細谷 聡・清水義雄・佐渡山亜兵・横井紘一・大谷 毅
橋本 稔・高寺政行・上條正義・乾 滋・堀場洋輔

目的別テーマ：被服設計・シミュレーションに関する研究

研究テーマ
15-7-8：フットウェアの設計・評価に関する感性工学的研究

ABSTRACT

The purpose of this study is to establish design guideline of the comfortable foot wear by the physiological, psychological and engineering approach. The function is to ensure walking stability required in the pair of shoes of the adult. The function required to the second is cushion performance of the landing impact which can also stand the walking for hours. Not only characteristic of the pair of shoes but also flexural property of the back nine sole shape flexural properties are also important. And, it is necessary to carry out light shoes design which added infant peculiar footprint state and operating characteristic on the pair of infant shoes. On the other hand, it is shape and local clothes pressure control to be important for the hosiery design. In addition, the material use considering use environment and season is also important.

研究目的

靴や靴下に代表されるフットウェアの設計を支援するために、生理的/心理的/工学的な手法を加味した感性工学的な評価アプローチで関係する様々な知見を得て快適性に富むフットウェアの設計指標の確立を目的とする。同時に使用者に適合するフットウェアの選択方法の提案や感性工学的な製品評価法の確立も目指す。

5年間の研究内容と成果

1．靴およびインソールに関する成果

足部、膝、脚への負担が過度ではないフットウェアが理想的であること、またヒトが立位姿勢を保つこと、歩行のサポートを正しく誘発することがフットウェアの重要な機能的役割である。

これまでの研究から、靴とりわけコンフォートシューズに求められる機能は、インソールの足型・足底形状や足先のゆとりを持たせることで歩行安定性（歩行再現性）を確保することや、長時間歩行にも耐えうる着地衝撃の緩衝性能であることが明らかとなった。歩行快適性の高いコンフォートシューズ及びインソールの条件は、①足裏の形状に沿わせてあおり歩行を促し、正しいあおり運動を持続させること、②足先の遊びが大きすぎずに荷重点移動軌跡の終点を収束させること、③接触面積が大きく土踏まずが足型に合っており素材も硬すぎず柔軟であることの 3 点であり、これらが設計指標となる。

具体的な設計内容として例えばインソールでは、足底部を左右方向からホールドするような立体形状を用いることによって、立位時や歩行寺の安定性において上述した利点が確認された。膝にかかる負担も小さく、さらに安定した姿勢を保持し、安定したスムーズな歩行を促進していた。靴設計におけるインソールの重要性が明らかになったと同時に、靴やインソール設計の指標として立位時や歩行時の安定性が重要であることが示唆された。

一方、歩行動作を習得し始め、足部の成長・発達の重要な幼児期に適切な靴に関しては、①大人の縮小版の足型では適合せず、幼児特有の足部形状の靴を設計する必要があること、②足部の MP 関節部の屈曲動作を阻害することなく適度な屈曲を促すインソールおよびアウトソール、アッパー部の設計が必要なこと、③幼児の体重・脚力を加味して、さらに軽量な靴を設計する必要があることの 3 点が明らかとなった。

以上の研究では運動力学的な歩行計測を主体にし、歩行安定性を荷重点移動の再現性に着目して評価を行ない、歩行感との対応関係を明らかにすることによって、歩行快適性に優れたフットウェアの評価ならびに設計支援情報の抽出する手法を確立することができた。また、この研究を通して歩行快

適性に富む婦人用コンフォートシューズのインソールや超軽量の幼児靴などを開発した。

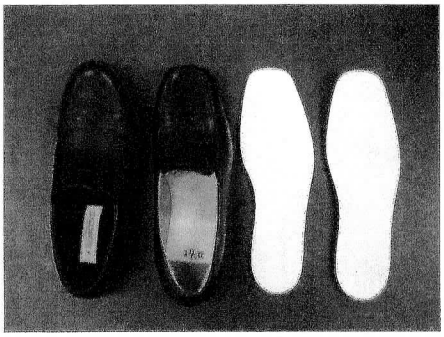


Fig. 1　実験用の靴と開発したインソール



Fig. 2　超軽量幼児靴とアウターソール

2．靴下に関する成果

ヒトの足の形に合うように考案された左右区別のあるRL靴下や5本指靴下で足指形状に即した立体的な構造をもつ靴下について、その生理心理的な効果を定量的に評価することができた。これらの評価を通して、快適な靴下の持つべき特性を明らかにし設計指標として示すことができた。

靴下形状および衣服圧に関しては（特許出願準備中のため具体的な値や箇所は省略する）、①足型、指型に靴下形状を追随させることによって靴下から人体に加わる衣服圧を適正にすることができる。②足や指では圧に対する敏感な場所があり、その場所の衣服圧をコントロールすることが重要である。

着衣快適性を左右する要因の一つである靴下内温湿度環境に関しては、気温の上がる時期や運動などで靴下内環境が激変する状況では、5指立体構造靴下が靴下内の温度・湿度を抑え他の形状の靴下よりも快適感を与えることが定量的に明らかとなった。この現象は、靴を履いた状態ではさらに顕著（効果的）になることもわかった。

靴下設計に重要なことは、(1) 形状の工夫および局所的な衣服圧コントロール、(2) 季節や使用環境を考慮した素材の使用の2点である。

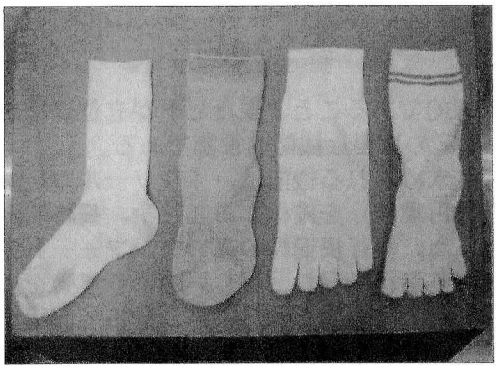


Fig. 3　実験用の靴下

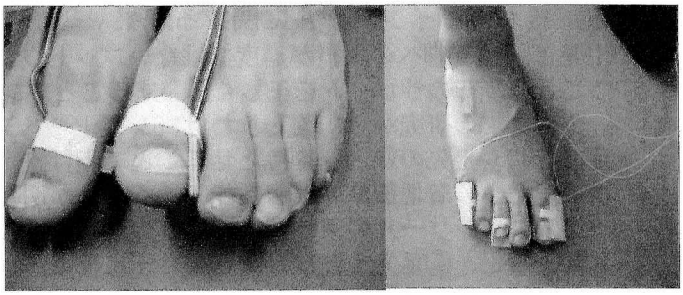


Fig. 4　温湿度（左）と圧（右）の計測