

---

# 住友重機械 技報

---

SUMITOMO HEAVY INDUSTRIES  
TECHNICAL REVIEW

省エネルギー・環境保全特集

Special Issue for Energy Saving and  
Environmental Protection

# 住友重機械技報 No. 197 2018

## 省エネルギー・環境保全特集

論文・報告	日本における石炭混焼によるバイオマス高効率利用について	渡邊建聖	1
	持続可能なエネルギー社会の実現に向けて (Sumitomo SHI FW社)	Teemu NEVALAINEN	5
	嫌気性処理を活用した再生エネルギー化事例	野口真人	9
	省エネルギー・省メンテナンス型旋回流式沈砂分離機の開発	鈴木 茂	13
	耐硫酸性樹脂チェーンフライト式汚泥かき寄せ機 SRノッチ	柄澤俊康	17
	事業所紹介 -熊本阿蘇事業所-	濱田圭亮	21

## Special Issue for Energy Saving and Environmental Protection

---

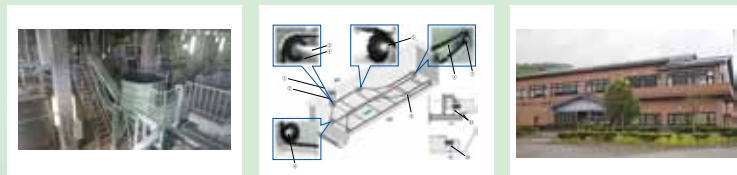
T/PAPERS	Experience in High Efficiency Biomass Utilization with Coal in Japan	Takemi WATANABE	1
	Sumitomo SHI FW Joins Sumitomo Heavy Industries : A New Global Leader in Sustainable Energy Solutions	Teemu NEVALAINEN	5
	Renewable Energy of Case by Utilizing Anaerobic Treatment	Masato NOGUCHI	9
	Development of Swirling Flow Grit Separator	Shigeru SUZUKI	13
	Sulfuric Acid Resistant Chain and Flight Scrapers	Toshiyasu KARASAWA	17
	Office Introduction -Kumamoto Aso Office-	Keisuke HAMADA	21

---



**Special Issue for Energy Saving and Environmental Protection**

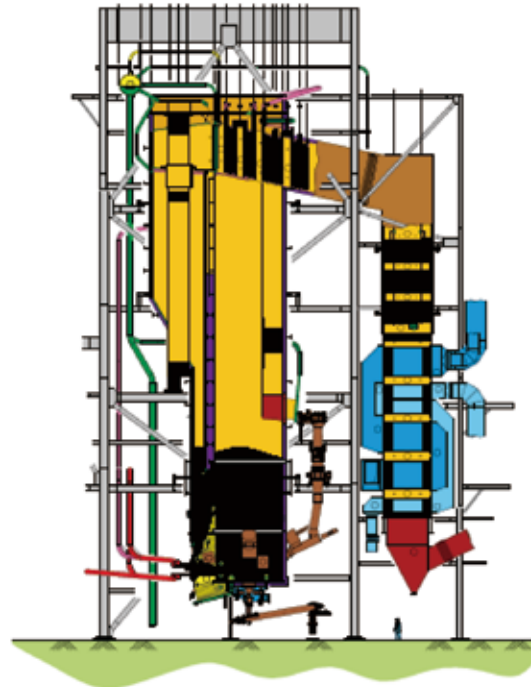
# **省エネルギー・環境保全特集**



# 日本における石炭混焼によるバイオマス高効率利用について

## Experience in High Efficiency Biomass Utilization with Coal in Japan

● 渡邊 建聖\*  
Takemi WATANABE



CFB boiler

地球温暖化に対する取組みとして、各国でバイオマス燃料の利用に関する固定価格買取(FIT)制度の導入が進んでいる。火力発電において燃料の一部としてバイオマスを使うという取組みも、その一つである。しかしながら、バイオマスのみを燃料とする場合、いくつかの課題がある。収集できるバイオマス量により発電規模が制限されることや、バイオマス成分によってはボイラの腐食防止の観点から高温の蒸気条件を選定できず、プラント効率に制約が伴うことなどである。これらの課題に対する有用な解決方法が石炭とバイオマス燃料の混焼である。石炭を混焼することで、バイオマス燃料の専焼よりも高効率で柔軟な発電プラントの運用が可能となる。

本報では、当社の経験にもとづき、石炭とバイオマス燃料混焼の利点について報告する。なお、本論文は、POWER-GEN Asia 2016での発表論文内容を再構成したものである。

For fighting the global warming, many countries are introducing Feed In Tariff (FIT) in order to accelerate biomass fuels utilization. Utilizing biomass as a fuel in thermal power plant is one of specific examples. However, 100% biomass firing plants are often facing the limitation of plant capacity due to fuel collection problem and the limitation of plant efficiency by low steam conditions due to the low fuel qualities. To overcome such problems, coal co-firing with biomass fuels is an effective solution. Coal co-firing allows us to utilize biomass more flexibly with a higher plant efficiency than that of 100% biomass firing plants. In this report, the advantages of coal co-firing technology based on our experiences are presented. This paper has been reconstructed based on the content of the paper presented at POWER-GEN Asia 2016 exhibition.

### 1 APPLICABLE FUEL RANGE FOR CFB BOILER

Various fuels are applicable to be utilized in Circulating Fluidized Bed (CFB) boiler as shown in Figure 1. Co-firing with several different kinds of fuels is also available for the same unit.

### 2 BACK GROUND AND TREND OF RENEWABLE FUEL UTILIZATION IN JAPAN

For the worldwide request for mitigating global warming under Kyoto Protocol (1997), utilization of renewable energy has been promoted in Japan. Renewable portfolio standard and national support programs were also

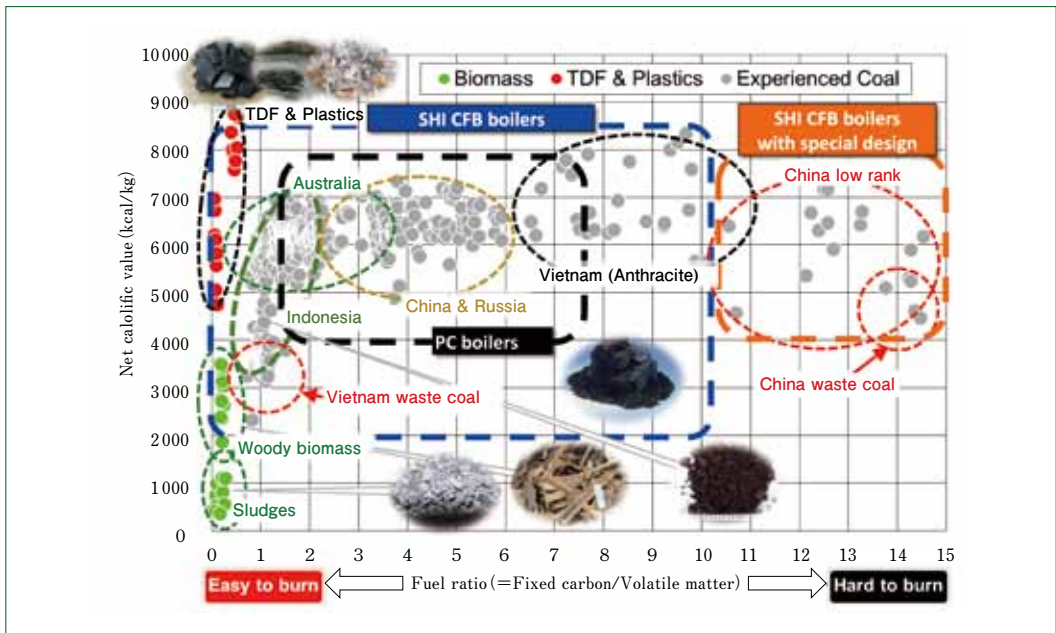


Figure 1 SHI's experienced fuel sources and their range

Table 1 Typical components and potential risks for typical biomass and the other fuels

Items	Unit	Wood (Demolition)	TDF	RPF	Sludge	(Coal)
Net calorific value	kcal/kg	3 400-2 400	7 500	6 000	700-400	6 200
Moisture	%-AR	20-40	0.8	5-9	50-60	10
Sulfur	%-dry	0.4	1.6	0.2	0.1	0.7
Cl	%-dry	0.01-0.1	0.05	0.2-1.0	0.01-0.1	—
Na+K	%-dry	0.1-0.3		0.1-0.2	0.1	
Heavy metal Zn	mg/kg	1-50	4-5%	10-200		
Cu	mg/kg	1-20	1-30	10-50		
Pb	mg/kg	1-20	1-30	1-20		
Metal Al	%-dry			0.2-1.0		
Foreign material		Nail, non-Ferrous	Wire 2-14%			
***Potential risks (X mark indicates the potential risks)***						
Moisture fluctuation		×			×	
Corrosive material content		×		×	×	
Foreign material content		×	×			
Metal Al deposit				×		
Fuel feeding trouble		×	×	×	×	
Ash disposal		×	×	×		

established to introduce renewable fuel utilization for the power plants in 2002. From April 2016, retail sale of electric power to ordinary households was started. This big change of electric power sales scheme accelerates the establishment of new electric power companies. As a matter of course, “Low-cost electric power supply” and “Reduction of environmental loads (CO<sub>2</sub> reduction)” are the mandatory requirements for the new companies as well as the conventional large scale power plants. In the power sector, biomass fuels such as demolition wood, bark, forest residue, woody pellet, and Palm Kernel Shell (PKS) are the major fuels.

### 3

### PROBLEMS FOR SMALL SCALE POWER PLANT IN BIOMASS FUEL UTILIZATION

In general, above-mentioned new power companies are focusing on small scale power generation. One of the biggest differences between conventional and those new electrical power companies are “available fuel sources” and “site locations of the power plant”.

From the point of view of the available fuel sources, coal is still cost competitive and easily collectable fuel compared to biomass fuels even though the coal is one of major CO<sub>2</sub> generation sources. Large scale power companies are able to conduct Integrated Gasification



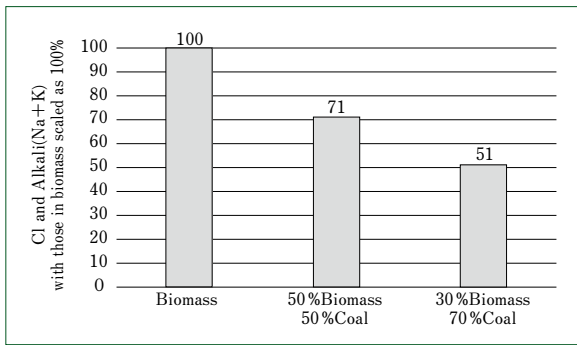


Figure 2 Corrosive components in ash (residue) calculated based on fuel components

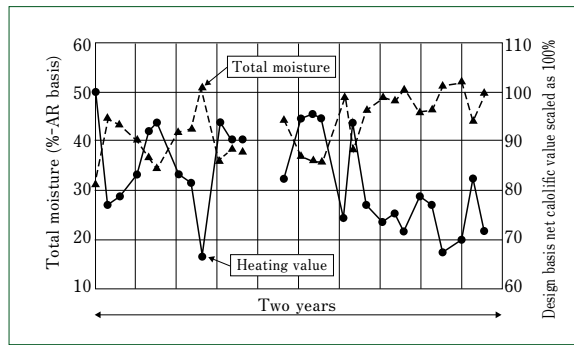


Figure 3 Typical fluctuation of total moisture and heating value in woody biomass fuel.

Table 2 Models for biomass fuel utilization for each business scheme<sup>(1)</sup>

	Japanese domestic (FIT scheme)	In-house power generation	Electricity retailing
Power generation	5-6MW	10-100MW	100-200MW
Main fuel	Biomass single fuel	Multi fuel co-firing	Coal and biomass co-firing
Main fuel	Forest residue	Demolition wood, Unused woody biomass	Imported biomass
Sub fuels	—	TDF/RPF/Plastics	Biomass pellet, Coal
Boiler type	Small scale CFB (Module unit)	Renewable fuel matched CFB	Biomass (co-)firing CFB equipped with reheat system
Transmission end efficiency	20-22%	33-35%	38-40%
Features	Short delivery time	Corrosion and foreign material proof	High efficiency, Reheat system

Combined Cycle (IGCC) plant and Ultra Super Critical (USC) power plant with ease in order to reduce CO<sub>2</sub> emission. On the other hand, there are small chances to conduct such complicated systems which need huge initial investment for small scale power plants owned by new companies.

As an alternative, using biomass fuel, more specifically, carbon neutral fuel is an effective solution for those small scale plants to reduce CO<sub>2</sub> emission. However, there are several problems regarding the utilization of biomass fuels such as collection of fuel and fuel quality. Because small quantities of biomass fuel are scattered in various locations, it is difficult to collect certain amount of specific single fuel and reduce fuel collection cost. In addition, fuel qualities such as content of corrosive components and heating value show frequent fluctuation through the year. Furthermore contamination due to foreign materials is one of common problems. Those negative characteristics sometimes cause unstable operation of the power plant. In order to utilize those fuels properly in CFB boiler, “Co-firing coal and biomass fuels” is an effective and wise solution. The specific characteristics of biomass fuel and the meaningful advantages of coal and biomass co-firing are explained in the following sections.

Table 1 summarizes typical components and potential risks of biomass and the other fuels. Typical possible troubles due to biomass firing are corrosion, fouling on the heating surface and agglomeration formation due to the existence of chlorine and alkaline components in the fuel.

#### 4.2 Important benefits of coal co-firing with biomass fuel

From SHI's experiences, coal co-firing with biomass has preventive capability against the potential risks described in section 4.1. The first positive effect is to minimize corrosion risk. Because clean coal ash dilutes the existence of alkaline and chlorine to a level sufficiently low enough not to cause severe corrosion trouble. Figure 2 illustrates the content proportion of corrosive components in ash at each different co-firing ratio. From this figure, the corrosive components in ash are diluted in proportion to coal co-firing ratio. This means that a higher main steam temperature such as 513 or 541 °C instead of 480 °C or less is applicable even in biomass firing. Consequently, co-firing coal with biomass fuel realizes a higher plant efficiency.

The second advantage is to improve the fuel quality. Fuel quality should be kept in a proper range in order to keep stable operation. However, biomass fuels have fluctuations of total moisture and heating value due to seasonal and atmospheric conditions. These fluctuations cause excessive flue gas generation, unstable combustion and steam generation, and inferior emission performances. Figure 3 shows an example of fluctuations of total moisture and heating value of woody biomass fuel. It shows that the

## 4 CO-FIRING COAL TOGETHER WITH BIOMASS FUEL IS THE SOLUTION

### 4.1 Potential risk of biomass fuels utilization

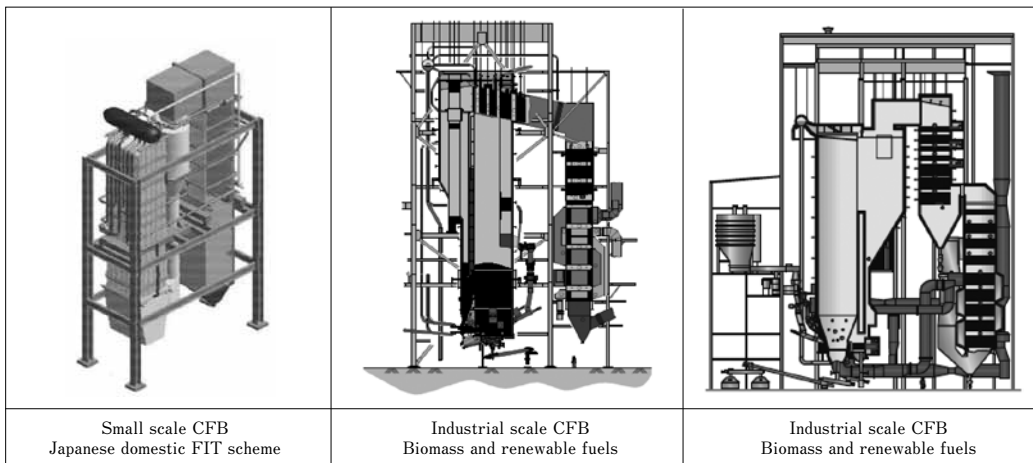


Figure 4 Typical CFB boilers for each business scheme<sup>(1)</sup>

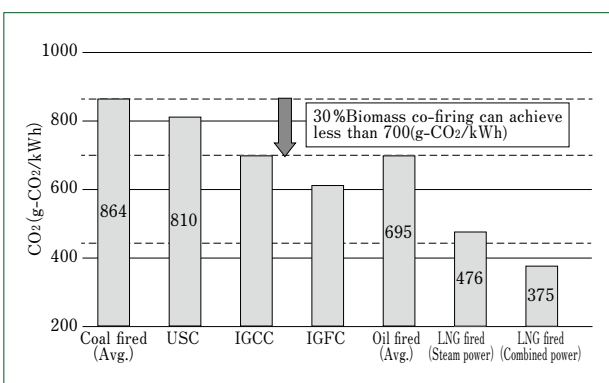


Figure 5 Typical CO<sub>2</sub> emission rates by different fuels<sup>(2)</sup>

heating value decreases to as low as less than 70% of the design basis value in the worst case.

In order to overcome such a situation, coal co-firing will be an excellent solution. Because coal quality is stable through the year, it can compensate such a quality fluctuation of biomass fuels. Moreover, compared to the conventional coal firing units, CO<sub>2</sub> generation can be also suppressed due to the utilization of carbon-neutral biomass fuel. These effects have been proven by the operation results of commercial units.

## 5 A MODEL FOR BIOMASS FUEL UTILIZATION BY CFB BOILER

Each electricity retailing company requires not only a highly-reliable CFB boiler, but also the boiler which can contribute to CO<sub>2</sub> reduction. Based on SHI's experiences, SHI is proposing models, for biomass fuel utilization for each business scheme shown in Table 2.

Figure 4 shows typical CFB boiler for each business scheme. High efficiency is particularly essential requirement for large scale power plants proposing models, such as 100 to 200MWe scale ones. For the requirement of high-efficiency, SHI can supply CFB unit equipped with reheat system.

From the point of view of the CO<sub>2</sub> reduction, biomass fuels and coal co-firing also have an advantage. Large scale power plant such as USC, IGCC and IGFC can easily suppress CO<sub>2</sub> generation due to its high efficiency heat cycle. On the other hand, the CO<sub>2</sub> emission from CFB boiler with use of over 30% of biomass fuel co-firing ratio is almost equivalent or less than that of the large unit with sub-critical main steam condition as shown in Figure 5. Therefore, SHI emphasize that utilizing biomass fuels together with coal in CFB boiler is much simpler and more effective to reduce CO<sub>2</sub> emission.

## 6 CONCLUSIONS

CO<sub>2</sub> reduction is a mandatory requirement for the thermal power plants. SHI is willing to supply CFB boiler in order to contribute to a better society through CO<sub>2</sub> reduction. SHI also believes that the same scheme as the one used for Japanese domestic situation for biomass fuel utilization will become popular in electricity retailing business overseas. To be more precise, following important benefits can be received by coal co-firing with biomass fuels.

- Stable plant operation
- Energy security
- Minimization of corrosion potential by corrosive components in biomass fuels
- Achieve higher efficiency with a higher grade steam condition
- CO<sub>2</sub> reduction performance equivalent to that of the large scale power plant

Above mentioned advantages can contribute to a stable power generation with a reasonable cost and a globally lower environmental load.

### (REFERENCES)

- (1) Kazuyoshi Ito, SUMITOMO HEAVY INDUSTRIES TECHNICAL REVIEW, 35-36, 2015.
- (2) J Coal web site, [http://www.jcoal.or.jp/coalddb/shiryo/material/cct2013\\_1.pdf](http://www.jcoal.or.jp/coalddb/shiryo/material/cct2013_1.pdf), 30, accessed on 12<sup>th</sup> May 2015.



# 持続可能なエネルギー社会の実現に向けて (Sumitomo SHI FW社)

Sumitomo SHI FW Joins Sumitomo Heavy Industries : A New Global Leader in Sustainable Energy Solutions

●Teemu NEVALAINEN\*



Figure 1 Massive 2.2 GW Samcheok Green Power Project (4 × 550 MWe, 437, 7/356, 4 kg/s, 257/53 bar(g), 603/603°C) in South Korea is approaching two years of full commercial operation. Utilizing the most advanced ultra-supercritical CFBs in the world, it signifies the next big step for clean and flexible power from economical solid fuels.

2017年6月23日、住友重機械工業 (SHI) は、Amec Foster Wheeler社の流動層技術を取得し、持続可能な世界を実現する新しいリーダーとしてのSumitomo SHI FW (SFW) 社を設立した。これにより、SFW社とSHIは長期的な成果を上げることを目的とした協力関係を構築している。

SFW社のCFBボイラは、多様な燃料に対応しながら、高い信頼性を保ち、良好な燃焼を実現する。従来、CFBボイラは主に小規模から中規模の発電設備で活用されてきたが、今日では大型発電設備でもCFB技術が活用されている。

本CFB技術は、SFW社(前身の会社を含む)により、40年以上にわたり他社技術に抜きん出て500缶近いボイラに採用されてきた。我々は、CFB市場における世界No. 1 サプライヤとしての自負を持ち、今日の市場のなかで高い信頼性と他社に負けない技術で引き続き商品の改善に努めていく。

On June 23, 2017, Sumitomo Heavy Industries (SHI) acquired Amec Foster Wheeler's businesses related to fluidized bed technologies forming Sumitomo SHI FW (SFW) : A new global leader in sustainable energy solutions. The acquisition continues a long and successful co-operation between SFW and SHI. SFW's CFB boilers have redefined the meaning of fuel flexibility, reliability and clean combustion without back-end controls. Originally, the CFB market was solely for the small to medium size range, but today, CFB technology plays a substantial part in large utility scale applications. Over the last 40 years, CFB technology has been applied to nearly 500 boilers globally by SFW (including former Foster Wheeler), more than all other suppliers. We are fortunate to be in the Number 1 position in the global CFB market and continue to improve our technology and delivery models to ensure they remain the most reliable, well-designed, and competitive units in the market today.

## 1 INTRODUCTION

On June 23, 2017, Sumitomo Heavy Industries (SHI) acquired Amec Foster Wheeler's businesses related to

fluidized bed technologies, forming our new company, Sumitomo SHI FW (SFW). The acquisition continues a long and successful co-operation between SFW and SHI.

SHI bought the three major fluidized bed operating units in



**Figure 2** Dangjin Bio-1 Power Plant (105MWe, 108kg/s, 129bar(g), 540°C) produces a power of 105MWe from palm kernel shells, wood pellets, recycled wood, and sub-bituminous coal. Our CFB technology provides an ideal solution for cleanly converting biomass and low-quality coal into valuable steam and power.

Finland, Poland, China, and the US each of which is based on a global strategic business development group. The acquisition included circulating fluidized bed (CFB) boilers as well as bubbling fluidized bed (BFB), fluid bed gasifiers, CFB scrubbers, fabric filters, metallurgical waste heat boilers and boiler service businesses in Europe and Asia.

SFW is now a global CFB company operating as part of SHI's Global Energy and Environment Group. The merger has offered new opportunities to combine and dedicate talent, resources and quality of service. SFW now holds the largest and most experienced team of fluidized bed experts in the world.

## 2 CFB TECHNOLOGY FOR A CLEANER WORLD

We are the (original) pioneers of CFB technology and continue to sell more CFB units than any other company in the world. Our CFBs offer value in multiple dimensions. Their fuel flexibility provides power generators and industrial plants with the ability to shop for the lowest cost fuels, keeping power prices at the lowest levels. They can co-fire carbon neutral fuels and employ highly efficient ultra-supercritical steam technology, providing a flexible carbon reduction solution without turning to expensive carbon capture and sequestration (CCS) technology. They can convert the environmental liability of industrial byproducts and waste into valuable power, steam and heat.

## 3 MARKET POTENTIAL OF CFB TECHNOLOGY

Our growth plans for the future of our company depend on a global mindset towards a cleaner and a more sustainable planet. Under this outlook, we see the CFB market share

growing as the solid fuel product of choice due to its ability to use a broader range of more ecological fuels and to provide an increased efficiency.

Over the last 40 years, SFW's CFB boilers have redefined the meaning of fuel flexibility, reliability and clean combustion without back-end controls. This has been noticed by utilities, IPPs (Independent Power Producers), developers and industrial companies who have been selecting CFBs more and more. The CFB market has lots of room to grow because of the higher values it offers over PC technology.

## 4 CFB PROVIDING VALUE IN ASIA AND JAPAN

Asia will continue to need high levels of both new and replacement power and steam capacity. At the same time, Asian governments need to find the right balance of power reliability, affordability, and environmental impact for power generation.

Over the last 10 years, high moisture sub-bituminous coal exports have exploded, driven by considerable price discounts. A CFB boiler can fire the full range of these fuels with heating values spanning the 5000–3900kcal/kg range, as well as high quality coals in the 5500–6000kcal/kg range, capturing the full arbitrage of this fuel market. PC plant operators are forced to trade a reduced plant output, and a higher downtime as well as maintenance cost to capture a much smaller range of these fuels.

CFB technology can make a difference in the Japanese power market, given the shutdown of most of their nuclear power plants. The huge power gap is being filled with expensive LNG and liquid oil. Coal is an economically very



**Figure 3** Polaniec Power Station (205MWe, 158.3/135.1 kg/s, 127.5/19.5 bar (a), 535/535 °C) supplies over 200 MWe of renewable power to Poland's power grid since 2012. The plant features SFW's state of the art advanced Bio-CFB boiler utilizing cutting edge design features and materials to efficiently and cleanly produce large scale power from a broad spectrum of wood biomass and difficult-to-burn agricultural crops and byproducts.

attractive base load alternative for Japan.

Historically, Japan has been importing the premier grade 6000 kcal/kg Australian coals in its fleet of ultra-supercritical PC boilers. Here, the CFB option can provide a high plant efficiency with ultra-supercritical designs, while utilizing low cost and lower quality Indonesian coals, yielding tremendous cost savings to Japanese utilities.

## 5 LARGE SCALE UTILITY SIZE CFBs

Originally, the CFB market was solely for a small to medium size range serving industrial, WTE (Waste-to-Energy facility), CHP(Combined Heat and Power), district heating, and cooling sectors. Today, CFB technology plays a substantial part in large utility scale applications.

Our first large 460 MWe supercritical CFB went on-line at Lagisza plant in Poland 8 years ago. At that time, this was the world's first supercritical and the largest CFB unit. In 2016 and 2017, we brought into commercial operation four 550 MWe ultra-supercritical CFBs at Green Power Plant in Samcheok, South Korea (Figure 1). This is the largest CFB plant in the world.

## 6 TRENDS IN BIOMASS ENERGY AND RENEWABLES

Both a higher efficiency and the use of biomass in power generation can contribute significantly to reducing emissions of carbon dioxide. CFB technology is a perfect solution to meet these market requirements.

In Korea and Japan, we see a number of multi-fuel power and CHP plants using a combination of local waste and

recycled woods as well as imported biomass pellets and agricultural byproducts.

In Korea, we recently provided a CFB to a 105 MWe power plant in Dangjin, that fires wood pellets and other biomass products (Figure 2).

We also see some governments-supporting large scale utility power projects fueled by dedicated biomass and agricultural sources. In Polaniec, Poland, we recently built a 200 MWe power plant that fires biomass and agricultural byproducts (Figure 3), and in Teesside, UK we are building a 299 MWe plant that will fire imported wood pellets from North America (Figure 4).

We also see a growing trend of rising energy costs and declining power reliability in markets that have high penetration levels (over 30%) of wind and solar energy. Without large scale energy storage, grid operators will need to scramble to meet the load demand when the winds die down or clouds and stars cover the sky. They are relying more and more on expensive fast-moving and peakier-plants fueled by natural gas and oil to manage the intermittent capacity, thus resulting in increased energy prices.

We believe the best protection against uncertainty of the future is to keep all technologies and fuels in the generation mixture for a balanced energy portfolio. This is where the CFB provides value, since the same unit can burn the widest range of fuels. And it provides these benefits as a highly reliable and dependable base load capacity option to maintain grid stability.





**Figure 4** SFW has been awarded a contract by Tecnicas Reunidas SA and Samsung C&T EC UK to design and supply the world's largest, newly built, 100% biomass-fired 299MW CFB for Tees Renewable Energy Plant (299MWe, 229/205 kg/s, 176/43.8 bar(a), 568/568 °C) in Teesside, UK for MGT Teesside Limited.

## 7 WHY DO CLIENTS CHOOSE SFW'S CFBS?

Unlike many of our competitors, nearly our entire business is centered on the supply and service of CFB boilers, which allows us to focus nearly all our energy, talent, and R&D on CFB technology. Over the last 40 years, we have supplied nearly 500 CFB boilers globally, which is more than all other suppliers.

We have fired the most diverse range of fuels in CFBs and we have learned the most about what works and what doesn't work. Technology evolution includes learning from unexpected outcomes, and when this happens on a commercial project, we have shown clients that we have the ability to find a solution that works both technically and commercially.

We are fortunate to be in the Number 1 position in the global CFB market. We continue to improve our technology and delivery models to ensure they remain the most reliable, well-designed and competitive units in the market today.

# 嫌気性処理を活用した再生エネルギー化事例

## Case of Adoption of Renewable Energy through Utilization of Anaerobic Treatment

●野口 真人\*  
Masato NOGUCHI



中田食品バイオガス発電所完成予想図  
Completed projection drawing of "Nakatafoods Biogas Power Station"

経済産業省資源エネルギー庁では、2030年度の電源構成のあるべき姿として、再生可能エネルギーを22~24%としており、電力供給源としての期待が大きくなってきている。本報では、現状は産業廃棄物として処分されている未活用食品由来有機性廃液、特に梅干しを生産する際に発生する梅調味廃液が安定的に排出されることに着目した。梅調味廃液は高塩濃度、高濃度有機物、高糖濃度の廃液であることから、嫌気性処理には不向きとされていたが、この問題点を解決すべく前処理システムAG-リアクターを開発した。これにより、梅調味廃液を嫌気性処理することによって得られるバイオガスを発電燃料とする「中田食品バイオガス発電所」を受注するに至った。

Renewable energies, said to constitute 22 to 24% of total electric power supply in 2030 according to Agency for Natural Resources and Energy of Ministry of Economy, Trade and Industry in Japan, are expected to become a major electric power supply source. Among the various sources for the generation of renewable energies, we have been focusing on organic waste liquids stemming from non-consumed food, especially the one used for the seasoning of plum for the production of salted plum, the disposal amount of which being rather constant. The waste liquid used for the plum seasoning, high in salinity, organic compound, as well as sugar, having been said not suitable for an anaerobic treatment, we developed a pre-treatment system, namely AG-Reactor, to overcome this unsuitableness. Thanks to the development, we could successfully obtain an order for the construction of "Nakatafoods Biogas Power Station" which uses biogas generated from plum seasoning disposal liquid through an anaerobic treatment as the power generation fuel.

### 1 まえがき

日本の発電電力の構成比は、天然ガス42.2%、石炭32.3%に対し、再生可能エネルギーはわずかに6.9%となっている(図1 2013年度実績)。しかしながら、経済産業省資源エネルギー庁では、2030年度の電源構成のあるべき姿として、天然ガス27%、石炭26%に対し、再生可能エネルギーを22~

24%(図1 2030年度目標)としており、今後の電力供給源としての期待が大きくなっている。

再生可能エネルギーは、地熱、風力、太陽光、水力およびバイオマスで構成され、将来に向けて電源供給率を上昇させていかななくてはならない。しかし、風力および太陽光は天候などの条件により供給電力が安定せず、水力はダム建設時の環境破壊問題がある。地熱は最も安定したエネルギー供給源

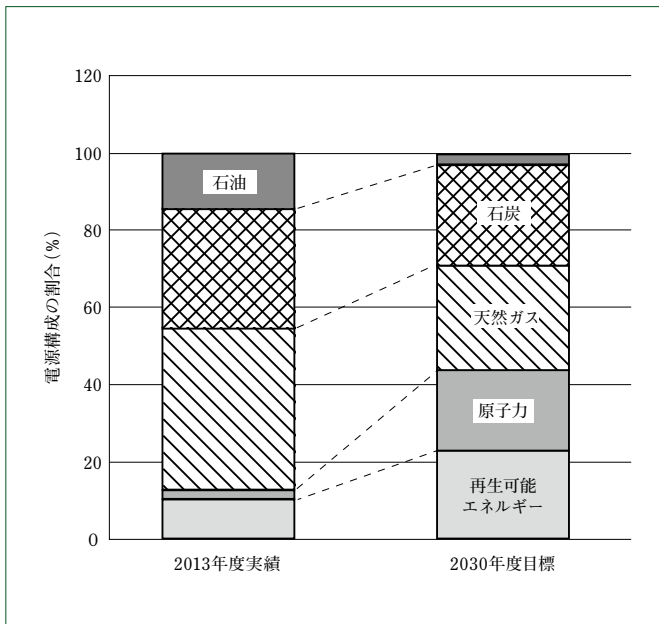


図1 電源構成実績と目標  
Actual composition and target one of various power supply sources

表1 梅調味廃液の性状  
Analysis result of plum seasoning waste liquid

項目	濃度
SS*	120 mg/l
BOD**	119 000 mg/l
COD <sub>Cr</sub> ***	313 000 mg/l
Na <sup>+</sup>	35 000 mg/l
Cl <sup>-</sup>	60 000 mg/l
全糖	119 000 mg/l

\*SS : Suspended Solid (浮遊性物質)のことで、水中で浮遊している細かな固形物を示す。  
 \*\*BOD : Biochemical Oxygen Demand (生物化学的酸素要求量)のことで、生物易分解性の有機物の指標。  
 \*\*\*COD<sub>Cr</sub>: Chemical Oxygen Demand (化学的酸素要求量)の分析方法の一つで、重クロム酸カリウムを酸化剤とした酸素要求量。生物難分解性の有機物も含めた有機物全体を示す指標。

として期待されているが、発電所建設地のほとんどが国立・国定公園内であることが建設実現への大きな障壁となるなど、おのおの解決しなければならない問題が存在する。バイオマスについても木質チップの確保が難しく、対策としてほかのバイオマスを輸入して賄っているが、将来的に電源供給率が上昇するかは疑問である。

本報では、現状は産業廃棄物として処分されている未活用食品由来有機性廃液が安定的に排出されることに着目し、これをバイオマスとして利用して発電所を建設するに至った中田食品バイオガス発電所の事例を紹介する。

## 2 梅調味廃液の嫌気性処理に対する着想

和歌山県は、気候と土壤に恵まれた環境により南高梅などの優良品種にも恵まれている。梅干しの生産量は年間約50 000t(白干し、調味梅干し)であり、全国で60%のシェアを占め、県内の代表的な特産品となっている。

梅干しは、加工時に梅酢、梅調味廃液、梅種、梅花、梅枝、梅葉といった副産物が発生し、このほとんどが再利用されず廃棄物として処分されている。

副産物のなかでも梅干しの塩抜きおよび味付けの際に発生する梅調味廃液(輸入白干し用の調味廃液も含む)は、年間45 000t以上にもなる。昨今の健康ブームにより減塩の梅干しが好まれ、梅干しを生産する際に発生する梅調味廃液量は年々増加する傾向にある。梅調味廃液の一部は梅加工メーカーの排水処理設備で処理されているが、大半は産廃処分となっているのが現状である。2007年以降は海洋投棄が禁止されたことから、産廃費用は年々増加しており、梅加工メーカーの大きな問題となっている。

梅調味廃液は、表1に示すとおり高濃度の有機物(BOD, COD<sub>Cr</sub>)を含有しているため、好気性処理(好気性菌による微

生物分解)を行うには大量の希釈水(約120倍希釈)の確保、多大な曝気動力の消費、発生する余剰汚泥の処分費が問題となっていた。梅加工メーカーのリーディングカンパニーである中田食品株式会社(本社:和歌山県田辺市 社長:中田吉昭)も例外ではなく、梅調味廃液の一部を工場の好気性排水処理で処理し、大部分を産廃処理していたことから、排水処理設備の維持管理費や産廃費用の増加が問題となっていた。

そこで、住友重機械エンバイロメント株式会社(SHI-EV)は中田食品株式会社に対し、高濃度有機物含有廃液の処理に適した嫌気性処理(嫌気性菌による微生物分解)を提案し、梅調味廃液の嫌気性処理についての検討を開始した。

嫌気性処理は、廃液中の有機物を嫌気性菌が分解してしまうので後段の好気性処理の曝気動力を約70%に、余剰汚泥の発生も1/3~1/5に削減できる。また、嫌気性菌が有機物を分解する際に生成するバイオガス(主成分はCH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>)を回収することによりガス発電機により発電することができる。

## 3 問題点および解決方法

梅調味廃液を嫌気性処理する場合、

- ・廃液中のNaCl濃度が高濃度である
- ・廃液中の全糖濃度が高濃度である

という問題があった。

一般的にNaCl濃度が海水濃度(約3%)以上では生物処理を阻害することが知られている。また、全糖濃度の高い排水では糸状菌が発生し、グラニューク汚泥(嫌気性菌群)の浮上や槽外への流出などの原因になることも知られている。この問題を解決するには希釈すればよいわけだが、本件では処理水の放流先である下水処理場の処理能力の問題から、25倍希釈(廃液20 m<sup>3</sup>に対し希釈水475 m<sup>3</sup>)までの制限を受けていた。25倍希釈では、NaCl濃度は約4 000 mg/lとなり、処理に



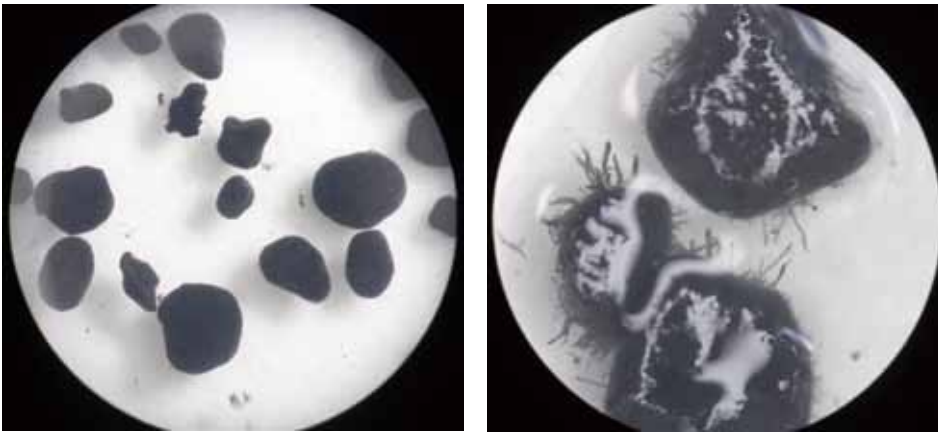


図2 正常なグラニューール汚泥(左)と糸状菌の発生したグラニューール汚泥(右)  
Normal granular sludge and granular sludge with filamentous fungi

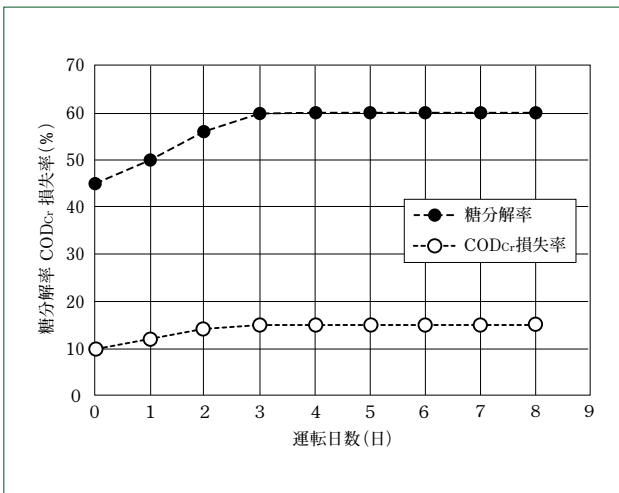


図3 処理システムの糖分解率とCOD<sub>Cr</sub>損失率  
Degradation rate of simple sugars and COD<sub>Cr</sub> by pretreatment system



図4 嫌気性処理設備 (BIOIMPACT) 設置例  
Example of anaerobic treatment equipment BIOIMPACT

影響がない濃度まで希釈される。この条件で梅調味廃液の嫌気性処理試験を行った結果、NaClによる阻害はなく、有機物は分解されていた。しかし、グラニューール汚泥が充填されている槽内に糸状菌の発生が確認され、糸状菌の付着したグラニューール汚泥(図2)の浮上も確認された。

そこで梅調味廃液を嫌気性処理設備に投入する前に、廃液中の糖を分解する前処理システムAG-リアクターの開発に着手した。前処理システムでは、糖を分解する際に廃液中有機物の減少を最小限度に抑える(有機物の減少が大きいとバイオガスの回収量が減少することを意味する)ことが求められる。このことから前処理システムで糖をほかの有機物に分解する条件を徹底的に調査し、その結果、前処理システムで温度、pH、曝気風量および滞留時間の制御を行い、分解促進剤を適量添加することで糖の分解率を約60%に高め、COD<sub>Cr</sub>損失率(有機物の損失率)は15%程度に抑えることができるシステムを開発した(図3)。

このシステムを採用した系の試験では、長期運転にも関

わらず糸状菌の発生は確認されず、安定した運転が継続されることを確認した。

#### 4 中田食品バイオガス発電所新設計画

SHI-EVは、前述のとおり梅調味廃液の嫌気性処理に係る問題点を解決したことにより、中田食品より中田食品バイオガス発電所(バイオガス発電型嫌気性廃水処理システム)を受注した。

本計画では、中田食品バイオガス発電所を和歌山県西牟婁郡上富田町へ新設し、自社および地域で発生する梅調味廃液を受け入れて嫌気性処理設備BIOIMPACT(図4)で高濃度有機物を分解し、処理工程で発生するバイオガスによって発電を行う。さらに納入後の管理・運営は宮惣ケミカル株式会社(本社：和歌山県田辺市 社長：宮本 博行)にて行うとしている。

また、同発電所の梅調味廃液処理量は日量20m<sup>3</sup>、発電機出力は360kWである。年間発電量を一般家庭400世帯に相当す

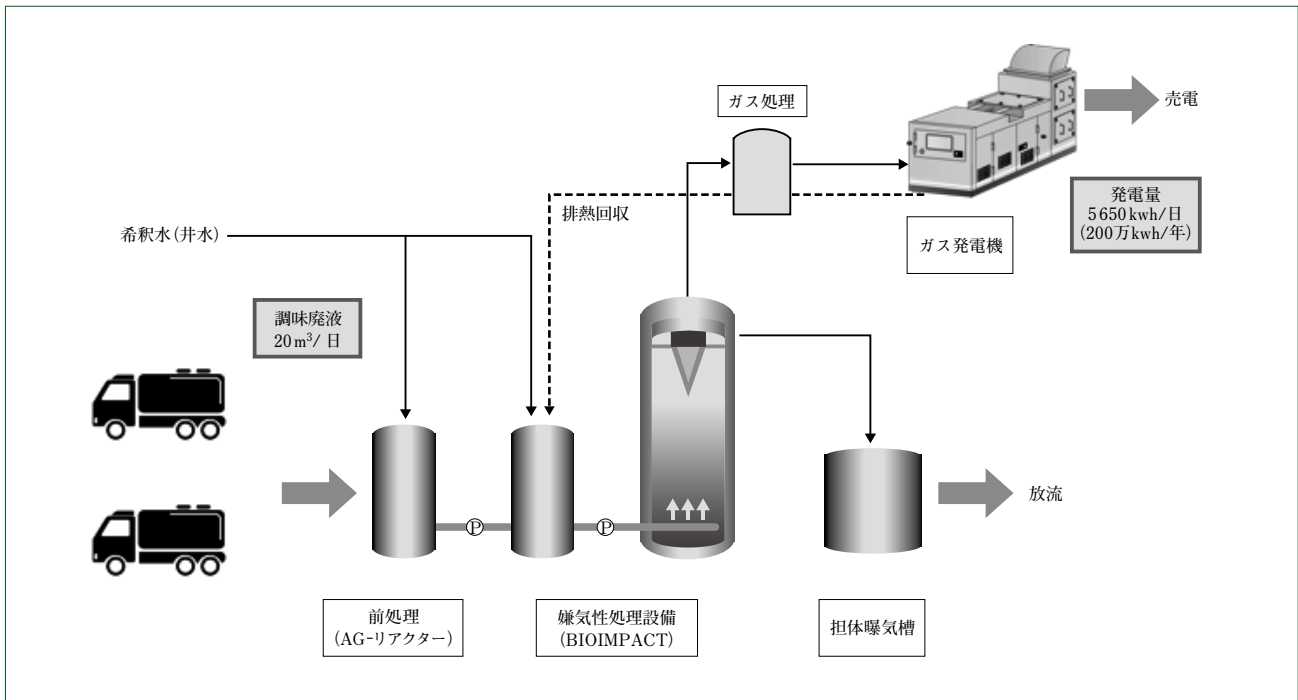


図5 中田食品バイオガス発電所 概略処理フロー図  
Schematic treatment flow of Nakatafoods Biogas Power Station

る200万kWhと見込んでいる。発電した電力は、再生可能エネルギーの固定価格買取(FIT)制度を活用し、売電することになっている(図5)。

嫌気性処理された廃液は後段の担体曝気槽で処理された後、下水放流としている。処理水のSSも下水放流基準値以下となることから、処理水の固液分離や余剰汚泥を脱水する設備は不要としている。

## 5 むすび

梅加工メーカーは中小の企業が多く、梅調味廃液の処理費用が大きいことが問題となっていた。今回、バイオガス発電型嫌気性廃水処理システムの導入により、①嫌気性処理により従来の活性汚泥に比べ低コストでの処理が可能、②発生するメタンガスは再生可能エネルギーのFIT制度を活用し売電が行える、など経済的なメリットが大きく、処理費用の大幅な削減が期待される。また、地域で発生する梅調味廃液の集中処理による効率化も期待される。

SHI-EVは食品、化学、紙パルプなどの工場排水および公共施設向けに多くの嫌気性処理設備を納入している。今後も本件と同様に地域特産品生産業などにおいて悩みを抱える業種および地域に対し、未活用食品由来有機性廃液を有効利用すべく官民連携による提案も視野に入れ推進していく所存である。

### (参考文献)

- (1) 経済産業省(METI)資源エネルギー庁, 長期エネルギー需要見通し, エネルギー白書.
- (2) Vallero et al 2003, Lefobvre et al 2007, Vyrides & Stuckey2009.
- (3) 原田秀樹ほか, 嫌気性バルキング現象に関する新規糸状性最近の

- 解析, 土木学会第58回次学術講演会要旨集(平成15年9月), p.605~606  
(4) 山口隆司ほか, 嫌気性グラニュール汚泥のバルキングに關与する微生物の探索, 土木学会第65回次学術講演会要旨集(平成22年9月 p.109~110).

※「BIOIMPACT」は、住友重機械エンバイロメント株式会社の登録商標です。

# 省エネルギー・省メンテナンス型旋回流式沈砂分離機の開発

## Development of Swirling Flow Grit Separator

●鈴木 茂\*  
Shigeru SUZUKI



旋回流式沈砂分離機  
Swirling flow grit separator

近年、下水処理場やポンプ場の沈砂池設備では、臭気の発生を抑制でき、機器数を低減できるパイプ輸送型の設備が注目されている。パイプ輸送型沈砂池設備を構成する沈砂分離機は、沈砂池外へ配管輸送された下水と沈砂を分離する重要な役割を担っている装置である。

本報では、高い沈砂分離性能を有し、さまざまな維持管理ニーズにも対応可能な新しい旋回流式沈砂分離機について、沈砂分離性能、圧力特性、維持管理性などを実施設で調査し、その有効性を検証した。

Recently, in grit removal system of wastewater treatment plants and pumping stations, a pipe transport grit removal system capable of suppressing the generation of odor gas and reducing the number of devices attract attention. A grit separator that constitutes a pipe transport grit removal system plays an important role in separating wastewater and grit transported outside the grit removal channel. This paper illustrates the availability of new type of swirling flow grit separator which corresponds with various needs by examining grit separation performance, pressure loss, and maintainability in actual wastewater treatment plants.

### 1 まえがき

沈砂池は、下水処理場で一番上流に位置付けられており(図1)、その役割は下水処理場に流入した下水中に含まれる夾雑物や砂分を除去することである。除去は脱臭も含めて複数の工程を経て行われる<sup>(1)</sup>ことから必要な機器数は多く、また、地下深くにあるので安全・衛生・維持管理上の課題が多い。近年、下水処理場やポンプ場の沈砂池設備では、臭気の発生を抑制でき、機器点数を低減できるパイプ輸送型の設備が注目されている(図1)。パイプ輸送型の沈砂池設備は、ジェットポンプ式の集砂機と揚砂機、そして沈砂分離機で構成されている。そのなかでも沈砂分離機は、揚砂機によって沈砂池外へ配管輸送された下水と沈砂を分離する重要な役割を担っている装置である。沈砂分離機に求められる性能は、

高い沈砂分離性能に加え、揚砂機の必要動力低減につながる省エネルギー性と良好な維持管理性である。本報では、これらの性能を有する新しい旋回流式沈砂分離機の実証試験結果を報告する。

### 2 旋回流式沈砂分離機

#### 2.1 構造

図2に、旋回流式沈砂分離機の概要を示す。本分離機は、分離槽(分離部)とスクリュコンベア(搬出部)で構成されている。円筒に逆円錐を組み合わせた特徴的な外観を持つ分離槽内部には、中央上部に流入水から沈砂を分離した処理水を越流させる逆円錐形状の越流部を有している。流入水は分離槽上部から接線方向に流入し、越流した処理水は搬出部上方から、流入水から分離された沈砂はスクリュコンベアを介して

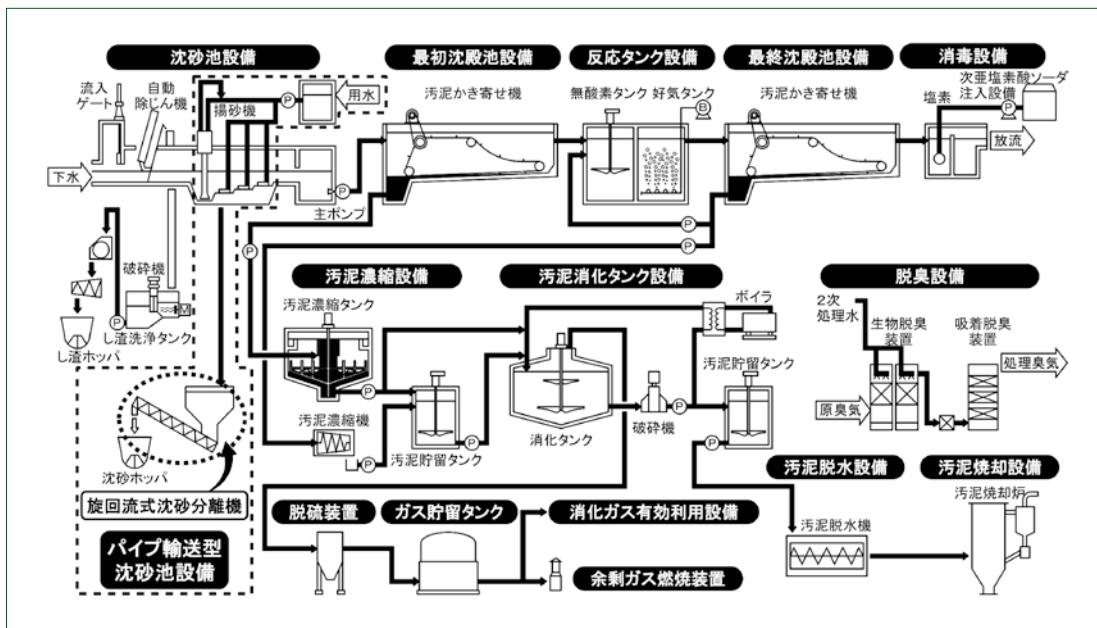


図1 一般的な下水処理場フローと旋回流式沈砂分離機  
General wastewater treatment plant flow and swirling flow grit separator

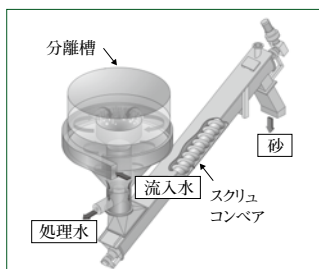


図2 旋回流式沈砂分離機概要  
Outline of swirling flow grit separator

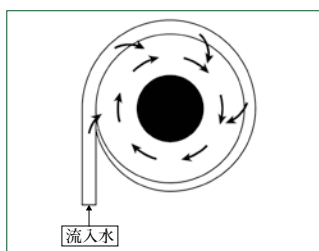


図3 分離槽内流れ  
Flow in separation tank

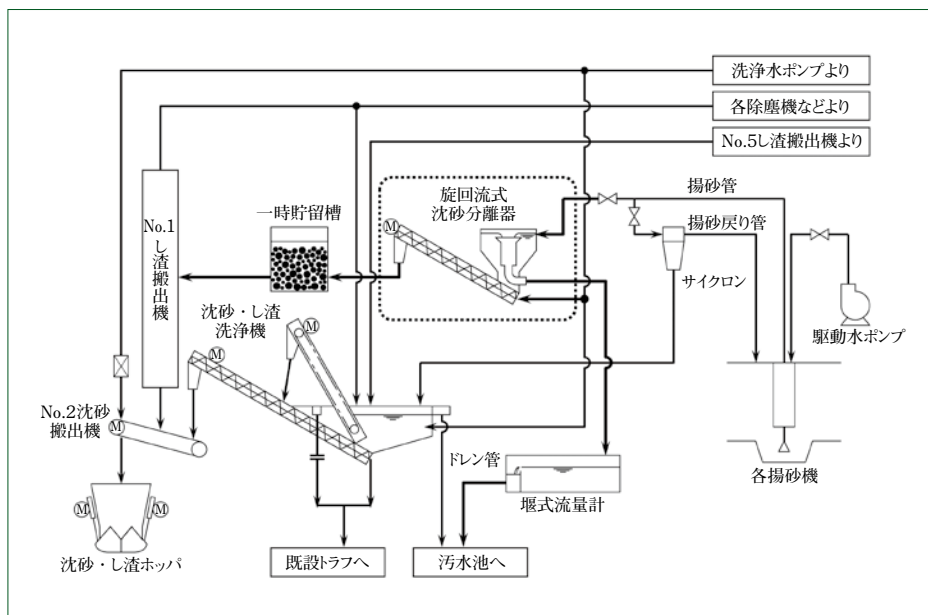


図4 実証試験フロー  
Test facility

外部に排出される。

## 2.2 原理

流入水は、分離槽上部から接線方向に流入し、特殊形状の流入経路より内部に均等流入するので、分離槽には円周方向の流れに対して偏りのない、一様で単純な旋回流が形成される(図3)。これにより、流入した沈砂は何度も槽内を旋回しながら遠心効果により分離され、逆円錐形状の分離槽下部から搬出部へと送られる。

## 2.3 特長

本分離機は、前述のように無終端水路形式と特殊形状の流入経路を採用することで、分離槽内部には偏りがなく一様で単純な旋回流を形成させ、この旋回流の遠心効果により固液

分離を行う。また、流体シミュレーション技術により装置のコンパクト化が可能となり、機器周辺の動線確保が容易となる。分離槽内部には整流などを目的としたバッフル板がないことにより閉塞はなく、維持管理性の高さが期待される。さらに、槽内流速を最適化することで、本分離機でのエネルギー損失を低減できることから、揚砂機の動力削減に貢献することが可能となる。

## 3 試験概要

### 3.1 試験場所と試験設備

試験場所の概要を次に示す。実証試験フローを図4に、実証機外観を図5に、仕様を表1に示す。





図5 実証機外観  
Appearance of testing machine

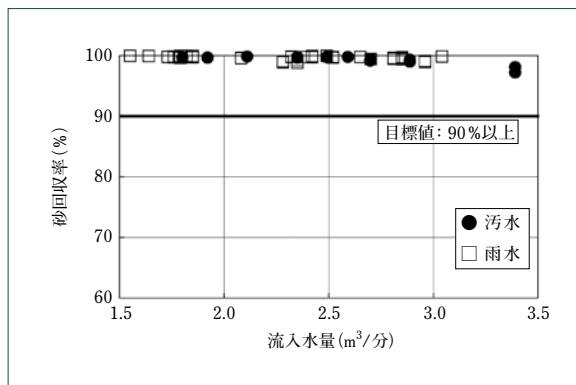


図6 沈砂分離性能  
Grit separation performance

表1 実証機仕様  
Specifications of testing machine

機器名	旋回流式沈砂分離機
最大処理量	3.0m³/分
電動機	2.2kW×220V×60Hz

表2 試験条件  
Measurement conditions

No.	1	2	3	4	5	6
流入水量 (m³/分)	2.0	2.5	3.0	2.0	2.5	3.0
対象	汚水			雨水		

表3 評価項目、測定項目および測定方法  
Evaluation items, measurement items and measurement methods

評価項目	測定項目	目標値	測定方法
沈砂分離性能	砂回収率	90%	本分離機より吐出される砂重量を全体の砂重量で除して砂回収率を求める。なお、全体の砂重量は一時貯留槽と堰式流量内の砂重量の和とする。
省スペース性	設置面積	従来型以下	書類を用いて本分離機と従来型とで設置面積を比較し評価する。
維持管理性	保守点検頻度	試験期間中保守点検なし (性能低下なし)	沈砂分離性能試験結果と分離槽内の目視から、夾雑物などの詰まりに起因した保守点検頻度を確認する。
省エネルギー性	突入圧力 (実証機入口圧力)	10kPa 以下	本分離機入口部に圧力計を取り付け、圧力を計測する。

実証機は本浄化センター揚砂設備に対応した仕様とした。

- ・ 処理場 : 津市中央浄化センター
- ・ 排除方式 : 分流一部合流
- ・ 計画処理量 : 25374m³/日
- ・ 沈砂処理方式 : ジェットポンプ式パイプ輸送型揚砂システム

試験は既設サイクロンから運転を切り替え、実証機に汚水または雨水を流入させて実施した。実証機へ流入した汚水または雨水は砂の分離を行い、砂は一時貯留槽で貯留、計量およびサンプリング採取した後、既設No.1し渣搬出機と既設No.2沈砂搬出機を介して、沈砂・し渣ホッパへ運ばれる。一方、沈砂を除去された汚水または雨水は堰式流量計を介して、汚水池へ戻される。

### 3.2 試験条件

表2に、試験条件を示す。汚水と雨水を対象とし、流入水量は2.0, 2.5, 3.0m³/分で行った。

試験では、沈砂分離機の基本的な性能を表す沈砂分離性能に加え、多数の設備が混在する沈砂池での配置有用性を表す省スペース性、保守点検の頻度を評価した維持管理性、沈砂分離機上流側機器で大きな動力を必要とする揚砂機の省エネルギー性を評価項目とした。

実証機へ流入する汚水または雨水の測定は、堰式流量計で

行った。

### 3.3 評価項目

表3に、実証試験の評価項目、測定項目および測定方法を示す。

### 3.4 試験工程

実証試験は、2015年7月～2016年2月まで8カ月にわたり実施した。

## 4 試験結果

### 4.1 沈砂分離性能

図6に、沈砂分離性能を示す。

合計60回以上の試験を行ったが、汚水・雨水とも全体を通して性能は安定しており、砂回収率は流入水量が約1.6～3.4m³/分の範囲で目標の90%を上回る95%以上を達成した。

### 4.2 省スペース性

本分離機と従来型沈砂分離機の省スペース性を評価すべく、設置面積の比較を行った。機器の仕様と必要設置面積を表4に、配置概略図を図7に示す。本分離機は従来型沈砂分離機より設置面積を22%縮小でき、省スペース性を有していることが確認できた。

### 4.3 維持管理性

維持管理性の評価項目は、夾雑物などの絡み付きによる沈

表4 設置面積比較  
Comparison of installation area

	旋回流式沈砂分離機	従来型沈砂分離機
最大処理量	3.0 m <sup>3</sup> /分	
寸法 (W×L×H)	1.7 m×6.0 m×6.0 m	1.9 m×6.9 m×6.0 m
必要設置面積 (W×L)	1.7 m×6.0 m = 10.2 m <sup>2</sup> (78%)	1.9 m×6.9 m = 13.1 m <sup>2</sup> (100%)

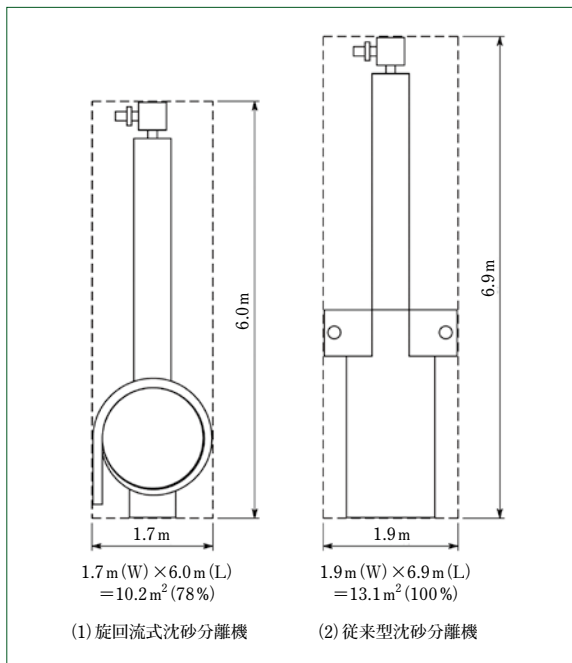


図7 配置概略図  
Layout drawing

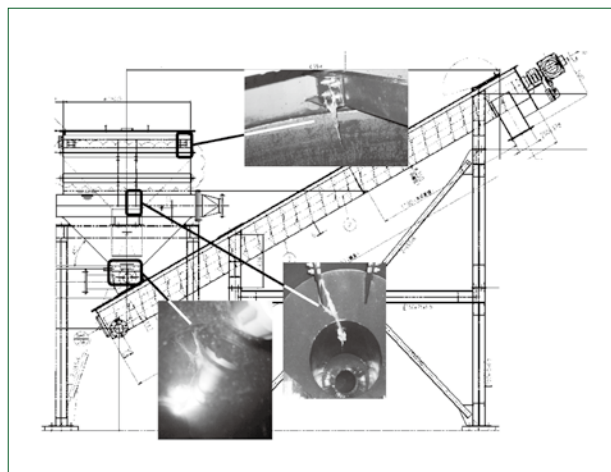


図8 実証試験中の分離槽内部状況  
Conditions in the separation tank

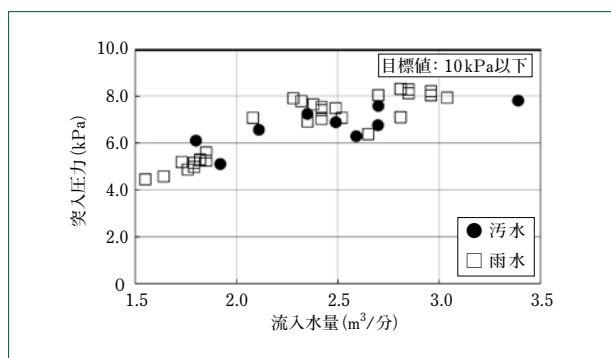


図9 突入圧力特性  
Inlet pressure characteristics

砂分離性能の低下を防止することを目的とした保守点検の頻度とした。

図8に、実証試験中の分離槽内部の状況を示す。一部において、夾雑物などの絡み付きが確認されたが、経過を観察すると成長は見られず、解消されるものもあった。また、4.1で示したように沈砂分離性能に影響を及ぼすものではなかったため、実証試験期間中に保守点検作業を実施することはなかった。

本分離機は、分離槽内部にバフ板などがなく、越流水深も高く設定している。これにより、従来型に比べ夾雑物などの絡み付きに強いという特長を有している。その効果が実証実験に表れたものとする。

#### 4.4 省エネルギー性

図9に、突入圧力(実証機入口圧力)と流入水量の関係を示す。流入水量が3.4 m<sup>3</sup>/分以下で9 kPaを下回っており、目標とした10 kPa以下を達成した。これは、分離槽内部にバフ板などの障害物がなく、分離槽内への流入を均等化することで流速分布を最適化したことによると考えられる。

## 5 むすび

津市中央浄化センターにおいて、旋回流式沈砂分離機の実証試験を実施した。

その結果、次に示すように当初の目標を達成することができた。

- (1) 沈砂分離性能 : 95%以上の砂回収率を達成した。
- (2) 省スペース性 : 設置面積を従来型より22%縮小することができた。
- (3) 維持管理性 : 試験期間中に性能の低下を引き起こすような夾雑物などの絡み付きは発生しないことを確認した。
- (4) 省エネルギー性 : 目標値である突入圧力10 kPa以下を確認した。

実証試験を行うに当たり、津市下水道部施設課の皆様、実証場所である津市中央浄化センターで維持管理業務に従事しておられる日本メンテナンスエンジニアリング株式会社 津事業所の皆様に、計画当初からご協力いただいたことに対し感謝の意を表す。

#### (参考文献)

- (1) 日本下水道協会, 下水道施設計画・設計指針と解説, 前編, 2009年版, 371-375.



# 耐硫酸性樹脂チェーンフライント式汚泥かき寄せ機 SRノッチ

## Sulfuric Acid Resistant Chain and Flight Scrapers

● 柄 澤 俊 康\*

Toshiyasu KARASAWA

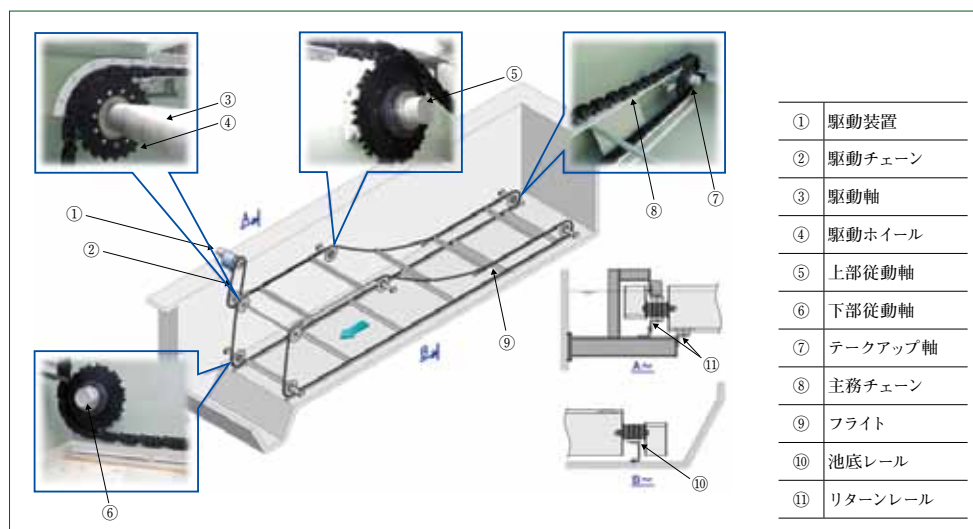


図1 SRノッチの全体構成図  
Structure drawing of SR notch

下水処理場における沈殿池では、池底に沈降した汚泥のかき寄せと浮上したスカムのかき寄せを同時に行うチェーンフライント式汚泥かき寄せ機が多く採用されている。特に近年、低動力化・長寿命化に適した樹脂チェーンが多く採用されている。一方、樹脂チェーンを採用した最初沈殿池において負荷調整などにより水抜きした場合、残留汚泥から発生する硫化水素による硫酸劣化で樹脂チェーンが破断するという現象が確認されている。

また、昨年発生している大地震により、チェーンフライント式汚泥かき寄せ機のチェーンが脱落していることが多く報告されている。

これらの課題に対応すべく、硫酸に強い素材を使用することで耐硫酸性を確保し、さらにチェーンをガイドする構造を有するノッチチェーン式汚泥かき寄せ機「SRノッチ」を開発し耐震性を向上させた。

In sedimentation ponds in sewage treatment plants, many chain flight type sludge collecting machines are adopted. Especially in recent years, many resin chains adapted for low power and long life have been adopted. On the other hand, in the first sedimentation adopting resin chain, cases of resin chains to be torn apart by sulfuric acid deterioration due to hydrogen sulfide generated from residual sludge have been observed. In addition, by the large earthquake that occurred in recent years, it is widely reported that the chains of the chain-flight-type sludge scraping machines are missing. In order to solve these problems, we developed a notch-chain-type sludge collecting machine, "SR notch", which has a structure that guarantees a resilience against sulfuric acid by using strong sulfuric acid-resistant material and prevents the chain missing as improvement of earthquake resistance by using a chain guide.

### 1 まえがき

下水処理場の沈殿池設備では、池底に沈降した汚泥のかき寄せと浮上したスカムのかき寄せ機能を有するチェーンフライント式汚泥かき寄せ機が多く採用されている。このチェーンフライント式汚泥かき寄せ機に採用されているチェーンは、古くは鋳物チェーンであったが耐食性を向上させたステンレス製チェーンに変わり、近年では動力が低く消耗品の交換頻度も少ない樹脂チェーンが多く採用されている。さらに最近で

は、通常の樹脂チェーンに対し摩耗を分散させることで耐久性を向上させたノッチチェーンが目目されている。

また、従来耐久性の問題で採用を見送られていた最初沈殿池でも樹脂チェーンの採用が増えてきているが、負荷調整などを目的として最初沈殿池を空けている場合においてチェーンの破断という不具合が確認されている。この現象は、池を空けた状態で沈殿池を維持する場合に沈殿池内に堆積している汚泥から硫化水素が発生し、その硫化水素が硫酸になり樹脂チェーンに付着することで劣化し破断に至ると推測されて

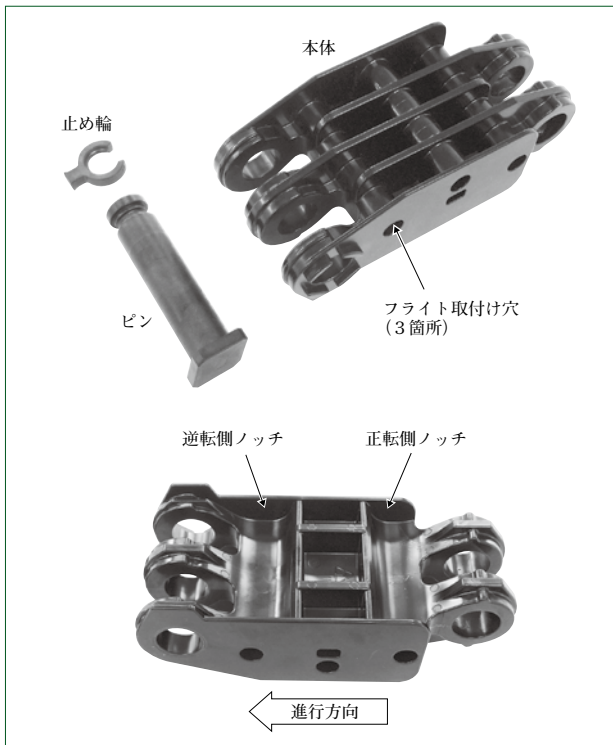


図2 主務チェーン  
Main chain



図3 フライト取付け部  
Flight mounting part

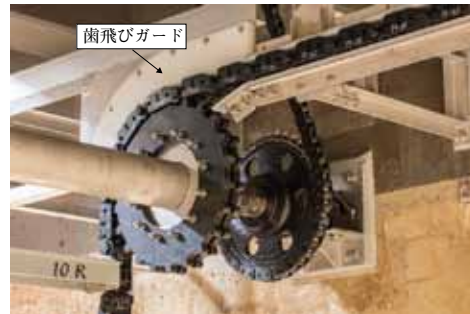


図4 駆動部  
Drive part

いる。

一方、近年大地震が多く発生し今後も地震の発生が想定されるなか、沈殿池設備の耐震性向上が求められている。

そこで、これらの課題を解決すべく、硫酸に強い素材を使用することで耐硫酸性を確保し、さらに耐震性の向上策としてチェーンをガイドする構造を有するノッチチェーン式汚泥かき寄せ機「SRノッチ」を開発した。

## 2 SRノッチの構成

### 2.1 全体構成

SRノッチは、図1に示すように駆動装置、駆動チェーン、駆動軸、駆動ホイール、従動軸、従動ホイール、主務チェーン、フライトおよびレール(リターンレール、池底レール)で構成される。

SRノッチは、一般的な樹脂製チェーン式汚泥かき寄せ機と同様に長方形沈殿池内に配置される。駆動装置は駆動チェーンを通して駆動軸の主務チェーン用駆動ホイールを回し、上部従動軸と下部従動軸のホイールおよびテークアップ軸のホイールで案内された2連の無終端チェーンが等間隔に設置されたフライトとともに動作し、池底に沈殿した汚泥を連続的に汚泥ピットまでかき寄せる。

### 2.2 SRノッチ各部の構造と原理

SRノッチの主務チェーン、駆動ホイール、従動ホイールおよびガイドレールの各部の構造について説明する。

#### (1) 主務チェーン

図2に、本技術の主要構成部品である主務チェーンを示す。チェーンはリンク本体とピン、止め輪で構成される。本ノッチの特徴の一つとして、連結部に凸凹の組み合わせが2箇所設けられていることがあげられる。また、

一つのチェーンにノッチが2箇所あり、それぞれ正転用、逆転用となっている。

チェーン側面にある3個のフライト取付け穴にアタッチメントを固定し、そのアタッチメントにフライトを取り付けることでチェーンとフライトが一体化する。

図3に、フライト取付け部を示す。なお、SRノッチはすべてのチェーンが同じ構造となっており、どの位置にでもフライトを取り付けることが可能である。

#### (2) 駆動部

図4に、SRノッチの駆動部を示す。駆動部は、駆動軸に固定された駆動ホイールと歯飛びガードで構成される。

駆動ホイールは2つ割りの樹脂プレート2枚組からなり、その外周部に22個の突出し部が設けられており、チェーンノッチ部に差し込まれるかたちで駆動力を伝達する仕組みとなっている。チェーン本体にノッチ部を2箇所設けることで正転と逆転を可能とした。

歯飛びガードはチェーン直上を抑えるかたちで配置されており、位置決めが容易で確実に歯飛びを防止することが可能となっている。

#### (3) 従動部

図5に、SRノッチの従動部を示す。SRノッチの従動軸はチェーンを既定の位置に導くことを目的として配置された軸で、上部従動軸、テークアップ軸および下部従動軸がある。従動ホイールはチェーン1リンク当たり3個の突出し部が入り込む構成になっており、特に中央の突出しによりチェーンの左右方向のズレ止めを行い、チェーンの位置決めと脱落防止に寄与している。

#### (4) 上部リターンレール部

図6に、SRノッチのリターンレール部を示す。SRノ



図5 従動部  
Follower part



図6 上部リターンレール部  
Upper return rail part

表1 変性ポリフェニレンエーテルの耐薬品性  
Chemical resistance of modified polyphenylene ether

薬品名	評価	薬品名	評価
硫酸 10%水溶液	○	メタノール	○
硫酸 30%水溶液	○	エタノール	○
濃硫酸	○	エチレングリコール	○
塩酸 10%水溶液	○	n-ヘプタン	×
硝酸 10%水溶液	○	トルエン	△
酢酸 10%水溶液	○	アセトン	△
リン酸 50%水溶液	○	酢酸エチル	×
水酸化ナトリウム 10%水溶液	○	クロロホルム	△
塩化ナトリウム 飽和水溶液	○	ガソリン	×

※試験方法:室温で試験片を48時間浸漬させたときの外観を評価  
○:外観変化なし △:膨潤または溶解 ×:クラック発生  
出典:三菱エンジニアリングプラスチック株式会社「樹脂チェーン向け ユビエースの紹介」



図7 池底レール部  
Rail part on pond bottom

ッチはフライントをチェーンの側面に取り付けることが可能であることから、チェーンの上下面には何も無い。これも本チェーンの特徴の一つである。このことにより、駆動軸から従動軸間の上部リターンレール部ではチェーンの上下面をガイドする構造とした。

(5) 池底レール部

図7に、SRノッチの池底レール部を示す。池底レールでもチェーンの下側をガイドする。チェーンにたるみがないので、フライントは常に同じ姿勢で運転される。

### 3 特長

#### 3.1 耐硫酸性

従来の樹脂チェーンは、チェーン本体にポリアセタール(POM)、ピンにポリアミドを使用することで強度、耐久性、耐食性および円滑な動作を実現している。しかし、POMやポリアミドは硫酸に弱く、沈殿池の汚泥から発生する硫化水素から生成される硫酸により劣化し破断するという不具合が確認されている。

この課題を解決すべく、SRノッチではチェーン、ピン共耐硫酸性素材である変性ポリフェニレンエーテル(m-PPE)を採用した。

表1に、変性ポリフェニレンエーテルの耐薬品性を示す。なお、本素材でも樹脂チェーンに共通する仕様であるチェーン破断強度29.4kNを確保した。

#### 3.2 耐震性

(1) 地震対策

近年発生している大地震では、下水処理場から数多くの被害が報告されている。沈殿池設備に多く採用されているチェーンフライント式汚泥かき寄せ機においても、上

部従動軸のスプロケットからチェーンが脱落することが確認されている。この原因として、地震の揺れによりスロッシング(水面が揺動する現象)が発生し、フライントやチェーンが大きく揺れることがあげられる。この脱落により、チェーンフライント式汚泥かき寄せ機が機能停止に陥ると考えられる。

現在多く採用されているスロッシング対策は、チェーンフライント式汚泥かき寄せ機の上部ガイドレール部分にフライントの揺動を防止するガイドを設けたり、スプロケット部における脱落防止ガードを設ける方法である。

一方で、スロッシングの影響が少ない池底近傍にのみ機器が存在するような構成の機種も開発されている。このように、沈殿池における地震への対策はスロッシングにどのように対応するかが重要になる。SRノッチでは、沈殿池の主機能である池底の汚泥をかき寄せる機能と、浮上したスカムをスカム隙間側にかき寄せる機能はそのままに耐震性を向上させる構成を検討した。

(2) 従来型の耐震対策

従来型樹脂チェーンではフライント取付け用のアタッチメントチェーンを用い、2連のチェーンをまたいでフライントを固定する構造が一般的である。

図8に、従来型チェーンフライント式汚泥かき寄せ機のフライント図を示す。本構成では上部リターンレール部においてフライントが最上段にくることになる。フライントの軌跡を邪魔しないようにスロッシング対策を行うことから、フライントの揺動のみを規制するガイドを設けることが一般的であった。

図9に、従来型チェーンフライント式汚泥かき寄せ機の耐震対策を示す。この場合、フライント間のチェーンには



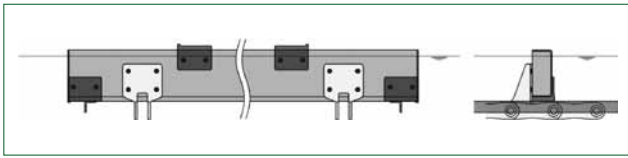


図8 従来型チェーンフライント式汚泥かき寄せ機 フライント図  
Drawing of flight (conventional type)

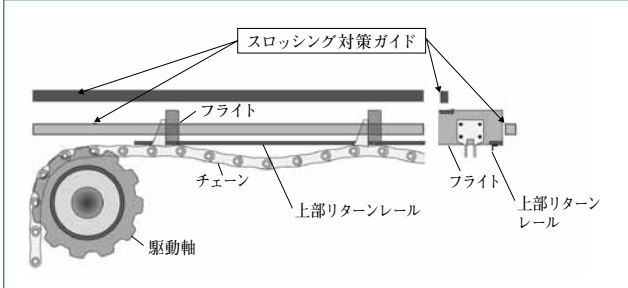


図9 従来型チェーンフライント式汚泥かき寄せ機 耐震対策  
Countermeasure for earthquakes (conventional type)

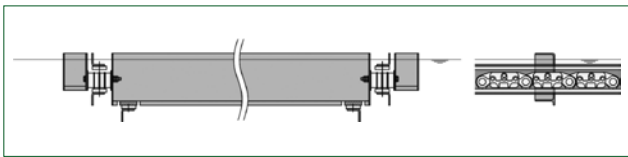


図10 SRノッチ フライント図  
Drawing of flight (SR notch)

何も規制することができないので、チェーンへのスロッシングの影響を防ぐことができない。また、チェーンのたるみによる遊びがあることから、フライント進行方向の揺動が大きくなる可能性があった。

(3) SRノッチ耐震性強化構造

従来型以上に耐震性を向上させるには、フライントだけでなくチェーンの揺動を規制することが効果的である。そこで、SRノッチではチェーンの上下面が解放されるようにすべく、チェーンの側面にフライント取付け用の穴をあけ、チェーンの左右にフライントを固定する構成とした。これによりチェーンの上下面にガイドレールを設けることが可能になった。

図10に上部リターンレール部におけるSRノッチのフライント図を、図11にSRノッチの耐震対策を示す。

図10、図11から分かるように、SRノッチはホイール部では歯飛びガードによる脱落防止、上部リターンレール部ではチェーンの上下のガイドによりチェーンの脱落およびフライントの左右揺動を防止している。さらにチェーンの遊びがなくなることでチェーンの進行方向の揺動も抑制される。このことにより、従来のフライントのみの対策だけでなく、チェーンそのものも揺動しない構造となり耐震性を強化することができた。

3.3 耐久性

(1) チェーン摺動による摩耗

SRノッチではチェーンそのものをガイドすることから、チェーンの摺動による摩耗を考慮する必要がある。

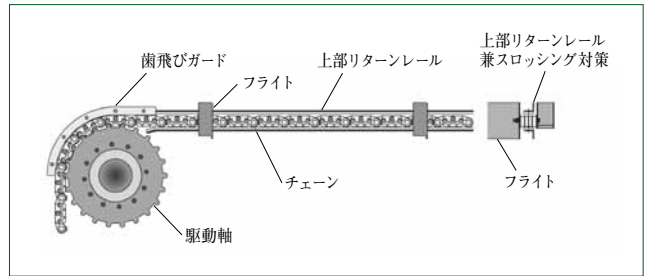


図11 SRノッチ 耐震対策  
Countermeasure for earthquakes (SR notch)

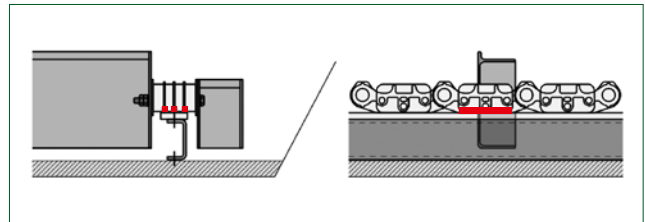


図12 SRノッチ 池底走行時の構造図  
Flight on the bottom rail (SR notch)

特に池底レール部においては汚泥中を走行することになるので摩耗を考慮した形状とした。

図12に、SRノッチの池底走行時の構造図を示す。摺動部の摩擦抵抗を下げるべく、チェーンの摺動部すべてに超高分子量ポリエチレン(UHMWPE)を採用した。

さらにフライント取付け部には摺動部面圧の削減を目的として、チェーンに摺動面(図12の赤線)を設けた。

本構造によりチェーン摺動による摩耗を抑制し、長期間の使用に耐え得ることを確認した。

4 むすび

下水処理場の沈殿池設備で多く採用されている樹脂製チェーンフライント式汚泥かき寄せ機の課題は、耐硫酸性および耐震性の向上である。住友重機械エンパイロメント株式会社では、これらの課題を解決する構造を有する「SRノッチ」を開発した。

今後、実負荷条件における試験を継続し完成度を高め、実績を増やすことで下水道事業に貢献していく所存である。

※「SRノッチ」は、住友重機械エンパイロメント株式会社の登録商標です。

# 事業所紹介-熊本阿蘇事業所-

## Office Introduction -Kumamoto Aso Office-

●濱田 圭亮\*  
Keisuke HAMADA



汚泥再生処理センター  
Sludge recycling center

### 1 まえがき

し尿・汚泥再生処理の基本は、し尿や浄化槽汚泥を生活の場から容易かつ迅速に排除し、環境に影響を及ぼすことなく衛生的に処理することである。これは公衆衛生の向上および生活環境の保全を図るうえで極めて重要なことだと言える。

住友重機械エンパイロメント株式会社 (SHI-EV) が事業所を置き、2014年から2019年の5年間包括的な維持管理を行っている汚泥再生処理センターについて紹介する。当施設は、し尿や浄化槽汚泥などを適正に処理し、水質保全を行うとともに余剰汚泥を堆肥化する循環型のシステムを有する施設である。また、小学生の地域学習の一環として毎年施設見学を受け入れるなど地域の子供たちの環境学習の拠点としての役割も担っており、搬入されたし尿や浄化槽汚泥が徐々にきれいになっていくプロセスを学ぶことができる。

### 2 施設概要

- ・敷地面積：27 696 m<sup>2</sup>
- ・着工：2005年3月
- ・竣工：2007年3月
- ・処理能力：91 kl/日(し尿21.4kl/日+浄化槽汚泥69.9kl/日)
- ・処理方式：主処理 浄化槽汚泥対応型膜分離高負荷脱窒素処理方式
- 高度処理 活性炭吸着処理
- 汚泥処理 脱水処理後コンポストおよび焼却

資源化設備 堆肥化

脱臭設備

- ・高濃度臭気(生物脱臭後中濃度臭気系列で処理)
- ・中濃度臭気(酸洗浄+アルカリ次亜塩素酸洗浄+活性炭吸着処理)
- ・低濃度臭気(活性炭吸着処理)

・放流量：140 m<sup>3</sup>/日

・放流先：1級河川

### 3 運転維持管理

#### 3.1 施設の特徴

当施設は2007年3月に竣工され、5市町村から排出されるし尿や浄化槽汚泥を受け入れている。図1に、処理フローを示す。搬入されたし尿や浄化槽汚泥はそれぞれの貯留槽に貯留され、し尿は水処理工程へ、浄化槽汚泥は脱水処理して固液分離を行う。

し尿と浄化槽汚泥の脱水ろ液は脱窒および硝化による生物処理でBOD(生物学的酸素要求量)と窒素を除去し、膜分離装置による固液分離が行われSS(浮遊物質)分の除去を行う。その後、活性炭吸着処理によりCOD(化学的酸素要求量)や色度を除去し万全な水質で放流される。

また、水処理の過程で発生した余剰汚泥については、浄化槽汚泥と混合して脱水処理を行う。含水率を80%程度になるまで脱水した後、乾燥機で58%程度まで乾燥させる。それを

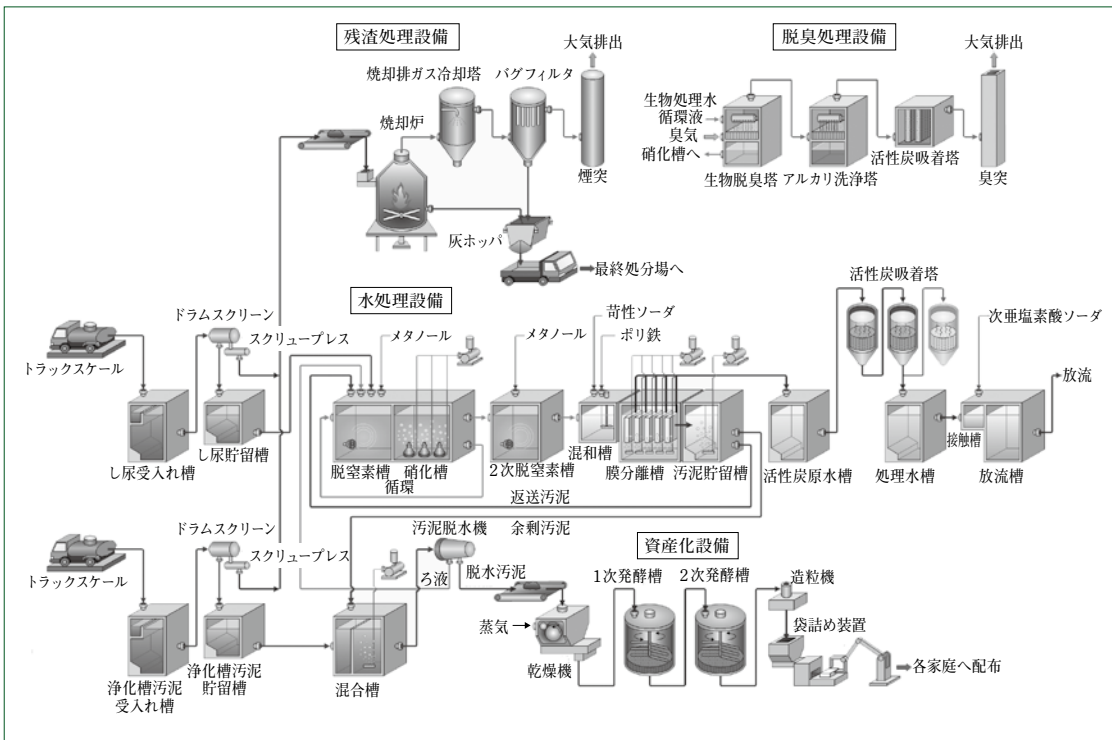


図1 汚泥再生処理センターの処理フロー  
Flow chart of sludge recycling center

発酵槽で約1カ月間かけて発酵させてから造粒・袋詰めを行った後、堆肥「りんどう」として地域の皆さんに販売している(図2)。現在は年間約20000袋を販売し好評を得ている。このように、し尿や浄化槽汚泥の再利用を可能とする循環型のシステムを備えた施設となっている。

3.2 運転管理体制

現在、当事業所では、事業所長をはじめ水処理班、整備班、分析班および事務員の8名体制で施設の運転管理を行っている。

主な業務内容を次に示す。

- ・事業所長：全体管理
- ・水処理班：監視業務、機器の運転操作、機器の巡回点検
- ・整備班：機器整備計画の立案および管理、機器の整備
- ・分析班：試料水の採水、分析の実施、分析試薬の調達管理
- ・事務員：事務全般および堆肥販売管理

水処理班は、毎日の巡視点検で記録している運転データや各処理水槽中の処理水の測定・分析結果にもとづき、搬入されるし尿や浄化槽汚泥の投入比率の調整や、機器の設定変更などを日々細かく行い放流水質を万全に保っている。

施設を安定的に運転し、万全な放流水質を保つには、し尿や浄化槽汚泥の搬入比率が重大な要素の一つとなる。竣工以来、し尿や浄化槽汚泥の搬入比率に計画と実績の差はほとんどなかったが、2016年の熊本地震以降、し尿と浄化槽汚泥の比率が竣工当時の計画と大きくかい離している。これは人口の変化や家屋の建替えに伴うし尿から浄化槽への切替えによるものである。このことから、今後はよりきめ細かい運転調

整を行っていく必要がある。

し尿処理施設には、個々に役割を持った機器が数多くある。そして、そのほとんどが単独で稼働しているのではなく、各機器の間で関連を持ちながら運転を実施している。機器類の補修についても、その関連性を所員が熟知することで単独機器の補修だけでなく、運転の効率化や費用削減など全体を総合的に判断し、計画的に補修している。

また、運転業務中に調整可能な範囲で現場所員による機器の自主点検および自主整備を実施している。これを、機器の特性や部品の役割を覚えるきっかけとし、現場所員の機器に対する知識や技術力の向上につなげている。現場所員が自主整備を行い、部品などの摩耗状況を直接確認することにより機器の状態を的確に把握することが可能となり、異常音などの状態異常の早期発見にもつながっている。当施設は、竣工から10年が経過し機器の老朽化も目立ち始めたが、機器の役割や関連性を現場所員が熟知していることで、突発的な設備の異常や故障などの緊急時にも迅速かつ確実に対応することができる。突発的な設備の異常や故障が発生した場合、現場所員が初期対応を行い、その後速やかに機械整備担当者へ異常内容を報告し、施設の継続的な運転に必要な対策を講じる。さらに、運転停止につながるような特異な事象の場合には、整備担当者もしくはそれに代わる人員が速やかに出向し、適切な処置を実施する。

4 災害

当施設は、2012年九州北部豪雨による水害、2016年熊本地震による施設の損傷被害を経験したが、SHI-EV全社をあげ





図2 堆肥「りんどう」  
Compost "Rindou"



図3 防水堤  
Waterproof wall

て迅速に対応することで地域住民の生活環境を保全するというし尿処理施設の目的を継続的に達成している。

それぞれの実例をあげる。

2012年九州北部豪雨による水害時においては、水害発生の7月12日に現地所員が施設状況を調査し、その結果を受けて翌13日より九州管内事業所からの応援者およびSHI-EVの本社スタッフ、協力会社が現地入りし、搬入路を確保すべく施設内および施設周辺の清掃を実施した。また13日には搬入量の制限は設けたが、し尿および浄化槽汚泥の受け入れを開始した。8月1日からは仮設運転を開始し、全量受入れを再開した。仮設盤を作成・設置し、仮設配線を使用して事業所員と応援者にて24時間手動で運転を行った。10月30日には本復旧が完了し、通常運転を再開させることができた。本復旧時には、地階への浸水を防止すべく地階への階段に防水堤を設置し(図3)、マシンハッチなどには浸水対策を施すことで再発の防止を図っている。

2016年熊本地震においては、4月16日の地震発生後、まず所員の安否を確認した。九州電力の迅速な対応により、2日後には復電し、18日から復旧作業を開始することができた。施設状況調査の結果、機械および電気設備には処理に影響を及ぼす損傷はなかったが、施設周辺道路の亀裂が確認された。この亀裂により井戸水理設配管が損傷し、プロセス用水が確保できず処理を行うことができなかった。そこでSHI-EVの全国ネットワークを利用し、東北地方の協力会社からタイパワーハウス700mを手配し、井戸から当施設まで敷設することで地震発生から10日後の4月26日から水処理を可能とした。

これらの経験から、機器の故障だけではなく自然災害に見舞われた場合でも迅速かつ的確な対応が可能となった。なお、自然災害発生時には九州管内事業所をはじめ全国の事業所、サポートセンター、協力会社から人的・物的支援が可能な体制を確立している。

## 5 安全衛生活動

### 5.1 朝礼での取組み

毎朝、朝礼時に全員で安全3原則を唱和し、その日の各自の作業でのKY(危険予知)活動を実施している(図4)。毎日、声に出すことを習慣化することにより、個人の安全に対するモチベーションの向上や作業に潜む危険を認識することができ、危険行動防止の一助となっている。また、所員同士が声を聞くことによって声の調子が普段と違っているなど健康状態の変化にも気付きやすくなり、無理な作業を控えさせることができヒューマンエラーの防止につながっている。

### 5.2 安全パトロール

事業所内で安全衛生委員を選任し、委員による現場パトロールを実施している。また、1カ月に1回事業所長による安全パトロールを実施し、不安全箇所の撲滅に努めている。パトロールの際に発見された不安全箇所については注意喚起の表示をするなど、都度対策を実施し日々安全に仕事ができる環境づくりを行っている。

### 5.3 安全衛生会議

事業所員全員での安全衛生会議を1カ月に1回実施している。日々の作業のなかでのヒヤリハット事例の報告や、手順に変更のあった作業のRA(リスクアセスメント)の見直しを主な議題にあげている。また、ほかの現場での労働災害事例について、どのような作業時に起きたのかを確認し、その労働災害を防止するのに必要な対応・対策などを全員で話し合い情報共有することで類似する労働災害の防止を図っている。このような安全活動の推進により、竣工から11年間無事故無災害を継続している。

## 6 教育・訓練

### 6.1 教育

SHI-EVは、竣工当時から施設の運転管理に携り、長年経



図4 KY活動  
KY action



図5 水害対策訓練  
Flood control training

験を積み施設および設備の特性を熟知した所員を複数名配置している。経験豊富な社員から若手社員へ技術を継承し、また、ルーチンワークが多く慣れが生じてしまいがちな運転管理業務については、今後も安定運転を継続させるべく、機器や水質の些細な変化にいち早く気付き、重大な故障やトラブルを未然に防ぐことを常に考えて作業するように指導している。

また、適切な維持管理を行うべく必要な資格を有する者を複数名配置し施設の安定運転に努めている。さらなるスキルアップを目的として実践的な資格取得にも挑戦している。主な必要資格を次に示す。

- ・ 廃棄物処理施設技術管理者(し尿処理施設、焼却施設)
- ・ 電気主任技術者
- ・ 特定化学物質・四アルキル鉛等作業主任者
- ・ 酸素欠乏・硫化水素危険作業主任者
- ・ 低圧電気取扱業務特別教育
- ・ 危険物取扱者
- ・ 乾燥設備作業主任者
- ・ 有機溶剤作業主任者
- ・ 玉掛作業技能講習
- ・ フォークリフト技能講習

## 6.2 訓練

2012年九州北部豪雨後に作成した水害対策マニュアルに準じ、水害を想定した訓練を定期的実施している。事前に役割分担を確認し、建屋浸水を防止する土嚢設置や地下への雨水の流入防止対策などを行っている(図5)。これにより、水害を経験していない若手所員も昨今頻発しているゲリラ豪雨や局地的大雨などで施設の浸水が予想されるときは早急に対策を講じ、施設への浸水被害を最小限に抑えることができる。

## 7 むすび

- (1) 当施設は2度にわたる大きな災害で損傷被害を受けた

が、迅速な対応および復旧で地域住民の生活環境を保全するというし尿処理施設の役割を竣工当時から継続して達成し続けている。また、地域住民の環境学習の拠点としての役割も担っている。

- (2) 竣工から10年が経過し、機器の老朽化も目立ち始めたことを踏まえ、施設の異常を早期に発見し、その異常に的確に対応すべく人材の育成と体制づくりに取り組んでいく。
- (3) 2016年熊本地震以降、し尿や浄化槽汚泥の搬入量や搬入比率の推移が計画から大きくかい離することも考えられることから、今後の運転管理において日々の運転データを蓄積し、施設や設備について熟知することが非常に重要となる。これからも地域の公衆衛生を守っているという思いを胸に、当施設の安定運転を継続していく所存である。

### (参考文献)

- (1) 一般財団法人環境衛生施設維持管理業協会, 維持管理事業所運営の手引き(運営管理・し尿処理技術編), 2013年7月, pⅡ・1・1

---

## 住友重機械技報第197号発行に当たり

---

住友重機械技報第197号をお届け致します。

本誌は、当社が常々ご指導いただいている方々へ、最近の新製品、新技術をご紹介申し上げ、より一層のご理解とご協力をいただくよう編集したものです。

本誌の内容につきましては、さらに充実するよう努めたいと考えますが、なにとぞご意見賜りたく、今後ともよろしくご支援下さるよう、お願い申し上げます。

なお、貴組織名、ご担当部署などについては、変更がございましたら裏面の用紙にご記入のうえ、FAXでお知らせいただきたくお願い申し上げます。また、読後感や不備な点を簡単に裏面用紙にご記入願えれば幸いに存じます。

2018年12月

〒141-6025 東京都品川区大崎2丁目1番1号 (ThinkPark Tower)

住友重機械工業株式会社

技術本部 技報編集事務局

(宛先)

(発信元)

住友重機械工業(株)  
技術本部 技報編集事務局 行  
FAX 横須賀 046 - 869 - 2358

貴組織名  
担当部署  
氏 名  
TEL No.  
FAX No.

住友重機械技報第197号の送付先の確認と読后感などの件

送 付 先 変 更	(旧送付先)	(新送付先)
	送付番号 _____	送付番号 _____
	組織名称 _____	組織名称 _____
	担当部署 _____	→ 担当部署 _____
	所在地 _____ 〒 _____	所在地 _____ 〒 _____

新 規 送 付 先	新しい部署ができた場合ご記入下さい。
	組織名称 _____
	担当部署 _____
	所在地 _____ 〒 _____
	必要部数 _____ 部

本 号 の 読 後 感 に つ い て	1. 本号で、一番関心を持たれた記事は。
	2. 本号を読まれたご感想をお知らせ下さい。(○印でご記入下さい。)
	1 興味深かった                      2 特に興味なし
	その理由をお聞かせ下さい。

キ  
リ  
ト  
リ  
線

## 主要営業品目

### 変減速機、インバータ

●機械式減速機：[同心軸]サイクロ減速機，サイクロギヤモータ  
アルタックス，精密制御用サイクロ減速機，コンパワ遊星歯車  
減速機，[平行軸]パラマックス減速機，ヘリカルボディボックス，  
プレストギヤモータ，[直交軸]パラマックス減速機，ハイポニック  
減速機，アステロ直交ギヤヘッド，ベベルボディボックス，ラ  
イタックス減速機，HEDCON ウォーム減速機，小形ウォーム減速  
機 ●変速機：[機械式変速機]バイエル無段変速機，バイエル・  
サイクロ可変減速機，[電気式変速機]インバータ，インバータ搭  
載ギヤモータ，サーボドライブ，DCドライブ  
サイクロ，アルタックス，コンパワ，パラマックス，ボディボックス，プレスト，  
ハイポニック減速機，アステロ，ライタックス，HEDCON，バイエルおよびバイエル・  
サイクロは，住友重機械工業株式会社の登録商標です。

### プラスチック加工機械

●プラスチック加工機械：射出成形機，射出吹込成形機，ディスク  
成形機，セラミックス成形機 ●フィルム加工機：押出機，フィルム製  
造装置，ラミネート装置 ●IC 封止プレス ●成形システム・金型：  
射出成形用金型，PET システム，インジェクションブロー成形シ  
ステム，インモールドラベリング成形システム

### レーザ加工システム

●レーザドリル装置 ●レーザアニーリング装置 ●YAG レーザ  
と加工システム

### 半導体・液晶関連機器

●イオン注入装置 ●成膜装置：(太陽電池，タッチパネル，有機EL  
用)プラズマ薄膜形成システム ●精密位置決め装置 XY ステージ  
●モーションコーポネント ●ライン駆動用制御システム ●マ  
イクロマシン ●レーザアニーリング装置 ●ウエハ研削装置

### 環境施設

●環境・エネルギー関連プラント：循環流動層(CFB)ボイラ，ロー  
タリーキルン式産業廃棄物処理施設 ●大気関連プラント：電気集  
塵装置，灰処理装置，乾式脱硫・脱硝装置 ●水関連プラント：上水  
処理施設，下水処理施設，浸出水処理施設 ●産業廃水処理装置

### 加速器，医療機器，精密機器，極低温機器，超電導磁石

●イオン加速器：サイクロトロン，ライナック，シンクロトロン ●電  
子線照射装置 ●医療機器：PET診断用サイクロトロン・CYPRIS，  
標識化合物合成装置，陽子線治療システム ●冷凍機：パルス  
チューブ冷凍機，4KGM 冷凍機，MRI 用冷凍機，クライオポンプ  
●人工衛星搭載観測装置冷却システム ●超電導磁石：ヘリウム  
フリー超電導マグネット

CYPRIS は，住友重機械工業株式会社の登録商標です。

### 物流・パーキングシステム

●自動倉庫システム ●高速自動仕分システム ●FMS/FA シス  
テム ●無人搬送システム ●機械式駐車場

### 金属加工機械

●鍛圧機械：フォーミングプレス，油圧プレス，フォーミングロール，  
超高压発生装置 ●工作機械，クーラント処理装置 ●SPS(放電ブ  
ラズマ焼結機)

### 運搬荷役機械

連続式アンローダ，港湾荷役クレーン(コンテナクレーン，タイヤマ  
ウント式ジブクレーン，タイヤマウント式LLC)，トランスファクレーン，  
ジブクレーン，ゴライアスクレーン，天井クレーン，製鋼クレーン，  
自動クレーン，コイル搬送台車，ヤード機器(スタッカ，リクレーマ，  
スタッカ/リクレーマ)，シップローダ，ベルトコンベアおよびコン  
ベアシステム，リフティングマグネット装置，コークス炉移動機械

### 船舶海洋

●船舶：油槽船，石油製品運搬船

### 化学機械，プラント

●一般プラント：紙・パルプ製造装置，化学装置，原子力装置 ●発  
電設備：循環流動層ボイラ ●压力容器：リアクタ，塔，槽，熱交換  
器 ●攪拌混合システム：マックスブレンド攪拌槽，スーパーブレ  
ンド(同心2軸型攪拌槽)，バイボラック(横型2軸反応装置)  
マックスブレンドおよびバイボラックは，住友重機械プロセス機器株式会社の登録  
商標です。

### 建設機械，フォークリフト

油圧式ショベル，移動式環境保全およびリサイクル機械，杭打機，道路  
舗装機械，フォークリフト

### タービン，ポンプ

蒸気タービン，プロセスポンプ

### その他

航空用機器，精密鑄造品，防衛装備品(各種機関銃，機関砲およびシ  
ステム)

※文章中のソフトウェア等の商標表示は，省略しております。

## 事業所

本社	〒141-6025	東京都品川区大崎2丁目1番1号(ThinkPark Tower)	技術研究所	〒237-8555	神奈川県横須賀市夏島町19番地
関西支社	〒530-0005	大阪市北区中之島2丁目3番33号(大阪三井物産ビル)	技術研究所	〒188-8585	東京都西東京市谷戸町2丁目1番1号
中部支社	〒461-0005	名古屋市東区東桜1丁目10番24号(栄大野ビル)	(田無)		
九州支社	〒812-0025	福岡市博多区店屋町8番30号(博多フコク生命ビル)	技術研究所	〒792-8588	愛媛県新居浜市惣開町5番2号
田無製造所	〒188-8585	東京都西東京市谷戸町2丁目1番1号	(新居浜)		
千葉製造所	〒263-0001	千葉県稲毛区長沼原町731番1号			
横須賀製造所	〒237-8555	神奈川県横須賀市夏島町19番地			
名古屋製造所	〒474-8501	愛知県大府市朝日町6丁目1番地			
岡山製造所	〒713-8501	岡山県倉敷市玉島乙島新湊8230番地			
愛媛製造所					
新居浜工場	〒792-8588	愛媛県新居浜市惣開町5番2号			
西条工場	〒799-1393	愛媛県西条市今在家1501番地			

本号に関するお問い合わせは，技術本部技報編集事務局(電話番号  
は下記)宛お願い致します。

住友重機械工業株式会社のホームページ <http://www.shi.co.jp/>

## 技報編集委員

委員	見上 孝一	委員	小松 幹生
	大西 良孝		天野 光昭
	平田 徹		岡林 明伸
	井上 千晶		藤本 典之
	梶谷 純平		山田 森夫
	長部 洋介		篠平 大輔
	有吉 政博		坂根 剛
	石川 賢治		石倉 武久
	諏訪 義和		増川 貞行
	鈴木雄一郎		大谷 賢一
		事務局	技術本部
		編集協力	(株)千代田プランニング

## 住友重機械技報

第197号 非売品

2018年12月10日印刷 12月20日発行

発行 住友重機械工業株式会社  
〒141-6025 東京都品川区大崎2丁目1番1号  
(ThinkPark Tower)

お問い合わせ電話 横須賀 046-869-2306

発行人 富田 良幸



住友重機械工業株式会社  
Sumitomo Heavy Industries, Ltd.

