

砂質土壌の粒径分布を考慮した2次元溶質移動実験

法政大学工学部	学生会員	大隣	慶太
法政大学大学院	学生会員	小松	義隆
地盤調査事務所	正会員	木下	孝介
法政大学工学部	正会員	岡	泰道

1. はじめに

一般的に溶質輸送における tailing 現象を定量的に扱うために、既往の研究では、例えば Rao et al.による多孔質セラミック球を用いた実験¹⁾や L.Li et al.によるシルト土壌に多孔質ポリエチレンシリンダーを混合した土壌での実験²⁾などがあるが、団粒構造を有した土壌に対して顕著に現れるといわれている。そこで本研究では、豊浦標準砂と多孔質球(ハイドロボール)を所定の質量比により混合した土壌槽を用い、局所的な流れの変化を伴う2次元溶質移動実験を行った。

2. 2次元溶質移動実験の概要

(1) 2次元溶質移動実験装置

2次元溶質移動実験装置の概要を図1に示す。この装置は、降雨装置、土壌槽(高さ0.96m、幅0.27m、長さ0.965m)、排水装置から構成される。排水装置には、地下水位設定装置があり水位を変化させることができる。実験では、図2に示すようにECセンサを格子状に土壌層に埋設した。センサによる測定値は、1分間隔でデータロギに記録される。

(2) 実験方法

土壌試料には、豊浦標準砂に多孔質球(ハイドロボール)を所定の質量比により混合したものを使用する。図3に今回使用した混合砂と標準砂の粒径分布を示す。実験では、土壌層を飽和させた後に、地下水位を一定に保った飽和条件で、溶質 NaCl を降雨形態で連続注入(相対濃度が1に収束するまで溶液を供給)あるいは時限注入(120分間 NaCl 溶液を供給した後、水道水に切り替え)する。

3. 実験結果

図4に NaCl を連続注入(case1)ならびに時限注入(case2)した場合の相対濃度の経時変化を示すが、各 case における降雨強度はそれぞれ 42.8, 42.7mm/hr であった。同図から相対濃度 0.5 となる経過時間には供給形態の相違による差がないことから、ほぼ同程度の実流速であると考えられる。両 case とも相対濃度増加時においては、同じような非対称型の破過曲線を示した。一方、case2 の濃度は、注入の影響が出始める 370 分付近から減少し始め、実験終期において顕著な tailing が見受けられた。次に、case2 について $x=0.38\text{m}$ 地点(EC2,6,10,14)での破過曲線を図5に示す。ここでは、深度ごとの破過曲線の形状を比較するために、横軸に

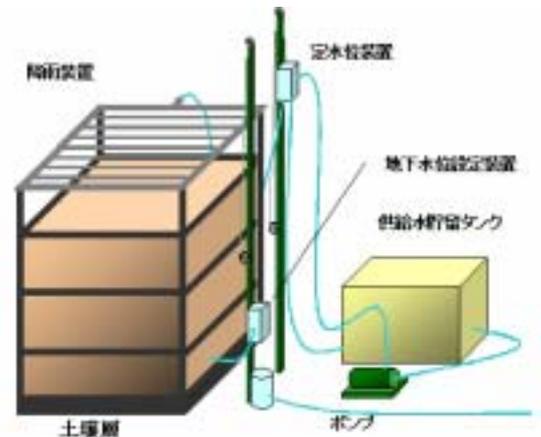


図1 2次元溶質移動実験装置の概要

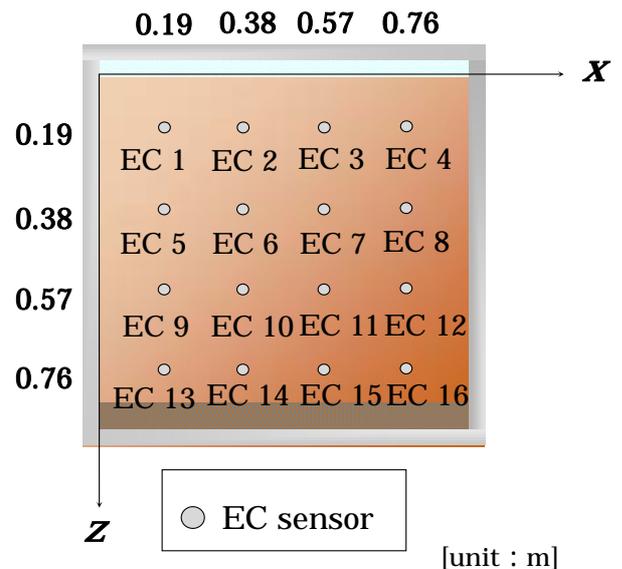


図2 EC センサの配置

キーワード 2次元溶質移動実験, tailing 現象, 破過曲線

連絡先 〒184-8584 東京都小金井市梶野町 3-7-2

TEL042-387-6278 E-mail:oka@k.hosei.ac.jp

は pore volume(通過した溶液の累加体積 / 間隙の体積)を用いた。全ての測定位置について、pore volume が 1 になる前に相対濃度が 0.5 に達している。一般的な移流分散現象では、1 pore volume に対応する相対濃度は 0.5 を示す。しかしここで用いた間隙率は、実際には無効となる部分を考えていないので、このような現象が起こったのではないかと考えられる。これは、ハイドロポールのような多孔質球内のミクロポアおよび土壌中のよどみいきの影響を考慮していないということである。一方、局所的な流れが生じている可能性もある。測定深度全体で見ると、ピーク濃度に対応する pore volume は深度が浅いほうが大きくなっている傾向を示した。また濃度のピーク幅は流れの方向に対して減少傾向を示した。これは REV (representative elemental volume) の大きさが深度方向で変動しているために起こっていると考えられる。

4. 豊浦標準砂との比較

多孔質球が土壌層中の溶質移動に与える影響を検証するために、筆者ら³⁾の行った標準砂に対するの実験結果と比較したものを図6に示す。この図のデータは、降雨強度 40.5mm/hr(標準砂)と 42.8mm/hr(混合砂)のものである。混合砂に対する今回の実験結果では、相対濃度が 0.5 に達したときの pore volume は 1 より小さかったが標準砂については、0.5 と一致した。また混合砂で行った実験では、標準砂で行ったものより相対濃度が小さいところから tailing 現象が発生していることがわかる。

5.まとめ

pore volume の概念を導入することによってセンサの深度に関係なく測定値を比較することができるようになり、深度により破過曲線の形状が異なっていることを確認した。

また、標準砂に多孔質球を混合させることにより、相対濃度が小さいところから tailing 現象が発生することを確認した。

参考文献

- 1)Rao et al.,Soil Sci. Soc. Am. J.,Vol.44,pp.684-688.
- 2)Li et al.,W. R. R.,Vol.30,No.11,pp.2891-2900.
- 3)木下ら(2004):溶質移動過程の経路依存性に関する実験と数値シミュレーション 土木学会第 59 回年次学術講演会講演概要集第一部, pp.45-46.

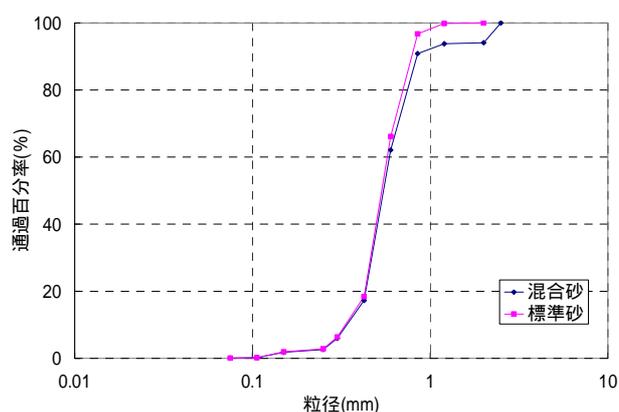


図3 粒径分布

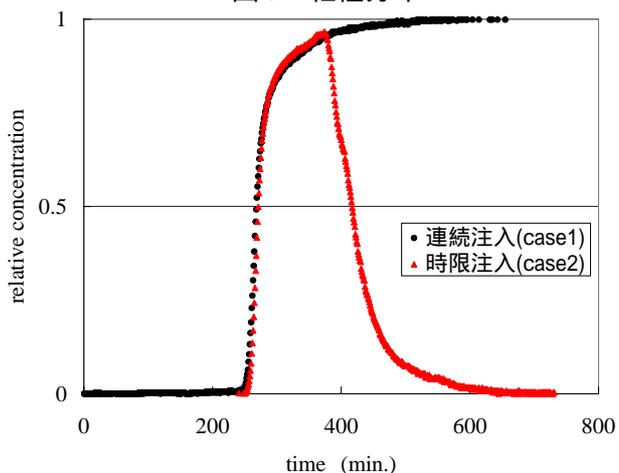


図4 供給形態の違いによる相対濃度の変化

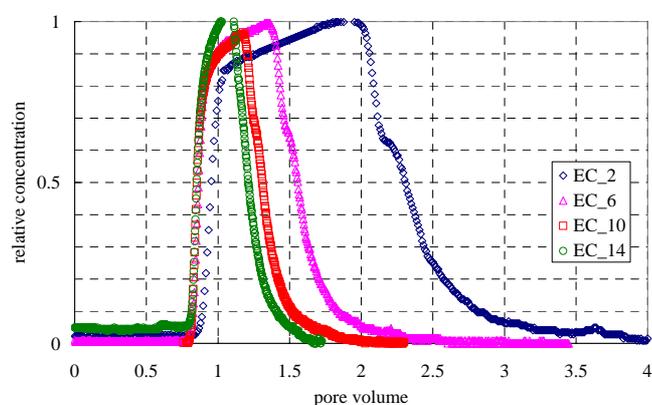


図5 各深度における相対濃度の変化

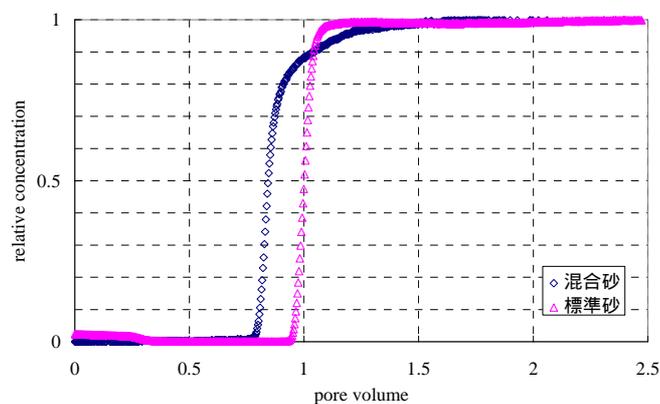


図6 標準砂と混合砂の比較