

室蘭工業大学 正 員 穂 積 準

学生員 ○橋 本 正 利

1. はじめに

急速ろ過における濁質抑留機構に関しては、数多くの研究がなされているが、種々の要因が複雑に影響し合うため、未だ十分な解明はなされていない。特に、濁質抑留機構を解明するうえで重要であると考えられる抑留濁質のはく離現象に関する研究事例は少ない。はく離現象に関するこれまでの研究は主として顕微鏡下における肉眼観察あるいは写真撮影によるもので、はく離現象の存在そのものに関しても各研究者によって肯定説、条件付き肯定説、否定説が提唱されており、その定量的な評価に関する研究にいたっては皆無といっても過言ではない。

そこで、筆者らははく離現象の定量的な評価について検討を加えた。

2. 実験装置及び方法

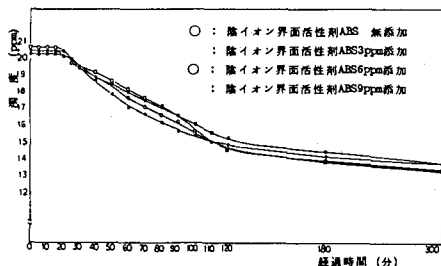
実験は内径 10 cm のアクリル製円筒に粒径 $0.70 \sim 0.85$ mm の砂を厚さ 2 cm に充てんし、逆流洗浄した砂層を用いて行なった。原水としては濃度 20 ppm のカオリン懸濁液に凝集剤として硫酸アルミニウムを 9 ppm 添加し、pH 7 に調整したものを用いた。実験の手順は次のようである。(1) 混和槽から内径 10 cm、高さ 50 cm のアクリル製沈降筒に供試原水を採水し、沈降分析を行なう。(2) 供試原水を連続的にろ過筒に送り、ろ過を開始する。(3) 所定時間間隔ごとにろ過水を沈降筒に採水して、沈降分析を行なうとともに、ろ過水濁度及び損失水頭を測定する。また、沈降過程における懸濁粒子の集かい現象の有無を確認するために分散剤として陰イオン界面活性剤 ABS を添加した懸濁液についても沈降分析を行ない、陰イオン界面活性剤無添加の場合と比較した。

3. 実験結果

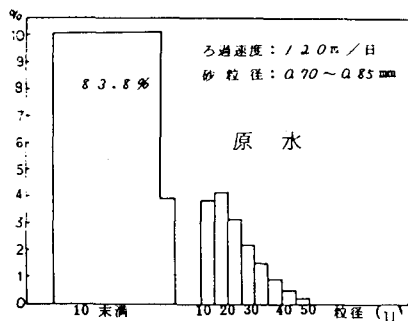
図 1 は陰イオン界面活性剤を添加した場合と無添加の場合の沈降分析の結果を原水を例にとって示したものである。ABS 3~9 ppm 添加した場合と無添加の場合の濁度-時間曲線は概略一致しており沈降中における粒子の集かい現象は無視し得るものと考えられる。また、ろ過水についても同様の結果が得られている。したがって、原水と各ろ過継続時間におけるろ過水について沈降分析を行ない、得られた濁度-時間曲線から沈降速度分布を求め、さらに適当な沈降速度式を用いて粒径分布を求め原水とろ過水の粒径分布を比較すればろ過継続時間に伴う懸濁粒子の粒度組成の変化を知ることができる。

図 2a は図 1 の濁度-時間曲線から沈降速度分布とストークスの沈降速度式を用いて求めた原水の粒径分布を示したものである。なお、粒径分布を求める際にはフロックの粒径と密度の関係を表わすフロック密度関数を考慮する必要がある。密度関数としては丹保等によるものと Gemmel によるものがあるが、ここでは便宜的に Gemmel の密度関数を用いたもののみを示した。本実験における供試原水中には 10μ 未満の粒子が 84%、 10μ 以上の粒子が 16% で 50μ 以上の粒子は含まれていない。

図 2b ~ g はろ過速度 1.20 m / 日のろ過継続時間 4、8、12、16、20、24 時間におけるろ過水の粒径分布を示す。ろ過継続時間 4 時間ですでに原水中に存在しない 50μ 以上の粒子が原水濁度に対して 0.5% 程度ろ過水中に出現してい



図一 / 濁度-時間曲線

図一 2-a
原水の粒径分布

ろ過継続時間とともにろ過水中の50μ以上の粒子の存在割合が増大し、ろ過継続時間8、12、16、20、24時間における50μ以上の粒子の存在割合は、1.9、2.4、6.0、6.5、6.9%となる。本実験における砂層厚は5.2cmであり、砂層空隙率が約42%であるから、ろ過速度120m/日の場合の懸濁粒子の平均滞留時間は概略16秒程度ときわめて短かく、また、かくはん強度も小さいので懸濁粒子が砂層内を流下する際の集かい現象は無視できるものと仮定すると、50μ以上の粒子はいったん砂層に抑留された懸濁質がはく離流出してきたことを表わすものと考えられる。

50μ以下の粒子について見ると、ろ過水中の45~50μの粒子はいずれも原水中のそれよりも若干多く存在している。原水中には45~50μ以上の粒子は0.2%しか存在せず、砂層内におけるフロッキュレーションが無視し得る場合には、ろ過水中の45~50μの粒子の増分は50μ以上の粒子の場合と同様にはく離流出によるものと考えられる。粒径45μ以下の粒子については、おおそ原水中における10~15μの粒子、ろ過継続時間8、16、24時間における40~45μの粒子の場合のように原水中のそれよりも高い存在割合を示している。このような粒子の増分がはく離によるものか、大粒子のはく離の際に生ずるか、あるいは原水中のより大きな粒子が破壊されて生ずるものか、沈降分析の結果からは判断できない。また、ある粒径において原水中に存在する量よりもろ過水中に存在する量が少ない場合、その差がすべて砂層に抑留されたものであるか、あるいは真の抑留量からはく離流出量を差し引いたものであるかは判断できない。各粒径ごとにはく離流出してきたものと、もともと原水中に存在していたものとを明確に区別して測定しなければ、はく離流出してきた懸濁質の絶対量を知ることはできない。

したがって、沈降分析によるはく離流出量の測定は厳密な意味では定量的なものではなく、半定量的なものである。しかしながら、急速ろ過における濁質抑留現象の定式化に当たっては濁質抑留に伴う空隙率の変化や、阻止率の変化を評価するうえでは、原水中に存在する粒子に関しては原水とろ過水中の存在量の差、すなわち見かけの抑留量を用いてもさしつかえないものと考えられ、ろ過現象の定式化は沈降分析によって得られるはく離流出量に基づくはく離関数を求め、従来のろ過式に付加することによって可能であろう。

4. あとがき

今後、さらに各ろ過速度についても実験的検討を加え、損出水頭、砂層空隙率に及ぼすはく離現象の影響についても検討を加えることとしたい。

参考文献

1. 渡辺、丹保：アルミニウム・フロックスの密度に関する研究(III) 水道協会雑誌 昭和46.10
2. 海老江邦雄：急速ろ過ろ層における抑留物質の挙動(III) 水道協会雑誌 昭和51.12

