

SDGs に寄与する革新的水処理装置

新膜ろ過装置「ECO クリーン」の開発

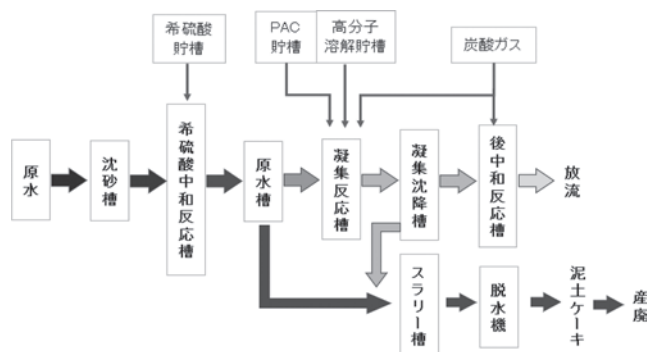
西村 章・西村 聡・林 正也

SDGs（持続可能な開発目標）では、水資源の有効活用が求められている（ゴール6：水資源へのアクセス・水質・価格の改善）。水処理プロセス上流の濁質除去では、現在ほとんど凝集沈降（浮上）処理で行われている。研究開発の成果として、大面積プリーツフィルターによる濁水処理技術を独自開発し、新膜ろ過装置 ECO クリーン（以下「本システム」という）では従来のろ過装置では不可能とされていた粘土質高濃度濁水の安定的な清澄化が可能など、これまでにない画期的な性能・水質・省スペース・省コストを実現した。本稿では、その開発概要と今後の展望について報告する。

キーワード：SDGs, 利水, 通水性テフロン膜, コンパクト, 低コスト化

1. はじめに

近年、排水基準の強化、水循環利用によるコストダウン、再利用水質の要求向上など水処理装置への性能要求が高まっている。一方、ほとんどの水処理装置では「凝集沈降方式」が主流であり、中和剤・凝集剤・キレート剤・吸着剤など薬品を多用している。また、高度処理では砂ろ過装置・バグフィルター等使い捨てフィルターが必要である。水質、価格の改善の要求に応えるために、「凝集沈降方式」や「従来の精密ろ過(MF)」に代わる、新しい水処理技術が期待されていた。それら課題の解決策として、大容量ろ過が可能なプリーツフィルター技術の応用研究に取り組み、開発の成果を得ることができた。本稿では、その開発概要と今後の展望について報告する。



図一 一般的な建設濁水処理の簡易フロー

2. 開発背景

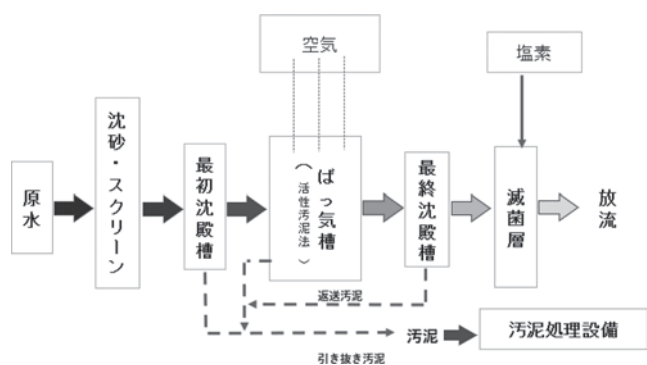
(1) 開発背景

当社では、大面積プリーツフィルターの技術を保有しており、濁水・微粒子ろ過装置への応用研究を進めてきた。それにより、表面ろ過による目詰まり防止と高澄清化を両立し、長期運転を可能とする開発に成功した。

(2) 従来の濁水処理装置の課題

凝集沈降方式

一般的な凝集沈降方式のフロー（図一1, 2）およ



図二 一般的な下水処理の簡易フロー

び認識している課題を以下に示す。

(a) 凝集沈降方式の課題

- ①薬品コストが高い、また濁度・流量の増加に追従できず、排水基準をオーバーする。
- ②シクナー等装置が大きく、フットプリントが大きい、基礎工事費・設置費が高い。

- ③高度清澄処理では、砂ろ過・使い捨てフィルターが必要でランニングコストが高い。
 - ④凝集スラリーの脱水絞り性が悪く、居着き・目詰まり等のトラブルがある。
 - ⑤脱水ケーキは産業廃棄物となるため運搬・処分コストが大きい。
- (b) 下水処理の課題
- ①バイオ反応のため、長時間処理になる。
 - ②臭気対策が必要。
 - ③ばっ気など大量の電力消費。
 - ④ N₂O 温暖化ガスの発生がある。
 - ⑤災害（浸水）リスクがある。
 - ⑥マイクロプラスチックの流出がある。
- (c) MF ろ過装置の課題
- ①目詰まり防止対策およびフィルター交換など維持管理が困難である。
 - ②中空糸・平膜など MF は活性汚泥処理 MBR で普及しているが、粘土質高濃度濁水や工業用排水処理では、膜付着物の目詰まり再生に課題があり採用が難しい。
 - ③一般的な MF の処理濃度の上限は 500 mg/L 前後で Flux 50LMH と処理能力が低い。
 - ④精密ろ過膜や装置システムが高価である。

3. 本システム概要

(1) 基本原理・構造

濁質の粒子をフィルター膜面でトラップし、微粒子を物理的に除去することで清澄化する。フィルターの付着物を間欠的に洗浄除去し安定した運転ができる。

(a) 大容量プリーツフィルター

プリーツフィルターは山折りした襞が放射状に開い

た円筒型の成形フィルターで、1本あたり 50 m²である。襞内部には通水用のスペーサー(プラスチックメッシュ)、及び中心部にはインナーチューブが配置され流水路を形成している。インナーチューブはフィルターのろ過によって発生する、中心方向への圧力を受ける。プリーツフィルターは通水ろ過の高差圧に耐える構造で 0.3 MPa の耐圧を有する。

フィルター膜はポリエステル基材に親水性 PTFE メンブレンをラミネートされており、そのろ過精度は、0.15 μm × 99.95 % となっている。また、耐熱 120℃、pH3 ~ pH11.5 の液が処理できる。図-3、4、写真-1 にプリーツフィルター形状を示す。

(b) フィルターベッセル

大容量プリーツフィルターを格納する耐圧容器で耐圧は 0.3 MPa、上部はフェールフランジになっており、フィルターの交換が容易にできる。またフェールフランジにはフィルターに回転導入するサーボモーター



写真-1 プリーツフィルター

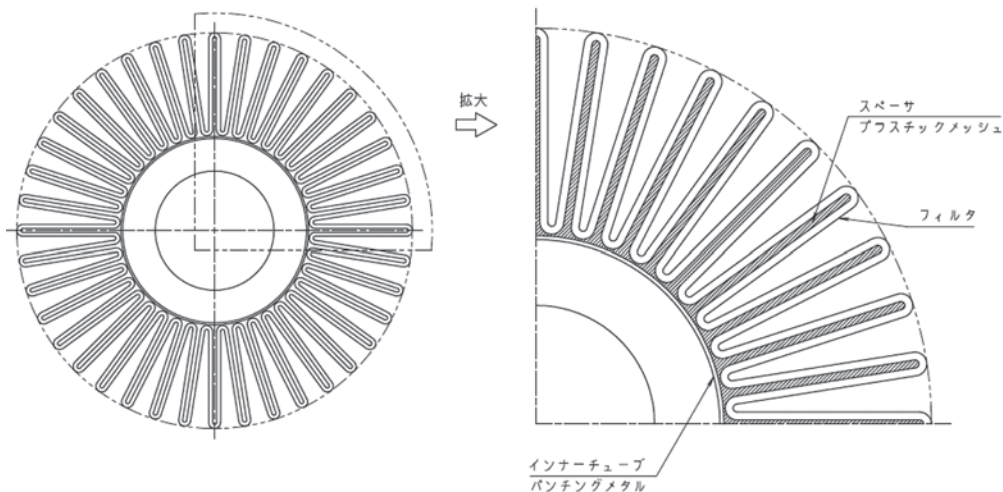


図-3 フィルター断面図

ターを備える。

ベッセルには、原水入口・スラリー排出・清澄水出口があり、フィルターの洗浄再生用スリットノズルを備える。図-4にベッセル単体図を示す。

(2) 処理フロー (図-5)

- ①原水ポンプにより、ストレーナーを介して、フィルターベッセル内に押込まれた内部のフィルターで微粒子を除去・清澄化して排出される。
- ②ろ過が進むとフィルター膜面に微粒子が凝集し、ケーキ層に成長する。
- ③ケーキ層は通水を阻害するので、定期的にフィルター再生を行う。フィルター再生モードでは、原水入口・清澄水出口を閉じ、洗浄水入口、スラリー排出口を開け洗浄モードに入る。
- ④ビーズタンクの洗浄ポンプで樹脂ビーズが混合した原水を吸引しベッセル内スリットノズルによりフィルターに吹付、同時にフィルターを回転させ

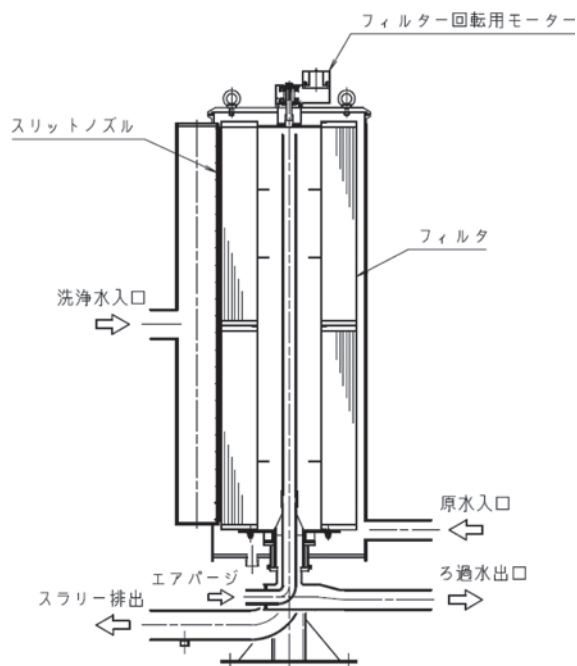


図-4 ベッセル単体図

ることでフィルターの全表面を洗浄し、付着物を剥離・再生する。洗浄モードは3分で完了する。

- ⑤洗浄が完了すると、ろ過モードに戻る。
- ⑥洗浄で回収したフィルター付着物スラリーはサイクロンで樹脂ビーズを分級し、濃縮スラリーのみ排出される。

4. 本システムの特徴

- ①独自のプリーツフィルターにより、ろ過通水性・洗浄排出性が良く、高濃度濁質ろ過に耐え、高Fluxを実現(中空糸の10倍)
※ Flux = フィルター 1m² 当たり、時間当たり流量 $l / H = LMH$
- ②親水性テフロンメンブレンにより、高澄清度で水質を保持
- ③独自のビーズ混合洗浄方式により、膜面付着物を完全に除去し、連続安全運転が可能
- ④フィルターはベッセルに密閉収納され、コンパクトで設置場所を選ばない
- ⑤メンテナンスが容易でフィルター交換は10分以内で可能
- ⑥耐熱 120℃, pH3 ~ pH11.5, SS0 ~ 10,000 mg/L(最大) と原水の適用範囲が広い

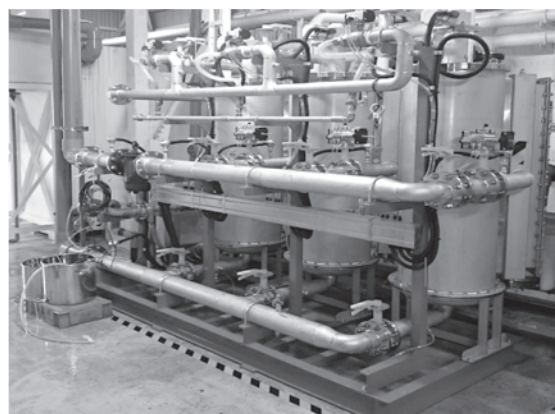


写真-2 本システム全体写真

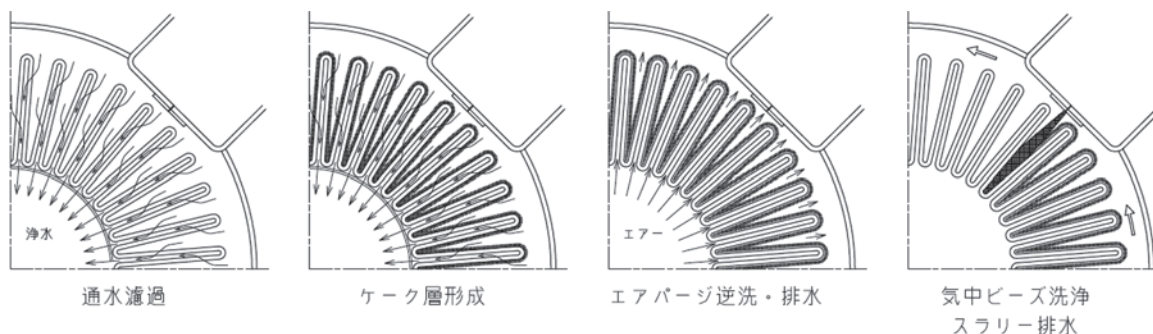


図-5 膜処理フロー

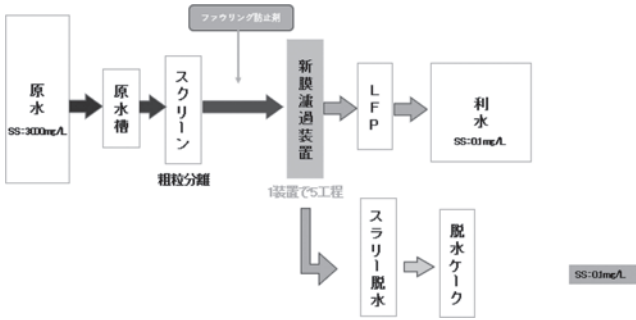


図-6 本システムの簡易フロー

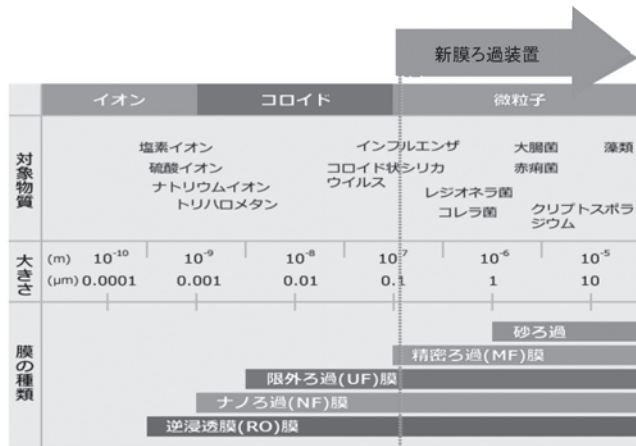


図-7 膜ろ過の区分

表-1 MF膜処理比較

	中空糸	平膜	プリーツ
SS 濃度許容性	△	○	◎
膜洗浄性	△	△	◎
比表面積	◎	△	◎
膜寿命	○	◎	○
交換容易性	△	△	◎
Flux	△	△	◎
膜コスト	△	△	◎
装置コスト	△	△	◎

5. 高度処理

本システムは高濃度 SS を許容し幅広い原水の清澄化が可能になった。

ただし原水の状況や処理水質の課題は多様で + α 機能を付加し対応する必要がある。高度処理により有機物や有害物質を効率的に除去し安全な水に再生する技術を確立した。

(1) 本システム LFP

大面積プリーツフィルターに活性炭などの機能性粉体を添着し機能性粉体の持つ吸着能力を最大化した。重金属イオン化合物・VOCs・COD・BOD・TOC な

どの吸着除去が可能、特に微量有害物質トリクロロエチレン・テトラクロロエチレン・PFOS・ジオキサンも検出限界まで除去清浄化できる。

(2) オゾンマイクロバブル

オゾンガスをマイクロバブル化し完全溶解することで効率の良いオゾン処理ができる。有機物分解・脱色・除菌・脱臭に効果がある。

6. おわりに

本システム革新的水処理装置「ECO クリーン」は建設工事に伴うあらゆる排水処理に適用でき、河川湖沼などの環境修復・地下水汚染浄化・浚渫ダム工事排水浄化などに大きいメリットを提供できる。また LFP 法/オゾン法を組み合わせ高度処理することにより例えば活性汚泥に較べ CO₂ を 60% 削減できる試算がある、地域分散型浄水設備・小規模下水処理・産廃処分場滲出浄化・放射能/ダイオキシン系排水浄化・災害時の生活用水など、ほとんどの水処理課題に応えられると自負している。SDGs では水処理の CO₂ 削減をはじめ、安全な水をすべての人に、水資源の再生活用などを目標としており、本システムが目標達成に寄与貢献できることを願っている。

なお、本システムはその独創性革新性が認められ日本産業機械工業会「第 46 回優秀環境装置表彰」日本産業機械工業会会長賞、日本発明振興協会「第 46 回発明大賞」本賞を受賞している。

JICMA

【筆者紹介】



西村 章 (にしむら あきら)
 (株)流機エンジニアリング
 代表取締役会長



西村 聡 (にしむら さとし)
 (株)流機エンジニアリング
 代表取締役社長



林 正也 (はやし まさや)
 (株)流機エンジニアリング
 常務取締役