

歩行中の靴底の幾何学的データと力学データの統一的処理の可能性

奥山 徳宏*・野口 勉**

Possibility of Simultaneous processing of geometrical data and mechanical data of shoe sole under walking

Norihiro OKUYAMA , Tsutomu NOGUCHI

Abstract

The simultaneous processing of geometrical and mechanics data is necessary for the following purposes, automation of cutting out of anti-slip material, automation of attachment of anti-slip material to shoe sole, design and manufacture of shoe insert, and so on.

In this study, at first, the shoes sole was taken of a picture with a video camera through semitransparent pressure seat. To extract the outline, the image processing was done at the picture with the application software. As a result, a comparatively clear outline image of the shoe sole was obtained. Therefore, the possibility of simultaneous processing of geometrical and mechanics data of the shoes sole was confirmed as shown above.

Key words: Walk, Anti-slip material, Outline shoe sole, Pressure distribution, Simultaneous processing of geometrical and mechanical data, Automatic processing.

1. はじめに

寒冷地では凍結路面の歩行において滑り転倒が相次いで起こっており、その数はこの10年間で3倍に増えている(1)とも言われている。その状況をうけて滑り転倒を防ぐため、市販冬靴にはメーカーによって様々な材質、形状で防滑材が貼り付けられている。しかし、人それぞれ靴底圧分布に違いがあるため、必ずしも個々人にあった防滑材貼付位置、形状であるとは言えない。そこで個々人の圧力分布の把握方法が検討されている(2)。力学データである圧力分布の正確な把握により防滑材の形状が決定できるが、その後靴底への貼り付けに際して、あるいは将来の靴底の自動加工を展望した場合、靴底の輪郭という幾何学データと統一的に扱う必要がある。

また、足部の圧力についての研究の多くは、センサを靴内に設置するもの(3)であり、位置と圧力との関係が容易に把握される。一方、床設置式については、踏み込む位置が試行毎に異なる、圧力分布領域は輪郭形状と異なる、床設置式のセンサは透明ではない、など圧力分布のみならず、

輪郭の取得自体にも課題がある。

本研究においては、歩行中の靴底の幾何学的データと力学データの統一的処理の可能性を探る第一段階として、半透明の圧力シートを介して靴底をビデオカメラで撮影し、記録したその画像に対して市販の画像処理プログラムを用いて画像処理を行い、輪郭の抽出を試みた。

2. 内容・方法

2.1 透明ガラス板を踏み込んだ時の輪郭抽出

輪郭抽出は図1に示したとおり、下記の流れに沿って行う。

まず、①ガラス板を踏み込んでガラス板下方からビデオカメラ等により靴底を撮影する(図2)。次に、②靴底の画像を二値化する。引き続き、③靴底の二値化画像をゾーベルフィルタ(4)によ

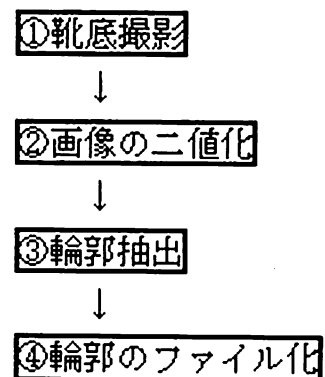


図1 流れ図

* 技 官 機械実習工場

** 助教授 機械工学科

り画像処理を行い輪郭を抽出する。最終的に、④抽出した輪郭を2次元配列データとしてファイル化する。



図2 ガラス板を歩行した状態

これにより機器の動作確認、輪郭抽出プロセスの確認、歩行路の安全性の確認等を行った。なお、撮影にはデジタルビデオカメラ（SONY DCR-PC120）を用い、ガラス板のサイズについては、圧力測定シート（既存）を重ね合わせることでできる大きさ（H500×W450mm）とした。荷重領域は床面水平状態での4辺支持で中央のH300×W200mmの範囲、荷重設定は運動状態（ジャンプ可能）での使用を想定し強化ガラス（厚さ6mm）2枚の合わせガラスを使用した。加えて画像処理には市販のAdobe PhotoShopTMを用いた。

2.2 ニッタ社製半透明圧力測定シートを介して踏み込んだ時の輪郭抽出

基本的には前述同様の流れで輪郭抽出を試みる（図3）。用いた圧力測定シートは縦横に5mm間隔で光を透過する直径約0.5mmの孔が配列されている。

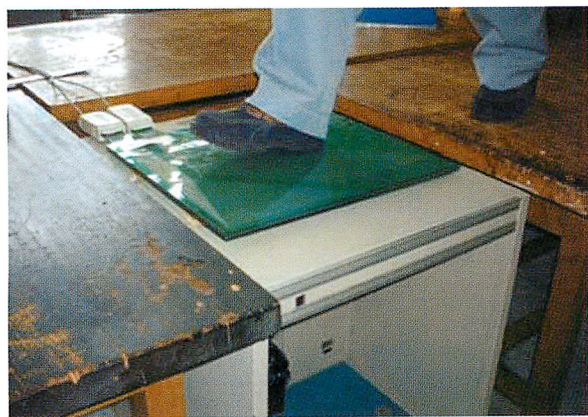


図3 ガラス板上に敷かれた圧力測定シート

る。この際、圧力測定シートを介した画像は不鮮明である事が予測されるので、撮影方法の他、二値化方法、輪郭抽出方法に工夫が必要となる。

3. 結果と考察

3.1 透明ガラス板を踏み込んだ時の輪郭抽出

ガラス板を直接踏み込んだ状態を下方から撮影した。その動画の中から足底接地（フットフラット）時の画像を切り出し図4に示す。

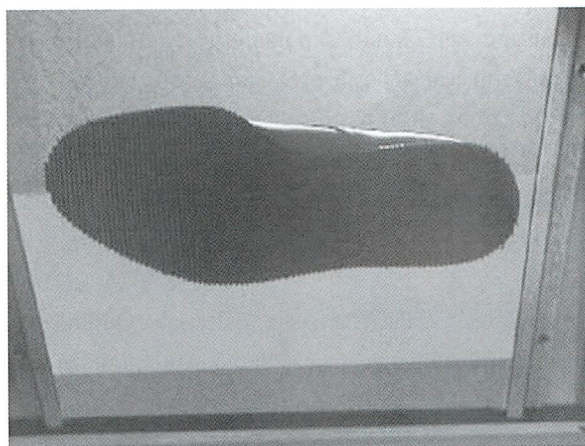


図4 靴底写真

抽出した静止画像は、一般的な撮影機器により映し出された画像同様、初期状態はカラー画像であり、色相、彩度、輝度の三つの情報から成り立っている。（色相は色の種類、彩度は色の純度、輝度は色の明るさ）

得られた画像から対象とする靴底形状のみを抽出するためには、画像中の靴底に該当するピクセル（画像を構成している四角形のグリッド）の情報を得られるような濃淡画像、つまり多値画像から二値画像を得る必要性があり、そのための処理を二値化とよぶ。

具体的には、カラー画像であればまず、グレースケールに変換し、ベース色をグレーのみに情報を簡素化する。

グレースケールとは、1ピクセルあたり8ビット（256階調）の輝度情報で構成されていて、輝度（色）の変化は、0（黒）から255（白）のグレースケールでシミュレートされた多値画像である。

次に、1ピクセルあたり8ビットの情報を、更に二階調に振り分けることにより1ピクセルあたり2ビットの二値画像ができあがる。

今回行ったのはモノクロ二階調で、特定の明るさを閾値として指定することにより、閾値より明

るい全てのピクセルは白に、暗い全てのピクセルは黒に変換される。閾値82の画像を図5に示す。

靴底内側(土踏まず)の部分で、靴底と皮革と境界が不明確となっている。



図5 二値化画像(閾値82)

ガラス板を直接踏み込んだ状態の画像をコントラストの高い白黒二色にし、閾値を調整することにより、ある程度は靴底の形状と判断出来る画像が抽出できた。この画像から、輪郭線としての抽出をするために、エッジ検出の手法を用いて輪郭の抽出を行った。エッジにはいくつかのタイプが存在するが、輪郭抽出に対応したステップエッジの検出に有効な差分フィルタ、特にノイズを抑えながらエッジの検出ができるゾーベルフィルタの手法を用いた。画像内で明確な色の移行、例えば白から黒、黒から白への変わり目を識別し、その部分のみを輪郭として黒く出力させた。それによる画像を図6に示す。



図6 輪郭画像

この図から、二値化の段階で不鮮明であった部分が、輪郭抽出にも影響を与えているのが分かる。

しかし、輪郭と圧力分布の対応を考える場合、任意の2点の一致あるいは任意の1点と1方向の一致があれば良いことから、特に問題とはならないと考える。

3.2 ニッタ社製半透明圧力測定シートを介しての踏み込んだ時の輪郭抽出

続いて、ニッタ社製半透明圧力測定シートを介して踏み込んだ状態を下方から撮影した。その動画の中から足底接地(フットフラット)時の画像を切り出し図7に示す。

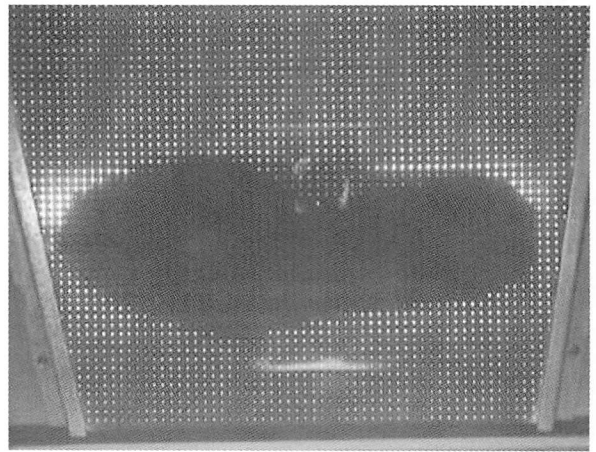


図7 靴底写真

こちらについても前途同様に、二値化し、輪郭抽出を試みた。

半透明圧力シートはある一定の間隔に存在するポイントでのみ光が透過している。そのため閾値の操作による単純な二値化では靴底形状と背景をはっきり区別するのは困難であるのが図8から見ることが出来る。

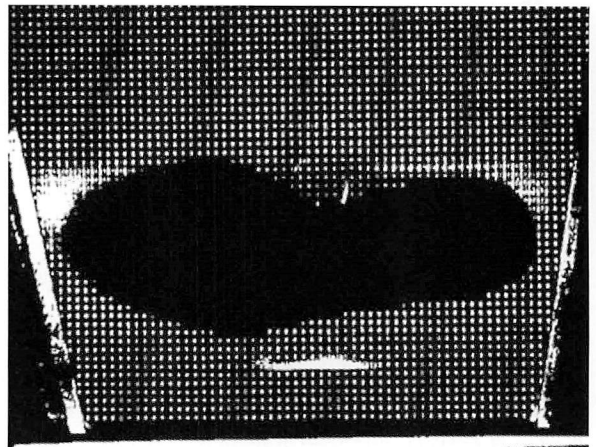


図8 二値化写真(閾値128)

輪郭抽出についても、図9に示したとおり圧力測定シートの透過によって現れたポイントが囲うように輪郭が形成されてしまうため靴底の形状は明確に認識できるが、輪郭としては抽出できていない。

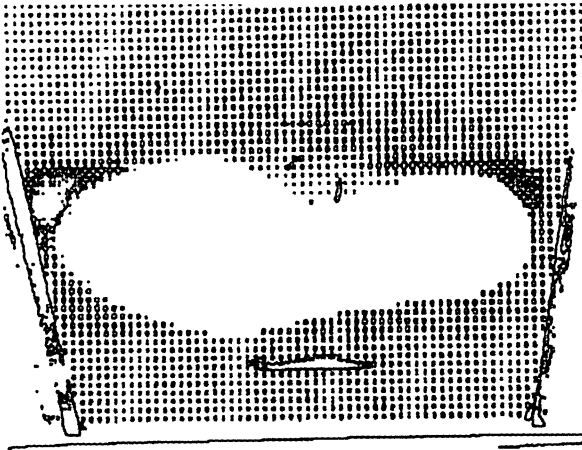


図9 輪郭画像

このように圧力測定シートが有る場合は、前述の方法で輪郭画像を抽出するのは困難である。

そこで、市販ソフトウェアに含まれるフィルタ機能を利用し、同様に輪郭抽出を試みてみた。利用したのは二値化の段階で閾値付近の出力を滑らかにすることのできるスタンプフィルタ（5）で、抽出した画像を図10に示す。

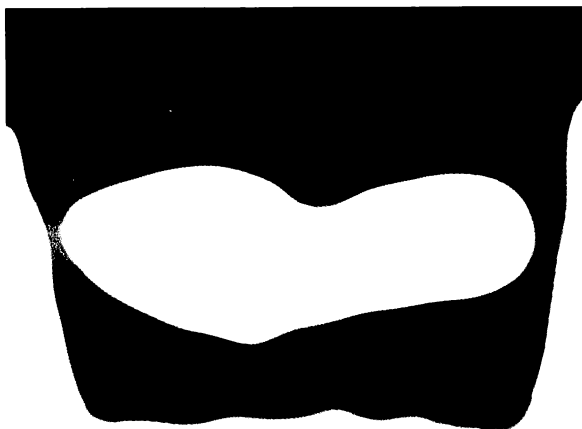


図10（明暗10 滑らかさ40）

二値化画像を求めた後、明暗と滑らかさの調整を行うフィルタを用いることで図11に示す、より明確な輪郭画像とすることができた。

以上から圧力測定シートにより得られる圧力分布データを圧力測定シートを介して撮影して得た靴底輪郭データと統一的に扱うことが可能であると判断できる。

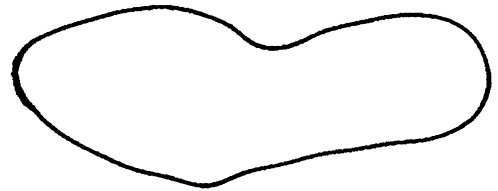


図11 輪郭画像

4. ま と め

- 1) ガラス板上を歩行したときの靴底面の写真、ビデオ画像から輪郭を抽出することができた。
- 2) ニッタ社製半透明圧力シートを介した場合でもスタンプフィルタを利用することで輪郭を抽出することができた。
- 3) 圧力測定シートにより得られる圧力分布データを靴底輪郭データと統一的に扱うことが可能であることが確認された。

謝 辞

本研究は平成13年度ノーステック財団 民-012 研究開発支援事業の補助を受けて行った。深謝いたします。

参考文献

- (1)野口勉,「寒冷地における靴と滑り」,かわとはきもの, No.120, pp.1~7, 2002
- (2)野口勉, 倉秀治,「歩行時の平均的足底圧分布の把握方法」,靴の医学, Vol.16, 2002 (印刷中)
- (3)例えば, 今石喜成ら, 足底圧分圧測定システム (F-SCAN) の再現性における基礎的研究, 靴の医学, Vol.11, pp.4~9, 1998
- (4)谷口慶治編, 画像処理工学基礎編, 共立出版, p73, 1996
- (5)Adobe PhotoShopユーザガイド, pp.165~186, 1994

(平成14年11月29日受理)