

高炉スラグ細骨材と天然砂の混合割合がモルタルのフレッシュ性状に与える影響

東海大学大学院 学生会員 ○竹久 大貴
 株式会社フジタ 正会員 高橋 直希
 福岡大学 正会員 橋本 紳一郎
 東海大学 正会員 伊達 重之

1. はじめに

コンクリートのワーカビリティの評価方法としてスランプ試験が一般的に用いられている。しかし、同一スランプのコンクリートであっても使用材料や配合条件が異なれば、振動締固め時の挙動が異なることが報告されており、スランプ試験のみで施工性能を評価することは困難である¹⁾。

また、高炉スラグ細骨材（以下、BFS）を使用したコンクリートの硬化後の特性に関する報告は数多くあるが、フレッシュ性状や流動性、施工性能に着目した研究は少ないため、合わせて着目した。

本研究では、BFSの混合割合の拡大と施工性能の向上を目的とし、モルタル試料にて静置時と加振時における挙動を塑性粘度、充填性、ブリーディングの観点から確認した。その結果から、適切な混合割合を決定するため、羽根沈入式粘度測定試験の適用性について検討した。さらに、既往の研究²⁾において報告されている、ブリーディングと間隙水圧の関連について、異なる観点から検討した。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合表

表-1に使用材料、表-2にモルタルの配合表を示す。AE減水剤は標準添加量であるC×1.0%とし、空気量が6.5%±1.5になるように消泡剤を用いて調整した。

2.2 羽根沈入式粘度測定試験

みかけの塑性粘度を求めるため、図-1に示す羽根沈入式粘度計²⁾とセメント強さ試験に用いられるテーブルバイブレータを用いた。加振時の測定ではテーブルバイブレータを40Hzで稼働させた。

2.3 モルタル加振ボックス充填試験

モルタルの充填性を評価することを目的とし、モルタル加振ボックス充填試験装置を用いた²⁾。90mmおよび150mmの到達を目視で確認した。その際の経過時間を計測し、間隙通過速度 V_{pass} (mm/s) を評価した。

2.4 ブリーディング試験

振動を付与していない場合(静置)と振動を付与した場合(加振)の2通りで実施した。容量2Lのモルタルブリーディング容器を用いて、温度20℃、湿度60%の一定の環境下で行った²⁾。

2.5 間隙水圧試験

各細骨材に対し、振動を付与した際の間隙水圧の変動について着目することを目的とし、水道水と細骨材を用いて間隙水圧の測定を行った²⁾。

表-1 使用材料

材料	種類
セメント	普通ポルトランドセメント 密度:3.16g/cm ³
細骨材	高炉スラグ細骨材(BFS) 広島県福山産, 表乾密度:2.74g/cm ³ F.M.:2.65, 吸水率:0.96%
	陸砂(NS) 大井川水系産, 表乾密度:2.58g/cm ³ F.M.:2.75, 吸水率:2.65%
混和剤	AE減水剤
	消泡剤

表-2 モルタルの配合表

配合名	W/C (%)	S/C	単位量 (kg/m ³)			
			W	C	BFS	NS
BFS100	50	3	262	523	1570	0
BFS75			259	519	1167	389
BFS50			257	514	771	771
BFS25			255	510	382	1147
BFS0			253	505	0	1516

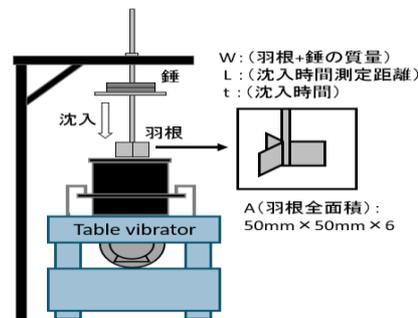


図-1 羽根沈入式粘度計および加振台

キーワード 高炉スラグ細骨材, 混合割合, 塑性粘度, 充填性, ブリーディング, 間隙水圧
 連絡先 東海大学湘南校舎 〒259-1292 神奈川県平塚市北金目 4-1-1 TEL. 0463-58-1211

3. 実験結果および考察

図-2 および図-3 に BFS の混合割合と静置, 加振塑性粘度の関係および加振塑性粘度と V-pass の関係を示す. 混合割合を変化させた際の静置塑性粘度に変化はほとんどないものの, 加振塑性粘度においては, ある混合割合において急激に塑性粘度が変化していることが確認された. 天然砂を用いた既往の研究²⁾では, 加振塑性粘度が小さいほど V-pass が速くなることが報告されている. BFS 混合砂においても同様の傾向が確認された. 塑性粘度が大きくなると充填性が悪くなることから, BFS の混合割合を変えて羽根沈入式粘度測定試験を行い, 塑性粘度が変化する混合割合を検討することで適切な混合割合を決定可能であると考えられる.

図-4 に, ブリーディング試験の結果を示す. BFS100 は, 最終的なブリーディング量が静置時に比べて加振時では 30%程度増加した. 細骨材に BFS のみを使用した際には, 静置時と加振時のブリーディング量が異なっているが, ある割合の天然砂を混合することで静置時と加振時のブリーディング量に差が生じなくなっている. この結果は, 加振塑性粘度が急激に大きくなる混合割合と同様であり, 羽根沈入式粘度測定試験によって得られる加振塑性粘度から, 加振の影響が無くなる適切な混合割合を推定することが可能となり得る.

図-5 から図-7 に間隙水圧試験の結果を示す. BFS のみの間隙水圧試験の結果より, 振動を停止した直後に間隙水圧が急激に消失していることが確認できる. これは, 振動停止後の砂の再配列に要する時間が短く, 水と細骨材の分離が生じやすいことを示しているものと考えられる³⁾. 一方, 陸砂のみの間隙水圧は, 振動を停止した後の消失が緩やかであることが確認できる. 混合砂として BFS を 75%混合した際には, 振動停止後の間隙水圧の変化は比較的緩やかであり, BFS のみを使用した場合に比べ, 水と細骨材の分離が生じにくくなっているものと考えられる. 間隙水圧試験を実施することで, 細骨材の混合割合によって, 振動停止後の間隙水圧の消失傾向が異なることが確認でき, 加振によるブリーディングを間隙水圧の消失のしやすさから評価できる可能性があることが示された.

4. まとめ

- (1) 羽根沈入式粘度測定試験によって得られる加振塑性粘度から, 塑性粘度が変化する混合割合を検討することで, 適切な細骨材の混合割合を推定が可能であった.
- (2) 細骨材の混合割合を変化させた試料に対し, 間隙水圧試験を実施し, 振動停止後の間隙水圧の消失の傾向から, フレッシュ性状の評価が行える可能性を示した.

参考文献

- 1) 伊達重之ほか: モルタルの振動下のフレッシュ性状に及ぼす分割練混ぜの効果, コンクリート工学年次論文集, Vol.28, No.1, pp.1091-1096, 2006.7
- 2) 竹久大貴ほか: コンクリートの締固め性能の向上に関する基礎的研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.39, No.1, pp.1273-1278, 2017
- 3) 吉見吉昭: 砂地盤の液状化(第二版), 技報堂出版, 1991

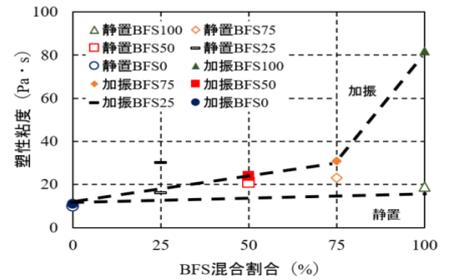


図-2 BFS 混合割合と塑性粘度

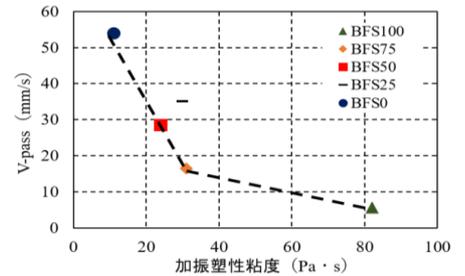


図-3 加振塑性粘度と V-pass

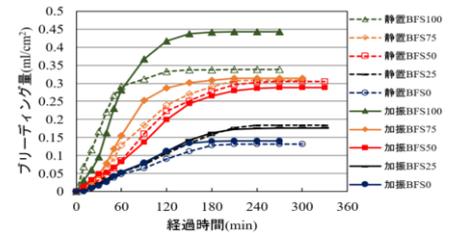


図-4 ブリーディング (静置・加振)

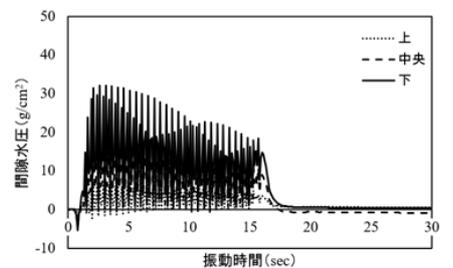


図-5 間隙水圧 (BFSのみ)

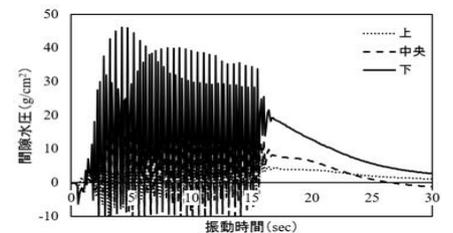


図-6 間隙水圧 (陸砂のみ)

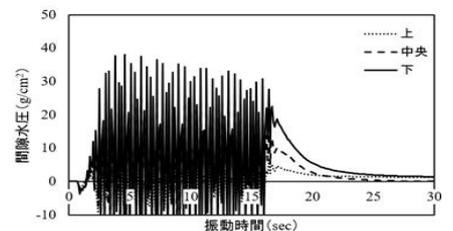


図-7 間隙水圧 (BFS75%)