

中性子放射化分析を用いた FP 汚染挙動に関する研究 —(1)コンクリートに対する Cs の浸透・溶出挙動の解明—

Study on FP Contamination Behavior Using Neutron Activation Analysis

-(1)Clarification of the penetration and leaching behavior of Cs into concrete -

*近藤 幸祐¹, 米山 海¹, 佐藤 勇¹, 松浦 治明¹, 栗原 哲彦¹, 鈴木 恵理子²

¹東京都市大学, ²JAEA

1F 廃炉作業における線源分布評価、解体廃棄物の放射能性状評価等に役立てるため、特に原子炉格納容器内外で構造材として使用されているコンクリートを対象とし、Cs の浸出実験を行ない、中性子放射化分析 (INAA)、粒子線励起 X 線分析 (PIXE)、誘導結合プラズマ質量分析法 (ICP-MS) を組み合わせた Cs 含有量の評価手法構築を目指す。

キーワード：コンクリート、Cs、浸透、溶出、INAA、PIXE、ICP-MS

1. 緒言

福島第一原子力発電所 (1F) の炉内廃棄物の取り出しを行ううえで、原子炉圧力容器 (RPV) 上部のシールドプラグ周辺が極めて汚染されており、取り出しの妨げになっている。シールドプラグ・炉内構造材等から発生する解体廃棄物は、放射能レベルに応じて安全かつ合理的に処理・処分するため、1F 廃炉作業における線源分布評価、解体廃棄物の放射能性状評価等が求められている。本研究では、特に原子炉格納容器内外で構造材として使用されているコンクリートを対象とし、Cs の浸透・溶出実験を行なう。ここでは中性子放射化分析 (INAA)、粒子線励起 X 線分析 (PIXE)、及び誘導結合プラズマ質量分析法 (ICP-MS) を組み合わせて、浸透・溶出挙動の評価をする。

2. 実験方法

モルタル試料は当大学・都市工学科・栗原研究室にて作製した (モルタル：普通ポルトランドセメント、W/C=0.37、サイズ：20mm×20mm×20mm)。浸透を 1 面にするため試料の 6 面中 5 面にエポキシ樹脂を塗布した。その後、①10 日間 10^{-3} M の CsOH 水溶液に浸漬した試料と、②10 日間の浸漬後に 1 日間水で溶出させた試料を深さ方向に 0.5mm×4 回削り、深さ毎に削った研磨粉に対し、PIXE で分析を行った。また、③10 日間 10^{-2} M の CsOH 水溶液に浸漬した試料と、④10 日間の浸漬後に 1 日間水で溶出させた試料を深さ方向に 0.5mm 削り、深さ毎に削った研磨粉に対し、INAA で分析を行った。その後、①について分配係数・拡散係数を求めて拡散方程式の曲線を得た。①～④については Cs 溶出率を求めた。また、作成した CsOH 水溶液、②、及び④について ICP-MS で分析を行なった。

3. 結果・考察

①、②の深さ毎の Cs 存在量の結果を図 1 に示す。図 1 より、モルタル中に浸透した Cs の溶出率は表面側から順に 42.7%、26.8%、16.7%、10.8% となっており、試料全体では 30% であった。これより、試料表面に近いほどコンクリート中の微細構造に入り込まず緩く吸着している Cs が多く存在している可能性が考えられる。もしくは、コンクリート中の水分の拡散係数から、溶液に浸透している場合は表面に近いほど水分の含有率が高いと考えられる。これより表面に近いほど水側への水分移動が著しくなるので、水分移動に伴って表面付近の吸着の緩い Cs の方が外部へ溶出しやすかったり、コンクリート中の微細構造に入り込み強く吸着している Cs が吸着が緩い Cs へと変わり溶出したりする可能性が考えられる。

また、本研究の 10^{-2} M の CsOH 水溶液を浸透させたモルタルの拡散係数は 8.00×10^{-13} [m²/s] であった (図 2) が、過去に実施した 10^{-1} M の CsOH 水溶液を浸透させたモルタルの拡散係数は 2.10×10^{-12} [m²/s] であった。Fick の法則からも分かるように、濃度勾配が大きくなると拡散係数 D も大きくなると考えられる。濃度が大きくなると拡散係数も大きくなるという報告もあり、今回の測定結果は妥当であると考えられる。

参考文献

- [1] 古屋典昭、東京都市大学 卒業論文 (2021)
- [2] 与那嶺一秀ほか、長期海洋暴露試験および実構造物調査に基づくコンクリートの塩化物イオン拡散性状に関する検討 (2018)
- [3] 丸山一平ほか、セメント硬化体中の水分移動に関する基礎研究 (2011)

*Kousuke Kondo¹, Kai Yoneyama¹, Isamu Sato¹, Haruaki Matuura¹, Norihiko Kurihara¹ and Eriko Suzuki².

¹Tokyo City Univ., ²JAEA

