

## 内田燃系製着脱式防滑具の性能評価報告書

野口 勉( 苫小牧工業高等専門学校 電話 0144-67-8016 )

## 1. はじめに

2005年度、内田燃系より依頼をうけた脱着式防滑具の防滑性能評価の結果についてご報告いたします。

従来、メーカーなどでは靴の防滑性の評価は摩擦係数の測定で行ってききましたが、摩擦係数のみでは歩行中の防滑性を表現し切れないため、苫小牧高専では、摩擦係数(客観データ)、官能値(主観データ)を補完する位置付けで、歩行中の加速度を測定して、歩行の安定性の面から防滑性の評価を行い摩擦係数、官能値および加速度の三者による総合評価を行ってききました。その過程でそれら三者の間の相関<sup>(1)</sup>も確認しており、定型的な条件の下では、それぞれ単一の結果によって防滑性の把握が可能であると判断しています。

そこで、本件については、歩行中の加速度を測定して評価を行い、その結果、内田燃系製脱着式防滑具は市販の防滑性の高い冬靴と同程度の性能が確認されました。

## 2. 防滑具の性能評価の概要

## 2.1 測定条件、被験者

測定は廊下と屋内スケートリンクの氷上で行った。廊下では滑りが全くないことを想定し、氷上では表面に霜のついた状態と水を撒いた状態で実験した。評価を行った靴は、これまでの実績から滑り易さにおいて対極にあり基準的に用いることができることから、表1に示した2種類を比較のため用い、依頼を受けた内田燃系製着脱式防滑具を使用した(図表1 呼びB)。被験者は身長172cm、体重80kgの49歳の健康者1名である。

表1 靴の種類

品名	特徴	防滑具	呼び
ケンフォード(夏靴)	平滑	無	A
ケンフォード(夏靴)	平滑	有	B
スペラン(冬靴)	硝子繊維	無	C



図1 靴の種類

## 2.2 加速度測定装置

センサは Micro Stone 社製の三軸加速度センサを用いた。このセンサを X 軸が左右方向、Y 軸が前後方向、Z 軸が上下方向の加速度に対応するように被験者の体重心近傍に取り付けた。(図2)。センサのサイズは 85×50×30 mm で 90g と小

型軽量であるため歩行への影響は少ない。

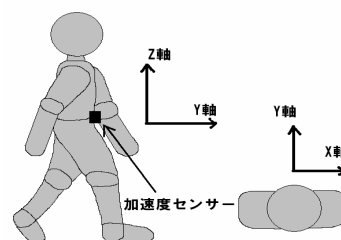


図2 加速度センサの位置

## 2.3 測定方法

歩調は 120step/min としたのに対して、サンプリング周期は 5ms とした。また、歩行を安定させるためにメトロノームを使用し歩調を安定させた。測定手順は以下の流れで行った。

- (1) 静止した状態でセンサの電源を投入する。
- (2) 測定が可能な状態になったのを確認して、その後 3 秒間静止して歩行を開始する。
- (3) 4m (7 歩程度) 歩行して静止する。
- (4) その後 3 秒間静止してスイッチを OFF にする。

## 2.4 結果

2.4.1 加速度主成分比<sup>(1)</sup>の比較(従来方式)

表2、図3に各歩行条件に対する三次元歩行加速度の主成分比(全体に対する卓越周波数成分の占める比)を示す。滑りが想定されないため廊下においては、靴Cでの測定は行わなかった。

表2 各歩行条件の主成分比

靴	廊下	霜のついた氷上	水を撒いた氷上
A	0.054	0.046	0.027
B	0.057	0.046	0.047
C		0.050	0.053

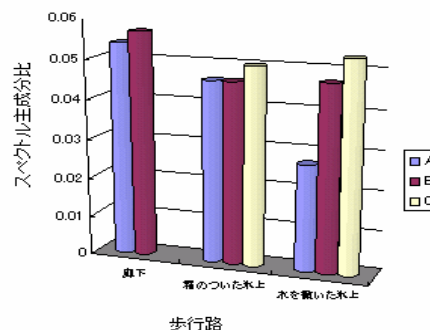


図3 各歩行条件での主成分比

この結果から靴Cが主成分比が一番大きく、最も滑り難いことが判定される。霜のついた氷上と水を撒いた氷上を見比べてみると水を撒いた氷上の時、防滑具の効果が明確に見られている。すなわち、夏靴でも内田燃系製脱着式防滑具を使用することによってツルツル路面での滑りを、市販冬靴と同程度に防止できることを示している。

### 2.4.2 リサージュの大きさによる評価（新方式）

X, Y, Z 加速度相互の関連を観察, 把握するために三次元リサージュを示し, 身体の動きや特徴を把握する. そのため, まず二次元リサージュを図4に示し, その三次元リサージュを図5に示す. この図は廊下での直進歩行した時の図である. 二次元リサージュは, 真横から見た状態, 真正面から見た状態, 真上から見た状態を示した.

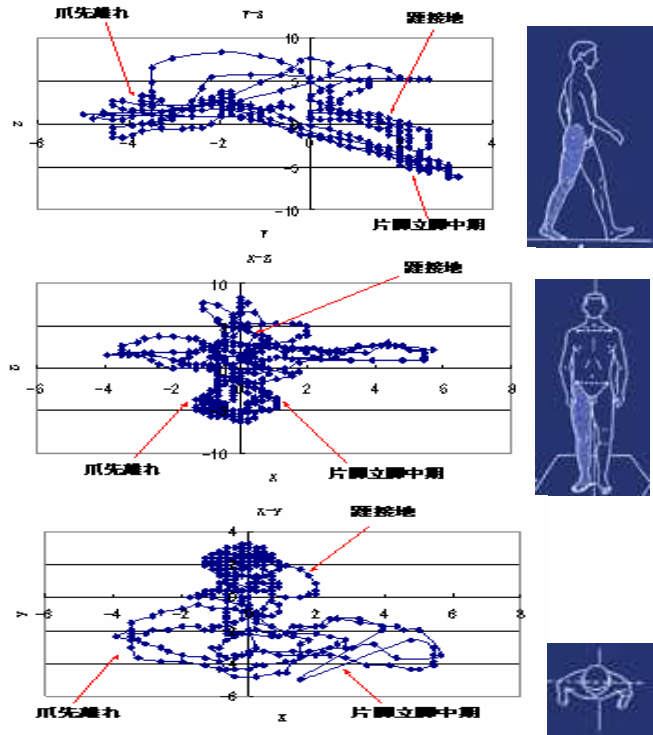


図4 二次元リサージュ

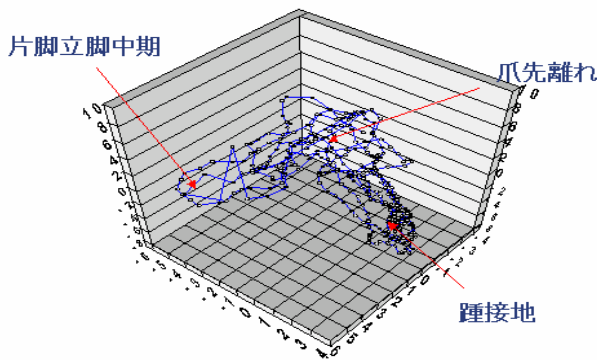


図5 三次元リサージュ

図4の二次元リサージュを読み取るにより図5の三次元リサージュに示したように踵接地から立脚中期を経て爪先離れに至る歩行動作と加速度波形の対応関係の概要を把握することができた. また, 被験者の左右方向加速度について, 左側に偏っていることがみてとれる.

なお, 結果は割愛したが歩行路の違いでリサージュを比較してみると, 滑り易い条件でのリサージュは小さくなる. それは時間軸表示の加速度の振幅が小さくなっていることと符合する. その特徴は滑り発生への不安感から慎重な歩行動作になり, 加速度振幅が減少することに起因する. 加えて, 滑りが発生した場合は定常的歩行動作が阻害され, 体重心の移動量が減少し, 加速度振幅が減少することにも起因する. これらのことからリ

サージュの変化が小さくなったことと考える.

滑り易い状況ではリサージュは縮小することから, その大きさを数値化するために図形の面積を求める方法に倣った. 求めた二次元加速度リサージュの大きさは表3, 図6に示す. なお, この場合の大きさは  $(m/s^2)^2$  の単位をもつ.

表3 Ay-Az 平面でのリサージュの大きさ

靴	廊下	霜のついた氷上	水を撒いた氷上
A	20.40	13.22	2.68
B	24.02	25.72	16.98
C		24.74	22.93

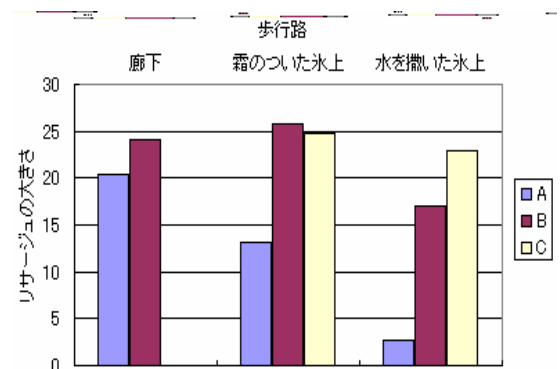


図6 Ay-Az 平面での加速度リサージュの大きさ

Ay (前後) - Az (上下) 平面での加速度リサージュの大きさは, 滑り難い氷上では大きく, 滑り易い氷上では小さくなっている. この結果から三次元歩行加速度の主成分比から評価した結果と同様の結果が得られた. 加えて, 主成分比とリサージュの大きさから評価した結果を比較すると, 霜のついた氷上で靴A, Bで明確な差が表れている. これらのことからリサージュの大きさにより, これまでに比べてさらに詳細な評価の可能性が窺える.

ここに示したリサージュの大きさから評価した結果において, 水を撒いた氷上において, 内田燃糸製脱着式防滑具を使用することによって, 夏靴に比べて6倍以上の値となり, 明確に防滑性の差を確認することができ, 市販冬靴に近い防滑性能を有していることを示している.

### 3. まとめ

内田燃糸より依頼をうけた着脱式防滑具の防滑性能評価の結果として次のようになった.

- (1) 主成分比による方法を用いて三次元加速度波形により防滑性を評価した. その結果, 着脱式防滑具の防滑性は, 市販冬靴と同程度の防滑性を有しているとの判定結果が得られた.
- (2) Ay-Az 平面での二次元加速度リサージュの大きさを比較する方法を用いて三次元加速度波形により防滑性を評価した. その結果, 夏靴に比べて明確に防滑性の差を確認することができ, 市販冬靴に近い防滑性を有しているとの判定結果が得られた.

#### 参考文献

- (1) 野口勉他 7 名, 防滑靴の総合評価についての一考察, 寒地技術論文集 Vol. 18, P567, 2002