

長期材齢フライアッシュセメントの水和物評価

Evaluation of long-cured Fly Ash Cement hydrates

*富田 さゆり¹, 芳賀 和子¹, 高橋 晴香¹, 石川 嘉崇², 渡邊 禎之³, 丸山 一平⁴

¹太平洋コンサルタント, ²電源開発株式会社, ³東京都立産業技術研究センター, ⁴名古屋大学

放射性廃棄物施設に利用が検討されているフライアッシュセメント (FAC) に対して、長期材齢試料の水和を評価した。材齢 50 年の FAC コンクリートおよび材齢 12 年の FAC ペーストの SEM-EDS、固体 NMR 分析結果から、フライアッシュが C-A-S-H に及ぼす影響を検討した。

キーワード: 放射性廃棄物, 人工バリア, フライアッシュセメント, 長期材齢, C-A-S-H, Si-NMR, Al-NMR, SEM-EDS

1. 緒言 放射性廃棄物処分施設の設計において、フライアッシュセメント (FAC) の使用が検討されており、長期の水和に関するデータが必要である。フライアッシュ (FA) は普通ポルトランドセメント (OPC) に比較して Al を多く含むため、主要水和物である C-A-S-H (Al を含む C-S-H) の組成や構造が OPC とは異なることが懸念される。本研究では、材齢 50 年の FAC コンクリートおよび材齢 12 年の FAC ペーストの C-A-S-H の化学組成と構造を、SEM-EDS と固体 NMR から評価した。

2. 実験 評価対象とした材齢 50 年の FAC コンクリートは、中庸熱セメント : FA = 7 : 3、水セメント比 (W/C) = 0.4 で混練された 2 地点 (I, S) のダムコンクリートである。材齢 12 年の FAC ペーストは、OPC : FA = 7 : 3、W/C = 0.6 で混練後、水中養生を行ったものである。SEM-EDS では、セメント粒子外部と FA 内部は鉍物の影響を受ける可能性があるため、図 1 に示すセメント粒子内部 (セメントインナー) および FA 外郭際 (FA アウター) の分析を行い、FA が C-A-S-H 組成に及ぼす影響を評価した。また、固体 NMR を用いて、²⁹Si と ²⁷Al の結合状態を確認した。

3. 結果・考察 図 2 に OPC^[1]、FAC コンクリート、FAC ペーストの EDS 分析結果から算出した Ca/Si 比と Al/Si 比の関係を示す。OPC と比較して、FA を含む試料は Al/Si 比が高く、Ca/Si 比が低くなっている。また、FAC ペーストでは、FA アウターがセメントインナーより僅かに Al/Si 比が高く、Ca/Si 比が低くなっていた。一方 FAC コンクリートは全体的に均一な組成であった。図 3 に、I 地点の FAC コンクリートおよび FAC ペーストの ²⁹Si MAS-NMR 分析結果を示す。なお、EDS の結果から算出した I 地点および FAC ペーストの C-A-S-H の平均 Al/Si 比は共に 0.17 であり、NMR 分析結果と概ね合致した。FAC の C-A-S-H には Al が比較的多く含まれていることがわかった。

謝辞 本研究の一部は、文部科学省の国家課題対応型研究開発推進事業「英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業」・「放射性物質によるコンクリート汚染の機構解明と汚染分布推定に関する研究」(平成29年度)において実施した。

参考文献

[1] I. G. Richardson, and G. W. Groves, Microstructure and microanalysis of hardened cement pastes involving ground granulated blast-furnace slag. Journal of Materials Science, 27 (22), pp. 6204-6212(1992).

*Sayuri Tomita¹, Kazuko Haga¹, Haruka Takahashi¹, Yoshitaka Ishikawa², Sadayuki Watanabe³ and Ippei Maruyama⁴

¹Taiheiyo Consultant Co., Ltd, ²Electric Power Development Co., Ltd, ³Tokyo Metropolitan Industrial Technology Research Institute,

⁴Nagoya University

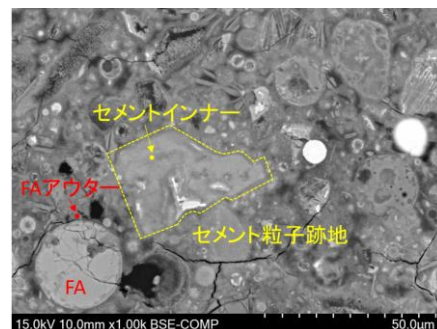


図1 FACペーストSEM画像

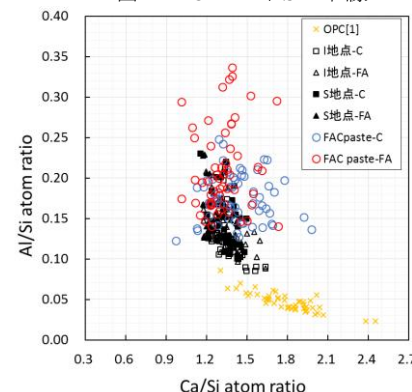


図2 EDS分析結果 (Ca/Si-Al/Si)
(C : セメントインナー, FA : FA アウター)

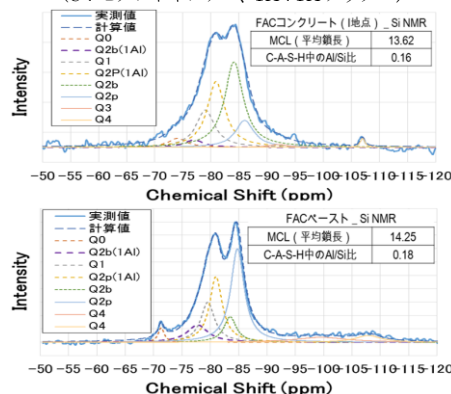


図3 ²⁹Si MAS-NMR分析結果

(上) I地点 FACコンクリート (下) FACペースト