

耐滑性試験について（1）

東京都立皮革技術センター台東支所 金子真佐美

1. はじめに

歩行中の「滑り」による転倒事故は、紳士靴、婦人靴を問わず、すべての靴種で発生している。この事故に関する試験は耐滑性試験である。耐滑性試験については、ISO13287個人保護具—耐滑性試験方法とJIS T8106安全靴・作業靴の耐滑試験方法が制定されている。

ISO13287はこの数年で試験方法が変遷し、以前とは試験方法が異なる。また、JISにおいてもJIS T8101安全靴の耐滑試験から、ISO13287：2012と整合化を図るため、2016年に耐滑試験を分化し、JIS T8106安全靴・作業靴の耐滑試験方法が安全靴・作業靴に特化した耐滑試験方法となった。しかし、一般的な紳士靴、婦人靴など幅広い靴種に対応していない。



図1 耐滑性試験機

台東支所では、耐滑性試験機（図1）を令和3年2月に更新し、最新の規格（ISO13287及びJIS T8106）で試験を行うことができるようになった。そこで、今回はISO13287：2019個人保護具—耐滑性試験方法及び氷上での耐滑性試験について説明する。

2. 耐滑性試験機の概要

台東支所の耐滑性試験機は、SATRA社製 Slip Resistance Tester STM603である。

この試験機は、最も滑りが生じる可能性が高い歩行中に遭遇する状況を再現するものである。通常、歩く際の一步は、かかとが接地することから始まり、つま先が地面から離れると終了する。つまり、かかとが接地し始めた直後から、体重の半分が加わるタイミングである、つま先が地面から離れる前が非常に滑りやすい。



図2 前足のかかところが歩行面に接触し前方へ滑り、後方へ転倒



図3 後ろ足が後方に滑り前方へ力がかかり、後ろ足のかかところが持ち上げられる

この試験機は、滑りが起こった時の靴底と床との滑り抵抗（動摩擦係数）を測定するものである。以前は、滑性速度100mm/s、滑走距離75mmであったが、現在は、滑性速度300mm/s、滑走距離90mmで測定を行う。

3. 試験方法

（準備）

3-1 試験用靴

- ・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。
- ・恒温恒湿室内で24時間以上調製する。

*恒温恒湿室試験環境の設定は、ISOでは基本標準状態を温度 $23 \pm 2^\circ\text{C}$ 、湿度 $50 \pm 5\%$ としており、 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 、湿度 $65 \pm 5\%$ は代替の特定標準状態である。JISでは従前より標準状態を $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 、湿度 $65 \pm 5\%$ としており、台東支所では $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 、湿度 $65 \pm 5\%$ を試験環境としている。

- ・粒度400、100mm×70mmの研磨紙を約1200gのブロックに取り付け、靴底の試験部位をブロックの重さのみでこする。削りかすは圧縮空気除去する。
- ・試験を行う靴のサイズに合った靴型または人工足（図4）に装着する。

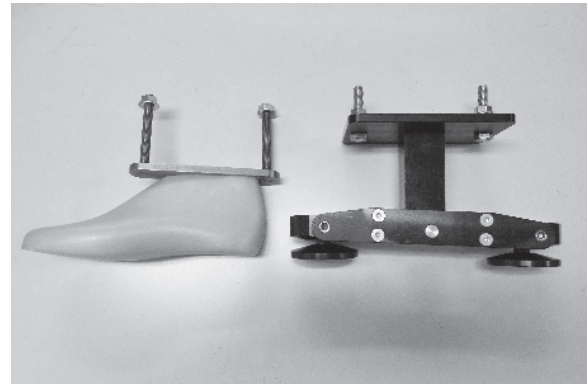


図4 試験用靴型と人工足

3-2 床材

- ・床材は50%エタノール溶液で洗浄後、ブラシで軽くこすり、純水で洗浄し、圧縮空気を吹付け、恒温恒湿室内で乾燥する。
- ・ステンレススチール（図5）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、 $Rz = 1.6 \sim 2.5 \mu\text{m}$ でなければならない。

* Rz は表面の粗さの高低差の算術平均値

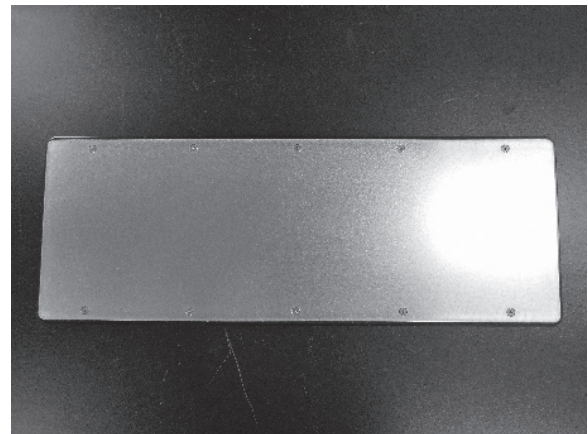


図5 ステンレススチール

- ・セラミックタイル（図6）は、校正用標準ゴム（Slider96）でCoF3（動摩擦係数）が、0.20～0.26でなければならない。

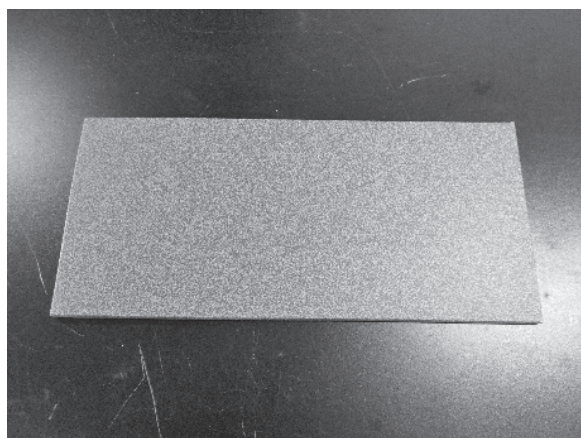


図6 セラミックタイル

- ・素焼きタイル（図7）など他の床材を使用する場合は、セラミックタイルと同様にCoF3（動摩擦係数）を測定しなければならない。

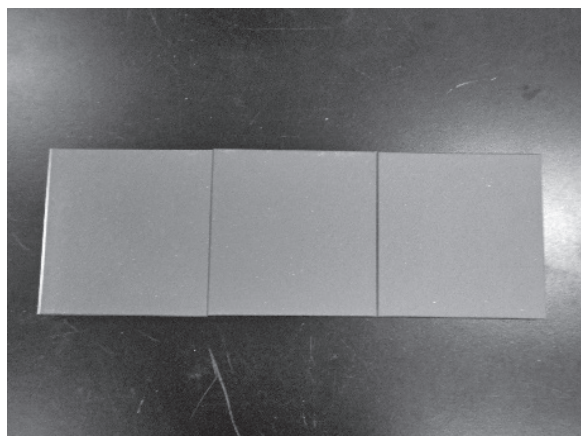


図7 素焼きタイル

3-3 潤滑剤

- ・(0.2±0.1) Pa・s の粘度のグリセリン水溶液（表1）
- ・0.5%ラウリル硫酸ナトリウム水溶液（SLS溶液）

3-4 床材洗浄液

- ・50±5%エタノール溶液
- ・アセトン

（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。
- ・つま先およびヒール部測定時は角度板(7.0±0.5)°の先端から4mmの位置に測定部位を固定する。
- ・フラット測定時は鉛直力をかける位置が靴の中心になる位置に固定する。
- ・選択した潤滑剤で床材の試験部分を覆う。(約10mL/100cm²)
- ・サイズ25.0以上の靴は、鉛直力500Nをかける。
- ・サイズ25.0未満の靴は、鉛直力400Nをかける。
- ・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。

表1 温度および粘度によるグリセリン水溶液の濃度近似値

温度℃	グリセリン水溶液の濃度および屈折率					
	0.1Pa・s		0.2Pa・s		0.3Pa・s	
	質量比%	屈折率	質量比%	屈折率	質量比%	屈折率
21.0	84.5	1.450 0	89.5	1.457 4	91.9	1.461 0
23.0	85.6	1.450 9	90.4	1.458 4	92.8	1.462 0
25.0	86.6	1.451 2	91.4	1.459 4	93.7	1.462 8

- ・セラミックタイルと潤滑剤SLS溶液を使用した場合、ヒール測定値から0.03、フラット測定値から0.07を減じた値を報告測定値とする。

ヒール部の試験は、歩行者の滑りによる危険性を下げるために最も重要な試験と考えられる。

(靴以外の試験)

靴だけではなく、トップピースや表底素材等の靴材料の試験も同様に試験することができる。また、床材の滑りやすさについても、校正用標準ゴムを使用し試験することができる。

4. 試験結果の評価

- ・ISO/TR20880表底の耐滑性試験の基本的性能要件は、以下のとおりである。

靴種：一般スポーツシューズ

子供校内履き

カジュアルシューズ

紳士タウンシューズ

寒冷地用靴

婦人タウンシューズ

ファッション用シューズ

幼児靴

室内履き

床材：セラミックタイル

潤滑剤：SLS溶液

動摩擦係数：フラット 0.30以上

ヒール 0.28以上

但し、靴の状態で測定する。

底材料のトレッドパターンの比較やトップピースの試験などは、床材にステンレススチールを用いて、乾燥状態および潤滑剤を用いて試験を行う。

底材料の場合、靴底に成形されているものは試験用靴型に貼り付け、シート状のものはサンプルマウントブロックに貼り付け試験を行う。トップピースも同様にして試験する。

5. 氷上の耐滑性試験について

台東支所の耐滑性試験機にはアイストレー（図8）が付属している。これは、床材に相当する氷を製氷し、これを床材として氷上での耐滑性試験を行うものである。

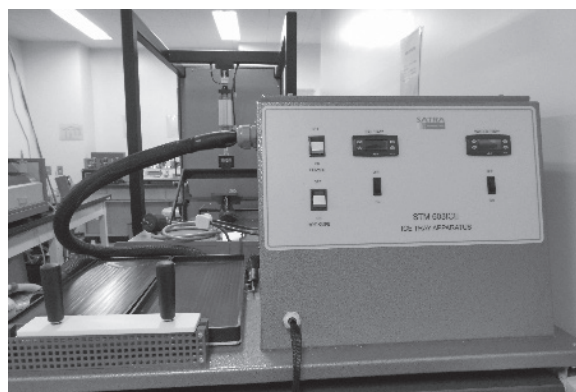


図8 アイストレーとコントローラー

アイストレーは温度をコントロールすることができ、道路上の薄氷や固く凍った霜などの状態をシミュレートできる。

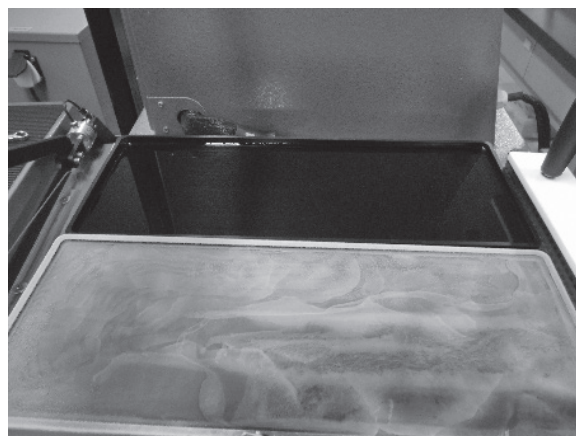


図9 手前アイストレーと奥ウォータートレイ

トレーは2種類あり、床材として製氷するアイストレーと、不凍液を入れ、約-7℃で試験用靴を冷やすウォータートレー(図9)がある。試験用靴をあらかじめ冷やしておかないとアイストレーの氷と接触したときに靴底が破損する恐れがあるためである。

アイストレーは表面をホットナイフで滑らかにし、耐滑性試験機のスライダーにセットする(図10)。試験用靴を試験機に取り付け、測定部位、角度を調整し、アイストレーに少量の水を噴霧し、試験を行う。



図10 スライダーにセットしたアイストレー

氷上の耐滑性は、氷面温度や周囲の温度環境により異なる。氷点下の厳しい温度環境下では滑りはほとんど発生しない。氷面に水が溶けだしている状態が滑りやすくなる。全ての氷面状態に対応できる表底の意匠設計はまだ確立されていない。氷上を歩行する場合には、急がず、歩幅を狭く、歩行面全体を押し付けるように歩行するなど、転倒を防止する必要がある。

6. 試験の依頼方法について

台東支所では耐滑性試験は、通常の依頼試験の項目ではなく、受託試験として受け付けています。前述のとおり、試験方法が多岐にわたるため、試験内容について詳細な打ち合わせが必要となります。また、試験内容により手数料が異なります。このた

め、受託試験については、申し込みから2週間程度の期間を頂いています。通常の依頼試験と異なり、申請書の提出や契約書類の作成等が必要となりますので、耐滑性試験を希望される場合は、事前にご相談ください。

参考文献

本原稿を執筆するにあたり、下記の文献を参考にした。

- ・ISO13287:2019 [E] Personal protective equipment-Footwear-Test method for slip resistance
- ・ISO/TR20880:2007 [E] Footwear-Performance requirements for components for footwear-Outsole
- ・JIS T8106:2016 安全靴・作業靴の耐滑試験方法