

## 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なアスファルト舗装技術の開発

(株) NIPPO 総合技術部 技術研究所 研究第一グループ ○石垣 勉  
 (独) 土木研究所 道路技術研究グループ 舗装チーム 川上 篤史  
 (独) 土木研究所 道路技術研究グループ 舗装チーム 久保 和幸

#### 1. はじめに

わが国の運輸部門におけるエネルギー起源 CO<sub>2</sub> 排出量は、全体の約 20% であり、自動車の燃料消費に伴う CO<sub>2</sub> 排出量の占める割合は約 90% である<sup>1)</sup>。このことは、自動車の走行燃費の向上を図る技術が、運輸部門の CO<sub>2</sub> 排出量の大幅な低減に寄与することを示している。そこで筆者らは、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なアスファルト舗装技術の共同研究を進めてきた。本報告では、国土技術政策総合研究所の試験走路直線部において、新たに開発した低燃費型アスファルト混合物による試験施工を実施し、各種路面も含めたタイヤ／路面転がり抵抗と比較した結果、有用な知見が得られたので報告する。

#### 2. タイヤ／路面転がり抵抗の小さなアスファルト舗装技術

タイヤ／路面転がり抵抗とは、タイヤの転動方向の反対方向に作用する自動車の走行抵抗の一つであり、自動車の走行燃費に影響を及ぼすものである。これは、転動中の 1) タイヤトレッド面と路面間に作用する接地摩擦抵抗、2) タイヤのサイドウォールの変形抵抗、3) 空気抵抗により構成されると考えられている<sup>2)</sup>。

表-1 に、本研究で開発した低燃費型 As 混合物の配合を示す。骨材の最大粒径は 5mm であり、粒度は SMA(5) と排水性(5) の中間的な粒度範囲である。本混合物の開発コンセプトは、表-1 中の写真に示すようなネガティブテクスチャ（適度なきめ深さを確保しつつ、骨材を表面に緻密かつ平滑に並べたテクスチャ）を有することである。ネガティブテクスチャの適用により、1) 接地抵抗の低減を図るとともに、2) 密粒に見られるアスファルトモルタル分の飛散によるポジティブテクスチャ化（骨材露出による凹凸の発生）を抑制できると考えられる。また、本混合物は空隙を有することから、適度な排水性と低騒音性も期待できる。そこで、近年基層の剥離が課題となっている排水性舗装の代用工法としての適用を見据えて、舗装構成は上層 (t=2cm) : 低燃費型 As 混合物(5)、下層 (t=3cm : 基層の剥離状態により異なる) : 剥離対策型 As 混合物 (密粒/SMA) の 2 層構造とした。

写真-1 に、低燃費型アスファルト混合物の試験施工状況を示す。施工方法の特徴は、1) 舗設性能に優れた 2 層同時舗設式アスファルトフィニッシャーまたは薄層施工型乳剤散布式アスファルトフィニッシャーの使用と、2) タイヤローラのニーディング作用による締固めを用いず、線荷重のタンデムローラを使用することで、アスファルトフィニッシャーによる均一な敷均しにより緻密に形成されたネガティブテクスチャを保持することである。

表-1 低燃費型 As 混合物の配合

混合物種類		低燃費型 As(5)	粒度範囲	路面 テクスチャ
通過質量 百分率	13.2mm	100	100	
	4.75mm	93.4	90-100	
	2.36mm	30.2	20-40	
	0.075mm	5.5	5-10	
バインダー種別		ポリマー改質 H 型		
アスファルト量(%)		4.8		
空隙率 (連続空隙率) (%)		15.0 (10.0)		
飽和度(%)		39.2		
安定度(kN)		10.8		
フロー値 (1/100cm)		23		



写真-1 低燃費型アスファルト混合物の試験施工状況

表-2 タイヤ/路面転がり抵抗測定結果 (国土技術政策総合研究所 試験走路)

路面種別	細別	タイヤ/路面転がり抵抗係数 $\mu_r$ (30°C)					路面性状データ						
		20km/h	40km/h	60km/h	80km/h	100km/h	MPD (mm)	SMTD (mm)	$\sigma$ (mm)	IRI (mm/m)	BPN	現場透水量 400ml/15s	
A	排水性(13)	新設	0.0166	0.0198	0.0222	0.0260	0.0287	1.47	1.29	0.75	1.13	66	1028
B	排水性(13)	既設	0.0167	0.0187	0.0212	0.0237	0.0280	1.66	1.30	0.92	1.25	59	1226
C	排水性(5)	既設	0.0156	0.0182	0.0210	0.0242	0.0283	0.85	0.59	1.61	1.49	64	1377
D	密粒(20)	新設	0.0163	0.0191	0.0226	0.0269	0.0289	0.36	0.26	1.11	2.18	73	-
E	密粒(13)	既設	0.0165	0.0182	0.0210	0.0242	0.0283	0.45	0.26	0.76	1.25	70	-
F	密粒(13)	既設	0.0157	0.0182	0.0210	0.0242	0.0283	0.29	0.21	0.75	1.04	79	-
G	連続鉄筋コンクリート	既設	0.0170	0.0200	0.0227	0.0253	0.0280	0.34	0.17	1.08	1.51	68	-
H	低燃費型(5) (二層同時施工)	新設	0.0148	0.0174	0.0196	0.0245	0.0260	0.56	0.41	0.87	1.00	79	865
I	低燃費型(5) (乳剤散布式)	新設	0.0150	0.0170	0.0191	0.0240	0.0271	0.57	0.41	0.54	0.91	71	1053

### 3. タイヤ/路面転がり抵抗測定結果

表-2に、タイヤ/路面転がり抵抗と路面性状の測定結果を示す。タイヤ/路面転がり抵抗の測定方法は、すべり抵抗測定車(すべり抵抗測定用標準リブタイヤ:165-SR13)による方法を用いた。本報告では、定常直進走行において、測定輪の牽引力(TF)と鉛直荷重(W)を0.01秒間隔毎にサンプリングし、TFをWで除した値のRMS値を、タイヤ/路面転がり抵抗係数 $\mu_r$ と定義した。表-2のタイヤ/路面転がり抵抗係数は、タイヤ温度を30°Cに補正<sup>3)</sup>した $\mu_r$ (30°C)である。

表-2より、1)タイヤ/路面転がり抵抗係数は速度依存性があり、2)路面種別によりその値は大きく異なっている。また、3)低燃費型As混合物(5)のタイヤ/路面転がり抵抗は、他の舗装と比較して小さい値となっていることがわかる。

図-1に、低燃費型As混合物(5)のタイヤ/路面転がり抵抗低減率を示す。図-1では、タイヤ/路面転がり抵抗低減率を路面Aの排水性(13)に対する低減率として示している。

図-1より、タイヤ/路面転がり低減率は、40~60km/h付近をピークに減少しているが、制限速度が40~60km/hの一般国道等に本舗装技術を適用した場合は、約12~14%のタイヤ/路面転がり抵抗の低減を期待できることがわかる。

### 4. 自動車走行燃費向上率の試算結果

図-2に、低燃費型As混合物を用いた本舗装技術の適用による自動車走行燃費向上率の試算結果を示す。試算条件は、図-1に示した路面Aの排水性(13)に対する低燃費型As(5)(乳剤散布式AF)の低減率に、JATMAが示した転がり抵抗の燃費寄与率<sup>4)</sup>の平均値(一定走行モード:、22.5%、モード燃費試験走行:15%、一般市街地走行:8.5%)を乗ずることで算出するものとした。図-2より、本舗装技術の適用による自動車走行燃費向上率は、走行モードにより異なるが、1.2~3.2%となっている。これらの試算結果は、自動車の燃料消費に伴うCO<sub>2</sub>排出量の低減に向けて、本舗装技術の適用効果が十分に期待できる結果を示しているといえる。

5. おわりに 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なアスファルト舗装技術を開発した。今後実路への適用を図るとともに、効果の検証を更に進めていきたい。なお、本報告は(独)土木研究所と(株)NIPPOとの共同研究「低炭素舗装技術の高度化に関する研究」の研究成果である。

(参考文献) 1) 国土交通省: 国土交通省における地球温暖化対策について、国土交通省 HP <http://www.mlit.go.jp>, 2) 酒井秀男: 改訂版タイヤ工学、グランプリ出版(2002), 3) Janssen, M.L. & Hall, G.L.: Effect of Ambient Temperature on Radial Tire Rolling Resistance, SAE No. 800090, SAE, (1980), 4) 低燃費タイヤ普及促進協議会: 低燃費タイヤ等に関する普及のあり方について(2009.7)

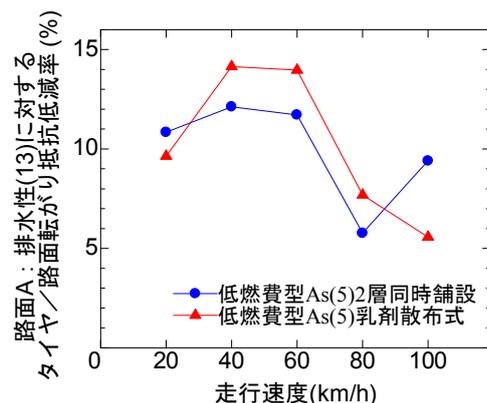


図-1 低燃費型As混合物(5)のタイヤ/路面転がり抵抗低減率



図-2 排水性(13)に対する低燃費型As(5)の自動車走行燃費向上率の試算結果