



福島原子力事故関連情報アーカイブ

Fukushima Nuclear Accident Archive

Title	放射性物質によるコンクリート汚染の機構解明と汚染分布推定に関する基礎研究 - Cs、Sr および水分の移動に関する実験的検証
Alternative_Title	Basic study on elucidation of the mechanism of concrete contamination and estimation of contamination distribution with radioactive materials - Experimental verification on migration of Cs, Sr, and moisture
Author(s)	丸山 一平(名古屋大学), 山田 一夫(国立環境研究所), 井田 雅也(太平洋コンサルタント), 渋谷 和俊(太平洋コンサルタント), 五十嵐 豪(東京大学), 駒 義和(日本原子力研究開発機構) Maruyama, Ippei(Nagoya Univ.); Yamada, Kazuo(National Inst. for Environmental Studies); Ida, Masaya(Taiheiyo Consultant Co., Ltd.); Shibuya, Kazutoshi(Taiheiyo Consultant Co., Ltd.); Igarashi, Go(Univ. of Tokyo); Koma, Yoshikazu(Japan Atomic Energy Agency)
Citation	第 8 回環境放射能除染研究発表会要旨集, p.20 The 8th Workshop of Remediation of Radioactive Contamination in Environment
Subject	セッション：計測・解析技術、材料評価
Text Version	Publisher
URL	https://f-archive.jaea.go.jp/dspace/handle/faa/182106
Right	© 2019 Author
Notes	禁無断転載 All rights reserved. 「第 8 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。



放射性物質によるコンクリート汚染の機構解明と汚染分布推定に関する基礎研究 ～Cs、Sr および水分の移動に関する実験的検証～

丸山一平(名古屋大学),山田一夫(国立環境研究所),○井田雅也,渋谷和俊(太平洋コンサルタント)
五十嵐豪(東京大学),駒義和(日本原子力研究開発機構)

1. はじめに

東京電力福島第一原子力発電所の廃炉工程で想定される、作業環境改善を目的とした建屋コンクリートの除染手法の検討と最終段階で発生する廃棄物量の推計等を最終目的に、放射性物質によるコンクリート汚染の機構解明に基づいた将来の汚染分布の推定に関する基礎研究を進めている。汚染は、核種の収着・浸透挙動に依存するが、それはコンクリートの特性(セメント種類、骨材中の粘土鉱物)、状態(飽水・乾燥、各種の劣化)および核種の種類によって異なると考えられる。このため、将来の汚染分布の推計に向けて、各種コンクリートと核種(Cs、Sr、 α 核種)との相互作用と、水分移動も考慮した評価/予測手法の検討が必要である。本報では、実験的検討の一部を報告する。

2. コンクリートの材料特性と状態が Cs、Sr の収着・浸透・溶出に及ぼす影響

材料特性として、普通ポルトランドセメント(OPC)もしくは15%置換フライアッシュセメント(FAC)、洗浄石灰石もしくは粘土含有の川砂を用いたモルタルを作製し、状態としては40°C90日間の封緘養生、その後炭酸化もしくは溶脱させた試料を準備した。

飽水状態のモルタルを ^{137}Cs と ^{90}Sr で標識した25 μM の塩化物混合溶液に53日間浸漬し、浸透プロファイルイメージングプレート(IP)により取得した。封緘試料のCsとSrの浸透深さは、OPCについてそれぞれ15mm、4mmでありCsが浸透しやすい傾向にあった。また、FACに対してOPCがより深かった。細骨材の比較では粘土の影響がある川砂の方が吸着量は多かったが、浸透深さは細骨材種類に拠らず同等であった。

図1にOPCモルタルを炭酸化もしくは溶脱した試料(飽水)をCsとSrの混合溶液に浸漬した結果を示す。炭酸化試料ではCsとSrはともに表層に留まった。溶脱試料では、Srは表層に留まったが、Csはより深部まで浸透した。細骨材の影響は炭酸化試料では認められず、溶脱試料では川砂でCsの移動が抑制された。相対湿度40%で乾燥した試料の6時間浸漬では、川砂でCs、Srに拠らず浸透が表層に留まったのに対し、石灰石ではSrは表層のみ、Csはより深部まで浸透した。このように、細骨材種類、おそらくは粘土の影響は状況により異なった。

また、一旦Csを浸透させたモルタルを純水に浸漬した場合、CsもSrも再溶出した。ただし、その挙動は試料の収着状態に依存し、収着が強い場合は、Csの溶出は遅延した。Srはペーストからであっても溶出は相当に遅かった。

3. 汚染状況・浸透挙動の評価/予測手法の検討

105°Cにて乾燥させたモルタルに20°Cまたは60°Cで1面から吸水させ、X線CT装置により吸水過程を可視化し、吸水速度の変化を評価した。材料影響は、OPCよりもFACで吸水速度が緩やかになった。細骨材中の粘土鉱物の影響は限定的であった。温度影響は、高温では吸水が早いとその速度はすぐに低下し、奥深くまで侵入しない傾向があり、低温では緩やかであるが連続的に吸水が生じ、より深部まで水分が侵入する傾向にあった(図2)。

吸水は、複雑な空隙構造を有するセメント硬化体の主成分の珪酸Ca水和物(C-S-H)が関与していると推定できる。そこで、この吸水挙動の温度依存性を解析するため $^1\text{H-NMR}$ Relaxometryを用いて、C-S-H内の多様な空隙への水の再配分について定量的評価を試み、この現象の機構を考察した。その結果、セメントペースト中の吸水機構は、大きな空隙から吸水された水分が微細構造に再配分される傾向があることが明らかになった。特にセメント水和物の外側にある大きな径の細孔から吸い込まれた水がC-S-H内のゲル空隙、層間空隙に再配分される。その際、C-S-Hが膨潤し、毛管空隙を塞ぐことで管径が細くなり粘性抵抗の影響が大きくなるために、後続する水分の吸水速度が遅くなり、この変化は温度が高いほど顕著であると考えられた。

謝辞 本研究は、文部科学省の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」・「放射性物質によるコンクリート汚染の機構解明と汚染分布推定に関する研究」(平成29～31年度)として実施した。

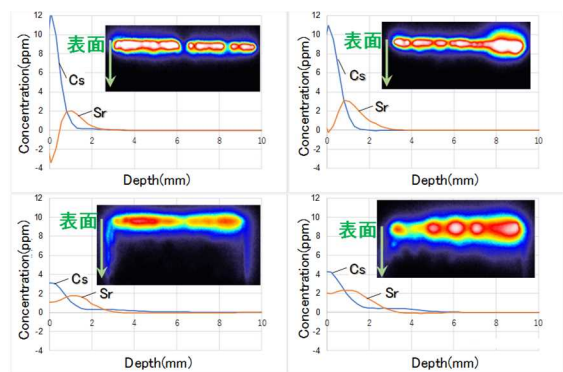


図1. 炭酸化及び溶脱したモルタルへのCs、Sr混合溶液の浸透実験後のIP像から得たCsとSrの分離定量プロファイル
左:石灰石骨材、右:川砂、上段:炭酸化試料、下段:溶脱試料

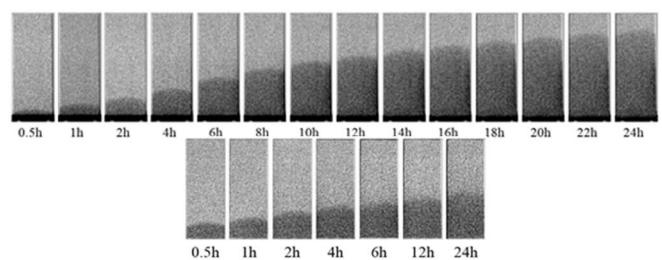


図2. CTスキャナによる吸水過程の可視化の例
上段:20°C、下段:60°C

いずれも石灰石骨材を使用した普通セメントモルタル、乾燥温度は105°C