

コンクリートに対する Cs の浸透挙動の研究 - Cs 浸透シミュレーション手法構築のための規格化コンクリートにおける 収着・拡散挙動の検討 -

Investigation on Sorption/Diffusion Behavior in Normalized Concrete for
a Simulation Method of Cs Penetration

*米山海¹ 佐藤勇¹ 松浦治明¹ 腰越広輝¹ 宮原直哉¹ 栗原哲彦¹
鈴木恵理子² 逢坂正彦²

¹東京都市大学 ²日本原子力研究開発機構

コンクリートへの Cs 浸透メカニズムの解明に資するため、代表的なモルタル、粗骨材及びそれらを混合したコンクリートへの Cs 浸透実験を行った。骨材の存在が Cs 浸透挙動に大きく影響することが分かった。

キーワード：放射性セシウム、コンクリート、放射性廃棄物、浸透挙動、分配係数、拡散係数

1. 緒言

福島第一原子力発電所の廃炉において、構造材であるコンクリートを含んだ大量の放射性物質を含む解体廃棄物が発生すると考えられており、その安全かつ合理的な処理・処分が必要である。そのためには長半減期核種であり、汚染物質として重要視される放射性 Cs の浸透挙動の原理的な解明が必要である。Cs は化学的に活性で、建屋汚染水などを介してコンクリート内部に浸透している可能性がある。そのため、コンクリート中の Cs 含有量を正確に評価するために、その浸透挙動を詳しくとらえることが必要である。

Cs のコンクリートに対する浸透挙動は、コンクリート主成分である Ca とのイオン交換による収着及びコンクリート内部への Cs の拡散の 2 つのプロセスが重要である^[1]。そのため本研究では、収着しやすさの指標である分配係数及びコンクリート中の拡散係数をパラメータとした数値解析によって、浸透挙動モデルの構築を目指している。一方で、コンクリートには構成物として骨材、モルタルが含まれ、成分によって分配係数や拡散係数は異なることが予想されることから、上記の浸透挙動モデルにおいては、これら構成成分の影響を把握し、適切にモデル化する必要がある。そこで本実験では、代表的なモルタル、粗骨材及びそれらを規格化したコンクリートへの Cs 浸透実験を行い、構成成分が Cs 浸透挙動に及ぼす影響について考察した。

2. 実験方法

コンクリート及びモルタル試料は当大学の都市工学科の協力のもと作製した。粗骨材(花崗岩)のみ、粗骨材を含まないモルタル(フライアッシュII種)のみ及び既知の分布で配合したコンクリート(以下、「規格化コンクリート」)の 3 種類を 20.0mm×20.0mm×20.0mm¹ のサイズで準備した。

収着実験 上記の試料を粉碎した粉末を 50~100 μm の粒径にふるい分けした。遠沈管に作製した骨材とモルタルの粉末試料 5g と 0.01M の CsOH 水溶液 50ml を入れ振とう器にかけた。3 日ごとに遠心分離器にて固液分離した後、上澄みの溶液を一回につき 500 μl ずつ採取し、原子吸光光度計を用いて Cs 濃度を測定し、分配係数を求めた。

浸透実験 浸透試験では既往の実験^[2]と同じく、エポキシ樹脂でコーティングした試料を作製し、浸透を表面からの一方向に限定するために一面のみに研磨を施してコンクリート及びモルタル部分を露出させた状態とした。ビーカーの中に種類ずつ試料を入れ 1M の CsOH 水溶液を 40ml 入れた。これを室温(約 25°C)の実験室で 10 日間保管した。水溶液から取り出し液体をふき取り観察面を研磨した。各研磨で得られた研磨粉における Cs 濃度についてエネルギー分散型蛍光 X 線分析装置を用いて測定した。

3. 結果・考察

収着/浸透実験の結果を図 1 及び図 2 に示す。分配係数に関しては、測定した溶液の濃度から骨材が 0.31ml/g、モルタルが 1.01ml/g となった。骨材は吸着サイトが少ないためモルタルより収着しにくいと考えられ、文献^[3]と同様の傾向である。拡散係数に関しては、規格化コンクリートが $6.0 \times 10^{-12}(\text{m}^2/\text{s})$ 、モルタルが $2.1 \times 10^{-12}(\text{m}^2/\text{s})$ となった。骨材では、本分析方法では検出できないほど浸透しなかった。以上より、規格化コンクリートとモルタル及び粗骨材の浸透挙動は大きく異なり、また存在する界面が浸透挙動に影響を及ぼしていると考えられるので、今後評価したい。

参考文献

- [1] N. Miyahara et al, Development of CFD-Based simulation method for cesium penetration into concrete, 27th International Conference on Nuclear Engineering, May 19-24, 2019, Ibaraki, Japan.
[2] I. Sato et al, J. Nucl. Sci. Technol. Vol. 52, No.4, (2015) 580-587.
[3] 山口紀子 J.Jpn.Soc.Soil Phys. 土壌の物理性 No.126, (2014) 11~21

¹Kai Yoneyama¹, Isamu Sato¹, Haruaki Matsuura¹, Koki Koshigoe¹, Naoya Miyahara¹, Norihiko Kurihara¹, Eriko Suzuki², Osaka Masahiko²

¹Tokyo City University, ²Japan Atomic Energy Agency.

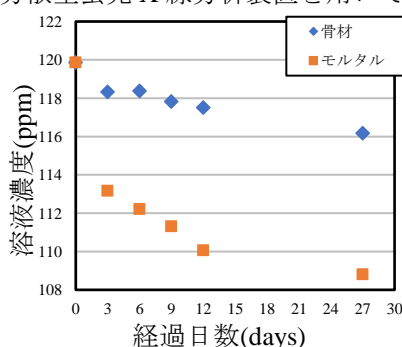


図1 収着試験における溶液濃度時間変化

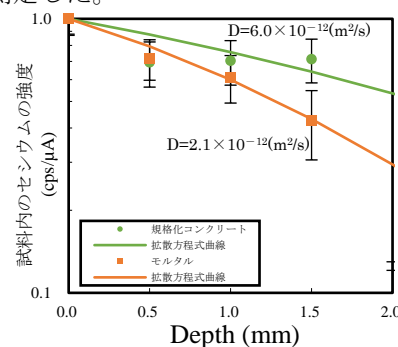


図2 浸透試験におけるコンクリートへの浸透プロファイル