

回転粘度計による中温化アスファルトの作業性評価

鹿島道路株式会社 技術研究所 正会員 ○田中 絵里
 芳賀 潤一
 五傳木 一
 坂本 康文

1. 背景と目的

アスファルト混合物の製造温度低減や施工性改善等を目的として中温化剤の開発や利用が増えてきている¹⁾。中温化剤を添加したアスファルト混合物の物理的性状や、アスファルトの性状変化の把握のために粘度を測定し評価する研究は見受けられるが²⁾、作業性を評価した研究は未着手に等しい。中温化剤を施工性改善のために使用する場合、寒冷期の混合物温度低下時であっても、良好な作業性の確保が求められる。そこで、本研究では中温化剤を添加したアスファルトの作業性を定量的に評価することを目的として、回転粘度計を用い、アスファルト 3 種類、中温化剤の添加量、試験温度、せん断速度（回転数）を変化させた検討を行った。

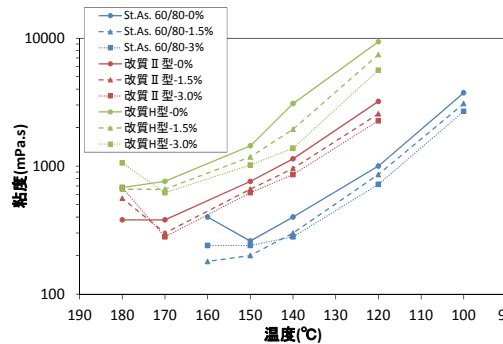


図-1 温度と粘度の関係



写真-1 回転粘度計

2. 材料と方法

使用したアスファルトは、ストレートアスファルト 60/80 (以下、St.As. 60/80)、ポリマー改質アスファルト II 型 (以下、改質 II 型)、ポリマー改質アスファルト H 型 (以下、改質 H 型) の 3 種類とし、中温化剤は粘弾性調整系を用い、主剤と助剤の割合はアスファルトに合わせて変化した。また、中温化剤の添加量はアスファルト量に対して 0, 1.5, 3.0% とした。回転粘度測定には BROOK FIELD DV-II+ を用いた (写真-1)。測定した温度はそれぞれのアスファルトの最適混合温度と最適締固め温度を参考に、St.As. 60/80 は 100, 120, 130, 140, 150°C、改質 II 型と改質 H 型は 120, 140, 150, 170, 180°C とした。

3. 結果と考察

3.1 温度 - 粘度特性

回転数 100 RPM のときの各アスファルトと中温化剤添加量ごとの粘度と温度の関係を図-1 に示す。改質の 2 種類は 170°C 以下で中温化剤添加による差が見られた。特に、改質 H 型はその差が明らかである。

キーワード 回転粘度計, 中温化, 作業性, せん断速度, せん断応力

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島道路株式会社 技術研究所 TEL : 042-483-0541

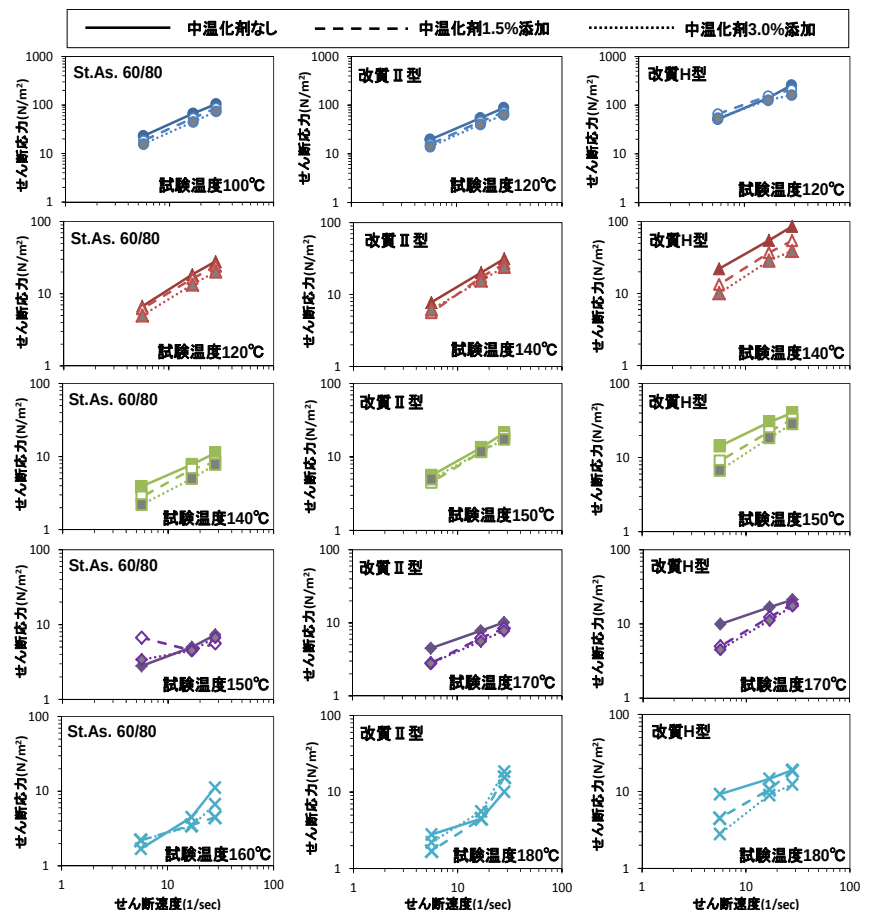


図-2 アスファルトごとのせん断速度とせん断応力の関係

3.2 セン断速度の違いによるせん断応力の変化

せん断速度とせん断応力の関係を図-2 に示す。St.As. 60/80 は、中温化剤添加により 170℃以下でせん断応力が低下していることがわかる。改質Ⅱ型は、180℃を除いて中温化剤添加によるせん断応力の低下が見られた。改質 H 型は中温化剤を添加した 120℃の条件のみ、せん断速度が遅くなるとせん断応力が増加する結果となった。どのアスファルトもほぼ全ての条件で中温化剤添加によるせん断応力の低下が認められた。また、改質 H 型は中温化剤の有無で曲線の形状が変化している。図-3 は液体の粘度特性の分類に使われるダイラタンシーと擬塑性を示したものである³⁾⁴⁾。ダイラタンシーと擬塑性はセメントモルタルや食品など様々な物体の粘度の評価に用いられているものであり⁵⁾⁶⁾、ダイラタンシーとは、せん断速度を速めるとせん断応力が上がる(抵抗が増す)性質で、擬塑性はせん断速度を速めるとせん断応力が下がる(抵抗が減る)という性質である。0%の改質 H 型はダイラタンシーに近く、中温化剤添加により擬塑性に近い曲線に変化する。改質 H 型は 1.5%において 180℃以外の温度でダイラタンシーから擬塑性に変化し、3.0%は 180℃も擬塑性に変化した。つまり、今回適用した中温化剤では、改質 H 型の粘度を低減するだけでなく性質変化にも寄与しているものと考えられる。

3.3 セン断速度とせん断応力による作業性評価

人力施工時の作業性を評価するために、スコップで混合物をすくい取るときのせん断速度を 133.8 1/sec (25 cm/s) と仮定した。今回試験した最高回転数 100 RPM はせん断速度に換算すると 28 1/sec になり、仮定したスコップでのせん断速度の方が速い。そこで、作業性の評価にはせん断速度を速くしたときのせん断応力が重要であると考え、実験結果から得られる回帰曲線を外挿することで仮定したスコップでのせん断速度 133.8 1/sec からせん断応力の推定値を算出し、中温化剤の有無によりどの程度せん断応力が低減するかを評価した。ここでは St.As. 60/80 と改質Ⅱ型において変化が大きい添加量 3.0%、試験温度はアスファルトごとの最低試験温度での特性を抽出して比較したものの結果を図-4 に示す。St.As. 60/80 と改質Ⅱ型では、せん断速度を速めても 0%と 3.0%の傾きに变化がないが、仮定したせん断速度ではせん断応力がそれぞれ 28%、25%低減している。したがって、中温化剤を添加したことによるせん断応力の低減率が作業性改善効果を定量的に表しているものと考えられる。一方、改質 H 型では中温化剤添加により擬塑性に変化しており、仮定したスコップでのせん断速度ではせん断応力が 69%低減している。改質 H 型のせん断応力の低減率が他 2 種類より大きい理由については、先にも述べたように擬塑性への性質変化が影響しているためと考えられる。

4. まとめ

本研究の試験に用いたアスファルト 3 種類は、選定した粘弾性調整系の中温化剤添加により粘度およびせん断応力が低下することが確認できた。したがって、粘度とせん断応力の低下が作業性改善に結びついており、その低減率で作業性が評価できるものとする。また、改質 H 型においては他のアスファルトと異なる挙動を示すことが明らかとなり、改質 H 型は粘度とせん断応力が低下するほかに、擬塑性へ性質変化し、St.As.や改質Ⅱ型よりもせん断応力の低減率が大きいことがわかった。

参考文献

- 1) 一般社団法人 日本道路建設業協会：中温化（低炭素）アスファルト舗装の手引き，平成 24 年
- 2) 辻本陽子，新田弘之，西崎到：中温化アスファルトバインダの熱特性と粘弾性状，土木学会論文集 E1（舗装工学），Vol.70，No.3，2014
- 3) 井本立也：概説レオロジー（上），現代化学シリーズ 16，東京化学同人，1963
- 4) 梅屋薫：懸濁系の流動における硬軟化のレオロジー，日本レオロジー学会誌，Vol.4，1976
- 5) 赤羽ひろ，中濱信子：調理におけるレオロジー測定，調理科学，Vol.22，No.4，1989
- 6) 大村修太朗，三島直生，畑中重光：回転粘度計を用いたフレッシュモルタルのせん断変形における間隙水圧の変化に関する実験的研究，コンクリート工学年次論文集，31（1），p.1399-1404，2009

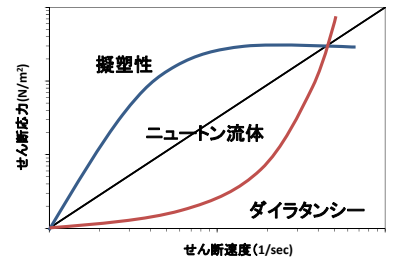


図-3 ダイラタンシーと擬塑性の例

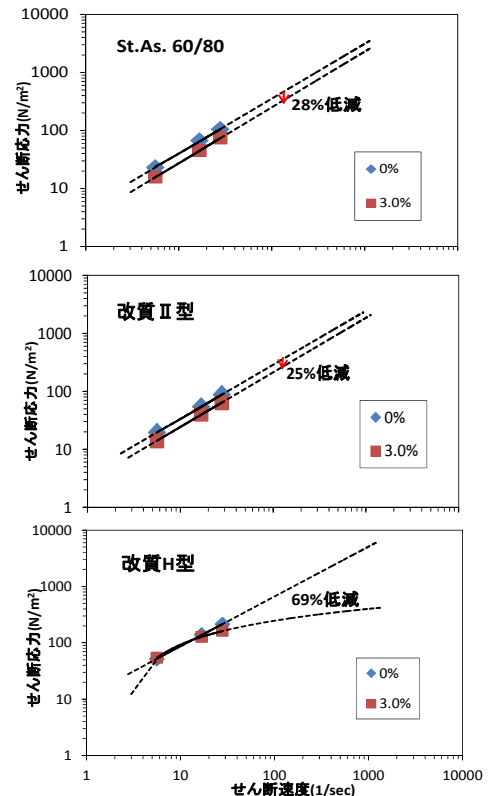


図-4 アスファルトごとのせん断速とせん断応力の関係