

繰返しねじりせん断試験条件がアスファルト混合物の力学特性に与える影響に関する一検討

神戸大学 正会員 ○横田 慎也, ロハニ タラニディ, 濫谷 啓
 阪神高速技術(株) 久利 良夫
 鹿島道路(株) 好見 一馬, 鎌田 修

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¹⁾。本試験は、As混合物の円柱供試体を上下載荷キャップで拘束し、下部に所定のトルクをハーバーサイン波により繰返し載荷させるものであり、これまでの研究では、載荷波形や軸方向の拘束力（以下、軸荷重）は一定条件下で実施している¹⁾。As混合物の力学特性は、載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載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。また、軸荷重の違いが繰返しねじりせん断試験結果に与える影響も把握しておく必要がある。本研究では、繰返しねじりせん断試験の載荷・休止時間や軸荷重を変化させた際の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試験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（以下、改質II型）を用いた。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載荷キャップを取付け、試験開始時に一定の軸荷重を与えて拘束した後は軸方向の変位はゼロ、すなわち載荷キャップの軸方向移動は完全拘束している。そして、下部載荷キャップから所定のトルクを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させるものである。写真-1に、繰返しねじりせん断試験の載荷ユニットを示す。本研究では、載荷トルクを42Nm（せん断応力に換算すると0.14MPa）、試験温度を60°Cの一定条件下のもとで、繰返し載荷時の載荷時間と休止時間を変化させるとともに、軸荷重を変化させた際のAs混合物の力学特性に与える影響を確認した。本研究での試験条件を表-1に示す。表中太字網掛け箇所は、これまでの研究で実施してきた試験条件¹⁾を示す。なお、繰返しねじりせん断試験では、既報²⁾に示す載荷回数と平均せん断ひずみとの関係が得られる評価指標である破壊回数からAs混合物の長寿命性を、流動直線の勾配から耐流動性を評価する。本論文では上記の2指標に着目して考察する。

3. 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、軸荷重は20Nに統一している。まず、破壊回数については0.1秒の結果にばらつきがあるものの、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。

4. 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、軸荷重は20N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倍程度大きくなっている。これは、休止時間が0.5秒と比較的



写真-1 載荷ユニットへの供試体設置状況

表-1 試験条件

項目	内容	
載荷トルク	42Nm	
載荷波形	ハーバーサイン波	
載荷, 休止時間	載荷	0.1, 0.2, 0.3, 0.4 秒
	休止	0.5, 0.7, 1.0 秒
拘束条件	変位	軸方向変位ゼロ
	軸荷重	20, 150, 200, 250N (圧縮方向)
試験温度	60°C温水養生	

Key words : 繰返しねじりせん断試験, アスファルト混合物, ハーバーサイン波, 載荷・休止時間, 軸荷重
 連絡先 : 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1, TEL : 042-483-0541, FAX : 042-487-8796

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）に次の荷重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、破壊回数は大きくはならない。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荷重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。この現象は、休止時間が短くひずみの蓄積が顕著となることで、As混合物のわだち掘れの進行が速くなる可能性を示唆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。

5. 軸荷重の影響

繰返しねじりせん断試験で得られた軸荷重と破壊回数との関係を図-6に、軸荷重と流動直線の勾配との関係を図-7に示す。この際、荷重時間は0.1秒、休止時間は0.7秒に統一している。図中横軸の軸荷重については、圧縮荷重を正としている。まず、破壊回数は20Nの結果にばらつきがあるものの20N~200Nまでは大きな変化が見られず、250Nまで大きくすると上昇する傾向にある。また流動直線の勾配は軸荷重の増加とともに小さくなる、すなわち耐流動性が向上する傾向が認められた。以上のように、軸荷重が大きくなると供試体の変形に対する拘束力が大きくなり耐久性や耐流動性に影響を与えることが確認され、試験前に軸荷重を適切に設定することがばらつきの少ない試験を実施するのに重要であると言える。

6. まとめ

本研究により、繰返しねじりせん断試験による荷重・休止時間、また軸荷重の違いが試験結果に与える影響を明らかにし、本試験がアスファルト混合物の力学特性を評価できることが確認できた。今後は、本試験を用いて各種アスファルト混合物の劣化評価に資する研究を実施していく予定である。【参考文献】1)例えば足立他：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)横田ほか：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一検討、土木学会第73回年次学術講演会講演概要集CD, V-708, 2018.

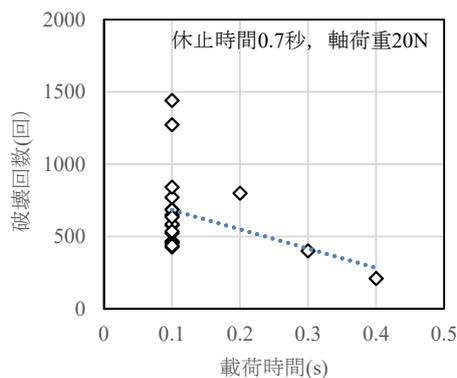


図-2 荷重時間と破壊回数との関係

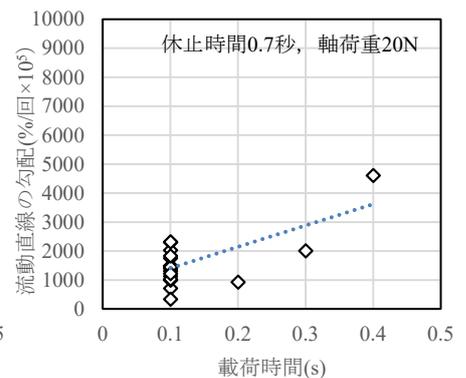


図-3 荷重時間と流動直線の勾配との関係

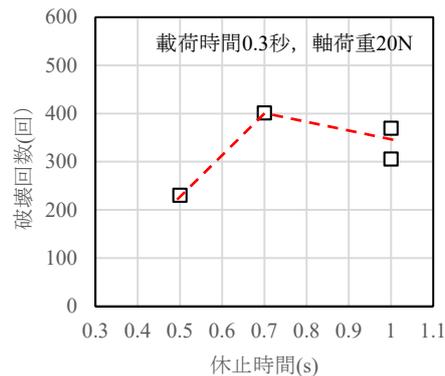


図-4 休止時間と破壊回数との関係

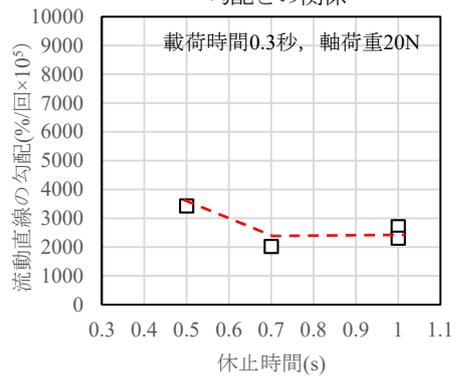


図-5 休止時間と流動直線の勾配との関係

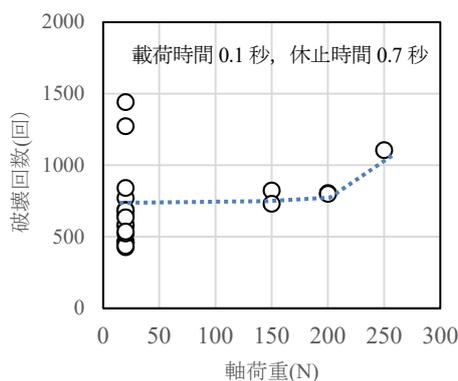


図-6 軸荷重と破壊回数との関係

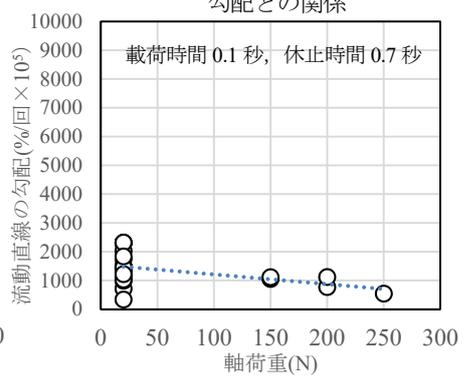


図-7 軸荷重と流動直線の勾配との関係