

1. 定圧ろ過閉塞の一般的特長

筆者はさきに定圧ろ過（減衰ろ過）は、通常用いられている定速法に比べて、抑止されるフロックの架橋が経時的に安定しており、1) 砂層を縮少することができる、2) したがって損失水頭を節約することができる、3) 逆洗浄の水圧、水量も節約することができる、4) 定速法に比し、単位面積当りの処理水量を平均的には増加することができる。……等の利点があることを述べてきた。¹⁾しかし、定圧で操作するということは、砂層各深度に常に定差圧が分配されて、その差圧は経時的に変化しないというのではない。定圧ろ過は構造的に砂層全体の流れに対して定圧が与えられるのであって各層深度には差圧の配分が、表層への集中した閉塞に対応して、生じている。この傾向は定速ろ過のようにフロック架橋の形成と破壊が繰返し、継続的に起生して、その結果、さらに下流側に抑止物質が移送されるという現象が少ないので、なお一層、表層近くに抑止を集中し、なお一層、表層近くに損失を生じるようになるのである。その結果、総計としては定圧であっても各砂層間では差圧の配分は再編成されて、表面近傍のろ層に加る差圧は次第に大きくなる結果となる。このため、定速法で生じている架橋の形成と破壊が定圧ろ過でも、わずかではあるが実は表層近くで発生している。定圧ろ過では差圧が定常的であって、ろ膜がほぼ安定して静常に形成されて、そのまま発達してゆくように考えられがちであるが、実際にはこの差圧分布の再配分のため抑止物質が若干、下流側に移動することになる。このような影響を受けて、ろ過経過と共に圧損失が表層より下流側にも配分されていることが、観測の結果からも明らかであり、さらに、ろ層内の汚泥量を測定した結果からもそのことが証明されている。¹⁾

また、間隙のフロック架橋が完成していないときは、流下フロックは架橋フロックから派出している支枝手に接触せずさらに下流側に入ってゆく。特にろ過初期のろ膜が完熟していない段階ではこの傾向が大きく、ろ膜の完熟につれて、少くなる。この現象の要素としては、間隙径、フロック径の比、フロックせん断強度、間隙流れのせん断力等が考えられる。

実際には、トータルとして定圧が与えられているので、閉塞と共に流速が減少して、間隙内せん断力も次第に減少し結果としては移送を阻止するので、表層近傍での閉塞の集中という特性を損じることは、極めて少ないと考えてよい。

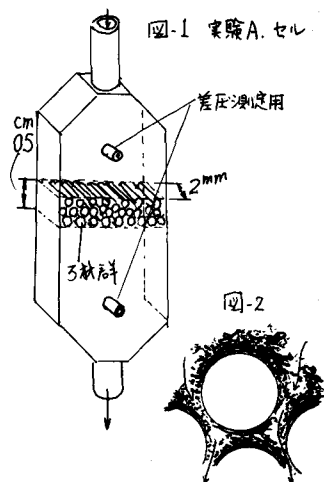
定圧ろ過の砂層厚さを決定するためには、この初期のろ膜の形成過程を充分考慮しなければならない。砂層を極端に縮少することは、この面からも危険側の原因を与えている。間隙中のろ膜フロックの、その間隙中を、さらに小さい物質、たとえばバクテリアのようなものに対しては、捕留率が低下することがあり得るから、この面に対する対策を充分考慮すべきである。

さて、筆者は、このような定圧ろ過の初期のろ膜が形成される段階の挙動に注目して、若干の考察を行なったので、報告する。

2. 実験 - A

うすい(2mm)セルの中に円柱群を流れに直角に配列し、微フロック処理した試水を通砂に見立てた円柱群のろ層を、定圧で通過させた。そして、ろ過経過中の経時的な閉塞の状況、すなわち、ろ材である円柱の周辺に堆積、捕束されたフロックの状況を撮影して、ろ材の周辺での堆積の経時変化を考察した。この方法は、北見工大の海老江教授の方法を定圧ろ過に応用したもので、さらに観察を容易にするため砂の代りに、ろ材としてビニール線、銅線を平行、流れに直角に設けたものである。

実験より明らかなことは、定速ろ過で生じていた、せん断力移送が、ほとんど観測されないこと、フロックの架橋が速いこと、しかし、初期には間隙間の中をパイピングが走っていること、フロック径に比し間隙径が大きいときは、このパイピングが



いつまでも残って消滅しなかった。したがってこのようなときは閉塞も[↑]なく、ろ過水量も減少し[↓]難い。当然、ろ水はフロックを除去していない。このような状況は、ろ膜が熟成することはないということを示している。この現象は、間隙のレイノルズ数 $Re_{\Delta} (= \frac{U_0 \Delta}{\nu})$ がある一程の限界を超えると発生する。

3. 実験 - B (ろ過筒による定圧ろ過一主として阻止率を対象として)

通常、用いられるろ過筒で定圧ろ過実験を行った。定水頭差を与えて、水量、損失水頭、原水、ろ過水濁度、SS、水温をとり、ろ過水量が一定値以下に達したら、ろ過を打ち切り、ろ砂をサンプリングして、間隙中の捕留汚泥量を測定した。また、損失水頭、ろ過流量から浸透係数 $k(t)$ を求め、間隙率を逆算して、時間変化から阻止量を計算した。

この結果は実験 - Aでろ層流入出の濁質収支より求めたものと、損失水頭より求めたものと比較した結果から、信頼できると考えている。

実験の結果、砂層汚泥分布、ろ過量、阻止率は図-3, 4, 5, 6, 7, 8 に一例を示す。

$$m(z) = \left[(\Delta c H_0 k(t) \beta / \alpha z) (1 - \exp(-\alpha z)) / (1 - \exp(-\beta z)) \right] \exp(-\beta z) \dots (1)$$

$$T_{rt} = \int_0^z \frac{dp}{dz} dz \dots (2), \quad d_t = E(t) A_{\Delta} k(t) \dots (3)$$

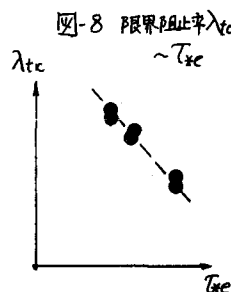
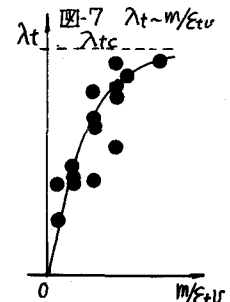
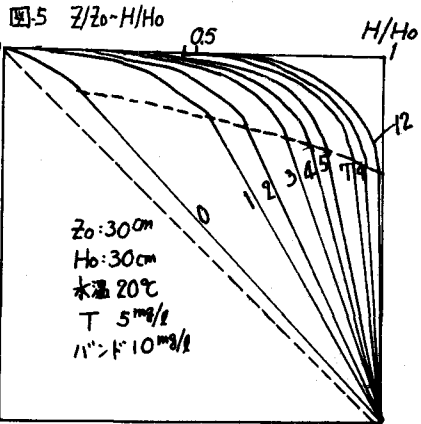
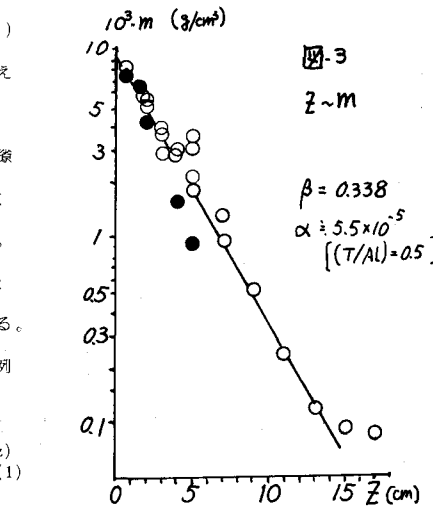
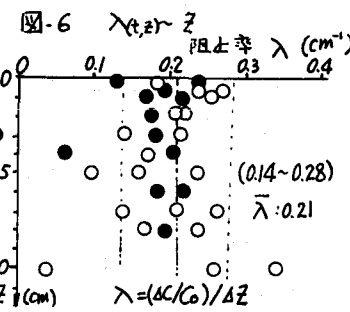
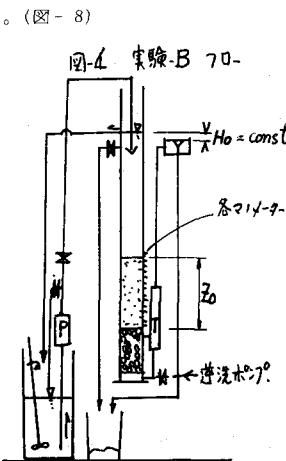
$A_{\Delta} = \alpha_s A$ と仮定、 $\alpha_s \approx 1$ (t の経過に対して const. として)
図-7より m/ϵ_{lv} がある一定値に達すると、 λ_t はほぼ λ_{tc} に近づく。

λ_{tc} と T_{re} には負の相関がある。(図-8)

これらより、完全熟成しないろ過条件としての間隙 Re を定めることは、未だデータの蓄積を要するが、今回の実験のように、従来、定速法で用いられてきた砂では $Re_{\Delta} = 3.1 \sim 6.5$ である。

この値は $20^\circ C$ で H_0 が大体 $50 \text{ cm} (z_0 = 30 \text{ cm})$ 、 $U_0 = 600 \text{ m/d}$ であって、現実対象としては問題ではない。

今回の実験では、フロック中のアルミナ率等によるフロックの強さが与える影響については明らかではない。しかし、 Al/SS 比によつてろ過流量 U が変化している(文献1, 図-7,) ので、



Al 率の高い方が閉塞を完成し易いという常識的な結論になっている。定圧法では、ろ過開始より徐々に加速した法が良い。このことはろ層を縮小せしめる上で重要である。また、フロックの取扱いを充分に行うことも大切である。
文献 1) 木原 敏; 定圧ろ過ろ層内抑止の特性について, 土木学会関西支部学術講演会 II 部, 1984. 5.19, 京都。