

微細珪砂を用いた凝集+砂ろ過法のろ過特性に関する検討

大阪工業大学 学生会員 ○井上 淳
 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…浄水処理で多用される凝集+砂ろ過法では、小径ろ材を採用して比表面積を大きくするほど高い固液分離効果が得られる。また、ろ過前段の凝集操作で適切な攪拌条件を設定すれば損失水頭の上昇を抑えられることが指摘されており¹⁾、この最適化手法と小径ろ材を併用すれば効率的なろ過操作を実現できる可能性がある。本研究では水道施設設計指針の規定を下回る有効径を持つ微細珪砂を充填したろ層（以下、微細ろ層）および一般的に採用される諸元で調整されたろ層（以下、標準ろ層）を用いてろ過実験を行い、基本的なろ過特性を比較検討した。

2.実験方法…表1に標準および微細ろ層の構成を、表2に実験条件をそれぞれ示す。実験装置として内径5cmの円筒形アクリルカラムを用い、径の異なる珪砂をろ層厚1.5または12.6cm(予備実験により初期損失水頭が等しくなるろ層厚を決定)となるようそれぞれ充填した。原水として濁度20mg/Lのカオリン懸濁液を用い、所定量のPACを注入した後、パドル式混和槽にて所定の G_R 値で急速攪拌を行った。その後、減衰ろ過方式でカラムに通水し、流入および流出水中の濁度ならびにろ層の損失水頭をそれぞれ測定した。

実験を行ったすべての条件で図1に示すようなろ過水濁度が一定で推移する「安定期」が確認された。そこで、濁質除去能の指標として安定期における平均阻止率 λ ($= -\ln(C/C_0)/z$, C/C_0 : 残存率, z : ろ層厚) を、ろ過抵抗の指標として安定期終了時における損失水頭/抑留量を、濁質保持容量の指標として安定期終了時における抑留量/充填体積をそれぞれ算出した。

3.標準ろ層と微細ろ層におけるろ過特性の比較…図2に、安定期の阻止率 λ 、損失水頭/抑留量および抑留量/充填体積の算出結果を示す。これによると、いずれの条件においても、微細ろ層は標準ろ層に比べて平均阻止率 λ で約4倍以上、損失水頭/抑留量で約5倍それぞれ高く、微細ろ層では流入濁質が上層で阻止され、良好な処理水質を達成することが確認された。次に、ろ過速度120 m/dの結果に注目すると、PAC注入率が低く、 G_R 値が高いすなわち高密度なフロックが形成されるほど損失水頭/抑留量は低下するとともに抑留量/充填体積は増加し、PAC注入率3 mg/L・ G_R 値150 s^{-1} とPAC注入率1 mg/L・ G_R 値750 s^{-1} の差は、標

表1 ろ層の構成

	標準ろ層	微細ろ層
珪砂の比重(-)	2.63	2.66
均等係数(-)	1.42	1.67
有効径(mm)	0.64	0.20
調和平均径(mm)	0.83	0.28
ろ層厚(cm)	12.6 or 1.5	1.5
空隙率(%)	44.3	44.3

表2 実験条件

ろ過速度(m/d)	PAC注入率(mg/L)	G_R 値(s^{-1})	ろ層厚(cm)	
			標準ろ層	微細ろ層
70	3	150	12.6	1.5
120	3	150	12.6	1.5
120	1	150	12.6 1.5	1.5
120	1	750	12.6 1.5	1.5

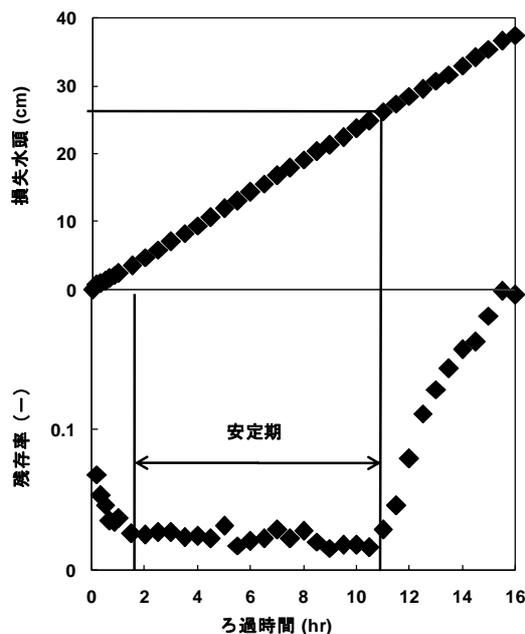


図1 経時変化の一例

キーワード：浄水処理、凝集、砂ろ過、G値、微細珪砂

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

準ろ層で 10 cm/g および 7 mg/cm³、微細で 50 cm/g および 25 mg/cm³であった。また、PAC 注入率 3 mg/L の結果に注目すると、ろ過速度が低いすなわち水流せん断の弱い方が抑留量/充填体積が多く、ろ過速度 70 m/d と 120 m/d の差は標準ろ層で 6 mg/cm³、微細ろ層で 20 mg/cm³であった。このように、凝集ブロックの高密度化や水流せん断の低減に伴うろ過抵抗の低減や濁質保持容量の増加は微細ろ層において顕著であり、微細ろ層は、前処理を含めた操作因子による影響を強く受けることがわかった。

4.ろ材の微細化と前処理の適正化によるろ過性能の改善…図 3 に累積流入濁質量に伴う損失水頭および残存率の推移を示す。標準ろ層の状態では G_R 値を上昇させると、損失水頭は約 30 % 低下したものの安定期の平均残存率が約 10 % 上昇し、ブロックの高密度化による内部ろ過の影響が示唆された。ここで、高い G_R 値の状態では微細ろ層を採用すると、標準ろ層 (G_R 値 150 s⁻¹) に比べて安定期の平均残存率が約 40 % 低減され、さらに、終期漏出が開始する累積流入濁質量にも大きな違いは見られなかった。このことから、適切な前処理操作と微細ろ層を併用すれば良好なろ過水質を長時間維持できることが明らかとなった。ただし、損失水頭については、標準ろ層 (G_R 値 750 s⁻¹) の方が微細ろ層 (G_R 値 150 s⁻¹) より損失水頭/抑留量に換算して約 2 倍高かったことから、凝集条件、ろ材径、ろ過速度などの操作諸元をどこまで最適化できるかが今後の課題である。

5.おわりに…本研究では、標準ろ層と微細ろ層を用いて各種操作条件でろ過を行い、濁質除去や損失水頭の挙動を比較検討した。得られた知見を要約すると以下のとおりである。

- 1) PAC 注入率、G_R 値およびろ過速度といった前処理を含めた操作因子は、濁質除去能、ろ過抵抗および濁質保持容量を左右し、微細ろ層では標準ろ層に比べてそれら操作因子の影響を強く受けることがわかった。
- 2) 凝集+砂ろ過法において高い G_R 値を採用するとろ過水質は悪化するが、微細ろ層と併用することで良好な水質を長時間維持できることがわかった。

<謝辞>本研究を行うにあたり、データ採取にご協力頂いた本学卒業生の大家康平君および藤本雄平君、珪砂をご提供くださった西戸崎興産(株)の関係各位に感謝の意を表します。

【文献】1) 海老江邦雄他:急速攪拌の適正化による直接ろ過の高効率化に関する研究, 水道協会雑誌, Vol.74, No.5, pp.2-13, 2005.5

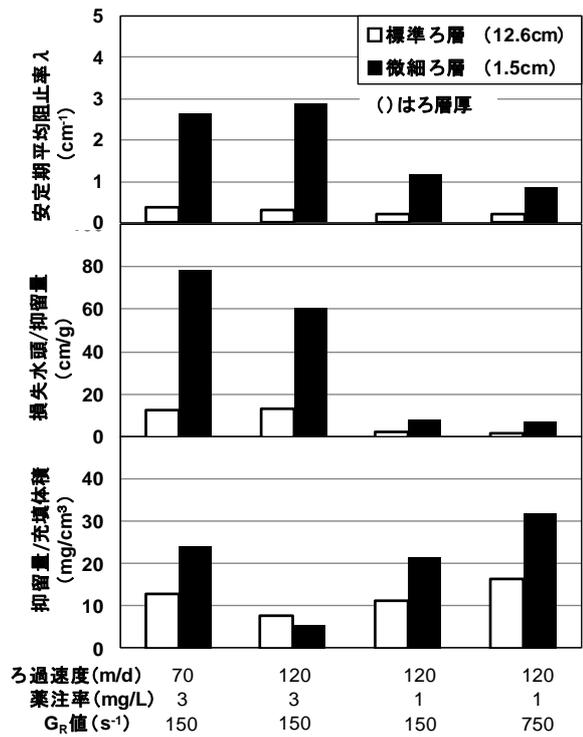


図 2 ろ過特性の比較

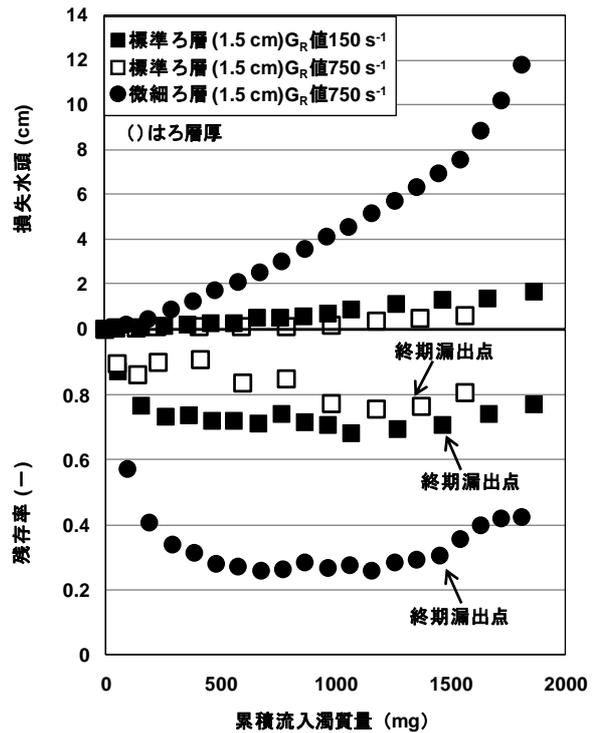


図 3 累積流入濁質量に伴う損失水頭および残存率の推移