

嘉南藥理科技大學專題研究計畫成果報告

計畫編號： CNOS94-01

計畫名稱：居家生活用品及設備之安全防護裝置研發

子計畫名稱：降低局部振動暴露危害材質應用之研發

執行期間：94年1月1日至94年12月31日

整合型計畫

計畫總主持人：劉玉文

子計畫主持人：何先聰

個別型計畫

計畫主持人：



中華民國 94 年 12 月 31 日

降低局部振動暴露危害材質應用之研發

計畫編號：CNIS94-01

執行期限：94年1月1日至94年12月31日

總主持人：劉玉文 教授

主持人：何先聰 教授

參與人員：胡世明 講師

嘉南藥理科技大學職業安全衛生系

嘉南藥理科技大學職業安全衛生系

嘉南藥理科技大學職業安全衛生系

一、中文摘要：

本計劃之目的是探討市面上之各式物質應用於減少手-手臂振動時的效果。市售之減振手套經調查發現，皆有主用之應用對象，尤其是進口之減振手套之適用對象多以鏈鋸之操作者為主，然暴露於手-手臂振動之使用者在國內比比皆是，國內營建業從業人員大量的使用動力手工具，但依歷年之研究吾人發現各類型之動力手工具其主動振動頻帶並不相同，因此這些手套能否也是這些人員的最佳選擇，一直沒有文獻方面之探討。

本研究目前完成之項目為依國際標準組織(ISO)訂定的人體振動量測試備(ISO 8041)、振動危害評估標準(ISO 5349)及經由手套傳遞到手掌之手-手臂振動量測與評估(ISO10819)等規範製作一個能夠產生符合標準振動之振動源，另外為提供標準動源一個高穩定性之信號來源因此製作完成白噪音音源產生器乙式。

二、緣由與目的

1. 研究計畫之背景：

振動與噪音類似是能量系統藉由振盪性運動傳遞，其差異是在運動傳遞波不同，振動是橫波而噪音是縱波振盪。系統的運動可能很簡單且規則，也可能極端的複雜；此系統傳遞的介質可能是氣態、液

態或固態，振動係討論固態系統對人體的影響。振動對人體的影響蓋可分為全身振動與局部振動兩種。這些振動能量藉由固體介質從振動源傳遞至操作勞工的身體、手及手臂，這種長期職業性的振動暴露可分為全身振動(whole body vibration, WBV)與手-手臂振動(hand-arm vibration, HAV，或稱局部振動)，前者係指固體振盪能量經由腳部或臀部傳至全身容易造成勞工脊椎骨病變、椎間盤突出、消化系統、前庭器官異常病變；後者則為固體振盪能量由手部傳至身體，以手部末梢神經與末梢循環的傷害為主，一旦病變顯現，將無法由藥物治療而復原，且其危害屬於長期累積，致使人們在不知不覺中病變惡化。

動力手工具的使用在已開發國家被大量的使用，近代對於其對人體的危害也逐漸受到重視，如義大利石材雕刻工人使用氣動鏈及研磨機具之流病調查研究[1]相當深入，森林工作者經常使用到的鏈鋸在北歐國家[2]及日本的文獻[3]上亦多次被提及，但是我們不管是在政府政策及林相上皆與國外之環境有些許的差異，最明顯的差異是從民國83年起的林務政策上是採取全面停止伐木(除非林相的更新及疏伐)的政策。根據美國職業安全衛生研究所對385名振動工具使用者調查顯示[4]，暴露於振動環境下之時間愈長，導致白指病之盛行率愈高。其暴露一年半以下者之盛行率約31%，一年半至三年半者約41%，三年以上者約71%，而完全沒有暴露於振動環境下者未發現有罹患白指

病。在許多種動力手工具中以伐木工人使用之鏈鋸是最多研究顯示會因振動導致操作人員罹患白指病。Olsen[5]指出在丹麥 39 名鏈鋸操作者中，即有 13 名有白指病。Pelnar[6]等指出加拿大西部 323 名鏈鋸操作者中約有 90 名罹患振動症候群，且與暴露時間之長短有極大之關係。目前我國僅有兩篇伐木工人振動症候群研究報告，作為我國伐木工人職業疾病之參考資料。國內有研究指出森林伐木工人振動症候群之盛行率高達 88.3% [7]，較之外國的 35%-85% 為高，此與我國伐木工人不輕易更換工作輪調制度有關。森林伐木工人振動症候群之潛伏期為 9.88 年，較之外國的 6-8 年較長，此與我國氣溫較高有關 [8]、[9]、[10]、[11]。另外，高雄醫學院余幸司及何先聰 [12] 人研究結果顯示各症狀之盛行率為：手麻木 100%、白指病 75%。然而在國內尚有針對動力手工具的局部振動評估 [13]、行駛中機車把手 [14]、[15]、[16] 及鐵路工人操作砸道機 [17] 之手-手臂振動危害之研究，皆顯示暴露於局部振動後，其振動覺閾值顯著增加與末梢循環機能有顯著變化。由此可知，我國動力手工具操作工人之振動症候群為一相當嚴重之問題。

由 91 年度之先期研究顯示，得知林木工人所使用之鏈鋸或割草機在運轉時，其振動量過大，安全衛生管理人員除應對其振動量進行評估，以行政管理方式來調整勞工之暴露劑量外，有必要從機體本身或勞工握把界面來探討如何降低振動量的傳入。由於手工具振動危害法規評估勞工振動暴露危害時，採用全域加權後之均能振動加速度，有其方便性及適用性，大部份國外法規如 ISO、ACGIH、NIOSH 等均採用此劑量之觀念，可是站在工程控制及危害的觀點上，如此方式是否合適有其深入探討之必要，瞭解主要振動量發生在那一個頻帶才較能符合需求；而減振技術開發時，若僅針對全域振動量來檢討其成效，可能總振動能量降低不甚顯著，但若僅對對人暴露危害較嚴重的頻帶 (8Hz~125Hz) 範圍為目標時，則有可能相

當顯著。因此在 92 年度之先期研究計畫中，以 91 年度所得之振動量測技術、分析模式及減振方法，繼續執行不同型式之動力手工具如氣動扳手、氣動研磨機、氣動齒輪機、氣動鑿子、振動式電鑽及混凝土破壞機等之測量與評估，於補充國內振動手工具危害資料庫，對現行勞工安全衛生設施規則第三零二條局部振動全域振動閾值規定作一檢討。

2. 研究計畫之目的：

本研究之主要目的是整合現有之資源以建立今後有關於手-手臂振動的減振材料探索與評估時所需之標準化程序及所需要使用到的各式儀器設備。例年於評估減振材料的效果時皆是利用真人實機操作來測定減振手套於手-手臂振動時之減振效果，但是吾人發現操作者重覆操作時，其振動頻譜之重現性很難控制讓它達到百分之九十五以上的程度，因此在分析時仍會有一定程度的差異出現，因此本年度依據 ISO10819 規範裡面所訂定的各式條件及建議，嘗試去設計製造一部微型化的標準振動產生器；另外由於多年來吾人於振動方面之研究皆是使用學校早年所購置以及勞委會、衛生署所補助購買的日系廠商之檢波器、振動分析儀、資料記錄器及頻譜分析儀來完成。這些儀器每台之單價動輒數十萬元，尤其是 1/3 實時間頻譜分析儀更是於民國七十九年時由衛生署計劃補助購買的，直到今日仍為本系頻譜分析方面性能最優之儀器，由於它一次只能分析一個通道，因此用於分析振動加速度頻譜時，便會面臨無法同步分析三個軸向之振動加速度值而需要先將資料紀錄於資料儲存裝置中，事後再於實驗室中依各個軸向每次播放一個軸向再輸出到頻譜分析儀中分析，因此本次吾人使用 National Instrument Co. 所生產之 PCMCIA 介面之資料擷取卡及虛擬圖形儀控軟體，撰寫程式以建構一個虛擬之三軸向同步頻譜分析儀以及一個能將擷取之振動加速度原始資料儲存於電腦之硬式磁碟機內之虛擬資料紀錄器。

步分析原始振動加速度及經減振材後之振動加速度。

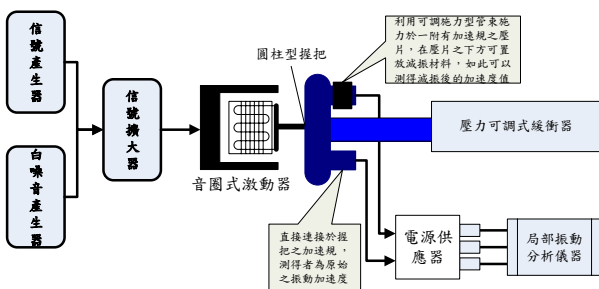
三、研究方法及步驟

1. 方法：

本研究計畫其內容包括：(1)產生白噪音音源，(2)製作乙台改良 ISO10819 之標準振動平台，(3)利用 Labview 虛擬儀表圖控軟體撰寫程式以製成虛擬振動分析儀、振動加速度紀錄器、虛擬實時間三通道 1/3 八音幅頻帶頻譜分析儀。

2. 進行步驟：

- (1). 由於標準振動源的信依 ISO10819 規範的定義是要使用白噪音，因此吾人需要製作一個白噪音音源產生器。
- (2). 製作一改良式標準振動平台：依據 ISO10819 Mechanical vibration and shock - Hand-arm vibration - Method for the measurement and evaluation of the vibration transmissibility of gloves at the palm of the hand 及 ISO 8041 Human response to vibration - Measuring instrument 之規範製作一台可以將從外界輸入信號波形後經過信號擴大器將信號放大，送入振動激發裝置(功能圖如下)。

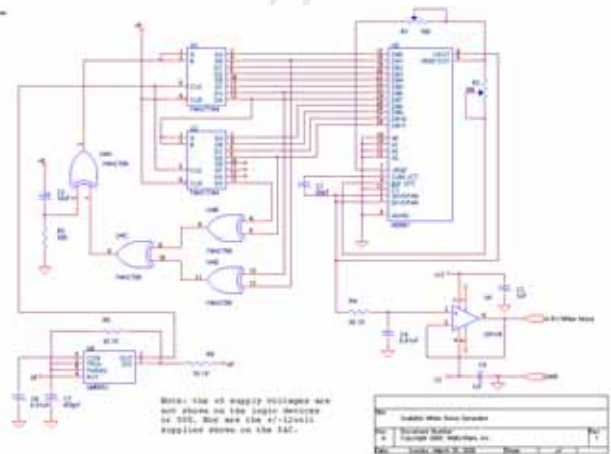


圖一

- (3). 利用虛擬圖控儀表軟體及 Sound and Vibration Tools Kits 撰寫軟體以完成虛擬之振動分析儀、振動加速度波形紀錄器、實時間 1/3 八音幅頻帶頻譜分析器以配合 Kistler 8728A500 之單軸向振動加速規同

四、結果：

吾人所需要的白噪音產生器，在原先之 Labview Sound and Vibration Tools Kits 裡面亦有提供，經比對其說明文件及實際測試後發現，由於目前吾人現有的資料擷取卡附有 DSP 晶片者為四個通道的輸入，而另外一型為 PCMCIA 介面可輸出入類比訊號，但是經過實際比較後發現由於 PCMCIA 介面之 DAQ 卡其資料傳輸的速度不夠而造成實際上從示波器觀看時發現並不是很完整的白噪音波形，因此只好改用硬體的方式來製作。透過網路搜尋引擎發現適合吾人所適用者只有幾個，而有些單晶之取得並不容易，因此最後選用如圖二之線路製作。

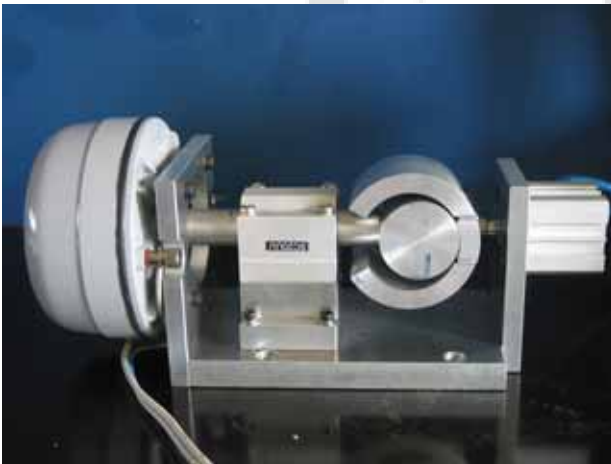


圖二

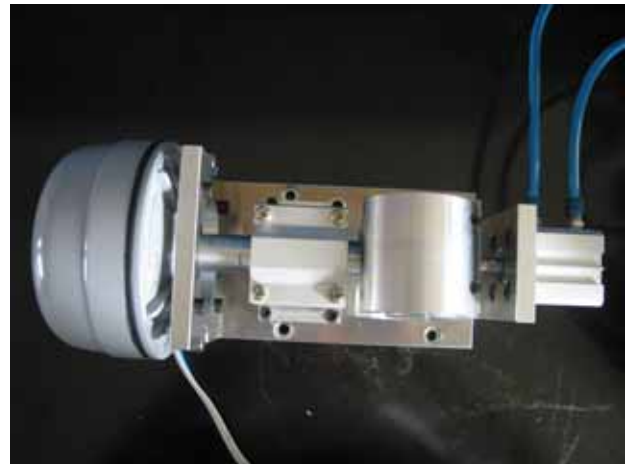
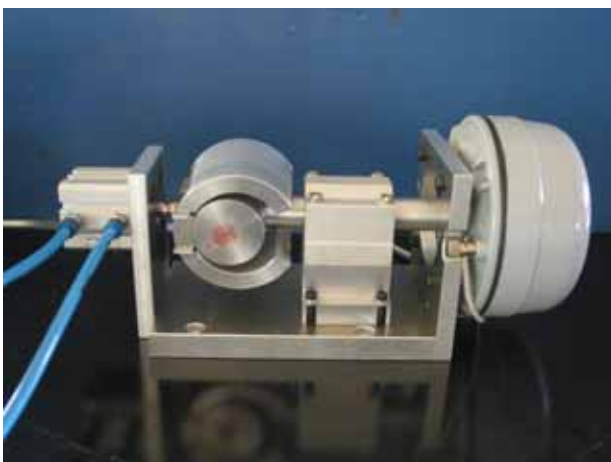
標準振動平台為了考量吾人主要的目的是製作來評估減振材料減振的效果，並且希望可以減少因操作者習慣的不同而產生的困擾，因此希望儘可能由機械來取代人力的部份，因此在 ISO10819 規範中所提及的需提供 $50 \pm 8 \text{ N}$ 的施力是由可調整式雙向氣壓缸緩衝器來提供及 $30 \pm 5 \text{ N}$ 的握力由是利利用可調整壓力式氣動夾具來完成。製成之成果總圖如圖三所示，標準振動平台之正視圖如圖四所示，後視圖如圖五所示，俯視圖如圖六所示。



圖三



圖四



圖六

利用虛擬圖控儀表軟體 Labview 撰寫虛擬局部振動分析儀、虛擬振動加速度信號波形紀錄器與虛擬實時間三通道 1/3 八音幅頻帶頻譜分析儀，則利用到 Sound and Vibration Tools Kit 裡面的 1/n Octave Band Frequency Analyzer(IEC)軟體，並配合各式之加速規(含 Dytran 三軸向及 Kistler 單軸向加速規)及 Kistler 之前置電源供應器，Kistler 的加速規校準器及 DAQ 卡。撰寫完成後經過實機組裝如圖七所示。圖左下之上方為信號接頭轉換盒、下方則為標準振動源；右邊為筆記型電腦其正執行者為本次研究所撰寫的程式，而在其下的是加速規電源供應器。

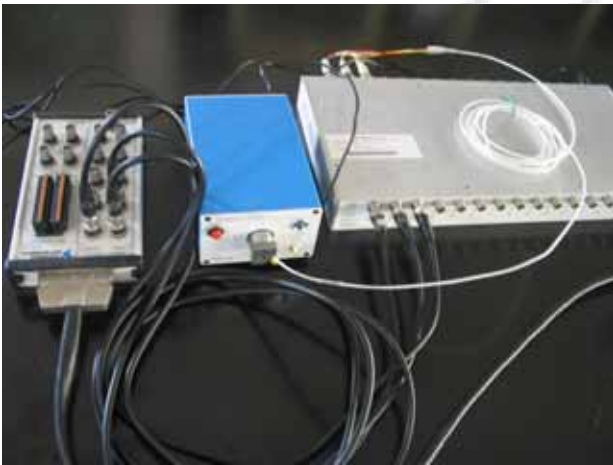


圖七

圖八為加速規校準器及信號接頭轉換盒之照片，於加速規校準器上者為 Dytran 之三軸向加速規。

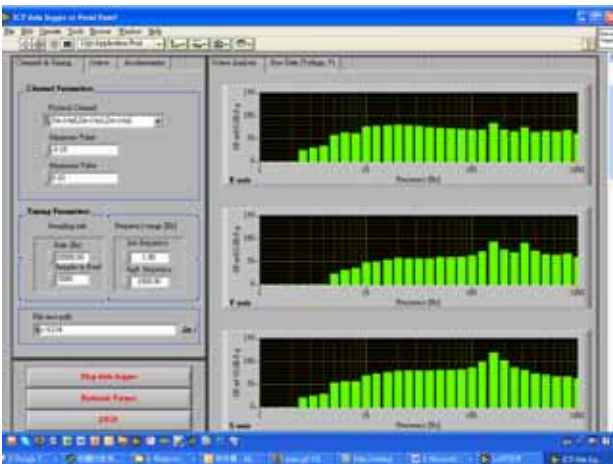


圖九則是加上加速規之電源供應器之情形，該設備不只是單純提供加束規所需要的電壓外，亦具有信號放大之效果。



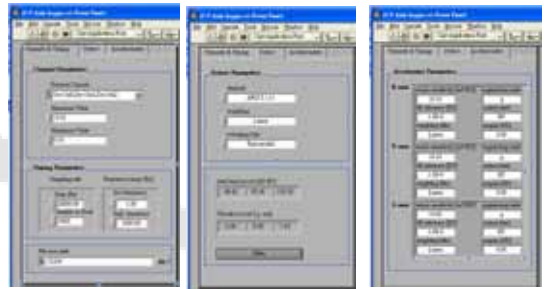
圖九

圖十所示為利用 Labview 軟體所撰寫程式之外觀圖。其中包含基本的設定選項、加速規特性之設定、1/3 八分音幅頻譜與擷取之波形顯示之切換、八音幅頻帶範圍之設定等。



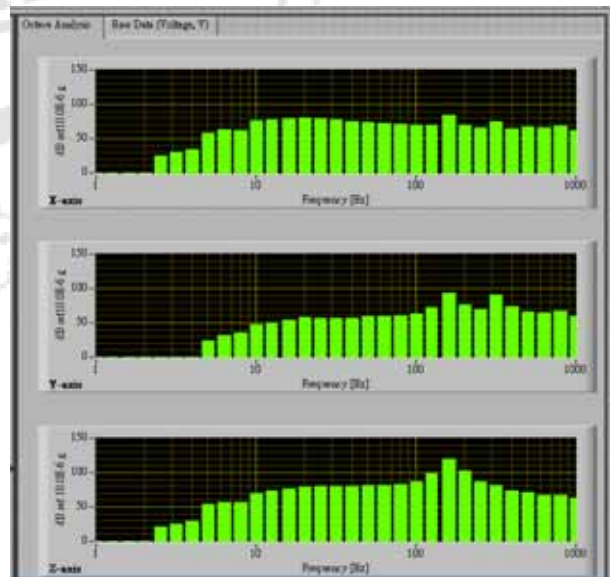
圖十

圖十一則為三種功能設定模式，最左者為設定取樣頻率，資料擷取通道，最低頻率及最高頻率的設定以及取樣分析後儲存的檔案名稱之設定等功能。在中間的圖示顯示的是選用的標準(ANSI S1.1 或是 IEC1260)，加權模式之選擇，在其下的則是振動分析儀之面板(可以顯示三個通道的振動加速度分貝值或是以重力加速度為單位之顯示值)，右邊之圖形則是設定加速規基本值之畫面。



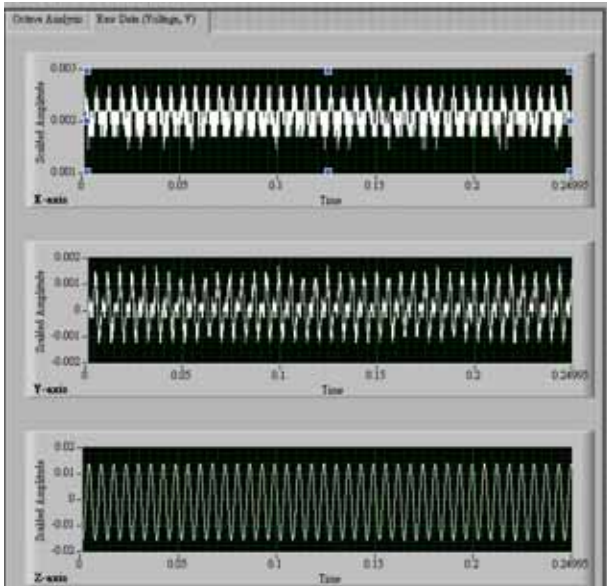
圖十二

圖十三為三軸同步分析之加速度 1/3 八音幅頻帶頻譜圖。



圖十三

圖十四則是吾人利用來核對是否振動之波形為正確時所用之畫面。



圖十四

圖十五是主功能之選擇，包括停止資料之記錄，將庫存之資料讀出並分析一段時間區間內之各頻帶均能加速度值，並可以將其分析完之結果以 Microsoft Excel 格式儲存到硬式磁碟機以供後續之處理。



圖十五

五、結論

本研究由於經費及結案時間之限制，因此初步之結果如上所述，細觀需要再加強改善者除了人機介面之友善性可以再提昇外，標準振動台之噪音問題為不可忽視之一環，基於其特性(1~1kHz)今後需考慮將控制的部份，信號源產生及放大的部份與振動台本體分離，並於振動台本體部份以隔音箱隔離之，以減低參與研究者聽力之損害！另外其握力之調整亦應朝向以自動化夾具之方向去發展，如此可以提高更多的精確度！

而這些先期準備動作皆完成之後，接著

下來就可以開始尋找市面上號稱具有減少振動傳遞能力之材質來加以分析比較其實際之效果，並與本研究群歷年所做之各式動力手工工具頻譜比較並做出具體之建議，以提供職場上從業人員減低使用動力手工工具所造成之傷害。

六、參考文獻

- [1] Pyykkö, I, and Hyvarinen, J. (1976). Vibration Induced Changes of Sympathetic Vasomotor tone. Acta Chir. Scand. 465 (suppl), 23-26
- [2] Olsen, N., Fjeldborg, and Brochner Mortensen, J. (1985) Sympathetic and Local Vasoconstrictor Response to Cold in Vibration Induced White Finger. Br. J. Ind. Med. 42,272-275.
- [3] Harada, N, and Matsumoto, T (1984) Validity of Various Function tests Performed in Japan as screening test for vibration syndrome. Int. Arch. Occup. Environ Health 54,283-293.
- [4] U.S. Department of Health and Human Serviced, National Institute for Occupational Safety and Health(NIOSH):Criteria for a recommended standard----Occupational exposure to hand-armvibration,NIOSH,1989.
- [5] Olsen N, Fjeldborg P & Brøchner-Mortensen J (1985) Sympathetic and local vasoconstrictor response to cold in vibration induced white finger. Brit J Ind Med 42:272-275.
- [6] Pelnar PV, Gibbs GW, Pathak BP (1982) A pilot investigation of vibration syndrome in forestry workers of Estern Canada. In: Brammer AJ, Taylor W(eds) Vibration effects on the hand and arm in industry. Wiley, New York, pp173-188.
- [7] 彭再弘：台灣林業工作安全之研究，台北，台灣大學碩士論文，1986。

- [8] Hsin-Su Yu, Tsing-Hua Yao, Ho-Ming Tseng, Shine-Tsong Ho, Chung-Ho Chien. Vibration Syndrome-With Special Reference to the Effect of Temperature on Vibration-induced White Finger. *Journal of Dermatology* 1988 ; Vol.15 No.6 : 466-472 .
- [9] Yu, H.S., Yao, T.H., Tseng, H.M., Ho, S.T. and Chien, C.H., 1988, Vibration syndrome--With Special Reference to the Effects of Temperature on Vibration-induced White Finger, *Jap J Dermatol*, 15, pp.466-472.
- [10] Yu, H.S., Yang, S.A., Chen, G.S. and Ho, S.T., 1991, Effects of temperature on cutaneous microcirculation in vibration syndrome, *Microvascular Research*, 42, pp.51-59.
- [11] Liou, S.H., Wu, T.N., Chiang, H.C. and Ho, S.T., 1994, Blood Lead Levels in the General Population of Taiwan, Republic of China, *Int Arch Occup Environ Health*, 66, pp.255-260. (SCI)
- [12] Ho, S.T., and Yu, H.S. 1986, A study of neurophysiological measurements and various function tests on workers occupationally exposed to vibration, *Int Arch Occup Environ Health*, 58, pp.259-268. (SCI)
- [13] 胡世明, 劉玉文, 何先聰, 1989, 動力手工具的局部振動評估, *技術學刊*, 第四卷, 第三期, pp.219-226.
- [14] 劉玉文, 胡世明, 何先聰, 1989, 行駛中機車把手之局部振動評估, *嘉南學報*, 第十五期, pp.39-48.
- [15] 劉玉文, 何先聰, 1990, 機車局部振動引起末梢循環及感覺機能障礙之研究, *嘉南學報*, 第十六期, pp.24-30.
- [16] 胡世明、何先聰、張銘坤、葉雅如、高振昌(2005) 送貨勞工暴露於機器腳踏車之振動危害研究, 2005年經濟部工業局研討會。
- [17] 吳昭誠: 鐵路工人操作砸道機之手-手臂振動危害之研究, 台北, 文化大學碩士論文, 1996。