

しらすの分散特性の評価に関する研究

宇都宮大学工学部 学生会員 ○田口 雄一
 宇都宮大学工学部 正会員 今泉 繁良
 三井住友建設(株) 正会員 高橋 直樹

1. はじめに

近年、工場跡地などの再開発に伴い、重金属、揮発性有機化合物、および農薬等の特定有害物質による土壌汚染が顕在化してきており、多くの汚染事例が判明している。雨水などにより特定有害物質が土壌から溶け出し、地下水が汚染されると、自然環境へ悪影響を及ぼし、さらに人の健康にも害を与える。そのため、対策が必要である。

汚染土壌の対策工を行うにあたって、土の分散特性を精度良く知ることが必要である。著者らは、これまでに試料として浜岡砂を用い、カラムサイズ、密度、および動水勾配を変化させたカラム試験を行い、それが分散特性に与える影響を検討した¹⁾。

本報告では、しらすを用いてカラムサイズを変化させたカラム試験を実施し、それが分散特性に与える影響を検討し、浜岡砂の結果と比較した。

2. 試験方法

2-1. 試料とトレーサ

試料は、指久保のしらすを用いた。その物理特性を表-1に、粒径加積曲線を図-1に示す。Uc=66.7、Uc'=3.0より、粒径分布のよい土といえる。

トレーサとしては、塩化ナトリウム(NaCl)水溶液(濃度:500mg/L)を用い、その濃度をイオンメーターで測定した。

表-1 指久保しらすの物理特性

土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)	2.484	礫分(%)	22.7
液性限界 w_L (%)	30.5	砂分(%)	53.2
塑性限界 w_p (%)	NF	細粒分(%)	24.1
最大乾燥密度 ρ_{dmx} (g/cm ³)	1.394	均等係数 U_c	66.7
最適含水比 w_{opt} (%)	26.9	曲率係数 U_c'	3.0

2-2. カラム試験の概要

図-1にカラム試験装置の構成を示す。表-1に試験ケースを示す。カラムは、内径一定($\phi=30$ mm)で、長さL=300mm、600mm、及び900mmの3ケースを用いた。

まず風乾状態の試料を、1.255g/cm³の乾燥密度となるようにカラム内に充填した後、カラム内に負圧をかけつつ、脱気精製水をカラム下端から通水させて飽和供試体を作成した。そして動水勾配が $i=0.5$ となるようにカラム下端から上端方向に通水し、定常状態となるよう十分な時間放置した。その後、濃度 $C_0=500$ mg/lのトレーサを $i=0.5$ で通水し、任意の時間間隔でカラム上端から水溶液を採取し、その濃度Cを測定した。そして比濃度 C/C_0 とトレーサ注入開始後の経過時間tとの関係をグラフにプロットし、比濃度が $C/C_0=0.5$ 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。そして式(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、さらに式(2)から縦分散長 α_L を求めた。

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

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

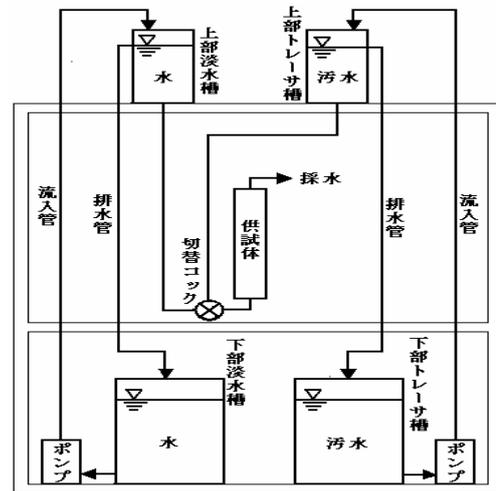


図-1 カラム試験装置構成

表-1 試験ケース

CASE	カラム内径 (mm)	動水勾配 i	密度 ρ_d (g/cm ³)	カラムサイズ (mm)
1	30	0.5	1.255	300
2				600
3				900

キーワード 分散、吸着、カラム試験、バッチ試験、地下水汚染

連絡先 〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2 宇都宮大学工学部地域施設学研究室 TEL/FAX 028-689-6218

3. 試験結果と考察

3-1. 分散特性とカラムサイズの関係

図-2 に、全 CASE の破過曲線を示す。図には、式(1)を用いてフィッティングした結果も示してある。

図-3 は分散係数 D とカラムサイズ L の関係を示したものである。カラムサイズの増加に伴い、分散係数も増加することがわかる。このことは、浜岡砂を用いた試験の結果と一致している。

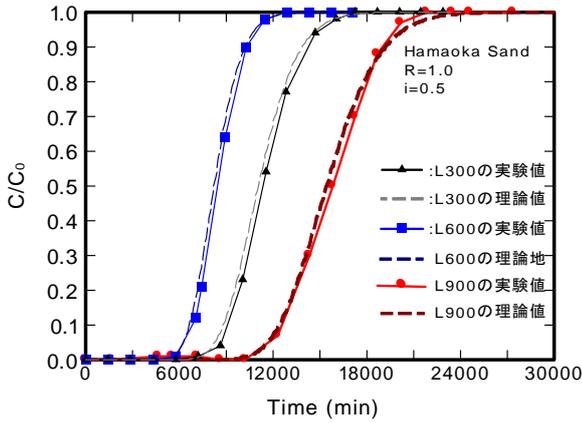


図-2 破過曲線

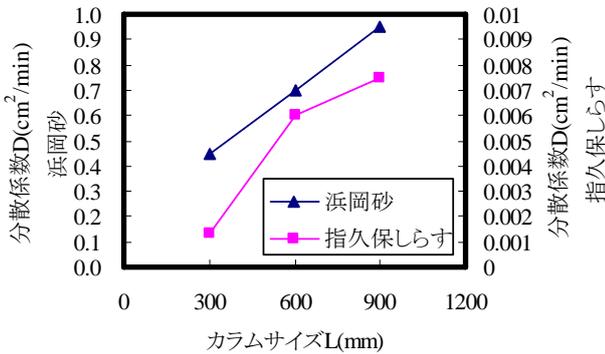


図-3 カラムサイズと分散係数の関係

3-2. 縦分散長とカラムサイズの関係

図-4 は縦分散長 α_L とカラムサイズ L の関係を示したものである。カラムサイズの増加に伴い、縦分散長も増加していることがわかる。このことは小橋ら²⁾の研究結果とも一致している。図-4 にはNewmanが示したカラムサイズ 100m以内で $\alpha_L=0.0175L^{1.46}$ (単位:m) という関係式も示してある。指久保しらすはNewmanの式とよく合うが、浜岡砂は合わない。縦分散長とカラムサイズの関係式は土の種類によって異なるのではないかと考える。

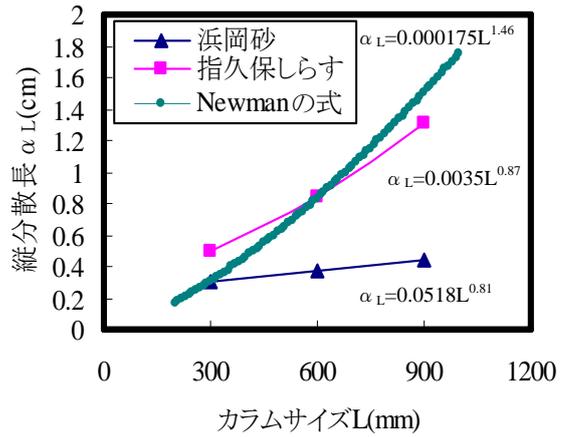


図-4 カラムサイズと縦分散長の関係

3-3. 現場サイズでの分散係数の算出

試験結果より、カラムサイズが現場サイズに近いほど正確な値を得ることが出来ることがわかった。ここで現場サイズとは、現場の流れ方向のサイズを指す。しかし、大きなサイズになると物理的な問題が発生する。そこで、現場の試料の縦分散長とカラムサイズの関係式が求められることによって、現場サイズでの縦分散長を知ることができ、(2)式より、現場での分散係数 D を知ることが出来ると考えられる。

4. まとめ

- ・ 試料に関係なく、カラムサイズの増加に伴い、分散係数は増加する。
- ・ カラムサイズによる縦分散長の増加の傾向は、試料の種類によって異なる。
- ・ 縦分散長とカラムサイズの関係式により現場サイズの分散係数を知ることが出来る。

5. 参考文献

1)高橋直樹・中田雅夫・山本陽一：土の分散特性および吸着特性の評価に関する基礎的研究、三井住友建設技術研究所報告、第3号 pp.65-69
 2)小橋秀俊・三木博史・平山光信・菱谷智幸・山本博之・大北康 治： 地盤汚染の影響予測に用いる分散長の決定法について、土木学会論文集 No.764/III-67、pp53-67、2004
 3)小橋秀俊：地盤汚染の形態分類とその対策の評価手法に関する基礎的研究、土木研究所報告、第 202 号、pp.51-111