

各種ゼオライトの人工バリアへの適用性に関する施工性及び物質移動抵抗性の評価

八戸工業高等専門学校 学生会員 ○赤坂 翼
 八戸工業高等専門学校 学生会員 今泉 有人
 八戸工業高等専門学校 正会員 庭瀬 一仁

1. 目的

現在、原子力発電所にて発生した低レベル放射性廃物は、セメント固化した後、埋設処分されている。その際、放射性廃棄物が生活環境に影響を与えないよう安全性を確保することが重要である。人工バリアについてのこれまでの研究では、ベントナイト系材料を用いた「低透水層」とセメント系材料を用いた「低拡散層」によって核種の移行を抑制する研究がなされてきた。しかし、セメント系材料の吸着性能に関しては、積極的な高吸着性を設計に取り入れる検討は行われていない。

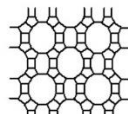
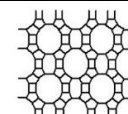
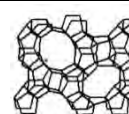
そこで本研究では、各種ゼオライトを用いたこれまでに無い新しい人工バリアとなる「高吸着層」の開発に資するデータ取得を目的とする。既往の研究²⁾では、宮城県産モルデナイト型ゼオライト(以下、MM)を用いたセシウム吸着ゼオライトの固化技術に関する研究が行われている。これらの成果をもとに、MMより、高い陽イオン交換量(高CEC)を有する福島県産モルデナイト型ゼオライト(以下、MF)と、モルデナイト型ゼオライトより吸着性能が優れている山形県産クリノプチロライト型ゼオライト(以下、CY)を用いた固化体について分配係数の評価を行う。さらに、優れた吸着特性が確認された配合について、ゼオライトの混合率及び水セメント比を変更した配合を検討し、物性評価を行う。

2. 実験概要

2.1. 使用材料

本研究では使用した各種ゼオライトの物性を表-1に示す。ゼオライトは固有の構造により0.2~1.0nmに相当する分子径よりも小さな細孔を有している。また、イオン交換及び化学反応による細孔制御により、細孔内に入った分子を細孔によるふるいの作用及びイオン交換性により、吸着することが可能である。

表-1 各種ゼオライトの諸物性³⁾⁴⁾

	MM	MF	CY
産地	宮城	福島	山形
材料種	モルデナイト	モルデナイト	クリノプチロライト
粒径(mm)	0.5以下	0.8以下	0.5以下
乾燥密度(g/cm ³)	0.65	0.68	0.64
吸水率(%)	37.9	40.0	39.0
構造			

2.2. 配合設計

試験に使用する配合のうち、各ゼオライトの配合においてゼオライト混合率は50[vol.%]に統一し、水セメント比を30[%]と定め、3種類の示方配合を決定した。示方配合を表-2に示す。

絶乾状態で混入したゼオライトは多孔質であり、セメントペーストからの吸水により、施工性の低下が懸念されるため、単位水量とは別に、外割で吸水率分の水を加えた⁶⁾。また、配合は粉体量が多く、粘性が大きいため、PAE化合物を主成分とする高性能AE減水剤を使用し、OPCの単位量の1[%]に調整した。

2.3. 分配係数の測定

分配係数の測定に使用する供試体と、試験中の様子について図-1に示す。本試験では、セシウム(Cs)及びヨウ素(I)についての分配係数の測定を行った。試験水にはpHを10に調整した水酸化ナトリウム水溶液を使用し、供試体を浸透させる溶液の濃度は、セシウムを1.0[mg/L]、ヨウ素を0.954[mg/L]とした。液相(溶液)と固相(供試体)の比は、100[mL]/1.0[g]として、14日間浸透を行い、濃度変化を測定し、分配係数Kd[L/g]を算出した。

キーワード 人工バリア, ゼオライト, 分配係数, 高CECモルデナイト, 実効拡散係数

連絡先 〒039-1192 青森県八戸市田面木上野平16-1

表-2 各種ゼオライトの示方配合

	ZV (%)	W/C (%)	Unit Contents (kg/m ³)				WZ
			W	C	Z	SP	
MM	50	30	243	811	325	8.1	123
MF	50	30	243	811	339	8.1	136
CY	50	30	243	811	319	8.1	125

ZV:ゼオライト混合率, W/C:水セメント比, W:水, C:普通ポルトランドセメント, Z:ゼオライト, WZ:ゼオライトの吸水率, SP:高性能 AE 減水剤



図-1 分配係数の測定

3. 実験結果

表-2 の配合の分配係数は、水中養生にて約 6 か月養生した供試体について測定した。供試体に溶液を浸透後の濃度の変化を図-2, 図-3 に示す。また、分配係数を図-4 に示す。BLANK は供試体含まずに試験した際の濃度変化であり、各配合 3 回試験を行い濃度の変化を測定した。分配係数は、値が大きいほど吸着特性が高いことを示しており、このことから、ゼオライトを混合したモルタルはヨウ素に対しても一定の吸着が可能であり、セシウムに関する分配係数に着目すると、MF が最も優れた値を示しており、モルデナイト型よりも高い吸着性能が期待された CY は MM 及び MF に比べ、低い値となった。

4. まとめ

- 1) ゼオライトを混合したモルタルにおいてもゼオライトの有する吸着特性が発揮されることが示された。
- 2) 本研究で設計した表-2 の配合のモルタルは、吸着が困難であるヨウ素に関する吸着特性も有しており、セシウムに関する吸着特性も高く確認された。特に、MF を混合した配合が優れた結果を示した。
- 3) MF を混合したモルタルは、廃棄物処理に使用する一般的な充填材のセシウムの分配係数 0.03[L/g]と比較し、10.9[L/g]と約 360 倍以上の

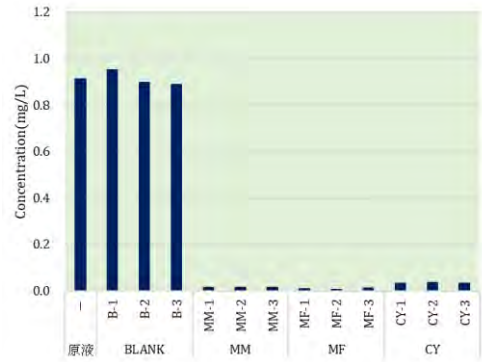


図-2 セシウムの浸透終了後の濃度変化

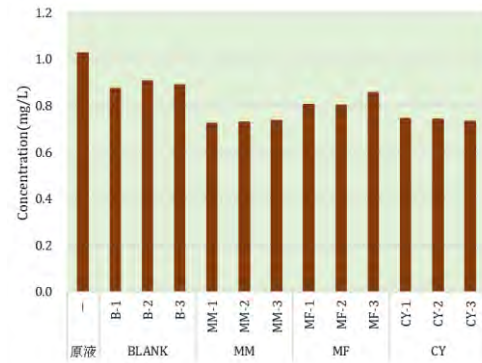


図-3 ヨウ素の浸透終了後の濃度変化

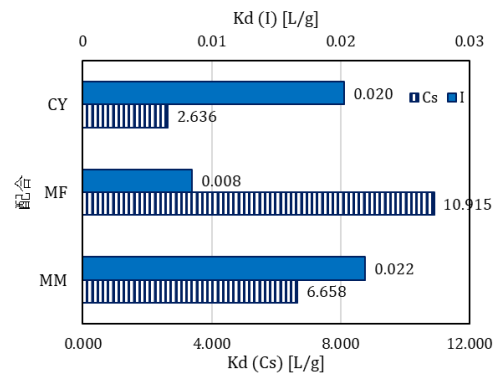


図-4 分配係数

吸着が可能であり、非常に優れた結果が示された。

参考文献

- 1) 庭瀬一仁, 杉橋直行, 辻幸和, 低レベル放射性廃棄物処分施設の低拡散層に用いる高流動モルタルの室内配合選定, コンクリート工学論文集, 第 21 巻第 3 号, pp. 43-51, 2010
- 2) Taisei SAKAI and Kazuhito NIWASE, Basic Study of Cement Solidification Technology for Solidification of Cesium Adsorbed Zeolite Evaluation of Microscopic Structure of Cement Solidification, Proceedings of the 8th Int. Conf. on Geotechnique, Construction Materials and Environment, pp.537-542, 2018
- 3) 高坂彬夫, 菊池正志, 長谷川二男, イタヤ産ゼオライトの諸特性, TECHNICAL NOTES, pp. 515-519, 1974
- 4) 堀岡正和, ゼオライトによる放射性廃液から Cs の分離回収に関する基礎研究, 日本原子力学会誌, pp.406-416, 1968