

ゴム（ラテックス）によるアスファルトの改質

新 谷 孝 司
飯 国 鉄 男
玉 野 信 夫

Modification of Asphalt with Rubbers

Takashi SHINTANI

Tetsuo IIGUNI

Nobuo TAMANO

In recent years there has been a considerable interest in the use of rubberized asphalt for high-way pavement construction and maintenance. The present paper describes the results of our laboratory study designed to provide basic data on the modification of asphalt with natural rubber, chloroprene rubber, and styrene-butadiene rubber.

When added to asphalt, chloroprene rubber was found to provide characteristics such as reduced thermal softening, improved aging resistance, and increased penetration and ductility at low temperatures. Remarkable improvement in elasticity, toughness and tenacity also resulted.

From the economical point of view, it may be concluded that the asphalt containing 1 to 7% chloroprene rubber as modifying agent is enough to possess physical and mechanical properties more suitable for the road-building purpose than does the simple asphalt.

1. はじめに

アスファルトが道路舗装あるいは他の分野に広く使用されているのは、周知の通りである。しかしながら、アスファルトは、安価な素材であり又優れた粘着性、変形能、水密性などの特徴を具備している反面、低温で脆く、高温では流動し易いという欠点がある。このようなアスファルトの感温性を改良する目的で、天然ゴム、樹脂等を添加する事が古くから行われている。

アスファルトの改質をもっとも必要とする分野は、その消費の大半を占める道路舗装分野である。特に近年における交通車両の重量増加、交通量の飛躍的な増大、さらには車両の高速化にともない、多くの道路は苛酷な条件のもとで使用されているのが実情である。例えば、寒冷地におけるタイヤチェーン、スパイクタイヤによる路面の摩耗、重交通地域におけるわだちぼれ、交差点、坂道における波打ち現象等の消耗をきたし、舗装破壊の要因ともなり交通安全の面からもトラブル発生の要因ともなっている。又路面補修は交通渋滞の一因ともなり、く

りかえし補修のために路面のかさ上げ現象すら問題となつてきつつあるのが現状であり、アスファルト改質が叫ばれるゆえんである。

我々は、この様なアスファルトの改質を目的として、先年スカイブレン LC40 を、さらにスカイブレン #405 を開発して来た。スカイブレン LC40は、アスファルト乳剤の改質を目的に開発された、カチオン性クロロブレンラテックスであり、スカイブレン #405 は、加熱混合タイプに使用するアニオン性のクロロブレンラテックスである。

本報告は、この様なクロロブレンラテックスによるアスファルトの改質について検討し、さらに天然ゴム (NR) ラテックス、S. B. R ラテックスと比較検討を行った結果をまとめたものである。

2. 試験方法

[1] 試料

Table 1 に試験に使用した改質材料の性状を示した。アスファルトは、丸善石油(株)製ストレートアスファルト

Table 1 Properties of latex.

	Polymer.	Type.	Concentration (%)
Skyprene LC40	Polychloroprene	cation	40.7
Skyprene #405	Polychloroprene	Anion	39.0
SBR Latex, (Asphalt Modifier Grade)	Styrene-Butadiene Co-Polymer.	Anion	49.3
Natural Rubber Latex	(Polyisoprene)	—	61.0

Table 2 Testing methods.

Softening Point Test	JIS K-2531
Penetration Test	JIS K-2530
Toughness, Tenacity Test	J. R. Benson Method.
Ductility Test	JIS K-2552
Frass Breaking Point Test	DIN-1995-U-6
Thin Film Oven Test	ASTM D-1754-63T

ト、針入度60/80, 80/100を使用した。

〔2〕 試験方法

Table 2 に試験項目および試験方法を記した。試験方法の内、規格化されていないタフネス (TOUGHNESS), テナシティ (TENACITY) の測定方法を次に述べる。

BENSON 法タフネス-テナシティ測定方法

ゴム化によるアスファルトの改質効果をより明確化する事を目的として、J. R. BENSON が提案した試験方法¹⁾に準じた。

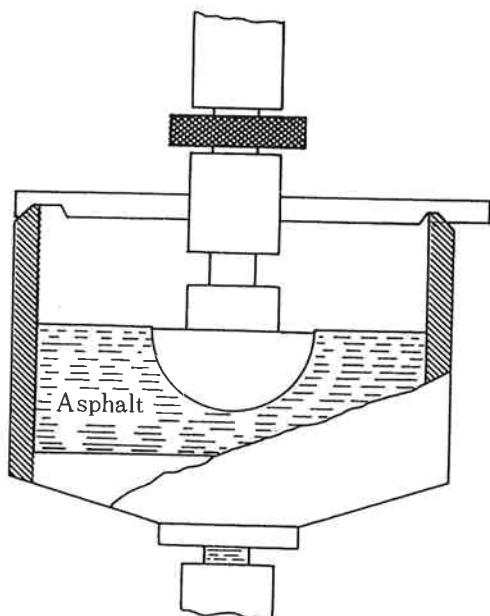
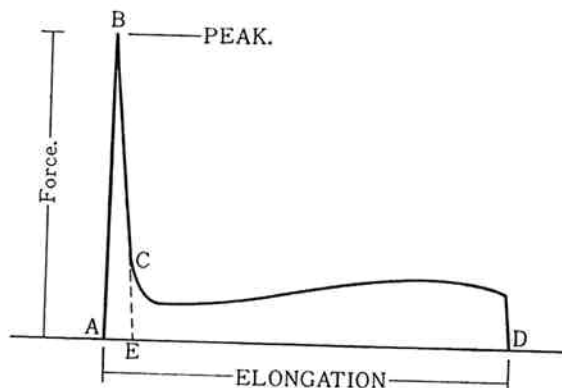


Fig. 1 Sectional view through cup before pulling in asphalt toughness test.



Area ABCDA is TOUGHNESS.
Area CDE is TENACITY.

Fig. 2 Fore-Elongation curve.

この方法は、内径2.1/8インチ、深さ1.3/8インチのステンレス容器に溶融アスファルト 36 g をとり、この中に Fig 1 に示す様なステンレス製の半径7/16インチの半球形 TENSION-HEAD を浸して、23°C, 55% R. H. の恒温恒湿室に24時間静置後オートグラフを使用して、引張り速度 300 mm/min で画いたチャートの面積測定により算出するものである。(Fig. 2 にそのチャートを示す。)

〔3〕 ゴム化アスファルトの調製

内容 1l のステンレスビーカーに、アスファルト 350 g をとり温度 160~165°C のオイルバス中に固定した。イカリ型攪拌棒を用いて攪拌しつつ昇温しアスファルトの温度が 150~155°C に達した後、所定量のラテックスを 10~20分間で滴下した。滴下後さらに10~20分間攪拌してゴムの溶解を行った。加熱時間は、ラテックス滴下とゴムの溶解とを合せて30分間とした。

3. 試験結果

〔1〕 ゴム添加量とアスファルトの物性

針入度68のストレートアスファルトを使用して、ゴム添加量とアスファルトの物性についての評価を行った。

(1) ゴム添加量と軟化点

Fig. 3 に、ゴム添加量のアスファルト軟化点への影響

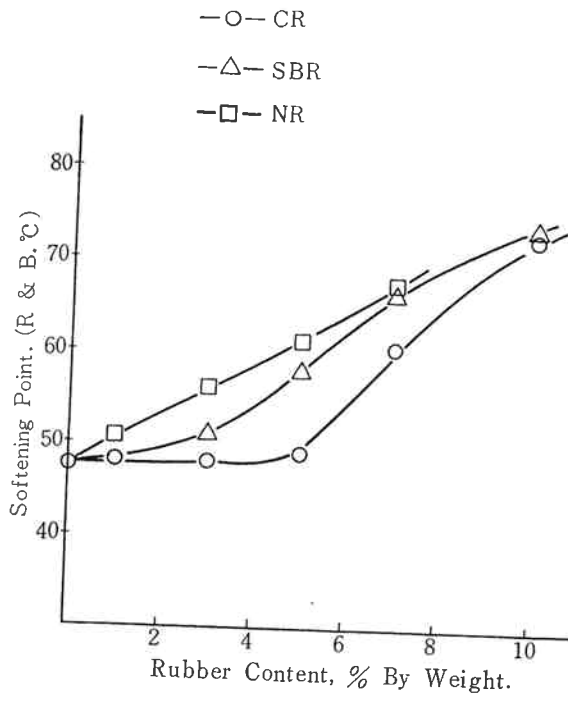


Fig. 3 Effect of rubber content on softening point

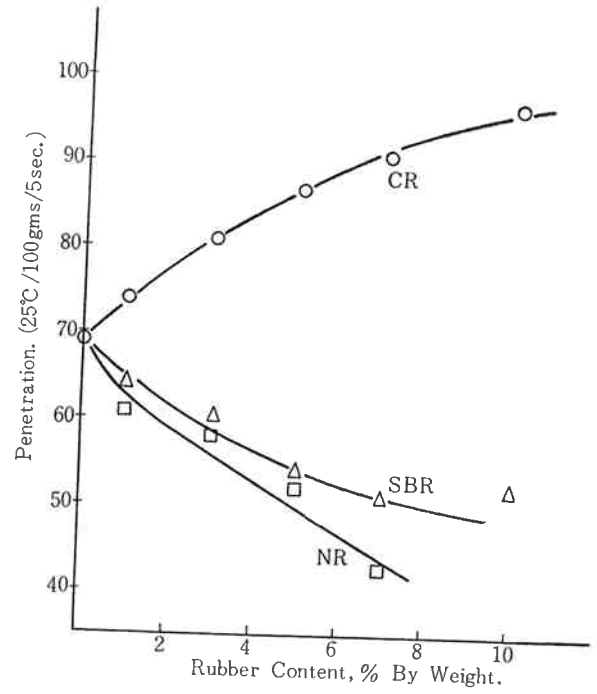


Fig. 4 Effect of rubber content on penetration.

Photo. 1 Softening test

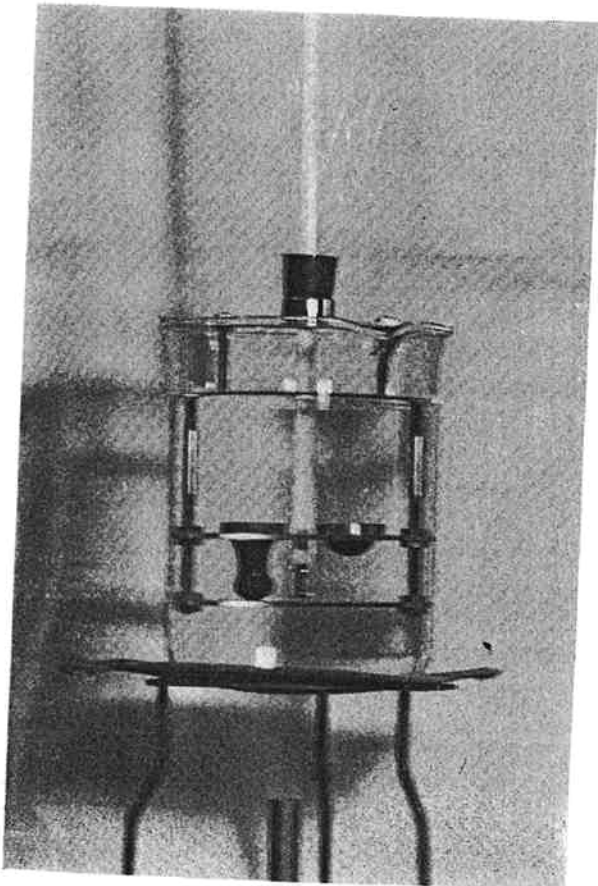
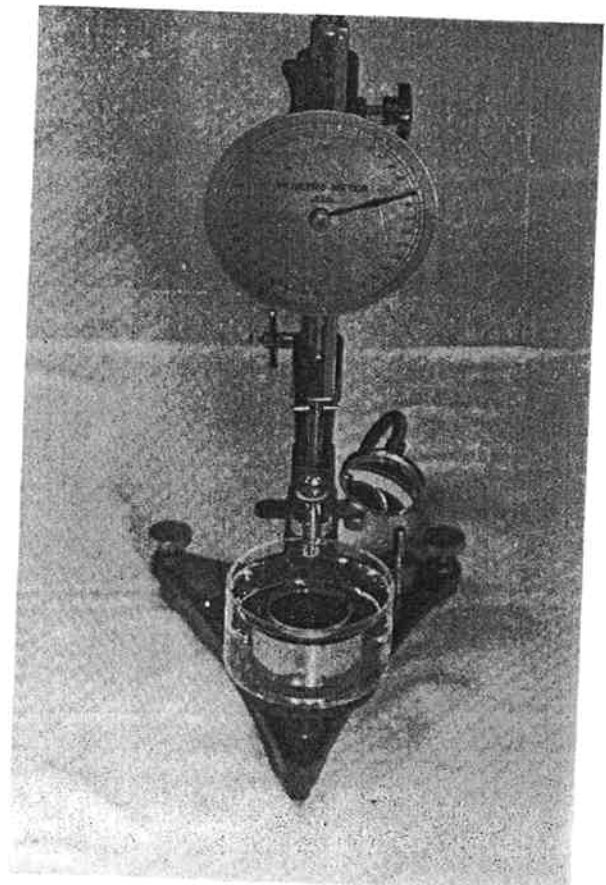


Photo. 2 Penetration test



を示した。クロロレン添加物の軟化点がゴム量5%程度までは、ほとんど影響が無いのに比べ、SBR, NR では、添加量の増加と共に軟化点の上昇を示した。

(2) ゴム添加量とアスファルト針入度

Fig. 4に、ゴム添加量のアスファルトの針入度への影響を示した。CR 添加アスファルトは、特異な傾向を示し、ゴム添加量の増加と共に針入度が上昇する。これに比べ、SBR, NR 添加アスファルトの針入度はゴム添加量の増大と共に針入度は低下しアスファルトが硬くなる傾向を示した。

(3) ゴム添加量とタフネス、テナシティー

ゴムを添加したアスファルトのタフネス (把握力)、テナシティー (粘結力) の、測定結果を Fig. 5 および Fig. 6 に示した。図の中で、鎖線部分では、ペンソンヘッドが、アスファルト層から脱離した時点までの数値であり、ゴム化アスファルトの真のタフネス、テナシティーではない。ペンソン法引張試験中の試料の写真を参考までに添付する。さらに、Fig. 7, 8, 9 に、各々 CR, SBR, NR についてのペンソン法引張試験により得られたチャートを示す。

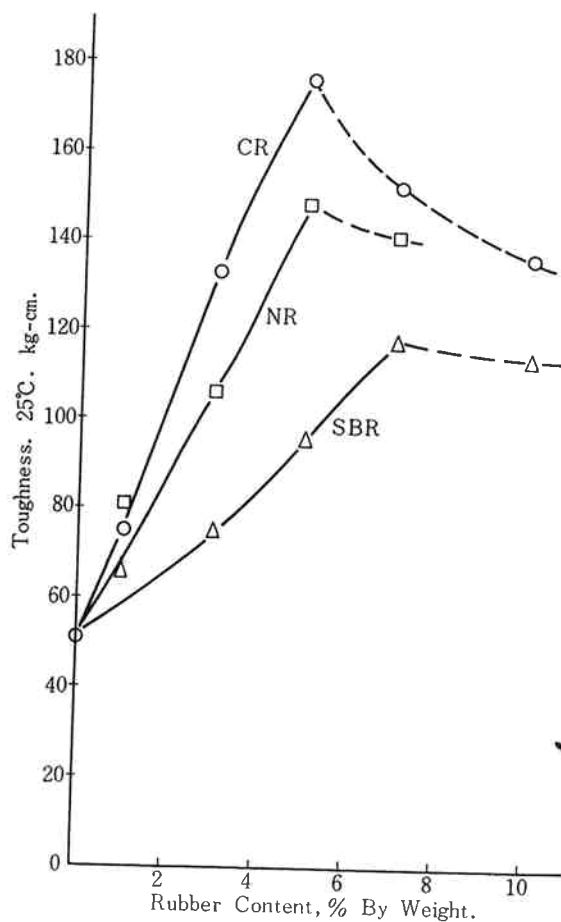


Fig. 5 Effect of rubber content on toughness.

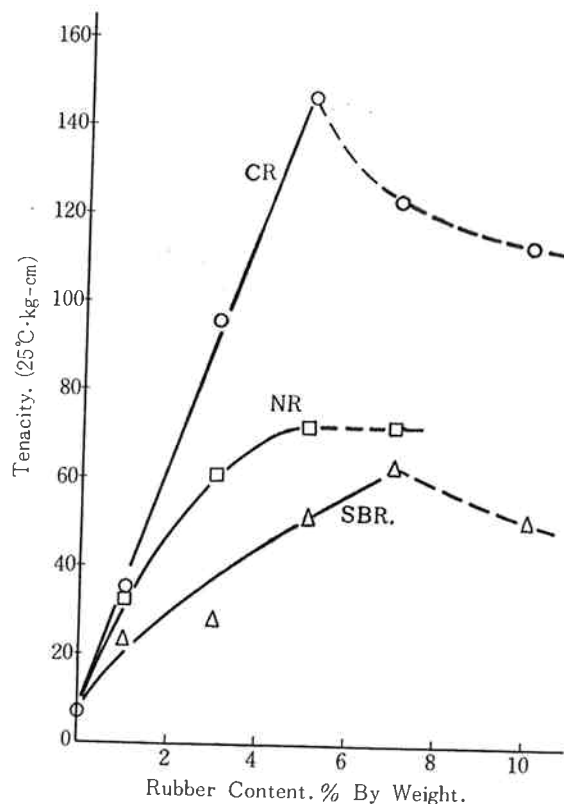


Fig. 6 Effect of rubber content on tenacity.

これらの結果から、アスファルトへのタフネス、テナシティーの付与効果の点で、CR によるゴム化が、優れている事が明らかとなった。又、ペンソン法引張り試験チャートから明らかな様に、CR, SBR, NR では各々特徴ある応力-ひずみ曲線を示しており、CR 添加アスファルトが、ゴム添加量の増大と共に、よりゴムらしさを増すのに比べ、SBR, NR ではその傾向が小さいか全く見られない。

(4) フラース脆化点への影響

ゴム添加量のフラース脆化点への影響は、以上の結果を含めて Table. 3, 4, 5 に各々示したが、ゴムの種類による影響は、明確ではない。

[2] CRの種類とアスファルト物性

CR のアスファルト改質効果の特徴が明確になったが次で、異なる CR ラテックスを使用したゴム化アスファルトの物性を調べた結果を Table. 6 に示した。軟化点47°C、針入度90のストレートアスファルトを使用した結果を Table. 3 の結果と対比すると、CR によるアスファルトの改質は、針入度の低いアスファルト (ストレートアスファルト或はブローンアスファルト) に対して効果的である事が推測される。この事は、Fig. 4 に示したゴム添加量の針入度への効果を見ても明らかであり、CR

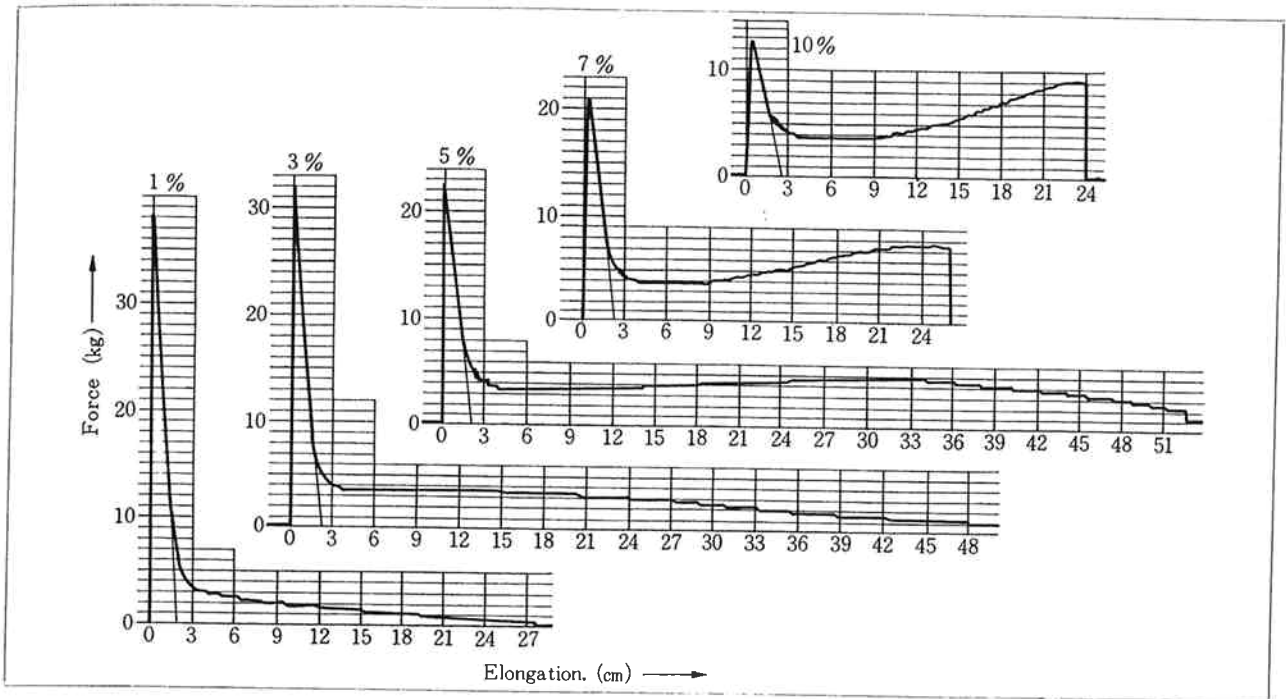


Fig. 7 Force-elongation curves. CR modified asphalt.

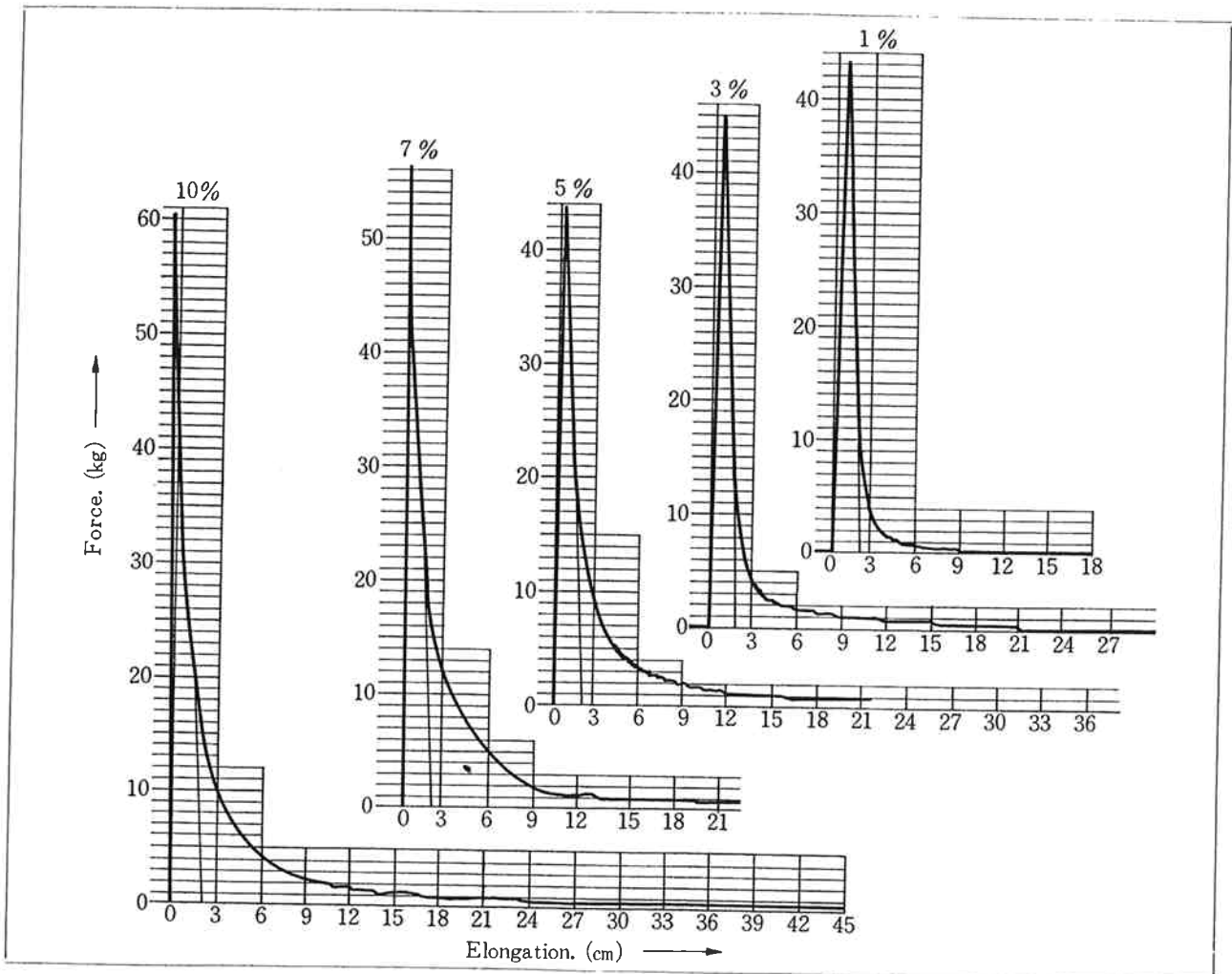


Fig. 8 Force-elongation curves. SBR modified asphalt.

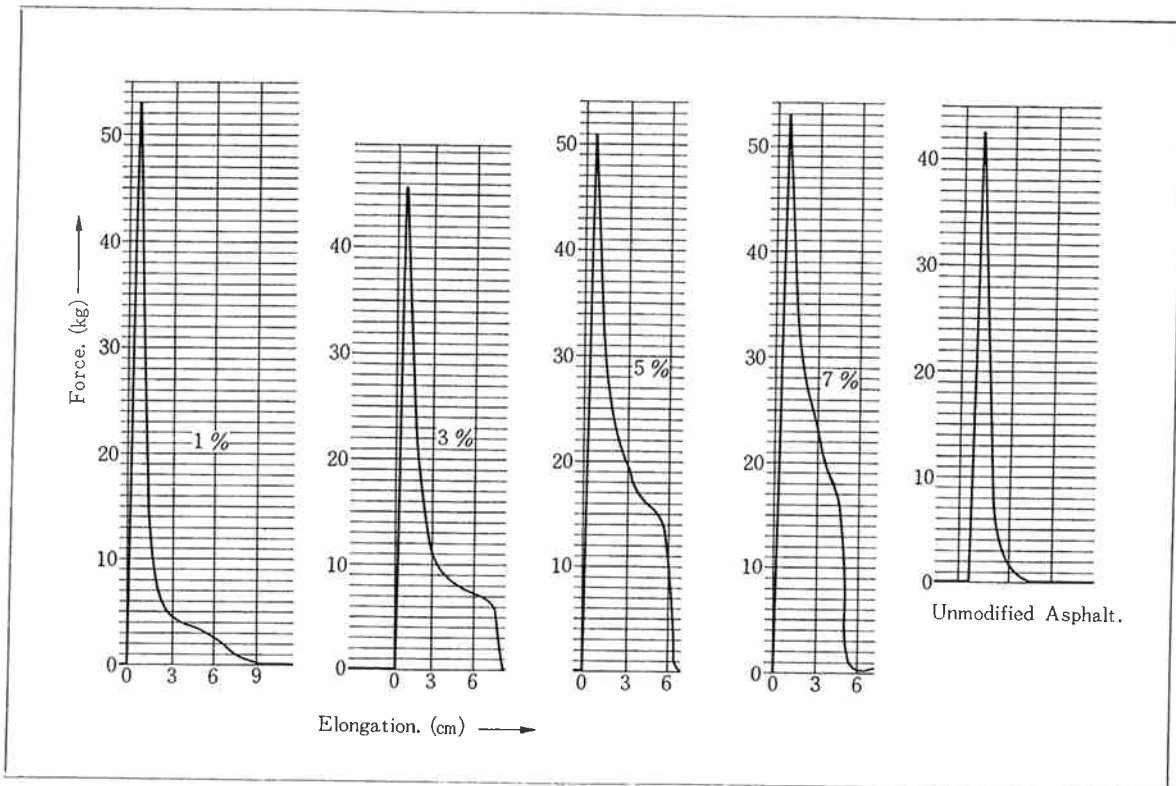


Fig. 9 Force-elongation curves. NR modified asphalt.

Table 3 Effects of concentration of CR.

	Softening point. (°C)	Penetration (25°C/100gms /5 sec.)	Ductility (25°C, cm)	Toughness (25°C, kg-cm)	Tenacity (25°C, kg-cm)	Fraass Breaking Point (°C)
Unmodified Asphalt.	47.5	69.	150+	51.	7.	-10.5
1% chloroprene from skyprene LC40 latex.	48.0	74.	—	76.	35.	- 9.0
3% "	48.0	81.	150+	134.	96.	- 9.0
5% "	49.0	87.	150+	177.	147.	- 9.5
7% "	60.5	101.	150+	153.	123.	- 9.0
10% "	72.6	107.	150+	137.	114.	-15.0

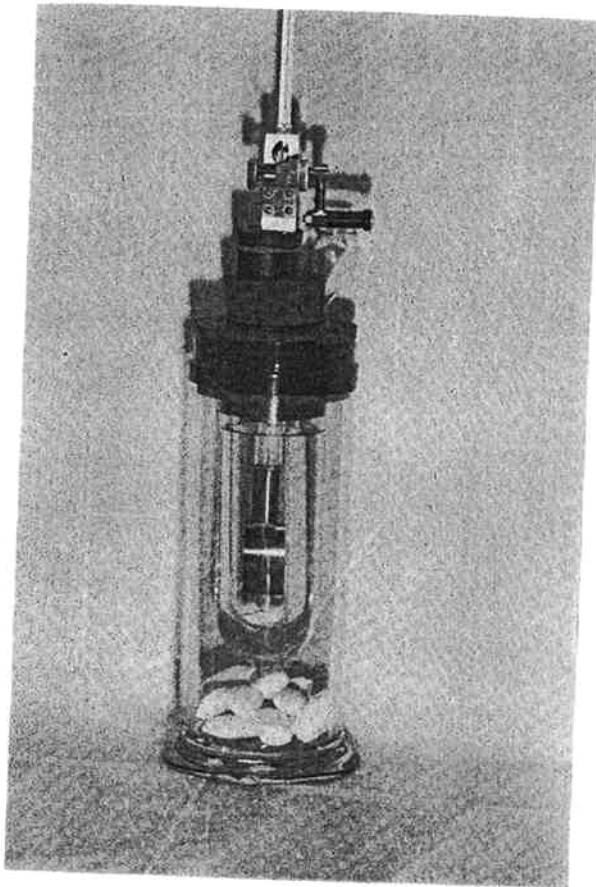
Table 4 Effect of concentration of SBR

	Softening Point (°C)	Penetration (25°C/100gms /5 sec.)	Ductility (25°C·cm)	Toughness (25°C· kg-cm)	Tenacity (25°C· kg-cm)	Fraass Breaking Point (°C)
Unmodified Asphalt.	47.5	69.	150+	51.	7.	-10.5
1% SBR from Asphalt modifying type latex	48.5	64.	—	66.	23.	-10.0
3% "	51.0	60.	150+	75.9	28.	- 8.5
5% "	58.0	54.	150+	6.1	49.	- 9.0
7% "	66.5	51.	150+	18.1	63.	- 8.0
10% "	73.5	52.	150+	14.	51.	-16.0

Table 5 Effect of concentration of natural rubber.

	Softening Point (°C)	Penetration (25°C/100 gms/5 sec.)	Ductility (25°C·cm)	Toughness (25°C·kg·m)	Tenacity (25°C·kg-cm)	Fraass Breaking Point (°C)
Unmodified Asphalt	47.5	69.	150+	51.	7.	-10.5
1% NR from Soctox tipe latex.	50.5	61.	—	81.	33.	-6.0
3% "	56.0	58.	150+	106.	61.	-7.5
5% "	61.0	52.	—	148.	72.	-10.0
7% "	67.0	43.	—	141.	72.	-22.0

Photo. 3 Fraass breaking point test



のゴム改質剤としての特徴は、低針入度のアスファルトの改質に極めて効果的であると言える。

[3] 薄膜加熱試験によるゴム化アスファルトの耐熱老化性。

ゴム分3%を含有するゴム化アスファルトについて、薄膜加熱試験法による、熱および空気による老化試験を行った。老化条件は、薄膜加熱試験法により、163°C、5時間とした。Table. 7 にその結果を示した。

SBR を添加した試料は、加熱による物性値の増減が大きく、Fig. 8 に示す抗張力—伸び曲線の形も変わらずより硬くなる傾向を示している。反面、CR 添加により調製した試料は、変化率も小さく、初期設計値から大幅に物性変化を起す事は無いと考えられ、耐熱老化性が優れていると考えられる。

[4] 低温伸度におよぼすCR添加量の影響

CR 添加アスファルトが、SBR, NR 等を添加したアスファルトに比べ、ゴムの性質をより備えている事が明らかになったが、この事は、低温での柔軟性がより優れている事が推測される、確認のため低温(0°C~15°C)の DUCTILITY.* を測定した。

CR の添加量を1%~5%としたゴム添加アスファルトの0°C~15°Cの DUCTILITY を、伸びで表示すると Fig. 10. に示す様な結果が得られた。ゴム添加量の

Table 6 Effect of chloroprene from different latices

	Softening Point (°C)	Penetration (25°C/100gms/5 sec.)	Ductility (cm)		Toughness (25°C·kg-cm)	Tenacity (25°C·kg-cm)
			5°C	10°C		
Unmodified Asphalt	47.	90.	1.	100+	47.	10.
1% CR from Skyprene LC40 Latex	47.	107.	9.	78	53.	17.
3% "	51.	115.	37.	97	102.	61.
1% CR from Skyprene #405 Latex	48.	89.	8.	42	91.	50.
3% "	51.	111.	33.	81	167.	143.

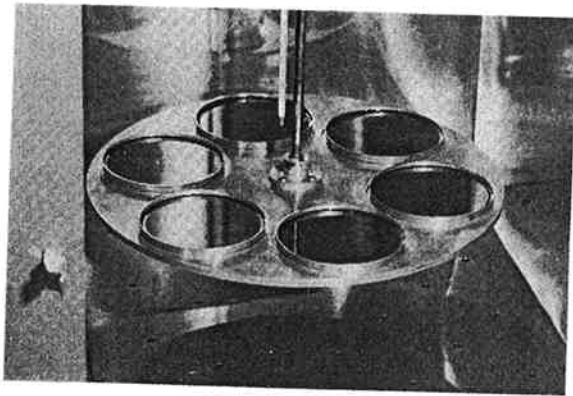
Table 7 Effect of thin film oven aging

	Softening Point (°C)		Penetration (25°C/100gms/5sec.)		Toughness (25°C·kg-cm)		Tenacity (25°C·kg-cm)		Loss on Heating (%)
	Original	Aged	Original	Aged	Original	Aged	Original	Aged	
Unmodified Asphalt.	48.	42 (-12.5%)	69.	47 (-31.9%)	51.	94. (+84.3%)	7.	16. (+128.6%)	0.12
3% CR	48.	53.5 (+11.5%)	81.	75 (-7.0%)	134.	131 (-2.2%)	96.	89. (-7.3%)	0.15
3% SBR	51.	54. (+6.0%)	60.	48. (-20.0%)	75.	130 (+73.3%)	28.	60. (+114.3%)	0.16
3% NR	56.	50.5 (+0.80%)	58.	61 (+5.0%)	106. —	28 (-73.6%)	61.	10. (-83.6%)	0.22

* Measures the resistance of asphalt to heat and air at 163°C.

* Bracketed numbers are value of change on Aging.

Photo 4 Thin film oven test



増加と共に低温柔軟性が著しく増大する傾向を示している。(使用アスファルトの針入度: 90, 軟化点47°C)

4. 考察

ゴムラテックスによるアスファルトの改質について、若干の検討を行った。とりあげたラテックスの中では、クロロプレンラテックスによるアスファルトの改質が効果的であると考えられる。

クロロプレンを添加したアスファルトの特徴は、高いタフネスとテナシティを備えており又耐熱老化性あるいは低温での柔軟性に富んでいる点にあると言える。

又クロロプレンにより改質するアスファルトとしては、低針入度のアスファルト、例えば針入度40~60のストリートアスファルトあるいはブローンアスファルト、を使用する事により一層の改質効果が期待され、アスファルトの持つ性質を生かし、かつクロロプレンの特徴を付与し得る事が推察される。

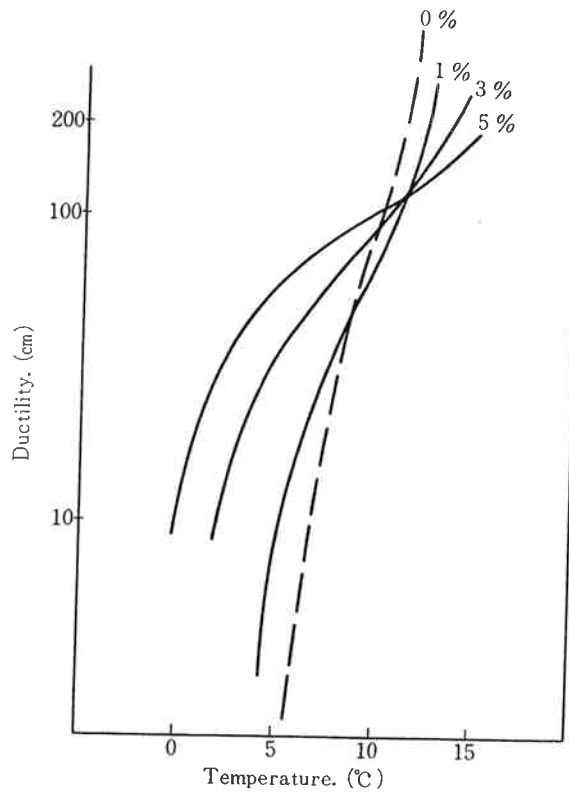


Fig. 10 Effect of CR content on low temperature ductility.

文 献

1) J. R. BENSON; *Road and Streets.*, April, (1955).

* Ductility Test を, JIS では, 伸度 (cm) として表現してあるが, 厳密には, 低温領域におけるアスファルトの柔軟性の尺度の意味に考える必要がある。

Photo. 5-1
Skyprene LC40 3% added as solid.

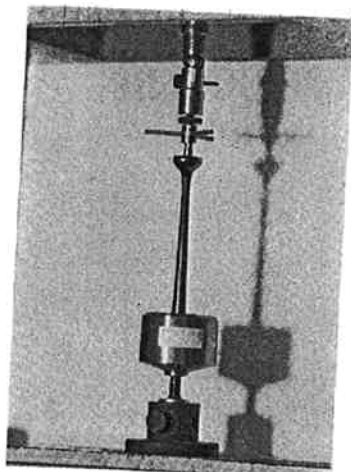


Photo. 5-2
Skyprene LC40 5% added as solid.

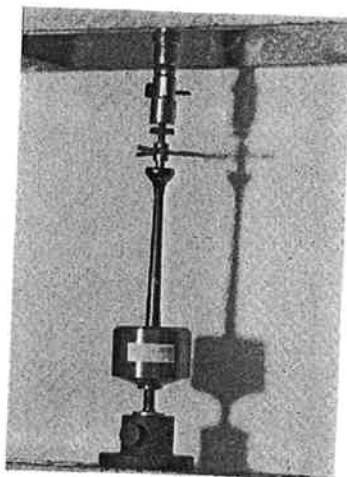


Photo. 5-3
Skyprene LC40 7% added as solid.

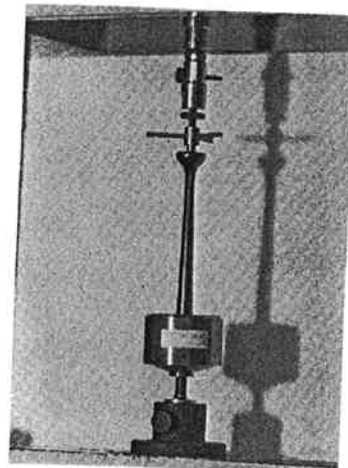


Photo. 5-4
Unmodified asphalt.

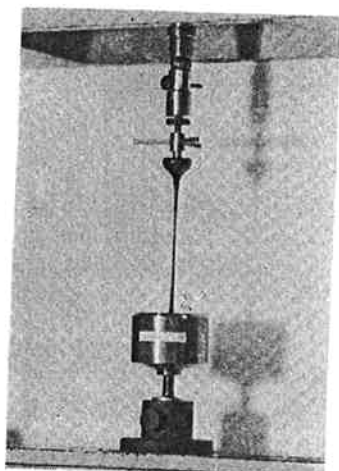


Photo. 5-5
SBR Latex 5% added as solid.

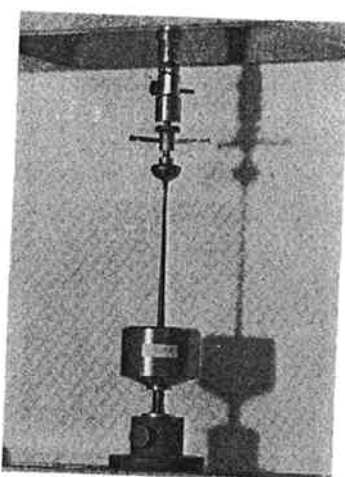


Photo. 5-6
NR Latex 5% added as solid.

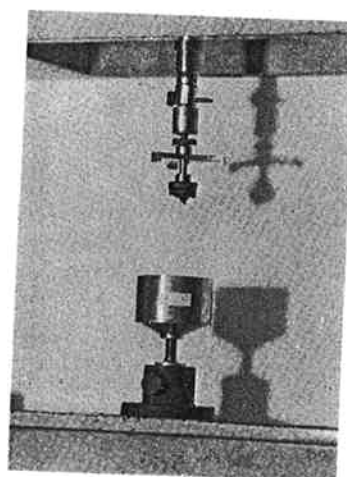


Photo. 5 Sample being elongated in toughness and tenacity test
(Penetration 60/80 asphalt.)

2) ENDERS, H. A.; *I. E. C.*, 43, 334 (1951).

3) FARRAR, GERALD, L.; *Oil and Gas Journal*, 52, (14), (1953).

4) 松野, 南雲; “アスファルト舗装に関する試験”, 建

設図書.

5) W. HOFFMAN; *Rubber Journal*, June, (1972).

6) DONALDA, KALIIN; *Rubber Age*, October, (1967).