

靴の安全性 ～一般靴の靴底耐滑性～

皮革技術センター台東支所 黒田良彦

1 背景・目的

歩行中での靴の滑りによって転倒する事故は紳士靴・婦人靴を問わず、全ての靴種で発生している。耐滑性に関する試験は、現在、「ISO 13287」¹⁾および「JIS T 8106」²⁾が制定されているが、ISO 法は2019年に改訂され、新試験法に基づくデータの蓄積が必要かつ望まれている。また、JIS法は安全靴・作業靴が対象の試験法であり、一般靴に対応していないのが現状である。

本研究により、街中やオフィスで日常履く靴、およびそれらの底材（表底、トップピース）の耐滑性能データを把握・蓄積し、多様化する靴底の滑りに関する特性、優劣等を明らかにする。研究で得られた成果を都内靴関連業界および都民に発信し、靴の滑りに関する安全性向上に資することを目指す。

2 内容と結果

2.1 耐滑性試験方法

現在、耐滑性試験方法は「ISO 13287」と「JIS T 8106」が制定されているが、ISO はこの数年で変遷し、以前とは試験方法が異なる。また、JISにおいても2016年に耐滑性試験方法が制定され、安全靴・作業靴に対しての試験になっており、一般靴は対象になっていない。

台東支所の耐滑性試験機は、SATRA社製 Slip Resistance Tester STM603である（図1）。この試験機は、滑りが発生した時の靴底と床との滑り抵抗（動摩擦係数）を測定する試験機である。以前は、滑性速度100mm/s、滑走距離75mmであったが、現行では、滑性速度300mm/s、滑走距離90mmで測定を行っている。



図1 耐滑性試験機

（試験準備）

- ・靴底を50%エタノールで洗浄後、純水で洗浄し恒温恒湿室で乾燥させる。
- ・恒温恒湿室で24時間以上調製する。
- ・粒度400の研磨紙を約1200 g のブロックに取り付け、靴底をブロックの重さのみで擦る。
- ・試験を行う靴のサイズに合った靴型または人工足（図2）に装着する。

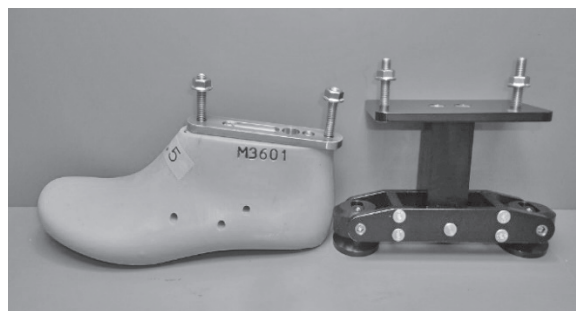


図2 試験用靴型と人工足

・床材

ステンレス板（図3）は、測定を行う部分においてスライド方向と平行に10か所、表面の粗さ計で測定しなければならない。10か所の平均値が、 $R_z = 1.6 \sim 2.5 \mu\text{m}$ のもの。

*Rzは表面粗さの高低差の平均値

セラミックユーロタイルⅡ（図3）は、校正用標準ゴム（Slider96）でCoF3（動摩擦係数）が、0.20～0.26のもの。

・潤滑剤は純水、0.5%ラウリル硫酸ナトリウム水溶液（SLS溶液）

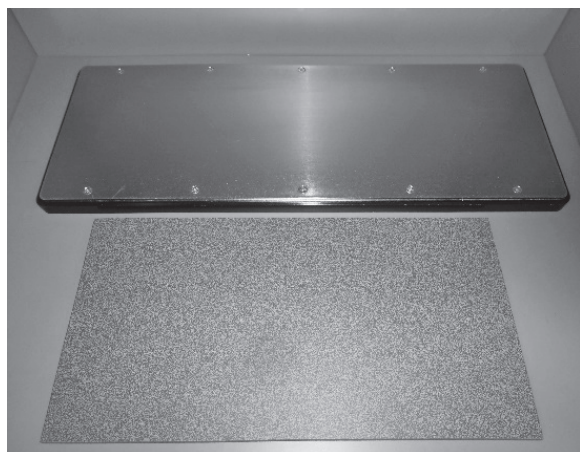


図3 床材 ステンレス板(上)、セラミックユーロタイル2(下)

（試験）

- ・床材を選択する。
- ・潤滑剤を選択する。
- ・試験靴を試験機に取り付ける。
- ・接触角度：①かかと（図4a）および、②つま先（図4b）測定時は角度7.0°で測定部位を固定する。③フラット（図4c）の3部位
- ・選択した潤滑剤で床材の試験部分を覆う。（約10ml/100cm²）
- ・25.0cm以上の靴は、鉛直力500N。25.0cm未満の靴は、鉛直力400N。
- ・試験機を（300±30）mm/sで作動する。
- ・作動後、0.3秒から0.6秒の動摩擦係数を測定する。
- ・試験は5回繰り返し、測定値の差が0.03以上もしくは10%以上の差が生じた場合はこれを破棄し、再度5回の測定を行う。

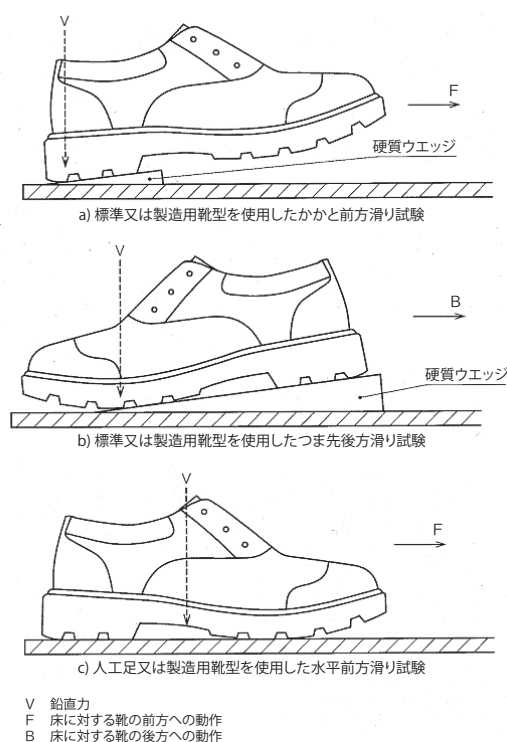


図4 3種類の試験モード

2.2 潤滑剤の違いによる摩擦係数の挙動

試料は校正用標準ゴム（Slider96）を使用し、潤滑剤に純水又はSLS溶液を使用した場合のかかと、およびフラットによる試験を各10回行った。

純水を潤滑剤に使用した動摩擦係数は、かかとで約0.09、フラットでは約0.26、SLS溶液と比べて大きい値を示した。（表1）

表1 潤滑剤の違いによる耐滑性試験結果

回数	かかと		フラット	
	純水	SLS溶液	純水	SLS溶液
1	0.33	0.25	0.48	0.24
2	0.33	0.23	0.48	0.22
3	0.32	0.22	0.47	0.21
4	0.32	0.22	0.47	0.21
5	0.32	0.22	0.46	0.21
6	0.31	0.21	0.46	0.21
7	0.31	0.21	0.46	0.21
8	0.30	0.21	0.46	0.21
9	0.30	0.21	0.46	0.21
10	0.29	0.21	0.46	0.21
平均	0.31	0.22	0.47	0.21

2.3 市販靴の耐滑性測定

測定試料は、市販靴65点について測定した。内訳は、紳士靴19点、婦人靴34点、ユニセックス2点、安全靴または作業靴10点について行った。

耐滑性試験は、床材にステンレス板と、セラミックユーロタイルⅡを用い、ステンレス板では乾燥と湿潤の条件、セラミックユーロタイルⅡはSLS溶液で濡らした条件で行った。靴の耐滑性測定部位は、かかと部、フラット、つま先部の3条件で行った。

2.3.1 セラミックユーロタイルⅡの耐滑性測定結果

ISO 20880「表底の性能要件」で求められる耐滑性の値は、フラット：0.3以上、かかと：0.28以上である。

本革底の靴を除く61点を測定した結果、この基準を満たしたのは、約3割の20点であった。測定値のかかととフラットの耐滑性の関係を図5に示した。かかととフラットの2つ

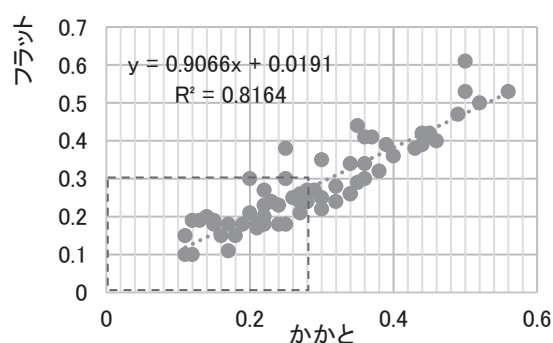


図5 かかととフラットの耐滑性の関係

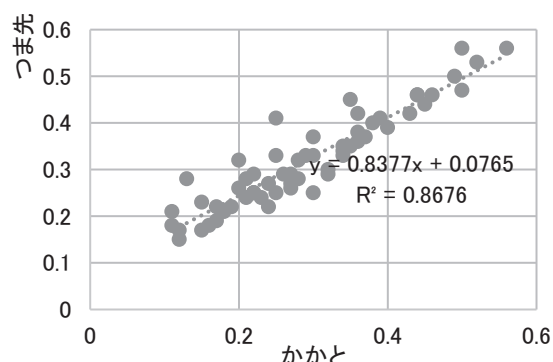


図6 かかととつま先の耐滑性の関係

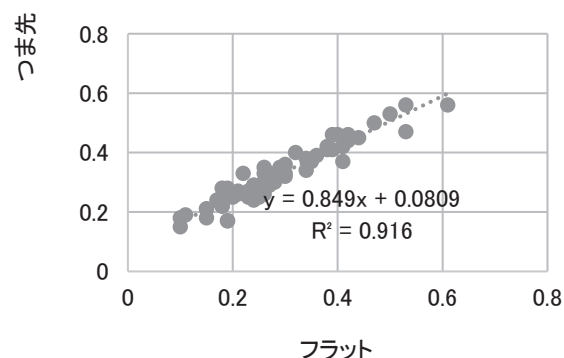


図7 フラットとつま先の耐滑性の関係

の測定値には高い相関関係が確認でき、かかとの値はフラットに比べ1割ほど値が低い傾向があった。また、ほかの測定条件の関係性について確認した(図6、7)。どちらも高い相関が取れており、測定値は、かかと<フラット<つま先の関係性にあることがわかった。

2.3.2 ステンレス板の耐滑性測定結果

セラミックユーロタイルⅡ(SLS溶液)とステンレス板(湿潤)の測定値をヒストグラムで示した(図8)。セラミックユーロタイルⅡに比べ、ステンレス板の測定値の最頻値が右側に移行しており、全体的に値が高く示されている。セラミックユーロタイルⅡのISO 20880「表底の性能要件」での耐滑性基準値のかかと：0.28は、ステンレス板の測定値は、ほぼ0.41～0.5程度であることが示唆された。

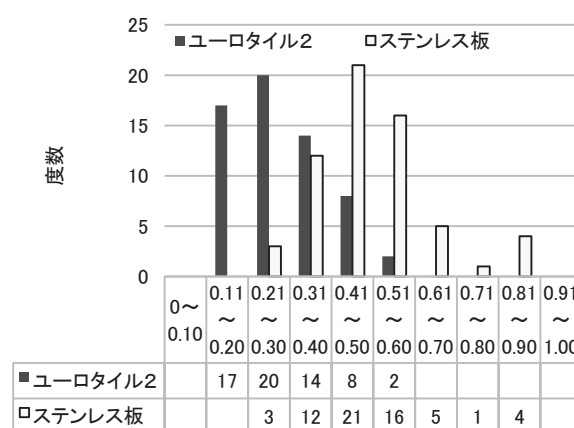


図8 耐滑性の分布(ユーロタイル2とステンレス板)

2.3.3 パターンの影響について

底材の素材がSBSである靴の滑りやすい靴底パターンと、滑りにくい靴底パターンを示した(図9)。

どの素材、測定条件においても表面が平らなパターンおよび溝が浅く細かいものほど滑りやすい傾向であった。

セラミックユーロタイルⅡの測定結果と、ステンレス板の湿潤条件は同じ傾向が示され、滑りにくいパターンは溝が深く、縦横に水が抜け、底材が床に接地する構造のものが

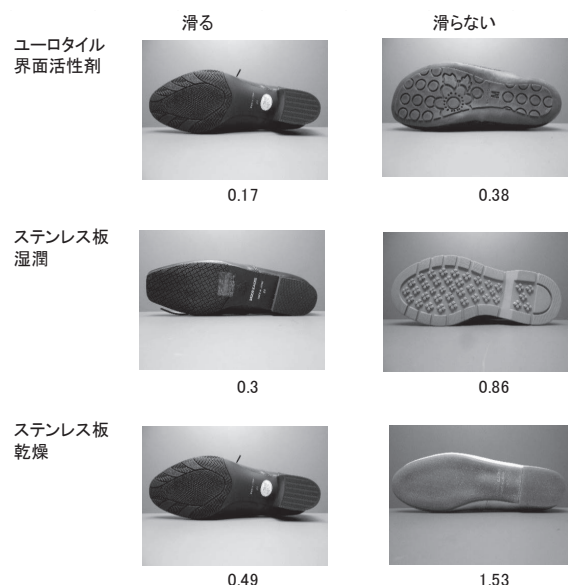


図9 底材(SBS)靴パターン比較



図10 滑りにくいパターン



図11 滑りやすいパターン

優れる傾向であった(図10)。

ステンレス板の乾燥条件では、表面状態が平滑な本底(本革)が最も滑りやすかった(図11)。しかし、天然ゴムのような素材は、ステンレス板との摩擦抵抗が大きいいためパターンがなく、表面が平滑な靴底の耐滑性が高かった。

3 まとめ

市販靴の耐滑性試験を行い測定結果から、靴と床材との接触角度や、床材の違い(ステンレス板、セラミックユーロタイルⅡ)による影響に関して、靴底(トレッドパターン)との関係について検討した。

・潤滑剤の違いによる耐滑性への影響を明らかにした。

・市販靴の耐滑性は、ISOの基準値を満たしているのは約3割あった。

・市販靴の耐滑性の測定において、セラミックユーロタイルⅡの耐滑性はそれぞれの測定条件の間では高い相関が確認でき、かかとくフラットくつま先の関係性にあることがわかった。この傾向はステンレス板についても同様であった。

・セラミックユーロタイルⅡ(SLS溶液)とステンレス板(湿潤)のHEELの測定値は、ステンレススチール板の条件の方が、約0.2~0.3程度高い値を示す傾向であった。

・表面が平らで溝が浅くパターンが細かいものほど滑りやすい傾向であった。

逆に、滑りにくい靴のパターンは溝が深く、縦横に水が抜け、底材が床に接地する構造のものが優れている傾向であった。

参考文献

- 1) ISO 13287 Personal protective equipment -Footwear- Test method for slip resistance (2019)
- 2) JIS T 8106 安全靴・作業靴の耐滑試験方法 (2016)