

アスファルトの4成分が劣化後のバインダ性状に与える影響に関する一検討

ニチレキ(株) 技術研究所 正会員 ○細木 渉
ニチレキ(株) 技術研究所 正会員 丸山 陽
ニチレキ(株) 技術研究所 南部 貴則

1. はじめに

舗装に使用されているアスファルトは、供用中に酸素、紫外線および水分といった外的要因に曝され、徐々に劣化が進行することから、ひび割れなどの損傷が生じる。

劣化に関する既往の研究事例では、表-1 に示すアスファルト中の4成分（飽和分、芳香族分、レジン分、アスファルテン分）と劣化の関係について、いくつか報告されている¹⁾²⁾³⁾。

本論文では、劣化前におけるアスファルトの4成分が劣化後のバインダ性状に与える影響を検討した結果について報告する。

2. アスファルトの4成分と劣化に関する研究事例

アスファルトの4成分と劣化による性状の変化に関する既往の研究事例として、以下に示す知見が得られている。

- ① 式(1)で示すコロイダルインデックス（以下、Ic）が小さいバインダほど、劣化抵抗性に優れている¹⁾。
 - ② 供用劣化後のアスファルトは飽和分・芳香族分が減少し、レジン分・アスファルテン分が増加する²⁾。
 - ③ 劣化により、式(2)で示すレジン分・アスファルテン分に対する飽和分・レジン分の比率が低下したバインダほど、劣化後の針入度が小さい³⁾。
- ③で用いられている指標は、②より、劣化後に減少傾向を示す成分（飽和分・芳香族分）と増加傾向を示す成分（レジン分・アスファルテン分）との比を示している。そこで、本論文では③の指標を増減指数(Fluctuation Index：以下If)と称し、劣化前におけるバインダのIcおよびIfが劣化後のバインダ性状に与える影響を評価した。

$$Ic = (\text{飽和分} + \text{アスファルテン分}) / (\text{芳香族分} + \text{レジン分}) \cdots \text{式(1)}$$
$$If = (\text{飽和分} + \text{芳香族分}) / (\text{レジン分} + \text{アスファルテン分}) \cdots \text{式(2)}$$

3. 検討方法

(1) 使用材料

本検討では、ストレートアスファルト 60/80 の4成分の質量比を調整し、劣化前のIcおよびIfが0~8の範囲にあるモデルバインダを使用した。その性状は表-2に示すとおりである。

(2) 劣化方法

モデルバインダの劣化には薄膜加熱試験（以下、TFOT）および加圧促進劣化試験（以下、PAV）を用い、その試験条件は舗装調査・試験法便覧に準拠した。

(3) 評価方法

TFOTとPAVにより劣化を与えたバインダは、供用後の劣化状態を表すとされていることから⁴⁾、劣化前のIcおよびIfの各指標について、劣化後のバインダ性状との関係を検討した。なお、劣化前後のバインダ性状には、針入度およびDynamic Shear Rheometer (DSR)試験により得られるバインダの粘弾性状、GPCによる分子量を用いた。また、DSR試験条件は表-3に示すとおりである。

表-1 アスファルトの4成分

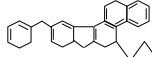
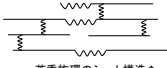
成分	主たる分子構造	分子量
飽和分 (パラフィン・ナフテン)		300 ~2000
芳香族分 (芳香族炭化水素)		500 ~2000
レジン分 (縮合多環芳香族)		500 ~50000
アスファルテン分 (縮合多環芳香族の層状構造)	 芳香族環のシート構造↑	1000 ~100000

表-2 モデルバインダの性状

	①	②	③	④	⑤
Ic	0.22	0.13	0.06	0.14	0.06
If	1.94	2.26	5.00	2.24	5.90
針入度 1/10mm	69	71	71	71	67
複素剛性率 Pa	1.12E+06	9.35E+05	1.20E+06	1.27E+06	1.64E+06
貯蔵剛性率 Pa	3.00E+05	2.16E+05	2.61E+05	2.49E+05	2.33E+05
損失剛性率 Pa	1.08E+06	9.09E+05	1.17E+06	1.24E+06	1.63E+06
tanδ	3.60	4.20	4.51	4.98	6.97
分子量	1025	974	891	909	762
	⑥	⑦	⑧	⑨	
Ic	0.64	3.70	0.16	0.07	
If	2.12	7.44	0.91	0.17	
針入度 1/10mm	75	67	69	75	
複素剛性率 Pa	1.11E+06	1.58E+06	1.34E+06	1.29E+06	
貯蔵剛性率 Pa	1.85E+05	1.84E+05	2.81E+05	1.39E+05	
損失剛性率 Pa	1.10E+06	1.57E+06	1.31E+06	1.29E+06	
tanδ	5.95	8.56	4.67	9.25	
分子量	873	705	969	953	

キーワード 劣化, アスファルトの4成分, 針入度, DSR

連絡先 〒329-0412 栃木県下野市柴 272 ニチレキ(株)技術研究所 TEL 0285-44-7111

バインダの劣化抵抗性は式（3）で定義した劣化前後におけるバインダ性状の相対比によって評価し、相対比が1に近いほど劣化によりバインダ性状が変化しにくいと判断した。

相対比＝劣化後の試験値／劣化前の試験値・・・式（3）

劣化前の Ic および If と相対比の関係を比較することにより、バインダの劣化抵抗性を表す指標としての有効性を評価した。

表-3 DSR 試験条件

プレート直径	8mm
試料厚さ	2mm
周波数	5Hz
角速度	10.0rad/s
ひずみ量	0.1%
試験温度	20℃

4. 検討結果

(1) 針入度

各指標と針入度の相対比との関係は図-1 に示すとおりであり、Ic と相対比とは明確な関係が得られなかった一方、If が大きくなるにしたがい、相対比は1 に近づく傾向が確認できた。

(2) 粘弾性状

各指標と粘弾性状の相対比との関係は図-2 に示すとおりであり、針入度と同様の傾向が確認できた。

(3) 分子量

各指標と分子量の相対比との関係は図-3 に示すとおりであり、針入度と同様の傾向が確認できた。

5. 考察

- 試験結果から、いずれの性状においても、If が大きくなると相対比が1 に近づいた。
- R²を整理した結果は表-4 に示すとおりであり、If はいずれの性状にあっても、R²が0.7 以上であった。
- 一般的に、R²は0.7 より大きい場合が高い相関関係にあるとされており、If は劣化によるバインダ性状の変化と高い相関関係を示すと確認できた。その理由として、If は、バインダが劣化した後の4成分の変化を反映した指標であるためと考えられる。
- 以上のことから、If はバインダの劣化抵抗性を評価する指標として有効と考えられ、If が大きい、すなわち飽和分・芳香族分の総和が大きいバインダほど劣化抵抗性に優れると考えられる。

6. おわりに

本検討から、If がアスファルトの劣化抵抗性を評価できる指標として有効であるという知見が得られた。今後はポリマー改質アスファルトにおける劣化についても、If の有効性を確認していきたい。

参考文献

1)大嶋他；改質アスファルトのエージング特性に関する一考察，第67回土木学会年次講演会，5-378，2012。
2)谷口他；アスファルトの劣化，アスファルト，第164号，1990。
3)設楽他；長期供用したアスファルトの組成変化に関する一検討，第70回土木学会年次講演会，5-262，2015。
4)遠西他；アスファルトバインダの劣化試験方法に関する研究，舗装，No30，vol16，1995。

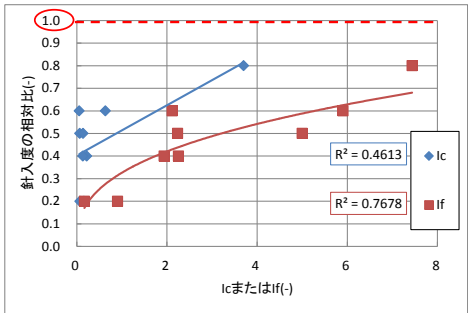


図-1 各指標と針入度の相対比との関係

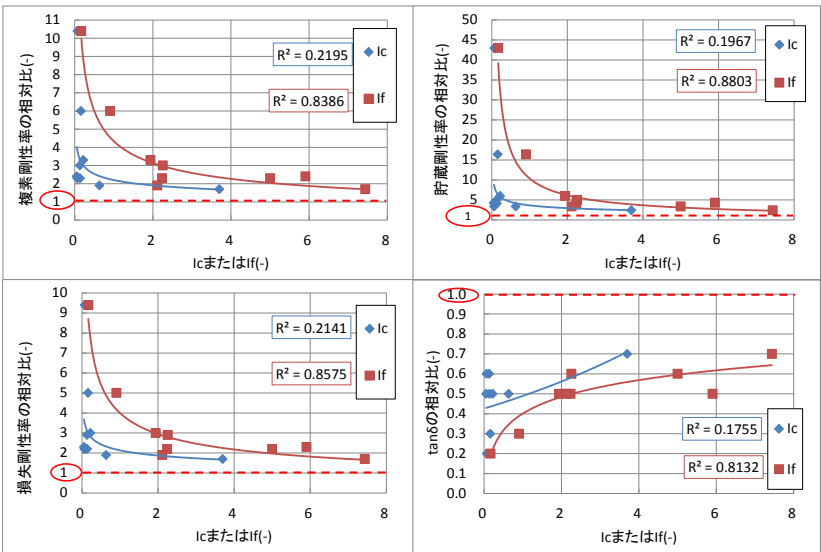


図-2 各指標とDSRによる各パラメータの相対比との関係

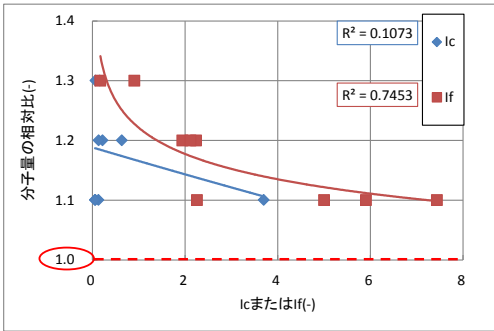


図-3 各指標と分子量の相対比の関係

表-4 各指標の寄与率

	Ic	If
針入度	0.4613	0.7678
複素剛性率	0.2195	0.8386
貯蔵剛性率	0.1967	0.8803
損失剛性率	0.2141	0.8575
tanδ	0.1755	0.8131
分子量	0.1073	0.7453