

神戸大学大学院工学研究科	学生員	○泓	敦大
神戸大学工学部	学生員	上原	孝義
神戸大学都市安全研究センター	正会員	吉田	信之
阪神高速道路(株)技術部	正会員	飛ヶ谷	明人
(財)阪神高速道路管理技術センター	正会員	久利	良夫
鹿島道路(株)技術研究所	正会員	佐藤	雄輔

1. はじめに

アスファルト混合物の耐久性の評価というと、ホイールトラッキング試験で得られる動的安定度の大小により耐流動性を評価することが一般的に行われる。しかし、高耐久化して比較的大きな動的安定度を呈するようなアスファルト混合物を評価するのは容易ではない。本研究では、繰返しねじりせん断試験によって得られる指標を用いてアスファルト混合物の耐久性に関わる諸特性の評価を試みており、どのような特性が評価でき、実務レベルで使えるにはどうすればよいかなどの検討を行ってきた^{1,2)}。

本報では、6 種類のアスファルト混合物について繰返しねじりせん断試験を実施して、それらの耐久性に関わる諸特性を比較検討した。

2. 試験装置、試験条件および供試体

繰返しねじりせん断試験に用いた試験装置は、既報²⁾の通りである。直径 100mm~200mm・高さ 50mm~200mm のアスファルト混合物の円柱供試体の下部にトルク 14Nm 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繰返し負荷して、供試体が破壊（破断）するまで載荷を続けるものである。試験中、供試体は 60℃の温水に水浸状態にあり、供試体の軸変位をゼロに拘束している。

試験を行ったアスファルト混合物供試体は、密粒度アスファルト混合物（以降、密粒度）とストーンマッシュクアスファルト混合物（以降、SMA）の 2 種類であり、それぞれ 3 種類の異なるバインダーを用いてマーシャル安定度試験用の供試体と同じ方法で作製したものである。ただし、供試体は直径 100mm・高さ 50mm である。用いたバインダーは、ストレートアスファルト（以降、StAs）、ポリマー改質 II 型（以降、改質 II 型）およびポリマー改質 III 型（以降、改質 III 型）である。試験はバインダー毎に原則 4 個の供試体を用いて行った。各アスファルト混合物供試体の配合および諸特性を表-1 にまとめて示す。

3. 試験結果および考察

繰返しねじりせん断試験を行うと図-1 に示すような平均せん断ひずみ ($\gamma_{ave} = 2R\theta/3H \times 100$: R は供試体半径(m), θ は供試体のねじれ角(rad), H は供試体高さ(m)) と載荷回数との関係が得られ、幾つかの指標が得られる²⁾。本報は、流動直線および剥離直線の各勾配、剥離変曲点での載荷回数および平均せん断ひずみを用いる。流動直線の勾配は耐流動性を表す指標であり、勾配が小さいほど耐流動性が大きいこと意味する。剥離直線の勾配は剥離から破壊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になる。

さて、図-2 に密粒度 As 混合物供試体で得られた平均せん断ひずみと載荷回数との関係を示す。なお、改質 III 型のデ

表-1 アスファルト混合物の配合諸元と諸特性

混合物の種類		密粒			SMA		
通過質量百分率 (%)	19mm	100			100		
	13.2	98.6			96.8		
	4.75	62.1			41.2		
	2.36	42.4			30.1		
	0.6	24.8			19.3		
	0.3	17.5			16.0		
	0.15	8.5			13.1		
	0.075	5.6			10.6		
アスファルトの種類		StAs	改質 II	改質 III	StAs	改質 II	改質 III
アスファルト量(%)		5.4	5.4	5.4	6.4	6.4	6.4
繊維(%)		—	—	—	0.5	0.5	0.5
密度(g/cm ³)		2.383	2.384	2.388	2.400	2.409	2.402
理論密度(g/cm ³)		2.502	2.500	2.499	2.457	2.456	2.455
空隙率(%)		4.8	4.6	4.4	2.3	1.9	2.2
マーシャル安定度(kN)		6.4	10.5	10.7	5.0	7.8	7.8
フロー(1/100cm)		25	34	31	40	45	44
動的安定度DS(回/mm)		338	7,534	14,700	1,400	5,300	4,800
曲げ破断ひずみ(×10 ⁻³)		7.6	7.4	8.1	7.7	8.9	8.8

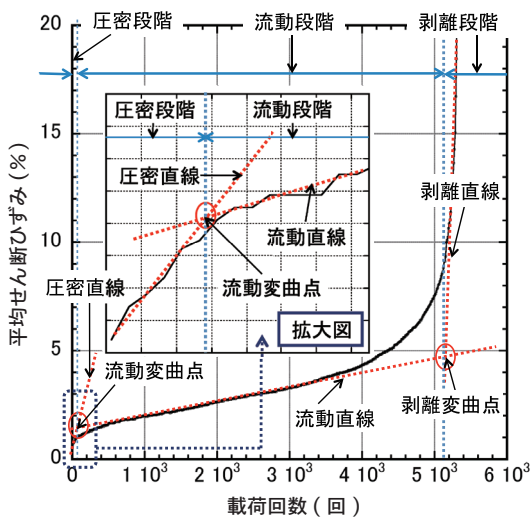


図-1 平均せん断ひずみ-载荷回数関係と評価指標

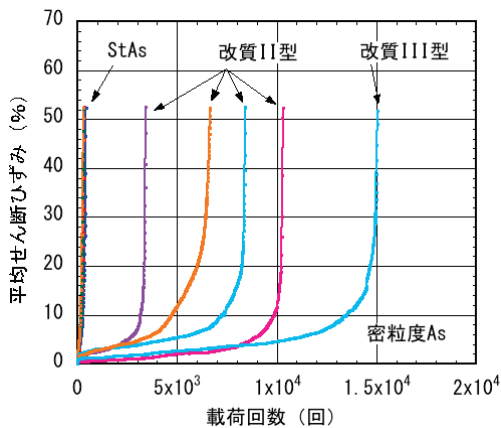


図-2 平均せん断ひずみ-载荷回数関係

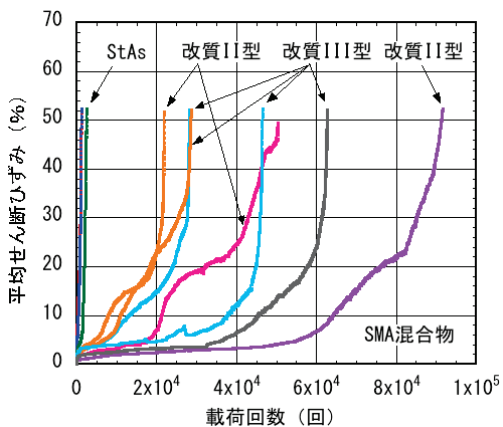


図-3 平均せん断ひずみ-载荷回数関係

本報では、3種類のバインダーを用いた密粒度As混合物とSMA混合物について、繰返しねじりせん断試験から得られる指標を用いて、耐流動性、剥離から破壊までの粘り強さ、剥離までの許容せん断変形量および载荷回数を比較評価した。概ね良好な結果が得られたが、試験データの蓄積と試験結果の取捨選択も含めたさらなる改良が必要である。

【参考文献】1) 泓他：繰返しねじりせん断に伴う累積変形に基づくアスファルト混合物の耐久性評価の試み，土木学会第65回年次学術講演会講演概要集 CD，V-044，2010。2) 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。

表-2 試験で得られた評価指標一覧

		流動直線	剥離直線	剥離変曲点	
		勾配		せん断ひずみ	载荷回数
		(%/回)*100,000		(%)	(回)
密粒度	StAs	3,118	48,684	9.19	254
	改質II型	59	9,649	5.26	6,791
	改質III型	31	2,400	5.73	14,156
SMA	StAs	1,168	6,877	14.69	1,029
	改質II型	24	577	8.33	43,163
	改質III型	21	1,358	9.42	38,003

ータは試験の失敗等により1個のみであり、StAsについては4個のデータが重なって1個のように見えている。図から、载荷回数の増加に伴う平均せん断ひずみの増加傾向は、いずれの供試体でも図-1に例示したものとほとんど同じである。また、試験終了時点での载荷回数の平均値は、改質III型が最も多く、StAsが最も少ないことがわかる。この関係図から読み取った各評価指標の平均値をまとめて表-2に示す。表から、耐流動性については改質III型が最も大きくStAsが最も小さいことが分かる。これは表-1に示す動的安定度の大小関係と同じである。また、剥離から破壊までの粘り強さも、改質III型が最も大きくStAsが最も小さい。

次に、SMA混合物での結果を図-3に示すが、まず改質II型のデータのばらつきが大きいことがわかる。耐流動性は密粒度の場合と同じように改質III型が最も大きくStAsが最も小さいことが分かる(表-2)。ただし、表-1の動的安定度は改質II型が最も大きい値になっており整合していない。剥離から破壊までの粘り強さについては、改質II型が最も大きくStAsが最も小さい。

剥離変曲点でのせん断ひずみは、密粒度・SMAともにStAsが最も大きく改質III型と改質II型はいずれも小さい。一方、同変曲点での载荷回数については、密粒度では改質III型が最も多いがSMAでは改質II型が最も多くなっている。これは、図-3でわかるように改質II型の1個の試験結果が大きく影響しているからである。

ところで、ここで用いたバインダーの軟化点はStAs・改質II型・改質III型それぞれ49.6°C・61.0°C・90.0°Cであること、タフネスは改質III型(27.8Nm)の方が改質II型(24.0Nm)よりも若干大きいことを考えると、密粒度As混合物の評価結果は妥当なものと考えられるが、SMA混合物の結果については一部検討が必要である。

4. まとめ