

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

(2) Cs と Sr の浸透・溶出特性に及ぼすコンクリート特性の影響に関する実験的検討

Study on the Radionuclide Contamination Mechanisms of Concrete and the Estimation of Distribution of Radionuclides

(2) Experimental Study on the effect of concrete properties on the ingress and leaching of Cs and Sr

*山田 一夫¹, 五十嵐 豪², 大澤 紀久³, 富田 さゆり⁴, 芳賀 和子⁴, 丸山 一平⁵, 駒 義和⁶

¹国環研, ²東北大(現東大), ³東北大(現太平洋コンサルタント), ⁴太平洋コンサルタント, ⁵名大, ⁶JAEA

福島第一原子力発電所の廃炉作業が発生する大量のコンクリート廃棄物の処分計画において、事故後から廃炉時までの放射性核種の移行予測が必要である。本報では、コンクリートへのCsとSrの浸透挙動について、両者の共存効果、濃度影響、材料影響、コンクリート状態の影響を、溶出についてCsに関する材料と状態の影響を実験的に調べた。

キーワード: 浸透, 溶出, コンクリート, Cs, Sr, 変質, 炭酸化, イメージングプレート, 福島第一原子力発電所

1. 緒言

福島第一原子力発電所 (1F) の廃炉作業を進める上で、コンクリートへのCsとSrの浸透・溶出挙動の理解は重要である。本研究ではCsとSrに着目し、コンクリートへの浸透・溶出について、種々の因子を変化させ、実験的に影響度を調べた。

2. 実験方法

浸透試験に用いるコンクリートの模擬材料として、水セメント比 (W/C) 0.55, 砂セメント比 (S/C) 2.39 のモルタルを、封緘40°C3カ月養生し用いた。セメントは、普通ポルトランドセメント (OPC) とフライアッシュセメント (FAC), 骨材は微粒分を洗浄した石灰石砕砂 (LS) と 1F にも使用されたと推定される粘土を含有する川砂 (RS) とした。モルタルの状態は、飽水, Cs吸着力が高くなる溶脱もしくは炭酸化後に飽水, 40%RHでの乾燥とした。CsとSrの浸透は、放射性同位元素 (RI) によりそれぞれCs-137とSr-90で標識した溶液を用いた。CsとSrの浸透解析は、それぞれGEヘルスケア製のイメージングプレート (IP, BAS IPMS 2025) 上に試料を置き、一定期間曝露し、Typhoon FLA9500で信号を読み出すオートラジオグラフにより、データ処理にはImage Quantを使用した。溶出試験は、1MBq/kgのCs-137もしくは0.33MBq/kgのSr-90を含有するOPCペースト、および国立環境研究所保有の、状態を封緘、溶脱、炭酸化と変化させたOPCモルタル (W/C=0.50, S/C=3.0, 細骨材はLS、もしくは30%を真砂土置換) に、Cs-137で標識した1.88μMのCsCl溶液に72時間浸漬し、2年程度、ポリエチレン製袋内で保管した試料を、放射状態で網領になるまで吸水させた後、純水に再浸漬して行った。評価は溶液と試料のγ線とβ線計測により行った。

3. 実験結果

図1に0.1μM溶液へOPC-LSモルタルを浸透させた際の浸透プロファイル(IPによるPSL値)を示す。Csは15mm以上の浸透を示したが、Srは4mmであり、Csの方が浸透しやすい。CsとSrそれぞれの浸透プロファイルを合算したものと、両者の混合溶液の浸透プロファイルは一致し、この条件では両者に共存効果はなかった。また、10μMと1mMのCsとSrの混合溶液のプロファイルはほぼ一致し、この濃度範囲では浸透の濃度依存性も認められなかった。材料と変質の影響は、25μMのCsClと90μMのSrCl₂混合溶液に53日間浸漬した。浸透深さは、CsはOPCでは7mm、FACでは2mm、Srはそれぞれ3mmと1mmであり、FACはOPCの1/3程度となった。骨材中の粘土により濃縮は起きたが、浸透深さへの影響は小さかった。変質影響として、2mmの溶脱深さ、8mmの炭酸化深さのOPC-LSもしくはOPC-RSモルタルへの浸透を比較した。炭酸化試料で表面吸着量が増加し(特にCs)、浸透深さは小さくなった。骨材影響は、炭酸化試料では小さく、溶脱試料ではRSの吸着量が増えた。炭酸化試料ではCsとSrは同程度の浸透であったが、溶脱試料はCsの方がより深部まで浸透した。乾燥試料への6hr浸漬では、浸漬液の放射能濃度が低下しないことから、水溶液の移流により、元素移動が起きたと想定する。RSを使用するとCsの吸着量は増加するが、浸透は6mmから3mmへ抑制される。Srの浸透は骨材によらず3mmである。

一旦Cs吸着した試料を再度純水浸漬すると、Csは表層から順次溶出した。ただし、溶出はOPC-LS封緘試料のように吸着能力が低いものほど多くなり(30%溶出)、粘土を含んだり、溶脱や炭酸化した試料では、溶出は相当程度(5~10%)減った。

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」において実施した。

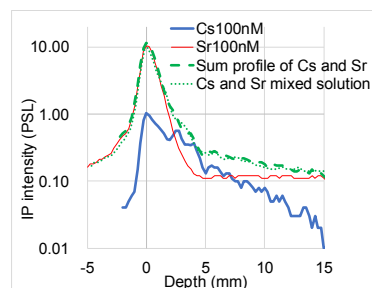


図1 OPC-LSモルタルへのCsとSrの浸透

* Kazuo Yamada¹, Go Igarashi², Norihisa Osawa³, Sayuri Tomita³, Kazuko Haga³, Ippei Maruyama⁴ and Yoshikazu Koma⁵.

¹NIES, ²Tohoku Univ. (present Univ. of Tokyo), ³Tohoku Univ. (present Taiheiyo Consultant), ⁴Taiheiyo Consultant, ⁵Nagoya Univ., ⁶JAEA.