

VII - 4

凝集における溶解性鉄成分の残留性と濁度および有機物の与える影響

東北工業大学大学院 学生員○岡本 亮

東北工業大学工学部 正 員 今野 弘

東北工業大学工学部 門脇拓真・佐藤淳悟

1. はじめに

現在我が国では、浄水処理の過程でアルミニウム系凝集剤を用いているが、諸問題があると論じられており、鉄系凝集剤が再注目されている。そこで本研究室では鉄系凝集剤として塩化第二鉄に着目し、塩化第二鉄の特性を明らかにするための実験を行っている。本研究では濁質・有機物が含まれた場合、溶解性鉄成分にどのような変化をもたらすか、また、水中にあるアルカリ度分と反応して水酸化鉄が生成されるという関係式を実験値から求め、実験値と理論値の比較を行った。

2. 実験条件および方法 実験条件は表-1に示した。濁質は土砂・粘土のモデル物質であるカオリンを用い、有機物にはモデル有機物である酒石酸($C_4H_6O_6$)を用いた。これに鉄濃度で 0.96 ~ 45mg/L になるように塩化第二鉄を加えた後、攪拌後濾過した。攪拌条件は急速攪拌 100rpm、2 分間、緩速攪拌 30rpm、5 ~ 60 分間である。濾過は孔径 0.45 μm のメンブランフィルターで行い、濾過水の鉄濃度を測定してこれを溶解性鉄濃度とした。また 0.45 μm 以下の微細粒子の粒径比較を行うために、0.2, 0.1 μm 孔径のフィルターも用いた。なお鉄濃度の測定には HACH 社の鉄濃度計を使用した。この測定範囲は 0.00 ~ 1.30mg/L である。

3. 実験結果および考察

3.1 溶解性鉄成分の生成と安定時間 図-1, 2に濃度比(溶解性鉄濃度/注入鉄濃度)の緩速攪拌時間による変化を示した。注入鉄濃度 0.96mg/L の場合、有機物の入っている試料(◎他)は、この濃度比いわゆる注入鉄濃度に対する溶解性鉄成分の残留率は、早い時間のうちに安定に達するのに対し、有機物の入っていない試料(○, ●)は濃度比が安定するまで 60 分以上が必要なることを示している。またこの溶解性鉄成分の残留率は、有機物の有無により大きく異なる。つまり有機物が含まれない場合、安定するまでの時間はかかるものの溶解性鉄成分は注入濃度の 50 ~ 60 % 以下であるのに対し、有機物が存在すると溶解性成分は注入濃度の 90 % 以上が残留してしまう。注入鉄濃度 42mg/L の場合(図-2)にも、溶解性成分の残留率は、いずれも緩速攪拌時間 5 分で安定するが、有機物が無い場合には 10 % 以下であるのに、有機物が存在すると 70 ~ 80 % 以上残留する。これらより有機物が含まれない試料水では、注入鉄濃度が増加することにより安定までの時間が短くなるが、有機物が含まれると注入鉄濃度に関わらず短時間で溶解性鉄成分は安定することがわかる。

3.2 注入鉄濃度の変化による溶解性鉄成分の残留率の関係

図-3に注入鉄濃度の変化による溶解性鉄成分の残留率の関係を示した。まず有機物の入っていない条件(○, ●)では、濃度が 2.5mg/L 以上で溶解性鉄成分は残留しなくなり、40mg/L 以上になると過剰注入によると見られる溶解性鉄成分が残留するようになる。低濃度(< 2.5mg/L)で残留率が高いように見えるが、これは図-1で示されたよう

表 1 各条件に対応する記号表

pH	7.5				
7%カリ度 (mg/L)	50				
濁度 (mg/L)	0	40	40	0	0
TOC (mg/L)	0	0	6.79	10.9	1.74
記号	○	●	◎	⊙	⊖

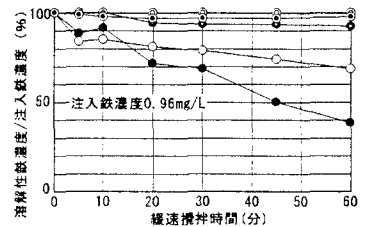


図-1 緩速攪拌時間と溶解性鉄成分の残留率の関係

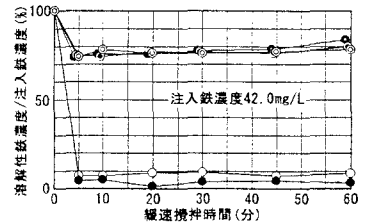


図-2 緩速攪拌時間と溶解性鉄成分の残留率の関係

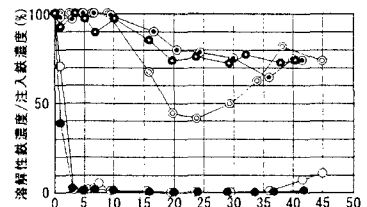


図-3 注入鉄濃度と溶解性鉄成分の残留率の関係

に安定するまでの時間が 60 分以上かかることによる影響と見られる。有機物の存在する条件(◎他)では、鉄と有機物が反応して溶存錯体を形成するために、溶解性鉄成分が多く残留する凝集阻害の現象が現れている。溶解性鉄成分が低下傾向にある注入鉄濃度 10 ～ 25 ～ 35mg/L 付近では、有機物濃度が高いほど、溶解性鉄成分が多く残留することを示している。また、注入鉄濃度とともに残留率が低下し、やがてまた増加に転じる傾向は、有機物の有無に係わらず同一のように現れている。有機物濃度と残留率の関係、一度減少し、やがて増加する残留率の最低値やその時の注入鉄濃度などは、アルカリ度とも関係していると考えられるが、今回は明確な関係を得ることはできなかった。今後の課題と考えている。

3.3 濁質・有機物が含まれた場合の粒径比率

図-4 に注入鉄濃度 0.96mg/L における緩速攪拌時間による粒径変化を示した。有機物と濁質のない場合(○)は、緩速攪拌時間が約 5 分で 0.1 ～ 0.2 μm の微細な粒径のものが約 60% 生成されているが、その後攪拌時間の経過とともに 0.2 ～ 0.45 μm へ、さらに 0.45 μm 以上へと懸濁粒子径まで成長していることが伺える。有機物がなく、濁質のある場合(●)も懸濁粒子径までの成長がみえる。しかし有機物の存在する条件(◎他)では、90 ～ 100% 近くが 0.1 μm 以下の粒径であり、緩速攪拌時間による粒径の変化はほとんど見られない。図-4 における各粒径の鉄成分の変化の関係、緩速攪拌時間 5 分と 60 分について百分率で図-5 に示した。有機物のない場合(○, ●)には粒径が攪拌時間の経過とともに小さなものから大きなものへと変化していることが明らかであるが、有機物の存在下の場合には約 90% 以上が 0.1 μm 以下のままで緩速攪拌による粒径の成長は期待できないことがわかる。

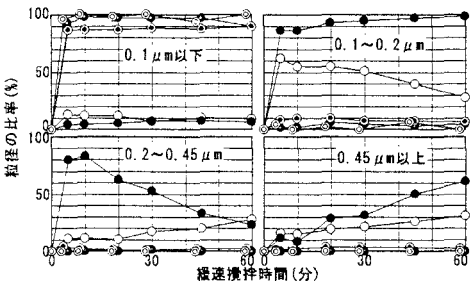


図-4 各試料水の緩速攪拌時間による粒径変化
<注入鉄濃度 0.96mg/L>

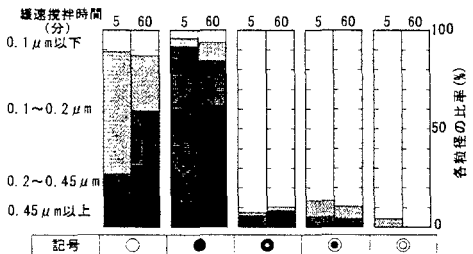
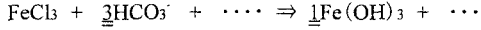


図-5 各条件における各粒径の鉄成分の変化<注入鉄濃度 0.96mg/L>

3.4 理論値と実験値による水酸化鉄生成量の比較

凝集剤として塩化第二鉄を用いた場合、アルカリ度分と反応して水酸化鉄が生成されるという考え方で実験値からモル比を導くと、次の反応式が求められる。



この反応式は塩化第二鉄を 1mg/L 注入すると、アルカリ度を 0.926mg/L 消費して水酸化鉄を 0.66mg/L 生成することを示す。この理論値に対し、実験値をプロットすると図-6 となる。この図を見ると有機物のない条件下では理論式から求めた水酸化鉄生成量とほぼ同様な値を示したが、有機物が含まれると理論通りの水酸化物が生成されずに、注入された鉄は有機物と錯体を生成し、残留して凝集が阻害されることがわかる。

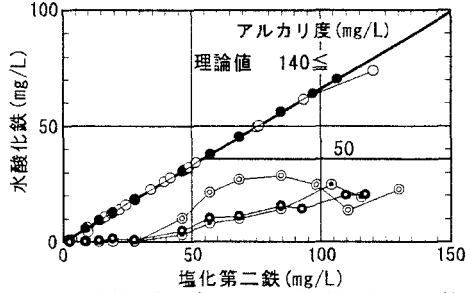


図-6 理論値と実験値による水酸化鉄生成量の比較

4. おわりに

今回の実験において、有機物が含まれると注入鉄濃度に関わらず短時間で溶解性鉄成分は安定すること、しかし溶解性鉄成分が多く残留してしまうこと、有機物がないと攪拌時間の経過とともに粒径が大きなものへと変化するが、有機物の存在下では粒径の成長は期待できないこと、また有機物のない条件下では理論式から求めた水酸化鉄生成量とほぼ同様な値を示したが、有機物が含まれると理論通りの水酸化物が生成されずに、注入された鉄は有機物と錯体を生成し、溶解性成分として残留して凝集が阻害されることがわかる。今後の課題は酒石酸以外を用いた場合の影響等を実験検討する必要がある。