

Ⅲ-A298

不飽和土の分散度と水分量の関係

岐阜大学 工学部 学生会員 ○柴田雅夫

岐阜大学 工学部 正会員 佐藤健

信州大学 工学部 正会員 棚橋秀行

1 目的

近年、ゴミの埋立処分場や工場跡地などの土壌汚染が全国的に報告されている。汚染物質が実地盤内でどのような挙動をとるのか、精度よく定量することが重要である。実地盤を図-1で簡単に示した。汚染物質が投棄された後、水の流れによって分散しながら下層へと動く。本研究では、従来からよく行われている不飽和定常カラム試験の分散現象に着目した。従来の研究より、

- ①飽和流れ場でも不飽和流れ場でも分散係数と実流速には、直線的な関係があること、
 - ②不飽和流れ場では飽和流れ場よりも分散係数が大きいこと、
- が分かっている。¹⁾

しかし、飽和度と分散係数の関係を明確に述べている文献は見あたなかった。本研究の目的は次のとおりである。(1)1998年、L.P.Devkotaら²⁾によって単一粒径のガラスビーズに対する分散係数推定の実験式が提案された。そこで、粒度分布をもつ豊浦砂を使った($\rho_s=1.55\text{g/cm}^3$)本研究とどのような関係があるのかを調べる。(2)分散係数だけでなく分散度(分散係数を間隙平均実流速で除したもの)でもデータ整理を行い飽和度との関係を調べる。

2 実験方法

- (1) 実験には、並列ポンプによって流量を一定に制御でき、真空ポンプによって飽和度を調節することができる「空気吸引不飽和カラム実験装置」(図-2)を使う。
- (2) 滴定から求めた実験結果をもとに破過曲線(図-3の白丸)を描く。
- (3) 計算によって求められる破過曲線(図-3の実線)の中から、実験結果と最も合う曲線を見つけて分散係数を決定する(Fitting)。計算式は次式を使った。

$$\frac{C}{C_0} = \frac{1}{2} \left\{ \operatorname{erfc} \left(\frac{x - vt}{2\sqrt{Dt}} \right) + \operatorname{erfc} \left(\frac{x + vt}{2\sqrt{Dt}} \right) \cdot \exp \left(\frac{vx}{D} \right) \right\}$$

C_0 : 溶質の原水濃度、 C : 間隙液相における溶質濃度、 erfc : 補誤差関数、 v : 実流速($v=q/\theta$)、 D : 分散係数、 t : 時間

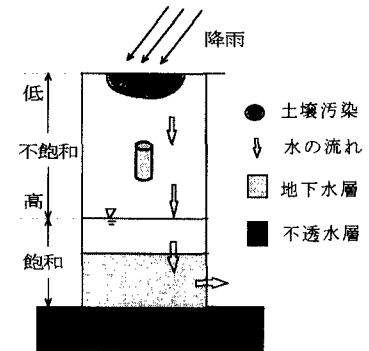


図-1 地中における汚染物質の挙動

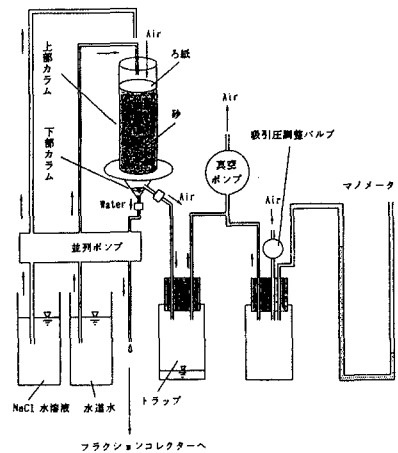


図-2 空気吸引不飽和カラム実験装置

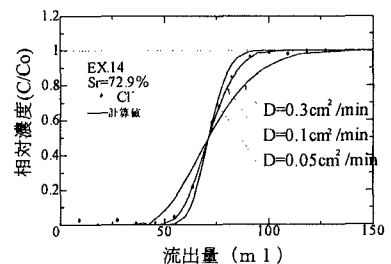


図-3 破過曲線と計算した線

分散係数、分散度、不飽和土、破過曲線、空気吸引

柴田雅夫、〒501-1112 岐阜市柳戸 1-1 岐阜大学工学研究科土木工学専攻 E-mail:s-masao@cc.gifu-u.ac.jp

3 結果

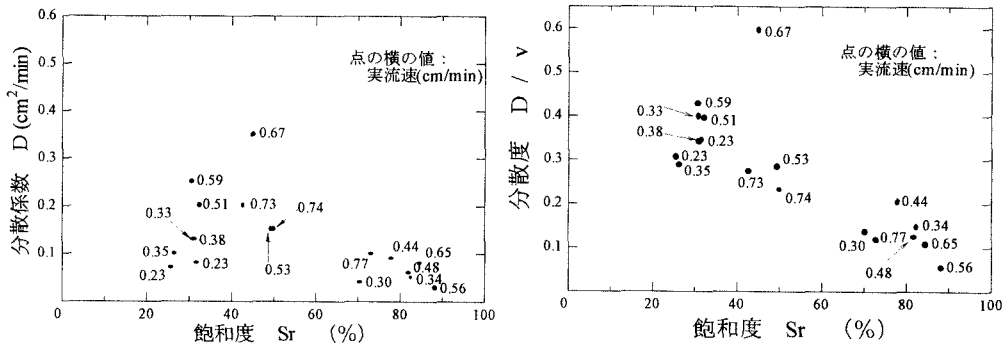


図-4 分散係数・分散度と飽和度との関係

飽和度と分散係数との間には、低飽和度になるほど分散係数が大きくなる傾向が見られる。同一飽和度での実流速に注目すると、実流速が速くなるほど分散係数が大きくなるという関係も認められる。このことから分散係数は、実流速と飽和度の双方によって決まってくるものだということが分かった。特に、分散度と飽和度の間には、直線的関係があるように見受けられた。

4 考察

Devkota らの提案したガラスビーズの実験式に、本研究で用いた豊浦標準砂の平均粒径 $d=0.017$ cm とパラメーター $n^*=9.970$ ($\rho d=1.54$ g/cm³ の排水過程の結果に対して、Van Genuchten パラメーターが $\alpha=0.0307$, $n^*=9.970$) を当てはめたものが図-5 の実線である。本研究の実験値を黒丸で示した。低飽和度では値は異なっているが、高飽和度では一致している。特に、実験値の近似線を引いてみたら、Devkota らの高飽和度での実験式の傾きと低飽和度の実験値がよく一致した。このことからガラスビーズと豊浦砂の違いによる分散現象を考えてみると、高飽和度ではガラスビーズも豊浦砂でも Devkota らの指摘する流路はそれ程違わないために分散現象は一致したものと思われる。一方、低飽和度では、流路は粒子の表面に形成される。ガラスビーズはほとんど球形であるため飽和度が変化しても分散現象にはあまり影響しない。しかし、豊浦砂では、表面の凹凸が無視できず低飽和度になるほど流路が土粒子表面に沿うようになり、水の移動距離が長くなる。こうした影響で、分散度は低飽和度になるほど大きくなると思われる。

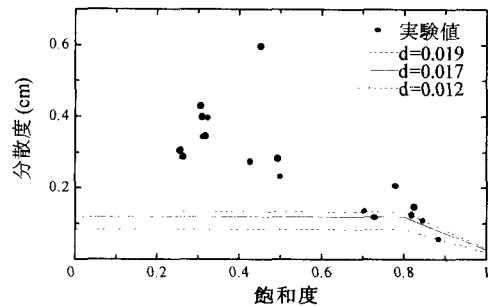


図-5 実験値と Devkota らの式による線

5 結論

- (1) 分散係数(分散度)と平均実流速との間には、実流速が大きくなると分散係数が大きくなる直線関係があることを確かめられた。
- (2) 分散係数、特に分散度と飽和度との間にも、飽和度が低くなると分散係数が大きくなるという直線的関係が実験から得られた。

参考文献

- 1) 棚橋秀行: Two-Region モデルに基づく不飽和砂層中の溶質輸送機構の研究, 岐阜大学博士学位申請論文, (1996)
- 2) L. P. DEVKOTA, U. MATSUBAYASHI and F. TAKAGI: A NEW FORM OF DISPERSION COEFFICIENT MODEL FOR THE POROUS MEDIA, Annual Journal of Hydraulic Engineering, JSCE, VOL. 42, pp. 355-360, (1998)