

細骨材および含水状態の異なるモルタルにおける セシウムの浸透および溶出挙動

広島大学大学院 学生会員 ○伊藤 将志
 広島大学大学院 正会員 半井健一郎
 広島大学大学院 学生会員 林 明彦
 広島大学大学院 フェロー会員 河合 研至

1. はじめに

2011年3月11日の東日本大震災による福島第一原子力発電所の事故により広範囲に拡散した大量の放射性物質を適切に除染するとともに、汚染された災害廃棄物を処理、処分しなければならない。

本研究では、安定同位体であるセシウム133を用いて、コンクリート材料におけるセシウムの吸着性、浸透性、溶出性などの基本的な特性を把握する。

2. 吸着試験

2. 1 実験概要

試料として、W/C=0.40の硬化セメントペースト、未洗浄石灰砕砂、洗浄済石灰砕砂を微粉碎したもの、珪砂、ゼオライトの5種類、さらにセメントペースト粉末試料と各細骨材を1:1で混合した4種類、合計9種類を用いた。

試験方法は、試料1gを純水20mlに10時間攪拌させ、pHを安定させた後、5000mg/L、10000mg/L、15000mg/Lの塩化セシウム水溶液をそれぞれ1ml添加した。その後、6時間攪拌してから、吸引ろ過を行い、原子吸光光度計により濃度測定を行った。細骨材のみの場合は冒頭の10時間攪拌を行わず、塩化セシウム添加以降の操作を行った。

各試料の吸着しやすさを表す指標として以下の分配比 R_d を用いた。分配比 R_d の定義を以下に示す。

$$R_d = \frac{V}{M} \times \frac{C_0 - C}{C} \quad [ml/g]$$

ここで、液相体積を V [ml]、固相質量を M [g]、液相の初期濃度を C_0 [mol/L]、液相の平衡濃度を C [mol/L]とすると、分配比 R_d は固相濃度と液相濃度の比を表している。よって、分配比が大きいということは、セシウムが固相へ吸着しやすいといえる。

2. 2 試験結果

吸着試験結果は、セメントペースト粉末の分配比は1ml/g、各細骨材の分配比は2~4ml/gであった。また、ゼオライトの分配比は 1×10^5 ml/gであり、モルタル中に一般に存在する各材料に対してセシウムは吸着しにくいという結果となった。

3. 浸透試験

3. 1 実験概要

供試体は、セメントとして普通ポルトランドセメント、細骨材として未洗浄石灰砕砂と洗浄済石灰砕砂を用いた普通モルタル、さらにゼオライトを細骨材の5%容積置換したゼオライト混合モルタルとし、水セメント比は0.60とした。このモルタルを $40 \times 40 \times 160$ mmの型枠に打込み、24時間後に脱枠した後、湿気箱式養生で材齢28日まで養生した。養生終了後、一部の供試体を温度20℃、湿度60%の恒温温室で乾燥させ、残りの供試体を飽水処理し、含水状態の異なる2種類の供試体を作製した。

試験方法は供試体を5面コーティングして、表1に示す各浸せき条件で1mol/Lの塩化セシウム水溶液または純水に浸せきした。所定の浸せき条件後、浸せき面から約2mmごとにオイルカッターで切断し、微粉碎して得られた試料より、セシウム全量および可溶性セシウム量の分布を測定した。測定は、「硬化コンクリート中に含まれる塩化物イオンの試験方法」(JIS A 1154)を参考にした。

4. 2 試験結果

浸透試験結果を図1、セシウム全量と可溶性セシウム量の差である固定量の結果を図2に示す。飽水供試体は乾燥供試体と比較すると、特に供試体表面においてもセシウム固定量が少ないことが分かる。これはほとんど炭酸化していなかったためと考えら

キーワード セシウム, 吸着, 浸透, 溶出

連絡先 〒739-8527 広島県東広島市鏡山1-4-1 A-2-522 TEL&FAX 082-424-7786

れる。

乾燥供試体については、どの浸せき条件においても、供試体表面付近では、セシウム全量のうち60%、内部では80%ものセシウムが可溶性セシウムとして存在しており、供試体表面付近で多くのセシウムが固定されている一方で、供試体内部では固定量が少ない結果となった。また、浸せき条件が「乾燥浸・乾・浸」については、浸せき面から8mm付近でセシウム量が増加している。これは、再度純水に浸せきした際、水分の移動とともに供試体表面に固定されていたセシウムが移動したと考えられる。

4. 溶出試験

4. 1 試験概要

供試体の使用材料は浸透試験供試体と同様であるが、練混ぜ水として、0.1 mol/L の塩化セシウム水溶液を用いた。水セメント比は0.45 および0.60 とした。このモルタルを40×40×40 mm の型枠に打込み、24 時間後に脱枠した後、湿気箱式養生で材齢28 日まで養生した。試験方法は供試体の表面積100 mm²あたり5 ml の純水に供試体を浸漬し、0, 0.25, 1, 2.25, 4, 9, 16, 25, 36, 49, 64 日に溶液採取し、溶液交換を行った。採取した溶液の濃度を原子吸光光度計により測定した。

4. 2 試験結果

溶出試験結果を図3 示す。溶出率とは供試体中から溶出したセシウム量と試験開始時に供試体中に含まれていた全セシウム量との割合を表した値である。W/C=0.45 に比べ W/C=0.60 の溶出率が大きくなるという結果となった。これは、W/C=0.45 に比べ、W/C=0.60 の細孔構造が粗であり、より内部のセシウムが溶出したと考えられる。

5. おわりに

セシウムはセメントや細骨材に対して吸着性は低い。また、供試体表面付近では供試体の含水状態により固定量に変化するが、供試体内部では80%ものセシウムが可溶性セシウムとして存在しており、セシウムのコンクリート中の移動は水分移動に依存すると思われる。

表 1 浸透試験の浸せき条件

供試体名	供試体の含水状態	浸せき条件
飽水	飽水	28日間塩化セシウム溶液に浸せき
乾燥 浸	乾燥	6時間塩化セシウム溶液に浸せき
乾燥 浸・乾	乾燥	6時間塩化セシウム溶液に浸せき後、乾燥
乾燥 浸・乾・浸	乾燥	6時間塩化セシウム溶液に浸せき後、1週間乾燥させ、さらに6時間純水に浸せき

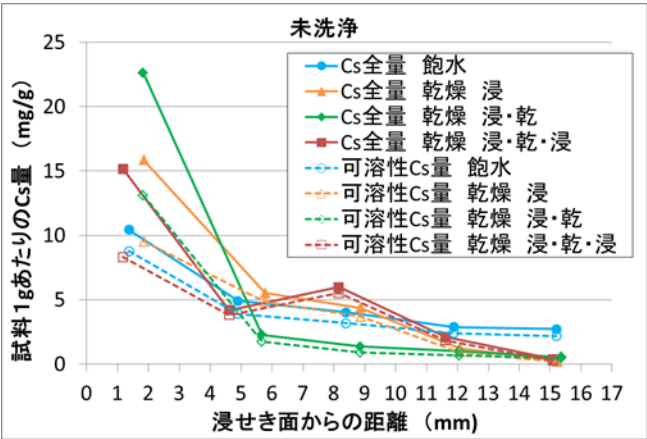


図 1 浸透試験結果（未洗浄石灰砕砂）

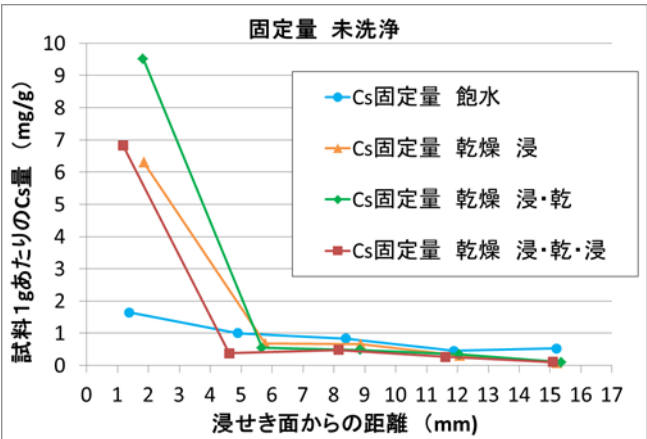


図 2 セシウム固定量（未洗浄石灰砕砂）

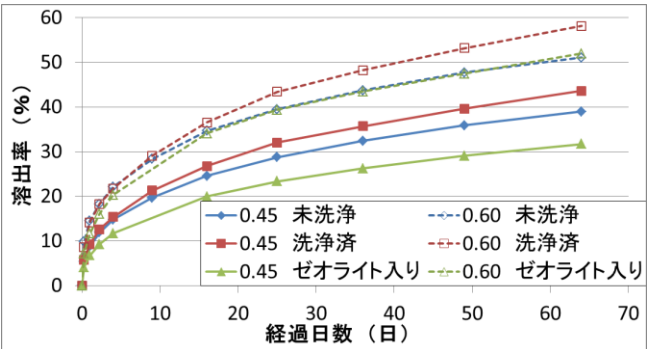


図 3 溶出試験結果