

嘉南藥理科技大學專題研究計畫成果報告

整合計畫：勞工噪音振動危害暴露

子計畫(3)：堆高機駕駛之振動危害暴露

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

整合型計畫主持人：劉玉文

子計畫(3)主持人：何先聰

計畫參與人員：胡世明

執行單位：嘉南藥理科技大學職業安全衛生系

中 華 民 國 九 十 四 年 二 月 二 十 八 日

整合計畫：勞工噪音振動危害暴露

子計畫(3)：堆高機駕駛之振動危害暴露

計畫編號：CNOS93-01

執行期限：93 年 1 月 1 日至 93 年 12 月 31 日

整合計畫主持人：劉玉文教授 嘉南藥理科技大學職業安全衛生系

子計畫主持人：何先聰教授

計畫參與人員：胡世明講師

摘要

本研究之目的在初步調查堆高機駕駛人員全身振動暴露量，並建立全身振動量測技術與評估方法論。研究之執行是依據 ISO 2631-1985 的量測方法，在 25 台堆高機駕駛人員座位上量測 x, y, z 三個軸向的振動暴露量，再將得到的各頻率振動量與現行法規比較，計算勞工每天容許暴露的時間。實際量測 25 台堆高機駕駛人員振動暴露量與我國法規比較，顯示每天容許暴露時間在 4 小時佔 70%。柴油堆高機較電動堆高機振動大且 Z-軸的振動量最大。以振動量及每週暴露時間結合評估，暴露劑量分析結果顯示電動式堆高機的劑量水平方向最大為 114%，垂直軸向最大為 297%；柴油堆高機的劑量水平方向最大為 350%，垂直方向最大為 475%，顯示堆高機之作業勞工屬於振動暴露之高危險群組。堆高機駕駛座墊之設置對整體之振動減低的效果不完全可達設計成效，對較高頻之振動確實可降低至車底板振動的 40% 以下，但對小於 8Hz 之頻帶則成效變差，有部份堆高機的座椅垂直振動量不降反升。

關鍵字：全身振動、堆高機、振動暴露

一、研究背景及目的

為了解我國產業中有全身振動且其振動量高之勞工振動暴露情況，本研究擬針對堆高機之振動特性進行初步調查與評估其振動特性，其中駕駛座位的動態特性也將可藉由傳遞率的測量來評估其減振之有效性。研究目的如下：

1. 收集分析及比較先進國家有關對全身振動量測方法與評估原理。
2. 針對會產生較高的全身振動之堆高機測定其振動量並分析其振動特性。
3. 測定結果與現行勞工安全衛生設施規則

301 條全身振動暴露限值比較檢討。

4. 測定並分析車輛駕駛人員座椅之防振效果。
5. 探討減低駕駛人員全身振動暴露之管理策略。

本研究完成 25 台堆高機之篩選、接洽、振動量測與分析評估，行程相當緊迫，整個工作流程如圖 1 所示，整個計畫的工作項目如下說明：

1. 從收集現有堆高機之類型並分析 ISO 及 BS 規範對全身振動量測方法與評估原理。
2. 將事業單位常用之堆高機分類，接洽並篩

選堆高機25台作為振動量測調查對象。

- 3.至研究對象之作業場所初訪，瞭解堆高機司機每天及每週的作業時間、堆高機的構造與一般性質、並排定振動量測時間。
- 4.量測儀器之準備與校準。
- 5.至事業單位排定的作業場所實際量測堆高機運轉過程之振動量(座椅表面以三軸向採樣為原則；腳座位置因受限於現有的資料儲存儀器頻道數量，僅記錄垂直方向振動量)，並記錄於磁帶，量測過程拍照存檔。
- 6.回實驗室後將記錄所得之振動波重新輸出，分析每秒鐘振動波依1/3八音度頻帶之頻譜所對應的實效振動加速度量(最大、最小及均能量)。
- 7.依規劃及不同標準之加權建議，分析加權後之全域加速度(1-80Hz)及暴露振動劑量值。
- 8.比較不同變數之振動量(載重條件、輪胎類型、司機作業姿勢、動力來源)。
- 9.比較部份堆高機底座與座椅之振動量，檢討座椅減振效果。

二、每天容許暴露全身振動時間之探討

本研究計畫執行堆高機作業之全身振動量測時，詢問司機每天實際暴露於全身振動的時間及每星期累積工作時間，方便探討勞工之暴露劑量。其中貨運公司部份，勞工人數多，每天工作時間均超過6小時且一星期工作5~6天，該類公司的堆高機司機屬於較高劑量的一群；一般製造業工廠部份，勞工暴露於全身振動的時間每天為4~5小時，每週僅五天工作；至於堆高機出租公司因景氣不佳，近兩年來，出車的機會不甚固定，司機暴露於全身振動的時間不定，無法以每天暴露八小時之劑量評估。本研究以ISO2663/1-1985[16]暴露振動量(m/s^2)與暴

露時間平方根成反比之觀念，嘗試採用之振動劑量基準是以安全衛生設施規則301條8小時暴露限值之振動量經頻譜加權後，取全域振動量平方乘以法定每週基本工時(44小時)可得基準暴露量，其中垂直方向為 $87.32(m/s^2)^2$ -時而水平方向為 $44.08(m/s^2)^2$ -時，各堆高機司機每週之振動暴露量計算方式與前述方法相同，所得結果除以前述基準暴露量可得暴露劑量百分比，整理如表1及表2所示，其中汽油及電動式堆高機，因載重量低且在廠內慢速行進，其振動暴露劑量顯著偏低(有2台之水平或垂直軸向異常)，但柴油式堆高機之振動暴露劑量則顯得偏高，12台中有9台之劑量超過200%，顯示各事業單位堆高機司機存在椎間盤脊椎病變或中樞神經感覺惡化之潛在危害機率。

2-1 以負載重量探討全身振動量之差異

堆高機負載重量的多寡會顯著影響行進過程之振動量，本研究以空載之下比較不同車型之振動量；同一台堆高機在同一路段、同一司機操作下比較空載與負載下之振動量；柴油車實際載重不同(分為4噸以上、2噸以下、及2~4噸)比較其振動分佈情形。其中圖2~圖4所示為比較不同容許負載之堆高機(分5噸以上及5噸以下)車體空載時，因為車體造型不同，引起振動略有差異，X軸向(前後)振動在高負載下之振動偏高，但在Y軸及Z軸向則部份頻率，5噸以下之車體反而振動偏高；圖5及圖6所為5噸以下柴油堆高機不同負載之水平與垂直振動比較，各項赫重為堆高機實際載重，分為4噸以下，2~4噸間，及2噸以下之振動量比較，顯示載重較大之堆高機(4噸以上)垂直方向振動量偏小，尤其較大頻率之區域

三、以動力來源探討全身振動量之差異

堆高機之主要動力來源有柴油、充電電池、及汽油，充電電池供電之馬力偏小，搬運物品之重量小，限制於廠區內部平坦地面行走；柴油動力堆高機的動力大，起動快且搬運物重且可適應於不同的路況行走，是目前堆高機市場的大宗。本研究以 5 噸以下的堆高機均能振動量的平均，其中柴油堆高機的顯著頻率在 4~6.3Hz，其振動量在 $1.24\sim 1.58\text{m/s}^2$ 間；當頻率大於 20Hz 時，振動量會逐漸增大。汽油式堆高機因此次調查僅有一台，雖振動量偏低但無法作評論。

四、以輪胎類型探討全身振動量之差異

堆高機輪胎常配合功能不同而配置實胎或氣胎，前者主要配合堆高機出租或外業作業如貨運公司，常需在一般道路上以 25~30km/h 的速度行走，後者則使用於一般製造業廠區內的搬運物料，速度維持在 20km/h 以下，行走路線為平坦水泥地板。本研究分別以電動式堆高機及柴油式堆高機來作比較，圖 10 為電動式堆高機 X 軸向之振動量比較，輪胎在 X-軸向之振動量比氣胎情形高出 5~10 分貝。圖 11~圖 12 柴油式堆高機 Y、Z 軸向之振動量比較，輪胎在 Y-軸對小於 8Hz 頻率的振動量差異偏小但對 Z-軸的各頻帶則顯著增大，三軸的全域而言，相差超過 10 分貝。

五、椅減振效果之探討

堆高機的司機在操作室可能採座姿或站姿，對柴油車而言，車體規劃時均考慮較長途的搬運距離而設計為座姿操作；對 5 噸以下之電動式堆高機而言，比較座式與站式之振動量比較，除 Z-軸較高頻逐漸放大差異外，整體而言，各軸之差異不顯著。為探討座椅對堆高機的振動量改善情形，將部份柴油堆高機除座椅表面放置席座檢拾器外，在

車底板增加安排垂直檢波器，紀錄車底座之垂直振動量。15 台柴油堆高機之 SEAT 值相當散亂，對全域振動量而言，最好的情況(編號 040AD19 之堆高機)SEAT 為 7.5%，但最差者(編號 016AD16 之堆高機)SEAT 為 106.4%，顯示座椅因素使振動放大之趨勢。依頻率高低來看(小於 8Hz 者歸為低頻而大於 10Hz 歸為高頻)，15 台堆高機的高頻部份，座椅的 Z-軸振動量均使車底板振動量降低至 60%以下，但亦有三分之一數量之堆高機在低頻時的振動量不降反升高。

六、降低全身振動危害之管理系統

從工業衛生的觀點，為了達到降低全身振動暴露之危害，一般來說，預防管理系統應包括下列各項：

- 1、減少：當談到工作場所的振動暴露時，首先想到的應是如何減少振動暴露情況的發生。在某些情況是可能減少暴露；但有時是指完全改變操作情況。這是最有效控制危害的方式，應該常常運用。例如，保持車輛行進路面的平整，維護車輛設備的機件處於良好的操作狀態，或使用火車運送物品以取代僱用好幾位駕駛人員開車運送。
- 2、替代：適當的選用機械設備在預防振動危害的方法中扮演一個很重要的地位。有時振動源可被另一振動較少的設備取代。
- 3、隔絕：隔絕的意思是將振動源與參與工作的人員分開，可能是指變更操作者或振動源位置，使操作人員遠離振動源。將振動設備裝置在分開的地基上或彈簧上以隔絕來自人員周圍環境的振動也是應用隔絕的例子。
- 4、工程控制：振動的振幅、頻率、方向、持續時間、以及身體姿勢是決定振動暴露嚴重程度的主要影響因素。振動暴露控制是

指控制以上所述一個或數個影響因子以減少振動引起的健康危害。工程振動控制區分為振動源控制與傳播途徑控制等兩大類，說明如下：

(1) 減少振動源之振動：減少振動源之振動經常是很複雜的，可能需要詳細分析機械設備確認振動源所在位置。也可能是採取下列幾項簡單的步驟即可達到減低振動的目的，例如確保機械平衡，鋪平行進路面確保地面無坑洞以改變機械速度使振動頻率落於影響人體健康的頻率之外，使用額外之質量以改變機器的自然頻率。

(2) 減少振動的傳遞：其他控制振動的工程控制方法是減少振動傳遞至車體或減少振動傳遞至駕駛人員。減少振動傳遞至車體的第一個方法是由輪胎著手，氣壓式的輪胎可減少一些垂直方向的振動。然而有些堆高機使用實心胎與一些履帶式 off-road 車輛，均未使用氣壓式的輪胎是其中的例外。車體的懸吊系統是第二個方法減少振動傳遞的方法。多數的 off-road 車輛、農業車輛、堆高機等在車體與輪胎間無加裝懸吊系統。第三個減少振動傳遞的方法是以兩點或四點方式將駕駛室與車體隔離。

5. 暴露時間管理：勞工暴露時間管理主要在作業勞工於工作日中，利用作業時間與暴露振動量之調配，利用輪班、工作調整及程序調整管理方式，減少勞工每日所暴露的振動劑量，以符合相關法令之規定及確保勞工作業之安全與健康。

6. 教育訓練：一般勞工教育訓練的目的，是經由勞工教育訓練的手段，使勞工對於與勞工有關的政策、法令有所瞭解認識，進而使其發揮經濟、社會、教育、政策諸層面的功能。若從「勞工振動作業危害防護」的層面來看勞工安全教育訓練，則其目的

在於：

(1) 透過勞工教育訓練課程的實施，使勞工認識自身的作業場所可能有那些振動作業危害，並學習正確的作業方式，以減少振動作業危害的產生，確保勞工的安全與健康。

(2) 經由推動勞工教育訓練的過程，增進「勞工」、「安全衛生工作人員」、「雇主」間的相互瞭解與溝通，及時解決作業中的「振動」的相關問題，增進勞資雙方和諧與雙贏。

(3) 透過勞工教育訓練課程的實施，使作業勞工與事業單位，認識勞工振動作業危害防護相關法令的內容，爭取勞工與事業單位的認同，以利政府推動振動作業危害預防相關管理措施。

7. 健康監測：對暴露於全身振動之勞工，實施一般體格檢查與一般健康檢查中物理檢查時應注意有無脊椎病變、消化系統有無症狀，女性勞工則要詢問流產或早產病史。若發現有疑似椎間盤突出之勞工，可進行下列詳細之診斷檢查：膝腱反射 (infrapatella tendon reflex, L4) 及腳跟腱反射 (achilles tendon reflex, S1)、肌力檢查、直腿抬舉檢查 (straight leg raising test, SLRT)、Milgram 測驗、腹腔用力法 (Valsalva maneuver)。

以上檢查(詳見本所出版之振動作業危害預防)薦椎及神經根病變時，仍應進一步安排腰薦椎正面及側面 X 光攝影，或更進一步安排腰薦椎部的電腦斷攝影或磁共振造影 (MRI)，以確立腰薦椎骨、椎間盤及神經根病變的診斷。

8. 個人防護具：操作振動的動力手工具時，若無法從減少振動源之振動量或振動能之傳遞，則只能選擇適當的個人防護具了。手套常被推薦作為降低傳遞至手部之振動量的方法，防止振動作業危害之個人

防護。

七、結論與建議

7-1 結論

本研究藉由文獻分析、現場全身振動量測與分析、評估比較獲得初步結論如后：

1. 堆高機司機之工作環境確實存在全身振動之高危害因子，尤其是柴油動力之堆高機。
2. 以 25 台堆高機實際量測振動量與我國勞工安全衛生設施規則 301 條內容比較，顯示每天容許暴露時間在 4 小時佔 70%。
3. 柴油堆高機實際量測振動量分析顯示 Z-軸的振動量偏大。
4. 以振動量及每週暴露時間結合評估，暴露劑量分析結果顯示電動式堆高機的劑量水平方向最大為 114%，垂直軸向最大為 297%；柴油堆高機的劑量水平方向最大為 350%，垂直方向最大為 475%，顯示堆高機之作業勞工屬於罹患脊椎與椎間盤之高危險群組。
5. 堆高機之振動量受車型構造、載重量大小、動力來源、路面狀況等影響，會有顯著的差異。
6. 堆高機駕駛座之設置對整體之振動減低的效果不完全可達設計成效，對較高頻之振動確實可降低至車底板振動的 40% 以下，但對小於 8Hz 之頻帶則成效變差，有部份堆高機的座椅垂直振動量不降反升。

7-2 建議

受經費限制，本研究僅進行 25 台堆高機之全身振動量測與評估，仍有諸多問題有待後續之研究完成，建議如下：

1. 對國內各類全身振動之車輛或機具，以 ISO2631/1-1997 之觀點進行評估比較，建立適合國人之危害評估方法。
2. 對勞工安全衛生設施規則 301 條條文進行評估及內容修訂，以符國際潮流。
3. 全身振動量與勞工暴露後中樞神經、脊椎

病變之相關性研究，以建立職業病判定之基準。

4. 堆高機座椅減振之研究可先採用實驗室模擬方式進行，待確定成後再考慮加裝在車內。
5. 堆高機座椅減振之研究應偏向低頻部份處理為佳。

八、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 herinated 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 Standard 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] 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。

[30] American National Standards Institute (ANSI), 1979, “Guide for the evaluation of human exposure to whole-body vibration”, ANSI S3.18 (1985), New York.

[31] American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), 1999, “Threshold limit values (TLV's) for chemical substances and physical agents and biological exposure indices (BEI's)”, American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), Cincinnati: 117-129.

研究對象接洽及堆高機基本資料建立

↓ ← 量測儀器校準

安排現場振動量測採樣



席座式檢波器安置連線



記錄振動波



返回實驗室



振動波重新播放傳到頻譜分析儀



三軸向頻譜分析振動量



輸入電腦進行振動量分析



與規範比較評估或依變數探討振動量

圖 1 本研究計劃執行之流程圖

表 1 電動式堆高機勞工之每週振動暴露劑量分析表

公司編號	堆高機受測數量 (台)	每週暴露時間 (hr/週)	每台車最大加速度之加權值 (m/s^2)		暴露振動量 (m/s^2) -hr		暴露劑量 (%)	
			水平	垂直	水平	垂直	水平	垂直
A	1	20	0.586	0.281	6.867	1.579	15.58	1.808
B	4	30	0.278	0.429	2.318	5.521	5.26	6.32
			0.343	0.434	3.529	5.650	8.00	6.47
			1.299	0.839	50.62	21.11	114	24.8
			0.683	0.538	13.99	8.638	31.7	9.94
C	3	25	0.405	0.500	4.100	6.250	9.30	7.15
			0.487	0.993	5.929	24.65	13.4	28.2
			0.414	0.720	4.284	12.96	9.72	14.8
D	1	20	0.152	3.603	0.462	259.6	1.048	297.34

*水平基準振動量：44.08 (m/s^2) -hr 垂直基準振動量：87.32 (m/s^2) -hr

表 2 柴油式堆高機勞工之每週振動暴露劑量分析表

公司編號	堆高機受測數量 (台)	每週暴露時間 (hr/週)	每台車最大加速度之加權值 (m/s^2)		暴露振動量 (m/s^2) -hr		暴露劑量 (%)	
			水平	垂直	水平	垂直	水平	垂直
A	2	30	0.568	1.369	9.678	56.22	21.9	64.3
			0.506	0.755	7.681	17.10	17.4	19.5
B	2	20	1.893	4.473	71.66	400.1	162.5	458
			1.003	0.356	20.12	2.534	45.64	2.9
C	7	36	0.167	2.468	1.004	219.27	2.29	251.2
			0.186	3.014	1.245	327.03	2.84	374.6
			0.993	2.901	35.49	302.96	80.6	347.9
			0.136	2.342	0.665	197.45	1.50	226.1
			0.124	3.166	0.553	360.8	1.25	413.2
			0.217	2.638	1.695	250.5	3.84	286.9
			0.149	2.65	0.799	252.81	1.76	289.5
D	1	25	2.485	3.599	154.3	323.8	350	370.8

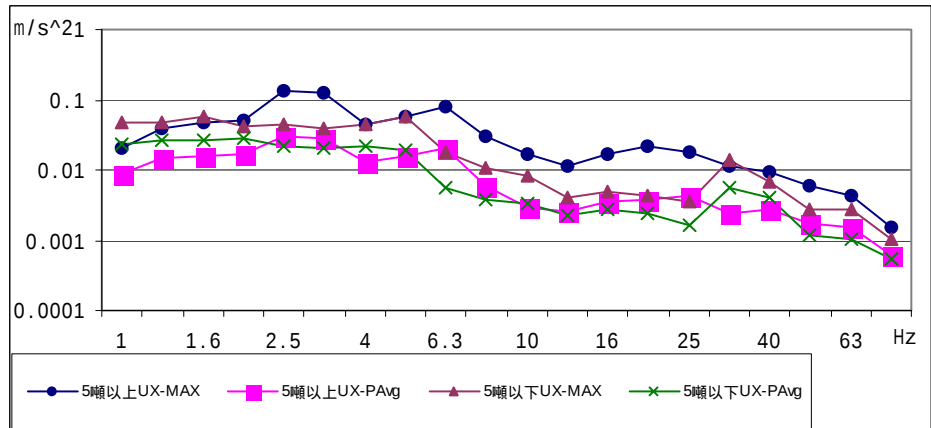


圖 2 不同容許負載堆高機之空載 X-軸向之比較圖

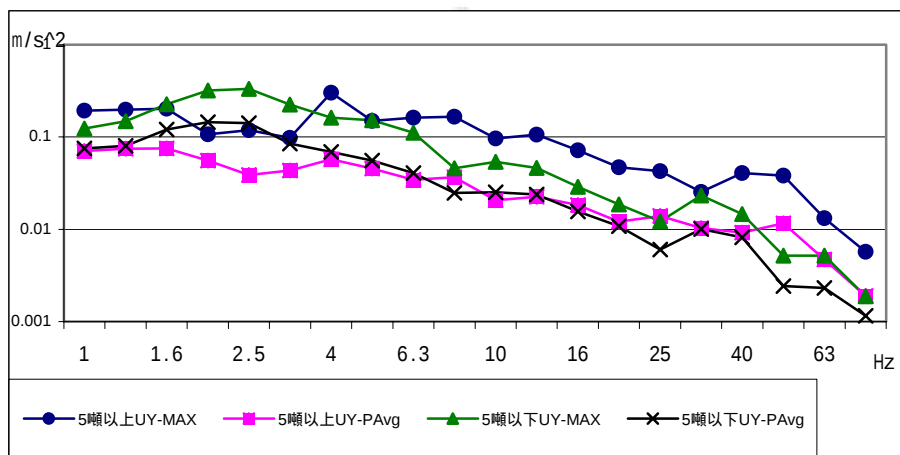


圖 3 不同容許負載堆高機之空載 Y-軸向之比較圖

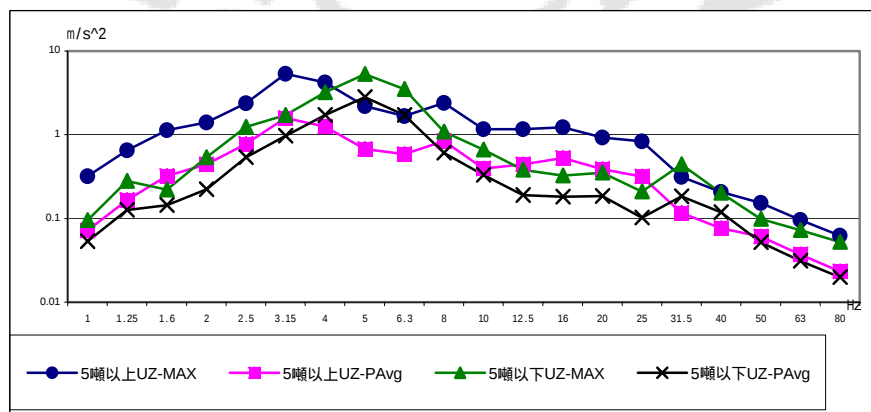


圖 4 不同容許負載堆高機之空載 Z-軸向之比較圖

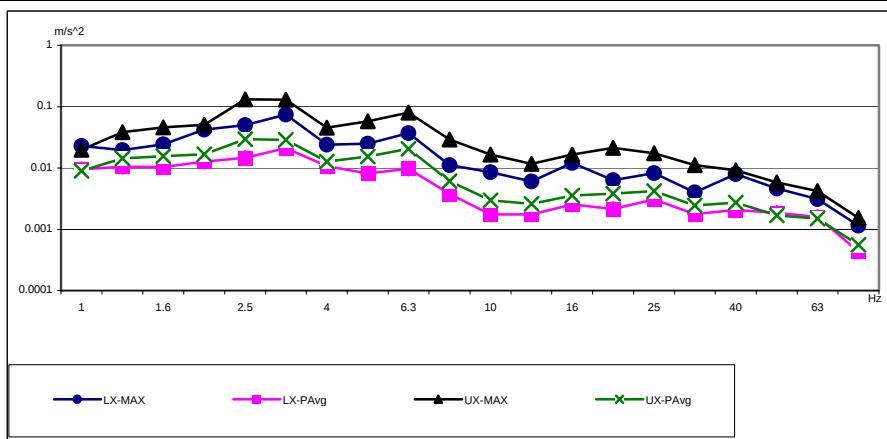


圖 5 5 噸以下柴油堆高機不同負載之水平向振動量比較

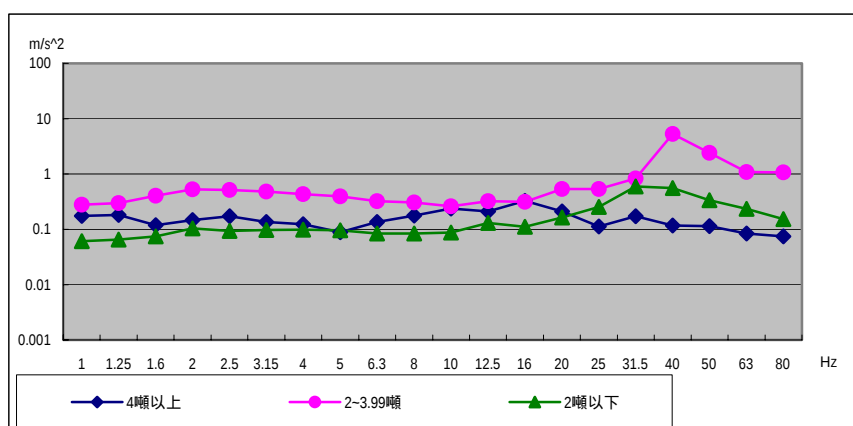


圖 6 5 噸以下柴油堆高機不同載重之垂直向振動量比較

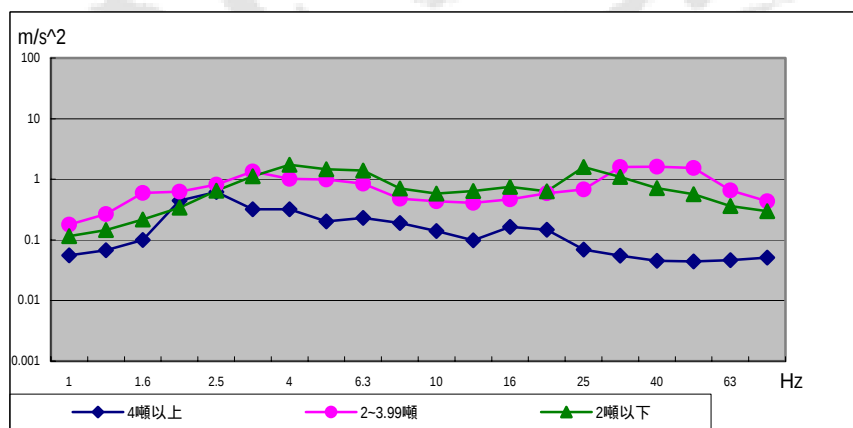


圖 7 5 噸以上空載與負載 X-軸向之振動分佈比較圖 (0160AD16)

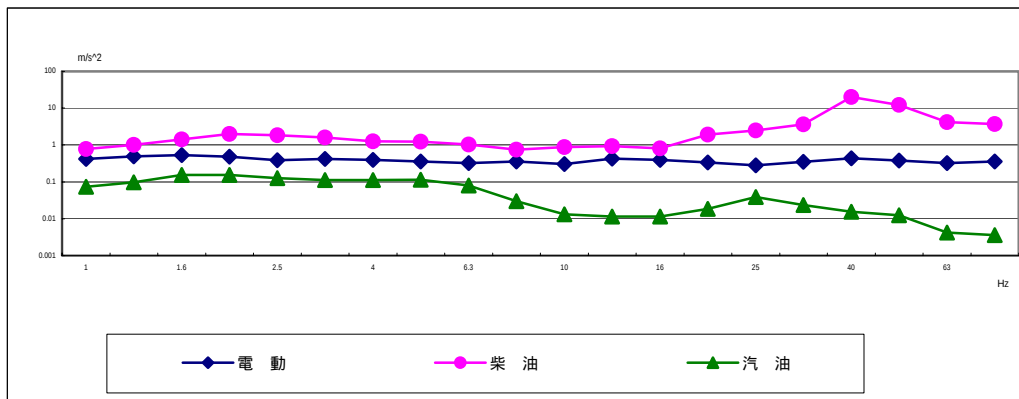


圖 8 5 噸以下不同動力來源之 Y-軸向振動量比較

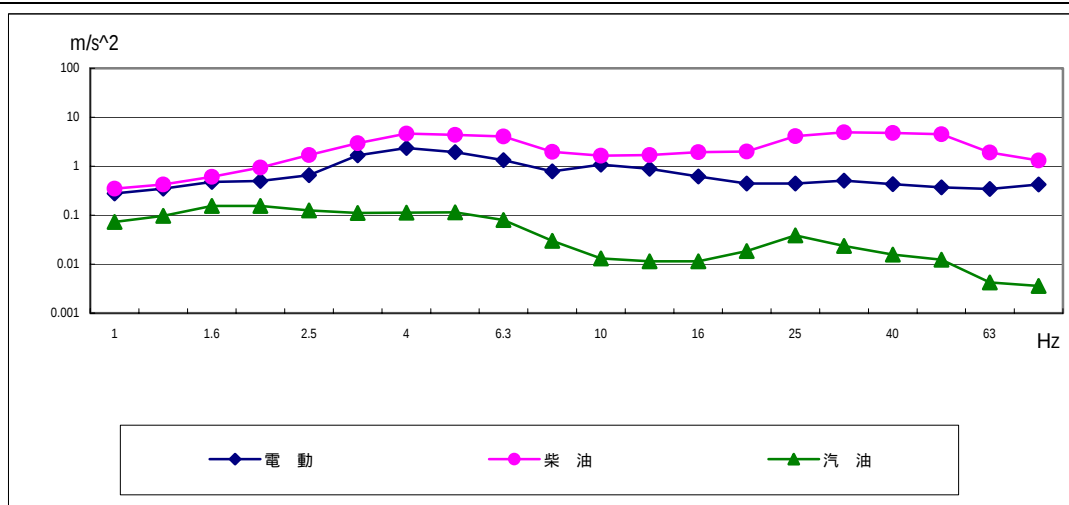


圖 9 5 噸以下不同動力來源之 Z-軸向振動量比較

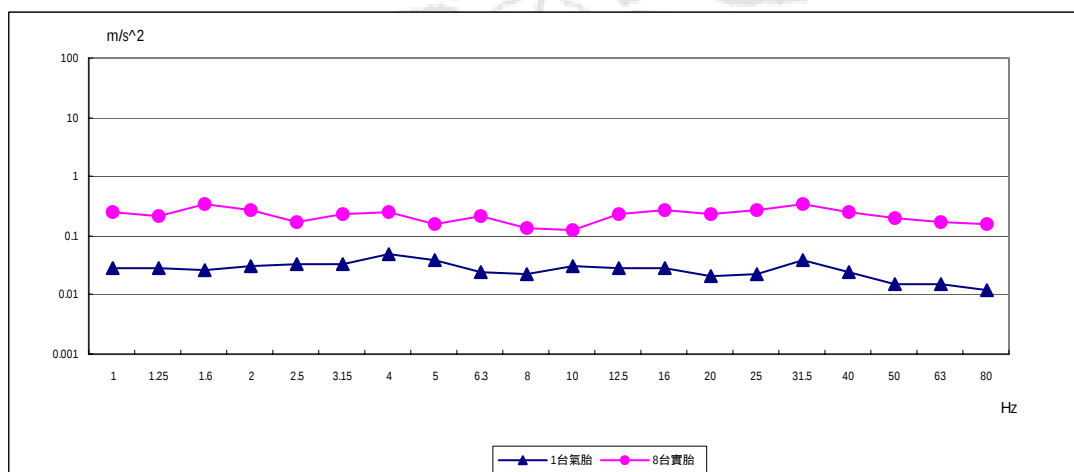


圖 10 電動車 5 噸以下不同輪胎之 X-軸向振動量比較

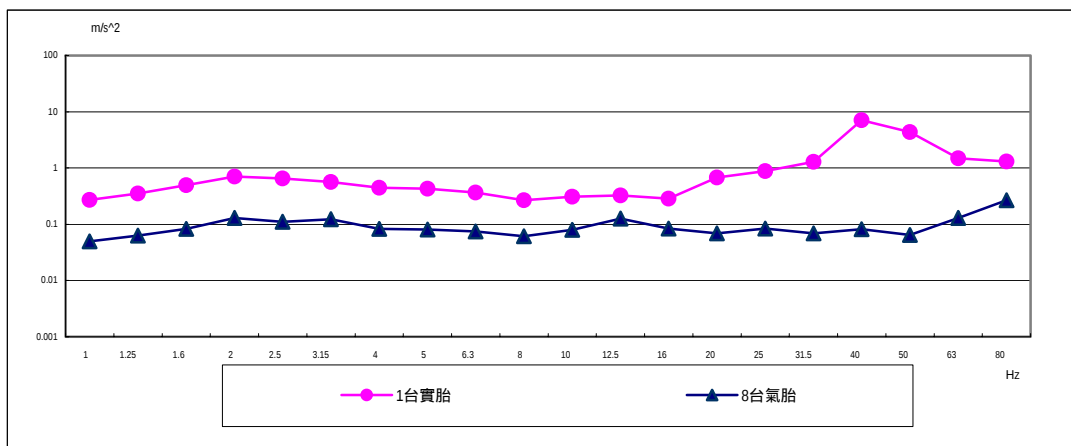


圖 11 柴油車 5 噸以下不同輪胎之 Y-軸向振動量比較

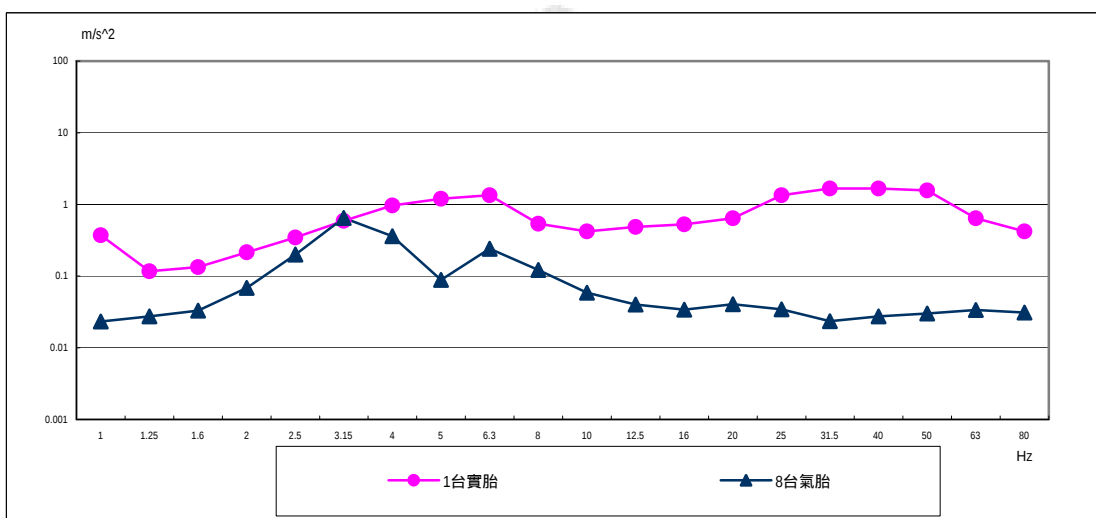


圖 12 柴油車 5 噸以下不同輪胎之 Z-軸向振動量比較