

第45回 優秀環境装置

2019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2018年度「第45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。

昨年後半より、米中貿易摩擦や英国のEU離脱における混迷など、世界的に不安定な状況が続いており、長期にわたり続いてきた好調な景気が下降局面に入った。

しかしながら、昨年末にTPP11が発効し、また、今年の2月には日EUのEPAが発効し、この二つを合わせると、世界のGDPの約4割に相当する巨大な自由貿易圏が動き出した。TPP11については、現在、タイ、インドネシア、英国なども加盟に関心を示しており、この自由貿易による広範な経済連携が、日本の経済成長を押し上げるものと期待したい。

一方、環境面の動向に目を向けると、地球温暖化対策として脱炭素の流れが加速し、再生エネルギーの主電源化を目標に様々な取り組みが進められている。他方、海洋プラスチック問題、中国・東南アジアのプラスチック廃棄物の輸入規制やPM2.5など、さまざまな環境課題が噴出してきており、早急に世界規模での取り組みが望まれる。

我が国では、過去に深刻な環境問題に直面し、国、民間が協力してこれらの問題を克服してきた。世界にも類を見ない厳しい環境規制に対応するために、民間企業においては、環境装置の改良・開発に注力し、公害の無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実績がある。この経験と実績が必ずや世界の環境問題の解として、多大な貢献が出来るものと確信する。

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、優秀環境装置審査WG委員、並びに関係各位に厚く御礼を申し上げます次第である。

2019年6月

一般社団法人 日本産業機械工業会
会 長 齋藤 保

第 45 回優秀環境装置

— 目 次 —

・ 第 45 回優秀環境装置審査報告	1
・ 第 45 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
・ 経済産業省産業技術環境局長賞 「超高清浄化とコンパクト化を実現した工業用集塵機 (I シリーズ)」	5
・ 中小企業庁長官賞 「浮遊物・浮上油回収装置 (ECO EiT (エコイット))」	15
・ 日本産業機械工業会会長賞 (応募申請書受付順)	
「プッシュプル式粉塵回収機」	25
「高粘度汚泥対応汚泥乾燥機」	33
「低動力型消化槽攪拌装置」	39
「汚泥高混焼対応型流動床式ごみ焼却システム」	51

第 45 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 指宿 堯嗣

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 1974 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、「持続可能な社会の形成」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、2018 年 9 月 10 日から 2018 年 10 月 19 日までの約 1 ヶ月にわたって公募した。

その結果、全国から水質汚濁防止装置〔3 件〕、廃棄物処理装置〔4 件〕、再資源化装置〔3 件〕、大気汚染防止装置〔2 件〕の応募があった。複数の分野にわたる応募もあったことから、件数としては、合計 11 件であった。審査は、優秀環境装置表彰実施要綱及び優秀環境装置審査要綱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WGにおいて、応募のあった環境装置に関し、その独創性、性能、経済性及び将来性の各指標について一次評価を行った上で、実地調査を行い、評価報告を取りまとめた。

次いで、優秀環境装置審査委員会において、審査WGから上程のあった評価報告を総合的に勘案し審査を行い、第 45 回優秀環境装置の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 4 件を選定した。

以上の受賞各装置は、いずれも地球環境の保全に極めて有効な環境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45回 優秀環境装置審査委員会名簿

審査委員会

(委員長)

指宿 堯嗣 一般社団法人産業環境管理協会 技術顧問
(元、独立行政法人産業技術総合研究所 環境管理研究部門長)

(委員)

井上 宏司 経済産業省 製造産業局長
飯田 祐二 経済産業省 産業技術環境局長
安藤 久佳 経済産業省 中小企業庁長官
和田 篤也 環境省 大臣官房審議官
小林 憲明 一般財団法人日本品質保証機構 理事長
久貝 卓 日本商工会議所 常務理事
釜 和明 一般財団法人機械振興協会 会長
大宮 英明 一般社団法人日本機械工業連合会 会長
黒岩 進 一般社団法人産業環境管理協会 専務理事
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
内山 一美 首都大学東京 大学院 都市環境科学研究科 教授
斎藤 保 一般社団法人日本産業機械工業会 会長
田中 信介 一般社団法人日本産業機械工業会 専務理事

審査WG

(主査)

竹内 浩士 一般社団法人産業環境管理協会 執行理事 環境管理部門長

(委員)

田中 幹也 国立研究開発法人産業技術総合研究所 つくば西事業所 事業所長
辰巳 憲司 国立研究開発法人産業技術総合研究所 環境管理研究部門
環境微生物研究グループ 客員研究員
加茂 徹 国立研究開発法人産業技術総合研究所 環境管理研究部門
資源精製化学研究グループ 招聘研究員
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 技術参与
遠藤小太郎 一般社団法人産業環境管理協会 人材育成・出版センター 所長
栗山 一郎 一般財団法人日本環境衛生センター 技術顧問
石田 貴 公益財団法人日本下水道新技術機構 資源循環研究部 上席研究役
三代川洋一郎 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 環境部 主任研究員
庄野 勝彦 一般社団法人日本産業機械工業会 常務理事

第 45 回 優秀環境装置 表彰装置及び応募数・受賞数

< 経済産業省産業技術環境局長賞 >

「超高清浄化とコンパクト化を実現した
工業用集塵機 (I シリーズ)」 (株)流機エンジニアリング

< 中小企業庁長官賞 >

「浮遊物・浮上油回収装置 (ECO EiT (エコイット))」 永進テクノ(株)

< 日本産業機械工業会会長賞 > (応募申請書受付順)

「プッシュプル式粉塵回収機」 (株)アンレット
 「高粘度汚泥対応汚泥乾燥機」 三菱重工環境・化学エンジニアリング(株)
 「低動力型消化槽攪拌装置」 メタウォーター(株)
 佐竹化学機械工業(株)
 「汚泥高混焼対応型流動床式ごみ焼却システム」 荏原環境プラント(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	2	2
水質汚濁防止装置	3	2
廃棄物処理装置	4	2
騒音・振動防止装置	0	0
土壌・地下水汚染修復装置	0	0
再資源化装置	3	0
その他環境負荷低減に資する装置	0	0
合 計	12 [*]	6

※複数の分野にわたる応募申請が含まれるため合計値は合いません。

経済産業省産業技術環境局長賞

「超高清浄化とコンパクト化を実現した工業用集塵機 (Iシリーズ)」

(株)流機エンジニアリング

1. 装置の詳細説明

本装置は、製鉄・鉄鋼業等の製造工程において発生する粉塵やヒュームなどの微粒子を気体から分離し、気体を清浄化する集塵装置である。

本装置は、テフロンメンブレンをラミネートした表面ろ過型のプリーツ成形フィルタを採用し、高圧空気の瞬時放出によるインパルス衝撃波でフィルタの目詰まりを払い落とす機能を有する。従来のバグフィルタと比較して、出口清浄度の向上 ($100 \text{ mg/m}^3 \rightarrow 0.01 \text{ mg/m}^3$)、並びに大面積のフィルタ ($80 \text{ m}^2/1 \text{ 本}$) による装置のコンパクト化 (設置面積 $1/5$) を達成している。また、強度の高いフィルタは長寿命 (バグフィルタの4倍) であり、目詰まり払落し機能によってフィルタ交換コストを大きく削減できる。

(1) 集塵原理

集塵装置はフィルタ濾過を持続的に行う装置であり、濾過技術が中心にある。濾過プロセスは、深層濾過と表面濾過に分けられる。

深層濾過

深層濾過はフィルタ層内部で粒子をトラップし、ガスを清浄化するプロセスで、一般空調用の外気取入フィルタや HEPA フィルタが相当する。

例えば、HEPA フィルタは濾材にマイクロガラスウールのフェルト状のフィルタを成形しており、通気速度は 3.2m/min 程度で集塵装置より3倍以上速いものの、マイクロガラスウールの層内で微粒子をトラップし、高い清浄度を作ることができる。

空調用 HEPA フィルタの層内部にトラップした粒子は物理的に除去不能であるため一定の粒子量が累積すると目詰差圧が増大するとともに通風量も低下するため、一定周期での交換消耗が必要である。

表面濾過

集塵装置では、長期間運用を可能にするためには深層濾過とならないように制御する方法が必要で、一義的には粒子をフィルタ表面でトラップし、フィルタ内部に侵入させないことがフィルタの長寿命化になる。

① 微密膜によるトラップ

メンブレンフィルタなど、ナノメートルサイズの精度を持つ膜を基材となる粗いフィルタに貼り付けておく方法。

Iシリーズでは、0.15 μm テフロンメンブレン膜ラミネートにより表面濾過を実現している。

② プレコーティングによるトラップ

フィルタに粘土鉱物などの粒子を吸着させ、この一次付着層で微粒子をトラップする方法。

ただし、この方法はナノメートルサイズの微粒子が多く含まれる粉塵の集塵では、長期的に目詰まりが進行する場合がある。

またコーティング用の吸着粉体を大量に消費する問題やパルス再生時に出口粉塵濃度が高くなる問題がある。

目詰り再生

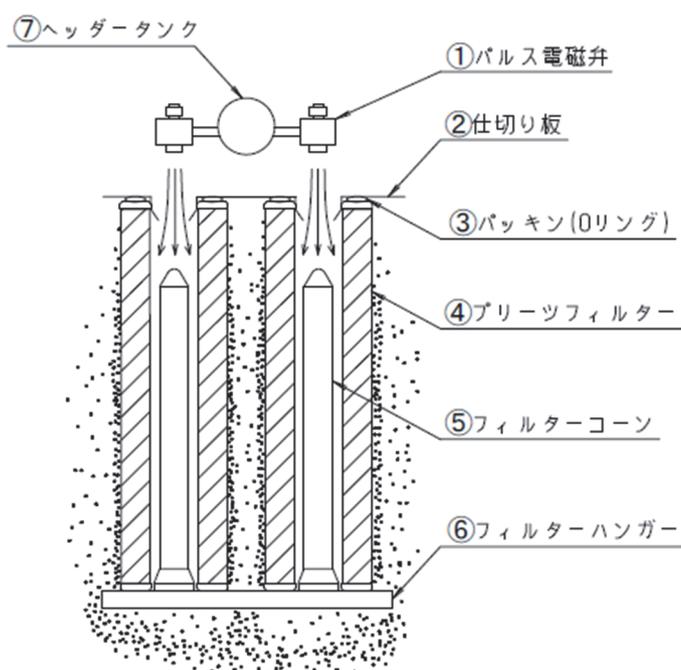
集塵装置では濃い粉塵濃度を清浄化する性能が求められ、10g/m³ の高濃度も珍しくない。一方、フィルタ表面でトラップされ粒子は凝集し、ケーキ層が形成される。ケーキ層も一種のフィルタとして機能し通気抵抗が発生する。

安定した通気風量を確保するためには、ケーキ層を払落しフラッシュ再生する必要がある。Iシリーズではインパルス衝撃波を利用した独自の方法を確立している。

目詰り払落し原理

高圧空気を瞬間的に開放するときに亜音速で発生する、インパルス衝撃波をフィルタ内部に作用させ、フィルタ内面に強力な粗密音波を叩き付ける振動により、粉塵を払い落とす。

亜音速インパルスを発生するパルスバルブ・高圧空気ヘッダタンク・衝撃波を効果的にする内部コーン・パルスコントロール装置により構成している。



- ①パルス電磁弁：ヘッダータンク内の圧縮空気を瞬時に放出し、
その時発生するインパルス(衝撃)でフィルターに付着した粉塵を払い落とす
- ②仕切り板：集塵機のフィルター室とパルス室を仕切る板
- ③パッキン(Oリング)：仕切り板とプリーツフィルター上部プレートの接する隙間を密着させ粉塵の流入を防ぐ
- ④プリーツフィルター：硬質の濾布をプリーツ状に折り、円筒状に成形した大面積でコンパクトなフィルター
- ⑤フィルターコーン：パルス電磁弁から発生した衝撃波の効果を高めるための円筒状の構造物
- ⑥フィルターハンガー：プリーツフィルターを等間隔に配置すると共に垂直に保持する構造を備える
- ⑦ヘッダータンク：エアパルスで使用する圧縮空気(0.5MPa)を蓄える

(2) フィルタ比較表

	従来装置 (H社)	申請装置 (当社)
フィルタ	織布 (軟質)	不織布 スパンボード (硬質)
フィルタ形状	円筒袋	円筒プリーツ成形
フィルタ精度	1 μ m×90%	0.15 μ m×99.95%
フィルタ寸法	H6m× ϕ 165	H2m× ϕ 455
面積	3.1 m ²	80 m ²
出口清浄度	100 mg/m ³	0.01 mg/m ³
目詰再生	エア逆流洗浄	インパルス衝撃波
エア消費量	15 ℓ /本 4.8 ℓ /m ²	120 ℓ /本 1.5 ℓ /m ²
フィルタ寿命	1年	4年 (30,000H)
フィルタ部容積	0.375m ³ 0.12m ³ /m ²	0.5 m ² 0.006m ³ /m ³
付属品	リテーナー、ノズル	内部コーン



バグフィルタ比較 (同面積)

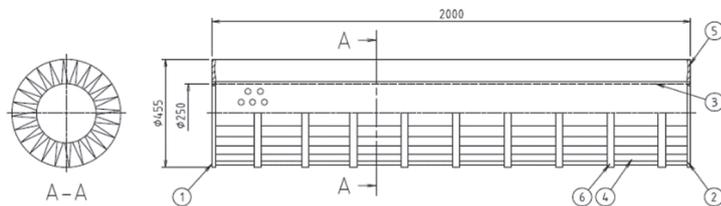
(3) 大面積プリーツフィルタ

大面積プリーツフィルタの集塵原理は従来方式のバグフィルタと同じであるが、集塵装置はフィルタ面積が支配的になることに着目し、大面積プリーツ成形フィルタとすることで 1 本当りのフィルタ面積をバグフィルタの 15～25 倍に増大し、合せて従来方式の課題を解決することが可能となった。



項目	名前	数量	説明
1	プレートA	1	SECC SUS304 t1.2
2	プレートB	1	SECC SUS304 t1.2
3	インナーチューブ	1	SECC t 0.8 φ6xφ8
4	ろ材	1	G2260黒、TF
5	接着剤	2	エポキシ
6	補強バンド	9	25巾 2重 PET

ろ布の種類	ろ布の寸法と山数	ろ布面積
G2260 BKO TF	96×1997×175山	67㎡
G2260 BKO TF	96×1997×209山	80㎡
G2260 BKO	96×1997×235山	90㎡

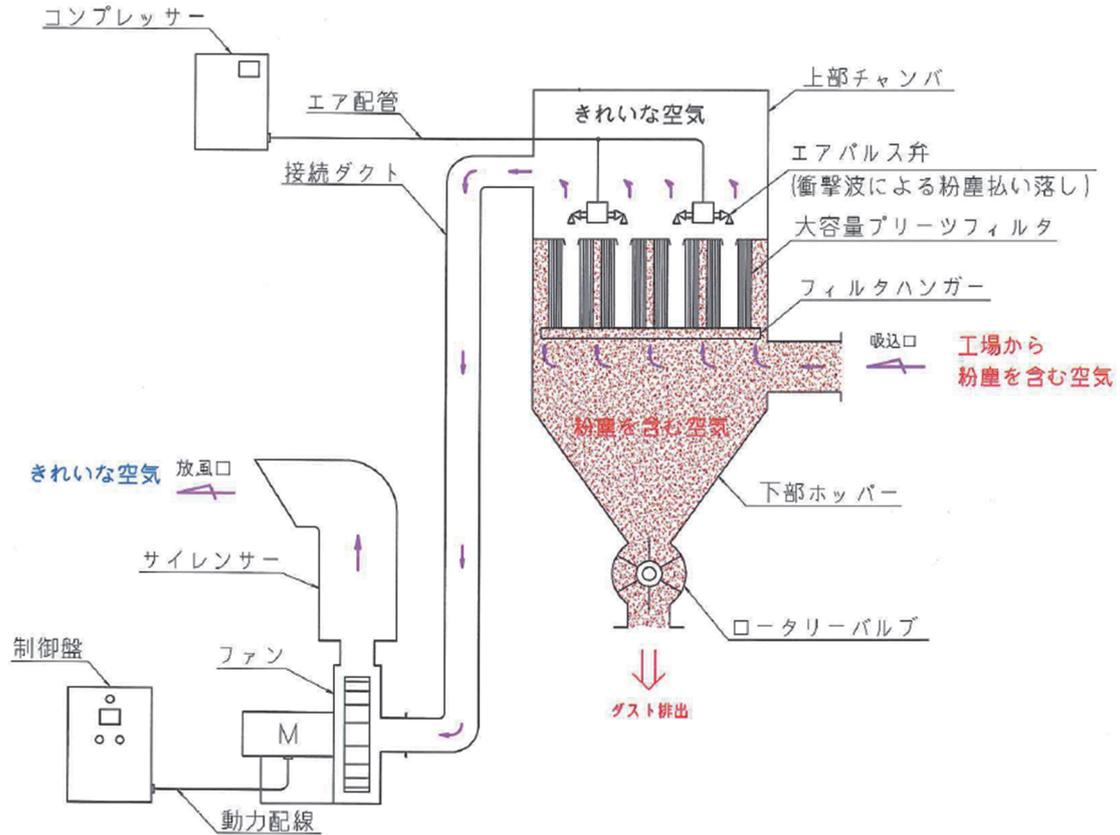


(4) Iシリーズの技術優位性

- ① テフロンメンブレン膜による表面濾過により、低差圧で運用できる、また出口清浄度が高い。
- ② 強度のある大面積プリーツ形成フィルタにより長寿命、またコンパクト軽量なフィルタ室。
- ③ インパルス衝撃波を使用した強力な目詰再生方法でコンプレッサエアの消費量が少ない。
- ④ フィルタを上下で拘束、Oリングシールによる装着方法でフィルタの脱着が容易。

(5) 構造・処理フロー

図に示すように、粉塵粒子は集塵機内のフィルタ表面でトラップされ清浄気体として通気する。フィルタ表面では一定時間通気すると大量の粉塵がトラップされ積層される。そのままでは目詰り通気困難になるため、一定間隔で積層粉塵を払い落とし、目詰りを解消することで連続的に濾過運用できる。



工業用集塵機 I シリーズ 500m³/min

2. 開発経緯

(1) 開発趣旨

長年、バグフィルタは集塵装置の基本型として定着してきたが、出口清浄度やフィルタの損耗によるランニングコストの増大、また重心位置が高く耐震性が脆弱である。これらの現状を鑑み、革新的な集塵技術を開発する。

(2) 開発目標

- ・アスベスト・放射能ダスト等の有害微粒子を捕捉するため HEPA 規格に準拠する。
- ・フィルタ損耗によるコストを縮減するため、30,000H 以上の耐久性を実現する。
- ・コンパクト化・低重心により、耐震性を 2 倍以上とする。

(3) 開発経緯

2006 年	フィルタ高精度化の研究	PTFE メンブレン膜ラミネート加工方法
2008 年	フィルタ大面積化の研究	φ400×2,000 mm、50 m ² 、長寿命耐久試験
2009 年	第 1 号機納入	
2010 年	フィルタ高温化の研究	PPS スパンボンド (180 °C)
2014 年	モジュール化設計、製造生産性を 30%UP (20%のコストダウン)	
2015 年	フィルタ大面積化の研究	φ455×2,000 mm、80 m ² 長寿命耐久試験
2017 年	HEPA フィルタ評価試験	

3. 独創性

- ① 世界最大面積のプリーツ成形フィルタ
- ② 表面濾過における目詰抑制
- ③ 亜音速インパルス衝撃波による強力な目詰再生
- ④ 堅固な成形構造と装着方法による長寿命化
- ⑤ HEPA 相当のフィルタ精度
- ⑥ コンパクト・軽量・耐震性に優れる

4. 特許

本装置の関連特許は次の通りである。

- 特許番号：第 5317885 号 / 名称：ガス処理装置
- 特許番号：第 5474465 号 / 名称：分級装置
- 特許番号：第 5732204 号 / 名称：脱臭装置及び脱臭方法
- 特許番号：第 5674609 号 / 名称：集塵装置及び集塵装置の洗浄方法
- 特許番号：第 5999766 号 / 名称：電気炉の集塵装置
- 特許番号：第 6094926 号 / 名称：集塵装置
- 特許番号：第 5988396 号 / 名称：排ガス冷却方法
- 特許番号：第 6331194 号 / 名称：建物の集塵換気設備および集塵換気方法
- 特許番号：第 6145951 号 / 名称：鉄道軌道に降灰の火山灰収集の方法及びその装置
- 特許番号：第 6229012 号 / 名称：集塵システム

5. 性能

従来装置（バグフィルタ）との比較 3,000m²クラス

	従来装置 H 社 (バグフィルタ)	申請装置 (プリーツフィルタ)	
フィルタ性状 形状	織布、軟質 円筒	スパンボンド不織布 硬質円筒プリーツ成形	
1本の面積	φ165×6m 3.1m ²	φ455×2m 80m ²	×25.8
フィルタ本数	960本	40本	1/20
合計面積	2,976m ²	3,200m ²	×1.1
フィルタ精度	1μm×90%	0.15μm×99.95%	
出口濃度	100mg/m ³	0.01mg/m ³	1/10000
フィルタ寿命	5,000～10,000H	30,000H (4年)	×4
フィルタ室容積	880m ³	88.6m ³	1/10
装置重量	74t	12t	1/6
重芯位置	6.8m	3m	1/2
耐震性	6.8×74t	3m×12t	×4
フットプリント	65m ²	11m ²	1/6

6. 経済性

比較例：電炉ヒューム集塵 3,000m³/min クラス

仕様	従来装置 H 社 (バグフィルタ)	申請装置 (プリーツフィルタ)
排ガス量	3,000m ³ /min 60℃	3,000m ³ /min 60℃
フィルタ寸法	φ165×6m (960本)	φ455×2m (40本)
フィルタ総面積	2,976m ²	3,200m ²
通気速度	1m/min	0.938m/min
ファン動力	200kW	200kW (実186kW)
パルスエア	45kW (6.5m ³ /min)	15kW (2m ³ /min)
イニシャルコスト (フィルタ室)	100%	60% (総合80%)
基礎工事	100%	20%
設置工事	100%	20%
ランニングコスト (年間)	100%	70%
電気代	100% (245kW)	87% (201kW)
フィルタコスト (1回当り)	100%	130% (4年毎交換)
メンテナンス (フィルタ交換)	100%	20% (4年毎交換)

7. 将来性

工業用集塵機 I シリーズは、従来装置（バグフィルタ）では実現できなかった、超高精度とメンテナンスフリーで高付加価値の用途に採用されてきた。

I シリーズの実績評価も高まり、5,000 m³クラスの大型の受注を得ており、スケールメリットが大きいことから、将来的に 10,000 m³クラスの受注を目指したい。

特にダイオキシン、アスベスト、放射能粉塵や発ガン粉塵では強みを発揮している。

HEPA 性能の集塵機は世界でも I シリーズが唯一であり、ナノ粉体の回収などプロセス用途や PM2.5、PM0.1 などの環境対策として大きな可能性がある。

海外、特に中国、東南アジア、インドでは環境行政がきびしく指導していくと考えられ大きな需要があり、純国産技術として世界で戦える十分な技術優位性があると自負している。

海外展開の課題はコストであり、機能部品を日本から輸出し現地生産する方式を試行する予定である。

中小企業庁長官賞

「浮遊物・浮上油回収装置 (ECO EiT (エコイット))」

永進テクノ株式会社

1. 装置の詳細説明

世界の工作機械市場のおよそ 2 割のシェアを誇り、ものづくりの現場をリードしてきた日本。高精度な品質を求め、現場の高効率化の為に重要な役割を果たしてきた切削・クーラント油剤。

1 次性能の切削性から、2 次性能として経済性や防腐蚀性の作業性、最近では労働環境の 3 次性能まで着眼され求められるようになってきている。

切削液はものづくりにおいて機械加工精度、生産性、工具寿命を向上するために刃先をコントロールする役目として使われている。人間で言えば“血液”にあたる。工作機械全体を循環して駆け巡り、機械を正常な状態で稼働させるには、この切削液の管理が欠かせない。人間が動脈硬化や血栓ができると同様に、工作機械も切削液に問題が起これば、さまざまな影響、弊害が起きてくる。

機械加工や金属加工の工場で使用される切削油等のクーラントタンク内で発生する浮遊物や浮上油、スラッジを放置する弊害は、液の劣化や加工精度の低下による不適合品の発生が挙げられる。材質にもよるが、もらい錆やシミの発生、既存のフィルター、ポンプ・配管の詰まり機械の停止のほか、刃具の欠けやチップング、ワークのべたつき、過剰なオイルミストの発生、嫌気性バクテリアの増殖による腐敗臭といった弊害も懸念される。

理想の切削液管理とは「液を腐敗させないこと」「浮遊物・浮上油・スラッジを工作機タンク内に放置しないこと」の 2 点といえる。

これらを徹底出来れば、加工環境の劇的な改善に繋がる。

実際に管理を担当するのは人である。ただ、「管理方法が分からない。分かっているけど、忙しくて手が回らない」という人が多い。そこで、人手がかからず改善効果がある、浮遊物・浮上油回収装置のニーズが出てくる。

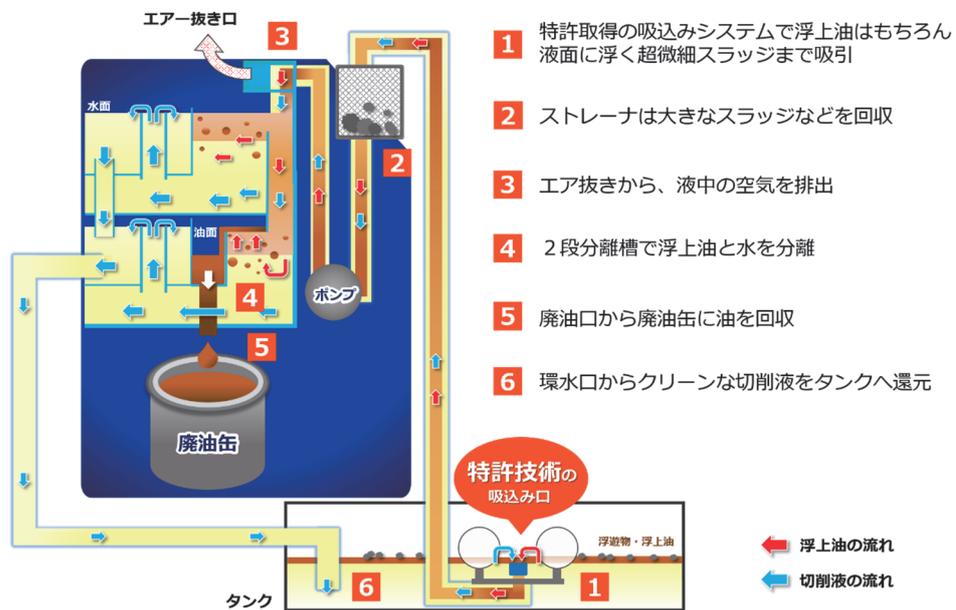
本装置は、理想のクーラント管理に近づけるために浮遊物、浮上油を回収し、タンク内を清潔に保つ装置である。

弊社浮遊物・浮上油回収装置の代表製品は WD-A、E-FTD がある。どちらの装置にも「比重分離」が採用されており水と油の比重差で油を回収する仕組みとなっている。

また、2 個玉のフロート*1 からなる特許技術の吸い込み口によって、浮上油だけでなく液面に浮遊するスラッジも外付けストレーナ*2 により同時回収することも可能で、切削液の劣化を抑えることが出来る。

<処理フロー図>

上記の図はE-FTDの処理フロー図である。



工作機械クーラントタンクや洗浄液タンク等の貯留タンクに溜まった油水混合液(浮上油・切削液)を、ポンプ・フロート、特許技術の吸い込み口により、液面限界を捉え、ポンプの力で吸い上げ流入管を介して分離槽内に送り込み、水と油を比重の違いを利用して上下に分離する。

分離された油は排出ホースを介して回収容器に回収される。回収された油は、2槽式の分離槽を通ることで含水率の低い廃液として適宜処分される設計になっている。

油を除去した残りの液(水)は、分離槽から貯留タンクに戻されて再利用される。



(基本処理フローはWD-Aも同様)

*1 フロート,浮き球部分の事

*2 ストレーナ,液体から個体物を取り除くメッシュ

2. 開発経緯

(1) 開発の主旨

概要にも記載した通り、一般的な工業用工作機械や洗浄機械を使用している現場では、機械のタンクに浮上油やスラッジが溜まってしまふ。

10年程前まで、このような不純物回収は業界的にあまり注目されてなく、最低限度の回収装置が主流であった。回収装置を設置していても大半の浮上油が回収しきれずにタンクに残留し、ワークに付着してしまふ等の弊害が発生していた。

その為、環境・品質意識が高い現場では、スコップ等で人手による不純物回収を随時行なう、もしくは、タンク内の液体を全て抜き、清掃するという2択が主であり、非常に効率が悪く、ハイコストであった。

その中、開発当時の本業である設備業にて、加工工場内で使用する洗浄機械を製造する案件を受注した際、付属品として浮上油回収装置を納品した。

前述した通り、やはり回収能力の低さ、液面追従能力の不安定さから、お客様の要求レベルを下回り、クレームがついてしまつた。それらの経緯から、十分な回収能力を持ちながら、手軽に扱え、メンテナンスがいらぬ、独自能力を持たせた装置であるエコイット初号機の開発に着手した。

(2) 開発の目標

2009年より取り組んできた浮上油回収装置の開発だが、お客様の現場では十分な回収能力の他、下記の点が求められている事がわかり、弊社従来装置、他社装置と比較し品質向上を目指した。

- ・消泡性能の安定
- ・流量調整の容易化による油水分離効率の向上
- ・ホース取り回しや小物収納等による使い勝手向上

上記の目標クリアにより、弊社従来機のノウハウ蓄積による性能面が向上した点と併せ、充実した使用感を持つWD-A 第1号機を市場に投入する事が実現した。

また、比較的、好景気な現在では生産を優先し、浮上油対策が後回しになる現場も多い。しかし、生産が落ち着けば取り組むケースが増えている。環境配慮だけでなく、切削・クーラント液のコントロールによる生産性向上を目標にする現場が増加傾向にある。

泡対策や小型化、広範囲使用モデルなど、ユーザーの需要に答えられる豊富なラインナップを展開し、弊社の設計・開発力による工場活人化を提案する事が現在の目標の1つである。

(3) 開発経緯

2009年3月～	開発開始
2009年5月～	エア－抜き機構の開発
2009年7月～	分離槽の小型化、液面調整の変更
2009年9月～	2段式液面追従システムの開発、回収能力の向上
2010年1月～	分離槽の変更、分離能力の向上
2010年2月～	2段式分離槽の開発、分離性能の向上
2010年4月～	廃液処理の改良、利便性の向上
2010年6月～	ストレーナの開発（浮遊物の回収も可能となる）
2010年6月	第1号機納入

3. 独創性

(1) 2段式液面追従システム（フロートと特許技術の吸い込み口）

工作機械等のタンクは、稼動状況により液面が波打つ事が頻繁に発生する。

当初は、ネジ式の吸込みシステムを採用していた事から、液面が波打ってしまう事象に弱い点が目立っていた。また、ネジ調整及び高さ調整は精密な為、人手によって液面に合わせる事は困難を極めた。吸込み口が液面より沈みすぎてしまう事が多く、切削液の吸い込み過多のクレームが多数発生した。

それらを改善する為に、樹脂性吸込み口の開発に着手。対水では浮上し、対油では沈む樹脂を調査。6種類程、実験を行い水の比重に近い樹脂を選定した。選定に至るまでの研究中に、吸込み口内径や面取り幅等を試行錯誤している中、生まれた仕組みが弊社独自のシステム原型である。本システムは、歴代3代目～最新機に至るまで継続して採用されている。

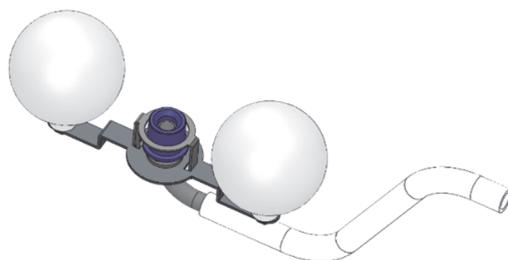
(2) 他社との比較

吸い込み口の部分ではどちらもフロート式を採用している。

フロートが液面を捉え、吸い込み口が自動的に液面を捉える2段式液面追従システムのWD-Aに対し、A社製品は3個玉の液面追従吸込み口手動式である。電気をつないだ後、フロートの浮き位置を確認後、吸い込み口の位置設定をする必要がある。

前述したように、タンク内の液は、流れや波が発生している現場も少なくない。

あらゆる現場に対応するためには中央吸い込み口の自動追従は必要不可欠となる。



2段式液面追従システム（WD-A, E-FTD）

フロートの玉数も2個と3個で違いがあり、A社製のような3個の場合、タンクの開口部が広くなければタンクに浮かべることが出来ないが、2個玉の本装置は100φのスペースがあれば浮かべることが出来る。

他社装置では、3個玉フロートが多い中、弊社装置のフロートが2個玉である理由として、狭い間口に対応できる点の他、吸込み口とホースのジョイント部が回転する為、ホースのねじれを緩和させ、フロートを安定させて浮かべる事が可能である。2個玉であると様々な現場に対し、対応可能である。

(3) 独自のエア抜機構

当初のモデルは、分離槽内での泡発生が頻発していた。原因としては、高い位置から分離槽に、液体を落としていた事と、エアが豊富に含まれていた状態の液体である事が予想される。

→改善①：エア抜による液体排出口を出来る限り、液面に近づける設計にした。

改善②：ポンプの脈動の影響を抑えつつ、効率よく液体からエアを分離する独自の設計にした。

各装置にダイヤフラムポンプを使用している事で、ポンプ脈動により、勢いのある液体が分離槽に入ってきてしまう。窓から液体が洩れ、周囲を汚してしまう事象が発生した。

→改善：窓付近の内部構造として、板を内部に設置し、液体洩れを抑制する設計にした。

その他の本装置特徴は以下の通りである。

- ① エア駆動式のため、工場エアをカプラ（接続ツール）で繋ぐだけで駆動。水周りでも漏電の心配が無い(安全性)
- ② 強度が高いステンレスフィルタを採用しているため、ランニングコストがかからない(低メンテナンス)
- ③ コンパクトボディかつ、走行部にキャスターが付いているため、工作機械の間等の狭い通路でもスムーズに移動可能。製造ラインに存在する複数のタンクに併用可能(機動性)
- ④ シンプルな構造の為、設置時、稼動時に特別な工具は必要なく、簡単に使用可能(操作性)
- ⑤ 2段式分離槽を採用。油水分離に掛かる時間を上げる事で、廃油含水率の低下・消泡効果向上を実現(高性能)
- ⑥ ⑤で先述した通り、廃油含水率を出来る限り抑えた廃油が回収可能。自治体により廃油を業者に売ることが可能な為、産業廃棄物として多額の費用を支払っていたコストが、削減される可能性がある(経済性)
- ⑦ 多くのユーザーの現場でのデモンストレーションや販売実績を元に作りこまれたノウハウ及び特殊仕様設計(開発力)

4. 特許

本装置の関連特許は次の通りである。

特許番号：4837803号 / 名称：液面追従式吸引装置及びこの装置を備える浮上油回収装置

5. 性能

本装置は「駆動源」「機動性」「分離槽」「耐久性・維持管理性」「フロート」などの部分で他社製品より優れている。他社製品の例として同じ油水分離の原理を採用している。A社の回収装置とともに各項目の性能について明記する。

機種名		A社製装置
浮遊物・浮上油回収装置「エコイット」 (E-FTD / WD-A)		浮上油用 油水分離装置
外形寸法		外形寸法
505×342×1046H (突起部含む)	531×431×1336H (突起部、専用台車含む)	およそ350×325×700H
分離槽寸法		X
240×190×213H (約4.5L) 廃油缶容量 約10L (オートストッパー作動容量約7L)	280×146×255H×2段 (約16L)	
重量 (タンク空時)		重量 (タンク空時)
50kg	40kg (専用台車含む)	およそ17kg
駆動源		駆動源
エア (標準圧力0.3MPa)		電力 (単相100V/15W)
ポンプ		ポンプ
エア駆動ダイヤフラムポンプ 吐出32L/min (揚程1.8m 0.3MPa時)		20L/min
フロート		フロート
φ75球型2個 (3個タイプもあり)		3個 (塩化ビニール)
接続配管口径		接続配管口径
吸入口：φ12mm 環流口：φ19mm 廃油口：φ25mm		
処理液		処理液
工作機械等の水溶性切削液・洗浄液・焼入液・工場廃液等 (固形物を除く) 洗浄液等を高温にてお使いになる場合は別途相談。 耐熱温度 0°C～50°C (凍結なきこと 高温仕様有)		水溶性クーラント液 部品洗浄・脱脂工程液 焼入液・廃液
設置条件		設置条件
戻り口の高さを、タンク液面より高い位置に設定し、平坦な場所		タンクより高い位置。屋内。寒冷地不可。

(1) 駆動源(安全性)

A社製品は電源が必要なため、漏電やトラッキング現象が起こる危険性がある。一方、本装置はエア駆動のため、コンプレッサーをはじめとするエア供給を行えるものがあれば稼働させることが出来、タンク等の水周りで使用する際も安全に使用可能。工作機械や洗浄機械はエア供給を必須とするものが多いことから相性がよく電気駆動のように使用が制限されることはない。

(2) 機動性(運転・操作性)

本装置はキャスター付なので装置1台で工作機械 複数台に対応する事が容易である。

A社製品は据え置きタイプなので工作機械1台につき1台装置が必要となり、新たに工作機械を導入するには回収装置を買い増す必要がある。

(3) 耐久性・維持管理性

メンテナンス要素が少なく、継続稼働しやすい点に定評をいただいている本装置だが、経年劣化によるポンプ部品、ホース・パッキン等の交換は必要になる。本製品で使用しているダイヤフラムポンプは毎日稼働させた場合、約2年後にオーバーホールを行なう事を推奨している。(標準的な環境下で稼働させた場合)

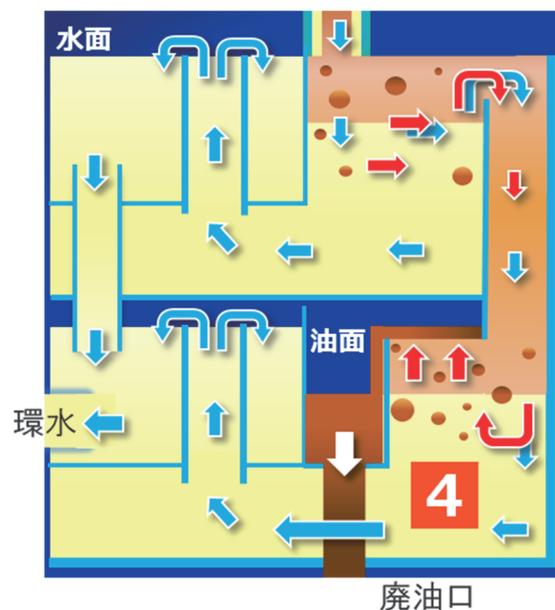
本メンテナンスは専用手順書を基にポンプを分解する必要があるが、一般的な工具で分解可能である。その為、ユーザーは弊社にポンプを送付して修理を依頼するより、ユーザー自身でメンテナンスキットを取寄せ、作業する事が多く維持管理性が高いと言える。(安価で済む点、比較的早く復旧出来る点)

(4) 分離槽

本装置は浮上油の回収スピードが速い為、分離槽を2槽にし、油水分離の効率を上げる事で含水率を下げた状態で廃油させる事が可能。

A社製品は分離槽が1槽の仕様である。1槽式の分離槽は、浮上した油と切削液を分離する槽が1箇所しかない。

通常、ポンプの力によって吸い上げられて分離槽に溜まった液は、分離槽の中で油水の比重差によって、油と切削液にゆっくりと分離される。そのため、A社製品は弊社と同じ吸い込みスピードでは油水分離が追いつかないため、吸い込みスピードを落とし、1槽で対応できるようにしている。



※上記図は分離槽部分を表した図である。(2槽式)

6. 経済性

本内容で比較している油水分離装置と比べて回収効率（処理量、油水分離力）は下記のような効果を発揮する。移動式のために複数設備への対応が可能である。また、シンプルな構造のため、メンテナンス性においても非常に優れており、日々の運用管理（ランニングコスト）も安い。

価格と能力のバランス性において非常にコストパフォーマンスが高い装置として業界で認知されている。

競合他社製品と比べた比較優位

項目	本装置（エコイット）	A社製 浮上油用 油水分離装置
価格(イ)	70～80万円	20万円～30万円
設置場所	不要（移動式のため）	必要（据付式のため）
設置費用(イ)	0円 （キャスターで移動する前提の為 工作機械付近に設置。費用不要）	3～5万円 外部に設置を依頼した場合の費用
処理量 (1時間 = Hr)	180L～300L/Hr	100L/Hr
油水分離力	高い	低い
メンテナンス性	容易	低い（本体買い替え）
メンテナンス費用(ラ) (A社製 = 100%)	20 (都度洗浄する部分はなく、長期連休 前にフラッシング※ ³ する程度)	100 分離槽が密閉型のためユーザーによ るメンテナンスに難がある
交換部品(ラ)	ポンプ消耗部品が主な消耗品 交換時期は約2年間 部品キット 約1万円 経年劣化でホース等	ポンプ本体もしくは部品 経年劣化でホース等
電気代(ラ)	0円 (エアー駆動の為、本体に掛かる直 接の電気代消費は無し)	約3.24円 (1日8時間/1kWh単価27円で計算) 単相100V/15W

【以下、イニシャルコスト：(イ)/ランニングコスト(ラ)】

交換部品に掛かるランニングコスト面を見ると、A社製の油水分離装置を購入して初期投資(製品価格)を抑えたとしても、長年継続稼働させた場合、当製品と比較して大きな損失が考えられる。

*³フラッシング,分離槽内部を洗浄すること

本装置単独の経済性は以下のとおりである。

ECO EiT 1台あたりの導入効果（例示）

項目	計算の前提等	導入効果
【コストダウン効果】		
クーラント更液費の減少 切削液が劣化する事から、年に3回更液を実施していた ¥50,000/回×マシニング機5台	本装置導入により液の劣化が軽減し、更液頻度は年3回から年0.5回に削減した 【導入前】 ¥50,000/回×マシニング機5台×3回/年=¥750,000 【導入後】 ¥50,000/回×マシニング機5台×0.5回/年=¥125,000	¥625,000-
切削機材（刃物等）のメンテ費用減少 ¥10,000/本×52週×マシニング機5台	刃物寿命が200%アップで計算	¥2,600,000-
ツールホルダー等部品交換頻度の減少 浮上油と共に浮遊する微細スラッジがセンタースルー仕様のツールホルダーを詰まらせる事から1年に5回も破損。250万円の交換費用が掛かっていた。	【導入前】5回/年 【導入後】0回/年 浮遊物、浮上油を回収しツールホルダーの詰りを改善。装置導入から2年経過時点でも破損は見られず、継続して加工を行っている。	¥2,500,000-
刃物延命によるコストダウン ^{※4} チッピング ^{※5} の発生やノズルの詰りが発生し、加工数の低下・製品不良数増台により刃物使用量が増加 ²	【導入前】 年間の刃物使用本数：516本 【導入後】 年間の刃物使用本数：360本 【導入前】 年間の刃物費用：¥10,320,000- 【導入後】 年間の刃物費用：¥7,200,000-	¥3,120,000-
^{※4} 自動車会社の事例によるものである。現場では高価な刃物を使用しており刃物精度の延命を図る目的で導入され事例となった。 ^{※5} 切削工具や切り刀の刃先が細かく欠ける現象		
【増収効果】		
不良率の減少	1.5パーセント⇒0.5% に減少 製品出荷額5,000万円で計算	¥500,000-
設備稼働率の向上	1.5%上昇	¥750,000-
廃棄物の再利用（収入）	産廃量低減 500L×5台×3回	¥125,000-

その他、直接数字には表れないが浮上油やスラッジを放置しておくことで、以下のような損害が出る可能性がある。

・油分付着の軽減

工場の床・壁、機械の油分付着による運転支障。生産停止時損失を改善。

・人体への影響・作業者の健康環境

皮膚障害・臭気による嫌気・のどや目の痛み、鼻炎 ・発がんの危険性。

・地球環境

水質汚染・大気汚染・近隣の住宅などへの被害。

上記の導入効果から工場内環境改善は生産性向上と共に経済的な利益に繋がるといえる。

「環境投資は費用対効果がない」という企業の認識（常識）を変え、従業員の健康被害低減（定着率向上）や生産性の向上、生産設備寿命の長期化（導入効果）による経済性を高める。

7. 将来性

「1. 装置の詳細説明」にも記載した通り、加工現場では品質、設備、環境、生産改善等、様々な面でクーラント油剤は重要な役割を果たしてきた。そして各油剤メーカーは1次性能・2次性能だけでなく、3次性能が求められる中、ユーザーの要求に答えるべく、様々な特性をもったクーラント油剤を作り出している。つまり、クーラント油剤の重要性は変わらないが、現場のクーラント環境は、多様化、複雑化してきていると言える。

そのような環境の中、エコイットの役割も益々重要になると考えている。なぜならば、クーラント現場が多種多様なものになればなるほど、浮上油の回収や油水分離処理は難しいものになり、各現場に合わせた仕様や対応をしなければいけないことがある。そのような状況でも安定した効果と対応を發揮できるのが、「3. 独創性」「5. 性能」「6. 経済性」で示した本装置の特性だからである。

さらに、別の視点からも、本装置へのニーズはあると考えている。背景としては、現在、少子高齢社会が急激に進んでいる国内において、生産現場の人手不足はますます深刻になってきている。そのため、今後はロボットなどを活用しながら、機械的にできるところはできるだけ自動化していく必要がある。人が少なくなっても生産効率を落とさないような仕組みづくりが必要なのである。そしてそれは、クーラント現場の改善も同じことが言える。

クーラント現場から起因する様々な問題は、最終的には人手とコストを掛ける結果になることが多い。当然、生産効率は落ちることになり、貴重な時間を失うことになる。そうならないようにするためには、事前に問題が起きないように手を打つこと。本装置の能力、実績は十分その打ち手になると考えている。

また、本装置はただの回収装置ではなく、省力化、省人化のブランドとしての装置であると現在は認識している。入り口はクーラントのちょっとした問題かもしれないが、我々は本装置を通し、お客様に工場活人化の提案をしていくことこそ必要なことであり、本装置、エコイットブランドのコンセプトはお客様に貢献できるものと信じている。

日本産業機械工業会 会長賞

「プッシュプル式粉塵回収機」

株式会社アンレット

1. 装置の詳細説明

本装置は、機械部品等の深いタップ穴等に入り込んだ油分や切粉を、周辺に飛散させることなく回収ができる粉塵類及び切削油類の回収装置である。

ルーツブロワにより最大 -30kPaG の高い吸引圧力を得ることができるとともに、工場エア（コンプレッサ）利用のエジェクタ式回収機に比べて大幅な省エネとなる。さらに、重質粉塵や 10m 以上離れた箇所における回収作業にも使用することができる。

主な構成部品は、吸引源となるルーツブロワ、ルーツブロワの吸込側に接続されたフィルタ、樹脂製透明タンクとその上部に設けられたサイクロン分離器、分離器に連通した吸込ノズルと工場エアを噴出するためのエアブローパイプを備えた自社開発品のプッシュプルハンドガンである。

本装置は、主に作業者がプッシュプルハンドガンを手で持って、部品類に付着した油分や切粉を回収するため、作業場所の近くに設置することが多い。従って、低騒音が必須の条件であり、本装置は約 70dB としている。図1に本装置の外観写真を示す。



図1 外観写真

図2に本装置の構造図、図3にプッシュプルハンドガンの外観を示す。ルーツブロワの運転により、回収タンク内に吸引されるエアの流れを回収タンク上部に設けられたサイクロン部にて旋回流に変換して、遠心力効果でエア流速を低下させ、エアとともに吸引される比較的質量の重い粉塵類を分離して回収タンクに回収する。そして、サイクロンを通過した比較的質量の軽い微粉塵や切削油をフィルタにて除去するように構成した。

また、樹脂製透明回収タンクの採用により、回収物を「見える化」することで、維持管理が容易となる。なお、回収された切削粉類は金属くずとしてリサイクル、切削油類は産業廃棄物として処理をする。

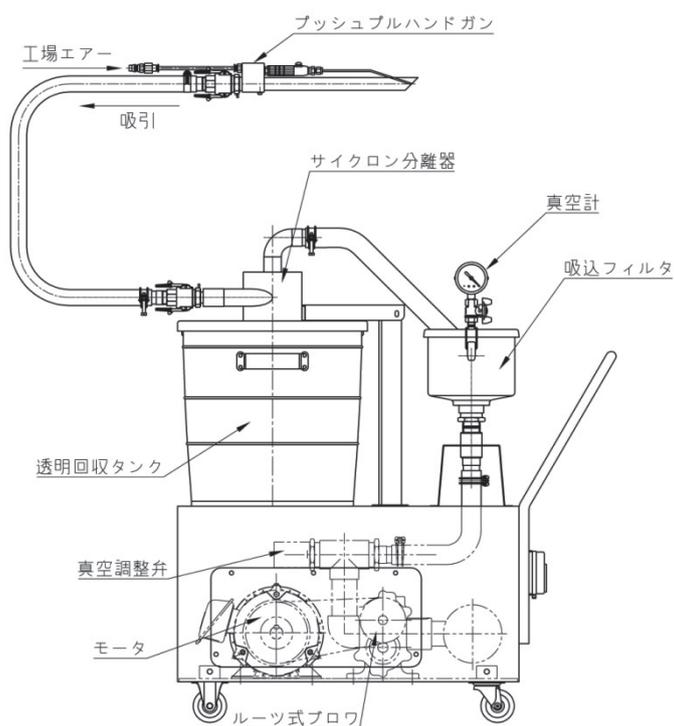


図2 構造図



図3 プッシュプル式ハンドガン外観

ここで、主な用途である閉止タップ穴内部に付着している切削粉、切削油の回収を例として、詳細な処理フローを説明する。

- ① 閉止タップ穴を有するワークを作業台上に置く
- ② 本回収装置を稼働する
- ③ プッシュプルハンドガンを手で持ち、閉止タップ穴の中心付近にハンドガン先端部のエアブローパイプを合わせる
- ④ プッシュプルハンドガンに一体形成されたエアブローガンのボタンを押す
- ⑤ 瞬時に閉止タップ穴内部に付着している切削粉、切削油が吸引される
- ⑥ エアブローガンのボタンを離す
- ⑦ 吸引された切削粉、切削油は、吸引ホースに沿って本装置のサイクロン分離器に入り、サイクロン内を高速回転することにより遠心力効果で切削粉、切削油と空気が分離され、切削粉、切削油は透明タンク内に落下する
- ⑧ 分離しきれなかった微量の切削粉、切削油を含む空気は、接続ホースに沿って吸込フィルタ部に入り、微量の切削粉、切削油を分離して清浄空気となり、下部ボックス内のルーツブロワに入る
- ⑨ ルーツブロワに入った清浄空気は、ルーツブロワの排気側に接続されたサイレンサに流れ、減音されて室内に排気される

自社開発品のプッシュプルハンドガンは、エアブローパイプから噴出されるエア噴出量の約 4～5 倍のエア吸引量で吸込ノズルからエアが吸引されるように、ルーツブロワによる吸引量が調整されている。具体的には、プッシュ（噴出量）が 2500/min に対して、プル（吸引空気量）を 1,000～1,250 l/min に調整する。エアブローと同時にエア吸引（プッシュプル）を行うことで、切粉、微粉塵、切削油およびクーラント液等を周囲に飛散させないように捕集することが可能となる。

図4に本装置のプッシュプル方式と従来のエアブローガンとの比較を示す。工場エア（プッシュ）で深いタップ穴等に入り込んだ切粉・切削油等を吹き飛ばし、ルーツブロワの強力な吸引力（プル）で周囲に飛散させることなく回収が可能で、さらに、サイクロンにより分離回収が効率よく行える。

従来のエアブローガンでは、切粉等が周囲に飛散するとともに、ノズル部で笛吹き音が発生していたが、本装置では、その問題点も解消できた。

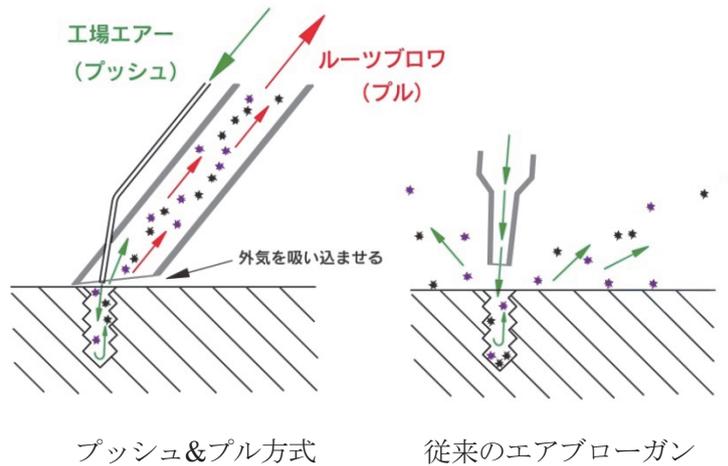


図4 本装置と従来品の比較

また、本装置の比較対象となるエジェクタ式回収機に使用されている機構を図5に示す。構造は簡単で、ノズル、ディフューザー、吸入室から成っており、このエジェクタには運動部分がなく、圧力エネルギーを運動エネルギーに変換している。作動原理としては、ノズルを通過する高圧流体により吸入室が負圧となって吸引力が発生することを利用している。ノズルから噴射された流体は、吸入室内で吸入流体を同伴混合し、速度を減じながらディフューザーから排気される。吸引力は、高圧流体の種類と流体圧力により変化するが、工場エアを利用するエジェクタ式回収機では-10kPaGが限度である。

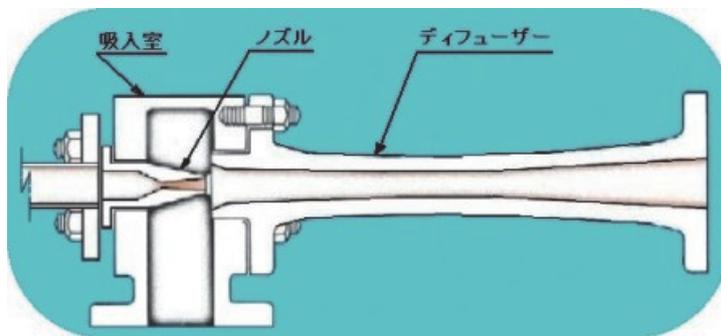


図5 エジェクタの機構

2. 開発経緯

(1) 開発趣旨

弊社のルーツブロワ製造に伴う部品加工時に鋳物の切削粉（ダライ粉）が大量に発生するため、ダライ粉回収装置として市販の集塵機を使用していたが、下記不具合が多発した。

- ① 市販の集塵機はターボファンを使用しており、吸引力が弱くダライ粉を吸い残す
- ② 吸引ホースの途中にダライ粉が堆積し、ホース内で詰まることがある
- ③ 粘度のあるギヤオイル類等も吸引できず、吸い残しがある

不具合の要因は、吸引力不足のためであり、自社で製造しているルーツブロワを吸引源に利用できないかと考え、開発を開始した。

(2) 開発目標

鋳物加工メーカ等に採用していただけるように、ダライ粉やオイル類を同時に吸引できる乾・湿両用回収機の開発を目標とした。

(3) 開発経緯

2007年6月～12月	本装置の吸引源として最適な空気量の調査 必要空気量を確保できる自社製ルーツブロワの選定 透明回収タンクの調査
2008年1月～6月	実証機による実験
2008年7月	第1号機納入

3. 独創性

従来は、各種部品加工時に発生する粉塵類及び切削油類の回収装置として、工場エア（コンプレッサ）による負圧を利用したエジェクタ式回収機やターボファンを負圧発生用機器とするフィルタ式回収機等が使用されている。

工場エアの高圧力を使用してルーツブロワと同等の負圧（真空力）を発生させるエジェクタ式回収機は、工場エアの圧力が約 500kPaG と高く、吸引空気量が少ないため、ルーツブロワと同程度の空気量を得るには使用するコンプレッサのモータ容量が大きくなり、省エネに反する。

ターボファンを用いるフィルタ式回収機は、-10kPaG 程度の真空圧を限界とするため、質量の重い粉塵類の回収や吸引口が回収機から 10m 以上離れた場所での回収作業には不向きである。また、機械部品等の深いタップ穴に入り込んだ油分や切粉を回収する際にも十分に回収できないことがある。

本装置は、真空圧の高いルーツブロワを吸引源として利用している。真空圧に対する吸込空気量の変化が少ないルーツブロワにより、高い吸引圧力と適正な吸込空気量を得ることができるとともに省エネにもなり、従来機の吸引力不足や効率低下等の問題点を解決した。それにより、質量の重い粉塵類の回収や吸引口が 10m 以上離れた箇所での回収作業にも問題なく使用することができる。

さらに、工場エアをプッシュ（吹き飛ばし）用、ルーツブロワをプル（吸引）用として、同時運転させるプッシュプル方式により、機械部品等の深いタップ穴に入り込んだ油分や切粉

も周辺に飛散させることなく効率よく回収することができる。

また、回収タンクを透明にすることで回収物の「見える化」を図り、メンテナンスに関わる作業効率を向上させた作業環境にも優しい製品である。

プッシュプル方式の回収装置を実現するに際して特に工夫したことは、できる限りコンパクトにすることと、移動が簡単にできるようにルーツブロワを設置した下部ボックスにキャスターおよび手押しハンドルを設けた点である。加えて、プッシュプルハンドガンの先端部をワークに密着させた場合は真空度が上昇するため、ルーツブロワの吸込側に真空調整弁を設置し、-30kPaG以上に真空度が上昇しないように設定してルーツブロワの保護を行った。

4. 特許

本装置の関連特許は次の通りである。

実用新案登録：第 3212397 号 / 名称：粉塵類及び切削油類の回収装置

5. 性能

表 1 に本装置の各機種種の諸元、図 6 に本装置の RSK40 型とエジェクタ式回収機における吸引圧力に対する吸引空気量の比較を示す。

表 1 各機種種の諸元

型 式	出力(kW)	吸引量 (m^3/min)	圧力(kPa)	回収タンク容積 (L)	プッシュ&プル時 圧縮空気消費量 (L/min)
RSK25	0.75 (100V)	最大 0.47	最大 -30	14	約 70
RSK40	1.5	最大 1.3	最大 -30	30	約 200

RSK40 型の性能は、図 6 の実線で示したとおり、高真空度での吸引空気量の変化が少ない。一方、エジェクタ式回収機の性能は、図 6 の点線で示したとおりで、真空度の上昇に伴って吸引空気量の減少が顕著である。

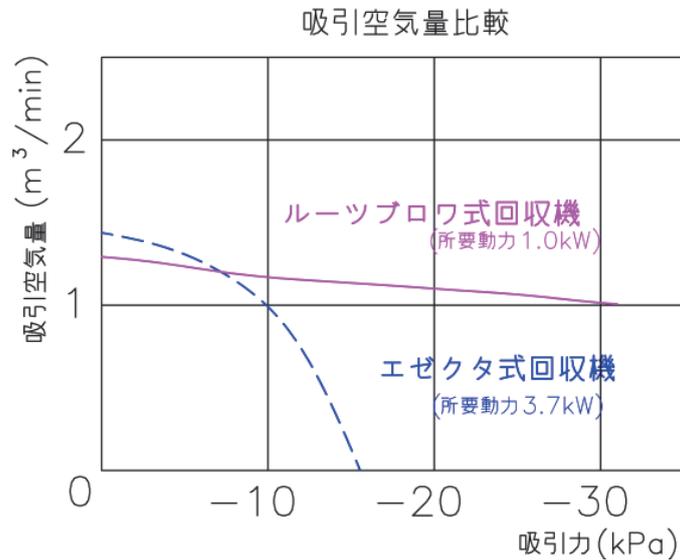


図 6 吸引空気量比較

6. 経済性

下表に、従来装置（エジェクタ式回収機）と本申請装置とのコスト比較を示す。

表 2 対比表

	従来装置	申請装置
イニシャルコスト	100	125
装置費用	100	150
設置費用	100	100
ランニングコスト	100	67
電気代 (*1)	100	33
メンテナンス費用	100	70

(*1)：供給エア一単価を電気代に換算

次に、ルーツブロワを用いた本装置の RSK40 型とエジェクタ式回収機の省エネ比較（年間電気代比較）の詳細を示す。

（比較条件）

吸引空気量：1m³/min 運転時間：240 日/年×8 時間/日＝1,920 時間/年

電気料金：20 円/kWh 工場エア一単価：2 円/m³

エジェクタで吸引空気量 $1\text{m}^3/\text{min}$ を確保するには、約 $0.5\text{m}^3/\text{min}$ の工場エアーを供給する必要がある。

① ルーツブロワの所要動力は、 1kW (-30kPaG) であるため、年間の電気代は

$$1\text{kW} \times 1,920\text{h}/\text{年} \times 20 \text{円}/\text{kWh} = 38,400 \text{円}$$

② エジェクタ式回収機の年間の電気代は

$$0.5\text{m}^3/\text{min} \times 60\text{min} \times 1,920\text{h}/\text{年} \times 2 \text{円}/\text{m}^3 = 115,200 \text{円}$$

以上から、年間電気代として約 67% の削減を達成したことにより、約 4 年でイニシャルコストの回収が可能である。

7. 将来性

近年、工場の無人化・省人化に向けて、生産ラインにおいて産業用ロボットの導入が加速している。また、エネルギーに関しても、地球環境の観点から省エネルギー化が進められている。

今回紹介したルーツブロワを用いたプッシュプル回収装置をロボットアーム等に装備することで、吸引力不足解消や作業効率向上と同時に省エネルギーも実現可能である。(図7) さらに、工場エアー利用の見直しにより、コンプレッサの有効的な利用方法が再検討される可能性もあり、既存装置から本装置への代替が進み、普及の可能性は高いと考えている。



図7 ロボットアームに装備したプッシュプル式回収装置

日本産業機械工業会 会長賞

「高粘度汚泥対応汚泥乾燥機」

三菱重工環境・化学エンジニアリング株式会社

1. 装置の詳細説明

近年、国内外では社会経済の高度化による汚泥排出量の増大と最終埋立処分地の逼迫による汚泥減容化が求められている。特に中国では下水道インフラ整備の普及に伴い、汚泥発生量が急増しており、汚泥埋立処分場の逼迫が社会問題化している。2010年頃から埋立処分できる汚泥含水率の規制が強化されており、下水汚泥処理が重要施策として盛り込まれている。また、汚泥減容化のみならず、汚泥再資源化を目的とした汚泥乾燥機のニーズ拡大が期待されている。中国の他、東南アジア等諸外国では社会経済活動の高度化により汚泥性状が多様化しているため、乾燥が難しい高粘度汚泥も適切かつ安定的に乾燥できる汚泥乾燥機の開発が必須な状況であった。

本稿では、汚泥の高粘度化など多様化する汚泥性状に適した汚泥乾燥機について、当社独自に開発した汚泥乾燥機の概要と運転状況について述べる。

(1) 基本構造・原理と技術的特徴

当社が開発した高粘度汚泥対応汚泥乾燥機 (MSD-200) の外観を図1に示す。本装置は、下水処理場等で発生する脱水汚泥 (含水率 80% 以上) を間接加熱方式により含水率 30% 以下まで乾燥する汚泥乾燥機であり、従来、乾燥が難しかった高粘度汚泥に対しても乾燥可能な汚泥乾燥機である。

本乾燥機の構造・原理と技術的特徴について以下に述べる。

① 間接加熱式

直接加熱式 (熱風乾燥機、気流乾燥機、ベルト乾燥機等) は多様な汚泥性

状に対して比較的安定かつ大容量の処理を行うことが可能であるが、大量に排出される排ガスに臭気が同伴されるため、大規模な脱臭設備が必要になるとともに熱源温度が高いため燃料消費量が高くなる傾向がある。一方、間接加熱式は熱媒 (蒸気等) による間接式熱交換であるため熱効率が高く、排ガス (臭気ガス) 量が少ないため、ランニングコストが低くなり



図1. 汚泥乾燥機 (MSD-200) の外観

脱臭設備の簡素化も可能である。

② ディスク形状と回転方向

本装置のディスク形状と回転方向により、従来の間接加熱式汚泥乾燥機に比べ、高粘度汚泥に対する高い搬送性と汚泥の付着抑制を実現している。（「3. 独創性」で詳述）

③ 乾燥用熱源として蒸気を利用

乾燥用熱源として、隣接する汚泥焼却炉、ごみ焼却炉、発電プラント等或いは工場内の余剰蒸気を有効利用できれば、ランニングコストを更に大幅に低減することが可能である。

本装置の設備フローを図2に、標準寸法表を図3に示す。図2に示す通り、脱水汚泥は汚泥供給ポンプにより電磁流量計で流量を測定し、配管圧送にて汚泥乾燥機に直接投入後、機内で攪拌・乾燥・搬送された後、排出ゲートから乾燥汚泥を排出する。乾燥熱源である蒸気は軸内配管及びディスク、ケーシングジャケット（伝熱面）内へ投入した後、蒸気ドレンとして乾燥機系外へ排出する。また、汚泥からの蒸発水分（ベーパー）は、排ガスファンにてサイクロンへ送気され、ダストを除去した後、熱交換器で水分を凝縮し、系外へ排出される。

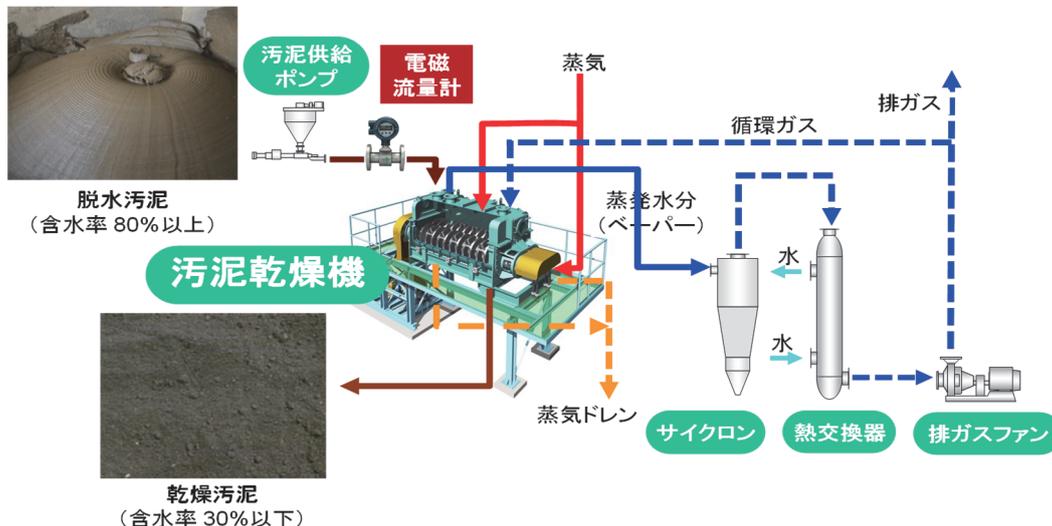


図2 汚泥乾燥機の設備フロー

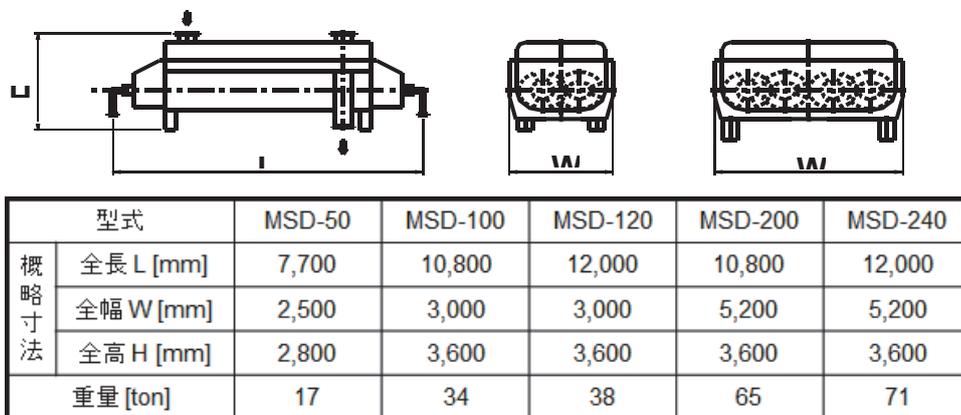


図3. 汚泥乾燥機 標準寸法表

2. 開発経緯

汚泥の高粘度化など多様化する汚泥性状に適する汚泥乾燥機を開発するため、先ず、小型乾燥試験（小型試験機：伝熱面積 0.9m^2 ）とシミュレーション解析（個別要素法（DEM）を用いた粉粒体解析）により、汚泥乾燥機の基本構造（ディスク形状、角度、ピッチ、回転方向など）を決定した。次に、高粘度汚泥を対象とした中国現地での実証機（MSD-20：公称伝熱面積 20m^2 ）による実証試験・検証結果による基本構造の改良とスケールアップ検討により、実機（MSD-200：公称伝熱面積 200m^2 ）を設計・製作した。

2010年～2011年	小型乾燥試験及びシミュレーション解析
2011年～2013年	実証機（MSD-20）による実証試験・検証
2017年	第1号機（MSD-200）納入・運転開始

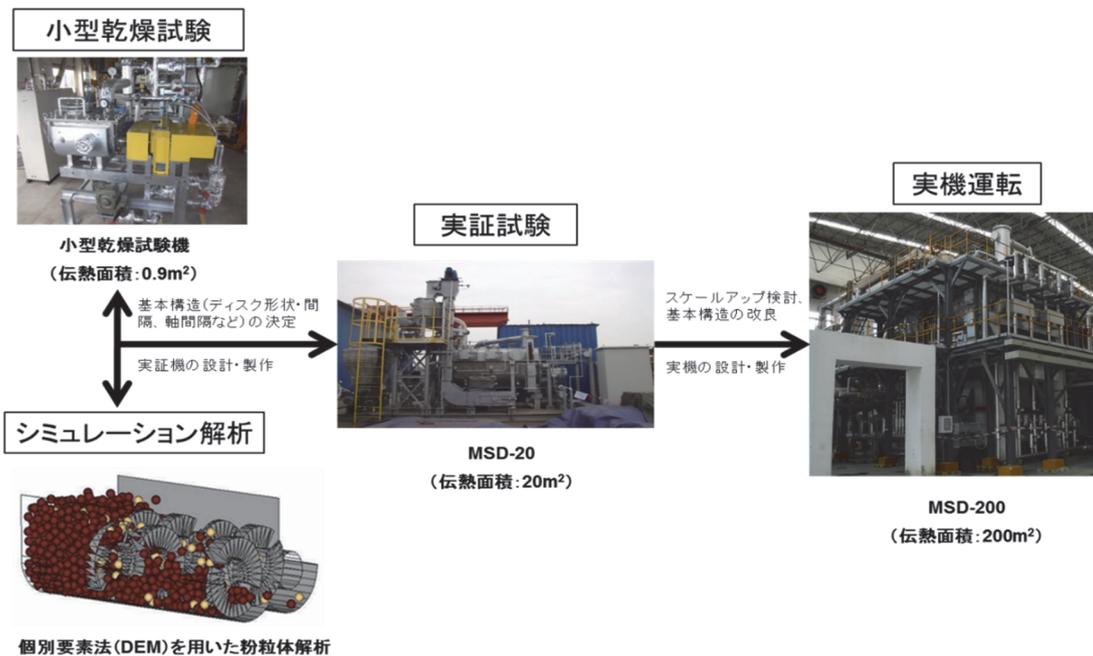


図4 高粘度汚泥対応汚泥乾燥機の開発経緯

3. 独創性

本装置では前述の通り、小型乾燥試験とシミュレーション解析により、高粘度汚泥に対して最適な基本構造（ディスク形状、ディスク間隔、軸間隔、回転方向など）を持つ汚泥乾燥機を開発した。

本装置のディスクには、高粘度汚泥に対する高い搬送性とディスクやケーシングに付着した汚泥を掻き取る効果を持たせている。

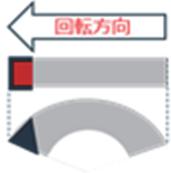
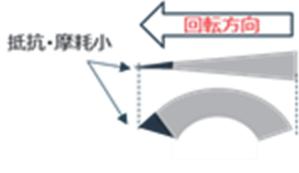
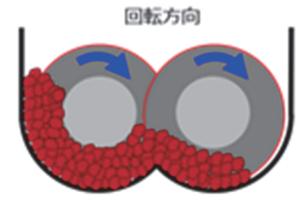
表1に示す通り、ディスク形状は、先端が回転方向に向かって汚泥を切り込むような効果があるため、高粘度汚泥に対しても汚泥による抵抗が小さく、磨耗が少ない構造となっている。

（二軸または四軸）

また、他の間接加熱式汚泥乾燥機（二軸／四軸ディスク式・パドル式乾燥機など）に比べ、高粘度汚泥に適したディスク形状、ディスク間隔、軸間隔などにより、ディスク及び軸間に汚泥が滞留しない構造としたことで、高い搬送性と汚泥の閉塞防止が可能となり、多様な汚泥に

対しても安定的な運転が可能となっている。

回転方向については、二軸を同様の回転方向にすることで、汚泥は片側へ引き寄せられ、軸間に汚泥が滞留しない為、高粘度汚泥であっても閉塞を抑制することが可能となっている。

No.	項目	他社製品	開発技術	原理・特徴
1	ディスク形状			先端が回転方向に向かって高粘度汚泥を切り込む（掻き取る）構造。 抵抗が小さく、摩耗が少ない。
2	基本構造 および 回転方向			高粘度汚泥に適した基本構造（ディスク形状・ディスク間隔・軸間隔等）および回転方向 ディスク・軸間に汚泥が滞留しないため、高粘度汚泥でも閉塞を抑制 高い搬送性
3	回転数	各社任意	低回転 (各軸で任意に制御可能)	摩耗が少ない。 汚泥性状や処理量に適した回転差が設定可能。

4. 特許の有無

本装置の関連特許は次の通りである。

特許番号：第 6212785 号 / 名称：乾燥装置

特許番号：第 6139949 号 / 名称：間接加熱式乾燥装置

特許番号：第 6139958 号 / 名称：加熱乾燥方法、及び、間接加熱式乾燥装置

特許番号：第 6260071 号 / 名称：乾燥装置及び乾燥システム

特許番号：第 5431382 号 / 名称：乾燥機の蒸発負荷制御システム

特許番号：第 6349605 号 / 名称：乾燥装置

5. 性能

本装置では、以下の項目について検証・評価を行った。

(1) 汚泥性状分析

供試汚泥の性状分析結果を図 5 に示す。脱水汚泥含水率及び固形物中の灰分、可燃分は JIS M8812 により測定した。また、脱水汚泥は非ニュートン流体であり、コーンプレート型粘度計等による実際の粘度測定は困難であるため、乾燥機軸動力から汚泥の見掛け粘度を算出して汚泥粘度を評価した。

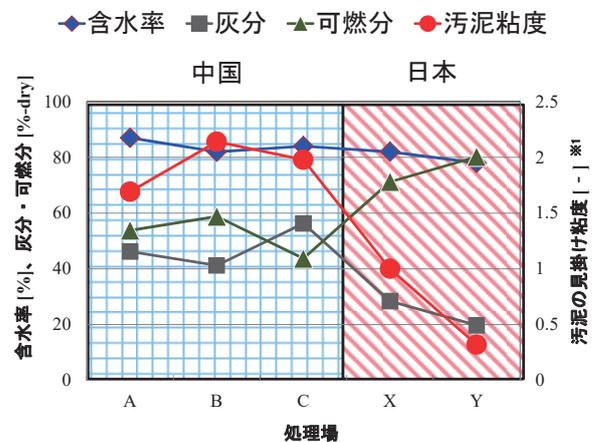


図 5 汚泥性状分析結果

(※1：X 処理場（日本）の見掛け粘度を 1.0 とした)

中国国内にある A、B、C 処理場の汚泥性状は、一般的な日本国内の下水汚泥である X、Y 処理場と比較し、灰分が高くかつ汚泥粘度が高い性状であることがわかった。(X 処理場：消化汚泥、Y 処理場：混合生汚泥)

(2) 乾燥性能の評価

汚泥乾燥機の性能検証結果を表 2 に示す。当社実証機 (MSD-20) の実績値に比べ、単位伝熱面積当たりの蒸発速度が 5~13%向上、蒸気消費量が 6~11%削減、電気消費量が 12~24%削減し、いずれにおいても性能が向上していることを確認した。

表 2 性能確認結果

項目	運転結果	目標値
汚泥投入量	3850 kg/h	3790 kg/h
汚泥含水率 入口	84%	> 80%
汚泥含水率 出口	19%	< 30%
蒸発速度	105~113	100
蒸気消費量	89~94	100
電気消費量	76~88	100

当社試験機 (MSD-20、公称伝熱面積20㎡) の実績値を100とした場合。

(3) 安定運転の評価

汚泥粘度が高い C 処理場の汚泥を用いて連続運転を実施し、高粘度における乾燥性能および搬送性能の安定性について評価した結果を図 6 に示す。搬送性能評価として、脱水汚泥供給量と乾燥汚泥排出量を計測した。また、乾燥性能評価として、蒸気消費量を計測し、脱水汚泥含水率と乾燥汚泥含水率から蒸発水分量を算出した。この結果、夏季・冬季における季節変動および汚泥性状変動や汚泥投入負荷変動等の時間変動に対しても安定的な連続運転を確保していることを確認した。

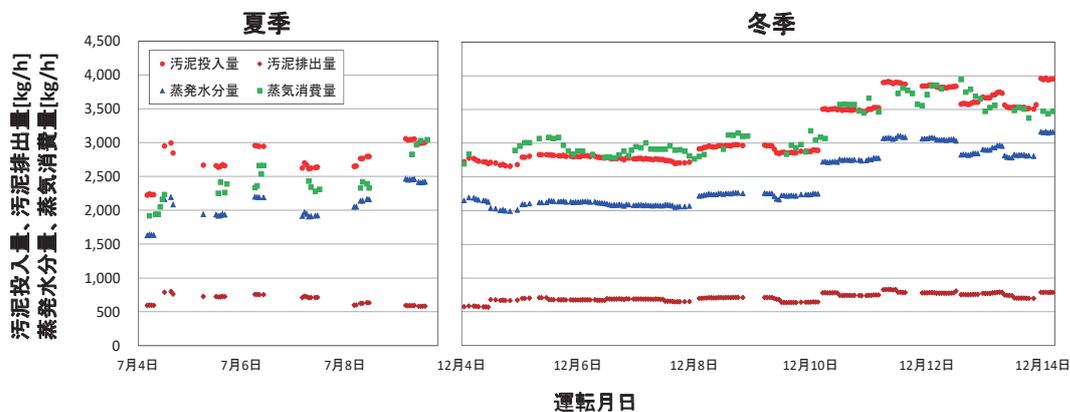


図 6 汚泥乾燥機の運転結果

6. 経済性

高粘度汚泥対応汚泥乾燥機の導入試算例 (脱水汚泥処分量：91t/日、脱水汚泥含水率：84%、乾燥汚泥含水率：30%の場合) を図 7 に示す。脱水汚泥を乾燥することにより、投入汚泥を乾燥前と比較し約 23%まで減容化することができるため、汚泥の埋立処分費を大幅に低減する可能となった。

このため、これまでは乾燥が難しかった高粘度汚泥に対しても本装置を導入することにより、

乾燥により減容化した汚泥の埋立処分費と汚泥乾燥機のライフサイクルコスト（機器費+燃料費+電力費+メンテナンス）を合わせた費用は、脱水汚泥を直接埋立処分した場合の処分費よりも安価になり、ライフサイクルコストは45%（余剰蒸気を使用する場合は27%）まで低減することが可能となった。（ライフサイクルコスト：20年で評価）

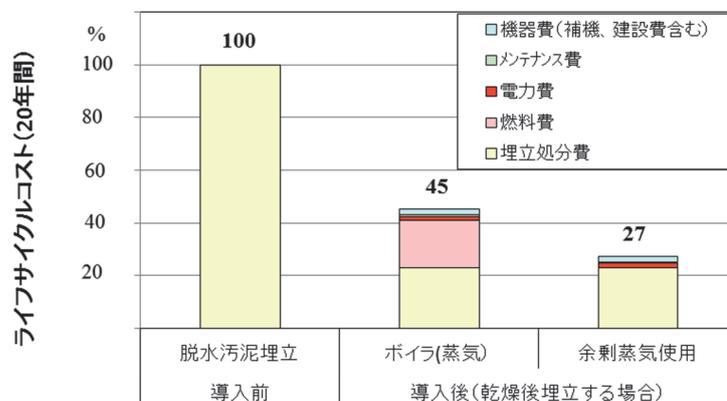


図7 汚泥乾燥機の導入効果

7. 将来性

中国の汚泥処理施設を中心として既に5台の納入実績を有するが、日本国内の他、東南アジア等の諸外国においても普及が見込まれている。

また、汚泥市場の多様化に対して適した乾燥機であることから今後は、各種排水汚泥や種々バイオマスなど幅広い分野への適用とバイオマス燃料化への展開も期待される。

日本産業機械工業会 会長賞

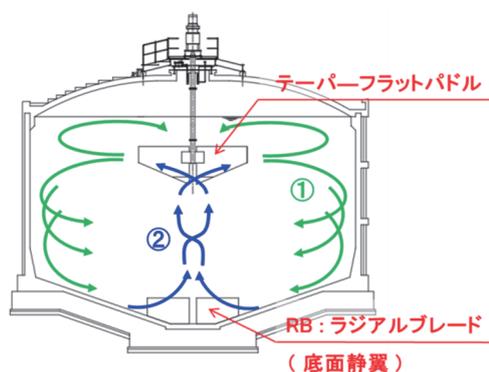
「低動力型消化槽攪拌装置」

メタウォーター株式会社
佐竹化学機械工業株式会社

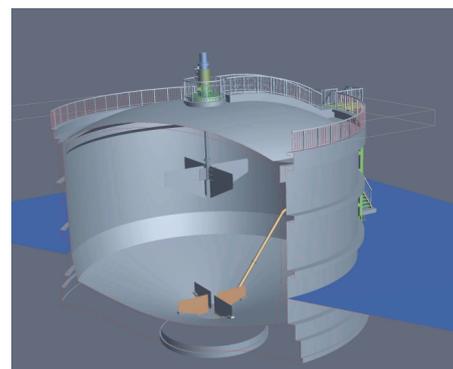
1. 装置の詳細説明

本装置は、下水道分野における汚泥の嫌気性消化(メタン発酵)槽での安定消化の実現のために重要となる「ショートパス、共回り、死水域の発生防止(すなわち槽内の均一混合)」、「ガス分離の促進(ガスの安定供給)」および「スカム発生の抑制と発生時における迅速な破碎」を低動力(従来装置と比較し混合所要時間 43%短縮)で実現させる攪拌装置である。

図1に攪拌装置の概要図を示す。本攪拌装置は4枚のテーパーフラットパドルと槽下部に設置したラジアルブレード(底面静翼)で構成されるシステムである。図1(a)に示すように、攪拌羽根(テーパーフラットパドル)の回転により槽内に旋回流を生じさせ、槽壁付近では旋回流を伴う緩やかな下降流、槽底部では境界層効果により槽中心部へ集まる流れ、軸中心部ではラジアルブレードにより強化された強力な竜巻状の上昇流が液面付近まで達し本装置独特な大循環流が形成される。本装置は非常に低い回転数 3.5min^{-1} (従来装置ではおよそ 30min^{-1}) で運転し、攪拌軸も短いため軸ブレや振動も少ない。さらには、攪拌羽根形状を工夫したことにより、汚泥中に含まれる“し渣”の絡み付きを防止することで、従来設備にて度々発生していた「し渣の絡み付きによる設備停止」を防止できることが特徴として挙げられる。



(a) 槽内フロー



(b) 全体俯瞰図(断面カット)

図1 開発した攪拌装置の概略図

2. 開発経緯

(1) 背景

国民の生活に必要な下水道の普及率が78.8%（平成29年度末データ参照）に達したが、それに伴い発生する汚水の処理に必要な電力使用量は日本全体の約0.7%を占めている。今後、エネルギー需要が逼迫することが予想され、下水処理場における更なる省エネ・創エネルギー対策が期待されている。そのような状況下で、国土交通省が2003年に「バイオマス利活用事業」を創設したことに加えて、2012年より経済産業省がFIT制度（固定価格買取制度：再生可能エネルギーで発電した電気を、電力会社が一定価格で一定期間買い取ることを国が約束する制度）を開始したことにより、下水汚泥を嫌気性消化（メタン発酵）させ、汚泥そのものを減量化するのみならず、発生する消化ガスを回収・発電（創エネ）することで、嫌気性消化方式を採用する自治体は現状300余りとなっており、従来型装置の更新時期を迎える自治体や、近年さらに嫌気性消化方式を採用する自治体が増加する傾向にある。

(2) 開発趣旨

前述した通り、下水道設備において嫌気性消化を設備として採用する自治体は多く、今後増加傾向となるが、現状、以下の大きな3つの問題点がある。

① 槽内の混合不良によるショートパス、死水域およびスカムの発生

従来装置では、槽内に邪魔板などの設置が無い場合、槽内フローに共回りやショートパスおよび死水域が発生し、槽内の混合不良によるスカムの発生などの不具合が生じている。

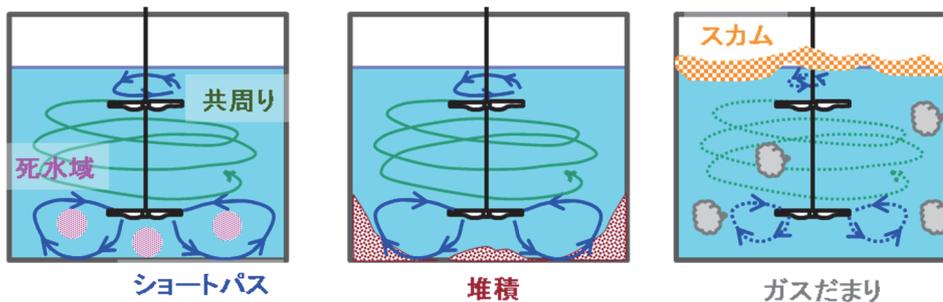
② 長期間運転に伴う槽内の有効容量の減少

従来装置では、槽底部の流速が遅いため、汚泥内に含まれる砂分が堆積し、槽の有効容量が減少することで、消化設備としての機能が経年により徐々に失われる。

③ 高濃度化する汚泥

近年、機械濃縮による投入汚泥のTS濃度増加に伴う粘性の上昇が、攪拌機の所用攪拌動力および槽内流動に大きく寄与し、槽内が混合不良に陥り、消化ガスを安定的に発生できないケースが増加している。

上記を解決するため、高粘性の汚泥においても槽内の完全混合が可能な攪拌能力を具備し、低動力にて運転可能な攪拌機の開発に取り組んだ。



(a) ショートパス、共周りなど (b) 底部堆積の発生 (c) 高濃度時の槽内混合不良

図2 従来装置で生じている問題点

(3) 開発目標

投入汚泥濃度 TS=4.0%の高濃度の汚泥(従来装置では TS=2.0~3.0%ほど)に対しても、安定消化の実現のために重要となる①ショートパス、死水域の発生防止(すなわち槽内の均一混合)、②ガス分離の促進およびスカム発生の抑制と発生時における迅速な破砕を低動力(従来比 30%減)で実現させることを目標とした。

(4) 開発経緯

- 2012年 小型模型試験槽(10L)及び数値シミュレーション(CFD)における攪拌実験の開始。
- 2014年 大阪市中浜下水処理場内 2011年度 B-DASH 事業設備内における消化槽(50m³)を用いて、約8ヶ月間の安定運転(ガス発生量、運転動力、堆積物の有無)を確認。
- 2017年1月 愛知県豊川浄化センター(2,500 m³)に第1号機を納入。

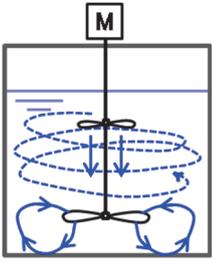
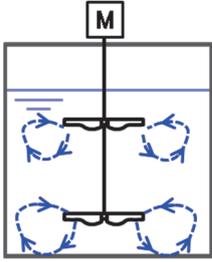
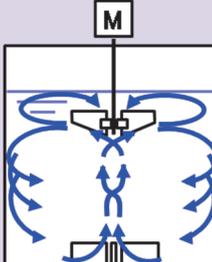
なお、本装置は、メタウォーター株式会社、佐竹化学機械工業株式会社が共同で開発を行った。それぞれが担当した開発の内容は、次のとおりである。

- ・メタウォーター株式会社：
研究計画の立案、調査研究の主導、研究調査の実施及び設備の建設
- ・佐竹化学機械工業株式会社：
攪拌機デザイン及び設計手法の確立、流動性能の調査(数値シミュレーション及び実験)

3. 独創性

従来装置と開発した新型装置の特徴について表1にまとめる。比較した従来装置(他社製)は下水道分野の嫌気性発酵槽において、一般的であり今回の新型装置と同様の攪拌方式である機械攪拌(インペラ式)を選定している。従来装置における課題解決のために、本装置が持つ独創性は以下の(1)~(3)に示す3点である。

表 1 従来装置と新型装置の特徴比較表

No	項目	従来装置(他社製)		新型装置
		A社	B社	
1	概略図			
2	攪拌方式	機械攪拌 (インペラ式)	機械攪拌 (インペラ式)	機械攪拌 (インペラ式)
3	特徴	上段攪拌羽根で下段まで汚泥を送り、下段攪拌羽根で早い下降流を生み出す。	大型の二段の攪拌羽根によりゆっくりとした下降流を生み出す。	邪魔板を槽内に有することで「上昇流+旋回下降流」の大循環流を生み出す。
4	攪拌羽根	材質:SUS316L 相当 枚数: 上段 2 枚(φ 2.7m) 下段 3 枚(φ 3.7m)	材質:SUS316L 相当 枚数: 上段 2 枚(φ 4.0m) 下段 2 枚(φ 4.0m)	材質: リーニ二相ステンレス 枚数: 1 段 4 枚(φ 4.3m)
5	回転数	約 10 ~ 30 rpm	約 10 ~ 30 rpm	約 3~10 rpm
6	邪魔板	無し	無し	有り (槽底部に静翼として)

(1) ラジアルブレードの設置

従来装置では、槽内に邪魔板（バッフル板など）などの設置が無いため、攪拌羽根の回転により周囲の流体がそれに伴って動く事しか出来ずに共回りやショートパスおよび死水域が発生することが問題となっていた。この課題解決のために、邪魔板の設置を検討したが、槽壁面に邪魔板を設置する場合、攪拌機動力が増加してしまう問題が新たに発生した。そこで、槽底部にラジアルブレード(RB)と呼称する底面静翼を設置することにより、槽内全体に大循環流（旋回流+上昇流）を発生させ、従来装置で生じていたショートパスや共回りを防止し、低動力で槽内を完全混合させるフローを形成させた。

RB は流れの旋回速度成分エネルギーを竜巻の様な強力な上昇流に変換させる役割がある。一般的にフローが旋回流主体となる場合、軸中心部の固体的回転渦領域を除いて、槽内では軸中心から槽壁に向かって圧力は大きくなるが、慣性力（遠心力）の作用により吐出効果が生じる。しかし、槽底部を速度「0」とする境界層内では慣性力が作用せず、圧力差によって流れは中心方向に集中する。この境界層効果に対して、槽底中心部に RB を設置し、渦速度を増大させる事によって強力な上昇流の形成を可能とする（図 3 は槽底部におけるフローパターン）。

図 4 に RB 有無の比較実験結果を示す。RB が無い場合、内部に入れた ABS 粒子(比重：約 1.0[-])が槽底中心部に留まるのみで、循環流が発生しないことが確認でき、RB の優位性が確認出来る。

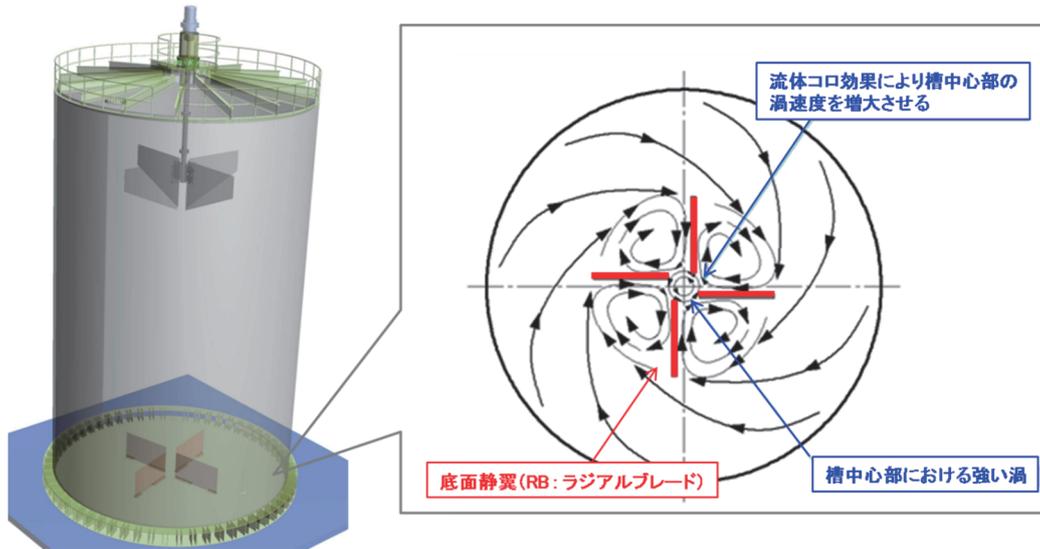


図 3 ラジアルブレード設置時の槽底部フローパターン

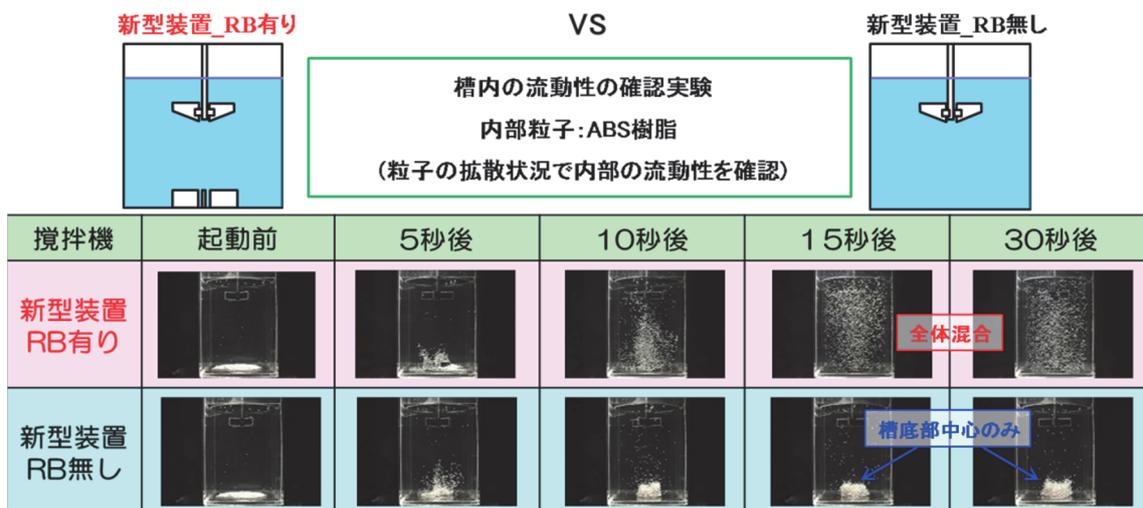


図 4 流動性の可視化実験 (RB 有無の比較実験)

本フローパターンが従来装置(表 1 中の A 社)と比較し、十分な効果を発揮するからラボ実験を実施した。ここで、ヨードハイポ法を用いて混合所要時間を確認(図 5)したところ、この装置独特なフローは従来装置と比較し、槽内の混合所要時間を 43% 短縮させることに成功した。混合液の粘度を増加(投入汚泥濃度 TS=7.0~8.0%模擬)させ、同様の実験を実施したところ、この傾向は、槽内の流体粘度が増加するに伴い顕著となることも確認した。(図 6)

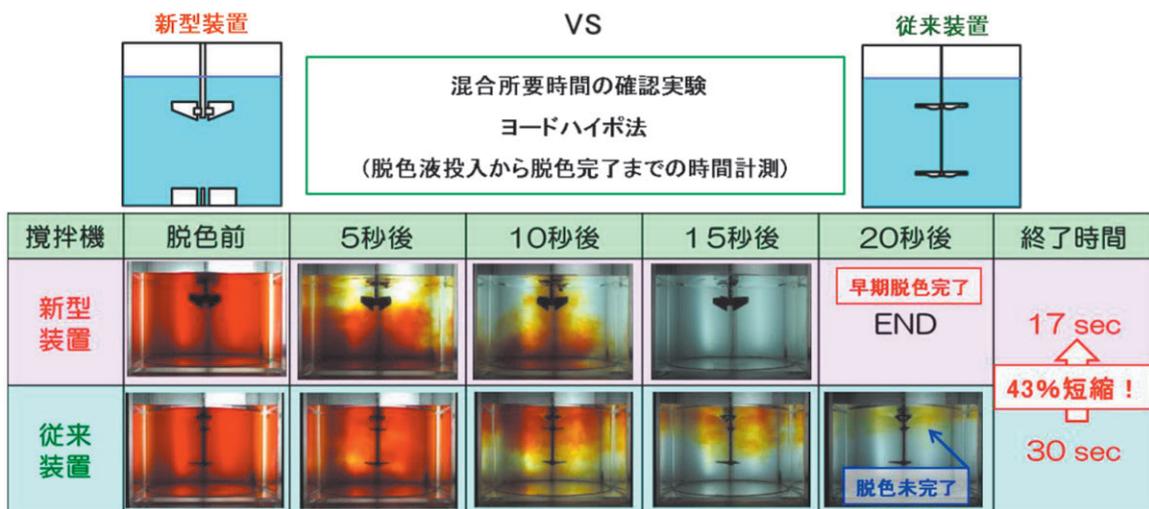


図5 混合所要時間の比較実験 (ヨードハイポ法)

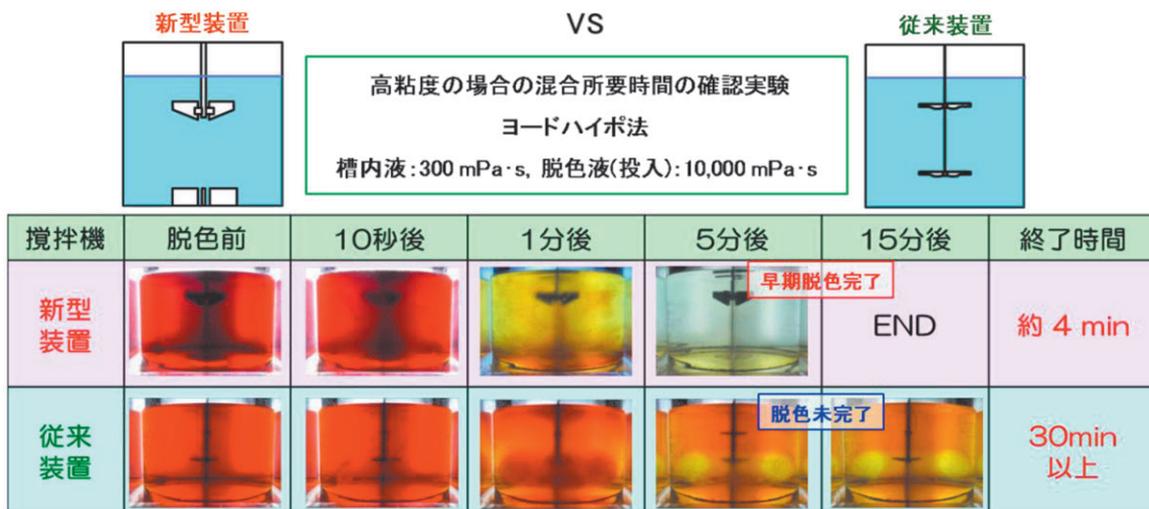
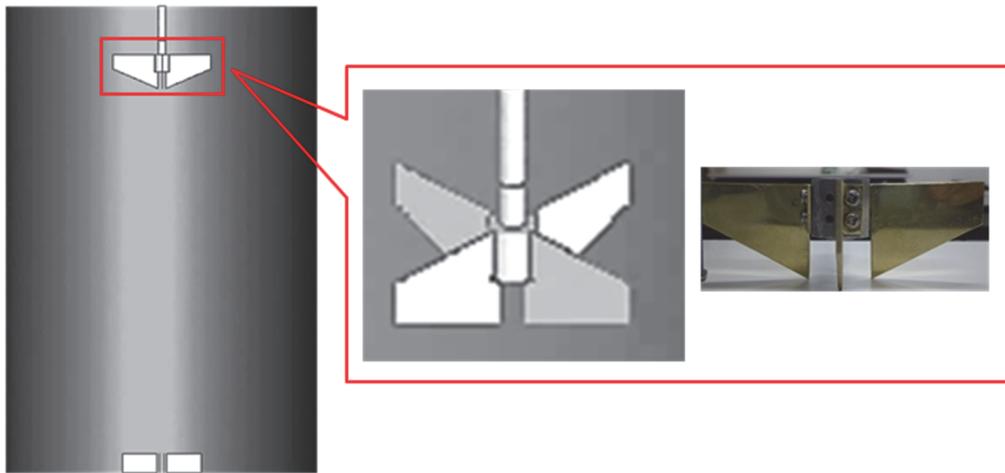


図6 高濃度汚泥(TS=7.0~8.0%)模擬の場合の混合所要時間の比較実験 (ヨードハイポ法)

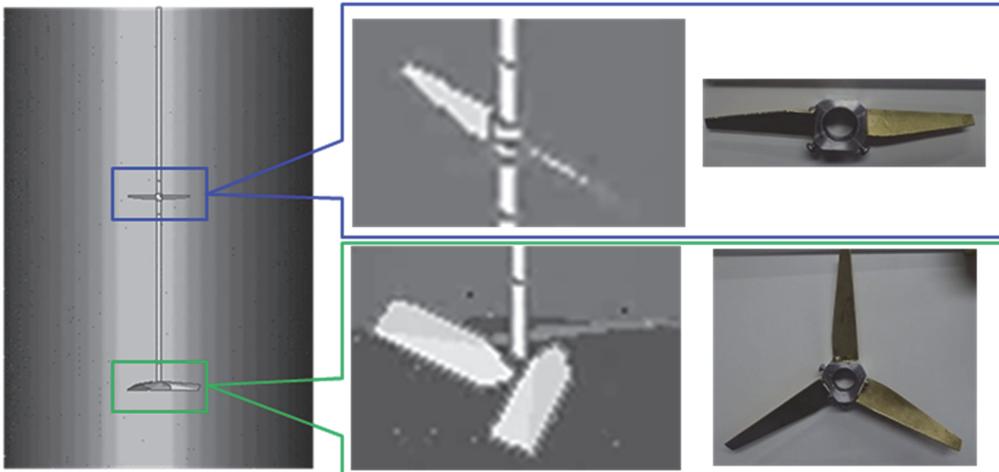
(2) 羽根形状

本攪拌機の特徴の一つは、槽内に大循環流を形成させる事である。この大循環流の形成には、旋回流が必要であり、シンプルなフラットパドルを適用したが、効率的に旋回流を起こすには周速を稼ぐ必要があった。そのため、形状をテーパ状としており、テーパ比は動力と吐出速度の関係から最適な比率を選定した(図7(a))。

上記により、従来のピッチドパドル(図7(b))とは異なり羽根を取り付け角90度で設置することで、汚泥中に含まれる“し渣”の絡み付きを回避した。また、底部のラジアルブレードとの作用により良好な流動作用が得られ、槽底部の汚泥までも流動させ、砂分の堆積を防止することを実現した(図8、図9)。これら“し渣の絡み付き”および“堆積物”に関しては、実際の運転後(実液、50m³槽、8ヶ月運転)の開放点検時に、いずれも生じていないことを確認している。



(a) 新型装置の羽根 (1 段_テーパーフラットパドル)



(b) 従来装置の羽根(多段ピッチドパドル_例)

図 7 羽根形状の比較

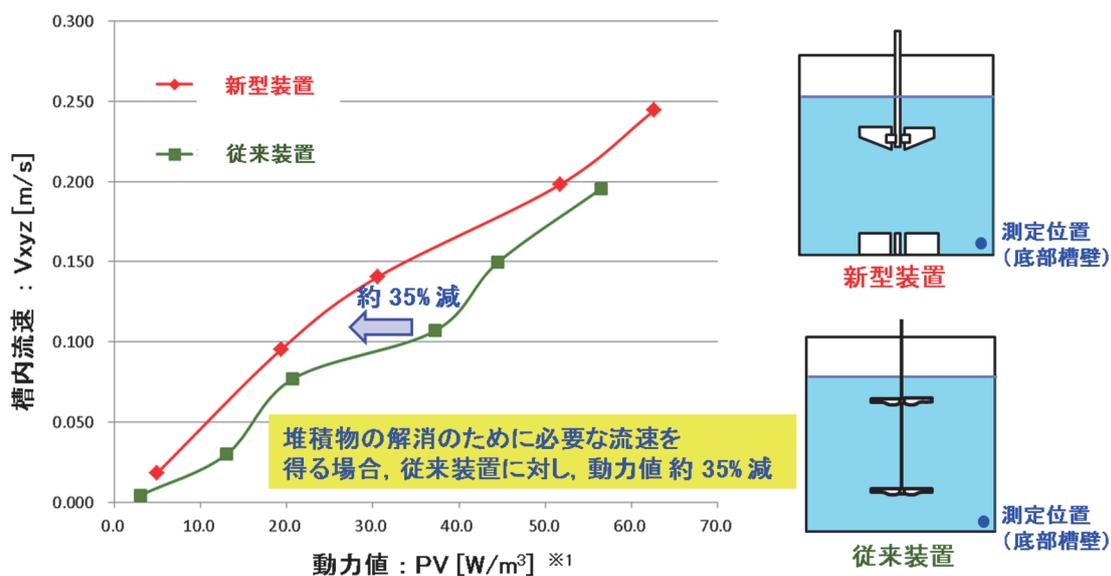


図8 流速値の比較 (80L_実液_ラボスケール実験比較)

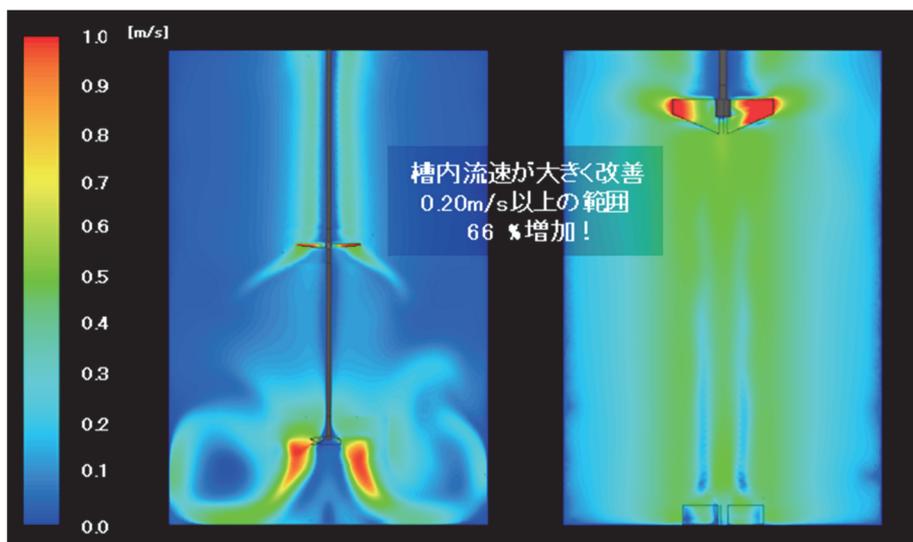


図9 同一動力での流速値の比較 (3,000m³_実機スケール数値解析比較)

(3) 羽根位置

従来装置では、槽内部を流動するために、槽中腹部および槽下部にそれぞれ攪拌羽根を設置している。しかしながら、この配置では、水面の流速がほとんど得られず、スクムや発泡現象が生じた時に、対処することができなかった。しかしながら、今回開発した新型装置では、汚泥を底部から巻き上げて槽内へ均一的に分散させるために液面近傍に翼を設置していることから、水面においても十分な流速を得ることが可能であり、これによりスクムの迅速な解砕を可能とした。また、軸長が短くなることで、攪拌機の運転による軸振れの影響も少ない。

4. 特許

本装置の関連特許は次の通りである。

特許番号：第 6280110 号 / 名称：消化装置

出願番号：特願 2015-138449 / 名称：攪拌装置

5. 性能

以下に同規模槽容量における従来装置の比較を示す。

(1) 攪拌性能

表 2 に従来装置と新型装置の攪拌性能の比較表をまとめる。なお、従来装置に関する値は「汚泥消化タンク改築・修繕技術資料,(財)下水道新技術推進機構」を参考とし記載している。

※ 槽容量・汚泥物性等の条件は異なる。

表 2 攪拌性能の比較表（従来装置 VS 新型装置）

No	項目	従来装置	新型装置	備考
1	槽容量 [m ³]	2,000	2,500	
2	槽形状	扁平型槽		
3	攪拌方式 [-]	機械攪拌（インペラ式）		
4	汚泥粘度 [cP]	200	300	
5	汚泥濃度 [%]	2~3 想定	4~5 想定	
6	攪拌能力[m/s]	0.05	0.158	壁面近傍の底部流速
7	電動機 [kW]	1.5	7.5	詳細は※1 参照
8	動力[W/m ³]	0.75	1.48	
9	回転数 [min ⁻¹]	17.0	3.55	

※1 実使用動力は3.7kWである。さらには、従来装置と同等の攪拌能力(底部流速0.05m/s)とした場合、新型装置の電動機容量は1.5 kWとなる。(所要動力は0.90kWとなるが、0.90kW以上の電動機容量が1.5kWとなるため。)

(2) 耐久性・安全性

消化槽の攪拌機において耐久性・安全性の観点から、機械的な強度を保持し、使用環境に耐えうる耐食性を持つ材質選定は非常に重要となる。本攪拌装置では耐食性に優れ、機械強度も高いリーニ二相ステンレス(SUS821L1)を攪拌羽根に採用することで耐久性及び安全性の向上を図っている。従来装置が選定している SUS316L との比較表を表 3 に示す。加えて、本装置で選定したリーニ二相ステンレス(SUS821L1)はレアメタルである Ni(ニッケル)や Mo(モリブデン)の含有量を大幅に削減することで省資源にも貢献し、環境へも配慮している。

表 3 材質比較表(従来装置 VS 新型装置)

No	項目	従来装置 羽根材質 SUS316L	新型装置 羽根材質 SUS821L1
1	密度 [g/cm ³]	7.98	7.80
2	縦弾性係数 [kN/mm ²]	193	200
3	0.2%耐力 [N/mm ²]	205	400
4	引張強さ [N/mm ²]	520	600
5	Ni 含有量 [%]	12	2
6	Mo 含有量 [%]	2.5	0
7	PREN 値 ^{※1} (孔食指数) [-]	24.4	25.7
8	CI 値 ^{※2} (隙間腐食指数) [-]	26.1	28.1

※1 PREN=[Cr]+3.3[Mo]+16[N]で表される孔食に対する耐食性指数であり高いほど高耐食性を示す。

※2 CI=[Cr]+4.1[Mo]+27[N]で表される隙間腐食に対する耐食性指数であり高いほど高耐食性を示す。

(3) 運転・操作性および維持管理性

運転・操作性に関して新型装置は従来装置と同等である。しかしながら、維持管理性に関しては、新型装置従来の問題点であった「し渣の絡み付きによる運転停止」、「発生するスカムや発泡現象への対策(定期的な散水によるスカム叩きや消泡剤の添加)」および「定期的な浚渫」を回避できることから、維持管理性は大きく向上している。

6. 経済性

経済性を評価するために、表 4 に示す条件(扁平型槽の 2,500m³において 20 年間運転した場合を想定)にて、イニシャルコストとランニングコストを試算した。新型装置は従来装置と比較し、水面の流速が非常に速く、スカム叩きスプレーや消泡剤の添加が必要ない。そのため、新型装置では、消泡剤費と消泡剤打ち込み用のポンプ電力量を「無し」として試算している。また、消泡剤の使用量などは愛知県某処理場様の実績ベースとした。表 5～7 にそれぞれ、保守点検項目、電力費・消泡剤費、経済性比較結果(従来設備を 100 とした場合の割合を表示)を示す。

イニシャルコストにおいて、従来装置と新型装置のコストはほとんど同じであることから、表 7 の結果はいずれも従来設備を 100 とした場合の割合表示で 100%としている。

ランニングコストにおいて、表 5 に示す通り、従来装置と新型装置は保守点検項目が同じでありコスト差は生じない。しかしながら、表 4 の比較条件にて記載したとおり、従来装置は水面においてスカムの発生や発泡現象の抑制のために、スカム叩きや消泡剤の注入が必要となる。そのため、攪拌機の単独電力費では新型装置が不利になるものの、消泡剤の費用と消泡剤を打ち込むためのポンプ電力費を加味すると、新型装置は従来装置に比べ、およそ 20%のランニングコスト削減となる。結果、経済性としてはイニシャルとランニング含めて約 10%の費用削減となる。

表 4 経済性比較条件(20年想定)

No	項目		従来装置	新型装置	備考	
1	槽容量	[m ³]	2500			
2	槽形状	[-]	扁平槽			
3	攪拌機	電動機	[kW]	1.5	3.7	
		稼働時間	[h]	24	24	
4	消泡剤		[kg]	9.0	-	1日の使用量
5	消泡剤 ポンプ	電動機	[kW]	0.20	-	
		稼働時間	[h]	12	-	バッチ運転

表 5 機器の保守点検項目の比較

機種	項目		毎日	1年	2年	3年	4年	5年	6年	7年	8年	9年	10年	11年	12年	13年	14年	15年	16年	17年	18年	19年	20年	
従来装置	日常点検	電流値、異音、振動	○																					
		減速機オイルレベル	○																					
	年点検	減速機オイル交換		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		減速機オーバーホール							●															●
定期点検	電動機ベアリング												●										●	
	電動機ベアリング												●										●	
新型装置	日常点検	電流値、異音、振動	○																					
		減速機オイルレベル	○																					
	年点検	減速機オイル交換		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		減速機オーバーホール							●															●
定期点検	電動機ベアリング												●										●	
	電動機ベアリング												●										●	

○：ユーザ一点検項目、●メーカーオーバーホール時に交換

表 6 ランニングコスト(電力費および消泡剤費)比較結果

No	項目		従来装置	新型装置	備考
1	攪拌機	電力費 [千円]	0.66	1.62	
2	消泡剤	費用 [千円]	1.31	-	
3	ポンプ	電力費 [千円]	0.044	-	消泡剤注入用
合計		[千円]	2.02	1.62	

表 7 経済性比較結果まとめ(従来装置 VS 新型装置)

No	項目	従来装置	新型装置	備考 (コストオーダー)
1	イニシャルコスト	100	100	○千円
2	ランニングコスト	100	80.4	○千円

※ 従来設備を 100 とした場合の割合を表示

新型装置では従来装置よりも槽内の底部流速を確保できることから、底部堆積解消の面で非常に有利となる。そのため、経済性の参考比較計算として、槽内の流動不良に伴う底部堆積による浚渫費の発生と浚渫による運転停止に伴う稼働率の低下が生じた場合の試算を追加実施する。

表 8 に扁平型槽の 2500m³において 20 年間運転した場合を想定した試算結果を示す。浚渫時期や費用などの設定は、「汚泥消化タンク改築・修繕技術資料,(財)下水道新技術推進機構」のデータを参考とした。計算の結果、従来設備に対しての経済性はイニシャルとランニング含め

て約 34%削減されると試算された。

表 8 経済性比較表(従来装置 VS 新型装置)

No	項 目	従来装置	新型装置	備 考 (コストオーダー)
1	イニシャルコスト	100	100	0.X 億円
2	ランニング コスト	浚渫費	0	0.X 億円
		メンテナンス費	100	0.0X 億円
		電力量 (発電量-使用電力量)	100	98

※ 従来設備を 100 とした場合の割合を表示

7. 将来性

現在、消化設備を保有する下水処理場は 345 箇所、槽数は 460 基であり、非常に大きな市場である。本攪拌機を採用することで低動力化による「省エネ」と安定消化の継続による「創エネ」において多大な貢献ができると言える。さらには、上水分野の薬品混合などにも採用可能であり、広い産業分野において普及が見込まれる重要な装置である。

日本産業機械工業会 会長賞

「汚泥高混焼対応型流動床式ごみ焼却システム」

荏原環境プラント株式会社

1. 装置の詳細説明

都市ごみ焼却施設や下水（し尿）処理施設は、都市の静脈インフラとして重要な役割を担っている。各々の施設は、個別に稼働している例が多く、下水（し尿）処理施設から発生する汚泥と都市ごみの混焼等、施設間での連携が行われているのは一部の自治体のみである。

人口減少社会へと推移する中で、地方都市におけるごみと下水汚泥の連携処理を可能とすることは、ごみ処理量が減少していくことへの対応や財政的に厳しい状況に対して有利に働くものと考えられる。

ごみ焼却ではごみの均一化が安定運転に大きく寄与するが、従来のごみ焼却炉では、ごみ不均一となり、汚泥混焼率（汚泥混焼率：ごみと汚泥の合計焼却量に対する汚泥焼却量の割合）を上げることが難しかった。汚泥処理量の調整幅が小さく、施設運営を考えた場合、高い混焼率を達成できれば、フレキシブルなごみと汚泥の混焼処理を行うことが出来る。

当社では、この課題解決のために「小規模施設における高い汚泥混焼率」の実現を達成すべく、「汚泥高混焼対応型流動床式ごみ焼却システム」の開発を行った。

本申請装置は、小規模の都市ごみ焼却施設においても、安定して高い汚泥混焼率で処理できるよう、当社独自の旋回流型流動床焼却炉の技術をベースに、流動床式ガス化熔融炉や次世代型流動床焼却炉にて得られた知見、新技術を反映させたものである。

従来からの旋回流型流動床焼却炉の技術の特長を損なうことなく、(1) 炉床負荷の増加（炉床面積のコンパクト化、所内動力の低減）、(2) 総空気比の低減（安定した燃焼制御）、(3) 安定した汚泥供給を目標に開発を行った。

これまで弊社では、流動床式ごみ焼却システムの改良を加えてきた。既存装置「次世代型旋回流型流動床焼却システム」と今回申請の変更点を表 1 に示す。

表 1 既存装置と申請装置の導入技術比較

No.	開発項目	既存装置	申請装置
1-1	破碎ごみ投入(破碎機の設置)	開発	採用
1-2	破碎ごみ投入(砂中投入)	—	新規開発
2-1	炉床面積縮小(炉床負荷の増加)	開発	採用
2-2	炉床面積縮小(炉床形状の変更)	—	新規開発
3	再循環排ガス吹き込み	開発	不要とした
4	レーザ式酸素濃度計による燃焼制御	開発	採用
5	流動床の炉内脱硫・脱塩効果による薬品使用量の低減	開発	採用
6	発電量制御・送電量制御の導入	開発	無し(発電無いため)
7	汚泥専用の供給設備設置	—	採用

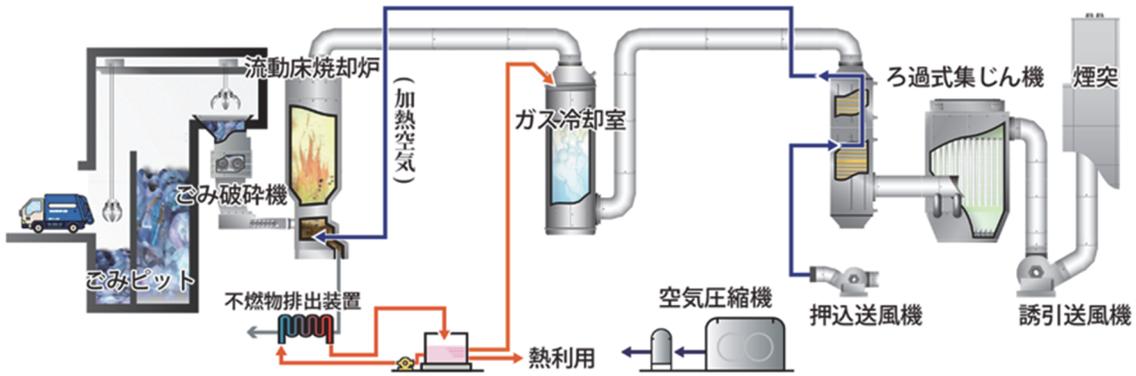


図 1 汚泥高混焼対応型流動床式ごみ焼却システムのプロセスフロー(全体)

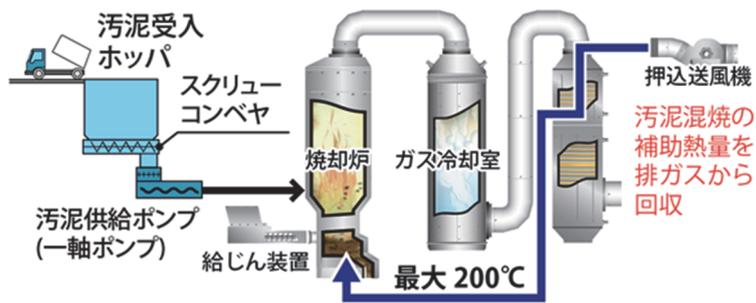


図 2 汚泥高混焼対応型流動床式ごみ焼却システムのプロセスフロー(汚泥処理部分)

プロセスフローを図 1、図 2 に示す。

収集された都市ごみは、ごみピットに一時貯留された後、ごみクレーンでごみ投入ホップに投入され、2 軸破碎機で破碎処理後、給じん装置で焼却炉内へ供給する。

汚泥は、し尿処理施設や下水道処理施設から搬入され、汚泥受入ホップにて受け入れた後にポンプにて炉内へ圧送する。

焼却炉内では 850℃以上の高温焼却が行われ、不燃物は炉下から流動砂とともに排出され、砂分級器で流動砂と分離された後、鉄分は磁選器で分離して鉄分貯留バンカに、鉄分以外の不燃物は不燃物貯留バンカにそれぞれ貯留し搬出する。

焼却炉から排出される排ガスは、ガス冷却室で水噴霧により 350℃まで、その後、空気予熱器及び排ガス減温用空気加熱器で 180℃まで冷却する。冷却された排ガスに消石灰及び活性炭を噴霧し、ろ過式集じん器でばいじん、酸性ガス及びダイオキシン類を吸着除去する。窒素酸化物は、焼却炉の燃焼制御で発生を抑制し薬品は使用していない。

2. 開発経緯

(1) 開発の趣旨

本申請装置である「汚泥高混焼対応型流動床式ごみ焼却システム」は、小規模施設での高い汚泥混焼率を達成するために、TIF[®] 旋回流型流動床焼却炉の前身である SDP[®] 旋回流型流動床焼却炉を採用し、近年の廃棄物処理における重要なニーズである環境負荷の低減、エネルギーの有効利用、ライフサイクルコストの低減を実現すべく、当社の約 30 年間にわたる成熟した流動床焼却技術や、流動床式ガス化溶融炉の経験に裏打ちされた信頼性の高い最新技術をベースに開発したものである。

(2) 開発の経緯

2014 年 4 月	汚泥混焼市場の可能性調査、汚泥混焼用小型炉の検討開始
2014 年 8 月	申請装置の実施物件（北秋田市殿の入札公告発行）
2014 年～2015 年	SDP [®] 旋回流型流動床焼却炉を選定、焼却炉の基本計画設計を行う
2015 年 3 月	実施物件受注
2015 年 4 月～	実施設計
2018 年 3 月	第 1 号機納入

3. 独創性

(1) 炉床負荷の増加：炉床面積のコンパクト化

従来の流動床焼却炉の炉床負荷（炉床面積 1m² あたりの処理量であり、炉の大きさを決定するための設計基準値）は一般的に 400kg/m²h 以上であるが、ガス化溶融炉の実績から、従来と比べ炉床面積を約 75%へとコンパクト化し、炉床負荷を大幅に高めた。これによって以下の効果を得た。

- ① 流動層の流動化空気量が従来に比べて 25%程度削減することができ、押込送風機の動力も約 25%削減される。
- ② 砂中空気比が低下し、砂中での燃焼割合が低減されることにより、流動層内でのごみの乾燥・熱分解・ガス化が比較的低温で緩やかに行われるため、燃焼量変動が抑えられ、安定

した燃焼制御が行える。

- ③ 従来装置(TIF[®])では、二重旋回で砂を流動させていたが、申請装置(SDP[®])では、小規模施設向け施設対応として小型化するために流動が片側旋回となる炉床形状として炉床面積を縮小、また、炉床壁面の形成により砂中への給じんを可能とした。

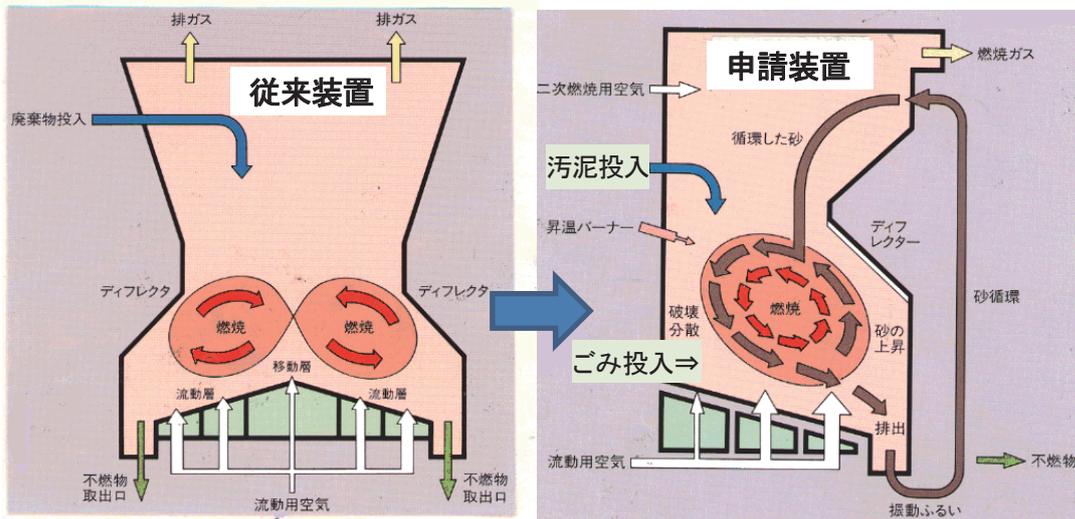


図3 従来装置(TIF[®])と申請装置(SDP[®])の炉床形状比較

(2) 総空気比の低減

ガス化溶融炉では、ごみの持つ熱量を最大限有効に活用して高温場を形成し、安定的に灰を溶融する機能を有していた。そのため、総空気比を安定的に1.4~1.5程度に管理可能な技術が確立しており、申請する流動床焼却炉にも適用された。焼却炉外形図を図4に示す。

① ごみの粗破碎及び定量供給システム

計量後の都市ごみはごみピットに一時貯留された後、ごみクレーンでごみ投入ホッパに投入される。都市ごみは、ごみ投入ホッパ後段に設置された二軸せん断破碎機により簡易破碎処理をした後、給じん装置で焼却炉内へ定量供給される。

この簡易破碎処理により焼却炉へのごみの定量供給性が一層向上し、小型炉でありながら従来以上の低空気比安定運転が実現可能となった。

また、破碎ごみを流動している砂層中に供給することにより、ごみが砂の掻き取り効果により、徐々に炉内へ供給されるため、ごみの供給量変動が少なく、安定した燃焼を可能としている。

② レーザー式酸素濃度計、制御系の充実

炉床温度の低下により燃焼の変動が小さくなったことに加え、燃焼空気量制御の検出端として、従来のガス冷却室出口のジルコニア式酸素濃度計に替えて、時定数が極めて短くメンテナンス性に優れたレーザー式酸素濃度計を焼却炉の後段に設置した。

これにより、低空気比燃焼時においても燃焼空気の投入が燃焼変動に追従できるようになった。

(3) 安定した汚泥供給

汚泥処理のために汚泥専用のホッパに受け入れた汚泥は、汚泥ホッパより切出し、汚泥供給ポンプにより都市ごみとは別系統で炉内へ投入する。焼却炉へ投入する前に都市ごみと汚泥を混合すると、混合が不十分で燃焼が不安定となり易くこれを防止している。

また、炉床部近傍の砂の流動が強い部位に汚泥を供給することで、流動層中で汚泥の分散性を向上させ、高い汚泥混焼率を可能とした。

破碎ごみの砂中投入や低空気比燃焼、汚泥焼

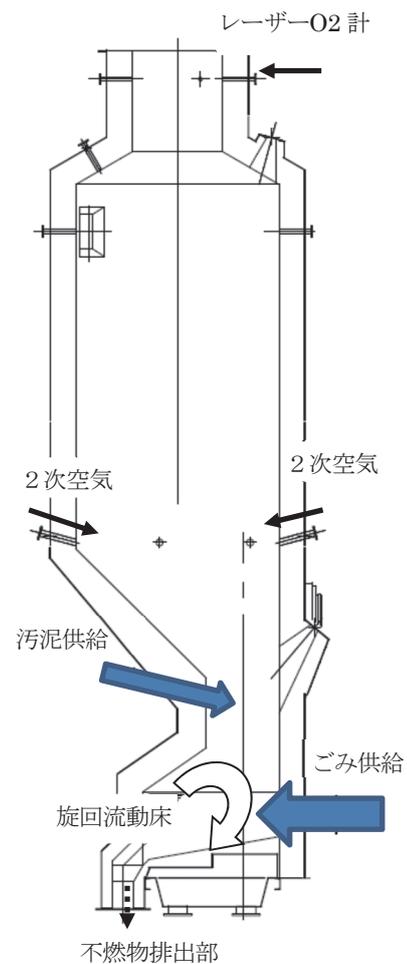


図4 焼却炉外形図

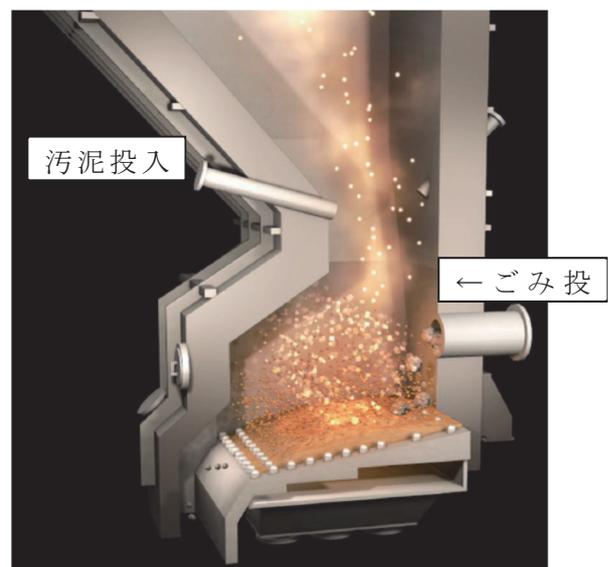


図5 焼却炉断面図

却は、個別の技術として当社でも実施してきた既存の技術である。これらを組み合わせることにより、従来空気比として 1.8~2.0 程度必要であった小型の流動床式焼却システムにおいて、空気比 1.4~1.5 での安定した焼却処理や 40%という高い汚泥混焼率を達成した。

また、低空気比運転を達成するためには、排ガス再循環を行い炉内での混合攪拌、高温燃焼を行う必要があるが、申請装置では、流動化空気量を抑制し、炉床負荷を大きくしているため、フリーボードにおける二次燃焼用空気量の割合がストーカ炉に比べて大きく、破碎ごみ砂中投入による給じんの定量性の改善もあり、排ガス再循環無しで低空気比運転が安定して行われる。

排ガス再循環が不要であるため、焼却炉以降の集じん機器までの排ガス量の増加を抑えることができ、機器容量を小さくすることができる。また、排ガス再循環送風機やそれに必要なダクト類が不要となる。

4. 特許の有無

本装置の関連特許は無し。

5. 性能

(1) 装置能力

納入 1 号機の主な仕様を以下に示す。

施設規模	: 50t/d (25t/16h×2 炉)
燃料性状	: 一般廃棄物、汚泥 (下水、し尿)
低位発熱量	: 設計値 4,500~10,000kJ/kg
空気比	: 設計値 1.5

(2) 装置性能

① 炉床負荷

炉床負荷を一般的な値よりも 3 割以上上げることにより、従来の焼却炉の 75%の炉床面積とした。その結果、流動空気量は従来に比べて 25%低減することができた。

② 燃焼空気比

本施設は、破碎ごみを流動している砂層中に供給することにより、炉内への安定したごみの給じんや、炉床の温度低温化による緩慢燃焼、炉出口に設置しているレーザー式酸素濃度計による燃焼空気量の高速制御によって、低空気比高温燃焼を実現している。

性状が不均一な都市ごみを焼却する上で空気比を下げて運転すると一酸化炭素 (CO) のピークが発生しやすくなる。一方、窒素酸化物 (NOx) は空気比を下げることで発生を抑制することができる。CO と NOx 双方の濃度を低く維持するには、最適な空気比、二次燃焼室での混合攪拌、炉内温度の安定した維持が必要となる。

図 6 に示すように、炉出口の酸素濃度で約 4.3%-wet（空気比 1.46）で運転しており、CO は若干のピークは発生するものの、平均濃度で 2.4ppm と十分低い値に抑制できている。NOx についてはアンモニア水等の薬品を使用せずに燃焼制御のみで、保証値を満足した運転となっている。

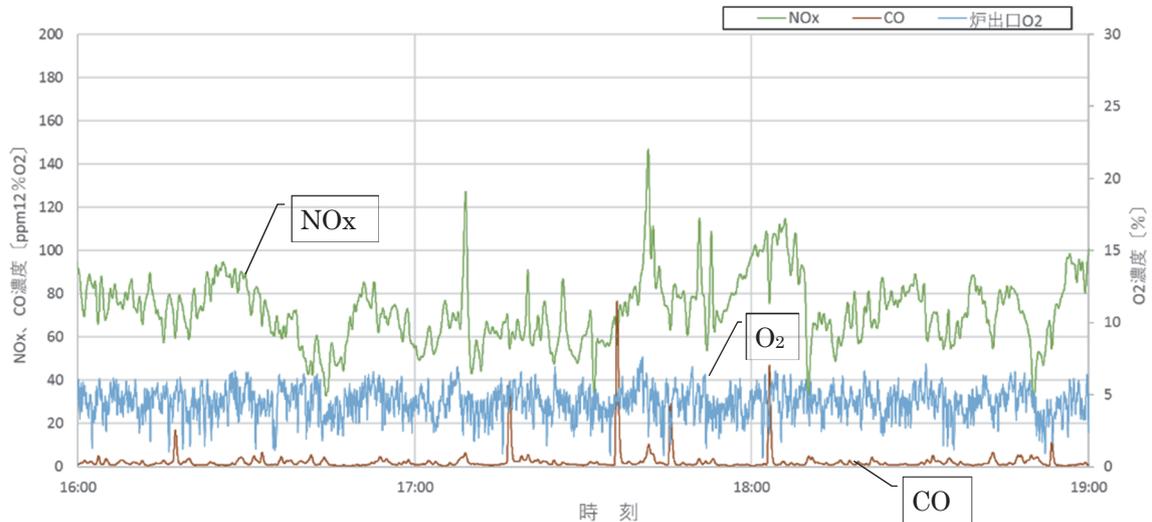


図 6 NOx と CO の経時変化（性能試験時）

2018年3月1～2日にかけて実施した引渡性能試験における排ガス分析結果を表2に示す。いずれの値も保証値を下回り、性能を十分に有していることを証明した。

表 2 引渡性能試験 排ガス分析結果

規制物質		保証値	性能試験結果
ばいじん	$\text{g}/\text{m}^3\text{N}^{*1}$	0.01	<0.002
塩化水素	ppm^{*1}	200	<1
硫黄酸化物	ppm^{*1}	100	<1
窒素酸化物	ppm^{*1}	150	48
一酸化炭素	ppm^{*1*2}	30	3
ダイオキシン類	$\text{ngTEQ}/\text{m}^3\text{N}^{*1}$	1	0.010
水銀	$\text{mg}/\text{m}^3\text{N}^{*1}$	0.05	<0.00077

*1 乾きベースO₂12%換算値

*2 4時間平均値

汚泥の焼却は、焼却処理量に対する汚泥の焼却量の割合を定格値の 15%に対して、約 40%まで増量しての運転が可能であることを確認し、現在汚泥の混焼率 20～30%で運用を行っている。一般的な都市ごみと汚泥を焼却する施設での汚泥混焼率は、8%程度であり高い混焼率を達成している。表 3 に汚泥混焼率の運転例を示す。

流動床焼却炉は、発熱量や性状の異なる処理物の混合処理に適しており、今後数十年にわたる運営期間において処理物の質や性状の変化があった場合においても柔軟に対応できる施設で

表 3 汚泥混焼率の運転例（運転日報より）

項目 時刻	処理量・発生量			
	ごみ 焼却量	汚泥 焼却量	合計 焼却量	汚泥 焼却率
TAG 単位	WQ251B t	演算 t	演算 t	演算 %
09	1.53	0.0544	1.5844	
10	1.45	0.2997	1.7497	17%
11	0.73	0.3309	1.0609	31%
12	0.74	0.4976	1.2376	40%
13	1.63	0.4999	2.1299	23%
14	0.72	0.4998	1.2198	41%
15	0.76	0.5081	1.2681	40%
16	1.46	0.4997	1.9597	25%
17	0.76	0.4998	1.2598	40%
18	0.71	0.4999	1.2099	41%
19	1.45	0.3965	1.8465	21%
20	1.47	0.4639	1.9339	24%
21	0.72	0.4178	1.1378	37%
22	0.70	0.3946	1.0946	36%
23	1.48	0.2837	1.7637	
平均	1.32	0.47	1.80	32%

↑ 立ち上げ下げを
除く混焼率平均値

あると考える。

(3) 耐久性・安全性

焼却炉は、内面に高強度の耐摩耗耐火物を施工し、ケーシング側には断熱耐火物を施工しており、十分な耐久性を有し、表面温度も仕様の室温+40℃以下を満足している。

また、ストーカ炉と異なり、炉内へ保持するごみが少ないため、緊急時にも安全に焼却炉を停止できる。

(4) 運転・操作性：容易な起動・停止

本施設は一日 16 時間運転の准連続式焼却施設であるため、起動・停止が容易であることが望ましい。焼却炉内の流動砂の蓄熱により夜間停止後の再起動は、ホットスタートで行え、起動から 30 分程度でごみ焼却焼却が可能となる。

また、停止時に流動床中に滞留するごみの量が少なく、停止時の燃し切り運転は 10 分程度で完了できる。一日の運転時間に制限がある准連施設では、メリットが大きい。

(5) 維持管理性

維持管理性は、従来装置と変わらず、弊社の実績に基づく管理が可能である。

6. 経済性

(1) 汚泥の処理

下水汚泥処理施設では、排出される下水汚泥は施設内で助燃用の油を使い汚泥の焼却処理を行っていた。また、し尿処理施設から排出される汚泥は、引き取り業者により収集し、焼却処理を行っていた。

都市ごみと混焼処理することにより、ごみ焼却時の発生熱量で焼却するため助燃油は不要となり、処理業者へ発生する費用も不要となる。

年間 1,800t 以上の汚泥処理を想定しており、汚泥の処理単価を、25 円/kg 程度（し尿処理の過去実績より想定）とすると 4,500 万円/年の削減となる。

(2) 使用薬剤の低減

流動床式焼却炉では、ごみ中に含まれるカルシウム分と硫黄分の流動床内における中和反応による炉内脱硫効果により、重曹系の薬剤など高価な排ガス処理薬剤を用いずとも、排ガス中の SOx 濃度が低く保たれるという特徴がある。

試運転時の消石灰使用量は、0.14 [kg/ごみ t 当たり] と同規模のストーカでの消石灰使用量約 3.0 [kg/ごみ t 当たり] に対し大幅に低い値となった。

また、本申請装置では、脱硝用の薬剤（尿素水、アンモニア）を使用せずに炉内水噴霧による温度制御のみで対応している。

従来装置に対する経済性の比較を表 4 に示す。

表 4 従来装置との経済性比較表

	従来装置	申請装置	備 考
イニシャルコスト			
焼却炉	100	100	
押込送風機	100	100	
排ガス再循環系機器	100	0	不要となる
ランニングコスト			
下水汚泥処理：助燃油	100	0	実施例の場合：従来处理方式による
し尿汚泥処理：引取業者	100	50	実施例の場合：従来处理方式による
薬品代	100	0	脱硝用薬剤未使用
メンテナンス費用	100	100	

7. 将来性

下水汚泥は、毎年 2,200 千 DS-t 発生している（2012 年度）。下水汚泥と都市ごみの混焼を行っているごみ処理施設は 2.4%（1,247 施設中 30 施設）と少ない状況である。（第 27 回廃棄物資源循環学会研究発表会資料より）

また、し尿汚泥は、毎年 1,098 万 t 発生しており、38.4%に相当する 42.2 万 t が新たに都市ごみと混焼処理可能である。（第 28 回廃棄物資源循環学会研究発表会資料より）

今後日本では人口が減少し、ごみの発生状況が大きく変化するだけでなく、自治体の財政はますます厳しさを増し、都市ごみ処理の方法も見直しを迫られることは避けられないと思われる。また、温暖化対策等の強化により、下水汚泥や他の産業廃棄物の処理についてもより合理的・効率的な方法が模索されるようになるものと考えられる。予測困難な将来にわたって、いかに持続可能な廃棄物処理計画を立案するかは、多くの地域にとって喫緊の課題となると考える。

汚泥処理施設とごみ処理施設の連携による廃棄物処理は、処理費用の低減、都市ごみが高質ごみに偏る傾向の緩和、汚泥排出先の容量不足等に対し、合理的であり十分検討に値するものである。各自治体における廃棄物の処理計画や汚泥の処理方針、各処理場の立地条件にもよるが、高い汚泥混焼率を備える流動床式焼却炉は、十分なニーズがあると考ええる。

流動床焼却炉は、液体・固体の区別無く廃棄物を焼却可能であり、対応可能な発熱量の幅も広いため、多種多様な廃棄物を同時に混合処理できるという特長を持つ。流動床式ごみ焼却技術は、将来の廃棄物処理ニーズの変化に確実に応えられる強靱な技術であり、本申請技術のように小型炉であっても、今後長期にわたって地域の廃棄物処理を支える技術として、地域社会に貢献できるものと確信している。

— 非 売 品 —
禁無断転載

第 45 回
優秀環境装置

発 行 2019 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