

セメント系材料中での溶脱に対する電氣的促進試験の適用性に関する検討

背景

現在、電気事業大においては、低レベル放射性廃棄物のための余裕深度処分施設の設計・性能評価に関する検討が鋭意実施されている。この施設を構成する「人工バリア^{*1}」のうちのセメント系材料^{*2}に対しては、拡散による核種移行の抑制を担う設計が検討されている。一方、性能評価においては、セメント系材料の拡散係数の経年変化を踏まえた核種の移行評価が求められている。ここで、セメント系材料の経年的な変質として、水和物の溶脱(図 1)が考えられるが、この進行速度は非常に遅いため、溶脱後の拡散係数を性能評価に反映するためには、長期に亘る溶脱後の拡散係数および関連する物性取得のための促進技術が必要となる。

目的

長期に亘る溶脱後の拡散係数および関連する物性取得のための電氣的促進試験の適用性を実験的に評価する。

主な成果

1. 電氣的促進試験の電流密度に関する検討

水セメント比の比較的低いモルタル供試体(普通ポルトランドセメント、水セメント比=0.43)を対象とし、電流密度をパラメータ(0.5、1.0、10、20A/m²)として、電氣的促進試験(図 2)を適用し、1年間の浸漬試験(図 2)から得られる物性と比較することにより、電氣的促進試験における電流密度に関して検討した。その結果、電流密度を高めるほど Ca 溶出速度を速くできる(表 1)が、高め過ぎると浸漬試験では生じない電極反応やイオン移動現象が卓越し、図 3 に示すような空隙径分布の相違など、浸漬試験での溶脱後の物性と相違が生じることが確認された。以上を踏まえ、本報告の範囲内では、電流密度を 10A/m²とし、曝露面近傍の物性を評価することにより、溶脱を促進でき、かつ浸漬試験と同程度の物性が得られると考えられた。

2. 溶脱に対する電氣的促進試験の適用性の評価

上記の結果を踏まえ、電気促進試験によるセメント系材料中での溶脱後の拡散係数および関連する物性を把握した。その結果、電氣的促進試験による溶脱により空隙率が増加し、拡散係数が大きくなることが確認された(図 4)。ここで得られた拡散係数は、浸漬試験により短期間で取得することは困難であり、電氣的促進試験は溶脱後の拡散係数および関連する物性取得のための促進技術として有用な方法となり得ると考えられた。

なお、本研究は、東京工業大学との共同研究として実施したものである。

今後の展開

溶脱後の拡散係数に対する長期浸漬試験後と電氣的促進試験後の物性を比較検討し、電氣的促進試験の信頼性向上を図る。

主 担 当 者 地球工学研究所 バックエンド研究センター 主任研究員 西田 孝弘

関連報告書 「セメント系材料中での溶脱に対する電氣的促進試験の適用性に関する検討」 電力中央研究所報告: N08043(2009年)

*1: 埋設された廃棄物から生活環境への放射性物質の漏出の防止及び低減を期待して設けられるセメント系材料やベント系材料からなる人工構造物

*2: 主にセメントと水の反応により硬化した材料であり、コンクリートやモルタル、セメントペーストなどがある。

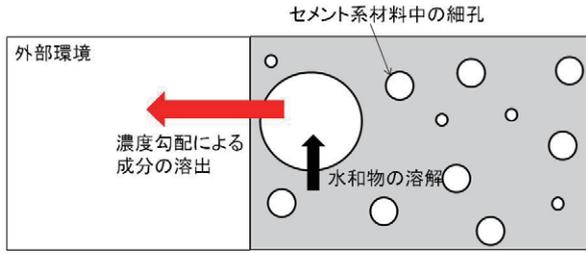


図1 セメント系材料中での溶脱

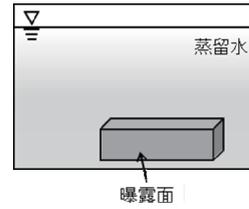
セメント系材料中での溶脱とは、セメント硬化体の細孔溶液中の成分が外部環境へ「溶出」し、これにより生じる濃度低下を補うように水和物が「溶解」し、水和物組織が多孔化する現象である。

表1 電流密度と見かけの溶出速度の関係

電流密度 (A/m ²)	見かけの Ca 溶出速度 (g/cm ² /day)	浸漬試験に対する倍率
0.0(浸漬試験)	8.91×10^{-7}	—
0.5	2.07×10^{-6}	2.3
1.0	8.69×10^{-6}	9.8
10	4.87×10^{-5}	54.7
20	2.33×10^{-4}	261.5

電流密度を高めるほど Ca 溶出速度を速くできることが確認された。

【浸漬試験】



【電氣的促進試験】

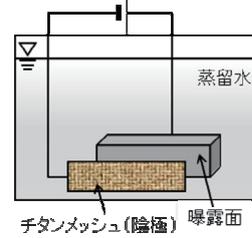


図2 溶脱方法

本研究では、セメント系材料中での溶脱を実験的に再現するため、浸漬試験および電氣的促進試験を実施した。電氣的促進試験では、図1の赤矢印で示した成分の溶出を促進する目的で実施し、その際の電流密度を 0.5、1.0、10、20A/m²とした。

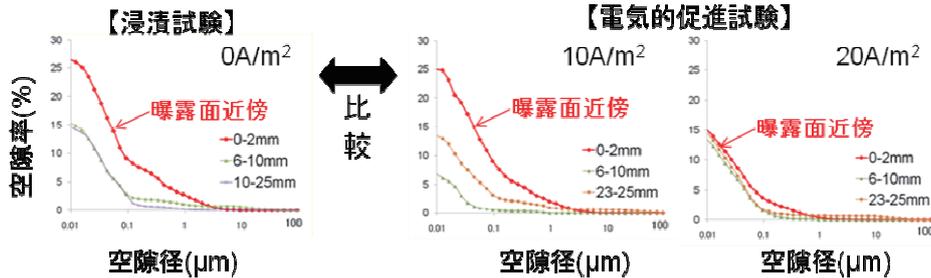
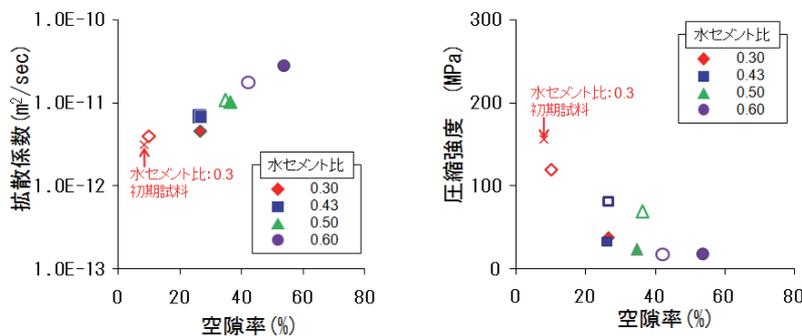


図3 浸漬試験および電氣的促進試験による溶脱後の空隙径分布

上図より、10A/m²の場合、暴露面近傍における空隙径分布は浸漬試験と同等となるが、20A/m²の場合、浸漬試験と相違することが確認された。これは、電流密度を高め過ぎた場合(20A/m²)、浸漬試験では生じない電極反応やイオン移動現象が卓越したためと考えられた。



注) 塗潰し: 暴露面から0-5mm、白抜き: 暴露面から5-10mmをそれぞれ示す。

図4 電氣的促進試験による溶脱後の拡散係数および圧縮強度と空隙率の関係

上図より、電氣的促進試験による溶脱により空隙率が増加し、拡散係数が大きくなり、圧縮強度が低下することが確認された。ここで得られた拡散係数や圧縮強度は、浸漬試験により短期間で取得することは困難であり、電氣的促進試験は溶脱後の拡散係数および関連する物性取得のための促進技術として有用な方法となり得ると考えられた。

1. 軽水炉発電

2. バックエンド

3. 放射線安全・低線量放射線影響

4. 金属燃料・乾式リサイクル技術

5. 新型炉

6. 施設保全(耐震)・立地