

1. 技術概要

本技術は、従来の凝集沈殿技術にマイクロサンドを添加し、汚濁物質を取り込んだフロックを速やかに沈殿させるため、コンパクトな設備でありながら処理能力の高い技術である。本技術の処理フローを図 - 1 に示す。

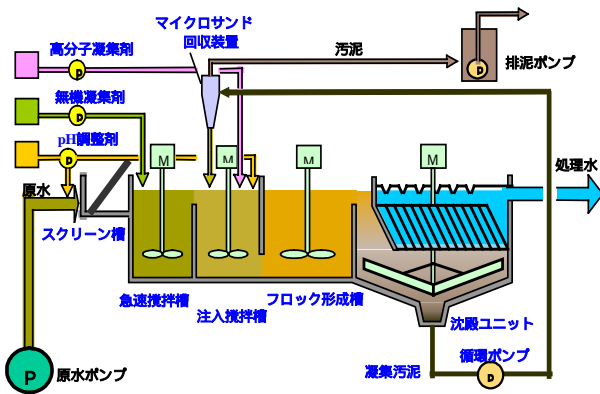


図 - 1 高速凝集沈殿処理の処理フロー

本技術は主にスクリーン槽、急速攪拌槽、注入攪拌槽、フロック形成槽、沈殿ユニットから構成される。スクリーン槽で原水中の夾雑物を除去する。急速攪拌槽では、無機凝集剤と、必要に応じて pH 調整剤を原水中に添加し、機械的に急速攪拌することにより、原水中の懸濁物質をマイクロフロック化する。注入攪拌槽では、本技術の特徴であるマイクロサンドと高分子凝集剤を添加する。フロック形成槽では、緩速攪拌することにより、マイクロサンドを核とした比重が大きく沈降速度の速いフロックが形成される。沈殿ユニットには、傾斜板等を設置し、生成したフロックを高速に固液分離する。沈殿したマイクロサンドと汚泥から成る凝集汚泥を循環ポンプで引き抜き、マイクロサンド回収装置に供給する。マイクロサンド回収装置よりマイクロサンドと汚泥に分離し、マイクロサンドは再利用する。上澄水は処理水として放流される。

2. 開発研究

(1) 必要性能と開発目標

【募集要領に記載された開発目標（必要性能）】  
 「合流式下水道改善に関する技術開発 募集要領」に記載された開発目標（以下、「必要性能」という）は、合流式下水道において、雨天時に、ポンプ場から排出される下水、または終末処理場において最初

沈殿池への流入水について、従来技術（雨水沈殿池）の汚濁物質除去性能 BOD 除去率 30%、SS 除去率 30%）を上回る性能を有する技術である。

これを表 - 1 に示す。

表 - 1 募集要領に記載された開発目標（必要性能）

適用範囲	・ポンプ場から排出される下水 ・終末処理場における最初沈殿池への流入水
必要性能	従来技術（雨水沈殿池）の汚濁物質除去性能（BOD 除去率 30%、SS 除去率 30%）を上回る性能を有する技術であること。

【技術提案者が提示した開発目標】

技術提案者が提示した開発目標（以下、「開発目標」という）を表 - 2 に示す。開発目標は、表 1 の必要性能を上回る目標を技術提案者が自ら設定するものであり、そのイメージ図を図 - 3 に示す。

表 - 2 技術提案者が提示した開発目標

適用箇所	・ポンプ場 ・終末処理場
適用範囲	・ポンプ場の流入水 ・ポンプ場から排出される下水 ・終末処理場の流入水 ・終末処理場の最初沈殿池流入水 ・終末処理場の最初沈殿池越流水
開発目標	1 降雨ごとの汚濁物質除去性能で SS 除去率 80%、BOD 除去率 75%、COD 除去率 55%、T-N 除去率 15%、T-P 除去率 80%以上とする。

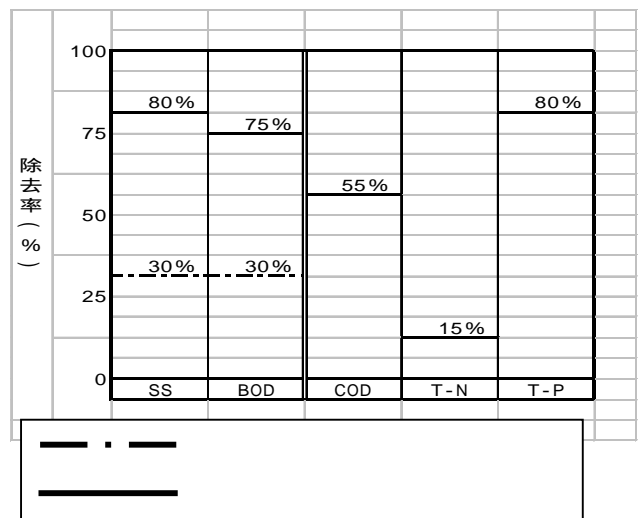


図 - 3 募集要領の必要性能と技術提案者が提示した開発目標

(2)開発研究方法

実験場所と期間

実験は大津市大津浄化センターおよび藤沢市辻堂浄化センターに流入水量 120m<sup>3</sup>/時 (2,880m<sup>3</sup>/日) 滞留時間 6 分程度のパイロットプラントを設置し、実施した。表 - 3 に適用範囲と実験対象水の関係、表 - 4 に実験場所と期間を示す。

また、図 - 4 に大津市大津浄化センターにおける実験フローを、図 - 5 に藤沢市辻堂浄化センターにおける実験フローを示す。

表 - 3 適用範囲と実験対象水の関係

適用範囲	実験対象水
・ポンプ場の流入水 ・ポンプ場から排出される下水 ・終末処理場の流入水	沈砂池流入水
・終末処理場の最初沈殿池流入水	最初沈殿池流入水
・終末処理場の最初沈殿池越流水	最初沈殿池越流水

表 - 4 実験場所と期間

実験場所 (実験時点処理区域 / 計画 処理区域)	実験対象水	実験期間
大津市 大津浄化センター (1,322ha/1,437ha) <sup>1</sup>	最初沈殿池流入水 最初沈殿池越流水	平成 12 年 6 月 ~ 平成 14 年 3 月
藤沢市 辻堂浄化センター (2,246ha/2,434ha) <sup>2</sup>	沈砂池流入水 最初沈殿池流入水 最初沈殿池越流水	平成 15 年 2 月 ~ 平成 15 年 7 月

1 平成 11 年度下水道統計行政編より

2 平成 13 年度下水道統計行政編より

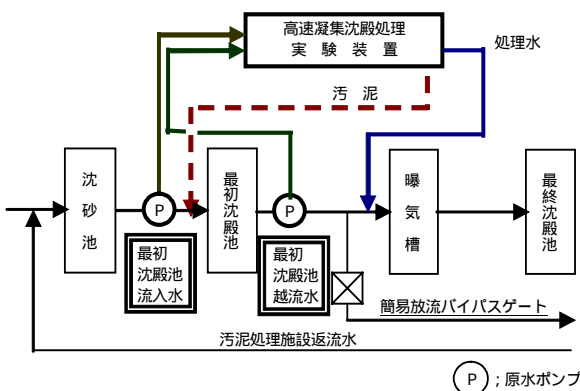


図 - 4 大津市大津浄化センターにおける実験フロー

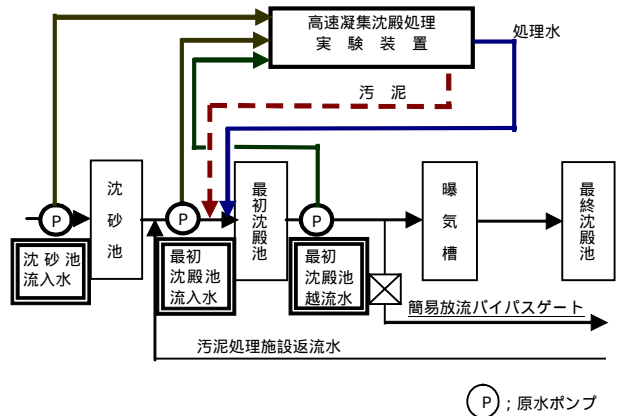


図 - 5 藤沢市辻堂浄化センターにおける実験フロー

実験プラント

実験装置仕様を表 - 5 に示す。また、写真 - 1 および写真 - 2 にパイロットプラント設置写真を示す。

表 - 5 実験プラント仕様

No	名称	仕様	台数
1	急速攪拌槽	有効容量 1.4m <sup>3</sup> 攪拌機 0.4kW	1
2	注入攪拌槽	有効容量 1.4m <sup>3</sup> 攪拌機 0.4kW	1
3	フロック形成槽	有効容量 4m <sup>3</sup> 攪拌機 0.4kW	1
4	沈殿ユニット	有効容量 3.6m <sup>3</sup> 掻寄機 0.2kW 固液分離部水面積 1m <sup>2</sup>	1
5	原水ポンプ	2.7m <sup>3</sup> /分 11kW	3
6	高分子凝集剤注入設備	高分子凝集剤自動溶解装置 0.46 kW 注入ポンプ 最大 7.2L/分 0.4kW	1
7	無機凝集剤注入設備	タンク 2m <sup>3</sup> 注入ポンプ 最大 2L/分 0.4kW	1
8	pH 調整剤注入設備	タンク 0.5m <sup>3</sup> 注入ポンプ 最大 2L/分 0.2kW	1
9	循環ポンプ	最大 0.2m <sup>3</sup> /分 3.7kW	1
10	排泥ポンプ	0.4m <sup>3</sup> /分 1.5kW	1
11	自動スクリーン	目幅 2.5mm 0.2kW	1
12	マイクロサンド回収装置	187 × 650mm	1
13	原水流量計	0 ~ 200m <sup>3</sup> /時 150A	1
14	循環流量計	0 ~ 20m <sup>3</sup> /時 40A	1
15	原水濁度計	0 ~ 9999NTU	1
16	処理水濁度計	0 ~ 100NTU	1
17	原水 pH 計	0 ~ 14	1
18	フロック形成槽 pH 計	0 ~ 14	1
19	処理水 pH 計	0 ~ 14	1
20	原水温度計	0 ~ 100	1



写真 - 1 パイロットプラント  
( 大津浄化センター内設置 )

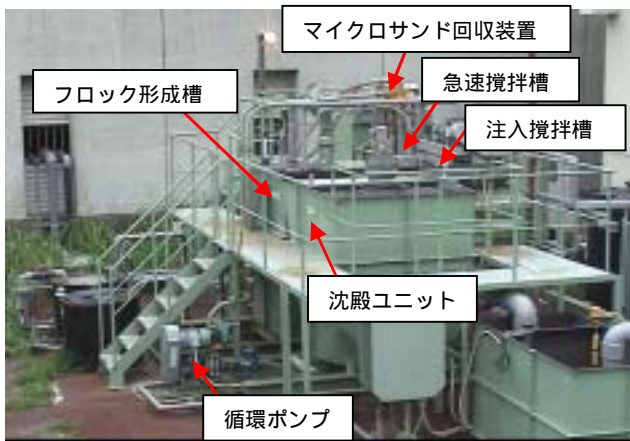


写真 2 パイロットプラント  
( 辻堂浄化センター内設置 )

#### 評価方法

本技術に関して、必要性能と開発目標が達成されたことを確認するにあたって、以下に示す項目に留意した。

#### 【汚濁物質除去性能としての除去率の定義】

汚濁物質除去性能としての除去率は 1 降雨ごとの総負荷量から、以下の算出式により計算した。

$$\text{除去率 (\%)} = \frac{(\text{流入総負荷量} - \text{流出総負荷量})}{\text{流入総負荷量}} \times 100$$

図 - 6 の概念図に示すように、1 降雨ごと、流入総負荷量は測定時刻における流入水量と流入水質の積として、また、流出総負荷量は流入水が処理されて出てくる滞留時間 ( 6 分程度 ) を見込んだ処理水量と処理水質の積として、それぞれ計算する。測定時刻間の水質変動は直線で補間し、サンプリング開始から終了まで積分値として面積を算出した。また、

流入水量は 120m<sup>3</sup>/時で一定とした。

直線区間内において連続計測している濁度が大きな変動をした場合、濁度により補間した。

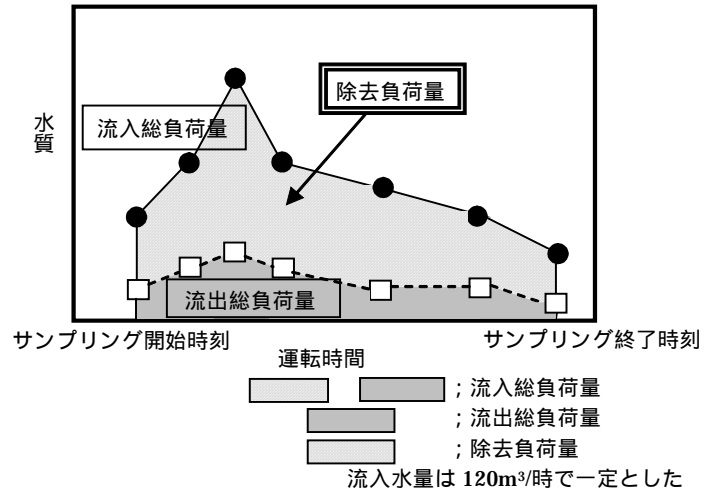


図 - 6 一降雨ごとの汚濁除去負荷量の算出概念図

#### 【実験フィールドで雨天時に行う実験について】

##### 雨天時の実験対象降雨

実験対象とする降雨は、実験フィールドの地域特性として、降雨強度、継続時間、総降雨量等を明示して、装置・システムの除去性能を評価し得る降雨につき、数パターン、複数回サンプリングし、再現性のあるデータを提示した。

##### サンプリング

藤沢市辻堂浄化センターの実験において、雨天時の実験における採水間隔は、ファーストフラッシュを捉えるよう、降雨降り始め時を起点とし 15 分間隔で初期 1 時間、その後は間隔を 30、60 分と長くした。

大津市大津浄化センターの実験では、30 分 ~ 60 分間隔でサンプリングを行った。

##### 評価結果

沈砂池流入水を対象とした処理実験は、ポンプ場の流入水、ポンプ場から排出される下水、終末処理場の流入水に対する適用性について検討するものである。藤沢市辻堂浄化センターにて、平成 15 年 3 月 ~ 5 月に実験を実施した。平成 15 年 4 月 8 日の、藤沢市辻堂浄化センターの処理場流入水量と降雨量および沈砂池流入水と処理水の SS と BOD について経時変化を図 - 8 ( 1 ) ~ ( 3 ) に示す。

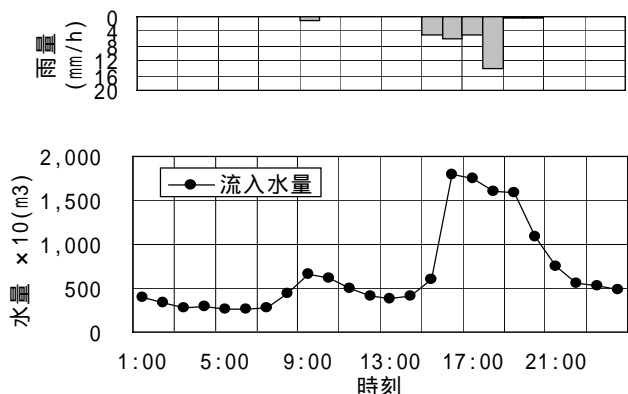


図 - 8 ( 1 ) 処理場流入水量と降雨量の経時変化

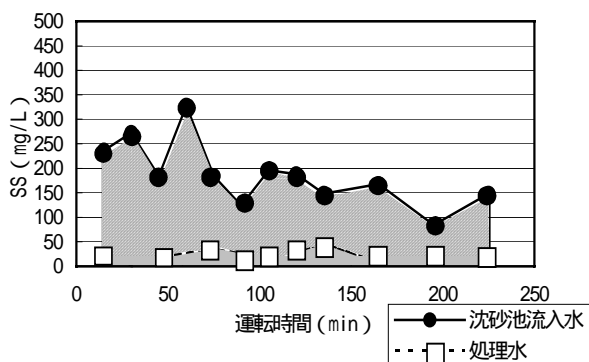


図 - 8 ( 2 ) 沈砂池流入水と処理水の SS の経時変化

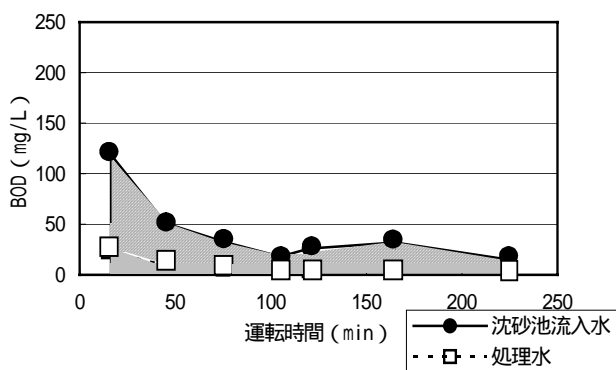


図 - 8 ( 3 ) 沈砂池流入水と処理水の BOD の経時変化

1 降雨ごとの汚濁負荷除去率（実証除去率）を、必要性能、開発目標の除去率と比較し表 - 6 に示す。また、計 5 回の実験における流入原水の水質分析最大値と最小値についても、合わせて示す。

したがって、本技術は、ポンプ場の流入水、ポンプ場から排出される下水、終末処理場の流入水に対して、必要性能のみならず開発目標の各水質項目の除去率を上回る結果を達成した。図 - 9 に達成状況を示す。

表 - 6 沈砂池流入水実験における汚濁負荷除去率

分析項目	原水水質 (mg/L)	必要性能除去率 (%)	開発目標除去率 (%)	実証除去率 (%)
SS	84 ~ 645	30	80	81.1 ~ 96.2
BOD	5 ~ 232	30	75	76.6 ~ 92.6
COD	12.3 ~ 135	-	55	65.0 ~ 87.7
T-N	0.8 ~ 39.4	-	15	60.6 ~ 74.6
T-P	0.52 ~ 3.38	-	80	80.1 ~ 95.3

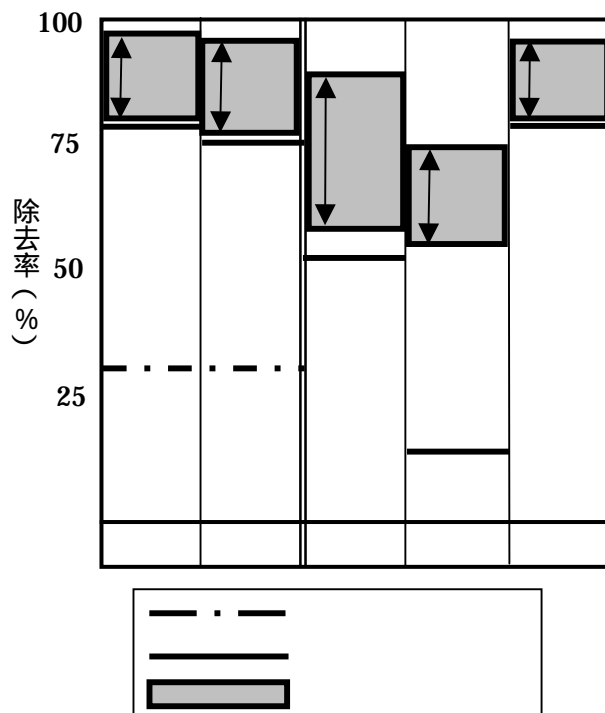


図 - 9 沈砂池流入水実験における汚濁負荷除去率のまとめ

最初沈殿池流入水を対象とした処理実験は、終末処理場の最初沈殿池流入水に対する適用性について検討するものである。大津市大津浄化センターならびに藤沢市辻堂浄化センターにて実験を実施した。大津市大津浄化センターでは平成 12 年、平成 13 年に実験を実施し、計 4 回の実験データが得られた。また、藤沢市辻堂浄化センターでは平成 15 年 7 月に実験を実施し、計 2 回の実験データが得られた。

1 降雨ごとの汚濁負荷除去率（実証除去率）を、必要性能、開発目標の除去率と比較し表 - 7 に示す。また、計 6 回の実験における流入原水の水質分析最大値と最小値についても、表 - 7 に合わせて示す。

したがって、終末処理場の最初沈殿池流入水に対して、必要性能のみならず開発目標の各水質項目の除去率を上回る結果を達成した。図 - 10 に達成状況を示す。

表 - 7 最初沈殿池流入水実験における汚濁負荷除去率

分析項目	原水水質 (mg/L)	必要性能除去率 (%)	開発目標除去率 (%)	実証除去率 (%)
SS	39.5 ~ 497	30	80	89.6 ~ 95.0
BOD	40.0 ~ 299	30	75	81.5 ~ 84.7
COD	20.4 ~ 105	-	55	57.6 ~ 76.6
T-N	7.6 ~ 37.5	-	15	24.6 ~ 64.6
T-P	1.10 ~ 5.77	-	80	88.4 ~ 93.1

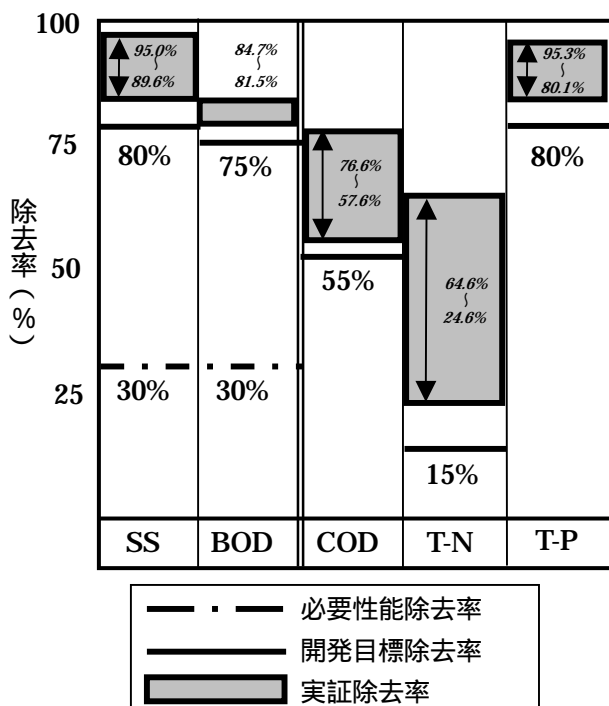


図 - 10 最初沈殿池流入水実験における汚濁負荷除去率のまとめ

技術評価

【募集要領に記載された開発目標 (必要性能) 結果】  
募集要領に記載された開発目標 (必要性能) に対する評価結果を表 - 8 に示す。

表 - 8 募集要領に記載された開発目標と評価

適用範囲	・ポンプ場から排出される下水 ・終末処理場における最初沈殿池への流入水
必要性能	従来技術 (雨水沈殿池) の汚濁物質除去性能 (BOD 除去率 30%、SS 除去率 30%) を上回る性能を有する技術であること。
評価結果	BOD 除去率 30%以上、SS 除去率 30%以上となり、必要性能を有すると認められる。

【技術提案者が提示した開発目標結果】

技術提案者が提示した開発目標に対する評価結果を表 - 9 に示す。

表 - 9 技術提案者が提示した開発目標と評価

適用範囲	・ポンプ場の流入水 ・ポンプ場から排出される下水 ・終末処理場の流入水 ・終末処理場の最初沈殿池流入水	・終末処理場の最初沈殿池越流水
開発目標	1 降雨ごとの汚濁負荷除去率で SS 除去率 80%、BOD 除去率 75%、COD 除去率 55%、T-N 除去率 15%、T-P 除去率 80% 以上とする。	
評価結果	1 降雨ごとの汚濁負荷除去率で SS 除去率 80%、BOD 除去率 55%、T-N 除去率 15%、T-P 除去率 80% 以上となり、開発目標を達成したと認められる。 尚、BOD 除去率は 68.4 ~ 74.7% であった。	

3. 技術の特徴

既存技術と比較し、アクティブフロは以下の特徴を有する。

アクティブフロによる汚濁物質の除去は、無機凝集剤により処理対象水中の汚濁物質をフロック化し、高分子凝集剤を利用し、マイクロサンドに絡めることにより、マイクロサンドを核とした比重の大きいフロックが形成され、速やかに沈殿除去される。

図 - 11 にマイクロサンドとフロックの結合イメージ図を示す。

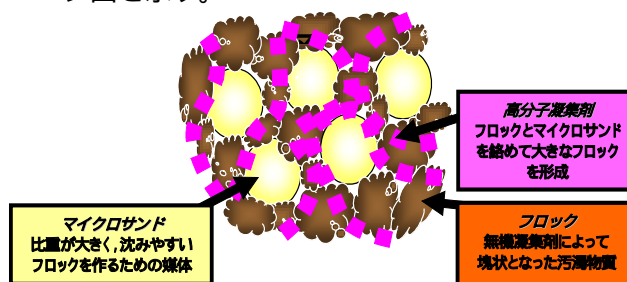


図 - 11 マイクロサンドとフロックの結合イメージ図

また、マイクロサンドはマイクロサンド回収装置で回収・再利用されるため、補充量は少なくすむ。薬品を使用することにより、処理対象水の汚濁変動に対応できるため、終末処理場のみならず、ポンプ場にも適用可能である。

薬品を使用することにより、汚濁物質除去率 (SS 除去率 80%以上・BOD 除去率 75%以上・COD 除去率 55%以上・T-N 除去率 15%以上・T-P 除去率 80%以上) が高い。(ただし、溶解性成分は除去できない。)

汚泥は沈殿ユニットから連続で引抜かれ、マイク

ロサンド回収装置により連続で排出されるため、施設の連続運転が可能である。

運転は基本的に自動で制御され、巡回監視と計器による監視で管理できるため、運転管理は容易である。

#### 4. 適用方法

アクティブロは、必要設置面積が小さく、省スペース化を図ることができるため、スペースの制限があるポンプ場や終末処理場の既存施設を活用することができる。また、ポンプ場の沈殿池および終末処理場の雨水沈殿池や最初沈殿池の改造により、アクティブロを導入することも可能である。設置例として、終末処理場の最初沈殿池の改造による設置と、ポンプ場に設置した例をそれぞれ図 - 12、図 - 13 に示す。

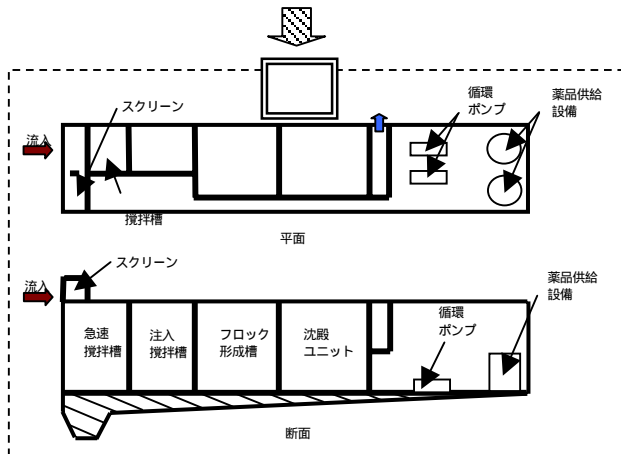
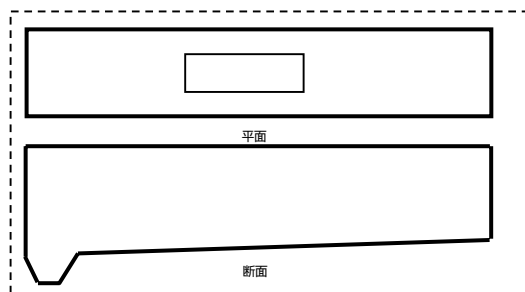


図 - 12 最初沈殿池の改造による設置例

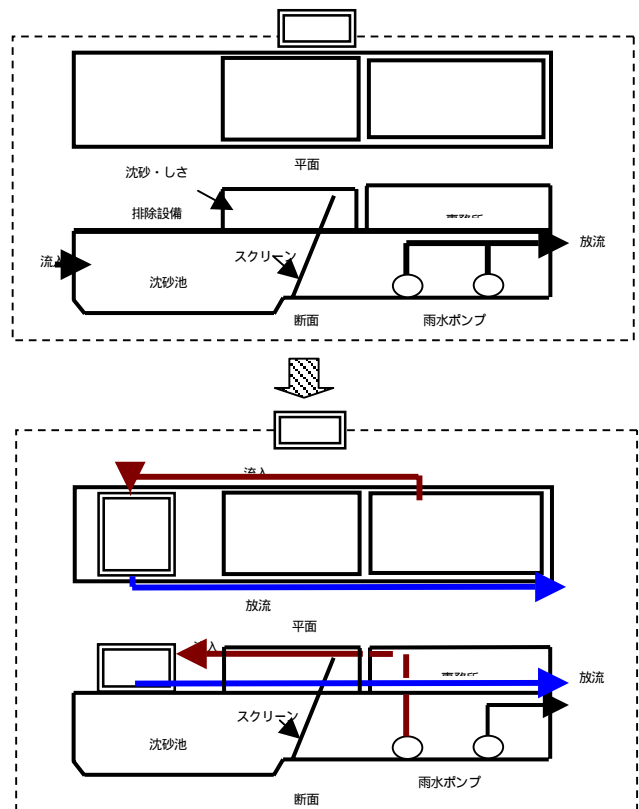


図 - 13 ポンプ場設置例

図 - 13 は、雨水ポンプの1台をアクティブロの取水ポンプとして活用した例である。アクティブロは場内の空きスペースに設置するが、図 2 - 5 では沈砂池上部に設置した。

#### 5. 留意事項

沈砂池流入水を対象とした実証実験、および最初沈殿池流入水を対象とした実証実験において、固形物収支式の算出結果から、装置内に無機固形物である砂分が残留する可能性がある。したがって、本技術は、ポンプ場および終末処理場の流入水、最初沈殿池流入水の処理に適用する場合において、本装置の前段に砂の流入を防ぐ設備を設置するか、または装置内から砂を引き抜く設備を考慮することを推奨する。

この研究を行ったのは

研究第三部長	成田 愛世
研究第三部研究員	小笠原 公洋
研究第三部研究員	林 正樹
研究第三部研究員	津島 勲

この研究に関するお問い合わせは

研究第三部長	照沼 誠
研究第三部技術課長	鳥海 弘
研究第三部研究員	津島 勲
研究第三部研究員	前田 充