

水再利用をめざした産業排水処理システム

Industrial Waste Water Treatment System for Water Recycling

赤松 俊昌 小田 昇
Akamatsu Toshimasa Oda Noboru

Goh Yeow-Hwee H

爆発的な人口増加や、経済発展による生活水準の向上、工業用水利用の増加などにより、深刻な水不足の脅威や水環境の悪化に直面している国・地域が世界には数多くある。

日立グループは、水処理システム、情報制御システム、省エネルギーシステムの三つの先進技術で、約1世紀にわたり、世界の水環境の保全・改善に貢献してきた。今後も、水を取り巻く多岐にわたる分野で培ったハードウェア・ソフトウェア両面での高い技術を生かし、顧客とともに水循環システムを造り上げていく。

1. はじめに

国土も小さく、限られた資源しか持ち合わせていない日本は、製造業をはじめとする生産現場の力により、経済成長を遂げてきた。その一方で、公害などの環境問題が発生し、生産活動を営む企業からの排水はさまざまな法の下に規制されることになった。これは、海外諸国においても同様であり、特に東南アジアをはじめとする新興国は、経済発展による生活水準の向上や、工業用水利用の増加などが一因と考えられる深刻な水不足、水環境の悪化に直面している。

このような環境的、社会的背景の中、日立グループは日系企業の海外進出に際し、水環境の保全や改善運用にトータルなソリューションを提供している。

ここでは、水を取り巻く東南アジアなどの新興国の状況と、それに対応した日立グループの産業向け水処理システムについて述べる。

2. アジアにおける水環境の変化

日本における水環境に関する法令には、環境基本法の下に水質汚濁防止法がある。ここでは、一律排水基準として、生活環境項目15項目、健康項目28項目について許容限度値が定められている。これを基に各自治体による条例など

で業種別、排出先別に規制値が細かく設定され、規制されている。

一方、東南アジア諸国においても同様の法律形態がとられており、各国ともほぼ日本と同様の排水基準項目に対して数値規制を行っている。特徴的なのは、各地域に点在する工業団地において、それぞれ異なる排水規制値が定められていることである。

例えば、集約管理された排水処理場を持っている一部の工業団地では、数値規制を当該国の規制値より緩和させている場合がある。したがって、実際に工場建設を検討する場合には、事前の調査が不可欠である。

一方、配水されている工業用水の水質（品質）について、使用目的によっては企業側で水質向上させるためのシステムを用意しなければならないケースもある。さらに、インドでは、貴重な水資源の節約を目的に灌漑（かんがい）用水が最優先され、工業団地などでの生産用水の利用（取水）制限や排水の再利用促進（ゼロディスチャージと呼ばれる。）が実施されている。

このように東南アジアなど新興国においては、企業側が各地域に合わせた水処理システムを構築する必要がある。

3. 日立グループの水処理システム

日立グループは、国内外の水を取り巻く多岐にわたる分野において、ハードウェア・ソフトウェアの両面で豊富な実績・ノウハウを蓄積してきた。ここではその技術の一部として、産業向け水処理システムを紹介する。

3.1 用水処理設備

用水処理では、飲用までを目的とした浄水処理にはろ過膜を使って水を浄化する「膜型浄水システム」がある。水量・水質に応じてMF（Microfiltration：精密ろ過）膜や

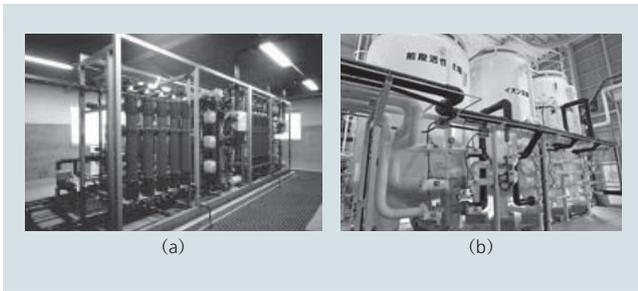


図1 | 膜型浄水システム (a) とイオン交換塔 (b) の外観
膜型浄水システムの小型モジュール外観 (a) と、清涼飲料水製造用のイオン交換塔の外観 (b) を示す。

UF (Ultrafiltration : 限外ろ過) 膜などの適応膜の選定を行い、コンパクトかつ維持管理が容易で、懸濁物質をはじめ、大腸菌などの細菌類まで取り除くことができる。

また、用途によっては、生産用水として清澄な「純水」と呼ばれる品質の水が必要になる。この場合は、配水された工業用水をイオン交換塔やRO (Reverse Osmosis : 逆浸透) 膜などから成る純水製造ユニットを用いて、供給水中の電解質、コロイド成分、低・高分子有機物などを除去する (図1参照)。

3.2 排水処理設備

生産活動とともに発生する排水は、有機排水と無機排水に大別できる。

有機排水の処理には、主に活性汚泥を用いた生物処理が適用される。近年では、膜分離活性汚泥処理システムと呼ばれる新しいタイプの生物処理システムがある。活性汚泥処理と浸漬膜を組み合わせることによって、高濃度活性汚泥処理が可能となり、維持管理が容易、省スペース・低コ

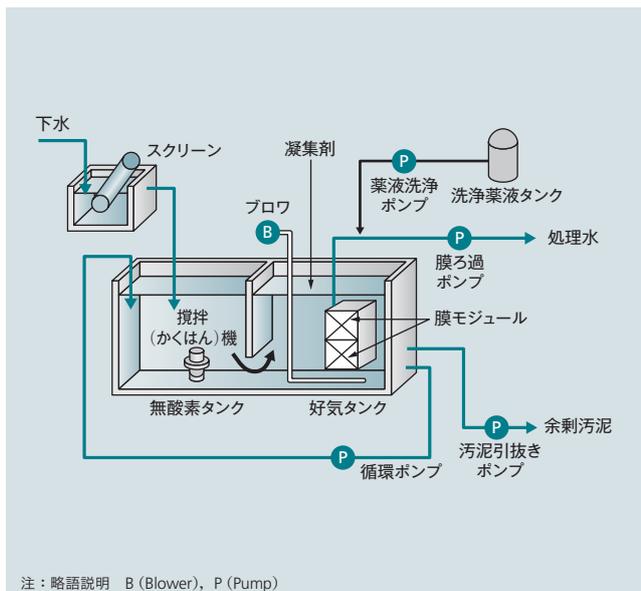


図2 | 膜分離活性汚泥処理システムの概要
活性汚泥処理と浸漬膜を組み合わせた膜分離活性汚泥処理システムの概略フローを示す。

ストで、高度な処理水質確保を図る産業排水処理に適したシステムとなっている (図2参照)。

また、日本をはじめ各国では排水中の窒素の規制が設けられていることが多い。これは、排水中の窒素が海や湖に流れ込むことで、赤潮やアオコを発生させ、生態系に深刻な影響を及ぼすからである。

これらの排水中の窒素処理は、活性汚泥を用いて長時間の好気処理を行い、アンモニア性窒素を硝酸性窒素にする硝化処理の後、硝酸性窒素を無酸素の条件下で脱窒菌の力を利用して窒素ガスに還元するという手順で行われる。

日立グループは、これらの排水処理を効率化するため、包括固定化窒素除去システムを開発した。これは、活性汚泥を構成する微生物を寒天状の約3 mm角の高分子含水ゲルに封じ込めた包括固定化担体「バイオエヌキューブ」を用いることで、硝化の処理能力を高めるシステムである (図3参照)。

このシステムにより窒素除去の効率化とともに、従来方式と比べ、約半分の省スペース化が可能になる。日立グループは、長年にわたって多くの実績を積んでいる (図4参照)。現在では、アンモニア性窒素から直接窒素除去が可能なアナモックス菌を包括固定化担体に閉じ込め、この担体を利用する高濃度窒素排水の処理システムを開発している。このように、この包括固定化の技術は応用展開ができるため、他の規制物質に対応することも含め、継続的な研究開発を行っている。

一方、無機排水の処理は、処理対象となる物質の違いによって処理手法を選択する必要がある。

日立プラントテクノロジーの特徴的な技術の一つにフッ

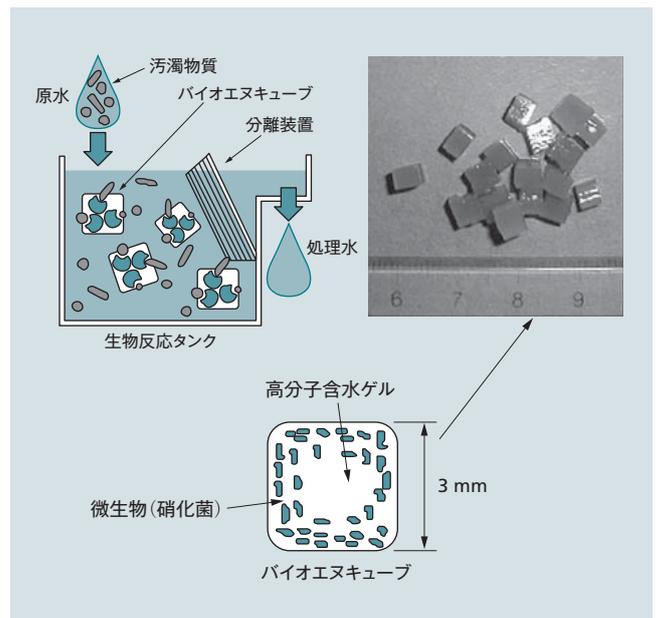


図3 | 包括固定化窒素除去システムの概要
包括固定化窒素除去システムの原理と、利用する担体を示す。

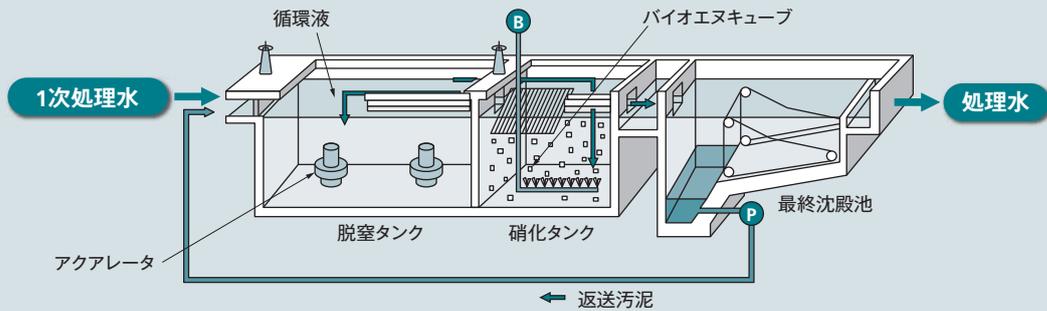


図4 | 包括固定化窒素除去システムのシステムフロー
包括固定化窒素除去システムの一般的システムフローを示す。

素高度処理装置がある(図5参照)。フッ酸(フッ化水素酸)排水の凝沈処理水に残留するフッ素をアパタイト化して、晶析材表面に析出させるもので、反応塔が膨張層型リアクタ構造のため、従来の2段凝集沈殿装置に比べ、シンプルで維持管理の容易さ・低コスト化を重視した装置となっている(図6参照)。

3.3 再利用設備

日立グループは、特に水資源が不足している地域に向けて、従来から膜分離活性汚泥処理システムとRO膜設備を組み合わせたシステムを開発し、純度の高い処理水の提供によって水の再利用を実現している(図7参照)。また、水源が限られた地域に向けて雨水を水資源と捉え、雨水を回収再利用するシステムも検討している。一般には、雨水は夾(きょう)雑物を除去したうえで非常水として貯留されることが多いが、使用用途に合わせて適切な処理を行うことで活用できる。

排水や雨水など、従来は再利用されることのない水を、前述した用水処理設備や排水処理設備を組み合わせたシステムで処理することにより、水再利用システムが構築でき

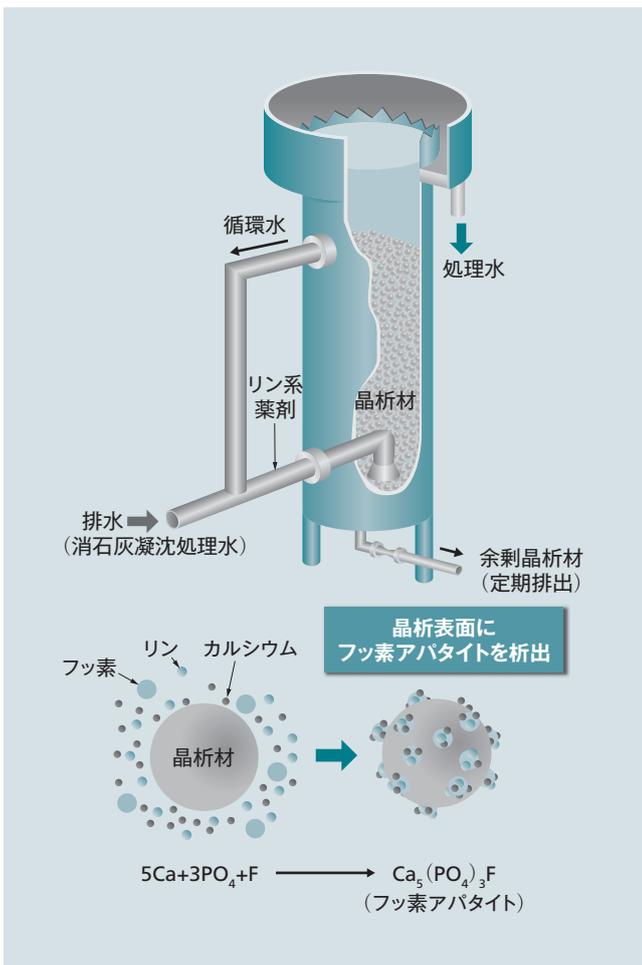


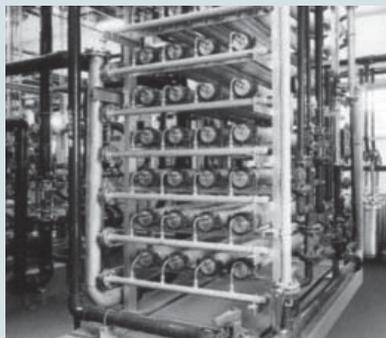
図5 | フッ素高度処理装置の原理
晶析反応を利用したフッ素の高度処理技術の原理を示す。



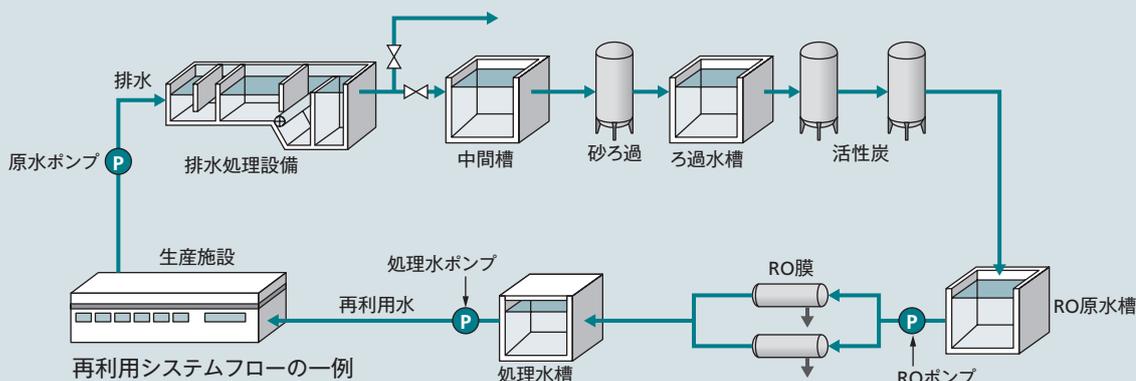
図6 | フッ素高度処理装置
晶析反応を利用したフッ素の高度処理装置の外観を示す。



UF膜



RO膜



注：略語説明 UF (Ultrafiltration), RO (Reverse Osmosis)

図7 | 再利用設備の納入事例

RO膜を利用した排水再利用設備の納入事例を示す。

る。再利用には、雑用水やクーリングタワーの補給水から生産設備に必要な高度な処理水まで、さまざまな用途が考えられるため、顧客とともに生産現場・施設内の効率的な水利用システムの構築を行いたいと考えている。

4. おわりに

ここでは、水を取り巻く東南アジアなどの新興国の状況と、それに対応した日立グループの産業向け水処理システムについて述べた。

新興国においても日本同様の排水基準が制定されているが、各国独自の規制もあり、工場建設に際しては事前の調査と対応が必要である。日立グループはこのような規制に対応できる多岐にわたる産業向け水処理システムの技術と実績があり、これらを事例とともに紹介した。すなわち、MF膜、UF膜、RO膜などを利用した用水処理、包括固定化担体「バイオエヌキューブ」を使用した有機排水処理、晶析反応を利用したフッ素高度処理、膜分離活性汚泥処理システムとRO膜設備を組み合わせた水再利用設備などである。

執筆者紹介



赤松 俊昌

1992年日立プラント建設株式会社入社，株式会社日立プラントテクノロジー 環境システム事業本部 水処理事業部 海外部 所属
現在，産業水処理（海外案件）の設計計画に従事



小田 昇

1974年日立プラント建設株式会社入社，株式会社日立プラントテクノロジー 環境システム事業本部 水処理事業部 産水部 所属
現在，産業水処理（海外案件）の設計計画に従事



Goh Yeow-Hwee H

1996年日立プラント建設株式会社入社，Hitachi Plant Technologies, Ltd. Asia Regional Headquarters Singapore Branch Office 所属
現在，水処理設備の設計施工に従事