

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 ○高野 伶
八戸工業高等専門学校 正会員 庭瀬 一仁

1. はじめに

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¹⁾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、セメント系材料に要求される吸着性能に関しては、積極的な高吸着性を検討した事例は皆無である。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」の開発を目的とする。既往の研究²⁾³⁾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、宮城県産モルデナイト型ゼオライトより、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に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物性評価を行う。

2. 使用材料と配合決定

使用したゼオライトを写真 1 にゼオライトの物性を表 1 に示す。
試験に使用する配合の内、各ゼオライトの配合においてゼオライト混合率(以下、ZV)は 50%に統一し、水セメント比(以下、W/C)を 30%と定め、配合を決定した。以上の 3 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（以下、WZ）を加えた³⁾。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（以下、SP）を使用し、OPC の単位量の 3%の調整した。

3. 実験概要

施工性を評価するために、モルタルフローを測定するとともに、フローの時間経過によるロスについても測定を行った。また、固化後の力学性能の指標として圧縮強度を測定した。さらに、閉じ込め性能を確認するために、電気泳動試験により固体化中の塩化物イオンの実効拡散係数を測定し、物質移動抵抗性を評価した。



写真 1 ゼオライトの種類

表 1 ゼオライトの物性

材料	MM	MF	CY
粒径 (mm)	0.5 以下	0.8 以下	0.5 以下
かさ密度 (g/cm ³)	0.65	0.68	0.64
吸水率 (%)	37.9	40.0	39.0

表 2 示方配合

Formulation	ZV	W/C	Unit amount (kg/m ³)				SP C×3%
			W	OPC	Z	WZ	
MM	0.5	0.3	243	811	325	123	24.3
MF	0.5	0.3	243	811	339	136	24.3
CY	0.5	0.3	243	811	319	125	24.3

4. モルタルフロー試験

各配合における時間経過ごとのモルタルフロー試験結果を表 3 に示す。また、試験中の資料の様子を写真 2 に示す。

5. 電気泳動試験

電気泳動試験により実効拡散係数を測定した、各供試体の実効拡散係数を図 1 に示す。

6. 圧縮強度試験

圧縮強度試験の結果を図 2 示す。各配合において水中養生を行い、養生期間 3 日、7 日、28 日について強度を測定した。

7. まとめ

本研究では、各ゼオライトの人工バリアへの適用について強度発現特性および実効拡散係数の変化に着目し、研究を行った。

材料の吸着特性より結果を考察すると、吸着特性が高いクリノプチロライトを使用した配合はモルタルフロー値が低くフローロスも大きいが、モルデナイト型に比べ圧縮強度が高く、実効拡散係数は低い結果となった。モルデナイト型では高いイオン交換量を有する MF を使った配合のほうが一般的なモルデナイトを利用した MM よりも高い実効拡散係数を示しており、物質移動抵抗性は MM のほうが高い結果となった。しかし、圧縮強度は 28 日養生において MM よりも MF の方が高いため、今後、実効拡散係数は MF のほうが低い結果を示す可能性が予測される。

8. 謝辞

本研究の一部は、科学研究費(基盤研(C)(17K07015))を受けて行ったものである。

参考文献

- 1) 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，庭瀬一仁，杉橋直行，辻幸和，コンクリート工学論文集，第 21 巻第 3 号，pp. 43-51（2010）
- 2) 馬渡大壮，庭瀬一仁，佐藤正知：セシウム吸着ゼオライトのセメント固化技術における早強セメントとフライアッシュ併用系充填材の物性評価，セメント・コンクリート論文集，Vol.71，pp.653-660，Mar. 2018.

表 3 時間経過ごとのモルタルフロー値

時間 [min]	0	20	40	60
MM	293	308	300	256
MF	248	217	163	—
CY	—	—	—	—

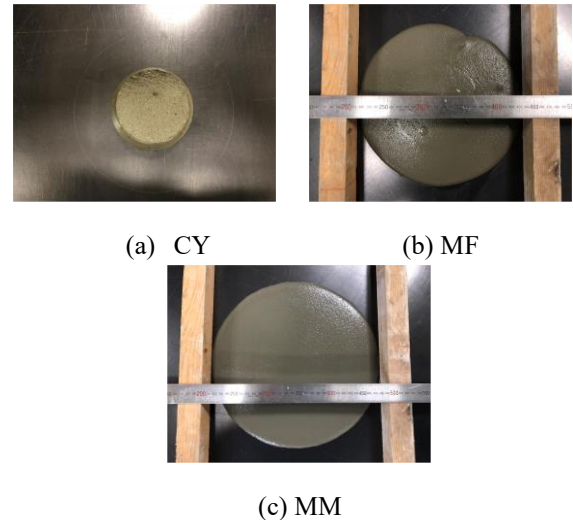


写真 2 モルタルフロー試験

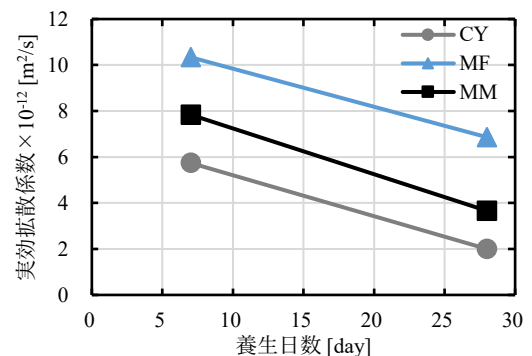


図 2 電気泳動試験結果

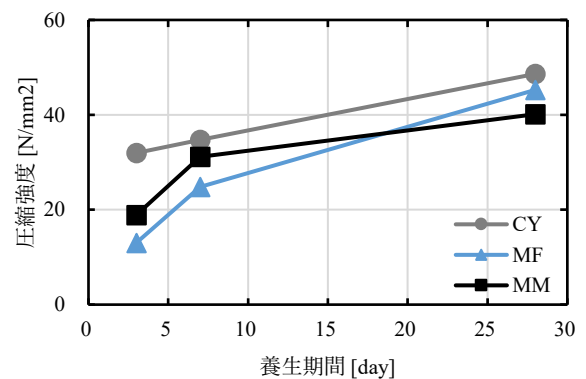


図 1 圧縮強度試験結果

- 3) 庭瀬一仁,今淵敦史,酒井大誠: セシウム吸着ゼオライトのセメント固化技術に向けたゼオライト混合比の検討, 日本原子力学会秋の大会予稿集(CD-ROM), Sep. 2019.