

# 排水処理向け省スペース 新型高速凝集沈殿装置

オルガノ株式会社  
開発センター システムグループ

次長 鳥羽 裕一郎

## 1. はじめに

産業排水の処理においては、製造工程で排出され排水に含まれる懸濁物質 (Suspended Solid、以下SS) の分離除去が重要な工程の一つである。また、フッ化物イオンやリン酸イオン等の溶解成分も、カルシウム塩と反応させ粒子状の固形物、すなわちSSにして固液分離することで、排水基準以下に低減され、放流されている。

この固液分離には凝集沈殿や浮上分離が用いられ、特に、SSの濃度・比重が高い場合、凝集沈殿が用いられることが多い。凝集沈殿は、まず、反応槽において、排水にポリ塩化アルミニウム (PAC) 等の無機凝集剤を添加し、SS粒子を結合させ微細フロックにする。更に、凝集槽で有機ポリマー (以下、ポリマー) を添加し、微細フロックを沈殿分離が可能な大きさのフロックへと成長させ、沈殿槽で分離する処理法である。この凝集沈殿は、特に沈殿分離工程で容量の大きな水槽が必要であり設置面積が大きいという課題があった。

そうした課題に対し、沈殿面積あたりの処理水量、すなわち処理速度 ( $m/h = \text{処理水量} m^3/h \div \text{沈殿面積} m^2$ ) が大きい高速凝集沈殿装置が従来から開発されているが、2017年、当社は従来よりも更に高速・省スペースで運転管理の容易な高速凝集沈殿装置 (製品名: オルセトラ PT) を開発し上市した。排水の種類によっては20m/h以上の処理速度で処理できる能力を有する装置であり、

様々な産業排水に対し、すでに20基以上納入され稼働している。本稿ではこの最新の高速凝集沈殿装置の概要を紹介する。

## 2. 開発の背景と従来型装置の課題

従来から、各メーカーで様々な高速凝集沈殿装置が開発されてきた。例えば、当社では、凝集槽で形成されたフロックを沈殿槽下部に浮遊密集させフロック同士を接触させて更に粗大化し分離速度を高めるスラッジブランケット型 (以下、SB型)、あるいは、比重の大きな粒子 (沈降促進剤) を排水に添加してフロックの比重・大きさを増大させ分離速度を高める沈降促進剤利用型等がある。普通沈殿槽でフロックを単純に沈降させる一般的な凝集沈殿装置と比較し、処理速度はSB型で3~5倍、沈降促進剤利用型で10倍以上であり、いずれも省スペースな装置ではある。

しかし、SB型では高速化に限界があり、余剰のフロックを汚泥として排出するための制御もやや複雑であった。沈降促進剤利用型は、SB型より高速化が可能だが、比重の大きな固形粒子状の促進剤を水槽上部から添加するための設備や促進剤を汚泥から回収する設備が煩雑である等の課題もあった。

そこで、当社では、これらの課題を解決する新型の凝集沈殿装置の開発に取り組んだ。

### 3. 装置の概要

従来型装置の課題を解決するものとして開発したのが、図1に示す造粒沈殿槽を有する高速凝集沈殿装置である。

#### (1) 装置の主な構成・機構

装置は、主に、排水にPAC等の無機凝集剤を添加する反応槽、ポリマーAを添加する凝集槽、そして、フロックを粗大で密度の高いペレット状に成長させる機構（造粒機構）を有し固液分離も同時に行う沈殿槽（以下、造粒沈殿槽）で構成される。凝集槽から造粒沈殿槽への流路では、ポリマーBも添加される。

反応槽、凝集槽は従来型装置と同様の攪拌装置付き水槽であるが、造粒沈殿槽が造粒機構を有する特殊構造の沈殿槽であること、2種類のポリマー（溶液）を添加することが従来型装置と大きく異なる。

造粒沈殿槽内には、無機凝集剤及び2種のポリマーが混合された排水原水を槽上部から底部へと導入する原水分配管、分配管下部に取り付けられた複数の造粒翼、及び余剰フロックを汚泥として槽外に排出するための排泥筒が設けられている。槽上部のモータにより原水

分配管と造粒翼が排泥筒の外側を水平に回転することで、槽下部では原水が均一に供給され攪拌が行われる。

#### (2) 高速化の仕組み

原水分配管により造粒沈殿槽に流入した原水は槽下部から上昇するが、あらかじめ原水に混合された各ポリマーで形成されたフロックは沈降しようとするため槽下部で停滞し、ブランケット層と呼ばれるフロックの浮遊密集層を形成する。このブランケット層を造粒翼で適切な速度で攪拌することにより、フロック同士が合一し成長するとともに、フロック同士の激しい接触による圧密、あるいは攪拌渦による転がりに伴うせん断力等を受けて、フロックは、粒子密度が高く均一な大きさのペレットへと造粒される。特に、本装置では、物性の異なる2種類のポリマーを組み合わせることで排水に添加し造粒することが従来と大きく異なる点であり、1種類のポリマーで造粒するよりも、更に一層、径が大きく粒子密度も高いペレット状フロックに造粒できる。

こうしてペレット状に造粒されたフロックは極めて高い沈降速度を有するため、高速での固液分離が可能となる。後述のように、排水中のSSの性状によっては

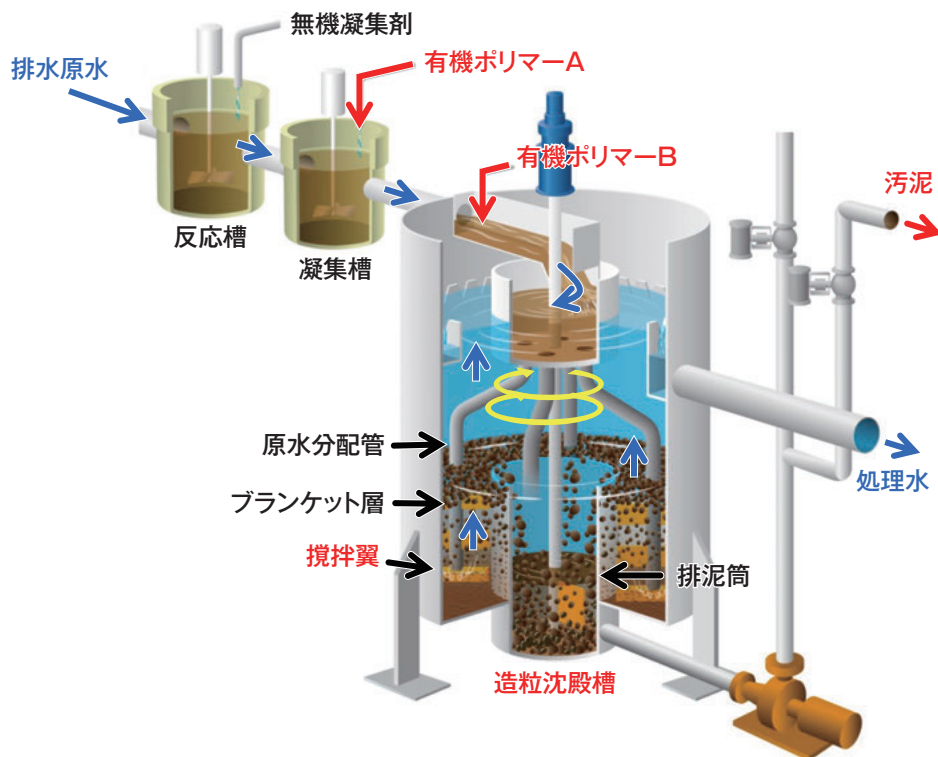


図1 新型高速凝集沈殿装置

20m/h以上の処理速度で分離することができ、すでに納入された装置の実績でも処理速度20m/hで設計され稼働している装置がある（一般的な凝集沈殿装置では1m/h程度、従来のSB型高速凝集沈殿装置でも5m/h程度である）。

また、ペレット状フロックは径が均一であり、径が小さく沈降速度の低いフロックが少ないため、高速で固液分離をしても処理水へのフロックの流出が少なく、処理水質は良好である。

### (3) 運転安定性

運転を継続していると造粒沈殿槽内にはブランケット層形成に必要な量を超えてペレット状フロックが蓄積するため、余剰フロックは収集して汚泥として槽外に排出させる。本装置では、余剰フロックは、造粒沈殿槽内部に設けられた排泥筒の内部に落下し濃縮され、引抜配管を通じて汚泥として排出される。運転時は排泥筒上端の高さにブランケット層界面が維持されるため、界面を制御するための複雑な機構が必要ない。

また、排泥筒が造粒沈殿槽内に設けられているため、排水のSS濃度が高濃度となり多量の余剰フロックが発生する場合でも、その容量を有効に使って多量の余剰フロックを遅滞なく呑み込むことができる。したがって、高濃度SS排水に対する運転安定性も高い。

排水処理においては、排水原水の流入状況により装置は起動/停止を繰り返すが、停止時に槽底部に沈殿したペレット状フロックは、再起動後、造粒攪拌翼によりただちに浮遊しブランケット層を再形成するため、再起動後の処理水質も良好である。

## 4. 特長と従来装置との比較

造粒沈殿槽を有する高速凝集沈殿装置は、以下のように特長をまとめることができる。

- (1) 固形粒子状の沈降促進剤を使用することなく高速の固液分離を実現し、排水の種類によっては、処理速度20m/h以上での分離が可能となっている。これにより、沈殿槽面積が従来SB型装置の1/2以下、一般的な凝集沈殿装置の1/20以下となり、装置全体面積も大幅に縮減する。
- (2) 沈降速度の低い微細フロックが少なく、処理水へのフロック流出が少ないため、処理水質は良好である。
- (3) 余剰フロックを造粒沈殿槽内の排泥筒で濃縮し高濃度の汚泥として排出できる。汚泥性状によっては、新たな汚泥濃縮槽が不要。
- (4) 起動/停止繰り返し運転における安定性も良く、起動後短時間で立ち上がり良好な処理水質が得られる。
- (5) 原水の水質変動に強く、高濃度SS排水に対しても、安定した処理が可能。

本装置と当社従来のSB型高速凝集沈殿装置との比較を表1に示す。従来型より省スペースとなっており、処理水質など他の項目も、従来を上回る性能を有している。

なお、本装置では有機ポリマーを2種類添加するが、その合計添加量は、従来型装置での有機ポリマー1種類の添加量と同等であり、本装置の薬品費は従来型装置と同等である。

表1 本装置と従来装置の比較

項目	本装置 (造粒沈殿槽型)	従来型高速凝集沈殿装置 (SB型)
沈殿槽処理速度(m/h)	6~20	3~5
槽面積比	≦ 1/2	1
処理水SS (mg/L)	5~10	10以下
引抜汚泥濃度 (%)	3~10	1~5
起動/再起動	立ち上がり早い	比較的時間を要する
薬品費	1	1
総合評価	◎	○

## 5. 運転例

実装置規模のパイロットプラントによる排水処理の結果を以下に示す。

装置構成は図1と同様であり、図2に示す造粒沈殿槽は槽径1.1m、有効面積1.0m<sup>2</sup>、槽高（地面～造粒翼回転用モータ天端）は4.2mである。原水は、濁度の標準物質でもあるカオリンをSSとする模擬排水であり、2つの運転条件で処理性能を検証した。運転①では、SS100～200mg/Lの原水に対し処理水量30m<sup>3</sup>/h、沈殿槽処理速度30m/hの超高速で処理を行った。続いて運転②では、SS濃度が50～1,900mg/Lの間で大きく変動する排水に対し、処理水量15m<sup>3</sup>/h、処理速度15m/hで高速処理を行った。

運転①では、沈殿槽側面の点検窓からは図3のようにペレット状のフロックの形成が確認され、沈殿槽上部から越流する処理水は図4のように清澄であり、SS 5mg/Lで十分放流可能な処理水質であった。



図2 パイロットプラント造粒沈殿槽（沈殿面積1.0m<sup>2</sup>）



図3 ペレット状のフロック（運転①）



図4 固液分離の様子（運転①）

また、運転②では、図5に示すように、原水SS濃度の大きな変動に対し、これもSS 1～5mg/Lの処理水質が安定して得られた。また、原水のSSが1,000mg/L以上になった場合でも、余剰のフロックは沈殿槽内で停滞することなく排泥筒から汚泥として排除された。

以上の結果から、この新型高速凝集沈殿装置は、原水SS濃度の変動にも強く、処理速度15m/hの高速処理でも、安定して水質良好な処理水が得られることが確認できた。

## 6. おわりに

本装置は、2017年に上市して以降20基以上の納入実績があり、エレクトロニクス産業のフッ素排水、金属加工業の研磨排水やメッキ排水など様々な産業分野で利用されている。本装置の納入にあたっては、実排水を用いたラボでのペレット形成・沈降性評価試験に基づき、その排水に適した装置容量を選定している。実際これまでに処理速度20m/hで設計された装置も納入されており、順調に稼働している。

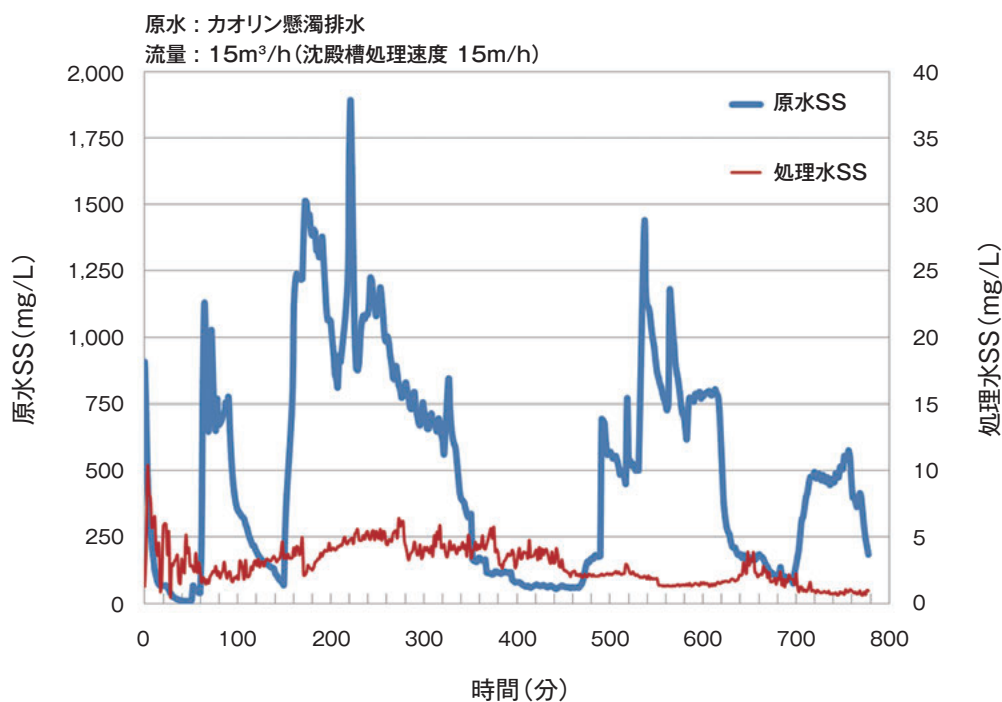


図5 原水変動に対する処理水質の安定性(処理速度15m/h)