

北見工業大学工学部 正会員 海老江 邦雄

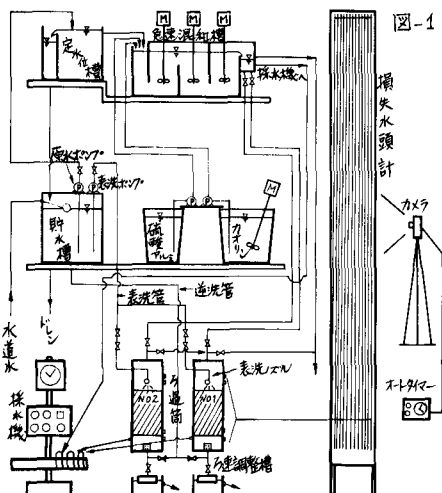
1. まえがき

砂ろ過池の阻止率を把握することは、ろ過の本質を理解し砂ろ過池を合理的に設計する上で最も重要な事項の一つと考えられる。阻止率に関する過去の多数の理論的・実験的研究を整理してみると、その計算方法としては(1).ろ層各部の経時のろ下水または抑留物質をサンプリングし懸濁(抑留)物質の体積を基としたもの、(2).重量を基としたもの、(3).経時の損失水頭を測定し損失水頭式の空隙率の変化から求めた抑留物質の体積を基としたものなどが採用されている。また、これらの方法による抑留物質量の増加に伴う阻止率の推移型としては、

(1). Stein, Ivesらによる山型(増加→ピーク→減少)、(2). Mintz, Shekhtman, Mackleyらによる下降型(1)の増加部が消失)、(3). Hallらによる一定値型が報告されている。このような推移型の相違はろ過条件に起因するものと考えられるが、今回は、凝集剤注入率と珪砂の径を変えた6系列の実験を行ない、ろ層各部の経時の抑留物質を重量基準で測定する方法を採用することにより阻止率の動きを詳細に検討してみたが、以下に結果を報告したい。

2. 実験

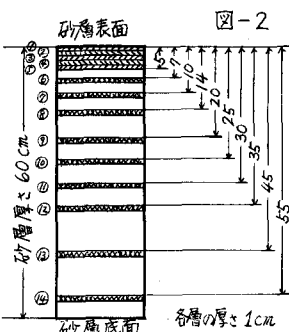
図-1に実験に用いた直接砂ろ過装置を示す。ろ過筒(断面積 53.0 cm^2 の矩形)には珪砂(径 $0.59\sim 0.74\text{ mm}$ または $0.81\sim 1.00\text{ mm}$)を 60 cm 厚(空隙率 44.3%)に充填した。原水としては本学下水道に所定量のカオリン(20%)と凝集剤(硫酸アルミニウム $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ を $5, 10$ または 20%)を加えたものを用い、急速混和したのち直ちにろ速 240% でろ過した。設定した原水条件でろ過継続時間を $3, 6, 12, 18, 24, 36$ 時間と変えた運転を行ない、それぞれの実験において原水・ろ過水の濁度と Al (オキシ法)の経時測定、初期及び運転終了直前のろ層 5 cm 毎の損失水頭、ろ層各部の抑留物質量(濁度、 Al)を測定(採砂→Jar Testerによる剥離→定量)した。採砂部分は図-2に示す14点である。

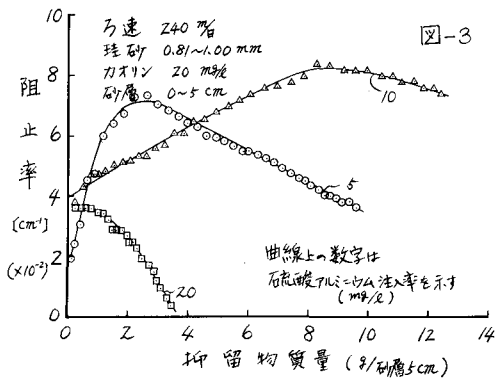


3. 阻止率の計算手順

実験結果からろ過継続時間/時間間隔でろ層 5 cm 毎の平均阻止率を得るまでのデータの補正と計算手順は次の通りである。

1) 経時の原水・ろ過水濁度曲線の確定——原水濁度は 20 度($\%$)に補正する。ろ過水濁度は、始めに経時の値に $\{20 / (\text{個々の実験における平均原水濁度})\}$ を乗じた後、系列毎に経時のろ過水濁度をプロットし、それらをもとに最も妥当と考えられるろ過水濁度曲線($0\sim 36$ 時)を確定する。2) 抑留物質分布の確定——図-2の14点の測定値をもとに抑留物質分布を描く。これより求まる抑留総量と原水・ろ過水濁度の差から求まる抑留総量との比を補正係数として、1)で定められた原水・ろ過水濁度経時曲線に対応する経時の抑留物質分布を確定する。3) 砂層 5 cm 毎の抑留物質の経時変化図と1時間当りの抑留物質増加量——縦軸に砂層 5 cm 毎の抑留物質、横軸にろ過時間ととり砂層 5 cm 毎の測定値6点をプロットする。これらの6点をもとにろ過現象を洞察しつつ滑らかな曲線を引き、それらの曲線から1時間毎の抑留物質の増加量を求める。4) 阻止率の計算——ろ過1時間毎、砂層 5 cm の平均阻止率 $\text{率}\%$ を次式から得た。





$$\lambda = \frac{(S_0 - S_{i-1})}{(T_0 - T_{i-1}) \cdot QCL} = \frac{\Delta S}{Q \cdot C \cdot \Delta T \cdot L} \quad [cm^{-1}]$$

ここで、 Q は原水流量[ℓ/時]、 ΔS は ΔT 時間内での抑留物質の増加量[mg]、 C は当該砂層への流入濃度[mg/ℓ]、 L は砂層間隔[cm]である。今回の実験では $Q=53.0$ ℓ/時、 $\Delta T=1$ 時間、 $L=5$ cmであった。

4. 結果と考察

計算結果の一部を図-3～6に示した。抑留物質量の最も多い0～5cmでの推移型としては Ives らの唱える山型、Mintz らの下降型が出現した。凝集剤注入率の高い場合には単位時間当りの供給懸濁物体積が増加するため界面化学的效果よりも水流による押し込みなどの機械的效果が勝るものと考えられる。それゆえ、硫酸アルミニウム注入率20%時、5及び10%時の後半部で下降型となっているのだろう。阻止率の上昇部は、粒子の界面化学的效果の大きな領域と考えられる。高ろ速に向うほど下降型の傾向になると推測される。また、ろ径の影響については、径の小さい方がピークならびに全体としての阻止率は高くなっている。

ろ層内部の各層の阻止率の動きを図-5と6で見ると、内部に行くほど抑留物質量の少ない点でピークをとり低下している、さらに、ピークにおける阻止率そのものが低くなっている状況が認められた。このようにろ層の阻止率はろ層の部位によって異なるが、その第1の原因は除去の対象となる懸濁粒子の性質に差があることを挙げる。図-7は抑留物質の AR/L の動きを示したものであるが、凝集剤量に拘らず全体としての傾向は、ろ層内部の抑留物質ほど AR/L が高い。これはろ層内部ほど AR/L の高い水が流れているためと考えることができ、図-3,4で見られるように凝集剤注入率の高い時に阻止率が小さかった事と一致する。

