

排水処理プラント 「ハイキューブシステム」の納入事例

The delivery case of the wastewater treatment plant
"Hai cube system"

坪田 浩治* 竹内 知史*
K. Tsubota S. Takeuchi
三島 尚史*
T. Mishima

概要

水環境保全の高まりと共に、排水浄化に対する要求は年々高まってきている。これらの要求に応えるため、当社では火山灰接触材(ハイキューブ)を用いた接触曝気方式「ハイキューブシステム」の商品化を行った。これは従来の接触曝気方式の欠点を解決した画期的なものである。ここでは本法の原理・システムをはじめ、〇県食肉センターの導入例を紹介する。

Synopsis

A demand for the wastewater purification has been rising with the rise in the water environment preservation year by year. Our company merchandise of "Hai cube system" that the contact aeration process system which a volcanic ashes contact material (Hai cube) was used for to meet these requirements. This is the epoch-making thing which solved a fault of the usual contact aeration process system. The execution example of the center of the O Prefecture meat is introduced including the principle, feature and this system.

1. まえがき

食品工場をはじめとする有機性排水の浄化方法としては活性汚泥法や生物膜法などの生物処理が広く用いられている。これは食品系排水が生物処理による浄化に適したものであることを意味している。

活性汚泥法は曝気槽内で浮遊状の活性汚泥と排水を接触混合し好気性微生物の代謝作用で有機物を分解する方法である。これは本法単独もしくは生物膜法と併用して広く用いられている技術ではあるが、以下の様に問題点も多い。

発生汚泥量が多い。すなわち汚泥処分費が高い。

送風機(ブロワ)の電気代が高い。

高濃度排水には不向き。

流入負荷(流入水量・濃度)の変動に弱い。

曝気槽から悪臭が発生する。

以上が代表的な問題点である。特に、汚泥処分費と電気代によるランニングコストが高み、特に食品工場においては悩みの種になっている。また汚泥処分費については

最終処分場の逼迫により、今後高騰することが予想されており、ゼロエミッションが問われる昨今において、多量の廃棄物を排出することは地球環境保全の観点からも好ましくない。

一方、生物膜法は、接触材に生物を付着増殖させ、生物膜と排水を接触させることにより有機物を分解する方法であり、このような問題点の解決が図られている。しかし、この方法も以下の様な潜在的な問題点をかかえている。

接触材間の空隙部にSS成分や活性汚泥(微生物)が詰まる。

微生物膜が剥離しやすい。

接触材の材質によっては磨耗し、性能が劣化したり目減りしたりする。

腐敗臭が発生する。

以上が代表的な問題点である。

なかでも接触材間の目詰まりは宿命的な欠点である。対策として定期洗浄が行われているが、最適な洗浄強度を

*技術開発研究所

得るのが難しく、過洗浄傾向となりがちであり、その場合微生物膜が剥離し微生物濃度が著しく低下する。このため、処理性能が低下するなどの悪影響がみられている。

これらの問題を解決するため、当社は(有)アクアシテム殿と「ハイキューブシステム」を共同開発・商品化した。「ハイキューブシステム」は天然の火山灰接触材「ハイキューブ」を用いた生物膜法と活性汚泥法を組み合わせた接触曝気方式である。この火山灰接触材「ハイキューブ」は主成分が二酸化ケイ素で生物親和性に富み、接触材の表面に緻密な微生物膜が良好に形成される。これにより曝気槽内のMLSSを高濃度に維持でき、そのため負荷変動に強く、高濃度排水を安定して効率よく処理することが可能である。また、生物滞留時間が長いため、増殖速度の遅い後生動物が生育しやすく、原生動物と後生動物の食物連鎖がおこなわれる。このため過剰な生物膜は形成されず、また、接触材に付着する後生動物が余剰汚泥を捕食するので、汚泥の発生量を大幅に低減することが可能である。加えて、接触材の下部より常時逆洗しているため、目詰まりをおこさない。

図1は接触曝気槽における曝気状態を、図2に内部構造を示す。



図1 接触曝気槽(活性汚泥法+生物膜法)

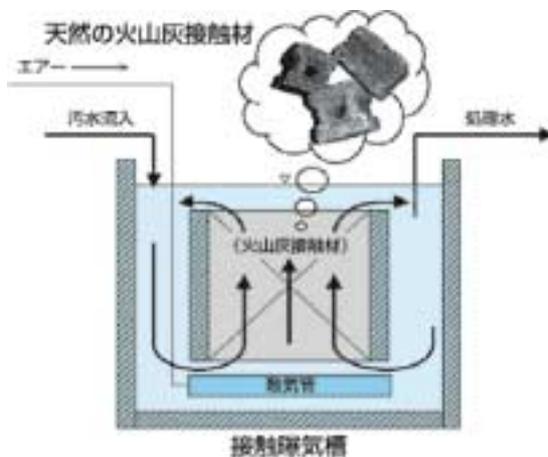


図2 内部構造(ハイキューブシステム)

一方、臭気面では「ハイキューブ」を成形する時に、火山灰と一緒にクロボク土(生物脱臭の微生物保持担体として使われている)を混合させており、脱臭効果も併せ持っている。また成形混和剤としてセメントを使用することで非常に強固なものとなっており、さらに固定床を採用することで衝突による衝撃がなく磨耗や目減りを起こさない。このため交換・追加は不要であり、半永久的に使用可能である。

このように「ハイキューブ」を排水処理システムに組み込み「ハイキューブシステム」とすることで従来の生物膜法のもつデメリットを解決できた。

- 「ハイキューブシステム」の特長を列挙すると、
- 接触材間の目詰まりが無い。
 - 接触材の補充・交換が不要。
 - 負荷変動に強い。
 - 高濃度排水に対応。
 - 処理能力が高い。標準活性汚泥法の約1.5倍。
 - 生物膜が剥離しにくい。
 - 汚泥発生量が少ない。標準活性汚泥法の約1/2
 - 悪臭が発生しない。
 - ランニングコストが安価。

以上が代表的な特長である。

本システムはこのように多くのメリットを持っている。更にこのシステムの特長として、既存施設への導入が容易な点が挙げられる。既設で接触材を用いている場合は、その接触材を「ハイキューブ」に交換、加えて曝気装置の改修を行えばよく、また既設に接触材が充填されていないケースでは、「ハイキューブ」の充填と曝気装置の改修だけであり、補機類は基本的に流用可能である。このため現場における工事は比較的安価に行える。また、排水量の増量対策などで曝気槽を増設するケースでは建築面積を小さくできる利点がある。

2. 汚水浄化の原理

汚水の浄化は、汚水中に溶け込んだ有機物を細菌類と原生動物からなる活性汚泥に摂取・捕食させることにより行っている。「ハイキューブシステム」では、曝気槽の内部に火山灰接触材「ハイキューブ」を投入し、浮遊性の活性汚泥と「ハイキューブ」に付着している固着性の微生物の両方により、接触曝気槽内の見かけのMLSSを高濃度に維持できるので、効率的に排水中の有機物が除去できる。

図3に浄化の原理、図4に接触材に付着した後生動物、図5に後生動物の種類を示す。

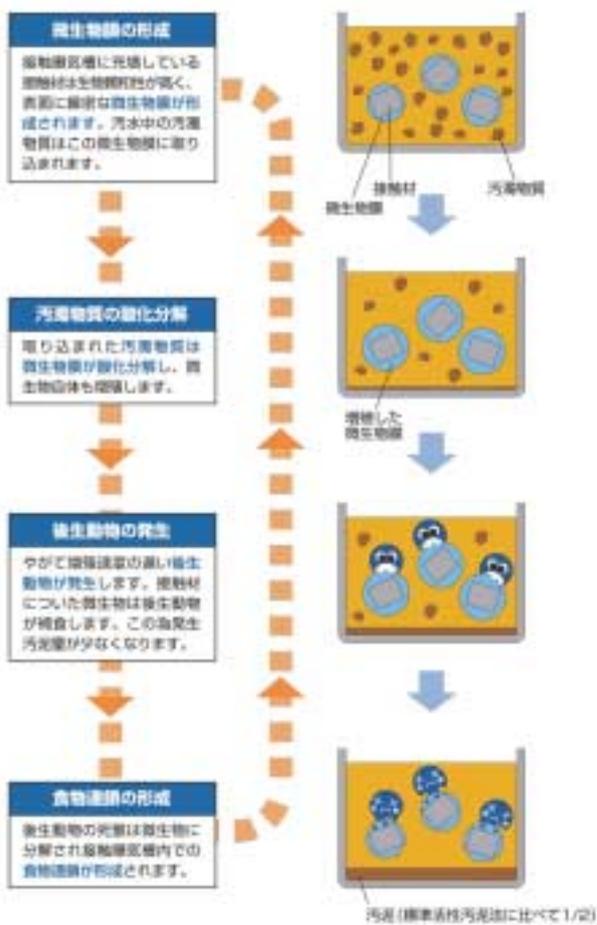


図3 浄化の原理



図4 接触材に付着した後生動物

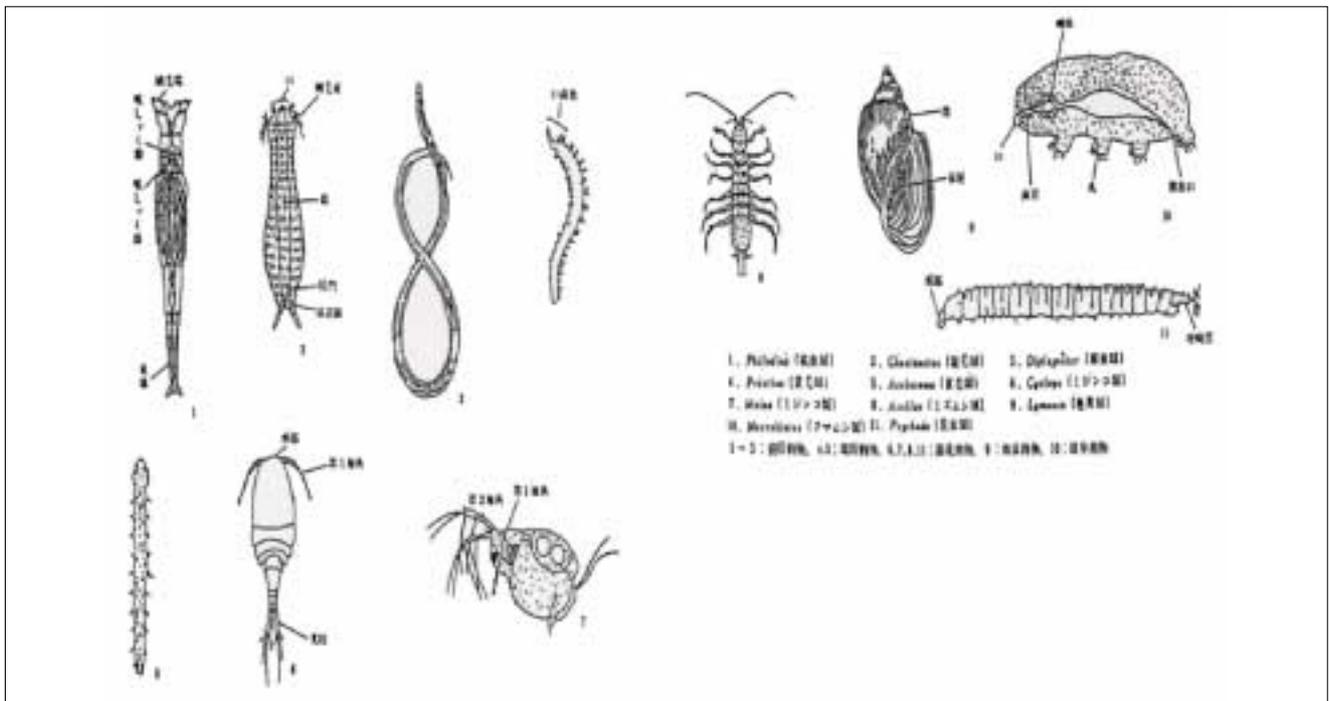


図5 生物処理に出現する代表的な後生動物
引用文献 尿尿浄化槽の構造基準・同解説 (日本建築センター)

3. 処理システムの構成

「ハイキューシステム」の基本フローを図6に示す。工場から排出された汚水は、浮遊物をスクリーンで除去し、流量調整槽に一時貯留する。流量調整槽に貯留された汚水は定流量で第1接触曝気槽へ移送する。第1~2接

触曝気槽では生物処理を行い、有機汚濁物質は酸化分解される。生物処理後の汚水は沈殿槽へ移送し、ここでは自然重力沈降により固液分離し上澄水を滅菌処理後に放流する。また沈降した汚泥は引抜き返送汚泥として上流の曝気槽へ返送する。余剰汚泥は汚泥貯留槽に移送する。

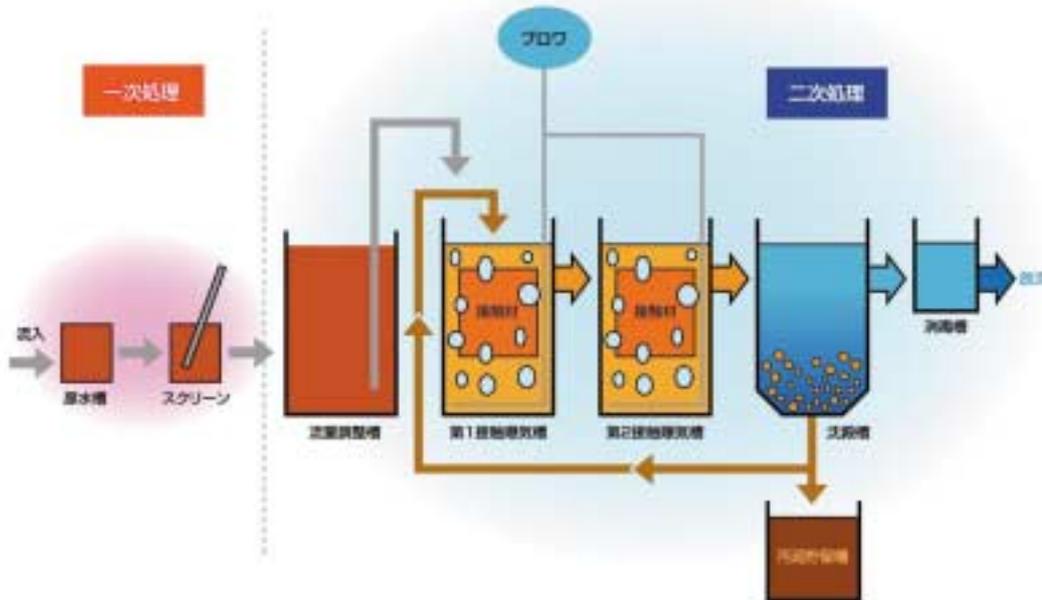


図6 「ハイキューシステム」基本フロー

4. 浄化能力

本システムの浄化性能を図7に示す。地域(上乗せ規制の有無)や放流先(下水道、河川など)で、処理水の水質規制値が異なるため、多少のバラツキはあるもののBODで数100~3,000[mg/L]の排水が20[mg/L]以下にまで下がっており良好な処理成績を示している。また、三次処理(高度処理)を行った場合は5[mg/L]以下となっている。

5. 汚泥処分費

「図3.浄化の原理」に示した様に、後生動物が増殖微生物を捕食することにより発生する汚泥量は少なくなるが、その詳細を以下に述べる。

前述の様に汚水の浄化は、汚水中に溶け込んだ有機物を細菌類と原生動物からなる活性汚泥に摂取・捕食させることにより行っているが、細菌類や原生動物は短時間(汚泥滞留時間内)で細胞分裂を起こし、摂取した有機物の多くを個体の増殖に費やしている。そのため、細菌類と原生動物を主とする標準活性汚泥法では流入BODの約60%が汚泥として発生する。

一方、後生動物は細菌類や原生動物を捕食、摂取することでエネルギーを得るが、その多くは生命維持や運動エネルギーに費やされ個体増殖には長時間を必要とし、後生動物はあまり増えない。そのため「ハイキュー」を用いた「ハイキューシステム」では発生汚泥量が標準活性汚泥法に比べ1/2以下となり、その汚泥処分費を比較すると、処理BOD総量1,000kg/日の施設では含水率85%まで脱水して産廃処分(処分単価20,000円/t)した場合、年間1,440万円の処分費削減効果が得られている。図8に標準活性汚泥法との汚泥処分費の比較を示す。

有機物処理性能

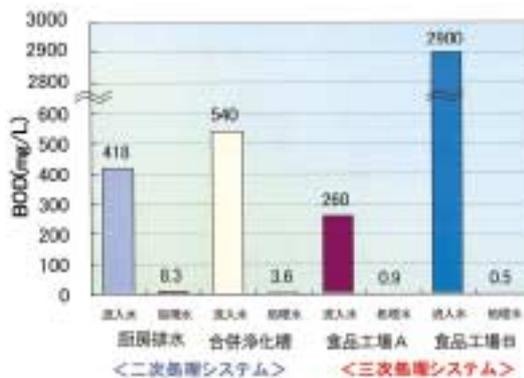


図7 「ハイキューシステム」浄化性能

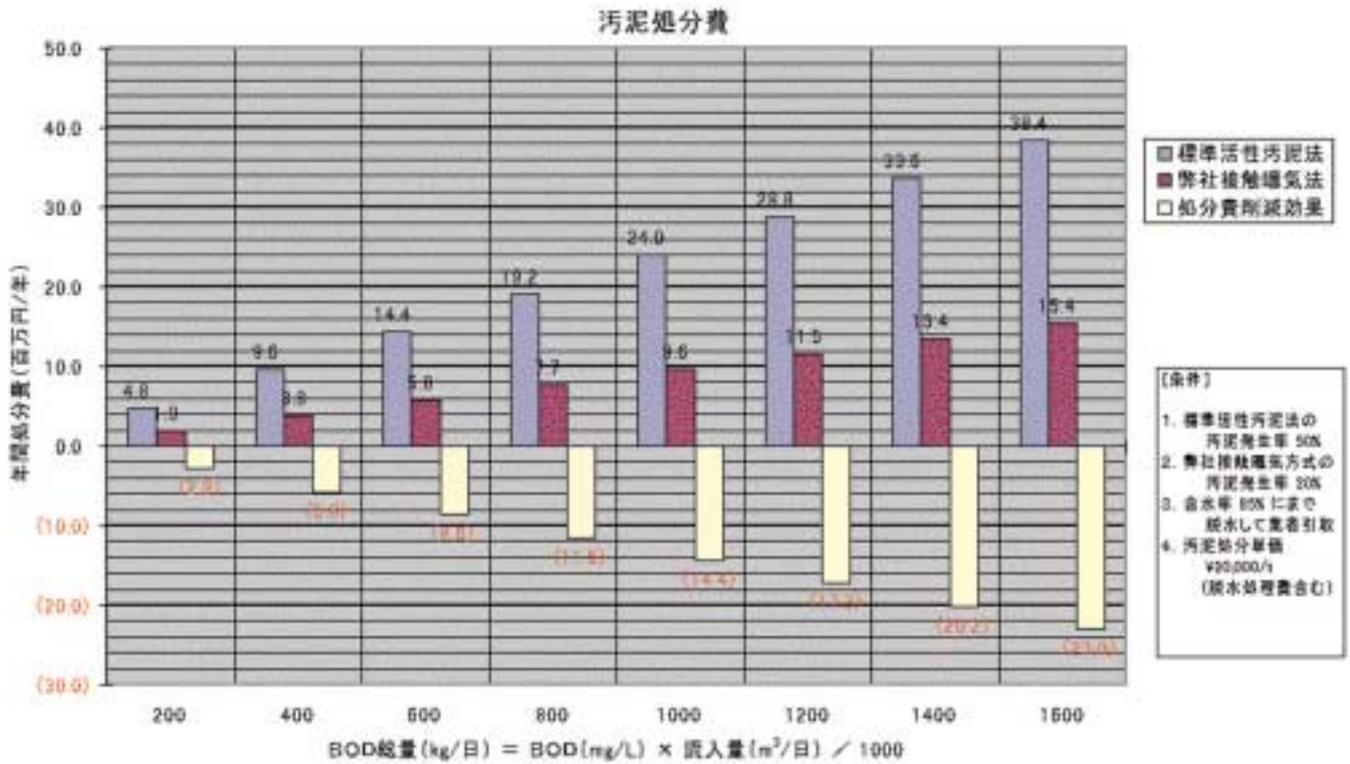


図8 汚泥処分費

6. 実例紹介

ここでは「ハイキューシステム」を納入した、〇県食肉センターの浄化槽増強工事例について報告する。これまで、当センターでは活性汚泥法による処理を行っていた。一方、と畜場法施行規則の改正で衛生基準が強化されたことによって洗浄水量が増加し、更に繁忙時期における解体頭数の増加等もあり、排水量が大幅に増加していた。その結果、将来的には排水処理施設の浄化能力を超える流入負荷が掛かる事態が予想され、処理量の増

量対策が不可欠のものとなった。

このような場合、一般的には曝気槽を新たに増設する大がかりな工事となるところであるが、今回は、弊社「ハイキューシステム」の導入により曝気槽を増設することなく機能増強工事を行った。更にランニングコスト及び発生汚泥量の削減、運転管理の容易化も併せて実現した。図9に〇県食肉センターの排水処理プラント外観を、図10に「ハイキュー」充填状態、図11に処理フローを示す。



図9 〇県 排水処理プラント外観(工事中)



図10 「ハイキュー」充填状態(工事中)

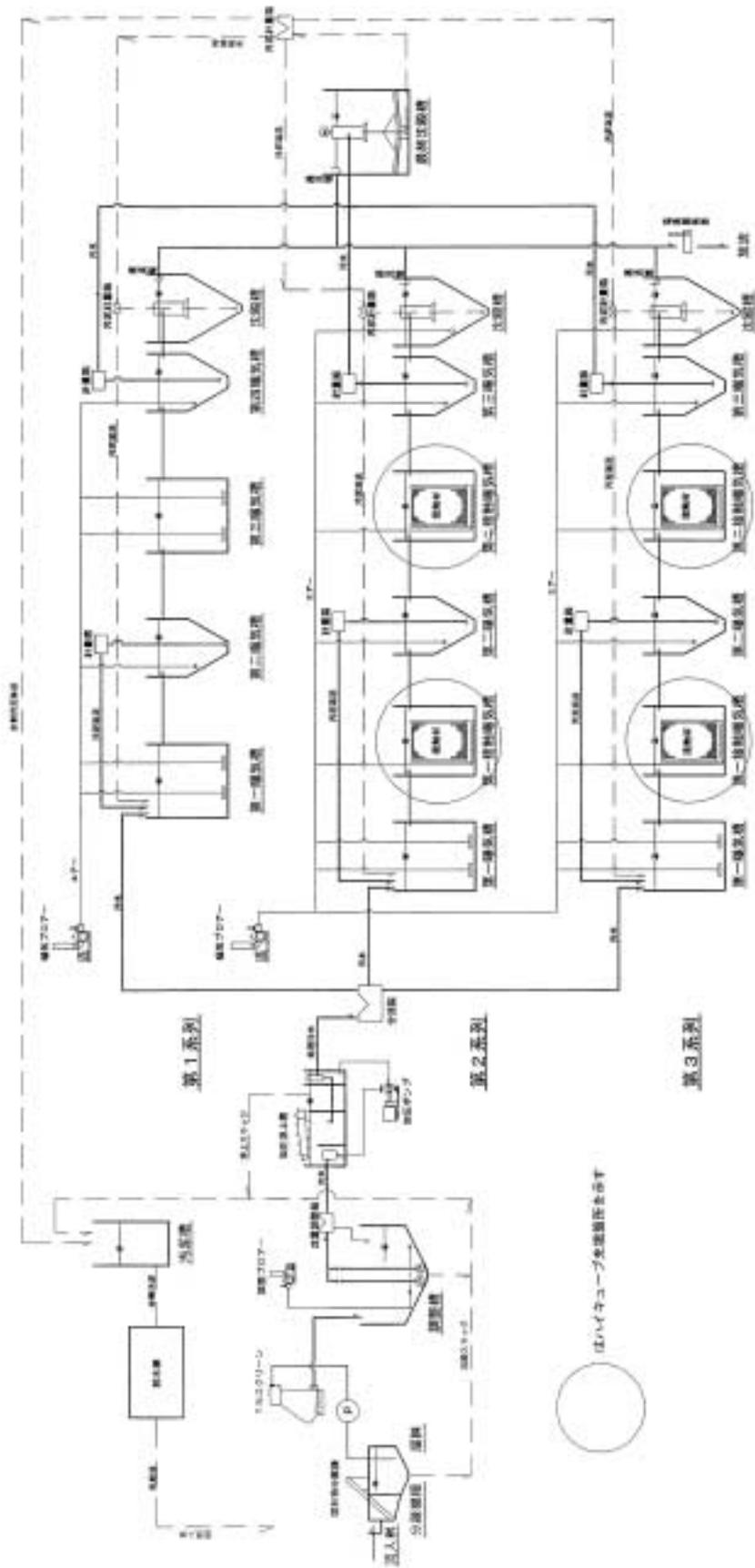


図11 処理フロー

表1 改造前・後の処理量

流入汚水	改造前	改造後	備考
第1系列	300m ³ /日	300m ³ /日	無改造
第2系列	400m ³ /日	600m ³ /日	「ハイキューブ」投入の結果、水量1.5倍増
第3系列	400m ³ /日	600m ³ /日	「ハイキューブ」投入の結果、水量1.5倍増
総水量	1,100m ³ /日	1,500m ³ /日	-

表2 有機物処理性能

水質	項目	原水	放流水	放流基準値
	BOD	1,770 mg/L	14 mg/L	25 mg/L
	SS	722 mg/L	4 mg/L	50 mg/L
	n-Hex	276 mg/L	1 mg/L	10 mg/L

現在は既に計画処理水量1,500m³/日に達している。

(1) 処理能力

流入汚水は加圧浮上処理後3系列に分流し処理している。表1に改造前・後の処理量を示す。

本改造において第2・3系列に「ハイキューブ」を投入したことにより1.5倍の処理能力向上を果たすことができた。これにより、従来は全系列で1,100 m³/日しか処理できなかったが、改造後は1,500 m³/日まで処理できるようになった。

(2) 浄化性能

当センターでの原水の実績値、放流値及び放流基準を表2に示す。

(3) 経済性

建設費

当センターでは排水量増量に対して従来方式を踏襲し、曝気槽の躯体を増設する方向で検討がなされていたが、必要敷地スペースがなく、また予算緊縮のため、建設コストを抑える必要があった。このため既設の躯体をそのまま活用する方向で、排水処理能力を向上させる方策が求められた。そこで「ハイキューブシステム」を採用することにより、経済性と処理能力を両立させるコストパフォーマンスの優れたものとなった。

汚泥処分費

従来は処理水量1,100m³/日で約4.5t/日の脱水汚泥が発生していたが、処理水量1,500m³/日の現時点における脱水汚泥は約4t/日である。導入前の処理水量に換算すると約3t/日であり、単位処理水量あたりの脱水汚泥発生量は3/5になった。これにより汚泥処分費も軽減された。

人件費

流入負荷変動に対する適応力、沈降汚泥の濃縮性改善により運転操作が容易となり結果として、運転

管理に要する時間も大幅に減少し、導入前には必要であった定時以降の作業や休日出勤作業などの超過勤務が不要となった。

(4) 運転操作

原水管理

「ハイキューブシステム」を採用することで負荷変動に強くなり、改造前は3回/日程度 流量調整していたものが、ほとんど調整が不要となった。

汚泥管理

沈殿槽での汚泥濃縮性の改善により、2回/日のペースで汚泥引抜・濃縮作業していたものが不要となり直接脱水機に供給できるようになった。

(5) 余剰汚泥の減量

原水BODに対する汚泥転換率は改造前に60%であったものが、改造後は23%と大幅に改善された。

(6) 臭気の発生

改造前は曝気槽の上では臭気が漂っていたが、改造後は「ハイキューブ」の臭気抑制効果により曝気槽の上になっても、ほとんど臭いは気にならなくなった。

7. あとがき

本システムは、

接触材間の目詰まりが無い。

接触材の補充・交換が不要。

負荷変動に強い。

高濃度排水に対応。

処理能力が高い。標準活性汚泥法の約1.5倍。

生物膜が剥離しにくい。

汚泥発生量が少ない。標準活性汚泥法の約1/2。

悪臭が発生しない。

ランニングコストが安価。

などの特長を有しており、従来の生物処理方式のもつ問題を概ね解決できた。

この様に、「ハイキューブシステム」は、メンテナンスフリーで処理能力が高く、ランニングコストを安価にできる点など、数多くのお客様にとって有益な装置が提供できたと自負しており、本システムを更に広い分野に導入して社会貢献してゆく所存である。最後に、本システムの開発において、(有)アクアシステム殿にはシステム構築に関する指導、助言等、大変お世話になったこと

をこの場を借りて感謝の言葉を申し上げます。

参 考 文 献

- (1) 建設省都市局下水道部監修：「下水道施設計画・設計指針と解説」日本下水道協会発行
- (2) 稲盛、宝田、田原：「食品工場排水の最適処理ハンドブック」サイエンスフォーラム発行

執筆者紹介



坪田浩治 Koji Tsubota
技術開発研究所
環境研究センター グループ長



竹内知史 Satoshi Takeuchi
技術開発研究所
環境研究センター 主任



三島尚史 Takahumi Mishima
技術開発研究所
環境研究センター