

吸着材を用いた放射性セシウム含有溶液の浄化手法の検討

鹿島建設(株) 正会員○河合 達司 正会員 川端 淳一 正会員 須山 康宏
正会員 田中 真弓 正会員 河野 麻衣子

1. 背景および目的

福島第一原子力発電所の事故後、環境中に放出されたセシウム 137 等の放射性物質による汚染の浄化（除染）が急務の課題となっている。セシウムの吸着材としてゼオライトやフェロシアンなどが知られており、これらを用いた除染技術の確立が期待されている。その吸着特性に関する知見は、社）日本原子力学会バックエンド部会などによりデータベース化¹⁾が進められつつあるが、除染システムへの応用・展開の観点からは必ずしも十分であるとは言えない。

そこで、本検討では水に溶解した放射性セシウム（セシウム汚染水）を対象とし、吸着材を用いた除染システムの開発を目的とし、システム確立のための基礎的な知見を得るための評価試験を実施した。試験では、吸着材の基礎的な吸着特性を評価し、この吸着材を用いた水処理システムを想定した評価試験を実施した。

2. 実験方法

本実験では吸着材として国内産の天然ゼオライトを対象に、また浄化対象としてセシウムに絞り、実験ケース毎に非放射性セシウムや放射性セシウムを含んだ実汚染水を用いた試験を実施した。

1) 小規模バッチ試験

吸着材の基礎的な吸着特性を評価するため、社）日本原子力学会バックエンド部会での評価方法¹⁾を参考に、ゼオライトと溶液の固液比を 1 : 100 とし、水道水及び海水を用い初期濃度約 10mg/L の非放射性セシウム溶液を作成し、250mL ポリ瓶内で吸着バッチ試験を実施した。浸漬時間を 24 時間と 48 時間とし、処理水のセシウム濃度をイオンクロマトグラフ法により測定した。

2) 短時間攪拌バッチ試験

①50L 規模バッチ試験

吸着材を用いたバッチ式水処理システムを想定し、接触時間を比較的短時間に設定した 50L 規模のバッチ試験を実施し、吸着特性を評価した。水道水を用い初期濃度約 10mg/L の非放射性セシウム溶液 50L を作成し、ゼオライトと溶液の固液比を 1 : 200, 1 : 100, 1 : 50 とし、攪拌時間を 15 分, 30 分, 60 分とした時のセシウム除去率を評価した。なお、各々攪拌後に静置時間を 5 分, 10 分, 20 分とし、静置時間の違いによる吸着の違いも評価した。処理水のセシウム濃度はイオンクロマトグラフ法により測定した。

②実汚染を用いたバッチ試験

セシウム 134 及び 137 (¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs) を含む実汚染水を用いた吸着バッチ試験を実施した。実汚染水 1L を用い、固液比を 1 : 200, 1 : 100, 1 : 50 とし、攪拌時間を 10 分, 20 分として処理した時のセシウムの吸着効果を評価した。なお、繰返し操作による吸着特性の変化を評価するため、処理水とゼオライトを分離した後、ゼオライトを再使用し 2 回目, 3 回目の操作を連続して実施した。処理水と試験後のゼオライト中のセシウムの放射能強度を、ランタン・臭素シンチレーション検出器により測定し、¹³⁴Cs と ¹³⁷Cs の合算値で評価した。

4. 実験結果

1) 小規模バッチ試験

水道水を用いた試験では、24 時間及び 48 時間の浸漬時間の違いに関わらず、98%以上の高い吸着率を示した(表.1)。一方、海水では、水道水よりも吸着率が低く、海水の成分がセシウムの吸着を阻害する可能性が示された。また、長時間の浸漬により除去率が大きく高まる傾向を示しており、海水の場合は吸着率と共に吸着速度も低下することが推定される。

表.1 海水による Cs 吸着率(%)の低下

浸漬時間	水道水	海水
24時間	98.4	46.7
48時間	98.8	67.4

キーワード 放射能汚染, 除染, セシウム, 吸着, ゼオライト, 水処理

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL042-489-6651

2) 短時間攪拌バッチ試験

①50L 規模バッチ試験

固液比に関しては、固液比が大きくゼオライトの割合が高いほど吸着率は向上した(図.1)。また、攪拌時間が長いほど、吸着率は向上したが、静置時間は今回の条件(5~20 分間)では、ほとんど差はなかった。従って、ゼオライトによる吸着は、浸漬時間の長さよりも攪拌の有無やその長さによる影響が大きいと考えられる。また、固液比 1:100 の結果を同じ固液比である前述の小規模バッチ試験結果を比較すると、60 分の攪拌によりほぼ 24 時間浸漬とほぼ同じ吸着率が得られており、ゼオライトによるセシウムの吸着速度は、攪拌状態であれば比較的速いと考えられる。

②実汚染水を用いたバッチ試験

実汚染水の放射能強度は ^{134}Cs と ^{137}Cs の合算値で 363.6Bq/L であった。固液比 1:50 で 20 分間の攪拌を行ったケースで、処理水のセシウム濃度が放流水線量限度(^{134}Cs : 60Bq/L, ^{137}Cs : 90Bq/L: 各核種の(濃度/基準)比の合計値が 1 を超えないこと)^{2) 3)}を満たした(図.2)。除染効果は、固液比が大きいほど、概ね高くなる傾向を示した。攪拌時間に関しては、固液比が 1:100 及び 1:200 では明瞭な差は見られなかったが、1:50 では攪拌時間が長いほど除染効果が向上する傾向を示した。また、ゼオライトの繰返し使用による除染効果の低下は、見られなかった。これは、原水のセシウム濃度など今回の試験条件では吸着材のセシウム吸着が破過に至らず、十分な吸着容量が保たれていたためと考えられる。なお、試験後のゼオライトに吸着されたセシウム吸着量は除染効果と比例しており(図.3)、除染効果はゼオライトへの吸着により得られたことが確認できた。

5. まとめ

セシウム吸着能の高いゼオライトを用い、バッチ式水処理システムを想定した評価試験を実施し、セシウムの吸着特性を評価した。ゼオライトの吸着能は、海水により阻害され、吸着率と吸着速度が大きく低下した。また、固液比が高いほど吸着率が高くなる傾向を示した。攪拌時間に関しては 15~60 分の短時間でも吸着効果に大きな影響を与えたが、静置時間に関しては、5~20 分では影響は見られなかった。 ^{134}Cs と ^{137}Cs の合算値で 363.6Bq/L の実汚染水を用いた試験では、固液比 1:50 で 20 分間の攪拌の条件により、放流水線量限度を達成することができた。以上より、セシウム汚染水を対象としたバッチ式水処理システムを想定した評価試験を実施し、システム確立に必要な基礎的な吸着特性を評価でき、実汚染を用いた試験によりその有効性を検証できた。

参考文献

- 1) 社) 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
- 2) 科学技術庁告示第 13 号, 平成 12 年 12 月 26 日, 核燃料物質の加工の事業に関する規則等の規定に基づき, 線量限度等を定める告示
- 3) 経済産業省告示第 187 号, 平成 13 年 3 月 21 日, 実用発電原子炉の設置, 運転等に関する規則の規定に基づく線量限度を定める告示

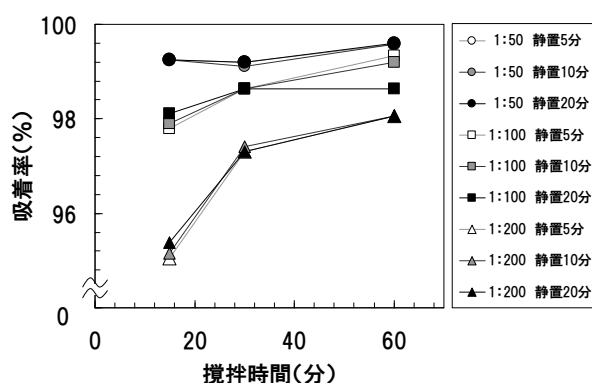


図.1 固液比、攪拌・静置時間の吸着率への影響

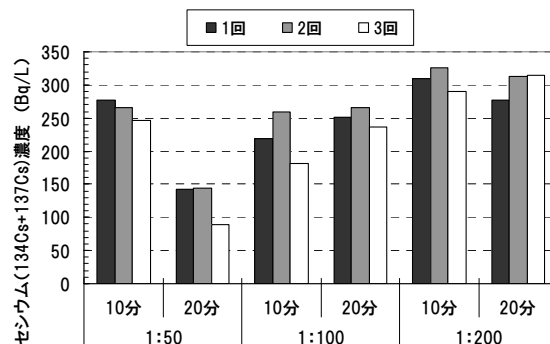


図.2 実汚染水を用いたバッチ試験での除染効果

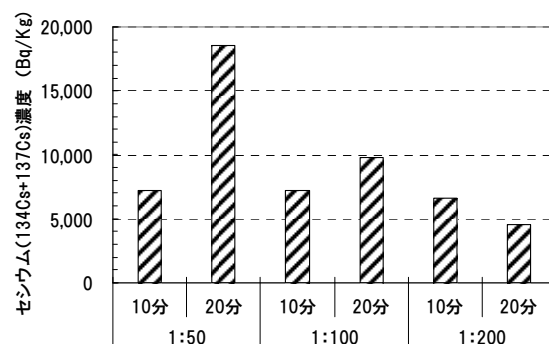


図.3 実汚染水を用いたバッチ試験でのゼオライトへのセシウム吸着量