

実環境に即した摩擦評価と安全な路面構造の設計

Friction measurement in outdoor environment and design of surface structure for safety

首都大学東京 諸貫 信行

Abstract

This study discusses friction measurement of structured road or floor and its design guideline. When rolling and hydrodynamic lubrication intervenes simultaneously, coefficient of friction decreases drastically. Measurements were carried out simulating such actual friction. It was found that properly designed structure well prevent the rolling motion of the elements and thus preferable for safety.

1. はじめに

雰囲気の変化が路面や床の摩擦に及ぼす影響を図 1 に示す。乾摩擦状態では速度に依存せず摩擦係数は一定となるが、雨天時や濡れた床では速度に応じた動圧効果により摩擦係数が低下して危険な状況が発生する。石や砂粒が介在する場合はこれらの転がりにより摩擦がさらに低下しやすい。

これまで、床材に設けた微細構造で動圧効果を低減したり¹⁾、突起構造で転動体の転がりを防止したりする研究がなされてきたものの²⁾、実環境のようにこれらが混在する環境での実験は行われておらず、設計の指針も明らかにされていない。

そこで本研究では、実環境の路面を模擬した摩擦の評価を行うとともに、より安全な路面設計のための検討を行う。

2. 実験装置および方法

図 2 に実験装置の概要を示す。JIS の評価方法³⁾と異なり、平面試料間に相対滑りを与え、その時の法線力と摩擦力を力センサにより測定することで摩擦係数を算出できるようになっている。特徴的なのは、プール状の構造の中に路面側の試料を設置し、試料間に液体や転動体を介在させることができるようになっていることである。ピンオンディスクなどの摩擦試験法に比べ、平面同士の接触は一樣な接触が困難なことから、角度調節機構を設けるとともに感圧紙による確認を行った。

路面あるいは床材に設けるミリメートルレベルの構造設計を議論するために、表 1 に示すように種々の寸法を持つエポキシ樹脂製の構造を試作した。これらの構造は実際の路面材に用いられているパターンを参考にしたものであり、平行溝構造などと異なり方向性は有しない。参考のため構造のない平面も含めた。相対

する試料は靴底程度の大きさをもつゴム (Hs80) とし、面圧は 106 kPa、摺動速度は 0.1 m/s で一定とした。

実験条件として、試料間に介在させるのは転動体 and/or 水とした。転動体は粒径φ1 あるいは 4 mm の超硬球 200 個をランダムに配置した。液体は、動圧が作用しやすいように水に増粘剤を加えて粘度を 100 mPa・s に調整したものとした。

3. 実験結果

3.1 構造寸法と流体潤滑の影響

構造寸法および流体潤滑が摩擦特性に及ぼす影響を整理した結果を図 3 に示す。流体潤滑になると摩擦係数が下がる傾向にあるが、構造寸法を調整することによって平板 ($R=\infty$) よりも摩擦係数を高く維持でき

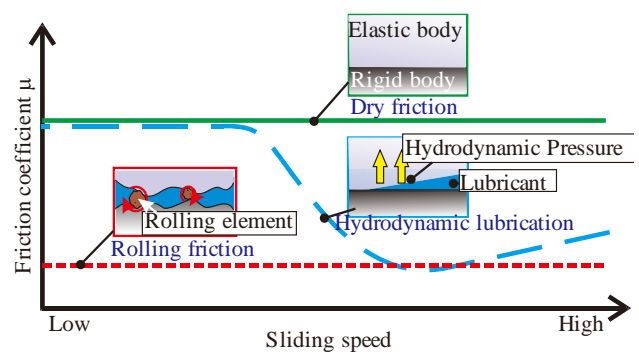


Fig. 1 雰囲気が摩擦特性に及ぼす影響

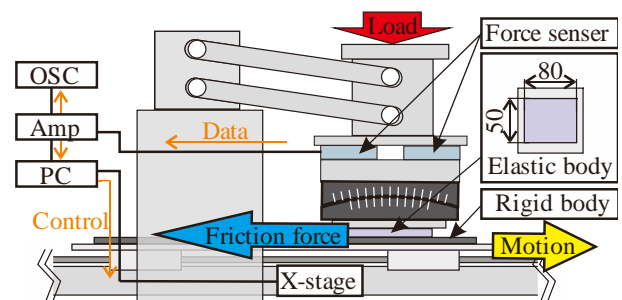


Fig. 2 実験装置

Table 1 試料寸法

Size [mm]	Size [mm]			Shape
	Pitch P	Height H	Radius R	
①	Flat			
②	5	1	5	
③	7.5	1	1	
④	7.5	1	5	
⑤	7.5	1	10	
⑥	7.5	0.5	5	
⑦	10	1	5	
⑧	7.5	3	5	

ることがわかる。たとえばピッチを 5 mm 程度、高さを 3 mm 程度、および曲率半径を 1 mm 程度にすると乾湿によらず高い摩擦係数を維持しやすいことが分かった。

3.2 構造寸法, 流体潤滑および転動体 ($\phi 1$) の影響

構造寸法, 流体潤滑および小さな転動体 ($\phi 1$) の影響を図 4 に示す。ピッチや高さが小さい構造では摩擦係数の低下が顕著であることがわかり、流体の有無よりも転動体の存在が強い影響を及ぼすことがわかる。しかし、ピッチ 5 mm 程度とし、高めの構造にすると摩擦係数を比較的高く維持できることがわかる。

3.3 構造寸法, 流体潤滑および転動体 ($\phi 4$) の影響

図 4 の条件と類似で転動体直径を 4 mm と大きくした場合の結果を図 5 に示す。転動体直径が大きいため、小さな構造は容易に乗り越えてしまい、摩擦係数は極端に小さくなっていることがわかる。しかし、ピッチ 5 mm の条件や構造を高くした場合や、曲率半径を 10 mm 程度にすると比較的摩擦係数の低下を抑制できることが分かった。

4. 考察

今回の条件では流体よりも転動体の影響が支配的になることがわかった。弾性体上を転がる転動体は弾性体のヒステリシス等のために摩擦が大きくなりがちであり、これを適度に大きくするような構造寸法がわかれば設計の指針となる。今後、このような挙動のモデル化の確立を行うことで、より安全な路面・床構造の設計指針が実現できると考えられる。

5. おわりに

砂粒などの転動体と流体が介在する路面・床と靴モデルの間の摩擦評価を行うとともに、設計に向けた考察を行った。新たに分かった知見は、転動体の転がりを維持しつつ摩擦を適切に設計する可能性を示したこ

とであり、これにより、雰囲気によらず摩擦係数の変化が少ない路面を製作できると考えられる。

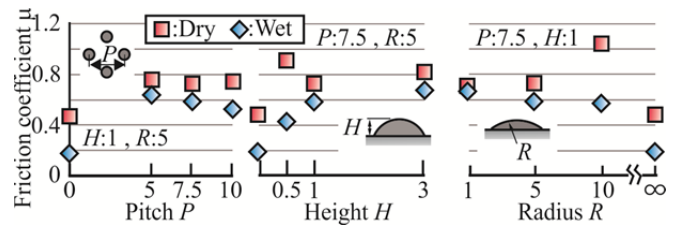


Fig.3 構造寸法および流体潤滑が摩擦特性に及ぼす影響

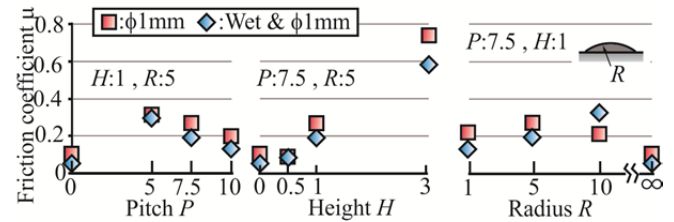


Fig.4 構造寸法, 流体潤滑および転動体 ($\phi 1$) が摩擦特性に及ぼす影響

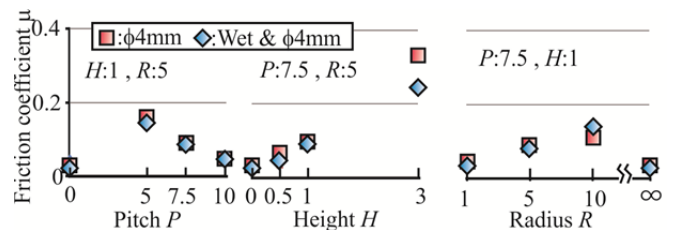


Fig.5 構造寸法, 流体潤滑および転動体 ($\phi 4$) が摩擦特性に及ぼす影響

謝辞

本研究に関わる実験を遂行してくれた本学学生の田邊広之君, 増田一樹君に謝意を表す。また本研究は(財) JKA の補助を受けて行われたことを付記し, 謝意を表す。

参考文献

- 1) 梶田他, 床材の摩擦特性評価法と表面微細形状の影響, 精密工学会春季大会講論, 2007, pp.267-268.
- 2) 増田他, 転倒事故防止のための床表面構造の設計, 精密工学会秋季大会講論, 2011, pp.369-370.
- 3) JIS A 1454.