



福島原子力事故関連情報アーカイブ

Fukushima Nuclear Accident Archive

Title	単純塩化物溶液と模擬汚染水からモルタルへの Cs と Sr の浸透の違い
Alternative_Title	Experimental studies on Cs and Sr penetration into concrete considering real contamination history
Author(s)	山田 一夫(国立環境研究所), 東條 安匡(北海道大学), 富田 さゆり(太平洋コンサルタント), 栗飯原 はるか(日本原子力研究開発機構), 五十嵐 豪(東京大学), 細川 佳史(太平洋セメント), 丸山 一平(東京大学) Yamada, Kazuo(National Inst. for Environmental Studies); Tojo, Yasumasa(Hokkaido Univ.); Tomita, Sayuri(Taiheiyo Consultant Co., Ltd.); Aihara, Haruka(Japan Atomic Energy Agency); Igarashi, Go(Univ. of Tokyo); Hosokawa, Yoshifumi(Taiheiyo Cement Corp.); Maruyama, Ippei(Univ. of Tokyo)
Citation	第 11 回環境放射能除染研究発表会要旨集, p.14 The 11th Workshop of Remediation of Radioactive Contamination in Environment
Subject	セッション : 高度除染技術
Text Version	Publisher
URL	https://f-archive.jaea.go.jp/dspace/handle/faa/251032
Right	© 2022 Author
Notes	禁無断転載 All rights reserved. 「第 11 回環境放射能除染研究発表会要旨集」のデータであり、発表内容に変更がある場合があります。 学会は発表の機会を提供しているもので、内容に含まれる技術や研究の成果について保証しているものではないことをお断りいたします。



単純塩化物溶液と模擬汚染水からモルタルへの Cs と Sr の浸透の違い

○山田一夫¹⁾、東條安匡²⁾、富田さゆり³⁾、栗飯原はるか⁴⁾、五十嵐豪⁵⁾、細川佳史⁶⁾、丸山一平⁵⁾

1)(国研)国立環境研究所、2)北海道大学、3)太平洋コンサルタント、4)日本原子力研究開発機構、5)東京大学、6)太平洋セメント

1. はじめに

福島第一原子力発電所事故後、廃炉の最終段階で大量のコンクリート廃棄物の発生が予想される。汚染が表層に留まれば廃棄物量を大幅に減少できるため、汚染状況の推定は重要な研究課題である。これまで、Ca 溶脱、中性化、乾燥、細骨材による吸着、イオン濃度など、種々の条件を考慮し、塩化物溶液からの Cs と Sr の浸透を、イメージングプレートを用いた定量マッピングにより評価してきた。しかし、タービンピット下部における現実の事故を考えると、放射性核種による汚染は単純塩化物溶液によるものではない。そこで、現実の汚染履歴を考慮したコンクリートへのイオン浸透を検討した¹⁾。

2. 実験

(1)汚染履歴：タービンピット下部の現実の汚染履歴は、地震に伴う津波による海水の流入、そして翌日の海水の冷却水と炉心から漏洩した汚染水の混交溶液の流入の順に起きた。海水組成と事故後の汚染水組成推定値¹⁾を表1に示す。多くの元素は海水の80%の濃度であるが、放射壊変生成物(すべての同位体を含む)の影響で Rb と Cs は濃度が増加した。特に Cs は海水濃度から 1000 倍濃くなった。それでも、競争吸着する K の濃度は Cs 濃度の 2000 倍である。

表1 海水と初期汚染水の組成¹⁾(対海水は主要元素との比)

日付	Na	K	Rb	Cs	Mg	Ca	Sr	Cl	SO ₄	対海水
単位	mM	mM	μM	μM	mM	mM	μM	mM	mM	%
海水	469	10.2	0.234	0.00230	52.7	10.3	89.0	545	5.52	100
2011/3/14	353	7.90	1.12	3.51	39.5	7.73	71	423	6.98	80

(2)浸透実験：材料は、Cs 吸着能を有する現実で使用されたと考えられる産地の粗骨材の砕砂モルタル(水セメント比 55%、砂セメント比 3.0)であり、封緘養生後飽水処理したもの(健全飽水)、60%RH で表面から 3mm を強制炭酸化した試料(乾燥炭酸化)の 2 種類である。浸透条件は、単純塩化物溶液、人工海水の Rb、Cs、Sr 濃度を初期汚染水に調整したもの、初めの 1 日を人工海水としそれ以降を前記初期汚染水としたもの(履歴再現)の 3 通りで、それぞれ、Cs-137 と Sr-90 で標識した。浸漬期間は 55 日である。測定はイメージングプレート(IP)を用い、Cs-137 と Sr-90 の濃度既知のセメントペーストと比較することで定量した。また、浸漬後、表層に著しい濃集が認められ、放射線の散乱により内部の濃度が適切に定量できないと考えられた場合、表層約 2mm を切除し再測定した。

3. 結果

まず、浸透面の IP 測定結果を説明する。健全飽水試料において、単純溶液では、Cs は粗骨材粒子の一部に濃集したが、履歴再現条件ではその濃集は大幅に減少した。Sr は多くの骨材には吸着せずセメントペースト部分に吸着し、単純溶液に比べ履歴再現条件では吸着量が減少した。炭酸化により、Cs も Sr も全体に高濃集し、履歴再現条件では吸着が減少した。

図1に浸透プロファイルを示す。表層は前記の単純溶液と履歴再現の違いが表われている。健全飽水試料では、Cs と Sr ともに、初期汚染水とすることで表面濃度は小さくなったが浸透深さには影響はなかった。乾燥炭酸化試料では、履歴再現とすることで Cs の浸透深さは 4mm から 9mm へ増加した。Sr は単純溶液では、飽水状態の 2mm 未満の浸透に比べ、乾燥炭酸化では 5mm 程度までの浸透となった。初期汚染水条件では 12mm と他の水準よりは高濃度で著しい浸透が認められた。履歴再現とすることで、浸透深さは 7mm 程度となった。以上のように、コンクリートへの Cs と Sr の浸透状況は、コンクリートの炭酸化、乾燥だけではなく、浸漬の履歴にも依存することが明らかとなった。

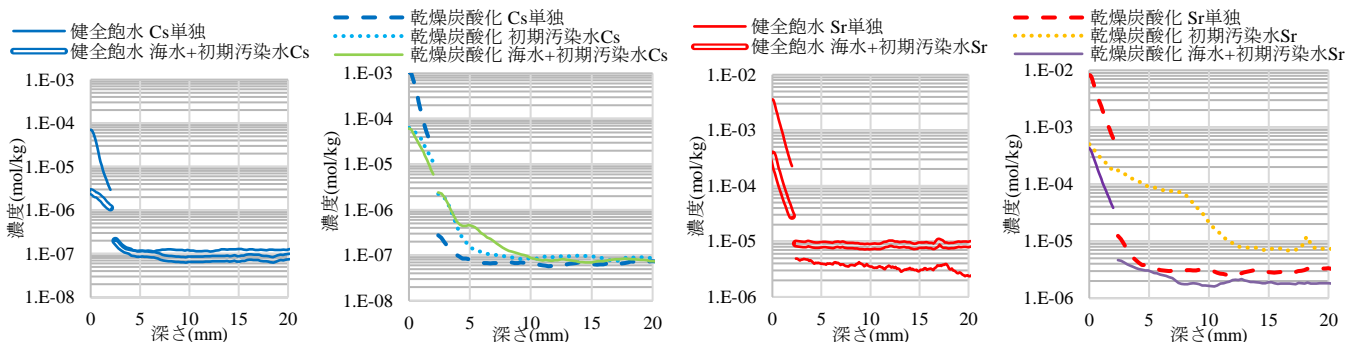


図1 実汚染履歴を考慮した Cs と Sr の浸透

参考文献：(1) 東京大学、文部科学省 国家課題対応型研究開発推進事業 英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業、「合理的な処分のための実機環境を考慮した汚染鉄筋コンクリート長期状態変化の定量評価」成果報告書、2022.3.

謝辞：この研究は、JAEA 英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業 JPJA20P20333545 の助成を受けたものです。

Experimental studies on Cs and Sr penetration into concrete considering real contamination history

(NIES¹⁾, Hokkaido U.²⁾, Taiheiyo Consultant³⁾, JAEA⁴⁾, U. Tokyo⁵⁾, Taiheiyo Cement⁶⁾)

○K. Yamada¹⁾, Y. Tojo²⁾, S. Tomita³⁾, H. Aihara⁴⁾, G. Igarashi⁵⁾, Y. Hosokawa⁶⁾, I. Maruyama⁶⁾)