

チリ紙、トイレットペーパー製造工場廃水の凝集沈殿処理に関する検討(I)

水質部工場排水科

本県に立地する某古紙再生チリ紙製造工場廃水の凝集沈殿処理に関し、凝集剤の選択とその注入率、凝集時のpHなどを検討した。凝集時にポリ塩化アルミニウム(PAC)、凝集助剤に弱陽イオン系高分子凝集剤(SA・2510)を使用した。PAC注入率10、20ppmではSA・2510が10、2.0、0.5ppmの順で凝集効果がすぐれ、PAC注入率40ppm以上では助剤に関係なく濁度はいずれも10度以下となった。pHの影響をみると酸性側からアルカリ側になるにつれて凝集効果は低下する。また、PAC注入率の増加とともに最適凝集pH領域は酸性側から中性側へと広がりが認められた。このことからPAC40～50ppm、SA・2510 1ppm、pH4.5～5.5で処理し、pH調整後放流という条件が最適であることがわかった。

1 まえかき

チリ紙、トイレットペーパー製造は紙パルプ産業の一分野として、典型的な用水型産業であり、汚濁負荷も大きい。設備投資に占める公害防止費の割合は極めて高い。

チリ紙、トイレットペーパーは原料として古紙を使用するため、廃水は微細繊維のほか古紙に含まれる印刷インキに伴う成分や、填料、コーティング剤として、でん粉、カゼイン、クレー、カオリン、炭酸カルシウムなどの微粒子が含まれており、その粒子径も10μ以下のもが多く沈降しにくく、SS、濁度が高く、BOD、CODも比較的高い。(1)(2) この対策として、凝集沈殿法、散水濾床法、活性汚泥法等、種々の処理研究が多数なされている。この報告で採り上げたチリ紙、トイレットペーパー製造工場の廃水は、その放流先が市街地内のいわゆる都市中小河川であり、排水量も4,000t/日と負荷量が大きく、今後の工場増設や排水規制の強化等を考慮した場合、さらに処理効果の向上を図る必要にせまられている。ここでは本県の某チリ紙製造工場(以下A工場とする。)を例にとり、古紙再生チリ紙製造工場廃水の凝集沈殿処理の効率化に関する知見を得、合理的かつ高効率に処理を志向することを目的として、凝集剤の選択、注入量が適切かどうかなどについて、ジャーテストによる基礎実験を行い、種々検討を加えた。

2 製造工程と排水処理の概要

2.1 製造工程

A工場の製造工程と用水および排水の系統をFig. 1に示す。当工場は原料古紙として、多色印刷のある上質紙裁落や雑誌の表紙などの色上を用い、蒸解施設(地球

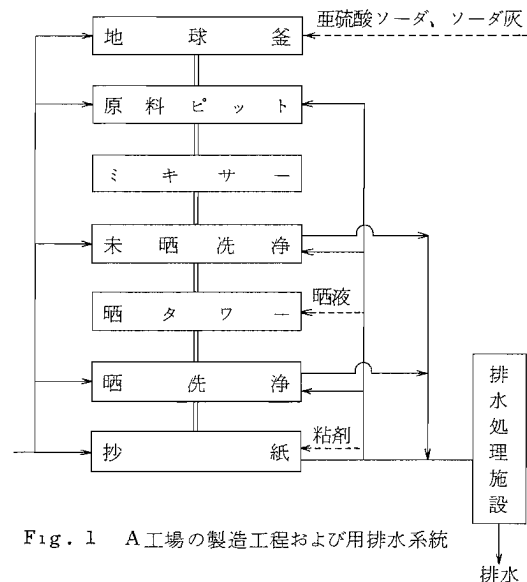


Fig. 1 A工場の製造工程および用排水系統

釜といわれる球型回転釜を用いている。)で蒸解薬品を加えて4時間蒸煮している。ついでミキサーで異物を除いたのち、洗浄して繊維以外の挾雑物を洗い出す。その後、次亜塩素酸ソーダで漂白し、再び洗浄して抄紙機に送り、紙とする。用水の使用状況としては新水は蒸解用、洗浄用、抄紙用、ボイラー用に使われ、各工程からの排水のうち抄紙工程からの白水の一部を新水と混ぜて離解用、未晒洗浄用、晒洗浄用に再利用している。

2.2 廃水処理の概要

廃水処理の系統をFig. 2に示す。凝集沈殿槽は、直径13.5m、深さ5.8m、処理能力が8,000t/日の

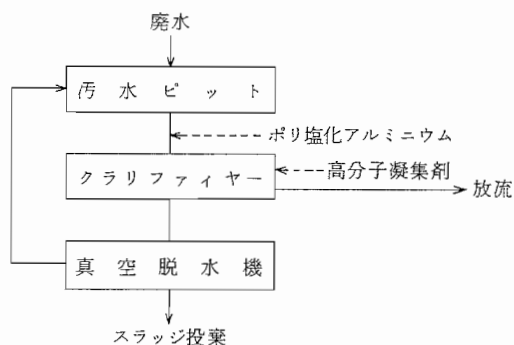


Fig. 2 廃水処理の系統

迂流かく拌式クラリファイヤーで各工程の廃水は汚水ピットで混合され、ポリ塩化アルミニウム（10%水溶液）注入ののちポンプアップされクラリファイヤーに導かれる。廃水は凝集コアの一端に流入し高分子凝集剤が注入され、迂流かく拌によって均一活性なフロックが形成される。このフロック群は沈降分離部に流出して上澄水は外周部より集水され放流される。凝集剤の注入量は1日の排水量、凝集剤の使用量から、ポリ塩化アルミニウム30ppm前後、高分子凝集剤1ppmと推測される。

3 実験方法

3.1 試薬

凝集剤はA工場で現在使用しているものでポリ塩化アルミニウム（以下PACとする。）と弱陽イオン系高分子凝集剤（以下SA. 2510とする。）を使用した。

3.2 シャーテスト

3.2.1 PACによる場合……廃水を200mlのビーカーにとり、PAC（アルミニウム濃度10%溶液）を所定量（各段階のアルミニウム濃度は10～100ppmで10ppm刻みとした。）注入して全量を100mlとした。これをシャーテスターにかけ凝集処理（急速かく拌；130rpmで5分間、緩速かく拌；50rpmで10分間、温度；室温）を行った。10分間静置後上澄水をFig. 3の沈殿管にとり、20分間静置後上澄水を採水し、濁度、pHの測定を行った。

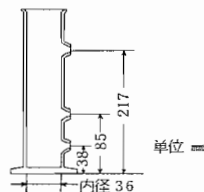


Fig. 3 沈 殿 管

3.2.2 PACおよびSA. 2510を併用した場合……SA. 2510は一定量を注入し、PAC注入量の増加による凝集効果をみた。SA. 2510の注入率は0.5ppm、1.0ppm、2.0ppmの3段階の濃度について行った。SA. 2510の注入は急速かく拌の後、直ちに行った。3.2.3 pHを変化させ併用した場合……廃水をPACおよびSA. 2510の注入後、全量が100mlになるように、200mlのビーカーにとり、PACを所定量加えたのち、pH調整剤（0.2N-NaOHまたは0.2N-HCl）を加え、pHを3～11まで変化させ、以下3.2.2と同様に凝集処理を行い、濁度の測定を行った。

3.3 測定項目、方法

- 1) pH ……pHメーター
- 2) 濁度……衛生試験法注解（1973）の透過光測定法による。
- 3) SS……GFP法⁽³⁾による。

4 結果と考察

4.1 廃水の性状

A工場の廃水と処理水の分析結果をTable Iに示す。

Table I 廃水と処理水の分析結果

	廃 水	処 理 水
pH	8.0	5.9～7.0
SS	113.9	7.1～15.6
BOD	34.6	10.0～15.0

廃水は灰緑色で塩素臭がある。廃水のSS測定において口液にかなりの濁りが認められた。このことから、廃水中の粒子は粒径1μ以下のコロイド粒子まで広く分布し、沈降しにくくなっているものと思われる。このため凝集効果の測定はSSより濁度の方が適当と考えて、濁度を凝集効果の尺度とした。

Fig. 4に廃水を10倍に希釈した試料について0.2N-NaOHまたは0.2N-HClを用いて試料のpH変化に伴う濁度（30分後の上澄水）変化の状況を示す。

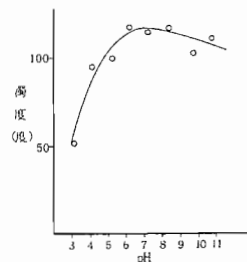


Fig. 4 pHによる濁度変化

その結果、pH 3～4 付近で濁度の低下が認められた。従ってpHの酸性側において凝集現象が起こると考えられる。

4.2 PACによる凝集効果

Fig. 5にPACの注入による凝集効果を、Fig. 6にその時のpHの変化を示す。PAC 40 ppm附近まで

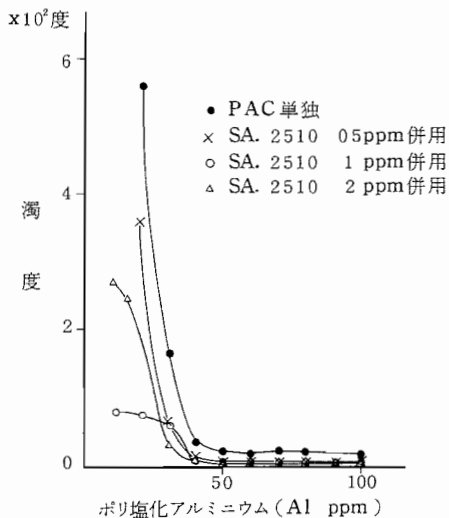


Fig. 5 凝集剤による効果

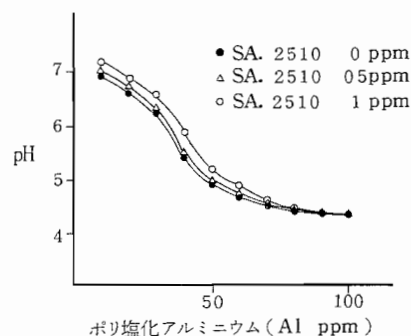


Fig. 6 凝集剤の添加によるpH変化

急激な濁度の低下がみられるが、40 ppm以後100 ppmまでPACの増加にもかかわらず、濁度は20度付近で平行線を示した。pHはPACの注入量とともに低下する。

4.3 PACおよびSA. 2510を併用した場合の凝集効果

Fig. 5に両凝集剤の併用による凝集効果を示す。PAC注入率10、20 ppmにおいては、SA. 2510 1 ppmが一番凝集効果がすぐれ、以下SA. 2510 20 ppm、0.5 ppmと続く。しかし、PAC 40 ppm以後はSA. 2510の注入率に関係なく、濁度は10度以下となり、

いずれも透明となる。従って、PAC注入率は40 ppm以上が望ましい。またSA. 2510を併用した方がPAC単独で使用するよりも効果は著しい。SA. 2510の注入量の増加は凝集効果の増大に結びついてはいない。通常懸濁粒子は粒子の微細化、負の表面荷電により安定化しており、荷電の中和には無機凝集剤が有利であり、荷電の要因が除去されたのちには高分子凝集剤による微粒子の粗大化が有利であるとされている。(4) Fig. 6にpH変化を示したがSA. 2510の注入率の違いによるpHの変化はみられない。

4.4 pH変化による両凝集剤の併用効果

Fig. 7にpH変化による両凝集剤の併用効果を示す。

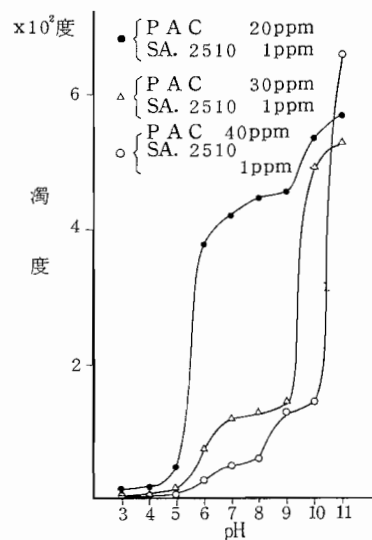


Fig. 7 pH変化による両凝集剤の併用効果

PACの注入量の増加とともに、最適凝集領域の幅は、酸性側から中性側へと広がりが認められた。また凝集効果もわずかず上昇している。pHが10～11になるといずれも濁度は500～600と急激に上昇する。このときのフロックの状態は、pH 4付近では小さく、pH 6以上では大きく、均一であった。またpH 4以下の領域で凝集性はきわめてよいが、この領域になるとアルミニウムの溶解度が高くなり、凝集処理後中和すると、水酸化アルミニウムの沈殿が出現してきた。酸性側からアルカリ側になるにしたがい凝集効果が悪化することについては、懸濁粒子が水中よりOH⁻を吸着して負に帯電しており、酸性側でこのOH⁻が減少し、アルカリ側では増大するものと考えられる。(5) またpHが上昇するに従ってPACの正荷電総量は減少し、荷電中和能力が低下するためと思われる。

5 ま と め

A工場の凝集剤の注入量はPAC30ppm、SA.25101ppmと推測される。この注入量においてジャーテストした結果は濁度60度、pH6.6であるが、Fig.5から明らかなように、この注入量は処理効果の面について考えるならば、濁度の低下線上にあり、適切でない。PACを40ppmに上げることによって処理水は透明となる。

処理水のpHはPACの注入量により影響をうける。A工場のSS濃度の変動は、処理水のpHの変動から考えてPACの注入量のバラツキによるものと考えられる。PACの注入量が40ppmを越えるとpHは6以下となりpH調整を行ってから放流する必要がある。pH調整を行わないとすればPACの注入量は30ppmが限界であろう。従って今後、処理効果の向上を期待するならば、SA.25101ppm、PAC40～50ppm、pH4.5～5.5で凝集処理を行い、pH調整後放流という条件が最適と考える。この場合pH4.5～5.5の条件はPACの添加により満たされるため、pH調整は放流前だけで

よい。SA.25101ppm、PAC30ppm、pH4～5の条件も考えられるが、PACの注入後、pH調整の必要があり、pH制御のむずかしさ、処理施設の増設費等に問題がある。実際の施設においては、化学工学的因子のためビーカーテストの結果より悪くなる場合が多いとされるため、この実験で得られた条件を実際の施設に適用し、検討を加えたい。今後はさらに工程別の廃水の性状を把握して、処理水の再利用まで考えた処理を検討する必要がある。

引 用 文 献

- 1) 田代均：PPM、Vol17、№5、1976
- 2) 通産省立地公害局編：廃水処理技術指導書（紙パルプ工業部門）、1975
- 3) 環境庁告示第64号附表第4
- 4) 水質汚濁と防止技術：化学工業社
- 5) 酒沢千嘉弘他：水処理技術、Vol16、№10、1975