

嘉南藥理科技大學專題研究計畫成果報告

送貨勞工暴露於機械腳踏車之振動危害研究

計畫類別：☐個別型計畫

☒整合型計畫

計畫編號：CNOS93-01

執行期間：93 年 1 月 1 日至 93 年 12 月 31 日

計畫主持人：何先聰

共同主持人：劉玉文

計畫參與人員：胡世明、吳宜璈

執行單位：職業安全衛生系

中華民國 94 年 02 月 28 日

送貨勞工暴露於機械腳踏車之振動危害研究

計畫編號：CNOS93-01

執行期限：93 年 1 月 1 日至 93 年 12 月 31 日

主持人：何先聰 教授 嘉南藥理科技大學職業安全衛生系
參與人員：胡世明 講師 嘉南藥理科技大學職業安全衛生系

一、中文摘要

本研究之目的針對送貨勞工因工作需要，每天必須以機械腳踏車作為交通工具，分送貨品至各商店或顧客住處；每日連續的暴露於機械腳踏車振動至少兩個小時以上，有些則更多。由過去的文獻得知機械腳踏車行駛時駕駛者將同時暴露於手-手臂振動及全身振動，而長期的振動暴露中可能對駕駛者產生危害。因此瞭解送貨勞工之手-手臂振動暴露及全身振動暴露情形，有其必要性。

本研究依照 ISO 2631 及 ISO 5349 之規範，使用 RION VM19 手-手臂振動測定器、RION PV-93 檢波器及 RION VM-52 全身振動測定器、RION PV-62 席座型檢波器及 RION XV20B 信號前置放大器針對排檔及自動變速之不同排氣量的機器腳踏車共廿七輛，分別在柏油路面以三種不同之時速(20、40、60 公里)及在產業道路上以時速 20 公里測量其全身振動暴露及手-手臂振動暴露之情況，在現場以 SONY PC204AX 資料記錄器記錄其信號，等回到實驗室後將其重新播放記錄之信號並傳送入 RION SA-27 實時間頻譜分析儀分析，得到三個軸向的 1/3 八音幅頻帶之振動加速度值，再利用個人電腦對不同頻帶依 ISO 之規範加權後與勞工安全衛生設施規則第 301、302 條及 ISO 5349、ISO 2631 比較其允許暴露時間。

研究結果顯示手-手臂振動暴露部份，排檔機器腳踏車不論新舊，手-手臂振動皆以 Y 軸為最顯著，每日允許暴露時間皆大於八小時，大於郵務士實際暴露時數；重型自動變

速機器腳踏車手-手臂振動皆以 Z 軸為最高，允許暴露時間不一，最嚴重者其允許暴露低於二小時，遠低於實際暴露時間；輕型自動變速機器腳踏車手-手臂振動暴露皆以 Z 軸為最高，而使用年份愈高者其振動量愈高，允許暴露時間甚至有低於一小時者。排檔機器腳踏車全身振動暴露加速度皆以 Z 軸為最高，不論新舊車型皆允許暴露八小時以上，而重型自動變速機器腳踏車之振動加速度值一般皆低於輕型自動變速機器腳踏車。

關鍵詞：送貨勞工、全身振動、手-手臂振動、機器腳踏車

二、緣由與目的

在勞工保護意識提昇之社會，如何創造舒適及無危害之作業環境是研究所努力之目標之一。從近年來之職業災害統計資料顯示，由於送貨勞工工作環境具有其特殊性，送貨人員的健康問題來自工作及環境兩方面，造成工作人員的肌肉骨骼傷害，或長時間暴露於機械腳踏車而造成手指或身體的疲勞；送貨員在分送包裹信件時，常有時效規定，易造成精神的壓力，且送貨員在分送過程中可能會發生交通事故，或被狗咬事件等傷害。

在職業環境中引起人類健康疑慮的振動被分為兩大類：(1)手-手臂振動(hand-arm vibration, HAV)，及(2)全身振動(whole body vibration, WBV)。手-手臂振動是因為動力手工具之使用，振動經由手-手臂系統而影響人

體上肢部分；全身振動則因人體坐、臥、站，振動由座位、床、或地板傳至身體而影響全身。噪音與振動均屬於物體受到振動所造成的往覆波動傳播，噪音傳遞方向與振盪方向平行稱為橫波(振動波之傳遞方向與振盪方向垂直稱為縱波不同)；噪音大部份之能量經由空氣介質傳播出去而振動則以固體為介質。

由國外的調查文獻估計[1,2]，在美國有數百萬的工作者暴露於職業性全身振動，他們包括有貨車、客車、火車、堆高機、直昇機、重機械、農業機械等駕駛人員外，尚有重型振動機器工廠的工作人員。依據勞委會勞工安全衛生研究所之“工作環境安全衛生狀況調查—受雇者認知調查” [3]之數據來推估全國駕駛人數約有數萬人之多且相當多人抱怨全身振動危害。過去 25 年以來，世界各地對不同工作者的流行病學研究，已發現全身振動暴露與背部疼痛以及退化性 / 突出性椎間盤疾病的發生有關聯，長時期暴露於全身振動增加罹患脊椎與神經方面疾病的機率。流行病學的研究結果促使歐盟國家比利時於 1978 年、德國於 1993 年、荷蘭於 1997 年、法國於 1999 年及日本於 1980 年等國家的勞工部將振動引起的脊椎病變列為職業病 [4-7]。當振動由垂直方向傳入身體時，人類易受傷害的頻率是在 4-8Hz[8,9]，身體軀幹對於這種振動會產生增大與加重的反應效果，因此背部脊椎在這種頻率範圍拉伸最為嚴重（人體坐姿的自然頻率約為 4.5-5.5Hz）。Magnusson 等人[10]針對瑞典與美國兩個國家的公車與貨車駕駛人員，並將長時間坐著的工作者作為控制族群進行研究發現，美國的貨車駕駛人員有最高的下背痛罹患率(約 50%)與最高的振動有最高的下背痛罹患率(約 50%)與最高的振動暴露，導致兩國的貨車駕駛之振動暴露有不同，主要起因於兩國路況之不同與瑞典出廠貨車之駕駛在 4-6Hz 有較高的阻尼，而脊椎的共振頻率

發生在此一範圍，因此脊椎更易於受到來自此一頻率範圍振動的影響。流行病學的研究顯示，下背部不適與暴露於工業性及非工業性（尤其是車輛）振動有相當的關係，Heliovaara 的研究指出[11]，人在老化機械環境中工作，因振動的關係對健康會有不良的影響，Kelsey [12]發現長期暴露於乘坐客車與卡車，增加椎間盤突出的發生機會，雖然 Kelsey 的研究報告有一些缺陷，如採樣數量較小以及缺少來自一般大眾的控制族群，該研究指出機械車輛的駕駛行為與增加椎間盤突出機率有關，人們在職業活動中有一半或更多時間從事駕駛行為者約有三倍機率會罹患此病；對於職業性駕駛其相對機率更高達五倍。Behrens 與 Lings 等人[13,14]的問卷調查統計研究確認卡車與重型機械的操作人員常有下背部不適的問題。在一份對 3920 位病人的研究發現，下背痛的發生與個人暴露於振動有關，例如卡車、拖車的駕駛、或重型建築機械的操作人員。研究人員也發現並懷疑貨車的振動環境與脊椎早期不正常退化有關，Seidel 和 Heide[15]查閱 185 篇有關振動的研究，得到的結論，是人們長期在振動環境之暴露量接近或超過 ISO2631/1-1985(E)[16]的暴露極限時，可能使肌肉骨骼系統遭受危害之機率顯著提高。

對於勞工暴露於全身振動之健康危害評估與診斷，有不同學者提出其指導方針 [17-20]，主要論點仍限於 ISO2631/1-1985[16]、BS6841(1987)[21] 及 ISO2631/1-1997[22]三規範所建議之未加權頻譜對應振動量、全域加權加速度、三軸組合加權加速度(weighted acceleration square value, WAS)、及振動暴露劑量值(vibration exposure dose value, VDV)等評估指標進行。如此評估方式必需考慮多個相關因素，因此 Holmlund [23]提出振動能量吸收值作為評估模式。運輸車輛駕駛人員除用手握住車輛方向盤操作車輛方向外，身體以坐姿方

式直接與車輛平台接觸，車輛行進時，車體引擎運轉振盪或路面不平引起的振動能量將以波動型式，藉由固體介質從振動源傳遞至操作駕駛司機的身體，這種長期職業性的振動暴露容易造成勞工脊椎骨、椎間盤突出、消化系統、及前庭器官等之異常病變，且其危害屬於長期累積，致使人們在不知不覺中病變惡化。Bongers 與 Boshuizen 針對直昇機駕駛、拖車駕駛、堆高機與貨車駕駛進行比較全身振動暴露群與控制群背部病變盛行率的研究發現，暴露於全身振動的族群其脊椎退化病變盛行率比未暴露者高出甚多，所有的測定均依照 ISO2631-1 進行，認為以現行的標準來說，職業性的全身暴露縱使低於界線值亦會對健康造成危害。本土化振動危害研究調查大部份均限於手工具振動量與手-手臂振動傷病探討，對於全身振動暴露曾進行過臺汽客運巴士、火車及貨運曳引車輛司機之振動量測定與評估研究[24~26]，這些駕駛人員配合業務需要普遍為長時間暴露，如此職業性病變更容易引發。對於駕駛座椅改良之減振調查研究中，Jang[27]曾以實驗模擬方式，對振動輸入之方向性、頻率、振動量及姿勢之影響來比較座椅表面及腳座位置之垂直振動量，進而檢討座椅之減振效應並推導預測公式；Paddan[28]以車輛座椅安裝隔振系統與懸吊系統來比較座椅量得振動量，評估減振效果，並對 ISO2631/1-1997 所提不同頻率及方向加權作比較，縱然應使工作者的振動暴露在 ISO 標準範圍之內，但是有幾項因素可影響實際振動振幅的大小。這些因素包括行走路面、座位設計、或車輛上配置的防振設備。駕駛座位的動態特性可藉由傳遞率(Transmissibility)的測量來評估，傳遞率被定義為座椅表面與座椅底部所量測到振動大小的比率，其中頻率加權加速度的比值被稱為座椅有效振幅傳遞率(Seat Effective Amplitude Transmissibility, SEAT)。一個 SEAT 值為 100%表示座椅的振動暴露量與硬

質的相同，假如 SEAT 大於 100%顯示座椅放大振動暴露量對坐於該座椅的人有損害性影響，如果 SEAT 小於 100%表示座椅有減少車輛振動的效果。SEAT 值可被用來比較車輛行進於相同路面不同種類座椅的動態反應或用於比較某一座椅在不同路面所具有的性能。

手-手臂振動(局部振動)是使用動力手工具引起之振動危害，其中以工廠的機械桿振動、營造建築之鑽孔或打除混凝土機具及交通工具之振動最為嚴重。在國內長期暴露於手-手臂振動對人體生理與心理之影響已有病變危害之發現如伐木工人長期使用鏈鋸、營造工人使用混凝土破壞機或鑽孔機等引起之振動症候群(Vibration Syndrome)，亦稱為白指病或職業性雷諾現象[29-32]，雖然動力手工具隨著產業進步而加以改良，負載時之振動量有顯著降低，但對動力工具使用勞工仍有相當程度之影響，而且隨著工具使用期齡之增加，工具振動傷害情形更趨嚴重[33-35]，因此在勞工職業病防治受重視的時代，送貨機械腳踏車之手-手臂振動之危害研究也逐漸被重視。

本研究之目的為了解現階段國內物流業者每日使用機器腳踏車代步配送物品時，暴露於手-手臂及全身振動之情形，依不同型式種類之機器腳踏車其所產生的振動加速度值評估從業人員每日允許的最大振動暴露時間及預估可能產生白指病的機率。

三、研究方法

1. 篩選並確認對象測試機器腳踏車 27 車次。
2. 送貨勞工用機器腳踏車行駛時經席座傳遞全身振動測試：
 - (1) 機器腳踏車車速分別為 20、40 及 60 公里/小時測試。
 - (2) 測試路段以柏油路及產業道路不同狀況之道路。
 - (3) 以 20、40 及 60 公里/小時不同的時速行駛於柏油路 4 次。
 - (4) 以時速 20 公里/小時的時速行駛於產

業道路 4 次。

- (5) 將 RION PV-62 席座型檢波器放在機器腳踏車椅墊下，以不同車速、不同道路狀況下行駛時，檢拾經由椅墊所傳遞之全身振動加速度。

3. 送貨勞工用機器腳踏車行駛時把手之手-手臂振動測試：

- (1) 機器腳踏車車速分別為 20、40 及 60 公里/小時測試。
- (2) 測試路段以柏油路及產業道路不同狀況之道路。
- (3) 以 20、40 及 60 公里/小時不同的時速行駛於柏油路 4 次。
- (4) 以時速 20 公里/小時的時速行駛於產業道路 4 次。
- (5) 每次測試針對左把手進行 X、Y、Z 等三方向檢拾振動波。

4. 回到實驗室後，將紀錄的振動波從 SONY T4000 再生後，送入 RION SA-27 實時間頻譜分析儀分析得到 1/3 八音幅頻帶之分貝值後，傳送到個人電腦後，透過程式分別依 ISO 5349 及 ISO 2631(1985)、ISO 2631(1997)之規範加權後，得到其加速度實效值。

四、結果

本次研究測量之機器腳踏車，每台車經過全身振動與手-手臂振動之量測，其分析與評估結果如附表一至表十一所示。吾人就其分析結果簡要地敘述如下：

(一) 全身振動分析部分：

由表一與表四得知，排檔新車行駛於產業道路時速 20km/hr 時之全身振動量以 Z 軸為最高，其加速度達 $0.77\sim0.88\text{m/s}^2$ ；排檔舊車行駛於產業道路時速 20km/hr 時之全身振動量以 Z 軸為最高，其加速度達 $0.73\sim0.85\text{m/s}^2$ ，經 1/3 頻帶分析結果與我國設施規則第三 0 一條比較結果，每天容許暴露時間在 16 小時以內；舊車車齡超過 4 年，以時速 60km/hr 行駛於柏油路之全身振動量為最高，其加速度達 $0.43\sim0.62\text{m/s}^2$ ，經 1/3 頻帶分析結果與我國設施規則第三 0 一條比較結果，每天容許暴露時間在 16 小時以內。

因我國勞工安全衛生設施規則第三 0 一

條係參考美國 ACGIH 而訂的，而 ACGIH 演變成 ISO2631(1985)，英國最後把 ISO2631(1985)改成 ISO2631(1997)最新法令。例如表四中，編號 AAN-001 的柏油路時速 60km/hr 它在 ISO2631(1997)每日 4.88 小時即可能產生健康上的危害；每日 15.32 小時會造成健康上的危害；而勞工安全衛生設施規則第三 0 一條之每日允許暴露時間卻為 24 小時。

由表二及表五可知，新車車齡不超過半年，行駛於柏油路時速 20km/hr、40km/hr 時之全身振動量為 Y 軸最低，其加速度達 $0.05\sim0.12\text{m/s}^2$ 經 1/3 頻帶分析結果與我國設施規則第三 0 一條比較結果，每天容許暴露時間在 24 小時以內，新車以 YAMAHA 及 KYMCO 兩家廠牌來比較，以時速 20km/hr、40km/hr 行駛於柏油路時，經 1/3 頻帶分析結果與我國設施規則第三 0 一條比較結果，每天容許暴露時間是較一致的，舊車車齡於 7 年，行駛於產業道路時速 20km/hr 時，其全身振動量以 Z 軸最高，其加速度達 $0.61\sim1.31\text{m/s}^2$ ，經 1/3 頻帶分析結果與我國設施規則第三 0 一條比較結果，每天容許暴露時間 8 小時以內，以相同廠牌的舊車時速 40km/hr 行駛於柏油路時，其全身振動量以 Z 軸最高，其加速度達 $0.42\sim0.49\text{m/s}^2$ ，經 1/3 頻帶分析結果與我國勞工安全衛生設施規則比較結果，每天容許暴露時間 24 小時以內。

由表三與表六可得知，以相同廠牌的舊車在行駛於柏油路時速 20km/hr、40km/hr 時，其全身振動量以 Y 軸最低，其加速度達 $0.05\sim0.10\text{m/s}^2$ ，經 1/3 頻帶分析結果與我國設施規則第三 0 一條比較結果，每天容許暴露時間 24 小時，車齡在 6 年以內，行駛於柏油路時速 60km/hr 時，與時速 20、40km/hr 比較，其全身振動量以 Z 軸最高，其加速度達 $0.53\sim0.77\text{m/s}^2$ ，經 1/3 頻帶分析結果與我國設施規則第三 0 一條比較結果，每天容許暴露時間 8 小時以上，SYM 與 YAMAHA 兩

家廠牌的舊車來比較，行駛於產業道路時速 20km/hr 時，其全身振動量以 YAMAHA 舊車 Z 軸最高，其加速度達 1.21m/s^2 ，經 1/3 頻帶分析結果與我國設施規則第三 0 一條比較結果，每天容許暴露時間 4 小時以上。

(二) 手-手臂振動分析部分：

機器腳踏車之手-手臂振動分析評估結果，整理於表七至表十一中。

由表七所示，排檔新車行駛於不同時速路況時，其手-手臂振動量以 Y 軸最顯著；經 1/3 頻帶分析與我國設施規則第三 0 二條比較結果，每天容許暴露時間在 8 小時以上。由 ISO 5349(1986)可看出，新的排檔車，以時速 60km/hr 行駛時，得白指病的風險比以時速 20km/hr 行駛於產業道路高。

由表八所示，排檔舊車行駛於不同路段不同時速中之手-手臂振動量以 Y 軸最為顯著，由 ISO 5349(1986)可看出，產業道路 20km/hr 的加速度最大其次是柏油路 60km/hr，相對的白指病的風險也比較高；經 1/3 頻帶分析結果與我國設施規則第三 0 二條比較結果，每天容許暴露時間在 8 小時以上。

故知，排檔車之手-手臂振動量以 Y 軸最為顯著且車齡越高的機器腳踏車振動量相對的也較高，雖根據我國設施規則 302 條規定每天仍可暴露 8 小時以上，但由 ISO5349(1986)可得知其罹患白指病的年限較低。

由表九可發現，重型新車行駛於不同時速路況時，其手-手臂振動量以 Z 軸最高；經 1/3 頻帶分析結果與我國設施規則第三 0 二條比較結果，產業道路 20km/hr 的每天容許暴露時間較為不一。而時速 60km/hr 的每天容許暴露時間，有的容許暴露時間在 2~4 小時，很貼近郵務士實際暴露時間[36]。

由表十所示可發現，重型舊車行駛於不同時速路況時之手-手臂振動量，以 Z 軸最

高；經 1/3 頻帶分析結果與我國設施規則第三 0 二條比較，可以看出產業道路 20km/hr 容許時間較其他路況時速低很多，甚至低於郵務士每天實際暴露時數 4 小時左右[36]。由 ISO5349(1986)可看出，暴露於不同時速路況得白指病的的機率：產業道路 20km/hr>柏油路 60km/hr>柏油路 40km/hr>柏油路 20km/hr。

由表九與表十可以清楚地發現舊型機器腳踏車的共通點：行駛於不同時速路況時之手-手臂振動量以 Z 軸最高，且暴露於不同時速路況得白指病的的機率：產業道路 20km/hr>柏油路 60km/hr>柏油路 40km/hr>柏油路 20km/hr。

由表十可以發現，年份越高的機器腳踏車振動量越高，此次實驗測了一台 HONDA CCO-023 是 1982 年的機器腳踏車，僅行駛的 5332 公里，其手-手臂振動量遠遠高出其他年份的機器腳踏車。且發現輕型機器腳踏車行駛於不同時速路況時之手-手臂振動量以 Z 軸最高；經 1/3 頻帶分析結果與我國設施規則第三 0 二條比較結果，不同時速路況每天容許暴露時間不一，有的容許暴露時間，甚至小於郵務士每天實際暴露時數 4 小時[36]。

五、結論及建議

吾人在本研究中可以發現以下幾點結論：

1. 由全身及手-手臂振動分析可以發現：不論是新車或舊車以時速 20km/hr 行駛於柏油路其全身及手-手臂的振動量最小、容許暴露時間也最長其危害也最小。
2. 由全身振動分析可以發現：不論是新車或舊車以時速 60km/hr 行駛於柏油路其全身及手-手臂的振動、容許暴露時間也最短，其危害也最大。
3. 由手-手臂振動分析可以發現：不論那種車款的舊車行駛於顛簸路段其手-手臂

振動容許暴露時間也最長其危害也最大。由此可發現縱使時速較低但行駛於產業道路時，會因外在環境的影響而使得量測加速度增加。

由實際量測結果後發現顯著影響排檔車振動暴露的因素包括：機器腳踏車騎士使用機器腳踏車之習性、機器腳踏車本身懸掛系統的設計及機器腳踏車之保養狀況；一般排檔車的排檔從三檔到六檔，如何正確的使用適合的檔位，跟使用者的認知及習慣有關，有些使用者比較著重於瞬間的加速性而有些則比較在意於平順之前進，使用不同的檔位時，即使在相同的車速下前進，也會由於引擎轉速之不同而發生不同的振動量。另外影響的因素就是機器腳踏車廠的懸掛設計，由於當初設計機體時所針對某種區塊客戶群使用而設計機器腳踏車其懸吊系統的設計也會跟著受到影響，因此要購買作為業務使用的機器腳踏車時，引擎之馬力及懸吊系統之設計都會影響到振動暴露量之大小，另外由結果部份可以明顯的看出，車齡也是一個重大的因素，幾乎全部的舊車其振動量都比新車大很多。

排檔車比自動變速之機器腳踏車振動量為小，因此比較適合於長時間的暴露。而不同車齡之同款車亦有車齡愈大則振動量愈大的趨勢，因此使用機器腳踏車為生財工具之使用者，亦應為了自己的健康著想，儘量不要使用過於高齡之機器腳踏車。

六、參考文獻

- [1] Wasserman, D., Wilder, D., and Pope, M., 1997; "Whole-body vibration and occupational work hardening", JOEM, 39(5): 403-407.
- [2] Wilder, D., and Pope, M. , 1996; "Epidemiological and etiological aspects of low back pain in vibration environments - an update", Clin. Biomech, 11:61-73.
- [3] 行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所，1998; "工作環境安全衛生狀況調查----受雇者認知調查"，行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所，台北，IOSH88-H309。
- [4] K. Nishiyama, K. Taoda and T. Kitahara, 1998; "A decade of improvement in whole-body vibration and low back pain for freight container tractor drivers. ", Journal of Sound and Vibration, 215 (4) ,635-642.
- [5] M. L. Magnusson , and M. H. pope, 1998 ; "A review of the biomechanics and epidemiology of working postures.", Journal of Sound and Vibration, 215 (4) ,956-976.
- [6] Y. Matsumoto and M. J. Griffin , 2002; "Effect of muscle tension on non-linearities in the apparent masses of seated subjects exposed to vertical whole-body vibration.", Journal of Sound and Vibration, 253 (1) ,31-36.
- [7] C. T. J. Hulshof, G. Van Der Laan, I. T. J. Braam, and J. H. A. M. Verbeek, 2002; "The fate of Mrs Robinson :Criteria for recognition of whole-body vibration injury as an occupational disease.", Journal of Sound and Vibration, 253 (1) ,185-194.
- [8] Panjabi, M. H., Andersson, G. B. J., and Jorneus, L., 1986; "In vivo measurement of spinal column vibration ", J. Bone and Joint Surgery, 68-A, 695-702.
- [9] Chaffin, D. B., and Andersson, G. B. J 1991; "Occupational biomechanics (2nd ed), New York, Wiley.
- [10] Pepo, M. H., Wilder, D. G. and Magnusson, M. 1998; "Possible mechanism of low back pain due to whole-body vibration ", J. Sound and Vibration, 215(4), 687-697.
- [11] Heliovaara, M., 1987; "Occupation and risk of herniated lumbar intervertebral disc or sciatica leading to hospitalization", J. Chronic Dis., 40:259-264.

- [12] Kelsey, L., Githens, B., and O'Conner, T., 1984; "Acute prolapsed lumbar intervertebral disc: an epidemiological study with special reference to driving automobiles and cigarette smoking", *Spine*, 9:608-613.
- [13] Behrens, V., Seligman, P. and Cameron, L., 1994; "The prevalence of back pain, and hand discomfort, and dermatitis in the US working population", *Am. J. Public Health*, 84:1780-1785.
- [14] Lings, S. and Leboeuf-Yde, C., 2000; "Whole-body vibration and low back pain: a systematic, critical review of the epidemiological literature 1992-1999. ", *Int. Arch. Occup. Environ. Health*, 73: 290-297.
- [15] Seidel, H. and Heide, R., 1986; "Long term effects of whole-body vibration: a critical survey of the literature", *Int. Arch. Occup. Environ. Health*, 58:1-26.
- [16] International Standard Organization (ISO), 1985, "Evaluation of human exposure to whole-body vibration---part 1: general requirements", ISO 2631/1-1985(E):1-17.
- [17] Mistrot, P., Donati, P., Galmiche, J., et. al., 1990; "Assessing the Discomfort of the Whole-Body multi-axis vibration: laboratory and experiments", *Ergonomics*, 33(12):1523-1536.
- [18] Kjellberg, A., Wikstorm, B., Dimberg, U., 1985; "Whole-body vibration: exposure time and acute effects – experimental assessment of discomfort", *Ergonomics*, 28(3):545-554.
- [19] Bovenzi, M., Zadini, A., 1992; "Self-reported low back symptoms in urban bus drivers exposed to whole-body vibration", *Spine*, 17:1048-1059.
- [20] Frymoyer, J., Pope, M., Costanza, M., et. al., 1980; "Epidemiologic studies of low back pain", *Spine*, 5:419-423.
- [21] British Standard (BS), 1987, "Measurement and evaluation of human exposure to whole-body vibration", BS 6841.
- [22] International Stander Organization (ISO), 1997, "Evaluation of human exposure to whole-body vibration. part 1: general requirements", ISO2631/1-1997 (E) :1-28.
- [23] R . Lundstrom and P. Holmlund, 1998; "Absorption of energy during whole-body vibration exposure", *Journal of Sound and Vibration*, 215 (4) ,789-799.
- [24] 劉怡焜，1991；“全身振動的測量評估及對職業危害之探討—以客運車為例”，中國醫藥學院碩士論文。
- [25] 魯文印，1992；“全身振動的測量評估及對職業危害之探討—以火車為例”，中國醫藥學院碩士論文。
- [26] 劉玉文，葉文裕，盧士一，2002，“拖車司機振動暴露調查研究”，*勞工安全衛生季刊*第十卷第4期。
- [27] H. K. Jang and M. J. Griffin, 2000; "Effect of Phase ,frequency, magnitude and posture on discomfort associated with differential vertical vibration at the seat and feet.", *Journal of Sound and Vibration*, 229 (2) ,273-286.
- [28] G. S. Paddan and M. J. Griffin ,2002; "Effect of seating on exposures to Whole-Body Vibration in Vehicles.", 253 (1) ,215-241.
- [29] S T Ho, H S Yu , "Ultrastructural Changes of The Perlpheral Nerve Induced by Vibration: An Experimental Study", *British Journal of Industrial Medicine*, Vol.46, pp157-164 (1989)
- [30] Robert G.Radwin, Thomas J .Armstrong, Ernst Vanbergeijk "Vibration Exposure for Selected Power Hand Tools Used in Automobile Assembly" *Am. Ind. Hyg. Assoc. J*, Vol.51 No.9, PP.510-518 (1990)
- [31] Hsin-Su Yu, Tsing-Hua Yao, Ho-Ming Tseng, Shien-Tsong Ho and Chung-Ho Chien, "Vibration Syndrome with Special Reference to The Effects of Temperature on Vibration induced White Finger" , *J. of Dermatology*, Vol.15, No.6, pp.466-472 (1988)

- [32] Matsumoto,T.,N. Harada, S. Yamada, and F. Kobayashi, "On Vibration Hazards of Chipping Hammer Operations in an Iron Foundry : Part I. Results of the First Investigation", Japan Ind. Health., Vol.23, pp.51-60 (1981)
- [33] Wasserman,D.,W. Taylor, V. Behrens,and S.Samueloff, Vibration White Finger Disease in U.S. Workers Using Pneumatic Chipping and Grinding Tools:I.Epidemiology, U.S. Department of Health and Human Services (NIOSH) Report #81-118,Cincinnati,OH. (1982)
- [34] Miyashita,K.,S.Shiomi, N.Itoh,T.Kasamatsu,and H.Iwata, "Epidemiological Study of Vibration Syndrome in Response to Total Hand-Tool Operating Time",Br.J.Ind.Med., Vol.40,pp.92-98 (1983)
- [35] 行政院勞工委員會，1994；“勞工安全衛生設施規則”，台北，行政院勞工委員會。
- [36] 毛義方，楊忠霖，黃如瑋，陳秋蓉，陳美蓮，2002年；“勞工安全衛生研究季刊”，勞工安全衛生季刊第十卷第二期。

表一、排檔車 ISO2631(1985)加速度比較表

編號	性質	產業道路時速 20km/hr			柏油路時速 20 km/hr			柏油路時速 40 km/hr			柏油路時速 60 km/hr		
		X軸	Y軸	Z軸	X軸	Y軸	Z軸	X軸	Y軸	Z軸	X軸	Y軸	Z軸
AAN-001	新排檔車	0.44	0.04	0.88	0.17	0.15	0.30	0.23	0.18	0.43	0.20	0.20	0.47
AAN-002	新排檔車	0.41	0.40	0.77	0.22	0.16	0.37	0.28	0.20	0.47	0.22	0.25	0.47
AAN-003	新排檔車	0.57	0.18	0.83	0.16	0.07	0.28	0.22	0.10	0.44	0.25	0.14	0.47
AAO-004	舊排檔車	0.45	0.39	0.73	0.15	0.11	0.29	0.20	0.17	0.58	0.20	0.24	0.62
AAO-005	舊排檔車	0.30	0.23	0.82	0.17	0.10	0.29	0.19	0.11	0.39	0.27	0.15	0.54
AAO-006	舊排檔車	0.41	0.39	0.85	0.14	0.18	0.27	0.16	0.20	0.42	0.20	0.30	0.60
AAO-007	舊排檔車	0.32	0.49	0.85	0.19	0.13	0.30	0.25	0.17	0.43	0.20	0.24	0.43

表二、重型車 ISO2631(1985)加速度比較表

編號	性質	產業道路時速 20km/hr			柏油路時速 20km/hr			柏油路時速 40km/hr			柏油路時速 60km/hr		
		X軸	Y軸	Z軸	X軸	Y軸	Z軸	X軸	Y軸	Z軸	X軸	Y軸	Z軸
BBN-009	新重型車	0.54	0.22	1.03	0.21	0.12	0.36	0.20	0.11	0.38	0.23	0.16	0.69
BBN-010	新重型車	0.32	0.14	0.61	0.11	0.05	0.33	0.16	0.07	0.35	0.22	0.10	0.40
BBN-011	新重型車	0.43	0.17	0.64	0.13	0.09	0.32	0.18	0.11	0.33	0.21	0.15	0.41
BBN-012	新重型車	0.51	0.08	0.86	0.15	0.10	0.31	0.24	0.09	0.44	0.42	0.16	0.56
BBN-013	新重型車	0.43	0.16	0.55	0.15	0.09	0.30	0.16	0.10	0.36	0.18	0.21	0.48
BBO-014	舊重型車	0.48	0.18	0.81	0.22	0.07	0.38	0.31	0.10	0.36	0.29	0.10	0.49
BBO-015	舊重型車	0.56	0.19	0.61	0.68	0.09	0.26	0.34	0.09	0.46	1.16	0.32	0.59
BBO-016	舊重型車	0.73	0.29	1.13	0.69	0.15	1.02	0.30	0.14	0.51	0.37	0.19	0.74
BBO-017	舊重型車	0.58	0.21	0.94	0.28	0.35	0.56	0.30	0.14	0.49	0.14	0.25	0.51
BBO-018	舊重型車	0.16	0.68	1.31	0.05	0.22	0.40	0.07	0.22	0.50	0.09	0.26	0.80
BBO-019	舊重型車	0.18	0.67	1.19	0.08	0.49	0.34	0.12	0.20	0.49	0.11	0.23	0.69
BBO-020	舊重型車	0.18	0.74	1.16	0.04	0.19	0.30	0.08	0.21	0.42	0.10	0.26	0.67

表三、輕型車 ISO2631(1985)加速度比較表

編號	性質	產業道路時速 20km/hr			柏油路時速 20km/hr			柏油路時速 40km/hr			柏油路時速 60km/hr		
		X 軸	Y 軸	Z 軸	X 軸	Y 軸	Z 軸	X 軸	Y 軸	Z 軸	X 軸	Y 軸	Z 軸
CCO-023	舊輕型車	0.57	0.21	0.92	0.20	0.08	0.34	0.22	0.10	0.48	0.35	0.13	0.90
CCO-024	舊輕型車	0.47	0.16	0.95	0.15	0.05	0.37	0.22	0.08	0.39	0.35	0.10	0.66
CCO-025	舊輕型車	0.37	0.25	0.87	0.12	0.10	0.45	0.15	0.10	0.35	0.22	0.14	0.53
CCO-026	舊輕型車	0.31	0.77	1.21	0.16	0.19	0.31	0.12	0.22	0.50	0.30	0.33	0.77

表四、排檔車之容許暴露時間比較表

編號	性質	產業道路時速 20km/hr			柏油路時速 20 km/hr			柏油路時速 40 km/hr			柏油路時速 60 km/hr		
		勞工安全衛生設施規則第三〇一條	B1 方程式	B2 方程式	勞工安全衛生設施規則第三〇一條	B1 方程式	B2 方程式	勞工安全衛生設施規則第三〇一條	B1 方程式	B2 方程式	勞工安全衛生設施規則第三〇一條	B1 方程式	B2 方程式
			造成健康危害	造成健康危害		造成健康危害	造成健康危害		造成健康危害	造成健康危害		造成健康危害	造成健康危害
			可能造成健康危害	可能造成健康危害		可能造成健康危害	可能造成健康危害		可能造成健康危害	可能造成健康危害		可能造成健康危害	可能造成健康危害
AAN-001	新排檔車	8	4.07	3.65	24	>24	>24	24	15.58	>24	24	15.32	>24
			1.30	0.23		9.49	12.4		4.96	3.39		4.88	3.28
AAN-002	新排檔車	16	4.92	5.31	24	19.97	>24	24	12.08	>24	24	13.62	>24
			1.57	0.34		6.36	5.57		3.85	2.04		4.34	2.59
AAN-003	新排檔車	8	4.04	3.58	24	>24	>24	24	17.36	>24	24	14.75	>24
			1.28	0.23		12.98	23.21		5.53	4.21		4.70	3.04
AAN-004	舊排檔車	16	4.68	4.82	24	>24	>24	24	10.37	>24	24	8.99	17.77
			1.49	0.31		11.13	17.07		3.42	1.61		2.86	1.13
AAO-005	舊排檔車	16	5.49	6.61	24	>24	>24	24	21.2	>24	16	12.06	>24
			1.75	0.42		11.21	17.31		6.75	6.28		3.84	2.03
AAO-006	舊排檔車	16	3.65	2.93	24	>24	>24	24	15.56	>24	16	8.42	15.59
			1.16	0.19		9.34	12.02		4.96	3.38		2.68	0.99
AAO-007	舊排檔車	16	3.63	2.89	24	>24	>24	24	13.76	>24	24	13.37	>24
			1.15	0.18		8.24	9.35		4.38	2.64		4.26	2.50

表五、重型車之容許暴露時間比較表

編號	性質	產業道路時速 20km/hr			柏油路時速 20 km/hr			柏油路時速 40 km/hr			柏油路時速 60 km/hr		
		勞工安全衛生設施規則第三〇一條	B1 方程式	B2 方程式	勞工安全衛生設施規則第三〇一條	B1 方程式	B2 方程式	勞工安全衛生設施規則第三〇一條	B1 方程式	B2 方程式	勞工安全衛生設施規則第三〇一條	B1 方程式	B2 方程式
			造成健康危害	造成健康危害		造成健康危害	造成健康危害		造成健康危害	造成健康危害		造成健康危害	造成健康危害
			可能造成健康危害	可能造成健康危害		可能造成健康危害	可能造成健康危害		可能造成健康危害	可能造成健康危害		可能造成健康危害	可能造成健康危害
BBN-009	新重型車	8	3.06	2.06	24	20.27	>24	24	20.79	>24	8	9.27	18.89
			0.98	0.13		6.45	5.74		6.62	6.04		2.95	1.20
BBN-010	新重型車	16	9.02	17.9	24	>24	>24	24	>24	>24	24	20.28	>24
			2.87	1.14		12.51	21.56		8.69	10.41		6.46	5.74
BBN-011	新重型車	24	5.78	7.39	24	>24	>24	24	23.52	>24	24	16.85	>24
			1.84	0.46		9.91	13.39		7.49	7.64		5.36	3.92
BBN-012	新重型車	16	3.80	3.16	24	>24	>24	24	15.60	>24	16	7.69	13
			1.21	0.2		10.29	14.59		4.97	3.40		2.45	0.83
BBN-013	新重型車	16	7.69	13.01	24	>24	>24	24	>24	>24	24	16.72	>24
			2.45	0.83		11.43	18		8.10	9.03		5.32	3.90
BBO-014	舊重型車	16	4.73	4.96	24	19.57	>24	24	15.82	>24	24	13.27	>24
			>24	0.31		6.23	5.29		>24	3.45		>24	2.43
BBO-015	舊重型車	16	5.15	5.84	16	5.21	5.97	24	11.59	>24	2.5	1.70	0.64
			1.64	0.37		1.66	0.38		3.69	1.88		0.54	0.04
BBO-016	舊重型車	8	1.83	0.73	16	2.59	1.48	24	10.71	>24	8	6.36	8.88
			0.58	0.05		0.83	0.09		3.41	1.6		2.02	0.56
BBO-017	舊重型車	16	2.59	1.47	16	5.80	7.40	24	9.35	19.23	24	11.49	>24
			0.82	0.09		1.85	0.47		2.98	1.22		3.66	1.84
BBO-018	舊重型車	4	2.02	0.90	24	17.42	>24	24	14.81	>24	8	8.17	14.67
			0.64	0.06		5.55	4.24		4.72	3.06		2.60	0.93
BBO-019	舊重型車	8	2.09	0.96	16	9.45	19.64	24	15.09	>24	16	10.16	22.67
			0.67	0.06		3.01	1.25		4.81	3.18		2.23	1.44
BBO-020	舊重型車	8	1.84	0.75	24	>24	>24	24	16.84	>24	16	9.37	19.3
			0.59	0.05		9.38	12.11		5.36	3.96		2.98	1.23

表六、輕型車之容許暴露時間比較表

編號	性質	產業道路時速 20km/hr			柏油路時速 20 km/hr			柏油路時速 40 km/hr			柏油路時速 60 km/hr		
		勞工安全衛生設施規則第三〇一條	B1 方程式	B2 方程式	勞工安全衛生設施規則第三〇一條	B1 方程式	B2 方程式	勞工安全衛生設施規則第三〇一條	B1 方程式	B2 方程式	勞工安全衛生設施規則第三〇一條	B1 方程式	B2 方程式
			造成健康危害	造成健康危害		造成健康危害	造成健康危害		造成健康危害	造成健康危害		造成健康危害	造成健康危害
			可能造成健康危害	可能造成健康危害		可能造成健康危害	可能造成健康危害		可能造成健康危害	可能造成健康危害		可能造成健康危害	可能造成健康危害
CCO-023	舊輕型車	8	2.77	1.69	24	21.89	>24	24	14.2	>24	4	5.55	6.81
			0.88	0.10		6.97	6.62		4.52	2.78		1.76	0.42
CCO-024	舊輕型車	8	3.79	3.17	24	>24	>24	24	18.7	>24	8	7.14	11.29
			1.2	0.19		7.72	8.21		5.95	4.88		2.27	0.70
CCO-025	舊輕型車	16	4.47	4.4	24	21.46	>24	24	>24	>24	24	12.13	>24
			1.42	0.27		6.83	6.43		8.41	9.74		3.86	2.05
CCO-026	舊輕型車	4	0.32	0.65	24	9.43	19.55	16	13.52	>24	16	5.71	7.16
			0.55	0.04		3.00	1.24		4.31	2.55		1.82	0.46

表七、排檔新車手-手臂振動量評估結果整理

編號	路況車速	加速度	最大軸向	勞安法第三〇二條	ISO5349(單位:年)									
					每天暴露四小時					每天暴露六小時				
					10%	20%	30%	40%	50%	10%	20%	30%	40%	50%
AAN-001	產	1.841	Z	>8	16.3	23.1	28.3	32.6	36.5	13.3	18.8	23.1	26.6	29.8
	20	0.994	Z	>8	30.2	42.7	52.3	60.4	67.6	24.7	34.9	42.7	49.4	55.2
	40	2.201	Y	>8	13.6	19.3	23.6	27.3	30.5	11.1	15.8	19.3	22.3	24.9
	60	2.635	Y	>8	11.4	16.1	19.7	22.8	25.5	9.3	13.2	16.1	18.6	20.8
AAN-002	產	1.412	Y	>8	21.3	30.1	36.9	42.6	47.6	17.4	24.6	30.1	34.7	38.8
	20	0.894	Y	>8	33.6	47.5	58.2	67.2	75.1	27.4	38.8	47.5	54.9	61.4
	40	1.067	Y	>8	28.2	39.8	48.8	56.3	63	23	32.5	39.8	46	51.4
	60	1.711	Y	>8	17.6	24.8	30.4	35.1	39.3	14.3	20.3	24.8	28.7	32.1

註：產→產業道路時速 20km/hr；20→省道時速 20km/hr；40→省道時速 40km/hr；60→省道時速 60km/hr

表八、排檔舊車手-手臂振動量評估結果整理

編號	路況車速	加速度	最大軸向	勞安法第三 0 二 條	ISO5349(單位:年)									
					每天暴露四小時					每天暴露六小時				
					10%	20%	30%	40%	50%	10%	20%	30%	40%	50%
AAO-004	產	3.117	Z	>8	9.6	13.6	16.7	19.3	21.6	7.9	11.1	13.6	15.7	17.6
	20	1.289	Z	>8	23.3	33.0	40.4	46.6	52.1	19	26.9	33	38.1	42.6
	40	2.715	Y	>8	11.1	15.6	19.2	22.1	24.7	9	12.8	15.6	18.1	20
	60	2.871	Y	>8	10.5	14.8	18.1	20.9	23.4	8.5	12.1	14.8	17.1	19
AAO-005	產	1.801	Y	>8	16.7	23.6	28.9	33.4	37.3	13.6	19.3	23.6	27.2	30.5
	20	1.205	Y	>8	24.9	35.3	43.2	49.9	55.7	20.4	28.8	35.3	40.7	45.5
	40	1.552	Y	>8	19.4	27.4	33.5	38.7	43.3	15.8	22.4	27.4	31.6	35.3
	60	1.615	Y	>8	18.6	26.3	32.2	37.2	41.6	15.2	21.5	26.3	30.4	34.0
AAO-006	產	3.748	Z	>8	8	11.3	13.9	16	17.9	6.5	9.3	11.3	13.1	14.6
	20	3.241	Z	>8	9.3	13.1	16.1	18.5	20.7	7.6	10.7	13.1	15.1	16.9
	40	2.741	Z	>8	11	15.5	19	21.9	24.5	8.9	12.7	15.5	17.9	20
	60	2.985	Y	>8	10.1	14.2	17.4	20.1	22.5	8.2	11.6	14.2	16.4	18.4
AAO-007	產	2.727	Y	>8	11	15.6	19.1	22	24.6	9	12.7	15.6	18	20.1
	20	1.535	Y	>8	19.6	27.7	33.9	39.1	43.8	16	22.6	27.7	32	35.7
	40	1.752	Y	>8	17.1	24.2	29.7	34.3	38.3	14	19.8	24.2	28	31.3
	60	2.182	Y	>8	13.8	19.8	23.8	27.5	30.8	11.2	15.9	19.5	22.5	25.1
AAO-008	產	2.576	Z	>8	11.7	16.5	20.2	23.3	26.1	9.5	13.5	16.5	19	21.3
	20	1.025	Y	>8	29.3	41.1	50.8	58.6	65.5	23.9	33.8	41.4	47.9	53.5
	40	2.053	Z	>8	14.6	20.7	25.3	29.3	32.7	11.9	16.9	20.7	23.9	26.7
	60	2.67	Y	>8	11.3	15.9	19.5	22.5	25.2	9.2	13	15.9	18.4	20.5

註：產→產業道路時速 20km/hr；20→省道時速 20km/hr；40→省道時速 40km/hr；60→省道時速 60km/hr

表九、重型新車手-手臂振動量評估結果整理

編號	路況車速	加速度	最大軸向	勞安法第三 0 二 條	ISO5349(單位:年)									
					每天暴露四小時					每天暴露六小時				
					10%	20%	30%	40%	50%	10%	20%	30%	40%	50%
BBN-009	產	3.6	X	>8	8.3	11.8	14.5	16.7	18.7	6.8	9.6	11.8	13.6	15.2
	20	2.471	X	>8	12.2	17.2	21.1	24.3	27.2	9.9	14.0	17.2	19.9	22.2
	40	2.112	Z	>8	14.2	20.1	24.6	28.4	31.8	11.6	16.4	20.1	23.2	26
	60	2.241	X	>8	13.4	19	23.2	26.8	30	10.9	15.5	19	21.9	24.5
BBN-010	產	4.078	X	>8	7.4	10.4	12.8	14.7	16.5	6	8.5	10.4	12	13.4
	20	3.128	Z	>8	9.6	13.6	16.6	19.2	21.5	7.8	11.1	13.6	15.7	17.5
	40	3.498	Z	>8	8.6	12.1	14.9	17.2	19.2	7	9.9	12.1	14	15.7
	60	4.101	Z	2~4	7.3	10.4	12.7	14.7	16.4	6	8.5	10.4	12	13.4
BBN-011	產	6.141	Z	1~2	4.9	6.9	8.5	9.8	10.9	4	5.6	6.9	8	8.9
	20	2.513	Z	>8	12	16.9	20.7	23.9	16.7	9.8	13.8	16.9	19.5	21.8
	40	3.159	Z	>8	9.5	13.4	16.5	19	21.3	7.8	11	13.4	15.5	17.4
	60	4.178	Z	2~4	7.2	10.2	12.5	14.4	16.1	5.9	8.3	10.2	11.7	13.1
BBN-012	產	6.664	Z	1~2	4.5	6.4	7.8	9	10.1	3.7	5.2	6.4	7.4	8.2
	20	2.482	Z	>8	12.1	17.1	21	24.2	27.1	9.9	14.0	17.1	19.8	22.1
	40	3.664	Z	>8	8.2	11.6	14.2	16.4	18.3	6.7	9.5	11.6	13.4	15
	60	4.23	Z	2~4	7.1	10	12.3	14.2	15.9	5.8	8.2	10	11.6	13
BBN-013	產	2.567	Z	>8	11.7	16.6	20.3	23.4	26.2	9.6	13.5	16.6	19.1	21.4
	20	1.596	Z	>8	18.8	26.6	32.6	37.6	42.1	15.4	21.7	26.6	30.7	34.4
	40	1.9	Z	>8	15.8	22.4	27.4	31.6	35.4	12.9	18.3	22.4	25.8	28.9
	60	2.735	Z	>8	11	15.5	19	22	24.6	9	12.7	15.5	17.9	20.1

註：新→新車；產→產業道路時速 20km/hr；20→省道時速 20km/hr；40→省道時速 40km/hr；60→省道時速 60km/hr

表十、重型舊車手-手臂振動量評估結果整理

編號	路況 車速	加速 度	最大 軸向	勞安法第 三 0 二 條	ISO5349(單位:年)									
					每天暴露四小時					每天暴露六小時				
					10%	20%	30%	40%	50%	10%	20%	30%	40%	50%
BBO-014	產	8.41	Z	<1	3.6	5.1	6.2	7.1	8	2.9	4.1	5.1	5.8	6.5
	20	3.277	Z	>8	9.2	13	15.9	18.3	20.5	7.5	10.6	13	15	16.7
	40	3.967	Z	>8	7.6	10.7	13.1	15.1	16.9	6.2	8.7	10.7	12.4	13.8
	60	4.986	Z	2~4	6	8.5	10.4	12.1	13.5	4.9	7	8.5	9.8	11
BBO-015	產	6.284	Z	1~2	4.8	6.8	8.3	9.6	10.7	3.9	5.5	6.8	7.8	8.7
	20	1.584	Z	>8	19	26.8	32.8	37.9	42.4	15.5	21.9	26.8	31	34.6
	40	3.095	Z	>8	9.7	13.7	16.8	19.4	21.7	7.9	11.2	13.7	15.9	17.7
	60	3.485	Z	>8	8.6	12.2	14.9	17.2	19.3	7	10	12.2	14.1	15.7
BBO-016	產	7.013	Z	1~2	4.3	6.1	7.4	8.6	9.6	3.5	4.9	6.1	13.1	15
	20	3.215	Z	>8	9.3	13.2	16.2	18.7	20.9	7.6	10.8	13.2	15.1	17.1
	40	2.558	Z	>8	11.7	16.6	20.3	23.5	26.3	9.6	13.6	16.6	19.2	21.4
	60	3.467	Z	>8	8.7	12.3	15	17.3	19.4	7.1	10	12.3	14.1	15.8
BBO-017	產	4.785	X	2~4	6.3	8.9	10.8	12.5	14	5.1	7.2	8.9	10.3	11.5
	20	3.428	Z	>8	8.8	12.4	15.2	17.5	19.6	7.2	10.1	12.4	14.3	16
	40	2.007	Z	>8	8.1	11.4	14	16.2	18.1	6.6	9.3	11.4	13.2	14.7
	60	4.825	X	>8	6.2	8.8	10.8	12.5	13.9	5.1	7.2	8.8	10.2	11.4
BBO-018	產	6.079	Z	1~2	4.9	7	8.6	9.9	11.1	4	5.7	7	8.1	9.0
	20	1.784	Z	>8	16.8	23.8	29.2	33.7	37.7	13.7	19.4	23.8	27.5	30.7
	40	2.578	Z	>8	11.7	16.5	20.2	23.3	26.1	9.5	13.5	16.5	19	21.3
	60	3.712	Z	>8	8.1	11.4	14	16.2	18.1	6.6	9.3	11.4	13.2	14.8
BBO-019	產	6.216	Z	1~2	4.8	6.8	8.4	9.7	10.8	3.9	4.1	5.1	7.9	8.8
	20	2.303	Z	>8	13	18.4	22.6	26.1	29.2	10.7	15.1	18.4	21.3	23.8
	40	2.753	Z	>8	10.9	15.4	18.9	21.8	24.4	8.9	12.6	15.4	17.8	19.9
	60	3.458	Z	>8	8.7	12.3	15	17.4	19.4	7.1	10	12.3	14.2	15.9
BBO-020	產	6.482	Z	1~2	3.9	5.5	6.7	7.7	8.6	3.2	4.5	5.5	6.3	7.1
	20	2.638	Z	>8	11.4	16.1	19.7	22.8	25.5	9.3	13.1	16.1	18.6	20.8
	40	3.083	Z	>8	9.7	13.8	16.9	19.5	21.8	8	11.3	13.8	15.9	17.8
	60	3.861	Z	>8	7.8	11	13.5	15.6	17.4	6.4	9	11	12.7	14.2
BBO-021	產	7.77	Z	>8	3.9	5.5	6.7	7.7	8.6	3.2	4.5	5.5	6.3	7.1
	20	3.183	Z	>8	9.4	13.3	16.3	18.9	21.1	7.7	10.9	13.3	15.4	17.2
	40	3.663	Z	>8	8.2	11.6	14.2	16.4	18.3	6.7	9.5	11.6	13.4	15.0
	60	4.98	Z	2~4	6	8.5	10.4	12.1	13.5	4.9	7	8.5	9.9	11
BBO-022	產	6.139	Z	1~2	4.9	6.9	8.5	9.8	10.9	4	5.7	6.9	8.0	8.9
	20	2.169	Z	>8	13.9	19.6	24	27.7	31	11.3	16	19.6	22.6	25.3
	40	2.818	Z	>8	10.7	15.1	18.5	21.3	23.8	8.7	12.3	15.1	17.4	19.5
	60	3.91	Z	>8	7.7	10.9	13.3	15.4	17.2	6.3	8.9	10.9	12.5	14

註：產→產業道路時速 20km/hr；20→省道時速 20km/hr；40→省道時速 40km/hr；60→省道時速 60km/hr

表十一、輕型舊車手-手臂振動量評估結果整理

編號	路況 車速	加速 度	最大 軸向	勞安法第 三 0 二 條	ISO5349(單位:年)									
					每天暴露四小時					每天暴露六小時				
					10%	20%	30%	40%	50%	10%	20%	30%	40%	50%
CCO-023	產	5.499	Z	2~4	5.5	7.7	9.5	10.9	12.2	4.5	6.3	7.7	8.9	10
	20	4.424	Z	2~4	6.8	9.6	11.8	13.6	15.2	5.5	7.8	9.6	11.1	12.4
	40	6.697	Z	1~2	4.5	6.3	7.8	9	10	3.7	5.2	6.3	7.3	8.2
	60	10.77	Z	<1	2.8	3.9	4.8	5.6	6.2	2.3	3.2	3.9	4.6	5.1
CCO-024	產	4.85	Z	2~4	6.2	8.8	10.7	12.4	13.8	5.1	7.1	8.8	10.1	11.3
	20	2.21	Z	>8	13.6	19.2	23.5	27.2	30.4	11	15.7	19.2	22.2	24.8
	40	3.371	Z	>8	8.9	12.6	15.4	17.8	19.9	7.3	10.3	12.6	14.6	16.3
	60	4.596	Z	2~4	6.5	9.2	11.3	13.1	14.6	5.3	7.5	9.2	10.7	11.9
CCO-025	產	3.973	Z	>8	7.6	10.7	13.1	15.1	16.9	6.2	8.7	10.7	12.3	13.8
	20	2.216	Z	>8	13.6	19.2	23.5	27.1	30.3	11.1	15.7	19.2	22.1	24.8
	40	2.878	Z	>8	10.4	14.8	18.1	20.9	23.3	8.5	12.1	14.8	17	19.1
	60	4.11	Z	>8	7.3	10.3	12.7	14.6	16.3	6	8.1	10.3	11.9	13.3
CCO-026	產	10.331	Z	<1	2.9	4.1	5.0	5.8	6.5	2.4	3.4	4.1	4.7	5.3
	20	2.268	Z	>8	13.2	18.7	22.9	26.5	29.6	10.8	15.3	18.7	21.6	24.2
	40	3.6	Z	>8	8.3	11.8	14.5	16.7	18.7	6.8	9.6	11.8	13.6	15.2
	60	6.889	Z	1~2	4.4	6.2	7.6	8.7	9.8	3.6	5.0	6.2	7.1	8
CCO-027	產	10.26	Z	<1	2.9	4.1	5.1	5.9	6.5	2.4	3.4	4.1	4.8	5.3
	20	2.818	Z	>8	10.7	15.1	18.5	21.3	23.8	8.7	12.3	15.1	17.4	19.5
	40	4.116	Z	2~4	7.3	10.3	12.6	14.6	16.3	6	8.4	10.3	11.9	13.3
	60	7.299	Z	1~2	4.1	5.8	7.1	8.2	9.2	3.4	4.8	5.8	6.7	7.5

註：舊→舊車；產→產業道路時速 20km/hr；20→省道時速 20km/hr；40→省道時速 40km/hr；60→省道時速 60km/hr