アスファルト混合物のバインダの違いが繰返しねじりせん断試験結果に与える影響

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

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]．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，Ⅱ型）の 2 種類のバインダを変えた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繰返しねじりせん断試験を実施し，As の各種性状との関係を確認した．

表-1　バインダの性状

As の種類	St.As.	Ⅱ型					Ⅲ型	Ⅲ型-W	Ⅲ型-WF	H 型
		A	B	C	D	E				
針入度（1/10mm）	70	44	47	55	55	48	45	46	65	51
軟化点（℃）	48.0	58.0	60.5	61.0	65.5	58.5	81.0	77.0	89.5	94.5
$\|G^*\|$（Pa）	613.0	2310.1	3152.7	1696.1	2688.0	3204.2	3037.5	3018.0	4600.8	5389.6
$\|G^*\|/\sin\delta$（Pa）	613.1	2428.7	3290.4	1810.0	2839.8	3403.3	3559.1	3491.2	7567.5	6801.4

2．試験条件

本研究におけるバインダの種類は，St.As.，改質 As（Ⅱ型，Ⅲ型，Ⅲ型-W，Ⅲ型-WF，H 型を含む）9 種類，合計 10 種類を用いた．バインダの性状を**表-1** に示す．DSR 試験は**表-2** に示す条件で実施しており，本研究では，DSR 試験で得られる各指標のうち物質の硬さに相当するものとされている複素弾性率の絶対値（以下，$|G^*|$）および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．繰返しねじりせん断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 5.4%に統一し，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 の供試体を用いた．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載荷回数の関係を**図-1** に示す．これまでの研究成果により，破壊点における載荷回数（以下，破壊回数）は As 混合物の疲労破壊抵抗性を表し，流動直線勾配は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，試験条件として載荷トルク 42Nm，試験温度 60℃，載荷時間 0.1 秒，休止時間 0.7 秒（ハーバーサイン波）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各指標を用いて As 混合物の性状を評価した．

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%

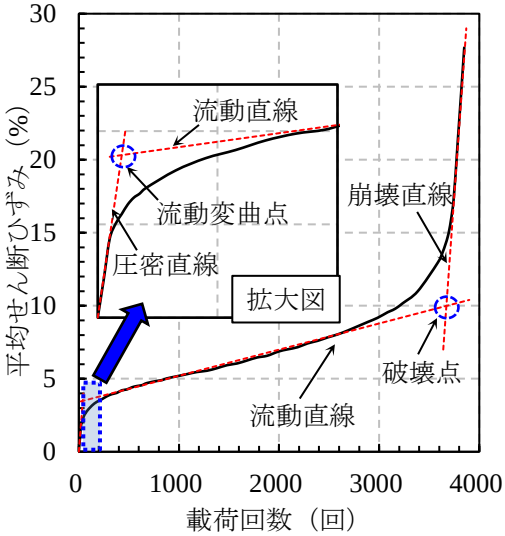

図-1　載荷回数と平均せん断ひずみとの関係

キーワード：繰返しねじりせん断試験，密粒度 As 混合物，バインダ，疲労破壊抵抗性，耐流動性
連絡先：〒182-0036　東京都調布市飛田給 2-19-1　鹿島道路（株）技術研究所　TEL.042-483-0541

© Japan Society of Civil Engineers

3．試験結果

針入度と破壊回数との関係を図-2 に示す．針入度が大きくなると破壊回数は減少しているようだが，相関があるとは言えない範囲であった[3)]．一方で，軟化点と破壊回数との関係（図-3）では，全体的に軟化点が高くなると破壊回数が多くなり，有意な相関が見られた．これは，繰返しねじりせん断試験が 60℃で実施しているが，針入度試験は 25℃における As コンシステンシーを評価する試験であることに起因していると思われる．本研究において，試験温度 60℃である繰返しねじりせん断試験と近しい温度のコンシステンシーを評価していると考えられる軟化点試験との関係には有意な相関性が得られたと思われる．

次に，$|G^*|$と破壊回数との関係を図-4 に示す．$|G^*|$が大きくなると破壊回数が多くなる，すなわち疲労破壊抵抗性が高くなる傾向を示した．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．流動直線勾配と，動的安定度との相関が高いと言われている$|G^*|/\sin\delta$ について有意な相関性が見られ，流動直線勾配が耐流動性の評価指標になり得ることを本研究でも改めて確認できた．

ここで，III型-W および III型-WF は，破壊回数，流動直線勾配ともに他のバインダと若干異なる傾向にあった．III型-W，III型-WF などの特殊な As の評価については引続き検討していきたい．なお，III型-W と III型-WF を除いた場合の決定係数は図-4 で R^2=0.7133，図-5 で R^2=0.8164 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は As 混合物のバインダの種類が変わることで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．なお，本研究は神戸大学，阪神高速技術（株），阪神高速道路（株），鹿島道路（株）の共同研究における成果の一部である．

参考文献

1） 横田ほか：繰返しねじりせん断試験を用いた As 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 As 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.

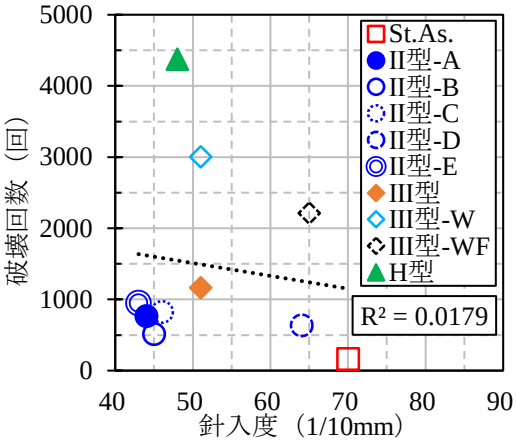

図-2 針入度と破壊回数との関係

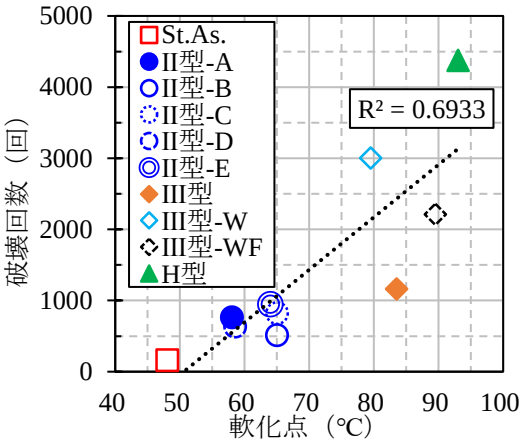

図-3 軟化点と破壊回数との関係

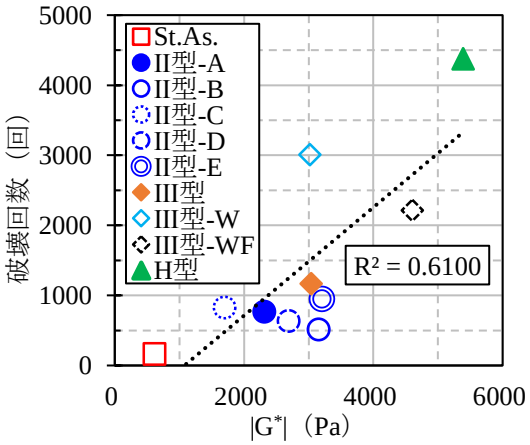

図-4 $|G^*|$と破壊回数との関係

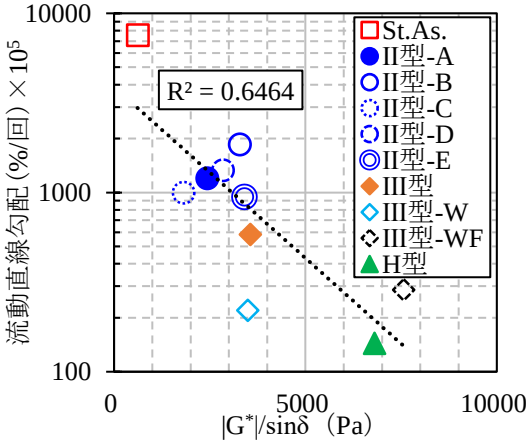

図-5 $|G^*|/\sin\delta$ と流動直線勾配との関係

© Japan Society of Civil Engineers