早強性・低収縮を両立したコンクリートの基礎的性状

住友大阪セメント(株) 正会員 ○宮薗雅裕　亀島博之
鹿島建設(株) 正会員　横関康祐　曽我部直樹　関 健吾

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の強度発現を改善するため，フライアッシュに早強ポルトランドセメントと早強剤を併用したコンクリートを作製し，強度特性，熱特性，収縮特性および耐久性の基礎的性状を評価した．

２．実験の概要

2.1　使用材料および配合

使用材料を**表－1** に示す．本検討に用いた早強剤はアルカリ金属塩を主成分とするものである．試験ケースは結合材種類および早強剤の添加を試験要因として，普通ポルトランドセメントを用いたケース(NC)を基本に，汎用的な混合セメントとしてフライアッシュセメントＢ種を想定したケース（FB)，FB に対してベースセメントを早強ポルトランドセメントとし早強剤を併用したケース（HC+FA+AC）の計３水準を設定した．コンクリートの配合は，水結合材比 50%，フライアッシュ置換率 15%（内割)，早強剤の添加量Ｂ×2.0%，AE 減水剤の使用量Ｂ×1.0%とした．AE 剤は空気量が 4.5±1.5%となるよう使用量を調整した．

2.2　試験方法

コンクリートの練混ぜは，室温 20℃の試験室内で実施した．練り上がったコンクリートのスランプ，空気量を測定した後，各試験用の供試体を作製した．圧縮強度は，JIS A 1108 に準じて材齢１，３，７，28 日で測定した．熱特性は，コンクリートの断熱温度上昇量を測定し得られた温度データを式(1)にフィッティングすることで終局断熱温度上昇量Q_∞，断熱温度上昇速度に関する係数α,βを算出した．

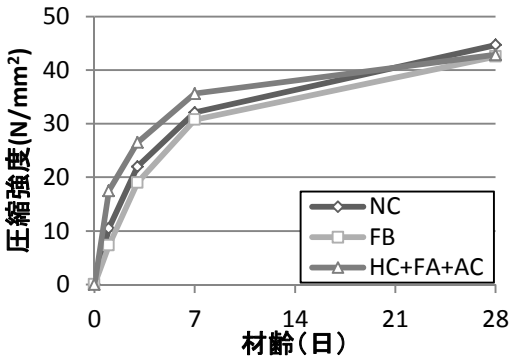
$$Q = Q_\infty (1-\exp(-\alpha\, t^{\beta})) \quad 式(1)$$

収縮特性として，乾燥収縮ひずみ（JIS A1129-2 に準拠)，自己収縮ひずみ（高流動コンクリートの自己収縮試験方法に準拠）を測定した．

耐久性は，塩化物イオン浸透に対する抵抗性（JSCE-G 571 に準拠)，凍結融解抵抗性（JIS A 1148（Ａ法）に準拠）を評価した．

表－1　使用材料

名称	記号	概要
練混ぜ水	W	上水道水
セメント	NC	普通ポルトランドセメント　密度:3.15g/cm^3
	HC	早強ポルトランドセメント　密度:3.13g/cm^3
混和材	FA	フライアッシュⅡ種　密度:2.20g/cm^3
細骨材	S	山砂　表乾密度:2.60g/cm^3
粗骨材	G	砕石　表乾密度:2.64g/cm^3
混和剤	Ad1	AE減水剤　変性リグニンスルホン酸化合物
	Ad2	AE剤（Ｉ種)ｱﾆｵﾝ及びﾉﾆｵﾝ系特殊界面活性剤
	AC	早強剤



図－1　圧縮強度試験結果

３．試験結果

3.1　強度特性

コンクリートの圧縮強度試験結果を**図－1** に示す．FB はフライアッシュの使用によって材齢初期の強度発現は小さくなるものの，HC+FA+AC は材齢１日において NC の２倍以上の圧縮強度を示しており，早強ポルト

キーワード　フライアッシュ，早強剤，初期強度改善，断熱温度上昇量，乾燥収縮，自己収縮
連絡先　〒274-8601　千葉県船橋市豊富町 785 番地　住友大阪セメント（株）　ＴＥＬ047-457-0091

ランドセメントと早強剤の使用によって材齢初期の強度改善効果が得られた.

3.2 熱特性

コンクリートの断熱温度上昇試験結果および終局断熱温度上昇量，温度上昇速度に関する係数を**図－2** に示す. HC+FA+AC は，FB よりもαおよびβが大きいものの，Q_∞は小さい. 一般的に早強ポルトランドセメントは，普通ポルトランドセメントよりも終局断熱温度上昇量や断熱温度上昇係数に関する係数が大きいが，HC+FA+AC は終局断熱温度上昇量が抑制されており本検討の特徴といえる. これは，温度ひび割れを低減させる可能性を示すものである.

3.3 収縮特性

乾燥収縮試験結果を**図－3** に示す. FB の乾燥収縮ひずみは NC と同程度であり，フライアッシュの使用が乾燥収縮に及ぼす影響は小さい. 一方，HC+FA+AC の乾燥収縮ひずみは，NC および FB よりも小さく，早強ポルトランドセメントおよび早強剤の使用による乾燥収縮ひずみの低減効果が認められた.

自己収縮試験結果を**図－4** に示す. FB の自己収縮ひずみは NC よりも小さく，フライアッシュ使用による自己収縮の低減効果が認められた. さらに，HC+FA+AC の自己収縮ひずみは NC および FB よりも小さく, 早強ポルトランドセメントおよび早強剤の使用による自己収縮ひずみの低減効果も認められた.

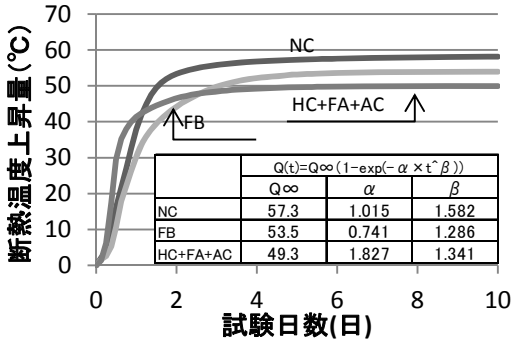
3.4 耐久性

凍結融解試験結果を**図－5** に示す. 300 サイクル経過後の相対動弾性係数はいずれのケースにおいても 95%以上であり，高い凍結融解抵抗性を示した.

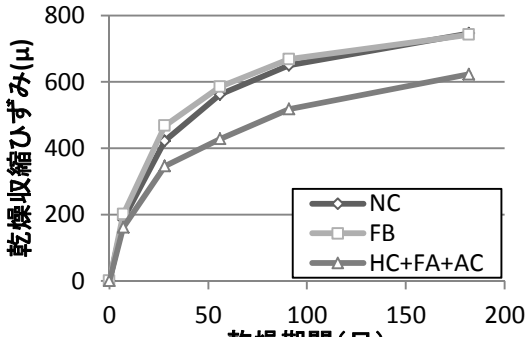
電気泳動試験による実効拡散係数測定結果を**図－6** に示す. FB の実効拡散係数は NC よりも小さく，フライアッシュの使用による塩分浸透抵抗性の増加が認められた. さらに，HC+FA+AC の実効拡散係数は NC および FB よりも小さく，早強ポルトランドセメントおよび早強剤の使用による塩分浸透抵抗性の増進効果が認められた.

4. まとめ

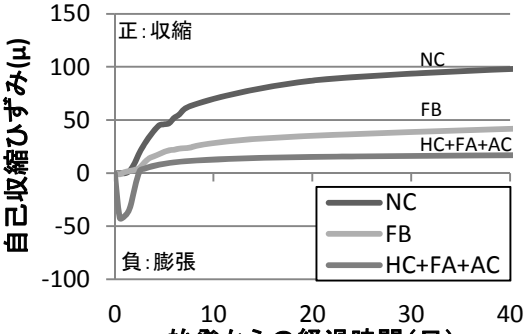
フライアッシュに早強ポルトランドセメントおよび早強剤を併用したコンクリートについて基礎的性状を評価した結果, 材齢初期の強度改善効果, 終局断熱温度上昇量の抑制, 乾燥収縮および自己収縮の低減効果が認められた. また，凍結融解抵抗性や塩分浸透抵抗性が低下する傾向は認められなかった.



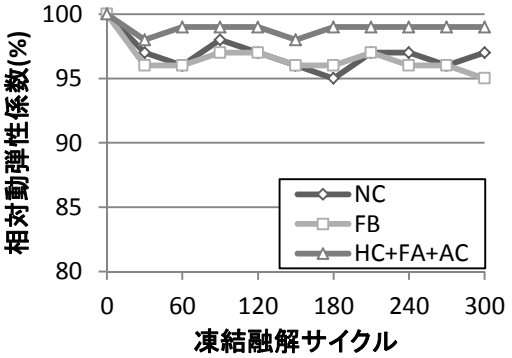
図－2 断熱温度上昇試験結果



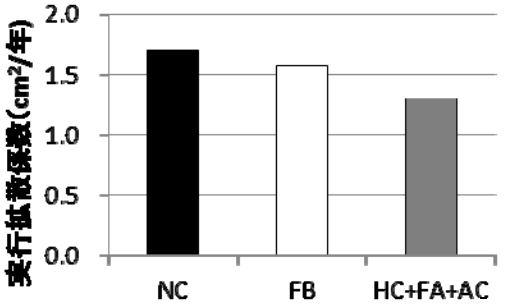
図－3 乾燥収縮試験結果



図－4 自己収縮試験結果



図－5 凍結融解試験結果



図－6 実効拡散係数試験結果