

ランナーの着地衝撃を評価するための弾性ボール落下試験

山口大学大学院 学生会員 ○前畠大輝
 山口大学大学院 正会員 中島伸一郎
 日本道路(株) 正会員 池田茜

1. はじめに

ランナーが走行時に路面から足に受ける衝撃（着地衝撃）の大きさは、路面素材、シューズ、体重、走速度、走スタイルによって異なる¹⁾。このうち、路面素材が着地衝撃に与える影響は、重錘を路面に落としたときの衝突加速度を計測することで客観的に評価しうると考えられる。本研究では、いくつかの路面素材で弾性ボールの衝突加速度を計測し、路面の変形特性や着地衝撃を評価することの可能性を検討した。

2. 実験概要

弾性ボールを自由落下させて路面に衝突する際に生じる加速度（減速度）を計測する。装置模式図を図-1に示す。加速度の鉛直成分を正確に計測するために、ボールにガイドロッドを接着し、ガイドロッドに加速度計を固定した。加速度計は、衝突時に生じる加速度の最大値及び接触時間を考慮して複数検討し、最大加速度 2000 m/s^2 の一軸加速度計をサンプリングレート 10 kHz で使用することとした。試験体として用いる弾性ボールとして、数種類の寸法、素材を検討した結果、ボールの大きさや跳ね返りの程度、取り扱いやすさの観点からラクロスボール²⁾を採用した。

図-2は室内で弾性ボールを落下させ、路面に衝突したときの落下高さから加速度ピーク値の関係を表している。図より、落下高さから加速度ピーク値は比例関係にある。この結果に基づき、加速度ピーク値が加速度計の容量を超えないことに考慮し、落下高さを 50 cm に統一した。試験路面は柔らかい路面から硬い路面まで硬さに幅を持たせるように図-3の7種類を選定した。

3. 試験結果

図-4は、7種類の路面で弾性ボール落下試験を行ったときの、加速度波形を示している。加速度の正は路面への衝突による減速を表す。図中の加速度の値が

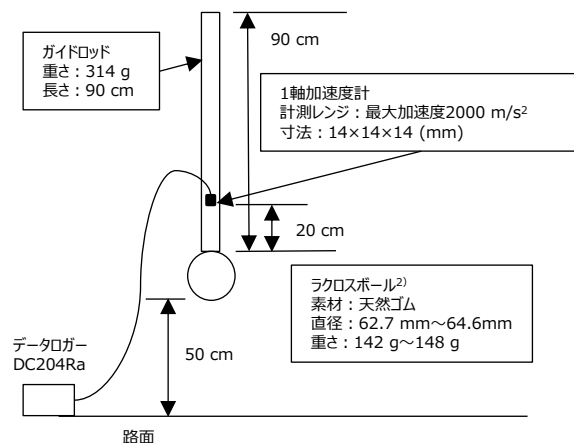


図-1 弾性ボール落下試験装置の模式図

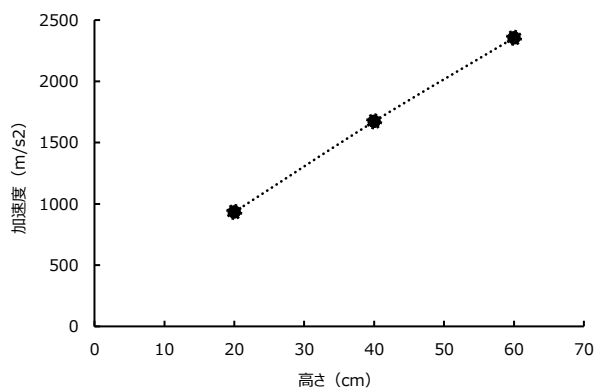


図-2 弾性ボールの落下高さから加速度ピーク値の関係

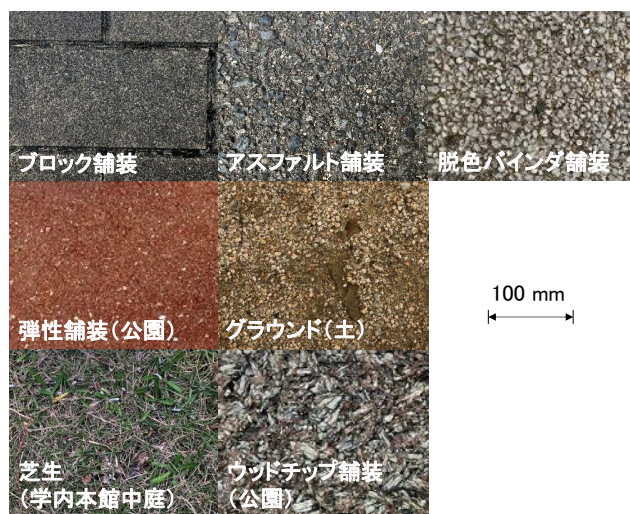


図-3 本実験の対象路面

キーワード 着地衝撃 加速度計 荷重変位関係 舗装
 連絡先 〒755-8611 山口県宇部市常盤台 2-16-1 山口大学工学部 TEL0836-85-9334

上昇し始め、最初に 0 に戻るまでの時間はラクロスボールが着地し、再び路面を離れるまでの時間を表している。加速度のピーク値、自由落下開始時からピーク値に到達するまでの時間を図-5 に示す。人工材料であるアスファルト、脱色バインダ、ブロック舗装、弾性舗装は同レベルのピーク値を示し、自然材料の土や芝はその 60%程度である。この結果から、加速度ピーク値によって、人工材料の路面素材の差が明確に表れていない。ピークに到達するまでの時間を比較すると、人工材料ではピークに到達するまでの時間が短く、自然材料は時間がかかるという結果になった。

図-6 は弾性ボール落下試験による荷重変位関係である。図-4 の加速度に弾性ボールの質量を乗じて求めた路面の反発力による荷重と、加速度を 2 回積分して路面の変位を計算したものである。ピーク荷重・変位と原点を結んでバネ係数を求めると図-7 のとおりである。図より、ばね係数を評価することによって路面素材の差が明確に表れた。弾性ボールと路面との相対剛性を考えたときに、路面の剛性が非常に大きい場合には、その影響は加速度ピーク値には反映されにくい(ボール側の剛性が支配的になる)ものと考えられる。

4. まとめ

- 弾性ボール落下試験の加速度ピーク値では人工材料の路面素材の差は明確ではなかったが、バネ係数として評価することによって路面素材の差が明確に現れた。
- 弾性ボール落下試験が路面の変形特性や着地衝撃を評価する可能性があることを示した。

参考文献

- 黒岩, 川上, 峰岸, 増山, 前川: 中長距離に適した舗装の評価方法に関する研究, 土木学会論文集 E1, Vol.69, No.3, I_185-190, 2013.
- 一般社団法人日本ラクロス協会: 日本ラクロス協会公認男子競技用ルールブック 2019 年版, pp.5, 2019.

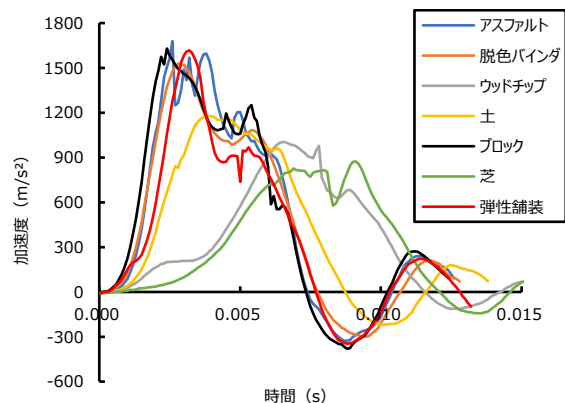


図-4 ボール衝突時に生じる各路面の加速度波形

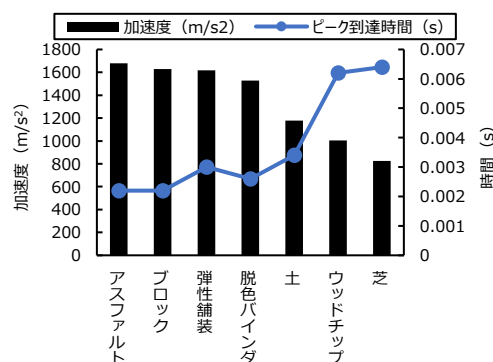


図-5 弾性ボール落下試験から得られた各路面の加速度ピーク値とピークに到達するまでの時間

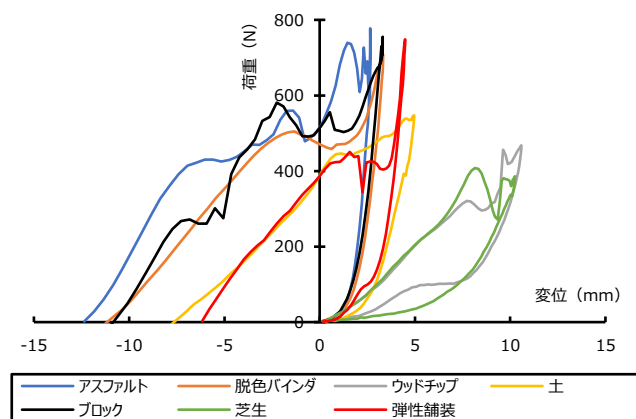


図-6 弾性ボール落下試験から得られた各路面の荷重変位関係

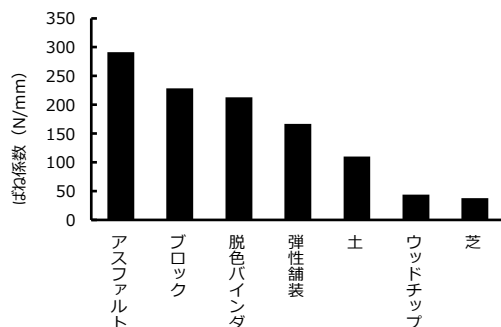


図-7 弾性ボール落下試験から得られた各路面のばね係数