

## 画像計測と加速度計測による路面と人の相互作用に関する解析

### ーウォーキングのバイオメカニクス試験を例としてー

木更津高専 正 会 員 ○鬼塚信弘, 渡邊博満  
木更津高専 正 会 員 金井太一, 桑原有理

#### 1. はじめに

高齢化社会が進行する今日で、路面と人の相互関係に注目した研究が行われ<sup>1), 2)</sup>, 本研究室でも生涯スポーツの一つであるウォーキングのバイオメカニクス解析などを行っている<sup>3)</sup>. しかし、人がどのような姿勢の時に路面からどのような影響を受けるのかについてはよく分かっていない. 本研究は、画像計測と加速度計測を用いたウォーキングのバイオメカニクス試験により、これらの計測結果を複合させて解析を行い、人が路面から受ける影響を明らかにする.

#### 2. 試験準備

ウォーキングコースを図-1 に示す. 路面の衝撃加速度は、コース上の任意に設定した路面の硬さが異なる3地点において簡易地盤支持力試験とGB反発係数試験より求めた(表-1). なお、アスファルト舗装路面の衝撃加速度は既往の相関関係式<sup>3)</sup>より推定した.

$$Y = 6.6132 X + 442.57 \quad (1)$$

$X$ : GB反発係数,  $Y$ : 路面の衝撃加速度

既往の研究では画像計測と加速度計測の時間を合わせられず、これらを連動させた解析ができなかった. そこで、加速度を測定するひずみレコーダと小型ライトをケーブルで接続し、ライトの点滅と同時にひずみレコーダに電圧を記録させる装置を製作した. その結果、画像データと加速度データを連動させる解析ができるようになった.

#### 3. 試験方法

性別・年齢・運動頻度の異なる3被験者(被験者A, B, C)が路面の硬さ、勾配の変化のある片道205.82mのコースを5往復し、各地点の通過時間を記録した. 画像追跡点となるマークの位置は、肩・腰・膝・足首・かかとの5点で、加速度計を左足の足首に装着した. ひずみレコーダは加速度データを1/1000秒単位で記録し、1/30秒間隔で画像を撮影した.

#### 4. 解析結果

被験者Aのウォーキング姿勢の違いによる画像解析及び加速度解析を複合した結果を図-2(a)~(c)に示す. 上下方向の加速度は路面に対して上向きを+, 下向きを-, 前後方向の加速度は進行方向を+, 後退方向を-, 左右方向の加速度は進行方向左側を+, 右側を-とした. 画像計測地点は直線かつ平坦であるため、本解析では前後・上下方向の加速度に注目することにした. 写真の脚の向きはグラフに合わせて反転表示した.

図-2(a)をみると、加速度計を装着している左足が路面から離れつつ、右足が路面に最大に接地した状態で

表-1 ウォーキングコースの路面の衝撃加速度

測定地点名	舗装種別	衝撃加速度(m/s <sup>2</sup> )
新舗装	おが屑入地盤	323.3
画像撮影	アスファルト	885.1
アスファルト	アスファルト	948.1

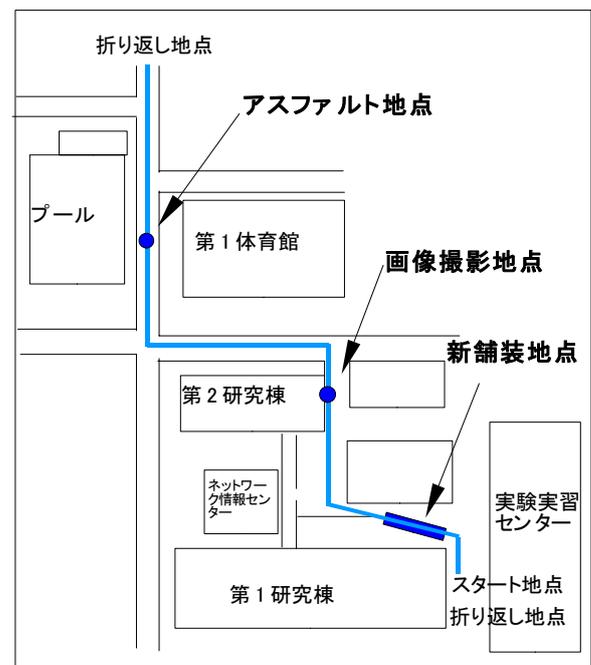


図-1 ウォーキングコース（木更津高専内）

キーワード：路面と人の相互作用, 画像計測, 加速度計測, ウォーキング

連絡先：〒292-0041 木更津市清見台東2-11-1 木更津高専 TEL0438-30-4161 E-mail: onizuka@kisarazu.ac.jp

あり、前後・上下方向の加速度が1回目の最高値：約  $23\text{m/s}^2$  となった。これは足を振り上げた時の加速度の傾向を示している。図-2(b)では、身体の重心が右足から左足に移る途中で左足かかとが路面に着地した状態であり、上下方向の加速度が2回目の最高値：約  $23\text{m/s}^2$  となった。人が路面から最初に受ける衝撃加速度を示したといえる。さらに、図-2(c)をみると、身体の重心が右足から左足に完全に移って左足が路面に最大に接地した状態であり、前後方向の加速度が区間最高値：約  $66\text{m/s}^2$ 、上下方向の加速度が区間最高値：約  $33\text{m/s}^2$  となった。人が路面から受ける衝撃加速度を前後・上下方向に分散した結果であると考えられる。同様に、被験者B、Cも、ウォーキング姿勢の違いによる加速度波形の傾向は大きく変わらなかった。

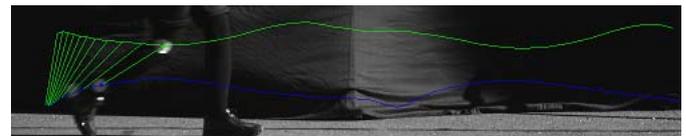
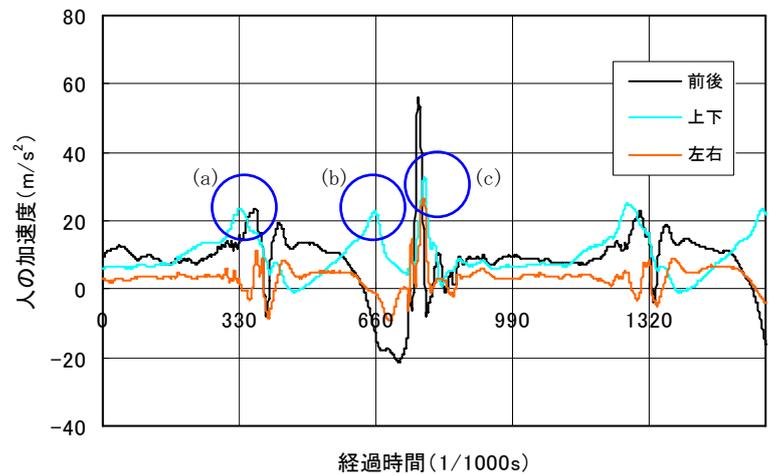
路面の衝撃加速度と人が路面から受ける衝撃加速度の関係を図-3に示す。被験者Cを除いて、路面の衝撃加速度が増加にしたがって人が路面から受ける衝撃加速度も増加する傾向がみられる。路面の衝撃加速度が小さい新舗装でのウォーキングは人へ与える衝撃加速度を減らし、膝などへの負担を軽減する効果があると考えられる。しかし、個人誤差が大きく、具体的な相関性を見出すことはできなかった。これは個人の歩行速度、体重、運動頻度などの違いによるものとされ、一般的な指標を得るためにはこれらの条件の異なった被験者による試験を行う必要があると考えられる。

## 5. おわりに

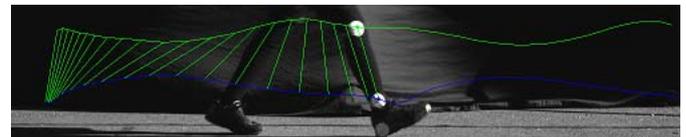
路面から人へ与える衝撃加速度は、足が路面に着地し始めた時と足が路面に完全に着いた時に発生することが分かった。路面の衝撃加速度が小さい路面では、人へ与える衝撃加速度を減少させる可能性があるため、引き続き異なった被験者による試験を行って解析したいと考えている。

### 【参考文献】

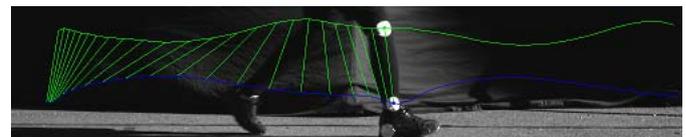
1) 佐藤研一、三宅秀和、川上貢、佐藤雅治：土系舗装体の耐久性と歩き心地に関する研究、土木学会舗装工学論文集、Vol. 7, pp. 11-1~11-8, 2002.



(a) 右足着地時（※脚の向きを反転表示）



(b) 左足かかと着地時（※脚の向きを反転表示）



(c) 左足最大接地時（※脚の向きを反転表示）

図-2 ウォーキング姿勢と加速度波形

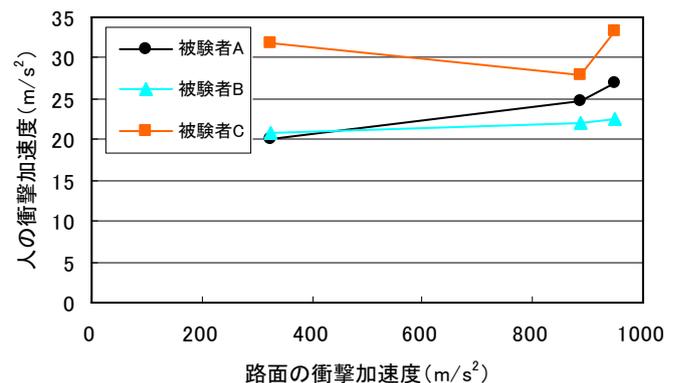


図-3 路面の衝撃加速度と人が路面から受ける衝撃加速度

2) 鍋島益弘・山田 優：高齢者のための歩道舗装における適正な硬さ範囲, 土木学会論文集, No. 788/V-67, pp. 117-126, 2005.

3) 鬼塚信弘・金井太一・桂 久恵・福土小百合：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, pp1185~1186, 2004.