圧迫力による足部形状変化の画像計測と 靴型設計への応用

○高市哲, 氏家順子, 山崎信寿 (慶大・理工)

Measurement of deformed foot shape using image for last design

○Satoshi Takaichi, Yoriko Ujike, Nobutoshi Yamazaki (Keio Univ., Fac. of Sci. & Tech.)

1. はじめに

靴の圧迫力とヒール高さにより、靴を履いた状態の足は平地立位時とは異なった形状になる。しかし、靴型は平地裸足時の足型形状をもとに経験的に設計されていた。このため本研究では、着靴時を想定した足型を計測することにより、より合理的な靴型設計を試みた。

2. 足型計測装置

足型計測は適合性に重要な足底面投影形状と踵部形状について行った¹⁾。図1に示す画像計測装置(a)は、2台のCCDカメラを用い、足台を交換することで平地とヒール高さ(45mm)での足型画像を瞬時に取得することができる。この画像をコンピュータで処理することにより、輪郭の中心線であるスケルトンや踵の傾斜角度、各部の寸法を求める。

圧迫器具(b)は、U字ばねがついた幅9mmの帯10本からなる。これを足に巻き付け、ねじでばねの開きを調節することにより、無負荷から2.6Nまでの圧迫力を前足部に与えることができる。

本装置における足型底面画像の寸法精度は $\pm 0.9\text{mm}$ であり靴型設計の要求精度を満たす。さらに、同一人物における2回の計測結果はよく一致し、画像計測装置の再現性が確認された。また、圧迫時の足型外郭線形状と着靴時石膏型形状を比較した結果もよく一致し、本器具によって靴による圧迫を再現できることが確認された。

3. 足型計測

女性10名の両足について、(a)平台圧迫なし、(b)平台圧迫(1.7N×10本)あり、(c)ヒール台(高さ45mm)圧迫なし、(d)ヒール台圧迫ありの4条件で計測を行った。図2に示す底面画像のスケルトンは、ヒールによって外転角度が平均 6.1° から 2.3° に減少して直線化し、さらに圧迫が加わると 2.9° になった。

また、図3に示す踵画像から、踵傾斜角度はヒールによって平均 1.9° 直立に近づき、平地とヒールでの踵傾斜角度には図4に示すような高い相関が見られた。

踵後端から第2趾先端に軸を取り、第1趾側と第5趾側の軸に垂直な幅をそれぞれの半

図1 計測装置

図2 底面画像の比較

図3 処理後踵画像

図4 踵傾斜角度の関係

図5 足部位と減少率の関係

足幅とする。半足幅の減少率(半足幅変化量(圧迫なし-圧迫あり)/半足幅(圧迫なし))は図5に示すように第1趾側より第5趾側が、中足部より前足部が大きく、また、ヒールによって特に第1趾の柔軟性が低下することがわかった。減少率の変化傾向の個体差は危険率0.05以下で無視でき、足幅と減少率の間にも相関が見られた(図6)。

4. 靴型設計および評価実験

靴型設計は図7に示す手順で行った。まず、図6を用いて足幅から減少率を算出し、それを足型幅から減じて圧迫足形状を求めた。次に、この圧迫足型と修正対象靴型のスケルトンを重ね合わせ、両者の半足幅比が別途確認されている適合半足幅比に一致するように対象靴型を修正した。また、踵は踵傾斜角度が一致するように靴型の傾斜角度を変化させた。靴型と圧迫足形状の比較を図8に示す。修

正靴型は足型と中心軸がよく一致していることがわかる。試作した靴に対する女性被験者3名の官能検査結果ではボール部、趾部で修正靴の圧迫低下が見られ、靴型修正手法の妥当性が確認できた。

5. おわりに

ヒール高さと圧迫力の変化による足型変形を画像計測する装置を開発した。着靴による圧迫とヒール高さ(45mm)によって回内が 1.9° 小さくなり、外転は 3.2° 小さくなった。また、半足幅の減少率を靴型設計に用いることで高適合靴を製作できることがわかった。

靴の試作には日本皮革産業連合会および日本靴工業会の協力を得た。ここに記して謝意を表する。

参考文献

1)山崎信寿:足型形状の分析と靴型設計,靴の医学,Vol.8,127-132,1994.

図6 足幅と減少率

図7 靴型修正の流れ

図8 足と靴型の比較