

溶脱による変質を考慮した汚染コンクリート廃棄物の合理的処理・処分の検討 (7) 硬化セメントペースト中の Cs-137 の拡散挙動に及ぼす溶脱変質の影響

Study on Rational Treatment/Disposal of Contaminated Concrete Waste Considering Leaching Alteration

(7) Effects of Alteration by Leaching Treatment on Diffusion Behavior of Cs-137 in Hardened Cement Paste

*植松 慎一郎¹, 渡邊 恭也¹, 渡邊 直子¹, 小崎 完¹, 森永 祐加², 湊 大輔², 長岡 亨²

¹北大, ²電中研

模擬溶脱変質処理した硬化セメントペースト試料に対し、拡散温度をパラメータとして、イメージングプレート (IP) を用いた ¹³⁷Cs の非定常拡散試験を実施した。見かけの拡散係数の温度依存性から拡散の活性化エネルギーを決定することにより、溶脱変質試料中の ¹³⁷Cs の拡散機構について検討した。

キーワード: セメント, 溶脱変質, Cs-137, イメージングプレート, 見かけの拡散係数, 活性化エネルギー

1. 緒言 福島第一原子力発電所の廃炉を合理的に進めるためには、建屋コンクリート構造物中の放射能分布を把握する必要がある。一部のコンクリートは、汚染水との接触により溶脱変質が進行し、核種の移行挙動に影響を及ぼす可能性がある。そこで本研究では、溶脱処理した硬化セメントペースト試料に対して ¹³⁷Cs の拡散試験を実施し、拡散に及ぼす変質の影響を明らかにするとともに、そのメカニズムの解明を目的とした。

2. 試料および方法 普通ポルトランドセメントを、水セメント比 0.36 で混練後成型し、50 °C、28 日間の水中養生により硬化セメントペースト試料を調製した。溶脱処理は、5 mm × 19 mm × 30 mm に切断した試料を、6 M NH₄NO₃ 溶液に 5 日間浸漬して行った。溶脱試料を、5 mm × 19 mm × 15 mm の試料が 2 個となるように切断後、セメント平衡水で飽和させた。拡散試験は、極微量の ¹³⁷CsCl を含浸させたろ紙を、一方の試料の 5 mm × 19 mm の面に置き、他方の試料で挟み固定し、所定温度条件 (15~50 °C) で静置して行った。所定時間経過後、ろ紙を取り除き、試料をラップを介して IP に固定し静置することで、試料中の放射能分布を得た。

3. 結果および考察 拡散試験において得られた ¹³⁷Cs の放射能分布は、トレーサー塗布面から 5 mm 程度までの領域において、薄膜拡散源からの拡散の式によって良く再現できた。この領域において得られた ¹³⁷Cs の D_a を、未溶脱 (健全) 試料に対する報告値 [1] と共に示す。一般に硬化セメントペーストの溶脱変質に伴い、間隙率の増加により ¹³⁷Cs の D_a は増加すると考えられるが、本研究では同等もしくは減少する結果であった。これより、溶脱変質に伴う拡散経路の幾何学的形状の変化のみからは D_a の変化を説明できず、溶脱に伴う収着係数の増加 [2] により Cs の移行が遅延した可能性が示唆された。一方、 D_a の温度依存性からアレニウス式を用いて決定した拡散の活性化エネルギーは約 60 kJ mol⁻¹ となり、未溶脱試料に対する報告値 (37 ± 2 kJ mol⁻¹) [1] より大幅に高くなった。このことから、溶脱変質により、¹³⁷Cs の収着による移行遅延のみならず、支配的な拡散機構の変化の可能性もまた示唆される。

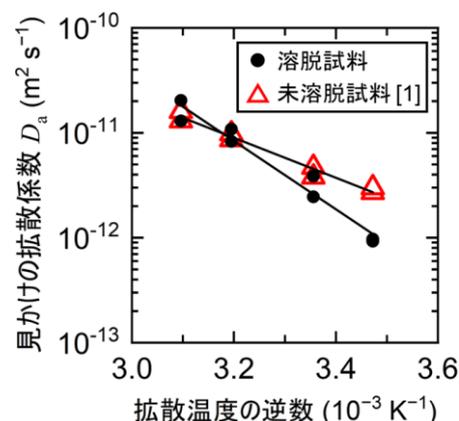


図1 硬化セメントペースト中の ¹³⁷Cs の見かけの拡散係数の温度依存性

引用 [1] Morishita *et al.*, ICONE26-82570, 英国 (2018); [2] 松本ら, 日本原子力学会 2021 年秋の大会, 3C02, Web 開催 (2021)

謝辞 本研究は、文部科学省「英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業 (課題解決型廃炉研究プログラム)」・「溶脱による変質を考慮した汚染コンクリート廃棄物の合理的処理・処分の検討」(令和 2~4 年度) の一部として実施した。

*Shinichiro Uematsu¹, Kyoya Watanabe¹, Naoko Watanabe¹, Tamotsu Kozaki¹, Yuka Morinaga², Daisuke Minato² and Toru Nagaoka²

¹Hokkaido Univ., ²CRIEPI.