

微細珪砂を用いた無薬注砂ろ過法の性能評価

日本水工設計(株) 正会員 ○東川 昇平  
 大阪工業大学 正会員 笠原 伸介  
 大阪工業大学 正会員 石川 宗孝

1. はじめに

近年、小規模水道事業体を中心に、人口減少に伴う収益減少や技術者不足が問題となっている。そのような中、無薬注で簡便に固液分離を行う細砂ろ過法<sup>1)</sup>が考案され、一部の簡易水道等で運用されている。しかし、ろ層内の現象やろ過特性が不明で、合理的な設計を行うには至っていない。本研究では、ろ過現象や性能に関する基礎的な情報を得るため、ベンチスケールろ過実験に基づき、各種運転状況下における濁質除去挙動を評価した。

2. 実験

本研究では、代表的な運転状況として、(1) 新砂を用いて運転を開始した際のろ過 / 逆洗 (0.28 m<sup>3</sup>/min・m<sup>2</sup>) のサイクル (評価 1)、(2) ろ過機能の早期立ち上げと持続的な運転を想定した馴致後のろ速調整 (評価 2) および (3) 突発的な高濁水の流入 (評価 3) を取り上げ、それぞれ濁質除去効果の動きについて評価した (図 1)。実験には、暗所に設置した断面積 49 cm<sup>2</sup> のカラムを用い、有効径 0.20 mm、均等係数 1.67 の微細珪砂を空隙率 44.3% でろ層厚 40 cm に充填した。供試水として、遠心分離後の淀川表流水 (豊里大橋左岸で採水) を水道水 (残留塩素除去後) で 50 倍に希釈し、カラムに通水した。評価 1 および 2 では、懸濁粒子のトレーサーとして、粒径 5 μm のクリプトレーサー 1 号 (以下、ビーズ) を 10<sup>9</sup> 個インパルス注入し、ろ層内に捕捉されたビーズ数を 1 cm 毎に計測した。評価 3 では、通水開始 0 日および 4 日後の原水にカオリンを 10, 50, 100 mg/L となるよう 2 時間添加し、流入および流出濁度をそれぞれ計測した。

3. 結果と考察

3-1. ろ過 / 逆洗のサイクルに伴う濁質除去効果の動き

図 2 に、評価 1 における浮遊ビーズ数、付着細菌数および付着 TOC のろ層内分布の動きを示す。ビーズの捕捉効果は、ろ過開始 0 日から 4 日にかけて指数関数的に向上し、ろ過開始 4 日後には表層 10 cm 以内で 90% 以上の高い除去率が得られた。この効果は、逆洗を行うことにより一旦解消されたが、その後ろ過を再開すると、再びろ過開始 4 日 (累積日数 8 日) 後に逆洗前と同等の除

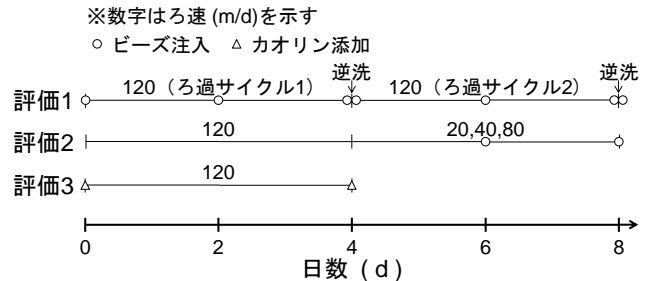


図 1 ろ速の設定条件と逆洗、ビーズ注入およびカオリン注入のタイミング

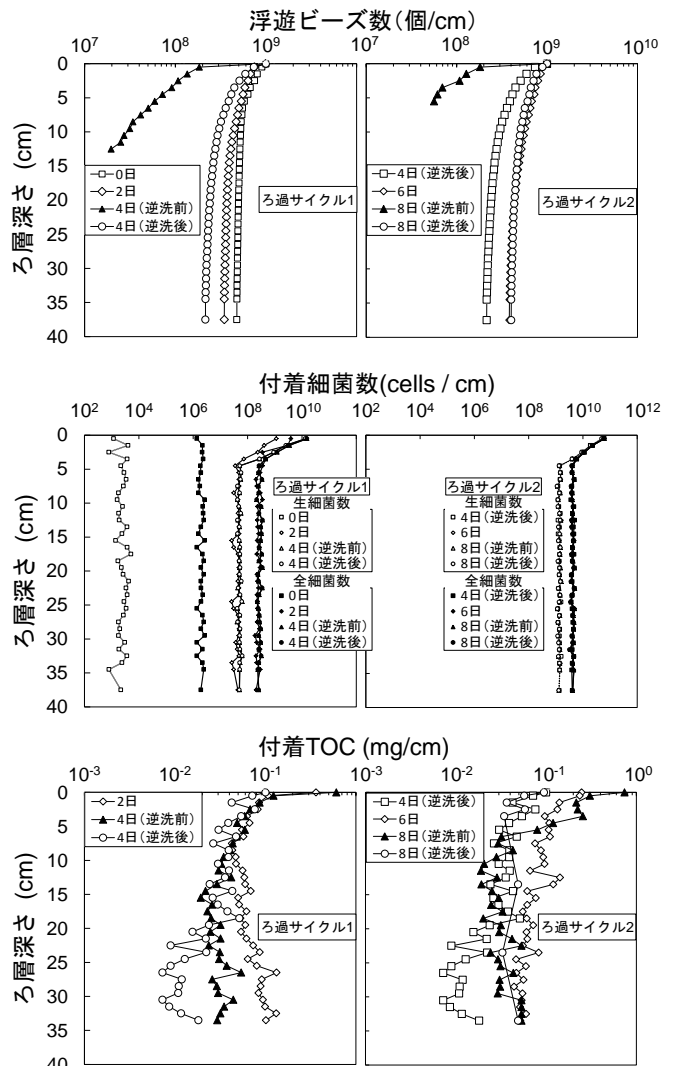


図 2 浮遊ビーズ数、付着細菌数および付着 TOC のろ層内分布の動き (評価 1)

キーワード : 浄水処理, 砂ろ過, 珪砂, 蛍光ビーズ, 細菌数

連絡先 : 〒535-8585 大阪市旭区大宮 5 丁目 16-1 TEL : 06-6954-4165

去率が得られ、濁質除去効果はろ過 / 逆洗のサイクルに伴い、上昇と下降を繰り返すことが確認された。付着細菌数については、ろ過サイクル1では増加が確認されたが、ろ過サイクル2では大きな変化が見られず、また、いずれのサイクルにおいても逆洗による剥離は確認されなかった。これに対し、付着 TOC については、ビーズ捕捉効果の変化が大きかった表層付近において、ろ過 / 逆洗のサイクルに伴う増加と減少が著しく、濁質除去効果に対する関与が示唆された。検出された TOC の計測値は、全糖の計測値とほぼ一致しており、ろ材表面で計測された有機物の大部分は原水由来ではなく、微生物由来の代謝産物と考えられる。

**3-2. 馴致後のろ速調整に伴う濁質除去効果の動き**

図3および図4に、評価2における損失水頭およびろ過水濁度の経日変化、ろ速調整後の浮遊ビーズ数のろ層内分布の動きをそれぞれ示す。ろ過水濁度については、ろ速変更後 2~3 日間一時的に上昇する傾向が見られ、その上昇は低いろ速に変更した条件ほど顕著であった。ビーズ捕捉効果は、ろ速の設定条件に関わらず、ろ速変更後も表層 10 cm 以内で 90% 以上が捕捉され、ろ速変更後 4 日 (累積日数 8 日) では、低いろ速に変更した場合ほど高い除去率が得られた。ろ過水濁度の上昇は、ろ速すなわち基質負荷の変更による付着有機物の剥離に起因したと考えられるが、全付着量に占める割合が低かったため (データは掲載せず)、ろ過水濁度が上昇しても、ろ過機能自体は大きく損なわれなかったと考えられる。

**3-3. 突発的な高濁流入に対する負荷変動緩衝特性**

図5に、評価3における負荷変動時の正味の損失水頭および濁度の経時変化を示す。ろ過水濁度は、全ての条件において負荷変動直後に上昇し、その後ピークが確認された。ピーク時間は、ろ過開始0日ではいずれの原水においても 30 分、ろ過開始4日後ではカオリン濃度 10 mg/L で 30 分、50, 100 mg/L で 90 分であった。ピーク時におけるろ過水濁度は、ろ過開始0日ではいずれの原水濃度においても 1 度前後であったが、ろ過開始4日後ではいずれの原水においても 0.1 度前後であった。このように、4 日間のろ過によるピーク時間の遅れやろ過水濁度の低減が確認され、濁質負荷変動に対する緩衝能が向上したことが示された。

**4. おわりに**

本研究により、ろ過 / 逆洗を行うとろ層内の有機物付着量が増減し、それに伴って濁質除去効果が上下すること、馴致後にろ速を極力緩やかに低速度に調整することで、ろ過水質を悪化させることなく、高い濁質除去効果を長期間維持できること、ろ層が馴致されれば、濁度 50 度の原水が流入しても、ろ過水濁度を約 90 分間 0.1 度以下に抑制できることが明らかとなった。最後に、データ採取にご協力頂いた本学卒業生の明石紗葵氏、元山皓太氏、山崎祥平氏に感謝の意を表します。【文献】1) 村上光正：重力式細砂ろ過—細砂緩速ろ過の長期間実証試験，第57回全国水道協会研究発表会講演集，pp.180-181,2006.5

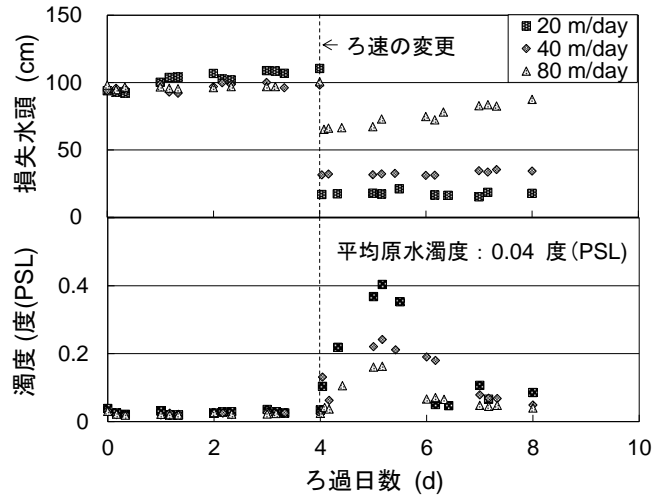


図3 損失水頭およびろ過水濁度の経日変化 (評価2)

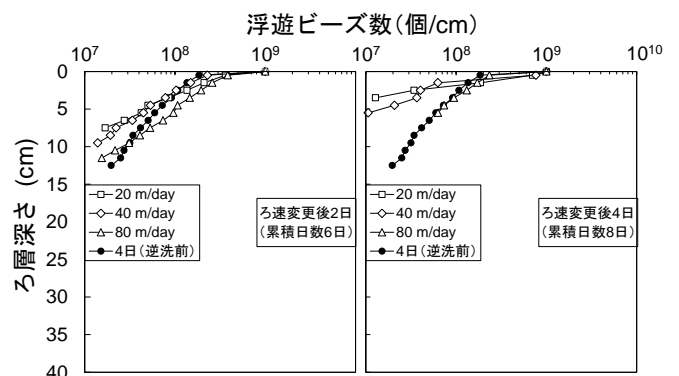


図4 浮遊ビーズ数のろ層内分布の動き (評価2)

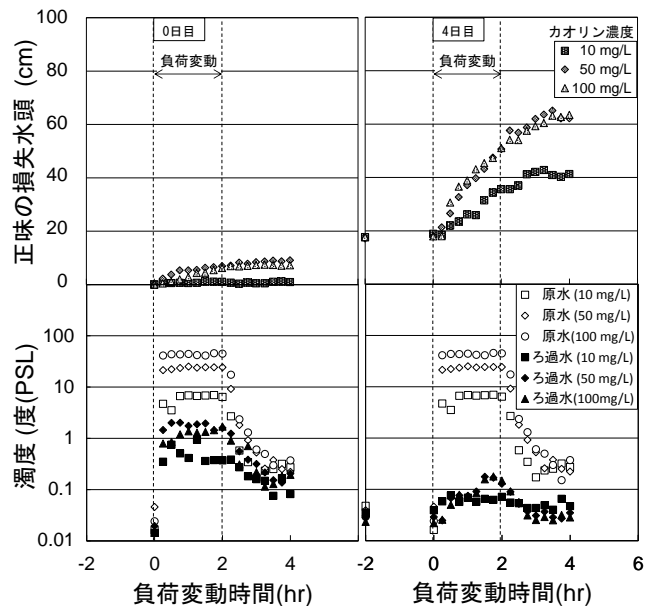


図5 正味の損失水頭およびろ過水濁度の経時変化 (評価3)