

フライアッシュコンクリートのブリーディング抑制に関する検討

東日本旅客鉄道(株) 正会員 今井俊一郎 正会員 滝沢 聡 正会員 松木彰吾  
 鹿島建設(株) 正会員 橋本 学 正会員 小池 司 正会員 柳沼 剛

1. はじめに

フライアッシュコンクリートを用いた場合、混和材の特性から凝結が遅れ、特に低温時(冬期)に普通ポルトランドセメントを用いた場合と比較してブリーディング量が多くなる傾向にあることが報告されている<sup>1)</sup>。一般にブリーディングが過多となると、コンクリート表面に砂すじや鉄筋周りの沈みひび割れなど耐久性上問題となる初期欠陥を起こす危険性が高くなる。したがって、低温時に施工するコンクリート構造物の耐久性を確保するためには、極力ブリーディングを抑制した配合とすることが望ましいと考えられる。本検討では、フライアッシュコンクリートを用いた配合の低温時におけるブリーディング抑制対策について、室内試験により検討した結果を報告する。

2. 試験概要

(1) 使用材料および配合

ブリーディング抑制対策として表-1のシリーズA~Dに示す方法について実験を行った。使用材料を表-2に、コンクリートの配合を表-3に示す。本実験では、セメントを普通ポルトランドセメントとし、フライアッシュはJIS A 6201のフライアッシュ 種相当品を用い、フライアッシュはセメントの内割りとして20wt%で使用した。無対策である配合Aに対して配合Bは、細骨材の粗粒率を小さくする目的で細砂(F.M.=1.61)のS2をブレンドした配合とした。また、配合Cは単位粉体量の増加させることを意図したもので、C-1ではAの水セメント比をW/C=47%から5%低減したW/C=42%の配合とし、C-2はフライアッシュを細骨材の一部として外割で5%<sup>2)</sup>体積置換した配合とした。配合Dは、ブリーディング抑制型の混和剤を使用したものであり、D-1は特殊増粘剤を、D-2は凝結促進剤を内添した混和剤を用いた配合とした。

配合修正の方法はAを基準として、混和剤

表-1 試験ケース

対 策	記号	内 容
シリーズ A	無対策	A 現状配合(無対策)
シリーズ B	細骨材の粗粒率	B 細骨材の粗粒率を変更
シリーズ C	単位粉体量の増加	C-1 単位セメント量の増加
		C-2 細骨材の一部にフライアッシュを使用
シリーズ D	ブリーディング抑制型混和剤の使用	D-1 特殊増粘剤を添加
		D-2 凝結促進剤の使用

表-2 使用材料

種 類	記号	摘 要
普通ポルトランドセメント	C	密度: 3.15g/cm <sup>3</sup> 比表面積: 3,250cm <sup>2</sup> /g
フライアッシュ	F	密度: 2.27g/cm <sup>3</sup> 比表面積: 3,970cm <sup>2</sup> /g
細骨材	S1	密度: 2.59g/cm <sup>3</sup> (表乾) F.M.=2.81
	S2	密度: 2.59g/cm <sup>3</sup> (表乾) F.M.=1.61
粗骨材(2505)	G	密度: 2.57g/cm <sup>3</sup> (表乾) 吸水率: 1.5%
AE 減水剤	Ad1	ポリカルボン酸化合物
	Ad3	ポリカルボン酸化合物および増粘性高分子化合物の複合体
	Ad4	ポリカルボン酸化合物および無塩系凝結促進剤
AE 助剤	Ad2	アミノ系/ニオキ系界面活性剤
水	W	水道水および地下水

表-3 コンクリートの配合

配合条件					単位量(kg/m <sup>3</sup> )							
配合 No.	W/(C+F) (%)	s/a (%)	目標スパン <sup>1)</sup> (cm)	目標空気量 (%)	水 W	セメント C	フライアッシュ <sup>1)</sup> F	細骨材		粗骨材 25~05 G	Ad1,3,4 (C×%)	Ad2 <sup>2)</sup> (A)
								S1	S2			
A	47.0	40.8	13 ± 1.0	5.5 ± 0.5	135	230	58	763	-	1116	0.9(Ad1)	10.0
B	47.0	39.4			144	246	62	577	144	1117	0.9(Ad1)	9.0
C-1	42.0	38.3			142	271	68	698	-	1118	0.9(Ad1)	13.5
C-2	47.0	39.2			146	249	95(32)	678	-	1116	0.9(Ad1)	20.0
D-1	47.0	40.0			140	239	60	739	-	1117	1.4(Ad3)	14.0
D-2	47.0	39.6			144	246	62	721	-	1117	0.9(Ad4)	13.0

\*1) ( )内の数字は外割(細骨材置換)分 \*2) Ad2はセメント質量に対して0.001%を基本量1Aとした。

キーワード: フライアッシュ, ブリーディング, 冬期施工

連絡先 : 〒370-8543 群馬県高崎市栄町 6-26 東日本旅客鉄道(株) TEL 027-324-9369

の添加量を Ad1,4 は  $C \times 0.9\%$  , Ad3 については  $C \times 1.4\%$  とし, 水セメント比  $W/C=47\%$  (ただし,  $C-1$  は  $W/C=42\%$ ) で, 単位粗骨材量を一定のもと, 所定のフレッシュ性状が得られるように単位水量を増加させた。

目標スランブは運搬によるスランブロス 1cm を考慮して 13cm とし, 目標空気量は寒冷地を想定し, 凍害による劣化を考慮して 5.5% と設定した。また, コンクリートの練上がり温度は  $10 \pm 1$  とした。

(2) 試験方法

スランブは JIS A 1101, 空気量は JIS A 1128 に準じて測定した。ブリーディング試験は JIS A 1123 に従い, 環境温度が 5 の恒温室内で実施した。ブリーディング量の目標値は日本建築学会<sup>2)</sup>で定めるブリーディング量  $0.30\text{cm}^3/\text{cm}^2$  以下を判定基準値とした。

3. 試験結果および考察

図 - 1 ~ 図 - 4 にブリーディング試験の結果を示す。図 - 1 より, 無対策の A はブリーディング量が  $0.38\text{cm}^3/\text{cm}^2$  で判定基準値  $0.30\text{cm}^3/\text{cm}^2$  以上となり, ブリーディング量が多くなることを確認した。図 - 2 より, 対策 B ではブリーディング量が  $0.33\text{cm}^3/\text{cm}^2$  となり, 基準値以下を満足しない結果であった。この理由として, 細骨材の粗粒率を小さくすることで, 細骨材の拘束する水量が多くなるが, 一方で, B ではスランブを確保するために A に比べて単位水量が  $9\text{kg}/\text{m}^3$  増加しており, その影響が粗粒率を小さくする効果を上回ったものと考えられる。

図 - 3 より, 対策 C はセメントもしくはフライアッシュにより単位粉体量を増加させることで, ブリーディング量が C - 1 のセメントの場合で  $0.22\text{cm}^3/\text{cm}^2$  , C - 2 のフライアッシュで  $0.16\text{cm}^3/\text{cm}^2$  と基準値以下を満足した。C - 1 では単位セメント量を多くしたことで水和反応に寄与する水が多くなったこと, C - 2 は細骨材の代替として比表面積が大きいフライアッシュを用いたことで, 粉体として拘束する水が細骨材よりも多いため, ブリーディングが抑制されたものと考えられる。図 - 4 より, 対策 D は AE 減水剤に内添されている特殊増粘剤および凝結促進剤の効果によって, ブリーディング量は D - 1 で  $0.07\text{cm}^3/\text{cm}^2$  , D - 2 で  $0.21\text{cm}^3/\text{cm}^2$  となり基準値以下を満足した。D - 1 では特殊増粘剤の増粘成分が水を拘束することで大幅にブリーディングが抑制されたものと考えられる。また, D - 2 では, ブリーディングの終了時間が A と比較して 180 分程度早まっており, 凝結を促進させることでブリーディングが抑制されたものと考えられる。

4. まとめ

低温時におけるブリーディング抑制対策について検討した結果, 細骨材の粗粒率を小さくした対策 B については, あまり効果が認められなかったが, 単位粉体量を増加させた対策 C およびブリーディング抑制型混和剤を使用した対策 D はブリーディング抑制効果が認められた。

【参考文献】

- 1) 韓千求ほか: コンクリートのブリーディングに及ぼす混和材料の影響, 日本建築学会学術講演梗概集(北陸), pp.473-474, 2002
- 2) 土木学会四国支部: フライアッシュを細骨材補充材料として用いたコンクリートの施工指針(案), 2003
- 3) 日本建築学会: 高耐久性鉄筋コンクリート造設計施工指針(案)・同解説(6), 1991

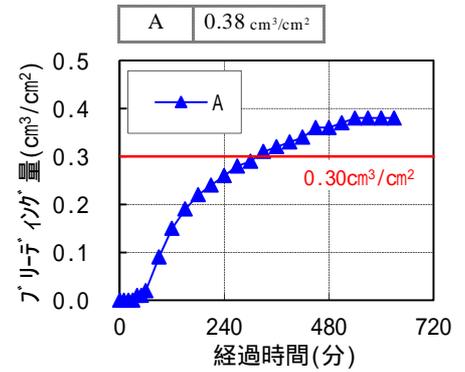


図 - 1 無対策 A

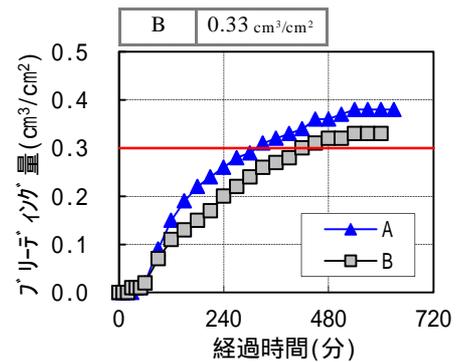


図 - 2 対策 B

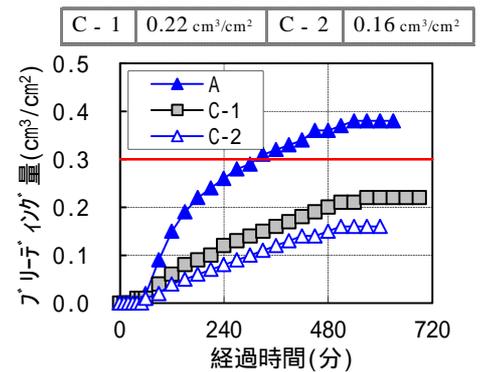


図 - 3 対策 C

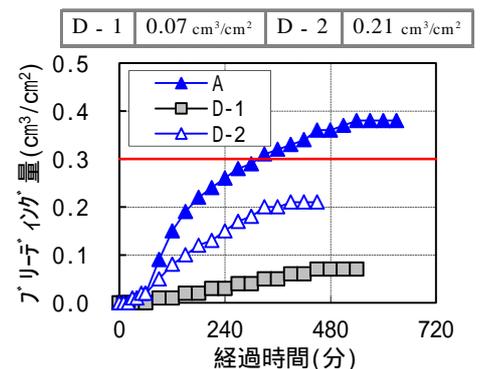


図 - 4 対策 D