

早強性と低収縮性を有するコンクリートの実構造物におけるコンクリート温度とひずみの挙動

鹿島建設(株) 正会員 ○川崎文義 高浦雄貴 取達 剛 曾我部直樹 横関康祐
住友大阪セメント(株) 正会員 小田部裕一 亀島博之

1. はじめに

低温環境下におけるフライアッシュコンクリートの材齢初期における強度発現を改善するため、ベースセメントに早強ポルトランドセメントを用い、フライアッシュとアルカリ金属塩を主成分とする早強剤を組み合わせたコンクリートについて検討している¹⁾。これまでに室内試験および実構造物への適用を通じ、上記コンクリートと、普通ポルトランドセメントおよびフライアッシュセメントB種を使用したコンクリートとを比較し、材齢初期の強度発現の改善効果、収縮低減効果があることを報告している²⁾³⁾。本報文では、当該コンクリートを実構造物に適用し、実環境においてコンクリート温度およびひずみの計測を行ったので、その結果について報告する。

2. 検討の概要

2.1 使用材料および配合

コンクリートの使用材料を表-1に、配合を表-2に示す。配合は、早強ポルトランドセメントにフライアッシュおよび早強剤を組み合わせたもの（以下、HFBA 配合）と、比較用として高炉セメントB種を使用したもの（以下、BB 配合）とした。HFBA 配合については、早強剤の添加量による影響を評価するため、単位粉体量に対して1.0%と1.4%の2ケースを検討の対象とした。

2.2 対象とした構造物と養生条件

対象とした構造物の概要を図-1に示す。図には各ケースの詳細寸法を併記した。コンクリート打込み時の外気温は、日平均で7℃程度であったが、最低気温は-1℃まで下がるため、コンクリート打込み完了後に構造物全体をシートで覆ってジェットヒーターによる給熱養生を実施した。

2.3 測定項目

測定項目を表-3に示す。圧縮強度試験用の供試体はφ100×200mmの寸法とし、構造物と同条件で現場封緘養生した後、所定の材齢で試験に供した。コンクリートの内部温度と内部ひずみは、壁の長さ方向および厚さ方向の中心かつ底版からの高さが0.5mの位置に熱電対と埋込型ひずみ計を設置して計測した。

キーワード フライアッシュ、早強剤、ひずみ、

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL042-489-8226

表-1 使用材料

項目	記号	摘要
水	W	水道水，密度 1.00g/cm ³
セメント	BB	高炉セメント，密度 3.04g/cm ³
	H	早強ポルトランドセメント，密度 3.14g/cm ³
混和材	FA	フライアッシュⅡ種，表乾密度 2.22g/cm ³
細骨材	S1	山砂，表乾密度 2.56g/cm ³ ，F.M.=2.40
	S2	砕砂，表乾密度 2.65g/cm ³ ，F.M.=3.15
粗骨材	G	碎石，表乾密度 2.70g/cm ³ ，F.M.=2.40
混和剤	AD	AE 減水剤，リグニンスルホン酸塩とオキシカルボン酸塩
	AC	早強剤（アルカリ金属塩）

表-2 検討配合

配合名	W/B (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)							
			W	C	FA	S1	S2	G	AD	AC
BB	52.5	43.1	161	307	0	466	310	1064	2.46	0
HFBA1.0%	55	43.8	163	252	45	471	316	1051	2.97	2.97
HFBA1.4%	55	43.8	163	252	45	471	316	1051	2.97	5.05

目標スランプ：8.0±2.5cm，目標空気量：4.5±1.5cm

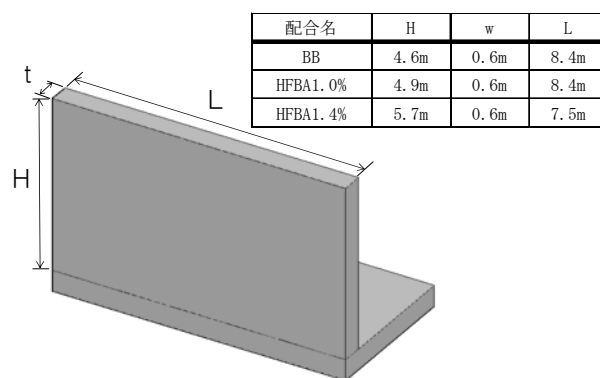


図-1 対象とした構造物（L型擁壁の壁部材）

表-3 測定項目

項目	内容
圧縮強度	JIS A 1108 に準拠（σ1,3,7,14）
温度	コンクリート中に温度計を設置して計測
ひずみ	コンクリート中に無応力計を設置して計測

3. 測定結果

3.1 圧縮強度

圧縮強度の試験結果を図-2に示す。図より、HFBA 配合は、BB 配合と比較して高い強度発現性を示した。BB 配合との強度比は、材齢 1 日で最も大きく、早強剤 1.0% のケースで 4.6 倍、1.4% のケースで 9.3 倍となった。一方、HFBA 配合における早強剤 1.4% の圧縮強度は、1.0% のケースと比較して材齢 1 日で 2.0 倍となったものの、材齢 14 日ではほぼ同等となった。

3.2 コンクリート温度

コンクリート温度の計測結果を図-3に示す。図より、HFBA 配合の最高温度は、BB 配合と比較して早強剤 1.0% のケースで 10.9℃、1.4% のケースで 16.0℃高くなった。また、HFBA 配合における早強剤 1.4% のケースの最高温度は、1.0% のケースと比較して 5.1℃高くなった。

前述の圧縮強度の試験結果と併せ、HFBA 配合を用いたコンクリートは、アルカリ金属塩を主成分とする早強剤が、材齢初期において早強ポルトランドセメントおよびフライアッシュの反応性を高めているものと考えられる。

3.3 ひずみ

ひずみの計測結果を図-4に示す。図より、いずれの配合も材齢初期に膨張ひずみが増加し、材齢 1 日程度でピークに達した後、収縮に転じた。これは、セメントの水和熱によって、材齢初期にコンクリートが膨張し、その後、温度の低下と共にコンクリートが収縮したものと考えられる。HFBA 配合の膨張ひずみの最大値は、BB 配合と比較して、早強剤 1.0% のケースで 52 μ 、1.4% のケースで 73 μ 大きくなった。

3.4 材齢初期の線膨張係数

上述の計測結果を基に、材齢初期の線膨張係数を算出した。図-5に各配合の線膨張係数を示す。図より、HFBA 配合の線膨張係数は、 $10 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ となり、コンクリート標準示方書[設計編]に記載される普通ポルトランドセメントを用いたコンクリートと同じ値となった。また、BB 配合の線膨張係数は $13 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ となり、同示方書の高炉セメント B 種を用いたコンクリートと同等の値であった。

4. まとめ

本検討の範囲において、以下の知見を得た。

- HFBA 配合は BB 配合より高い強度発現性を示し、強度比は材齢 1 日で最大となった。早強剤 1.4% のケースは 1.0% のケースと比較し、材齢 1 日で 2 倍の圧縮強度となるものの材齢 14 日ではほぼ同等となった。
- HFBA 配合の材齢初期の膨張ひずみの最大値は、BB 配合に比べて大きくなった。
- HFBA 配合の材齢初期の線膨張係数は、コンクリート標準示方書[設計編]に記載される普通ポルトランドセメントと同じ値となった。

今後、本計測で得られたデータを基に解析を行い、当該コンクリートのひび割れ抑制効果について検討する。

参考文献

- 1) 宮菌ほか: フライアッシュコンクリートの初期強度改善に関する基礎的検討, 第 70 回セメント技術大会講演要旨, pp. 266-267, 2016. 5
- 2) 宮菌ほか: 早強性・低収縮性を両立したコンクリートの基礎的性状, 土木学会第 71 回年次学術講演会講演概要集, V-136, pp. 271-272, 2016. 9
- 3) 関ほか: 早強性と低収縮性を有するコンクリートの品質に関する一考察, 土木学会第 71 回年次学術講演会講演概要集, VI-182, pp. 363-364, 2016. 9

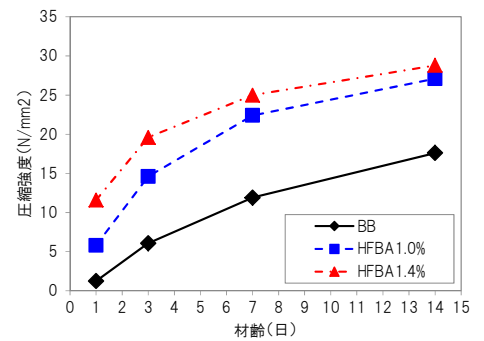


図-2 圧縮強度

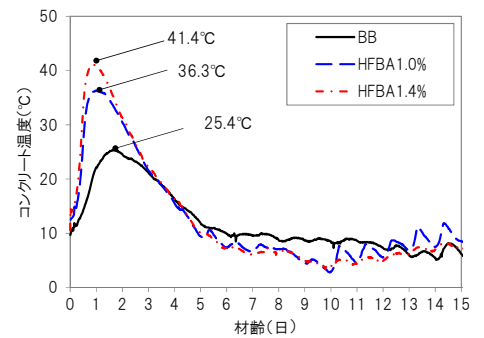


図-3 コンクリート温度

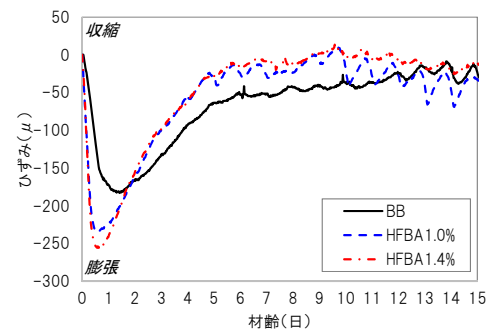


図-4 ひずみ

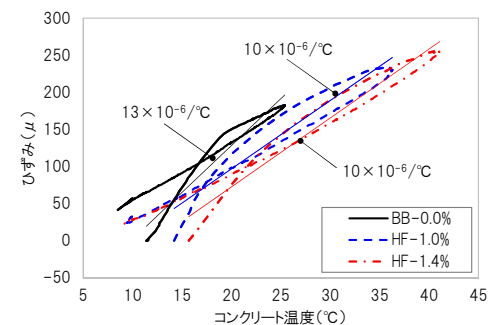


図-5 材齢初期の線膨張係数