

第40回 優秀環境装置

平成26年6月

主 催 一般社団法人 日本産業機械工業会
後 援 経 済 産 業 省

序

本書は経済産業省の後援のもと、一般社団法人日本産業機械工業会が実施した平成 25 年度「第 40 回優秀環境装置の表彰事業」において受賞した優秀な環境装置の概要をまとめたものである。

最近では東南アジアをはじめとして中東諸国の急激な経済発展と共に、各国での環境汚染も問題視されてきている。発展途上にあっても環境問題は後手となり、対策に遅れを取って問題が深刻化してくる。中国においては PM2.5 による大気汚染問題が大きくクローズアップされ、一国のみの問題ではなくなっている。

また、大気汚染のみならず、水処理、廃棄物処理に関しても問題が顕在化してきており環境問題が大きく取り沙汰されてきているのが現状である。

我が国では、過去に深刻な環境問題に直面し、国、民間が協力して問題を克服してきた経験を有している。中でも企業においては厳しい法規制に対応するため、環境装置の改良・開発に注力し、今日のような住み良い生活環境を作り上げ、持続可能な社会創りに大いに貢献してきた。

本事業は優秀な環境装置・システムを表彰し広く公表することで、環境保全技術の研究・開発を一段と促進し、そうした技術・装置の普及により、地球環境の保全に資することを旨とするものである。

本事業の実施にあたり格別のご支援を賜りました経済産業省、環境省、中小企業庁、優秀環境装置審査委員会委員、審査幹事会幹事並びに関係各位に厚く御礼を申し上げる次第である。

平成 26 年 6 月

一般社団法人 日本産業機械工業会
会 長 佃 和 夫

第 40 回優秀環境装置

— 目 次 —

- 第 40 回優秀環境装置審査報告 1
- 第 40 回優秀環境装置審査委員会名簿 2
- 表彰装置及び応募数・受賞数 3
- 経済産業大臣賞
「担体嫌気処理プロセス（バイオセーバー[®]TK）」 5
- 経済産業省産業技術環境局長賞
「新型パルス式バグフィルタ（エコパルサー[®]）」 11
- 中小企業庁長官賞
「大気圧プラズマ式排ガス除害装置（KPL-C シリーズ）」 29
- 日本産業機械工業会会長賞（応募申請書受付順）
「高効率エアレーター（空海）」 35
「コーヒークラスバイオマスボイラーシステム」 43
「防音装置（アルミ箔エコキューオン）」 51
「汚泥脱水機（ハイブリッド型圧入式スクリーンプレス脱水機 ISGKV 型）」 61
「リンサー排水回収装置（ARRoWS[®]）」 77

第 40 回 優秀環境装置審査報告

優秀環境装置審査委員会
委員長 中山 哲 男

優秀環境装置の表彰事業は一般社団法人日本産業機械工業会が経済産業省のご後援のもとに昭和 49 年度から実施しているもので、優秀な環境装置やシステムを表彰することにより、「持続可能な循環型経済社会」を実現するための環境保全技術の研究・開発及び優秀な環境装置の普及を促進し、我が国環境装置産業の振興を図ることを目的としている。

本年度の表彰事業は平成 25 年 11 月 11 日から平成 26 年 1 月 15 日までの約 2 ヶ月にわたって公募した。

その結果、全国から大気汚染防止装置〔3 件〕、水質汚濁防止装置〔7 件〕、廃棄物処理装置（再資源化装置含む）〔9 件〕、騒音・振動防止装置〔1 件〕、その他地球環境保全に関する装置〔2 件〕、合計 22 件の応募があった。審査は、優秀環境装置表彰制度の実施要綱並びに同運用基準の規定に基づいて次のような手順で慎重かつ厳正に行った。

まず、優秀環境装置審査幹事会において、全申請装置についてその独創性、性能、経済性及び将来性に関し予備審査を行い、その中で高位の評点を得た装置について実地調査を実施し、8 件の入賞候補を選定した。審査委員会では幹事会から推薦を受けた各賞候補を参考に、更に総合的に審査を行い、第 40 回優秀環境装置の経済産業大臣賞 1 件、経済産業省産業技術環境局長賞 1 件、中小企業庁長官賞 1 件、日本産業機械工業会会長賞 5 件を決定した。

以上の受賞各装置は、いずれも環境保全に極めて有効な優秀装置として高く評価されたものであり、今後の普及を期待すると共に開発にあたられた各社のご努力に心から敬意を表したい。

第40回 優秀環境装置審査委員会名簿

委員会

(委員長)

中山 哲男 一般社団法人産業環境管理協会 名誉参与
(元、資源環境技術総合研究所次長)

(委員)

宮川 正 経済産業省 製造産業局長
片瀬 裕文 経済産業省 産業技術環境局長
北川 慎介 経済産業省 中小企業庁長官
鎌形 浩史 環境省 大臣官房審議官
森本 修 一般財団法人日本品質保証機構 理事長
宮城 勉 日本商工会議所 常務理事
庄山 悦彦 一般財団法人機械振興協会 会長
岡村 正 一般社団法人日本機械工業連合会 会長
鈴木 孝治 慶應義塾大学 理工学部 応用化学科 教授
指宿 堯嗣 一般社団法人産業環境管理協会 技術顧問
大和田秀二 早稲田大学 理工学術院 創造理工学部 環境資源工学科 教授
佃 和夫 一般社団法人日本産業機械工業会 会長

幹事会

(幹事長)

中澤 佐市 一般社団法人日本産業機械工業会 専務理事

(委員)

須藤 治 経済産業省 製造産業局 産業機械課長
實國 慎一 経済産業省 産業技術環境局 環境指導室長
平井 淳生 経済産業省 中小企業庁 経営支援部 創業・技術課長
吉川 和身 環境省 総合環境政策局 総務課 環境研究技術室長
竹内 浩士 独立行政法人産業技術総合研究所 評価部 首席評価役
田中 幹也 独立行政法人産業技術総合研究所 環境管理技術研究部門
副研究部門長 金属リサイクル研究グループ長
辰巳 憲司 独立行政法人産業技術総合研究所 環境管理技術研究部門
浄化機能促進研究グループ 客員研究員
加茂 徹 独立行政法人産業技術総合研究所 環境管理技術研究部門
吸着分解研究グループ 研究グループ長
名木 稔 一般社団法人産業環境管理協会 資源・リサイクル促進センター 所長
池田 茂 一般社団法人産業環境管理協会 環境管理部門
国際協力・技術センター 技術参与
庄野 勝彦 一般社団法人日本産業機械工業会 常務理事

第 40 回 優秀環境装置 表彰装置及び応募数・受賞数

< 経済産業大臣賞 >

「担体嫌気処理プロセス（バイオセーバー[®]TK）」 栗田工業(株)

< 経済産業省産業技術環境局長賞 >

「新型パルス式バグフィルタ（エコパルサー[®]）」 日本スピンドル製造(株)

< 中小企業庁長官賞 >

「大気圧プラズマ式排ガス除害装置（KPL-C シリーズ）」 カンケンテクノ(株)

< 日本産業機械工業会会長賞 > （*応募申請書受付順）

「高効率エアレーター（空海）」 (株)ソルエース

「コーヒークラスバイオマスボイラーシステム」 静岡県工業技術研究所／
静岡油化工業(株)

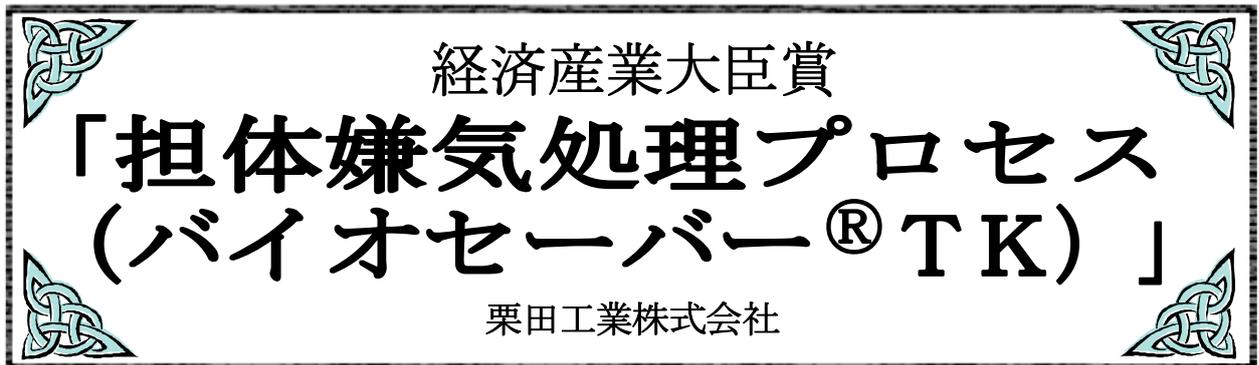
「防音装置（アルミ箔エコキューオン）」 神鋼建材工業(株)

「汚泥脱水機
（ハイブリッド型圧入式スクリーンプレス脱水機 ISGKV 型）」 (株)石垣

「リンサー排水回収装置（ARRoWS[®]）」 水 i n g (株)

応募数と受賞数

分 野	応募件数	受賞件数
大気汚染防止装置	3	2
水質汚濁防止装置	7	3
廃棄物処理装置（再資源化装置）	9	2
騒音・振動防止装置	1	1
悪臭処理装置	0	0
土壌・地下水汚染修復装置	0	0
その他地球環境保全装置	2	0
合 計	22	8



1. 開発経過

排水の生物処理方法は大きく分けて酸素（空気）を利用する好気処理と、酸素が不要な嫌気処理に大別される。嫌気処理は、①好気処理と比べてエネルギー消費が少ない、②廃棄物となる余剰汚泥の発生量が少ない、③バイオガス（主成分メタンガス）を燃料などに利用できる、等のメリットがある。しかしながら、運転管理が煩雑だったり、好気処理に比べて適用範囲が狭いといった課題があり、現在の生物処理の主流は好気処理方式となっている。

既存の嫌気処理方法としては、微生物をグラニューールと呼ばれる大きさ 2-3mm 程度の顆粒として反応槽に保持する方式（グラニューール法）が広く普及している。このグラニューール法は高濃度（CODCr 濃度として 3,000mg/L 程度以上）の食品系排水の処理には適している。しかし、低濃度排水や化学系排水などでは、グラニューールが安定的に形成されず、解体・流出する場合があります。処理に必要な微生物量を維持できずに処理性能が低下したり、減少した微生物を補うために定期的なグラニューール補充が必要となる、等の不具合が発生することがあり適用が難しかった。

我々は多くのメリットがある嫌気処理は、これからの低炭素・資源循環型社会を担う重要な排水処理技術であると考え、「次世代の嫌気処理技術」の開発に取り組み、嫌気処理の適用範囲を大幅に広げることに成功した。具体的には、嫌気性微生物を安定して保持できる新規担体とその周辺装置・技術を開発、「担体嫌気処理プロセス」として商品化した。これにより、これまで対応が難しかった排水種、低濃度排水への嫌気処理の適用が可能となり、処理範囲の大幅な拡大を実現した。

開発は微生物の高密度保持、安定化を目指して、本技術の核となる担体の検討から開始、担体の大きさ、比重、材質、表面性状等を各種検討し、微生物が付着しやすく、強度があり、処理水の分離が容易で、コスト競争力もある新しい嫌気処理用担体を開発した。続いてラボ装置（反応槽 4L）、パイロット装置（反応槽 500L）等を用いて担体の保持方法や反応槽の形状について検討し、最も効率良く処理が可能な上向流型流動床を採用した。また、10 種類以上の様々な業種の実際の排水を用いて通水試験を実施し、担体の微生物保持能力、水処理装置としての性能を確認した。この過程で実規模設備を建設、運転するために必要な各種スケールアップ検討を行いながら、設備の運転管理方法、短期間で装置を立ち上げる方法といった周辺技術も開発し、担体嫌気処理プロセス（バイオセーバー®TK）として完成させた。

そして、2011 年（平成 23 年）に食品工場での第 1 号機が稼働を開始し、現在まで（上市後

の約3年間に、9件の実設備が建設され、その内の2件は海外での建設事例となっている。

2. 装置説明

2.1 構造、原理

開発した担体嫌気処理プロセスは新開発の樹脂製微生物保持担体(直径3-4mm)を用い、担体表面に処理を行う嫌気性微生物を保持することを特徴としている。担体は物理的な強度があり、表面積が大きいため、処理に必要な微生物を高濃度に、安定して反応槽内に保持することが可能となった。これにより、従来は対応が難しかった低濃度排水、負荷変動が大きな排水、化学系排水のように組成の偏った排水でも安定処理が可能となった。

一般的なフローを図1に示した。担体を充填した反応槽は上向流型流動床であり、反応槽内部で担体が水流やガス流により流動するため、固形物成分や増殖した菌体は適宜剥離して排出される。担体は比重調整により水中で速く沈降するため、担体と処理水を容易に分離することができ、グラニュール法で必要であった処理水分離機構は不要となり、水深5m程度の水槽も本プロセスの反応槽として利用可能となった。

嫌気性微生物が付着した担体の様子を図2に示した。担体の表面は表面積を増やし、微生物が付着しやすいように工夫してある。

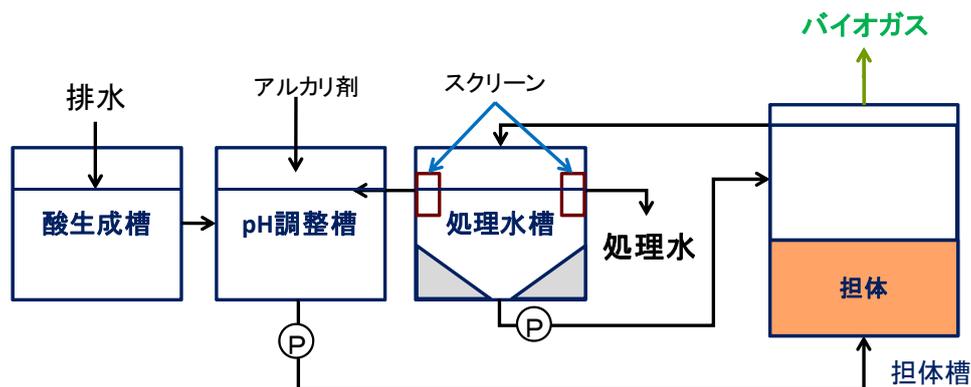


図1 担体嫌気処理プロセスのフロー

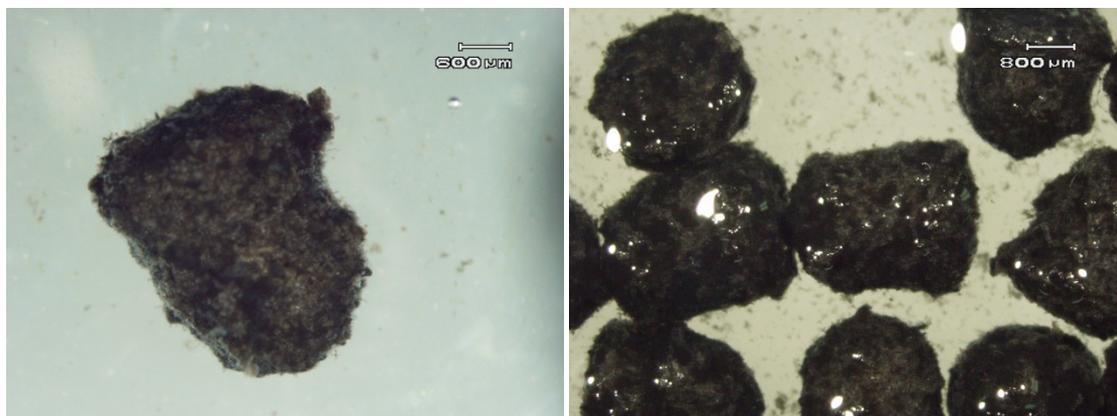


図2 微生物が付着した担体

2.2 特許の有無

国内では以下の特許を出願しており、プロセス上重要な特許については国際出願を行っている。

出願番号	公開番号	名称
2010-261349	2012-110820	嫌気性処理方法及び装置
2010-261353	2012-110821	有機性排水の処理方法
2010-262504	2012-110843	嫌気性処理方法及び装置
2011-077690	2012-210584	クラフトパルプ排水の処理方法
2011-077691	2012-210585	クラフトパルプ排水の嫌気性処理方法及び処理装置
2012-080518	2013-208558	クラフトパルプ排水の処理方法
2012-080519	2013-208559	油脂含有排水の処理方法
2012-080554	2013-208563	有機性排水の嫌気性処理方法
2012-080555	2013-208564	アルカリ性有機排水の生物処理装置

2.3 性能

各種有機性排水を嫌気性微生物により処理し、低濃度排水や化学系排水でも溶解性有機物の80%以上を分解することができる。有機物は分解によりバイオガス（メタンガス、炭酸ガスの混合ガス）に転換され、ボイラー、発電機等の燃料として再利用が可能である。装置の運転結果の一例を以下に示す。

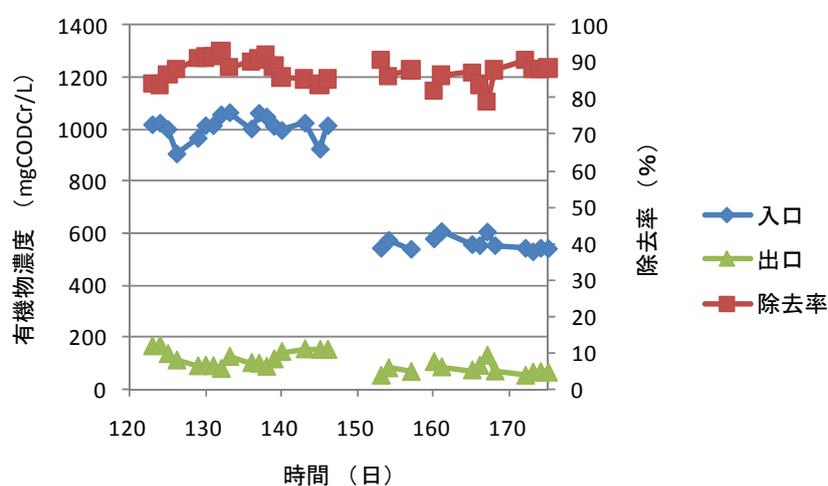


図3 有機排水の処理例

2.4 維持管理

本プロセスの維持管理は基本的には機器類（ポンプ類、pH計、温度計、等）のメンテナンスのみとなっている。運転中は処理に伴って発生するバイオガスの流量を計器監視することにより、処理性能をリアルタイムに把握することができる。従来必要であった反応槽

内部の汚泥濃度の管理、グラニュール量の管理は担体を用いることによって不要となった。

実装置（食品工場向け第1号機）では機器類のメンテナンスのみで約3年間運転を継続している。この間、排水の有機物濃度が設計値を超える期間もあったが、所定の処理能力を安定して発揮した。

2.5 経済性

最も一般的な排水処理方式である好気処理と比較すると、①電力使用量を約1/2に削減、②廃棄物（余剰汚泥）発生量を1/3～1/5に削減、③バイオガスの有効利用、により、排水処理にかかる全体コストを50～70%削減することが可能である。

ある顧客での適用例では、排水量約3,000 m³/d、有機物量として約7,000kgCODCr/dの処理設備において、電力使用量を約1,400MWh/年、余剰汚泥の発生量を約2,300 t/年削減でき、発生したバイオガスを発電に利用し、売電を行うことにより約6千万円/年の効果が可能であるとの結果であった。

2.6 将来性

嫌気処理は食品系の高濃度排水の処理方式としては広く普及しているが、その他の分野（化学、液晶、製紙、飲料、等）や低濃度排水の処理方式としては現在も好気処理が主流となっている。

好気処理は酸素を供給するための電力費用が莫大で、廃棄物（余剰汚泥）の発生量も多いという欠点を持っており、省エネルギー、省廃棄物な嫌気処理技術への期待は大きい。

また、排水処理設備はこれまで何かを生み出す設備ではなかったが、本プロセスは排水処理からエネルギー源（バイオガス）を作り出し、熱源として利用することができる。2012年（平成24年）からはバイオガスから発電した電力を買い取る制度も開始されており、嫌気処理は単に排水を浄化するだけでなくエネルギーを創り出すプロセスとしての注目も高まっている。

その中で適用範囲を大幅に広げること成功した本プロセスは、今後様々な排水に適用が広がっていき、これからの低炭素・資源循環型社会に貢献していくと考える。

2.7 独創性

これまでの排水処理技術の研究開発において、「担体を用いて嫌気処理を行う」というアイデアは公知であったが、今回開発したような樹脂製流動床担体（水、ガスの流れによって流動する担体）を用いる嫌気処理プロセスはこれまで開発されておらず、実装置も実現できていなかった。

本プロセスの開発では、高い微生物保持能力と良好な沈降性を持つ担体を新たに開発し、スケールアップ検討を行い水処理装置として完成させた。また、本プロセスは担体のみを開発したのではなく、排水と担体の接触方法、担体と処理水の分離方法、装置の立ち上げ方法等、周辺技術も含めた商品開発を実施し、実装置化に至ったものである。

2.8 今後の規制に対する対応策

今後も排水の放流規制は厳しくなると共に、より省エネルギー、省廃棄物な処理プロセ

スの要求が高まると考えられる。水処理装置としての性能アップを目指すだけでなく、エネルギー回収の効率アップや排水処理設備全体からの温室効果ガス排出削減と言った点を課題として取り組みたいと考えている。

3. 応用分野

本プロセスは、幅広い産業分野（食品、化学、製紙、飲料、液晶、半導体）の排水処理に適用可能である。利用方法としても新設だけでなく、既存の好気処理設備からの改造や増設、グラニュール型嫌気処理設備からの改造も可能であり、設備の状況やニーズに合わせて柔軟に対応することが可能である。

今後も国内、海外を問わず、様々な排水への適用を進めていきたい。

経済産業省 産業技術環境局長賞
「**新型パルス式バグフィルタ
(エコパルサー®)**」

日本スピンドル製造株式会社

1. 開発経過

排ガス中の高濃度の粉塵を除去する目的では、隔壁形式の集塵装置としてバグフィルタが最も多く使用される。この形式では、粒子は主にフィルタ表面に堆積した粒子層に捕集されるため、99%以上の高い捕集効率を得ることができる。以下に同方式による本開発装置であるパルス式集塵方式の概要を図1に、運転操作概要を図2に示して説明する。含塵ガスは装置内よりろ布(フィルタ)で(a)図のように捕集されると同時に、これによる通気抵抗の増加によるろ布圧損が運転経過時間と共に上昇する。送風機能力を考慮して上限値に到達すると、(b)図に示す捕集粉塵の払落し操作を行う。本方式では、極短時間のダイヤフラム弁開閉制御による高圧縮空気が噴射管内に流入し、ろ布頂部開口部上部の噴射孔よりろ布内部に噴射される。これをパルスジェット方式と呼び、これにより捕集粉塵を集塵装置ケーシング内底部のホッパーまで落下させ、圧損(通気抵抗)を低下させることが可能となる。

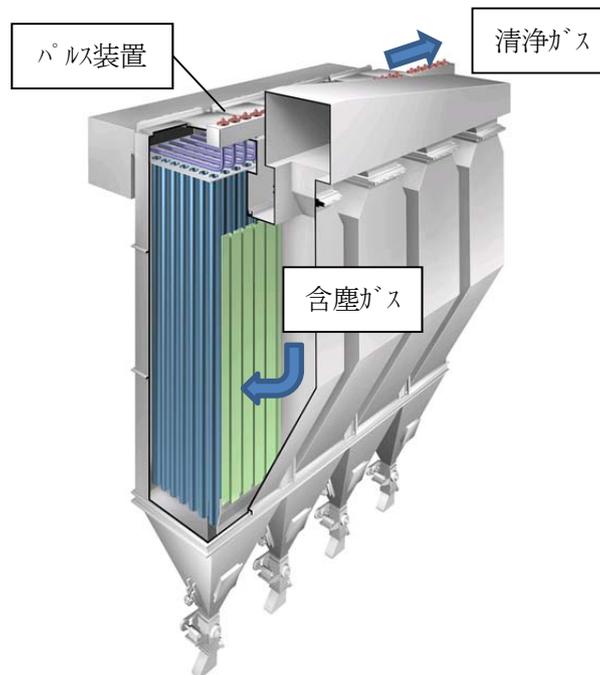
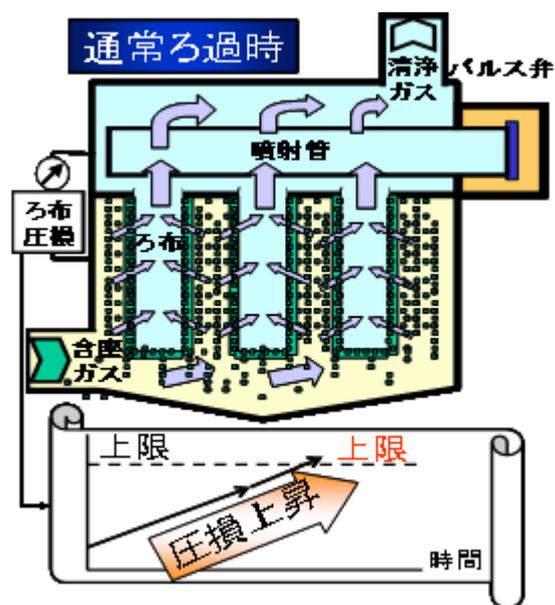
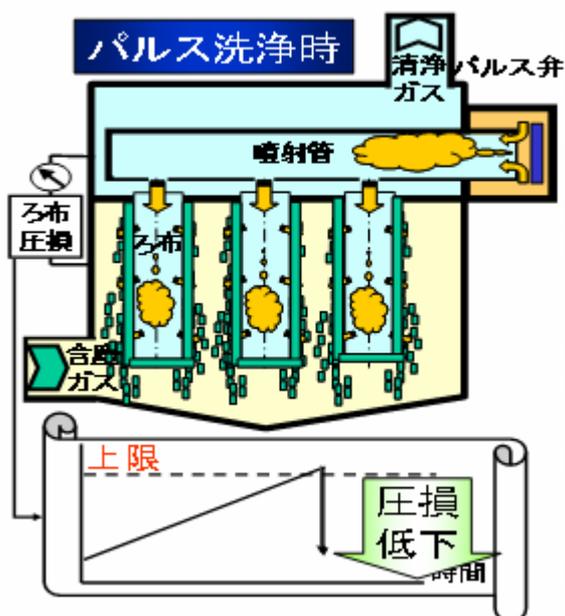


図1 新型パルス式バグフィルタ(エコパルサー)



(a) 集塵操作時



(b) 払落し操作時

図2 パルス式集塵操作の概略

産業用バグフィルタに対するニーズは、国内基幹産業である製鉄・製鋼業を中心に排ガス処理運転時のろ布の圧損低減（送風機電力の低減）と、最近の装置更新需要も含めた装置設置スペースの制限などによる省スペース（設置面積/処理風量）、ろ布耐久性向上が最も高い。当社は、1960年頃より集塵機の製造・販売を開始し、今日まで50年以上の経験を持っており、この中でもパルス式バグフィルタは500施設以上の実績を廃棄物焼却炉を中心に有している。そ

ここで、産業ニーズ及び当社業容特性から高炉市場向けにパルス式バグフィルタを改良開発して社会的ニーズに対応することとし、以下の開発目標を設定した。

表1 開発目標

ニーズ	開発内容	目標値
①バグフィルタ省スペース	長尺フィルタ仕様による省スペース化	バグフィルタ省スペース率 30%
②バグフィルタ省エネ制御	高性能ダイヤフラムによる払落し能力 UP による高速ろ過仕様での低圧損省エネ化	送風機省エネ率 20%
	軽量多孔型プレダスタ（前置集塵機能）によるろ布集密設置及び低圧損省エネ化	プレダスタ省エネ率 70%

開発は、以下の工程で進め、第3世代での商品を1号機として上市し、現在は第4世代を上市しつつ第5世代の開発を進めている。

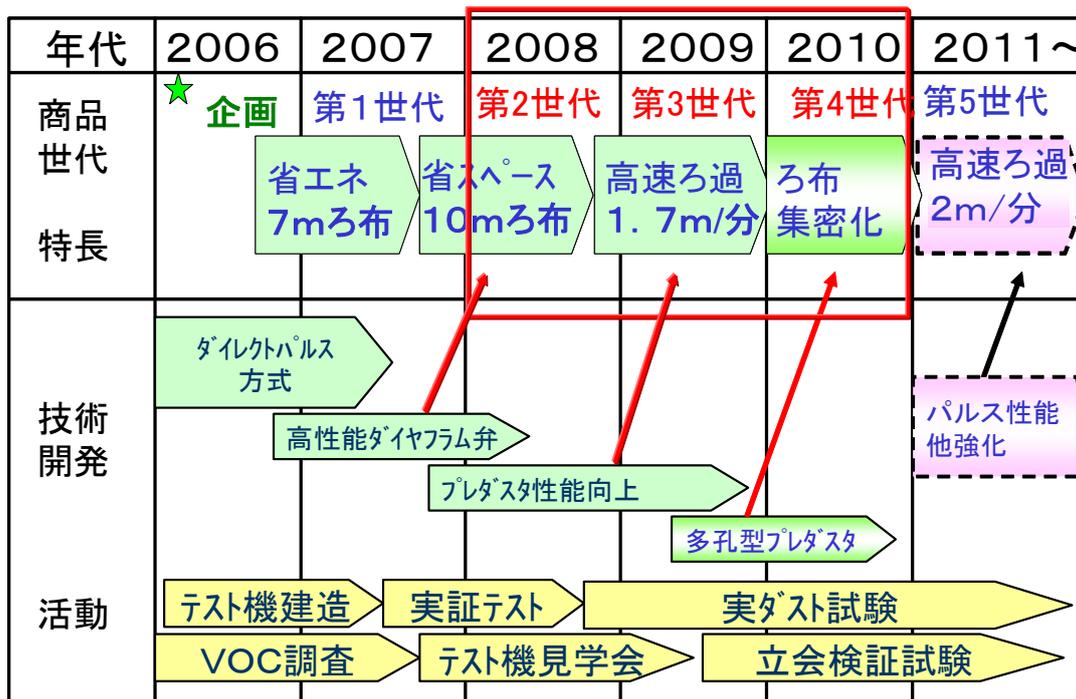


図3 開発ロードマップ

2. 装置説明

2.1 構造、原理

以下に実証試験装置を示す。

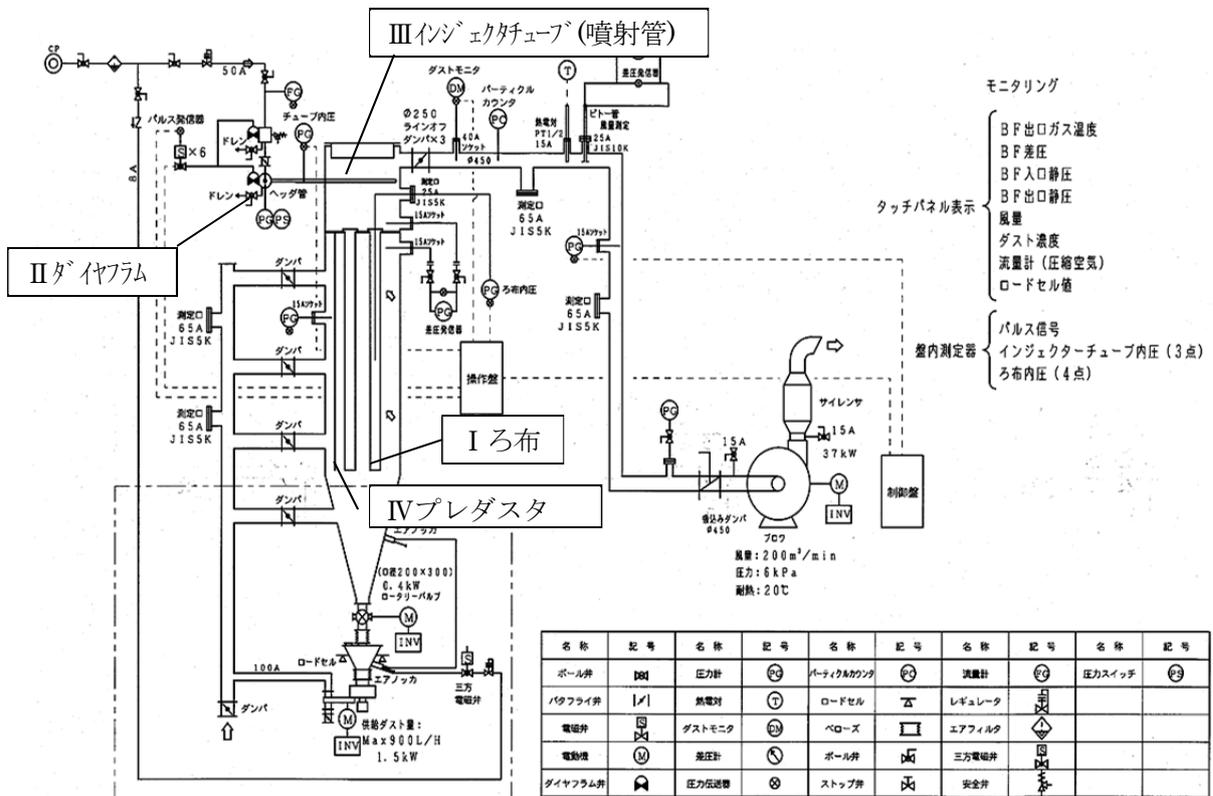


図4 実証試験設備フロー

① ろ布 (I)

以下に10m (φ130) ろ布を記載する。小・中風量の集塵機においては、エンベロープ型カートリッジフィルタ (当社「パルスジェット方式カートリッジ型バグフィルタ (NS エアロパルサーNEWJE シリーズ)」など) などが使用されることが多いが、大風量・高ダスト濃度の含塵排ガスにおいては、これらはフィルタ間隔が狭く払落し操作による隣接フィルタへの再付着などが発生するため、適度なフィルタ間隔があり、プレダスタなどの摩擦性粉塵除去機能が設置しやすい円筒型フィルタが一般的となっている。



図5 集塵機内にて設置された長尺フィルタ (10m)

② ダイヤフラム (II)

大口径新型ダイヤフラム弁の構造概略を以下に示す。長尺ろ布の粉塵払落し操作を達成するには、ろ布頂部からパルスエアを底部まで到達させる必要があり、弁の作動速度上昇が不可欠である。新型ダイヤフラムは大口径化 (100A) することでCV値が上昇し (330→400)、バルブ開閉速度をダイヤフラムのブリードホール径、メインバルブ形状、押し付けバネ圧力などの最適化を行い、エア量 1.2 倍、弁開閉速度 1.2 倍 (20ms→16ms) を達成した。

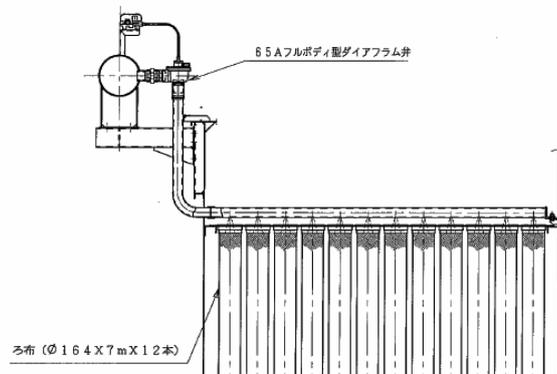


図6 従来型高圧パルス集塵機仕様

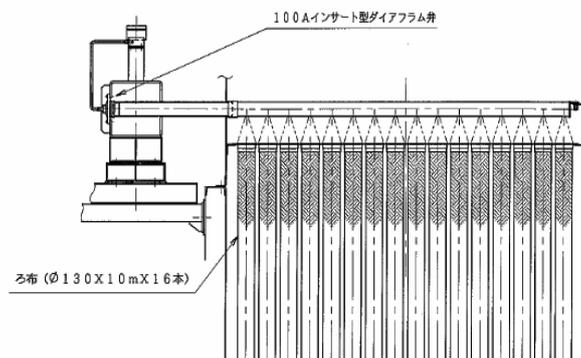


図7 新型低圧パルスダイヤフラム弁集塵機仕様

図9はダイヤフラム弁の外観を示したものであり、ダイヤフラム及び弁体が上昇することによりインジェクタチューブとの隙間が開き、払落し用圧縮空気がチューブ内に流入する構造となっている。

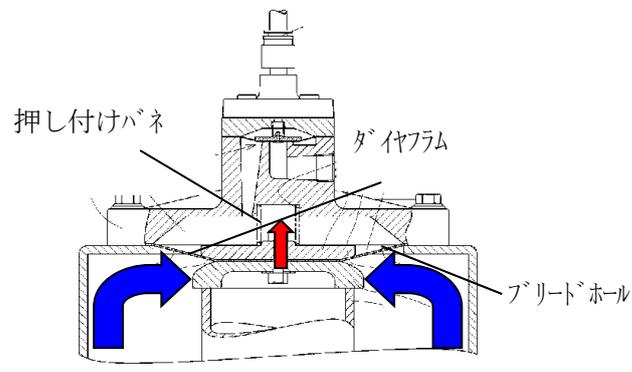


図8 新型ダイヤフラム弁構造概略



図9 新型ダイヤフラム弁外観

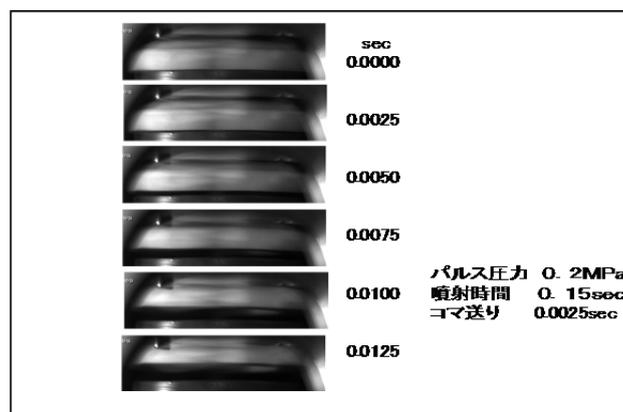


図10 高速度カメラ撮影によるダイヤフラムバルブの挙動特性

③ インジェクタチューブ（噴射管）（Ⅲ）

インジェクタチューブ（噴射管）噴射ノズルの最適化は、a. ノズルごとの噴射力が均一化されている、b. ノズルごとの噴射方向が均一化されている、などで評価する。図 11 は、穴径及び穴間隔を最適化し、ノズル部位をバーリング加工して性能改善を実施して設計する際の試験風景である。また、図 12 は、この検証に使用する流体解析の一例である。

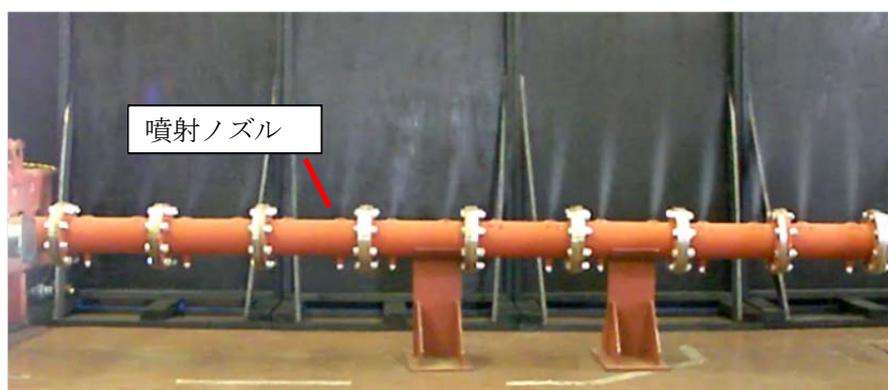


図 11 パルス噴射試験概況

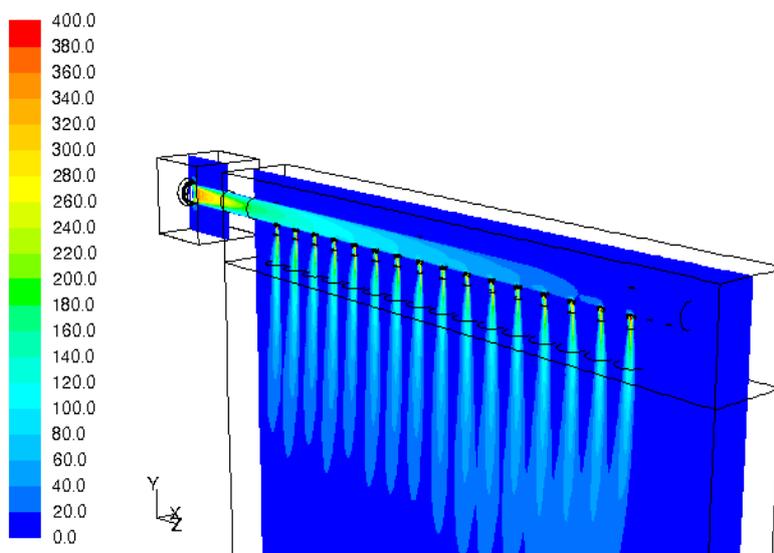


図 12 パルスクリーニング時の流体解析

なお、本部位には以下の効果が得られる図 13（特許 10-1329020 号「集塵装置」(韓国)）に示す形状を採用予定であり、短尺ろ布では稼働中である。図 14、図 15 から、現状の噴射管と比較して、この開発した噴射管を使用した際のノズル 16 ヶ所よりパルスエアが噴射されたろ布内圧は払落しに必要な臨界圧力 (P_c) 以上を維持すると共に分布が均一化していることがわかる (2m/min での社内試験による)。

噴射管内に整流板を設置してフィルタ内圧を均衡化する

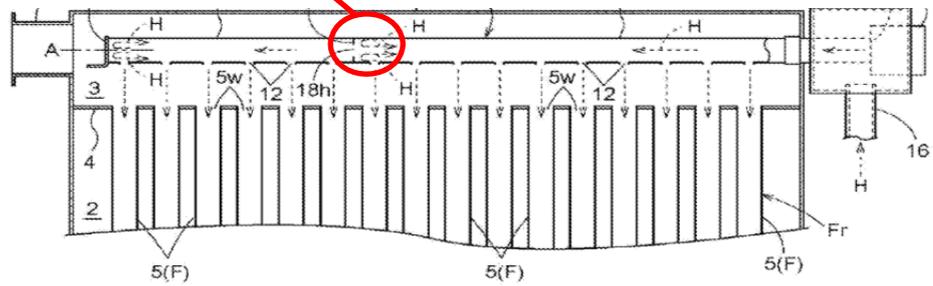


図13 整流板内蔵噴射管概略 (特許第10-1329020号「集塵装置」(韓国)より)

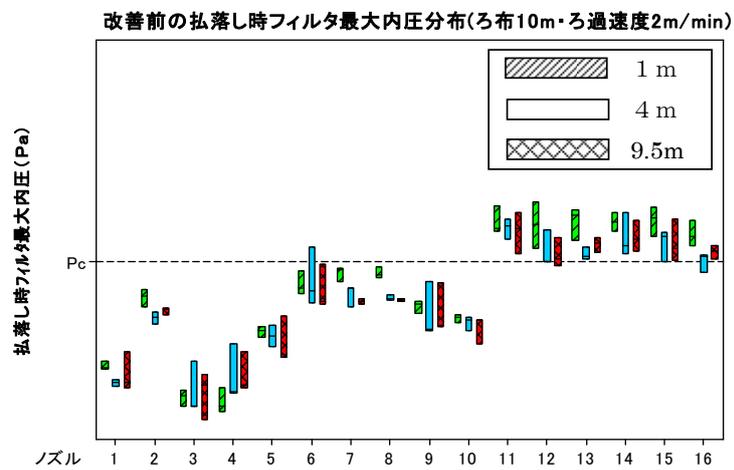


図14 従来型噴射管仕様時

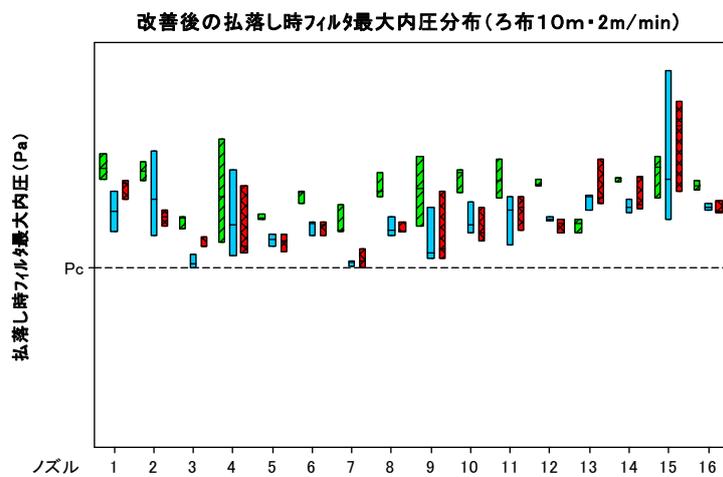


図15 開発した噴射管仕様時

④ 払落し効果の検証

パルスクリーニングのメカニズムについては、 α ろ布内圧に起因する機構として、ろ布内圧変化がろ布加速度変化（Ⅱ）とろ布変形量（Ⅰ）を増大させることで、ろ布付着ダスト層の破壊・剥離が発生する機構と、 β ろ布通過気流に起因する機構として、ろ布付着ダスト層のせん断破壊（Ⅲ）による剥離したダストをろ布半径方向に押し出す機構が一般的となっている。したがって、図16に示すパルスクリーニング操作時のろ布内圧の経時変化からⅠ・Ⅱ・Ⅲを評価することで、払い落とし効果を検証することができる（Ⅰ・Ⅱ・Ⅲが大きいほど効果が高い）。実証試験設備では、図17に示すように上部・中部・下部のろ布内部に圧力センサーを設置し、各払い落とし条件におけるこれらの評価を行った。

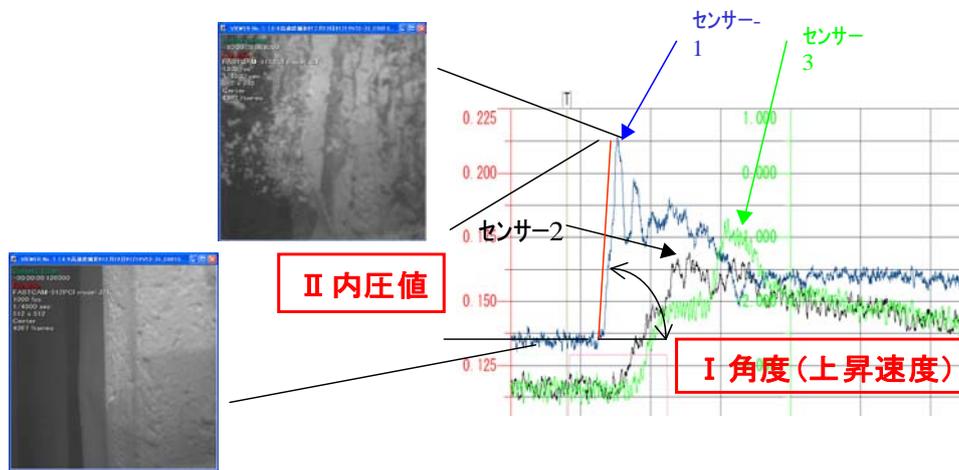


図16 パルスクリーニング時ろ布内圧挙動とダスト払落し挙動の観察

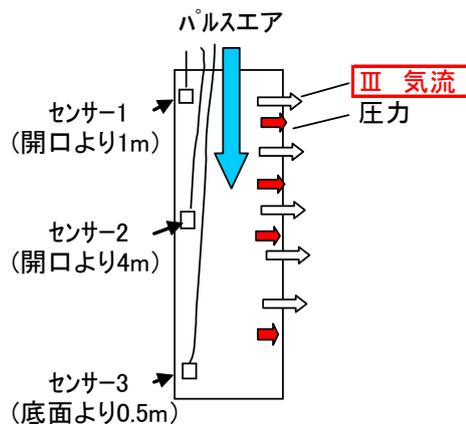


図17 実証試験装置内ろ布内圧測定位置

図18は、各構造を高性能化して開発したシステムによるろ布10m使用時のろ布内圧挙動とろ布8m使用時における従来型システムのろ布内圧挙動を同一パルスクリーニング条件において比較したものである（パルス圧力0.2MPa、噴射時間0.15s、パルスクリーニング前差圧1kPa、ろ過風速2.0m/min）。パルス開始と共に噴射ノズルに近い上部よりろ布内圧が急激に上昇しており、噴射終了後は、緩やかに下降している。図19に各部でのろ布内圧の最大値を示す。ろ布上部（センサー1）はいずれも他の部位よりも高く、底部ほどパルス圧は低くなっているが、内圧上昇速度Ⅰ、内圧値Ⅱとも高性能型の方が高くなっていることがわかる。また、パルスエア量Ⅲも高性能型の方が多くなっており、払い落とし効果が高くなっていると言える。

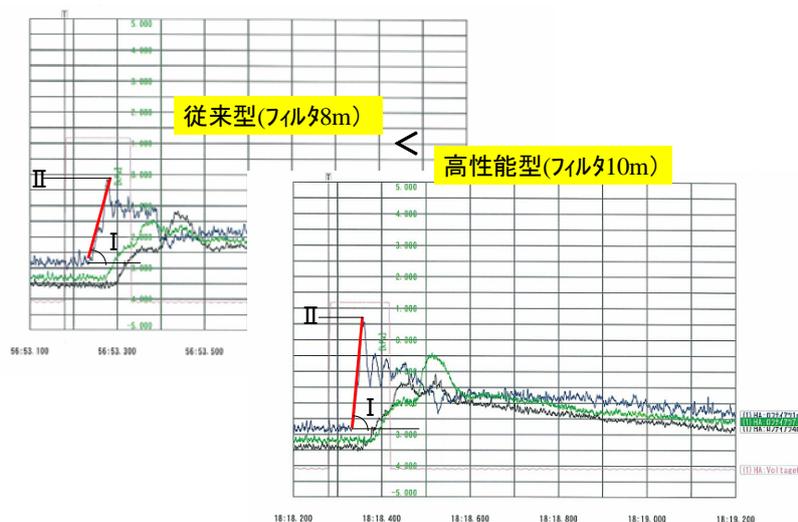


図18 パルスクリーニング時におけるろ布内圧挙動

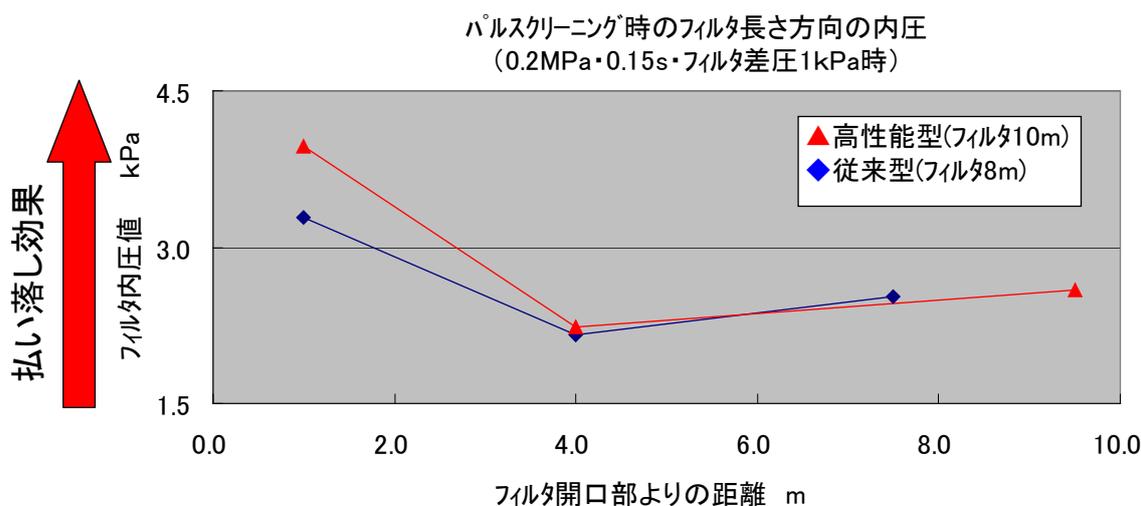


図19 パルスクリーニング時のろ布各部における最大内圧

図20に、ろ過風速をパラメータとするパルスクリーニング直前のフィルタ圧損失とパルスクリーニング操作により回復したフィルタ差圧の関係を示す（パルス圧力0.2MPa、噴射時間0.15s、パルスクリーニング前差圧1kPa）。これより、2.0m/minにおいてはやや低いものの、1.3・1.7m/minのろ過風速においては、ろ布10m使用である高性能型の方が高い払い落とし効果を得られていることがわかる。

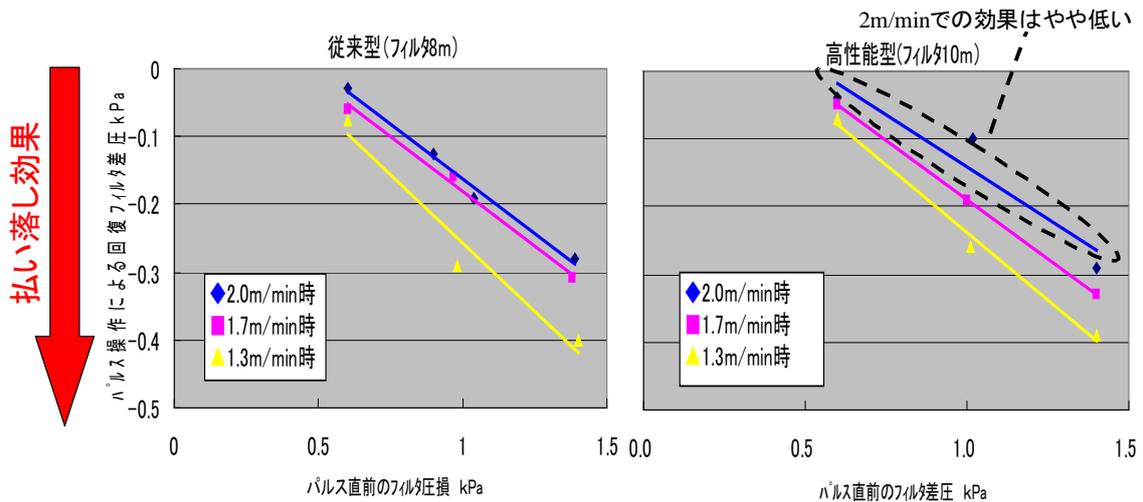


図20 パルスクリーニングによる回復ろ布差圧

図21は、高速ビデオカメラによるパルスクリーニング操作の観察結果から、10mろ布を使用した時の従来型システムと高性能型システムのメカニズムを模式化して示したものであり、従来型では、ろ布上部で多くのパルスエアが消費され、下部においてろ布変位が少なく、高性能型では、ろ布上部から下部にかけてろ布の変位が観察でき、十分な払い落とし効果が得られていることがわかった。

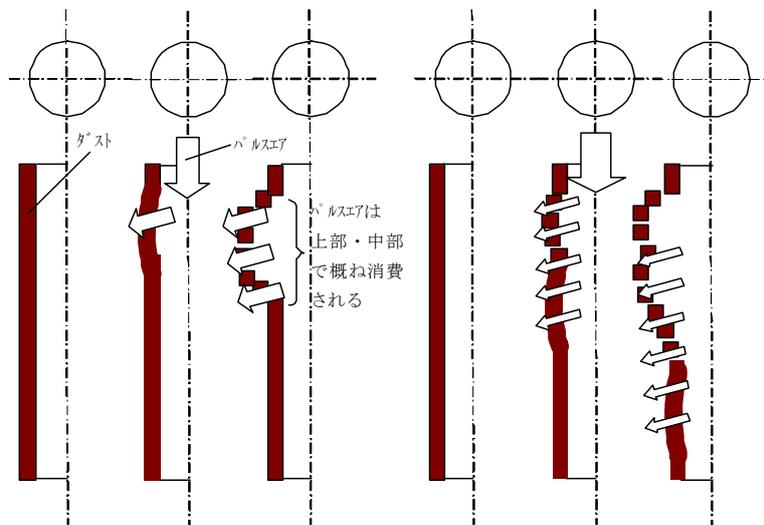


図21 パルスクリーニング挙動概略

⑤ プレダスタ (IV)

ろ過速度の増加は、ろ布に単位面積当たりのダスト負荷を招く。また、ろ布の局部摩耗の危険性が高まる。そこで、集塵機内にプレダスタ前置集塵機を内蔵することで、前置集塵率を高め、ろ布へのダスト負荷を低減すると共に、ろ過風速を均一化することによる局部摩耗防止が可能となる。プレダスタの最適設計には、熱流体解析ソフト (FLUENT) による含塵気流の軌跡シミュレーションを実施して検討し、表 2 に示すろ過速度 1.7m/min での差圧低減化を達成した。

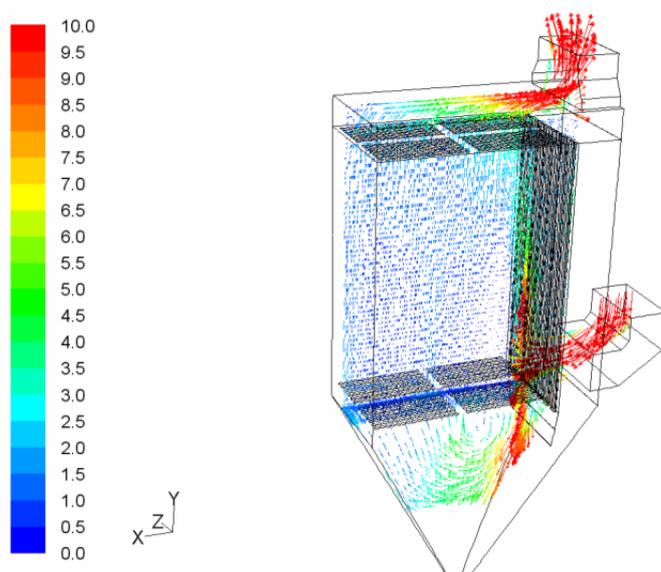


図 22 プレダスタ整流機能検証解析

表 2 プレダスタの性能比較

評価機能		従来型		高性能型	
プレダスタによる前置集塵率	ろ過風速	40%	1.3m/min	70%	1.7m/min
集塵気流の整流化		不均一		均一(偏流摩耗の低減)	

図 23 及び図 24 は、更に軽量化した多孔型プレダスタの偏流低減効果を示したものである。これにより、ろ布設置間隔は 210mm から 180mm へと低減できることによる省スペース (≒10%) が可能となる。

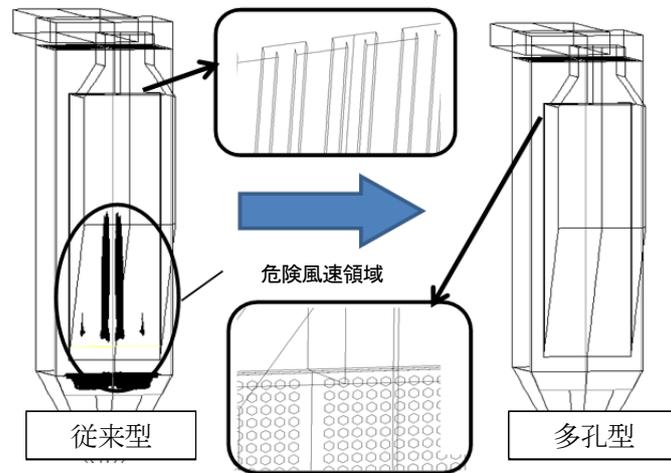


図 23 軽量多孔型ブレダスタによる偏流の低減

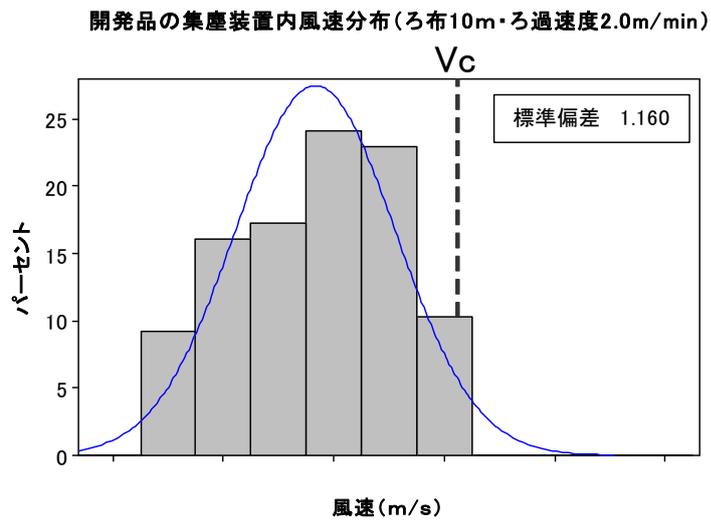


図 24 軽量型ブレダスタの集塵機内風速分布 (Vc : 摩耗破損危険風速)

2.2 特許の有無

Ⅲ……特許第 10-1329020 号「集塵装置」(韓国)

Ⅳ……特許第 5446010 号「集塵装置」

全般……特許第 4227094 号「バッグ式集塵機の設計方法」

2.3 性能

(1) バグフィルタ設置スペース

1号機仕様(A仕様)では、フィルタ長尺化による集塵機の約30%省スペース化を実現でき、B仕様では、多孔型ブレダスタ機能が付与されることにより、フィルタ摩耗軽減のためのフィルタ周囲の整流機能が向上し、フィルタ設置間隔が狭くなることで、約35%の省スペース化が実現できる。

表3 設置スペース比較

対象設備	従来仕様	A仕様	B仕様
風量(m ³ /min)	15,000	15,000	15,000
ろ布本数	3,430	2,400	2,400
ろ布長さ(m)	7	10	10
プレダスタ形式	チャンネル型 (従来型)	チャンネル型 (高性能型)	多孔型
フィルタ設置間隔(mm)	210	210	180
設置面積(m ²)	304.5	216.5	194.9
省スペース率	—	≒30%	≒35%

(2) 送風機省エネ率

パルスクリーニング機能が向上することで、フィルタ捕集粉塵の払落し効率が高くなり、低差圧運転が可能となることで、送風機電力量が低減できる。

表4 省エネ比較

対象設備	従来仕様	A仕様
ろ布差圧(Pa)	2,000(最大)	1,200(最大)
ろ過速度(m/min)	1.7(最大)	1.7(最大)
送風機電力量(MWh/年)	11,142	9,161
省エネ率	—	≒17%

(3) プレダスタ部圧損

これまでに複雑な矩形体による圧損から、パンチングメタル構造化による摩耗性粒子の慣性力集塵が可能となり、流通抵抗の低減を実現できる。

表5 圧損比較

対象設備	従来仕様	B仕様
ろ過速度(m/min)	1.7(最大)	1.7(最大)
プレダスタ圧損(Pa)	80	25
省エネ率	—	≒70%

(4) 集塵機出口ダスト濃度

最も重要な集塵基本性能は、従来性能以上が満足できる。

表6 ダスト濃度比較

対象設備	従来仕様	A仕様	B仕様
風量(Nm ³ /min)	15,000	15,200	2,000
ダスト濃度(mg/Nm ³)	3	3	0.5

2.4 維持管理

長期間稼働においては、集塵機差圧、パルスエア、ドレン等を日常及び定期点検時に確認する以外は自動的に運転管理され、数年間（フィルタ寿命）の連続運転が維持できるよう設計されている。

フィルタ取り換えは、ろ布交換要領書に示す方法で実施され、短尺の従来品よりも取り換え本数が少ないことから以下のように工数の低減が可能となる。

表7 作業人工比較

対象設備	従来仕様	A仕様
ろ布設置・取り換え(人工)	171.5	120

運転は、中央制御管理を中心とする無人仕様であり、操作は常時集塵機差圧変動の管理及び出口ダスト濃度管理が主となる。上記ろ布取り替え頻度はろ布寿命（数年）による。

*人工：作業員数×作業工数

2.5 経済性

フィルタ差圧の低減化による運転時の送風機電力量が低減でき、フィルタ長尺化による集塵機本体のコンパクト化が達成されると共に、プレダスタ重量低減化、施工容易化による基礎工事コスト低減が可能となる。

表8 経済性比較

対象設備	従来仕様	A仕様	B仕様
送風機電力量(MWh/年)	11,142	9,161	—
基礎工事コスト割合	1	0.7	—
プレダスタ重量からのコスト割合	1	1	0.5

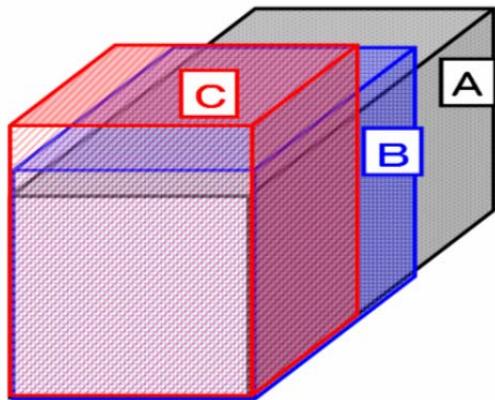
2.6 将来性

現在、本開発商品は製鉄市場を中心に製造販売を行っている。本市場は基幹産業であると共に中国を中心としてグローバルな拡がりもあり、特に更新需要に強みを発揮する省スペース性を最大の魅力として普及が見込める。また、当社に強みの多い製鋼市場においては最も普及している逆洗式集塵機の代替として、やはり省スペースを魅力にパルス式集塵機として本機を普及させることが見込める。また、国内外の廃棄物焼却炉市場においても今後拡がりが見込まれており、キーパーツ（ダイヤフラム、インジェクタチューブ、ろ布、プレダスタ）を市場ニーズに対応させた仕様での普及が見込める。

2.7 独創性

(1) 集塵機高さ空間を活用した設置面積の低減による大風量設計

高速ろ過速度でろ布を長尺化可能となり、集塵装置の多様なコンパクト化が実現できる。



	設置面積	ろ布長さ	ろ過速度
A	100%	7m	1.3m/分
B	80%	7m	1.7m/分
C	65%	10m	1.7m/分

図25 省スペースの効果

(2) ダイアフラム開閉による高粉塵払落し性能を実現するフィルタ内圧力挙動の実現
 上記のような極短時間でのエネルギー供給制御を可能にすることで、ろ布内圧の急上昇化（払落し性能の向上）を実現できている。

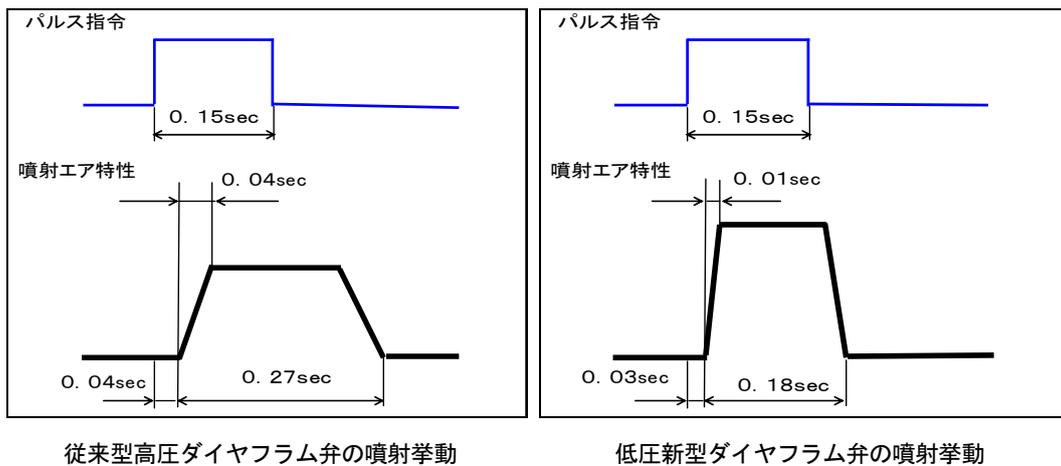


図26 ダイアフラム弁によるパルス制御性の比較

(3) 簡易な流路の単一多孔整流板による気流抵抗の低減
 複雑流路のチャンネル型から多孔型に変更することで重量減と圧損減が達成できる。

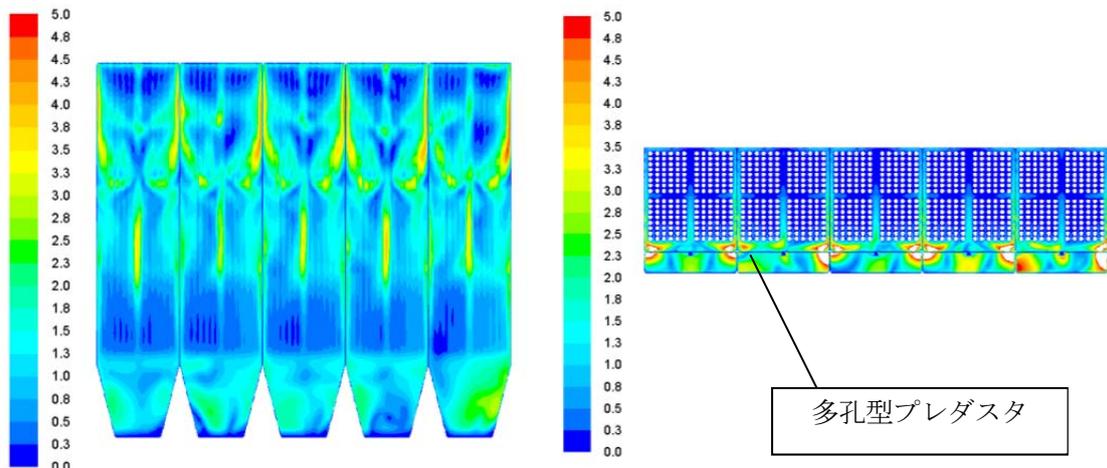


図 27 多孔型プレダスタ整流検証

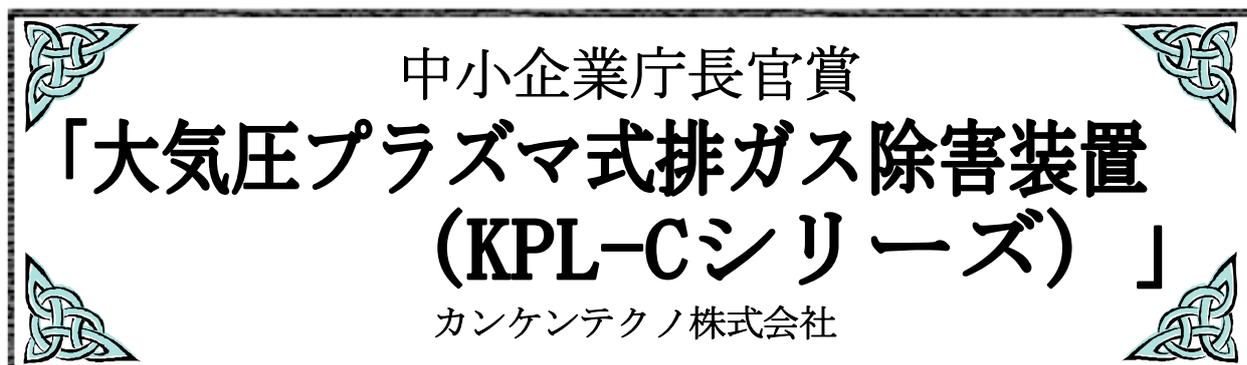
2.8 今後の規制に対する対応策

- ・PM2.5 については、ナノファイバーを利用する凹凸型フィルタ種、スパイラル構造で縫製するフィルタ種（特許第 5337001 号「集塵用フィルタ、それを備えた集塵装置、及び集塵用フィルタの製造方法」）及びケークろ過制御などを実施することで集塵機出口濃度管理に留意して排出抑制を行う。
- ・がれき焼却などからの放射性物質については、捕集粉塵に主として吸着する可能性が高く、今後も測定検証を進めて専門家とも対応を協議する。

3. 応用分野

本装置で開発したキーパーツの中で、ダイヤフラム、プレダスタ、インジェクタチューブ（噴射管）は国内電力事情などから開発及び商用が進められている石炭火力複合発電や、下水汚泥焼却施設、震災がれきを含むアスベスト類高温処理後の排ガス浄化（平成 25 年度環境省環境研究総合推進費にて実証）などを代表とする高温集塵機市場でも利用可能であり、応用できる見込みである。

また、同パルス式として製品回収の視点から検討されているナノ粒子捕集後の回収装置としての集塵装置の普及は今後可否を継続検証する。



1. 開発経過

半導体製造工程等から排気される種々の排ガスは、その処理対象ガスの種類に応じて様々な処理方法、処理装置が使い分けられている。しかし、対象ガス毎にガス処理装置を準備することはコストやメンテナンス時間を増大させ、管理の煩雑さと製品コストの競争力の低下を招くことになる。

このことから、汎用性のある高温熱分解型の処理装置が多く使用されるが、混在する固形物や副生成固形成分の付着・堆積、及び高温・腐食性ガスによる短期間での劣化等、従来技術では依然として管理やメンテナンスの簡略化が難しく、更に難分解性のガス（CF₄、SF₆等）を含む場合は多大なエネルギーが必要となり、装置寸法、価格、運転コスト、環境負荷とも巨大な装置がほとんどであった。

そこでこのような問題点を解決すべく、難分解性ガスを含む排ガスを確実に処理する高い処理能力と汎用性を備えつつ、環境負荷が低く小型で安価な、使いやすい装置を提供することを目的として開発した。

(1) 従来装置の課題

	課題点	吸着 方式	燃焼 方式	ヒータ 方式
1	燃料配管等、事前の初期コストが高い		✓	
2	燃料等、用力のランニングコストが高い		✓	
3	温暖化ガス（CO ₂ ）を排出するため、環境負荷が高い		✓	
4	吸着剤コストが高い	✓		
5	多量の産業廃棄物が出るため、環境負荷が高い	✓		
6	難分解性ガスが処理できない	✓		
7	難分解性ガス処理の場合、装置が大型・高コストになる		✓	✓
8	パーツコストが高い		✓	✓
9	固形物の付着堆積・閉塞がある	✓	✓	✓
10	メンテナンス停止による、生産装置停止・稼働ロスが大きい			✓

(2) 経緯

- 2005年 従来装置の課題を解決するため、熱源にプラズマを用いた KPL100 を開発
- 2007年 給排水設備がない顧客でも使用できるよう、水を使用しないドライタイプの KPL101D を開発。
(これに伴い、KPL100 の名称を KPL101W に変更)
- 2008年 粉塵や閉塞の問題を解決するため、水壁反応炉の構造を考案。これにより、粉塵耐性のある KPL101-CVD が完成した。
- 2009年 KPL101-CVD は難分解性ガスである CF_4 が処理できなかったもので、 CF_4 も処理できるよう改善。これに伴い、シリーズ名称を一新。
(KPL-W、KPL-D、KPL-C シリーズ)
- 2011年 装置の能力を高め、KPL-C シリーズを充実。
- 2012年 KPL-C シリーズの対象範囲が広がり、KPL-W を発展的に解消。
また、高濃度 H_2 処理に特化した KPL-E シリーズも展開。

2. 装置説明

2.1 構造、原理

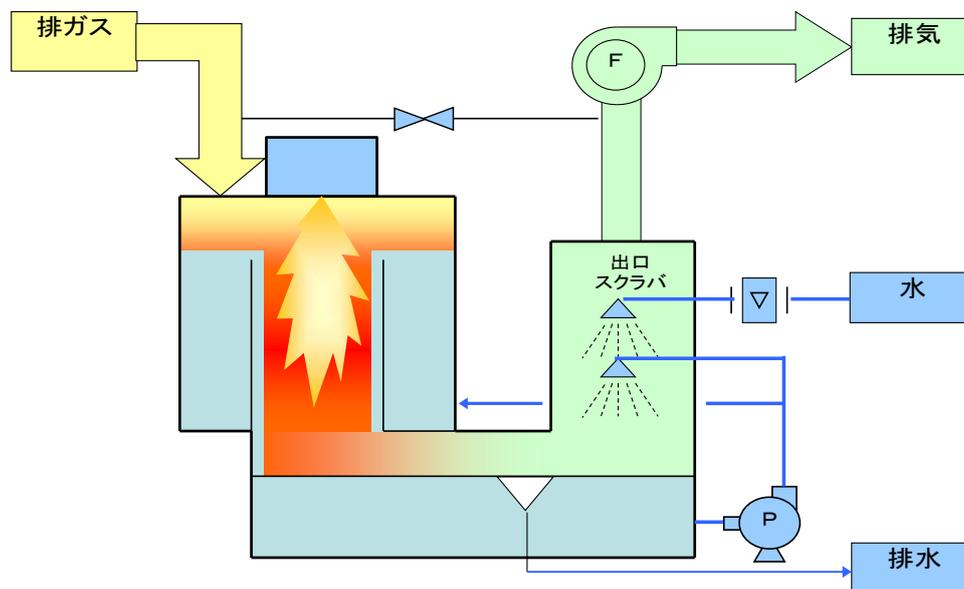


図1 KPL-Cシリーズ装置フロー

排ガスは、反応器でプラズマにより熱分解され、その後出口スクラバでシャワーリングされて排気される。

まず、難分解性ガスを含めた排ガスは、反応器部にて発生させたプラズマを通過し、酸化分解処理される。この反応器の内壁は水壁となっており（水壁反応器）、ガスや生成粉塵等が装置内の母材に接触しないことで閉塞や腐食劣化を防止、安定した連続稼働を実現し

ている。

その後、出口スクラバ部にて、反応器で分解生成した副生成物の除去と、ガス冷却を兼ねたシャワー処理され、排気される。

反応器内での酸化反応に必要な酸素、水分は水壁面から供給されるため、燃料ガスを用いた燃焼式のように排ガス量が増加することがない。このことが、小型のスクラバでの対応を可能とし、装置全体の小型化にもつながっている。

2.2 特許の有無

水壁反応炉と大気圧プラズマを用いたユニークな処理技術、及び装置については、特許を取得している（特許第 5307556 号）。

2.3 性能

本除害装置の除害処理能力は、概ね下記の通りである。

表 1 除害処理能力（装置例：KPL-C13u）

ガス種 (化学式)		NF ₃	N ₂ O	C ₂ F ₆ , C ₃ F ₈ , C ₄ F ₈	SF ₆	CF ₄	Cl ₂
a) 総処理量	L/min	200-300	150-200	150-200	130-200	80-150	130-200
b) 最大可能量	L/min	15	15	3	3	3	3
c) 処理能力		≤10ppm	≥90%	≥90%	≥90%	≥90%	≤0.5ppm

- a) 除害装置に導入される、全ガスの合計流量
- b) 各ガス種単体での、導入最大流量
- c) 該当ガスの処理能力

≤〇〇ppm の場合、出口排気中の該当ガス濃度を記載濃度以下まで処理することを示す。

≥〇〇% の場合、希釈をせずに記載率以上に該当ガスを除去することを示す。

上記に記載していない危険有害ガスは TLV 以下にまで処理可能、地球温暖化ガスである。

PFC ガスは 90%以上の除去が可能である。

2.4 維持管理

(1) 運転・操作性

タッチパネル方式の採用により操作しやすい。

(2) メンテナンス性

従来のヒータ式除害装置の場合、排ガス処理が可能になるまでの立上げに 2 時間、メンテナンスが可能となる温度に降温するための立下げに半日を要したが、本除害装置の場合立上げ時間 5 分、立下げ時間 1 分と大幅に短縮。これにより、メンテナンス時のダウンタイムが劇的に短縮されている。

また、従来の電気ヒータ式の反応器はかなり重く交換メンテナンスにかなりの手間を要

したが、本除害装置の水壁反応器は20kg程度と非常に軽く、その他のパーツも軽量であるため交換が容易である。これらのことから、メンテナンスにかかる工数、時間も大幅に削減され、メンテナンス延べ工数は約半分に短縮された。

(3) 維持管理コスト

トーチの定期的な交換が必要になるが、内部部品をリサイクル販売することで、トーチ交換費用を1/10程度に抑えた。これに比較して電気ヒータ式は、ヒータ周りの交換費用が非常に高価となり、トーチ交換費用の10倍以上となる場合がある。燃焼式の場合は、バーナー周りの定期的な交換が必要であり、消耗廃棄されるためトーチの交換費用より高額になる。

2.5 経済性

電気と水と窒素のみで稼働するため、従来の燃焼方式のように、装置導入時に別途燃料配管を事前に整備する必要がない。このため、初期コストを抑えることが可能である。また、実使用時に燃料の使用がないため、用力のランニングコストも削減されている。

水や燃料を使用しない吸着方式と比較した場合、装置単体コストは同等レベルであるが、装置内に入れる吸着剤は使用後に大量の産業廃棄物になる。このため、吸着剤の初期コスト、廃棄にかかるコストは莫大である。

表2 コスト比較

	各種コスト	コスト比率
1	燃料配管初期コスト	燃焼：KPL=1：0
2	装置コスト	燃焼：ヒータ：KPL=1.2：1：0.8
3	ランニングコスト	燃焼：KPL=1：0.7
4	パーツコスト	燃焼：ヒータ：KPL=1：1.2：0.5
5	吸着剤購入・廃棄コスト	吸着：KPL=1：0

2.6 将来性

本除害装置は、小型でありながら、非常にメンテナンス性に優れた装置であり、燃料も使わないため、燃焼式とは異なり工場からのCO₂の排出がない。電気ヒータ式では、メンテナンスに多大な時間が必要であったが、本除害装置ではメンテナンスの時間は非常に短くなっている。また、乾式除害に頼っていたPFC除害等も、ランニングコストの面で代替除害装置を探している。

地球温暖化防止が叫ばれる中、CO₂やPFCの排出削減をCSRの一環として取り組む動きはますます広がりを見せている。

クリーンエネルギーである電気を用いてPFCガスを低ランニングコストで処理し、かつ、多くの危険有害ガスの処理を短時間のメンテナンスで行うことのできる本装置は、環境負荷を低減させ各企業のCSR向上に寄与するものとして、また他方式の装置を代替する除害装置として、この1年間で大量の受注を頂いた。

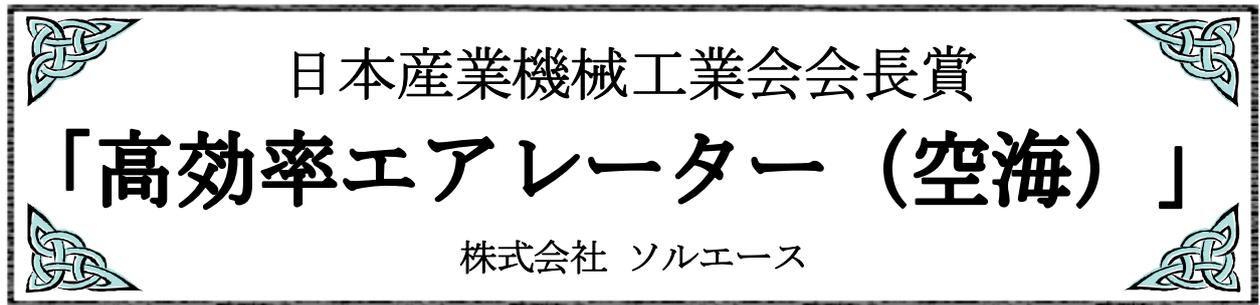
今後、地球温暖化ガスの規制気運が高まれば、これらのガスを使用しているあらゆる産業で需要の可能性が考えられ、海外を含めた多くの工場でも、ますます需要が高まってくるものと思われる。

2.7 独創性

通常、プラズマを排ガス処理に利用しようとする場合、その電極は反応器内部や接ガス部に設置することとなる。しかしこの場合、電極が排ガスと接することになり、排ガス中の固形成分、腐食成分による付着、閉塞、腐食を引き起こす。そして、高頻度のメンテナンスが必要となる。このため、実験機では成功しても、実工程では運用に耐えられず、実用化に至らないケースがほとんどであった。

当社では、発生させたプラズマと処理ガスを別の系統から反応器に導入することでこれらの問題を解決した。すなわち、電極部に処理ガスが接することのない構造にしたことで、電極への固形物の付着・成長や、腐食・劣化が生じない、画期的な構造とし、実用に耐え得る装置の開発に成功した。

また、高温分解と水の組合せが処理生成物のサブミクロン化を促すことに着目。高温であるべき反応炉内に水壁を設けるというユニークな構造によりこの原理を応用し、微細粒子化した粉塵や腐食成分の速やかな排出に繋げ、閉塞・腐食の問題を解決するばかりでなく、重量級の反応器の小型軽量化も果たし、立上げ・立下げ時間の短縮化等、実用的にも簡便な装置となった。これらの構造は、他のプラズマ式、従来の電気ヒータ式、燃焼式除害装置には見られない独創的な特徴である。



1. 開発経過

食品加工場や化学工場等からの有機性廃水の処理は、従来から好気性微生物を用いた活性汚泥法によるものが主となっている。近年においては、コンパクトでコストの低減化を実現する技術開発が進められており、その中であって原水の腐敗防止と水質の平均化、微生物処理槽における処理の高効率化に関する技術開発は長年を通して進められており、いまだに完成という域を見ない。対応策の一つとして、エアレーター（散気装置）の改良がある。多孔質材料、多孔板、可動板などを用いた気泡発生型のもは、設置場所や運転操作条件によって汚泥の堆積や孔の目詰りが発生する。これを防止するためには大きいエネルギーによって過剰の渦流を発生させることが必要となる。しかし、この方法はエネルギーの無駄である。これらの課題を解決するため、目詰まりや汚泥の堆積を発生させず、省エネルギーで運転可能なエアレーターが望まれている。

そこで当社においては、エアリフト方式で、かつ五角形状の新方式のエアレーター（商品名：空海）を2006年（平成18年）に独自に開発した。廃水処理設備の新設はもとより、気泡発生型エアレーターの気泡吐出部の目詰まり改善、槽内の汚泥堆積改善、エア量削減によるコストの低減化など、他のタイプのエアレーターの不具合の改善を目的として引き合いに対応してきた。そして、これらの要望に的確に応えるために当社エアレーターの更なる改良改善を目指した。技術開発の内容としては、エアレーターを槽底に固定する支柱への開口部の設置、本体筒高の変化、槽底と筒下端とのクリアランスの調整、エア配管の吐出口の設置位置の変化等を実施し、槽底の汚泥（模擬汚泥としてのビーズ）の流動状況を可視化水槽により観察し、各構造を2011年（平成23年）に最適化した（公益財団法人かがわ産業支援財団の「平成23年度かがわ中小企業応援ファンド事業新分野チャレンジ支援事業」によって開発したもの）。

2. 装置説明

2.1 構造、原理

当社のエアレーターは、気体や固体などが混在する廃水において、各物質を完全混合すると共に廃水に対する酸素の溶解を効率的に行うことを目的として開発したもので、上下が同じ面積の五角形状の開口部を有する衝突板（図1）を上下方向に多段に筒内に配置し、当該筒下部に気体噴出ノズルと、設置場所底面と筒下部とにクリアランスを有した状態で構成されたものである（図2）。



図1 衝突板の外観

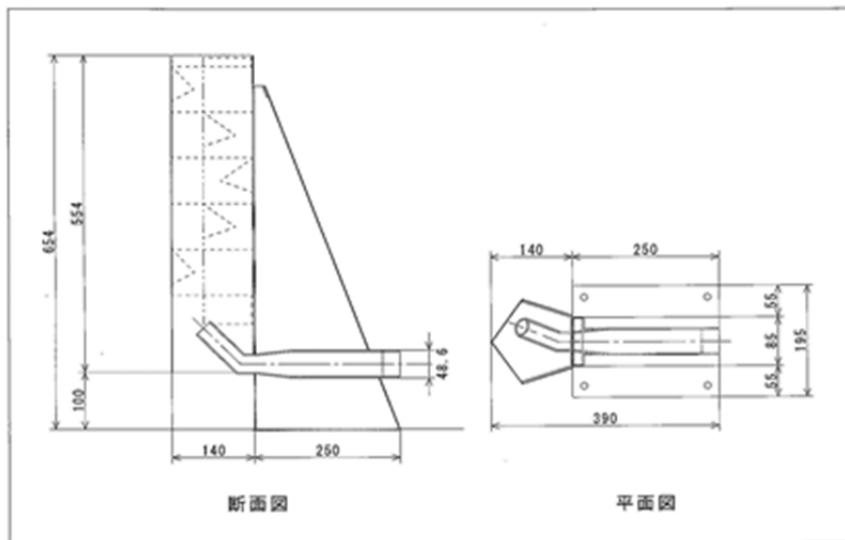


図2 エアレーターの概略図

エアレーターの作用効果を図3に、実際の空気の吐出状況を図4に示す。気液噴出ノズルから噴出された気体は衝突板に衝突しながら筒体を上昇すると共に、当該筒体における気体の上昇に起因して液体が揚水し、かつ、この揚水に伴って廃水中の固体などが筒体下部のクリアランス部分から筒体内部に侵入する。その結果、液体、気体、固体が筒体内部に共存し、更に衝突板の効果によって気体が微細化すると共に三者が完全混合する。

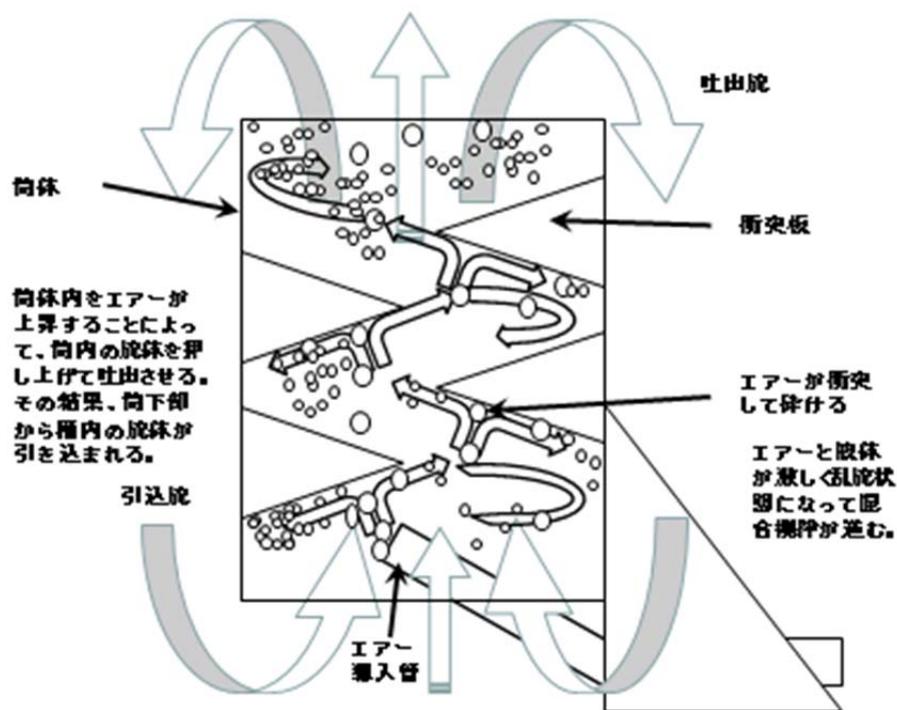


図3 エアレーター内部における気液混合の状況

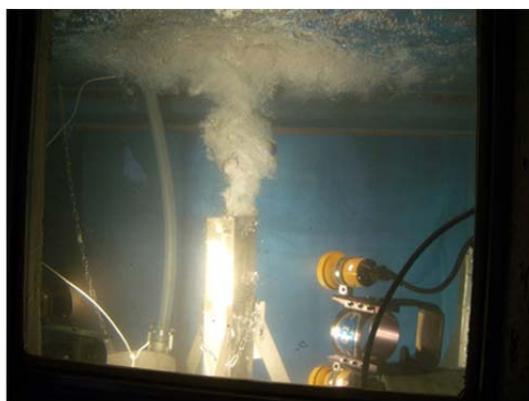


図4 エアの吐出状況

図1に示した衝突板が円形に近い形状であった場合、円周に沿って流体が流れるため、円周方向における乱流が発生しにくくなる。多角形にした場合は、各辺に流れが衝突しながら進むために乱流が生じやすくなる。一方、三角形や四角形等にすると抵抗が大きすぎて周方向の流れそのものが発生せず、上方にのみ流れが短絡してしまう。結果的に五角形が最適な形状として決定された。また、衝突板の段数について上下方向の流れを考慮して検討した結果、最適な段数は5段に決定された。

2.2 特許の有無

(1) 権利化されているもの

意匠登録 第 1304966 号 衝突式散気管
意匠登録 第 1304967 号 衝突式散気管用衝突板
特許登録 第 4907258 号 気液混合装置
商標登録 第 5016052 号 空海
特許登録 特願 2006-220164 気液混合装置

(2) 申請中のもの

PCT/JP2006/309694 気液混合装置 16. 05. 2006

(3) 今後の予定

各種用途に応じて、材質、表面性情、その他機構などを改良して最適化したものを検討中であり、それぞれ権利化を推進する予定である。

2.3 性能

当社の実績の一例として、冷凍食品加工場（廃水日量 100m³）において、エアレーターを設置（原水槽に 2 台、曝気槽に 6 台設置）した例を模式的に図 5 に示した。これは、当該冷凍食品加工場の排水処理設備において微細気泡を発生させる多孔質タイプの散気装置を用いていたものの性能改善を目的として取り組んだものである。運転結果の概要を表 1 に示した。当社エアレーター導入後に水質が向上し、かつ 1 年を経過した後も処理性能が維持されていることが確認された。更に多孔質タイプのエアレーター使用時の 1 週間平均の電力使用量は 1,320kWh であったが、新型エアレーター導入後には 1,075kWh となり、約 19%の電力削減が実現された。

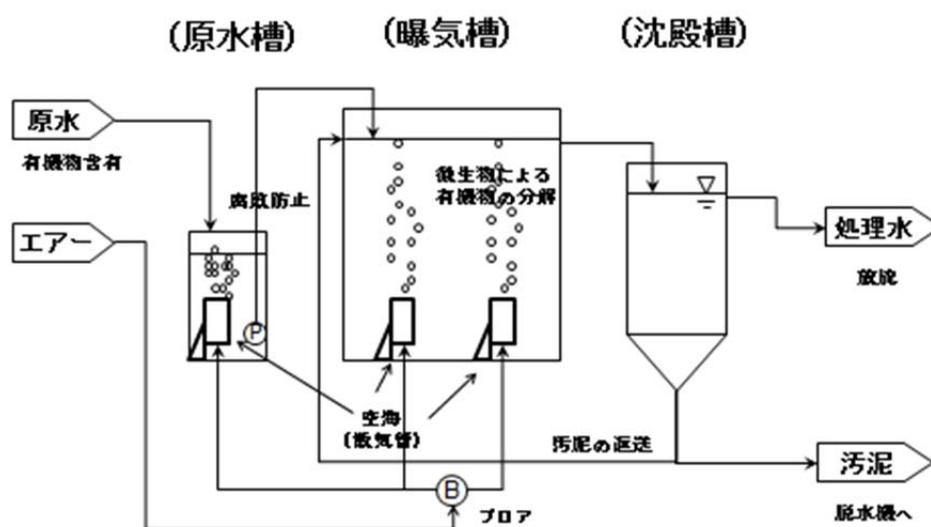


図5 エアレーターの設置状況

表1 エアレーターの運転結果の一例

	H23年6月		H23年9月	H24年9月
	原水	処理水 (改良前)	処理水 (改良後3か月)	処理水 (改良後1年)
BOD/ppm	779	4.9	1.0	1.7
COD/ppm	478	25.2	5.0	4.7
SS/ppm	833	11	5.0	4.0
1週間の電力量/kWh	1,320		-	1,075

2.4 維持管理

廃水処理設備におけるエアレーターの選定基準は次の通りである。原水槽においては、主たる目的は固形物の沈降と滞留による腐敗防止と水質の均質化である。そのため、エアレーター下部からのエアリフト効果に起因する流体の吸い込みによる攪拌効果を優先的に考える。設計基準は1台当たりの受け持ち面積（流体の吸引可能な面積）である。曝気槽においては、主たる目的は活性汚泥への適正な酸素の供給である。設計基準は酸素の溶解効率（水深に応じて2～17%）である。この結果から分かるように当社エアレーターは、攪拌能力と酸素の溶解効率のそれぞれを設計基準とすることが可能である。参考までに、一般的な活性汚泥法を適用した曝気槽において、微細気泡を発生する多孔質タイプと当社のエアレーターを使用した場合の比較を図6に示した。

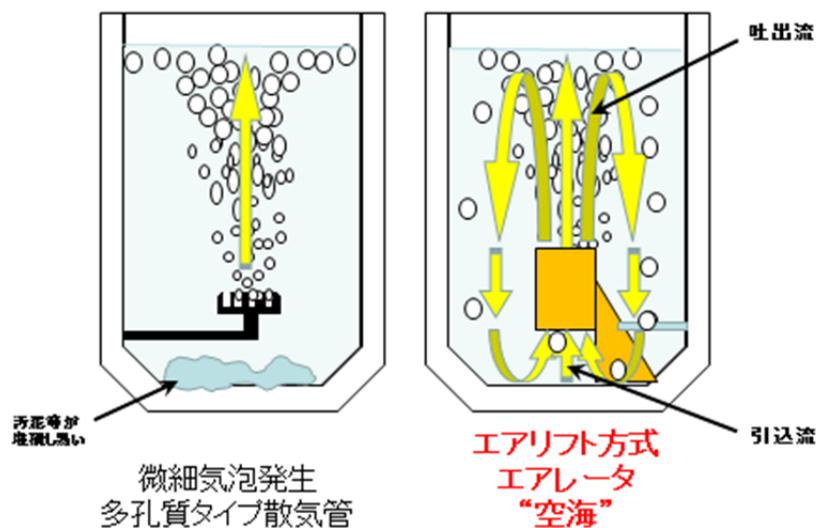


図6 当社エアレーターの汚泥堆積防止効果

多孔質タイプのもものはエアリフト効果がないためにエアレーター下部に汚泥の堆積が発生しやすい。それに対して当社エアレーターは汚泥の堆積などの不具合を防止でき、長期に安定的な性能を発揮することができ、維持管理が容易であると言える。例えば、2006年（平成18年）に長野県の食品加工場の排水処理設備に設置した第一号機は現在でも目詰まりがなく、安定稼働中である。

曝気槽内で継続して対流を起こすことで、エアレーター本体に汚泥の付着を防ぎ、目詰まりもないことから、基本的に（エアレーターの）メンテナンスは必要ないと考える。また多孔質タイプと違い、開口部が大きいので間欠運転が可能である。微細気泡発生タイプのもものは、酸素の供給を止めると負圧になり、瞬時に目詰まりが発生する。当社エアレーターは、もし過曝気の状態になったとしても、酸素の供給を自由に止めることが可能であると共に、エア量の増加にも対応できるのでどのような処理場でも使用可能である（配管径：40A/KA-L型）。

2.5 経済性

前述の2.1～2.4にも示されている通り、安定的な性能の持続（2006年に設置した第一号機は現在でも目詰まりなし）、使用エネルギーの削減（約19%の電力削減が実現）、維持管理の容易性などを達成できる。ある食品加工場では当社エアレーターの導入前後で、廃水処理費用が4割削減できた。ここで注意したいのは酸素の溶解効率などの個別のデータを比較することについてである。微細気泡を発生する多孔質タイプのエアレーターにおいては、酸素の溶解効率だけを比較すると当社散気管よりも高い値となるものがあるが、前述に示したように本来、エアレーターは廃水の攪拌と共に酸素の溶解効率を考慮する必要がある。当社のエアレーターは攪拌効果と酸素の溶解を同時に併せ持つ指標としての値である。

2.6 将来性

有機性廃水の処理に関する新型散気管の適用範囲を、これまでの実績を元に示す。食品加工場の他に、畜産農場、屠畜場、染色工場、農業集落、共同調理場など、幅広く適用されている。特に、豆腐業界からは弊社の散気管が高く評価され、業界誌で紹介された。そして、2011年（平成23年）の改良以降、順調に改良型の散気管が販売されており、現時点では交渉中のものも含めると累計300台を超えている。何より注目したいのが、先の実例紹介でも示した通り、引き合いのほとんどが廃水処理設備において微細気泡を発生させる多孔質タイプの散気装置を用いていたものの性能改善（目詰まり防止とランニングコストの低減化）を目的として取り組んだものであるということである。

また現在、国内外で酸素の溶解効率と攪拌力を両立したエアレーターはなく、ドイツやフランス、カナダなど海外の企業から問い合わせがあり、海外への展開も視野に入れている。

機械攪拌ではプロペラの故障などのトラブルが懸念されるが、シンプルな構造と気体を利用した攪拌のため、今後は廃水処理だけでなく生産ラインでの使用も見込まれる。

2.7 独創性

種々の特許と意匠が登録され、これまでに汎用されてきたタイプに代わるものとしての設置という客先からの要望等からも分かるように、当社エアレーターの独創性は既に証明されていると判断している。その一つとして、多孔質タイプのもの比べると圧力損失が少ない。配管は筒下部に設置しており、噴出した気泡は筒内部に導入される。圧力が加わる箇所がないので非常に効率的である。また、これまでのエアレーターは水深が深いほど酸素の溶解効率は上がる。逆に水深が浅いと溶解効率は下がってしまう。当社エアレーターにおいては、筒内部に設置された衝突板で液体、気体、固体が攪拌されることによりそれぞれが微細化され、溶解効率が上がる。水深は1m以上あれば稼働できるということも特徴である。

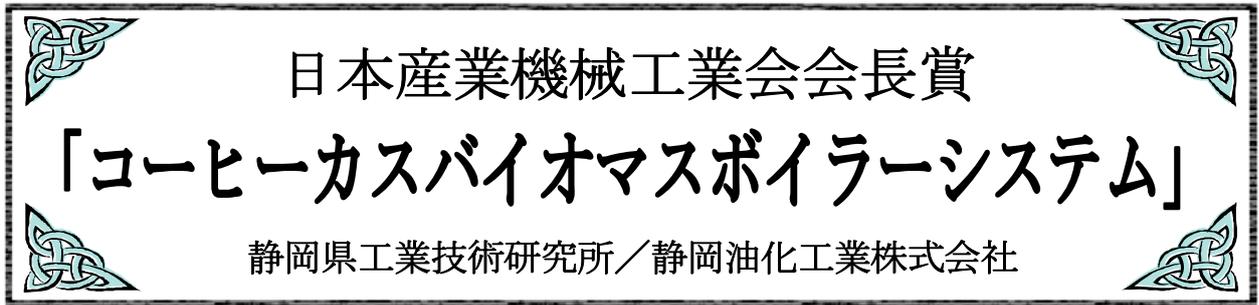
2.8 今後の規制に対する対応策

水質の改善等やコストの低減化に関する要望に対し、対応が可能である。

3. 応用分野

活性汚泥処理における酸素の供給以外に、脱窒槽などの嫌気槽における攪拌についても問い合わせが増えている。運転操作の間欠運転化への対応も求められている。例えば、食品加工場において製品の生産量の調製に伴い排水量が安定しない場合には設備の間欠運転が求められる。従来の微細気孔型の散気管では停止中に気孔が閉塞するという不具合が多発していたが新開発の散気管は開口部が大きいために閉塞しない。最近では廃水処理以外に製造プロセスにおける使用に関する引き合いが増加してきている。例えば、①食品素材の無酸素条件における攪拌混合、②化学薬品原料のイオン化、③流体の冷却、などである。いずれの場合においても各運転条件において散気管の運転方法はもとより、素材についても新規に検討を開始している。耐腐食性のオールステンレス製、サニタリー形式の仕上げを有するもの、オールプラスチック製、その他特殊な表面形状を有するものなど様々な開発が進行中である。

なお、現在までに10社以上の企業から問い合わせが殺到している。



1. 開発経過

1.1 開発経過

静岡県では2005年（平成17年）3月に「静岡県バイオマス総合利活用マスタープラン」を策定し、2010年度（平成22年度）を目標年度に、廃棄物系バイオマスで89%以上、未利用バイオマスで35%以上を目標とし、取組みを推進した。しかし、廃棄物系バイオマスでは85%と目標値に達していない。国では、更なるバイオマスの利活用を推進するため、2009年（平成21年）9月12日にバイオマス活用推進基本法が施行され、2020年（平成32年）までに達成すべき目標として、「600市町村においてバイオマス活用推進計画を策定」、「バイオマスを活用する約5,000億円規模の新産業を創出」、「炭素量換算で約2,600万tのバイオマスを活用」の3つが掲げられた。基本法には技術的課題として、「バイオマスの新たな有効利用技術の開発と共に、バイオマスの収集・運搬から加工・利用までの総合的にとらえた技術体系の確立を推進する必要がある。」と記述され、都道府県及び市町村によるバイオマスの活用の推進に関する計画の策定が求められた。これら情勢を踏まえ、静岡県では2012年（平成24年）3月に新たな「静岡県バイオマス活用推進計画」を策定し、2020年度（平成32年度）までに、食品廃棄物の利活用率を70%以上にすることを目標値として掲げている。

食品廃棄物の中でも特にコーヒークスは、全国で年間約15万t発生しており、静岡県には多くの飲料工場が立地していることから、4万t以上の大量の残渣が産業廃棄物として処分されている。そこで、静岡県工業技術研究所と静岡油化工業株式会社が協力して、2009年度（平成21年度）より食品廃棄物（バイオマス）であるコーヒークスからペレット燃料を製造する技術開発を行ってきた。

1.2 共同開発

油脂分が多いコーヒークスは、発熱量が高いものの、固形化し難く、形が崩れやすいことから、ペレットへの加工が難しく、静岡県工業技術研究所（バイオマス循環プロジェクトスタッフ 櫻川研究主幹、山下上席研究員、菊池研究員）では、茶殻やオカラ等を適量配合する手法を考案した。また、ペレットの物理特性に直結する含水率、温度、ダイス厚等の加工条件の最適化、ペレット製造装置の選定等全面的に支援してきた。この結果、十分なペレット燃料性能を有し、かつ25円/kg（A重油に比べ半額以下）という、非常に安価なエネルギー源の開発に成功した。

その共同研究成果を基に、静岡油化工業株式会社では、ペレタイザーやバイオマスボイ

ラー等の改良、原料投入方式、灰処理や乾燥機への蒸気導入方法など検討を進め、2011年10月に自社工場内に、コーヒーカスを主原料としたペレット燃料2t/日を製造し、これを燃料として使う熱エネルギー回収プラントを設置し、運転を開始した。回収した熱エネルギーはオカラや茶殻、コーヒーカス等の乾燥に利用し実証試験を行っている。これまで1年間で8,306GJの熱エネルギーを回収しており、引き続き稼働中である。

コーヒーカスを燃料とした熱エネルギー回収プラントは、全国でも例がなく、他のバイオマスのエネルギー利用に応用できるシステムである。

2. 装置説明

2.1 構造、原理

開発した「コーヒーカスバイオマスボイラーシステム」は、含水率10%程度に乾燥したコーヒーカスをオカラ、茶殻等を添加後調整し、ペレタイザーに導入、造粒してペレット燃料とする。造粒したコーヒーペレット燃料をバイオマスボイラーに投入し、工場で使用する熱エネルギー（乾燥、暖房など）として使用するシステムで、以下の内容で構成される。

(1) 原料導入部（ホッパー）

- ・コーヒーカスは油脂分を多く含むため、ペレットとして造粒することが難しい。工業技術研究所の知見から、オカラや茶殻等の繊維質を一定量添加することで、高い強度が得られることが明らかとなったため、原料導入部では、これら添加物を混合攪拌等ができる仕様となっている。

(2) 搬送部（各種コンベア）

- ・スクリーンコンベア（原料ホッパーからペレタイザーへ）
 - コーヒーカス（オカラ、茶殻添加物）を均質に一定量供給する。
- ・ベルトコンベア（ペレタイザーからバイオマスボイラーへ）
 - コーヒーカスペレット燃料を粉化させずに水平方向に移動する。
- ・バケットコンベア（ペレタイザーからバイオマスボイラーへ）
 - コーヒーカスペレット燃料を粉化させずに垂直方向に移動する。

(3) ペレタイザー一部

- ・方式：フラットダイ（造粒強度を上げるため厚さを変更）
- ・成形機出力：5.5kw
- ・ペレットサイズ：直径6mm
- ・電源：3相200V

(4) バイオマスボイラー部（サイロ、集塵機を含む）

- ・種類：多管式貫流ボイラー（労働安全規格：小型ボイラー）
- ・燃料：コーヒーカスペレット
- ・相当蒸気量：500kg/h、熱出力：313kw/h、使用蒸気量圧力範囲：0.48～0.88、ボイラー効率：85%、伝熱面積：9.7m²
（コーヒーカスペレットの発熱量に合わせ、最適化設計）
- ・保有水量：197L

- ・電源 200V、3相、50/60Hz
- (5) 燃焼灰回収部
 - ・肥料として利活用できる灰を効率よく回収できるよう変更。
- (6) 蒸気配管
 - ・各種乾燥機に合わせ分配できる。
- (7) 乾燥機
 - ・食品廃棄物の乾燥に適した減圧ディスクドライヤー。

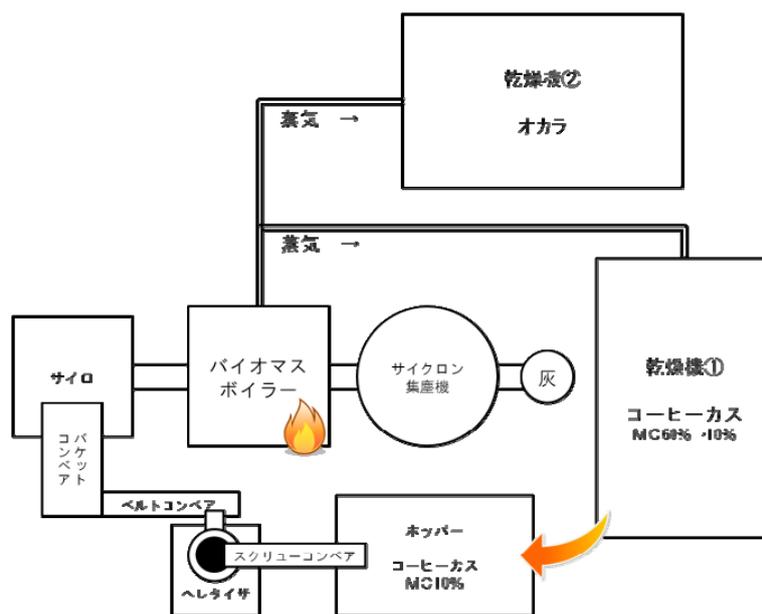


図1 システム構成図



図2 システム外観

2.2 特許の有無

特許申請はしていないが、コーヒークスのペレット（固形燃料）の強度を上げるために、茶殻とオカラを少し加えている。その配合方法については、権利化（特許を申請して取得すること）せずにノウハウとして所有している。

2.3 性能

表1 コーヒークスペレットの性能

	木質ペレット品質基準	バイオマスペレット (コーヒークス)
寸法	径: 6 - 7mm 長さ: 25mm以下 95%以上	径: 6.18±0.06mm 長さ: 25mm以下 100%
かさ密度	550kg/m ³	720kg/m ³
粉化度	Class1: 1%以下 Class2: 1 - 2%	0.8%
含水率	Class1: 10%以下 Class2: 15 - 20%	8.9%
灰分	Class1: 1%以下 Class2: 1 - 2%	1.1%
高位発熱量	16.9MJ/kg	23.4MJ/kg

表2 各種ボイラー燃料のコスト及び発熱量の比較

燃料名	単価※1	発熱量	単価/MJ
電気	11.77円/kWh※2	3.6MJ/kWh	3.27円
ガス	530.2円/m ³ ※3	100.5MJ/m ³	5.28円
灯油	107.1円/L※4	36.7MJ/L※6	2.92円
A重油	87.3円/L※5	39.1MJ/L※6	2.23円
木質ペレット	40円/kg	20.6MJ/kg※7	1.94円
コーヒークスペレット	25円/kg	23.3MJ/kg※7	1.07円
備考	※1: 価格: 2013/8月現在価格 ※2: 中部電力: 高圧電力中利用率向け2種(夏季) ※3: 石油情報センター LPガス一般小売価格 中部(50m ³ 2013/7/31) ※4: 石油情報センター 一般配達価格 静岡(2013/7) ※5: 石油情報センター 小型ローリー納入価格 中部(H25/8) ※6: エネルギー源別標準発熱量表(2005) ※7: 発熱量: 静岡県工業技術研究所測定データ(2009)		

表3 開発したコーヒークラスバイオマスボイラーシステムの特徴

	A 重油ボイラーシステム	コーヒークラスバイオマスボイラーシステム
性能	A 重油の発熱量は高い (39MJ/L) が、バイオマス燃料の代表格である木質ペレットは発熱量が低い (20MJ/kg)。	コーヒークラスは木質バイオマスの 1.2~1.5 倍の発熱量があり、開発システムの熱回収率は 60%以上あるため、工場の熱源(乾燥、暖房等)に十分利用できる。また、1年で 580 t の二酸化炭素排出量削減が可能となる。

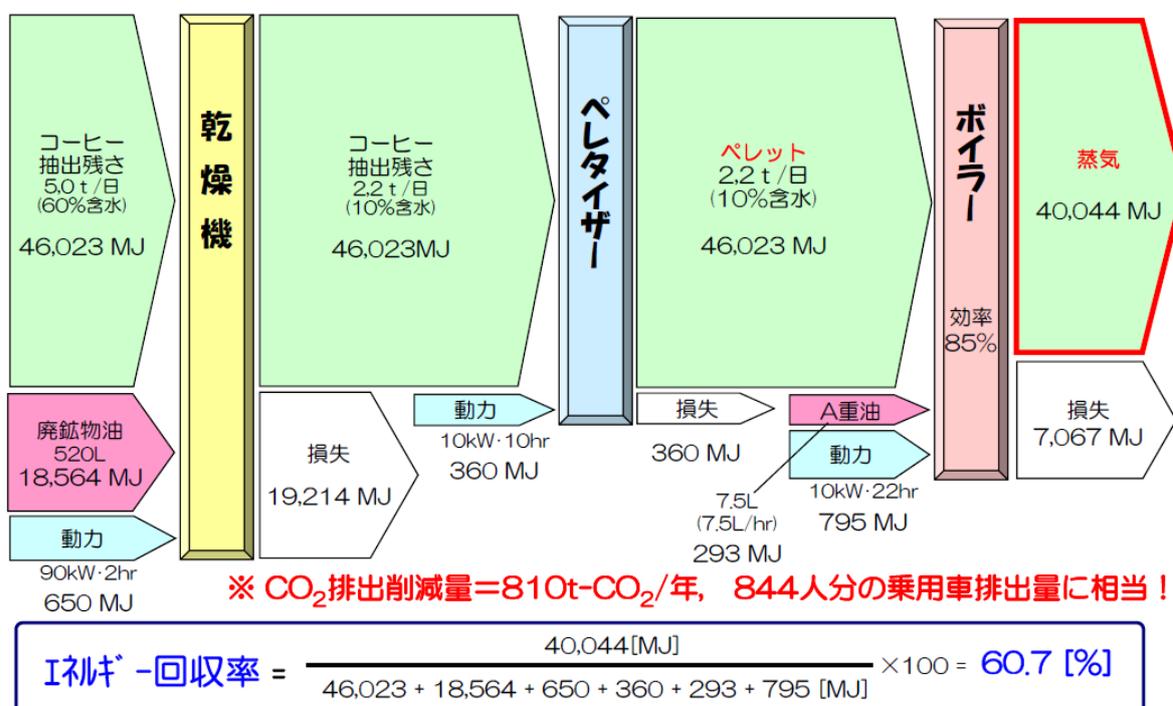


図3 コーヒークラスボイラーシステムのエネルギー回収率

2.4 維持管理

ペレタイザー部分は、小型であることから、人力 (1 人工) で取り扱いができ、メンテナンスも容易で、クレーン等を使用する必要がなく、取扱い資格は不要である。生産量を増産するには、並列で台数を増やすことで対応できる。

バイオマスボイラー部分は、労働安全規格において、小型ボイラーに相当するため、取扱い資格としては、事業者が安全のために行う“特別の教育”を受講するだけで可能となる。コーヒークラスの燃焼により燃焼灰が発生するが、灰分は 1%と極めて少ない。また、燃焼灰中には、窒素 (0.8%)、カリウム (2.7%)、リン酸 (12%) が多く含まれることから、肥料としての利用が期待できる。

2.5 経済性

国内では多量のコーヒーカスが排出されており（静岡県内10社だけで年間4万t以上）、その処理費用及び環境負荷が問題となっている。処分費は5千円～1万円/tにも上り、企業経営を圧迫している。コーヒーカスの固形燃料化により、国内に多く存在する飲料加工メーカーにおけるこれら高額な産業廃棄物処分費が低減する。

また、自社に設置したコーヒーカスバイオマスボイラーシステムでは、食品系産業廃棄物の乾燥に要するエネルギーコストがシステム導入前の1,500万円/年から300万円/年となり1/5に軽減された。投資回収年数は3.2年であることから高額なバイオマスボイラーの導入が現実的に可能となった。

更に、ボイラー燃料としては、A重油80円/L、木質ペレット40円/kgであるのに対し、コーヒーカスペレットは20円/kgと安価で、コストメリットが高い。静岡県袋井市のメロン農家では、ボイラー燃料として年間800tの利用実績がある。その他、バラやトマト栽培など国内における温室栽培でのコーヒーカスペレット燃料の市場は極めて大きい。

開発したボイラーシステムは、平成22年度温室効果ガス排出削減量連動型中小企業グリーン投資促進事業に採択され、2011年（平成23年）10月1日からシステムを稼働させ、10月3日付で国内クレジット制度排出削減事業として承認されている。既存設備と更新後のランニングコストを比較した結果、投資回収年数は3.2年（設備投資額45,210千円）であり、開発したバイオマスボイラーと同等出力のA重油ボイラーで比較すると、575.6t/年の二酸化炭素排出量削減効果があることが分かった。

表4 開発したコーヒーカスバイオマスボイラーシステムの経済的優位性

	A重油ボイラーシステム	コーヒーカスバイオマスボイラーシステム
経済性 (維持管理含)	A重油の価格は87.3円/L(H25/6)であり、発熱量当たりの単価は2.23円/MJと、コーヒーカス燃料1.17円/MJの約2倍と高い。	A重油80円/L、木質ペレット40円/kgあるのに対し、コーヒーカスペレットは20円/kgと安価である。実証プラントでは、1,500万円/年の燃料コストを300万円/年に削減、設備投資は3.2年。燃焼灰も配合肥料として使用可能。

2.6 将来性

我が国では、2000年（平成12年）に制定された食品リサイクル法により、食品製造業における廃棄物の利用率を85%にする目標を立てている。更に、2007年（平成19年）には定期報告義務を課し、罰則規定が設けられた。しかし、食品廃棄物であるコーヒーカスは、その成分から発芽阻害や難消化であるとされ、飼肥料に用いることができず、そのほとんどが利用されていない。食品廃棄物はバイオマス資源であり、工場から大量に排出されるコーヒーカスを原料に固形（ペレット）燃料を生産することは、エネルギーとして再生利用することであり、カーボンニュートラルの概念から二酸化炭素排出量削減に繋がる。

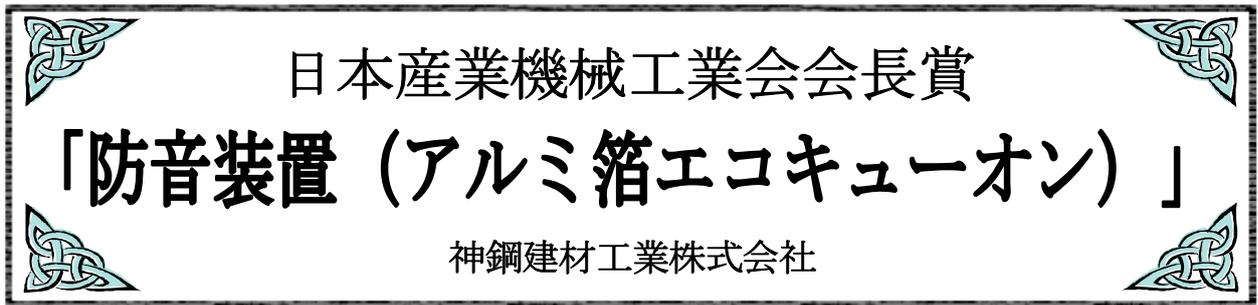
本プラントの設置により、1年間で約580tの二酸化炭素が削減できた（国内クレジット制度排出削減事業承認済み）。コーヒーカスは季節を問わず全世界どこの飲料工場でも発生しているが、本プラントを使えば貴重な資源となる。更に、その他のバイオマスの燃料化技術として全世界に普及することも可能である。

2.7 独創性

- (1) コーヒーカスの燃料用バイオマスペレット生産手法は全国に例を見ない。
- (2) コーヒーカスは熱量が多く、粉碎や分別が不要、乾燥も容易でペレット化収率が高い。
- (3) 食糧や再利用との競合がなく、バイオマス利用の先進事例が構築できる。

3. 応用分野

- (1) 飲料工場以外（コンビニエンスストア、外食フランチャイズ産業など）で発生する未利用コーヒー廃棄物のエネルギー利用。
- (2) 食品工場における食品廃棄物（米ぬか、オカラなど）のエネルギー利用。
- (3) 工場等の熱源利用、バイオマス発電。
- (4) 農業（特に温室栽培）分野における温風、温水熱の熱源。
- (5) 温泉等の給湯ボイラーの代替。



1. 開発経過

1.1 開発経過

道路、鉄道向け防音装置や、工場設備の防音装置に吸音材として汎用的に使用されているグラスウールには、更新に伴う廃却時の産廃処理、日照・雨水などによる経年劣化、飛散による健康への被害などの課題があり、他吸音材への代替ニーズが高い。しかし、価格、音響性能などの点から同材を置き換える程の材料は出現していない。

一方、自動車、鉄道車両分野など環境保全及び高速化が求められる分野では、軽量化と軽量化に伴う騒音問題が二律背反の課題として重要視されており、その課題を解決する吸音材としてアルミ微細多孔板／箔の開発を進めてきた。この中で板厚、孔径、開口率、背後空気層等の多孔板吸音構造諸元からその吸音性能を予測する技術を確立し、騒音特性に最適化した音響構造設計を可能とした。

この設計技術を吸音装置に適用し、高い吸音性能を実現する微細多孔アルミ製吸音装置「アルミ箔エコキューオン」を開発した。

1.2 共同開発

- | | |
|-------------|---|
| 株式会社 神戸製鋼所： | 微細多孔吸音構造の原理解明と理論構築
微細多孔吸音構造の吸音装置の適用性立証
エコキューオン製品の音響基本構造開発 |
| 神鋼建材工業株式会社： | 微細多孔吸音構造の吸音装置への適用性立証
エコキューオン製品開発
製造体制確立
製造コストダウン |

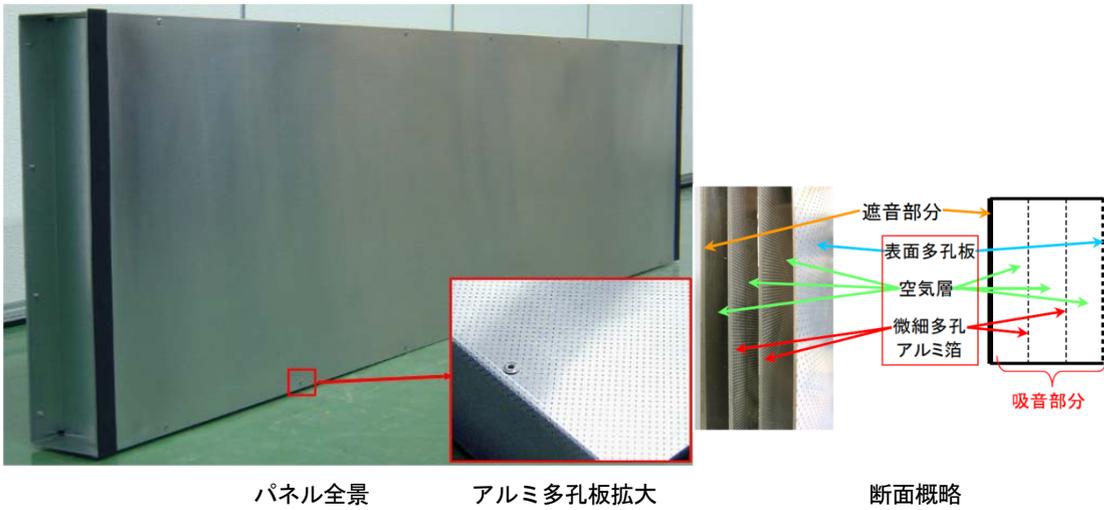
2. 装置説明

2.1 構造、原理

(1) 構造概略

図1に示すように、表面多孔板及び微細多孔アルミ箔が空気層を介し配置され、微細多孔吸音構造を構成している。側面及び背面には密閉と遮音とを兼ねた部材を配している。なお、表面多孔板は用途により、パンチング孔型とマイクロエキスパンド孔型とがある。また、図3に従来吸音装置の一例を示す。表面板はガラリ状の孔を有しており、金属箱体

内部にポリフッ化ビニル(PVF)の薄膜で被覆された繊維系吸音材料が挿入されている。



パネル全景

アルミ多孔板拡大

断面概略

図1 エコキューオン構造概略(パンチング孔型)

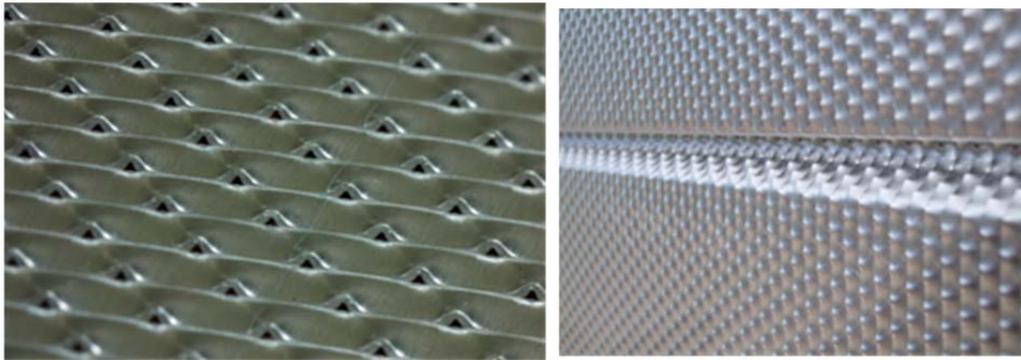
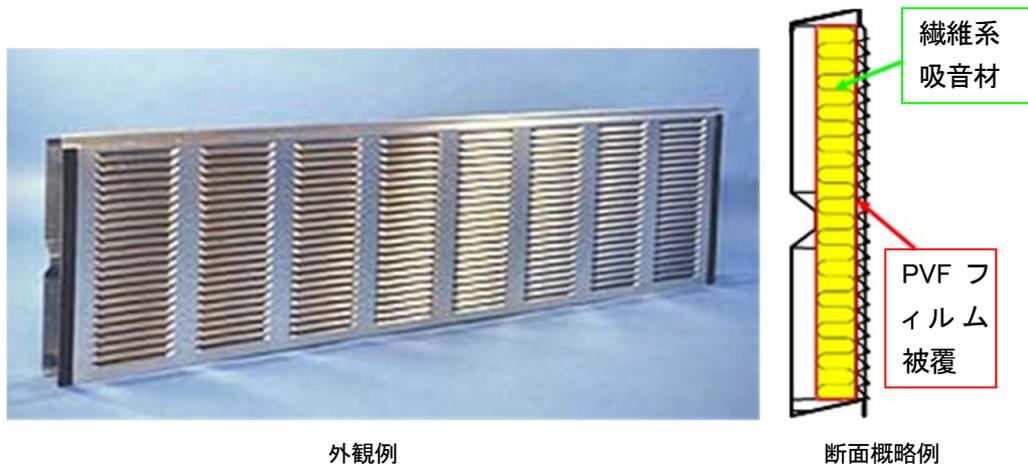


図2 マイクロエキスパンド孔の例



外観例

断面概略例

図3 従来吸音装置の構造概略例

(2) 多孔吸音原理

図4に本製品の吸音原理の概略説明図を示す。アルミ多孔板／箔の孔部に存在する空気塊（質量に相当）と背後の空気層（ばねに相当）とが質量ばね系を構成する。そのため、系の共振（共鳴）周波数において、孔部の空気塊が激しく振動する。この際、孔部壁面と孔部の空気塊との摩擦により音波エネルギーが熱エネルギーへ変換・消散することにより吸音する。

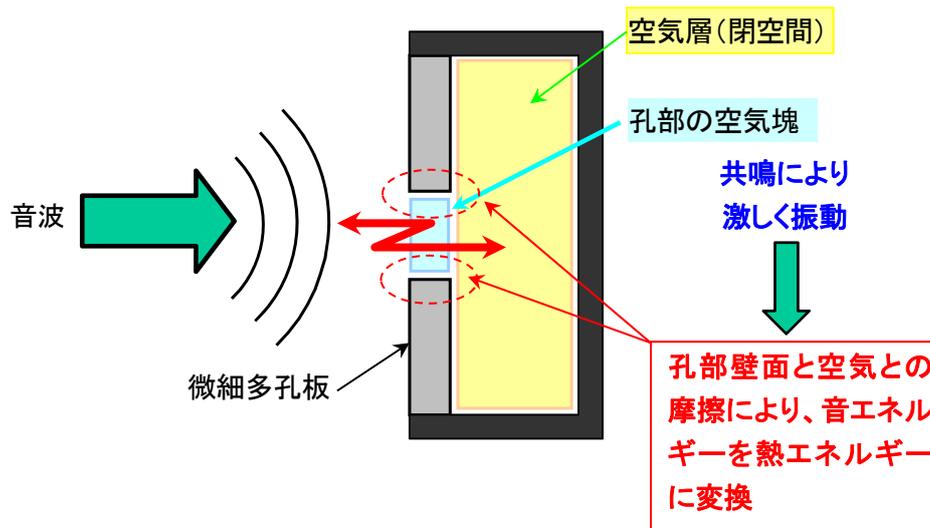


図4 吸音原理

(3) 吸音率周波数範囲の広帯域化 (1)

微細多孔板／箔の孔径を数ミリメートル以下へと非常に小さくすることにより、孔部壁面の面積増加や孔部空気塊流速の高速化を生ずる。これらの効果により、孔部空気塊と孔壁面との摩擦等を増大させ、吸音性能の向上や吸音周波数範囲の広帯域化を実現している。図5に従来の孔径数センチメートルの多孔吸音構造と孔径数ミリメートル以下の本微細多孔吸音構造との垂直入射吸音率比較例を示す。

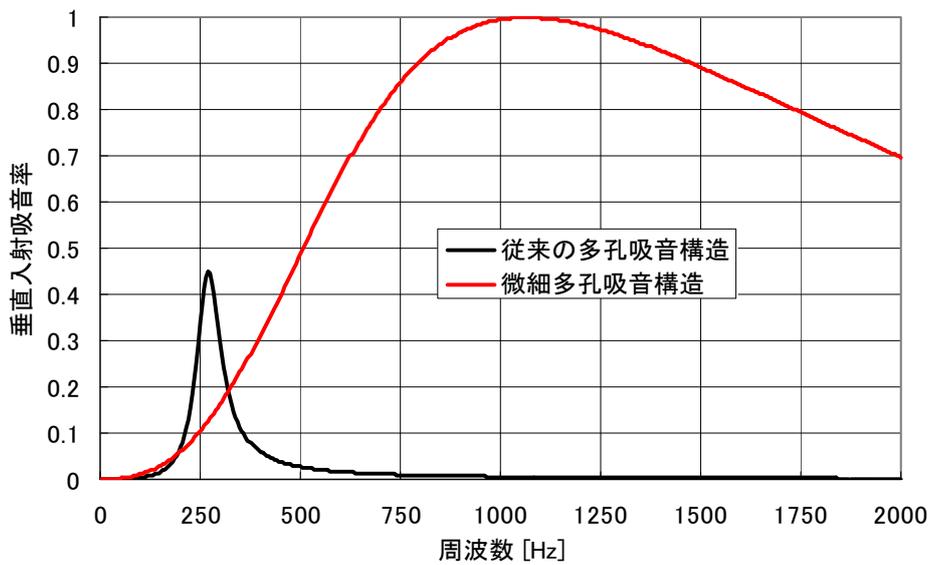


図5 孔径の微細化による広帯域化例

(4) 吸音周波数範囲広帯域化(2)

微細多孔アルミ板/箔及び空気層を複数層構造とすることで、更なる吸音周波数範囲の広帯域化を実現している(図6)。

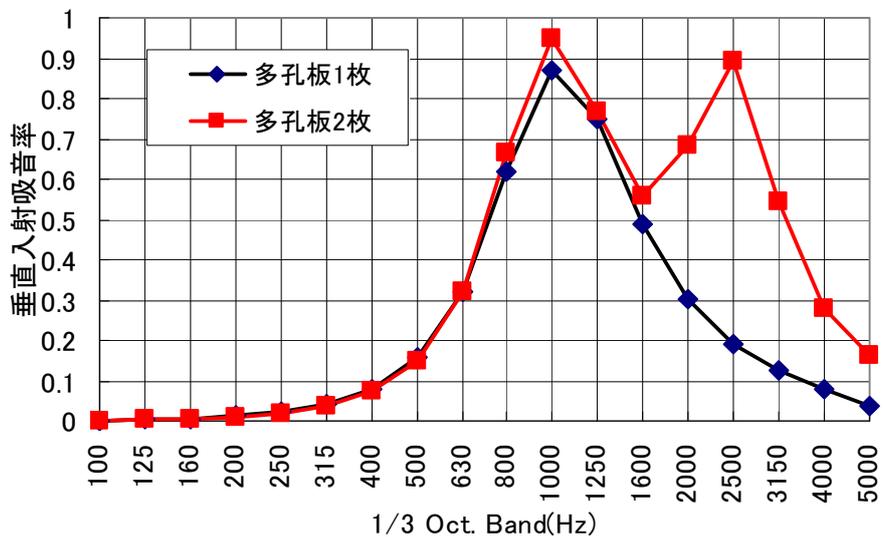


図6 多層化による広帯域化例

(5) 音源に最適化可能な吸音設計技術

垂直入射吸音率の計算式を開発し計算値が実測値とよい一致度であることを確認している(図7)。これにより騒音源に対し最適な吸音特性の設計を可能とした。

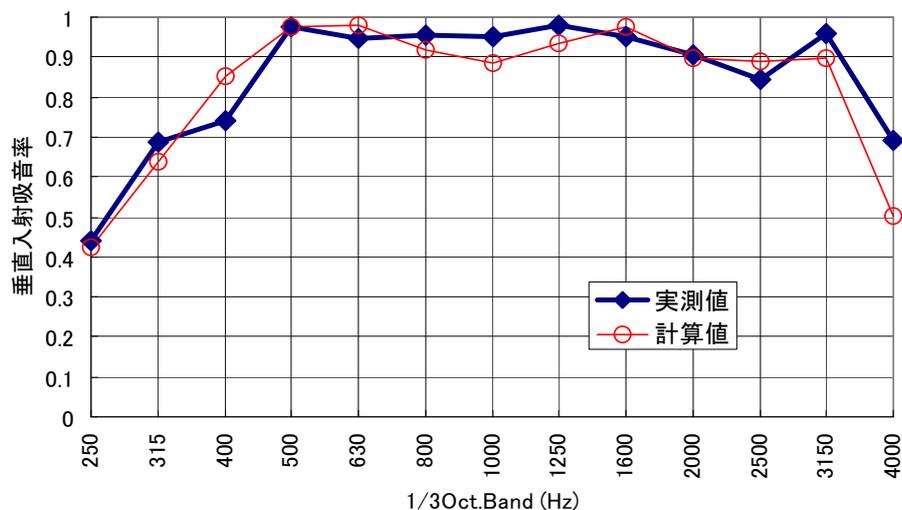


図7 計算値と実測値との比較例 (3層構造)

2.2 特許の有無

- ・登録 7件 (関連特許含む)
- ・出願中 3件 (関連特許含む)

2.3 性能

図8に従来吸音装置と本吸音装置(3層型)との残響室法吸音率比較結果を示す。この製品は道路騒音対策を目的としており、道路騒音の主要周波数成分である400Hz~2,000Hzの周波数において従来吸音装置を上回る吸音性能を実現している。更に2,500Hz以上では従来製品との吸音率差がより大きくなっている。

これは、従来製品では内部の吸音材料を雨水や紫外線から保護するため、吸音材料をフィルム材で被覆し保護しているため、特に高周波数域において吸音性能低下を生ずるが、本製品では高耐候性の微細多孔板/箔を用いて吸音するため保護材が不要であり、吸音性能低下を生じないからである。

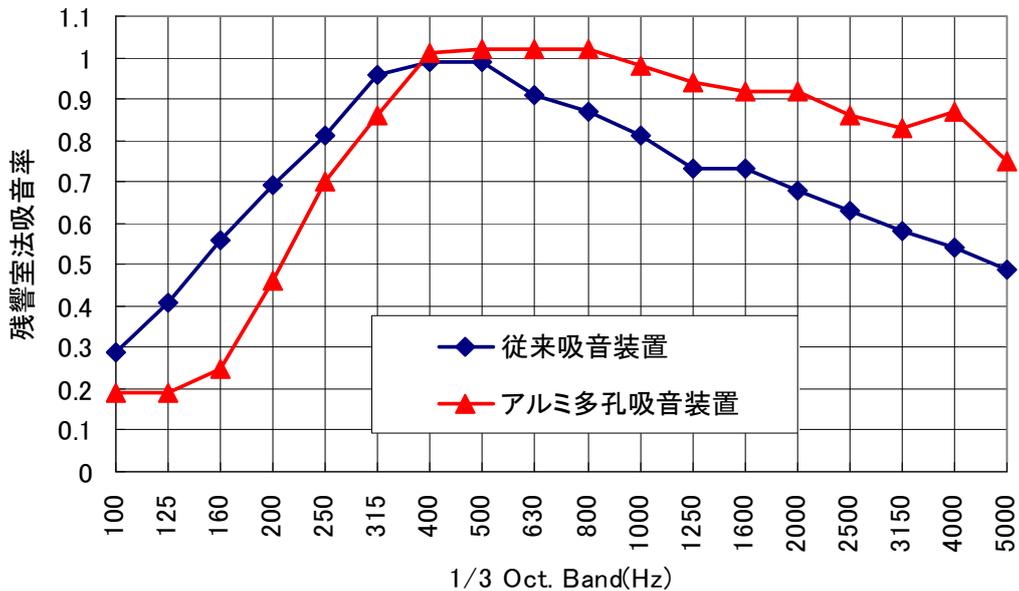


図8 吸音性能の比較

2.4 維持管理

本製品の躯体には、高耐候性めっき鋼板を、表面多孔板には5000系アルミニウム合金を、内部の微細多孔アルミ箔には1000系アルミ箔を使用しており、個々の部材は高い耐候性を有していることを確認している。更に促進耐候性試験の結果より本製品の寿命は30年以上と推定される。故に車両の衝突等の非定常的に発生する想定外の破損による交換以外は、原則メンテナンスフリーである。

また本製品は、微細孔の目詰まり発生について、その有無及び影響を暴露実験で調査した。実験は供試体を、飛散粉塵量が一般住宅地の7~30倍の箇所に長期間設置し、暴露前後の吸音性能を比較しその変化を確認した。

2ヶ月間暴露させた結果、表面多孔板の孔及び内部多孔箔の孔は閉塞せず、また吸音性能もほとんど変化しないことを確認した(図9)。その後1年10ヶ月間調査を継続したが、同様の結果であった。

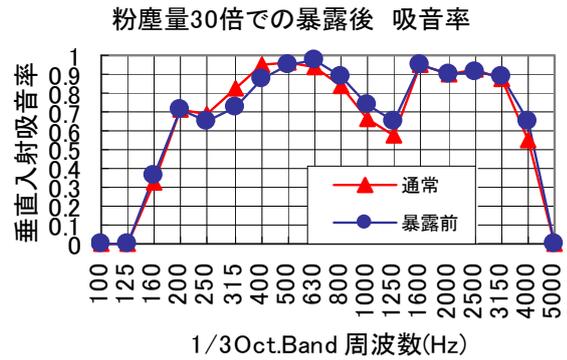


図9 暴露試験（供試体設置状況（左）と試験前後の吸音率比較結果（右））

本製品の正面多孔板に汚れが付着し美観を損ねた場合、例えば回転ブラシを有し水を噴射する自走式洗浄装置を用いて洗浄可能であることを確認している（図10）。



図10 洗浄試験実施状況

2.5 経済性

本製品群中の道路向けの標準吸音パネル代替タイプは、従来製品と同等の製造コストと施工性を実現しており、追加コストなしで取り替えが可能である。更に、部材に産業廃棄物となるガラスウールを用いていないので、更新に伴う廃却時のコストダウンを実現している。例えば2m長さ×0.5m幅の道路用製品の場合、廃却時コストは既存道路用標準吸音パネル比で約1,300円安価となる。

2.6 将来性

道路向け製品は、製造工程の簡略化及びそれに伴うコストダウンを実現したことで、従来の吸音パネルとほぼ同等のコスト競争力を持ち、汎用的に普及する可能性の高い製品となっている。

一般向け製品はパネル形態で設置可能な場所であれば、従来製品を代替可能である。また、高熱環境やクリーンルームのように空気中のダストを極端に嫌う環境下でも、従来製品のような吸音材の破損や飛散がないため設置可能であり、市場の拡大が期待される。

特定の周波数のみ吸音する場合、特に低周波数域では従来の吸音構造より厚みを薄くすることが可能であり、設置スペースが限られる場所への適用が期待される。

2.7 独創性

従来の共鳴型吸音構造から孔径、開口率を非常に小さくし、更に多孔板／箔を複層化することによって吸音性能を飛躍的に向上させた。これにより、屋外用としては世界初の微細多孔吸音構造を適用したアルミ製吸音パネルを商品化した。

また、吸音パネルを構成する微細多孔板・箔の板厚、孔径、開口率及び、多孔板・箔間空気層厚みを調整することにより、騒音源に対して最適な吸音周波数特性を設計する技術を開発し、この設計手法を用いることにより、上記吸音パネルの他様々な騒音源に対して吸音性能を最適化した製品の供給を可能にした。

グラスウールを吸音材として用いた従来製品の構造は、雨水や紫外線から吸音材を保護するため、吸音材を厚み数十 μm のポリフッ化ビニル (PVF) フィルムで被覆している。この PVF の影響により、高周波数域の吸音性能が低下する問題や、PVF フィルムが破損した場合の、水分や紫外線の侵入による吸音材の吸音性能低下、グラスウールが周辺に飛散する問題がある。本製品の吸音部分はアルミ製で耐候性が高いため、PVF フィルムによる被覆が不要であり、従来製品と比較し特に高い周波数域での吸音性能が大きく上回っている。また、経年劣化による吸音材の飛散がないため、周囲環境に悪影響を及ぼさない。

また、将来性でも記したように、グラスウールと比較し、高温や水分にも強いいため、従来製品が設置できなかった箇所でも本製品を設置することが可能である。

製造時の二酸化炭素排出量が、例えば長さ 2m×幅 0.5m の既存道路用標準吸音パネル比で約 24%少なく、二酸化炭素排出量削減に寄与している。

その他、微細多孔板／箔及び遮音部分を透明材料で構成することにより、世の中にほとんど存在しない透視性と吸音・遮音性能とを両立する透光吸音装置「エコキューオンクリア」を開発し (図 11)、例えば工場等における防音と製造ラインの監視との両立等のニーズへの対応に取り組んでいる。



図 11 透光性吸音装置「エコキューオンクリア」

2.8 今後の規制に対する対応策

アルミ箔エコキューオンは、微細多孔板／箔と空気層との組み合わせにより吸音性能の最適化が可能であることから、今後の特に低周波騒音の規制強化に対し柔軟な対応が可能であると考えている。

3. 応用分野

パネル状の吸音装置としてだけでなく、内部の騒音対策が必要な建屋への外壁兼吸音装置としての適用や機械の防音パッケージへの適用が可能である。以下の図 12 に建屋外壁への適用例を、図 13～図 14 に機械防音パッケージへの適用例を示す。



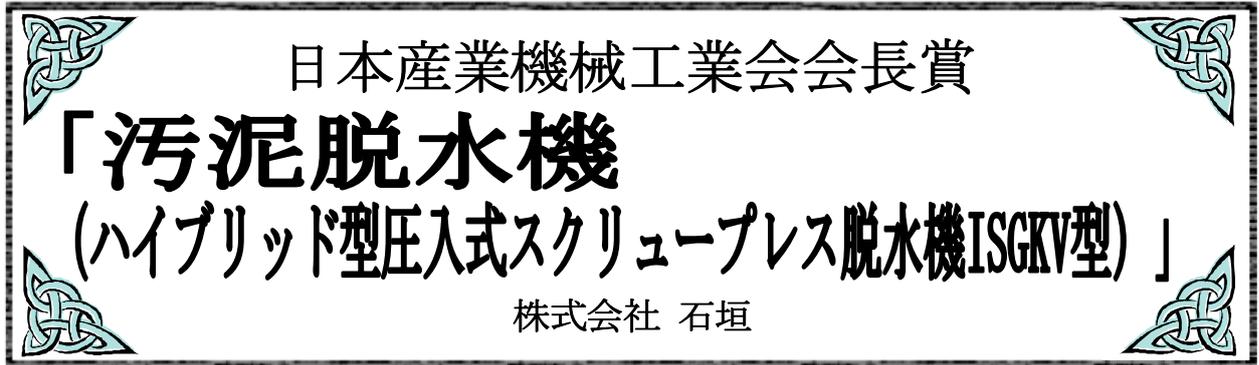
図 12 建屋外壁への適用例（白色部）



図13 防音パッケージへの適用例（1）



図14 防音パッケージへの適用例（2）（左、機械全景、右内部への取り付け状況）



1. 開発経過

近年の下水道の普及及び下水処理の高度化に伴い、下水汚泥の発生量は、今後も増加するものと推察され、汚泥の安定的処理は、大都市のみならず新たに下水処理を開始した中小市町村においても緊急の課題となっている。下水汚泥の処理においては、汚泥の減量化や有効利用を進める上で、処理施設の建設コスト、維持管理コストの縮減や処理の安定性を意識したより効率的な処理システムが望まれている。

このような状況の中で、下水汚泥を減容化するための汚泥脱水機が各種開発されているが、効率化や省エネルギー性に対するニーズは更に高まっている。圧入式スクリープレス脱水機は、これらのニーズに適合し、維持管理も容易な機器として広く認識されており、当社では、汚泥量の増加や消化汚泥に代表される難脱水性汚泥、また低濃度汚泥への対応といった状況に対して、より一層の処理性能の向上と処理の安定性向上に資するものとして、汚泥の充填効率と濃縮性を高めた「高効率型圧入式スクリープレス脱水機」を市場に投入している。これらの改良により当社の圧入式スクリープレス脱水機は、標準型、高効率型合わせて国内の下水道施設において 395 台（納入予定含む）の実績を有する脱水機となった。

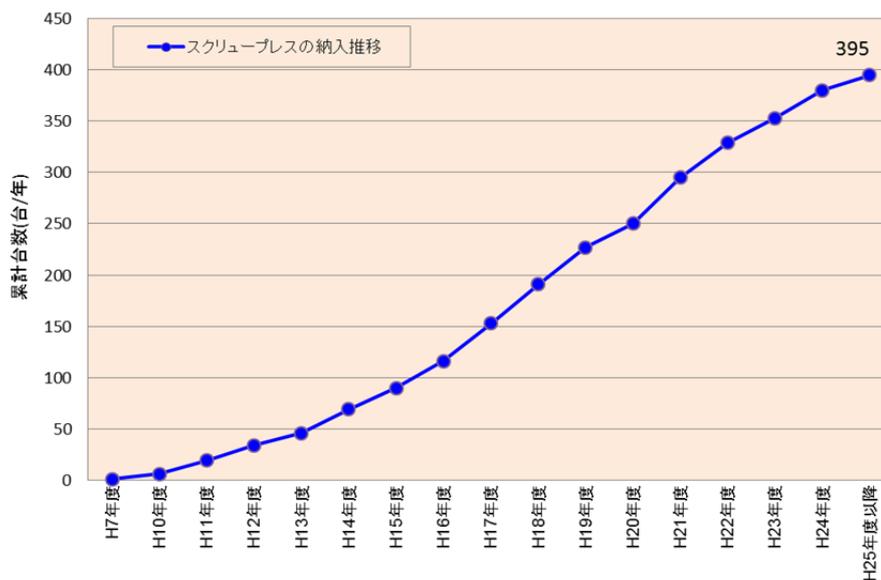


図1 納入実績（平成25年11月現在）

高効率型スクリープレス脱水機は、汚泥脱水機に求められる顧客ニーズに応じて着実に普及してきたが、更に圧入式スクリープレス脱水機の特徴である省エネルギー性や維持管理の容易性を継承しつつ、地球温暖化問題に対する省エネルギー製品への期待と更なる進化、並びに従来では処理の難しいとされている難脱水性汚泥や低濃度汚泥に対する高性能化と処理の大容量化や安定化を可能とすることを旨とするにより、高効率型圧入式スクリープレス脱水機以上の処理性能及び低含水率化といった顧客ニーズに応えると共に低コスト、省エネルギー、高処理性能による資源の有効利用、地球温暖化対策、低炭素化社会の実現させることによって、地球規模の環境問題に対処し地球環境の保全に貢献する新型脱水機として「ハイブリッド型圧入式スクリープレス脱水機 ISGKV 型」の開発を行った。

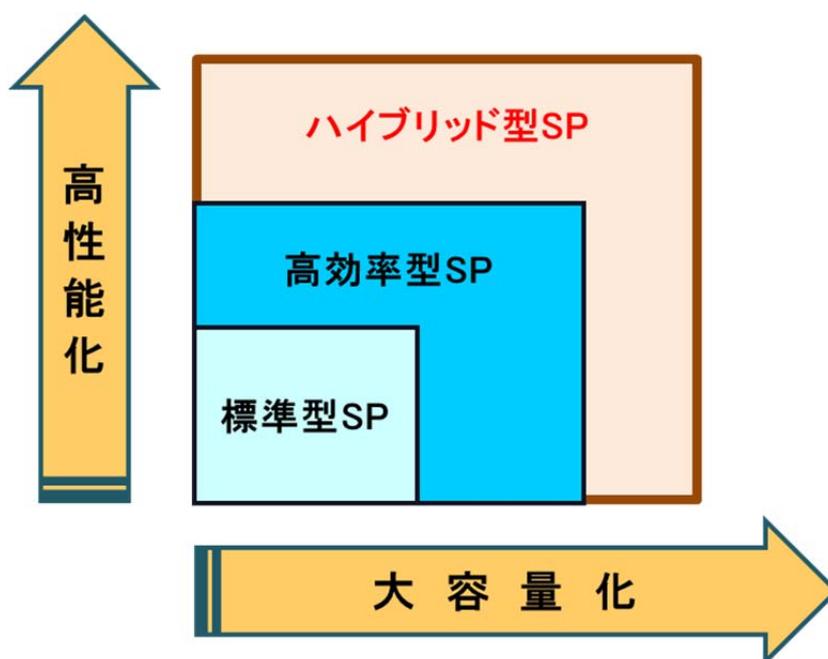


図2 性能概念図

2. 装置説明

2.1 構造・原理

ハイブリッド型圧入式スクリープレス脱水機 ISGKV 型（以下、ハイブリッド型 SP と示す）は、図3に示す通り独立した濃縮部、圧入部及び脱水部で構成され、濃縮部では単独での濃度調整が可能となることで凝集汚泥の高濃度化が図られ、その濃縮汚泥を圧入部から脱水部へ圧入することで脱水部での汚泥の充填率が高まると共に、脱水部を長くすることで脱水時間が延長され、それらの相乗効果により高効率型圧入式スクリープレス脱水機（以下、高効率型 SP と示す）に対し脱水性能の向上を図った機種である。また、濃縮後の凝集汚泥に無機凝集剤が添加できる構造のため、高分子凝集剤単独と比べ更に低含水率化も可能である。

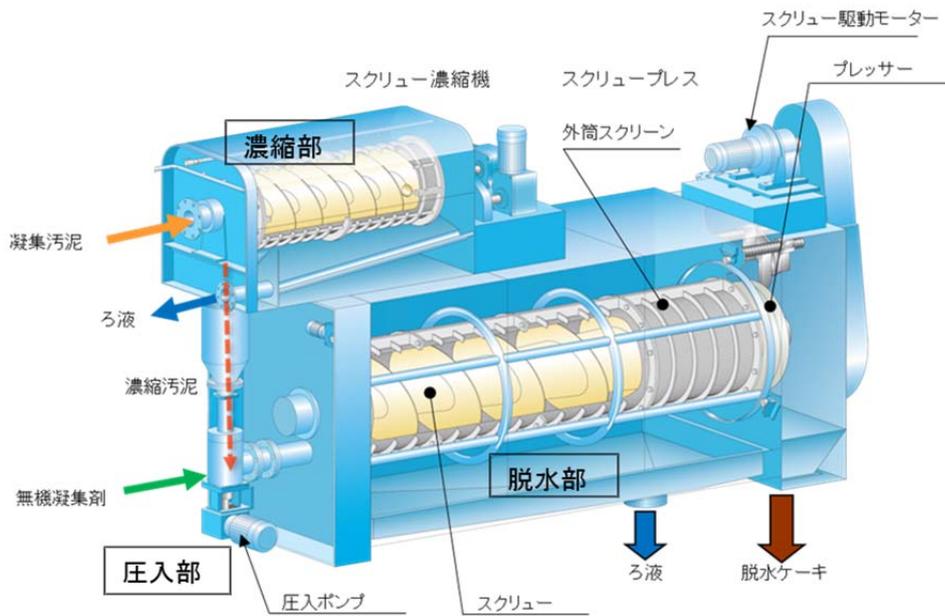


図3 ハイブリッド型SP構造概要図

(1) 脱水原理

ハイブリッド型SPの脱水原理を高効率型SPと共に図4に示す。なお、高効率型SPは、濃縮ゾーンの外筒スクリーンをスクリー軸と逆回転して脱水することにより標準型スクリープレス脱水機（以下、標準型SPと示す）に対して脱水ケーキの低含水率化を図った機種である。

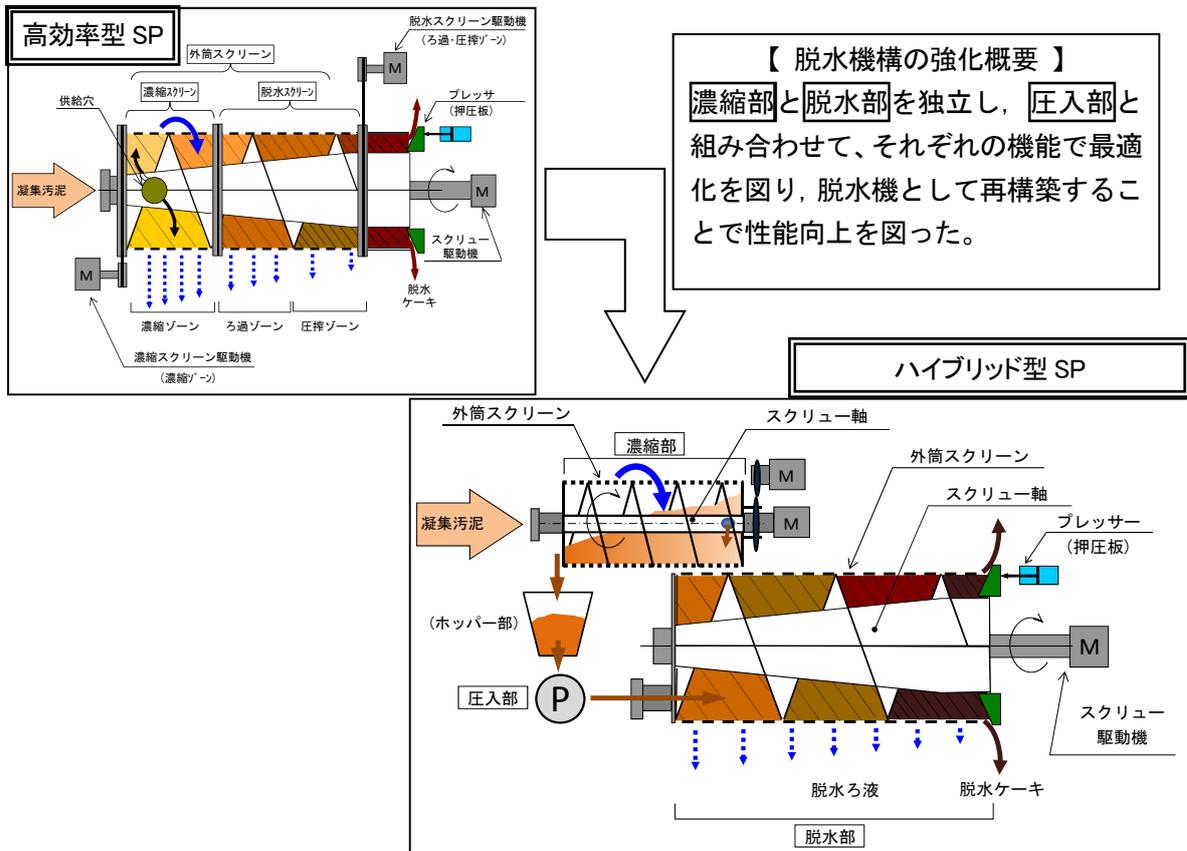


図4 ハイブリッド型 SP の脱水原理

① 濃縮部の独立

ハイブリッド型 SP は、高効率型 SP の濃縮ゾーンを濃縮部として独立することで任意に調整可能となり、凝集汚泥の最適な高濃度化を実現した。

② 脱水時間の延長

ハイブリッド型 SP は、脱水部が高効率型 SP の濃縮ゾーン、ろ過ゾーン、圧搾ゾーンを合わせた長さと同じであり、脱水時間が延長されている。これにより更なる脱水性能の向上が図られた。

③ 無機凝集剤の機内注入

ハイブリッド型 SP は、濃縮部で高濃度化した凝集汚泥に無機凝集剤を添加できる構造となっており、高分子凝集剤単独（1液）調質から更なる脱水ケーキの低含水率化が可能である。

(2) 濃縮部の原理

汚泥は、高分子凝集剤を添加して凝集させた後、濃縮部に供給される。これを外筒スクリーンとスクリー軸で構成されたろ室に、軸心より供給し、スクリー羽根の回転で濃縮タンクへと移送される。この間に凝集汚泥は、パンチングプレートを主体としたスクリ

ーン構造を持つ外筒スクリーンにより固液分離される。

濃縮部での濃縮概念図を図5に示す。濃縮部は、凝集汚泥を素早く固液分離する「急速分離ゾーン」と凝集汚泥に転がり作用を加えて濃縮させる「転動濃縮ゾーン」から構成される。急速分離ゾーンは、ろ材である金属スクリーンを回転させて、連続的にろ材を再生すると共にスクリー羽根の掻き取り効果によりスクリーン面に凝集汚泥が圧密するのを防止することで急速な固液分離が行われる。次に、転動濃縮ゾーンでは、急速分離ゾーンである程度濃縮した凝集汚泥に転がり作用を加えて転動させることにより効率良く水分を排出させて濃縮を進行させる。

汚泥を急速分離、転動濃縮することにより高濃度に濃縮することが可能となると共に濃縮部として独立させて任意の濃度に濃縮可能としている。

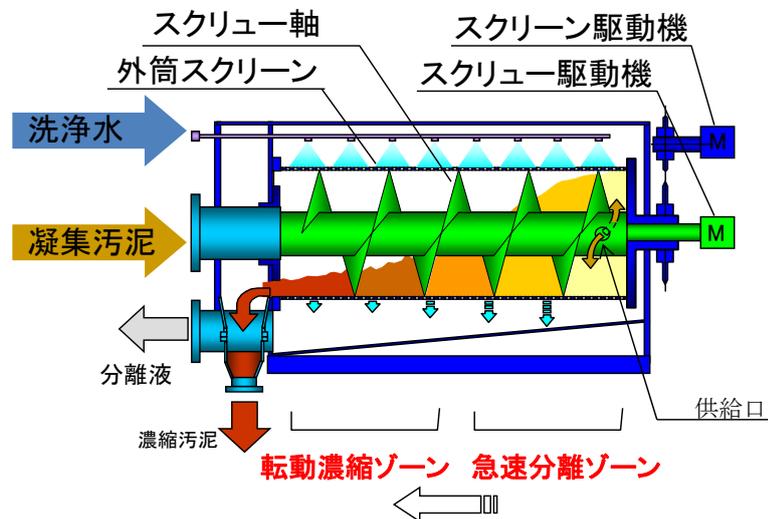


図5 濃縮部概念図

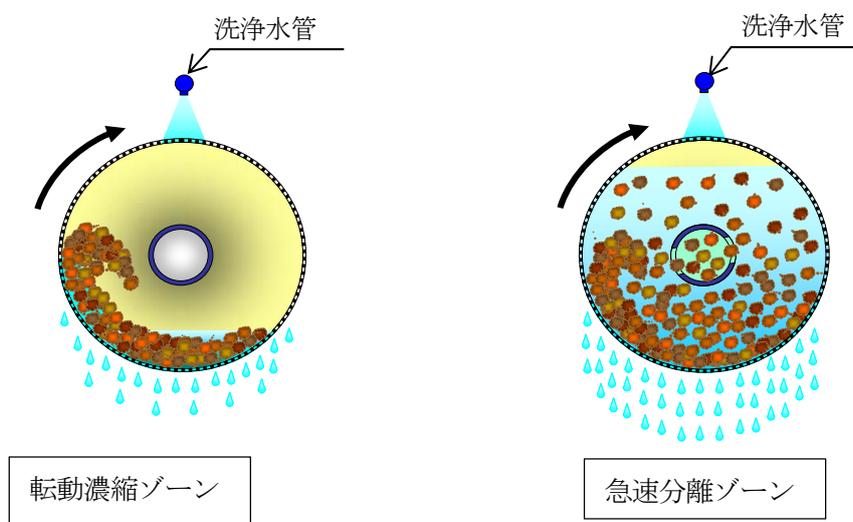


図6 汚泥濃縮工程イメージ図

(3) 圧入部の原理

圧入部は、濃縮タンクと圧入ポンプにより構成され、濃縮タンクは濃縮部にて濃縮された汚泥を一旦貯留するものである。濃縮タンクに差圧式液位計が設備されており、常時液位を監視すると共に、圧入ポンプによる脱水部への圧入圧力と濃縮タンク液位を一定にするように制御されている。

濃縮部で濃縮された汚泥を定量ポンプで脱水部に圧入することにより、脱水部での充填効率の向上を図り、脱水性能を向上させる。

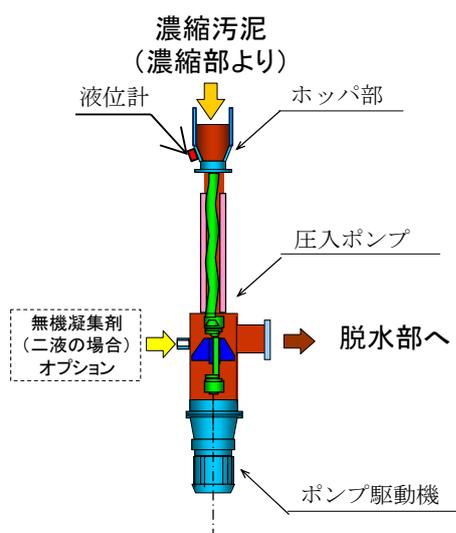


図7 圧入部概念図

(4) 脱水部の原理

脱水部は、外筒とスクリー軸から構成されており、外筒とスクリー軸の間隙が入り口側から出口側に向かって次第に狭くなっている。この間隙に、濃縮部で濃縮された高濃度汚泥を圧入し、スクリー軸の回転によって出口側の方に連続移送することで、「ろ過と圧搾」を連続的に行われる。

濃縮汚泥は、スクリー羽根により移送される間に徐々に脱水され、プレスと外筒の間隙から脱水ケーキとして排出される。また、外筒スクリーンの細孔でブリッジを形成することで、スクリーン孔よりも小さな固形粒子も捕捉される。そのため、分離液は比較的清澄となる。

また、スクリー羽根により外筒スクリーン内面をセルフクリーニングすることで目詰りを防ぎ、外筒スクリーン外面は洗浄パイプにより定期的に水洗浄を行うことで目詰りを防止することで安定した固液分離が維持される。

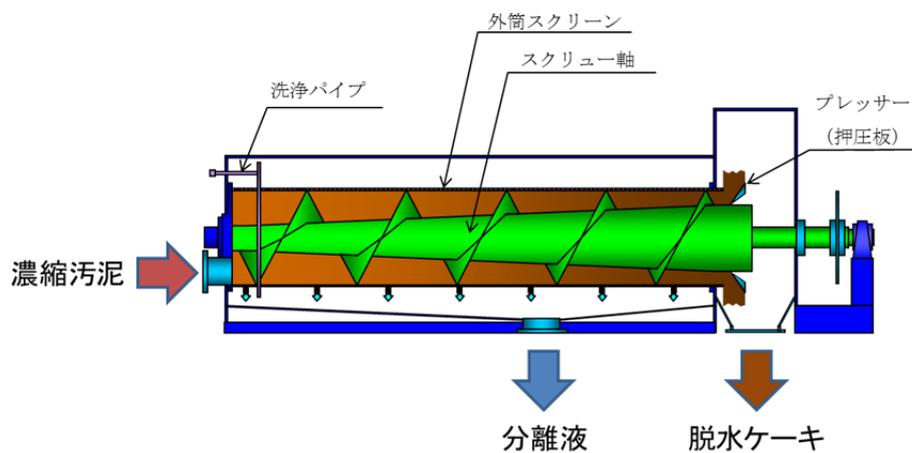


図8 脱水部概念図

(5) ハイブリッド型 SP と高効率型 SP の構造・原理比較

ハイブリッド型 SP の特徴は、以下の 3 点である。高効率型 SP を比較対象として脱水原理の概要図を示す。

- ① 脱水ケーキの低含水率化
- ② 汚泥性状の変動に対する処理安定化
- ③ 無機凝集剤の機内注入の採用

① 脱水ケーキの低含水率化

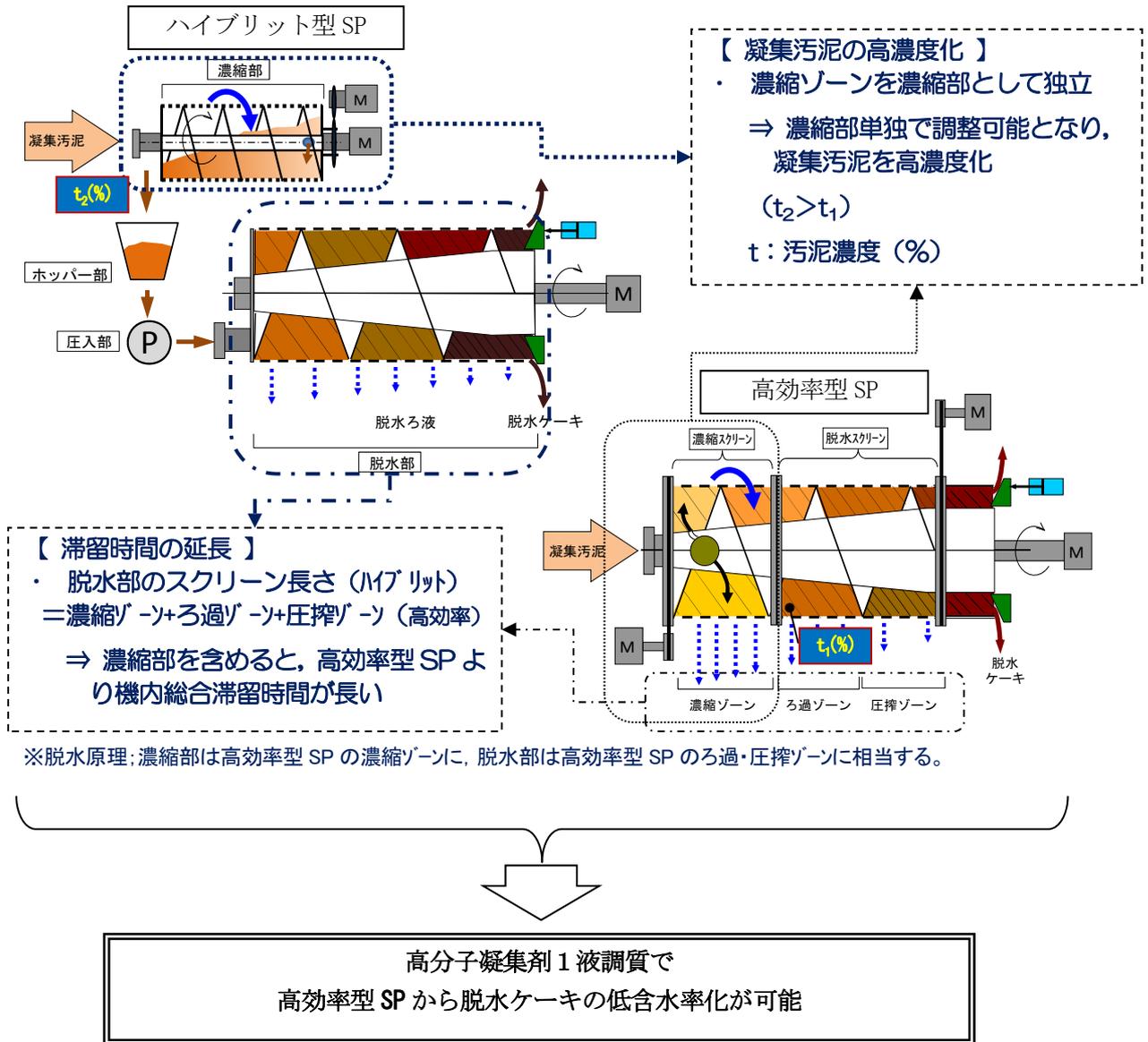


図9 低含水率化の原理

② 汚泥性状の変動に対する処理安定化

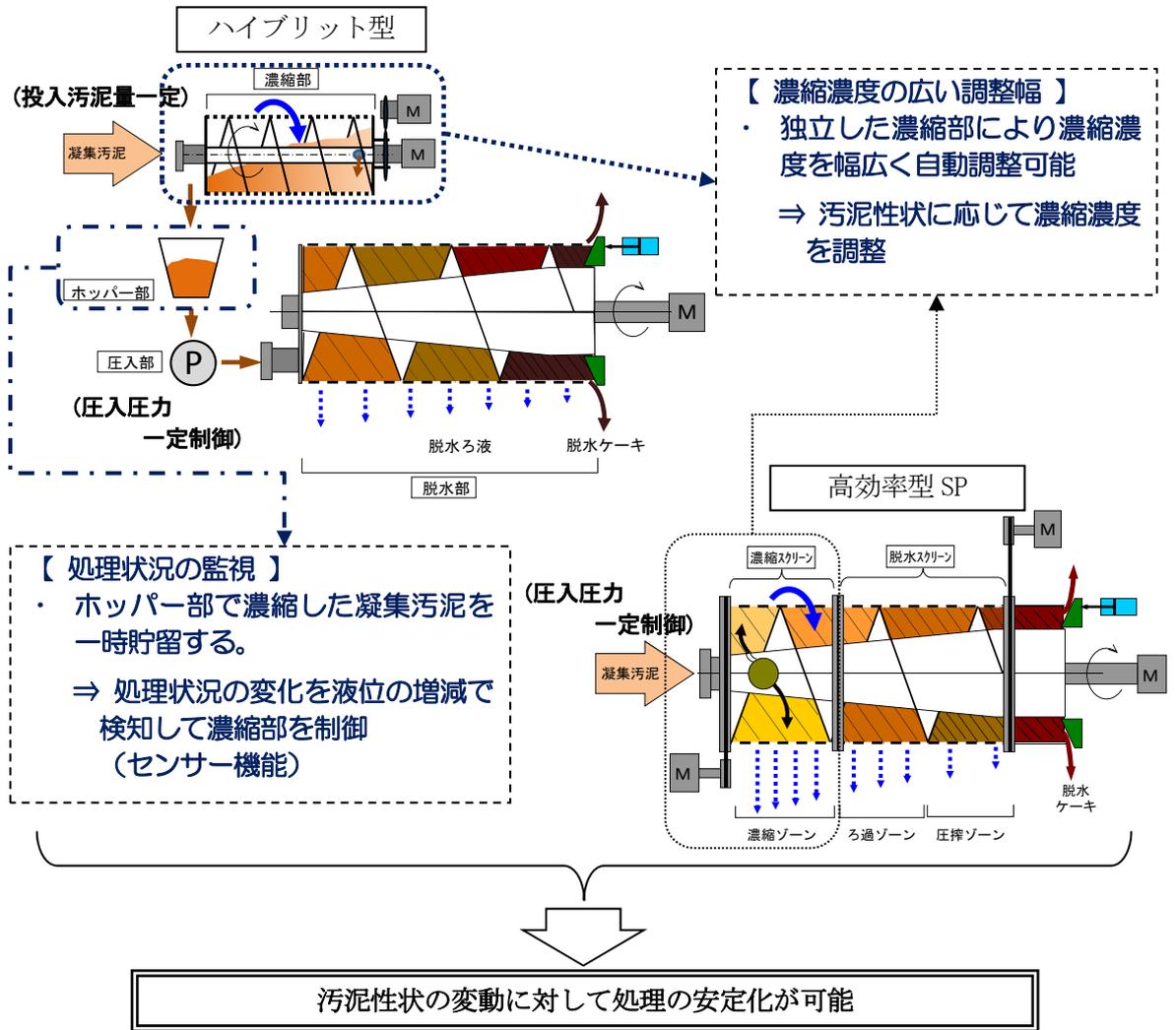


図 10 処理安定化の原理

③ 無機凝集剤の機内注入の採用（オプション）

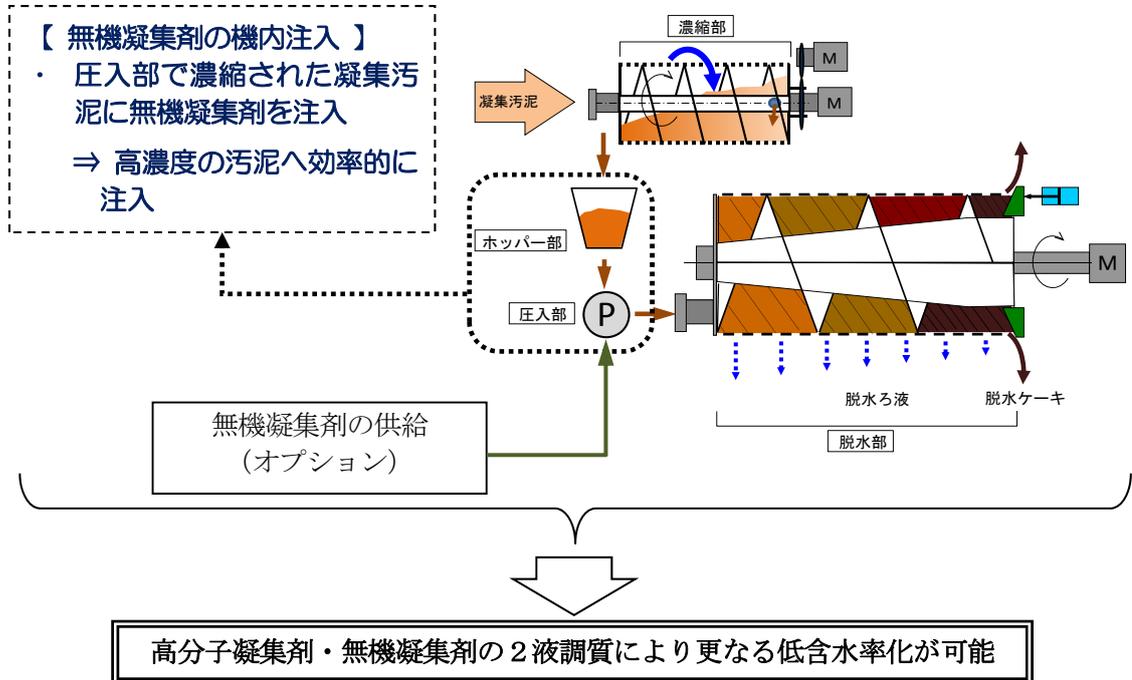


図 11 無機凝集剤の機内注入の方法

2.2 性能

(1) 脱水性能

脱水性能は、一般的な各種汚泥に対して処理量、脱水ケーキ含水率、薬注率、固形物回収率で示されるが、ハイブリッド型 SP で、高効率型 SP に対して処理量を向上させた場合（処理量優先運転）と脱水ケーキ含水率を低減させた場合（含水率優先運転）のそれぞれの性能を以下に示す。なお、薬注率と固形物回収率に関しては、ハイブリッド型 SP と高効率型 SP では同等である。

表 1 処理量優先運転におけるハイブリッド型 SP と高効率型 SP の脱水性能比較

汚泥種	混合生汚泥		嫌気性消化汚泥		OD余剰
	重力濃縮	機械濃縮	重力濃縮	機械濃縮	重力濃縮
処理量	高効率型SPの1.5～2.0倍				高効率型SPの1.2倍
脱水ケーキ含水率	高効率型SPと同じ				

表 2 含水率優先運転におけるハイブリッド型 SP と高効率型 SP の脱水性能比較

汚泥種	混合生汚泥		嫌気性消化汚泥		OD余剰
	重力濃縮	機械濃縮	重力濃縮	機械濃縮	重力濃縮
処理量	高効率型SPと同じ				
脱水ケーキ含水率	高効率型SPの2ポイント低				高効率型SPの1ポイント低

処理量優先運転における各種下水汚泥に対するハイブリッド型 SP と高効率型 SP との脱水性能の比較を表 1 に示す。脱水ケーキ含水率を高効率型 SP と同じとした場合で、処理量は OD 余剰汚泥で高効率型 SP の 1.2 倍となり、その他の汚泥については 1.5~2.0 倍程度に増大する。

含水率優先運転においては、表 2 に示す通り、OD 余剰汚泥で高効率型 SP の 1 ポイント低減となり、その他の汚泥については 2 ポイント以上低減する。

また、最適な濃度に濃縮後に無機凝集剤を注入する二液調質を採用することで、高分子凝集剤単独調質の場合と比較して脱水ケーキ含水率を 5 ポイント以上低減させることが可能である。

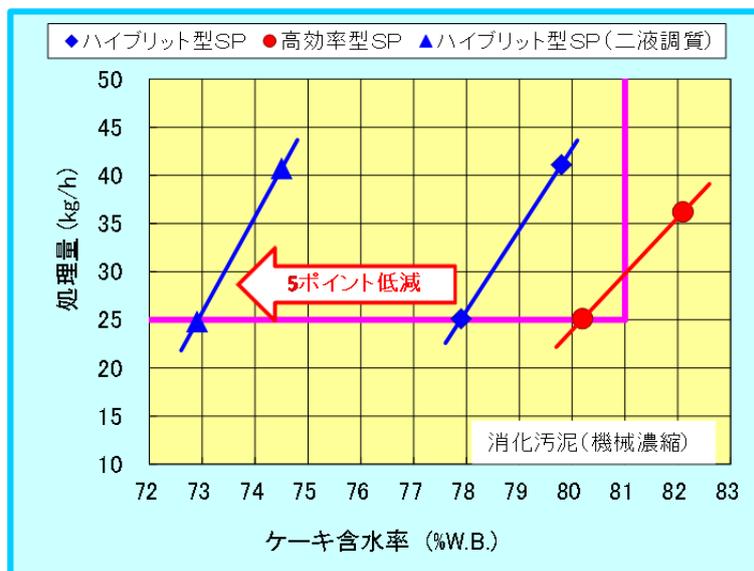


図 12 高分子凝集剤単独調質と二液調質による性能比較

2.3 維持管理

(1) 運転・操作性

ハイブリッド型 SP の制御方式を表 3 に示す。高効率型 SP は、圧入圧力一定制御により脱水の安定性を保つ一方で、脱水状況に応じて汚泥供給ポンプの吐出量を自動調整するため、汚泥流量が変動するが、ハイブリッド型 SP は、汚泥流量の一定処理が可能である。

表 3 ハイブリッド型 SP の制御方式

方 式	内 容
薬品注入比例制御	薬液供給ポンプの吐出量を薬注率が設定値となるように自動調整する。
圧入圧力一定制御	脱水状況に応じて圧入部や脱水部を圧入圧力が設定となるように自動調整する。
汚泥流量一定制御	供給汚泥量が設定流量になるように汚泥供給ポンプの吐出量を自動調整する。

独立した濃縮部において汚泥流量一定制御により定量処理を行い、圧入圧力一定制御により脱水部へ供給する圧入ポンプの吐出量を調整することで汚泥供給圧力を一定となる。これらの制御を連動させることにより濃縮部スクリーン回転数、濃縮部、圧入ポンプ吐出量及び脱水部スクリーン回転数が自動調整され最適な状態で運転でき、汚泥性状の変動に対しても安定した運転を行うことが可能である。

基本的な運転操作は、現場操作盤面で運転開始操作と運転終了操作を行うのみで脱水機運転開始から終了時の洗浄工程を経ての脱水機運転停止まで自動で行われる。運転中の処理量変更は、盤面の設定流量を変更するだけで脱水機各部の調整が行われ、運転操作は容易である。また凝集不良等の異常発生時には、脱水ケーキ出口のプレッサー位置を近接スイッチで検出し位置異常として脱水運転を非常停止させる制御を備えている。

(2) メンテナンス性

ハイブリッド型 SP のメンテナンスは大きく分けて目視等で点検する日常点検と機器の性能を維持することを目的に 1 年に 1 回の頻度で行う定期点検、更に長期間にわたって機能を保持するためのオーバーホールに大別される。

① 日常点検

日常点検は、目視により次の項目について行う。

- ・ 駆動機の異常発熱・異音、凝集状態、潤滑油量、洗浄ノズル目詰まり

② 定期点検

定期点検は、機器の性能を維持することを目的に 1 年に 1 回の頻度で次の項目を行う。

- ・ ボルト・ナット増し締め、パッキン・Oリング類の損傷・劣化の有無確認、潤滑油の交換

③ オーバーホール

オーバーホールは、長期間にわたって機能を保持するために実施し、消耗品を定期的に交換する。

- ・ 分解点検・組立、スクリーン交換、パッキン・軸受・Oリング交換、潤滑油交換

スクリーンやパッキン類などの消耗品は、運転条件により異なるが、数年に 1 回の頻度で交換する。その全ての作業は、現場での対応が可能であり、設備停止期間が短くメンテナンス性に優れるものである。

(3) 維持管理コスト

維持管理コストに関しては、従来の脱水機である高効率型ベルトプレス脱水機、高効率型遠心脱水機、標準型 SP 及び高効率型 SP とハイブリッド型 SP について発生した脱水ケーキの処分まで行う場合について、電力量、薬品費、用水費、ケーキ処分費、オーバーホール費について比較を行った。

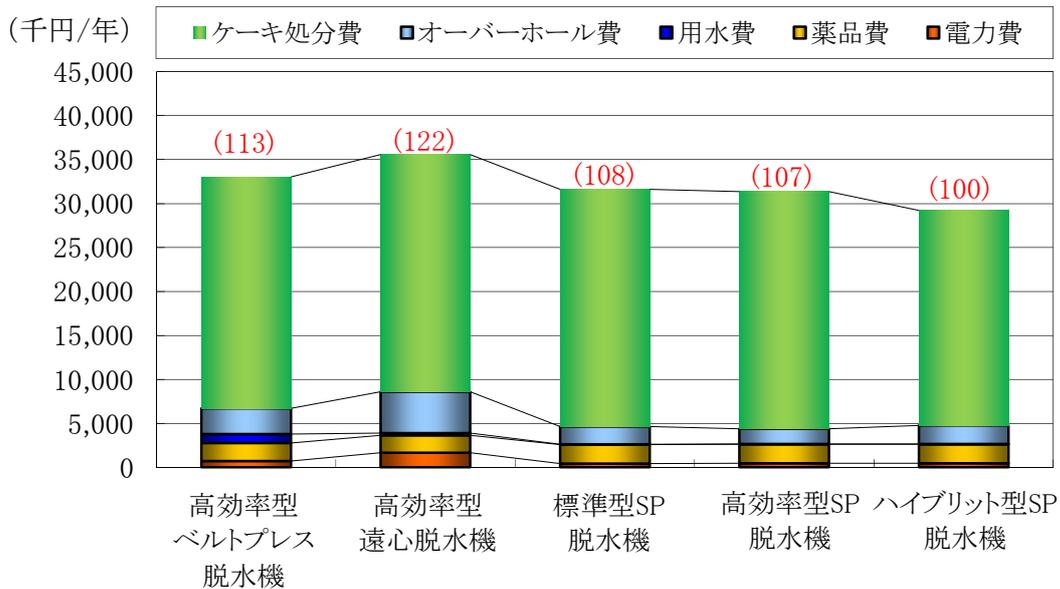


図 13 維持管理コスト比較

10,000m³/日規模の処理場で消化汚泥（重力濃縮）におけるハイブリッド型 SP の維持管理コストは、高効率型遠心脱水機の 82%程度、高効率型 SP の 93%程度となり、ハイブリッド型 SP の経済性が優れることが明らかとなった。特に、高効率型遠心脱水機や高効率型ベルトプレス脱水機と比較するとケーキ処分費、オーバーホール費及び電力費で優位性があり、低含水率化による発生ケーキの減量効果と省エネルギー性が認められる結果となった。

2.4 経済性

脱水機本体と補機について他機種も含めた機器費の比較を図 14 に示す。

標準型を含めてスクレュープレス脱水機は、他機種に比べて機器費が安価となり、特に高効率型 SP とハイブリッド型 SP は、高効率型ベルトプレス脱水機の 71%程度となり最も経済性に優れる機種である。

高効率型 SP と比べハイブリッド型 SP では同一処理量で、脱水ケーキ含水率を 2 ポイント低減することが可能であり、脱水ケーキの処分にかかるランニングコストはハイブリッド型 SP で低減が可能である。

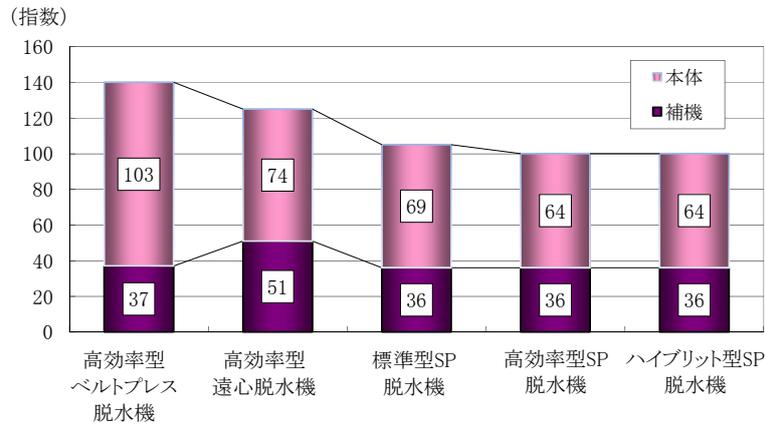


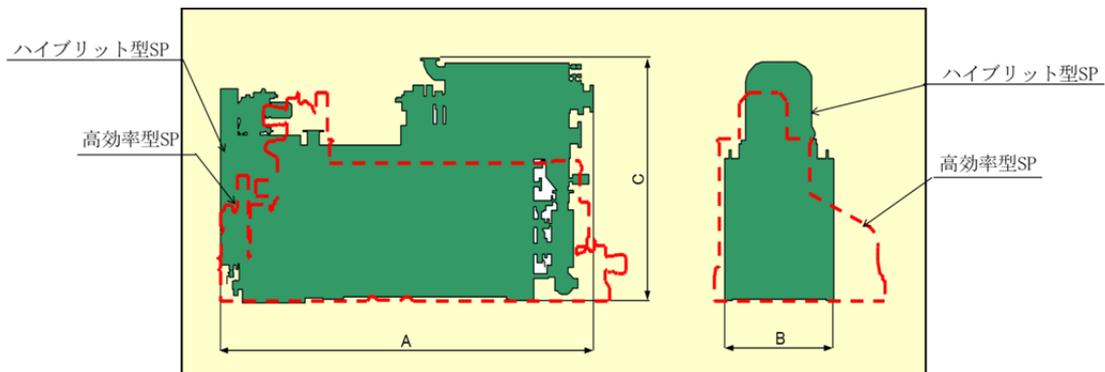
図14 機器費試算結果

2.5 将来性

ハイブリッド型 SP は、高効率型 SP と比較して、濃縮部を独立させて脱水部の上部に設置したことにより全高が若干高くなっているが、平面的スペースは高効率型 SP と比べて同程度もしくは小さくなっている。また、機器質量も本体構造を見直したことにより高効率型 SP より小型機を除き軽くなっている。

表4 脱水機寸法諸元

型式	全長(mm):A		全幅(mm):B		全高(mm):C		質量(ton)	
	ハイブリット型SP	高効率型SPとの差	ハイブリット型SP	高効率型SPとの差	ハイブリット型SP	高効率型SPとの差	ハイブリット型SP(本体)	高効率型SPとの差
0305	2,890	150	1,000	-250	2,130	570	2.4	0.8
0405	3,520	-70	1,150	-210	2,250	570	3	0.5
0505	4,160	-150	1,300	-440	2,490	430	4.6	±0.0
0605	4,820	-445	1,450	-565	2,750	435	6.5	-0.8
0705	5,490	-520	1,550	-580	2,870	195	7.6	-1.4
0805	6,120	-550	1,650	-600	3,230	550	9.6	-0.9
0905	6,770	-400	1,750	-710	3,490	540	12.2	-1
1005	7,470	-560	1,900	-820	3,830	545	15.1	-1.7
1105	8,100	-490	2,050	-910	4,100	770	17.3	-3.7
1205	8,830	-470	2,200	-1,000	4,500	935	22.3	-3.7



また、前述の表4「比較脱水機の諸元」を基に他機種との脱水機本体の設置スペースの比較を行った。設置スペースの比較を図15に示す。

ハイブリッド型SPの所要設置スペースは、従来脱水機である高効率型遠心脱水機や高効率型ベルトプレス脱水機と比べても57%程度となり設置スペースの小さい機種である。このため、従来機種からの代替に対しても設置の自由度が高く、代替機として最適な脱水機であると考えられる。

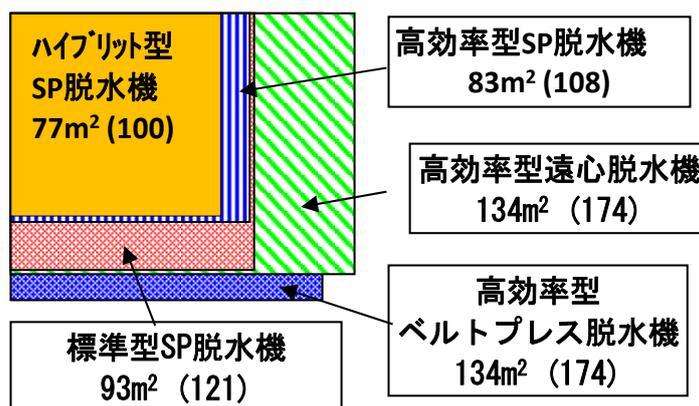


図15 設置スペース比較

2.6 独創性

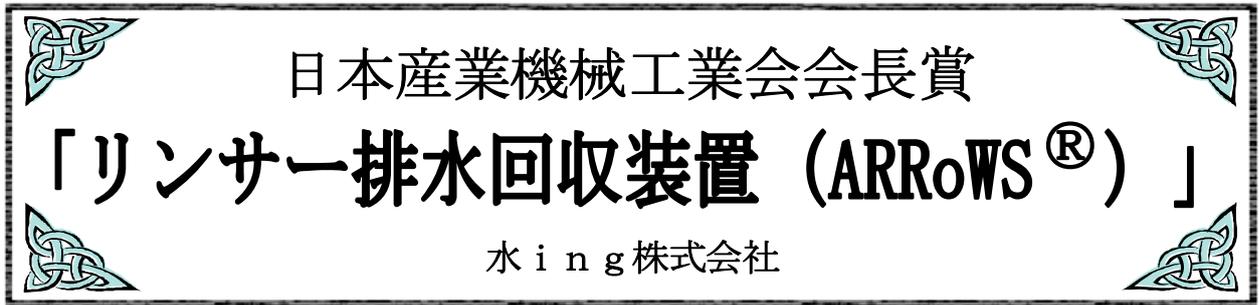
汚泥脱水機において、濃縮部の重要性に着目し、独立した濃縮機構を持たせたハイブリッド型SPのような方式で濃縮汚泥を圧入する機構を備えた装置はない（当社調査）。この特徴的な構造を持つハイブリッド型SPは従来の処理場から発生する各種汚泥に対して高効率型SPと比べて高い処理性能を発揮することの他に、独立した濃縮機構と脱水部での脱水性能の強化により、既存の下水汚泥処理施設の多くで採用されている汚泥の濃縮に要する工程（重力濃縮、機械濃縮）をバイパスさせることで、濃縮工程中で起こり得る汚泥の腐敗進行を防止し、フレッシュな状態の汚泥を脱水でき、更に安定した処理が可能である。

2.7 今後の規制に対する対応策

圧入式スクリープレス脱水機は省エネルギーで運転時のCO₂排出量も少なく、消耗品であるろ材（外筒スクリーン）や、他の主な構造材はSUS製であることからマテリアルリサイクルが可能である。このような特長を有するため、今後環境関連の法規が強化されても対応が十分可能である。

3. 応用分野

下水汚泥に加えて、食品工場排水汚泥、化学工業排水汚泥、製紙工場排水汚泥等、種々の有機性排水汚泥、油分を多量に含んだ汚泥の脱水処理が可能である。また、運用途中に汚泥の種類を変更することも可能であり、高分子凝集剤の再選定のみで対応できる。



1. 開発経過

飲料工場では、近年、ペットボトルの軽量化などでメリットが大きいことから、製品液を常温でボトルに充填する、アセプティック充填システムの導入が進んでいる。

アセプティック充填システムから発生するリンサー（ボトル洗浄）排水は、排水量が多く、同伴する廃熱量も大きいことから、再利用メリットが大きいことが知られるが、再利用するには、排水を飲料適合水まで浄化する必要がある。

従来のリンサー排水再利用装置は、1床式の還元塔後段に、カチオン樹脂塔とアニオン樹脂塔を配した装置が一般的であったが、この装置では、微生物が増殖しやすいこと、ボトル等に由来する微量なTOC成分は除去できないこと、食品製造環境でカチオン交換樹脂再生用に腐食性の高い酸を使用すること、及び配置に大きなスペースが必要であることから導入が十分に進んでいないのが実状であった。

リンサー排水回収装置 (ARRoWS) は、これら課題を解決するために開発されたものであり、還元塔触媒を2床1塔の構成とし、更にカチオン樹脂の使用を止めRO膜を採用したことを特長とする、当社独自の処理装置（特許公開中）である。

2. 装置説明

2.1 構造、原理

リンサー排水回収装置 (ARRoWS) の標準フローを図1に、各設備の役割を表1に示す。ボトルリンサー装置から排出されたリンサー排水は、回収タンクに集められ、回収装置に送られる。リンサー排水には、ボトル殺菌時に使用された過酢酸や過酸化水素等の薬剤成分が含まれ、回収装置では、これら成分を取り除き、飲料適合水までの浄化を行う。処理水は、無菌水製造装置へ送られ、ボトルリンサー装置で再利用される。

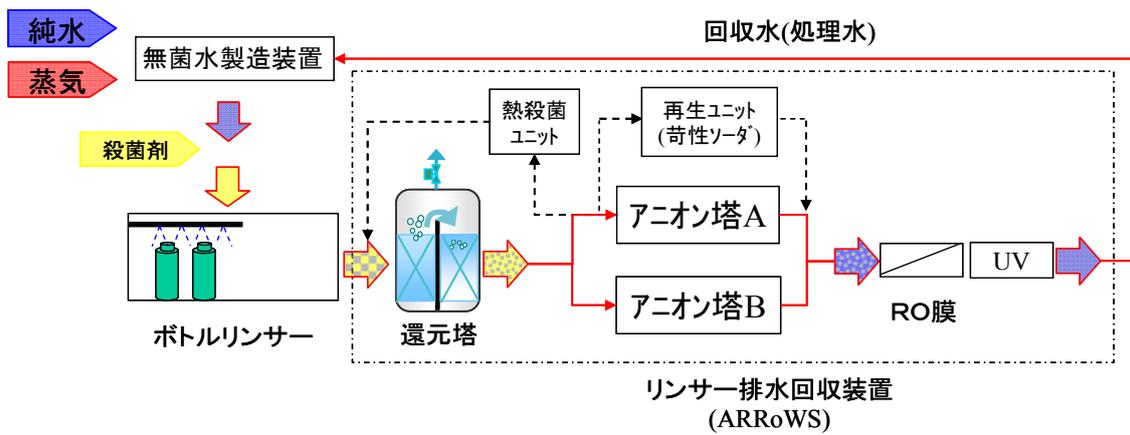


図1 リンサー排水回収装置 (ARRoWS) 標準フロー

表1 各設備の役割

設備名称	型式	役割
還元塔	2床1塔式	過酢酸及び過酸化水素の還元処理
アニオン塔	向流再生式	酢酸の除去
RO膜	スパイラル型 超低圧膜	カチオン・TOC・微生物の除去

従来装置の標準フローを図2に示す。本装置において、還元塔を2床1塔式とし、カチオン樹脂に代わりRO膜を適用した理由は以下の通りである。

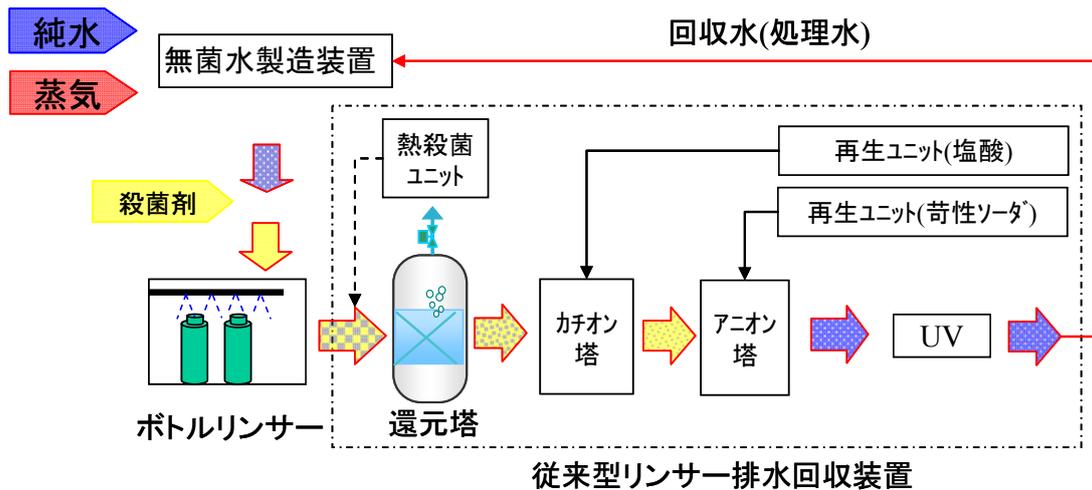


図2 従来装置 標準フロー

(1) 2床1塔式還元塔

還元塔では、活性炭の触媒作用を利用し、殺菌剤に含まれる過酢酸及び過酸化水素を酢酸と水に分解する（式1、2）が、酢酸は微生物にとっては好適な栄養源であるため、酸化剤の分解が進み殺菌作用を失った後の塔内流路は、微生物が繁殖しやすい環境に変化する。

従って、還元触媒を1床1塔式とした従来装置では、還元塔下流側の設備において、微生物の繁殖リスクが非常に高くなり、処理水の滅菌や頻繁な装置の殺菌洗浄など、煩雑な制菌管理が必要となっている。

我々は、リンサー排水には本来殺菌力を有する殺菌剤が含まれることに着目し、図3に示す2床1塔式の還元塔を開発した。2床1塔式の還元塔では、塔内を2床に区画し、塔底部より上向流でリンサー排水を導水、その後、塔上部から底部に向かい下向流で通水処理を行っている。2床の通水方向を短いサイクルで切り替え、還元塔底部を定期的にリンサー排水に含まれる殺菌剤に晒すことで、コストゼロの殺菌洗浄を実現すると共に、還元塔における微生物の繁殖リスクを大幅に軽減した。

また、2床1塔式を採用し、通水方向を切り替えることで、塔内で発生する酸素を効率よく排出し偏流を抑え還元性能を長時間維持することができる。

還元反応

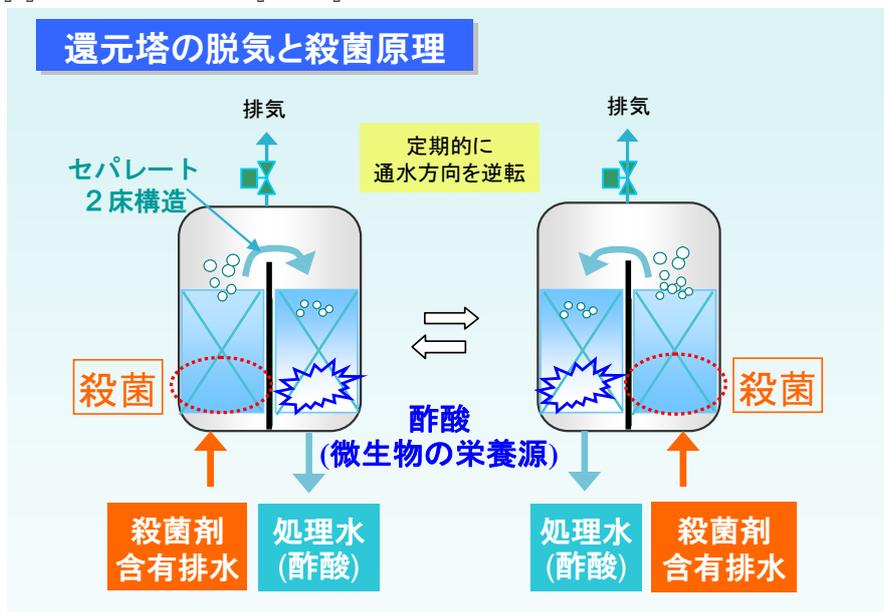


図3 還元塔の構造

(2) RO膜の適用

リンサー排水をアニオン塔で処理した水には、補給水や殺菌剤などに由来するカチオン成分やTOC成分が、微量に残留している。これら成分は、リンサー排水を1回循環利用しただけでは検出下限値以下の濃度で問題とならないが、更に繰り返し排水を循環利用する

場合、濃縮が進むため、回収水の水質を維持するための対策が必要となる。

従来装置では、カチオン樹脂塔によりこれら成分の除去を行っているが、カチオン樹脂では TOC 成分については十分な除去を行うことができないため、水質を維持するには定期的な水の入れ替えが必要となり、回収装置の水回収率を高く設定できない要因となっている。

本装置では、カチオン樹脂に代わり RO 膜を適用しているが、その理由は、RO 膜は図 4 に示す通り緻密な膜であり、カチオン成分と同時に TOC 成分を除去でき、更に微生物に対しても高い阻止率を有しているからである。このことにより、本装置では、回収装置よりも高い水回収率を設定することができた。

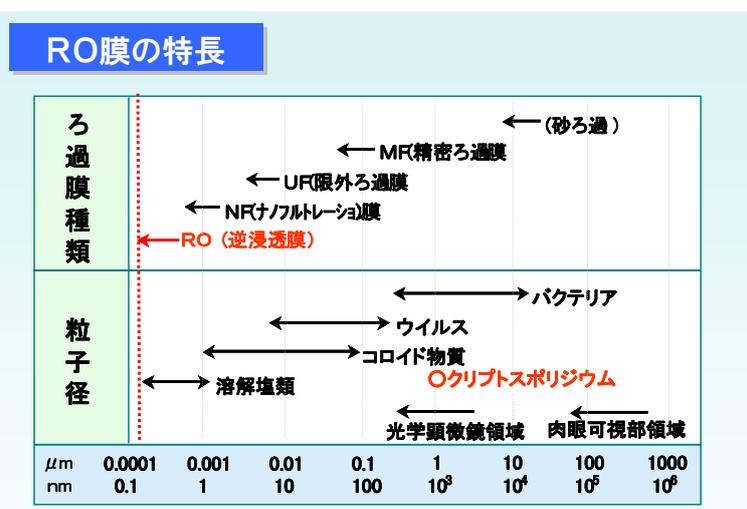


図4 RO膜の制菌効果

還元塔を2床1塔式の構造とし、カチオン樹脂に代わり RO 膜を適用した効果を纏めると以下の通りとなる。

- ・イオン成分に加え、TOC 成分と微生物の除去も可能となり、処理水水質が向上した
- ・微生物繁殖リスクが下がり、運転管理が容易となった
- ・水回収率を高く設定できたことで、装置の導入効果を高めた
- ・カチオン樹脂塔から発生する、腐食性の高い酸性排水をなくすことができた
- ・カチオン塔を RO 設備に置き換えたことで、イニシャルコスト低減と小スペース化が進んだ
- ・還元塔で発生する酸素を効率よく排出し、還元性能を長時間維持することができた

2.2 特許の有無

本装置に関する特許については、次の通りである。

表2 本装置に関する特許

発明の名称	出願公開番号	出願人
過酸化水素含有水の処理方法及び処理装置	特許公開 2012-245486	水 i n g 株式会社
水処理方法及び水処理装置	特許公開 2013-226528	水 i n g 株式会社

2.3 性能

本装置と従来装置の性能比較を表3に示した。

(1) 除去成分

本装置はRO膜を採用しており、イオン成分だけでなくTOC成分や微生物の除去に優れており、微量TOC成分の系内での上昇を防ぎ、処理水に微生物が混入することを完全に防ぐ。

(2) 水回収率

本装置はTOC成分の濃縮がなく、更に制菌効果が高く、頻繁な殺菌操作が不要であるため、水回収率が高い。

(3) 連続通水可能時間

還元塔の制菌効果により、還元塔の熱殺菌頻度が少なくなり、後段の樹脂塔の洗浄操作が不要となり長期間安定して運転することができる。

表3 本装置と従来装置の性能比較

	従来装置	本装置
除去成分	イオン成分	イオン成分、TOC成分 微生物
水回収率 (回収水/原水)	85%	90%以上
連続通水可能時間	2週間	2ヶ月

2.4 維持管理

本装置は全自動で回収運転を行い、還元塔の熱殺菌についても全自動で行う。日常管理については水質管理程度であり運転管理は容易である。定期的な還元塔の熱殺菌操作を行うことにより長期間安定して運転することができる。表4に本装置のメンテナンス項目及び頻度を従来装置と比較した。

従来装置では通常運転における制菌が難しいため、還元塔の熱殺菌操作の頻度が高く、また、イオン交換樹脂の塔外での洗浄作業が必要となる。このため、装置稼働率が下がり、作業に伴う運転管理費用が大きくなる。

表4 本装置のメンテナンス項目及び頻度の従来装置との比較

	メンテナンス項目	従来装置	本装置
1	水質管理（菌数測定、官能試験等）	1日に1回	1日に1回
2	還元塔熱殺菌	2週間に1回	2ヶ月に1回
3	樹脂殺菌洗浄	1ヶ月に1回	無
4	樹脂交換	多	2年に1回
5	RO膜交換	—	2年に1回
6	RO膜洗浄	—	無

2.5 経済性

水回収、熱回収効果及びランニングコストの比較により導入メリットを試算した(表5)。

ランニングコストとして電力、薬品、殺菌用蒸気、維持管理コスト（殺菌洗浄作業費用）及び消耗品コストを積算した。本装置と従来装置を比較すると、15m³/hの装置において年間1,000万円程度、本装置の導入メリットが大きくなった。

また、本装置は従来装置と比較して、設備コストの小さいRO膜ユニットを採用することで、イニシャルコストを抑えることができ、本装置は導入メリットにより、2.3年で投資回収効果が見込める。

従来装置では、制菌が難しく、装置の殺菌や洗浄による運転管理が煩雑となり、維持管理コストの増加など問題が生じる。

表5 本装置と従来装置の導入メリット試算(単位：千円/年)

		従来装置	本装置
効果 導入	水回収効果	+10,534	+12,098
	蒸気削減効果	+25,080	+28,806
ラン ニ ン グ コ ス ト	動力コスト	-1,160	-1,258
	薬品コスト	-4,381	-2,394
	蒸気コスト（殺菌用蒸気）	-178	-45
	消耗品コスト	-2,810	-2,735
	維持管理コスト （樹脂洗浄作業費用）	-2,433	0
	導入メリット	+24,652	+34,472

表6 本装置と従来装置のイニシャルコスト比較

	従来装置	本装置
イニシャルコスト比較	100	80

* 導入メリット試算根拠

純水単価：45 円/m ³ 、排水処理単価：60 円/m ³ 、蒸気単価：5.4 円/kg 蒸気熱量：2268kJ/kg、水の比熱：4200kJ/°Cm ³ 、原水温度：15°C 回収水温度：40°C、電力単価：11 円/kWh、苛性ソーダ単価：17 円/kg 装置仕様：15m ³ /h

2.6 将来性

本装置はイニシャルコスト回収期間が3年以下と短く、安全かつ安定した処理水を供給できる排水の再利用装置であることから、今後、飲料市場に留まらず、適用できる市場は拡大していくものと期待している。

2.7 独創性

還元塔触媒を2床1塔の構成とし、更にカチオン樹脂の使用を止めRO膜を採用したことを特長とする、当社独自の処理装置（特許公開中）であり、RO膜を採用している装置は本装置のみである。

2.8 今後の規制に対する対応策

本装置はRO膜を採用しているため、イオンだけでなく、各種TOC成分、微生物の除去が可能であり、今後、飲料適合水に対する規制の変更、リンサーの改良、殺菌剤の改良、ペットボトルの改良により新たな成分がリンサー排水に含まれた場合にも柔軟に対応することができると思う。

3. 応用分野

本装置はペットボトルのリンサー排水の回収をターゲットとし開発したが、食品業界では熱殺菌を行い殺菌剤を含んだ比較的高温の洗浄排水は各所で排出されることが想定され、今後他の食品業界向けの洗浄排水の回収に展開を予定している。

—非 売 品—
禁無断転載

第 40 回
優秀環境装置

発 行 平成 26 年 6 月

発行者 一般社団法人 日本産業機械工業会
〒105-0011
東京都港区芝公園三丁目 5 番 8 号
電話 03-3434-6821