

第V部門

バインダの種類を変えた繰返しねじりせん断試験によるアスファルト混合物の性状評価

鹿島道路（株） 正会員 ○加藤 剣, 鎌田 修
 阪神高速技術（株） 久利 良夫
 神戸大学 横田 慎也, ロハニ タラニディ, 澁谷 啓

1. はじめに

筆者らは、これまで繰返しねじりせん断試験によるアスファルト（以下、As）混合物の耐久性について評価を実施してきた¹⁾。本試験の特徴として、橋面舗装などから採取した比較的薄層のAs混合物にも適用することができ、各種As混合物の耐流動性、疲労破壊抵抗性、はく離抵抗性、せん断変形性などを評価できる。これまでの研究では、密粒度As混合物を用いて主にストレートAs60/80（以下、St.As.）ならびにポリマー改質AsⅡ型（以下、改質Ⅱ型）の2種類のバインダの違いによる繰返しねじりせん断試験を実施し、As混合物の力学特性の違いを把握できることを確認してきた。本研究では、さらに様々な種類のバインダを用いた際の繰返しねじりせん断試験を実施するとともに、併せて圧裂試験およびDynamic Shear Rheometer（以下、DSR）試験を実施し、繰返しねじりせん断試験結果と比較した。

2. 試験条件

本研究におけるバインダの種類は、St.As.、改質Ⅱ型を5種類、ポリマー改質AsⅢ型（以下、改質Ⅲ型）、ポリマー改質AsⅢ型-W（以下、改質Ⅲ型-W）、ポリマー改質AsⅣ型（以下、改質Ⅳ型）の9種類を用いた。バインダの性状を表-1に示す。試験に用いた混合物は密粒度As混合物（13）であり、As量は全ての混合物で5.4%に統一した。なお、繰返しねじりせん断試験および圧裂試験に用いた供試体は、ホイールトラッキング試験用供試体から採取したφ100mm、厚さ50mmの切取りコアを用いた。

繰返しねじりせん断試験は写真-1に示す装置を用いた。

また、試験用供試体は写真-2に示すように設置した。試験結果によって得られる一般的な平均せん断ひずみと载荷回数の関係を図-1に示す。これまでの研究成果により、破壊点における载荷回数（以下、破壊回数）はAs混合物の疲労破壊抵抗性を表しており、流動直線勾配はホイールトラッキング試験で得られる動的安定度と相関があり、勾配が小さいほど耐流動性に優れていることを示している。本研究では、試験条件として载荷トルク42Nm、試験温度60℃、载荷時間0.1秒、休止時間0.7秒に統一して試験を実施し、破壊回数および流動直線勾配の指標を用いてAs混合物の性状を評価した。

なお、圧裂試験は、舗装調査・試験法便覧（B006）に準拠し、As混合物の耐流動性の把握として、圧裂強度を算出した。試験温度は25℃とした。また、DSR試験は、舗装調査・試験法便覧（A062）に準拠し、試験は表-2に示す条件で実施した。本研究では、DSR試験で得られる各指標のうち動的安定度と相関性が高いことが報告²⁾されている $|G^*|/\sin\delta$ を用いた。

表-1 バインダの性状

Asの種類	St.As.	改質Ⅱ型					改質Ⅲ型	改質Ⅲ型-W	改質Ⅳ型
		A	B	C	D	E			
針入度 (1/10mm)	70	44	47	55	55	48	45	46	51
軟化点 (°C)	48.0	58.0	60.5	61.0	65.5	58.5	81.0	77.0	94.5
$G^*/\sin\delta$ (Pa)	613.1	2428.7	3290.4	1810.0	2839.8	3403.3	3559.1	3491.2	6801.4



写真-1 繰返しねじりせん断試験機



写真-2 供試体設置状況

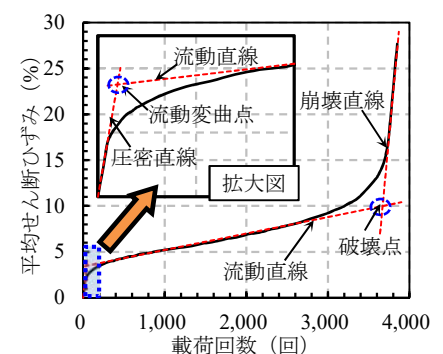


図-1 载荷回数-平均せん断ひずみ

表-2 試験条件

項目	条件
プレートタイプ	平行円盤
プレート直径	25mm
試料厚さ	2mm
試験温度	60℃
周波数	1.0rad/s
ひずみ	1.0%

Tsurugi KATO, Osamu KAMADA, Yoshio HISARI, Shinya YOKOTA, Tara Nidhi LOHANI and Satoru SHIBUYA

tkatou@kajimaro.co.jp

3. 試験結果

圧裂強度と破壊回数との関係を図-2 に示す。圧裂強度が高くなると破壊回数は概ね多くなる傾向を示した。ただし、改質 H 型と改質 II 型-A、改質 III 型に着目すると、同程度の圧裂強度に対して破壊回数が異なっている。また、圧裂強度と流動直線勾配との関係を図-3 に示す。全体的に圧裂強度が大きくなると流動直線勾配が小さくなる傾向を示した。改質 H 型と改質 II 型-A、改質 III 型に着目すると、同程度の圧裂強度に対して流動直線勾配が異なっている。よって相関関係を図-2、図-3 に示すが相関があるとはいえない範囲であった³⁾。本試験結果の限りにおいては、静的な試験である圧裂試験から As 混合物の疲労破壊抵抗性や耐流動性を推定することは困難であると思われる。

次に、 $|G^*|/\sin\delta$ と破壊回数との関係を図-4 に示す。 $|G^*|/\sin\delta$ は、既往の文献²⁾では動的安定度と相関があることが知られているが、本研究では、 $|G^*|/\sin\delta$ と疲労破壊抵抗性を示す指標としている繰返しねじりせん断試験の破壊回数との関係を確認することとした。その結果、 $|G^*|/\sin\delta$ が大きくなると破壊回数が大きくなる傾向を示した。本研究においては、繰返しねじりせん断試験における破壊回数と $|G^*|/\sin\delta$ に有意な相関性があることが確認できた。また、 $|G^*|/\sin\delta$ と流動直線勾配との関係を図-5 に示す。 $|G^*|/\sin\delta$ が大きくなると流動直線勾配が小さくなる、すなわち耐流動性が高くなる傾向を示した。繰返しねじりせん断試験において耐流動性を評価できるとした流動直線勾配と、動的安定度との相関性が高いと言われている $|G^*|/\sin\delta$ についても、本研究では有意な相関性がみられた。

改質 III 型-W は、破壊回数、流動直線勾配ともに他のバインダと異なる傾向にあった。改質 III 型-W、さらに今回未実施の改質 III 型-WF など特殊な改質 As の評価について引き続き検討していきたい。なお、改質 III 型-W を除いた場合の相関係数は図-4 で $R^2=0.8119$ 、図-5 で $R^2=0.8085$ となり、高度に有意な相関性を示した。

4. まとめ

本研究において、繰返しねじりせん断試験がバインダの違いによる疲労破壊抵抗性や耐流動性などを評価できることがわかった。今後は、バインダ種類をさらに増やして試験を継続するとともに、各種試験結果との関係を把握することで、As 混合物の力学特性に与える影響を検討していきたいと考えている。

【参考文献】

- 1) 横田ほか：繰返しねじりせん断試験を用いたアスファルト混合物の評価指標に関する基礎研究，第 24 回舗装工学講演会，舗装工学論文集第 24 巻，vol.75, No.2, 2019.
- 2) 塚越ほか：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，第 50 回土木学会年次学術講演会，講演概要集第 5 部，vol.50, 1995.
- 3) 森口ほか：初等数理統計学，培風館，1957.

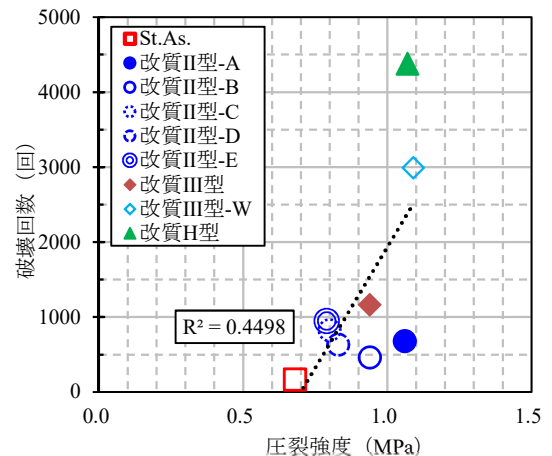


図-2 圧裂強度と破壊回数の関係

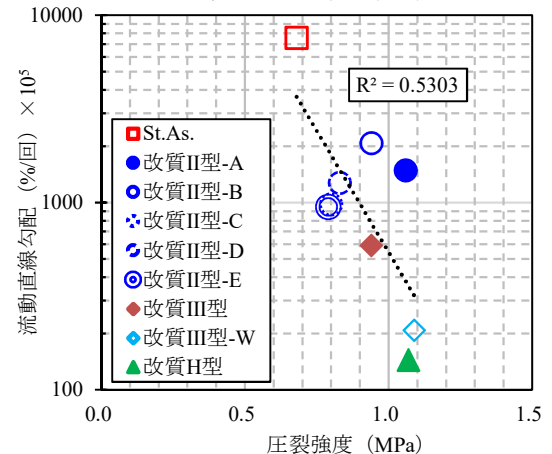


図-3 圧裂強度と流動直線勾配の関係

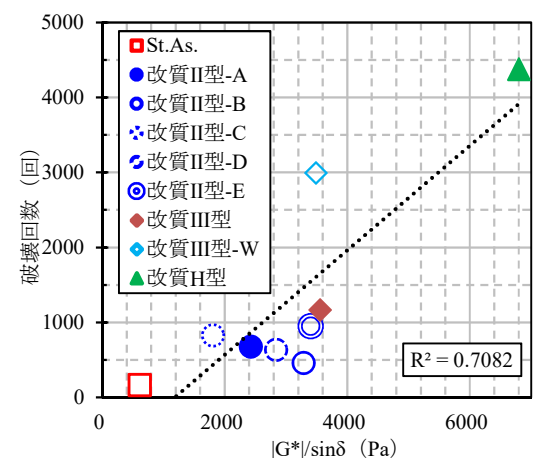


図-4 $|G^*|/\sin\delta$ と破壊回数の関係

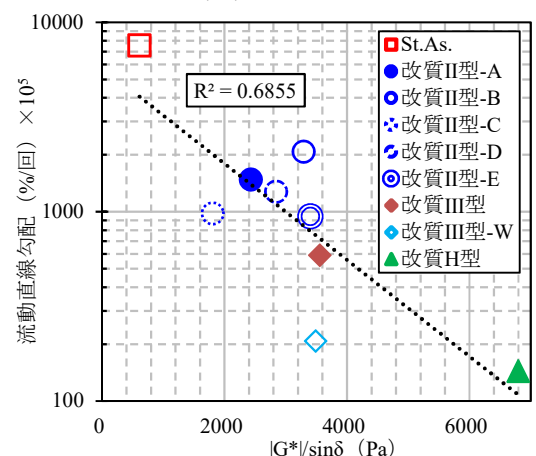


図-5 $|G^*|/\sin\delta$ と流動直線勾配の関係