

セメント系材料による有機形態の放射性炭素の移行抑制効果

背景

原子炉内で放射化された金属廃棄物等に含まれる放射性炭素(C-14)は、TRU 廃棄物処分における線量評価において支配核種の一つとされている。これは、C-14 の半減期が 5730 年と長いことに加え、放出される C-14 の大半が有機の化学形態であり、セメント系材料などの人工バリア材への収着性が低いためである。しかし、有機化学形態をとる C-14 の移行のメカニズムについては未だ十分理解されていないのが現状である。TRU 廃棄物の処分概念では、廃棄体の固化や構造材料として大量のセメント系材料の使用が想定されていることから(図 1)、セメント系材料中の有機炭素の移行挙動解明は処分場の人工バリア性能評価の基礎的な情報となる。

目的

金属廃棄物より放出が予想される有機炭素の化学形態の一つである酢酸イオンについて、セメント系材料への収着挙動を確認する。また、拡散挙動を実験により把握し、セメント系材料による有機炭素の移行抑制の可能性を探る。

主な成果

1. セメント系材料への酢酸イオンの収着

代表的なセメント系材料である普通ポルトランドセメント(OPC)およびフライアッシュ混合セメント(フライアッシュ:低熱ポルトランドセメント=3:7、以下FAC)を固めた硬化体試料を一般的な製法で作製し、250 μm 以下に粉碎した粉末試料への酢酸の収着分配比^{*1}をバッチ収着実験により取得した。得られた収着分配比は、OPCでは $2.7\text{ cm}^3\text{ g}^{-1}$ 以下、FACでは $0.6\text{ cm}^3\text{ g}^{-1}$ 以下であり、セメント系材料に対する酢酸の収着性の低さが確認された。

2. 透過型拡散実験による酢酸の拡散挙動の把握

OPCおよびFAC硬化体試料を用い、酢酸の透過型拡散実験(図 2)を行った。得られた有効拡散係数は、OPC硬化体試料では $7.0 \times 10^{-11}\text{ m}^2\text{ s}^{-1}$ 、FAC硬化体試料では $3.6 \times 10^{-12}\text{ m}^2\text{ s}^{-1}$ と低い値であった(図 3)。セメント系材料に対する有機炭素の収着性は低いものの、セメント硬化体中の有機炭素の移行は拡散に支配されており、さらにそれは十分に遅いことが示された。このことから、処分場においてより緻密なセメント系材料を使用することにより、セメント系材料が有機化学形態のC-14 の移行を抑制する効果を持つバリア材として期待できる可能性が示唆された。

今後の展開

異なる種類のセメント系材料や条件で種々の放射性核種について拡散実験を行うことで系統的な整理を進め、適切な材料選定や処分場性能評価に資することを目指す。

主 担 当 者 原子力技術研究所 放射線安全領域 研究員 千田 太詩

関連報告書 「透過型拡散実験によるセメント硬化体中における有機炭素の拡散挙動検討」電力中央研究所報告:L05012 (2006年7月)

^{*1} 固相中の有機炭素濃度と、液相中の有機炭素濃度の比で定義され、収着の程度を表す。



図1 セメントを使用した TRU 廃棄物処分施設概念例

(廃棄体や充填材、構造材材料等としてセメント系材料の使用が検討されている。)

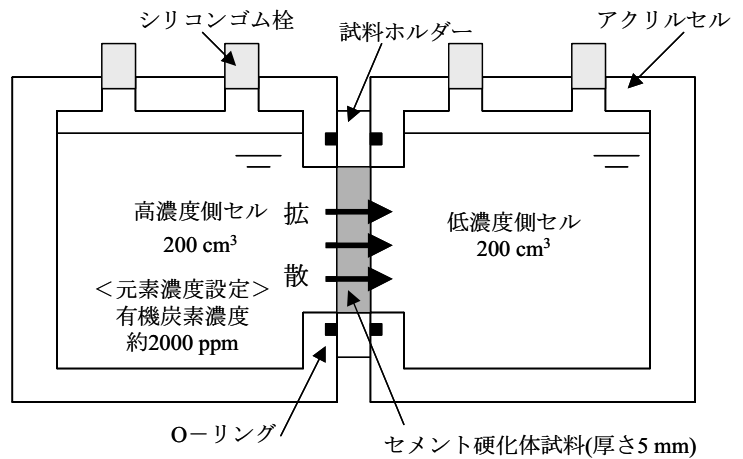


図2 透過型拡散実験体系

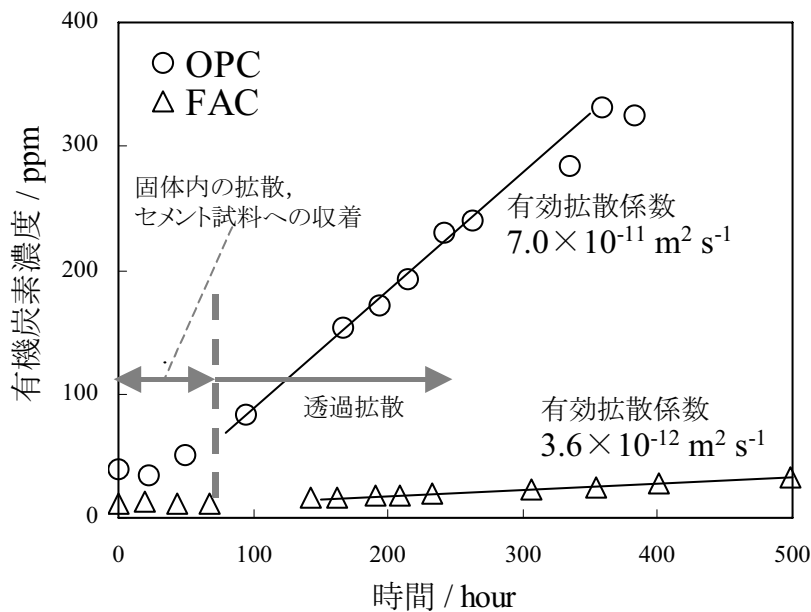


図3 低濃度側セルにおける有機炭素濃度の経時変化

(拡散実験に用いた硬化体試料は水セメント比 0.70 で作製した。実処分場ではさらに小さい水セメント比で作製したより緻密なセメント系材料を使用するため、拡散係数はさらに低くなると考えられる。)