

不飽和カラムにおける溶質分散現象の規則性

岐阜大学大学院	学生員	鈴森俊希
前田建設工業(株)	正員	柴田雅夫
大同工業大学	正員	棚橋秀行
岐阜大学	正員	佐藤 健

1. 研究の目的

土壌汚染、地下水汚染の回復対策を実施するためには、汚染メカニズムを解明し実地盤における汚染物質の挙動を明らかにする必要がある。

本研究では不飽和帯での可溶性物質の溶質分散現象に着目し、空気吸引不飽和カラム実験装置を用いて分散の実験を行う。

従来の研究より

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。

不飽和流れ場では、飽和流れ場よりも分散係数が大きい。

分散係数、分散度と実流速との間に、直線関係がある。

分散度と飽和度の間に直線関係がある。

上記のことが、明らかになっている。

本研究では豊浦砂の研究で明らかになっていることが、他の粒状試料においても成立するのかを調べるため、粒径の異なる2種類のガラスビーズ GB-D(0.25mm)、GB-B(0.5mm)を用いて実験を行い、不飽和カラムにおける溶質分散現象に上記の ~ の規則性があることを確認する。

2. 実験方法

実験装置は、空気吸引不飽和カラム実験装置(図-1)を使う。この装置は、並列ポンプによって流量を一定に流すことができ、真空ポンプによって飽和度を調節することのできるものである。カラム内に試料を詰め、NaCl溶液をカラム上端に流し、カラム下端より流出水をフラクションコレクタで試験管に取り、滴定によって濃度を測る。破過曲線に一次元移流拡散方程式の解析解((1)式)をFittingさせ、分散係数Dを求める。

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

ここで、 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、 D : 分散係数、 t : 時間である。

3. 考察

(1) ガラスビーズ GB-D(粒径 0.25mm)

分散係数と実流速、飽和度の関係

豊浦砂の研究で指摘された実流速、飽和度と分散係数の関係がガラスビーズ GB-D においても確認できる(図-2)。

分散度と飽和度の関係

飽和度が高くなるほど、分散度は小さくなる傾向が認められる(図-3)。

平均滞留時間と飽和度の関係

平均滞留時間は、実流速、カラム長が一定のときは、飽和度に依存せず一定になることがわかる(図-4)。

滞留時間の標準偏差、変動係数と飽和度の関係

溶質滞留時間分布の標準偏差、変動係数の値は、飽和度が高くなるほど小さくなる(図-5)。

(2) 流出破過曲線の形状

飽和度が一定のとき、実流速に関係なく破過曲線の形状は同じになることがわかった(図-6)。

実流速が一定のとき飽和度に関係なく平均滞留時間は一定であることからこのときの破過曲線の形状は、傾きが急になることがわかる(図-7)。

キーワード：分散係数，分散度，カラム実験，不飽和，間隙平均実流速

連絡先：岐阜市柳戸1-1 岐阜大学工学部土木工学科 TEL 058-293-2418, FAX 058-293-1891

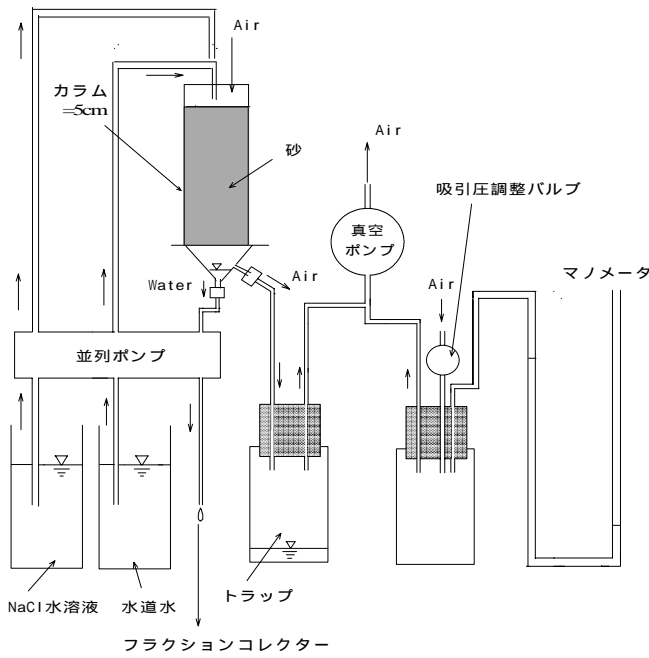


図 - 1 空気吸引不飽和カラム実験装置

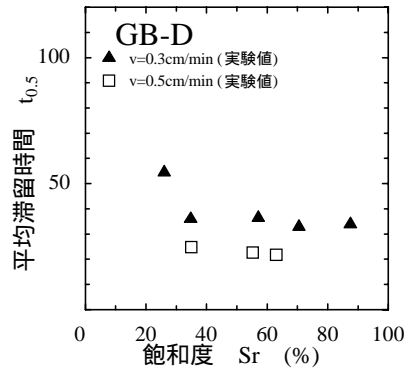


図 - 4 飽和度と平均滞留時間の関係

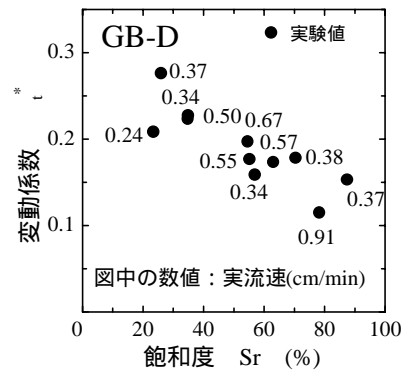


図 - 5 飽和度と変動係数の関係

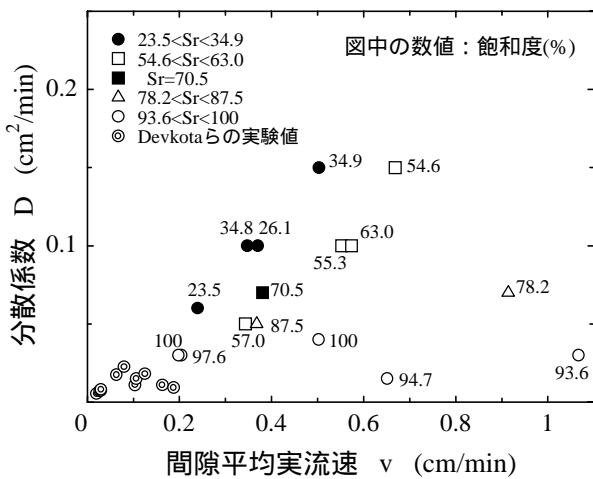


図 - 2 平均実流速と分散係数の関係 (GB-D)

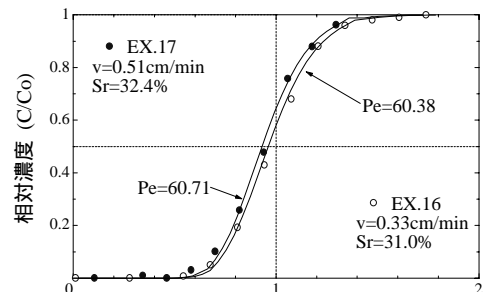


図 - 6 飽和度一定の破過曲線
ポア・ボリウム

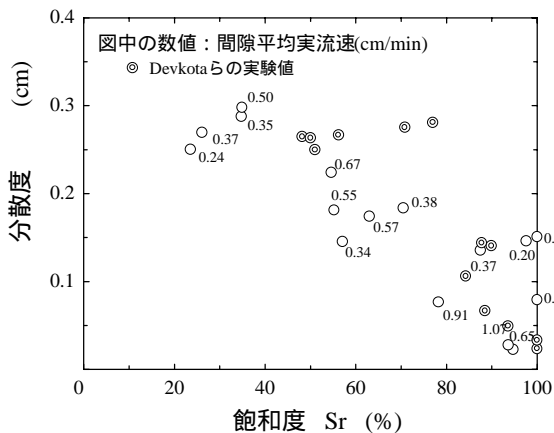


図 - 3 飽和度と分散度の関係 (GB-D)

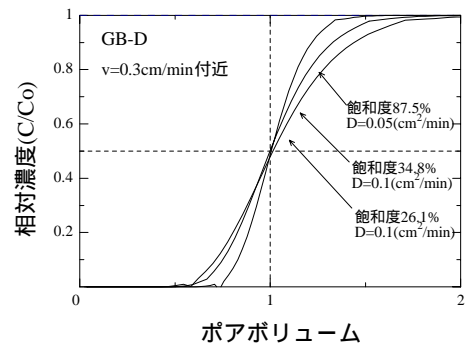


図 - 7 実流速一定の破過曲線
ポアボリウム