

# 省コストで環境負荷を低減する 産業排水処理ソリューション

Industrial Wastewater Treatment Solutions to Reduce Environmental Burdens at Low Cost

山形 英顕

菊池 靖崇

足利 伸行

■ YAMAGATA Hideaki

■ KIKUCHI Yasutaka

■ ASHIKAGA Nobuyuki

近年、国内の産業排水処理の事業分野においては、省エネ、省資源、及び温室効果ガス排出量の削減といった環境負荷低減を重視する傾向がますます高まっている。

東芝は、顧客ごとの様々な課題や潜在ニーズを把握し、それらに対するソリューションを提案することで、環境負荷を低減する水処理システムの実現に努めている。これらのニーズは、省エネ、省スペース、建築コスト削減、資源回収、及び運用リスク低減に分類でき、当社は、それらの課題解決のために最適な水処理プロセスを設計するだけでなく、独自技術を適用した様々な水処理装置を開発している。特に無薬注ろ過システムとUASB（上向流式嫌気性汚泥床）型メタン発酵処理システムは、導入された機場で環境負荷の低減など具体的な成果を上げている。

In the industrial wastewater treatment field in Japan, attention has been increasingly focused in recent years on the reduction of burdens on the environment through such measures as energy conservation, reduction of greenhouse gas emissions, and conservation of natural resources.

Toshiba has been making continuous efforts to realize wastewater treatment systems that reduce environmental burdens by proposing optimal solutions to underlying issues and needs in customers' factories and plants. These include various solutions for energy saving, space saving, reduction of construction costs, resource recovery, and reduction of operational risks. To achieve these objectives, we are not only promoting design optimization of wastewater treatment processes but also developing various wastewater treatment systems making use of our proprietary technologies, particularly a nonchemical filtration system and a wastewater treatment system incorporating a methane fermentation process in an upflow anaerobic sludge blanket (UASB) reactor, which are contributing to the reduction of environmental burdens in the factories and plants at which they have been introduced.

## 1 まえがき

近年の異常気象や電力不足により、国内の産業排水処理の事業分野では、省エネ、省資源、及び温室効果ガス排出量の削減といった環境負荷低減を重視する傾向がますます鮮明になってきている。更に、CSR（企業の社会的責任）の観点からも、排水の回収と再利用によるクローズドシステムや排水からの有価物回収など、一歩進んだ環境技術が求められるようになってきている。ひと言に産業排水と言っても、その水質や水量は顧客で作られる製品によってまったく異なり、排水処理システムに求められる課題は多様である。一方、市場のグローバル化により、様々な産業において製品の低価格化が不可避となっており、それに伴って水処理設備にも建設、維持管理、及び運用において低コスト化が求められている。

東芝は、総合水処理エンジニアリングを事業分野の一つとする企業として、顧客ごとに異なる様々な課題を把握し、それらに対するソリューションを提案することで、環境負荷を低減する水処理システムの実現に努めている。

ここでは、様々な課題に対するソリューションを分類し、特に当社の独自技術である無薬注ろ過システムとUASB（上向流式嫌気性汚泥床）型メタン発酵処理システムを用いた環境負荷低減の事例について述べる。

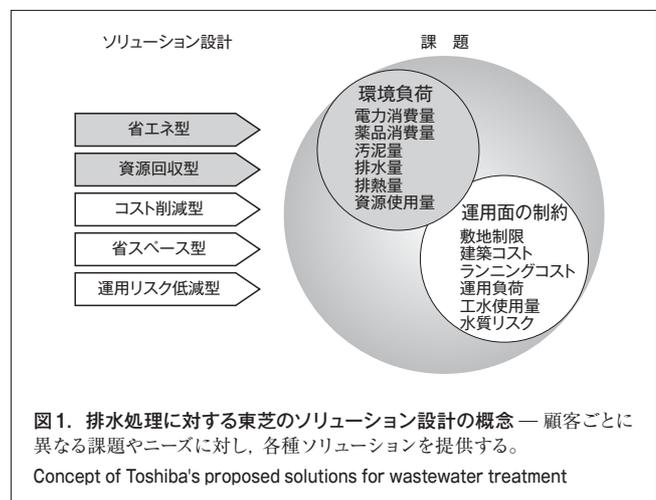


図1. 排水処理に対する東芝のソリューション設計の概念 — 顧客ごとに異なる課題やニーズに対し、各種ソリューションを提供する。

Concept of Toshiba's proposed solutions for wastewater treatment

## 2 ソリューション設計の分類と概要

当社は、特定の物質を除去する必要がある産業排水の処理において、水質の分析や試験を行い、物理学、生物学、及び化学に基づく様々な水処理技術を組み合わせ、もっとも適した水処理プロセスを立案している。当社が推進する水処理システムのソリューション設計の概念を図1に示す。また、水処理システムのソリューションは、次のように分類することができる。

## 2.1 省エネ型ソリューション

電力の大口需要家である工場は、震災による電力不足の状況下では電力消費量の低減を強く要請され、また電力料金の上昇から顧客自身の省エネ指向もいっそう強くなっている。当社は、選択した最適な水処理プロセスをより少ないエネルギーで実現できる設計を目指している。また、高効率な機器を使用したうえで、むだのない運用を実現する高度な制御技術により、省エネ型水処理システムを構築することが可能である。更に、独自の省エネ型ソリューション技術として、曝気（ばっき）が不要な嫌気状態での生物処理により、高濃度の有機排水を処理できる、UASB型メタン発酵処理システムを開発した。

## 2.2 省スペース型ソリューション

製造工場では、市場ニーズの変遷や多様化により、製造品目の変更や多品種化、製造プロセスの変更などを強いられており、これらに伴い、水処理設備の増設や改造を行うケースが多く見られる。水処理設備の単なる処理容量の増加だけではなく、除去対象物質の多様化により水処理プロセスが複雑になるケースも多く見受けられる。一方、環境関連法規における規制の強化や、当初の水処理設備の敷地条件などに制約が生じ、いかに厳格に排水基準を順守するかが顧客にとっての大きな課題となっている。当社は、性能や容量の制約に合致するよう、水処理プロセス上効率の良い機器や配管、水槽の配置計画を立てるとともに、オペレーションと保守も考慮しながら省スペースの水処理設備を構築した。特に装置の高速化、高効率化、及び稼働率の最適化に着目し、顧客ごとに異なる省スペースの課題解決に取り組んでいる。また、従来技術では実現できなかった省スペース性に優れた水処理装置として、旋回流で懸濁物質を分離するサイクロン型固液分離機を開発している。

## 2.3 コスト削減型ソリューション

前述の省スペース型設計による建築やコンクリート躯体（くたい）の小型化はもとより、装置のユニット化やプレファブ化により、建築コストの削減と現地工程の短縮を推進している。

## 2.4 資源回収型ソリューション

環境負荷低減のためだけでなく、給水、水道水、及び工業用水の引込みや排水の放流に掛かるコストを削減するため、排水のリサイクル、更にはゼロエミッションを目標とする事業者も増えている。水だけでなく、今まで放出してきた排熱を資源と捉えて回収し再利用することや、産業廃棄物として処分してきた汚泥から有価金属などを回収して再利用し、限りある資源を生かすことも持続可能な社会を構築するうえで重要である。当社は、排水中の懸濁物質を凝集剤を使用しないで処理する独自技術の“無薬注ろ過システム”を開発しており、凝集剤を使用しないことによる汚泥量の削減と、排水中に含まれる有価物の高濃度な回収を実現している。

## 2.5 運用リスク低減型ソリューション

産業排水処理システムの設備管理において、顧客にとって

重要な課題が運用リスクを低減することである。そのため、水質の安全性の確保や、機器の故障頻度の低減と的確な故障の検知、補修の容易さ、設備の冗長性、容量の裕度、運用パターン最適化など多くの観点から、顧客にもっとも適したソリューションを提案している。

次章以降では、当社が推進するソリューション型提案において、独自技術である無薬注ろ過システムとUASB型メタン発酵処理システムについて、具体的な環境負荷低減の事例を述べる。

## 3 無薬注ろ過システム

無薬注ろ過システムは、プリント基板の製造工程で排出される銅などの金属を含む排水や、コンデンサ製造工程のニッケルやチタンなどを含む排水など、主に無機排水を対象とする水処理システムである。無機排水の処理は、凝集剤やポリマーなどの薬品を使った凝集沈殿処理が行われるため、薬品費及び汚泥処分費のランニングコストや、沈殿槽など大きな設備コストが発生する。

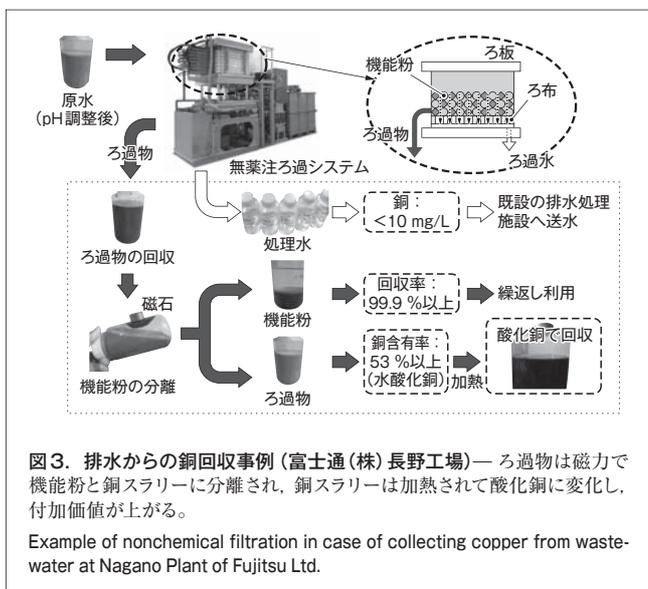
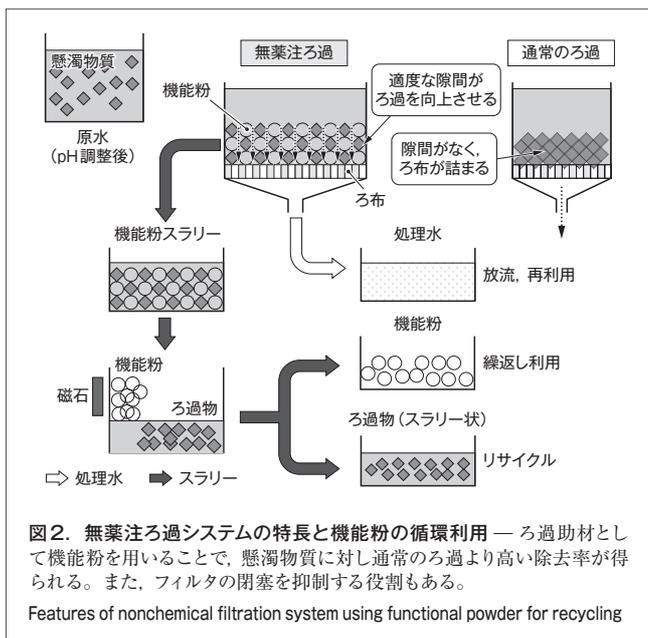
排水中の金属イオンを処理する過程で、有用な金属を含む沈殿物（汚泥）も多く発生する。一般に金属イオンは、pH（水素イオン指数）を調整すると水中で粒子化することが知られているが、これらの粒子は小さく沈降しづらい。前述の凝集沈殿は、これを大量の凝集剤で粗大化させて沈降しやすくする技術である。そのため、この沈殿物には対象金属のほかに、カルシウム、鉄、アルミニウムなど大量の凝集剤由来成分が含まれ、汚泥として処分されている。

無薬注ろ過システムは、凝集剤を使わずに“機能粉”という専用のろ過助材を使うことで、これらの小さな粒子を効果的にろ過できる技術である。このろ過システムで回収されるろ過物は対象金属の純度が高いため、有価物にすることができる。

また、**図2**のように、機能粉は繰返し利用できる磁性体であるため、ろ過物から機能粉を分離回収して循環利用することで、凝集沈殿に比べてランニングコストを大きく削減できる。これらの特長を生かし、排水処理とともに資源回収も可能なソリューションアイテムとして、導入に取り組んでいる。

2011年に富士通（株）長野工場のプリント基板製造工程の排水処理システムとして導入され、その効果を確認した事例について述べる。

この工程の排水は、プリント基板を製造する過程で発生する銅のエッチング排水で、つねに数千mg/Lという高濃度の銅が含有されている。これまでは消石灰などの凝集剤を使った凝集沈殿で処理されていたが、当社の無薬注ろ過システムを導入することで、既設のシステムに比べ薬品コストが約1/2に削減された。富士通（株）長野工場の銅回収事例を**図3**に、また、無薬注ろ過システムの外観を**図4**に示す。

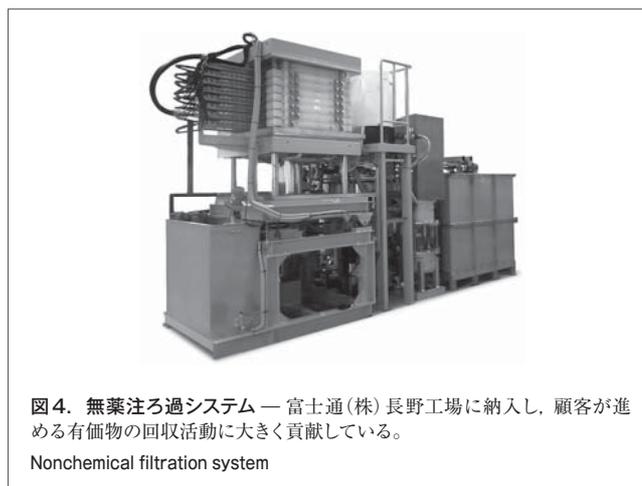


更にこのシステムは、排水中の銅を99%以上除去している。これは従来の凝集沈殿方式よりも除去率が高く、工場排水による水質負荷の低減に寄与している。

また、富士通(株)長野工場では、回収された水酸化銅を加熱処理し、より有用な酸化銅の形態で回収することで、従来の凝集沈殿方式よりも汚泥中の銅純度を3倍程度改善することができ、顧客が進める有価物の回収活動に大きく貢献している。

この事例のように、めっき工場のすずや半導体工場のタンゲステンなど有価金属を使用する顧客にこのシステムを展開し、それぞれの排水特性に適した設計を行っている。

また、このシステムは、特に高濃度排水に対して費用対効果が高い。排水処理設備の前処理に導入することで、高濃度の有価物を回収できるとともに、後処理への負荷を軽減できると



いう導入効果を見込める。

今後も、より高い効果を生み出せるよう、コンパクト設計と低コスト化を推し進め、水処理の新しいソリューションビジネスを展開していく。

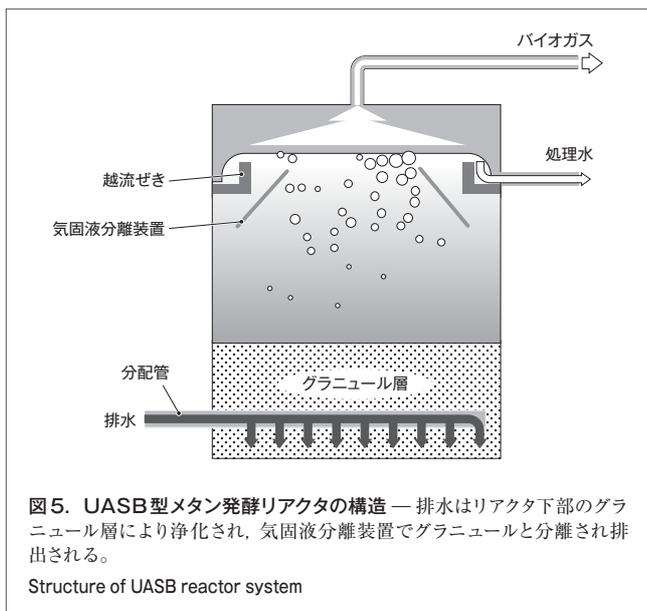
#### 4 UASB型メタン発酵処理システム

メタン発酵処理システムは、BOD (生物化学的酸素要求量) や窒素などを主成分とする有機排水を対象とした水処理システムである。一般的に有機排水は、好気性微生物を用いた活性汚泥法で処理されているが、好気性微生物は有機物を分解する過程で酸素を必要とするため、その酸素供給のために多量の曝気動力が必要になる。また、排水中の有機物は微生物(汚泥)として排水から除去されるため、多量の廃棄物が発生する。

一方、メタン発酵処理システムでは、酸素が不要な嫌気性微生物を用いて排水処理を行うため曝気が不要となり、動力費を削減することができる。また、排水中の有機物はメタンガスを主成分としたバイオガスとして排水から除去されるため、汚泥の発生量が少なく、活性汚泥法と比較して廃棄物の発生量が少ないというメリットがある。更に、発生したバイオガスはエネルギー源として有効利用することもできる。これらの特長を生かして、食品工場から排出されるような有機物濃度が高い排水を中心として適用されてきている。UASB型メタン発酵処理システムのリアクタの構造を図5に示す。

2010年に納入した(株)廣八堂 鹿児島工場の排水処理で導入され、成果を上げている事例について述べる。

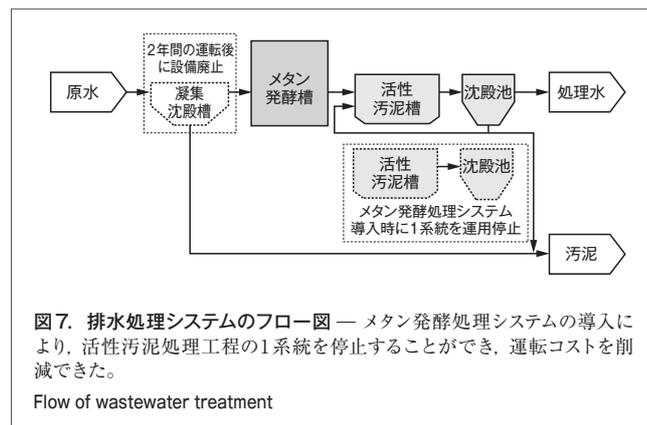
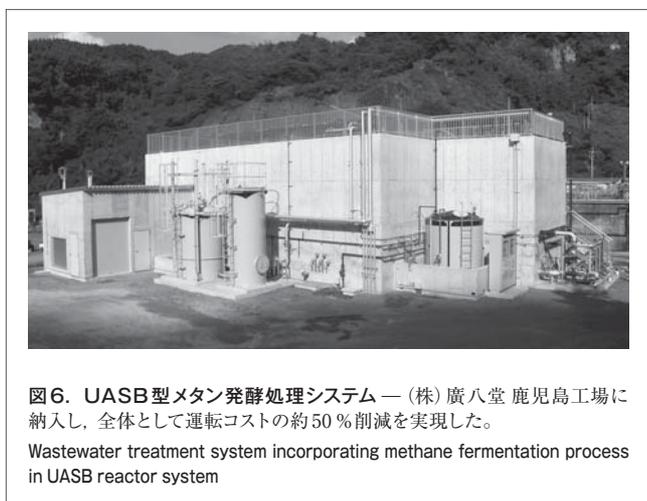
(株)廣八堂 鹿児島工場は、かんしょでんぷんを製造する工場であり、BOD濃度が8,000 mg/Lの非常に高濃度な排水を排出する。従来の処理法は、硫酸でたんぱく質を凝固させた後に凝集沈殿処理を行い、その処理水を2系列の活性汚泥法で処理していた。活性汚泥処理への流入水のBOD濃度が



5,000 mg/Lと高濃度であったため、曝気動力や汚泥の廃棄費用、薬品費など多額のランニングコストが掛かっていた。

そこで、凝集沈殿処理と活性汚泥処理の間にメタン発酵処理を導入し、運転コストの削減を図った。(株)廣八堂 鹿児島工場に納入したUASB型メタン発酵処理システムの外観を図6に、排水処理システムのフロー図を図7に示す。メタン発酵処理によりBODの90%以上を除去できるようになったことから、後工程の活性汚泥処理への負荷が約1/10となり、曝気風量の低減ができた。この結果、凝集沈殿処理と合わせた汚泥の発生量を、前年の約50%まで低減できた。加温用ボイラの薬品費などが増加したものの、全体として運転コストの約50%削減を実現した。

(株)廣八堂では、2年間の運転の後、前工程の凝集沈殿処理を廃止し、メタン発酵槽でたんぱく質成分の分解と除去を行うように運転方法を変更した。また、凝集沈殿処理に使用



していた薬液の使用量も低減できた。

メタン発酵処理で発生するバイオガスはカーボンニュートラルであるため、バイオガスの有効活用は地球温暖化防止の一助となる技術である。今後、バイオガス発電も含め、温暖化防止に向けた取り組みを行っていききたい。

## 5 あとがき

当社は、産業排水処理において事業者と課題を共有し、処理プロセスの最適設計や独自技術によるソリューションを提供することで、持続可能な社会に貢献する水処理システムを構築している。

世界的な環境意識の高まりに対して、国内だけでなくアジアを中心とした新興国においても、様々な課題に対し固有の文化や環境に適合したソリューションを提供することで、環境負荷の低減を推進していくことが求められている。当社は、これらの様々な排水処理において、より高効率な水処理システムを実現するための独自技術として、高速凝集沈殿槽の開発を進めている。



山形 英頭 YAMAGATA Hideaki

コミュニティ・ソリューション社 水・環境システム事業部 水・環境プロセス技術部主務。水処理プラントのプロセスエンジニアリング業務に従事。

Water & Environmental Systems Div.



菊池 靖崇 KIKUCHI Yasutaka

コミュニティ・ソリューション社 水・環境システム事業部 水・環境プロセス技術部主務。水処理プラントのプロセスエンジニアリング業務に従事。

Water & Environmental Systems Div.



足利 伸行 ASHIKAGA Nobuyuki

コミュニティ・ソリューション社 水・環境システム事業部 水・環境プロセス技術部参事。水処理プラントのプロセスエンジニアリング業務に従事。

Water & Environmental Systems Div.