

濁質による浸透層の浸透能力の低下について

九州大学 工学部 ○ 学 川内丸 和弘 正 安田 裕

正 神野 健二 正 上田 年比古

1 まえがき; 流出抑制のための浸透施設¹⁾、地下水人工涵養のための浸透池²⁾が各地で計画されているが、これらの浸透施設の計画及び運用上問題となるのは、濁質による浸透能力の低下である。本報では浸透層の浸透能力低下は①浸透層内部に濁質が抑留して生じる目づまりによるものと②浸透層表面上に濁質が堆積して生じるマッドケ-キによるものとして、一次元浸透層について実験、解析している。

2 実験; 実験は図-1の装置による。マンノメ-タ-および実験終了後に砂を採取するための孔を持ち、濁度計で注入濁度を測定する。濁質には50%粒径 $3\mu\text{m}$ ~ $12\mu\text{m}$ の博多湾ヘドロを用いた。本報の実験は表-1に示す。run12は濁質のみによる実験である。

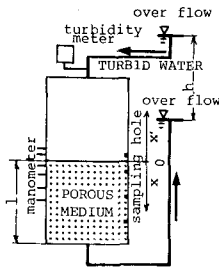


図-1 実験装置

表-1 実験

実験 番号	注入濁度 $C_m(\text{mg/l})$	初期透水係数 $k_0(\text{cm/sec})$	初期空 隙率 ϵ_0	最終浸透 能力(%)*	マッドケ-キ 形成の厚D(mm)
run5	1000	0.23	0.48	35.9	0
run9	7000	0.16	0.46	(0)	46
run12	210000	----	----	(0)	44
run16	2500	0.23	0.40	(0)	2

* 浸透層全体についての初期透水係数と実験終了時の透水係数の比

3 基礎式; 距離軸は、図-1のように砂層上面を0とし、砂層下方に x 、濁水部上方に x' とする。

濁水部に対して 液相の連続式; $\partial n / \partial t - \partial (u_f \cdot n) / \partial x' = 0 \cdots (1)$, 液相の運動方程式; $0 = n \partial p / \partial x' - F(u_f - u_s) + n \rho \cdot g r \cdots (2)$, 固相の連続式; $\partial (1-n) / \partial t - \partial \{ (1-n) u_s \} / \partial x' = 0 \cdots (3)$, 固相の運動方程式 $0 = (1-n) \partial p / \partial x' + \partial \sigma / \partial x' + F(u_f - u_s) + (1-n) \rho \cdots (4)$
ここに、 n ; 濁水の空隙率、 u_s ; 固相流速(cm/sec), u_f ; 液相流速(cm/sec), F ; 抵抗係数, p ; 圧力(dyn/cm²)
 gr ; 重力加速度, σ ; 有効応力(dyn/cm²), [u_s, u_f は下向きを正の向きとする。]

数値計算はこれらの式を差分で行う。

4 実験結果; 砂層内で目づまりが生じている場合、流量は図-2のように減少する。砂層内で目づまりが進行して実験開始後数10分で砂層上部はほとんど閉塞される。その後は抑留された懸濁物質の間隙を水が流れ、小流量の状態で低減する。一方、マッドケ-キが形成された場合のケ-キ内の透水係数の変化は図-3のようになる。ケ-キの成長とともにケ-キ底面から上に向かって、圧縮が生じ透水係数が低下していく。参考文献4)の方法を用いて、図-2に示されたrun5の流量について数値計算を行なうと図中の計算値が得られる。

○ 透水係数の算定⁴⁾ ケ-キ内の透水係数の変化を算定する⁵⁾。式(1)~(4)で $u_f, u_s = 0$ とした定常状態を解き、 $x' = -B \cdot (1/A + \rho_s/C) \cdot \text{EXP}[-A \rho_s/C] + H \cdots (5)$ ここに、 A, B は実験条件により算定される既知数である。積分定数 H は、 $x' = 0$ で $C = C_0$ として与えられる。ここでは、run9についての結果を図-4に示す。次に、透水係数 $k = \alpha \cdot n^3 / (1-n)^2 \cdots (6)$ として、 $\alpha = 5.17 \times 10^{-5}$ (図-5)とし図-4の C を用いて各時間の透水係数の場所的变化を求めると図-6が得られる。本方法で近似的にマッドケ-キ内部の濁度、透水係数が算定できると考えられる。

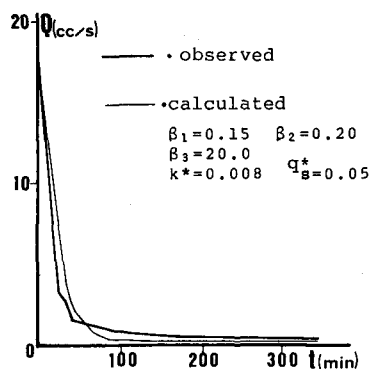


図-2 流量の時間変化(run5)

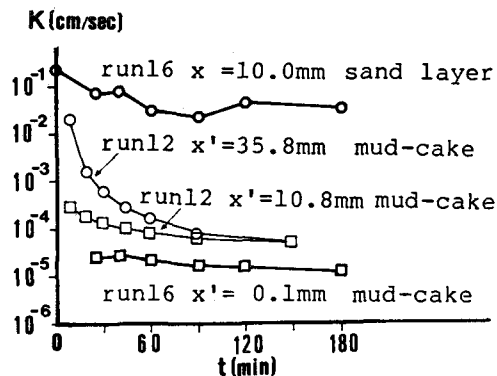


図-3 透水係数の時間変化(run12, run16)

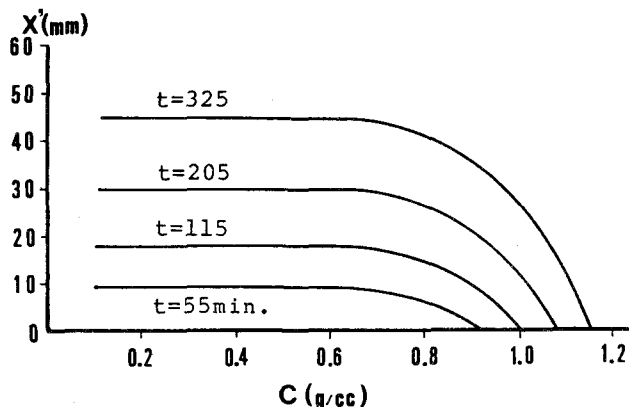


図-4 濃度Cの時間変化(run9)

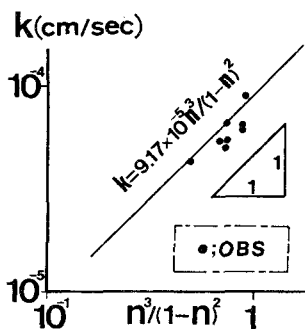


図-5 空隙率nと透水係数kの関係

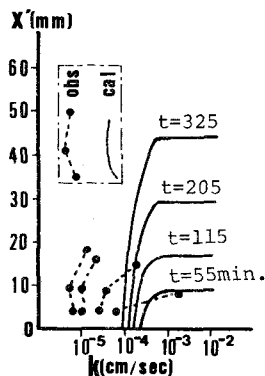


図-6 透水係数kの時間変化(run9)

5 むすび;1)浸透層の浸透能力の低下は、浸透層内部の目づまりによるものと、浸透層表面のマッドケーキによるものがある。2)マッドケーキによって生じる浸透能力の低下は急速な現象で程度が大きい。3)基礎式中の定数を与えることにより濁質による浸透能力の低下を近似的にシミュレーションできる。

参考文献 1)小川、山本;雨水浸透施設の浸透能、土木学会第39回年次学術講演会講演概要集、pp.101~102,1984, 2)山本、藤野、大野;多目的地下水涵養計画について、第2回水資源に関するシンポジウム前刷集、pp.387~392,1982, 3)上田、神野、安田、重藤;懸濁物質による砂充填層内の目づまりと再揚水による透水係数の回復について、日本地下水学会誌、第25巻、第3号、pp.121~138,1983, 4)上田、神野、安田;濁質による浸透層の浸透能力の低下について、第29回水理講演会論文集、1985, 5)大坪、村岡;底泥の沈降特性に関する研究、第27回水理講演会論文集、pp.317~322,1983