

第V部門

繰返しねじりせん断試験の载荷条件の違いがアスファルト混合物の力学特性に及ぼす影響

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

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基づいてアスファルト（以下、As）混合物の耐久性の評価を行ってきた<sup>例え1)</sup>。本試験は、橋面舗装から採取されるような薄層の供試体でも試験が可能であり、得られる試験結果から各種 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、当該試験の载荷条件は载荷 0.1 秒、休止 0.7 秒のハーバーサイン波による一定条件下での試験を実施してきた<sup>1)</sup>。As 混合物の力学特性は、载荷速度依存性があることはよく知られているところであるが、これまで繰返しねじりせん断試験による载荷時間や休止時間の違いが As 混合物の耐流動性や疲労破壊抵抗性にどのような影響を与えているかについては確認できていない。このため、本研究では、返しねじりせん断試験の载荷時間や休止時間を変化させた際の As 混合物の力学特性に与える影響を確認するとともに、これまで実施してきた载荷条件の妥当性について考察した。

2. 試験条件

試験対象のAs混合物は、密粒度As混合物とし、バインダにはポリマー改質As II 型（改質 II 型）を用いた。使用した密粒度As混合物の配合諸元を表-1に示す。最適アスファルト量は5.4%とし、ホイールトラッキング試験で得られる動的安定度（DS）は7,500回/mmである。繰返しねじりせん断試験に用いた供試体は、300mm×300mm×50mmの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の切り取りコアを用いた。

繰返しねじりせん断試験は、円柱供試体の上下に载荷キャップを取付け、下部载荷キャップから所定のトルクをハーバーサイン波で繰返し载荷させる。そして、供試体が破壊に至るまで継続するものである。具体的には、下部载荷キャップの回転角が45°に達した時点で試験を停止する。写真-1に、繰返しねじりせん断試験の载荷ユニットを示す。なお、試験時は载荷ユニットをアクリル製水槽で多い、供試体を60°Cの水浸状態とする。また、供試体の軸方向変位はゼロの拘束状態としている。繰返しねじりせん断試験では、図-1に示すような载荷回数と平均せん断ひずみとの関係が得られる<sup>2)</sup>。試験は、载荷開始直後に平均せん断ひずみが急激に上昇し、その後平均せん断ひずみは供試体のはく離や疲労、塑性変形などが十分に進行するまで漸増する。そして、それらがある程度進行するとひずみは急激に増加し供試体の破壊に至る。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、はく離直線と定義する。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、破壊点での载荷回数（以下、破壊回数）および平均せん断ひずみ、さらに流動直線およびはく離直線の各勾配を用いてAs混合物の性状を評価する。表-2に試験条件を示す。本研究では、载荷トルクを42Nm（せん断応力に換算すると0.15MPa）、試験温度を60°Cの一定条件下のもとで、载荷時間と休止時間をそれぞれ変化させた際のAs混合物の力学特性に及ぼす影響を確認した。

表-1 密粒度 As 混合物配合諸元

通過質量百分率 (%)	19mm	100
	13.2	98.6
	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 量 (%)	5.4	
試験結果	密度(g/cm <sup>3</sup> )	2.384
	空隙率(%)	4.6
	安定度(kN)	10.5
	DS(回/mm)	7500



写真-1 载荷ユニットへの供試体設置状況

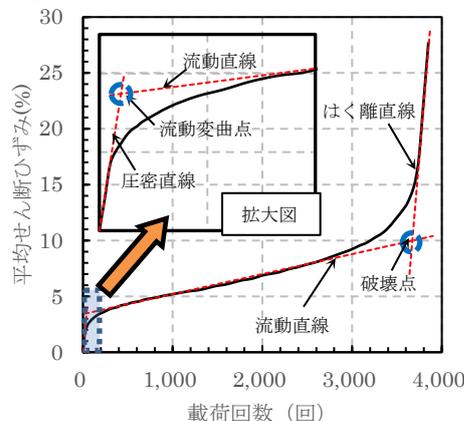


図-1 载荷回数-平均せん断ひずみ

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

yokota@kajimaro.co.jp

3. 試験結果

(1) 載荷時間の影響

繰返しねじりせん断試験で得られた載荷時間と破壊回数との関係を図-2に、載荷時間と流動直線の勾配との関係を図-3に示す。この際、休止時間は0.7秒に統一している。まず、破壊回数については載荷時間が長くなるにつれて低下する傾向がある。また、流動直線の勾配は載荷時間が長くなると大きくなる、すなわち耐流動性が低くなる傾向を示した。これらの結果は、載荷時間が長くなるとAs混合物の疲労破壊抵抗性や耐流動性が低下するといったAs混合物の一般的な特性を良く表しているといえ、繰返しねじりせん断試験でもAs混合物の載荷速度依存性を十分に評価することができると考えられる。

(2) 休止時間の影響

繰返しねじりせん断試験で得られた休止時間と破壊回数との関係を図-4に、休止時間と流動直線の勾配との関係を図-5に示す。この際、載荷時間は0.3秒に統一している。まず、破壊回数は休止時間を0.5秒から0.7秒とすると2倍程度大きくなり、さらに1秒にした場合にはわずかに低下する傾向にある。これは、休止時間が0.5秒と比較的短い場合、残留ひずみが一定となる前（すなわち、ひずみが回復しきる前）に次の載荷が加わっているため、供試体のひずみの蓄積が顕著になり破壊回数が減少したものと考えられる。なお、休止時間を0.7秒から1秒に延ばしても、破壊回数は大きくなってはいない。今回は1秒までしか確認してはいないが、0.7秒以上であれば残留ひずみがある程度一定に収束した後に次の載荷が加わっているものと考えられる。次に、流動直線の勾配は休止時間0.5秒から0.7秒になると低くなる、すなわち耐流動性が大きくなっている。そして1秒では0.7秒と同程度の結果となった。休止時間が短くひずみの蓄積が顕著となることで、わだち掘れの進行が速くなるといったAs混合物の特性をよく表した結果であると考えられる。

以上の結果から、休止時間が短くなるとひずみの蓄積が顕著になり試験結果に影響を及ぼすことがわかった。また、休止時間0.7秒と1秒とでは試験結果に大きな差は無く、これまで実施してきた試験条件である休止時間0.7秒よりさらに休止時間を伸ばしたとしても、試験結果に大きな影響はないものと考えられる。

4. まとめ

本研究により、繰返しねじりせん断試験による載荷条件が試験結果に与える影響を明らかにし、本試験がAs混合物の速度依存性を十分に評価できることがわかった。今後は、軸方向の拘束条件や温度などの条件が試験結果に及ぼす影響を確認していく予定である。【参考文献】1)足立他：繰返しねじりせん断試験に基づく3種類のアスファルト混合物の耐久性について、土木学会第66回年次学術講演会講演概要集CD, V-417, 2011.2)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.

表-2 試験条件

項目	内容	備考
トルク	42Nm	せん断応力0.15MPa
載荷波形	ハーバーサイン波	載荷時間の検討0.1, 0.2, 0.3, 0.4秒(休止時間0.7秒一定) 休止時間の検討0.5, 0.7, 1.0秒(載荷時間0.3秒一定)
軸方向変位	0 (拘束状態)	—
温度	60°C	—

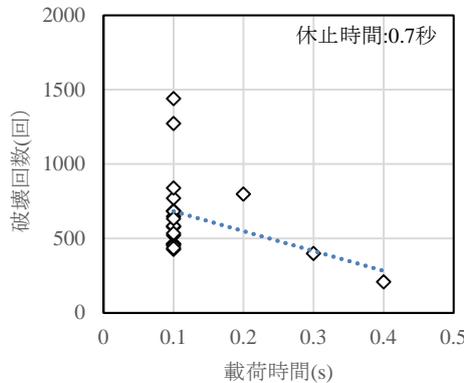


図-2 載荷時間と破壊回数との関係

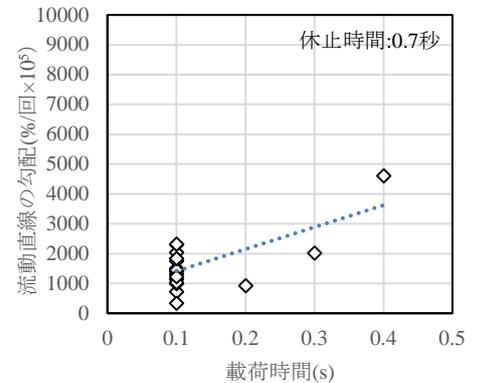


図-3 載荷時間と流動直線の勾配との関係

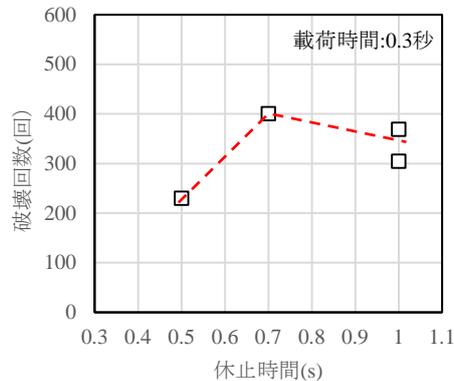


図-4 休止時間と破壊回数との関係

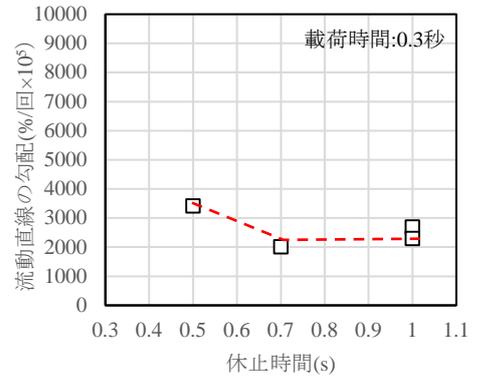


図-5 休止時間と流動直線の勾配との関係