

学位論文内容の要旨

急速ろ過法及び直接ろ過法の最初に位置する急速攪拌操作として、比較的強度 (G_R 値) が弱く継続時間 (T_R 値) が短い攪拌条件が採用されている。そのため、多量の凝集剤を注入して凝集・微フロック形成が行われている。それに伴って、沈澱池やろ過池で発生する多量の汚泥の処理・処分問題が深刻化している。このような状況を改善するためには、可能な限り低い凝集剤注入率のもとで、粒子分離効率を向上させる方法を見出すことが必要である。すなわち、急速攪拌時に原水中の初期粒子数を可能な限り減少させると同時に、微フロックへの集塊化を確実にすることが重要となる。

本研究の前半では、高強度発生型の攪拌機と高性能な粒子カウンタとで構成される装置を用いて、回分式の動的凝集実験を行い、次のような知見を得た。

- 1) 凝集剤注入後の初期粒子数は、集塊化の準備帯、進行帯及び安定帯を経て減少して行き、集塊化安定帯で粒子数 (N_0) は最少となる。
- 2) N_0 は、通常採用される G_R 値 150sec^{-1} では $1,800$ 個/mLであるが、 G_R 値を最適化 ($1,000\text{sec}^{-1}$) すれば、半分の 900 個/mLまで減少させ得ることを明らかにした。(PAC注入率 5mg/L の場合)

本論の後半では、低いPAC注入率で G_R 値を適正化させることによる凝集沈澱の処理性改善効果を回分式実験で確認した。すなわち、急速攪拌直後に形成された微フロックの性状を調べ、処理性が改善した機序について検討を行い、以下のような知見を得た。

- 3) G_R 値 150sec^{-1} の採用から G_R 値を上昇させて適正な $1,000\text{sec}^{-1}$ の採用に変えることによって、初期粒子を多く取り込んだ小径 (約 30% 減少) ではあるが、密度 (径 $30\mu\text{m}$ の場合には約 1.4 倍上昇) 及びゼータ電位 (約 1.6 倍上昇) が高い微フロック群が形成され、それらによって処理性の改善が発現することを説明した。(カッコ内は、濁度 50mg/L 、PAC 20mg/L の条件の場合)

さらに、直接ろ過の実験を行い、低いPAC注入率 5mg/L で G_R 値及び T_R 値を適正化させることによる処理水濁度の改善効果について検討し、以下のような知見を得た。

- 4) G_R 値 150sec^{-1} 及び T_R 値 1min の従来条件から G_R 値 750sec^{-1} 及び T_R 値 7min の最適条件を用いることによって、ろ過水のピーク濁度は 0.091 から 0.046mg/L (改善率 49%) 及びろ過 $1\sim 18$ 時間の平均濁度は 0.004 から 0.001mg/L (改善率 75%) まで改善する。(PAC注入率 5mg/L の場合)

このように、 G_R 値を最適化させることによって、低い凝集剤注入率でも急速ろ過法及び直接ろ過法における粒子分離の処理性を大幅に高効率化できることを明らかにした。

論文審査結果の要旨

安全安心な水道水を供給するには、原水に含まれる粒子の高効率分離が重要であり、それをいかなる方法で実現するかが緊急な課題となっている。

本論では、微粒子の個数濃度と濁度とを同時に高感度で測定できる微粒子アナライザーを駆使し、凝集剤注入率、急速攪拌強度などの変動に伴う凝集・微フロック形成の動的過程の測定及び解析を通して、処理性の指標に用いた径 $1\sim 3\mu\text{m}$ 粒子の個数減少は、集塊

化準備帯、集塊化進行帯を経て集塊化安定帯で安定化すること、安定帯突入後に最適の急速攪拌強度を一段低下させる二段急速攪拌法を導入すれば、低凝集剤注入率のもとで対象径の粒子個数を更に減少させうることを明らかにしている。また、攪拌強度の上昇による最適化が沈澱処理水の濁度、STRなどの改善に有効となるのは、微フロック形成の段階で、多量の凝集剤を取り込んだ小径、高密な微フロック形成の進行によることを、ゼータ電位の上昇などから総合的に説明している。更に、急速攪拌強度、その継続時間、及びそれらの積が直接ろ過の処理性と深く関ること、及びその最適値を明らかにしている。

それらの結果は、いずれも、実際の浄水施設における粒子分離の高効率化を実現する上で、非常に貴重な基礎的知見・成果である。そうした内容で構成される本論は、博士の学位に十分に値すると判断した。