

機車溫車階段之噪音檢測和評估

王柏村¹

摘要

本論文旨在模擬實際機車溫車時，探討機車在溫車階段到起步前之噪音檢測與評估。首先定義溫車時間為200秒，共取機車樣本數22部，從發動引擎開始，持續在怠速狀態下溫車200秒，再加速起步，以精密噪音計記錄時間域噪音量分佈，並同時記錄八音階頻率響應，以作為進一步評估與分析之參考。機車在定義之溫車階段，有50%樣本數(11部機車)其噪音污染位準超過74dBNP，多數機車起步時之瞬間加速噪音亦達80dBA以上，確實對住宅安寧造成影響。機車噪音頻率域分析結果，將可提供對機車噪音改善之依據。本論文發展之溫車階段噪音評估方法，將可做為其它車輛之評估以及提供訂定相關環保法規之參考。

(關鍵字：機車噪音；溫車；噪音污染位準)

前言

近年來，由於工商業發達，國內機動車輛快速增加，然而道路面積並未成比例成長，導致交通噪音問題日益嚴重，另一方面，現今社會對生活品質的要求，而且環保意識的提升，噪音問題更是愈受重視。在城市中噪音公害多來自於道路交通噪音，由於車輛密集、高樓林立、車輛行進間的停止、加速及行駛中引擎、排氣、喇叭及煞車均是造成噪音主要來源[1]。

由於本省特殊之環境，機車為最主要之交通工具之一，因此由機車造成之噪音問題也不容忽視。而市面上機車種類繁多，加上騎乘習慣，保養維護等因素，均會造成不同程度之噪音。施鴻志教授[2]之報告乃針對公路交通噪音預測模式建立的需要，探討台灣地區機車噪音位準與行駛速度、車間距、車型、及測距的關係，盧信能等[4]對機動車量之噪音檢驗與防治提出了整體之介紹與說明。CNS也規範了機車靜止與行進間噪音測試的標準[3]，進而作為機車噪音管制標準的依據。

本論文旨在探討機車在溫車階段之噪音評估，以了解機車噪音對實際環境噪音之影響。機車噪音之測定方法及場地要求，依CNS[3]規定進行測定。唯量測時間為機車啟動後於怠速狀況原地靜止200秒，再加速前進10秒，每秒記錄一次，合計210筆量測值。

透過時間域分析，我們可評估出原地溫車，機車噪音之變化特性，由機車噪音量的變

動情況，可明瞭機車行駛前之溫車階段是否有其必要，並評估對環境噪音之影響，而頻率域分析，可用來評估出機車噪音之主要發聲源，藉由觀察機車噪音在頻率域之分佈，集中趨向低頻或高頻特性，可進一步找出主要之噪音源，本文僅探討機車噪音之頻譜分佈，並未深入探討噪音源及其控制。文中輔以噪音污染位準做評估，看現今的機車溫車噪音值是否合乎環保的要求。綜合本報告之檢測分析，得到機車在溫車階段之噪音整體評估。

環境噪音評估指標分析

環境噪音評估指標[5]可說是一種工具，可用來偵測及定量的表示出環境的狀況及其變化的趨勢。也可以說，它是一種環境品質之量的表示，當與管制標準相比較時，就可看出此環境品質優劣，以及對整個環境是否有不良之影響。以下就幾個在本報告應用到的環境噪音評估指標與名詞加以整理說明：

1. 全音域音壓位準， L_{AP} (verall Sound Pressure level)：

$$L_{AP} = 10 \log \left(\sum_{i=1}^n \frac{P_i^2}{P_0^2} \right) = 10 \log_{10} \sum_{i=1}^n 10^{0.1L_{pi}} \quad (1)$$

式中

P_i ：表第 i 個八音階中心頻率之聲音壓力 (Pa)

¹ 國立屏東技術學院機械工程技術系副教授
(84年10月24日收稿，84年11月18日接受)

P_0 ：表基準音壓為 20×10^{-6} (Pa)

L_{pi} ：表第 i 個八音階中心頻率之音壓位準 (dBA)

n ：表八音階頻率之 n 個中心頻率

L_{AP} ：為所測定頻率域噪音能量之音壓位準 (dBA)

本文即以 L_{AP} 評估時間域之響應。

2. 均能音量音壓位準， L_{eq} (Equivalent Continuous Sound Pressure Level)：

或稱等值聲音位準，為一連續穩定聲音之音壓位準，與相同時段內真實噪音具有相同的總能量。 L_{eq} 可利用積分型噪音計 (Integrating Sound Level Meter) 量測或是利用下式計算：

$$L_{eq} = 10 \log_{10} \frac{1}{T} \int_0^T \left(\frac{P_A(t)}{P_0} \right)^2 dt \quad (2)$$

式中 T ：總量測時間

$P_A(t)$ ：為瞬間 A 加權聲音壓力 (Pa)

本文以 $T=200$ 秒，來模擬溫車時間，並以此作為溫車階段之均能音量音壓位準之計算。

3. A 加權音壓位準， L_A (A-Weighted Sound Pressure Level)：

人耳對於聲音的感覺不僅止於聲音壓力或強度變化，同時對於聲音的頻率亦有不同反應， L_A 便是考慮到人耳的此種特性發展出來的，單位以 dBA 表示。

4. 統計音壓位準， L_n (Statistical Sound Pressure Level)：

用以顯示在固定時間內量測之音壓位準有多少時間，其噪音量超過此音壓位準。

L_5 ：表某一時段內有 5% 時間，噪音量超過此音壓位準

L_{10} ：表某一時段內有 10% 時間，噪音量超過此音壓位準

L_{50} ：表某一時段內有 50% 時間，噪音量超過此音壓位準

L_{90} ：表某一時段內有 90% 時間，噪音量超過此音壓位準

L_{95} ：表某一時段內有 95% 時間，噪音量超過此音壓位準

本文以溫車時間 200 秒為固定時間，由以上定義可分別計算統計音壓位準之 L_n 值。

5. 噪音污染位準， L_{np} (Noise Pollution Level)：

此位準除了計算噪音強度外，還考慮噪音變動 (Fluctuation) 之影響，計算式如下：

$$L_{np} = L_{eq} + 2.56\sigma \quad (3)$$

式中 L_{eq} ：均能音量音壓位準

σ ：標準差

若噪音變動呈高斯分佈 (Gaussian distribution) 時，則可由下式求得：

$$L_{np} = L_{eq} + L_{10} - L_{90} \quad (4)$$

為簡化計算程序，本文結果均以 (4) 式計算噪音污染位準 L_{np} 值，其單位以 dBNP 表示。

6. 背景噪音 (Background Noise)：

除了欲測定音源以外，其他音源所產生之噪音謂之。一般背景噪音應低於實測噪音源 10dBA 以上，否則量測噪音必須做適度修正，在量測過程中，背景噪音皆控制在 10dBA 以上，故無須修正量測結果。

儀器設備

本報告使用 RION NA-29 型噪音計作現場噪音測試，儀器設備裝置如圖 1 所示，麥克風置於角架上夾頭，置於離排氣管口 0.5 公尺，45 度斜角處，並和排氣管口水平高度相同位置，噪音計外接一個蓄電池以提供電源。

量測步驟

機器腳踏車噪音測試步驟大致可區分噪音計之設定與安裝和實際量測程序。

(一) 噪音計之設定與安裝：

本文實驗所使用之噪音計，其設定與安裝步驟如下：

1. 將電源開關設定至 "ON"，並按下校正鍵 "CAL"，調整校正控制鈕，使其達到 94dBA 之值，再按一次校正鍵，以結束校正模式
2. 以 MODE (模式) 鍵選擇 LP 模式
3. 以 WEIGHT (權衡) 鍵選擇 "A" 頻率加權網路
4. 以 TIME CONST (時間常數) 鍵選擇 "FAST" 之設定
5. 以 LEVEL RANG (位準範圍) 選 40-90dBA 區間

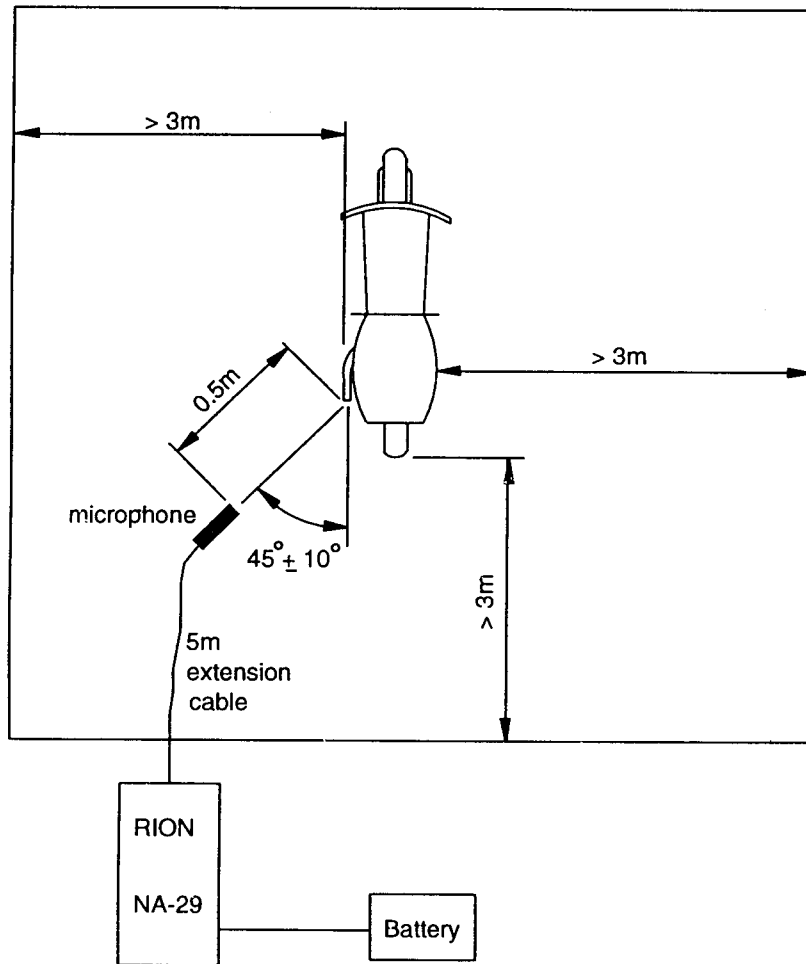


圖1. 儀器設備及麥克風相關位置圖

6.以MENU(I)選擇AUTO，STOR型或
PERIOD(時間間隔)為1sec，SAMP-N(樣本數)
取200

7.噪音計與機車之測試位置如圖1所示，麥克
風置於與排氣管方向成 45 ± 10 度，距車輛
排氣管尾部0.5公尺處，並與排氣管出口同
高，距車身外緣3公尺範圍內，需平坦無障
礙物。

(二)實際量測程序：

當噪音計與機車設定安裝如圖1所示，
測試步驟如下：

- 1.啟動機車開始計時，計時至200秒，且按下
PSE/CONT鍵，此階段為原地噪音。
- 2.在起動加速瞬間按下PSE/CONT鍵持續10秒
且按下STRT/STP鍵，結束量測部分。

3.記錄時間域與頻率域之噪音資料。

4.計算統計音壓位準。

結果與討論

根據前述之儀器設定與量測步驟，共採樣
二十二部機車，包括50cc四部、100cc三部、
125cc六部、135cc一部、150cc八部，表一為
本報告採樣機車背景資料一覽表。包括二行程
或四行程、cc數、車齡、自排或腳踏、有無風
阻及個人習慣之溫車時間等。本文僅對所採樣
之機車噪音作探討，以評估所發展之機車溫車
階段之噪音評估方法，以下即將量測結果依時
間域分析，及頻率域分析分別探討，並以統計
音壓位準，噪音污染位準及瞬間加速之噪音峰
值(L_{peak})做探討分析。

表1. 機車背景資料一覽表

機車代號	2/4行程	cc數	車齡(年)	溫車時間(分)	自排/腳踏	有/無給阻風
S50-25	2	50	3	~1	自排	無
Y50-29	2	50	3	~1	自排	無
Y50-35	2	50	5	~1	自排	無
S50-42	4	50	3	~1	自排	有
K100-11	4	100	6	~1	自排	無
K100-12	4	100	3	1~3	自排	無
K100-41	4	100	4	~1	自排	無
K125-03	4	125	1	1~3	自排	無
K125-05	4	125	1	1~3	自排	無
S125-14	4	125	0.5	1~3	自排	無
S125-39	4	125	6	1~3	腳踏	有
Y125-40	4	125	1	~1	自排	無
K125-77	4	125	2	~1	自排	無
K135-70	4	135	2	1~3	自排	無
K150-13	4	150	4	~1	自排	無
V150-19	4	150	4	~1	自排	有
S150-20	4	150	3	~1	自排	無
Y150-23	4	150	1	1~3	腳踏	有
Y150-24	4	150	2	~1	自排	無
V150-28	2	150	3	1~3	腳踏	有
Y150-33	4	150	2	~1	自排	無
K150-50	4	150	2	~1	自排	無

時間域分析：

圖2顯示5種典型之機車噪音在溫車時間200秒，外加10秒瞬間加速起步之A加權音壓位準時間域分佈圖。圖2(a)為穩定型：共有5部車噪音量呈現連續穩定，溫車過程對噪音量並無顯著影響，音壓位準變化在2-3dBA以內。圖2(b)穩定型且前期不穩定：共有5部車噪音量呈現連續而初期(20-30秒內)有不穩定跳動現象，溫車效果明顯有幫助。圖2(c)大變動型：共有6部車，機車於溫車階段噪音量變動在5-7dBA，可能為機構產生週期性的振動較為明顯，溫車似乎無暖機效果。圖2(d)逐漸下降型：共有4部車，噪音量逐漸下降而趨穩定，達到溫車的效果，最為明顯，圖2(e)逐漸上升型：共有2部車，噪音量逐漸上升，引擎運轉至最後趨向穩定狀態。

表2為時間域各種類型之機車代號分佈情形，其中(b)穩定型且前期不穩定，溫車過程中噪音變動，在20-30秒內逐漸穩定，

(d)逐漸下降型和(e)逐漸上升型，溫車過程中噪音變動，在100-120秒內逐漸穩定，此乃對引擎有暖機效果，共計11部車，另外如(a)穩定型、(c)大變動型，共計11部車，在溫車階段均呈穩定型噪音，有無溫車並不影響引擎之正常運轉，此乃說明現今大多數機車，已不須溫車，若須溫車也在一至二分鐘內即可。

圖3顯示，在時間域噪音分佈之統計音壓位準分佈圖，包括 L_{min} 、 L_{90} 、 L_{50} 、 L_{10} 、 L_{max} ，當 L_{min} 與 L_{max} 相距愈短，表示噪音變動愈小，另外圖4以圓點表示 L_{eq} 之分佈，可看出各型機車在溫車階段之均能音量音壓位準，圖5則以三角點表示 L_{np} 之分佈，可用以評估對社區安寧之影響，表2則顯示對應圖3至圖5之實際數值。由圖3至圖5可看出幾個有趣的現象：

(1)50cc之車輛，噪音值明顯較其它cc數機車

表2. 時間域各類型機車代號分佈

時間域	機車代號
(a)穩定型	Y150-13, K150-50, Y50-35 K100-41, K100-12
(b)穩定型且前期不穩定	K125-05, Y125-40, S125-14 K150-13, Y135-70
(c)大變動型	S125-39, K125-77, V150-19 V150-28, Y50-29, S50-25
(d)逐漸下降型	K125-03, Y150-23, S150-20 Y150-24
(e)逐漸上升型	S50-42, K100-11

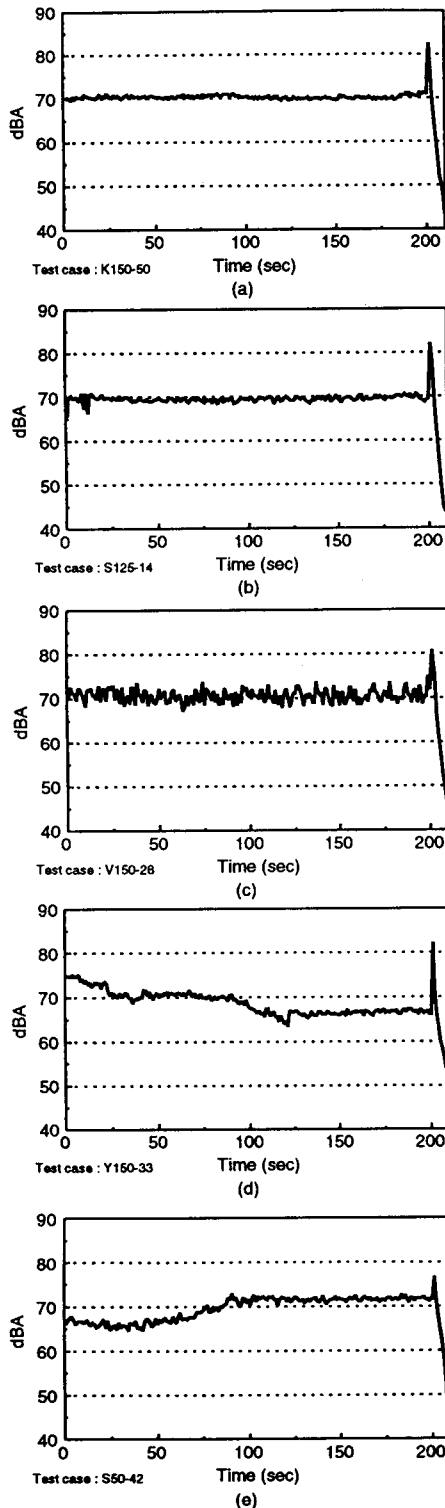


圖 2. 全音域音壓位準 (L_{AP}) 時間域分佈圖

- (2)大體而言，100~150cc之機車噪音，其 L_{eq} 值均在70dBA左右，除了K100-11(6年)和K100-41(4年)為76dBA，Y125-40(1年)為63dBA。
- (3)K100-11(6年)及K100-41(4年)，其噪音值 L_{eq} 均為76dBA左右，明顯高於其它機車，而且其統計音壓位準 (L_n) 分佈相當集中，可知其溫車噪音相當穩定，極可能因車齡或保養因素，影響其溫車噪音值增圖大，因同車型K100-12(3年)， L_{eq} 僅為69.3dBA。
- (4)以Y50-29(3年)及Y50-35(5年)為例，均為相同車型而Y50-35(5年)比Y50-29(3年) L_{eq} 低5dBA左右，顯示機車之保養可能對機車噪音有相當大之影響。
- (5) L_{np} 值皆大於 L_{eq} ，有的車種甚至大於 L_{max} ，除了50cc車種有3部， L_{np} 約68dBNP以下，其他車種有11部(50%之樣本數)在74dBNP以上，根據[5] L_{np} 適於評估對住宅區之影響，當 L_{np} 為74~88dBNP為一般不可接受之範圍，也就是除了50cc機車之外，當機車在溫車階段時，其噪音多少會影響住宅安寧。

圖6顯示機車在不同cc數之加速瞬間噪音峰值 (L_{peak}) 之分佈，除了50cc機車及少數幾部重型機車約在74~77dBA之間，多數機車約在80dBA以上，最高達87dBA，因此機車在加速起步時，確實較易妨礙社區安寧。

表3. 機車音壓位準數值一覽表

機車代號	L_{min}	L_{90}	L_{50}	L_{10}	L_{max}	L_{eq}	L_{np}	L_{peak}
S50-25	61.2	62.0	63.3	65.8	68.8	64.0	67.8	73.2
Y50-29	62.9	64.3	65.9	67.0	67.9	65.9	68.6	76.5
Y50-35	57.4	59.2	60.4	62.1	63.1	60.7	63.6	77.6
S50-42	64.6	65.9	71.1	72.0	72.9	70.2	76.3	76.7
K100-11	73.3	75.2	76.5	77.1	77.9	76.3	78.2	86.3
K100-12	65.6	68.3	69.2	70.0	72.5	69.3	71.0	83.9
K100-41	74.9	76.0	76.7	77.3	77.8	76.9	78.2	87.4
K125-03	62.4	65.7	69.8	71.1	71.7	69.5	74.9	82.6
K125-05	67.1	67.6	68.6	69.3	78.2	68.6	70.3	82.8
S125-14	65.6	68.9	69.5	70.2	70.8	69.9	71.2	82.1
S125-39	68.3	69.6	71.4	72.5	74.0	71.3	74.2	82.8
Y125-40	62.9	63.1	63.3	65.3	66.5	64.0	66.2	73.9
K125-77	66.7	69.9	71.4	72.7	73.4	71.4	74.2	83.8
K135-70	68.2	69.4	70.3	71.0	73.3	70.7	72.3	83.6
K150-13	66.0	66.7	69.9	70.6	71.3	69.5	73.4	74.5
V150-19	68.8	69.7	71.2	73.1	74.3	71.5	74.9	86.5
S150-20	69.3	72.0	73.3	76.2	76.7	74.2	78.4	85.4
Y150-23	66.3	67.4	68.5	69.6	70.5	68.6	70.8	73.8
Y150-24	65.1	65.8	69.4	71.1	72.2	69.2	74.5	85.7
V150-28	67.2	68.6	70.6	72.5	74.9	70.8	74.7	80.8
Y150-33	63.3	65.9	67.4	72.8	74.8	69.5	76.4	82.1
K150-50	69.5	69.8	70.3	70.8	71.3	70.3	71.3	82.5

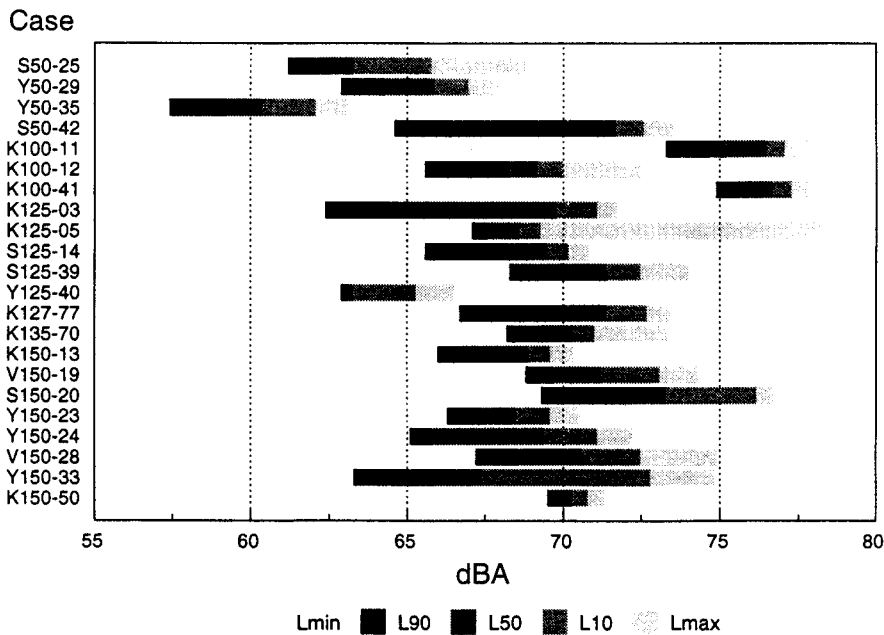


圖3. 統計音壓位準 (L_n) 分佈圖

機車溫車階段之噪音檢測和評估

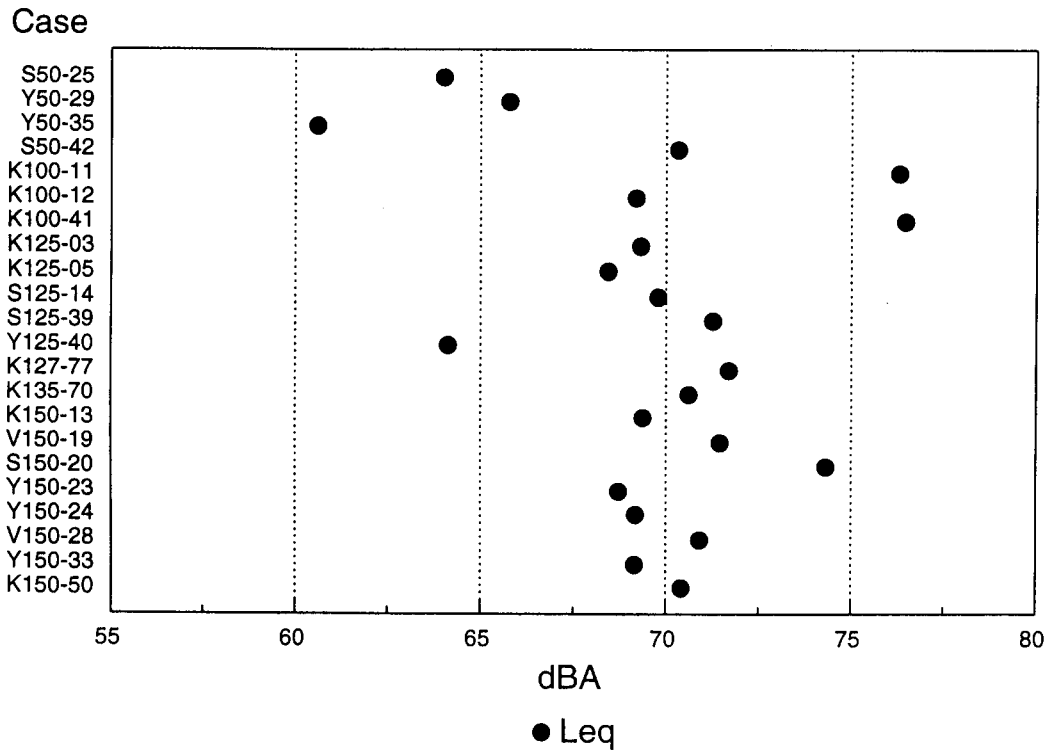


圖4. 均能音量音壓位準 (L_{eq}) 分佈圖

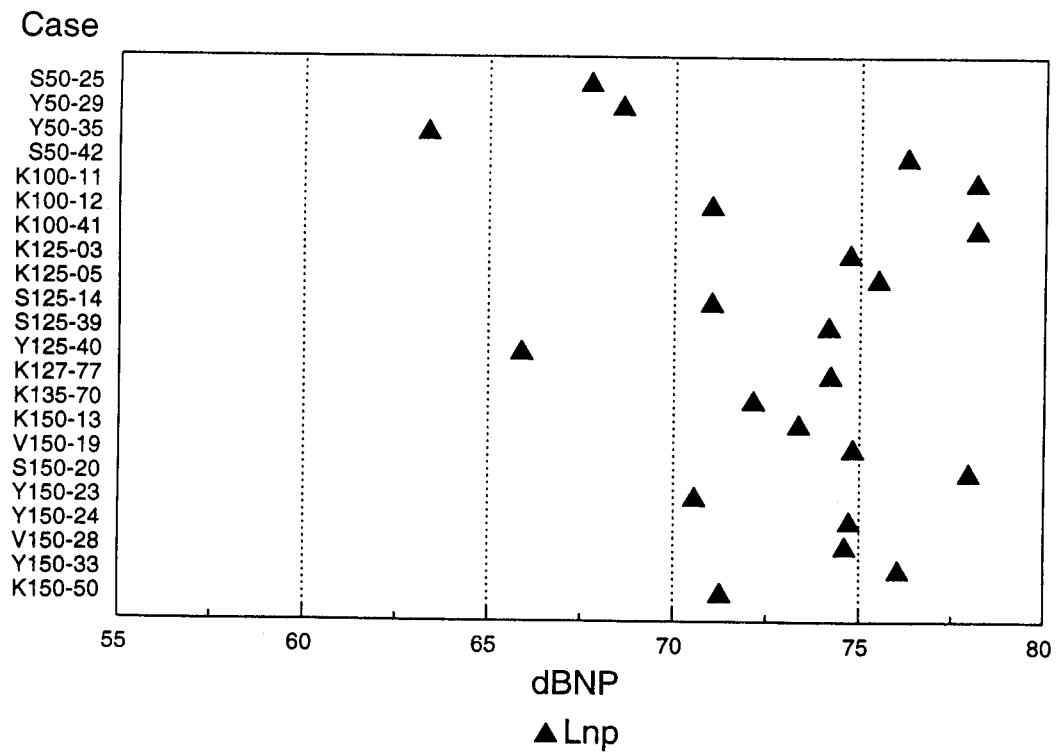


圖5. 噪音污染位準 (L_{np}) 分佈圖

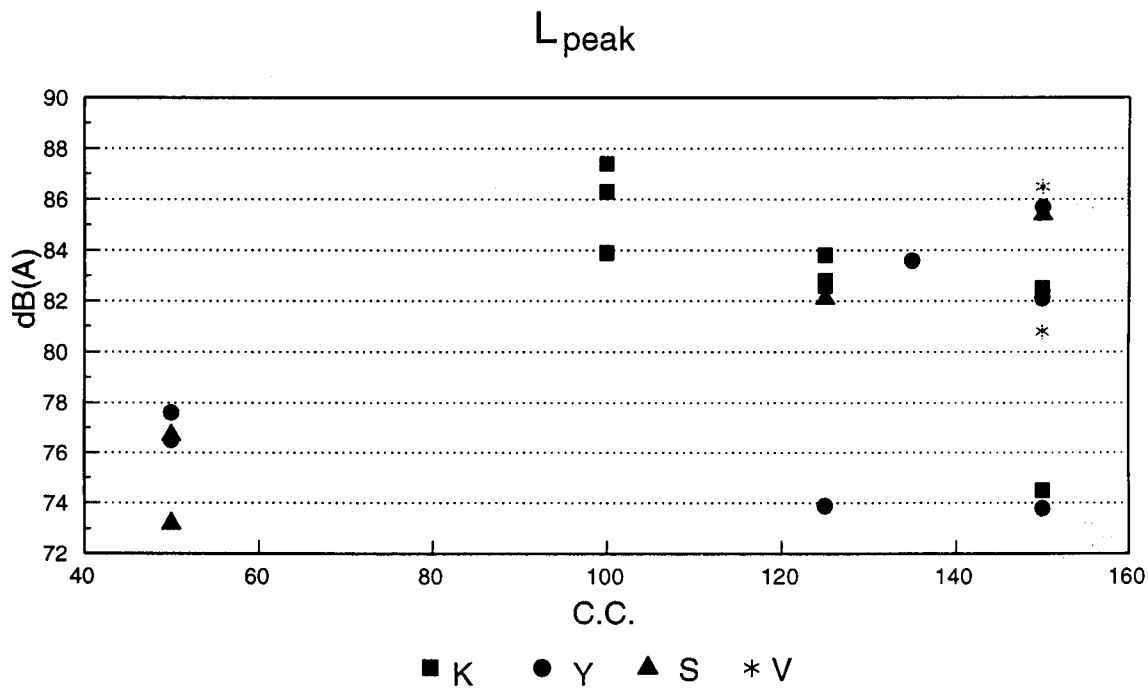


圖6. 瞬間加速音壓位準峰值 (L_{peak}) 分佈圖

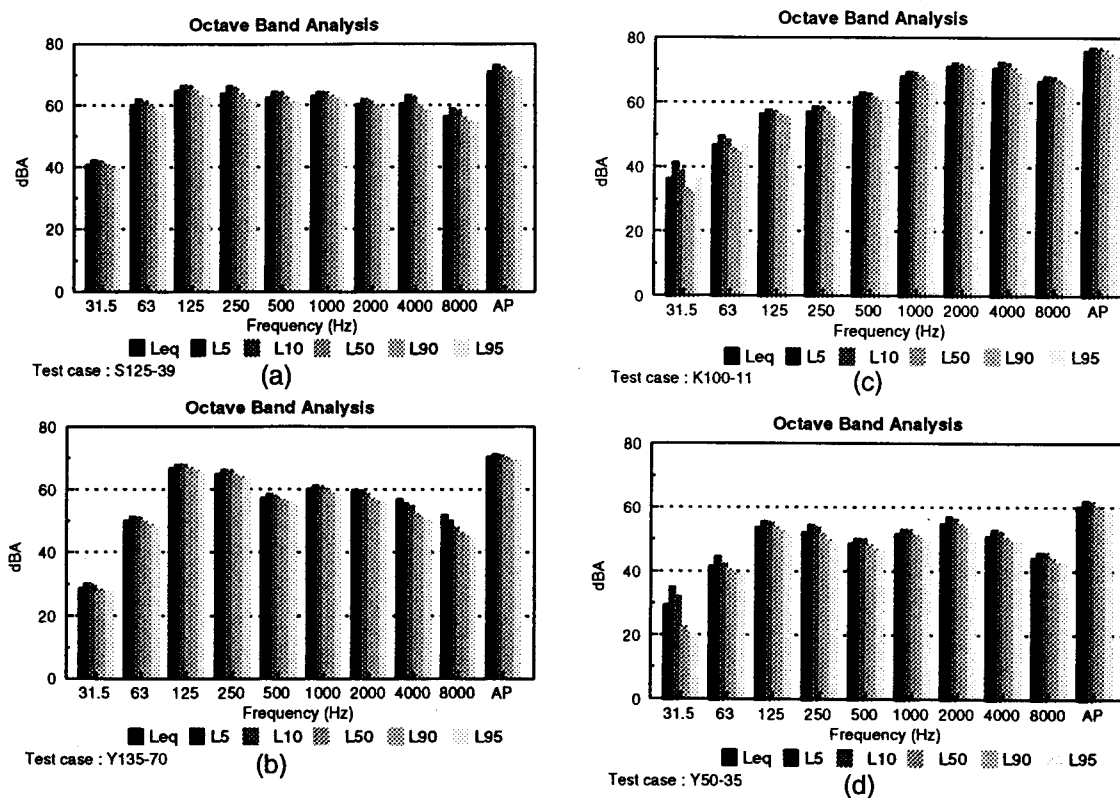


圖7. 音壓位準頻率域分佈圖

表4. 頻率域各類型機車代號分佈

頻率域	機車代號
(a)均勻分佈型	S125-39,S150-20
(b)低頻較高型	K150-50,V150-28,Y135-70
(c)高頻較高型	Y125-40,K150-13,V150-19 Y150-33,Y150-24,S50-42 Y50-29,K100-11,K100-12
(d)中間頻率較低型	K125-03,K125-05,S125-14 K125-77,Y150-23,S50-25 Y50-35,K100-41

頻率域分析：

圖7顯示4種典型之機車於溫車時之噪音在頻率域之分佈圖，大體上有4種頻譜分佈型式：

- (1)均勻分佈型(如圖7(a))：可知此噪音係一寬頻噪音(White noise)且無顯著之純音源，共有2部車。
- (2)低頻較高型(如圖7(b))：係一寬頻噪音源，且低頻音源125~250Hz，有較高響應，共有3部車。
- (3)高頻較高型(如圖7(c))：係一寬頻噪音源，且高頻音源在2~4kHz，有較高響應，共有9部車。
- (4)中間頻率較低型(如圖7(d))：係一寬頻帶噪音，且包含二個純音源，約在125Hz及2kHz，共有8部車。

本報告並未對噪音源作進一步分析與評估，僅提供各種車種之噪音頻率分佈作參考。表4為頻率域各種類型之機車代號分佈情形，多數機車在2~4kHz之高頻率域有較高之噪音量，亦有少數機車有低頻率噪音問題，有待進一步分析與探討。

結 論

本報告對機車溫車階段之噪音作實地之量

測與評估，機車樣本涵蓋不同cc數及車型，並定義機車溫車階段為200秒，作為評估機車溫車噪音之依據，同時記錄加速起步瞬間之噪音峰值，以便評估加速起步時之噪音。透過時間域分析，可評估出原地溫車時噪音變化特性，有五種類型。而利用起步前的溫車，由噪音時域分析，有部分機車溫車對引擎有暖機效果，多數機車已不必溫車。又以噪音污染位準為評估指標，顯示除了50cc機車外，其他車種有超過50%之樣本數(11部機車)其噪音污染位準超過74dBNP，在溫車階段多會對住宅區造成一定程度之影響。透過頻率域分析，可了解機車主要噪音之頻率範圍，可進而尋求改善噪音的方法，可做為其它車輛之評估以及提供訂定相關環保法規之參考。

誌 謝

感謝本系同學提供機車作為本實驗之樣本，以及李傳德、李柏賢、張明山、許時斌、王世政等同學協助實地機車噪音檢測，謹申謝誠。

參考文獻

- 1.徐淵靜、林聰德、雷祖康，“市區交通噪音之立體傳播與分佈型態之研究”，中華民國音響學會第四屆學術論文研討會論文集，民國80年，105-125頁。
- 2.施鴻志，“機車行駛噪音測試及分析”，中華民國音響學會第一屆學術論文研討會論文集，民國77年，193-201頁。
- 3.CNS 3110,D3033，「機器腳踏車噪音量測試法」。
- 4.盧信能、余忠和，“機動車輛噪音檢驗分析與防治”，中華民國音響學會第六屆學術論文研討會論文集，民國82年，34-48頁。
- 5.蘇德勝，“噪音原理及控制”，台隆書店出版，民國80年。

Noise Measurement and Evaluation for Motorcycles in the Warm-up Stage

Bor-Tsuen Wang¹

Abstract

This paper presents the sound measurement and noise evaluation of motorcycle in the warm-up stage. The warm-up stage is defined as an amount of 200 seconds. The peak noise level is also recorded while the motorcycle starts moving. A total number of 22 various types of motorcycles is selected for experimental measurements. To evaluate motorcycle noise in the warm-up stage, time and frequency domain analysis are made. The results show that the noise pollution level of 11 motorcycles at the warm-up stages is over 74 dBNP which level will not be acceptable for the resident area. The instant accelerating noise is over 80dBA. The 1/1 octave frequency spectrum analysis is also provided and can be used for noise attenuation. This work develops the evaluation methods of motorcycle noise in the warm-up stage and can be adopted to establish the noise criteria for motorcycles as well as other vehicles.

(Keywords: motorcycle noise; warm-up; noise pollution level)

1. Associate professor, Dept. of Mechanical Engineering, National Pingtung Polytechnic institute.

(Received on October 24, 1995. Accepted November 18, 1995.)