

II-95

高分子凝集剤により調質した上水汚泥の脱水特性

東北大学工学部 学生員○佐藤秀樹 正 員 後藤光電
正 員 佐藤敦久 正 員 西村 修

1. はじめに

近年、一液法や二液法を用いた高分子凝集剤（以下ポリマ）による汚泥の調質によってフロックの粗大化を起こし、沈降性及び脱水性の改善が計られて、下水汚泥や工場排水のケーキの低含水率化に効果をあげている。しかし、その低圧力領域での固液分離性は解明されていない。そこで、まず上水汚泥に対するポリマの調質について基礎的な検討を加えた。本報告では、ポリマの添加率と汚泥の脱水性及びフロック物性の変化について定率ひずみ圧縮試験を用いて検討を行った。

2. 実験試料

上水汚泥は仙台市近郊の浄水場の汚泥濃縮槽より採取した。本汚泥の24時間沈降濃縮時の汚泥濃度は4.8%である。ポリマとして、ポリジメチルアミノメタクリレート系カチオンポリマ（DAM）を用いた。ポリマ電荷は中カチオンで推定分子量は 550×10^4 である。

3. 実験方法

1lのビーカーに汚泥を0.5l採取したものを6個用意し、所定濃度のカチオンポリマ溶液を一度に添加し、ジャーテスタを用いて160rpmで10分間混合凝集させた。さらに原汚泥も含めた各々の汚泥に対してCST試験を行った。CST実験は1ヶ-ス当り5回以上行い、その平均値をCST値とした。また、各汚泥を3000rpm、15分間遠心分離し、コロイド滴定法によりその上澄水のコロイド荷電量を求め残留ポリマ量を評価した。

定率ひずみ圧縮試験は、直径8cmの圧密容器に初期試料厚さ2cmとし、定率ひずみ速度約3/100mm/minで下部圧力が0.5kg/cm² (49kPa)になるまで実験を行った。

4. 実験結果及び考察

図-1は、ポリマ添加率と遠心分離上澄液のコロイド荷電量及びCST値の関係である。ポリマを添加しない試料（原汚泥）では、コロイド荷電量は負であるがほとんど等電点に等しい。カチオンポリマを添加していくと、ポリマ添加率7.6mg/g-DSまではほとんどコロイド荷電量に変化がなく、それ以上になるとコロイド荷電量はゼロとなり、さらに添加率を増すとコロイド荷電は正となりその値は急激に増加する。

これは7.6mg/g-DSまではポリマは汚泥表面に吸着し、ポリマによる架橋作用が進行する。つまり、ポリマが凝集に使われたため液側のコロイド荷電量が変化しないと考えられる。しかし、さらにポリマを添加して行くと図-1よりコロイド荷電量が増加していくことから、汚泥表面の吸着が飽和し液側にポリマが残留しはじめることがわかる。また、ポリマ添加率を増加して行くと7.6mg/g-DSつまりコロイド荷電量がほぼゼロとなるとCST値は極小値をとる。しかし、それ以上のポリマを添加するとCST値は逆に増加していく傾向にある。

以上の結果から、ポリマが残留し始める点（c点）で調質汚泥の脱水性が良くなることが認められた。これは、五十嵐¹⁾が下水汚泥を用いて行った実験による知見と一致している。また、林ら²⁾が報告しているようにCST値が極小値をとった後増加して行くのは残留しているポリマがCST試験装置のろ紙に吸着されるために起こるろ紙内部の流路断面積の減少やろ紙表面の被覆のための脱水阻害要因と考えられる。

図-2は、定率ひずみ圧縮実験により求めた図-1のa, b, c, d各点における汚泥の有効圧力 P_e と $1-n$ （ n は平衡空隙率）の関係を示したものである。調質汚泥は原汚泥に比較し平衡空隙率はやや小さいが顕著な

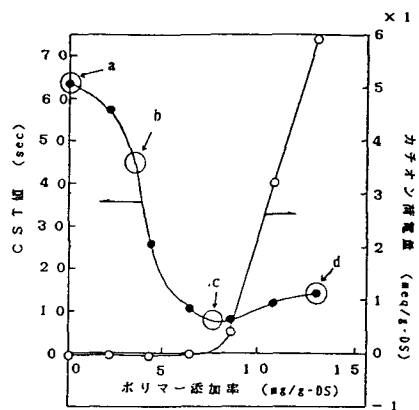


図-1 ポリマー添加率とコロイド荷電量、CST値の関係

差は認められない。これは調質した汚泥のフロックは粗大化するが、本実験の範囲で10kPa以上では、粗大化したフロック自体の力学的強度に大きな変化は生じていないことを意味する。

図-3に各点の汚泥の $k S_o^2$ と n の関係を示した。粒状層の透過に関するKozeny-Carman式の中で示される S_o は単位体積基準の比表面積を示すものであり、 k は粒子形状や流路特性を示す物性値である。すなわち $k S_o^2$ は透過能力を示す指標であり、同一空隙率の場合、粒径が大きいほど $k S_o^2$ は小さい。図-3より、調質を行うと $k S_o^2$ 全体の値が減少し、明らかにフロックの粗大化が認められる。しかし、過剰添加の場合には平衡空隙率の減少すなわち圧力の増加により、 $k S_o^2$ 急激に増加している。これは、ポリマ過剰注入によってフロックの再分散が起こりフロック径が小さくなったか、または残存するポリマの脱水阻害要因によるものと考えられる。

定率ひずみ圧縮実験結果を用いて移動中の汚泥粒子から見た見かけのろ液ろ速で評価する近代ろ過理論式²⁾により、部分比抵抗 α_w を求めた。

$$\alpha_w = \frac{k S_o^2}{\rho_s \cdot \frac{n^3}{(1-n)}}$$

ここで、 ρ_s ：汚泥の粒子密度(kg/m^3)

各点の汚泥の部分比抵抗 α_w と有効圧縮圧力 P_s の関係を図-4に示す。汚泥が圧縮されときの抵抗を部分比抵抗 α_w で表す利点は水分保持量を示す平衡空隙率と透過抵抗の両者を同時に表す総合指標であるためである。図-4から、同圧力に対して調質による汚泥の α_w は低圧力では小さく、原汚泥(a点)と調質汚泥(c点)の α_w とかなり差があるが、圧力が増加すると調質汚泥の α_w は急激に増加し原汚泥に近づいてくる。このため、低い圧力では透過抵抗が小さく脱水に対して有効であり、10kPa以上での α_w の急激な増加の部分では変圧脱水をして、排水面に濃厚なケーキ層を形成させないなどの操作が必要であることを示している。以上のことより、調質汚泥の低圧力領域での脱水技術改善手法の可能性が示された。

5. おわりに

今後、得られた資料をもとに調質汚泥の低圧力における脱水プロセスの検討を行いたい。

<参考文献>

- 1) 五十嵐千秋ら：化学工学論文集，第12巻 第6号，p. 694~700，1986。
- 2) 林 二一ら：化学工学論文集，第14巻 第4号，pp. 543~546，1988。
- 3) 白戸 紋平ら：化学工学，第34巻，第7号，pp. 49~56，1970。

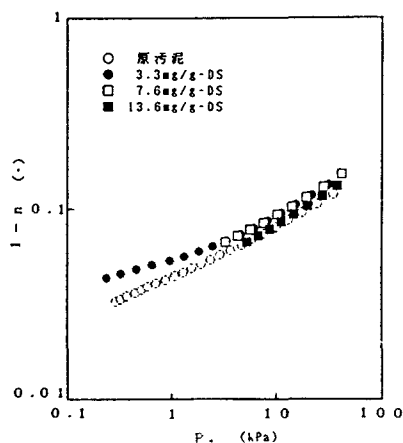


図-2 P_s と $1-n$ の関係

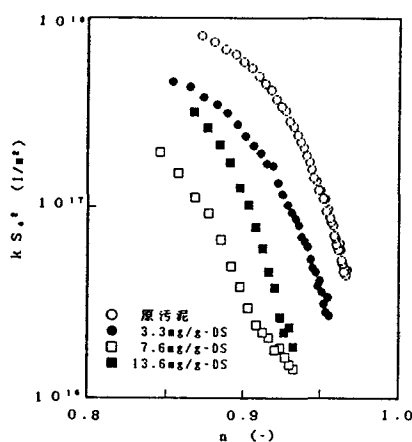


図-3 n と $k S_o^2$ の関係

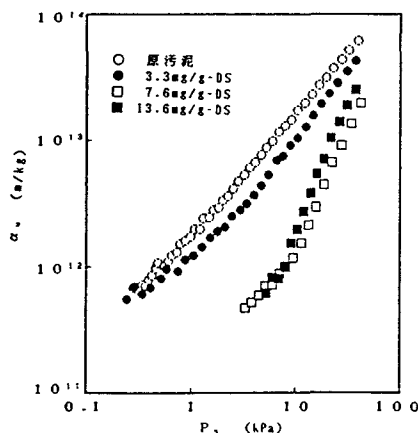


図-4 P_s と α_w の関係