

吸着層工法における重金属等を対象とした粒状吸着材の吸着特性

鹿島建設(株) 正会員 ○田中 真弓 鹿島建設(株) 正会員 川端 淳一
 鹿島建設(株) 正会員 河合 達司 鹿島建設(株) 非会員 今立 文雄

自然由来の重金属を含む建設工事発生土は、汚染物質が周辺環境に影響を与えないよう、適切な拡散防止策を講じる必要がある。対策工法の一つである吸着層工法に適した粒状吸着材の吸着特性について検討した。

1. はじめに

我が国には、ヒ素や鉛など重金属等を含む岩石や土壌が広く分布しており、建設現場でもこのような岩石や土壌に遭遇する場合がある。2010年に施行された改正土壌汚染対策法ではこれまで対象とされていなかった自然由来重金属等も法の対象となった。また、この法令を補完する形で「建設工事における自然由来重金属等含有岩石・土壌への対応マニュアル(暫定版)」¹⁾が作成され、吸着層工法は盛土からの浸出水中の重金属等の捕捉を目的とした対策の一つに挙げられている。本報では、吸着層工法に適した粒状吸着材の物理特性について検討するため、ヒ素(以下、As)を用いた室内吸着特性把握試験を実施したのでその結果について報告する。

2. 吸着層工法に適した吸着材・吸着層の物理特性の抽出

吸着層工法では、土壌の汚染に係る環境基準(以下、環境基準と略す)を超える濃度の自然由来重金属等を含む建設工事発生土を、吸着材と健全土を混合させた吸着層の上位に盛り立てることにより、盛土からの浸出水中の重金属等を吸着層で捕捉し、重金属等の周辺地盤への拡散を防止する。現場で吸着層を構築するにあたっては、以下の課題がある。

- ① 吸着材を土へ混合して吸着層を構築する場合に均質性を確保すること
- ② 水量の増加等へ対応するに十分な透水性を確保すると同時に吸着材の吸着性能に応じて必要十分な接触時間を確保すること

一般に粒度の細かい粉末状の吸着材は、吸着性能は優れているが、単体では十分な透水性を確保することが難しい。透水性を確保するために土に混合する場合には均質に混合するためにより厳密な施工管理が必要であり、また施工性も考慮した混合率の検討が必要となる。一方粒度の粗い吸着材は、透水性は高いが比表面積が小さいため吸着性能が小さくかつ接触時間も短いため、吸着層として機能させることは難しい。そこで著者らは、比表面積が大きく十分な吸着能力を持ちかつ透水性の高い材料ができないかを検討した。比表面積の大きな多孔質材料を用いて、必要な透水性と吸着性能を確保するため粒状吸着材(以下、吸着材 A)を試作し、本材と既存の粒状吸着材(以下、吸着材 B)の吸着効果を室内バッチ試験および室内カラム試験によって確認し、両者を比較した。吸着材の特性を表 1 に示す。

表 1 吸着材の特性

吸着材名	多孔質吸着材 (A)	既存粒状吸着材 (B)
粒径	2mm 未満	0.5mm 未満
透水係数	10^{-4} m/s	10^{-5} m/s
pF0(飽和状態)のときの体積含水率	85%	—
有効成分	ゼオライト・鉄	酸化マグネシウム

3. 室内吸着特性把握試験

3-1 室内試験の概要

- ①カラム試験：図 1 に示すカラム試験装置に、下位からガラスビーズ 1cm、不織布で挟んだ厚さ 1cm の吸着材層、の順に設置し、模擬 As(V)汚染水を通水した。吸着材層は、1) 吸着材 A は当材料のみで吸着材層、2) 吸着材 B の粒径は細かく吸着材のみでは透水性が低下してしまうため、多孔質材料と混合とした。その他の試験条件を表 2 に示す。通水後の溶液中の As 濃度を原子吸光法(JIS K0102 61.2)で測定し、通水前後

キーワード 自然由来重金属, 建設工事発生土, 吸着層

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株) 技術研究所 TEL042-489-6669

の As 濃度差から As 吸着量を求め単位吸着容量(mg-As/g-吸着材)を算出した。単位吸着容量とは、単位吸着材量あたりの吸着量であり、値が大きいほど吸着能が高いことを示す。

②バッチ試験：ポリ瓶に As(V)溶液（150～0.1mg/L 程度）100mL と吸着材（0.2～1.9g）を入れ 30 分振とうした。その後 0.45 μ m のメンブランフィルターでろ過し、ろ液の As 濃度をカラム試験と同様に測定した。

また、汚染水との接触時間が短い場合の吸着特性を把握するため、As(V)溶液（0.87mg/L）100mL と吸着材 0.1g をポリ瓶に入れ、振とう時間を 1 分、5 分、10 分とした試験を実施した。

これらの結果から単位吸着材量あたりの As 吸着容量(mg-As/g-吸着材)を算出した。

3-2 室内試験結果

カラム試験の結果、吸着材 A は流入水濃度が最も高いケースにも係わらず 168 時間経過後の通過水 As 濃度は環境基準以下の 0.005mg/L だった。しかし、吸着材 B は、より短い時間で通過水 As 濃度が環境基準を超える濃度となった(図 2)。バッチ試験でも吸着材 A が吸着材 B より高い吸着性を示す結果となり、上記の結果と整合した。

バッチ試験とカラム試験の結果を吸着材単位重量あたりの As 吸着容量で比較した(表 3)。吸着材 B はバッチ試験とカラム試験の値はほぼ同じであるが、吸着材 A はカラム試験で得られた吸着能力の方が高いことを示している。

図 3 には振とう時間と単位吸着容量の変化を示す。いずれの振とう時間でも吸着容量は吸着材 A の方が高いことから、短時間に吸着性能が発揮できる材料であることが分かる。

4. まとめ

実際の吸着層としての使用条件に近いカラム試験と、汚染水との接触時間を変化させたバッチ試験において、吸着材 A は、既存の吸着材 B より、優れた吸着性能を示した。また、吸着材 A の透水性は砂と同等(10⁻⁴m/s)であり、かつその保水性は水分飽和状態(pF=0)で体積含水率 85%と火山灰と同等の性質を示す。以上より吸着材 A は十分な吸着性能と吸着層として単体でも利用できる材料として期待できる。

参考文献

- 1) 建設工事における自然由来重金属等含有土砂への対応マニュアル検討委員会 (2010) 建設工事における自然由来重金属等含有岩石・土壌への対応マニュアル(暫定版)

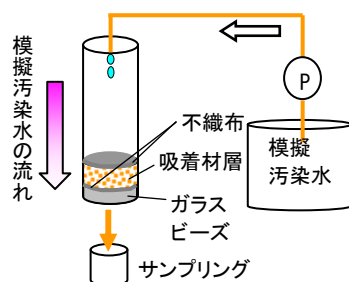


図1 カラム試験装置概略

表 2 カラム試験条件一覧

対象物質	ヒ素 (ヒ酸水素二ナトリウム: Na_2HAsO_4)
通水前 ヒ素濃度	吸着材 A : 1.0 [mg/L] 吸着材 B : 0.5 [mg/L]
通水速度	S.V. 1.56, 1.71[h ⁻¹]
吸着材量	吸着材 A : 15.4g (9.1kg/m ³ 相当) 吸着材 B : 11.55g (3kg/m ³ 相当)

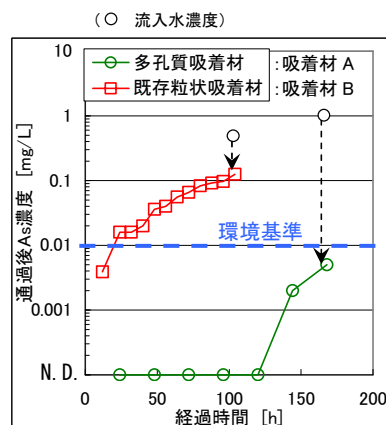


図 2 カラム試験結果

表3 バッチ試験とカラム試験の単位As吸着容量
(平衡As濃度 0.01mg/Lの時)

	[mg-As/g-吸着材]	
	吸着材A	吸着材B
バッチ試験	0.801	0.055
カラム試験	1.493	0.053

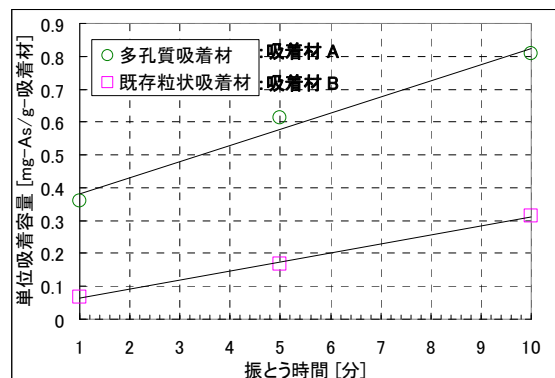


図 3 振とう時間と単位吸着容量の関係