

長期材令フライアッシュセメント水和物の溶脱現象の評価

Evaluation of leaching phenomena of long-cured Fly Ash Cement hydrates

*藏永 萌¹, 富田 さゆり¹, 柴田 真仁¹, 芳賀 和子¹

¹ (株) 太平洋コンサルタント

養生期間 12 年の長期材令のフライアッシュセメント硬化体を用いて溶脱試験を行い、溶脱に伴う C-A-S-H 相の変化を評価した。溶脱により C-A-S-H の Ca 量の減少が確認されたが、同時にシリケートアニオンの鎖長も変化しており、C-A-S-H の結合状態が変化していることが示唆された。

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，溶脱，C-A-S-H，Si-NMR，Al-NMR

1. 緒言 放射性廃棄物処分において、人工バリア材料には各種性能が期待されており、多くの研究が行われている。特にセメント系材料の性能は、地下水との接触に伴う溶脱によって変化することから、溶脱変質現象を解明することは重要な課題である。溶脱研究ではこれまで OPC 硬化体の主要鉱物であるケイ酸カルシウム水和物 (C-S-H) が評価対象であったが、近年は Al 成分が多い混合セメントに関する研究も実施されており、評価対象も C-A-S-H と認識され始めている[1]。しかし、十分水和した混合セメント試料の溶脱試験と詳細評価の報告例は少ない。そこで本研究では、養生期間 12 年の長期材令のフライアッシュセメント硬化体の溶脱試験を実施し、溶脱後に採取した試料の固体 NMR や鉱物評価を行った結果を報告する。

2. 実験 試験に用いたフライアッシュセメント (OPC:FA=7:3) 試料は、W/C=0.6 の条件で混練後に 50℃で 3 ヶ月間、さらに室温で 12 年間水中養生した長期材令の硬化体である。浸漬試験には、硬化体を 100μm 以下に調整した粉末試料を使用し、液固比 (純水/酸化物固相重量比) が 10、100、1000、2000 の条件となるよう浸漬して、1 ヶ月後に固液分離を実施した。回収した液相試料は、pH と成分測定、固相試料は、鉱物定性と定量、さらには NMR 測定を行い、C-A-S-H 中の Si と Al の結合状態を評価した。

3. 結果 C-A-S-H の Ca/Si 比と溶脱液相の pH の変化を図-1 に、C-A-S-H の主要成分である CaO、SiO₂、Al₂O₃ 量の変化を図-2 に、Si-NMR の解析結果より算出した C-A-S-H のシリケートアニオン鎖の平均鎖長 (MCL) の変化を図-3 に示す。鉱物定量の結果、初期試料中の Ca(OH)₂ 量は 3%程度と少なく、フライアッシュが十分に水和した試料であることを確認した。浸漬試料からは主に Ca が溶脱し、Si 量および Al 量の変化は僅かであるため、これを反映し主要水和物の C-A-S-H の Ca/Si は顕著に低下した。NMR の解析結果では、液固比によって MCL が長くなっていることが分かった。これらの結果により、Ca の溶脱に伴い C-A-S-H の結合状態が変化したことが分かった。

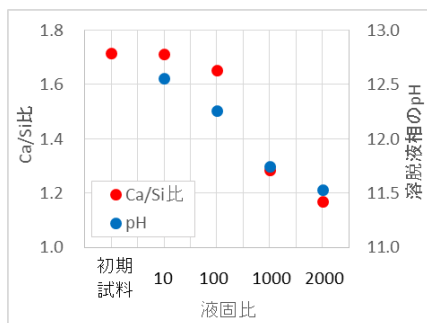


図-1 C-A-S-H の Ca/Si 比と溶脱液相の pH の変化

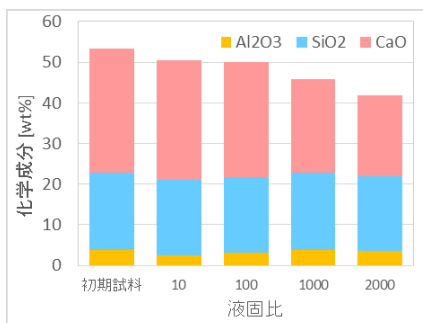


図-2 C-A-S-H の CaO、SiO₂、Al₂O₃ 量の変化

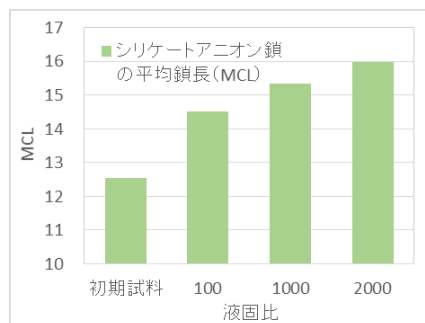


図-3 Si-NMR 解析結果 C-A-S-H の MCL の変化

参考文献 [1] 芳賀他、セメント系材料へのアルカリイオンの収着に関する検討、2016 原子力学会秋の大会

*Mebae Kuranaga¹, Sayuri Tomita¹, Masahito Shibata¹, Kazuko Haga¹

¹Taiheiyo Consultant Co.,Ltd.