

II-128 凝集条件による浄水スラッジの脱水特性

北海道大学 工学部
 “ “
 札幌市 下水道局

正会員 丹 保 憲 仁
 正会員 〇 小 林 三 樹
 溝 江 廣 己

1. はじめに 本研究は、浄水処理を基本機能としながらも、副生する固型成分(スラッジ・汚泥)の適切な取扱いを内包せざるを得ないこれからの浄水システムを、全体として合理的に再構築するための一環である。浄水汚泥の処理性(濃縮性・脱水性)を支配する要因として①有機物含有率、②微粒子比率、③水酸化アルミニウム含有率 が経験的に認められている。このうち浄水過程で主体的に制御しうる因子は③のみであるが、③は原水水質(①②)と固液分離負荷の沈殿・浮遊への配分方針によって大きく支配される。この発表は、原水水質と、凝集時の原水濁度に対する添加アルミニウム量の比(Al/T 比と称す)により、生成する汚泥の脱水特性がどのように影響されるかについて観察した報告である。実験は人工原水を硫酸アルミで凝集させ、生成した汚泥を加圧脱水したものである。

2. 実験条件 原水はカオリン(製紙填料用粘土、 2μ 以下の粒子が80%以上)1000 mg/lに、凝集時に荷電中和アルミニウム量を多量に必要とする成分(微粒子であり、かつ有機物である天然物としてKPパルプ蒸解釜廃水を使用、強熱減量59%,色度として表示)を变量添加して作成した。各原水に対しアルミニウム添加率5~6水準($4\sim 160\text{ mg/L as Al}$)をもって凝集させるものとし、対象原水の濁度・色度の沈殿除去に対する最適凝集条件(pH)をあらかじめジャーテストで求めた。その条件で 0.7 m^3 の回分式凝集沈殿装置を用い、種々の人工原水に対し変量のアルミで凝集させた汚泥を作成し、脱水試験に供した。脱水試験は任意の圧力を加えうる図1のような装置で行なった。脱水部は内径5cm 高さ30cmのアクリル樹脂製シリンダーで、底部に浮材を敷き一定量の汚泥を入れた後、ピストンを装着し、ピストンの背後に窒素ポンプから任意の圧力を加えうるようにしたものである。汚液量の経時変化ならびに脱水終了後のケーキ含水率を測定した。脱水試験結果の $V\sim t/V$ グラフへのプロットで直線状急に屈曲するに至るまでを浮遊脱水時間とし、その時間を用いて「乾燥固型物脱水速度」を算出した(雑時間を含まない)。ケーキ比抵抗は、カルマンの平均比抵抗式 $t/V = (\mu C_0 R' / 2 A^2 \Delta p) V + (\mu R_f / A \Delta p)$ の R' で表示した。

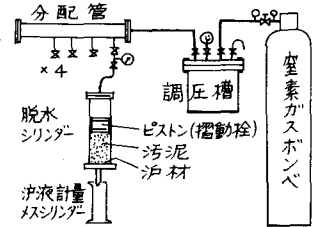


図1 加圧脱水試験装置概略図

3. 凝集時の Al/T 比が 汚泥の平均比抵抗に及ぼす影響

原水組成ならびに凝集時の Al/T 比の差異による生成汚泥の比抵抗値の変化を図2に示す。カオリン濁度のみ、もしくは色度100度共存の場合には、 Al/T 比の増加に伴って比抵抗値は顕著に増加する。この場合 Al/T 比を0.02未満にとどめると、 Al/T 比削減による脱水性の向上(比抵抗値の低下)は著るしい。しかし原水中の色度成分(有機微細コロイド)の増加にしたがい、比抵抗値が上昇するとともに、 Al/T 比による変化は乏しくなる。

4. 凝集時の Al/T 比が 汚泥の脱水速度に及ぼす影響 原水組成と凝集時の Al/T 比の差異による脱水への影響を、脱水圧力 3 kg/cm^2 の場合について図3に示す。ここでも色度成分を多含する汚泥の脱水速度は極めて低く、かつアルミニウム含有量の差の影響を殆んど受けていない。カオリン1000 mg/l に対し色度を500度以上含んだ原水の凝集物は、脱水圧力を 10 kg/cm^2 まで高めても、浮遊脱水速度は $1\sim 2.5\text{ kg/m}^2\cdot\text{hr}$ 以上には高まらない。色度成分(有機微細コロイド)の存在は、凝集用アルミニウムを多量に必要とするのみならず、それ自体が難脱水性の凝集物を形成し、比抵抗を高め、

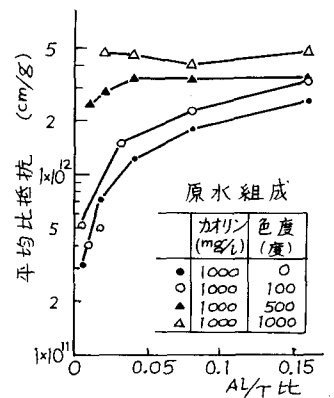


図2 原水組成と Al/T 比による生成スラッジ平均比抵抗

脱水速度を低下させているものと考えられる。

5. 凝集時のAL/テ比が汚泥の濃縮とケーキの含水率に及ぼす影響

汚泥の自然濃縮(24時間)による到達固型物濃度と、脱水ケーキの含水率を、凝集時のAL/テ比を横軸にとりてプロットすると図4のようである。AL/テ比が0.04以下の場合、カオリンのみおよび低色度水の凝集汚泥は、高色度水汚泥に比し、約2倍(容積で1/2)の濃度に達しており、AL/テ比さえ低くおさえれば、汚泥の濃縮性を大幅に改善しうることを知る。そのカオリンのみおよび低色度水においても、AL/テ比が増すと濃縮性は劣り、AL/テ比0.08以上では高色度水と変らず、1~2%の濃度にしか達しえない。この点でアルミニウム含有量は微粒有機物(色度成分)と同様な濃縮阻害要因になっている。

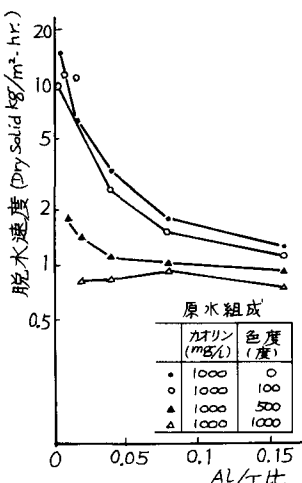


図3. 原水組成とAL/テ比による生成スラッジの脱水速度

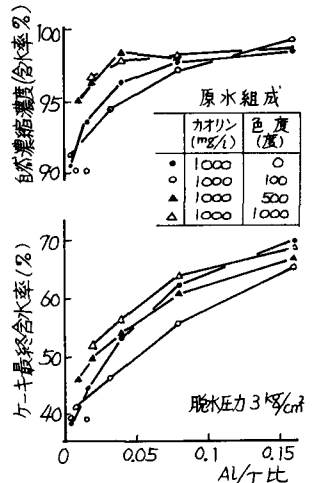


図4. 原水組成とAL/テ比による生成汚泥の沈降濃縮濃度とケーキ含水率

図4の下段は、上記濃縮汚泥を給泥して脱水終了(▽-○間の屈曲点)まで加圧したケーキの含水率である。本図では高色度水に至るまで凝集時のAL/テ比の影響を強く受けている(特にカオリンのみの場合に著しい)。比抵抗値、脱水速度は時間の要素を内包しているが、ケーキ最終含水率は速度項を含まない到達値であるので、前二者とは結果を異にしたと考えられる。この図で着目すべきことは、脱水時間無制限の加圧処理における到達最終含水率は、原水中の微細有機物濃度に拘わらず、AL/テ比を下げた凝集を行なえば低下せしめうることである。

6. 強熱減量で整理した平均比抵抗

脱水性低下要因であるアルミニウム含有量と微細有機物含有量がともに、ある比率で強熱減量として計量されるので、実験値と強熱減量と比抵抗の関係で整理すると図5のようである。全体として右上り曲線となるが、有機物(色度)の低い汚泥では、比抵抗値は強熱減量よりもアルミニウム量(Al/テ)に大きく支配され立上っている。それに較べ色度500, 1000度添加の場合にはあたかも一本の線上に並ぶ水平に近づいている。このことは比抵抗値がほぼ上限に到達したことを意味している。(これらの実験は何れも濁度を1000度に固定したものであり、原水濁度の低濁化は同Al/テ比でも脱水性を低下せしめる)。参考に河川水を用いている実際の浄水場の汚泥の値を図中にプロットした。これらのことから、強熱減量と比抵抗値は一般的な関連を有し、測定容易な強熱減量は脱水性を論ずる上での適切な尺度になり得るが、比抵抗値には強熱減量以外の要素も関連していることをうかがわせる。

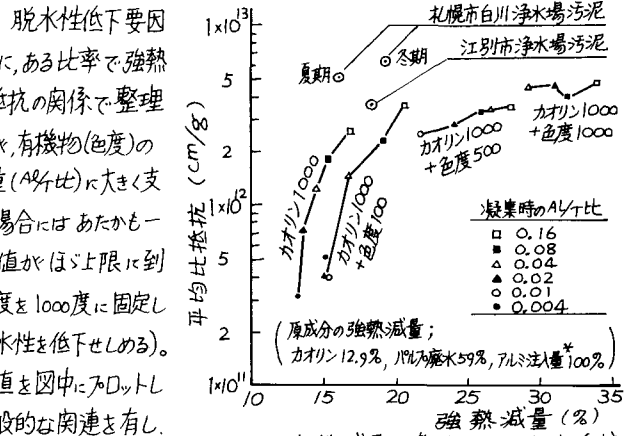


図5 強熱減量で整理した平均比抵抗 (*2AL(OH)₃が600℃でAl₂O₃となる重量減)

7. まとめ

粘土系濁質と変量の微細有機成分を含む模擬河川水を凝集させ、その生成汚泥について脱水試験を行なった。微細有機物質の濃度が低い場合には、汚泥の濃縮脱水性は凝集アルミニウム量によって強く支配され、AL/テ比を下げた凝集をすることが、汚泥処理の困難性を著しく軽減させることが明確になった反面、微粒有機物質を多く含む汚泥の場合には、有機物の凝集生成物自体の難脱水性が支配的となり、AL/テ比の影響は顕在しない。しかしその場合でもAL/テ比を小さくすることにより、長時間加圧により含水率を低くすることは可能である。消石灰添加、ポリマー添加による脱水効果の改善は、高AL/テ比、高微細有機物濃度(高色度)原水の凝集生成物の場合には、多くを期待しえない。