

DSR および MSCR 試験による中温化アスファルトの性状評価に対する一考察

国立研究開発法人 土木研究所 正会員 ○辻本 陽子
 国立研究開発法人 土木研究所 正会員 新田 弘之
 国立研究開発法人 土木研究所 正会員 西崎 到

1. 目的

米国のバインダ規格において、バインダの永久変形抵抗性は供用最高温度での $|G^*|/\sin \delta$ によって評価されてきた。しかし、ポリマー改質アスファルトの性状に対して適切に評価できないという指摘があり、近年では MSCR (Multi-Stress Creep Recovery) 試験にて得られる非回復クリープコンプライアンス、 J_{nr} での性能評価が着目されている¹⁾。 $|G^*|/\sin \delta$ も J_{nr} も、同じ DSR (Dynamic Shear Rheometer) による測定から得られるパラメータであるが、試験モードが異なる。応力依存性の高いポリマー改質アスファルトの J_{nr} とわだち掘れ量に高い相関性があることが報告されている¹⁾。

本研究では、中温化剤を添加したアスファルト混合物の物理性状をバインダの性状試験により評価することを目指し、中温化アスファルトの性状評価への MSCR 試験の適用性を検討した。通常の DSR 試験と MSCR 試験から得られる粘弾性パラメータを比較し、効果発現のメカニズムが異なる中温化剤を添加した中温化アスファルトの物理性状について考察する。

2. 試料

2-1 アスファルトバインダ

試験にはストレートアスファルト 60/80 (以下, StAs) と、これに中温化剤を添加した中温化アスファルトを用いた。本研究では、粘弾性調整系、滑剤および発泡系の中温化剤を添加した中温化アスファルトをそれぞれ、StAs+粘弾調、StAs+滑剤および StAs+発泡と表記する。これらの中温化アスファルトの基本性状を表 1 に示す。また、StAs に再生骨材から回収した旧 As と再生用添加剤を混合した再生バインダをベースとした中温化アスファルトも作成した。再生バインダの配合を表 2 に示す。

2-2 アスファルト混合物

作製したアスファルト混合物は密粒度アスファルト混合物(13)で、最適アスファルト量(OAC)5.5%である。中温化剤を混ぜていない状態でマッシュタル特性値の基準を満足した配合を決定配合とした。新規骨材のみで作製した新規混合物と再生骨材を用いた再生混合物(再生骨材配合率60%)の2種類を作製した。それぞれの混合物の配合を表 3 に示す。新規混合物には中温化剤を3種類、再生混合物には発泡剤以外の2種類を使用し、中温化混合物を作製した。

3. 実験

3-1 MSCR 試験

MSCR 試験の条件は D'Angelo ら¹⁾の手法に基づき決定した(表 4)。測定

表 1 中温化アスファルトの配合と基本性状

		StAs	StAs+ 発泡	StAs+ 粘弾調	StAs+ 滑剤
中温化剤配合		—	外割 2.0%	内割 3.0%	内割 1.5%
性状	針入度(1/10mm)	65.8	52.8	48.1	68.2
	軟化点(℃)	50.3	53	83.8	54

表 2 ベースバインダの配合 (単位 %)

	新バインダ	再生バインダ
新 As (StAs)	100.0	32.7
旧 As	—	60
再生用添加剤	—	7.3
合計	100.0	100.0

表 3 混合物の配合 (単位 %)

	新規混合物	再生混合物
6号	33.0	16.0
7号	18.4	—
Scr	12.8	6.6
砕砂	12.8	7.6
細砂	12.8	7.6
石粉	4.7	—
R13-5	—	23.6
R5-0	—	36.4
新 As	5.5	1.8
再生用 添加剤	—	0.4
合計	100.0	100.0

表 4 MSCR 試験の測定条件

項目	条件
プレートタイプ	平行円盤
プレート直径	25 mm
プレート間ギャップ	1 mm
試験温度	60 ℃
せん断応力	0.1 ~ 10 kPa
载荷モード	载荷 1 s, 除荷 9 s
繰り返し载荷回数	100 サイクル

キーワード 中温化アスファルト, MSCR, DSR

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 (国研)土木研究所 先端材料資源研究センター材料資源研究グループ

機器として DSR (AR2000 TA インストルメンツ社製) を使用した。

MSCR 試験は、高いせん断力を繰り返し印加し、バインダの破壊や変形を伴う非線形領域の粘弾性状を調べる手法である。そのため、累積損傷への抵抗性を効果的に測定することが可能であり、ホイールトラッキング試験や実際の供用時とも近い状況下でバインダの物理性状を評価することが出来る。MSCR 試験から得られるパラメータである非回復クリープコンプライアンス J_{nr} は、以下の式で定義される。

$$J_{nr} = \frac{\varepsilon_u}{\sigma}$$

(ε_u : 除荷後に残存したひずみ量, σ : せん断応力)

3-2 その他の試験

舗装調査・試験法便覧に準拠して、ホイールトラッキング試験 (B003)、および DSR 試験 (A062) を行った。試験温度は 60°C に設定した。

4. 結果および考察

4-1 中温化アスファルトの J_{nr} および $G^*/\sin \delta$

新バインダと再生バインダをベースバインダとした中温化アスファルトの J_{nr} の結果を図 1 に示す。中温化剤の種類によって、 J_{nr} のせん断応力依存性に顕著な違いが確認された。一方、図 2 に示す通り、 $|G^*|/\sin \delta$ の角速度依存性には中温化剤の種類による違いは小さかった。MSCR 試験は通常の DSR 試験よりも破壊や変形を伴う大きな外力条件での試験であることが、中温化剤毎の違いを明確化した要因であると考えられる。

4-2 変形率との相関

バインダの J_{nr} とホイールトラッキング試験で得られる混合物の変形率 (RD) の関係および $|G^*|/\sin \delta$ と RD の関係をそれぞれ図 3 および図 4 に示す。本試験では、新規混合物と再生混合物の粒度が異なるためそれぞれで相関を調べた。 J_{nr} の場合、StAs+発泡を加えるか否かにより、相関係数に大きな違いが見られた。バインダ内の気泡は、性状試験前に脱気しているのに対して、混合物中の気泡が残存していたと考えられる。そのため、StAs+発泡の物理性状において、発泡が残存している状態と比べて硬い粘弾性状が検出されたことが J_{nr} と RD の関係に反映されたと考えられる。再生混合物に関しては、 $|G^*|/\sin \delta$ の方が RD との相関係数が高かった。バインダの $|G^*|/\sin \delta$ が、動的安定度と高い相関を示すことが報告されており²⁾、 J_{nr} がバインダの劣化によってどの程度変化するか、詳細な検討が必要である。

5. おわりに

MSCR 試験から得られる J_{nr} によって、中温化剤の違いによる粘弾性状の違いを明確に表現することが可能となった。一方で、 $|G^*|/\sin \delta$ による評価との優劣は見出せなかった。今後は、バインダや中温化剤の種類を変えて追加検討を行い、 J_{nr} の有効性を明らかにしていく予定である。

参考文献

- 1) J.A.D' Angelo: Road Materials and Pavement Design, ICAM2009, pp.61-80, 2009.
- 2) 塚越ら: 舗装用アスファルトの粘弾性状と混合物の流動特性に関する実験, 土木学会第 50 回年次学術講演会, pp552-553, 1995.

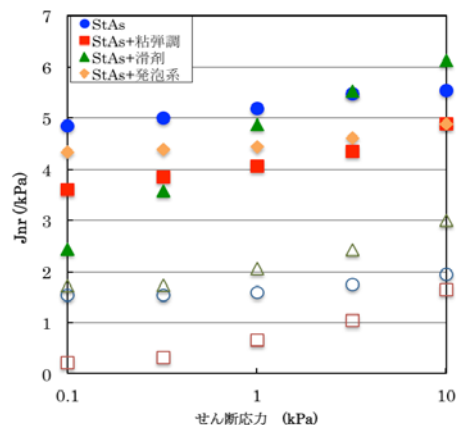


図 1 J_{nr} の応力依存性
(黒塗り: 新バインダ,
白抜き: 再生バインダ)

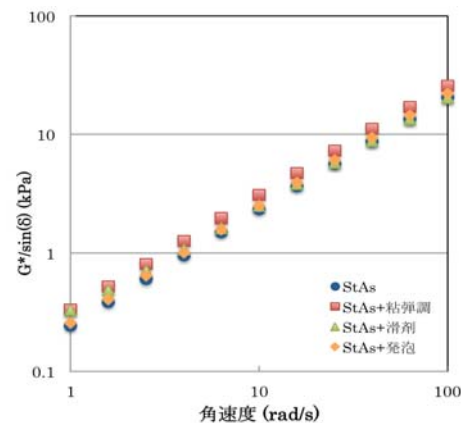


図 2 $|G^*|/\sin \delta$ の角速度依存性 (60°C)

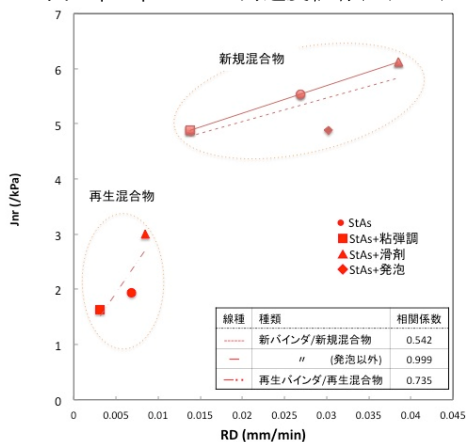


図 3 J_{nr} と RD の関係

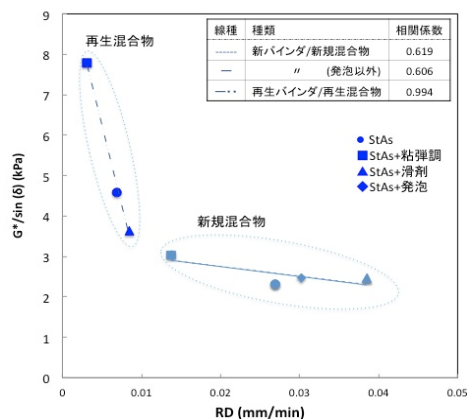


図 4 $|G^*|/\sin \delta$ と RD の関係