

飛灰セメント固型化体の長期安定性に関する検討

(2) 膨張挙動の予測

Study on prolonged stability of solidified body of incineration ash by cement

(2) Prediction of expansion behavior

*洞 秀幸¹, 細川 佳史², 芳賀 和子¹, 小川 彰一¹, 山田 一夫³

¹太平洋コンサルタント, ²太平洋セメント, ³国立環境研究所

PhreeqC と Scilab を連成させた計算コードにより、水中浸漬による飛灰セメント固型化体の鉱物および体積変化を計算した。計算結果と浸漬試験結果は定性的に整合し、使用した解析コードにより飛灰セメント固型化体の長期変質挙動を予測できる見込みを得た。

キーワード: 人工バリア, 飛灰, セメント固型化体, 平衡計算, PhreeqC

1. はじめに 焼却飛灰はセメントで固型化して処分することが検討されているが、焼却飛灰には塩化物イオンや硫酸イオンが多く含まれ、飛灰セメント固型化体は浸水により膨張破壊することが確認されている。本検討では、処分後の地下水の浸潤を想定して、成分溶出と鉱物相変化を熱力学平衡計算と物質移行計算を組み合わせた解析コードを使用し、膨張挙動の予測を試みた。

2. 解析条件 物質移行（拡散モデル）と化学反応（相平衡モデル）の連成解析コードを用いて解析計算を行った。拡散モデルは Poisson-Nernst-Planck 式に基づく有限要素法を用いた。相平衡モデルには Nonat の C-S-H 溶解平衡モデル[1]を実装した PhreeqC を用いた。各水和物の熱力学的平衡定数は wateq4f(USGS)や Lothenbach[2]の報告値を使用した。固相と液相の初期条件は浸水試験と同様とし、飛灰セメント固型化体を純水に 11 週間浸漬する条件とした。灰とフライアッシュのガラス化率およびセメント鉱物とガラスの水和率は SEM 観察、溶解試験や既往の知見から設定した。

3. 計算結果 飛灰セメント固型化体（OPC200）を純水に 11 週間浸漬する場合を模擬すると、鉱物体積の計算結果は図-1 のようになる。図では飛灰セメント固型化体の初期状態の全鉱物体積を 100%としている。深さ 0cm のところが接水面である。深さ 10cm 程度の鉱物相組成は初期組成だと考えている。浸水によってごく表層の鉱物相は溶解しており体積が減少していた。接触面から約 5cm 程度の鉱物組成は変化し、体積膨張している結果が得られた。鉱物体積が増加した部分では石膏とハライトが消失しており、エトリンガイトが生成していた。浸水試験においても飛灰セメント固型化体は膨張しており、XRD の結果から浸水試験の前後で石膏とハライトの消失とエトリンガイトの生成が確認された。浸水試験結果と計算結果は比較的良く一致しており、本計算モデルを使用して、飛灰セメント固型化体の長期的な膨張挙動を予測できる見込みが得られた。

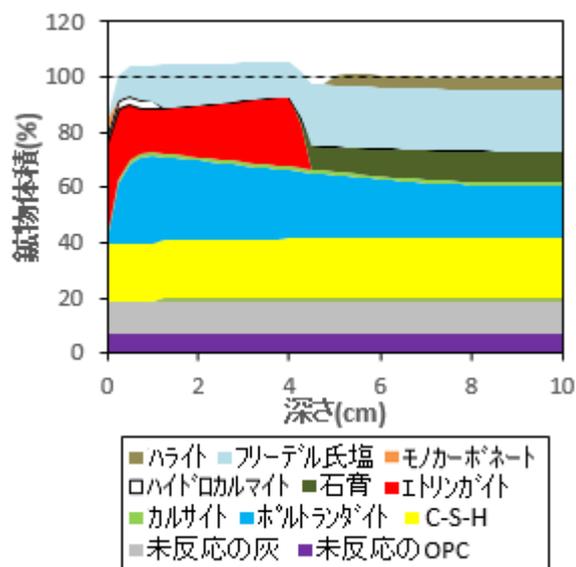


図-1 OPC200 の浸漬後の鉱物組成

参考文献

[1] A. Nonat: The structure and stoichiometry of C-S-H, Cement and concrete research, 34, pp.1521-1528(2004)

[2] B. Lothenbach et al.: Thermodynamic modeling of the effect of temperature on the hydration and porosity of Portland Cement, Cement and concrete research. 38(1), pp.1-18 (2008)

*Hideyuki Hokora¹, Yoshifumi Hosokawa², Kazuko Haga¹, Shoichi Ogawa¹, and Kazuo Yamada³

¹Taiheiyō Consultant, ²Taiheiyō Cement, ³National Institute for Environmental Studies