

Ⅲ-A335

帯水層中の物質移行特性評価手法についての検討(その2)

—室内カラム実験による検討—

鹿島技術研究所 正会員 中村充利

同左

正会員 川端淳一

1. はじめに

帯水層中の物質移行特性は、主に分散係数と吸脱着特性を表す遅延係数で評価される。過去、筆者らは原位置帯水層の物質移行現象について原位置トレーサ実験及び室内カラム実験により、定量的な検討を行う手法についての検討を行ってきた¹⁾。本報文では、帯水層の粒度やトレーサの違いによる分散特性、遅延特性の評価に関する新たな知見を得るために、様々な条件を設定して実施した室内カラム実験の結果について報告する。

2. 実験概要

本実験の概要を図-1に、実験条件を表-1に示す。各実験ケースは以下に示す目的により設定した。

Case A・・・様々な粒度分布の試料に関する分散特性を評価する

Case B・・・原位置トレーサ実験(昨年度報告)に観測スケールが近い場合の分散特性について評価する

Case C・・・現地発生土で実施した室内カラム実験(昨年度報告)との遅延特性現象との比較検討をする
実験及び解析は以下に示す手順で行った。

①透水カラム内に模擬帯水層を作成する(Case A, Bについては、観測点に伝導度センサーを埋設)

②水頭差により模擬帯水層内に水流を発生させた後、上流部から供給する水をトレーサに置換する

③定期的に観測点で電気伝導度測定(Case A, B)またはサンプリング(Case C)を行う

④観測したデータより得られる破過曲線により物質移行特性値を推定する

また、今回の実験に使用したa～c砂の粒度分布を図-2に示す。なおこのうちa砂は、b, c砂として使用した珪砂を含む数種類の珪砂を、昨年度物質移行現象を評価するために使用した現地発生土と同様の粒度に調整したものである。

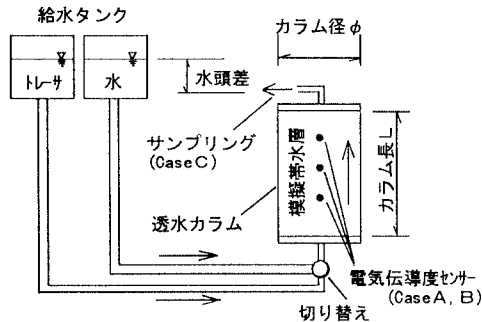


図-1 実験概要図

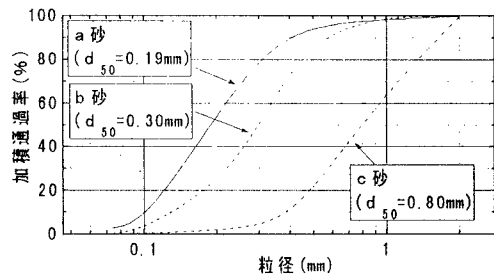


図-2 試料の粒度分布

表-1 実験条件

実験ケース	Case A	Case B	Case C
動水勾配 i	0.014～0.142	0.029～0.058	0.142
カラム径 ϕ	0.20	0.15	0.20
カラム長さ(m)	0.35	1.05	0.35
使用試料	a, b, c 砂	a 砂	a 砂
観測点 (上流端からの距離m)	0.02, 0.15, 0.25	0.02, 0.15, 0.25, 0.50, 0.75, 1.00	0.35
トレーサ	NaCl	NaCl	NaBr, NaNO ₂ , NaNO ₃ , Na ₂ HPO ₄
トレーサ濃度(%)	1	1	0.1
トレーサ濃度 測定方法	電気伝導度測定	電気伝導度測定	イオンクロマトグラフによる 定量分析

キーワード：分散特性、遅延特性、カラム溶出実験

〒182-0036 東京都調布市飛田給2-19-1 鹿島技術研究所

TEL. (0424)89-7072 FAX (0424)89-7086

3. 実験結果と考察

3.1 Case A

Case Aの実験結果の一例を図-3に示す。また、図-3に示す様な破過曲線より求められた分散係数 D_i /水の動粘性係数 ν とレイノルズ数 Re (=平均粒径 d_{50}

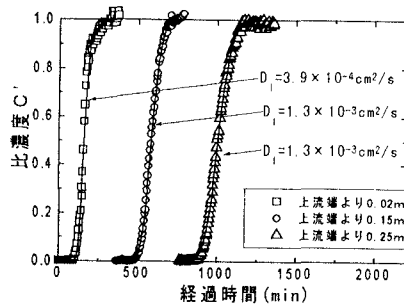


図-3 トレーサ濃度の経時変化(a砂: $i=0.029$)

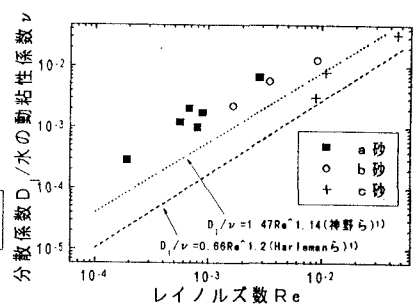


図-4 分散係数と Re 数との関係

$\times$ 実流速 u /水の動粘性係数 ν)との関係を図-4に示す。この結果、概ね各試料ともに D_i/ν と Re すなわち分散係数と実流速は正の比例関係にあり、したがって得られた分散係数は妥当な値であるといえる。また、a砂よりb砂、b砂よりc砂で、 D_i/ν と Re の関係は、ガラスビーズを試料として求められた図中の実験式に近づいている傾向がみられる。これは、a砂を構成する砂の粒径の範囲がc砂より大きいため、c砂よりa砂で構成される帯水層の間隙が複雑な構造になり、分散が起こり易くなっていることが考えられる。

3.2 Case B

Case Bの実験結果の一例を図-5に示す。また、図-5に示す様な破過曲線より求められた分散係数 D_i より求めた分散度 α_i と観測スケール L との関係を図-6に示す。この図

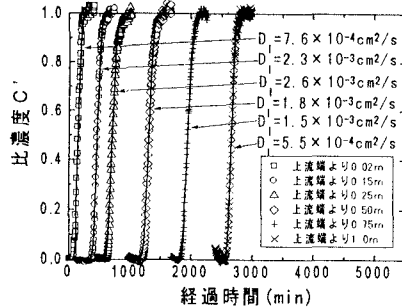


図-5 トレーサ濃度の経時変化($i=0.057$)

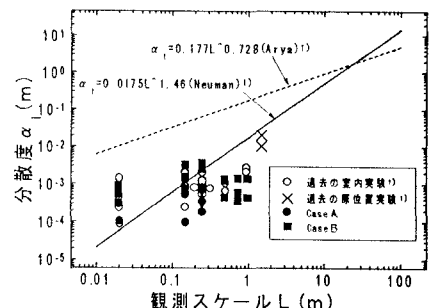


図-6 分散度と観測スケールの関係

では $L \leq 1$ mの場合、観測スケールの大小に拘わらずある一定範囲で分散度が得られる傾向がみられる。したがって本実験からは $L \leq 1$ mの場合では分散度は観測スケールの影響を大きく受けないことがいえる。

3.3 Case C

Case Cの実験結果を図-7に示す。昨年度の実験と同様にリン酸イオンのみ遅延が発生している。なお、このときの遅延係数 R は約2.4であり、昨年報告を行ったものと同様の値となっており、カラムのスケールが大きくなった場合でも再現性があることが確認された。また、得られた分散係数も他の2ケース(Case A, B)と同等の値が得られていることから、今回得られた遅延係数がより信頼性の高いものであるといえる。

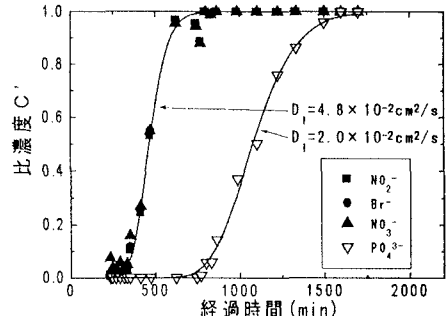


図-7 トレーサ濃度の経時変化

4. おわりに

今回の実験の結果、a砂の様に粒径の範囲が大きい砂で構成される帯水層ほど間隙の構造が複雑となり分散が大きくなること、今回の実験の観測範囲である流下距離 $L \leq 1$ mの範囲では、分散度が観測スケールに影響されないこと、また、リン酸イオンについては、昨年実施した観測スケールの小さいカラム実験($L=0.02$ m)¹⁾の場合と同様の遅延が発生し、その場合、分散度は遅延しない物質と比較して同様の値となること、などの分散・遅延現象に関する知見が得られた。今後も実地盤における物質移行現象の評価をテーマに、検討を行っていく所存である。

参考文献

- 1)川端, 中村ら: 帯水層中の物質移行特性評価手法についての検討, 土木学会第52回年次学術講演会, 1997. 9