

各種ゼオライトの放射性廃棄物処理施設
人工バリアへの適用性に関する基礎研究

八戸工業高等専門学校専攻科

学生会員

○高野

伶

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

正会員

庭瀬

一仁

1. 背景と目的

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^[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。既往の研究では、モルデナイト型天然ゼオライト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を行い、固化体体積の75%をゼオライトが占める供試体において、力学的安定性、フレッシュ性状、及び閉じ込め性能の観点から検討を行い、一定の成果が得られた。本研究では、それらを活かし、クリノプチロライト型天然ゼオライトを用いた基礎研究として、配合検討や力学的安定性の評価を行う。

2. 実験概要

2.1 予察実験

本実験では、使用したゼオライト(以下、Z)の絶対乾燥密度、吸水率を測定した。結果を表-1に示す。ゼオライトについては、粒径が10 mm～20 mmのクリノプチロライト型天然ゼオライトを使用した。密度測定、及び吸水率測定は、土木学会規準「粗骨材の密度及び吸水率試験方法(JIS A 1110-2006)」に準拠して行った。

2.2 配合検討実験

既往の研究より、ゼオライト固化体はフレッシュ性状が主な課題となっている。そのため、ゼオライト混合率を全体積の50%に設定し、水セメント比(以下、W/C)を0.7～1.5に調整し、テーブルフロー試験にてフロー値を測定した。測定した配合及びフロー値を図-1に示す。既往の研究及びフロー値の結果より、実験に用いる配合は、W/Cをそれぞれ0.8、1.0、1.2に調整した3配合とした。

2.3 配合条件

本実験の示方配合を表-2に示す。セメント種は、普通ポルトランドセメント(密度：3.16 g/cm³,比表面積：3,340cm²/g)(以下、OPC)を用いた。ゼオライトについては、粒径0.5mm以下のクリノプチロライト型天然ゼオライトを使用した。ゼオライトは多孔質で吸水性が高い材料であるため、セメントペーストからの吸水により施工性の低下が見込まれる。そのため、ゼオライトの吸水率を予め測定し、単位水量とは別で加えた。併せて高性能AE減水剤を使用し、フレッシュ時の流動性を確保した。ゼオライトは、セメントミルクと接触した時、ほぼ飽和するまでセメントミルク中の水を吸水する。これは、既往の研究により確認している。したがって、添加水は、ゼオライトに

表-1 クリノプチロライト型ゼオライトの密度及び吸水率

表面乾燥状態	絶対乾燥状態	水中重量	表面乾燥密度	絶対乾燥密度	吸水率
797g	576g	310g	1.64	2.16	38.31%

表-2 示方配合

名称	ZV	W/C	Unit contents(kg/m ³)			WZ	SP C×6%
			W	OPC	Z		
ZV50%-0.8	0.5	0.8	358	448	820	314	26.9
ZV50%-1.0	0.5	1.0	380	380	820	314	22.8
ZV50%-1.2	0.5	1.2	396	330	820	314	19.8

キーワード ゼオライト、セメント固化、高吸着層、人工バリア、圧縮強度

連絡先 〒039-1192 青森県八戸市大字田面木字上野平 16-1 八戸工業高等専門学校 TEL0178-27-7223

吸水されるため、固化体のゼオライト体積は 50% で変化がないものと仮定している。

2.4 供試体作製

供試体は、示方配合に示す材料をモルタルミキサーによって練り混ぜ、 $\Phi 5\text{ cm} \times 10\text{ cm}$ の円柱供試体を作製した。20 度の恒温室に 48 時間静置した後、脱型した。養生方法は、水中養生とし、養生期間は 28 日に設定した。

3. 実験結果・考察

3.1 圧縮強度試験

力学的安定性を評価するため圧縮強度試験を実施した。圧縮強度試験は、「コンクリートの圧縮強度試験(JIS A 1108)」に準拠して行った。

圧縮強度試験の結果を図-2 に示す。図の左側には本実験で測定したクリノプチロライト天然型ゼオライト固化体の 3 配合を示す。右側には、比較対象として、モルデナイト型天然ゼオライト固化体の 28 日材齢における強度を示す。配合は、ゼオライト混合率 50%, W/C が 0.5 のフライアッシュを添加したものとしていないものである。

クリノプチロライト型天然ゼオライト固化体の圧縮強度は、水セメント比が大きくなるごとに減少しており、図-1 におけるフロー値同様、水セメント比との相関性が確認された。

モルデナイト型天然ゼオライト固化体と比較すると、全供試体において 2 割から 5 割ほどの強度が確認された。この強度差の原因は、水セメント比にあると考えられるが、クリノプチロライト型天然ゼオライトはフレッシュ性状が悪く、水セメント比 0.6 以下ではワーカビリティの確保が極めて困難であることから水セメント比調整におけるこれ以上の強度増加は期待できないと考える。また、フライアッシュを添加している配合においては、強度が添加していないものと比べると減少しているが、クリノプチロライト型天然ゼオライト固化体よりも高い強度であることが確認できる。

これらの結果より、クリノプチロライト型天然ゼオライト固化体とモルデナイト型天然ゼオライト固化体どちらにおいても、水セメント比によって強度が変化することが確認され、ゼオライトの種類との関係性は低いと考えられる。

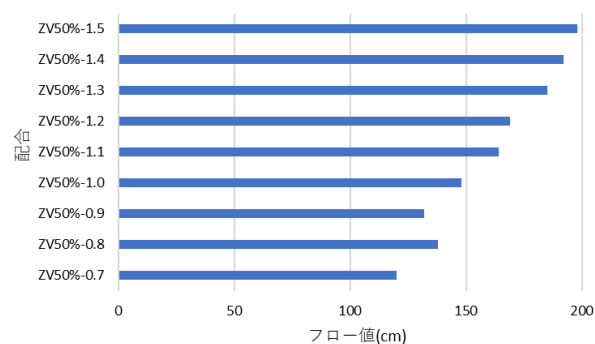


図-1 フロー値

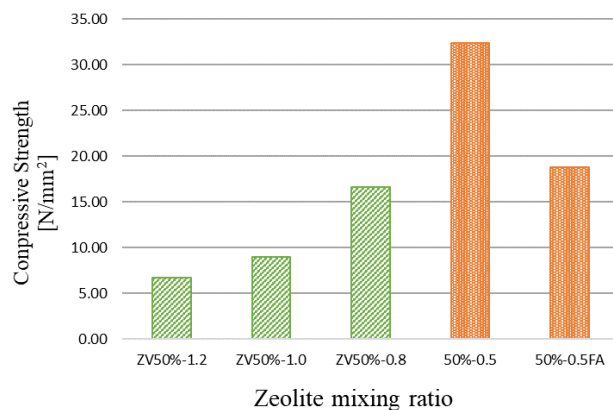


図-2 圧縮強度

4. まとめ

- ・クリノプチロライト型ゼオライトを用いた供試体作製において、ゼオライトが体積の 50% を占める供試体の作製を行った。
- ・圧縮強度試験を行い、ZV50%-0.8 の供試体が最も強度が高く、水セメント比との相関性が確認された。
- ・今後は、電気泳動試験などを行い、高吸着性の検討を行い、低拡散層における高吸着層の開発を目指す。

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

5. 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] Atsushi Imabuchi, Kazuhito Niwase: Compressive Strength of Cement Solid Form Mixed with Zeolite for Solidification of Cesium Adsorbed Zeolite, Proceedings of the 43rd Conference on OUR WORLD IN CONCRETE & STRUCTURES, pp.285-294, August 2018, ISBN:978-981-11-7775-0