

THE INFLUENCE OF THE GAIT OF TREADMILL JOGGERS ON THE FLOOR VIBRATION

*Wenlung Li¹, Wei-Dar Lin², Wei-De Wu¹
¹Dept. Mechatronics Engineering, NTUT ²Physical Education Center, NTUT
*email: wlli@ntut.edu.tw

Anticipating there is a possibility that treadmills become popular for modern families residing in the city tall buildings. However, the environmental vibrations and noises generated by the jogger on treadmills of the upper floors can be a potential problem. Motivated by this, the authors carried out a series of patent reviews and measurements to identify the key factors that affecting the transmission of vibrations. The measurements also reveal that the body weight of a treadmill user is not the only crucial factor. In addition to this, the jogging pattern of the user can be the other important one. A user that excites the belt of the treadmill with his heel tends to distribute the impact, and thus generates smaller vibration. On the other hand, the one with the hallux exhibits a concentrated impulse and thus produces larger vibrations of low frequencies. Based on this finding, it simply means that there exists another way – through training users to minimizing the floor vibration when using a treadmill.

KEY WORDS: treadmill, gait, environmental vibration, noise.

跑步機上之步態對樓板振動之影響分析研究

黎文龍¹ 林偉達² 吳韋德¹
¹台北科技大學機電所 ²台北科技大學體育室

一、緒論

基於國內之都市型發展，相關之大型運動設施在寸土寸金之考量下，設置必定受限；而忙碌的生活也某種程度上，讓一般大眾之運動時間受到限制，因此，可預見地，在空間與時間之考量下，將會有越來越多的室內運動機械進入高樓層、一般家庭，其中又以跑步機(Treadmills)佔多數。然而，樓上在跑步機上跑步時所發出的碰撞及振動，也一定會帶來相當的噪音與振動，傳遞至樓下住戶，造成生活環境的不適。

根據日本集合住宅音環境進行日常生活噪音之項目調查，其結論指出住宅內給排水噪音及來自「上層樓板衝擊音」之干擾最為嚴重，而國內亦有針對不同居住型態建築之室內生活噪音進行調查，由其相關結論中可發現交通及鄰家生活噪音之干擾，皆造成民眾生活上之主要困擾(徐, 1992)。可是，隨著國內都市之發展趨勢，更可能擴大「上層樓板」可能之噪音影響，因此，有必要對樓板上之跑步機之振動，做進一步之研究。

依本報告之調查結果，發現國內外對於跑步機之減振架構專利，絕大多數的機構皆以減少或緩衝跑者跑步時所產生的衝擊力為主，且多數是以彈性體或彈簧元件來達到效果。同時，這些機構之設計全都是在開發階段之構想，故對已完成之跑步機成品而言，顯然不宜。

在正常跑步下，地面為靜止不動，而人體在不斷的移動，腳在身體平衡落地後，再帶動身體向前移動；而跑步機的機制則是扮演著替代地面的跑步台的角色在移動，以腳向前的跑動配合跑帶向後移動的速度。Elliott 等(1976)研究跑者之姿態後發現，不論是男性或女性跑者，在跑步機上以相同速度跑步時會有步幅(stride length)降低、步頻(stride rate)增加、非支撐期(stance)時間縮短的現象(徐等, 1991)。因此，

本研究將透過受測者於跑步機上的實際量測，以實測結果之步行/跑步運動做為樓板振動之成因探討。本文接續(黎等, 2007)之報告，以跑者之姿態文分析切入點，分析跑者於跑步機上的跑步姿態，可能對環境振造之影響。

二、研究方法與流程

本研究針對跑步機本身之動態特性分析，讀者可參考(吳, 2007)之詳細報告，簡言之，一般之跑步機設計理念，已經避開了跑者與跑步機跑板間之過硬、過軟，以及人體下肢之共振影響，相對地減低了可能造成跑者之運動傷害之可能。

本研究之實驗與軟硬體之架構流程圖，如圖 1 所示。簡言之，硬體除了姿態攝影之數位攝影機外，包括筆記型電腦、B&K 訊號擷取分析儀 Pulse 3560C、加速規、實驗室樓板及跑步機所構成；分析軟體含處理家速度訊號之 Pulse Labshop 6.1 與處理影像之 MS Movie Maker。

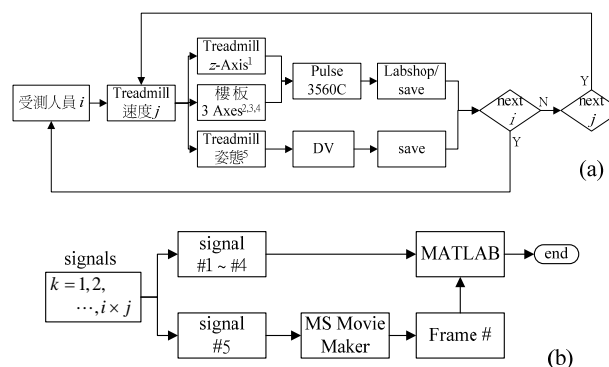


圖 1 研究量測之流程：(a)設備架構、(b)訊號分析

振動源是由受測人員步行、跑步之振動與姿態為輸入，並藉由加速度計與攝影機號做為輸出，所得到之時域訊號做為後續評估依據，而實驗中並不討論受測者所施加之振動衝擊力，僅將分析重點擺在跑步機及樓板之響應。實驗量測之加速規位置與方向如圖 2 所示。

本研究量測依樓板之幾何 x 、 y 、 z 三個軸向，各量側方向之定義如圖 2 所示。

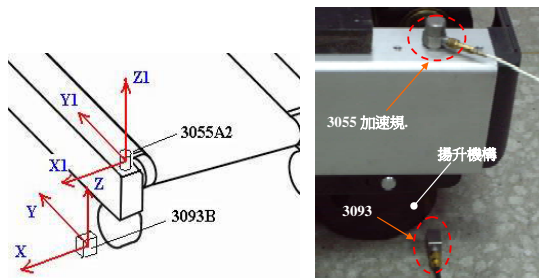


圖 2 加速規之位置與方向

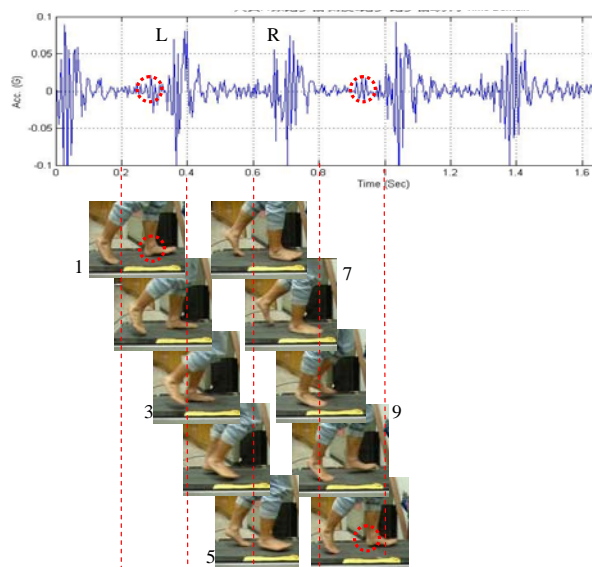


圖 4 人員 A 於 5r 跑步狀態之訊號與步姿

三、結果與討論

1. 體位之影響

本研究為觀察跑步機之跑者體重之與振動間之關連性，特別針對五位使用者進行步行及跑步之相關測量，本文中只以速度 5 者為例說明。受測者於樓板訊號之頻譜圖，如圖 3 所示。

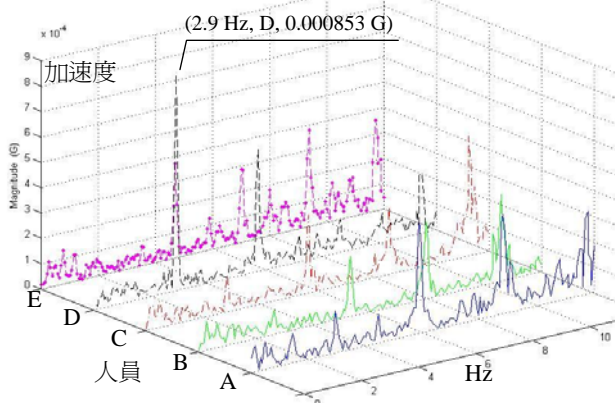


圖 3 受測者於 5r 狀態時，樓板之頻域訊號

2. 步姿之影響

人員 A 及 D 兩者之體重與身高均相近，但兩者對跑步機、樓板之影響卻相差甚大，應與跑步之姿態有關。圖 4 為 A 於跑步機上之加速度訊號及其對應之影像。從圖 5 中分析 A 之腳掌接觸跑帶之姿態，是以腳根先與跑帶接觸，然後才是腳尖，其接觸之順序方式，剛好與跑帶之傳動方向相反，互相抵銷部份之振動；另外，此種之接觸方式，似乎也比較分散力量，讓跑板能夠更能吸收跑者帶進來之動能雜訊。

四、結論與建議

本研究實驗之重點結果條列如下：

(A) 從時域訊號來看，腳掌先著地的方式較腳尖著地之訊號雜亂，但卻因此而將能量分布於更多之頻寬，使得跑板有更多的機會，吸收不必要之振動。

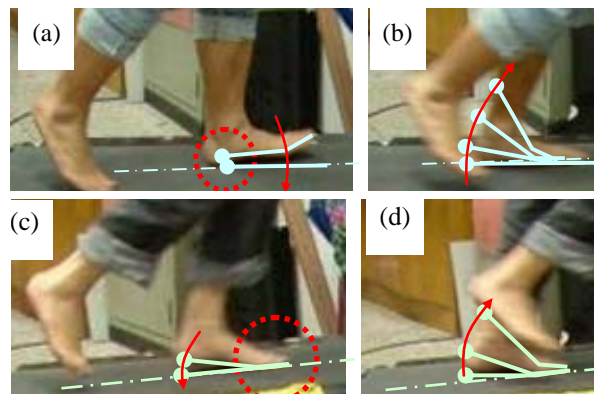


圖 5 5r 狀態之左腳姿態：(a)及(b)：人員 A；(c)及(d)：人員 D 於跑步機上步姿分析

(B) 體重不是影響跑步機產生振動與噪音的唯一因子，體位較重者不一定會帶來較大的衝擊，腳尖先著地之跑步方式，讓跑者對跑帶之衝擊，較其他人員者更為集中在低頻，故可能產生較大的振動。

(C) 若要減少跑步衝擊之噪音，修正或訓練跑步者之著地方式，也是可行方法之一。

五、參考文獻

- 徐宜恆(1992)。住宅室內噪音現況調查與測試研究以台南市區鐵路沿線連棟透天式住宅為例，成功大學建築研究所，台南。
- Elliott, B.C., & Blanksby, B.A. (1976). A cinematographic analysis of over ground and treadmill running by males and females. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 8(2), pp. 84-87.
- 徐婉靜、邱靖華、王金成(1991)。地面上與原地跑步機的二度空間步態比較，中華民國體育學會體育學報，第 13 輯，pp.211~222。
- 黎文龍、吳韋德及張庭源(2007)。置於樓板之跑步機對環境振動之影響及分析研究，中國機械工程學會第 24 屆全國學術研討會。
- 吳韋德(2007)。置於樓板之跑步機對環境振動之影響及分析研究，國立台北科技大學機電整合所。