

高 CEC モルデナイト型ゼオライトのセメント系人工バリアへの適用性検討

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 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、福島第一原子力発電所の事故により発生している放射性廃棄物や、今後の廃止措置に伴う放射性廃棄物の処理処分については、放射性物質が生活環境へと移行し、人に対してどのような放射線学的影響を及ぼすかについてその安全性を慎重に評価する必要がある。既往の研究では、ベントナイト系材料を用いた「低透水層」により移流による核種の移行を抑制し、セメント系材料を用いた「低拡散層」により拡散による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事例は皆無である。

そこで本研究では、モルデナイト型ゼオライトを配合したモルタルの「高吸着層」への適用性の検討を目的とする。既往の研究¹⁾により、ゼオライトの人工バリアへの適用性に関する物性評価が行われており、福島県産モルデナイト型ゼオライト(以下, MF)が高い陽イオン交換量(以下, 高 CEC)を有することがわかっている。本研究では、この成果をもとに、MF を基準とした配合を検討し、固化体の物性評価を行う。

2. 実験概要

2.1. 配合設計

本研究の示方配合を表-1 に示す。MF ゼオライト混合率を 50vol%, 60vol%, 70vol% の 3 種類、水セメント比を 40%, 50%, 60% の 3 種類とした、計 9 配合について配合の設計を行った。MF の材料物性として、乾燥密度は 0.677g/cm³、粒径は 0.8mm 以下、吸水率は 40.0% である。絶乾状態で混入したゼオライトは多孔質で吸水性の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懸念される。そのため、単位水量とは別に、外割で吸水率分の水(以下, WZ)を加えた。併せて、本配合は粉体量が多く、粘性が大きいいため、高性能 AE 減水剤(以下, SP)を OPC の単位量の 1% 添加し、フレッシュ時

の流動性を確保した。

ここで、外割で追加した添加水は、すべてゼオライトに吸収されるため、固化体のゼオライトの割合(ZV)に変化はないものと仮定している。

2.2. 供試体作製

表-1 に示す計 9 配合についてフレッシュの確認を行った。ここで、ZV50_W/C50 及び ZV50_W/C_60 については材料分離の傾向が非常に高く、供試体作製及び各試験の実施が不可能であった。また、ZV70_W/C40 及び ZV70_W/C50 については、単位水量が少なく、練り混ぜが不可能であった。そのため、前述の 4 配合を除く 5 配合の供試体を作製し、物性評価を行った。

各配合は、モルタルミキサーによりミキシングを行い、円柱プラモールドを用いて作製した。圧縮強度試験には φ=50mm, h=100mm の円柱供試体を用い、電気泳動試験は φ=100mm, h=200mm の円柱供試体を h=50mm にカッティングし使用した。養生方法は、20°C 恒温の水中養生とし、養生期間は圧縮強度試験、電気泳動試験共に 7 日および 28 日とした。

表-1 示方配合

	ZV (%)	W/C (%)	Unit contents(kg/m ³)				WZ
			W	OPC	Z	SP	
ZV50_W/C40	50	40	279	698	339	6.98	136
ZV50_W/C50	50	50	306	612	339	6.12	136
ZV50_W/C60	50	60	327	546	339	5.46	136
ZV60_W/C40	60	40	223	558	406	5.58	163
ZV60_W/C50	60	50	245	490	406	4.90	163
ZV60_W/C60	60	60	262	436	406	4.36	163
ZV70_W/C40	70	40	167	419	474	4.19	190
ZV70_W/C50	70	50	184	367	474	3.67	190
ZV70_W/C60	70	60	196	327	474	3.27	190

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

キーワード ゼオライト,人工バリア,低レベル放射性廃棄物,高吸着層,実効拡散係数,圧縮強度

連絡先 〒039-1192 青森県八戸市田面木上野平 16-1

3. 試験概要

3.1. 圧縮強度試験

圧縮強度試験は、コンクリートの圧縮強度試験方法 (JIS A 1108) に準じて行った。この結果より、力学的安定性の評価を行う。

3.2. 電気泳動試験

電気泳動試験、土木学会規準「電気泳動によるコンクリート中の塩化物イオンの実効拡散係数試験方法 (案)(JSCE-G571-2013)」に準拠して行った。固化体中の放射性セシウムの物質透過性の代替指標として、塩化物イオンの実効拡散係数を測定し、物性移動抵抗性の評価を行う。本実験の電気泳動試験の模式図を図-1、拡散セルを写真-1 に示す。この装置は、従来の拡散セルの供試体側面の NaCl 溶液と NaOH 溶液の連続性を完全に分割することにより、塩化物イオンは供試体のみを移動するように考慮されている。

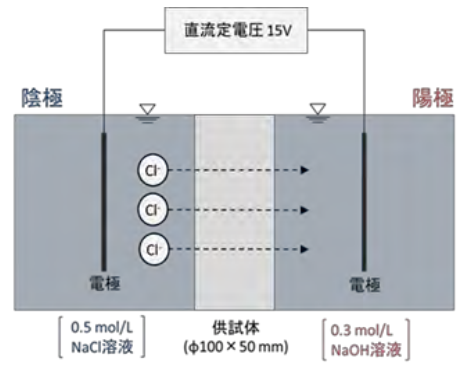


図-1 電気泳動試験模式図

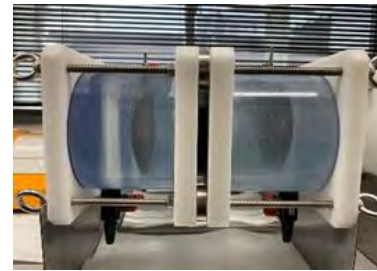


写真-1 拡散セル

4. 実験結果

4.1. 圧縮強度試験

圧縮強度試験の結果を図-2 に示す。ゼオライト混合率及び水セメント比が高くなるにつれ強度が低下する傾向が確認できた。この原因として、ゼオライト自体の強度が低いことに加え、セメントマトリックスに依存していると示唆する。

4.2. 電気泳動試験

各供試体の実効拡散係数を図-3 に示す。実効拡散係数は、どの配合も養生期間が 7 日から 28 日にかけて低くなる傾向を確認した。しかし、7 日養生において、実効拡散係数が $10^{-12} \text{m}^2/\text{s}$ オーダーであったため、配合設計の見直しが必要である。ゼオライト混合率及び水セメント比が高くなるにつれ供試体の緻密さが失われ、結果として実効拡散係数が大きな値をとると考える。

5. 今後の展開

ゼオライトを混合したモルタルの強度は、混合率を高くするほど低下傾向にあり、セメントマトリックスの強度に依存しているため、混合率の低い配合で施工できる配合の検討を行う予定である。また、高吸着層としての実用性を高めるために実効拡散係数を低くするため、緻密さを確保する配合の検討も行う予定である。

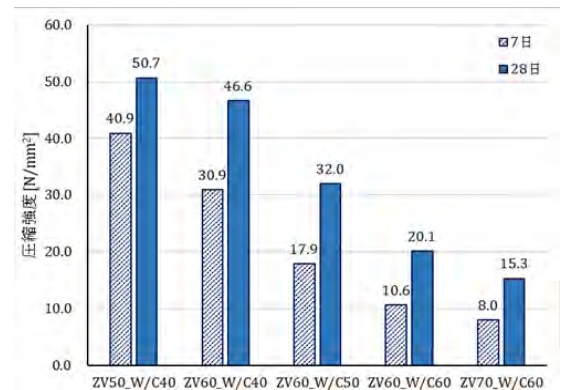


図-2 圧縮強度

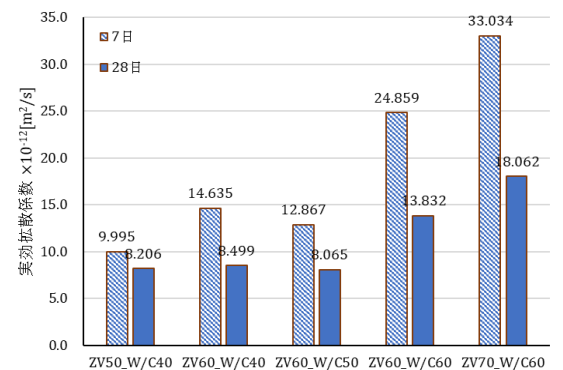


図-3 実効拡散係数

参考文献

- (1) 赤坂翼, 今泉有人, 庭瀬一仁: 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, 土木学会東北支部論文集(投稿中)