

第39回 優秀環境装置

平成 25 年 7 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 24 年度「第 39 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。

最近では新興国の経済発展が進む一方、環境問題が各国で顕在化してきている。例えば中国においては PM2.5 による大気汚染問題が大きくクローズアップされ、我が国へも支援要請がなされている。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 25 年 7 月

一般社団法人 日本産業機械工業会
会 長 佃 和 夫

第 39 回優秀環境装置

— 目 次 —

- 第 39 回優秀環境装置審査報告 1
- 第 39 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
「燃焼排ガスからの CO₂回収装置」 5
- 経済産業省産業技術環境局長賞
「無端ろ布走行式フィルタープレス（クボタランフィル）」 9
- 中小企業庁長官賞
「小型軽量 電線剥離機（電線マン ADM-K05）」 19
- 日本産業機械工業会会長賞（応募申請書受付順）
「噴流型流動促進式水域浄化装置（多機能型水質浄化装置）」 23
「合流式下水道改善のための簡易型繊維ろ過施設」 29
「クラゲ洋上処理システム」 37
「高効率真空式ガス温水ボイラ（GTL シリーズ）」 47
「トンネル工事用電気集じん器 [e'-DUSCO（イーダスコ）]」 61

第 39 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 24 年 11 月 15 日から平成 25 年 1 月 11 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(1 件)、水質汚濁防止装置(8 件)、廃棄物処理装置(6 件)、悪臭処理装置(1 件)、その他地球環境保全に関する装置(2 件)の応募があった。3 分野にわたる装置が 1 件あったことから、応募件数としては、合計 16 件であった。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、さらに総合的に審査を行い、第 39 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 39 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 常務理事
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
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 招聘研究員
大木 達也 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
リサイクル基盤技術研究グループ 研究グループ長
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
環境技術・人材育成センター 所長
奥山 正二 一般社団法人日本産業機械工業会 常務理事

第 39 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 >

「燃焼排ガスからの CO₂ 回収装置」 三菱重工業(株)

< 経済産業省産業技術環境局長賞 >

「無端ろ布走行式フィルタープレス (クボタランフィル)」 (株)クボタ

< 中小企業庁長官賞 >

「小型軽量 電線剥離機 (電線マン ADM-K05)」 (株)アスク

< 日本産業機械工業会会長賞 > (* 応募申請書受付順)

「噴流型流動促進式水域浄化装置 (多機能型水質浄化装置)」 エビスマリン(株)

「合流式下水道改善のための簡易型繊維ろ過施設」 アタカ大機(株)

「クラゲ洋上処理システム」 東北電力(株) / 姫路エコテック(株)

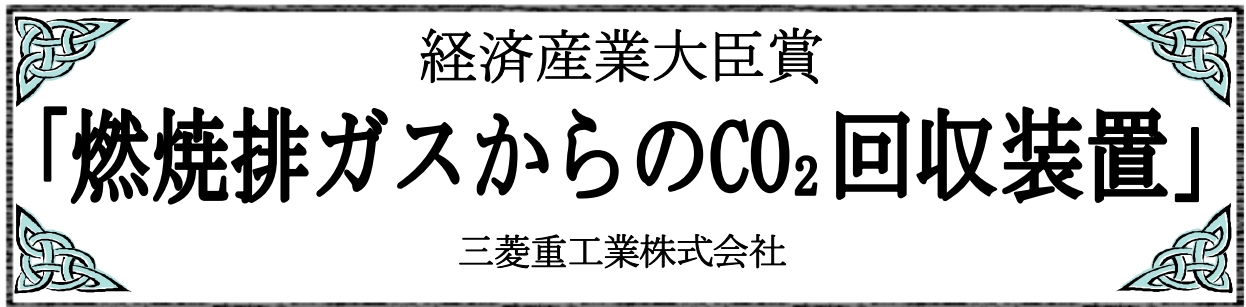
「高効率真空式ガス温水ボイラ (GTL シリーズ)」 (株)日本サーモエナー

「トンネル工事用電気集じん器 [e'-DUSCO (イーダスコ)]」 古河産機システムズ(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	1	1
水質汚濁防止装置	8	4
廃棄物処理装置 (再資源化装置)	6	2
騒音・振動防止装置	0	0
悪臭処理装置	1	1
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	2
合 計	16*	8*

※ 1 装置について 3 分野での申請が含まれるため合計数は合いません。



1. 開発経過

1.1 開発経過

関西電力株式会社と共に 1990 年から開発を開始。従来食品用に小規模で用いられていた MEA (モノエタノールアミン) を吸収液として用いたプロセスをベンチマークとして、温暖化対策用に大幅な省エネ、大型化、低コスト化実現。1999 年には開発した新技術にてマレーシアに尿素合成用 CO₂ 回収プラント初号機を納入。開発内容としては、省エネ性の非常に高い吸収液、省エネプロセス、吸収液消費量削減方式、吸収塔と再生塔のコンパクト化などを実現。

1.2 共同開発

関西電力株式会社との共同開発により関西電力南港発電所にパイロット機を 1991 年に建設し、以降 20 年以上にわたってさらなる開発、改良を続けて来ている。

2. 装置説明

2.1 構造、原理

大気圧、CO₂ 濃度 3～12vol.% 濃度の排ガスからの CO₂ 回収のため、低 CO₂ 分圧下で CO₂ の吸収性能の良い化学吸収法としてアミン吸収液を使用。アミン吸収液としてどのようなアミンが好ましいか、分子構造理論に基づき好ましいアミンをラボ試験で徹底的に探索した上で、候補として上がってきたアミン吸収液をパイロット試験において比較評価して、最も適した吸収液を開発、実用化した。

開発したプロセスは、従来の MEA (モノエタノールアミン) を吸収液として用いたプロセスに比べて、腐食が少なく、防食剤が不要であること。また、CO₂ 回収に必要なエネルギーを 3 割程度低減することが可能などの特長を有している。さらに動力の削減や、装置のコンパクト化、低コスト化を実現しており、高い信頼性と経済性を有し、排ガスからの CO₂ 回収技術の商用機を多数納入している。

排ガスからの CO₂ の回収プロセスは次の通り。

まず発電所から排出された排ガスを冷却塔で冷却し吸収塔に送る。吸収塔において、冷却された排ガスが、塔上部から流れてきた吸収液と接触することにより CO₂ が吸収液中に取り込まれる。CO₂ が吸収された排ガスは、冷却後クリーンなガスとして吸収塔の塔頂から大気中に放出される。一方 CO₂ を吸収した吸収液は再生塔に送られ、下部を蒸気で加熱して吸収液を沸騰させ、吸収液の沸騰により生じた水蒸気と吸収液を再生塔内で接触し、

水蒸気の凝縮熱を吸収液に与え、吸収液中の CO₂ を追い出すことで回収される（吸収液と CO₂ は化学反応で結び付いており、この結び付きを解きほぐすために、熱を加える必要があるため）。

CO₂ が回収された吸収液は、吸収塔に戻され再利用される（図 1 参照）。

回収された CO₂ は非常に純度が高く、99.9vol.%以上の純度でそのまま化学品の原料や、ドライアイスなどの製造に利用される。

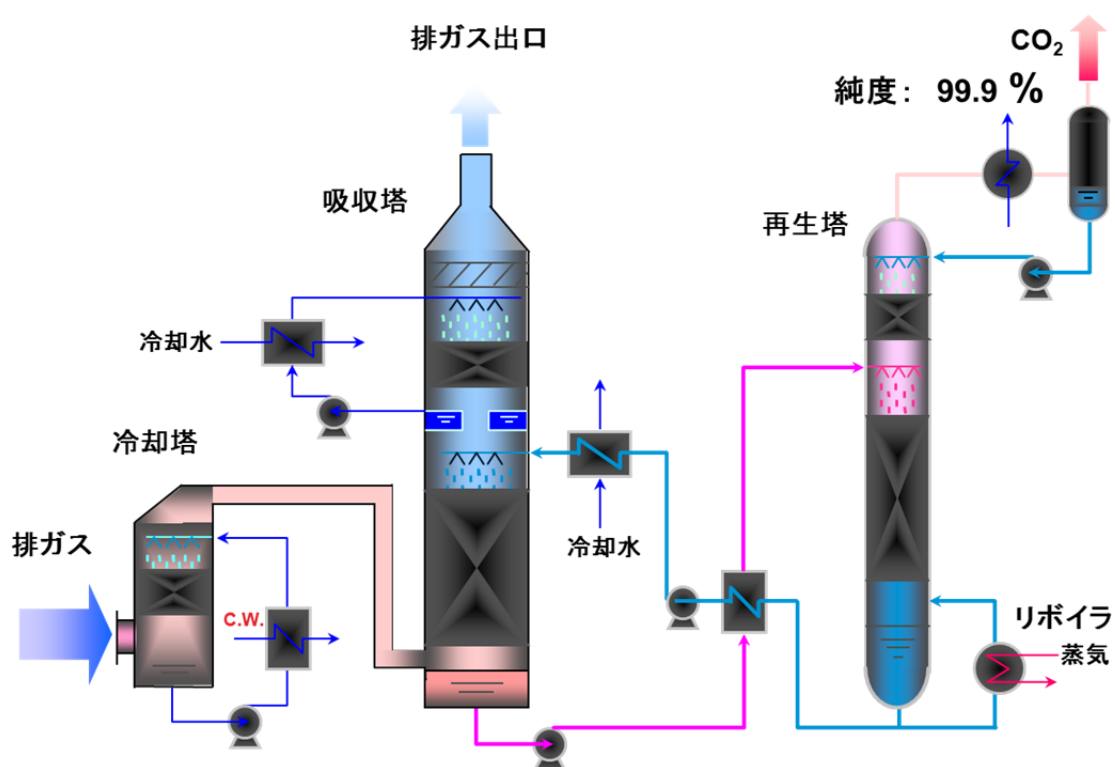


図 1 燃焼排ガスからの CO₂ 回収プロセスフロー図

2.2 特許の有無

既に 180 件以上の特許を出願し、75 件以上の特許が日本のみならず世界各国において成立している。

2.3 性能

- (1) CO₂ 回収率；90%以上
- (2) 回収 CO₂ の純度；99.9vol.%以上（ドライベース）
- (3) CO₂ 回収リボイラーエネルギー；600kcal/kgCO₂
- (4) 吸収液損失；0.1～0.2kg/tonCO₂

2.4 維持管理

運転は比較的容易で、制御室のパネル表示を定期的に監視するだけでよいが、2～3日おきに吸収液のレベルを点検し必要に応じて補給を行う。

また吸収液の状態管理のため1週間に一度程度吸収液の分析を行い、状態を把握して健全な状態を維持するように管理する。

2.5 経済性

従来のMEA(モノエタノールアミン)を吸収液として用いたプロセスに比べ、設備費は同程度だが、運用コストでは約25%減と大幅な低コスト化が図られている。なおCO₂プラントの回収コストとして、国内ベースの概算では設備コストが40%、運転コストが60%の割合となる。

また、CO₂回収技術は、用途として温暖化対策としての温室効果ガス削減だけでなく、尿素やメタノール、DME(ジメチルエーテル)などの化学用途に利用でき、商業用として既に尿素製造用に9基、メタノール製造用に1基、一般用途用に1基受注納入しており、十分に経済性があることが証明されている。他にも、生産性が低下した石油層にCO₂を注入して生産増加を図る石油増進回収(EOR)の利用なども商用化の計画が進んでいる。

温暖化対策用途では、大容量でさらなるコストダウンが要求されている。

2.6 将来性

温暖化対策用に世界の大容量CO₂排出源からのCO₂回収貯留や、CO₂を用いた石油の増進回収法としての大規模な適用が見込まれ、温暖化対策と石油の安定供給というエネルギーにおける2大課題を解決するコア技術であり将来の巨大市場が予測されている。

2.7 独創性

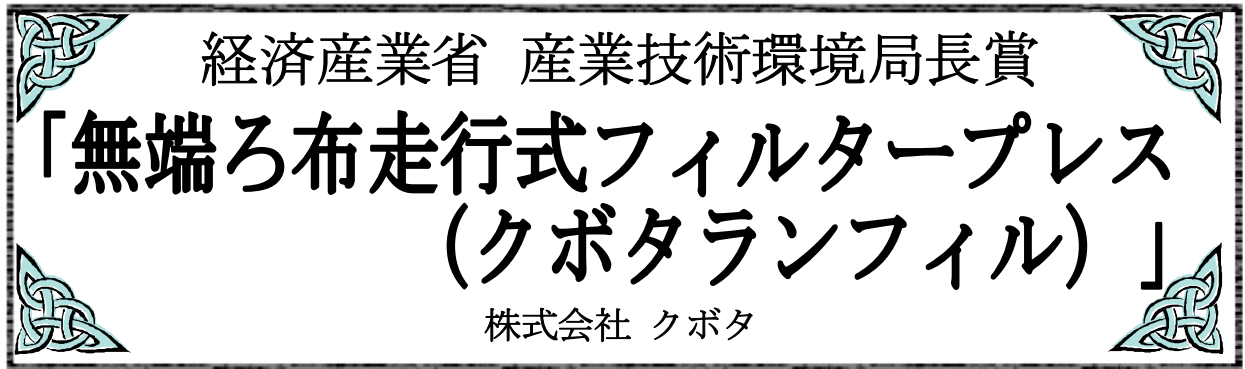
- (1) 温暖化対策用に世界で初めて発電所などからのCO₂回収に取り組んだ。
- (2) 温暖化対策用を目指し世界で初めて新たな吸収液を開発すると共に、省エネプロセス、装置を開発した。
- (3) 石炭火力発電所からアミン法において世界で初めてCO₂の回収貯留実証試験を開始。

2.8 今後の規制に対する対応策

国連におけるCOP会合において、いまだ世界的に温暖化対策を進める合意形成ができていないことが残念であり、できるだけ早い時期に世界の各国が温暖化対策に取り組む合意形成が求められている。

3. 応用分野

- (1) 温暖化対策としてのCO₂回収貯留
- (2) CO₂を用いた石油増進回収(Enhanced Oil Recovery)
- (3) 尿素生産
- (4) メタノール生産
- (5) GTL(Gas to Liquid)生産
- (6) ドライアイス、溶接、炭酸飲料などの一般用途



1. 開発経過

フィルタープレスはさまざまな市場、用途において使用されているが、エンドユーザー200社以上にヒアリングした結果、「維持管理での作業の多さ、トラブルの多さを減らしたい」というニーズが多かった。

具体的には、

- ・ろ布交換作業や脱水ケーキの掻き落とし作業などに手間がかかる。
- ・部品の交換に時間と費用がかかる。
- ・ケーキ剥離、洗浄水飛散、開閉板などのトラブルが頻繁に発生し、安定運転できない。などの意見が多く挙げられた。

また、更新需要が多いため、既設よりも大きな機体及び荷重では設置できない等のニーズもあった。

そこで、主に下水処理場や浄水場といった官需向けに販売してきた無端ろ布走行式フィルタープレス（クボタダイナミックフィルター）の特長を活かしつつ、「維持管理コストを半減する」、「コンパクト」なフィルタープレスを開発コンセプトに掲げ、開発に着手した。

2. 装置説明

2.1 構造、原理

(1) 全体構造

- ・従来のフィルタープレスと同様、ろ布で挟まれた空間にスラリーを加圧しながら供給することでろ過を行うが、ろ布は無端（エンドレス）状の一枚ものであり、ろ過、圧搾終了後に走行させることでケーキを排出。
- ・フィルタープレスとしての基本構造であるフレーム、ろ板、油圧シリンダの他、ろ布駆動装置、ろ布蛇行修正装置、ろ布緊張装置などをフロントフレーム及び油圧シリンダ上部に配置。
- ・ろ布洗浄槽をバックフレーム上部に配置し、ケーキ排出と同時にろ布洗浄を実施。

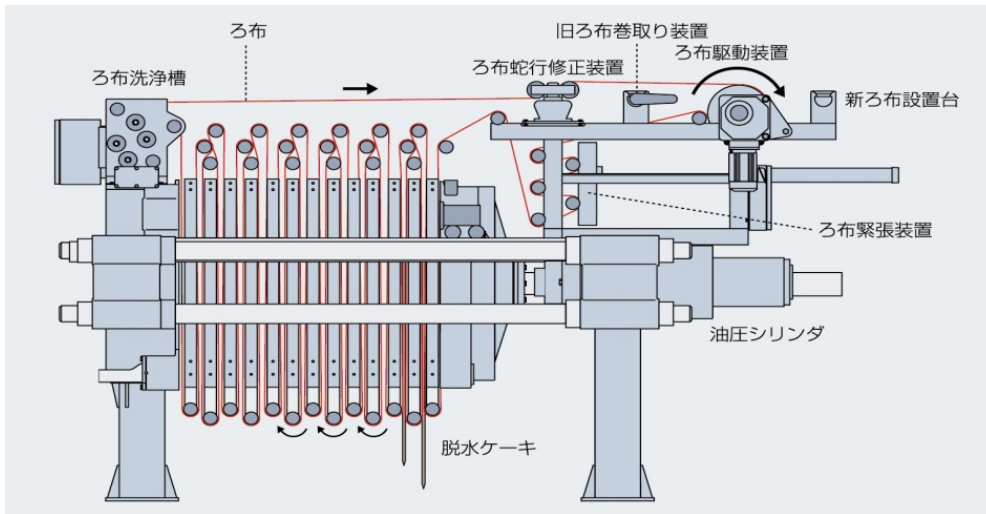


図1 無端ろ布走行式フィルタープレス全体構造

(2) ろ板部構造

- ・スラリーはろ板両横のスラリー連通管からフィードピースを通じて室内にフィードされ、ろ液はろ板下部のろ液連通管より原水槽などに返送される。

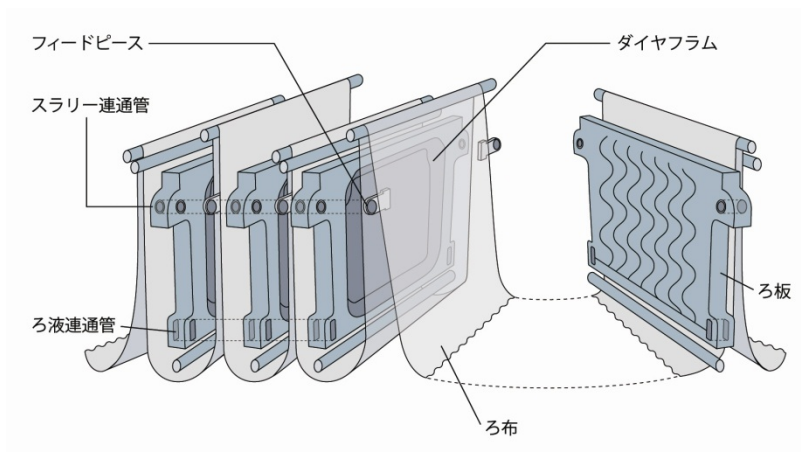
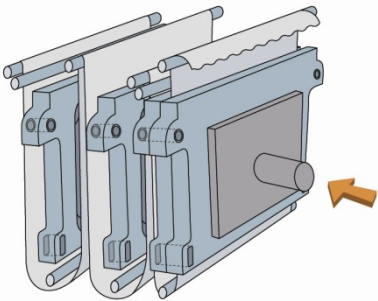
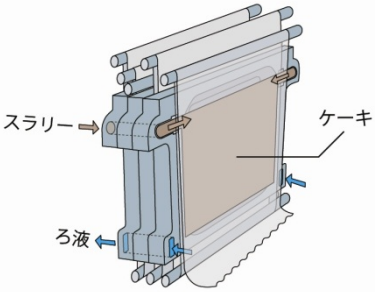
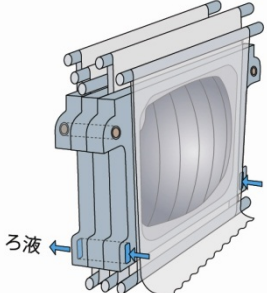
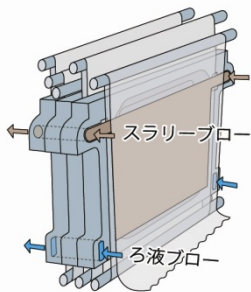
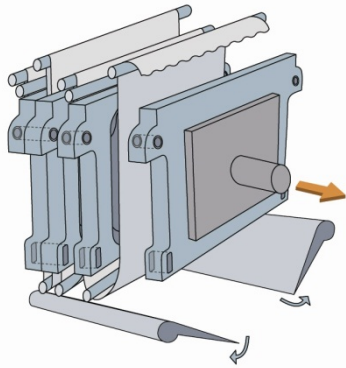
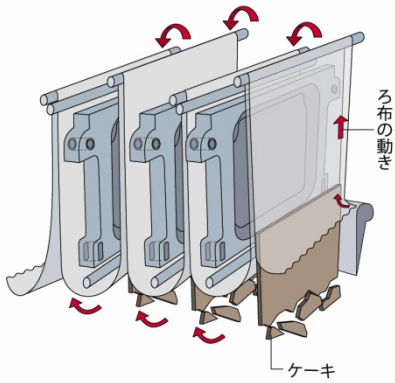
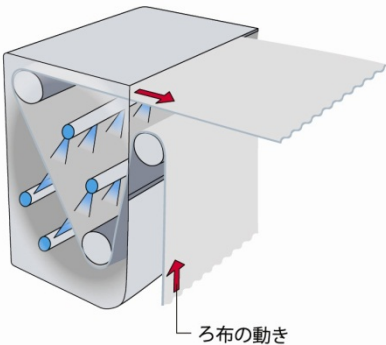


図2 ろ板部構造

(3) 工程詳細

	<p>① 閉板工程 ろ布緊張装置を解除し、油圧シリンダの前進により全室閉板する。</p>
	<p>② ろ過工程 スラリー連通管からフィードピースを通じて各ろ室にスラリーを供給し、ろ過を行う。</p>
	<p>③ 圧搾工程 ろ室内のダイヤフラムを高水圧 (1.5MPa) で膨張させて、圧搾を行うことで、さらに含水率を低下させる。</p>
	<p>④ ブロー工程 スラリーブロー・ろ液ブローにより、連通管内の残留スラリー・ろ液を排除し、開板時の液垂れを防止する。</p>

	<p>⑤ 開板工程</p> <p>油圧シリンダの後退により全室同時に開板することで、開板時間を大幅に短縮させる。</p>
	<p>⑥ ケーキ排出工程</p> <p>ろ布緊張装置が作動した後、無端ろ布が走行しケーキを強制的に排出する。</p>
	<p>⑦ ろ布洗浄工程</p> <p>ケーキ排出と同時に、ろ布洗浄を行う。ろ布洗浄は密閉されたろ布洗浄槽内で行われるため、洗浄水の飛散がない。</p>

2.2 特許の有無（出願中）

(1) ろ布と脱水ケーキの付着制御

ろ板とダイヤフラムの排液溝の開口率に差を設け、開板時にろ布が下方に移動する側にケーキを付着させ、次工程の洗浄時の始めに下部ロールの湾曲部を使って、確実にケーキ剥離を行う。

(2) ろ布のレーシングの位置制御

ろ布のレーシング（継目）位置を検知し、ろ板間に挟まれないように制御する。加えて、レーシング位置をサイクル毎に少しずつずらすことで、ろ布への負荷を分散させ、ろ布の延命化を図る。



写真1 ろ布停止位置制御機構

(3) フィードロの配置

ろ板を引き出すリンク金具にフィードロを配置することで、開板時のフィードロの位置決めが確実に中央に配置され、ろ布との干渉がなくなる。(また、フィードロが上部より吊り下げられた構造のため、フィードロの摺動部がなくなり、スラリー等の夾雑物による摩耗がなくなる。)

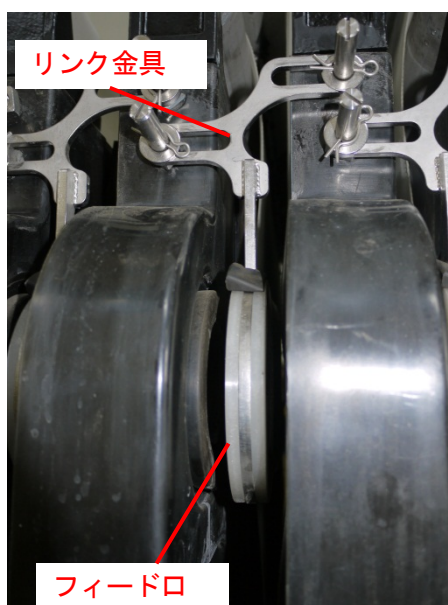


写真2 フィードロ構造

- ・その他 5 件出願中

2.3 性能

- ・最大 1.5MPa の高水圧により圧搾することで、空気圧搾機種より含水率を 5 ポイント程度低減。
- ・ろ過、圧搾以外の雑時間を従来装置の 30 分程度から 10 分以下に低減。それにより稼働率が向上し、同じ処理量に対して必要ろ過面積が従来装置に比べてほぼ半減。
- ・必要ろ過面積の低減により同じ処理量に対して本体サイズのコンパクト化を実現。

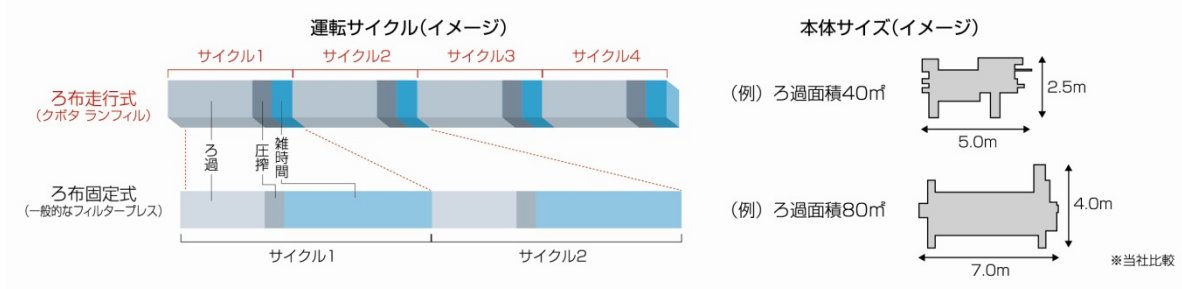


図3 運転サイクル短縮及び本体サイズコンパクト化イメージ

2.4 維持管理

(1) ろ布交換

- ・ろ布の交換は巻取り装置により旧ろ布を巻取ると同時に、新ろ布を機内に引き込むため、短時間で簡単に作業が完了。
- ・フィルタープレスで最も手間がかかるろ布交換作業を1時間以内に完了させることが可能。

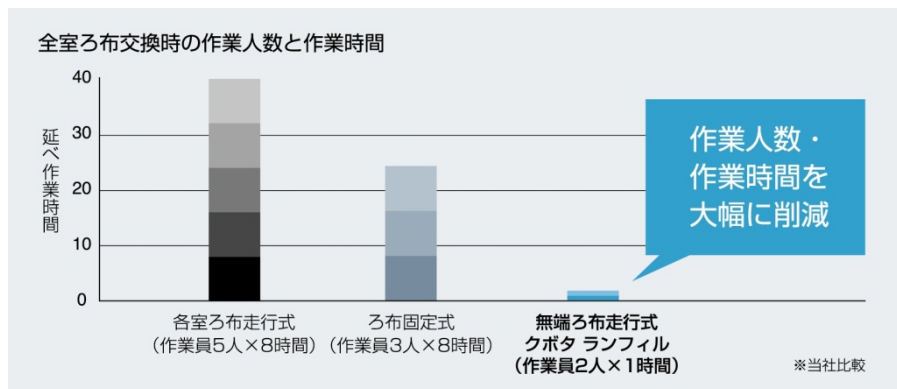


図4 ろ布交換作業時間の比較

(2) パッキン類交換

- ・フィードピースやパッキン類を全ろ板の左右両側に配置し、ろ室の中に入ることなく点検、交換することが可能。



写真3 フィードピース取り外し状況

(3) 洗浄水の飛散なし

- ・一般的にフィルタープレスのろ布洗浄は、開板した状態でろ布洗浄装置あるいはろ布を上下させて行うため、周囲に洗浄水が飛散するが、無端ろ布走行式フィルタープレスは走行しているろ布が密閉されたろ布洗浄槽内を通過する際に行われるため、洗浄水の飛散がない。

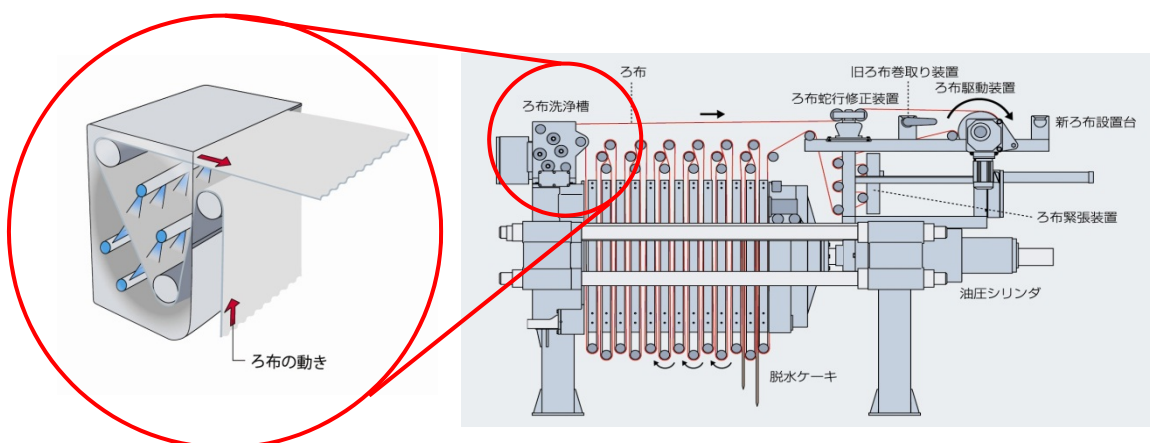


図5 ろ布洗浄槽構造

2.5 経済性

表1 経済性比較

		従来装置・類似装置	申請装置	
仕様	ろ板サイズ×室数	□1000×48室	□1250×16室	
	ろ過面積	80m ²	40m ²	
	ろ過容積	960L	400L	
イニシャルコスト		100	95	
運転条件	処理量	1tDS/日	1tDS/日	
	運転時間	8h/日	8h/日	
	サイクル時間	ろ過	15分	10分
		圧搾	5分	5分
		雑時間	25分	8分
		計	45分	23分
	運転回数	10回/日	20回/日	
	ろ過速度	1.7kgDS/m ² /h	3.3kgDS/m ² /h	
	圧搾圧力	0.7MPa(空気圧搾)	1.5MPa(水圧搾)	
	含水率	65%	60%	
ケーキ発生量	2.9t/日	2.5t/日		
ランニングコスト	ケーキ処分費	64.4	53.7	
	ユーティリティー	電力費	2.3	3.4
		用水費	1.9	2.3
	維持管理	ろ布費用	8.6	17.9
		ろ布交換作業	4.3	0.3
		ダイヤフラム費用	13.7	4.6
		ダイヤフラム交換作業	0.6	0.3
		その他部品費用	2.7	0.9
その他部品交換作業	1.4	0.6		
ランニングコスト計		100.0	84.0	

2.6 将来性

- ・維持管理作業時間が短く作業員の被曝を低減できることから、「3. 応用分野」に挙げる放射能汚染土壌及び焼却灰等の除染において、活用が見込まれる。

2.7 独創性

- ・世界主要メーカーのフィルタープレスを調査したが、この無端ろ布走行式フィルタープレスは当社独自の技術である。
- ・フィルタープレスで問題になる洗浄水の飛散について、一般的にはカーテン等を設置するが、無端ろ布走行式フィルタープレスは唯一飛散対策が不要な構造であり、電子デバイス工場など作業環境の汚染を嫌う現場に有効である。

3. 応用分野

(1) 放射能汚染土壌及び焼却灰等の除染

- ・東日本大震災による福島原発事故後の課題となっている放射能を含む土壌や焼却灰等の除染について、土壌や焼却灰を洗浄し放射性物質を液相に移行させた後の固液分離装置として、維持管理作業時間が短く作業員の被曝を低減できるフィルタープレスとして注目されている。

中小企業庁長官賞
「小型軽量 電線剥離機 (電線マン ADM-K05)」
 株式会社 アスク

1. 開発経過

当社は創業時より手のひらサイズや小物の精密部品加工、試作部品加工を行ってきた。

一方、廃電線のリサイクルにおける電線剥離機は、従来、大型のものが多く、小型マシンがほとんどなかった。障害者施設をはじめとするユーザーからの要望により、これまで当社が培ってきた技術及びノウハウを活かし、小型軽量の電線剥離機を開発した。

2. 装置説明

2.1 構造、原理

従来、自動車等の配線に使われているハーネス線は銅線と被覆との分離が難しいため細断処理されていた。

本装置は簡単にハーネス線の被覆と銅線とを分離できる機械で、挿入口にハーネス線を挿入すると、銅と被覆とを手動で簡単に分離できる状態でハーネス線が排出される装置である。

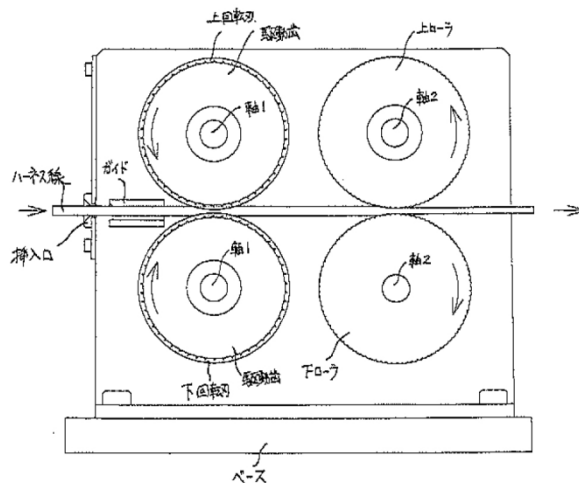


図1 構造図

- ① 挿入口にハーネス線を挿入すると回転する上下の駆動歯がハーネス線を引き込み、該駆動歯と一体回転する上下の回転刃でハーネス線の被覆の上下に切り込みを入れる。
- ② その後、上下のローラーでハーネス線を押圧するとハーネス線が扁平になり、被覆が切断される。
- ③ この状態で装置から排出されたハーネス線は手動で容易に内部の銅線と被覆とが分離できる。

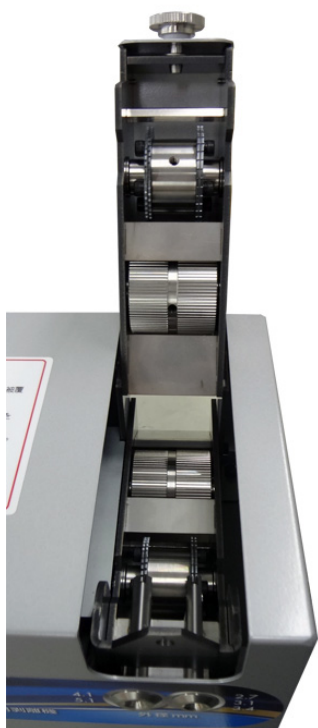


写真1 本体内部

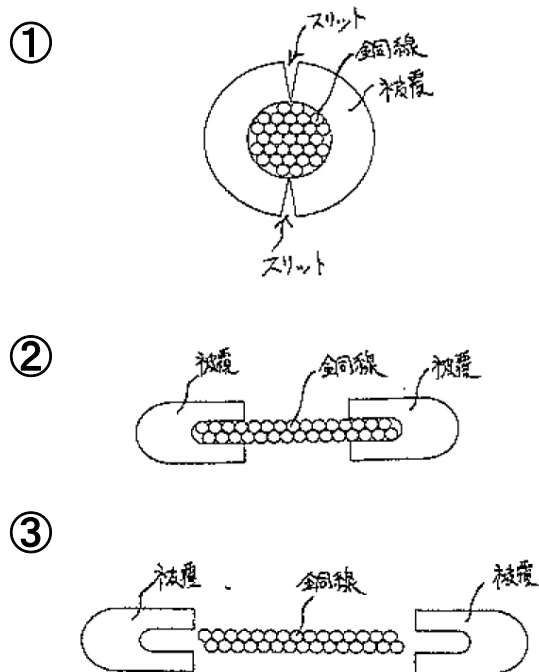


図2 剥離手順

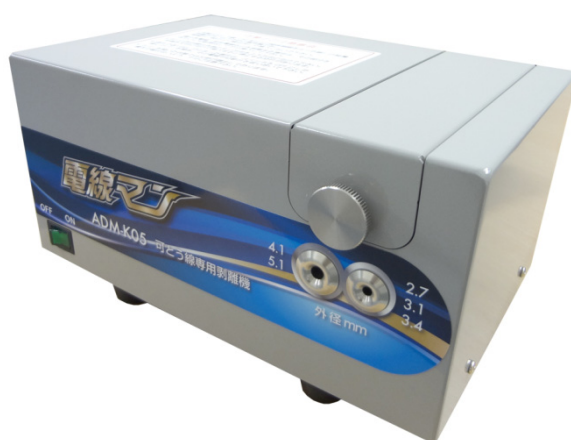


写真2 剥離機本体

2.2 特許の有無

- (1) 特願 2010-181129 丸刃に添接して配置した、くし刃を持っている。
- (2) 特願 2012-85018 上流に丸刃を、下流に圧延ローラーを配置している。
- (3) 特願 2011-286749 上流に丸刃を、下流にセパレータを配置している（セパレータとは、銅線と被覆とを分離するもの）。

2.3 性能

他社製の剥離機で大型のものは家庭用電源では使用できない。また家庭用電源で使用できる機種も大型のモーターで力任せに被覆を切り裂くため、大型で重量があり、高価である。また、太い径の電線を対象にしている製品が多く、挿入口から刃物が丸見えで、危険である。

本装置は細径の電線を対象としているため、小型の必要最小限のモーターを採用し、パワーだけではなく、挿入口に指が入らないような安全設計と最適な刃物高さ調整、電線送り機構などを採用して小型化を実現した。現在展開中の機種の中には刃物の高さを調整が必要ないマシンもあり、主に障害者施設などに導入されている。

2.4 維持管理

メンテナンスは、数年に1度、刃の交換を要するだけである（2万円程度）。

2.5 経済性

本装置の価格は、他社製と比較し約1/2、電気代は約1/20である。

2.6 将来性

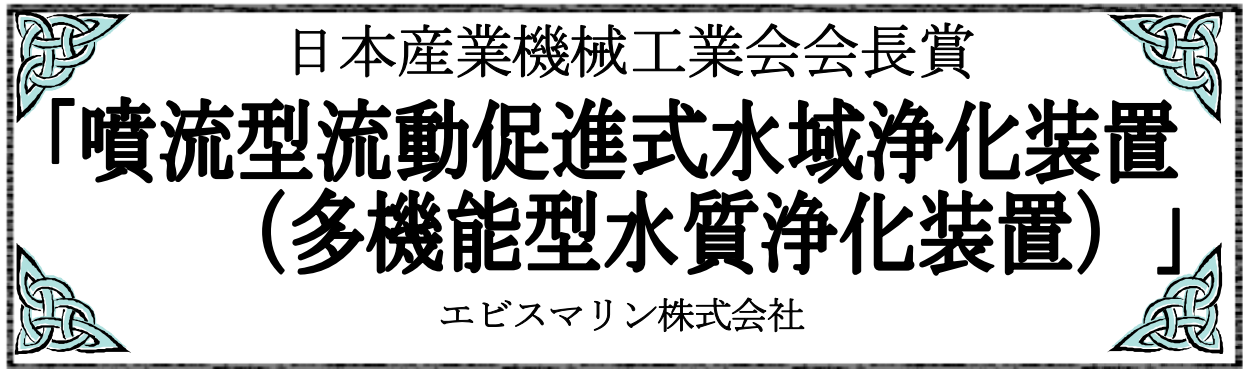
中国、アセアン諸国をはじめ、今後、廃電線のリサイクルが進展すると考えられる各国への本装置の普及が期待できる。

2.7 独創性

- (1) 細径のハーネス線が剥離できる。KIV線の被覆を剥離できる機械は他にない。
- (2) 女性が1人で持ち運べるほど、小型軽量（W248mm×D173mm×H136mm、約10kg）である。
- (3) 電線挿入口に指が入らないので、安全に作業できる。
- (4) 回転刃の高さ調整は必要ない。
- (5) 家庭用電源で使用できる。
- (6) 低コストである。

3. 応用分野

ステンレス製の管に樹脂で被覆された螺旋管からステンレスを取り出す等、細い径のもので樹脂やゴムなどで被覆されたものを剥離する場合や、野菜などの皮むき等、食品業界に応用できる。



1. 開発経過

1.1 開発経過

1992年度に初号機を開発。それまでの閉鎖性水域・海域の水質浄化装置（曝気循環装置など）は、消費電力が大きくかつイニシャルコストが高いものであったが、省エネ・低コスト製品を目指し開発した。現在までに延べ約300基以上を国内及び海外へ納入している。

1.2 共同開発

共同開発者は三菱重工業株式会社（当時、現在は三菱重工マシナリーテクノロジー株式会社に分割・合併）。株式会社マリン技研（当時、現在はエビスマリン株式会社に事業承継されている）が試作装置を製作し、三菱重工業株式会社 長崎造船所の耐候性水槽で水理実験を行い、結果を分析して両者で改良を重ね実機を生み出した。

2. 装置説明

2.1 構造、原理

溶存酸素量が多い表層水を駆動水ポンプで引き込み水流発生装置へと高圧で送り込み、流動攪拌を行う。この水流発生装置と、駆動水ポンプや制御盤を搭載した浮体部から構成される（駆動部は陸上に設置することもある）。駆動水量1に対して吐出水量は後方からの吸引流と合わせ20倍以上の流動を起こすことができる。低層の溶存酸素を高めてやることにより、魚類をはじめ水生生物の生息環境を保持すると同時に嫌気性分解を抑え、鉄・マンガン等の栄養塩類の溶出を防ぎ汚濁の進行を防止する。流動攪拌機能に加えオゾンエアレーションにより浮遊・堆積有機物を酸化・分解させる機能と超音波照射によるアオコ細胞の気泡を破壊するという機能がある（多機能型水質浄化装置）。

基本構造と装置仕様を以下に示す。

❏ 水流発生装置の原理と構造(こちらが全製品の基本装置となります)

ポンプからの駆動水(Q1)が噴流ポンプに通水されると噴流ポンプの吐出口から噴流が生じます。同時に吸引口には負圧による吸引水(Q2)が生じ、駆動水とともに吐出口より噴射されます。この噴流は周りの水を連行随伴し、整流筒内から押し出します。この結果、整流筒出口部分で吐出水量(Q1+Q2+Q3)は吐出水量(Q1)に比べ数十倍にもなります。

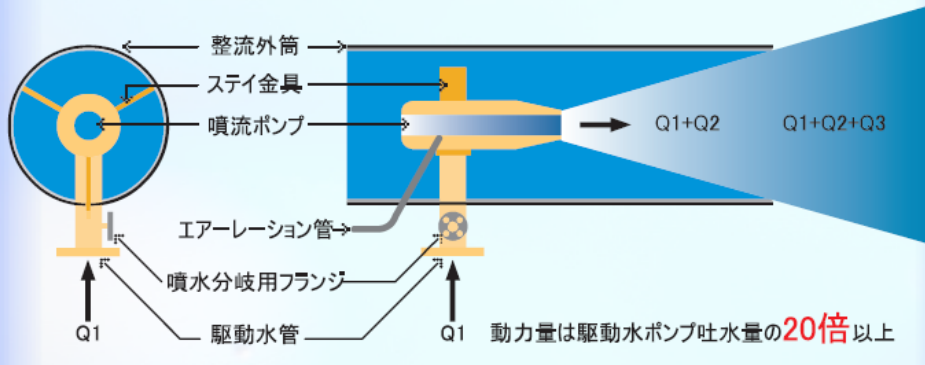


図1 基本構造

表1 装置仕様

項目 \ 型式	MJS-10	MJS-20	MJS-30	MJS-40	MJS-50	MJS-75	表示単位
整流筒長さ	600	800	1,000	1,300	1,600	1,800	mm
整流筒内径	155	200	250	350	400	520	mm
ポンプ出力	0.15	0.25	0.4	0.75	1.5	2.2	kw
ポンプ吐出量	0.07	0.12	0.18	0.33	0.55	0.9	m ³ /分
ポンプ揚程	4	5	6	10	10	10	m
1日の動水量	2,000	3,600	5,000	9,500	16,000	25,000	m ³ /日

項目 \ 型式	MJS-100	MJS-125	MJS-150	MJS-175	MJS-200	MJS-250	表示単位
整流筒長さ	2,000	2,250	2,500	2,750	3,100	4,000	mm
整流筒内径	600	650	700	850	1,000	1,200	mm
ポンプ出力	3.7	5.5	7.5	11	15	22	kw
ポンプ吐出量	1.45	2.2	3.3	4.2	5.0	6.0	m ³ /分
ポンプ揚程	10	10	10	12	12	13	m
1日の動水量	42,000	63,000	95,000	120,000	144,000	173,000	m ³ /日

※この仕様は標準的な設計仕様です。現場の状況によりポンプの選定が変わる場合があります。またこの仕様は予告無しに変更することがあります。

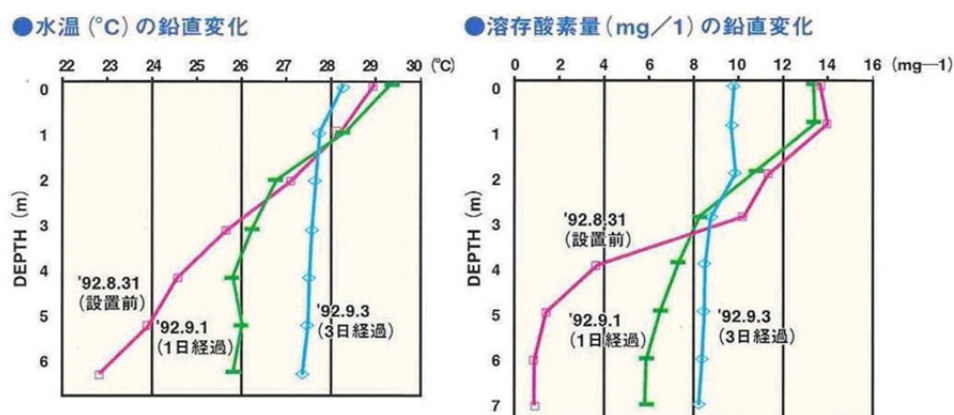
2.2 特許の有無

- (1) 第 3267904 号 水域浄化装置
- (2) 第 32290085 号 養殖場水域環境保全装置
- (3) 第 2979220 号 水流発生装置の環状噴射口調整用環状体

2.3 性能

従来機器とは流動・エアレーション発生機構・機能が全く違い単純比較ができないので、全層循環が確実に行われているという実測データとアオコ抑制効果を以下に示す。

貯水池における水温成層とDO改善例



設置前は全体が停滞し、底層の貧酸素化・底泥ヘドロ化が進行していたがジェット・ストリーマー(MJS-50×2基)の作動により、永年の貧酸素問題を解消。
※貯水量100,000m³ (最大水深8m)

図2 貯水池における水温成層とDO改善例



写真1 茨城県新川での実例 (稼働前)



写真2 茨城県新川での実例（稼働後）

霞ヶ浦で発生したアオコが風で遡上し、オイルフェンスに溜まり群体化。腐敗したアオコの悪臭により、苦情が数多く寄せられたが本装置の導入によりアオコの群体化を抑制し腐敗臭発生を抑えることができた。

2.4 維持管理

運転は24時間365日が原則であるが、設置者の都合でアオコ等の発生がない冬場に電気料金を節約するため運転を一時的に止めることもある。水中にある水流発生部に回転体や機械的摺動部がなく、また金属材料の使用を極力少なくしているためメンテナンスは数年に1度整流筒の外周に付着した汚れを洗浄する程度で良い（整流筒内面は常に早い流速の水が流れているのでほとんど汚れない）。駆動部のポンプ、コンプレッサーの回転部や摺動部の摩耗やパッキングの交換は年1度くらい行う。メンテナンス費用は消耗品の交換などで年間約30万円で、類似製品と同程度である。

2.5 経済性

本装置と間欠式空気揚水筒装置の消費電力を比較したグラフを図3に示す（各社カタログからの引用）。消費電力は同程度の動水量を持つ装置で約半分となる。

本体価格と設置工事費を比較すると約50%安くなる。

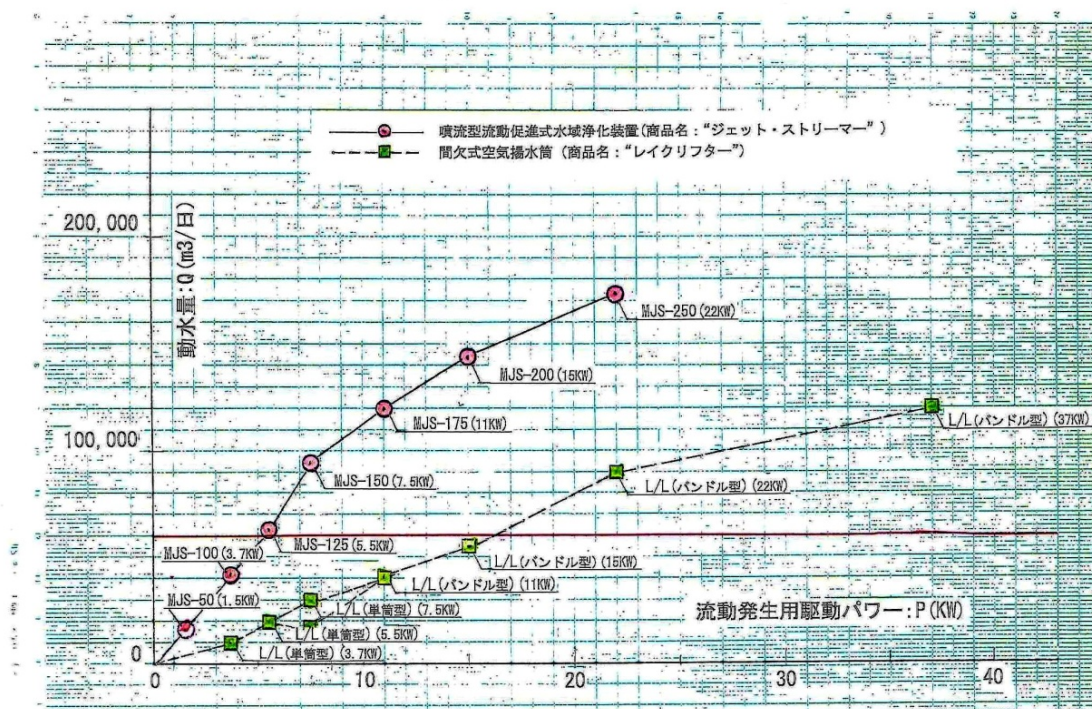


図3 噴流型流動促進式水域浄化装置と間欠式空気揚水筒との動推量比較

2.6 将来性

閉鎖性水域・海域の富栄養化による社会生活に関する問題発生は日本のみならず世界的な現象で、地球温暖化とあいまってなんらかの手立てを講じなければならないダム湖、水源池、湖沼は増えている。

本装置は水深1m以下の庭園池から40mのダム湖などで実績があり、設置のパターンは多様性に富むので可能性は地球上には無数にある。

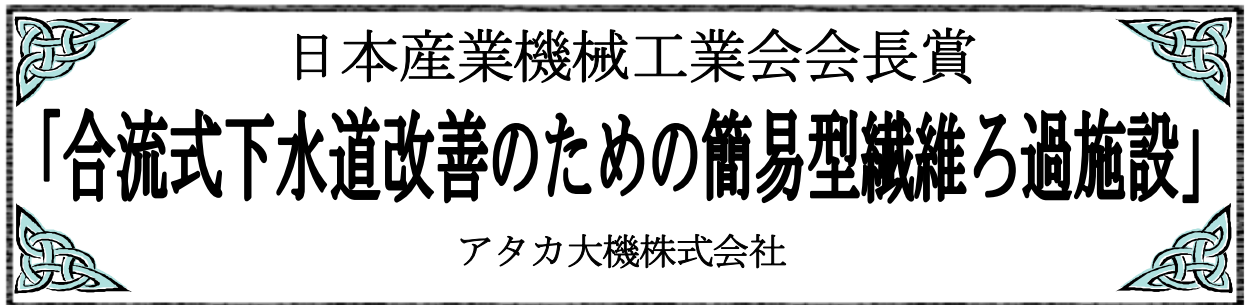
2.7 獨創性

「水をもって水を動かす」という発想の元に開発したもので、少ないエネルギーで大量の動水効果を生み出すことができる。装置の組合せと運転パターンを選択することにより全層循環か層別攪拌が可能（ただし選択取水設備のあるダムに限る）。

オゾンエアレーションと超音波照射機能を付け加えることで、アオコ対策・臭気対策・スカム対策が同時にできるようになった。

3. 応用分野

- (1) 下水処理場の反応槽（エアレーションタンク）の流動攪拌・曝気装置への改造。
- (2) 下水処理場の処理放流水のオゾン水攪拌による色度改善装置。



1. 開発経過

合流式下水道からは、雨天時に下水の一部が未処理で河川や海域等へ放流され、大きな問題となっていた。国土交通省では、「下水道技術開発プロジェクト (SPIRIT21)」の最初の技術開発課題として、「合流式下水道の改善対策に関わる技術」を取り上げ、平成 14 年度～平成 16 年度の 3 年間に産学官連携で研究開発を実施した。その際の開発目標として、以下のイ)、ロ)、ハ) のいずれかに該当する技術とした。

イ) 従来技術 (雨水沈殿池) の汚濁物質除去性能 (BOD 除去率 30%、SS 除去率 30%) を越える性能を有する技術

ロ) 従来技術 (雨水沈殿池) と同等の性能であるが、従来技術よりも所要面積が小さい技術

ハ) 従来技術 (雨水沈殿池) と同等の性能であるが、従来技術よりも安価である技術

その後、平成 16 年 4 月に施行された「下水道法施行令の一部を改正する政令」により、雨水の影響が大きい時の放流水中の BOD 負荷量を処理区域ごとに 40mg/L 以下とする水質基準が定められ、10 年間 (大都市は 20 年) で合流式下水道の改善対策の実施が義務付けられた。

当社は、SPIRIT21 における開発技術として「特殊スクリーン付きスワール及び沈降性繊維ろ材を用いた上下向流可変式高速ろ過法」(以後、先行技術と記述する)を開発し、平成 16 年 12 月に SPIRIT21 委員会より評価を受けた。その後、施設の構成を簡素化し、維持管理を容易にすることを考慮しつつ、先行技術と同等の処理性能を期待できる技術として本技術を開発した。すなわち、本技術は、既設の最初沈殿池や雨水沈殿池等の浅い土木躯体を容易に改造して設置可能であり、処理場における最初沈殿池への流入水またはポンプ場から排出される未処理下水を対象に、放流汚濁負荷量の削減を図る施設である。

当社による、合流式下水道の改善に関わる技術の開発経緯を以下に示す。

平成 14 年～平成 16 年：SPIRIT21 による合流式下水道の改善に関する技術開発
「特殊スクリーン付きスワール及び沈降性繊維ろ材を用いた上下向流可変式高速ろ過法」の開発

平成 15 年～平成 17 年：簡易型繊維ろ過施設の開発及び現地実験を行い、データを取得

平成 18 年～平成 19 年：財団法人下水道新技術推進機構と「合流式下水道改善のための簡易型繊維ろ過技術に関する研究」の共同研究を実施

先行技術の成果を踏まえ、本技術の開発の目標を以下のように設定した。

- ① 最初沈殿池等の既存施設を改造して設置が可能
- ② SS 除去率 60%以上、BOD 除去率 60%以上、きょう雑物除去率 99%以上
- ③ 低いろ過損失水頭 (5.0kPa 以下) で、5 時間以上の継続運転が可能
- ④ ろ材体積あたりの SS 捕捉量が多い
- ⑤ 槽内をドライ化し、臭気の発生量を抑制
- ⑥ 洗浄を槽内滞留水で実施

研究成果は、平成 19 年に財団法人下水道新技術推進機構に設置された技術委員会において審議され、新技術研究成果証明書を取得した (成果証明書番号 第 19001 号)。

2. 装置説明

2.1 構造、原理

簡易型繊維ろ過施設は、水槽を二分割し前段に前処理部、後段にろ過部を設け、前処理部からろ過部への通水を槽内底部から行う構造である。また、ろ過処理された処理水はフラッシング水槽を経て系外へと排出される。概略図を図 1 に示す。

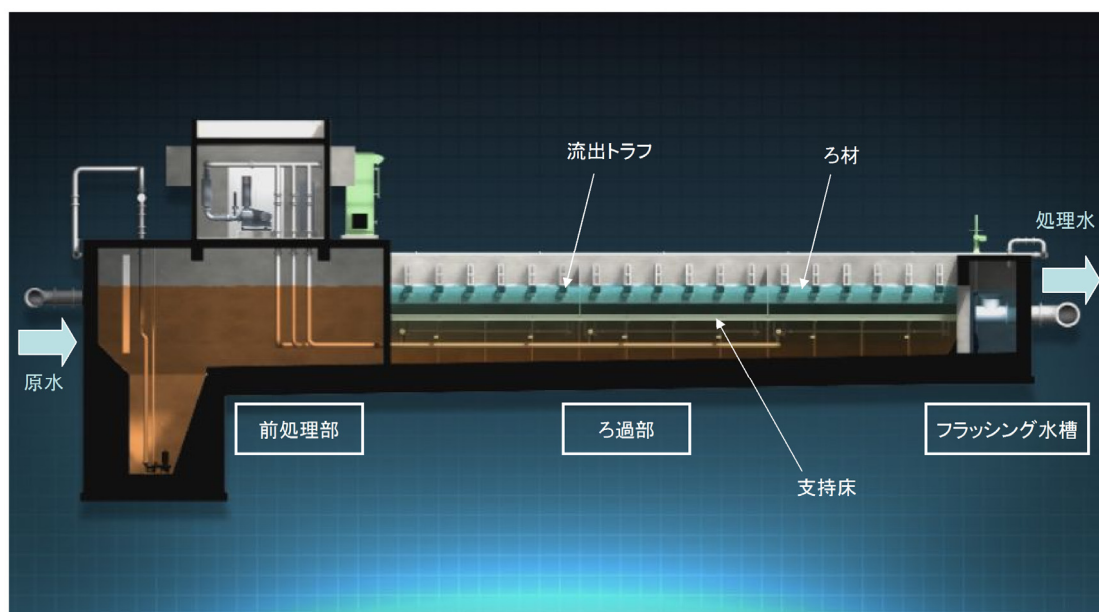


図 1 簡易型繊維ろ過施設概略図

前処理部は、ろ過の前段部に設け、主に浮上性のきょう雑物の除去を行う。オイルボール等の浮上性のきょう雑物は前処理部で浮上除去される。また、砂等の比較的比重の大きなものは、前処理部及びろ過部の下部で沈殿除去される。前処理部にてろ材支持床のスクリーン目幅以上のきょう雑物を除去することにより、ろ過部の下部支持床の目詰まりを抑制することができる。

ろ過部は、浮上性ろ材を充填し、上向流ろ過方式により前処理部を通過した下水を通水し、SS を捕捉して、SS 及び SS に起因する BOD を除去する。ろ過部の下部にろ材支持床、

ろ過部の上部には、ろ材と処理水を分離するために、両側面がスクリーン形状の流出トラフを設置している。流出トラフのスクリーンは、ろ過部の全面を覆う形状ではないため、ろ材の流出を防ぎながらもろ材の圧密を抑制でき、ろ過損失水頭の上昇を抑制することに寄与する。

洗浄は図2に示したように、ろ材の下部から空気を送り、ろ材を膨張展開し回転させるための洗浄用ブロワと、ろ過部の底部に洗浄用空気配管、フラッシングのためのゲートを設けて実施する。降雨終了後に、槽内に溜まっている水と洗浄空気を用いてろ材の洗浄を行い、洗浄排水を自然流下または洗浄排水ポンプにより排出する。槽内を空にした後、ゲートを開けることでフラッシング水槽に溜めていた処理水を槽内へと流下させ、槽底部の汚泥等をピットまで掃流する。洗浄後は再び槽内を空にして次の降雨に備えて待機となる。図3に運転サイクル概略図を示す。

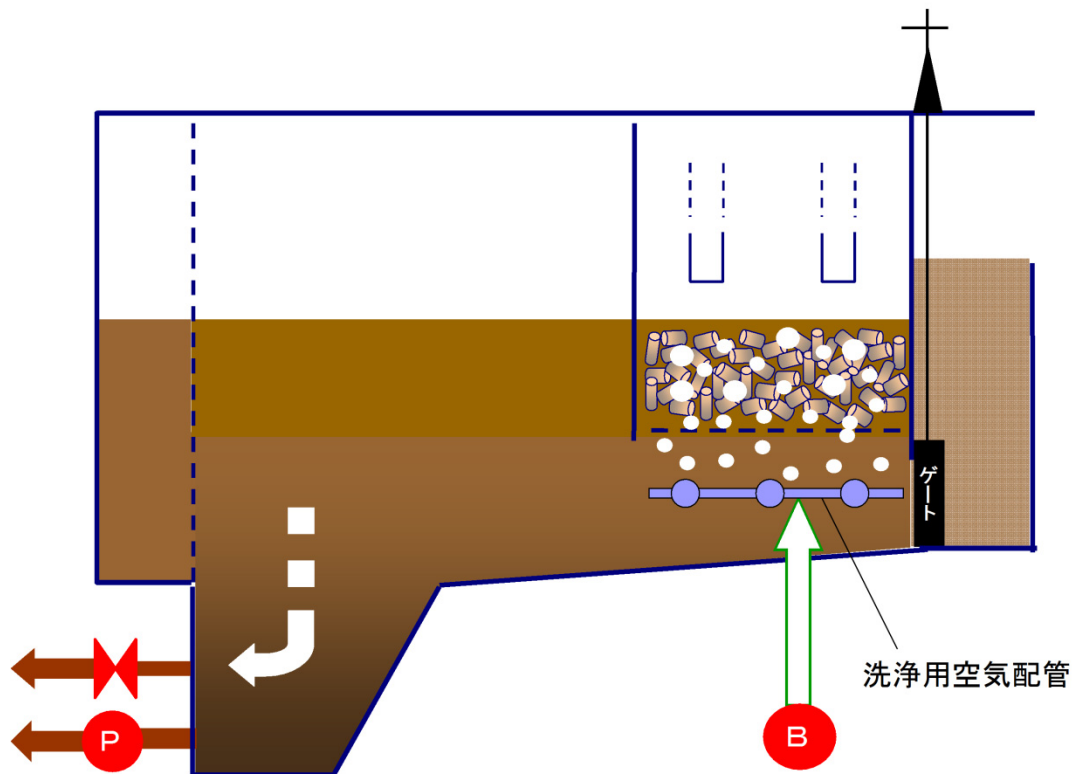


図2 簡易型繊維ろ過施設洗浄概略図

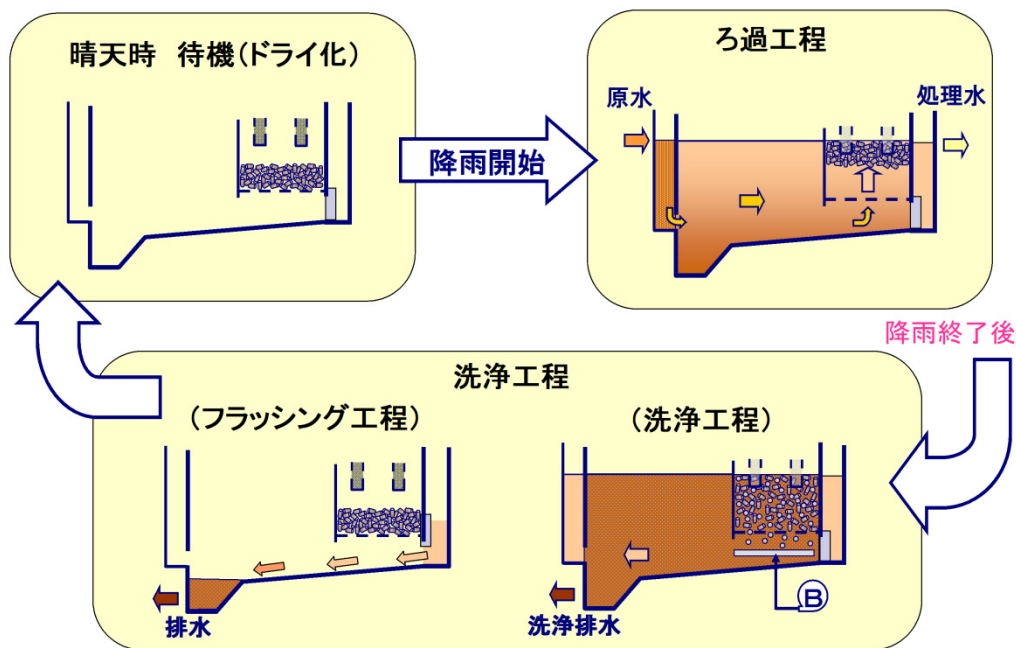


図3 簡易型繊維ろ過施設運転サイクル概略図

2.2 特許の有無

本技術に関する特許については、次の通りである。

発明の名称	特許番号、 出願公開番号	出願者*	特許権者*
繊維ろ材及びそれを用いたろ過処理装置並びにろ過処理方法	特開 2006-35135	ユニチカ(株)	アタカ大機(株)
合流式下水道における処理方法	特許第 4230427 号	ユニチカ(株)	アタカ大機(株)
繊維ろ材及びそれを用いたろ過処理装置並びにろ過処理方法	特許第 4408765 号	ユニチカ(株)	アタカ大機(株)

*平成 23 年 4 月、ユニチカ(株)からアタカ大機(株)へ水処理事業譲渡に伴い権利譲渡

2.3 性能

本技術は、前処理部にて、特に浮上性のきょう雑物、オイルボール等を除去した後、ろ過部にて SS 及び SS に起因する BOD を効率的に除去する。ろ過速度 500m/日以下において、ろ過継続時間 5 時間（ろ過速度 500m/日において SS 捕捉量 7.5kg/m³-ろ材）まではろ過損失水頭 5.0kPa 以下を保ち、以下の性能を発揮する。

- ・ SS 除去率 : 60%以上
- ・ BOD 除去率 : 60%以上

・きょう雑物除去率 : 99%以上

従来の合流改善対策技術である雨水滞水池では、貯留容量までは流入水を全量貯留し晴天時に高級処理するが、滞水池満水後は簡易処理を行う。一般的に、簡易処理のBOD処理性能は約30%程度、高級処理のBOD処理性能は約90%とされている。

図4に比較技術のハイドログラフを示す。雨水滞水池は国内での実績が多いⅢ型雨水滞水池を例に用いる。Ⅲ型雨水滞水池とは、雨天時合流下水が計画時間最大汚水量（図4では Qsh ）を上回ると雨水滞水池に流入して貯留を行い、雨水滞水池満水後は、遮集汚水量（図4では $4.54Qsh$ ）までを簡易処理する処理方式である。なお、遮集汚水量を超えた流入水は未処理放流（直接放流）となる。

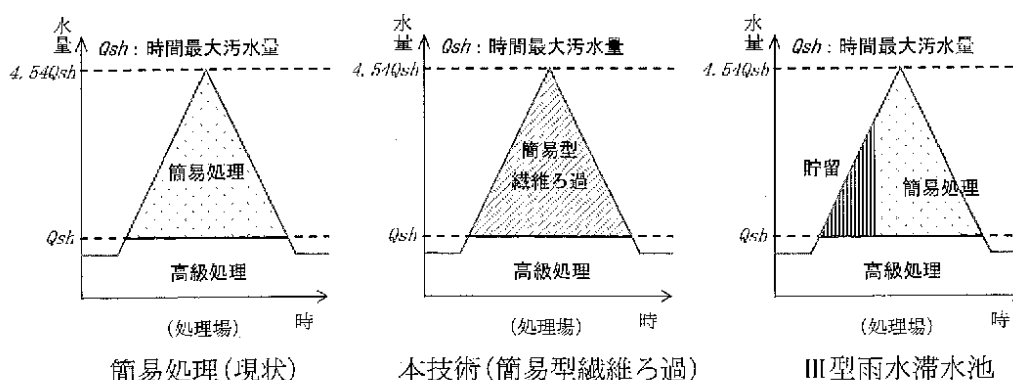


図4 比較技術のハイドログラフ

実証実験データを用いて従来技術と本技術のBOD除去性能を試算して比較したところ、17回の降雨において、平均BOD除去率は本技術79.5%に対し、従来技術であるⅢ型雨水滞水池は75.6%となり、従来技術と同等以上の性能となった。

2.4 維持管理

(1) 運転・操作性

本施設は基本的に全自動にて運転を行う。また、ろ過通水中は機器の動作がなく、無動力で通水処理を行うので機器の故障による処理の停止の心配がない。主要な付帯機器は降雨終了後の洗浄にて動作するが、ブロワ・ポンプ・ゲートとバルブの汎用機器であり、ろ過池全体の構造もシンプルで機器も少ないため運転管理が容易である。

(2) メンテナンス性

洗浄後はろ過池内の水を全排水し、槽内が空の状態にて待機するため、晴天時は随時ろ過池の中に入って点検が可能である。付帯機器も、機器点数が少なく特殊機器もないためメンテナンスも容易である。また、通常時の運転管理についても目視を主とした項目で確認ができる。

(3) 維持管理コスト

本施設はろ過中には機器の動作がなく、洗浄時のみ機器が動作する。また、機器も少な

く、稼働時間も短いため年間を通じた電力使用量が少なく、機器の維持管理費も安価に抑えることが可能である。

ろ過対象水量 360,000m³/日の施設を仮定し、各機器能力・稼働時間を以下で設定した場合について試算する。年間降雨回数 88 回、1kWh=15 円とする。

〈機器能力〉

ブロワ：ルーツブロワ、15.5m³/min×15kW×30kPa 稼働時間 1.5h/回

ゲート：電動開閉式鋳鉄製ゲート、1,000mmW×400mmH×0.75kW 6 台

稼働時間 2分/回

汚泥引抜ポンプ：吸込スクリー付汚泥引抜ポンプ 3.5m³/min×15kW×15m 6 台

稼働時間 3時間/回

〈コスト〉

① 電力費

ブロワ：15kW×1.5h×88回/年×15円/kWh= 29,700円/年

ゲート：0.75kW×0.04h×6台×88回/年×15円/kWh= 238円/年

汚泥引抜ポンプ：15kW×3h×6台×88回/年×15円/kWh= 356,400円/年

→ 合計 386,338円/年

② 薬品費

本施設において薬品は使用しない。

③ 上水費

本施設において上水は使用しない。

④ 設備補修費

ろ材については基本的に 15 年間補充の必要はない。

ブロワ・汚泥引抜ポンプ設備補修費として 250,000円/年程度。

(オイル、メカニカルシール、ギア等の交換費用、15 年間の平均で算出)

⑤ 維持管理費合計

①+②+③+④=636,338円/年程度 → 650,000円/年

試算結果を、下表にて従来技術であるⅢ型雨水滞水池と比較する。なお、Ⅲ型雨水滞水池は同等の能力を有する施設とする。

	本技術	Ⅲ型雨水滞水池
維持管理費	650	1,450 [※]
比率	45%	100%

※合流式下水道改善のための簡易型繊維ろ過施設技術資料より抜粋

以上より、同等の能力を有する従来技術と比較すると、本技術の維持管理費は 45%と大変安価である。

2.5 経済性

従来技術であるⅢ型雨水滞水池と本技術について、合流区処理面積 580ha、雨天時処理能力 360,000m³/日で同等の処理能力を有する施設について設置面積と経済性を比較したところ、施設概要は下表のようになる。

本技術	雨天時処理能力	360,000m ³ /日
	設計ろ過速度	500m/日
	ろ過面積	123m ² ×6 系列=738m ²
	前処理部面積	69m ² ×6 系列=414m ²
	容量	1,152m ² ×約 3mH=3,456m ³
	設置面積	738+414=1,152m ² /全体
Ⅲ型雨水滞水池	合流区処理面積	580ha
	貯留規模	3mm
	形状	8m×37m×5mH/池
	貯留規模(容量)	1,480m ³ /池×12 池=17,760m ³
	設置面積	8m×37m×12 池=3,552 m ² /全体

よって、施設面積・規模から比較すると本技術はⅢ型雨水滞水池よりも設置面積・容量ともに省スペースとなり、より安価に設置が可能となる。また、本技術は既存の最初沈殿池等の改造による導入も可能なため、その建設費はさらに安価に抑えることが可能となる。

下表にて従来技術であるⅢ型雨水滞水池と建設費を比較する。なお、本技術は最初沈殿池を改造して導入した場合とし、Ⅲ型雨水滞水池は同等の能力を有する施設とする。

	本技術	Ⅲ型雨水滞水池
建設費	1,440,000 [*]	3,480,000 [*]
比率	41%	100%

※合流式下水道改善のための簡易型繊維ろ過施設技術資料より抜粋

以上より、同等の能力を有する従来技術と比較すると、本技術の建設費は41%と大変安価である。

2.6 将来性

従来技術である雨水滞水池は処理対象水量に対し広い設置面積が必要となり、また満水になった後は簡易処理にて放流、もしくは未処理放流となる。一方、本技術は雨水滞水池に比べ省スペースであり、また継続処理が可能であることより、長い降雨が続く場合などに効果を発揮する。滞水池設置面積を十分確保できないような地域においては、ろ過による簡易処理の高度化・継続処理の導入が必要とされると考えられる。

また、近年は異常気象等頻発しており、降雨についても予測できないような雨が降ることがある。雨水滞水池と本技術を組み合わせることで、降雨初期のファーストフラッシュをまずは雨水滞水池で受け止め、その後ろ過により処理を継続する等、より柔軟な処理が検討可能となる。現在、滞水池を導入している処理場等でさらなる簡易処理の高度化を検討する場合には本技術が役に立つと考えられる。

技術効果の高さ、容易なメンテナンス等に加え、ライフサイクルコストを考慮しても高い評価を得て、納入済4件に加え7件について現在、設計ないしは製作中である。

各装置が完成し、運転が開始されると、今まで雨天時に公共水域に放流されていた汚濁

負荷量が大幅に低減され、公共水域の環境保全に大きく寄与できるものである。

2.7 独創性

本技術は我々が独自に開発した技術である。先行技術での知見を基に、施設の構成を簡素化し、維持管理を容易にすることを考慮して、基本的に降雨中は洗浄を行わないシンプルな構造とした。また、既存の最初沈殿池等の比較的浅い躯体を改造して本技術を導入できるように、低い損失水頭での継続運転を可能とした。

洗浄は降雨終了後に槽内滞留水を用いて行うことで、洗浄用の水の確保や洗浄排水槽を不要とし、洗浄後は槽内水を全排水してドライ化で次の降雨に備えることで晴天時の槽内水の入替え作業や機器の動作をなくし、メンテナンスを容易にした。

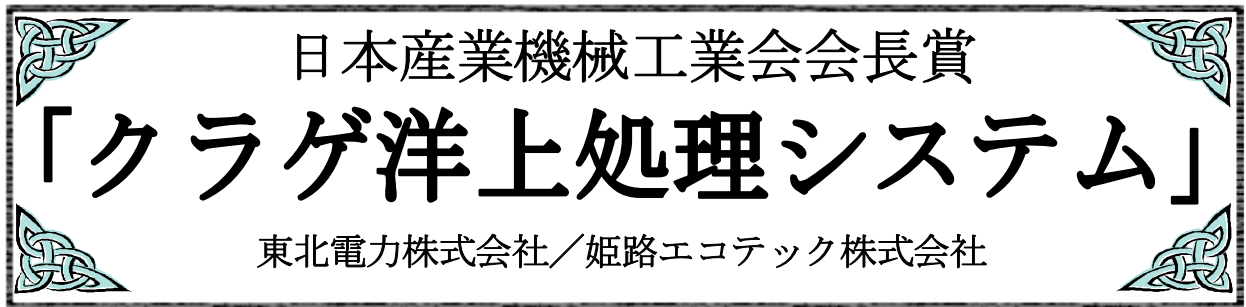
2.8 今後の規制に対する対応策

簡易処理のさらなる高度化・長期降雨による処理性能の持続など、より高度な処理性能が求められる場合には、滞水池との組み合わせによる処理や降雨中の簡易洗浄の実施による除去率の回復等に対応することができる。

3. 応用分野

本技術は、通水中は動力を使わずに処理を継続することが可能であり、震災時等の電源確保が困難な状況においても簡易的な処理を継続することができる。晴天時は空の状態待機するため、通水開始からろ過池が満水になるまでは処理水が発生することなく流入水を受け入れることから、災害対策施設としても利用が可能な設備である。

本技術は合流式下水道の改善のために独自に開発した技術であるが、震災等の災害時に下水処理場が損傷を受けた場合に、処理場の本復旧までの応急的な処理にも適用可能である。



1. 開発経過

1.1 開発経過

クラゲは浮遊し自身で泳ぐ能力に乏しいため、冷却媒体として多量の海水を取水する発電所に引き込まれやすく、取水障害を引起こすことが全国の発電所において確認されている。

東新潟火力発電所においては、年間平均約 300 t ものクラゲが引き込まれており、さらに、群れとなし一つの塊となった状態で短期間に流入する特徴があることから、取水口に設置された除塵装置等が過負荷で故障するとともに、ストレーナ等の目詰まりによる海水の取水障害を引起こしていた。

その結果、発電する上で必要な冷却水が不足し、過去の実績では年間 4～6 回^{*}負荷抑制が発生するなど、特に電力需要の高い夏場における発電プラントの安定運転に大きく支障を来たしていた。

一方、環境面においても、従来の処理方法では、クラゲを陸揚げするため、産業廃棄物として処理が必要となり、多量の廃棄物が発生してしまう課題があった。さらに、陸揚げ処理の過程で急速に腐敗が進行するため、悪臭を放つなどの課題もあった。

クラゲが引起こす取水障害に対し、日頃より問題意識を持っていたメンテナンスを担当する者が「クラゲが海水中で自然消滅する」事象を確認し、疑問を抱いたことを基点とし、平成 15 年度より装置の開発に着手した。

その後、各種試験や運用の中で、従来と全く異なる発想でのクラゲの捕捉手法を追求しつつ、産業廃棄物とさせず、かつ水質に影響を与えない処理を模索して改善を積重ねた結果、流入するクラゲを常時 80～90% 程度捕捉し、クラゲの生態を活用することにより環境に優しいプロセスで消滅させるという画期的なシステムの開発・実用化に成功した。

本システムの開発により、電力の安定供給への寄与（クラゲ捕捉率：80～90%）、環境負荷の低減（クラゲは海水中で消滅し産業廃棄物・悪臭が発生しない）、経済メリット（約 20 百万円/年）等が期待できることがわかった。

※第 1・2 号機、3・4 号系列の年間合計値（実績値）

1.2 共同開発

- 東北電力株式会社：
システムの設計及び調査の立案、試験
- 姫路エコテック株式会社：
立案に基づく各種調査及びシステムの製作、試験

2. 装置説明

2.1 構造、原理

(1) システムの基本構成

本システムは、図1に示すように主に誘導網、侵入防止網、回収台船、移送ポンプ、洋上貯留槽で構成される。各処理工程は目的ごとに、回収（クラゲを効率よく集めること）、移送（クラゲを生存状態のまま移送すること）、消滅（水質管理値内でクラゲを消滅させること）と大きく3つのプロセスに分類することができる。

本システムでは、取水口に流入したクラゲを除塵装置手前で誘導網により効率よく誘導し、回収台船を経由して洋上に設置した移送ポンプにより、生存状態のまま洋上貯留槽に移送する。洋上貯留槽に收容したクラゲは、流れのない箇所に密集し、動きが制限されることで、クラゲ自身が保有する自己分解酵素（コラゲナーゼ等）により、約5日間で完全に自然消滅する。このように本システムは、クラゲの生態を活用して自然消滅させるという従来にない処理プロセスを用いることが最大の特徴である。

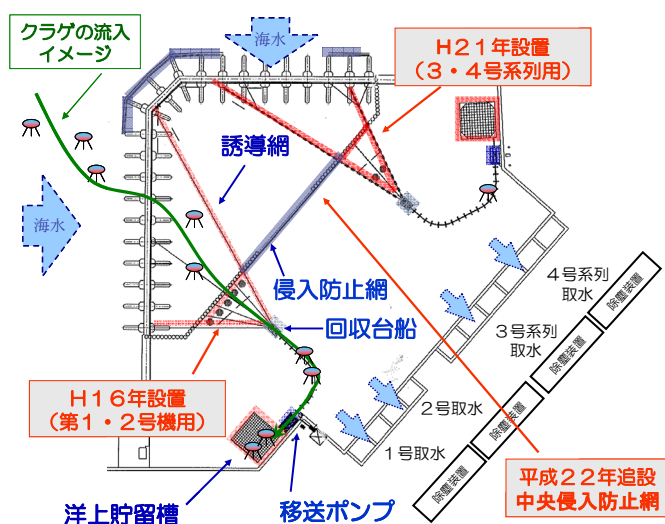


図1 クラゲ洋上処理システム（概念図）

(2) 設備構成

① 回収プロセス

回収プロセスの構成は、誘導網と侵入防止網からなる。誘導網は取水口の底面まで到達しない水面から深さ2mの網であり、流れ方向と片側誘導網との角度が30°以内、両方の誘導網でできる最大60°の鋭角に展開することでクラゲを網に張り付かせず、取水量を確実に確保しながら下流に誘導する役割を持つ。最下流は、三角形の袋状の構造とし、頂点に配置した回収台船は集められたクラゲの吸込口の役割を持つ。

また、侵入防止網は、クラゲの捕捉性能の向上対策として、2つの誘導網の間に追設したものであり、取水口へのクラゲの流入を防ぎつつ誘導網によるクラゲの回収を補助する役割を持つ。

i) クラゲの挙動解析

網による回収は取水口カーテンウォール内の海水の流れを利用することから、設計時に取水口の流れを数値流体力学（CFD：Computational Fluid Dynamics）により解析し、さらに、クラゲの挙動について検証を行った。

クラゲの挙動を評価するにあたり、まず、海水の流れとクラゲの流れの関係を検証した。その結果、カーテンウォール内の流速は、5～20cm/s程度であり、クラゲの遊泳力が3cm/s程度であることから、クラゲの挙動は海水の流れと同一とみなすことができる。

解析にあたっては、運用条件が変化しても共通の指標で性能を比較するためクラゲの回収効率を捕捉率として定義した。捕捉率はカーテンウォール外側にクラゲを模擬したモデル粒子の発生点を均等に配置し、誘導網を通過した量（誘導網の捕捉量）とカーテンウォール外側に設定したモデル粒子の量（取水口に流入する量）の割合とした。

ii) 捕捉性能の向上対策の検討

回収用の網の構成を設計する際、流入したクラゲが網に張付くことにより、網が閉塞し、取水障害が発生することを回避し、安定した取水を確保することが前提となるため、むやみに網を拡張することができず、海水の流れを考慮し、部分的に網の一部を開口する構成としている。しかし、発電プラントの増設や発電プラントの運用状況による海水の流れの変化により、一部のクラゲが取水量を確保するために設けている網の開口部より流入する事象が認められた。

そのため、安定した取水を確保しつつ、洋上処理システムの捕捉性能を向上するため、クラゲを効率よく誘導網に誘導する方法を検討した。

改良の方法として、誘導網を大きくすることや、システムをさらに増設する等の案を検討したが、設置スペースが足りないことやコスト面の増大という課題があった。

そこで、クラゲ洋上処理システムの1・2号機用システムと3・4号系列用システムの誘導網の間に取水口の底から水面まで全面にわたる範囲に侵入防止網を追設することとした。

図2の④の部分に新たに追設した侵入防止網を示す。侵入防止網はクラゲにより閉塞するまでは、取水に影響を与えずクラゲのみを捕捉し、閉塞した場合でも、両側に設置された誘導網へ、クラゲを誘導する役割を果たす。追設による副作用としてクラゲが侵入防止網全体に張付き、取水障害の発生が懸念されたため、網が閉塞した状態をシートで塞ぐことで模擬し、実機にて設置による取水性能への影響を検証した。

その結果、侵入防止網が全て閉塞した際にも、取水口内部の水位変動は認められず、クラゲが移送されることで、常に網が閉塞しない状態を保っている誘導網を介して、安定した取水が可能であることを確認した。

図3に侵入防止網が閉塞した状態での解析結果を示す。侵入防止網により既設の誘導網へ流れが集約されている様子が確認できる。

また、侵入防止網の設置前と後の捕捉率の比較結果を表1に示しており、捕捉性能の大幅な向上が期待される結果となっている。

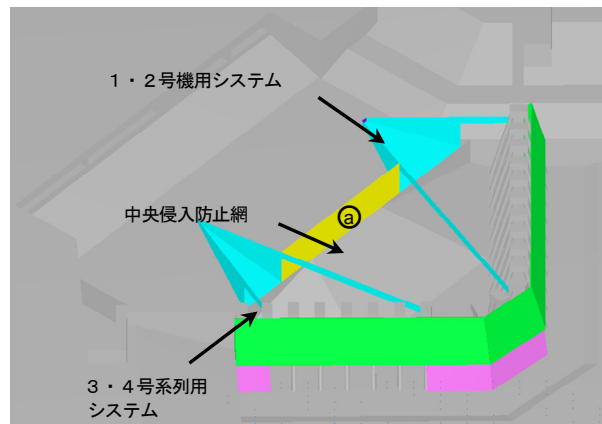


図2 クラゲ洋上処理システムモデル

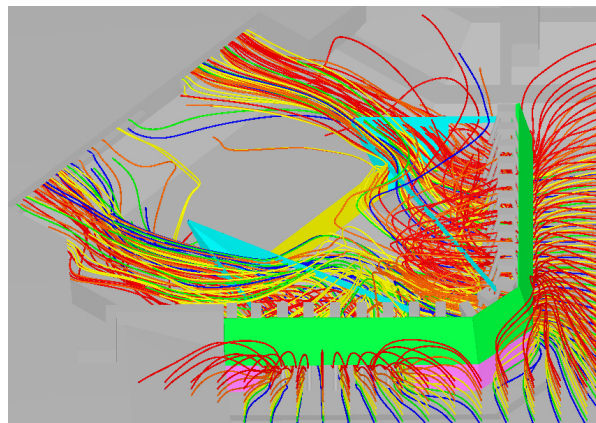


図3 クラゲ洋上処理システムの解析

表1 侵入防止網設置前後の捕捉率比較

	1・2号機用 システムの捕捉率 (%)	3・4号系列用 システムの捕捉率 (%)	全体の 捕捉率 (%)
設置前	25.5	18.6	44.2
設置後	42.0	50.8	92.8

② 移送プロセス

i) 設備構成

誘導網等により回収したクラゲを、回収台船から移送配管を経由し、洋上貯留槽に移送する手段として、主に漁業の養殖場で用いられているインペラのないフィッシュポンプを改良したクラゲ移送ポンプを設置した。

ii) 関連法規を踏まえた設備性能の検討

移送プロセスを構築するにあたり、発電所のクラゲ処理に関連する法規として、1975年（昭和50年）に発効したロンドン条約（廃棄物その他の物の投棄による海洋汚染の防止に関する条約）及び、国内法である廃棄物処理法（廃棄物の処理及び清掃に関する法律）を考慮した。

国内法の基となるロンドン条約では、漁業を除いた産業において、海水から取り出した海洋生物の投棄を禁止しており、廃棄物処理法では、廃棄物の定義のひとつに動物の死骸が挙げられていることから、陸揚げにより海水から分離されると容易に損傷し、死亡するクラゲは再び海には戻せず廃棄物として扱われている。

よって、クラゲ移送ポンプの開発では、移送されるクラゲが廃棄物に該当しないように、移送に伴う損傷がない性能を確保する必要がある。さらに、関連法規より、陸揚げ処理を回避する必要があることから、全てのプロセスを洋上とする構成とした。

iii) 検証試験

ポンプ移送によるクラゲの損傷状態を調査するため、ポンプ出口で回収した移送後のクラゲ状態（形状・拍動数）を確認した。

開発当初はポンプの設置位置が陸上であったため、ポンプの揚程が約3mと高いことが影響し、移送後のクラゲに一部傘の損傷が見られ、拍動が止まって死亡したように見られる個体が認められた。

その後、配管内の移送に伴うクラゲの損傷を回避するため、設置位置を洋上に変更することでポンプ揚程の低下を図った。改善後、再度、移送試験を行ったところ、写真1（A図）に示すように移送後のクラゲに外傷が認められなく、さらに水槽に収容すると写真1（B図）に示すように直ちに元気に遊泳することが確認できた。

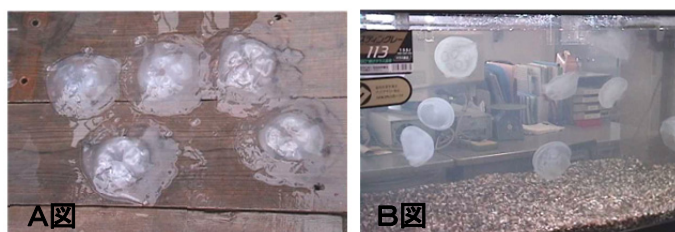


写真1 ポンプ移送後のクラゲの観察

③ 消滅プロセス

i) 設備構成

消滅プロセスを構成する装置である洋上貯留槽は1辺の長さが10m×10m、深さが2.5m、目の開き約30mmのナイロン網地製であり、クラゲの消滅機能と悪臭対策の機能を確保するため、水面から深さ90cmまで網地の内側にシートを設けた。

シートを布設することで、貯留槽の表層部は移送ポンプからの吐出流により5cm/s程度の緩やかな環流を発生させている。

一方、下層部は貯留槽に流入した海水がシート下部より槽外に吐出する表層から下層に向かう垂直方向の緩やかな流れと、除塵装置に向かう20cm/s程度の水平方向の流れ

れが形成される。写真2にクラゲ收容時の状況を示す。

槽内の水流を上層部と下層部で異なる状態にすることで、クラゲ減量の促進効果が図られると共に、槽下層部の水中でクラゲが消滅するため、消滅過程で発生する臭気の拡散を防止する効果が得られる。

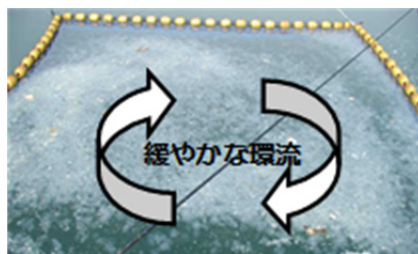


写真2 洋上貯留槽表層の還流

ii) 消滅効果の検証と運用実績

消滅機能を検証するため、縦横高さが各1mの鉄製フレームに、目の開き約30mmのナイロン製網地を側面と底面に取り付けた試験用の生け簀3個を取水口に設置した。

本試験装置にクラゲを收容し、経過日数に対するクラゲの減量を調査したところ、收容密度が高いと減量速度が速くなる傾向を確認した。図4に減量速度に対する收容密度の影響を示す。

また、洋上貯留槽上部の網地の内側にシートを施工し、表層部に環流を形成させることにより、減量速度に影響を与えることを確認した。

環流が発生する上層部と流れが少ない下層部の体積比ごとの減量速度の違いを図5に示す。

最も減量効果が期待できるシートの幅は、貯留槽の深さに対して3分の1の割合であった。

実際の運用においても、洋上貯留槽の網地内側のシート範囲は層の深さに対して3分の1に設定している。

運用する中で実際の洋上貯留槽によるクラゲの消滅効果を調査した結果、最大約100t/日のクラゲ流入実績に対し、約5日で完全に消滅することを確認した。

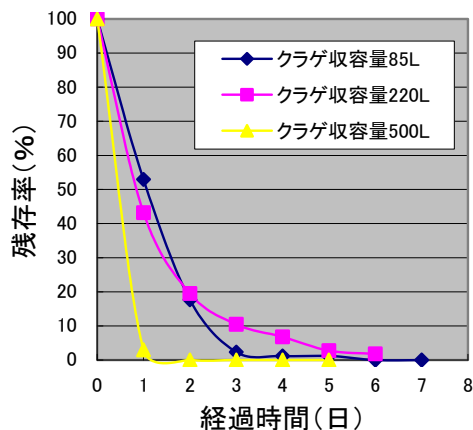


図4 收容密度とクラゲ減量速度の関係

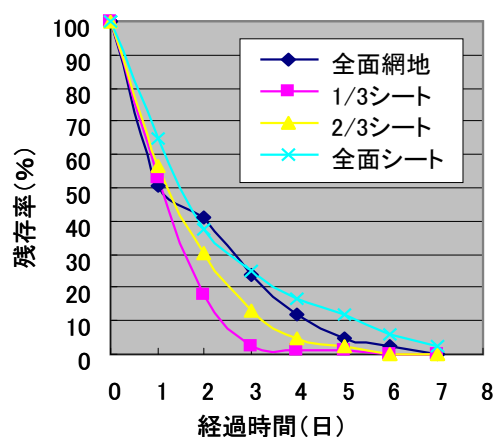


図5 シート幅とクラゲ減量速度の関係

iii) クラゲ消滅の考察

図6に洋上貯留槽内におけるクラゲの挙動イメージを示す。誘導網で回収され、移送ポンプで生存状態のまま洋上貯留槽に移送されたクラゲは、収容当初は貯留槽表層部で元気に遊泳するが、表層部はクラゲの密度が高い状態が保たれることから、クラゲ同士の接触が促進されることにより、徐々に痩せて衰弱してゆく。この事象は、クラゲ同士の接触に伴い生体防御のために分泌している体表面の粘液が擦れ落ちるため、クラゲは擦れ落ちた分の粘液を分泌しようとするが、時に体が消耗し痩せ細るため、いずれ十分な粘液を分泌することができなくなり細菌に感染しやすい状態に至り、衰弱すると考えられる。

また、貯留槽内は表層部に流入する海水がシート下部より槽外に吐出する緩やかな流れが常に形成されていることから、表層部のクラゲの一部はその流れに誘導されることで、徐々に下層部に集積する。

特に多量に流入した際は、衰弱したクラゲより、優先的に下層部に集積する。

下層部に誘導されたクラゲは、除塵装置に向かう 20cm/s 程度の水平方向の流れにより、網に張付くこととなる。

張付いた状態になると、クラゲの傘の運動が拘束されるなどの影響により、クラゲ自身が持つ自己溶解酵素による自己消化及び微生物が生産するコラゲナーゼ等によりタンパク質が分解し、速やかに溶解するものと考えられた。

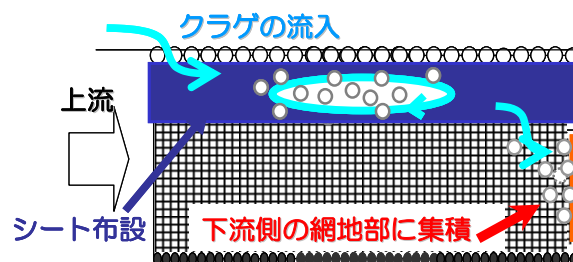


図6 洋上貯留槽（断面図）

iv) 洋上処理に伴う水質影響

当発電所の海域は、生活環境の保全に関する環境基準の海域B類型として指定を受けており、基準となる項目及び値は、pHが7.8以上8.3以下、溶存酸素（以下DO）が5mg/l以上、CODが3mg/l以下となっている。

本システム設置以降の期間中、取水口及び放水口のpH・DO・CODを測定し、水質への影響を継続的に評価した結果、取水と放水の海域における水質の変化は認められず、洋上処理に伴う水質影響は少なく、環境基準を満たすことを確認した。

2.2 特許の有無

(1) 特許取得

- ・特許第4734107号

クラゲの洋上処理システム（本システムのクラゲ消滅手法とその基本構成）

(2) 国際特許申請中

- ・異物洋上処理システム（効果的にクラゲを回収する誘導網等の装置方法とその設計手

法)

- ・クラゲの洋上処理システム（クラゲ消滅速度を調節する手法等、従来システムから改良した点）

2.3 性能

(1) クラゲ回収性能

クラゲ回収装置の設置位置や誘導網の展張角度等によりクラゲの回収率が決定する。

また、細かく見ると取水口の流況やクラゲの侵入箇所によっても回収率が変化する可能性が考えられる。回収したクラゲ量と除塵機で回収したクラゲ量を両方把握することにより、クラゲ回収率を確認することができる。東新潟火力発電所では、安定した取水を確保しつつ、流入するクラゲの 80～90%を確実に除塵装置の手前で捕捉することに成功した。（詳細は、上記回収プロセス参照。）

(2) 洋上処理

洋上設置した貯留槽に收容したクラゲは、5日間でほぼ 100%消滅する。クラゲ以外の流入異物は貯留槽に残るため、クラゲが消滅した後容易に回収できる。（詳細は、上記消滅プロセス参照。）

(3) 運用実績

平成 15 年に本システムの運用開始前後の期間における発電プラントのクラゲ流入に起因した負荷抑制回数の推移を図 7 に示す。

設置前は年 4～6 回発生していた負荷抑制が、設置後、大幅に減少しており、安定運転に寄与することができた。

また、平成 20 年及び平成 21 年に負荷抑制が年 1 回ほど発生しているが、これは、平成 18 年の発電プラントの運開に伴う取水口の流況の変化による影響であり、捕捉性能の向上対策として、平成 21 年度に 3・4 号系列用システムの増設及び平成 22 年度に侵入防止網を追設している。

捕捉性能の向上対策を実施した結果、流入経路が変化しても安定した捕捉率を確保し、プラントの安定運転に大きく寄与することができた。それに伴い常設の除塵装置にクラゲが張付くことで発生する除塵装置前後の水位差の発生も図 8 に示す通り、大幅な減少が認められており、クラゲの流入防止の効果を得ている。

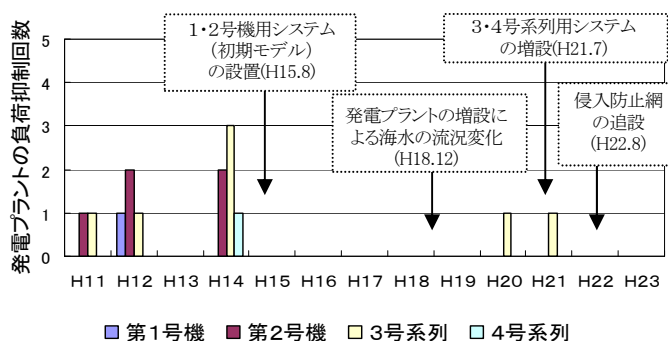


図7 クラゲ流入を起因とする発電プラントの負荷抑制回数

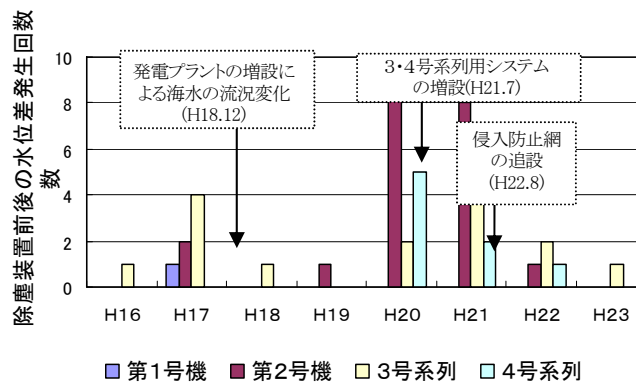


図8 クラゲ流入を起因とする除塵装置前後の水位差（40cm以上）発生回数

2.4 維持管理

本装置は、周年を通じて使用できるが、導入した発電所では対象となる小型のクラゲ（ミズクラゲ、アカクラゲ）の来遊時期が6月～9月に限られていることから、6月に設置し、10月～11月に撤去するため年間のうち約半年間だけ運用する。

(1) 網構造物

撤去した網構造物は、付着した生物などの汚れを高压水で洗浄し除去した後、擦り切れた箇所などをリペアーして次シーズンまで保管する。設置する約1ヶ月前に、網地を防藻塗料に浸漬塗布し、乾燥して防藻加工を施す。

(2) 移送ポンプ

撤去したポンプは、分解点検、不具合箇所の修理を行った後、次シーズンまで、保管する。

2.5 経済性

本対策で今後発生する経済効果についてはクラゲの襲来量により変動し、回避できる負荷抑制量も把握困難なため、定量的に見通すことは難しいが、過去の負荷抑制事例を本対策で回避できたと仮定して試算した結果、負荷抑制の回避、産業廃棄物処理費の低減、除塵装置等の損傷に伴う修理費の軽減等により、年間約20百万円の効果があつたとの結果を得た。

2.6 将来性

カーテンウォール式で取水口前面に発電所が占有する海域がある発電所では、従来のクラゲ防止網に替わって、本装置を導入する可能性が高い。現在少なくとも7つの火力発電所と1つの原子力発電所で導入に向けて検討を行っている。

また、取水口前面に発電所が占有する海域がなく、海底から管路によって取水する発電所においても、本装置の汎用型として、将来には臨海工業で海水を取水する全ての発電所で適用可能になると考えている。

2.7 独創性

クラゲの流入防止と廃棄物処理という従来は独立して行っていた2つの機能を1つの装置システムで行う点で類似の技術がない。その他にもクラゲによって目詰まらない網の展

張方法を確立した。クラゲを殺さず壊さないポンプを実用化した。貯留槽に環流を設けてクラゲの自然消滅をコントロールし、従来発生していた腐敗に伴う悪臭も完全に防止し、水質悪化を防止する装置を確立した点に独創性があると考えられる。

3. 応用分野

(1) 大型クラゲ対策

大型クラゲ対策として、洋上処理のコンセプトを応用したシステムが、平成19年に関西電力株式会社の美浜発電所に導入された。

(2) 貝類等廃棄物対策

発電所では、クラゲ以外にも取水路等の海水設備に貝類などが繁殖し、同様の廃棄物問題を抱えている。特に取水路の定期点検時には多量の貝類が廃棄物となって、腐敗により工場内が著しい悪臭に見舞われる場合がある。貝類等廃棄物対策としては、コンポスト等の技術開発がなされてきたが、長期的に稼働している採算の見合うプラントはほとんど知られていない。

現在、取水路の水を抜かずに潜水夫が除貝作業を行うウェット工法が普及しつつあるので、今後は貝類等の海生生物についても洋上処理する装置のニーズがある。

日本産業機械工業会会長賞 「高効率真空式ガス温水ボイラ (GTLシリーズ)」 株式会社 日本サーモエナー

1. 開発経過

一般家庭及び業務用温水市場においては、様々な給湯器や温水ボイラが多量のエネルギーを消費しており、資源エネルギー庁の「エネルギー白書 2011」によると、これらは我が国のエネルギー消費全体の約7%を占めている。この温水市場では、昨今の環境負荷低減への意識の高まりから、再生可能エネルギーを利用した電気式ヒートポンプ給湯器が広く導入されつつあるが、市場の多くは未だ燃焼式の温水ボイラが担っている。また、我が国の電力供給においては、原子力発電の縮小の傾向から一時的には火力発電に依存せざるを得ない状況にあり、化石燃料利用機器の高効率化は重要な課題である。

業務用温水ボイラ、バコティンヒーター®は、当社の親会社である株式会社タクマが世界初の真空式温水ボイラとして1974年（昭和49年）に発売を開始した。取扱いに免許や資格を必要とせず、高効率で耐久性に優れていることから、ホテル、温浴施設や温水プールなど幅広い分野の業務用給湯施設の熱源として受け入れられてきた。2005年（平成17年）に当社が設立され、株式会社タクマから製造、販売、メンテナンス事業を引き継いだ。2010年（平成22年）には累計出荷台数が80,000台を突破し、バコティンヒーター®は、真空式温水ボイラ市場の60%以上のトップシェアを誇る当社の主力商品となっている。

従来一般的な業務用温水ボイラの効率は廉価タイプで86~88%、高機能タイプで89~91%であった。10年程前の温水市場では、油焚きが主、ガス焚きが従の関係があり、バコティンヒーター®は油焚きを主として缶体を設計していたため、油焚き排ガス中の硫酸凝縮による缶体の腐食を考慮すると排ガス温度を下げられず、十分な熱回収が行なえていなかった。また、温水ボイラは低価格なものが要求され、家庭用温水器では効率105%（以下、効率は低発熱量基準）の排ガス潜熱回収型が登場したものの、業務用市場では伝熱面積を増やしてまでイニシャルコストを上げた高効率機器を求められることはなかった。

現在は、都市部から郊外への天然ガス供給のインフラが整ったことで、ガス焚きが主、油焚きが従の関係になっており、地球温暖化防止や環境負荷低減の観点からライフサイクルコストやCO₂削減を重視するエコロジーなニーズが増えている。このような背景から当社では、排ガスの顕熱を最大限に回収できるようにガス焚き専用缶体とし、ボイラ効率を95%とした真空式ガス温水ボイラGTLシリーズを開発した。

一般的に温水ボイラは、湯切れの問題を避けるため最大負荷に余裕をみて熱出力を選定する。そのため、平均的には負荷率20~30%で運転している。従来温水ボイラで一般的な、ターンダウン比=1:1のON-OFF制御（燃焼負荷率0,100%）や、ターンダウン比=2:1の3位置制御（燃焼負荷率0,50,100%）のものでは、負荷率が下がるにつれて間欠運転の頻度が増加するため効率が著しく低下していく。そこで、GTLシリーズではこの低負荷時の効率向上を図るため、ターンダウン比=5:1の比例制御方式（燃焼負荷率0,20~100%）とした。

GTL シリーズでは、逆火の恐れがない安全な先混合式の低 NOx バーナを標準仕様として搭載する。本バーナは、20～100%の全負荷で排ガス O₂濃度が 3～7%（空気比 λ=1.17～1.5）の幅広い燃焼範囲を確保できる。また、実用運転域となる排ガス O₂濃度が 5%付近（空気比 λ=1.3）では、CO 排出値は 10ppm 以下となり、極めてクリーンに燃焼する。また、NOx 排出値（O₂=0%換算値）は全負荷での燃焼範囲で 35ppm レベルの実力値を示し、優れた性能を有する。

このように GTL シリーズは、従来比 5%以上の定格ボイラ効率の向上と、部分負荷効率の向上を果たすと同時に、クリーンな低 NOx バーナを搭載した高効率温水ボイラである。また当社では、さらなる高効率温水システムを提供するために、温水ボイラのオプション機器として、排ガスの潜熱を回収する外付け式エコノマイザを用意している。GTL シリーズにエコノマイザを組み合わせた GTLH シリーズでは、システム効率が 105%を超える温水システムが実現可能となる。

一昨年の東日本大震災は、我が国に経済危機とエネルギー危機をもたらした。2010 年（平成 22 年）に策定された「エネルギー基本計画」では、エネルギー資源不足を解消するため原発による発電量を 2020 年までには約 30%、2050 年までに 50%まで引き上げる予定だったが、白紙撤回となった今、温室効果ガスの主原因である化石燃料へ一時的に依存せざるを得ない状況となった。

現在温水ボイラ市場の設置台数は、油焚が依然と多く温室効果ガスの削減を達成するためには、再生可能エネルギーによる発電や安全を確保した原発稼動に期待せざるを得ないが、それだけで可能か疑問が残る。

我が国のエネルギー消費の約 7%を占める業務用温水市場の温室効果ガスの削減が、まさにキーポイントの 1つと考える。

2. 装置説明

2.1 構造、原理

真空式温水ボイラ（潜熱回収エコノマイザ付）の原理図を図 1 に示す。

ガスバーナと分割火炎を図 2 に示す。

GTL-500 及び GTLH-500 の外観を図 3 に、外形寸法を表 1 に示す。

(1) 温水ボイラ本体

燃焼室の周囲を減圧蒸気室で囲む構造で、減圧蒸気室内に封入した熱媒水をバーナで加熱し、大気圧下の沸点よりも低い温度で沸騰・蒸発させる。この低温の蒸気は、減圧蒸気室内に設けた給湯・暖房用の熱交換器と熱交換し、凝縮水となって再び熱媒水に戻るサイクルを繰り返す。

真空式温水ボイラの主な特長を以下に示す。

- ・減圧蒸気による熱交換（凝縮熱伝達）であり、熱媒水を輸送する熱源ポンプが不要
- ・凝縮熱伝達は蒸気を持つ顕熱と潜熱を同時に回収するため熱交換効率が高い
- ・本体内は減圧状態であり原理的に爆発の恐れがなく、本体内部は空気と触れないため腐食がない
- ・バーナの火炎は、缶水（熱媒水）への熱交換は、沸騰熱伝達により激しく攪拌されるため缶水温度が各部位においても均一で、給水温度に影響されなく、火炉、水管の腐食がないため長寿命

- ・熱媒水の劣化がなく、薬品管理も不要

燃焼室を出た排ガスは、伝熱水管群を通過して熱媒水と熱交換した後、大気中に放出される。

温水ボイラの伝熱壁面温度は 100℃以下であり、油焚き（A重油）の燃焼ガスに含まれる硫黄酸化物の露点以下であるため、硫黄酸化物が凝縮や再加熱を繰り返して固化すると、伝熱水管群の排ガス通路を詰まらせるため、水管配列ピッチを広くとる必要がある。またフィン付水管では、上記の理由により、フィン隙間が閉塞されるため、油焚きボイラでは採用できない。さらに排ガス温度を下げる程この傾向が強まるため、ボイラ効率は 91%（排ガス温度 180℃程度）を限界としていた。

図 4 に油焚きボイラの硫黄酸化物による水管の閉塞例を示す。

GTL シリーズはガス焚き専焼缶体であり、排ガス中には硫黄成分は含まれないため、上記の問題を考慮する必要はなく、伝熱水管群の上流側では水管ピッチを詰めて配置することが可能であり、下流側ではフィン付水管を採用し、さらに独自のフィン配置とすることで、排ガス流速低下や排ガス凝縮水のフィン隙間への付着による熱伝達率の低下を抑える特長が得られ、ボイラ効率 95%を達成した。

図 5 に GTL シリーズのフィン水管を示す。

(2) 潜熱回収式エコノマイザ

潜熱回収に伴う排ガス凝縮水はフィン水管の表面に発生し、表面張力によりフィン水管上で成長し伝熱を阻害する。排ガスが上部から下部に流れるダウンフロー方式とすることで、水滴の落下を促進し潜熱回収効果を高めた。発生した凝縮水は酸性のためフィン水管は SUS316L を使用し、エコノマイザ下部に設けた中和装置で pH 調整し排出する。本エコノマイザの追加により、ボイラ効率 105%（給水温度 5℃）を達成した。

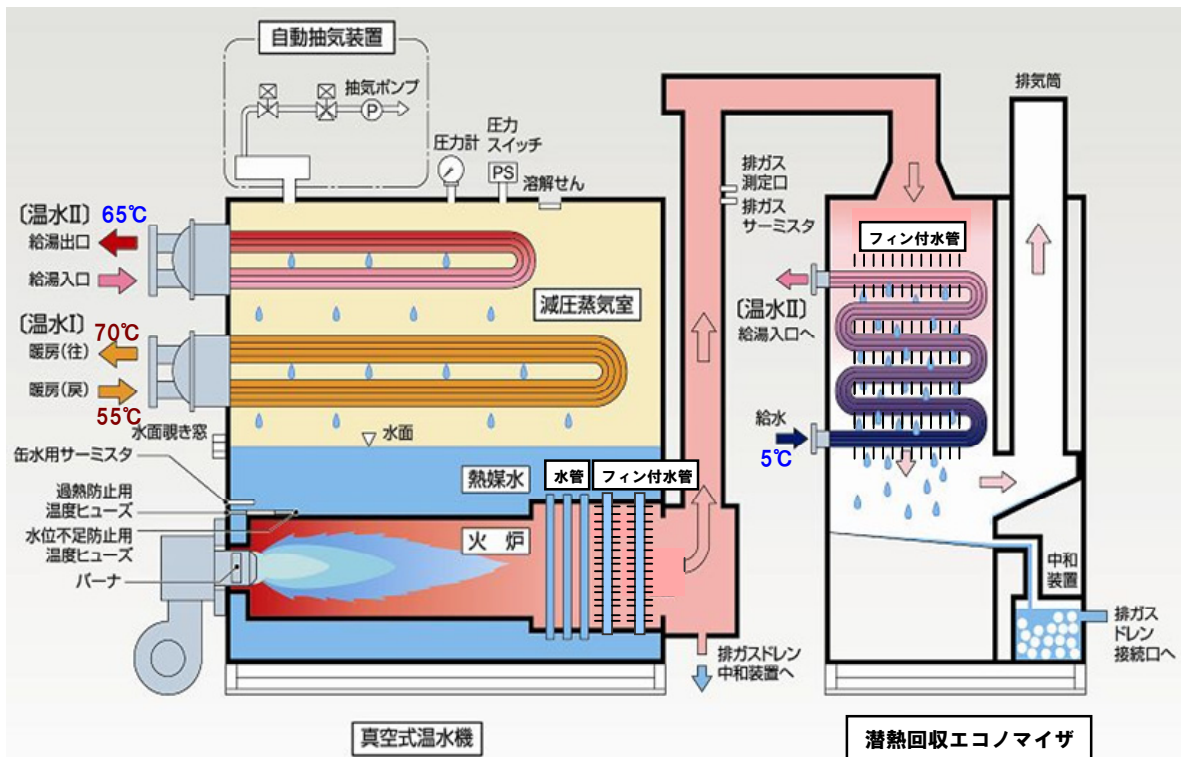


図 1 真空式温水ボイラ（潜熱回収エコノマイザ付）原理図

(3) ガスバーナ

逆火の恐れがなく安全な先混合燃焼方式の低NO_xバーナを採用した。本バーナは、燃焼筒内に保炎板を上流側と下流側に持ち、上流保炎板を円周方向に6分割した空気流路を形成する。燃料ガスは上流保炎板と下流保炎板の間から燃焼筒半径方向へ、空気噴流に交差しないように噴出される。上流保炎板背面では、燃料ガスと空気が混合する境界面から火炎が発生し、さらにこの混合ガス噴流が、下流保炎板の外縁と干渉し、綺麗な6分割火炎が碗状に広がるように形成される。火炎を分割化することで、局所的な高温部を抑えると同時に、分割された混合ガス噴流が、燃焼室内の排ガスを自己再循環で引き込むことによる緩慢燃焼により、燃焼量が20～100%の範囲で安定した燃焼が可能で、サーマルNO_x、COの発生を抑えた燃焼が可能となる。

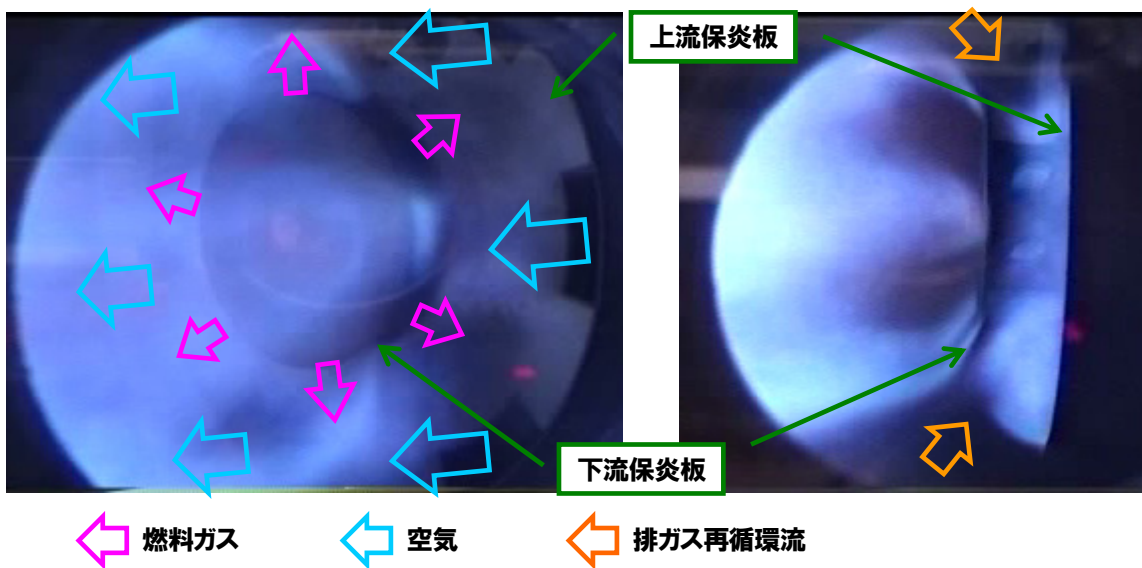


図2 ガスバーナと分割火炎



図3 外観図

表 1 GTL シリーズ外形寸法 (単位 mm)

型式	幅	奥行	高さ
GTL-300	770	2,096	1,617
GTL-400	820	2,246	1,685
GTL-500	820	2,438	1,685

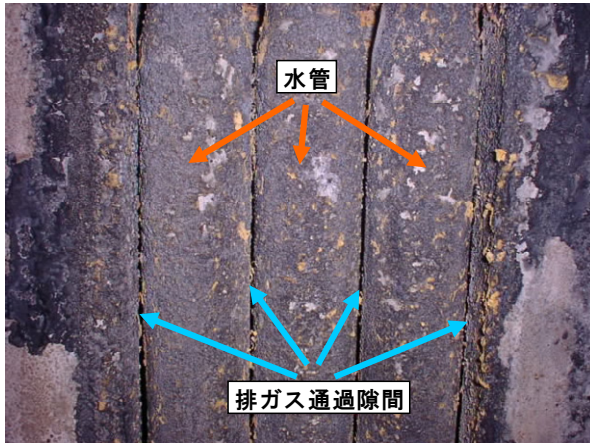


図 4 油焚きボイラ水管閉塞

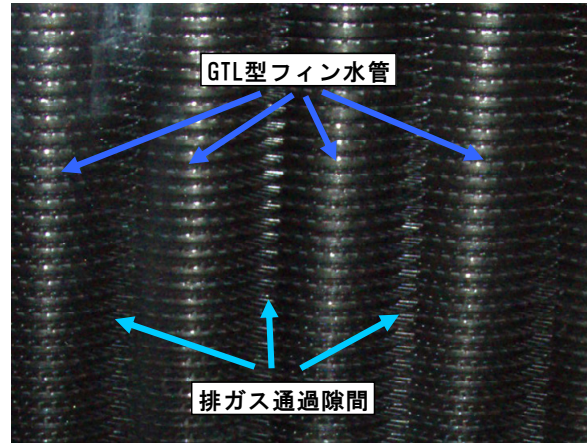


図 5 GTL シリーズフィン水管

2.2 特許の有無

表 2 に本バーナ及びボイラに関する出願済み特許リストを示す。

表 2 特許申請リスト

No.	公開番号	名称
1	特開 2012-102906	真空式温水機排ガスの熱回収装置及びこれを用いた熱回収方法
2	特開 2012-102907	真空式温水機排ガスの熱回収装置及びこれを用いた熱回収方法
3	特開 2012-102908	真空式温水機排ガスの熱回収装置及びこれを用いた熱回収方法
4	特開 2012-102909	熱交換装置及び真空式温水機
5	特開 2011-102910	真空式温水機

2.3 性能

(1) ボイラ効率

真空式温水ボイラの効率を図 6 に示す。

従来の真空式温水ボイラの一般的なボイラ効率は 90%程度であり、熱出力 350kW 以下のものでは ON-OFF 制御が主流であり、熱出力 350kW を超えるものでは 3 位置制御が主流であった。ターンダウン比とは、燃焼量を定格に対してどこまで絞ることができるかを表す指標であり、例えばターンダウン比=2:1 の 3 位置制御 (燃焼負荷率 0, 50, 100%) であれば、温水ボイラは負荷率 50~100%ではこの間を反復しながら連続燃焼し、負荷率 50%以下では間欠運転を繰り返す。真空式温水ボイラは、一般的な温水ボイラと比較して放熱損失が少

ないのが特長であるが、例えば負荷率 25%で使用すると、定格ボイラ効率に対してターンダウン比=2:1のものでは約6%、ターンダウン比=1:1のものでは約13%もの効率の低下が生じてしまう。

GTL シリーズの定格ボイラ効率は、従来ボイラよりも約5%上昇させた95%である。またターンダウン比=5:1の比例制御バーナの搭載により、燃焼量を負荷率 20%まで連続で絞ることができるため、同負荷率までのボイラ効率の低下はなく、むしろ僅かに上昇する傾向がある。例えば負荷率 25%でのボイラ効率を、従来のターンダウン比=1:1のものと比較すると、約20%上昇し、さらにエコノマイザを追加したGTLHシリーズでは約30%上昇する。

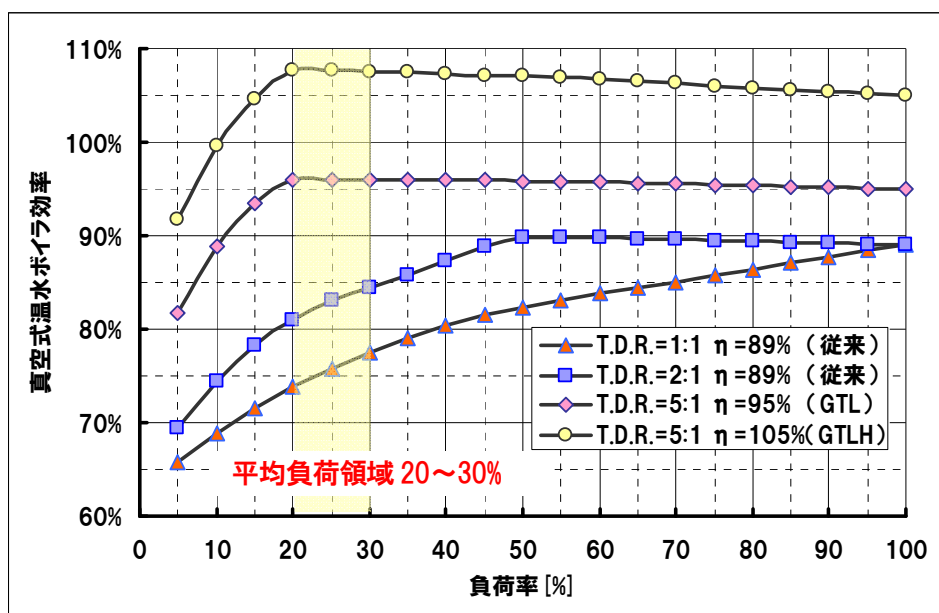


図6 真空式温水ボイラ効率

従来の性能評価では、100%負荷時の効率の差で評価は行われていたが、実際の給湯システムでは、最大負荷を考慮して貯湯タンクを設け機種容量を小さくするため運転開始時の立ち上がり負荷以外は、ほとんど運転しなく、平均的に20~30%の負荷率となる。この傾向は、暖房においても同じである。

温水ボイラの省エネ性を評価するには、この部分負荷率時の効率を評価する事が必要であり、燃料削減、温室効果ガスの削減に結び付く。

図6において、負荷率20%時における、本製品のターンダウン比=5:1と従来機種ターンダウン比=1:1との効率比較した場合を表3に示す。

表3 ターンダウン比の違いによる平均負荷時の効率比較

機種	ターンダウン比	効率	備考
従来機種	1:1	78%	100%負荷時の効率=89%
従来機種	2:1	81%	100%負荷時の効率=89%
GTL型	5:1	96%	100%負荷時の効率=95%
GTLH型	5:1	107%	100%負荷時の効率=105%

上記のように、20～30%負荷時において、大幅な効率低がなく、逆に効率がアップする。

(2) 燃焼性能

100%負荷時の燃焼特性を図7に、部分負荷（50%、20%）時の燃焼特性を図8に示す。

GTLシリーズの先混合式低NO_xバーナでは、20～100%の全負荷域で排ガスO₂濃度が3～7%（空気比λ=1.17～1.5）の幅広い燃焼範囲を確保できる。また、実用運転域となる排ガスO₂濃度が5%付近（空気比λ=1.3）では、CO排出値は10ppm以下となり、極めてクリーンに燃焼する。また、NO_x排出値（O₂=0%換算値）は全負荷域での燃焼範囲で35ppmレベルの実力値を示し、優れた性能を有する。

従来一般的なバーナでは、排ガスO₂濃度が低く（低空気比）なる程NO_x排出量が増加するが、本バーナでは増加せず、部分負荷では減少する傾向があるのが大きな特長である。

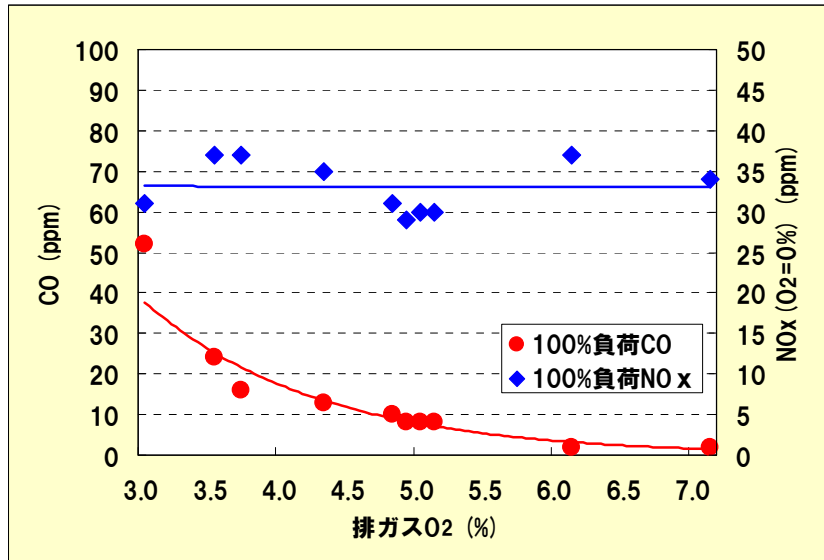


図7 100%負荷時燃焼特性

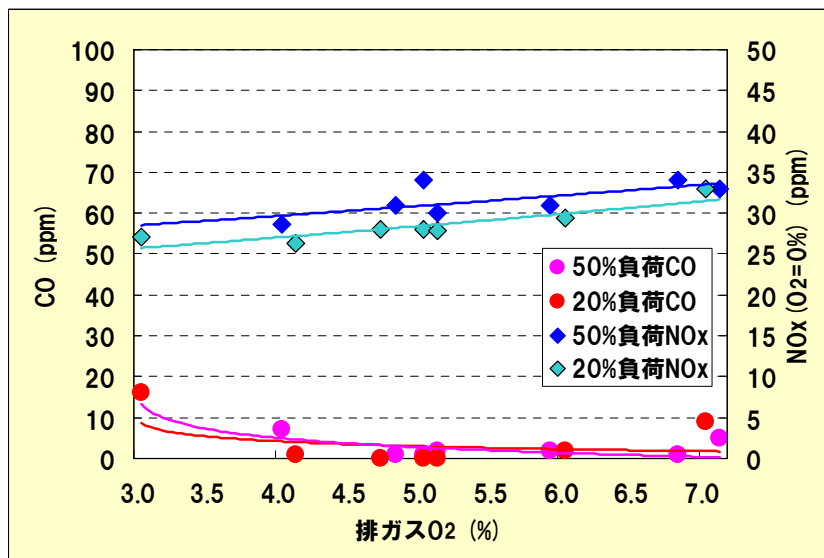


図8 20%、50%負荷時燃焼特性

2.4 維持管理

(1) 運転管理

本ボイラはマイコン制御で、ボタン一つで運転を開始し、缶水の設定温度あるいは温水出口の設定温度により自動運転を行う。

下記のような機能を設けている。

- ・週、月間スケジュール機能
- ・運転パターン設定
- ・ページ待機運転、低燃継続運転機能
- ・運転データ記録（稼動時間、動作回数、運転経歴、異常履歴）
- ・遠隔監視



図9 運転操作パネル

(2) メンテナンス

本ボイラ独自のメンテナンス項目はないが、従来の真空式温水ボイラと同様に、日常点検や定期検査は必要である。

【ボイラ取扱者に点検していただく内容】

- ・ガス漏れ確認（毎日）
- ・煙突から煙が出ていないこと（毎日）
- ・ガス圧力スイッチ、風圧スイッチの作動確認（4ヶ月に1回）
- ・異常消火警報の確認（4ヶ月に1回）
- ・感震装置の作動確認（1年に1回）

【当社サービスマンが取り扱う内容】

- ・ガスバーナの点検清掃（6ヶ月に1回）
- ・炉内、伝熱水管群、エコノマイザの点検清掃（1年に1回）

(3) 主要部品寿命

- ・ガスバーナ 年間3,000時間の運転として、耐用年数5年
- ・エコノマイザ 年間3,000時間の運転として、耐用年数5年
- ・ドレン水中和剤 年間3,000時間の運転として、耐用年数10年

缶本体は、真空容器のため、缶水不足もなく、上記部品などを定期的に交換する事によって、本体及び熱交換器を含めて耐用年数は、15～20年。

2.6 将来性

現在GTLシリーズは、300型(349kW)、400型(465kW)、500型(581kW)を揃えている。これらに加えて、100型(116kW)、630型(733kW)、800型(930kW)をラインナップ化できれば、業務用温水ボイラ市場をほぼ賅うことができる。現在、国内で稼働しているパコティンヒーター®約60,000缶を、将来、全てGTLシリーズに置き換えることができれば、市場全体で約10～20%の燃料消費量削減ができると共に、年間約100万tのCO₂排出量削減が可能となる。

さらに産業分野において加熱源の半分近くは、90℃以下の加温が多く、下記のような分野での利用が可能である。

- ・大型温室(加温温度=約30～50℃)
- ・メッキ槽加温(化成処理、脱脂処理=50～80℃)
- ・消雪(新幹線高架、ポイント消雪=10～40℃、飛行機消雪=30～50℃)
- ・洗浄(列車、飛行機etc=30～50℃)
- ・食品加工(洗浄、加温、貯蔵、解凍、抽出、低温乾燥=30～80℃)

産業分野では、主に蒸気ボイラによる加熱システムが使用されているが、その中でも100℃以下、特に80℃以下の加熱においても蒸気を使用する事が多い。しかし、蒸気ボイラシステムにおいては、ブロー損失や未ドレン回収損失などの熱損失があり、実際有効に使用されていないことが多く、これらのシステムにGTL型温水ボイラを使用した場合、省エネ及び温室効果ガスの削減が期待できる。

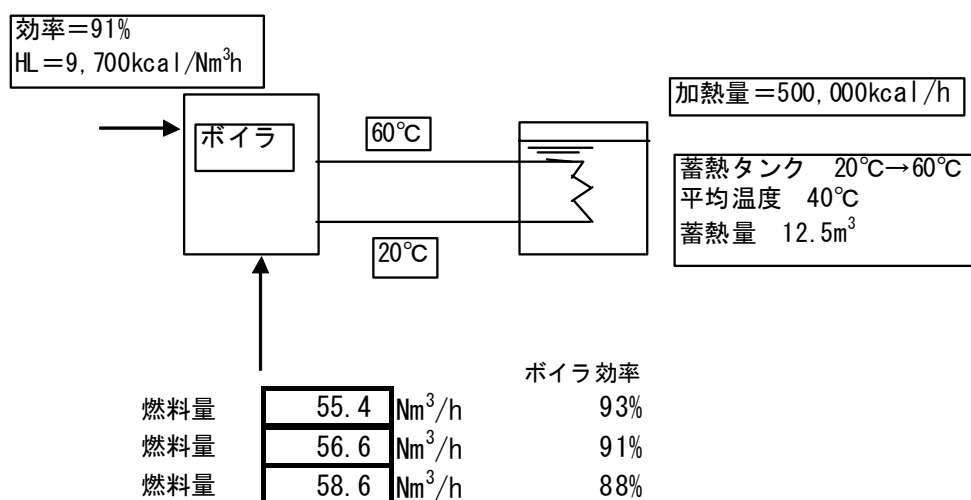
温水加熱を蒸気ボイラと温水ボイラで行った場合の燃料比較を下記に示す。

<条件>

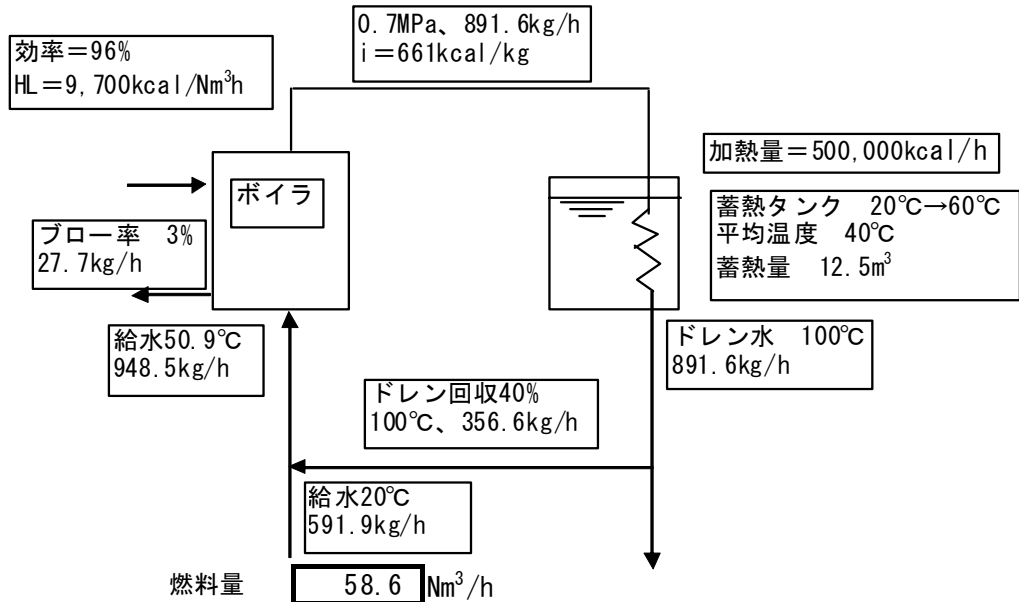
蓄熱タンクを20℃→60℃まで加温する場合。

配管及びタンクなどの放熱量は無視

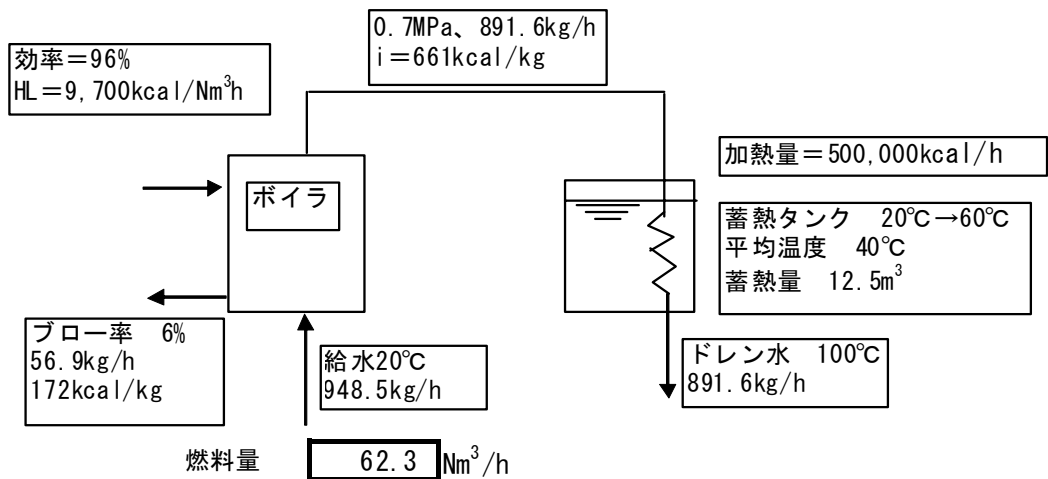
(1) 温水ボイラにて加温する場合



(2) 蒸気ボイラにて加温する場合 * ドレン回収 40%有り



(3) 蒸気ボイラにて加温する場合 * ドレン回収なし



効率96%の蒸気ボイラでドレン回収を40%行った場合と、効率88%の温水ボイラと同程度の燃料消費量となる。これはドレン回収ができていない60%分の熱ロスが損失となっているため、蒸気システムにおけるドレン排出による熱ロスが大きいことを示す。

即ち、蒸気から温水を作るより、直接温水ボイラにて温水を作る方が、省エネ及び温室効果ガスの削減に貢献できる。効率95%のGTL型温水ボイラを用いれば、産業分野での蒸気ボイラによる加温システムを覆すことが可能である。

2.7 独創性

業務用温水分野において、より一層の省エネ・低炭素化社会への要求から、排ガスの顕熱を最大限に回収できるようにガス焼き専用缶体として、ボイラ本体の伝熱水管群にてフィン付水管を最適配列することによりボイラ効率を 95%とし、従来の温水ボイラよりも効率を約 5%上昇させた。

従来のフィン付水管配列を図 11 に、GTL シリーズのフィン付水管配列を図 12 に示す。

従来、缶体にフィン付水管を納めようとする場合、フィン部の径が大きいため水管の設置本数が少なくなる。水管本数が減少することでガス流速が落ち、熱伝達率が低下する。これらの伝熱低下を補うために極力フィンピッチを狭くするが、冷缶立上げ時に排ガス凝縮水が水管周りのフィン隙間に付着し、フィン先端にガス流れが集中するため、有効に熱伝達が行なえなくなる。また排ガス流れはクロスフロー（横向き流れ）であるため、排ガス凝縮水がフィンの隙間から抜けにくい。そこで、従来よりもフィンピッチの広いフィン水管を用い、横方向で並ぶフィン水管同士で、フィンが重なり合うように設置させた。これにより、従来のフィン水管配列よりもフィン部分の伝熱面積は低下するが、熱伝達率は向上するため、定常運転時は同等の熱回収を行なえ、かつ冷缶立上げ時の効率低下を抑制できるようになった。

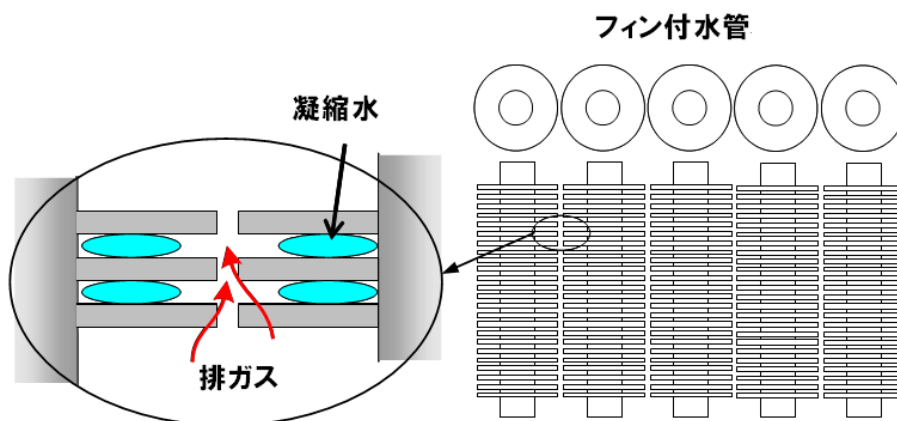


図 11 従来のフィン付水管配列

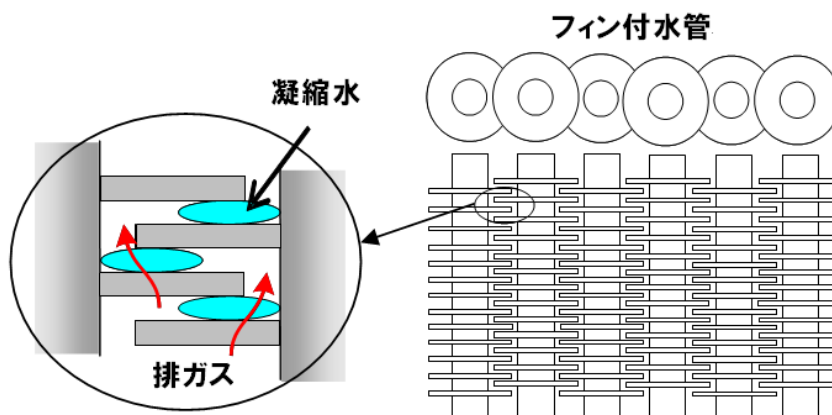


図 12 GTL シリーズのフィン付水管配列

2.8 今後の規制に対する対応策

小規模ボイラにおいて、大気汚染防止法に対する上乗せ基準として、2008年（平成20年）6月に創設された東京都の「低NO_x・低CO₂小規模燃焼機器認定制度」があり、O₂=0%換算NO_x値で60ppm以下、効率95%以上が超高効率燃焼機器として認定される。GTL-300/400型は、本認定を獲得済みである（GTL-500型は伝熱面積が10m²を超えるため小規模燃焼機器認定制度には適用されない）。

今後NO_xの排出基準値が40ppmとなった場合でも十分対応可能である。

3. 応用分野

このGTLシリーズは、ヒートポンプ給湯機と組み合わせることで、ハイブリッド給湯システムとしてさらなる進化を遂げる。従来の温水ボイラのハイブリッド給湯システムは、一般的な平均給湯負荷率20～30%では、温水ボイラの効率が低下するところを高効率なヒートポンプ給湯機が補うためシステム効率を高く維持できるのが特長であったが、GTLシリーズでは低負荷までのボイラ効率の低下がないため、究極の温水システムとなる。

GTLシリーズ及びGTLHシリーズにヒートポンプ給湯機を組み合わせたハイブリッド給湯システムのシステム効率を図13に示す。30kWのヒートポンプ給湯機2台に対して349kWのGTL及びGTLH1台を組み合わせ、ヒートポンプ給湯機の稼動時間を12時間/日とした試算である。

GTLシリーズでは、負荷率20%まではボイラ効率が徐々に上昇するため、システム効率は定格効率に対して常に上昇傾向にあり、ボイラ効率が低下し始める20%負荷以下でもシステム効率は上昇し続ける。このようにGTLシリーズを組み合わせたハイブリッド給湯システムでは、一般的な給湯負荷率20～30%において、システム効率が非常に高い状態での運転が可能となる

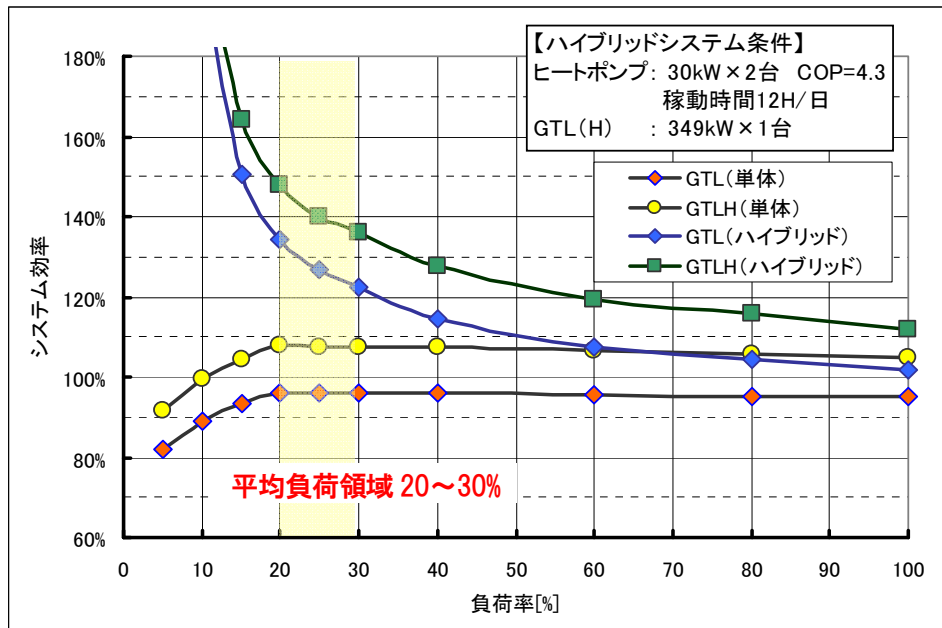
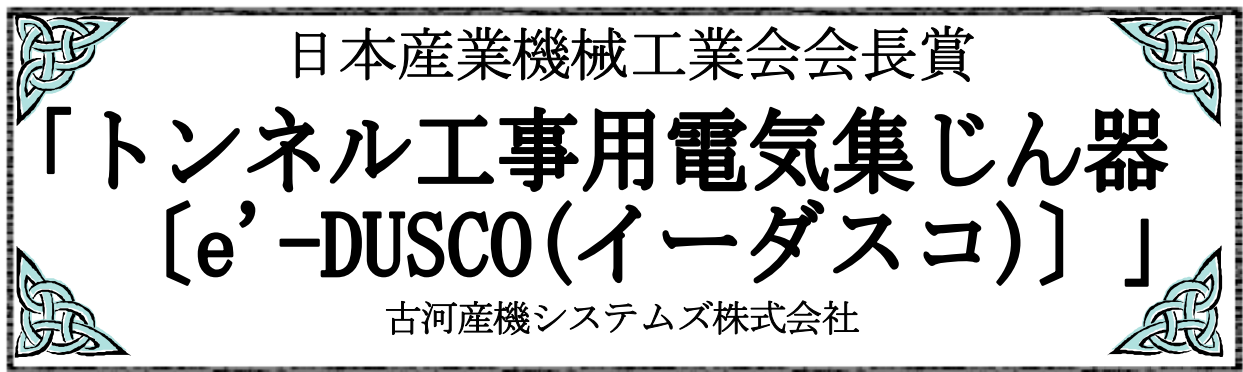


図13 ハイブリッド給湯システム システム効率



1. 開発経過

(1) 趣旨

トンネル工事現場（以下：工事現場）はほぼ閉鎖空間であり、その狭い空間の先端部では、トンネルジャンボ機による削岩や爆薬を使った岩盤発破、そのずり出しと壁面へのセメント吹き付け等の工事が行われている。工事現場では甚だしい量の粉じんが浮遊する。かつ、その空間に浮遊する粉じんは極めて細かいので、重力による早急な沈降は期待できず、工事に従事する作業者の珪肺病罹患への影響が指摘されてきた。

そのため、近年の工事現場では、含じん空気を清浄空気と置換するための外気通風装置の設置に加え、産業用の濾過式集じん機を小型化したフィルタ式集じん機や、同じく自動車排気ガス中の粒子状物質を対象としたトンネル用電気集じん装置の応用品がトンネル工事用電気集じん器として使用されるようになってきた。

しかし、前者では主として動力の面でコストが高くつくことが、後者では荷電不良ほかの不具合が指摘されていた。

そのような状況下、産業用電気集じん装置メーカーである当社が今までに培ってきた排ガス集じん技術を応用し、上記課題を解決すべく開発に着手した。

本装置は高集じん効率でありながら大幅な省電力化を追求し、製品化に成功したことにより、二酸化炭素排出量の削減という課題を解決するだけでなく、東日本大震災に伴う国内原子力発電所の停止による電力会社からの節電要請に対応するトンネル工事用集じん器として活用が可能である。

(2) 目標

- ① 集じん効率 : JIS 規格による 95%以上の集じん効率
: 人体にとって有害な微細粒子を有効に捕集すること
- ② 省電力性 : クラス最高性能の省電力 (37kW 以下とする)
- ③ 安定性 : 故障 (断線) しない放電電極の開発
- ④ 操作性 : 押しボタンのみの運転・停止に加え、タッチパネルによる
運転データを可視化する。
- ⑤ 坑内解体 : 1 日で坑内解体可能となるように装置をユニット化する。
- ⑥ 耐久性 : 過酷な使用条件に耐えられるようにする。
大容量の空気を安定的に処理することで、エアーカーテン効果をさらに高める。

(3) 経緯

- 2009.01 トンネル工事用集塵機の調査開始
- 2009.04 試作機による実験開始
- 2010.03 実証機による社内実験開始
- 2010.05 実証機をトンネル工事現場にて使用（3現場で実証）
- 2011.09 1号機を納入
- 2011.12 2号機、3号機を納入
- 2012.04 4号機を納入
- 2013.01 現在、12号機まで納入

2. 装置説明

2.1 構造、原理

トンネル工事では切羽（掘削場所）に外気導入し、切羽から50～100m後方に集じん器が設置されることが一般的である（図1参照）。

集じん器は切羽の進捗に合わせて移動する必要があるため、トラック台車等に積載可能な構造とする必要がある。本装置を写真1に示す。



図1 トンネル工事模式図



写真1 「トンネル工事用電気集じん器 e'-DUSCO（イーダスコ）」

本装置は、集じん器本体、送風機、洗浄装置等により構成されている（図2参照）。以下に集じん原理・主要構成部品について説明する。

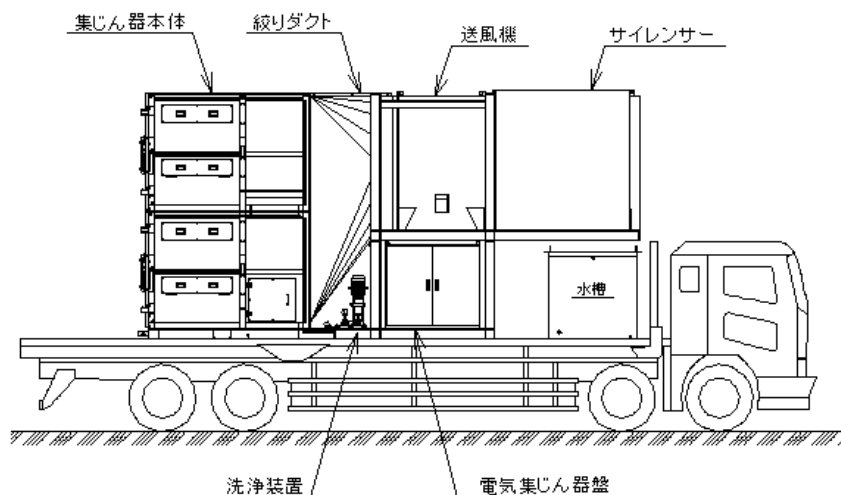


図2 電気集じん器外形図

(1) 集じん原理

本装置は電気集じん法の原理を用いて集じんしている。電気集じん法とは、平行に置かれた集じん電極間に放電電極を配置し、これに直流高電圧を荷電し、放電電極の表面でコロナ放電を発生させて集じんする方法である（図3参照）。

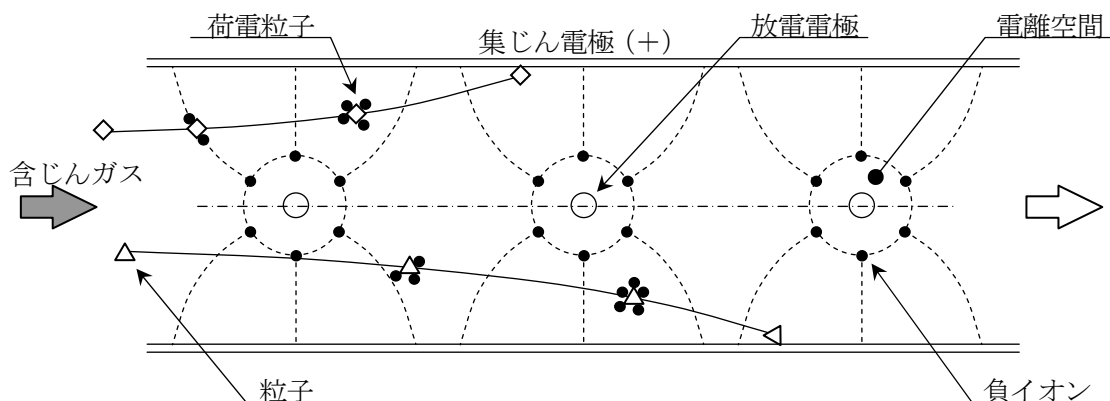


図3 電気集じん法の原理図

マイナスの直流高電圧を荷電した方がプラスの直流高電圧よりもコロナ放電が安定するので、マイナスの直流高電圧が一般的に使われている。放電電極にマイナスの直流高電圧を荷電すると、コロナ放電でできた正イオンはすぐ近くの放電電極に吸引されて荷電を失うが、負イオンは集じん電極に向かって移動する。従って、空間の大部分は、集じん電極に向かって走行する負イオンの流れで満たされる。この空間に含じんガスを導入すると、

ガス中の粉じんには負イオンが衝突付着して負の電気を持った粉じんとなる。

負の電気を持った粉じんは、静電気力により、集じん電極の表面に引きつけられて集じんされる。

本装置は2段荷電方式の電気集じん器であり（図4参照）、帯電させることを目的とする帯電部と集じんさせることを目的とする集じん部に分かれている。帯電部と集じん部を分離する事によりコロナ放電に最適な電極構造と静電気力による捕集に最適な電極構造とを使い分けしている。

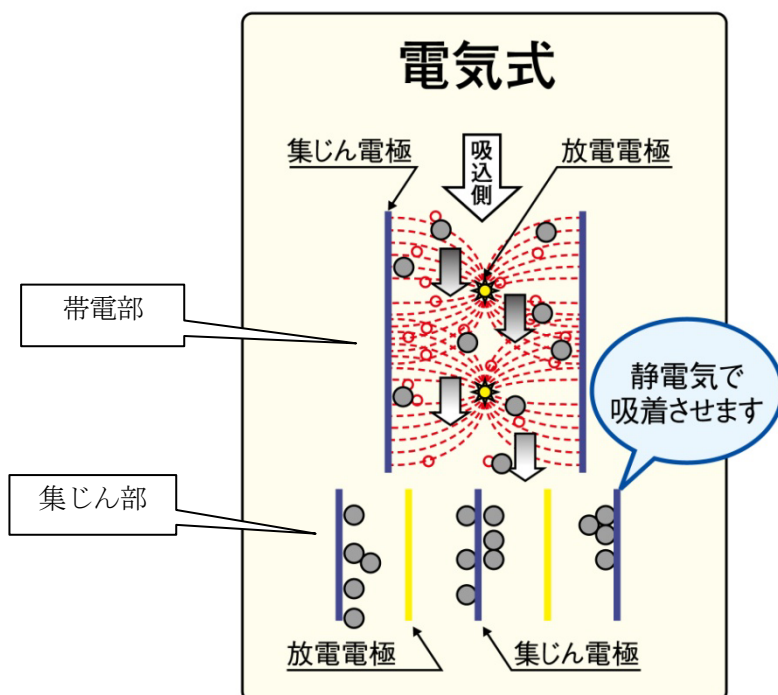


図4 2段荷電方式集じん模式図

(2) 集じん器本体

集じん器本体は粉じんを捕集する部分で、8組の電極ユニットにより構成されている（図5参照）。

また、電極ユニットの下流側には接地されたアルミニウム製メッシュを12段積層させた静電分離フィルタを設置し、電極ユニットを通過した電荷を除去すると共に、再飛散した粉じんを集じんする。

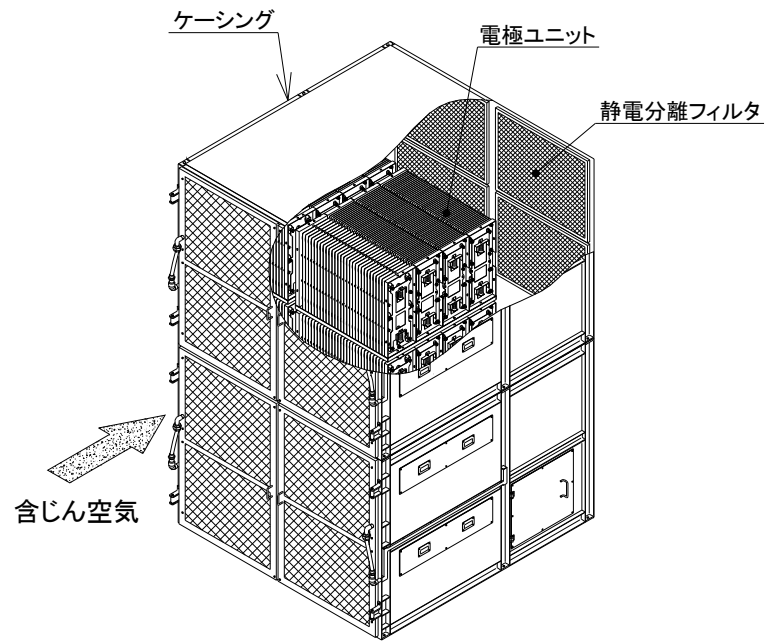


図5 集じん器本体

(3) 電極ユニット

電極ユニットはコロナ放電を発生させ粉じんを帯電させる帯電部と、粉じんを静電気力で電極に捕集する集じん部より構成されている（図6参照）。

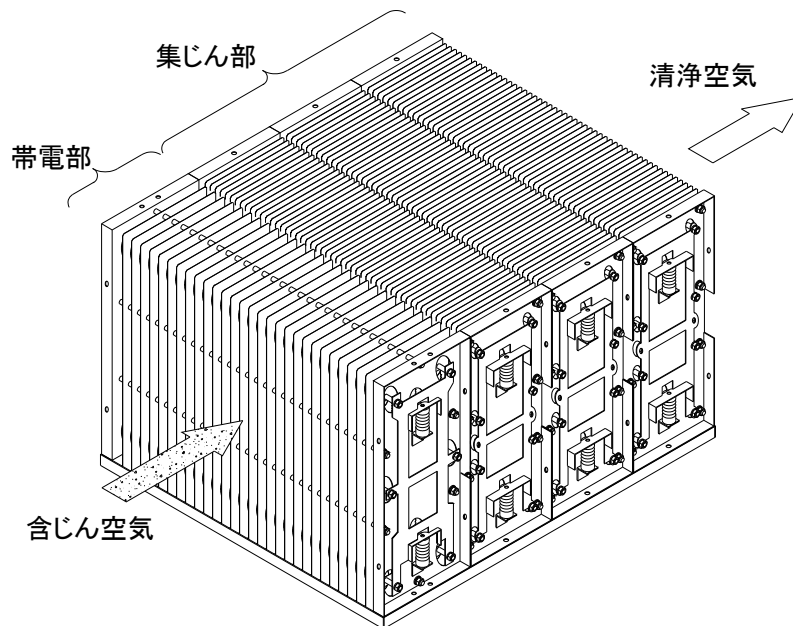


図6 電極ユニット鳥瞰図

(4) 送風機

集じん器本体の下流側に設置しトンネル坑内の粉じんを含んだ空気を集じん器本体に導入する機器である。

(5) 洗浄装置

集じんして電極ユニットに付着した粉じんは、水噴霧して洗い流す。集じん器本体に洗浄ノズルを設置している。

集じん器には水槽・洗浄ポンプを装備しているため、現場の給水条件に左右されず、安定した洗浄が可能である。

2.2 特許の有無

特許 3 件出願中

特許番号 (出願中) 特願 2010-099219
 発明の名称 トンネル工専用電気集じん器

特許番号 (出願中) 特願 2010-099220
 発明の名称 電気集じん器用放電電極

特許番号 (出願中) 特願 2010-099221
 発明の名称 電気集じん器用制御電源装置

2.3 性能

従来のトンネル工専用集じん機の運転データを表 1 の左欄、中央欄に示す。

表 1 から読みとれるように、本装置は従来のトンネル工専用フィルタ式集じん機や、同電気集じん器と比較して優れている。

表 1 仕様比較表

	フィルタ式集じん機 (RE1500P)	従来の電気集じん器 (FY20TKE)	本装置 (e' - DUSCO240)
処理 風量	定格 1,800 m ³ /min 実測 1,408 m ³ /min	定格 2,000 m ³ /min 実測 2,198 m ³ /min	定格 2,400 m ³ /min 実測 2,601 m ³ /min
ファン 静圧	定格 1,960 Pa	定格 540 Pa	定格 420 Pa
動力・ 消費 電力	仕様値 113.7 kW 実測値 88.1 kW	仕様値 41.0 kW 実測値 40.2 kW	仕様値 40.5 kW 実測値 31.3 kW
集じん 性能	集じん機前(A)7.30 mg/m ³ 集じん機後(B)1.82 mg/m ³ 逓減率 (1-A/B) 75.1 % 機器定格 99 %	集じん機前(A)7.62 mg/m ³ 集じん機後(B)2.05 mg/m ³ 逓減率 (1-A/B) 73.1 % 機器定格 90 %	集じん機前(A) 7.440 mg/m ³ 集じん機後(B) 0.844 mg/m ³ 逓減率 (1-A/B) 88.7 % 機器定格 95 %

*従来品データは「トンネル工事における集じん機の比較検討」より転載

特に、フィルタ式集じん機と比較して動力消費量が格段に低い。

次に、本装置は特殊な加工がされているブレード式放電電極（特許申請中）を採用しており、従来の細い電線式放電電極の主なトラブル原因であった断線トラブルは生じない。他にも、特別に設計された直流高電圧の適切な荷電制御と後段の静電分離フィルタの作用により、今までは問題となっていたトンネル内壁黒色化現象を低い量に抑え込んでいる。

2.4 維持管理

(1) 運転・操作性

装置の運転・停止及び洗浄は押しボタンで順序起動・停止される。

トンネル工事用集じん機は複雑な操作は受け入れられず、各社の運転・操作性に大きな違いはない。

(2) メンテナンス性

本装置は月に1回程度の電極洗浄を除いてメンテナンスフリーな構造となっている。

従来電気式は放電電極の断線故障が月に数回発生するために、定期点検が必要不可欠である。フィルタ式は月に1回程度の粉じんの掻き出し作業を除いてメンテナンスフリーな構造となっている。

従って、従来電気式と比較してメンテナンス性に優れ、フィルタ式と同等である。

(3) 維持管理コスト

本装置はタッチパネルを付属させているので集じん器の管理が可能である。運転時間の管理、消費電力の管理、洗浄記録等、毎日手書き記録していた作業を1ヶ月まとめて実施する事が可能になり、管理者の負担を大幅に低減させている。

2.5 経済性

本装置は国土交通省による新技術情報入力システム（NETIS）に登録しており（登録番号TH-100024-A）、1ヶ月あたりの経済性比較を行っているので、表2にNETIS登録の経済性比較を示す。表2は建設機械等損料表等を用いてNETIS登録審査を受けた客観的比較に優れているデータである。

電力消費はフィルタ式に対して70%低減しており、全体でも20.1%の経済性が期待される。従来電気式集じん器と比較しても同様に電力消費の優位性で経済性も優れている。

表2 経済性比較

	本技術	従来技術 (フィルタ式)	摘要
月当たり損料	2,640,000	2,748,000	供用期間 12 ヶ月をベース
電気基本料金	59,400	235,800	
電力使用量料金	214,500	715,000	1日 20H、月 25 日稼働と仮定
汚泥排水設備 運転費	36,000	—	2.4m ³ × 2 回× 25 日
汚泥産廃処理費	7,350	—	粉じん 0.2t (含水率 80%と仮定)
高圧洗浄費	14,500	—	トンネル作業員 (1 人工)
粉じん産廃処分費		5,830	0.5m ³ (かさ密度 0.5 と仮定)
堆積粉じん清掃費		14,500	
合計	2,971,750	3,719,130	

2.6 将来性

電気集じん方式は微細粉じんに対する集じん効率が良く、フィルタ式と比較して極めて省電力である。東日本大震災による原発の停止による電力事情の悪化は当面続く事が予想され、節電要請に応えられる本装置の将来性は大いに期待できる。

また、高い集じん効率、断線故障のない電気集じん器として従来電気式からの変更も期待できる。

2.7 独創性

(1) ブレード式放電電極

帯電部放電電極に必要な機能は、下記の3つである。

- ・安定的なコロナ放電ができること (集じん効率に影響を与える)
- ・有害なオゾンの発生を抑制すること
- ・断線等の故障がないこと

従来の細い電線式放電電極は断線不具合が多かった。放電線の材質を上げ金メッキタングステン等が使用されるようになったが、断線不具合は解消していない。

平板の放電電極では断線不具合は生じないものの、安定的なコロナ放電とオゾンの発生抑制を両立させることが困難であった。また、トラック搭載型とする為に小型化・軽量化の課題もあり採用されていなかった。

本装置は特殊な加工がされている平板のブレード式放電電極 (写真2参照) を採用しているため、従来の細い電線式放電電極が原因であった断線による故障は生じない。

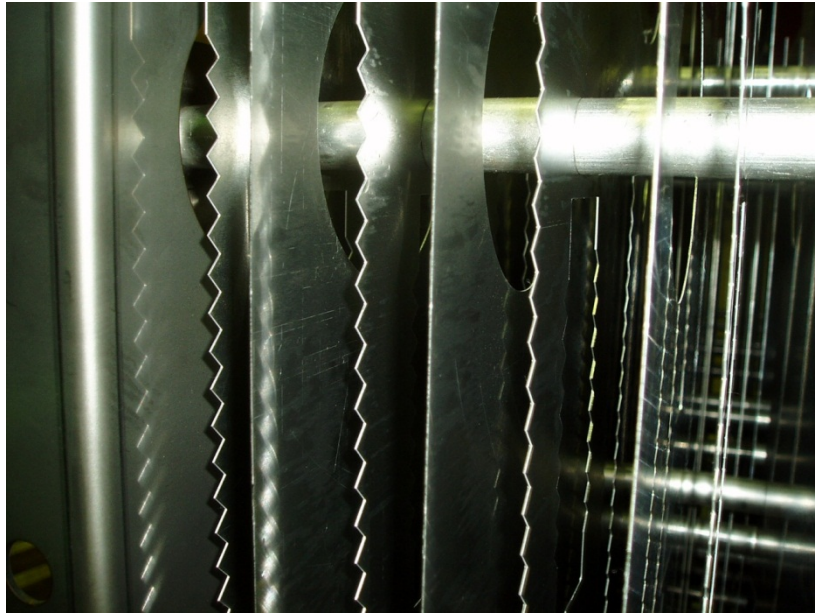


写真2 ブレード式放電電極

また、本装置のブレード式放電電極は安定的なコロナ放電が可能であり、オゾンの発生抑制も両立できている。小型化・軽量化の課題に対しては専用設計した絶縁碍子、アルミ合金を使用するなどの対策で装置重量を10t以下としトラック搭載可能とした。

オゾンの発生抑制を証明する第三者機関の証明書を添付3に示す。

(2) 低風速・低圧力損失による省電力・高集じん効率

従来の電気集じん器は電極ユニットの風速を7m/s以上(11m/sと推定される)とすることで設備を小型化し、トラック搭載を可能としていた。

本装置は付属設備を小型化し、集じんユニットの断面積を確保することにより、7m/s以下とすることで圧力損失を低減し、省電力・高集じん効率を得ることに成功した(消費電力33kW)。

また、ガス流れも圧力損失を低減させるために直線上に機器を配置している(写真1、図2参照)。

(3) 安定的なコロナ放電とする特殊制御

高圧電源は特殊設計を行い、コロナ放電から火花放電に移行した際の遮断、再立上速度を速めると共に、火花放電を再発させないための電圧自動コントロール機能を付加した。これにより安定的なコロナ放電を発生させることが可能となり、トンネル工事現場における高集じん効率を実現している。

3. 応用分野

生活環境保全に対する要求はますます強くなっており、今までは黙認されていた道路工事や小規模な解体工事現場でも、今後は粉じん飛散が厳しく規制されるようになることが予想され

る。そのような場所では、その風量や含じん濃度や対象となる粉じんの特性を十分見極めた上で、本装置のワンユニットを使い、小型トラックに搭載することが可能な非常に小さなサイズの電気集じん器として使用することが可能である。

そうなれば、雨天下の工事で濡れたダストを同伴吸引してしまうような場合でも、絶対に目詰まりすることはないという、本来の電気集じん器の持つ特性を最大限に活用することが可能である。

—非 売 品—
禁無断転載

第 39 回
優秀環境装置

発 行 平成 25 年 7 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