

新しい無機高分子凝集剤

水道機工（株） 長谷川孝雄 ○鬼塚卓也 鈴木 実
 江原康浩 橋本克紘
 富山大学理学部 後藤克己 北海道大学工学部 丹保憲仁

1 はじめに

近年、水環境の汚染は複合化の一途を辿っており、水処理においても、安全性の確保や二次的な汚染の回避が可能で高い性能を有する凝集剤の開発が要望されている。基本的な無機化合物の一つであるケイ酸は、Baylis以来、酸などで活性化させ有用な凝集助剤として広範に適用されてきた。¹⁾ しかしながら、重合ケイ酸はゲルを生じ易い特性のために極めて調製が困難である。また最も凝集性能を左右すると認められる重合度や重合状態についての報告例は殆ど見当たらない。

筆者らは、ケイ酸の重合度の指標として極限粘度に着目し、pH調整を段階的に操作することによって、新たに安定な無機高分子凝集剤が得られることを見出した。得られた凝集剤について、性能を概括的に検討したところ（１）フロック形成速度が極めて速く、従来の無機凝集剤に比較して、略２倍のフロック出現速度を有し、（２）到達フロック粒径は極めて大きく、（３）容易にバレット凝集領域に到達できること（図－１）が明らかとなり、先に報告した。^{2), 3)}

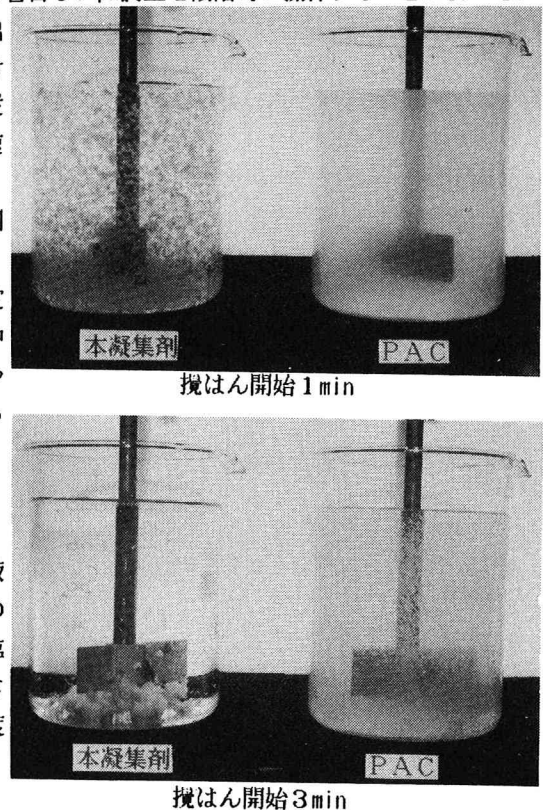
本研究では、この無機高分子凝集剤の性能をより定量的に把握することを目的として、ジャーテストを中心に従来の代表的な凝集剤である硫酸アルミニウムやポリ塩化アルミニウム（PAC）との比較実験を行った。

2 凝集剤の調製

水ガラス溶液を塩酸で中和した後、pH4.0、液温20.0℃の一定条件で、4時間重合させる。この重合ケイ酸溶液をさらに、pH2.0に調整した後、塩化アルミニウムを一定の割合で添加し、2時間重合させて得られる凝集剤を本実験に用いた。この極限粘度は0.36であった。

3 凝集pH特性

凝集の最も重要な要素である凝集pH特性を性能比較実験に先立ち、前項で得られた本凝集剤、硫酸アルミニウムおよびPACについて検討した。濁質および有



ジャーテスト：攪はん条件120rpm90sec, 30rpm90sec
 原水濁度 120度
 凝集剤注入率 5.4mg/l(as Al)

図－１ 本無機高分子凝集剤の効果

機色度成分を対象とし、同一条件（水温、凝集剤注入率、攪はん強度および時間）で凝集した残留濃度の凝集pHに対する変化を求めた。

3. 1 濁質に対する凝集pH特性

蒸留水をカオリンで加濁し、濁度100度の試験水を得た。試験水を500mlビーカーに分取し、N/10-HClおよびN/10-NaOHで設定したpH値に調整した。この試験水に一定量の各凝集剤を注入し（5.4 mg/l as Al）、ジャーテスターを用いて凝集した。ジャーテストの条件は、水温18.5℃、急速攪はん120rpm、3min、緩速攪はん30rpm、7minであった。静置5分後の水深3cmから採取したサンプルの残留濁度とpHを測定した。結果を図-2にグラフ化した。この結果から比較実験の凝集pHとして、本凝集剤、硫酸アルミニウムおよびPACについては、それぞれ6.5、8.0、8.5に設定した。

3. 2 有機色度成分に対する凝集pH特性

2.0gのニトロフミン酸を1N-NaOH溶液1000mlに溶解して有機色度成分とした。蒸留水にこのニトロフミン酸溶液を0.5mg/lの割合で加えて色度65度の試験水を得た。前項の濁質凝集と同様に試験水のpHをN/10-HClおよびN/10-NaOHで調整し、各凝集剤の注入率5.4mg/l (as Al) で、ジャーテストを行った。ジャーテストの条件は水温18.5℃、急速攪はん120rpm、3min、緩速攪はん30rpm、15minであった。ジャーテスト終了後の試験水をろ紙No.5Aでろ過し、得られたろ液をpH6.8に調整し、その色度を測定した。結果を図-3に示す。比較実験の凝集pHとしては、本凝集剤、硫酸アルミニウムおよびPACについては、それぞれ5.5、7.3、7.5に設定した。

4 結果および考察

4. 1 濁質凝集効果の比較

本凝集剤の濁質に対する凝集性能についての硫酸アルミニウムおよびPACとの比較は、前項の凝集pH特性実験と同一の試験水を用い、同一の条件のジャーテストにより検討した。ジャーテスト終了後の上澄濁度（静置5分、水深3cm）を測定し、凝集剤注入率に対する処理効果を比較した（図-4）。上澄濁度を1度まで減少させるための所要の凝集剤注入率に注目すると、硫酸アルミニウム5mg/l、PAC4mg/lに対し、本凝集剤では2mg/lである。また、本凝集剤の場合、2mg/l以上の注入率でベレット凝集段階に到達したが、硫酸アルミニウムおよびPACの場合認められ

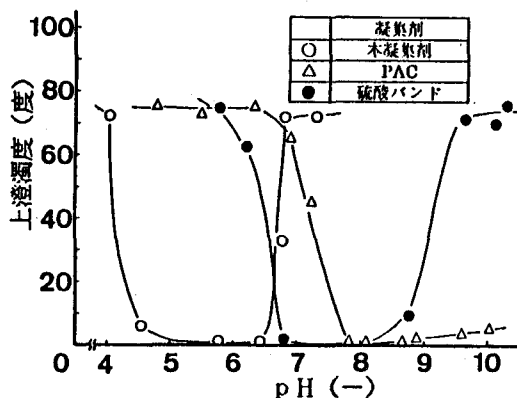


図-2 凝集pH特性（濁質）

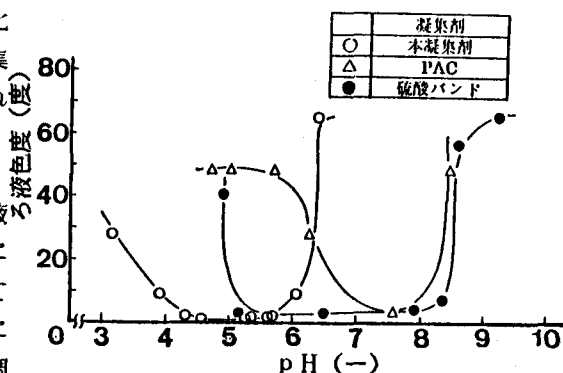


図-3 凝集pH特性（有機色度成分）

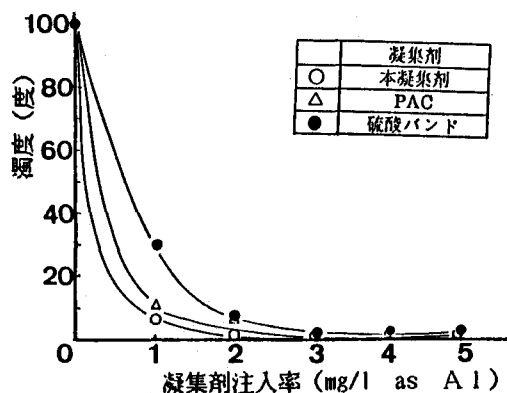


図-4 上澄濁度の比較

なかった。

凝集速度を比較するために、フロック出現時間を測定した。その結果を図-5に示す。本凝集剤は、硫酸アルミニウムの4倍、PACの3倍の凝集速度を有することが明らかとなった。

以上の諸結果は、本凝集剤を用いることによって、従来の無機凝集剤を超えて高い効率で処理水質をさらに改善できることを示唆している。

4. 2 有機色度成分凝集効果の比較

有機色度成分に対する凝集効果の比較は、前項の凝集pH特性実験と同一条件でジャーテストにより検討した。凝集剤注入率によるフロック生成効果をろ紙No.5 A によるろ液の色度を測定し、比較したのが図-6である。注入率1mg/lでは、硫酸アルミニウムおよびPACの場合、フロック生成はほとんど認められない。また、注入率の増大に対し、硫酸アルミニウムとPACは同一のろ液色度の減衰特性を示している。さらに、ろ液の色度成分を未凝集成分と仮定すれば、本凝集剤と硫酸アルミニウムおよびPACとの間には、フロック生成量に明らかな差異が認められる。

これらの結果から、本凝集剤の色度成分に対する凝集の態様は、硫酸アルミニウムおよびPACとは異なることが伺え、本凝集剤の使用によって、アルミニウムの最も荷電中和能力が高いpH領域でフロック生成が可能となったと考察する。

形成したフロックの性状、特に沈降性を検討するために、凝集剤注入率に対する上澄色度を測定した結果が図-7である。本凝集剤によって形成されたフロックの高い沈降特性は、高分子特有の強い架橋作用が顕著であることを示している。

5 おわりに

先に提唱したケイ酸を主成分とする無機高分子凝集剤について、濁質および有機色度成分を処理対象として、従来の代表的な無機凝集剤（硫酸アルミニウムおよびPAC）との凝集性能比較実験を行ったところ、本凝集剤の適用によって、濁質の凝集については低い注入量で所期の処理水質の改善が図られ、また有機色度成分の凝集についても合理的な処理を可能にする知見が得られた。なお、本研究に際して御助力を賜った北海道曹達（株）渡辺 寛臣氏に謝意を表す。

- 6 引用文献 1) Baylis, J.R., Silicate as Aids to Coagulation, JAWWA, vol.29, pp.1335-1396
2) 長谷川、鬼塚他、第39回全国水道研究発表会講演集、pp. 104 ~106
3) 長谷川、鬼塚他、第39回全国水道研究発表会講演集、pp. 107 ~109

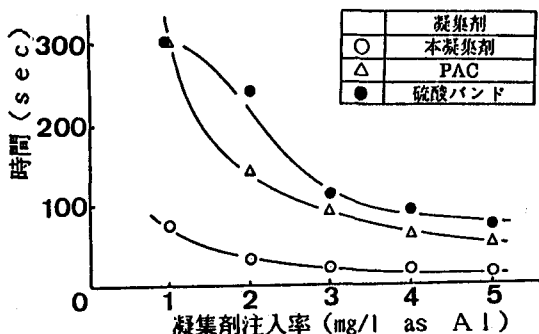


図-5 フロック出現時間

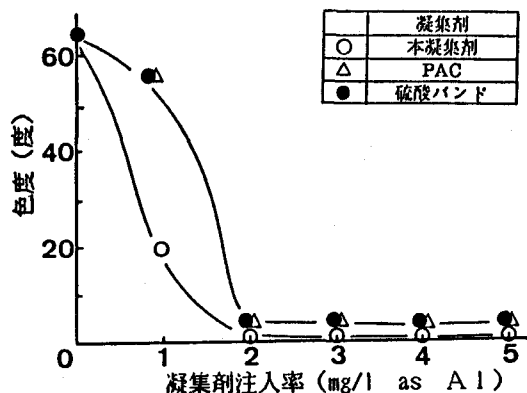


図-6 ろ液色度の比較

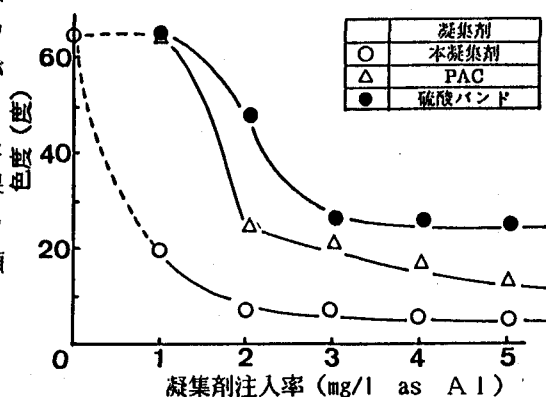


図-7 上澄色度の比較