

計畫編號：EPA-106-U1F1-02-A204

環境振動源特性及管制研究計畫專案研究計畫

委託單位：行政院環境保護署

計畫執行期間：中華民國 106 年 4 月至 106 年 12 月

計畫經費：新台幣 122 萬元

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、

葉宇寰、吳孟樺

印製年月：中華民國 106 年 12 月

「環境振動源特性及管制研究計畫專案研究計畫」

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、葉宇寰、吳孟樺		
年 度	106	計畫編號	EPA-106-U1F1-02-A204
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	__106__年__4__月～__106__年__12__月		
本期期間	__106__年__4__月～__106__年__12__月		
本期經費	_____億_____1,220_____千元		
	資本支出		經常支出
	土地建築_____千元	人事費__600.600__千元	
	儀器設備_____千元	業務費__501.245__千元	
	其 他_____千元	材料費_____千元	
		其 他 118.155 千元	
摘要關鍵詞（中英文各三則）			
<u>環境振動、振動管制、陸上運輸系統</u>			
<u>Environment vibration, Vibration control ,Transportation system</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：

環境振動源特性及管制研究計畫

二、英文計畫名稱：

The Study of Characteristics and Control of Environmental Vibration Source

三、計畫編號：

EPA-106-U1F1-02-A204

四、執行單位：

凱鉅科技實業股份有限公司

五、計畫主持人（包括共同主持人）：

陳建維

六、執行開始時間：

106/04/20

七、執行結束時間：

106/12/31

八、報告完成日期：

106/12/27

九、報告總頁數：

287

十、使用語文：

中文，英文

十一、報告電子檔名稱：

EPA106U1F10602204.PDF

十二、報告電子檔格式：

PDF

十三、中文摘要關鍵詞：

環境振動、振動管制法、陸上運輸系統

十四、英文摘要關鍵詞：

Environment vibration, Vibration control ACT, transportation system

十五、中文摘要

為完備環境保護工作，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，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，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交通振動有關之法規內容、管制標準及管制情形，以研擬管制措施及管制期程之建議。在實地量測部分共選定 20 處交通運輸系統，在各交通系統路權線外量測其引致之環境振動，分析其振動型態，並將量測結果與國外相關振動管制標準或規範研析比較，作為研提交通運輸系統之環境振動管制建議值之參考。

十六、英文摘要：

In order to fulfill the environment protection affairs, to establish the background information, and to survey the current environmental vibration situation for domestic and to collect the countermeasures of other countries, EPA has conducted domestic and overseas data collection and field measurement of environmental vibrations as a reference for the future development of vibration control laws and regulations in recent years. In this study, the relating environmental vibration control law or guideline of foreign countries were collected to formulate the regulatory measures and the proposed control period. For the field measurement, a total of 20 transport systems were selected to measure the environmental vibrations caused by the system and the points were outside the property of system and the vibration patterns were analyzed. The measurement results were compared with the relevant vibration control standards or norms of foreign standards, as a reference to study the recommended value of the environmental vibration of transportation system.

行政院環境保護署

環境振動源特性及管制研究計畫專案研究計畫

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.....	1-2
1.3 工作內容.....	1-2
1.4 預定進度及查核重點.....	1-3
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 不同振動源之特性.....	2-2
2.3 振動感受及影響.....	2-3
2.4 我國振動管制推動情形.....	2-4
2.5 我國振動及噪音陳情數量統計.....	2-6
第三章 蒐集分析國內外環境中交通振動源相關現況、規範及文獻資料.....	3-1
3.1 蒐集分析國內外環境中交通振動源特性、現況、法規內容、管制對象、管制標準及管制情形.....	3-1
3.1.1 日本.....	3-1
3.1.2 韓國.....	3-12
3.1.3 西班牙.....	3-19

3.2 國外與環境中交通振動有關之評估指標、規範及研究文獻資料	3-21
3.2.1 德國	3-21
3.2.2 丹麥	3-22
3.2.3 澳洲	3-22
3.2.4 奧地利	3-24
3.2.5 美國	3-25
3.2.6 義大利	3-28
3.2.7 挪威	3-29
3.2.8 瑞典	3-29
3.2.9 英國	3-30
3.2.10 荷蘭	3-31
3.2.11 中國	3-31
3.2.12 法國	3-34
3.2.13 ISO	3-34
3.2.14 國外環境交通振動相關研究文獻	3-36
3.3 蒐集國內相關單位與交通環境振動有關之規定並進行研析比較	3-41
3.3.1 國內相關單位與交通環境振動有關之規定	3-41
3.3.2 小結	3-48

第四章 研析我國民眾陳情交通環境振動案件，實地進行陸上運輸引起之環境振動量測，研提交通環境振動管制建議值	4-1
4.1 調查概要與目的	4-1
4.2 依民眾陳情交通環境振動案件類型，擬定測點選定原則、測量方法、分析方式及評估指標等，完成至少 15	

處交通環境振動源特性背景調查，以及振動與噪音測量	4-3
4.2.1 測點選定原則	4-3
4.2.2 選點原則	4-6
4.2.3 評估指標	4-8
4.2.4 現場振動與噪音測量方法	4-9
4.2.5 分析方式	4-17
4.3 振動測量時應包含背景環境振動值，以瞭解調查地點之振動影響情形	4-18
4.3.1 測量結果分析	4-18
4.3.2 各測點振動測量結果說明	4-22
4.4 將調查結果與國外相關交通振動管制標準或規範研析比較，依現場調查研析結果研提交通環境振動管制建議值	4-71
4.4.1 研析比較	4-71
4.4.2 依現場調查研析結果，研提工廠及營建工程之環境振動管制建議值	4-80
第五章 研擬交通振動管制方式及管制期程，作為未來管制之參考	5-1
5.1 各國振動評估指標	5-1
5.2 參考國外管制情形及我國振動陳情現況，研擬國內交通振動改善措施、管制作為、期程之建議，作為未來管制之參考	5-2
5.3 探討交通振動管制時段及管制區類別	5-9
5.4 研析因交通振動所引起低頻噪音之案例，至少 2 件	5-14

第六章 結論與建議	6-1
6.1 結論	6-1
6.2 建議	6-5
附件一 歷次審查意見及辦理情形	
附件二 陸上運輸系統噪音管制標準	
附件三 低頻噪音管制現況	
附件四 振動管制論述	
附件五 振動防制措施指引	
附件六 現場紀錄表	
附件七 P204.90C	

表 目 錄

頁 次

表 1.4-1 預定工作進度甘梯圖	1-5
表 1.4-2 實際預定進度及查核點說明	1-7
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	2-1
表 2.5-1 振動公害陳情受理案件統計-依行業別(96 年至 106 年 10 月)	2-7
表 2.5-2 振動公害陳情受理案件統計-依縣市別(96 年至 106 年 10 月)	2-8
表 2.5-3 噪音公害陳情受理案件統計-依縣市別(96 年 1 月至 106 年 10 月)	2-10
表 2.5-4 105 年各縣市噪音稽查處分概況	2-11
表 3.1.1-1 日本噪音與振動陳情量統計(1977 年-2014 年)	3-3
表 3.1.1-2 日本振動陳情量前五大行政區統計(2014 年-2015 年)	3-4
表 3.1.1-3 振動陳情常見形容詞彙對應振動頻率	3-5
表 3.1.1-4 日本指定區域內的道路交通振動防制措施設置現況	3-6
表 3.1.1-5 日本環境振動管制標準	3-8
表 3.1.1-6 振動測值與背景振動測值修正值	3-8
表 3.1.2-1 韓國噪音振動陳情統計(2014 年-2016 年)	3-12
表 3.1.2-2 生活振動管制標準	3-17
表 3.1.2-3 交通道路及鐵路振動管制標準	3-17
表 3.1.2-4 罰金	3-18
表 3.1.2-5 KS_B_ISO 系列標準	3-18

表 3.1.3-1 振動限值	3-20
表 3.2.1-1 德國振動建議值(Guideline values for evaluating human exposure to vibration in dwellings and similar spaces)	3-21
表 3.2.2-1 丹麥環境振動建議極限值	3-22
表 3.2.3-1 澳洲振動等級建議值(Criteria for exposure to continuous and impulsive vibration).....	3-22
表 3.2.3-2 澳洲新南威爾斯連續振動及衝擊振動限值 (1 Hz -80 Hz) (Preferred and maximum weighted rms values for continuous and impulsive vibration acceleration(m/s^2)1-80 Hz)	3-23
表 3.2.3-3 澳洲新南威爾斯連續振動限值 (單位轉換值) (Criteria for exposure to continuous vibration)	3-24
表 3.2.3-4 澳洲新南威爾斯衝擊振動限值 (單位轉換值) (Criteria for exposure to impulsive vibration)	3-24
表 3.2.4-1 奧地利平均振動參考值	3-25
表 3.2.5-1 ISO2631 振動標準.....	3-26
表 3.2.5-2 人體受到不同振動的感受研究結果彙整	3-26
表 3.2.5-3 美國振動煩擾感受度參考指南(Guideline Vibration Annoyance Potential Criteria).....	3-27
表 3.2.5-4 不同土壤對振動之影響 n 值	3-27
表 3.2.5-5 各類別振動標準限值	3-28
表 3.2.5-6 不同交通系統隔振措施建議距離	3-28
表 3.2.6-1 義大利振動建議值(Limit values of weighted acceleration according to UNI 9614:1990).....	3-29
表 3.2.7-1 挪威振動建議值(Guidance classification of dwellings with the upper limits for the statistical max value for weighted velocity and acceleration).....	3-29

表 3.2.8-1 瑞典振動建議值(Guideline values for the evaluation of comfort in buildings)	3-30
表 3.2.8-2 瑞典鄰近軌道建物振動建議值	3-30
表 3.2.9-1 振動等級的影響(Guidance on effects of vibration levels) .	3-31
表 3.2.10-1 荷蘭振動參考值(Reference values for the assessment of vibration in dwellings and similar buildings).....	3-31
表 3.2.11-1 中國不同區域振動標準值(dB).....	3-32
表 3.2.11-2 減振措施的分級	3-33
表 3.2.11-3 軌道減振措施的選擇	3-33
表 3.2.14-1 各國振動測量及評估標準	3-40
表 4.2.1-1 各縣市提報振動陳情案件數量 (104 年至 106 年第一季)	4-4
表 4.2.1-2 各類型陸上運輸測點分配表	4-6
表 4.2.4-1 對背景振動指示值的修正	4-11
表 4.2.4-2 測量設備一覽表	4-13
表 4.2.4-3 現場工作紀錄表	4-15
表 4.3.1-1 測點基本資料一覽表	4-19
表 4.3.1-2 各測點振動測量結果總表	4-20
表 4.3.1-3 各測點噪音測量結果總表	4-21
表 4.4.1-1 軌道系統振動事件歷時秒數列表	4-77
表 4.4.2-1 本計畫測量交通運輸系統振動量($a_{ref}=10^{-6}m/s^2$)	4-82
表 4.4.2-2 超過標準測點數與百分比($a_{ref}=10^{-6}m/s^2$)	4-84
表 5.1-1 各國振動指標	5-1
表 5.2-1 施工期振動影響與建議	5-6
表 5.2-2 營運期振動影響與建議	5-7
表 5.3-1 各國振動管制時段與分區	5-12

表 5.4-1 會議室量測狀態表	5-15
表 5.4-2 4 樓 402 會議室噪音量測結果	5-17
表 5.4-3 4 樓 402 會議室 AC ON/OFF 相減之音量差	5-17
表 5.4-4 4 樓 402 會議室三軸振動量(未加權) (Ref. 10^{-6} m/s^2)	5-17
表 5.4-5 基隆鐵道旁民宅低頻噪音量測結果表	5-19

圖 目 錄

	<u>頁次</u>
圖 2.2-1 振動時域歷程特性比較圖	2-2
圖 2.3-1 人體於不同頻率下振動感受（振動以加速度為單位）	2-3
圖 2.5-1 振動公害陳情受理案件統計-依行業別（96 年 1 月至 106 年 10 月）	2-7
圖 2.5-2 振動公害陳情受理案件統計-依縣市別（96 年 1 月至 106 年 10 月）	2-9
圖 2.5-3 噪音公害陳情受理案件統計-依行業別（96 年 1 月至 106 年 10 月）	2-9
圖 2.5-4 105 年噪音稽查處分概況	2-11
圖 3.1.1-1 歷年日本振動陳情件數變化情形（1974 年-2015 年） ..	3-4
圖 3.1.1-2 日本振動陳情類別統計（2013 年-2015 年）	3-5
圖 3.1.1-3 日本不同類別振動陳情案件振動量比較	3-6
圖 3.1.1-4 日本振動管制行政體系圖	3-7
圖 3.1.1-5 日本振動管制法架構圖	3-9
圖 3.2.14-1 軌道型態統計百分比	3-36
圖 3.2.14-2 不同車種振動及結構噪音發生百分比	3-37
圖 3.2.14-3 不同建築物類型統計百分比	3-37
圖 3.2.14-4 不同減振策略統計百分比	3-38
圖 4.1-1 交通環境振動測量調查流程圖	4-2
圖 4.2.1-1 各縣市提報振動陳情案件數量圖（104 年至 106 年第一季）	4-5

圖 4.2.4-1 測量點中心之座標方向選取	4-11
圖 4.2.4-2 測量設備實物照片	4-13
圖 4.2.5-1 振動時域變動之基本類型說明圖	4-17
圖 4.3.2-1 測量現況(北捷-立德路).....	4-22
圖 4.3.2-2 振動測量結果(北捷-立德路)(ref.10 ⁻⁶ m/s ²)	4-23
圖 4.3.2-3 未加權振動歷時圖(北捷-立德路).....	4-23
圖 4.3.2-4 噪音測量結果(北捷-立德路).....	4-24
圖 4.3.2-5 測量現況(北捷-錦西街).....	4-25
圖 4.3.2-6 振動測量結果(北捷-錦西街)(ref.10 ⁻⁶ m/s ²).....	4-25
圖 4.3.2-7 未加權振動歷時圖(北捷-錦西街)(ref.10 ⁻⁶ m/s ²)	4-26
圖 4.3.2-8 測量現況(國道 3 號-內湖無極宮).....	4-27
圖 4.3.2-9 振動測量結果(國道 3 號-內湖無極宮)(ref.10 ⁻⁶ m/s ²)	4-27
圖 4.3.2-10 未加權振動歷時圖(國道 3 號-內湖無極宮)(ref.10 ⁻⁶ m/s ²)	4-28
圖 4.3.2-11 噪音測量結果(國道 3 號-內湖無極宮).....	4-28
圖 4.3.2-12 測量現況(國道 1 號-土城永豐路).....	4-29
圖 4.3.2-13 振動測量結果(國道 1 號-土城永豐路)(ref.10 ⁻⁶ m/s ²)	4-30
圖 4.3.2-14 未加權振動歷時圖(國道 1 號-土城永豐路)(ref.10 ⁻⁶ m/s ²).....	4-30
圖 4.3.2-15 噪音測量結果(國道 1 號-土城永豐路).....	4-31
圖 4.3.2-16 測量現況(高鐵-苗栗西湖).....	4-32
圖 4.3.2-17 振動測量結果(高鐵-苗栗西湖)(ref.10 ⁻⁶ m/s ²)	4-32
圖 4.3.2-18 未加權振動歷時圖(高鐵-苗栗西湖)(ref.10 ⁻⁶ m/s ²)	4-33
圖 4.3.2-19 噪音測量結果(高鐵-苗栗西湖).....	4-33
圖 4.3.2-20 測量現況(高鐵-苗栗通宵).....	4-34
圖 4.3.2-21 振動測量結果(高鐵-苗栗通宵)(ref.10 ⁻⁶ m/s ²)	4-35
圖 4.3.2-22 未加權振動歷時圖(高鐵-苗栗通宵)(ref.10 ⁻⁶ m/s ²)	4-35

圖 4.3.2-23 噪音測量結果(高鐵-苗栗通宵).....	4-36
圖 4.3.2-24 測量現況(快速 74-臺中筏子東街).....	4-37
圖 4.3.2-25 振動測量結果(快速 74-臺中筏子東街)(ref.10 ⁻⁶ m/s ²)	4-37
圖 4.3.2-26 未加權振動歷時圖(快速 74-臺中筏子東街)(ref.10 ⁻⁶ m/s ²)4-38	
圖 4.3.2-27 噪音測量結果(快速 74-臺中筏子東街).....	4-38
圖 4.3.2-28 測量現況(臺鐵-臺中人和路).....	4-39
圖 4.3.2-29 振動測量結果(臺鐵-臺中人和路)(ref.10 ⁻⁶ m/s ²)	4-40
圖 4.3.2-30 未加權振動歷時圖(臺鐵-臺中人和路)(ref.10 ⁻⁶ m/s ²)	4-40
圖 4.3.2-31 噪音測量結果(臺鐵-臺中人和路).....	4-41
圖 4.3.2-32 測量現況(高雄輕軌-中鋼).....	4-42
圖 4.3.2-33 振動測量結果(高雄輕軌-中鋼)(ref.10 ⁻⁶ m/s ²)	4-42
圖 4.3.2-34 未加權振動歷時圖(高雄輕軌-中鋼)(ref.10 ⁻⁶ m/s ²)	4-43
圖 4.3.2-35 噪音測量結果(高雄輕軌-中鋼).....	4-43
圖 4.3.2-36 測量現況(高雄輕軌-夢時代).....	4-44
圖 4.3.2-37 振動測量結果(高雄輕軌-夢時代)(ref.10 ⁻⁶ m/s ²)	4-45
圖 4.3.2-38 未加權振動歷時圖(高雄輕軌-夢時代)(ref.10 ⁻⁶ m/s ²)	4-45
圖 4.3.2-39 噪音測量結果(高雄輕軌-夢時代).....	4-46
圖 4.3.2-40 測量現況(高捷-後勁).....	4-47
圖 4.3.2-41 振動測量結果(高捷-後勁)(ref.10 ⁻⁶ m/s ²).....	4-47
圖 4.3.2-42 未加權振動歷時圖(高捷-後勁)(ref.10 ⁻⁶ m/s ²)	4-48
圖 4.3.2-43 噪音測量結果(高捷-後勁).....	4-48
圖 4.3.2-44 測量現況(高捷-橋頭).....	4-49
圖 4.3.2-45 振動測量結果(高捷-橋頭)(ref.10 ⁻⁶ m/s ²).....	4-50
圖 4.3.2-46 未加權振動歷時圖(高捷-橋頭)(ref.10 ⁻⁶ m/s ²)	4-50
圖 4.3.2-47 噪音測量結果(高捷-橋頭).....	4-51

圖 4.3.2-48 測量現況(一般道路-高雄南星路).....	4-52
圖 4.3.2-49 振動測量結果(一般道路-高雄南星路)(ref.10 ⁻⁶ m/s ²)	4-52
圖 4.3.2-50 未加權振動歷時圖(一般道路-高雄南星路)(ref.10 ⁻⁶ m/s ²)	4-53
圖 4.3.2-51 噪音測量結果(一般道路-高雄南星路).....	4-53
圖 4.3.2-52 測量現況(高鐵-新竹新埔).....	4-54
圖 4.3.2-53 振動測量結果(高鐵-新竹新埔)(ref.10 ⁻⁶ m/s ²)	4-55
圖 4.3.2-54 未加權振動歷時圖(高鐵-新竹新埔)(ref.10 ⁻⁶ m/s ²)	4-55
圖 4.3.2-55 噪音測量結果(高鐵-新竹新埔).....	4-56
圖 4.3.2-56 測量現況(臺鐵-桃園平鎮).....	4-57
圖 4.3.2-57 振動測量結果(臺鐵-桃園平鎮)(ref.10 ⁻⁶ m/s ²)	4-57
圖 4.3.2-58 未加權振動歷時圖(臺鐵-桃園平鎮)(ref.10 ⁻⁶ m/s ²)	4-58
圖 4.3.2-59 噪音測量結果(臺鐵-桃園平鎮).....	4-58
圖 4.3.2-60 測量現況(一般道路-臺北市重慶北路三段).....	4-59
圖 4.3.2-61 振動測量結果(一般道路-臺北市重慶北路三段)(ref.10 ⁻⁶ m/s ²)	4-60
圖 4.3.2-62 未加權振動歷時圖(一般道路-臺北市重慶北路三段)(ref.10 ⁻⁶ m/s ²).....	4-60
圖 4.3.2-63 噪音測量結果(一般道路-臺北市重慶北路三段).....	4-61
圖 4.3.2-64 測量現況(臺鐵-宜蘭頭城).....	4-62
圖 4.3.2-65 振動測量結果(臺鐵-宜蘭頭城)(ref.10 ⁻⁶ m/s ²)	4-62
圖 4.3.2-66 未加權振動歷時圖(臺鐵-宜蘭頭城)(ref.10 ⁻⁶ m/s ²)	4-63
圖 4.3.2-67 噪音測量結果(臺鐵-宜蘭頭城).....	4-63
圖 4.3.2-68 測量現況(桃捷-赤塗路).....	4-64
圖 4.3.2-69 振動測量結果(桃捷-赤塗路)(ref.10 ⁻⁶ m/s ²).....	4-65
圖 4.3.2-70 未加權振動歷時圖(桃捷-赤塗路)(ref.10 ⁻⁶ m/s ²)	4-65

圖 4.3.2-71 噪音測量結果(桃捷-赤塗路).....	4-66
圖 4.3.2-72 測量現況(桃捷-蘆竹).....	4-67
圖 4.3.2-73 振動測量結果(桃捷-蘆竹)(ref.10 ⁻⁶ m/s ²).....	4-67
圖 4.3.2-74 未加權振動歷時圖(桃捷-蘆竹)(ref.10 ⁻⁶ m/s ²)	4-68
圖 4.3.2-75 噪音測量結果(桃捷-蘆竹).....	4-68
圖 4.3.2-76 測量現況(一般道路-臺北承德路五段).....	4-69
圖 4.3.2-77 振動測量結果(一般道路-臺北承德路五段)(ref.10 ⁻⁶ m/s ²) .4-70	
圖 4.3.2-78 未加權振動歷時圖(一般道路-臺北承德路五段)(ref.10 ⁻⁶ m/s ²)	4-70
圖 4.3.2-79 噪音測量結果(一般道路-臺北承德路五段).....	4-71
圖 4.4.1-1 各測點不同加權計算振動值(a _{ref} =10 ⁻⁶ m/s ²).....	4-72
圖 4.4.1-2 Z 軸振動未加權頻譜圖(軌道系統-捷運-北捷，高雄輕軌) (a _{ref} =10 ⁻⁶ m/s ²)	4-73
圖 4.4.1-3 Z 軸振動未加權頻譜圖(軌道系統-捷運-高捷，桃捷) (a _{ref} =10 ⁻⁶ m/s ²)	4-73
圖 4.4.1-4 Z 軸振動未加權頻譜圖(軌道系統-鐵路-高鐵)(a _{ref} =10 ⁻⁶ m/s ²)	4-74
圖 4.4.1-5 Z 軸振動未加權頻譜圖(軌道系統-鐵路-一般鐵路)(a _{ref} =10 ⁻⁶ m/s ²)	4-74
圖 4.4.1-6 Z 軸振動未加權頻譜圖(道路系統)(a _{ref} =10 ⁻⁶ m/s ²).....	4-75
圖 4.4.1-7 振動源行經振動與背景振動(a _{ref} =10 ⁻⁶ m/s ²).....	4-78
圖 4.4.1-8 各測點事件噪音值(軌道系統).....	4-79
圖 4.4.1-9 各測點事件噪音值(道路系統).....	4-79
圖 4.4.2-1 本計畫測量交通運輸系統振動量(a _{ref} =10 ⁻⁶ m/s ²).....	4-82
圖 4.4.2-2 本計畫測量 L _{max} 振動量(a _{ref} =10 ⁻⁶ m/s ²).....	4-83

圖 4.4.2-3 本計畫測量振動量(L_{10})($a_{ref}=10^{-6}m/s^2$)	4-83
圖 4.4.2-4 本計畫測量振動量(L_{eq})($a_{ref}=10^{-6}m/s^2$).....	4-84
圖 5.4-1 4 樓 402 會議室外量測照片	5-15
圖 5.4-2 4 樓 402 會議室三軸向振動歷時圖	5-16
圖 5.4-3 4 樓 402 會議室振動頻譜圖	5-17
圖 5.4-4 4 樓 402 會議室三軸振動量 FFT 頻譜圖	5-18
圖 5.4-5 基隆鐵道旁民宅量測照片	5-19
圖 5.4-6 基隆鐵道旁民宅噪音頻譜圖	5-20
圖 5.4-7 基隆鐵道旁民宅 ISO 2631 W_m 振動頻譜圖	5-20
圖 5.4-8 基隆鐵道旁民宅噪音與振動頻譜圖	5-21

報告大綱

為完備環境保護工作，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交通振動有關之法規內容、管制對象、管制標準及管制情形，並研擬國內交通振動改善措施、管制作為、期程之建議，作為未來管制之參考。就實地量測部分則已執行 20 處交通運輸系統引致之環境振動量測，依現場調查研析結果，與國外相關振動管制標準或規範研析比較。另研析因交通振動所引起低頻噪音之案例，作為未來管制之參考。

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、振動來源及我國振動管制推動情形。

第三章「蒐集分析國內外環境中交通振動源相關現況、規範及文獻資料」，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。

第四章「研析我國民眾陳情交通環境振動案件，實地進行陸上運輸引起之環境振動量測」，實地量測 20 處運輸系統之振動與噪音結果，並與國外相關振動管制標準或規範加以比較並研擬管制標準。

第五章「研擬交通振動管制方式及管制期程，作為未來管制之參考」，參考國外管制情形及我國振動陳情現況，研擬管制對象及管制期程建議，並研析因交通振動所引起低頻噪音之案例 2 例。

第六章「結論與建議」，針對本計畫至期末報告已完成之各項工作內容並提出結論及建議。

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：環境低頻噪音及振動之調查及改善措施研究

計畫編號：EPA-106-U1F1-02-A204

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：106 年 4 月 20 日起 106 年 12 月 31 日止

計畫經費：新台幣 122 萬元整

摘要

為完備環境保護工作，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，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，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交通振動有關之法規內容、管制標準及管制情形，以研擬管制措施及管制期程之建議。在實地量測部分共選定 20 處交通運輸系統，在各交通系統路權線外量測其引致之環境振動，分析其振動型態，並將量測結果與國外相關振動管制標準或規範研析比較，作為研提交通運輸系統之環境振動管制建議值之參考。

In order to fulfill the environment protection affairs, to establish the background information, and to survey the current environmental vibration situation for domestic and to collect the countermeasures of other countries, EPA has conducted domestic and overseas data collection and field measurement of environmental vibrations as a reference for the future development of vibration control laws and regulations in recent years. In this study, the relating environmental vibration control law or guideline of foreign countries were collected to formulate the regulatory measures and the proposed control period. For the field measurement, a total of 20 transport systems were selected to measure the environmental vibrations caused by the system and the points were outside the property of system and the vibration patterns were analyzed. The measurement results were compared with the relevant vibration control standards or norms of foreign standards, as a reference to study the recommended value of the environmental vibration of transportation system.

前言

大多數的噪音都是機械運轉所產生，而運轉時往往伴隨著振動現象，因此衍生出振動問題，如營建工地機具施工時產生的撞擊音及振動、工廠大型機具壓鑄等產生的噪音及振動、軌道或車輛行駛時引擎噪音振動、或一般住宅冷卻水塔或壓縮機也會有噪音及振動問題。

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。

爾後環保署於民國 87 年邀請國內振動方面的專家學者，成立「振動管制法相關法規制定技術諮詢小組」，並於 88 年召開第一次諮詢會議，91 年研修振動管制法草案，並實際量測環境振動及研究防振技術，作為振動管制的參考。惟「振動管制法」草案架構係參考當時版本的「噪音管制法修正草案」架構，時空已轉變，對於振動管制法草案之內容必須再重新檢討。

為完備環境保護工作，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。

本年度工作為蒐集整理國內外相關規範及管制方式，並針對交通系統所產生之環境振動進行現場量測，提出未來可能的管制策略及改善措施建議，作為振動管制之前置作業。

執行方法

一、蒐集分析國內外環境中交通振動源相關現況、規範及文獻資料：

- (一) 蒐集分析國內外環境中交通振動源特性、現況、法規內容、管制對象、管制標準及管制情形。
- (二) 國外與環境中交通振動有關之評估指標、規範及研究文獻資料。
- (三) 蒐集國內相關單位與交通環境振動有關之規定並進行研析比較。

二、研析我國民眾陳情交通環境振動案件，實地進行陸上運輸引起之環境振動量測，研提交通環境振動管制建議值：

- (一) 依民眾陳情交通環境振動案件類型，擬定測點選定原則、量測方法、分析方式及評估指標等，完成至少 15 處交通環境振動源特性背景調查，以及振動與噪音量測。
- (二) 振動量測時應包含背景環境振動值，以瞭解調查地點之振動影響情形。
- (三) 將調查結果與國外相關交通振動管制標準或規範研析比較，依現場調查研析結果，研提交通環境振動管制建議值。

三、研擬交通振動管制方式及管制期程，作為未來管制之參考：

- (一) 參考國外管制情形及我國振動陳情現況，研擬國內交通振動改善措施、管制作為、期程之建議，作為未來管制之參考。
- (二) 探討交通振動管制時段及管制區類別。
- (三) 研析因交通振動所引起低頻噪音之案例，至少 2 件。

結論

- 一、 本計畫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、挪威及荷蘭等世界各國與交通環境振動相關之內容。國際上除日本、韓國採取管制方式外，對於交通運輸所造成的環境振動值多採用建議值的方式管理，且著重在規劃時即納入振動之考量。
- 二、 有關環境振動之評估指標，國際間以 ISO 2631 為主要參考依據，頻率範圍以 1 Hz 至 80 Hz 為主。歐美國家多採用 ISO 2631 系列之振動規範，其係基於考量人體所受振動影響，故評估全身所受振動時三軸向均納入考量，並以 ISO 2631-2 在建築物室內為主要量測地點，或以人與振動源接觸地點為主。ISO 2631-2:2003 年版時提出可應用於任一軸向且不須考慮人體姿勢的 W_m 加權，並以測量結果之最大幅度軸向為考量。ISO 2631-2:2003 於 2013 年經 ISO 重新確認內容，未有任何增刪。由於振動具有空間特性，可將其分為水平 XY 方向及鉛垂 Z 方向等三軸向，日本韓國雖訂有三軸向之加權值，但因其研究發現三軸中最大振動量常出現在 Z 軸，再加上早期測量儀器及執法作業簡便考量，故僅管制 Z 軸振動量，並以在管制對象周界量測所得百分率位準 L_{10} 作為管制標準。
- 三、 由於振動評估指標在日本、韓國及我國環保署公告之環境振動測量方法所採用的參考加速度位準為 $10^{-5}m/s^2$ ，與 ISO 8041 及 ISO 2631 等振動規範所採用的 $10^{-6}m/s^2$ 不同，因此同一振動量以日韓方式計算結果會較 ISO 計算方式少 20 分貝，在比較或引用資料時須特別留意避免誤解。且日本的補正值（加權值）並未隨最新的 ISO 版本修改，故近年來日本也開始檢討是否要與國際接軌改採新標準。但由於其 40 年來所累積的數據量非常龐大，若修改的話影響層面廣，故尚在檢討之中。
- 四、 我國各運輸系統相關單位針對振動相關之規定多屬系統安全性以及乘客舒適性為考量，對於運輸系統所造成之環境振動影響，通常在環評階段會將振動納入考量。或者捷運系統以及輕軌系統有將相關內容納入設計規範中，如須符合振動管制標準或實施振動防制措施，但此些規定礙於我國並未立法管制振動，故欲符合管制標準之標準值僅能參

考如日本標準，並無相當強制力。

- 五、由環保署統計資料庫之 104 年至 106 年 11 月受理陳情案件數統計資料，交通振動項目的陳情數量確實較少僅有 3 件。另篩選各環保局提報振動陳情案件內容發現，其類型近似噪音管制法第六條之不具持續性或不易測量而足以妨害他人生活安寧之近鄰案件數，臺北市共提報 66 件（有 19 件為重複被陳情對象），營建工程陳情案件數佔 1/3；新北市共 88 件（有 8 件為重複被陳情對象），近鄰陳情案件數約佔三成；臺中市共 26 件近鄰陳情約佔該縣市總陳情三成，總計近鄰振動陳情有 71 件，145 件屬工廠及營業場所、營建工程共 97 件。而交通振動陳情案並未出現。
- 六、比較各國振動管制時段及管制區類別發現，各國對於振動之管制與噪音管制時段數不同，多僅區分日間及夜間，甚或不分時段全日皆採同一建議值。日間管制時間以早上 6 時至晚上 10 時為主，夜間管制時間則為晚上 10 時至隔日早上 6 時，此些時段屬一般民眾活動時段與休息睡眠時段。但亦有分為平常日（周一至周五）、周六及假日另外進行時段管制，此多以各國民眾生活習慣調整。針對管制分區，亞洲國家係以土地使用目的作為分區依據，而歐美國家則依建築物使用目的區分建議值。
- 七、本計畫共完成 20 處現場環境振動及噪音量測，其中軌道系統共 14 處、道路系統共 6 處，量測結果後處理求出三軸向之 L_{10} 、 L_{eq} 及 L_{max} 振動值($a_{ref}=10^{-6}m/s^2$)。以 ISO 2631-2:2003 W_m 加權(ISO)及 JIS Z 軸加權(JIS)計算，並依歷時圖分析振動類別，結果如下：
- （一） JIS 振動量與 ISO 振動量比較，多數測點計算出之 ISO L_{10} 或 L_{eq} 值，皆較 JIS 低，僅測點 7（快速道路台 74 線）ISO L_{eq} 值較 JIS 高 4 dB。在軌道系統其事件 L_{max} 值與事件 L_{eq} 值相差約 8 dB 至 14 dB，但在道路系統則相差 17 dB 至 32 dB，且皆遠高於 L_{eq} 及 L_{10} 之振動值。
- （二） 振動源 Z 軸振動量比較，多數測點以 Z 軸振動量最大，故以 Z 軸 L_{10} 之測值進行頻譜分析。捷運測點（臺北捷運及高雄輕軌）之振動特性趨勢多為在 1 Hz-80 Hz 頻率愈高數值愈高，並在 40 Hz

或 80 Hz 有較高之振動值；捷運測點（桃園捷運及高雄捷運）之振動特性趨勢多為線性上升，並多於 40 Hz 或 50 Hz 有較高之振動值；鐵路測點（高速鐵路）振動特性之趨勢於 6.3 Hz 至 10 Hz 及 20 Hz 至 31.5 Hz 有較高之振動值；鐵路測點（一般鐵路）振動特性之趨勢於 20 Hz 至 100 Hz 趨平緩並有較高之振動值；道路系統（一般道路、快速道路與高速公路）之振動特性趨勢相似，自頻率 12.5 Hz~16 Hz 後其各頻帶振動值趨平緩。

（三） 振動時域歷程特性，本計畫依噪音事件發生特性之不同將測量類型區分捷運、鐵路以及道路三大類，由歷時圖顯示，鐵路測點之背景振動皆較捷運以及道路系統低且穩定，而捷運係構築於市區中心之交通運輸系統，故其背景振動較複雜，與事件振動之差異較小，而道路系統則為持續不斷之振動源行經，除非雙向振動源都恰好未經過測點才能看出該測點之背景振動。

1. 捷運系統（臺北捷運、高雄捷運、桃園機場捷運及高雄輕軌）：

各捷運測點皆為變動間歇性非週期振動，不論測點鋪面材質為混凝土、瀝青、水泥或人行道磚。臺北捷運測點係地面以及地下段，高雄輕軌測點亦為地面，桃園捷運以及高雄捷運測點皆為高架段測點。因臺北捷運之列車行經時間皆較其他測點長且測點距離路權線較近，故其振動事件曲線較大且明顯，歷時曲線未加權振動值事件與背景相差約 35 dB；高雄輕軌則因行駛車速較慢且臨近一般道路，故其背景振動易受機動車輛干擾，事件與背景相差約 20 dB；桃園捷運及高雄捷運列車雖與臺北捷運相似，但因測量路段屬高架段，故振動傳遞至地面已衰減，事件與背景相差約 20 dB~25 dB。

2. 鐵路系統（一般鐵路及高速鐵路）：

各鐵路測點皆為變動間歇性非週期振動，不論測點鋪面材質為混凝土、瀝青、水泥或磁磚。高速鐵路測點皆為高架段測點，一般鐵路測點則皆為地面段。因高速鐵路之列車行駛速度快通過時間短，且測點多位於環境單純之民宅周遭，故其振動事件較捷運明顯，事件高出背景約 30 dB~40 dB；一般鐵路則

因行駛車種較多且距離路權線 6 m 以內，故事件高出背景更大約 35 dB~45 dB，且現場人員可感覺到列車通過時之振動。

3. 道路系統（一般道路、高速公路及快速道路）：

各道路測點皆為變動非週期性振動，不論測點鋪面材質為混凝土或瀝青其振動特性主要取決於振動源行駛之道路特性。高速公路為連續不間斷高流量之車流，一般道路則受交通號誌管制而有批次性之車流，快速道路雖亦為連續不間斷之車流，但因測點位於一般道路邊故振動量受行經之機動車輛影響。由圖顯示不論係屬高速公路、快速道路或一般道路，事件與背景相差較大約 25 dB~30 dB。

（四）振動源行經時及背景之振動量，分析振動源行經時及其測點背景之振動量差異，在道路系統之測點，振動源為各型車輛，其屬較連續不間斷之車流，故較不易分離出完全不受車流影響之背景振動值。軌道系統則以高鐵 3 處測點之背景振動值較其他測點低，係因測點周遭較無其他振動來源，而軌道系統所產生之事件振動量現場人員感受較強烈，實際測量而得之數值也顯示事件振動值較顯著，如以 JIS 加權計算結果與背景振動量平均差異約 28 dB，最大差異約 45 dB，而以 ISO 加權計算平均差異約 26 dB，最大差異則約 42 dB。道路系統事件振動值與背景振動值，JIS 加權計算之平均差異約 7 dB，最大差異約 11 dB，而 ISO 加權計算之平均差異約 8 dB，最大差異約 14 dB。

九、考量量測內容係環境振動，且量測位置位於路權線外，故與韓國其他地區日間振動標準值、日本第二類區日間振動標準值、韓國及日本日間及夜間寧靜區域標準值、西班牙住宅區標準值及丹麥日間混合區建議值進行比較。以頻率 1 Hz-80 Hz，參考加速度 10^{-6} m/s^2 ，取 L_{eq} 及 L_{10} 振動量將 ISO W_m 加權及 JIS Z 軸加權，分別與各國法規比較。

（一）標準值 90 dB：韓國日間其他區域及日本日間第二種區域標準值 90 dB 進行比對，共 0 處超過該標準值。

（二）標準值 80 dB：韓國及日本夜間寧靜區域標準值 80 dB 進行比對，共 0 處超過該標準值。

(三)標準值 75 dB：以西班牙住宅區之標準值 75 dB 進行比對，共 0~2 處約 0 %~10 %高於標準，若以 L_{10} 加權計算為臺北捷運及一般鐵路振動量較高，而以 L_{eq} 加權計算類別均低於標準值。

(四)標準值 70 dB：中國大陸日間住宅/文教區（建議值）70 dB 進行比對，以 L_{10} 加權計算之結果共 5~8 處約 5 %~40 %高於此值，並皆為軌道系統之測點。而以 L_{eq} 加權計算則僅 1 處超過建議值。

(五)標準值 65 dB：中國大陸夜間住宅/文教區（建議值）65 dB 進行比對，共 7~11 處約 35 %~55 %高於此建議值，並多為軌道系統之測點。

建議

- 一、 經與各國標準比較分析後，研提交通運輸系統之環境振動建議值，由比較結果可知，若以指標 L_{10} 進行 ISO W_m 加權計算，軌道系統之振動量較易超過標準值；以指標 L_{eq} 進行 ISO 加權計算，多數測點未高於標準值。探討各國管制值所使用之加權計算方式，日本及韓國係使用 Z 軸 L_{10} ，西班牙及 ISO W_m 加權則為最大振動軸向之 L_{eq} 。由以上分析結果，為考量人體對三軸向振動之感受，以及長時間振動感受，並可與國際接軌，故建議以 ISO $L_{10} W_m$ 加權計算方式，加速度參考基準 $10^{-6}m/s^2$ 作為振動指標。經 20 處測點測量結果與各國法規比較後，綜合考量各類交通引致之環境振動，若將建議標準值定在 ISO $L_{10} W_m$ 加權為 75 dB($a_{ref.}=10^{-6}m/s^2$)，約有 5 %測點會超過此建議值。
- 二、 以目前統計的交通振動陳情件數來看交通振動對於民眾的影響不若噪音那麼明顯，因此在管制作為方面，可再持續進行本土振動值的實測資料，並追蹤國外針對振動對人影響的相關研究結果，藉以比較各項振動源對人的影響程度，以評估未來提出相關建議限值及是否納入管制的考量。
- 三、 針對交通振動之減振措施，除了由振動源減少振動外，主要可利用距離衰減原理，儘量加長振源與受振點的距離，但同時必須考慮振動源、傳遞路徑及受振點的共振頻率。經本計畫蒐集相關的國外文獻，建

議具有文化歷史的市中心鋪設電車軌道時，應採用軌道填料(rail fillers)、隔音墊和軌道潤滑系統減振；在住宅區可只以軌道填料減振；對於住宅區內的電車支線，可以使用枕木支撐結構(sleeper supporting structures)或非枕木支撐結構(sleeperless supporting structures)。堆放沙包亦可降低高速公路及一般鐵路所產生之振動，改善路基結構則可有效減低高速鐵路之振動影響。

四、 參考所蒐集各國減振措施之文獻，軌道交通系統減振措施主要以道碴墊(ballast mats)、浮動式道床(floating slabs)、彈性扣件、彈性枕木、建築物改善或地基改善等。多數減振措施都係由振動源端進行改善及防制，因振動所產生之能量傳遞較遠，且其能量係藉由結構傳遞，變因較多故傳遞過程不易控制，針對振動之防制措施建議由源頭控制效果最佳，除不得已之情況下才選擇以防振溝或振波障礙物作為減制策略。因此在交通系統初期規劃設計時即應納入考量。

五、 對於道路系統或軌道系統之振動防制，若從無法從源頭進行防制，則應定期保養修護軌道及道路之平整度，減少列車或車輛因行駛至凹凸面而產生振動現象。

六、 目前我國雖沒有振動管制法令，但通常若民眾陳情振動問題時，也一併受到噪音困擾，因此現階段環保單位以噪音管制標準(工廠、娛樂營業場所、營建工程及其他經主管機關公告之噪音管制標準(含低頻噪音管制標準))，即可將其振動伴隨噪音問題一併要求污染源改善而解決。再由振動陳情緣由而言，以工廠、營建工程所陳情的振動件數較多。因此本計畫研擬初步振動管制期程，以近程、中程、長程之建議依序如下：

(一) 近程：持續關注世界各國針對振動管制或建議之動態及最新研究，以擬定符合現狀之相關管制內容，並能與世界潮流接軌。同時研擬提供相關業者振動改善指引手冊，列出可能發生振動之機具、道路、運輸系統或非機械所造成之振動，可採取之防制措施與建議，並宣導自主管理與防制。

(二) 中程：持續針對國內各類別振動源類型進行量測工作，以建立本土環境振動資料庫。

(三) 長程：建立振動管制專法，公告營建工程、工廠(場)、交通系統、娛樂、營業場之振動建議值，使業者及相關單位有所依循。在振動管制法發布以前，建議可先行進行建議值公告，以指導方針為輔之作法，提醒業者或交通單位注意振動問題，進行自主管理與防制。

1. 第一階段：依照陳情案件量較多之營建工程及工廠類別為第一步推動之對象，公告營建工程及工廠振動源建議值，並以指導方針列出各營建工程中所使用可能發生振動之機具可採取防制措施與建議，宣導業者進行自主管理與防制。建議施行期程年數為 2 年，讓業者熟悉作法與習慣參考建議值。

2. 第二階段：公告交通振動源振動建議值，與道路或運輸系統相關所引起之振動，超過建議值時主管機關應採取適當之防制措施。參考我國陸上交通運輸系統噪音管制標準管制的 5 大系統，以及由環境音量標準所規範的一般道路，對於環境交通振動之管制對象建議，交通運輸系統可分為六大類，分別為快速道路、高速公路、一般鐵路、高速鐵路、大眾捷運系統及一般道路。建議交通運輸系統振動緩減期程可分為兩階段說明如下：

(1) 大眾捷運系統、一般鐵路及快速道路系統：目前於各縣市持續擴增之交通系統為大眾捷運系統，且捷運系統多設置於人口密集地區，以及鐵路電氣化及改善計畫持續進行，另公路總局規劃至 108 年將完成西濱快速道路部分路段之新建，而多數快速道路皆係穿梭於都市周邊之道路，車速及流量較一般道路高可能造成之振動影響亦較大，因振動防制措施實施最佳方案為由源頭管制，故建議大眾捷運系統、一般鐵路及快速道路系統可列為優先振動緩減示範之對象，以從設計及施工階段即考量減振措施之設置等，達到優良防制效果。

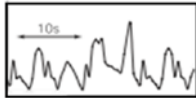
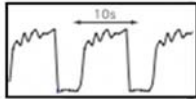
(2) 高速鐵路、高速公路及一般道路：由於高速鐵路與高速公路之建置已大致完成，故若有相關之振動陳情或須改善地段多已改善完成或正在處理改善中，而一般道路之振動產生，多屬非常態性之振動源，如周遭有施工工地故相關機具之出入，或臨時

行經之重型車輛，當工期結束相關振動源即解除，故上述之交通系統其振動管制之急迫性及預防性較低，建議可將之列為第二階段振動緩減對象。

3. 第三階段：振動管制法法制作業之進行期程，參考建議值公告時期發生之狀況與執行建議，擬定振動管制法條例，進行法制程序之流程。
4. 第四階段：發布振動管制法，當超過振動管制標準時或有違法之作為時，即依法進行處分。

名詞說明

a_{ref}	振動位準參考加速度。單位為 m/s^2 。
L_{10}	指測量期間有 10 % 比例時間其噪音值或振動值大於或等於該位準。
L_{Aeq}	A 加權均能音量。單位為 dB(A) 。 依我國噪音管制標準第二條，指頻率 20 Hz 至 20 kHz。
$L_{\text{Aeq,LF}}$	A 加權低頻均能音量。單位為 dB(A) 。 依我國噪音管制標準第二條，指頻率 20 Hz 至 200 Hz。
L_{aw}	振動評估指標總加權振動等級。單位為 dB 。 a_w 為均方根頻率加權加速度。 $L_{aw} = 20 \log \left(\frac{a_w}{a_0} \right)$
L_{eq}	用於振動評估時，指特定時段內所測得振動位準之能量平均值，單位為 dB 。 a_0 加速度基準值 (10^{-5} m/s^2 或 10^{-6} m/s^2) 比值的平方再取對數值並乘上 10 即為 L_{eq} ，用於評估環境振動計算。 $L_{av} = 10 \log \left(\frac{a}{a_0} \right)^2$
L_{eq}	用於噪音評估時，指 Equivalent sound level 均能音量，係特定時段內所測得音量之能量平均值。單位為 dB 。 T 為測量時間(s)； P_t 為測量音壓(Pa)； P_0 為基準音壓($20\mu\text{Pa}$) $L_{eq} = 10 \log \frac{1}{T} \int_0^T \left(\frac{P_t}{P_0} \right)^2 dt$
L_{max}	指測量期間中測得最大噪音或振動量之數值。
L_n	百分率音壓位準或百分率振動位準。顯示測量期間 n% 比例時間，其噪音值或振動值大於或等於該位準。
L_v	振動速率位準。單位為 dB 。
PPV	振動速度最大振幅(The Peak Particle Velocity)。單位 mm/s 。
rms	振動用於衡量人類感受度，係將每秒原始訊號平方後再均方根(The root mean square)。單位 mm/s 。
V_p	指定時間內質點速度 PPV 值。單位 mm/s 。
V_{ref}	參考振動速率。單位為 m/s 。

VDV	1/4 冪次方振動位準，對尖峰值(peaks)的敏感度較平方法強。 單位為 $\text{m/s}^{1.75}$ 或 $\text{rad/s}^{1.75}$。 $a_w(t)$ 為瞬時間頻率加權加速度，T 為量測時間。 $a_w(t) = \sqrt{a_{w,x}^2(t) + a_{w,y}^2(t) + a_{w,z}^2(t)}$ $\text{VDV} = \left[\int_0^T (a_w(t))^4 dt \right]^{1/4}$
$V_{\max}$	最大振動速度值。單位為 m/s 。
W_d	ISO 2631-1:1997 x 軸及 y 軸方向及臥姿水平方向全身振動加權。單位為 dB 。
W_b	ISO 2631-4 垂直方向全身振動加權，坐姿、站姿或躺臥時之 z 軸。單位為 dB 。
W_k	ISO 2631-1:1997 鉛垂方向及臥姿垂直方向全身振動加權。單位為 dB 。
W_m	ISO 2631-2:2003 建築物內全身振動三軸加權。單位為 dB 。
慢特性 (Slow)	用於穩定噪音—音壓位準保持在一定值，不隨時間改變(變動量極小)。如飛機噪音之量測。
快特性 (Fast)	用於變動噪音—音壓位準的改變量在 6 dB 以上，在變動過程中不會降回到與背景噪音一樣。
變動性振動	不規則大幅變動 
間歇性振動	非週期 
衝擊性振動	週期 

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

大多數的噪音都是機械運轉所產生，而運轉時往往伴隨著振動現象，因此衍生出振動問題，如營建工地機具施工時產生的撞擊音及振動、工廠大型機具壓鑄等產生的噪音及振動、軌道或車輛行駛時引擎噪音振動、或一般住宅冷卻水塔或壓縮機也會有噪音及振動問題。

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。

爾後環保署於民國 87 年邀請國內振動方面的專家學者，成立「振動管制法相關法規制定技術諮詢小組」，並於 88 年召開第一次諮詢會議，91 年研修振動管制法草案，並實際量測環境振動及研究防振技術，作為振動管制的參考。惟「振動管制法」草案架構係參考當時版本的「噪音管制法修正草案」架構，時空已轉變，對於振動管制法草案之內容必須再重新檢討。

為完備環境保護工作，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。

本年度工作為蒐集整理國內外相關規範及管制方式，並針對交通系統所產生之環境振動進行現場量測，提出未來可能的管制策略及改善措施建議，作為振動管制之前置作業。

1.2 計畫目標

- 一、蒐集分析國內外環境中交通振動源相關現況、規範及文獻資料。
- 二、研析我國民眾陳情交通環境振動案件，實地進行陸上運輸引起之環境振動量測，研提交通環境振動管制建議值。
- 三、研提交通振動管制方式，作為未來管制之參考。

1.3 工作內容

本計畫工作內容至少應包含下列各項：

- 一、蒐集分析國內外環境中交通振動源相關現況、規範及文獻資料：
 - (一) 蒐集分析國內外環境中交通振動源特性、現況、法規內容、管制對象、管制標準及管制情形。
 - (二) 國外與環境中交通振動有關之評估指標、規範及研究文獻資料。
 - (三) 蒐集國內相關單位與交通環境振動有關之規定並進行研析比較。
- 二、研析我國民眾陳情交通環境振動案件，實地進行陸上運輸引起之環境振動量測，研提交通環境振動管制建議值：
 - (一) 依民眾陳情交通環境振動案件類型，擬定測點選定原則、量測方法、分析方式及評估指標等，完成至少 15 處交通環境振動源特性背景調查，以及振動與噪音量測。
 - (二) 振動量測時應包含背景環境振動值，以瞭解調查地點之振動影響情形。
 - (三) 將調查結果與國外相關交通振動管制標準或規範研析比較，依現場調查研析結果，研提交通環境振動管制建議值。
- 三、研擬交通振動管制方式及管制期程，作為未來管制之參考：
 - (一) 參考國外管制情形及我國振動陳情現況，研擬國內交通

振動改善措施、管制作為、期程之建議，作為未來管制之參考。

(二) 探討交通振動管制時段及管制區類別。

(三) 研析因交通振動所引起低頻噪音之案例，至少 2 件。

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106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。

各主要完成內容說明如下：

一、 第一次工作進度報告：106 年 6 月 30 日

- (一) 研析 2 件因振動所引起低頻噪音之案例。
- (二) 彙整及分析各縣市環保局提報振動相關陳情統計。
- (三) 彙整及分析歷年噪音及振動公害陳情統計。
- (四) 擬定測點選定原則、量測方法、分析方式及評估指標。
- (五) 蒐集國內外有關交通環境振動之法規。
- (六) 蒐集國內外有關振動之文獻。

二、 期中報告：106 年 8 月 31 日

- (一) 蒐集國內外有關環境振動相關資訊。
- (二) 累計完成 13 處現場交通環境振動量測。
- (三) 初提調查結果與國外管制標準之比較。
- (四) 初擬國內交通振動改善措施、管制作為、期程之建議。
- (五) 完成期中報告。

三、 期末報告(初稿)：106 年 11 月 30 日

- (一) 蒐集國內外有關環境振動相關資訊。
- (二) 累計完成 20 處現場交通環境振動量測。

- (三) 研提調查結果與國外管制標準之比較。
- (四) 研擬國內交通振動改善措施、管制作為、期程之建議。
- (五) 完成所有工作項目。
- (六) 完成期末報告。

四、 期末報告(定稿)：106 年 12 月 30 日

- (一) 依期末審查意見修正並完成期末報告定稿本。

本計畫之各項次查核點如表 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	106 年								
	月份	4	5	6	7	8	09	10	11	12
1. 蒐集分析國內外環境中交通振動源特性、現況、法規內容、管制對象、管制標準及管制情形。		1.0%	2.0%	3.0%	2.0%	2.0%	2.0%			
2. 國外與環境中交通振動有關之評估指標、規範及研究文獻資料。		1.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%			
3. 蒐集國內相關單位與交通環境振動有關之規定並進行研析比較。		1.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%			
4. 依民眾陳情交通環境振動案件類型，擬定測點選定原則、量測方法、分析方式及評估指標等，完成至少 15 處交通環境振動源特性背景調查，以及振動與噪音量測。			2.0%	3.0%	3.0%	2.0%	2.0%	2.0%	1.0%	
5. 振動量測時應包含背景環境振動值，以瞭解調查地點之振動影響情形			2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%		
6. 將調查結果與國外相關交通振動管制標準或規範研析比較，依現場調查研析結果，研提交通環境振動管制建議值。							3.0%	3.0%	3.0%	
7. 參考國外管制情形及我國振動陳情現況，研擬國內交通振動改善措施、管制作為、期程之建議，作為未來管制之參考。						2.0%	2.0%	2.0%	3.0%	
8. 探討交通振動管制時段及管制區類別。					2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	3.0%	
9. 研析因交通振動所引起低頻噪音之案例，至少 2 件。			3.0%	3.0%	2.0%	2.0%				
預定每月百分比 (%)		3.0%	13.0%	15.0%	15.0%	16.0%	17.0%	11.0%	10.0%	0.0%
預定進度累積百分比 (%)		3.0%	16.0%	31.0%	46.0%	62.0%	79.0%	90.0%	100.0%	100.0%

查核點	預定完成時間	查核點內容說明
協助擬定振動陳情點函稿	106.04.28	提供環保署發函環保局請其提供兩年內交通振動陳情點
擬定測點選定原則、量測方法、分析方式	106.05.20	彙整完成環保局提供測點之選擇，並提出量測作業流程及測點選定。
量測 2 件因交通振動所引起低頻噪音之案例	106.05.31	提出案件量測分析報告。
第一次工作進度報告	106.06.30	1. 蒐集國內外有關交通振動之法規。 2. 蒐集國內外有關振動之文獻。 3. 完成量測 2 件因交通振動所引起低頻噪音之案例 4. 共完成至少 2 處現場環境振動及噪音量測。
現場環境振動及噪音量測	106.07.31	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 5 處。
期中報告	106.08.31	1. 蒐集國內外有關環境振動相關資訊。 2. 累計完成至少 10 處現場交通環境振動量測。 3. 初提調查結果與國外管制標準之比較。 4. 初擬國內交通振動改善措施、管制作為、期程之建議。 5. 完成期中報告。
現場環境振動及噪音量測	106.10.31	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 18 處。
期末報告	106.11.30	1. 蒐集國內外有關環境振動相關資訊。 2. 累計完成 20 處現場交通環境振動量測。 3. 完成調查結果與國外管制標準之比較。 4. 研提交通環境振動管制值。 5. 研擬改善措施及管制期程之建議。 6. 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			
蒐集分析國內外環境中交通振動源特性、現況、法規內容、管制對象、管制標準及管制情形。	已蒐集分析日本、韓國、西班牙等國振動管制相關內容。	√					
國外與環境中交通振動有關之評估指標、規範及研究文獻資料。	已蒐集各國振動相關指標、規範及學術研究等內容。	√					
蒐集國內相關單位與交通環境振動有關之規定並進行研析比較。	已蒐集我國高鐵、電車、捷運等與振動相關技術規範內容。	√					
依民眾陳情交通環境振動案件類型，擬定測點選定原則、量測方法、分析方式及評估指標等內容，完成至少 15 處交通環境振動源特性背景調查，以及振動與噪音量測。	已完成測點選定原則、量測方法、分析方式及評估指標等內容，並完成 20 處交通環境振動源特性背景調查，以及振動與噪音量測。	√					
振動量測時應包含背景環境振動值，以瞭解調查地點之振動影響情形。	已完成 20 處背景環境振動量測。	√					
將調查結果與國外相關交通振動管制標準或規範研析比較，依現場調查研析結果，研提交通環境振動管制建議值。	將已量測完成之 20 處振動量測結果並分析比較，研提交通環境振動管制建議值。	√					
參考國外管制情形及我國振動陳情現況，研擬國內交通振動改善措施、管制作為、期程之建議，作為未來管制之參考。	研擬國內交通振動改善措施、管制作為、期程之建議。	√					
探討交通振動管制時段及管制區類別。	已探討交通振動管制時段及管制區類別。	√					
研析因交通振動所引起低頻噪音之案例，至少 2 件。	已完成 2 件案例研析。	√					

第二章 相關背景資料

工作成果摘要

1. 說明噪音與振動的不同特性。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。
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。

第二章 相關背景資料

本章簡述噪音與振動特性比較、交通振動源特性及我國振動管制推動情形。

2.1 噪音與振動特性比較

噪音與振動的傳遞方式及人體感受不盡相同，故其所採用的指標與計算方式亦有所不同，針對噪音與振動常用之指標及特性整理如表 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一致，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。

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、我國 CNS
		10^{-6} m/s^2	ISO 2631

2.2 不同振動源之特性

振動主要分為四種類型，穩定持續性、變動間歇週期性、變動間歇非週期性及變動不規則性振動，圖 2.2-1 為不同振動源之時域變化實例說明圖，振動結構會因複雜的地面條件和其他相關聯變數，影響地面振動的因素如傳遞到地面的能量、振動源與受體間的距離、現場地質條件（如土壤、岩石、地下水位等）、地面與受體結構的耦合效應或受體結構的接收振動的方式。

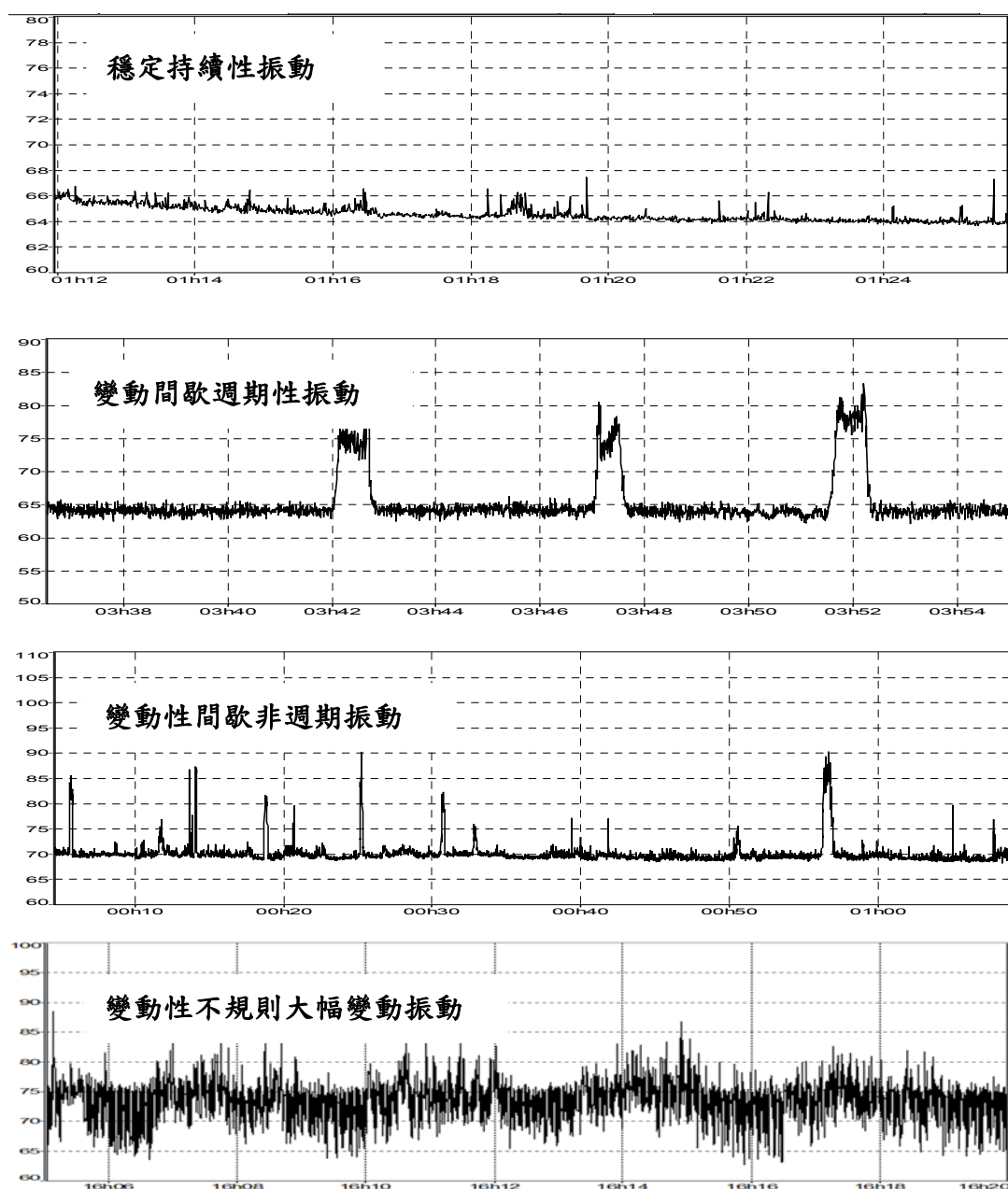
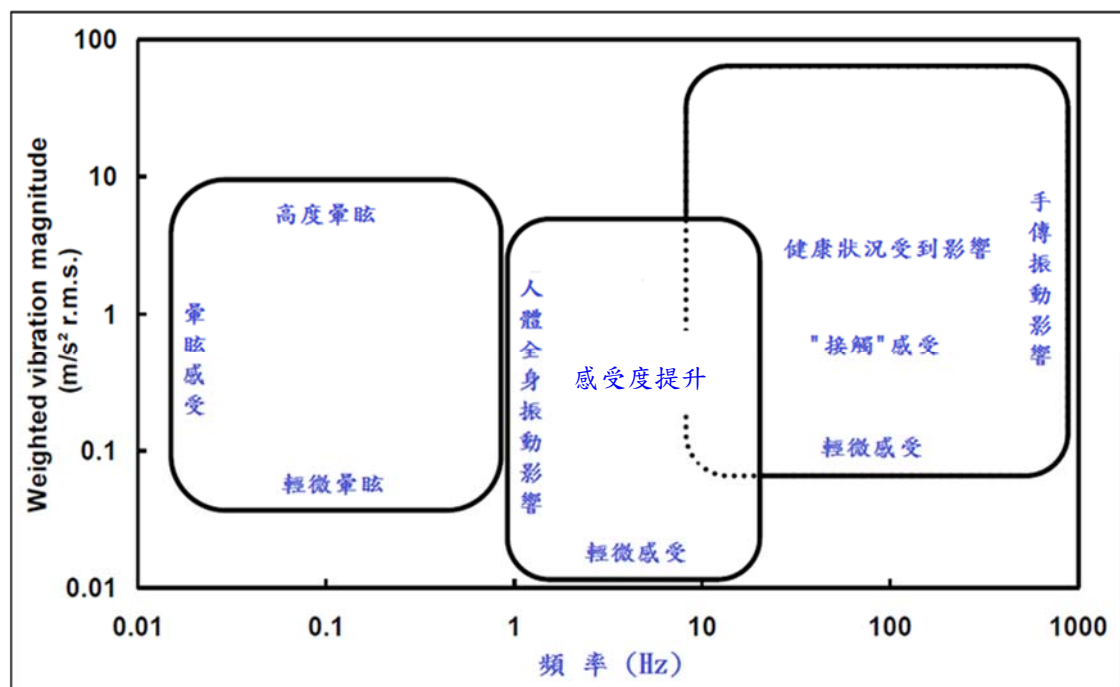


圖 2.2-1 振動時域歷程特性比較圖

2.3 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，總體振動量可以用於評估身體受振動影響的感受度、舒適性或不悅度。人、建築物或環境受振動影響時，通常以速度或加速度進行定義及計算，單位為 m/s 、 m/s^2 或 VdB 表示振動量。

針對振動影響所提出之建議值，各國大多以考量人體舒適度、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營建施工方面之影響。而不論是針對環境、交通系統或是營建工程方面，大多數國家振動頻寬範圍為 1 Hz~80 Hz，而各國對於這樣的頻寬選擇與英國一個人體振動保護研究結果相似，振動頻率會影響到日常環境生活品質，主要介於 1 Hz~40 Hz，如圖 2.3-1 所示。



資料來源：Protecting people from vibration, Neil Mansfield, 2011, UK

圖 2.3-1 人體於不同頻率下振動感受（振動以加速度為單位）

2.4 我國振動管制推動情形

我國在噪音管制法於 72 年公布後，對於振動管制法規的研擬及推動工作也接著進行。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。

由於環境振動係由振動源透過地層及結構物傳遞，一旦有振動干擾問題產生，其改善方式較諸噪音更形有限。國際上對於振動亦多採用設定建議值的管理方式，較少採用強制性的管制方式。故為瞭解我國環境中各種可能振動源的振動特性，俾作為後續研擬評估各種振動源適當的建議或管制標準，環保署自 95 年起，持續針對交通或固定振動源如高速鐵路、一般鐵路、高架道路等地點實地進行振動量測，以期建立背景資料。而為了便於環保單位在審核環評及環說報告有可依循的程序，於 103 年研提開發行為振動評估審核機制，供環保局參考使用。104 年研提振動管制策略及改善措施相關建議。105 年針對工廠及營建工程進行現場實測並以不同評估指標分析其結果。

2.5 我國振動及噪音陳情數量統計

當民眾進行公害陳情經環保單位受理後，其資料會進入公害陳情系統資料庫，環保局據此前往處理。當處理完成後其處理結果需登錄回公害陳情系統資料庫，再匯入噪音陳情管制處理登錄系統（EEMS），環保署統計室依據各類公害陳情處理案件數進行年度統計，並發布環境保護統計月報及年報資料。由於我國並未立法管制振動，故目前稽查處分統計（處理案件數）並無振動項目，但受理民眾陳情之統計資料庫會包含振動項目。

由環保署統計資料庫，統計我國 96 年至 106 年 10 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 2.5-1 至圖 2.5-3 及表 2.5-1 至表 2.5-3 所示。

由振動陳情受理案件統計結果得知，近十年間以 103 年及 104 年之振動陳情件數較高，分別為 300 件及 301 件，其中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 10 月以近鄰陳情類別為主。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。

在噪音方面，105 年受理噪音陳情案件數逾 8 萬件，自 96 年至今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 10 月近鄰陳情數量則開始增加。

在噪音方面，105 年噪音稽查處分案件數，如表 2.5-4 及圖 2.5-4 所示。統計結果顯示以臺北市稽查處分案件數最多，105 年近 2 萬 6 千件，其次為新北市，再其次為臺中市及高雄市。

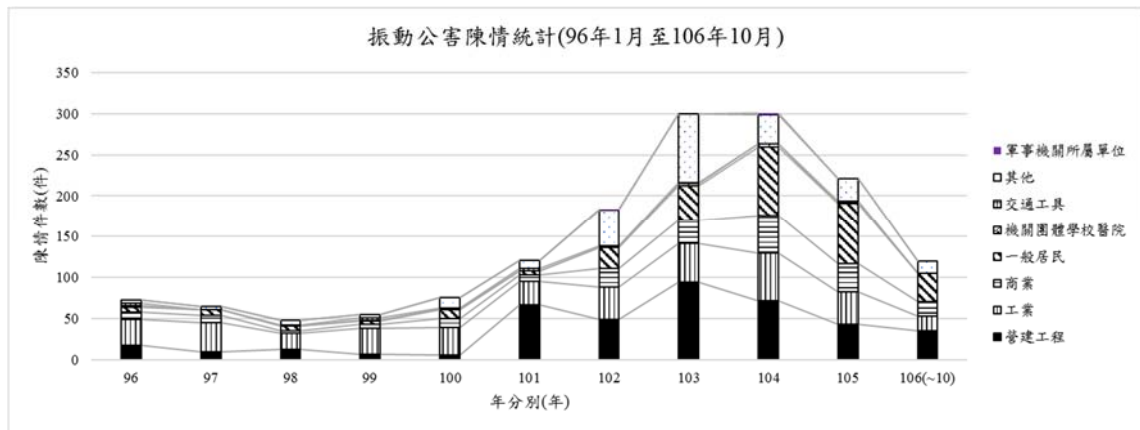


圖 2.5-1 振動公害陳情受理案件統計-依行業別（96 年 1 月至 106 年 10 月）

表 2.5-1 振動公害陳情受理案件統計-依行業別（96 年至 106 年 10 月）

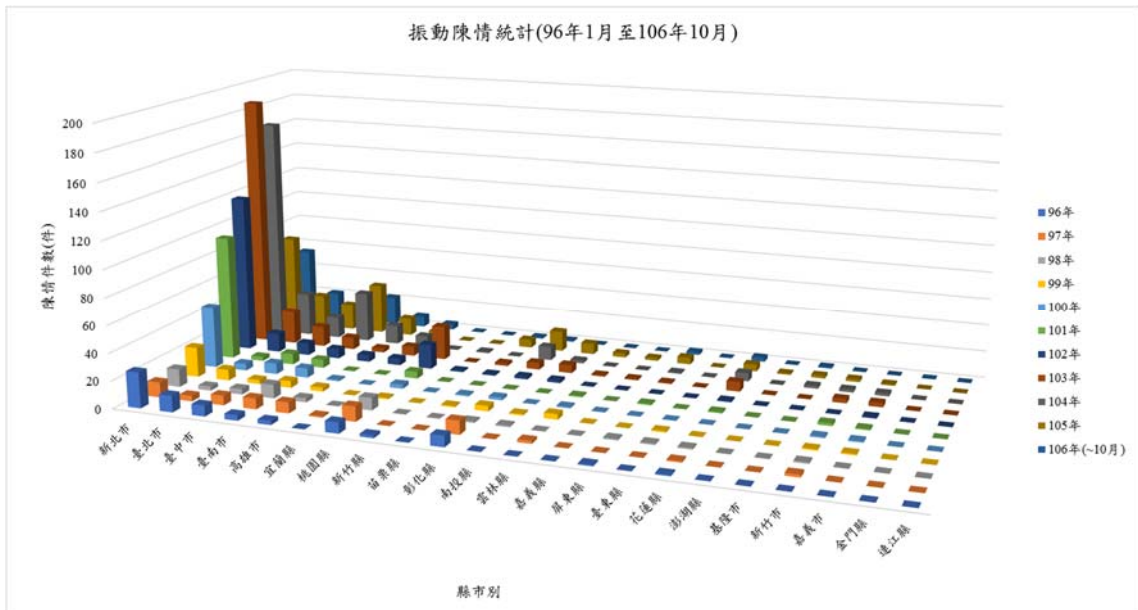
年份	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106(~10)
總計	73	65	48	55	76	121	184	300	301	221	120
機關團體 學校醫院	2	—	—	1	1	—	—	3	4	—	0
軍事機關 所屬單位	—	—	—	—	—	—	1	—	2	—	0
商業	9	9	3	5	11	8	23	29	46	34	18
工業	31	35	19	31	33	28	39	47	58	40	18
營建工程	18	10	13	7	6	67	49	94	72	43	35
交通工具	3	—	1	3	1	3	2	1	—	3	0
一般居民	6	7	6	4	11	5	26	42	83	74	34
其他	4	4	6	4	13	10	44	84	36	27	15

資料來源：環保署統計資料庫

表 2.5-2 振動公害陳情受理案件統計-依縣市別（96 年至 106 年 10 月）

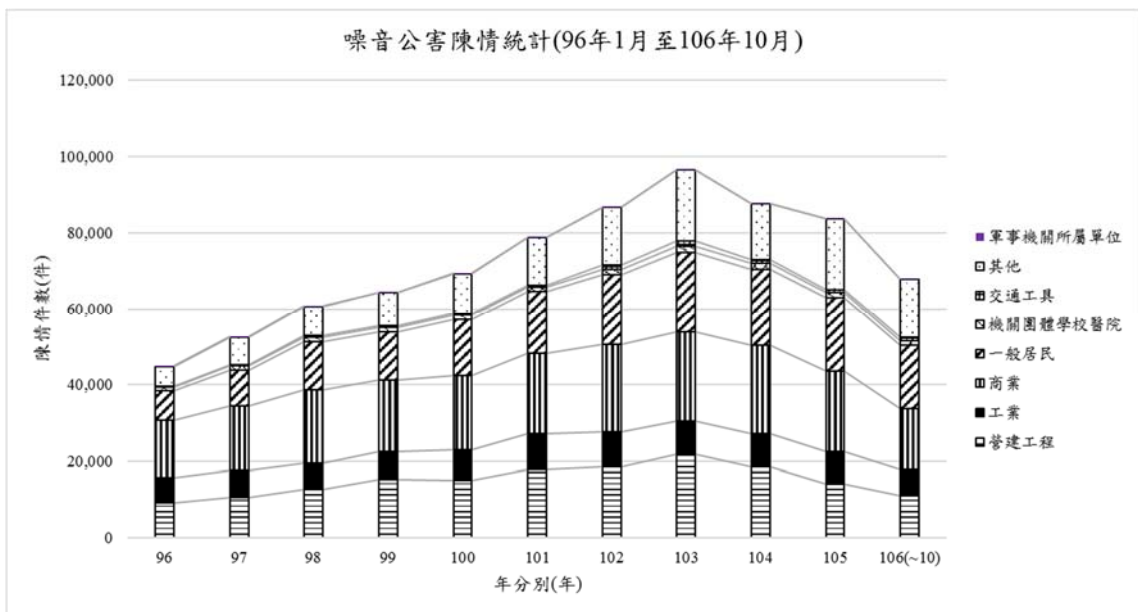
地區別	96 年	97 年	98 年	99 年	100 年	101 年	102 年	103 年	104 年	105 年	106 年(~10 月)
總計	73	65	48	55	76	121	184	300	301	221	120
新北市	26	11	13	22	46	93	118	187	166	70	54
台北市	12	4	3	8	5	3	14	25	33	25	21
台中市	8	7	4	3	8	8	9	15	16	20	3
台南市	4	8	10	5	7	6	7	9	38	38	22
高雄市	3	8	3	3	1	—	5	3	14	13	8
桃園市	8	11	9	1	3	5	18	25	—	—	4
宜蘭縣	0	1	0	0	—	—	5	7	8	5	0
新竹縣	2	0	0	0	—	—	1	—	1	—	0
苗栗縣	0	0	0	1	1	—	1	2	—	6	1
彰化縣	8	10	1	4	2	—	2	5	10	15	1
南投縣	0	0	1	1	—	—	2	6	2	8	0
雲林縣	0	2	0	4	1	1	—	1	—	3	0
嘉義縣	0	0	0	0	—	—	—	1	—	2	0
屏東縣	1	0	1	0	—	1	—	1	1	5	2
台東縣	0	0	1	1	—	—	—	—	—	—	0
花蓮縣	1	1	1	0	—	1	1	7	6	5	3
澎湖縣	0	0	0	0	—	—	—	—	—	1	0
基隆市	0	0	0	0	—	—	—	—	2	2	1
新竹市	0	2	1	1	1	2	—	3	2	2	0
嘉義市	0	0	0	1	1	1	1	3	2	1	0
金門縣	0	0	0	0	—	—	—	—	—	—	0
連江縣	0	0	0	0	—	—	—	—	—	—	0

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 2.5-2 振動公害陳情受理案件統計-依縣市別（96 年 1 月至 106 年 10 月）



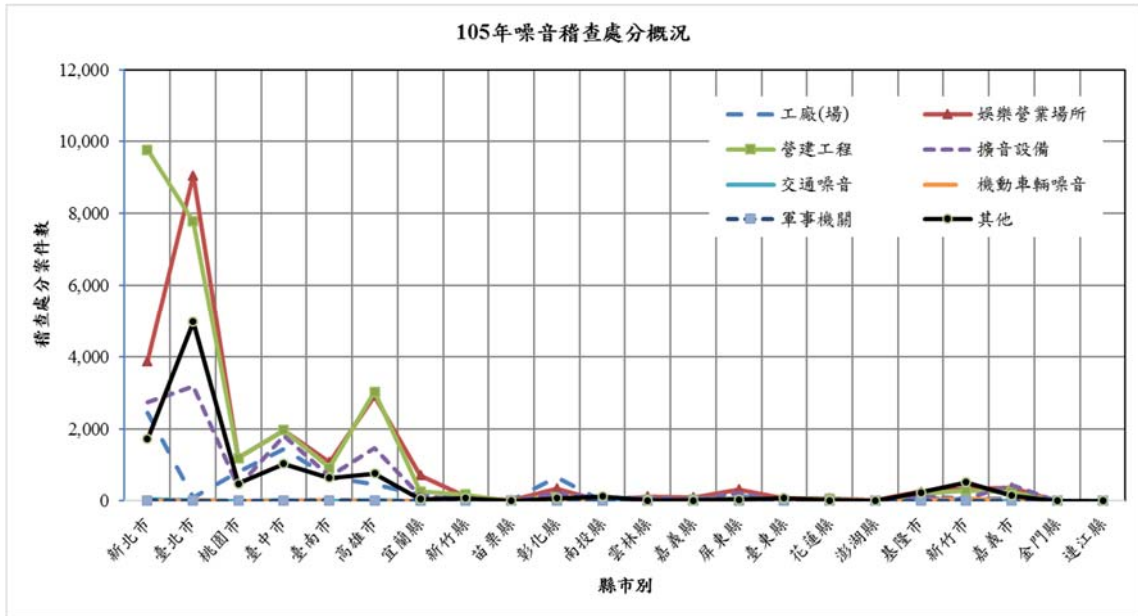
資料來源：環保署統計資料庫

圖 2.5-3 噪音公害陳情受理案件統計-依行業別（96 年 1 月至 106 年 10 月）

表 2.5-3 噪音公害陳情受理案件統計-依縣市別(96 年 1 月至 106 年 10 月)

年 縣市別	96 年	97 年	98 年	99 年	100 年	101 年	102 年	103 年	104 年	105 年	106 年(~10 月)
總計	44,879	52,586	60,768	64,476	69,458	78,987	86,800	96,739	87,906	83,749	67,885
新北市	10,285	11,709	12,854	14,760	18,072	23,578	23,502	26,673	24,571	22,847	17,014
臺北市	15,865	21,682	27,925	28,055	25,519	26,469	29,344	33,627	25,320	22,674	18,602
臺中市	2,990	3,248	3,176	3,507	6,638	8,447	10,897	11,667	2,519	2,883	2,634
臺南市	2,286	2,360	2,578	2,944	3,461	4,095	4,440	4,773	12,555	13,707	11,113
高雄市	3,537	3,464	4,126	4,830	5,373	6,100	7,468	7,860	4,505	4,257	3,447
桃園市	2,833	2,762	2,518	2,708	2,432	1,931	2,337	2,546	1,416	1,315	7,215
宜蘭縣	698	693	981	914	778	844	1,028	1,149	8,250	7,472	761
新竹縣	76	51	52	156	206	132	187	236	313	493	313
苗栗縣	483	429	429	408	438	527	507	497	484	506	543
彰化縣	1,479	1,612	1,420	1,468	1,432	1,661	1,572	1,423	1,455	1,715	1,343
南投縣	317	390	391	415	393	494	637	710	703	1,138	1,109
雲林縣	634	433	511	443	588	448	426	431	450	422	377
嘉義縣	306	250	302	329	378	509	391	360	334	275	286
屏東縣	676	706	891	902	836	715	925	990	1,081	1,002	730
臺東縣	180	181	159	169	240	160	170	179	197	207	156
花蓮縣	375	346	333	260	262	230	260	270	255	201	164
澎湖縣	47	53	43	51	33	24	35	19	25	126	58
基隆市	432	518	603	578	636	642	655	810	811	582	445
新竹市	911	1,163	869	820	925	926	814	1,059	1,186	989	841
嘉義市	449	523	590	716	782	1,041	1,160	1,421	1,435	902	710
金門縣	13	13	14	42	32	13	45	39	41	36	23
連江縣	7	0	3	1	4	1	—	—	—	—	1

資料來源：環保署統計資料庫



資料來源：105 年中華民國環境保護統計年報

圖 2.5-4 105 年噪音稽查處分概況

表 2.5-4 105 年各縣市噪音稽查處分概況

縣市別	工廠(場)	娛樂營業	營建	擴音	交通	機動車輛	軍事	其他	總計
總 計	7,404	22,977	26,139	11,682	157	114	46	10,976	79,495
新北市	2,450	3,883	9,768	2,724	47	—	10	1,710	20,592
臺北市	99	9,064	7,776	3,169	19	13	2	4,973	25,115
桃園市	808	1,194	1,184	376	6	—	2	479	4,049
臺中市	1,429	1,963	1,963	1,803	19	2	—	1,028	8,207
臺南市	648	1,084	923	678	8	23	18	642	4,024
高雄市	455	2,907	3,026	1,468	20	2	7	758	8,643
宜蘭縣	158	713	264	145	7	1	—	53	1,341
新竹縣	85	129	172	25	1	—	1	70	483
苗栗縣	24	23	5	2	—	—	—	—	54
彰化縣	667	344	113	212	8	1	1	78	1,424
南投縣	—	4	—	76	—	—	—	129	209
雲林縣	100	122	27	106	5	—	—	16	376
嘉義縣	103	103	21	49	—	—	—	14	290
屏東縣	134	318	78	210	6	—	1	41	788
臺東縣	6	78	33	2	1	—	1	71	192
花蓮縣	51	75	64	33	1	—	2	16	242
澎湖縣	—	16	—	—	—	—	—	—	16
基隆市	60	255	181	117	—	—	—	230	843
新竹市	47	338	295	62	8	72	—	514	1,336
嘉義市	80	364	245	425	1	—	1	154	1,270
金門縣	—	—	1	—	—	—	—	—	1
連江縣	—	—	—	—	—	—	—	—	—

資料來源：105 年中華民國環境保護統計年報

第三章 蒐集分析國內外環境中交通振動源相關現況、規範及文獻資料

工作成果摘要

1. 環境中交通振動相關之管制，目前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、挪威及荷蘭等世界各國與交通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或技術指南進行蒐集。蒐集世界各振動相關規定或技術指南，包括 ISO、丹麥、澳洲、英國及美國。
2. 針對國內主管機關與交通振動相關之規定，主要以軌道系統如捷運、鐵路及高速鐵路。

第三章 蒐集分析國內外環境中交通振動源相關現況、規範及文獻資料

針對環境中交通振動相關規範或文獻，本計畫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、挪威及荷蘭等世界各國與交通環境振動相關之內容，並包括國內主管機關與其他國家或地區之規定或技術指南。在亞洲國家中，僅日本及韓國制定有針對環境中的振動問題進行管制的中央法令。日本稱「振動規制法」，該法係針對振動進行管制，而韓國則為「噪音與振動管制法」，該法中涵括噪音及振動的管制措施。我國環境影響評估工作中有關振動的評估，多參考日本規範進行。本計畫綜整上述內容以作為現場量測之選點規劃及研擬環境交通振動相關管制內容及改善策略之參考依據。

3.1 蒐集分析國內外環境中交通振動源特性、現況、法規內容、管制對象、管制標準及管制情形

3.1.1 日本

一、日本管制情形及現況

日本振動規制法於 1976 年公布，至 2016 年已實施 40 年，歷年振動陳情數量統計如表 3.1.1-1 及圖 3.1.1-1，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。而針對 2015 年陳情案件量前五大都市，如表 3.1.1-2 所示，以東京都遠大於其他都市，再依序為大阪府、埼玉縣、神奈川縣、愛知縣；若以每一百萬人口中發生陳情案件數計算，依序為東京都 62 件/100 萬人、埼玉縣 37 件/100 萬人、大阪府 36 件/100 萬人、愛知縣 35 件/100 萬人、千葉縣 31 件/100 萬人，全國平均為 24 件/100 萬人較 2014 年少 1 件/100 萬人次。在人口密度較高之地區所造成的陳情案件高於其他縣市。

再以 2015 年統計振動陳情案件中，振動陳情項目類別的比例，如圖 3.1.1-2 所示，道路交通造成的振動陳情佔 8.8 %，鐵路則佔 1.5 %，比較 2013 年至 2015 年三年間之案件量，2013 年道路交通及鐵路

之陳情所佔比例較少。

由日本歷年振動陳情案件數統計中得知陳情案件量並無太大變化，參考 2007 年”橫濱市環境科學研究所報第 31 號”之研究報告，對於陳情案件振動量的調查，在工廠及事業場振動值為 30 dB-80 dB 之間，平均值為 59 dB；建設作業振動分布約為 60 dB，平均值為 64 dB；道路交通振動分布約為 40 dB，平均值為 51 dB，各項目分布圖如圖 3.1.1-3。

2015 年日本公害調整委員會事務局(公害等調整委員會事務局)發表了振動陳情相關對應報告「振動に関わる苦情への対応」，對於振動陳情的應對知識、振動的傳遞方式、振動的影響評估及防制方法、振動之測量方法、各種施工與交通產生之振動源、室內振動以及環境振動的現況進行說明。當振動陳情發生時的處理分為四個階段，1.陳情人訪談 2.振動源產生之負責人採訪 3.現場調查（如果確定有必要）4.相關單位協調。報告統計陳情人對於振動造成煩擾時，最常使用之詞彙如表 3.1.1-3，並分析出現有這些形容詞時所對應之振動頻率。

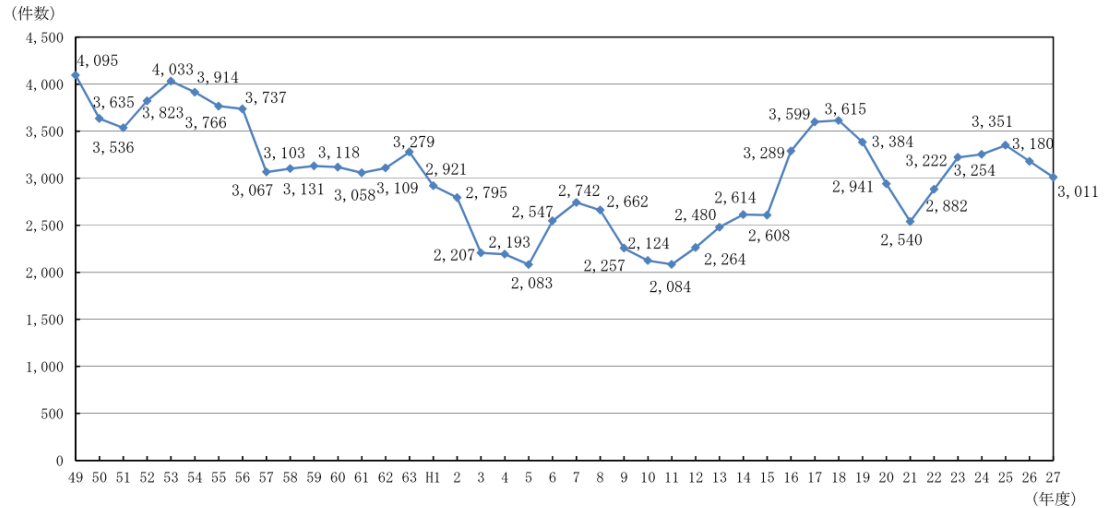
對於現場調查的振動量測地點，原則係以戶外量測為主，為能與陳情人所感受相近，若振動源與陳情住宅在同一棟建物內，則可以室內量測，但不論如何主要以考量陳情人訴求之位置，且振動源如鍛壓機和打樁機皆須符合法律規範之振動標準。但若測量結果未超過法規規範則該振動源屬合法，需由相關人員自行決定如何協調。2015 年振動指定區域內的道路交通振動防制措施設置現況如表 3.1.1-4。

表 3.1.1-1 日本噪音與振動陳情件數統計（1977 年-2014 年）

（單位：件數）

	騷 音	振 動	惡 臭
昭和52年度	21,038	3,823	16,676
53	22,886	4,033	16,742
54	22,686	3,914	15,499
55	22,571	3,766	13,439
56	22,103	3,737	13,541
57	22,322	3,067	13,395
58	21,781	3,103	12,741
59	22,894	3,131	13,529
60	20,171	3,118	13,070
61	19,937	3,058	12,705
62	22,120	3,109	12,488
63	20,746	3,279	11,932
平成元年度	19,479	2,921	11,717
2	19,018	2,795	11,666
3	16,800	2,207	10,616
4	15,539	2,193	10,753
5	15,094	2,083	9,972
6	15,986	2,547	11,946
7	14,359	2,742	11,276
8	15,059	2,662	11,942
9	14,011	2,257	14,554
10	12,685	2,124	20,092
11	12,452	2,084	18,732
12	14,066	2,264	21,205
13	14,547	2,480	23,776
14	15,461	2,614	23,519
15	15,928	2,608	24,587
16	16,215	3,289	19,657
17	16,470	3,599	19,114
18	17,192	3,615	18,805
19	16,434	3,384	17,533
20	15,558	2,941	16,245
21	15,101	2,540	15,937
22	15,849	2,882	15,194
23	15,944	3,222	14,569
24	16,518	3,254	14,411
25	16,717	3,351	13,792
26	17,110	3,180	13,136

資料來源：平成 28 年版環境統計集，6 章 大氣環境（固定発生源），2016 年，Japan



資料來源：平成 27 年度振動規制法施行狀況調査の結果について，2017 年 1 月，Japan

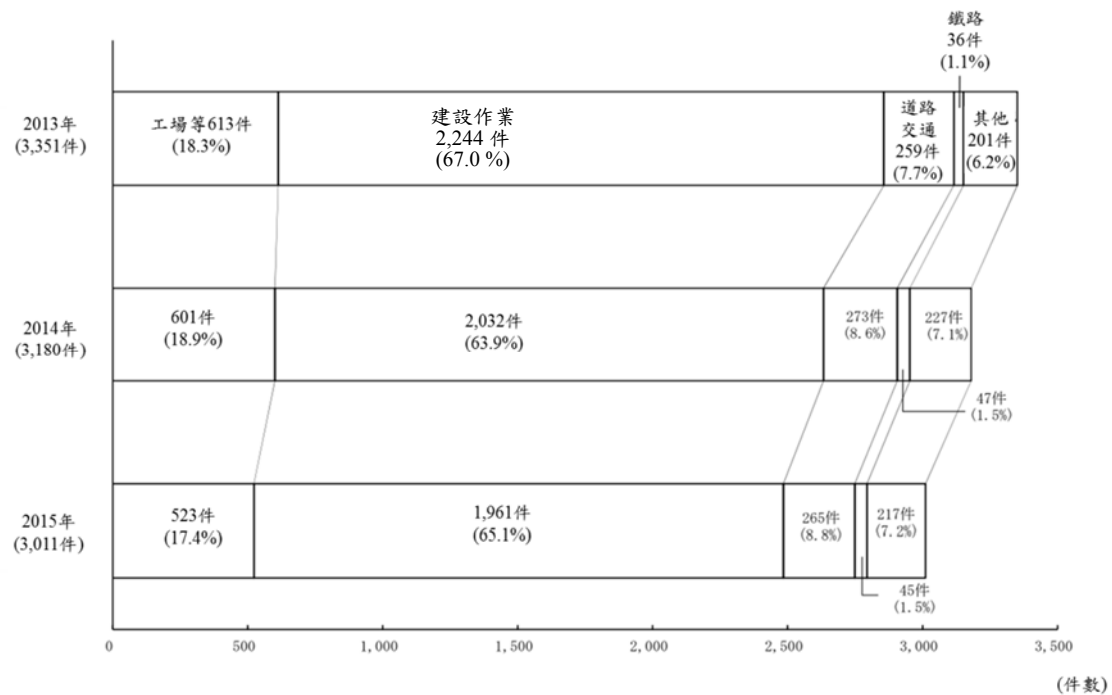
圖 3.1.1-1 歷年日本振動陳情件數變化情形 (1974 年-2015 年)

表 3.1.1-2 日本振動陳情量前五大行政區統計 (2014 年-2015 年)

排名	陳情件數			每 100 萬人的陳情		
	都道府縣	2014	2015	都道府縣	2014	2015
1	東京都	829	837	東京都	62	62
2	大阪府	362	315	埼玉縣	43	37
3	埼玉縣	308	267	大阪府	41	36
4	神奈川縣	282	263	愛知縣	36	35
5	愛知縣	263	262	千葉縣	35	31
	全國合計	3,180	3,011	全國平均	25	24

*日本總務省統計局人口估計部 2013 年 10 月 1 日人口數。

資料來源：平成 26 年及 27 年度振動規制法施行狀況調査の結果について，2016 年 3 月及 2017 年 1 月，Japan



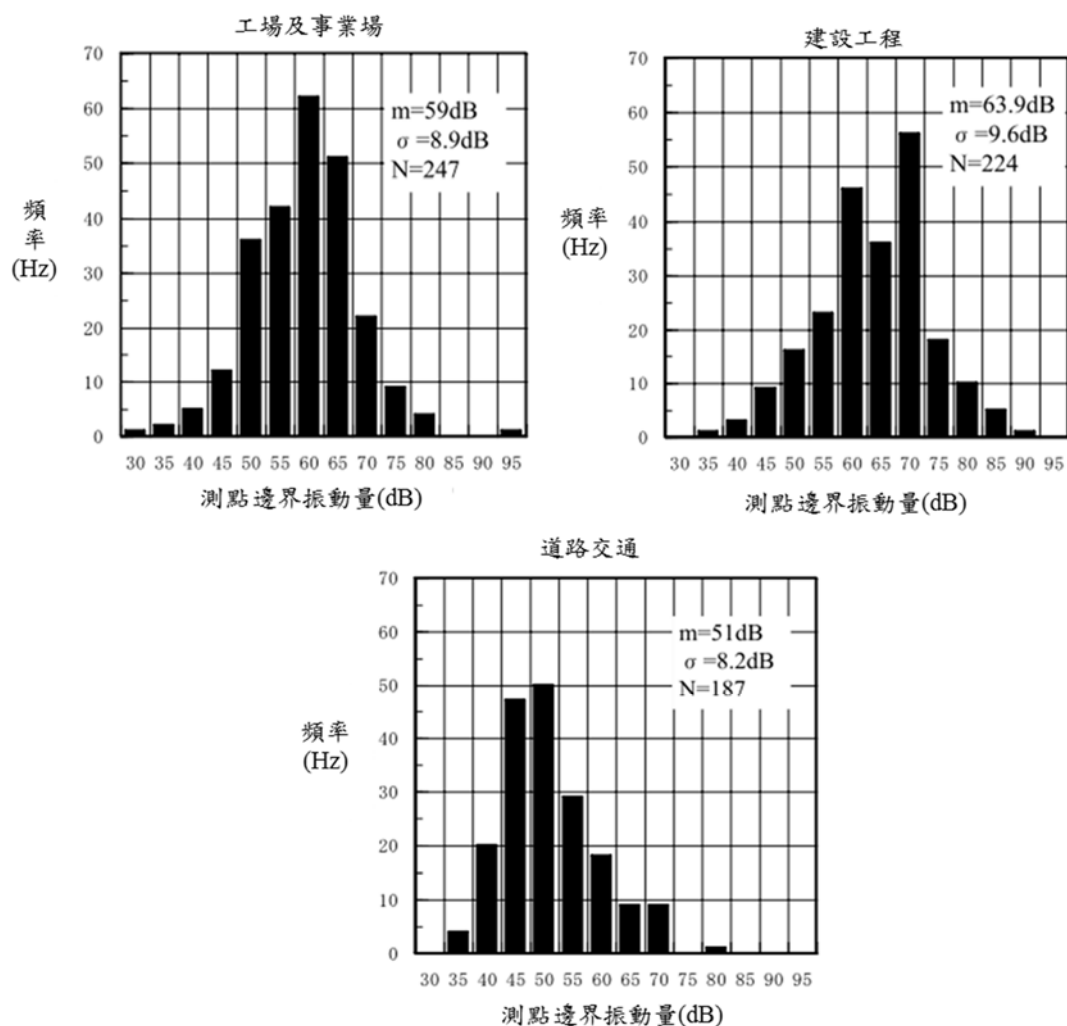
資料來源：平成 27 年度振動規制法施行状況調査の結果について，2017 年 1 月，Japan

圖 3.1.1-2 日本振動陳情類別統計（2013 年-2015 年）

表 3.1.1-3 振動陳情常見形容詞彙對應振動頻率

振動頻率	感受形容
0.1 Hz～0.63 Hz	完全不覺得有感覺/沒有感覺/幾乎感覺不到/愉快/令人毛骨悚然/覺得醉/不適/劇烈/恐怖/噁心/猛烈
1.0 Hz～4.0 Hz	完全不覺得有感覺/沒有感覺/幾乎感覺不到/小/焦慮/不適/強/非常強/痛苦/劇烈/恐怖
6.3 Hz～40.0 Hz	完全不覺得有感覺/沒有感覺/幾乎感覺不到/微弱/快速/焦慮/不適

資料來源：シリーズ「振動に関わる苦情への対応」， 横島潤紀，Japan



資料來源：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

圖 3.1.1-3 日本不同類別振動陳情案件振動量比較

表 3.1.1-4 日本指定區域內的道路交通振動防制措施設置現況

項目件數	2014 年	2015 年
振動測量件數	79	62
超過限值件數	3	0
公安委員會要求件數	0	0
道路管理者要求件數	0	0
公安委員會設置措施件數	6	11
道路管理者設置措施件數	101	114
陳情案件數 ^註	233	237

註：陳情案件實施的措施不一定係在同年度內發生之陳情案件。

資料來源：平成 27 年度振動規制法施行状況調査の結果について，2017 年 1 月，Japan

二、日本振動法規沿革

由於振動管制法涉及行政體系各階層之職權，故簡介日本行政體系以供瞭解。現行日本中央主管環境保護事務的單位為環境省（Ministry of Environment），而行政區域則分為 1 都（東京都）1 道（北海道）2 府（大阪府、京都府）、43 縣（如沖繩縣、愛知縣等等）均屬一級行政單位。其下轄市町村為二級行政單位。人口較多的市則會再集合數個町稱為區，有較多的行政資源。

日本振動規制法於 1976 年 6 月 10 日法律第六四號訂定發布，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。在發布後數次修正，最近一次修正為 2014 年 6 月 18 日法律第七二號。日本振動管制行政體系如圖 3.1.1-4 所示。其管制法架構如圖 3.1.1-5，圖中標示有不同等級行政單位所負責的業務。

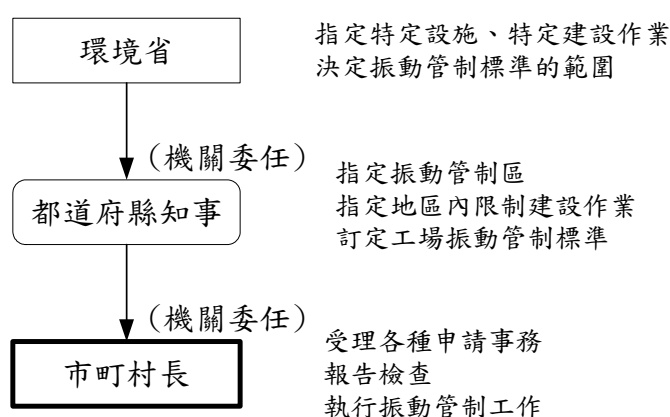


圖 3.1.1-4 日本振動管制行政體系圖

該法規定都道府縣知事應在受振動影響之住戶密集地區、醫院及學校等敏感地區，指定振動管制區，執行各項管制事項，依日本環境省 2016 年公告資料，截至 2014 年底止，全日本共 753 市 23 區 417 町 39 村指定有振動管制區，占全日本行政區數的 70.8 %。

三、日本管制對象

振動規制法之交通振動管制標準，其管制對象係以環境中機動車輛行經道路所造成之交通振動。而對於需要保護環境緊急新幹線鐵路

振動的措施，則係針對新幹線沿線地區所產生之振動，進行防振措施之實施建議。

四、日本管制標準

環境省長官規定之振動管制標準範圍如表 3.1.1-5 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 3.1.1-5 日本環境振動管制標準

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 5 dB。

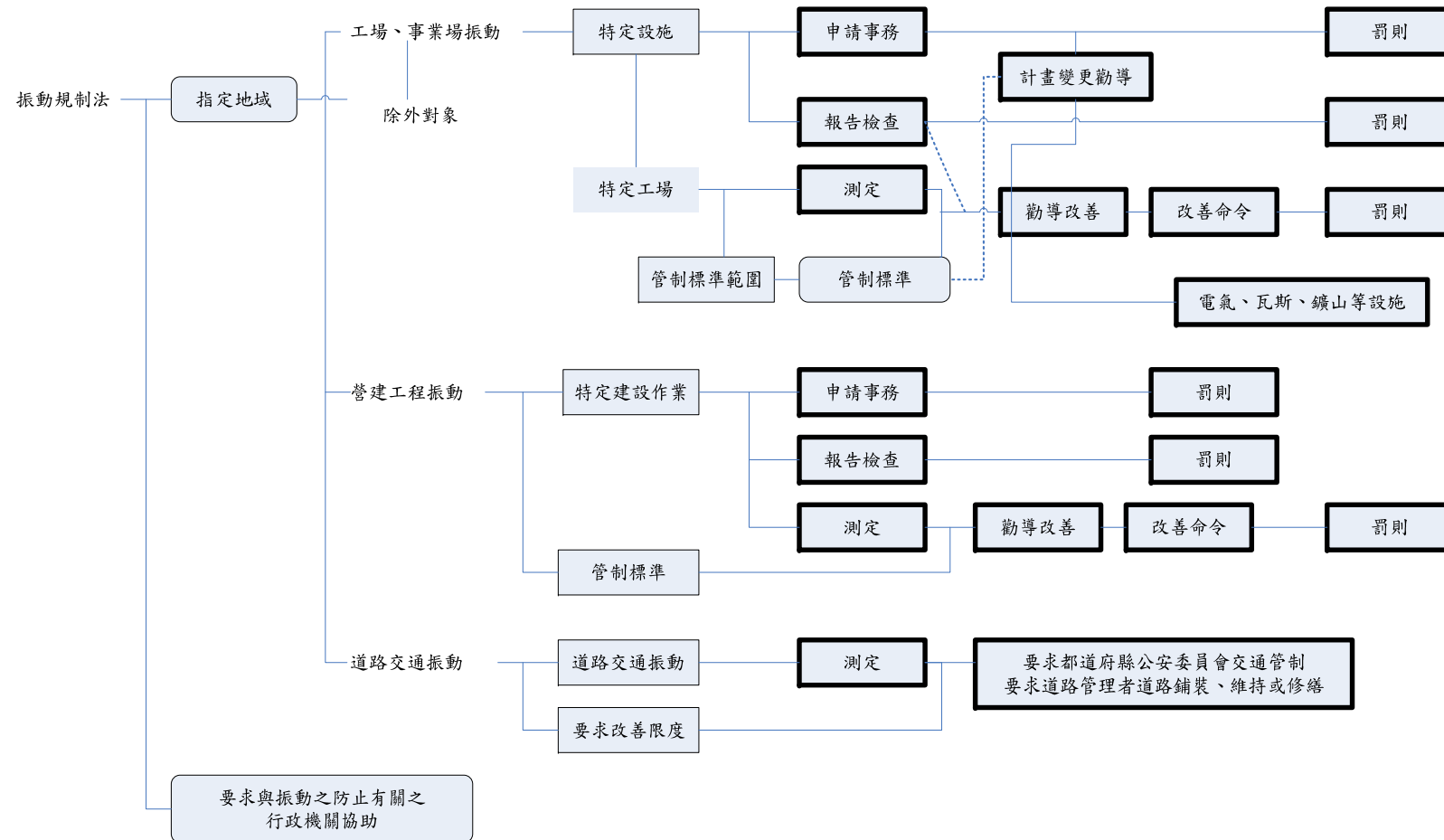
4.為振動加速度 L_{10} 值，振動加速度參考值為 10^{-5}m/s^2 ，量測垂直方向（Z 軸）之值。

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。

對於道路交通振動之測量數值計算原則，以量測值前 80 % 範圍內的測值計算，並以每 5 秒為一筆，測得 100 筆數值之結果為主，日間所有數值之平均與夜間所有數值之平均，且前 5 秒和後 5 秒之數值不列入計算。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 3.1.1-6。

表 3.1.1-6 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



；中央環境省事務

；都道府縣知事事務

；市町村長事務

資料來源：振動規制法の概要 <http://www.env.go.jp/air/sindo/low-gaiyo.html>

圖 3.1.1-5 日本振動管制法架構圖

將日本振動規制法中，與道路交通振動相關之各條文訂定重點譯述如下：

(一) 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）

(二) 名詞定義：

1. 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）

(三) 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）

(四) 道路交通振動相關請求

1. 道路交通振動改善之請求：

(1). 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）

(2). 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。

(五) 雜則

1. 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）

日本亦針對新幹線鐵路進行振動管制，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以進行防制。

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 (Hz)、有效加速度 A (m/s^2) 以及基準加速度 A_0 (m/s^2)，振動值為 $20 \log(A/A_0)$ (dB)。

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

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

當 $8 \leq f \leq 90$ 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。

3.1.2 韓國

一、韓國管制情形及現況

韓國與振動相關之管制法係與噪音共同為「噪音・振動管制法」，故在韓國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 3.1.2-1，依 2016 年噪音振動陳情統計資料，該年度陳情案件共 67,931 件。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 3.1.2-1 韓國噪音振動陳情統計（2014 年-2016 年）

年	總公害陳情案件	噪音振動陳情案件	備註(%)
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

二、韓國法規沿革

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。

三、韓國法規內容

茲節錄與環境交通振動相關之條款：

(一)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。

(二)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「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。
- 3.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。

(三)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：
 - (1). 目標與方向。
 - (2). 對噪音和振動採取適當的管制措施。
 - (3). 採取管制之地區每年噪音及振動減少的情形。
 - (4). 研究噪音及振動對民眾健康的影響。
 - (5). 落實噪音和振動防制之教育及宣導活動。
 - (6). 籌備實施綜合計畫之款項計畫。
 - (7). 其他為減少噪音和振動之必要事項。

(四)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。

(五)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。

(六)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。

(七)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。

(八)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。

(九)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。

(十)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。

四、韓國管制對象

於管制法令中，噪音與振動管制的對象包含交通系統，而交通系統之定義則係指汽車、電車、道路及鐵道等交通設施。但飛機與船舶除外。

五、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・振動管制法施行細則」中，該細則於2007年制定，近期修正於2015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3.1.2-2。

表3.1.2-2 生活振動管制標準

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。

(二)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3.1.2-3。

表3.1.2-3 交通道路及鐵路振動管制標準

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3.1.2-4。

表 3.1.2-4 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

在韓國尚有參考 ISO2631 系列及 ISO 5349 系列標準並轉換成 KS 標準之相關量測標準，如表 3.1.2-5 所列。

表 3.1.2-5 KS_B_ISO 系列標準

標準代碼	標準名稱
KS B ISO 2631-1	Mechanical vibration and shock-Evaluation of human exposure to whole-body vibration-Part 1:General requirements
KS B ISO 2631-2	Mechanical vibration and shock-Evaluation of human exposure to whole-body vibration-Part 2:Vibration in buildings (1Hz to 80Hz)
KS B ISO 2631-4	Mechanical vibration and shock-Evaluation of human exposure to whole-body vibration-Part 4:Guidelines for the evaluation of the effects of vibration and rotational motion on passenger and crew comfort in fixed-guide way transport systems
KS B ISO 2631-5	Mechanical vibration and shock-Evaluation of human exposure to whole-body vibration-Part 5:Method for evaluation of vibration containing multiple shocks
KS B ISO 5349-1	Mechanical vibration-Measurement and evaluation of human exposure to hand-transmitted vibration-Part 1: General requirements
KS B ISO 5349-2	Mechanical vibration-Measurement and evaluation of human exposure to hand-transmitted vibration-Part 2: Practical guidance for measurement at the workplace

資料來源：A Review on the Vibration Exposure Limits in Korea，Hee Sok Park，2015 年，Korea

3.1.3 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。本研究節錄皇家法令 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。

$$L_{aw}=201g\frac{a_w}{a_0}$$

三、西班牙管制對象

針對交通道路及鐵路產生之振動對人體的影響進行管制。

四、西班牙管制標準

(一)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 3.1.3-1。

表 3.1.3-1 振動限值

建築物	Law(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。

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

3.2 國外與環境中交通振動有關之評估指標、規範及研究文獻資料

經蒐集彙整各國與交通振動相關標準值或建議值顯示，多數國家之建議值係以建築物內人體感受振動量為主。本計畫蒐集資料來自德國、英國、奧地利、挪威、瑞典、法國、義大利、丹麥、中國及美國等國。因歐洲國家多以 ISO 2631 作為參考進行標準之訂定，故所考量之方向亦多以建築物內人體感受為重點。

3.2.1 德國

德國 DIN 4150 系列係針對建築物內振動之評估方法，而 DIN 4150-2 (Vibrations in buildings - Part 2: Effects on persons in buildings) 則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，其相關建議值如表 3.2.1-1。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。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 3.2.1-1 德國振動建議值(Guideline values for evaluating human exposure to vibration in dwellings and similar spaces)

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 5 Hz 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.計算公式 $KB = \frac{0.18f}{\sqrt{1+(\frac{f}{5.6})^2}} v_{rms}(f)$ ； $KB_{FTr} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_i KB_{FTi}^2}$

3.2.2 丹麥

丹麥針對環境振動建議的限制值如表 3.2.2-1，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 3.2.2-1 丹麥環境振動建議限制值

區域	時段	振動值 $L_{aw} \text{ i d}(10^{-6}\text{m/s}^2)$
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

資料來源：Orientation No. 9/1997 Low-frequency noise, infrasound and vibration in the external environment, the Danish EPA

3.2.3 澳洲

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 3.2.3-1。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 3.2.3-1 澳洲振動等級建議值(Criteria for exposure to continuous and impulsive vibration)

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 BS 6472 等規範，在「職業健康與安全法 (Work Cover A

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。

連續振動係指持續不間斷的振動，如機械運轉、穩定流量的交通道路或連續施工（如隧道工程）；衝擊振動則係指快速（小於 2 秒），且較無週期性，如裝卸工程時，爆破振動則以 ANZECC（1990）進行評估。

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 3.2.3-2 所示。表 3.2.3-3 及表 3.2.3-4 則為轉換為不同單位之限值。

表 3.2.3-2 澳洲新南威爾斯連續振動及衝擊振動限值（1 Hz -80 Hz）
(Preferred and maximum weighted rms values for continuous and impulsive vibration acceleration (m/s^2) 1-80 Hz)

振動類型	區域	時間	Z(m/s^2)		Z & Y(m/s^2)	
			優先	最大值	優先	最大值
連續振動	敏感區 (如手術室或精密儀器室)	日間/夜間	0.0050	0.010	0.0036	0.0072
	住宅起居	日間	0.010	0.020	0.0071	0.014
		夜間	0.0070	0.014	0.005	0.010
	辦公室/學校/教育 相關場所	日間/夜間	0.020	0.040	0.014	0.028
	工作室	日間/夜間	0.040	0.080	0.029	0.058
衝擊振動	敏感區 (如手術室或精密儀器室)	日間/夜間	0.005	0.010	0.0036	0.0072
	住宅起居	日間	0.300	0.600	0.210	0.420
		夜間	0.100	0.200	0.071	0.140
	辦公室/學校/教育 相關場所	日間/夜間	0.640	1.280	0.460	0.920
	工作室	日間/夜間	0.640	1.280	0.460	0.920

表 3.2.3-3 澳洲新南威爾斯連續振動限值（單位轉換值）(Criteria for exposure to continuous vibration)

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。

表 3.2.3-4 澳洲新南威爾斯衝擊振動限值（單位轉換值）(Criteria for exposure to impulsive vibration)

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 (80 dB)	0.10 (100 dB)	0.20 (106 dB)	0.14	0.28
住宅起居	日間	0.30 (110 dB)	0.60 (113 dB)	6.0 (136 dB)	12.0 (142 dB)	8.6	17.0
	夜間	0.10 (100 dB)	0.20 (106 dB)	2.0 (126 dB)	4.0 (132 dB)	2.8	5.6
辦公室	日間/夜間	0.64 (116 dB)	1.28 (122 dB)	13.0 (142 dB)	26.0 (148 dB)	18.0	36.0
工作室	日間/夜間	0.64 (116 dB)	1.28 (122 dB)	13.0 (142 dB)	26.0 (148 dB)	18.0	36.0

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。

3.2.4 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（ONORMS 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 3.2.4-1。

表 3.2.4-1 奧地利平均振動參考值

區域及時段		令人感到滿意		良好保護	
		mm/s ²	dB re 10 ⁻⁶ m/s ²	mm/s ²	dB re 10 ⁻⁶ m/s ²
休息區，醫院	日間	1.65	64.3	0.85	58.6
	夜間	1.59	64.0	0.84	58.5
郊區和農村住宅設施，學校	日間	2.2	66.8	1.12	61.0
	夜間	1.59	64.0	0.84	58.5
城市居住區，區域包含林業和農業建築	日間	2.2	66.8	1.12	61.0
	夜間	1.59	64.0	0.84	58.5
市中心，不引發振動和噪音的商業活動區域	日間	2.2	66.8	1.65	64.3
	夜間	2.1	66.4	1.09	60.7
引發低振動和低噪音的商業區域	日間	3.2	70.1	2.2	66.8
	夜間	3.2	70.1	250	66.8
商品製造和服務公司	日間	5.0	74.0	3.2	70.1
	夜間	5.0	74.0	380	70.1

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。

3.2.5 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。加利福尼亞州運輸部（California Department of Transportation Division 簡稱 CALTRANS）於 2013 年 9 月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/s²，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 3.2.5-1 所示。對於人體及人員身處在建築物時亦可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 3.2.5-2。

表 3.2.5-1 ISO2631 振動標準

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 3.2.5-2 人體受到不同振動的感受研究結果彙整

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.

人受振動影響係取決於正在從事的活動，可能在幾乎難以察覺到的振動等級亦感覺煩擾，屬主觀性感受，表 3.2.5-3 為不同振源之最大 PPV 值可能造成的煩擾程度。

指引中提及土壤條件對振動值的影響，由 Woods (1997) 於 NC HRP (the National Cooperative Highway Research Program) Synthesis 253 四種類型的土壤及 Woods and Jedele (1985) 之研究數據中得到建議的 n 值，如表 3.2.5-4。

表 3.2.5-3 美國振動煩擾感受度參考指南(Guideline Vibration Annoyance Potential Criteria)

感覺煩擾程度	最大 PPV(in/s)	
	短暫振源	連續/間歇振源
有點	0.04	0.01
明顯	0.25	0.04
強烈	0.90	0.10
嚴重	2.00	0.40

註：短暫振源係指單一獨立事件的發生，如爆破。連續/間歇振源係指如打樁、壓實等事件。
資料來源：Transportation and Construction Vibration Guidance Manual，California Department of Transportation，2013 年 9 月，U.S.

表 3.2.5-4 不同土壤對振動之影響 n 值

土壤分類	土壤類型	n 值		
		建議值	W&J 測值	計算值
Class I	<u>軟弱土壤</u> 鬆散土、泥炭、泥、沙灘砂、沙丘砂、雨林地面、有機土、表層砂(鏟子可輕易鏟起)	1.4	-	-
Class II	<u>多數土壤</u> 砂、砂質黏土、粉質黏土、礫石、風化岩(可以鏟子挖起)	1.3	1.5	1.5
Class III	<u>硬質土壤</u> 密度高一般砂、乾黏土、冰積岩、一些裸露的岩石(無法用鏟子鏟起需將之破碎)	1.1	1.1	1.1
Class IV	<u>堅硬岩石</u> 河床石、新裸露的岩石(難用破碎機破碎)	1.0	-	-

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

除了前述加州 CALTRANS 指導手冊外，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 3.2.5-5。表 3.2.5-6 為不同交通系統隔振措施建議距離。

表 3.2.5-5 各類別振動標準限值(Ground-Borne Vibration Impact Criteria for General Assessment)

單位 VdB	GBV 影響等級(VdB 1μ-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。而針對振動敏感之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

表 3.2.5-6 不同交通系統隔振措施建議距離

交通類型	不同使用地區之隔振措施設置距離 自路權線或右側道路之距離(ft)		
	類別 1	類別 2	類別 3
通勤鐵路	600	200	120
快速鐵路	600	200	120
輕軌	450	150	100
中運量交通工具	200	100	50
巴士項目	100	50	-

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

3.2.6 義大利

義大利針對建築物之類型（重點區域、住宅區、辦公室、工業區）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 3.2.6-1。

表 3.2.6-1 義大利振動建議值(Limit values of weighted acceleration according to UNI 9614:1990)

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 $a_w(\text{mm/s}^2)$	加權後振動加速 度位準 L_{aw} (dB re 10^{-6} m/s^2)	加權後振動加速 度 $a_w(\text{mm/s}^2)$	加權後振動加速 度位準 L_{aw} (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：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。

3.2.7 挪威

挪威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 3.2.7-1。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）。

表 3.2.7-1 挪威振動建議值

(Guidance classification of dwellings with the upper limits for the statistical max value for weighted velocity and acceleration)

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 $V_{w,95}$	mm/s	dB re $2.54 \times 10^{-8} \text{ m/s}$	mm/s	dB re $2.54 \times 10^{-8} \text{ m/s}$	mm/s	dB re $2.54 \times 10^{-8} \text{ m/s}$	mm/s	dB re $2.54 \times 10^{-8} \text{ m/s}$
	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 $a_{w,95}$	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

資料來源：NS 8176:2005，Vibration and shock - Measurement of vibration in buildings from landbased transport and guidance to evaluation of effects on human beings，Norway

3.2.8 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 61:1992），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 3.2.8-1。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 3.2.8-2。

表 3.2.8-1 瑞典振動建議值(Guideline values for the evaluation of comfort in buildings)

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 3.2.8-2 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。

3.2.9 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，所使用之指標也同美國使用之 PPV，如表 3.2.9-1。

表 3.2.9-1 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 2 : 2009，2009 年，U.K.

3.2.10 荷蘭

荷蘭建築研究基金會針對不同用途之建築物訂定了相關振動評估指標如表 3.2.10-1，其中 A1 與 A2 為 $V_{\max}(L_5)$ 之指標，A3 為 V_{per} （30 秒平均之時間加權後振動位準）之指標，相關評估程序類似德國振動評估標準 DIN4150-2，主要在評估道路以及鐵路交通對於建築物的振動影響程度。

表 3.2.10-1 荷蘭振動參考值(Reference values for the assessment of vibration in dwellings and similar buildings)

	建築種類	日間和晚間			夜間		
		A1	A2	A3	A1	A2	A3
舊有交通系統	衛生保健、住宅相關	0.2	0.8	0.1	0.2	0.4	0.1
	教育、辦公室、公共場所	0.3	1.2	0.15	0.3	1.2	0.15
	重要工作場所	0.1	0.1	-	0.1	0.1	-
新增建之交通系統	衛生保健、住宅相關	0.1	0.4	0.05	0.1	0.2	0.05
	教育、辦公室、公共場所	0.15	0.6	0.07	0.15	0.6	0.07
	重要工作場所	0.1	0.1	-	0.1	0.1	-

註：1.日間指上午 7 時至晚上 19 時，晚間指晚上 19 時至晚上 23，夜間指晚上 23 時至隔日上午 7 時。

2.參考值同樣適用於地鐵交通，無論建物新舊。

3.A1，A2，A3 無單位。

3.2.11 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 3.2.11-1 所示。

表 3.2.11-1 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
	混合區、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 Lv10 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 $10^{-6}m/s^2$ 。

另蒐集中國首都北京市依循 GB 10070 所訂定之地鐵噪音與振動控制規範，節錄振動相關之內容訂定重點敘述如下：

CH6 地下線振動控制

6.1 一般要求

6.1.1 地鐵引起的環境振動和二次結構噪音應分別符合 GB 10070 和 JGJ/T170 相應限值要求。

6.1.2 地鐵線路兩側通過測量或參照附錄 B 推薦的預測模型計算出的超標敏感建築物應採取振動控制措施。

6.1.3 既有線路的振動超標量和預測模型的參考源強應由具有振動測量的中國計量認證證書(CMA)的機構採取測試或類比測試的方法獲得，環境振動測量方法按照 GB 10071 的規定執行，參考源強測試方法參見附錄 A.2。

6.1.4 地鐵減振措施，除軌道、車輛減振措施外，宜通過線路平面走向及埋深的合理設置來躲避敏感目標，並結合規劃、拆遷與功能轉換，設置隔振溝、隔振牆及建築物防護等綜合措施進行減振。

6.1.5 超標的精密儀器實驗室、古建築等特殊振動敏感建築物應進

行專項技術論證。

6.2 減振措施分級與選擇

6.2.1 根據減振措施的最大 Z 振級相對插入損失將減振措施分為四個等級，見表 3.2.11-2：

表 3.2.11-2 減振措施的分級

最大 Z 振級相對插入損失(dB)	[5,10]	(10,15]	(15,20]	>20
減振措施的分級	初級減振措施	中級減振措施	高級減振措施	特殊減振措施

6.2.2 減振措施應根據振動超標量及線路條件進行綜合選擇，表 3.2.11-3 給出與減振等級相對應的軌道減振措施：

表 3.2.11-3 軌道減振措施的選擇

振動超標量 (dB)	<5	[5,10)	[10,15)	[15,20]
軌道減振措施等級的選擇	初級減振措施	中級減振措施	高級減振措施	特殊減振措施

6.2.3 既有線路減振措施等級的選擇應為原使用減振措施等級對應的 Z 振級相對插入損失(如表 3.2.11-2)的上限值加上振動預測超標量(如表 3.2.11-3)確定。

6.2.4 減振措施等級初步確定後，宜按照 HJ 453 中的預測公式計算二次結構噪聲是否超標，並根據超標情況重新確定減振等級。

6.2.5 軌道減振措施的選擇應考慮以下因素：

- 同一線路所採用的軌道減振措施不宜超過三種，當預測表明全線需要採取軌道減振的地段超出全線路長度的 1/2 以上時，應結合線路規劃綜合調整。不得已時宜考慮全線採用某種軌道減振措施作為基礎安裝。
- 同一線路中，上下行同一區間段內宜使用同一減振措施，如預測上下行同一區間段內使用的減振措施有差別，其等級差不應超過一級。
- 在兩種不同減振措施串聯使用的過渡段處，應使軌道系統整體剛度、強度等平順過渡。
- 減振措施長度應根據列車通過時段最大 Z 振級預測結果進行設計，其長度應根據受保護目標幾何範圍、受振動影

響範圍、減振要求和兩種減振措施平滑過渡段的振級線性變化規律進行設計確定，保護目標的附加長度應至少沿軌道方向各外延一列車長。

--宜考慮地鐵與其它交通方式共振的綜合影響。

--對於地鐵線路兩側被確認可能產生共振的敏感建築物，宜通過測量或計算獲取敏感建築物的共振頻率（包括敏感建築物作為一個質量塊與土層構成系統的固有頻率，敏感建築物作為一個結構整體自身的固有頻率，各樓板或牆壁的局部振動共振頻率），並採取相應減振措施防止共振產生的超標現象。

3.2.12 法國

法國對於城市中新建軌道系統產生振動之影響，係依不同用途及其通過區域型態提出建議之防制要錄。若軌道系統主要用於貨運，則考慮安裝建築物隔振措施；若屬輕型高交通量列車的影響，則不適用建築物振動隔離措施，因為在這種情況下不能保證軌道的穩定性。

若是於人口密度較低的區域建設新軌道系統所產生之振動影響，則軌道系統本身的設計應被優化，以限制噪音和振動方面影響。如果位於郊區，除了軌道之外的地面，則避免在軌道旁邊建造房屋。

而針對現有的軌道引起之地面振動影響，則相關管理單位就會以 ISO 2631 進行振動限值和 NF S 31-010 進行結構噪音限值管制建議，並依受影響人數進行操作變更，如更改變開關或安裝枕軌墊板。

3.2.13 ISO

第一版 ISO 2631 於 1974 年公布，內容主要為全身振動的測量及評估，其後於 1985 年、1989 年分別公布 ISO2631-1 及 ISO2631-2，前者主要是 1974 年內容，後者則用於評估在建築物內受到振動影響時的量測及評估方法。現行標準分別 ISO 2631-1:1997 及 ISO 2631-2:2003，與早期版本相較，更考慮了振動對健康、舒適、感知及動暈症可能的影響。在多數歐美國家與人體振動相關之標準係參考 ISO 2631，為了適應不同類型的評估，其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。

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。

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。

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。

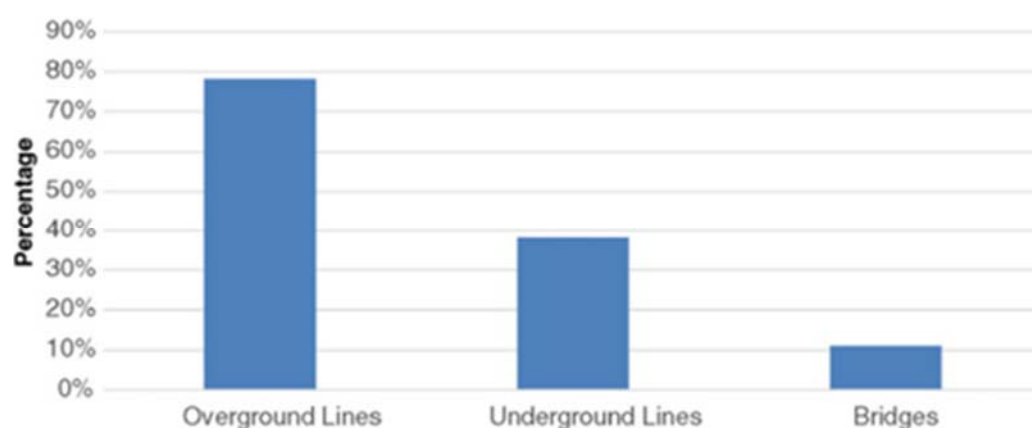
ISO 2631-2 則係針對建築物內的振動（1 Hz-80 Hz）之標準。標準說明人體曝露於建築物內的全身振動與衝擊相關的居住者舒適度和煩惱度，規定其量測和評估方法，包括量測方向和量測位置的決定。定義適用於 1 Hz～80 Hz 頻率範圍內的頻率加權值 W_m ，在此頻率範圍內不需定義建築物（供人類居住或進行其他活動的靜態構造物，包括辦公室、工廠、醫院、學校和日常照護中心等）內居住者的姿勢。

振動量測，振動值採用 ISO 2631-1 所規定的方法。最大頻率加權

振動幅值之振動軸需確定，並應用該方向上得到的振動幅值進行評估。量測方向，振動應在三個正交方向同時量測。量測位置，關於人體反應的評估僅取決於居住者預期在室內停留的時間、居住者所從事的工作和預期不受干擾的程度。每個相關的地點或房間都應按照這些準則進行評定。振動量測位置應選取房間中發生頻率加權振動最大幅值處或者特別指定的建築結構表面上的適當位置。本標準採用頻率加權加速度來表示振動幅值。

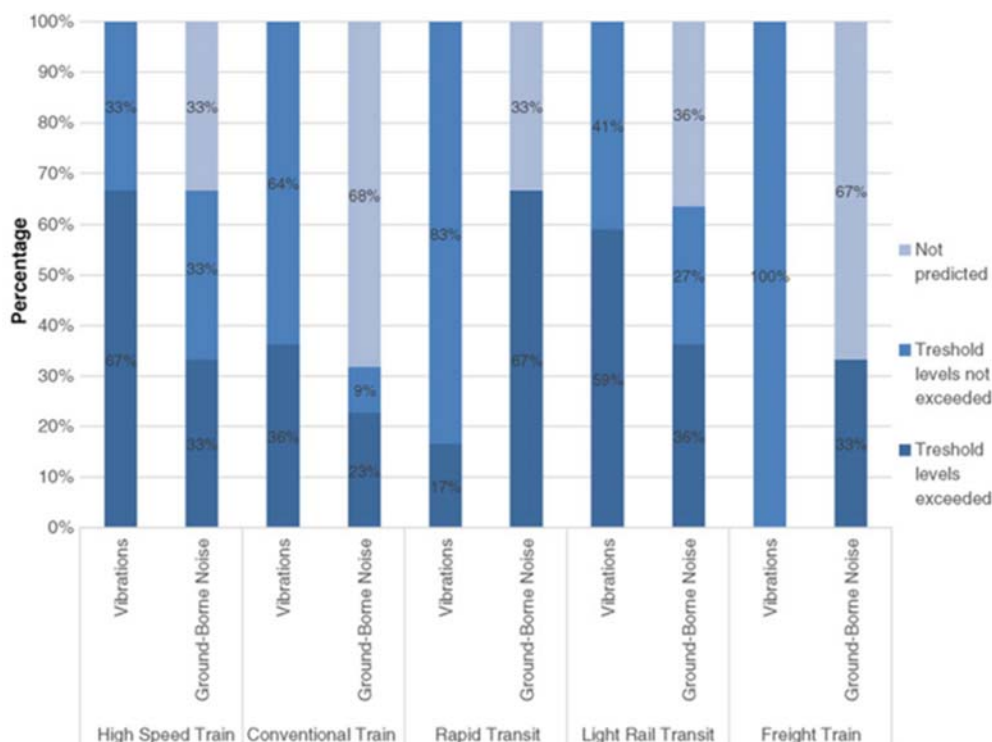
3.2.14 國外環境交通振動相關研究文獻

本計畫蒐集國外交通振動相關文獻，英國 Connolly 等人(2016 年)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 %。如圖 3.2.14-1。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。如圖 3.2.14-2。



資料來源：The growth of railway ground vibration problems — A review, David P. Connolly et al., 2016 年，UK

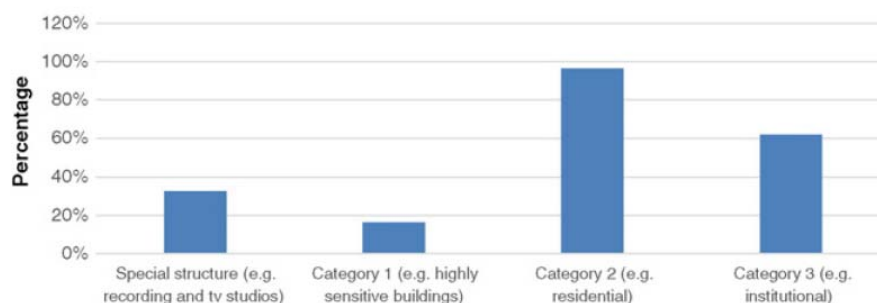
圖 3.2.14-1 軌道型態統計百分比



資料來源：The growth of railway ground vibration problems — A review, David P. Connolly et al., 2016 年, UK

圖 3.2.14-2 不同車種振動及結構噪音發生百分比

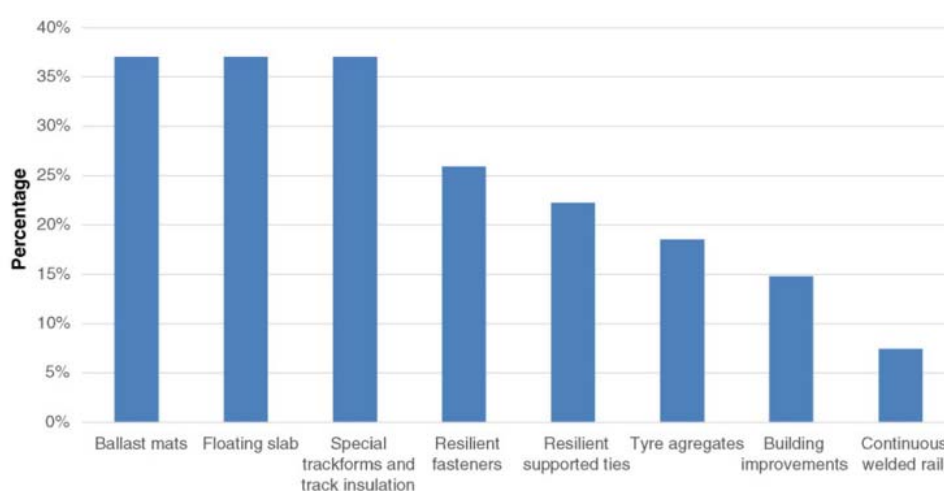
為了確定振動評估期間最常見的建築類型，根據(Federal Railroad Administration, 2012)對建築物進行分類。因為在許多報告中考慮了不止一種建築類型，故百分比合計為大於 100%。研究發現住宅建物（第 2 種類）有 96% 為此區域之報告。具有機構用途的建築物（第 3 種類）的報告有 62%，然而高度敏感的建築物（第 1 種類）僅有 16% 進行分析。另還有一個高敏感類別係“特殊建築”，如錄音和電視廣播室和劇院。統計結果如圖 3.2.14-3。



資料來源：The growth of railway ground vibration problems — A review, David P. Connolly et al., 2016 年, UK

圖 3.2.14-3 不同建築物類型統計百分比

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。所使用之措施統計百分比如圖 3.2.14-4 所示。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。有趣的是，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。



資料來源：The growth of railway ground vibration problems — A review, David P. Connolly et al., 2016 年, UK

圖 3.2.14-4 不同減振策略統計百分比

波蘭 Krzysztof Robert Czech (2016 年)，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。

世界各國不論是針對環境、交通系統或是建設活動方面，大多數國家振動頻寬範圍為 1 Hz ~ 80 Hz，而各國對於這樣的頻寬選擇與英

國一個人體振動保護研究結果相似，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）。而各國日間及晚間建議值除了奧地利與中國大陸較低外，分別介在 75 dB ~ 85 dB 及 70 dB ~ 85 dB，主要差異在於各國對振動現況進行實測後，依測試結果加以設定建議值。

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，針對振動影響所訂建議值整理如表 3.2.14-1，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。

表 3.2.14-1 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	以 10^{-6} m/s^2 為參考基準計算		噪音源
					日間	夜間	
國際標準組織	ISO2631-1:1997 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	以舒適度為主		不限
韓國	噪音及振動標準測試方法	環境振動、特定排出振動	1 Hz -90 Hz	Z 軸，最大振動之地方	75-90	80-95	不限
日本	日本振動規制法	工廠振動、特定排出振動	1 Hz -80 Hz	Z 軸，最大振動之地方	80-90	75-85	工廠營建特定
西班牙	ISO2631-1:1997 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	72-75		不限
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	三軸向(x,y,z)加總	其他指標	其他指標	營建 施工
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，最大振動之地方	61.0	58.5	交通
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)樓板振動最大處	其他指標	其他指標	不限
義大利	UNI 9614:1990	建物內舒適度	1 Hz -80 Hz	Z 軸，最大振動之地方	80.0	77.0	環境
荷蘭	SBR Richtlijn-Deel B(2002)	建物內振動測量及評估指引	1 Hz -80 Hz	三軸向量測(x,y,z)，其中 x 與 y 軸與牆面 越平行越好	其他指標	其他指標	不限
挪威	NS 8176:2005	地表運輸系統：建物內舒適度	0.5 Hz -160 Hz	Z 軸，最大振動之地方	86.4	86.4	不限
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	75	75	環境
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	83.2	83.2	不限
英國	BS 64721:2008	建物內人體之振動曝照程度	0.5 Hz -80 Hz	三軸向(x,y,z)，在樓板中間	其他指標	其他指標	不限
中國	GB 10071	環境振動	1 Hz -80 Hz	Z 軸，距建物外部 0.5m 內之敏感點，若有 必要，可在建物室內地面中央進行量測	70	67	環境

參考資料：105 年環保署環境低頻噪音及振動之調查改善措施專案報告及本計畫整理

3.3 蒐集國內相關單位與交通環境振動有關之規定並進行研析比較

我國交通部針對不同交通系統頒布許多規範，而環保署進行各大交通建設之環境影響評估時皆考量噪音振動之影響，而目前國內考量環境振動問題並執行相關研究的單位以軌道系統（捷運及高速鐵路）為主，另環保署除辦理振動研究外，亦曾於民國 87 年、92 年及 93 年間進行相關振動量測。針對各交通系統所產生之振動源多發生於各系統之構件，對於振動之防制策略最有效之方法亦係以振動源之減振最佳，故蒐集各種系統之技術標準，將來可就各規範對於振動防制不足的部分加以建議，未來新建相關項目時，則可減少環境振動之產生機率，茲列出與振動有關之內容。

3.3.1 國內相關單位與交通環境振動有關之規定

一、高速鐵路建設技術標準規範（民國 102 年 12 月）

本規範適用於高速鐵路系統（營運時速達 200 公里以上），規範未明定之項目依所屬都市計畫範圍比照捷運或鐵路等現行相關規範操作。

第四章 路線工程

C4.2 平面線形

C4.2.4 軌道中心距離

高速路線的軌道中心距離，除考量車輛界線、軌道不整量之影響外，需考慮列車高速交會時之風壓，評估車廂左右振動加速度，依據各項試驗以決定其距離。

C4.3 縱面線形

C4.3.2 豎曲線

路線坡度變化大時，若上下振動加速度大，將影響乘車舒適度，並產生車輛浮起導致脫軌的危險。為消除或緩和這些不良影響，使列車順利通過，坡度變化處必須設置豎曲線。

第五章 路基工程

C5.2 路基

C5.2.1 路基形狀

路基形狀直接關係載重傳遞、雨水排除、建設及維修工作與成本、行車安全等，故極為重要。在降雨量大的地區，一般路基浸水後邊坡土質軟化，在自重與列車產生的震動加速度的共同作用下，容易發生邊坡淺層坍滑，路肩較寬時，即使邊坡發生坍滑，也不影響路基承載部份。

C5.2.2 路基材料

為避免路基無法承載車輛壓力與振動或道碴被壓進路基內，而造成軌道不整，應考量材料性質、材料級配分佈、雨水侵蝕等因素，應滿足相關技術規範要求。

二、通勤電聯車車輛技術標準規範（民國 100 年 12 月）

本規範適用於鋼軌鋼輪通勤電聯車車輛。本規範所稱之通勤電聯車係指採用電力驅動之動力分散式載客列車、供上下班、上下學等通勤旅客使用之車型，其車廂設計應具備高載客量和上下車迅速之特性。

第二章 一般規範

2.10 列車乘坐品質

2.10.2 振動量

列車車廂之振動應考量乘客舒適性並參考 ISO 2631 規範標準，如該規範標準無可參考者，則可採用其他同等級規範標準。

第三章 各子系統設備基本功能與性能

3.4 煞車系統

3.4.1 煞車系統基本組成

5.不能因行駛過程中之振動及衝擊等作用而影響煞車裝置之正常功能。

3.4.13 煞車裝置配管

煞車裝置管路至少應符合下列規定：

2.所有管路應予固定以避免振動、摩擦及噪音之產生。

3.5 空調系統

3.5.3 空調系統附屬設備安裝

3.冷凝器及蒸發器之間的冷媒管路應儘可能縮短，冷媒管不得有凹處，以避免液態冷媒滯留該處，冷媒管固定夾應有護墊以容許膨脹，並減少因車身振動所造成之應力、腐蝕、磨耗及噪音。

5.馬達/壓縮機組與冷媒管間應妥為連接，以減少振動傳至車體上。

3.10 牽引動力系統

3.10.2 集電裝置

3.集電裝置之設計應考量空氣動力效應，減少振動與噪音之產生。

3.10.8 牽引整流器/變流器

6.變流器應設計為無振動控制不受漣波影響之控制，以避免整流器輸出之漣波造成感應馬達振動現象。

3.11 輔助電力系統

3.11.4 直流電源及輔助設備

2.蓄電池每單元之容器應以能耐高撞擊、非衰老性之低煙無毒材料製成，且其強度應足夠承受通勤電聯車運轉行駛過程中產生之振動與衝擊。

三、捷運軌道車輛技術標準規範—高運量鋼軌車輛規劃基準(民國 102 年 11 月)

本基準研訂之目的係作為捷運高運量鋼軌車輛規劃之基準。本基準條文係綜合台北都會區高運量捷運系統工程經驗與國內各軌道工程相關單位及專家之意見而研訂，為未來各都會區捷運系統規劃、設計高運量系統之依據。捷運車輛之軌距，因考量台灣地區捷運系統之整體發展，應以採用標準軌距 1435 mm 為宜。

第二章 電聯車基本特性

2.7 列車之噪音及振動

2.7.2 振動

捷運系統列車之振動應視其地區特性及列車功能訂定最高速率時之振動管制標準，包括最高垂直振動、最高橫向振動、最高前後振動之管制標準。

第三章 電聯車各子系統設備基本功能與性能

3.1 車體系統

3.1.7 車輛設備與車體的連接

車輛設備與車體的連接至少應符合下列規定。

3.1.7.1 車輛設備與車體的連接處應能承受車輛設備水平縱向 60 m/s^2 、垂直方向 30 m/s^2 及橫向 20 m/s^2 的加速度，而不會產生永久變形。

3.1.7.2 安裝在車體上的設備及元件應能承受 1 至 100 Hz 之間任何頻率、大小 $4 \text{ m/s}^2 \text{ rms}$ 、且作用在上述三主軸方向上的連續正弦波振動，而不產生裂痕或疲勞破壞。

3.2 車體內裝設備

3.2.3 振動

車廂內部各元件間及任何元件或組件與轉向架、車體或軌道上的任何機構不得產生共振。

3.2.6 牆板

內襯牆板應有足夠之強度，避免振動及產生噪音。間隙及修邊方式應經主管單位核准。牆板使用之扣件不可外露。

3.2.8 車窗

3.2.8.2 為配合空調系統需要，車窗應為完全密閉式之固定窗。車窗玻璃應為整塊式之安全玻璃，且由耐火、低煙之合成橡膠或同級品密封於車窗開口內。車輛正常操作狀況下，車窗不可產生噪音或振動。車窗任何一片玻璃之更換時間不可超過 1 小時。在任何操作狀況下，車窗均不可鬆動或漏水。

3.3 煞車系統

3.3.2 煞車系統之基本要求

3.3.2.6 不能因振動、衝擊等作用而影響煞車之功能。

3.3.11 空氣壓縮機

3.3.11.3 空氣壓縮機之設計與安裝需符合本規範噪音與振動之需求。

3.3.18 摩擦煞車管路

3.3.18.2 所有管路應夾緊以避免振動或摩擦。管夾內側應有墊片以防止相互間之磨耗及噪音之產生。

3.4 空調系統

3.4.1 概述

3.4.1.6 空調機所有元件應符合本規範中有關噪音、振動及電氣之規定。

3.4.5 空調設備

3.4.5.3 冷媒管路

1. 冷凝器與蒸發器間之冷媒管應儘可能縮短，即使有熱交換器，壓縮機回流管及吸入管亦應儘可能以絕熱材料包覆在一起。冷媒管不得有凹處，以避免液態冷媒滯留該處。冷媒管固定夾應有橡皮護墊以容許膨脹，並減少因車身振動所造成之應力、腐蝕或磨耗。

2. 馬達/壓縮機組與冷媒管應以彈性管連接，以減少振動傳至車體上。

3.6 轉向架

3.6.2 懸吊特性

3.6.2.1 列車正常操作速度範圍內，懸吊元件應避免共振，並減少車身震盪（低頻高幅）及振動（高頻低幅），以符合下述之最低要求：裝有新車輪的車輛在 90 km/hr 內的車速下，轉向架或車體不得產生不穩定震盪。

四、輕軌系統建設及車輛技術標準規範（民國 102 年 11 月）

為因應國內未來輕軌系統之規劃與建置之需要，考量國內旅客使用習慣、氣候、交通、天災狀況、都市發展及景觀等在地化特性，交通部擬訂本規範。本規範適用於鋼軌鋼輪輕軌系統。非鋼軌鋼輪之輕軌系統，本規範可適用者仍得參考本規範之規定辦理。

第三章 輕軌系統之功能

3.10 環境保護

3.10.1 噪音防制

噪音防制目標之訂定需考慮符合我國現行相關噪音法令。輕軌運輸系統噪音振動防制之基本觀念：

1. 降低輕軌系統噪音、振動之傳遞影響，一方面可以使得輕軌運輸系統對乘客更具吸引力及讓路線沿線居民更能接受，另一方面由於減少與居民的磨擦及抱怨亦可降低營運成本。
2. 軌道系統產生的噪音和振動是明顯且可識別的，與一般的道路交通噪音振動來自各種未明噪音振動源，明顯不同。

3.10.1.3 噪音防制措施之設置

輕軌路線沿線應有適當噪音防制措施，相關設置之注意事項如下：

6. 因系統土傳振動產生之噪音須進行評估，必要時採取適當防制措施。

3.10.2 振動防制

輕軌系統設計時須評估系統產生之振動對鄰近敏感受體之影響，必要時採取適當之防制措施。

1. 噪音、振動評估方法
2. 輕軌系統邊臨地區噪音振動影響等級評定
3. 針對下列噪音振動源規定防制措施須求

- (1) 輕軌列車行駛噪音：動力音（驅動系統、空調、）/摩擦音（輪軌音、剎車音）/碰撞音（車體連結、道岔）
- (2) 高架形式之反射音：候車站量體反射音尤為嚴重
- (3) 候車站環控設備噪音：廣播音、空調音
- (4) 振動及衍生之結構音：土傳振動
- (5) 系統及其附屬設施之設計標準：參考我國路上運輸系統噪音管制標準、ISO2631-2、FE31、FTA 要求訂定之。
- (6) 噪音振動現場量測基準及驗收方法：參考我國法令、FTA、EN1793-5 等規範等訂定。

國外對人體振動之相關法規主要有：

ISO 2631-2(1989),2631-2(2003) 及 FTA recommended vibration limit ISO2631-2。

五、高速鐵路車輛技術標準規範（民國 102 年 11 月）

本規範適用於鋼軌鋼輪高速鐵路客運車輛。最高營運速率在每小時 200 公里以上之鐵路旅客運輸系統。

第二章 一般規定

2.9 列車乘坐品質

2.9.2 振動

列車車廂之設計，應使車輛所產生之振動不致造成乘客不舒適的感覺。車廂內最大振動量由採購機構考量乘客舒適度訂定之。

2.10 環境品質

2.10.2 微氣壓波

當列車以其最大容許速率進出路線上任一隧道時，應儘量降低對附近環境所造成之氣壓變動、噪音、振動等衝擊。

第三章 各子系統設備基本功能與特性

3.10. 氣壓與油壓設備

3.10.1 基本要求

(3) 空壓機應有適當之控制與保護裝置，並應儘可能地降低噪音與振動。

3.11. 集電弓

3.11.1 基本要求

(3) 集電弓之設計應考量空氣動力效應，避免產生不當之振動與噪音。

六、桃園都會區大眾捷運系統航空城捷運線環境影響說明書(民國 103 年 8 月)

航空城捷運依據機電及軌道系統特性，於道岔段評估設置相關減振設施或採用可動式道岔減振採鋼輪型式時，為符合人體感覺門檻及 ISO2631 標準，設計階段於地下穿越民宅處設置隔振軌道或浮動式道床軌道 (FST) 等相關減振措施，依一般隔振軌道可減振 3 dB-5 dB 及浮動式道床軌道可減振 20 dB-30 dB，將可符合相關參考標準而若採用膠輪型式，振動量將較低。營運期間定期磨軌，以有效降低振動量及噪音。

3.3.2 小結

結合上述蒐集之相關規定，我國各軌道運輸系統單位均訂有振動相關的內容，多係 ISO2631 相關規定，以提高系統安全性以及乘客舒適性為考量，連帶亦會降低對周圍環境振動的影響。但對於運輸系統所造成之環境振動，雖在捷運系統以及輕軌系統有將相關內容納入設計規範，例如須符合振動管制標準或實施振動防制措施，但由於並未立法管制振動，故欲符合管制標準之標準值僅能參考如日本標準，相對而言並無強制力。

第四章 研析我國民眾陳情交通環境振動案件，實地進行陸上運輸引起之環境振動量測，研提交通環境振動管制建議值

工作成果摘要

1. 擬定測點選定原則、量測方法、分析方式及評估指標等。
2. 20 處交通環境振動源特性振動與噪音量測分析，並與國外相關交通振動管制標準或規範研析比較，研提交通環境振動建議值。振動量測時包含背景環境振動值，其中包括軌道系統 14 處（高速鐵路 3 處、一般鐵路 3 處、臺北捷運 2 處、高雄捷運 2 處、高雄輕軌 2 處、桃園捷運 2 處），道路系統 6 處。依交通噪音陳情點位為中心，尋找適合量測該運輸系統振動之點位共 6 處，分別為高速鐵路 2 處、一般道路 2 處及一般鐵路 2 處，依選點規則尋點共 14 處。

第四章 研析我國民眾陳情交通環境振動案件，實地進行陸上運輸引起之環境振動測量，研提交通環境振動管制建議值

4.1 調查概要與目的

本工作項目目的為研提交通環境振動管制建議值，因此須藉由實地測量作業，瞭解國內各類型陸上運輸系統振動現況，與國外相關規範比較分析，並作為研擬我國管制對象及管制期程之參考。由歷年來計畫研究成果、國外相關研究及法規、國內陸上運輸種類及分布，擬定測點選定原則、測量方法、振動調查評估指標、測量設備、振動測量時間加權特性，說明如后小節，工作流程如圖 4.1-1。

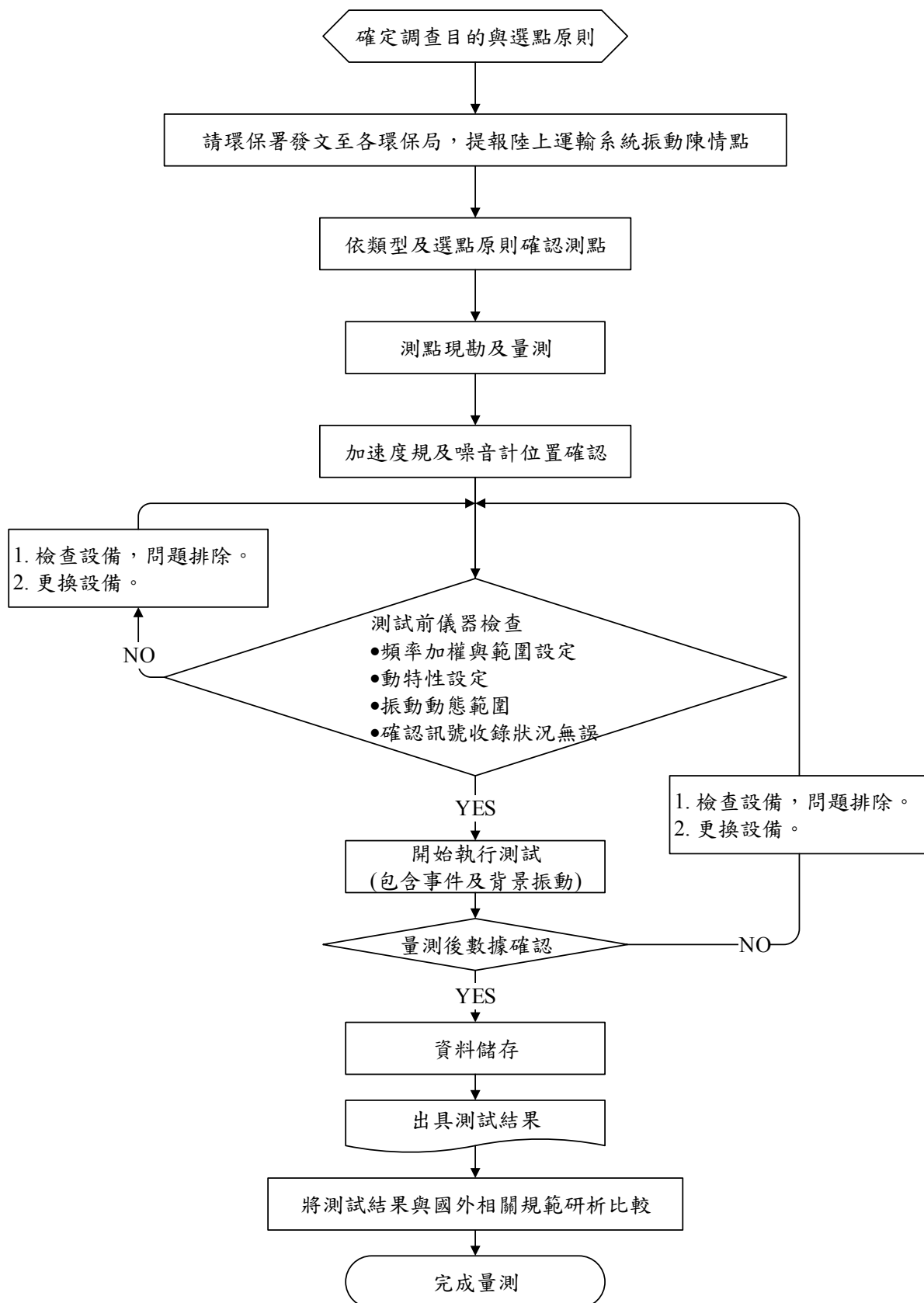


圖 4.1-1 交通環境振動測量調查流程圖

4.2 依民眾陳情交通環境振動案件類型，擬定測點選定原則、測量方法、分析方式及評估指標等，完成至少 15 處交通環境振動源特性背景調查，以及振動與噪音測量

依工作項目要求，應完成至少 15 處，本計畫實際共完成 20 處測點，以期獲得更完整測量資料。對於測點之選取考量內容如下：

4.2.1 測點選定原則

一、 環保局提供陳情案件

依環保署陸上運輸系統噪音管制標準，其定義之陸上運輸系統包括快速道路、高速公路、一般鐵路、高速鐵路及大眾捷運系統，共五類；若加上一般道路，則共有六類，其分布範圍極廣。但對測點之選擇，考量計畫目的為瞭解振動量對民眾之影響，故以受民眾陳情振動之案件為優先選擇對象。依民眾向環保署或環保局陳情案件類型分類，適當分配各類陸上運輸系統測點測量點位。106 年 5 月已請環保署發函至各縣（市）環保局提供曾遭民眾陳情之陸上運輸系統振動地點，經各單位回報自 104 年迄 106 年第一季與振動相關之陳情案件共 347 件，統計如表 4.2.1-1。

篩選各環保局提報振動陳情案件內容發現，其類型近似噪音管制法第六條之不具持續性或不易測量而足以妨害他人生活安寧之近鄰案件數，臺北市共提報 66 件（有 19 件為重複被陳情對象），營建工程陳情案件數佔 1/3；新北市共 88 件（有 8 件為重複被陳情對象），近鄰陳情案件數約佔三成；臺中市共 26 件近鄰陳情約佔該縣市總陳情三成，總計近鄰振動陳情有 71 件，145 件屬工廠及營業場所、營建工程共 97 件。而交通振動陳情案並未出現。

表 4.2.1-1 各縣市提報振動陳情案件數量（104 年至 106 年第一季）

	近鄰	工廠/營業場所	營建工程	重覆案件	總提報案件數
台北市	12	17	18	19	66
新北市	23	31	26	8	88
桃園市	0	8	8	-	16
台中市	26	43	15	4	88
台南市	-	4	1	-	5
高雄市	5	5	4	1	15
基隆市	-	-	12	-	12
新竹縣	-	11	4	-	15
苗栗縣	-	4	2	-	6
彰化縣	2	13	3	-	18
南投縣	-	6	3	1	10
花蓮縣	3	3	1	-	7
金門縣	-	-	-	1	1
宜蘭縣	-	-	-	-	0
新竹市	-	-	-	-	0
雲林縣	-	-	-	-	0
嘉義市	-	-	-	-	0
嘉義縣	-	-	-	-	0
屏東縣	-	-	-	-	0
台東縣	-	-	-	-	0
澎湖縣	-	-	-	-	0
連江縣	-	-	-	-	0
總計(件數)	71	145	97	34	347

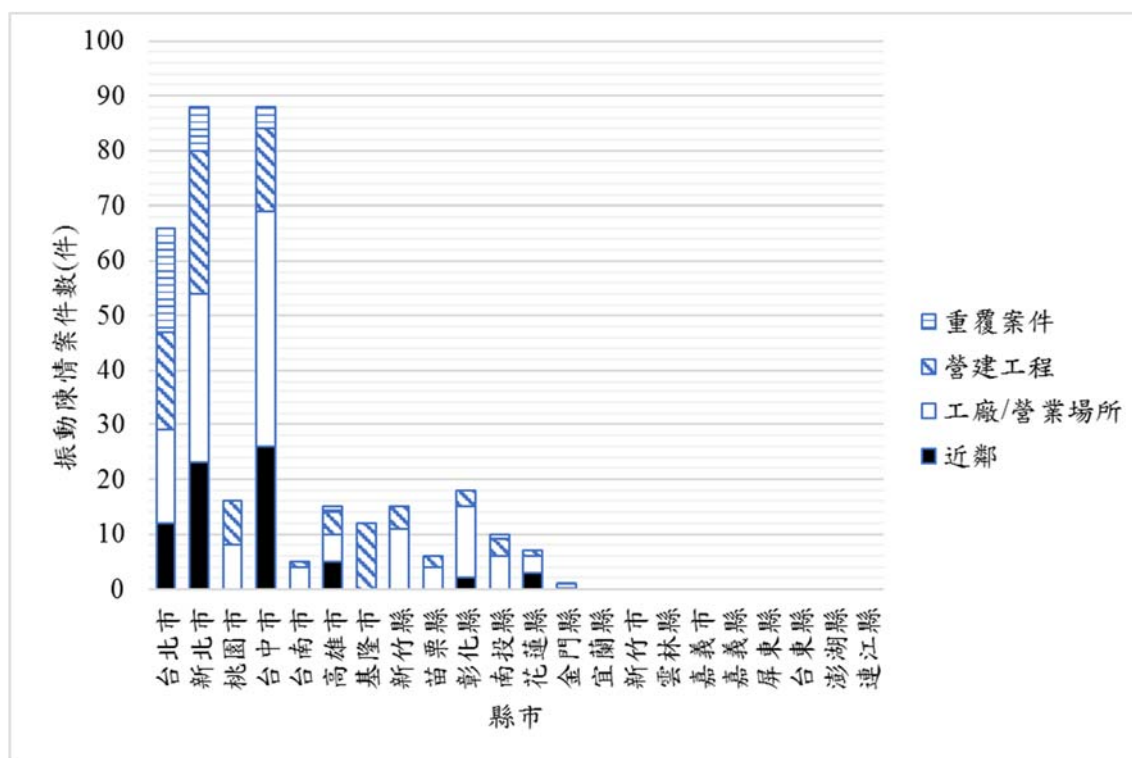


圖 4.2.1-1 各縣市提報振動陳情案件數量圖 (104 年至 106 年第一季)

二、 環保署統計資料庫案件

由環保署統計資料庫之受理陳情案件數統計資料，交通振動項目的陳情數量確實較少，如第二章表 2.5-1 所示，統計 104 年至 106 年 4 月僅有 3 件。

三、 運輸系統噪音改善案件

自 106 年 1 月至 6 月，因超過陸上運輸系統噪音管制標準，其交通營運或管理機關須提送改善計畫書之測點有 11 件。其中 8 件為一般鐵路分別位於臺中市、宜蘭縣、桃園市及彰化縣，2 件為高速公路位於苗栗縣及桃園市，另 1 件則為快速道路位於臺中市。本計畫執行 20 點位測量時，皆與環保署討論，若現場狀況允許則於上述測點附近選擇適合位置測量。上述測點經現場勘查，位於臺中市之一般鐵路案件，皆係因近期鐵路高架化所造成之噪音陳情。

由上述三項統計與調查結果顯示，交通振動相關陳情案件之數量較少，故本計畫進而依不同類別之交通系統選定測點，各類型分配測點如表 4.2.1-2。

測點選點原則，除了解測點位置與交通系統之相對關係外（如與交通系統距離），亦需調查周邊是否有明顯干擾因素（如其它可能振動源等），進而選定適當測點並經環保署同意，再排定測量日期執行調查評估。

表 4.2.1-2 各類型陸上運輸測點分配表

類型	點數
快速道路	1
高速公路	2
一般鐵路	3
高速鐵路	3
捷運系統 (臺北捷運、桃園機場捷運、高雄捷運、高雄輕軌)	8
一般道路	3
合計	20

4.2.2 選點原則

一、道路系統（快速道路、高速公路及一般道路）選點原則：

- (一) 測量人員可安全測量之地點，且交通系統旁有腹地可供儀器架設之地點為優先。
- (二) 位於交通系統周邊但非毫無人煙之處，附近有住家或公共場所優先選擇。
- (三) 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。
- (四) 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。
- (五) 避免選擇降速之路段，如交流道、閘道、休息區、紅綠燈路口等。
- (六) 避免選擇交通系統周界有溝渠阻隔之測點。
- (七) 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。

- (八) 避免選擇交通系統與測點位置高程落差大於 3 層樓高之路段，若有選擇之必要，則有該交通系統之墩柱位於測點附近尤佳。
- (九) 選擇快速道路路線之優先順序，以近市區或市郊之線道優先，其次為濱海等。
- (十) 一般道路測點之選擇以市區主要幹道為優先。
- (十一) 不同道路系統點數：快速道路 1 處。高速公路 2 處。一般道路 3 處。

二、軌道系統（一般鐵路、高速鐵路及捷運系統）選點規則：

- (一) 測量人員可安全測量之地點，且交通系統旁有腹地可供儀器架設之地點為優先。
- (二) 位於交通系統周邊但非毫無人煙之處，附近有住家或公共場所優先選擇。
- (三) 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。
- (四) 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。
- (五) 避免選擇降速之路段，如站體附近等。
- (六) 避免選擇交通系統與測點位置高程落差大於 3 層樓高之路段，若有選擇之必要，則有該交通系統之墩柱位於測點附近尤佳。
- (七) 避免選擇軌道系統地下段上方為主要幹道之測點，以空地或公園尤佳。
- (八) 一般鐵路之測點以各種車型皆有經過之路段為優先。
- (九) 避免選擇交通系統周界有溝渠阻隔之測點。

- (十) 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。
- (十一) 不同道路系統點數：一般鐵路 3 處。高速鐵路 2 處。捷運系統共選擇 8 處，分別為臺北捷運 2 處、高雄輕軌 2 處、高雄捷運 2 處、桃園機場捷運 2 處。

4.2.3 評估指標

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。人、建築物或環境受振動影響時，通常以速度或加速度進行定義及計算，單位為 m/s、m/s² 或 VdB（國際 1x10⁻⁸ m/s 或 5x10⁻⁸ m/s，美國 1x10⁻⁶ in/s）表示。本研究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，在處理分析時將進行包括 JIS 及 ISO 2631 W_m 評估指標之比較分析。

- (一) L_{av}：指特定時段內所測得振動位準之能量平均值，適用於表示穩定振動源之測量結果。計算方式為未加上垂直或水平振動感覺補正（或稱未加權）特性值之振動加速度 a 與參考基準加速度 a₀（10⁻⁵ m/s²）比值的平方再取對數值並乘上 10 即為 L_{av}。用於評估環境振動計算如式(1)。

$$L_{av} = 10 \log_{10} \left(\frac{a}{a_0} \right)^2 (dB) \quad \text{式(1)}$$

- (二) L_{max}：指所測定時段內之最大振動位準，適用於表示周期性或間歇性變動之振動源測量結果，單位 dB。
- (三) L_n：測定時段內超過某振動位準 L 的讀出值之個數，相當於全讀出值個數的 X % 時，將此振動位準表示為 L_X。適用於表示不規則且變動幅度大之振動源測量結果，單位 dB。

4.2.4 現場振動與噪音測量方法

一、測量方法：參考 NIEA P204.90C 環境振動測量方法執行陸上運輸系統引致之環境振動測量調查作業。

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。

三、測量期間：於陸上運輸系統營運時間進行振動測量，並同時記錄頻譜，作為振動特性分析之用。道路系統至少測量一小時，軌道系統測量通過之代表性班次數。

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陸上運輸系統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交通振動特性，作為未來管制之參考，故測量位置以交通系統路權界線範圍為主，並視情況參酌陸上運輸系統噪音管制標準第三條第三款規定。該規定為直轄市、縣（市）主管機關會同交通營運或管理機關（構）於下列地點測量：

1. 於陳情人所指定其居住生活範圍之室外地點測定者，應距離周圍建築物牆面線及其他主要反射面一至二公尺。
2. 陳情人未指定地點者，由主管機關指定陸上運輸系統營運或管理範圍外與陳情人居住生活建築物最近處之室外地點測定之，並應距離周圍建築物牆面線及其他主要反射面一至二公尺。

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 4.2.4-1。
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。

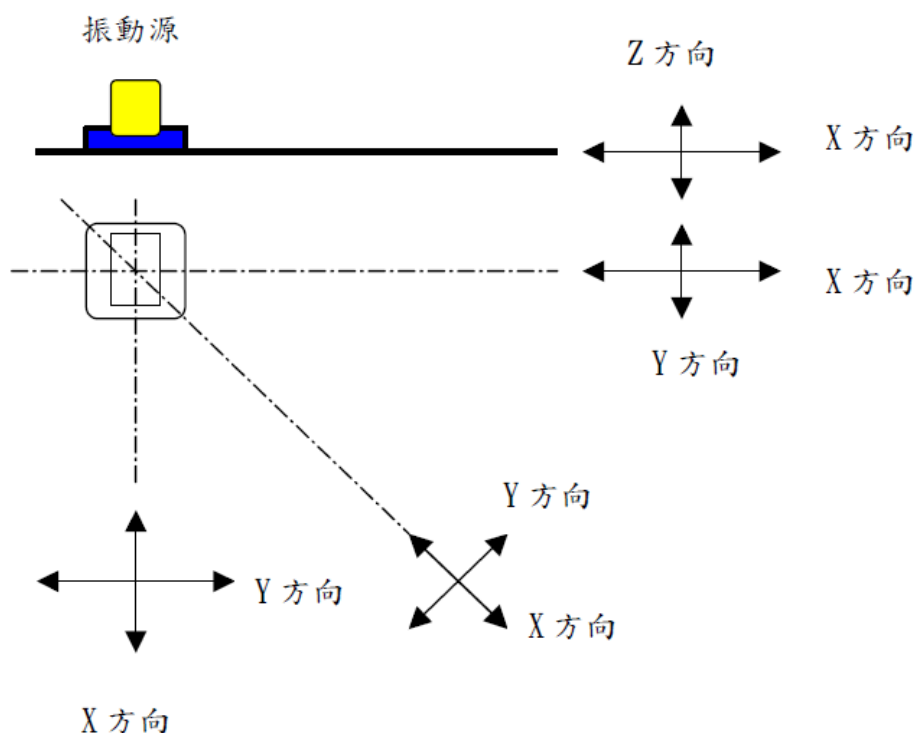


圖 4.2.4-1 測量點中心之座標方向選取

(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 4.2.4-1 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 4.2.4-1，將修正值-2 dB 附加於 70 dB 成為 68 dB。

表 4.2.4-1 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，後續分析後可將振動位準參考加速度 (a_{ref}) 設為 10^{-5} m/sec^2 或 10^{-6} m/sec^2 。測量頻率範圍設定為 1 Hz 至 80 Hz。
2. 動特性設定：穩定性振動源測量以慢特性 (Slow) 設定；變化性大的振動源設定為快特性 (Fast)。
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

用於本計畫交通環境振動測量之儀器設備說明如表 4.2.4-2 及圖 4.2.4-2。

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 4.2.4-2 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

圖 4.2.4-2 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 4.2.4-3 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 4.2.4-3 現場工作紀錄表

行政院環保署「環境振動源特性及管制研究計畫專案研究計畫」 現場記錄表(1/2)	
一、量測對象 基本資料	量測日期：
	單位名稱：
	附近地址：
	交通系統類型：
	☐ 捷運(站至 站) ☐ 高速鐵路(站至 站) ☐ 一般鐵路(站至 站) ☐ 國道(號) ☐ 一般道路(路) ☐ 快速道路(號)
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 4.2.4-3 現場工作紀錄表(續)

行政院環保署「環境振動源特性及管制研究計畫專案研究計畫」			
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DAVIS	DAVIS7440		
儀器量測程序SOP			儀器回收程序SOP
1.量測儀器安裝			1.檔案儲存，結束量測
2.量測儀器開啟			2.量測後儀器校正
3.量測儀器電力檢查			3.關閉電源量測儀器回收
4.量測儀器追溯校正			4.結束量測
5.量測儀器設定			
6.開始量測			

4.2.5 分析方式

本計畫各測點同時測量振動與噪音，噪音值依陸上運輸系統噪音管制標準計算如附件二。振動分析方式，依交通系統類別擷取背景及事件振動量，分別以 ISO 2631-2:2003 之 W_m 加權計算，以及 JIS Z 軸加權計算。

現場調查人員除負責振動儀器操作外，另紀錄振動源特性如圖 4.2.5-1，例如：穩定、週期性或者瞬間衝擊等、列車通過時間或車輛類型。透過現場觀察與時間歷程紀錄分析，了解不同振動源特性適合採用之指標，作為後續擬定相關管制法規評估指標之參考。

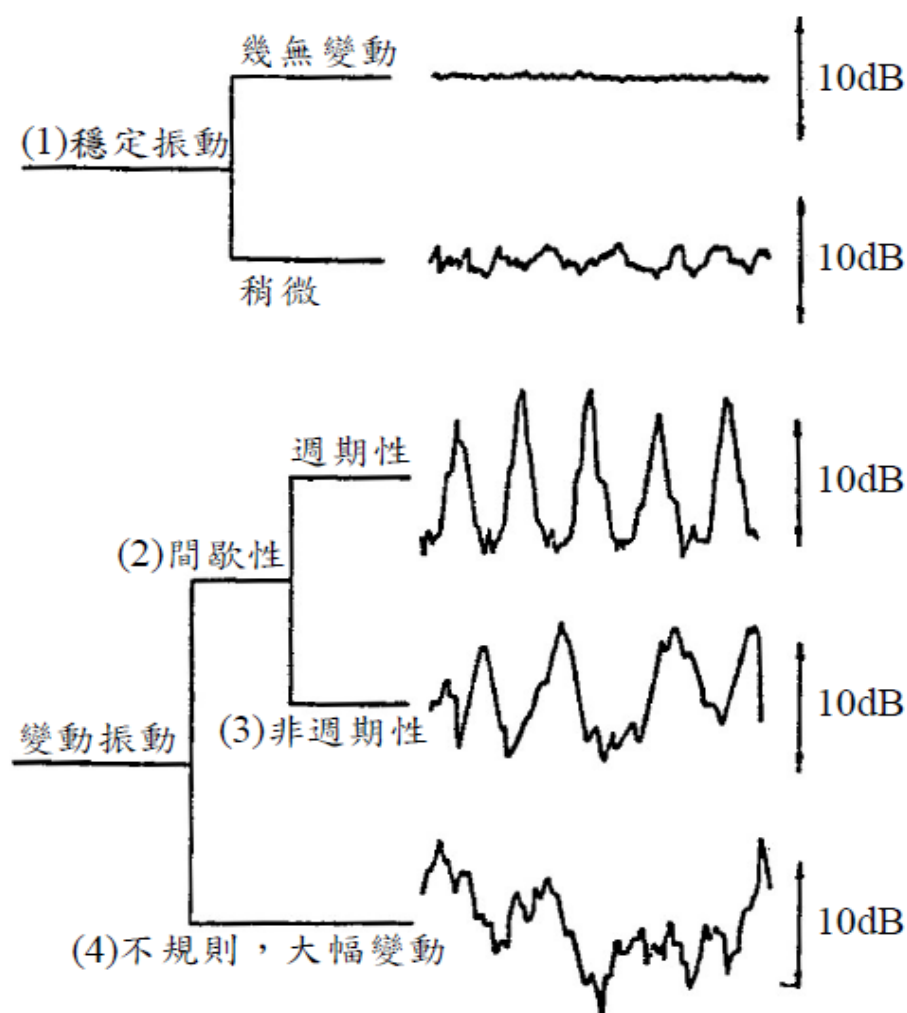


圖 4.2.5-1 振動時域變動之基本類型說明圖

4.3 振動測量時應包含背景環境振動值，以瞭解調查地點之振動影響情形

4.3.1 測量結果分析

依工作項目要求應測量 15 處，本計畫實際完成 20 處，其中軌道系統 14 處、道路系統 6 處。

振動源分為軌道系統及道路系統，其中軌道系統又分捷運以及鐵路，捷運之測點包括臺北捷運 2 處、高雄捷運 2 處、高雄輕軌 2 處及桃園捷運 2 處；鐵路之測點則包含高速鐵路 3 處及一般鐵路 3 處；道路系統測點包含高速公路 2 處，快速道路 1 處以及一般道路 3 處。因交通噪音改善陳情點位不一定位於運輸系統旁，可能中間相鄰好幾條一般道路或是周邊有其他非交通之振動源，而振動係由結構或地盤傳遞，故在被陳情之運輸系統及陳情端之間較易產生干擾。為此本計畫以噪音陳情端為依據，選擇靠近被陳情之運輸系統路權線周界，尋找適合測量該運輸系統振動之點位，分別為高速鐵路 2 處、一般道路 2 處及一般鐵路 2 處，依選點原則尋點共 14 處，測點一覽表如表 4.3.1-1。各測點測量位置皆於陸上運輸系統路權線以外，振動與噪音同時測量，振動測量結果分別以 ISO 2631-2:2003 之 W_m 加權計算，以及 JIS Z 軸加權計算。計算結果各測點振動及噪音測量結果總表如表 4.3.1-2 及表 4.3.1-3 所示。

表 4.3.1-1 測點基本資料一覽表

點次	運輸系統類型	振動源	系統位置/ 測量位置	測點	與路權線之 距離(m)	測點鋪面/地質	測量日期 (2017 年)	測點來源
1	軌道系統	臺北捷運列車	地面/地面	立德路(忠義站 S-關渡站 N)	2	瀝青鋪面/礫石-砂-黏土	07/18	尋點
2	軌道系統	臺北捷運列車	地下/地面	錦西街(雙連站 S-民權西路站 N)	0	石磚鋪面/礫石-砂-黏土	07/18	尋點
3	道路系統	高速公路(3 號) 機動車輛	地面+高架/地面	內湖無極宮(南下側)	2.5	混凝土地面/礫石-砂-黏土	07/20	尋點
4	道路系統	高速公路(1 號) 機動車輛	地面/地面	土城永豐路(南下側)	8	混凝土地面/礫石-砂-黏土	07/20	尋點
5	軌道系統	高速鐵路列車	高架/地面	苗栗西湖(臺中站 S-苗栗站 N)	19	混凝土地面/砂岩-泥岩-頁岩	08/01	噪音陳情附近
6	軌道系統	高速鐵路列車	高架/地面	苗栗通宵(臺中站 S-苗栗站 N)	17	混凝土地面/礫石-砂-粉砂-黏土	08/01	噪音陳情附近
7	道路系統	快速道路(台 74 線) 機動車輛	接近地面/地面	臺中筏子東街(南下側)	5	瀝青鋪面/礫石-砂-粉砂-黏土	08/01	尋點
8	軌道系統	一般鐵路列車	高架/地面	人和路(潭子站 S-豐原站 N)	1.6	磁磚鋪面/礫石-砂-粉砂-黏土	08/02	噪音陳情附近
9	軌道系統	高雄輕軌列車	地面/地面	中鋼(經貿園區站 S-軟體園區站 N)	2	瀝青鋪面/泥-砂-礫石	08/02	尋點
10	軌道系統	高雄輕軌列車	地面/地面	夢時代(凱旋中華站 S-夢時代站 N)	0.5	人行道磚/泥-砂-礫石	08/02	尋點
11	軌道系統	高雄捷運列車	高架/地面	後勁(後勁站 S-都會公園站 N)	20	水泥地面/泥-砂-礫石	08/03	尋點
12	軌道系統	高雄捷運列車	高架/地面	橋頭(青埔站 S-橋頭糖廠站 N)	6	水泥地面/泥-砂-礫石	08/03	尋點
13	道路系統	拖板車等大貨車 機動車輛	地面/地面	高雄市南星路	17	瀝青鋪面/泥-砂-礫石	08/03	噪音陳情附近
14	軌道系統	高速鐵路列車	高架/地面	新竹新埔(新竹站 S-桃園站 N)	10	水泥地面/礫石-砂-黏土	09/25	尋點
15	軌道系統	一般鐵路列車	接近地面/地面	桃園平鎮(埔心 S-中壢 N)	6	瀝青鋪面/紅土-礫石-砂-黏土	09/25	尋點
16	道路系統	機動車輛	地面/地面	臺北市重慶北路三段	0	瀝青鋪面/礫石-砂-黏土	10/17	尋點
17	軌道系統	一般鐵路列車	地面/地面	宜蘭頭城(外澳 S-龜山 N)	3.8	混凝土地面/硬頁岩夾薄至厚層砂岩	10/26	噪音陳情附近
18	軌道系統	桃園機場捷運列車	高架/地面	桃園赤塗路(山鼻 S-林口 N)	18	瀝青鋪面/礫石-砂-夾砂-粉砂凸鏡體	10/26	尋點
19	軌道系統	桃園機場捷列車運	高架/地面	桃園蘆竹(桃園機場 S-山鼻 N)	13	水泥地面/礫石-砂-黏土	10/26	尋點
20	道路系統	機動車輛	地面/地面	臺北市承德路五段	0	瀝青鋪面/礫石-砂-黏土	11/08	噪音陳情附近

表 4.3.1-2 各測點振動測量結果總表

測點		ISO W _m 加權 (a _{ref} =10 ⁻⁶ m/s ²)							JIS Z 軸加權 (a _{ref} =10 ⁻⁵ m/s ²)	
		背景 L _{eq}	事件 L _{eq}	軸向	事件 L _{max}	軸向	事件 L ₁₀	軸向	事件 L ₁₀	背景 L ₁₀
軌道系統	1	42.9	60.9	Z	72.2	Z	65.7	Z	49.3	28.4
	2	38.7	69.0	Z	79.0	Z	73.3	Z	56.6	24.8
	5	29.9	65.7	Z	74.5	Z	70.3	Z	53.5	14.9
	6	29.5	63.6	Z	71.8	Z	67.9	Z	51.1	14.9
	8	38.8	65.2	Z	76.6	Z	70.0	Z	53.2	24.2
	9	41.9	56.7	Z	66.5	Z	60.0	Z	43.5	27.9
	10	42.6	64.4	Z	72.8	Z	68.9	Z	52.7	29.3
	11	42.7	51.6	Z	65.9	X	54.7	Z	38.0	28.9
	12	37.1	62.0	Z	73.2	Z	66.0	Z	49.6	19.1
	14	28.9	66.3	Z	72.6	Z	70.3	Z	53.5	13.7
	15	31.2	70.4	Z	79.3	Z	75.2	Z	53.8	16.2
	17	26.1	68.7	Z	77.7	Z	72.8	Z	56.1	10.8
	18	39.3	53.5	Y	61.8	Y	58.1	Y	38.7	18.3
	19	35.6	56.8	Z	66.0	Z	61.0	Z	44.2	20.8
道路系統	3	46.1	48.6	Y	67.7	X	51.2	Y	33.1	26.8
	4	44.9	52.4	Z	83.3	X	56.1	Z	39.5	31.3
	7	41.4	55.9	Y	88.2	Y	48.6	Z	31.9	29.2
	13	38.4	47.7	Z	65.2	Z	51.3	Z	34.8	24.3
	16	49.6	59.9	Z	79.1	Z	63.8	Z	47.3	35.9
	20	48.9	52.0	Z	69.1	Z	55.0	Z	38.5	34.1

備註：表中 ISO 值列出三軸中最大者。

表 4.3.1-3 各測點噪音測量結果總表

測點		噪音量 20 Hz-20 kHz (dB(A))							
		背景 L _{eq}	事件 L _{eq}			事件 L _{max}			小時事件數
			音量	有效 事件數	小時 均能音量	事件 音量	有效 事件數	小時 均能音量	
軌道系統	1	56.4	65.5	16	38.0	70.4	17	47.2	17
	2	60.7	-	-	-	-	-	-	-
	5	48.7	62.7	7	35.6	71.2	7	44.1	7
	6	53.7	67.0	7	39.8	74.8	7	47.7	7
	8	51.6	70.0	8	43.5	74.9	9	48.9	9
	9	66.4	73.3	2	40.7	78.5	5	49.9	7
	10	58.8	69.2	1	33.6	72.5	8	46.0	8
	11	55.9	62.7	7	35.6	68.6	14	44.5	15
	12	55.9	68.9	9	42.9	74.3	12	49.5	14
	14	46.5	60.4	7	33.3	67.5	7	40.4	7
	15	49.4	68.4	12	43.6	76.4	12	51.7	12
	17	51.7	69.4	8	42.8	76.3	8	49.8	8
	18	54.3	67.6	16	44.1	74.8	16	51.3	16
	19	49.4	60.4	3	29.6	66.5	11	41.4	16
道路系統	3	70.8	76.4	-	40.8	-	-	-	-
	4	63.2	68.0	-	32.4	-	-	-	-
	7	64.4	69.1	-	33.5	-	-	-	-
	13	48.0	62.5	-	26.9	-	-	-	-
	16	59.6	74.0	-	38.5	-	-	-	-
	20	58.6	71.4	-	35.7	-	-	-	-

備註：1.測點 2 位於地面，不受地下段捷運噪音影響。

2.道路系統為持續性噪音，毋須分析噪音事件。

4.3.2 各測點振動測量結果說明

本節將說明各測點測量結果，測量結果之軌道系統係擷取 1 小時中所產生之事件計算出其音量與振動量，道路系統則係擷取連續 1 小時計算該系統之音量及振動量，各測點之噪音與振動皆係同時測量。

一、點次 1：臺北捷運-立德路(忠義站 S-關渡站 N)

(一)現況描述：主要振動源為行駛中之捷運列車。測點位置為臺北捷運隔音牆旁 2m 之瀝青鋪面地面，測量現場如圖 4.3.2-1。

(二)分析結果：

振動及噪音測量結果如圖 4.3.2-2 至圖 4.3.2-4 所示。此測點以 Z 軸振動較大，而 Z 軸背景振動量於 80 Hz 有較高之振動值，事件振動則於 25 Hz、80 Hz 及 100 Hz 有較高之振動值，水平方向背景振動於 20 Hz 有較高之振動值，事件振動於 25 Hz 及 80 Hz 有較高之振動值。事件噪音值在 100 Hz、800 Hz 及 16 kHz 有較高之噪音值，背景音量則在 630 Hz 有較高之音量。本測點鋪面材質為瀝青材質，因臺北捷運之列車行經時間皆較其他測點長且測點距離路權線較近，故其振動事件曲線較大且明顯，歷時曲線未加權振動值事件與背景相差約 35 dB，測點屬變動間歇性非週期振動。

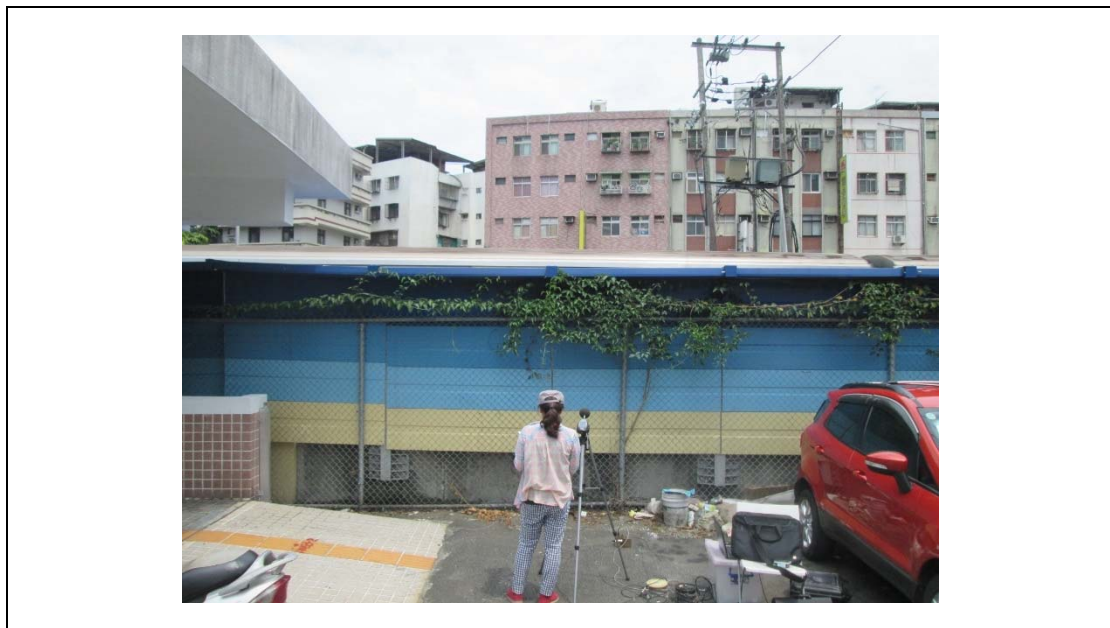


圖 4.3.2-1 測量現況(北捷-立德路)

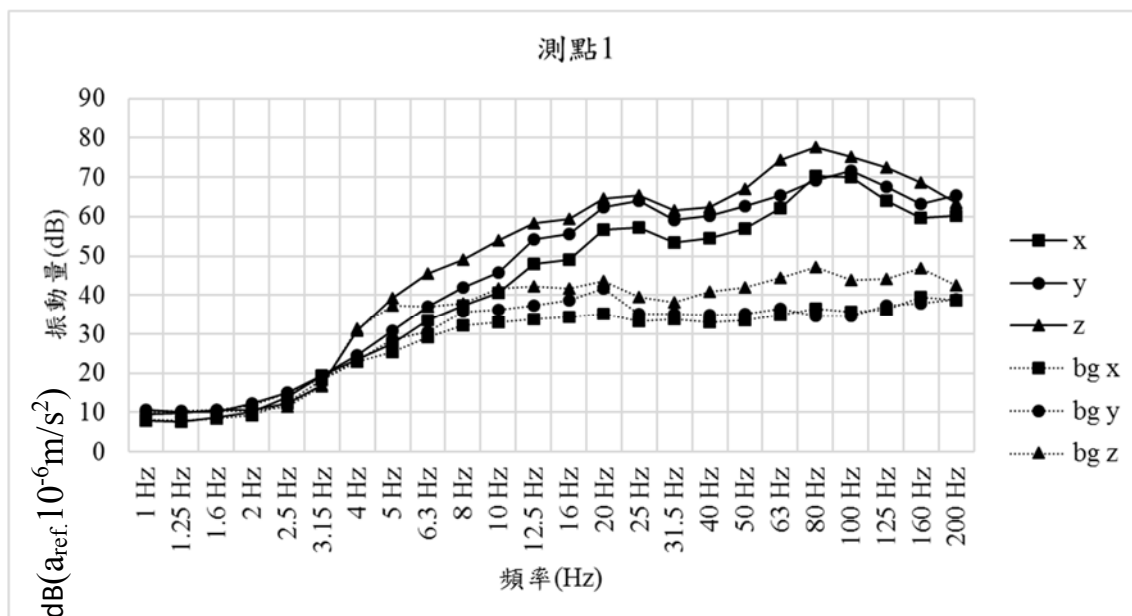


圖 4.3.2-2 振動測量結果(北捷-立德路)(ref.10⁻⁶m/s²)

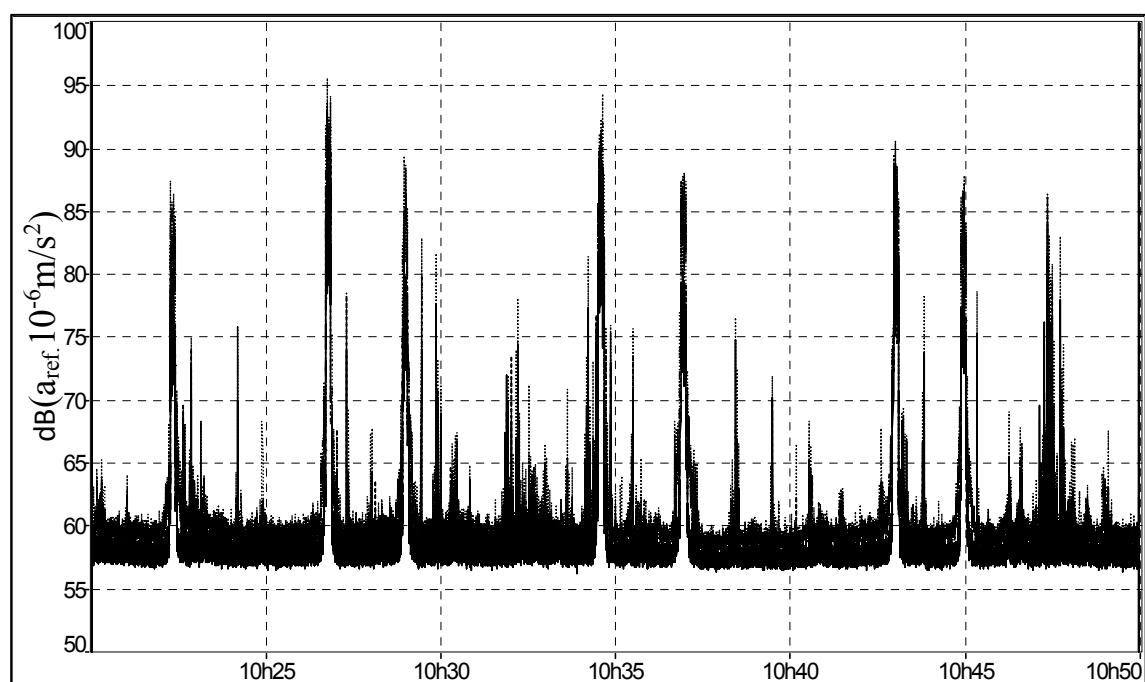


圖 4.3.2-3 未加權振動歷時圖(北捷-立德路)

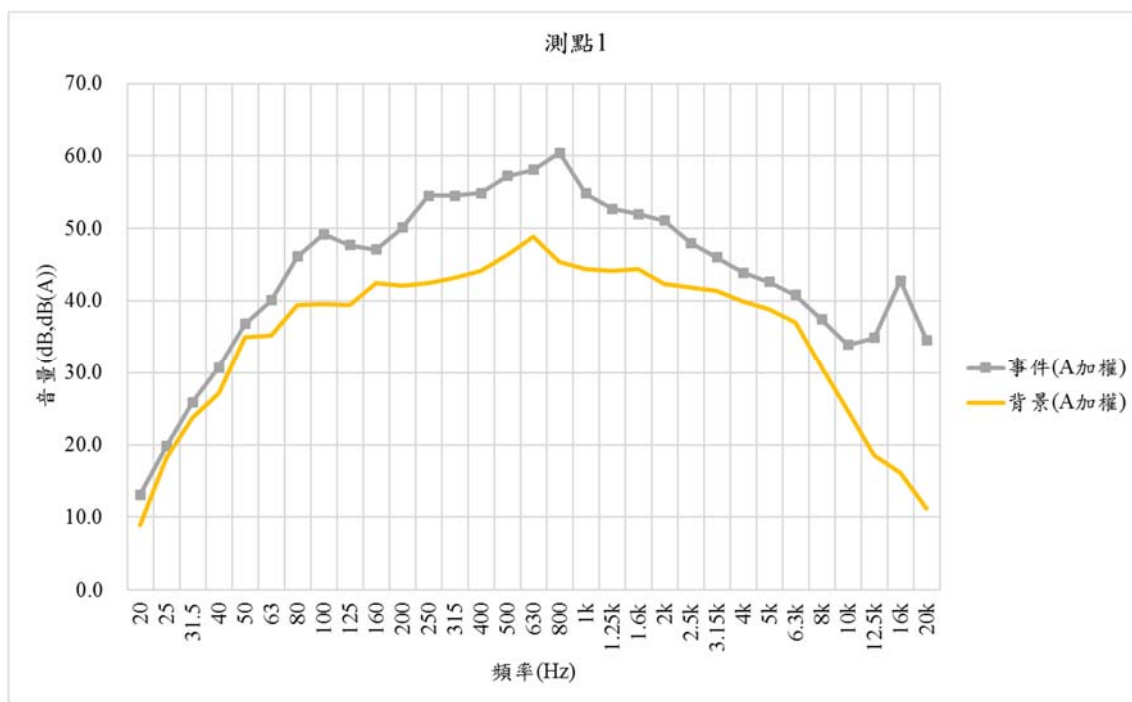


圖 4.3.2-4 噪音測量結果(北捷-立德路)

二、 點次 2：臺北捷運-錦西街(雙連站 S-民權西路站 N)

(一)現況描述：主要振動源為位於地下段行駛中之捷運列車。測點位置為臺北捷運行經路線上方地表層之石磚鋪面地面，測量現場如圖 4.3.2-5。

(二)分析結果：振動測量結果如圖 4.3.2-6 及圖 4.3.2-7 所示。此測點以 Z 軸振動較大，而 Z 軸背景振動量於 40 Hz 及 250 Hz 有較高之振動值，事件振動值則於 12.5 Hz 後開始上升，並於 40 Hz、80 Hz 及 250 Hz 較其左右兩側頻率高，水平方向背景振動 X 軸向於 1 Hz 至 10 Hz 有較高之振動值，事件振動則亦於 1 Hz 至 10 Hz 有較 Z 軸高之振動值。此處測點因位於捷運行經之上方地面，故無法測量得事件產生之噪音值，僅與振動同步測量該處測點之環境音量。本測點鋪面材質為人行道磚，測點屬變動間歇性非週期振動。



圖 4.3.2-5 測量現況(北捷-錦西街)

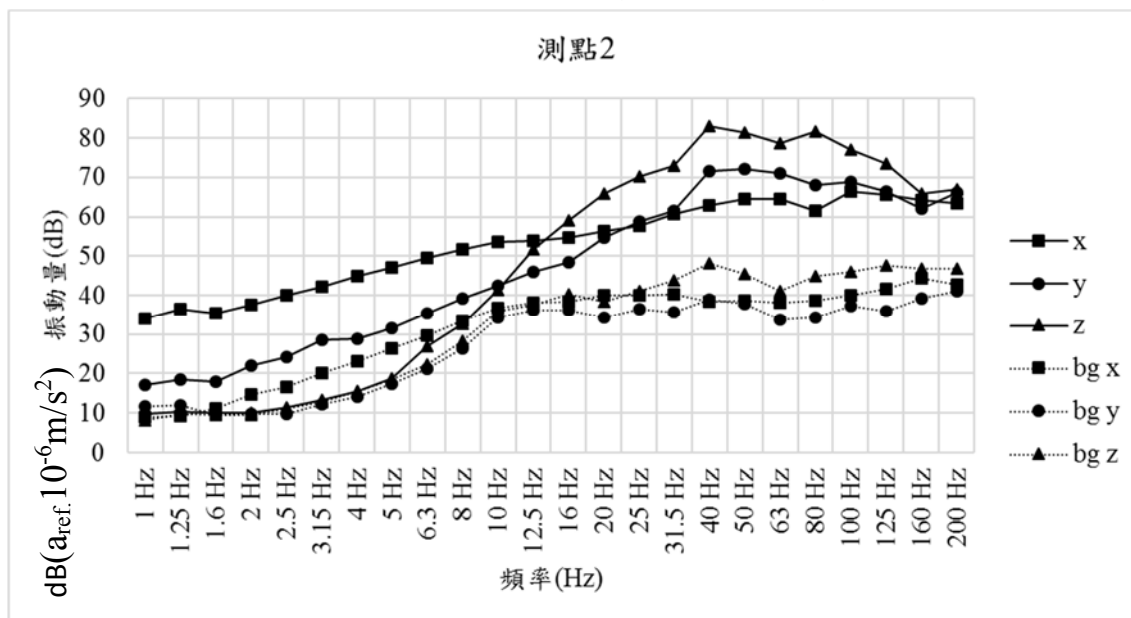


圖 4.3.2-6 振動測量結果(北捷-錦西街)(ref.10⁻⁶m/s²)

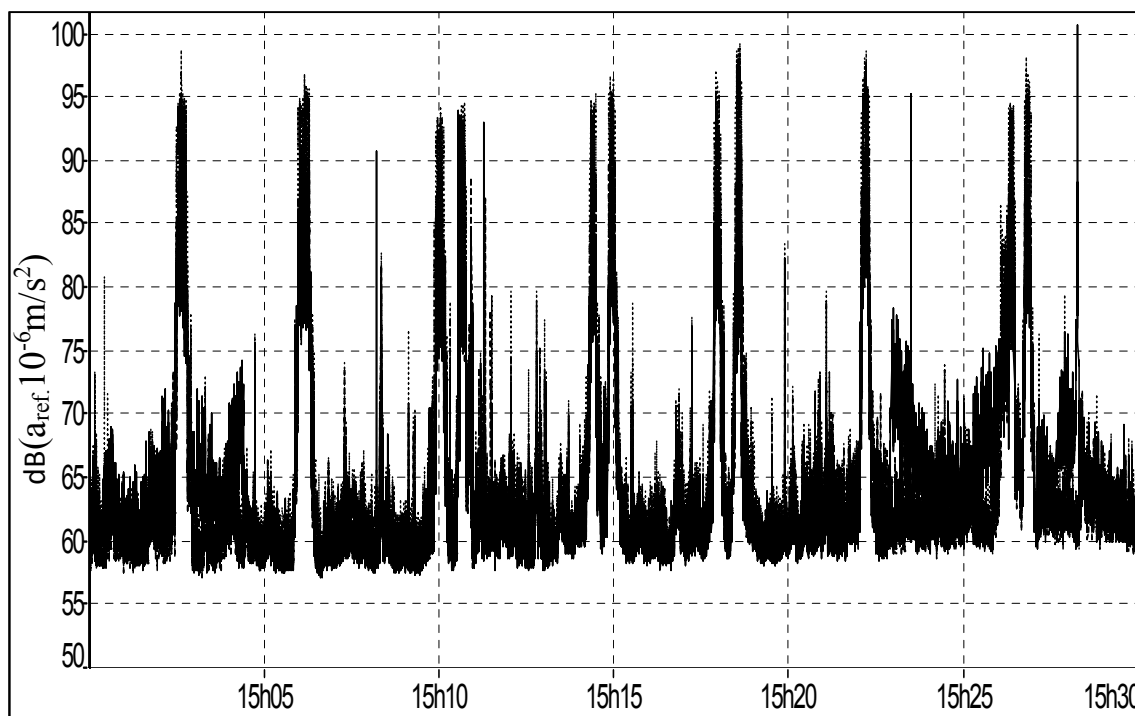


圖 4.3.2-7 未加權振動歷時圖(北捷-錦西街)(ref. 10^{-6}m/s^2)

三、 點次 3：高速公路-內湖無極宮(國道 3 號南下側)

(一)現況描述：主要振動源為高速行駛中之機動車輛，有平面車道以及高架車道。測點位置為國道 3 號路權線旁 2.5 m 處之混凝土地面，測量現場如圖 4.3.2-8。

(二)分析結果：

振動及噪音測量結果如圖 4.3.2-9 至圖 4.3.2-11 所示。此處陸上交通運輸系統為高速公路，故行駛之車流量及車速皆較一般道路多且高，其背景振動值及噪音值皆較不易測得無受車流影響之測值。此測點振動值以水平軸向較大，而背景振動量於 16 Hz、31.5 Hz 及 200 Hz 有較高之振動值，事件振動則於 16 Hz 及 200 Hz 較高之振動值，垂直方向之 Z 軸背景振動於 31.5 Hz、63 Hz 及 200 Hz 有較高之振動值，事件振動於 12.5 Hz 開始上升。事件噪音值在 60 Hz、80 Hz 及 800 Hz 有較高之噪音值，背景音量則在 60 Hz 及 800 Hz 音量較高。測點鋪面材質為混凝土，為變動非週期性振動。



圖 4.3.2-8 測量現況(國道 3 號-內湖無極宮)

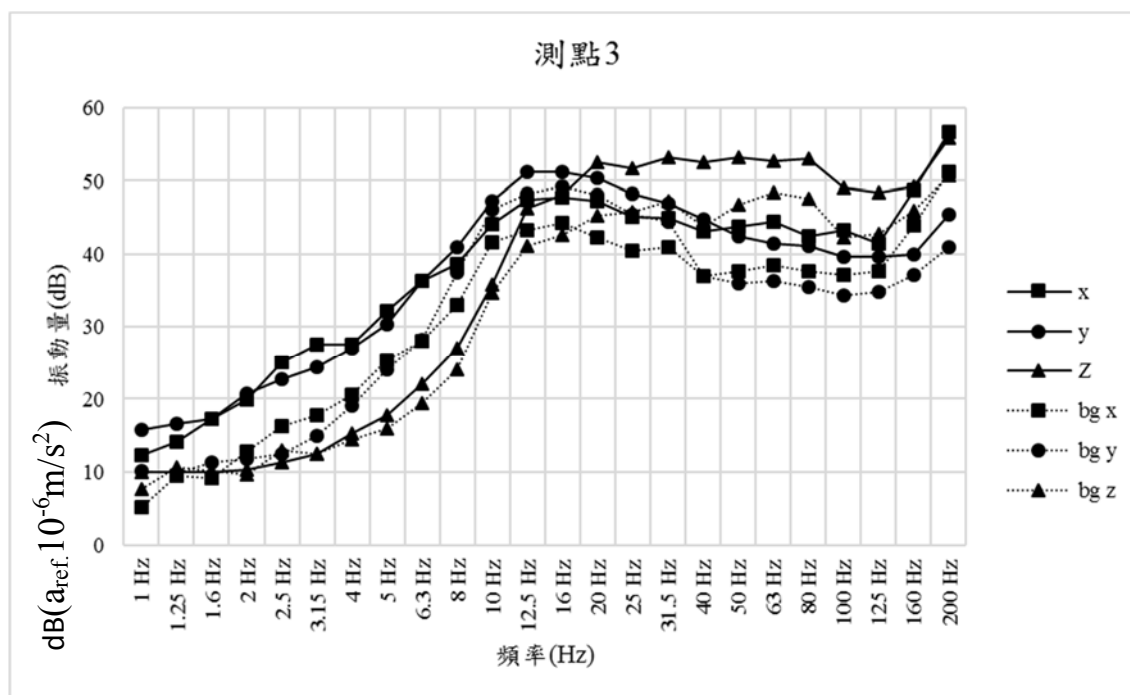


圖 4.3.2-9 振動測量結果(國道 3 號-內湖無極宮)(ref.10⁻⁶m/s²)

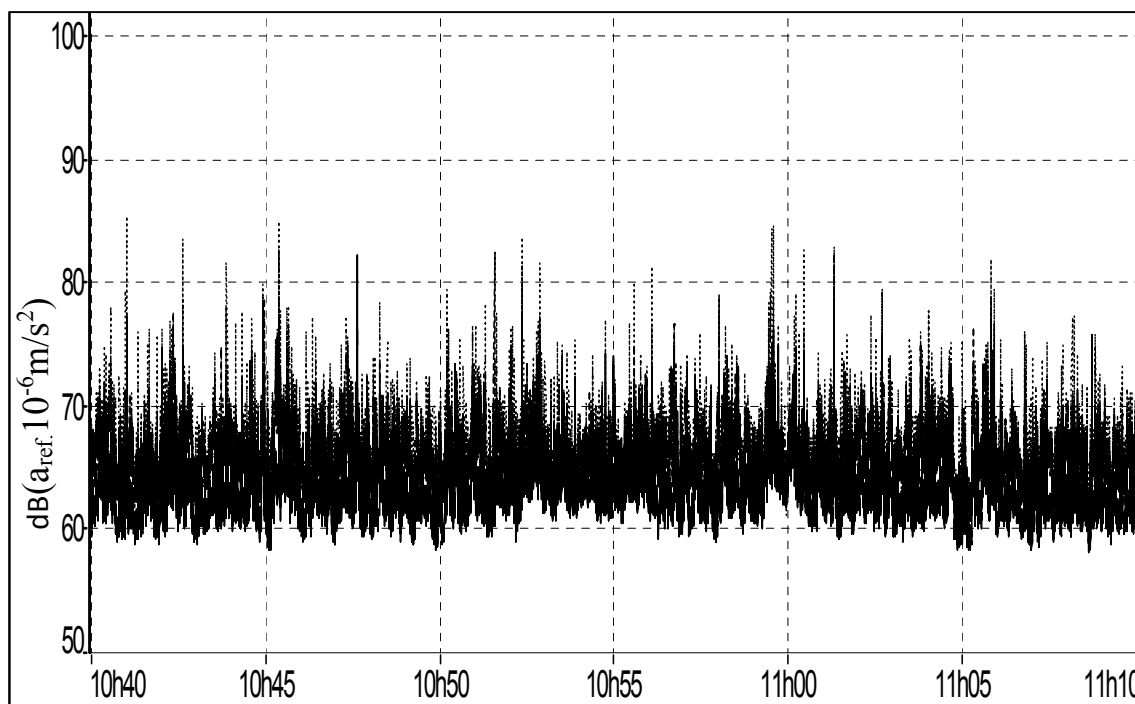


圖 4.3.2-10 未加權振動歷時圖(國道 3 號-內湖無極宮)(ref.10⁻⁶m/s²)

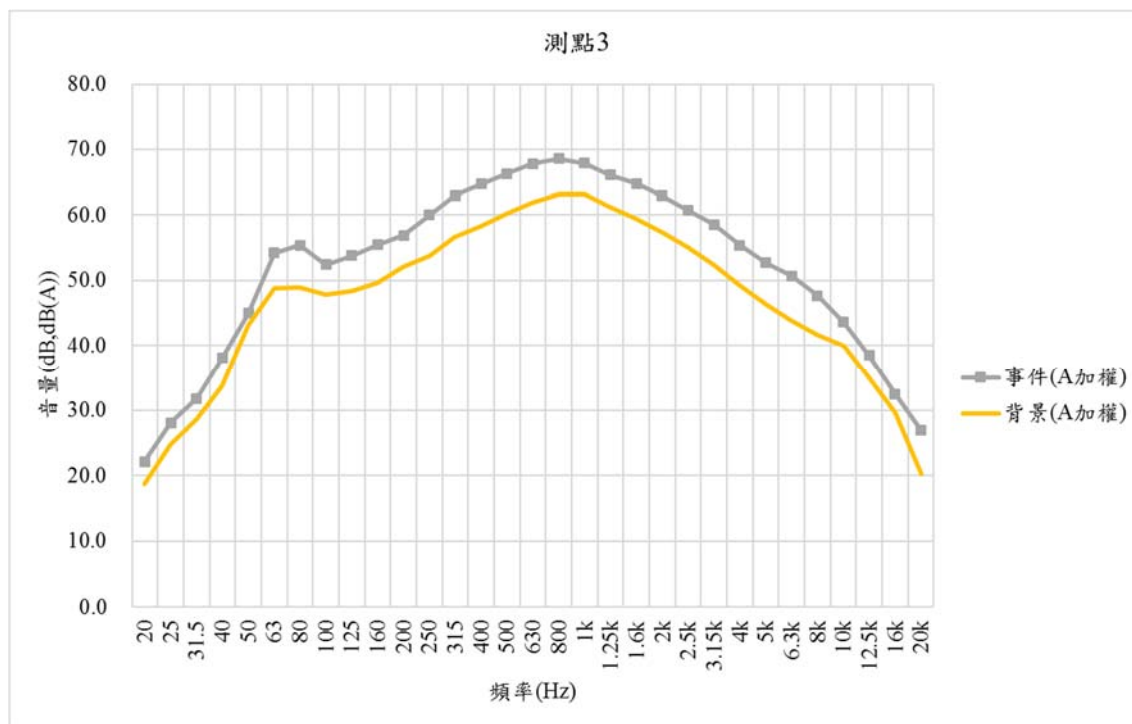


圖 4.3.2-11 噪音測量結果(國道 3 號-內湖無極宮)

四、 點次 4：高速公路-土城永豐路(國道 1 號南下側)

(一)現況描述：主要振動源為高速行駛中之機動車輛。測點位置為國道 3 號路權線旁 8 m 處之混凝土地面，測量現場如圖 4.3.2-12。

(二) 分析結果：

振動及噪音測量結果如圖 4.3.2-13 至圖 4.3.2-15 所示。此處陸上交通運輸系統為高速公路，故行駛之車流量及車速皆較一般道路多且高，其背景振動值及噪音值皆較不易分離出未受車流影響之測值。此測點振動值以 Z 軸向較大，三軸向背景振動量皆於 12.5 Hz 及 200 Hz 有較高之振動值，Z 軸事件振動則亦於 12.5 Hz 及 200 Hz 較高之振動值，X 軸向之事件振動於 1 Hz 至 10 Hz 有較 Y 軸及 Z 軸高之振動值，Y 軸及 Z 軸事件振動則於 12.5 Hz 開始上升。事件噪音值在 100 Hz、630 Hz 及 12.5 kHz 有較高之噪音值，背景音量則在 80 Hz 及 630 Hz 音量較高。事件與背景相差較大約 25 dB~30 dB，測點鋪面材質為人行道磚，為變動非週期性振動。



圖 4.3.2-12 測量現況(國道 1 號-土城永豐路)

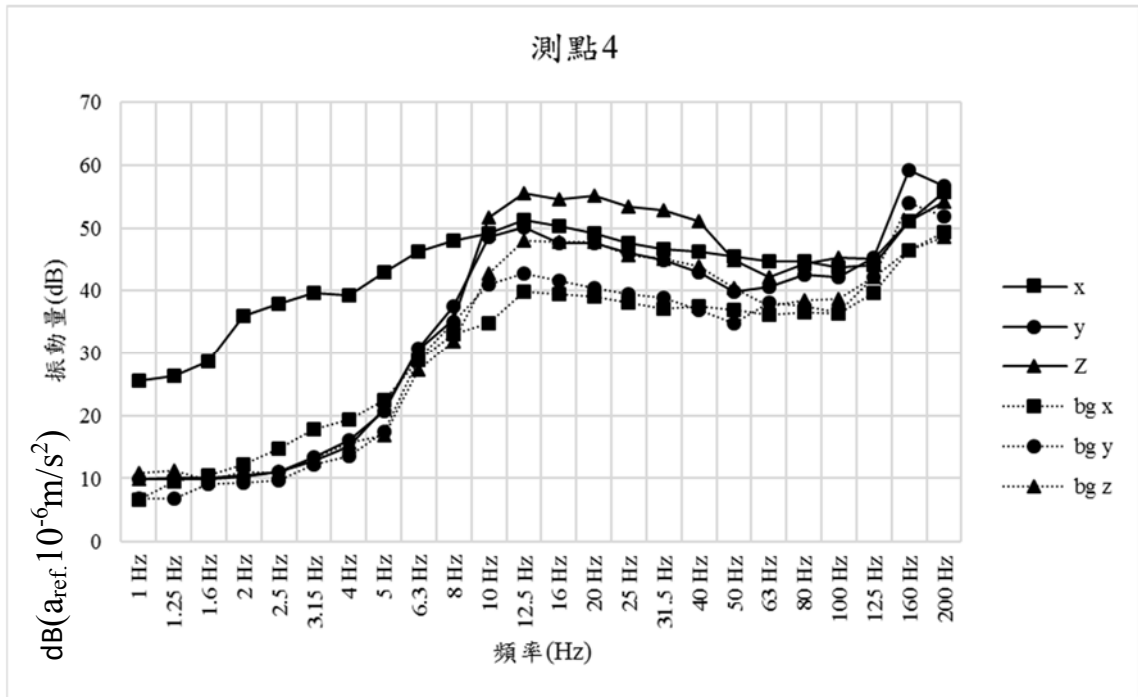


圖 4.3.2-13 振動測量結果(國道 1 號-土城永豐路)(ref.10⁻⁶m/s²)

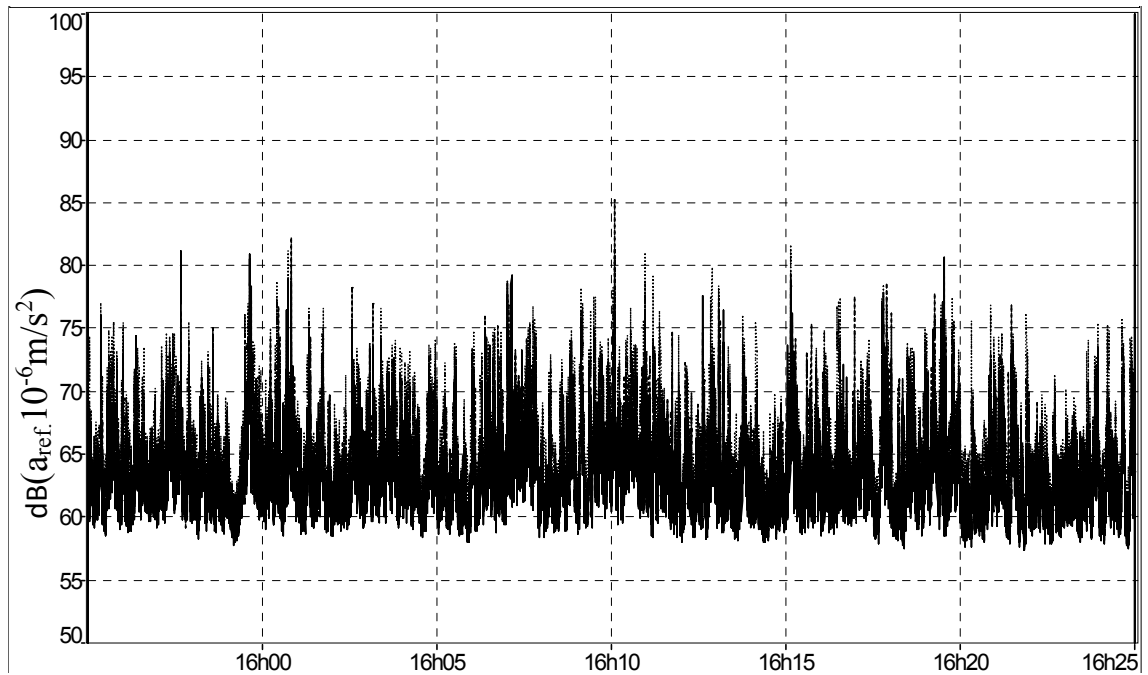


圖 4.3.2-14 未加權振動歷時圖(國道 1 號-土城永豐路)(ref.10⁻⁶m/s²)

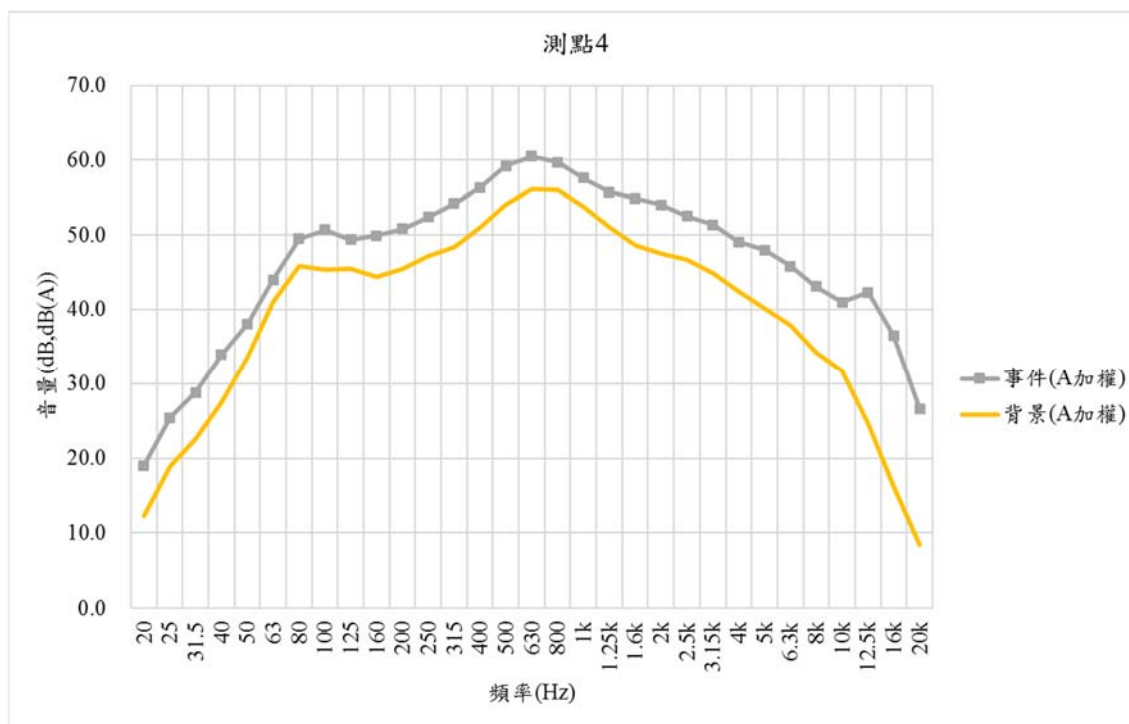


圖 4.3.2-15 噪音測量結果(國道 1 號-土城永豐路)

五、 點次 5：高速鐵路-苗栗西湖(臺中站 S-苗栗站 N)

(一)現況描述：主要振動源為高速行駛中之列車，為高架段。測點位置為高架軌道側邊水平距離 5 m 處之混凝土地面。此測點為以交通噪音陳情戶為依據，選擇較靠近高速鐵路系統之測點，測量現場如圖 4.3.2-16。

(二)分析結果：

振動及噪音測量結果如圖 4.3.2-17 及圖 4.3.2-19 所示。此測點振動值以 Z 軸向較大，背景振動量於 4 Hz、12.5 Hz 及 125 Hz 有較高之振動值，事件振動則於 12.5 Hz、25 Hz、50 Hz 及 160 Hz 較其兩側頻率高之振動值，水平方向之事件振動則與 Z 軸事件之振動頻率相似，亦於 12.5 Hz、25 Hz、50 Hz 及 160 Hz 有較其兩側頻率高之振動值。事件噪音值在 63Hz、125 Hz、2 kHz 及 6.3 kHz 有較高之噪音值，背景音量則在 80 Hz、250 Hz 及 10 kHz 音量較高。高速鐵路測點係皆為高架段測點，列車行駛速度快通過時間短，且測點多位於環境單純之民宅周遭，故其振動事件較捷運明顯，事件高出背景約 30 dB~40 dB，為變動間歇性非週期振動。

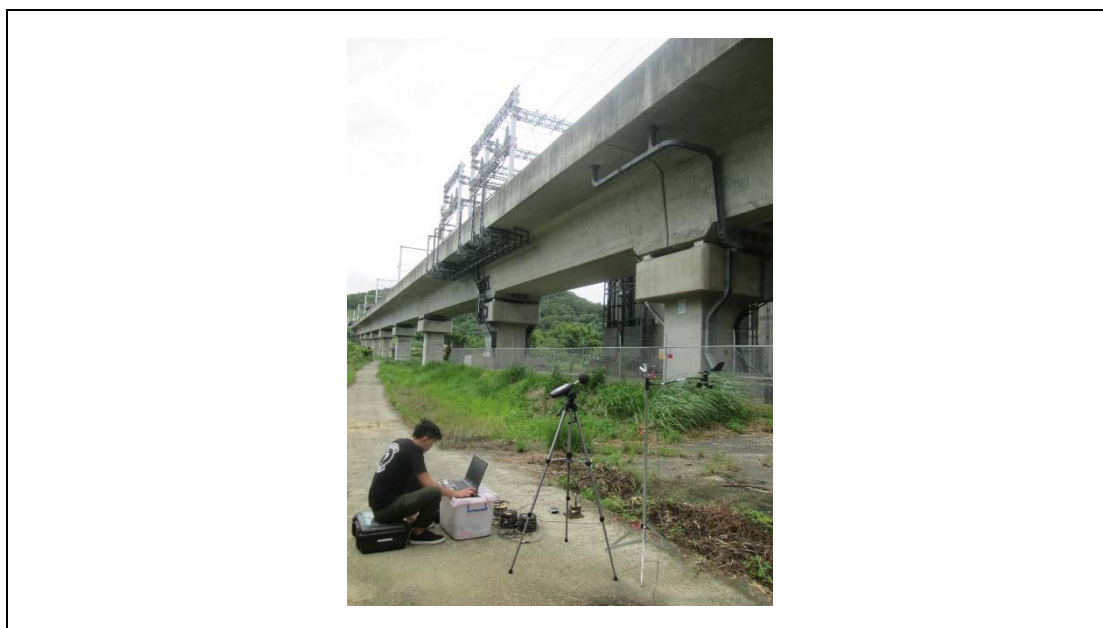


圖 4.3.2-16 測量現況(高鐵-苗栗西湖)

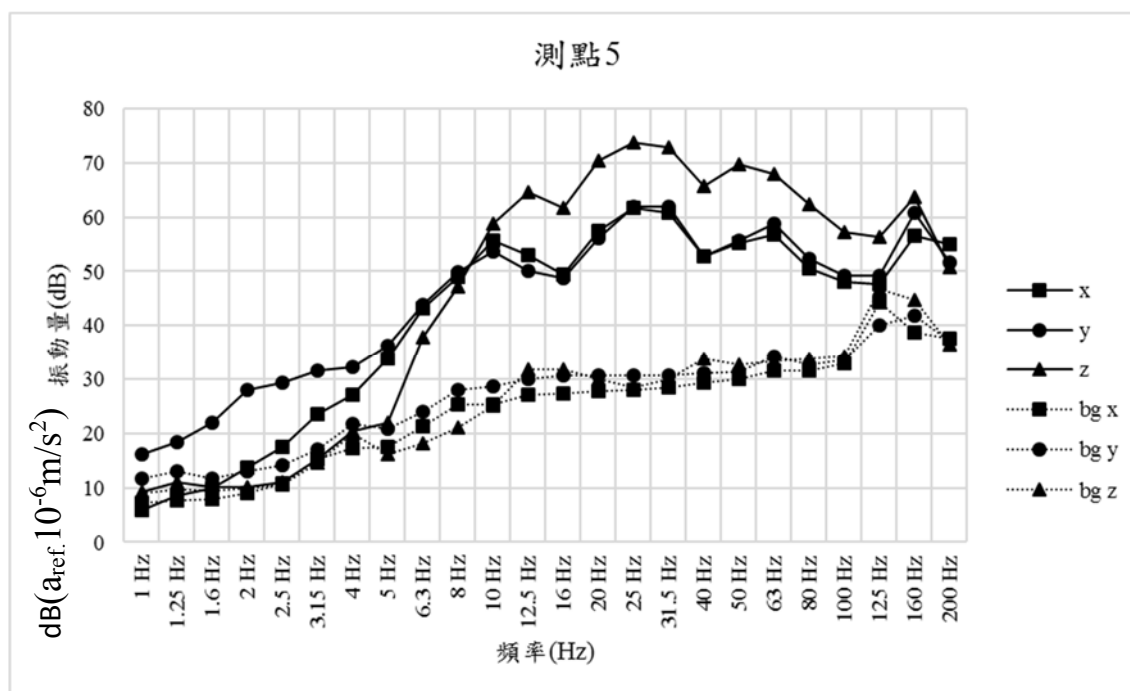


圖 4.3.2-17 振動測量結果(高鐵-苗栗西湖)(ref.10⁻⁶m/s²)

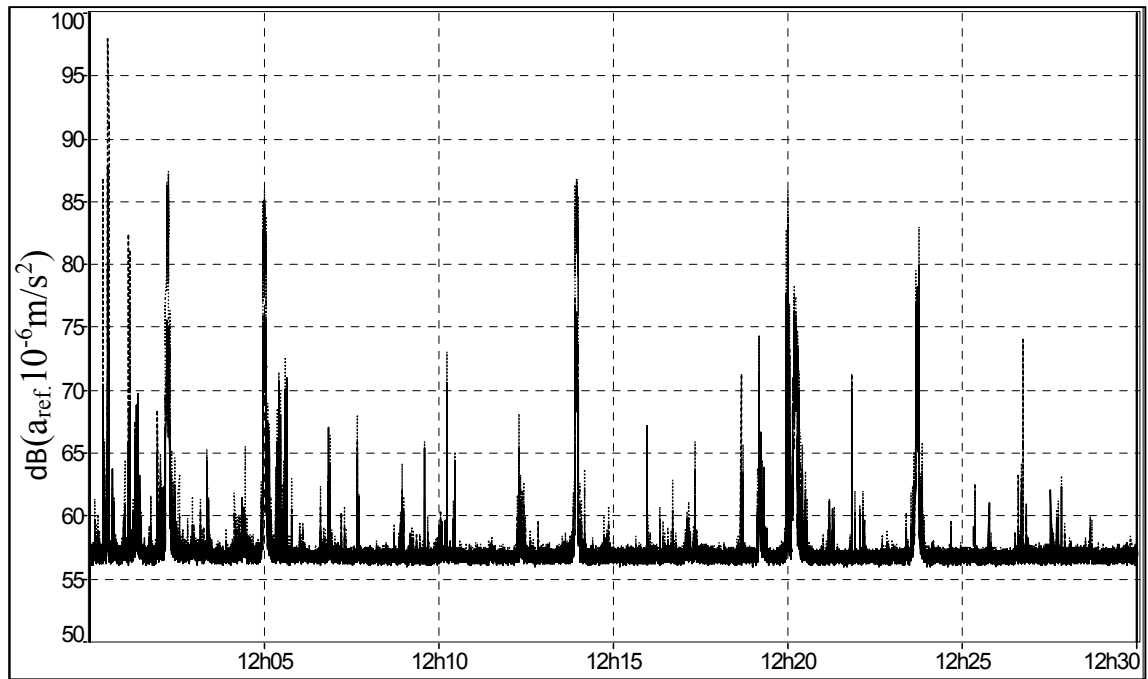


圖 4.3.2-18 未加權振動歷時圖(高鐵-苗栗西湖)(ref.10⁻⁶m/s²)

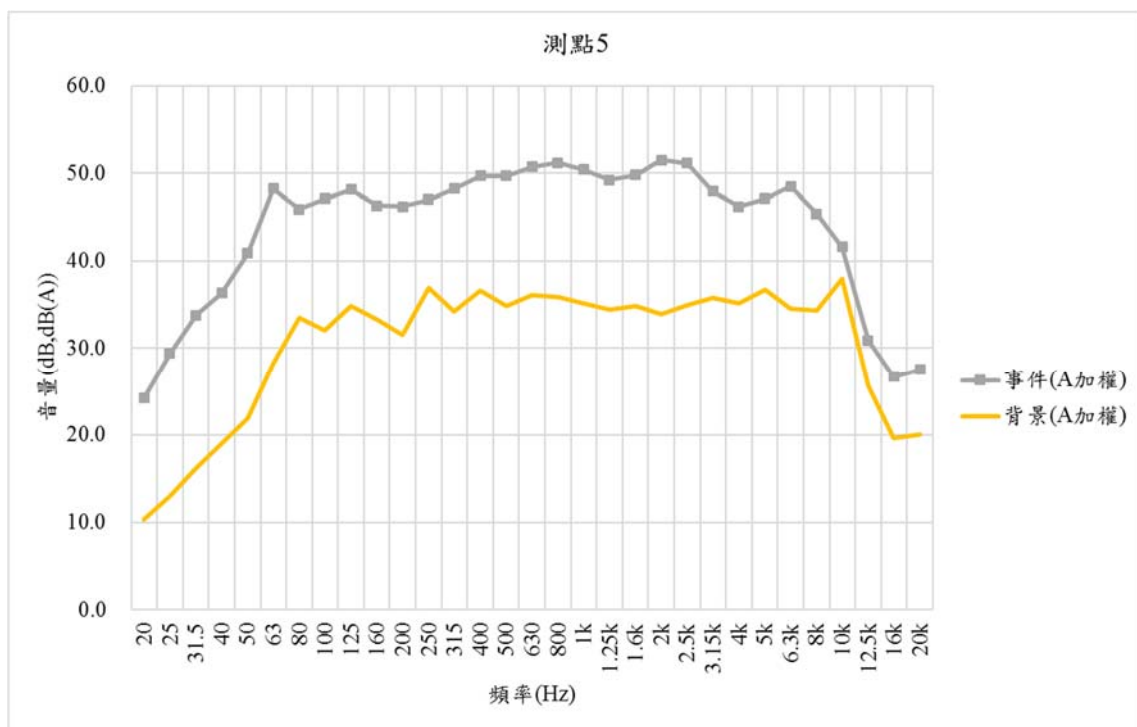


圖 4.3.2-19 噪音測量結果(高鐵-苗栗西湖)

六、點次 6：高速鐵路-苗栗通宵(臺中站 S-苗栗站 N)

(一)現況描述：主要振動源為高速行駛中之列車，為高架段。測點位置為距離高架軌道側邊水平距離 10 m 處之混凝土地面。此測點為以交通噪音陳情戶為依據選擇較靠近高速鐵路系統之測點，測量現場如圖 4.3.2-20。

(二)分析結果：

振動及噪音測量結果如圖 4.3.2-21 至圖 4.3.2-23 所示。此測點振動值以 Z 軸向較大，三軸向背景振動量皆相近，事件振動則皆於 10 Hz、31.5 Hz 及 63Hz 較其兩側頻率高之振動值，Z 軸向之事件振動於 31.5 Hz 開始較水平軸向之振動高。事件噪音值在 2.5 kHz 有較高之噪音值，背景音量則在 6.3 kHz 音量較高現場環境單純，僅 121 線道車流聲、竹林搖曳聲、灌溉渠道水流聲以及蟬鳴聲，該頻率音量應為蟬鳴聲所造成。高速鐵路測點係皆為高架段測點，列車行駛速度快通過時間短，且測點多位於環境單純之民宅周遭，故其振動事件較捷運明顯，事件高出背景約 30 dB~40 dB，為變動間歇性非週期振動。

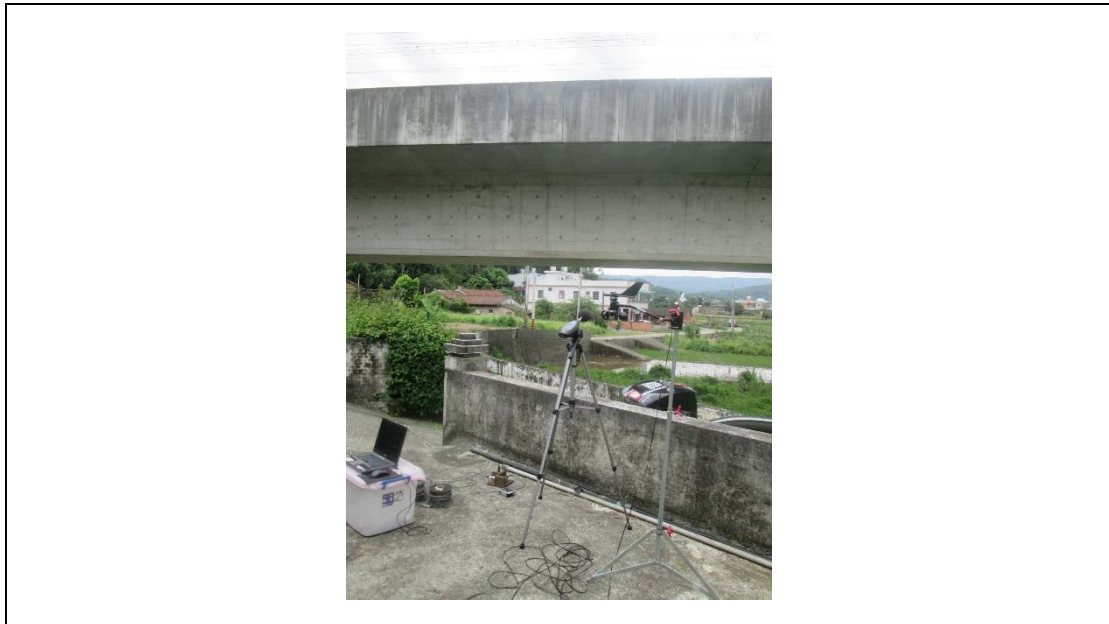


圖 4.3.2-20 測量現況(高鐵-苗栗通宵)

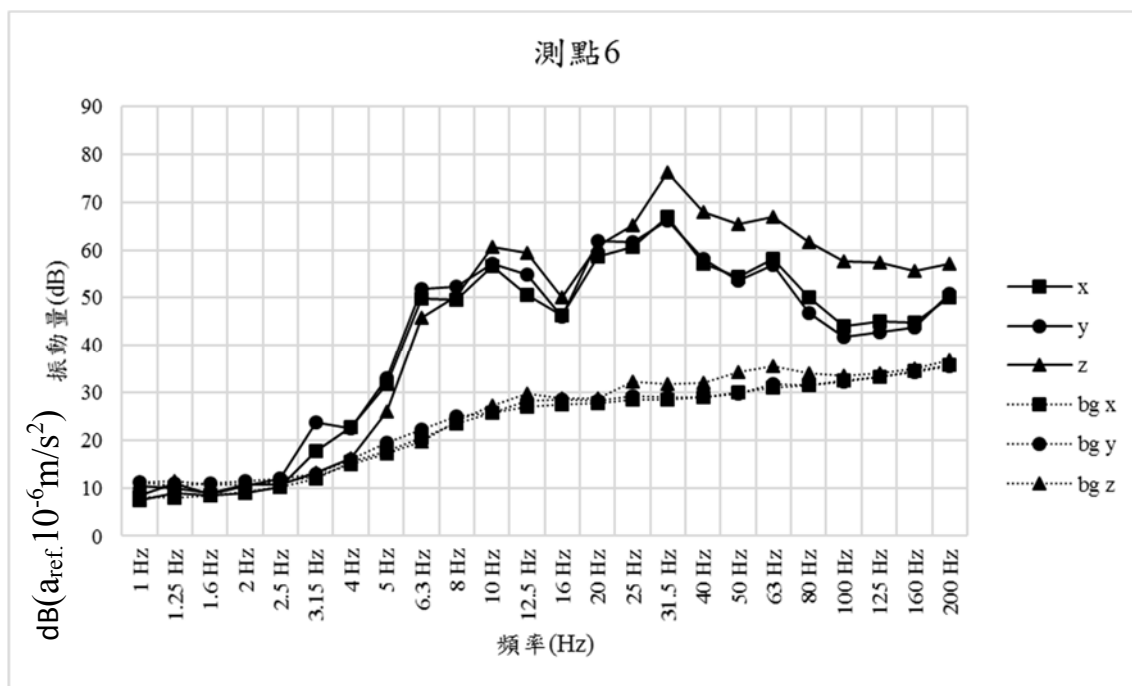


圖 4.3.2-21 振動測量結果(高鐵-苗栗通宵)(ref.10⁻⁶m/s²)

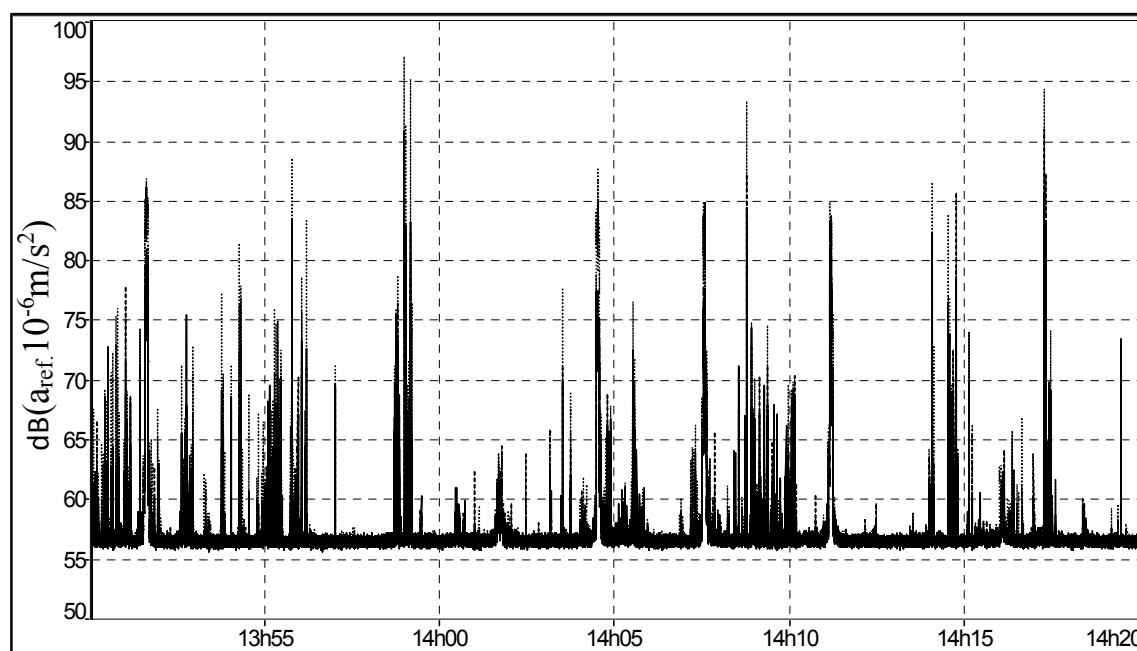


圖 4.3.2-22 未加權振動歷時圖(高鐵-苗栗通宵)(ref.10⁻⁶m/s²)

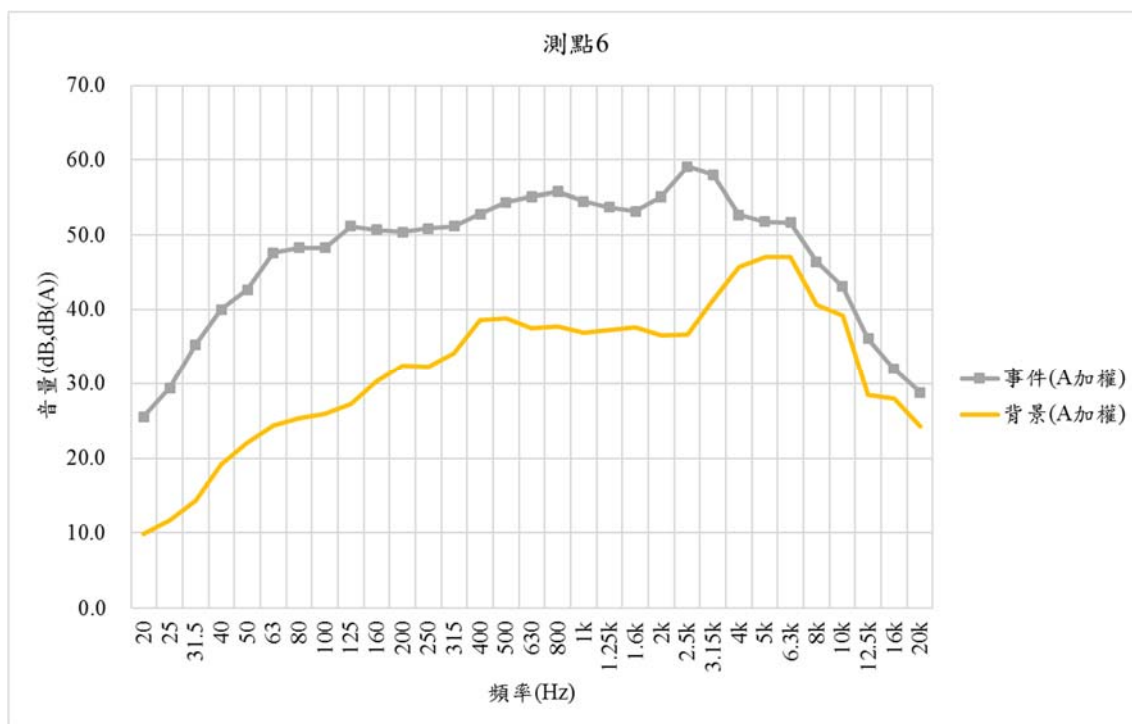


圖 4.3.2-23 噪音測量結果(高鐵-苗栗通宵)

七、 點次 7：快速道路-74 線筏子東街

(一) 現況描述：主要振動源為行駛中之機動車輛。測點位置為距離路權線 5 m 處之瀝青鋪面地面，測量現場如圖 4.3.2-24。

(二) 分析結果：

振動及噪音測量結果頻如圖 4.3.2-25 至圖 4.3.2-27 所示。此處陸上交通運輸系統為快速公路，故行駛之車流量及車速皆較一般道路多且高，其背景振動值及噪音值皆較不易分離出未受車流影響之測值。此測點振動值以 Y 軸向較大，三軸向背景振動量皆相近，Y 軸事件振動則於 1 Hz 至 10 Hz 較 Z 軸及 X 軸有較高之振動值。事件噪音值在 8 kHz 有較高之噪音值，背景音量則在 1 kHz 及 10 kHz 有較左右兩側頻率高之音量。測點為變動非週期性振動，事件與背景相差較大約 25 dB~30 dB。



圖 4.3.2-24 測量現況(快速 74-臺中筏子東街)

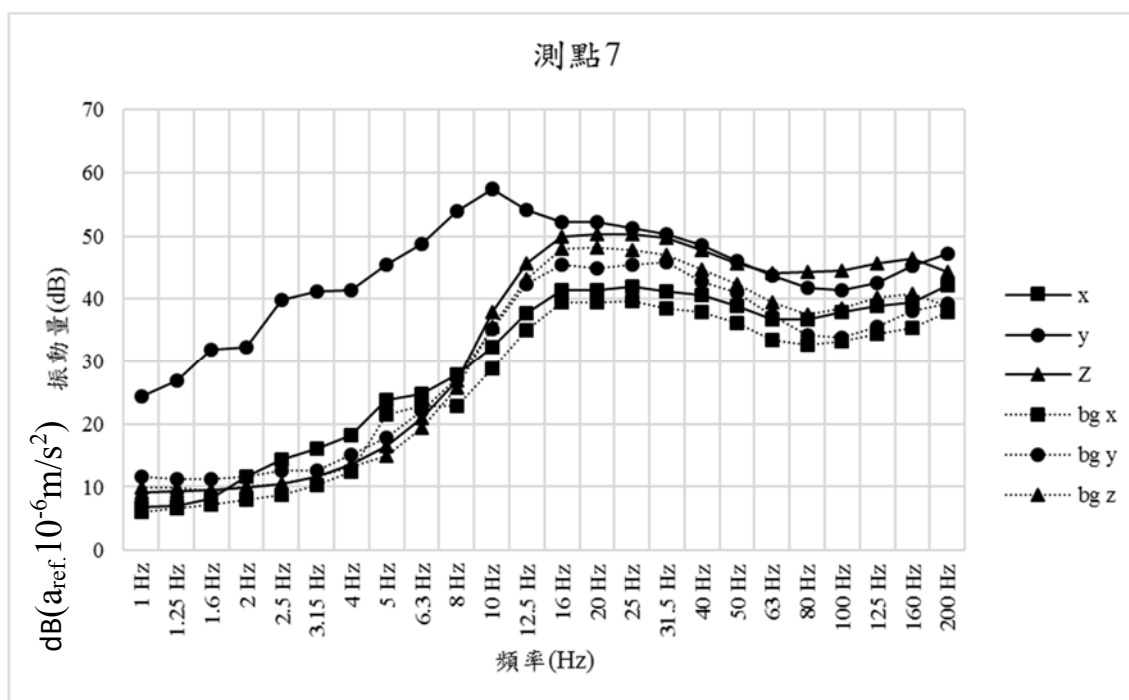


圖 4.3.2-25 振動測量結果(快速 74-臺中筏子東街)(ref.10⁻⁶m/s²)

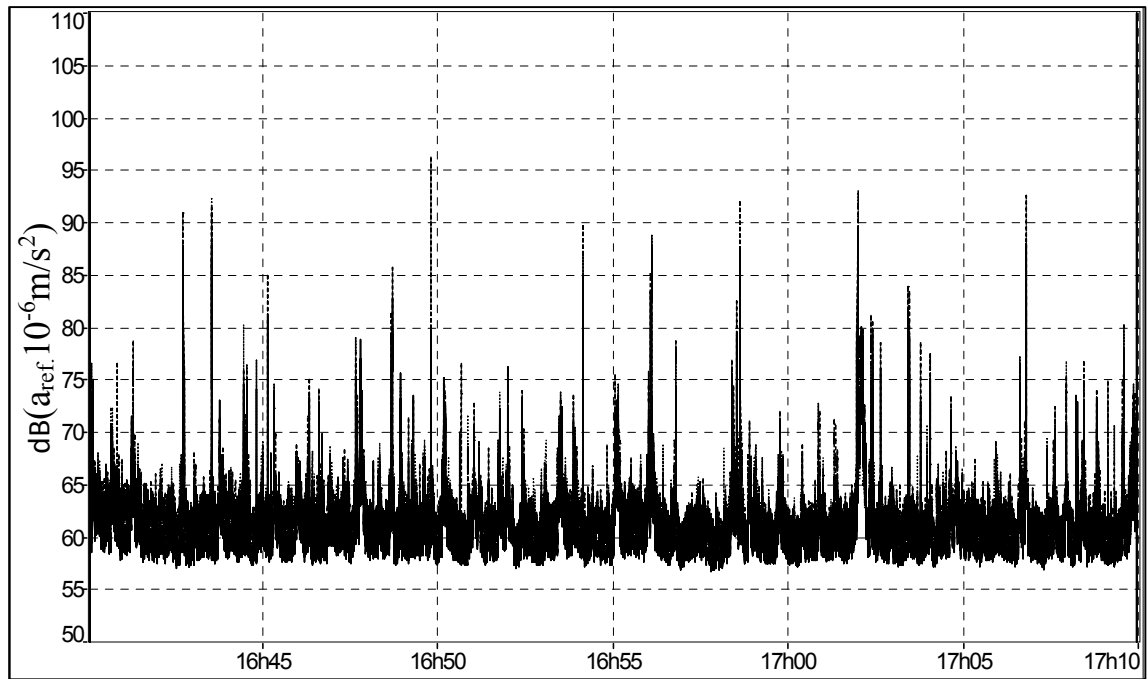


圖 4.3.2-26 未加權振動歷時圖(快速 74-臺中筏子東街)(ref.10⁻⁶m/s²)

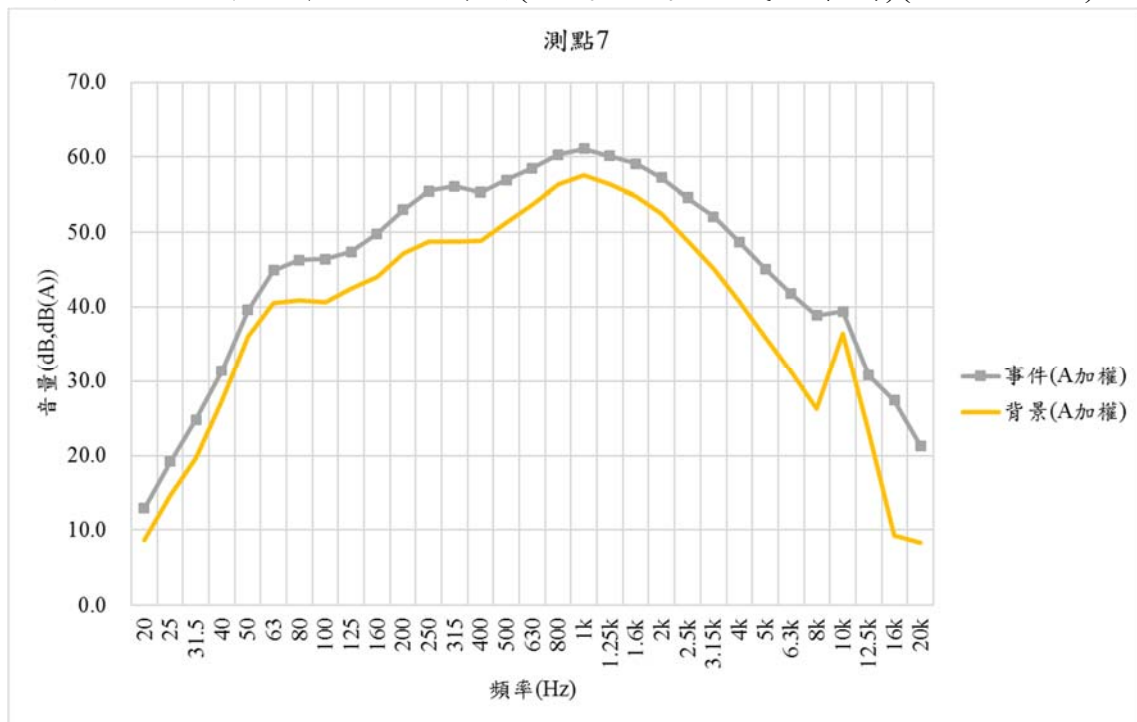


圖 4.3.2-27 噪音測量結果(快速 74-臺中筏子東街)

八、點次 8：一般鐵路-臺中人和路(潭子站 S-豐原站 N)

(一)現況描述：主要振動源為行駛於高架軌道中之一般鐵路列車。

測點位置為距離鐵路圍籬 1.6 m 處之磁磚鋪面地面，測量現場如圖 4.3.2-28。

(二)分析結果：

振動及噪音測量結果如圖 4.3.2-29 至圖 4.3.2-31 所示。此處陸上交通運輸系統為一般鐵路，故行駛之車種較多樣且車速皆不同，其一小時內測得之事件振動及噪音特性將因車種而有所不同。為得知一般鐵路之振動值，仍將所有事件振動量以能量平均計算。此測點振動值以 Z 軸向較大，Z 軸向背景振動量於 31.5 Hz 及 63 Hz 有較左右頻率高之振動量，事件振動則於 50 Hz 至 100 Hz 有較高之振動值。事件噪音值在 100 Hz 及 200 Hz 有較高之噪音值，背景音量則無顯著頻率之噪音。一般鐵路則因行駛車種較多且距離路權線 6 m 以內，故事件高出背景更大約 35 dB~45 dB，且現場人員可感覺到列車通過時之振動，為變動間歇性非週期振動。



圖 4.3.2-28 測量現況(臺鐵-臺中人和路)

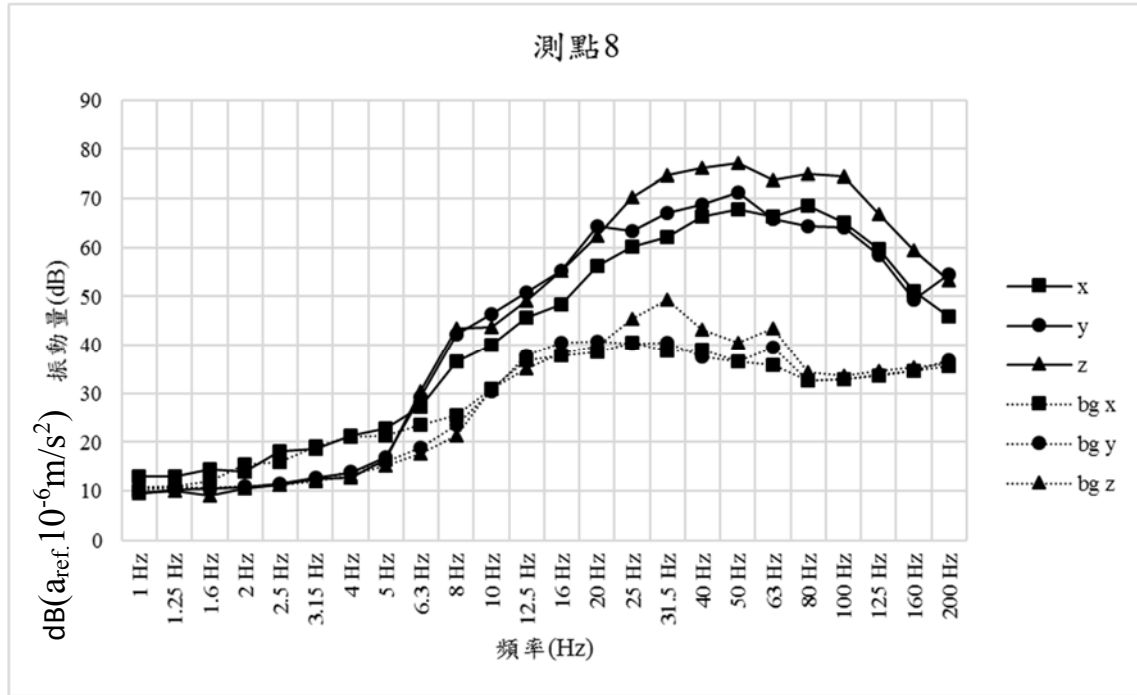


圖 4.3.2-29 振動測量結果(臺鐵-臺中人和路)(ref.10⁻⁶m/s²)

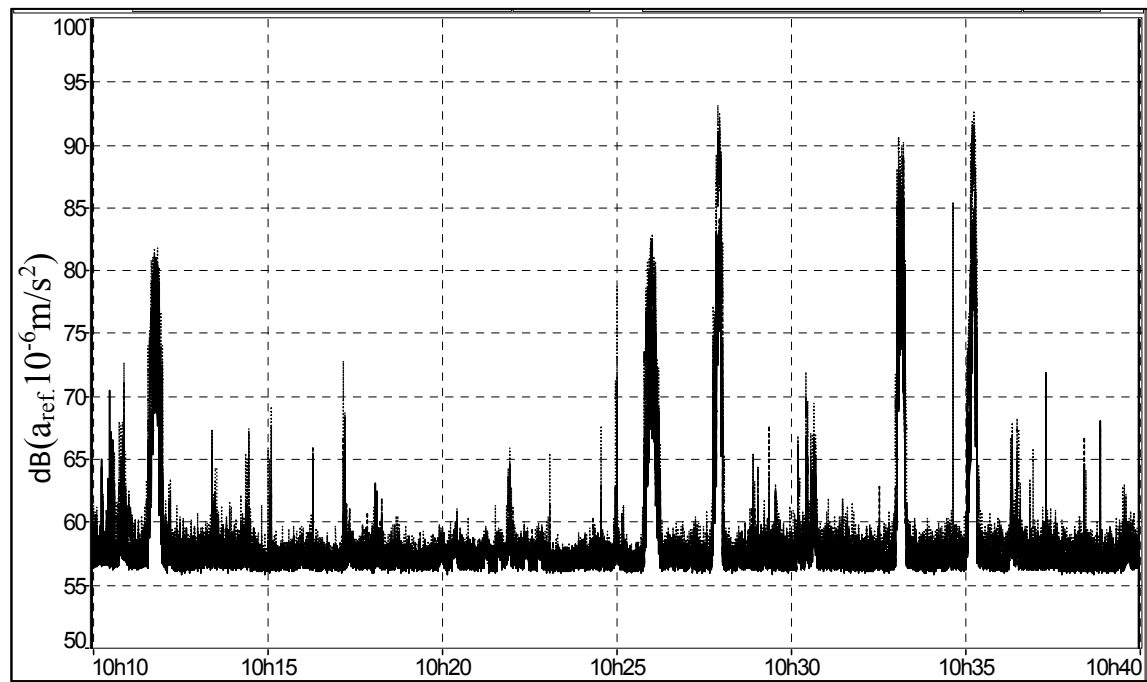


圖 4.3.2-30 未加權振動歷時圖(臺鐵-臺中人和路)(ref.10⁻⁶m/s²)

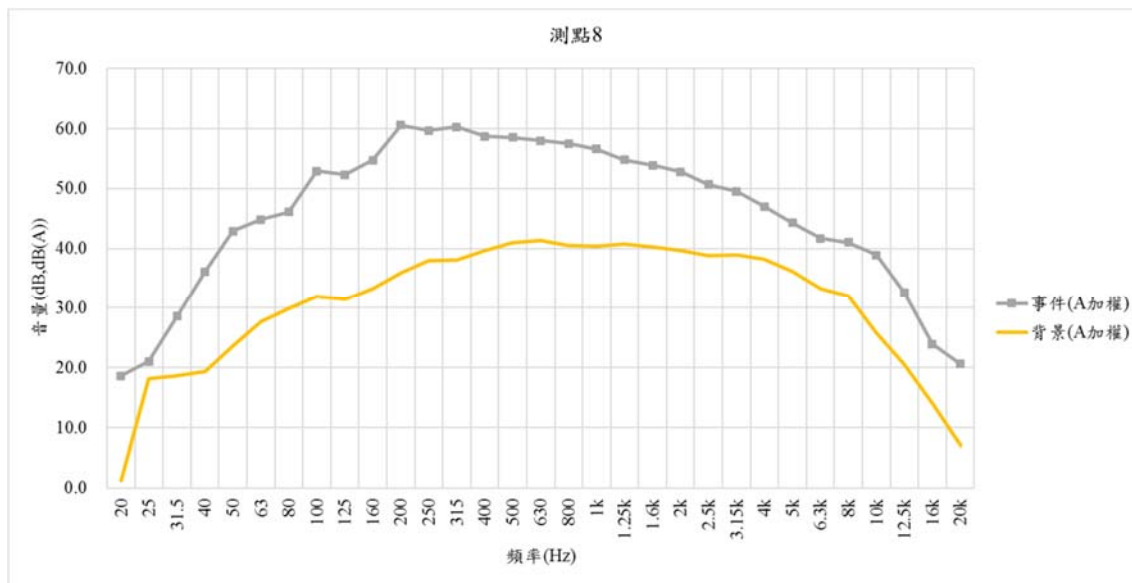


圖 4.3.2-31 噪音測量結果(臺鐵-臺中人和路)

九、 點次 9：高雄輕軌-中鋼(經貿園區站 S-軟體園區站 N)

(一)現況描述：主要振動源為行駛於平面軌道之捷運輕軌列車。

測點位置為距離軌道界線 2 m 處之瀝青鋪面地面，測量現場如圖 4.3.2-32。

(二)分析結果：

振動及噪音測量結果頻如圖 4.3.2-33 至圖 4.3.2-35 所示。此處陸上交通運輸系統為高雄輕軌，故行駛之車速將因每次平面道路號誌燈以及行人穿越情形而調整，故一小時內測得之事件振動及噪音歷時將因車速而有所不同，為得知高雄輕軌系統之日常振動值，此處仍將所有事件振動量以能量平均計算。此測點振動值以 Z 軸向較大，Z 軸向背景振動量於 12.5 Hz 及 63 Hz 有較左右頻率高之振動量，事件振動則於 12.5 Hz 及 80 Hz 有較高之振動值。事件噪音值在 630 Hz、1.6 kHz 及 2.5 kHz 有較左右兩側頻率高之噪音值，背景音量則 2.5 kHz 及 3.15 kHz 有較高之噪音。高雄輕軌則因行駛車速較慢且臨近一般道路，故其背景振動易受機動車輛干擾，事件與背景相差約 20 dB，為變動間歇性非週期振動。



圖 4.3.2-32 測量現況(高雄輕軌-中鋼)

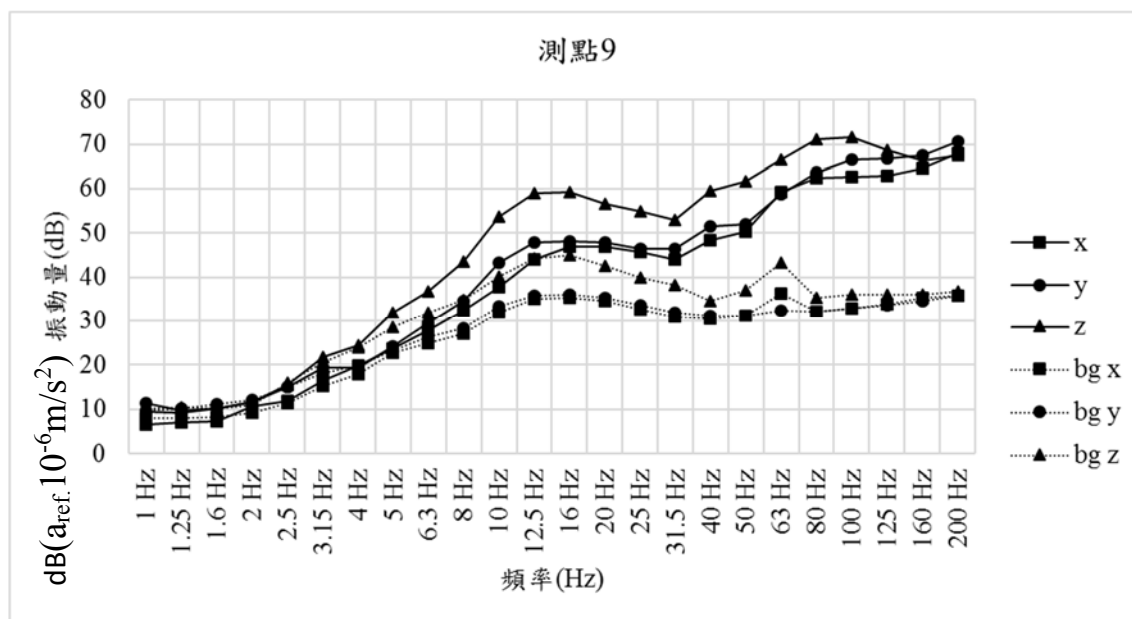


圖 4.3.2-33 振動測量結果(高雄輕軌-中鋼)(ref.10⁻⁶m/s²)

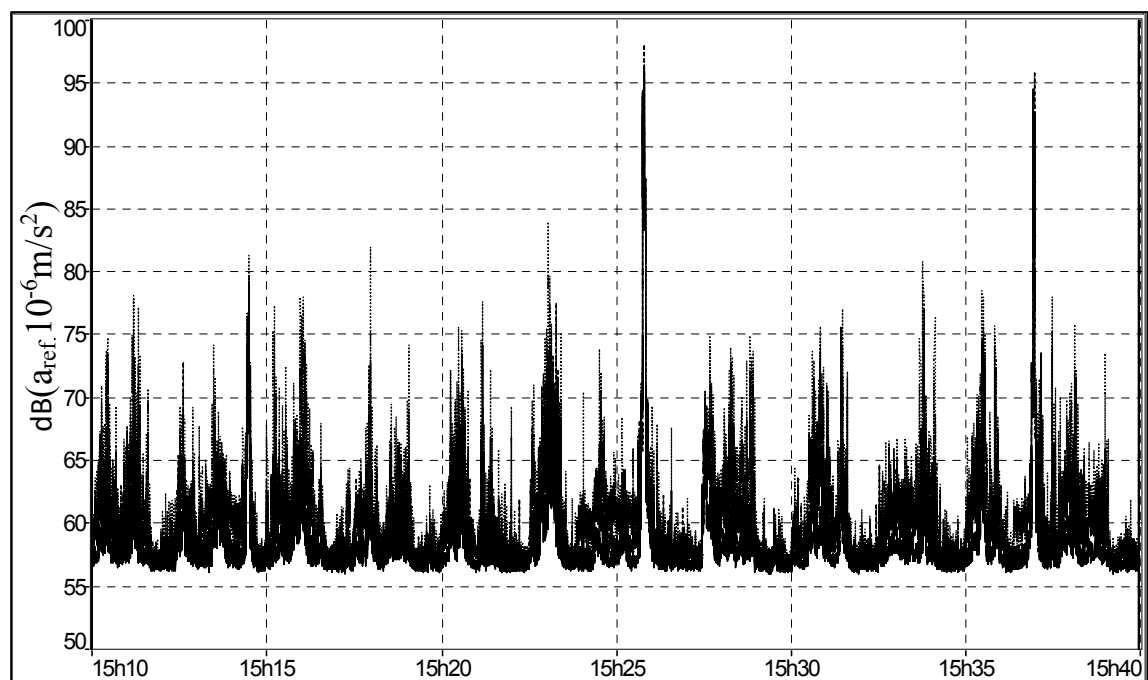


圖 4.3.2-34 未加權振動歷時圖(高雄輕軌-中鋼)(ref.10⁻⁶m/s²)

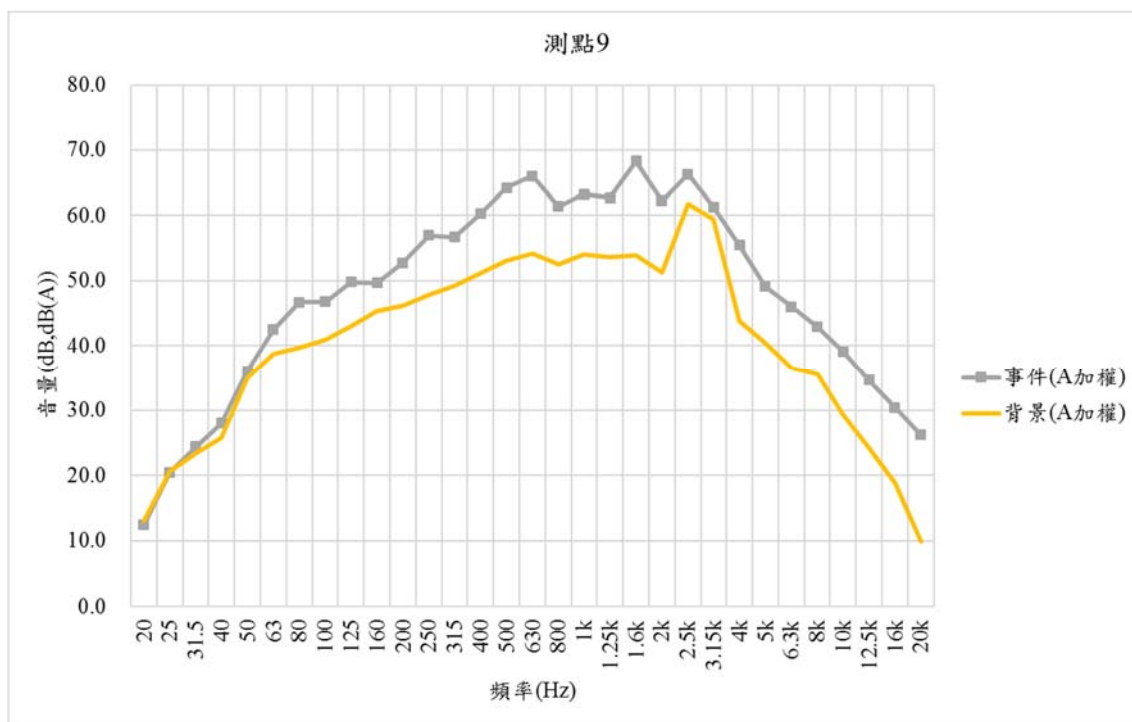


圖 4.3.2-35 噪音測量結果(高雄輕軌-中鋼)

十、點次 10：高雄輕軌-夢時代(凱旋中華站 S-夢時代站 N)

(一) 現況描述：主要振動源為行駛於平面軌道中之高雄輕軌列車。測點位置為距離軌道界線 0.5 m 處之人行道磚地面，測量現場如圖 4.3.2-36。

(二)分析結果：

振動及噪音測量結果如圖 4.3.2-37 至圖 4.3.2-39 所示。此處陸上交通運輸系統為高雄輕軌，故行駛之車速將因每次平面道路號誌燈以及行人穿越情形而調整，故一小時內測得之事件振動及噪音歷時將因車速而有所不同，為得知高雄輕軌系統之日常振動值，在此仍將所有事件振動量以能量平均計算。此測點振動值以 Z 軸向較大，Z 軸向背景振動量於 12.5 Hz 有較高之振動量，事件振動則於 6.3 Hz、40 Hz 及 100 Hz 有較高之振動值。事件噪音值在 400 Hz、800 Hz 及 2.5 kHz 有較左右兩側頻率高之噪音值，背景音量則 2.5 kHz 及 3.15 kHz 有較高之噪音。高雄輕軌則因行駛車速較慢且臨近一般道路，故其背景振動易受機動車輛干擾，事件與背景相差約 20 dB，為變動間歇性非週期振動。



圖 4.3.2-36 測量現況(高雄輕軌-夢時代)

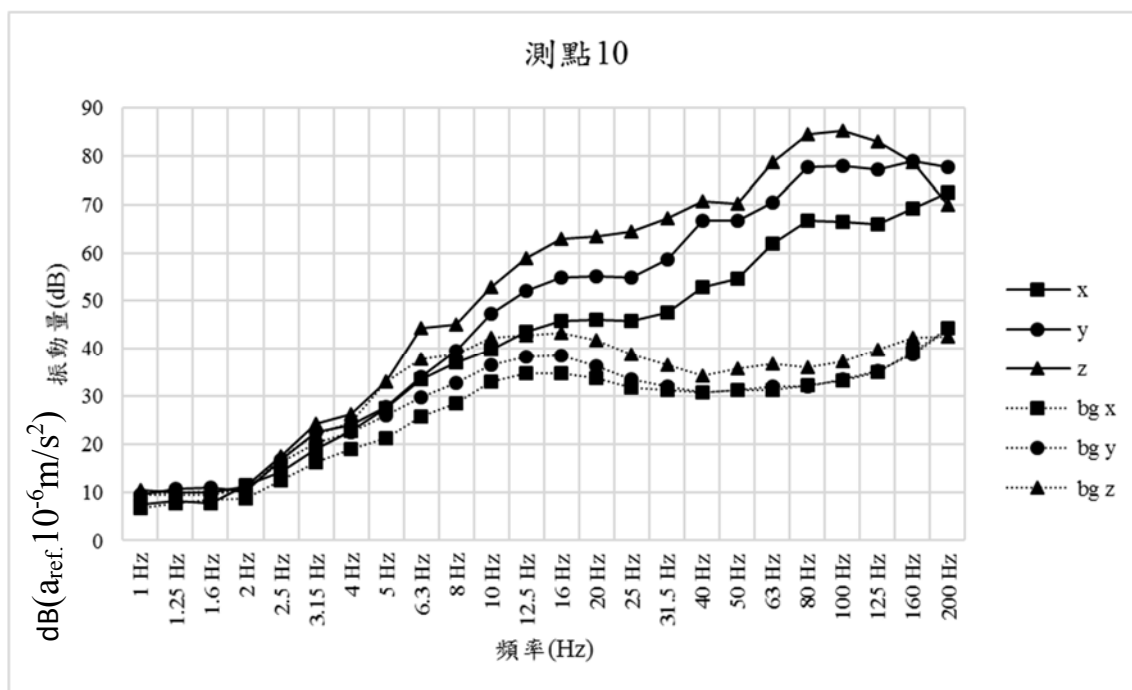


圖 4.3.2-37 振動測量結果(高雄輕軌-夢時代)(ref.10⁻⁶m/s²)

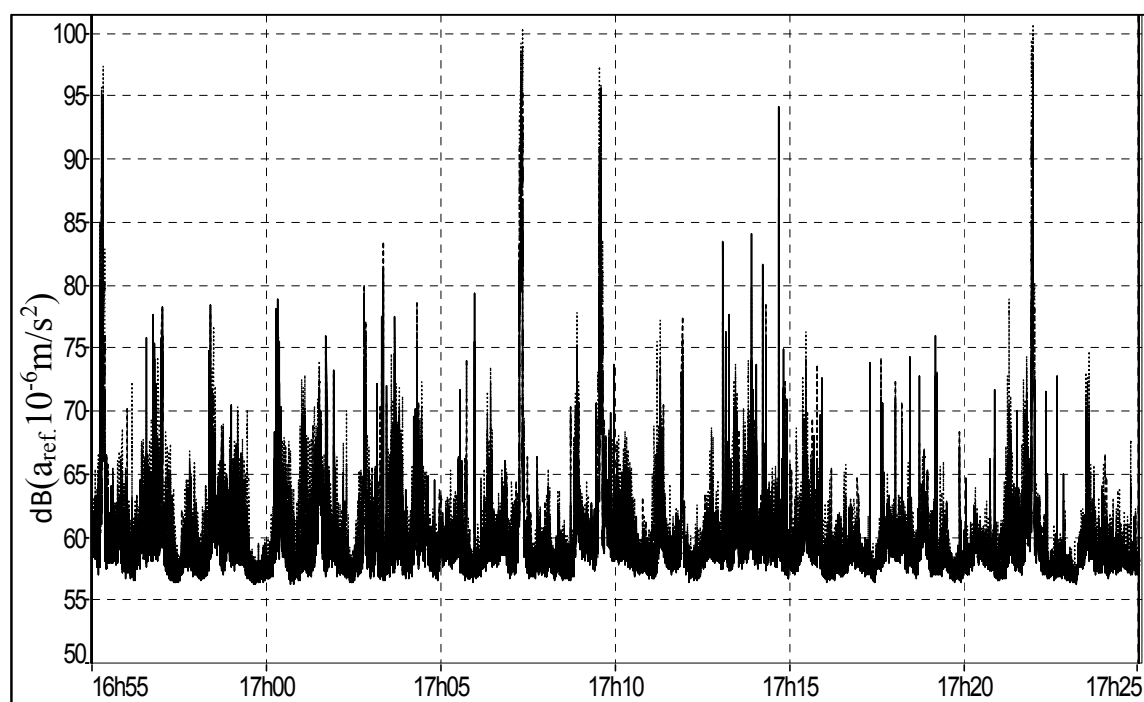


圖 4.3.2-38 未加權振動歷時圖(高雄輕軌-夢時代)(ref.10⁻⁶m/s²)

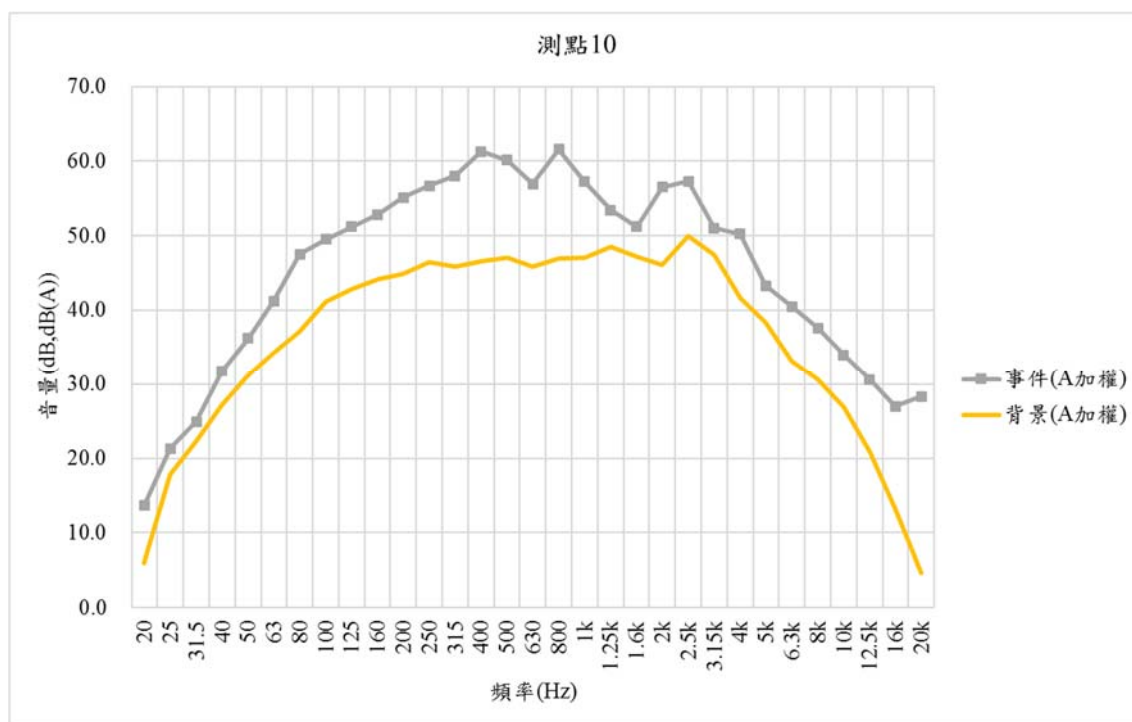


圖 4.3.2-39 噪音測量結果(高雄輕軌-夢時代)

十一、點次 11：高雄捷運-後勁(後勁站 S-都會公園站 N)

(一)現況描述：主要振動源為行駛於高架軌道中之捷運列車。測點位置為高架軌道外側水平距離 3 m 處之水泥地面，測量現場如圖 4.3.2-40。

(二)分析結果：

振動及噪音測量結果頻如圖 4.3.2-41 至圖 4.3.2-43 所示。此測點振動值以 Z 軸向較大，Z 軸向背景振動量於 12.5 Hz 有較高之振動量，事件振動則於 12.5 Hz 及 40 Hz 有較高之振動值。水平軸向背景振動量於 4 Hz 及 20 Hz 有較高之振動量，事件振動則於 40 Hz 有較高之振動值，且 X 軸事件振動值於 1 Hz 至 8 Hz 較 Z 軸及 Y 軸高。事件噪音值在 63 Hz 及 1 kHz 時有較左右兩側頻率高之噪音值，背景音量則 80 Hz 及 800 Hz 有較高之噪音。高雄捷運列車雖與臺北捷運相似，但因測量路段屬高架段，故振動傳遞至地面已衰減，事件與背景相差約 20 dB~25 dB，為變動間歇性非週期振動。



圖 4.3.2-40 測量現況(高捷-後勁)

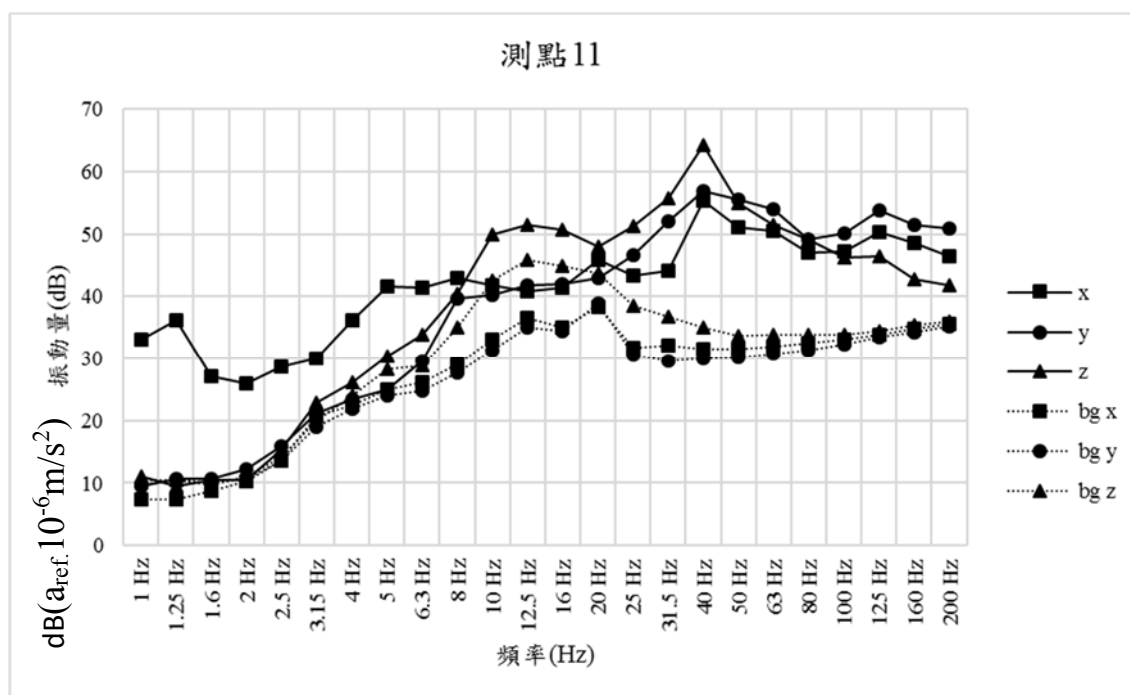


圖 4.3.2-41 振動測量結果(高捷-後勁)(ref.10⁻⁶m/s²)

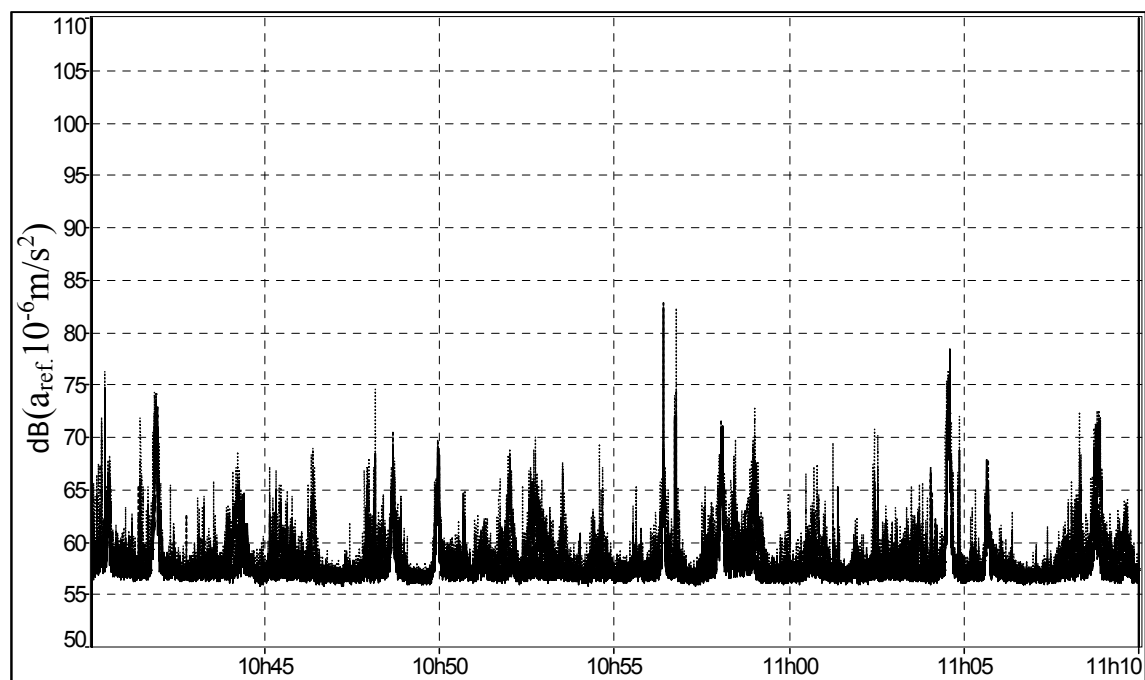


圖 4.3.2-42 未加權振動歷時圖(高捷-後勁)(ref.10⁻⁶m/s²)

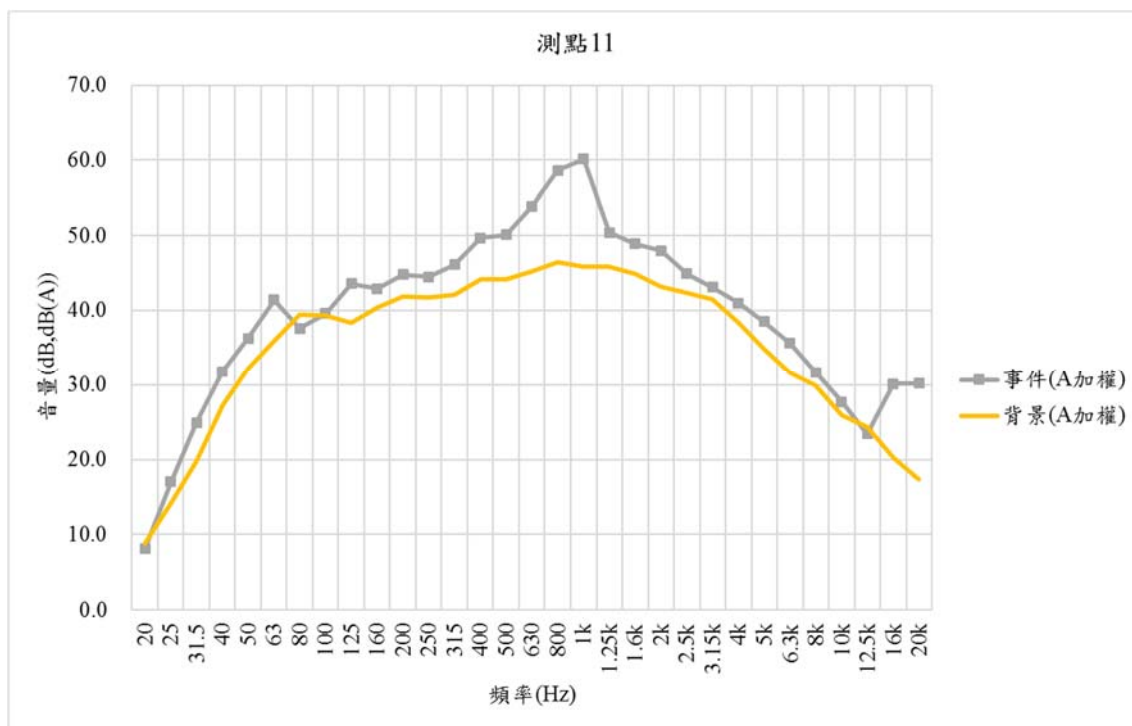


圖 4.3.2-43 噪音測量結果(高捷-後勁)

十二、點次 12：高雄捷運-橋頭(青埔站 S-橋頭糖廠站 N)

(一)現況描述：主要振動源為行駛於高架軌道中之捷運列車。測點位置為高架軌道外側水平距離 1 m 處之水泥地面，測量現場如圖 4.3.2-44。

(二)分析結果：

振動及噪音測量結果如圖 4.3.2-45 至圖 4.3.2-47 所示。此測點振動值以 Z 軸向較大，三軸向背景振動量皆於 80 Hz 及 100 Hz 有較高之振動量，事件振動則於 40 Hz、50 Hz、80 Hz 及 100 Hz 有較高之振動值。事件噪音值在 630 Hz 及 800 Hz 時有高之噪音值，背景音量則於 80 Hz 有較左右兩側頻率高之噪音值。本測點測量路段屬高架段，且鄰近一般道路與一般鐵路，事件與背景相差約 20 dB~25 dB，為變動間歇性非週期振動。



圖 4.3.2-44 測量現況(高捷-橋頭)

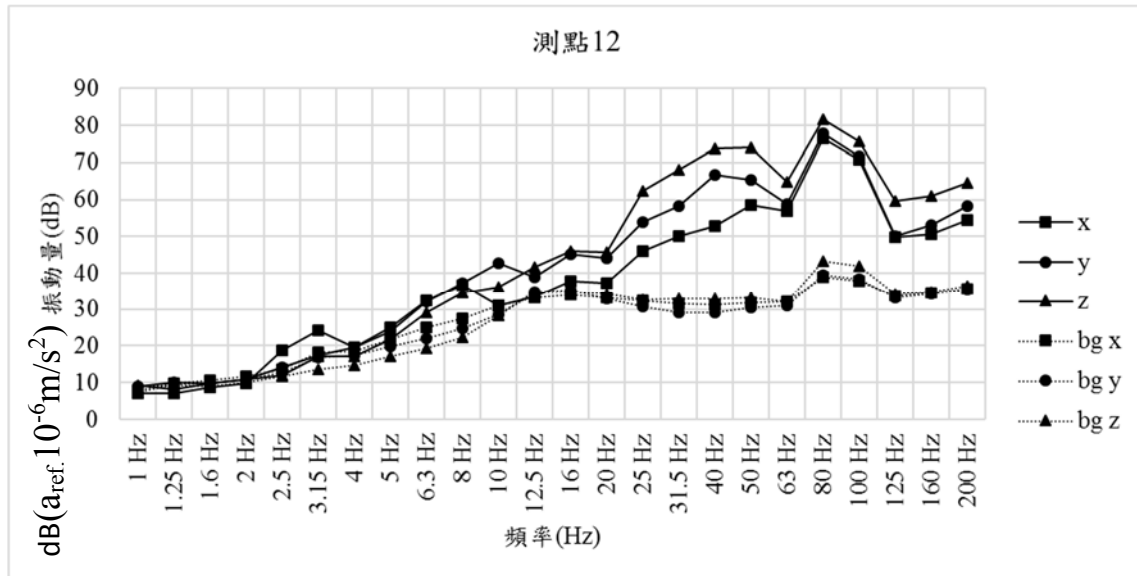


圖 4.3.2-45 振動測量結果(高捷-橋頭)(ref. $10^{-6} m/s^2$)

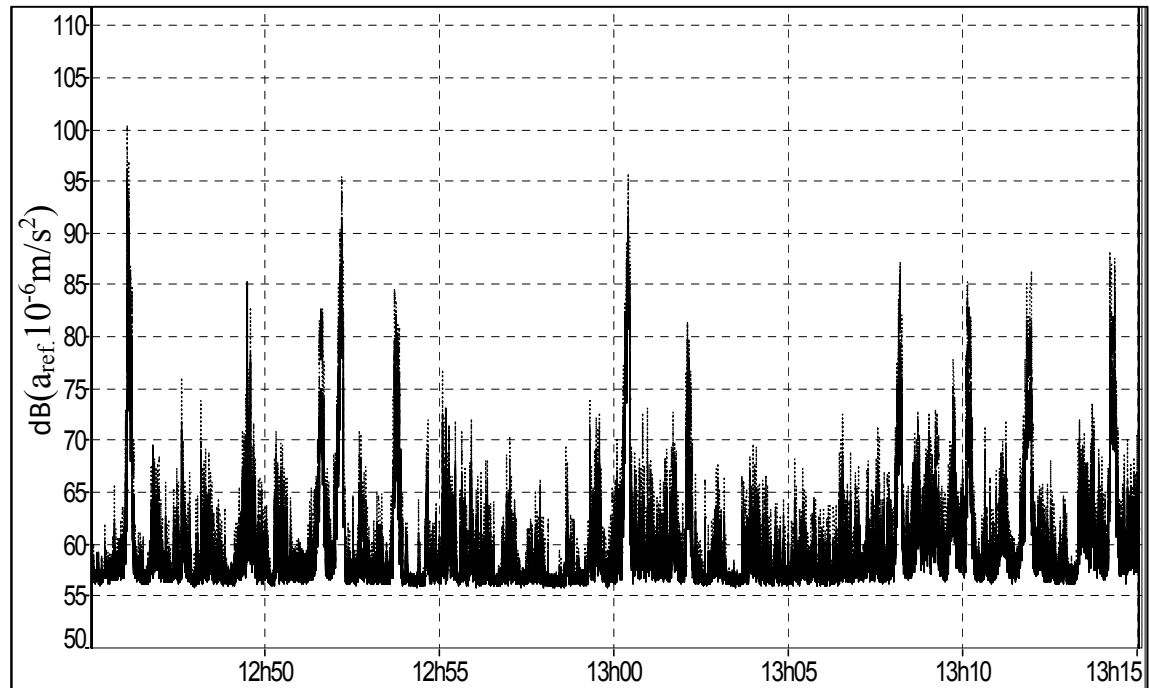


圖 4.3.2-46 未加權振動歷時圖(高捷-橋頭)(ref. $10^{-6} m/s^2$)

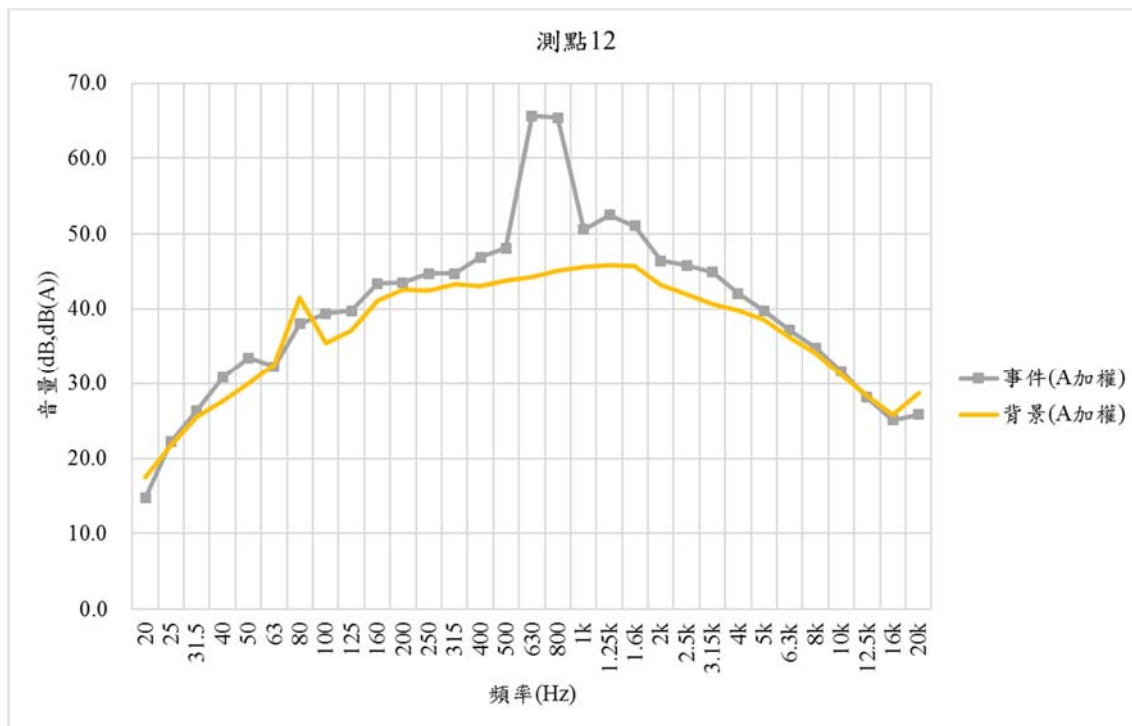


圖 4.3.2-47 噪音測量結果(高捷-橋頭)

十三、點次 13：一般道路-高雄南星路

(一)現況描述：主要振動源為行駛中之拖板車及大型貨車等機動車輛。測點位置為南星路非機慢車專用道路隔音牆 17 m 處之瀝青鋪面地面，測量現場如圖 4.3.2-48。

(二)分析結果：

振動及噪音測量結果頻如圖 4.3.2-49 至圖 4.3.2-51 所示。此測點振動值以 Z 軸較大，背景振動量於 10 Hz 至 16 Hz 有較高之振動值，事件振動則於 16 Hz 及 200 Hz 較高之振動值。事件噪音值在 63 Hz、80 Hz、200 Hz 及 630 Hz 至 1 kHz 有較高之噪音值，背景音量則在 63 Hz、80 Hz 及 6.3 kHz 音量較高。本測點為變動非週期性振動，事件與背景相差較大約 25 dB~30 dB。



圖 4.3.2-48 測量現況(一般道路-高雄南星路)

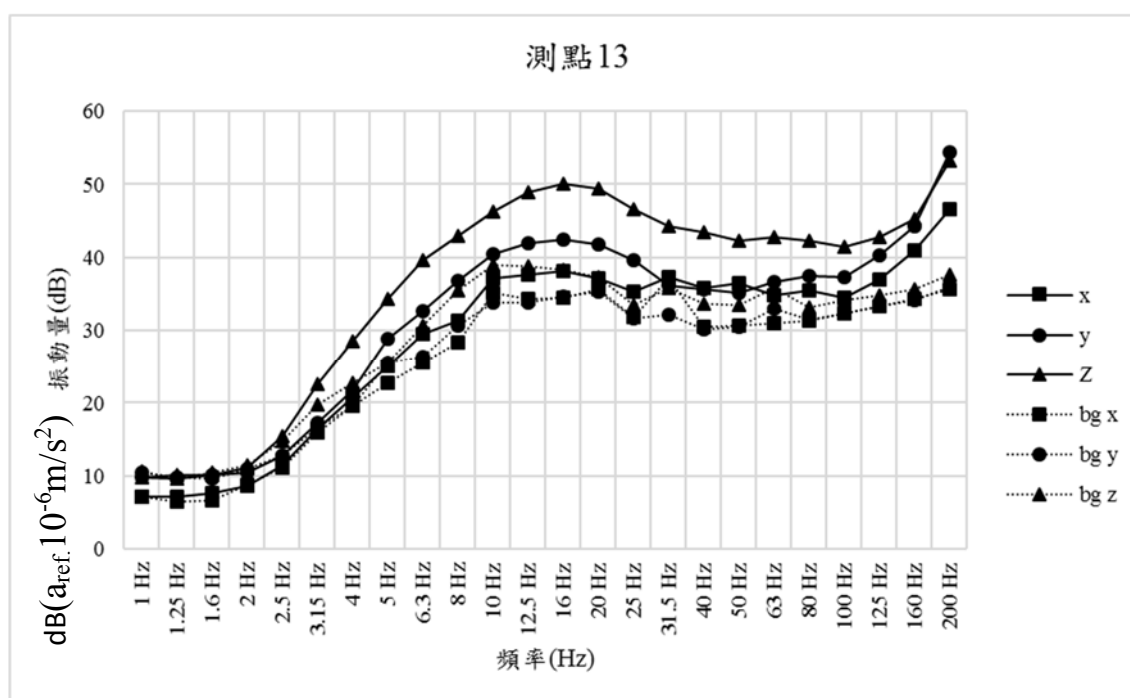


圖 4.3.2-49 振動測量結果(一般道路-高雄南星路)(ref.10⁻⁶m/s²)

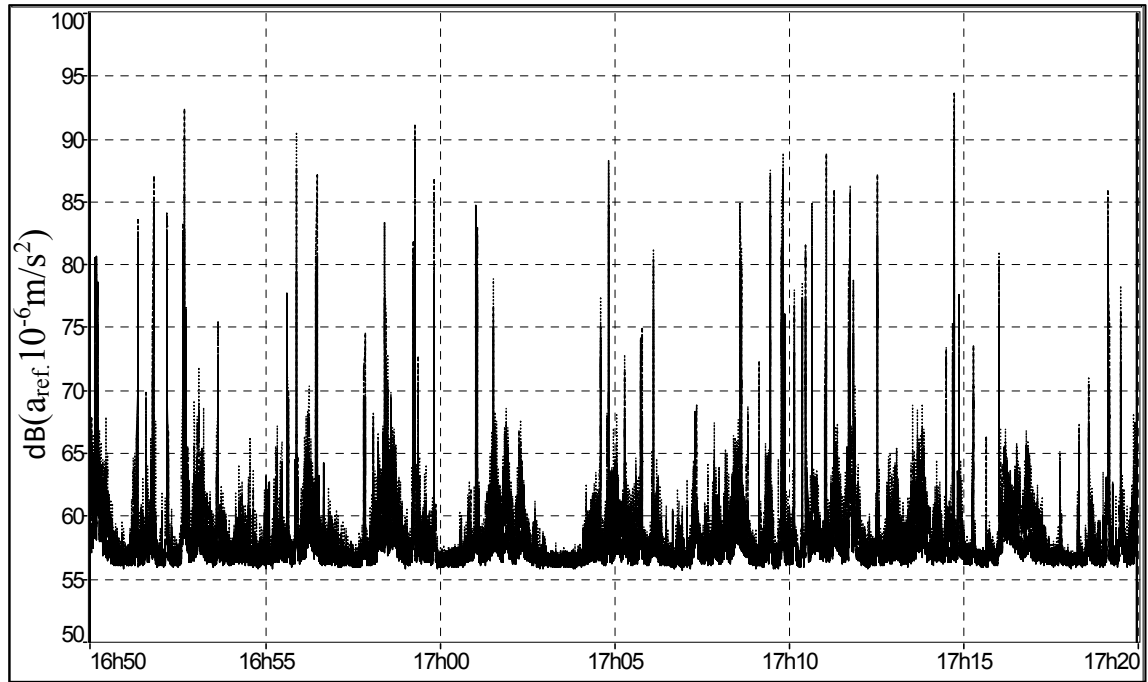


圖 4.3.2-50 未加權振動歷時圖(一般道路-高雄南星路)(ref.10⁻⁶m/s²)

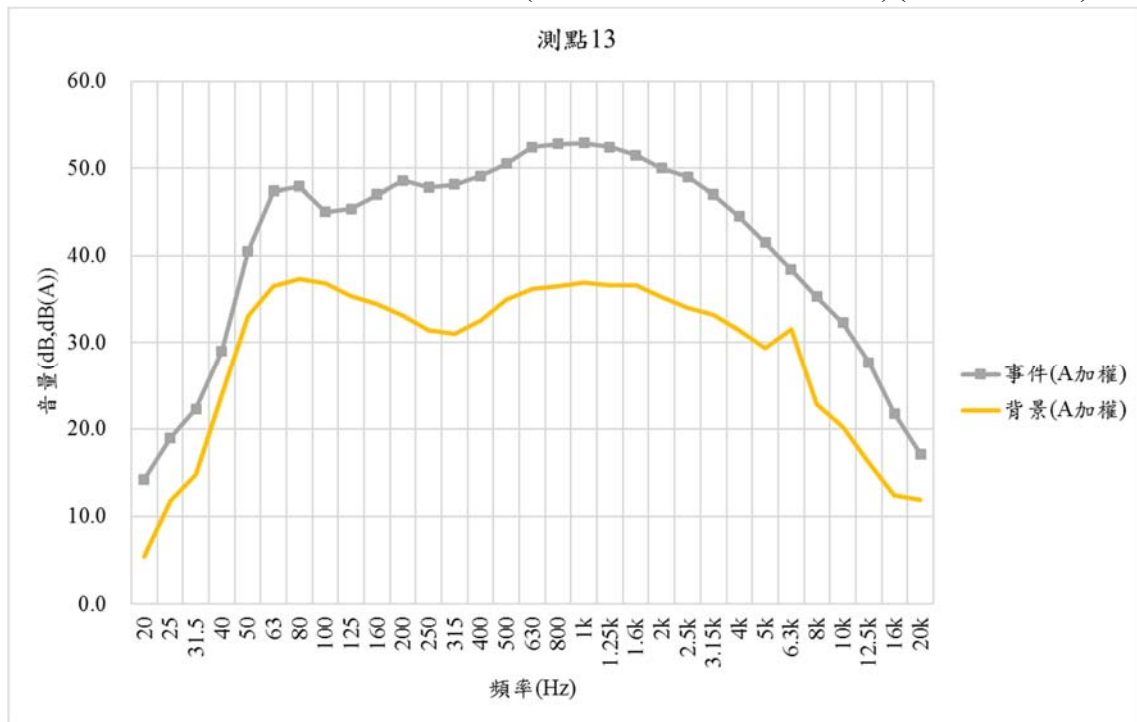


圖 4.3.2-51 噪音測量結果(一般道路-高雄南星路)

十四、點次 14：高速鐵路-新竹新埔(新竹站 S-桃園站 N)

(一)現況描述：主要振動源為高速行駛中之列車，為高架段。測點位置為高架軌道側邊水平距離 10 m 處之水泥地面，測量現場如圖 4.3.2-52。

(二)分析結果：

振動及噪音測量結果頻如圖 4.3.2-53 至圖 4.3.2-55 所示。此測點振動值以 Z 軸向較大，背景振動量於 25 Hz 及 31.5 Hz 有較高之振動值，水平軸向背景振動則於 1 Hz~8 Hz 有較高之振動值，三軸向事件振動皆於 10 Hz 有較其兩側頻率高之振動值，且 Z 軸方向之事件振動亦於 20 Hz~63 Hz 維持較高之振動。事件噪音值在 63 Hz~125 Hz 及 800 Hz 有較高之噪音值，背景音量則在 31.5 Hz、125 Hz、630 Hz 及 2.5 kHz 音量較高。事件高出背景約 30 dB~40 dB，為變動間歇性非週期振動。

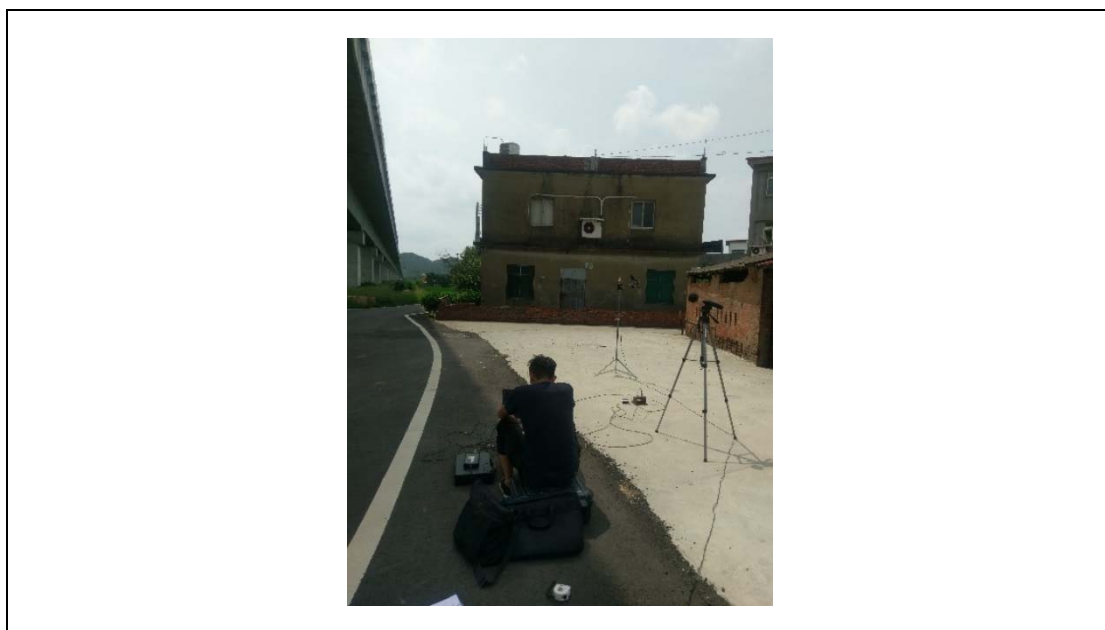


圖 4.3.2-52 測量現況(高鐵-新竹新埔)

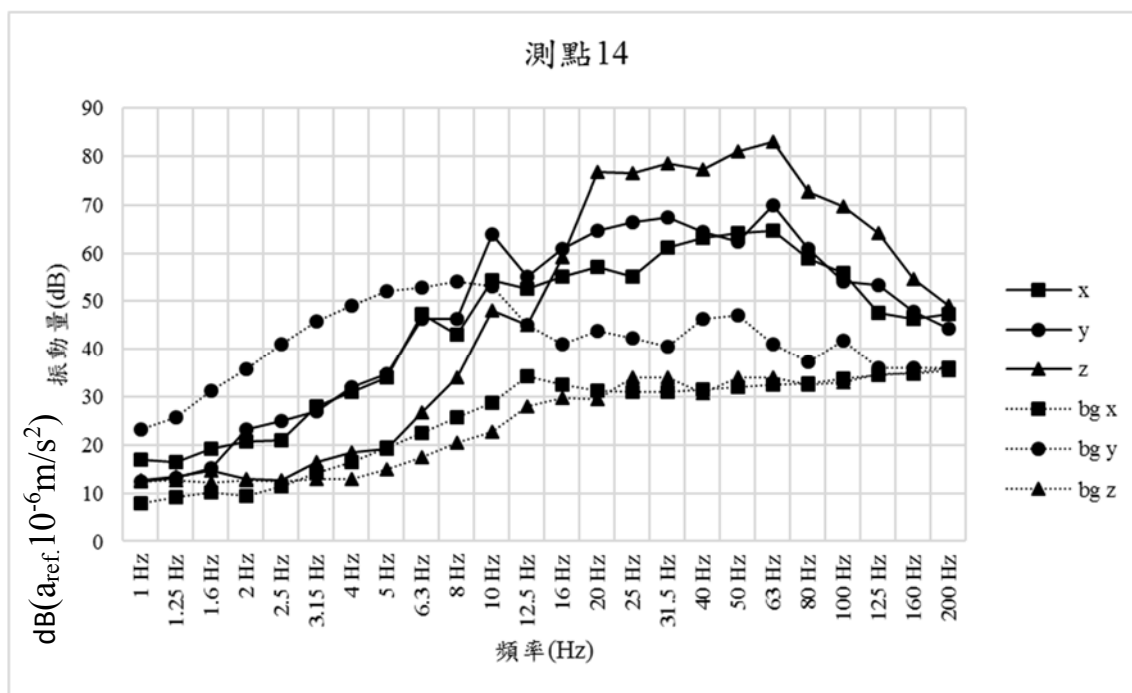


圖 4.3.2-53 振動測量結果(高鐵-新竹新埔)(ref.10⁻⁶m/s²)

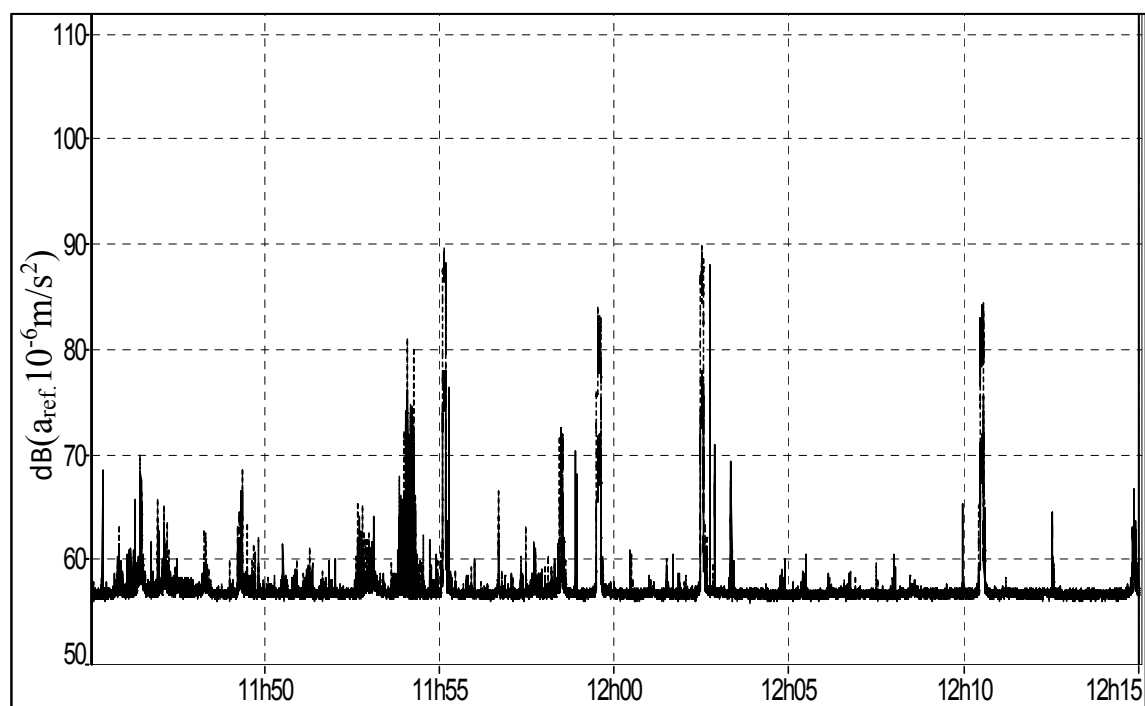


圖 4.3.2-54 未加權振動歷時圖(高鐵-新竹新埔)(ref.10⁻⁶m/s²)

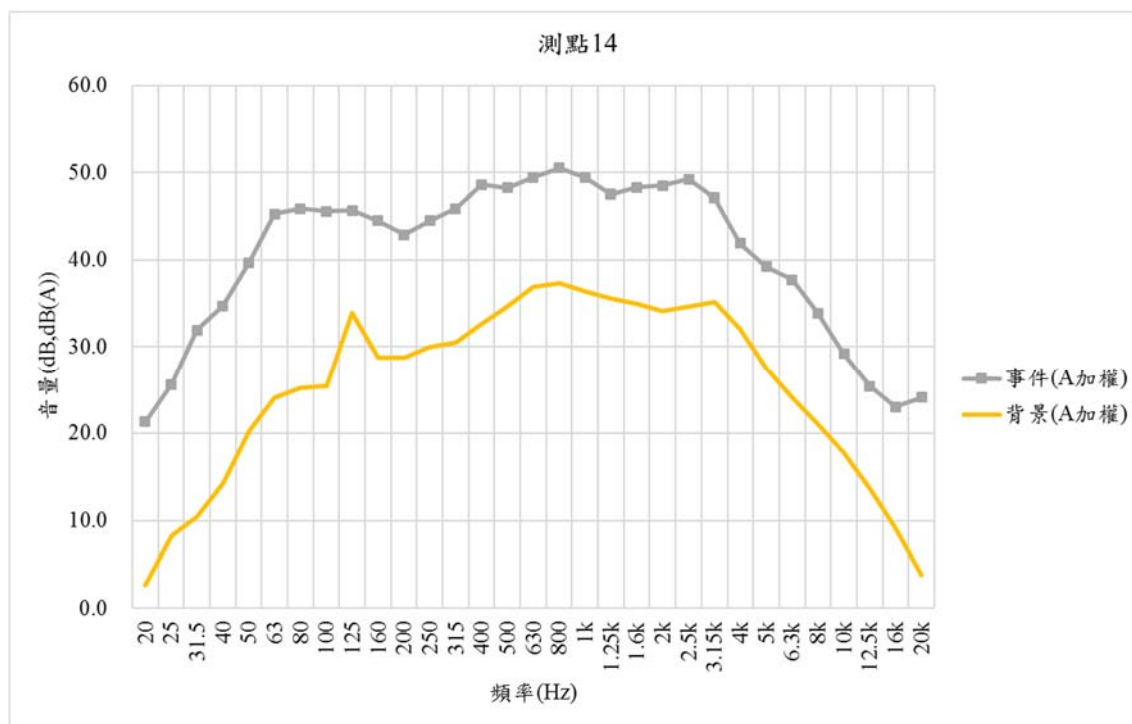


圖 4.3.2-55 噪音測量結果(高鐵-新竹新埔)

十五、點次 15：一般鐵路-桃園平鎮(埔心站 S-中壢站 N)

(一)現況描述：主要振動源為行駛於高架軌道中之一般鐵路列車。

測點位置為距離鐵路圍籬 6 m 處之瀝青鋪面地面，測量現場如圖 4.3.2-56。

(二)分析結果：

振動及噪音測量結果如圖 4.3.2-57 至圖 4.3.2-59 所示。此處陸上交通運輸系統為一般鐵路，故行駛之車種較多樣且車速皆不同，其一小時內測得之事件振動及噪音特性將因車種而有所不同，為變動間歇性非週期振動。為得知一般鐵路之振動值，仍將所有事件振動量以能量平均計算。此測點振動值以 Z 軸向較大，Z 軸向背景振動量於 50 Hz~80 Hz 有較高之振動量，事件振動則於 8 Hz 開始上升並於 20 Hz 與 63 Hz 有較左右兩側頻率高之振動值，Y 軸向之事件振動則於 1 Hz 至 12.5 Hz 較 Z 軸向與 X 軸向之振動值高，X 軸向之事件振動則於 16 Hz 與 63 Hz 有較高之振動值。事件噪音值在 40 Hz 及 12.5 kHz 有較高之噪音值，背景音量則於 50 Hz 之頻率之噪音較左右兩側高。

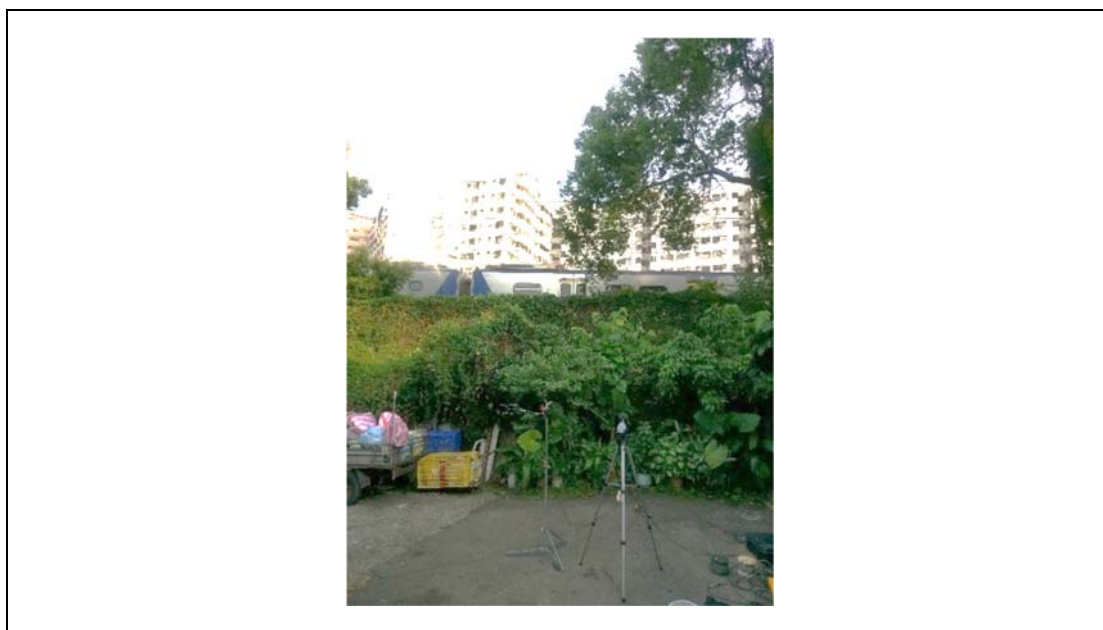


圖 4.3.2-56 測量現況(臺鐵-桃園平鎮)

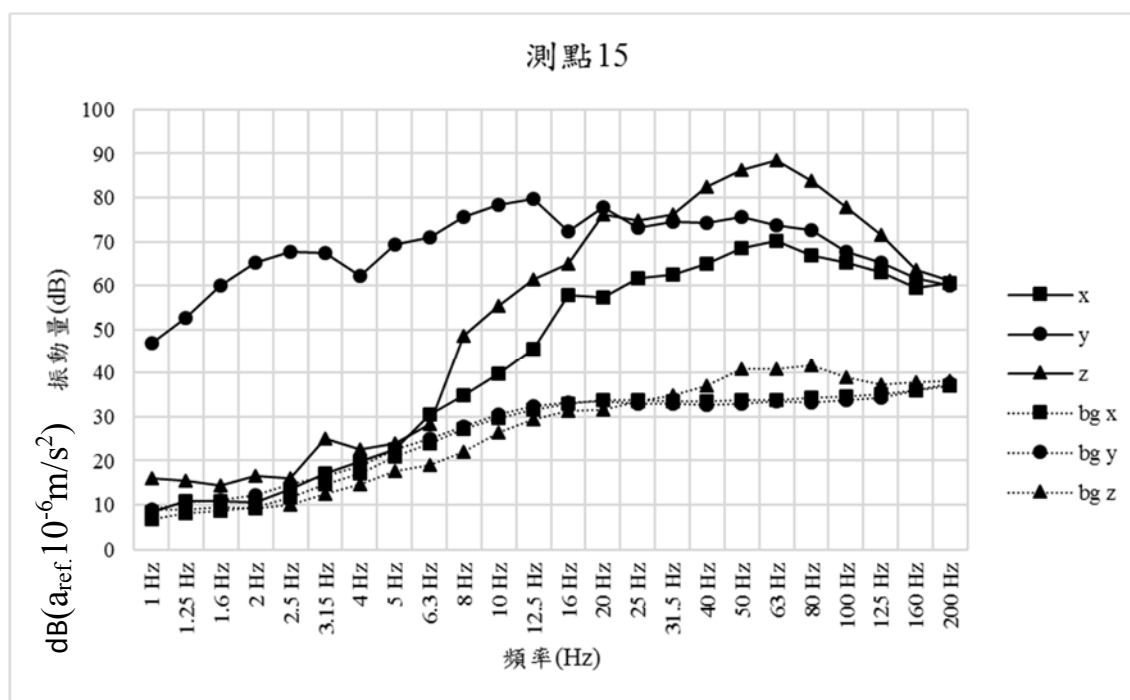


圖 4.3.2-57 振動測量結果(臺鐵-桃園平鎮)(ref.10⁻⁶m/s²)

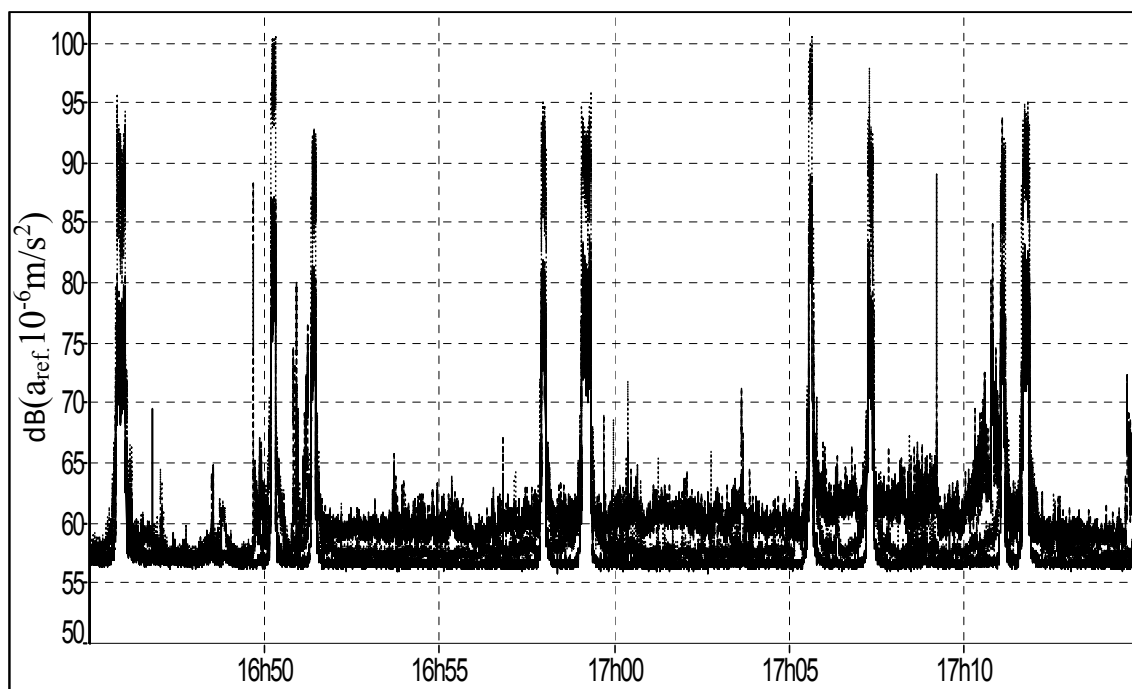


圖 4.3.2-58 未加權振動歷時圖(臺鐵-桃園平鎮)(ref.10⁻⁶m/s²)

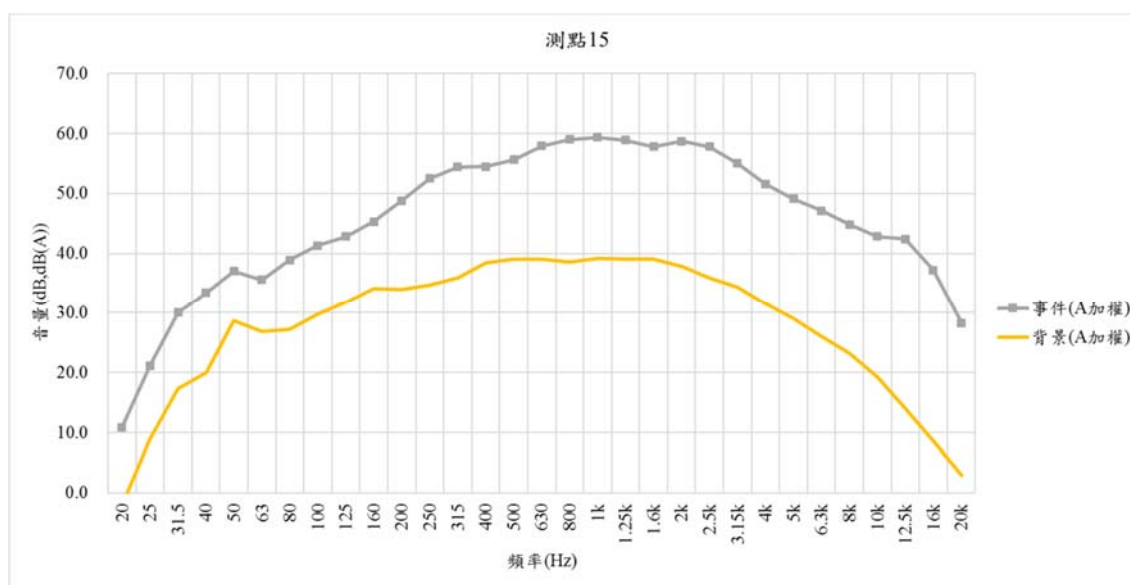


圖 4.3.2-59 噪音測量結果(臺鐵-桃園平鎮)

十六、點次 16：一般道路-臺北市重慶北路三段

(一)現況描述：主要振動源為行駛中之機動車輛。測點位置為重慶北路三段道路邊 0 m 處之瀝青鋪面地面，測量現場如圖 4.3.2-60。

(二)分析結果：

振動及噪音測量結果如圖 4.3.2-61 至圖 4.3.2-63 所示。此測點振動值以 Z 軸較大，背景振動量於 12.5 Hz 及 50 Hz 至 200 Hz 有較高之振動值，事件振動則於 16 Hz 及 20 Hz 有較高之振動值。水平方向背景振動值則於 12.5 Hz 及 31.5 Hz 有較高之值，事件振動值則於 20 Hz、80 Hz 及 100 Hz 之值較高，為變動非週期性振動。事件噪音值在 250 Hz 及 1 kHz 有較高之噪音值，背景音量則在 20 Hz~31.5 Hz、80 Hz 及 630 Hz 音量較高。



圖 4.3.2-60 測量現況(一般道路-臺北市重慶北路三段)

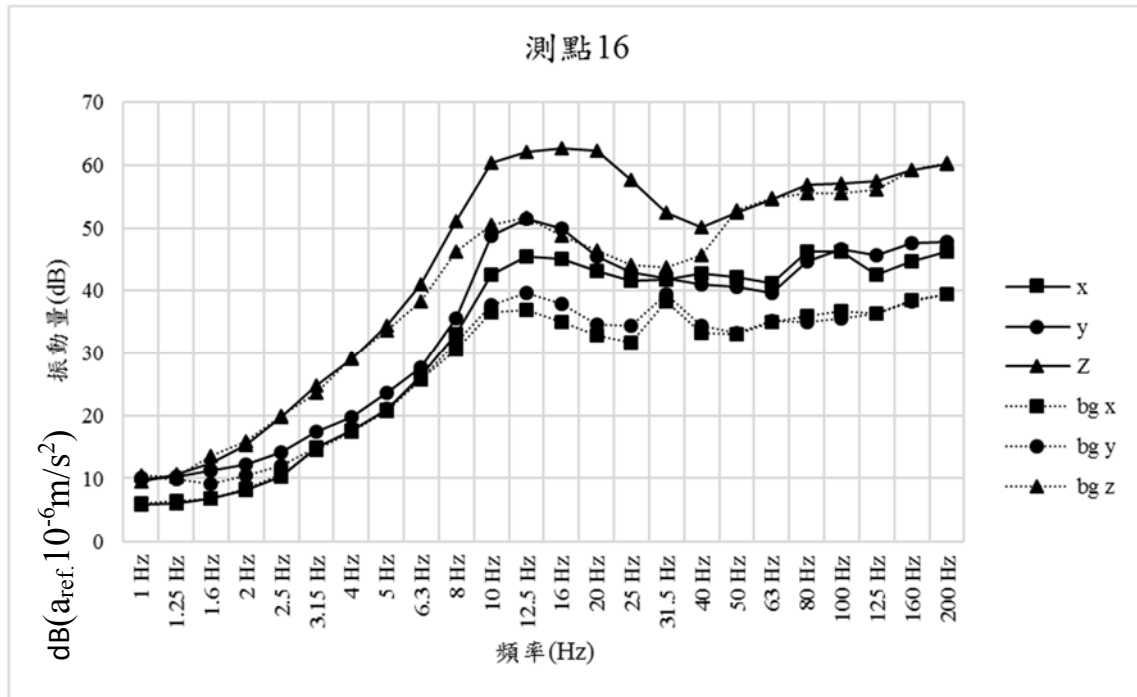


圖 4.3.2-61 振動測量結果(一般道路-臺北市重慶北路三段)(ref.10⁻⁶m/s²)

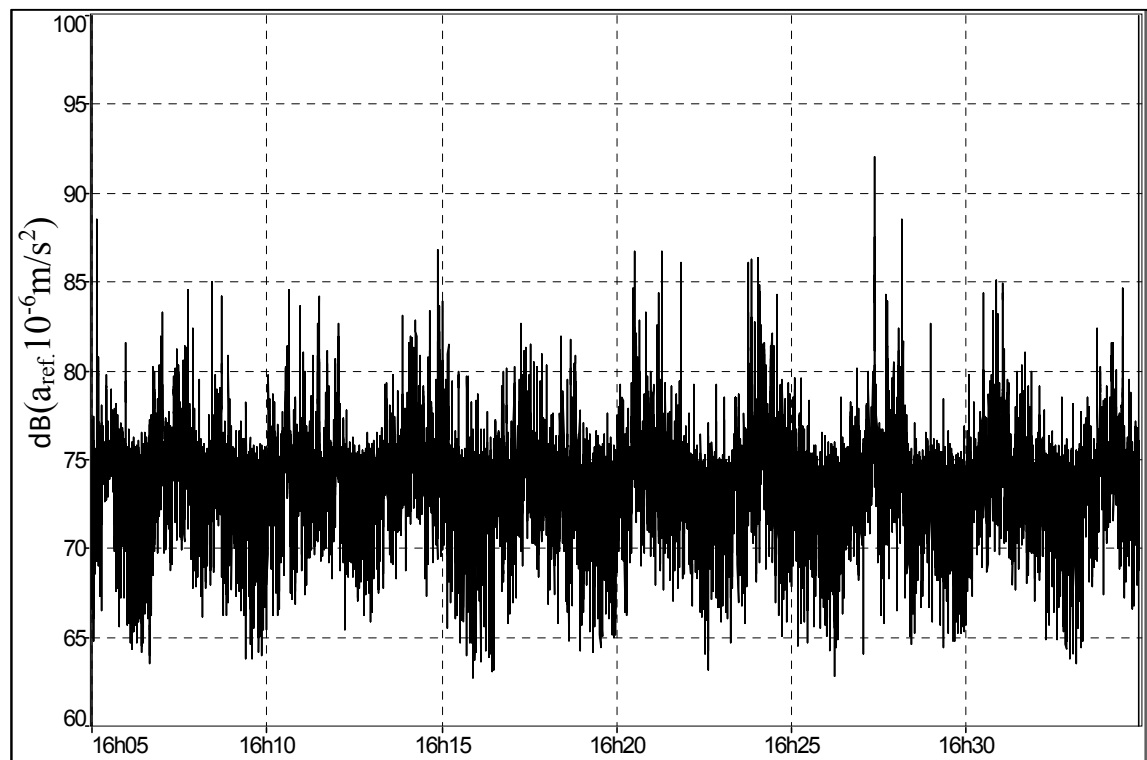


圖 4.3.2-62 未加權振動歷時圖(一般道路-臺北市重慶北路三段)(ref.10⁻⁶m/s²)

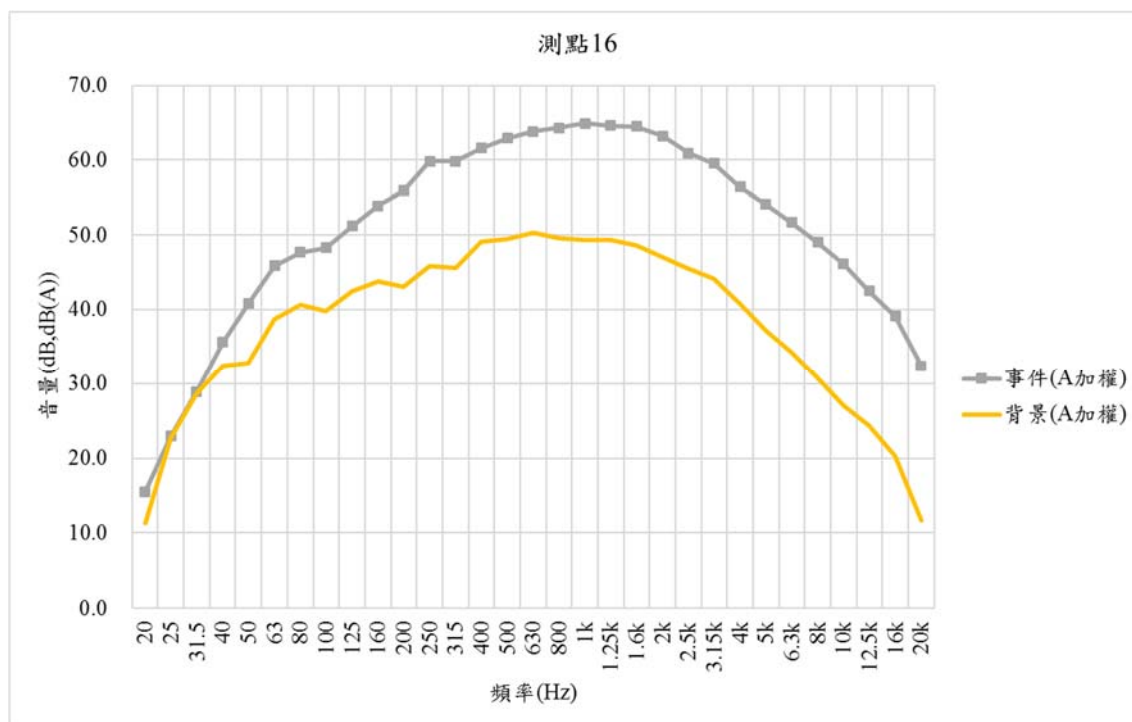


圖 4.3.2-63 噪音測量結果(一般道路-臺北市重慶北路三段)

十七、點次 17：一般鐵路-宜蘭頭城(外澳站 S-龜山站 N)

(一)現況描述：主要振動源為行駛於地面軌道中之一般鐵路列車。

測點位置為距離鐵路圍籬 3.8 m 處之瀝青鋪面地面，測量位置為噪音改善陳情地點對面，測量現場如圖 4.3.2-64。

(二)分析結果：

振動及噪音測量結果如圖 4.3.2-65 至圖 4.3.2-67 所示。此處陸上交通運輸系統為一般鐵路，故行駛之車種較多樣且車速皆不同，其一小時內測得之事件振動及噪音特性將因車種而有所不同。為得知一般鐵路之振動值，仍將所有事件振動量以能量平均計算。此測點振動值以 Z 軸向較大，事件振動於 25 Hz、40 Hz 及 63 Hz 有較高之振動值，水平軸向背景振動值於 63 Hz 有較左右兩側頻率高之值。事件噪音值在 100 Hz、800 Hz 及 1 kHz 有較高之噪音值，背景音量則於 63 Hz 有較高之噪音。一般鐵路則因行駛車種較多，事件高出背景更大約 35 dB~45 dB，現場人員可感覺到列車通過時之振動，為變動間歇性非週期振動。

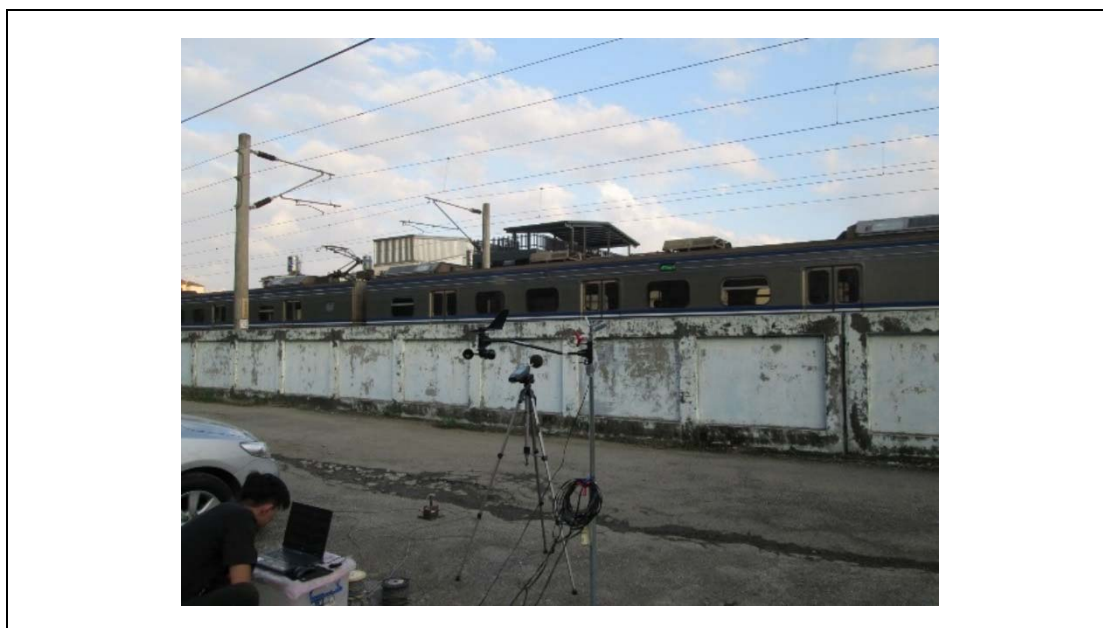


圖 4.3.2-64 測量現況(臺鐵-宜蘭頭城)

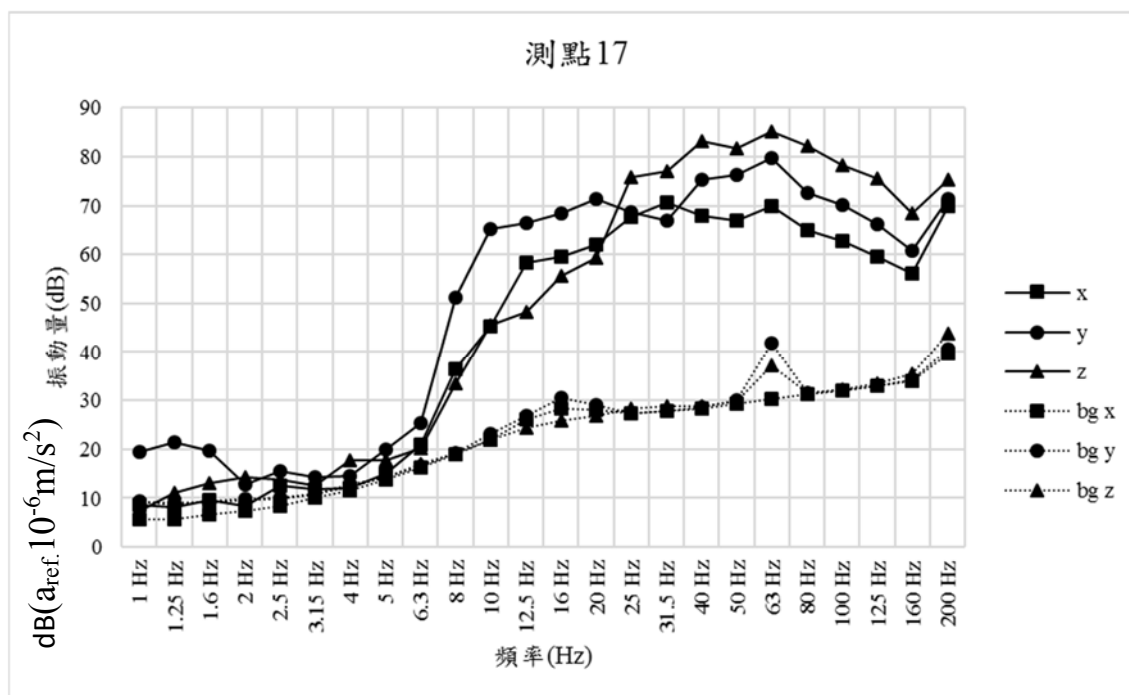


圖 4.3.2-65 振動測量結果(臺鐵-宜蘭頭城)(ref.10⁻⁶m/s²)

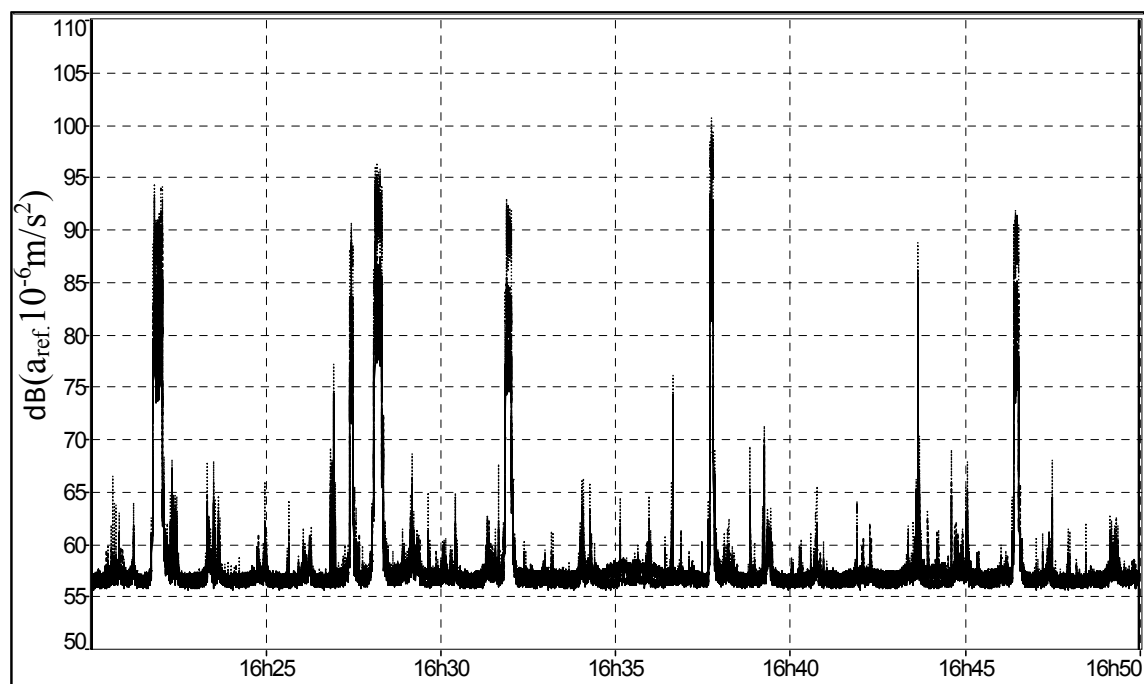


圖 4.3.2-66 未加權振動歷時圖(臺鐵-宜蘭頭城)(ref.10⁻⁶m/s²)

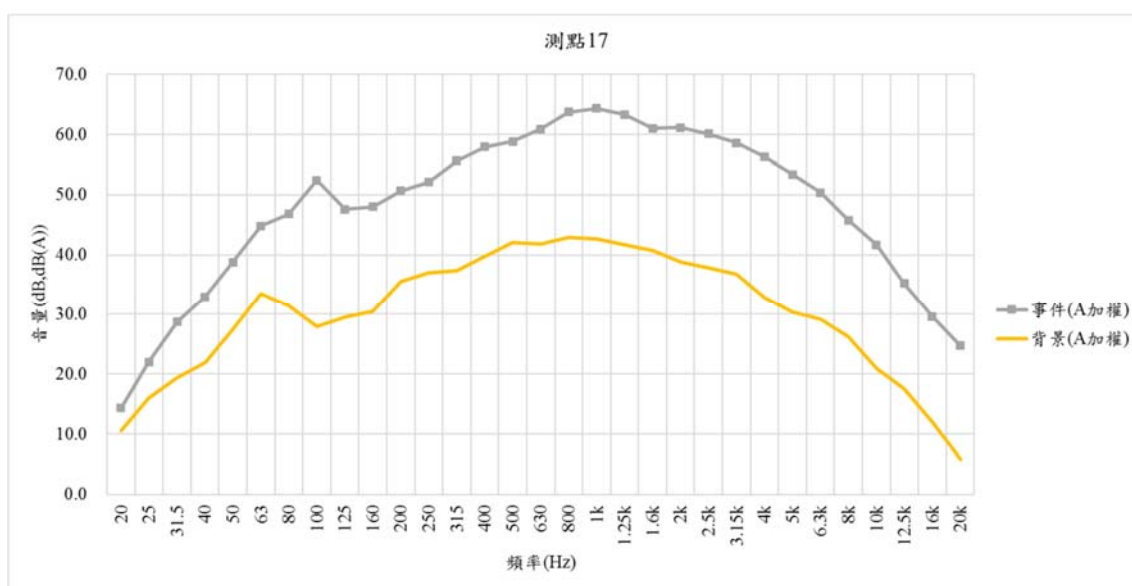


圖 4.3.2-67 噪音測量結果(臺鐵-宜蘭頭城)

十八、點次 18：桃園捷運-赤塗路(山鼻站 S-林口站 N)

(一)現況描述：主要振動源為行駛於高架軌道中之捷運列車。測點位置為高架軌道外側水平距離 18 m 處之瀝青鋪面地面，測量現場如圖 4.3.2-68。

(二)分析結果：

振動及噪音測量結果如圖 4.3.2-69 至圖 4.3.2-71 所示。此測點振動值以 Y 軸向較大，三軸向背景振動量皆於 25 Hz 及 31.5 Hz 有較高之振動量，事件振動則於 6.3 Hz、20 Hz 及 40 Hz 有較高之振動值。事件噪音值在 63 Hz、250 Hz、400 Hz 及 800 Hz 時有高之噪音值，背景音量則於 31.5 Hz 及 1 kHz 有較高之噪音值。此測點背景振動穩定持續，且因測量路段屬高架段，故振動傳遞至地面已衰減，事件與背景相差約 20 dB~25 dB，為變動間歇性非週期振動。



圖 4.3.2-68 測量現況(桃捷-赤塗路)

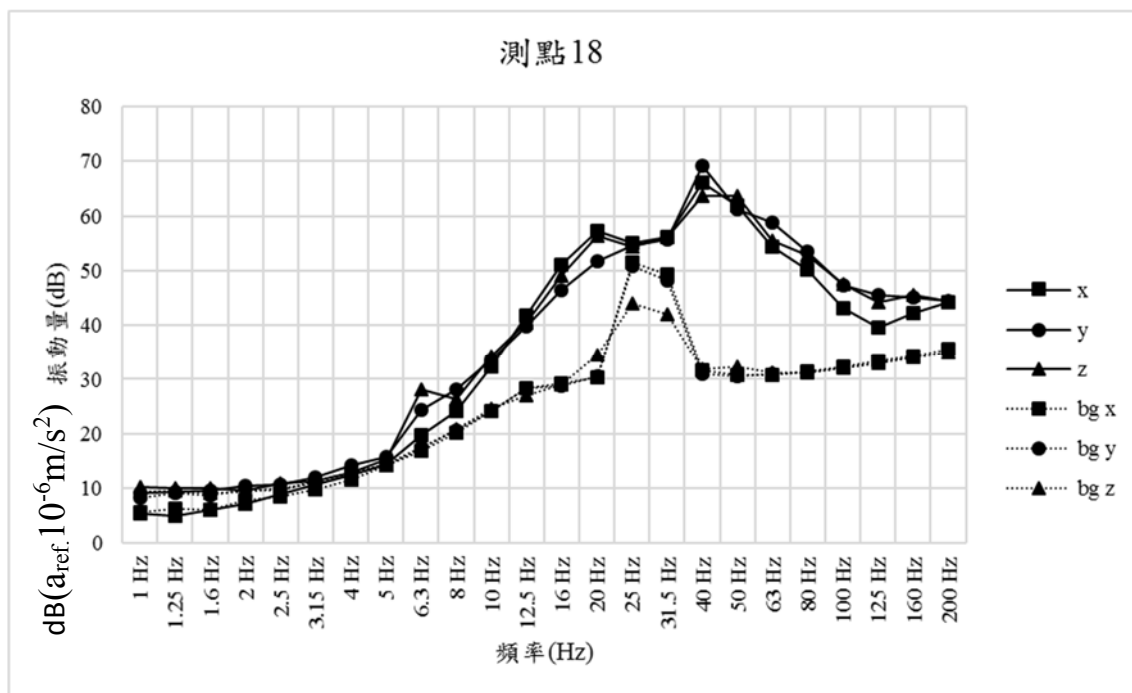


圖 4.3.2-69 振動測量結果(桃捷-赤塗路)(ref.10⁻⁶m/s²)

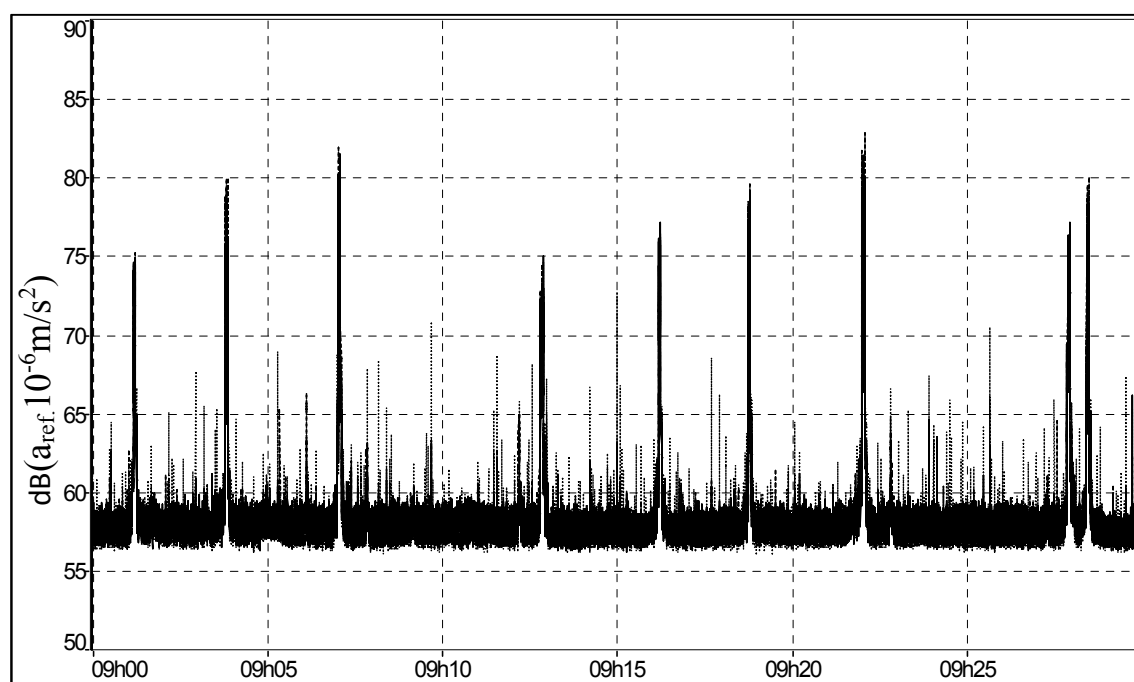


圖 4.3.2-70 未加權振動歷時圖(桃捷-赤塗路)(ref.10⁻⁶m/s²)

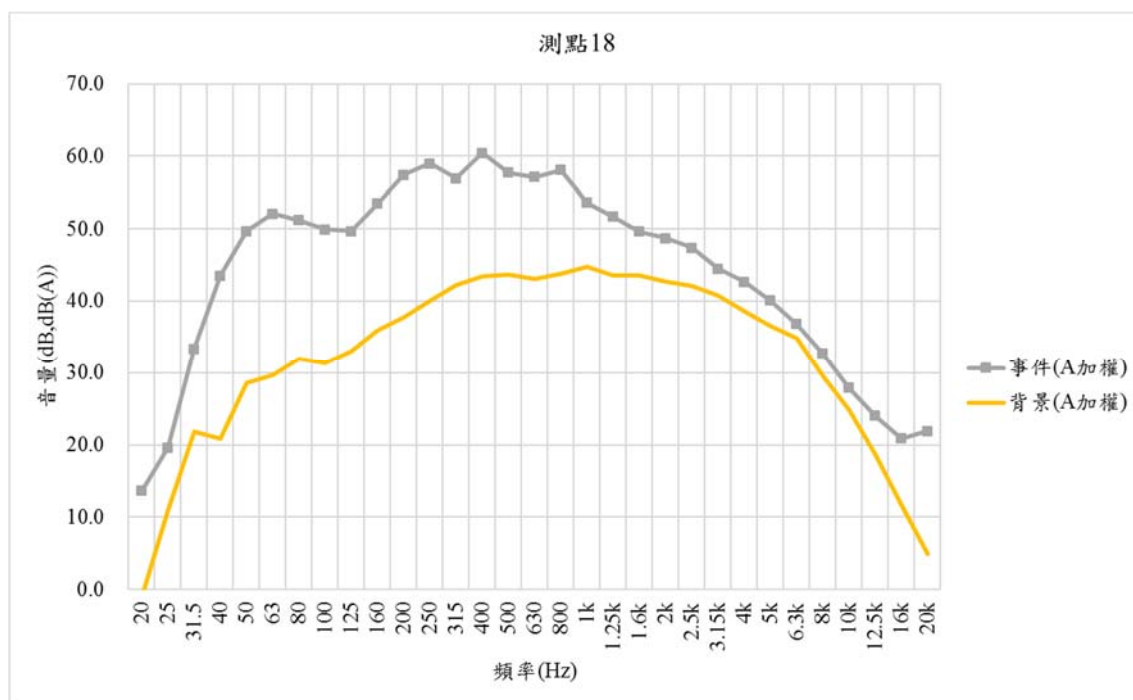


圖 4.3.2-71 噪音測量結果(桃捷-赤塗路)

十九、點次 19：桃園捷運-蘆竹(桃園機場站 S-山鼻站 N)

(一)現況描述：主要振動源為行駛於高架軌道中之捷運列車。測點位置為高架軌道外側水平距離 13 m 處之水泥地面，測量現場如圖 4.3.2-72。

(二)分析結果：

振動及噪音測量結果如圖 4.3.2-73 至圖 4.3.2-75 所示。此測點振動值以 Z 軸向較大，背景振動量於 25 Hz 及 31.5 Hz 有較高之振動量，事件振動則於 31.5 Hz、40 Hz 及 50 Hz 有較高之振動值，水平振動背景值於 12.5 Hz 及 16 Hz 有較高之振動值，Y 軸事件振動於 6.3 Hz、10 Hz 及 50 Hz 有較高之值，X 軸較高事件振動值則發生於 20 Hz 及 50 Hz。事件噪音值在 50 Hz 及 400 Hz 時有高之噪音值，背景音量則於 63 Hz、80 Hz 及 160 Hz 有較左右兩側頻率高之噪音值。測量路段屬高架段，故振動傳遞至地面已衰減，此測點較易受干擾，為變動間歇性非週期振動。

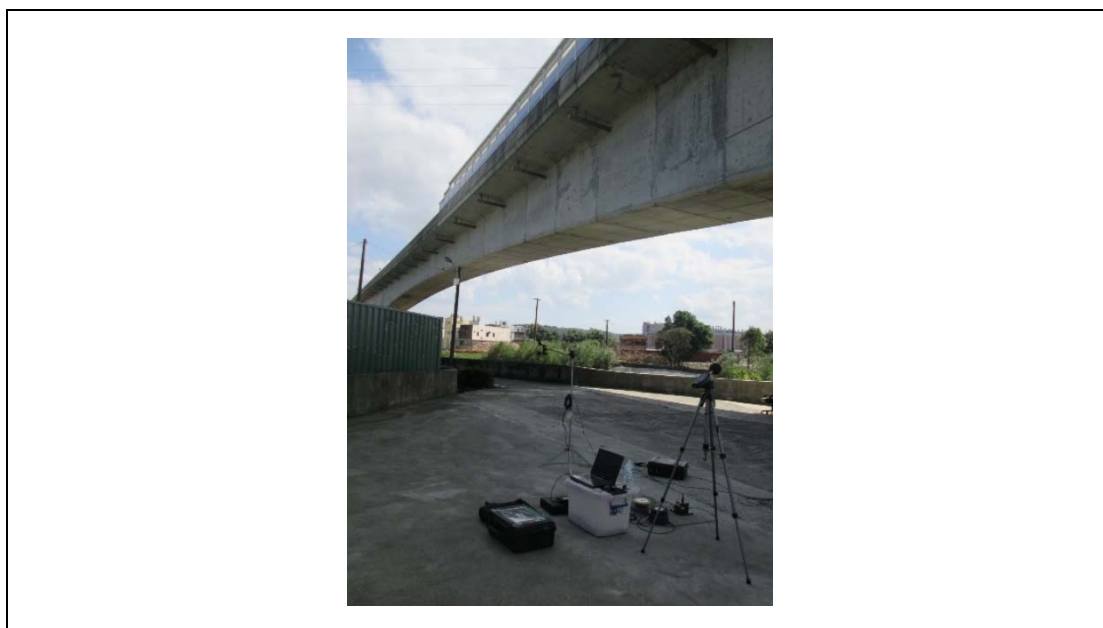


圖 4.3.2-72 測量現況(桃捷-蘆竹)

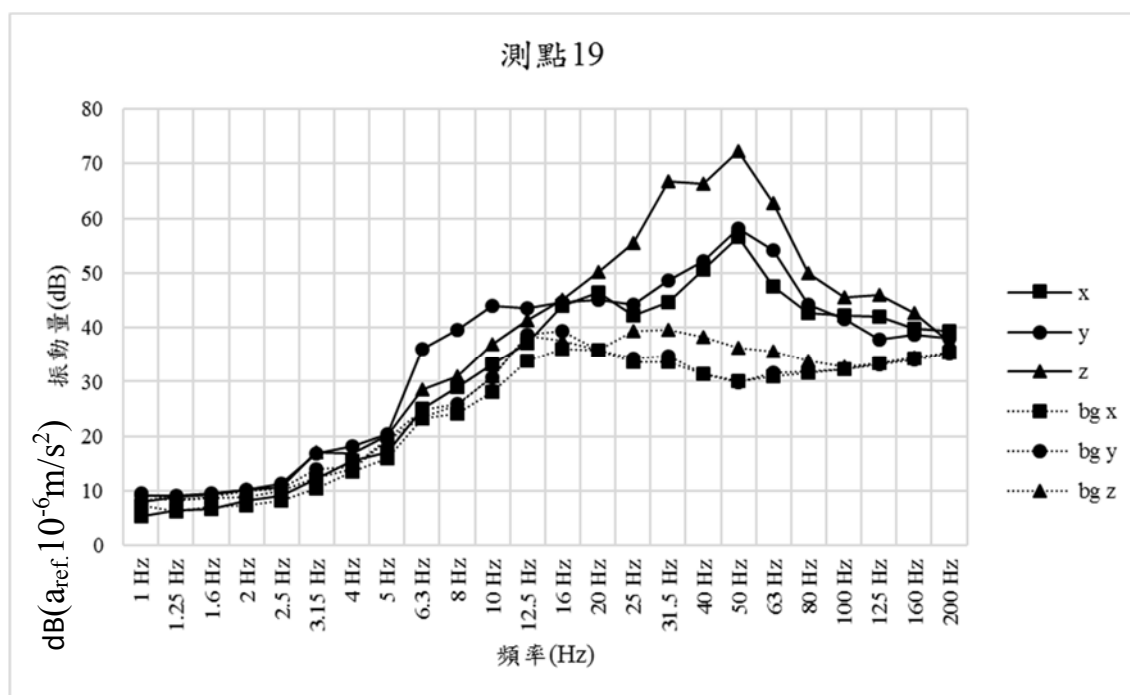


圖 4.3.2-73 振動測量結果(桃捷-蘆竹)(ref.10⁻⁶m/s²)

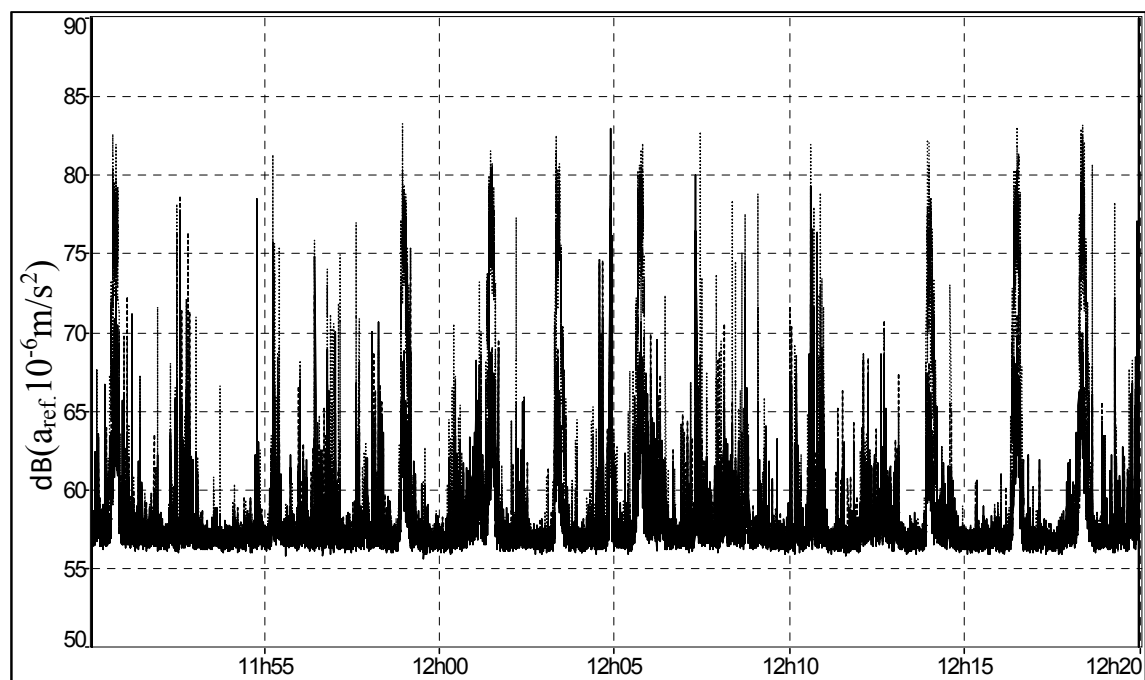


圖 4.3.2-74 未加權振動歷時圖(桃捷-蘆竹)(ref.10⁻⁶m/s²)

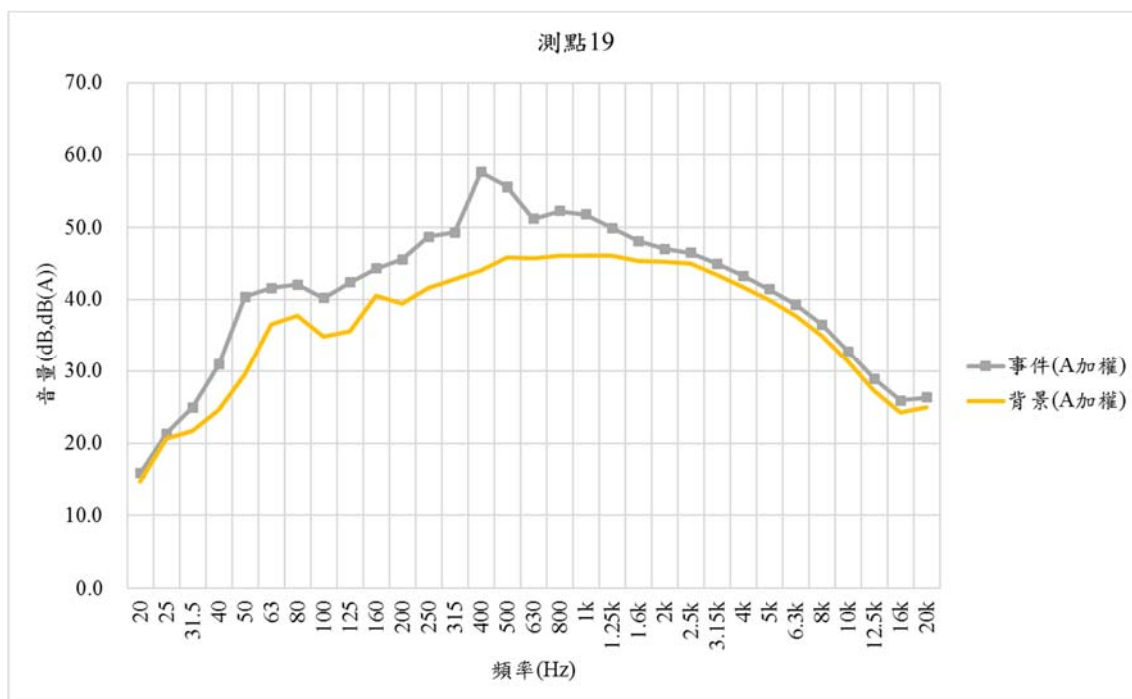


圖 4.3.2-75 噪音測量結果(桃捷-蘆竹)

二十、點次 20：一般道路-臺北承德路五段

(一)現況描述：主要振動源為行駛中之機動車輛。測點位置為承德路五段後港公園前之機慢車專用道路之瀝青鋪面地面，測量現場如圖 4.3.2-76。此測點為 104 年交通噪音改善計畫陳情住戶附近。

(二)分析結果：

振動及噪音測量結果如圖 4.3.2-77 至圖 4.3.2-79 所示。此測點振動值以 Z 軸較大，事件振動量於 1 Hz 至 10 Hz 與背景振動值相近，並於 200 Hz 及 1.25 kHz 有較高之振動值。事件噪音值在 63 Hz、80 Hz、200 Hz 及 630 Hz 至 1 kHz 有較高之噪音值，背景音量則在 1 kHz 音量較高。一般道路受車流量、車種及交通號誌影響，其車速、行駛車種及道路鋪面依各地方需求調整，且所行經之時間歷時較不固定，故一般道路振動源產生特性有 1. 路面凹凸摩擦車輪 2. 高架、平面或地下道 3. 不同車輛產生不同振動（如貨車、大客車及小客車等）4. 不同車速（一般道路較明顯）5. 鋪面選擇因地而異（一般道路較明顯）6. 近交通號誌處車流量較不連續（一般道路較明顯），事件與背景相差較大約 25 dB~30 dB，為變動非週期性振動。



圖 4.3.2-76 測量現況(一般道路-臺北承德路五段)

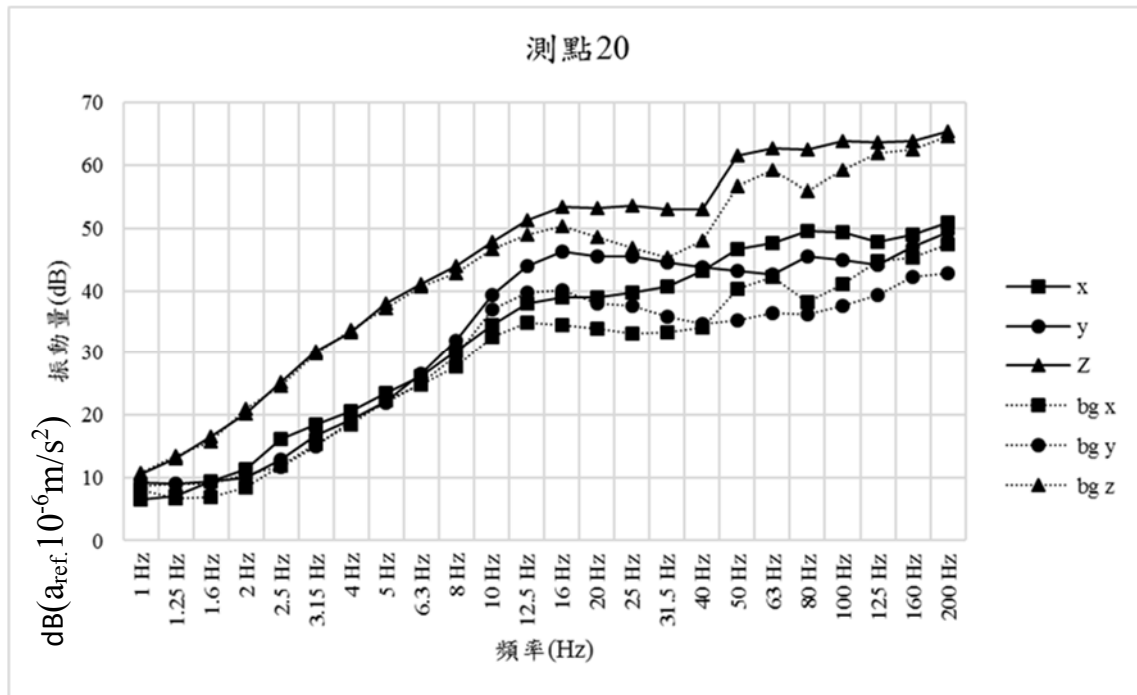


圖 4.3.2-77 振動測量結果(一般道路-臺北承德路五段)(ref.10⁻⁶m/s²)

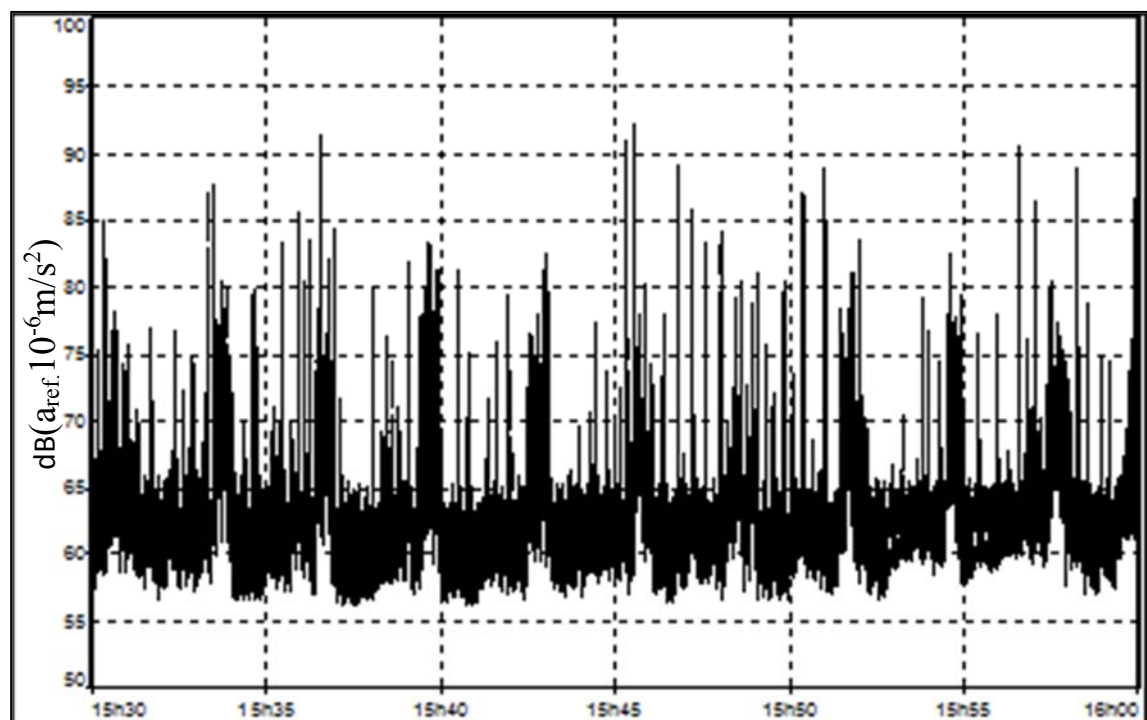


圖 4.3.2-78 未加權振動歷時圖(一般道路-臺北承德路五段)(ref.10⁻⁶m/s²)

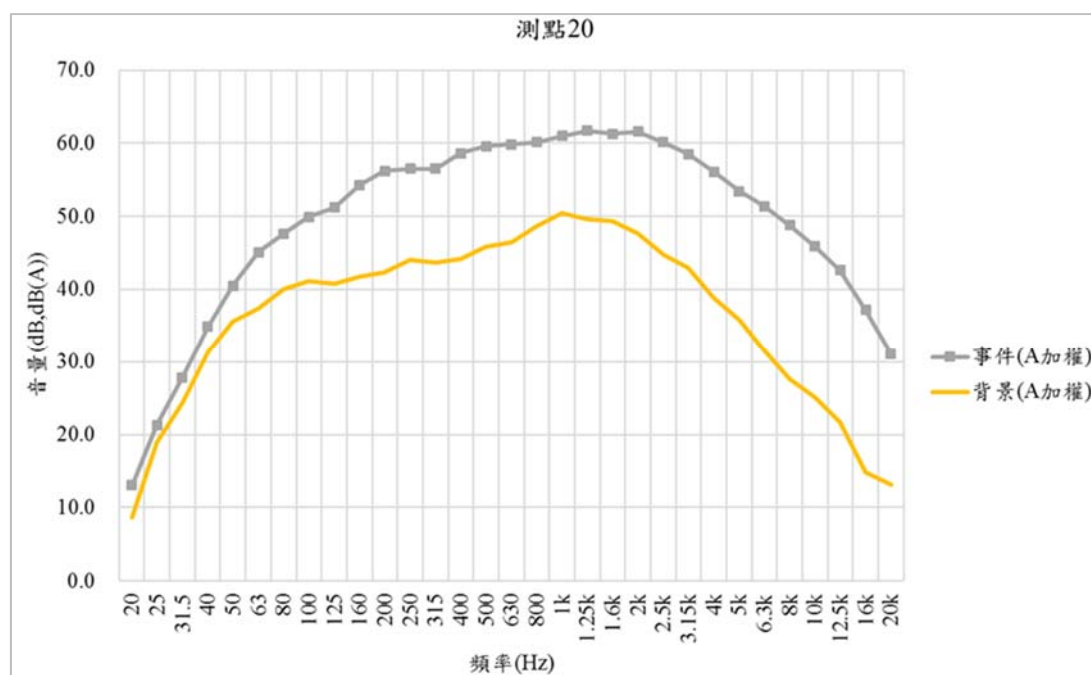


圖 4.3.2-79 噪音測量結果(一般道路-臺北承德路五段)

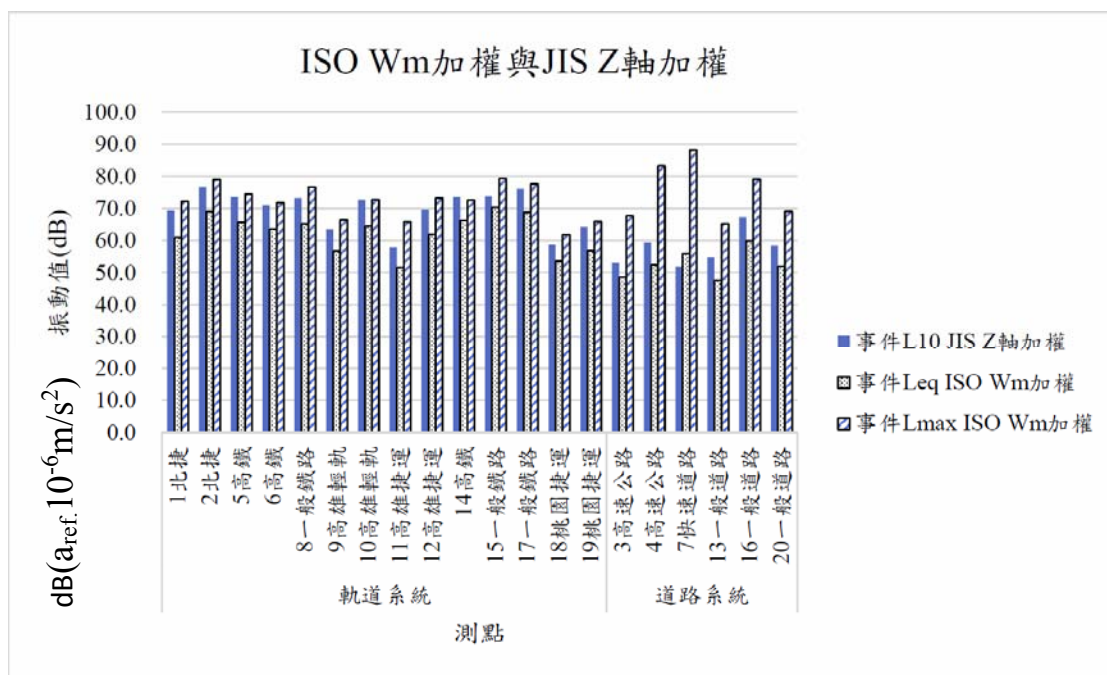
4.4 將調查結果與國外相關交通振動管制標準或規範研析比較，依現場調查研析結果研提交通環境振動管制建議值

各國振動評估指標之頻率範圍，多以 1 Hz 至 80 Hz 為主，本計畫將前節各測點 X、Y、Z 三軸測量結果，以 JIS Z 軸加權（以下簡稱 JIS）以及 ISO 2631-2:2003 W_m （以下簡稱 ISO）加權振動量計算方式進行分析。其中 JIS 之計算係取 Z 軸之振動量，而 ISO 則係取三軸方向振動量最大之軸向。JIS 所使用之參考加速度為 $10^{-5}m/s^2$ ，ISO 則為 $10^{-6}m/s^2$ ，為方便比較，在此節將統一使用 $10^{-6}m/s^2$ 作為參考加速度 (a_{ref})。噪音方面則將所測得之噪音值與我國現行噪音法規之陸上運輸系統噪音管制標準值、環境音量標準值進行比對。

4.4.1 研析比較

一、JIS 振動量與 ISO 振動量比較

本計畫共測量 20 處測點，將測量結果之 L_{10} 、 L_{eq} 及 L_{max} 進行 JIS 加權以及 ISO 加權計算，如圖 4.4.1-1 所示。多數測點計算出之 ISO L_{10} 或 L_{eq} 值，皆較 JIS 低，僅測點 7（快速道路台 74 線）ISO L_{eq} 值較 JIS 高 4 dB。在軌道系統其事件 L_{max} 值與事件 L_{eq} 值相差約 8 dB 至 14 dB，但在道路系統則相差 17 dB 至 32 dB，且皆遠高於 L_{eq} 及 L_{10} 之振動值。

圖 4.4.1-1 各測點不同加權計算振動值($a_{ref}=10^{-6}m/s^2$)

二、振動源 Z 軸振動量 L_{10} 比較

由表 4.3.1-2 顯示因多數測點以 Z 軸振動量最大，故以 Z 軸 L_{10} 之測值進行頻譜分析。各測點 Z 軸 L_{10} 之振動頻譜圖如圖 4.4.1-2 至圖 4.4.1-6 所示。捷運測點（臺北捷運及高雄輕軌）之振動特性趨勢多為在 1 Hz-80 Hz 頻率愈高數值愈高，並在 40 Hz 或 80 Hz 有較高之振動值；捷運測點（桃園捷運及高雄捷運）之振動特性趨勢多為線性上升，並多於 40 Hz 或 50 Hz 有較高之振動值；鐵路測點（高速鐵路）振動特性之趨勢於 6.3 Hz 至 10 Hz 及 20 Hz 至 31.5 Hz 有較高之振動值；鐵路測點（一般鐵路）振動特性之趨勢於 20 Hz 至 100 Hz 趨平緩並有較高之振動值；道路系統（一般道路、快速道路與高速公路）之振動特性趨勢相似，自頻率 12.5 Hz~16 Hz 後其各頻帶振動值趨平緩。

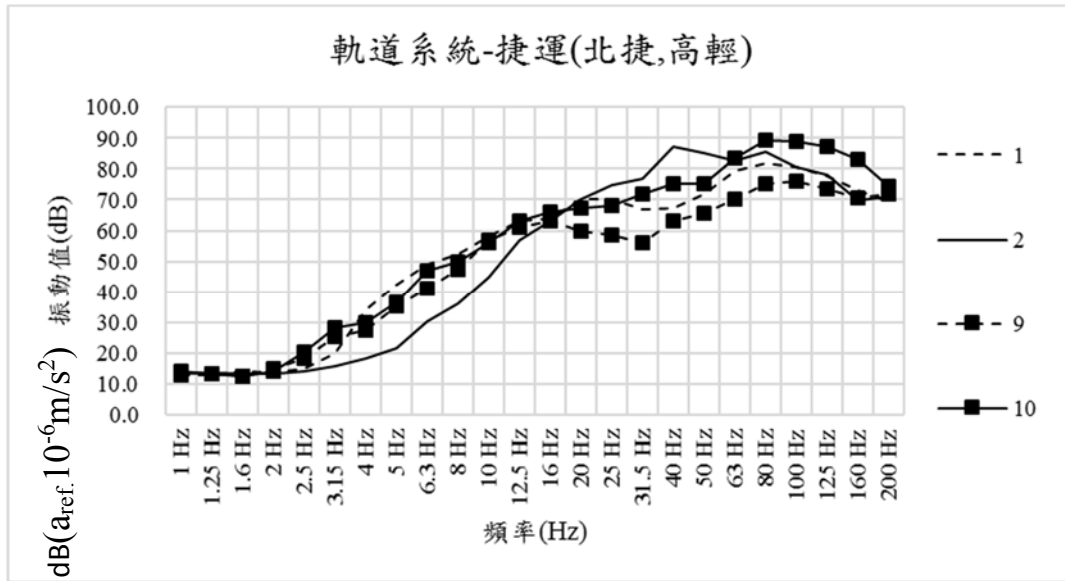


圖 4.4.1-2 Z 軸振動未加權頻譜圖(軌道系統-捷運-北捷，高雄輕軌)
($a_{ref}=10^{-6}m/s^2$)

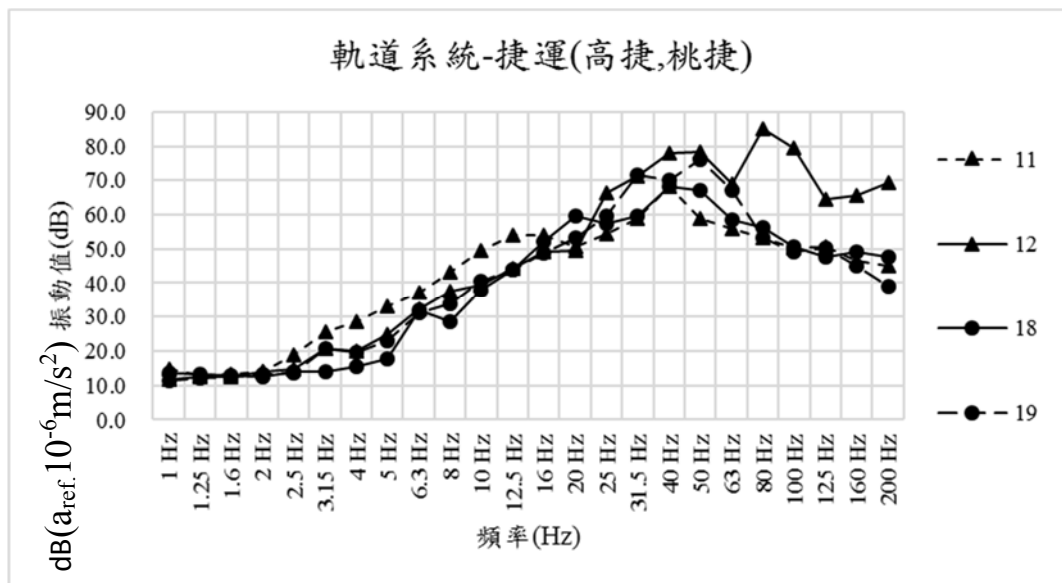


圖 4.4.1-3 Z 軸振動未加權頻譜圖(軌道系統-捷運-高捷，桃捷) ($a_{ref}=10^{-6}m/s^2$)

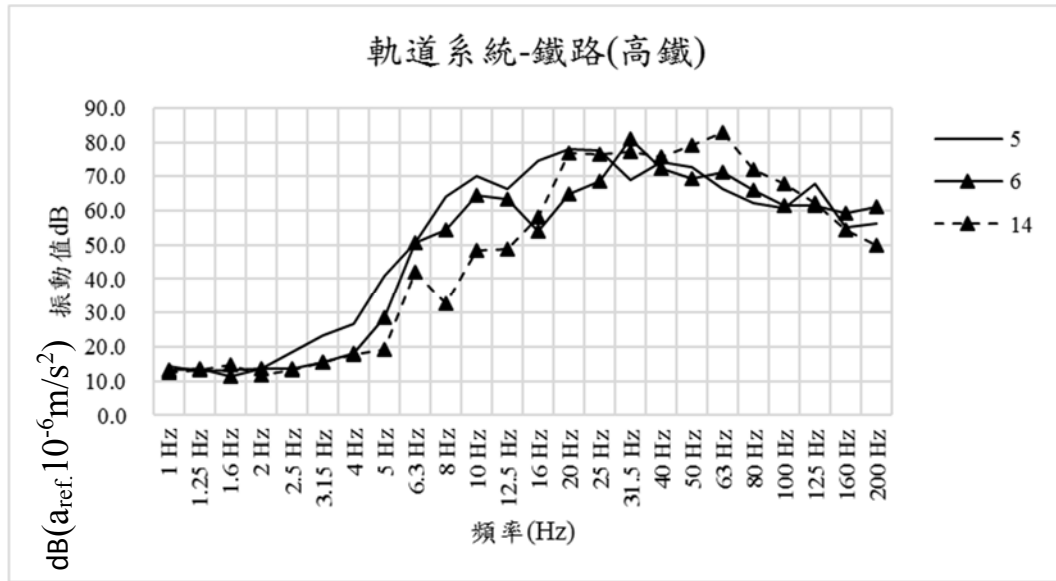


圖 4.4.1-4 Z 軸振動未加權頻譜圖(軌道系統-鐵路-高鐵) ($a_{ref}=10^{-6}m/s^2$)

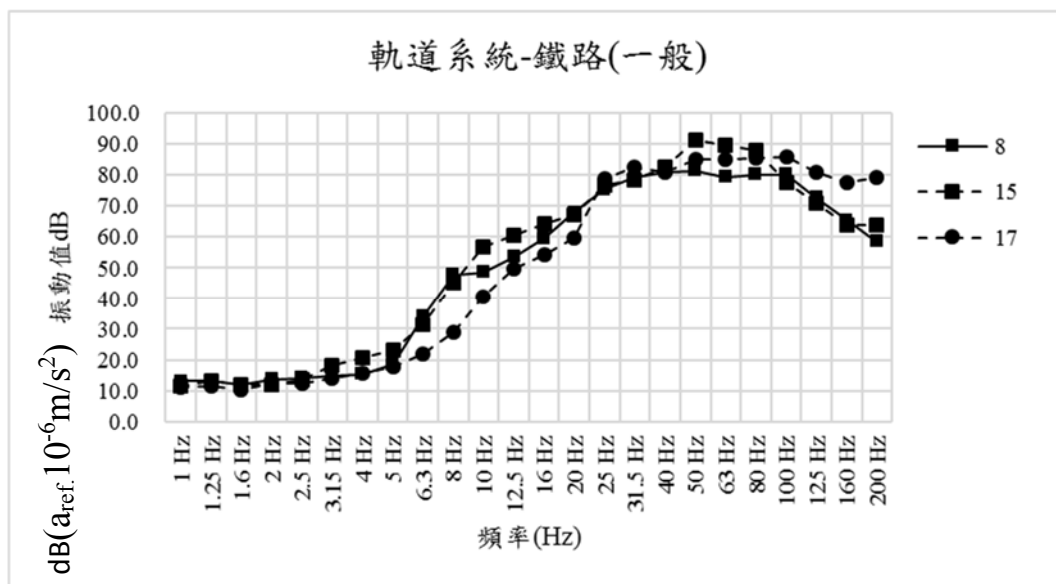


圖 4.4.1-5 Z 軸振動未加權頻譜圖(軌道系統-鐵路-一般鐵路) ($a_{ref}=10^{-6}m/s^2$)

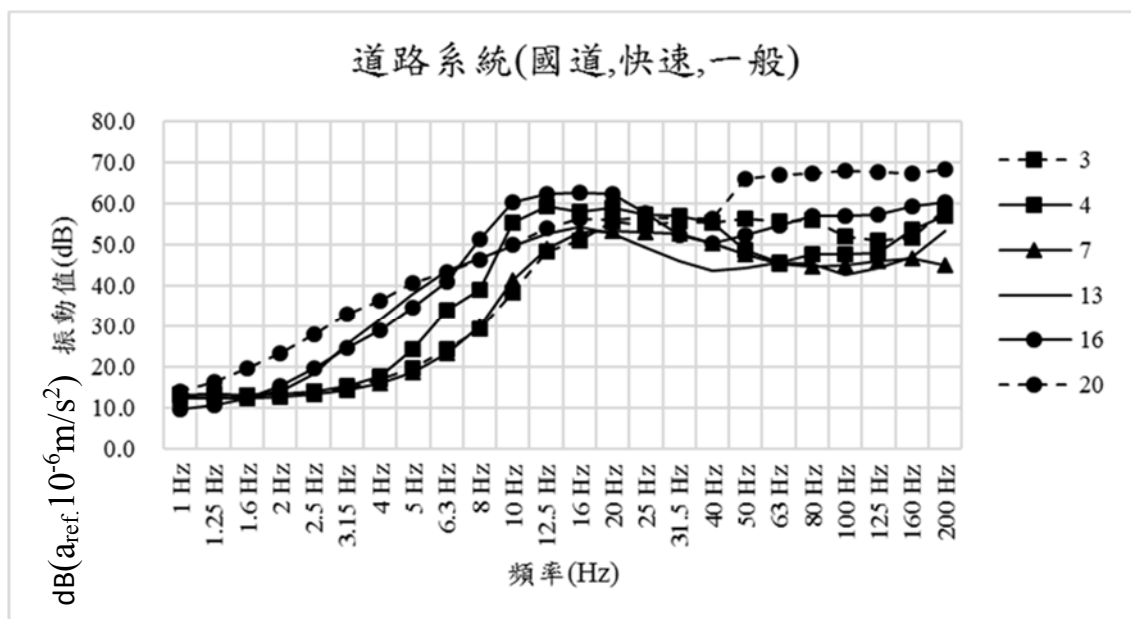


圖 4.4.1-6 Z 軸振動未加權頻譜圖(道路系統) ($a_{ref}=10^{-6}m/s^2$)

三、 振動時域歷程特性

本計畫依噪音事件發生特性之不同將測量類型區分捷運、鐵路以及道路三大類，截取各測點 30 分鐘振動歷時曲線，如圖 4.3 節各測點歷時曲線所示，表 4.4.1-1 則為不同軌道系統列車經過之振動事件秒數。由各測點之歷時圖顯示，鐵路測點之背景振動皆較捷運以及道路系統低且穩定，而捷運係構築於市區中心之交通運輸系統，故其背景振動較複雜，與事件振動之差異較小，而道路系統則為持續不斷之振動源行經，除非雙向振動源都恰好未經過測點才能看出該測點之背景振動。由表 4.4.1-1 可知臺北捷運因旅運量高故經常有雙向列車會車事件產生，故事件振動歷時較高雄捷運及桃園機場捷運長。

(一) 捷運系統(臺北捷運、高雄捷運、桃園機場捷運及高雄輕軌)

每一行經之列車皆產生一次振動事件，行駛在該路線上之列車型式相同，故振動源產生特性有 1.列車長度之移動性線振動源 2.高架、平面或地下化（含隧道）。

圖 4.4.1-7 為捷運振動歷時圖，其顯示各捷運測點皆為變動間歇性非週期振動，不論測點鋪面材質為混凝土、瀝青、水泥或人行道磚。臺北捷運測點係地面以及地下段，高雄輕軌測點亦為地面，桃園捷運

以及高雄捷運測點皆為高架段測點。因臺北捷運之列車行經時間皆較其他測點長且測點距離路權線較近，故其振動事件曲線較大且明顯，歷時曲線未加權振動值事件與背景相差約 35 dB；高雄輕軌則因行駛車速較慢且臨近一般道路，故其背景振動易受機動車輛干擾，事件與背景相差約 20 dB；桃園捷運及高雄捷運列車雖與臺北捷運相似，但因測量路段屬高架段，故振動傳遞至地面已衰減，事件與背景相差約 20 dB~25 dB。

(二) 鐵路系統(一般鐵路及高速鐵路)

每一行經之列車皆產生一次振動事件，行駛於該路線上之列車有不同型式之列車，所產生之事件振動量隨車種而不同，其振動源產生特性有 1. 列車種類 2. 列車車速 3. 列車長度之移動性線振動源 4. 高架、平面或地下化（含隧道）。高速鐵路因速度快故可能具衝擊性，其振動源產生特性有 1. 列車車速 2. 事件時間歷程較短(高速鐵路較明顯)。

圖 4.4.1-8 為鐵路振動歷時圖，由圖顯示各鐵路測點皆為變動間歇性非週期振動，不論測點鋪面材質為混凝土、瀝青、水泥或磁磚。高速鐵路測點係皆為高架段測點，一般鐵路測點則皆為地面段。因高速鐵路之列車行駛速度快通過時間短，且測點多位於環境單純之民宅周遭，故其振動事件較捷運明顯，事件高出背景約 30 dB~40 dB；一般鐵路則因行駛車種較多且距離路權線 6 m 以內，故事件高出背景更大約 35 dB~45 dB，且現場人員可感覺到列車通過時之振動。

(三) 道路系統(一般道路、高速公路及快速道路)

高速公路及快速道路屬可高速且持續行駛之道路，車速、行駛車種及道路鋪面有統一規範，一般道路受車流量、車種及交通號誌影響，其車速、行駛車種及道路鋪面依各地方需求調整，且所行經之時間歷時較不固定，故一般道路振動源產生特性有 1. 路面凹凸摩擦車輪 2. 高架、平面或地下道 3. 不同車輛產生不同振動（如貨車、大客車及小客車等）4. 不同車速（一般道路較明顯）5. 鋪面選擇因地而異（一般道路較明顯）6. 近交通號誌處車流量較不連續（一般道路較明顯）。專用道路振動源產生特性有 1. 路面凹凸摩擦車輪 2. 高架、平面或地下道 3. 機動車輛高速行駛 4. 不同車輛產生不同振動（如貨車、大客車及小客車等）5. 車輛行經伸縮縫明顯噪音振動 6. 專用路權車流較

為連續（高速公路及快速道路較明顯）。

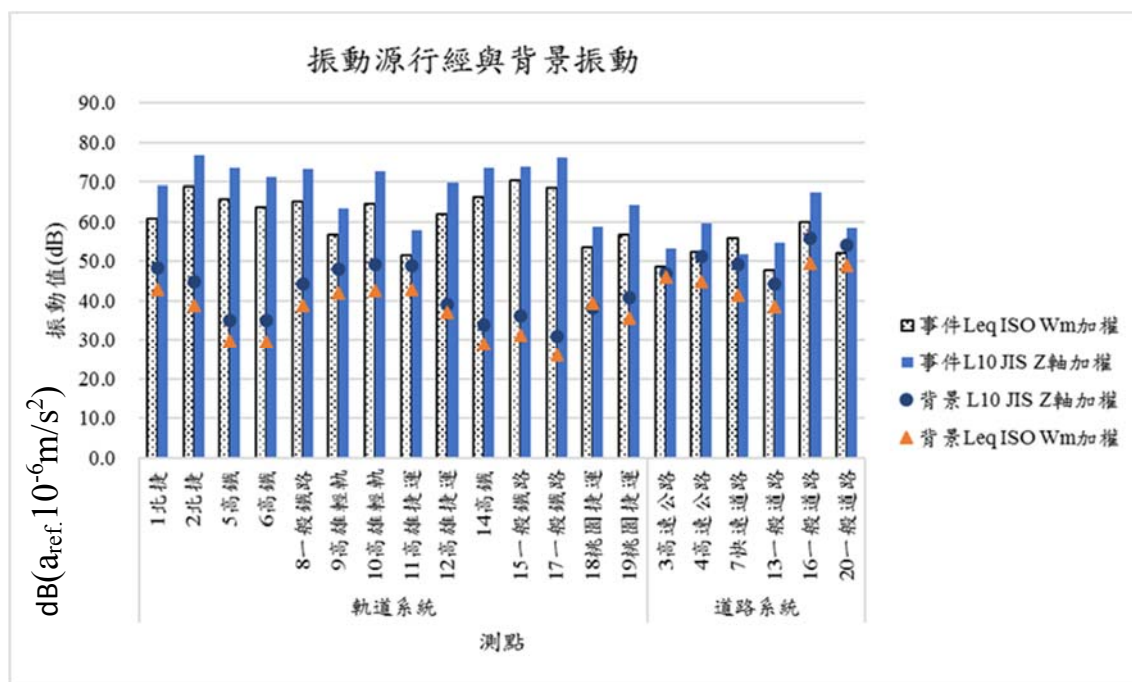
圖 4.4.1-9 為道路系統振動歷時圖，由圖顯示各道路測點皆為變動非週期性振動，不論測點鋪面材質為混凝土或瀝青其振動特性主要取決於振動源行駛之道路特性。高速公路為連續不間斷高流量之車流，一般道路則受交通號誌管制而有批次性之車流，快速道路雖亦為連續不間斷之車流，但因測點位於一般道路邊故振動量受行經之機動車輛影響。由圖顯示不論係屬高速公路、快速道路或一般道路，事件與背景相差較大約 25 dB~30 dB。

表 4.4.1-1 軌道系統振動事件歷時秒數列表

運輸系統		臺北捷運		高速鐵路			高雄輕軌		高雄捷運		桃園捷運		一般鐵路		
測點編號		1	2	5	6	14	10	9	11	12	19	18	17	15	8
振動事件 秒數 (sec)	最短	17	16	11	10	7	6	6	6	10	18	8	12	11	18
	最長	31	43	15	12	9	13	13	13	18	27	13	21	23	51

四、振動源行經時及背景之振動量

分析振動源行經時及其測點背景之振動量差異，如圖 4.4.1-7 所示，在道路系統之測點，振動源為各型車輛，其屬較連續不間斷之車流，故較不易分離出完全不受車流影響之背景振動值。軌道系統則以高鐵 3 處測點之背景振動值較其他測點低，係因測點周遭較無其他振動來源，而軌道系統所產生之事件振動量現場人員感受較強烈，實際測量而得之數值也顯示事件振動值較顯著，如以 JIS 加權計算結果與背景振動量平均差異約 28 dB，最大差異約 45 dB，而以 ISO 加權計算平均差異約 26 dB，最大差異則約 42 dB。道路系統事件振動值與背景振動值，JIS 加權計算之平均差異約 7 dB，最大差異約 11 dB，而 ISO 加權計算之平均差異約 8 dB，最大差異約 14 dB。

圖 4.4.1-7 振動源行經振動與背景振動($a_{\text{ref}}=10^{-6}\text{m/s}^2$)

五、振動源行經時之噪音量

本研究依擬訂之研究方法同時測量各測點振動值及噪音值，噪音測量值除參照我國陸上運輸系統管制標準之計算方式計算小時均能音量 $L_{\text{eq},1\text{h}}$ 以及 $L_{\text{max,mean},1\text{h}}$ ，並與我國法規標準值比較如圖 4.4.1-8 及圖 4.4.1-9 所示。事件 L_{eq} 音量及事件 L_{max} 音量係指能量平均有效事件數之音量，有效事件之定義係事件音量與背景音量相差 3 dB(A) 之事件，各事件數可參照前節表 4.3.1-3，在本節圖 4.4.1-8 係列出總小時事件數。

本研究測量 20 處測點之噪音結果，其小時均能音量噪音皆低於我國陸上運輸系統管制標準以及環境音量標準。

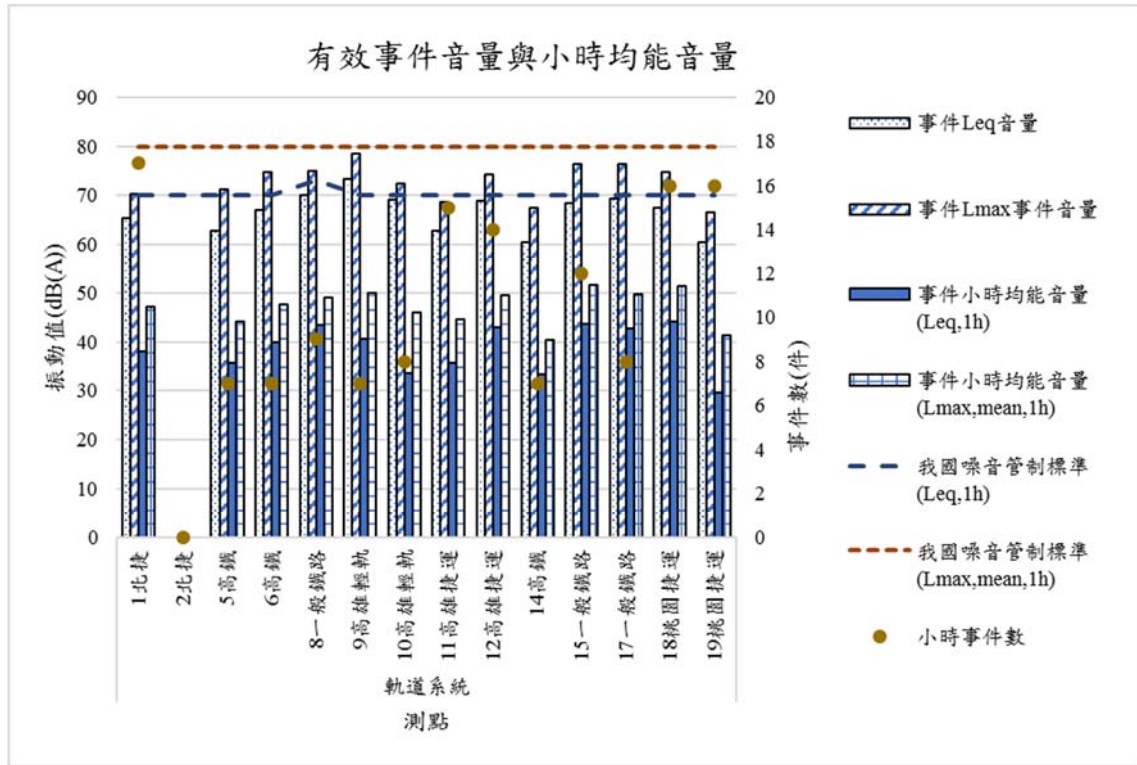


圖 4.4.1-8 各測點事件噪音值(軌道系統)

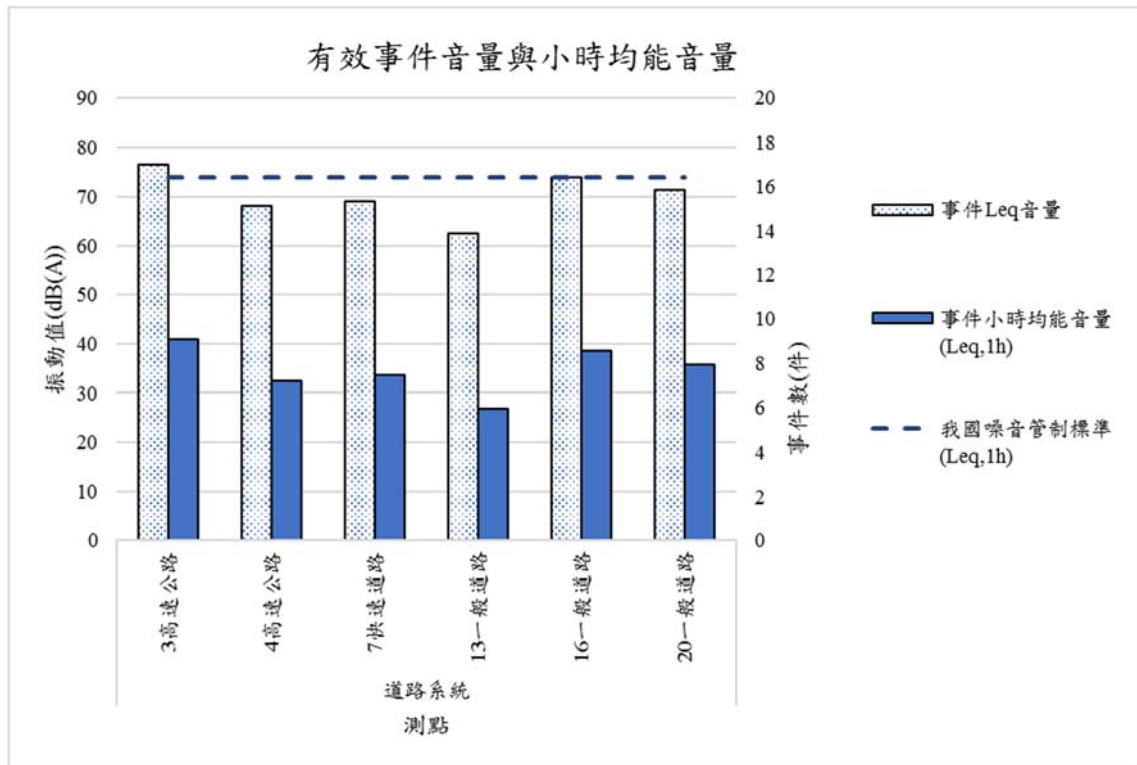


圖 4.4.1-9 各測點事件噪音值(道路系統)

4.4.2 依現場調查研析結果，研提工廠及營建工程之環境振動管制建議值

本計畫測量 20 處測點中，有 14 處為軌道系統、6 處為道路系統，測點皆為交通系統路權線外測量，將測量之振動值以 JIS Z 軸加權（簡稱 JIS），並參考 ISO 2631-2:2003 W_m 加權計算（簡稱 ISO）加權計算綜合分析比較，以研擬較適合我國之振動管制建議值。JIS 所使用之參考加速度為 $10^{-5}m/s^2$ ，ISO 則為 $10^{-6}m/s^2$ ，為便於進行管制值比較，本節使用參考加速度為 $10^{-6}m/s^2$ 。

將軌道系統之振動源分為捷運（分別為臺北捷運、桃園捷運、高雄捷運以及高雄輕軌）、高速鐵路以及一般鐵路三大類，並以 14 處軌道系統振動測值進行最大值、最小值和平均值之計算，數值如表 4.4.2-1 及圖 4.4.2-1。軌道系統三大類振動源中一般鐵路之振動量較捷運大，平均約 68 dB 至 74 dB，捷運之平均則約 59 dB 至 66 dB。與各國最需寧靜區域之標準值比較，測值低於日本及韓國振動標準 85 dB；道路系統振動量平均約 52 dB 至 57 dB，但最大值則約為 67 dB。

各國並未針對最大值進行管制，惟針對最大值 L_{max} 振動量之比較，如圖 4.4.2-2 所示。振動量大於 80 dB 之測點，ISO L_{max} 共 2 處佔 10%；振動量大於 78 dB 之測點，ISO L_{max} 共 5 處佔 25%；振動量大於 75 dB 之測點，ISO L_{max} 共 7 處佔 35%；振動量大於 72 dB 之測點，ISO L_{max} 共 12 處佔 60%。ISO L_{max} 超過 80 dB 之測點以道路系統為主。

將 JIS 及 ISO 計算 L_{10} 及 L_{eq} 之振動量與各國法規比較，分別以不同管制值進行測點不符合率分析。如圖 4.4.2-3、圖 4.4.2-4 及表 4.4.2-2。

- 一、管制值 90dB：韓國日間其他區域及日本日間第二種區域標準值 90 dB 進行比對，共 0 處超過該標準值。
- 二、管制值 80 dB：韓國及日本夜間寧靜區域標準值 80 dB 進行比對，共 0 處超過該標準值。
- 三、管制值 75 dB：以西班牙住宅區之標準值 75 dB 進行比對，共 0~2 處約 0%~10%高於標準，若以 L_{10} 加權計算為臺北捷

運及一般鐵路振動量較高，而以 L_{eq} 加權計算類別均低於標準值。

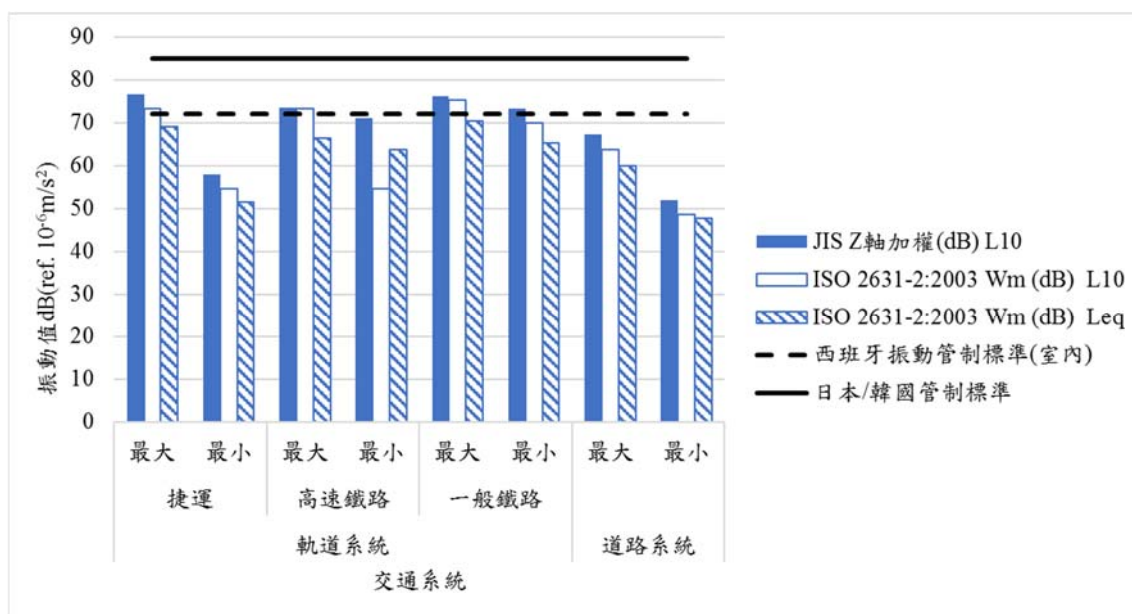
四、管制值 70 dB：中國大陸日間住宅/文教區(建議值)70 dB 進行比對，以 L_{10} 加權計算之結果共 5~8 處約 5%~40% 高於此值，並皆為軌道系統之測點。而以 L_{eq} 加權計算則僅 1 處超過建議值。

五、管制值 65 dB：中國大陸夜間住宅/文教區(建議值)65 dB 進行比對，共 7~11 處約 35%~55% 高於此建議值，並多為軌道系統之測點。

由比較結果可知，若以指標 L_{10} 進行 ISO 加權計算，軌道系統之振動量較易超過標準值；以指標 L_{eq} 進行 ISO 加權計算，多數測點未高於標準值。探討各國管制值所使用之加權計算方式，日本及韓國係使用 Z 軸 L_{10} ，西班牙及 ISO W_m 加權則為最大振動軸向之 L_{eq} 。由以上分析結果，為考量人體對三軸向振動之感受，以及長時間振動感受，並可與國際接軌，故建議以 ISO $L_{10} W_m$ 加權計算方式，加速度參考基準 $10^{-6}m/s^2$ 作為振動指標。經 20 處測點測量結果與各國法規比較後，綜合考量各類交通引致之環境振動，若將建議標準值定在 ISO $L_{10} W_m$ 加權為 75 dB($a_{ref}=10^{-6}m/s^2$)，約有 5% 測點會超過此建議值。

表 4.4.2-1 本計畫測量交通運輸系統振動量($a_{\text{ref}}=10^{-6}\text{m/s}^2$)

項目		計算	JIS Z 軸加權	ISO 2631-2:2003 Wm	
			(dB , a _{ref} =10 ⁻⁶ m/s ²)	(dB , a _{ref} =10 ⁻⁶ m/s ²)	
			L ₁₀	L ₁₀	L _{eq}
軌道系統	捷運	最大	76.6	73.3	69.0
		最小	58.0	54.7	51.6
		平均	66.6	63.5	59.4
	高速鐵路	最大	73.5	73.3	66.3
		最小	71.1	54.7	63.6
		平均	72.7	63.5	65.2
	一般鐵路	最大	76.1	75.2	70.4
		最小	73.2	70.0	65.2
		平均	74.4	72.7	68.1
道路系統		最大	67.3	63.8	59.9
		最小	51.9	48.6	47.7
		平均	57.3	54.3	52.9

圖 4.4.2-1 本計畫測量交通運輸系統振動量($a_{\text{ref}}=10^{-6}\text{m/s}^2$)

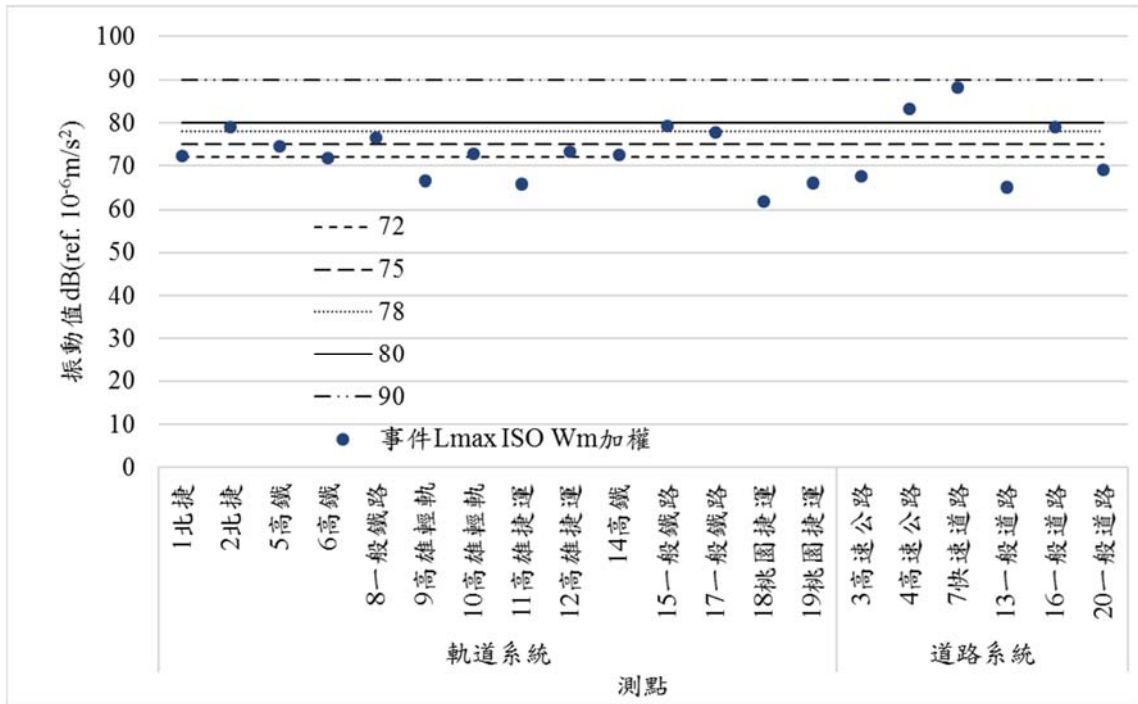


圖 4.4.2-2 本計畫測量 $L_{\max}$ 振動量($a_{\text{ref}}=10^{-6}\text{m/s}^2$)

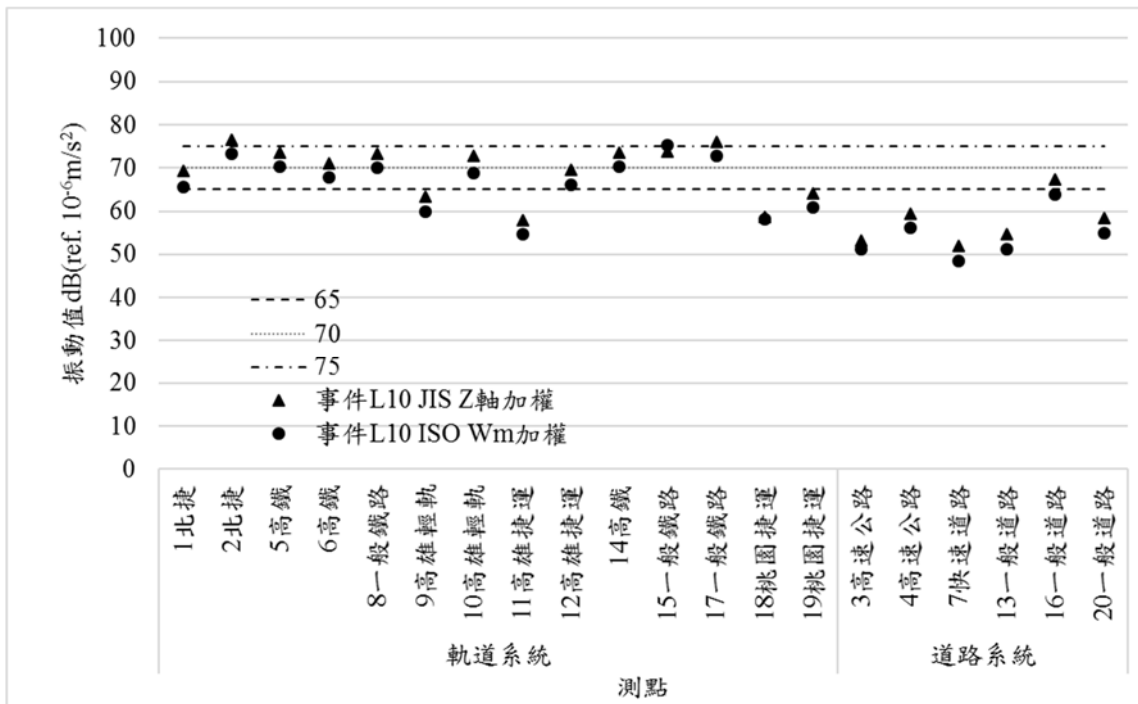
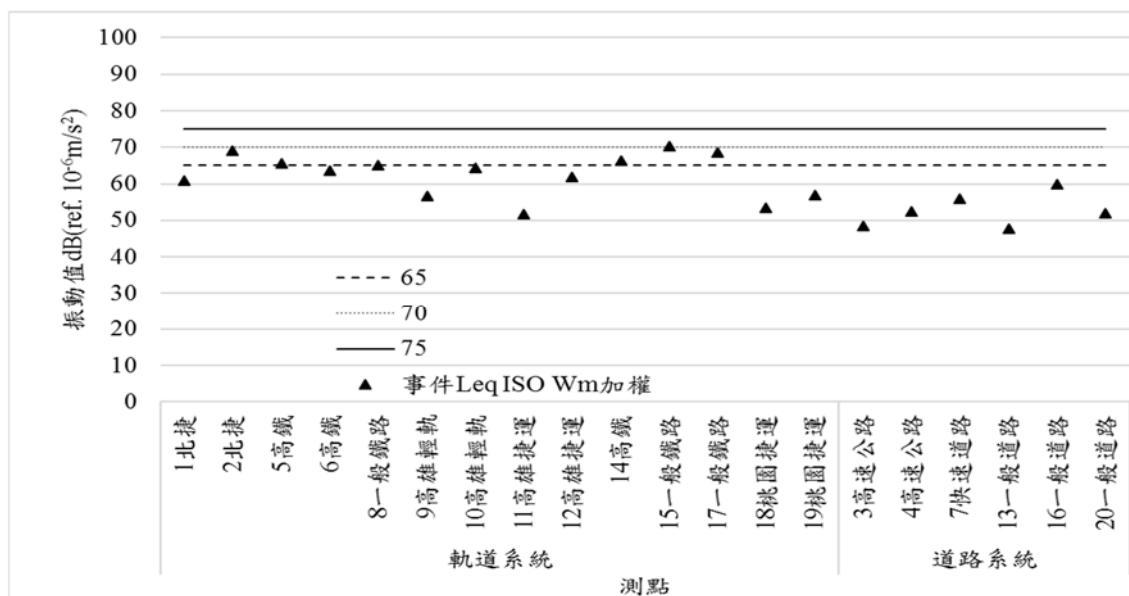


圖 4.4.2-3 本計畫測量振動量 (L_{10}) ($a_{\text{ref}}=10^{-6}\text{m/s}^2$)

圖 4.4.2-4 本計畫測量振動量 (L_{eq}) ($a_{ref}=10^{-6}m/s^2$)表 4.4.2-2 超過標準測點數與百分比($a_{ref}=10^{-6}m/s^2$)

國家	標準值	計算方式	超過標準測點數	無法符合標準百分比
日、韓日間第二種區域/其他地區	90	Z 軸 L_{10}	0	0.0%
		$L_{10} W_m$	0	0.0%
		$L_{eq} W_m$	0	0.0%
		$L_{max} W_m$	0	0.0%
日、韓夜間寧靜區	80	Z 軸 L_{10}	0	0.0%
		$L_{10} W_m$	0	0.0%
		$L_{eq} W_m$	0	0.0%
		$L_{max} W_m$	2	10.0%
西班牙住宅區	75	Z 軸 L_{10}	2	10.0%
		$L_{10} W_m$	1	5.0%
		$L_{eq} W_m$	0	0.0%
		$L_{max} W_m$	7	35.0%
中國大陸日間住宅/文教區(建議值)	70	Z 軸 L_{10}	8	40.0%
		$L_{10} W_m$	5	25.0%
		$L_{eq} W_m$	1	5.0%
		$L_{max} W_m$	13	65.0%
中國大陸日間住宅/文教區(建議值)	65	Z 軸 L_{10}	11	55.0%
		$L_{10} W_m$	10	50.0%
		$L_{eq} W_m$	7	35.0%
		$L_{max} W_m$	20	100.0%

第五章 研擬交通振動管制方式及管制期程，作為未來管制之參考

工作成果摘要

1. 參考國外管制情形及我國振動陳情現況，研擬國內交通振動改善措施、管制作為、期程之建議。
2. 探討振動管制時段及管制區類別。
3. 研析因交通振動所引起低頻噪音之案例 2 件。

第五章 研擬交通振動管制方式及管制期程， 作為未來管制之參考

本章將所蒐集各國環境交通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，研擬較適用於台灣環境交通振動之管制方式及期程建議。

5.1 各國振動評估指標

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。在日本、韓國、中國及西班牙係以環境中之振動量作為指標，美國、澳洲等歐美國家則多係以感受的振動量為參考標準，如表 5.1-1 所示。

在量測方法上，多數國家係參考 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。

表 5.1-1 各國振動指標

國家	頻率	指標	參考位準	採用軸向
日本	1-80 Hz	$L_{10}(\text{dB})$	10^{-5}m/s^2	Z
韓國	1-90 Hz	$L_{10}(\text{dB(V)})$	10^{-5}m/s^2	Z
中國	1-80 Hz	$L_{10}(\text{dB})$	10^{-6}m/s^2	Z
澳洲 (新南威爾斯)	1-80 Hz	$L_v(\text{dB})$	10^{-6}m/s^2	Z
西班牙	1-80 Hz	$L_{aw}(\text{dB})$	10^{-6}m/s^2	三軸最大
美國	-	PPV (in/s)	10^{-6} in/s	三軸加總
澳洲 (昆士蘭)	1-80 Hz	PPV(mm/s)	10^{-8} m/s	三軸加總
英國	0.5-80 Hz	PPV(mm/s)	10^{-8} m/s	三軸加總
ISO 2631	1-80 Hz	$W_m(\text{m/s}^2)$	-	三軸最大

5.2 參考國外管制情形及我國振動陳情現況，研擬國內交通振動改善措施、管制作為、期程之建議，作為未來管制之參考

一、 交通振動改善措施及管制作為之建議

如第三章所述，目前針對環境振動訂有管制法規的僅有日本、韓國及西班牙。日本係 1945 年開始因陸續發生了水俣病、痛痛病等大規模不明疾病，經調查研究才發現是工廠不當排放污染物所造成，因此在 1970 年代大幅修訂了公害對策基本法及訂定大氣污染防止法等法規，當時即制定了典型公害即包含空氣、水、土壤、振動、惡臭及地層下陷等 7 項公害防止計畫，從而於 1976 年訂定了振動管制法。

韓國於 1990 年制定噪音・振動規則時將噪音與振動一起管制，其針對環境噪音、建築施工噪音與振動、交通噪音與振動進行管制。西班牙自 2002 年係參考歐盟指令 2002/49/CE 針對交通等環境噪音進行評估，但並未有振動相關內容，而後雖發布 37/2003 法，則針對噪音及振動進行法制上之管制，但實際對振動管制方面是偏向建築物內部管理。

澳洲因為聯邦國家其政府體系分別管理，對於噪音或振動相關之法規並未統一訂定，其中昆士蘭對於振動相關的管制係於交通噪音管理實行規則中的第二部營建噪音與振動有相關內容，其內容亦係以建築物內部管理為主。其他如歐盟各國、美國針對振動均採用建議值的方式來管理。

綜上所述，比較目前各國對於環境振動的管制或管理方式，日本及韓國係採管制環境中之污染源或公害污染源方式，在其周界實施振動監測，以防止振動源影響周遭環境及民眾；而振動透過地面傳遞，振動能量隨距離衰減，若土地分區完善且具備足夠緩衝區，振動造成的問題將較輕微，因此以歐美國家而言，在振動的管理上採以人體健康或舒適度為出發點，提出當人位處在建築物內所能接受的振動限值的建議值，大多數係依循 ISO2631 標準再制定其國家的規範及建議值。

日本、韓國針對振動的管制對象為營建工程、工廠（場）及交通振動，並針對特定對象採許可制管理，特定對象之定義為是否裝設或

使用會產生振動源之機具之場所，當欲裝設或使用須申請核可，以達到源頭管制，且可經由事先審核防止不相容的振動源進入敏感區位。在歐美國家，振動雖未納入管制但其相關指南或建議標準皆提到，事前的施工規劃需考量使用機具所將造成的振動危害，並進行防制措施及改善策略之計畫。而在交通振動方面，在日、韓國所訂的值係當民眾受到振動干擾時，經監測超過該值，可要求交通單位進行改善。

由於振動是藉由地面及建築結構物傳遞振動波，但交通系統興建完成後，各項結構已然成形，若營運後才發現振動問題，欲解決問題所需的費用可能甚為龐大。所幸以目前統計的交通振動陳情件數來看交通振動對於民眾的影響與不若噪音那麼明顯，因此在管制作為方面，可再持續進行本土振動值的實測資料，並追蹤國外針對振動對人影響的相關研究結果，藉以比較各項振動源對人的影響程度，以評估未來提出相關建議限值及是否納入管制的考量。

針對交通振動之減振措施，除了由振動源減少振動外，主要可利用距離衰減原理，儘量加長振源與受振點的距離，但同時必須考慮振動源、傳遞路徑及受振點的共振頻率。經本計畫蒐集相關的國外文獻，俄羅斯 Dudkin 等人建議具有文化歷史的市中心鋪設電車軌道時，應採用軌道填料(rail fillers)、隔音墊和軌道潤滑系統減振；在住宅區可只以軌道填料減振；對於住宅區內的電車支線，可以使用枕木支撐結構(sleeper supporting structures)或非枕木支撐結構(sleeperless supporting structures)。中國丁等人(2017年)研究指出，堆放沙包可降低高速公路及一般鐵路所產生之振動，方等人(2017年)則指出改善路基結構可有效減低高速鐵路之振動影響。

中華技術(2010年)設計評估台中捷運系統高架橋浮動式道床減振效果，因軌道運輸系統所造成之振動主要為行車所導致軌道系統、支撐結構以及地層之振動等以及由此所引致之鄰近結構的振動。而台中捷運系統所採用高架橋梁分別有箱形混凝土梁、U形混凝土梁、箱形鋼梁三種型式，為分析台中捷運系統所採用高架橋梁捷運系統之行車振動特性，若與三種橋梁結構之垂直向振動特性相較，箱形鋼梁系統之垂直向振動頻率主要在 2-3 Hz 以及 9-12 Hz 區間，而 U 形混凝土梁系統主要在 6-7 Hz 區間以及 23 Hz，箱形混凝土梁系統主要在 6 Hz、10 Hz 以及 22 Hz，顯示在高架橋梁軌道系統中，行車振動與結

構之振動特性有極大之相關性，採用較柔性之結構系統以及較大之跨距，降低結構振動頻率，可有效降低行車振動。此外三種系統在 20 m 外之振動總 dB 值已小於 40 dB，顯示台中之地質特性相當良好。若由頻譜隨距離之變化觀察，在 6-10 Hz 區間三種系統之振動均不隨振源距離增加而衰減，此結果與落錘試驗結果一致，顯現台中地區地層存在共振現象。此一現象導致較遠處之振動行為受系統所激發 6-10 Hz 區間振動頻譜所控制，如果要有效降低振動需避免此一頻率域振動的激發。

參考所蒐集各國減振措施之文獻，交通系統減振措施主要以道碴墊 (ballast mats)、浮動式道床 (floating slabs)、彈性扣件、彈性枕木、建築物改善或地基改善等。多數減振措施都係由振動源端進行改善及防制，因振動所產生之能量傳遞較遠，且其能量係藉由結構傳遞，變因較多故傳遞過程不易控制，針對振動之防制措施建議由源頭控制效果最佳。因此在早期交通系統規劃設計時即應納入考量。

本研究量測 20 處陸上運輸系統之交通振動，由量測結果並比對我國交通振動陳情件數，顯示我國交通振動目前對環境與民眾之影響較輕微，良好環境品質之維護與保障仍為必須執行之內容，故建議針對我國交通振動之防制措施在受體端可採用在其基礎底板及側面鋪設減振材料或裝置等措施進行基礎減振處理。減振材料或裝置應依振動源傳遞到建築物基礎的振動頻譜特性和減振材料或裝置的減振效果等進行選用，隔振屏障應根據振源特性、地質條件、尺寸、所用材質等因素進行設計。針對振動較敏感之點位，可採用浮動地板等配合其他隔振措施，減輕振動影響。

對於軌道系統或道路系統之振動防制，若從無法從源頭進行防制，則應定期保養修護軌道及道路之平整度，減少列車或車輛因行駛至凹凸面而產生振動現象。

二、 環評振動項目審查結論承諾事項之建議

我國環境影響評估係依開發項目與開發區位進行重點項目評估，故每案所承諾之事項並未有統一內容，依循環境影響評估法第 17 條規定開發單位應依環境影響說明書、評估書所載之內容及審查結論，切實執行，及第 23 條如違反第七條第三項、第十六條之一或第十七

條之規定者，處新臺幣三十萬元以上一百五十萬元以下罰鍰，並限期改善；屆期仍未改善者，得按日連續處罰。故每案皆須依審查結論承諾事項確實執行環境保護與防制(治)之工作，惟我國現未有振動管制法，無法以標準值進行規範，故在此針對開發行為可能產生之振動影響，提出審查結論可實施之建議方案，以作為振動項目評估之參考。

一開發行為進行時，可能產生振動影響的階段與內容有，施工中之營建工程振動與施工車輛運輸之交通振動，營運中可能產生之振動則依開發項目而有所不同，依環境影響評估法第 5 條所列應實施環境影響評估之開發行為進行說明如表 5.2-1 與表 5.2-2 所示。

表 5.2-1 施工期振動影響與建議

施工項目	施工期可能產生之振動影響	審查結論建議
假設工程 土方工程 基礎工程 結構體工程 內外裝修工程 附屬工程 剩餘工程 拆除工程	● 臨時工程之設置所進行之整地及拆除行為所造成之振動 ● 挖掘基礎與夯實工程之振動 ● 打樁工程之振動 ● 各種機具於工地操作時之振動(如挖土機、發電機、壓縮機、排水泵、吊車等等) ● 土方運輸之交通振動	● 臨時設施之裝設與拆除、工程材料與機具之進場與搬運均需慎重處理，避免在夜間進行而影響環境安寧。 ● 各工區若使用空氣壓縮機、發電機、排水泵等固定設備時，因其易生振動干擾，需考慮其設置地點以減少對鄰近區域之影響，必要時加設防振裝置，同時避免同時操作。 ● 各工區之施工機具應採用低振動之機型，經常維修以維持良好使用狀態與正常操作，儘量以油壓式代替氣擊式，電動設備取代柴油動力設備。 ● 施工車輛定期保養、潤滑及正確操作，減低車速以降低振動產生。 ● 基地開挖時，從挖土載土石至卡車時，儘量使卡車停放位置靠近挖土機，以避免高噪音振動之挖土機來回移動，增加不必要的影響。 ● 基地開挖時盡可能避免施工機具與地面之強烈撞擊，並儘量減少不必要之高速運轉及空轉。 ● 於工程發包時需將振動防制措施納入施工規範內，並於施工時期勤於保養維護。 ● 妥善規劃施工時間，以避免夜間或清晨產生振動，並加強施工管理。考慮周邊環境狀況、居民作息時間、交通狀況等因素，設定施工作業程序、時程及施工機械動線與配置，儘量於白天施工作業，將振動造成之干擾降至最低。 ● 基樁施工時視需要調整施工方法或採用親環境工法，降低對噪音與生態環境之影響。施工打樁期間針對工區要求承攬廠商使用鑽掘式打樁機替代振動式打樁機，以減少打樁噪音及振動所產生之影響。 ● 儘量採用低振動特性之施工機具。 ● 較大振動機具施工時，應考慮彼此機具間之周波性，以避免機具間之共振效應。

表 5.2-2 營運期振動影響與建議

序號	開發項目	營運期可能產生之振動影響	審查結論建議
1	工廠之設立及工業區之開發。	● 機械運轉振動 ● 出入廠區車輛之交通振動	● 於振動源設置振動防制措施(如規範車輛車速、鋪面材質之選用、軌道防振、設備機具設置彈簧墊等防振措施) ● 妥善規劃營運時間，以避免夜間或清晨產生高振動，考慮周邊環境狀況、居民作息時間、交通狀況等因素，設定營運作業程序、時程及施工機械動線與配置，儘量於白天作業，將振動造成之干擾降至最低。 ● 於敏感點設置振動防制措施
2	道路、鐵路、大眾捷運系統、港灣及機場之開發。	● 陸上交通運輸系統振動 ● 飛機起飛與降落之振動	
3	土石採取及探礦、採礦。	● 爆破振動 ● 砂礦運輸交通振動 ● 鑽掘機具運轉振動	
4	蓄水、供水、防洪排水工程之開發。	● 設備運轉振動	
5	農、林、漁、牧地之開發利用。	● 運輸交通振動	
6	遊樂、風景區、高爾夫球場及運動場地之開發。	● 運輸交通振動 ● 設施運作振動	
7	文教、醫療建設之開發。	● 運輸交通振動 ● 設備運轉振動	
8	新市區建設及高樓建築或舊市區更新。	● 設備運轉振動	
9	環境保護工程之興建。	● 設備運轉振動	
10	核能及其他能源之開發及放射性核廢料儲存或處理場所之興建。	● 運輸交通振動 ● 設備運轉振動	

三、 交通振動期程之建議

目前我國雖沒有振動管制法令，但通常若民眾陳情振動問題時，也一併受到噪音困擾，因此現階段環保單位以噪音管制標準(工廠、娛樂營業場所、營建工程及其他經主管機關公告之噪音管制標準(含低頻噪音管制標準))，即可將其振動伴隨噪音問題一併要求污染源改善而解決。再由振動陳情緣由而言，以工廠、營建工程所陳情的振動件數較多。因此本計畫研擬初步振動管制期程，以近程、中程、長程之建議依序如下：

(一) 近程：持續關注世界各國針對振動管制或建議之動態及最新研究，以擬定符合現狀之相關管制內容，並能與世界潮流接軌。同時研擬提供相關業者振動改善指引手冊，列出可能發生振動之機具、

道路、運輸系統或非機械所造成之振動，可採取之防制措施與建議，並宣導自主管理與防制。

(二) 中程：持續針對國內各類別振動源類型進行量測工作，以建立本土環境振動資料庫。

(三) 長程：建立振動管制專法，公告營建工程、工廠(場)、交通系統、娛樂、營業場之振動建議值，使業者及相關單位有所依循。在振動管制法發布以前，建議可先行進行建議值公告，以指導方針為輔之作法，提醒業者或交通單位注意振動問題，進行自主管理與防制。第一部分公告業者進行振動源之統計，並將民眾公害陳情欄位增加振動陳情項目，以利日後法規制定、污染源追蹤與資料庫建立。

1. 第一階段：依照陳情案件量較多之營建工程及工廠類別為第一步推動之對象，公告營建工程及工廠振動源建議值，並以指導方針列出各營建工程中所使用可能發生振動之機具可採取防治措施與建議，宣導業者進行自主管理與防制。建議施行期程年數為 2 年，讓業者熟悉作法與習慣參考建議值。
2. 第二階段：公告交通振動源振動建議值，與道路或運輸系統相關所引起之振動，超過建議值時主管機關應採取適當之防制措施。參考我國陸上交通運輸系統噪音管制標準管制的 5 大系統，以及由環境音量標準所規範的一般道路，對於環境交通振動之管制對象建議，交通運輸系統可分為六大類，分別為快速道路、高速公路、一般鐵路、高速鐵路、大眾捷運系統及一般道路。建議交通運輸系統振動緩減期程可分為兩階段說明如下：

- (1) 大眾捷運系統、一般鐵路及快速道路系統：目前於各縣市持續擴增之交通系統為大眾捷運系統，且捷運系統多設置於人口密集地區，以及鐵路電氣化及改善計畫持續進行，另公路總局規劃至 108 年將完成西濱快速道路部分路段之新建，而多數快速道路皆係穿梭於都市周邊之道路，車速及流量較一般道路高可能造成之振動影響亦較大，因振動防制措施實施最佳方案為由源頭管制，故建議大眾捷運系統、一般鐵路及快速道路系統可列為優

先振動緩減示範之對象，以從設計及施工階段即考量減振措施之設置等，達到優良防制效果。

- (2) 高速鐵路、高速公路及一般道路：由於高速鐵路與高速公路之建置已大致完成，故若有相關之振動陳情或須改善地段多已改善完成或正在處理改善中，而一般道路之振動產生，多屬非常態性之振動源，如周遭有施工工地故相關機具之出入，或臨時行經之重型車輛，當工期結束相關振動源即解除，故上述之交通系統其振動管制之急迫性及預防性較低，建議可將之列為第二階段振動緩減對象。
3. 第三階段：振動管制法法制作業之進行期程，參考建議值公告時期發生之狀況與執行建議，擬定振動管制法條例，進行法制程序之流程。
4. 第四階段：發布振動管制法，當超過振動管制標準時或有違法之作為時，即依法進行處分。

5.3 探討交通振動管制時段及管制區類別

參考我國現行噪音管制法，並蒐集其他國家針對振動管制/建議之時段及分區類別規定，探討較適用於我國未來振動管制法中之管制時段與分區內容。

茲列出我國噪音以及各國振動管制/建議時段與分區內容。

在現行噪音管制相關法規中，對於時段區分，依不同子法有不同的規定，有區分為三個時段也有分四個時段，而管制區類別則區分為四類。

一、管制時段：

依民國 102 年 8 月 5 日修正發布之「噪音管制標準」第二條規定，一天 24 小時分為三個時段，除日間時段相同外，不同的噪音管制區類別其晚間時段不同，因此夜間時段也隨之不同。如下所示：

- (一) 日間：指各類管制區上午七時至晚上七時。

(二) 晚間：第一、二類管制區指晚上七時至晚上十時；第三、四類管制區指晚上七時至晚上十一時。

(三) 夜間：第一、二類管制區指晚上十時至翌日上午七時；第三、四類管制區指晚上十一時至翌日上午七時。

而若依民國 98 年 9 月 4 日發布之「噪音管制區劃定作業準則」第二條及 99 年 1 月 21 日修正發布之「環境音量標準」第二條，其管制時段亦分為三個時段，但三個時段的起迄時間與上述噪音管制標準有所不同。如下所示：

(一) 日間：第一、二類管制區指上午六時至晚上八時；第三、四類管制區指上午七時至晚上八時。

(二) 晚間：第一、二類管制區指晚上八時至晚上十時；第三、四類管制區指晚上八時至晚上十一時。

(三) 夜間：第一、二類管制區指晚上十時至翌日上午六時；第三、四類管制區指晚上十一時至翌日上午七時。

再依民國 102 年 9 月 11 日修正發布之「陸上運輸系統噪音管制標準」，其管制時段與上述三個子法較為不同，共區分為四個時段，不同處在於維持「早」時段。如下所示：

(一) 早：指上午五時至上午七時。

(二) 晚：指晚上八時至晚上十時。

(三) 日間：指上午七時至晚上八時。

(四) 夜間：指晚上十時至翌日上午五時。

我國考量民眾生活作息時段，將其區分為三個甚至四個時段。亦即管制時段之區分必須考量該管制對象在不同時段可能對民眾造成的影響。

二、管制區類別

依據噪音管制法第十條直轄市及縣(市)主管機關得視轄境內噪音狀況劃定公告各類噪音管制區，因此在民國 98 年 9 月 4 日發布之「噪音管制區劃定作業準則」第二條規定，噪音管制區劃分為下列四類，依其土地使用現況、行政

區域、地形地物、人口分布劃分之：

- (一) 第一類噪音管制區：環境亟需安寧之地區。
- (二) 第二類噪音管制區：供住宅使用為主且需要安寧之地區。
- (三) 第三類噪音管制區：以住宅使用為主，但混合商業或工業等使用，且需維護其住宅安寧之地區。
- (四) 第四類噪音管制區：供工業或交通使用為主，且需防止噪音影響附近住宅安寧之地區。

而該作業準則第三條規定，噪音管制區類別之劃分，得參考都市計畫或區域計畫地區之土地使用計畫及使用情形予以粗分類，再依噪音現況逐步調整劃定。

因此第四條再將直轄市、縣（市）主管機關劃分噪音管制區之粗分類原則規定如下：

(一) 轄境內屬實施都市計畫地區者：

- 1. 第一類噪音管制區：風景區、保護區。
- 2. 第二類噪音管制區：文教區、學校用地、行政區、農業區、水岸發展區。
- 3. 第三類噪音管制區：商業區、漁業區。
- 4. 第四類噪音管制區：工業區、倉庫區。

(二) 轄境內屬實施區域計畫地區者：

- 1. 第一類噪音管制區：丙種建築用地、生態保護用地、國土保安用地。
- 2. 第二類噪音管制區：甲種建築用地、林業用地、農牧用地。
- 3. 第三類噪音管制區：乙種建築用地、水利用地、遊憩用地。
- 4. 第四類噪音管制區：丁種建築用地、礦業用地、窯業用地、墳墓用地、養殖用地、鹽業用地、交通用地。

都市計畫地區之其他使用區及特定專用區、區域計畫地區之特定目的事業用地及其他用地，依其用途別及噪音現況，劃定噪音管制區。

將振動量納入管制的國家為日本、韓國、澳洲昆士蘭州，並參考其他國家進行比較，各國對於振動管制之區域及時段，如表 5.3-1 所示。

表 5.3-1 各國振動管制時段與分區

國家 分區、時段	日本	韓國	中國	西班牙
管制振動類別	土地 用途	土地 用途	土地 用途	建築物 用途
分區數/建物分類	2	2	2	3
管制時段	日/夜	日/夜	日/夜	全日

將振動管制區以土地使用作區分的國家，為日本、韓國及中國。

日本：將管制區分為兩類，並將學校、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 公尺以內地區的加嚴管制標準。

1. 第一種區域：指保持良好的居住環境，專供居住須保持必要安寧之地區；
2. 第二種區域：指住、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。

而對於時段之管制則係交由都道縣制定，但僅區分日間及夜間。

1. 日間：可制定始於早上 5 時、6 時、7 時或 8 時至晚上 7 時、8 時、9 時或 10 時。
2. 夜間：制定始於晚上 7 時、8 時、9 時或 10 時至隔日早上 5 時、6 時、7 時或 8 時

韓國：管制區對於生活振動及交通振動管制，分為兩類。

交通道路及鐵路(指受交通噪音和振動影響之區域)：

1. 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。

2. 商業區、工業區、農業用地、生產開發振興區及未提及區域。

對於管制時間則僅分日間及夜間二時段。

1. 日間：指上午 6 時至晚上 10 時。
2. 夜間：指晚上 10 時至隔日早上 6 時。

中國：對於交通振動分為兩類區。

交通振動排放標準：

1. 交通幹線道路兩側-指車流量每小時 100 輛以上的道路兩側。
2. 鐵路幹線兩側-指距每日車流量不少於 20 列的鐵道外軌 30 m 外兩側的住宅區。

對於管制時間則僅分日間及夜間二時段，並由當地政府依當地習慣和季節變化制定。在此參考該國噪音相關防治法定義之日間及夜間時段。

1. 日間：指上午 6 時至晚上 10 時。
2. 夜間：指晚上 10 時至隔日早上 6 時。

將振動管制區以建築物用途進行區分的國家，為澳洲昆士蘭州及西班牙。

西班牙：區分三種建築物用途目的，且對於時段並無區分。

1. 住宅
2. 醫院
3. 院校或文化用途

各國對於振動之管制不同於噪音管制之時段，對於噪音管制係區分了三至四個時段，而對於振動之管制多僅區分日間及夜間，甚或無分時段全日皆須符合標準值，而日間管制時間以早上 6 時至晚上 10 時為主，夜間管制時間則為晚上 10 時至隔日早上 6 時，此些時段屬

一般民眾活動時段與休息睡眠時段。但亦有分為平常日(周一至周五)、周六及假日另外進行時段管制，此多以各國民眾生活習慣調整。

針對管制分區，亞洲國家係以土地使用目的作為分區依據，而歐美國家則依建築物使用目的進行管制，其兩者間之差異係是否有休息睡眠起居之活動，若以土地使用進行分區，例如被區分為工業區之住宅與被區分為住宅區的住宅則可能需要承受的影響較大，而若以建築物用途進行區分，則不論處於何種土地分區，該建築以住宅使用則必須符合住宅的振動管制量，此較能確保民眾不受振動之影響，但此作法對於人口密集度高且住商混合之亞洲地區較不易於管理。

各國不論係以土地使用區分或係以建築物使用目的區分，其共同特點係對於屬敏感區位或建築進行振動排放加嚴限制，如住宅區、教育機構及其周邊 50 m、醫療機構及其周邊。

5.4 研析因交通振動所引起低頻噪音之案例，至少 2 件

當聲音經空氣傳遞遇到結構物時，高頻部分受到阻隔而衰減，但低頻部分因其特性致衰減量較小，從而藉由振動結構物繼續傳遞，使得低頻噪音源常透過樓板、牆壁等方式傳遞至陳情人端，形成低頻噪音陳情案。噪音管制標準規定，低頻噪音陳情必須在陳情人室內量測，因此無法採匿名陳情方式，故一般而言若陳情人願意提供量測地點，則多數案件可以進行噪音量測，但由於其音源可透過結構物傳遞，因此可能發生不易尋獲噪音源的狀況，須協助陳情人找出可能噪音源。或者該噪音特性 20 Hz-200 Hz 合成值符合標準，但因具有純音特性，致仍干擾陳情人，此時僅能依現行法規辦理。我國低頻噪音管制現況詳附件三。

本計畫於 106 年 4 月及 106 年 6 月完成兩處案例量測，**案例一**可能振動源為臺北捷運，**案例二**可能振動源則為一般鐵路，各案例說明如后。

案例一、環保署低頻噪音及振動量測

一、量測日期：民國 106 年 4 月 27 日

二、量測前基本資訊：

(一) 測量地點：環保署本部大樓(臺北市中正區中華路一段

83 號) 4 樓 402 會議室。

- (二) 現場人耳感受：當量測人員進入會議室後，左前方角落感受最為明顯，且會議室外 4 樓大廳四周皆可感受到同會議室之低頻噪音。
- (三) 可能來源：本大樓鄰近中華路，除大樓本身振動源外，推測形成低頻噪音可能的噪音源及振動源，亦可能來自中華路下方之捷運系統。

三、量測狀態組合：

由於 4 樓 402 會議室 AC 關閉時，可明顯感受該不明來源低頻噪音，而低頻噪音有藉由大樓建築結構傳遞之可能性，故研判可能來源包含 2 樓資訊室機房電腦主機、AC 及冷卻系統、B1 變電室變電機組及風扇。除 2 樓資訊室機房電腦主機及 B1 變電室變電機組不可關閉外，本次於各地點量測時考慮可能噪音/振動源運轉 (ON) 或未運轉 (OFF) 之狀態組合，尋找可能來源。不同地點設備狀態如表 5.4-1，測點測量照片則如圖 5.4-1 所示。

表 5.4-1 會議室量測狀態表

測量地點 可能音/振源	噪音	噪音	噪音+振動
狀態代號	1	2	3
空調	開	關	開



圖 5.4-1 4 樓 402 會議室外量測照片

四、量測結果

量測結果以 1/3 八音度(1/3 Oct.)頻譜分析噪音及振動數據，並以 FFT (Fast Fourier Transform) 分析振動值，如表 5.4-2 至表 5.4-4、圖 5.4-2 至圖 5.4-4 所示。

於 402 會議室內量測噪音，比較空調開啟及關閉時之量測結果，1/3 Oct.頻譜分析噪音值發現低頻顯著頻率均為 125 Hz，其測值較其左右兩相鄰 1/3 Oct.中心頻率為高，最多可高出約 14 dB(A)。由於會議室內之地板覆蓋地毯，故振動量測位置為會議室外大廳，所測得之振動值以 9.3 Hz (1/3 Oct.頻譜為 10 Hz)、12.1 Hz (1/3 Oct.頻譜為 12.5 Hz)、59.7 Hz (1/3 Oct.頻譜為 63 Hz)、119.9 Hz (1/3 Oct.頻譜為 125 Hz) 及 239.8 Hz (1/3 Oct.頻譜為 250 Hz) 為主。

所量測之振動與噪音結果皆以 125 Hz 之頻率較高，而有可能產生 125 Hz 頻率多為機械，如變電機等。再由振動歷時圖 5.4-2，可知並未產生軌道系統之特性振動曲線，具有間歇性振動曲線，而係屬持續振動。故捷運行經西門站—小南門站與西門站—龍山寺站間所產生之振動，並非造成 4 樓會議室低頻噪音之主要因素。

再自現場量測結果發現，當空調開啟，其產生的噪音會提高了 100 Hz 及 160 Hz 的噪音值，此現象會減低 125 Hz 頻率的顯著性，可達到降低室內人員不適感的效果。

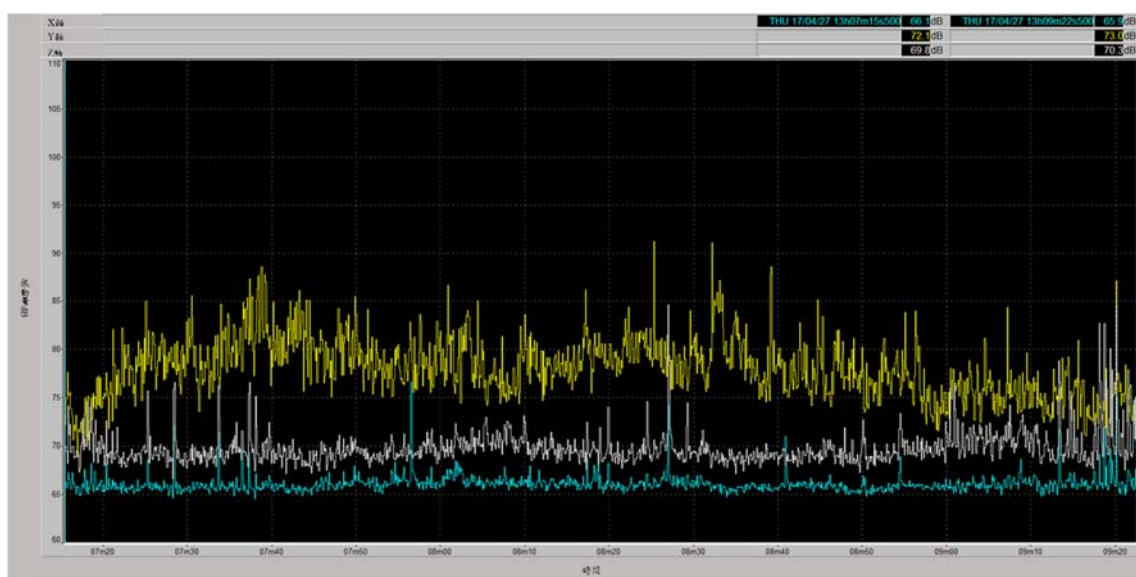


圖 5.4-2 4 樓 402 會議室三軸向振動歷時圖

表 5.4-2 4 樓 402 會議室噪音量測結果

頻率 \ 音量(dB(A))	狀態 1	狀態 2	狀態 3
20 Hz -20 kHz	58.5	35.6	58.4
20 Hz -200 Hz	45.3	31.8	41.0

表 5.4-3 4 樓 402 會議室 AC ON/OFF 相減之音量差

頻率 \ 音量(dB(A))	ON-OFF
50 Hz	2.8
63 Hz	7.5
125 Hz	10.1

表 5.4-4 4 樓 402 會議室三軸振動量(未加權) (Ref. 10^{-6} m/s^2)

指標 \ 振動量(dB)	X	Y	Z
L_{eq}	67.0	81.1	70.4

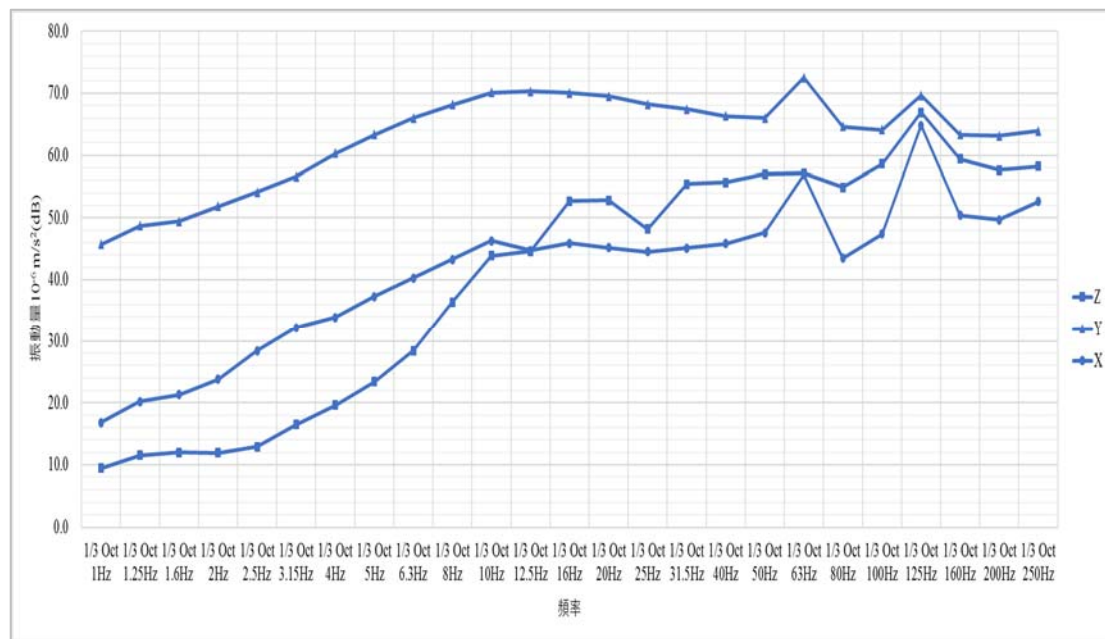


圖 5.4-3 4 樓 402 會議室振動頻譜圖

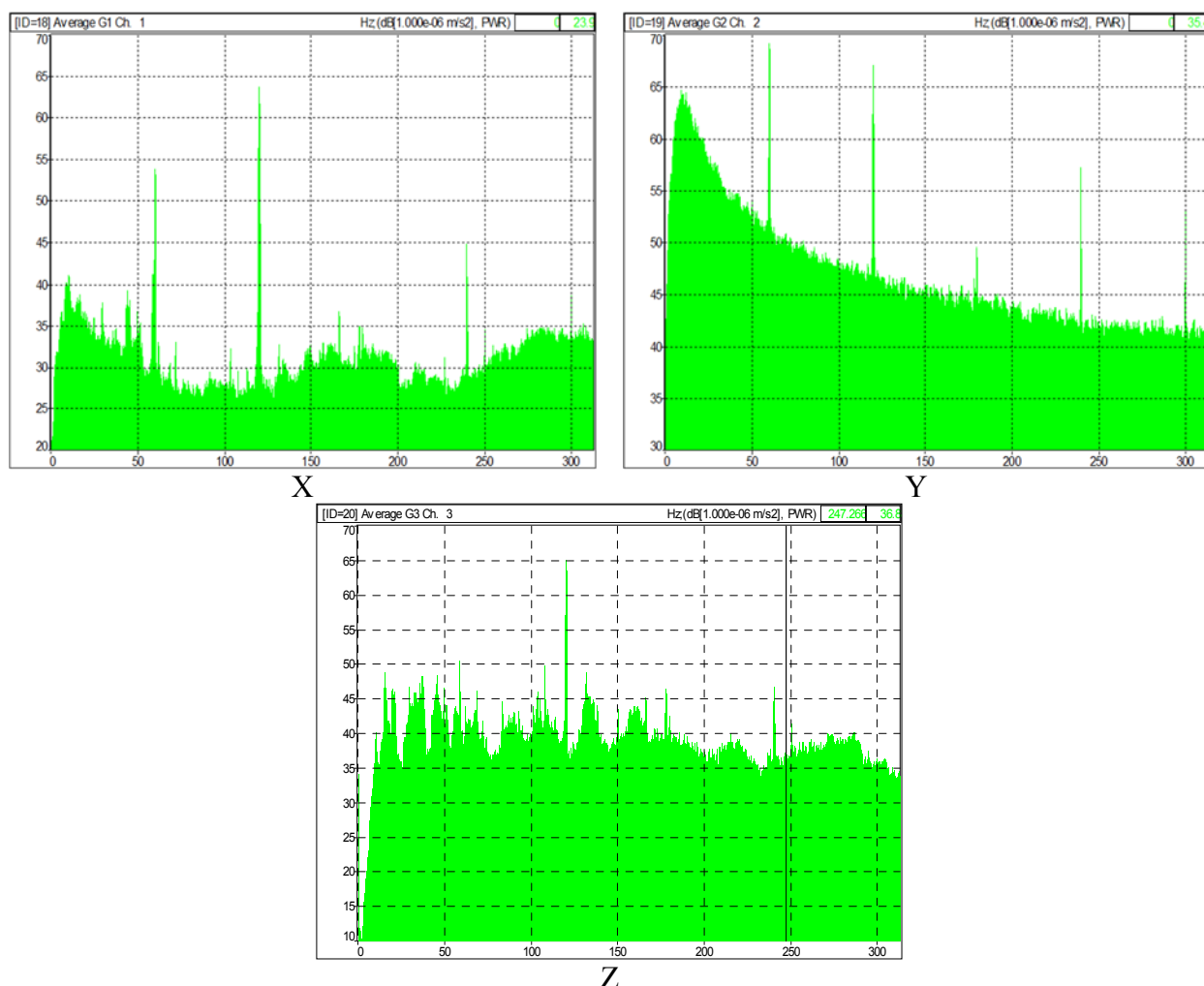


圖 5.4-4 4 樓 402 會議室三軸振動量 FFT 頻譜圖

案例二、基隆鐵道旁民宅低頻噪音及振動量測

一、量測日期：民國 106 年 6 月 21 日

二、量測前基本資訊：

(一) 測量地點：基隆市仁愛區龍安路民宅，位於鐵路軌道東側，鄰近三坑車站，鐵路列車往基隆方向為進站列車（北上），往臺北方向則為出站列車（南下），列車以區間車為主，每日最多有 4 班自強號經過。量測位置位於三樓客廳，如圖 5.4-5 所示。

(二) 現場人耳感受：當量測人員進入住宅後，當火車或車輛經過有明顯振動及噪音。

(三) 可能來源：推測形成低頻噪音可能的噪音源及振動源，應為鐵路噪音或道路噪音。



圖 5.4-5 基隆鐵道旁民宅量測照片

三、量測結果：

本測點量測時間一小時，共量測到 6 次事件，可用事件為 5 次事件，各列車事件噪音值如表 5.4-5，因北上列車為進站型態，車速較慢，量測所得噪音或振動值較南下列車低。該時段小時均能事件音量全頻（20 Hz~20 kHz）噪音值為 30.7 dB(A)，低頻（20 Hz~200 Hz）噪音值為 43.9 dB(A)，由圖 5.4-6 噪音頻譜圖中可看出事件在 40 Hz、63 Hz、400 Hz 及 630 Hz 較其左右兩相鄰 1/3 Oct. 中心頻率為高。振動量測結果如圖 5.4-7，圖中可看出三軸向皆在 12.5 Hz 及 40 Hz 處較高，再比對噪音及振動頻譜圖，如圖 5.4-8 所示，事件產生之噪音及振動主要頻率為 40 Hz，故可推測當列車經過民宅時，產生之振動將導致低頻噪音產生，尤以 40 Hz 最為顯著。

表 5.4-5 基隆鐵道旁民宅低頻噪音量測結果表

單位 dB(A)	L _{Aeq,20-20 kHz} (dB(A))			L _{Aeq,LF,20~200 Hz}	
音量 車班	L _{max} (事件)	L _{eq} (背景平均)	L _{eq} (事件)	L _{eq} (背景平均)	L _{eq} (事件)
往台北	68.0	41.8	58.2	30.9	44.2
往基隆	63.4	46.9	54.2	34.2	40.5
往台北+往基隆	65.7	46.0	58.3	30.2	43.5
往台北	70.8	47.3	62.2	34.7	44.7
往台北	68.2	45.1	59.8	31.5	45.2
所有車班	68.7	44.4	59.3	32.7	43.9
小時均能音量	39.3	-	30.7	-	-

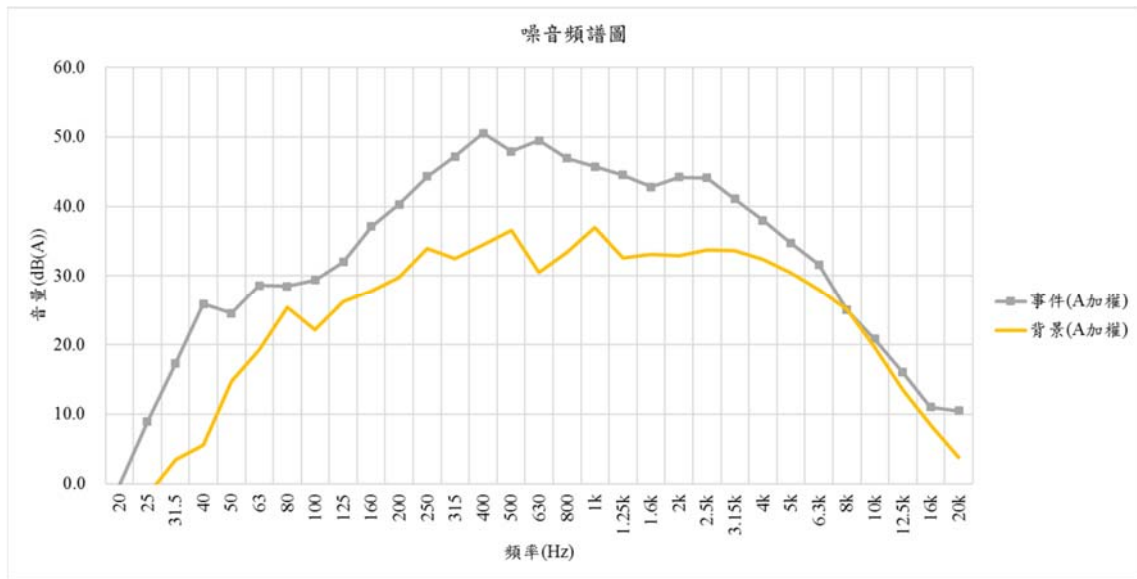


圖 5.4-6 基隆鐵道旁民宅噪音頻譜圖

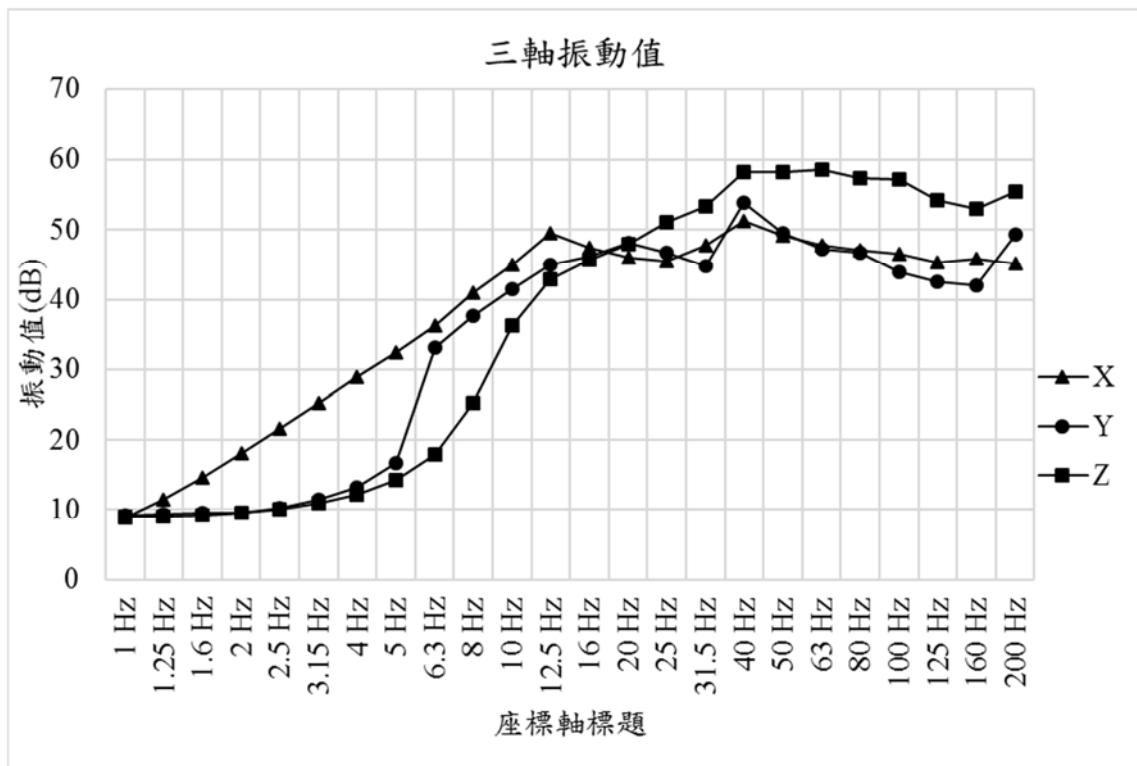


圖 5.4-7 基隆鐵道旁民宅 ISO 2631W_m 振動頻譜圖

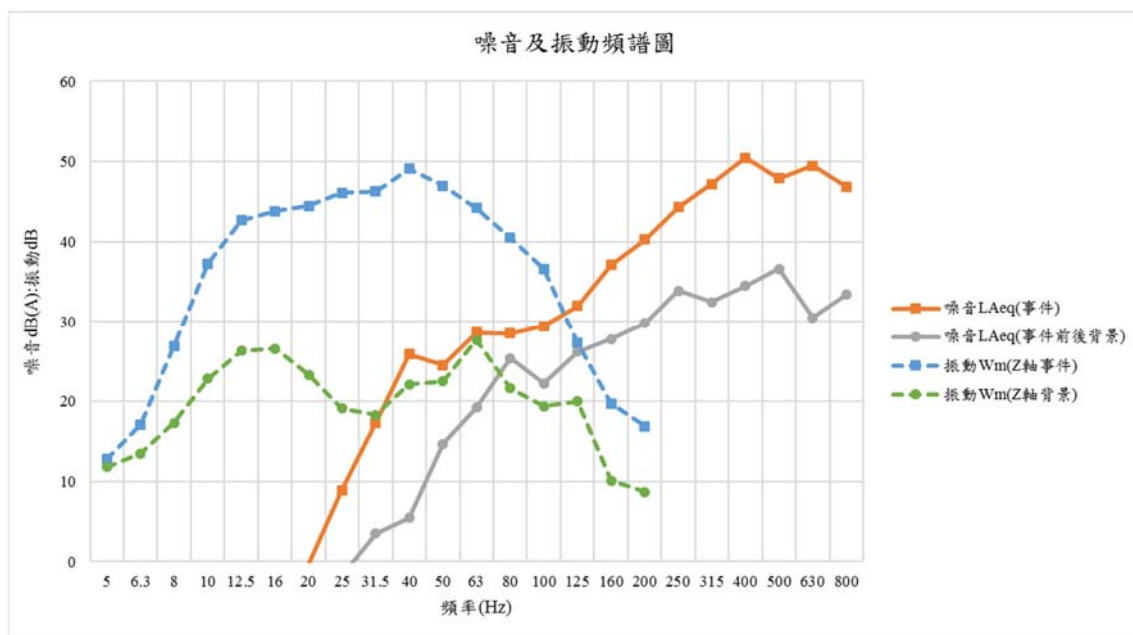


圖 5.4-8 基隆鐵道旁民宅噪音與振動頻譜圖

第六章 結論與建議

工作成果摘要

1. 本章節總結本計畫期末報告執行之結論及建議。

第六章 結論與建議

6.1 結論

- 一、本計畫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、挪威及荷蘭等世界各國與交通環境振動相關之內容。國際上除日本、韓國採取管制方式外，對於交通運輸所造成的環境振動值多採用建議值的方式管理，且著重在規劃時即納入振動之考量。
- 二、有關環境振動之評估指標，國際間以 ISO 2631 為主要參考依據，頻率範圍以 1 Hz 至 80 Hz 為主。歐美國家多採用 ISO 2631 系列之振動規範，其係基於考量人體所受振動影響，故評估全身所受振動時三軸向均納入考量，並以 ISO 2631-2 在建築物室內為主要量測地點，或以人與振動源接觸地點為主。ISO 2631-2:2003 年版時提出可應用於任一軸向且不須考慮人體姿勢的 W_m 加權，並以測量結果之最大幅度軸向為考量。ISO 2631-2:2003 於 2013 年經 ISO 重新確認內容，未有任何增刪。由於振動具有空間特性，可將其分為水平 XY 方向及鉛垂 Z 方向等三軸向，日本韓國雖訂有三軸向之加權值，但因其研究發現三軸中最大振動量常出現在 Z 軸，再加上早期測量儀器及執法作業簡便考量，故僅管制 Z 軸振動量，並以在管制對象周界量測所得百分率位準 L_{10} 作為管制標準。
- 三、由於振動評估指標在日本、韓國及我國環保署公告之環境振動測量方法所採用的參考加速度位準為 $10^{-5}m/s^2$ ，與 ISO 8041 及 ISO 2631 等振動規範所採用的 $10^{-6}m/s^2$ 不同，因此同一振動量以日韓方式計算結果會較 ISO 計算方式少 20 分貝，在比較或引用資料時須特別留意避免誤解。且日本的補正值（加權值）並未隨最新的 ISO 版本修改，故近年來日本也開始檢討是否要與國際接軌改採新標準。但由於其 40 年來所累積的數據量非常龐大，若修改的話影響層面廣，故尚在檢討之中。
- 四、我國各運輸系統相關單位針對振動相關之規定多屬系統安全性以及乘客舒適性為考量，對於運輸系統所造成之環境振動影

響，通常在環評階段會將振動納入考量。或者捷運系統以及輕軌系統有將相關內容納入設計規範中，如須符合振動管制標準或實施振動防制措施，但此些規定礙於我國並未立法管制振動，故欲符合管制標準之標準值僅能參考如日本標準，並無相當強制力。

- 五、由環保署統計資料庫之 104 年至 106 年 11 月受理陳情案件數統計資料，交通振動項目的陳情數量確實較少僅有 3 件。另篩選各環保局提報振動陳情案件內容發現，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，臺北市共提報 66 件（有 19 件為重複被陳情對象），營建工程陳情案件數佔 1/3；新北市共 88 件（有 8 件為重複被陳情對象），近鄰陳情案件數約佔三成；臺中市共 26 件近鄰陳情約佔該縣市總陳情三成，總計近鄰振動陳情有 71 件，145 件屬工廠及營業場所、營建工程共 97 件。而交通振動陳情案並未出現。
- 六、比較各國振動管制時段及管制區類別發現，各國對於振動之管制與噪音管制時段數不同，多僅區分日間及夜間，甚或不分時段全日皆採同一建議值。日間管制時間以早上 6 時至晚上 10 時為主，夜間管制時間則為晚上 10 時至隔日早上 6 時，此些時段屬一般民眾活動時段與休息睡眠時段。但亦有分為平常日(周一至周五)、周六及假日另外進行時段管制，此多以各國民眾生活習慣調整。針對管制分區，亞洲國家係以土地使用目的作為分區依據，而歐美國家則依建築物使用目的區分建議值。
- 七、本計畫共完成 20 處現場環境振動及噪音量測，其中軌道系統共 14 處、道路系統共 6 處，量測結果後處理求出三軸向之 L_{10} 、 L_{eq} 及 L_{max} 振動值($a_{ref}=10^{-6}m/s^2$)。以 ISO 2631-2:2003 W_m 加權(ISO)及 JIS Z 軸加權(JIS)計算，並依歷時圖分析振動類別，結果如下：
 - (一) JIS 振動量與 ISO 振動量比較，多數測點計算出之 ISO L_{10} 或 L_{eq} 值，皆較 JIS 低，僅測點 7(快速道路台 74 線) ISO L_{eq} 值較 JIS 高 4 dB。在軌道系統其事件 L_{max} 值與事件 L_{eq} 值相差約 8 dB 至 14 dB，但在道路系統則相差 17 dB 至 32

dB，且皆遠高於 L_{eq} 及 L_{10} 之振動值。

(二) 振動源 Z 軸振動量比較，多數測點以 Z 軸振動量最大，故以 Z 軸 L_{10} 之測值進行頻譜分析。捷運測點（臺北捷運及高雄輕軌）之振動特性趨勢多為在 1 Hz-80 Hz 頻率愈高數值愈高，並在 40 Hz 或 80 Hz 有較高之振動值；捷運測點（桃園捷運及高雄捷運）之振動特性趨勢多為線性上升，並多於 40 Hz 或 50 Hz 有較高之振動值；鐵路測點（高速鐵路）振動特性之趨勢於 6.3 Hz 至 10 Hz 及 20 Hz 至 31.5 Hz 有較高之振動值；鐵路測點（一般鐵路）振動特性之趨勢於 20 Hz 至 100 Hz 趨平緩並有較高之振動值；道路系統（一般道路、快速道路與高速公路）之振動特性趨勢相似，自頻率 12.5 Hz~16 Hz 後其各頻帶振動值趨平緩。

(三) 振動時域歷程特性，本計畫依噪音事件發生特性之不同將測量類型區分捷運、鐵路以及道路三大類，由歷時圖顯示，鐵路測點之背景振動皆較捷運以及道路系統低且穩定，而捷運係構築於市區中心之交通運輸系統，故其背景振動較複雜，與事件振動之差異較小，而道路系統則為持續不斷之振動源行經，除非雙向振動源都恰好未經過測點才能看出該測點之背景振動。

1. 捷運系統（臺北捷運、高雄捷運、桃園機場捷運及高雄輕軌）：

各捷運測點皆為變動間歇性非週期振動，不論測點鋪面材質為混凝土、瀝青、水泥或人行道磚。臺北捷運測點係地面以及地下段，高雄輕軌測點亦為地面，桃園捷運以及高雄捷運測點皆為高架段測點。因臺北捷運之列車行經時間皆較其他測點長且測點距離路權線較近，故其振動事件曲線較大且明顯，歷時曲線未加權振動值事件與背景相差約 35 dB；高雄輕軌則因行駛車速較慢且臨近一般道路，故其背景振動易受機動車輛干擾，事件與背景相差約 20 dB；桃園捷運及高雄捷運列車雖與臺北捷運相似，但因測量路段屬高架段，故振動傳遞至地面已衰減，事件與背景相差約 20 dB~25 dB。

2. 鐵路系統（一般鐵路及高速鐵路）：

各鐵路測點皆為變動間歇性非週期振動，不論測點鋪面材質為混凝土、瀝青、水泥或磁磚。高速鐵路測點皆為高架段測點，一般鐵路測點則皆為地面段。因高速鐵路之列車行駛速度快通過時間短，且測點多位於環境單純之民宅周遭，故其振動事件較捷運明顯，事件高出背景約 30 dB~40 dB；一般鐵路則因行駛車種較多且距離路權線 6 m 以內，故事件高出背景更大約 35 dB~45 dB，且現場人員可感覺到列車通過時之振動。

3. 道路系統（一般道路、高速公路及快速道路）：

各道路測點皆為變動非週期性振動，不論測點鋪面材質為混凝土或瀝青其振動特性主要取決於振動源行駛之道路特性。高速公路為連續不間斷高流量之車流，一般道路則受交通號誌管制而有批次性之車流，快速道路雖亦為連續不間斷之車流，但因測點位於一般道路邊故振動量受行經之機動車輛影響。由圖顯示不論係屬高速公路、快速道路或一般道路，事件與背景相差較大約 25 dB~30 dB。

（四） 振動源行經時及背景之振動量，分析振動源行經時及其測點背景之振動量差異，在道路系統之測點，振動源為各型車輛，其屬較連續不間斷之車流，故較不易分離出完全不受車流影響之背景振動值。軌道系統則以高鐵 3 處測點之背景振動值較其他測點低，係因測點周遭較無其他振動來源，而軌道系統所產生之事件振動量現場人員感受較強烈，實際測量而得之數值也顯示事件振動值較顯著，如以 JIS 加權計算結果與背景振動量平均差異約 28 dB，最大差異約 45 dB，而以 ISO 加權計算平均差異約 26 dB，最大差異則約 42 dB。道路系統事件振動值與背景振動值，JIS 加權計算之平均差異約 7 dB，最大差異約 11 dB，而 ISO 加權計算之平均差異約 8 dB，最大差異約 14 dB。

九、 考量量測內容係環境振動，且量測位置位於路權線外，故與韓國其他地區日間振動標準值、日本第二類區日間振動標準值、韓國及日本日間及夜間寧靜區域標準值、西班牙住宅區標準值

及丹麥日間混合區建議值進行比較。以頻率 1 Hz-80 Hz，參考加速度 10^{-6} m/s^2 ，取 L_{eq} 及 L_{10} 振動量將 ISO W_m 加權及 JIS Z 軸加權，分別與各國法規比較。

- (一)標準值 90 dB：韓國日間其他區域及日本日間第二種區域標準值 90 dB 進行比對，共 0 處超過該標準值。
- (二)標準值 80 dB：韓國及日本夜間寧靜區域標準值 80 dB 進行比對，共 0 處超過該標準值。
- (三)標準值 75 dB：以西班牙住宅區之標準值 75 dB 進行比對，共 0~2 處約 0 %~10 %高於標準，若以 L_{10} 加權計算為臺北捷運及一般鐵路振動量較高，而以 L_{eq} 加權計算類別均低於標準值。
- (四)標準值 70 dB：中國大陸日間住宅/文教區(建議值)70 dB 進行比對，以 L_{10} 加權計算之結果共 5~8 處約 5 %~40 %高於此值，並皆為軌道系統之測點。而以 L_{eq} 加權計算則僅 1 處超過建議值。
- (五)標準值 65 dB：中國大陸夜間住宅/文教區(建議值)65 dB 進行比對，共 7~11 處約 35 %~55 %高於此建議值，並多為軌道系統之測點。

6.2 建議

- 一、經與各國標準比較分析後，研提交通運輸系統之環境振動建議值，由比較結果可知，若以指標 L_{10} 進行 ISO W_m 加權計算，軌道系統之振動量較易超過標準值；以指標 L_{eq} 進行 ISO 加權計算，多數測點未高於標準值。探討各國管制值所使用之加權計算方式，日本及韓國係使用 Z 軸 L_{10} ，西班牙及 ISO W_m 加權則為最大振動軸向之 L_{eq} 。由以上分析結果，為考量人體對三軸向振動之感受，以及長時間振動感受，並可與國際接軌，故建議以 ISO $L_{10} W_m$ 加權計算方式，加速度參考基準 10^{-6} m/s^2 作為振動指標。經 20 處測點測量結果與各國法規比較後，綜合考量各類交通引致之環境振動，若將建議標準值定在 ISO $L_{10} W_m$ 加權為 75 dB($a_{ref}=10^{-6} \text{ m/s}^2$)，約有 5 %測點會超過此建議值。

- 二、以目前統計的交通振動陳情件數來看交通振動對於民眾的影

響不若噪音那麼明顯，因此在管制作為方面，可再持續進行本土振動值的實測資料，並追蹤國外針對振動對人影響的相關研究結果，藉以比較各項振動源對人的影響程度，以評估未來提出相關建議限值及是否納入管制的考量。

- 三、 針對交通振動之減振措施，除了由振動源減少振動外，主要可利用距離衰減原理，儘量加長振源與受振點的距離，但同時必須考慮振動源、傳遞路徑及受振點的共振頻率。經本計畫蒐集相關的國外文獻，建議具有文化歷史的市中心鋪設電車軌道時，應採用軌道填料(rail fillers)、隔音墊和軌道潤滑系統減振；在住宅區可只以軌道填料減振；對於住宅區內的電車支線，可以使用枕木支撐結構(sleeper supporting structures)或非枕木支撐結構(sleeperless supporting structures)。堆放沙包亦可降低高速公路及一般鐵路所產生之振動，改善路基結構則可有效減低高速鐵路之振動影響。
- 四、 參考所蒐集各國減振措施之文獻，軌道交通系統減振措施主要以道碴墊(ballast mats)、浮動式道床(floating slabs)、彈性扣件、彈性枕木、建築物改善或地基改善等。多數減振措施都係由振動源端進行改善及防制，因振動所產生之能量傳遞較遠，且其能量係藉由結構傳遞，變因較多故傳遞過程不易控制，針對振動之防制措施建議由源頭控制效果最佳，除不得已之情況下才選擇以防振溝或振波障礙物作為減制策略。因此在交通系統初期規劃設計時即應納入考量。
- 五、 對於道路系統或軌道系統之振動防制，若從無法從源頭進行防制，則應定期保養修護軌道及道路之平整度，減少列車或車輛因行駛至凹凸面而產生振動現象。
- 六、 目前我國雖沒有振動管制法令，但通常若民眾陳情振動問題時，也一併受到噪音困擾，因此現階段環保單位以噪音管制標準(工廠、娛樂營業場所、營建工程及其他經主管機關公告之噪音管制標準(含低頻噪音管制標準))，即可將其振動伴隨噪音問題一併要求污染源改善而解決。再由振動陳情緣由而言，以工廠、營建工程所陳情的振動件數較多。因此本計畫研擬初步振動管制期程，以近程、中程、長程之建議依序如下：

- (一) 近程：持續關注世界各國針對振動管制或建議之動態及最新研究，以擬定符合現狀之相關管制內容，並能與世界潮流接軌。同時研擬提供相關業者振動改善指引手冊，列出可能發生振動之機具、道路、運輸系統或非機械所造成之振動，可採取之防制措施與建議，並宣導自主管理與防制。
 - (二) 中程：持續針對國內各類別振動源類型進行量測工作，以建立本土環境振動資料庫。
 - (三) 長程：建立振動管制專法，公告營建工程、工廠(場)、交通系統、娛樂、營業場之振動建議值，使業者及相關單位有所依循。在振動管制法發布以前，建議可先行進行建議值公告，以指導方針為輔之作法，提醒業者或交通單位注意振動問題，進行自主管理與防制。
1. 第一階段：依照陳情案件量較多之營建工程及工廠類別為第一步推動之對象，公告營建工程及工廠振動源建議值，並以指導方針列出各營建工程中所使用可能發生振動之機具可採取防制措施與建議，宣導業者進行自主管理與防制。建議施行期程年數為 2 年，讓業者熟悉作法與習慣參考建議值。
 2. 第二階段：公告交通振動源振動建議值，與道路或運輸系統相關所引起之振動，超過建議值時主管機關應採取適當之防制措施。參考我國陸上交通運輸系統噪音管制標準管制的 5 大系統，以及由環境音量標準所規範的一般道路，對於環境交通振動之管制對象建議，交通運輸系統可分為六大類，分別為快速道路、高速公路、一般鐵路、高速鐵路、大眾捷運系統及一般道路。建議交通運輸系統振動緩減期程可分為兩階段說明如下：
 - (1) 大眾捷運系統、一般鐵路及快速道路系統：目前於各縣市持續擴增之交通系統為大眾捷運系統，且捷運系統多設置於人口密集地區，以及鐵路電氣化及改善計畫持續進行，另公路總局規劃至 108 年將完成西濱快速道路部分路段之新建，而多數快速道路皆係穿梭於都市周邊之道路，車速及流量較一般道路高可能造成之振動影響亦較大，因振動防制措施實施最佳方案為由源頭管制，故建

議大眾捷運系統、一般鐵路及快速道路系統可列為優先振動緩減示範之對象，以從設計及施工階段即考量減振措施之設置等，達到優良防制效果。

- (2) 高速鐵路、高速公路及一般道路：由於高速鐵路與高速公路之建置已大致完成，故若有相關之振動陳情或須改善地段多已改善完成或正在處理改善中，而一般道路之振動產生，多屬非常態性之振動源，如周遭有施工工地故相關機具之出入，或臨時行經之重型車輛，當工期結束相關振動源即解除，故上述之交通系統其振動管制之急迫性及預防性較低，建議可將之列為第二階段振動緩減對象。
3. 第三階段：振動管制法法制作業之進行期程，參考建議值公告時期發生之狀況與執行建議，擬定振動管制法條例，進行法制程序之流程。
4. 第四階段：發布振動管制法，當超過振動管制標準時或有違法之作為時，即依法進行處分。

附件一

歷次審查意見及辦理情形

106 年度「環境振動源特性及管制研究計畫專案研究計畫」 專案研究計畫評選會議審查意見及處理情形

審查意見	處理情形
委員編號 01	
1. 請瞭解環評案中，是否有環境振動評估及相關審查要求。	環保署針對開發行為造成的環境振動影響，訂有「環境振動評估模式技術規範」，可供開發單位使用。該規範可評估施工階段使用營建機具、運輸車輛，以及營運階段包含一般鐵路、捷運、道路等所造成的振動。開發單位的推估結果多與日本振動管制標準相比較。詳第5.2節。
委員編號 02	
1. 亞洲國家中只有日本及韓國有針對振動管制法，但中國卻有 GB10070-88 及 GB10071-88 等標準及測量方法，原因為何？	日本及韓國的管制係屬於法制層面具有強制力，而中國的標準及測量方法係屬建議值及建議方法，我國也有相關的國家標準及振動量測方法，如 CNS 15547 及 NIEA P204.90C。
2. 表 3.2.2.1-1 各類型陸上運輸點中，無輕軌，是否列入軌道系統中？	規劃測點包含高雄輕軌，納於捷運系統，共完成 2 測點。
3. 環評中針對振動的影響及預測評估，法律均依據日本「振動規制法」的標準值，測量評估依據「環境振動評估模式技術規範」，請評估適用性及納入參考。	因我國尚未有振動管制法或振動建議值，而我國許多營建機具多進口自日本，故環評多參考日本的標準值及評估規範。我國「環境振動評估模式技術規範」中所使用之評估模式，除大眾捷運之振動評估係使用我國經驗式以 L_{max} 評估外，其他項目多依據日本的評估模式，採 L_{v10} 評估指標，故可與日本「振動規制法」標準值相對應。
4. 日本振動陳情佔噪音陳情量 20%，但韓國卻達 50%，原因是否因管制標準及宣傳的差異造成，請再進一步研析。	因韓國係噪音振動管制法，故其公害陳情統計係統計噪音及振動之總案件數，故佔總公害陳情案件的 50%。
委員編號 03	
1. P.3-50 頁，研提交通振動管制建議值，目前國外法規大部分有分日夜間、室內外，訂定不同之標準值，本次計畫共規劃 20 點次，針對不	振動透過固體傳遞，受到空氣濕度、風速等環境因素影響甚微，主要仍取決於振動源振動大小及傳遞路徑，本年度計畫將著重於瞭解不同運輸系統之

同道路進行監測，期規劃的一點是否包含時段或地點不同進行監測？	振動源特性，故未在同一測點的不同時段量測。
委員編號 04	
1. 主要委辦共 3 項，基於 EPA 角度，建議著重在研擬管制標準與措施，並嘗試辦專家研商會，聽取廣泛的意見。	本年度計畫目標為將實測的結果加以分析並評估管制之可行性，同時參考國外的管制方式及管制值，以研擬交通振動相關管制內容及防制措施。詳第 5.2 節。

106 年度「環境振動源特性及管制研究計畫專案研究計畫」 專案研究計畫第一次進度報告審查意見及處理情形

審查意見	處理情形
空保處	
1. 本計畫團隊預計透過實際現勘量測與文獻蒐集，於期末產出研擬我國交通振動管制建議值，可採「指引」方式並結合過去相關研究(例如營建工程、工廠)振動資料，於期末成果展現，以供本署參考應用。	遵照辦理，執行期間將與承辦科密切聯繫，交換意見並於期末提出。詳第 4.4.2 節。
2. 有關規劃 20 處進行現場交通振動與噪音量測，建議委辦單位可提早與本署承辦人確認時間與地點，必要時可向量測案件所在縣市環保局人員聯繫，或陪同現勘量測。	遵照辦理。

106 年度「環境振動源特性及管制研究計畫專案研究計畫」 專案研究計畫期中報告審查會議審查意見及辦理情形

審查意見	處理情形
章委員裕民	
1. 報告內容或如簡報 P.20，振動與噪音的數據/評析解讀混為一起，極不易閱讀以瞭解執行的成果，建議重新潤修。	期末報告已區分章節探討內容為振動或噪音。
2. CH4 宜明確整合出具體的成果，如以表列清單列出交通或那些對象之振動管制標準(值)，及其相關規定(如量測方法)。	整合分析量測結果以及研擬相關交通振動建議值詳第 4.4.2 節。
3. 依 EPA 管制(理)思維，提出可行的管制措施，而非如降低振動要求使用建材(固體能量傳輸)，因此方向為其他部會之權責。	謝謝委員指教，將依委員意見並與承辦單位討論以研擬可行管制措施。詳第 5.2 節。
謝委員哲隆	
1. 振動公害陳情中增加最明顯為新北市，在噪音樣態分析中有提出，惟無振動樣態分析，建議補充，並評估協助改善對策。	振動因目前無相對應法規，目前各縣市僅有陳情數量，沒有更詳盡之內容，故本計畫僅能參考環保局提報 104 年至 106 年上半年之振動陳情內容進行樣態分析，分析之內容詳第 4.2 節。
2. 亞洲國家振動相關規定，除日本、韓國、中國外，是否仍有相關國家有規範？另除環保單位外，其他單位如有相關規範，亦可考量納入。	目前所蒐集亞洲國家多係管制噪音，新加坡或香港較沒有交通振動相關之規範。
3. 針對建築物內人體感受的相關規範中，亞洲國家例如日本，是否有相關規範，請再蒐集資料呈現。	相關振動規範詳第 3.1 節。
4. 國內相關環評案件，均有規定針對振動進行模擬預估，惟其參考規範，均以日本規範進行對比，本案已有測量值，是否可考量與模擬值進行對比的可行性。	模擬值須蒐集許多不同基本參數以進行模擬，較不屬本計畫之計畫目標及內容，此須另行研究才可比對分析模擬值以及實測值之差異。
5. 交通運輸的振動及噪音影響較大是事件發生時，及「晚」、「夜」時段，而本案測量時間均集中在「日」間，如何應用至「夜」、「晚」時段，	本計畫係以環境振動為主，然振動係屬固體傳遞，較不受日間、晚間或夜間有所不同，而本次計畫量測地點皆位於路權線附近，因考量量測安全性及

未來可納入評估。	必要性，故本次計畫皆以日間量測為主，至於夜間或晚間時段之應用將予評估說明。詳第 4.4.2 節。
6. 測量點次 5 及 6 高鐵段，振動測量值差異不明顯但在噪音測量上通霄段明顯高於西湖段，原因請再評析。	因振動傳係藉由固體傳遞，而噪音將會因測點地勢、溫度、溼度、風速等等有所差異，而此次通霄段所處位置係凹谷，遠處道路車流聲或任何聲響皆會造成反射回音，故此測點當高鐵經過時會有較高之噪音量。
王委員偉輝	
1. 對於環境振動時域歷程特性比較圖(圖 2.2-1)請與 P4-17(圖 4.2.5-1)保持一致性。在圖 2.2-1 中缺了一個不規則之大幅變動圖，請予補充。	遵照辦理，已於圖 2.2-1 補充。
2. P2-2 及 P2-3 所述之「交通類型振動源特性」並不恰當，反而闡述的是交通類型振動源之成因；建議在每一項成因之後，補充振動反應之特性為宜。	遵照辦理，已修正如第 4.4.1 節。
3. 第四章所列之環境振動量測除頻譜圖外，尚應同時呈現振動時域圖，才可掌握交通類型振動之特性。	補充如第 4.4.1 節。
4. 期中報告中蒐集了國內外交通振動源之文獻資料，但卻漏列參考文獻一覽表。	已補列參考文獻。
林委員文印	
1. 本計畫蒐集整理各國環境振動相關指標規範文獻，具參考價值，建議瞭解其在施政管制上之成效。	目前有將振動立專法管制之亞洲國家為韓國及日本，詳第 3.1 節。
2. 本計畫目前所完成量測地點，是否有相關陳情案件？	有 6 處測點係於噪音陳情測點找適當振動量測位置進行量測。
3. 建議瞭解國內交通建設實務上振動相關規格及做法。	內容詳第 3.3 節。
空保處	
1. 本計畫執行團隊對所蒐集國外標準之兩種規範，第一個是針對人	期末報告所蒐集文獻以及現場量測數據，綜合評估適合我國參考使用之振

體，第二個針對環境，且規範分室內及室外，請執行團隊需綜合評估適合我國參考使用之方法。	動管制建議。詳第 4.4.1 節。
2. 有關規範涉及各部會分工部分，在期末報告請委辦公司協助完成一份論述，論述係針對振動實際上在短期、中期、長期要推動之相關工作，及相關類型進行分析。	遵照辦理。如附件四。
3. 現行國內振動部分只有量測方法，故請針對環評部分，提供可要求開發單位之建議事項內容，以利納入環評結論事項之建議，以利未來可要求相關開發單位依承諾執行，有利環評時之源頭控管及末端事項之執行。	遵照辦理。詳第 5.2 節。
4. P5-4 期程研擬建議部分希望能再加強，使規劃推動時有完整的論述依據。	詳第 5.2 節。
5. P5-2 交通振動改善措施，有文獻幫助論述很不錯，惟是否適合國內情況有待商榷，希望執行團隊能更明確說明改善措施之項目有哪些，是否適用於國內，以利於本署政策推動之規劃。	詳第 5.2 節。

106 年度「環境振動源特性及管制研究計畫專案研究計畫」 專案研究計畫期末報告審查會議審查意見及辦理情形

審查意見	處理情形
周委員芷玫	
1. 3.3 節蒐集相關資料，但在最後較無比較(研析)之資料，建議補充之。	已補充於 3.3.2 節。
2. P4-3，統計各縣市提報振動陳情數量，而在 P4-19 表中 20 點次僅有 6 點為陳情案之測點，建議未來仍應以陳情案作為優先檢測對象。	由於各環保局所提報之振動陳情案件並無交通振動相關案件，故本計畫自 106 年「交通噪音改善計畫」中篩選可能伴隨振動產生之案件作為量測對象。
3. P4-73，研提振動之建議值，是否僅以工作內容之 20 點來研擬建議值？若是，請考量是否仍需蒐集更多數據來訂定。	本計畫研提之振動建議值係以實際量測 20 處交通運輸系統測點，並與所蒐集各國法規與文獻及歷年環保署振動相關研究進行分析比較，提出初擬建議值。
4. 表 4.2.1-1 應對陳情案件類型進行分類統計。	環保局所提報之陳情案件樣態分析已修正於 4.2.1 節。
華委員梅英	
1. 本計畫已就規定事項進行詳細收集，調查及分析具相當成果，工作值得肯定。	謝謝委員指教。
2. ISO 與 JIS 之基準不同，我國因無振動標準，常見引用 JIS 標準，故在引用之適宜度或應有調整，請予說明，以作為公眾參考。	各國振動評估指標之頻率範圍，多以 1 Hz 至 80 Hz 為主，JIS 所使用之參考加速度為 $10^{-5}m/s^2$ ，ISO 則為 $10^{-6}m/s^2$ 。JIS 之計算係取 Z 軸之振動量加權計算，而 ISO 則係取三軸方向振動量最大之軸向進行加權計算，但 ISO 與 JIS 於各頻帶間之加權量並不相同。而 JIS 早期亦係參考 ISO 規範而研擬適用於日本之環境所訂定之 JIS 規範。
3. 環境振動源特性，減振方式（交通各項道路、軌道系統、施工機具）以有效改善振動問題及其效果，請協助彙整，以供各界參考。	相關減振技術可參考第 5.2 節。
王委員偉輝	
1. 各國振動標準或建議值彙整表中	振動值 dB 之參考值已標註於各圖、表

之振動值 dB 之參考值請隨表附註。有關振動評估指標名詞請加以說明及定義，最好列專節來描述，其中有感知等級，等感級、等感值、振動值，振動等級，振動轉換值…，以上這些名詞均非經典的物理名詞，如振動速度，振動加速度可以不必解釋外，其他的均應加以說明。	中。振動評估指標名詞說明頁列於報告摘要後之頁面。
2. 量測的 20 個點，交通振動源的特性並未如簡報資料進行分類說明，請補充振動源特性。	已將各測點振動時域圖與頻譜圖並列並說明於各點次分析內文。
謝委員哲隆	
1. 針對環境振動管制建議值，建議將 25 %測點無法符合標準之 ISO W_m 加權 70 dB(Ref= 10^{-6} m/s ²)，請再評析此 25 %無法符合測點的交通振動特性，及建議可行的減振或管理改善措施。	已重新評估交通振動建議值於第 4.4.2 節，相關減振建議及管理改善措施則列於第 5.2 節。
2. 詳細版摘要 3-4 頁中針對工廠(場)及營建工程振動相關結果及低頻噪音管制案例等說明，請再確認是否誤植，並請進行修正。	已修正詳細版摘要。
3. 請於前言或背景說明處先說明署內近年針對振動管制等相關工作計畫進程，以利對照建議推動方向及成果。	綜合空保處意見，將近年針對振動相關工作計畫進程說明列附件四振動論述。
4. 國內針對古都或古蹟等較特殊地區其對工程建管及交通振動的影響亦有相當規範或要求，可持續蒐集相關案例，做為交通運輸環境振動管制參考。	在「建築物拆除施工規範」中資料送審規定資料中，即包含噪音和振動管制環境保護計畫，其內容為 1.施工中噪音值，不得超過有關法令之規定。2.工程施工之振動，不得影響被拆結構及鄰近建築安全。
章委員裕民	
1. 表 4.3.1-2 與表 4.3.1-3 之測量值是否已扣除背景值，宜在報告中說明，且列出如何計算。	計算方法詳附件七。
2. 如圖 4.3.2-45 至圖 4.3.2-47 宜補註	本計畫道路測點並未量測車流量故無

時間因子，因道路噪音與振動與車流量（或工作時間點有關）。	法進行比較分析。
空保處	
1. 期末報告定稿時請一併將相關數據資料更新至 106 年 11 月底。	相關數據已更新至最新。
2. 請確認圖 2.5-1 及圖 2.5-3 中之統計資料係統計至 106 年 10 月或 6 月，若有誤植請修正。	已修正誤植之圖表月分。
3. P3-43 第 13 列文字誤植請修正。	已修正文字。
4. 請補充說明第 4.2 節各縣市環保局提報陳情案件之樣態分析結果。	已補充於 4.2 節。
5. 初稿所附振動防制措施指引文字偏多，請修正為較淺顯易讀之版本，並加入圖表進行說明。	已修正文字內容。
6. 各章節前所附之摘要符合需求。	謝謝指導。
7. 第 4.2.4-1 (P.4-9) 圖非常模糊，請更新，此外，圖片中文字內容為「踏實後」抑或「夯實後」請再確認。	已重新修正第 4.2.4 節內容。
8. 報告書中所有圖表及照片一定要由本計畫內容產出，請勿節錄國內外其他文獻之圖表及照片，以避免爭議。	遵照辦理，照片均由本計畫產出，但部分文獻或法規圖表仍需引用，均已註明出處。
9. 有關振動之相關專有名詞定義請另闢專節進行說明或列於附錄中供參。	振動評估指標名詞說明頁列於報告摘要後之頁面。

附件二

陸上運輸系統噪音管制標準

陸上運輸系統噪音管制標準

中華民國 102 年 9 月 11 日行政院環境保護署環署空字第 1020077145 號令、交通部
交路字第 10200265061 號令會銜修正發布第二條、第三條條文

第一條 本標準依噪音管制法第十四條第二項規定訂定之。

第二條 本標準用詞，定義如下：

一、快速道路：指高速公路及快速公路交通管制規則規定之快速公路，及市區道路及附屬工程設計標準規定之快速道路。

二、高速公路：指高速公路及快速公路交通管制規則規定之高速公路。

三、鐵路：指以軌道或於軌道上空架設電線，供動力車輛行駛及其有關之設施；其最高時速二百公里以上者為高速鐵路，低於二百公里者為一般鐵路。

四、大眾捷運系統：指利用地面、地下或高架設施，不受其他地面交通干擾，使用專用動力車輛行駛於專用路線，並以密集班次、大量快速輸送都市及鄰近地區旅客之公共運輸系統。

五、時段區分：

（一）早：指上午五時至上午七時。

（二）晚：指晚上八時至晚上十時。

（三）日間：指上午七時至晚上八時。

（四）夜間：指晚上十時至翌日上午五時。

六、管制區：指噪音管制區劃定作業準則規定之第一類至第四類噪音管制區。

七、音量單位：分貝（dB（A）），A 指噪音計上 A 權位置之測量值。

八、測定音源音量：指欲測定之陸上運輸系統交通噪音量。

九、背景音量：指除測定音源音量以外，所有其他噪音源之音量總和。

十、整體音量：指所有噪音源之音量總和，包括測定音源音量及背景音量。

十一、道路系統小時均能音量 ($L_{eq, 1h}$)：指特定時段內一小時所測得道路系統交通噪音之能量平均值，其計算公式如下：

$$L_{eq, 1h} = 10 \log \frac{1}{T} \int \left(\frac{p_t}{p_0} \right)^2 dt$$

T：測定時間，單位為秒。

P_t ：測定音壓，單位為巴斯噶(Pa)。

P_0 ：基準音壓為 $20 \mu Pa$ 。

十二、軌道系統小時均能音量 ($L_{eq, 1h}$)：指特定時段內一小時所測得軌道系統交通噪音之能量平均值，其計算公式如下：

$$(一) L_{eq, 1h} = 10 \log \left(\frac{1}{3600} \sum_{i=1}^N 10^{\frac{L_{p,T(i)}}{10}} \right)$$

N：一小時內通過測量地點之軌道機車車輛事件數。

$L_{p,T}$ ：指軌道機車車輛通過測量地點事件於事件歷時時間 (T) 內，所測得軌道系統交通噪音之事件音量，其計算公式如下：

$$L_{p,T} = 10 \log \int_{T_1}^{T_2} \left(\frac{p_t}{p_0} \right)^2 dt$$

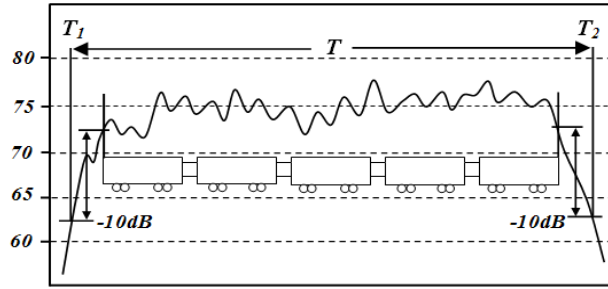
P_t ：測定音壓，單位為巴斯噶(Pa)。

P_0 ：基準音壓為 $20 \mu Pa$ 。

T：軌道機車車輛通過測量地點之事件歷時時間 (T_1 至 T_2)，單位為秒，參見下圖。

T_1 ：低於軌道機車車輛前端通過測量地點時整體音量十分貝 (dB (A)) 之時間點。

T_2 ：低於軌道機車車輛尾端通過測量地點時整體音量十分貝 (dB (A)) 之時間點。



(二) 無法依前目規定決定 T_1 、 T_2 時，其事件歷時時間 T 計算之原則依下列順序定之：

1. 依據實際測量資料計算歷時時間 T ，其時間須足以涵蓋事件音量發生過程。
2. 依據該小時其他相同車種班次之 T_1 、 T_2 計算其平均時距，作為事件歷時時間 T ，該小時僅有一班次者，則以前後一小時之相同車種班次計算之。
3. 依據軌道機車車輛之長度加一百公尺除以車速，以計算該班次事件歷時時間 T 。

(三) 背景音量之計算由 T_1 往前計算 T 時間之事件前背景音量，及由 T_2 往後計算 T 時間之事件後背景音量，再取二者之能量平均值。前述事件前、後背景音量之計算公式與事件音量相同。

(四) 軌道機車車輛之 $L_{p,T}$ 音量與前目背景音量相差小於十分貝 (dB (A)) 者，應依第三條第七款規定進行背景音量修正。

十三、軌道系統平均最大音量 ($L_{\max, \text{mean}, 1h}$)：指一小時內所測得軌道機車車輛各事件交通噪音最大音量 ($L_{\max}$) 之能量平均值。

$$(一) L_{\max, \text{mean}, 1h} = 10 \log \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{\frac{L_{p \max(i)}}{10}} \right)$$

$L_{p \max}$ ：軌道機車車輛各事件交通噪音 A 加權測定之最大音量。

N ：一小時內通過測量地點之軌道機車車輛事件

數。

- (二) 各事件交通噪音最大音量之背景音量計算，應依前款第三目規定計算所得之背景音量再取歷時時間 T 之均能音量值。各事件交通噪音最大音量與其背景音量相差小於十分貝 (dB (A)) 者，應依第三條第七款規定進行背景音量修正。

十四、複合性音量：指整體音量包括二個以上交通系統所產生並合成之音量。

第 三 條 陸上運輸系統交通噪音之測定應符合下列規定：

- 一、測量儀器：須使用符合中華民國國家標準 (CNS 7129) 規定之一型噪音計或國際電工協會標準 (IEC 61672-1) Class 1 噪音計。
- 二、測定高度：聲音感應器應置於離地面或樓板延伸線一·二至一·五公尺之間。
- 三、由直轄市、縣 (市) 主管機關會同交通營運或管理機關 (構) 於下列地點測量：
- (一) 於陳情人所指定其居住生活範圍之室外地點測定者，應距離周圍建築物牆面線及其他主要反射面一至二公尺。
- (二) 陳情人未指定地點者，由主管機關指定陸上運輸系統營運或管理範圍外與陳情人居住生活建築物最近處之室外地點測定之，並應距離周圍建築物牆面線及其他主要反射面一至二公尺。
- (三) 執行補助計畫後之測量地點應於補助計畫載明之測量地點測定之。

四、動特性：

- (一) 測量道路系統交通噪音使用快特性 (FAST)。
- (二) 測量軌道系統交通噪音使用慢特性 (SLOW)。

五、測量時間：

- (一) 於陳情人指定時段進行連續測定。
- (二) 陳情人未指定時段則進行二十四小時連續測定。

六、測量項目：

(一) 道路系統交通噪音須測量小時均能音量 ($L_{eq, 1h}$)。

(二) 軌道系統交通噪音須測量小時均能音量 ($L_{eq, 1h}$)
及平均最大音量 ($L_{max, mean, 1h}$)。

七、背景音量之修正：

(一) 測量地點之背景音量，至少與欲測定音源音量相差十分貝 (dB (A)) 以上。

(二) 測量地點之整體音量與背景音量相差數值 (L) 介於三分貝 (dB (A)) 至九分貝 (dB (A)) 時，則依下表進行背景音量修正，或以音量之能量相減計算方式進行修正。

單位：分貝 (dB (A))

L	3	4	5	6	7	8	9
修正值	-3.0	-2.2	-1.7	-1.3	-1.0	-0.7	-0.6

(三) 測量地點之整體音量與背景音量相差數值小於三分貝 (dB (A)) 時，應停止測量，另尋其他適當測量地點或排除、減低背景音量後，再重新進行測量。

八、複合性音量之計算及判定：

(一) 測量地點包含軌道系統與道路系統，其複合性音量之小時均能音量扣除軌道系統小時均能音量，即為道路系統小時均能音量。

(二) 測量地點包含二個以上道路系統且各道路系統之間音量相差數值小於十分貝 (dB (A))，其複合性音量大於各道路系統噪音管制標準時，各系統音量鑑別程序應由直轄市、縣 (市) 主管機關會商交通營運或管理機關 (構) 後決定，並據以分析判定各交通系統音量。

九、氣象條件：測量時間內測量地點須無雨、路乾且風速每秒五公尺以下。

十、測定紀錄應包括下列事項：

- (一) 日期、時間、地點(含高度及座標，座標應採用 TWD97 以上大地基準)及測定人員。
- (二) 使用儀器及其校正紀錄。
- (三) 測定結果。
- (四) 測定時間之氣象狀態(風向、風速、相對溼度、氣溫及最近降雨日期)。
- (五) 適用之標準。
- (六) 測定過程錄音或錄影資料紀錄。
- (七) 測量期間已存檔備查之噪音原始數據紀錄。
- (八) 其他經中央主管機關指定記載事項。

第 四 條 快速道路交通噪音管制標準如下：

時段與音量 管制區	小時均能音量($L_{eq, 1h}$)		
	早、晚	日間	夜間
第一類、第二類	70	74	67
第三類、第四類	75	76	72

第 五 條 高速公路交通噪音管制標準如下：

時段與音量 管制區	小時均能音量($L_{eq, 1h}$)		
	早、晚	日間	夜間
第一類、第二類	70	74	67
第三類、第四類	75	76	73

第 六 條 一般鐵路交通噪音管制標準如下：

時段與音量 管制區	小時均能音量 ($L_{eq, 1h}$)			平均最大音量 ($L_{max, mean, 1h}$)
	早、晚	日間	夜間	
第一類、第二類	73	73	70	80
第三類、第四類	75	75	70	85

第 七 條 高速鐵路交通噪音管制標準如下：

時段與音量 管制區	小時均能音量 ($L_{eq, 1h}$)			平均最大音量 ($L_{max, mean, 1h}$)
	早、晚	日間	夜間	
第一類、第二類	65	70	60	80
第三類、第四類	70	75	65	85

第 八 條 大眾捷運系統交通噪音管制標準如下：

時段與音量	小時均能音量($L_{eq, 1h}$)	平均最大音量
-------	------------------------	--------

管制區	早、晚	日間	夜間	($L_{\max, \text{mean}, 1h}$)
第一類、第二類	65	70	60	80
第三類、第四類	70	75	65	85

第 九 條 本標準自發布日施行。

附件三

低頻噪音管制現況

附件三 低頻噪音管制現況

一、法規沿革

噪音管制法於民國 72 年公布後，行政院衛生署環境衛生處（環保署前身）於 74 年 2 月 12 日公告噪音管制標準，針對工廠、娛樂場所、營業場所、營建工程及擴音設施等管制對象，依早、日、晚、夜等 4 個時段別及第 1 類至第 4 類共四類管制區，分別訂定最高容許音量及測定條件；同時對於營建工程噪音，採管制機具設備方式，分別制定打樁機、空壓機、破碎機及推土機之噪音管制標準。

環保署於民國 81 年 6 月 29 日配合母法修正，重新發布噪音管制標準全文 6 條，此次發布係將標準用詞加以定義，包含：噪音管制區一至四類、以分貝(dB(A))為單位、指場所或設施所管理或使用之界線之「周界」觀念，更依不同類別管制區之時段區分加以列舉，並依測量儀器、高度、動特性及時間、地點做標準化制定，使得噪音管制法規更具體化。「噪音管制標準」分別於 85 年 9 月 11 日新增其它經主管機關公告場所、工程及設施準用規定及施行日。

因噪音陳情案件不斷增加，為使噪音管制更加完備，遂採分階段實施方式，於民國 94 年 1 月 31 日修正發布，將娛樂、營業場所低頻噪音列入管制，明定我國低頻噪音之頻率範圍為 20 Hz 至 200 Hz。

95 年 11 月 8 日增訂工廠（場）低頻噪音管制標準，加嚴第二、三、四類日間與晚間時段噪音管制標準值及相關量測規範。97 年 2 月 25 日增訂營建工程低頻噪音管制標準、明定工廠（場）得於歲修時建立背景音量資料之相關規定、明定複合噪音定義及管制標準及 98 年 9 月 4 日整併量測規範等共 5 次修正。而配合母法 97 年 12 月修正公布，噪音管制標準再於 98 年 9 月 4 日修正公布，該次修正係將條文內容重新編輯整理，噪音管制標準值未更動。

最近一次於 102 年 8 月 5 日修正發布噪音管制標準，本次主要修正重點：包括針對噪音管制標準值，加嚴位於第 1 類至第 3 類噪音管制區工廠（場）、娛樂、營業場所及營建工程各時段低頻噪音管制標準值 3 分貝；另針對營建工程加嚴第 1 類至第 3 類管制區全頻噪音管制標準值 3 分貝，工廠（場）、娛樂、營業場所加嚴第 2 類及第 3 類

管制區各時段噪音管制標準值 3 分貝；擴音設施除第 1 類夜間時段外，加嚴各類管制區各時段噪音管制標準值 3 分貝；此外，為處理風力發電機組噪音以工廠噪音管制標準進行管制，造成量測地點妥適性的爭議，新增以增量方式管制風力發電機組的全頻噪音，並增列風力發電機組專屬的噪音管制標準，及調整各噪音管制區時段區分方式，修正幅度及內容係為近年來最大的一次。

二、國內噪音管制法規—低頻噪音管制標準

我國噪音管制區劃分為下列四類，依其土地使用現況、行政區域、地形地物、人口分布劃分之：

- 1.第一類噪音管制區：環境亟需安寧之地區。
- 2.第二類噪音管制區：供住宅使用為主且需要安寧之地區。
- 3.第三類噪音管制區：以住宅使用為主，但混合商業或工業等使用，且需維護其住宅安寧之地區。
- 4.第四類噪音管制區：供工業或交通使用為主，且需防止噪音影響附近住宅安寧之地區。

對於管制時段的劃分如下：

- 1.日間：指各類管制區上午七時至晚上七時。
- 2.晚間：第一、二類管制區指晚上七時至晚上十時；第三、四類管制區指晚上七時至晚上十一時。
- 3.夜間：第一、二類管制區指晚上十時至翌日上午七時；第三、四類管制區指晚上十一時至翌日上午七時。

目前我國除擴音設施外，工廠（場）、娛樂營業場所、營建工程及公告設施均訂有低頻噪音管制標準，如表 2.2-1 至表 2.2-5。

表 1 工廠（場）噪音管制標準

頻率 時段 音量 dB(A) 管制區	20 Hz 至 200 Hz			20 Hz 至 20 kHz		
	日間	晚間	夜間	日間	晚間	夜間
第一類	39	39	36	50	45	40
第二類	39	39	36	57	52	47
第三類	44	44	41	67	57	52
第四類	47	47	44	80	70	65

表 2 娛樂場所、營業場所噪音管制標準

頻率 時段 音量 dB(A) 管制區	20 Hz 至 200 Hz			20 Hz 至 20 kHz		
	日間	晚間	夜間	日間	晚間	夜間
第一類	32	32	27	55	50	40
第二類	37	32	27	57	52	47
第三類	37	37	32	67	57	52
第四類	40	40	35	80	70	65

表 3 營建工程噪音管制標準

時段 音量 dB(A) 管制區		頻率			20 Hz至200 Hz			20 Hz至20 kHz		
		日間	晚間	夜間	日間	晚間	夜間			
均能音量 (L_{eq} 或 $L_{eq,LF}$)	第一類	44	44	39	67	47	47			
	第二類	44	44	39	67	57	47			
	第三類	46	46	41	72	67	62			
	第四類	49	49	44	80	70	65			
最大音量 (L_{max})	第一、二類	-			100	80	70			
	第三、四類				100	85	75			

表 4 其他經主管機關公告之場所及風力發電機組以外之設施噪音管制標準

音量 dB(A)	頻率 時段	20 Hz 至 200 Hz			20 Hz 至 20 kHz		
		日間	晚間	夜間	日間	晚間	夜間
管制區							
第一類		32	32	27	55	50	35
第二類		37	32	27	57	52	42
第三類		37	37	32	67	57	47
第四類		40	40	35	80	70	60

表 5 風力發電機組噪音管制標準

音量 dB(A)	頻率 時段	20 Hz 至 200 Hz		
		日間	晚間	夜間
管制區				
第一類		39	39	36
第二類		39	39	36
第三類		44	44	41
第四類		47	47	44

20 Hz 至 20 kHz 噪音管制標準值如下：

- 1.當整體音量日間或晚間超過五十分貝(dB(A))或夜間超過四十分貝(dB(A))時，採噪音增量管制，風力發電機組運轉時其噪音增量不得超過背景音量五十分貝(dB(A))。
- 2.經限期改善之風力發電機組，於複查時在室內關窗且噪音發生源運轉時之全頻噪音測量結果，若未逾開窗且噪音發生源關閉時之音量，視為完成改善。
- 3.改善方式應視實際需求採音源改善、傳播路徑阻隔及受體改善等。

附件四

振動管制論述

環境中振動問題與辦理情形

- 壹、依環保署公害陳情統計資料顯示，相較於每年有 10 萬件之噪音陳情案件，振動案件每年約有 200 至 300 件。
- 貳、由於振動常伴隨著低頻噪音的產生，例如工廠作業、營建工程、及交通運輸工具等皆可能造成環境振動，因此目前環保署仍需審慎評估及研究相關振動源特性，以瞭解振動影響及作為日後振動管制之參考。
- 參、民國 77 年擬定振動管制法草案，惟後續尚未完成立法，環保署持續相關研究以解決部分振動所產生之問題。

環境振動論述(稿)

一、 環境中振動問題與辦理情形

(一) 背景說明：

1. 隨著經濟發展及生活品質的提高，國人對於環境品質及個人權益的要求也日益重視，使得各類公害陳情案件數不斷提高，其中尤以噪音為最，自民國 97 年居各類陳情案件數首位。大多數的噪音都是機械運轉所產生，而運轉時往往伴隨著振動現象，因此衍生出振動問題，如營建工地機具施工時產生的撞擊音及振動、工廠大型機具壓鑄等產生的噪音及振動、軌道或車輛行駛時引擎噪音振動、或一般住宅冷卻水塔或壓縮機也會有噪音及振動問題。
2. 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，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。其後環保署於民國 87 年邀請國內振動方面的專家學者，成立「振動管制法相關法規制定技術諮詢小組」，並於 88 年召開第一次諮詢會議，91 年並委託辦理「高架道路、環境振動量測及防振技術」專案計畫，其中包含研擬振動管制法草案，並實際量測環境振動及研究防振技術，作為振動管制的參考。惟「振動管制法」草案架構係參考當時版本的「噪音管制法修正草案」架構，時空已轉變，對於振動管制法草案之內容勢必重新檢討。為完備環境保護工作，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。
3. 自環保署統計資料庫，統計我國 96 年至 106 年 10 月之振動公害陳情案件數（受理案件數），分別以陳情類別與縣市別統計，如

表 1 及表 2 所示。由振動陳情統計結果得知近十年間以 103 年及 104 年之振動陳情件數較高，分別為 300 件及 301 件，其中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。結果顯示在 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 10 月以近鄰陳情類別為主。

表 1 振動陳情案件數統計表-依行業別（96 年至 106 年 10 月）

年份	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106(~10月)
總計	73	65	48	55	76	121	184	300	301	221	120
機關團體學校醫院	2	—	—	1	1	—	—	3	4	—	0
軍事機關所屬單位	—	—	—	—	—	—	1	—	2	—	0
商業	9	9	3	5	11	8	23	29	46	34	18
工業	31	35	19	31	33	28	39	47	58	40	18
營建工程	18	10	13	7	6	67	49	94	72	43	35
交通工具	3	—	1	3	1	3	2	1	—	3	0
一般居民	6	7	6	4	11	5	26	42	83	74	34
其他	4	4	6	4	13	10	44	84	36	27	15

表 2 振動陳情案件數統計表-依縣市別（96 年至 106 年 10 月）

地區別	96 年	97 年	98 年	99 年	100 年	101 年	102 年	103 年	104 年	105 年	106 年(~10月)
總計	73	65	48	55	76	121	184	300	301	221	120
新北市	26	11	13	22	46	93	118	187	166	70	54
臺北市	12	4	3	8	5	3	14	25	33	25	21
臺中市	8	7	4	3	8	8	9	15	16	20	3
臺南市	4	8	10	5	7	6	7	9	38	38	22
高雄市	3	8	3	3	1	—	5	3	14	13	8
宜蘭縣	0	1	0	0	—	—	5	7	8	5	4
桃園縣	8	11	9	1	3	5	18	25	—	—	—
新竹縣	2	0	0	0	—	—	1	—	1	—	—
苗栗縣	0	0	0	1	1	—	1	2	—	6	1
彰化縣	8	10	1	4	2	—	2	5	10	15	1
南投縣	0	0	1	1	—	—	2	6	2	8	—
雲林縣	0	2	0	4	1	1	—	1	—	3	—
嘉義縣	0	0	0	0	—	—	—	1	—	2	—
屏東縣	1	0	1	0	—	1	—	1	1	5	2
臺東縣	0	0	1	1	—	—	—	—	—	—	—
花蓮縣	1	1	1	0	—	1	1	7	6	5	3
澎湖縣	0	0	0	0	—	—	—	—	—	1	—
基隆市	0	0	0	0	—	—	—	—	2	2	1
新竹市	0	2	1	1	1	2	—	3	2	2	—
嘉義市	0	0	0	1	1	1	1	3	2	1	—
金門縣	0	0	0	0	—	—	—	—	—	—	—
連江縣	0	0	0	0	—	—	—	—	—	—	—

4.環保署於 106 年 5 月函文至各縣市環保局，請各地方回報自 104 年迄 106 年第一季所有與振動相關之陳情案件共 347 件，統計如表 3。篩選各環保局提報振動陳情案件內容發現，其類型近似噪音管制法第六條之不具持續性或不易測量而足以妨害他人生活安寧之近鄰案件數，臺北市共提報 66 件（有 19 件為重複被陳情對象），營建工程陳情案件數佔 1/3；新北市共 88 件（有 8 件為重複被陳情對象），近鄰陳情案件數約佔三成；臺中市共 26 件近鄰陳情約佔該縣市總陳情三成，總計近鄰振動陳情有 71 件，145 件屬工廠及營業場所、營建工程共 97 件。而交通振動陳情案並未出現。

表 3 各縣市提報振動陳情案件數量（104 年至 106 年第一季）

縣市別	環保局提供振動陳情案件	縣市別	環保局提供振動陳情案件
臺北市	66	臺中市	88
新北市	88	高雄市	15
桃園市	16	臺南市	5
基隆市	12	嘉義市	0
宜蘭縣	0	嘉義縣	0
新竹市	0	屏東縣	0
新竹縣	15	花蓮縣	7
苗栗縣	6	臺東縣	0
彰化縣	18	澎湖縣	0
南投縣	10	金門縣	1
雲林縣	0	連江縣	0
合計	347		

5. 目前世界上多數國家並未將環境振動納入管制，而係以建築物內之振動建議值方式管理相關問題。有針對振動進行管制的國家如日本及韓國，係管制振動源傳遞至周界的環境振動，並以垂直振動量為主要考量。而未將振動納入管制之國家，則多考量人所處環境的三軸向振動量，量測地點以在室內為主。各國針對環境振動考量之頻率皆為 1 Hz-80 Hz 之範圍。
6. 世界各國針對振動影響所設定之建議值，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，振動頻率會影響到日常環境生活品質，主要介於 1 Hz~40 Hz。

(二) 癥結點：由於振動常伴隨噪音問題，雖目前振動相關管制尚未完成立法，多以噪音管制法即可解決相關陳情案件，惟長遠而言仍應建立專法。

(三) 目前辦理情形：

1. 國內目前雖沒有振動管制法令，惟民眾遭受到振動問題時，通常亦一併受到噪音之影響，環保署目前訂有工廠、娛樂營業場所、營建工程及其他經主管機關公告之噪音管制標準(含低頻噪音管制標準)，地方環保機關處理相關陳情上，現階段尚可針對噪音伴隨振動問題一併要求污染源進行改善。
2. 環保署 106 年針對振動進行相關研究計畫，先期階段針對工廠及營建工程造成環境振動進行調查及管制策略之研究，以瞭解其影響，後續階段將加入進行交通運輸所引起之振動進行研究，以期健全整體環境振動樣態，以有效作為未來管制或管理之參考。
3. 又查公寓大廈管理條例第 16 條第 1 項規定，住戶不得任意棄置垃圾、排放各種污染物、惡臭物質或發生喧囂、振動及其他與此相類之行為；倘民眾所在有社區管理委員理會，可向管理委員會於召開住戶大會或區分所有權人大會上提出要求，將前述造成此類噪音或振動列入住戶管理規約內規範，並要求住戶應遵守規範，以維護住宅與環境安寧。倘若未設有管理委員會，仍可依噪音管法第 6 條規定請警察機關處理。
4. 環保署為進一步解決振動問題，爰綜整自 91 年至 105 年研究結果如下所列：
 - (1) 91 年高架道路環境振動量測及防振技術之研究：計畫主要工作即是研擬「振動管制法」草案條文，及協助環保署進行法制先期作業。

- (2) 92 年高速鐵路噪音、振動之研究：模擬評估了國內未來高速鐵路噪音、振動之影響，並推估可能遭遇之陳情型態，提供地方環保單位作為未來處理高速鐵路噪音、振動陳情案件之參考。
- (3) 93 年高速鐵路噪音、振動之研究及環境振動量測資料庫之建置：利用台灣高速鐵路系統於列車試車之時機，進行試車段沿線噪音及振動量測，以建立我國高速鐵路行車時之噪音與振動資料，作為日後管制之參考。建立捷運系統振動與噪音資料庫，並擬定管制指標之量測方法及標準作業程序。研擬大眾捷運系統振動與噪音改善措施及管制政策。
- (4) 94 年陸上運輸系統噪音、振動特性調查及管制措施之研究(一)：由量測資料，及使用 ISO 相關規範計算加速度振動總量之結果，環境振動約在 50~60dB 左右，有特定之振動源之振動量約在 60~80dB 間。而量測所得之資料庫，將有助於訂定環境振動基準值，及特定振動源之管制值。
- (5) 95 年高速鐵路噪音振動及環境振動量測及陸上運輸系統噪音、振動特性調查及管制措施之研究(二)：建置我國高速鐵路沿線背景噪音 78 處及陳情點 11 處合計 245 個測點及振動 20 處監測及試車噪音振動監測資料庫，作為環保署研訂高速鐵路噪音振動管制規範之參考。依高速公路系統之道路結構、路面特性、交通流量、車輛種類及車速等條件，完成代表性測點噪音及振動源之實地量測及特性分析。
- (6) 96 年陸上運輸系統噪音振動特性調查及管制措施之研究(三) 專案研究計畫、高速鐵路等大眾運輸工具噪音與振動之公害糾紛問題探討分析第一年專案工作計畫(二年工作計畫)、陸上軌道運輸系統噪音振動抽測及噪音振動評估模式技術規範增修計畫：依快速公路系統之道路結構、路面特性、交通流量、車輛種類及車速、叢聚性音源、垂直向噪音分佈等條件，完成噪音源 30 個測點及振動源 38 個測點(19 點，不同距離 2 處)之實地量測及特性分析。辦了一次高鐵噪音振動公害糾紛座談會，邀集了我國公害糾紛相關領域之學者、專家與交通部高鐵

局、高鐵公司相關人員，還有各級環保機關業務相關人員與會，針對高鐵糾紛問題點之解決途徑、改善或可行方式等方面進行了寶貴意見之溝通及交流。高速鐵路及其它陸上軌道運輸系統沿線的敏感點及陳情點，完成 24 小時噪音及列車通過時之地表振動監測，總計監測點數量有 15 處噪音敏感點；80 處噪音陳情點；38 處振動敏感點及 4 處振動陳情點。

- (7) 97 年陸上運輸系統噪音、振動特性調查及管制措施之研究(四)及低頻交通噪音源管制措施及防制方法之建立計畫：檢討各項噪音、振動評估模式之適宜性。道路交通噪音評估模式技術規範修訂 SoundPLAN、CadnaA、張富南模式及施鴻志模式，其他模式僅做部份文字修正，新增郭宏亮模式技術規範。依台鐵系統之列車種類、軌道結構、軌道特性、列車車輪種類、班次及車速、垂直性音量、叢聚性音源等條件，完成噪音 30 點及振動 21 點之實地量測及特性分析。
- (8) 98 年陸上運輸系統噪音振動抽測計畫：辦理我國陸上運輸系統噪音、振動測量及管制之措施、對策及規範擬訂。
- (9) 99 年高速鐵路隧道出口低頻噪音分析與影響之研究及陸上運輸系統噪音振動抽測專案工作計畫：完成陸上運輸系統沿線的噪音、振動敏感點及陳情點監測-高速公路行駛中車輛經過伸縮縫時，會造成較大的噪音及振動，民眾經常陳情，故依據其伸縮縫之特性，完成蒐集國內外伸縮縫噪音及振動之管制策略及改善措施。
- (10) 100 年交通噪音、振動抽測及管制專案工作計畫：對於振動敏感點或陳情點則監測完成 20 處。
- (11) 103 年開發行為噪音、振動評估審核機制之研究計畫及近鄰低頻噪音及振動之調查及改善措施研究專案研究計畫：透過噪音、振動評估程序說明會，說明未來進行開發行為噪音、振動評估時所需提供之相關資料，完成開發行為噪音、振動評估審核機制之建立。研究結果發現，主要低頻音來源為結構振動所引起之結構噪音，結合人體實驗調查結果得知振動量大於 52

dB，人體會感受到振動與噪音，而陳情案的振動值大多超過 52 dB，兩者之調查結果大致相符。

(12) 104 年環境低頻噪音及振動之調查及改善措施研究專案研究計畫：研提環境低頻噪音及振動管制策略及改善措施相關建議 1.依據本計畫量測結果之研析及國際規範，評估民眾感受容忍度對應之環境低頻噪音值(包含近鄰低頻噪音值)及振動量。

(13) 105 年環境低頻噪音及振動之調查及改善措施研究專案研究計畫：研提工廠及營建工程之環境振動管制建議值。

A.環保署結合國際上管制及管理趨勢，未來將朝向以三軸向振動量之室外量測，作為環境振動之管制方式，且若陳情人有指定地點，將以指定地點之三軸向振動量量測結果為主要參考。

B.由於振動常伴隨著低頻噪音的產生，例如工廠作業、營建工程、及交通運輸工具等皆可能造成環境振動，因此目前環保署仍需審慎評估及研究相關振動源特性，以瞭解振動影響及作為日後振動管制之參考。倘民眾受到業者或店家作業振動產生低頻噪音影響，建議可向所在環保局反映，請其派員會同量測旨述店家低頻噪音，倘超過噪音管制標準，環保單位可要求業者據以改善噪音源。藉由噪音源改善，一併將振動源改善，進而維護環境安寧。

C.環境污染事件造成民眾人身財務損失時，可依據公害糾紛處理法規定，申請調處及裁決，分別由各縣市公害糾紛調處委員會及環保署公害糾紛裁決委員會受(審)理，環保署亦提供公害法律扶助服務，可協助民眾透過公害糾紛處理程序爭取權益，服務內容包括提供疏處、調處及裁決等法律扶助及法律諮詢。倘若有任何相關法律扶助問題，可向環保署承辦單位管考處洽詢，(電話：

02-23117722 分機 2942)。因此倘未超過噪音管制標準，而民眾仍感覺受到影響，建議可循前述方式尋求協助。

(四) 未來工作重點：

1. 環保署將密切注意世界各國針對振動管制或建議之動態，以擬定符合現況之相關管制內容，並期能與世界同步接軌。
2. 持續針對國內各類別振動源類型進行量測工作，以建立本土環境振動資料庫。
3. 環境振動管制之推動期程，在振動管制法公布以前，將提供相關業者振動改善指引手冊，列出可能發生振動之機具、道路、運輸系統或非機械所造成之振動，可採取之防制措施與建議，並宣導自主管理與防制。其後公告營建工程、工廠(場)、交通系統、娛樂、營業場之振動建議值，使業者及目的事業主管機關瞭解振動未來管制方向。而后將參考建議值公告後各界所提意見，進行後續振動管制法法制作業。

附件五

振動防制措施指引

振動指引(初稿)

第一章 前言

第二章 振動與噪音

第三章 振動來源與管制需求

第四章 各國振動指標與標準值/建議值

第五章 工廠及營建工程振動防制管制措施

第六章 交通振動防制管制措施

第一章 前言

隨著經濟發展及生活品質的提高，國人對於環境品質及個人權益的要求也日益重視，使得各類公害陳情案件數不斷提高，其中尤以噪音為最，自民國 97 年居各類陳情案件數首位。大多數的噪音都是機械運轉所產生，而運轉時往往伴隨著振動現象，因此衍生出振動問題，如營建工地機具施工時產生的撞擊音及振動、工廠大型機具壓鑄等產生的噪音及振動、軌道或車輛行駛時引擎噪音振動、或一般住宅冷卻水塔或壓縮機也會有噪音及振動問題。

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，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，因此本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，由本署再進一步評鑑研修。其後本署於民國 87 年邀請國內振動方面的專家學者，成立「振動管制法相關法規制定技術諮詢小組」，並於 88 年召開第一次諮詢會議，91 年並委託辦理「高架道路、環境振動量測及防振技術」專案計畫，其中包含研擬振動管制法草案，並實際量測環境振動及研究防振技術，作為振動管制的參考。惟「振動管制法」草案架構係參考當時版本的「噪音管制法修正草案」架構，時空已轉變，對於振動管制法草案之內容勢必重新檢討。為完備環境保護工作，本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。

世界各國針對振動影響所設定之建議值，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，振動頻率會影響到日常環境生活品質，主要介於 1 Hz~40 Hz。

第二章 振動與噪音

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，針對噪音與振動的特性整理如表 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 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。

表 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 噪音振動單位表示方式

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

第三章 振動來源與管制需求

人在日常生活中會感受到各種不同的振動，除了偶然發生的地震以外，有些人本身所造成，如運動；或是由直接接觸振動源而感受到，如搭乘交通工具、使用手工機具等，除此之外就是由振動源透過地面傳導而來，如鄰近工廠的振動、營建施工振動或道路、捷運或鐵路列車經過所造成的振動等。短暫的振動對人的影響不大，但若是長期受到振動的干擾，會使人心理及生理都有不利的影響。而工廠、營建工程所產生的噪音及振動問題，常相伴而生，因此振動管制也有助於降低噪音的影響，圖 1 為人對振動量的感受程度。影響地面振動的因素如下：

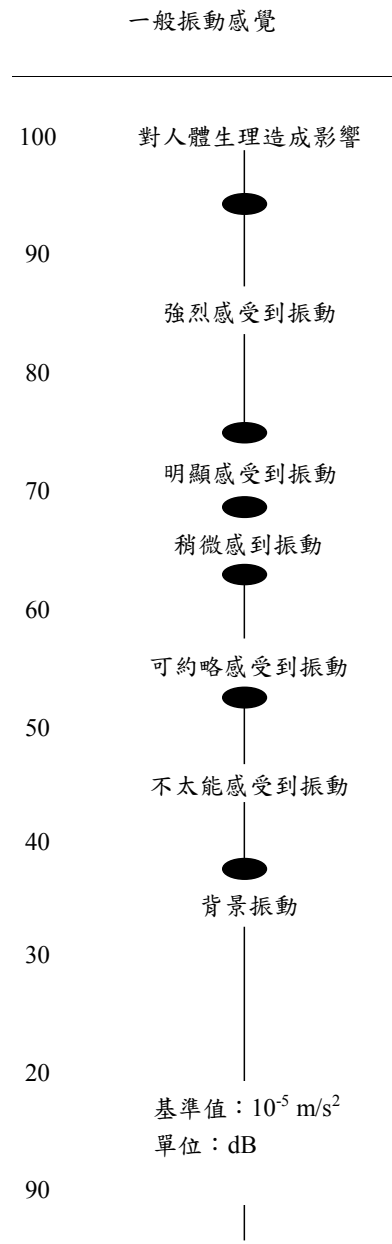
1. 傳遞到地面的能量
2. 振動源與受體間的距離
3. 現場地質條件（如土壤、岩石、地下水位等）

4. 地面與受體結構的耦合效應

5. 受體結構的接收振動的方式。

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，如表 3。
2. 空氣振動。



資料來源：日本騒音制御，「工事騒音・振動の対策事例」，Vol.37, NO.2, 2013

圖 1 一般振動感覺比照圖

表 3 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

第四章 鄰近國家振動指標與標準值/建議值

鄰近國家與振動相關之指標與標準值/建議值整理如表 4，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。

表 4 鄰近國家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	管制標準參考基準為 10^{-6} m/s^2		噪音源
					日間	夜間	
國際標準組織	ISO2631-1:1997 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	以舒適度為主		不限
韓國	噪音及振動標準測試方法	環境振動、特定排出振動	1 Hz -90 Hz	Z 軸，最大振動之地方	75-90	80-95	不限
日本	日本振動規制法	工廠振動、特定排出振動	1 Hz -80 Hz	Z 軸，最大振動之地方	80-90	75-85	工廠營建特定
中國	GB 10071	環境振動	1 Hz -80 Hz	Z 軸，距建物外部 0.5m 內之敏感點，若有必要，可在建物室內地面中央進行量測	70	67	環境

第五章 工廠及營建工程振動防制管制措施

- 振動陳情案件首位的是營建工程，其中又以破碎機占首位，打樁機居次。

日本作法係公告限制某些營建設施，將促使業者採用更低噪音及低振動型的機具，有助於提昇環境品質。日本在指定的低噪音、低振動型工程機械條例中列舉出許多建設機械設備型號，可參考網頁 (http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/constplan/sosei_constplan_fr_000011.html)，而歐洲國家則參考 2000/14/EC 所發布之機械聲功率規範，各家機械設備則依規範設計並進行認證。事前的施工規劃需考量使用機具所將造成的振動危害，並進行防制措施及改善策略之計畫。防制對策可參考表 5 所示。

防制措施以可行且合理為考量，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：

- 施工行為（含爆破）應在規定時段內進行。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。
- 施工方法的選擇與地面傳遞條件與振動有密切相關性。
- 評估應包括，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。
- 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。
- 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。各機具可能鏟聲之振動量如表 6 及表 7 所示。
- 降低鋼板樁之振動與共振，可於樁錘頭裝彈性墊、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。
- 管制建議：
 1. 對於挖土機改裝的破碎機或振動式打樁機等，加強防制措施之實施。
 2. 指定基地一定範圍內具敏感受體時之管制作為
 3. 制定相對應的管制標準
 4. 針對不同管制區類別限制可作業時間
 5. 限制該設施 1 天內可容許的總作業時間
 6. 禁止夜間作業
 7. 限制最高連續作業天數
 8. 國定假日、例假日不得作業
 9. 配套措施

表 5 營建工程振動對策概要

對策種類		概要
振動源對策	採用低振動工法	基樁工程：壓入式、預鑄式 拆除工程：壓碎式、分割式
	採用低振動型機具	採用國土交通省指定之低振動建設機械
	振動源防振	壓縮機防振底座、施工道路鐵板墊片
	降低發生源能量	限制車輛速率、限制爆破藥量
	限制作業時間	禁止夜間作業
傳遞路徑對策	增長距離	機具應遠離敏感場所
	阻隔振動	如設置防振溝等
受振測對策	建築物制振	補強住戶建物
	暫時遷置	影響時間短且戶數少時可考慮採行

資料來源：日本騒音制御，「工事騒音・振動の對策事例」，Vol.37, NO.2, 2013

表 6 主要建築機械振動(7 公尺處)位準

7m 處的振動量($\text{dB a}_{\text{ref}}=10^{-5} \text{ m/s}^2$)					
40	50	60	70	80	90
混凝土破碎機(油壓千斤頂型)					
振動壓路機					
地鑽		油壓挖掘機			
			大型破碎機 (200kg~400kg)	油壓打 樁錘(8t 以上)	
振動壓路機					
柴油打樁機(4t 以上) 振動錘(4kw)					

資料來源：建設作業振動對策マニュアル，社團法人日本建設機械化協會，1994 年，4 月

表 7 主要建設工法振動(7 公尺以上處)振動位準表

7m 以上的振動量($\text{dB a}_{\text{ref}}=10^{-5} \text{ m/s}^2$)				
50	60	70	80	90
挖土	中掘工法	Massgo 工法	鋼板樁 (振動法)	
廠內交通運輸 (未撲砌 瀝青鋪 面工程)	路基穩定工法	擠壓砂樁	油壓錘 鋼管井 筒基礎 工法	

參考資料：「土木研究所資料第 3743 号道路環境影響評価の技術手法（その 2）」，建設省土木研究所，2000 年 10 月

第六章 交通振動防制管制措施

由於振動是藉由地面及建築結構物傳遞振動波，但交通系統興建完成後，各項結構已然成形，若營運後才發現振動問題，欲解決問題所需的費用可能甚為龐大。針對交通振動之減振措施，除了由振動源減少振動外，主要可利用距離衰減原理，儘量加長振源與受振點的距離，但同時必須考慮振動源、傳遞路徑及受振點的共振頻率。針對振動之防制措施建議由源頭控制效果最佳。因此在早期交通系統規劃設計時即應納入考量。對於道路系統或軌道系統之振動防制，若從無法從源頭進行防制，則應定期保養修護軌道及道路之平整度，減少列車或車輛因行駛至凹凸面而產生振動現象。

附件六
現場紀錄表

行政院環保署「環境振動源特性及管制研究計畫專案研究計畫」

現場記錄表(1/2)

一、量測對象 基本資料	量測日期：2017.07.18
	單位名稱：台北捷運
	附近地址：台北市立德路 121 巷
	交通系統類型：
	☒ 台北捷運(忠義站至關渡站) ☐ 高速鐵路(____站至____站) ☐ 一般鐵路(____站至____站) ☐ 國道(____號) ☐ 一般道路(____路) ☐ 快速道路(____號)
二、現場人員	環保署或環保局人員： - 計畫執行人員：劉詩云 鄧雯仁
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)	
	
冷卻水塔聲、壓縮機聲、蟬叫聲及鳥叫聲。	

行政院環保署「環境振動源特性及管制研究計畫專案研究計畫」

現場記錄表(2/2)

起迄日期：106年__7月__18日__09時__50分至__11時__16分		
量測地點：立德路121巷底	大氣壓力：開始1011bar；結束1011bar	
氣象狀況（開始）：溫度47.7℃；濕度39.6%；風速__0.4__m/s；風向WN風；		
氣象狀況（結束）：溫度47.7℃；濕度29.9%；風速__0.4__m/s；風向WN風；		
最近降雨日期：106年__7月__7日；動特性： ☐ F ☒ S，取樣時距1sec		
量測類別：軌道系統-台北捷運		
☒ 環境噪音：聲音校正器 1kHz 94.0 dB；序號：__00830627(2003)____； 量測前呈現值__94.2__dB；量測後呈現值__94.2__dB		
☒ 振動，種類及形式說明：軌道系統-台北捷運		
儀器廠牌	型號	序號
法國01dB	☒ Solo	65802
	☒ Harmonie	04216
感測器	☒ 加速度規	X-10627; Y-10624; Z-10630
氣象計DAVIS	DAVIS7440	MC40114A70A

行政院環保署「環境振動源特性及管制研究計畫專案研究計畫」

現場記錄表(1/2)

一、量測對象 基本資料	量測日期：2017.07.18
	單位名稱：台北捷運
	附近地址：錦西街(雙連-民權段上方空地)
	交通系統類型：
	☒ 台北捷運(雙連站至民權站) ☐ 高速鐵路(____站至____站) ☐ 一般鐵路(____站至____站) ☐ 國道(____號) ☐ 一般道路(____路) ☐ 快速道路(____號)
二、現場人員	環保署或環保局人員： - 計畫執行人員：劉詩云 鄧雯仁

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)



有感振動，汽機車與蟬叫聲。

行政院環保署「環境振動源特性及管制研究計畫專案研究計畫」

現場記錄表(2/2)

起迄日期：106年 07月 18日 14時 41分至 15時 59分		
量測地點：錦西街空地	大氣壓力：開始1008bar；結束1008bar	
氣象狀況（開始）：溫度41.5℃；濕度39.8%；風速 1.2 m/s；風向EN風；		
氣象狀況（結束）：溫度39.5℃；濕度42.4%；風速 1.2 m/s；風向EN風；		
最近降雨日期：106年 07月 11日；動特性： ☐ F ☒ S，取樣時距1sec		
量測類別：軌道系統-台北捷運		
環境噪音：聲音校正器 1kHz 94 dB；序號：_____ 量測前呈現值 94.2 dB；量測後呈現值 94.2 dB		
振動，種類及形式說明：		
儀器廠牌	型號	序號
法國01dB	☒ Solo	65802
	☒ Harmonie	04216
感測器	☒ 加速度規	X-10627; Y-10624; Z-10630
氣象計DAVIS	DAVIS7440	MC40114A70A

行政院環保署「環境振動源特性及管制研究計畫專案研究計畫」

現場記錄表(1/2)

一、量測對象基本資料	量測日期：2017.07.20
	單位名稱：國道 1 號
	附近地址：台北市內湖無極乾坤宮
	交通系統類型： ☐ 捷運(____站至____站) ☐ 高速鐵路(____站至____站) ☐ 一般鐵路(____站至____站) ☒ 國道(____1____號) ☐ 一般道路(____路) ☐ 快速道路(____號)
二、現場人員	環保署或環保局人員： - 計畫執行人員：劉詩云 鄧雯仁
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)	
	
蟬叫與航空噪音，連續車流。	

行政院環保署「環境振動源特性及管制研究計畫專案研究計畫」

現場記錄表(2/2)

起迄日期：106年 07月 20日 10時 28分至 11時 42分		
量測地點：台北市內湖無極乾坤宮		大氣壓力：開始1005bar；結束1005bar
氣象狀況（開始）：溫度34.7℃；濕度50.8%；風速 0.9 m/s；風向ES風；		
氣象狀況（結束）：溫度35.0℃；濕度51 %；風速 0.9 m/s；風向ES風；		
最近降雨日期：106年 07月 12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 94 dB；序號：_____； 量測前呈現值 93.9 dB；量測後呈現值 93.9 dB		
☒ 振動，種類及形式說明：		
儀器廠牌	型號	序號
法國01dB	☒ Solo	65802
	☒ Harmonie	04216
感測器	☒ 加速度規	X-10627; Y-10624; Z-10630
氣象計DAVIS	DAVIS7440	MC40114A70A

行政院環保署「環境振動源特性及管制研究計畫專案研究計畫」

現場記錄表(1/2)

一、量測對象 基本資料	量測日期：2017.07.20
	單位名稱：國道 3 號
	附近地址：新北市土城區大清水運動公園(永豐路 242 巷)
	交通系統類型：
	☐ 捷運(____站至____站) ☐ 高速鐵路(____站至____站) ☐ 一般鐵路(____站至____站) ☒ 國道(3 號) ☐ 一般道路(____路) ☐ 快速道路(____號)
二、現場人員	環保署或環保局人員： - 計畫執行人員：劉詩云 鄧雯仁
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)	
	
蟬鳴聲及偶有車輛經過前方道路。	

行政院環保署「環境振動源特性及管制研究計畫專案研究計畫」

現場記錄表(2/2)

起迄日期：106年 07月 26日 15時 24分至 16時 29分		
量測地點：新北市永豐路242巷	大氣壓力：開始1013bar；結束1013bar	
氣象狀況（開始）：溫度38.4℃；濕度 43%；風速 0.4 m/s；風向NW風；		
氣象狀況（結束）：溫度35.6℃；濕度 44%；風速 0.4 m/s；風向N 風；		
最近降雨日期：106年 07月 12日；動特性： ☒ F ☐ S，取樣時距1sec		
量測類別：道路系統-高速公路		
環境噪音：聲音校正器 1kHz 94 dB；序號： 00830627(2003) ； 量測前呈現值 94 dB；量測後呈現值 94.1 dB		
振動，種類及形式說明：		
儀器廠牌	型號	序號
法國01dB	☒ Solo	65802
	☒ Harmonie	04216
感測器	☒ 加速度規	X-10627; Y-10624; Z-10630
氣象計DAVIS	DAVIS7440	MC40114A70A

行政院環保署「環境振動源特性及管制研究計畫專案研究計畫」

現場記錄表(1/2)

一、量測對象 基本資料	量測日期：2017.08.01
	單位名稱：高速鐵路
	附近地址：苗栗縣西湖鄉龍洞村 1 鄰
	交通系統類型：
	☐ 捷運(____站至____站) ☒ 高速鐵路(苗栗站至台中站) ☐ 一般鐵路(____站至____站) ☐ 國道(____號) ☐ 一般道路(____路) ☐ 快速道路(____號)
二、現場人員	環保署或環保局人員： - 計畫執行人員：劉詩云 鄧雯仁
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)	
	
治喪唸經及唢呐聲，蟬鳴聲及割稻機運轉聲。	

行政院環保署「環境振動源特性及管制研究計畫專案研究計畫」

現場記錄表(2/2)

起迄日期：106年__08月__01日__11時__01分至__12時__41分		
量測地點：苗栗縣西湖鄉龍洞村1鄰	大氣壓力：開始1005bar；結束1003bar	
氣象狀況（開始）：溫度35.7℃；濕度55%；風速__0__m/s；風向__風；		
氣象狀況（結束）：溫度35.2℃；濕度63%；風速__2.7__m/s；風向SW風；		
最近降雨日期：106年__07月__31日；動特性： ☐ F ☒ S，取樣時距1sec		
量測類別：軌道系統-高速鐵路		
☒ 環境噪音：聲音校正器 1kHz__94__dB；序號：__00830627(2003)____； 量測前呈現值__94.2dB；量測後呈現值__94.2__dB		
☒ 振動，種類及形式說明：		
儀器廠牌	型號	序號
法國01dB	☒ Solo	65802
	☒ Harmonie	04216
感測器	☒ 加速度規	X-10627;Y-10624;Z-10630
氣象計DAVIS	DAVIS7440	MC40114A70A

行政院環保署「環境振動源特性及管制研究計畫專案研究計畫」

現場記錄表(1/2)

一、量測對象 基本資料	量測日期：2017.08.01
	單位名稱：高速鐵路
	附近地址：苗栗縣通霄鎮城中國小
	交通系統類型：
	☐ 捷運(____站至____站) ☒ 高速鐵路(苗栗站至台中站) ☐ 一般鐵路(____站至____站) ☐ 國道(____號) ☐ 一般道路(____路) ☐ 快速道路(____號)
二、現場人員	環保署或環保局人員： - 計畫執行人員：劉詩云 鄧雯仁

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)



121 縣道車流聲，蟬鳴聲、竹子磨擦聲及水流聲。

行政院環保署「環境振動源特性及管制研究計畫專案研究計畫」

現場記錄表(2/2)

起迄日期：106年 08月 01日 13時 47分至 14時 51分		
量測地點：城中國小附近民宅前空地	大氣壓力：開始1001bar；結束1001bar	
氣象狀況（開始）：溫度 33.3℃；濕度 63%；風速 0 m/s；風向 風；		
氣象狀況（結束）：溫度 36.4℃；濕度 59%；風速 0.4 m/s；風向 S 風；		
最近降雨日期：106年 07月 31日；動特性： ☐ F ☒ S，取樣時距1sec		
量測類別：軌道系統-高速鐵路		
☒ 環境噪音：聲音校正器 1kHz 94 dB；序號： 00830627(2003) ； 量測前呈現值 94.1dB；量測後呈現值 94.1 dB		
☒ 振動，種類及形式說明：		
儀器廠牌	型號	序號
法國01dB	☒ Solo	65802
	☒ Harmonie	04216
感測器	☒ 加速度規	X-10627; Y-10624; Z-10630
氣象計DAVIS	DAVIS7440	MC40114A70A

行政院環保署「環境振動源特性及管制研究計畫專案研究計畫」

現場記錄表(1/2)

一、量測對象 基本資料	量測日期：2017.08.01
	單位名稱：快速道路 74 線
	附近地址：台中市南屯區新源街
	交通系統類型：
	☐ 捷運(____站至____站) ☐ 高速鐵路(____站至____站) ☐ 一般鐵路(____站至____站) ☐ 國道(____號) ☐ 一般道路(____路) ☒ 快速道路(74 號)
二、現場人員	環保署或環保局人員： - 計畫執行人員：劉詩云 鄧雯仁
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)	
	
蟲叫聲、偶有工廠裝釘聲及一般道路車流。	

行政院環保署「環境振動源特性及管制研究計畫專案研究計畫」

現場記錄表(2/2)

起迄日期：106年__08月__01日__16時__35分至__17時__39分		
量測地點：台中市南屯區新源街	大氣壓力：開始1002bar；結束1001bar	
氣象狀況（開始）：溫度__32.1℃；濕度__60%；風速__2.2m/s；風向SW風；		
氣象狀況（結束）：溫度__30.5℃；濕度__70%；風速0.4__m/s；風向NE__風；		
最近降雨日期：106年__07月__31日；動特性： ☒ F ☐ S，取樣時距1sec		
量測類別：道路系統-快速道路		
環境噪音：聲音校正器 1kHz__94__dB；序號：__00830627(2003)__； 量測前呈現值__94.1dB；量測後呈現值__94.0 dB		
振動，種類及形式說明：		
儀器廠牌	型號	序號
法國01dB	☒ Solo	65802
	☒ Harmonie	04216
感測器	☒ 加速度規	X-10627; Y-10624; Z-10630
氣象計DAVIS	DAVIS7440	MC40114A70A

行政院環保署「環境振動源特性及管制研究計畫專案研究計畫」

現場記錄表(1/2)

一、量測對象 基本資料	量測日期：2017.08.02
	單位名稱：台灣鐵路
	附近地址：台中市福潭路 942 巷 1 弄
	交通系統類型： ☐ 捷運(____站至____站) ☐ 高速鐵路(____站至____站) ☒ 一般鐵路(潭子站至豐原站) ☐ 國道(____號) ☐ 一般道路(____路) ☐ 快速道路(____號)
二、現場人員	環保署或環保局人員： - 計畫執行人員：劉詩云 鄧雯仁

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)



列車經過噪音大且振動有感。

行政院環保署「環境振動源特性及管制研究計畫專案研究計畫」

現場記錄表(2/2)

起迄日期：106年 08月 02日 09時 35分至 10時 45分		
量測地點：台中市福潭路942巷1弄	大氣壓力：開始989bar；結束990bar	
氣象狀況（開始）：溫度 30.3℃；濕度64%；風速 0m/s；風向 風；		
氣象狀況（結束）：溫度 35.3℃；濕度52%；風速 0 m/s；風向 風；		
最近降雨日期：106年 07月 31日；動特性： ☐ F ☒ S，取樣時距1sec		
量測類別：軌道系統-一般鐵路		
☒ 環境噪音：聲音校正器 1kHz 94 dB；序號： 00830627(2003) ； 量測前呈現值 94.1dB；量測後呈現值 94.1 dB		
☒ 振動，種類及形式說明：		
儀器廠牌	型號	序號
法國01dB	☒ Solo	65802
	☒ Harmonie	04216
感測器	☒ 加速度規	X-10627; Y-10624; Z-10630
氣象計DAVIS	DAVIS7440	MC40114A70A

行政院環保署「環境振動源特性及管制研究計畫專案研究計畫」

現場記錄表(1/2)

一、量測對象 基本資料	量測日期：2017.08.02
	單位名稱：高雄輕軌
	附近地址：MLD Cinema 對面
	交通系統類型： ☒ 高雄輕軌捷運(軟體園區站至經貿園區站)
	☐ 高速鐵路(____站至____站) ☐ 一般鐵路(____站至____站) ☐ 國道(____號) ☐ 一般道路(____路) ☐ 快速道路(____號)
二、現場人員	環保署或環保局人員： - 計畫執行人員：劉詩云 鄧雯仁
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)	
	
車經過平交道前之警示音以及一般道路車流聲。	

行政院環保署「環境振動源特性及管制研究計畫專案研究計畫」

現場記錄表(2/2)

起迄日期：106年 08月 02日 14時 55分至 16時 00分		
量測地點：MLD Cinema對面	大氣壓力：開始1007bar；結束1006bar	
氣象狀況（開始）：溫度 36.3℃；濕度51%；風速 0m/s；風向 風；		
氣象狀況（結束）：溫度 32.5℃；濕度64%；風速 0m/s；風向 風；		
最近降雨日期：106年 08月 01日；動特性： ☐ F ☒ S，取樣時距1sec		
量測類別：軌道系統-高雄輕軌		
☒ 環境噪音：聲音校正器 1kHz 94 dB；序號： 00830627(2003) ； 量測前呈現值 94.1dB；量測後呈現值 94.1 dB		
☒ 振動，種類及形式說明：		
儀器廠牌	型號	序號
法國01dB	☒ Solo	65802
	☒ Harmonie	04216
感測器	☒ 加速度規	X-10627; Y-10624; Z-10630
氣象計DAVIS	DAVIS7440	MC40114A70A

行政院環保署「環境振動源特性及管制研究計畫專案研究計畫」

現場記錄表(1/2)

一、量測對象 基本資料	量測日期：2017.08.02
	單位名稱：高雄輕軌
	附近地址：高雄市獅子公園
	交通系統類型： ☒ 高雄輕軌捷運(夢時代站至凱旋中華站) ☐ 高速鐵路(____站至____站) ☐ 一般鐵路(____站至____站) ☐ 國道(____號) ☐ 一般道路(____路) ☐ 快速道路(____號)
	二、現場人員 環保署或環保局人員：- 計畫執行人員：劉詩云 鄧雯仁
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)	
列車經過平交道前之警示聲。	

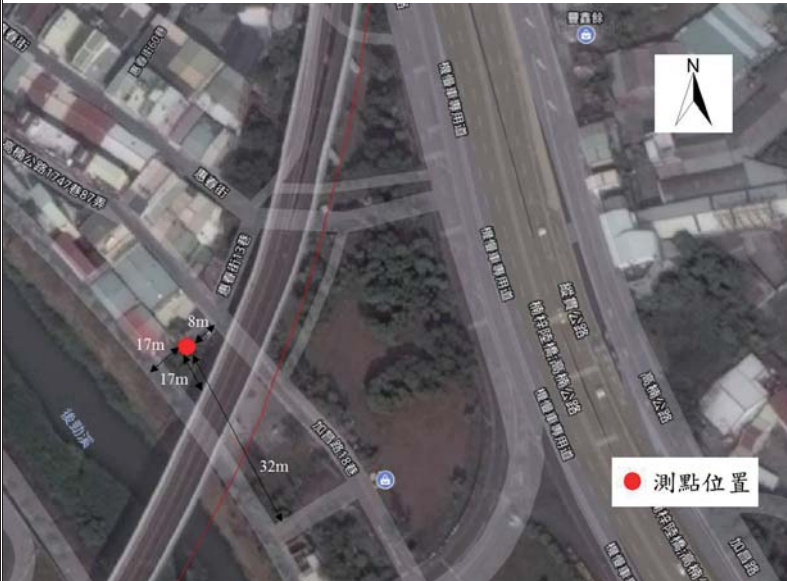
行政院環保署「環境振動源特性及管制研究計畫專案研究計畫」

現場記錄表(2/2)

起迄日期：106年 08月 02日 16時 40分至 17時 40分		
量測地點：高雄市獅子公園	大氣壓力：開始1006bar；結束1007bar	
氣象狀況（開始）：溫度 33.6℃；濕度64%；風速 0m/s；風向 風；		
氣象狀況（結束）：溫度 33.7℃；濕度62%；風速 0m/s；風向 風；		
最近降雨日期：106年 08月 01日；動特性： ☐ F ☒ S，取樣時距1sec		
量測類別：軌道系統-高雄輕軌		
■環境噪音：聲音校正器 1kHz 94 dB；序號： 00830627(2003) ； 量測前呈現值 93.8dB；量測後呈現值 94.0 dB		
■振動，種類及形式說明：		
儀器廠牌	型號	序號
法國01dB	■Solo	65802
	■Harmonie	04216
感測器	■加速度規	X-10627; Y-10624; Z-10630
氣象計DAVIS	DAVIS7440	MC40114A70A

行政院環保署「環境振動源特性及管制研究計畫專案研究計畫」

現場記錄表(1/2)

一、量測對象 基本資料	量測日期：2017.08.03
	單位名稱：高雄捷運
	附近地址：高雄市後勁公園
	交通系統類型：
	☒ 高雄捷運(後勁站至都會公園站) ☐ 高速鐵路(____站至____站) ☐ 一般鐵路(____站至____站) ☐ 國道(____號) ☐ 一般道路(____路) ☐ 快速道路(____號)
二、現場人員	環保署或環保局人員： - 計畫執行人員：劉詩云 鄧雯仁
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)	
	
道路車流聲、巷弄機車行經聲、鳥叫聲及水流聲。振動無感。	

行政院環保署「環境振動源特性及管制研究計畫專案研究計畫」

現場記錄表(2/2)

起迄日期：106年 08月 03日 10時 24分至 10時 28分		
量測地點：高雄市後勁公園	大氣壓力：開始1009bar；結束1009bar	
氣象狀況（開始）：溫度 34.0℃；濕度57%；風速 0m/s；風向 風；		
氣象狀況（結束）：溫度 34.9℃；濕度57%；風速 0m/s；風向 風；		
最近降雨日期：106年 08月 02日；動特性： ☐ F ☒ S，取樣時距1sec		
量測類別：軌道系統-高雄捷運		
☒ 環境噪音：聲音校正器 1kHz 94 dB；序號： 00830627(2003) ； 量測前呈現值 94.1dB；量測後呈現值 94.2 dB		
☒ 振動，種類及形式說明：		
儀器廠牌	型號	序號
法國01dB	☒ Solo	65802
	☒ Harmonie	04216
感測器	☒ 加速度規	X-10627; Y-10624; Z-10630
氣象計DAVIS	DAVIS7440	MC40114A70A

行政院環保署「環境振動源特性及管制研究計畫專案研究計畫」

現場記錄表(1/2)

一、量測對象基本資料	量測日期：2017.08.03
	單位名稱：高雄捷運
	附近地址：高雄市後勁公園
	交通系統類型：
	☒ 高雄捷運(青埔站至橋頭站) ☐ 高速鐵路(____站至____站) ☐ 一般鐵路(____站至____站) ☐ 國道(____號) ☐ 一般道路(____路) ☐ 快速道路(____號)
二、現場人員	環保署或環保局人員： -
	計畫執行人員：劉詩云 鄧雯仁
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)	
鐵路噪音及前方一般道路車行經聲音。	

行政院環保署「環境振動源特性及管制研究計畫專案研究計畫」

現場記錄表(2/2)

起迄日期：106年 08月 03日 12時 12分至 13時 20分		
量測地點：高雄市後勁公園	大氣壓力：開始1008bar；結束1007bar	
氣象狀況（開始）：溫度 36.1℃；濕度55%；風速 1.8m/s；風向 SW風；		
氣象狀況（結束）：溫度 33.4℃；濕度62%；風速 3.1m/s；風向 SW風；		
最近降雨日期：106年 08月 02日；動特性： ☐ F ☒ S，取樣時距1sec		
量測類別：軌道系統-高雄捷運		
☒ 環境噪音：聲音校正器 1kHz 94 dB；序號： 00830627(2003) ； 量測前呈現值 94.1dB；量測後呈現值 94.1 dB		
☒ 振動，種類及形式說明：		
儀器廠牌	型號	序號
法國01dB	☒ Solo	65802
	☒ Harmonie	04216
感測器	☒ 加速度規	X-10627; Y-10624; Z-10630
氣象計DAVIS	DAVIS7440	MC40114A70A

行政院環保署「環境振動源特性及管制研究計畫專案研究計畫」

現場記錄表(1/2)

一、量測對象 基本資料	量測日期：2017.08.03
	單位名稱：一般道路
	附近地址：高雄市南星路
	交通系統類型：
	☐ 捷運(____站至____站) ☐ 高速鐵路(____站至____站) ☐ 一般鐵路(____站至____站) ☐ 國道(____號) ☒ 一般道路(<u>南星</u> 路) ☐ 快速道路(____號)
二、現場人員	環保署或環保局人員： - 計畫執行人員：劉詩云 鄧雯仁
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)	
	
主要車流為重車。	

行政院環保署「環境振動源特性及管制研究計畫專案研究計畫」

現場記錄表(2/2)

起迄日期： <u>106</u> 年 <u>08</u> 月 <u>03</u> 日 <u>16</u> 時 <u>35</u> 分 至 <u>17</u> 時 <u>35</u> 分		
量測地點：高雄市南星路	大氣壓力：開始 <u>1008</u> bar；結束 <u>1009</u> bar	
氣象狀況（開始）：溫度 <u>34.9</u> ℃；濕度 <u>61</u> %；風速 <u>0.4</u> m/s；風向 <u>SW</u> 風；		
氣象狀況（結束）：溫度 <u>34.3</u> ℃；濕度 <u>63</u> %；風速 <u>0</u> m/s；風向 ____風；		
最近降雨日期： <u>106</u> 年 <u>08</u> 月 <u>02</u> 日；動特性： ☒ F ☐ S，取樣時距1sec		
量測類別：道路系統-一般道路		
☒ 環境噪音：聲音校正器 1kHz <u>94</u> dB；序號： <u>00830627(2003)</u> ； 量測前呈現值 <u>94.1</u> dB；量測後呈現值 <u>94.0</u> dB		
☒ 振動，種類及形式說明：		
儀器廠牌	型號	序號
法國01dB	☒ Solo	65802
	☒ Harmonie	04216
感測器	☒ 加速度規	X-10627; Y-10624; Z-10630
氣象計DAVIS	DAVIS7440	MC40114A70A

行政院環保署「環境振動源特性及管制研究計畫專案研究計畫」

現場記錄表(1/2)

一、量測對象 基本資料	量測日期：2017.09.25
	單位名稱：高速鐵路
	附近地址：新竹縣新埔鎮義民路三段
	交通系統類型：
	☐ 捷運(____站至____站) ☒ 高速鐵路(桃園站至新竹站) ☐ 一般鐵路(____站至____站) ☐ 國道(____號) ☐ 一般道路(____路) ☐ 快速道路(____號)
二、現場人員	環保署或環保局人員： - 計畫執行人員：劉詩云 鄧雯仁
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)	
	
偶有車行經，交談聲及鳥叫聲。	

行政院環保署「環境振動源特性及管制研究計畫專案研究計畫」

現場記錄表(2/2)

起迄日期：106年 09月 25日 11時 32分至 12時 34分		
量測地點：新竹縣新埔鎮義民路三段	大氣壓力：開始1012bar；結束1012bar	
氣象狀況(開始)：溫度 35.8℃；濕度 55%；風速 0.9m/s；風向 W 風；		
氣象狀況(結束)：溫度 34.8℃；濕度 60%；風速 0.9m/s；風向 N 風；		
最近降雨日期：106年 09月 16日；動特性： ☐ F ☒ S，取樣時距1sec		
量測類別：軌道系統-高速鐵路		
☒ 環境噪音：聲音校正器 1kHz 94 dB；序號： 00830627(2003) ； 量測前呈現值 94.1dB；量測後呈現值 94.1 dB		
☒ 振動，種類及形式說明：		
儀器廠牌	型號	序號
法國01dB	☒ Solo	65802
	☒ Harmonie	04216
感測器	☒ 加速度規	X-10627; Y-10624; Z-10630
氣象計DAVIS	DAVIS7440	MC40114A70A

行政院環保署「環境振動源特性及管制研究計畫專案研究計畫」

現場記錄表(1/2)

一、量測對象 基本資料	量測日期：2017.09.25
	單位名稱：台灣鐵路
	附近地址：桃園市平鎮區榮興街
	交通系統類型： ☐ 捷運(____站至____站) ☐ 高速鐵路(____站至____站) ☒ 一般鐵路(中壢站至埔心站) ☐ 國道(____號) ☐ 一般道路(____路) ☐ 快速道路(____號)
二、現場人員	環保署或環保局人員： - 計畫執行人員：劉詩云 鄧雯仁
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)	
人為噪音及偶有車經過。	

行政院環保署「環境振動源特性及管制研究計畫專案研究計畫」

現場記錄表(2/2)

起迄日期：106年 09月 25日 16時 34分至 17時 34分																
量測地點：桃園市平鎮區榮興街	大氣壓力：開始997bar；結束998bar															
氣象狀況（開始）：溫度 31.6℃；濕度65%；風速 0m/s；風向 風；																
氣象狀況（結束）：溫度 29.6℃；濕度91%；風速 0m/s；風向 風；																
最近降雨日期：106年 09月 14日；動特性： ☐ F ☒ S，取樣時距1sec																
量測類別：軌道系統-一般鐵路																
環境噪音：聲音校正器 1kHz 94 dB；序號： 00830627(2003) ； 量測前呈現值 94.0dB；量測後呈現值 94.0 dB																
振動，種類及形式說明： <table border="1"> <thead> <tr> <th>儀器廠牌</th> <th>型號</th> <th>序號</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">法國01dB</td> <td>Solo</td> <td>65802</td> </tr> <tr> <td>Harmonie</td> <td>04216</td> </tr> <tr> <td>感測器</td> <td>加速度規</td> <td>X-10627; Y-10624; Z-10630</td> </tr> <tr> <td>氣象計DAVIS</td> <td>DAVIS7440</td> <td>MC40114A70A</td> </tr> </tbody> </table>			儀器廠牌	型號	序號	法國01dB	Solo	65802	Harmonie	04216	感測器	加速度規	X-10627; Y-10624; Z-10630	氣象計DAVIS	DAVIS7440	MC40114A70A
儀器廠牌	型號	序號														
法國01dB	Solo	65802														
	Harmonie	04216														
感測器	加速度規	X-10627; Y-10624; Z-10630														
氣象計DAVIS	DAVIS7440	MC40114A70A														

行政院環保署「環境振動源特性及管制研究計畫專案研究計畫」

現場記錄表(1/2)

一、量測對象 基本資料	量測日期：2017.10.17
	單位名稱：一般道路
	附近地址：台北市重慶北路三段 233 巷旁
	交通系統類型： ☐ 捷運(____站至____站) ☐ 高速鐵路(____站至____站) ☐ 一般鐵路(____站至____站) ☐ 國道(____號) ☒ 一般道路(重慶北路路) ☐ 快速道路(____號)
二、現場人員	環保署或環保局人員：環保署 王慶元 計畫執行人員：劉詩云 鄧雯仁
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)	
	
航空噪音	

行政院環保署「環境振動源特性及管制研究計畫專案研究計畫」

現場記錄表(2/2)

起迄日期：106年 10月 17日 15時 42分至 16時 44分		
量測地點：台北市重慶北路三段	大氣壓力：開始1016bar；結束1016bar	
氣象狀況（開始）：溫度 27.1℃；濕度75%；風速 0.4m/s；風向 SW風；		
氣象狀況（結束）：溫度 26.6℃；濕度77%；風速 0m/s；風向 風；		
最近降雨日期：106年 10月 16日；動特性： ☒ F ☐ S，取樣時距1sec		
量測類別：道路系統-一般道路		
■環境噪音：聲音校正器 1kHz 94 dB；序號： 00830627(2003) ； 量測前呈現值 93.9dB；量測後呈現值 94.0 dB		
■振動，種類及形式說明：		
儀器廠牌	型號	序號
法國01dB	■Solo	65802
	■Harmonie	04216
感測器	■加速度規	X-10627; Y-10624; Z-10630
氣象計DAVIS	DAVIS7440	MC40114A70A

行政院環保署「環境振動源特性及管制研究計畫專案研究計畫」

現場記錄表(1/2)

一、量測對象 基本資料	量測日期：2017.10.26
	單位名稱：台灣鐵路
	附近地址：宜蘭頭城外澳
	交通系統類型：
	☐ 捷運(____站至____站) ☐ 高速鐵路(____站至____站) ☒ 一般鐵路(龜山站至頭城站) ☐ 國道(____號) ☐ 一般道路(____路) ☐ 快速道路(____號)
二、現場人員	環保署或環保局人員： - 計畫執行人員：劉詩云 鄧雯仁
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)	
列車經過噪音大且振動有感。	

行政院環保署「環境振動源特性及管制研究計畫專案研究計畫」

現場記錄表(2/2)

起迄日期：106年 10月 26日 16時 12分至 17時 14分		
量測地點：宜蘭頭城接天宮		大氣壓力：開始1022bar；結束1022bar
氣象狀況（開始）：溫度 27.1℃；濕度51%；風速 0.4m/s；風向NE風；		
氣象狀況（結束）：溫度 22.8℃；濕度62%；風速 0.4m/s；風向NE風；		
最近降雨日期：106年 10月 21日；動特性： ☐ F ☒ S，取樣時距1sec		
量測類別：軌道系統-一般鐵路		
環境噪音：聲音校正器 1kHz 94 dB；序號： 00830627(2003) ； 量測前呈現值 94.1dB；量測後呈現值 94.1 dB		
振動，種類及形式說明：		
儀器廠牌	型號	序號
法國01dB	☒ Solo	65802
	☒ Harmonie	04216
感測器	☒ 加速度規	X-10627; Y-10624; Z-10630
氣象計DAVIS	DAVIS7440	MC40114A70A

行政院環保署「環境振動源特性及管制研究計畫專案研究計畫」

現場記錄表(1/2)

一、量測對象 基本資料	量測日期：2017.10.26
	單位名稱：桃園捷運
	附近地址：桃園蘆竹赤塗路 41 巷
	交通系統類型：
	☒ 桃園捷運(林口站至山鼻站) ☐ 高速鐵路(____站至____站) ☐ 一般鐵路(____站至____站) ☐ 國道(____號) ☐ 一般道路(____路) ☐ 快速道路(____號)
二、現場人員	環保署或環保局人員： -
	計畫執行人員：劉詩云 鄧雯仁
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)	
	
水流聲、航空噪音、發電機及引擎聲。	

行政院環保署「環境振動源特性及管制研究計畫專案研究計畫」

現場記錄表(2/2)

起迄日期：106年 10月 26日 08時 50分至 09時 54分		
量測地點：桃園赤塗路41巷	大氣壓力：開始1012bar；結束1011bar	
氣象狀況（開始）：溫度 26.4℃；濕度48%；風速 0.4m/s；風向 N 風；		
氣象狀況（結束）：溫度 26.2℃；濕度50%；風速 0m/s；風向 風；		
最近降雨日期：106年 10月 24日；動特性： ☐ F ☒ S，取樣時距1sec		
量測類別：軌道系統-桃園捷運		
☒ 環境噪音：聲音校正器 1kHz 94 dB；序號： 00830627(2003) ； 量測前呈現值 94.1dB；量測後呈現值 94.1 dB		
☒ 振動，種類及形式說明：		
儀器廠牌	型號	序號
法國01dB	☒ Solo	65802
	☒ Harmonie	04216
感測器	☒ 加速度規	X-10627; Y-10624; Z-10630
氣象計DAVIS	DAVIS7440	MC40114A70A

行政院環保署「環境振動源特性及管制研究計畫專案研究計畫」

現場記錄表(1/2)

一、量測對象 基本資料	量測日期：2017.10.26
	單位名稱：桃園捷運
	附近地址：桃園蘆竹橋頭街 195 巷
	交通系統類型：
	☒ 桃園捷運(山鼻站至桃園機場站) ☐ 高速鐵路(____站至____站) ☐ 一般鐵路(____站至____站) ☐ 國道(____號) ☐ 一般道路(____路) ☐ 快速道路(____號)
二、現場人員	環保署或環保局人員： -
	計畫執行人員：劉詩云 鄧雯仁
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)	
	
連續不間斷之水流聲、航空噪音、車流聲。	

行政院環保署「環境振動源特性及管制研究計畫專案研究計畫」

現場記錄表(2/2)

起迄日期：106年 10月 26日 11時 40分至 12時 42分		
量測地點：桃園蘆竹橋頭街195巷	大氣壓力：開始1021bar；結束1019bar	
氣象狀況（開始）：溫度 27.2℃；濕度44%；風速 2.2m/s；風向 N 風；		
氣象狀況（結束）：溫度 25.2℃；濕度52%；風速 3.1m/s；風向 N 風；		
最近降雨日期：106年 10月 24日；動特性： ☐ F ☒ S，取樣時距1sec		
量測類別：軌道系統-桃園捷運		
☒ 環境噪音：聲音校正器 1kHz 94 dB；序號： 00830627(2003) ； 量測前呈現值 94.2dB；量測後呈現值 94.1 dB		
☒ 振動，種類及形式說明：		
儀器廠牌	型號	序號
法國01dB	☒ Solo	65802
	☒ Harmonie	04216
感測器	☒ 加速度規	X-10627; Y-10624; Z-10630
氣象計DAVIS	DAVIS7440	MC40114A70A

行政院環保署「環境振動源特性及管制研究計畫專案研究計畫」

現場記錄表(1/2)

一、量測對象 基本資料	量測日期：2017.11.08
	單位名稱：一般道路
	附近地址：台北市承德路五段後港公園
	交通系統類型： ☐ 捷運(____站至____站) ☐ 高速鐵路(____站至____站) ☐ 一般鐵路(____站至____站) ☐ 國道(____號) ☒ 一般道路(承德路) ☐ 快速道路(____號)
二、現場人員	環保署或環保局人員：環保署 林怡君 計畫執行人員：劉詩云 鄧雯仁
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)	
	

行政院環保署「環境振動源特性及管制研究計畫專案研究計畫」

現場記錄表(2/2)

起迄日期：106年 11月 08日 15時 25分至 16時 25分		
量測地點：台北市承德路五段	大氣壓力：開始1024bar；結束1024bar	
氣象狀況（開始）：溫度 26.4℃；濕度61%；風速 0 m/s；風向 風；		
氣象狀況（結束）：溫度 25.4℃；濕度64%；風速 0m/s；風向 風；		
最近降雨日期：106年 11月 03日；動特性： ☒ F ☐ S，取樣時距1sec		
量測類別：道路系統-一般道路		
☒ 環境噪音：聲音校正器 1kHz 94 dB；序號： 00830627(2003) ； 量測前呈現值 94.0dB；量測後呈現值 94.1 dB		
☒ 振動，種類及形式說明：		
儀器廠牌	型號	序號
法國01dB	☒ Solo	65802
	☒ Harmonie	04216
感測器	☒ 加速度規	X-10627; Y-10624; Z-10630
氣象計DAVIS	DAVIS7440	MC40114A70A

附件七

P204.90C

環境振動測量方法

中華民國 94 年 5 月 31 日環署檢字第 0940035295 號公告

自中華民國 94 年 9 月 15 日起實施

NIEA P204.90C

一、方法概要

本方法係使用符合規定之振動計，測量有關環境中振動的方法。

二、適用範圍

本測量方法適用於一般環境及固定性振動發生源之振動測量，其振動位準參考加速度（ a_{ref} ）為 10^{-5} m/sec^2 。

三、干擾

關於溫度及濕度，要注意測量當時所使用的振動計，所允許使用溫度及濕度範圍。又因拾振器有時會受到風、電場、磁場等的影響。因此測量時應考慮適當的遮屏（例如加蓋子等）或變更測量點等。

四、儀器與設備

- （一） 振動計：符合表一規定之振動計。
- （二） 拾振器：符合表一規定之拾振器。
- （三） 標準振動源（振動校正器）：振動頻率與振動計校正頻率相同之標準振動源。

五、測量方法

（一） 測定點的選擇

視測量目的，選擇測量點之位置及數目，原則上固定性振動測量點在測量對象之周界外。

（二） 測量儀器的使用方法

1. 拾振器的設置方法

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），拾振器之三個接觸點或底部全部接觸地面。測量地點如為砂地、田（地）園等軟質地面的場所時，需使用振動測定台，並附註說明。振動測定台的三支腳要全部打入地中，使振動測定

台的底面接觸到地面，而拾振器放置於此測定台上，如圖一。振動測定台的建議參考規格如圖二，拾振器放置於測定台內中間點。

2. 測定方向

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。

3. 振動感覺修正回路之使用方法

在 Z 方向是使用垂直振動特性，而 X、Y 方向是使用水平振動特性來進行振動的測量。

4. 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。

5. 紀錄器的選擇

使用紀錄儀器記錄振動時，其特性規格符合表一各項規定。

六、 結果處理

(一) 振動計指示值的讀法、整理方法及表示方法

振動計的指示讀法、整理方法及表示方法，則視指示的時間變化，原則上區別如下：

1.指示值不變動或變動微小⁽¹⁾時，讀出連續多次的指示值，並以其功率平均值表示。

2.指示值是周期性或間歇性變動⁽²⁾時，則讀出每次變動的⁽³⁾最大值，並讀取足夠的數目⁽⁴⁾後，再取其功率平均值⁽⁴⁾表示之。必要時亦註記變動的情形（如：週期、次數等）。

3.指示值不規則而且大幅變動時⁽⁵⁾，可從某一任意的時刻開始，每隔一段時間讀取指示值，如此繼續讀取足夠的數目，再從所讀出之指示值中，使用適當的方法或公式⁽⁶⁾求出 L_x ⁽⁷⁾，並以此數值表示。

(二) 背景振動⁽⁸⁾

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，仍可依表二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二，將修正值-2 dB 附加於 70 dB 成為 68 dB。

(三) 測量紀錄應包括之事項

- 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（需附振動源與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）。
- 4.測量儀器之種類、型號、序號。
- 5.拾振器之安置方法與地面之情況。
- 6.測量值的整理方法。
- 7.其他必要的事項，如現場測量相片等。

七、品質管制：

(一) 振動計（含拾振器）需每二年，標準振動源（振動校正器）需每年送到國內外可追溯至國家級實驗室之單位進行校正。

(二) 儀器測量前、後需進行校正，其校正誤差值不得大於± 1.0 dB，並將校正結果記錄之。

八、測量相關條件註記：無

九、參考資料

- (一) JIS，Method of Measurement for Vibration Level，
Z 8735，2002。

- (二) 郭宏亮等,環境振動測定方法之研究,中華民國環境保護學會會誌,第二十一卷,第二期,1998。
- (三) 郭宏亮等,環境振動評估位準之初步建議,中華民國環境保護學會會誌,第二十四卷,第一期,2001。
- (四) 行政院環境保護署,高架道路、環境振動測量及防振技術之研究計畫,EPA-91-U1F1-02-120,2002。
- (五) ISO 2631-1: Evaluation of human exposure to whole-body vibration-Part 1: General requirements, 1985。
- (六) ISO 2631-2: Evaluation of human exposure to whole-body vibration-Part 1: Continuous and shock-induced vibrations in buildings (1 to 80 Hz), 1989。
- (七) JIS, Vibration level meters, C 1510, 2000。

註(1) 如馬達、壓縮機、變壓器等正常運轉或有負荷變動時之運轉。

註(2) 打樁機、列車等之振動。

註(3) 最大的指示值大致一定時讀出數次即可。

註(4) 原則上最大值的平均是從全部讀出值求出,但視測量目的亦可使用讀出值中幾個較大值的平均,惟需說明其內容;上述最大值的平均是對數平均值。其計算式如下:

$$10\log\left[\frac{1}{N}\sum_{i=1}^N 10^{0.1\times L_i}\right]$$

其中 L_i = 第 i 次的最大讀出值,單位為 dB

N = 讀出的總次數

註(5) 是指道路交通振動等。

註(6) 有從累積度數分布求出的方法或自動數據處理機器的方法等。

註(7) 超過某振動位準 L 的讀出值之個數,相當於全讀出值個數的 $X\%$ 時,將此振動位準表示為 L_X 。例如: X 成為 10% 的振動位準是 70 dB 時,即表示為 $L_{10}=70\text{ dB}$ 。此時,原則上雖

然從全讀出值求出 L_x ，但視測量目的也可以除掉測量對象沒有振動時的特定時間之讀出值，來加以處理。

註(8) 所謂背景振動是指在某場所中，以某特定的振動為測量對象時，當測量對象在沒有振動時的該場所之振動指示值。

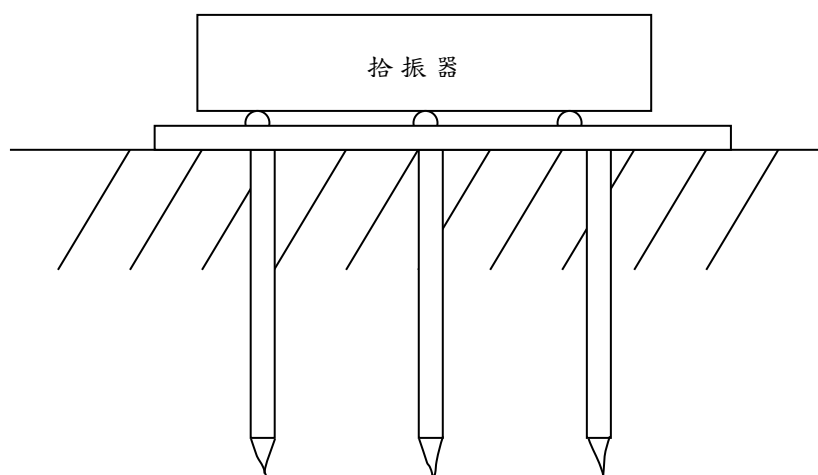
表一 振動計三軸向加權修正值與容許誤差

單位：分貝 (dB)

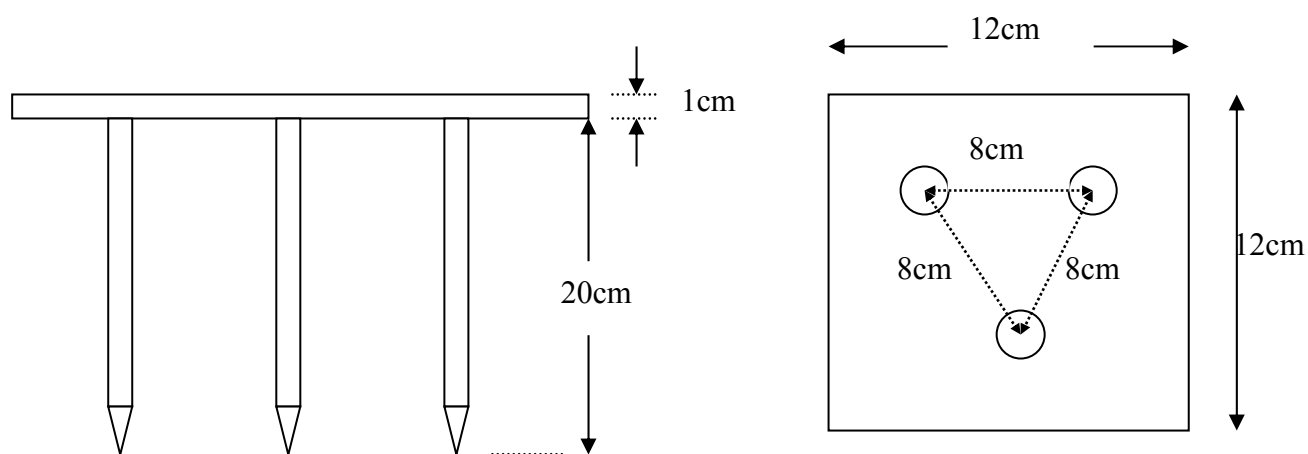
頻率 (Hz)	振動量加權基準			容許誤差
	垂直方向特性	水平方向特性	平坦特性	
1	-5.9	+3.3	0	±2
1.25	-5.2	+3.2	0	±1.5
1.6	-4.3	+2.9	0	±1
2	-3.2	+2.1	0	±1
2.5	-2.0	+0.9	0	±1
3.15	-0.8	-0.8	0	±1
4	+0.1	-2.8	0	±1
5	+0.5	-4.8	0	±1
6.3	+0.2	-6.8	0	±1
8	-0.9	-8.9	0	±1
10	-2.4	-10.9	0	±1
12.5	-4.2	-13.0	0	±1
16	-6.1	-15.0	0	±1
20	-8.0	-17.0	0	±1
25	-10.0	-19.0	0	±1
31.5	-12.0	-21.0	0	±1
40	-14.0	-23.0	0	±1
50	-16.0	-25.0	0	±1
63	-18.0	-27.0	0	±1.5
80	-20.0	-29.0	0	±2

表二 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	



圖一 田園、砂地等拾振器的放置方法



圖二 鋼製振動測定台的建議尺寸