



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	繊維添加材がアスファルトの性状に及ぼす影響
Author(s)	石川, 洋; 森吉, 昭博; 高橋, 茂樹 他
Citation	石油学会誌, 42(4), 215-221
Issue Date	1999-07-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/40055
Type	journal article
File Information	moriyoshi_JJPI42_215.pdf



[一般論文]

繊維添加材がアスファルトの性状に及ぼす影響

石川 洋^{†1)*}, 森吉 昭博^{†1)}, 高橋 茂樹^{†2)}, J. G. CABRERA^{†2)}^{†1)} 北海道大学工学部, 060-8628 札幌市北区北 13 条西 8 丁目^{†2)} Civil Engineering Materials Unit, University of Leeds, Leeds LS2 9JT, UK

(平成 10 年 10 月 5 日受理)

最近, アスファルト系排水性舗装のクラック, わだち掘れ, あるいはアスファルト混合物の輸送中に生じるアスファルトのだれを防止するため, アスファルト系排水性舗装用の高粘度アスファルトに SBS や各種繊維を添加する場合がある。しかし, 繊維を添加した高粘度アスファルトの力学性状および耐久性が高温から低温領域において適切かどうかはまだ不明である。よって本研究は, これらのアスファルトの力学性状を検討するために, 新たに開発した改造フラスゼい化点 (IFBP) 試験, 森吉ぜい化点 (MBP) 試験, 高温長時間耐久性 (HTLTD) 試験および曲げ試験を適用し, 評価を行った。また, 高温領域における粘度はレオメーターにより測定した。

本研究では, SBS および各種繊維を添加した高粘度アスファルトのぜい化点および力学性状が以下のとおり明らかにになった。

- (1) 3 種類の繊維を添加したアスファルトは無添加のアスファルトと比較して低温領域において同一温度で破壊時のひずみが著しく小さくなる。
- (2) 3 種類の繊維を添加したアスファルトは無添加のアスファルトと比較して耐久性が劣ると考えられる。

1. 緒 言

アスファルト系排水性舗装 (以下, これを排水性舗装と呼ぶ) は空げき率 (ここでは全体空げき率のことを意味する) が 15~25% の表層および不透水性の基層で構成されている。この結果, 雨水は表層を浸透し, 基層表面を伝わって舗装端部から排水される。そのため, 排水性舗装は水はね, 水しぶきおよびすべり抵抗の改善などで交通安全上著しい効果があり, またその構成材料が多孔性であることから交通騒音対策に効果があるとされているため最近注目されている。

しかし, 排水性舗装は空げき率が大きいいため, 通常のアスファルト舗装と比較して, 劣化を受けやすく, 耐久性に乏しいといわれている。この対応策として, 一般の開粒度タイプの混合物よりもアスファルト量を増加させてアスファルトの膜厚を厚くする方法がある。しかし, この方法はアスファルト量が過剰に多くなると, アスファルト混合物の製造 (混合) 後から輸送中にアスファルトのだれが生じて舗設後の混合物が不均一になったり, 混合物の耐流動性が劣るなどの問題が生じると考えられる。よって, 一般にこれらを防止する目的のために, 排水性舗装用アスファルトにスチレン-ブタジエン共重合体 (SBS) などの樹脂や繊維などが添加されることがある。

しかし, 排水性舗装用混合物に繊維を添加した場合のだれ防止や高温安定性に対する効果は従来より検討されているが, 混合物に対するその他の影響や繊維を添加したアスファルト単体の力学性状については未だ明らかでない。

本研究の目的は, 他の改質アスファルトに比べ高粘度でぜい化点の低い排水性舗装用アスファルトに繊維を添加した場合の混合時や転圧時のような高温条件下におけるアスファルトの粘度のひずみ速度依存性や低温時における破壊強度, 破壊時のひ

ずみおよびぜい化点などの力学性状を明らかにすることである。これらは排水性舗装用アスファルトに繊維を添加する有用性を検討する上で重要であると思われる。

本研究は, 低温 (-32~-12℃) および高温 (45℃, 150℃) で 1 種類のストレートアスファルト, および SBS で改質された 2 種類の改質アスファルトに対して各種の繊維添加の有無における物性試験を行った。

2. 実験材料

本研究で用いた 3 種類のアスファルトのうち 2 種類 (Type A および Type B) は 1997 年京都縦貫自動車道の排水性舗装用の仕様 (Table 1) を満足するよう特別に製造されたものである。Type A は Type B に比べて, 60℃ の粘度が小さく, ぜい化点が高い改質アスファルトである。これら 2 種のアスファルトはいずれも SBS が添加 (3~4%) されたものである。他の 1 種類 (Type St. As.) はストレートアスファルト (針入度級 80/100) である。

Type St. As., Type A および Type B のアスファルトの性状を Table 1 に示す。また, 排水性舗装技術指針 (案) で示されている排水性舗装用アスファルトの仕様も Table 1 に示す。京都縦貫自動車道で用いられたアスファルトの薄膜加熱試験 (Thin Film Oven Test; TFOT) および高温長時間耐久性 (High Temperature Long Time Durability; HTLTD) 試験後の曲げ強度, 破壊時のひずみ, ぜい化点などの低温時の性状は, 供用時排水性舗装で生じる骨材飛散やクラックを防止するために特別に仕様化された。これらの仕様は筆者らの試験機関より提案された。

本研究で使用したガラス繊維 (2 種類; G1, G2) および植物性繊維 (P) の性状を Table 2 に示す。これらは日本において排水性舗装用アスファルト混合物のだれ防止のために添加され

* 連絡先

Table 1 Properties and Specifications of Porous Binders

		Type St. As.	Type A	Type B	Specification in Japan ^{a)}	Specification of Kyoto Highway
Penetration	[25°C, 100 g, 5 sec]	90	53	63	>40	>40
Softening point	[°C]	47.5	92.0	94.0	>80.0	>80.0
Ductility	[cm]	—	100+	95	>50	>50
Flashing point	[°C]	—	346	310	>260	>260
Weight loss after TFOT	[%]	—	+0.06	−0.02	<0.6	<0.6
Degree of penetration after TFOT	[%]	—	90.6	79.4	>65	>65
Toughness	[25°C][Nm]	—	26.4	26.7	>20	>20
Tenacity	[25°C][Nm]	—	22.2	24.1	>15	>15
Viscosity at 60°C	[kPa·s]	—	43.4	50.1	>20	—
IFBP after TFOT	[°C]	−9	−19	−34	—	<T _{AV.} ^{b)} (−5)
Strength at (IFBP)°C	[MPa]	—	—	—	—	>5
Strength at (IFBP − 10)°C	[MPa]	—	—	—	—	>5
Fracture strain at (IFBP − 10)	[× 10 ^{−2}]	—	—	—	—	>0.3
MBP (163°C, 72 h)	[°C]	—	−10	−17	—	<T _{L.} ^{c)} (−10)

a) Specification in Japan: Technical Guide for Drainage Pavement (Proposal).

b) T_{AV.}: Average daily temperature of coldest month.

c) T_{L.}: Minimum ambient temperature of coldest month.

Table 2 Properties of Fibers

	Glass fiber		Plant fiber
	G1	G2	P
Content of α-cellulose [%]	—	—	76
pH (DIN 53124)	—	—	7.6
Average diameter [10 ^{−6} m]	6	3	—
Average length [10 ^{−6} m]	300	300	1100
Average width [10 ^{−6} m]	—	—	45
Specific gravity [kN/m ³] (DIN 53468)	24.5	24.5	14.9
Tensile strength [GPa]	1-2	1-2	—

ることがあり、添加量はアスファルトの重量に対して1~2%である。

3. 実験方法¹⁾

本研究では、低温時および高温時におけるアスファルトの粘弾性状および力学性状を得るために、以下の試験を行った。

- (1) 改造フラスゼい化点 (Improved Fraass Breaking Point; IFBP) 試験
- (2) 森吉ぜい化点 (Moriyoshi Breaking Point; MBP) 試験
- (3) 曲げ試験
- (4) レオメーターによるフロー試験
- (5) 高温長時間耐久性 (HTLTD) 試験

3.1. 改造フラスゼい化点 (IFBP) 試験

この試験は従来のフラスゼい化点試験機を改造して行った。主な改造点は従来の金属板を永久変形がほとんどない特殊な銅板に変更したこと、冷却槽として従来の空気槽の代わりに低温メタノール液槽を用いたこと、ジグを金属板の両端が試験中に移動しないように改良したことなどである。これらの改造により試験はより再現性が良くなり、各種アスファルトに対しての試験精度が従来試験法では±3~4°Cであったものが、本試験法では±1°Cと良好な結果が得られている。

3.2. 森吉ぜい化点 (MBP) 試験

2個の特別に製作したステンレス製容器 (直径14 cm×深さ1 cm×厚さ0.1 cm) を用意し、それぞれの容器にアスファルトを50 g採取し、供試体とする。これらの供試体を45°Cで養生した後、恒温の低温水槽に1分間浸ける。その後、供試体を取り出し、き裂が発生しているかどうか観察する。その温度でき裂が生じていない場合は水槽の温度を1°C下げ、同様の方法を繰り返す。森吉ぜい化点 (MBP) は2個の供試体のうち高い方の温度とするが、温度の差が両者で2°C以上の場合は試験をやり直す。

この試験は、高温乾燥機および恒温低温水槽があれば行うことができるため、アスファルトプラント試験室に導入しやすく、試験方法も簡便なため、アスファルトプラントにおけるアスファルトの品質管理に応用することが可能である。すなわち、供試体を (MBP+1)°C の水槽に1分間浸け、き裂が発生しているかどうかを確認し、き裂が発生していなければ MBP の規格を満足すると判定できる。この試験方法を「屋外1分間試験」と呼ぶこととする。京都縦貫自動車道の建設では、従来の品質規格のアスファルトでは搬入されるタンクローリー毎のアスファルトのぜい化点が異なっていることが知られていたため、Type A および Type B のアスファルトをプラントのアスファルトタンクに貯蔵する前に、搬入時のアスファルトのぜい化点が京都縦貫自動車道の仕様を満足するかどうか即座に検査する必要があった。このため、現場に到着したタンクローリーより試料を採取して現場のプラント試験室にて MBP 試験 (屋外1分間試験) を行った。その後、その試料を用いて TFOT および HTLTD 試験後の MBP 試験を行い、Table 1 の品質評価を行った結果、規格内に入っていることが確認された。

3.3. 曲げ試験

曲げ試験は改造フラスゼい化点試験機を用いて行った。この試験機は恒温メタノール液槽の中でフラスゼい化点 (2°C 毎) 以下でアスファルトの曲げ強度 (±0.1 MPa) および破壊時のひずみ (±100×10^{−6}) が測定できる。筆者らは既にこの

Table 3 IFBP and MBP of Bitumens with and without Fibers (°C)

	Type A	Type A+G1	Type A+P	Type B	Spec. of Kyoto Highway
IFBP, original	-22	-15	-15	-37	
IFBP, after TFOT	-19			-34	$< T_{Av.} (-5)$
MBP, original	-28			-40	
MBP, after TFOT	-25			-37	
MBP (163°C, 72 h)	-10			-17	$< T_L (-10)$

Table 4 IFBP and MBP of Straight Bitumens with Glass Fiber (°C)

	Type St. As. + G1 ^{a)}	Type St. As. + G2 ^{a)}	Type St. As.
IFBP, original	-14	-12	-13
MBP, original	-24.5	-25.3	-24
MBP, after TFOT	-20.5	-21.5	-20

a) Straight asphalt (80/100) + Glass fiber (1%).

試験により以下の項目を明らかにしている²⁾。

- (1) アスファルトの曲げ強度-温度曲線および破壊時のひずみ-温度曲線の形状が同一アスファルトを使用した混合物のそれらと類似している。
- (2) IFBP あるいは MBP で示されるアスファルトのぜい化点に対し、60 km/h 走行時のひずみ速度相当の引張り試験や曲げ試験による強度-温度曲線のピークで示される混合物のぜい化点は、(IFBP+26)°C、(MBP+38)°C となる。このぜい化点は、アスファルト舗装に生じるわだち掘れ現象からき裂現象に移るアスファルト混合物の転移点を意味する。
- (3) アスファルトの破壊時のひずみ-温度曲線の形状は同一アスファルトを使用した混合物のものとはほぼ同一となる。しかし、それらの大きさの絶対値は異なる（アスファルトの破壊時のひずみ $\times 0.1 \equiv$ アスファルト混合物の破壊時のひずみ）。

3.4. レオメーターによるフロー試験

レオメーターは英国キャリメ社製 (CSL100 型) ストレス制御式レオメーターを使用した。アスファルト 0.1 g を試験機のコーンアタッチメント (直径 2 cm, 2° コーン) のすき間に入れ、一定の垂直圧力 (最大圧力 4 MPa)、一定の温度 (45°C および 150°C) でせん断速度を変えて ($10^{-3} \sim 10^2$ 1/sec, up: 時計回り, down: 反時計回り) 試験を行い、各温度におけるアスファルトの粘度とせん断速度との関係を求める。森吉らは 45°C におけるホイールトラッキング試験のアスファルト混合物の変形率が、ひずみ速度 3.0×10^{-3} 1/sec、温度 45°C の up 曲線におけるアスファルトの粘度と密接な関係があることを明らかにしている³⁾。

3.5. 高温長時間耐久性 (HTLTD) 試験

MBP 試験と同じ容器 2 個とアスファルトを各 50 g ずつ用意する。容器にアスファルトを入れ、163°C で 5 時間加熱し、30 分室温で放置した後、MBP 試験によりぜい化点を測定する。その後、同一供試体を用いて 12, 24, 36, 72 時間、163°C 加熱後に MBP 試験を行い、ぜい化点、き裂のパターン、表面の形状の変化等によりアスファルトの耐久性を評価する。筆者ら

は、HTLTD 試験の 24 時間後のぜい化点が同じ容器を用いて 3 カ月間屋外に暴露した供試体のぜい化点とほぼ対応することを明らかにしている⁴⁾。

4. 実験結果および考察

4.1. 改造フラスぜい化点 (IFBP) 試験

薄膜加熱試験 (TFOT: 163°C, 5 h) 前後の各種アスファルトの IFBP を Table 3 および Table 4 に示す。

繊維無添加アスファルト (Type A, Type B) の場合、TFOT 後の IFBP は TFOT 前に比べてそれぞれ 3°C 上昇した。Type A のアスファルトに繊維 G1 および P を添加したアスファルト (Type A+G1, Type A+P) は繊維無添加のもの (Type A) に対して IFBP がそれぞれ 7°C 上昇した。よって、繊維添加アスファルトの低温性状が京都縦貫自動車道の仕様を満足するものの、繊維無添加のアスファルトの低温性状よりも劣ると考えられる。

4.2. 森吉ぜい化点 (MBP) 試験

TFOT 前後の MBP を Table 3 および Table 4 に示す。

繊維無添加アスファルト (Type A, Type B) の場合、TFOT 後の MBP は TFOT 前に比べてそれぞれ 3°C 上昇した。アスファルトの IFBP および MBP はそれぞれ最寒冷月の日平均気温 ($T_{Av.}$) および最低気温 (T_L) に対応していることがわかっており⁵⁾、これらのぜい化点は前述したとおり、交通条件下のアスファルト混合物のぜい化点とも密接な関係にあることが認められている。

Type St. As. のアスファルトに各種ガラス繊維を添加したアスファルトは、TFOT 後の MBP が TFOT 前に比べてそれぞれ約 4°C 上昇しており、これは Type A および Type B の繊維無添加アスファルトと同様の傾向を示している。ガラス繊維の形状と繊維添加アスファルトの MBP との関係は、本実験範囲内では明確な差が認められなかった。

4.3. 曲げ試験

TFOT 前後の曲げ強度および破壊時のひずみを Table 5 に示す。ガラス繊維 (G1: 1%) あるいは植物性繊維 (P: 1%) を添加したアスファルト Type A の曲げ強度は無添加のアスファルト

Table 5 Strength and Fracture Strain of Bitumen, with and without Fibers, before and after TFOT

	Type A	Type A +G1 (1%)	Type A +P (1%)	Type B	Spec. of Kyoto Highway
Original					
Strength at (IFBP) [MPa]	11	9	9	7	>5
Strength at (IFBP - 10) [MPa]	9.5	7	7	8.5	>5
Fracture strain at (IFBP) [$\times 10^{-2}$]	2.3	2	2	—	>0.3
Fracture strain at (IFBP - 10) [$\times 10^{-2}$]	0.7	0.65	0.65	—	>0.3
After TFOT					
Strength at (IFBP) [MPa]	6.5	—	—	—	>5
Strength at (IFBP - 10) [MPa]	7.0	—	—	—	>5
Fracture strain at (IFBP) [$\times 10^{-2}$]	2.2	—	—	—	>0.3
Fracture strain at (IFBP - 10) [$\times 10^{-2}$]	0.6	—	—	—	>0.3

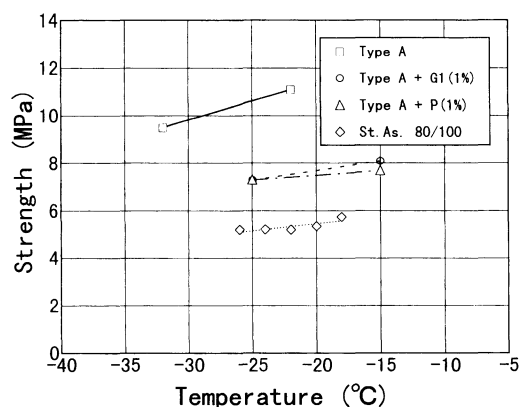


Fig. 1 Relationship between Strength and Temperature for Type A Bitumen, with and without Fiber

トの曲げ強度に比べて若干小さくなる傾向が認められたが、これらの繊維を添加したアスファルトの破壊時のひずみ-温度曲線の形状は無添加のものと類似している (Fig. 1 参照)。しかし、これらの繊維添加アスファルトの破壊時のひずみは同一温度では著しく小さくなる。さらに、繊維添加アスファルトの曲げ強度-温度曲線および破壊時のひずみ-温度曲線は無添加のアスファルトのものに比べて高温側に位置する傾向となっており、TFOT 後のアスファルトの結果も同様の傾向にある (Figs. 1~5 参照)⁶⁾。

Fig. 1 および Fig. 2 にガラス繊維 (G1: 1%) あるいは植物性繊維 (P: 1%) を添加した Type A のアスファルトの曲げ試験結果を示す。

図によれば、繊維を添加することによりアスファルトの曲げ強度は低温時において 10~20% 減少し、破壊時のひずみ-温度曲線は約 7°C 高温側に位置するため、-25°C では破壊時のひずみは元の 1/3 に減少する。

Fig. 3 に TFOT 後のアスファルトの曲げ試験結果を示す。図によれば、TFOT 前後の破壊時のひずみ-温度曲線の形状はほぼ同一であるが、TFOT 後の曲線は約 2~3°C 高温側に位置している。

Fig. 4 および Fig. 5 に各種ガラス繊維 (G1, G2: 1%) を添加した Type St. As. のアスファルトの曲げ試験結果を示す。図によれば、ガラス繊維の形状の変化による曲げ強度および破壊

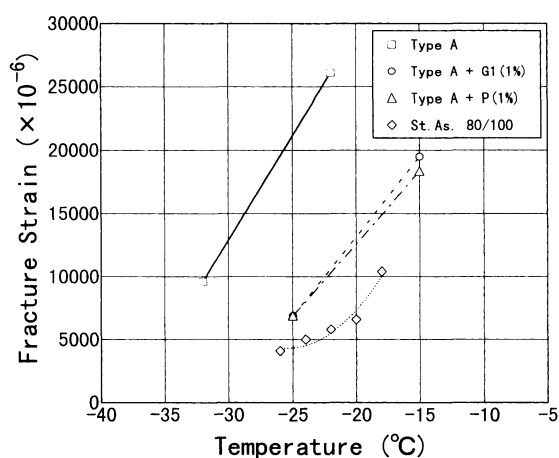


Fig. 2 Relationship between Fracture Strain and Temperature for Type A Bitumen, with and without Fiber

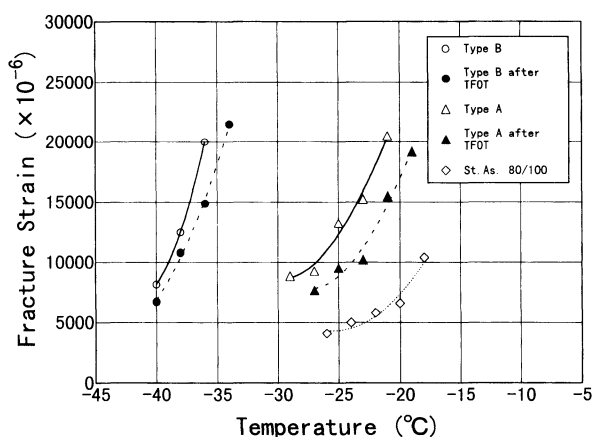


Fig. 3 Relationship between Fracture Strain and Temperature for Type A Bitumen and Type B Bitumen after TFOT

時のひずみへの影響は若干認められるものの、この結果は MBP 試験と同様にその効果は小さい傾向にある。また、Type St. As. のアスファルトにガラス繊維を添加した場合は、曲げ強度は 30~40% 減少し、破壊時のひずみ-温度曲線は約 4°C 高温

側に位置するため、 -20°C で破壊時のひずみは元の 2/5 に減少する。この結果は、同一ガラス繊維をアスファルトに添加してもアスファルトの性状によりこの移動量が異なることを示している。

4.4. レオメーターによるフロー試験

この試験は繊維添加 (G1: 2%) アスファルトおよび無添加アスファルトについて、 45°C および 150°C の温度条件で行った。これらの温度条件は、それぞれ寒冷地の排水性舗装における供用中の最大温度および排水性舗装における初期転圧温度 (マカダムローラー) にほぼ相当すると考えられる。これらの繊維をアスファルトに添加した場合、 45°C および 150°C でアスファルトの粘度は up および down 時とも大きくなる傾向にある。Table 6 および Table 7 はこれらの繊維を添加した場合の粘度増加の程度がアスファルトの種類、繊維の種類および温度に依存することを示しており、特に Type A のアスファルトは各温度においてガラス繊維あるいは植物性繊維を添加することによりその傾向が顕著となる。

Fig. 6 および Fig. 7 に、 45°C および 150°C における各種ア

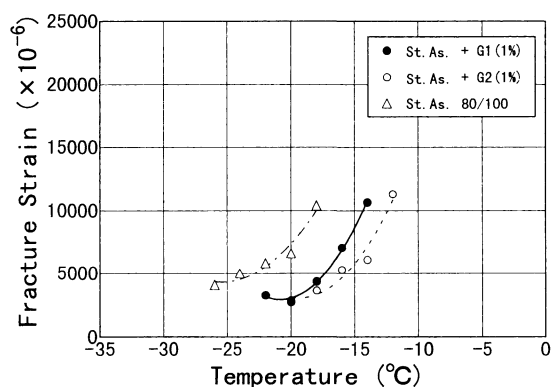


Fig. 4 Relationship between Fracture Strain and Temperature for Straight Asphalt (80/100), with and without Glass Fiber

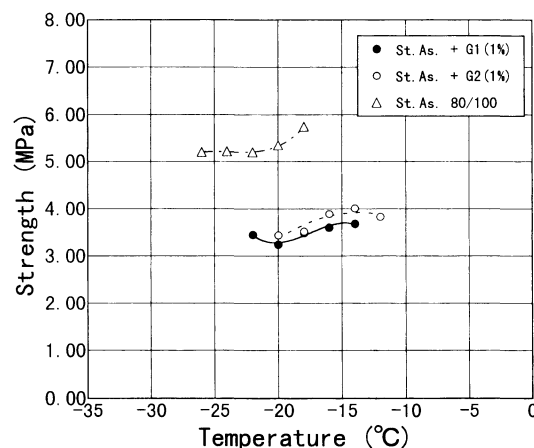


Fig. 5 Relationship between Strength and Temperature for Straight Asphalt (80/100), with and without Glass Fiber

Table 6 Viscosity and Viscosity Ratio of both Bitumens, with and without Fibers, at 150°C (Pa.s, shear rate: 1×10^{-1} 1/sec)

	Type A		Type B	
	Up ^{a)} (ratio)	Down ^{b)} (ratio)	Up (ratio)	Down (ratio)
Plant P (2%)	30 (14.3)	120 (60)	300 (4.6)	360 (9.0)
Glass G1 (2%)	8 (3.8)	47 (23.5)	65 (1.0)	65 (1.6)
Original	2.1 (1.0)	2.0 (1.0)	60 (1.0)	40 (1.0)

a) Up: clockwise. b) Down: anticlockwise.

Table 7 Viscosity and Viscosity Ratio of both Bitumens, with and without Fibers, at 45°C ($\times 10^4$ Pa.s, shear rate: 4×10^{-3} 1/sec)

	Type A		Type B	
	Up (ratio)	Down (ratio)	Up (ratio)	Down (ratio)
Plant P (2%)	10 (1.8)	100 (1.5)	9 (5.6)	160 (1.1)
Glass G1 (2%)	65 (11.6)	120 (1.8)	2.7 (1.7)	150 (1.1)
Original	5.6 (1.0)	65 (1.0)	1.6 (1.0)	140 (1.0)

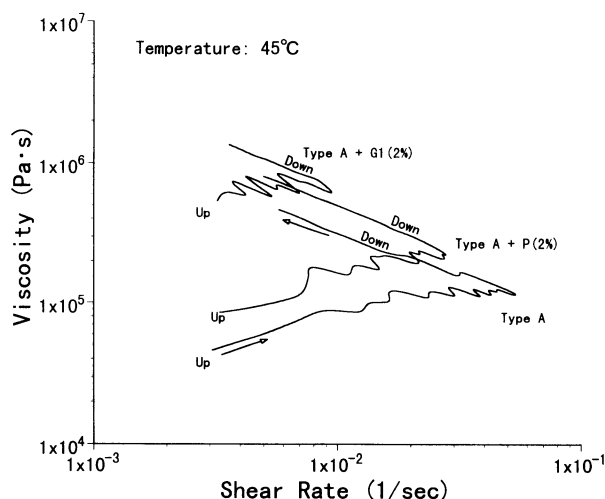


Fig. 6 Relationship between Viscosity and Shear Rate for Type A Bitumen, with and without Fibers (45°C)

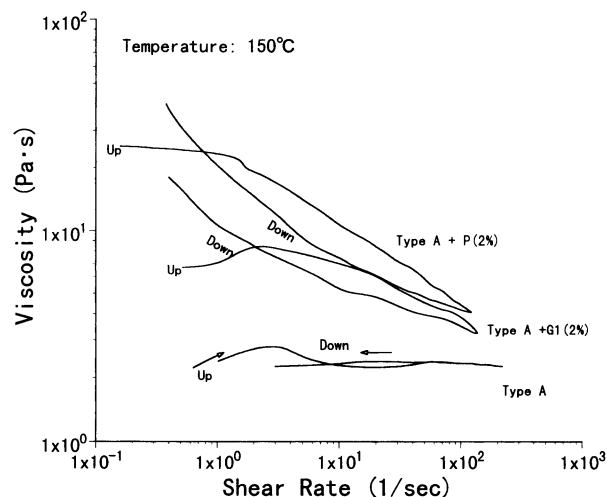


Fig. 7 Relationship between Viscosity and Shear Rate for Type A Bitumen, with and without Fibers (150°C)

Table 8 Results of HTLTD Test for Bitumens, with and without Fibers (MBP: °C)

Time [h]	Type A	Type A + G1 (1 %)	Type A + P (1 %)	Type B
0	-28	-28	-26	-40
5	-27	-26	-26	-40
24	-24	-22	-22	-40
48	-18	-14	-14	-30
72	-10	-10	-7	-17

一転圧による締め固めが難しくなることを意味している。

4.5. 高温長時間耐久性 (HTLTD) 試験

Table 8 は繊維添加および無添加アスファルトの MBP が加熱時間が長くなると上昇することを示している。すなわち、加熱による劣化が長時間進行することを示している。また、繊維添加アスファルトの MBP は無添加のものに比べて加熱時間に対する MBP の上昇が早い傾向にある。繊維添加アスファルトの表面形状を観察すると、24 時間後に小さなき裂が多数発生し、アスファルトの表面がでこぼこになることが確認された。これらのことより、繊維添加アスファルトの耐久性は無添加アスファルトに比べて劣ることが明らかとなった。

5. 結 論

以上の研究により以下に示す結論が得られた。

- (1) 繊維添加アスファルトは無添加のものに比べて、低温領域における破壊時のひずみは 1/3~2/5 に減少する。
- (2) フロー試験の結果、45°C において繊維添加アスファルトの粘度が著しく大きくなることがわかった。このことから繊維添加アスファルトは 45°C において耐流動性が期待できる。
- (3) フロー試験の結果、150°C における繊維添加アスファルトの粘度は無添加のものより大きくなる。このことから繊維添加アスファルトはローラー転圧による締め固めが無添加アスファルトより難しくなると考えられる。

- (4) HTLTD 試験の結果、HTLTD 試験後の森吉ぜい化点 (MBP) は加熱時間が長くなると上昇する。これは加熱による劣化が長時間かけて進行することを示していると思われる。

- (5) HTLTD 試験の結果、繊維添加アスファルトは無添加のものに比べて MBP が高く、き裂が多数発生し、かつ表面にでこぼこが現れるため、繊維添加アスファルトの耐久性は無添加のものより劣ることが明らかとなった。

謝 辞

なお、本研究に協力いただいた長谷川宏氏、中居隆章氏、神敏郎氏、村上徹氏および故田口滋久氏に感謝の意を表する。

References

- 1) Moriyoshi, A., Amano, T., Kasahara, A., Tokumitsu, K., "Brittle points of bitumens and bituminous mixtures and these applications," Proc. of the 5th International RILEM Symposium, MTBM, Lyon, 1997, p. 145.
- 2) Moriyoshi, A., Kawamura, K., *Sekiyu Gakkaishi*, **35**, (4), 353 (1992).
- 3) Moriyoshi, A., Tokumitsu, K., Fujiwara, M., *Sekiyu Gakkaishi*, **37**, (3), 316 (1994).
- 4) Unpublished paper.
- 5) Amano, T., Tokumitsu, K., Ogasawara, A., Kasahara, A., Moriyoshi, A., *Sekiyu Gakkaishi*, **39**, (5), 378 (1996).
- 6) Moriyoshi, A., Kawamura, K., *Sekiyu Gakkaishi*, **35**, (4), 353 (1992).

Summary

Effects of Fibers on Properties of Bitumens

Hiroshi ISHIKAWA ^{†1)}, Akihiro MORIYOSHI ^{†1)}, Shigeki TAKAHASHI ^{†2)}, and J. G. CABRERA ^{†2)}

^{†1)} Faculty of Engineering, Hokkaido University, Nishi 8-chome, Kita 13, Kita-ku, Sapporo 060-8628

^{†2)} Civil Engineering Materials Unit, University of Leeds, Leeds LS2 9JT, UK

High-viscosity bitumen blended with Styrene Butadiene Copolymer (SBS) and fibers is used, of late, for drainage pavement, for the purpose to prevent cracking and rutting, as well as to prevent flow carrying bituminous mixtures. However, it was not impossible to evaluate whether, or not, the mechanical properties and durability of such bitumens are suitable, at both extremes of low or high temperatures.

The authors, therefore, have developed a method for determining the mechanical properties of these bitumens, using some new tests, such as the Improved Fraass Breaking Point (IFBP) Test, the Moriyoshi Breaking Point (MBP) Test, the

High-Temperature Long-Time Durability (HTLTD) Test and the Bending Test. The method employed for measuring viscosity at high temperature was the Flow Test by rheometer.

This paper describes the various results of tests for high-viscosity bitumens blended with the SBS and fibers. The authors obtained some brittle points and mechanical properties of these bitumens by using the said testers. The authors found the fracture properties and durability of bitumen blended with various fibers unfavorable, compared with the original bitumens.

Keywords

Additive, Bitumen, Fiber, Viscosity, Brittle point, Mechanical property