第Ⅴ部門　　5種類のポリマー改質アスファルトを用いた密粒度アスファルト混合物の耐久性の比較

神戸大学都市安全研究センター　　正会員　　吉田　信之

１．はじめに

アスファルト混合物の耐流動性の評価は，ホイールトラッキング試験から得られる動的安定度(DS)の大小によって行われるのが一般的である。ただし，大きな DS を呈する高耐久なアスファルト混合物の耐流動性を比較評価する場合には注意が必要といわれている。著者は，これまで繰返しねじりせん断試験によってアスファルト混合物の耐久性に係わる諸特性（耐流動性，剥離抵抗性，長寿命性，耐せん断変形性）の評価を行ってきた[1)]。今回，5 種類のポリマー改質アスファルトを用いた密粒度アスファルト混合物の耐久性を比較評価する機会を得たので，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，5 種類の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る。ポリマー改質アスファルトに使用されている改質材は SBS 以外の 3 種類であり，添加量の異なるものも含めて計 5 種類の改質アスファルトである。なお，本試験研究はブラインドテストであるため，改質材の種類，組成や添加量等の詳細は不明である。**表-1** に，これら 5 種類のポリマー改質アスファルトの諸特性を日本改質アスファルト協会の規格値[2)]とともに示す。表から，バインダーPM1,PM2,PM3 は針入度が規格値より小さく若干硬めである。また，タフネスおよびテナシティは，いずれもバインダーPM3 が最も大きく，バインダーPM1 と PM5 が小さい。

これら 5 種類のポリマー改質アスファルトを用いた密粒度アスファルト混合物の配合諸元および諸特性を**表-2** に示す。動的安定度は，PM5 を用いた混合物(PM5 混合物と称する)が最も大きく PM2 混合物が一番小さいが，いずれも 10000 を超えており耐流動性に優れた混合物であるといえる。残留安定度も PM5 混合物が一番大きく，PM3 混合物が小さい。

繰返しねじりせん断試験に用いる円柱供試体は，まずホイールトラッキング試験用の板状供試体(長さ 300㎜・幅 300㎜・厚さ 50㎜)を作製した後，内径 100㎜ のコアビットにて抜き取った直径 100㎜・高さ 50㎜ のコアの両端面を整形したものである。１枚の板供試体から４個のコアが得られる。

繰返しねじりせん断試験に用いた試験装置および試験方法は，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のねじり角が 45° に至るまで続け，その間せん断ひずみおよび鉛直軸応力を計測するものである。せん断中，供試体は 60℃の温水に水浸状態で，供試体の軸変位をゼロに拘束している。

表-1　5種類のポリマー改質アスファルトの諸特性

バインダー(ポリマー改質アスファルトII型)の種類	針入度(25℃) 1/10mm	軟化点 ℃	伸度(15℃) cm	タフネス(25℃) Nm	テナシティ(25℃) Nm
PM1	37	63.0	72	34.0	24.0
PM2	39	62.0	78	50.0	40.0
PM3	36	67.0	80	55.0	45.0
PM4	41	68.0	112	41.0	30.0
PM5	40	73.0	117	33.0	24.0
規格値	≧40	≧56.0	≧30	≧8.0	≧4.0

表-2　アスファルト混合物の配合諸元および諸特性

混合物の種類		改質アスファルトII型 密粒度アスファルト混合物(13)				
通過質量百分率(%)	19mm	100.0				
	13.2	99.5				
	4.75	65.8				
	2.36	42.5				
	0.6	25.0				
	0.3	18.1				
	0.15	7.8				
	0.075	5.3				
バインダの種類		PM1	PM2	PM3	PM4	PM5
アスファルト量(%)		5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
繊維(%)		—	—	—	—	—
密度(g/cm³)		2.380	2.385	2.381	2.390	2.378
理論密度(g/cm³)		2.490	2.490	2.490	2.490	2.490
空隙率(%)		4.4	4.2	4.4	4.0	4.5
マーシャル安定度(kN)		17.9	19.6	19.7	21.3	18.7
フロー(1/100cm)		33	34	34	41	34
残留安定度(%)		88.1	89.1	78.8	83.2	91.1
動的安定度DS(回/mm)		12075	10850	15250	12950	18900

３．試験結果および考察

図-1 に，試験から得られた平均せん断ひずみと載荷回数の関係を示す。載荷回数の増加に伴う平均せん断ひずみの

Nobuyuki YOSHIDA
nyoshida@kobe-u.ac.jp

増加傾向は，バインダーの種類に係わらず，過去の試験結果と同じであることが分かる。すなわち，平均せん断ひずみは，載荷初期に急増した後，ほぼ一定の割合で増加して最後に再急増する。

これら平均せん断ひずみと載荷回数の関係から，各バインダーを用いたアスファルト混合物に対して 4 つの評価指標，すなわち流動直線および剥離直線の各勾配(耐流動性，剥離抵抗性)，剥離変曲点での載荷回数および平均せん断ひずみ(長寿命性，耐せん断変形性)が得られる。流動直線および剥離直線の勾配が小さいほど両耐久性が大きいこと，また剥離変曲点での載荷回数が多いほど長寿命性が高く，平均せん断ひずみが小さいほど耐せん断変形性が高いことを意味する[1)]。得られた各評価指標(それぞれ平均値)のバインダー間での比較を**図-2** に示す。流動直線の勾配の大小から，耐流動性については PM3 混合物が最も大きく，PM1，PM4，PM2，PM5 と小さくなる。ここで，前出の動的安定度の大小では耐流動性は大きい方からバインダーPM5，PM3，PM4，PM1，PM2 の順になっており，異なる評価結果である。次に，剥離抵抗性についても PM3 混合物が最も大きく，PM1，PM4，PM5，PM2 と小さくなる。ここには示していないが，長寿命性についても PM3 が最も優れており PM5 混合物が劣っていること，また耐せん断変形性については PM1 混合物が最も優れており PM2 混合物が劣っていた。

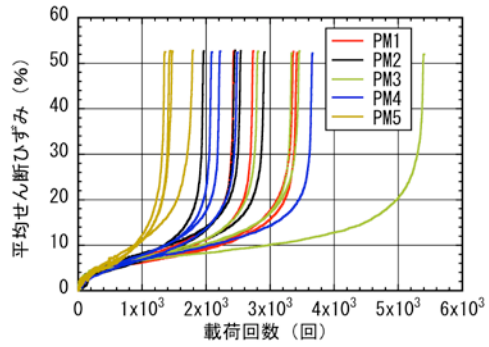
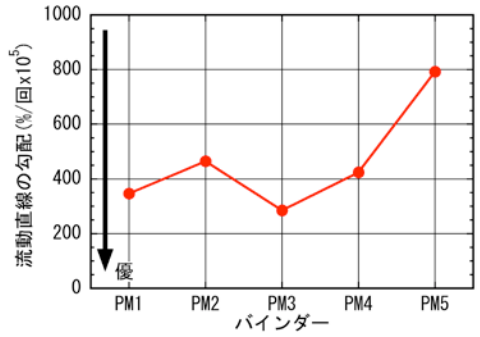
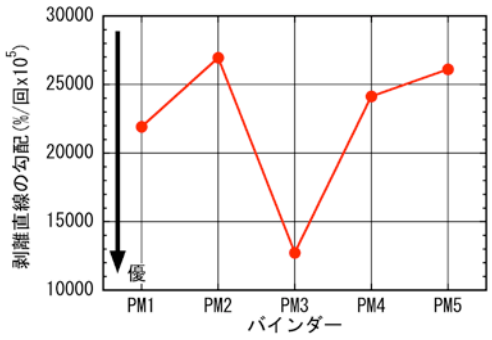


図-1　平均せん断ひずみと載荷回数の関係



(a) 流動直線の勾配



(b) 剥離直線の勾配

図-2　流動直線および剥離直線の勾配のバインダー間での比較

図-3 に一例として流動直線の勾配とタフネスの関係を，**図-4** に流動直線の勾配と剥離変曲点での載荷回数の関係を示す。バラツキは見られるがタフネスの増加とともに流動直線の勾配は減少傾向(耐流動性が増加傾向)にあることがわかる。また，過去の評価結果[3)]と同じように流動直線の勾配と剥離変曲点での載荷回数(長寿命性)には高い相関がある。

4．おわりに

本報では，繰返しねじりせん断試験に基づいて 5 種類のポリマー改質アスファルト II 型を用いたアスファルト混合物の耐久性に係わる諸特性を比較評価した。その結果，PM3 改質アスファルト混合物が最も優れた耐久性を示すことが分かった。さらに，タフネスの増加にともない耐流動性が増加傾向にあること(弱相関)が分かり，また耐流動性の増加に伴い長寿命性が増加傾向(強相関)にあることが確認できた。

参考文献：1)谷他：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，土木学会第 69 回年次学術講演会講演概要集 DVD，V-505，2014. 2)日本改質アスファルト協会：道路舗装用ポリマー改質アスファルトの品質および試験方法，JMAAS-01-2007，日本アスファルト協会規格，2007. 3)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 DVD，V-417，2011.

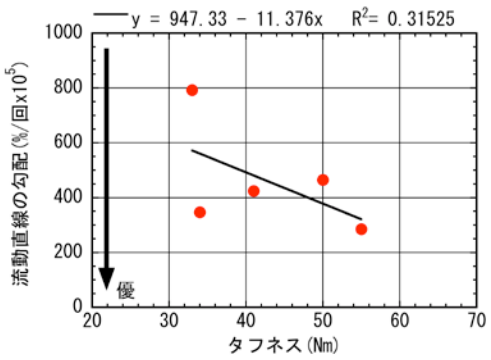


図-3　流動直線勾配とタフネスの関係

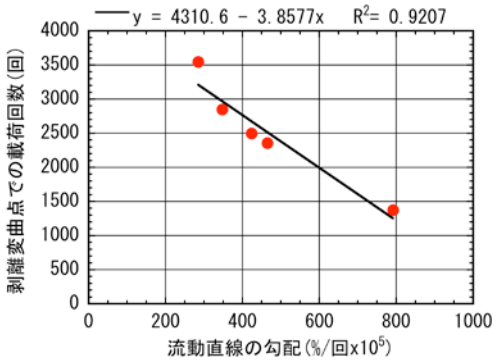


図-4　剥離変曲点での載荷回数と流動直線の勾配の関係