

長期的な熱作用がフライアッシュ混合モルタルの硬化後物性に及ぼす影響

大成建設(株) 技術センター 社会基盤技術研究部 正会員 ○木ノ村幸士
 東京大学大学院 工学系研究科 フェロー会員 石田 哲也

1. はじめに

フライアッシュ (FA) の反応は温度依存性が大きく、環境温度が高いほど反応率が大きいこと¹⁾、養生中に低温から段階的に温度上昇させた場合にも顕著に強度増加すること²⁾などが示されているが、FA セメント硬化体を長期間高温に曝露して硬化体物性への影響を評価した研究例は少ない。そこで、本論では、普通モルタルおよび FA 混合モルタル供試体 (以下、「OPC」および「FAC」という) を作製し、長期間 20℃封緘養生した後、所定の材齢から 60℃環境に曝露し、長期的な熱作用が各硬化体の物性に及ぼす影響について実験による比較検討を行った。

2. 実験概要

OPC, FAC の配合を表-1 に示す。いずれも普通ポルトランドセメント (密度 3.16g/cm³, 比表面積 3,290cm²/g) を用い、FA にはⅡ種灰 (密度 2.25g/cm³, 比表面積 3,930cm²/g) を用いた。また、細骨材には千葉県君津産の陸砂 (表乾密度 2.61g/cm³, FM2.58) を、混和剤にはポリカルボン酸エーテル系の高性能 AE 減水剤 (標準型) を用いた。練り混ぜ後、所定のスランブフロー、空気量になることを確認した後、φ5cm×H10cm の供試体を作製した。

材齢 1 日で脱型後、表-2 に示す計 5 ケースの条件設定に従い、材齢 420 日まで養生を行った。養生期間中、下記の実験結果に示す各材齢において圧縮強度試験 (JIS A 1108) および水銀圧入法による空隙径分布測定を実施した。

表-1 モルタル供試体の配合 (kg/m³)

配合種別	W/B (%)	FA/B (%)	スランブフロー (mm)	空気量 (%)	水 W	結合材 B		細骨材 S	混和剤 SP (B×%)
						OPC	FA		
OPC	30	0	650±50	2.5±1.5	210	700	0	1418	1.70~1.75
FAC		30			210	490	210	1348	1.45

3. 実験結果

(1) 圧縮強度

OPC, FAC の試験結果を図-1 に示す。また、60℃曝露開始材齢時の圧縮強度に対する曝露後の圧縮強度の比 (=強度増加率) の変化を図-2 に示す。なお、同図に示す凡例中の日数は 60℃曝露後の経過日数である。

両図の通り、OPC では 60℃曝露後も概ね強度増加する傾向があるのに対し、FAC では曝露後に一旦大きく増加した後、強度低下する傾向が見られた。

(2) 空隙径分布

各材齢用に 2 本ずつ作製した円柱供試体中心部より小片を個別に採取し、アセトン浸漬後 D 乾燥し測定に用いた。結果は 2 供試体の平均である。既往の研究³⁾を参考に、約 400MPa まで加圧後一旦 0.25MPa まで除荷し、再度同過程を繰り返すことで全空隙と連続空隙を分離評価した。ここでは紙面の都合上、OPC および FAC の養生条件 20S, 91d-60S, 91d-60V

表-2 養生条件の設定

養生条件	材齢 91 日	182 日	420 日
20S	20℃封緘		
91d-60S	20℃封緘 (91 日)	60℃封緘	
91d-60V		60℃90%RH	
182d-60S	20℃封緘 (182 日)	60℃封緘	
182d-60V		60℃90%RH	

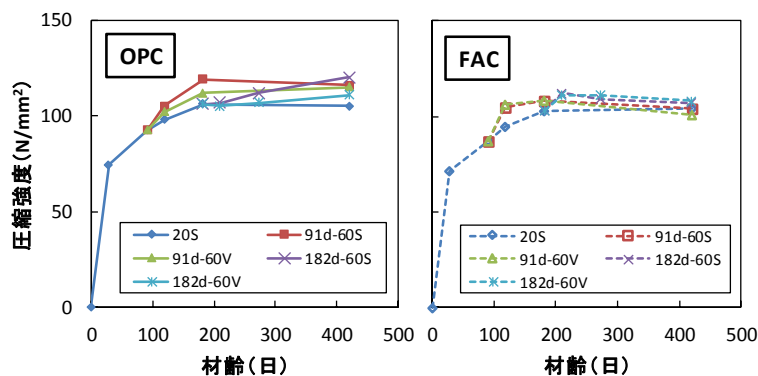


図-1 圧縮強度試験結果

キーワード フライアッシュ、温度依存性、熱作用、圧縮強度、空隙径分布

連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設(株) 技術センター 社会基盤技術研究部 TEL 045-814-7228

の連続空隙分布の経時変化を図-3に示す。

OPC と FAC を比較すると、20S では材齢経過に伴い、いずれも分布が小径側へ移動し空隙量も減少している。一方、60S、60V では、OPC では 60℃曝露後も継続的に緻密化するのに対し、FAC では材齢 119 日から 420 日にかけて空隙が粗大化する傾向が見られる。OPC に比べ FAC の方が水和析出物に占める C-S-H の割合が高いことを考えると、60℃曝露後の両者の空隙構造変化の相違は、C-S-H を形成する積層状粒子の構造変化⁴⁾や乾燥による結合水の離脱⁵⁾が影響している可能性が高いと考えられる。なお、材齢 182 日から 60℃環境に曝露した 182d-60S、182d-60V についても、図-3 と同様の傾向が見られることを別途確認している。また、

図-2 に示した両者の強度増加率の変化の相違傾向は、ここに示す空隙構造変化の違いが影響していると考えられる。

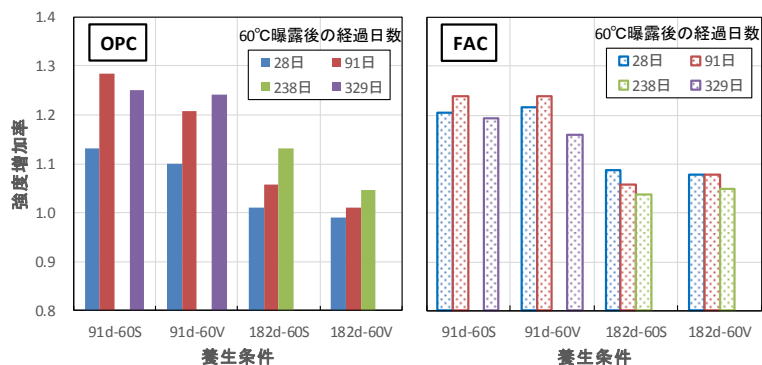


図-2 60℃曝露後の強度増加率

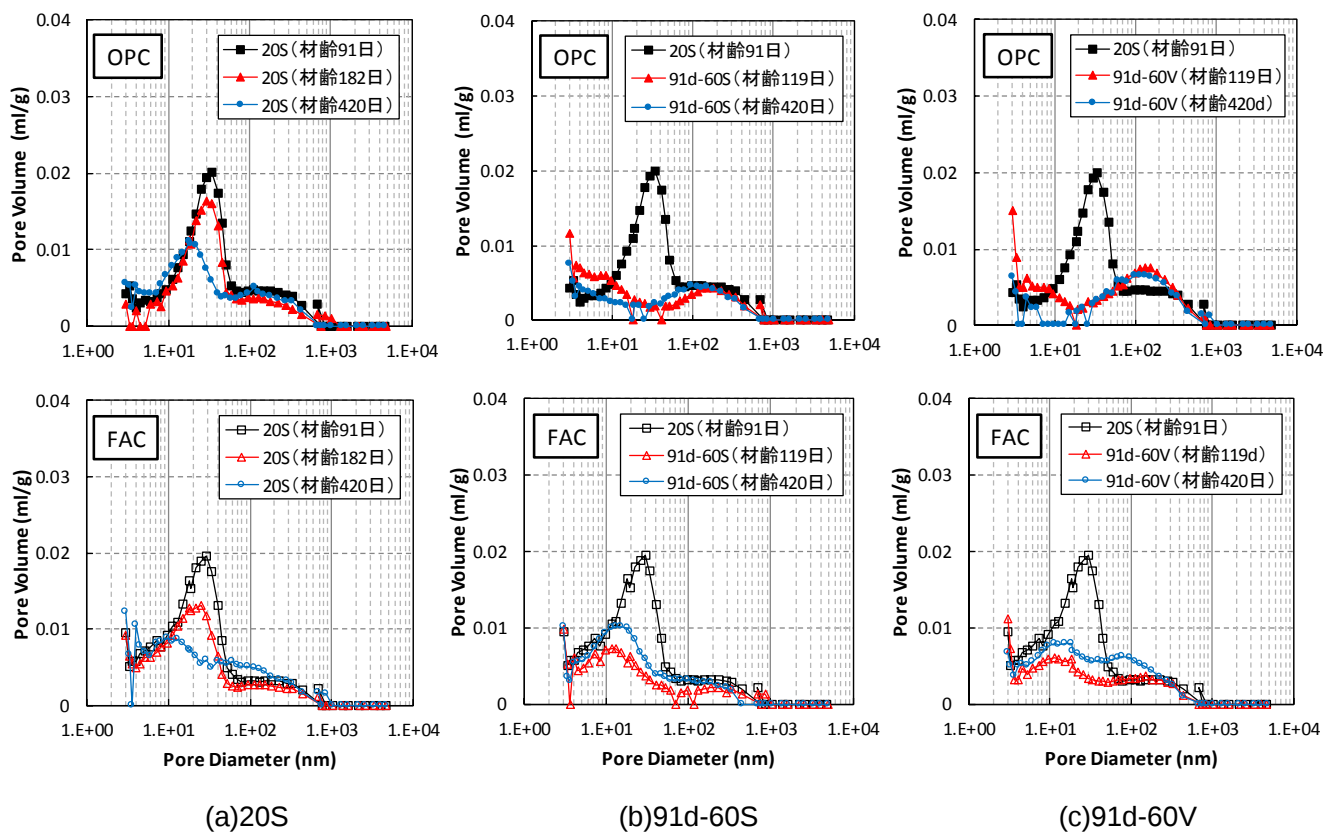


図-3 各養生ケースの連続空隙径分布の経時変化（上段：OPC，下段：FAC）

4. まとめ

本論では OPC、FAC を対象に長期的な熱作用が両者の圧縮強度および空隙径分布に及ぼす影響を確認した。FAC では長期的な熱作用により C-S-H の構造変化や結合水の離脱の可能性が考えられた。今後、多面的に検証を進める。

参考文献

- 1) 小早川真, 黄光律, 羽原俊祐, 友澤史紀: セメント硬化体中のフライアッシュのポズラン反応率と各種要因の影響, コンクリート工学年次論文集, Vol.22, No.2, pp.67-72, 2000.7
- 2) 小川由布子, 宇治公隆, 上野敦: フライアッシュの結合材としての性能に対する養生温度の影響, 土木学会論文集 E2, Vol.67, No.4, pp.482-492, 2011
- 3) 吉田亮, 岸利治: 水セメント比および養生が異なるセメントペーストにおける水銀圧入過程の相違に関する研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.29, No.1, pp.729-734, 2007
- 4) H. M. Jennings: Refinements to colloid model of C-S-H in cement: CM- II, Cement and Concrete Research, Vol.38, PP.275-289, 2008
- 5) 電力中央研究所報告: プゾライト高含有型耐熱コンクリート製造技術の開発, 研究報告 N06003, 2006.11