

フライアッシュ混合セメント系材料による核種移行抑制効果

背景

放射性廃棄物の余裕深度処分システムでは廃棄物の固化材料や構造材料として大量のセメント系材料の使用が検討されており（図1）、緻密性向上やひび割れ抑制の観点からフライアッシュ混合低熱ポルトランドセメント（FAC）が候補材料となっている。高緻密な構造を有するFACには、セメント系材料に対して収着性の低い核種の移行を抑制するバリア機能が期待されるが、線量評価上重要となる有機形態の炭素14（C-14）、およびヨウ素129（I-129）のFAC中の拡散挙動に関する検討は現状ほとんど見られず、データの取得および拡散挙動の把握を行う必要がある。

目的

有機炭素の代表的な化学形態の一つである酢酸、およびヨウ素を用いた拡散実験によって、セメント系材料中における有効拡散係数*1の取得を行うことでFACの核種移行抑制効果を検討し、処分場の性能評価に資する。

主な成果

(1) FAC試料における拡散速度の変化

FAC硬化体試料（フライアッシュ/低熱ポルトランドセメント=3/7、水セメント比35%、91日養生）を用い、酢酸およびヨウ素の透過型拡散実験（図2）を実施した。比較として普通ポルトランドセメント（OPC）についても拡散実験を行った。OPC硬化体試料では拡散速度が一定であるのに対し（図3（a））、FAC硬化体試料では時間の経過とともにヨウ素の拡散が緩やかになっており（図3（b））、酢酸の拡散についても同様の現象がみられた。これは、フライアッシュの水和反応が進行し、FAC硬化体試料がより緻密な構造に変化したことに起因するものと思われる。

(2) 有効拡散係数の取得

OPC硬化体試料については $10^{-12} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ オーダーの有効拡散係数が得られたのに対し、FAC硬化体試料については、酢酸およびヨウ素ともに実験開始後では $10^{-13} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ オーダー、数ヶ月後では $10^{-14} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ オーダーの有効拡散係数が得られた。FAC硬化体試料は、OPC硬化体試料と比較して一桁小さい有効拡散係数を有するとともに、時間の経過に従ってさらに拡散速度が小さくなることが明らかになった。

これらのことは、FACで構成された人工バリアが、低収着性の有機炭素やヨウ素についても移行遅延効果を発揮するとともに、FAC材料の緻密化の進展によって、さらなる核種移行抑制効果の発現が期待できることを示唆する。

今後の展開

FACの長期的な水和挙動と、今回観察された拡散挙動の変化についての関連性を検討し、核種移行抑制効果のメカニズムを明らかにする。

主担当者 原子力技術研究所 放射線安全研究センター 主任研究員 千田 太詩

関連報告書 「フライアッシュ混合セメント硬化体中における有機炭素およびヨウ素の拡散挙動」 電力中央研究所報告：L07018（2008年6月）

*1：拡散する化学種の媒体への収着や媒体内の間隙での滞留などの影響を除外した、移行に寄与する内部空隙構造にのみ依存する係数。

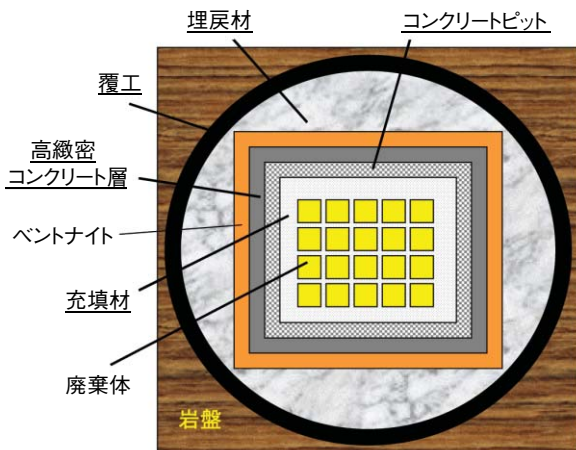


図1 余裕深度処分の処分形態概念の例
(廃棄体や充填材、構造材料などとしてセメント系材料の使用が検討されている。)

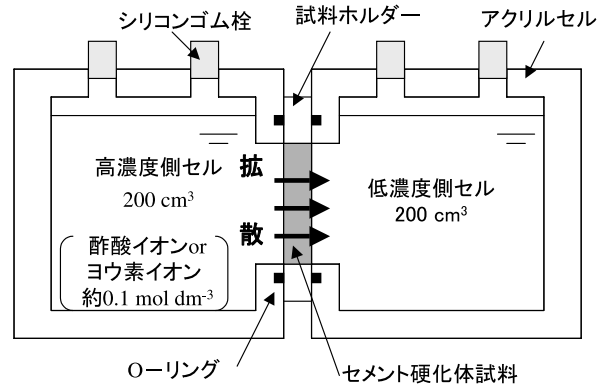


図2 透過型拡散実験体系

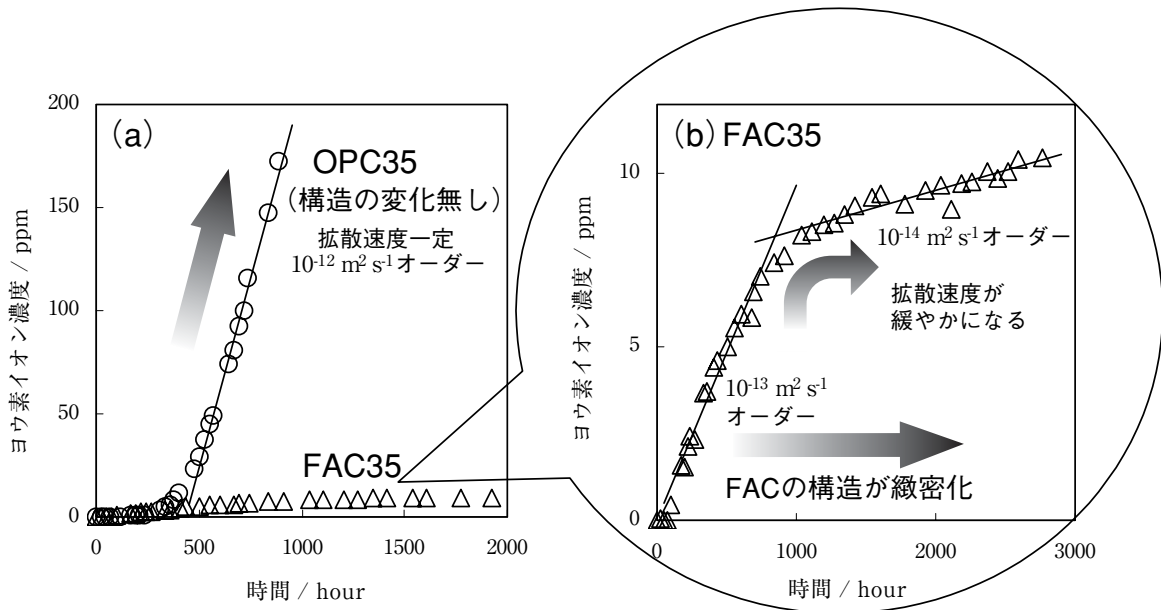


図3 低濃度側セルにおけるヨウ素濃度の経時変化