

微生物によるクロッキングの異方性に関する研究

The anisotropy of hydraulic conductivity and column clogged by microbes

花田潤也 関勝寿 宮崎毅

Junya Hanada, Katsutoshi Seki, Tsuyoshi Miyazaki

1.はじめに

土壌微生物による浄化機能を利用した汚水処理方法があるが、土壌に長期的に透水を行なうと土壌がクロッキングを起こして汚水処理能力が低下するという現象がある。従って土壌のクロッキング現象を解明することは土壌浄化の改良に役立つ可能性がある。ここでは微生物の代謝活動によるクロッキングに着目した。微生物によるクロッキングには様々なモデルがあるが、その存在形態は土壌に一樣ではないと考えられている。本研究ではクロッキングを起こした試料に対して様々な方向の透水を行ない、微生物によるクロッキングの異方性について調べた。

2.実験方法

縦方向と横方向からの透水が可能な立方体の塩化ビニル製のカラムを用いた(Fig.1)。またクロッキング層に対するカラムの厚さの影響を調べるために、厚さのみを小さくした平たいカラムを用いた(Fig.2)。実験に用いた試料は豊浦砂で乾燥密度が $1.63(\text{g}/\text{cm}^3)$ となるように充填した。

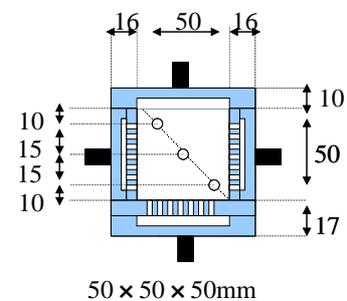
実験装置の概略図を Fig. 3 に示す。マリオット管を用いて一定の圧力をかけ、排水量からフラックスを、またカラムの各位置にマンメータを差して各水頭を測定した。それらの値を用いてダルシー則より透水係数を求めた。

実験ではまずカラムの縦方向グルコース濃度 50ppm の栄養水を透水した(phase 1)。次にカラムを 90° 回転させてから鉛直方向に栄養水を透水した(phase 2)。最後に phase 2 と同じ横方向のままアジ化ナトリウム 50ppm の殺菌水を透水した(phase 3)。

3.実験結果と考察

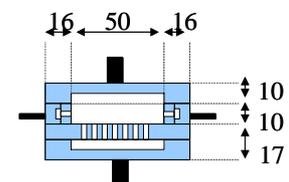
実験全体を通した両カラムの透水係数の変化を Fig.4 に示す。phase1 において縦方向に栄養水の透水を開始してから 3~5 日の間に透水係数は数十~百分の一まで低下した。その後、透水係数の低下はゆるやかになり安定した。

phase2 において横方向からの透水を行なうと、両カラムで透水係数は増加した。すなわち、クロッキングの起きた試料には縦方向と横方向の透水係数が異なるという異方性が存在することが明らか



50 × 50 × 50mm

Fig.1 cubic column



50 × 50 × 10mm

Fig.2 flat column

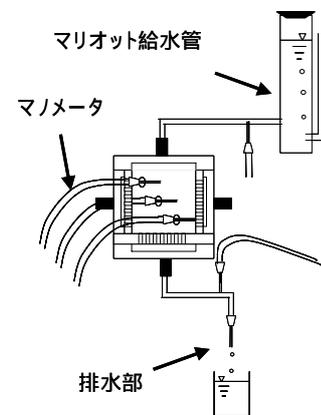


Fig.3 Schematic diagram of apparatus for experiment

になった。この時、立方体のカラムでは phase1 の開始時と同じ程度まで透水係数は回復したが、平たいカラムでは立方体のカラムほどの増加はしなかった。その後、横方向でも phase1 と同じように 3~5 日の間に透水係数は減少した。

phase3 において、殺菌水の透水を開始すると透水係数は徐々に回復した。このことより今までの透水係数の減少は微生物によるものであったことが明らかになった。

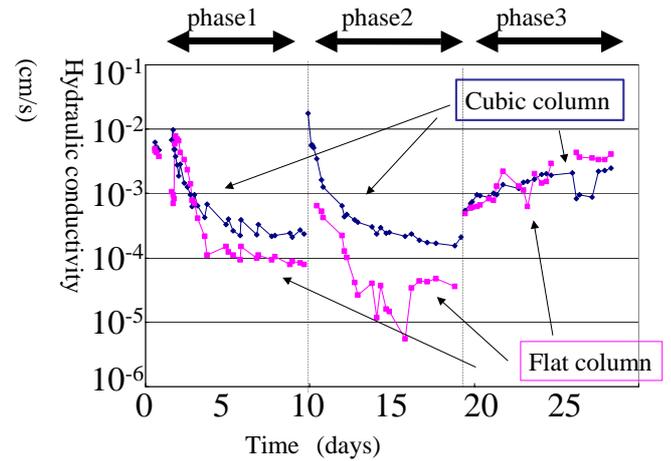


Fig.4 Change of hydraulic conductivity with time

4. 二層モデル

クロッキングの起きた部位の厚さと透水係数を評価するために、クロッキングが層状に起きたと仮定して二つの層からなるモデルを考えた。クロッキングの起こっている層を層 1、起こっていない層を層 2 として、phase1 の縦方向に透水したときのモデルを Fig.5 (a) に示した。ここでは各層は流れに対して直列の状態となる。このモデルは phase2 で横方向にすると Fig.5 (b) のように流れに対して並列のモデルとなる。この 2 つのモデルをダルシー則に適用することによって Fig.5 (c) のような連立方程式を立てることができた。ここで

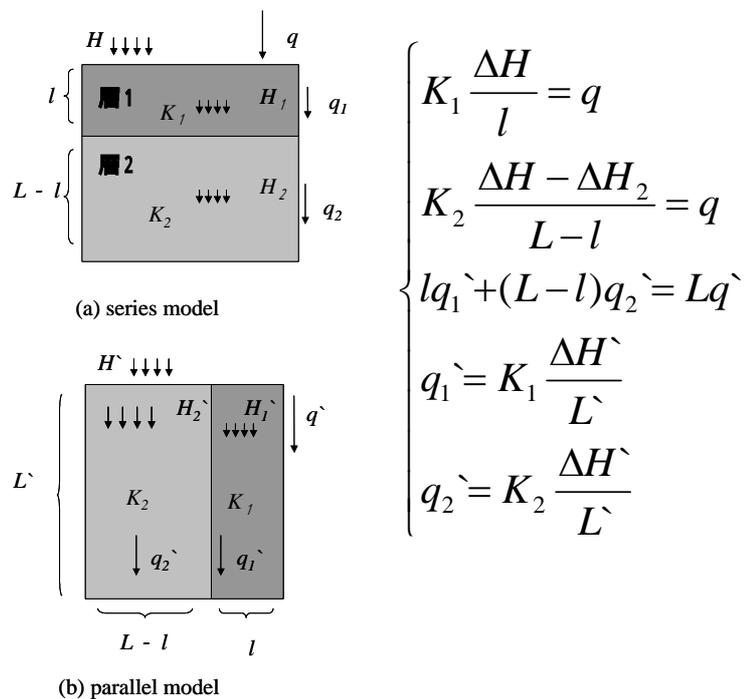


Fig.5 two layers models

圧力水頭 H 、フラックス q 、透水係数 K 、カラム長 L などの実測値を代入して、さらに層 2 にはまったくクロッキングが起こっていないと仮定して K_2 に初期値を代入することによって層 1 の厚さ l 、透水係数 K_1 など評価することができた。

5. 結論

- 1) クロッキングには方向により透水係数が異なるという異方性が存在することが明らかになった。
- 2) クロッキングは微生物の影響であることが確認できた。
- 3) 二層からなるモデルを考えることにより、実測値を用いてクロッキングが局所的に起こった部位の厚さ、透水係数などを評価することができた。