

# Fe, Al 塩凝集剤の凝集特性とスラッジ生成の検討

山梨大学大学院 学 張 元月  
山梨大学工学部 正 中村文雄  
山梨大学大学院 学 竹内章記

## 1. はじめに

従来、浄水処理においては、凝集剤としてポリ塩化アルミニウム (PAC) や硫酸アルミニウム等の Al 塩が使用されてきた。しかし、Al 塩はフロックが軽いといった問題に加えて、近年、健康影響が指摘されている。一方、鉄系凝集剤は、沈降性が良い上に濁度、色度、有機物質などの除去性に優れていると言われている。そこで本研究では、凝集剤として Al 塩 (PAC、 $Al_2(SO_4)_3$ ) と Fe 塩 ( $FeCl_3$ 、ポリ硫酸第二鉄;  $[Fe_2(OH)_n(SO_4)_{3-n/2}]_m$ 、ポリシリカ鉄; PSI) を用い、これら 5 種の凝集剤の凝集特性とスラッジ生成量に関する比較検討を行った。

## 2. 実験材料および方法

**実験方法** : カオリンの濃度を 50mg/l  $Na_2CO_3$  濃度を 30、40、50、100、200 mg/l になるように調整した人工濁水に、金属として 0~4 mmol/l の凝集剤を注入して、60rpm ; 5 分、30rpm ; 25 分の攪拌、30 分沈殿後、上澄液を採取して pH と濁度を測定した。

**実験方法** : カオリン ; 5mg/l  $Na_2CO_3$  ; 70mg/l、各凝集剤 ; 金属として 0.2 0.5 1.0 2.0 mmol/l になるように添加後、N/10 の NaOH と N/50 の HCl で pH を 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 に調整して全量 200ml に定容して後ジャーテストし、30 分沈殿後の上澄液のろ過前後の pH, 濁度、色度, Fe 残留濃度 (原子吸光光度計) と Al 残留濃度 (オキシシンによる吸光光度法) を測定した。また、ビーカー底に沈殿したスラッジをスポイトで目盛付きスピッツに移し、界面沈降速度と 24 時間後のスラッジ容量を計測した。

## 3. 実験結果及び考察

### (1) 各凝集剤の凝集範囲と酸としての強度 (実験方法)

図 1 に、PSI を凝集剤として用いた時の原水アルカリ度と凝集範囲との関係を示す。原水アルカリ度の増加とともに、凝集ゾーンは高注入量側に移動し、かつ、凝集ゾーンも広がる。この様な傾向は、他の凝集剤でも共通に認められた。しかし、原水アルカリ度 30~200mg/l の条件下では、凝集が生起する注入量範囲には凝集剤により大きな差があること、殊に、鉄系凝集剤は、アルミニウム塩と比較すると、低注入量の範囲で凝集が生起することが認められた。

また、凝集が生起する pH 範囲にも凝集剤による差が認められた。図 2 には、残留濁度が 5mg/l 以下になる pH 範囲を凝集剤毎に示した。殊に、アルミ系凝集剤で顕著であるが、原水アルカリ度に比例して凝集 pH 範囲が若干拡大する傾向が認められた。しかし、ここで、アルカリ度

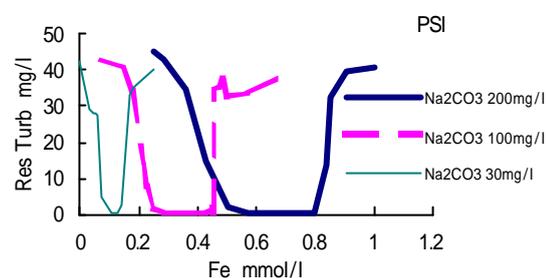


図1 PSI ジャーテスト実験結果

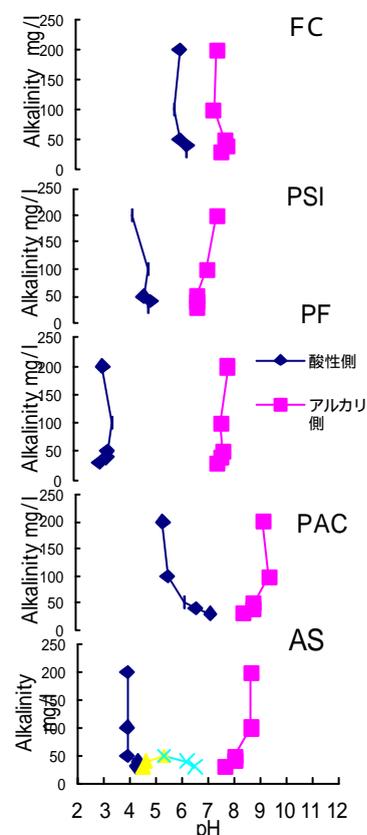


図2 各凝集剤適正pH ゾーン

100mg/l 以上のときの凝集 pH 範囲を巨視的に読み取ると、塩化第二鉄

(FC) ; 5.5~7.5、PSI ; 4.5~7.5、ポリ硫酸第二鉄(PF) ; 3~7.5、PAC ; 5~9、 $Al_2(SO_4)(AS)$  ; 4~8.5 となる。すなわち、鉄系凝集剤では  $PF > PSI > FC$  の順で、アルミ系では  $AS > PAC$  の順で凝集 pH 範囲が広い。この凝集 pH 範囲の差は、凝集剤の構成陰イオン( $Cl^-$ 、ケイ素(酸)、 $SO_4^{2-}$ )の差に起因していることを示唆しているとも考えられる。

上記のように、各凝集剤の凝集剤注入量範囲や凝集 pH 範囲凝集は原水のアルカリ度によって大きな影響を受けることになる。

しかしながら、如何なるアルカリ度においても、系の pH が 7 近傍に達すると、各凝集剤とも良好な凝集が生起することから、pH=7 における凝集剤注入量(mmol/l)と原水アルカリ度との関係を求めた(図3)。その結果、原水アルカリ度と、pH=7 に達せしめるに必要な各凝集剤の注入量との間には直線関係が認められた(図3)。また、各凝集剤ともに酸としての機能を持つため、注入量に比例して系の pH は低下するが、pH の低下度合い(酸としての強度)には凝集剤により大きな差が有ることが認められた。すなわち、図3に示すように、酸としての強度の順位は下記の通りとなる。 $PAC < 塩化第二鉄 Al_2(SO_4) < ポリ鉄 < PSI$

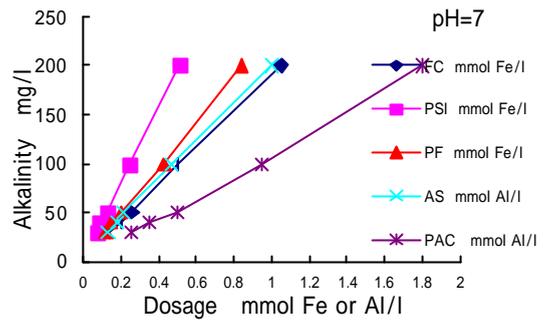


図3 各凝集剤 pH 7 での使用量の比較

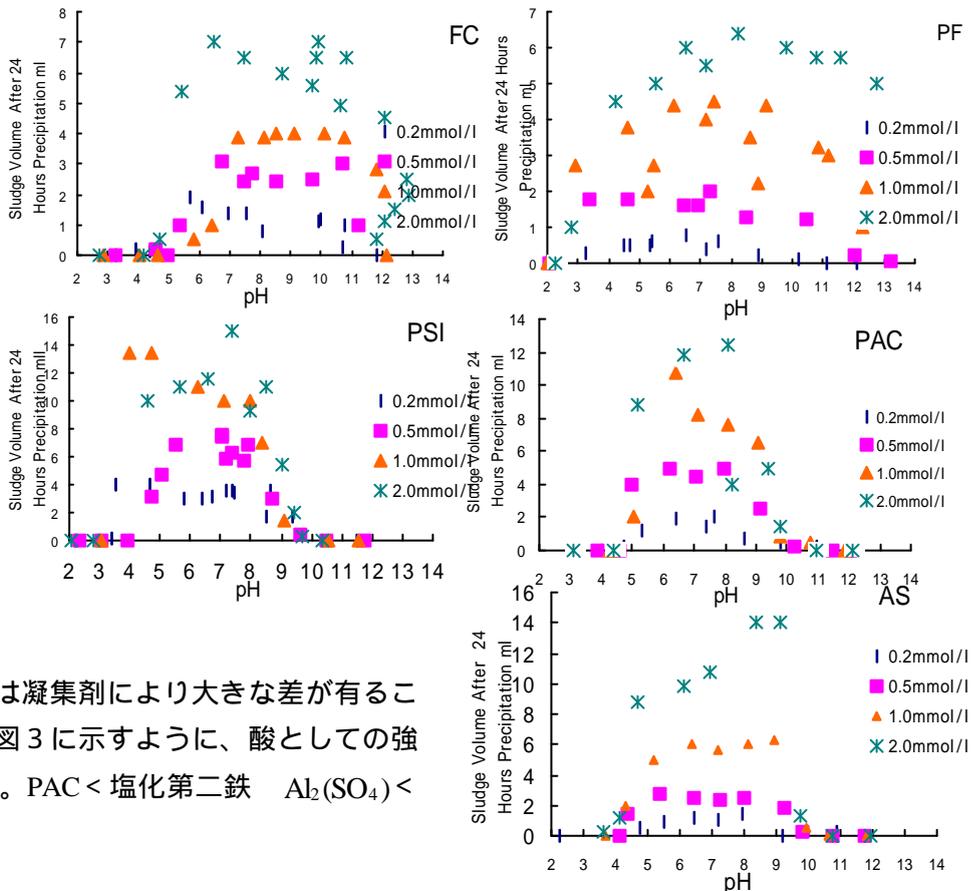


図4 各凝集剤 24 時間沈降後スラッジ生成量と溶液 pH の関係

## (2) スラッジ生成量 (実験方法)

各凝集剤を金属として 0.2~2.0 mmol/l、pH を 2~12 に調整した後ジャーテストし、生成したスラッジの 24 時間後の容量を計測した結果を図4に示す。

データのバラツキはあるが、凝集剤の注入量にほぼ比例してスラッジの生成量も増加すること、実験方法が異なる為、スラッジを生成する pH 範囲は図2の凝集範囲と異なるにしても、中性域で多く、酸・アルカリ性に傾くにつれ少なくなること、中性域でのスラッジ生成量は、次の順で多いこと ;  $PF < FC < AS < PAC < PSI$  等が認められた。なお、界面沈降速度の順位は下記の通りとなった。 $PSI > FC > PF > PAC > AS$

## 4、まとめ

5 種の凝集剤の凝集特性とスラッジ生成量に関する比較検討を行った結果、以下のことが明らかになった。凝集剤の種類により、1)凝集範囲の変動、凝集 pH 範囲に差があること、2)酸としての強度に差が有ること、3)スラッジ生成量に差が有り、その順位は  $PF < FC < AS < PAC < PSI$  となること。