

上向流ろ過のろ層閉塞について

東京大学 工学部 正員 石橋多聞

“ “ “ 綾日出教

“ “ “ 大学院 学生員 〇 山根昌雄

1 はじめに.

ある時間における、ろ層内の汚泥量は指数法則に従って分布するが、ろ過経続の全期間にわたって同じ関数関係を用いるのは一般に正しくないとされている。⁽¹⁾ 従来、土砂粒子間の水の流れに対する損失水頭の計算は、Darcyの層流抵抗法則から求めているが、ろ過の経続につれ、原水中のフロックは、ろ層内に滞留される。そのため間隙の水理条件は変化するので、ろ過には適用出来ない。本研究は、ろ層の閉塞を定量的に示す因子の解明を試みている。

2. 実験装置および実験方法

フローシート：図-1

ろ過筒：プラスチック管（内径80mm長さ600mm）

電極およびマノメーター；ろ過筒下部より50mm間隔で高さ450mmまで取り付けである（マノメーターの一部は高さ100mm間隔で25mm間）

ろ層流動防止；ろ層上部より網と格子でおさえてある。

原水；水道水に人工濁度（カオリン）50ppmと凝集剤（硫酸はん土）20ppmを加え、急速かくはんタンクで混合し、微細なマイクロフロックの状態でろ過を試みている。冬期には恒温槽を使用して水温を17°C以上に保った。ろ材；均等係数(U.C) 1.0有効径(E.S) 0.72, 1.02, 1.44mm(以上砂) 0.60mmガラス球を使用した。U.C 1.0のろ材、およびガラス球を使用したのは、ろ層内の水理条件を求めやすくするためである。流速測定；トレーサー（NaCl）1%液5CCを注入し、ろ層内の伝導度変化を記録計で記録した。流速は、二点間のトレーサー濃度分布の傾点間より計算している。

ろ層内の水理条件を求めやすくするためである。流速

測定；トレーサー（NaCl）1%液5CCを注入し、

ろ層内の伝導度変化を記録計で記録した。流速は、二

点間のトレーサー濃度分布の傾点間より計算している。

3. 実験結果および考察

閉塞を生じていない砂層の損失水頭の計算にはDarcyの層流抵抗法則

$$h_f = \frac{v l}{k} \quad (1)$$

v ；ろ速
 l ；ろ層厚
 k ；透水係数

Fig-1

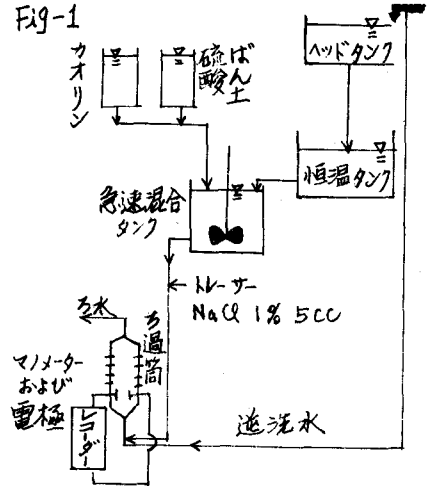
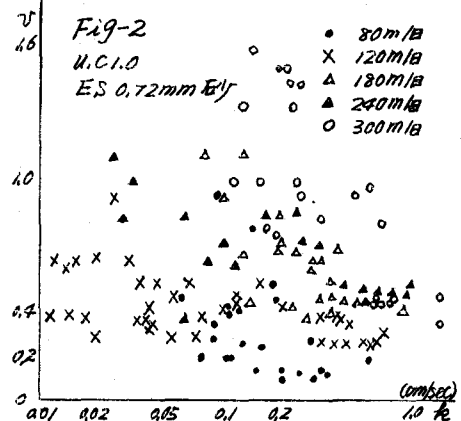


Fig-2



但し、 k は Fair-Hatch ϕ ; 重力の加速度
によると $d_s (=d)$ 砂の粒径 v

$$k = 0.937g \frac{\gamma^4}{C_D} \frac{d_s}{v} \quad (2)$$

ろ層においては、(1)式中の k の値は時間と共に指数関数の形をもつて減りする。ろ層内の粒子に、フロックが付着するため、式(2)において d_s の時間による変化を考慮せねばならない。ろ層内の流速 v が測定され、有期間隙率 λ が計算されても、式(2)の C_D は計算出来ない。そこで、式(2)を次のように、フロック抑留によるものと、流速によるものとの積と考える。

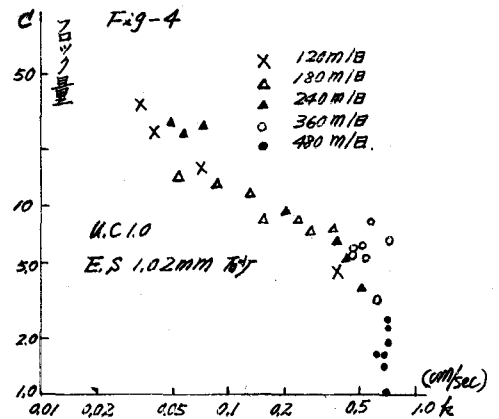
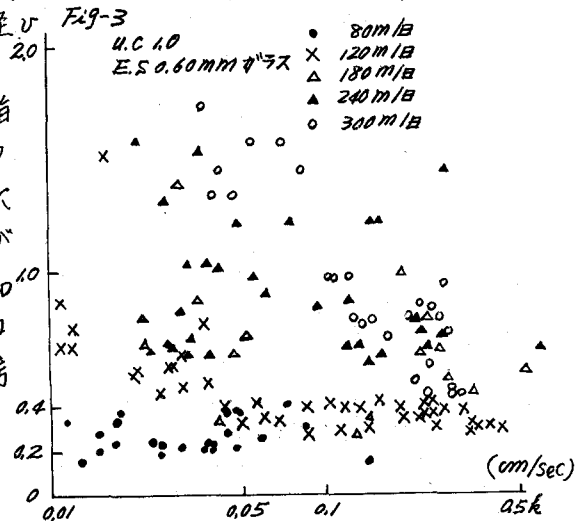
$$k = H(C) \cdot \frac{1}{v} \quad (3)$$

$H(C)$; フロック量の関数 v ; ろ層内流速

そこで、透水係数 k とフロック量 C の関係、および k とろ層内流速 v との関係を検討した。図-2は縦軸にろ層内流速、横軸に透水係数を目盛っている。ろ速がおそい場合には、ろ層内流速は殆んど変化しないが、透水係数は減少している。ろ速が速くなるにつれて、透水係数の減少と共にろ層内流速は速くなり、グラフで右下りの勾配は急になって来る。この関係は、他のろ材、図-3について同様である。

図-4は縦軸にフロック抑留量 C (ろ材乾燥1gあたり付着した乾燥フロックmg数) 横軸に透水係数 k を目盛っている。(ろ過を中止する直前の透水係数と止め、ろ材をとり出し、フロック抑留量を求めている。) ろ速が240m/日までは k と C の関係は右下りの直線関係を示し、360m/日では、その関係は不安定となり、480m/日になると、 C は変化するが k の値は殆んど変化しない。これは、ろ速がおそい場合には、流路に直接影響をおよぼす間隙を減少させ、又みかけの粒径も増大させているものと思われる。ろ速が速くなると(480m/日)、ろ層の流路には直接関係のない間隙だけが減少すると思われる。このようなろ速の場合には、 k と C の関係が、ろ材粒子に付着しても、次から次へとフロックが付着していかず、次の間隙および粒子に移動させられると思われる。即ち、流速の増大によって、フロック粒子のセン断強度よりも、水によるセン断強度が大きいものと思われる。

C_D ; 抵抗係数 λ ; 間隙率



注(1) 水理公式集 土木学会編 昭和38年増補改訂版。