

火山灰質粘性土の Ca イオン吸着特性

熊本大学工学部 学生員 ○日名子 正明
熊本大学工学部 正会員 北園 芳人
熊本大学工学部 正会員 鈴木 敦巳

1. はじめに

火山灰質粘性土は力学的な性質に問題があるため利用価値が低く、建設廃土として処分される傾向にある。しかし、締固めた場合の遮水性の高さと、金属イオンに対する吸着能力の高さは生かすことができると思われる。現在最終処分場における汚染物質遮断層に利用されているベントナイトの代替品としての有効利用の可能性が考えられる。そこで、カルシウムイオンを用いたバッチ試験とカラム試験を行うことにより火山灰質粘性土の吸着特性と物理・化学特性の関連性について検討した。

表－1 物理・化学特性

2. 試験方法

今回研究対象にした試料は、熊本県阿蘇地区の赤ぼく【採取地：宮山】と黒ぼく【採取地：北九牧場（下）】である。まず、試料の物理・化学試験を行い、試料の物理・化学特性を調べた。得られた物理・化学特性を表－1に示す。

①バッチ試験方法

カルシウム標準液を所定の濃度（初期液相濃度）に調整した溶液と試料土の乾燥重量が 10：1、20：1、50：1 になるようにフラスコに入れ、振とう機で 4 時間混合する（振とう回数：毎分約 200 回、20℃、常圧）。振とう終了後、0.45μm のメンブレンフィルターで試料土とカルシウム標準液の混合溶液をろ過し、ろ液の濃度（平衡液相濃度）を原子吸光度計を用いて測定した。

②カラム試験方法

透水試験機を用いて簡易カラム試験を行う。供試体としては直径 6cm、高さ 2cm のものを用いる。

カルシウム標準液を所定の濃度（初期液相濃度）に調整した溶液を通水し、供試体を通過した溶液を原子吸光度計を用いて測定した。

3. 結果と考察

予備試験として 1、2、4、6、24 時間の振とうによるバッチ試験を行い、その結果から 4 時間の振とうで平衡状態に達することが分かった。本試験より得られた結果から試料のカルシウムに対する吸着量を下記の式¹⁾により算出した。

$$q = \frac{(C_0 - C) V}{M_s}$$

q：吸着量(mg/g) C₀：初期液相濃度(mg/l) C：平衡液相濃度(mg/l)
V：溶液量(l) M_s：試料の乾燥質量(g)

図－1にC（平衡濃度）とq（吸着量）の関係を示した。図中の実線はq－Cの関係であり、破線は初期の部分を直線近似したものである。

試料名	赤ぼく	黒ぼく
自然含水比(%)	141.6	135.4
土粒子密度(g/cm3)	2.786	2.736
砂分(%)	3.2	9.1
シルト分(%)	25.7	30.9
粘土分(%)	71.0	60.0
液性限界	150.2	147.6
塑性限界	105.2	102.6
液性指数	45.0	45.0
塑性指数	0.809	0.729
拘束水量(%)	100.2	91.1
強熱減量	17.0	26.2
SiO2(%)	11.38	9.71
Fe2O3(%)	6.80	7.86
Al2O3(%)	23.98	21.17
有機物含有量(%)	2.5	12.6
CEC	pH 4	5.521
	pH 7	38.429
	pH 9	40.649

液相吸着は Freundlich 型の吸着等温式を用いてよく近似される。Freundlich 式を下記¹⁾に示す。

$$q = K_d \cdot C^b$$

K_d 、 b は土粒子構成成分や土の状態および汚染物質と土粒子の相互作用メカニズムに関係する係数である。上記の式から得られる値を表-2にまとめた。

表-2

試料名	K_d	b
赤ぼく	1.1047	0.4853
黒ぼく	0.4435	0.7178

Freundlich 型吸着等温線の直線部分における近似式の係数を分配係数 K_d とい、この値を用いて遅延係数 R を計算上ではあるが求めることができる。遅延係数 R を求める式を下記¹⁾に示す。

$$R = 1 + \frac{\rho_d}{\theta} K_d$$

ρ_d : 試料の乾燥密度、 θ : 体積含水率

上記の式より得られる値を表-3にまとめた。

表-3

試料名	分配係数 K_d	遅延係数 R
赤ぼく	0.1025	1.0677
黒ぼく	0.1382	1.0957

カラム試験は流出間隙体積に対して相対濃度 (C/C_0) をプロットした図で表される。今回の研究ではまだ途中ではあるのだが結果を図-3に示してみた。今回のカラム試験では流出間隙体積が1になった後に C/C_0 が下降している。この原因としては供試体の中に溶液の通り道が別にできたのではないかとと思われる。また、カラム試験に使用した溶液が原子吸光分析用のカルシウム標準液であり、pH がかなり低い値を示すものであったので、その影響がでていることも考えられる。

4. まとめ

バッチ試験より2試料分ではあるが Ca^{2+} における分配係数 K_d 、および遅延係数 R を求めることができた。しかし、本研究ではカラム試験が終了していないためカラム試験から得られる遅延係数との比較ができていない。バッチ試験では土粒子が液相にさす有効面積が大きくなることから試料の吸着量を多く見積もってしまい、分配係数を過大評価してしまう傾向がある。そのため、カラム試験の結果から得られる遅延係数の値と比較することで改めて評価しなければならない。

【参考文献】

- 1) Yong, Mohamed and Warkentin : Principles of Contaminant Transport in Soils (福江正治・加藤義久・小松田精吉 訳 : 地盤と地下水汚染の原理) p.202~203
- 2) 佐々木 綾 : 土質遮閉型埋立処分場に用いる土質材料の吸着および拡散に関する研究、平成13年度土木学会第56回年次学術講演会

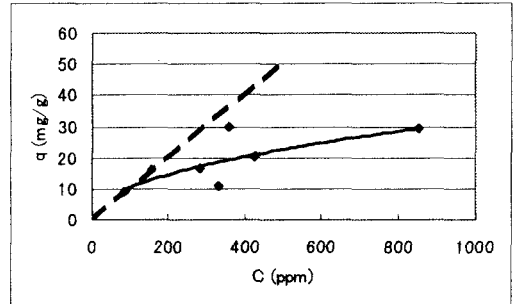


図-1 赤ぼくバッチ試験

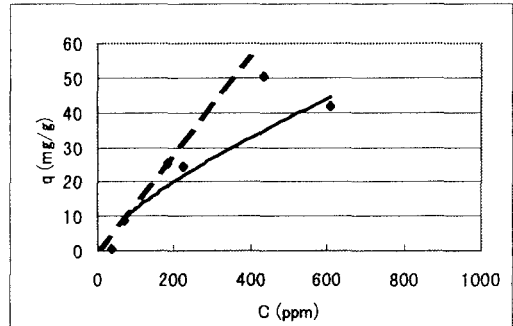


図-2 黒ぼくバッチ試験

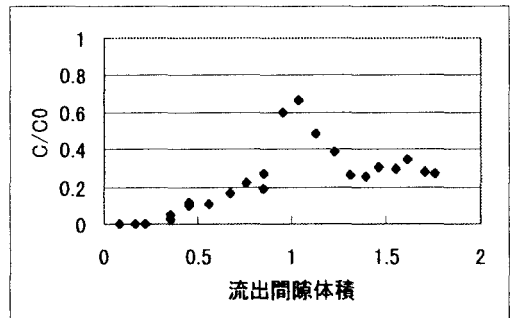


図-3 赤ぼくカラム試験