

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

丸林良嗣*，藤川貴朗*，柴田周治*

Survey of Slip Prevention Technique and Measuring Instrument in Floor and Road Surface

Ryoji MARUBAYASHI，Takao FUJIKAWA，Shuji SHIBATA

1. はじめに

三重県の北勢地域には、鋳物製品製造業、建築金物製造業が多く立地しており、それらの企業では、マンホール蓋・グレーチング（溝蓋）等が主要製品として製造されている¹⁾。

近年高齢化社会を迎えて、屋外での転倒事故が増加し、社会問題になっている。転倒に関する調査²⁾では、中高年者の転倒発生場所のおよそ半数が一般道路・歩道であり、屋外でのすべり防止対策が急務となっている。そのため、路上に設置されるマンホール蓋、グレーチング等での転倒事故の防止に関して研究の必要が生じている。

ここでは、マンホール蓋・グレーチング等でのすべり防止技術、測定機器の調査の前段階として、現在、床・舗装路面で問題となっているすべり特性、またすべり防止技術の現状について調査した結果を報告する。また、床・舗装路面で現在用いられているすべり測定機器の特徴について調査した結果も併せて報告する。

2. 床・舗装路面におけるすべり特性 およびすべり防止技術

2.1 床

木質フローリング、樹脂タイル、セラミックタイル等の屋内における床材料について、その特徴等を述べる。

床の乾燥（清浄）時のすべり抵抗は、その表面の

* 金属研究室

凹凸形状に大きく影響を受ける。しかし、実際の使用状況では、塵、土砂、水、油などが存在し、すべり抵抗は乾燥（清浄）時に比べて低下する。また、接触する靴、スリッパ等の底面ゴム等の硬度、凹凸等もすべり抵抗に大きな影響を及ぼす要因である。

床のすべり抵抗の測定^{3,4)}には、後述する小野式すべり試験機、ポータブルスキッドテスターが主に利用されており、乾燥状態および湿潤状態での測定がなされている。特に湿潤状態では各床でのすべり抵抗に大きな差が観測されており⁴⁾、実際の使用状況（バスルーム等）を考慮しても、湿潤時のすべり抵抗が重要となる。

屋内の場合、裸足、靴下、スリッパ、ゴム底靴（体育館等での使用）など色々な状況で床と触れる可能性があるため、湿潤の状況が考えられる浴室、玄関等の場所以外では乾燥時のすべり抵抗も重要となる。しかし、すべり抵抗が大きすぎると、履物等と床の間で引っ掛かりが起きてしまい、転倒する可能性も考えられるため、適度なすべり抵抗が必要となる。

従って、床においては、湿潤時には高く、乾燥時には適度なすべり抵抗を持つ材質が望まれる。

2.2 舗装路面

2.2.1 車道用

車道用の舗装材料には、アスファルト、コンクリートが用いられており、それらにすべり抵抗を大きくする目的で、グレーピングと呼ばれる溝が施してあったり、種々の粒度の骨材が散布されたりしたものがある。

舗装に施されるグレーピングは、その溝間隔、深さがすべり抵抗に大きく影響するが、時間の経過と共に溝の中にタイヤのゴムや土砂、塵等が入り込みすべり抵抗が低下するという問題がある。また、乾燥・湿潤の状態以外にも、塵・土砂等が関与し、冬の凍結を含めたすべり抵抗が重要となる⁵⁾。

また、骨材の散布については、その形状、粒度により微細な突起を持つサンドペーパー状のマイクロ形状または粗大な突起を持つ荒い肌目のマクロな凹凸を形成し耐すべり性を向上させることができる^{6,7)}が、自動車等の交通量の違いにより摩耗状態が大きく変化し⁸⁾、長期間に渡って表面凹凸形状を維持できる耐摩耗性が必要となる。

表面が湿潤状態の時は、乾燥時に比べてすべり抵抗が低下するため、排水性を向上させ、表面を乾きやすくすることも有効である。

従って、車道用の場合は、表面の凹凸が、時間の経過に伴って著しく磨耗することにより、すべり抵抗が小さくなっていくため、摩耗に対する耐久性の高い材質が必要とされる。

舗装路面のすべり抵抗の測定には、ポータブルスキッドテスター、DF テスターが主に用いられており、乾燥状態および湿潤状態での測定がなされているが、すべり抵抗の評価には、湿潤状態での測定が用いられる。

2.2.2 歩道用

歩道用の舗装材料には、コンクリート、アスファルト、セラミックタイル、インターロッキングブロック等がある。

歩道用の舗装では、自転車等のゴムタイヤの他に、歩行者のゴム底靴、革靴などが接触すると考えられるが、水、油、塵、砂等が舗装表面に付着する可能性がある。そのため、車道用舗装とともに、表面形状によるすべり止めの防止の他に、表面からの水・油の排水性や塵の溜まりにくい構造とすることが有効となると考えられる。

歩行時の靴の種類については、靴底の材質(革、ゴム、木等)、硬さ、模様がすべり抵抗に大きな影響を及ぼす。特に硬さについては、靴底と路面等との間の接触圧に大きく影響を与えるため、その材質は柔ら

かく、振動吸収能が高い材料ほどすべり抵抗が大きいと考えられている。

車道用の舗装に施されたすべり対策が歩道用の舗装にとっても有用であるというわけではなく、車道用と歩道用のすべり止め対策は別のものとして考えるべきである。特に歩道においては、転倒した際に、その表面の突起部で、怪我をするような構造であってはならず、表面に比較的起伏がない形状が望まれる。また、ハイヒール等で歩行する際には、そのヒールが凹部にはまらないような形状とすることが必要である。

歩行時の路面等でのすべり抵抗の測定については、官能試験とすべり測定機器を組み合わせて評価している⁹⁻¹¹⁾。歩道では車道と異なり測定機器で得たすべり抵抗値だけでは、人間が実際に路面等の上を靴で歩いた時のすべりやすさの感覚とが異なる場合があるため、これらを組み合わせて、評価するのが妥当と思われる。

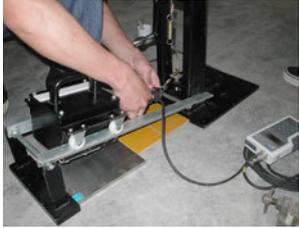
3. すべり測定機器について

現在、すべり測定機器としては、種々のものが考案されているが、国内においては、床・舗装路面を対象として、前述の小野式すべり試験機、DF テスター、ポータブルスキッドテスターが主に用いられている。これらは、持ち運びが可能のため、現場もしくは実験室の両方で測定が可能となっている。表1に各測定機器の規格、特徴、外観等を示す。

これらの試験は、すべてゴム片を試験片に接触させてその時の荷重もしくはエネルギー損失を測定するため、表面凹凸がありゴムの引っかかりの大きいものを測定する際には、ゴム片の摩耗が激しく、ゴムの交換時期、ゴム硬度等に対して特に注意が必要である。

また、これらには、既に規格等が定められており、広く一般に用いられている。測定対象は、床・舗装路面等の表面が比較的平滑な材料であり、表面に大きな凹凸のあるマンホールや溝のあるグレーチングにおいては、測定が容易でなく統一的な測定機器およびその基準は明確には定められていない。

表1 すべり測定機器の特徴

測定機器	小野式 すべり試験機	DF テスター	ポータブル スキッドテスター
対象材料	床材	舗装材料	床・舗装路面
開発者	東京工業大学	日邦産業株式会社	英国道路交通研究所
測定項目	すべり抵抗値 (CSR)	動摩擦係数	動・静摩擦係数 (BPN)
規格等	JIS A 1454 「高分子系張り床材 試験方法」	ASTM E1911-98 「Standard Test Method for Measuring Paved Surface Friction Properties Using the Dynamic Friction Tester」 舗装試験法便覧、日本道路協 会「4-1-1T 回転式すべり抵抗 測定器による動摩擦係数の測 定方法」	ASTM E303-93 「Standard Test Method for Measuring Surface Friction Properties Using the British Pendulum Tester」 舗装試験法便覧、日本道路協 会「6-5 舗装路面のすべり抵 抗の測定方法」
特徴	人の歩行を前提とした測定方法であり、錘を搭載したゴム片を床上に置き、斜め上方へ引っ張った時に、ゴム片が動き出す時の荷重から得られるすべり抵抗値を算出する。鉛直荷重の差により定置型と持ち運び可能な簡易型の2種類がある。	動摩擦係数を計る簡易でポータブルな測定装置であり、ゴム片を床上で回転させるのに必要なトルクからすべり抵抗値を算出する。回転盤の回転速度の違いにより車道用と歩道用の2種類がある。	エネルギー保存の法則を利用し、振り子の先端につけたゴム片を床上で滑らせた時に損失するエネルギーからすべり抵抗を算出する。
外観 写真			

4. まとめ

以上のように、床・舗装路面におけるすべり抵抗・すべり防止技術と現在のすべり測定機器について、その特徴等をまとめた。床・舗装路面において、すべりが発生する状況は様々であり、それぞれの用

途に応じたすべり対策が必要になる。今後、これらに用いられているすべり対策技術をマンホール蓋・グレーチング等に活用し、大きなすべり抵抗を持つ建築物の開発を行うことを考えていきたい。

また、すべり抵抗値の測定には、それぞれの測定

方法によって様々な特徴があり、すべての材料に適用できるものではないため、試験機をそれぞれの条件によって選択し測定することが必要となる。また、実際の歩行路面等では、人間がすべりを感じる官能試験方法と併用して評価を行うことが必要となる。

現在、床・舗装路面に関するすべり測定技術には、すでに規格があり一般的に利用されているが、マンホール蓋・グレーチング等の建築金物に利用できるすべり測定技術は確立されていない。よって、マンホール蓋での大きな凹凸や、グレーチング等での広い鋼材間隔にも対応できる評価技術を確立する必要がある。

参考文献

- 1) 株式会社百五経済研究所：“三重県経済のあらまし 最新の動きをつかむ 2006”，p58(2006)
- 2) 武藤芳照ほか：“転倒予防教室”。日本医事新報社，p11-17 (2002)
- 3) “The Measurement of the Slip Resistance of Floor Surfaces .The Tortus and the Pendulum”。Construction & Building Materials ， 3 ， p163-171 (1988)
- 4) 小野英哲：“床のすべりと安全性，快適性およびその基本的対策”。建築仕上技術，7 ， p1-22 (1995)
- 5) 尾崎はじめほか：“舗装コンクリートの摩耗と冬期路面の滑り抵抗の改善に関する試験結果について”。土木学会北海道支部論文報告集，40 ， p652-655 (1983)
- 6) T . F . Fwa , et al .：“Effect of Aggregate Spacing on Skid Resistance of Asphalt Pavement”。J . Transportation Engineering ， 129 ， p420-426 (2003)
- 7) A . G . Kokkalis , et al .：“Consideration of Fractals Potential in Pavement Skid Resistance Evaluation”。J . Transportation Engineering ， 128 ， p591-595 (2002)
- 8) William H . Skerritt：“Aggregate Type and Traffic Volume as Controlling Factors in Bituminous Pavement Friction”。Transportation Research Record ， 1418 ， p22-29 (1993)
- 9) 横谷富士男ほか：“歩道舗装材に求められる滑り抵抗値について”。土木学会年次学術講演会講演概要集，第5部47，p88-89 (1992)
- 10) K . Yada , et al .：“A Standard of Slip Resistance for Pedestrian Road Pavement”。Osaka and Its Technology ， 34 ， p12-16(1999)
- 11) 小田勝也ほか：“海岸施設における利用者のすべりに関する評価方法とすべり対策に関する研究”。海岸工学論文集，51，p1251-1255(2004)

(本研究は法人県民税の超過課税を財源としています)