

靴底圧力分布測定についての一考察

苫小牧高専 ○ 野口 勉
北海道大学 落合 宏 鶴飼 隆好

要旨

凍結路での転倒防止を目的に、防滑材の貼付け位置を決定するため圧力分布測定シートを歩行し、圧力分布状況を把握する方法を考案している。その過程で輪郭形状と受圧範囲、足跡角の変動、平均圧力の変動と試行数の関係について調査した。

1. はじめに

凍結路面の歩行において、滑り転倒による怪我が後を絶たない状況がある。一方市販靴の靴底は、幾何学的な対称性に基づいた防滑材、防滑具の配置にとどまっている。そこで、歩行時の靴底圧力分布測定を行い、靴底の接触状況を把握して、各個々人に対して効果的な防滑材の取り付け位置の決定をめざしている。

圧力分布の測定方法は多数の被験者や靴に対応することを考えると、大きい面積の圧力測定シートを踏み込む方式のものが有効である。しかし、この種の圧力測定装置を一般的に利用している医療分野では、被験者の属性に関わる測定の難しさも加わり、あくまでも参考に利用している状況にある。そのためか、各メーカーから提供されるソフトウェアには圧力分布の平均を求めるルーチンは含まれていない。

したがって手始めとして、複数試行分の圧力分布データを統計的に扱い、平均的な圧力分布を求めるソフトウェアの開発を行い、得られた結果に対して圧力測定範囲や平均圧力の変動などの状況を調べたので報告する。

2. 方法

2. 1 測定方法

被験者は身長 174 cm、体重 87.8 kgf の健常男性（20歳）で、図1に示すトレッドの凹凸が大きいカジュアルシューズを着靴し、歩調 120 歩/分で歩行し、圧力測定シートを踏み込んだ。

用いた圧力測定シート（ニッタ社製ハイレゾマット）の仕様を以下に示す。

センサ部サイズ(mm)	430×480
マトリックス数	86行×96列
マトリックスサイズ(mm)	5.0×5.0
幾何学的分解能	5.0 mm
測定範囲(kgf/cm ²)	0.7~7.0
測定精度	±10%

2. 2 平均化の考え方

図2に示すように試行毎に圧力測定シートを踏む位置が一定とならないため、単純に重ね合わせた場合は図3のような結果となり、基準を揃えてデータを処理する必要がある。そこで、進行方向と圧力中心点（COP：Center of Pressure）を基準として複数試行のデータを重ね合わせることにした。各マトリックスの平均圧力は、重ね合わせた n 回試行の各マトリックスの圧力の総和を平均することで求めた。また、装置の測定範囲にあわせて 0.7kgf/cm² 以下の圧力をカット・オフした。



図1 供試靴のトレッド



1 試行目 2 試行目 3 試行目

図2 試行毎の圧力分布

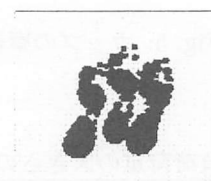


図3 単純に重ね合わせた圧力分布

3. 結果

3. 1 平均圧力分布と輪郭形状

平均圧力分布を靴底輪郭形状と併せて図4に示した。ここで、試行数は1, 4, 9である。トレッドの凹凸が大きい靴を用いたこともあり1試行の結果ではトレッド・パターンが明確に現れており、防滑材設置に必要な靴底全体の圧力分布は判らない。しかし、試行数が4, 9と増すことにより圧力分布が平均化していく状況が現れている。その一方で平均した後、測定範囲に合わせて $P < 0.7 \text{ kgf/cm}^2$ の圧力をカット・オフしたことから、第5趾近傍の圧力分布域が消失した。測定範囲を越える低圧部の取り扱いに対する考え方が必要であり、加えて今回は目視により合わせたが、輪郭形状との詳細な関係を把握するには、圧力値からの輪郭形状推定や幾何学的情報との統一的処理が必要であると考えられる。

3. 2 足跡角の変動

進行方向と足跡の成す角度を足跡角（爪先開き角）と呼ぶ。この足跡角は歩行中の下肢関節の状況により変動すると考えられるが、各試行毎の圧力分布からその変動を推定したところ、足跡角 20° に対して $\Delta\theta = +2.4^\circ$ （前方へ） $\sim -4.0^\circ$ （側方へ）となった。図4の観察により、その影響は大きくないと考えられるが、確認が必要である。

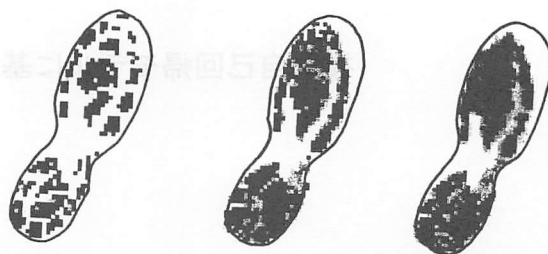
3. 3 平均圧力の変動と試行数の関係

試行数による圧力の変動の状況を表す分散を求めて図5に示す。ここで、分散は全マトリックスの平均値である。この図より、分散の変動は試行数 $n=4$ 以上で安定したものとなっている。それ以上試行数を増やしても捉えられる圧力分布の状況は変わらない。このことから本報の条件においては4, 5回の測定を行うことにより、平均的な圧力分布を求めることができると考えられる。なお、圧力分布状況の詳細な検討は今後必要である。

4. まとめ

本報では平均圧力分布を求めるプログラムにより、複数試行のデータを平均し、輪郭形状と受圧範囲、足跡角の変動、圧力の分散と試行数の関係についてその概況を捉えることができた。

靴医学会などでも圧力分布データの平均化の必要性を認識し、研究報告を散見するようになっている⁽¹⁾。しかし、そのほとんどは靴の中敷方式による測



(1) 試行数1 (2) 試行数4 (3) 試行数9
図4 圧力分布と靴底輪郭

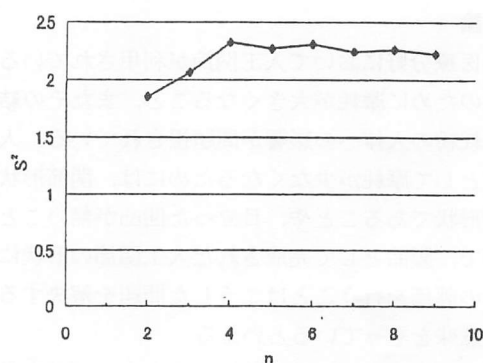


図5 試行数と分散

定であり、足底、センサ、インナーソール間の関係は常に同じ状況にあり、試行数を増やすことはデータの確度を増すことに直接つながり易い。一方本報のように靴底とセンサが試行毎に分離する場合、試行時の足跡角、マトリックスの接触状況などが踏み込む度に異なることが、更にデータを変動させている。

この方法の現状では試行数を増すことで明らかになる状況がある一方で不明確になるものもあることから、その測定目的によって1試行ごとの結果（図4(1)）と複数試行の平均（図4(2), (3)）との相互利用を行うことが有効であり、今後検討確認する必要があるものの概ね問題なく利用できるものと考えられる。

謝辞

この報告は平成10年度文部省科学研究費補助金（基盤研究（B）（2）課題番号10558141）を受けて行われた研究の一部であることを付記し、深謝する。

文献

(1) 例えば、今成他12名. 足底圧力分布測定システムの再現性における基礎的研究, 靴の医学, vol 11, pp 4-9, 1998.