

モルタルのフレッシュ性状に及ぼすシリカフュームの添加効果

石川島建材工業(株) 正会員 ○伊達 重之
 同 上 正会員 室賀 陽一郎
 同 上 正会員 長谷川 聖史

1.はじめに

近年のコンクリート構造物に対するニーズの多様化や低コスト化へ向けて、高強度コンクリート（あるいはモルタル）の活用が注目されている。その際、一般的な高強度化の手法としては品質（強度）の高い素材を吟味するとともに、配合上では水セメント比（水粉体比；以降単に“W/P”と記す）を低めに設定する必要がある。しかしながら、W/Pが低くなるにつれコンクリートは粘稠となり、型枠への充填や振動締固めが困難となる傾向にある。

そこで本研究ではこの不具合改善を図るべく、コンクリートの粘性低減に有効¹⁾であり、高強度・高耐久コンクリートにも多く使用されているシリカフュームに着目した。モルタルレベルでのフレッシュ性状測定およびの内部振動機による加振実験を行い、塑性粘度および振動伝播特性に及ぼす添加効果の定量化を目的とした。

あわせて、W/Pの影響についても評価を行い、シリカフューム添加効果との比較を行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

使用材料および配合条件を表 - 1 および 2 にそれぞれ示す。セメントは二次製品工場での使用実績の多い早強セメントとした。シリカフュームの添加はセメントの内割置換とした。

一方、結合材と細骨材の重量比はおおよそ 1 : 1.7~1.8 とした。

2.2 練混ぜ

練混ぜは 20 リットルホバート型ミキサを用いて 150 秒間行った。その際、練り上がりの 15 打フローが 200 ± 10 mm となるよう、高性能減水剤添加量を適宜調節した。

2.3 評価項目

2.3.1 塑性粘度

モルタルの塑性粘度を図 - 1 に示す羽根沈入型粘度計²⁾により定量化した。上記粘度計は測定容器に充填したモルタルの中に錘を積載した羽根を沈入させ、その沈下速度と錘の重量の関係から塑性粘度を評価する。

2.3.2 振動伝搬性

モルタルの充填性および振動締固め性能を、図 - 2 に示す装置を用いて

表 - 1 使用材料

セメント	早強ポルトランドセメント
細骨材	5号珪砂
混和材	シリカフューム（比重2.2）
混和剤	ポリカルボン酸系高性能減水剤

表 - 2 配合条件

W/P (%)	SF/P (%)	単位量(kg/m ³)				Ad/P (%)
		W	C	SF	S	
26	0	129	500	0	886	2.8
26	4	129	480	20	883	3.0
26	7	129	465	35	880	3.3
26	10	129	450	50	877	3.8
26	14	129	430	70	874	4.4
30	0	150	500	0	858	1.5
35	0	175	500	0	825	1.0

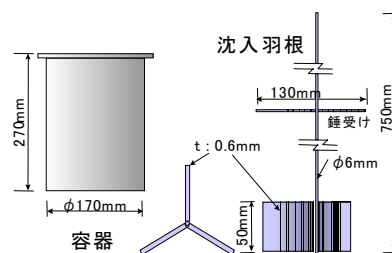


図 - 1 羽根沈入型粘度計

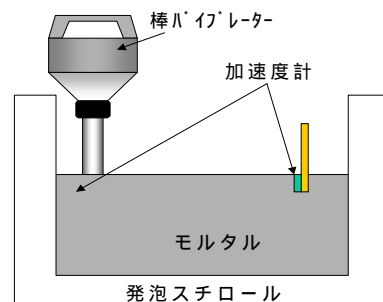


図 - 2 振動伝播試験装置概念図

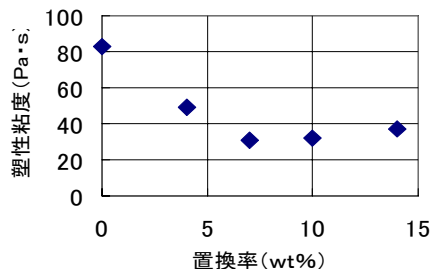


図 - 3 モルタル塑性粘度に及ぼすシリカフュームの添加効果

キーワード : モルタル, シリカフューム, 粘性減衰, 塑性粘度

連絡先 : 〒252-1121 神奈川県綾瀬市小園720 TEL:0467-77-8554 FAX: 0467-77-4314

棒バイブレーター（以降単に“棒パイプ”と記す）の振動の伝わりやすさで評価した。図のように棒パイプ本体および、そこから所定の距離（5, 10cm）に加速度計を配置し、以下に示す「振動伝達率」により定量化した。

$$\text{振動伝達率}(\%) = \text{棒パイプから離れた場所の振動ひずみ} / \text{棒パイプ本体の振動ひずみ}$$

なお、棒パイプの振動数は 12000rpm と 3000rpm の2段階に設定した。

3. 実験結果

3.1 塑性粘度

塑性粘度測定結果を図 - 3 および 4 に示す。シリカフュームをセメントの一部と置き換えると、その量が増加するとともに、所要のフローを得るための混和剤添加量も増加するが、塑性粘度は低下する。施工性の指標の一つであるポンプ圧送性の向上を目的とした場合のシリカフュームの好適な置換率は 5 ~ 10 % と言われている³⁾が、今回の実験結果ではこの範囲の塑性粘度は最も低く、ほぼ等しい値を示した。

3.2 振動伝搬性

振動伝達率測定結果を図 - 5 ~ 7 に示す。シリカフューム添加により、塑性粘度の減少と相反するように振動伝達率は向上した。一般に流体の粘度が高いと、粘性減衰による振動エネルギーロスの影響が大きくなる傾向にある。したがって今回の結果はこれを裏付けるものである。振動伝達率が大きくなると振動締め固め性能は向上する。このことは筆者らの過去の研究¹⁾においても、「作業時間の短縮」という形で確認している。

また、前述の効果は棒パイプの振動数12000rpm、距離 5cm のケースが最も大きく、振動数が小さくなるほど、距離が大きくなるほど効果は減少する。とりわけ、3000rpm のケースでは、距離が10cm以上になるとシリカフュームの添加効果はほとんど現れていない。

一方、W/P の増加によっても粘性低減と振動伝達率向上が達成できる（図 - 4 および 7 参照）。

この結果とシリカフューム添加効果を比較すると、今回の配合条件下では、シリカフュームを4%添加することにより、W/P で約10%増（=単位水量で約46kg増）と同等の振動伝達率向上が達成される（図 - 8 参照）ということがわかった。

4. まとめ

モルタルのフレッシュ性状に及ぼすシリカフューム添加の影響を主体に実験した結果、次のことが言える。

- ①シリカフュームをセメントの一部と置換すると混和剤使用量は増加するものの、塑性粘度は減少する。しかしながら、置換率が7%を超えると粘度低減効果は観察されない。
- ②モルタルの粘性の低下とともに、振動伝達率は向上する。
- ③粘性の低減は水量増によっても可能であるが、同程度の塑性粘度の場合はシリカフューム添加によるものの方が振動伝達率が高い。

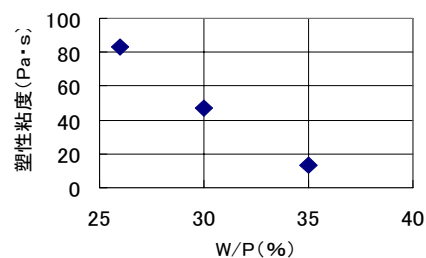


図-4 モルタルの塑性粘度に及ぼすW/Pの効果

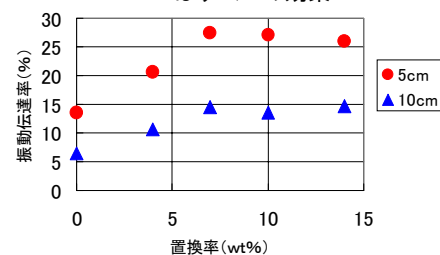


図-5 振動伝達率に及ぼすシリカフュームの添加効果(12000rpm)

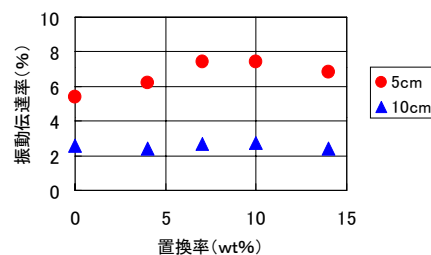


図-6 振動伝達率に及ぼすシリカフュームの添加効果(3000rpm)

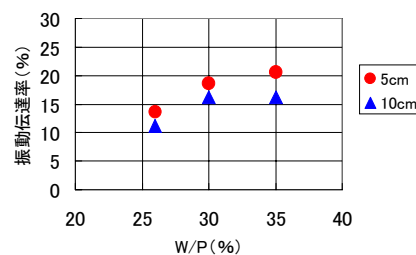


図-7 振動伝達率に及ぼすW/Pの効果 (12000rpm)

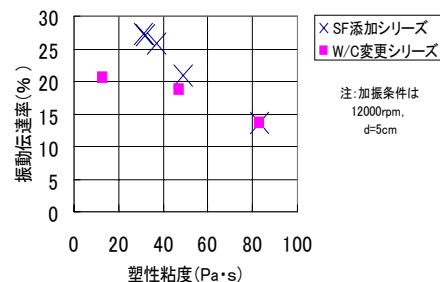


図-8 振動伝達率と塑性粘度の関係

<参考文献>

- 1) 伊達重之ほか: 高強度軽量コンクリートの施工性および耐久性に関する実験的研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.22, No.2, pp.1027~1032
- 2) 室賀陽一郎ほか: モルタルの粘性評価試験装置の開発, 土木学会年次学術講演会講演概要集, 第5部, 2000
- 3) 土木学会: シリカフュームを用いたコンクリートの設計・施工指針(案), コンクリートライブラリー 80, 1995, pp.15~16