

## 繰返しねじりせん断試験に基づくアスファルト量の違いおよび熱劣化作用がアスファルト混合物の耐久性に及ぼす影響について

神戸大学大学院工学研究科	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性状変化の要因として、混合物作製時では混合すべきアスファルト量の誤差、敷設時や供用後では劣化が考えられる。そこで、本研究では繰返しねじりせん断試験に基づいて、アスファルト混合物作製のアスファルト量の違いおよび熱劣化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、剥離変曲点までの载荷回数(長寿命性)等に及ぼす影響を調べた。

### 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<sup>1)</sup>。最適アスファルト量は表中に示すように 5.4% である。アスファルト混合物の円柱供試体の作製については、まず、この最適アスファルト量でアスファルト混合物のホイールトラッキング用の板供試体(長さ 300mm・幅 300mm・厚さ 50mm)を作製し、さらに最適量±0.3%のアスファルト量でも板供試体を作製した後、内径 100mm のコアビットにて抜き取ることによって直径 100mm・高さ 50mm の円柱供試体を作製した。次に、最適アスファルト量で製作したホイールトラッキング用板供試体を AASHTO 法の熱劣化法に準じて 85℃で 20 日間の養生を行った後、上述と同様にコアビットで抜き取ることによって熱劣化有りの円柱供試体を作製した。

ところで、作製した板状供試体で実施したホイールトラッキング試験の結果では、DS(動的安定度)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 は小さくなった。また、熱劣化させた板供試体の DS は 12600(回/mm)であった。

繰返しねじりせん断試験は、鉛直载荷ユニット、トルク载荷ユニット、制御データ収録ユニットからなる試験装置<sup>2)</sup>を用いて行った。試験は、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負荷することによって円柱供試体のねじり角が 45°(平均せん断ひずみ 52%に相当)に至るまで続けるものである<sup>2)</sup>。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

アスファルト量が異なる 3 種類の混合物供試体(熱劣化を除く)で得られた平均せん断ひずみと载荷回数の関係を図-2 に、また熱劣化させた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熱劣化無しの結果とともに図-3 に示す。いずれの図でも载荷回数の増加に伴う平均せん断ひずみは、アスファルト量に関わらず载荷初期に急増後、ほぼ一定の割合で増加した後、急増に転じる。これは過去の結果<sup>2)</sup>と同じである。また、試験終了時(平均せん断ひずみ 52%)の载荷回数は、一瞥すると熱劣化有り混合物が最多で、アスファルト量 5.1%の混合物が最少に見える。

表-1 アスファルト混合物の配合諸元<sup>1)</sup>

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 <sup>3</sup> )		2.384	
理論密度(g/cm <sup>3</sup> )		2.500	
空隙率(%)		4.6	
マーシャル安定度(kN)		10.5	
フロー(1/100cm)		34	

キーワード アスファルト混合物, 繰返しねじりせん断試験, 耐久性, 熱劣化, アスファルト量

連絡先 〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1 神戸大学都市安全研究センター TEL 078-803-6031

図-4は、アスファルト量 5.4%の混合物供試体で得られた平均せん断応力と軸応力と載荷回数との関係である。せん断応力は概ね所定通り制御されていると言える。載荷回数の増加に伴う軸応力の変化であるが、熱劣化無しの場合の3個の供試体の軸応力は載荷回数の増加に伴いほぼ同じように漸増する(3つの曲線が重なっている)。熱劣化有りの2個の供試体の軸応力は熱劣化無しの場合と同じように載荷回数の増加に伴い漸増するが、同じ載荷回数での軸応力を比べると熱劣化有りの方が小さいことが分かる。これは、熱劣化させた供試体の方が体積変化しにくいことを示唆するものである。また、後出の表-2の剥離変曲点でのせん断ひずみの値から、熱劣化有り供試体の方がせん断変形もしにくいことが分かる。

さて、表-2に、平均せん断ひずみと載荷回数の関係から得られたアスファルト混合物の耐久性に関わる評価指標をまとめて示す。ここで、耐流動性は流動直線の勾配で、また剥離開始から破壊までの粘り強さは剥離直線の勾配で評価するが、共に値が小さいほど耐久性が大きいことを意味する<sup>2)</sup>。まず、アスファルト量の違いの影響について見ると(平均値)、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、剥離変曲点での載荷回数については、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。

次に、熱劣化の影響について同様に見てみると、熱劣化させた供試体の方が、耐流動性は大きく(2.のDSも同じ傾向)、剥離開始から破壊までの粘り強さも大きく、剥離変曲点での載荷回数も多く、同変曲点でのせん断ひずみは小さくなる事が分かる。

4. おわりに

試験数も混合物の種類も少なく限られた結果ではあるが、最適アスファルト量で作製した混合物は耐久性に関わる諸特性において優れていること、熱劣化させた混合物は変形しにくいことが確認できた。今後、劣化(方法、程度)の違いによる諸特性への影響について引き続き検討していく所存である。

【参考文献】: 1) 鈴木他: 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及ぼす影響について, 平成 26 年度土木学会関西支部年次学術講演会講演概要集 CD, 2014(投稿中). 2) 泓他: 繰返しねじりせん断試験に基づく 9 種類のアスファルト混合物の耐久性の評価, 土木学会第 67 回年次学術講演会講演概要集 CD, V-364, 2012.

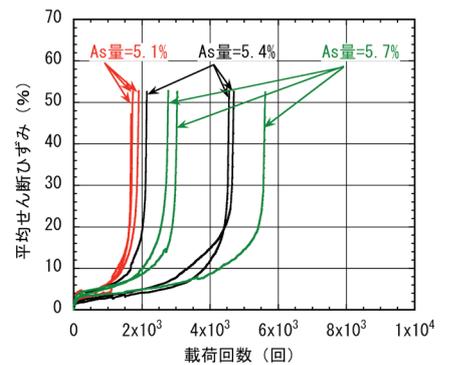


図-2 平均せん断ひずみ-載荷回数関係(アスファルト量の影響)

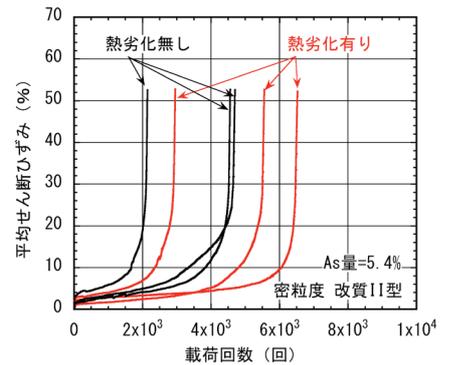


図-3 平均せん断ひずみ-載荷回数関係(熱劣化の影響)

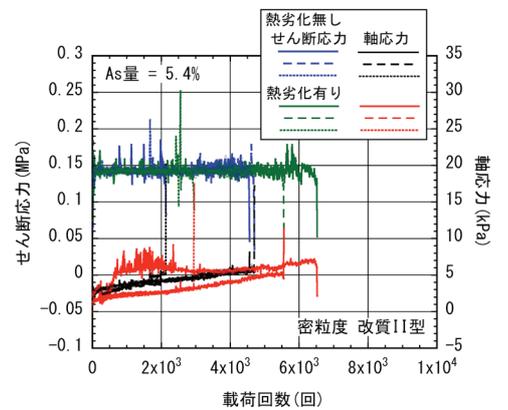


図-4 平均せん断応力-軸応力-載荷回数関係(熱劣化の影響)

表-2 評価指標一覧

As量 (%)	熱劣化	供試体 No	剥離変曲点		流動直線	剥離直線
			載荷回数 (回)	せん断ひずみ (%)	勾配 (%/回)×10 <sup>-5</sup>	
5.1	無	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	無	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	無	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
5.4	有	1	6265	5.61	50	12949
		2	5285	4.74	70	13158
		3	2713	7.19	175	13716
		平均	4754	5.85	98	13274