

3D モーション摩擦測定機を用いた路面のすべり抵抗性測定手法に関する検討

鹿島道路（株） 正会員 ○佐藤 文洋，好見 一馬，横田 慎也，鎌田 修
住友大阪セメント（株） 遠藤 大樹，安久 憲一
阪神高速技術（株） 久利 良夫

1. はじめに

近年，道路利用者の走行安全性の確保などの観点から，路面のすべり抵抗性の確保に関して改めて注目が集まっている．すべり抵抗性を測定する方法としては，大型の装置ではすべり測定車，小型のものではポータブル・スキッド・レジスタンステスト(以下，PSRT)や，DFテスト(以下，DFT)等を用いた試験が一般的である．ただし，小型の試験機においてもPSRTでは30cm角程度，DFTに至っては，40cm角程度以上の板状供試体が必要である．そこで，筆者らはコア程度の大きさで計測が可能で，汎用的かつ簡易に評価できる3Dモーション摩擦測定機を用いた路面のすべり抵抗性の評価手法の可能性について検討した．本研究では，本測定機とDFTから得られるすべり抵抗性との関係を確認するとともに，実路から採取したコンクリートコアへの適用性について検討した．

2. 試験方法

2-1. 測定機概要と測定方法

本研究では，写真-1 に示す 3D モーション摩擦測定機“ハンディラプテスター”（計器型式：TL701，(株)トリニティーラボ製）を使用した．本測定機は角度センサが内蔵されており，顔，腕などの人体の表面部から自動車のハンドルなど湾曲部の摩擦性も測定可能である．また，本測定機は供試体に触れる接触子を交換でき，本研究では写真-2 に示す指先を模擬した触覚接触子，DFT のゴムスライダーを装着したゴム接触子の 2 種類で測定を実施した．

測定は，写真-1 に示す測定ユニットを測定面に対して垂直（荷重 5.0N 程度）に押しつけ，そのまま水平方向に移動させた際の動摩擦係数を測定するものである．なお，測定ユニットを移動させる際の速度は DFT から得られるすべり抵抗値と比較するため，できる限り同一の速度とすることが望ましい．そのため，DFT から得られる最低計測速度である 1km/h に近い速度で計測を行った．その際のサンプリング間隔は 1msec，サンプリング時間は 3 秒間とした．測定は各 50 回測定し，平均値(以下， $\mu_{Ave.}$)を求めた．測定状況を写真-3 に示す．

2-2. すべり抵抗性の相関確認

既存の測定機との相関を確認するため，DFT から得られるすべり抵抗値との比較を行った．測定対象物は，大きな凹凸や，測定箇所の違いによる測定値のばらつきを極力抑えるため，可能な限り平坦で均一な測定面を有するものとした．本研究では，フロートガラス，表面にサンドブラスト加工を実施したすりガラス，アルミ板，ライナックス仕上げを行ったコンクリート板の計 4 種類を用いた．測定は湿潤状態で実施した．

2-3. コンクリートコアを用いての適用性確認

本測定機の実路への適用性を確認するため，コンクリート舗装から採取した，コア(φ10cm)を用いた測定を行った．当該コアは構内道路より採取したものである．コア採取場所の概要を表-1 に示す．

キーワード 摩擦測定機 DF テスタ すべり抵抗性 動摩擦係数 コンクリート舗装

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島道路(株)技術研究所 TEL 042-483-0541



写真-1 3Dモーション摩擦測定機

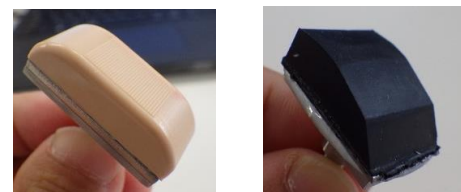


写真-2 各種接触子



写真-3 ハンディラプテスター測定状況

表-1 コア採取場所概要

No.	採取位置	表面の触感	μ_{60}
1	屋根あり部	ツルツルし， 平滑	0.10
2	屋根あり部 (雨の吹込みあり)	ザラザラし， 少し凹凸がある	0.25
3	屋根無し部	骨材がすり磨かれ， ツルツルしている	0.26
4	屋根無し部	ザラザラし， 少し平滑	0.36

なお、当該コアの採取箇所ではDFTによるすべり抵抗値($\mu 60$)が得られており、試みとして本測定機から得られた $\mu Ave.$ との関係を確認した。さらにコアは酸処理を行い、処理前後の $\mu Ave.$ の変化も確認した。

3. 試験結果

3-1. すべり抵抗性の相関確認

図-1にDFTの速度と動摩擦係数との関係を示す。DFTの動摩擦係数は測定面により異なることが確認された。また、フロートガラスとアルミ板においては、車両が走行する速度(10~90km/h程度)では同程度の動摩擦係数であるが、10km/h未満の低速域では差が見られることが分かった。これは、各測定面のマイクロテクスチャの違いが低速域でのすべり抵抗性に、より強い影響を与えていると考えられる。

図-2にDFTの1km/hでの動摩擦係数($\mu 1$)と $\mu Ave.$ との関係を示す。 $\mu 1$ と $\mu Ave.$ の相関を見ると、決定係数が触覚接触子では0.98、ゴム接触子では0.77と何れも高い相関関係にあることが確認できる。このことから、本測定機は低速域における路面のすべり抵抗性を定量的に評価できる可能性があり、今後も様々な測定面のデータを蓄積したいと考えている。

3-2. コンクリートコアにおける測定結果

図-3にコンクリートコアによる測定結果を示す。図中には、 $\mu Ave.$ と計測結果のばらつきを確認するため、それぞれの変動係数も併記した。

まず、今回測定した変動係数は5.7~15.9%であるのに対し、DFTでの測定時の変動係数は、安部ら²⁾では5.2~5.5%、つくば舗装技術交流会での結果³⁾より計算すると3.2~13.4%程度となる等の報告もあり、ハンディエラプテスターの測定時のばらつきはDFTより若干大きい値であった。また、 $\mu Ave.$ と変動係数には明確な傾向は認められない。

次に、酸処理前の結果と $\mu 60$ を比較すると、屋根あり部であるNo.1と2では、No.2の $\mu Ave.$ の方が何れの接触子でも大きい結果となっている。これは $\mu 60$ の傾向と同じである。更に、屋根なし部であるNo.3と4とを比較するとNo.4の $\mu Ave.$ の方が大きくなっており、これも $\mu 60$ と同様の傾向であった。しかし、酸処理前の結果と $\mu 60$ とを全体的に捉えた場合、両者に相関があるとは一概には言えない結果となっている。これはコンクリートコアの凹凸(マイクロテクスチャ)が影響しているものと思われる。

しかし、酸処理前後の結果では、全て酸処理後の $\mu Ave.$ が一様に大きくなり、酸処理によりすべり抵抗性が回復するとして既往報告⁴⁾と同様の傾向が得られた。これより本測定機はすべり抵抗性に影響を及ぼすマイクロテクスチャのわずかな変化を捉えるのに有効であると考えられ、コアなど狭小部においてマイクロテクスチャの変化によるすべり抵抗性の変化を相対的に評価することができると言える。

4. まとめ

本研究では、ハンディエラプテスターの適用性を検討した結果、低速域における各測定面のマイクロテクスチャの変化によるすべり抵抗性の違いを定量的に評価できる可能性を示した。また、コンクリートコアによる試験では、室内試験においてコアレベルでのすべり抵抗性の変化を相対的に評価できる可能性を示した。今後は、本測定機から得られる $\mu Ave.$ の適用条件や評価方法について更に検討を継続する所存である。

【参考文献】1)中村 功：コンクリート舗装のすべり抵抗回復工法に関する研究 土木学会論文集E1 (舗装工学), Vol.70, No.3, 1197-1204, 2014, 2)安部 功：動的路面すべり摩擦測定機(DFT)の開発と課題 第31回日本道路学会 2056, 2015, 3)つくば舗装技術交流会：すべり抵抗評価方法に関する研究, TPT Report, No.5, p44-50, 2005, 4)高橋 功：コンクリート舗装のすべり抵抗性および配合条件の影響およびすべり抵抗性回復技術の検討, 第70回土木技術大会, p196-197, 2016

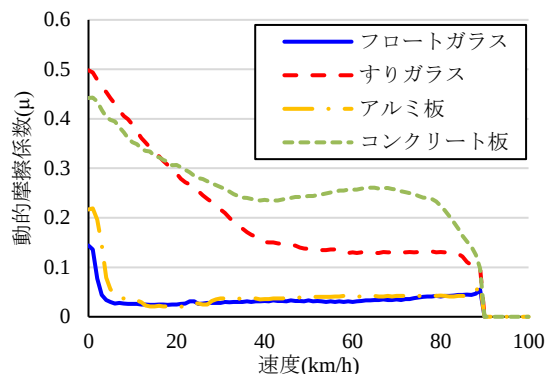


図-1 DFTの速度と動摩擦係数との関係

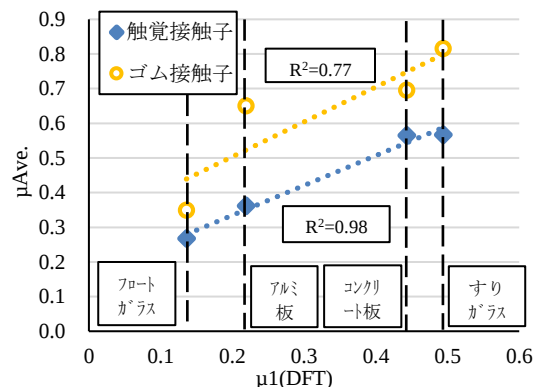


図-2 DFTとハンディエラプテスターの関係

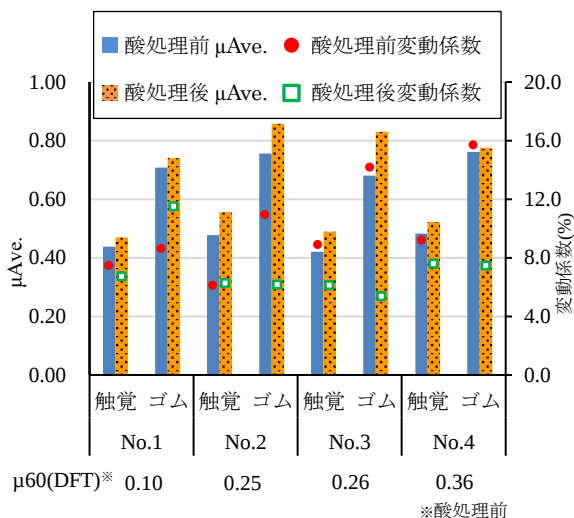


図-3 コンクリートコアの試験結果