

神戸大学大学院	学生員	○谷	俊平
神戸大学工学部		末永	祐貴
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	篠田	隆作
(一財)阪神高速道路技術センター	正会員	久利	良夫
鹿島道路(株)技術研究所	正会員	横田	慎也

1. はじめに

アスファルト混合物の作製に際しては、一般にマーシャル安定度試験を行って決める最適アスファルト量を混合する。万が一混合アスファルト量が最適量より増減している場合、作製したアスファルト混合物が期待通りの耐久性を示さなくなることは少なくない。本研究では、著者らが研究開発中の繰返しねじりせん断試験を行うことによって、混合アスファルト量の違いがアスファルト混合物の耐久性に関わる諸特性、すなわち耐流動性、剥離開始から破壊までの粘り強さ、剥離変曲点までの載荷回数（長寿命性）等に及ぼす影響を調べており、本報ではその結果について報告する。

2. 試料および試験概要

試験対象のアスファルト混合物は、ポリマー改質アスファルト II 型を用いた密粒度アスファルト混合物であり、配合諸元は表-1 に示すとおりである。最適アスファルト量は表中に示すように 5.4%である。今回、この最適アスファルト量で混合物の円柱供試体を作製し、さらに最適量±0.3%のアスファルト量でも供試体を作製した。円柱供試体は、先ず混合アスファルト量毎にホイールトラッキング試験用の板状供試体(長さ 300mm・幅 300mm・厚さ 50mm)を作製した後、内径 100mm のコアビットにて抜き取った直径 100mm・高さ 50mm のコアである。1 枚の板供試体から 4 個のコアが得られる。ここで、作製した板状供試体で通常のホイールトラッキング試験も実施している。得られた動的安定度 (DS)はアスファルト量が 5.1%のとき 10500 (回/mm)，5.4%のとき 7900 (回/mm)，5.7%のとき 5700 (回/mm)であり、アスファルト量の増加とともに DS が小さくなった。

繰返しねじりせん断試験に用いた試験装置は、図-1 に示すように既報¹⁾と同じである。また、試験方法も既報¹⁾の通りである。すなわち、アスファルト混合物の円柱供試体の下部に所定のトルク (42Nm) 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することによって供試体が破壊するまで続けるものである。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。

3. 試験結果および考察

アスファルト混合物供試体で繰返しねじりせん断試験を行うと図-2 に示すような平均せん断ひずみと載荷回数の関係が得られる¹⁾。評価指標は、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である。ここで、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、また剥離直線の勾配は剥離から破壊までの

表-1 アスファルト混合物の配合諸元

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
アスファルトの種類		改質 II
アスファルト量 (%)		5.4
繊維 (%)		—
密度 (g/cm ³)		2.384
理論密度 (g/cm ³)		2.500
空隙率 (%)		4.6
マーシャル安定度 (kN)		10.5
フロー (1/100cm)		34

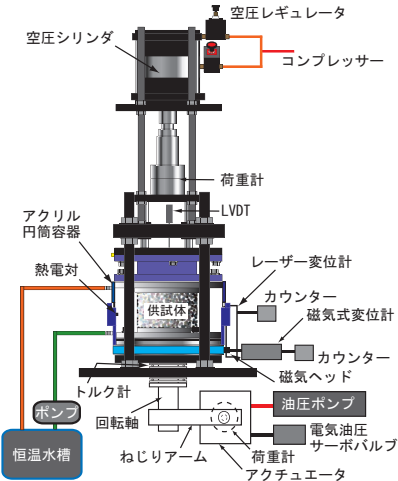


図-1 繰返しねじりせん断試験装置¹⁾

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する²⁾。

さて、図-3 に、全てのアスファルト混合物供試体で得られた平均せん断ひずみと载荷回数の関係を示す。なお、それぞれ4個ある供試体のうち1個が未実験のため、各3個分のデータである。図から、平均せん断ひずみは、過去の試験結果^{1,2)}と同じように、载荷初期に急増後、ほぼ一定の割合で増加したのち、再び急増して破壊に至ることが分かる。図-4 には、一例として混合アスファルト量 5.4%（最適アスファルト量）の供試体で得られた平均せん断応力と軸応力と载荷回数の関係を示す。せん断応力は、若干の変動はあるものの概ね制御できていると言える。軸応力は、全ての供試体で载荷回数の増加とともに漸増していることが分かる。ここで、繰返しねじりせん断中、供試体の軸方向の変位をゼロに制御していることから、正の軸応力（圧縮を意味する）が漸増するという事は、ねじりせん断によって供試体が膨張しようとしていることを意味している。これは、粒状材料で見られる正のダイレイタンス挙動と類似である。ここには示さないが、他2種類の混合アスファルト量の供試体でも同じように载荷回数の増加に伴う軸応力の漸増傾向が見られている。

さて、表-2 に、平均せん断ひずみと载荷回数の関係から求めたアスファルト混合物の評価指標をまとめて示す。表中の平均値で評価すると、耐流動性はアスファルト量 5.4%（最適アスファルト量）の供試体が最も大きく、アスファルト量 5.1%の供試体が最も小さいということになる。これは、2. で示した動的安定度による評価とは異なる。また、剥離開始から破壊までの粘り強さは、アスファルト量 5.7%の供試体が最も大きく、アスファルト量 5.1%の供試体が最も小さい。次に、剥離変曲点での载荷回数については、アスファルト量 5.4%の供試体が最も多く、アスファルト量 5.1%の供試体が最も少なくなり、最適アスファルト量の混合物が最も長寿命であることを示唆している。また、平均せん断ひずみはアスファルト量 5.4%の供試体が最も小さくなっており、最適アスファルト量の混合物は最も変形しにくいということになる。

4. おわりに

アスファルト量の異なるアスファルト混合物供試体での繰返しねじりせん断試験の結果、最適アスファルト量で作製した混合物供試体が耐流動性、長寿命性、耐せん断変形性に最も優れているが、剥離開始から破壊までの粘り強さについては混合アスファルト量が多いほど優れていることが分かった。

参考文献：1) 鈴木他：短い円柱供試体を用いたアスファルト混合物の耐久性の試み，平成 25 年度土木学会関西支部年次学術講演会講演概要集 CD，V-43，2013. 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.

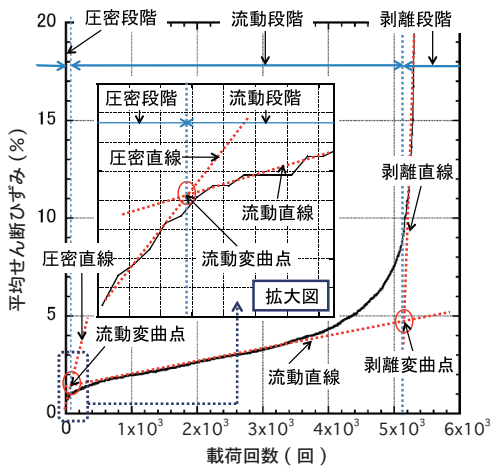


図-2 評価指標の説明¹⁾

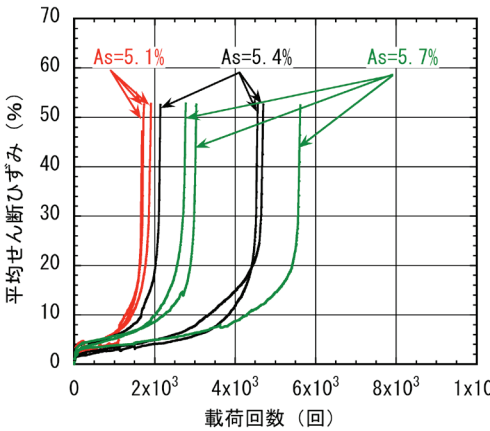


図-3 平均せん断ひずみと载荷回数の関係

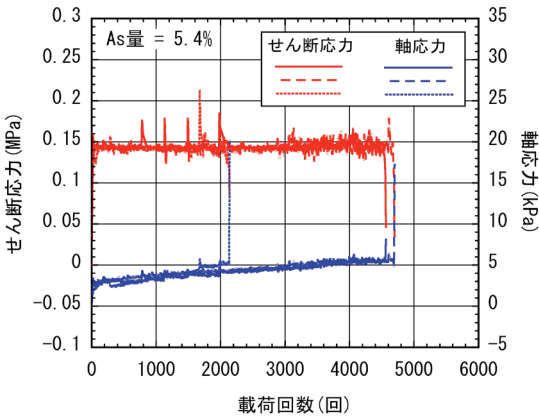


図-4 平均せん断応力と軸応力と载荷回数の関係

表-2 評価指標一覧

As量 (%)	供試体No	剥離変曲点		流動直線	剥離直線
		载荷回数 (回)	せん断ひずみ (%)	勾配 (%/回)×10 ⁻⁵	
5.1	1	1595	8.42	407	32237
	2	1785	9.12	365	31689
	3	1620	8.60	368	32127
	平均	1667	8.71	380	32018
5.4	1	4325	7.19	130	13201
	2	4550	9.47	170	23695
	3	2000	7.54	175	21520
	平均	3625	8.07	158	19472
5.7	1	5340	8.60	105	10709
	2	2775	9.30	196	10904
	3	2505	8.60	224	11092
	平均	3540	8.83	175	10902