

ランナーの走行を考慮した

3次元データを用いた舗装のテクスチャ指標に関する検討

日本道路（株） 生産企画部 ○池田 茜
山口大学大学院 中島伸一郎
日本道路（株） 技術研究所 遠藤 桂

1. はじめに

2000年代以降、健康志向の流れが強まり、わが国ではジョギングやランニングを行う人口が増加の一途をたどっている。ランナーは走行時、舗装に対する感覚が敏感であり、「着地衝撃の大小」や「蹴り出しやすさ」、「足元の安定性」を感じ取っている¹⁾。マラソンなど中長距離走に取り組むランナーに対して、走りやすい舗装に関するアンケート調査を実施した結果、陸上競技場の全天候型ウレタン舗装やアスファルト舗装は走りやすく、コンクリート舗装は走りにくいと感じており、さらにアスファルト舗装は密粒度舗装より排水性舗装の方が走りやすいと感触に違いを感じていた¹⁾²⁾。著者らはランナーの舗装に対する感触を定量的に評価することを目標として研究を行っており、ランナーの感触の違いは、舗装テクスチャが寄与していることを明らかにしている²⁾。そこで、本研究はランナーの走行を考慮した舗装テクスチャの新たな評価方法について検討した。

2. テクスチャの測定方法と舗装種類

本研究では、直径 100 mm の円柱舗装供試体を対象として面的にテクスチャの測定を行った。測定には光学式 3D 形状測定機（型式：VR-5000, KEYENCE 製）を用いた。水平方向は 47.116 μm 間隔であり、高さ方向の計測分解能は 0.1 μm である。

本研究で対象とした舗装種類は、アスファルト舗装とコンクリート舗装、陸上競技場の全天候型ウレタン舗装である。3D 測定した結果を図-1 に示す。アスファルト舗装は密粒度アスファルト舗装(13)とポーラスアスファルト舗装 (13)の 2 種類を対象とした（以下、密粒(13)、ポーラス(13)と示す）。さらに、透水性レジシモルタルシステム工法³⁾を用いた舗装（以下、弾性舗装）も検討した。コンクリート舗装はほうき目を有している。陸上競技場のトラックで用いられる舗装（全天候型ウレタン舗装）は、ウレタン材料をスプレーで吹き付け、エンボス形状を仕上げる舗装（以下、陸上スプレー）と、砂骨ローラーを用いてエンボス形状を仕上げる舗装（以下、陸上ローラー）の 2 種類である。最大山高さ S_p はコンクリート舗装が $S_p=0.802$ と最小値を示し、ポーラス(13)が $S_p=5.409$ と最大値を示した。ランナーが路面と接地する際、シューズ底面と接する面が、アスファルト舗装のように凹の形状を多く有する場合、ネガティブテクスチャと称し、陸上スプレーや陸上ローラーのエンボス仕上げのように、凸の形状を多く有する場合、ポジティブテクスチャと称す。

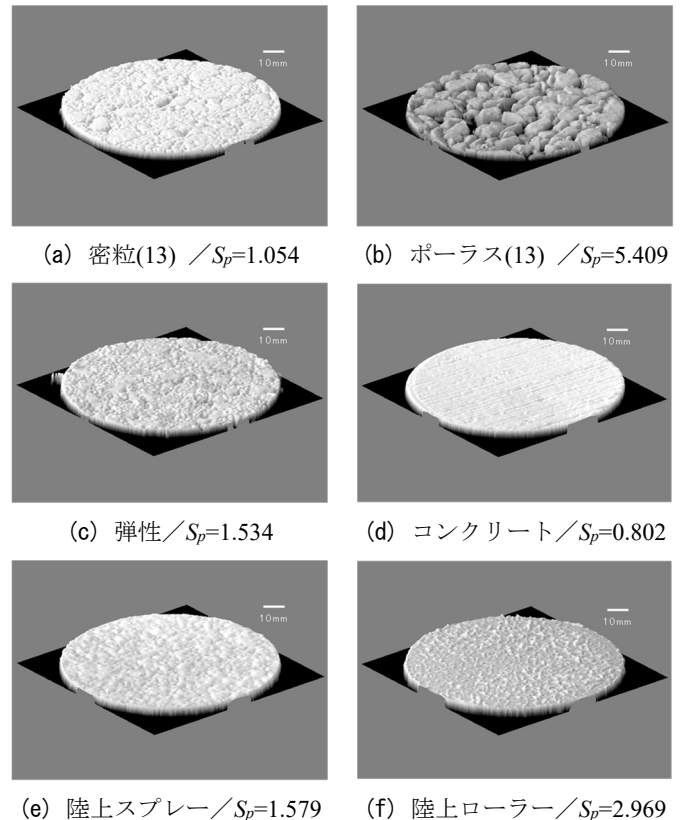


図-1 検討した舗装種類（最大山高さ S_p を表記）

3. 舗装テクスチャの評価

3.1 舗装テクスチャの度数分布

3D 測定した高さ度数分布を図-2 に示す。基準面は高さの平均面とした。横軸は高さを示し、高さのマイナス値は、基準面から深いことを示している。縦軸は度数の総数に対する各高さの度数の比率を示した。アスファルト舗装は、正の値を示す高さの度数が少ない。一方で、エンボス形状を有する陸上ローラーや陸上スプレーは高さが正の値を示す度数が多い。

3.2 ランナーの走行を想定した舗装テクスチャの評価

高さの最大値を基準面とした高さ度数分布を図-3 に示す。本研究では度数の累積値の総数に対する累積度数の比率が 0.1 %となる高さを基準面（高さ=0）とした。この背景には、ランナーの接地荷重が関係している。ランナーのシューズ底面が舗装と接地するとき、高さの高いほうから接触し始めるため、最大高さを基準面とした方が合理的と考えた。よって、本研究は高さの最大値を基準面とした場合の高さ度数分布でランナーの接地時の感触について評価を行うこととした。

高さ度数分布は、同一の高さを有する度数すなわち接地点数を示している。図-3 には度数比率 0~0.5 %の間、太線で示した曲線の傾きが舗装種類によって異なる。密粒(13)は高さ=0 からの曲線の傾きが 6 種類の中で最も急である。一方で陸上ローラーは、6 種類の中で最も緩やかである。

最大高さを基準としたこの曲線の初期の傾きは、舗装表面の平坦・平滑さの程度を表し、傾きが急なほど平坦・平滑であり、傾きが緩やかなほど表面の凹凸の高低差が大きいことを表している。密粒(13)やコンクリートのような平坦・平滑な表面ではシューズ底面の接触深さが深くなるにつれて、接触度数が急速に増える。一方、陸上スプレーや陸上ローラーのようなポジティブテクスチャの場合、曲線の初期の傾きが非常に緩やかで、徐々に接触度数が増える。着地に伴う接触度数の増え方はランナーの感触に直結する。接触度数が急速に増えた場合、ランナーは衝撃的に反発を感じるのに対し、接触度数が緩やかに増えた場合、ランナーは柔らかく感じると想定される。このような着地時の感触の違いを、図-3の曲線の初期の傾き（接触度数の増え方）は、着地時の感触を表す指標となりうる。

4. まとめ

本研究は、ランナーの舗装に対する感触を定量的に評価するため、舗装のテクスチャに着目し、ランナーの走行を加味した舗装テクスチャの評価方法を検討した。その結果、高さデータの基準面を高さの最大値とした場合の度数分布を用いることにより、ランナーの着地時の感触を定量的に評価しうる可能性が示唆された。さらに、本手法で舗装のポジティブテクスチャとネガティブテクスチャの判別が可能であることが示唆された。

【参考文献】

- 1) 黒岩ら：中長距離走に適した舗装の評価方法に関する研究，土木学会論文集 E1, Vol.69, No.3, I_185-I_190, 2013.
- 2) 池田ら：中長距離ランナーが走りやすいと感じる舗装のテクスチャ指標に関する研究，土木学会論文集 E1, Vol.75, No.2, pp.1_49-1_56, 2019.
- 3) 透水性レジンモルタルシステム工法協議会：PRMS 多機能工法 技術資料【第1版】，2012.

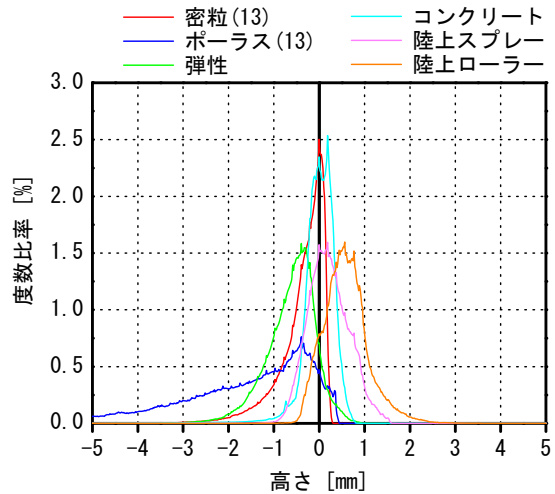


図-2 高さ度数分布（基準面＝高さ平均）

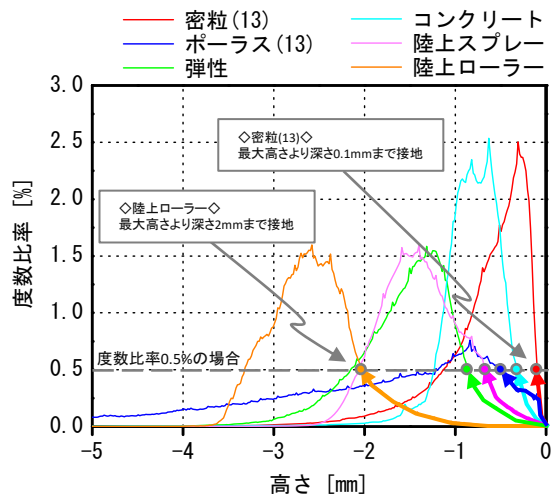


図-3 高さ度数分布（基準面＝高さ最大値）