

路面の弾力性が歩行者の足首加速度に与える影響

山梨大学大学院 学生会員 ○猪股 拓也

山梨大学大学院 正会員 岡村 美好

1. はじめに

近年、人にやさしい歩道舗装として様々な舗装材料が用いられるようになってきている。これらでは、歩きやすさの要件として滑りにくく水はけのよいこととともに適度な弾力性が求められている。

従来、路面の弾力性はSB係数やGB係数等によって評価されている。しかし、これらとアンケートによる歩きやすさ評価の間には明確な相関性は明らかになっていない¹⁾。また、歩行時の足首加速度との関係に着目した研究も行われている²⁻⁴⁾が、歩行状態と加速度波形の関係についてはほとんど検討されていない。

そこで、本研究では、各種路面における歩行者の足首加速度を測定して歩行中の足首加速度を分析するとともに路面の弾力性との関係について検討した。

2. 測定の概要

2.1 足首加速度の測定

片方の足首に加速度センサを固定し（写真-1）、音にあわせて一分間の歩数100で15mを歩いたときの3方向（前後方向をx、左右方向をy、上下方向をzとする）の加速度をサンプリングタイム5msecで測定した。被験者は22歳の男性で、裸足の場合と運動靴を履いた場合について測定を行った。



写真-1 加速度センサ

2.2 路面弾性の測定

測定路面には、グラウンド、アスファルト、芝生、陸上競技用タータントラック、廊下を選定し、それらについてSB係数と

表-1 対象路面の弾力性

	GB係数 (%)	SB係数 (%)
芝生	6	2
タータン	38	22
グラウンド	1	1
アスファルト	61	1
廊下	65	7

GB係数を測定した。その結果を表-1に示す。

3. 測定結果と考察

3.1 歩行による足首加速度の変化

踵接地時や蹴り出し時を意識的に強調した歩行データを分析することにより、歩行状態と足首加速度波形の関係について検討した。

裸足でグラウンドを歩いたときの前後、左右、上下方向の加速度波形(Ax, Ay, Az)を図-1に示す。足首加速度波形は加速度センサを固定した足の動きに応じた周期的な波形となる。ここでは3歩目から4歩目の波形を示しており、ピークからピークまでの1.1秒間で1サイクルである。約3.9秒と5.0秒におけるピークが踵接地時に対応し、4.5秒前後における波形変化が蹴り出し時に対応する。踵接地から蹴り出しでは足裏が地面に接地している立脚期、蹴り出しから次の踵接地までは足が地面から離れ前方に移動する遊脚期となる。踵接地によるピークの加速度は前後方向がもっとも大きくなっている。

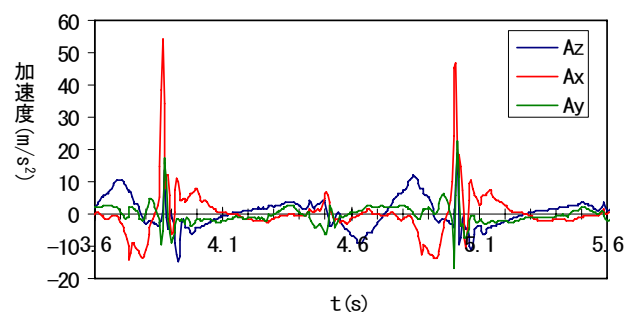


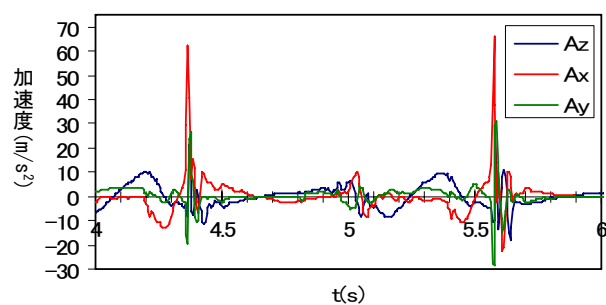
図-1 足首加速度波形（裸足、グラウンド）

3.2 靴の影響

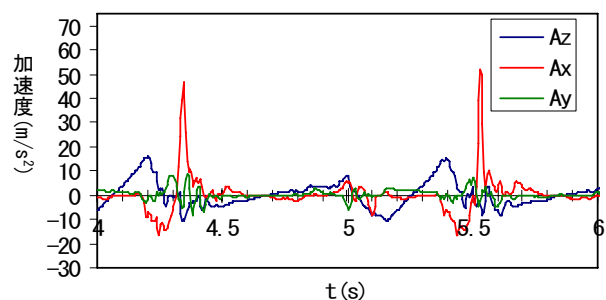
図-2に、アスファルトを裸足で歩いた場合と運動靴で歩いた時の加速度波形を示す。靴を履いたことにより、左右、上下方向(Ay, Az)では踵接地時の衝撃的なピークが現れず、靴による衝撃吸収効果が確認できる。また、踵接地時の上下方向(Az)の最大加速度は遊脚期の最大加速度よりも小さい値となっている。前後方向(Ax)では靴を履いた場合にもピークが生じているが、これは靴と路面との摩擦によるものと考えられる。

キーワード：路面弾力性、足首加速度、歩行

連絡先：〒400-8511 甲府市武田 4-3-11 山梨大学大学院医学工学総合研究部 TEL：055-220-8520

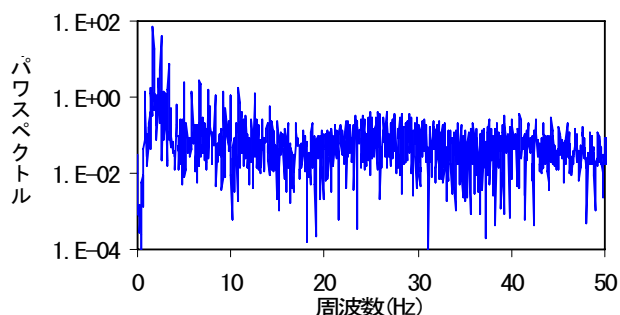


(a) 裸足の場合

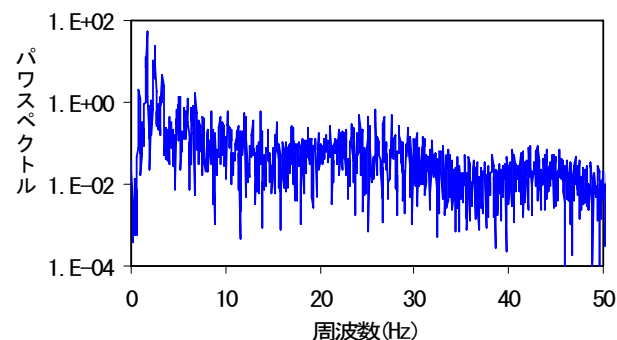
(b) 運動靴を履いた場合
図-2 靴の影響（アスファルト）

3.3 路面弾力性の影響

図-3 に、裸足で芝生とアスファルトを歩いたときの上下方向の足首加速度のパワースペクトルを示す。



(a) アスファルト



(b) 芝生

図-3 路面の影響（裸足）

10Hz 以下の低周波領域にはほとんど違いが見られない。しかし、20Hz 以上では、アスファルトではスペクトル振幅に大きな変化がないが、芝生では 25Hz 前後でピークを示してそれ以上の高周波領域では減少す

る傾向を示している。

3.4 各種指標と路面弾力性の関係

歩行時の 3 方向足首加速度について実効値や踵接地時や蹴り出し時の正方向最大加速度等を求め、測定路面の GB 係数, SB 係数との関係について検討を行った。

図-4 は、裸足で歩いたときの上下方向における踵接地時の正方向最大加速度の平均値と GB 係数の関係である。近似直線の相関係数は 0.843 となり、高い相関があることがわかる。なお、他の指標については明確な関係は得られていない。

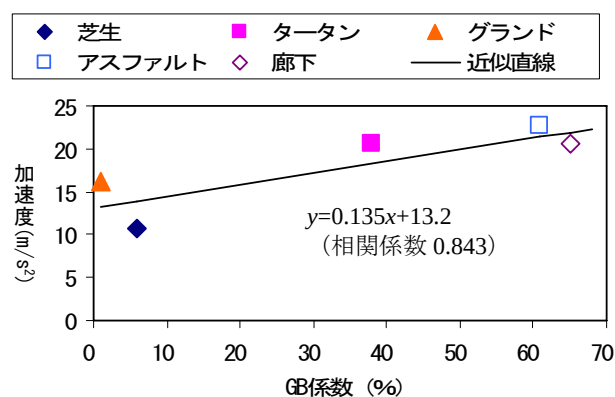


図-4 GB 係数と踵接地時の最大加速度の関係

4. まとめ

各種路面において裸足の場合と運動靴を履いた場合について歩行時の足首加速度を測定した。足首加速度波形を基に歩行メカニズムを分析し、靴の有無および路面弾力性の違いが歩行者の足首加速度に与える影響について検討した。その結果、以下のことが明らかになった。

(1) 足首加速度は踵接地時にピークが生じ、その時の最大加速度は前後方向が最も大きい。

(2) 運動靴を履くことにより踵接地時のピーク値は減少し、遊脚期における最大加速度よりも小さくなる。

(3) 裸足での踵接地時の上下方向の正方向最大加速度の平均値と GB 係数の間には高い相関がある。

参考文献

- 1) 大道, 斉藤, 坂本: 歩行者系舗装の歩きやすさと弾力性試験に関する一考察, 舗装, Vol.35, No.10, pp.3-6, 2000 年,
- 2) 田中: 歩行者の意識調査と足首衝撃加速度による舗装材の検討, 舗装, Vol.35, No.5, pp.3-6, 2000 年,
- 3) 佐藤, 三宅, 川上, 佐藤: 土系舗装体の耐久性と歩き心に関する研究, 舗装工学論文集, Vol.7, pp.83-90, 2002 年,
- 4) 鬼塚, 金井, 桂, 福士: ウォーキングに適した路面の評価方法の検討, 土木学会第 59 回年次学術講演会講演概要集, V-594, 2004 年