

シート状吸着材の吸着特性（基礎特性および水平方向水分移動時吸着能）

資源・廃棄物研究室 13T7-060 布施典子
指導教員 宮脇健太郎

1. 背景と目的

2011年3月11日に発生した東日本大震災は、マグニチュード9.0を記録し、日本における観測史上最大の規模の地震となった。この地震によって、大津波が発生し、福島第一原子力発電所が破壊された。この福島第一原子力発電所が破壊されたことで、放射性物質が流出し、環境中に拡散され、広域的な放射性物質による環境汚染が問題となっている。特に、放射性セシウム ^{137}Cs は半減期が約30年であり、環境中からの除去が急務となっている。放射性物質の多量発生に伴う土壌・廃棄物について除染を目的とした安全な仮置場や中間貯蔵施設、最終処分場の設置が急務となっている。従って、放射性物質を効率的に回収する技術が求められている。そこで、除去土壌および汚染廃棄物の安全性の向上の対策の一つとして吸着材を用いることが考えられている。

本研究では、様々な用途で使用される各種吸着材料の安定セシウムでの吸着試験を行い、主に水平方向水分移動時吸着能試験による吸着能力の把握を確認する試験法について検討した。

2. 試料および試験方法

2.1. 試料

- ①フェロシアン化鉄塗布不織布(吸着材塗布量 $10\text{g}/\text{m}^2$)
(以降 CF-4131N)

- ②フェロシアン化鉄塗布不織布厚手(吸着材塗布量 $10\text{g}/\text{m}^2$)
(以降 CF-945RHB)



写真1 左 CF-4131N 裏面
右 CF-4131N 断面
(厚さ: 1mm)



写真2 左 CF-945RHB 裏面
右 CF-945RHB 断面
(厚さ: 4mm)

2.2. 試験方法

仮置場や中間貯蔵施設、最終処分場に保管されている放射性物質で汚染された廃棄物が降雨の影響で、除去土壌および汚染廃棄物に含まれているセシウムが流出する可能性があるため、遮水シート上に吸着材を敷くことが検討されている。本試験は、遮水シート上に吸着材を敷設したことを想定し、液移動を模擬した試験を行った。

試験では、安定セシウムを純水で $1000\mu\text{g}/\text{L}$ に調製した溶液を用いた。図1の実験装置を用いて実環境を模擬し、傾斜を1,3,6,12度に調整し、試験を行った。試料①,②の吸着材を用いて試験を行った。試料①,②には、使用する面積(150cm^2)に吸着剤量が 0.15g 付着しているため、1h当たりの液固比 $L/S=1000$ となる 150mL に流量を調整し、0.5h毎に液交換を行い、6hまで流通させた。採取した液を $0.45\mu\text{m}$ メンブレンフィルターで濾過を行い、濾過後 ICP-MS 質量分析を用いて安定セシウムの濃度測定を行った。流量による吸着率の変化を見るため、試料 CF-945RHB の傾斜3度のみ、流量 $75\text{mL}/\text{h}$ での試験も行った。表1に実験条件を示した。



表1 水平方向水分移動時吸着能試験の実験条件 図1 実験装置

3. 結果および考察

紙面の都合上、流量 $150\text{mL}/\text{h}$ の条件での試験結果について示す。

試料 CF-4131N の試験結果

を図1、図2、図3および図4に示した。図1(1度)より、経過時間 $0.5\text{h}(L/S=500)$ から $2\text{h}(L/S=2000)$ までの吸着率は約100%とほぼ一定であり、経過時間 $2\text{h}(L/S=2000)$ 以降の吸着率は緩やかに低下していることがわかった。図2(3度)より、経過時間 $6\text{h}(L/S=6000)$ であっても吸着率は90%以上であった。図3(6度)より、経過時間 $4.5\text{h}(L/S=4500)$ のところで一度吸着率の低下が見られた。しかし、経過時間 $6\text{h}(L/S=6000)$ の吸着率は90%以上であった。図4(12度)より、経過時間 $0.5\text{h}(L/S=500)$ から $4.5\text{h}(L/S=4500)$ までの吸着率は約100%とほぼ一定であり、経過時間 $4.5\text{h}(L/S=4500)$ 以降吸着率が低下

試料名	吸着材塗布量 (g/m^2)	液固比 (L/S)	流量 (mL/h)	液交換時間 (h)	初期濃度 ($\mu\text{g}/\text{L}$)	傾斜 (度)
CF-4131N	10	500~6000	150	0.5~6	1000	1,3,6,12
CF-945RHB	10	500~6000	150	0.5~6	1000	1,3,6,12
CF-945RHB	10	500~3000	75	1~6	1000	3

した。

試料 CF-945RHB の試験結果を図 5、図 6、図 7 および図 8 に示した。図 5(1 度)より、経過時間 0.5h(L/S=500) から 6h(L/S=6000)までほぼ一定のペースで吸着率が低下していることがわかった。図 6(3 度)より、図 5 と同様に一定のペースで吸着率が低下している。図 7(6 度)より、経過時間 0.5h(L/S=500) から 1.5h(L/S=1500)までの吸着率が約 10%低下しており、経過時間 1.5h(L/S=1500) から 6h(L/S=6000)までの吸着率が約 1%ずつ低下している。図 8(12 度)より、図 7 と同様のペースで吸着率が低下しているが全体の吸着率が図 7 より約 10%低い結果となった。

図 9 に試料 CF-4131N および試料 CF-945RHB とともに吸着率が最もよかった傾斜 3 度で経過時間による累積吸着量を示した。試料 CF-4131N は試料 CF-945RHB の約 2.5 倍のセシウムを吸着していることがわかった。試料 CF-4131N および試料 CF-945RHB とともに経過時間が 6h 経過しても吸着量があまり低下しなかった。このことから、セシウム溶液を 6h 以上流通させたとしても吸着量の著しい低下が起こらずセシウムを吸着することが可能であると考えられる。

4. まとめ

試料 CF-4131N では、傾斜に関係なく吸着率が高いことがわかった。さらに、経過時間 4.5h(L/S=4500)まではどの傾斜も吸着率 90%以上であった。CF-945RHB では、傾斜によって吸着率が変化することがわかった。傾斜が緩やかな方が吸着率が良く、傾斜が急な方が吸着率が悪い結果となった。これは、傾斜が急になることで吸着剤の付着していない部分の水分流通が増え、吸着率が低下したことが考えられる。以上の結果より、2 種のシート状吸着材の使用時特性を把握することができた。また、水平方向水分移動における吸着能を本試験法を用いることで確かめられることがわかった。

5. 今後の展望

今回の試験では、傾斜に重点を置き試験を行ったので、傾斜以外にも流量や濃度を変えてより実環境を模擬した試験を行う必要がある。また、今回は安定セシウムのみでの試験だったためストロンチウムでも同様の試験を行う必要がある。

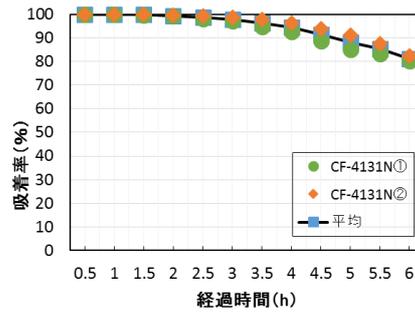


図 1 CF-4131N 1 度

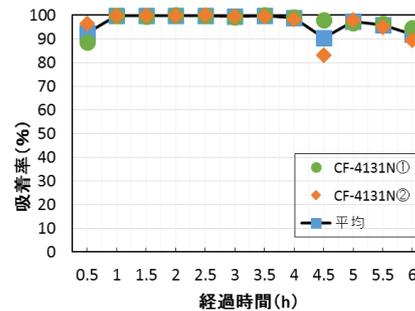


図 2 CF-4131N 3 度

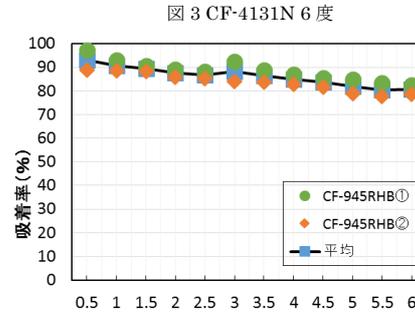


図 3 CF-4131N 6 度

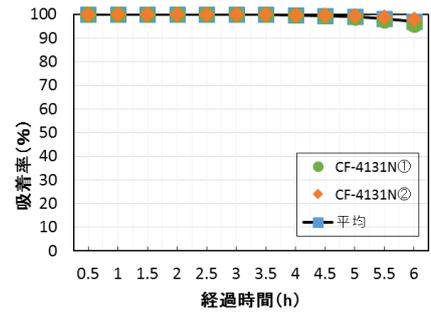


図 4 CF-4131N 12 度

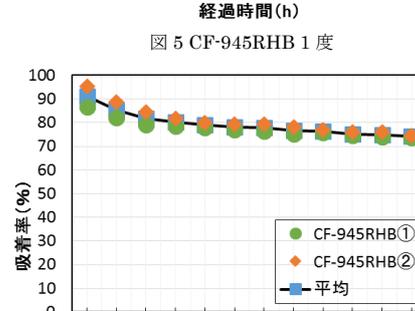


図 5 CF-945RHB 1 度

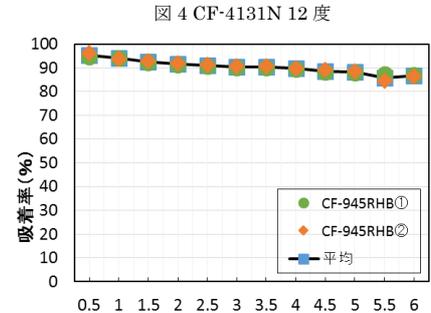


図 6 CF-945RHB 3 度

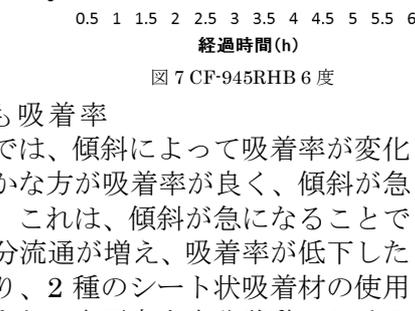


図 7 CF-945RHB 6 度

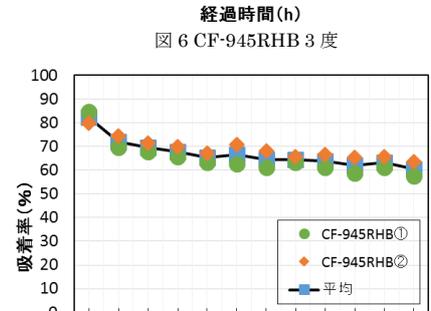


図 8 CF-945RHB 12 度

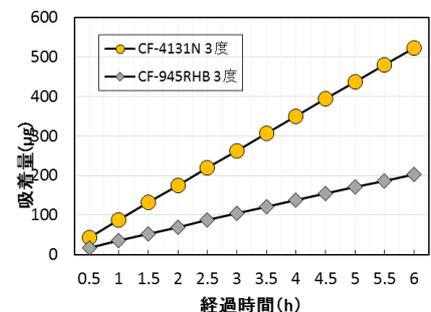


図 9 吸着量の比較