

タイヤ／路面接地応力分布による路面テクスチャの評価に関する検討

(国研) 土木研究所 正会員 ○川上 篤史, 正会員 久保 和幸
(株) NIPPO 正会員 石垣 勉, 正会員 白井 悠

1. はじめに

2013 年度の我が国の温室効果ガス総排出量は、二酸化炭素換算で約 14 億 800 万トンであり基準年である 1990 年度に比べて 11.7%増加している¹⁾ことから、抜本的削減を実現する革新技術が求められている。

タイヤ／路面転がり抵抗（以下、転がり抵抗）を低減する舗装技術は、自動車から排出される CO₂を削減する革新的な低炭素舗装技術として期待しているところであり、筆者らはこれまでに転がり抵抗を低減する舗装技術やそのメカニズム解明に向けた研究を行っている^{2)~5)}。しかし、転がり抵抗と舗装の路面性状の関係は複雑であり、転がり抵抗の評価手法もまだ明らかになっていない点が多いのが現状である。

本稿は、転がり抵抗の評価手法として感圧紙によるタイヤ／路面間の接地応力分布に関する検討を行ったので報告する。なお、本検討は（国研）土木研究所と（株）NIPPO の共同研究「低炭素舗装技術の高度化に関する研究」に関連して実施したものである。

2. 検討方法

2.1 試験路面およびその路面性状

試験に用いた舗装路面は、国土技術政策総合研究所試験走路の 22 路面を対象とした。主な路面性状を表-1 に示す。舗装の種類は、密粒度、開粒度、SMA、連続鉄筋コンクリート、低燃費の各種舗装で、骨材粒径や路面劣化状態も様々である。

2.2 タイヤ／路面接地応力分布の測定

タイヤ／路面間の接地応力分布の測定は、すべり抵抗測定車およびすべり抵抗測定用タイヤを用い、感圧紙に一定荷重・時間接地させた（写真-1）。測定条件を表-2 に示す。感圧紙は測定圧力範囲が決まっており、複数の感圧紙を用いた。接地試験後、感圧紙を専用スキャナで読み込み、圧力解析を行い接地応力ごとの設置面積を算出した。

2.3 転がり抵抗の評価法に向けた検討

接地応力ごとの面積より、応力分布の特性や路面性状との関係等を整理した。また、転がり抵抗の評価方法として、ネガティブテクスチャ・ポジティブテクスチャ分類等の検討を行った。

3. 研究結果

3.1 試験路面のタイヤ／路面接地応力分布

得られたタイヤ／路面間の接地応力分布コンター図の一例を図-1 に示す。図より、この 2 路面の

表-1 試験工区の概要

No.	混合物名	工区延長 (m)	MPD (mm)	SMTD (mm)	サンド パッチング (平均厚mm)	BPN (20℃補正)
1	排水性(13)	60	1.54	1.37	2.01	67
2	密粒度(20)	60	0.35	0.32	0.30	69
3	低燃費①	60	0.61	0.46	0.67	69
4	低燃費②	60	0.58	0.41	0.56	64
5	低燃費③	60	0.71	0.50	0.96	62
6	低燃費④	60	0.62	0.42	0.64	63
7	密粒度 Cr	95	0.79	0.47	0.92	64
8	コンクリート Cr	80	0.44	0.29	0.47	66
9	SMA(5)	120	0.72	0.51	0.71	66
10	SMA(13)	120	1.21	1.08	1.26	69
11	排水性(5) Cr	120	1.01	0.69	1.16	55
12	排水性(5)	80	1.07	0.68	1.37	55
13	排水性(13)	80	1.79	1.26	1.80	47
14	密粒度	80	0.71	0.34	0.65	61
15	コンクリート Cr	80	0.40	0.21	0.44	66
16	排水性(20)	55	3.50	2.67	4.80	62
17	排水性(20)	45	2.45	1.80	2.81	64
18	排水性(10)	55	1.49	0.93	1.36	54
19	排水性(13)	55	1.93	1.21	1.89	51
20	排水性(13)	60	2.11	1.49	2.05	56
21	密粒度 Cr	95	0.84	0.46	0.81	58
22	コンクリート	80	0.52	0.23	0.48	63

Cr) タイヤが通過する部分にクラックがある工区

表-2 接地応力分布試験条件

項 目	内 容
試験輪種類	165SR13 (ゴム配合ASTME500準拠)
試験輪荷重	3,969N±98N
空気圧	0.176MPa
載荷時間	2分 (所定荷重に達するまで5秒程度)
感圧紙の種類 (応力範囲)	感圧紙1 0.05~0.2MPa
	感圧紙2 0.2~0.6MPa
	感圧紙3 0.5~2.5MPa
測定箇所数	2箇所/工区



(すべり測定車第 5 輪) (測定風景近接)
写真-1 タイヤ／路面接地応力分布の測定

キーワード タイヤ／路面接地応力分布, 低炭素舗装技術, 路面評価, テクスチャ, 転がり抵抗
連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 国立研究開発法人土木研究所 舗装チーム TEL : 029-879-6789

接地応力分布は明らかな差異があり、5工区は接地面積が広く・応力範囲が狭い、20工区は接地面積が狭く・応力範囲が広いことが分かる。これは、前者がネガティブテクスチャ路面、後者はポジティブテクスチャ路面を示していると視覚的に分類できる。この接地面積について、接地応力ごとの面積の推移を図-2に示す。比較として平滑板に載荷した際の接地面積も追加した。その結果、各舗装路面の接地面積は、0.50-0.75MPa付近を境に、応力が低い領域では平滑板より少なく、応力が高い領域では多くなる傾向があった。これより、本検討における分析は、接地応力を0.05-0.5、0.50-0.75、0.75-1.75、1.75-(MPa)の範囲に分けて整理した。

3.2 転がり抵抗の評価法に向けた検討

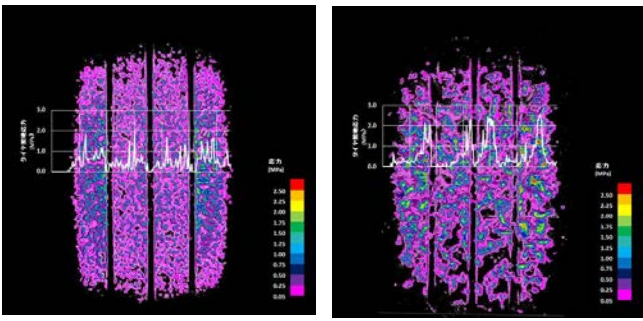
ネガティブテクスチャ路面は、低い接地応力の面積が多く高い接地応力の面積が少なくなり、ポジティブテクスチャ路面では逆になると考えられる。各路面の低接地応力(0.05-0.5MPa)の面積割合と高接地応力(1.75MPa以上)の面積割合の関係を整理したところ、図-3のとおり相関が認められた。これにより高い接地応力の面積割合のみを用いて低い順に並べた結果を図-4に示す。ネガティブテクスチャはこの面積割合が低い方、ポジティブテクスチャは面積割合が高くなり、定量的にも分類できる可能性がある。最後に、既存のテクスチャ評価方法であるMPD、SMTD、サンドパッチ、BPNとの相関関係を表-3に示す。きめ深さ指標のMPD、SMTD、サンドパッチは、低い接地応力面積と明らかに負の相関があり、高い接地応力面積とは正の相関関係があることが分かった。なお、すべり抵抗の指標であるBPNと接地面積の相関関係は高くなかった。よって、既存のテクスチャ評価方法と同様にタイヤ/路面接地応力分布を用いる(もしくは組み合わせる)ことで、ネガティブテクスチャ・ポジティブテクスチャの分類および低転がり抵抗路面の間接評価手法に用いることができる可能性があることが分かった。

4. まとめ

本検討の結果、タイヤ/路面接地応力分布を解析することにより、転がり抵抗の評価に活用できる可能性があることが分かった。今後は転がり抵抗の実測データ等と関連性を分析し、すべり抵抗を保持しつつネガティブテクスチャを有する低転がり抵抗路面の評価法等の検討を進める予定である。

参考文献

1) 地球温暖化対策推進本部：2013年度の地球温暖化対策及び施策の進捗状況，平成28年2月12 2) 石垣ら：自動車走行燃費の向上に寄与するタイヤ/路面転がり抵抗の小さい低燃費アスファルト舗装技術の開発，第30回日本道路会議，2013.11 3) 川上ら：低燃費舗装の要求性能に関する検討，日本道路会議，2013.11 4) 白井ら：タイヤ路面転がり抵抗の性能評価法に関する検討、日本道路会議，2015.10



(5工区:低燃費舗装) (20工区:排水性舗装(13))

図-1 タイヤ/路面接地応力分布コンター図

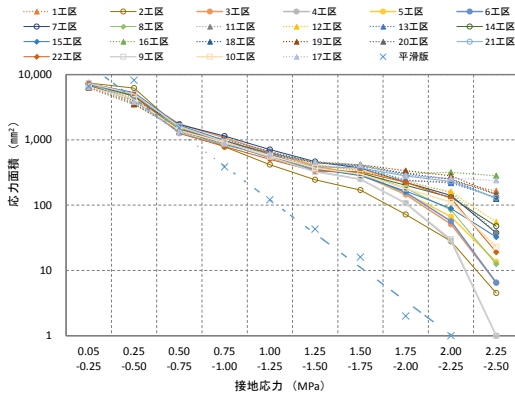


図-2 接地応力ごとの面積推移

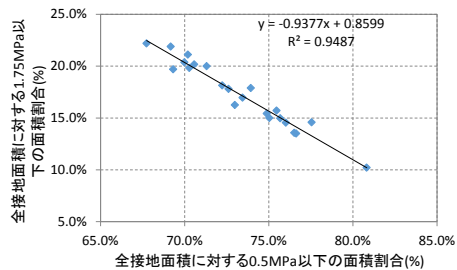


図-3 接地応力0.5MPa以下と1.75MPa以上の面積割合の関係

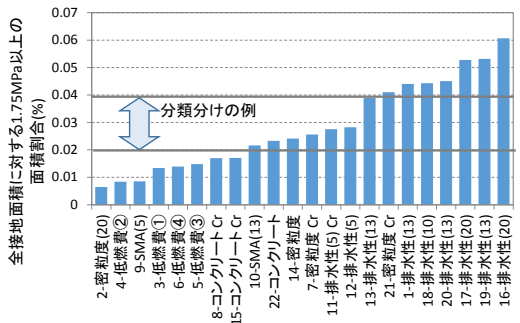


図-4 高接地応力の面積割合の関係

表-3 既存のテクスチャ評価指標との関係

	相関係数			
	0.05-0.5	0.50-0.75	0.75-1.75	1.75-
MPD*	-0.91	-0.49	0.59	0.88
SMTD*	-0.85	-0.41	0.51	0.78
サンドパッチ*	-0.91	-0.42	0.63	0.85
BPN	0.50	0.31	-0.48	-0.54

* データを対数変換し直線近似して求めた相関係数