

第III部門

重金属吸着能を有するジオシンセティックス材の基本吸着特性

大阪大学 学生会員 ○魚見太志
 大阪大学 正会員 緒方 奨・乾 徹
 住友大阪セメント 國西健史・秋山達志

1. はじめに

建設工事に際して地質由来の重金属を含む地層を掘削した後に掘削物を仮置き、もしくは盛土等に利用する際、重金属等の地下水浸透を防止することは重要である。対策工法のひとつとして、比較的安価で施工も容易である吸着層工法が近年採用されている。吸着層工法とは対策を要する掘削物下部に吸着層を敷設することで、浸透水が層内を通過する際に間隙水中の重金属等が吸着、もしくは不溶化され、濃度を低減させる工法である。吸着層には吸着性の高い土壌や鉱物が用いられることが一般的であるが、一時的な仮置きなどに用いる施工性に優れた吸着層材料として、吸着能を持つ材料を不織布に担持させたジオシンセティックス材が近年開発されている。土壌や吸着材など粒状、粉体状の吸着層材料の吸着性は、密閉容器中で溶液と吸着材を接触させるバッチ試験で評価する方法が一般的であるが、シート状材料については、シートに担持させる際に接着剤を利用することや、水との接触が制限されることからシートに担持させない場合と比較して吸着性に影響が生じることが予測される。本研究では、重金属吸着性を有するジオシンセティックス材を対象に、ヒ素As(V)のバッチ吸着試験を実施し、吸着能を有する粉末状のCa/Mg系複合材とそれを担持させたシート状吸着材の吸着性能を比較した。さらに、接触時間が及ぼす影響や吸着材の水和による化合物形態の変化の影響についても評価を行った。

2. 対象とするジオシンセティックス材

本研究ではCa/Mg系複合材料(写真-1左参照)を接着剤を添加することで不織布に担持させたジオシンセティックス材(写真-1右参照)を吸着シートとして使用した。吸着シートの物性を表-1に示す。

Ca/Mg系複合材料によるAs吸着、不溶化メカニズムについて示す¹⁾。メカニズムには大きく分けて物理

的作用と化学的作用がある。物理的作用とは製造段階における焼成過程において形成される表面の細孔にAsが取り込まれる作用のことであり、化学的作用とは組成材料であるカルシウム、マグネシウムが水酸化物を形成し、その共沈作用によりAsが不溶化する作用のことである。

表-1 吸着シートの物性

基布目付	吸着材添加量	総目付	厚み
320 g/m ²	236.25 g/m ²	900-950 g/m ²	3 mm



写真-1 Ca/Mg系複合材料(左)及び吸着シート(右)の外観

3. 試験方法

φ70 mmの円形に切り出した吸着シート(Ca/Mg系複合材料量:0.9 g)及び比較として、0.9 gのCa/Mg系複合材料についてバッチ試験を行った。

第一に、15分振とうのバッチ試験を吸着シート及びCa/Mg系複合材料単体について行い、吸着性能を比較した。図-1に示すように、密閉容器に所定の初期濃度に調整したAs溶液100 mLとCa/Mg系複合材料もしくは吸着シートを入れたものを作製する。15分間水平振とうし、振とう後の溶液をろ過する。

第二に、振とう時間を長くすることによる、吸着性能の違いを評価した。図-2左に示すように、同様の密閉容器に初期濃度を設定したAs溶液100 mLと吸着シートを入れたものを作製する。2.5もしくは24時間水平振とうし、振とう後の溶液をろ過する。

最後に、シート中のCa/Mg系複合材料の水和による化合物形態の変化が吸着性能に及ぼす影響を評価した。図-2右に示すように、同様の密閉容器に初期濃度を設定したAs溶液100 mLと7日間純水に浸漬

させることで水和させた吸着シートを入れたものを作製する。24時間振水平振とうし、振とう後の溶液をろ過する。

いずれの実験も 20±3℃の環境下で実施し、ろ過後溶液の As 濃度をマイクロ波窒素プラズマ発光分光分析装置、および水素化物発生装置を用いた検量線法により測定した。また、測定結果に基づいて、以下の式より単位質量の Ca/Mg 系複合材料による As 吸着量 (mg/g) を算出する。

$$\text{吸着量} = \frac{(\text{初期濃度} - \text{ろ過後濃度}) \times \text{溶液量}(0.1 \text{ L})}{\text{吸着材添加量}(0.9 \text{ g})}$$

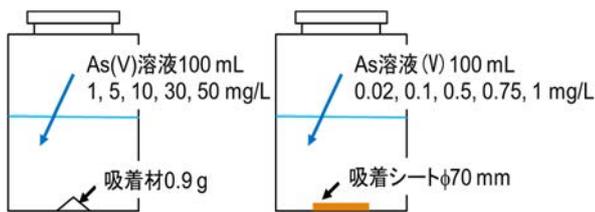


図-1 15分振とうのバッチ試験

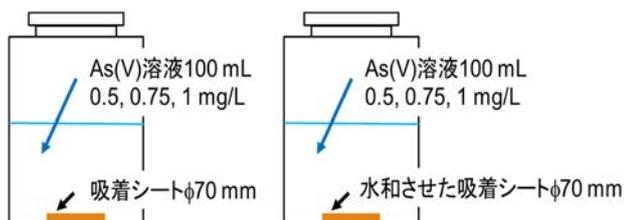


図-2 2.5時間振とう(左のみ)と24時間振とうのバッチ試験

4. 試験結果および考察

試験終了時の溶液中の As 濃度と As 吸着量の関係を示す吸着等温線を図-2 に示す。15分振とうのデータから吸着のしやすさを表す分配係数を算出すると、吸着シートは 1.36 L/g、吸着材は 66.7 L/g 以上となり、大きく違いがあることがわかる。さらに粉体状の吸着材の結果に着目すると、吸着シートに比べ初期濃度を高く設定していたにもかかわらず、全て同程度まで濃度低減できていた。シートが含有する吸着材は同量であるにもかかわらずこの違いが生じた原因として、粉末状である Ca/Mg 系複合材料とシート状である吸着シートの形状の違いに起因し、振とう時の As 溶液との接触状態の差異があったこと、さらに吸着材をシートに担持させるために用いたバインダーによりシート中の Ca/Mg 系複合材料と As 溶液との接触が制限されていたことなどが考えられる。

2.5 時間振とうのデータにおいても同様に分配係

数を算出すると 8.47 L/g となり振とう時間の増加に伴い分配係数も大きくなり、吸着量は増大することがわかった。

水和させていない吸着シートの24時間振とうでは、測定限界まで濃度が低減しており全量吸着の結果となった。2.5時間から振とう時間をより長く設けることで As 濃度はさらに低下し吸着量も大きくなることがわかった。

さらに、7日間純水に浸漬させ水和させた吸着シートについても測定限界まで濃度を低減していることから24時間振とうにおいては、水和による影響は見られないことがわかった。

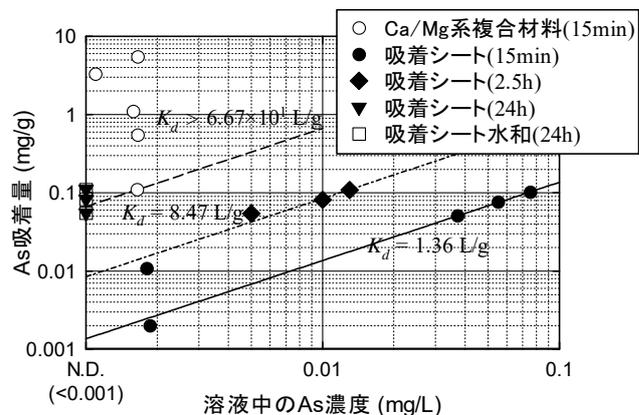


図-3 吸着等温線

5. おわりに

Ca/Mg 系複合材料の吸着材及びそれを含むシート資材を用いて吸着能を有するジオシンセティック材の性能評価試験方法について検討した。

Ca/Mg 系複合材料と吸着シートでは溶液との接触状態の違いから吸着性に差異があることがわかった。また、2.5、24時間振とうの結果から振とう時間を長くすれば、濃度はさらに低減され、吸着量は大きくなることがわかった。さらに、24時間振とうにおいては吸着シートを7日間純水に浸漬させて水和させたことによる影響は見られないことがわかった。

今後の課題としては、カラム試験を実施し実現場における浸透水がシート中を上部から下部に通過するという現象を再現し、吸着性能を評価する。さらに、浸透水の流速が変化しシート中の溶液滞留時間が変わった場合の吸着量の違いも評価する。

参考文献

1) 日本材料学会：「地盤改良」に関わる技術評価証明報告書 重金属溶出低減材「マジカルフィックス」, 2019.