Research Report of the Research Institute
of Industrial Safety, RIIS-RR-89, 1989
UDC 539.62:614.821:614.897:685.31

靴のすべり試験方法に関する研究
第一報　測定の基本について*

永　田　久　雄**

Study on Slip-Resistance Measurements for Footwear (1st report)
—Fundamentals of Measurement—

by Hisao NAGATA**

Abstract; Up to now, much interest in safety shoes has been given to the strength of toe cap and the penetration resistance of outsole, and until now little attention has been paied to other properties such as comfortability and slip-resistance of shoes in our country. Dozens of slip-resistance measurements have been developed over the world during the past decades. But no devices and techniques have got international acceptance for universal slip-resistance measurements. In order to attain the goal to establish an internationally accepted universal slip resistance measurement, the methodology of insuring the validity of a meter should be proposed in the slip resistance studies of protective footwear.

Just as tribologists have emphasized, the coefficient of slip resistance is prone to be dispersive and changeable by many measuring conditions, such as weight of load, test speed, contact area, contact time with flooring materials, temperature and repetitions of measurements. If we use the meter only in a certain test condition as given between lubricated stainless steel floor and safety shoes, assurance of the meter may be obtained within a limit because of small values of slip-resistance of lubricated surface and their small variance. In order to improve the meter the following important points should be generally stressed:

1) Our ultimate goals are to establish reasonable criteria to assess the safety shoes in terms of slip-resistance and to estimate risks of fall or slip in working environments, and not to analyze complicated tribological phenomena in slippage of shoe and floor.

2) The new decisive methodology which deals with the tribological phenomena as a black box is to be introduced into the study of slip-resistance measurements. Tribological methods will be referred to, but not to be decisive.

The notion of slippage will be divided into slips and slipperiness. In slip-studies, very slippery floors like lubricated surfaces will be adopted, and in slipperiness studies, a wide range of slip resistance of surfaces would be involved. For example, in the latter case the lower limit of slip-resistance is badly needed, but the upper limits is also required to avoid foot twisting or cause falls in stopping, like on gymnasium floors by measuring maximum static friction, these are used mainly in evaluating flooring materials. But in the former case they are used mainly in evaluating safety shoes on slippery floors by measuring dynamic friction in slipping.

It is necessary to know what values measured from a tester mean, in order to evalute the validity of a slip-resistance test for protective footwear. The values should indicate the rate of occurrence of actual fall-or slip-resistance induced by foot-slippage. It is therefore very difficult to obtain the actual rate for each combination of floors and footwear. In this report, the

---

*) 平成元年度　靴医学会において一部発表[1,2]
平成元年度　安全性国際会議において一部発表[3]

**) 土木建築研究部　Construction Safety Research Division

psychometric and biomechanical methods are applied to insure the validity of a slip-resistance meter, and the paired comparison methods or ramp tests were executed. As the results, each methods would implicate the means to determine an optimum meter or to understand the properties of slippage.

Keywords: Footwear, Slip Resistance, Slip Test, Coefficient of Friction, Floors, Slipping Accidents.

1. 緒　言

労働現場で使われる安全靴は落下物からの爪先防護を主たる目的として使用されてきたが，最近，すべり，転びの事故を防止する観点から，靴底の耐滑性能の向上に関心が向けられるようになってきた。安全靴の日本工業規格[4,5]のなかでも，靴底材の耐滑性を安全靴の具備すべき条件としている。しかし，その試験法は全く明示されていないのである。

当研究所では床に関していくつかのすべりの研究[6,7,8,9]を成してきたが，安全靴の耐滑性能の試験法の確立にあたっては，すべり現象そのものが複雑であり，従来の安全靴の強度試験法とは全く違った考えによって行わざるを得ないことが分かってきた。近年，欧州を中心に靴すべり試験法を国際的に検討する機運が生まれてきた。しかし，共通した測定，評価方法を確立するには，まだまだ，検討すべき余地が多く残されているのが現状である[10]。

そこで，本報では安全靴の耐滑性能を測定するための試験法を確立する上で，最も基本となるところの，「すべり」の概念の明確化とその測定結果の適用範囲，並びにすべり試験機の信頼性の検証方法について論じる。なお，次報においては，開発したすべり試験機について論じる予定である。

2. 研究対象とするすべりとその適用範囲

すべりは種々の条件下で発生する。それを大別すると，歩行速度，歩行内容（通常歩行，急停止，回転，など），通路の種別（水平面，傾斜面，階段，梯子など），道路の状況（油，雪，砂，水など），環境条件（温度，湿度など）になる。この無数の組み合わせ条件ごとに各靴のすべり特性を測定することは，実用的とは言えない。本報では，靴の耐滑性能を求める上で最も適切と考えられる条件を決定し，その範囲内で靴の耐滑性を測定することにした。そこで，対象とするすべりの概念，すべり測定条件並びにその測定結果の適用範囲について明らかにする。

2.1 研究対象とするすべりの概念

「すべり」の言葉のもつ概念には，「すべって転ぶ」といった時の「すべり（slip）」と，「すべり易い」，「すべりにくい」といった時の「すべり（slipperiness）」の双方を含んでいる。そのどちらに主眼を置くかによって，測定手法が変わってくる。前者は，足がまさしくすべっている状況を問題とし，後者は，必ずしも足がすべり（slip）で移動することを前提とせず，非常にすべりにくい状況も含めて幅広く論じることに主眼が置かれている。

後者のすべり（slipperiness）を問題とする測定法は，建物内の床材等の選択などに利用されている[11,12,13]。床と靴裏の最初の引っかかり，つまり，最大静止摩擦力が人間側のすべり感覚に影響を与えていることから，このすべり抵抗係数を測定することに主眼を置くものである*1)。激しい動きをする場所では，すべり抵抗値が高過ぎると捻挫，蹴つまずきによる骨折を引き起こすために，床の用途により，適度なすべり抵抗特性が要求されることになる。

本報で問題とする安全靴のすべり（slip）の場合は，「バナナの皮効果」と言われるすべり現象に着目する必要がある。バナナの皮を踏みつけると，踏力に相応して皮から樹液が滲み出してきて，急激にすべり抵抗値を減少させる傾向が見られる。もし，このときに，緩やかにすべりが生じるならば，すべり（slip）で体のバランスが崩されたとしても立ち直ることが可能である。つまり，靴の耐滑性能の測定では，すべり始めでなく，すべり（slip）が発生しているときのすべり抵抗値を特に問題とする必要がある。つまり，いわゆる動摩擦抵抗係数に着眼する必要がある。

2.2 床面状態と歩行条件

2.2.1 測定対象とする床面状態

労働現場での転倒災害の発生原因を調査すると，作業床面が雨水，洗浄水，ワックス，機械油，食品カス，動物性脂肪，血液，化学薬品などの潤滑性の物質

*1) この種の測定機のなかでも，日本において最も説得性があると考えられるのが小野式すべり測定機である。この方法では，靴の爪先部の底材を80×70mmに切抜きそれをすべり片として使用し，コイルバネを介して一定の荷重速さ（80kgf／sec）でやや斜め上方に引張り，動き出した時の最大水平力を基にしてすべり抵抗値を算定する，いわゆる最大静止摩擦係数を求める方法である。但し，この方法による算定値は物理学的に定義された摩擦係数ではない。そのために，一般に摩擦係数と呼ばずにすべり抵抗値と称している。

で表面が覆われている場合や，小石，砂，ベアリング玉，円上の棒による場合が多い。その他，寒冷地では，歩行路上の雪，氷結によるすべりが原因となっている場合が多い。転倒災害が報告されている危険な床材として，トタン，鋼板，大理石タイル，磁器タイル床など平滑な床面の場合が多い。このようなすべり事故が発生した場合の対策としては，通常，床面に硅砂を吹き付けたり，粗い面のあるシートを貼り付けたりしている[14]。安全靴の耐滑性を論じる場合は，転倒事故を引き起こしやすい危険な床面状態での安全靴の耐滑特性を正確に捉える必要がある。そこで，本報では，危険な床面条件として水あるいは油膜で薄く覆われた平滑な堅い床面での耐滑性について論じることにした。この場合は，表面層の膜を切り，平滑な床面に靴の素地で接しすべりを止める効果が靴底材に求められる。

その他の危険な床面条件としては，氷面などがあるが，すべりを止めるのに，靴裏の突起（金属，スパイク，ガラス繊維など）で氷面を引っかけるといった方法を取っているために，本研究で対象とする靴の耐滑メカニズムとは全く異なる。そのような条件での耐滑性能についても別途論じる必要があるが，しかし，本研究では，靴裏のスパイクなどの特別な突起による引っかけによる耐滑性能については研究の対象外とする。

潤滑膜としては，ある程度粘性があり，腐敗しないこと，入手が容易なことが要求される。そこで，鉱物性油を使用することにした。平滑な床面としては，腐食しない表面の平滑なステンレス製の床を使用することにした。

2.2.2　測定対象とする靴底部分

従来の研究では，歩行時に踵が床面に着く瞬間のすべりを重視してきた。床材の評価のために考えられた振り子型床すべり試験機[15]もこの考えを基にして作られたものである。しかし，靴のすべり測定に応用する場合は，踵の角部のみの材質で，靴全体の耐滑性能を判定することになり，実用的でない。また，踵の角部のみの特性を被験者を使ったすべりの評価実験から得ることも難しい。そこで，踵の角部を含めた靴周囲部の角部のすべり防止効果については，改めて論じるとして，本報では測定対象外とした。また，床すべり試験機で靴の爪先部分のみを切り抜きそれを試験片とする方法[12]もあるが，靴底全体のすべり特性を求めることができない欠点がある。例えば，フラットソールとヒール付きソールの差異を明確にすることができないなどである。そこで，本報では靴の耐滑性能を論じる観点から，靴裏全体をすべり易い床面に接地させた場合，つまり，靴底材の踵部；土踏まず部分，爪先部分を含めた耐滑性能について論じることとした。

2.2.3　測定結果の適用範囲

靴底の周囲の端部の床との線接触の特性を測定範囲に含めていないこと，並びに，転倒事故を引き起こす危険な床面状態での靴の耐滑性を求めていることから，その測定結果からすべりに対して全く安全な靴であると保証することはできない。本報から得られる測定結果の適用にあたっては，耐滑性の特に低い危険性の高い靴を指摘することに力点を置くことになる。

3.　試験機の妥当性の検証方法

すべり試験機から得られる測定値の信頼性を検証する基本的な方法と，具体的な手法について述べる。

3.1　検証の基本的な方法

試験機から得られる計測値が真に，現実のすべりの度合いを表しているかどうかを検証する必要がある。今ここで，仮にすべりによって発生する転倒事故の発生頻度R（危険率）を，安全靴と床面状態の種々の組合せごとに，表わすことが出来るとする。

例えば，A～Fの7種の靴と床の組合せのすべり抵抗値が，2種の試験機によりそれぞれFig. 1のように描かれたとする。横軸は各試験機による測定値である。図から，試験機Type 1による測定値とR値とがなめらかな対応を示している。試験機Type 2では，全体の分布傾向と明らかに外れている靴AとFが存在する。つまり，Type 2の試験機ではほぼ同じ測定結果を示している靴AとFが危険率を示すR軸上で全く違った傾向を示している。このような試験機は，信頼性が低く，利用すべきでないものとする。

このような方法により試験機の信頼性を検証し，その上で，各試験機の相互比較を尺度Rを介在させて，行うことが出来るのである。しかし，各組合せの安全靴と床材の危険率をどのようにして求めるかということが問題となる。

実際に，特定することが難しいすべり現象を，無数の靴と床表面の状態との組合せごとに，すべりによる事故の発生率を予測するのは多大の労力と費用を必要とし，現実的でない。Fig. 2はすべり特性を捉える方法論についての概説図である。すべり特性を捉える方

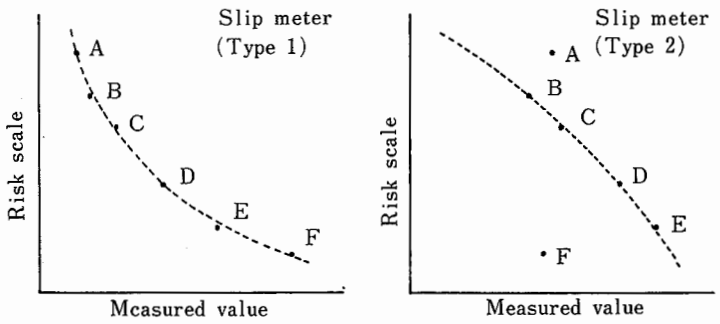

Fig. 1　Explanation of the method of insuring the validity of atester
すべり試験機の有効性の検証方法の説明図

法論として，大別すると摩擦論，身体運動論，内観論がある。これらの内でも，主観的な判断に基づく内観法は簡便で広く用いられるが，危険，安全といった認知的判断の場合は，女性と男性並びに，若年者と高齢者では相違してくる。特に，高齢者では例えば，同じ板幅でも，高所での歩行をさせてみると，危険を若年者と比較するとあまり意識しないのである。急な階段での歩行でも同じような結果が得られている[16]。このように，心理学的に感覚，知覚より高次の判断（危険の判断）をもとめる検査では，被験者の判断結果が実状を必ずしも映し出すとは限らないのである。

各学問分野から，転倒の危険率を類推することができるが，しかし，そこから得られる結果は，あくまでも危険率の推定であり真の値とはできないと言った問題がある。ここに，安全靴のすべりに対する危険性の評価基準レベルを設定することの難しさが存在しているのである。

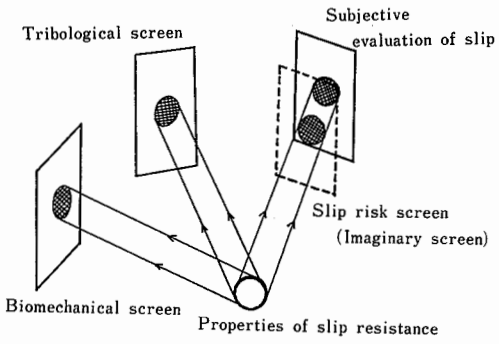

Fig. 2　Explanation of various methods to make the risk scale.
危険尺度を導出する種々の手法についての説明図

3.2　検証の手法

3.2.1　主観的な判断による方法

安全，危険といった認知的な判断では，被験者の属性が問題となるが，すべる，すべらないと言った感覚的な判断では，その属性差が少ない。そこで，人間の判断で，すべりの差を感覚的に判別する方法を取り入れて，危険率を推定する方法を取ることにした。例えば，油で覆われた床面上を安全靴で歩行する場合に，安全靴ＡとＢではどちらがすべるかを，着用者自身に判断させる方法である。ここではすべる靴を危険と考えるのである[*2)]。判断値は当然ばらつくが，数多く試行された判断分布は，正規分布に従うものと考える。すべり官能検査から得られた数多くの判断をもとにして，正規偏差量を求めその値を判断の数量化の根拠となすものである。この手法では主観的な判断結果が正規分布すると仮定しているが，実際の判断結果は，歪んだ分布になると想定される。また，すべりの量的な評価は，年齢，性別，運動歴などの被験者側の特性，測定環境などにより変動があり，絶対的なものではない。しかし，本報で問題としているのは，主観的な判断の絶対量でなく，主観的な判断による相対的な量的位置関係と，すべり試験機から得られる測定値との対応関係である。測定値と判断値が直線，曲線などの連続的な対応関係を示すかどうか，逸脱する点が見られるかどうかを問題とし，絶対量を問題とするものではない。主観的な判断に基づいた試験機の妥当性を検証する基本的な手法は，既に建築学の分野では既に床すべり試験機[12]などに用いられており，靴すべり試験法の研究においてもその手法の適用を図ることにした。

*2) 摩擦係数が高い範囲では，すべりにくいほど安全とする考え方は当てはまらない。つまり，躓つまずきによる危険性が増すからである。

感覚量を数量化する精神物理学的な手法[17,18]として，一対比較法（paired comparison method），順位法（rank order method），系列範疇法（category rating method）があるが，僅かなすべりの感覚差を正確に求めるには一対比較法が最適であるために，本報ではこの検査法により，すべりの官能検査を行うこととした。

3.2.2　歩行実験による方法

実際にすべり易い床面を歩行させその状態から危険度を推定しようとする方法(ⓐ)がある。その他に，被験者を直立させておき，ゆっくり引っ張り，その力を求める方法(ⓑ)，その床面を傾斜させてゆき，そのすべり落ちる角度や，加速度から求める方法(ⓒ)などがある。

本報では静止状態からのすべりを問題としているのではなく，動きを伴ったすべりを問題としているので，方法ⓑ，ⓒは不適当である。実験では方法ⓐにより被験者を歩行させて，すべりの危険性を数量化する必要がある。その方法の実験パラメータとして，次項が挙げられる。

① 歩行している床面を徐々に増してその最大登坂角度を用いる。
② 歩行運動中の被験者自身の牽引力を用いる。
③ すべりやすい床面の歩行中の足のサイクルグラムや，体のゆらぎから波形解析法による計算処理値を用いる。

方法②，③は，測定システムを構成する必要があるのと，分析に時間がかかる欠点がある。特に，方法③は高価な測定システムを必要とするために，実用的とは言えない。方法①を用いると，非常に簡便に測定でき安価な方法であるが，すべりにくい床面での歩行のようにすべり抵抗値が増すと急傾斜にせざるを得ないために，歩行パターンが大きく変化してしまう欠点がある。しかし，平滑な床面に潤滑剤を撒いたすべりやすい歩行路では，最大傾斜が緩くなり，歩行パターンへの影響も少ないと考えられる。本報では方法①による測定を試みた。

4.　靴すべり試験機の妥当性の検証手法の検討実験

実際に被験者を使って，すべり易い床面歩行での靴の耐滑特性を官能検査法と歩行実験法に分けて求めた。

4.1　検査用歩行路

使用した歩行路をPhoto. 1に示す。歩行路は長さ7.7m×幅0.7m，歩行路の両側の手摺高さは，90cmである。表面の粗さは，JISあらさ区分値1.6S（あらさ番号SN 5）のステンレス面（SUS304 2B）からなる。歩行面の中央に長さ60cm×幅80cmのテーブルリフトを設置した。このリフト台を油圧により上下させることにより，中央台の両側の歩行路（長さ1.8m）の傾斜角は自在に調整できる構造になっている。手摺も，歩行路の傾斜に並行して自在に動くように設計されている。

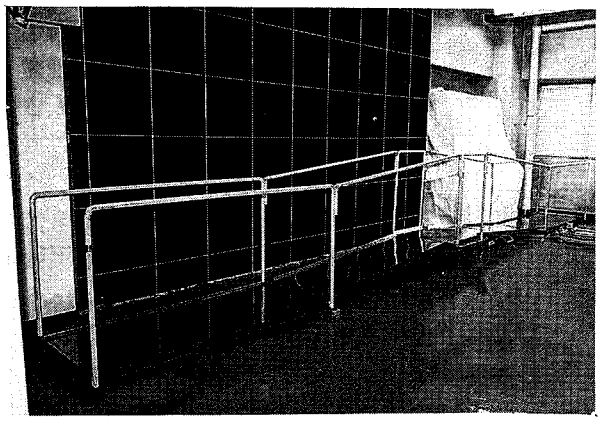

Photo 1　Walking lane to ensure the validity of a tester.
すべり試験機の有効性を確認するための歩行路

4.2　すべりの官能検査

4.2.1　被験者及び靴試料

平均年齢36.4歳（23～57歳，標準偏差10.5歳）の男子成人12名に10種の市販靴のすべり抵抗を検査させた。使用した靴リストをTable 1に示す。靴試料①，②以外はすべて安全靴である。検査試料として抽出した安全靴は労働現場で広く使用されている代表的な靴製造メーカーのものを使用した。安全靴の底の材質は油に対する劣化を防ぐために，通常は合成ゴム（NBR）を使用するが，靴が重たくなるのが欠点である。最近，靴の軽量化のために発泡ウレタン底が使用されるようになったので，ウレタン底材も検査試料（靴④，⑤，⑦）として取り入れた。

4.2.2　検査方法

床面を，エンジンオイル（20W－40，粘性 227CP）で薄く覆い，異なった実験靴を被験者の左右の足にそれぞれ履かせて，一対ごとに相互に比較させる一対比較判断法（シェッフェ・中屋の法[19]）により靴のすべ

Table 1　List of shoes
靴のリスト

No.	Kind of shoe	Sole	Material	Hardness (JIS A)
1	Sneakers	Flat	Natural rubber	65
2	Working shoes	Flat	Natural rubber	45
3	Safety shoes	With heel	NBR	57
4	Safety shoes	With heel	Polyurethan foam	56
5	Safety shoes	With heel	Polyurethan foam	64
6	Safety shoes	Flat	NBR	55
7	Safety shoes	With heel	Polyurethan foam	52
8	Safety shoes	With heel	NBR	64
9	Safety shoes	With heel	NBR	70
10	Safety shoes	With heel	NBR	64

NBR: Acrylonitrile-butadiene rubber

Table 2 Verbal scale for paired comparison methods
一対比較法で用いた言語尺度

Score	Verbal scale
2	Pretty slippery
1	Slightly slippery
0	Neutral
−1	Slightly non-slippery
−2	Pretty non-slippery

り抵抗を判断させた。比較の差の度合いは，Table 2の評点表（5点法）を用いて行うこととした。被験者に実験歩行路を歩かせると，ゆっくりと小股で慎重に歩きだし，慣れるに従いやや歩幅，歩速が増してゆく。被験者が油面上の歩行に慣れるまで何度となく歩行させてから検査を開始した。しかし，通常の平地歩行のように，踵を傾けて力強く歩くことはなく，着地の時に靴裏全体を床に平に押しつけるようにして歩行する傾向が見られる。靴の耐滑性能の測定対象を靴底全体としたが，すべりやすい床面での歩行パターンでは，対応がとれると考えられた。

検査にあたっては，事故防止のために手摺の使用を認めた。被験者が比較判断に迷う場合にのみ，被験者の指示に従いテーブルリフトを若干，希望の高さまで上げて歩行路に緩やかな傾斜をつけた。

Table 3 Results of analysis of variance of subjective data.
主観的なデータの分散分析結果

Factor	Sum of squares	Dagree of freedom	Unbiased variance	Variance ratio
Main effect	1113.2	9	123.69	417.80**
Indivisual effect in main	60.6	99	0.01	2.07
Interaction effect	103.0	36	2.86	9.66**
Error	117.2	396	0.30	
Total	1394.0	540		

**：Statistically significant by 1% critical rate.

4.2.3　検査結果

得られたデータの分散分析の結果をTable 3に示す。主効果×個人差の不偏分散比によるF分布検定（危険率1％）からは有意差が認められない。主効果の寄与率は79.7％に対して，主効果×個人差は2.2％と小さいことから，靴すべりの微妙な差の明確な判別性と，その判断の一致性が認められる。

検査結果をFig. 3に示す。結果から本報で使用した安全靴（靴③～⑩）は，運動靴，作業靴よりすべり抵抗の面で劣っている。特に，評価の低い鋸刃状の模様がある靴⑨，⑩は，全体的に接触面積が少ないのがその特徴である。

比較判断法は，順位法，系列範疇法と違い僅少な差を判別できる利点があるが，反面，今回のように，被験者12名，靴10種では，総計540回（12人×45通り）の検査をしなければならず，多くの時間と労力を必要と

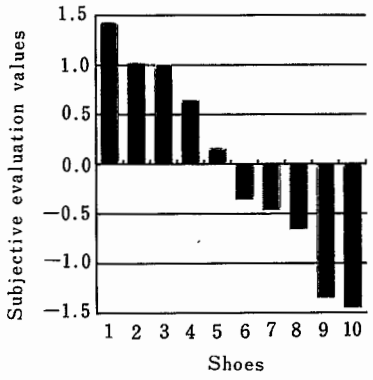

Fig. 3　Subiective evaluation values by shoes,
靴の主観的評価値

するのが難点である。

4.3　歩行実験

歩行できる限界の傾斜角度を求めて，靴のすべり抵抗を求めることにした。実験歩行路は官能検査で用いたものと同じで，歩行路の中央のテーブルリフトを上下させて歩行路を必要な角度に傾斜させることができる。

4.3.1　被験者及び靴試料

官能検査に参加した被験者12名と，靴試料10足を用いて歩行実験を行った。

4.3.2　検査方法

本報で用いたすべり歩行検査法は次のような段階を経て行った。

①　すべり易い歩行路に被験者を充分に慣れさせるために，不安感が取れるまで，繰り返し自由に歩行させる。

②　僅かに検査用歩行路を傾斜させる。

③　歩行開始時に被験者に初速をつけさせないようにするために，傾斜路の手前に，足を左右に開いた自然体で静かに直立させる。

④　手摺を握っている手を離させる。次にその傾斜面を登るように指示する。

⑤　中央の台上まで，被験者がたどり着いたら，傾斜路の下に被験者を戻し，傾斜路の角度を上げて，再び，ステップ③から検査作業を繰り返す。

⑥　たどり着けない場合は，傾斜角度を落としてステップ③から検査作業を繰り返す。

4.3.3　検査結果

被験者12人による油面歩行時の安全靴10種の実測結果を Table 4 に示す。個人差は分散分析による不偏分散比のF分布検定（危険率１％）からも有意差が認められるが，個人差の寄与率は3.0％と僅少である。被験者全体の平均の一対比較判断値と歩行可能な最大傾斜面角との関連を Fig. 4 に図示した。その結果，明らかな相関関係（相関係数 0.97）が見られる。本実験からこの程度の緩いすべり抵抗値の場合には歩行実験による傾斜法を一対比較判断法に換えられることを示唆している。

Table 4 Results of analysis of variance of data of ramp tests.
傾斜テストデータの分散分析結果

Factor	Sum of squares	Dagree of freedom	Unbiased variance	Variance ratio
Main effect	915.91	9	101.77	242.31**
Indivisual effect	33.88	11	3.08	7.33**
Error	41.14	99	0.42	
Total	990.93	119		

**：Statistically significant by 1% critical rate.

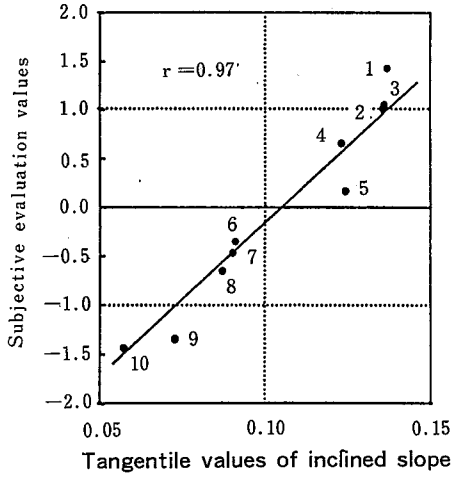

Fig. 4　Relation between tangentile values of inclined slope and subjective evaluation values.
傾斜値と主観的評価値の関係

5.　結　語

すべりの概念を類別し，本報で扱うすべりの範囲，測定対象，測定結果の適用範囲，試験機の妥当性の検証方法を明確にした。

すべりを論じる場合に，測定結果を何に適用するかによって，最大静止摩擦を問題とするのか，動摩擦を問題とするのかが異なってくる。安全靴の耐滑性を論じる場合は後者に力点を置くことになる。

特に，試験機の妥当性の検証にあたっては，無数の靴を床面の状態の組合せごとに，すべりによる事故の発生率（危険度）を求めることは困難である。そこで，本報では人間の判断からすべり感覚を測定させる心理学的方法と，最大歩行傾斜角により簡便に測定できる動作分析的方法に基づくことにした。特に，すべりやすい歩行面での靴の耐滑性能を求めるには，傾斜面歩行法が兼価で方法が簡便である。靴の開発，性能チェックの段階では靴のすべり試験機に代わるものと言えるであろう。しかし，主観的判断法による結果と同様に，若年者と高齢者，女子と男子では得られる結果も異なってくる。このように，検査条件，被験者の属性を変えると，その得られる値も変化することか

ら，靴の耐滑性能を相互に比較したい場合は，特に，本報で用いた方法を参考に検査方法，検査条件を統一しておく必要がある。

種々の学問分野から，転倒の危険率がある程度，類推することはできるが，しかし，そこから得られる結果は，あくまでも危険率の推定であり真の値とはできないと言った問題がある。ここに，安全靴のすべりに対する危険性の評価基準レベルを設定することの難しさがある。しかし，本研究での実験から，安全靴の靴底の違いにより耐滑性能に大きな差が見い出せることが明らかとなっており，その差を靴すべり試験機により数量的に明示してゆき，安全靴の耐滑性能の向上に役立てることが必要である。

6. 謝　辞

安全靴工業会並びにミドリ安全株式会社，株式会社シモン，青木安全靴製造株式会社，月星化成株式会社から試料を提供していただいた。海外からの情報を入手する際には，日本保安用品協会のご協力を得た。また，油の粘性測定は当研究所の化学研究部の松井英憲氏に協力を願った。ここに記して深謝の意を表する次第です。

（平成２年４月13日受理）

参考文献

1) 永田久雄，“靴の安全性について”，第３回日本靴医学研究会抄録，pp.37～38（1989）
2) 永田久雄，“靴の安全性について”，靴の医学（日本靴医学会編），Vol. 3，pp.61～64（1989）
3) Hisao NAGATA, “The methodology of insuring the validity of a slip-resistance meter to evaluate safety footwear”, Proc. of the International Conference on Safety in Japan, pp.33～38 (1989)
4) 日本規格協会，“革製安全靴”，日本工業規格，JIS T 8101（1985）
5) 日本規格協会，“発泡ポリウレタン表底安全靴”，日本工業規格，JIS T 8105（1983）
6) 斉藤次郎，荒井喜久雄，“床の滑り易さの限界について（床の滑り試験機）”，労働省産業安全研究所報，８(3)，pp.11～16（1959）
7) 宇野英隆，木下鈞一，“床の防滑性能について（第一報）”，労働省産業安全研究所報，12(2)，pp.12～21（1963）
8) 宇野英隆，木下鈞一，“床の防滑性能について（第二報）”，労働省産業安全研究所報，13(1)，pp.24～28（1964）
9) 宇野英隆，木下鈞一，“床の防滑性能について（第三報）”，労働省産業安全研究所報，13(1)，pp.28～31（1964）
10) 永田久雄，“安全靴の国際規格（ISO）技術検討委員会参加報告”，セフティダイジェスト，33(9)，pp.433～435（1987）
11) 小野英哲他，“床のすべりおよびその評価方法に関する研究，その２　すべり試験機の設計・試作のための基礎的な資料の集積及びすべり試験機の基本的な構想”，日本建築学会論文報告集第333号，pp.１～７（1983）
12) 小野英哲他，“床のすべりおよびその評価方法に関する研究，その３　すべり試験機の設計・試作のための基礎的な資料の集積及びすべり試験機の基本的な構想”，日本建築学会論文報告集第346号，pp.１～８（1984）
13) 小野英哲他，“床のすべりおよびその評価方法に関する研究，その４　すべり試験機の設計・試作のための基礎的な資料の集積及びすべり試験機の基本的な構想”，日本建築学会論文報告集第356号，pp.１～７（1985）
14) 永田久雄，“作業床面”，安全，39(2)（1988）
15) 日本規格協会，“床のすべり試験方法（振子形）”，日本工業規格，JIS A 1407（1963）
16) 永田久雄，“階段通路の安全性に関する研究　第３報　階段寸法等に関する心理的な評価”，産業安全研究所研究報告，RIIS－29－２（1981）
17) 永田久雄，“産業安全分野における計量心理学の適用例について”，安研ニュース，5(2)，pp.１～２（1981）
18) J. P. Guilford 著，秋重義治監訳，“精神測定法”，培風館（1976）
19) 日科技連官能検査委員会編，“官能検査ハンドブック”，日科技連（1978）
20) 永田久雄，“転倒事故と歩行”，労働の科学，45(3)，pp.13～16（1990）