

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

(6) コンクリートの特徴が Cs、Sr 浸透に及ぼす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

(6) Experimental Study on the effects of concrete characters on the penetrate of Cs and Sr

* 富田 さゆり¹, 井田 雅也¹, 芳賀 和子¹, 山田 一夫², 五十嵐 豪³, 丸山 一平^{3,4}¹ 太平洋コンサルタント, ² 国立環境研究所, ³ 東京大学, ⁴ 名古屋大学

福島第一原子力発電所 (1F) のコンクリート状態を模擬して作製したモルタル試料に対して、Cs、Sr 浸透試験を実施し、セメント種類、骨材種類、炭酸化、液相濃度が Cs、Sr の浸透に影響を及ぼし、1F コンクリートにおける Cs、Sr の汚染分布の推定には、これらを考慮する必要があることがわかった。

キーワード: 福島第一原子力発電所, 廃炉, コンクリート, セシウム, ストロンチウム, 浸透試験, セメント, 骨材, 粘土, 炭酸化

表1 Cs、Sr 浸透試験水準

| セメント | 骨材 | 変質状態 | 浸漬液濃度 (l 内は添加元素) | | | |
|------|-----|------|-----------------------|--------------------|-------|----------|
| | | | 10 ⁻¹ M+1M | 10 ⁻¹ M | | |
| OPC | 石灰石 | 健全 | ①(Cs+Sr) | ②(Cs) | ③(Sr) | ④(Cs+Sr) |
| | | 炭酸化 | | ⑤(Cs) | ⑥(Sr) | |
| | 現場 | 健全 | | ⑦(Cs) | ⑧(Sr) | |
| FAC | 石灰石 | 健全 | | | | ⑨(Cs+Sr) |

1. 緒言

福島第一原子力発電所 (1F) の廃炉時に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、コンクリートの汚染分布の推定が重要である。本報では、1F 建屋のコンクリートの特徴 (構成材料、変質状態) を模擬して作製した試料に対して、Cs、Sr の安定同位体元素を用いた浸透試験を実施し、Cs、Sr の浸透に影響を及ぼす因子を検討した。

2. 模擬モルタル試料の Cs、Sr 浸透試験

2-1. 方法

Cs、Sr を所定の濃度に調整した浸漬液に、モルタル試料 (2×5×5 cm、一面暴露) を 20°C で 28 日間浸漬し、電子線マイクロアナライザー (EPMA) を用いて Cs、Sr 浸透深さを確認した。試験水準を表 1 に示す。セメントは、1F コンクリートで使用されている普通ポルトランドセメント (OPC) 及びフライアッシュセメント (FAC)、骨材は 1F コンクリートに使用されたものと同じ産地の骨材 (現場骨材) と、比較として粘土鉱物含有量の少ない石灰石骨材を使用した。また、経年変化の影響を確認するため、炭酸化させた試料を作製した。浸漬液は、Cs、Sr の溶液とこれらの混合溶液とし、濃度は 2 水準とした。

2-2. 結果と考察

浸漬試験後試料の Cs、Sr 浸透プロファイルを、セメント種類、骨材種類、変質状態及び浸漬液濃度で比較したものを、図 1~4 に示す。図 1 より、FAC モルタルは OPC モルタルよりも Cs および Sr の浸透を抑制した。図 2 より、現場骨材試料は石灰石骨材試料と比較して、Cs の最大濃度が増加しており、現場骨材は Cs 収着量が多いことが分かった。これは、現場骨材に含まれる粘土鉱物が Cs を収着したと考えた。Sr については、骨材による収着量や浸透深さの違いは見られなかった。図 3 より、炭酸化試料は健全試料と比較して、炭酸化部分の Cs および Sr の濃度が増加していた。これは、炭酸化によりセメントペースト部分の屈曲度が減少し、浸透量が増加したことと、セメントペースト中のカルシウムアルミノシリケート水和物 (C-A-S-H: $wCaO \cdot xAl_2O_3 \cdot ySiO_2 \cdot zH_2O$) の CaO/SiO₂ モル比が減少し、収着量が増加したことが要因として考えられる。図 4 より、浸漬液濃度が増加すると、浸透量と浸透深さが増加した。また、Sr の共存が Cs の浸透量に影響した。

1F コンクリートにおける Cs、Sr の汚染分布の推定には、これらの因子を考慮する必要がある。

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 JPMX 17D17948568 の助成を受けたものです。

*Sayuri Tomita¹, Masaya Ida¹, Kazuko Haga¹, Kazuo Yamada², Go Igarashi³ and Ippei Maruyama^{3,4}

¹Taiheiyo Consultant, ²NIES, ³Tokyo Univ., ⁴Nagoya Univ.

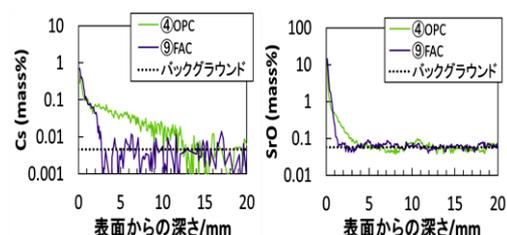


図1 OPC、FAC 試料の浸透プロファイル

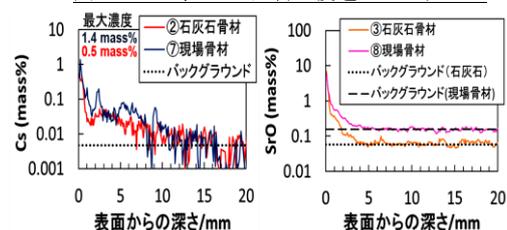


図2 石灰石、現場骨材試料の浸透プロファイル

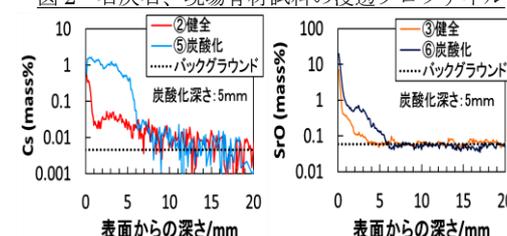


図3 健全、炭酸化試料の浸透プロファイル

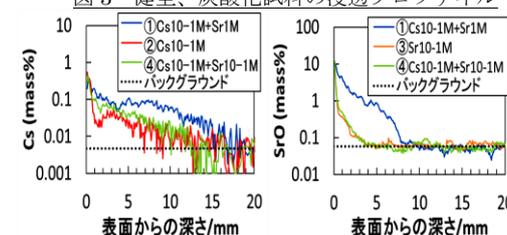


図4 浸漬液濃度が異なる試料の浸透プロファイル