

## シート状吸着材による重金属吸着を伴うトレーサー実験

室蘭工業大学	学生会員	○ 今泉 勇輝
室蘭工業大学	正会員	吉田 英樹
(株)イーエス総合研究所		佐藤 研
(株)イーエス総合研究所		木川えり子
(株)ケー・エフ・シー		西里 亮
(株)ケー・エフ・シー		大塚 治
凸版印刷(株)		北村 洋一

## 1. はじめに

近年の道路・トンネル工事現場等で自然的原因により重金属を含有した岩石・土壌が発生しており、特にヒ素に関して、土壤環境基準を超過する事例が多い。土壤汚染対策技術として、重金属を含む盛土の下に重金属吸着資材を混合した吸着層を敷設し重金属の地下浸透を防止する吸着層工法等が各種提案されている。重金属吸着材と不織布から構成されるシート状吸着材と珪砂を充填したカラムに、ヒ素を含む溶液を通水するトレーサー実験を行い、シート状吸着材のヒ素吸着特性を確認した。



図-1 シート状吸着材

## 2. シート状吸着材概要

図-1 に示したようにシート状吸着材は鉄を主成分とする粉末状の吸着材を不織布に接着・内包させたものであり、レーヨン不織布、スパンボンド、鉄粉、メルト材で構成されている。厚さは8mmである。

## 3. 実験概要

表-1 トレーサー実験条件と結果

実験カラムは高さ 10cm、直径 5cm で、カラムの下部に珪砂を充填し、その上にシート状吸着材を敷設した。実験はヒ素を含む溶液を人工的に製作し、上向流条件で流入させた。流量は約 100ml/h から 500ml/h に変化させ、通水時間は約 24 時間とし、流出水中のヒ素濃度を測定した。この条件でのカラム内の通水速度は、流量 100ml/h で 51mm/h、500ml/h で 255mm/h に相当し、野外に設置された重金属を含む盛土に豪雨が浸透し、極めて大きな雨水浸透速度になることを想定した。

No.	珪砂 [g]	吸着材 [g]	流量 [ml/h]	通水速度 [mm/h]	実験時間 [h]	As [ $\mu\text{g/L}$ ]	除去率 [%]
1	285.7	10.4	226	115	27.0	76.7	92
2	282.4	10.1	519	264	25.0	112.0	56
3	281.1	10.2	501	255	25.5	42.0	45
4	284.3	10.5	491	250	25.5	48.0	65
5	286.1	10.4	500	255	27.0	109.2	61
6	285.2	10.1	98	50	24.0	28.0※	79
7	285.7	10.6	100	51	24.0	28.0※	80

※はセレン4.0 [ $\mu\text{g/L}$ ] を含む溶液を用いた

実験条件を表-1 に示した。溶液中のヒ素(As)濃度を 42~112 [ $\mu\text{g/L}$ ] の範囲で変化させて実験を行った。実験 No. 6, 7 については掘削ずりから溶出した溶液を用い、ヒ素以外にはセレンが一定濃度で含まれており、共存イオンによる吸着材によるヒ素除去への影響があるかどうかを確認した。

## 4. 実験結果

カラム実験 No. 1 による流出水中のヒ素濃度の変化を図-2 に示した。実験条件は実験時間 27[h]、流速 115[mm/h]、通水溶液中のヒ素濃度が 76.7 [ $\mu\text{g/L}$ ] である。実験全体を通じて、流出溶液中のヒ素濃度は平均 7.0 [ $\mu\text{g/L}$ ] であり、最大で 13.2 [ $\mu\text{g/L}$ ]、平均除去率は 92% であり、シート状吸着材が良好な吸着性能を有していることを確認した。

キーワード 重金属、ヒ素、吸着、シート、トレーサー

連絡先 〒050-8585 北海道室蘭市水元町 27 番 1 号室蘭工業大学 今泉勇輝 TEL 0143-46-5278

次に、カラムへの積算流入ヒ素量に対する吸着材中の鉄 1g あたりのヒ素の吸着量の変化を図-3 に示した。24 時間程度の実験ではほぼ線形的にヒ素吸着量が 41[ $\mu\text{g/g}$ -吸着材]程度まで増加していることがわかる。別途、実験で求めた吸着等温線の結果によると、本報告で用いた吸着材の吸着能力はヒ素溶液 100[mg/L]に対して、8000[ $\mu\text{g/g}$ -吸着材]程度を示していたことから、図-2 に示した実験条件では約 20 分の 1 程度の吸着量であり、吸着性能はさらに長時間持続される可能性がある。

表-1 に示した実験条件を示したように、実験条件を流速及び溶液中のヒ素(As)濃度を变化させて行った結果について、通水速度とヒ素除去率との関係を図-4 に示した。通水速度を 250~264[mm/h]まで増加させると、除去率は 45~61%まで減少した。通水流速が大きくなると、吸着材と溶液中のヒ素との接触時間が短くなり、吸着性能が低下することがわかった。しかしながら、このような条件でも除去率は約 50%を示しており、豪雨のような条件でも本報告で用いた吸着材の吸着効果があることを確認できた。

このような結果から、重金属を含む盛土の下にシート状吸着材を敷設し重金属の地下浸透を防止するためには、盛土に防水シートや雨水浸透低減用の覆土材を敷設し、侵入する雨水の浸透速度を一定レベルまで低減させることが有効である。本実験で用いたシート状吸着材では通水速度が 100[mm/h]程度であれば、90%以上のヒ素の除去効果が期待できる。

最後に、掘削ずりから溶出させた溶液を用いた実験について、カラム実験 No. 6 による流出水中のヒ素濃度の変化を図-5 に示した。実験条件は実験時間 24[h]、流速 98[mm/h]、通水溶液中のヒ素濃度が 28.0[ $\mu\text{g/L}$ ]であり、セレン濃度は 4.0[ $\mu\text{g/L}$ ]であった。実験全体を通じて、流出溶液中のヒ素濃度は平均 5.0[ $\mu\text{g/L}$ ]、最大で 7.0[ $\mu\text{g/L}$ ]、平均除去率は 79%であり、セレンが共存するような溶液を用いても、シート状吸着材が良好な吸着性能を有していることを確認した。

## 5. まとめ

鉄を主成分とする粉末状の吸着材を不織布に接着・内包させたシート状吸着材を、珪砂を充填したカラムに敷設して、ヒ素を含む溶液を通水した結果、通水速度が 100[mm/h]程度の範囲ではヒ素除去率が 90%以上になることが確認できた。今後は、実験条件を種々変化させるとともに、実験数を増やして、シート状吸着材の重金属吸着性能をさらに検証する。

## 参考文献

- 1) 田本修一ら (2007) : 覆土による重金属汚染対策に関する現場実験、地盤工学会北海道支部技術報告書、第 47 号、pp. 247-250
- 2) 一般社団法人北海道環境保全技術協会(2012) : 吸着層工法設計マニュアル、道環協技術レポート No. 6
- 3) 嘉門雅史ら (2015) : 建設工事で発生する自然由来重金属等含有土対応ハンドブック、大成出版社

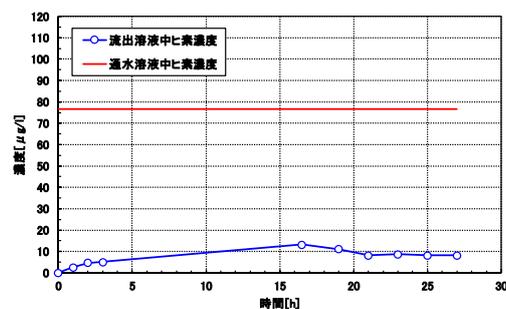


図-2 試験 No. 1 カラム流出ヒ素濃度

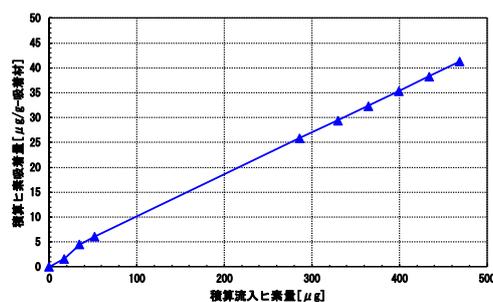


図-3 試験 No. 1 ヒ素吸着量

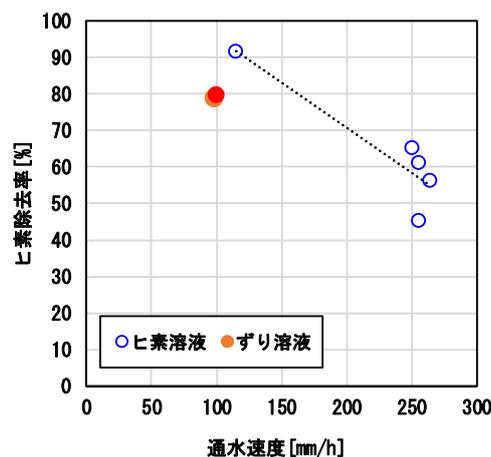


図-4 通水速度とヒ素平均除去率の関係

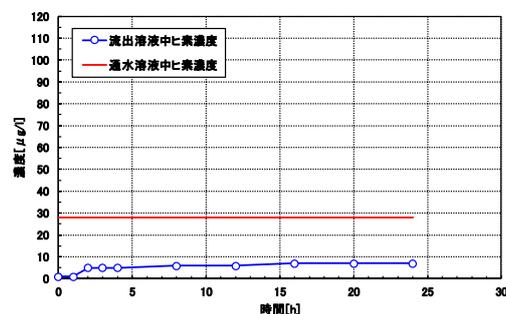


図-5 試験 No. 6 カラム流出ヒ素濃度