

排水処理能力2倍で、余剰汚泥8割削減 “二相式活性汚泥システム”

Double Processing Capacity and an 80% Reduction of Excess Sludge
“Two-Phase Activated Sludge System”



三菱重工メカトロシステムズ株式会社
営業本部 環境プラント営業部
水処理営業課
☎ (078) 672-4102

現在、国内外を含め多数の排水処理施設があり、その半数以上に“活性汚泥法”と呼ばれる微生物を用いた生物化学的な処理設備（以下、活性汚泥設備）が採用されている。

三菱重工メカトロシステムズ(株)では、稼働中の活性汚泥設備を簡単に改造し、処理能力を最大2倍まで増強すると同時に、余剰汚泥を最大8割削減できる“二相式活性汚泥システム(以下、二相式と称す)”を開発し、大手食品工場・化学工場などへの納入実績を着実に伸ばしている(図1)。お客様からは“ランニングコストが大幅に削減できた。”“CSR に役立っている。”“非常な増大時でも処理性が保持できた。”など、高い評価をいただいている。

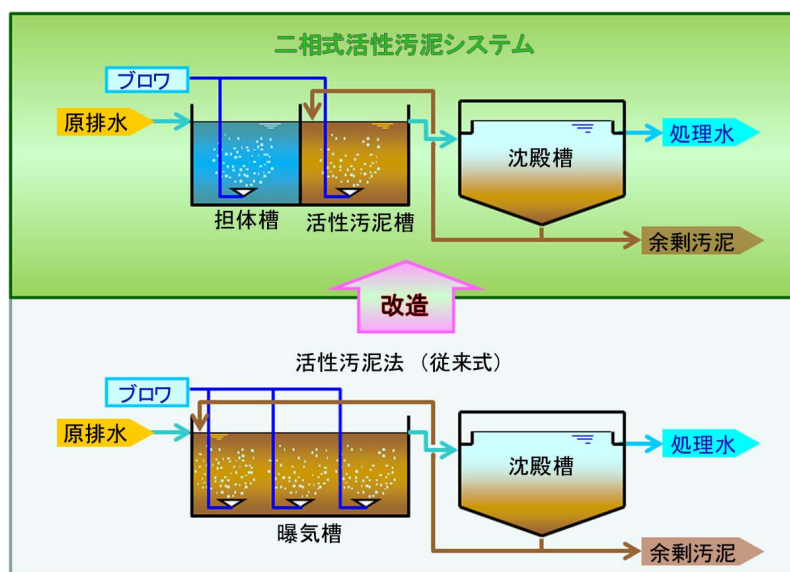


図1 二相式活性汚泥システムの構造

1. 製品開発背景と市場ニーズ

1.1 活性汚泥法(従来技術)の概要

活性汚泥法とは、排水中の溶解性有機物を活性汚泥(細菌, 微小動物(原生動物・後生動物)の混合物)により、生分解処理するものであり、下記過程で進捗する。

- ① 活性汚泥が貯留された生物反応槽である“曝気槽”へ排水を流入させ、そこへ空気が送り込まれ、曝気槽内の溶存酸素(活性汚泥呼吸用)濃度を高めるとともに、排水中の溶解性有機物と微生物が混合・攪拌される。
- ② 溶解性有機物は、細菌により分解・固体(細菌菌体)化される。
- ③ 細菌は微小動物(原生動物と微小な後生動物)により捕食される。ただし、活性汚泥中

で細菌はフロック(浮遊凝集物質)化しており完全に捕食されないため、活性汚泥中では、細菌と微小動物が混在した状況になる。

- ④ 活性汚泥と処理水は混合された状態で沈殿槽へ送られる。沈殿槽で静置することにより、水より比重の重い活性汚泥は沈降し、上澄みが処理水となる。
- ⑤ 沈殿槽で沈降分離した活性汚泥は、曝気槽へ戻され再び生物処理に用いるが、増殖分は“余剰汚泥”として排出する。
- ⑥ 排出した余剰汚泥は、脱水(場合により乾燥・焼却)され減容化後、産業廃棄物として処理される。

活性汚泥が有機物を分解・増殖する期間の指標である汚泥滞留時間(SRT)は、5日程度である。一方、細菌が有機物を分解し倍加増殖する時間は数十分～数時間である。つまり、活性汚泥中で細菌は微小動物による被食状況下であり、有機物分解処理能力を大きく抑制されている。

また活性汚泥設備設計条件には SRT が含まれるため、設置スペースが大きくなっている。

さらに、排水中の被処理溶解性有機物量の 30～50wt%が余剰汚泥となり、脱水・乾燥・焼却・産廃に多大なエネルギーとコストが必要となっている。

1.2 活性汚泥法(従来技術)の課題と市場ニーズ

(1) 能力増強・省スペース化ニーズ

国内では生産状況の変化に伴う処理能力増強ニーズが存在する。

また、国内では設備老朽化に伴う新設案件、海外では新/増設案件は多々存在するが、いずれの場合も省スペース化ニーズが存在する。

(2) 汚泥減量ニーズ

余剰汚泥処分費用は、排水処理施設全体のランニングコストの大部分を占めている。また国内活性汚泥設備からの余剰汚泥排出量は年々増加傾向にあり、処分場確保・処分費用増大が課題となってきたり、汚泥減量に対するニーズが高くなっている。

1.3 既存汚泥減量技術の課題

既存の汚泥減量技術は、余剰汚泥中の微生物を可溶化することにより基質化し、それを活性汚泥に生分解させ、減量化するものが主流である。汚泥の可溶化技術にはオゾン処理法、アルカリ溶解法、高熱分解法、機械的粉碎法などがあるが、いずれの可溶化技術も設備建設コストが高価で、相応の運転制御技術を要する。

また、可溶化分の負荷が加算されるので、活性汚泥設備の処理能力に 10～20%の余裕がないと導入できないという課題があり、普及しない大きな要因となっている。

2. 製品特徴およびメリット

2.1 活性汚泥中の微生物を二相に分離

二相式は、活性汚泥中の細菌と微小動物を下記手法により二相に分割し、それぞれの生物相の特性を活かした生物処理技術である。

- ① 生物反応槽(曝気槽)を2つに分割し、前段槽の滞留時間を微小動物 SRT よりも短く、且つ細菌倍加時間よりも長くすることで、細菌のみ増殖できる環境となり、細菌が優占する生物相とする。
- ② 前段槽には 20 μ m 前後の細孔構造を持つ細菌のみを高密度に保持可能な特殊担体を投入することで、前段槽(以下、担体槽と称す)内の細菌数を安定的に高く保持する。
- ③ 後段槽は活性汚泥槽であるが、担体槽から多量の細菌が流入することから、それらを捕食し、分解・資化する微小動物が優占する生物相となる。

2.2 製品メリット

表1に、大手調味料工場にて既存設備の改造により二相式を導入した効果を示す。

表1 既設改造による二相式導入の効果

	既設	改造後
処理水量	640m ³ /d	720m ³ /d (最大 840m ³ /d)
原水 BOD 濃度	1500mg/L	1500mg/L (最大 2600mg/L)
処理水 BOD 濃度	25mg/L 以下	25mg/L 以下
汚泥 SVI	200 以上	40 前後
汚泥発生率(有機)	100%	20~40% (60~80%減量達成)

本製品のメリットは、能力増強(省スペース)/既設流用可/余剰汚泥減量/汚泥の沈降性を示す SVI 値改善など、一挙多得を実現するところにある。

(1) 能力増強(省スペース)

二相式では、排水中の溶解性有機物の処理が下記過程で進捗し、活性汚泥法に比べ最大2倍まで処理能力増強が図れる(新設の場合、生物反応槽の設置スペースは活性汚泥法の半分まで縮小可能)。

- ① 担体槽において細菌は、被食されない状況下で、有機物を分解・資化して増殖するため分散状態となる(これを以下、分散菌と称す)。分散菌は排水中の有機物を活性汚泥の約 10~20 倍のスピードで分解し資化(細菌菌体化)する。また、分散菌は流入負荷変動(基質変化・負荷量変動)対応スピードが速いため、負荷変動にも強くなる。
- ② 有機物濃度の指標である BOD は、原水に比べ担体槽処理水(分散菌と一部溶解性有機物)で、約 30~40%まで低減(例:原水 BOD 濃度 1,000mg/L⇒担体槽処理水 BOD 濃度 300~400mg/L)される。
- ③ 後段活性汚泥槽で、担体槽処理水中の分散菌は微小動物に捕食・分解・資化される。この時、分散菌はフロック化していない分散状態であることから、微小動物にとっては捕食しやすい状況となり、通常の活性汚泥に比べ多種多量の微小動物が出現・優占し、負荷変動に強くなる。

(2) 既設流用可

既設活性汚泥設備を二相式へ改造する場合、下記手順で実施することにより、排水処理施設の運転をほぼ休止することなく短納期で施工が完了する。

- ① 曝気槽が分割式でない場合は、分割壁設置(水抜き不要の施工法特許出願中)
- ② 分割壁に担体分離スクリーン設置
- ③ 前段槽へ担体投入
- ④ 返送汚泥ライン一部改造

(3) 余剰汚泥減量

活性汚泥法と比較して、下記メカニズムにより余剰汚泥発生率が 20~40%となる(余剰汚泥発生量が 60~80%減少する)。

- ① 後段活性汚泥槽では流入有機物量に応じて余剰汚泥が発生するが、担体槽処理水中の有機物量は、原水の 30~40%まで低減している。
- ② 後段活性汚泥槽の微小動物は大型種が多く、獲得エネルギーの資化増殖以外に消費される割合が高くなり、資化増殖量(余剰汚泥発生量)が低減される。

(4) 沈殿槽汚泥 SVI 値(単位重量当たりの容積)改善

後段活性汚泥槽では、微小動物が多種多量となり、大型種が多く出現する。そのため汚泥の SVI 値が下がるので、沈殿槽の固液分離性が改善され、維持管理が容易となる。

3. 早期投資回収とCSR 貢献

図2にランニングコスト削減例を示す。

既設活性汚泥処理設備の二相式への改造費用は、改造後のランニングコスト削減により3～5年で回収できる見込みがある。

さらに、本製品導入による産業廃棄物削減・エネルギー消費低減はお客様自身のCSRにも貢献するものであることから、非生産設備である排水処理設備の投資予算状況が厳しい状況であるにもかかわらず、国内/海外での本製品納入実績は年を追うごとに増加している。

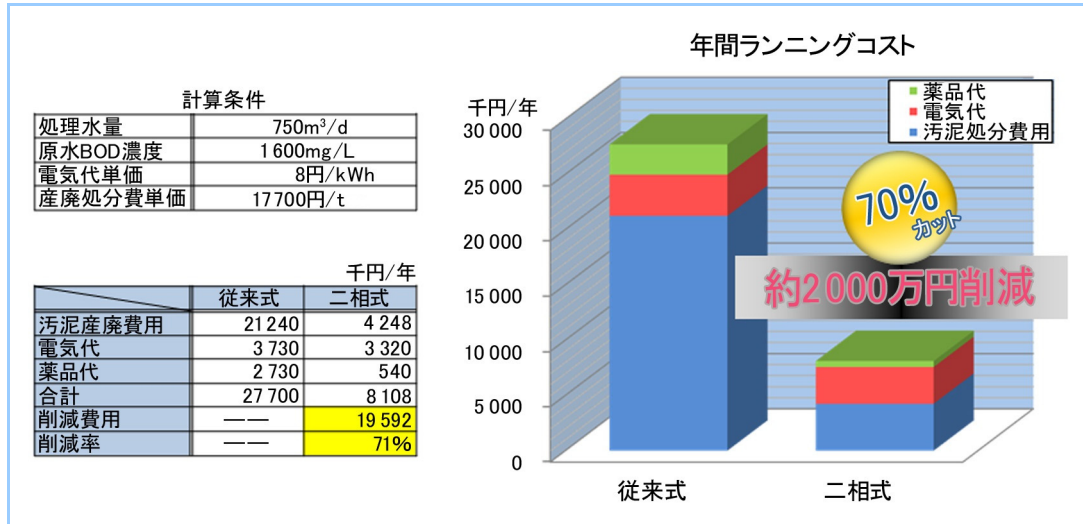


図2 年間ランニングコストの比較