

PMA の SBS 分散状態と粘弾性状の変化に着目した アスファルト混合物の施工性評価指標に関する一検討

昭和シェル石油（株） 中央研究所 正会員 ○野口 健太郎
昭和シェル石油（株） 中央研究所 正会員 瀬尾 彰

1. はじめに

老朽化する道路インフラを適切に維持・修繕し、長寿命化を実現していくためには、舗装品質の確保が必須となる。舗装品質を向上させる手段の一つが、ストレートアスファルト混合物と比較して、耐久性（耐流動性、耐水性など）の高いポリマー改質アスファルト（以降、PMA）混合物の適用である。しかしながら、PMA 混合物は、温度低下に伴う PMA の性状変化に起因する施工性の悪化が要因となり、施工状況によっては、期待される性能（耐流動性、耐水性、平坦性など）を発揮できない恐れがある¹⁾。そのため、舗設する PMA 混合物の施工性を正確に評価しておくことが、舗装品質を確保する上で重要と考える。

現在、アスファルト混合物の施工性の優劣を、アスファルトバインダのみの性状で評価する手法は確立されていない。本報では、アスファルトバインダの粘弾性状を特定の条件で評価することにより、PMA II 型混合物の施工性を高い相関をもって推定する手法を考案したので、提案する。

2. 評価方針

施工性の悪いアスファルト混合物とは、運搬の過程などで温度が低下した際、締固まり難くなり、施工時に適切な密度確保ができなくなるアスファルト混合物と考える。これに対し、施工性の良いアスファルト混合物とは、温度が低下しても、締固まりやすく、適切な密度確保できるアスファルト混合物と考える。

また、PMA 混合物の施工性が悪化する要因は、アスファルト中の SBS の分散状態が変化するためと考える²⁾。すなわち、160℃以上の高温下においては PMA 中に均一に分散していた SBS が、温度低下とともにネットワークを形成し、PMA は粘性体（液体）から弾性体（固体）へと変化する。その結果、PMA 混合物の施工性は悪化すると推定する。

したがって、温度低下に伴う PMA の粘弾性状の変化を測定することで、PMA 混合物の施工性を推定することが可能と考えた。

本報では、混合から施工における混合物中の PMA の粘弾性状変化から、アスファルト混合物の施工性（アスファルト混合物の密度）を推定することを試みた。具体的には、アスファルトバインダの振動測定による動的粘弾性状（複素せん断粘度、動的せん断粘度、複素せん断粘度の異相成分）と、混合物の締固め特性（マッシュ供試体密度（密粒（13）[75]、中央粒度、OAC5.2%））の測定結果を比較し、最も相関の高い物性値、すなわち施工性評価指標に最適な物性について検討を行った。

3. 動的粘弾性状測定条件

表 1 動的粘弾性状測定条件

動的粘弾性測定条件を表 1 に示す。本報では、特に PMA 混合物の施工性が悪化する 130℃以下の温度域において、粘弾性状を測定した。また、アスファルト混合物の混合から施工に伴う PMA の性状変化を評価するために、バインダの温度を 160℃から測定温度まで一定の降下率で低下させて評価を行った。

測定装置	Anton Paar 社製 MCR101
サンプリング温度	160℃
測定温度	130℃, 120℃, 110℃, 100℃
サンプリング温度から 測定温度までの降温速度	5℃/min
歪み	1.0%

評価には 3 種の PMA II 型バインダ (A, B, C) を用い、動的粘弾性状及び締め固め特性の測定を行った。

キーワード 施工性評価、ポリマー改質アスファルト、PMA、施工性改善

連絡先 〒243-0303 神奈川県愛甲郡愛川町中津 4052-2 昭和シェル石油（株） 中央研究所 TEL 046-285-3189

4. 評価結果

図1にPMA バインダ A, B, C の締固め特性の測定結果を示す。これらの結果より、締固め温度の低下とともに、マーシャル供試体密度が低下する（施工性が悪化する）ことを確認した。ここで、マーシャル供試体密度と結果と、動的粘弾性状（複素せん断粘度、動的せん断粘度、複素せん断粘度の異相成分）の測定結果の相関を検討した。

その結果、複素せん断粘度および動的せん断粘度と、マーシャル供試体密度の相関係数 R はそれぞれ $R=0.740$ 、 $R=0.706$ となった。

これに対し、複素せん断粘度の異相成分と、マーシャル供試体密度の相関係数は、 $R=0.902$ となり、前述の2種より高い相関が得られた（図2）。

これより、アスファルトバインダの「複素せん断粘度の異相成分」を測定することによって、混合物の密度、すなわち施工性を高い相関をもって推定することが可能と考える。

5. 考察

評価結果より、アスファルトバインダの「複素せん断粘度の異相成分」を測定することによって、混合物の密度、すなわち施工性を推定することが可能であることが分かった。

ここで複素せん断粘度の異相成分とは、アスファルトやプラスチックなどの粘弾性体物体の、弾性体としての性質（固体的な性質）を示す値である（JIS K 7244-10 で定義されている）。複素せん断粘度の異相成分が大きい場合、アスファルトは固体的な性質を強め、混合物を締め固めた際に反発する（形を変えにくくなる）と考えられる。そのため、複素せん断粘度の異相成分が高くなると混合物密度が低くなる傾向となり、他の粘弾性性状に比べ良い相関が得られたものと考えられる。

一方で、動的せん断粘度とは、粘弾性体の粘性体としての性質（液体的な性質）を示す値であり、動的せん断粘度の大小は、アスファルトが与えられた力に対してどの程度塑性変形するかを示す。そのため、動的せん断粘度では、混合物中で弾性体として振る舞うアスファルトの性状を表現できず、混合物密度との相関が低かったと考えられる。

また、複素せん断粘度は、動的せん断粘度と複素せん断粘度の異相成分を、直交させ合成し得られる値である。したがって、複素せん断粘度の異相成分の影響が弱まるため、混合物密度との相関が低かったと考える。

6. まとめ

アスファルトバインダのみの性状から、PMA II 型混合物の施工性を推測する手法の確立を検討した。その結果、複素せん断粘度の異相成分と PMA 混合物の施工性（締固め特性）に高い相関があることを明らかにした。すなわち、PMA の複素せん断粘度の異相成分を測定することで、PMA 混合物の施工性を推定することが可能と考える。また、本手法を応用することで、施工性改善型 PMA の性能規定が可能と考える。

参考文献

- 1) 野口ら、施工性改善型ポリマー改質アスファルトの性状に関する一考察、日本道路会議（2015）
- 2) 野口ら、温度変化に伴うポリマー改質アスファルト中の SBS 分散状態と物性についての一考察、土木学会 年次学術講演会（2016）

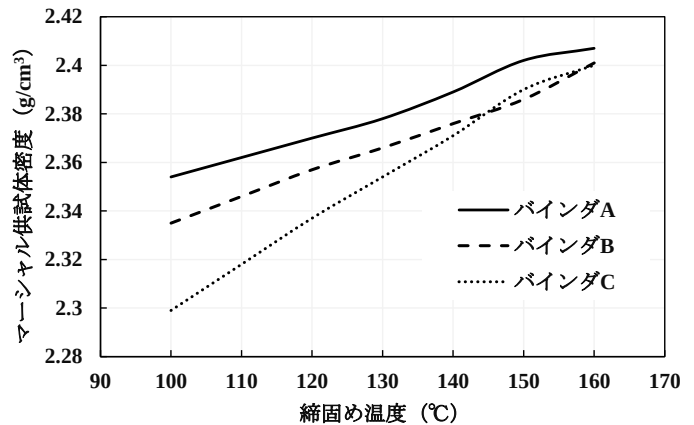


図1 締固め特性（175℃混合）

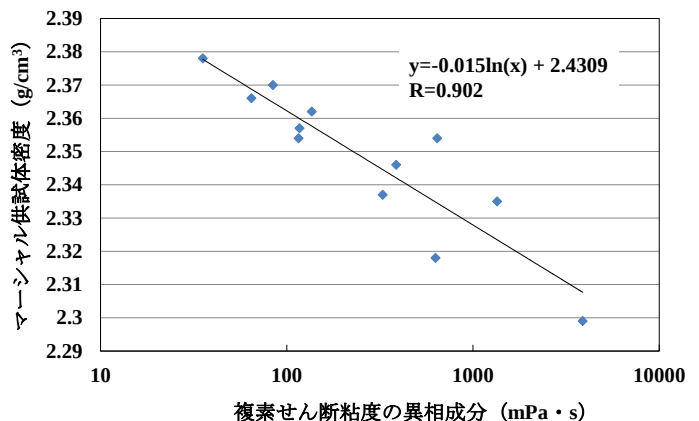


図2 動的粘弾性状とマーシャル供試体密度の関係