

原子炉建屋構造材に付着したストロンチウムの化学状態解析

Chemical State Analysis of Strontium Attached to Structural Materials of Reactor Building

*木本 裕子¹, 米山 海¹, 佐藤 勇¹, 松浦 治明¹, 鈴木 恵理子²

¹ 東京都市大学, ² 日本原子力研究開発機構

東電福島第一原子力発電所の廃炉においては、それに伴う解体廃棄物を安全かつ合理的に管理することが必要である。そのためには、原子炉建屋等において大量に存在するコンクリート構造材への放射性物質の付着・浸透メカニズムを把握しその性状に応じた処理・処分を施す必要がある。本研究では、コンクリート構造材への Sr の浸透メカニズムを把握することを目的に、浸透試験を実施した。その結果、Sr は pH によって浸透挙動が変化することが明らかとなった。

キーワード(keywords): 東電福島第一原子力発電所, コンクリート, Sr, EXAFS

1. 背景と目的

東京電力福島第一原子力発電所の廃炉においては、それに伴う解体廃棄物を安全かつ合理的に管理することが必要である^[1]。Cs に関してはその浸透挙動に関する多くの評価例が存在するが、Sr に対するデータは少ない。そのため、原子炉建屋等において大量に存在するコンクリート構造材への Sr の放射性物質の付着・浸透メカニズムを把握し、その性状に応じた適切な処理・処分を施す必要がある。本研究は対陰イオンの異なる水溶液、SrCl₂ 及び Sr(OH)₂ 水溶液を用いた Sr のコンクリートに対する浸漬試験及び浸漬後コンクリートの EXAFS 分析、蛍光 X 線分析を実施し、コンクリートへの Sr 浸透メカニズムの把握を目的とする。

2. 方法

本学・都市工学科の協力のもと作製したコンクリートを対象に Sr 浸透試験及び試験後の試料に対して蛍光 X 線分析、EXAFS 測定を行った。1M SrCl₂ または Sr(OH)₂ 水溶液に 1 日浸漬したコンクリート試験片を表面から 0.5mm ずつ 3.0mm まで削り、その際に得られるコンクリート粉末を測定試料として Sr K α 線に着目した蛍光 X 線分析を行うことで、Sr の浸透深さ分布を把握した。測定後、検量線を引くことにより強度から Sr 含有重量へと変換した。EXAFS 測定は高エネルギー加速器研究機構、PF、BL27B ビームラインにおいて、透過法で Sr K 吸収端に着目して行い、得られたコンクリート中の Sr 近傍構造に対して比較、検討を行った。

3. 結果及び考察

浸透試験後のコンクリート試料を対象に蛍光 X 線分析によって測定し、検量線によりコンクリート中の Sr 含有重量に図の縦軸を変換した結果より(図 1)、表面から 3.0 mm まで Sr が分布していることが確認出来たが、対イオンにより浸透挙動に差が見られた。また、Cs との比較をした結果、Sr 水溶液に浸漬させた場合、液性がアルカリ性である Sr(OH)₂ よりも液性が中性寄りである SrCl₂(塩化物)の方が浸透量が大きくなったが、Cs 水溶液に浸漬させた場合ではアルカリ性の CsCl よりも中性である CsI の方が比較的浸透量が大きくなる結果となり、コンクリート(アルカリ性)に対する溶液側の pH の差の影響が Sr・Cs とで異なる結果を示した。図 2 は EXAFS 測定の結果であり、横軸が原子間距離、縦軸がその距離に存在する原子の存在確率を表している。SrCl₂・Sr(OH)₂ 水溶液ともに EXAFS 構造関数にみられる第一近傍のピークは 2Å 付近に確認できた。Sr(OH)₂ 水溶液にコンクリートを浸漬した場合では、Sr がコンクリート中 Ca と置換することから、Sr と O の相関とその存在量を表す第一近傍ピークの強度が深さごとに小さくなるが、コンクリートの主成分は Ca であるため、配位構造は深さ方向に対してほぼ変わらないと考えられ、強度の相違は存在量が異なるためと推察される。一方、Sr と比べ Cs は深さ方向のピークの表れ方が Sr ほどきれいな減少傾向を示さなかったことから、Cs と Sr とでは浸透の機構が異なる可能性が示唆される。今後は pH を変化させた浸漬液を用意し、EXAFS 解析においてはフィッティングにより構造パラメータを求め、浸透挙動の機構解明につなげていく予定である。

参考文献

[1] 小崎等、2018 3L01 日本原子力学会春の年会、コンクリート廃棄物管理シナリオ解析

*Yuko Kimoto¹, Kai Yoneyama¹, Isamu Sato¹, Haruaki Matsuura¹, Eriko Suzuki² ¹Tokyo City University., ²JAEA.

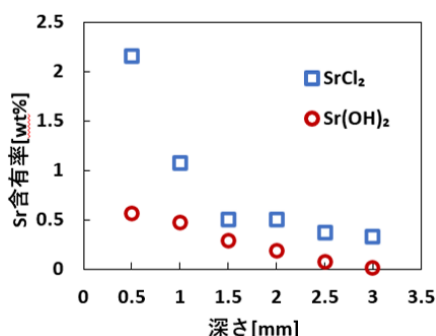


図 1 XRF 分析によるコンクリート深さ方向の Sr 含有量分布

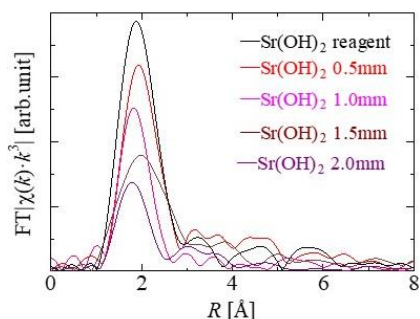
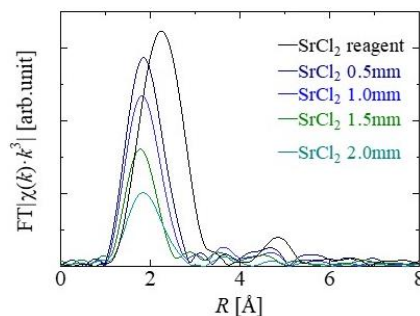


図 2 SrCl₂(上)及び Sr(OH)₂(下)浸透試験による Sr 含有試料の EXAFS 構造関数