

歩行空間のすべり摩擦抵抗値の評価*

Evaluation for slipping coefficients of friction on pedestrian space*

磯部友彦**・稲垣貴之***

By Tomohiko ISOBE**・Takayuki INAGAKI***

1. はじめに

今後の高齢社会において懸念となる現象に、転倒事故による死亡者数の増加がある。厚生労働省の統計^{1) 2)}によれば、不慮の事故（スリップ、つまづき、よろめきによる同一平面上での転倒）による死者数は年間約4,000人に達しており、高齢化が進む日本においては重要課題の一つと考えられる（図1, 2）。転倒事故の主因は、「すべり」、「つまづき」であるので、路面のすべり摩擦抵抗の値を安全なものに設定する必要がある。そのために摩擦抵抗を測り、その値を適正なものとする必要がある。

道路の車道部分に関しては、すべり摩擦抵抗の基準値が定められ、計測方法・計測装置も提供されている。しかし、歩道部分において、現場での計測方法が未確立であった（現在では、社団法人北海道開発技術センターの原文宏らによるもの³⁾、サーフテクノ・ラボの福原敏彦らによるもの^{4) 5)}がある）。このことから、歩道におけるすべり摩擦抵抗の基準値そのものには明確なものがなく、「すべりにくい路面」などの定性的な記述^{6) -9)}

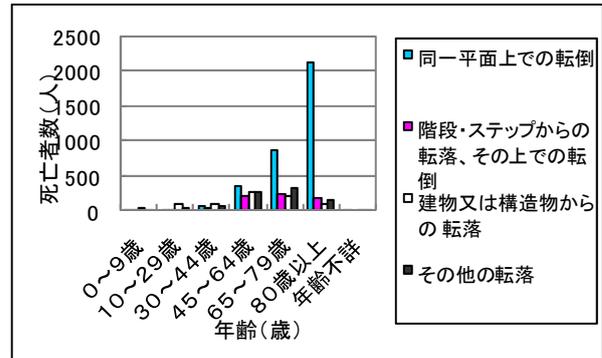


図2 年齢別死亡者数

によるものが多い（表1）。

一方、屋内空間における床のすべり摩擦抵抗値は、ビニール系床材に対してはJIS A 5705試験で、高分子系張り床材に対してはJIS A 1454試験（いずれも東工大式または小野式とよばれる試験機を用いて、すべり抵抗係数（C.S.R. : Coefficient of Slip Resistance）を測定）により、床材のサンプルに対して計測した値（いわゆるカタログ値）を床材メーカーが公表している¹⁰⁾。なお、C.S.R.の最小値は0.00、最大値は0.99

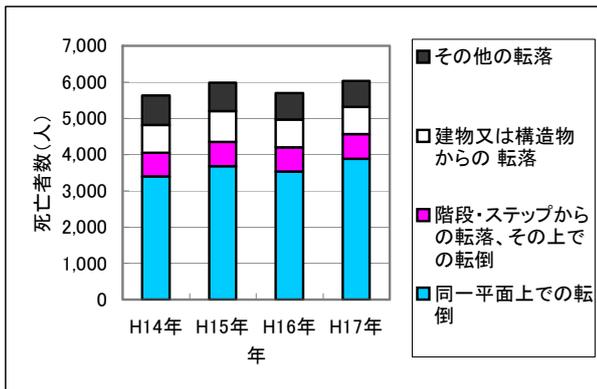


図1 不慮の事故による死亡者数

表1 すべり基準の例^{6) -9)}

名古屋市	<ul style="list-style-type: none"> 舗装材の選択にあたっては、雨天時の路面の滑りにくさ、視覚障害者誘導用ブロックとの識別のしやすさに留意する。 磁器タイルのような、湿潤状態になると滑りやすい材料を使うときは、表面が粗面なものを選ぶ 急勾配の道路は、施工および構造を考慮して材料を選ぶ
さいたま市	<ul style="list-style-type: none"> 表面は、水おけの良いものとする。ただし、道路の構成、気象状況その他の特別の状況によりやむを得ない場合は、この限りでない。 表面は粗面とし、又は濡れても滑りにくい仕上げとする。
横浜市	<ul style="list-style-type: none"> 舗装材は平坦で、すべりにくく、水おけの良いものとする。（透水性舗装）
京都市	<ul style="list-style-type: none"> 舗装材の選択にあたっては、雨天時の路面の滑りにくさに留意する。 磁器タイルのような、湿潤状態になると滑りやすい材料を使うときは、表面が粗面なものを選ぶ 急こう配の道路は、施工及び構造を考慮して材料を選ぶ

*キーワード：バリアフリー、歩行空間、歩行路面、すべり摩擦

**正会員、工博、中部大学工学部都市建設工学科

(〒487-8501 愛知県春日井市松本町1200

TEL : 0568-51-9543 FAX: 0568-51-1495)

***非会員、学(工)、東朋テクノロジー

表2 東京都の福祉のまちづくり条例による
すべり最適値及び許容範囲

評価分類 (条件)	CSR 安全数値範囲
下足 (靴, 運動靴, サンドル等) で歩行する部分	0.4~0.9
上足 (靴下, 足袋, スリッパ等) で歩行する部分	0.35~0.9
素足で利用する部分	0.45~0.9
傾斜路部分	0.5~0.9

である。また、舗装路面の測定にも使用されるDFテスター (ASTM E1911-98) による動摩擦係数 RSN や、ポータブルスキッドテスター (ASTM E303-93) による動・静摩擦係数 BPN (最小値: 0.00, 最大値: 150.0) を床材のすべり抵抗値測定に準用することもある¹¹⁾。

それを受けて、東京都の福祉のまちづくり条例 (表2)¹²⁾ では、JIS A 5705 の床材の滑り試験方法 (斜め引張形) によって測定される、滑り抵抗係数 (C.S.R.) を用いて床の摩擦抵抗の数値を定め、C.S.R.が 0.4 以下の床材はすべりやすいと定義している。

そのほかにも、各種靴やスリッパ等の履物を取付け、室内外での床の静摩擦を計測する「押倒し方式測定機」¹³⁾ や、「静から動」への抵抗値を測る「バネ量り式滑り抵抗測定法 (ASTM F609-96)¹⁴⁾」もある。

歩道上に問題点があるだけでなく、今後の高齢社会におけるバリアフリー整備を進めるにあたって、その整備目標の設定における効果測定の効率性に課題を残している。例えば、景観舗装などで多種多様な材料で作られた歩道は、不連続性や経年変化がおこり連続的な測定が望まれる。

2. 研究の目的

各種歩行空間について、歩行者の転倒防止のために、路面のすべり摩擦抵抗の適正値を実測に基づいて提案することを最終目的とする。本研究では、中部大学構内の各種歩行空間において、すべり摩擦抵抗値を実測し、その値に基づいて滑りやすい路面について考察する。

3. 研究の方法

3.1 測定対象

中部大学構内で、雨の日に滑りやすいと感じる場所について、路面が乾いている状態と濡れている状態の両方で測定する。また、どのような素材のときに滑りやすいのか、つまづきやすいのかなどを調べる。

3.2 測定器の説明^{4) 5)}

この測定では、サーフテクノ・ラボの福原敏彦により開発されたすべり摩擦測定器(OTTO) (写真1) を使い路面の摩擦抵抗の実測を行なう。

この測定器の特徴としては、以上の事が挙げられる。

- ①現場にて直読表示&記録
- ②簡便に連続測定 (250mm ピッチ) が出来る
- ③従来機 (DFT) と同等な性能を有する
- ④測定効率が良い (点測定法に対して 10 倍)
- ⑤ハンディなため、軽車両で移動ができる
- ⑥ランニングコストが安い

(測定タイヤの磨耗が均一)



写真1 OTTOの外観

4. OTTOによるすべり摩擦抵抗の計測

4.1 計測場所の選定

測定場所を選ぶにあたり、屋内と屋外の両方の測定が行なえ、アスファルト道路やタイル舗装、コンクリート舗装等の様々な条件の屋外や屋内を、測定することが容易に行なえるという点から、中部大学内での測定をすることとする。

屋外の測定場所の選定に関しては、普段から気になっていた場所や、雨の日に滑りやすいと感じた場所をリストアップし測定を行なう。

4.2 実測方法

中部大学構内で、普段から気になっていた場所や、雨の日に滑りやすいと感じた場所について、路面が乾いている状態と、水を撒き路面が濡れている状態を作り、その両方で測定することとする。

測定の際に、測る場所に落ち葉や砂などがあると、測定した値にこれらの要因も含まれてしまうため、測定するコースを掃除してから計測を行なう。また、同じ条件で計測するために、乾いている状態で計測してから水を撒き、同じコースを歩いて濡れている状態での計測を行なうこととする。

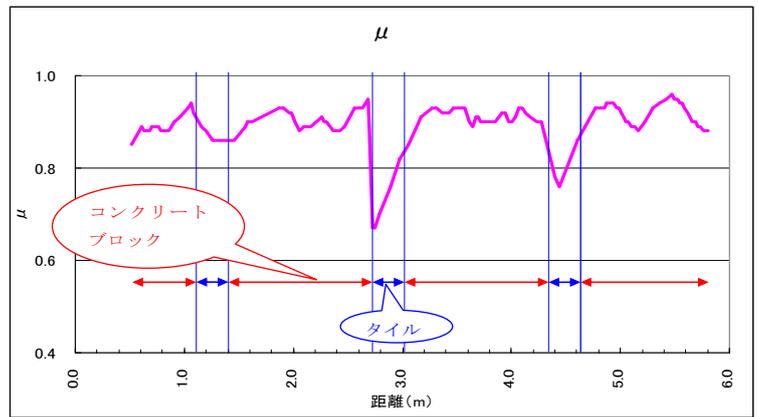


図3 計測結果（現場1：路面が乾いている状態）

4.3 計測結果

(1) 計測場所

屋外20ヶ所・屋内6ヶ所の合計26ヶ所で測定を行なった。以下に、事例として特徴的な測定結果を示す。

(2) 計測事例1：タイルを使用した景観舗装

中部大学内で景観舗装となっている場所のすべり摩擦抵抗値を計測した。ここは路面の材質がタイルとコンクリートブロックが交互に連続している。

計測した結果（図3、図4）から、乾いている状態と濡れている状態では、各材質のすべり摩擦抵抗値の差が大きくなっていることがわかる。差は大きく変わったわけではないが、それでも路面の状態により変化しているため、滑

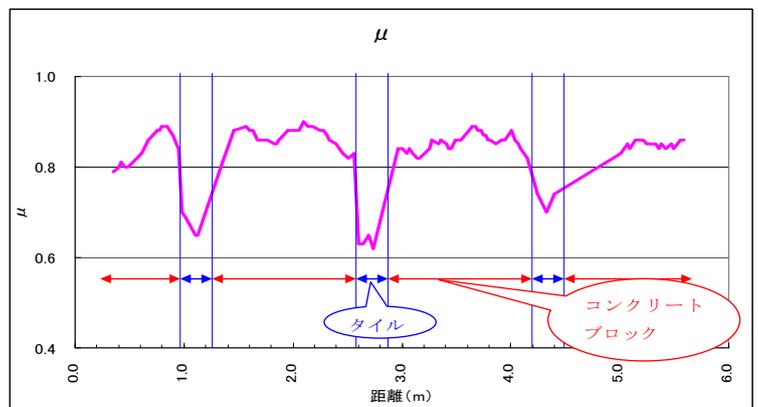


図4 計測結果（現場1：路面が濡れている状態）



写真2 測定現場1



写真3 測定現場1の材質

りやすくなっていることがいえる。

(3) 計測事例2：鉄製蓋のある箇所

次に、タイル敷きの歩行空間の中に鉄製の蓋が連続して設置してある場所を事例に取り上げた。通常の歩道空間においても各種のマンホール蓋が存在し、その蓋の材質は周囲のものとは異なることが多い。例えば、鋳鉄製の蓋にアスファルト製やコンクリートブロック製の歩道舗装という組み合わせである。濡れている場合の鉄製蓋は滑りやすいという印象がある。そこで、すべり摩擦抵抗値を実測し、周辺路面のすべり摩擦抵抗値との差を明らかにする。

計測した結果（図5、図6）から、路面が乾いている状態と濡れている状態では、すべり摩擦抵抗値に大きな差が表れた。やはり、鉄の部分がすごい数値が低くなっているため、鉄の上を歩く場合は、注意が必要である。



写真4 測定現場2

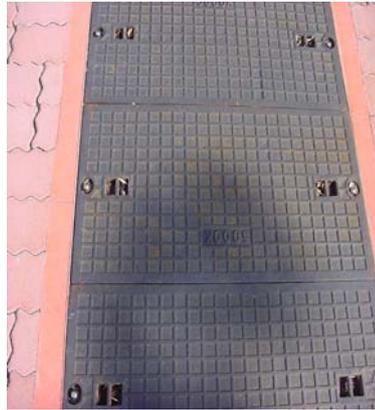


写真5 測定現場2の材質

や鉄が材質になっている場所、屋内ではワックスや掃除できれいな状態が保たれている場合には、すべり摩擦抵抗値が低くなり、歩行が危険な状態となっていることが分かった。

路面に使用する材質一つ一つに対して、すべり摩擦抵抗値を決めるだけでなく、その数値の変化が大きいことも危険となるので、材質の配置や組み合わせも考えるべきである。

参考文献

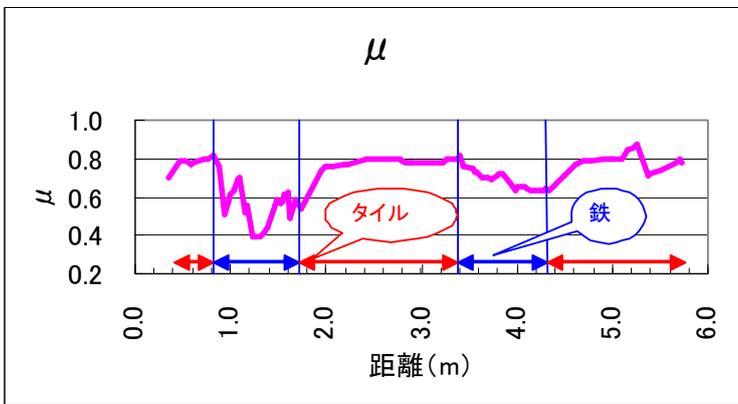


図5 計測結果 (現場2: 路面が乾いている状態)

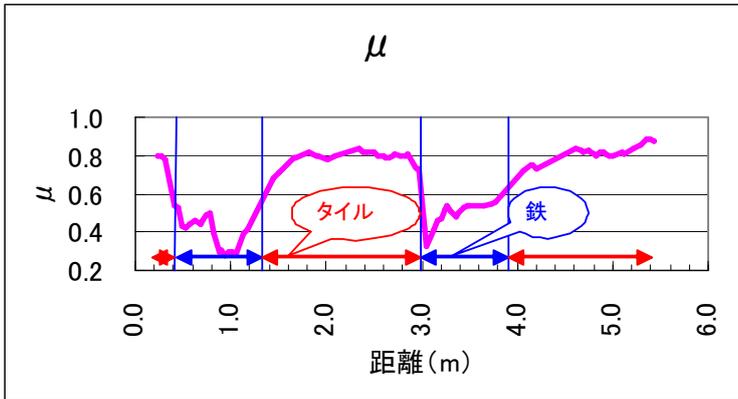


図6 計測結果 (現場2: 路面が濡れている状態)

5. 結論

材質の異なる物 (例えばタイルやマンホール) が路面に存在するような歩行空間では、それらの材質間ですべり摩擦抵抗値が大きく変化し、とくに濡れている状態では危険性が伴うこともある。ここで紹介した計測結果以外にも、材質が石材の場所

- 1)厚生労働省:統計表データベースシステム, 人口動態調査, 平成18年, 1C 上巻 死亡 第5.30表, 不慮の事故の種類別にみた年次別死亡数及び率(人口10万対), http://www.dbtk.mhlw.go.jp/toukei/data/010/2006/toukeihyou/0006067/t0134577/MC300000_001.htm
- 2)厚生労働省:統計表データベースシステム, 人口動態調査, 平成18年, 1C 上巻 死亡 第5.31表, 不慮の事故の種類別にみた年齢別死亡数, http://www.dbtk.mhlw.go.jp/toukei/data/010/2006/toukeihyou/0006067/t0134578/MC310000_001.html
- 3)特許庁ホームページ:特許電子図書館, 特許・実用新案公報DB, 「路面の滑り抵抗測定装置」, 特許 2001-120407 (平13.4.18)
- 4)サーフテクノ・ラボ:すべり測定器 (OTTO), <http://www.surftechno.jp/otto.html>
- 5)山内康嗣, 亀山修一, 社本和仁:歩道の聴診器・すべり測定器の開発, 第27回日本道路会議, 論文番号20070, 2007
- 6)名古屋市:福祉都市環境整備指針, <http://www.city.nagoya.jp/shisei/jigyoukeikaku/ukushi/fukushi/nagoya00007512.html>
- 7)さいたま市:さいたま市だれもが住みよい福祉のまちづくり条例, <http://www.city.saitama.jp/www/contents/1142850047155/files/5douro.pdf>
- 8)横浜市:横浜市横浜駅周辺地区道路特定事業計画, http://www.city.yokohama.jp/me/douro/shisetsu/bfree/yokohama/bfree_yokohama_text.html
- 9)京都市:バリアフリー条例, 施設整備基準 項目別, <http://www.city.kyoto.lg.jp/tokei/page/0000005815.html>
- 10)財団法人建材試験センター:試験設備紹介, 滑り性試験機「建材試験情報」, 2005年6月号, Vol.41, pp.37-38
- 11)丸林良嗣, 藤川貴朗, 柴田周治:床・舗装路面におけるすべり防止技術および測定機器に関する調査, 三重県科学技術振興センター工業研究部研究報告, No. 31, pp. 98-101, 2007.
- 12)東京都保険福祉局:東京都福祉のまちづくり条例施設整備マニュアル (建築物編), <http://www.fukushihoken.metro.tokyo.jp/kiban/machizukuri/manu/files/manu-2.pdf>, 「28 床のすべり」, p.108.
- 13)株式会社トリニティ・ラボ:トリラボ スリップメータ Type TL501, <http://www.trinity-lab.com/TL501.htm>
- 14)宮田建設株式会社ホームページ:滑り抵抗値, <http://www.miyatakensetsu.com/page/boukatu/suberityeku.htm>