

高炉セメント B 種を用いたコンクリートの施工初期ひび割れに対する
フライアッシュ混入の効果に関する実験的研究

徳島大学大学院 学生員 ○大野 誠徳
徳島大学大学院 正会員 渡辺 健
阿南生コンクリート工業（株） 正会員 横手 晋一郎
（株）四国総合研究所 正会員 石井 光裕

1. はじめに

近年、高炉セメント B 種のブレン値は大きくなっており¹⁾、高炉セメント B 種を用いたコンクリートの施工初期に発生するひび割れが顕在化していることが指摘されている。一方、フライアッシュを用いたコンクリートは、伸び能力が高く沈下ひび割れの低減効果が報告されている²⁾。本研究では高炉セメント B 種にフライアッシュを混入することによる、施工初期ひび割れの低減効果について、実験的に検討していくこととした。

2. 実験概要

2.1 供試体および測定方法について

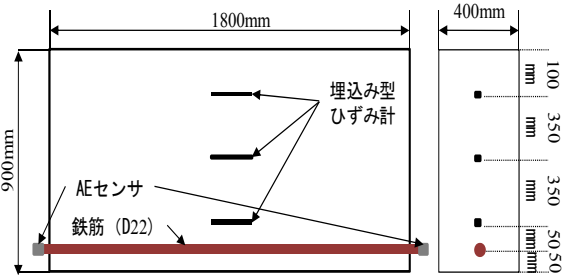
本研究で使用した供試体の配合を表－1 に示す。高炉セメント B 種を用いたコンクリート (BBFA0)、高炉セメント B 種を用いたコンクリートに、フライアッシュⅡ種をセメント代替で 20%混入したもの (BBFA20)、フライアッシュⅣ種を細骨材代替で 10%混入したもの (BBFA10)、普通ポルトランドセメントを用いたコンクリートにフライアッシュⅡ種をセメント代替で 20%混入したもの (NFA20) の 4 種類を作製した。各配合は実際の使用状態を想定し、28 日強度が同等となるように配合を決定した。

表－1 配合表

供試体名	Gmax (mm)	Slump (cm)	Air (%)	W/C (%)	s/a (%)	単 位 量 (kg/m ³)						
						W	C	FA	S	G	AD	AE
BBFA0	20	10 ± 2.0	4.5 ± 1.5	54	46.5	166	308	-	822	946	3.08	1.54
BBFA20				46	44.5	162	282	71	766	953	3.53	4.59
BBFA10				54	45.5	164	304	68	727	969	3.04	5.32
NFA20				46	44.5	164	286	71	766	953	3.57	3.93

沈下ひび割れの供試体および測定については、渡辺らの研究²⁾を参考にした。900×600×200mm のスラブ供試体内に 3 本の異形鉄筋 (D22) を鉄筋中心間隔 150mm で埋設し、沈下ひび割れの発生が顕著に現れるようかぶりを 15mm に統一した。測定方法は、3 本の鉄筋直上にそれぞれ 17 箇所の測定点を設け、合計 51 箇所をクラックスケールを用いてひび割れ幅の測定を行った。また、市販の詳細ひび割れ幅測定器 (以下、ひび割れ幅測定器) による測定も行った。

温度ひび割れについては、非破壊検査手法の一つであるアコースティック・エミッション法³⁾ (以下、AE 法) を用いて、コンクリート内部の微細なひび割れを検出することにより評価を行うこととした。図－1 に示すような 1800×900×400mm の壁供試体 (底面を拘束した状態) に埋込型ひずみ計を埋設し、温度変化およびひずみの測定を行い、異形鉄筋 (D22) を底面から 50mm の位置に埋設し、AE センサ (60 k Hz 共振型) を鉄筋の両端部に取り付け、打設後から脱型までの約 3 日間と脱型後の約 3 日間測定した。



図－1 壁供試体

キーワード 施工初期、ひび割れ、AE 法、フライアッシュ、高炉セメント B 種
連絡先 〒770-8506 徳島市南常三島町 2-1 徳島大学工学部 TEL.088-656-7320 FAX.088-656-7351

乾燥収縮の測定として、JIS A 1129「モルタル及びコンクリートの長さ変化率試験法」に準じて測定を行った。

3. 実験結果

3.1 沈下ひび割れについて

表-2 に沈下ひび割れの結果を示した。表-2 から、クラックスケールとひび割れ幅測定器の測定結果には値に多少の違いが見られるが、各供試体の傾向は同様の結果となった。フライアッシュによる沈下ひび割れ抑制効果は、BBFA10 に関してはひび割れの抑制傾向が見られたが、BBFA20 に関しては、BBFA0 よりもひび割れ幅が大きくなるという結果になった。

3.2 温度ひび割れについて

代表的な結果として、図-2、図-3 にそれぞれ BBFA0、BBFA10 の AE 法による測定結果と外気温およびコンクリート内部の温度変化の関係を示した。ここで、累積 AE ヒット数とは、ひび割れ数の累積を意味する。図より、コンクリート打設後 20 時間～30 時間において、AE が急増している。これは、コンクリート内の水和反応による温度上昇後に温度が低下する過程で発生しており、温度ひび割れである可能性が高い。また、フライアッシュの影響については、フライアッシュによる温度抑制効果は確認できなかった。ただし、20 時間～30 時間に発生するひび割れを減少できる可能性があり、今後更なる検討が必要である。

3.3 乾燥収縮について

図-4 から、材齢 28 日までの期間で、フライアッシュ混入供試体に乾燥収縮の抑制効果が見られた。

4. まとめ

本研究の範囲において、高炉セメント B 種を用いたコンクリートの施工初期ひび割れに対するフライアッシュ混入の効果として、沈下ひび割れおよび乾燥収縮が低減できる可能性が示された。

謝辞

本研究は(社)四国建設弘済会の「2009 年度建設事業に関する技術開発支援制度」による助成を受けて実施したものである。ここに深く感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 土木学会 コンクリート委員会：施工性能にもとづくコンクリートの配合設計・施工方針（案）、コンクリートライブラリー126（資料編）、pp.34-35、2007
- 2) 渡辺 健、橋本親典、水口裕之、上田隆雄：フライアッシュIV種混入コンクリートを用いた RC スラブの沈下ひび割れ特性に関する検討、土木学会論文集、Vol.767、No.64、pp.131-141、2004
- 3) 大津政康：アコースティック・エミッションの特性と理論第2版、森北出版、2005

表-2 沈下ひび割れ結果

測定方法	BBFA0	BBFA20	BBFA10	NFA20
クラックスケール	0.47	0.71	0.30	0.41
ひび割れ幅測定器	0.30	0.39	0.21	0.31

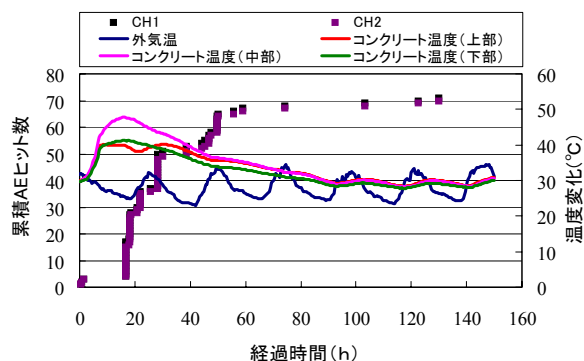


図-2 BBFA0 の AE 法による測定結果と温度の関係

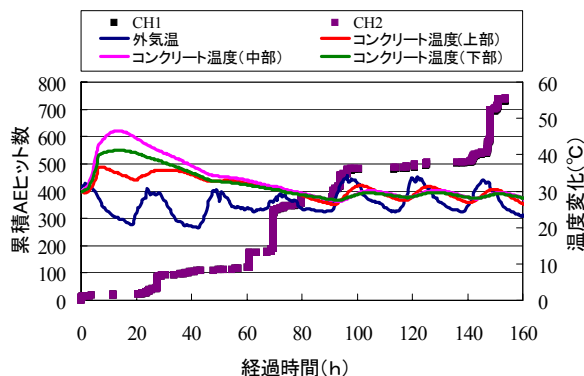


図-3 BBFA10 の AE 法による測定結果と温度の関係

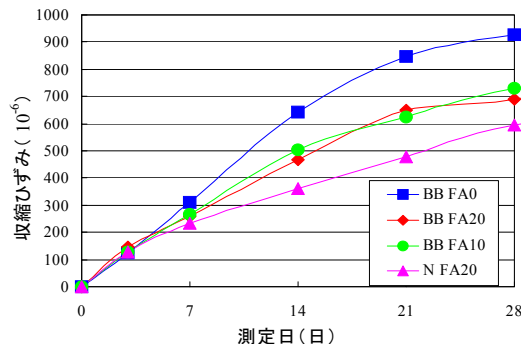


図-4 長さ変化率試験結果