收集其他煩惱的問題，以收集有關受訪者態度，情況和社會人口特徵的信息。結果顯示多數民眾對於營建工程所造成之振動較為煩擾。

瑞典 J.Negreira 等人(2015 年)[52]，研究指出振動影響在木結構房屋建築中，對居民來說可能是一種煩擾。木地板所造成之振動影響係需要在設計時充分考量的問題，故需要研究人體對振動的影響，以便能夠更好地評估住宅中的振動量是可接受之程度。研究在瑞典 2 個以不同的實驗室環境中進行測試，以 5 個不同木地板的測量，當一個人在特定地板上行走或坐在放至於該地板的椅子上時，當測試者在地板上行走時，進行加速度測量。這些測試者填寫了一份關於他們對所討論的振動的感知和體驗的調查問卷，並藉由問卷答復與根據所進行的測量確定的參數值之間的關係，製定人體對地面振動的響應指標，

特別是關於振動可接受性和振動煩惱的指標。雖然測試的地板樣本很小，但可以注意到一些明顯的趨勢，第一個特徵頻率 $f_{1;c;EC5}$ (以 Eurocode 5 規範計算) 和 Hu and Chui's criterion $r_{HC;m}$ (根據測量量計算) 被證明是計算振動煩惱度的最佳指標，而根據案件的加速度計算最大瞬態振動值 (The Maximum Transient Vibration Value, MTVV) 是評估振動可接受性的最佳指標。

三、人體振動曝露研究 (human exposure to vibration)

英國 G. Sica 等人 (2014 年) [53]，設計住宅環境中人體暴露振動評估的測量方法，振動暴露有許多客觀特徵可以影響人體反應，包括振動的振幅、方向、頻率、持續時間等特徵。除了振動波形的這些客觀特徵之外，還存在可能影響人類響應的不同環境振動源所固有的特徵，如振動源為永久特性如鐵路或暫時特性如建築工地。研究中住宅環境被定義為距離振動源半徑 100 m 範圍內的住宅，並將振動的產生、傳輸和感知分為以下因子。

- 源(Source) - 定義為產生振動並轉移到地面的區域。
- 路徑(Path) - 定義為振動傳播的土壤剖面。
- 接收(Receiver) - 包括與建築物基礎相互作用的土壤，與地基相連的結構，如地板、牆壁和天花板。
- 入口點(Point of entry) - 建築物中振動“進入”人體的點。

參考規範如 ISO 2631-2 由於最佳測量點取決於研究中居民的配合，因此房間的中心或所需房間並非總是可進行測量，如果被訪者不同意內部測量，但允許於房屋周圍，則盡可能在房屋的基礎附近進行短期外部測量。如果被訪者不同意在靠近住宅的任何測量或不在家的情況下，則外部測量是在建築物前面或後面的街道上進行，在某些情況下，不可能在受訪者的位置進行任何位置測量時，則可選擇在距離鐵路相似距離有類似的暴露量的房屋中，故結果產生與測量位置相關的不確定性。

研究以 ISO 2631-2 的 W_m 加權計算 752 處鐵路及 321 處營建工程的 rms 加速度、MTVV 和 VDV 振動量，並繪製振動暴露的分佈情況。對於每個振動源實現了廣泛的振動暴露狀況，表選址方法為可行。

第四章 研析我國民眾陳情振動案件，瞭解實際影響現況

工作成果摘要

1. 彙整並分析 104 年至 107 年 10 月之振動公害陳情內容，包含重複陳情案件共 877 件，被陳情對象為一般居民陳情 231 件、營建工程 250 件、工業 136 件、商業 129 件與其他類別 131 件。
2. 依環境振動陳情振動源類型，擬定環境振動測點選定原則、量測方法、分析方式及評估指標。環境振動源大致分為四大類，分別為營建工程、工廠(場)、營業場所及交通運輸沿線。在陳情內容為內裝修所造成之施工振動，亦歸類為營建工程之類別，如鑽牆鑽地之振動。而針對人為跳動等行為所產生之振動，則不在本研究進行選點及測量研擬。
3. 完成 20 點次現場環境振動及噪音量測。各測點來源為噪音陳情測點，測點位置位於場所周界或民宅內，同時噪音及振動之量測。各測點振動測量值以 ISO 2631-2 W_m 加權計算，分析未加權時各頻帶振動量及振動歷時曲線與噪音歷時曲線之相關性。

第四章 研析我國民眾陳情振動案件，瞭解實際影響現況

4.1 調查概要與目的

本章工作項目目的為瞭解國內各類環境振動陳情現況。工作項目與內容包含：

- (一)彙整分析近 3 年有關民眾振動陳情案件現況。
- (二)研擬民眾陳情振動案件或常見環境振動之量測選點方式。
- (三)依據民眾陳情案件類型及振動特性，參考國內量測方法或相關國際規範，擬定量測調查程序及資料分析方法，完成至少 15 件實地環境振動調查，其中至少 5 件應包含室內外振動值之比較。

參考近年振動陳情案件、歷年計畫研究成果、國外相關研究及法規，依上述工作需求，擬定測點選定原則、量測方法、振動調查評估指標、量測設備以及資料分析與研析方法等，說明如后小節，工作流程如圖 4.1-1。

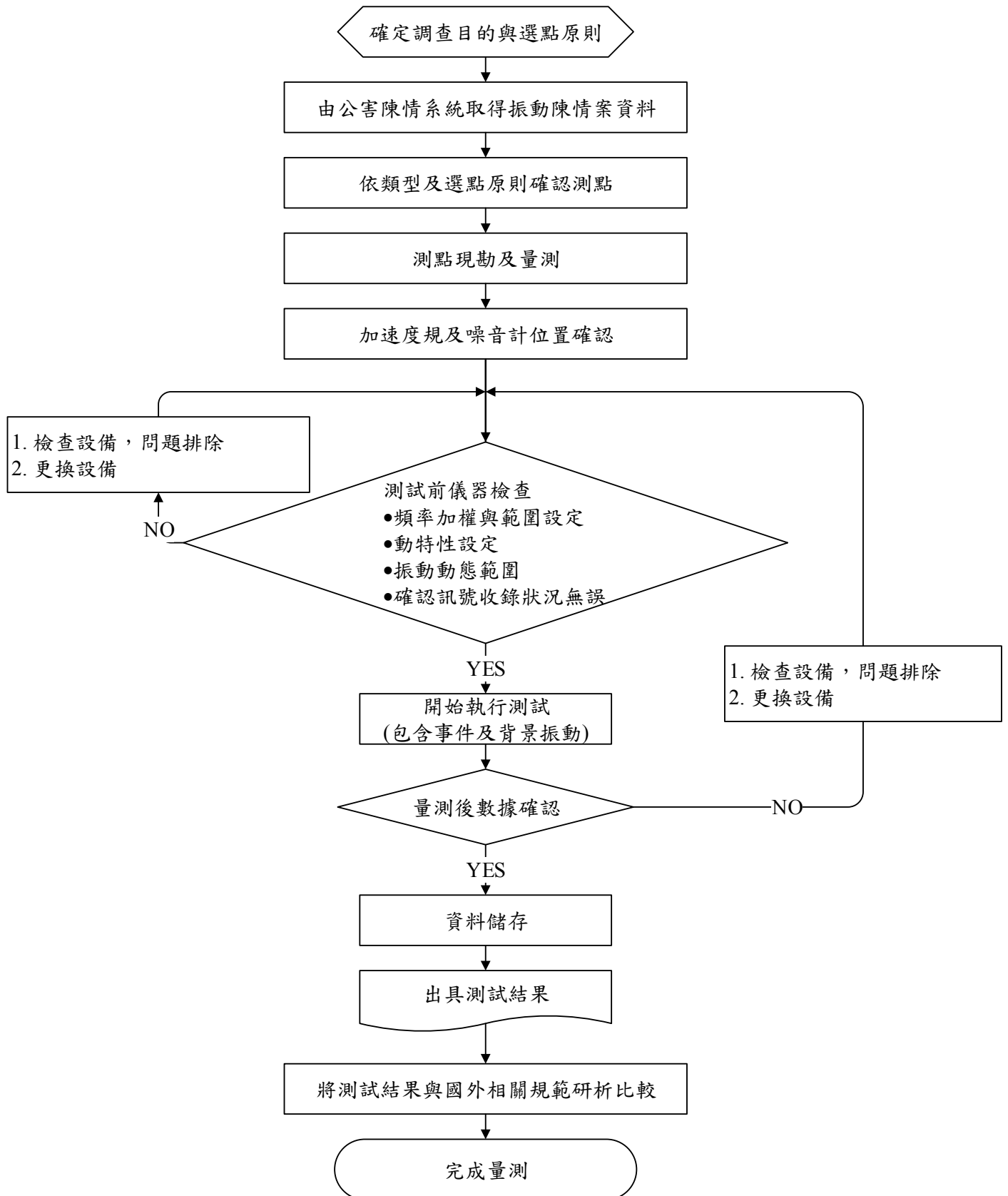


圖 4.1-1 環境振動量測調查程序圖

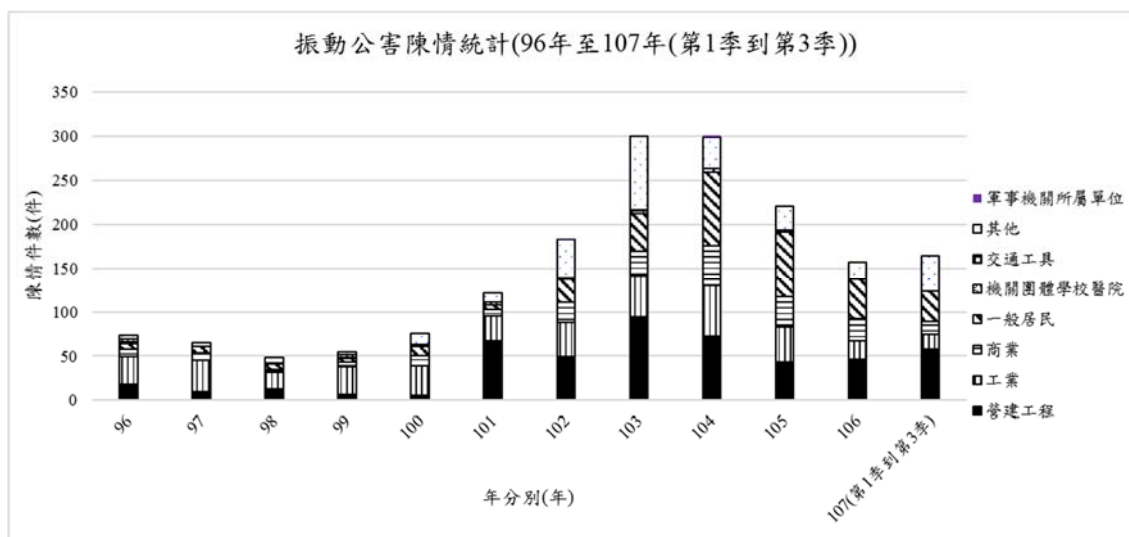
4.2 彙整分析近 3 年有關民眾振動陳情案件現況

在環保統計查詢網(<https://stat.epa.gov.tw/>)中，公害陳情案件受理統計資料依被陳情對象，分類為機關團體學校醫院、軍事機關所屬單位、商業、工業、營建工程、交通工具、一般居民及其他類別共 8 大類。統計我國 96 年至 107 年 9 月之振動及噪音公害陳情案件數(受理案件數)，分別以陳情類別與縣市別統計，如圖 4.2-1 及表 4.2-1 所示。其中以 103 年及 104 年之振動陳情件數較高，分別為 300 件及 301 件，尤以營建工程案件數較其他年份高出許多，主要分布於新北市，而在 96 年至 100 年間振動陳情以工業類別最多，101 至 103 年間則為營建工程類別較高，104 年至 106 年以一般民眾陳情類別為主。由於噪音與振動多伴隨發生，因此現階段環保局在處理時，得以噪音管制方式或交由警察機關解決民眾困擾。

表 4.2-1 公害陳情受理振動案件統計-依被陳情對象類別(96 年至 107 年 9 月)

年份	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107 (第一季到 第三季)	總計
總計	73	65	48	55	76	121	184	300	301	221	157	164	1,922
機關團體 學校醫院	2	—	—	1	1	—	—	3	4	—	—	—	11
軍事機關 所屬單位	—	—	—	—	—	—	1	—	2	—	—	—	3
商業	9	9	3	5	11	8	23	29	46	34	25	14	241
工業	31	35	19	31	33	28	39	47	58	40	21	17	420
營建工程	18	10	13	7	6	67	49	94	72	43	46	58	529
交通工具	3	—	1	3	1	3	2	1	—	3	—	—	17
一般居民	6	7	6	4	11	5	26	42	83	74	45	35	389
其他	4	4	6	4	13	10	44	84	36	27	20	40	312

資料來源：環保署統計資料庫



資料來源：環保署統計資料庫

圖 4.2-1 公害陳情受理振動案件統計-依被陳情對象類別(96 年至 107 年 9 月)

4.2.1 依被陳情對象類型分析

由環保統計查詢網(<https://stat.epa.gov.tw/>)中，其公開於民眾查閱之資料僅如圖 4.2-1 及表 4.2-1 中之統計數字，實際詳細陳情內容並不公開，本計畫 4.2.1 節至 4.2.3 節之分析資料，係由環保署提供之公害陳情受理清單，故分析數字與統計數字並不一致。分析方法皆係由陳情清單描述中進行類別歸類分析。

彙整 104 年至 107 年 10 月之振動公害陳情內容，包含重複陳情案件共 877 件，被陳情對象為一般居民(近鄰)231 件、營建工程 250 件、工業 136 件、商業 129 件與其他類別 131 件。圖 4.2.1-1 為各類型陳情類別案件數圖。

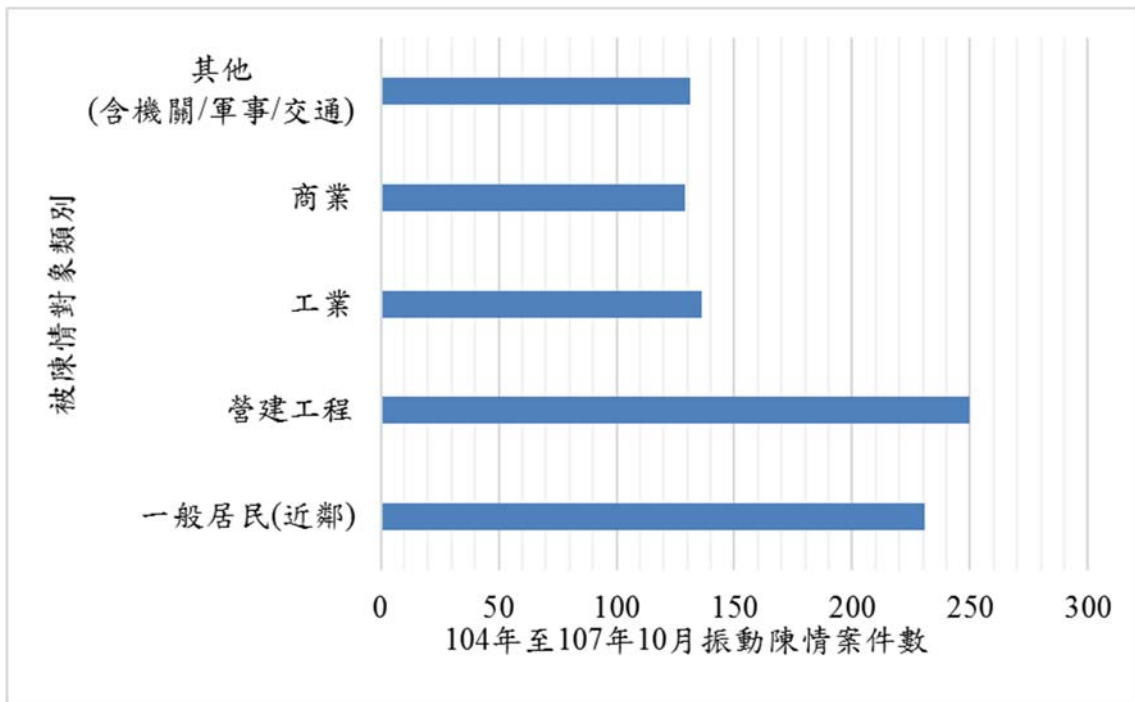


圖 4.2.1-1 104 年至 107 年 10 月之振動公害陳情類別案件數圖

(一)一般居民

陳情類型為一般民眾(近鄰)振動共 241 件，其中有 48 件(21%)陳情內容為住宅裝潢施工，33 件(14%)為機器或馬達運轉，13 件(6%)為住家為工廠或使用代工機械，8 件(3%)為使用縫紉機所產生之振動，其他案件其類型近似噪音管制法第六條之不具持續性或不具測量而足以妨害他人生活安寧之近鄰案件數，如人在室內走動跑跳、使用健身器材等等，百分比如圖 4.2.1-2 所示。

重複陳情案件，陳情 2 次共 11 處，3 次共 3 處，14 次有 1 處，多為裝潢施工與工廠機具所產生之振動，而重複陳情 14 次之內容則為人行為所致之影響。

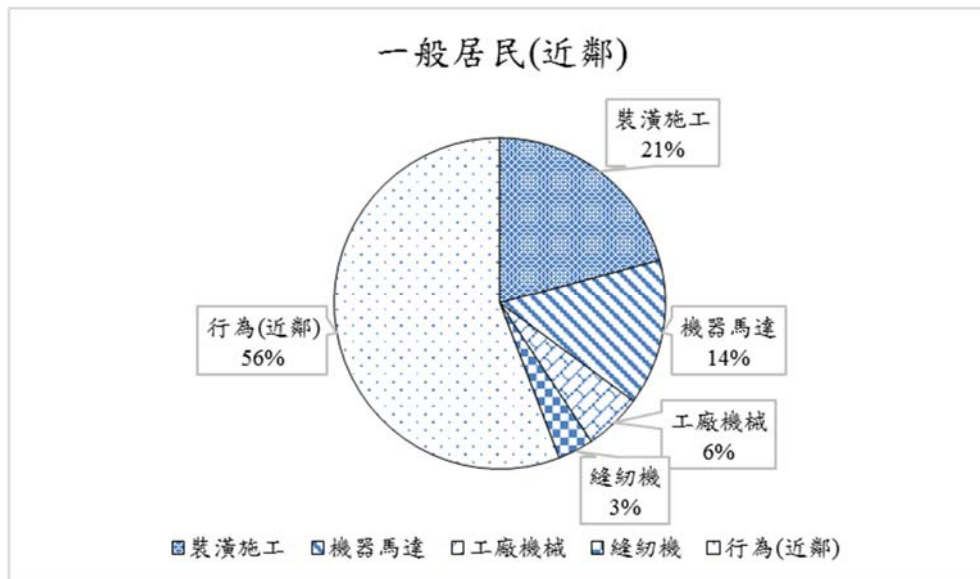


圖 4.2.1-2 振動陳情內容細項百分比圖(104 年至 107 年 10 月)-一般居民(近鄰)

(二)營建工程

陳情類型為營建工程振動共 250 件，其中有 36 件(15 %)陳情內容為住宅裝潢施工，20 件(8 %)為拆除工程，26 件(10 %)為使用電鑽鑽地面或磚牆，16 件(6 %)為道路施工工程振動，剩下則為一般營建工程陳情，百分比如圖 4.2.1-3 所示。

重複陳情案件，陳情 2 次共 13 處，3 次共 2 處，4 次有 1 處，5 次有 1 處多為裝潢施工與鑽地所產生之振動陳情，而重複陳情時間集中於特定時段內。

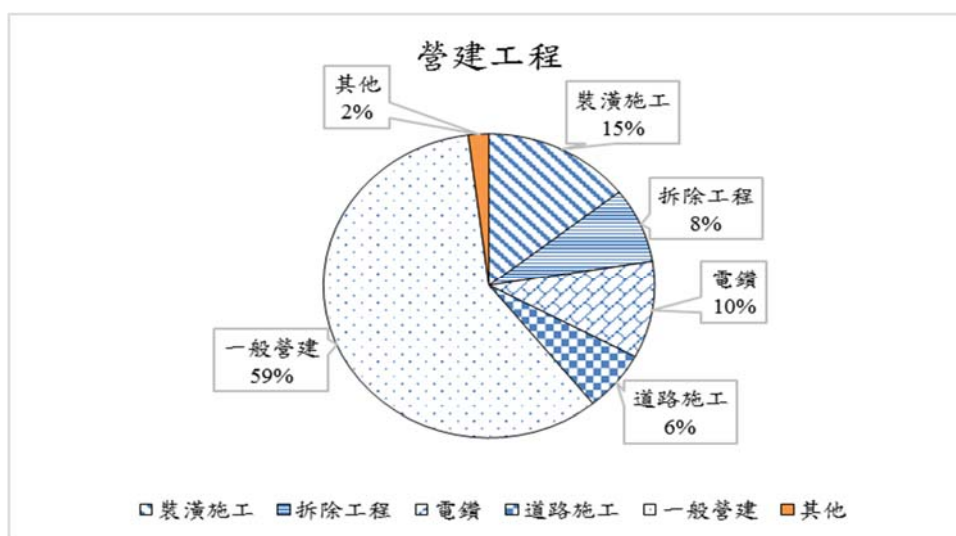


圖 4.2.1-3 振動陳情內容細項百分比圖(104 年至 107 年 10 月)-營建工程

(三)工業

陳情類型為工業振動共 136 件，其中有 18 件(13 %)陳情內容為沖床油壓振動，11 件(8 %)為工廠馬達振動，9 件(7 %)為機具振動，剩下則為工廠機台操作陳情，百分比如圖 4.2.1-4 所示。

重複陳情案件，陳情 2 次共 10 處，3 次共 4 處，6 次有 1 處為鑄造業，12 次有 1 處汽車沖床工廠之振動陳情，而重複陳情延續期較長，可達半年以上。

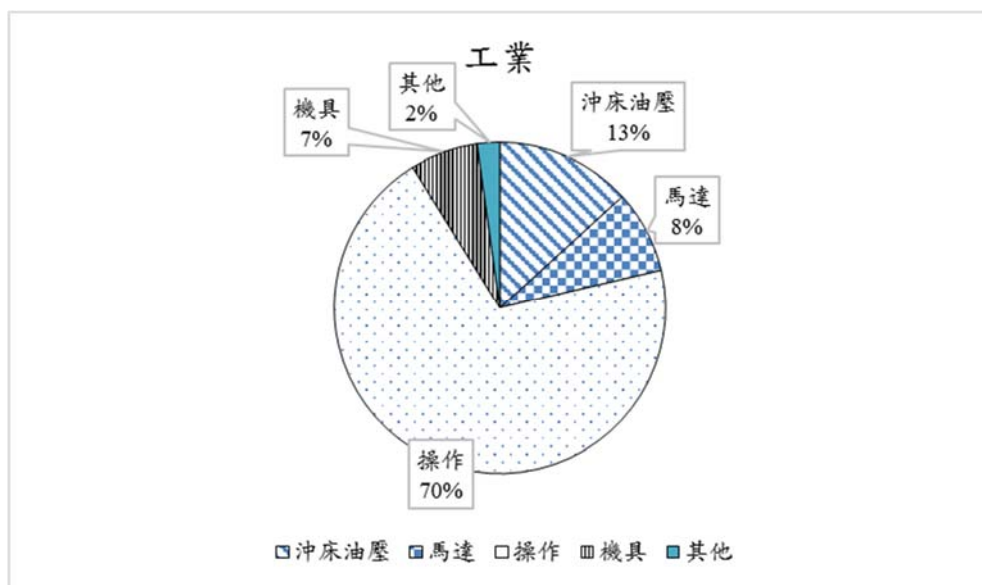


圖 4.2.1-4 振動陳情內容細項百分比圖(104 年至 107 年 10 月)-工業

(四)商業

陳情類型為商業振動共 129 件，其中有 28 件(22 %)陳情內容為冷氣壓縮機振動，14 件(11 %)為馬達振動，4 件(3 %)為室內施工振動，剩下則為商業營業操作陳情，百分比如圖 4.2.1-5 所示。

重複陳情案件，陳情 2 次共 13 處，3 次共 4 處，5 次共 1 處，20 次有 1 處為便利商店，其中健身房的陳情間距為半年以上，3 次以上的陳情案件陳情時間為半年至 2 年之間，為民眾長期陳情卻無法解決之問題。

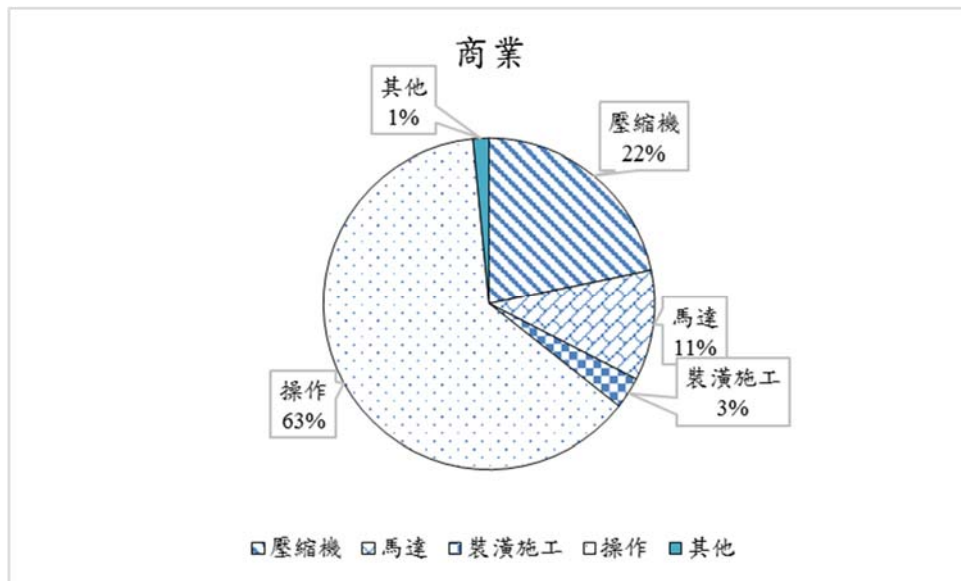


圖 4.2.1-5 振動陳情內容細項百分比圖(104 年至 107 年 10 月)-商業

(五)其他

陳情類型為其他振動共 131 件，包含公共場所、學校機關、政府機關、宗教場所、交通工具、其他等，其中有 42 件(32%)陳情內容為施工振動，6 件(5%)為馬達振動，3 件(2%)為變電機振動，6 件(5%)為工業振動，剩下則為近鄰相關陳情，如辦活動等，百分比如圖 4.2.1-6 所示。

重複陳情案件，陳情 2 次共 6 處，3 次共 1 處，4 次有 1 處為裝修，其中一處為軍事航空造成之振動。

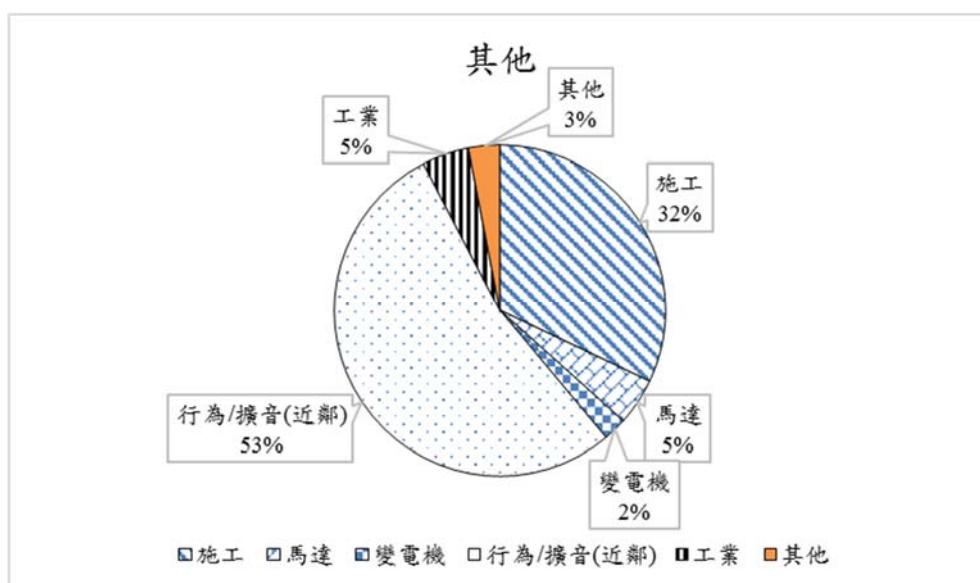


圖 4.2.1-6 振動陳情內容細項百分比圖(104 年至 107 年 10 月)-其他

4.2.2 依振動源類型分析

前小節為公害陳情系統依陳情對象區分類別，本小節將參考噪音管制標準之分類方式，將振動陳情原因予以分類。

噪音管制法第八條為「噪音管制區內，於直轄市、縣(市)主管機關公告之時間、地區或場所不得從事下列行為致妨害他人生活環境安寧：一、燃放爆竹。二、神壇、廟會、婚喪等民俗活動。三、餐飲、洗染、印刷或其他使用動力機械操作之商業行為。四、其他經主管機關公告之行為。」

噪音管制法第九條為「噪音管制區內之下列場所、工程及設施，所發出之聲音不得超出噪音管制標準：一、工廠(場)。二、娛樂場所。三、營業場所。四、營建工程。五、擴音設施。六、其他經主管機關公告之場所、工程及設施。前項各款噪音管制之音量及測定之標準，由中央主管機關定之。」

各縣市亦可依據噪音管制法第八條及第九條條文公告禁止時間與項目，並公告適用之管制標準。

本節即參考噪音管制標準及各縣市公告內容，將陳情案件依振動源分類為營建工程、娛樂或營業場所、工廠(場)及其他。而在非屬工廠(場)、娛樂場所、營業場所或營建工程範圍內，以手持工具、手持機械或逕以機械等方式，從事敲擊、鑽孔、鋸切、釘合、打磨或其他施工等工程所發出之振動，亦屬營建工程類別。

在非屬工廠(場)、娛樂場所、營業場所或營建工程範圍內，所使用空調(通風)系統、冷氣機、冷卻水塔、馬達(含抽水機浦)、抽(排)風機、冷凍(冷藏)櫃、發電機(含固定及移動式)、變壓器及非營業用卡拉OK 等之設施所產生之振動則屬其他類別。

故被陳情場所為營建工程、娛樂或營業場所、工廠(場)時，不論產生振動之設施為何，皆認定為該類別振動源，而在非上述範圍內，如在住家進行施工或機械操作行為，該案件振動源則被歸類為營建工程；若是非上述範圍內的設施或行為被陳情，如馬達或上下跳動，該案件振動源則被歸類為其他類別，此類別可依噪音管制標準辦理或是轉交警方。

彙整 104 年至 107 年 10 月之振動公害陳情內容，包含重複陳情案件共 877 件，振動源為營建工程有 378 件、工廠(場)169 件、娛樂或營業場所 157 件、機械振動源(冷氣機、發電機、洗衣機、馬達等)60 件、擴音 21 件、行為振動源 60 件、交通 6 件與其他類別 26 件。圖 4.2.2-1 為各振動源陳情案件數圖。

依振動源分類以營建工程最多，營建工程包含室內裝修，其次為其他類別，其他類別係在非屬營建工程、娛樂或營業場所、工廠(場)範圍內之馬達、冷氣機、冷卻水塔、發電機等等設施或是動作行為所產生之振動，顯示許多陳情案件，發生在一般住宅區或公共區域之影響僅次於營建工程，但較難以規範，須以勸導或是交由警方之方式處理。而工廠(場)及娛樂或營業場所案件數相當，此類別多次陳情案件較多，因不如營建工程為短暫影響，振動源為持續運轉或操作。

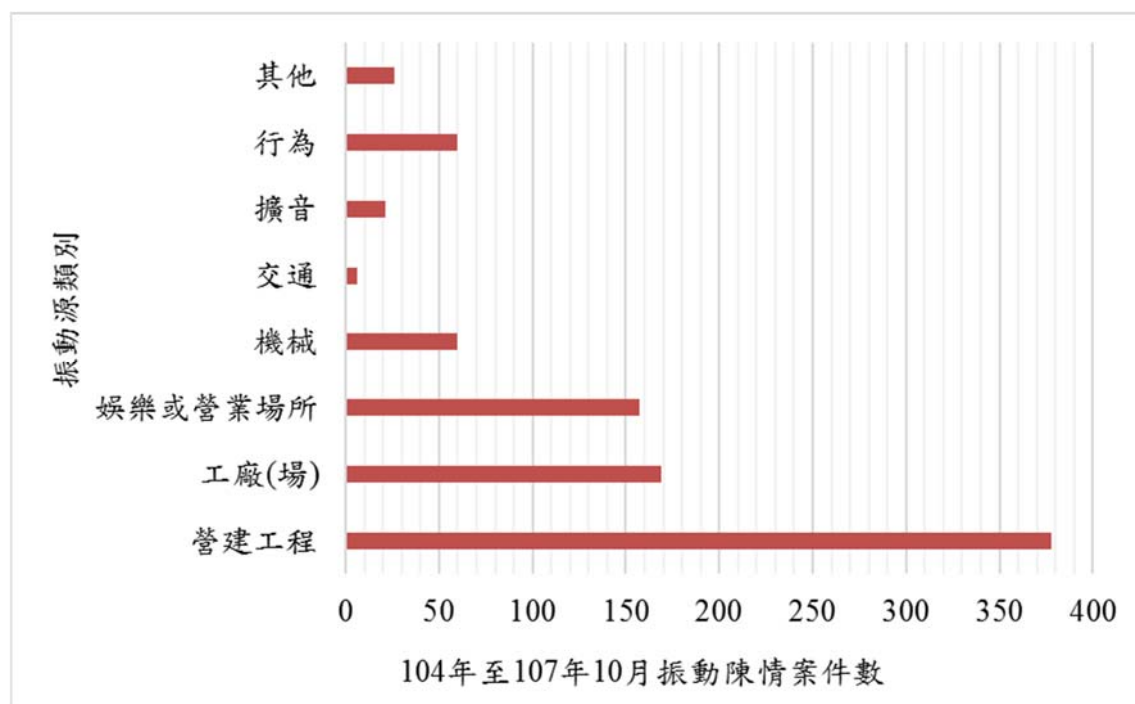


圖 4.2.2-1 不同振動源陳情案件數圖(104 年至 107 年 10 月)

4.2.3 依陳情時間分析

分析 104 年至 107 年 10 月在不同月份之振動陳情月案件量，如圖 4.2.3-1 所示。在 10 月時陳情數較少，被陳情對象主要以一般居民陳情為主，而 3 月及 4 月陳情數較多，以商業及營建工程或工廠為主。再分析不同時段之陳情件數，如圖 4.2.3-2 所示，可知最容易遭陳

情的時間為早上 9 時-10 時，夜間時段則為凌晨 0 時-1 時。中午則為休息時段，故陳情案較少。由陳情時間分析結果，可發現在白天時間多為營建施工或工廠等導致民眾陳情，而夜間多為近鄰產生振動影響睡眠所致。

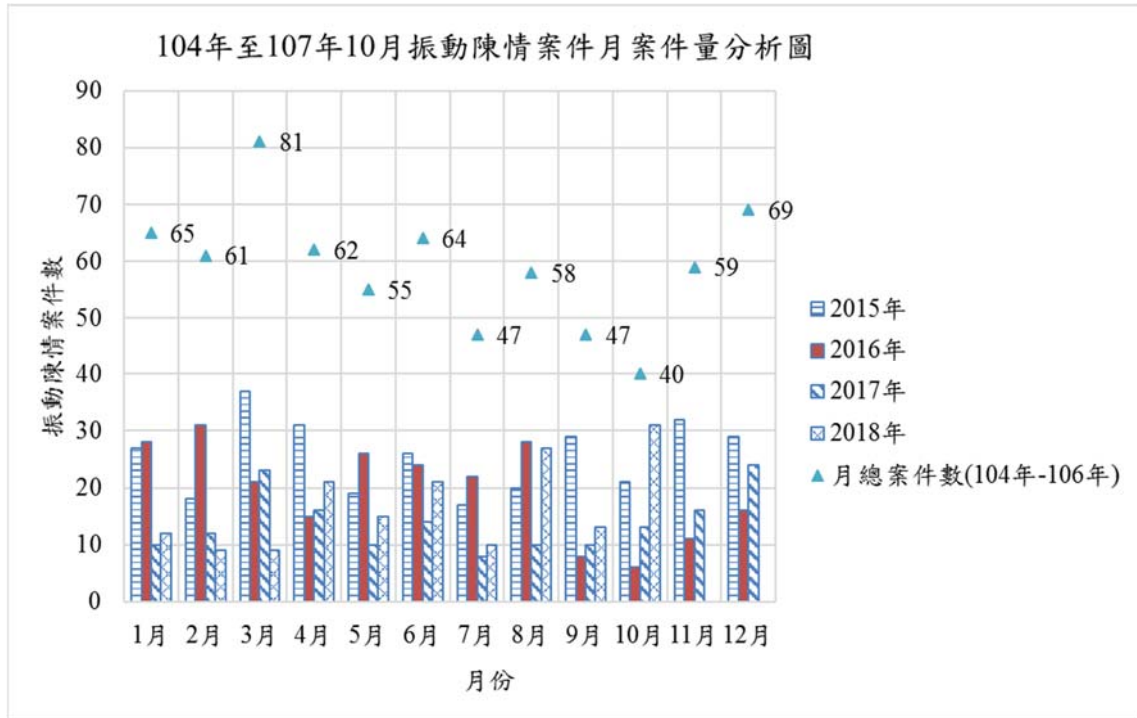


圖 4.2.3-1 振動陳情月案件數(104 年至 107 年 10 月)

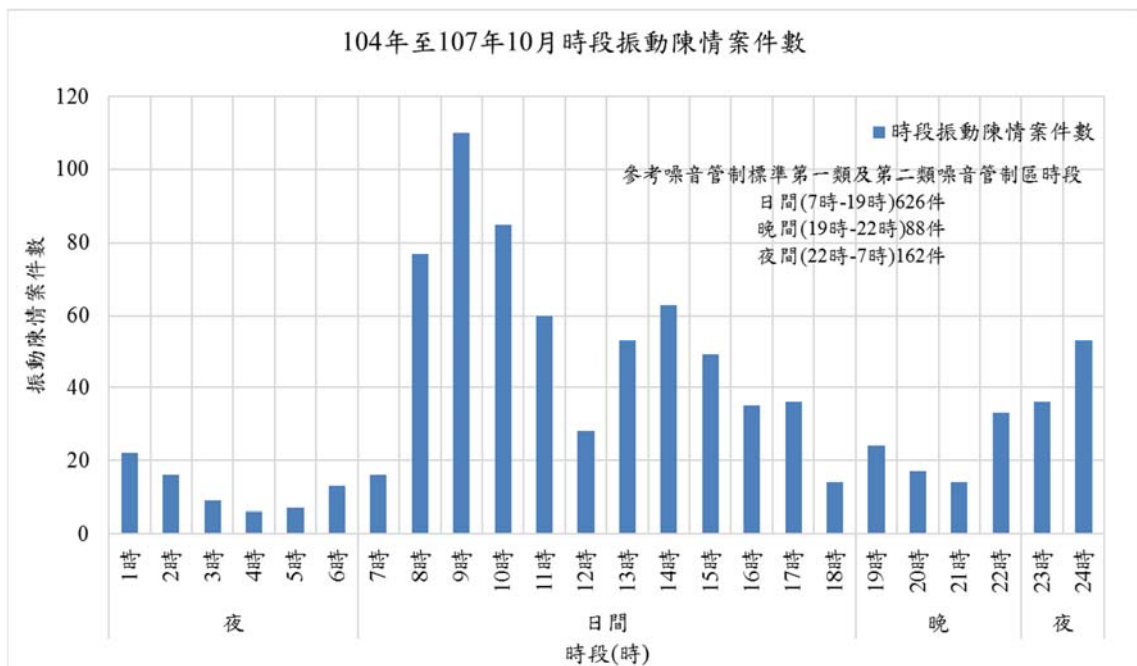


圖 4.2.3-2 振動陳情時段案件數(104 年至 107 年 10 月)

4.3 研擬民眾陳情振動案件或常見環境振動之量測選點方式

本工作項目為瞭解振動對民眾之實際影響現況，故以民眾陳情振動位置或常見之環境振動地點為主要探討內容，以研擬具有代表性之振動量測選點方式。

規劃將依民眾陳情案件類型分類，適當分配各類振動源量測點位比例。除了解測點位置與調查對象物及民宅關係外(如：測點與振動源間之距離、量測設備架設需求等)，亦需調查周邊是否有明顯干擾因素(如其它可能振動源等)。

民眾振動陳情依被陳情對象大致分為一般民眾、營建工程、工業、商業及其他(公共場所、學校、政府機關、宗教場所等等)。而若以振動源分類(參考第 4.2.2 節)則大致分為四大類，分別為營建工程、工廠(場)、營業場所及交通運輸沿線。

在陳情內容為室內裝修所造成之施工振動，亦歸類為營建工程之類別，如鑽牆鑽地之振動。而針對人為跳動等行為所產生之振動，則不在此進行選點及測量。

研擬四大振動源之選點原則與測量地點，選點原則主要如下：

一、營建工程

1. 可能無法以噪音解決之測點。
2. 選擇無其他振源，形成複合式振源，如避免選擇位於幹道旁位置等。

二、工廠(場)

1. 依公害陳情案件篩選可能無法以噪音解決之測點，或遭多次陳情之測點，在一般民眾(近鄰)類別之陳情案件，則有許多案件係屬於民宅當作工廠之陳情內容，如裁縫機的振動或家庭代工等等機具操作影響附近住戶。
2. 選擇無其他振源，形成複合式振源，如避免選擇位於幹道旁位置等。

三、營業場所

1. 依公害陳情案件篩選可能無法以噪音解決之測點，或遭多次陳情之測點，在一般民眾(近鄰)類別之陳情案件，則有許多案件係屬於民宅當作營業場所之陳情內容，如馬達的振動或冷卻水塔等等機具運轉影響附近住戶。
2. 不可於機具旁測量，應於陳情人生活地點測量。

四、交通運輸沿線

(一) 道路(快速道路、高速公路及一般道路)選點原則：

1. 無其他交通系統之振源，形成複合式振源，如避免選擇位於一般道路中間之快速道路等。
2. 無其他振源影響，如避免擺設於工廠、營建工程或非目標交通系統卻不停有車經過之道路旁等。
3. 避免選擇降速之路段，如交流道、閘道、休息區、紅綠燈路口等。
4. 避免選擇交通系統周界有溝渠阻隔之測點。

(二) 軌道(一般鐵路、高速鐵路及捷運系統)選點原則：

1. 無其他交通系統之振源，形成複合式振源，如避免選擇位於一般道路中間之捷運等，如無較佳之測點則以交通流量較小之路段為優先。
2. 無其他振源影響，如避免擺設於工廠、營建工程或非目標交通系統卻不停有車經過之道路旁等。
3. 避免選擇交通系統周界有溝渠阻隔之測點。

測點選擇還須考慮下列注意事項：

1. 測量人員可安全測量之地點，且有腹地可供儀器架設之地點為優先。
2. 無其他振源，形成複合式振源。
3. 室外：測點鋪面須為實地，如混凝土、瀝青、磚瓦等鋪面，不可設置於下方為空洞之處，如水溝上方。

4. 室內：測點鋪面須為樓地板，不可設置於軟性鋪面上方或下方為空洞之處，如和室或桌子等處。
5. 皆需測量背景振動，背景振動應與事件振動相差至少 3 dB 之振動值。

4.4 依據民眾陳情案件類型及振動特性，參考國內量測方法或相關國際規範，擬定量測調查程序及資料分析方法，完成至少 15 件實地環境振動調查，其中至少 5 件應包含室內外振動值之比較

本項工作項目為參考相關規範，擬定量測調查程序與資料分析方法。本報告已完成 20 點次振動及噪音測量，其中 10 點次為室內及室外之振動量測，並同步量測噪音值，分析其振動值與噪音值之關係。選擇點位則依 4.3.1 節之選點原則選擇適當地點，測量方法則參閱 4.4.1 節。

4.4.1 現場振動與噪音量測方法

人對於振動的感受主要取決於振動頻率和方向，而人在建築物內 X-Y-Z 三軸向空間中，可感受到的頻率範圍主要在 0.5 Hz—80 Hz，不同軸向位移一般會有不同的頻率。進行加權計算，總體振動等級可以用於評估身體受振動影響的感受度、舒適性或不悅度。

規劃振動測量方法主要參照檢測方法 NIEA P204.90C 方法執行，測量軸向包含 X、Y 及 Z 等三軸，評估指標則視振動變化而定，原始紀錄時將採未加權值，在處理分析時則以 ISO 2631 W_m 評估指標之比較分析。

- 一、測量方法：參考 NIEA P204.90C 環境振動測量方法執行環境振動測量調查作業。及參考 NIEA P201.96C 環境噪音測量方法執行噪音調查作業。
- 二、測量指標：原始紀錄將為未加權之振動值，可作為後續因應不同指標分析所用。調查包含 L_{eq} 平均振動位準、 L_{max} 最大振動位準以及 L_{10} 統計振動位準。調查包含 L_{eq} 均能音量、 L_{max} 最大音量。

三、測量期間：於振動源運作時進行振動測量，並同時記錄頻譜，作為振動特性分析之用。

四、測量程序

- (一) 了解調查目的與原則。
- (二) 儀器規定：振動測量儀器設備須符合 NIEA P204.90C 環境振動測量方法規定，噪音計符合環境噪音測量方法及環境噪音測量方法等相關規定。
- (三) 測點確認：依測點規劃原則選擇測點，考量調查目的為分析環境振動特性，作為未來管制之參考，故測量位置以營建工程及工廠(場)周界、交通系統路權界線、陳情人室內中心點或其指定位置為主，並視情況參酌噪音管制標準第三條第六款及陸上運輸系統噪音管制標準第三條第三款規定。

此外測點設置感測器應注意：

- 1. 振動感測器之設置位置應依現場狀況適當選擇之。無緩衝物，應避免設至於對測量值可能產生影響之地點，例如懸崖、水溝、地基凹凸、樹根、排水溝蓋及構造物等。
 - 2. 振動感測器應設置於堅實之土壤處，應避免設置於草皮、草地、沙地等處。若附近無堅實之土壤時，應將設置點之土壤夯實後方可設置振動感測器。
 - 3. 感測器應置於水平地面，必要時藉其它措施改善。
 - 4. 所測量之地盤振動值應避免受到區域性地盤共振頻率及建築物共振頻率之影響。
- (四) 儀器架設及測量注意事項
- 1. 原則上拾振器是設置於平坦且堅硬水平的地面(例如：踏硬的土、混凝土、瀝青鋪面等)。
 - 2. 以測量時的拾振器之受感軸方向為原則，配合垂直及相互成直角的水平兩個方向，將垂直方向作為 Z

軸，將水平兩個方向作為 X 軸和 Y 軸，並明確表示 X 和 Y 的方向，如圖 4.4.1-1。

3. 測定範圍之選擇方法

有關衝擊性振動，要選擇不致於使振動計有超載狀態的測量範圍。

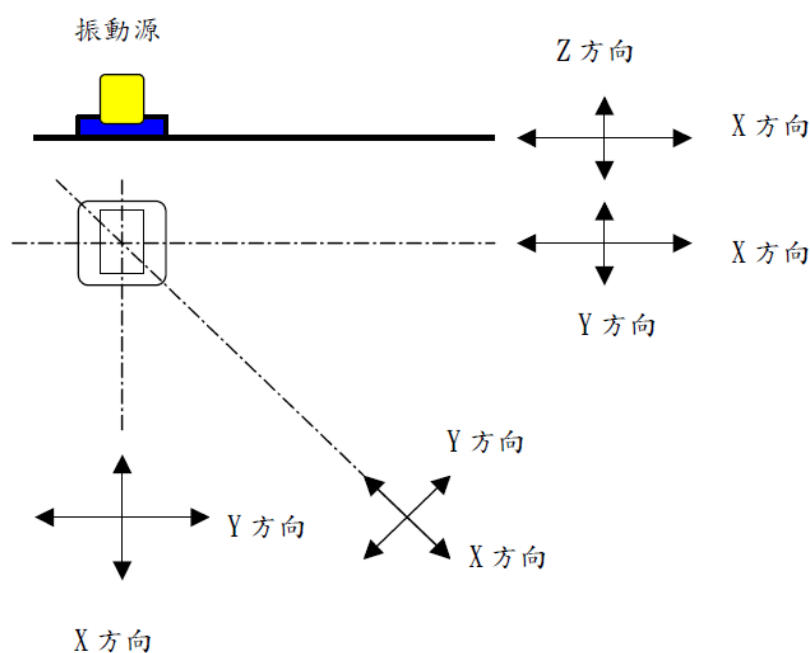


圖 4.4.1-1 測量點中心之座標方向選取

(五) 背景振動修正

僅測量某振動源所產生之振動時，對所測量之對象有振動和沒有振動時的振動計之指示值最好相差 10 dB 以上。惟背景振動如為經常性的振動時，儘管上述的指示未滿 10 dB 時，仍可依表 4.4.1-1 修正指示值以推算振動值。指示值的差未滿 3 dB 時，則需考量現場測量條件(位置等)的改變。

例如：在背景振動為 65 dB 的場所中，運轉某機械結果為 70 dB。由於指示值的差為 5 dB，因此該機械運轉的振動位準是依表 4.4.1-1，將修正值-2 dB 附加於 70 dB 成為 68 dB。

表 4.4.1-1 對背景振動指示值的修正

對象振動源有振動與 無振動時指示值之差	3	4	5	6	7	8	9
修正值	-3	-2				-1	

(六) 測試前儀器檢查

1. 頻率加權與範圍設定：頻率設定原始訊號採未加權，後續分析時可將振動參考加速度(a_{ref})設為 10^{-6} m/sec²。測量頻率範圍設定為 1 Hz 至 80 Hz。
2. 動特性設定：振動源測量以慢特性(Slow)設定。
3. 振動計動態範圍(Dynamic range)設定需可涵蓋欲測量之振動源，以避免過載容量(Overload capacity)發生。
4. 檢查振動測量訊號收錄無誤。

(七) 現場振動測量設備

本計畫環境振動測量之儀器設備說明如表 4.4.1-2 及圖 4.4.1-2。

1. 分析儀：採用 Harmonie 四通道分析儀(4 channels analyzer)，可紀錄振動 X、Y 及 Z 之三軸向振動量。此分析儀符合 IEC 60651、IEC 60804 及 IEC 61260 規範。
2. 測量與分析軟體：可處理包含(1)分析振動測量時間歷程曲線，(2)可由時間歷程曲線判定最大振動發生時段並加以標記後，匯出週期性振動列表供計算分析。
3. 筆記型電腦、三軸向振動器感測器(可測量頻率範圍涵蓋 1 Hz 至 80 Hz)連接平台及相關訊號連接線材。並搭配前述分析儀使用，可完整紀錄振動並作後處理分析。

表 4.4.1-2 測量設備一覽表

儀器名稱	廠牌	用途及追溯機構
分析儀 Harmonie	01dB	收訊設備 通過財團法人臺灣電子檢驗中心校正
振動感測器	Wilcoxon Research	連同分析儀送財團法人臺灣電子檢驗中心校正
訊號連接線	01dB	提供振動感測器與分析儀連接之訊號傳遞線材
筆記型電腦	DELL	紀錄振動測量結果裝置
振動基座	自製	依 NIEA P204.90C 內容製作
噪音計	01dB	通過標檢局檢定
聲音校正器	01dB	通過財團法人臺灣電子檢驗中心校正

	
分析儀	振動感測器
	
振動分析軟體	振動基座與感測器
	
振動及噪音量測(室外)	振動及噪音量測(室內)

圖 4.4.1-2 測量設備實物照片

(八) 品保品管作業

1. 振動計(含拾振器)需每二年，送到國內外可追溯至國家級實驗室之單位進行校正。
2. 測量前檢測人員應進行品保檢查。

(九) 測量時使用工作紀錄表說明現場測量情形，如表 4.4.1-3 現場工作紀錄表。

(十) 振動現場調查記錄分類

(十一) 報告結果呈現內容

1. 測量日期、時間與氣象狀況。
2. 振動源之種類及形式。
3. 測量位置與測量附近之簡圖及照片。
4. 測量位置之相對位置與距離)，周圍之情況(周圍之建築物、地形、地貌等，附簡圖)。
5. 測量儀器之種類、型號、序號。
6. 拾振器之安置方法與地面之情況。
7. 測量值的整理方法。
8. 其他必要的事項，如現場測量相片等。

表 4.4.1-3 現場工作紀錄表

現場記錄表(1/2)

一、量測對象 基本資料	量測日期：2018
	單位名稱：
	附近地址：
	測量類型：
	☐ 營建工程 ☐ 交通系統 ☐ 工廠(場) ☐ 營業場所
二、現場人員	環保署或環保局人員：
	計畫執行人員：
二、現場示意圖： (測點位置、感測器之安置方法與地面之情況、環境現況描述)	

表 4.4.1-3 現場工作紀錄表(續)

現場記錄表(2/2)

起迄日期： 年 月 日 時 分 至 時 分		
量測地點：		大氣壓力：開始 bar；結束 bar
氣象狀況（開始）：溫度 ℃；濕度 %；風速____m/s；風向____風；		
氣象狀況（結束）：溫度 ℃；濕度 %；風速____m/s；風向____風		
最近降雨日期： 年 月 日；動特性： ☐ F ☐ S，取樣時距1sec		
量測類別：		
☐ 環境噪音：聲音校正器 1kHz____dB；序號_____ 量測前呈現值____dB；量測後呈現值____dB		
☐ 振動，種類及形式說明：		
儀器廠牌	型號	序號
法國01dB	☐ Solo	
	☐ Harmonie	
感測器	☐ 加速度規	
氣象計		

4.5 量測結果分析

本計畫已完成 20 點次，測點來源為噪音陳情測點，各測點量測位置位於場所周界或民宅內，且同時進行振動及噪音之量測，測點一覽表如表 4.5-1。

表 4.5-1 測點基本資料一覽表

測點	振動源	振動源距離(m)
1	打樁機	50
2	地改機及打樁機	30
3	打樁機	30
4	打樁機	40
5	打樁機	30
6	打樁機	9/40
7	打樁機及鑽掘機	35
8	挖土機	30
9	連續壁打樁機	20
10	各種挖土機	10
11	各種挖土機	10
12	打樁機	12
13	打樁機及挖土機	14/46
14	打樁機	40
15	打樁機	43
16	打樁機	52
17	打樁機	30
18	打樁機	16
19	挖土機及鑽掘機	17/46/75
20	挖土機及鑽掘機	55

4.5.1 各測點振動量測結果說明

本節將說明各測點測量結果，噪音與振動同時量測兩分鐘，同步擷取事件再進行比對分析，各測點測量結果分別敘述如下。

一、測點 1：

(一)現況描述：現場主要振動源為 400 型打樁機 2 台，施工機具位於工地中央，進行 H 型補強樁施工作業。施工工地四周有一側與民宅相隔約 17 m 之一般道路，此測點偶有交通噪音及振動影響。測點設於工地周界圍籬旁距離振動源約 50 m。測點現況如圖 4.5.1-1 所示。

(二)分析結果：振動測量頻譜圖及歷時圖如圖 4.5.1-2 及圖 4.5.1-3。此測點以 Z 軸振動較大，而 Z 軸背景振動量於 16 Hz、25 Hz 及 125 Hz 有較高振動值，事件振動則於 12.5 Hz 及 25 Hz 有較高之振動值，水平方向背景振動亦於 8 Hz、16 Hz、31.5 Hz 及 125 Hz 有較高振動值，事件振動於 20 Hz 及 50 Hz 有較高之振動值。由歷時圖可以看出機具施工時其振動明顯上升，維持穩定至打 1 支樁結束。



圖 4.5.1-1 測點現況圖(測點 1)

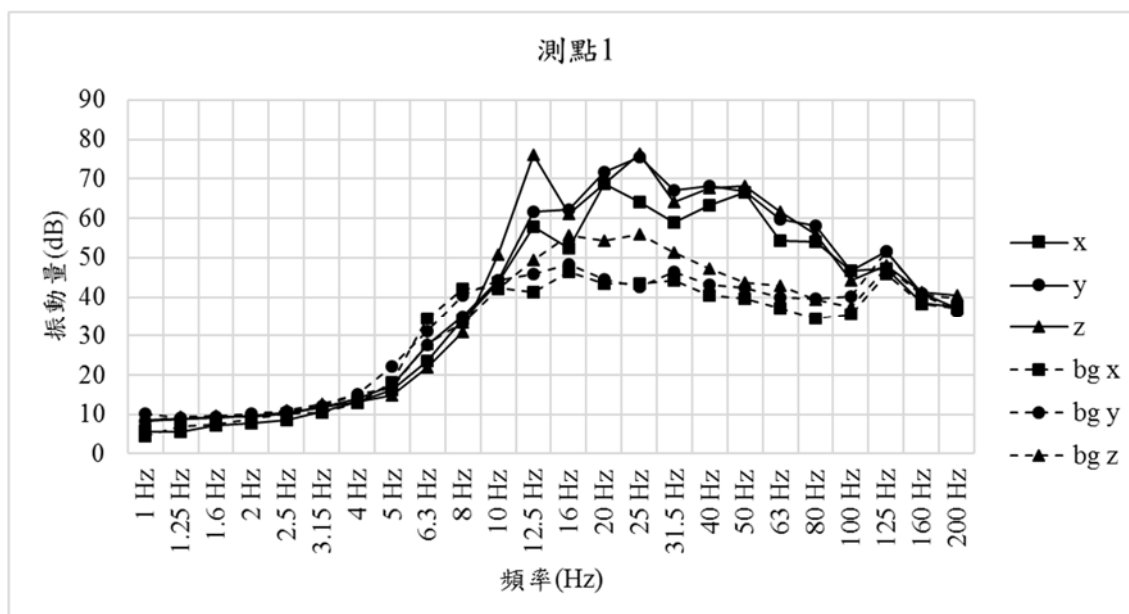


圖 4.5.1-2 振動頻譜圖(測點 1)

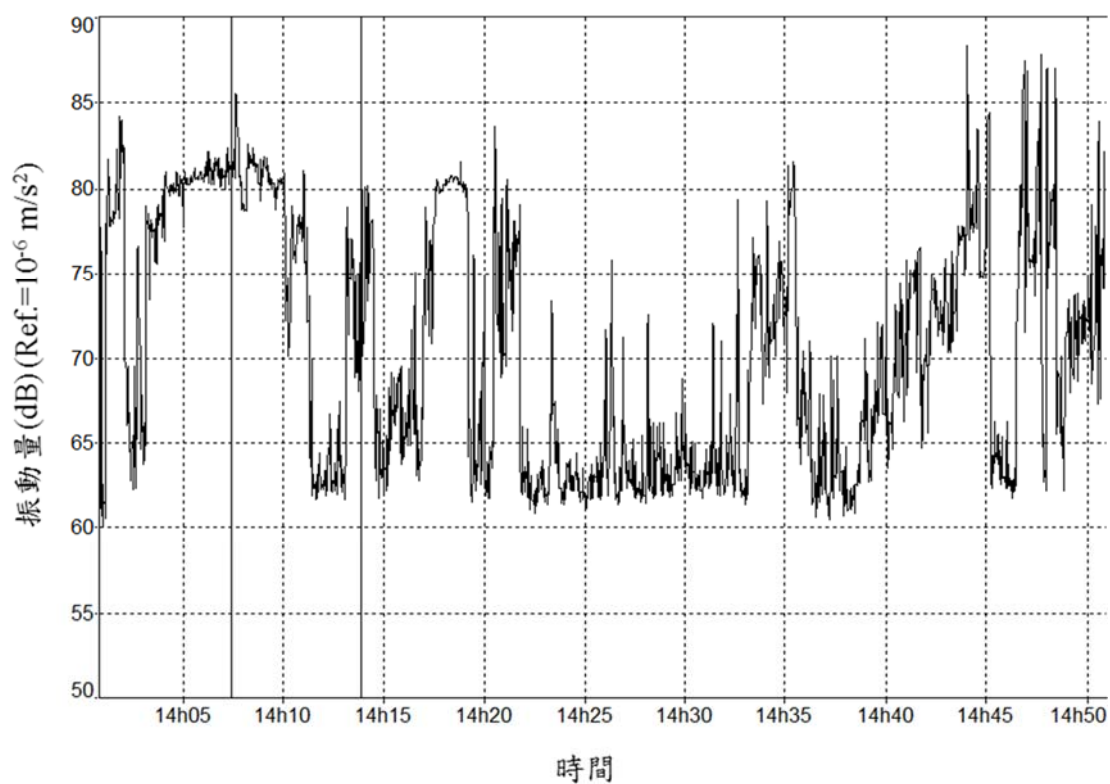


圖 4.5.1-3 振動歷時圖(測點 1)

二、測點 2：

(一)現況描述：現場主要振動源為 460 型打樁機 1 台及地質改良機 2 台，施工機具位於工地鄰近民宅側，進行 H 型補強樁施工作業及地質改良作業。施工工地現場僅一側為公園綠地，其他三側皆為民宅，且有一側緊鄰民宅。測點不受其他振動源及噪音源干擾。測點設於工地周界圍籬旁距離振動源約 30 m。測點現況如圖 4.5.1-4 所示。

(二)分析結果：振動測量頻譜圖及歷時圖如圖 4.5.1-5 及圖 4.5.1-6。此測點以水平方向 Y 軸振動較大，而 Y 軸背景振動量於 100 Hz 及 200 Hz 有較高振動值，事件振動則於 8 Hz、12.5 Hz、25 Hz 及 63 Hz 有較高之振動值，Z 軸背景振動則於 63 Hz 有較高振動值，事件振動於 8 Hz、12.5 Hz、25 Hz 及 50 Hz 有較高之振動值。由歷時圖可以看出地質改良機所造成之振動量遠小於打樁機所產生之振動量，且地質改良機之振動周期較短，打樁機之振動周期係取決打樁速度，並於打樁前期之立樁階段所產生振動變化較大，機具施工時其振動明顯上升，維持穩定至打 1 支樁結束。



圖 4.5.1-4 測點現況圖(測點 2)

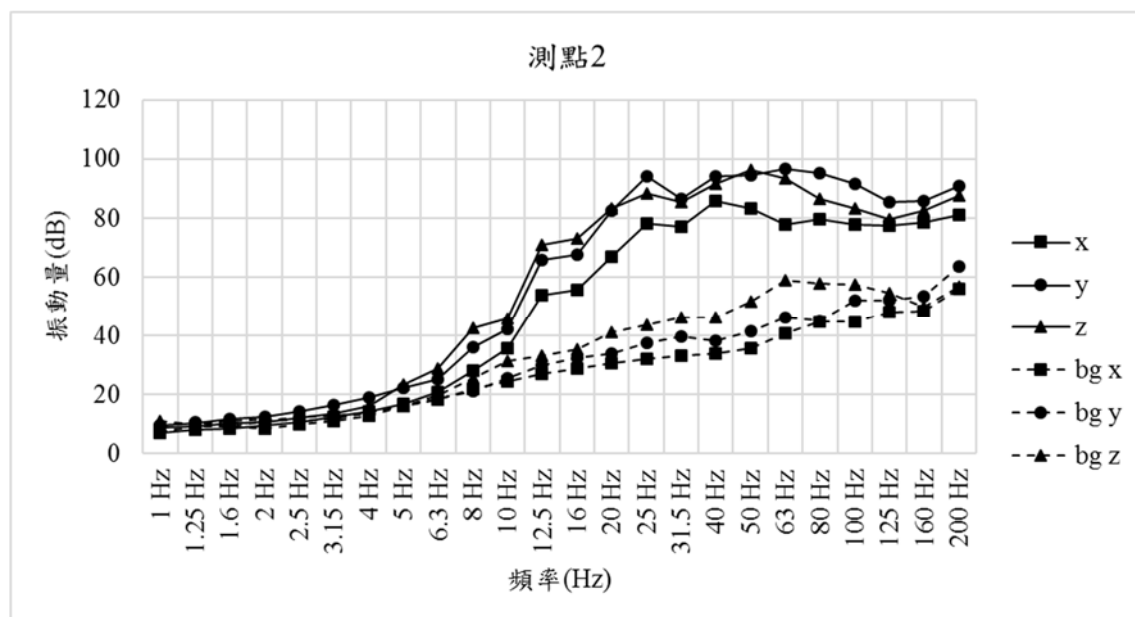


圖 4.5.1-5 振動頻譜圖(測點 2)

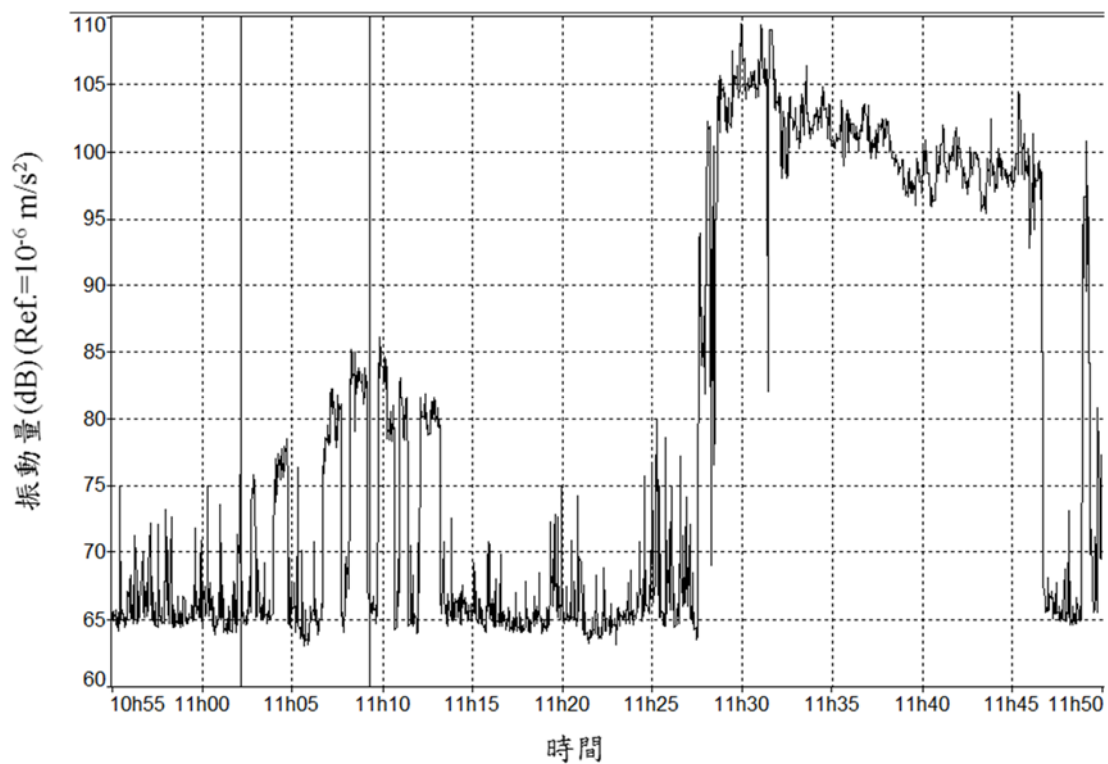


圖 4.5.1-6 振動歷時圖(測點 2)

三、測點 3：

(一)現況描述：現場主要振動源為 650 型打樁機 2 台，施工機具位於工地鄰近民宅側，進行 H 型補強樁施工作業。施工工地現場僅一側緊鄰民宅，其他三側為市道及工地或空地。測點不受其他振動源及噪音源干擾。測點設於工地周界圍牆旁距離振動源約 30 m。測點現況如圖 4.5.1-7 所示。

(二)分析結果：振動測量頻譜圖及歷時圖如圖 4.5.1-8 及圖 4.5.1-9。此測點以 Z 軸振動較大，Z 軸背景振動量於 63 Hz 有較高振動值，事件振動則於 4 Hz、10 Hz、16 Hz 及 31.5 Hz 有較高之振動值，水平方向背景振動則於 100 Hz 及 200 Hz 有較高振動值，事件振動於 10 Hz、16 Hz 及 31.5 Hz 有較高之振動值。打樁機之振動周期係取決打樁速度，並於打樁前期之立樁階段所產生振動變化較大，機具施工時其振動明顯上升，此測點因基地地質較堅硬故立樁時產生較大噪音及振動，且一支樁的施工時間較長。



圖 4.5.1-7 測點現況圖(測點 3)

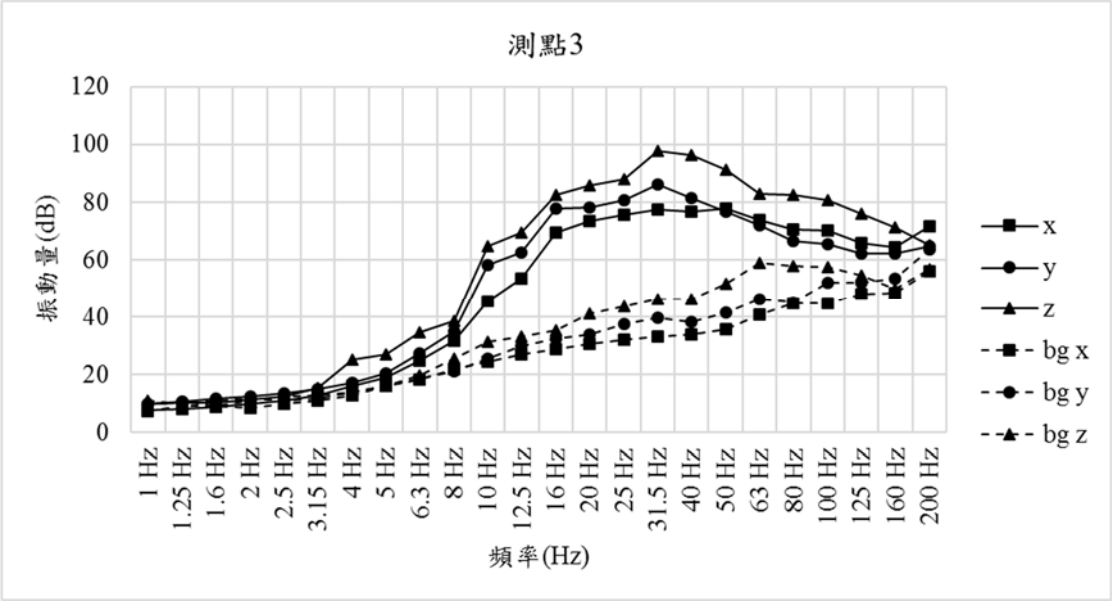


圖 4.5.1-8 振動頻譜圖(測點 3)

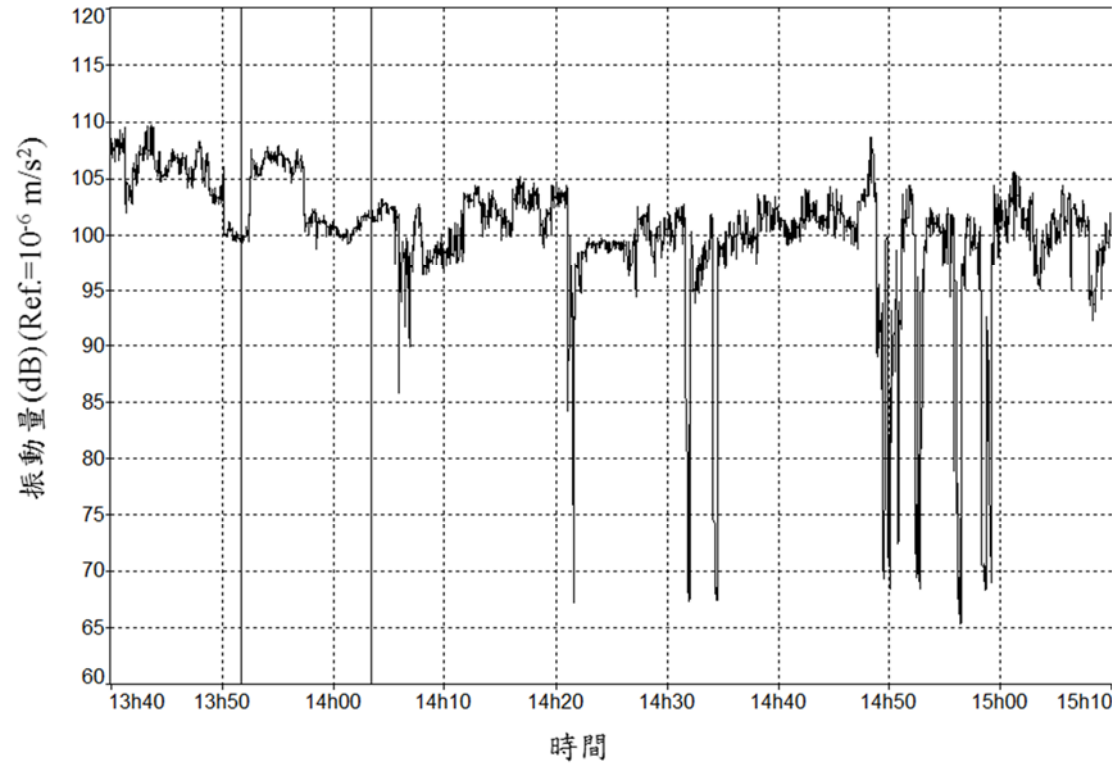


圖 4.5.1-9 振動歷時圖(測點 3)

四、點次 4：

(一)現況描述：現場主要振動源為 710 型打樁機 2 台，施工機具位於工地左右兩側皆鄰近民宅，進行 H 型樁施工作業。施工工地現場一側緊鄰民宅，其他三側有道路巷弄相隔民宅。測點不受其他振動源及噪音源干擾。測點設於工地周界圍牆旁距離振動源約 40 m。測點現況如圖 4.5.1-10 所示。

(二)分析結果：振動測量頻譜圖及歷時圖如圖 4.5.1-11 及圖 4.5.1-12。此測點以 Z 軸振動較大，Z 軸背景振動量於 10 Hz、31.5 Hz 及 63 Hz 有較高振動值，事件振動則於 10 Hz、20 Hz、25 Hz 及 63 Hz 有較高之振動值，水平方向背景振動則於 63 Hz、100 Hz 及 200 Hz 有較高振動值，事件振動於 12.5 Hz、20 Hz、25 Hz、40 Hz、63 Hz 及 200 Hz 有較高之振動值。打樁機之振動周期係取決打樁速度，並於打樁前期之立樁階段所產生振動變化較大，機具施工時其振動明顯上升。



圖 4.5.1-10 測點現況圖(測點 4)

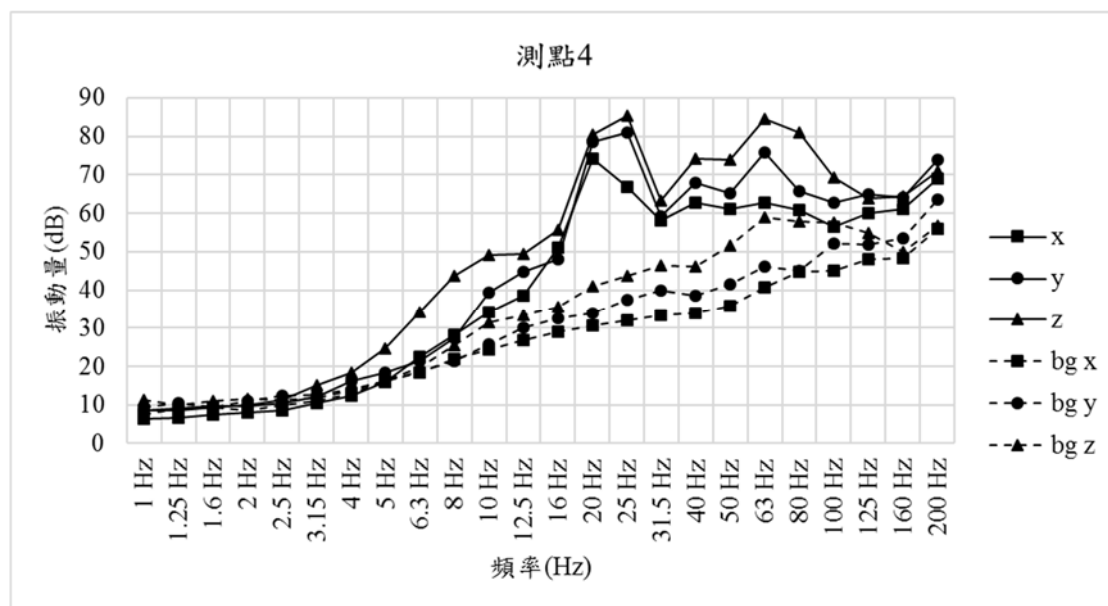


圖 4.5.1-11 振動頻譜圖(測點 4)

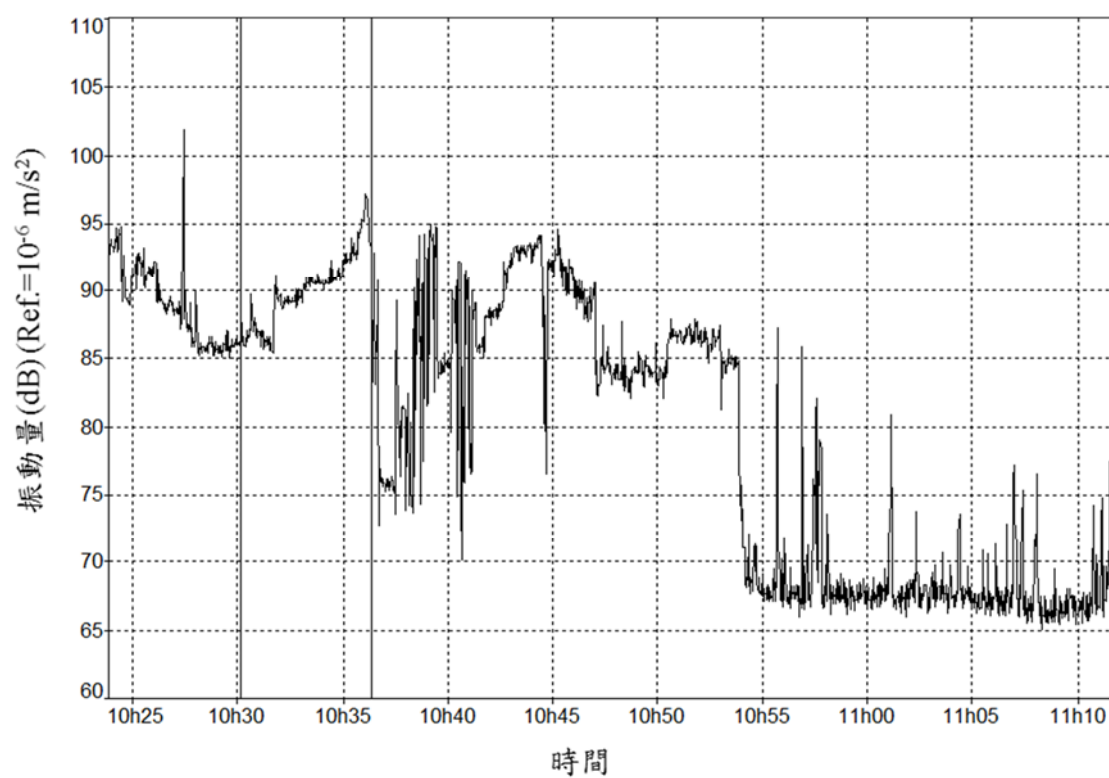


圖 4.5.1-12 振動歷時圖(測點 4)

五、點次 5：

- (一)現況描述：現場主要振動源為 710 型打樁機 2 台，施工機具位於工地左右兩側皆鄰近民宅，進行 H 型樁施工作業。施工工地現場一側緊鄰民宅，其他三側有道路巷弄相隔民宅。測點設於距離施工機具約 40 m 處，測量時門窗緊閉，門窗開關瞬時音量可相差約 20 dB(A)，振動計置於室內磁磚地面上。測點現況如圖 4.5.1-13 所示。
- (二)分析結果：振動測量頻譜圖及歷時圖如圖 4.5.1-14 及圖 4.5.1-15。此測點以 Z 軸振動較大，Z 軸背景振動量於 25 Hz、50 Hz 及 125 Hz 有較高振動值，事件振動則於 25 Hz、50 Hz、63 Hz 及 125 Hz 皆有較水平方向高之振動值。打樁機之振動周期係取決打樁速度，並於打樁前期之立樁階段所產生振動變化較大，機具施工時其振動明顯上升。再比對噪音歷時圖，因不受其他振動源及噪音源干擾其振動值與噪音值較有相關趨勢。
- (三)室內外結果比較分析：將測點 4 為結果與測點 5 比較分析，測點最大振動軸向 Z 軸之振動量比較如圖 4.5.1-16。由振動頻譜圖可看出室內背景振動較室外振動低，但所產生之事件振動遠大於室外，此振動量之差異可能係因建築物材質與傳遞過程所造成較大之振動量。



圖 4.5.1-13 測點現況圖(測點 5)

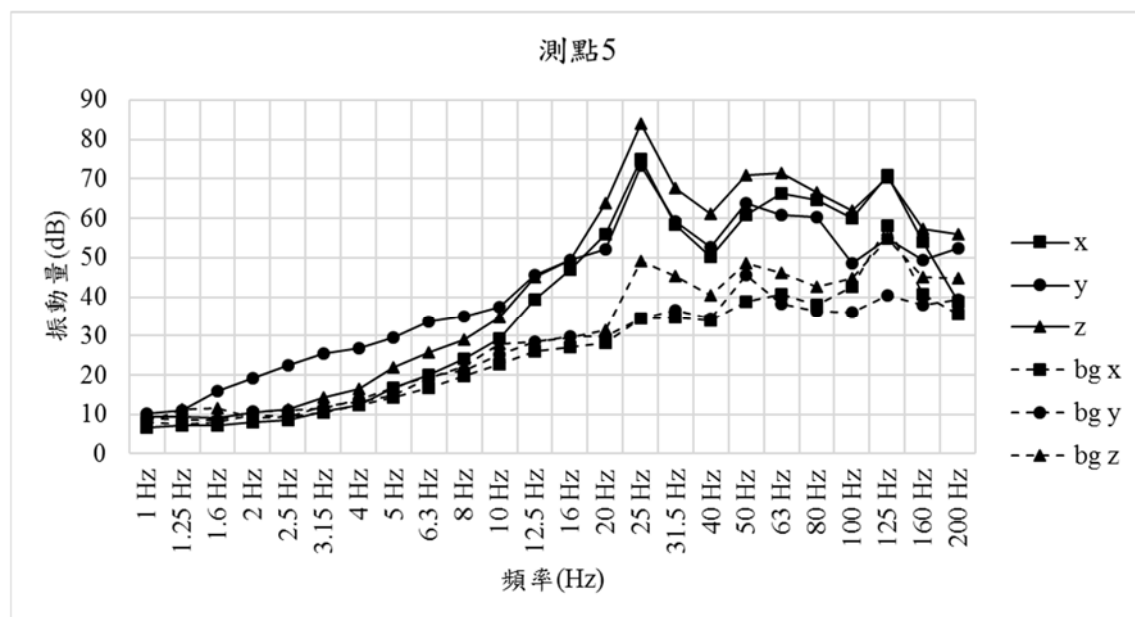


圖 4.5.1-14 振動頻譜圖(測點 5)

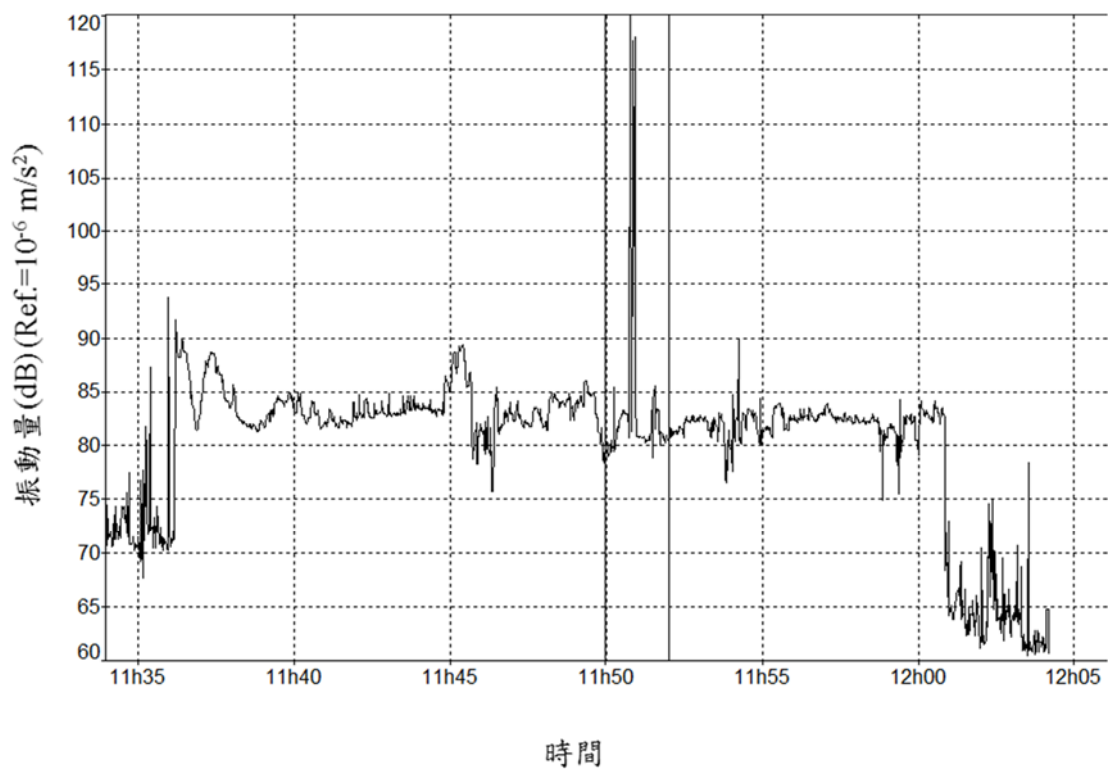


圖 4.5.1-15 振動歷時圖(測點 5)

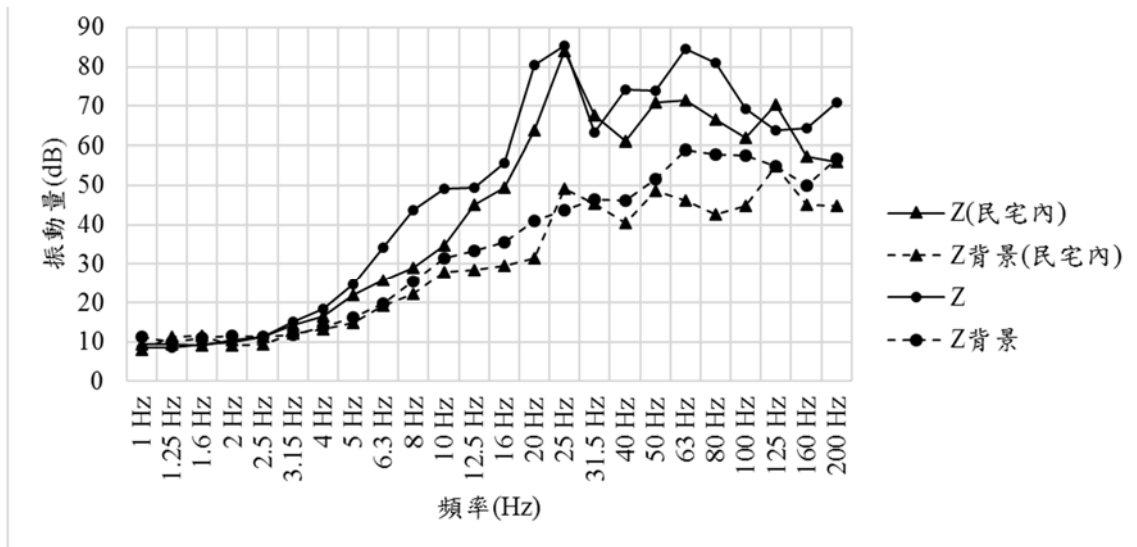


圖 4.5.1-16 振動頻譜圖比較(測點 4 與測點 5)

六、點次 6：

(一)現況描述：現場主要振動源為 200 型打樁機 2 台，施工機具位於工地鄰近民宅側，進行鋼板樁施工作業。施工工地現場僅一側緊鄰民宅，其他三側為工地及空地。測點施工方式係先立樁完，再一次連續打樁，測點偶有車輛型經及對面建築工地施工噪音。測點設於工地周界圍牆旁距離振動源約 9 m 及 40 m。測點現況如圖 4.5.1-17 所示。

(二)分析結果：振動測量頻譜圖及歷時圖如圖 4.5.1-18 至圖 4.5.1-20。此測點以 Z 軸振動較大，Z 軸背景振動量於 12.5 Hz 及 80 Hz 有較高振動值，立樁時事件振動於 20 Hz 有較高之振動值，打樁時事件振動於 8 Hz 及 31.5 Hz 有較高之振動值。由振動歷時圖可知立樁階段所產生振動變化較大，而連續打樁時有明顯振動周期，機具施工時其振動明顯上升。

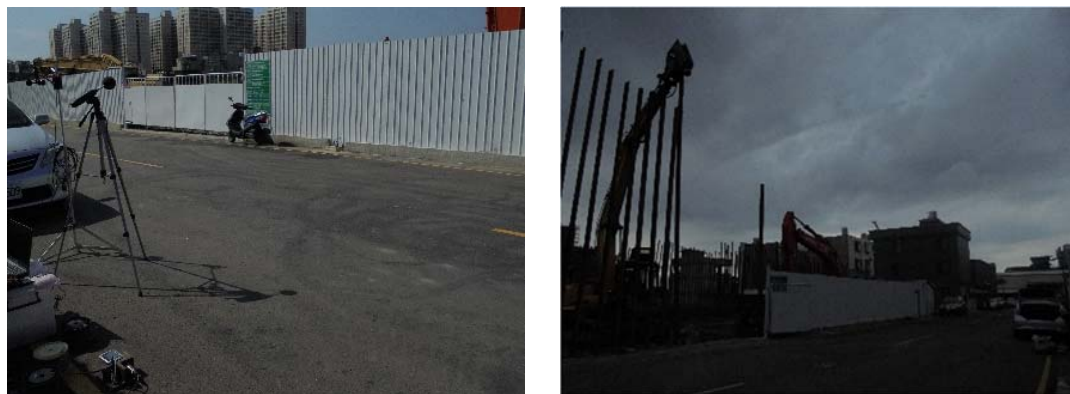


圖 4.5.1-17 振動現況圖(測點 6)

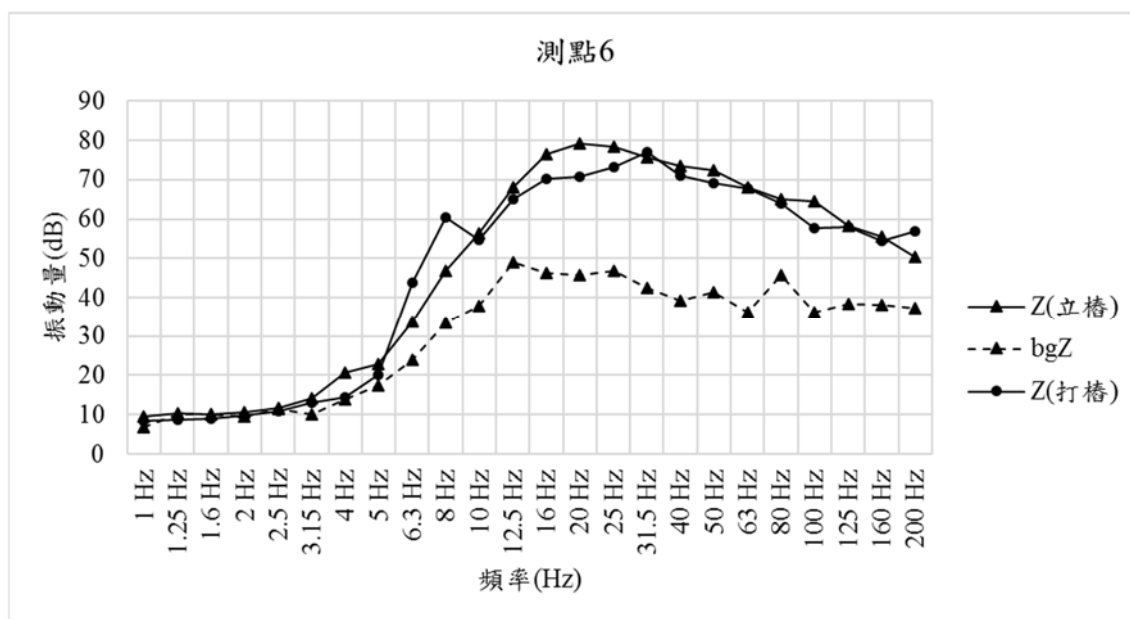


圖 4.5.1-18 振動頻譜圖(測點 6)

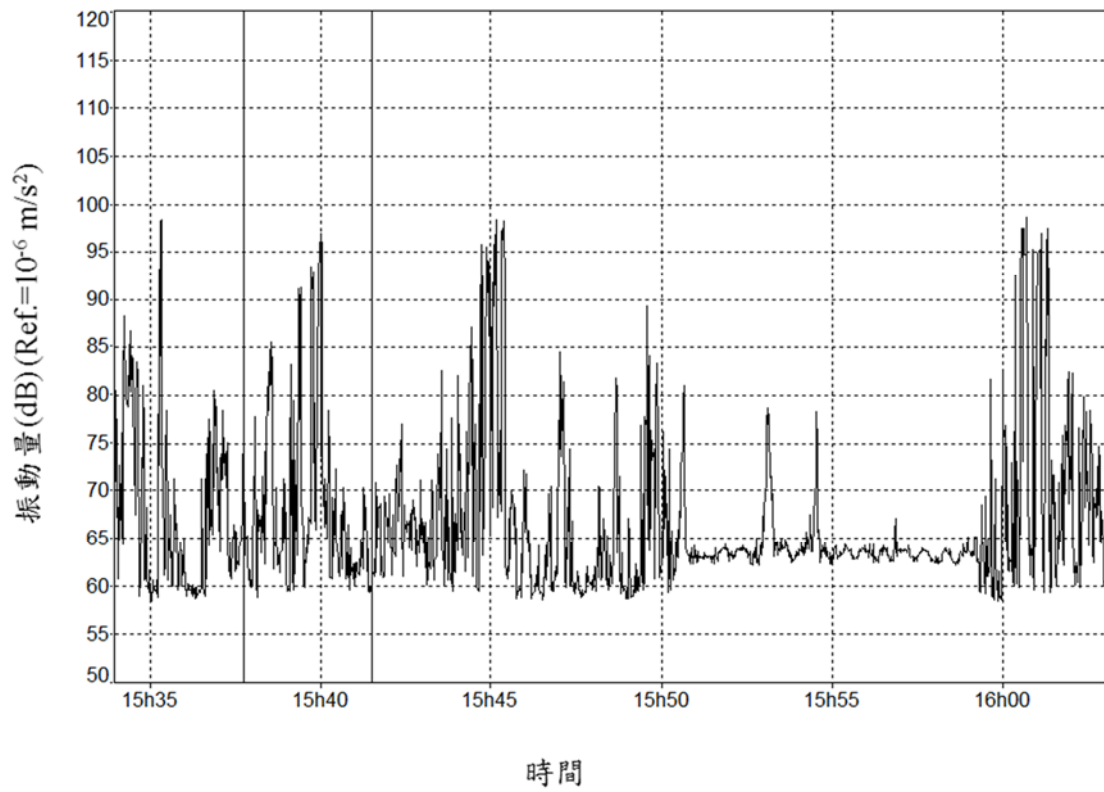


圖 4.5.1-19 振動歷時圖(測點 6-立樁)

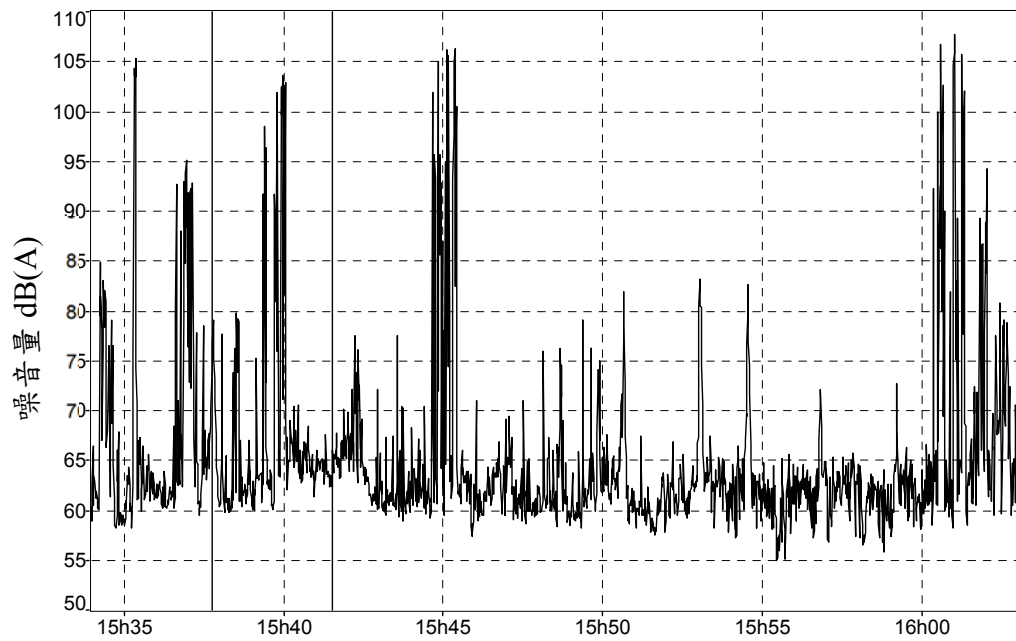


圖 4.5.1-20 噪音歷時圖(測點 6)

七、點次 7：

(一)現況描述：現場主要振動源為 400 型打樁機 2 台，施工機具位於工地左右兩側，其中一側緊鄰民宅，進行 H 型樁施工作業。施工工地現場一側緊鄰民宅，其他三側有道路巷弄相隔民宅。測點偶受車輛行經干擾。測點設於工地周界施工圍籬旁距離振動源約 35 m。測點現況如圖 4.5.1-21 所示。

(二)分析結果：振動測量頻譜圖及歷時圖如圖 4.5.1-22 及圖 4.5.1-23。此測點以水平方向 Y 軸振動較大，而 Y 軸背景振動量於 31.5 Hz、63 Hz 及 200 Hz 有較高振動值，事件振動則於 16 Hz、20 Hz 及 31.5 Hz 有較高之振動值，Z 軸背景振動則於 16 Hz、31.5 Hz、80 Hz 及 200 Hz 有較高振動值，事件振動於 5 Hz、16 Hz、31.5 Hz 及 63 Hz 有較高之振動值。由歷時圖可以看出機具施工時其振動明顯較背景振動大，2 台機具同時打樁所造成之振動量較大。



圖 4.5.1-21 振動現況圖(測點 7)

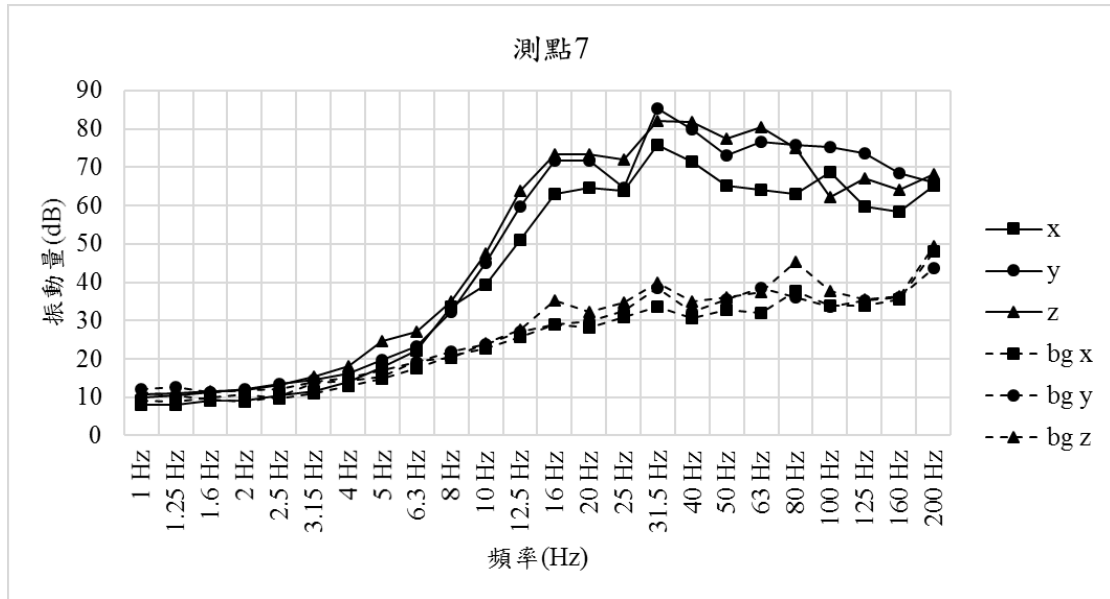


圖 4.5.1-22 振動頻譜圖(測點 7)

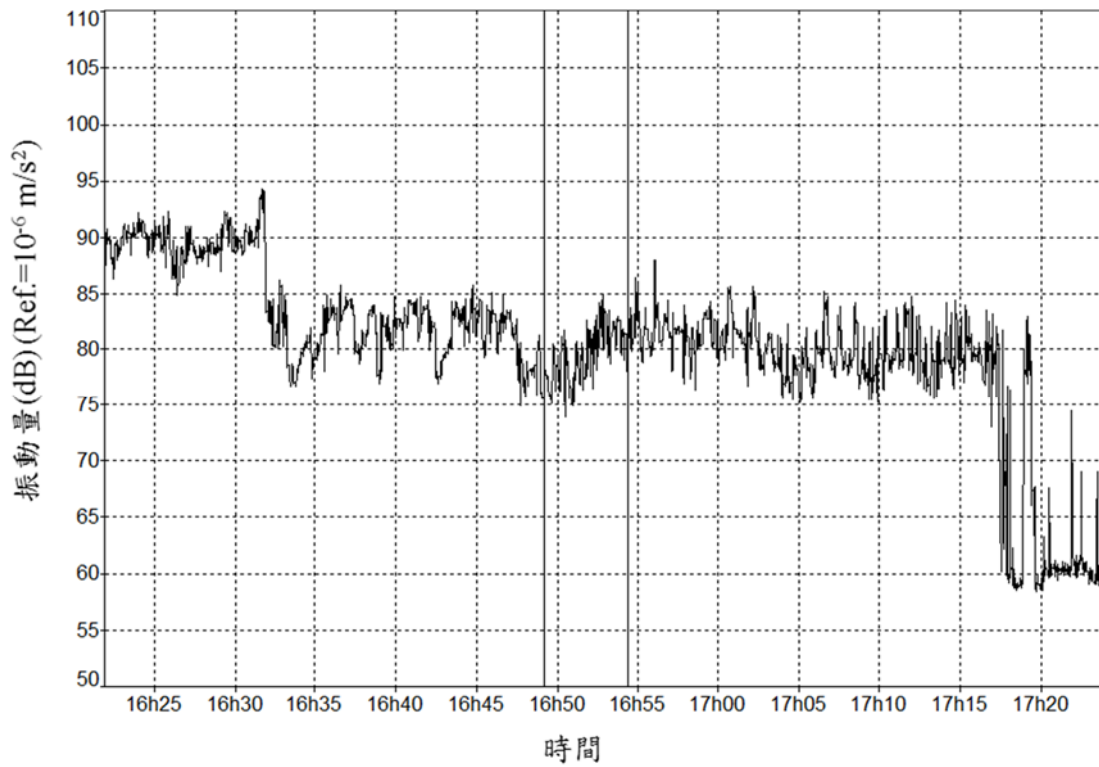


圖 4.5.1-23 振動歷時圖(測點 7)

八、點次 8：

(一)現況描述：現場主要振動源為挖土機 1 台，進行整地施工作業，施工工地四周皆為空地或工地。測點偶受車輛行經干擾。測點設於工地周界施工圍籬旁距離振動源約 30 m。測點現況如圖 4.5.1-24 所示。

(二)分析結果：振動測量頻譜圖及歷時圖如圖 4.5.1-25 及圖 4.5.1-26。此測點以水平方向 Y 軸振動較大，而 Y 軸背景振動量於 10 Hz、16 Hz 及 200 Hz 有較高振動值，事件振動則於 12.5 Hz 及 200 Hz 有較高之振動值，Z 軸背景振動則於 20 Hz、63 Hz、100 Hz 及 200 Hz 有較高振動值，事件振動於 20 Hz、25 Hz、160 Hz 及 200 Hz 有較高之振動值。由歷時圖可以看出機具施工時其振動明顯較背景振動大，與打樁工程相比其振動歷時曲線不同屬變動性振動。



圖 4.5.1-24 振動現況圖(測點 8)

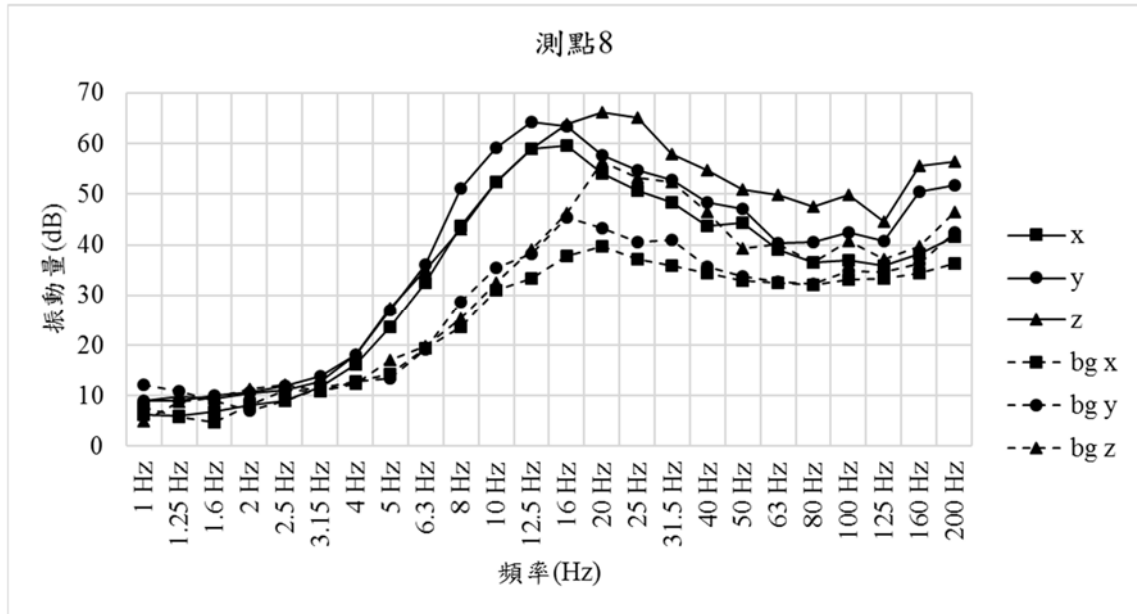


圖 4.5.1-25 振動頻譜圖(測點 8)

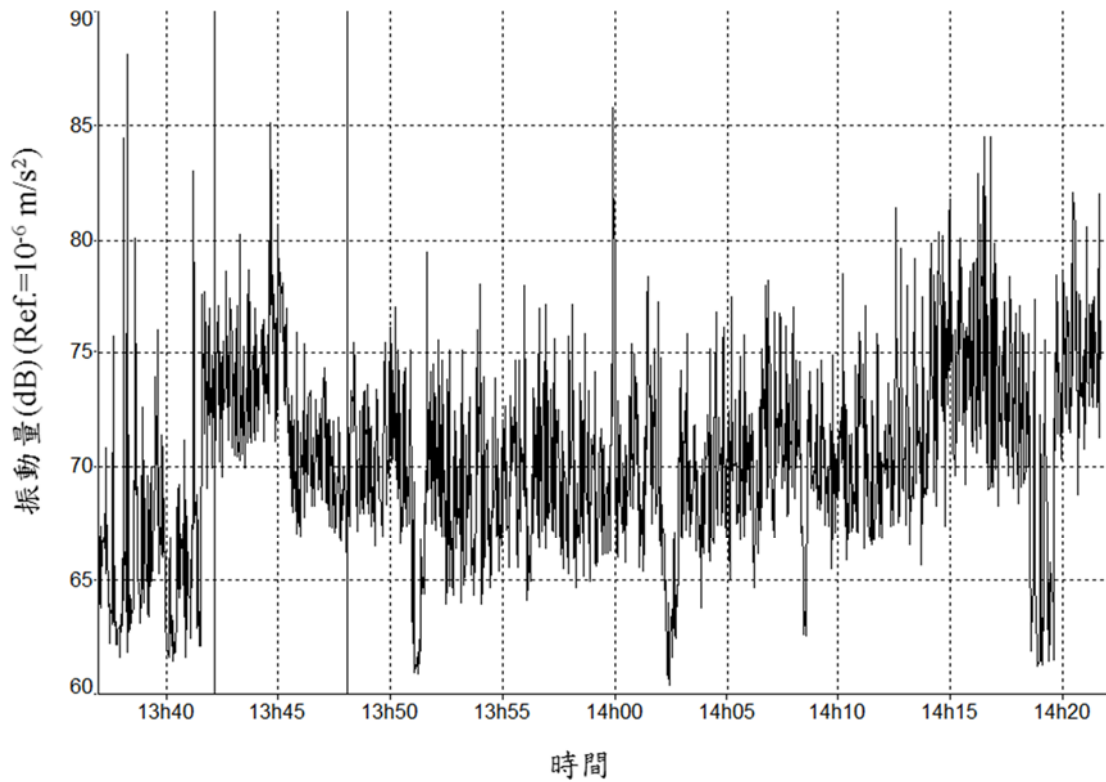


圖 4.5.1-26 振動歷時圖(測點 8)

九、點次 9：

(一)現況描述：現場主要振動源為 50 型連續壁打樁機 2 台，進行打樁施工作業，施工工地四周為住宅及百貨。測點受地下停車場出車車輛行經干擾。測點設於工地周界施工圍籬旁距離振動源約 20 m。測點現況如圖 4.5.1-27 所示。

(二)分析結果：振動測量頻譜圖及歷時圖如圖 4.5.1-28 及圖 4.5.1-29。此測點以水平方向 Y 軸振動較大，而 Y 軸背景振動量於 63 Hz 及 125 Hz 有較高振動值，事件振動則於 10 Hz 及 125 Hz 有較高之振動值，Z 軸背景振動則於 63 Hz 及 125 Hz 有較高振動值，事件振動於 10 Hz、125 Hz 及 200 Hz 有較高之振動值。由歷時圖可以看出機具施工時其振動有較背景振動大。

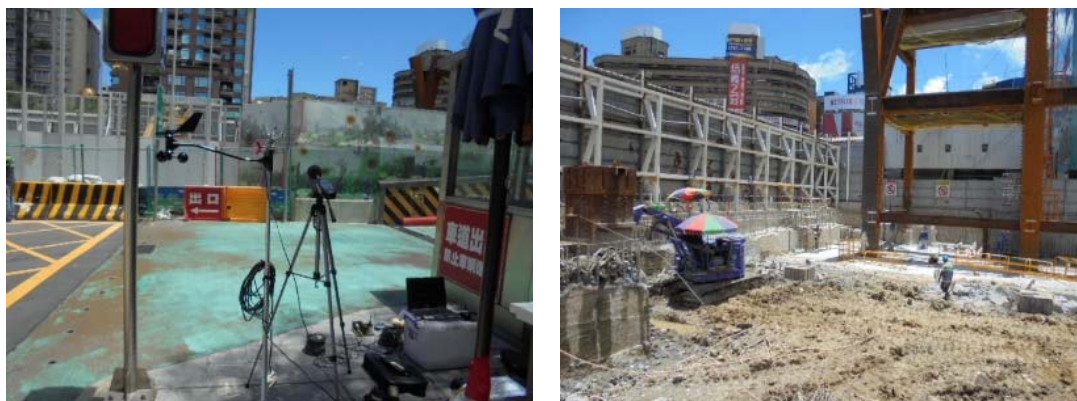


圖 4.5.1-27 振動現況圖(測點 9)

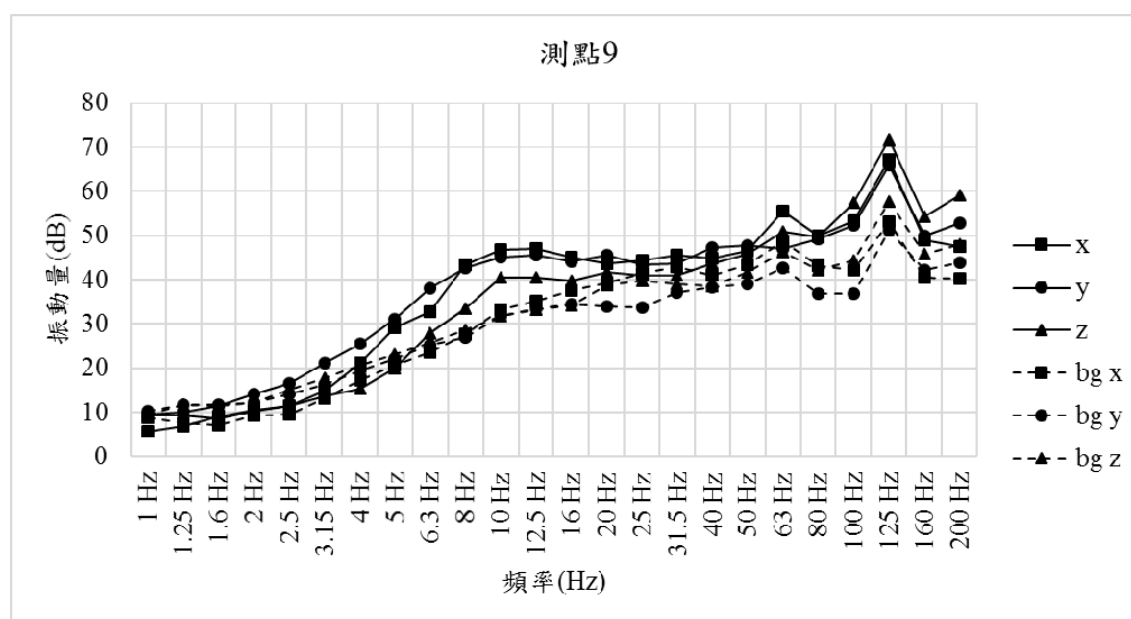


圖 4.5.1-28 振動頻譜圖(測點 9)

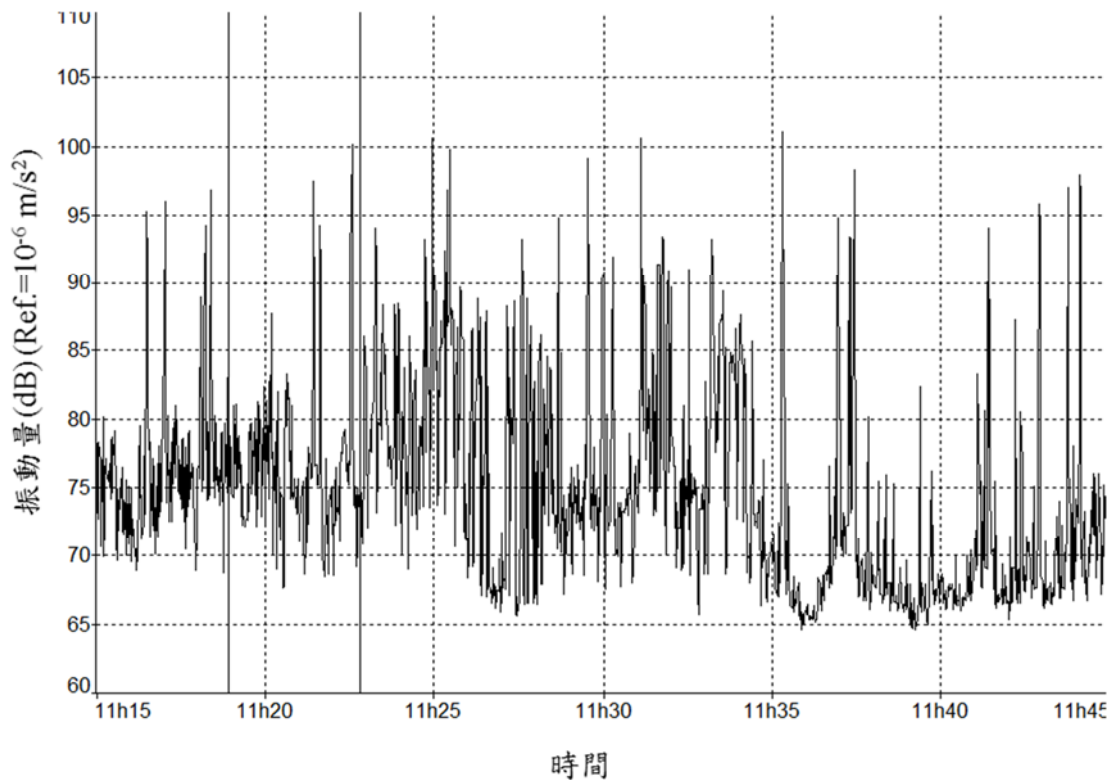


圖 4.5.1-29 振動歷時圖(測點 9)

十、點次 10：

- (一) 現況描述：現場主要振動源為 200 型、300 型等不同施工機頭之挖土機 5 台~6 台，有電磁機頭、挖土機頭、夾式機頭等，進行拆除工程，施工機具分散於工地內，工地其中一側為公園綠地，其他三側皆鄰近民宅。測點不受其他噪音源及振動源干擾。測點設於距離施工機具約 10 m 處。測點現況如圖 4.5.1-30 所示。
- (二) 分析結果：振動測量頻譜圖及歷時圖如圖 4.5.1-31 及圖 4.5.1-32。此測點以 Z 軸振動較大，Z 軸背景振動量於 5 Hz、12.5 Hz、160 Hz 及 200 Hz 有較高振動值，事件振動則於 12.5 Hz 及 125 Hz 有較高之振動值。工地內之機具會輪流操作，同時操作機台最少約為 2 台，由振動歷時圖可以看出當操作機台變少時，振動即降低，但因拆除工程未有規律之操作動作，且執行機具多達 5 台~6 台，其振動具變動性。



圖 4.5.1-30 振動現況圖(測點 10)

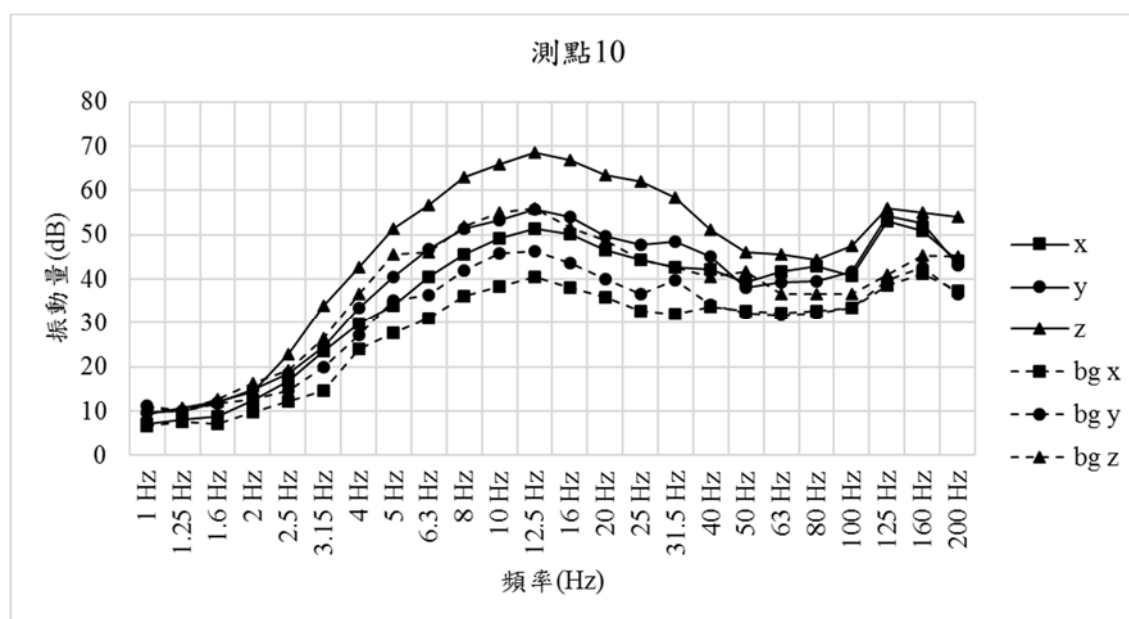


圖 4.5.1-31 振動頻譜圖(測點 10)

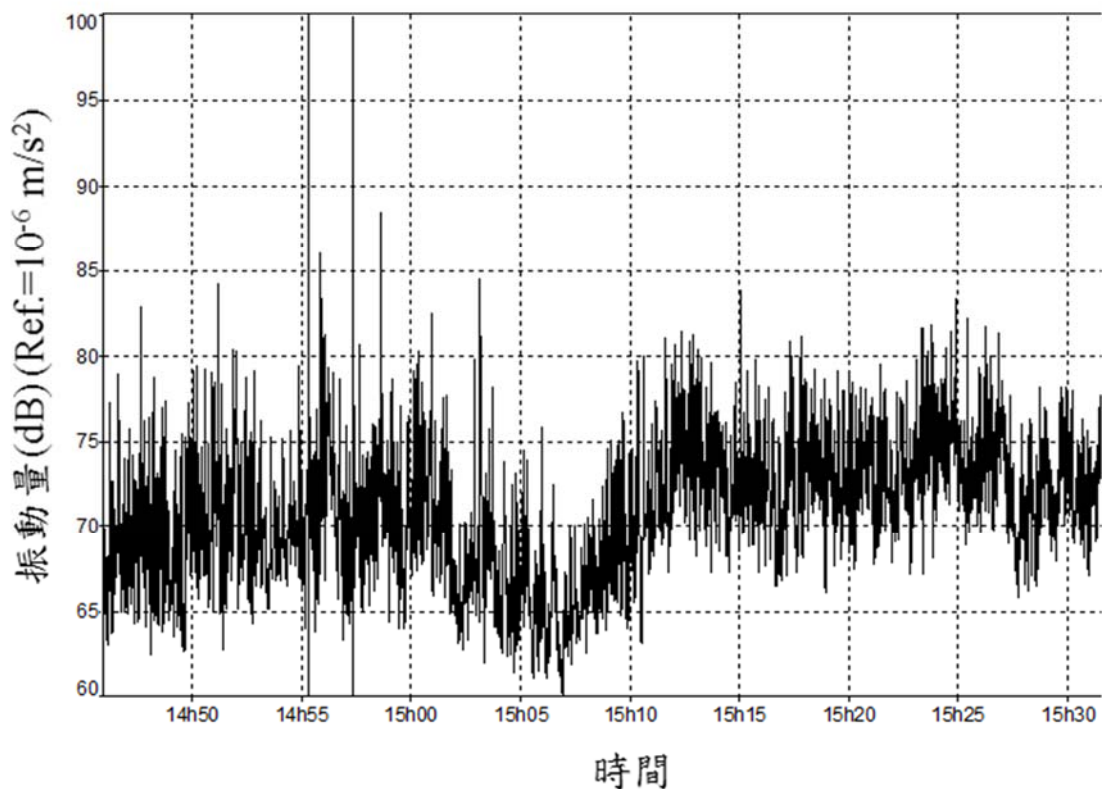


圖 4.5.1-32 振動歷時圖(測點 10)

十一、點次 11：

(一)現況描述：現場主要振動源為 200 型、300 型等不同施工機頭之挖土機 5 台~6 台，有電磁機頭、挖土機頭、夾式機頭等，進行拆除工程，施工機具分散於工地內，工地其中一側為公園綠地，其他三側皆鄰近民宅。測點不受其他噪音源及振動源干擾。測點設於距離施工機具約 10 m 處，測量時振動計置於磁磚地面上。測點現況如圖 4.5.1-33 所示。

(二)分析結果：振動測量頻譜圖及歷時圖如圖 4.5.1-34 及圖 4.5.1-35。此測點以 Z 軸振動較大，Z 軸背景振動量於 4 Hz、20 Hz、40 Hz、63 Hz 及 160 Hz 有較高振動值，事件振動則於 8 Hz 及 40 Hz 有較高之振動值。由振動歷時圖可以看出拆除工程未有規律之操作動作，且執行機具多達 5 台~6 台，其振動具變動性。

(三)室內外結果比較分析：將測點 10 為結果與測點 11 比較分析，測點最大振動軸向 Z 軸之振動量比較如圖 4.5.1-36。由振動頻譜圖可看出室外背景振動較民宅內振動低，但所產生之事件振

動室外遠大於民宅內，此振動量之差異可能係因建築物材質與傳遞過程所造成較大之振動量。



圖 4.5.1-33 振動現況圖(測點 11)

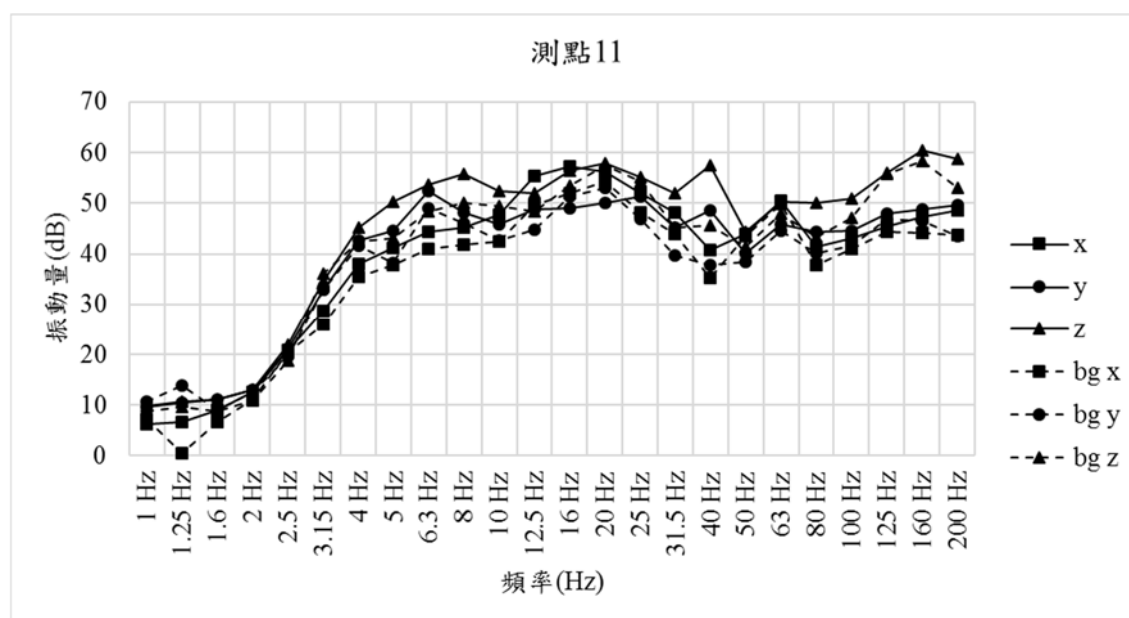


圖 4.5.1-34 振動頻譜圖(測點 11)

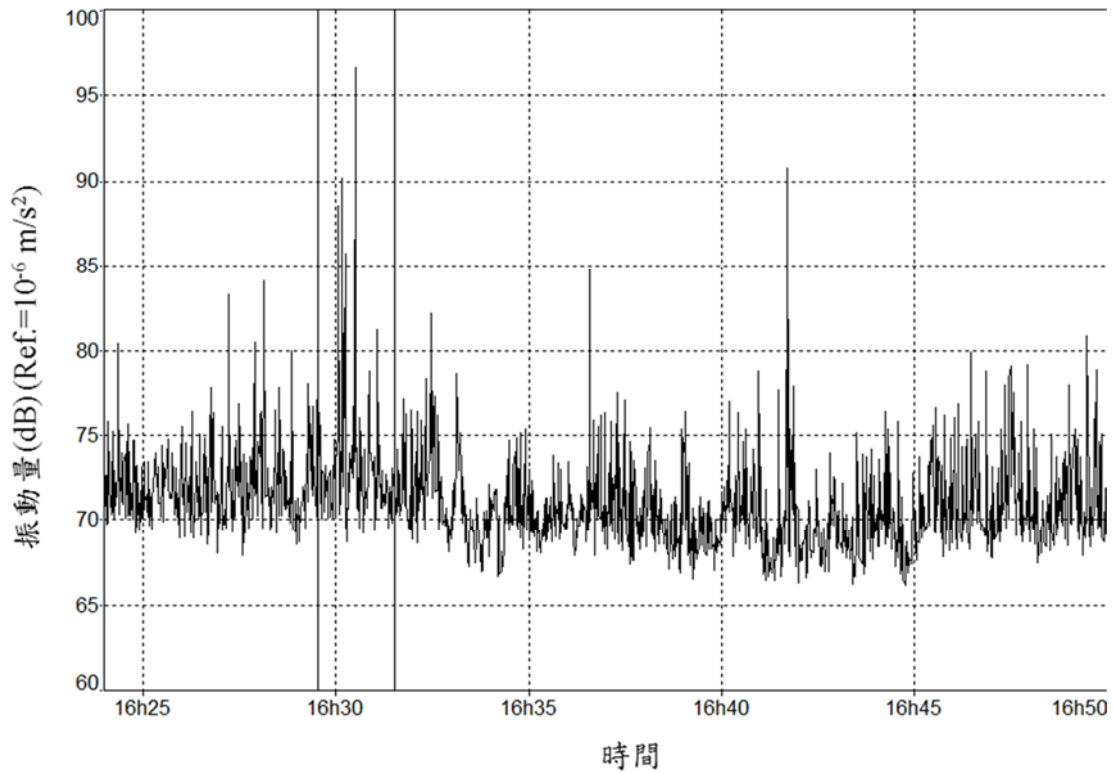


圖 4.5.1-35 振動歷時圖(測點 11)

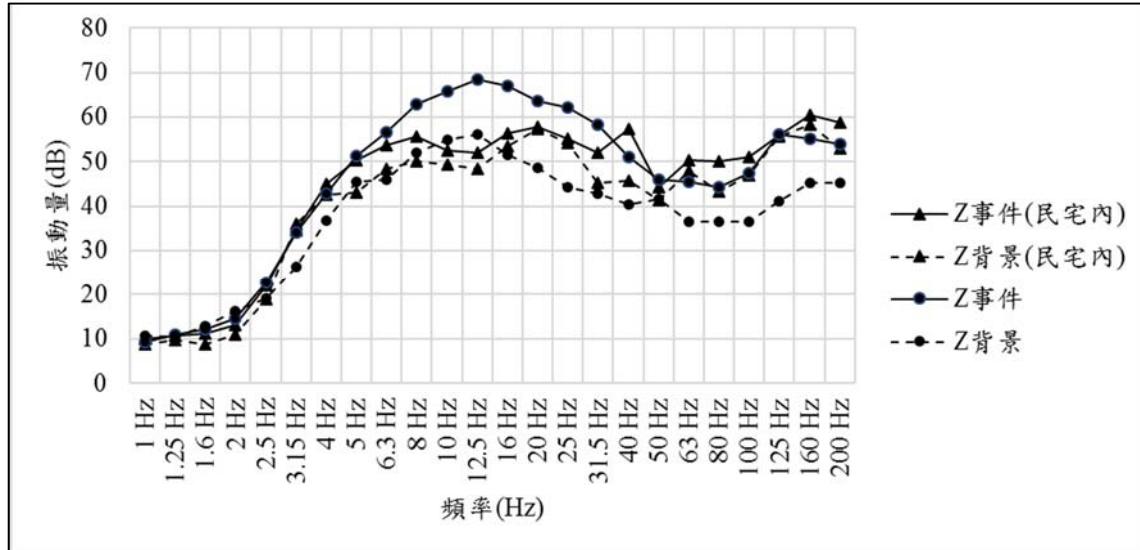


圖 4.5.1-36 振動頻譜圖比較(測點 10 與測點 11)

十二、點次 12：

(一)現況描述：現場主要振動源為打樁機 1 台，進行打樁施工作業，施工工地四周為空地、工廠、宮廟及鄰近快速道路 74 號。現場施工時測點噪音及振動明顯。測點設於工地周界施工圍籬旁距離振動源約 12 m。測點現況如圖 4.5.1-37 所示。

(二)分析結果：振動測量頻譜圖及歷時圖如圖 4.5.1-38 及圖 4.5.1-39。此測點以垂直方向 Z 軸振動較大，而 Z 軸背景振動量於 12.5 Hz 及 25 Hz 有較高振動值，事件振動則於 50 Hz 及 125 Hz 有較高之振動值，水平方向背景振動則於 12.5 Hz 及 25 Hz 有較高振動值，事件振動於 20 Hz 及 40 Hz 有較高之振動值。由歷時圖可以看出機具施工時其振動明顯較背景振動大，與打樁工程相比其振動歷時曲線不同屬變動性振動。



圖 4.5.1-37 振動現況圖(測點 12)

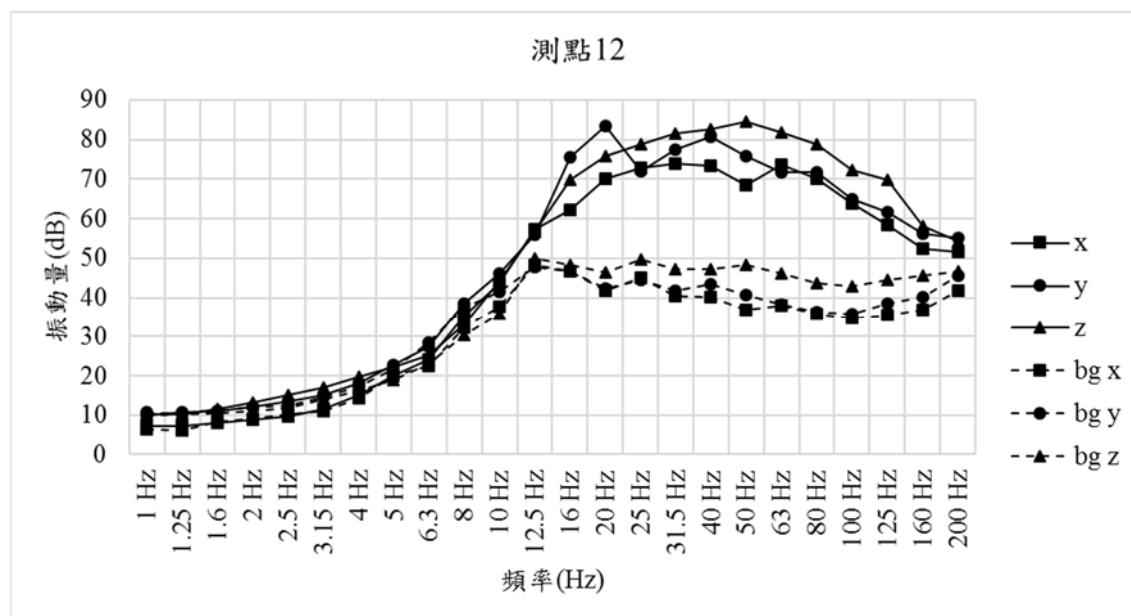


圖 4.5.1-38 振動頻譜圖(測點 12)

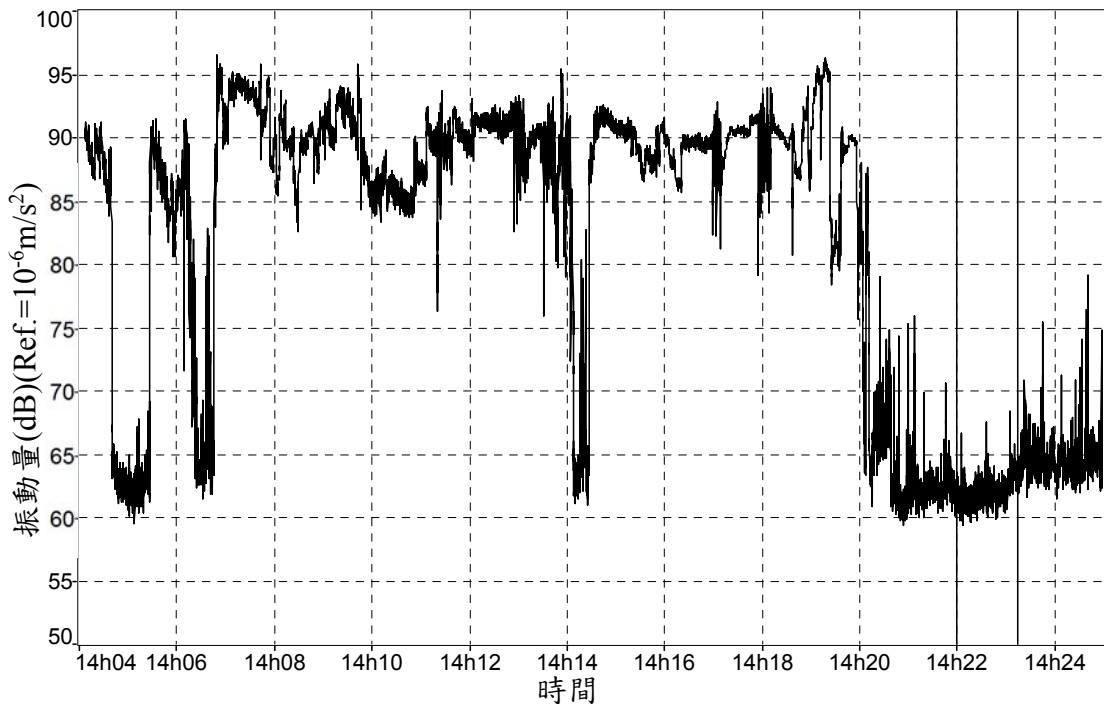


圖 4.5.1-39 振動歷時圖(測點 12)

十三、點次 13：

(一)現況描述：現場主要振動源為打樁機 2 台及挖土機 1 台，進行打樁及挖掘施工作業，施工工地四周有三測為住宅，其中一測緊鄰住宅大樓。現場施工時測點噪音及振動明顯。測點設於工地周界施工圍籬旁距離振動源約 14 m 及 46 m。測點現況如圖 4.5.1-40 所示。

(二)分析結果：振動測量頻譜圖及歷時圖如圖 4.5.1-41 及圖 4.5.1-42。此測點以水平方向 Y 軸振動較大，而 Y 軸背景振動量於 50 Hz 有較高振動值，事件振動則於 12.5 Hz、25 Hz 及 200 Hz 有較高之振動值，Z 軸背景振動則於 125 Hz 及 200 Hz 有較高振動值，事件振動於 12.5 Hz、31.5 Hz 及 200 Hz 有較高之振動值。由歷時圖可以看出機具施工時其振動明顯較背景振動大，與打樁工程相比其振動歷時曲線不同屬變動性振動。



圖 4.5.1-40 振動現況圖(測點 13)

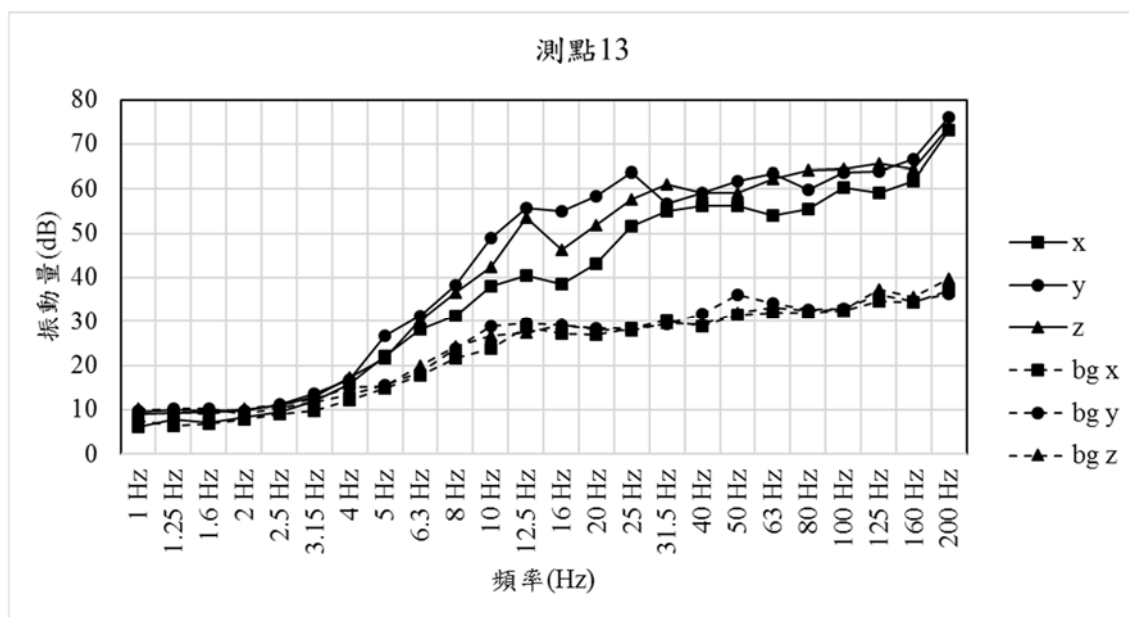


圖 4.5.1-41 振動頻譜圖(測點 13)

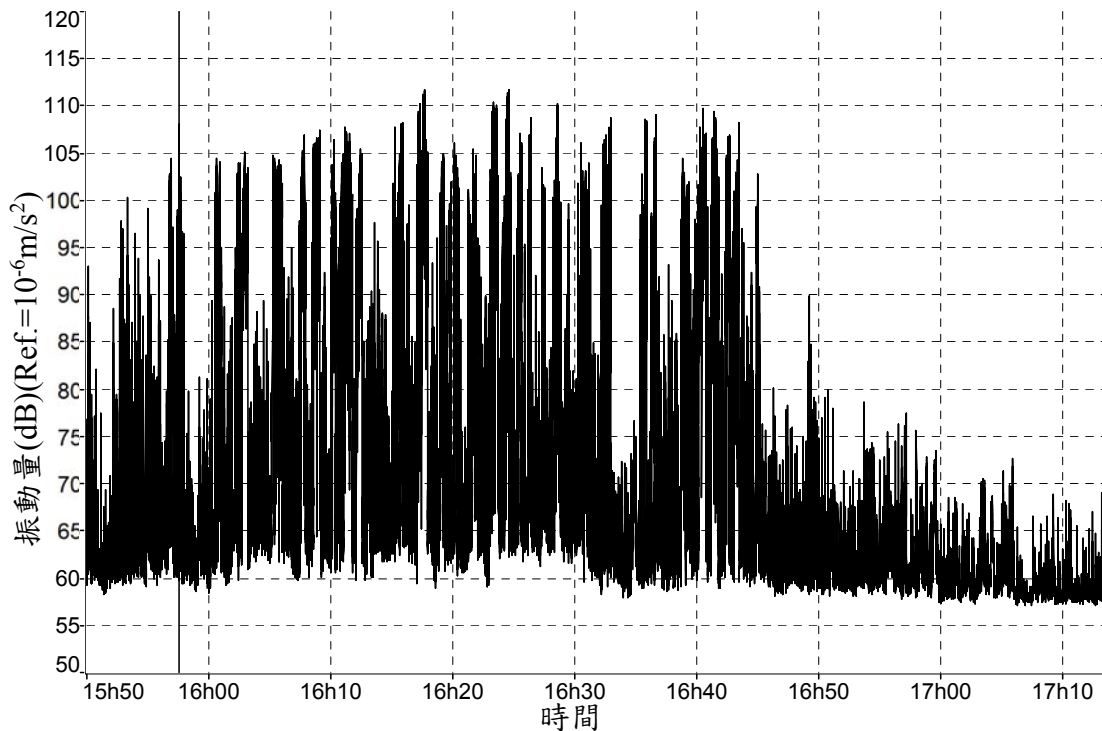


圖 4.5.1-42 振動歷時圖(測點 13)

十四、點次 14：

(一)現況描述：現場主要振動源為打樁機 1 台(另一台未運作)，進行打樁作業，施工工地四周多為空地或工地。測點偶受車輛行經干擾。測點設於工地周界施工圍籬旁距離振動源約 40 m。測點現況如圖 4.5.1-43 所示。

(二)分析結果：振動測量頻譜圖及歷時圖如圖 4.5.1-44 及圖 4.5.1-45。此測點以垂直方向 Z 軸振動較大，而 Z 軸背景振動量於 31.5 Hz 有較高振動值，事件振動則於 20 Hz 至 31.5 Hz、63 Hz、80Hz 及 125 Hz 有較高之振動值，水平方向背景振動則於 31.5 Hz 有較高振動值，事件振動於 16 Hz 及 1600 Hz 有較高之振動值。由歷時圖可以看出機具施工時其振動明顯較背景振動大，與打樁工程相比其振動歷時曲線不同屬變動性振動。



圖 4.5.1-43 振動現況圖(測點 14)

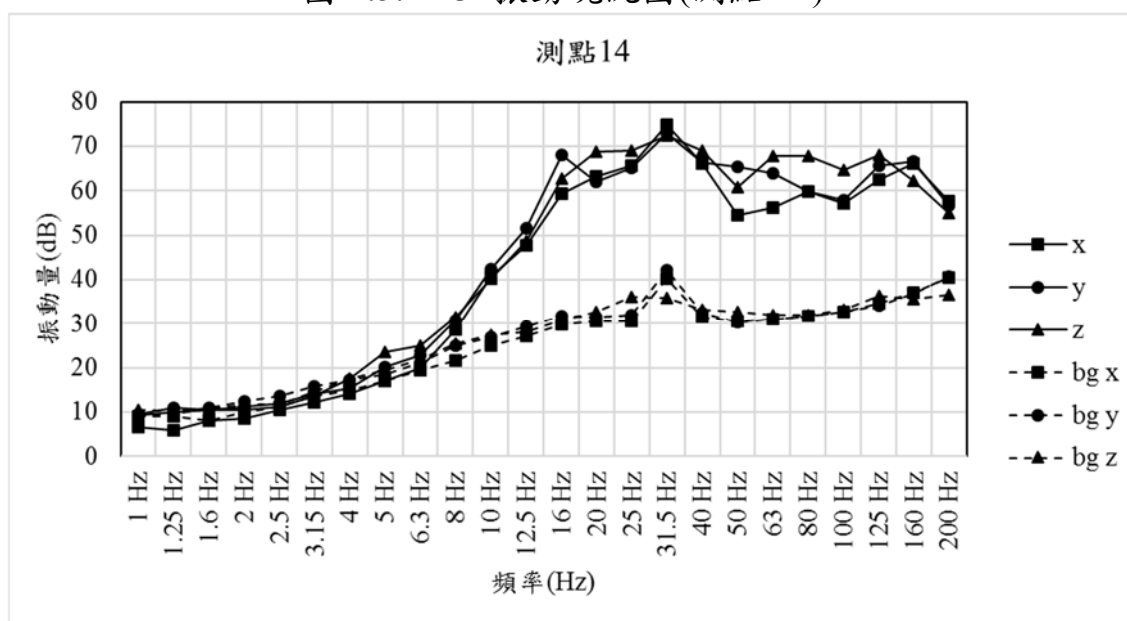


圖 4.5.1-44 振動頻譜圖(測點 14)

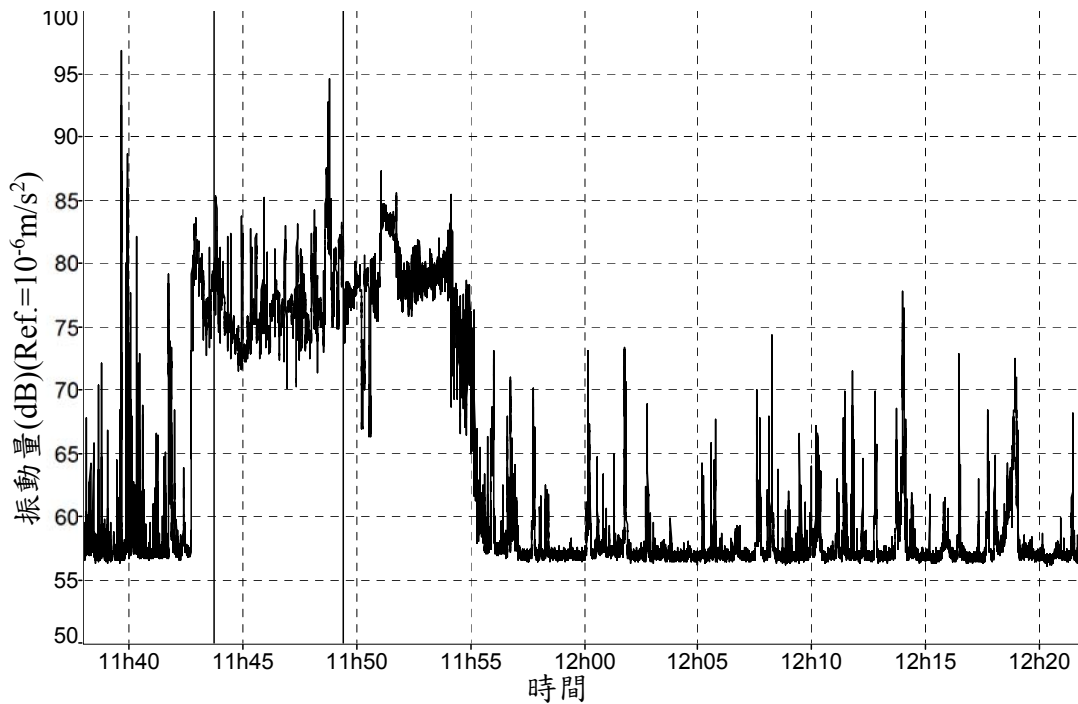


圖 4.5.1-45 振動歷時圖(測點 14)

十五、點次 15：

(一)現況描述：現場主要振動源為打樁機 1 台，進行整地施工作業，施工工地四周一側為空地另一側為學校，其餘兩側為住宅但四周皆圍繞四線道大馬路。測點偶受車輛行經干擾。測點設於工地周界施工圍籬旁距離振動源約 43 m。測點現況如圖 4.5.1-46 所示。

(二)分析結果：振動測量頻譜圖及歷時圖如圖 4.5.1-47 及圖 4.5.1-48。此測點以垂直方向 Z 軸振動較大，而 Z 軸背景振動量於 31.5 Hz、160 Hz 及 200 Hz 有較高振動值，事件振動則於 16 Hz、31.5 Hz、40 Hz 及 80 Hz 有較高之振動值，水平方向背景振動亦於 31.5 Hz、160 Hz 及 200 Hz 有較高振動值，事件振動則亦於 16 Hz、31.5 Hz、40 Hz 及 80 Hz 有較高之振動值。由歷時圖可以看出機具施工時其振動明顯較背景振動大，與打樁工程相比其振動歷時曲線不同屬變動性振動。



圖 4.5.1-46 振動現況圖(測點 15)

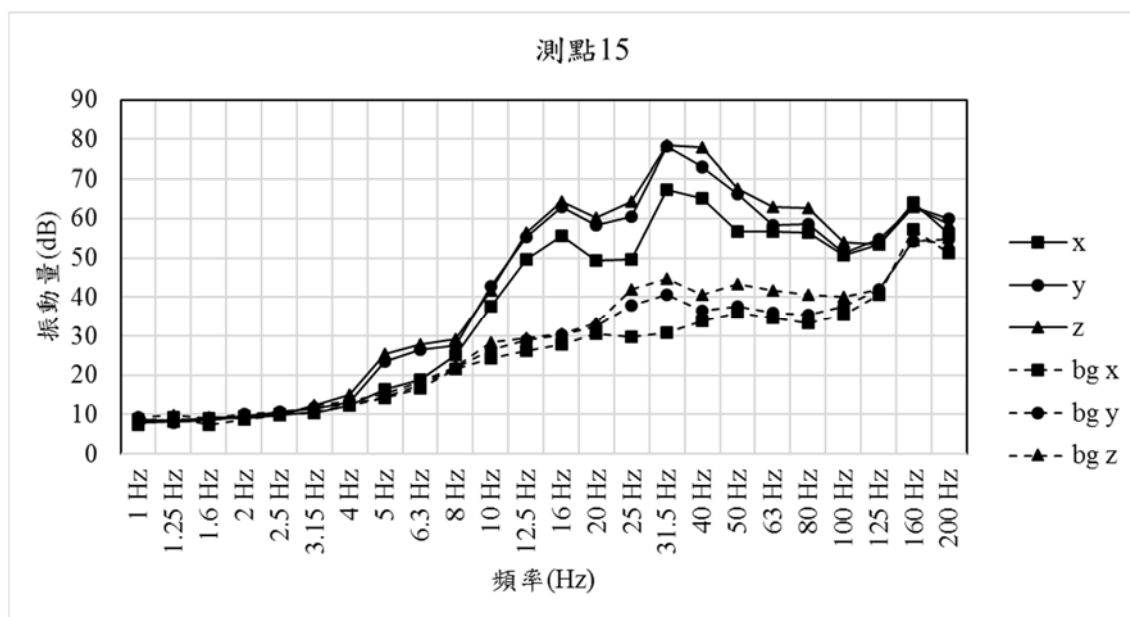


圖 4.5.1-47 振動頻譜圖(測點 15)

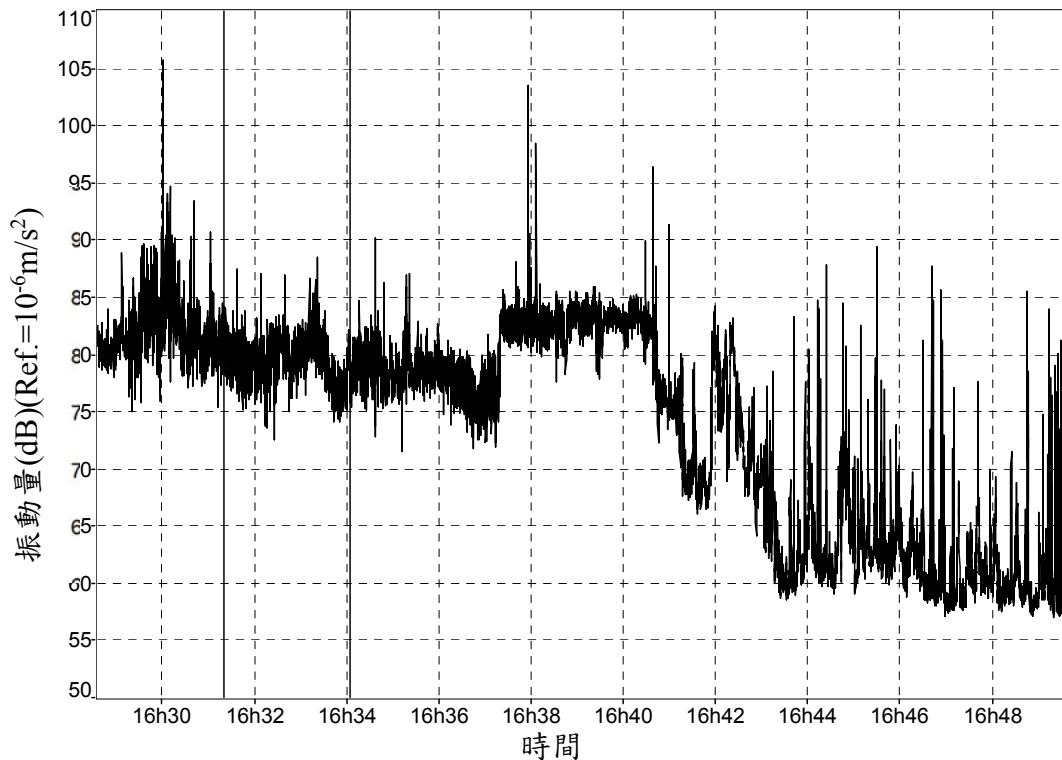


圖 4.5.1-48 振動歷時圖(測點 15)

十六、點次 16：

- (一)現況描述：現場主要振動源為打樁機 1 台，進行整地施工作業，施工工地四周一側為空地另一側為學校，其餘兩側為住宅但四周皆圍繞四線道大馬路。測點設於工地周界施工圍籬旁距離振動源約 43 m。測點設於距離施工機具約 52 m 處，測量時振動計置於 2 樓教室地面上。測點現況如圖 4.5.1-49 所示。
- (二)分析結果：振動測量頻譜圖及歷時圖如圖 4.5.1-50 及圖 4.5.1-51。此測點以 Z 軸振動較大，Z 軸背景振動量於 6.3 Hz、12.5 Hz、63 Hz 及 125 Hz 有較高振動值，事件振動則於 12.5 Hz、25 Hz、31.5 Hz、63 Hz 及 125 Hz 有較高之振動值。由振動歷時圖可以看出其振動具變動性。
- (三)室內外結果比較分析：將測點 16 為結果與測點 17 比較分析，測點最大振動軸向 Z 軸之振動量比較如圖 4.5.1-52。由振動頻譜圖可看出室外背景振動較教室宅內振動低，但所產生之事件振動室外大於教室內，此振動量之差異可能係因建築物材質與傳遞過程所造成之振動量。



圖 4.5.1-49 振動現況圖(測點 16)

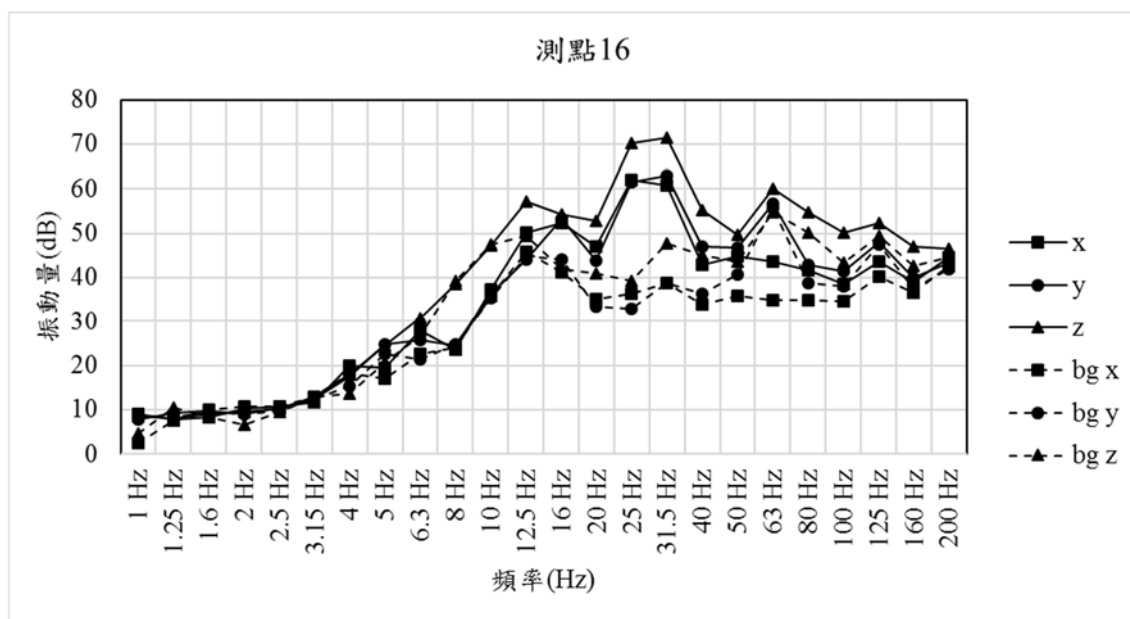


圖 4.5.1-50 振動頻譜圖(測點 16)

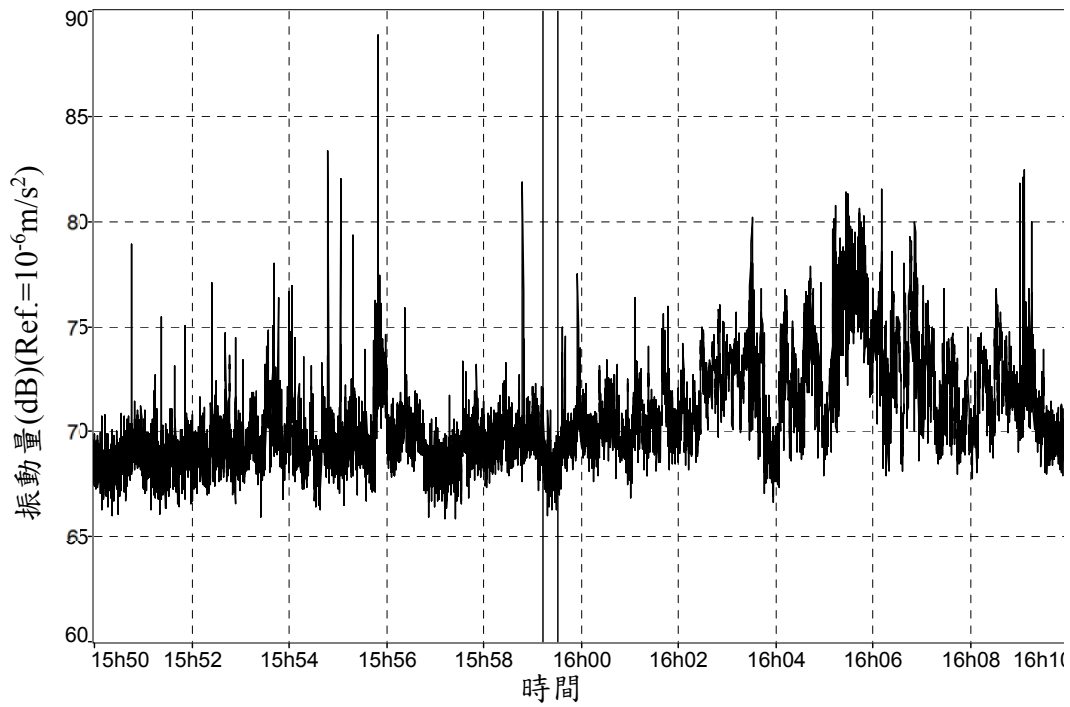


圖 4.5.1-51 振動歷時圖(測點 16)

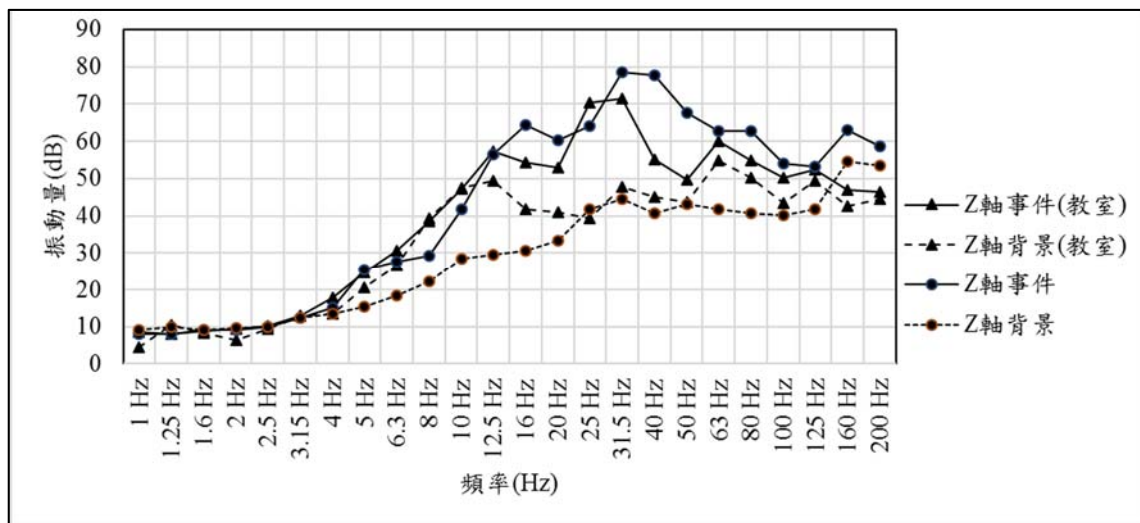


圖 4.5.1-52 振動頻譜圖比較(測點 15 與測點 16)

十七、點次 17：

(一)現況描述：現場主要振動源為打樁機 2 台，進行打樁作業，施工工地四周僅一側為空地。現場施工時測點噪音及振動明顯。測點設於工地周界施工圍籬旁距離振動源約 30 m。測點現況如圖 4.5.1-53 所示。

(二)分析結果：振動測量頻譜圖及歷時圖如圖 4.5.1-54 及圖 4.5.1-55。此測點以垂直方向 Z 軸振動較大，而 Z 軸背景振動量於 25 Hz 及 31.5 Hz 有較高振動值，事件振動則於 25 Hz、40 Hz 及 80 Hz 有較高之振動值，水平方向背景振動則於 31.5 Hz 有較高振動值，事件振動於 31.5 Hz 及 80 Hz 有較高之振動值。由歷時圖可以看出機具施工時其振動明顯較背景振動大，與打樁工程相比其振動歷時曲線不同屬變動性振動。



圖 4.5.1-53 振動現況圖(測點 17)

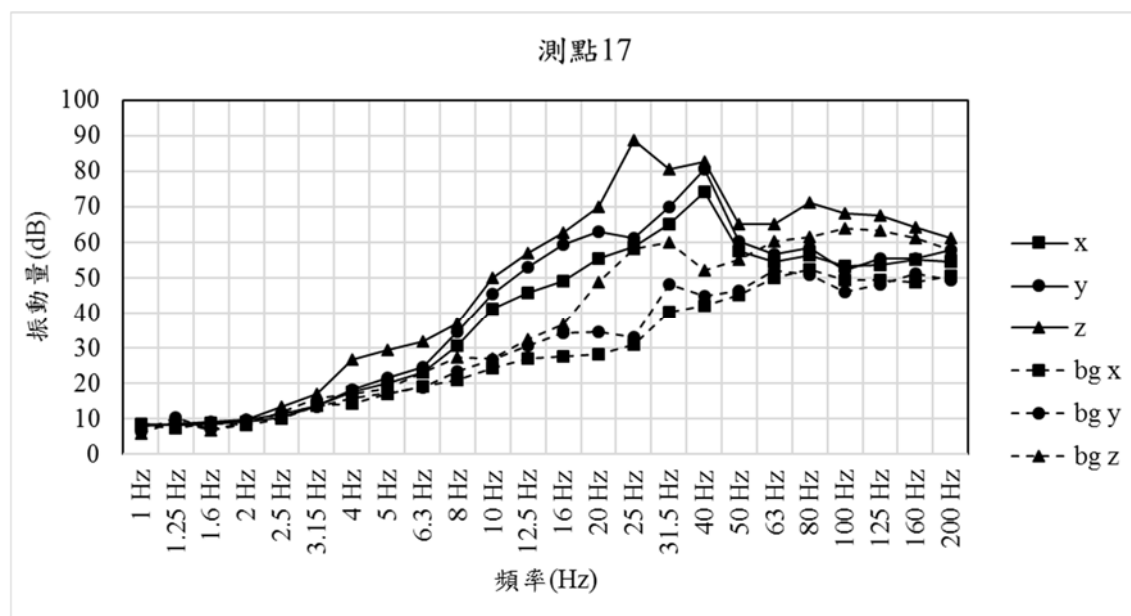


圖 4.5.1-54 振動頻譜圖(測點 17)

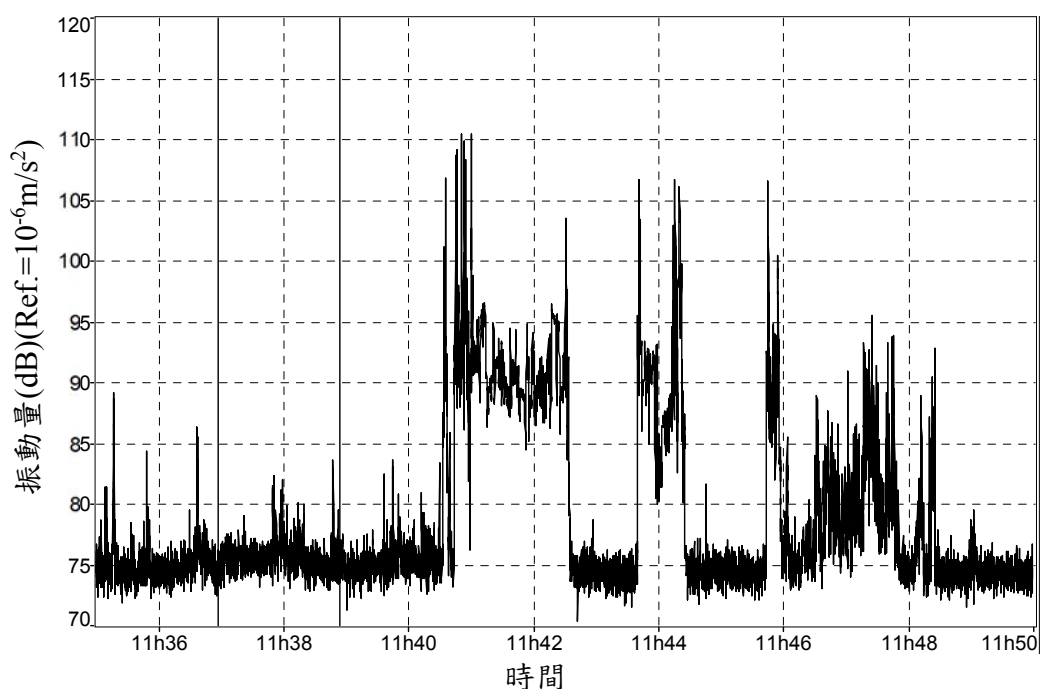


圖 4.5.1-55 振動歷時圖(測點 17)

十八、點次 18：

- (一)現況描述：現場主要振動源為打樁機 2 台，進行打樁作業，施工工地四周僅一側為空地。測點不受其他噪音源及振動源干擾。測點設於距離施工機具約 16m 處，測量時振動計置於會議室拼貼地面上(上方有整塊鋪面無法拆除)。測點現況如圖 4.5.1-56 所示。
- (二)分析結果：振動測量頻譜圖及歷時圖如圖 4.5.1-57 及圖 4.5.1-58。此測點以 Z 軸振動較大，Z 軸背景振動量於 31.5 Hz 及 125 Hz 有較高振動值，事件振動則於 5 Hz、31.5 Hz、50 Hz 及 125 Hz 有較高之振動值。由振動歷時圖可以看出其振動具變動性。
- (三)室內外結果比較分析：將測點 17 為結果與測點 18 比較分析，測點最大振動軸向 Z 軸之振動量比較如圖 4.5.1-59。由振動頻譜圖可看出室內背景振動與會議室內振動高，但所產生之事件振動與室外相當。



圖 4.5.1-56 振動現況圖(測點 18)

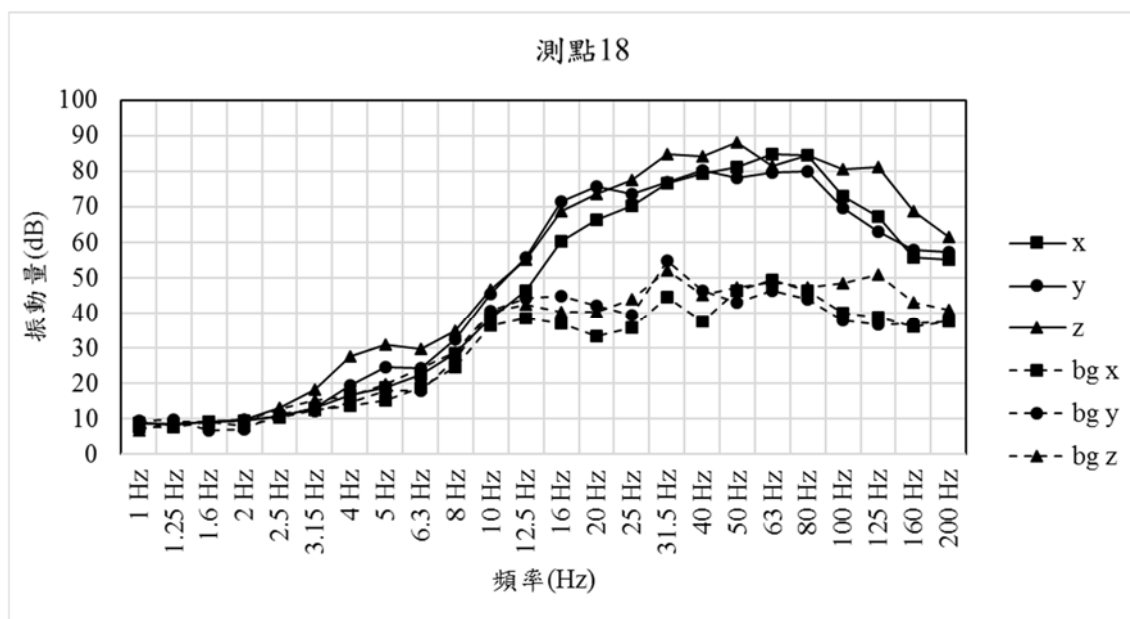


圖 4.5.1-57 振動頻譜圖(測點 18)

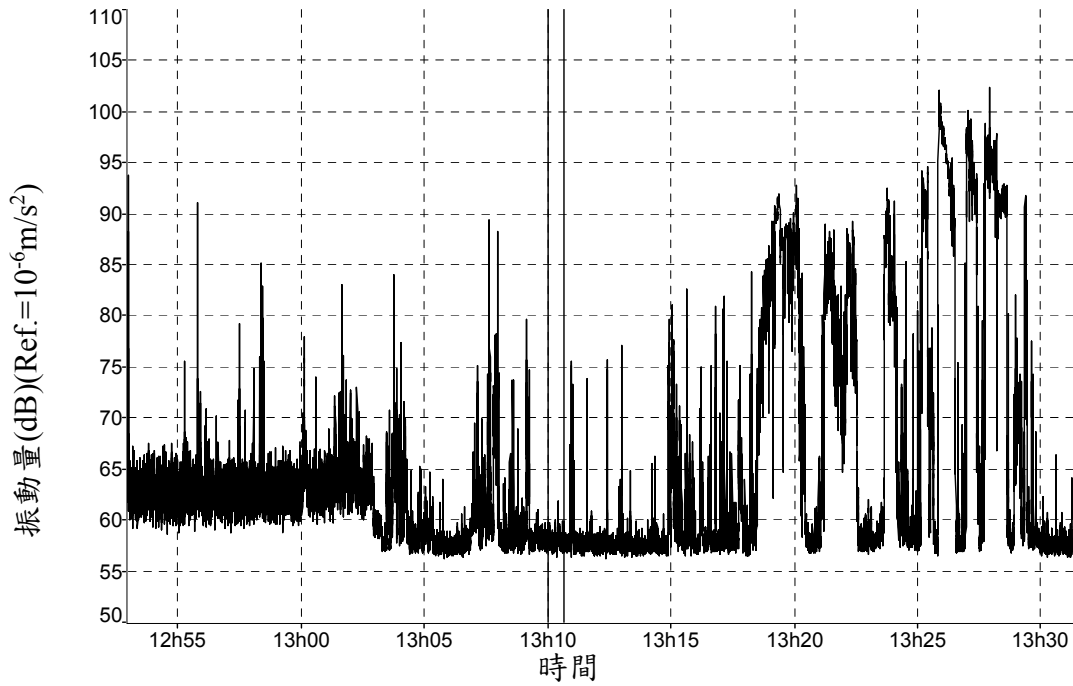


圖 4.5.1-58 振動歷時圖(測點 18)

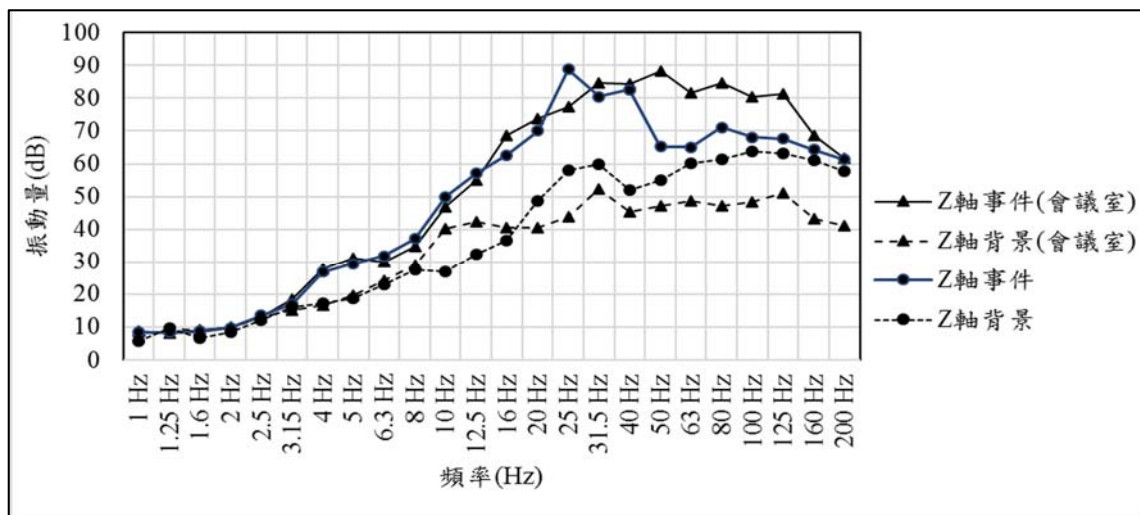


圖 4.5.1-59 振動頻譜圖比較(測點 17 與測點 18)

十九、點次 19：

(一)現況描述:現場主要振動源為打樁機 3 台挖土機及 3 台鑽掘機，進行鑽掘基樁施工作業，施工工地四周皆為住宅。測點偶受車輛行經干擾。測點設於工地周界施工圍籬旁距離振動源約 17 m /46 m/75m。測點現況如圖 4.5.1-60 所示。

(二)分析結果:振動測量頻譜圖及歷時圖如圖 4.5.1-61 及圖 4.5.1-62。此測點以垂直方向 Z 軸振動較大，而 Z 軸背景振動量於 16 Hz 及 31.5 Hz 有較高振動值，事件振動則於 16 Hz、100 Hz 及 200 Hz 有較高之振動值，水平方向背景振動則於 25 Hz 有較高振動值，事件振動於 20 Hz、100 Hz 及 200 Hz 有較高之振動值。由歷時圖可以看出機具施工時其振動明顯較背景振動大，與打樁工程相比其振動歷時曲線不同屬變動性振動。



圖 4.5.1-60 振動現況圖(測點 19)

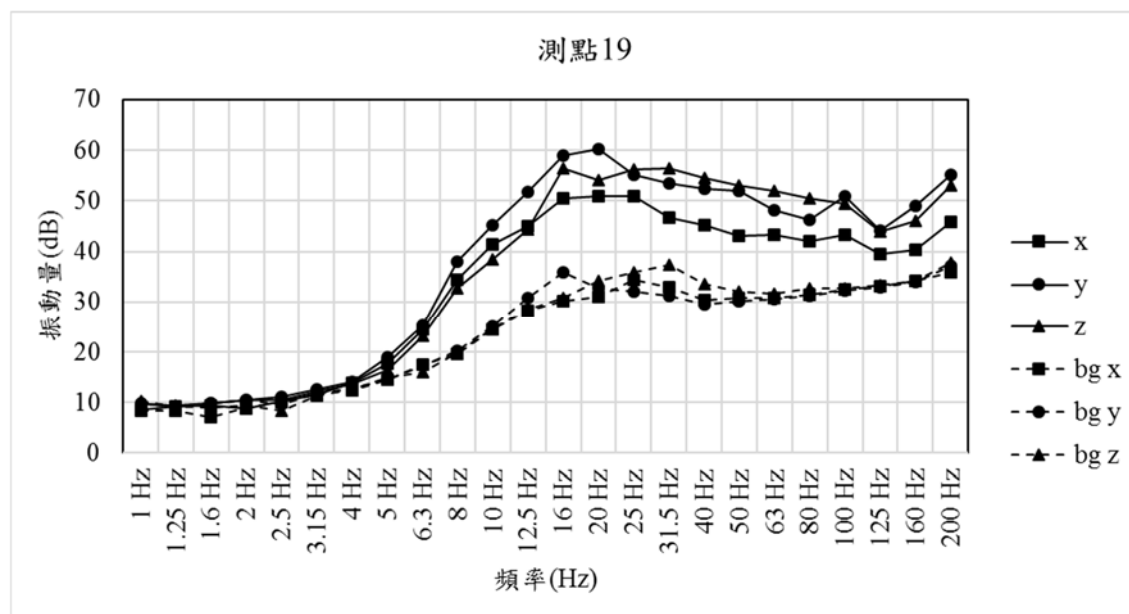


圖 4.5.1-61 振動頻譜圖(測點 19)

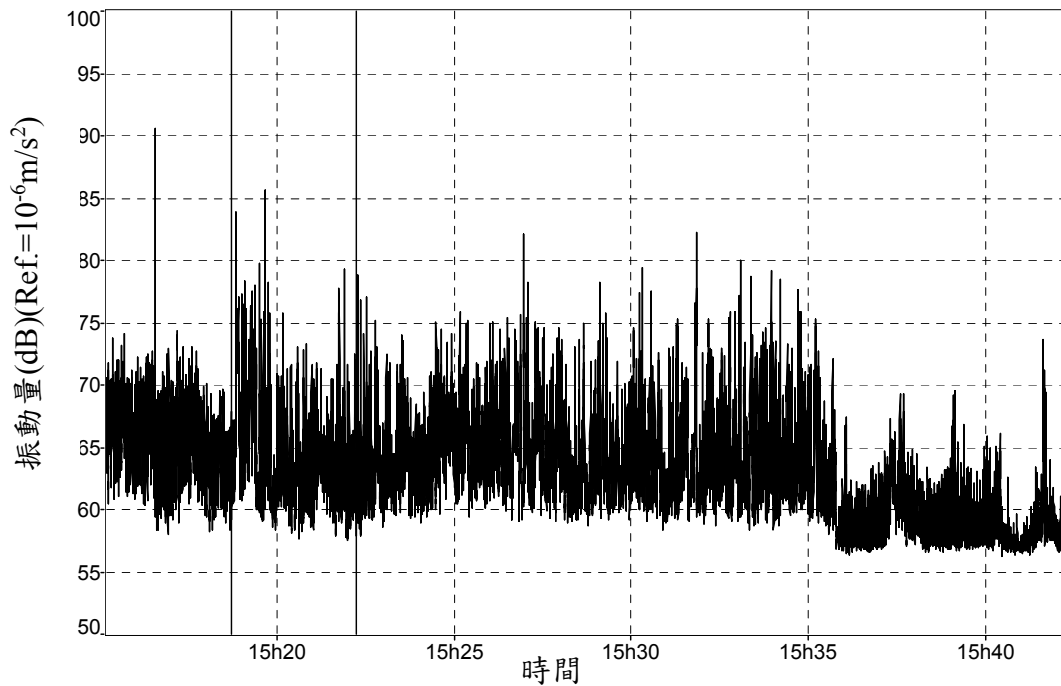


圖 4.5.1-62 振動歷時圖(測點 19)

二十、點次 20：

- (一)現況描述:現場主要振動源為打樁機 3 台挖土機及 3 台鑽掘機，進行鑽掘基樁施工作業，施工工地四周皆為住宅。測點偶受車輛行經干擾。測點設於距離施工周界約 55 m 處，測量時振動計置於磁磚地面上。測點現況如圖 4.5.1-63 所示。
- (二)分析結果:振動測量頻譜圖及歷時圖如圖 4.5.1-64 及圖 4.5.1-65。此測點以 Z 軸振動較大，事件振動則於 16 Hz 及 50 Hz 有較高之振動值。由振動歷時圖可以看出鑽掘工程其振動具變動性。
- (三)室內外結果比較分析：將測點 19 為結果與測點 20 比較分析，測點最大振動軸向 Z 軸之振動量比較如圖 4.5.1-66。由振動頻譜圖可看出事件振動室外遠大於民宅內，此振動量之差異可能係因建築物材質與傳遞過程所造成較大之振動量。



圖 4.5.1-63 振動現況圖(測點 20)

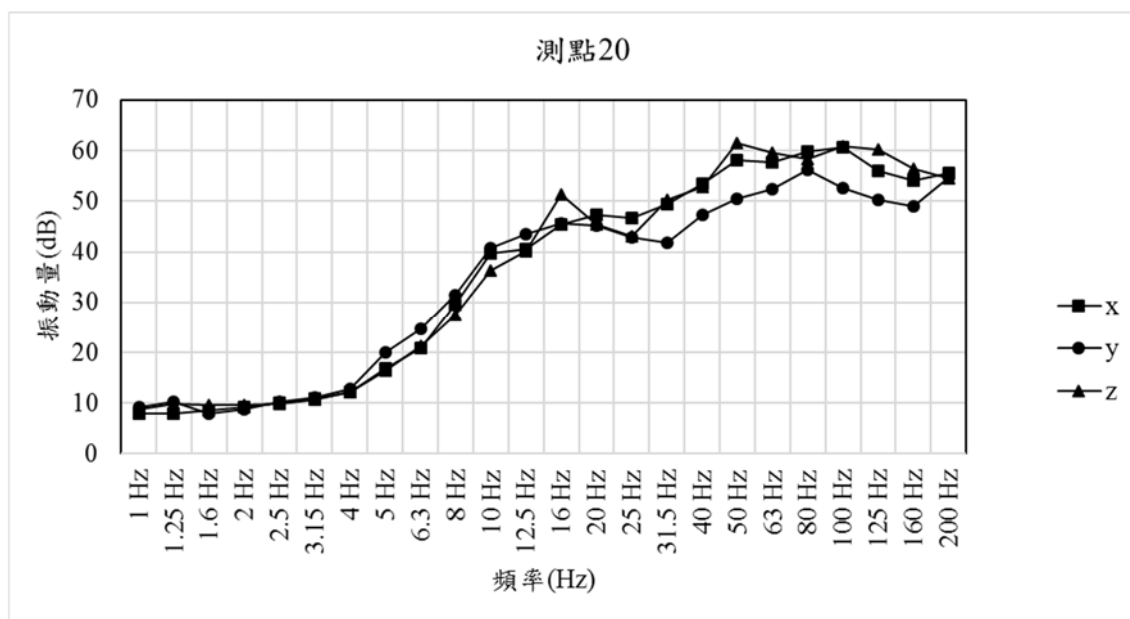


圖 4.5.1-64 振動頻譜圖(測點 20)

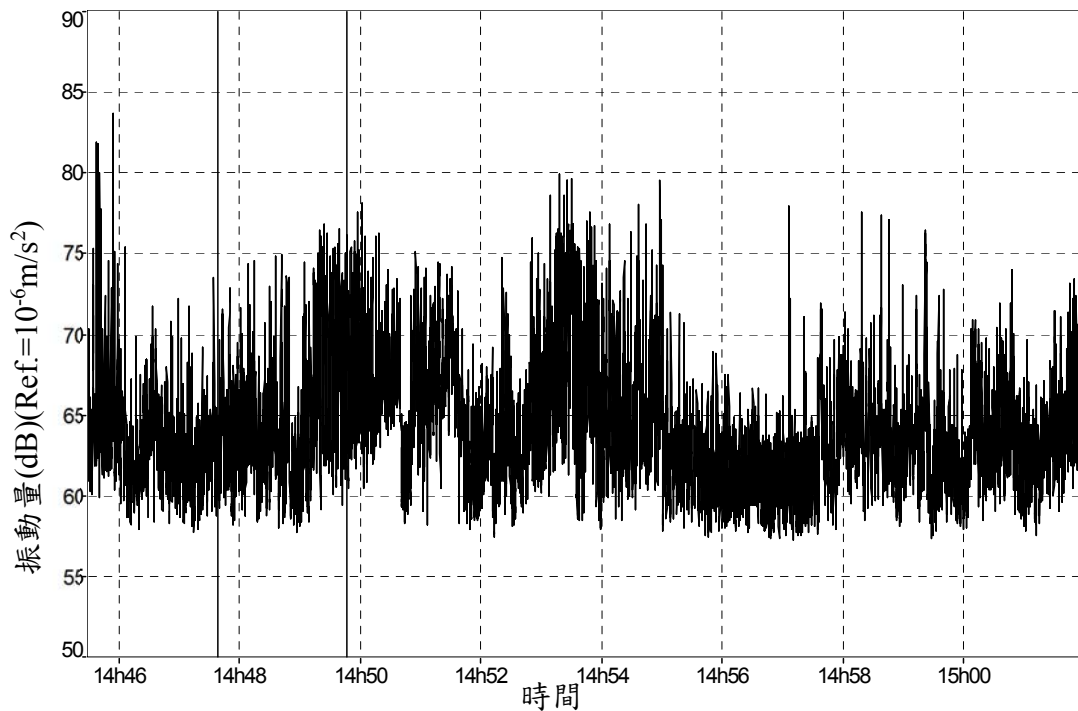


圖 4.5.1-65 振動歷時圖(測點 20)

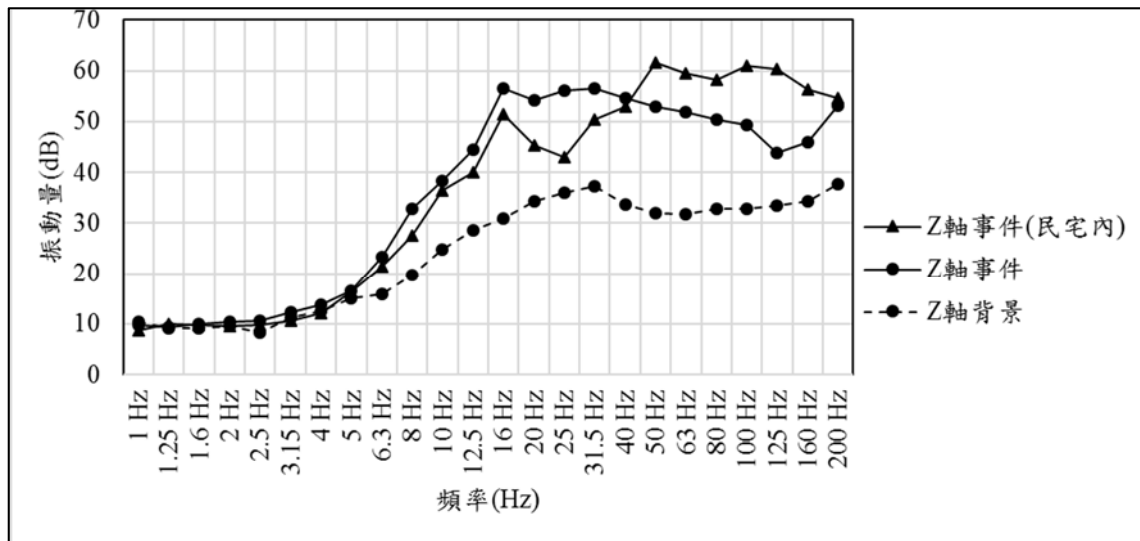


圖 4.5.1-66 振動頻譜圖比較(測點 19 與測點 20)

4.5.2 綜合分析

將所測量而得之 20 點次振動量進行分析，分別就測點振動量與振動源距離、振動量及最大振動量與不同參考振動值分析比率等項目進行分析。

一、 振動量與振動源距離

將各測點事件振動量與振動源距離進行比較，如圖 4.5.2-1

所示，振動量並無法由測量結果判斷是否有相關趨勢，因許多變數並非一致，如機具功率、機具台數、使用工法、機具操作方法等等，但可由圖中結果知道若為基礎工程時，其以連續壁工法以及整地使用挖土機施工，其所產生的振動較打樁工程小。而施以打樁壓樁工程的基礎工程，距離振源較遠時，部分測點仍有較大之振動量。

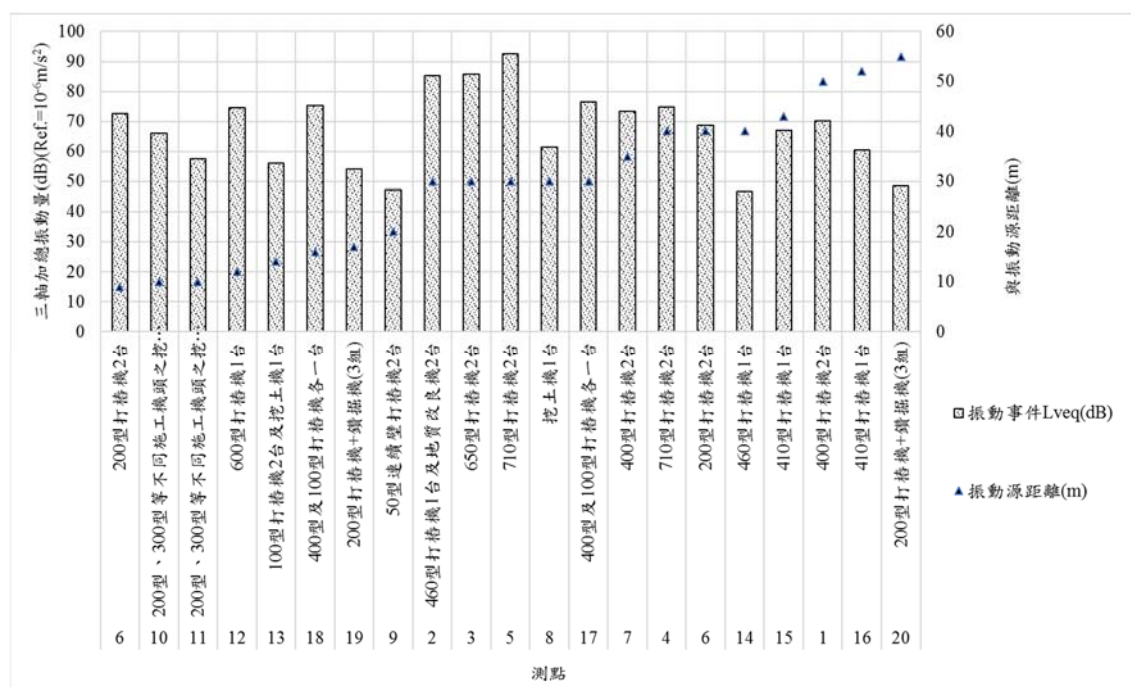


圖 4.5.2-1 振動量與振動源距離比較

二、 振動量及最大振動量與不同參考振動值分析比率

將各測點事件振動量進行比較，如圖 4.5.2-2 所示，比較各測點分布百分比有 80 % 的測點小於 75 dB (三軸加總 L_{veq})，90 % 的測點小於 80 dB。另比較最大振動量約有 15 % 的測點最大振動量 (L_{vmax}) 超過 90 dB，該測點施工內容為打樁機 H 型鋼壓樁工程，現場感受確實為有感振動，且可見周遭民宅窗扇框架振動。

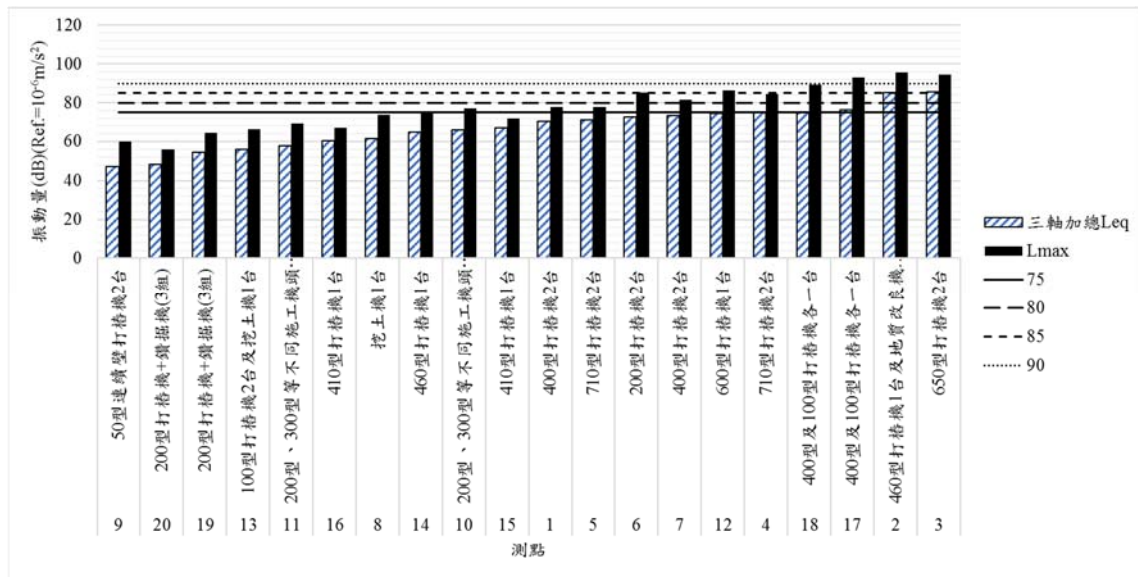


圖 4.5.2-2 振動量及最大振動量比較

三、 各測點室內及室外測量結果比較分析

因本計畫測量之 10 點次室內與室外測點，雖皆屬不同類型建築物、與振動源不同距離、不同類型振動源、室內外測點不同樓層等等，但所測得室內振動值皆較室外振動值低。

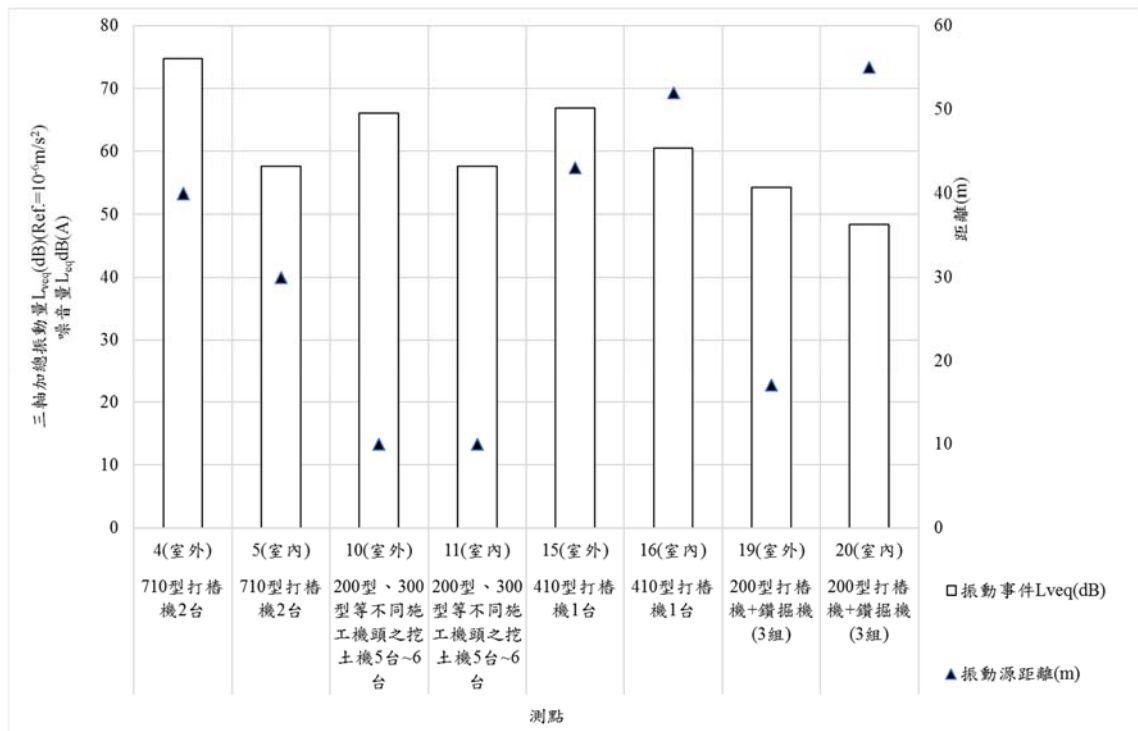


圖 4.5.2-3 室內與室外測量結果比較圖

第五章 研提振動改善措施相關建議

工作成果摘要

1. 本計畫規畫研擬之環境振動管理指引係參考 ISO 2631-2 之規範，故振動量測儀器所參考的國際標準為 ISO 8041，由於我國振動量測的市場規模較小，因此精密及環境振動量測儀器多自國外進口，而目前已蒐集各國廠牌所製造之振動量測儀器功能及規格，諸多廠牌皆有符合其規範之儀器。
2. 已草擬「環境振動管理指引」，107 年 7 月 25 日協助召開第一次「環境振動管理」專家學者諮詢會，107 年 11 月 7 日協助召開第二次「環境振動管理」專家學者諮詢會，修正指引內容，使指引內容合理且可行。

第五章 研提振動改善措施相關建議

將所蒐集各國環境振動相關之管制內容及建議標準文獻內容，與實際量測之結果進行比較分析，提出適用於我國環境振動之管制方式及改善措施之建議。

5.1 蒐集相關環境振動量測儀器之功能及規格，評估量測程序可行性

各國針對振動量所評量之方式大致分為兩大類，一為量測人在環境中可承受之振動量，另一則為人對振動的感受度，而對於振動量測的頻率多以 1 Hz - 80 Hz 為主。

在量測方法上，多數國家都有參考 ISO 標準，指標以人體/建物感受振動量為評估指標，我國 CNS 15547 系列亦參照 ISO 2631 系列作為國家測量標準，但此係以建築物室內為主要量測地點，或以人與振動源接觸之暴露為主。針對環境振動之量測，如日本則係使用 JIS Z 8735 及 JIS C 1510 進行環境振動量測，韓國則係以公告之噪音振動檢測方法進行環境振動的量測。

本計畫研擬之環境振動管理指引(草案)係參考 ISO 2631-2 之規範，故振動量測儀器所參考的國際標準為 ISO 8041，由於我國振動量測的市場規模較小，因此精密及環境振動量測儀器多自國外進口，已蒐集各國廠牌所製造之振動量測儀器功能及規格，諸多廠牌皆有符合其規範之儀器。

由蒐集之資料得知多數國家製造之環境振動儀器皆可符合 ISO 8041 三軸向振動測量之要求，故參考 ISO 2631-2 之加權方式測量環境振動係可行之方案，惟我國現階段環境影響評估監測或環境振動測量方法，皆係參考日本規範，在目前測量儀器使用上多習慣使用 JIS 單軸測量，其使用參考加速度為 10^{-5}m/s^2 與 ISO 規範參考加速度為 10^{-6}m/s^2 不同，故若未來採用 ISO 規範之三軸向測量，將會有過渡期係需要與檢測業者以及過往環評監測測量結果詳加說明，說明儀器 JIS 與 ISO 之差異。

5.2 協助機關辦理振動管理指引相關法制作業

如第三章所述，現階段國際上針對振動進行管制的國家或行政區域在太地區有日、韓、澳洲新南威爾斯等，歐洲則有西班牙，為數不多。大多數國家係採用建議值或參考值的方式，作為管理環境振動的手段，現階段我國振動管制的專法亦尚未立法，因此環保署研議以振動管理指引以推動先期環境振動管理。

在法制作業程序方面，行政機關必須依法行政，我國現階段雖尚未成立振動管制專法，而依環保署組織條例第六條條文，空保處職掌事項包含：

- 一、關於空氣品質保護及噪音、振動管制之政策、法規之研訂事項。
- 二、關於噪音、振動管制之策劃、指導及監督事項。
- 三、關於惡臭及固定污染源空氣污染防治之策劃、指導及監督事項。
- 四、關於交通工具空氣污染防治之策劃、指導及監督事項。
- 五、關於非屬原子能游離輻射污染之輻射污染防治之策劃、指導及監督事項。
- 六、關於其他空氣品質保護及噪音、振動管制事項。

環保署係依此研議有關振動之管理指引。

經過多次討論，現階段已草擬「環境振動管理指引」，107年7月25日協助召開第一次「環境振動管理」專家學者諮詢會，107年11月07日協助召開第二次「環境振動管理」專家學者諮詢會，修正指引內容，使指引內容合理且可行，並讓各部會瞭解未來可參考環境振動管理指引，定訂各地方自治條例，便日後管理振動相關陳情案件。

我國現階段環境影響評估多參考日本振動管制內容，為與世界各國接軌，指引係參考 ISO 2631 之標準研擬，並參酌諮詢會委員意見修正草擬指引架構如下：

• 「環境振動管理指引」草案架構

- | | |
|----------------|-----------|
| 一 適用對象 | 八 背景振動量修正 |
| 二 使用建議 | 九 環境振動建議值 |
| 三 不適用狀態 | 十 測量儀器 |
| 四 名詞定義 | 十一 品質管制 |
| 五 測量地點 | 十二 備註 |
| 六 振動值計算方式 | 十三 參考文獻 |
| 七 測量時間與振動量計算方式 | |

第六章 辦理易發生噪音設施輔導與推動相關作業

工作成果摘要

調查營建工地於打拔樁之基礎工程時，造成民眾陳情之音量，以建立實地測量營建工地打拔樁機不同機型與工法所產生音量之背景資料，實地測量 10 處被陳情營建工地以打拔樁機施工之噪音量，並向施工業者宣導噪音防制之相關內容。

第六章 辦理易發生噪音設施輔導與推動相關作業

為從源頭管制噪音污染，噪音管制法授權管制易發生噪音設施，環保署據此於民國 82 年訂定「易發生噪音設施設置及操作許可辦法」，規劃將公私場所及營建工程兩類之設施採分批公告指定設施進行源頭管制，惟當時辦法未考量此兩類產生之噪音持續時間、影響範圍及操作時段等不同特性，致發布後不易推動。配合母法於 97 年修正公布之條文，環保署將該辦法之公私場所規定仍須申請設置及操作許可，而營建工程則修正為僅須申請操作許可，以符合實際，並明定申請對象及審查程序後，於 99 年 7 月 16 日修正發布。

噪音管制法第 10 條明定「易發生噪音設施」須由中央主管機關指定之，並分為「營建工程」使用及「其他公私場所」使用兩大類。其立法精神在於該等設施經公告指定後，環保局接受設置或操作許可之申請，經許可後申請者方得設置或操作，故在公告指定的同時必須擬妥配套措施。惟現階段對於噪音管制法第 10 條規定之「易發生噪音設施許可制度」仍處於推動階段，尚未正式公告該等設施。

營建工程機具設施在工地內屬於動態配置，施工過程依工作需求常有多部設施同時操作，各個機具在不同操作方式下產生的衝擊音有很大的差異，因此營建工程「易發生噪音設施」的操作狀態、噪音特性、影響範圍等與公私場所固定型態設施不同，其管制方式也有差異。

本計畫完成 10 處營建工程施工機具噪音調查及宣導，以瞭解營建工地於打拔樁之基礎工程時，造成民眾陳情之音量，以建立實地測量營建工地打拔樁機不同機型與工法所產生音量之背景資料，調查對象主要為以打拔樁機或鑽掘機施工之被陳情營建工地，並向被調查施工業者宣導噪音防制之相關內容。

6.1 實地噪音調查方法

本計畫調查方式係參考噪音管制標準之方法，針對現地施工機具施工音量及整體音量進行量測。

依據噪音管制標準之規定進行營建工程環境音量量測，測量工廠(場)、娛樂場所、營業場所、營建工程或其他經主管機關公告之場所、工程或設施(不含風力發電機組)音源 20 Hz 至 20 kHz 頻率範圍時，得由主管機關指定該工廠(場)、娛樂場所、營業場所、營建工程或其他經主管機關公告之場所、工程或設施(不含風力發電機組)周界外任何地點測量之，並應距離最近建築物牆面線一公尺以上。

屬營建工程及其他經主管機關公告之工程音源者，其連續測量取樣時間須至少二分鐘以上，取樣時距不得多於二秒，並記錄量測時間內之最大音量($L_{\max}$)及均能音量(L_{eq} 及 $L_{eq,LF}$)，其結果均不得超過其噪音管制標準值。

為確保量測人員安全，故於現地量測噪音時，測量地點為工地圍籬周界。

將量測調查測點所得之音量，進行彙整分析，分析結果可作為未來易發生噪音機具之背景參考資料。

6.2 營建工程施工機具噪音調查及宣導

本計畫依陳情資料篩選被陳情內容為打拔樁機噪音之營建工地，因基礎工程階段所產生噪音量較其他階段工期短，故現場調查時係走訪至少 50 處以上之營建工地，篩選出 10 處較具施工代表性之工地，使用打拔樁機馬力分別為 50 型、200 型、400 型、410 型、460 型、650 型、710 型、200 型+鑽掘機、400 型+100 型，各工地多使用 2 台相同功率型號之打拔樁機分布於左右側，但各機台使用時間部分工地係輪流打樁，部分工地則同時打樁，以下就不同工地分析噪音測量調查結果進行說明及數值分析。不同功率型號之機具如圖 6.2-1 所示，圖 6.2-2 為噪音調查及宣導現況。



圖 6.2-1 不同功率型號之打拔樁機圖

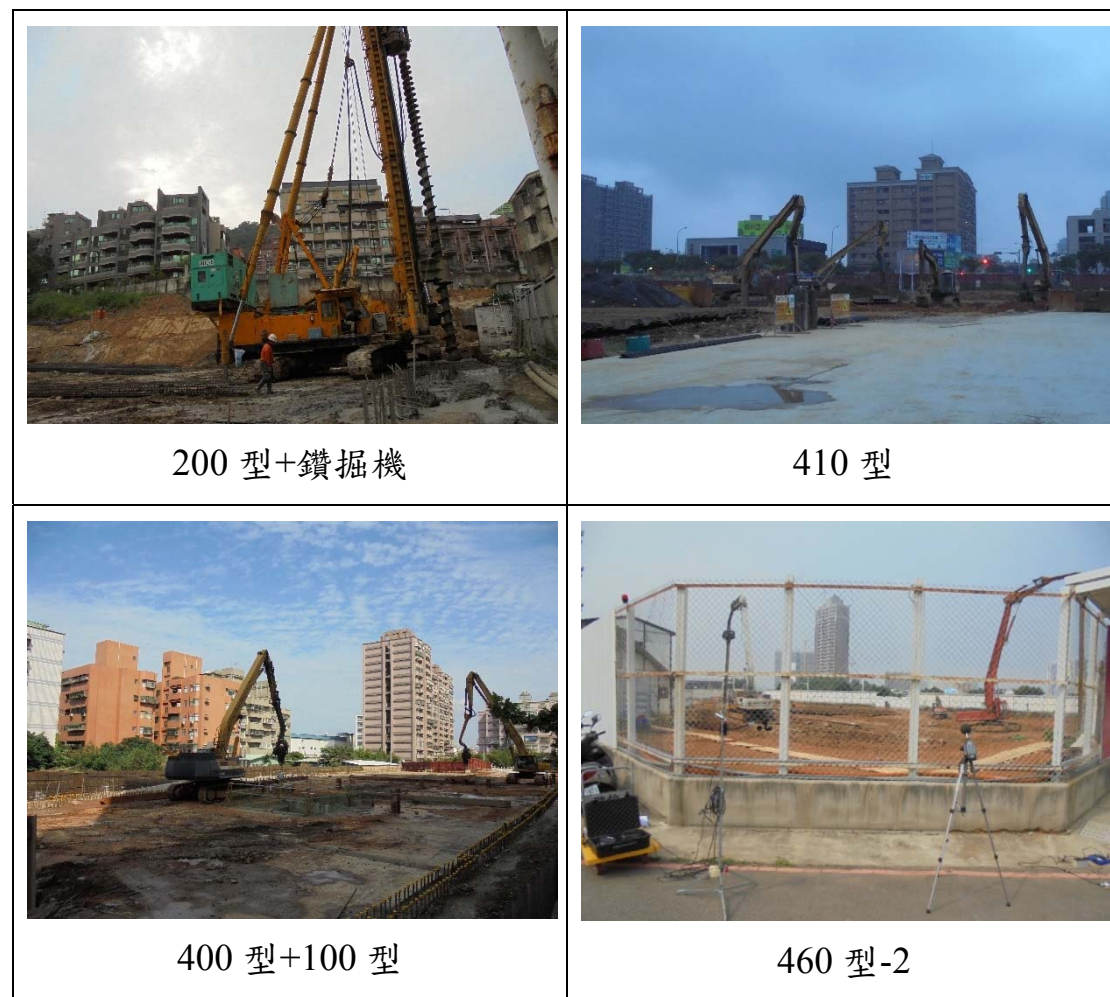


圖 6.2-1 不同功率型號之打拔樁機圖(續)



圖 6.2-2 噪音調查及宣導現況圖

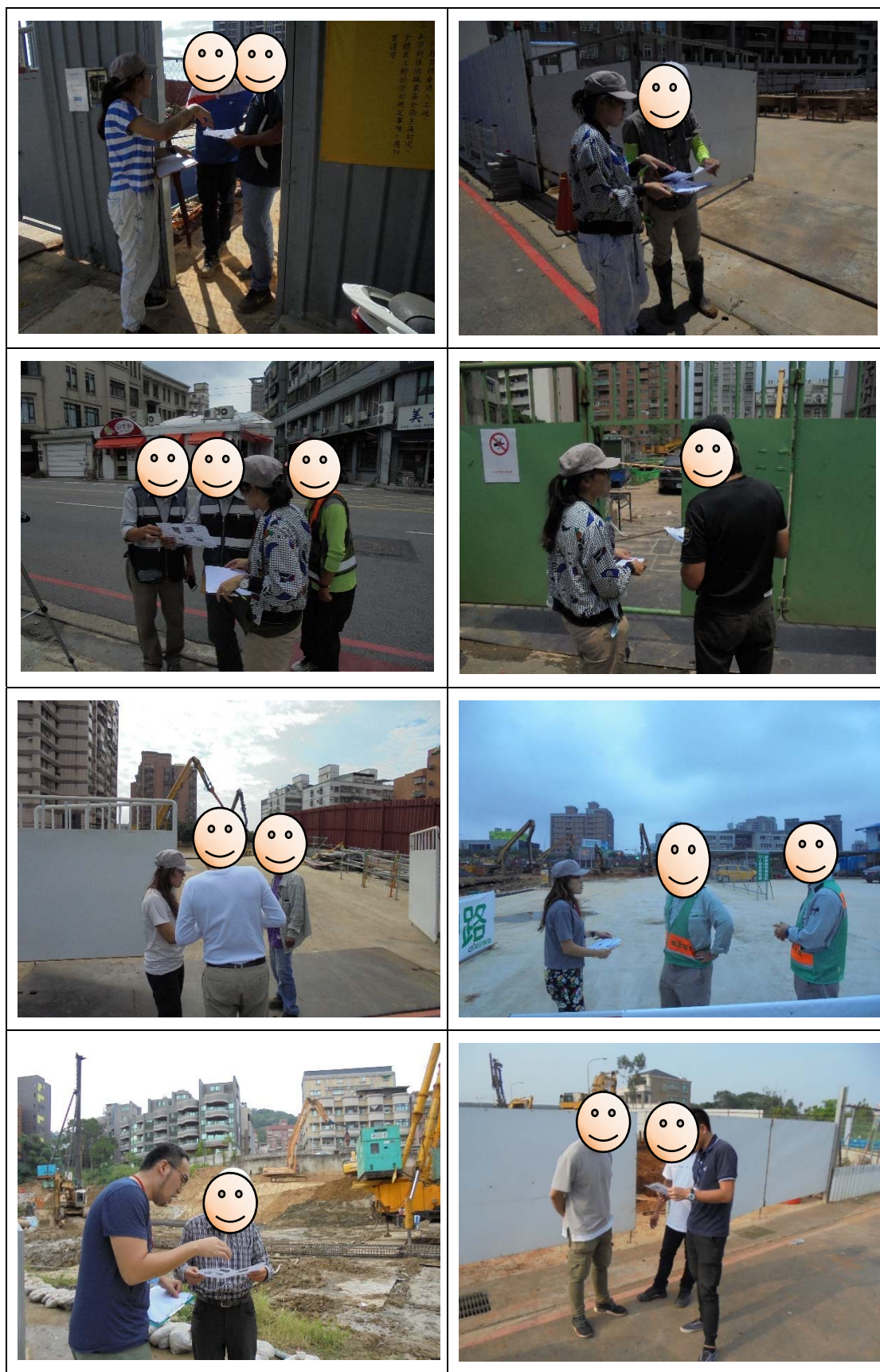


圖 6.2-2 噪音調查及宣導現況圖(續)

6.2.1 50 型

此測點位工地大門前方道路為市區幹道，四周皆為住宅大廈，測量時工地以 2 台功率 50 型之施工機具進行連續壁之打樁，測量地點位於工地後方小巷，距離工地周界 8m，測點前方為地下停車場出口，偶有車輛自測點前方經過。測量結果如圖 6.2.1-1 為背景與事件頻譜圖，圖 6.2.1-2 為噪音歷時圖。



圖 6.2.1-1 噪音頻譜圖(50 型)

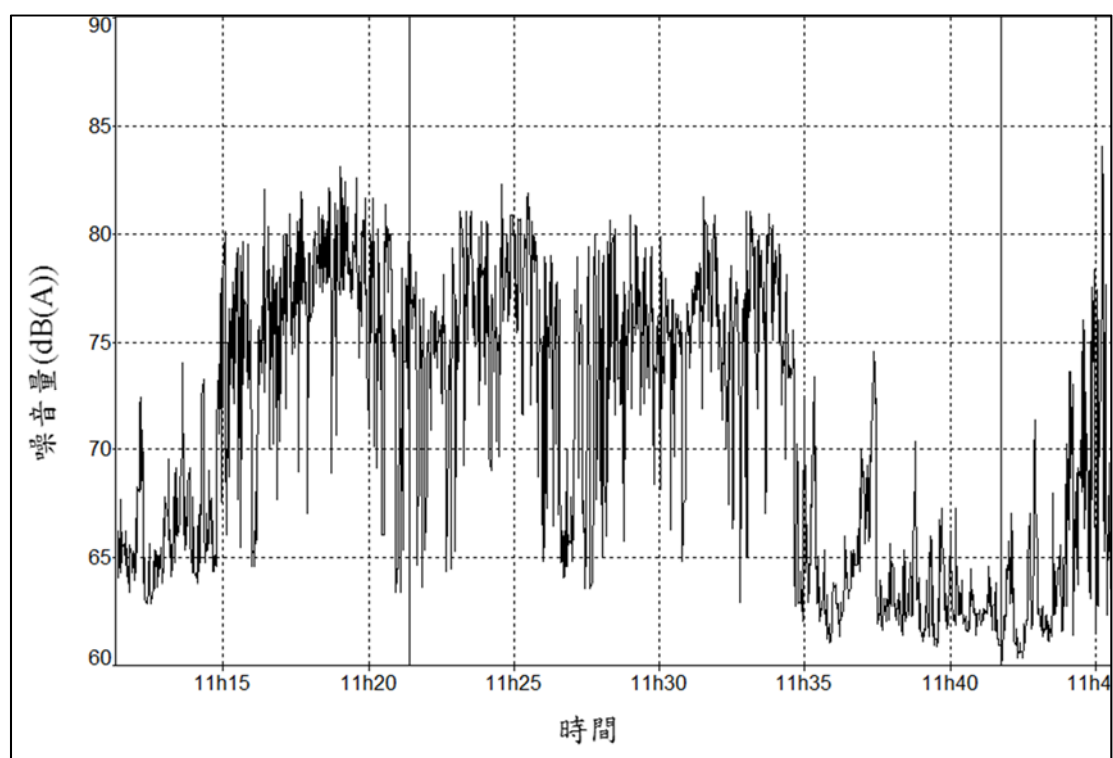


圖 6.2.1-2 噪音歷時圖(50 型)

6.2.2 200 型

此測點工地大門前方道路為 10 m 寬一般道路，少有車經過，僅一側緊連一有人住之透天住宅，其他周遭為興建中大廈及工地或空地，測量時工地以 2 台功率 200 型之施工機具進行鋼板樁之立樁及打樁作業，工地先將所有鋼板樁立樁，再執行連續打樁以減少噪音產生時間，測量地點位於工地大門前方，距離工地周界約 9 m。

測量結果圖 6.2.2-1 及圖 6.2.2-2 為立樁/打樁背景與事件頻譜圖，圖 6.2.2-3 及圖 6.2.2-4 為立樁/打樁噪音歷時圖。

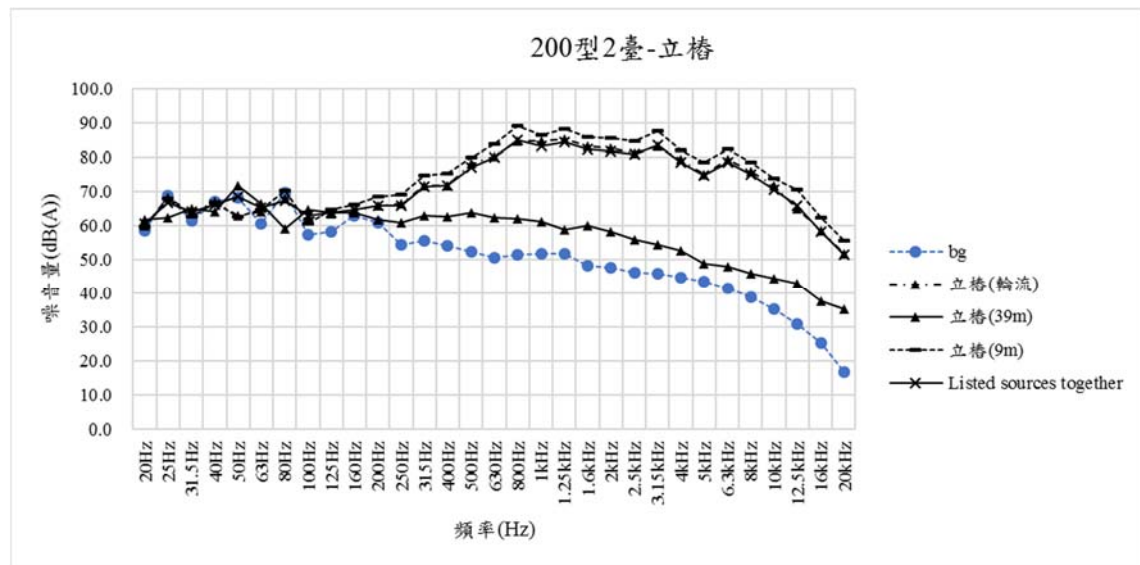


圖 6.2.2-1 噪音頻譜圖(200 型-立樁)

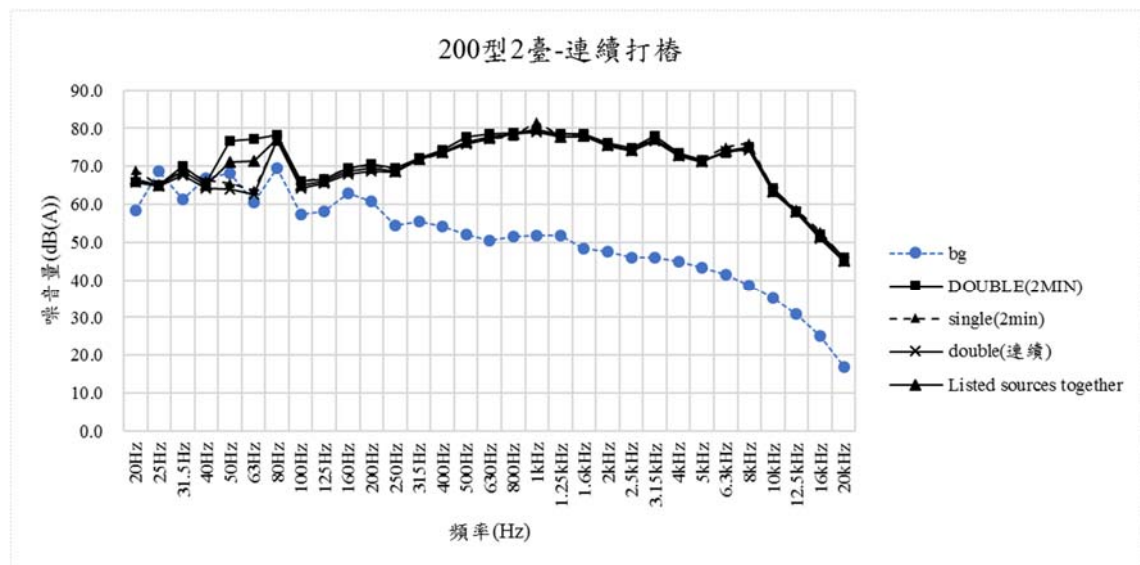


圖 6.2.2-2 噪音頻譜圖(200 型-打樁)

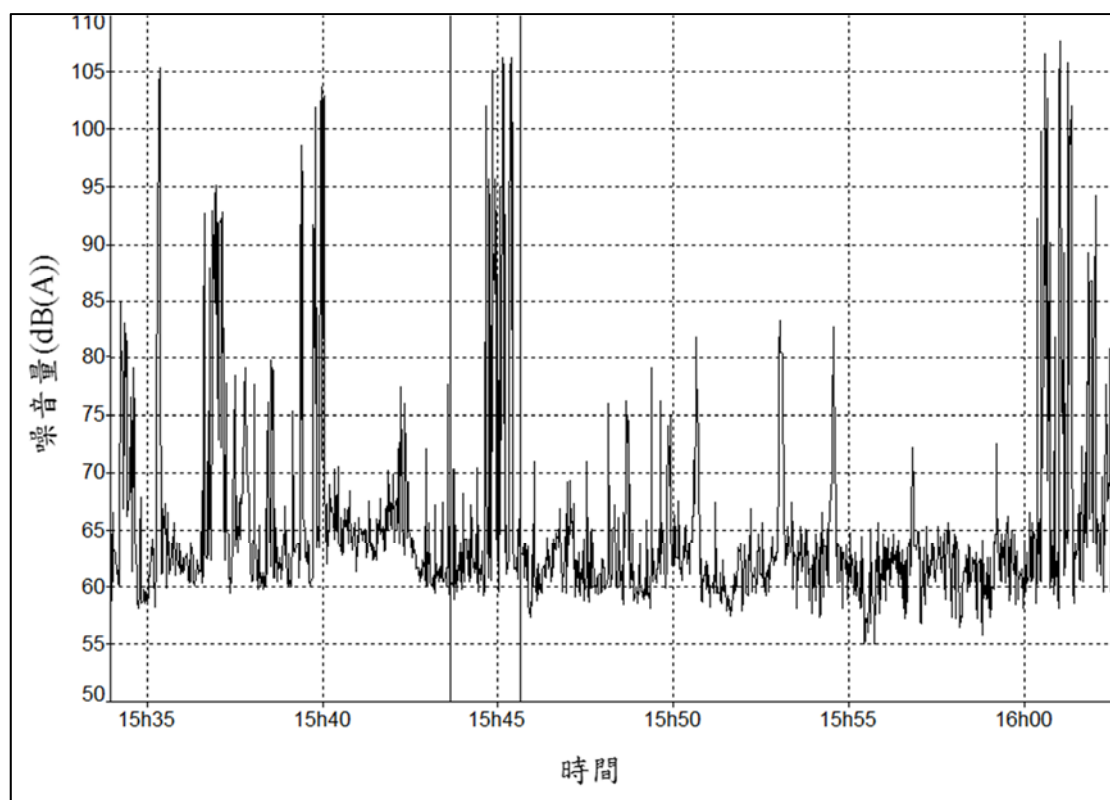


圖 6.2.2-3 噪音歷時圖(200 型-立樁)

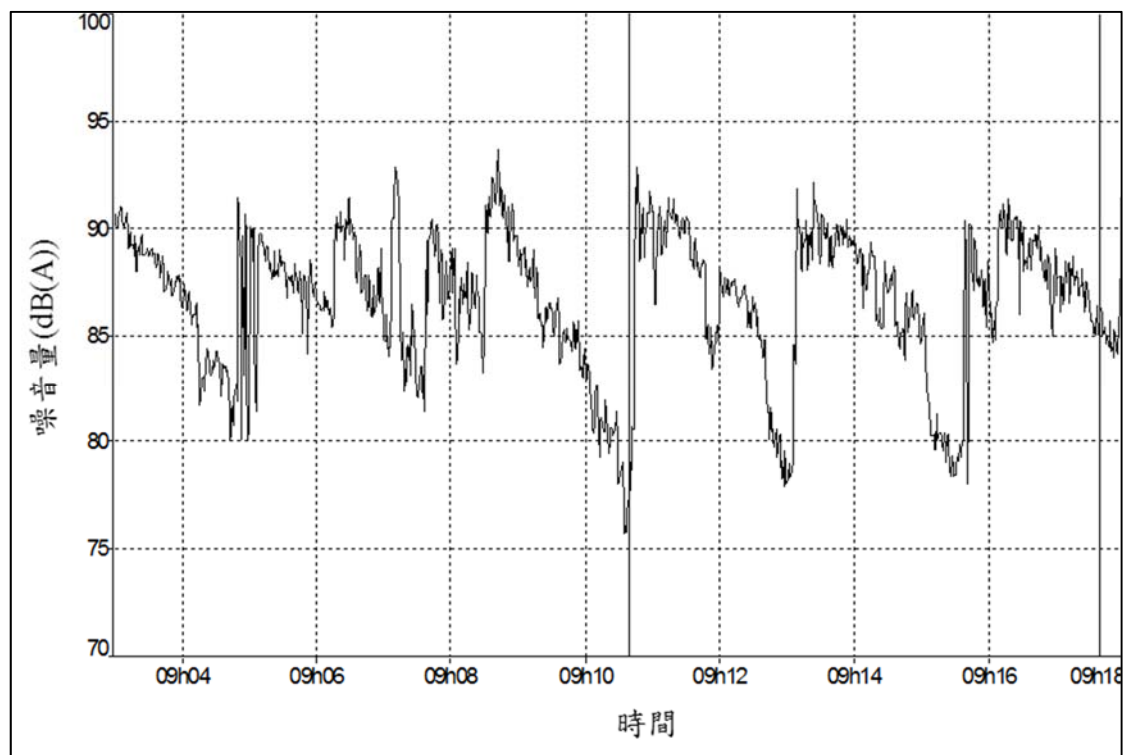


圖 6.2.2-4 噪音歷時圖(200 型-打樁)

6.2.3 400 型

此測點工地大門前方道路為 17 m 寬一般道路，持續有車經過產生道路噪音，工地前方為住宅大廈，測量時工地以 2 台功率 400 型之施工機具進行 H 型補強樁之壓樁作業，測量地點位於工地大門前方，距離工地周界 3 m。測量結果圖 6.2.3-1 為背景與事件頻譜圖，圖 6.2.3-2 為噪音歷時圖。

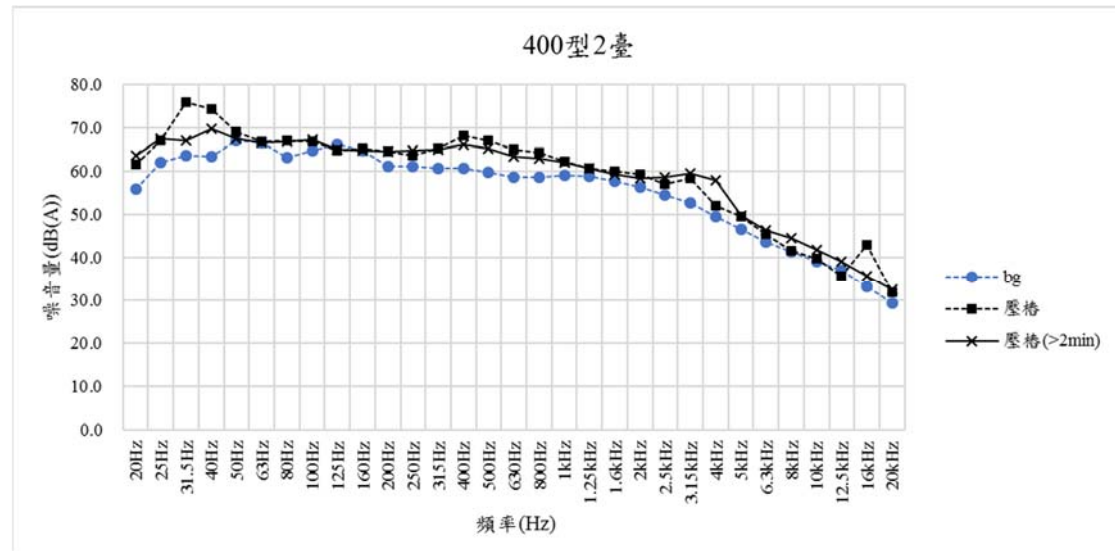


圖 6.2.3-1 噪音頻譜圖(400 型)

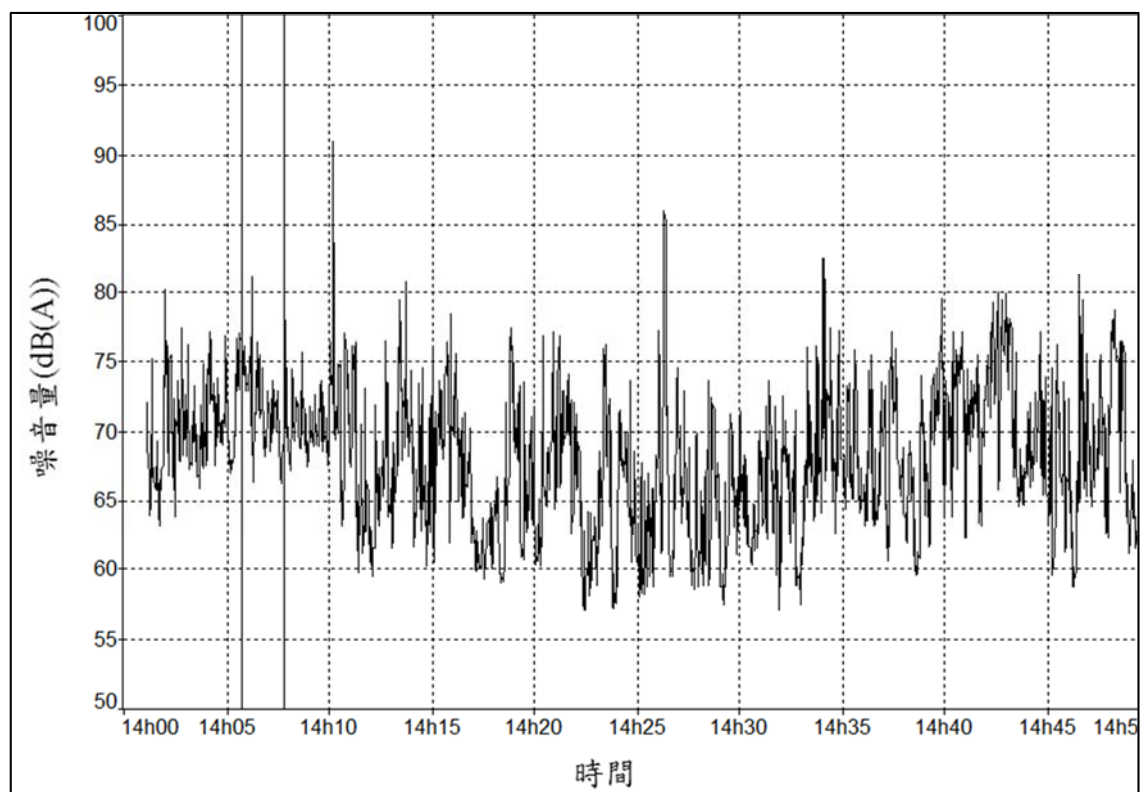


圖 6.2.3-2 噪音歷時圖(400 型)

6.2.4 460 型-1

此測點工地大門前方道路為一般道路及公園綠地，其他三面皆為住宅，有一側緊鄰 5 層樓之公寓住宅，測量時工地以 1 台功率 460 型之施工機具進行 H 型補強樁之壓樁作業，且有 2 台地改機進行施工，測量地點位於緊鄰民宅側之巷弄，距離工地周界約 5.6 m，距離機具約 24 m。測量結果圖 6.2.4-1 為背景與事件頻譜圖，圖 6.2.4-2 為噪音歷時圖。

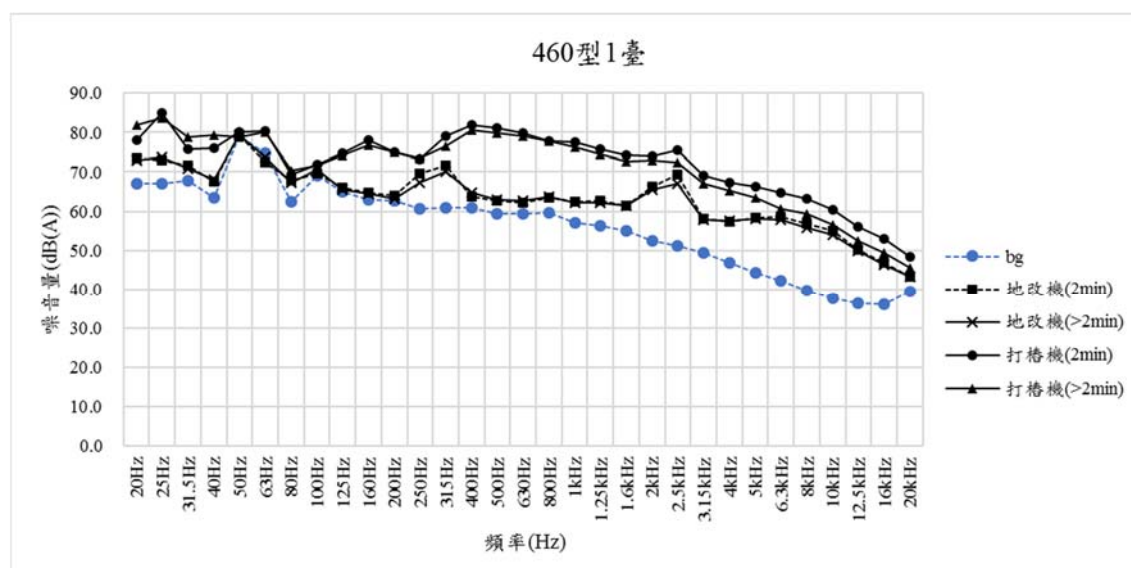


圖 6.2.4-1 噪音頻譜圖(460 型)

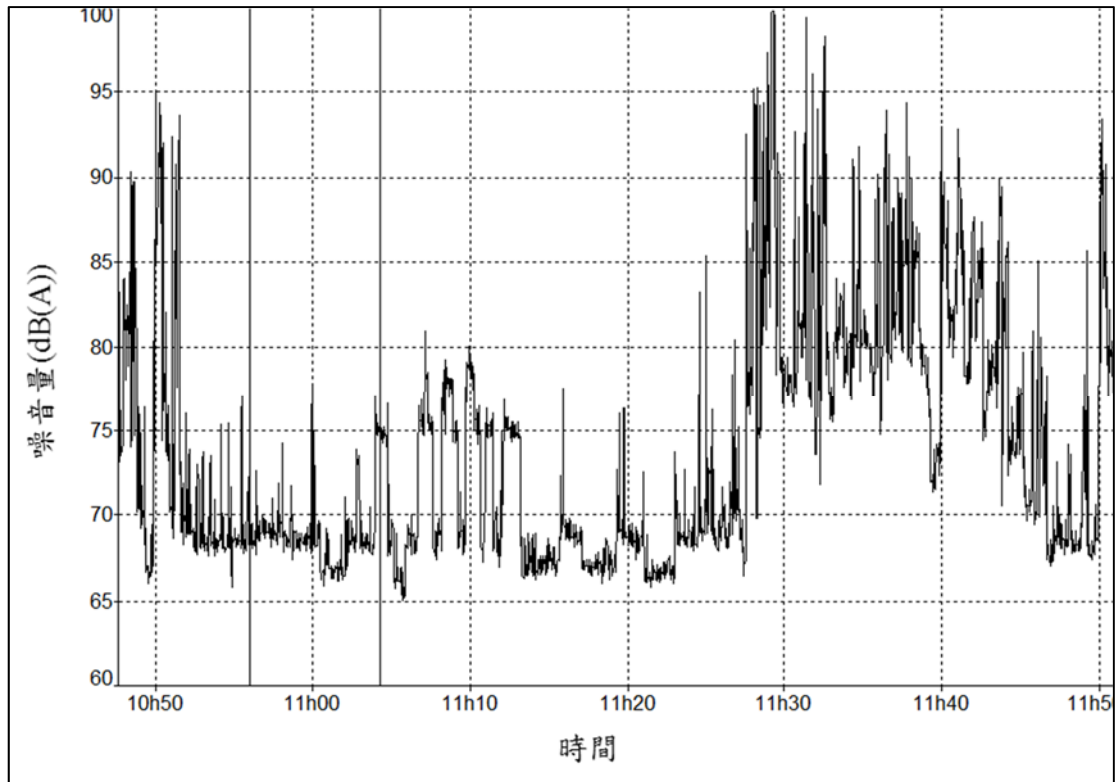


圖 6.2.4-2 噪音歷時圖(460 型)

6.2.5 650 型

此測點工地大門前方道路為一般道路，少有車經過，僅一側緊連以有人住之透天住宅，其他周遭為工地或空地，測量時工地以 2 台功率 650 型之施工機具進行 H 型補強樁之立樁及打樁作業，測量地點位於緊臨工地之民宅社區內，無其他噪音干擾，距離工地周界約 5.8 m。2 台打樁機距離測點一為約 24 m 近民宅，另一距測點約 32 m 位於工地中心。測量結果圖 6.2.5-1 為背景與事件頻譜圖，圖 6.2.5-2 為噪音歷時圖。

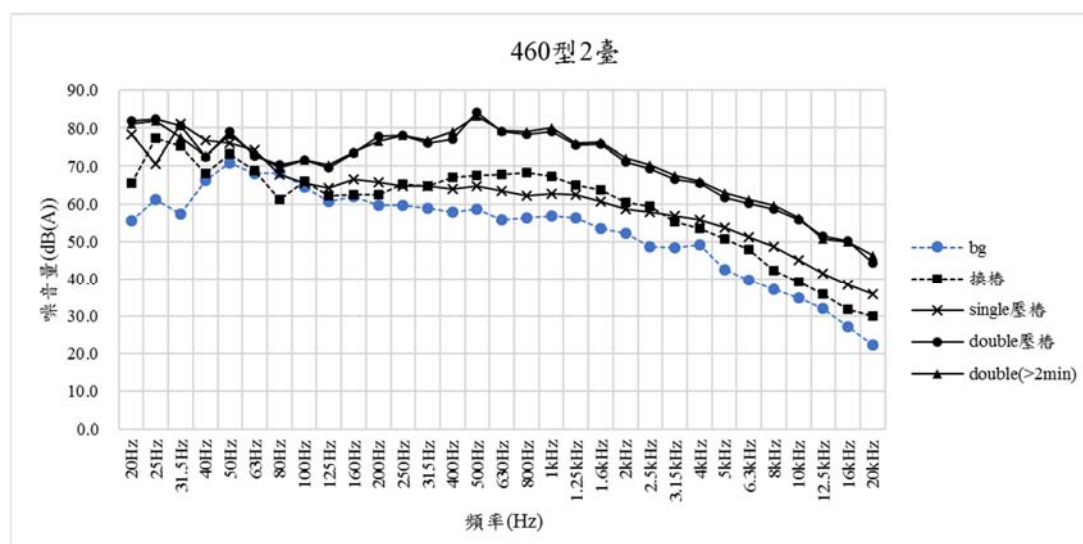


圖 6.2.5-1 噪音頻譜圖(650 型)

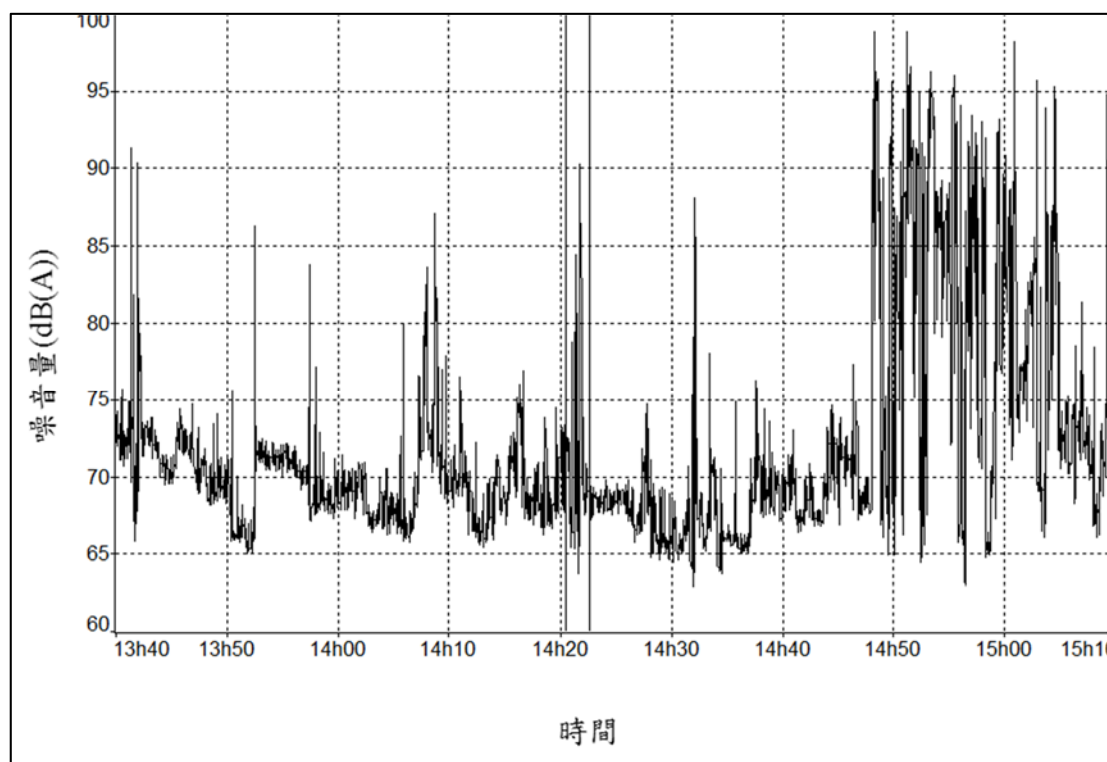


圖 6.2.5-2 噪音歷時圖(650 型)

6.2.6 710 型

此測點工地大門前方道路為一般道路，工地四周皆圍繞住宅大廈，其中一側緊連建築物，測量時工地以 2 台功率 710 型之施工機具進行 H 型補強樁之立樁及打樁作業，測量地點位於緊臨工地後方僅可通行機踏車之人行道路，無其他噪音干擾，距離工地周界約 7 m。2 台打樁機分別位於工地左右兩側進行打樁作業。測量結果圖 6.2.6-1 為背景與事件頻譜圖，圖 6.2.6-2 為噪音歷時圖。

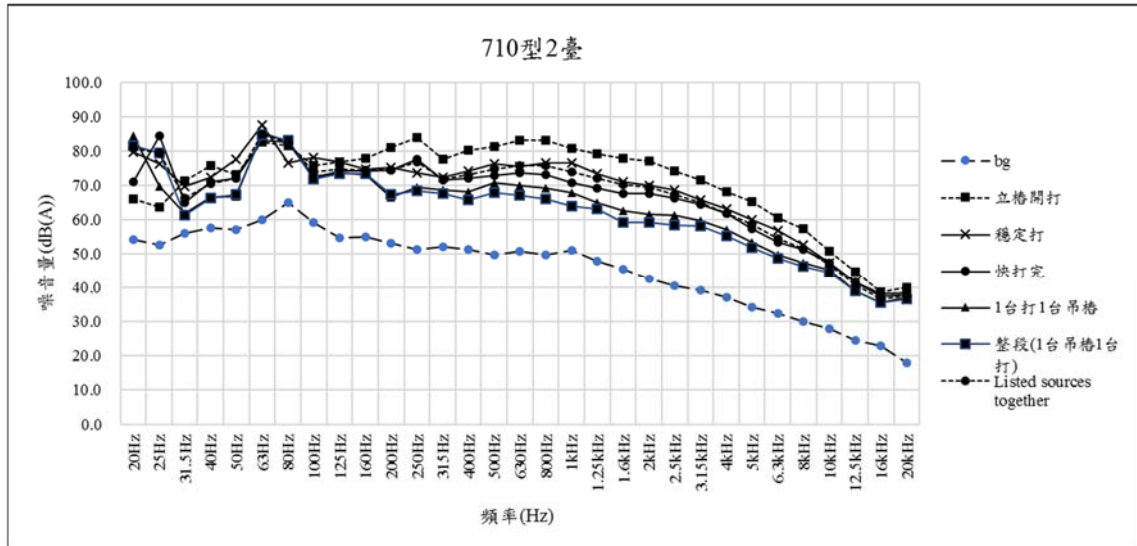


圖 6.2.6-1 噪音頻譜圖(710 型)

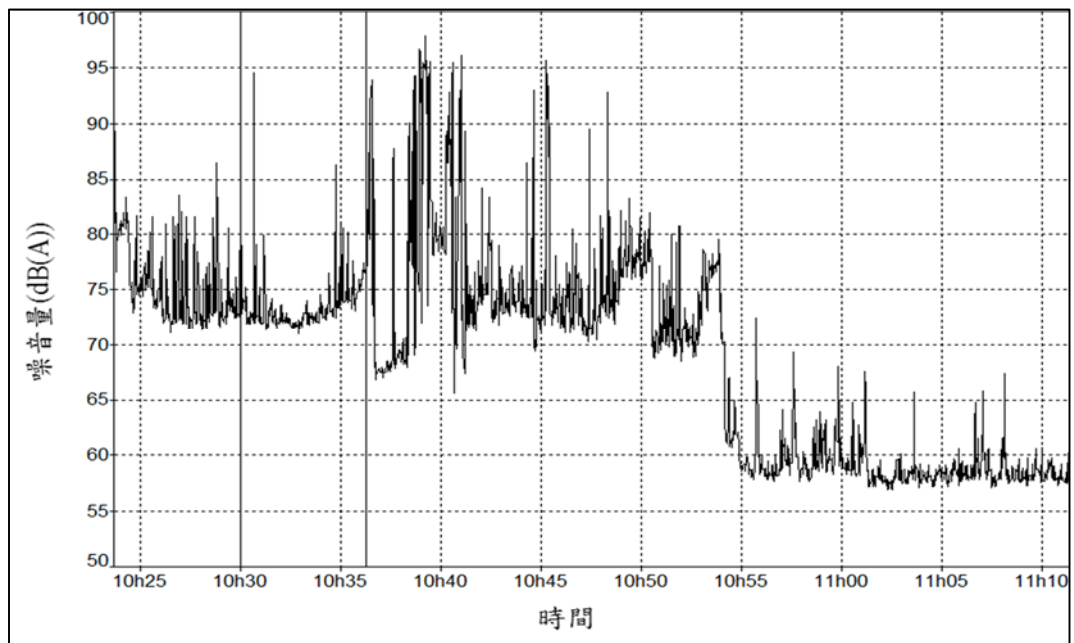


圖 6.2.6-2 噪音歷時圖(710 型)

6.2.7 410 型

此測點工地大門前方道路為一般道路，工地四周空曠，其中三側有學校及建築物，測量時工地以 2 台功率 410 型之施工機具進行 H 型補強樁之立樁及打樁作業，測量地點位於工地對面之學校門口，相隔一 30m 寬有分隔島之市道 113 丙，偶有道路噪音干擾，距離工地周界約 20 m。2 台打樁機分別位於工地左右兩側進行打樁作業。測量結果圖 6.2.7-1 為背景與事件頻譜圖，圖 6.2.7-2 為噪音歷時圖。

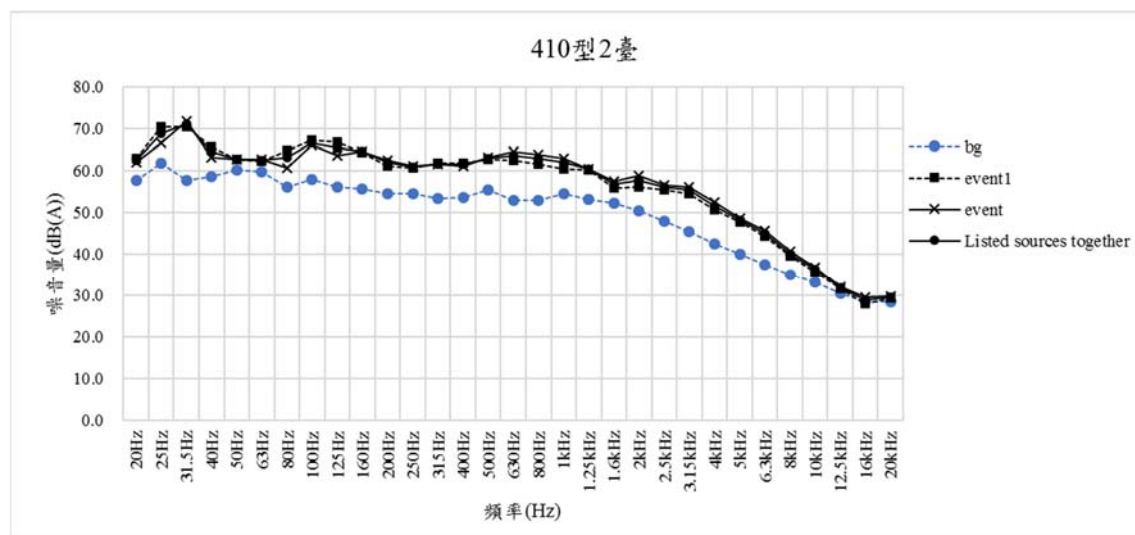


圖 6.2.7-1 噪音頻譜圖(410 型)

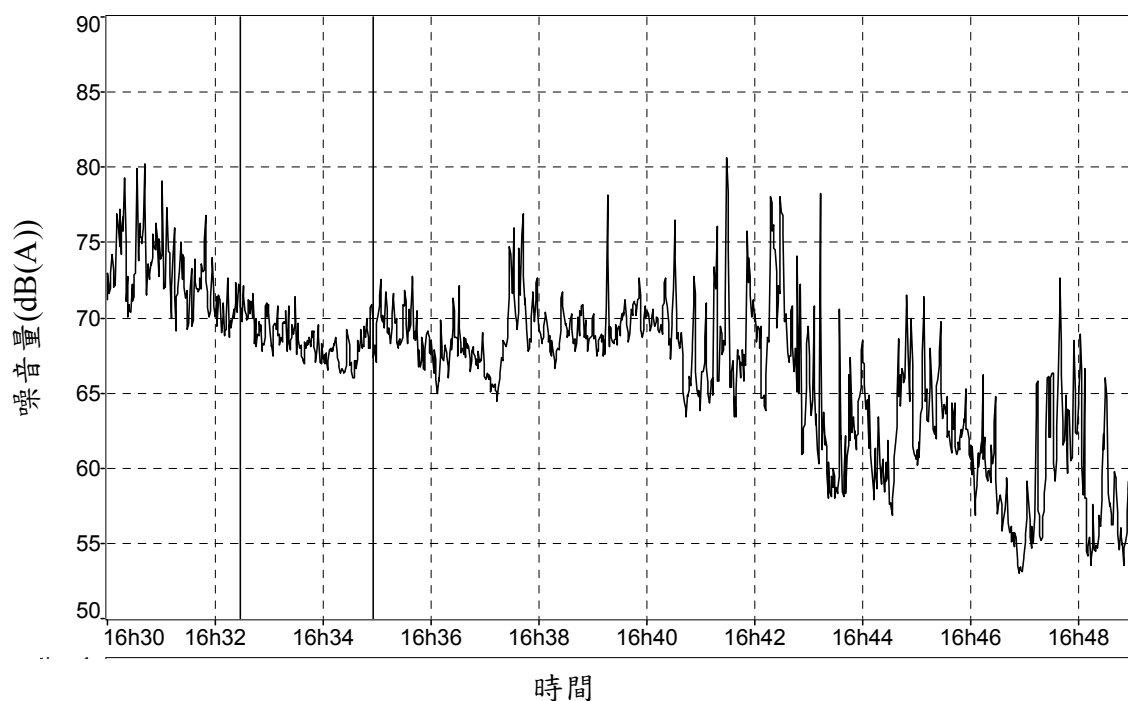


圖 6.2.7-2 噪音歷時圖(410 型)

6.2.8 400 型+100 型

此測點工地大門前方道路為一般巷弄且為無尾巷，工地四周皆圍繞住宅大廈，其中一側緊連建築物，測量時工地以 1 台功率 400 型及 1 台 100 型之施工機具進行 H 型補強樁之立樁及打樁作業，測量地點位於緊臨工地旁之集合住宅社區內花園，無其他噪音干擾，距離工地周界約 5 m。2 台打樁機分別位於工地左右兩側進行打樁作業。測量結果圖 6.2.8-1 為背景與事件頻譜圖，圖 6.2.8-2 為噪音歷時圖。

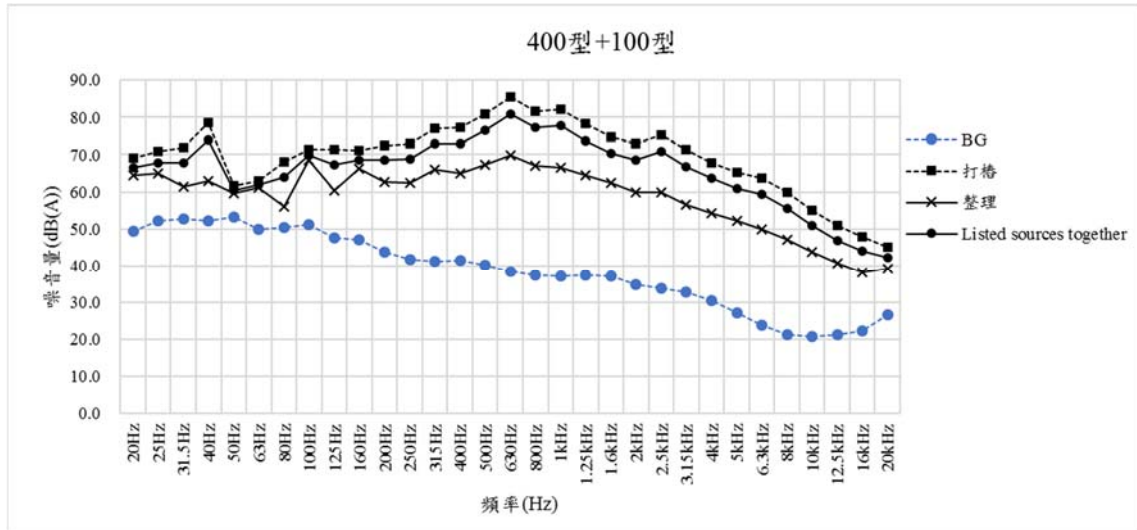


圖 6.2.8-1 噪音頻譜圖(400 型+100 型)

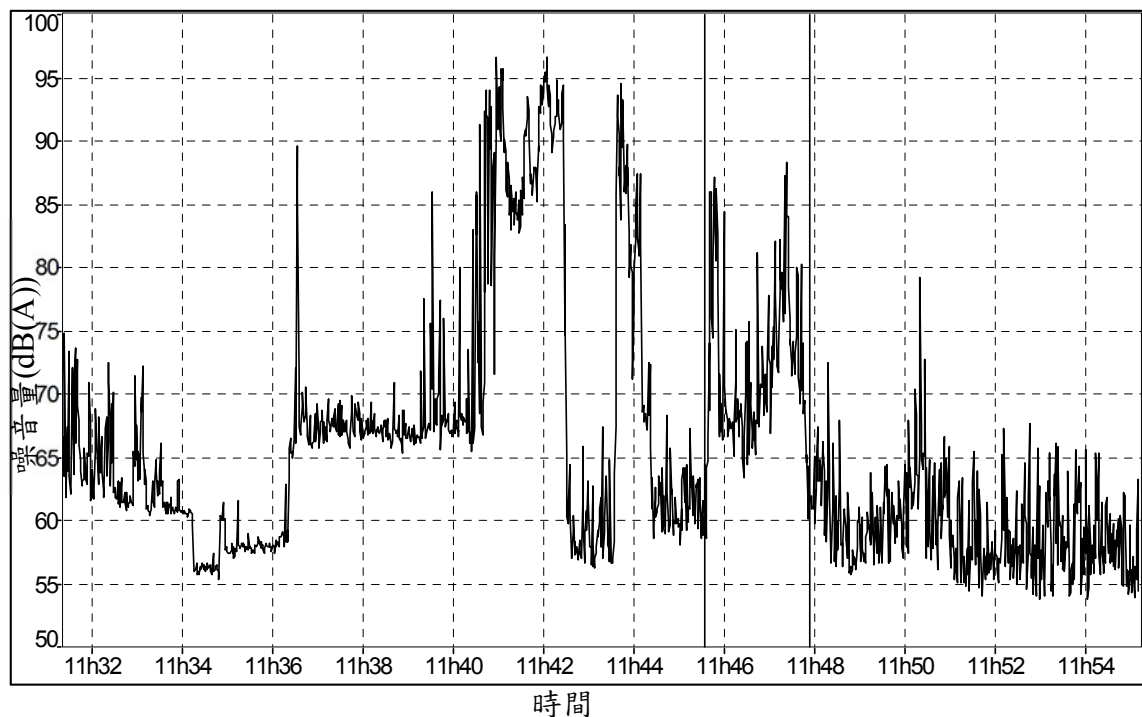


圖 6.2.8-2 噪音歷時圖(400 型+100 型)

6.2.9 200 型+鑽掘機

此測點工地大門前方道路為一般道路上坡道，另一大門為住宅巷弄，工地四周皆圍繞住宅大廈，測量時工地以 3 台功率 200 型之挖土機各配 3 台鑽掘機，進行鑽掘式基樁作業，測量地點位於緊臨工地上方之道路，偶有道路噪音干擾，距離工地周界約 1 m。3 台鑽掘機及挖土機分別位於工地左、右及上方共三側進行基樁作業。測量結果圖 6.2.9-1 為背景與事件頻譜圖，圖 6.2.9-2 為噪音歷時圖。

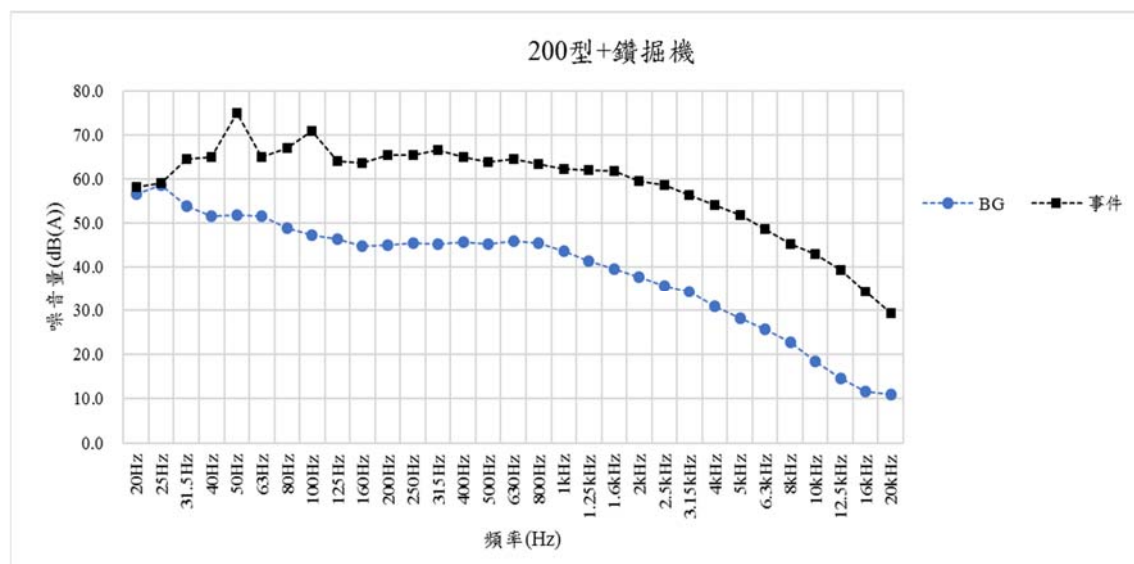


圖 6.2.9-1 噪音頻譜圖(200 型+鑽掘機)

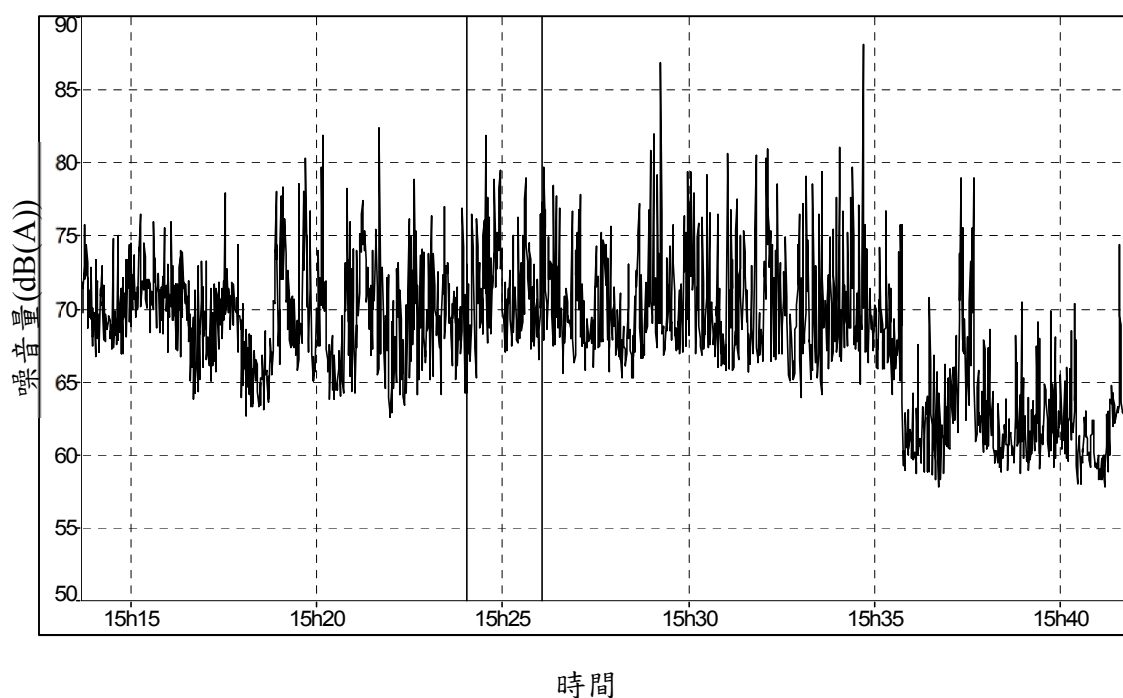


圖 6.2.9-2 噪音歷時圖(200 型+鑽掘機)

6.2.10 460 型-2

此測點工地大門前方道路為一般道路，工地四周皆圍繞建築物，測量時工地以 1 台功率 460 型之施工機具進行 H 型補強樁之立樁及打樁作業，測量地點位於緊臨工地之道路邊，無其他噪音干擾。1 台打樁機位於工地一側進行打樁作業。測量結果圖 6.2.10-1 為背景與事件頻譜圖，圖 6.2.10-2 為噪音歷時圖。

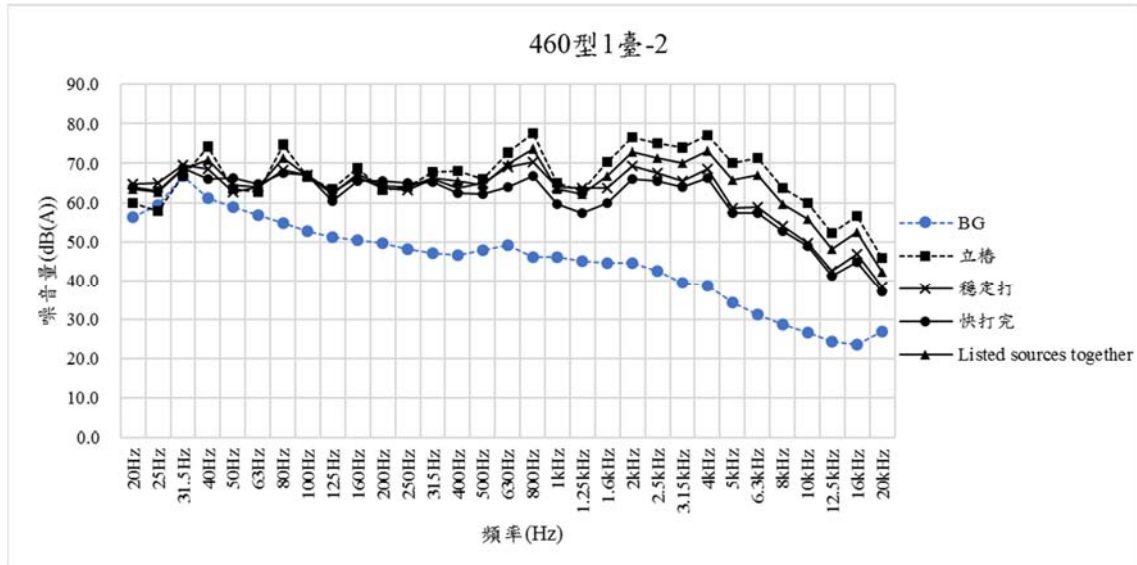


圖 6.2.10-1 噪音頻譜圖(460 型-2)

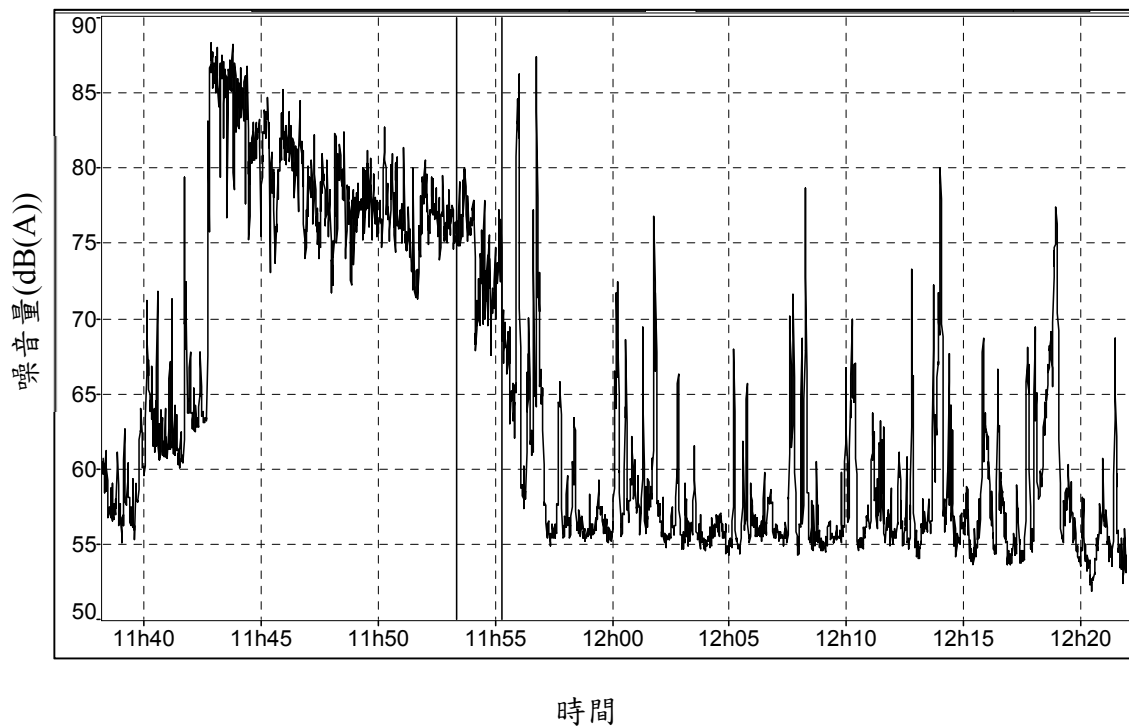


圖 6.2.10-2 噪音歷時圖(460 型-2)

6.2.11 綜合分析

由上述測量結果可知當立樁時，不論使用功率機型大小以及鋼板樁或 H 型補強樁，其 2 分鐘內所產生之最大音量皆較其他階段大，音量大小多取決於地質及操作功率，部分工地為減少噪音之產生，並未使用全功率操作選擇慢慢壓，其所產生之噪音雖較小，但振動影響時間卻拉長；部分工地為減少工期降低打樁噪音所影響之時間，則使用連續全功率打樁；部分工地因所遇地質較堅硬，故在打樁期間會產

生較大振動及噪音；相同功率之機具在不同地形條件下，其背景音量不同所造成之事件音量亦不同，各工地所選用之工法將依工程預算有所差異，其所產生之噪音量亦有些差異。

6.4 協助機關辦理易發生噪音設施相關法制作業

6.4.1 推動歷程與架構

我國現階段對於音源之管制，僅有機動車輛及民用航空為針對發出音源的主體進行音源「管制標準管制」，除此之外，噪音管制係由噪音管制法第 8 條「行為管制」與第 9 條噪音管制標準針對不同場所的「標準管制」等措施，以及第 14 條的陸上運輸系統噪音管制標準，而對於噪音管制法第 10 條規定之「易發生噪音設施許可制度」則尚屬規劃階段。

經歷年來之研究，對於「易發生噪音設施」之推動，將採分批公告管制，第一批公告研擬以「營建工程易發生噪音設施」為主，而參採國外作法，對於常見高噪音設施有「設施之最高聲功率位準」或「額定輸出功率位準」之限制，多採用設施出廠管制。但由於我國營建施工機具來源以進口為主，且三分之二為二手機具，若採用限制機具出廠噪音聲功率位準管制之要求，在現階段實施有實際困難，故必須在國內建置噪音量聲功率採認或量測機制。

環保署自 98 年開始研擬「第一批易發生噪音設施」公告草案，針對營建工程所採用之高噪音設施列入公告對象，其後經召開研商會、業者座談會及綜合各界意見，在 102 年修正公告草案內容，考量此項管制措施為初次公告，故擬將公告指定設施者對象限縮於噪音量最高者。公告時排除天災或其他緊急危難之救助行為，以及涉及公共安全、交通設施等之搶救、搶修工程。另考量距離施工機具在一定範圍建築物、學校及各級醫院等敏感受體且其總噪音量可降至管制標準值以下時，經核可得免申請操作許可。

若為使公告後能讓環保局能儘速上線審核，必須更新易發生噪音設施許可證之申請、審核及稽核等作業程式系統，以配合最新的電腦及網路作業環境及資安相關規定。

由於公告後對於申請單位-營建廠商、審查單位-環保局會造成行政作業的增加，故環保署研議公告草案對象由噪音量較高之打樁機、拔樁機為首批對象。易發生噪音設施管制架構如圖 6.4.1-1 所示。

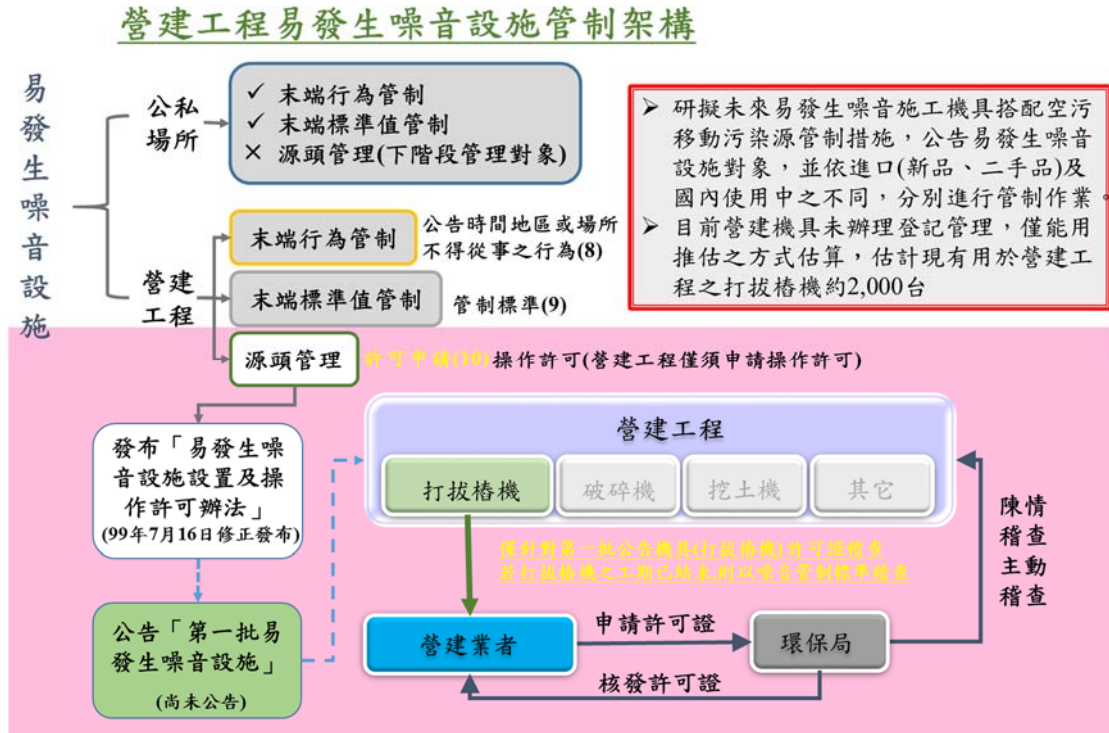


圖 6.4.1-1 易發生噪音設施管制架構圖

6.4.2 其他國家作法

一、日本

日本針對建設機械的噪音源對策，很早就開始針對空氣壓縮機、發電機等要求低噪音化，日本建設省自 1983 年即開始實施指定制度，將符合當時所規定的要件者指定為「低噪音型建設機具」，後來在 1997 年，建設省公布告示 1536 號「低噪音型・低振動型建設機械的指定規定」，現行版本則為改制後的國土交通省於 2001 年公告。

在施工機械中，根據製造商的指定申請表(包括噪音證明書和型號照片)，該型號產生的噪音低於基準值者稱為「低噪音型」。若低於噪音基準值 6 dB 以上者稱為「超低噪音型」。目前日本對低噪音低振動型工程機械指定條例中列出相關噪音振動值，如表 6.4.2-1 及表 6.4.2-2 所示。

在指定為噪音型施工機械的工程機械中，可以在側面可見的地方

顯示按照樣式第 4 號的低噪音型施工機械的標誌。標誌如圖 6.4.2-1 所示。超低噪音型可以根據樣式第 5 號形式來顯示超低噪音式施工機械的指示。被指定為低振動型施工機械的施工機械，在側面易於看見的地方，可依樣式第 6 號顯示低振動型施工機械的標誌。

表 6.4.2-1 日本建設機械噪音基準值

機器類型	發動機輸出功率 (kW)	噪音基準 值 (dB)	機器類型	發動機輸出功 率(kW)	噪音基準 值 (dB)
推土機	P < 55≤P<103× 103≤P	102 105 105	壓路機 輪胎壓路機 振動壓路機	P < 55≤P	101 104
反鏟	P <55 55≤P <103 103≤P <206 206≤P	99 104 106 106	混凝土泵(汽 車)	P < 55≤P<103× 103≤P	100 103 107
拉鏟挖掘機抓斗	P <55 55≤P <103 103≤P <206 206≤P	100 104 107 107	混凝土破碎 機	P <55 55≤P <103 103≤P <206 206≤P	99 103 106 107
拖拉機挖掘機	P < 55≤P<103× 103≤P	102 104 107	瀝青修整器	P < 55≤P<103× 103≤P	101 105 107
履帶式起重機 汽車起重機 輪式起重機	P <55 55≤P <103 103≤P <206 206≤P	100 103 107 107	混凝土刀具		106
振動錘		107	空氣壓縮機	P < 55≤P	101 105
液壓式打樁機 液壓式鋼管壓裝機 液壓式打樁機	P < 55≤P<103× 103≤P	98 102 104 104	電動發電機	P < 55≤P	98 102
地鑽	P < 55≤P<103× 103≤P	100 104 107	地球鑽	P < 55≤P<103× 103≤P	100 104 107
所有套管挖掘機	P <55 55≤P <103 103≤P <206 206≤P	100 104 105 107	佐久岩機(混 凝土破碎機)		106

表 6.4.2-2 日本建設機械振動基準值

機器類型	各種元素	基準值(dB)
振動錘	最大振動力 245 kN(25 tf)以上	70
	最大振動力 小於 245 kN(25 tf)	65
反鏟	標準斗山(平板產品)容量 0.50(0.4)m ³ 以上	55



圖 6.4.2-1 日本建設機械低噪音、超低噪音及低振動標籤示意圖

由前述法規可知，日本在營建機具噪音與振動控制之管理上，營建機具指定制度之主管機關係國土交通省而非環境省。國土交通省規範了機具的噪音量及測定方法，廠商可依市場需求生產噪音較低的機型，供應至日本各地以及其他國家。由於日本為營建機具製造主要供應來源，各地區皆有維護環境安寧的要求，因此低噪音型有其市場需求性，對於營建機具之源頭管制有所助益。指定機種型式 1987 年有 17 機種 973 型式，到 2017 年已達 22 機種 6,153 型式，可見不斷有市場需求。我國營建機具有八成以上來自日本，因此若廠商在引進時不論新機二手機，可要求提供一定年限的出廠報告或測試報告作為易發生噪音設施機制的一環，若營建廠商能採用低噪音型式並落實保養維護及操作習慣，將可降低一定程度的音量。

二、 香港

香港「優質機動設備」制度是由其環境保護署於 2005 年開始推行的行政系統，旨在標榜一些全新、特別寧靜，有效率而又符合環保原則的營建機具。該制度能反映建築業界最先進的設備，並搭配『建築噪音許可證』之申請，亦能配合發展局工務科的「支付安全及環境費用」概念。由 2008 年 4 月起，「優質機動設備」的資本開支可以從利得稅中扣除。推行「優質機動設備標籤」計劃主要是對新製造的機動設備為目標，標籤範例如圖 6.4.2-2 所示。機動設備一般在地盤工作情況下使用多年後，噪音量和環保品質會有所下降，那些機動設

備很可能已失去「優質」的元素。故此在審批和處理有相當機齡的機動設備時(例如機齡已達6年或以上)，除了相關認證文件外，亦會要求申請人按情況提供額外資料與「優質機動設備標籤」續期所需的文件一樣，即包括機動設備維修保養資料及噪音值報告等，以供考慮。

QPME label / 優質機動設備標籤

Without the date of expiry marked on the labels 沒有標示有效期的「優質機動設備標籤」	With the date of expiry marked on the labels 有標示有效期的「優質機動設備標籤」
LABEL / 標籤	LABEL / 標籤
類別 Type Generator 製造商 / 牌子 Manufacturer / Trade Name DENYO 型號 Model DCA-400ESK 編號 Serial Number 3868879 聲功率級 Sound Power Level 99 分貝(A) dB(A) 識別號碼 QPME ID Code EPD-01717 環境保護署簽發 Issued by Environmental Protection Department 關閉/Close	類別 Type Generator 製造商 / 牌子 Manufacturer / Trade Name AIRMAN 型號 Model SDG60S-3A6 生產日期(月/年) Date of Manufacture of equipment(m/y) 02/2013 編號 Serial Number 1473A62552 聲功率級 Sound Power Level 90 分貝(A) dB(A) 識別號碼 QPME ID Code EPD-01718 本標籤簽發日期(日/月/年) Date of Issue (d/m/y) of this Label 09/04/2013 本標籤屆滿日期(月/年) Expiry Date (m/y) of this Label 04/2019 環境保護署簽發 Issued by Environmental Protection Department 關閉/Close
For those QPME labels (without the date of expiry marked on the labels) [i.e. QPME ID Code from EPD-0001 to EPD-01717 inclusive] issued before 1 April 2013, the validity period of the labels will be expired on 1 April 2019 二零一三年四月一日前發出沒有標示有效期的「優質機動設備標籤」(即由識別號碼 EPD-0001 至 EPD-01717 止)，它們的有效期限將會於二零一三年四月一日到期	For those QPME labels [i.e. starting from QPME ID Code: EPD01718] issued on or after 1 April 2013, there will be expiry dates marked on the labels 在二零一三年四月一日及以後發出的「優質機動設備標籤」(即由識別號碼 EPD-01718 開始)，它們的有效期限將會列於有關標籤上

圖 6.4.2-2 香港優質機動設備標籤標籤樣式

該標籤制度主要認證 15 類常見的建築工程機動設備，分別是：

(1)履帶式推土機；(2)輪動式推土機；(3)履帶式搬土機；(4)輪動式搬土機；(5)挖土機；(6)發電機；(7)流動起重機；(8)振盪式滾壓機；(9)道路滾壓機；(10)瀝青攤鋪機；(11)振動式壓實機；(12)機動夯土機；(13)手提撞擊式破碎機；(14)空氣壓縮機及(15)混凝土壓碎機，其中最後三類為新加入的設備，並於 2016 年 4 月 1 日開始試驗及接受申請。環境保護署亦會繼續檢討現行制度及推廣業界使用制度內的設備。獨立配裝式混凝土壓碎機或已包括載體的整合式混凝土壓碎機均可申請。配裝式混凝土壓碎機的標籤只有在該混凝土壓碎機配裝於可相容的「優質機動設備」或其他環保署接納的優質載體上使用使才會被視為有效標籤。但是該制度一般不包括輸出功率相等或高於 500 千瓦的挖土機、搬土機及推土機；或輸出功率相等或高於 400 千瓦的發電機；

或輸出功率相等或高於 350 千瓦的空氣壓縮機；或所有列於歐盟指令 2000/14/EC 第十三條下的機動設備(例如：附有高密度壓實拖板的攤鋪機)。

建築工程機動設備如能證實符合《歐盟議會指令 2000/14/EC》(簡稱歐盟指令 2000/14/EC)第 12 條有關戶外使用時發出噪音的規定或經日本國土交通省指定為「低噪音」型號或「超低噪音」型號及獲發相關標籤，該設備則已符合「優質機動設備」的資格。相關證明文件如表 6.4.2-3 所列。

表 6.4.2-3 優質機動設備標籤必須的相關證明文件

歐盟認證系統	日本國土交通省認證系統
製造商簽發的歐盟符合宣告書(DoC)	日本國土交通省簽發的認證批核書
歐盟註冊驗證機構簽發的符合證書(CoC)(根據歐盟《指令 2000/14/EC》內附件 VI, VII 或 VIII 的有關條件)	日本國土交通省「低噪音」或「超低噪音」建築設備附表內的認證編號
合資格的歐盟註冊驗證機構簽發的噪音評估報告	合資格的日本環境計量士簽發的噪音評估報告
每部機動設備可顯示以下所列資料的照片： <u>歐盟 CE 標示及聲功率級(LwA)標示</u> (只適用於歐盟認證系統)*； <u>「低噪音」或「超低噪音」標示</u> (只適用於日本國土交通省認證系統)*； <u>機動設備的四面照片*</u> ，顯示包括可清楚分辨各有關標示位置；及， <u>機身編號(包括近距照片)</u> 所有照片須要清楚及可分辨。 *在同一申請內，申請人只須為外觀及資料相同的機動設備提交一套的照片。	
由製造商發出顯示每一件設備生產日期(日/月/年)的文件 或，如果未能提供生產證明文件，環保署會根據申請人提交的其他資料保守估算該機動設備的生產日期(即以該月或年內的第一日作為生產日期)。	
有關機動設備的說明書/產品簡介， 商業登記証副本(如適用)	

該制度於 2013 年 4 月 1 日加入有效期及續期。由 2013 年 4 月 1 日，新設備(即機齡不足一年)的標籤會註有「標籤有效期」，由批出日起計為期六年。已使用一段時間(例如機齡滿一年至六年)的設備，亦可獲發標籤，第一個標籤的有效期會根據表 6.4.2-4 而縮減。

機齡已達 6 年或以上的設備，登記為「優質機動設備」的新申請一般不會受理，除非申請人能證明設備的環保品質沒有下降並仍然符合生產商的環保品質標準。另外，「優質機動設備」標籤亦可以在有

效期完結前六個月內申請標籤續期，但需要證明設備仍然能在運作其間保持其優質表現，而有關噪音排放水平仍然符合相關要求。

表 6.4.2-4 標籤的有效期

設備的機齡(即由出廠日起計至申請日期)	標籤的「有效期」(自發出日起計)
少於出廠一年	六年
出廠超逾一年但不超逾二年	五年
出廠超逾二年但不超逾三年	四年
出廠超逾三年但不超逾四年	三年
出廠超逾四年但不超逾五年	二年
出廠超逾五年但不超逾六年	一年

續期須具備噪音測試報告之證明文件，噪音測試應由合資格的聲學專業人員在申請續期前一年內進行和驗證。噪音測試報告應包括測量安排及數據，和測試機械的照片以證明該設備仍符合原有標籤上所列的聲功率級。

噪音測試報告須根據設備製造商原來選擇的認證系統，按照歐盟指令 2000/14/EC 或日本國土交通省的規例所定明的測試程序及要求而進行測試。而合資格的聲學專業人員包括：1.香港聲學專業人員(如香港聲學學會的正式會員)；2.歐盟(如在歐盟指令 2000/14/EC 註冊的相關認證機構)；3.日本(如已登記在日本經濟產業省的相關環境計量士)；或 5. 其他被環保署所接納具同等資格的人員。

優質機動設備擁有人或使用者須妥善保養該設備，確保聲量及環保質量表現不會大幅下降。已取得「優質機動設備標籤」的設備，如懷疑因欠適當的維修、保養而令環保質量表現欠佳、而發出過量噪音，優質機動設備擁有人可能被要求提交質量評估報告，包括由專業聲學資歷人士進行噪音量度以核實其聲功率級。如量度的聲功率級超標以致不合資格領取歐盟或日本標籤，有關的標籤可遭撤銷及被抽出「優質機動設備資料庫」。

6.4.3 易發生噪音設施操作許可說明

考慮現階段地方政府噪音管制人力的不足，且易發生噪音設施許可管制因為首次推動，民眾對於「易發生噪音設施」之認知尚未明瞭，需採漸進方式推動，推動初期以少數機具開始，推動過程配合宣導與訓練，使地方主管噪音管制人員，能充分掌握許可制的執行方式，使

民間相關業主，能有充分時間觀摩與準備。

6.5 易發生噪音設施、低頻噪音及振動之管制架構

針對頻率範圍 20 Hz 至 20 kHz 之噪音相關法規有噪音管制標準、陸上運輸系統噪音管制標準、環境音量標準及易發生噪音設施設置及操作許可辦法等等法規規範，其中噪音管制標準亦針對頻率範圍 20 Hz 至 200 Hz 之低頻噪音另有相關管制值之訂定。參考各國振動相關文獻，可知多數振動管制值或建議值係規範於頻率範圍 1Hz 至 80Hz，其中 20Hz 至 80Hz 係涵蓋噪音與振動發生之頻率範圍，而 1Hz 至 20Hz 則非屬一般人可聽之頻率範圍，但為振動有感知之頻率範圍，如圖 6.5-1 所示。

在陳情音源類別來看，營建工程噪音陳情案位居首位，平均約占總噪音陳情案件 34 %。參考香港及日本對於營建機具的管理方式，採用許可申請之方式，其許可申請不僅針對施工時段及內容進行管制，亦針對施工機具進行聲功率認證如低噪音振動機具的標章認證等等，現階段我國針對營建工程研擬了第一批易發生設施(草案)，申請許可之內容其施工機具亦需聲功率相關佐證，建議可推動我國施工機具低噪音振動之認證標章等制度，給予申請機具認證之業者有相關減免等等誘因，相關內容仍須再進行研究調查，以研擬最適方案。

由環保署歷年低頻噪音調查資料中顯示，低頻噪音實際所產生之能量百分比在 20 Hz 至 80 Hz 所佔總能量 20 Hz 至 200 Hz 中比例多於 75 %之測點佔一半以上，而現階段低頻噪音管制標準值以 A 加權計算時，能量百分比降至 25 %以下，顯示在此頻率範圍內之評估方式須再進一步調查研究。

再由環保署歷年振動相關之調查研究中，當所產生之噪音影響未超過噪音管制標準值時，民眾仍感受的到振動所造成之煩擾，如陸上運輸系統所造成之振動、低噪音工法壓樁振動、工廠機具運轉或操作所產生之振動、營業場所設備運轉之振動等等，當測量點符合 20 Hz 至 20 kHz 之噪音管制標準值時，低頻噪音 20 Hz 至 200 Hz 之測量又需於室內關窗關門且距離反射物 1m 以上之空間時等等環境因素，有時因無適合測量地點而無法執行相關稽查。振動為之固體傳遞之方式，

風速或其他環境因素影響較小，故建議未來針對低頻噪音調查時，同時調查振動項目 1Hz 至 80Hz 之振動影響，分析其與噪音相關性，當民眾陳情時是否有 1Hz 至 20Hz 無法以噪音評估之影響。

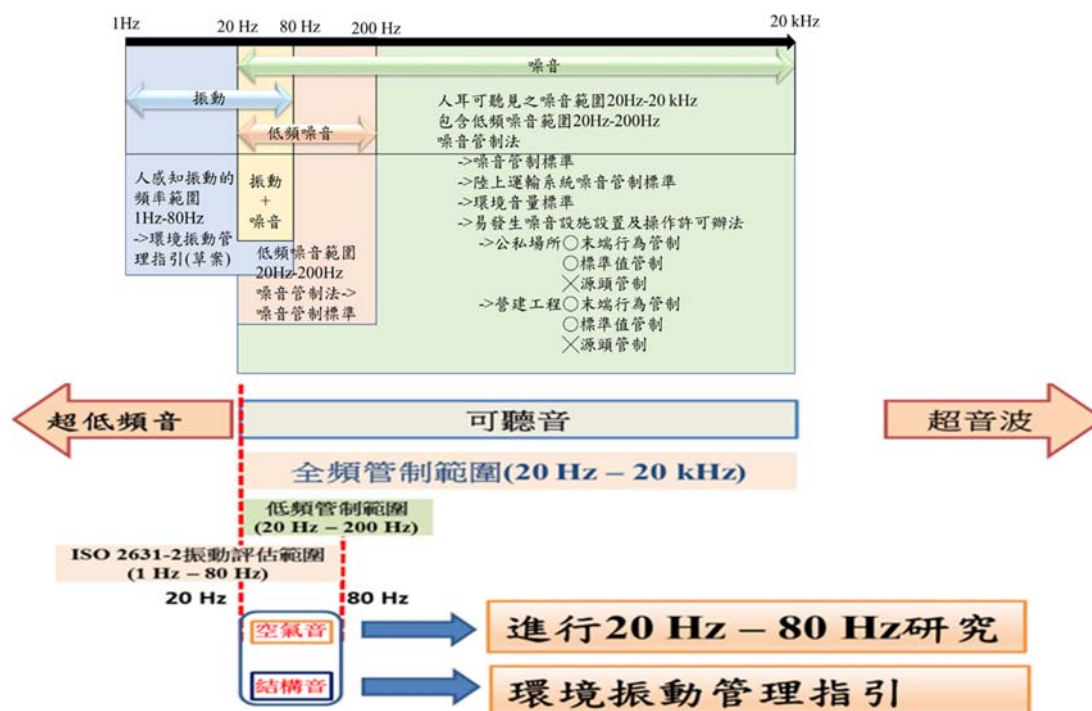


圖 6.5-1 噪音與振動頻率範圍示意圖

第七章 結論與建議

工作成果摘要

本章節總結本計畫執行之結論及後續建議內容。

第七章 結論與建議

7.1 結論

- 一、本計畫蒐集各國對於環境振動的因應作為，顯示出亞洲國家採取管制方式的為日本及韓國，而歐美國家多採以振動指引或建議值方式進行規範，包括美國、英國、義大利、德國、瑞典、奧地利、丹麥、挪威等。世界各國不論是針對環境、交通系統或是建設活動所產生的環境振動，所採用的頻寬範圍多為 1 Hz 至 80 Hz，而對於振動在空間中的影響主要有三種考量：1. 採 Z 軸振動為指標；2. 採三軸振動加總為指標；3. 採最大振動軸向為指標。
- 二、蒐集發表至 2018 年最新與振動感受度相關之研究文獻，顯示人體對振動的反應十分複雜，因為產生的反應係受到很多可能因素的交互作用。對於振動的測量地點，取決於該研究中居民配合程度及現場環境，因此欲選擇在房間中心點或適宜的房間進行測量時會受到這些因素所左右。例如受訪者不同意內部測量，但允許於房屋周圍測量時，則盡可能在房屋的基礎附近進行短期間外部測量。而若受訪者不在家或不同意在靠近其住宅的任何測量作業，則替代方案是在建築物前方或後方街道上進行。在某些情況下，無法在受訪者的位置進行任何測量時，則可選擇在距離振動源距離相當的鄰近建物中進行，惟可能使結果產生與測量位置相關的不確定性。
- 三、蒐集環評報告所量測之背景振動值或施工階段監測結果，以瞭解各區域之振動值分布概況。我國環評振動調查多參考日本振動管制法之標準，故所使用之參考加速度位準 a_{ref} 為 $10^{-5}m/s^2$ ，可大略得知開發場址之環境背景振動值多為 30 dB 左右。
- 四、彙整 104 年至 107 年 10 月之振動公害陳情內容，包含重複陳情案件共 877 件，以被陳情對象分類一般居民(近鄰)231 件、營建工程 250 件、工業 136 件、商業 129 件及其他類別 131 件。若以類似噪音管制標準分類方式分類振動源，營建工程有 378 件、工廠(場)169 件、娛樂或營業場所 157 件、機械振動源(冷

氣機、發電機、洗衣機、馬達等)60 件、擴音 21 件、行為(近鄰)振動源 60 件、交通 6 件與其他類別 26 件。綜合上述統計資料，營建工程所產生的振動為民眾感受環境中主要振動來源。

五、 分析不同時段之陳情件數，參考噪音管制標準多屬住宅區之第二類噪音管制區時段區分，日間(7 時至 19 時)振動陳情共 626 件，晚間(19 時至 22 時)共 88 件，夜間(22 時至 7 時)共 162 件，其中最常遭陳情的時間為早上 9 時至 10 時，夜間時段則為凌晨 0 時至 1 時。因中午為休息時段，故陳情案較少。進一步分析陳情內容，可發現在白天時間多為營建施工或工廠等導致民眾陳情，而夜間多為近鄰產生振動影響睡眠所致。

六、 研擬四大振動源之選點原則與測量地點，選點原則主要如下：

(一) 營建工程

1. 可能無法以噪音解決之測點。
2. 選擇無其他振源，形成複合式振源，如避免選擇位於幹道旁位置等。

(二) 工廠(場)

1. 依公害陳情案件篩選可能無法以噪音解決之測點，或遭多次陳情之測點，在一般民眾(近鄰)類別之陳情案件，則有許多案件係屬於民宅當作工廠之陳情內容，如裁縫機的振動或家庭代工等等機具操作影響附近住戶。
2. 選擇無其他振源，形成複合式振源，如避免選擇位於幹道旁位置等。

(三) 營業場所

1. 依公害陳情案件篩選可能無法以噪音解決之測點，或遭多次陳情之測點，在一般民眾(近鄰)類別之陳情案件，則有許多案件係屬於民宅當作營業場所之陳情內容，如馬達的振動或冷卻水塔等等機具運轉影響附近住戶。
2. 不可於機具旁測量，應於陳情人生活地點測量。

(四) 交通運輸沿線

(1) 道路(快速道路、高速公路及一般道路)選點原則：

1. 無其他交通系統之振源，形成複合式振源，如避免選擇位於一般道路中間之快速道路等。
2. 無其他振源影響，如避免擺設於工廠、營建工程或非目標交通系統卻持續有車經過之道路旁等。
3. 避免選擇降速之路段，如交流道、閘道、休息區、紅綠燈路口等。
4. 避免選擇交通系統周界有溝渠阻隔之地點。

(2) 軌道(一般鐵路、高速鐵路及捷運系統)選點原則：

1. 無其他交通系統之振源，形成複合式振源，如避免選擇位於一般道路中間之捷運等，如無較佳之測點則以交通流量較小之路段為優先。
2. 無其他振源影響，如避免擺設於工廠、營建工程或非目標交通系統卻持續有車經過之道路旁等。
3. 避免選擇交通系統周界有溝渠阻隔之地點。

測點選擇還須考慮下列注意事項：

1. 測量人員可安全測量之地點，且有腹地可供儀器架設之地點為優先。
2. 無其他振源，形成複合式振源。
3. 室外：測點鋪面須為實地，如混凝土、瀝青、磚瓦等鋪面，不可設置於下方為空洞之處，例如水溝蓋板。
4. 室內：測點鋪面須為樓地板，不可設置於軟性鋪面上方或下方為空洞之處，例如墊高地板或桌上。
5. 皆需測量背景振動，背景振動值應與事件振動值相差至少 3 dB 以上。

- 七、 本計畫共完成 20 點次振動及噪音測量，其中 10 點次為室內及室外之振動量測，並同步量測噪音值。測量指標採用 L_{veq} 且以 ISO 2631-2 之 W_m 加權計算後所得振動量。

(一)事件振動量與振動源距離比較

因許多變數如機具功率、機具台數、使用工法、機具操作方法等等並非一致，故在本研究中所測得之振動量彼此間較無法看出相關趨勢，但可由結果知道若為基礎工程時，以連續壁工法以及整地使用挖土機施工，其所產生的振動較打樁工程小。而施以打樁壓樁工程的基礎工程，距離振源較遠時，部分測點仍有較大之振動量。

(二)事件振動量比較

將各測點事件振動量(三軸加總 L_{veq})進行比較，有 80 % 的測點小於 75 dB，90 % 的測點小於 80 dB。而最大振動量(L_{vmax})約有 15 % 的測點超過 90 dB。

(三)室內及室外振動值比較

因本計畫測量之 10 點次室內與室外測點，雖皆屬不同類型建築物、與振動源不同距離、不同類型振動源、室內外測點不同樓層等等，但所測得室內振動值皆較室外振動值低，其 L_{veq} 差值介於 1.3 至 8.4dB。

- 八、 本計畫協助環保署於 107 年 7 月及 11 月召開第一次及第二次環境振動管理指引(草案)諮詢會，逐次依會中專家學者提出之意見修正環境振動管理指引(草案)。

- 九、 本計畫依陳情資料篩選被陳情內容為打拔樁機噪音之營建工地，因基礎工程階段所產生噪音量較其他階段工期短，故現場調查時係走訪至少 50 處以上之營建工地，篩選出 10 處較具代表性之工地進行噪音調查及宣導工作。此 10 處工地所使用打拔樁機型號分別為 50 型、200 型、400 型、410 型、460 型、650 型、710 型、200 型+鑽掘機、400 型+100 型，各工地多使用 2 台相同型號之打拔樁機分布於左右側，但各機台使用時間

部分工地係輪流打樁，部分工地則同時打樁。結果顯示即便機具型號較小但施工方式若為鋼板樁，則可能產生較高之音量，尤以立樁時之噪音量最大。

7.2 建議

- 一、由蒐集之資料顯示國外多個品牌之環境振動測量儀器型錄均載明符合 ISO 8041 三軸向振動測量之要求，且包含 ISO 2631-2 之加權方式，故若用以測量環境振動在儀器方面係具可行性。惟我國現階段環境影響評估監測或環境振動測量方法，皆參考日本法規，其僅規範鉛垂方向管制值，且參考加速度為 10^{-5}m/s^2 ，與 ISO 規範的 10^{-6}m/s^2 不同。故若未來採用 ISO 規範之三軸向測量，將會有過渡期係需要與檢測業者以及過往環評監測測量結果詳加說明，說明儀器 JIS 與 ISO 之差異。
- 二、我國現階段環境影響評估多參考日本振動管制內容，為與世界各國接軌，依諮詢會委員意見修正草擬指引內容，指引(草案)係參考 ISO 2631 之標準研擬。
- 三、現階段環保署環境振動管理指引(草案)規劃，主要係針對有陳情困擾之對象或有振動影響疑慮之規劃提供之指引值，而對於環境振動 24 小時背景監測之內容，建議可以進行相關調查研究，以配合環境影響評估振動監測項目之內容提出相關內容。
- 四、由於營建施工機具除有救災、安全或國防需求者在相關主管機關有建檔外，多數並未納管，其數量僅能採推估方式。適逢 107 年 8 月 1 日修正公布「空氣污染防制法」，其中包含新增施工機具之空氣污染管制，未來建議可研擬施工機具與空污法移動污染源管制措施配合納管之噪音振動項目及辦法，一併調查近年營建業者採用低噪音振動機具設備或低噪音振動工法之現況。

參考文獻

1. 行政院環境保護署，「環境振動量測與管制技術之建立」，1998 年 6 月，Taiwan
2. 行政院環境保護署，「研擬振動管制法」，2005 年 12 月，Taiwan
3. 行政院環境保護署，「環境振動源特性及管制研究計畫」，2016 年 12 月，Taiwan
4. 行政院環境保護署，「環境低頻噪音及振動之調查及改善措施專案研究計畫」，2015 年 12 月，Taiwan
5. 全國法規資料庫 <http://law.moj.gov.tw/>，Taiwan
6. 振動規制法の概要 <http://www.env.go.jp/air/sindo/low-gaiyo.html>，Japan
7. Protecting people from vibration，Neil Mansfield，2011 年 9 月，UK
8. 振動規制法，1976 年 6 月，Japan
9. 振動規制法施行規則，1976 年 11 月，Japan
10. 振動規制法施行令，1976 年 10 月，Japan
11. 振動規制法の施行について，1976 年 12 月，Japan
12. 振動防止対策の推進について，1982 年 6 月，Japan
13. シリーズ「振動に関わる苦情への対応」，横島潤紀，Japan
14. 文献調査から眺めた環境振動への苦情，横浜市環境科学研究所報第 31 号，2007 年，Japan
15. 平成 29 年版環境統計集，6 章 大気環境（固定発生源），2018 年，Japan

16. 平成 28 年版環境統計集，6 章 大気環境（固定発生源），2017 年，Japan
17. TRANSIT NOISE AND VIBRATION IMPACT ASSESSMENT，Office of Planning and Environment Federal Transit Administration，2006 年，U.S.
18. BS 5228 :Part 1 : 1997，Noise and vibration control on construction and open sites Part 1. Code of practice for basic information and procedures for noise and vibration control，1999 年 2 月，UK
19. 職業安全衛生施設規則，2014 年 7 月，Taiwan
20. 南科園區環境振動長期監測之分析研究，李孟儒，2014 年，Taiwan
21. 生活環境低頻噪音之研究，劉啟明，2005 年，Taiwan
22. 소음 • 진동 환경오염공정시험기준，일부개정 2008.1.30 환경부고시 제 2008-22 호，2008 年 1 月，Korea
23. 소음 • 진동관리법 시행규칙，2012 年 1 月，Korea
24. NOISE AND VIBRATION CONTROL ACT，1997 年，Korea
25. A Review on the Vibration Exposure Limits in Korea，Hee Sok Park，2015 年，Korea
26. JIS C1510-1995 Vibration level meters，1995 年，Japan
27. JIS Z 8735-1981 Methods of Measurement for Vibration Level，1981 年，Japan
28. 特定工場等において発生する振動の規制に関する基準，1976 年 11 月，Japan
29. Transport Noise Management Code of Practice, Transport and Main Roads, Volume 2 – Construction Noise and Vibration，2016 年 3 月，Australia

30. Assessing vibration: a technical guideline , 2006 年 2 月 , Australia
31. ISO 2631-1 , Mechanical vibration and shock -- Evaluation of human exposure to whole-body vibration -- Part 1: General requirements , 1997 年
32. ISO 2631-2 , Mechanical vibration and shock -- Evaluation of human exposure to whole-body vibration -- Part 2: Vibration in buildings (1 Hz to 80 Hz) , 2003 年
33. CNS 15547-1 , 機械振動與衝擊－人體曝露於全身振動的評估－第 1 部：一般要求 , 2013 年 9 月 , Taiwan
34. CNS 15547-2 , 機械振動與衝擊－人體曝露於全身振動的評估－第 2 部：建築物內 , 2013 年 9 月 , Taiwan
35. Danish guidelines on environmental low frequency noise, infrasound and vibration , Jorgen Jakobsen , 2001 年 3 月 , Denmark
36. AS 2670.2-1990 , Evaluation of human exposure to whole-body vibration - Continuous and shock-induced vibration in buildings (1 to 80 Hz) , 1990 年 , Australia
37. DIN 4150-2 , Structural vibration part2:Human exposure to vibration in buildings , Germany
38. Transportation and Construction Vibration Guidance Manual , California Department of Transportation , 2013 年 9 月 , U.S.
39. 城市区域环境振动标准 GB 10070-88 , 1989 年 7 月 , China
40. MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA , 2007 年 10 月 , Spain
41. PROYECTO DE REAL DECRETO POR EL QUE SE MODIFICA EL REAL DECRETO 1367/2007, DE 19 DE OCTUBRE, POR EL QUE SE DESARROLLA LA LEY 37/2003, DE 17 DE NOVIEMBRE, DEL RUIDO, EN LO REFERENTE A ZONIFICACIÓN ACÚSTICA,

OBJETIVOS DE CALIDAD Y EMISIONES ACÚSTICAS , Spain

42. RIVAS(Railway-Induced Vibration Abatement Solutions Collaborative project)-Review of existing standards, regulations and guidelines, as well as laboratory and field studies concerning human exposure to vibration , EU , 2012 年
43. The growth of railway ground vibration problems — A review , David P. Connolly, Grzegorz P. Marecki , Georges Kouroussis , Ioannis Thalassinakis , Peter K. Woodward , 2016 年 , United Kingdom
44. Design of measurement methodology for the evaluation of human exposure to vibration in residential environments , G. Sica , E. Peris, J.S. Woodcock, A.T. Moorhouse, D.C. Waddington , 2014 年 , United Kingdom
45. Designing Roads Near the Buildings Providing the Necessary Vibrational Comfort for the Residents , Janusz Kaweckia 及 Krzysztof Stypula , 2013 年 , Poland
46. The Impact of the Type and Technical Condition of Road Surface on the Level of Traffic-Generated Vibrations Propagated to the Environment , Krzysztof Robert Czech , 2016 年 , Poland
47. Human reaction to vibrations from blasting activity – Norwegian exposure–effect relationships , Ronny Klæboe , Astrid H. Amundsen, Christian Madshus , Karin M. Norén-Cosgriff , Iiris Turunen-Rindel , 2016 年 , Norway
48. Correlation between weighted acceleration, vibration dose value and exposure time on whole body vibration comfort levels evaluation , Maria Lúcia Machado Duarte, Priscila Albuquerque Araújo, Frederico Catone Horta, Sara Del Vecchio, Lucas Augusto Pennade Carvalho , 2018 年 , Norway
49. Designing Roads Near the Buildings Providing the Necessary

- Vibrational Comfort for the Residents , Janusz Kawecki 及 Krzysztof Stypula , 2013 年 , Poland
50. Human annoyance, acceptability and concern as responses to vibration from the construction of Light Rapid Transit lines in residential environments , D. Wong-McSweeney, J.S. Woodcock , E. Peris , D.C. Waddington , A.T. Moorhouse , M.D. Redel-Macías , 2016 年 , United Kingdom
51. Development of a social survey for the study of vibration annoyance in residential environments: Good practice guidance , Nathan Whittle, Eulalia Peris , Jenna Condie , James Woodcock , Philip Brown , Andy T. Moorhouse , David C. Waddington , Andy Steele , 2015 年 , United Kingdom
52. Psycho-vibratory evaluation of timber floors – Towards the determination of design indicators of vibration acceptability and vibration annoyance , J. Negreira, A. Trollé, K. Jarnerö, L.-G. Sjökvist, D.Bard , 2015 年 , Sweden
53. Design of measurement methodology for the evaluation of human exposure to vibration in residential environments , G. Sica , E. Peris, J.S. Woodcock, A.T. Moorhouse, D.C. Waddington , 2014 年 , United Kingdom

圖書統一編號
EPA 024107005

1. 本報告僅係受託單位或個人之意見，僅供本署施政之參考。
2. 本報告之著作財產權屬本署所有，非經本署同意，任何人均不得重製、仿製或為其他之侵害。