

第V部

3D モーション摩擦測定機を用いたコンクリート舗装のすべり抵抗性に関する基礎研究

鹿島道路（株） 正会員 ○佐藤 文洋，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

コンクリート舗装は，アスファルト舗装に比べ耐久性が高く，長寿命化舗装の観点からも近年注目を集めている．コンクリート舗装は，これまで主にトンネル部での適用実績が多いが，最近ではトンネル部におけるコンクリート舗装においてすべり抵抗性の低下が報告されている．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DFテスト（以下，DFT）やポータブル・スキッド・レジスタンステスト（以下，PSRT）等が挙げられるが，小型の測定機でも40cm程度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てすべり抵抗性を測定した．本研究は，本測定機とDFTおよびPSRT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を用いた評価を行った．

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 “ハンディエラプテスター”（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 のゴムスライダを装着したゴム接触子の2種類で測定を実施した．

測定方法は写真-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した．測定条件は，測定範囲を 5cm 程度，サンプリング速度は 1msec，サンプリングは 3 秒間とし，動摩擦係数を各 50 回測定し，平均値（以下， μ_{Ave} ）を求めた．

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 および PSRT との比較を行った．基準面は，写真-3 に示す 50cm 角のガラス板とし，通常ガラス（フロートガラス）と表面にサンドブラスト加工を実施したすりガラス，計 2 種類を用いた．計測は乾燥状態および湿潤状態で実施した．なお，表面形状を確認するため，顕微鏡を用いた表面観察も実施した．

2-3. コンクリートコアを用いての適用性確認

本測定機の実際のコンクリート舗装への適用性を確認するため，コンクリートコア（ $\phi 10\text{cm}$ ）を用いた測定を行った．コアは構内道路より採取した．コア採取場所の概要を表-1 に示す．



写真-1 3Dモーション摩擦測定機



写真-2 各種接触子

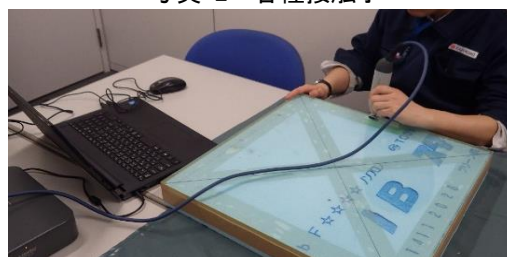


写真-3 ガラス面測定状況

表-1 コア採取場所概要

No.	採取位置	表面の触感	μ_{60}	BPN
1	屋根あり部	ツルツルした平滑面	0.10	26
2	屋根あり部 （雨の吹込みあり）	ガラガラし， 少し凹凸がある	0.25	43
3	屋根無し部	骨材がすり磨かれ， ツルツルしている	0.26	43
4	屋根無し部	ガラガラし， 少し平滑な面	0.36	62

Fumihito SATO, Shinya YOKOTA, Osamu KAMADA, Taiju ENDO, Kenichi YASUHISA, and Yoshio HISARI

fsato@kajimaroad.co.jp

本コアは採取前に現地で DFT および PSRT によるすべり抵抗を測定しており、本測定機から得られる $\mu\text{Ave.}$ との関係を調べた。さらにコアは酸処理を行い、処理前後の $\mu\text{Ave.}$ 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

表-2 に、各測定機のガラス面でのすべり抵抗性測定結果を示す。通常ガラスでは、すべての測定機で乾燥状態から湿潤状態に推移すると、一様にすべり抵抗性は低下した。しかし、すりガラスにおいては DFT および PSRT は湿潤状態にするとすべり抵抗性が低下するのに対し、ハンディーラブテスターでは触覚・ゴム接触子ともに $\mu\text{Ave.}$ が上昇するのが確認された。ここでガラス面の表面形状を写真-4 に示す。すりガラスは通常ガラスに比べ表面の凹凸が非常に多く、凹凸の高低差も、通常ガラスは 200~250 μm に対し、すりガラスは 300~400 μm と高低差も増加している。ハンディーラブテスターは DFT・PSRT に比べ動摩擦係数測定時の速度は非常に遅いものとなっている。そのため、接触子とすりガラス面との間に水膜が形成されにくく、DFT・PSRT とは異なる傾向になったと考えられる。

3-2. コンクリートコアにおける測定結果

図-1 にコンクリートコアによる測定結果を示す。まず、酸処理前の結果と $\mu 60$, BPN とを比較する。屋根あり部である No.1 と 2 を比較すると、No.2 の $\mu\text{Ave.}$ 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、 $\mu 60$, BPN の傾向と同じである。一方、屋根なし部である No.3 と 4 とを比較すると No.4 の $\mu\text{Ave.}$ の方が大きくなっており、これも $\mu 60$, BPN と同様の傾向である。ただし、全体的に捉えた場合、 $\mu 60$ や BPN と相関があるとは一概には言えず、ハンディーラブテスターの適用条件、 $\mu\text{Ave.}$ の評価方法には更なる検討が必要である。次に、酸処理前後の結果では、全て酸処理後の $\mu\text{Ave.}$ が大きくなっており、既往の文献²⁾と同様の傾向が得られた。よって、本測定機はすべり抵抗性に影響を及ぼす表面形状の微細な変化を相対的に評価することができる可能性がある。

4. まとめ

本研究においてハンディーラブテスターの適用性を検討した結果、ガラス面における微細な凹凸形状の変化により既存の試験との相関性に変化が出る可能性があることが示唆された。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 $\mu\text{Ave.}$ の適用条件や評価方法について更に検討を継続する必要がある。

【参考文献】1)中村ほか：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, I_197-I_204, 2014, 2)高橋ほか：コンクリート舗装のすべり抵抗性に及ぼす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.

表-2 ガラス面の測定結果

ガラス種類	試験機	試験条件	測定値		
			乾燥状態	湿潤状態	差(乾-湿)
通常ガラス	ハンディーラブテスター	触覚接触子	1.209	0.268	0.941
		ゴム接触子	1.940	0.349	1.591
	DFT	$\mu 60$	0.46	0.03	0.43
	PSRT	-	102	17	85
すりガラス	ハンディーラブテスター	触覚接触子	0.424	0.567	-0.143
		ゴム接触子	0.766	0.815	-0.049
	DFT	$\mu 60$	1.17	0.04	1.13
	PSRT	-	91	60	31

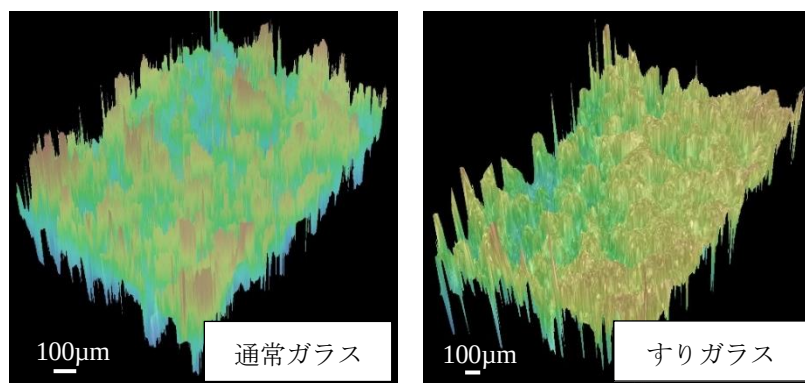


写真-4 ガラス面の表面形状

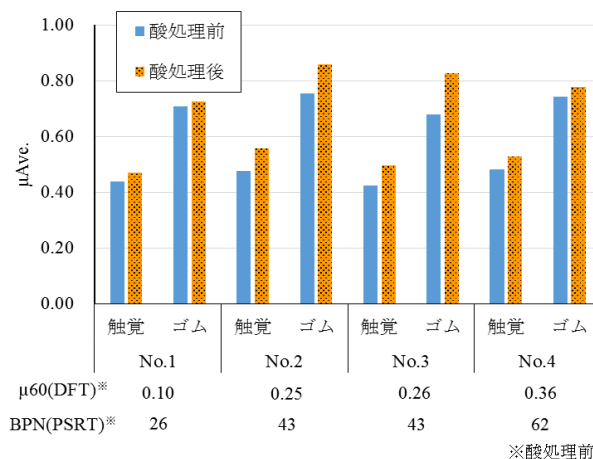


図-1 コンクリートコアによる試験結果