

II-511

浮上性粒子を用いた濾過法における捕捉性能の考察

清水建設株式会社 技術研究所 正会員 高坂 信章

同 上 正会員 毛利 光男

同 上 正会員 丹羽 千明

1. はじめに バイオフィォーカスWTの一環として建設省土木研究所と共同で研究開発中の浮上性粒子を用いた濾過装置では、多段に設置した供給管を切り換えて使用することにより、単位面積あたりの汚濁物質（SS分）捕捉量を増大させ、省面積的な構造とすること、逆洗水量比を減じ省エネルギー的な運転ができること、を特徴としている。本稿では、霞ヶ浦浄化センター内に設置・運転中のパイロットプラントにおいて行った濾材粒径を変えた実験、多段切り換え実験の結果より、本装置における捕捉性能について考察を行う。

2. 実験装置と実験条件 実験装置の概要を図-1に示す。断面積 0.64m^2 、槽高 4.5m の濾過槽に、濾材を最大 3.0m 充填し、この中に深さ方向 50cm 間隔で4段の供給管を設置し、約 30cm の損失水頭の上昇を検知した時点で供給管の切り換えを行う。濾材は比重 0.003 の発泡ポリスチレン製の球形粒子で、粒径 $0.8\sim 1.0$ 、 $2.5\sim 2.7$ 、 $5.0\sim 5.5\text{mm}$ の3種類のものを用いた。

3. 原水濃度と捕捉性能の関係について 前報¹⁾において単位面積あたり捕捉可能量は、原水SS濃度の影響を強く受け、その増加に伴い指数関数的に減少することを述べた。今回の実験結果を図-2に示す。原水SS濃度の範囲が $100\sim 200\text{mg/l}$ に分布しており、顕著な影響は現れないが、原水SS濃度の増加に伴い、捕捉量が若干減少する傾向にある。この原因として、原水SS濃度の増加により、SS分の輸送能力が小さくなり濾材内浸透距離が短くなること、その結果、供給管近傍における損失水頭の上昇が卓越し長時間にわたる濾過の継続が不可能となること、が考えられる。図-3に原水SS濃度と損失水頭上昇率（供給管近傍 50cm 区間の濾層における損失水頭上昇量の全損失水頭上昇量に対する割合）の関係を示す。濾材粒径 5.5mm の実験については、原水SS濃度の低下により損失水頭上昇率が小さくなること、つまり濾材内への浸透距離が長くなることがわかる。濾材粒径 2.5mm の実験においては、SS分の浸透距離が 50cm よりも小さくなるため、ほぼ 100% の一定値を示している。

4. 濾材粒径と捕捉性能の関係について 図-2に示すように、粒径 5.5mm と 2.5mm の実験結果を比較すると、単位面積あたり捕捉可能量の違いは明らかである。図-4に濾材粒径と透水係数（ $k = v / i$ k ：透水係数 (cm/sec) 、 v ：濾過速度 (cm/sec) 、 $i = h / \ell$ ：動水勾配、 h ：損失水頭 (cm) 、 ℓ ：浸透経路長 (cm) ）および単位面積あたり捕捉可能量の関係を示す。透水係数・単位面積あたり捕捉可能量とも濾材粒径の二乗に比例して大きくなっていることがわかる。図-5に各粒径の濾過の進行に伴う透水係数の変化を単位面積あたり捕捉量

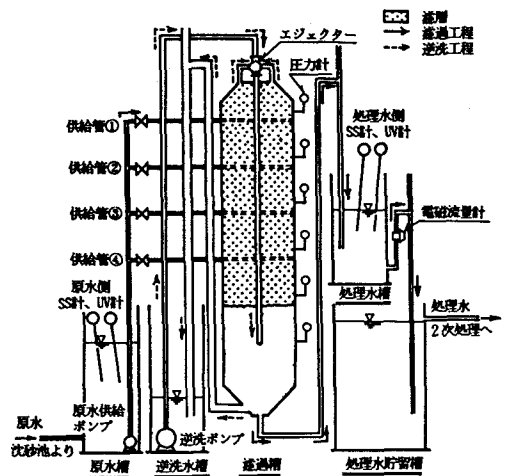


図-1 実験装置概要図

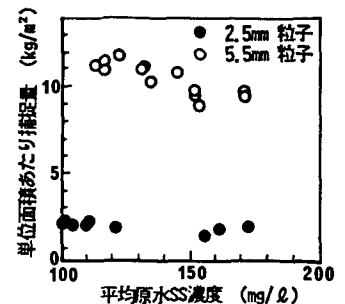


図-2 平均原水SS濃度と単位面積あたり捕捉量の関係

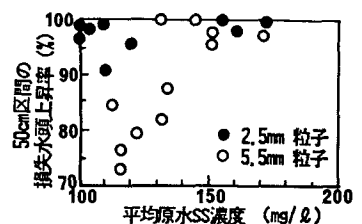


図-3 平均原水SS濃度と損失水頭上昇率の関係

に対して示した。初期の透水係数が単位面積あたりの捕捉可能量を支配していることがわかる。また、粒径 0.8mm の実験においては、原水SS分の分散が平均的に行われず、水みちを形成してブレイクスルーが発生するケースが多かった。

5. 多段切り換え実験時の捕捉性能について

粒径 5.5mm の濾材を用いて、多段切り換え実験を行ったとき、前段までの通水が捕捉性能にどのように影響するかを検討した。図-6 に各段における単位面積あたり捕捉量の変化を示した。この図より、第1段、第2段はほぼ同量の捕捉性能を有するが、第3段、第4段と徐々に捕捉可能量が減少すること、下段になるほど実験結果のばらつきが大きくなること、がわかる。また、図-7 に各段の通水開始時の透水係数減少率（第1段通水開始時の透水係数に対する透水係数減少の割合）を示す。下段になるほど初期透水係数の低下の割合が大きくなっている。これらの結果より、捕捉性能が前段までの影響を受けていることがわかる。図-8 に各段の通水開始時の透水係数減少率と単位面積あたり捕捉量の関係を示す。各段の通水開始時の透水係数の減少に応じて単位面積あたりの捕捉量が低下している。図-9 に捕捉量に対する透水係数減少のパターンを示す。各段ともほぼ平行に直線的に透水係数が減少している。このことは、内部濾過が促進されていることを示している。

6. おわりに 浮上性粒子を用いた濾過の捕捉性能について、単段供給時には原水SS濃度の影響を受けること、濾材粒径を大きくすることにより著しく改善されること、多段切り換え実験時には前段までの通水の影響を受け下段ほど低下すること、を確認し、これらの支配因子として濾材の透水係数が大きく寄与することを考察した。現在、パイロットプラントでは 5.5mm 粒径の濾材を用い 4 段切り換え供給を行うことにより、単位面積あたり 30~40kg-SS/m² の捕捉が可能となり、逆洗水量比 2~3% が達成されている。

参考文献 1) 高坂信章, 毛利光男, 丹羽千明: 浮上性粒子を用いた濾過法による下排水の固液分離に関する研究, 土木学会第43回年次学術講演会講演概要集-Ⅱ, pp.864-865, 1988.10.

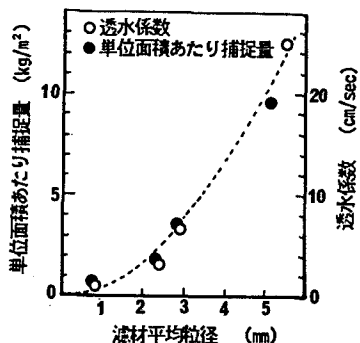


図-4 濾材粒径と透水係数および単位面積あたり捕捉量の関係

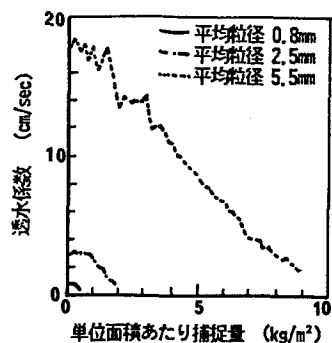


図-5 単位面積あたり捕捉量の変化に伴う透水係数の変化

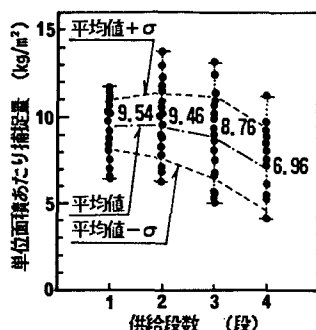


図-6 切換え実験時の供給段による単位面積あたり捕捉量の変化

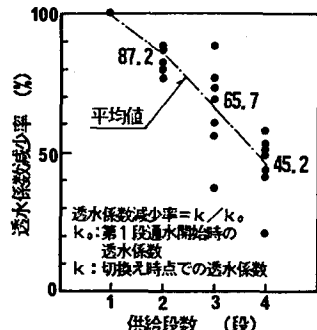


図-7 切換え実験時の供給段による透水係数減少率の変化 (2段目以降の通水開始時の透水係数減少の割合を表す)

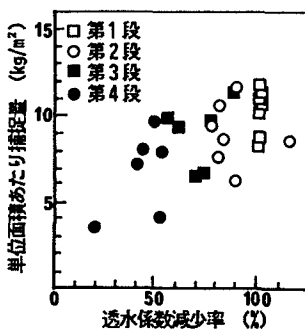


図-8 透水係数減少率と単位面積あたり捕捉量の関係 (透水係数の減少が捕捉性能にどのように影響するかを表す)

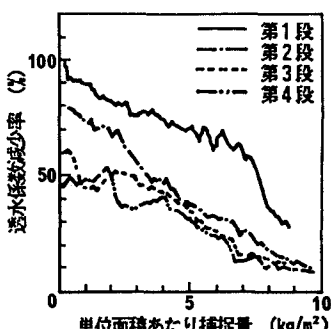


図-9 単位面積あたり捕捉量の変化に伴う透水係数減少率の変化 (各供給段での透水係数減少のパターンを表す)