

9.7 舗装路面の性能評価法の高度化に関する研究（2）

研究予算：運営費交付金（道路整備勘定）

研究期間：平 18～平 22

担当チーム：材料地盤研究グループ（新材料）

研究担当者：西崎到、新田弘之、加藤祐哉

【要旨】

舗装に対するニーズの多様化とともに、アスファルトも多様化している。また、舗装の性能規定化が進みつつある一方で、アスファルトの評価手法は従来からの材料評価方法を中心としたままとなっている。このため、多様化するアスファルトに対応した舗装性能に基づく評価方法が必要となっている。本研究では、新たな舗装用バインダ及び表層用混合物の性能評価手法の提案を目的として検討を行っている。

平成 19 年度は、ポリマー改質アスファルトの耐流動性（高温性状）、耐低温ひび割れ性（低温性状）、混合物製造時の劣化特性、紫外線による供用時の劣化特性、耐水性（水による剥離抵抗性）を評価するための新たな評価試験についての検討を行った。その結果、耐流動性評価手法としてのせん断試験、耐低温ひび割れ性評価手法としての曲げ試験及び DTT（ダイレクトテンション試験）、耐水性評価手法としてのスライドガラスによる剥離試験などが適用できる可能性があることが分かった。混合物製造時の劣化特性評価手法としては RTFOT（回転式薄膜加熱試験）の試験条件の変更などで対応できる可能性があることが分かった。また、紫外線による供用時の劣化特性手法として暴露試験を検討した結果、季節にもよるが、厚さ 0.1mm の供試体では 2 週間程度の暴露で十分な劣化効果が得られることが分かった。

キーワード：ポリマー改質アスファルト、DSR、せん断試験、DTT、曲げ試験、RTFOT、暴露試験、スライドガラスによる剥離試験

1. はじめに

高耐久舗装や排水性舗装など、舗装に対するニーズが多様化すると共に、ポリマー改質アスファルトが普及するなど近年の舗装用アスファルトは多様化している。また、舗装の性能規定化が進みつつある一方で、アスファルトの評価は従来からの材料評価方法を中心としたままとなっている。そこで、多様化するアスファルトに対応

した舗装性能に基づく評価方法が必要となっている。

本研究では、多様化する舗装用バインダ及び表層用混合物に対応する性能評価手法の提案を目的として検討を行っている。表-1 にポリマー改質アスファルトに求められる主な性能に対する現在の評価項目と課題を示す。性能評価手法の改良や代替評価手法の開発が必要な項目が多いことが分かる。平成 19 年度は、前年度に引き続き耐流

表-1 ポリマー改質アスファルトの性能評価の現状と課題、検討状況

性能項目		規格値の設定されている試験方法	課題など
耐流動性 (高温性状)		軟化点	
		60℃粘度 (平成 18 年廃止)、現在規格なし	代替評価手法が必要→平成 18, 19 年度に検討
耐疲労性 (常温性状)		針入度 (25℃)	
		タフネス・テナシティ (25℃)	III 型・H 型でテナシティが廃止、改良または代替評価手法が必要
耐低温ひび割れ性 (低温性状)		伸度 (7, 15℃)	その他、強度・粘弾性指標等の評価手法が必要→平成 18, 19 年度に検討
		フラス脆化点	
劣化特性	混合物製造時	TFOT (163℃)	RTFOT の方がポリマー改質アスファルトに適するとされるが、試験条件の検討が必要→平成 19 年度に検討
	供用時	現在規格なし	新たな評価手法が必要→平成 19 年度に検討
磨耗抵抗性		フラス脆化点	
骨材飛散抵抗性	低温時	曲げ (-20℃)	耐低温ひび割れ性評価への適用性も検討 (平成 19 年度)
		タフネス・テナシティ (25℃)	テナシティの一部廃止、改良または代替手法が必要
	高温時	タフネス・テナシティ (25℃)	テナシティの一部廃止、改良または代替手法が必要
耐水性 (水による剥離抵抗性)		粗骨材の剥離面積率	ポリマー改質アスファルトの分類を目的とする場合、標準骨材等の統一基準が必要→平成 19 年度に検討

注：太字は平成 19 年度実施項目

動性(高温性状)及び耐低温ひび割れ性(低温性状)評価のための新たな評価試験に関する検討を行った。また、混合物製造時の劣化特性や供用時の劣化特性、耐疲労性、耐水性(水による剥離抵抗性)評価のための新たな評価試験に関する検討も行った。

なお、本研究は日本改質アスファルト協会との共同研究により実施した。

2. 使用材料

各検討には、表-2に示すバインダを使用した。最近主流となっているPDA(プロパン脱瀝アスファルト、Si)と従来のもの(Ss)の2種類のストレートアスファルト、それらから製造されたII型、III型、H型の各種ポリマー改質アスファルトを合わせた8種類を使用した。

表-2 試験に用いたバインダ

ベースアスファルト	記号	種別	改質材添加率(%)
Si		ストレートアスファルト 60/80(PDA)	0.0
	IIi	ポリマー改質アスファルト II型(PDA)	4.6
	IIIi	ポリマー改質アスファルト III型(PDA)	6.0
	Hi	ポリマー改質アスファルト H型(PDA)	8.0
Ss		ストレートアスファルト 60/80	0.0
	IIs	ポリマー改質アスファルト II型	5.0
	IIIs	ポリマー改質アスファルト III型	6.7
	Hs	ポリマー改質アスファルト H型	8.5

3. 耐流動性(高温性状)評価手法の検討

3.1 概要

平成18年に60°C粘度が廃止されて以降、ポリマー改質アスファルトの耐流動性(高温性状)の評価項目は軟化点のみとなっている。そのため、60°C粘度試験に代わる高温時の粘弾性評価手法が必要である。そのような手法として図-1に示すようなDSR(ダイナミックシアレオメータ)試験があり、高温時の耐流動性評価手法として優れている。しかし、試験機が高価であり、あまり普及していないことから、本研究ではより一般的な力学試験機でも評価可能な方法として、バインダのせん断試験を検討した。

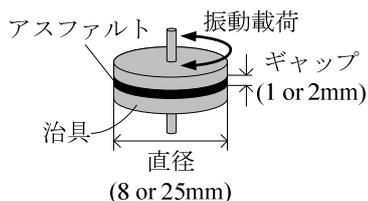


図-1 DSR試験概要

3.2 試験方法

バインダのせん断試験はスライディングプレートレオメータ¹⁾を参考としたものである。平成19年度は、前年度に比べて大型の2面せん断タイプの治具を用いて、次の手順により試験を行った。

- (1) 図-2に示すように試料を加工する。試料との接触面積は、一面当たり長さ60(mm)×幅50(mm)=3,000(mm²)である。

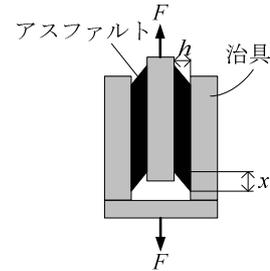


図-2 せん断試験概要

- (2) 恒温槽付きの引張試験機に設置し、試験温度60°Cで1時間程度養生する。
- (3) 一定の速度(2.0mm/min)でせん断荷重を行い、試験開始からの時間t(s)、荷重F(N)、変位量x(mm)を記録する。
- (4) 式(1)により、スティフネスS_i(kPa)を計算する。

$$S_i = \frac{3Fh}{2Ax} \times 1,000 \quad (1)$$

ここに、
 S_i : スティフネス (kPa)
 F : 荷重 (N)
 h : 試料厚さ (=1.0 (mm))
 A : 試料と型枠の接触面積 (=3,000 (mm²))
 x : 変位量 (mm)

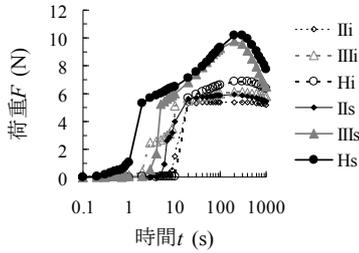
- (5) logt-logS_i図を描き、その接線の傾きの絶対値|a|を求める。

3.3 試験結果

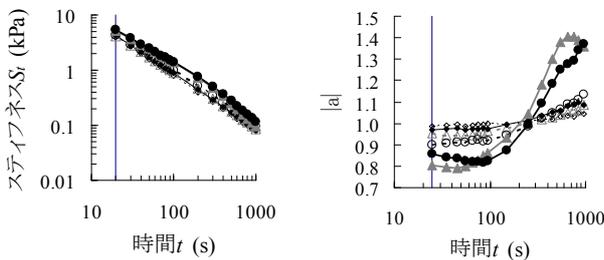
60°Cにおけるバインダのせん断試験の時間と荷重の関係を図-3(a)に示す。試験開始から1~20s(変位約0.03~0.67mm)経過すると、荷重が5.5N程度に急増した。また、200~300s(変位3.3~5.0mm)で荷重は最大値を示し、その後は徐々に減少する傾向を示した。

全試料の荷重が5.5N程度まで急増した20s以降の時間とスティフネスS_iの関係を図-3(b)に示す。ここで、S_iは試料の変形に対する抵抗性の指標と考えることができる。

载荷時間が経過するに従い S_t は低下した。また、ポリマー改質II型よりもIII型、III型よりもH型の方が S_t の値が大きく、PDA(iシリーズ)の方が S_t の値が小さい傾向を示した。



(a) 時間と荷重の関係



(b) 時間とスティフネスの関係 (c) 時間と接線の傾き|a|の関係

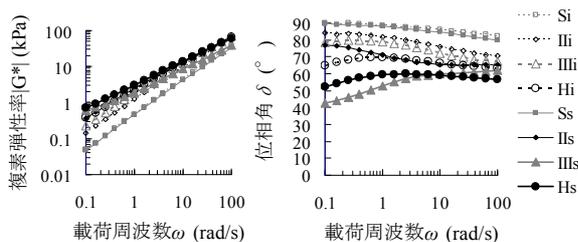
図-3 バインダのせん断試験結果(60°C)

25s以降の時間と|a|の関係を図-3(c)に示す。载荷時間が経過するに従い接線の傾きは上昇する傾向を示した。

ストレートアスファルトについては、60°Cの環境下では治具から脱落してしまい、測定できなかった。従って、ストレートアスファルトでも評価できるように改良する必要があると考えられる。

3.4 DSR との比較

60°CにおけるDSR試験(舗装調査・試験法便覧第2分冊A062に準拠)の結果を図-4に示す。複素弾性率 $|G^*|$ は試料の変形に対する抵抗性を示す指標である。また、位相角 δ は粘弾性の指標であり、 $\delta=0^\circ$ は完全粘性体、 $\delta=90^\circ$ は完全弾性体を表す。



(a) 複素弾性率 $|G^*|$ (b) 位相角 δ

図-4 DSR試験結果(60°C)

$|G^*|$ と S_t の関係で、相関の高かった4ケースを図-5に示す。相関が最も高かったのは、 $t=20$ (s)の時の S_t と $\omega=0.1$ (rad/s)の時の $|G^*|$ で、 $R^2=0.94$ であった。なお、米国のSRPERPAVE規格で規定されている $\omega=10$ (rad/s)における $|G^*|$ とは良好な相関関係は認められなかった。

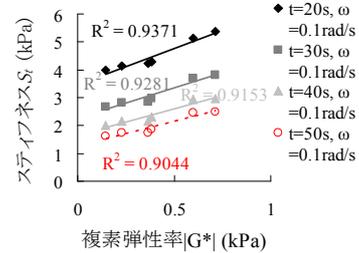


図-5 $|G^*|$ と S_t の関係

δ と|a|の関係で、相関の高かった4ケースを図-6に示す。相関が最も高かったのは、 $t=25$ (s)の時の δ と $\omega=0.1$ (rad/s)の時の|a|で、 $R^2=0.98$ であった。なお、 $\omega=10$ (rad/s)の時 δ と最も相関の高い|a|は $t=95$ (s)の時で、 $R^2=0.79$ であった。

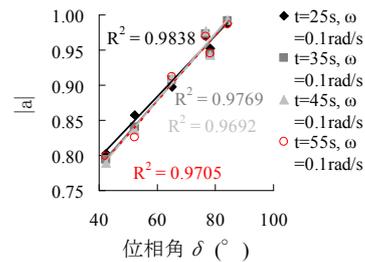


図-6 δ と|a|の関係

以上の結果から、試験時間20~55s付近がDSR試験結果と相関が高く、粘弾性を良く示していることが分かった。今後は、精度向上の検討を行うと共に、わだち掘れとの関係について検討する予定である。

4. 耐低温ひび割れ(低温性状)評価手法の検討

4.1 概要

現在のポリマー改質アスファルトの耐低温ひび割れ性(低温性状)の評価は、フラース脆化点で行われている。フラース脆化点試験は温度を降下させながら曲げ载荷を行った場合のひび割れが生じる最初の温度(脆化点)を測定するものであるが、操作が複雑であるため試験に熟練を要することや、強度特性の指標がないなどの課題がある。低温性状の評価試験としては、他にバインダの曲げ試験(図-7)やDIT(ダイレクトテンション試験、図-8)がある。両者とも荷重と変位を評価する試験であり得られるデータがフラース脆化点試験に比べて多く、耐

低温ひび割れ性の評価にも適用できる可能性が期待できる。平成19年度は、バインダの曲げ試験及びDTTの耐低温ひび割れ性評価への適用性を検討した。

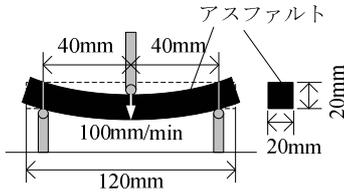


図-7 バインダの曲げ試験概要

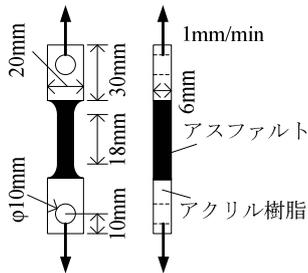


図-8 DTT概要

4.2 バインダの曲げ試験

4.2.1 試験方法

試験は、舗装調査・試験法便覧第2分冊 A063Tに従って実施した。供試体数は1ケース当たり3本とした。また、供試体の破断率を式(2)により算出した。

$$\text{破断率 (\%)} = \frac{\text{破断した供試体の本数}}{\text{供試体の本数}} \times 100 \quad (2)$$

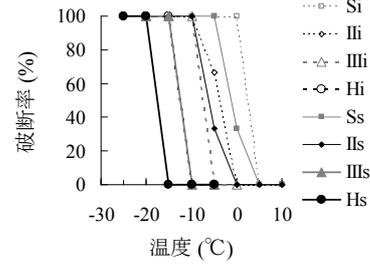
4.2.2 試験結果

(1) 温度の影響

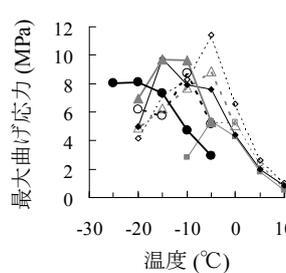
載荷速度 100mm/min、試験温度-25~10°Cにおける曲げ試験の結果を図-9に示す。ここで、最大曲げひずみとは最大曲げ応力時のひずみである。図-9(a)より、例えばSiの破断は0~5°Cの間で生じることが分かった。破断の生じる温度を曲げ脆化点と定義し、例えばSiの場合は中間値の2.5°Cを曲げ脆化点とすることにした。また、H型の曲げひずみは-5°Cで試験装置の限界の 300×10^3 に達してしまった。そのため、この点における実際の試験値は、若干異なると考えられる。

(2) 載荷速度の影響

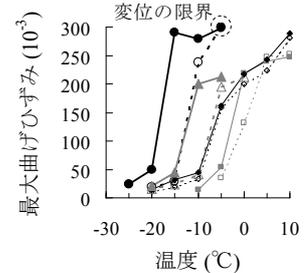
Hiについて、試験温度を-15°Cとし、載荷速度5~100mm/minの範囲で変化させて試験を行った。その結果、載荷速度の変化は測定結果に大きな影響を与えないことが分かった。



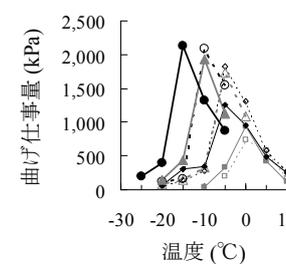
(a) 破断率



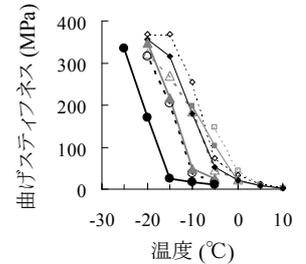
(b) 最大曲げ応力



(c) 最大曲げひずみ



(d) 曲げ仕事量



(e) 曲げスティフネス

図-9 曲げ試験の結果 (100mm/min, -25~-10°C)

4.2.3 フラース脆化点との比較

フラース脆化点を図-10、フラース脆化点と曲げ脆化点の関係を図-11に示す。曲げ脆化点はフラース脆化点に比べて10°C程度高く、両者の間には比較的良い相関があることが分かった ($R^2=0.83$)。

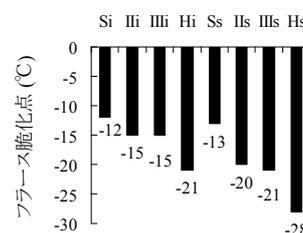


図-10 フラース脆化点

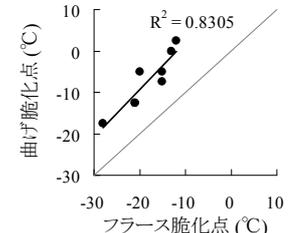
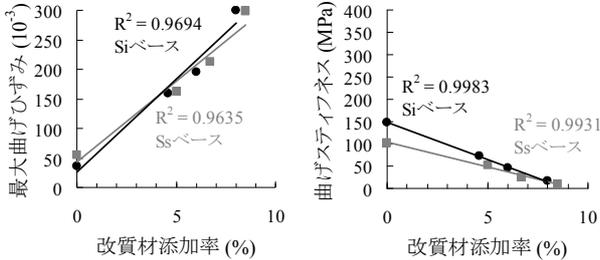


図-11 フラース脆化点と曲げ脆化点の関係

4.2.4 改質材添加率との関係

改質材添加率と曲げ試験値の関係を調査した結果、高い相関が得られたものは、試験温度15°Cにおける最大曲げひずみ(図-12(a))と曲げスティフネス(図-12(b))で、いずれも $R^2 > 0.95$ であった。Siベース、Ssベースをまと

めて考慮しても、最大曲げひずみとの相関は $R^2=0.96$ 、曲げスティフネスとの相関は $R^2=0.92$ と高かった。従って、最大曲げひずみや曲げスティフネスで大まかなバインダの分けができる可能性があると考えられる。



(a) 最大曲げひずみ (b) 曲げスティフネス
図-12 改質材添加率との関係 (100mm/min, -5°C)

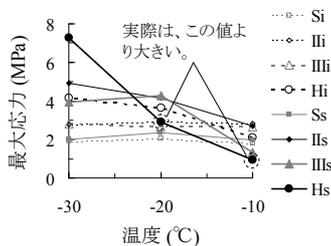
4.3 DTT (ダイレクトテンション試験)

4.3.1 試験方法

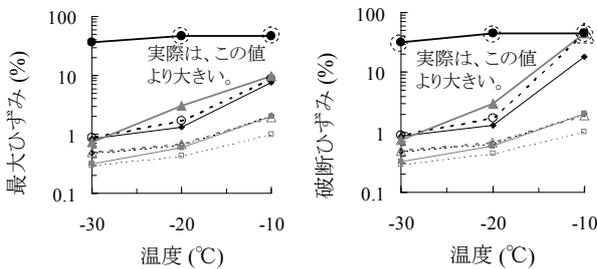
試験は、舗装調査・試験法便覧第2分冊 A061T に従って、ひずみが45% (変位 15.2mm) となるまで実施した。供試体数は1 ケース当たり 5 本とし、最大応力の大きな3本の平均値を試験値とした。

4.3.2 試験結果

試験温度-30~-10°Cにおける DTT の結果を図-13 に示す。ここで、最大ひずみとは最大応力時のひずみである。



(a) 最大応力



(b) 最大ひずみ (c) 破断ひずみ

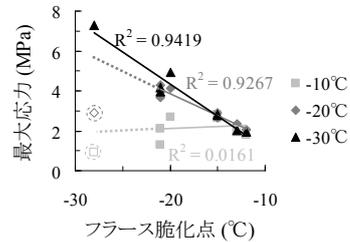
図-13 DTT の結果

試験温度の低下に伴って最大応力は増加し、最大ひずみ及び破断ひずみは減少する傾向を示した。なお、IIIs、Hi、Hs は、-10°Cではひずみが45%に達しても破断せず、Hs は-30°Cでも破断しなかった (破断ひずみ 45%以上)。

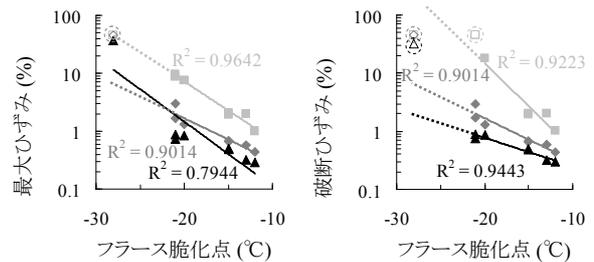
また、Hs は-20°C以上ではひずみが45%に達してもひずみ-応力曲線の応力ピークを示さなかった (最大ひずみ45%以上)。図-10 より、フラス脆化点も-28°Cと今回使用した試料で最も低く、Hs は耐低温ひび割れ性に優れていると考えられる。

4.3.3 フラス脆化点との比較

フラス脆化点と DTT 最大応力の関係を図-14(a)に示す。最大応力については全ての試料のフラス脆化点を下回る-30°Cでは高い相関を示し、全ての試料のフラス脆化点を上回る-10°Cではほとんど相関が認められなかった。従って、十分に低い温度における最大応力はフラス脆化点の代替となる可能性のあることが分かった。



(a) 最大応力



(b) 最大ひずみ (c) 破断ひずみ

図-14 フラス脆化点との関係

フラス脆化点と DTT 最大ひずみの関係を図-14(b)に示す。今回得られたデータで評価すると、-10°Cが最も良い相関が得られた。また、-10°C、-20°Cにおける Hs の最大ひずみは45%以上であることから、これを考慮しても-10°Cでは高い相関を維持できる可能性があると考えられる。一方、-30°Cより更に温度を低下させると、Hs の最大ひずみは小さくなっていくものと考えられることから、十分に低い温度でも高い相関が得られると推測できる。しかし、試験温度が高い方が試験が容易に実施できるため、-10°Cにおける最大ひずみがフラス脆化点の代替としてより有望であると考えられる。

フラス脆化点と DTT 破断ひずみの関係を図-14(c)に示す。今回得られたデータで評価すると-30°Cが最も相関が高かったが、Hs の破断ひずみは32.3%以上であった。従って、これを考慮すると相関は低くなるものと考えられ、-10°Cの方が相関が高くなるものと推測できる。十分

に低い温度でも高い相関が得られると推測できるが、最大ひずみと同様に、-10℃における破断ひずみがフラース脆化点の代替としてより有望であると考えられる。

5. 混合物製造時の劣化特性評価手法の検討

5.1 概要

アスファルト混合物製造時の加熱劣化特性を評価する試験には、TFOT(薄膜加熱試験)とRTFOT(回転式薄膜加熱試験)がある。平成19年現在、TFOT後の質量変化率及び針入度残留率が評価項目として規定されているが、ポリマー改質アスファルトの場合は対流不良や表面膜生成の問題が生じ、RTFOTの方が適しているとの指摘がある²⁾。ただし、RTFOTの試験温度は163℃であり、改質III型やH型はより高い温度で混合されることから、十分な劣化が得られていないとの指摘もある。そこで、本研究ではRTFOTを改良した劣化試験方法の検討を行っている。平成19年度は、試験温度や試験時間を変化させた場合の影響を検討した。

5.2 試験方法

試験は、舗装調査・試験法便覧第2分冊A054により実施した。試験温度を163, 180℃、試験時間を85, 170minの計4ケースの試験を実施し、試験後の針入度及び軟化点に与える影響を調査した。針入度試験は舗装調査・試験法便覧第2分冊A041、軟化点試験はA042により実施した。

5.3 試験結果

RTFOT後の針入度を図-15に示す。概ね163℃85min、180℃85min、163℃170min、180℃170minの順で針入度が小さくなる傾向を示した。即ち、試験温度を163℃から180℃に上昇させるよりも、試験時間を85minから170minに延長させた方が劣化の度合いが大きい結果となった。

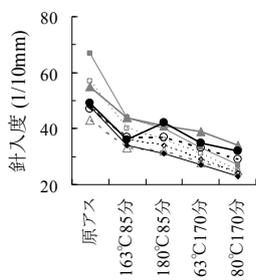


図-15 RTFOT後の針入度

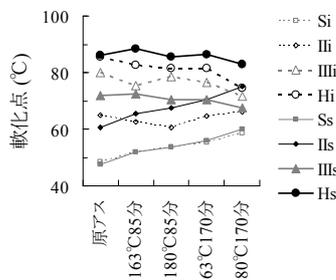


図-16 RTFOT後の軟化点

RTFOT後の軟化点を図-16に示す。ストレートアスファルトやIIsは163℃85min、180℃85min、163℃170min、

180℃170minの順で軟化点が大きくなり、針入度の場合と同様の劣化傾向が認められた。しかし、改質材添加率の高いIII型やH型に関しては、針入度の場合とは逆の傾向を示した。これは、劣化すると軟化する改質材の添加割合が多いことから、その影響が現れたものと考えられる。

6. 供用時の劣化特性評価手法の検討

6.1 概要

アスファルトには、混合物製造時の加熱劣化の他に、酸素や紫外線等による供用時の劣化が考えられる。平成19年度は、紫外線による供用劣化特性評価として暴露試験を実施した。

6.2 試験方法

山口らの研究³⁾によると、アスファルトの膜厚が0.1mm以下の場合で紫外線の影響が試料全体に及ぶとされている。従って、RTFOT(163℃75min)で加熱劣化させた試料を用い、ステンレス板の上に直径14mm、厚さ0.1mmの薄膜暴露供試体(写真-1)を加熱プレスにより製作し、平成19年11月9日よりつくばの屋外暴露場にて暴露を開始した。暴露供試体は南向きに設置し、雨水等が表面に留まることを防ぐために5°の傾斜角度を付けた。暴露状況を写真-2に示す。



写真-1 薄膜暴露供試体

写真-2 暴露状況

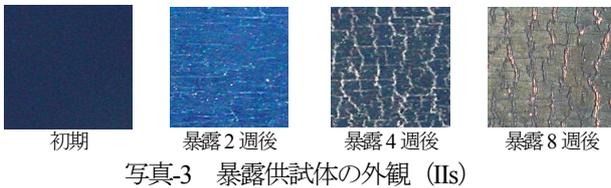
暴露開始から2週、4週、8週後に供試体を回収した。回収した試料は均質に混合し、真空オーブンで加熱脱泡して調整した。暴露後の劣化状況は、60℃、10rad/sにおけるDSR試験値、フラース脆化点、フーリエ変換式赤外分光分析(FT-IR)により得られるカルボニル指数で評価した。FT-IRは0.03g/mLのアスファルト試料クロロホルム溶液について計測し、式(3)で定義するカルボニル指数CIで評価した³⁾⁴⁾⁵⁾。これは、劣化の影響を受けないとされるC=C伸縮振動に帰属する波数1602.63cm⁻¹のピークを内部基準とし、この吸光度に対する1701.27cm⁻¹にアスファルトの酸化によって現れるカルボニル基伸縮振動に起因する吸光度の比である。CIが大きい程、酸化の度合いが大きいことを意味している。

$$CI = \frac{\log(I_{1701.27}^*/I_{1701.27})}{\log(I_{1602.63}^*/I_{1602.63})} \quad (3)$$

ここに、CI : カルボニル指数
 I_n : $n\text{cm}^{-1}$ のピークスペクトルの透過率 (Transmissivity %)
 I_n^* : $n\text{cm}^{-1}$ におけるバックグラウンド(クロロホルム)の透過率 (Transmissivity %)

6.3 試験結果

IIsの暴露供試体の外観を写真-3に示す。暴露2週後の段階で既にひび割れが発生していた。他の試料についても、ほぼ同様のひび割れ発生状況となっていた。



暴露期間と DSR 試験結果の関係を図-17に示す。 $|G^*|$ は暴露2週間で大きく上昇し、その後暴露期間の増加に伴い更に増加した。また、 $\tan\delta$ についても同じ傾向の減少が認められた、これらの変化からも試料が劣化により硬化していることが分かった。

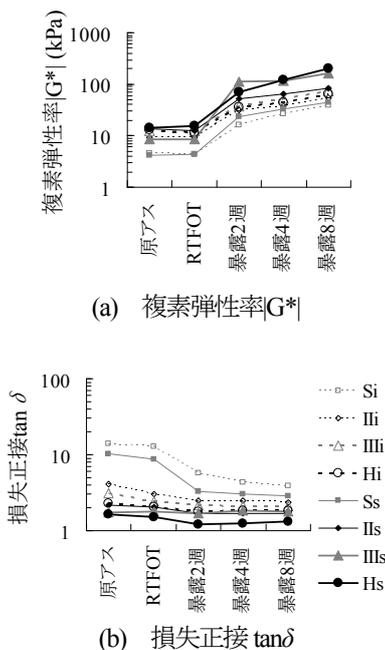


図-17 暴露期間と DSR 試験結果 (60°C, 10rad/s) の関係

暴露期間とフラース脆化点の関係を図-18に示す。暴露期間の増加に伴いフラース脆化点も上昇し、より高い温度でひび割れが生じるようになった。IIIsは、暴露2週後の段階でフラース脆化点が試験機の限界の10°C以上となり、計測できなかった。劣化の度合いは、DSR試験結果と同様に暴露2週までに大きく劣化し、Hsを除きそれ以降の劣化速度や概ね緩やかであることが分かった。また、IIIsやHsは暴露期間の増加に伴い、加熱融解しない成分が生成した。

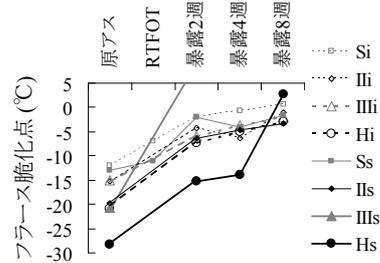


図-18 暴露期間とフラース脆化点の関係

暴露期間と CI の関係を図-19に示す。暴露期間の増加に伴い CI は増加する傾向を示した。これは、酸化劣化が進行していることを示している。また、DSR やフラース脆化点と同様に暴露2週までに大きく劣化していることが分かった。

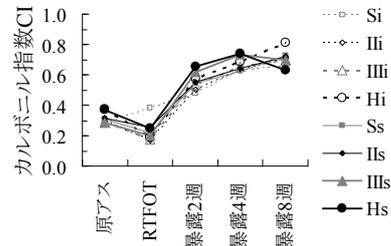


図-19 暴露期間とカルボニル指数 CI

以上の結果より、暴露試験は概ね2週間で顕著な劣化を示すことが分かった。ただし、季節や天候等により紫外線照射量等が異なることから、気象データを観測してその関係を調査する必要がある。また、安定した条件を設定できる室内紫外線劣化試験の検討も行う必要がある。

7. 耐水性(水による剥離抵抗性) 評価手法の検討

7.1 概要

平成19年現在、バインダの耐水性(水による骨材との剥離抵抗性)の評価項目として、粗骨材の剥離面積率が規定されている。これは、アスファルト混合物に使用する骨材を選定するための剥離抵抗性を評価するものであり、骨材によって異なる値が得られる。バインダ自体の

剥離抵抗性評価を目的とする場合では、骨材の材質を統一する必要がある。そこで、本研究ではバインダの分類を目的とした剥離抵抗性評価手法として、骨材に代わり容易に入手可能なスライドガラスを用いた剥離試験を検討した。

7.2 試験方法

スライドガラスによる剥離抵抗性評価は、次の手順で行った。

- (1) 試料を加熱溶融させ、洗浄したスライドガラス上に0.7~0.8g程度量りとする。
- (2) 加熱したスパチュラ等を使用し、スライドガラス上の試料を全体に広げ、試料が所定の質量となるように調整し、供試体とする。
- (3) 1時間放置し、室温まで放冷する。
- (4) 恒温水槽を80±1℃に保ち、その中へ供試体を30分間水浸させる。
- (5) 30分後、水中から供試体を静かに引き上げ、直ちに室温の水が入った平らな容器に移す。
- (6) 約1時間後、容器から供試体を取り出し、乾いた布で供試体の水分を拭き取る。
- (7) 供試体をコピー機にセットし、その上に白紙を置いて印刷する。
- (8) 印刷された用紙をスキャナーで読み込み、パソコンに取り込む。
- (9) 画像処理ソフト等により試験前後の試料面積の着色を行う。
- (10) 面積計算ソフト等により着色箇所の面積を求め、式(4)により剥離面積率を算出する。

$$\text{剥離面積率 (\%)} = \left(1 - \frac{\text{試験後の着色面積}}{\text{試験前の着色面積}} \right) \times 100 \quad (4)$$

7.3 試験条件の検討

試験条件の検討はSsを使用して実施した。今回検討した試験条件は、スライドガラスの表裏の影響、恒温水槽の対流の影響、スライドガラスの洗浄方法の影響、スライドガラスの種類による影響、試料塗布量の影響の5項目とした。

7.3.1 スライドガラスの表裏の影響

スライドガラスの表裏の影響を調査するために、表裏に試料を塗布して試験を行った。

試験結果を写真4に示す。試料を塗布する面により、剥離の程度が大きく異なることが分かった。従って、表裏が明確に判別できるようなスライドガラスを試験に用

いる必要があるものと考えられる。また、剥離の大きな表側を以後の試験に用いた。

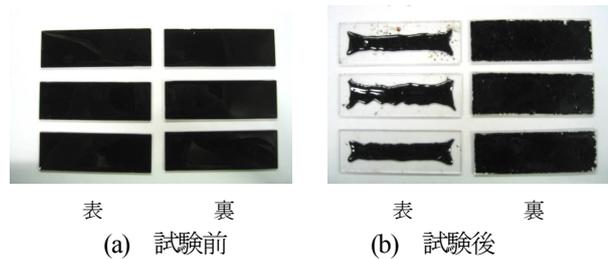


写真4 スライドガラスの表裏の影響

7.3.2 恒温水槽の対流の影響

恒温水槽の循環による影響を調査するために、特に対策をせずに水槽中に供試体を設置する場合と、写真5に示すように対流の影響を遮断する装置を用いた場合について試験を行った。

試験結果を写真6に示す。対流ありの場合では、供試体の場所により剥離の程度に差が生じた。従って、対流の影響を無くすことが望ましいことが分かった。

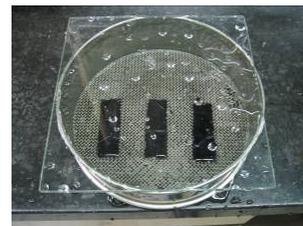


写真5 対流の影響を遮断した状態

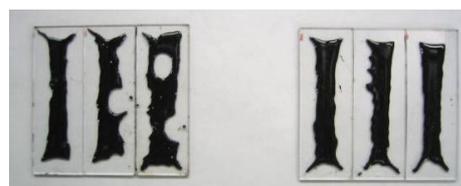


写真6 対流の有無の影響

7.3.3 スライドガラスの洗浄方法の影響

スライドガラス表面の汚れ等による実験誤差を取り除くために、表面の洗浄方法を検討した。検討した洗浄方法は、①洗浄なし、②中性洗剤による洗浄、③キシレンによる洗浄、④アセトンによる洗浄の4種類である。

試験結果を写真7に示す。洗浄した供試体の方が、剥離の程度は高かった。洗浄に用いる溶剤等によっても剥離の程度に差が生じたため、今後試験に適した洗浄方法の検討を進める必要がある。

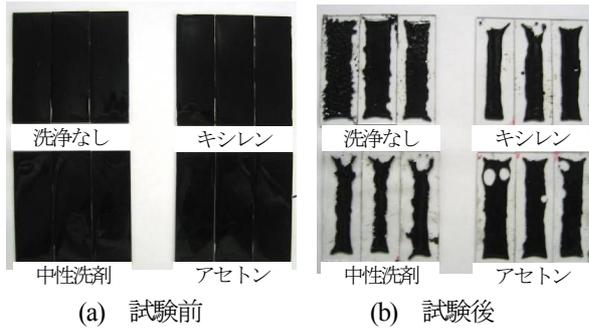


写真-7 スライドガラスの洗浄方法の影響

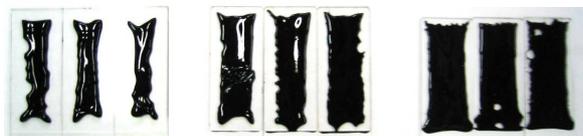
7.3.4 スライドガラスの種類による影響

スライドガラスの種類による影響を調査するために、表-3 の 3 種類のスライドガラスを用いて試験を行った。また、以後式(4)により剥離面積率を計算した。

試験結果を写真-8 に示す。スライドガラスの種類によって、剥離面積率が異なることが分かった。今後は、試験に適したスライドガラスの種類について、検討を進める必要がある。

表-3 スライドガラスの種類

記号	A	B	C
種類	水切放	水研磨	縁研磨



A (69.4%) B (42.2%) C (27.8%)

()内は剥離面積率

写真-8 スライドガラスの種類による影響 (試験後)

7.3.5 試料塗布量の影響

試料の塗布量の影響を調査するために、塗布量を 0.3g, 0.5g, 0.7g の 3 種類として試験を行った。今回使用したスライドガラスの種類は A とした。

試験の結果、塗布量 0.3g の場合は試料を広げるのに長時間を要し、試料の変性が生じた可能性があった。また、塗布量 0.7g の場合は塗布面積に対して量が多く作業性が悪かった。従って、試料の塗布量は 0.5g が適量と判断し、これを以後の試験条件とした。

7.4 各試料の剥離面積率

これまでの結果より得られた試験条件に従い、スライドガラス A を用いた場合の各試料の剥離面積率を求めた。試験結果を図-20 に示す。H 型と IIIi はほとんど剥離が

認められなかったが、その他の試料は 70~80%程度と高い剥離面積率を示した。これらの中間の値を示すデータが得られなかったことから、更なる評価手法の改良が必要であると考えられる。

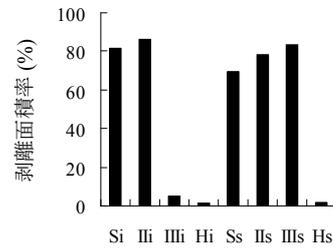


図-20 各試料の剥離面積率

8. まとめ

平成 19 年度に得られた結果は、次のとおりであった。

- 耐流動性 (高温性状) 評価手法として、せん断試験方法を検討した。その結果、高温時の流動特性を良く評価できる可能性があることが分かった。粘弾性の判定については、より精度向上の検討を行う必要がある。また、ストレートアスファルトの試験ができなかったため、これを改善する必要がある。
- 耐低温ひび割れ性 (低温性状) 評価手法として、曲げ試験及び DTT を検討した。その結果、両者ともフラス脆化点試験との良い相関が得られ、フラス脆化点試験の代替として有望であることが分かった。
- 混合物製造時の劣化特性評価手法として、RTFOT の改良を検討した。その結果、試験温度を高くするよりも、試験時間を長くした方がより劣化が進むことが分かった。
- 紫外線による供用時の劣化特性評価手法として、暴露試験を実施した。その結果、暴露 2 週までに劣化が大きく進行し、それ以降は徐々に劣化が進行することが分かった。
- 耐水性 (水による剥離抵抗性) 評価手法として、スライドガラスによる剥離試験を検討した。その結果、試料塗布量は 0.5g が最も良い結果となった。また、使用するスライドガラスの種類、試料塗布面、洗浄方法、恒温水槽の対流の有無等により剥離面積率が異なることが分かった。

参考文献

- 牛尾俊介：アスファルトの工学特性，主としてクリープに関する研究 (第 1 報)、石油学会誌、Vol.21, No.3, pp.167-174, 1978.
- Michael Zupanick：Comparison of the Thin Film Oven Test and the Rolling Thin Film Oven Test, Asphalt Paving

Technology, Vol.63, pp.346-372, 1994.

- 3) 山口勝之、佐々木巖、明嵐政司：アスファルト材料の紫外線劣化とカーボンブラック添加効果、舗装工学論文集、Vol.8, pp.251-260, 2003.
- 4) 田中邦則、鈴木勲、梶谷行男：舗装用アスファルトの熱劣化による性状変化、平成2年度東京都土木技

術研究所年報、pp177-184, 1991.

- 5) 佐々木巖、寺田剛、明嵐政司：赤外線吸光分析による舗装用アスファルトの劣化度評価、平成15年度土木学会全国大会第58回年次学術講演会講演概要集、pp.1433-1434, 2003.

A STUDY ON PERFORMANCE EVALUATION METHOD FOR PAVEMENT (2)

Abstract : With the diversification of needs for pavement, asphalts are also diversified. And the former material evaluation remains at the core of the evaluation methods of asphalts while the performance regulations of the pavement are being enforced. Hence evaluation methods of asphalt properties based on the pavement performance corresponding to diversified asphalt are required. Proposal of new performance evaluation methods for pavement binder and mixture for surface course of pavement is the subject of this study. In FY 2007, new evaluation methods for polymer-modified asphalts' flowability resistances (high temperature property), low temp crack resistances (low temperature property), deterioration properties when asphalt concrete making, aging properties by the ultra violet, and resistances to water (resistant debonding) were studied. As results of the studies, it appears that shear test as evaluation method for their flowability resistances, bending test or DTT (Direct Tension Test) as evaluation methods for their low temp crack resistances, and debonding test using slide glass as evaluation method for resistances to water might be applied. As regards evaluation method for deterioration properties, it appears that modifications of the test conditions of RTFOT (Rolling Thin Film Oven Test) might be responded. And as results of exposure test for studying evaluation methods of aging properties of the ultra violet, sufficient effects were obtained for 2 weeks exposure using 0.1mm thick asphalt specimens depending on seasons.

Key words : polymer-modified asphalt, DSR, shear test, DTT, bending test, RTFOT, exposure test, and debonding test using slide glass