

改質アスファルトの耐摩耗効果に関する 実験的研究

An Experimental Study of Effects of Modified Asphalts
for Resistance to Pavement Wear

梅津 郁真* 熊谷 茂樹** 佐藤 繁治***

Ikuma UMETSU, Shigeki KUMAGAI and Shigeji SATO

プラント・ミックスタイプのアスファルト改質剤およびプレ・ミックスタイプの改質アスファルトはその種類が多く、しかも公的機関による統一評価もない。

われわれは、現在市販されている耐摩耗用アスファルト改質剤や、改質アスファルトの効果について実験検討した。その結果、耐摩耗効果のありそうな銘柄を数種類選定し、一般国道に試験施工を行った。

《アスファルト混合物；摩耗；改質アスファルト；スパイク・ラベリング試験；動的安定度》

There are various kinds of plant-mix type additives and pre-mix type modified asphalts for resistance to pavement wear.

And yet, technological assessment by public institutions has not been set.

We have investigated the application and effectiveness of modified asphalts and additives on pavement construction.

As a result, several materials were selected and test pavement sealing was carried out on national highways.

Keywords: asphalt mixtures, pavement wear, modified asphalt, abrasive tests with studded tires, dynamic stability.

まえがき

近年、スパイクタイヤによる舗装の摩耗が、道路補修費の増加や粉塵問題を引起す原因となっている。本文では、舗装の摩耗に対して、現在市販されている耐摩耗用のアスファルト改質材や改質アスファルトの効果を測定するため、当試験所のスパイクラベリング試験機を使用して行った室内試験を中心に報告する。

また、あわせてホイール・トラッキング試験による改質アスファルトの耐流動効果と、昭和60年度に全道4ヵ所で試験施工を行った改質アスファルト「筑波1号」の現地摩耗量調査の結果についても報告する。

1. スパイクラベリング試験

(1) 改質材および改質アスファルトの選定

アスファルトの性質を改善するために用いる高分子材料としては、表-1に示すものが知られている。

これらの高分子材料を添加して改質アスファルトを作るが、材料を添加する方法として、プラントミックスタイプとプレミックスタイプがある。プラントミックスタイプは、アスファルト混合物を製造する際に、プラントにおいてアスファルトに高分子材料を添加するもので、高分子材料はラテックス、溶液、粉末状などで添加する。

プレミックスタイプは、製造業者が工場アスファルトに高分子材料を添加したもので、特殊アスファルトとして、種々の商品名で販売されている。

*舗装研究員 **同室長 ***同室副室長

表-1 アスファルトの改質材¹⁾

種類	名称
※1 熱可塑性 エラスト マー	天然ゴム (NR)
	スチレン+ブタジエン共重合物 (SBR)
	ポリクロロブレン (CR)
	アクリロントリル-ブタジエン共重合物 (NBR)
	イソブチレン-イソプレン共重合物 (IIR)
	ポリブタジエン (BR)
	ポリイソブレン (IR)
	多硫化重合物 (T)
	エチレン-プロピレン三元重合物 (EPT)
	アルファインゴム (AR) (スチレン-ブタジエン共重合物とイソ ブレン-ブタジエン共重合物の2 Type)
	ポリイソブチレン
	スチレン-イソブレン-ブロックコポリマー (SIS)
	スチレン-ブタジエン-ブロックコポリマー (SBS)
	ポリエチレン
	ポリプロピレン
	シリコーンエラストマー
	エチレン-酢酸ビニル共重合物 (EVA)
エチレン-エチルアクリレート共重合物 (EEA)	
スチレン-イソブレン共重合物 (SIR)	
合成樹脂	熱可塑性 石油樹脂
	クロマン-インデン樹脂
	ポリブテン樹脂
	無水マレイン酸樹脂
熱硬化性 不飽和ポリエステル樹脂	
エポキシ樹脂	
天然樹脂	ロジン

※1 表-1では、ゴムと熱可塑性樹脂とは明確に区分することが困難であるため、熱可塑性エラストマーとして示されたものの中には、後で述べる、いわゆるゴムと熱可塑性樹脂の両方が含まれている。

今回の試験では、これらの高分子材料を次のような系統に大別した。

- a) ゴム系
- b) 樹脂系 (熱可塑性樹脂, 熱硬化性樹脂)
- c) ゴム, 樹脂混合系

今回の試験に採用した製品は、プラントミックスタイプの改質材が18種類、プレミックスタイプの改質アスファルトが5種類である。選定するに当たっては、いろいろな主成分の製品を選ぶよう考慮した。それぞれの製品の内訳は、表-2のとおりである。

(2) 使用材料と配合

今回使用した骨材の性質を表-3に示す。また、改質材を添加するベースのストレートアスファルトの性状は表-4のとおりである。

混合物の合成粒度は、北海道開発局道路・河川工事仕様書の細粒度ギャップアスコンを基準とし、粗骨材料50% (13F 50)の粒度を合成した(表-5)。

混合物のアスファルト量は、ストレートアスファルトでマーシャル試験を行い、共通範囲の中央値とした。プラントミックスタイプ改質材は、このストレートアスファルトで求めたアスファルト量に、各製品で指定している内添加・外添加に従って添加量を加えたものである。マーシャル試験結果を表-6に示す。また、骨材配合比を表-7に示す。

(3) 試験方法

表-2 選定改質材

系統	型号	主成分	性状	添加量	備考
ゴム系	A	SBR	ラテックス	アスファルト量×4%(外添加)	プラントミックスタイプ(固形分70%)
	B	〃	〃	アスファルト量×8%(内添加)	〃 (〃 50%)
	C	CR	〃	アスファルト量×8%(内添加)	〃 (〃 50%)
	D	SBR	〃	アスファルト量×8%(内添加)	〃 (〃 50%)
	E	〃	〃	アスファルト量×8%(内添加)	〃 (〃 50%)
	F	〃	〃	アスファルト量×8%(外添加)	〃 (〃 50%)
	G	CR	〃	アスファルト量×8%(内添加)	〃 (〃 50%)
	H	〃	〃	アスファルト量×8%(内添加)	〃 (〃 50%)
	I	〃	〃	アスファルト量×8%(内添加)	〃 (〃 50%)
	J	BR	液体	アスファルト量×6%(内添加)	〃
樹脂系	K	EEA	粉末	アスファルト量×5%(外添加)	〃
	L	エポキシ樹脂	2液性	アスファルト量×30%(内添加)	〃
	M	ネオプレン系樹脂	粒状	混合物重量×1%(外添加)	〃
	N	ポリオレフィン樹脂	粉末	アスファルト量×4%(外添加)	〃
ゴム・樹脂混合系	O	SBS+EEA	粉末	アスファルト量×5%(内添加)	〃
	P	IIR+石油樹脂	液体	アスファルト量×8%(内添加)	〃
	Q	BR+イソシアネート	液体	アスファルト量×6%(内添加)	〃
吸油性硬化材	R	セメント系加工品	顆粒状	混合物×6%(外添加)	〃
ゴム系	S	SBR	---	アスファルト量×固形分3.0%	プレミックスタイプ
	T	EVA	---	アスファルト量×4.5~5.0%	〃
ゴム・樹脂混合系	U	SBR+EVA	---	未公開	〃
	V	SBR+EVA	---	アスファルト量×6~8%	〃
	W	SBR+EVA+SBS	---	アスファルト量×6~8%	〃

表-3 骨 材 の 性 質

材 料	産 地	比 重 (表乾)	吸 水 率 (%)	ロサンゼルス すりへり減量 (%)	安 定 性 (%)	通 過 重 量 百 分 率 (%)							
						20mm	13	5	2.5	0.6	0.3	0.15	0.074
石粉	東 鹿 越	2.70	—	—	—						100	97	90
細砂	石狩シブ	2.662	2.31	—	0.8				100	98	63	2	0
粗砂	浜 厚 真	2.675	1.76	—	0.7			100	90	58	34	5	0
碎石	手	2.647	1.29	18.4	4.1			100	0				
	稲						100	0					

表-4 アスファルトの性状 (ストレート 80/100)

針 入 度 (25℃, 100g, 5 Sec)	87	
軟 化 点	℃ 46.5	
伸 度 (15℃)	cm 150(+)	
蒸 発 減 量	% 0.02	
蒸発後の針入度	% 89	
蒸発後の針入度化	% 98	
薄膜加熱減量	% +0.03	
薄膜加熱後の針入度	% 69.9	
三塩化エタン可溶分	% 99.7	
引 火 点	℃ 320(+)	
比 重 (25℃/25℃)	1,025	
粘 度	(120℃)	798
	(140℃)	315
	(160℃)	140
	(180℃)	70.5

スパイクラベリング試験機は、直径2mの回転盤の上
に台形状をした供試体を18個設置して円環状とし、そ
の上に乗用車用スパイクタイヤ2輪を設置して1輪に駆
動トルク、他の1輪に制動トルクを働かせ、そのトルク
の差で回転盤を回転させるものである。試験装置および
試験条件は図-1、表-8のとおりである。

摩耗量の測定は、試験機に供試体をつけたまま、その
上に自動断面積測定装置を据付け、1個の供試体につき
5断面の断面積を測定し平均したもので、スパイクラベ
リング試験前と後との測定値の差を摩耗量とした。

スパイクラベリング試験の供試体は、設定アスファ
ルト量で作成したマーシャル試験供試体の密度を基準密度
とし、その±1%以内の締固め度になるよう作成した。
これは、締固め密度が摩耗に影響するからである。試験

表-5 合 成 粒 度

フルイ目 (mm)	12.7	4.76	2.38	0.59	0.297	0.149	0.074
仕 様 書 範 囲	100 ~ 95	80 ~ 60	65 ~ 45	60 ~ 40	45 ~ 20	25 ~ 10	13 ~ 8
碎石量 50 (%)	100	66.5	50.0	43.0	30.9	12.0	9.8

表-6 マ ー シ ャ ル 試 験 値

	安定度 (kg)	空隙率 (%)	飽和度 (%)	フロー値 (1/100cm)	密度 (g/cm ³)	バインダー量 (%)	備 考
仕 様 書 範 囲	500 以上	3 ~ 5	75 ~ 85	20 ~ 40	—	—	○ マーシャル試験の基 準値は、北海道開発 局道路・河川工事仕 様書の細粒ギャップ アスコンによった。
ストレートアスファルト	870	3.4	80.6	27	2.375	6.1	
A	909	3.2	81.7	26	2.377	6.4	
B	1,028	3.1	81.5	34	2.384	6.1	○ 製品記号のA~Rは プラントミックスタ イプ、S~Wはプレ ミックスタイプの製 品である。
C	1,116	3.1	81.4	29	2.384	6.1	
D	1,056	3.9	77.8	32	2.365	6.1	
E	912	4.7	74.3	25	2.352	5.9	
F	855	4.0	77.4	23	2.363	6.1	
G	1,045	4.8	73.8	36	2.354	5.9	
H	1,085	5.7	70.2	31	2.332	5.9	
I	1,192	4.1	76.9	24	2.371	5.9	
J	1,176	4.2	76.3	38	2.364	5.9	

	安定度(kg)	空隙率(%)	飽和度(%)	フロー値(1/100cm)	密度(g/cm ³)	バインダー量(%)
K	1,099	3.1	82.0	26	2.375	6.4
L	4,170	3.5	79.8	9	2.383	5.9
M	903	3.9	78.5	38	2.366	7.0
N	1,025	3.3	81.4	24	2.380	6.1
O	1,153	3.6	78.8	22	2.371	6.1
P	920	3.7	78.1	25	2.367	6.1
Q	1,062	3.7	78.1	27	2.370	6.1
R	966	6.2	68.4	23	2.331	5.9
S	1,113	3.4	80.6	25	2.382	6.0
T	1,198	3.5	80.0	34	2,380	6.0
U	1,056	3.4	80.5	28	2,383	6.0
V	1,020	3.6	79.0	32	2,380	5.9
W	1,046	3.8	78.6	36	2,371	6.0

表-7 骨 材 配 合 比

	アスファルト	石 粉	細 砂	粗 砂	砕 石 2.5~5mm	砕 石 5~13mm	備 考
骨 材 配 合 比	—	—	23.1	23.1	16.2	37.6	F/A = 1.7, 砕石量50%

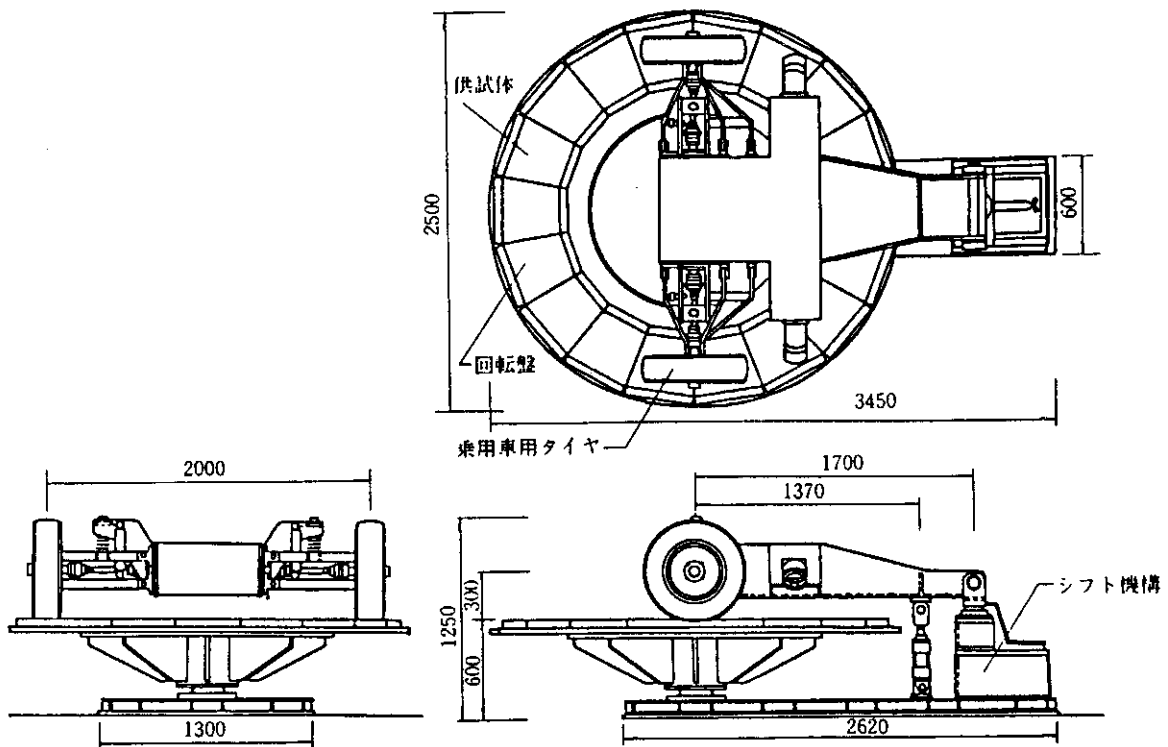


図-1 スパイクラベリング試験機概要 (単位:mm)

供試体のデータを表-9 に示す。

(4) 試験結果

スパイクラベリング試験の結果は図-2, 表-10 のとおりである。

スパイクタイヤ2輪による3万回(6万輪)走行後の

摩耗量は、ストレートアスファルトの場合平均で7.50 cm² である。これに対してプラントミックスタイプ添加材の場合、ゴム系、樹脂系、ゴム・樹脂混合系の3種ともストレートアスファルトの摩耗量と比較して、特にどの系統がよいという傾向はでていない。また、プレミックス

表-8 スパイクラベリング試験条件

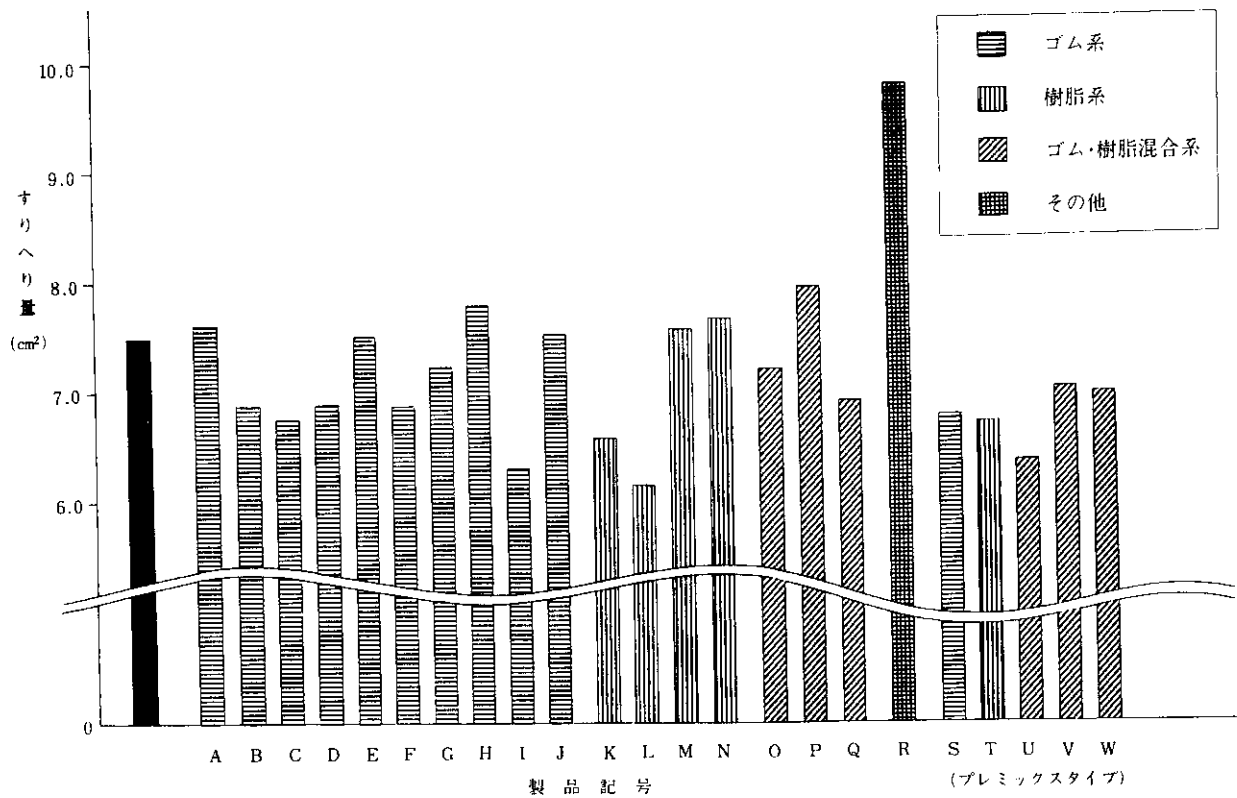
標準試験条件	
温度 (°C)	±0
路面の乾湿状態	乾燥
円盤の走行回転数	30,000
試験タイヤ (乗用車用)	バイアス・スノータイヤ 6.15-13 4PR
タイヤ空気圧 (kg/cm ²)	1.7
タイヤ荷重 (kg/輪)	325
回転速度 (km/h)	40
トルク (kg/m)	駆動: 11~21, 制動7
シフト (mm)	±45
シフト速度 (秒)	往復40

タイプの改質アスファルト5種は、いずれもストレートアスファルトに比べ85~94%の摩耗量となり、プラントミックスに比べ、安定した値を示した。今回の試験で、ストレイトアスファルトに比べて10%以上の耐摩耗効果があったものは、C, I, K, L, T, U, の6つの製品であった。ただし、プラントミックスタイプの添加剤の場合、ベースとなるストレートアスファルトの性質によって、改質されたアスファルトの性状がかなり変化する場面もあるので、今回試験した添加材もベースのアスファルトが変われば、摩耗量に変化がでると思われる。したがって、現在ベースアスファルトを数種類変えた実験および顕微鏡で「相性」の判定ができないか実験中である。

一方、摩耗量と供試体の空隙率、締固め度との関係を示したものが図-3, 4である。これらの図から、試験値

表-9 スパイクラベ供試体データ

記号	密度	締固め度(%)	空隙率(%)	理論密度	備考
ストレートアスファルト	2,374	100.0	3.6	2,462	○供試体は1種類につき3個作成して試験を行い、その平均値を摩耗量とした。 また、理論密度を除くそれぞれの値は供試体3個の平均値である。
A	2,375	99.9	3.3	2,455	
B	2,370	99.4	3.7	2,461	
C	2,376	99.7	3.5	2,461	
D	2,373	100.4	3.6	2,461	
E	2,355	100.1	4.6	2,469	
F	2,376	100.6	3.5	2,461	
G	2,348	99.7	5.1	2,473	
H	2,343	100.5	5.3	2,473	
I	2,381	100.4	3.7	2,473	
J	2,350	99.4	4.8	2,469	
K	2,366	99.6	3.4	2,450	
L	2,362	99.1	4.3	2,468	
M	2,346	99.2	4.7	2,462	
O	2,360	99.5	4.1	2,460	
N	2,367	99.5	4.7	2,460	
P	2,371	100.2	3.5	2,458	
Q	2,372	100.1	3.6	2,461	
R	2,325	100.3	6.4	2,485	
S	2,374	99.7	3.7	2,465	
T	2,371	99.6	3.9	2,466	
U	2,372	99.5	3.8	2,466	
V	2,367	99.5	4.1	2,469	
W	2,367	99.8	3.9	2,464	



図—2 スパイクラベリング試験値

表—10 スパイクラベリング試験値

記号	系	統	摩 耗 量 (cm ²)	ストレートアスファルトとの比 (%)	備 考
ストレート	—	—	7.50	—	プラントミックスタイプ
A	ゴム系	—	7.61	101.5	プラントミックスタイプ
B	〃	—	6.87	91.6	〃
C	〃	—	6.75	86.7	〃
D	〃	—	6.88	91.7	〃
E	〃	—	7.50	100.0	〃
F	〃	—	6.88	91.7	〃
G	〃	—	7.21	96.1	〃
H	〃	—	7.78	103.7	〃
I	〃	—	6.30	84.0	〃
J	〃	—	7.51	100.1	〃
K	樹脂系	—	6.56	87.5	〃
L	〃	—	6.16	82.1	〃
M	〃	—	7.56	100.8	〃
N	〃	—	7.66	102.1	〃
O	ゴム・樹脂混合系	—	7.20	96.0	〃
P	〃	—	7.95	106.0	〃
Q	〃	—	6.91	92.1	〃
R	吸油性硬化材	—	9.77	130.3	〃
S	ゴム系	—	6.79	90.5	プレミックスタイプ
T	樹脂系	—	6.71	89.5	〃
U	ゴム・樹脂混合系	—	6.36	84.8	〃
V	〃	—	7.02	93.6	〃
W	〃	—	6.97	92.9	〃

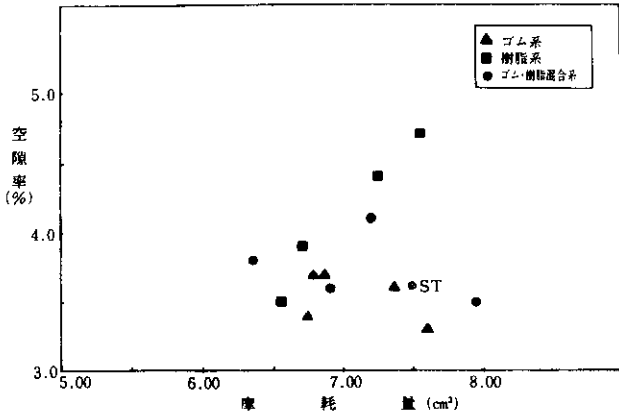


図-3 摩耗量と空隙率の関係

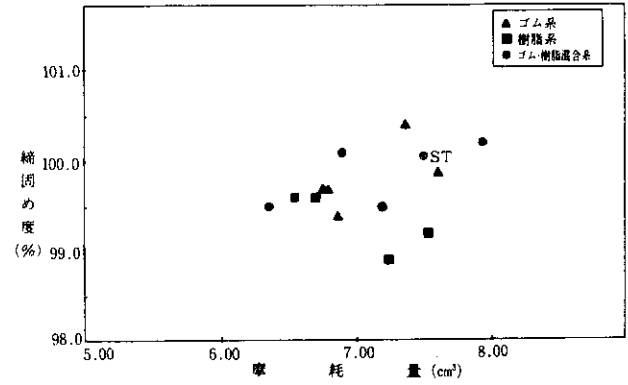


図-4 摩耗量と縮固め度の関係

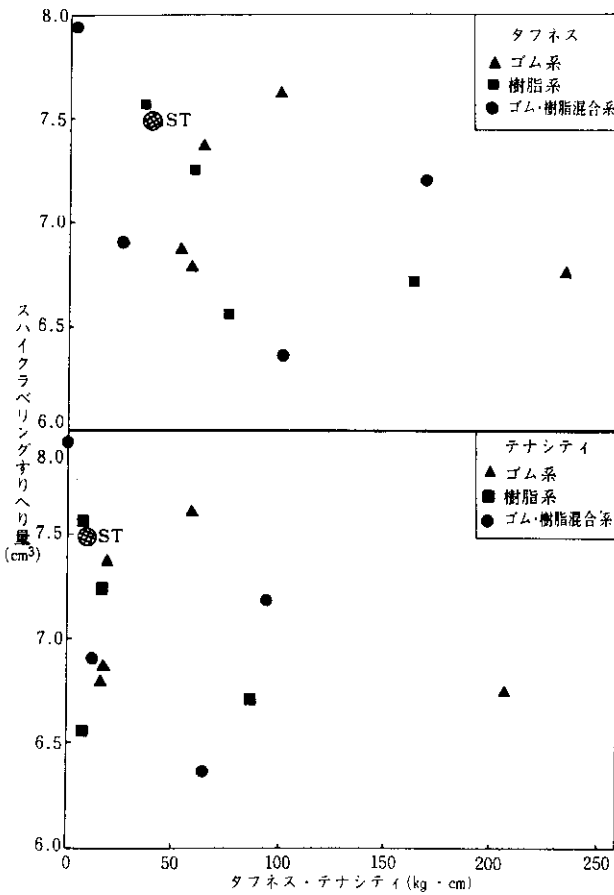


図-5 タフネス・テナシテイと摩耗量との相関

が空隙率、縮固め度に大きく影響されたものでないといえる。

アスファルトのタフネス・テナシテイと摩耗量との関係を示したものが図-5である。この試験は、一定の大きさの金属半球を球面を下にして所定容器の中のアスファルト試料中に埋め、一定の温度および速度で金属半球を引抜くときに要する荷重を縦軸に、変位を横軸に記録し、荷重・変位曲線(図-5.1参照)より材料の粘弾性状を求めるものである。

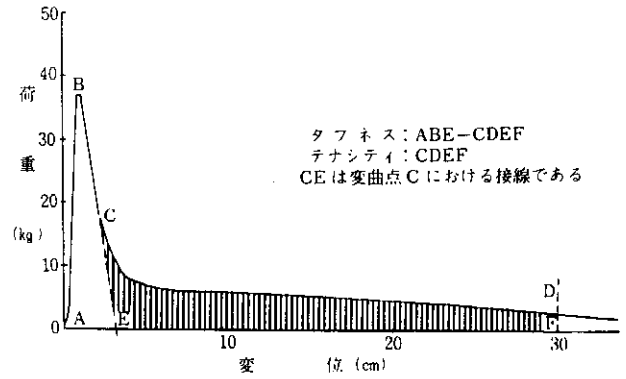


図-5.1 タフネス・テナシテイ荷重-変位曲線(一例)

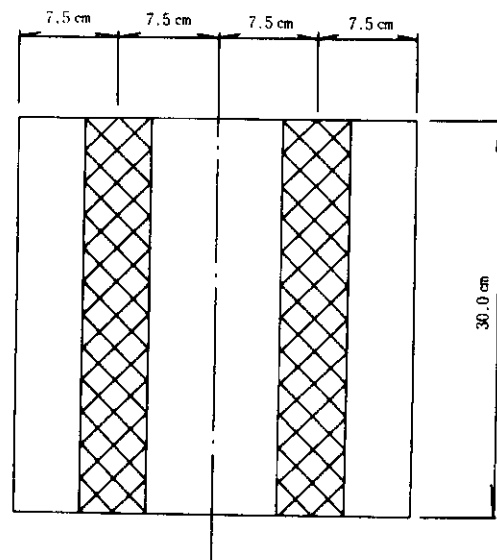


図-6 試験輪の走行位置

ほとんどの製品が、ストレートアスファルトに比べてタフネス・テナシテイともに大きな値を示している。しかし、摩耗量とタフネス・テナシテイ値とでは、はっきりした相関が認められない。

スパイクタイヤの摩耗に抵抗する要素がなんであるのかは、以上の試験からではわからなかった。

2. ホイール・トラッキング試験

(1) 改質材および改質アスファルトの選定

ホイール・トラッキング試験を行った製品は、現在よく使用されている製品、耐流動を目的とした製品および今回のスパイクラベリング試験でよい結果が得られた製品について行った。なお、比較のために、表層用ストレートアスファルト混合物2種類も試験を行った。試験に使用した材料および配合は、スパイクラベリング試験の

場合と同様である。表-11に、ホイール・トラッキング試験を行った製品の内訳と供試体のデータを示す。

(2) 試験方法

ホイール・トラッキング試験の試験方法は、アスファルト舗装要綱の付録4に記載されている方法に準じた。ただし、試験温度は寒冷地の場合は通常45℃で行われるが、今回のように改質材を添加した混合物の場合、45℃の試験温度では変形量が小さく、製品ごとの差異がわか

図-11 ホイール・トラッキング供試体データ

製品記号	主成分	密度	縮固め度(%)	空隙率(%)	備考
13F 40%	ストレートアスファルト	2.367	100.7	2.8	○13F 40%のアスファルト量は6.9%である(F/A = 1.7)。
13F 50%	〃	2.357	99.2	4.6	
B	SBR	2.373	100.9	3.9	○縮固め度を用いる基準密度は、設定アスファルト量で作成したマーシャル試験供試体の密度を使用した。
C	CR	2.367	100.6	4.2	
D	SBR	2.351	99.9	4.8	
K	EEA	2.353	99.1	3.9	
L	エポキシ樹脂	2.367	99.3	4.1	
S	SBR	2.363	99.2	4.1	
T	EVA	2.366	99.4	4.1	
U	SBR+EVA	2.375	99.7	3.7	
E	SBR	2.354	100.1	4.7	
F	SBR	2.360	99.5	4.1	
G	CR	2.354	100.9	4.8	
N	ポリオレフィン樹脂	2.369	99.9	4.0	
R	セメント系加工品	2.312	99.2	7.0	

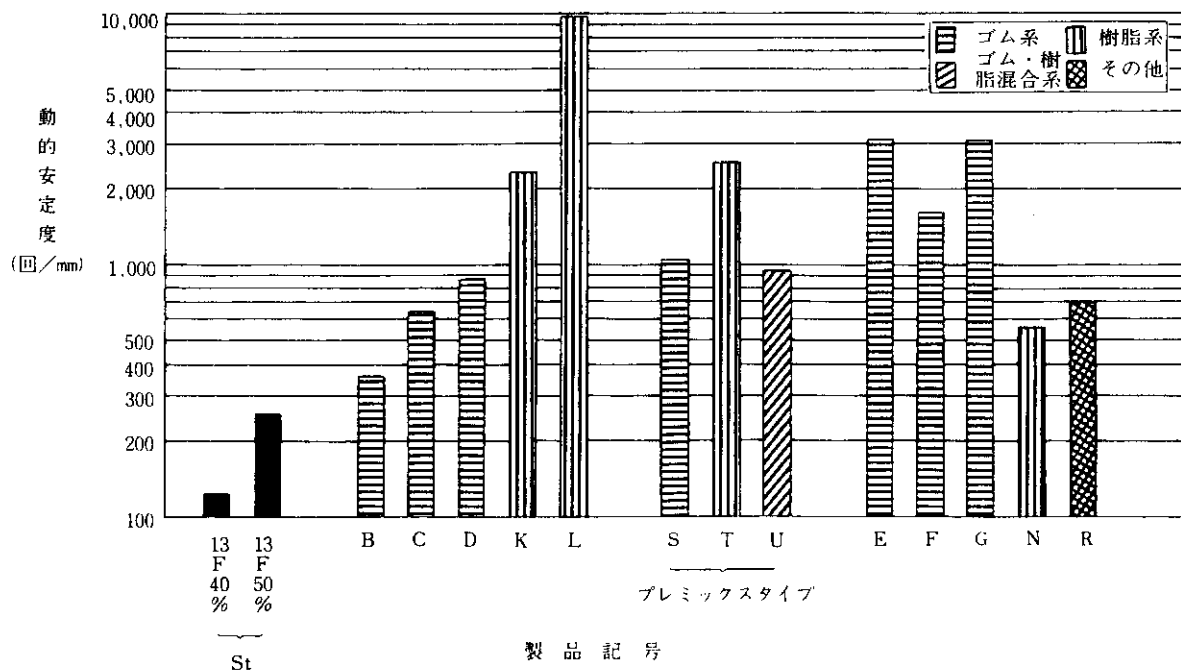


図-7 ホイール・トラッキング試験結果

りにくいため、60℃の試験温度で行った。

供試体は、ローラーコンパクター（線圧 20 kg/cm）を使用して、スチールおよびゴムローラーを組合わせて転圧し、作成した。試験は恒温実験室で、ホイール・トラッキング試験機（荷重 53.5 kg、接地圧 5.5 kg/cm²；ゴムタイヤ径 20 cm、幅 5 cm）を用いて行い、図-6 のように 1 個の供試体につき 2 回走行させ、その平均値を求めた。

変形量の測定は、60℃でトラッキング（直進走行、42 回通過/分）を行い、45～60 分の 15 分間の変形量から次式を用い動的安定度を求めた。

$$\text{動的安定度(回/mm)} = \frac{15(\text{分}) \times 42(\text{回/分})}{\text{変形量(mm)}}$$

(3) 試験結果

ホイール・トラッキング試験の結果は、図-7 と表-12 のとおりである。全般的に改質アスファルトはよい値がでており、耐流動効果はあると考えられる。ただし、製品記号 L の製品は、動的安定度が 9,750 回と、今回試験を行った製品のうちでは飛び抜けて大きな値を示したが、マーシャル試験でのフロー値が 9 と小さく、一般の混合物と同様に施工した場合、ひびわれが発生しやすいかもしれない。

ホイール・トラッキング試験の結果については、スパイクラベリング試験結果と同様に、ゴム系、樹脂系といった系統別には試験値に一定の傾向はみられず、同系統でも個々の製品ごとに試験値がばらついた。

3. 筑波 1 号の現地摩耗量

(1) 改質アスファルト「筑波 1 号」の概要

建設省土木研究所、(財)土木研究センターおよび日本ゴムアスファルト協会の 3 機関は、共同研究「耐流動・耐摩耗舗装用ゴム入りアスファルトの開発に関する研究」を実施して開発した改質アスファルトを「筑波 1 号」と名づけて公表した。

筑波 1 号は、石油アスファルトに SBR ラテックスのうち特にゴムのムーニー値を 45～75 ならびに 130～160 に調整したものを組合わせ、ゴム固形分として約 6～8 % を添加し均一に溶解、熟成させたプレミックスタイプの高粘度ゴム入りアスファルトである。これは、開発目標を通常のストレートアスファルトに比べて、わだち掘れで 50%、摩耗で 80%、ひび割れで 50% 程度に抑えるように設定したものである。筑波 1 号は、タフネス・テナシティ、低温（7℃）伸度、60℃ 粘度および薄膜加熱前後の粘度比が優れている点に特長がある²⁾。

この筑波 1 号を用いて、昭和 60 年度には全国 24 ヲ所において試験舗装を実施し、一般道路における供用性の確認を行っており、北海道開発局においても建設省の要請を受け、全道で 4 ヲ所の地点において試験舗装を行った。以下にその箇所を記す。

- 1) 一般国道 275 号当別町（以後、当別と記す。）
- 2) 一般国道 40 号比布町（以後、比布と記す。）
- 3) 一般国道 37 号伊達市稀府（以後、稀府と記す。）
- 4) 一般国道 230 号札幌市下藤野（以後、下藤野と記す。）

表-12 ホイール・トラッキング試験結果

記号	系 統	動的安定度 (回/mm)	変 化 率 (mm/分)	試 験 条 件
13F 40%	St	122*	34.53 × 10 ⁻² *	温度：60℃ 接地圧：5.5 kg/cm ² 試験値は測定値 2 回の平均値である。 ※ 30 分以後は測定不能だったので、15～30 分間の測定値である。
13F 50%	St	257	16.40 × 〃	
B	ゴ ム 系	367	11.47 × 〃	
C	〃	644	6.54 × 〃	
D	〃	872	4.87 × 〃	
K	樹 脂 系	2,363	1.80 × 〃	
L	〃	9,750	0.44 × 〃	
S	ゴ ム 系	1,034	4.14 × 〃	
T	樹 脂 系	2,573	1.64 × 〃	
U	ゴ ム・樹脂混合系	955	4.40 × 〃	
E	ゴ ム 系	3,150	1.33 × 〃	
F	〃	1,616	2.63 × 〃	
G	〃	3,063	1.40 × 〃	
N	樹 脂 系	560	8.14 × 〃	
R	吸油性硬化材	725	5.80 × 〃	

上記箇所の表層混合物は、細粒度ギャップアスコン(13F, 粗骨材量40%)のものである。

今回使用した筑波1号は、ストレートアスファルト(針入度80/100)にホット重合^{*1}のムーニー値50のSBRを5%とムーニー値140のSBRを1%添加したものである。

筑波1号の品質規格と各現場の試験成績表を表-13に示す。

(2) 現地摩耗量調査結果

現地での摩耗量調査の結果は、表-14のとおりである。

施工年度が昭和60年度で、摩耗の絶対量がまだまだ大きくはないが、現在のところ筑波1号の冬期間の摩耗量は、ストレートアスファルトの77%であった。また、夏期の流動量とみなされる値の比較では、筑波1号が平均でストレートの50%となった。このことは、筑波1号の当初の開発目標を今のところ満足しているといえる。ただし、当別町栄の値が一部逆転しているもので、この調査は今後継続していく予定である。

4. 考 察

表-13 筑波1号の品質規格および試験成績表

項 目	規 格	当 別	比 布	稀 府	下 藤 野	試 験 方 法
針入度 (25℃, 100g, 5秒)	50~100	64	64	68	67	JIS K2207
軟化点 (R & B) ℃	55以上	65.5	65.5	62.0	63.5	JIS K2207
伸 度 (7℃) cm	50以上	100以上	100以上	100以上	100以上	JIS K2207)
タフネス (25℃) kg・cm	100以上	167	167	110	153	日本ゴム協会基準
テナシティー(25℃) kg・cm	50以上	123	123	65	102	日本ゴム協会基準
60℃ 粘度 Poise	8,000以上	12,700	12,700	11,000	11,900	土木研究所基準
200℃ 粘度 cst	300以下	273	273	275	225	JIS K2207
薄膜加熱質量変化率 (180℃, 2.5時間)%	0.3以内	0.04	0.04	0.01	0.03	本四舗装基準
粘度比 60℃ (薄膜加熱後/加熱前)	2以下	0.8	0.8	1.6	1.3	土木研究所基準
比 重 (25/25℃)	1,000以上	1,025	1,025	1,025	1,025	JIS K2207

図-14 摩 耗 経 年 変 化 表

(単位mm)

区 分	調 査 年 月	名 称	伊達市稀府		比布町比布		札幌市下藤野		当別町栄		備 考
			比 較 区 平均値	筑 波 区 平均値	比 較 区 平均値	筑 波 区 平均値	比 較 区 平均値	筑 波 区 平均値	比 較 区 平均値	筑 波 区 平均値	
流 動	60.10	基 準 値 からの差	0.3	0.4	0.6	0.2	0.4	0.1	0.4	0.7	測定値は、1工区につき6横断測定したものである。 1横断は道路の一車線幅を10cm間隔で測定したもので、その中の最大値を求め6横断分の最大値を平均したものが左の表である。
		前 回 からの差	-	-	-	-	-	-	-	-	
摩 耗	61.5	基 準 値 からの差	4.1	2.8	2.4	1.2	4.4	3.4	2.7	2.6	
		前 回 からの差	3.8	2.4	1.8	1.0	4.0	3.3	2.3	1.9	
流 動	61.10	基 準 値 からの差	4.6	3.1	2.2	1.3	4.6	3.4	3.0	2.8	
		前 回 からの差	0.5	0.3	-0.2	0.1	0.2	0.0	0.3	0.2	
摩 耗	62.5	基 準 値 からの差	8.2	5.2	5.2	3.6	9.6	7.5	6.1	6.0	
		前 回 からの差	3.6	2.1	3.0	2.3	5.0	4.1	3.1	3.2	

*1 ラテックス製造時の温度が10℃以下で重合させたものをコールド重合、30~60℃で重合させたものをホット重合という。

今
り
の
量
に
の
違
断
す
と、
示
す
こ
る
個
ア
ス
し
か
れ
は
て
く
比
に
ル
ト
と
か
な
に
高
昇
カ
ス
フ
5.
(1
質
材
つ
た
耗
交
(2

表—15 改質材，改質アスファルトの性能・価格比

製品記号	価格比	摩耗量比	性能，価格比	備 考
ストレート	1.00	1.00	1.00	ストレートアスファルト混合物の価格，摩耗量を1.0とした場合の価格と摩耗量を比で表わし，それに乗じたものを性能・価格比とした。 性能・価格比が1.0以下であれば改質材，改質ASを使用するメリットがある。 価格は材料費と施工費を合計した直接工事費である。
A	1.15	1.01	1.16	
B	1.15	0.92	1.06	
C	1.29	0.90	1.16	
D	1.15	0.92	1.06	
K	1.32	0.87	1.15	
L	4.18	0.82	3.43	
M	1.75	1.01	1.77	
O	1.30	0.96	1.25	
P	1.30	1.06	1.38	
Q	1.40	0.92	1.29	
S	1.14	0.91	1.04	
T	1.22	0.89	1.09	
U	1.22*	0.85	1.04	

今回の試験結果より，その製品によって摩耗量にかなりのばらつきがあり，さらに主成分が同じ製品でも摩耗量にかなりの差があった。主原因は製品ごとの分子構造の違いと考えられ，一概に系統や主成分でその良否を判断することはできないことがわかった。

一方，耐摩耗効果を重点においた製品の価格×使用量と，耐摩耗効果の両方を考慮した判定の1例を表-15に示す。

これは，性能・価格比が小さいほどその製品を使用する価値があるという目安である⁶⁾。表-15によると，改質アスファルトの効果は価格分ほどないようにもみられる。しかし，耐摩耗を謳った製品でも，耐流動にも効果があれば年間の総わだち掘れ量は小さくなって評価は変わってくる。さらに，道路清掃，環境に与える影響など価格比に考慮されていない要因を加味すると，改質アスファルトの実際の有効性は表-15の性能・価格比以上になることが考えられる。

なお，施工性について今回試験を行った製品は，一般に高温粘度が高く，なおかつ温度の低下による粘度の上昇が大きいものが多いので，温度管理にはストレートアスファルト以上の注意が必要である。

5. ま と め

(1) スパイクラベリング試験でのプラントミックス改質材は，その製品により試験値にかなりのばらつきがあった。ストレートアスファルトに比べ，10%以上の耐摩耗効果があったものはC，I，K，L，であった。

(2) プレミックスタイプの改質アスファルトは，スト

レートアスファルトに比べ，85～94%の摩耗量であった。

(3) 今回行った改質材，改質アスファルトのホイールトラッキング試験結果は，ほとんどの製品がストレートアスファルトを大きく上まわる動的安定度を示し，耐流動には有効と思われる。

(4) 「筑波1号」の現地摩耗量調査の結果は，施工後の期間ははまだ短かいが，傾向としてはほぼ開発目標を達成している。

6. あと が き

改質アスファルトの効果は，ベースになるストレートアスファルトの種類や，試験方法によって異なることが考えられる。したがって，今回の試験がすべてを表現するとはいえないが，少なくとも市販の改質アスファルトは，その製品によって効果がまちまちで，系統や主成分だけではその効果を予想することができないということがわかった。

また，室内試験の結果から，良い値を示した製品について，今年度一般国道235号厚真町地内および一般国道38号芦別市地内で試験舗装を行った。今後追跡調査を行ってその効果を確認し，よりよい材料を活用する考えである。

引用・参考文献

- 1) 蒔田 実：特殊高分子材料，舗装，No. 10.
- 2) 建設省土木研究所：筑波1号試験舗装要領.
- 3) 太田建二：改質アスファルトの特性(1)，(2)，アスファルト，No. 118，No. 119.
- 4) 金野諒二：高分子材料によるアスファルトの改質(1)，(2)，

舗装, No. 9, No. 10.

5) 南雲, 阿部: 新体系土木工学(瀝青材料), 土木学会編, 技報堂出版.

6) 山口, 宮下: 札幌市における性能価格による耐摩耗試験舗装について, 道路建設, 昭和 59 年 1 月.

*

*

*

ま :
最
ヤ,
置と
きて
構造
され
そ
非金
いて

1.
1-
(1)
昭
千歳
部て
制
以