

土の分散・吸着特性の評価に関する基礎的実験

宇都宮大学工学部 学生会員○寺内 和久
宇都宮大学大学院工学研究科 正会員 今泉 繁良
三井住友建設(株)技術研究所 正会員 山本 陽一
三井住友建設(株)技術研究所 正会員 高橋 直樹

1.はじめに

近年、企業の工場跡地等の再開発等に伴い、重金属、揮発性有機化合物等による土壌汚染が顕在化し、汚染事例の判明件数の増加は著しい。土壌が有害物質により汚染されると、土壌から有害物質が溶け出して地下水を汚染し、これを飲用すること等により人の健康に悪影響を及ぼすおそれがあり、対策が必要となる。

汚染土壌の対策工を行うにあたって、土壌中の汚染物質が、土壌中を流れる水によってどのように広がるのかを把握することは重要である。その第一段階として土の分散・吸着特性を知ることは大切である。また、分散・吸着特性についての研究は徐々に増えてきているが、不明な点も多い。そこで本研究では、2種類の土を対象としてカラム試験によって分散・吸着特性を評価し、土の種類、土の密度が特性に与える影響を検討する。

2. 実験の概要

本研究では、浜岡砂とシルト質土の2種類の土試料を用いた。それぞれの物理特性を表-1、表-2に示す。

土の分散・吸着特性を評価するためにカラム試験を実施した。剛壁型カラム試験機(写真-1)の供試体容器は内径30mm、長さ300mmの亚克力製である。トレーサは非吸着性トレーサとして Cl^- を、吸着性トレーサとして Cr^{6+} を用いた。試験は、浜岡砂に関しては相対密度 D_r を70%、80%および95%の3ケースとし、シルト質土については、乾燥密度を 0.703g/cm^3 、 0.758g/cm^3 として実施した。図-1はカラム試験の手順を示したものである。供試体から流出した水溶液を一定時間毎に採取し、そのイオン濃度 c_0 をイオンメーター(Cl^-)と分光光度計(Cr^{6+})により測定した。カラム試験で得た供試体下端の比濃度 c/c_0 とトレーサ注入開始後の経過時間 t

表-1 浜岡砂の物理特性

含水比 (%)	0	礫分(2~75mm)	0
土粒子密度 (g/cm^3)	2.69	砂分(0.075~2mm)	99
最大密度 (g/cm^3)	1.72	細粒分(0.075未満)	1
最小密度 (g/cm^3)	1.43		

土質分類名：砂

表-2 シルト質土の物理特性

含水比 (%)	85.13	最適含水比 (%)	92.58
土粒子密度 (g/cm^3)	2.74	最大乾燥密度 (g/cm^3)	0.79
塑性限界 (%)	125.6	礫分(2~75mm)	3.31
液性限界 (%)	144.6	砂分(0.075~2mm)	12.42
塑性指数	19	細粒分(0.075未満)	82.27

土質分類名：シルト（高液性限界）



写真-1 カラム試験機概要図

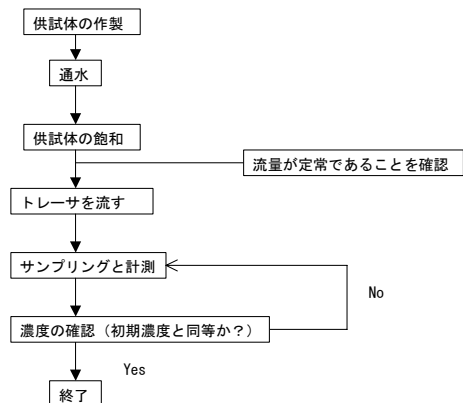


図-1 カラム試験方法の手順

キーワード カラム試験、分散、吸着

連絡先 〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2 宇都宮大学工学部建設学科地域施設学研究室 Tel/Fax 028-689-621

の関係をグラフにプロットした。そして、比濃度(c/c_0)
 $=0.5$ に達した時間と供試体長さ L からカラム中の間隙
 内流速 v を求めた。これらの値から**式(1)** を用いて実験
 値に対するフィッティングを行い、分散係数 D を求め、
 さらに**(2)式**から縦分散長 α_L を求めた。なお、本研究で
 は Cl^- を非吸着のトレーサとして $R=1$ とした。また、吸
 着性トレーサとして Cr^{6+} 溶液を用いた場合は、 Cl^- をトレ
 ーサとして用いて得た D の値を用いて遅延係数 R を評価
 した。

$$\frac{c}{c_0} = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \left[\frac{RL - vt}{2\sqrt{DRt}} \right] + \frac{1}{2} \exp \left[\frac{vL}{D} \right] \operatorname{erfc} \left[\frac{RL + vt}{2\sqrt{DRt}} \right] \quad (1)^1$$

$$D = \alpha_L v \quad (2)^1$$

3.実験結果と考察

(1)土の種類が分散係数 D に与える影響

図-2 に浜岡砂 ($D_r=80\%$) にトレーサとして Cl^- を用い
 て得られたブレイクスルーカーブを示す。図には、**式**
(1)を用いてフィッティングを行った結果も示してい
 る。このケースでは $D=2.0(\text{cm}^2/\text{min})$ として評価された。

図-3 はカラム供試体の間隙比-分散係数の関係図で
 ある。間隙が大きいくほど分散係数は増加している。浜
 岡砂とシルト質土の各関係が同一線上に存在しなかつ
 たことから、土の種類により分散係数の変化のしかた
 に差がでることがわかる。

(2)供試体の密度が遅延係数 R に与える影響

図-4 に浜岡砂の相対密度を変化させたときの遅延係
 数の変化の関係を示す。供試体が密になっても遅延係
 数は変化せず、浜岡砂に Cr^{6+} はほとんど吸着されないとい
 う結果になった。なお、試料、トレーサ、カラムサイ
 ズ、間隙内流速などが本研究とほぼ等しく、吸着性ト
 レーサの濃度が違う（本研究の吸着トレーサ濃度は
 0.5mg/l 、研究データ²⁾では 10mg/l ）条件下で行われた
 研究データでは $R=3\sim 5$ という結果が得られているた
 め、吸着性トレーサの濃度の違いが R に影響を与える
 のではないかと考える。

(3)縦分散長の評価

図-5 の浜岡砂を用いた場合の間隙比と縦分散長の関
 係図をみると、間隙が大きくなるにつれて縦分散長も
 大きくなる傾向が見られる。その値は $0.2\sim 0.7(\text{cm})$ とな
 った。前述の研究²⁾での縦分散長は $0.1\sim 2(\text{cm})$ でほぼ一
 致することが確認できた。

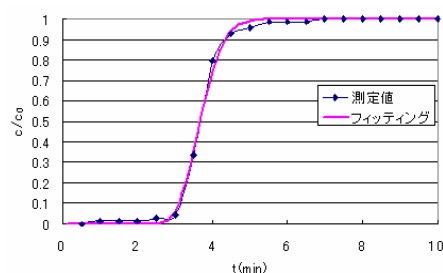


図-2 ブレイクスルーカーブ

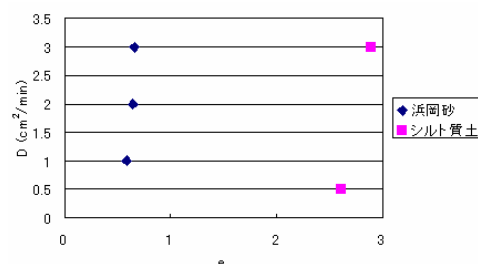


図-3 間隙比-分散係数の関係

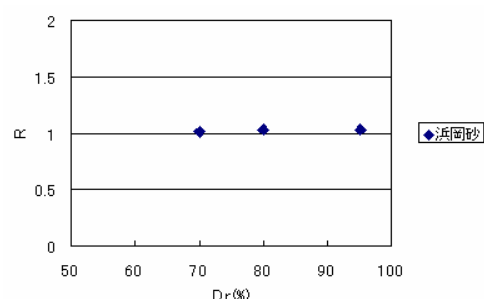


図-4 相対密度-分散係数の関係

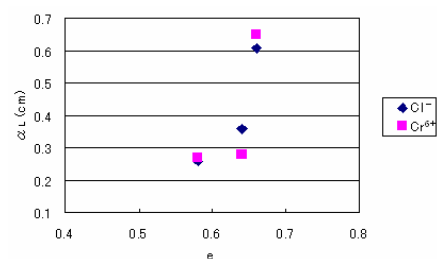


図-5 間隙比-縦分散長の関係

4.まとめ

- ・ 間隙が大きいくほど分散係数は増加し、土の種類によ
り分散係数の変化の傾向に差が出た。
- ・ 密度の違いによる砂の汚染物質吸着量の変化は見ら
れなかった。
- ・ 本研究のカラムスケールでの分散長の値が既往の研
究の値とほぼ一致することが確認できた。

参考文献

- 1) 土木学会論文集 No. 764, III-67, pp. 53-67：地盤汚染の影響
に用いる分散長の決定について， 2004
- 2) 独立行政法人土木研究所：建設工事で遭遇する地盤汚染マ
ニュアル， 2004