

[様式2 (汚染水処理対策委員会に報告し、一般公開となるものです)]

御提案書	
技術分野	③ (「技術提案募集の内容」の該当番号を記載願います)
御提案件名	放射性物質を吸着するシルトフェンスの提案
御提案者	日本海洋整備株式会社 櫻井 實

1. 技術等の概要 (特徴、仕様、性能、保有者など)

【特徴・仕様】

提案する「放射性物質を吸着するシルトフェンス」(補足資料①: 一般外形図)は、(財)港湾空港技術サービスセンター・海洋工事汚濁防止協会の仕様条件(補足資料②: 汚濁防止膜技術資料)に準拠したものであり、シルトフェンスのカーテン部にゼオライトシート(図-1、補足資料③: 研究論文、国際ジオシンセティックス学会日本支部)からなる放射性物質の吸着材を組み込み、放射性物質の付着した懸濁物の濾過とともに水溶性放射性物質の吸着除去により、放射性物質の拡散防止を図るものである。ゼオライトシートは天然ゼオライトの粉末(粒径0.5mm未満)をパルプにすき込むことにより厚さ0.98mmのシート状にしたものであり、乾燥重量の70~90%が天然ゼオライト粉末(1m²あたりの含有量550g)である。すなわち、シートの大部分が天然ゼオライトであり、さらに、比表面積の大きい粉末を使用することによって吸着速度を高めたものである。天然ゼオライトをシート状にした製品は他にも開発されているが、70~90%以上の高含有率のものは他に類を見ない。



図-1 ゼオライトシート(天然ゼオライト粉末(粒径0.5mm未満)を550g/m²含有)

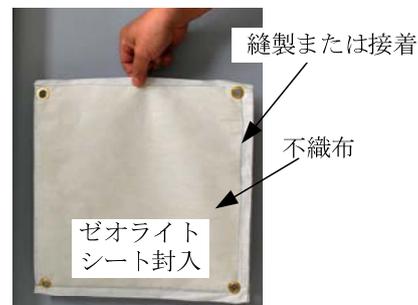


図-2 提案するシルトフェンスの小型模型

【性能】

要求されている性能は以下に示す①~④の通りである。それぞれの項目に対する有効性と実証データを以下に示す。

① 港湾内の海水中に含まれる放射性 Cs、Sr 除去(濃度低下) できること

ゼオライトシートにすき込まれている天然ゼオライトは、島根県産のモルデナイト(MGイワミライト、三井金属資源開発(株))である。同一材料(粒径0.35~0.7mm)の海水中におけるCsおよびSrに対する除去率を図-3に示す。この実証データは、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」

より引用したものである。実験は、海水に Cs、Sr、I を添加し、24 時間振とうしたものである。海水中の Cs に対する除去率は 84~98% 程度であり、高い吸着効果を示す。一方、Sr に対しては、Cs ほどの吸着効果はないが、5~24% 程度の除去率である。

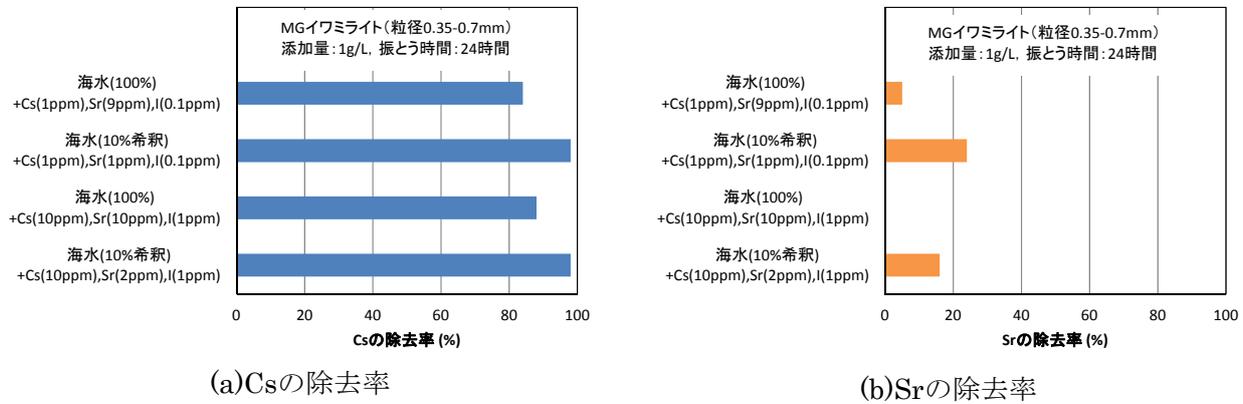


図-3 海水におけるCsおよびSrの除去率（日本原子力学会バックエンド部会「福島第一原子力発電所内汚染水処理技術のための基礎データ収集」より引用）

海水に含まれる主要なイオンを表-1に示す。天然ゼオライトの陽イオン交換優先順位は以下の通りである。



上式より、海水中の Cs の濃度が低い場合は、図-3 の結果よりも Sr の除去率は高くなると考える。

② 除去する際に、Mg、Ca 等の目的外元素の吸着による除去効率低下が少ないこと

複数の金属イオンを含む水溶液中におけるゼオライトシートでのセシウム（安定同位体）イオンの吸着特性を図-4に示す（補足資料③）。ゼオライトシートへの Cs の吸着は短時間で生じる。イオンの除去率は Cs、K、Ca の順に大きい。式(1)と同じ傾向であり、Na、Ca、K が混在する場合においても、Cs を優先的に吸着除去する。Mg よりも陽イオン交換優先順位の高い Ca が混在しても、Cs に対する高い吸着効果が有していることから、Mg が混在する場合においても、Cs に対する高い吸着効果が発揮されると考える。

表-1 海水に含まれる主要なイオン

イオン	質量%	溶質%	イオン	質量%	溶質%
Na ⁺	1.0556	30.61	K ⁺	0.0380	1.10
Mg ²⁺	0.1272	3.69	Cl ⁻	1.8980	55.05
Ca ²⁺	0.0400	1.16	SO ₄ ²⁻	0.2649	7.68

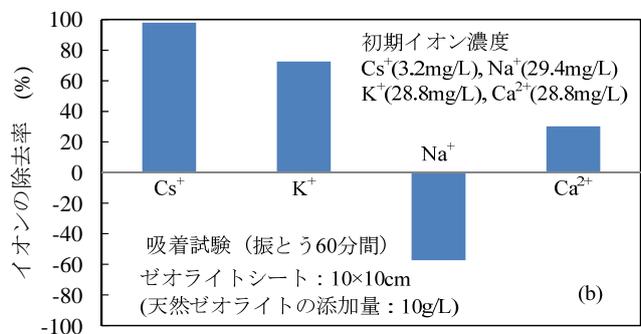
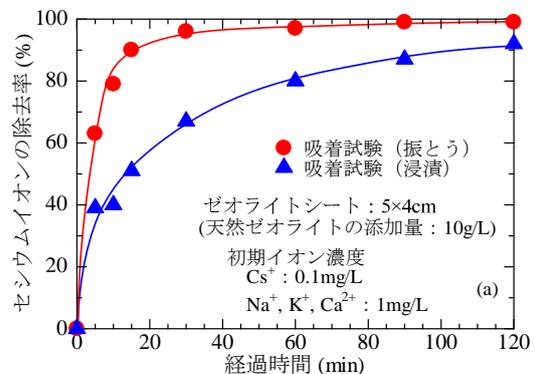


図-4 セシウム（安定同位体）イオンの除去率（補足資料③）

また、Sr を添加した場合のその除去率は、式(1)より K と Ca の中間であり、40～50%程度であると考えられる。なお、水溶液中の Na が増加しているのは、天然ゼオライトに事前に吸着されていた Na が、他のイオンで置換されて溶出したためであると考えられる。

③ 放射性 Cs、Sr を吸着した廃棄物の発生量が少ないこと

陽イオン交換優先順位が Cs と Sr の間にある NH_4^+ に対する吸着試験の結果を図-5 に示す(補足資料③)。 NH_4^+ の吸着も短時間で生じる。ゼオライトシートは天然ゼオライト粉末(粒径 0.5mm 未満)と同等の吸着性能を有しており、粒径の大きい天然ゼオライト(粒径 1～3mm)の 2～6 倍の吸着速度を有している。

厚さ 0.98mm のゼオライトシートの天然ゼオライトは粉末(粒径 0.5mm 未満)であり、重量比 70～90%と含有量も高く、体積、重量に比べて少ない使用量で高い吸着効果が得られるので、廃棄物の発生量を格段に少なくできる。さらに、シルトフェンスのフロート部とカーテン部を容易に切り離し、放射性物質が吸着したカーテン部を小さく折り畳むことも容易である。このことにより、発生した廃棄物の搬出、保管も容易である。一方、フロート部は繰り返し利用することが可能である。

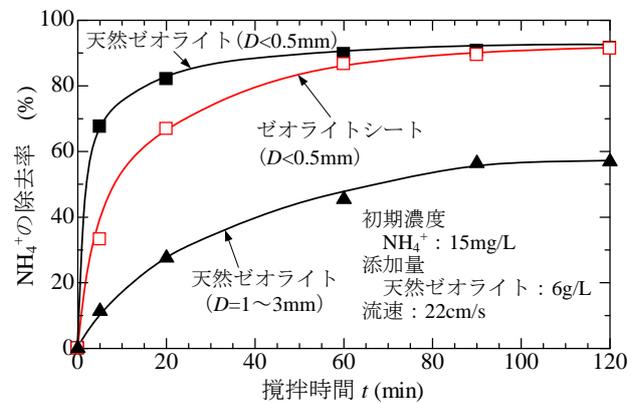


図-5 NH_4^+ の除去率 (補足資料③)

④ 簡易な設備であること

放射性物質を吸着するシルトフェンスの設置形態の一例を図-6 に示す(補足資料③)。シルトフェンスは、天然ゼオライト粉末を高い割合で含有したゼオライトシートを一般的なシルトフェンスのカーテン部材であるポリエステル織布で縫合したものであり、フロート部と連結する。ゼオライトシートを用いたシルトフェンスは、薄くて軽く施工も簡易であるため、さまざまな設置形態に対応することができる。本提案における放射性物質を吸着するシルトフェンスの具体的な設置および撤去の詳細は補足資料②に示している。

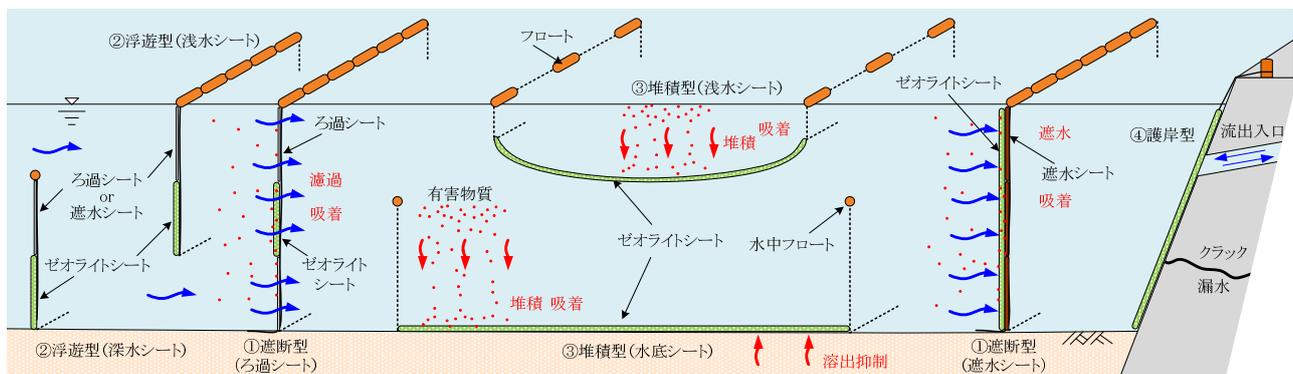


図-6 放射性物質を吸着するシルトフェンスの設置形態 (補足資料③)

【技術提案に対する実施体制】

提案者

日本海洋整備（株） 櫻井 實（シルトフェンス技術監修、事務局）

協力者

信州大学工学部 梅崎健夫（技術監修）

旭化成ジオテック（株） 川井伸一、石井大悟（シルトフェンスに関する材料供給）

凸版印刷（株） 高畑勝人、早川 典、北村洋一（ゼオライトシートの製造供給）

2. 備考（以下の点など、可能な範囲で御記入いただけますようお願いいたします）

- ・開発・実用化の状況（国内外の現場や他産業での実績例、実用化見込み時期を含む）
 - 1) ゼオライトシートの開発および性能評価に関する論文発表（補足資料③）
 - 2) ゼオライトシートを内袋として用いた土壌や廃棄物などに対する除染フレコンバッグの開発・製品化（補足資料④：除染用フレコンバッグ（ゼオコン）、辰野（株）および補足資料③の図-3(c)）
 - 3) ゼオライトシートを用いた水路に漏出した水溶性セシウムの簡易吸着ユニットの開発（補足資料③の図-3(b)）
- ・開発・実用化に向けた課題・留意点
 - 1) 実海洋域での製品の耐久性と簡便な回収・廃棄方法の確認。
 - 2) Sr やトリチウムなどに有効な他の吸着材についても、粒状や粉末状であれば、容易にシート化する技術を有しており（凸版印刷（株））、それらを用いたシルトフェンスの開発も可能である。
- ・その他（特許等を保有している場合の参照情報等）
 - 1) 信州大学、旭化成ジオテック（株）、一般社団法人グリーンディール推進協会：水域浄化フェンス、特開 2012-180733（補足資料⑤）
 - 2) 信州大学、一般社団法人グリーンディール推進協会、旭化成ジオテック（株）、凸版印刷（株）：放射性汚染水の浄化装置及び浄化方法、特開 2013-186082（補足資料⑥）

（備考）技術提案募集の内容（6分野）

- ① 汚染水貯蔵（タンク等）
- ② 汚染水処理（トリチウム処理等）
- ③ 港湾内の海水の浄化（海水中の放射性物質の除去等）
- ④ 建屋内の汚染水管理（建屋内止水、地盤改良等）
- ⑤ 地下水流入抑制の敷地管理（遮水壁、フェーシング等）
- ⑥ 地下水等の挙動把握（地下水に係るデータ収集の手法、水質の分析技術等）