

鞋底結構設計之避震反彈分析

相子元 陳振昇* 楊文賓**

國立體育學院教練研究所

國立陽明大學醫學工程研究所* 鞋類設計暨技術研究中心**

摘要

在運動過程中，鞋底是人體與足部接觸最頻繁的部份，因此鞋底好壞便直接影響到足部的受力，目前鞋底避震之結構設計皆是以“嘗試錯誤”的方式進行，選擇所要用鞋底材料及結構形狀製造成鞋底成品，再測試其避震及反彈能力，此方法必須反覆設計、製造及實驗直到符合要求；過程過於耗損人力物力及時間，且不易達到最佳化之設計，其中鞋底開模的模具費用更是非常龐大，因此影響設計者創新設計之意願，爲了能以更經濟有效的方法了解鞋底的效能，本研究以有限元素法作動態的模擬，並配合撞擊實驗去獲得加速度值和反彈高度值，兩者互相比較去驗證有限元素的模擬值。並針對鞋底與足底的接觸面積預測，以了解接觸面積是否與鞋子性能有關。本研究針對三種鞋底結構去建立二度空間的模型，分別爲實心梯形圓柱、不同實心圓柱、中空圓柱三種模型，並將撞擊頭依現有尺寸建立出有限元素模型，模擬輸出資料爲碰撞加速度、反彈高度、撞擊時間及反彈時間。完成驗證後，便再作接觸面積的測試，即將接觸面積分成 100%，75%，60%三個不同模型，以模擬不同接觸面積的效應。其結果就反彈高度而言，以實心梯形圓柱的反彈高度最高達 50.9%，且實驗值與電腦模擬值相近。對碰撞加速度而言，則以中空圓柱模型所獲得的值最大。而在時間方面，兩者的撞擊時間相近，但反彈時間相差約 0.03 秒，而之所以發生反彈時間有稍許差異，其因素可能是模型在撞擊時發生挫屈效應，致使反彈時間延長。在預測接觸面積結果發現，以接觸面積 75%的模型所獲得的反彈高度及碰撞加速度值最大，因此建議可就此接觸面積的大小去設計一個實體模型，以進一步了解是否這樣的接觸面積可獲得較佳的反彈高度值及碰撞加速度。

關鍵詞：鞋底、有限元素法、避震、反彈

前言

走路是人在日常生活中最常作的運動，除此之外，爬山、打球等運動也是常見於週遭生活，因此在任何運動過程中，其鞋底與人的足部接觸是最頻繁，且鞋底的好壞便直接影響到足部的受力情形。因此鞋底的性質是對於一般運動員而言是相當重要，因爲鞋底材料性質直接相關於運動員的運動效能及足部受力，一雙好的運動鞋可以將足部的衝擊力量減到最少，使得衝擊力量均勻分佈在鞋底上，將足部受力降低，甚至可以讓運動員瞬間產生更高的加速度以增加運動員的反應能力，而這些的加速度或受力的改變都直接與鞋底有關，所以對於鞋底的形狀設計是相當重要，而爲了瞭解鞋底的彈性效能，最常用的測試方法是以材料測試機去作衝擊試驗，由試驗所獲的之高度碰撞及瞬間加速度即可了解此形狀的鞋底設計是否具有有良好的避震效果及反彈能力。目前所測試的方法不

外乎是先選用所要用鞋底材料去製模，開模製造所要的結構形狀，再由此模具製造的鞋底置於衝擊試驗機底座，以衝擊頭去作撞擊，且在衝擊頭上裝加速規去測試瞬間加速度，並量測反彈高度來作爲鞋底的避震能力，此方法固然可以得到所要的結果，但一旦發現所設計出來的鞋底反彈效果不佳時，便又要重新再設計、開模及製造，除此之外，在測試之中必需利用較多的量測工具，例如加速規、衝擊試驗機等，因此整個測試過程，必須花費較多的費用及時間，而鞋底本身開模的模具費用更是昂貴，因此本實驗爲了減少上述所必須花費的時間及效果，採用有限元素電腦模擬的方式來分析，以代替實體量測的方法。有限元素法目前除了力學方面的應用外，也應用於電磁場或者是流場分析，因此依據理論及現有文獻而言，本實驗方法應用於此鞋底的彈性效能模擬應具有可行性。