

粉体量が電気炉酸化スラグ細骨材を混入した
中流動コンクリートのブリーディング量に与える影響について

徳島大学大学院 学生会員 ○田岡 堯 株式会社キクノ 正会員 横山卓哉
徳島大学大学院 フェロー 橋本親典 徳島大学大学院 正会員 渡邊健

1. はじめに

現在の電気炉酸化スラグ細骨材（以下、EFS）は、風砕スラグの製造が可能となり、球状の EFS を混和することにより、同一スランプでの単位水量の低減が可能になった。しかし、EFS は絶乾密度が 3.5g/cm³ 程度と高密度であるため、ブリーディング量の発生が指摘されている。一方、EFS を用いた高流動コンクリートの既往の研究では、フライアッシュによるブリーディングの抑制効果があることが報告されている。

本研究では、スランプフロー45±7.5cm の中流動コンクリートを対象として、フライアッシュの混入量の違いが EFS を使用した中流動コンクリートのブリーディング量に及ぼす影響について実験的に検討した。

2. 実験概要

2.1 使用材料・配合条件

使用材料を表－1に、配合表と各フレッシュ性状を表－2に示す。シリーズ1とシリーズ2でフライアッシュの混入量と粗骨材かさ容積 Gm を変化させた。目標スランプフローは 45±7.5cm、目標空気量は 4.5±1.5%とした。細骨材は徳島県産砕砂のほかに EFS を使用し、粗骨材は徳島県産砕石を使用した。配合は EFS を細骨材にそれぞれ 0%、25%、50%容積置換したもの（配合名：EFS0、EFS25、EFS50）の3水準とした。

表－1 使用材料

材料名	記号	種類および物性値
セメント	C	太平洋セメント（株）普通ポルトランドセメント 密度：3.16 g/cm ³ ，比表面積：3470 cm ² /g
混和材	FA	四国電力（株）フライアッシュⅡ種 密度：2.22 g/cm ³ ，比表面積：3420 cm ² /g
細骨材	S	徳島県産砕砂 密度：2.57 g/cm ³ ，粗粒率：2.63，吸水率：1.77 %
	EFS	電気炉酸化スラグ 5-0.3 密度：3.52 g/cm ³ ，粗粒率：3.38，吸水率：0.36 %
粗骨材	G1	徳島県産砕石1505 密度：2.57 g/cm ³ ，粗粒率：6.39，吸水率：1.61 %
	G2	徳島県産砕石2010 密度：2.57 g/cm ³ ，粗粒率：7.08，吸水率：1.61 %
混和剤	SP	高性能AE減水剤Ⅰ種 ポリカルボン酸エーテル系
	AE	AE剤 変形ロジン酸化化合物系陰イオン界面活性剤

シリーズ1

表－2 配合表および各フレッシュ性状

配合名	W/C (%)	W/P (%)	P (=C+FA) (kg/m³)	Gm (m³/m³)	単位量 (kg/m³)							Ad (P × %)	AE	スランプフロー (cm)	空気量 (%)	C. T. (°C)
					W	C	FA	S	EFS	G1	G2					
EFS0	55.0	42.5	400	0.530	170	309	91	843	0	490	327	1.600	1.700	41.0 × 40.0	4.7	18.1
EFS25								632	289			1.050	1.545	48.0 × 45.0	4.0	19.0
EFS50								421	577			0.700	1.236	49.0 × 48.0	4.3	19.0

シリーズ2

配合名	W/C (%)	W/P (%)	P (=C+FA) (kg/m³)	Gm (m³/m³)	単位量 (kg/m³)							Ad (P×%)	AE	スランプフロー (cm)	空気量 (%)	C. T. (°C)
					W	C	FA	S	EFS	G1	G2					
EFS0	55.0	48.6	350	0.560	170	309	41	856	0	518	345	1.700	0.927	48.0×46.5	4.9	16.0
EFS25								642	293			1.050	0.927	51.5×51.5	3.7	16.3
EFS50								428	586			0.700	0.618	50.0×47.0	3.8	15.6

2.2 試験項目および方法

試験項目および試験方法を表－3に示す。フレッシュ性状の確認は、スランプフロー、空気量、ブリーディング、間隙通過性試験（ボックス形）を実施した。間隙通過性試験は、変圧器を使用して棒パイプレータの出力を 60%、80%にして実施した。硬化性状は、圧縮強度、引張強度、曲げ強度試験を実施し、それぞれに関連する試験方法に準拠した。また、ウェットスクリーニングしたモルタルを用いてレオロジー定数（降伏値と塑性粘度）を計測した。

表－3 試験項目および試験方法

試験項目	試験方法	備考
スランプフロー	JIS A 1150	45±7.5cm
空気量	JIS A 1128	4.5±1.5%
ブリーディング	JIS A 1123	0.3cm ³ /cm ² 以下
間隙通過性試験	JSCE-F 701-2018	—
圧縮強度	JIS A 1108	標準水中養生28日
引張強度	JIS A 1113	標準水中養生28日
曲げ強度	JIS A 1106	標準水中養生28日
静弾性係数	JIS A 1149	標準水中養生28日

3. 実験結果および考察

3.1 ブリーディング量

ブリーディング試験結果を図-1に示す。図中における凡例の①、②はシリーズ1、シリーズ2を意味する。また、ブリーディング量の目安として、「JASS5 凍結融解作用を受けるコンクリート²⁾」を参考に図中に破線で示した。全配合とも日本建築学会が定めるブリーディング量の規定値 $0.30\text{cm}^3/\text{cm}^2$ を下回る結果となった。EFS の置換率が高くなるに伴いブリーディング量が増大する結果となった。これは、EFS の吸水率が小さいことやEFS の密度が大きいことが起因していると考えられる。また、フライアッシュ混入量の多いシリーズ2のほうがブリーディング量は少なくなった。

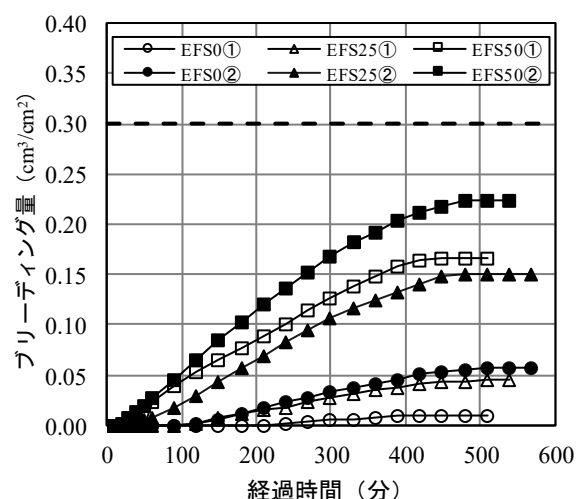


図-1 ブリーディング試験結果

3.2 間隙通過性試験

障害ランク R2 および R3 における間隙通過性試験結果を図-2に示す。EFS の置換率が高くなるに伴い間隙通過速度 V_{pass} が増加する結果となった。EFS 置換率が高くなるに伴い V_{pass} が増加した要因として、EFS 自体が滑らかな球状であるため流動性が向上したと考えられる。また、単位粗骨材かさ容積が小さいシリーズ1のほうが V_{pass} は大きくなった。これは、コンクリート中の粗骨材量が少なくなり、噛み合わせが緩和されたことが要因であると考えられる。

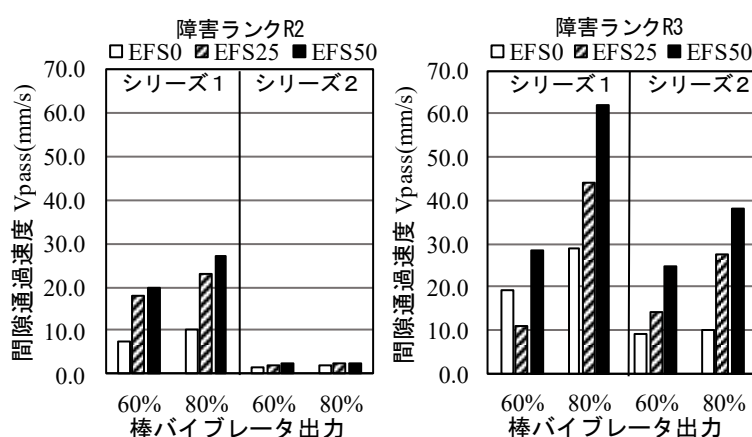


図-2 間隙通過性試験結果

3.3 モルタルのレオロジー定数

3配合のモルタルのレオロジー定数を図-3に示す。中流動コンクリートのフローは同程度であるにも関わらず、EFS によってレオロジー定数は変化した。EFS の置換率が高くなるほど、塑性粘度が小さくなった。しかし、降伏値は、シリーズ1ではEFS の置換率が高くなるほど小さくなり、シリーズ2ではEFS の置換率が高くなるほど大きくなった。

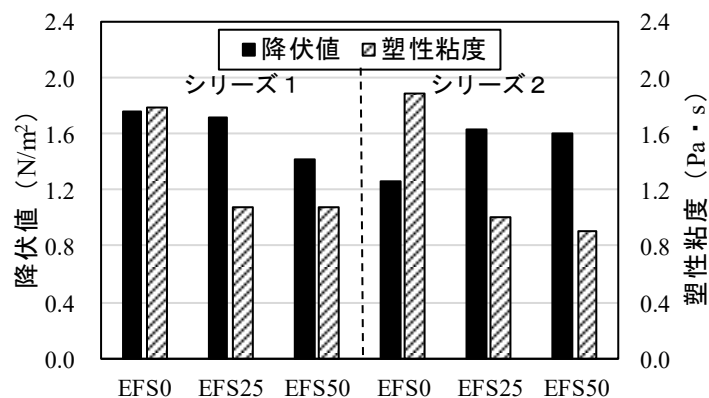


図-3 レオロジー定数の計測結果

4. まとめ

EFS およびフライアッシュを混入した中流動コンクリートのブリーディング量および V_{pass} は、EFS の置換率が高くなるに伴い増加する結果となった。ブリーディング量は、フライアッシュ混入量を増大させることで少なくすることができる。また、障害ランク R3 の場合、シリーズ1、シリーズ2 どちらにおいても塑性粘度が大きくなると間隙通過速度が小さくなるという同様な傾向が得られたことから、本実験の範囲内では中流動コンクリートの施工性能は、障害ランク R3 のほうが定量的評価が可能であると考えられる。

参考文献

- 1) 土木学会：電気炉酸化スラグ骨材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 110、2003.1
- 2) 日本建築学会：建築工事標準仕様書・同解説 JASS5 鉄筋コンクリート工事、2015.7