

Keep the Earth Sky-blue



神鋼環境ソリューション 技幸民

Vol.16 No.2 (通巻32号)

KOBELCO ECO-SOLUTIONS ENGINEERING REPORTS

神鈿環境ソリューション

神鋼環境ソリューション技報 2019年度・Vol.16・No.2

KOBELCO ECO-SOLUTIONS ENGINEERING REPORTS

目	次	CONTENTS
1	<巻頭言> 高まる下水道でのバイオリスク管理のニーズ	
2	難脱水対応強化型スクリュープレス脱水機の 下水汚泥への適用	Application to the Sewage Sludge of the Difficult-to-Dewater Enhanced Screw Press Dehydrator
7	水処理設備のモジュール化・ユニット化による施工性の改善 (流動床好気処理装置、および加圧浮上分離装	Water Treatment Equipment "KPM" Modularized MBBR,
13	Euglena gracilis EOD-1 株由来パラミロン打による疲労感軽減効果	摂取 Effects of Consumption of Paramylon Derived from Euglena gracilis EOD-1 on Attenuating Feelings of Fatigue
20	流動床式ガス化溶融炉における最終処分量低減 〜金属類回収量の向上〜	Reduction of Final Disposal Volume in Fluidized Bed Gasification and Melting Furnace \sim Improved Metal Recovery \sim
25	飛灰供給による酸性ガス低減効果	Reduction in Acidic Gas Emissions Using Fly Ash
31	研究用・少量試作用グラスライニング機器 「マルチリアクター」	Glass-lined "Multi Reactor" for Research and Small-lot Prototyping
36	施設・技術紹介	
40	TOPICS	

<巻頭言>

高まる下水道でのバイオリスク管理のニーズ



京都大学大学院工学研究科 附属流域圏総合環境質研究センター

> 教授/センター長 田 中 宏 明 Hiroaki Tanaka

わが国の家庭や病院などからの廃水の8割を受入れる下水道では、生物処理により有機物や栄養塩を除去したあと、主に塩素消毒を行った後、処理水を河川、湖や海に放流している。この生物処理や塩素消毒は、病原微生物や抗微生物薬などのバイオリスク要因の完璧な除去を目的としていない。また雨天時に汚水と雨水が混入する下水道では、生物処理が十分行われず放流される場合もあり、施設の老朽化と気候変動による降雨増加は、都市での溢水と放流先でのバイオリスク増大が懸念される。

下水に含まれるノロウイルスが放流先でカキに蓄積し、それを食べた人が感染性胃腸炎を引起こすことがよく知られている。下水、環境水、魚介類等食品、さらには動物糞便を含む水循環の中で、ヒトが病原微生物に感染し、エンデミックやパンデミックが生じる可能性もある。現在の抗微生物薬の使用状況では、薬剤耐性微生物による感染症で世界の死者数が2050年には1000万人に達し、全世界のGDP損失の累積は100兆ドルに上るとの予測がある。2015年5月のWHO総会で薬剤耐性に関するグローバルアクションプランが採択された。日本でも2016年にアクションプランが策定され、ヒト・動物・食品・環境等、分野横断的に調査と対策検討が進められているが、環境分野の対応は遅れている。

昨年末から,新型コロナウイルス (COVID-19) による肺炎が中国で勃発した。春節前は,隣国での問題との認識であったが,活発な国際交流の中,わずかな期間でわが国,世界は感染拡大の危機に見舞われつつある。この COVID-19の感染経路は主に飛沫感染といわれているが,患者の排泄物にも含まれているとの報告も出ており,水系でのバイオリスクがあるのか関心を払う必要があるかもしれない。このような新たな感染症は再発が予想され,国内への侵入対策は,従来からの感染症対策とともに重要かつ,緊急なバイオリスク問題であると認識されつつある。

我々は、2018年12月から水系でのバイオリスクを大幅に低減できる社会を実現することを目標として、廃水に含まれるバイオリスク要因を、水系のどこで抑えることが重要で、合理的なコストで制御できるのかの研究開発プロジェクトをスタートさせ、広範囲な産官学の関係者と連携を始めている。下水道が整備されてきた重要な役割の一つは、公衆衛生への貢献であることを下水道界は改めて認識し、水系のバイオリスク管理に新たな制度と科学技術の両面から対応する必要がある。

難脱水対応強化型スクリュープレス脱水機の下水汚泥への適用

Application to the Sewage Sludge of the Difficult-to-Dewater Enhanced Screw Press Dehydrator



中村暢大*
Nobuhiro Nakamura

多様な汚泥にて多くの脱水実績を持つ「難脱水対応強化型スクリュープレス脱水機」について、下水処理場で導入が進む難脱水性の消化汚泥および現行下水処理場で多く採用される混合生汚泥に対する脱水性能実証試験を行った。凝集部で適正な凝集フロックを形成し、脱水部でその収縮に合わせた適正な力を加えることで、従来スクリュープレス脱水機では難しいと思われていた消化汚泥、さらには消化汚泥を含む高 VTS(Volatile Total Solid、汚泥中の有機物の指標)汚泥などの難脱水性汚泥に対しても、脱水の低動力・低含水率化を実証した。

Sewage treatment plants produce a lot of digested sludge, mixed raw sludge (digested sludge of high-VTS content) and other types of sludge that are difficult to dewater. It was long believed difficult to dewater these kinds of sludges with a conventional screw press dehydrator. The "enhanced screw press dehydrator" has a mechanism—consisting of a coagulation section for appropriately forming flocs and a dehydration section for applying an appropriate force for compacting them—that has proven effective at dewatering a variety of sludges. Dehydration performance of the "enhanced screw press dehydrator" was tested on the aforementioned difficult-to-dewater sludges and verified to reduce the water content of dewatered sludge with less power than required by conventional equipment.

Key Words:

脱			水	Dehydration
濃			縮	Concentrated
凝			集	Coagulation
フ	口	ツ	ク	Floc
スク	リリュ	ープ	レス	Screw Press

【セールスポイント】

- ・凝集部で適正な凝集フロックを形成し、脱水部でその収縮に合わせて適正な力を加えることに より、確実に難脱水汚泥を低含水率化する
- ・スクリュープレスであるため、低動力である。
- ・低動力および低含水率化により、LCC および温室効果ガス排出量を低減する。

まえがき^{1), 2)}

下水汚泥処理における含水率および動力の低減は、焼却など後段プロセスの処理費用や CO₂ 排出量の低減に寄与する重要な技術課題である。

近年、食生活の変化などによる汚泥性状の変化 (高 VTS 化)、国策である下水エネルギー利活用の 推進による消化設備(消化汚泥)の増加、下水道施 設の広域化・共同化の推進などによる汚泥の難脱水 化が進んでいる。難脱水汚泥の低含水率化に対応す る脱水機の開発は進んでいるが、仕様、能力を満足 する結果を得られない場合も出てきており、確実に 難脱水汚泥を低動力で低含水率化できる脱水機の開 発が求められている。

代表的な低動力型機器としてはスクリュープレス 脱水機があり、高分子凝集剤の性能向上および価格 低減とあいまって適用が拡大している。このたび、 多様な汚泥にて多くの脱水実績を持つ「難脱水対応 強化型スクリュープレス脱水機」の下水汚泥への適 用について、日本下水道事業団、(株) 北凌、(株) 神鋼環境ソリューションの3者共同で実証試験を実 施したので、その結果について報告する。対象汚泥 は、難脱水性の消化汚泥および現行下水処理場で多 く採用される混合生汚泥とした。

1. 脱水機のフローおよび特長

本脱水機の概略図を図1,フローおよび特長を図2に示す。消化汚泥と比較して脱水が容易である混合生汚泥試験では、前濃縮と2次凝集操作を行わないシンプルなフローとした。本脱水機は適正な凝集フロックを形成し、その凝集フロックの収縮に合わせ適正な力を徐々に加えて脱水することで低含水率、低動力化を実現する。脱水機の主要な特長は下記のとおり。

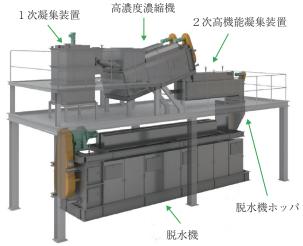
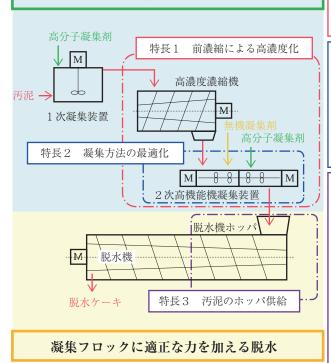


図1 脱水機概略図

適正な凝集フロックの形成



特長1 前濃縮による高濃度化

従来の機械濃縮よりさらに高濃度化し、脱水に悪影響を 及ぼす因子を排除 ⇒ 薬品反応効率の最大化

特長2 凝集方法の最適化

凝集操作(フロック形成)は脱水の中で最重要ポイント。 高機能凝集装置で脱水機投入前に確実にフロック形成する。

- 薬注点の最適化等で凝集効果を極限まで高める。
 - → 薬注条件最適化
- 撹拌強度を任意設定可能(前・後段で機能分離)
 - → 混合条件最適化

特長3 汚泥のホッパ供給

フロックを壊さないよう穏やかに安定的な供給を行う。

→ フロックの変化に合わせた適正な力を徐々に加える脱水

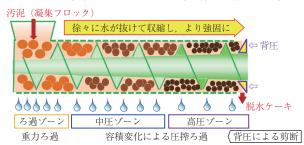


図2 脱水機のフローおよび特長

表 1 脱水試験性能目標值

	項目	消 化 汚 泥				混合生汚泥						
	TS(機械濃縮汚泥)	%	1.0~2.0程度				3.5					
汚 泥 性 状	VTS	%	79~76	76~73	73~70	70~67	88~86		86~83		83~80	
	#100繊維状物	%		5			10	20	10	20	10	20
	実証機スクリーン径	mm	φ1 000				φ 200					
	処理量	kg-DS/h	210			15	19	15	19	17	20	
脱水試験	脱水ケーキ含水率*1	%	79	78	77	76	76	75	75	74	74	72
性能目標值	高分子凝集剤添加率	%対 TS	2.2		2.1		1.4		1.3		1.2	
	無機凝集剤添加率	%対 TS	30			0						
	SS 回収率	%	9.		93		į.		9	95		
従 来 型 スクリュープレス 脱 水 性 能	脱水ケーキ含水率	%	_			85	_		82	81	81	79
	無機凝集剤添加率	%対 TS		_		0*2	_		0			

^{※1} 日本下水道事業団「標準仕様書」の圧入式スクリュープレス脱水機の脱水性能から消化汚泥で9ポイント、混合生汚泥で7ポイント低減を目標とした。

1) 前濃縮による高濃度化

高濃度濃縮機により、脱水機前段で水分を排出して汚泥を減容化し、脱水時間を確保する。さらにアルカリ度など脱水に悪影響を及ぼす因子を分離液に排出して低減することで、薬品反応効率を上げることが可能である。

2) 凝集方法の最適化

高機能凝集装置は薬品の多段注入などにより薬注 条件を最適化するだけでなく,可変速撹拌機2台を 持ち,撹拌強度を個別調整することで,汚泥に合わ せた最適な混合条件を調整できる構造である。また 前濃縮による高濃度化を行う場合,濃縮後に2次高 機能凝集装置にて再凝集操作を行うことで無機,高 分子凝集剤を確実かつ効果的に機能させ,最適な凝 集フロックを形成し,脱水機に供給することが可能 となる。前濃縮前段の1次凝集装置は撹拌機1台の シンプルな構造としている。

3) 汚泥のホッパ供給

凝集フロックの収縮に合わせた適正な力で徐々に 脱水していくために、脱水機ホッパに受入れた凝集 フロックをその自重とスクリューによる搬送のみ で、無理なく機内に取込むホッパ供給を採用する。

供給部では負荷をかけずに重力ろ過を行い、凝集フロックの収縮に合わせてスクリューによる搬送力をゆっくりと増して脱水することで、凝集フロックの内部まで水を抜き、低含水率で安定した運転を実現する。

表2 試験条件

表2 試験条件							
項目	消化汚泥	混合生汚泥					
試験場所	A 処理場	B 処理場					
処理水量(m³/d)	約200 000	約12 000					
水処理方式	高度	処理					
濃縮方式	機材	成 式					
TS (%)	平均2.04 (1.9~2.2)	平均2.8 (2.3~3.4)					
VTS (%)	平均74 (71~77)	平均84 (79~89)					
#100繊維状物(%)	平均5.1 (2.3~8.2)	平均19 (2.9~41)					
スクリーン径 (mm)	φ1 000	φ 200					
脱水方式	高効率 二段凝集方式	高効率 単段凝集方式					
薬注方式	2液 (高分子+無機)	1液 (高分子のみ)					

2. 目標値および試験条件

表1に今回の脱水試験性能目標値(以降,目標値),表2に試験条件を示す。目標値は日本下水道事業団「標準仕様書」¹⁾の既存スクリュープレス脱水機性能表の脱水ケーキ含水率を消化で9ポイント、混合生で7ポイント低減する数値とした。消化汚泥試験は、脱水機スクリーン径 φ1000 mm の実

^{※2} 日本下水道事業団における消化汚泥の脱水は、高分子凝集剤のみの1液調質を標準とする。

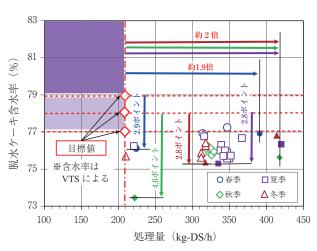
証機を用いて、処理水量約200 000 m^3/d の A 処理場で実施した。混合生汚泥試験は、脱水機スクリーン径 ϕ 200 m の実証機を用いて、約12 000 m^3/d の B 処理場にて実施した。高分子凝集剤はアミジン系を含まないカチオン系とし、無機凝集剤はポリ硫酸第二鉄を使用した。

3. 試験結果

3.1 消化汚泥試験結果

図3に、消化汚泥において処理量を210~420 kg-DS/h における脱水ケーキ含水率の関係を示す。また図4に、処理量と無機凝集剤添加率の関係を示す。四季を通じて目標値を達成した。

含水率低減を優先すると、処理量、薬注率および SS 回収率の目標値(以降、目標処理量、目標薬注 率、目標回収率)を達成した状態で、脱水ケーキ含 水率を表1の目標値からさらに2.8~4.6ポイント低



●■◆▲:各季の含水率および処理量の到達点

図3 消化汚泥試験の処理量と含水率の関係

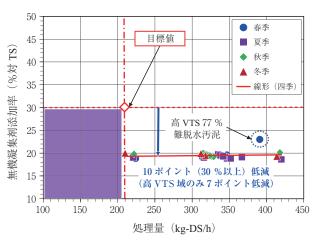


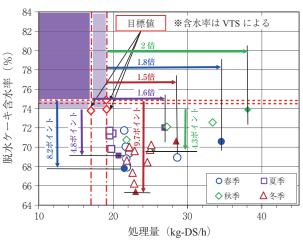
図4 消化汚泥試験の処理量と無機凝集剤添加率の関係

減できた。また、処理量を優先すると、脱水ケーキ 含水率の目標値(以降、目標含水率)、目標薬注率 および回収率を達成した状態で、目標処理量の約2 倍(390~420 kg-DS/h)を処理できた。このとき、 高分子凝集剤添加率は目標値と同等であったが、無 機凝集剤添加率は20 %対 TS 以下と、目標値の30 % 対 TS から大幅に低減可能であった。

3.2 混合生汚泥試験結果

図5に、混合生汚泥において処理量を19~39 kg-DS/h における脱水ケーキ含水率の関係を示す。また図6に、処理量を増減させたときの高分子凝集剤添加率のデータを示す。四季を通じて目標値を達成した。

含水率低減を優先すると,目標処理量,薬注率,回収率を達成した状態で,脱水ケーキ含水率を目標値からさらに4.3~9.7ポイント低減できた。また,



●■◆▲:各季の含水率および処理量の到達点

図5 混合生汚泥試験の処理量と含水率の関係

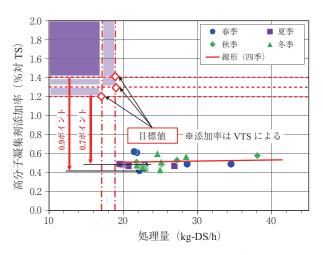


図 6 混合生汚泥試験の処理量と高分子凝集剤添加率の 関係

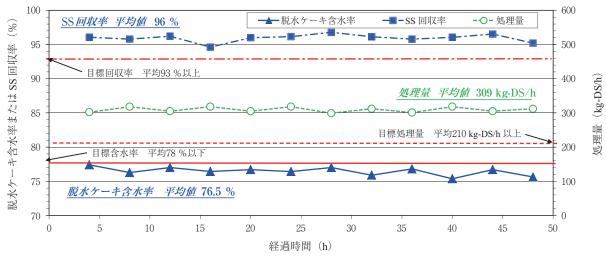


図7 消化汚泥試験の連続運転結果

処理量を優先すると、目標含水率、薬注率および回収率を達成した状態で、目標処理量の1.5~2倍(27~35 kg-DS/h)を処理できた。このとき、高分子凝集剤添加率を目標値からさらに0.7~0.9ポイント低減でき大きな改善を達成した。

3.3 連続運転結果

消化汚泥試験では、実機レベルの φ1 000実証機にて四季ごとの48~92時間連続運転を実施し、脱水機の安定運転を確認した。図7に、一般的にもっとも脱水が難しいといわれる冬季の連続運転結果を示す。脱水ケーキ含水率平均76.5%、SS 回収率平均96%、処理量平均309 kg-DS/h で安定した運転を確認した。このときの高分子凝集剤添加率は平均2.2%対 TS、無機凝集剤添加率は平均20%対 TSであった。連続運転中は基本的にスクリュー回転数などの運転操作条件の変更を行わなかった。

混合生汚泥試験では、処理場の既設脱水設備の運転が日中のみであったため、4~6時間の連続運転を行い、安定して性能を満足した。

む す び

難脱水対応強化型スクリュープレス脱水機の実証 試験を実施し、以下の結果が得られた。

1) 難脱水性である消化汚泥に対して、四季を通じて目標値を達成した。

- (1) 脱水ケーキ含水率は、目標処理量を達成しつ つ、目標値からさらに2.8~4.6ポイントの低 減が可能であった。
- (2) 処理量は、目標含水率を達成しつつ、目標値 の約2倍での運転が可能であった。
- 2) 混合生汚泥に対して, 前濃縮を行わないシンプルなフローで, 四季を通じて目標値を達成した。
 - (1) 脱水ケーキ含水率は、目標処理量を達成しつ つ、目標値からさらに4.3~9.7ポイントの低 減が可能であった。
 - (2) 処理量は、目標含水率を達成しつつ、目標値 の1.5~2倍の運転が可能であった。
- 3)消化汚泥および混合生汚泥において連続運転を 実施し、安定した性能が発揮できることを確認 した。

最後に、共同研究者である日本下水道事業団、株式会社北淩およびフィールド提供などの多大なご協力をいただきました関係者の方々に深く感謝の意を表します。

「参考文献〕

- 1) 日本下水道事業団:標準仕様書,平成31年度版, p.12-44
- 2) 中村:第56回下水道研究発表会講演集,令和元年度, p.1160-1162

水処理設備のモジュール化・ユニット化による施工性の改善 (流動床好気処理装置、および加圧浮上分離装置)

Minimizing on-sight Construction Work with Modularized Water Treatment Equipment "KPM" Modularized MBBR, "KCAS" Packaged DAF



Kenta Sugimine



山口裕哉" Yuya Yamaguchi



安友邦彦" Kunihiko Yasutomo Kiminori Nukanobu



国内の産業用水処理設備の多くは設備更新の時期を迎えている。また製造品目の変更や増産に応 じ水処理設備能力の見直しを迫られている工場も多い。しかしながら、更新や増強に必要な敷地や 設備停止期間を確保できず、更新・増強計画の立案さえ困難なケースが散見される。これらの課題 に対応するため、水処理装置のモジュール化・ユニット化を推進し、コンパクトかつ現地工事を大 幅に短縮できる陸上輸送可能なユニットを開発した。

流動床好気処理装置「KPM」,加圧浮上分離装置「KCAS」を国内食品工場向け排水処理設備の 更新・増強に適用し、良好な成果を得た。

A large number of industrial Waste Water Treatment Plants (WWTPs) operate more than their service life in Japan. Not only update but reinforcement of their capacities are also strongly demanded by changes or increase of the factories' products. However, in many cases, even planning for WWTP renewal is difficult due to lack of enough space and difficulty in securing facility suspension period. As a solution to these issues, KES has promoted development of modularized and unitized waste water treatment system. These compact and transportable equipment have minimized required space and on-sight construction work time. We obtained successful results of "KPM" modularized Moving Bed Biofilm Reactor and "KCAS" unitized high speed Dissolved Air Floatation Separator for food industries.

Key Words:

水 処 流動床好気処理装置 加圧浮上分離装置

Wastewater treatment Moving Bed Biofilm Reactor Dissolved Air Floatation Separator

【セールスポイント】

- ・水処理設備を陸送可能なサイズにユニット化。現地工事を大幅に縮減。
- ・ユニット化により面積効率が向上。狭小地での設備増強を可能に。
- ・処理水量に応じたラインナップを揃え、顧客事情に合わせて柔軟に対応可能。

まえがき

水質汚濁防止法施行から約50年経ち、民間製造工場に導入された排水処理設備の多くは老朽化し、 更新時期を迎えている。また時代のニーズを反映 し、製造工場の生産品目や生産量が常に変化する 中で、排水処理の能力増強やダウンサイジングの 需要も多い。

しかし、費用対効果の観点から、排水処理設備 すべてを更新するという需要は少なく、必要な部 分だけの更新や増強が望まれている。

また、製造を滞らせることなく既存排水処理設備を運用しながら更新や増強をしなければならず、既存設備の近傍で代替装置や増強装置を新たに設置するにあたっては、敷地の制約が出てくるなど課題は多い。

当社は、主要な排水処理の単位操作である流動 床好気処理、加圧浮上分離、汚泥脱水、ろ過の各 装置をモジュール化し、排水処理ユニットとして 2014年に上市し、冒頭の課題をクリアすべく各工 場への適用・提案を進めてきた。本稿では、それ らユニットのうち導入実績が顕著に増えている流 動床好気処理装置ユニット「KPM」、加圧浮上分離 装置ユニット「KCAS」についてそれぞれの特長や 納入事例を紹介する。

1. 流動床好気処理装置ユニット「KPM」 1.1 「KPM」開発経緯

好気的なBOD除去設備として多く普及している方式は活性汚泥法である。主要リアクタであるばっ気槽は土木躯体水槽が多い。ユーザは、水槽躯体の寿命を心配しながら、能力の増減に応じてMLSS濃度の調整と散気風量の調整で対応しているのが現状であり、それも限界と感じるユーザが多い。そこでばっ気槽の増設が検討に挙がるが、土木躯体水槽の建設となると、用地・費用・工事期間・償却年数がネックとなり投資判断が困難となるケースが多い。

このような背景のもと、流動床好気処理装置ユニット「KPM」の開発にあたっては、以下の方針とした。

- ・陸上輸送できるサイズの単位水槽にて最大限の 処理能力を持たせる。
- ・単体水槽を連結式にすることで装置の拡張性を 持たせ、導入後の交換や増設を容易にする。
- ・散気設備を備え、原水と処理水を接続すれば標準的な処理が完成するものとする。
- ・後段の固液分離は別ユニットや既存設備の流用 を前提とし、BOD分解除去に特化させる。

1.2 「KPM」の概要

ユニットの単体水槽は陸上輸送の観点から縦横 3 m 未満とし、高さは一般的なルーツ型ブロワによるばっ気水深を考慮し、4.5 m とした。その結果、容量を 25 m^3 とした。

この単位水槽に高負荷処理が可能な当社の流動床 好気処理「PABIO MOVER」^{1)~3)}を組合わせた。**写 真1**に示す流動担体を充填しばっ気により流動させ る方式で、開発当時すでに44件の納入実績があった。

充填材は摩耗劣化が少ないものを使用しており、 定期的な補充やメンテナンスは不要である。散気装置には担体を流動させるため、孔の大きな単純な多孔管を採用しており、閉塞にともなうメンテナンスの必要がない。返送汚泥が不要な処理プロセスのため、汚泥の返送に必要な機器類を排除することができ、機器点数を削減できる。

ユニットの仕様概要を表1に示す。処理段数を変更することで、既存設備の前段に配置しBODを粗取りする増強用途から、BOD高除去率が必要な新設や既存設備更新用途など幅広く対応した。活性汚泥と同等の処理性能を前提にする場合、2段処理を原則としており、最小構成で2槽50 m³の容積になる。これは、一般的な活性汚泥法によるばっ気槽100 m³相当の代替となり、用地の確保が難しいケースの更新需要に応えられる。さらに、既存設備の増強を想定したBOD負荷の粗取りと位置付けると、容積負荷8 kg/m³・d 程度までの高負荷処理に対して50~90%の除去率が期待できる。日常的に活性汚泥の高負荷に悩まされるユーザに増強を提案できる。

外観イメージは図1のとおりである。メンテナンススペースを確保した間隔で単位水槽を配置し、原水計量槽は先頭水槽の上に配置した。ブロワは防音ボックス付きを標準とし、ブロワ室の設置を不要とした。ブロワの位置は自由に変更可能である。以上の構成により、ユニットを据付後に現地で原水と処理水の取合い接続を実施すれば、現地工事を完了することができる。

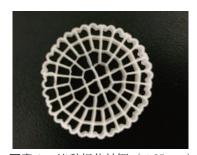


写真 1 流動担体外観 (φ25 mm)

表1 「KPM 概要」

型			式	KPM-11	KPM-12	KPM-13	KPM-21	KPM-22	KPM-23	
主	な	用	途	既有	字設備の増強月	月途	新設・既存	字設備の更新・	・増強用途	
水	槽	構	成	1段×1列	1段×2列	1段×3列	2段×1列	2段×2列	2段×3列	
最大処	理流	量	m ³ /h	12.5	25.0	37.5	12.5	25.0	37.5	
最大処理	理 BOD	量	kg/d	200	400	600	100	200	300	
標準 BC	D 除去	率	%		50~90		~99	(BOD < 10 n	ng/L)	
消費	電力	量	kWh/d	71.0	144.0	211.0	106.0	144.0	211.0	
供	給	電	源		AC20	00 V 50/60Hz 3	φ (動力制御	盤受)		
設 置	寸	法	mm	W4 000 × L2 950	W4 400 × L6 800	W4 400 × L10 650	W7 350 × L2 950	W7 750 × L6 800	W7 750 × L10 650	
単位水槽	曹内側寸	法	mm			□2 600×	TH*4 500			
単位水	. 槽 重	量	kg			4 6	600			

※ TH: Total Height (全高)

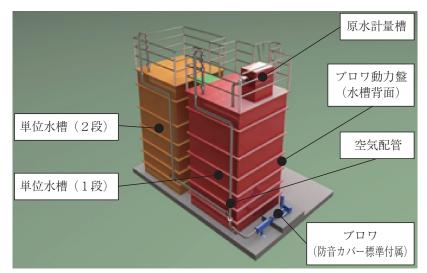


図1 「KPM」外観イメージ

表2 A 工場の排水負荷状況

項目	単 位	既存設備設計条件	增強検討条件	増 加 率
原水量	m^3/d	≤ 50	≤ 75	+50 %
原水 BOD 濃度	mg/L	≤1 000	≤2 000	+100 %
原水 BOD 負荷量	kg/d	≦50	≤150	+200 %
既存ばっ気槽容積負荷	kg/m ³ /d	≤0.4	≤ 1.2	+200 %

1.3 納入事例

国内食品メーカーA工場は、増産と生産品目の変化により、水量が最大で当初設計の1.5倍、原水BOD濃度が最大で2倍に増えた。その条件が重なると、既存ばっ気槽への負荷は最大で3倍となる状況であった(表2)。水量増への対策として、直列

配置されていた既存沈殿槽を並列化した。BOD 負荷増への対策として、「KPM-11」をBOD の粗取り用の前処理装置として採用し、150 kg/d の BOD 負荷を75 kg/d に半減し、既存ばっ気槽の容積負荷を $0.6 \text{ kg/m}^3 \cdot d$ に抑えた。

図2に納入フローを示す。既存調整槽が容量不足で処理の余裕がないとの要望により、単位水槽を調整槽として活用し3つの水槽を隣接用地に設置することで客先ニーズに応えた(写真2)。

長期休業中に設備切替を実施し、生物馴養を開始した。約1か月経過後の引渡し直前の水質分析結果を表3に示す。工場の操業は季節により異なり、試運転は負荷の低い時を狙ったため原水の水量、水質共に検討最大値には至らないが、既存設備の設計条件以上でも良好に処理できている状況を確認できた。「KPM」による前処理の結果、残存した溶解性BODによる既存ばっ気槽への負荷は0.4 kg/m³·d未満となり、放流水のBOD 濃度は20 mg/L 以下の要求値に対して1~6 mg/L となった。その後も負荷の高い時期を含めて、良好な処理を継続している。

加圧浮上分離装置ユニット「KCAS」 1 「KCAS」開発経緯

加圧浮上分離は、水処理に欠かせない固液分離の 役割を担う方式のひとつである。固液分離の方法と しては沈殿分離法が普及しているが、工場排水処理 向けには、

- ・固形分と油分を同時に除去できる
- ・浮上速度の大きさを活かして装置をコンパクト にできる

という特長を持つ加圧浮上分離が広く普及している。

加圧浮上分離装置を導入されているユーザからは、部分補修を施していても主要部材である鋼製浮上槽の更新が迫ってきているとの要望が多い。固液分離装置は水処理工程に必須であり、容易に停止ができない装置であることから、既存設備の撤去を伴う完全更新を短工期で行う必要がある。そういった観点からもユニット化が望まれた。

このような背景のもと、加圧浮上分離装置ユニット「KCAS」の開発にあたっては、以下の方針とした。

- ・浮上速度を高めることで、処理流量を最大60 m³/h まで対応可能なものとし、中規模装置の 更新まで応えられるものとする。
- ・架台で組まれている一体のユニットとし陸上輸 送可能なサイズとする。
- ・原水と処理水を接続すれば標準的な処理が可能 とする。

2.2 「KCAS」の概要

ユニットの仕様概要は**表 4** に示したとおりである。小型化実現のため、センターウェルや集水管の形状を改良し浮上速度を向上させた当社の高速型加圧浮上分離装置 4 をユニットに採用した。従来は $7\sim10\ \text{m/h}$ の浮上速度であったが。 $14\ \text{m/h}$ に高速

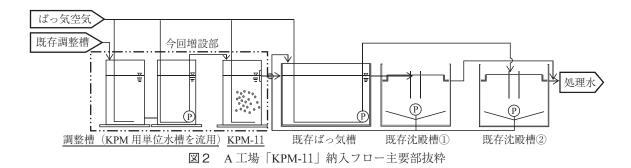




写真2 A 工場「KPM-11」外観

表3 「KPM」導入結果

項目	単位	導入後 (試運転時)
原水量	m ³ /d	31~62
原水 BOD 濃度	mg/L	350~1 700
既存ばっ気槽入口 BOD 濃度	mg/L	13~810 (**)
放流水 BOD 濃度	mg/L	1~6

※ KPM 処理後の溶解性 BOD を示す

表4 「KCAS」概要

7 . 1101103 1/10									
型	式		KCAS-1	KCAS-2	KCAS-3				
標準処理流	量	m ³ /h	20	40	60				
標準循環水	量	m ³ /h	5	10	15				
標準循環	率	25							
供給	電	源	AC200V 50/60Hz 3φ (動力制御盤受)						
回転機類電気容	是	kW	5.8 8.0 8.7						
その他必	要用	役	工業用水ま	たは市水,pH 調整	割,凝集剤				
設 置 寸	法	mm	W6 400 × L2 450	W7 550× L2 650	W7 900 × L2 750				
機器重	量	kg	4 700	6 200	7 100				

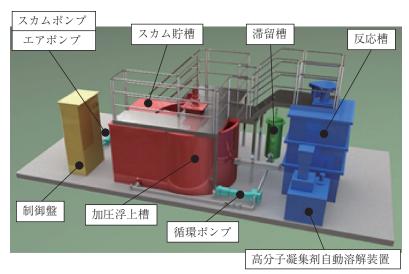
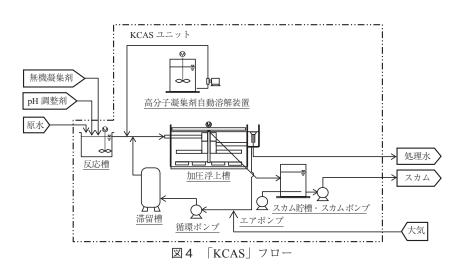


図3 「KCAS」外観イメージ



化し、車載幅3 m以内で60 m³/h 処理を可能とした。また、高効率の気液混合ポンプを採用したことで、加圧水循環率を従来の対原水比30 %程度から25 %に削減し、機器の小型化と省エネルギに貢献した。加えて、コンプレッサやラインミキサが不要になるため、機器点数を削減することができた。さらに、

ユニット化することで機器の設置面積効率を向上させた。これらの効果により、同じ設備面積で従来比2倍程度の処理が可能となっている。

ユニットの外観イメージを図3, ユニットのフローを図4に示す。スカム貯槽やスカム移送ポンプを標準で搭載したのは, 流動性が悪いスカム汚泥の移

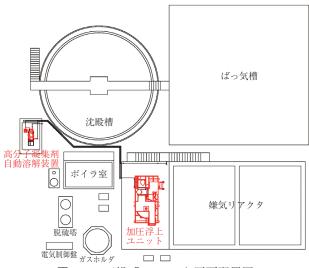


図5 B工場「KCAS-2」平面配置図

送のために設置場所の水位高低に制約が出ることを 避け、設置の自由度を高めるためである。また、高 分子凝集剤自動溶解装置も搭載している。

無機凝集剤の注入設備と pH 調整剤の注入設備に 関しては標準ではユニットに含んでいない。それら 薬剤は使用量も多く、車載可能なユニットに搭載す るのは非現実的であるためである。ただし既存設備 の更新のケースでは、薬剤注入設備は事前に更新済 みであることも多く、既存設備をできるだけ流用し たいというニーズと合致することが多い。

2.3 納入事例

国内食品メーカーB工場の加圧浮上分離装置が全面的に老朽化しており、設備更新需要があった。当該工場の加圧浮上分離装置は嫌気リアクタの前段に配置し、原水の油分およびSS除去用に使用している。嫌気リアクタの稼働中に停止させることはできず、設備停止期間が限られた中で、撤去と更新が必要であった。さらに、図5に示す嫌気リアクタとガス処理設備の間に挟まれたわずかなスペースで実施する必要があった。これらの課題から、「KCAS」での更新を提案した。

嫌気リアクタは可燃性ガスが発生するため、火気使用にも十分注意が必要で、作業性も低下する中で工事をする必要があった。これら条件の中でも、ユニットは短時間で据付けでき、撤去と配管工事に十分な作業時間を充てることができた。これにより安全作業にもつながった(写真3)。このケースでは、高分子凝集剤の補給作業がしにくい場所であったた



写真3 B工場「KCAS-2」導入工事写真

め、高分子凝集剤自動溶解装置は別の作業のしやすい場所に設置した。3日間の排水停止で工事を完了し、4日目には通水しながら試運転調整し引渡すことができた。

おすび

本稿では、当社にてモジュール化したユニット装置のうち流動床好気処理装置「KPM」、加圧浮上分離装置「KCAS」の特長と納入事例を紹介した。

これらのユニット装置は工事期間や敷地の制約といった顧客が持つ課題に素早く対応できる商品であり、「KPM」は10基「KCAS」は14基と納入実績も着実に増やしてきている。

時代のニーズはこれからも急速に変化し、顧客が持つ課題も様々に変化していくと思われるが、それぞれの課題に対して水処理装置のモジュール化・ユニット化の推進は有効なソリューションとなり得ると考えられる。

最後に、本稿で紹介させて頂いた工場につきましては、立上げ当時から様々なご協力、ご指導等を頂き、紙面を借りて感謝の意を表します。

[参考文献]

- 1) 川嶋 淳ほか:神鋼パンテツク技報, Vol.41 No.1 (1997), p.18
- 2) 宮本 武ほか:神鋼パンテツク技報, Vol.42 No.2 (1999), p.101
- 3) 武田 勉:神鋼パンテツク技報, Vol.44 No.1 (2000), p.67
- 4) 山本 平ほか:神鋼環境ソリューション技報, Vol.9 No.2 (2013), p.52

Euglena gracilis EOD-1株由来パラミロン摂取による疲労感軽減効果

Effects of Consumption of Paramylon Derived from *Euglena gracilis* EOD-1 on Attenuating Feelings of Fatigue



河野高德*
Takanori Kawano
博士(生命科学)



内藤淳子* Junko Naito



西岡満智子**
Machiko Nishioka
博士(農学)



西田典永* Norihisa Nishida



髙橋 円*** Madoka Takahashi



渡辺恭良****
Yasuyoshi Watanabe 博士 (医学)

当社独自の Euglena gracilis EOD-1株は、 β グルカンの一種であるパラミロンを多量に蓄積する。これまでにパラミロンは、免疫の活性化や抗酸化などに働くことが示唆されており、様々な応用展開が可能な素材として期待されている。今回、Euglena gracilis EOD-1株由来パラミロンの日常生活における疲労感に対する影響について検討した結果、身体的疲労感を軽減することが確認された。また、歩数や外出時間の増加も確認され、身体的疲労感が軽減された結果と考えられた。

Our proprietary *Euglena gracilis* EOD-1 synthesizes a large amount of a β -glucan known as paramylon. It has been suggested that paramylon promotes immuno-activation and antioxidation, and is, therefore, expected to be used in various applications. We confirmed that ingesting paramylon derived from *Euglena gracilis* EOD-1 reduces feelings of physical fatigue in daily life. In addition, an increase in the time spent outdoors and an increase in the number of walking steps were confirmed, which may have resulted from the reduced sensation of physical fatigue.

Key Words:

パ ラ ミ ロ ン paramylon 疲 労 感 feeling of fatigue ユーグレナ・グラシリス EOD-1株 *Euglena gracilis* EOD-1 β グ ル カ ン β-glucan

【セールスポイント】

- $\cdot \beta$ グルカンの一種であるパラミロンを豊富に含む EOD-1株。
- ・臨床試験で、EOD-1 株由来パラミロンの摂取が、日常生活における身体的疲労感を軽減することを 確認。

まえがき

わが国は世界に先駆けて超高齢社会を迎えた。 こうしたなか、わが国では「健康日本21」を定め、 国民の健康寿命の延伸や生活の質の向上を図るために国民の健康づくり・疾病予防を積極的に推進 している。これらを実現するためには、国民ひと りひとりのヘルスケア志向を高め、健康増進を目指すことが必要である。このような背景から、当社はユーグレナに含まれる栄養成分や機能性に着目し、健康食品素材としての事業を展開している。ユーグレナは葉緑体を持つ単細胞の微細藻類であり、当社独自の Euglena gracilis EOD-1株は β グル

Vol. 16 No. 2 (2020 / 3)

神鋼環境ソリューション技報

カンの一種であるパラミロンを多量に蓄積する。 パラミロンは免疫や抗酸化に寄与することが示唆 されている素材であることから, 抗疲労素材とし ての応用が期待できる。

本報では、ユーグレナおよび疲労について概説 するとともに、Euglena gracilis EOD-1株由来パラミ ロンを用いて行った臨床試験について紹介する。

1. ユーグレナが産牛するパラミロン^{1), 2)}

当社独自の Euglena gracilis EOD-1株は、 β グルカンの一種であるパラミロンを多量に蓄積する。以下にユーグレナおよびその特有成分であるパラミロンについて紹介する。

1.1 ユーグレナ (ミドリムシ) とは

ユーグレナは、葉緑体を持つ単細胞の微細藻類である。細胞幅が約10 μm、細胞長が約50 μm で細胞の一端に2本の鞭毛があり、活発に遊泳する。ユーグレナは、光独立栄養(いわゆる光合成)培養法、グルコースなどの有機性炭素を利用して暗所・好気条件で培養する従属栄養培養法、あるいは、それらの中間の光従属栄養培養法のいずれの方法でも培養可能である。当社は食品素材としての安全性などの観点から従属栄養培養法を採用している。

1.2 パラミロンとは

パラミロンは1 000個前後のグルコースが β -1,3結合をした直鎖状の β -1,3- グルカンである(図 1)。3本の直鎖状 β -1,3- グルカンが右巻きの縄のようにねじれあった緩やかな 3 重らせん構造をとり,これらが複数集まった状態でパラミロン顆粒を形成する(図 2) 1)。酵母などの細胞壁に含まれる β グルカンは網目構造をとるが,Euglena gracilis に含まれるパラミロンは顆粒の中まで β グルカンが密に詰まっており 3),珍しい β グルカンであるといえる。写真 1に,EOD-1株由来パラミロンの平均直径は約 3 μ mであり,丸餅の様な形をしている。

1.3 Euglena gracilis EOD-1株^{4)~7)}

当社は筑波大学との共同研究において、Euglena gracilis の新規株である EOD-1株を分離した。本株は、研究に多用されている Euglena gracilis Z 株 (NIES-48) に比べ増殖が速く、パラミロンの含有率が高いといった優れた性質を有する(写真 2)。当社はこれまでに安定的に EOD-1株中に70~80 %のパラミロンを蓄積する培養条件を確立している。また、EOD-1株の乾燥粉末を食品として提供するに

図1 パラミロンの構造式

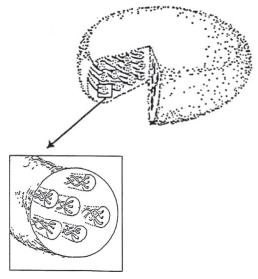


図2 パラミロンの3重らせん構造1)



写真1 パラミロンの電子顕微鏡写真



写真2 従属栄養培養で培養した Euglena gracilis EOD-1 株の光学顕微鏡像 細胞内に観察される白い顆粒がパラミロン

あたり各種安全性試験を実施し、問題がないことを 確認している。

近年、ユーグレナやパラミロンに関して健康に寄与する様々な機能性が研究されており、動物実験やヒトを対象とした試験において、免疫賦活作用、抗酸化作用、等への効果が報告されている $^{8).9}$ 。また、当社は、EOD-1株の乾燥粉末やパラミロンの摂取によってマウスにおける糖・脂質代謝の改善やヒトにおける免疫機能および精神的健康感の向上を報告しており $^{10).11}$ 、今後もさまざまな機能性が見いだされることが期待される。

2. 疲 労

疲労は、人が日常的に行っている労働や運動、創造、精神活動などの結果感じている、非常に身近な現象である。しかしながら、その実態がどのような現象であるのか長く科学的に説明できない状態であった。1990年頃から渡辺らが本格的に疲労という現象の解明に取組み、精力的に研究が進められてきた。以下に、これまでの研究および調査から明らかになってきた疲労の実態について概説する。

2.1 疲労とは12), 13)

疲労は、生物が過剰活動により疲弊してしまうのを防御するために、休息の必要性を自身に知らせるシグナルである。「疼痛」、「発熱」と並び生体三大アラームと呼ばれ、生命を維持する上で大切なシステムの1つとされている。そのため、医療の世界では、疲労は未病の最たるものと考えられ、回復しな

い疲労はさまざまな疾病へと移行する可能性の高い 状態ととらえられている。

疲労という現象には、長らく明確な定義が存在しなかった。しかし、研究を進めていく上で現象を定義することは重要であることから、2005年に渡辺らが中心となって設立した日本疲労学会で以下のように定義された。

「疲労とは過度の肉体的および精神的活動,または疾病によって生じた独特の不快感と休養の願望を伴う身体の活動能力の減退状態である。疲労は「疲労」と「疲労感」とに区別して用いられることがあり,「疲労」は心身への過負荷により生じた活動能力の低下を言い,「疲労感」は疲労が存在することを自覚する感覚で,多くの場合不快感と活動意欲の低下が認められる。様々な疾病の際にみられる全身倦怠感,だるさ,脱力感は「疲労感」とほぼ同義に用いられている。|140

このように、疲労とは過度の活動や疾病により活動能力が低下した状態をいい、それを自覚する感覚として疲労感が定義されている。

また、一概に疲労と言ってもさまざまな分類が可能である。たとえば、体の全体で感じる全身的疲労と体の一部(たとえば一部分の筋肉)で感じる局所疲労がある。また、時間経過により急性疲労と慢性疲労に大別することもでき、治療が必要なく回復する生理的疲労と治療を必要とする病的疲労に分けることもできる。さらに、肉体面に疲労を感じる身体的疲労と精神面に疲労を感じる精神的疲労に大別することもできる。こと健常人を対象とした食品の臨床試験における疲労感の評価では、しばしば身体的疲労感、精神的疲労感、両者を合わせた感覚である全体的疲労感に分けて評価される。

2.2 疲労のメカニズム13), 15), 16)

人の体は、全身の感覚や体温などを調節する神経系、代謝やホルモンのバランスを調節する内分泌系、そして細菌などの外敵から自らを守る免疫系の三つの系統が互いに作用しあい均衡を保ちながら健康を維持している(図3)。この均衡を保つ機能をホメオスタシスと言うが、疲労はこれらの系統の均衡が崩れ、ホメオスタシス(恒常性維持機能)が低下した現象であると考えられる。

詳細なメカニズムとしては、渡辺らにより以下のような仮説が考えられている(図4渡辺仮説)。

人が活動することにより,運動性であれば筋肉細胞,精神性であれば神経細胞を中心としたさまざまな細胞が活動するが,この際に必要なエネルギの産

生に伴って細胞内に活性酸素種が発生する。オーバーワークなどによる過剰な活動を行うと、それに伴って過剰な活性酸素種が発生することとなるが、活性酸素種を処理する生体還元系の処理速度が間に合わず、細胞の重要なタンパク質や脂質が酸化される(錆びつく)。それによって、細胞や細胞内小器官が十分に機能できない状態となり、その傷害を感知した免疫細胞が脳神経系、内分泌系などにシグナルを

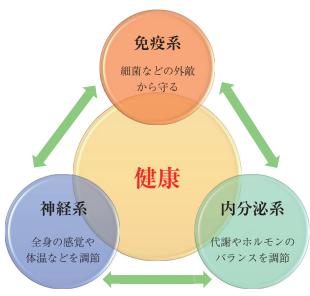


図3 健康を維持するホメオスタシスと3つの系統

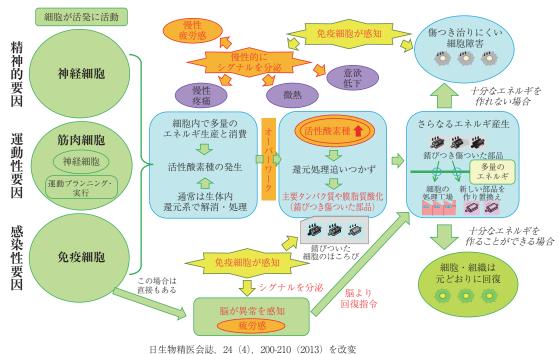
送り、修復を試みる。この際に一部のシグナルは疲 労感を惹起しうる。また、修復の際に、エネルギが 十分でなかったり、各系統に不調があったりすれ ば、疲労が長引くこととなる。

以上のように、疲労という現象は活性酸素種によって引起こされ、疲労を軽減させるには、細胞の酸化傷害の抑制と免疫系を起因とした修復機構を機能させることが重要であると考えられる。

2.3 疲労の統計12), 17)~19)

わが国では、疲労に関する調査として1985年に総理府が健康に関する国民意識調査を実施している。その結果、疲労感を認めた人は全体の66%であった。また、その後も、一般住民を対象とした1999年の愛知県豊川市医師会に所属する医療機関での調査、2001年の愛知県豊川保健所管内での調査、2004年の大阪地区での調査、2012年の愛知県豊川保健所管内での調査が実施されたが、いずれの調査でも50~70%の方が疲労を感じている。また、2002年の労働者健康状況調査では、普段の仕事で身体の疲れを感じている労働者は72.2%にものぼり、非常に多くの方が日常的に疲労を感じていることがうかがえる。

慢性疲労という観点から言うと、1985年の調査では疲労感を認めた人のうち72%のヒトが「一晩の睡眠で疲労感は回復する」と回答しており、6カ月以上にわたって疲労が続く状態は稀であると思われていた。しかし、2004年の大阪地区の調査では、疲



|生物精医会誌, 24 (4), 200-210 (2013) を改多

図4 疲労のコアメカニズム15)

労感を自覚している人の半数を超える人(全体の39%)が6カ月以上続く慢性疲労に悩んでいることが明らかとなった。2012年の調査でも同様の結果となっており、日本の就労人口6千5百万人に対し、2千5百万人をこえる人々が6カ月以上疲労感に悩んでいることになる。

国外での疲労統計結果としては、慢性疲労状態にある人の割合がイギリスでは $9\sim15\%$ 、ノルウェーでは $6\sim13\%$ 、アメリカでは $4\sim19\%$ 、オランダでは31%、韓国では $8\sim29\%$ 、中国では $6\sim11\%$ であると報告されている。国外の結果と比較しても、日本では慢性疲労者が非常に多いことがわかる。

慢性疲労に悩んでいる人の半数が疲労のために以前に比べ作業能力が低下し十分に活動できていないと感じている。このような慢性疲労等による経済的な損失を試算すると、医療費を除いて年間1兆2千億円にも上り、生産性に対してダメージを与えるという観点からも疲労は大きな社会問題である。

3. Euglena gracilis EOD-1株由来パラミロン摂取による日常生活における疲労感軽減効果²⁰⁾

わが国では多くの人が日常的に疲労を感じており,疲労を軽減させる対策は健康,経済の両面から 重要な課題である。

前述したとおり、EOD-1株には、ヒトでの免疫機能を向上させる作用が確認されている¹¹⁾。また、パラミロンには、マウスにおいて生体内の抗酸化能を高める作用や免疫機能を向上させる作用が報告されている^{8),21)}。以上のことから、EOD-1株由来パラミロンは、抗酸化および免疫機能の低下抑制に働く可能性が推察され、ひいては疲労を軽減させる効果がある可能性が考えられる。しかし、実際に効果があるか検証を行った例はない。

よって、EOD-1株由来パラミロンを摂取することで、ヒトの疲労感を軽減させることができるか検証を行った。

3.1 試験方法

本試験は、ランダム化二重盲検プラセボ対照並行群間比較試験とし、試験デザインを図5に示した。試験期間は、摂取前期間、摂取1週目、摂取2週目、摂取3週目、摂取4週目を設定し、それぞれ1週間とした。日常生活において疲労を感じている健常者200名を被験者とし、100名ずつの2グループに分け、それぞれをEOD-1株由来パラミロンを350mg含有したカプセルを摂取する群(EOD-1株由来パラミロン群)、又はプラセボ(EOD-1株由来パラ

ミロンを含まないカプセル)を摂取する群(プラセボ群)とした。被験者には、カプセルを1日1回4週間摂取させた。疲労感は、Visual Analog Scale (VAS)法を用いて全体的疲労感、身体的疲労感、精神的疲労感について毎日測定し、各期間の平均値を用いて評価した。VAS法は、日本疲労学会により推奨されている疲労感の評価方法であり、100mmの線分の左端を最良の感覚、右端を最悪の感覚として今の状態が線分上のどこに位置するかを×印で記入させ、左端からの距離を評価スコアとしている¹⁴⁾。また、被験者には、試験期間中はWeb日誌に歩数、外出時間を記録させ、それぞれについて各期間の1日当たりの平均値を用いて評価した。

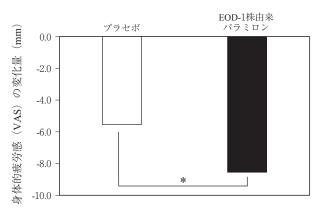
3.2 結果および考察

被験者200名のうち脱落者はいなかったが,試験方法の不遵守が多かった3名を除外し,197名(EOD-1株由来パラミロン群98名,プラセボ群99名)を対象に有効性評価を行った。

VAS の疲労感について検討したところ, 摂取 4 週目においてプラセボ群と比較して EOD-1株由来 パラミロン群の身体的疲労感の変化量が有意に低値を示した(図 6)。

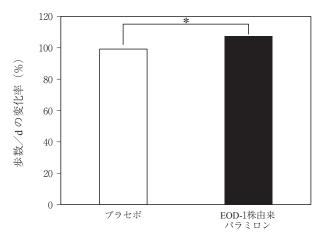


図5 試験デザイン¹⁹⁾



*: プラセボ群と EOD-1株由来パラミロン群で有意差あり (p<0.05) 薬理と治療、47 (11)、1851-1859 (2019) より作図

図6 摂取4週目の身体的疲労感の変化量の比較19)



*: プラセボ群と EOD-1株由来パラミロン群で有意差あり (p<0.05) 薬理と治療、47 (11)、1851-1859 (2019) より作図

図7 摂取4週目の1日当たりの歩数の変化率の比較19)

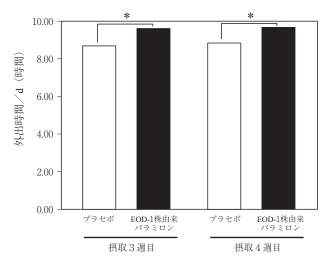
また、1日当たりの歩数の変化率については、摂取4週目においてプラセボ群と比較してEOD-1株由来パラミロン群が有意に高値を示した(図7)。

さらに、1日当たりの外出時間については、摂取 3週目、摂取 4週目においてプラセボ群と比較して EOD-1株由来パラミロン群が有意に高値を示した (図 8)。

以上のことから、EOD-1株由来パラミロン350 mg を 4 週間毎日継続摂取することで、身体的疲労感が 軽減されることが明らかとなった。また、歩数や外 出時間が増加していた。これは、身体的疲労感が軽減されたことにより、活動的になり、歩数や外出時間の増加に現れた可能性が考えられた。

疲労という現象は、前述したとおり、神経・内分泌・免疫系相関の不調というホメオスタシスの低下現象であると言われており、ストレスや疲労に伴って免疫力が低下することが報告されている。そのため、これまでに疲労のバイオマーカーの1つとして唾液中の分泌型免疫グロブリン A(sIgA)が検討されており、ストレスやトレーニングなどと唾液中のsIgA 濃度や sIgA 分泌速度に関連があることが報告されている $^{22)-24}$ 。これまでに、当社は EOD-1株を毎日4週間摂取することで、唾液中の sIgA 濃度の変化率および sIgA 分泌速度が上昇することを報告してきた 111 。つまり、EOD-1株は、疲労における免疫力の低下を抑制することで、ホメオスタシスに寄与し、疲労を軽減させている可能性が考えられた。

また,前述のとおり,疲労は活性酸素種によって 細胞傷害が引起こされることにより起こると考えら れている。パラミロンは、マウスにおいて生体内の



*: プラセボ群と EOD-1株由来パラミロン群で有意差あり (p<0.05) 薬理と治療、47 (11)、1851-1859 (2019) より作図

図8 摂取3. 4週目の1日当たりの外出時間の比較19)

活性酸素種を処理する還元酵素であるスーパーオキシドジスムターゼやカタラーゼ、グルタチオンペルオキシダーゼの活性を高めることが報告されている⁹⁾。つまり、EOD-1株由来パラミロンが、生体内の還元酵素の活性を高めることで、細胞の酸化傷害を抑制し、疲労を軽減している可能性が考えられた。

以上より, EOD-1株由来パラミロン350 mg を 4 週間継続摂取すると, 日常生活における身体的疲労感が軽減されることが確認された。また, 身体的疲労感が軽減されたことで, 活動的になり, 歩数や外出時間が増加した可能性が考えられた。

おすび

本稿では、疲労について概説するとともに、EOD-1株由来パラミロンの摂取による日常生活における身体的疲労感の軽減効果について紹介した。高齢者や労働者の生活の質向上が求められているなか、機能性表示食品制度導入の後押しもあり、ヘルスケア市場、健康食品市場は年々拡大しており、ユーグレナ、パラミロンの応用面の拡大が期待される。引続き、EOD-1株およびEOD-1株由来パラミロンのさらなる健康効果の解明を進め、今後の商品開発につなげていきたい。

[参考文献]

- 1) 北岡正三郎編: ユーグレナ 生理と生化学, 学会出版センター (1989)
- 2) 藻類ハンドブック. 渡邉 信監修, 藻類ハンドブック, 株式会社エヌ・ティー・エス (2012)
- 3) Anraku M et al: Chem Parm Bull, 68, 100-102 (2020)
- 4) 赤司 昭, 竹﨑 潤, 濱田武志, 出村幹英, 河内正

- 伸, 渡邉 信, 2014年度日本農芸化学会大会
- 5) 赤司 昭, 他:神鋼環境ソリューション技報, 12 (1), 9-15 (2015)
- 6) 大中信輝, 他:神鋼環境ソリューション技報, 14 (2), 3-10 (2017)
- 7) 大中信輝, 他:神鋼環境ソリューション技報, 16 (1), 14-20 (2019)
- 8) Evans M et al: Nutrients, 11 (12), 2926 (2019)
- 9) Sugiyama A et al: J Vet Med Sci, 71, 885-890 (2009)
- 10) Aoe S et al: Nutrients, 11 (7), 1674 (2019)
- 11) Ishibashi K et al: Nutrients, 11 (5), 1144 (2019)
- 12) 渡辺恭良, 他:おもしろサイエンス「疲労と回復の 科学」, 日刊工業新聞社 (2019)
- 13) 渡辺恭良: 医学のあゆみ, 228 (6), 593-597 (2009)
- 14) 日本疲労学会:抗疲労臨床評価ガイドライン(日常生活により問題となる疲労に対する抗疲労製品の効果に関する臨床評価ガイドライン),第5版(2011)
- 15) 渡辺恭良: 医学のあゆみ、228 (6)、598-604 (2009)
- 16) 渡辺恭良: 日生物精医会誌, 24 (4), 200-213 (2013)

- 17) 木谷照夫:平成12年度研究業績報告(2001) https://mhlw-grants.niph.go.jp/niph/search/NIDD00. do?resrchNum=200000876A
- 18) 倉常弘彦:平成24年度厚生労働科学研究 障害者対策総合研究事業(神経・筋疾患分野)報告書(2013) https://www.fuksi-kagk-u.ac.jp/guide/efforts/research/kuratsune/h24houkoku.html
- 19) 厚生労働省:平成14年労働者健康状況調査(2003) https://www.mhlw.go.jp/toukei/itiran/roudou/saigai/anzen/ kenkou02/index.html
- 20) 河野高德, 他:薬理と治療, 47 (11), 1851-1859 (2019)
- 21) Nakashima A et al: Biochem Biophys Res Commun, 494 (1-2), 379-383 (2017)
- 22) 新見道夫: 香川県保健医療大学雑誌, 9, 1-8 (2018)
- 23) Phillips CA et al: Brain Behavior, and Immunity, 20, 191-197 (2006)
- 24) Fahlman MM et al: Med Sci Sports Exerc, 37 (3), 374-380 (2005)

流動床式ガス化溶融炉における最終処分量低減 〜金属類回収量の向上〜

Reduction of Final Disposal Volume in Fluidized Bed Gasification and Melting Furnace \sim Improved Metal Recovery \sim



小野雄基* Yuki Ono



島 孝一* Koichi Shima



鈴木崇之* Takayuki Suzuki



青木 勇** Isamu Aoki

循環型社会への移行が押し進められており、廃棄物処理分野でも焼却処理時に発生するエネルギ利用のみではなく、資源化物を回収し再利用することが求められている。当社の流動床式ガス化溶融炉は、流動床炉においてごみをガス化し、後段の溶融炉にて化石燃料を使わずに飛灰を溶融処理し、スラグとして回収することを特長としている。金属類は酸化されずに流動層底部から不燃物として排出されることから、分別回収後、資源として再利用することが可能である。金属類の回収量を増加させるための不燃物処理フローに関して検討し、磁選機の多段化、非鉄選別機の高性能化および篩選別機の目開き最適化を行った。これらを組合わせることにより、回収物の金属割合を90%以上とし、高純度の金属類を回収できる新規フローを開発した。

With society transitioning to a recycling basis, it has become necessary in the field of waste treatment not only to use the energy generated in the process of waste incineration but also to recover and recycle resources. Our fluidized bed gasification and melting furnace is capable of gasifying refuse in a fluidized bed furnace and melting fly ash into slag in a subsequent melting furnace without using fossil fuels. Furthermore, metals are discharged as incombustibles from the bottom of the fluidized bed without being oxidized, so the metals can be separated, collected and recycled as resources. Research was subsequently conducted into the incombustibles treatment flow in order to increase the recovery of metals and resulted in the development of a multi-stage magnetic separator, enhanced performance of the non-ferrous metal separator and optimized mesh size for the sieving machine. These improvements combined to create a new treatment flow that increased metal recovery by over 90 % and allowed metals of a higher degree of purity to be recovered.

Key Words:

流動床式ガス化溶融炉金 属 類 回 収 最終処分量削減循 環型社 会

Fluidized bed gasification and melting furnace Metal recovery Reduction of final disposal Volume Recycling society

【セールスポイント】

- ・廃棄物の保有する熱エネルギを利用することで外部燃料を使用せずに廃棄物のガス化, 高温燃 焼. 灰の溶融処理を一貫して行うことのできる経済的な処理方式である。
- ・多種多様な性状の廃棄物に適用可能であり、掘起しごみや他所灰の処理により、最終処分場の 負荷を軽減可能である。
- ・金属類を未酸化状態で回収し、有効利用することが可能である。

まえがき

1991年の廃棄物処理法改正により、廃棄物の排出抑制と分別・再生(再資源化)が法律の目的として加えられ、社会システムはそれまでの大量消費型から循環型へ移行している。近年では、廃棄物として回収されるものに有用価値を見出し、社会で再利用する仕組みの構築が進み、循環型社会の高度化が進んでいる。一方、気候変動に起因した災害が多発し生活環境が脅かされることもあり、社会の持続可能性を高めることが国際的な共通課題となっている。

社会システムの中で廃棄物処理は、静脈産業として包括的に資源循環と持続可能性を高める上で重要な役割を担っている。廃棄物中には金属類に代表される有用な資源が含まれており、廃棄物から分別回収されたこれらの資源は、廃棄物処理施設から循環システムへ再供給されている。また太陽光やバイオマスといった再生可能エネルギの利用は拡大しているが、未だにエネルギ自給率が低い我が国にとって、廃棄物発電は、全国に広く分散し持続可能社会を構成するエネルギ供給拠点として期待される。

このように廃棄物処理施設に対する新たな期待が高まる一方で、継続して課題となっているのが最終処分場の延命化である。最終処分場の残存容量は平成22年19 452万 t から平成28年16 777万 t へと減少傾向にある。最終処分場へ搬入される最終処分物の削減により、最終処分場の延命化を図ってはいるものの、残余年数は17年程度で推移し大きな改善は期待できない状況である¹)。資源の再循環や有効利用による最終処分量の削減は、継続して取組むべき喫緊の課題である。

当社の流動床式ガス化溶融炉は、化石燃料に対するダイベストメント(投資撤退)が進む中、ごみのエネルギで発電とともに灰のスラグ化を実現できる処理方式として注目され、実績を積重ねている。現在は、最終処分場の掘起こしごみの処理による処分場再生や他施設灰のスラグ化まで適用範囲を拡大させている^{2)、3)}。またガス化方式に流動床を採用していることから、流動床での比重差分離によりごみ

中の金属を不燃物として回収できることも大きな特長である⁴⁾。処分場再生事業を例にとれば、現在よりも選別機能が不十分であった過去の処理物を溶融処理することになり、この場合不燃物中に多くの有価資源が含まれている可能性がある。したがって、不燃物からの金属類の選別とスラグ化という流動床式ガス化溶融炉の資源再生機能は、資源の有効活用と最終処分量低減につながるため、今後ますます重要になってくる。

今回,流動床式ガス化溶融炉の資源再生機能向上を目的として,不燃物選別処理の高度化の開発を行い,従来よりも回収物の品位を向上できる結果が得られた。これらの成果は新規設備だけでなく,資源回収の強化を希望する既存設備へも適用でき,リサイクル分野で広く活用することができる50。本報では,不燃物から高純度で金属類を回収する方法について提案する。

1. 不燃物処理フロー

1.1 従来の不燃物処理フロー

従来の不燃物処理フローを図1に示す。まず磁選 機と非鉄選別機にて、それぞれ鉄分と非鉄金属類が 有価物として回収される。鉄分に高い純度が要求さ れる場合には、回収した鉄分を砂分離スクリーンに 通して砂を分離し、鉄分の純度を高めている。 非鉄 選別機を通過した不燃物からは、不燃物スクリーン で粒度の大きいその他金属類を Mix メタルとして 回収する。スクリーン通過物は不燃物貯留槽で一次 貯留した後、定量的に粉砕機へ投入される。不燃物 中のがれき類は、ここで細かく粉砕される。最終処 理工程で粉砕物スクリーンを通過した粉砕物は、ガ ス化炉から排出される熱分解ガスに同伴された飛灰 とともに溶融炉へ供給され、溶融スラグとなる。粉 砕物スクリーン上から回収された不燃物は、金属類 残渣として排出される。この金属類残渣は、スクリ ーンの篩目を通過しなかったがれきの一部が金属類 と混在した状態で回収される。このような従来の不 燃物処理工程を見直し、回収する有価金属類の純度 向上を実現することが望まれる。

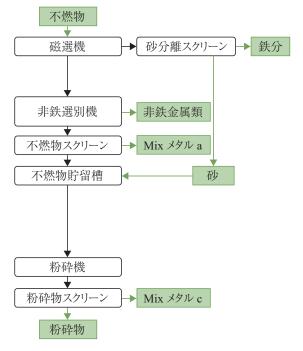


図1 従来フロー

1.2 新規の不燃物処理フロー

今回新しく検討した不燃物処理フローを図2に示す。各追加機器の目的について、以下に記載する。

1) 磁選機の追加

磁選機を2段設置し、接触回数を増やすことによって鉄分をより多く回収する。

2) 非鉄選別機の性能向上

非鉄金属類については、高性能型の非鉄選別機の 採用により資源化物回収量を向上させる。

3) 粗粉砕機および粗粉砕物スクリーンの追加

粉砕機(ロッドミル)の前段に粗粉砕機(ダブルロールクラッシャ)を設置し、2段粉砕処理をすることで、がれき類の粒径を段階的に小さくする。その他金属類とがれき類の粒径差に応じて粗粉砕物スクリーン、粉砕物スクリーンの飾目幅を適正に選定することで、スクリーン上から回収される Mix メタル中に混入するがれき類の同伴量を低減し、Mixメタルの品位を向上させる。

2. 試験結果

2.1 不燃物原料の組成

実施設の不燃物原料を対象として、試験を行った。 実サンプルを 2 回採取し、組成と粒度分布を調査した結果をそれぞれ表 1 と図 3 に示す。がれき類が約 61 %~71 %ともっとも多く、次いで鉄が20 %前後であり、アルミニウムが 4 %前後であった。金属類の粒度分布については2.8 mm 以上がほぼ全量を占め、その内の約 7 割が26.5~2.8 mm で、53 mm 以

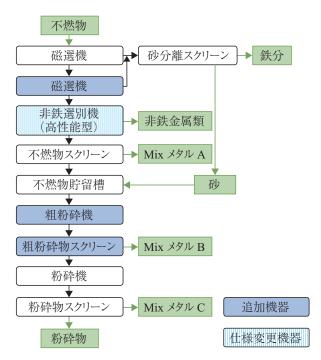


図2 新フロー

表1 不燃物原料の組成

組 成	割合(重量%)
鉄	19 %~22 %
銅	0.49 %~0.51 %
アルミニウム	3.5 %~4.2 %
その他金属	6.3 %~13 %
がれき類 	61 %~71 %

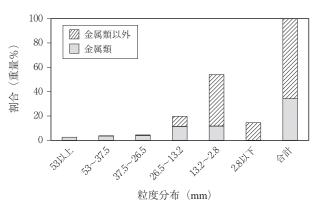


図3 不燃物原料の粒度分布(2回のサンプル平均値)

上の大きいサイズも含まれていた。金属類に対してがれき類(金属類以外)は全体的に粒度が小さく,26.5 mm 以下がほぼ全量を占め,その内訳は26.5~13.2 mm が1割程度,13.2~2.8 mm が7割以上,2.8 mm 以下が2割程度という粒度分布であった。

不燃物原料の調査結果より、まずは金属の中でも

多く含まれる鉄分,アルミについて,それぞれ磁選機,非鉄選別機により分別回収を行うこととした。さらに,53 mm 以上の粒度のものについては,金属類の割合が100%であったことから,1段目の不燃物スクリーンの篩目は53 mm を採用し,回収金属類の純度を上げるとともに,後段に設置する粗粉砕機への負荷を軽減した。

2.2 磁選機による選別特性

1段目磁選機の回収物, 1段目+2段目磁選機の回収物の粒度分布をそれぞれ図4と図5に示す。1段目と2段目の回収物量の比率は, 1段目が96.4%, 2段目が3.6%であり, 鉄分の多くは1段目磁選機で回収されていた。図4と図5を比較すると粒度分布にはほとんど差が無く, 13.2 mm 以上の粒子の割合が50%以上を占め、4.75 mm 以上の粒子の割合が90%以上を占めていた。

2.3 非鉄選別機による選別性能

非鉄選別機による回収物の粒度分布を図6に示す。非鉄選別機の回収物の粒度分布は13.2 mm以上の粒子が占める割合が60%で、組成割合では非鉄金属が全量の約85%を占めていた。また、非鉄金属の大部分は非磁性物であるステンレスであった。

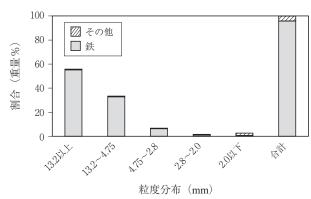


図4 1段目磁選機の回収物の粒度分布

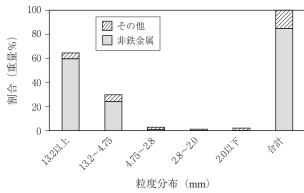


図6 非鉄選別機回収物の粒度分布

2.4 不燃物スクリーン, 粗粉砕処理および粗粉砕物スクリーン, 粉砕処理および粉砕物スクリーンの篩分け特性

不燃物スクリーンの回収物の組成を図7に示す。 不燃物を前段で磁選機と非鉄選別機で選別処理した 後,不燃物スクリーンで篩分けを行った結果,回収 物(MixメタルA)の組成は,約92%が金属類で あり、金属類を高純度で回収することができた。

今回,一定粒度までがれきを粉砕することができ,かつ,安定して連続処理することが可能であることから,粗粉砕機としてダブルロールクラッシャを採用した。前段の不燃物スクリーンの目幅を53 mmとしたことから,投入物の粒径は約53 mm以下となる。ロール間に滞留物が残りにくい間隙として,ダブルロールクラッシャの間隙は10 mmとした。不燃物スクリーンを通過した不燃物を粗粉砕機に投入してがれき類を粉砕し,後段の粗粉砕物スクリーン上の回収物における金属類の割合を評価した。篩目幅16 mm,22.4 mmの粗粉砕物スクリーン上の回収物中の金属類と金属類以外の割合を図8,図9に示す。回収物(Mix メタル B)中の金属類の割合は,篩目幅16 mm の場合86.9 %であったのに

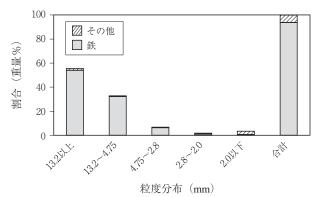


図5 1段目+2段目磁選機の回収物の粒度分布

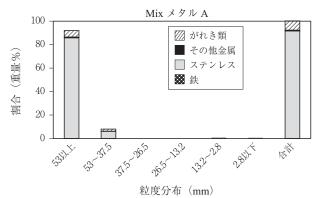


図7 不燃物スクリーン回収物組成(篩目幅53 mm)

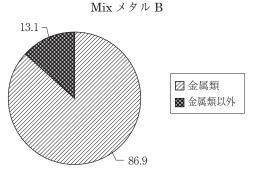


図8 粗粉砕物スクリーン回収物組成(篩目幅16 mm)

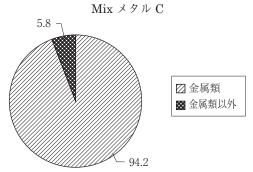


図10 粉砕物スクリーン回収物組成 (篩目幅2 mm)

対し、篩目幅22.4 mm の場合は97.5 %に向上した。 不燃物を粗粉砕した上で、不燃物の粒度分布に応じ て粗粉砕物スクリーンの篩目幅を適正に選択するこ とで、スクリーン回収物中の金属類の純度を大幅に 向上できることが示された。

粗粉砕物スクリーンを通過した不燃物を,粉砕機でさらに細粒化する試験を実施した。粉砕機を通過後に粉砕物スクリーンで篩分けした,スクリーン上の回収物(MixメタルC)の組成を図10に示す。回収物中の金属類の割合は94.2%で高い純度が得られた。

粗粉砕機および後段の粗粉砕物スクリーンによるがれきの粉砕と金属類の回収では、粗粉砕機のロール間隙間と粗粉砕物スクリーンの目幅を調整することで、純度の高い金属類を回収することができることがわかった。また、粗粉砕物スクリーンにより金属類を回収することで後段の粉砕機(ロッドミル)に投入される金属量は低減され、より効率的にがれき類の粉砕処理を行うことが可能となった。また、本フローの最終工程に設けた粉砕物スクリーンで、回収する金属類の純度が向上することも明らかになった。

2.5 トータル Mix メタルの組成

不燃物スクリーン,粗粉砕物スクリーン,粉砕物スクリーンの回収物を全て混合したMixメタルの組成を図11に示す。金属類以外の混入率は6.8%に

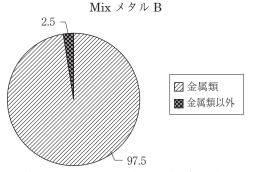
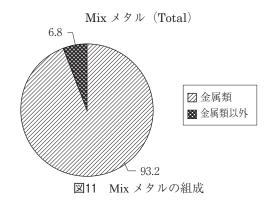


図9 粗粉砕物スクリーン回収物組成(篩目幅22.4 mm)



抑えられ、Mix メタル中の金属類の割合は93.2 %と 高い純度となった。施設によって、地域性を反映し て不燃物の組成や粒度分布は異なるが、それらの入 口条件に応じて粗粉砕処理や粉砕処理、各スクリー ンの飾目幅を最適化することにより、Mix メタルの

純度を向上できると考えられる。

選別機器の追加や選別性能の高い機器の採用により、金属類濃度が90%を超える高い純度のMixメタルを回収できる最適な不燃物処理フローを構築した。一方で、地域によっては高純度でなくても回収した金属類をリサイクルできる場合もある。機器の追加は初期コストのアップにもつながるので、不燃物処理の導入には、本研究成果を基に、地域の要請に適したフローを提案してまいりたい。

最後に、本試験にあたりご協力頂きました上伊那 広域連合の関係者の方々にお礼申し上げます。

[参考文献]

むすび

- 1) 環境省報道発表資料(2019)
- 2) 黒岡ら:神鋼環境ソリューション技報, 16 (1) p.26-31 (2019)
- 3) 細田:神鋼環境ソリューション技報, 13 (2) p.2-11 (2017)
- 4) 小松原ら:神鋼環境ソリューション技報, 13 (1) p.21-26 (2016)
- 5) 小野ら:第41回全国都市清掃研究·事例発表会 講演論文集 II 4 81 (2020)

飛灰供給による酸性ガス低減効果

Reduction in Acidic Gas Emissions Using Fly Ash



岩本典之^{**}
Noriyuki Iwamoto
技術士 (衛生工学)



篠原良平* Ryohei Shinohara

飛灰循環は、廃棄物処理プラントにおいて未反応薬剤成分を含む飛灰をバグフィルタ上流に戻すことでアルカリ薬剤の使用量を低減する技術である。当社ではバグフィルタろ布のダスト層に存在するフレーク状の凝集体に着目し、未反薬剤成分と酸性ガスとの接触効率を向上させ、少ない循環量で効果を発揮するコンパクトな飛灰循環システムの確立を目指した。発生量の一部のみを循環する部分飛灰循環を模擬した実プラントでの基礎試験を行い酸性ガスの除去率向上を確認した。バグフィルタ差圧および飛灰中の重金属類濃度への影響は確認されず、既存設備への追設が容易な装置として製品化を完了した。

At a waste treatment plant, fly ash circulation is a technique for reducing the amount of alkali chemicals used, by returning fly ash containing unreacted chemical components to a point upstream of the bag filter. We focused on the flake-like agglomerates in the ash layer on the filter bag cloth, and made it a goal to establish a compact fly ash circulation system that would be effective even if a small amount of ash was circulated. An improvement in acidic gas removal rate was confirmed by basic tests in an actual facility simulating partial fly ash circulation, which circulated only a part of the generated amount of ash. Influences on the differential pressure of the bag filter and the concentration of heavy metals were not detected in these tests, so we have completed marketable equipment that can be easily added to existing facilities.

Key Words:

排ガス処理み灰循環カ性ガス表反応薬剤

Exhaust gas treatment
Partial fly ash circulation
Alkali chemicals
Acid gases
Unreacted chemical

【セールスポイント】

・コンパクトで既存施設への追加も可能な簡易飛灰循環システム

まえがき

燃焼排ガスに含まれる塩化水素(HCI)や硫黄酸化物(SOx)などの酸性ガスを中和除去するため、廃棄物処理プラントではバグフィルタ上流煙道に消石灰等のアルカリ薬剤を吹込んでいる。バグフィルタに到達した薬剤はろ布表面で飛灰とともにダスト層を形成し、酸性ガスとの気固反応はダスト層内で進行する。このような中和反応は、HCIと消石灰を例にすると、総括反応としては式(1)で表される。

$$Ca(OH)_2$$
 (固体) + 2HCl(ガス)
→ CaCl₂ (固体) + 2H₂O(ガス) ···········(1)

式(1) は化学量論式であり、実際の反応は式(2)、式(3) の二段反応で進行することが知られている¹⁾。

$$Ca(OH)_2$$
 (固体) + $HCI(ガス)$
→ $CaCIOH$ (固体) + $H_2O(ガス)$ ······· (2)

最終的に CaCl。まで反応が進行した場合には. 1 mol の Ca(OH)₂で2 mol の HCl を中和できるが, 式(3)に優先して式(2)の反応が進行すると考えら れており、この場合式(1)で表される総括反応での 量論比よりも多くの消石灰を必要とし、接触頻度も 踏まえた反応効率を考慮して通常、量論比の2倍か ら3倍の消石灰が供給されている。したがって逆洗 でろ布から払い落とされバグフィルタより排出され る飛灰中には最終反応まで完了していない薬剤成分 と反応機会を得なかった未反応薬剤成分が混在して 残っている。排出された飛灰をバグフィルタ上流に 戻し未反応薬剤および反応余地を残した薬剤成分 (以降, まとめて未反応薬剤成分と呼ぶ) に再度反 応機会を与えることで排ガス処理薬剤と飛灰の発生 量および飛灰処理薬剤を低減しようとするのが飛灰 循環技術である。

当社では未反応薬剤成分と酸性ガスとの接触効率 を向上させることで既存設備へ追設可能なコンパク トな飛灰循環システムを製品化した。本稿では製品 化開発のための基礎試験結果について報告する。

1. 接触機会増加と期待される効果

飛灰循環はバグフィルタに流入する飛灰の量を増加させ、ろ布上のダスト層を厚くすることで、薬剤成分に酸性ガスとの反応機会を多く与えようとする

ものである。ダスト層を厚くすることだけであれば、循環せずとも逆洗による払落し間隔を延ばすことででも同様な効果を期待できるはずである。しかし、単にダスト層を厚くするだけでは十分な効果が期待できないことをろ布のダスト層性状が示唆している。

バグフィルタろ布上での中和反応では、堆積したダスト層内を排ガスが一様に通過して薬剤粒子と満遍なく接触することが理想的である。一方で飛灰の粒径は $1 \, \mu m \sim 100 \, \mu m$ 程度まで広く分布しており 2)、図 $1 \, \epsilon c$ に示す模式図のようにろ布上のダスト層は様々な粒径の粒子で形成されており均一ではない。また、図 $2 \, \epsilon c$ に示すようなろ布に堆積したダストには不均一を助長するようなフレーク状の凝集体が多くみられる。粉体層を通過する流体の圧力損失 ΔP は式(4) に示すように粒径 d_p と空間率 ϵ , 粒子の形状 φ s に依存する 3)。

$$\frac{\Delta P}{L} = \frac{1 - \varepsilon}{\varphi_s d_b \varepsilon^3} \left[150 \frac{(1 - \varepsilon)\mu u_0}{\varphi_s d_b} + 1.75 \rho_f u_0^2 \right]$$

ダスト層を形成する粒子の粒径および空間率は均一ではなく凝集体も影響するため、各部での ΔP は不均一となる。図1に示すように、圧力損失の小さい部位に選択的な流れができてミクロ的に偏流することになり、酸性ガスと接触することのできる粒子は限定的になる。また、未反応薬剤成分が凝集体内部に存在する場合には酸性ガスとの接触機会はなくな

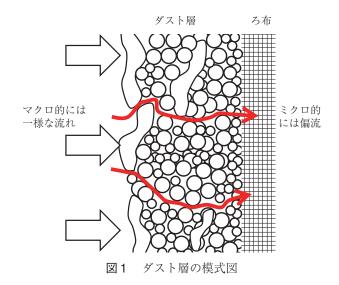




図2 ろ布ダスト層の表面の例

る。粒子径の不均一性が小さくなればミクロ的な偏流が緩和され,未反応薬剤成分と酸性ガスとの接触機会が増加して反応効率が向上することになる。

ろ布ダスト層にみられる凝集体は逆洗で払落とされロータリーバルブを通過して飛灰搬送用コンベヤに到達する段階まで崩れずに残っているものもある。当社では、粒径分布の改善、分散性の向上によるろ布ダスト層内での偏流低減を目的に、循環用飛灰中の凝集体を解砕することとした。解砕により凝集体内部の未反応薬剤成分が露出し、酸性ガスとの接触機会が増加することで反応効率の改善が期待できる。解砕手段としては、コンパクトで可動部がなく、摩耗消耗しないことをコンセプトにしていくつかの方式を考案し、今回の基礎試験では図3に示すような空気を利用した解砕・分散供給装置を使用した。

未反応薬剤成分と酸性ガスとの反応効率が改善すれば、発生量の一部のみを循環させるだけでも次のような効果が見込める。

(効果1)酸性ガスのバグフィルタ出口濃度管理 を変更しない場合には、循環飛灰中の 未反応薬剤成分の量だけ投入薬剤が減 少し、発生する飛灰の量も低減する。

(効果2) 投入薬剤の量を変更しない場合には、 未反応薬剤成分により実際の当量比が 増加することで酸性ガスの除去率が向 上する。

上記の効果1について,薬剤使用量および飛灰発生量の低減効果を推計した。

飛灰循環なしの時,バグフィルタに流入する飛灰 は焼却灰(新規焼却灰)と投入された薬剤(新規未 反応薬剤)で構成される。これに対して,飛灰循環



図3 解砕・分散供給装置

を行うと前記の焼却灰と薬剤に循環飛灰由来の焼却灰(循環灰中焼却灰)と薬剤(未反応薬剤成分)および反応済み薬剤が加わる。前述のとおり、消石灰による HCI の中和反応は式(2)および式(3)のような二段階の反応であることが知られているが³⁾、今回の推計では投入された薬剤の中和が最終反応まで進行する理想的な条件を想定し、中間生成物である CaClOH は考慮せずに反応済み薬剤を CaCl₂、未反応薬剤成分を Ca(OH)₂としてバグフィルタ入口と出口でのバランスを計算した。

表1に計算の条件を示し、計算結果により得られた収支を図4に示す。バグフィルタ入口および出口における酸性ガス濃度を一定として、飛灰を循環させた場合の投入薬剤と未反応薬剤成分との合計値が循環なしの場合の投入薬剤(0.60)と同量になるように計算したものである。薬剤の削減量は0.3倍循環、0.6倍循環でそれぞれ15%,25%となった。同様に排出飛灰の削減量は5%,9%と見込まれた。

循環量が増加すると排出される飛灰中の未反応薬 剤が減少し、循環灰中では未反応薬剤と反応済み薬

表1 薬剤および発生量低減効果推計の条件

項目	推計条件
焼却飛灰:薬剤 ^{*1}	10:6
循 環 量	0.3倍, 0.6倍
薬剤当量比	2.6
薬剤反応率	90%

※1 薬剤=新規投入薬剤+循環飛灰中未反応薬剤

剤の割合が増加してバランスする結果となった。重 金属等も基本的には反応済み薬剤と同様な挙動をし て、循環灰中での濃度はバランスする。

また,効果2については実機における基礎試験で 薬剤投入量はそのままとしてバグフィルタ出口での 酸性ガス濃度の低減効果を確認することとした。

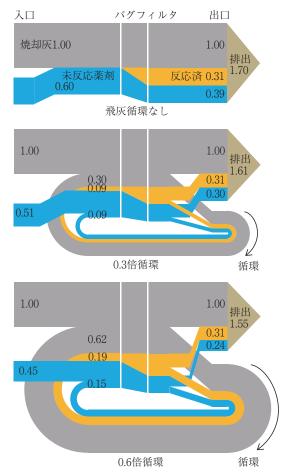


図4 飛灰循環 重量収支推計

2. 試験概要

2.1 施設概要

基礎試験として、産業廃棄物処理の実施設にて飛 灰循環を模擬した飛灰供給試験を実施した。表2に 施設の概要を示す。焼却炉は回転式ストーカ炉であ り、産業廃棄物として汚泥や廃油、廃プラ、廃液な どを処理している施設である。

2.2 試験方法

施設には飛灰循環システムが未実装であるため、 事前に飛灰搬送コンベヤから飛灰を採取し定量供給 用のスクリューコンベヤのホッパに投入した。そし て解砕・分散供給装置を介してバグフィルタ上流の 煙道に吹込むことで飛灰循環を模擬した。解砕・分 散供給装置にはルーツブロワから空気を送込み凝集 体を解砕しながらバグフィルタ上流煙道に飛灰を供 給した。図5に試験のフローを示す。

2.3 試験条件

供給した飛灰量は、発生飛灰の0.2倍から0.3倍に相当する量である。試験中は操業に影響の無いよう処理する廃棄物によって消石灰投入量を適宜変更する通常どおりの運用を継続した。バグフィルタ入口、出口の酸性ガス濃度については、飛灰供給なし(供給開始前と試運転中)の条件で2回、飛灰供給

表2 施設概要

焼 却 炉 方 式	回転式ストーカ炉
処 理 能 力	187 t/d/ 炉
排ガス処理方式	減 温 塔:苛性ソーダ バグフィルタ:消石灰
処理対象物	産業廃棄物

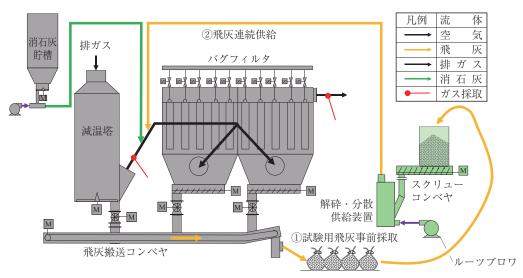


図5 試験フロー

中に3回の計5回の排ガスサンプリングを行って、 HCl と SOx の濃度を分析した。

3. 試験結果と考察

3.1 バグフィルタ出口酸性ガス濃度

本試験での初回のサンプリングにおける濃度を1として、各サンプリング時の濃度を比で表した濃度比の推移について HCI を図6に、SOx を図7に示す。HCI 濃度、SOx 濃度ともに変動はあるが、出口濃度は飛灰供給を開始してから低下し、平均値では飛灰供給前に比較して供給中は60%から70%程度低減した。

前述の図4における推計では、HCIの入口および 出口濃度を一定にした時の薬剤使用量の低減効果を 計算した。同様な推計式にて本基礎試験における入口 HCI 濃度、投入消石灰量、供給飛灰中の未反応 薬剤成分の推定量などから HCI 出口濃度を計算す ると、平均値で供給前に比較して供給中は54%程 度低減する結果となった。試験結果とは10%ほど

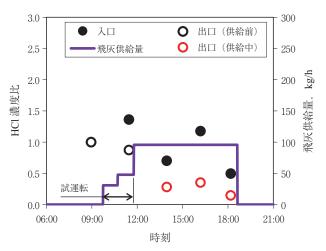


図6 バグフィルタ入口/出口排ガスの HCI 濃度比

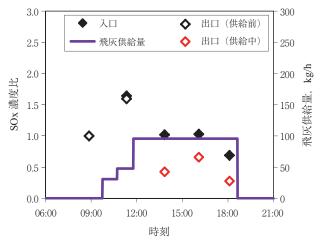


図7 バグフィルタ入口/出口排ガスの SOx 濃度比

の差異があるが、計算には考慮していない炭酸化した灰の中和効果などが差異の要因となったものと思われる。

図8には酸性ガス除去率の推移を示す。HCIについては、飛灰供給前に70%程度であった除去率が上昇し、傾きが時間とともに緩やかになって90%程度に達した。SOx除去率は、飛灰供給開始前には55%程度であったが供給開始後に上昇し、上昇の傾きはHCIよりも大きくなった。

3.2 バグフィルタ差圧への影響

バグフィルタ差圧の推移を図9に示す。バグフィルタでは所定の周期でパルスジェットによるろ布からのダスト払落しを行っており、高差圧時には周期を短くしている。飛灰供給前の差圧は概ね1.4 kPaから1.5 kPaの範囲であった。飛灰供給中はその前後と比較して低差圧側への変動がやや大きく、変動周期は長くなっている。ろ布面上の捕集粉じん層内では、ろ布表面に近づくほど空間率が小さくなり見かけの密度が増加する⁴)。飛灰供給によりダスト層が厚くなり、逆洗により圧密されたダストが落下したためと考えられる。

飛灰供給によってバグフィルタの差圧に異常を来すような現象は認められなかったが、飛灰循環においては差圧の変動に注意が必要であり予測評価が重要となるため、式 (4) を用いて圧力損失の推移を予測する計算を行い、本基礎試験時の飛灰供給中差圧と比較した。ろ布の差圧となるろ布へのダスト蓄積量 m_t の時間変化は飛灰量 m_g と払落し量 η_d · m_d の差で与えられるが、払落し効率 η_d に対する影響因子は様々あり一定にはならない 5)。そこで逆洗時のダスト払落し量の不規則性を乱数fで設定し、ろ布へのダスト蓄積量を式 (5)で求めて適用した。

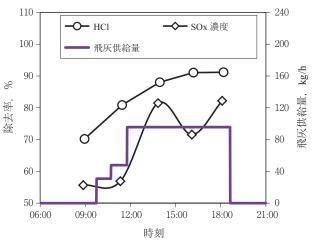


図8 バグフィルタ前後での除去率

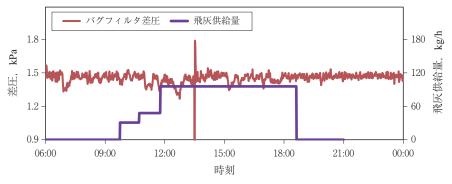
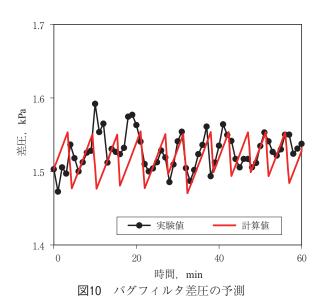


図9 バグフィルタ差圧の推移



$$\frac{\Delta m_t}{\Delta t} = m_g - \eta_d f m_d \dots (5)$$

その結果、図10に示すように実験値をほぼ再現できることがわかり、設計ツールとしての有効性を確認した。

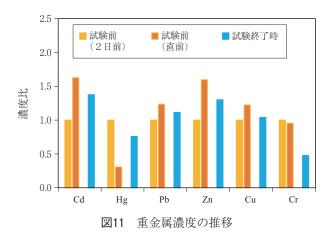
3.3 重金属の挙動

バグフィルタ出口の飛灰を分析し、飛灰供給による重金属の挙動を調べた。飛灰サンプリングは試験前2回,試験終了時1回の計3回とした。検出下限未満のものなどは省略し代表的な成分のみを抜粋した分析結果を図11に示す。各重金属とも変動はあるものの、試験前の飛灰と比較して試験終了時の飛灰中濃度に濃縮傾向は確認されない結果となった。

むすび

排ガス中酸性成分の薬剤による中和除去機構におけるろ布ダスト層のフレーク状凝集体に着目し,接触および反応効率の改善による飛灰循環システムの高効率化,コンパクト化技術を開発した。

飛灰中の凝集体を解砕し分散性を向上させる供給 装置を用いて飛灰循環を模擬したバグフィルタ煙道



への飛灰供給試験を行い,酸性ガス除去率の改善を確認した。

飛灰供給によるバグフィルタ差圧および重金属濃度への影響は確認されなかった。

本基礎試験の結果、発生量の一部の飛灰を循環する部分的飛灰循環システムの実機化を進め、製品化を完了するに至った。当社の部分飛灰循環システムは、飛灰搬送用のコンベヤや貯槽の設置が不要で既存施設への追設も容易なシステムである。廃棄物処理の LCC 低減の一つの方法として本システムを提供し、循環型社会の一層の推進に貢献していく所存である。

謝 辞

試験の実施においては、ツネイシカムテックス株式会社の多大なるご協力を賜りました。ここに感謝申し上げます。

[参考文献]

- 1) Jacquinot Bernard 5: PVC.P.007E, p1-96
- 2) 平岡ら:廃棄物学会誌, 5(1), p3-17
- 3) 鞭ら:流動層の反応工学, p14, 培風館
- 4) 山田ら:化学工学論文集, 13(1), p13-19
- 5) 鮑力民ら:日本機械学会論文集 (C編), 77巻773号, p179-186

研究用・少量試作用グラスライニング機器 「マルチリアクター」

Glass-lined "Multi Reactor" for Research and Small-lot Prototyping



横野泰弘*



中村隆彦*



南 俊充*

Yasuhiro Yokono Takahiko Nakamura Toshimitsu Minami

グラスライニング(以下 GL)機器は高度な耐食性と製品の純度が要求される医薬,化学業界を中心に幅広い分野で使用されている。近年は製造分野において多品種対応,生産性・安全性向上が強く求められるようになっており、GL機器においても対応が必要である。当社は、これらの要求に対応した高機能性 GL機器である「マルチリアクター」を開発し、2019年11月に販売を開始した。研究開発型企業に対し、高機能性を有した研究・少量試作用機器を提供することで、多様化するニーズへの対応を実現した。

Glass-lined equipment is widely used in fields of the pharmaceutical and chemical industries where high degrees of corrosion resistance and product purity are required. In recent years, more functional equipment has been required in order to support small-lot-wide-variety production and enhance productivity and safety. In this report, KES launched high performance glass-lined "Multi Reactor" in November 2019. We can meet the diversifying needs of the R&D-oriented companies by proposing high-performance equipment for research and small-lot prototyping.

Key Words:

マルチリアクター 急 速 開 閉 装 置 翼 交 換 機 構 Multi reactor
Quick closure
Interchange mechanism for Agitator

【セールスポイント】

- ・ラボ検討に適した少容量20~200 Lの4機種をラインナップ。
- ・機構の改善により容易に撹拌翼を交換でき、目的とする用途に適した撹拌翼の選定が容易。

まえがき

近年,国内の医薬,電子材料,ファインケミカルメーカは,より付加価値の高い製品を開発しており、それらの生産には多品種・少量生産に対応したバッチプロセスが多く用いられる。

そこで、顧客ニーズを満足させる少量生産用の GL機器「マルチリアクター」を開発した。少量生 産用だけでなく、高機能性も兼ね備えたGL機器となっており、高付加価値製品を量産する前の研究開発用および試作用として最大限に活用できる製品となっている。

本報ではマルチリアクターおよびこれに関連する高機能製品を紹介する。マルチリアクターでは GL製組立式撹拌翼「スマートロック」を応用した 翼交換機構と、本体フランジのワンタッチ開閉機構「フェルール式急速開閉装置」、付属品ではフェルール式ハンドホール「フェルキャップ」を紹介する。

1. マルチリアクターの基本仕様

マルチリアクターの外観を図1に示す。槽内を洗浄するため、蓋を昇降させる昇降装置を付属している。また、本体側には移動用としてキャスタを付属している。昇降装置には、コンタミを考慮しステンレス製を採用している。本体蓋の開閉はフェルール式急速開閉装置を用い、作業軽減を図っている。撹拌翼にはスマートロック式を採用し、内容物の物性や撹拌目的に応じて、槽内部の継手部で交換可能となっている。

マルチリアクターの機器仕様を表1に示す。呼称容量は、研究・少量試作用に対応するため最小容量20Lからラインナップしている。駆動部には汎用減



図1 マルチリアクターの外観

速機を使用し、インバータユニットを付属することで撹拌翼の回転数を変更できる仕様となっている。

また、マルチリアクターには、GLの高機能化ニーズに対応するため、当社最新の機能性 GLを採用可能である。

2. 撹拌翼交換機構

2.1 撹拌翼交換機構の特長

撹拌翼は、内容物の物性や用途に合わせて選定する必要がある。当社のラインナップとして、汎用的に用いられる3枚後退翼や、それに替わる高機能撹拌翼であるツインスター翼、高効率撹拌翼であるフルゾーン翼がある。3枚後退翼は永きにわたり汎用撹拌翼として使用されている。ツインスター翼は3枚後退翼よりもさらに優れた撹拌性能を持ち、かつ少液量への対応が可能である。3枚後退翼やツインスター翼が低中粘度液用であるのに対して、高粘度液の高負荷撹拌を行う場合は、フルゾーン翼が選定される。フルゾーン翼は水素添加、酸化反応などの表面ガス吸収撹拌、晶析などの用途で、プロセスの改善ならびに高効率化に貢献している。

GL機器において、上記の撹拌翼を内容物に応じて使用する場合、それぞれの撹拌翼を付属する GL機器を保有するか、撹拌翼を交換しなければならない。撹拌翼を交換する場合は、軸封装置部を分解し、再組立を行う必要があるため作業時間は長くなる。また、軸封部の分解・組立作業には熟練した技術が必要となるため、交換工事の調整が必要となる。そこで、スマートロック機構を用いて、撹拌翼を短時間で簡単に分解・組立できるようにしたのがマルチリアクターである。この作業性の向上が撹拌翼選定に寄与し、目的にあった撹拌翼の選定ができる。

2.2 撹拌翼交換機構の構造

撹拌翼交換機構の概略を図2に示す。スマートロック機構の採用により、軸封部より下部での撹拌翼分解・組立を可能にした。撹拌軸と撹拌翼はねじ込みにより接続し、ねじ込み部のシールにPTFEとOリングを組合わせて使用する。この機構により、撹拌翼交換時に軸封部を分解する必要がなくなり、作

表1 マルチリアクター仕様

型式	呼称容量 L	本体内径 mm	モータ kW	回転数 rpm	幅×奥行×高さ m	重量 kg
MR-020	20	350	0.75	約23~225	約1.2×1.4×2.6	約600
MR-050 MR-100	50 100	450 500	0.75 0.75	約16~164 約16~164	約1.2×1.4×2.9 約1.4×1.6×3.3	約700 約900
MR-200	200	600	0.75	約14~138	約1.4×1.7×3.8	約1 100

業性が改善される。交換作業としては、昇降装置で 蓋および伝動装置部を上昇させ、キャスターを付属 している本体をそのまま移動させることで、撹拌翼 の分解・組立を簡単に実施することができる。撹拌 翼には上述の3枚後退翼、ツインスター翼、フルゾ ーン翼の3種類をラインナップしている。

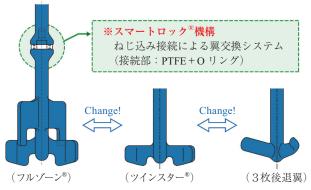


図2 撹拌翼交換機構の概略

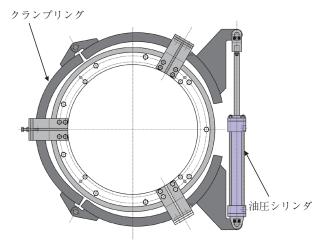


図3 急速開閉装置の構造



写真1 急速開閉装置 - 閉じた状態

3. フェルール式急速開閉装置

3.1 フェルール式急速開閉装置の特長

フェルール式急速開閉装置は、フェルール式クラ ンプリングと油圧シリンダで構成されており、本体 フランジの自動開閉を可能とする技術である。今ま での小型機器では、缶内洗浄やガスケット交換など のメンテナンス時に、本体フランジを分解する必要 がある。GL 機器の本体フランジ締結は、クランプ を使用して手動で締付ける方式である。しかしなが ら、このクランプ方式には、クランプ自身の締付、 取外しを1つずつ手作業で行うため多くの作業時間 を要すること、またクランプの締付時にトルク管理 や片締めとならないような締付を行わないとフラン ジ部からの液漏れにつながるなどの問題点がある。 これらの問題点を解決するために開発されたのが. フェルール式急速開閉装置である。フェルール式急 速開閉装置を適用することで、手動クランプ方式と 比べて作業時間を大幅に短縮できるとともに、漏れ リスクの低減が可能となる。またクランプリングに は、耐摩耗性や摺動性を改善する特殊コーティング が施工されており、この処理により摺動部に潤滑油 を塗布する必要がないため、槽内への潤滑油混入リ スクがなくなり、医薬、電子材料、ファインケミカ ル分野に適した構造となっている。

3.2 フェルール式急速開閉装置の構造

図3に急速開閉装置の構造を示す。分割されたクランプを油圧シリンダで閉めることでテーパ部を締結する構造で、油圧シリンダでクランプを開くときにはクランプリングの中心とフェルールフランジの中心が一致するように、ガイドなどにより調整されている。開閉状況を写真1、2に示す。



写真2 急速開閉装置 - 開いた状態

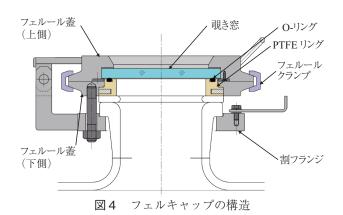




写真3 フェルキャップの外観

4. フェルール式ハンドホール「フェル キャップ」

4.1 フェルキャップの特長

GL 機器には、缶体内部の点検用として、上部にマンホールあるいはハンドホールが設けられている。ハンドホールは原料の投入口として用いられることが多く、開閉頻度も高い。従来のハンドホールの蓋はクランプを用いて締結され、開閉作業には手間がかかる。

また近年では、製品の高純度化に対する要求から、設備に対してコンタミレスおよび高度な洗浄性が求められている。

これらの問題を解決するために開発されたのが、 GL機器用フェルール式ハンドホール「フェルキャップ」である。

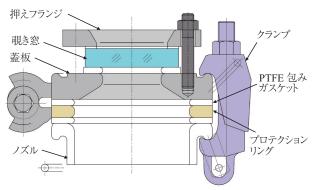


図5 従来型ハンドホールの構造

フェルキャップは従来のハンドホールと比較し, 以下の特長を有する。

- ・フェルールの採用により開閉が容易
- ・工具不要で開閉操作が簡単
- ・O リング採用によりシール性が向上し、付着物の拭取りが容易。
- ・外面に凹凸が少なく、洗浄性に優れる。

4.2 フェルキャップの構造

フェルキャップの構造を図4. 外観を写真3に示 す。また、比較として従来型ハンドホールの構造を 図5に示す。フェルキャップはGL機器のノズルに 割フランジとガスケットで取付けられるが、 開閉部 のシール材にはOリングを採用している。このO リングはフェルール蓋(下側)に組込んだ PTFE リ ングのOリング溝に装着する。この溝は片アリ溝 形状となっているため、フェルール蓋を開ける際に Oリングが外れない構造となっている。Oリングの 取外しは溝外周に部分的に設けられた切欠き部を利 用して簡単に行えるため、Oリングおよび溝のコン タミ除去が容易にできる。また、写真3に示すよう に、フェルキャップはフェルールクランプにより締 結しているため、従来型ハンドホールのようなクラ ンプの開閉作業が不要となり、開閉作業の手間を軽 減することができる。これは、前述したように、シ ール材をOリングにしたことにより実現可能とな った。一方、従来型ハンドホールは開閉部シール材 に PTFE 包みガスケットを使用している。ガスケッ トはそのシート面でシールを行わなくてはならない が、GL製品は焼成品であるためガスケット当たり 面は機械加工のように平滑でない。そのため、クラ ンプのようなボルト締結による強い締付け力が必要 となる。これに対し、シール材に O リングを使用 することで、線接触での当たりでシールすることが できるため、フェルールクランプのように比較的弱 い締付け力でもシール性を担保することができる。

表2 機能性 GL 一覧

高機能化ニーズ	求められる性能	機能性 GL	_	ハイブリッド GL
①生産性向上	昇温・冷却時間の短縮	高伝熱性 GL 9000 HT II	-	高伝熱性+帯電防止性 GL HYX-HE®
②高純度化	金属イオン溶出量の 低減	低溶出性 GL 9500		
③安全性向上	静電気トラブル対策	带電防止性 GL ECOGL® II	-	高伝熱性 + 医薬用 GL HYX-HP®
④洗浄性・缶内視認性	缶内が見えやすく洗い やすい	医薬用 GL PPG(※ 1)		

^{※1} PPG(Pfaudler Pharma Glass)は Pfaudler Werk GmbH との技術提携品です。

また、Oリングの当たり面は覗き窓ガラスと PTFE リングのため、シール面は平滑であり、シール性をよりよく担保することができる構造となっている。

さらにフェルキャップでは、図4のように覗き窓ガラスをフェルール蓋の下側から挿入することで、従来型(図5)にある覗き窓ガラスの押えフランジが不要となる。これによって洗浄性が向上した構造となっている。

4.3 設計仕様

基本設計仕様を以下に示す。

設計圧力: F.V. ~0.2 MPa

設計温度:-30~158℃

適用法規:消防法

適用サイズ: ϕ 50, ϕ 100, ϕ 150 mm

主要部材質:

- ・フェルール蓋:ステンレス鋼
- ・O リング: FEP 被覆 FKM または FEP 被覆 VMO
- ・PTFE リング:グラス入り PTFE
- ・フェルールクランプ:ステンレス鋼

5. 機能性 GLへの対応

当社では顧客の多様なニーズに対応するため、 GLの基本特性である耐食性に加えて、高伝熱性、 帯電防止性、低溶出性などの特性をもった独自の機能性 GL をラインナップしている。機能性 GL の一覧を表2に示す。さらに、ハイブリッド GL という複数の機能を備えた GL を商品化した。すでに、高伝熱性と帯電防止性を兼ねそなえた「HYX-HE」、高伝熱性と洗浄性・視認性を兼ねそなえた「HYX-HP」を上市している。今後、さらにハイブリッド GL のラインナップを拡充していくことになる。

マルチリアクターでは、オプションとしてこの機能性 GL の適用が可能となっている。

む す び

研究用および試作用に適した高機能性 GL 機器「マルチリアクター」について紹介した。顧客ニーズに応えるため、撹拌翼交換機能や洗浄性の高いフェルールフランジを採用した製品となっている。今後も機器の作業性、安全性向上につながる製品の開発を継続し、ユーザ各位の生産性向上に寄与していく所存である。

[参考文献]

- 1) 椿野直樹ら:神鋼環境ソリューション技報, Vol.14 No.2 (2018), p.28-33.
- 2) 竹井一剛ら:神鋼環境ソリューション技報, Vol.16 No.1 (2019), p.32-37.

熊本市中部浄化センター A 消化槽建設工事が竣工 (九州地方の下水処理場で鋼板製消化槽が初稼働)

当社は、2018年3月に熊本市から「中部浄化センターA消化槽建設工事(7001工区)」を受注し、建設を進めてきました。このたび試運転調整をへて、2019年9月30日に竣工し、同10月1日より本格稼働しています。

本工事は、中部浄化センター内(熊本市西区)において、1961年に供用開始したコンクリート製消化槽の 更新として行われ、下水処理場向けとしては九州地方で初めて鋼板製消化槽の採用となりました。

下水汚泥の嫌気性消化は、汚泥減量化を主要な目的として用いられてきましたが、消化の過程で発生する消化ガスはカーボンニュートラルなクリーンエネルギーであり、ガス発電等に有効活用することにより、化石燃料の節減と同時に CO_2 削減に貢献できます。

鋼板製消化槽は、従来のコンクリート製消化槽と比べて、建設工期の短縮や事業計画変更への柔軟な対応 が可能です。また、運転支援機能による消化槽内の「見える化」により、運転・維持管理性を向上しまし た。

当社は今後もこれまで培ってきた技術を駆使し、循環型社会の形成や環境保全に貢献してまいります。

【工事の概要】

①客 先 名:熊本市

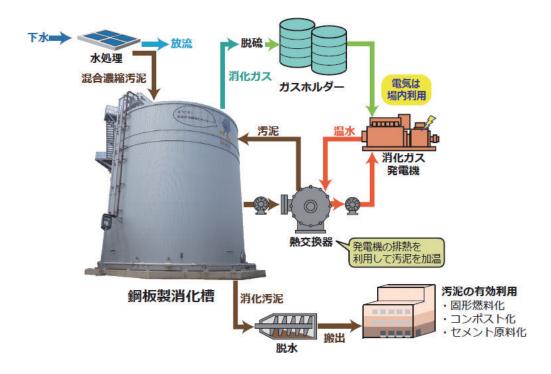
②工 事 名:中部浄化センターA消化槽建設工事(7001工区)

③工 期:2018年3月1日~2019年9月30日 ④施設概要:鋼板製消化槽,加温設備 一式



機械棟·鋼板製消化槽 外観写真

【システムフロー図】



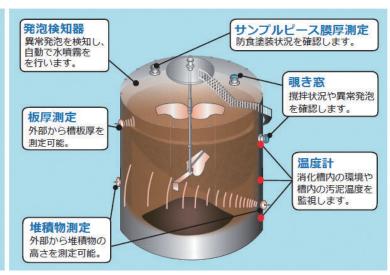
【鋼板製消化槽の仕様, 特長】

特長

- ①センサー類を駆使した運転状況可視化や、 弊社独自の堆積物低減技術などの運転支援 機能により、適切な消化反応を維持
- ②20年以上の耐用年数
- ③低動力撹拌機の採用により、維持管理コストを縮減可能

仕様

型式:鋼板製消化タンク 方式:中温中濃度方式 高さ:17.4m(胴部) 直径:16.5m(内径) 槽容量:3,200m³



「廃棄物処理施設の基幹改良工事」 ~施設の長寿命化と CO₂ 削減に貢献~

基幹改良工事では、老朽化した廃棄物処理施設の安定稼働を目的として、主要設備・機器の更新や改良による延命化を図るとともに、CO₂排出量を削減します。施設を適切な管理のもと長期間にわたりお使い頂くことで、お客様の廃棄物処理施設に係わるトータルコストの縮減と平準化に寄与し、安定した安心・安全な廃棄物処理の実現に貢献します。

今回の事業は省エネ機器の導入や発電量の増加など、施設に最適な改良工事のご提案による CO₂ 排出量の削減により、環境省の二酸化炭素排出抑制対策事業費交付金を活用します。また工事は停止中の系列で順次実施することで通常操業に影響なく進めてまいります。

今後もこれまで培ってきた計画から設計・建設・運営・維持管理までの一連の基盤技術に最新の技術を導入し、新設工事のみならず高いニーズの基幹改良工事へ最適なご提案でお応えしてまいります。廃棄物処理 関連事業を通じて SDGs 実現に向けて取組んでまいります。

【工事の概要】

①工 事 名 称:加賀市環境美化センター基幹的設備改良工事

②施 設 竣 工:1996年3月

③工 期:2019年6月から2022年3月まで

④施 設 規 模:160 t/d (80 t/24 h×2系列)

⑤焼 却 方 式:流動床式焼却炉

- ⑥本工事の特長:
 - ・稼働後24年経過した施設の機能を回復させ、工事後約15年間稼働可能なように延命化を図ります。
 - ・給じんシステム,送風機用補機タービンを更新し,不燃物取出装置を最新の一体型に更新し簡素化を図ります。
 - ・最新設備の導入、プレミアム効率モータ採用、インバータ化による省電力化により CO_2 排出量を 3% 以上削減します。

【工事の概要】

①工 事 名 称:クリーンピア射水基幹的設備改良工事

②施 設 竣 工:2003年3月

③工 期:2019年6月から2022年2月まで

④施 設 規 模:138 t/d (46 t/24 h×3 炉)

⑤焼 却 方 法:流動床式焼却炉

⑥本工事の特長:

- ・稼働後17年経過した施設の機能を回復させ、工事後約15年間稼働可能なように延命化を図ります。
- ・DCS (中央制御システム), ボイラ水管, 誘引通風機の更新に加え, 給じんシステム, 焼却炉の改造による空気比低減により更なる燃焼の安定化を図ります。
- ・発電効率を向上させ、発電量の増加と電力の逆潮流化により購入電力量の低減を図るなど各種省エネ対策により CO₂排出量を5%以上削減します。



加賀市環境美化センター 外観



クリーンピア射水 外観



展示会だより

■2019函館水道展に出展

2019年11月6日~8日に北海道函館市の函館アリーナにて開催された「2019函館水道展」(一般社団法人日本水道工業団体連合会主催)に、当社は神鋼環境メンテナンス㈱と共同で出展いたしました。

2019函館水道展では「基盤強化で構築する水道事業の確かな未来」をテーマに、水道関係企業・団体が最

新技術・製品を出展しました。当社ブースで は上向流式生物接触ろ過設備などのパネル展 示を行い、全国から多くの水道関係者にご来 場いただきました。

同時開催の水道研究発表会においては,当 社から「精密ろ過膜の簡易薬品洗浄」に関す る研究成果を発表しました。

水道展は、自治体やコンサルタントの皆様 に当社の持つ技術・ノウハウをご紹介できる 絶好の機会ですので、次回以降も出展してい きたいと思います。

なお、次回開催は仙台市の予定です。「仙台水道展」の出展に向け準備を行ってまいります。



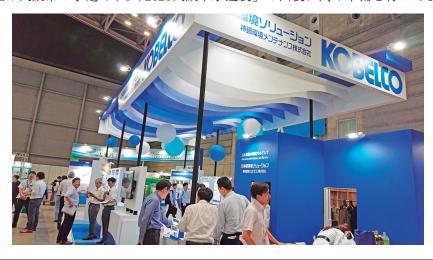
■2019横浜下水道展に出展

2019年8月6日~9日に横浜市のパシフィコ横浜にて開催された「2019横浜下水道展」(公益社団法人日本下水道協会主催)に、当社は神鋼環境メンテナンス㈱と共同で出展いたしました。

下水道展全体の来場者数は約46000人を数え、うち当社ブースには約1400名のお客様が来訪されました。

当社ブースでは低圧損型メンブレン式超微細気泡散気装置「PABIO TUBE」の実機を用いた散気模型,難脱水対応強化型スクリュープレス脱水機のパネルを新たに展示し,ご来訪のお客様にPRを行いました。同時開催の下水道研究発表会で低動力反応タンクシステムおよび脱水機について研究発表を行ったことも後押しとなり、多くのお客様からご質問を受け、新規製品に関心をお持ちいただきました。

なお、次回開催は大阪市の予定です。「2020大阪下水道展」の出展に向け準備を行ってまいります。



TOPICS

展示会だより

■プラントエンジニアリング ASIA2019 (タイ)

2019年10月2日~4日にBITEC(バンコク国際展示場)にて開催された、プラントエンジニアリング ASIA2019に出展しました。

プロセス機器事業部では、タイを中心とした東南アジアへの拡販に注力しています。本展示会ではタイのローカル石油化学や化学会社をターゲットに、グラスライニングとはどんなものなのか?その高耐食性がどれほどのものなのか?等グラスライニングのメリットを紹介し、当社が開発した革新的な機能性グラスである HYX-HE®を中心に PR を行いました。またグラスライニング以外においても、当社の強みである撹拌技術・粉体乾燥・薄膜蒸発について納入実績や用途を紹介し、どのような業界・プロセスで当社機器が採用されているかがわかるよう展示を行いました。

本展示会は今回が初開催でしたが、3日間で約3800人が来場し当社ブースへは日系等の主要既存顧客含め約100社に来訪頂きました。

当社製品・技術を PR することができ非常に有意義な展示会となりました。今後も既存顧客とのビジネスを拡大する事に加え、今回の成果を新規顧客開拓の一環として実ビジネスに繋げていきます。



TOPICS

展示会だより

■ INCHEM TOKYO 2019 プラントショー&水イノベーション

2019年11月20日~22日まで幕張メッセにて「INCHEM TOKYO 2019」(公益社団法人化学工学会/一般社

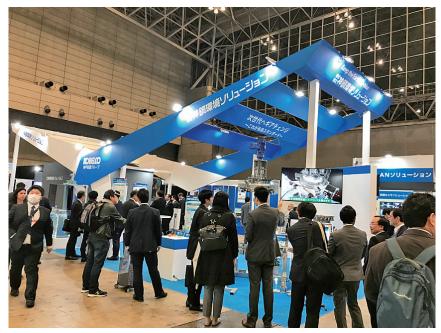
団法人日本能率協会主催)が開催され、当社はプロセス機器部門と水処理部門が出展を行いました。当社ブースには、3日間で合計約1000名のお客様が来訪されました。

プロセス機器部門は、「次世代へギアチェンジ ~これが未来 スタンダード~」をコンセプトに、機能性グラスライニングやマルチリアクターなど、グラスライニング業界の最新版スタンダードとなる新商品群の実物展示を行いました。また、出展セミナーにて、「高機能化ニーズに応える最新グラスライニング技術」と「新型撹拌式凍結乾燥機の紹介」の2テーマの発表を行い、有意義な展示会となりました。

水処理部門は、「水処理装置単体だけでなく、工場全体のトータルソリューションを提供」をコンセプトに、ユニット水処理装置のパネルや PABIOMOVER-LS (汚泥削減型流動床式好気処理装置) の模型、WET 試験(生物応答を利用した排水管理手法)で使用するゼブラフィッシュの展示などを行いました。来場された方々からは、既設の設備でのお困りごとや老朽化による更新計画などのニーズをうかがうことができ、今後の営業活動につながる有意義な展示会となりました。



機能性グラスライニングのサンプル展示



当社ブース全景

社 / 〒651-0072 神戸市中央区脇浜町1丁目4-78 ☎ (078)232-8018 FAX(078)232-8051 〒651-0086 神戸市中央区磯上通2丁目2番21号(三宮グランドビル) ☎ (078)232-8018 FAX(078)232-8051 技術研究所/〒651-2241神戸市西区室谷1丁目1-4 ☎ (078)992-6500 FAX(078)997-0550 東京支社/〒141-0033東京都品川区西品川1丁目1番1号(版種)断于沙外-) ☎ (03)5931-3700 FAX(03)5131-5700 大阪支社/〒541-8536大阪市中央区備後町4丁目1-3(御堂筋三井ビル) ☎ (06)6206-6751 FAX(06)6206-6760 九州支社/〒812-0012福岡市博多区博多駅中央街1-1(新幹線博多ビル) ☎ (092)474-6565 FAX(092)441-4440 北海道支店/〒060-0004札幌市中央区北四条西5丁目1-3(日本生命北門館ビル) ☎ (011)241-4647 FAX(011)241-5759 東 北 支 店/〒980-0811 仙台市青葉区一番町1丁目2-25(仙台NSビル) ☎ (022)716-6651 FAX(022)263-2049 名古屋支店/〒451-0045名古屋市西区名駅2丁目27-8(結晶プライムセントラルタワー) ☎ (052)581-9876 FAX(052)563-2313 播磨製作所/〒675-0155 兵庫県加古郡播磨町新島19 ☎ (079)436-2500 FAX(079)436-2506 室蘭SD製造所/ 〒050-0055 室蘭市崎守町387-25 ☎ (0143)50-3036 FAX(0143)50-3066 ロンドン事務所/Building 3, Chiswick Park, 566 Chiswick High Road, London, W4 5YA, United Kingdom 4+44-208-849-5558 ブノンペン事務所/ DMS, 1st Floor, #55, st310, Sangkat Beung kengkang1, Khan chamkamorn, Phnom Penh, Kingdom of Cambodia ☎+855-23-210-301 FAX+855-23-210-309

神鋼環境ソリューション技報 2019年度 Vol.16 No.2 通巻32号 《本社》株式会社神鋼環境ソリューション 〒651-0072 神戸市中央区脇浜町1丁目4-78

《編集発行》〒651-2241 神戸市西区室谷1丁目1-4 株式会社神鋼環境ソリューション 技術開発センター(神鋼環境ソリューション技報編集委員会事務局) ☎(078)992-6527 FAX(078)992-6504 http://www.kobelco-eco.co.jp

《編集委員》編集委員長/田頭成能 委員/高橋円·細田博之·小川正浩·竹村元伸·吉田忠広·荻野行洋·成澤道則·南俊充·須田龍生·松本勝生《発行》2020年3月15日印刷 2020年3月20日発行 年2回発行《禁無断転載》《発行人》隅晃彦《印刷所》中村印刷株式会社

神鈿環境ソリューション