

第V部門

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一検討

鹿島道路 (株) 正会員 ○横田 慎也, 鎌田 修
 阪神高速技術 (株) 久利 良夫
 神戸大学 坂上 知弥, 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^{例え1)}。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。ただし、これらの評価指標は、载荷トルクや温度などの試験条件によって得られる結果が異なるため、当該試験の結果を効率的に評価するためには、同一の指標で比較できることが望ましい。

このため、本研究では、载荷トルクを変化させた際の繰返しねじりせん断試験結果におよぼす影響を調べ、载荷トルクが異なった場合でも同一の指標で比較できる新たな評価指標について検討を行った。

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AsⅡ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。繰返しねじりせん断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に用いた試験装置は、既報¹⁾の試験機から载荷トルク、载荷周波数などの制御を完全自動化した写真-1に示す新しい試験装置を用いた。なお、本試験装置と従来の試験装置とで同一の試験結果が得られること、本試験装置から得られる結果は従来の試験装置から得られる結果に比べばらつきが小さいことなどを確認している²⁾。試験は、As混合物の円柱供試体の下部に所定のトルク(14, 28, 42Nm, せん断応力に換算するとそれぞれ0.05, 0.10, 0.15MPa)を载荷時間0.1秒、休止時間0.7秒のハーバーサイン波で繰返し载荷させ、供試体が破壊するまで継続するものである。試験時の供試体は60℃の水浸状態にあり、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¹⁾。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している。ここで、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ることが確認できており、勾配が小さいほど耐流動性が大きいことを示している。また、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。

表-1 密粒度 As 混合物配合諸元

通過	19mm	100
過	13.2	98.6
量	4.75	62.1
百分	2.36	42.4
率	0.6	24.8
(%)	0.3	17.5
	0.15	8.5
	0.075	5.6
As の種類	改質Ⅱ型	
As 量(%)	5.4	
試験結果	密度(g/cm ³)	2.384
	空隙率(%)	4.6
	安定度(kN)	10.5
	DS(回/mm)	7500



写真-1 繰返しねじりせん断試験機

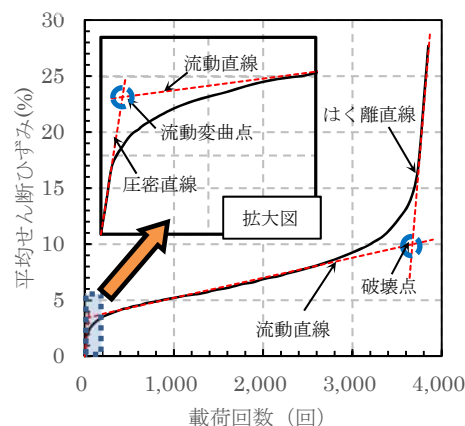


図-1 载荷回数-平均せん断ひずみ

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

yokota@kajimaro.co.jp

3. 試験結果

繰返しねじりせん断試験結果による载荷回数と平均せん断ひずみとの関係を図-2 に示す。図は、トルク毎の試験結果を比較しやすくするため横軸を対数表記している。ここで、载荷トルク 14Nm においては、载荷回数を 30 万回程度まで実施したものの供試体の破壊が認められず、試験を中断している。試験の結果、トルク、すなわちせん断応力が大きくなると破壊点までの载荷回数が少なくなるという既報りと同様の結果が得られた。表-2 には試験結果から得られた各評価指標を導出した結果の平均値を示す。破壊点での载荷回数や流動直線の勾配、さらにははく離直線の勾配は载荷トルクが異なることにより変化していることがわかる。一方、破壊点での平均せん断ひずみはトルクの違いによらず同程度の値となっている。

ここで、繰返しねじりせん断試験では、図-3 に示すように平均せん断ひずみ (γ) と平均せん断応力 (τ) との関係を得ることができる。この時、この曲線の载荷ループの初期点と平均せん断応力が最も大きい点とを結び、この時の傾きを割線せん断弾性係数 (G) と定義する。図-3 は一例として载荷トルク 42Nm における载荷回数 30 回付近および 1000 回付近の結果を示しているが、平均せん断ひずみが増加する、すなわち载荷回数が増えるに従い、割線せん断弾性係数が小さくなっていくことがわかる。この平均せん断応力がピークとなる平均せん断ひずみと割線せん断弾性係数との関係を

示したものが図-4 となる。試験結果に多少のばらつきはあるものの、载荷トルクが異なっても得られる関係はほぼ同様の傾向にあると言える。図中には、今回の試験結果で得られた破壊点での平均せん断ひずみの範囲を示しているが、割線せん断弾性係数はこれを境に急激に低下している傾向が認められる。これらの結果から、割線せん断弾性係数の変曲点を導出しその値を As 混合物の劣化評価指標とすれば、载荷トルクの違いによることなく同一の評価が可能となり、試験時間の短縮につながる可能性がある。

4. まとめ

本研究により、繰返しねじりせん断試験結果から得られる割線せん断弾性係数を用いることにより、载荷トルクによることなく同一の指標で評価できる可能性を見出すことができた。今後は本指標と耐流動性及び疲労破壊抵抗性など、他の評価指標との関連性を調べるとともに、具体的なアスファルト混合物の劣化評価基準を検討していく必要がある。

【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，投稿中。

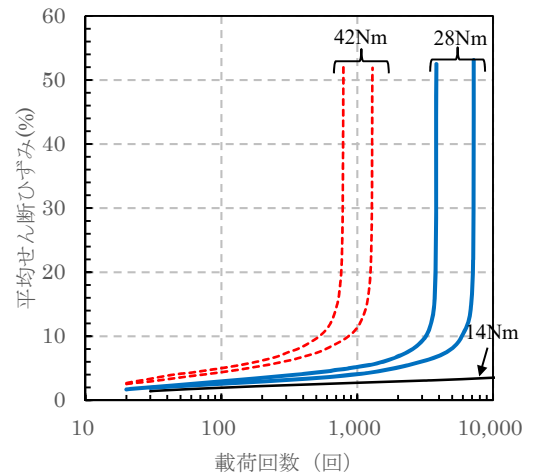


図-2 繰返しねじりせん断試験結果

表-2 各評価指標の値

トルク	破壊点		流動直線	はく離直線
	载荷回数(回)	平均せん断ひずみ(%)	勾配(%/回) $\times 10^5$	勾配(%/回) $\times 10^5$
14Nm	破壊に至らず試験中断			
28Nm	5,467	10	142	72,039
42Nm	1,022	13	927	188,384

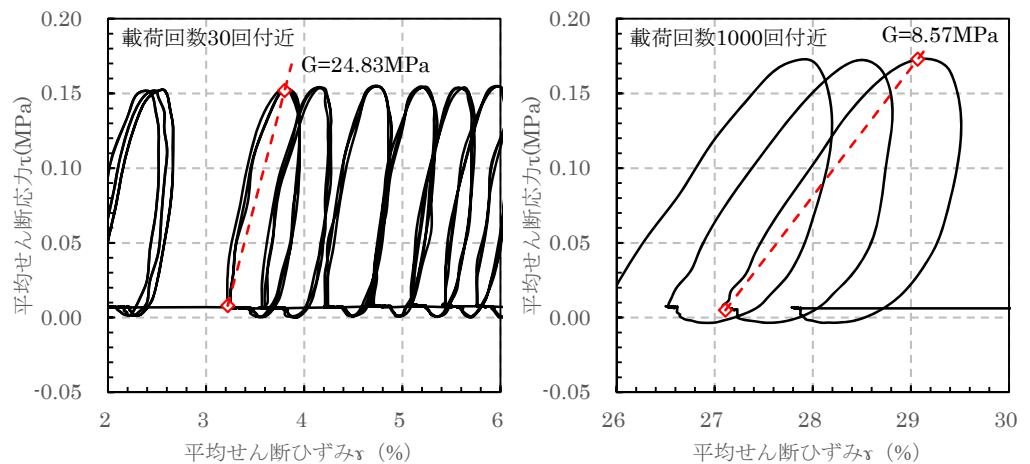


図-3 平均せん断ひずみと平均せん断応力との関係

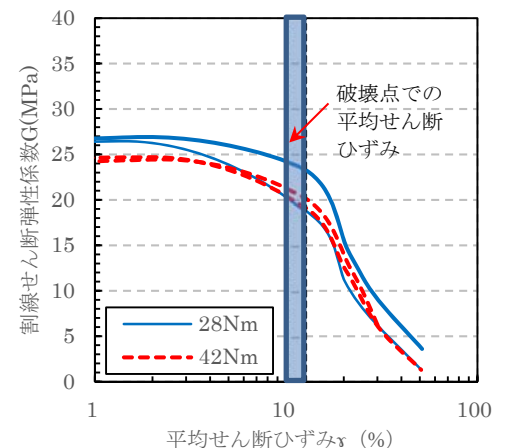


図-4 平均せん断ひずみと割線せん断弾性係数との関係