

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 6 月 14 日現在

機関番号：55201

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2010～2011

課題番号：22700588

研究課題名（和文） 靴底の摩耗による危険閾と最適形状に関する研究

研究課題名（英文） Study on the risk threshold of worn-out soles and the optimal shape of the soles

研究代表者

齋藤 誠二 (SAITO SEIJI)

松江工業高等専門学校・人文科学科・講師

研究者番号：70452795

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は避けることが出来ない靴底摩耗が身体に悪影響を与える摩耗の程度（危険閾）と身体に負荷の少ない靴底の形状（最適形状）を明らかにすることである。研究の結果、3 パターンに分類された靴底の摩耗形状のそれぞれについて、身体への負荷が増す摩耗の程度が明らかになった。また、摩耗形状とその程度から踵部分の最適形状が明らかになった。

研究成果の概要（英文）：This study examined the degree of worn-out soles which has a bad influence on the body, and form of a comfortable sole. It was found that degree of worn-out soles that adds load to the lower limbs and optimum form of soles for gait, in each of the wear form of the sole classified into three patterns.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010 年度	500,000	150,000	650,000
2011 年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
年度			
総計	1,500,000	450,000	1,950,000

研究分野：リハビリテーション科学・福祉工学

科研費の分科・細目：人間医工学、リハビリテーション工学・福祉工学

キーワード：靴、靴底摩耗、歩行、危険閾、最適形状

## 1. 研究開始当初の背景

靴には様々な機能が備えられ、足元から人々の快適な生活を支えているが、靴を使用すれば地面との摩擦を避けることはできず、結果としてソールの摩耗が引き起こされる。これらの摩耗は過度になることで靴の機能性を失い、歩行中の下肢に様々な悪影響を及ぼすことが分かっている。しかし、その摩耗の程度は明らかになっていないとともに、ある程度の摩耗は歩容に即したものであり、円滑な歩行に貢献しているとも考えられる。

## 2. 研究の目的

(1) 靴底の摩耗形状と歩容を細かく照らし合わせることで詳細な摩耗の特性や摩耗機序を明らかにすること。

(2) 摩耗の特性や摩耗の機序に沿って摩耗の程度を変化させ、身体の反応を検討することで、靴底の最適な形状と摩耗の安全限界を明らかにすること。

### 3. 研究の方法

(1) 男性若年者 50 名に赤外線反射マーカーを貼り付け、三次元動作分析装置を用いて、歩行動作を取り込んだ。また、被験者が普段から履いている摩耗している靴について、摩耗の計測を実施した(図1)。得られたデータから歩容と摩耗機序との関連を検討した。

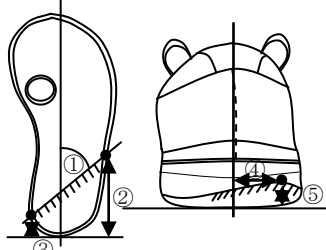


図1 摩耗の計測項目

(2) 摩耗の計測結果から摩耗のパターンを分類し、そのパターンに適合する被験者を選定した(各パターン7~8名)。各摩耗パターンにおいて、パターンに準じた摩耗の程度を決定し人工的に摩耗させた靴を作製。被験者に赤外線反射マーカーおよび右足外果に加速度計を装着し、三次元動作分析装置を用いて歩行分析を実施した。

### 4. 研究成果

(1) 摩耗の計測結果と使用期間および各計測項目の関連性

表1 摩耗の計測結果と使用期間

	使用期間	①	②	③	④	⑤
	[か月]	底面摩 耗角 [°]	外側摩 耗 [%]	内側摩 耗 [%]	最大摩 耗位置 [mm]	最大摩 耗厚 [mm]
平均値	13.3	68.5	26.0	15.0	21.8	6.8
標準偏差	13.3	16.8	8.5	7.9	7.2	3.2

表2 使用期間および計測項目の相関関係

	使用期間	底面摩 耗角	外側摩 耗	内側摩 耗	最大摩 耗	最大摩 耗厚
使用期間		-.229	.360*	.004	-.123	.083
底面摩 耗角			-.490**	.553**	-.271	-.273
外側摩 耗長				.189	.189	.325*
内側摩 耗長					.110	-.092
最大摩 耗位置						-.018
最大摩 耗厚						

摩耗の計測と使用期間調査結果は表1のようになった。また、これらの靴底の摩耗形状は、着地時の距骨下関節の回外角度に最も依存することが明らかになった。さらに、計測項目間および使用期間との関連については、表2のようになり、内側と外側の摩耗の始まる位置を結んだ直線と爪先部と踵部の中心

部を結んだ線との交点の角度(底面摩耗角度)は、使用期間に依存しないことが明らかになった(表2)。

### (2) 摩耗パターンの分類

摩耗計測結果を受けて、摩耗を3パターンに分類することができた。

表3 摩耗パターンの分類

分類	底面摩 耗角 [deg]	外側摩 耗長 [%]	内側摩 耗長 [%]	最大摩 耗位置 [mm]
	A	53.0	31.7	20.7
B	65.0	24.7	18.7	4.6
C	77.0	27.2	23.6	8.5

### (3) 摩耗の危険閾と最適形状

#### ①Aパターンにおいて

Aパターンは底面摩耗角度が最も小さく、外側摩耗長が最も小さいパターンである。つまり、このような摩耗がみられる人は歩行中の着地時における距骨下関節の回外角度が大きくなっている。摩耗の計測結果より設定した摩耗厚は8.2mm(以下:AVE), 16.4mm(以下:MAX), 2.4mm(以下:MIN)である。新品の靴(以下:NEW)を加えて4条件で検証した。

図2に距骨下関節角度の変化を示す。右足の踵接地から左足離地までの区間(Loading Response:以下LR)において、MAX条件で最も大きい回外がみられ、LR区間における平均値が正常歩行の基準となる5度回外も上回った。衝撃加速度については、統計的有意差は、認められなかったものの、MAX条件の値が高くなる傾向を示した(図3)。

一方、AVE条件における回外角度はNEW条件とともに他の条件よりも小さく、また、外果の外側方向への加速度がNEW条件よりも小さい傾向を示した(図3)。

以上のことから、Aパターンの摩耗が発生するような人にとっての摩耗の危険閾は最大摩耗厚が16.4mmで最適形状は8.2mm程度踵最後部に向かって反り上がっている形状であると示唆された。

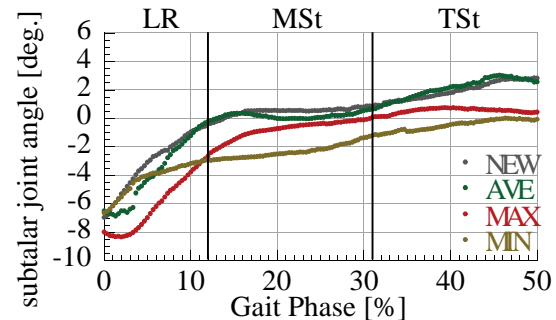


図2 Aパターンにおける距骨下関節角度の変化

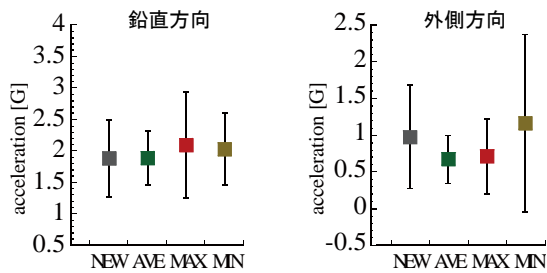


図3 Aパターンにおける着地時の衝撃加速度と外果外側方向への加速度

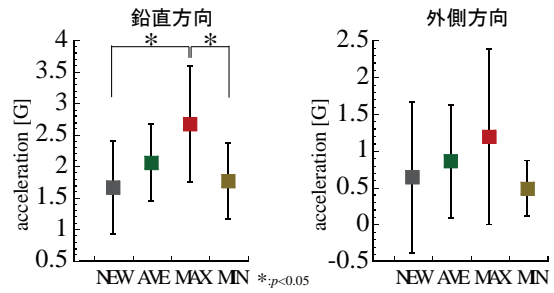


図5 Bパターンにおける着地時の衝撃加速度と外果外側方向への加速度

②Bパターンにおいて

Bパターンは底面摩擦角度が2番目に小さく、内側摩擦長が最も小さいパターンである。つまり、このような摩擦がみられる人は歩行中の着地時における距骨下関節の回外角度はAよりも小さいが、ある程度の回外がみられている。摩擦の計測結果より設定した摩擦厚は AVE 6.6mm, MAX 14.5mm, MIN 3.0mm である。新品の靴(以下: NEW)を加えて4条件で検証した。

図4に距骨下関節角度の変化を示す。LRにおいて、AVE条件とMAX条件で大きな回外がみられ、LR区間における平均値が正常歩行の基準となる5度回外も上回った。衝撃加速度については、MAX条件においてNEW条件およびMIN条件に比べて有意に高い値を示した(図5)。さらに、MAX条件は外果の外側方向への加速度も大きい傾向を示した(図5)。

一方、MIN条件における回外角度はNEW条件よりも小さく、また、外果の外側方向への加速度も小さい傾向を示した(図5)。

以上のことから、Bパターンの摩擦が発生するような人にとっての摩擦の危険閾は最大摩擦厚が6.6mmで最適形状は3.0mm程度踵最後部に向かって反り上がっている形状であると示唆された。

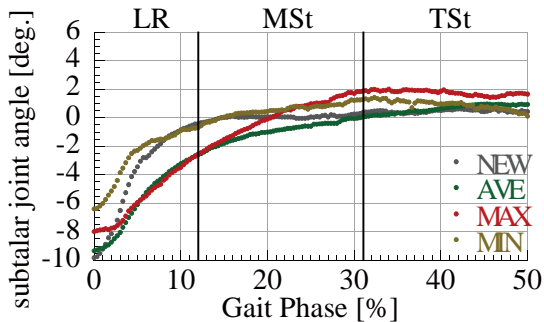


図4 Bパターンにおける距骨下関節角度の変化

③Cパターンにおいて

Cパターンは底面摩擦角度が最も大きく、内側摩擦長が最も大きいパターンである。つまり、このような摩擦がみられる人は歩行中の着地時における距骨下関節の回外角度が小さい、または回内傾向にある。摩擦の計測結果より設定した摩擦厚は AVE 6.0mm, MAX 14.2mm, MIN 1.5mm である。新品の靴(以下: NEW)を加えて4条件で検証した。

図6に距骨下関節角度の変化を示す。LRにおいて、MAX条件とMIN条件で回外が大きくなる傾向を示したものの、LR区間における平均値では正常歩行の基準となる5度回外は上回らなかった。しかし、衝撃加速度については、MAX条件において他の条件よりも高くなる傾向を示し、NEW条件に対しては有意差が認められた(図7)。さらに、MAX条件は外果の外側方向への加速度も大きい傾向を示した(図7)。

一方、AVE条件における回外角度は、LR区間における平均値がNEW条件よりも小さく、また、外果の外側方向への加速度も小さい傾向を示した(図7)。

以上のことから、Cパターンの摩擦が発生するような人にとっての摩擦の危険閾は最大摩擦厚が14.2mmで最適形状は6.0mm程度踵最後部に向かって反り上がっている形状であると示唆された。

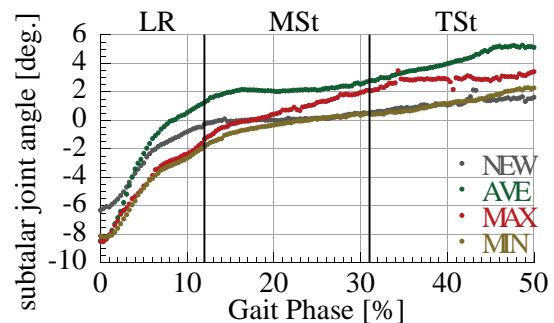


図6 Cパターンにおける距骨下関節角度の変化

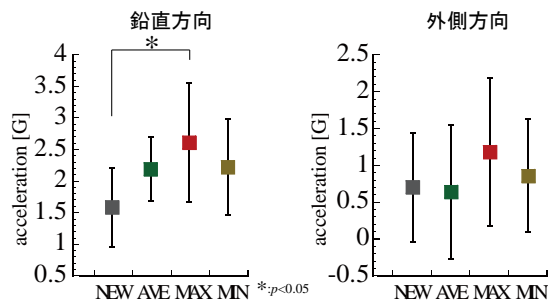


図7 Cパターンにおける着地時の衝撃加速度と外果外側方向への加速度

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔学会発表〕(計1件)

齋藤 誠二, 近藤 信: 靴の踵部分における摩耗の危険閾と最適形状に関する研究, 日本人間工学会第53回大会, 2012年6月, 福岡市

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

齋藤 誠二 (SAITO SEIJI)

松江工業高等専門学校・人文科学科・講師

研究者番号: 70452795