

摂南大学大学院 学生員 ○福島 健
摂南大学工学部 正会員 熊野 知司
摂南大学工学部 正会員 矢村 潔
清水建設（株） 正会員 名倉 健二

1. はじめに

フレッシュコンクリートの施工設計システムを確立する上で、流動性の経時変化を予測するだけでなくポンプ圧送中の圧力の作用が、流動性の経時変化に与える影響を把握しておく必要がある。そこで、本研究では、高流動モルタルをモデル材料とし、圧力の作用が高流動モルタルの降伏値および塑性粘度に与える影響を実験的に検討するとともに、増粘剤の添加がレオロジー定数の変化に与える影響を検討した。これら一連の検討結果を報告する。

2. 実験概要

使用材料およびモルタルの配合を表-1, 2 に示す。高性能 AE 減水剤は、ポリカルボン酸系（以下 SP-A を記す）とナフタレン系（以下 SP-B と記す）の 2 種類を用い、添加率は SP-A, SP-B とともに増粘剤無添加のときのモルタルフローが $290 \pm 10 \text{ mm}$ となるように決定した。

1 バッチの練り混ぜ量は 6 l とし、そのまま静置させるものと圧力を加えるものとに分けた。練りあがり 5 分後を初期値とし、圧力を作用させる試料と静置試料に二分した。圧力は、ポンプ圧送をシミュレートする方法として加圧ブリーディング試験方法を参考にし、図-1 に示す容器にモルタルを入れ、アムスラー型耐圧試験機で 3.5 N/mm^2 の一定圧力を 20 分間連続して作用させた。圧力を作用させたモルタルと静置したモルタルのモルタルフローと B 8 U 型粘度計によりレオロジー定数を 30 分毎に 90 分まで測定した。さらに、表-3 に示すように増粘剤の添加率を変化させ、増粘剤の添加がレオロジー定数の変化に与える影響を検討した。

3. 結果および考察

モルタルフローの経時変化の一例を図-2 に示す。高性能 AE 減水剤の種類によらず、時間の経過とともにモルタルフローは小さくなり、静置よりも圧力を加えたモルタルのほうがモルタルフローの値がさらに小さくなる傾向を示した。

レオロジー定数の経時変化と圧力の影響の一例を図-3, 4 に示す。降伏値、塑性粘度ともに時間の経過とともに大きくなり、静置よりも圧力を加えたモルタルのほうがさらに大きくなる傾向を示した。

このように、時間の経過とともにモルタルの流動性が低下する現象のメカニズムについては、現在のところ化学的機構と物理的機構が考えられる¹⁾。

表-1 使用材料

セメント	普通ポルトランドセメント 密度 3.15 g/cm^3 ブレーン $3012 \text{ cm}^2/\text{g}$
細骨材	淀川産川砂 密度 2.59 g/cm^3 吸水率 1.31% 粗粒率 2.76
高性能 AE 減水剤	ポリカルボン酸エーテル系 (SP-A) ナフタレン系 (SP-B)
増粘剤	ウェランガム系

表-2 モルタルの配合

W/C (%)	Air (%)	単位量 (kg/m^3)			高性能 AE 減水剤	
		W	C	S	種類	($\text{C} \times \%$)
35	2 ± 1	278	794	1166	SP-A	1.0
					SP-B	2.4

表-3 実験の要因と水準

要因		水準
増粘剤添加率 ($\text{W} \times \%$)	SP-A	0, 0.01, 0.03, 0.05
	SP-B	0, 0.05, 0.10, 0.15

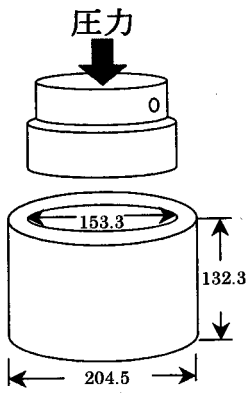


図-1 (単位: mm)

化学的機構は、セメントの水和反応の進行に伴いセメント粒子の結合が進行するもので、物理的機構は、高性能 AE 減水剤によりもたらされる反発力と粒子間に作用するファンデルワールス引力の和で示されるエネルギー障壁をセメント粒子が何らかの理由で越えた場合に凝集が発生するというものである。物理的凝集をメカニズムとして考えた場合、圧力が作用することによるさらなる流動性の低下は、セメント粒子間のエネルギー障壁が圧力の作用により低くなり、静置の場合よりもセメント粒子同士の凝集速度が大きくなることによると思われる。

降伏値および塑性粘度の圧力による増分を式 (1) および、式 (2) で定義する。

$$\Delta \tau_y(t) = \tau_{y\text{圧力}}(t) - \tau_{y\text{静置}}(t) \quad (1)$$

$$\Delta \eta_{pl}(t) = \eta_{pl\text{圧力}}(t) - \eta_{pl\text{静置}}(t) \quad (2)$$

増粘剤の添加率と $\Delta \tau_y$ および $\Delta \eta_{pl}$ の関係を図-5、6 に示す。増粘剤を加えた場合、増粘剤の添加率によっては圧力による降伏値・塑性粘度の増加を低減できる領域がある。これは、セメント粒子に吸着しないポリマーが分散、凝集の効果を示すというディプレッション効果²⁾によるものと考えられる。

以上のことから、ポンプ圧送による高流動コンクリートの流動性の低下を低減する対策の1つとして適量の増粘剤を添加するという方法が考えられる。

4. 結論

1. 高性能 AE 減水剤の種類によらず、静置よりも圧力を加えたモルタルのほうがモルタルフローの値が小さく、降伏値、塑性粘度は大きくなる。
2. モルタルに増粘剤を適量添加することにより、圧力の作用がモルタルの流動性に及ぼす影響を低減することができる可能性がある。

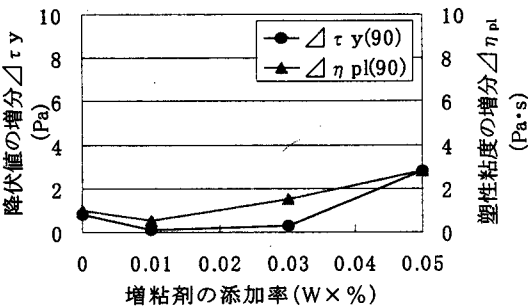


図-5 増粘剤の添加率と $\Delta \tau_y$, $\Delta \eta_{pl}$ の関係 (SP-A)

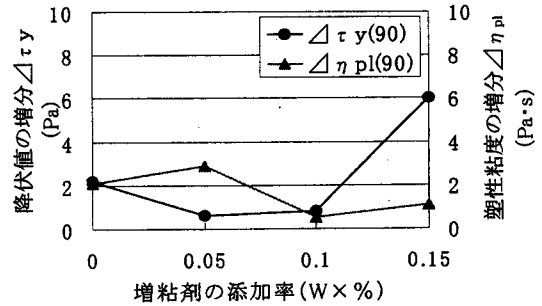


図-6 増粘剤の添加率と $\Delta \tau_y$, $\Delta \eta_{pl}$ の関係 (SP-B)

- 参考文献 1) “フレッシュコンクリートの物性、スランプロスの機構”, “CEMENT & CONCRETE” エンサイクロペディア[セメント・コンクリートの化学の基礎解説], セメント協会, 1996, pp150~151
 2) 松尾茂美, 太田晃, 植田実: “ポンプ施工用セメント添加剤の作用効果”, 土木学会第 50 回年次学術講演会, 1995, pp116~117

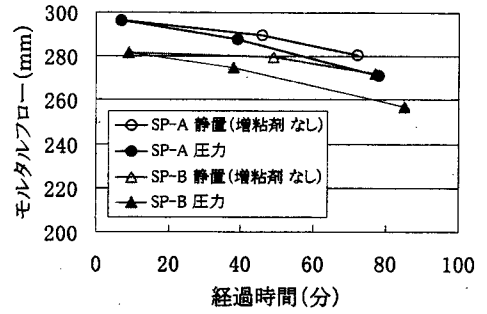


図-2 モルタルフローの経時変化と圧力の影

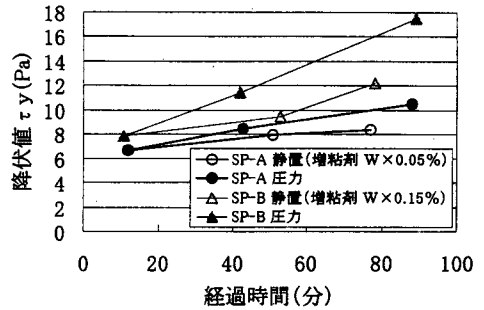


図-3 降伏値の経時変化と圧力の影響

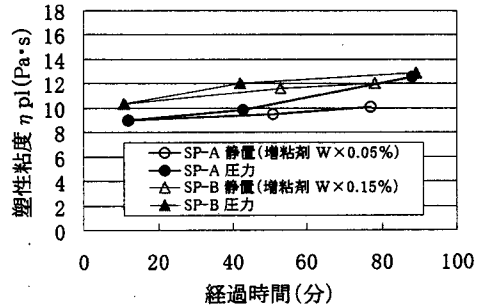


図-4 塑性粘度の経時変化と圧力の影響