

大型車両によるタイヤ/路面転がり抵抗と舗装の路面性状に関する検討

(独) 土木研究所 正会員 ○平川 一成、寺田 剛、川上 篤史、久保 和幸

1. はじめに

自動車の走行燃費に影響する要因である走行抵抗の構成要素であるタイヤ/路面転がり抵抗は、タイヤが路面を転がるときに路面から受ける抵抗力であり、路面性状との関係性が高い要素であるといえる。現在、(独)土木研究所では低炭素社会を実現する新たな舗装技術としてタイヤ/路面転がり抵抗の小さい低燃費舗装の開発および評価手法に関する研究を進めているところである。これまでにその一環として、試験走路で普通自動車による惰性走行試験等を行い、タイヤ/路面転がり抵抗は路面テクスチャと強い関係性があることを報告した¹⁾。その一方で10tダンプなどの大型車両のタイヤは荷重支持や緩衝機能を重視していることから、普通車とタイヤ空気圧、重量、接地面積等が異なる。これに伴い、大型車両のタイヤ/路面転がり抵抗は路面テクスチャよりは路面プロファイルと関係性があるものと想定される。

そこで、大型車両によるタイヤ/路面転がり抵抗と舗装の路面性状の関係を明らかにするため、各種舗装上で惰性走行試験を行うことによって転がり抵抗係数を求め、各種舗装の路面性状測定値との関係について検討したので報告する。

表-1 試験工区の概要

No	工区名称	舗装種別	最大粒径 (mm)	測定延長 (m)	場所
1	CON	連続鉄筋コンクリート舗装	20	80	西直線路
2	密粒度①13	密粒度アスファルト舗装	13	80	東直線路
3	密粒度②13	密粒度アスファルト舗装	13	80	西直線路
12	密粒度④13	密粒度アスファルト舗装	13	80	東直線路
4	排水性①13	排水性舗装	13	80	西直線路
6	排水性③5	排水性舗装	5	80	西直線路
9	排水性④20-13	排水性舗装	20-13	50	西直線路
7	粗面SMA①13	粗面SMA舗装	13	80	西直線路

2. 検討方法

2.1 試験対象とした舗装路面

本研究では国土技術政策総合研究所構内の試験走路に施工した表-1に示す8工区の舗装路面を試験対象とした。

2.2 各工区の路面性状

各工区の路面性状は、すべり抵抗(動的摩擦係数)、路面プロファイル、路面テクスチャを計測した。表-2に測定結果を示す。

表-2 各工区の路面性状

No.	工区	すべり抵抗(DFT)			路面プロファイル		路面テクスチャ(mm)			
		20 km/h	40 km/h	60 km/h	平たん性 σ (mm)	IRI (mm/m)	MPD ※1	SMTD ※2	MPD ※3	SMTD ※3
1	CON	0.68	0.66	0.64	0.99	1.67	0.40	0.23	0.90	0.92
2	密粒①13	0.69	0.65	0.61	2.69	3.41	1.16	0.59	1.45	2.18
3	密粒②13	0.77	0.73	0.68	0.70	1.41	0.58	0.28	0.85	0.78
12	密粒④13	0.83	0.79	0.74	1.04	1.59	0.33	0.23	0.59	0.88
4	排水①13	0.50	0.47	0.45	1.03	2.45	1.59	0.83	1.96	1.69
6	排水③5	0.57	0.54	0.53	1.08	2.32	0.88	0.44	1.21	1.27
9	排水④20-13	0.59	0.58	0.58	1.65	2.34	2.41	1.14	2.91	2.42
7	粗面SMA①13	0.60	0.52	0.46	1.33	1.79	1.05	0.66	1.61	1.80

※1:測定器 CTM, ※2:測定器 MTM, ※3:測定器 MRP2000

2.3 タイヤ/路面転がり抵抗測定

舗装路面の転がり抵抗の測定は、過去の研究結果¹⁾を基に大型車両の惰性走行法とし、JIS D 1015 自動車-惰性試験方法を参考に行った。

表-3 惰性走行試験条件

試験条件を表-3に示す。

大型車両を用いて測定工区で惰性走行を行い、経過時間および走行速度の変化を速度計により記録した。測定点車速を変えた場合の時間を基に、減速度、試験速度および走行抵抗を算出した。最小二乗法により空気抵抗及び転がり抵抗を求め、式(1)により転がり抵抗を試験時車両重量で除算して転がり抵抗係数を求めた^{2), 3), 4)}。本研究では、この転がり抵抗係数をタイヤ/路面転がり抵抗として評価した。

試験条件	設定内容
試験車両	10tダンプ(日野自動車BDG-FA1AKXA)
工区延長	80m(一部工区50m)
測定点車速	20、40、60km/h
使用タイヤ	ダンロップ SP430 11R22.514PR
タイヤ空気圧	700kPa
積載荷重	13,000kg(最大負荷能力の85%)
測定回数	測定点車速1点につき10回程度
速度のサンプリング	精度:0.01km/h、0.2秒間隔

キーワード タイヤ/路面転がり抵抗, 路面性状, 低燃費舗装, 低炭素舗装技術

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 (独)土木研究所 舗装チーム TEL029-879-6789

$$\mu_r = (R - \mu_a AV^2) / W \quad (1)$$

ここで、 μ_r ：転がり抵抗係数
 R ：走行抵抗[N]，
 μ_a ：空気抵抗係数[Pa/(km/h)²]
 A ：車両前面投影面積[m²]，
 V ：試験速度[km/h]
 W ：試験時車両重量[N]

3. 研究結果

各工区の転がり抵抗係数の平均を 100 として小さい順に並び替えた結果を図-1 に示す。

図-1 の結果から、平坦性が良好な No.3 密粒度②13 で転がり抵抗係数の比率が最も小さくなった。

各工区の転がり抵抗係数と路面性状調査項目との相関を表-4 に示す。大型車による転がり抵抗係数は、普通車と同様に路面テクスチャ (MPD および SMTD) と相関が高い(それぞれ R=0.68, R=0.71) ことが確認された。併せて、平坦性や IRI との相関から普通車より路面プロファイルの影響を受けやすいことが確認された。開粒系 (排水性、粗面 SMA) を対象とした最大粒径と相関が極めて高く、すべり抵抗との相関は見られなかった。

大型車と普通車の転がり抵抗係数の比率を相対比較した結果を図-2 に示す。図-2 の結果から、両者に一定の相関がみられ、緻密な路面テクスチャとすることで開粒系舗装の転がり抵抗係数を小さくできることが確認された。

4. まとめ

検討の結果をまとめると以下のとおりである。

大型車両のタイヤ/路面転がり抵抗は、①路面テクスチャと高い相関がある、②開粒系舗装では最大粒径と高い相関がある、③普通車のタイヤ/路面転がり抵抗と同様の傾向を示すこと、が分かった。これらの結果から、大型車両の多い重交通路線における低燃費舗装として、耐久性および表面排水機能を持ち、路面性状緻密かつ平滑な路面テクスチャをもつ舗装技術が望ましいと考えられる。今後の課題として、耐久性に着目し、供用に伴うタイヤ/転がり抵抗に影響を与える路面性状特性の更なる詳細な分析、転がり抵抗係数と実際の燃費との関係について検討が必要と思われる。

参考文献

- 1) 川上篤史、寺田剛、久保和幸、石垣勉：タイヤ/路面転がり抵抗と舗装の路面性状に関する検討、土木学会年次学術講演会、pp. 1233-pp. 1234, 2013
- 2) 日本規格協会：JIS D 1015 自動車—惰行試験方法、1993
- 3) 日本規格協会：JIS D 1012 自動車—燃料消費率試験方法、2005
- 4) 山海堂：自動車の走行性能と試験法、2002. 3

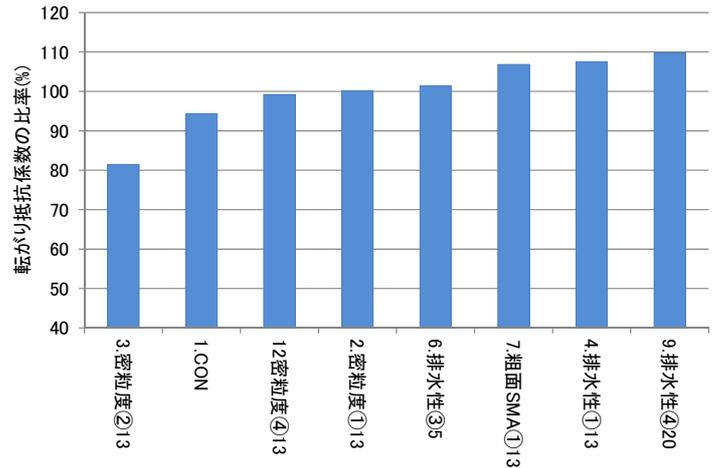


図-1 各工区の転がり抵抗係数の比率 (大型車)

表-4 路面性状調査項目との相関

路面性状の項目	相関係数	
	大型車	普通車
最大粒径(排水性・粗面SMAを対象)	0.97	0.92
すべり抵抗 (DFT) (排水性・粗面SMAを対象)	20km/h	0.00
	40km/h	0.09
	60km/h	0.07
路面プロファイル	平坦性σ (mm)	0.37
	IRI(mm/m)	0.46
路面テクスチャ(mm)	MPD※3	0.68
	SMTD※3	0.71

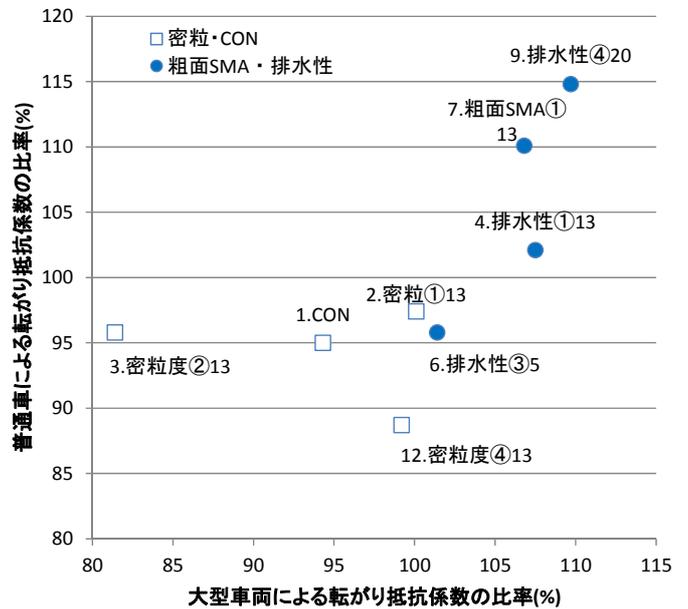


図-2 車両の違いによる転がり抵抗係数の比較