

[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)]

提案書	
技術分野	③ 港湾内の海水の浄化 (海水中の放射性物質の除去など)
提案件名	1～4号機取水路前エリアの海水中の Sr 濃度を低減させるための『浮き玉・シンカー付き吸着繊維モールを使う Sr 除去システム』
提案者	斎藤 恭一 (千葉大学大学院 工学研究科 共生応用化学科 教授)

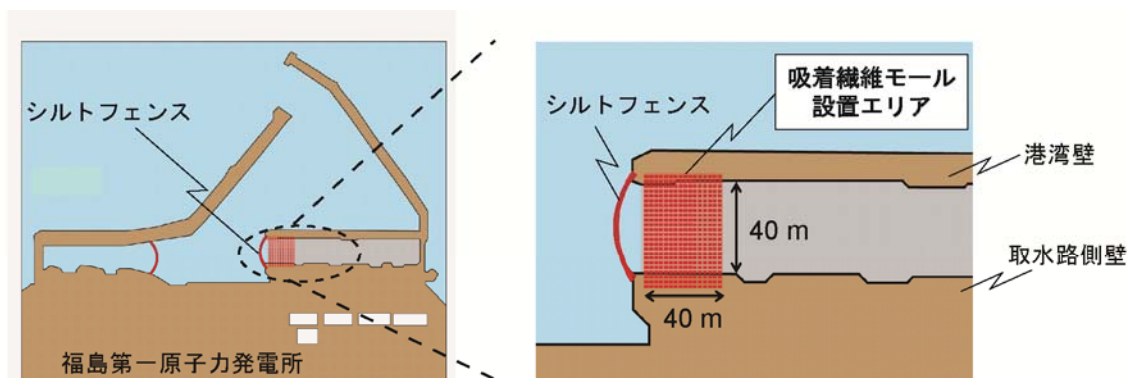
1. 技術などの概要 (特徴, 仕様, 性能, 保有者など)

【特徴】

港湾内の海水には、もともと非放射性ストロンチウムが約 8 mg-Sr/L の濃度で溶存している。ここに、放射性ストロンチウム (Sr-90) が告示濃度 (30 Bq/L) 以上で溶けている。それらを化学的に識別できる吸着材はないため、 Sr-90 と非放射性 Sr をもとも吸着除去する必要がある。さらに、海水中には Sr と同族の Mg や Ca が高濃度 (それぞれモル濃度で 640 と 110 倍) で共存している。したがって、海水からの Sr 除去には Sr 吸着容量の高い吸着材が大量に必要である。

海水への投入, 海水からの回収, その後に廃棄物となる吸着材の保管を考えると, 粒子や粉末状の吸着材は不適である。また, 凝集沈殿法もスラッジが発生するので不利である。そこで, 本提案では, 1～4号機取水路前エリアに設置しやすく, 吸着時には放置でき, その後, 回収しやすく, さらに長期にわたって保管しやすいという特徴をもつ「Sr 除去用吸着繊維 (チタン酸ナトリウム担持繊維)」を作製した。

本提案は, この吸着繊維を成型加工して作った組み紐 (以後, 吸着繊維モールと呼ぶ) を海水に浸漬させて使う『浮き玉・シンカー付き吸着繊維モールを使う Sr 除去システム』である (図 1)。港湾内の海水に浸漬しやすい組み紐を使い, 基礎研究での吸着データに基づいて, “確実に, 簡単に, そして安全に”, 海水中の Sr を現状の半分の濃度以下までに低減できる点が本提案の特徴である。ポンプも使わずに海水に浸しておくだけで済む除染技術である。(次ページに続きます)



(a) 福島第一原子力発電所・港湾全体図

(b) 港湾内 1～4号機取水路前エリア

図 1 浮き玉・シンカー付き吸着繊維モールを使う Sr 除去システムの概要

【性能と仕様】

濾過海水を使って、そこに 1.0 重量%の吸着繊維を投入し、振とうした。3 時間後には液の Sr 濃度は 1/2 に減った。この実験データが設計の基礎となる。海水への投入や回収がしやすいように、繊維を成型加工して吸着繊維モールを作った。1~4 号機取水路前エリアのシルトフェンスを補強するように敷設することを提案する。1~4 号機取水路前エリアの面積は $1.6 \times 10^4 \text{ m}^2$ (横 400 m, 縦 40 m) である。水深は 5 m である。この面積の 1/10 に相当する部分 (横 40 m, 縦 40 m) に『浮き玉・シンカー付き吸着繊維モール』を投入・浸漬させる (図 2)。

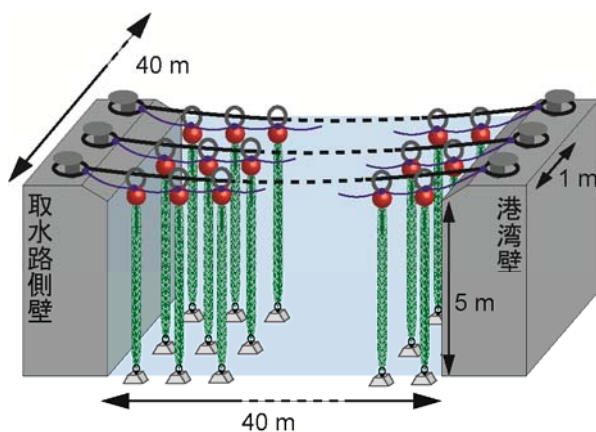


図 2 浮き玉・シンカー付き吸着繊維モールの浸漬・投入イメージ

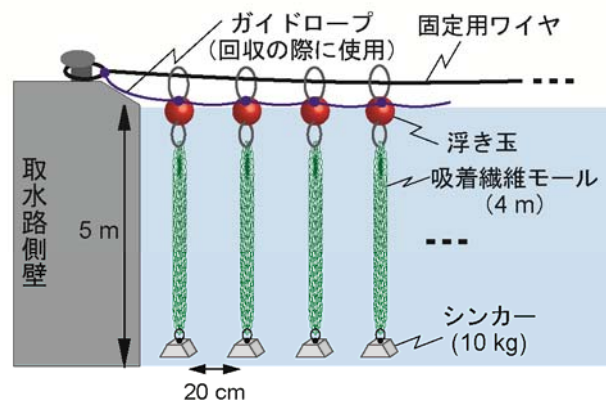


図 3 浮き玉・シンカー付き吸着繊維モールの設置方法

図 2 に示すように、取水路側の壁から 40 m 先の壁へ 1 m 間隔でワイヤを張る。図 3 に示すように、そのワイヤへ、浮き玉とシンカーを取り付けた吸着繊維モールを垂らして海水へ浸漬させる。モールの直径は 10 cm, モールの中心間距離を 20 cm にして配置する。このモールは浮き玉と重さ 10 kg のシンカーがついているため、高波によりモールが流される心配はない。水深 5 m の海水に長さ 4 m のモールを浸漬させるとして、1 本のワイヤに 800 m のモールが浸漬できる。40 本のワイヤがあるので、この Sr 除去システム全体のモール総重量は、モール 1 m の重量を 150 g とすると 4.8 トンである。

エリア内の 16 万トンの海水中の Sr を半減させるには、1.0 重量%すなわち 1600 トンの吸着繊維が必要となる。したがって 330 回の入れ替えを要する。一回の入れ替えに 5 日かかる (Sr 吸着が飽和になるには 3 日で十分、吸着繊維モールの投入と回収にそれぞれ 1 日) として 4 年半で作業が終了する。この年月はエリアの面積の 1/10 に吸着繊維モールを敷設した場合であり、エリア全面を使えば 5.5 ヶ月で終了する。回収した吸着繊維は廃棄物であり、圧縮減容して容器に保管する。

なお、本吸着繊維をワインドフィルタ (図 4) に成型加工し、それを搭載した除染用トラックを港湾壁に配置し、ポンプを使って海水を流通させる除染方式も可能である (図 5)。

【保有者】 千葉大学と株環境浄化研究所との共同成果であり、保有者は 2 者である。すでに特許出願を終えている。(次ページに続きます)

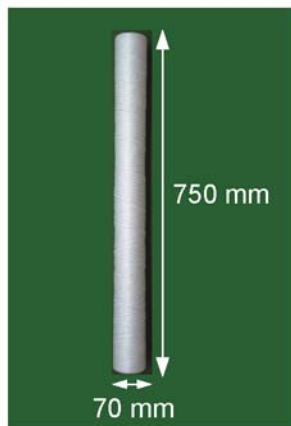


図4 作製した吸着繊維
windフィルタ

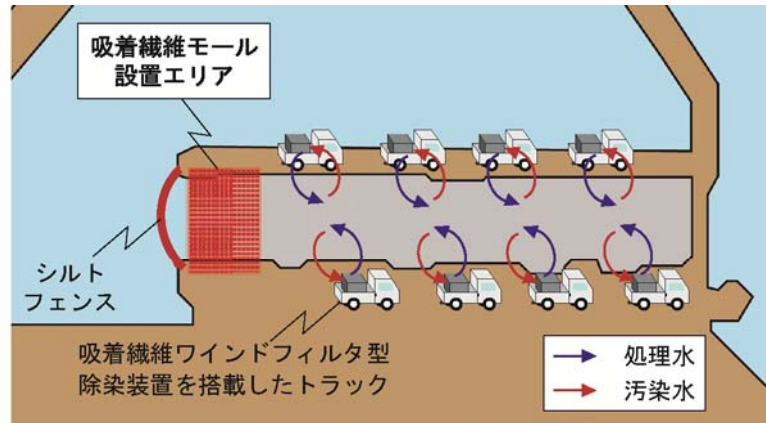


図5 吸着繊維windフィルタ型除染装置を搭載した
トラックを使用した港湾内のSr除去の概要

2. 備考

【開発・実用化の状況】

提案者（斎藤 恭一）は、セシウム除去用吸着繊維（海水中でのセシウムイオン Cs^+ を特異的に捕まえるフェロシアン化コバルトを市販のナイロン繊維に担持した繊維）の開発に大震災直後から取り掛かり、実用化している。その後、日本原子力研究開発機構支援ベンチャー企業（株環境浄化研究所）と共同して、吸着繊維の大量製造体制を整えた。これに関して、これまで、日本海水学会誌（2011年5号）、日本機械学会誌（2012年6月号）、化学（2012年11月号）に解説記事を執筆している。本提案では、こうした経験を活かして、Srを高容量で捕集する繊維を作製した。

【課題・留意点】

1～4号機取水路前エリアの16万トンの海水中に溶存しているSrを半減させるのに必要な吸着繊維モジュールの重量を1/5までに減らす方法を考案し、実験中である。

【特許情報】

本提案は特許出願済みである（特開 2013-11599, -212484, 特願 2012-267666, 2013-094567）。この提案の基盤技術である放射線グラフト重合法については、提案者の著書「グラフト重合の美味しいレシピ」（須郷 高信氏との共著、丸善、2008）に詳述している。

以上です