

高速凝集沈殿処理技術の 実用化に関する研究

1. 研究目的

大津市の下水道事業は、計画処理区域が約6,807haで単独公共下水道2処理区（大津、藤尾）及び琵琶湖流域関連公共下水道2処理区（湖南中部、湖西）の計4処理区で整備を進めている。

大津浄化センターのある大津処理区は、市の中心市街地である大津及び膳所地区を中心とした計画処理区域約1,471haの単独公共下水道で昭和36年度より整備が進められている。このうち大津及び膳所地区の約155haは浸水解消を目的に合流式で整備されている。

この大津処理区は、排水系統の一部に合流区域を含む複雑なものであることから、雨天時における雨水吐室からの越流水や簡易処理水も汚濁負荷の流出に影響を及ぼしており、合流式下水道の改善対策も緊急的な課題となっていた。

そこで、平成8年度より4年間をかけ合流改善調査を実施し(財)下水道新技術推進機構を事務局とする「合流式下水道の改善（大津市）検討委員会」を通じて改善方策を検討した。

本調査研究の対象となっている高速凝集沈殿は、CSOに対する簡易処理能力の向上を図るため合流改善調査で緊急対策として位置付けられた改善対策である。

本調査研究は、汚濁負荷の削減について中期目標である「分流並み」を達成するため、大津市におけ

るCSOの特性を考慮した上で高速凝集沈殿処理技術について実用化に向けた検討を行う。

具体的には合流改善計画で設定された汚濁負荷削減目標の達成を前提として、経済性（建設費及び維持管理費）に優れ、省面積が図れるよう沈殿槽上昇速度、除去率、薬品添加率等の設計諸元を確立し、主に雨天時を主体とした運転・維持管理について効率的なフロー、自動運転等による簡素化等について検討することを目的とするものである。

2. 研究内容

2.1 対象技術の概要

高速凝集沈殿法は、従来の凝集沈殿処理工程に微粒砂（粒径100 μ m程度）を添加することにより、微粒砂を核とする凝集フロックの相当径と密度を大きくすることで、フロックの沈降速度を大きくし、汚濁物質をとりこんだフロックがすみやかに沈殿することでコンパクトな設備でありながら処理能力の高い処理法である。

処理プロセスの基本構成は、通常の凝集沈殿法と同様に無機凝集剤を原水中に均一に拡散させるための「急速攪拌槽」、高速凝集沈殿処理法の特徴でもある微粒砂と高分子凝集剤を均一に拡散させるための「注入攪拌槽」、無機凝集剤、微粒砂、および高分子凝集剤によって形成された微少フロックを大きく成長させるための「フロック形成槽」、生成した

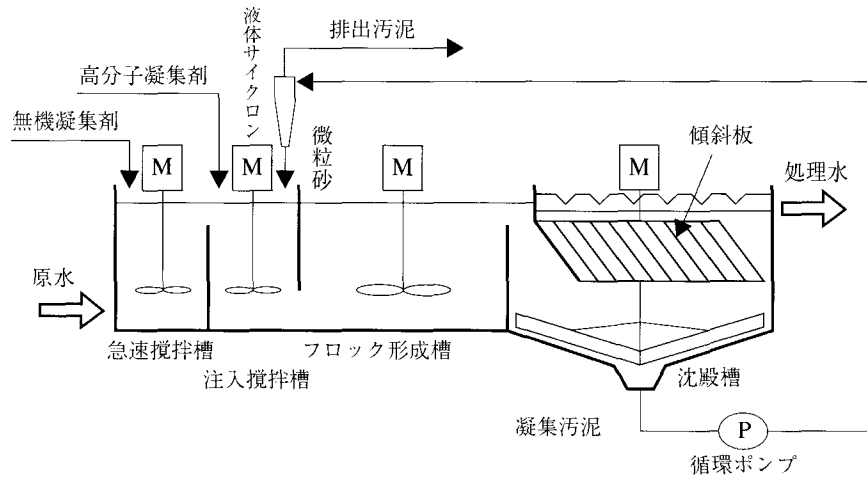


図-1 高速凝集沈殿処理フロー

フロックを固液分離するための傾斜板をそなえた「沈殿槽」からなる。処理フローを図-1に示す。

2.2 想定された除去率

前述した合流改善計画の中で高速凝集沈殿処理の性能について想定されており、その除去率の想定値を表-1に示す。

表-1 想定された除去率

水質項目	除去率 [%]
SS	80
BOD	75
COD	55
T-N	15
T-P	80

2.3 研究内容

2.3.1 研究項目

天津市浄化センター内に設置したパイロットプラントによる処理実験を行った。

処理実験の対象としては、本浄化センター流入汚水とした。

(1) 基礎実験

① 流入水性状の把握

実験を通じて流入水の性状を把握する。

② 晴天時流入汚水処理実験

本法の適用性と処理性能を評価するためには、雨天時のみでは実験日数が足りないため、雨天時流入汚水処理実験を進めるにあたり、薬品添加率、水面積負荷等の実験条件の目安とするよう晴天時流入汚水に対して処理実験を行った。

この実験では、沈殿槽上昇速度(水面積負荷率)、

無機凝集剤および高分子凝集剤の注入率と処理性能の関係を求める。

また、間欠運転を想定した場合に空の状態からの立ち上がり性能の確認と流入変動を与えた場合の処理性能を確認する。

③ 雨天時流入汚水処理実験

晴天時流入汚水処理実験の結果から、適切と考えられた沈殿槽上昇速度および凝集剤注入率で処理実験を行い、本技術の処理特性を調査する。

(2) 処理能力の安定性の把握

雨天時流入汚水量は時々刻々と変化するので、高速凝集沈殿処理施設においても流入量の変動を受ける。したがって、流入量の変動が処理性能に与える影響を把握する。

(3) 運転・管理方案の検討

本処理技術の運転費は、無機及び高分子凝集剤の使用量が大きく影響する。したがって、これらの凝集剤注入率の適切な制御が重要となるので、最適な凝集剤注入率制御方法について検討する必要がある。

また、本処理施設は、雨天時のみの使用となるが、一度使用した後どのような状態で待機すべきなのか検討をする。

(4) 設備設計諸元の把握

前述した成果を基に本処理施設の設計諸元を明らかにする。

(5) 天津市浄化センターへの適用性の検討

本処理技術を天津市浄化センターに適用するに当たって、本処理施設の適切な配置場所、建設費および維持管理費を算定し、簡易放流負荷削減量、経済性評価等を行い、本処理施設を天津市浄化センターに設置する効果を算定する。

2.3.2 全体研究スケジュール

本研究の全体研究スケジュールを表-2に示す。

表-2 全体研究スケジュール

研究項目	平成12年度	平成13年度
基礎実験	—	—
処理能力の安定性把握	—	—
運転・管理方案の検討	—	—
設備設計諸元の把握	—	—
大津市浄化センターへの適用性の検討	—	—

3. 研究結果

3.1 基礎実験

3.1.1 流入水性状

今回収集したデータを整理して、表-3~表-5に示す結果を得た。

雨天時流入汚水は、濁度とT-Nを除く各水質項目との相関関係が認められた。また、SSと各水質項目との関係を見ると、CODとT-Pとは高い相関が認められるが、BODとT-Nとは相関が認められない。

表-3 濁度とその他の水質項目の相関関係 (晴天時)

項目	検体数	相関式	R ²	評価
SS	169	y = 1.5733x - 68.119	0.5563	○
BOD	12	y = -0.0524x + 190.86	0.0022	×
COD	5	y = 0.3863x + 36.994	0.8257	○
T-P	164	y = 0.0171x + 0.9038	0.5033	○
T-N	5	y = 0.0854x + 15.263	0.5251	○

表-4 濁度とその他の水質項目の相関関係 (雨天時)

項目	検体数	相関式	R ²	評価
SS	104	y = 1.0513x + 6.2789	0.7921	○
BOD	29	y = 0.6851x + 6.4439	0.7266	○
COD	97	y = 0.3976x + 9.7657	0.8797	○
T-P	100	y = 0.016x + 0.5667	0.7012	○
T-N	22	y = 0.0255x + 7.3633	0.0525	×

注)濁度に対し水質値が低い検体を除外した (SS3検体, BOD6検体)

表-5 SSとその他の水質項目の相関関係

項目	検体数	相関式	R ²	評価
SSとBOD	40	y = 0.1811x + 178.53	0.129	×
SSとCOD	133	y = 0.1333x + 59.075	0.5041	○
SSとT-N	33	y = 0.0534x + 15.662	0.0497	×
SSとT-P	136	y = 0.0083x + 1.8738	0.6586	○

3.1.2 晴天時流入汚水処理実験

(1) 沈殿槽上昇速度と処理特性

沈殿槽上昇速度80, 120, 160m/時における処理性能を調査した結果、いずれの場合も処理水質は良好であった。その結果を図-2に示す。

凝集剤添加率は、PACが15mg/l (A l₂O₃として)、高分子凝集剤が1.5mg/lとした。(以下、PAC添加

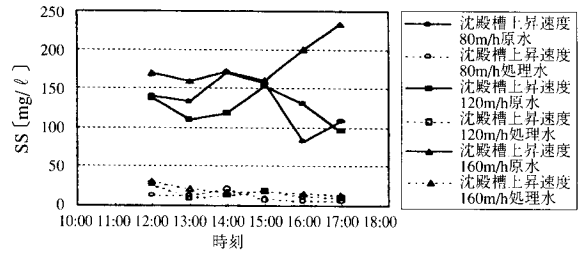


図-2 沈殿槽上昇速度毎の処理状況

率はA l₂O₃としての数値とする。)

(2) 凝集剤注入率と除去性能

あるPACの注入率に対し高分子凝集剤の注入率を5水準に変化させて、それぞれの処理性能を調査した結果、SS除去率80%以上を確保するため、PACの注入率に対し、適切な注入率があることが明らかとなった。その結果を表-6に示す。

表-6 PAC注入率と高分子凝集剤注入率

PAC注入率 (mg/l)	高分子凝集剤注入率 (mg/l)
5~10	0.8~1.0
15~20	1.2
25~30	2.0

注1:沈殿槽上昇速度を120m/時と設定。
注2:流入汚水のSS濃度は、48~297mg/l

(3) 初期立ち上がり性能

初期立ち上がり性能について沈殿槽上昇速度80, 120, 160m/時で1回ずつ実施した。これらの結果の一例として160m/時のものを図-3に示す。

実験は、沈殿槽に原水を満たした状態から運転を開始し、凝集剤添加率はPACが15mg/l、高分子凝集剤が1.5mg/lとしたが、いずれの場合も槽内滞留時間分(160m/時の場合は約4分)経過した後はSS除去率80%以上で安定した処理水質が得られた。

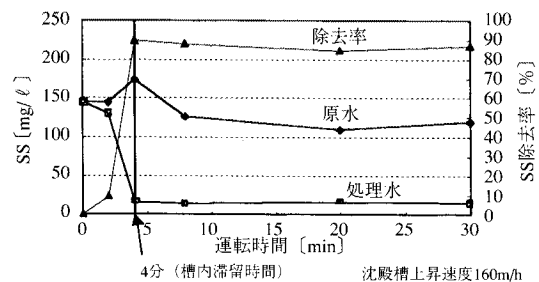


図-3 初期立ち上がり特性処理実験

3.1.3 雨天時流入汚水処理実験

(1) 処理特性

この実験における薬品注入率は、PAC注入率5mg/lおよび高分子凝集剤注入率1.0~1.2mg/lとした。(これらの注入率は、晴天時流入汚水処理実験において、SS除去率80%以上を達成できた最小の凝集

剤添加率に近い値である。) また、沈殿槽上昇速度は120m/時とした。実験結果を図-4~図-8に示す。

SS除去率を見ると全てのケースで80%以上の除去率であり、SS濃度が高いほど除去率が高い傾向がある。

雨天時流入汚水の場合は、極めて沈降性の良い(比重が大きい、または粒径の大きい)物質の量が増

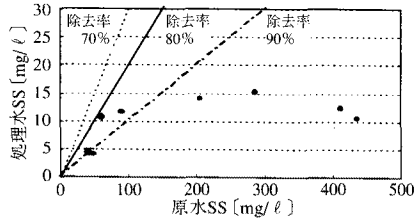


図-4 SS除去率

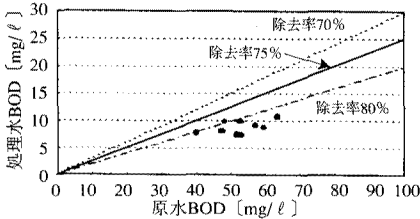


図-5 BOD除去率

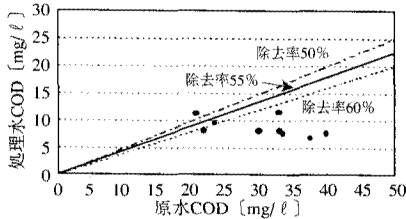


図-6 COD除去率

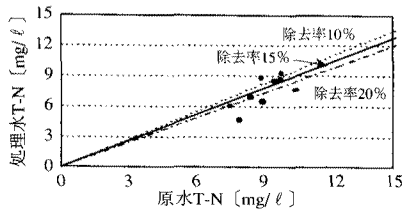


図-7 T-N除去率

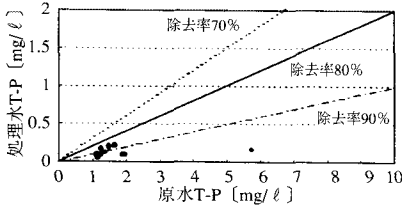


図-8 T-P除去率

加しているために、凝集剤の注入率を増加させることなく、除去率が高くなったものと考えられる。このような傾向は、T-P, CODにも認められる。

このような現象が現われた理由としては、雨天時流入汚水性状調査の結果からSSと相関があったものはT-P, CODであったことから、T-P, CODはSSに起因するものと考えられる。雨天時流入汚水処理実験における各水質項目ごとの除去率を整理したものを表-7に示す。

表-7 雨天時流入汚水処理実験除去率

水質項目	雨天時処理実験結果		想定除去率
	流入水質範囲 (mg/l)	除去率	
SS	40~438	82~97%	80%
BOD	40~71.2	80~86%	75%
COD	21.7~39.9	45~82%	55%
T-N	7.64~10.6	3~42%	15%
T-P	1.12~5.77	86~97%	80%

今年度の結果では、SS, T-P, BOD, が想定された除去率を上回っていた。また、CODは、概ね上回っていたのに対し、T-Nは、どちらとも言えない結果となった。

本技術は、凝集剤を添加する凝集沈殿処理を基本としているもので、本来、SSおよびT-Pが除去対象となるものである。

したがって、今後、本技術の性能目標値を設定するにあたっては、この点に留意してゆく必要があると考えられる。

4. 今後の予定

- ① 平成13年度も雨天時処理実験を継続。
- ② 雨天時流入変動に対する安定性の検証。
- ③ 薬品添加率のさらなる削減を目指す。
- ④ 自動濁度比例制御運転等の自動運転が可能な処理システムの検討。
- ⑤ 運転・管理方案の確立。
- ⑥ 雨天時におけるI系最初沈殿池越流水質、II系最初沈殿池越流水質を調査し、本法の処理対象水として処理場流入水または最初沈殿池越流水の比較検討をする。
- ⑦ 性能目標値の設定。

●この研究を行ったのは

研究第一部長 江藤 隆
 研究第一部主任研究員 星野 寧
 研究第一研究員 吉野 正章

●この研究に関するお問い合わせは

研究第一部長 江藤 隆
 研究第一部主任研究員 藤野 正人
 研究第一研究員 吉野 正章