

第V部門

試験温度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 ○好見 一馬, 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) 混合物の耐久性を評価してきた<sup>1)</sup>。本試験の特徴として、橋面舗装から採取されるような薄層供試体でも試験が可能であり、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とが挙げられる。しかし、これまでねじりせん断試験において、試験温度を60℃として種々の検討を実施してきたが、それ以外の温度については実施していない。

そこで、本研究では、試験温度を変えた際の繰返しねじりせん断試験結果に及ぼす影響を調べ、試験温度が異なった場合での結果について評価した。

2. 試験条件

繰返しねじりせん断試験用供試体は、表-1に示す配合で作製したホイールトラッキング試験用供試体からφ100mm、厚さ50mmの切り取りコアを採取して用意した。繰返しねじりせん断試験装置は、従来の試験機<sup>1)</sup>から載荷トルク、載荷周波数などの制御を完全自動化した写真-1に示す新試験装置を用いた。なお、新試験装置と従来の試験装置では同一の試験結果が得られ、従来の試験装置と比較すると新試験装置から得られる結果のばらつきは小さいことを確認している<sup>2)</sup>。試験は、As混合物の円柱供試体の下部に所定のトルク(42Nm、せん断応力に換算すると0.15MPa)を載荷時間0.1秒、休止時間0.7秒のハーバーサイン波で供試体が破壊に至るまで繰返し載荷した。試験時の供試体は水浸状態にあり、本研究では試験温度を40℃、50℃および60℃に変化させ、試験中の供試体の軸方向変位が0となるように拘束して繰返しねじりせん断試験を実施した。

繰返しねじりせん断試験結果から、図-1に示すような載荷回数と平均せん断ひずみとの関係が得られる<sup>1)</sup>。平均せん断ひずみは載荷開始直後に急激に上昇し、その後ははく離や疲労、塑性変形などの増加を伴うため漸増する。そして、それらがある程度進行すると平均せん断ひずみは急激に増加し、供試体は破壊に至る。本試験では、図-1に示す曲線の接線をそれぞれ圧密直線、流動直線、はく離直線と定義した。さらに、流動直線とはく離直線との交点を供試体の破壊点と定義し、破壊点での載荷回数および平均せん断ひずみからAs混合物の性状を評価している。また、流動直線の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。はく離直線の勾配は破壊が十分に進行するまでの粘り強さを表し、勾配が小さいほど粘り強さが大きいことを意味している。本研究では破壊点での載荷回数や、流動直線の勾配などの指標からAs混合物の性状を評価した。

表-1 密粒度 As 混合物配合諸元

|        |                        |              |
|--------|------------------------|--------------|
| 通過     | 19mm                   | 100.0        |
| 質量     | 13.2                   | 98.6         |
| 百分率    | 4.75                   | 62.1         |
| (%)    | 2.36                   | 42.4         |
|        | 0.6                    | 24.8         |
|        | 0.3                    | 17.5         |
|        | 0.15                   | 8.5          |
|        | 0.075                  | 5.6          |
| Asの種類  |                        | St.As. 改質II型 |
| As量(%) |                        | 5.4 5.4      |
| 試験結果   | 密度(g/cm <sup>3</sup> ) | 2.383 2.384  |
|        | 空隙率(%)                 | 4.8 4.6      |
|        | 安定度(kN)                | 6.4 10.5     |
|        | DS(回/mm)               | 340 7500     |



写真-1 繰返しねじりせん断試験機

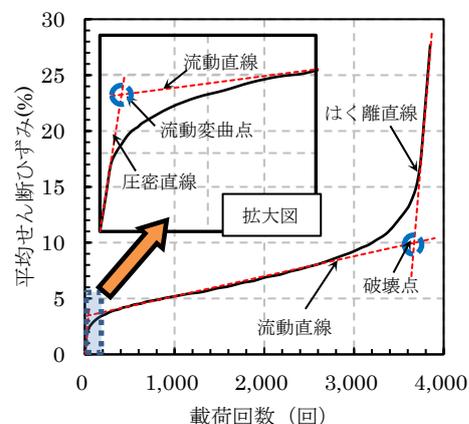


図-1 載荷回数-平均せん断ひずみ

### 3. 試験結果

繰返しねじりせん断試験での各試験温度における載荷回数と平均せん断ひずみとの関係について、密粒度 As 混合物（改質 II 型）の結果の一例を図-2 に、密粒度 As 混合物（St.As.）の結果の一例を図-3 に示す。いずれの As 混合物においても、温度が低くなるに従い破壊までの載荷回数が多くなっていることがわかる。また、表-2 に各評価指標を導出した結果を示す。破壊点での載荷回数、流動直線の勾配、はく離直線の勾配は、温度により明確な差が出ていることがわかる。ただし、破壊点での平均せん断ひずみは、改質 II 型では試験温度による差異はほとんどないのに対し、St.As. では試験温度が高くなるほど大きくなった。

図-4 に、試験温度と破壊回数との関係を示す。いずれの As 混合物においても、試験温度が低いほど破壊回数は多くなった。さらに改質 II 型と St.As. とを比較すると、改質 II 型の方が破壊回数が多く、60℃で約 4 倍、50℃で約 23 倍、40℃で約 40 倍となっており、改質 II 型が優れた耐久性を有していることを本試験でも確認することができた。図-5 に試験温度と流動直線の勾配との関係を示す。As 混合物の種類によらず流動直線の勾配は試験温度の上昇とともに増加している。すなわち、試験温度が高くなるほど耐流動性が低下する傾向にあることが確認できた。また、改質 II 型の方が全体的に流動直線の勾配が小さく、St.As. と比較すると耐流動性に優れている結果となった。このように、いずれの試験結果においても改質 II 型と St.As. という異なるアスファルトを用いた As 混合物では、温度の違いによる試験結果に明確な差異がみられ、As 混合物の力学特性を明らかにできる可能性を示唆する結果が得られた。

なお、図-4、図-5 に示す破壊回数および流動直線の勾配、いずれの近似曲線の勾配も改質 II 型の方が大きくなった。低温側では St.As. と比較して破壊回数の差が大きく、高温側での流動直線の勾配は St.As. に近づいているものの小さかった。これは、低温でのひび割れ抵抗性および、高温での耐流動性を併せ持つ改質 II 型の特徴を本試験機でもよくとらえているといえる。

### 4. まとめ

本研究により、繰返しねじりせん断試験において As 混合物の温度を変化させた際の力学特性を捉えることが可能であることが明らかとなった。今後も試験条件を変えた場合の試験結果を蓄積して、耐流動性や疲労破壊抵抗性などの評価方法について検討を継続していく必要がある。

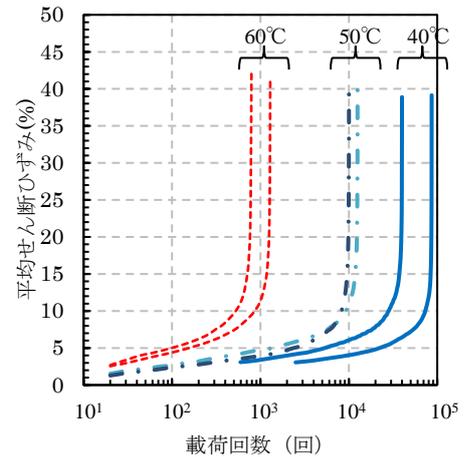


図-2 載荷回数-平均せん断ひずみ (改質 II 型)

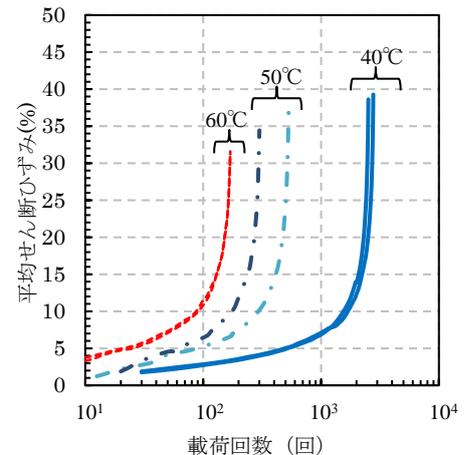


図-3 載荷回数-平均せん断ひずみ (St.As.)

表-2 各評価指標の値 (平均値)

| 混合物種類   | 温度 (°C) | 破壊点     |             | 流動直線                      | はく離直線   |
|---------|---------|---------|-------------|---------------------------|---------|
|         |         | 載荷回数(回) | 平均せん断ひずみ(%) | 傾き(%/回) × 10 <sup>5</sup> |         |
| 改質 II 型 | 40      | 89,230  | 10.5        | 9                         | 1,376   |
|         | 50      | 9,366   | 10.0        | 80                        | 6,419   |
|         | 60      | 674     | 11.0        | 1,478                     | 64,697  |
| St.As.  | 40      | 2,271   | 12.7        | 423                       | 8,425   |
|         | 50      | 392     | 14.0        | 3,280                     | 44,193  |
|         | 60      | 166     | 16.0        | 7,573                     | 367,434 |

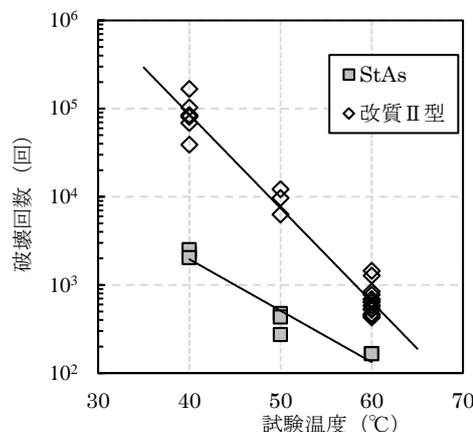


図-4 試験温度と載荷回数との関係

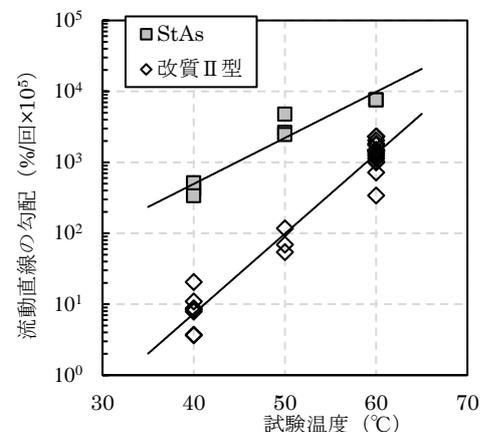


図-5 試験温度と流動直線の勾配との関係

【参考文献】 1) 吉田ほか：繰返しねじりせん断試験のみに基づくアスファルト混合物の耐久性に関わる諸特性の評価，第 30 回日本道路会議，CD，3027，2013.10. 2) 坂上ほか：アスファルト混合物の劣化評価のための繰返しねじりせん断試験方法の開発，第 53 回地盤工学会研究発表会。