

Ⅲ-A299

帯水層中の物質移行特性評価手法についての検討(その3)

鹿島技術研究所 正会員 中村充利 正会員 川端淳一

1. はじめに

帯水層中の物質移行特性は、主に分散特性を表す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、定量的な評価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、試料の異なる(粒度分布、材料など)様々な条件下で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・・・50%粒径 D_{50} が同一(0.2mm)で粒度分布の異なる試料に関する分散特性を評価する

Case B・・・50%粒径 D_{50} が異なる試料に関して、過去の室内カラム実験(昨年度報告²⁾)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については、観測点に電気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)またはサンプリング(Case B)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～d砂およびガラスビーズの粒度分布を図-2に示す。a～d砂およびガラスビーズと各実験ケースの対応表を表-2に示す。

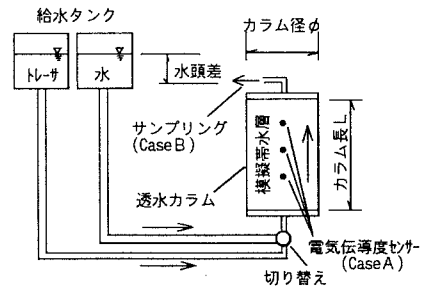


図-1 実験概要図

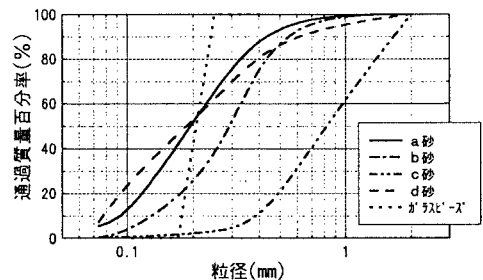


図-2 試料の粒度分布

表-1 実験ケース一覧

	Case A	Case B
試料	d砂, ガラスビーズ	b砂, c砂
動水勾配	0.014~0.14	0.14
観測点(上流端からの距離:cm)	0.15, 0.25	0.35
トレーサ	NaCl	NaBr, NaNO ₃ , NaNO ₂ , Na ₂ HPO ₄
トレーサ濃度(%)	1	0.1
測定方法	電気伝導度センサー	イオンクロマト分析

表-2 対応表

	50%粒径 D_{50} (mm)	均等係数 U_c	Case A (分散)	Case B (遅延)
a砂	0.20	2.6	参考 ²⁾	参考 ²⁾
b砂	0.30	2.5	参考 ²⁾	実施
c砂	0.80	2.5	参考 ²⁾	実施
d砂	0.20	2.9	実施	—
ガラス	0.20	1.2	実施	—

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

(1) Case A

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_1 /水の動粘性係数 ν とレイノルズ数 $Re(=50\%$ 粒径 $D_{50} \times$ 実流速 u /水の動粘性係数 ν)との関係を図-4に示す。またa～c砂を使用して昨年実施した試験結果も併せて図-4中に示している。ガラスビーズを使用したケースから得られた結果は、図中に示している実験式(ガラスビーズ使用)と同様の分散係数を示している。この分散係数は、50%粒径が同様に0.2mmであるa砂と比較して小さい値となっている。また、d砂を使用したケースでは、a砂と同等の分散係数が得られた。これは、a、d砂と比較してガラスビーズの粒度分布の範囲が小さく、したがって、ガラスビーズで構成される模擬帯水層の間隙がa、d砂と比較して単純な構造となっているため起こった現象であると考えられる。この結果より、50%粒径が同一である場合でも、粒度分布の範囲が狭い(均等係数の低い)砂で構成される帯水層ほど分散が起こりにくくなるものと考えられる。

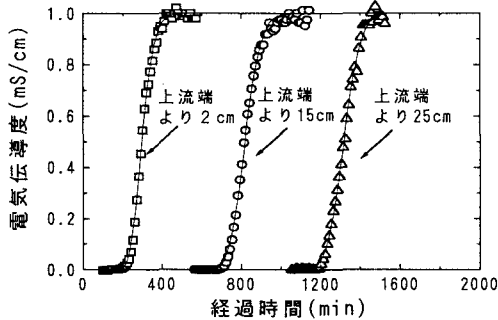


図-3 トレーサ濃度の経時変化(ガラスビーズ: $\lambda=0.014$)

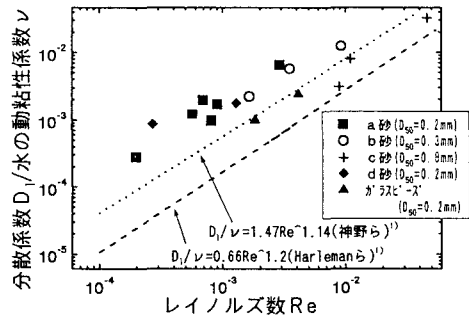


図-4 分散係数と Re 数との関係

(2) Case B

実験結果の一例を図-5に示す。今回の実験(b, c砂)で得られた結果と昨年実施した実験結果(a砂)の一覧を併せて表-3に示す。今回の実験でも、リン酸イオンについて土粒子への吸着によるものと思われる遅延が発生している。しかし、今回の実験結果からは、a砂の場合と比較してb, c砂の場合は遅延が発生が抑えられている。b砂の細粒分含有率はa砂と比較して低く、c砂は細粒分が含まれていないために、b, c砂では細粒分に起因する吸着現象³⁾が発生しにくいものと思われる。しかし、細粒分が無い場合でも遅延現象が発生していることから、リン酸イオンの砂への吸着現象は細粒分以外の要因も関係しているものと考えられる。

4. おわりに

今回の試験では、帯水層を構成する材料の50%粒径 D_{50} が同一の場合でも、粒度分布の範囲が狭い場合、分散が小さくなること、細粒分含有率が少ないほど遅延が起こりにくいことなどの分散・遅延現象に関して確認できた。今後も帯水層の物質移行現象の評価をテーマに、さらに検討を行っていく予定である。

参考文献

- 1)川端,中村: 帯水層中の物質移行特性評価手法についての検討(その1), 土木学会第52回年講, 1997.9
- 2)川端,中村: 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), 土木学会第53回年講, 1998.10
- 3)例えば, 石黒,岩田: 土の中の物質移動現象(その4), 農業土木学会誌, vol58, No.10, pp87-94, 1988.10

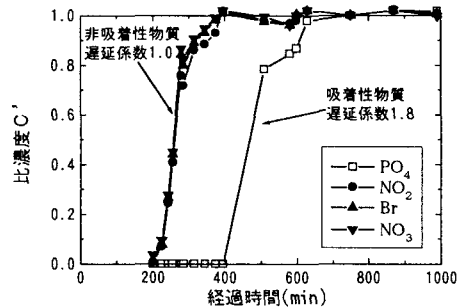


図-5 トレーサ濃度の経時変化(b砂)

表-3 遅延係数一覧

	b砂	c砂	a砂
遅延係数 R	1.8	1.6	2.4
細粒分含有率(%)	0.5	0	5