

## 新規の粉末分散剤を用いたモルタルの流動特性

鹿島建設(株) 正会員 松本修治 ○松浦正典 橋本 学 渡邊賢三 柳井修司 坂井吾郎  
(株)フローリック 正会員 熊本光弘 柳沼尚輝

### 1. はじめに

スランプフローで管理される流動性の高いコンクリートをレディミクストコンクリート工場で製造すると、多量に必要となる粉体などの材料費、石灰石微粉末などの特殊材料によるサイロの占有費、練混ぜ時間の延長に伴う生産性低下の補償費、充填性試験などの品質管理項目の増加による特殊管理費が加算されるものと考えられ、コンクリートの単価は大幅に高くなる。そのため、スランプフローで管理される流動性の高いコンクリートは適用に至らない場合がほとんどである。そこで、筆者らは、安価で一般的なRC構造物に適用しやすいスランプフロー500mm程度の締固め不要コンクリート<sup>1)</sup>(以降、汎用締固め不要コンクリートと称す)の開発を行っている。その一環で、レディミクストコンクリート工場からスランプ15cm程度のコンクリートを出荷し、現場で粉末分散剤をトラックアジテータに後添加して製造する方法の検討を行っている。本稿では、新規に開発した粉末分散剤<sup>2)</sup>を用いたモルタルの初期分散性と、塑性粘度および降伏値を測定した結果について述べる。

### 2. 新規の粉末分散剤

現場でトラックアジテータに後添加して流動性の高いコンクリートを製造する方法として、ポリカルボン酸系の混和剤を後添加する方法が主流ではあるが、既往の文献<sup>3)</sup>ではスランプフローが同じ条件のもと、ポリカルボン酸系の混和剤を後添加することで、一括で練ったものと比べモルタルの塑性粘度が低下することが報告されている。単位セメント量を300~350kg/m<sup>3</sup>程度としている汎用締固め不要コンクリートは、材料分離抵抗性が通常のスランプフローで管理されるコンクリートよりも劣るため、塑性粘度の低下が分離を助長させる可能性がある。そこで、塑性粘度の低下を抑制できる可能性があるリグニンスルホン酸塩を主成分とする新規の粉末分散剤に着目した。

### 3. 試験概要

表-1に使用材料を示す。セメントは、普通ポルトランドセメント、細骨材は、粒度分布の異なる2種類を混合して用いた。一括練りで用いる混和剤は、汎用品のAE減水剤(Ad1)を使用し、後添加する粉末分散剤は、新規に開発したりグニンスルホン酸系のAD-Pと、既存のポリカルボン酸系のSP-Pの2種類を用いて実施した。

表-2にモルタルの配合を示す。汎用締固め不要コンクリートの配合<sup>1)</sup>(単位水量175kg/m<sup>3</sup>, 単位セメント量320kg/m<sup>3</sup>, 水セメント比54.7%, s/a=52.2%)から粗骨材を除いて、容積比率で調整したモルタルの配合とした。なお、モルタルフローは、スランプフロー500mm程度の汎用締固め不要コンクリートをウェットスクリーニングしたモルタルで実施したモルタルフロー210mmを中心値として、150, 210および240mmの3水準で、それぞれ±10mmの範囲となるように粉末分散剤を調整した。また、空気量の影響を排除するために、消泡剤を用いて空気量は0%とした。練り混ぜは、モルタルパドルミキサーで、低速30秒、高速30秒、粉末分散剤添加後

表-1 使用材料

種類	記号	摘要
水	W	上水道水
セメント	C	普通ポルトランドセメント 密度 3.16 g/cm <sup>3</sup> 比表面積 3,340cm <sup>2</sup> /g
細骨材	S1	山砂 千葉県君津産 表乾密度 2.60 g/cm <sup>3</sup> , 粗粒率 1.88 吸水率 1.99%, 実積率 56.7%
	S2	陸砂 埼玉県児玉産 表乾密度 2.65 g/cm <sup>3</sup> , 粗粒率 2.88 吸水率 1.86%, 実積率 66.8%
混和剤	Ad1	AE減水剤 リグニンスルホン酸塩 ポリカルボン酸系化合物
消泡剤	Ad2	ノニオン系界面活性剤
粉末分散剤	AD-P	リグニンスルホン酸塩
	SP-P	ポリカルボン酸系化合物

表-2 モルタルの配合

W/C (%)	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )				混和剤 Ad1	粉末分散剤
	W	C	S1	S2	(C×%)	
54.7	271	496	496	1008	2.00	0.1~1.5*

\*混和剤の添加率各3水準、なお、Ad2は適宜調整した。

キーワード：汎用締固め不要コンクリート、粉末分散剤、リグニンスルホン酸塩、塑性粘度、降伏値

連絡先：〒182-0036 東京都調布市飛田給2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL：042-485-1111

に高速 30 秒の順で練り混ぜて、モルタルフロー試験と JIS Z 8803 液体の粘度測定方法にて回転粘度計で回転速度 6, 12, 30 および 60rpm で計測した。計測より得られたせん断速度とせん断応力の関係プロットを最小二乗法で直線近似したものの傾きを塑性粘度、切片を降伏値として整理を行った。

#### 4. 試験結果および考察

図-1 にモルタルフロー210mm 程度におけるせん断速度とせん断応力の関係を示す。SP-P に比べ、AD-P は降伏値となるせん断応力軸への切片が小さく、塑性粘度となる近似線の傾きが大きいことが確認できる。

図-2 に粉末分散剤添加率とモルタルフローの関係を示す。AD-P は、同程度のモルタルフローを得るのに SP-L の 2 倍程度の添加率にする必要があり、SP-P より初期分散性が劣る。これは、SP-P の主成分であるポリカルボン酸の立体障害による分散と AD-P の主成分であるリグニンスルホン酸塩の静電反発力による分散の機構の違いに起因するものと考えられる。また、AD-P は、SP-P よりも傾きが小さく、添加率に対するモルタルフローの変動が鈍感であるため、調整が容易なものと考えられる。

図-3 にモルタルフローと降伏値の関係を示す。AD-P は、前述の通り、いずれのモルタルフローにおいても、SP-P と比べて降伏値が小さくなった。この要因は明らかではないものの、前述の分散機構の違いにより、セメントの粒子間距離の違いが影響したものと推察する。

図-4 にモルタルフローと塑性粘度の関係を示す。AD-P と SP-P は、多少の違いはあるものの、モルタルフローが 150 から 240mm 程度になっても塑性粘度の低下が  $0.1 \text{ Pa}\cdot\text{s}$  程度以下と小さい。これは、粉末分散剤である AD-P および SP-P は徐々に水溶液中に溶けだして効果を発揮することに由来して、モルタルフローが変化したことによる粘度の変化が比較的鈍感になったものと推察される。また、前述の通り、AD-P は、いずれのモルタルフローにおいても SP-P と比べて、塑性粘度が大きい結果であった。これは、リグニンスルホン酸塩を用いることで、界面活性効果だけでなく、成分に由来した粘性を發揮したため<sup>4)</sup>と考えられる。

#### 5. おわりに

リグニンスルホン酸塩を主成分とする AD-P を用いることで、ポリカルボン酸系の SP-P より、降伏値は小さく、また、塑性粘度が高くなり、材料分離を抑制できる可能性が示唆された。

#### 参考文献

- 1) 松本修治ら：生産性向上に資する締固め不要コンクリートの配合設計手法に関する検討，コンクリート工学年次論文集，Vol.42，No.1，2020.6.
- 2) 熊本光弘ら：粉末分散剤を用いたモルタルのフレッシュ性状，第76回土木学会年次学術講演会，V-316，2021.8.
- 3) 増田和機ら：混和剤を後添加した高流動コンクリートの諸性状，コンクリート工学論文集，第10巻第1号，1999.1.
- 4) 高橋花苗：サルファイトリグニン(リグニンスルホン酸塩)の利用技術，ファインケミカル，Vol.40，No.5，2012.

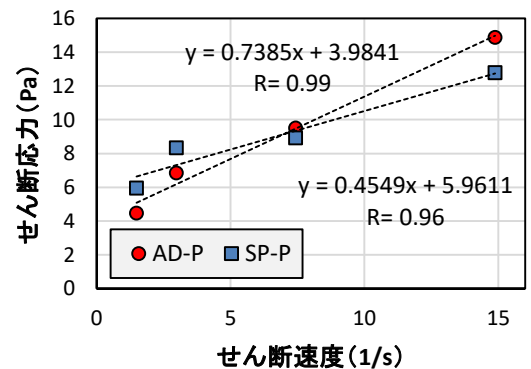


図-1 モルタルフロー210mm 程度におけるせん断速度とせん断応力の関係

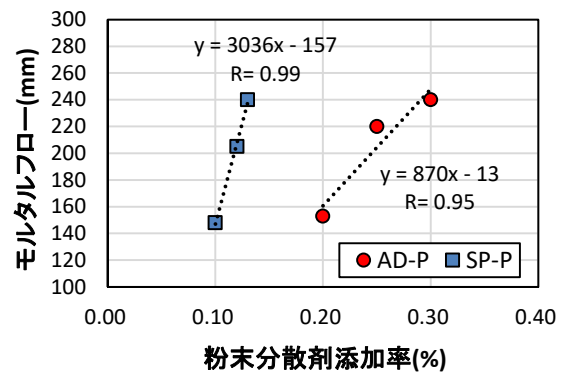


図-2 粉末分散剤添加率とモルタルフローの関係

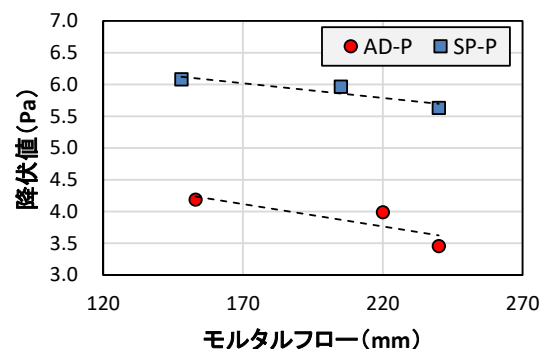


図-3 モルタルフローと降伏値の関係

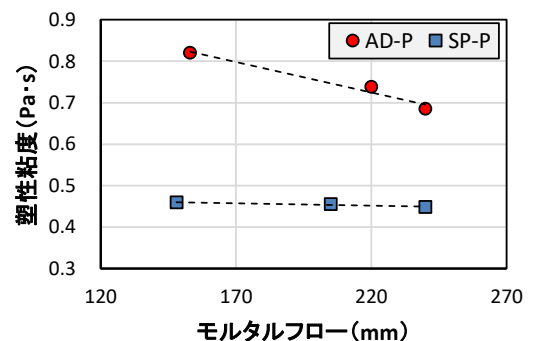


図-4 モルタルフローと塑性粘度の関係