

高粘度改質アスファルトの 製造・貯蔵時の品質特性に関する研究

上坂 憲一¹・杉浦 麻衣子²・山之口 浩³・丸山 暉彦⁴

¹正会員 昭和瀝青工業株式会社 技術研究所 (〒671-1502 揖保郡太子町原 30)

²正会員 昭和瀝青工業株式会社 技術研究所 (〒671-1502 揖保郡太子町原 30)

³フェロー会員 工博 昭和瀝青工業株式会社 技術顧問 (〒671-1502 揖保郡太子町原 30)

⁴正会員 工博 長岡技術科学大学環境・建設系 教授 (〒940-2188 長岡市上富岡町 1603-1)

高粘度改質アスファルトは、ポーラスアスファルト舗装のニーズに応じてますますその用途と需要が増大している。今後は排水性舗装工事の性能規定発注制度において、その品質に対する管理と評価がさらに重要になってくる。しかしながら、この熱可塑性ポリマーをアスファルトと熱溶融混合する複合系材料については、十分にその製造や貯蔵時などの分散形態と品質特性が明らかになっておらず、より信頼にたる品質保証が求められている。これまでは、実物製造装置と相似させた室内パイロット装置を用いて、主として高粘度改質アスファルトの製造時の品質特性の評価方法を検討してきた。ここでは、品質保証上最初の問題となるメーカ貯蔵タンクから合材工場などへの出荷、移送した後の貯蔵時の分離問題について検討した。

Key Words : high viscous modified asphalt, pilot test equipment, quality guarantee, separation, morphology

1. はじめに

現在、高粘度改質アスファルト（以下、H-PMA）は道路の社会的ニーズであるすべり抵抗確保や低騒音などの路面機能が期待されるポーラスアスファルト舗装（以下、排水性舗装）に汎用的に使用されている¹⁾。また、近年の排水性舗装は適用場所や環境条件に応じてますますその多様化高度化が進んでおり、さらに公共工事のコスト縮減に資するために品質確保と耐久性向上が望まれている。そのためにH-PMAの高性能化についてもより期待されている。このような状況の中で、近年の性能規定発注工事においても、ユーザ側へのより確実なH-PMAの品質の保証が製造物責任においてメーカとして重要な課題になってきている。現状では舗装設計施工指針等に規定されている標準的性状に基づいて品質を保証しているが、この材料はアスファルトに熱可塑性ポリマー（以下、ポリマー）や添加剤を熱溶融混合する複合系材料のために製造や貯蔵時の分散状態に伴う品質特性が複雑で、その分散形態（モロフォロジィ）、貯蔵分離あるいは貯蔵劣化などの挙動やそれらが混合物性状に与える影響などについて、いまだ十分な解明がなされていない^{2,3)}。これまでに、主として実物製造装置と相似させた室内パイロット装置を用いて、H-PMAの品質保証のための品質特性の評価方法を検討してきた⁴⁾。本研究は、H-PMAの品質保証上の最初に発生する問題であるメーカタンクから合材工場貯蔵タ

ンクに移送された後の貯蔵分離について、室内パイロット装置を用いて分散形態と品質特性から検討した。

2. H-PMA の製造工程上の品質問題

H-PMA の製造工程（図-1）において、メーカとしての品質保証上の基本的な3つの品質問題を表-1 および図-2 に示す。そしてこれらは、以下のように定義することができる。

(1) 規格未達（分散不良①による）

ブレンドタンクを経てミリング後（図-2 中の P1）の粗いポリマー分散状態が、熟成タンクでの攪拌混合によりアスファルトと相溶し、安定、均一な状態に移行する過程（第2工程、図-2 中の P1～P2-2）において、2つの分散不良（状態）がある（顕微鏡、GPC 等の評価方法で判定）。最初は規格未達（品質規格を満足しない状態）の分散不良①（図-2 中の P2-1 より前）であり、次には品質規格は満足するものの、この後の貯蔵条件によっては分離を生じる状態の分散不良②（図-2 中の P2-1 と P2-2 間）である。ここではこれらの境界点を分散点 1（図-2 中の P2-1）および分散点 2（図-2 中の P2-2）と呼ぶ。すなわち、分散点 1 の前が規格未達（あるいはこの点の後では規格を満足する）。そして、分散点 2 の前では貯蔵条件によっては分離を生じ、この点の後では貯蔵時に分離しない。つまり、この2つの分散点がメーカとしての最低限

表-1 H-PMA の製造工程上の品質問題

製造工程	品質問題	材料における評価方法	製品(合材, 現場)における影響 (力学特性, 供用性など)
第1工程 (ブレンドタンク, 粉碎ミル) 第2工程 (熟成タンク)	1. 分散性(熟成均一性) 1-A 分散不良 1-B 貯蔵分離	試料についての顕微鏡法 缶分離法試料による上下軟化点差 試料についての曲げ試験 試料についての160℃粘度 その他(ポンプ移送など)	混合物物性 ○ダレ, カンタブロ損失率, DS 曲げ特性(疲労回数)など ○その他, 不均一, 混合不良など 舗装供用性(現場施工含む) ○ローラ転圧, タイヤ付着など ○わだち掘れ(塑性変形) ひび割れ(疲労回数) フレッティング, 早期劣化, 老化 ○その他, 不均一, 分離など
第3工程 (貯蔵タンク) (合材プラント貯蔵タンク)	2. 貯蔵性 貯蔵劣化(へたり)		

の製造責任(品質保証)のポイントである。またこの分散点2を使用可能期間(賞味期限)の始まるスタート点としている。

(2) 貯蔵分離(分散不良②による)

熟成タンクで分散点1を過ぎている(品質を満足している)分散状態(分散不良②)のものであれば、繁忙期等では、この時点(図2のP2-1とP2-2の間)で合材工場等の貯蔵タンクに出荷されることがある。ただしこのときの貯蔵条件(時間、温度等)によってはタンク中で貯蔵分離を生ずる(上下部サンプルの軟化点差等の評価法で判定)。ただ、この貯蔵分離の生じる前にプラントミキサで混合物が製造されれば混合物特性上とくに問題はない。このような条件下(分散点2以前の出荷)で、メーカー側として分散助剤などの方策をとることもあるが、これが合材工場側への引渡し時の重要な取扱い条件(時間、温度等)であり、品質保証上の特別な問題である(現在では、一般には分散点2を過ぎた状態で出荷されることが大部分であるから)。

(3) 貯蔵劣化(へたり)

自社貯蔵タンクで製品を出荷するまで、あるいは移送されて合材工場貯蔵タンクに長期間貯蔵されたものが品質劣化したものを貯蔵劣化(へたり)²⁾という。この貯蔵状態(図-2中のP3)を過ぎたH-PMAの使用は混合物製造上やあるいは供用性能上問題を生じる。これが製造責任上の最終的なポイントであり品質保証期限となる。P2-2からこのP3の品質劣化にいたるまでの期間を使用可能期間(賞味期限)として定めている⁴⁾。

ここでは3つの品質問題のうち規格未達および貯蔵分離に関して、分散状態と品質特性から検討した結果について述べる。

3. 試験方法

H-PMAの製造初期段階(第2工程, 熟成工程)においては、重要な2つの分散点を確定する上での製造、貯蔵品質の挙動を明らかにする必要がある。このために、一

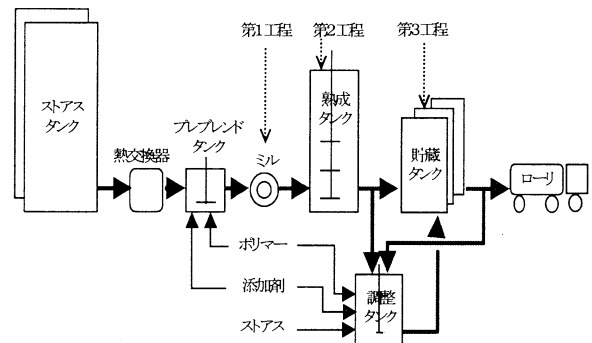
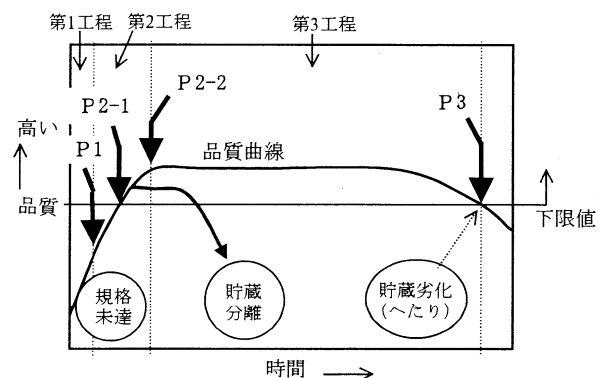
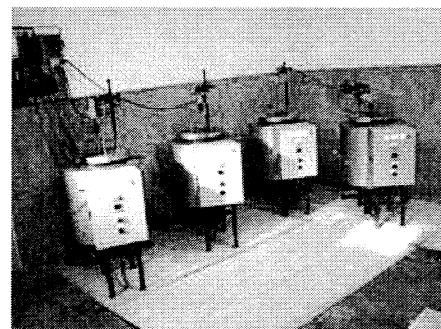
図-1 改質アスファルト製造の工場フロー⁴⁾

図-2 製造工程と品質特性の関係の概念図

写真-1 室内貯蔵パイロット装置
SSM-Labタンク（ラボタンク）⁴⁾

一般的なストレートアスファルトとポリマーのみを用いた最も単純な2種材料混合系のH-PMA（標準的には他に添加剤を用いる）を用いて検討した。

(1) 使用材料

試験に用いた材料は以下の2種類である。

- ・ストレートアスファルト 60-80
(針入度 67, コロイダルインデックス 0.35)
- ・ポリマー
(SBS, メルトインデックス (200°C, 5kg) <1)

(2) 試験用H-PMAの製造

試験に用いたH-PMAは、実製造工程と同様に室内でミリングしたのち、室内貯蔵パイロット装置⁴⁾（以下、ラボタンク）（写真-1）で190°Cにて熟成攪拌して製造した。分散状態を連続的に変えるために熟成時間の条件は以下のとおりとした。

- ・熟成時間：0.5, 1.5, 2.25, 3, 6, 15, 24, 30, 39, 48hr

(3) 試験用H-PMAの貯蔵分離試験

貯蔵分離評価には缶分離法⁴⁾、ラボタンクによる方法⁴⁾および工場タンクでの実物試験等があるが、ここではラボタンクによる方法を用いた。(2)で製造したH-PMAをラボタンクにて150°Cで静置貯蔵した。この貯蔵温度は現場タンクでのH-PMA貯蔵時においては比較的低い温度であり、対流が生じにくく貯蔵分離しやすいと想定される条件である。また、通常合材工場貯蔵タンクには攪拌機が設置されていないため、攪拌を行わないこととした。貯蔵時間の条件は以下のとおりとした。

- ・貯蔵時間：6, 12, 24, 48, 72, 120, 168hr

(4) 評価方法

a) 分散（不良）状態の評価方法

分散不良を評価するために以下の評価試験を行った。

(a) 顕微鏡像の画像解析：改質アスファルトの分散状態評価方法としては顕微鏡観察による方法があり、ポリマーの視認性をよくするために一般にはUV蛍光顕微鏡が使用される⁵⁾。また、落射蛍光顕微鏡を用いて、これに画像解析装置を組み合わせた分散状態の研究が進められている⁶⁾。ここでは、製造品質管理として実工場現場で簡単に実施できることを想定して、光学顕微鏡とデジタルカメラおよび画像解析装置を用いて分散状態の評価を行った。今回用いた試験方法は次のとおりである。

まず、ごく微量の試料をスライドガラスに取り、カバーガラスを乗せた状態で180°Cの恒温槽に水平状態で2分間養生したのち室内放冷しプレパラートを作成した。次に、顕微鏡にて100倍率（分散状態が微細状態の場合は200倍率および400倍率とした）でデジタルカメラ撮影した。次いで、撮影デジタル画像をパソコンに取り込み、そのカラー画像を白黒変換し、明るさを62%、コントラストを50%に調整した。これは画像解析においてポ

リマー相とアスファルト相をできるだけ識別しやすくするためである。そしてこれを印刷したものを解析画像として下記機器で解析した。

使用機器：LUZEX-FS

（リアルタイム画像処理解析装置（株）ニレコ製）（表-2）

画像解析は次に述べるアスファルト面積率を求めた。分散しているアスファルト相の形状は基本的には不定形であり、特にアスファルト相の形状が大きい熟成工程の早期段階ではそれを球形粒子ととらえることが妥当ではない可能性があると考えられる。また、熟成工程における熟成攪拌時間などによる分散状態の変化は、ポリマーがアスファルト中のオイル分を吸収し膨潤して体積が増加し、ポリマーを連続相に、アスファルトを分散相とする形態となる。この過程で、顕微鏡観察像においてはポリマーの占有面積が増加し、逆にアスファルトの占有面積が減少すると想定して単位面積当りのアスファルト面積率を測定した。

(b) GPC（ゲル浸透クロマトグラフィー）：ポリマーの分子量分布を測定⁵⁾し、その変化を見る。

(c) バインダーの一般性状規格試験：それぞれの分散状態のサンプルについて、舗装設計施工指針に記載の高粘度改質アスファルトの標準的性状試験項目（ただし薄膜加熱試験を除く）について舗装試験法便覧に準じて実施した。

(d) バインダーの曲げ試験：分散状態に関連性の高い低温性状評価試験として実施した。試験温度は規定の-20°Cおよび分散状態をより明確に評価するために、この試験で得られる曲げ仕事量の変曲点付近の-7.5°Cでの2温度とした⁴⁾。試験方法は日本改質アスファルト協会の方法⁷⁾に準じた。

(e) カンタブロ試験：分散状態やバインダー物性との関連を調べるために排水性舗装用混合物（トップサイズ13mm、空隙率20%）の代表性状として採りあげた。供試体養生温度および試験温度は標準の20°C。

表-2 画像処理解析装置の型式

構成機器	メーカー	型式
モニター	NEC	Multi Sync 15
ドライブ	MITSUBISHI	COLOR VIDEO COPY PROCESSEOR SCT-Cp120
LUZEX-FS	NIRECO	REAL TIME IMAGE ANALYZER
	(株)ニレコ	リアルタイム画像処理解析装置 PC9801 QJ8653.0 1993.12
パソコン	NEC	PC-9821 Ae
マクロスタンド	NIRECO	MODEL XC-009

b) 貯蔵分離の評価方法

静置貯蔵中のH-PMAについて、その分離の程度を判定

するためにラボタンクの上下部からサンプリングした試料の針入度および軟化点試験を行い、その差を求めた。

4. 試験結果と考察

(1) 分散（不良）状態に関する試験結果

表-3 に熟成時間（分散状態）ごとの H-PMA の分散状態と品質性状試験結果を示す。得られた分散状態に対する各性状等の結果は以下である。

a) 顕微鏡画像解析による分散状態

図-3 に熟成時間毎の顕微鏡画像解析で得られたアスファルト面積率を示す。アスファルト面積率は図-4 に示す白黒画像の単位面積当りのアスファルト面積占有率を測定したものである。図-4 の黒色部分がアスファルト相、白色部分がアスファルト中のオイル分を吸収して膨潤したポリマー相である。

図-3 からアスファルト面積率は熟成時間が長くなるにつれて小さくなった。これは熟成過程でポリマーがしだいにアスファルト中のオイル分を吸収、膨潤して体積が増加し、アスファルト相の微細化が進んでいることを示している。

また、図-4 に示すように、熟成 0.5hr において、ポリマーが連続相を形成し、アスファルトが分散相を形成しているように観察されることから、ミリング終了直後（第 1 工程終了時点）からラボタンクでの熟成時間 0.5hr の間に連続相がアスファルトからポリマーに相転換したものと見える。なお、この膨潤によりポリマーはその質量の 9 倍に相当するアスファルト組成成分を吸収するといわれている⁸⁾。このことを単純に考えると、H-PMA のポリマー添加量が一般的に 6~8% であるので、膨潤ポリマーの占める比率が $(6\sim 8) \times 9 = 54\% \sim 72\%$ に達したとき、すなわちアスファルト面積率が $46\% \sim 28\% \{100 - (54 \sim 72)\}$ のときに完全膨潤状態として収束することになる。図-3 のように熟成時間 39hr~48hr 時点においてアスファルト面

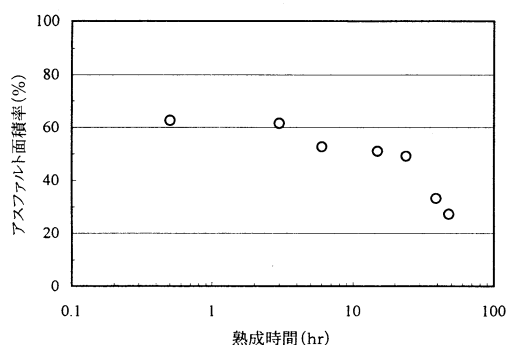


図-3 熟成時間とアスファルト面積率の関係

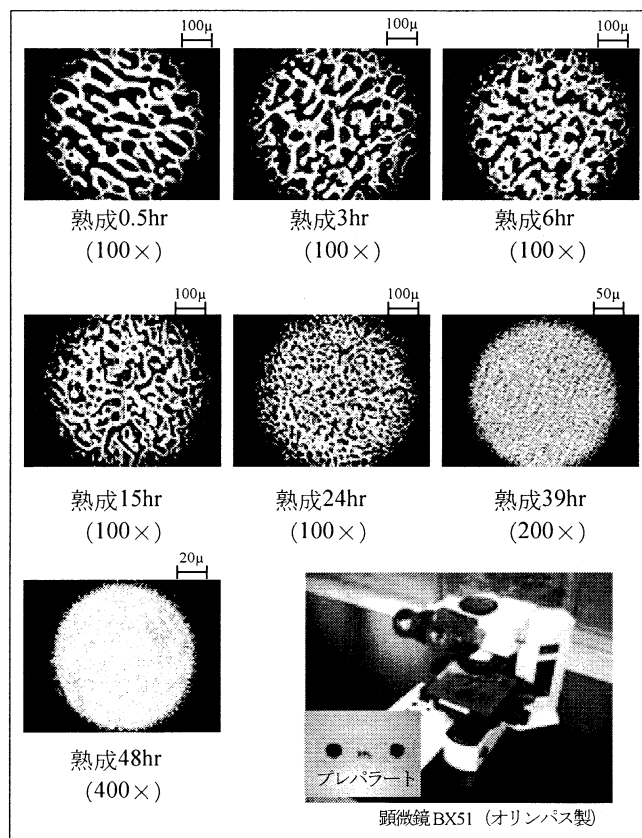


図-4 顕微鏡写真の白黒変換図

表-3 ラボタンクにおける熟成時間毎の H-PMA の性状等試験結果

項目 \ 熟成時間hr		0.5	1.5	2.25	3	6	15	24	30	39	48	規格
分散状態（アスファルト面積率）%		62.5	—	—	61.5	52.6	50.9	49.0	—	33.1	27.2	—
針入度1/10mm		49	49	50	49	48	49	51	52	53	53	40+
軟化点℃		89.0	91.0	97.0	94.5	92.0	88.5	93.0	97.0	95.0	93.0	80.0+
伸度（15℃）cm		100+	100+	100+	100+	100+	100+	100+	100+	100+	95	50+
タフネスN・m		33.0	22.5	24.9	22.8	23.1	24.2	33.0	37.3	35.0	34.0	20+
テナシティN・m		27.0	15.9	18.7	16.5	17.1	17.0	25.0	29.5	28.0	28.0	15+
60℃粘度×10 ⁴ Pa・s		10.5	8.7	8.9	7.6	10.5	6.1	15.0	18.4	16.8	18.0	2+
160℃粘度mPa・s		750	749	718	825	835	825	720	650	745	675	—
曲げ試験 （-20℃）	仕事量×10 ⁻³ Pa・s	156	261	223	179	269	240	314	330	534	363	（100+）
	スティフネスPa・s	284	259	269	309	256	298	286	290	312	327	（450-）
曲げ試験 （-7.5℃）	仕事量×10 ⁻³ Pa・s	898	937	1148	1181	1209	1059	1130	1140	1149	1221	—
	スティフネスPa・s	53.2	53.0	37.4	43.2	36.1	34.4	33.9	36.0	38.7	48.0	—
カンタプロ損失率（20℃）%		12.7	11.1	8.7	9.5	11.1	9.8	9.4	8.1	7.7	6.5	（20-）

注) 規格欄は舗装設計施工指針の付表-9.1.11記載の標準的性状

() は日本道路公団 設計要領 第一集 舗装編の表3-21および表3-27記載の基準値

積率が30%程度までに減少しており、ポリマーの膨潤による体積膨張はこの時点ではほぼ収束するものと考えられる。ただ混練り時間（熟成時間）によって膨潤が進行するのではなく、ポリマー相の細分化が進むと言われていること⁹⁾や、今回の顕微鏡画像解析手法上の問題（例えばプレパラートの作成時の試料厚のばらつきなど）もあると考えられ、この分散状態の評価方法に関してはさらに精度向上および実際の工場での確認が今後の課題である。

b) 分散状態とバインダー性状の関係

表-3に示すように、一般性状規格を満足する熟成時間（分散状態）は0.5hrであった。また、規定温度（-20℃）における曲げ試験特性も同じ熟成0.5hrの分散時点で規格を満足した。-7.5℃で行った曲げ試験においては、熟成時間1.5hrまでとそれ以降を比較すると曲げ仕事量がやや小さく、曲げスティフネスはやや大きい傾向を示した（図-5、図-6）。ただその差は小さく、熟成時間0.5hrで低温性状も問題ないまでに分散（熟成）が進んでいることを示しているものと考えられる。したがって、必要とされるバインダー性状が得られる分散状態に達する分散点1はラボタンクにおいては熟成0.5hr時点である。これを実工場の熟成タンクにあてはめると、ラボタンクとの熟成相似率（0.5）⁴⁾から熟成1hr時点となる。

c) 分散状態とカンタプロ損失率の関係

図-7に熟成時間とカンタプロ損失率の関係を示す。カンタプロ損失率はバインダーの一般的性状と同様に熟成0.5hrでの分散状態で規格（20以下）を満足した。また、熟成時間が長くなり分散が進むにつれて損失率は小さくなる傾向を示した。このことから、b)で得た分散点1の時点は排水性混合物に必要な骨材飛散抵抗性も得られる時点であるといえる。

d) 分散状態と各性状の関係

表-4にアスファルト面積率と各性状の一次回帰の相関係数を示す。バインダー性状では針入度、60℃粘度、160℃粘度、曲げ仕事量（-20℃）および曲げスティフネス（-20℃）に比較的高い相関性が得られ、アスファルト面積率が小さくなると、160℃粘度を除いてバインダー性状値が大きくなる傾向が見られた。また、カンタプロ損失率も高い相関性を示し、アスファルト面積率が小さくなるにつれて小さくなった。このことは分散状態が微細なほうが混合物物性が良いといわれていること¹⁰⁾と一致する。そして図-3から、b)およびc)で得られた分散点1時点（熟成0.5hr時点）における分散状態はアスファルト面積率で表すと60%程度となる。

(2) 貯蔵分離に関する試験結果

熟成時間（分散状態）ごとのH-PMAのラボタンク貯蔵試験から得られた貯蔵分離に関する結果は以下である。

a) 貯蔵時間と貯蔵分離の関係

図-8および図-9に熟成時間を1.5hr、3hr、4.5hrおよび

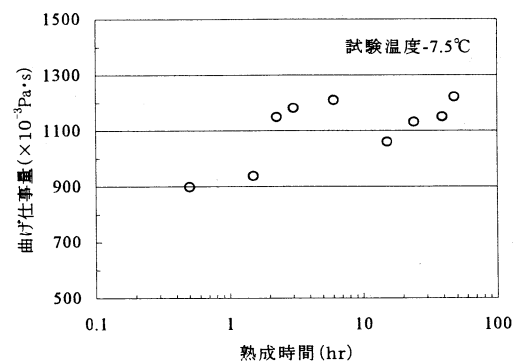


図-5 H-PMAのラボタンクでの熟成時間と曲げ仕事量（-7.5℃）の関係

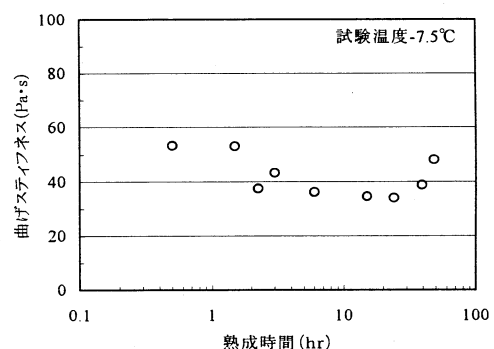


図-6 H-PMAのラボタンクでの熟成時間と曲げスティフネス（-7.5℃）の関係

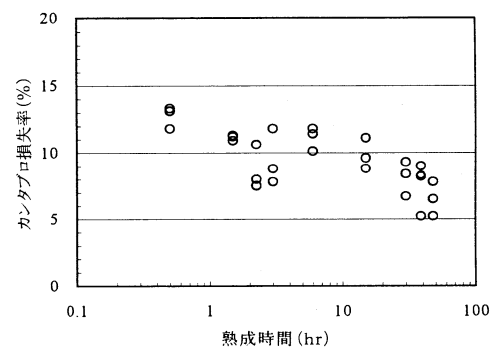


図-7 H-PMAのラボタンクでの熟成時間とカンタプロ損失率の関係

表-4 アスファルト面積率と物性の相関係数

（一次回帰 X：アスファルト面積率 Y：各物性）

物性 (Y)	相関係数
針入度	-0.89
軟化点	-0.26
伸度 (15℃)	—
タフネス	-0.56
テナシティ	-0.57
60℃粘度	-0.83
160℃粘度	0.70
曲げ仕事量 (-20℃)	-0.84
曲げスティフネス (-20℃)	-0.64
曲げ仕事量 (-7.5℃)	-0.52
曲げスティフネス (-7.5℃)	0.08
カンタプロ損失率 (20℃)	0.87

6hr として分散状態を変えた H-PMA についてラボタンクで 150℃ に保って貯蔵した場合の貯蔵時間と上下部の針入度および軟化点の差との関係を示す。なお、熟成時間 6hr 以降では上下部の針入度差および軟化点差はほとんどなく貯蔵分離は見られなかった。

図-9 から、貯蔵分離限界を上下部の軟化点差 2℃ 以内とすると、熟成 1.5hr および 3hr の分散状態では貯蔵 8hr、熟成 4.5hr の分散状態においては貯蔵 32hr でこれに達した。これを実工場の熟成タンクにあてはめると、ラボタンクとの熟成相似率 (0.5) から、工場熟成タンクでの熟成 6hr 以内に貯蔵タンクに移送された場合は 8hr 以内 (安全率をとって 4hr 以内)、工場での熟成 12hr 以内で移送された場合は 32hr 以内 (安全率をとって 16hr 以内) に混合物製造に使用されることが望ましい。なお工場での熟成時間が 12hr 以上の分散状態であれば貯蔵タンクでの分離はないといえる。

また、図-10~12 に熟成時間と上下部軟化点の関係を示す。これらの図からラボタンクでの熟成 3hr および 4.5hr の分散状態時にはラボタンク貯蔵 72hr から貯蔵分離がなくなることが確認される。これは上部分離した膨潤ポリマー層厚が薄いためにラボタンク内に生じる対流や拡散により徐々に分散が進んだものと考えられる。

b) 分散状態と貯蔵分離の関係

これらのことからラボタンクでは熟成 6hr 付近の分散状態を境界として、それより粗い分散状態 (短い熟成時間) では貯蔵分離が生じることが確認された。これを図-4 に示すアスファルト面積率で見ると面積率が 50% 程度以下になると貯蔵分離が生じないということになる。

5. 結論

(1) 分散点 1 に至る熟成時間と分散状態の確定

バインダーとしての規格を満足する分散状態が得られる熟成時間はラボタンクにおいて 0.5hr であると確定でき、この時点が分散点 1 であるといえる。この時点においては排水性混合物としてのカンタブロ損失率も規格に合格している。これを実工場の熟成タンクにあてはめる⁴⁾と熟成時間 1hr で分散点 1 に達する。

また、分散状態がバインダー性状およびカンタブロ損失率に影響し、その状態をアスファルト面積率で表した場合、バインダー規格および排水性混合物のカンタブロ損失率の規格に合格する分散点 1 におけるアスファルト面積率は 60% 程度である。

(2) 分散点 2 に至る熟成時間と分散状態の確定

貯蔵分離が生じない分散点 2 での分散状態に達する熟成時間はラボタンクでは 6hr と確定される。この時点はバインダー性状およびカンタブロ損失率も規格に合格している。そしてこの分散点 2 は実工場にあてはめる⁴⁾

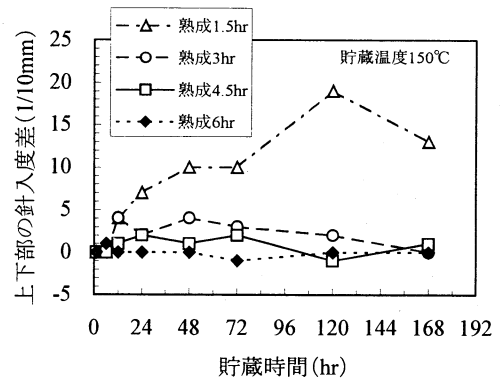


図-8 熟成時間の異なる H-PMA の貯蔵時間と上下部の針入度差の関係 (ラボタンク貯蔵)

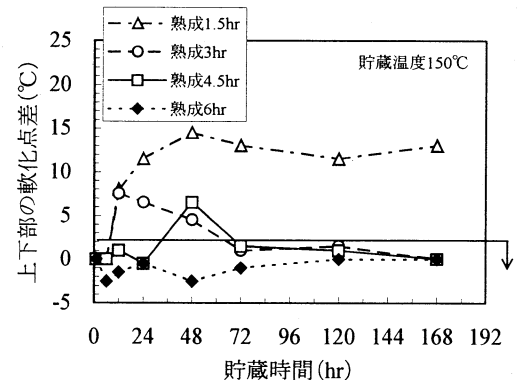


図-9 熟成時間の異なる H-PMA の貯蔵時間と上下部の軟化点差の関係 (ラボタンク貯蔵)

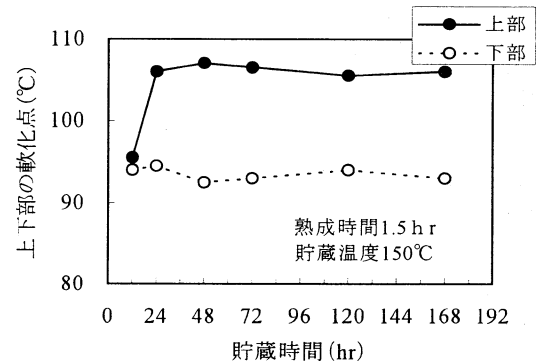


図-10 熟成時間 1.5hr の H-PMA の貯蔵時間と上下部の軟化点の関係 (ラボタンク貯蔵)

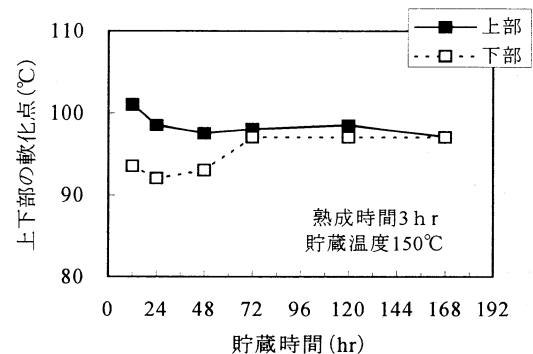


図-11 熟成時間 3hr の H-PMA の貯蔵時間と上下部の軟化点の関係 (ラボタンク貯蔵)

と熟成時間 12hr に相当する。またこの時点の分散状態のアスファルト面積率 50%程度である。

従ってこれまでの結果から以下のように結論づけることができる。

- a) 規格未達における分散状態からバインダー性状規格を満足する分散状態である分散点 1 に達する時間は、ラボタンクにおいては 0.5hr, 実工場にあてはめると 1hr である。また、この時点で排水性混合物の代表性状であるカンタブロ損失率も規格を満足する。
- b) 150℃の貯蔵で貯蔵分離がなくなる分散点 2 に達する時間はラボタンクにおいては 6hr, 実工場にあてはめると 12hr である。したがって、この時間が使用可能期間(賞味期限)が始まるスタート点となる。
- c) 分散点 1 から分散点 2 の間に貯蔵タンクに出荷、移送された場合、150℃での貯蔵可能な時間は熟成時間 6hr 以内の分散状態のときには 8hr (150℃より高温側になる安全を見て 4hr), 熟成時間 12hr 以内の分散状態のときには 32hr(安全を見て 16hr)以内であり、この時間以内に使用されることをユーザに引渡すことがメーカ責任となる。
- d) 分散状態はバインダー性状および排水性混合物性状に影響し、分散状態が微細になるにつれてバインダー性能および混合物性能が向上する。この分散状態は顕微鏡画像解析によるアスファルト面積率で表現でき(分散点 1 ではアスファルト面積率 60%程度, 分散点 2 では 50%程度)、製造工場において品質保証のために重要なこれらのポイントを管理する一手法として利用できる可能性がある。

6. あとがき

H-PMA について規格未達、貯蔵分離に関する品質保証上の分散形態と品質特性の評価、判定方法については解明してきた。今後はより合理的な品質確認のための管理手法の確立と共に、もう 1 つの品質問題である貯蔵劣化(へたり)を含めた H-PMA 自体の品質特性が混合物力学特性や現場供用性などにどのように影響するかが課題として残されている。

謝辞：顕微鏡写真の画像解析にあたっては、東亜道路工業(株)技術研究所の村山雅人博士の助言を頂き、またご協力いただいた(株)ニッテクリサーチ様に感謝の意を表するものである。

参考文献

- 1) 丸山暉彦：舗装と環境、第 74 回アスファルトゼミナールテキスト, pp175-190, 1997.
- 2) 森田昌之, 兵藤陽一郎, 小島睦司, 山之口浩, 丸山暉彦：排水性舗装用高性能改質アスファルトの製造と管理の高度化, 道

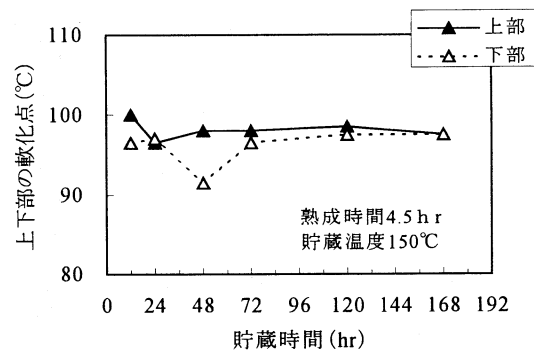


図-12 熟成時間 4.5hr の H-PMA の貯蔵時間と上下部の軟化点の関係 (ラボタンク貯蔵)

路建設, No.651, pp.30-35, 2002.

- 3) 上坂憲一, 杉浦麻衣子, 山之口浩：排水性舗装用高粘度バインダー製造における品質(分散性)評価方法に関する一検討, 土木学会第 59 回年次学術講演会, 2004.
- 4) 上坂憲一, 杉浦麻衣子, Guojie Yan, 山之口浩：排水性舗装用高粘度改質アスファルトの材料特性と製造方法に関する研究, 土木学会舗装工学論文集, 第 9 巻, 2004.
- 5) U. Isacson, X. Lu : Testing and appraisal of polymer modified road bitumens—state of the art, Material and Structures, Vol.28, pp.152-159, 1995.
- 6) 渡邊剛, 村山雅人, 姫野賢治：画像解析による改質アスファルトのモルフォロジーおよび粗骨材形状の評価, 土木学会第 58 回年次学術講演会, 2004.
- 7) 日本改質アスファルト協会技術委員会：バインダーの曲げ試験方法, 改質アスファルト, No.20, pp.7-12, 2003.
- 8) W.C.Vonk, J.Korenstra, and D.J.Jongeneel (編訳：井町弘光)：SBS 改質アスファルトによるアスファルト混合物の性能の向上について, 改質アスファルト, No.6, pp.20-25, 1996.
- 9) 中島滋夫, 出口隆宏, 斎藤章：アスファルト中の熱可塑性エラストマー (SB 系 TPE) の分散形態の検討, 改質アスファルト, No.12, pp.21, 1999.
- 10) 上野貞治, 羽入昭吉, 伊藤達也：改質アスファルトのミクロ構造と混合物の高耐久化に関する一検討, 第 31 回石油・石油化学討論会, 2001.

STUDY ON QUALITATIVE CHARACTERISTICS OF HIGH VISCOUS POLYMER MODIFIED ASPHALT DURING MANUFACTURING AND STORING PROCESS

Kenichi UESAKA, Maiko SUGIURA, Hiroshi YAMANOKUCHI
and Teruhiko MARUYAMA

In proportion to increasing porous pavements, demand and application of high viscous polymer modified asphalt grows, and quality management and evaluation becomes more important in the ordering system based on performance-related specifications. However, dispersing morphology and qualitative characteristics in manufacture and storage of this compound material which is thermo-plastic elastomer melted with heat in asphalt, is yet to be clarified, while more reliable guarantee on its quality is required. So far we have been studying evaluation methods of the characteristics of this material during manufacturing process, using indoor pilot equipment made similar to the real factory equipment. Hereby, we examined material separation during storage after shipment from manufacturer's tank to the users such as asphalt mixture plants, which constitutes a primary issue in considering quality guarantee.