

第Ⅶ部門

微細珪砂を用いた小規模浅層ろ過におけるろ層洗浄法の検討

大阪工業大学大学院工学研究科
大阪工業大学工学部
大阪工業大学工学部

学生員 ○永井 将貴
正会員 笠原 伸介
正会員 石川 宗孝

1. はじめに

近年、用水供給の分野では、分散型水利用や非常時における機能維持の必要性が指摘されており、今後は無人稼働の飲料水供給施設や移動式浄水施設に代表される小規模水処理施設の重要性が高まると予測される。このような背景の下、著者ら¹⁾は、小規模施設に適用し易い浄水法として、設計指針の規定を下回る珪砂（以下、微細珪砂）を用いた浅層砂ろ過法の検討を行っている。本ろ過法の実現には、流動化しやすい微細珪砂充填ろ層の効果的な洗浄法を構築する必要がある。そこで、本研究では、表層付近の濁質を集中的に剥離・微細化する手段としてパドル攪拌に注目し、高い洗浄効果を得るために必要なパドル攪拌条件を明確にするとともに本洗浄法によって得られる洗浄効果ならびに必要な洗浄水量について検討した。

2. 実験方法

図1に実験装置および洗浄工程の概要を示す。ろ過筒内に有効径0.20 mm、均等係数1.7の微細珪砂を空隙率44.3%、ろ層厚10 cmとなるよう充填し、カオリンを10 mg/L、PAClを0.25 mg-Al/L注入した本学水道水をろ速120 m/dで4時間通水した。ろ過後、砂上水深を10または30 cmに調整し、200、400および600 rpmの回転速度でパドル攪拌を行った。パドル攪拌停止後、所定の強度で水逆洗を行い、その後ろ層を静置し、砂上水を排出した。パドル攪拌工程において砂上水中に排出された濁質量、排出された濁質の沈降速度分布、洗浄の進行に伴うろ層内残留濁質量の動きなどを調査した。

3. パドル攪拌条件の検討

図2に示すパドル攪拌工程における濁質排出率

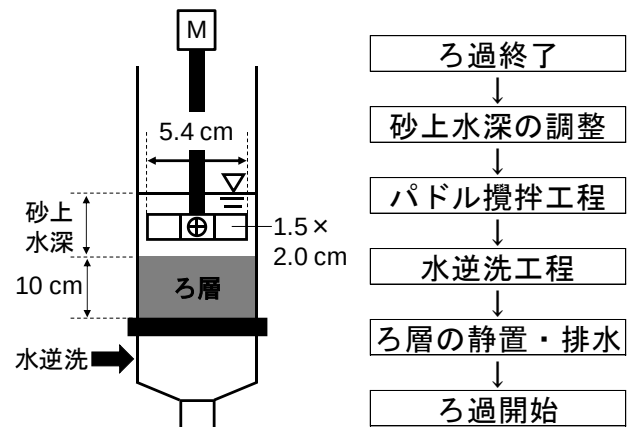
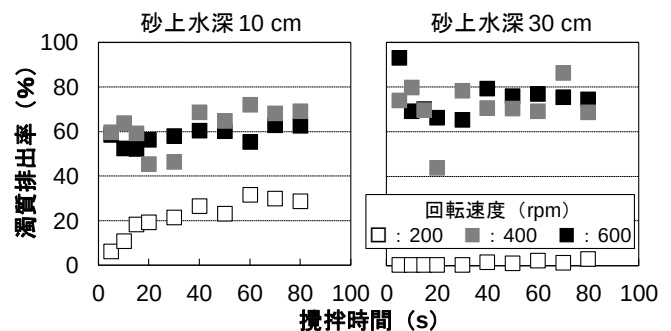
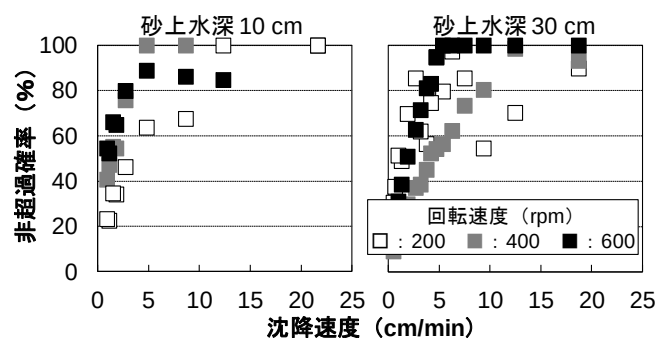


図1 実験装置および洗浄工程



(a) 濁質排出率の経時変化



(b) 沈降速度分布（パドル攪拌1分後）

図2 濁質排出率および排出濁質の沈降速度分布
に及ぼすパドル攪拌条件の影響

および沈降速度分布の測定結果によると、砂上水深が浅く回転速度が高いほど、濁質排出率は向上するとともに沈降速度分布は低い方へシフトした。これらの傾向を攪拌 G 値で整理すると、図 3 に示すように、濁質排出率は 300 s^{-1} 以上、沈降速度は 500 s^{-1} 以上で各々一定となり、ろ層内に捕捉された濁質の剥離や微細化に必要なパドル攪拌条件が明確となった。

4. 洗浄効果と必要水量の検討

図 4 に洗浄の進行に伴うろ層内濁質分布の変化を示す。ろ過後は、全抑留濁質の 96.3% が表層 1 cm に捕捉され、パドル攪拌 1 分後には、それらは約 1/8 にまで低下した。一方、深さ 1 cm 以深の濁質量についてはパドル攪拌によって約 5 倍に増加し、ろ層下部が汚染される傾向が見られたが、十分な剥離効果が得られていたため、最終的には、わずか 0.2 m/min の逆洗強度でも、ろ層全体に亘って清浄度が回復した。また、1 分間のパドル攪拌の後、0.2 m/min の水逆洗を継続したところ、図 5 に示すように、わずか 1.5 L 程度の洗浄水量（ろ層深さ 30 cm 相当）で濁質残留率が 5% にまで低下し、微細珪砂に本パドル併用洗浄法を適用すると、一般的な急速ろ過層（有効径 0.64 mm、ろ層厚 60 cm）の約 1/4 の洗浄水量で高い洗浄効果の得られることがわかった。さらに、流動状態のろ層からの濁質の分離・排出を促進するため、水逆洗工程におけるろ層の静置・排水回数を増加させたところ、図 6 に示すように、同じ洗浄水量でも繰り返し回数を増すほど濁質残留率は低下し、繰り返し回数 4 回では、ろ層深さ 20 cm 相当の洗浄水量でも残留率 4% 以下を達成するに至った。

5. おわりに

本研究では、濁質の剥離、微細化および排出に必要なパドル攪拌・水逆洗条件を明らかにするとともに、パドル併用洗浄法は高い洗浄効果と節水効果を発揮することを示した。

<謝辞> 本研究は、JSPS 科研費（26340106）の助成を受けて遂行された。

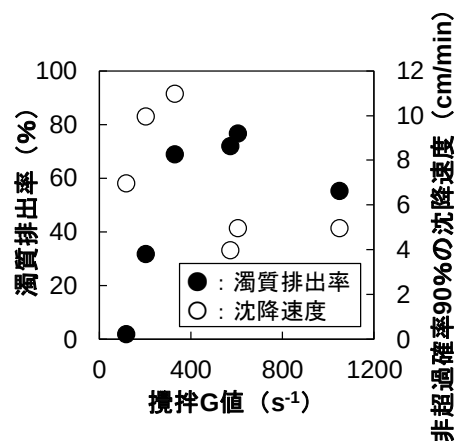


図 3 パドル攪拌 G 値と濁質排出率および沈降速度の関係（パドル攪拌 1 分後）

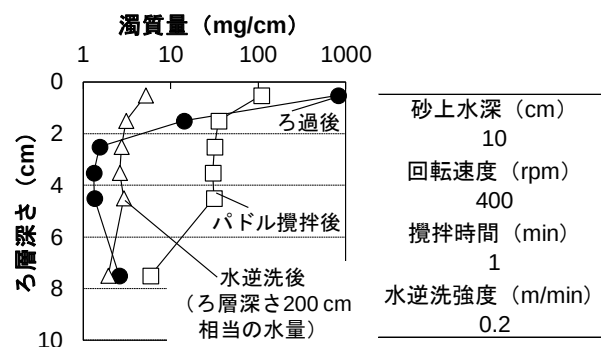


図 4 洗浄工程の進行に伴うろ層内濁質分布の変化

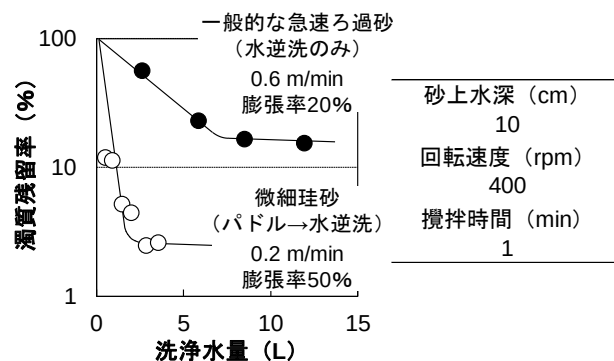


図 5 洗浄水量と濁質残留率の関係

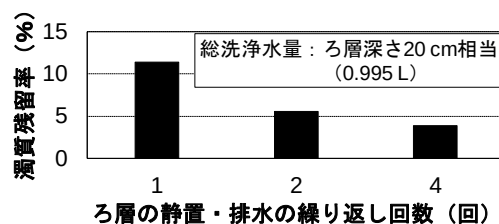


図 6 繰り返し洗浄の効果

【文献】1) 永井・笠原・石川：微細珪砂を用いた凝集＋砂ろ過法における流入水質変動の抑制効果，第 50 回日本水環境学会年会講演集，pp172, 2016.3