第Ⅴ部門　　繰返しねじりせん断試験による異なる試験温度の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[1)]．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[1)]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，新試験機と従来の試験機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[2)]．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0.14MPa）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は次式により各載荷回数の平均せん断ひずみを算出することができる．

$$\text{平均せん断ひずみ}=\frac{2R\theta}{3H} \quad \cdots(1)$$

ここで，R：供試体半径(m)，θ：回転角(rad)，　H：供試体高さ(m)とする．当該試験から，**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[1)]．平均せん断ひずみは載荷開始直後に急激に上昇し，その後はく離や疲労，塑性変形などに伴い漸増する．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，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．

表-1　密粒度 As 混合物配合諸元

通過質量百分率(%)	19mm	100.0	
	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 の種類		St.As.	改質Ⅱ型
As 量(%)		5.4	5.4
試験結果	密度(g/cm³)	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

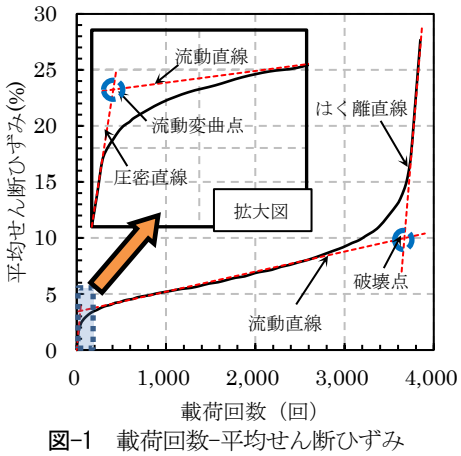

図-1　載荷回数−平均せん断ひずみ

Key words：繰返しねじりせん断試験，アスファルト混合物，平均せん断ひずみ，温度，性状評価
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

© Japan Society of Civil Engineers

3．試験結果

繰返しねじりせん断試験における試験温度ごとの各評価指標値の導出結果を**表-2** に示す．そのうちの試験温度と破壊回数の関係を**図-2** に示す．いずれの As 混合物についても温度が低くなるに伴い破壊回数が多くなっていることがわかる．さらに，改質Ⅱ型と St.As.とを比較すると，改質Ⅱ型の方が破壊回数は多く，60℃で約 4 倍，50℃で約 23 倍，40℃で約 40 倍となっており，改質Ⅱ型が耐久性に優れていることが本試験でも確認することができた．**図-3** には試験温度と破壊時の平均せん断ひずみとの関係を示している．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見られないのに対して，St.As.では試験温度が高くなるほど大きい結果となった．**図-4** 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，低温になるほど流動直線の勾配は小さくなった．また，改質Ⅱ型と St.As.とを比較すると，改質Ⅱ型の方が全体的に流動直線の勾配が小さくなった．これらの結果から，St.As.と比べて改質Ⅱ型は耐流動性に優れるといった As 混合物の一般的な性状を本試験でも確認できた．**図-5** には試験温度とはく離直線の勾配との関係を示す．As 混合物の種類によらず低温であるほどはく離直線の勾配は小さく，破壊が十分に進行するまでの粘り強さが大きい結果となった．

表-2　各評価指標の値（平均値）

混合物種類	温度(℃)	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) ×10^5	
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

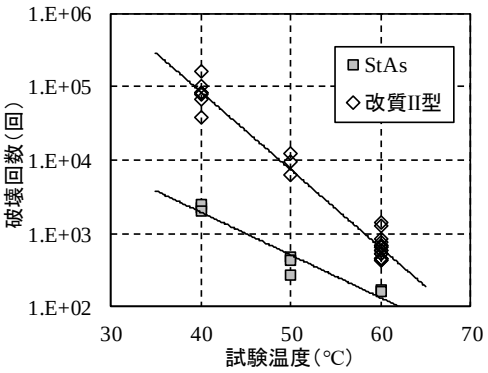

図-2　試験温度と破壊回数の関係

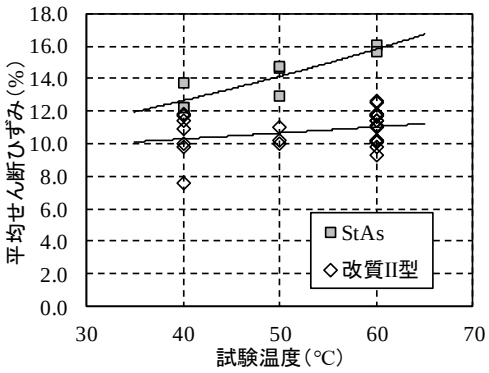

図-3　試験温度と平均せん断ひずみの関係

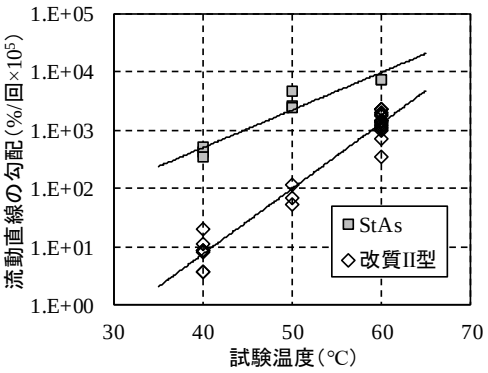

図-4　試験温度と流動直線勾配の関係

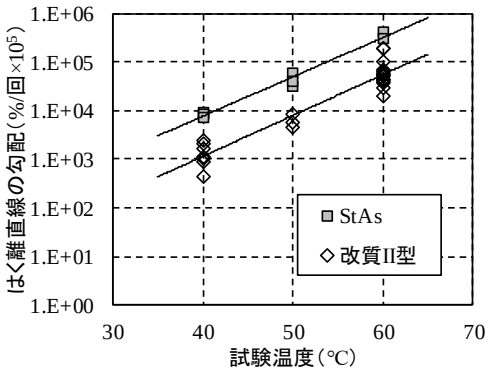

図-5　試験温度とはく離直線勾配の関係

このように，いずれの試験結果においても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見出した．なお，**図-2**，**図-4** に示す破壊回数および流動直線の勾配において，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．また，40℃では St.As.と比較して破壊回数の差が大きく，60℃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，本実験の試験温度域においても，低温でのひび割れ抵抗性と，高温での耐流動性を併せ持つ改質Ⅱ型の特徴をよくとらえているといえる．

4．まとめ

本研究により，異なる試験温度での繰返しねじりせん断試験において As 混合物の耐流動性や粘り強さを定量的に評価でき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，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．

【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.

© Japan Society of Civil Engineers