

環境振動及噪音檢測方法與分析工具之發展

王栢村¹ 黃國棟²

¹屏東科技大學機械工程系教授

²屏東科技大學機械工程系研究生

國立屏東科技大學

912 屏東縣內埔鄉學府路一號機械系振動噪音實驗室

Tel : (08)7703202 轉 7036 FAX : 08-7740142

E-MAIL : Wangbt@mail.npust.edu.tw

摘要

環境噪音與振動問題日益受到重視，本文擬探討噪音與振動量測儀器及其量測方法之應用，並建立軟體工具使量測數據能達到自動化分析之目標。首先簡介環境噪音與振動之評估指標及其相關管制標準與規範，接著就量測儀器之選用及檢測流程步驟作探討，依照環境噪音與振動管制標準及其對應之評估指標，發展軟體工具，使加速量測數據處理與分析，文中分別就長時間如 24 小時監測及短時間或固定區間監測，探討噪音與振動量測數據之表示方法及評估流程步驟，並舉實例針對環境噪音與振動評估所需之圖表資訊作探討。所建立之量測方法與分析工具將可提供後續從事環境振動與噪音檢測人員之參考依據。

關鍵字：環境振動及噪音、量測方法、評估指標、分析工具

Development of Environmental Noise and Vibration Measurement and Analysis Tools

Bor-Tsuen Wang¹, Kuo-Tung Huang²

¹Professor ²Graduate student

Department of Mechanical Engineering

National Pingtung University of Science and Technology

Abstract

Environmental noise and vibration problems have increasingly drawn much attention. This work discusses the measurement instruments and techniques, in particular, for environmental noise and vibration. The analysis tool is also developed to achieve the goal for automatic data analysis. First, evaluation indices and control criterion for environmental noise and vibration are briefly reviewed. Next, the implement of measurement equipment and the inspection procedure are discussed. According to control criterion and its evaluation indices, the analysis tool is established to accelerate the data processing and presentation. This work details the evaluation procedure and measured data analysis for both short and long periods of environmental noise and vibration monitoring. Examples are shown to demonstrate the necessary figures and table to evaluate environmental noise and vibration. The developed measurement methods and analysis tools can be useful for

engineers who perform the evaluation of environmental noise and vibration.

Keywords: environmental noise and vibration, measurement method, evaluation index, analysis tool

一、前言

台灣地小人稠，人口密集度高，伴隨而來的問題也多，許多的污染產生，造成生活環境的惡化。隨著國人生活水平的提高，環保意識漸漸抬頭，針對各項環境污染開始立法規範，防止其惡化，以求維持一個乾淨舒適的環境。環境振動及噪音污染也是其中一項，但以往卻不太受到重視，不像歐美日等先進國家早已制定相關法規與管制標準於予控制，直到國人漸漸提高生活品質，追求更舒適之生活環境，才驚覺此問題之嚴重性實不下於任何一種污染，因此根據國外所制定的標準訂立相關法規，用以規範控制環境振動及噪音量。就振動與噪音兩方面來說，國內對於環境振動方面之法規，並不像環境噪音方面完善，直至目前為止都還未制定出如噪音管制法、噪音管制標準一樣之振動管制法可供遵循，因此國人在從事振動檢測時，通常引用國外之研究報告或是管制標準作為評估之參考。

噪音乃是一種令人不舒服之聲音，主要是由物體振動所產生，因此振動與噪音總是伴隨而生。假如人常時間處於噪音環境當中，會造成心理與生理上的問題，輕則產生焦慮、失眠、工作效率降低，嚴重的話則會造成聽力的受損。振動之傳遞不同於噪音輻射傳遞，而是利用地面來傳遞，能量隨距離的增加而衰減，其不僅會造成人心理與生理上的危害，更會損害到建築物的主體結構。因此許多學者紛紛投入環境振動與噪音方面之研究，分析評估環境振動與噪音對人或是建築物的影響，以了解其產生之危害有多大。

陳[1]所譯之振動量測中對於何謂振動、振動之來源、振動之參數、加速度計之選擇、量測儀器之設定、量測方式與應用、環境影響因素等等，有著詳細的說明。崔[2]則根據國內外之研究報告與相關準則，說明振動對於人類身體的影響，介紹日本 JIS 規範振動位準檢測評估之方法，並闡述工廠振動對於附近週遭居民以及建築物之影響。謝[3]則介紹了振動感測器之原理構造、檢測信號之處理、自然頻率之量測與辨識方法、模態測試之步驟與實例、以及利用振動信號作為機械預知保養與故障診斷之概念。何等[4]分別探討局部振動與全身振動對於人身體健康之影響，並對勞工從事振動作業之危害做測定與評估，提出振動作業危害的防治辦法。崔[5]則是利用振動量測技術，建立環境振動之檢測方法，並參照國外相關之法規準則，擬定振動管制標準之建議值以供未來環保署訂立法規之參考。

在噪音方面則有王等[6]提出施工機械噪音量之檢測及作業員暴露量之評估，對裝載機、推土機以及挖土機三種機械做噪音量測，並用以計算操作員之暴露量。Sharma et al.[7]則是探討煤礦工業噪音發散位準，對煤礦工業所使用工程作業機具之噪音量，更是有詳細的敘述，並提出噪音源之隔離、機械噪音之控制、

工人防護裝備與允許暴露量來保護工人的健康。王等[8]探討噪音評估指標之選用，需依量測背景情形與需求來決定所要選取之評估指標，才能正確地對量測結果做有效之評估。Fitzgerald[9]則提出城市鐵路噪音控制量測之發展與成果，在鐵路附近安裝一年的監控器與噪音吸收器，有效的監控與降低噪音值。Hardy[10]提出火車乘客噪音之量測與估計，所需要之標準有噪音標準、優先噪音標準、噪音等級以及房間標準。Bjorkman and Rylander[11]提出城市交通最大噪音位準，來自城市交通內部實際道路之不同行駛車輛所產生之噪音，結果顯示中卡車之噪音為城市交通中最大噪音位準。而胡[12]則對現行噪音與振動兩方面測定分析之相關研究與規範，做一整體評估，並建議較具實質意義的指標計量關係。

二、評估指標與管制標準規範

目前國內外對於環境振動及噪音之管理控制，都有制定有相關之管制規範，以下分別就環境振動及噪音兩方面之管制法規作一簡介說明。

(一) 環境振動

1. ISO 2631-1[13]：人類全身振動暴露量之評估第一部分-一般要求。
2. ISO 2631-2[14]：人類全身振動暴露量之評估第二部分-建築物內連續振動和衝擊引起的振動(1-80Hz)。
3. ISO 2631-3[15]：人類全身振動暴露量之評估第三部分-人體處於 Z 軸垂直方向，頻率範圍在 0.1-0.63Hz 之全身振動暴露量之評估。
4. 振動規制法[16]：日本環境省所制定之振動管制法。
5. 勞工安全衛生設施規則[17]：規定勞工從事振動作業，每天全身與局部振動暴露量之限制。
6. 開發行為環境影響評估作業準則[18]：說明在進行環境開發時，環境影響評估作業準則。

(二) 環境噪音

1. 噪音規制法[19]：日本環境省所制定之噪音管制法。
2. 噪音管制條例簡介[20]：香港對於噪音管制方面所制定之條例。
3. 噪音管制法[21]：我國對於噪音方面所制定之管制法。
4. 噪音管制法施行細則[22]：針對噪音管制法第 25 條條文所制定。
5. 噪音管制標準[23]：訂立各類型噪音源在各管制區及時段之限定標準。
6. 民用航空器噪音管制辦法[24]：對民用航空器噪音制定管制辦法。
7. 民用航空器噪音管制標準[25]：針對各式各樣的民用航空器噪音，訂立不同之噪音管制標準。
8. 機場周圍地區航空噪音防制辦法[26]：對於居住於機場附近之居民，所制定之飛機航空噪音防制法。

9. 軍事機關及其所屬單位之場所工程設施及機動車輛航空器等裝備噪音管制辦法[27]：對於各軍事單位及其所轄之設施裝備，制定之噪音管制辦法。
10. 機動車輛噪音管制辦法[28]：對於機車產生噪音所制定之管理辦法。
11. 汽車噪音檢驗處理辦法[29]：針對汽車產生之噪音所訂之管理方法。
12. 易發生噪音設施設置及操作許可辦法[30]：對於容易發生噪音之設施設置地點以及申請操作許可，所制定之法規。

三、檢測準備工作

在進行環境振動及噪音檢測之前，有兩項準備工作需完成，以利檢測工作之順利進行。

(一) 量測儀器之選用

由於要檢測環境振動及噪音，因此需要使用個別量測振動及噪音之儀器。在振動方面，使用 731A 地震加速度計配合 SIGLAB 頻譜分析儀量測環境振動，而在噪音方面，則使用 CEL593 噪音計進行環境噪音之量測。

(二) 規劃檢測之流程步驟

1. 調查與振動噪音源之形式與發生時間

對於待量測地區之振動噪音源，調查其產生之形式以及發生之時間，以利後續檢測之規劃。

2. 附近居民對振動噪音源之反應

針對待量測地區之居民作問卷調查，了解居民對振動噪音源之反應與其因應作為。

3. 選擇振動及噪音之量測地點

於陳情人所指定之地點或振動噪音源之財產周界處，選擇三個量測點進行檢測。量測地點需具下列之特性：

- (1) 無緩衝物，且踩踏十分堅固、堅硬之地點。
- (2) 無傾斜及凹凸之水平面地點。
- (3) 未受到溫度、電氣、磁氣等外在條件影響之地點。

4. 選擇檢測方式

根據振動噪音源之形式與發生時間，選擇適合之檢測方法。其檢測方式有：

- (1) 24 小時長時間監測
- (2) 短時間或固定區間監測

5. 決定實際量測時間

根據調查振動噪音源形式與產生時間所得之結果，決定實際量測時間。

6. 進行環境振動及噪音之量測

在決定之量測地點架設振動及噪音量測儀器，於振動噪音源產生時進行環境

振動及噪音之量測。由於測量儀器的不足，因此必須將量測過程分為三次，每次量測一個地點，量測所得之結果需考量各點檢測時間的不同所產生的差異。

7. 資料分析處理

分別就環境振動及噪音方面所量得之數據下載做分析處理，求出我們有興趣了解之數值，以利與管制標準做比較。

(1) 環境振動：振動加速度位準(L_{va})、振動位準(L_v)、時間率振動位準(L_x)。

(2) 環境噪音：均能音量位準(L_{eq})、時間率音壓位準(L_n)。

8. 結果報告

將所得之分析結果與管制標準作比較，檢查是否有超出標準，了解振動噪音源對環境振動及噪音之影響程度。

四、分析工具之發展

通常量測環境振動及噪音所得之數據相當繁雜，造成資料後續處理時會耗費相當多的時間。因此，利用 SIGLAB 頻譜分析儀與 CEL593 噪音計可將量測之數據下載轉換成 EXCEL 檔案之功能，按照所下載之 EXCEL 檔案格式編寫適當之程式，並代入環境噪音與振動管制標準及其對應之評估指標，爾後下載之數據資料即可利用已編寫好之 EXCEL 檔案進行分析處理，以達成資料處理自動化，求得所需要之結果。此種方法不但可以大幅縮短數據資料分析處理之時間，更可以提高運算結果之準確性。因此，在進行環境振動及噪音檢測之前，首先要建立起檢測資料下載分析處理檔案之自動化，以快速獲得分析之結果。其進行分析工具自動化之步驟如下：

(一) 調查量測儀器資料下載之檔案格式

了解檢測儀器資料下載之 EXCEL 檔案格式，以利後續編寫程式之用。

(二) 編寫分析處理程式

根據所下載之 EXCEL 檔案格式，分別就 24 小時長時間監測與短時間或固定區間監測兩部分，編寫計算程式，快速計算分析量測結果。

(三) 製作相關圖表

將經由分析處理後之結果，製作相關需要之圖形表格。

(四) 代入管制標準

查詢環境振動及噪音之管制標準，代入檔案與分析結果做比較評估。

五、量測實例

屏東縣車城鄉保力村位於國軍三軍聯合演訓基地附近，人口大約一千七百人左右，由於演訓基地軍事演習的關係，保力村長年受到軍事演習產生之巨大振動噪音源所影響，不但影響居民之生活品質，更影響其身體健康，造成心理與生理上的傷害，甚至連所居住之房子也可能受到結構上的損壞。所以針對保力村進行環境振動及噪音之檢測，並將量測結果與管制標準作比較，了解軍事演訓對於保力村環境振動及噪音之影響程度有多大。本次檢測主要是對保力村在無軍事演習期間，進行 8 分鐘短時間背景振動及噪音監測，圖 1 與圖 2(a)、(b)、(c)分別為振動與噪音檢測儀器架設圖。檢測結果分為環境振動與噪音兩方面來探討：

(一) 環境振動

在環境振動方面於保力橋進行 Z 方向垂直振動檢測，因國內尚未制定出振動管制法，因此採用日本振動規制法之管制標準與檢測結果作比較評估。日本之振動規制法將地區劃分為兩個區域，在此將保力村所在地區劃分為第 2 種區域（兼供居住用之商業、工業用區域，有必要防止發生顯著振動之區域），量測時間為日間（08:00~19:00），將量測之結果與振動管制標準作比較。結果如表 1 所示，背景振動量並未超過管制標準。圖 3 為背景振動在 1/3 八音頻帶之表示圖。

(二) 環境噪音

根據國內噪音管制法裡管制區之劃分，在此將保力村劃分為第三管制區（供工業、商業及住宅使用且需維護其住宅安寧之地區），量測時間為日間（07:00~20:00），分別於保力橋、保力靶場與保力國小三個地點進行量測，將檢測所得結果與噪音管制標準作比較。結果如表 2、表 3、表 4 所示，3 個地點 8 分鐘所檢測得到之背景噪音均能音壓位準值(Leq)皆未超過管制標準。圖 4(a)、(b)、(c)為背景噪音在時間域之表示圖，圖 5(a)、(b)、(c)則為背景噪音在 1/3 八音頻帶之表示圖，圖 6(a)、(b)、(c)為背景噪音時間率音壓位準。

六、結論

環境振動及噪音對於人類的影響很大，除了有害人體健康之外，還會造成建築物的損壞，因此逐漸受到國人的重視，陸續對於噪音污染方面訂立法規，加以管理控制，但對於振動方面的問題，卻遲遲未能立法規範，令國內學者從事環境振動方面之檢測研究時，都只能參考國外法規準則或是研究報告。本篇報告主要是提供一個環境振動及噪音之檢測方法，並建構 EXCEL 軟體自動化分析工具，使檢測之數據資料經由此分析工具之分析處理，能夠快速獲得所需之結果，減少資料分析處理之時間，並將分析結果代入環境振動及噪音之管制標準作比較評估。目前對於環境振動及噪音方面之研究人員日益漸多，本報告期能提供後續研究人員一個參考之依據。

七、參考文獻

1. 陳興，1995，「振動量測」，*機械月刊*，第 21 卷，第 11 期，第 184-202 頁。
2. 崔廣義，1998，「振動量測與工廠振動公害」，*化工技術*，第 6 卷，第 1 期，第 164-170 頁。
3. 謝華棟，1994，「振動量測技術及其應用」，*機械月刊*，第 20 卷，第 12 期，第 229-236 頁。
4. 何先聰，劉玉文，洪銀忠，莊弘毅，蕭景祥，葉文裕，盧士一，于台珊，2001，「振動危害預防技術」，*中華民國音響學會第 14 屆學術研討會論文集*，台北，第 151-157 頁。
5. 崔廣義，1998，「環境振動量測與管制技術之建立」，*財團法人工業技術研究院量測技術發展中心*。
6. 王柏村，吳宗奇，李文晏，汪志揚，1997，「施工機械噪音檢測與作業員暴露量之評估」，*屏東技術學院學報*，第 6 卷，第 1 期，第 9-17 頁。
7. Sharma, O., Mohanan V., and Singh M., 1998, "Noise Emission Levels in Coal Industry," *Applied Acoustics*, Vol. 54, No. 1, pp. 1-7.
8. 王世傑，陳啟光，吳贊鐸，2000，「噪音評估指標選用之研究」，*中華民國音響學會第 13 屆學術研討會論文集*，台南，第 B01-B07 頁。
9. Fitzgerald, B. M., 1996, "The Development and Implementation of Noise Control Measures on an Urban Railway," *Journal of Sound and Vibration*, Vol. 193, No. 1, pp. 377-385.
10. Hardy, A. E. J., 2000, "Measurement and Assessment of Noise Within Passenger Train," *Journal of Sound and Vibration*, Vol. 231, No. 3, pp.819-829.
11. Bjorkman, M., and Rylander, R., 1997, "Maximum Noise Levels in City Traffic," *Journal of Sound and Vibration*, Vol. 205, No. 4, pp. 513-516.
12. 胡思聰，2002，*現行環境噪音振動測定與分析方法評論*，財團法人國家政策研究基金會國政研究報告，永續（研）091-024 號。
13. ISO 2631-1, 1985, *Evaluation of Human Exposure to Whole-body Vibration - Part 1: General Requirements*.
14. ISO 2631-2, 1985, *Evaluation of Human Exposure to Whole-body Vibration - Part 2: Continuous and Shock-induced Vibration Buildings(1 to 80Hz)*.
15. ISO 2631-3, 1985, *Evaluation of Human Exposure to Whole-body Vibration - Part 3: Evaluation of Exposure to Whole-body Z-axis Vertical Vibration in the Frequency Range 0.1 Hz to 0.63 Hz*.
16. 日本環境省，1976，*振動規制法*。
17. 行政院勞工委員會，2001，*勞工安全衛生設施規則*。
18. 行政院環境保護署，2002，*開發行為環境影響評估作業準則*。

19. 日本環境省，1968，**噪音規制法**，日本環境省。
20. 香港特別行政區政府環境保護署，2000，**噪音管制條例簡介**。
21. 行政院環境保護署，2003，**噪音管制法**。
22. 行政院環境保護署，2003，**噪音管制法施行細則**。
23. 行政院環境保護署，1996，**噪音管制標準**。
24. 行政院環境保護署，2000，**民用航空器噪音管制辦法**。
25. 行政院環境保護署，2000，**民用航空器噪音管制標準**。
26. 行政院環境保護署，2000，**機場周圍地區航空噪音防制辦法**。
27. 行政院環境保護署，1994，**軍事機關及其所屬單位之場所工程設施及機動車輛航空器等裝備噪音管制辦法**。
28. 行政院環境保護署，2002，**機動車輛噪音管制辦法**。
29. 行政院環境保護署，2003，**汽車噪音檢驗處理辦法**。
30. 行政院環境保護署，1993，**易發生噪音設施設置及操作許可辦法**。

八、附錄（圖、表）

表 1、保力橋振動檢測值

管制標準	日間	檢測值
特定工場	65	48.66
道路交通	70	48.66

dB

表 2、保力橋噪音檢測值

管制標準	日間	檢測值
工廠	70	56.1
娛樂場所	75	56.1
擴音設施	80	56.1

dB(A)

表 3、保力靶場噪音檢測值

管制標準	日間	檢測值
工廠	70	56.2
娛樂場所	75	56.2
擴音設施	80	56.2

dB(A)

表 4、保力國小噪音檢測值

管制標準	日間	檢測值
工廠	70	56.3
娛樂場所	75	56.3
擴音設施	80	56.3

dB(A)



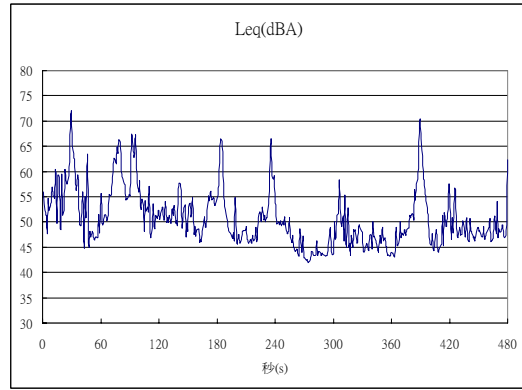
圖 1、保力橋振動儀器架設圖



(a)保力橋



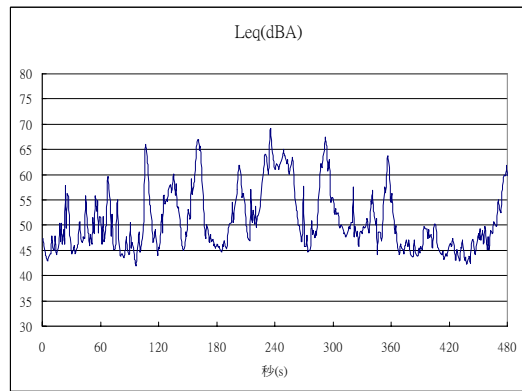
(b)保力靶場



(a)保力橋



(c)保力國小



(b)保力靶場

圖 2、噪音計架設圖

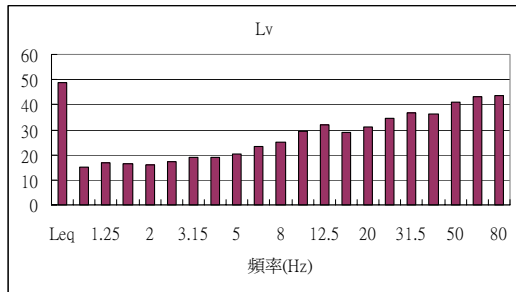
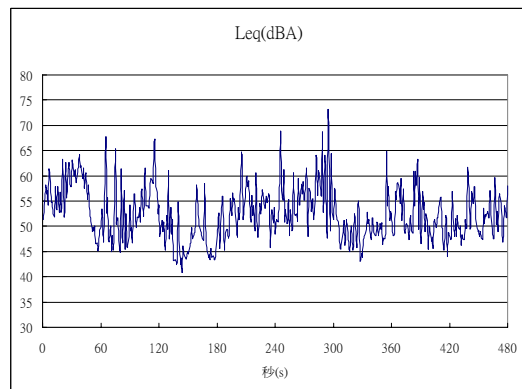
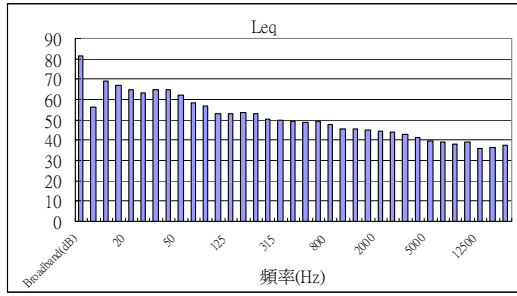


圖 3、1/3 八音頻帶振動值

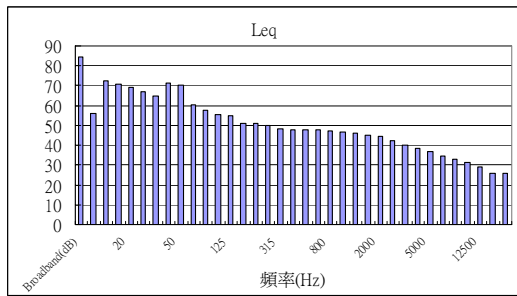


(c)保力國小

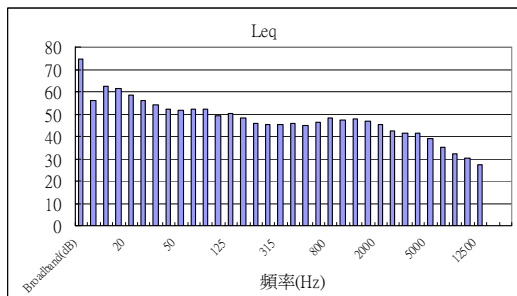
圖 4、時間域之噪音值



(a)保力橋

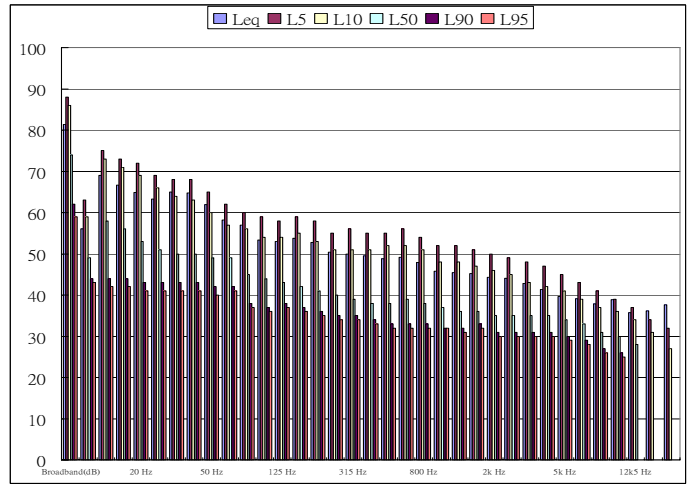


(b)保力靶場

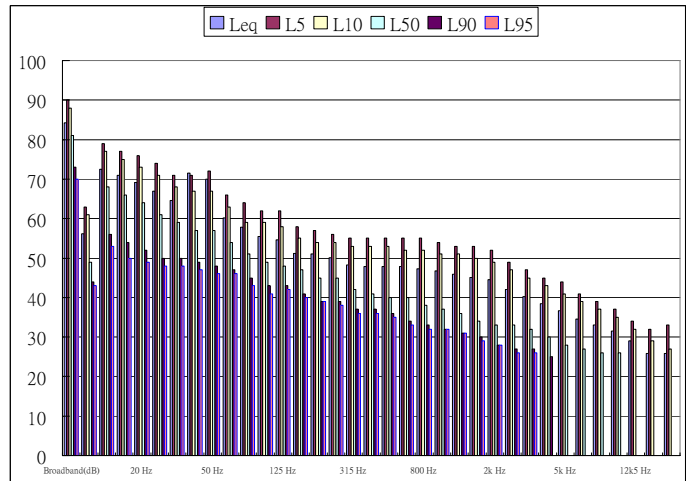


(c)保力國小

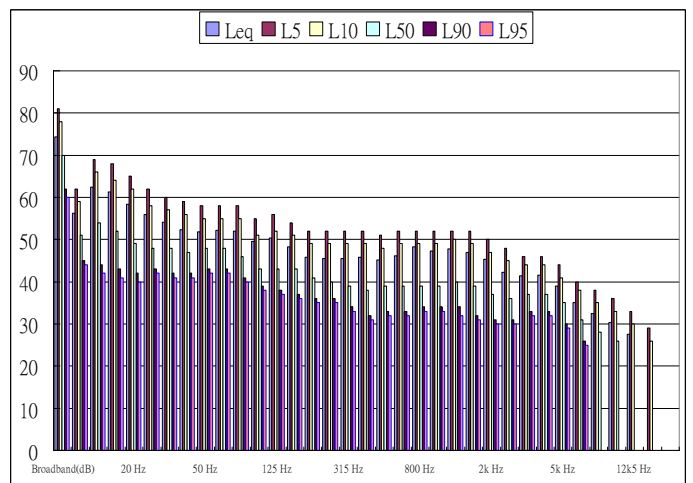
圖 5、1/3 八音頻帶噪音值



(a)保力橋



(b)保力靶場



(c)保力國小

圖 6、時間率音壓位準

