

## 路面のテクスチャとすべり摩擦に関する一考察

日本道路公団試験研究所 正会員 佐藤 正和

日本道路公団試験研究所 正会員 ○阿部 勝義

## 1. はじめに

JHでは大型すべり試験車により、全国の高速道路のすべり測定を定期的に行っており、測定結果を舗装路面の補修や改良に反映し、高速道路の安全性・快適性を確保している。すべり測定は通常一定速度で散水を行いながら走行し、200mの間隔で試験輪をフルロックさせてすべり摩擦を測定している。しかし、補修・改良延長などの把握のためより短い間隔での測定や、交通運用上測定が困難である追越車線の測定も必要とされている。また、すべり摩擦係数は速度依存性があるが、交通量の多い路線では一定速度を保つのは困難である。このようなケースにおいて、路面のテクスチャデータからすべり摩擦係数を推定できれば、すべり測定データの補完が可能となり、測定時の安全性も確保できると考えられる。

今回、大型すべり試験車にテクスチャ測定装置を搭載してすべり測定及びテクスチャ測定を行い、すべり摩擦係数とテクスチャについて予備的な検討を行ったので報告する。

## 2. すべり測定及び路面のテクスチャ測定の概要

## (1) すべり摩擦測定

すべり測定は図-1に示す大型すべり試験車を用いて行い、測定方法はJH試験法による。

## (2) テクスチャ測定

路面のテクスチャ測定装置は表-1に示す高精度なレーザー変位計を使用している。レーザー変位計の取付位置は図-1示すとおり、散水の影響を考慮して車両前方側とし、試験輪と同じ左側わだち部(O.W.P)で測定位置を合わせている。また、テクスチャ測定はすべり測定と連動して、図-2に示すように試験輪のロック中の1秒間にテクスチャを測定する機構としている。

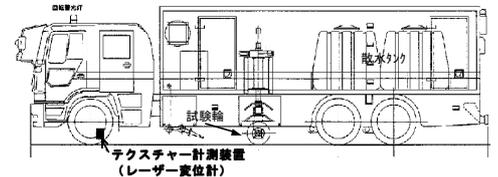


図-1 大型すべり試験車及びテクスチャ測定装置の取付位置

表-1 レーザー変位計の概要

種別	拡散反射タイプ
測定範囲	±8mm
作動範囲	50mm
最小スポット径	45×20μm
分解能	0.2μm
サンプリング周波数	50kHz

## 3. テクスチャの指標及びデータ処理手法

## (1) テクスチャの指標

タイヤ接地圧のシミュレーションからテクスチャの深さを求めた研究事例<sup>1)</sup>によると、路面へのタイヤの最大貫入深さは1.5~2.0mm程度と報告されており、七五三野<sup>2)</sup>らによるとタイヤの貫入深さと接触数がすべり摩擦係数の大きさに影響を及ぼし、タイヤの貫入深さの影響が圧倒的に大きいと報告している。そこで、今回の検討に用いるテクスチャの指標については、図-3及び図-4に示すように、タイヤ貫入深さに相当する「平均きめ深さ」と接触数に相当する「凹凸密度」の2つの指標を用いることとした。

図-3に示すテクスチャの平均深さとは舗装表面の基準線からの深さ方向変位量の累計(Σh)を測定距離(L)で除したものである。また、図-4に示す凹凸密度とは平均深さ以上の変位量のある凹凸数(M)を測定距離(L)で除したものであり、主に骨材等の大きな凹凸(マクロテクスチャ)の単位距離当たりの凹凸個数を示しているが、骨材表面の小さな凹凸(マイクロテクスチャ)の凹凸数は考慮していない。

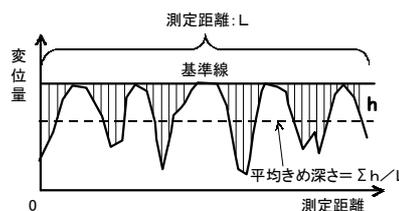


図-3 平均きめ深さの概念

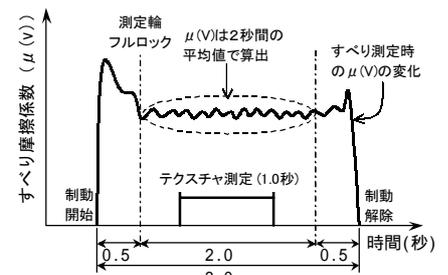


図-2 すべり測定とテクスチャ測定の関係

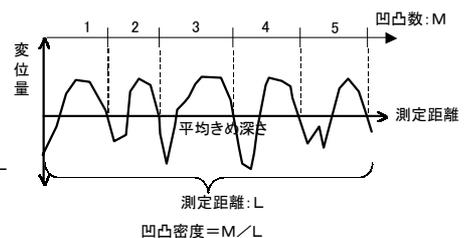


図-4 凹凸密度の概念

キーワード すべり摩擦係数, テクスチャ, きめ深さ, 高速道路

連絡先 〒194-8508 東京都町田市忠生 1-4-1 日本道路公団試験研究所舗装研究室 TEL 042-791-1621

## (2) データ処理方法

テクスチャ測定装置に使用しているレーザー変位計はサンプリング速度が50kHz(5万回/秒)と非常に速いことから、図-5に示すように路面の振動及び上下動による基準線の変化に対して、測定データの移動平均線(前後100mmの平均)より変位量の1σ分をプラス側(舗装表面側)へ基準線の補正を行うことで、平均深さの算出をしている。なお、基準線からの有効深さは研究事例よりタイヤの最大貫入深さが1.5~2.0mm程度であることから、有効深さを最大2.0mmとしており、これにより算出された平均深さを補正平均きめ深さと定義している。

また、凹凸密度は移動平均線と交差するテクスチャの個数をカウントして算出している。

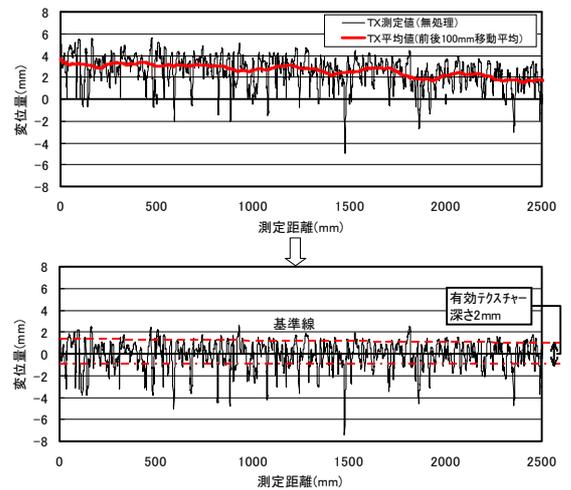


図-5 テクスチャーデータの補正方法

## 4. $\mu(80)$ とテクスチャの関係

図-6は高速道路にて測定したデータを基に $\mu(80)$ (80km/h時のすべり摩擦係数)とテクスチャの補正平均きめ深さの関係を示したものである。当該道路は9割程度が高機能舗装となっており、測定データは高機能舗装が大部分を占めている。図-6から $\mu(80)$ とテクスチャの補正平均きめ深さの相関係数は $R=0.77$ であり、相関関係は良好である。

また、図-7は補正平均きめ深さと凹凸密度の関係を示しており、全体的に補正平均きめ深さが大きくなれば凹凸密度が小さくなり、逆に補正平均きめ深さが小さくなれば凹凸密度が大きくなる関係が見られる。

$\mu(80)$ と補正平均きめ深さ及び凹凸密度の相関関係から、重回帰分析により得られる $\mu(80)$ と補正平均きめ深さ・凹凸密度の関係式は以下のとおりとなる。

$$\mu(80) = \text{TxA} \times 0.2002 + \text{TxB} \times 0.02392 + 0.1982 \quad \dots (1)$$

ここに、TxA：補正平均きめ深さ、TxB：凹凸密度

図-8は $\mu(80)$ の実測値と上記(1)式により得られた予測値との関係を示している。実測値と予測値の相関係数は $R=0.78$ と良好な相関関係があり、テクスチャの指標による $\mu(80)$ の推測式の有効性があると考えられるが、サンプルデータ数があまり多くないことから、今後データ数を増やしての検証が必要である。また、(1)式の係数の大小から、高機能舗装が主体の路面においても補正平均きめ深さの影響が圧倒的に大きく、過去の文献と同様な結果が得られた。

## 5. おわりに

高速走行中のテクスチャ測定は振動等の影響から技術的に困難とされてきたが、 $\mu(80)$ と補正平均きめ深さ及び凹凸密度との関係を見る限り、概ねテクスチャ指標の妥当性を確認できたと考えている。今後測定データの蓄積を行い、テクスチャ指標からの予測式の精度を高め、すべり測定のデータ補完等に活用していく予定である。

### 【参考文献】

- 1) Clapp, T.G., Eberhardt, A.C., Kelly, C.T.: Development and Validation of a Method for Approximating Road Surface Texture Induced Contact Pressure in Tire Pavement Interaction, Tire Science and Technology, TSTCA, Vol.16, No.1, January-March, P2~17, 1988
- 2) 七五三野：高速域のすべり摩擦に与えるテクスチャの影響要因分析について、土木学会舗装工学論文集 VOL.3(1998)

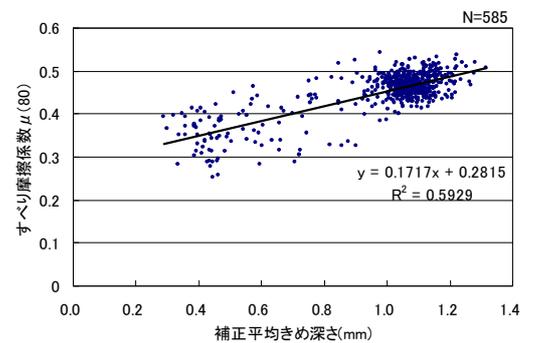


図-6  $\mu(80)$ と補正平均きめ深さの関係

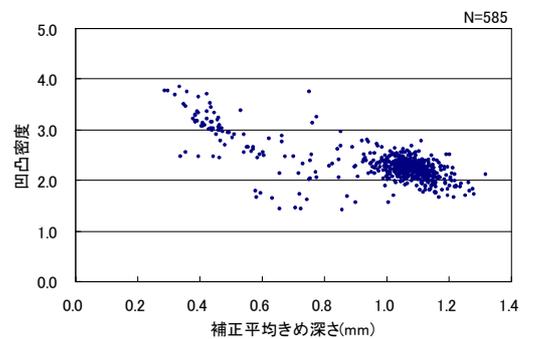


図-7 補正平均きめ深さと凹凸密度の関係

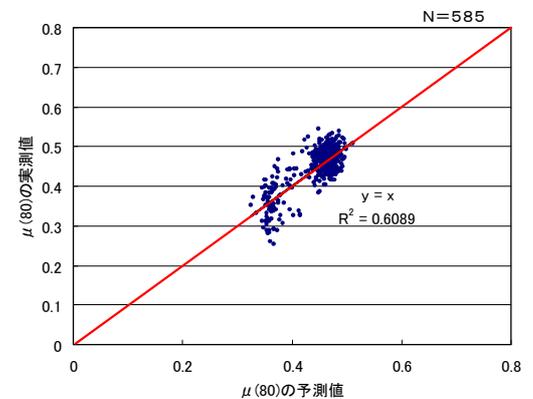


図-8  $\mu(80)$ の実測値と予測値の関係