

人工ゼオライトブロックを用いた住宅地排水溝の除染技術の実証試験

前田建設工業株式会社 正会員 ○清水 英樹 非会員 阿部 敏之
同 上 正会員 芝本 真尚 正会員 安井 利彰

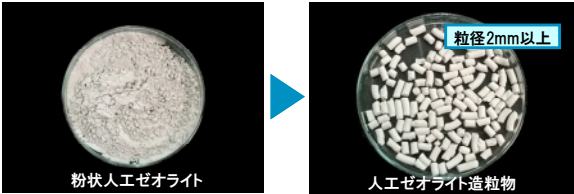
1. はじめに

今後、本格化することが見込まれる放射性物質の除染作業において、当該エリアで発生する洗浄水や未除染区域から流入する雨水などに含まれる放射性物質が、周辺の居住区域や農用地に及ぼす影響を低減させるため、当社開発の人工ゼオライトブロックを住宅地排水溝内に設置し、環境水中に溶存する放射性セシウムの吸着能を検証することを目的とした実証試験を実施した。本文では、この実証試験で得られた知見について報告する。

2. 実証試験の概要

(1)人工ゼオライトブロックの基本特性

元来より放射性同位元素を含む水の処理にゼオライトを用いる研究例は数多く、一例として Ames らによるゼオライト (Hector 産クリノプチロライト) が ¹³⁷Cs をきわめてよく交換除去するとの報告¹⁾等が知られる。また、日本原子力学会バックエンド部会が行った一斉試験のデータ²⁾にも同様な効果が報告されている。今回、著者らが開発した人工ゼオライトブロック (写真1) は、火力発電所から排出された石炭灰を人工的にゼオライト化させた粉末を造粒物 (ペレット) 加工した後にブロック成型したものである³⁾。人工ゼオライトを用いた理由は、天然ゼオライトに比べて陽イオン交換容量 (CEC) に優れることに加え、性能が安定しているため工業製品化に適した特徴を有することによる。



現地試験用に製作した人工ゼオライトブロック
(セメント30wt%の造粒品を使用)

写真1 人工ゼオライト製品類の外観

(2)実施内容

実証試験の内容は、①人工ゼオライト粉末および造粒品での放射性物質吸着性能の確認、②ブロック成形に関する検討、③現地実証試験による人工ゼオライトブロックの除染効果の確認、の大きく3つの項目からなり、①は安定化セシウムを用いた室内実験であったため、当社技術研究所にて、②は当社グループ会社であるフジミ工研にて実施した。③の現地実証試験に関しては、福島県飯舘村にてサイトのご提供をいただき、実施した。詳細を表1にまとめる。

表1 実証試験の実施内容

①人工ゼオライト粉末および造粒品での放射性物質吸着性能の確認
(a)粉体人工ゼオライトの放射性物質吸着性能
・造粒物作成時等における比較対象の基礎となるデータの取得 (CEC)
・安定化セシウムを用いた人工ゼオライトの吸着性能の確認
(b)人工ゼオライト造粒品の放射性物質吸着性能
・造粒品に使用するバインダーによる性能特性およびイオン交換における最大吸着能力の把握
・安定化セシウムを用いた人工ゼオライト造粒品の吸着性能 (選択性含む) の確認と破過条件の把握
・人工ゼオライトにイオン担持した放射性物質の再放出の確認
②ブロック成形に関する検討
・人工ゼオライト造粒品の基本物性並びに実績率の把握
・人工ゼオライト造粒品を用いたボラスコンクリートの結合材 (バインダー) の基本配合の選定
・人工ゼオライトブロックコンクリートの配合試験
・人工ゼオライトブロック成形体の性能確認試験に基づく最適配合の絞り込み (強度試験および透水試験)
・タンクリーチング試験の実施 (溶出試験)
・実証試験用の人工ゼオライトブロックの製作
③現地実証試験による人工ゼオライトブロックの除染効果の確認
実際の家屋に対する除染作業を想定し、放射性セシウムによる汚染水を使用して人工ゼオライトブロックによる除染効果を確認する。実証試験は、以下の2種類の試験を実施する。
(a)実証試験1
人工ゼオライトブロックによる放射性物質の吸着性能を把握するために、汚染地域内において模擬水路による吸着効果確認試験を実施する。測定項目は以下の通りとする。
・汚染水の放射性物質含有量
・人工ゼオライトブロック透過後の処理水の放射性物質含有量
・通水後の人工ゼオライトブロックの放射性物質含有量
(b)実証試験2
人工ゼオライトブロックを長期間設置した場合の除染効果および目詰まり状況を確認するため、一定期間、環境水の流れる集水桝に人工ゼオライトブロックを設置する。目詰まり状況を目視観察するとともに、設置期間終了後の人工ゼオライトブロックの一部を採取し、放射能濃度を測定する。

キーワード 放射性セシウム, 除染, 人工ゼオライト, 陽イオン交換容量, イオン交換選択性

連絡先 〒101-0064 東京都千代田区猿樂町 2-8-8 土木事業本部 土木設計・技術部 TEL 03-5217-9563

3. 実証試験の結果

(1) 人工ゼオライトの吸着性能試験結果

人工ゼオライト造粒物の吸着能力の低下に伴う交換時期の目安を把握する目的で、カラム試験を実施し吸着能力の経時変化を捉えた結果、今回の実験にて流下させた液量では破過の兆候を示す変曲点は確認されなかった。したがって、ブロックの交換時期は、吸着能力ではなく、ホットスポット化させないための放射能濃度に至る時期に依存するであろうことが示唆された(図1)。

(2) ブロック成型に関する試験結果

結合材として『水・セメント・高性能減水剤』を用いた配合により製作したブロックは、運搬・設置作業に十分な強度と冬季1ヶ月間の水路設置に十分な耐久性を有した。

(3) 現地実証試験結果

除染時に生じる高濃度汚染水のセシウム濃度は、ゼオライトブロックを設置した模擬水路の通過により約50%程度低減できることが確認された(図2)。また、現地の集水枡に1ヶ月間放置した人工ゼオライトブロックからは、碎石ブロックの2倍以上の放射能濃度が検出された(図3)。

4. 得られた知見

- 人工ゼオライトを造粒化や固結ブロック化しても、十分なセシウム吸着能力を確保できる。
- 結合材を用いることで人工ゼオライトブロックの製品化が可能である。
- ブロックは運搬・設置に対する強度が確保され、流水環境下においても長期耐久性を有する。
- 除染作業時の汚染水や環境水において、懸濁物質(SS)に吸着されている放射性物質に加え、溶解性の放射性物質が水中に存在している場合に対して放射性物質の低減効果が期待できる。
- 集水枡などに設置するだけで、環境水中の放射性物質を簡易に捕捉・低減することができる。

5. 謝辞

本報は、内閣府委託業務「福島第一原子力発電所事故に係る避難区域等における除染実証業務」の一部として、(独)日本原子力研究開発機構より公募・採択された平成23年度「除染技術実証試験事業」⁴⁾の中で得られた成果をまとめたものである。試験の実施にあたり、様々なご助言をいただいた同機構福島技術本部各位ならびに多大なご協力をいただいた飯舘村役場産業振興課各位に対し、末筆ながら感謝の意を表すものである。

参考文献

- 1) L.L.Ames, Am Mineralogist, 50, 465, 1969
- 2) 日本原子力学会バックエンド部会, 福島第一原子力発電所内汚染水処理技術のための基礎データ収集, 2011
- 3) 佐藤文則ら, 除染を目的とした人工ゼオライトペレットを用いたポーラスコンクリートの基本物性, 第67回土木学会年次学術講演会(投稿中), 2012.9
- 4) 日本原子力研究開発機構ホームページ: <http://www.jaea.go.jp/fukushima/decon04/ke05.pdf>

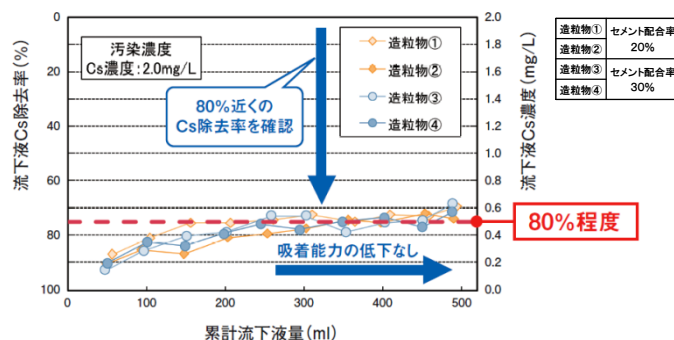
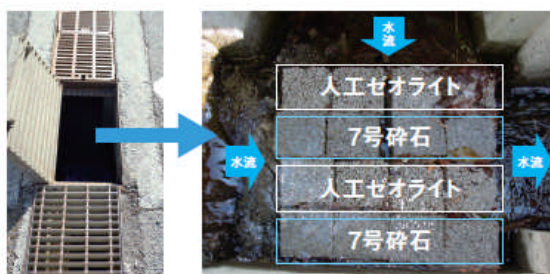


図1 流下液量とCs除去率の関係



試料	取水位置	Ge半導体検出器放射能濃度 (Bq/ℓ)			低減率
		Cs-134	Cs-137	計	
ゼオライトブロック	通過前(原水)	9,989	13,241	23,230	46.7%
	通過後	5,239	7,143	12,382	

図2 模擬水路を用いた吸着試験結果



試料	重量 (kg/ブロック)	Ge半導体検出器放射能濃度 (Bq/kg)		
		Cs-134	Cs-137	計
ゼオライトブロック	2,191	1,341	1,775	3,116
7号碎石ブロック	3,548	563	757	1,320

図3 既存水路における吸着試験結果