

動的粘弾性測定による新規橋梁用改質アスファルトの  
性能発現メカニズムの解析

出光興産（株）技術商品・事業開発部アスファルト技術課

正会員

○井上 雅也

出光興産（株）技術商品・事業開発部アスファルト技術課

正会員

野口 健太郎

出光興産（株）技術商品・事業開発部アスファルト技術課

正会員

瀬尾 彰

1. はじめに

国内の橋梁は、その多くが 1960～70 年代の高度成長期に建設されたため、供用後 30～50 年経過している。今後、供用 50 年を超える橋梁の割合が 50%以上に増加するため<sup>1)、2)</sup>、維持修繕による長寿命化が喫緊の課題である。さらには、交通の要衝である橋梁の維持修繕および更新は、交通規制による国民生活への影響が大きいことから、補修間隔の延長が必須となる。加えて、交通量の増加も予想されるため、補修資材の耐久性の向上を図る必要がある。

橋梁の老朽化対策および寿命延長策として、床版上の舗装の耐久性を向上させることは、補修期間の延長に加え、床版の劣化を抑制する効果が期待できると考える。特に鋼橋の長寿命化を図るためには、鋼床版上のグースアスファルト混合物の耐流動性を向上させることが必要と考える。

筆者らはグースアスファルト混合物の耐流動性を高めることを目的に、ポリマー改質材を用いた新規橋梁用改質アスファルト（以降、開発品）を提案し、その性能について報告してきた<sup>3)</sup>。本稿では、グース混合物の耐流動性を高めながら、施工性を確保することのできる、開発品の性能発現メカニズムについて、動的粘弾性測定を用いた解析結果を報告する。

2. 開発品の性状

2.1. バインダ性状

表 1 に開発品のバインダ性状を、硬質アスファルトの標準的性状<sup>4)</sup>と併せて示す。

開発品は、トリニダッドレイクアスファルト（以降、TLA）を使用しない、ポリマー改質アスファルトである。開発品は、流し込み工法における施工性、供用時の耐流動性、さらには、クッカ内での熱劣化を抑制するため、新規のポリマー改質剤を選定し、配合している。このため、開発品の軟化点は、硬質アスファルトの標準的性状と比較し高い。またトルエン可溶分の値が大きく、密度が小さい。これは TLA 由来のフィラー分を含まないためである。

表 1 開発品性状と硬質アスファルトの標準的性状

| 項 目                 | 単位                | 開発品   | 標準値       |
|---------------------|-------------------|-------|-----------|
| 針入度（25℃）            | 1/10mm            | 7     | 15～30     |
| 軟化点                 | ℃                 | 113.5 | 58～68     |
| 伸度（25℃）             | 1/10mm            | 19    | 10 以上     |
| 蒸発質量変化率             | %                 | -0.04 | 0.5 以下    |
| トルエン可溶分             | %                 | 99.98 | 86～91     |
| 引火点                 | ℃                 | 328   | 240 以上    |
| 密度（15℃）             | g/cm <sup>3</sup> | 1.032 | 1.07～1.13 |
| 粘度（180℃）            | mPa・s             | 380   | 規定なし      |
| 加熱安定性 <sup>注)</sup> |                   | 良好    | 規定なし      |

注) 密閉容器内で 250℃×10 時間貯蔵し、貯蔵前後の粘度変化が 5%以内を良好とした。

表 2 混合物評価結果（室内試験）

2.2. 混合物性状

表 2 に開発品を用いた混合物評価結果を示す。混合物粒度はグースアスファルト（13）、混合は 240℃で 60 分行った。また、比較のために、従来の硬質アスファルト（以降、従来品）についても評価

| 項 目            |         | 単位   | 開発品                   | 従来品                   |
|----------------|---------|------|-----------------------|-----------------------|
| 動的安定度（60℃）     |         | 回/mm | 1,400                 | 300                   |
| 曲げ試験<br>(-10℃) | 破断時のひずみ | ---  | 10.2×10 <sup>-3</sup> | 11.6×10 <sup>-3</sup> |
|                | リュエル    |      |                       |                       |
| 流動性            | (220℃)  | 秒    | 20                    | 25                    |
|                | (240℃)  | 秒    | 10                    | 10                    |

キーワード 改質グースアスファルト、橋梁、鋼床版、耐久性向上、施工性、粘弾性状  
連絡先 〒243-0303 神奈川県愛甲郡愛川町中津 4052-2 Tel 046-285-0829

を行った。混合物評価結果より、開発品混合物は、従来品混合物と比較して、4 倍以上の耐流動性、同等のたわみ追従性を発揮することを確認した。加えて、開発品混合物のリュエル流動性は、従来品混合物と同等であることを確認した。これらの結果より、開発品を用いることで、混合物の耐流動性の向上および十分な施工性を確保できると考える。

3. 動的粘弾性評価

開発品の性能発現メカニズムを確認するために、動的粘弾性測定を実施した。測定条件を表 3 に示す。なお従来品は 200 メッシュふるい通過分を測定した。

3.1. 施工時の流動性（施工性）の評価

本測定では、位相角に着目し評価を行った。施工時の温度（180℃以上）において、試料の位相角が 90°であれば、試料は粘性体として振る舞う。このため位相角 90°の試料を使用したグース混合物は、床版上のボルトや段差部に隙間なく流し込めると考える。また位相角が 90°未満になると、試料は弾性的になり、施工時の流動性が低下すると考える。

図 1 に、開発品および従来品の測定結果を示す。開発品は、バインダ温度が 150℃程度まで位相角が 90°（液体的）であり、従来品と同等であることを確認した。これは、開発品が従来品と同様のリュエル粘度を示し、さらに流し込み施工が可能であることの根拠となり得ると考える。

3.2. 耐流動性の評価

表 4 に、開発品および従来品の 60℃における粘弾性測定結果を示す。開発品の位相角は、従来品に比べ小さく、弾性的（固体的）な性質を持つことが分かった。さらに開発品の複素弾性率は、従来品の約 10 倍であった。これらより開発品は、供用温度域で繰り返し载荷された際に、従来品よりも永久変形しにくいことが分かった。

以上、施工温度域および供用温度域での粘弾性状を有することで、開発品を用いたグース混合物は、従来品混合物と同等の施工性を発揮しながら、供用時の耐流動性を高めることが出来たと考える。

4. まとめ

動的粘弾性測定および混合物評価結果の結果より、開発品を用いた混合物は、従来品を用いた混合物と同等の施工性を発揮しながら、耐流動性を向上することが可能と考える。今後は、実施工における性能確認を行う。

参考文献

1) 「社会インフラメンテナンス学」、pp.56、土木学会編（2015）  
2) 吉沢、道路インフラを取り巻く現状、pp.26、vol.936、道路、日本道路協会(2019)  
3) 井上ら、橋梁用新規改質グースアスファルトの提案、土木学会第 73 回年次学術講演会（平成 30 年 8 月）  
4) 舗装施工便覧（平成 18 年版）、pp.22、日本道路協会編（2006）

表 3 測定条件

|         |                             |
|---------|-----------------------------|
| 使用治具の形状 | 二重円筒                        |
| 測定温度    | 190→100℃、60℃<br>(降温測定 5℃／分) |
| 角速度     | 10rad/s                     |
| 歪み      | 1.0%                        |

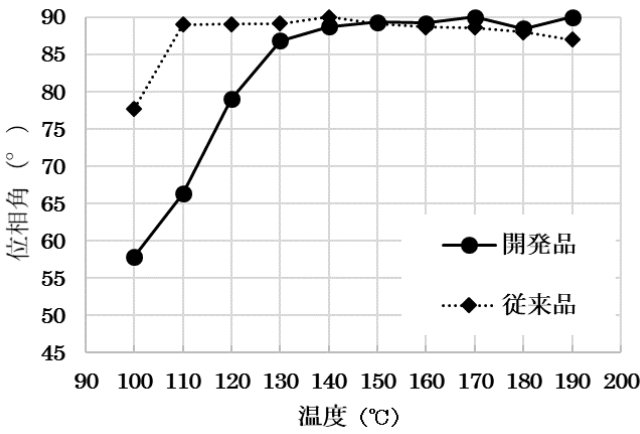


図 1 動的粘弾性測定結果

表 4 60℃における粘弾性測定結果

|           | 開発品                | 従来品                |
|-----------|--------------------|--------------------|
| 位相角(°)    | 41                 | 75                 |
| 複素弾性率(Pa) | $2.98 \times 10^5$ | $3.06 \times 10^4$ |