

機車溫車階段之噪音檢測和評估

指導教授：王柏村 博士

學 生：李 傳 德
李 柏 賢
張 明 山
許 時 斌
王 世 政

國立屏東技術學院 機械工程系

一、摘要

本專題探討了機車在溫車階段之噪音量測及評估。文中定義了溫車時間為 200秒，並記錄加速起步時瞬間噪音值，分別就時間域與頻率域對機車噪音作評估分析，結果顯示機車在溫車階段之噪音污染位準達75分貝，確實會造成對住宅區之影響，瞬間加速亦達80分貝以上。同時頻率域之噪音分析亦可提供對機車噪音改善之依據，本專題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。

二、前言

近來工業發達，造成國內機動車輛的增加，但相對的道路面積並未成比例的成長。在城市中噪音公害的產生首推道路交通噪音〔1〕，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。

機車為今日台灣地區重要的交通工具之一，亦為道路交通噪音之主要構成〔2〕，這是其他國家所少有之現象。而市面上機車種類繁多，加上個人騎乘機車習慣不同，因此使得機車的使用年限落差很大，間接造成噪

音的來源。

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，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，本專題之目的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〔4〕，依 CNS〔3〕規定進行測定。唯量測之時間為機車啟動靜止200秒，再加速前進10秒，合計 210筆量測值。加速時由於噪音值會隨距離遞減，故不宜取太長量測時間。

透過時域分析圖，我們可評估出原地溫車時噪音變化特性，由噪音值的變動情況，和引擎轉數之噪音大小有所關聯來看，就可明瞭機車行駛前之溫車階段是否有其必要，而頻率分析圖可用來評估出機車噪音之主要發聲源，藉由量測值集中趨向低頻或高頻特性，找出此噪音源主要由何處發出。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 L_{np} 噪音污染位準之環境指標〔5〕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。

三、環境噪音評估指標分析

噪音的環境指標 (Environmental Index)，〔 5 〕可說是一種工具(Tool)可用作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，它是一種環境品質的表示，當與標準值相比較時，就可看出此環境品質優劣，以及對整個社會環境是否有不良之影響。以下就幾個在本專題應用到的環境噪音評估指標加以整理說明：

1、全音域壓力位準， L_{AP} (Overall Sound Pressure level)：

$$L_{AP} = 10 \lg \left(\sum_{i=1}^n \frac{P_i^2}{P_0^2} \right) = 10 \lg_{10} \sum_{i=1}^n 10^{0.1L_{pi}} \dots\dots\dots(1)$$

式中

P_i =表第 i 個頻率之聲音壓力(Pa)

P_0 =表基準音壓為 20×10^{-6} (Pa)

L_{pi} =表第 i 個頻率之音壓位準以分貝 dBA 表示

n =表 8 音階頻率之 n 個中心頻率

L_{AP} =一般為所測定頻率域的能量，所測得之分貝值

2、均能音量， L_{eq} (Equivalent Continuous Sound Level)：

或稱等值聲音位準，為一連續穩定之聲音位準，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)量測或是利用公式計算

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

$$L_{eq} = 10 \lg_{10} \left[\frac{1}{T} \int_0^T 10^{0.1L_A(t)} dt \right] \dots\dots(3)$$

$$L_{eq} = 10 \lg_{10} \left[\frac{1}{T} \sum_{i=1}^n 10^{0.1L_{Ai}} \Delta t \right] \dots(4)$$

式中 T:總量測時間

$P_A(t)$ =為瞬間A加權聲音壓力

$L_A(t)$ =為瞬間A加權音壓位準

L_{Ai} =為第 i 個時區間的A加權音壓位準

3、A加權音壓位準， L_A (A-Weighted Sound 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，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，超過此音壓位準

L_{10} ：表有10%時間，噪音超過此指示位準

L_{50} ：表有50%時間，噪音超過此指示位準

L_{90} ：表有90%時間，噪音超過此指示位準

L_{95} ：表有95%時間，噪音超過此指示位準

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。

$$L_{np} = L_{eq} + 2.56\sigma \dots\dots(5)$$

式中 L_{eq} ：表示均能音量

σ ：標準偏差

若噪音變動呈高斯分佈時，則可由下式求得：

$$L_{np} = L_{eq} + L_{10} - L_{90} \dots\dots(6)$$

6、背景噪音(Background Noise)：

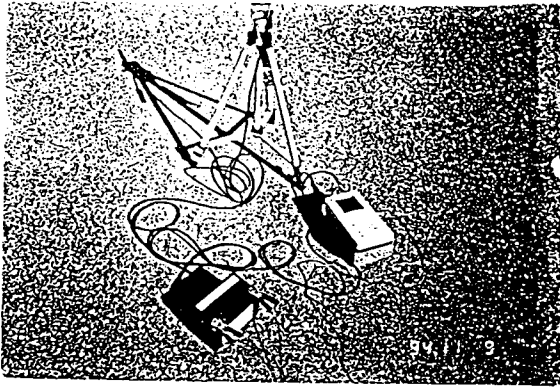


圖 1. 儀器設備圖

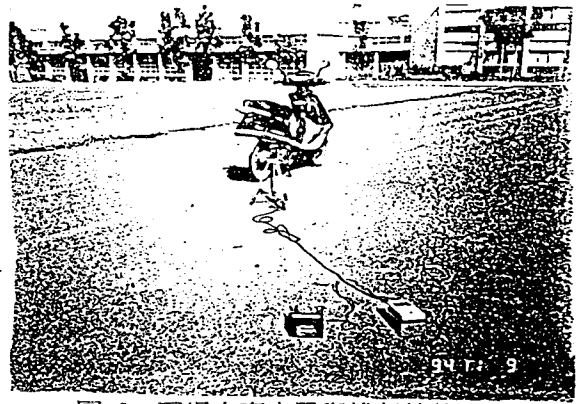


圖 3. 現場之麥克風與排氣管位置圖

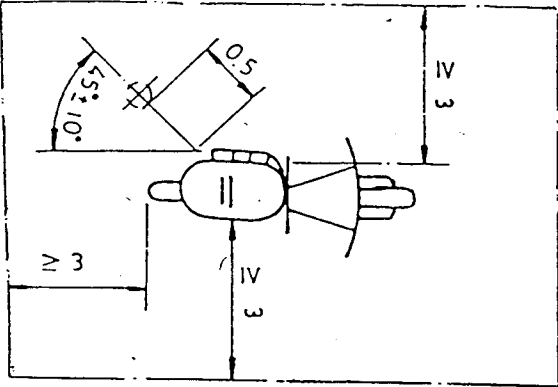


圖 2. 麥克風與排氣管位置圖

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。

四、儀器設備

本專題使用之噪音計為 NA-29型作為現場噪音測試，麥克風置於角架上夾頭，並和排氣口夾45度斜角且水平高度相同位置，噪音計外接一個蓄電池以提供電源，圖 1儀器設備圖。

五、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〔6〕和實際量測部份〔6〕。

（一）噪音計之設定與安裝：

本專題所使用之噪音計，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"反應
- 5、以LEVEL RANG(位準範圍)選40-90dBA區間
- 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2所示，位於與排氣管方向成 45 ± 10 度，距車輛排氣管尾部0.5m處，並與排氣管出口同高距車身外緣3m範圍內，需平坦無障礙物。

（二）實際量測部份

當噪音計與機車設定安裝如圖 3所示，測試步驟如下：

- 1、啟動機車開始計時，計時至200-sec，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10sec且按下STRT/STP鍵，結束量測部分。
- 3、選擇RCL模式利用UP/DOWN記錄數據，做為往後時域與頻域之評估
- 4、選擇GRP/NUM之NUM狀態，記錄各頻率之音壓位準

六、結果與討論

根據前述之量測步驟與儀器設定，共採樣機車為二十二部，包括50cc四部、100 cc三部、125 cc六部、135 cc 一部、150cc 八部，表一為此專題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。以下即將量測結果依時間域分析，及頻率域分析分別探討，並以統計噪音音壓位準 L_n ，噪音污染位準 L_{np} 及瞬間加速之噪音峰值 L_{peak} 做探討分析。

(一)時間域分析：

圖4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。時域分析如下：

圖4(a)為穩定型：噪音量呈現連續和穩定，溫車準備並無顯著影響，音壓位準變化在2-3dBA以內，共有5部車。

圖4(b)穩定型且前期不穩定：噪音量呈現連續而初期有不穩定跳動現象，溫車效果明顯有幫助，共有5部車。

圖4(c)大變動(5-7dBA)：噪音量變動較大，機構產生週期性的振動較為明顯，共有6部車。

圖4(d)逐漸下降：噪音量逐漸下降，達到溫車的效果，最為明顯，共有4部車

圖4(e)逐漸上升：噪音量逐漸上升，引擎運轉至最後趨向穩定狀態，共有2部車。

圖5顯示，在時間域噪音分佈之統計噪音音壓位準分佈圖，包括 L_{min} 、 L_{90} 、 L_{50} 、 L_{10} 、 L_{max} ，另外以圓點表示 L_{eq} 、以三角點表示 L_{np} ，表2則顯示其對應之實際數值。

由圖5可看出幾個有趣的現象：
(1)以Y50-29(3年車齡)及Y50-35(5年車齡)為例，相同車型Y50-35(5年)比Y50-29(3年)噪音量低5dBA左右。顯示機車之保養

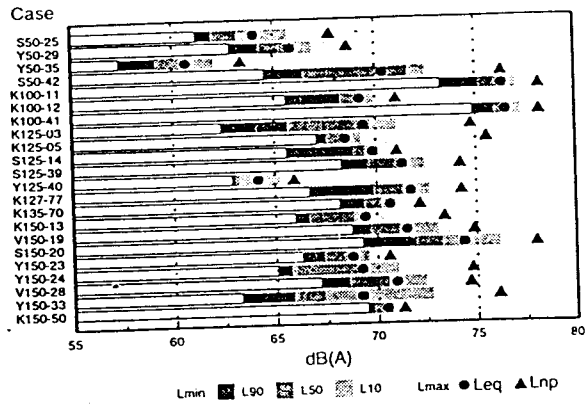


圖5. 統計音壓位準分佈圖

適當，對機車噪音有相當大之影響。

(2) 50cc之車輛，噪音值明顯較其它CC數機車低。

(3) K100-11(6年車齡)及K100-41(4年車齡)，其噪音值 L_{eq} 均為76dBA左右，明顯高於其它車種，又其噪音位準分佈相當集中，可知其溫車噪音相當穩定，極可能因車齡之關係，影響其噪音值增大，因同車型K100-12(3年)， L_{eq} 為69.3dB
(4) 大體而言，100~150cc之機車噪音，其 L_{eq} 值均在70dB左右，除了K100-11(6年)，K100-41(4年)為76dBA，Y125-40(1年)為63dBA。

(5) 以較新機車(1年內車種)如K125-03，S125-14，Y125-40，Y150-23為例，在溫車階段均屬於穩定型噪音。

(6) L_{np} 值大於 L_{eq} ，有的車種甚至大於 L_{max} ，除了50cc車種之外， L_{np} 約68dBNP左右，其他車種約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會影響住宅安寧。

圖6顯示不同廠牌機車在不同CC數之 L_{peak} 值分佈，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，

表 1 機車背景資料一覽表

Case	2/4行程	C.C	車齡(YEAR)	溫車時間	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

表 2 機車音壓位準數值一覽表

Case	Lmin	L90	L50	L10	Lmax	Leq	Lnp	Lpeak
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

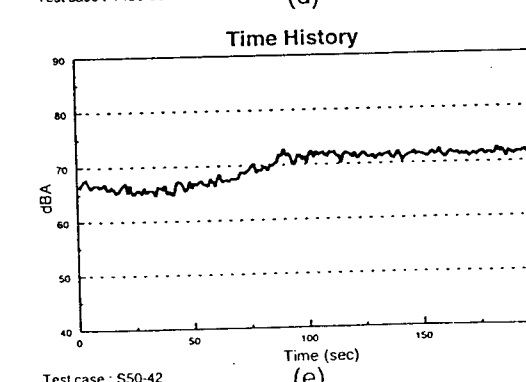
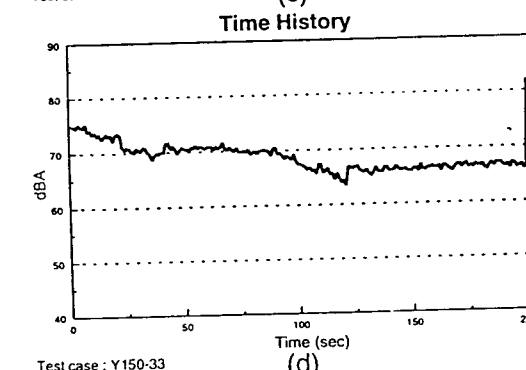
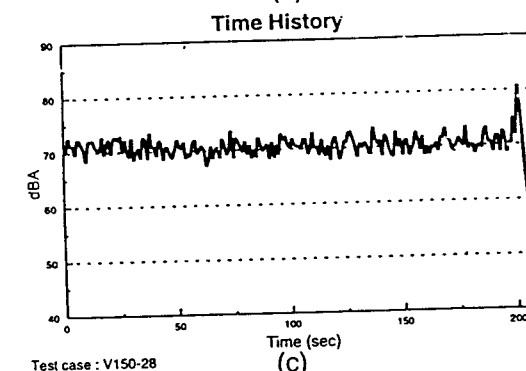
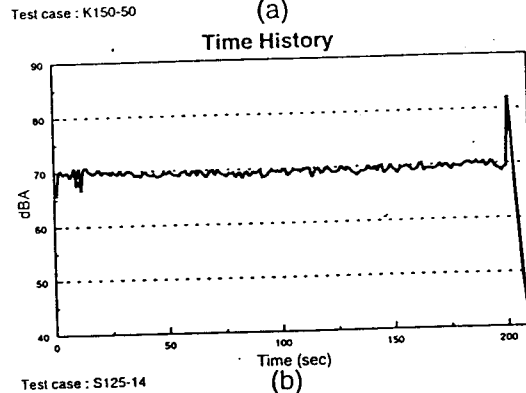
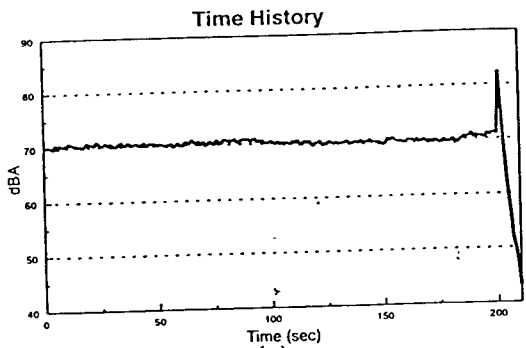


圖 4. 音壓位準時域分佈圖

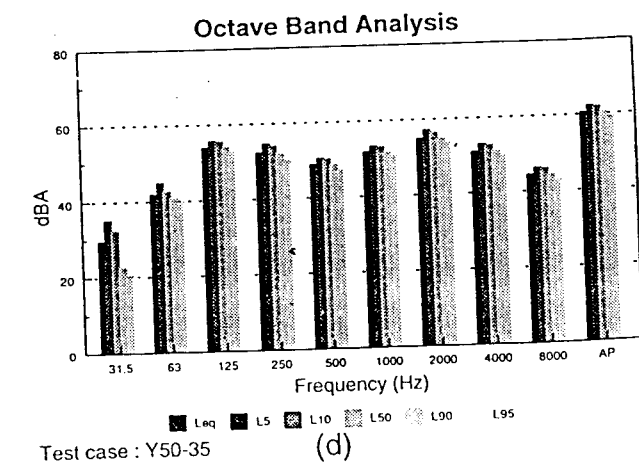
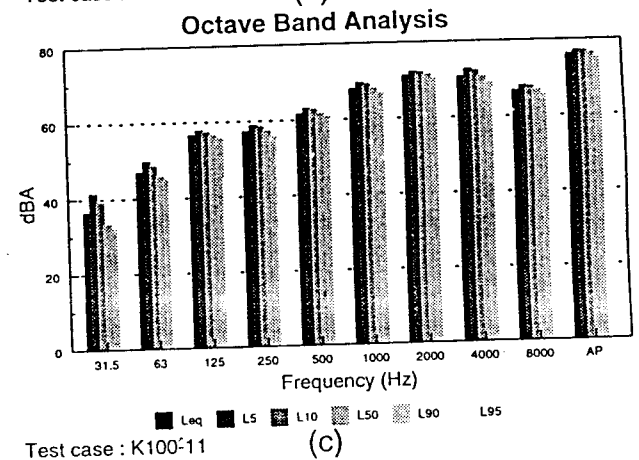
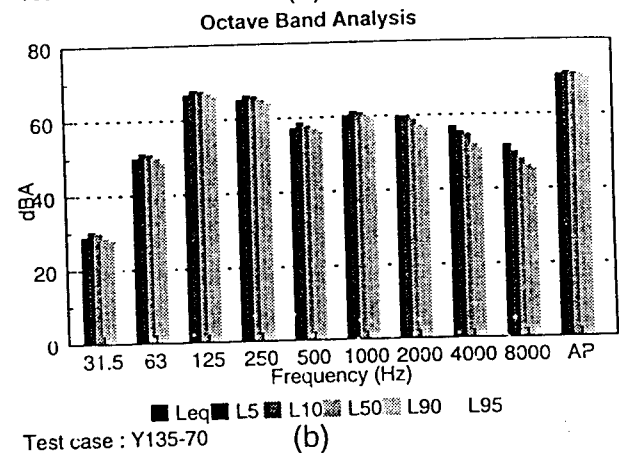
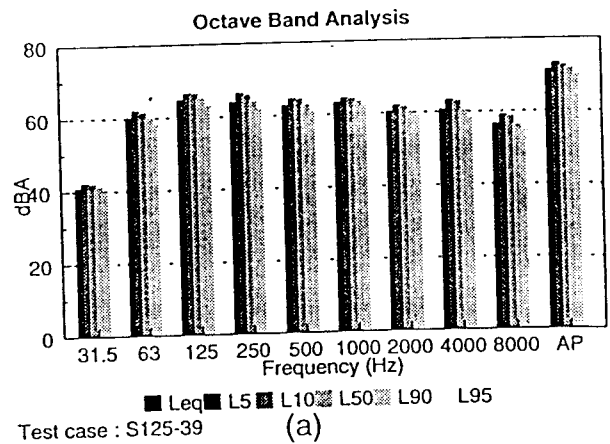


圖 7. 音壓位準頻率分佈圖

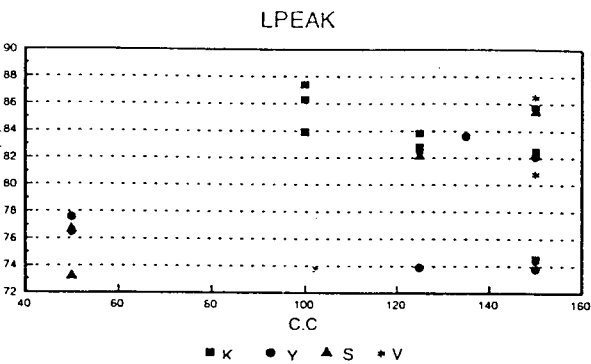


圖 6. Lpeak

確實較易妨礙社區安寧。又由圖 6，由於車齡及各車保養狀況不同，因此並不能看出與廠牌間有任何關聯，僅做參考。

(二) 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) 頻率均勻分佈型(如圖 7(a))：可知此噪音係一寬頻噪音且無顯著之純音源，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。

本專題並未對噪音源作進一步分析與評估，僅提供各種車種之頻率分佈作參考。

表 3、表 4 為機車時間域與頻率域之背景資料，可觀察到兩種結果：(1) 由表 3 得知多數機車在溫車階段均呈穩定型噪音分佈，此乃說明，現今大多數機車，已不須溫車，而能有少數機車，溫車後確實可達到溫車效果。

(2) 由表 4 得知，多數機車均有高頻率域噪音之問題，亦有少數機車有低頻率噪音問題，有待進一步分析與改

表 3 機車時間域

時間域	Case
(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	S125-39, K125-77, V150-19 V150-28, Y50-29, S50-25
(d) 逐漸下降	K125-03, Y150-33, S150-20 Y150-24
(e) 逐漸上伸	S50-42, K100-11

表 4 機車頻率域

頻率域	Case
(a) 高低頻均勻分佈型	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) 中頻較低型	K125-03, K125-05, S125-14 K125-77, Y150-23, S50-25 Y50-35, K100-41

善。

七、結論：

本專題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 c c 數及廠牌，並定義了溫車階段為 200 秒，作為評估其噪音之依據，同時記錄加速起步瞬間之噪音，便以評估加速起步噪音。透過時間域分析，可評估出原地溫車時噪音變化特性，c c 數較低者，噪音變動性較小，相對的 c c 數較高者噪音呈現週期性的變化。而利用起步前的溫車，由噪音時域分析，部分機車溫車確對引擎有暖機效果。透過頻率分佈圖，我們可評估出機車之發聲源，且此發聲源為低頻或是高頻，可進而尋求改善噪音的方法。又以 L_{np} 之評估，顯示除了 50 c c 機車外，其他車種，在溫車階段多會對住宅區造成一定程度之影響。

八、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, pp.105~125, (1991).

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, pp.193~201, (1988).

3. CNS 3110, D3033 「機器腳踏車噪音量測試法」

4. 余忠和、盧信能, "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, pp.34-48, (1993).

5. 蘇德勝, "噪音原理及控制", 台隆書店出版, (1991).

6. 台鈴工業噪音檢驗實驗室, "設備及測試程序"

75 dBNP which level will not be accepted for the residence area. The instant accelerating noise is over 80dBA. The frequency spectrum analysis is also provided and can be used for noise attenuation. This work develops the evaluation methods for noise measurement of motorcycles in the warm-up stage and can be adopted for establishing the noise criterion for motorcycles as well as other vehicles.

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

B.T.Wang, C.J.Wang, M.S.Chun
S.B.Chi, B.S.lee and C.D.Lee

National Pingtung Polytechnic
Institute
Department of Mechanical
Engineering

Abstract

This report 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 second. The peak noise level is also recorded while the motorcycle starts moving. To evaluate motorcycle noise, time and frequency domain analysis are made. The results show that the noise pollution level of motorcycles at the warm-up stages is about