

電業社機械

DENGYOSHA KIKAI

Vol.44 No.2 2020

No.87





(写真提供：元当社製造部機械工作課 故市川康夫氏)

電業社機械

第44巻 第2号 通巻第87号 2020

目 次

◆巻頭言

水泳の流体力学.....	伊 藤 慎一郎	1
--------------	---------	---

◆製品紹介

大阪広域水道企業団 泉北浄水池向け 送水ポンプ設備.....	高 梨 真 吾	4
	瀧 上 貴 大	
東京都下水道局 芝浦ポンプ所向け汚水ポンプ.....	佐 々 木 隆	8
	瀧 上 貴 大	
アラムコ・ウスマニアガスプラント向け ガスブロワ.....	富 田 雅 俊	12
国内プラント向け RO法海水淡水化用エネルギー回収装置	工 藤 昇 太	16
南西石油株式会社殿 西原油槽所向け 消火・海水取水ポンプ	角 晃 太 郎	20
	片 山 景 市	
火力発電所向けスクリーン洗浄ポンプ.....	大 庭 史 敬	24

◆ニュース

東北農政局殿 中央排水機場および毒蛇排水機場ポンプ設備受注.....	26
東京都下水道局殿 葛西水再生センター送風機設備再構築その4工事受注.....	27
大阪市建設局殿 海老江下水処理場向け ブロワ受注.....	28
大阪市建設局殿 中浜下水処理場向け雨水ポンプ設備受注.....	29
コスモエンジニアリング株式会社殿 コスモ石油株式会社 千葉製油所向けCO ₂ ブロワ受注.....	30
インドONGC社PIPELINE REPLACEMENT PROJECT-VI (PANNA PROCESS PLATFORM) 向け OL PUMP 3台、BOOSTER PUMP 3台 受注	31
富士電機(株)殿/電源開発(株)殿 鬼首地熱発電所向け温水ポンプ受注.....	32
ISTP31参加報告	33
関東地方整備局殿から担い手の確保・育成貢献表彰を受賞.....	34
静岡県志太榛原農林事務所長殿より優良工事表彰を受ける.....	35

◆特許と実用新案	36
----------------	----

DENGYOSHA TECHNICAL REVIEW

DENGYOSHA KIKAI

Vol.44 No.2 2020

CONTENTS

◆Foreword

Fluid mechanics in swimming	1
S. Ito	

◆Product Introduction

Water Transfer Pump of Senboku Water Treatment Plant for Osaka Water Supply Authority	4
S. Takanashi, and T. Fuchigami	
Sewage Pump for Shibaura Pump Station, Bureau of Sewerage Tokyo Metropolitan Government	8
T. Sasaki and T. Fuchigami	
Gas blowers in ARAMCO Uthmaniyah gas plant	12
M. Tomita	
Energy recovery device for desalination plant in domestic company	16
S. Kudo	
Fire Fighting and Sea Water Intake Pump for Nishihara Oil Station, Nansei Sekiyu K.K. ...	20
K. Kado and K. Katayama	
Screen Wash Pumps for Thermal Power Plant	24
F. Oba	

◆Patent	36
---------------	----



水泳の流体力学

Fluid mechanics in swimming

伊藤 慎一郎

工学院大学 工学部 機械工学科 教授
可視化情報学会 第32期会長

1. はじめに

科学技術が高度に発達し複雑な現代社会に住む我々にとって、スポーツは今や健康で豊かな生活を送る上で欠かすことの出来ないものとなっており、今後益々重要になってくると考えられる。現代のスポーツは、用具・設備・施設などのハードウェアを抜きにしては考えられないほどに、その依存度が高くなっている。このハードウェアの高性能化や安全性・快適性向上には機械工学の関与が欠かせない。しかし、スポーツは言うまでもなく機械工学的手法だけでは捉えることのできない分野であり、複雑な人間のダイナミクスを抜きに語ることの出来ない領域である。身体能力を一流の選手の動作解析を行うバイオメカニクス分野の手法とは別に人間の行動を機械的動作として考え、テクニク導出による最適動作によって記録の向上も図り、またその動作を補助するスポーツ用具を作り出す分野がスポーツ工学である。2021年には東京オリンピック・パラリンピックが開催される予定であり、国威発揚にもつながる多くのメダル獲得のためスポーツ工学の貢献はますます期待され、主体的に寄与すべき重要な課題を解決する機会は広がっていくと考えられる。

日本競泳陣の近年の活躍は目覚ましいものがあるが、彼らの泳法の中心となっているI字泳法（抗力泳法）はItoら⁽¹⁾の流体力学的解析からの提唱を実践したものである。筆者の専門分野である流体力学的観点からみたスポーツを紹介したい。

2. 水泳の流体力学

2-1 泳速度と水着の関係

4年に一度開かれるオリンピックは人間の極限の能力を評価する競技会であり、メダルの獲得とその記録によって、参加者のみならず我々一般観客もその成果によって一喜一憂される。ほぼオリンピックを期にスポーツ技術と世界記録の向上がみられる。水泳技術の変遷を、タイムを媒介として可視化してみると高速水着の影響の大きさがわかる。

その影響を、自由形100 m世界記録をグラフにして図1に可視化してみると、男子2000年と男女2009～10年に大きな不連続点が見られる。前者はサメ肌水着と革新的泳法をもたらしたイアン・ソープが登場した年であり、後者はレーザーレーサーに代表される高速水着が登場した年である。すなわち水泳の世界記録は高速水着の登場によって大きく塗り替えられたのである。サメ肌水着は

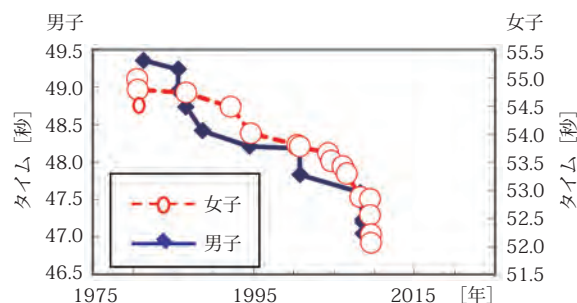


図1 自由形100m男女世界記録の変遷

サメの鱗を模擬したもので、かつて3Mが開発したりブレットに類似したものである。これは表面抵抗の主要因となる乱流抵抗を軽減する目的で表面加工されたものであったが、レーザーレーザーは撥水効果によって粘性抵抗を軽減するものであった。さらに締め付けによって流体抵抗を抑えた水着であり、特にスタートとターンの潜水時に効果を発揮した。しかしながら記録の向上は技術と努力によって達成できるものであり、用具に頼るべきではないとのことで2010年より通常水着に戻るようになった。100 m自由形に関しては2009年以降、世界記録は残念ながら男女とも生まれていない。それほど突出した記録であった。図2に示すように生物の泳速度は体長との関係がある。この関係は人間にも当てはまりフォームに依存するが、図3に示すようにそれぞれのフォームで身長が高いほど泳速度は速くなり、体格も重要な因子であることが分かるが、体格にも限界があり、もはや世界記録を破るためには泳法技術の向上しかない。

2-2 スッポン泳法

交互に四肢を使って泳ぐ生き物にスッポンがいる。スッポンは河川や湖、池沼などに生息する沼亀達と同様の亀の仲間であるが、殆ど水中で生活するために泳ぎに適した形状になっている。手足にはヒレがつき、甲羅は薄く扁平で、いわゆる流線型をしている。生物の動きは大きく分けて最大効率運動と最大速度運動の2種類に大別できる。前者は平常時の運動であり、エネルギー消費が最も少ない動作である。後者は餌を捕まえるとき、敵から逃げるとき、必死の移動動作である。人間の移動動作に当てはめると、普通の歩きが最大効率運動に、全速力の走りが最大速度運動に相当する。スッポンの動きを観察したところそれぞれの動きは足ヒレの角度とストローク角度が全く異なっていた。最大効率運動モードでは水かきは水を切るような動きで、揚力を使う運動になっているのに対し、最大速度運動時は水をヒレで捉えて押す、作用反作用の法則による抗力を使った動きになっていた。

筆者ら⁽³⁾はこれら観察したスッポンの泳ぎを数式化し、速度、エネルギーなどを計算してみた。計算によって得られた最大速度運動（最大推力運動）と最大効率運動は、それぞれが観察結果の動きとほぼ一致したのである。同じ数式を使って人間の自由形泳を計算すると、同様に最大速度運動と最大効率運動の結果と動きが得られた。この最大速度運動が図4に示すスッポン泳法あるいはI字ストロークであり、スッポンの最大速度運動と同様、手のひらは進行方向に直角であった。この泳ぎの基本は4泳法全てに当てはめられ、現在の日本の水泳陣を支えている泳ぎである。一方、計算で得られた最大効率運動は自

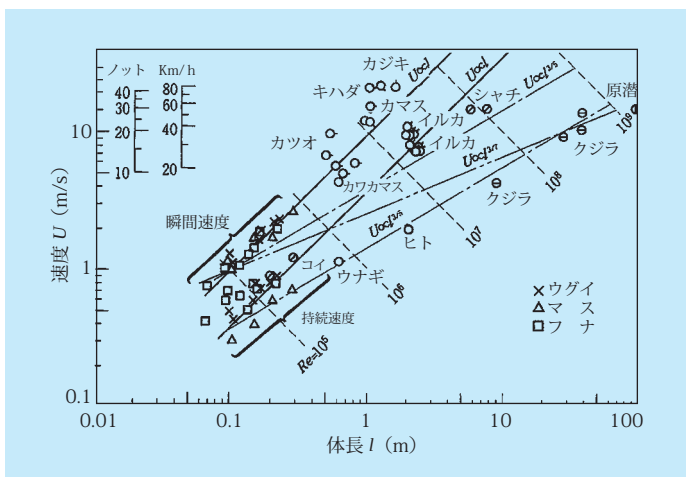


図2 種々の遊泳体の速度 (永井, 1982)

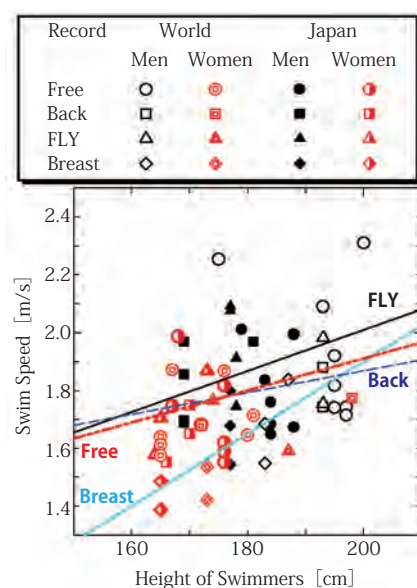


図3

由形の基本である S 字泳法（手のひらを身体に対して S の字を描く泳法）、**図 5**である。これは主に揚力を利用する泳ぎである。手のひらはスッポンの最大効率運動同様、水を斜めに切るような角度になっていた。I 字泳法以前に、長年 S 字泳法が自由形の常識となっていた理由は、「S 字泳法は無駄のない泳ぎ（最大効率）」→「達人の泳ぎ」→「達人＝競泳選手」との 3 段論法の発想がバックグラウンドにあったからだと思われる。その後、筆者らの実験⁽⁴⁾では生理学的にもスッポン泳法は 200 m 以上の距離では、選手の持つ最大速度 80% 以上になると疲労物質（乳酸）の蓄積が少なく、競泳には有利であることが確かめられた。

人間は理性があるがゆえに、本能本来の動きを変えてしまった。競泳のみならずスポーツではもう一度、本能の動きに立ち戻ってみるべきではないだろうか。

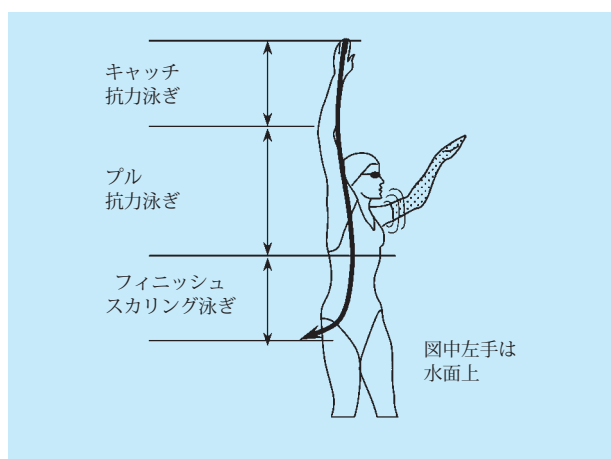


図 4 最速・スッポン泳法のストローク
手のひらは進行方向軸に直角にそして、ほぼまっすぐに動かす。
I 字プルストロークと命名。

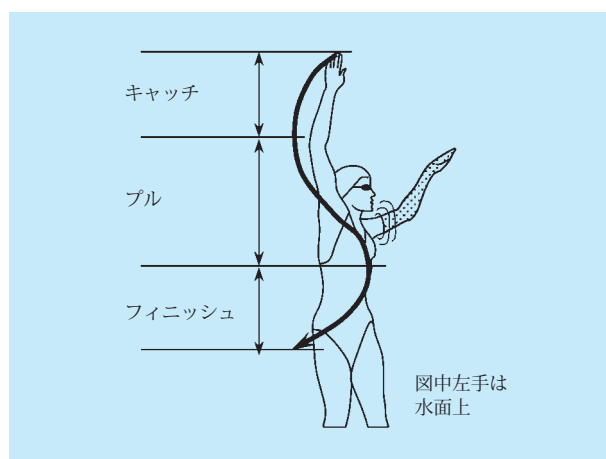


図 5 自由形の一般的なストローク
手のひらは身体から見ると S 字を描いているため、S 字プルストロークと呼ばれる。

3. おわりに

科学的な根拠に基づき、効率的で、個々の選手に適した泳法のトレーニングにより、体格の劣る日本人でも世界に通用することを近年の日本水泳陣は示してきた。今後は、世界に匹敵するような体格を持ち、実力のあるジュニアエリートの育成することにより益々の活躍を期待したい。さらに高度なスポーツ技術は科学的サポートが不可欠であり、幅広い分野の融合であるスポーツ工学も一役買っている。トレーニング用具・器具、スポーツ用具・ウェアらもスポーツ技術の進化と共に進んでいる。スポーツと工学は密接な関係にある。

<参考文献>

- (1) ITO, S., Okuno, K., 2003.6, A Fluid Dynamical Consideration for Armstroke in Swimming, BIOMECHANICS AND MEDICINE IN SWIMMING IX, pp.39 ~ 44, Pub. de l'univ. de Saint-Etienne.
- (2) 伊藤慎一郎, 世界的スイマーの育て方への提言, 2006, 日本水泳・水中運動学会年次大会講演論文集
- (3) ITO, Shinichiro, AZUMA, Akira, 2001.9, Analysis of Thrust Performance for Paddling Locomotion, Theoretical and Applied Mechanics, 50, pp.217 ~ p.280., University of Tokyo Press.
- (4) S. Ito, T. Matsumoto and D. Abe, 2008.3, A Difference of Blood Lactate Level in Freestyle Swimming between S-Shaped and I-Shaped Stroke, Books of Abstracts, the 1st International Scientific Conference of Aquatic Space Activities, (Tsukuba, Japan), p.58, CD-ROM pp.358-361.
- (5) Achenbach, E., Experiments on the flow past spheres at very high Reynolds numbers, J. Fluid Mech. 54: 565-575.

大阪広域水道企業団 泉北浄水池向け 送水ポンプ設備

高梨真吾 瀧上貴大

Water Transfer Pump of Senboku Water Treatment Plant for Osaka Water Supply Authority

By Shingo Takanashi and Takahiro Fuchigami

Senboku Water Treatment Plant is located in the south of Sakai-City, Osaka. Senboku water treatment plant is gathering water from several pump stations such as Tondabayashi Pump Station and so on. DMW has supplied new water supply pipelines from near several pump stations to Senboku water treatment plant in order to make treated water supply more reliable and safety against disasters.

DMW contracted the design, manufacture, installation and commissioning of water transfer pumps with accessories.

1. はじめに

大阪府の水道設備はこれまでも耐震化を含めた老朽化施設の計画的な更新を行ってきたが、大幅な水需要の見直しに伴い、施設更新についてさらなる効率化、重点化を図り、災害に対する安全性を強化するための施設整備マスタープランが策定されている。

泉北浄水場もマスタープランの対象となり、泉北浄水池から付近の配水池に向けて送水管を敷設し、供給を多重化することで安定性の強化を図っている。今回はその配水池へ送水するため、送水ポンプ設備を新たに設けた。

2. 送水ポンプ設備の概要

本送水ポンプ設備はポンプ設備、送水管設備、流量・圧力調整設備、電気設備で構成されている。送水管敷設工事は現在も継続しており、現在は低揚程のニュータウン配水池へ送水し、将来は高揚程の西之山配水池へ送水する計画である。今回工事にて高揚程仕様ポンプのインペラを付属品として納めており、将来高揚程で送水する場合には現地で高揚程仕様インペラに取り替える計画となっている。現状の低揚程ポンプ仕様は、吐出し量714 m³/h、全揚程55 mのφ300×200送水ポンプ4台が設置されており、高揚程ポンプ仕様は吐出し量672 m³/h、全揚程86 mである。送水流量や送水圧力の制御方法と



図1 位置図

Fig.1 Site location



図2 送水ポンプ据付状況

Fig.2 View of pumping station

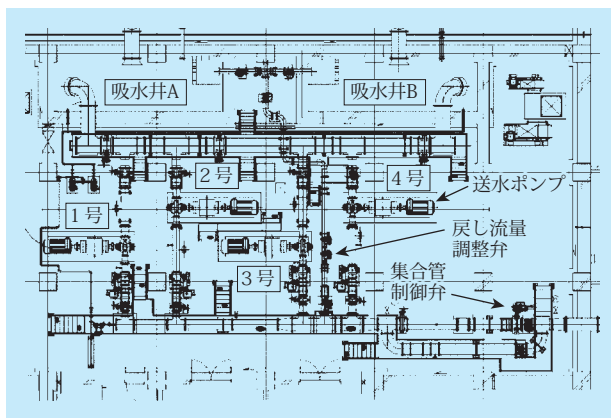


図3 全体据付図

Fig.3 Sectional view of pumping station

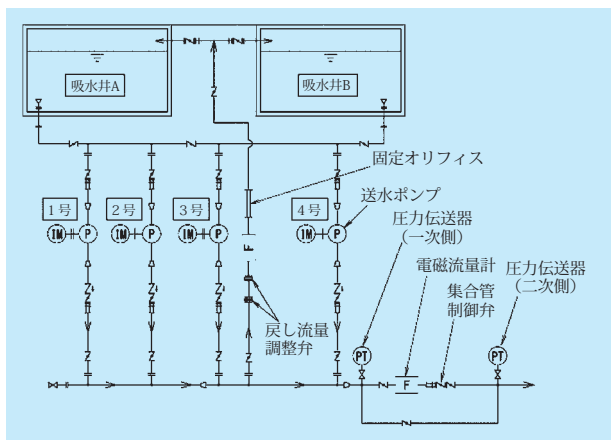


図4 系統図

Fig.4 System diagram of pumping station

して、送水ポンプの運転台数制御や、集合送水管に設けた流量調整弁の開度制御、集合送水管から吸水井への戻しシステムを使用した制御を行っている。

3. 設備の概要

3-1 送水ポンプ

送水ポンプは浄水を高い場所にある配水池に送るためのポンプである。送水ポンプの仕様を表1に示す。現状の低揚程仕様から将来の高揚程仕様に変更する際、ケーシングは流用し、現地でインペラのみを交換する計画であり、高揚程用のインペラを付属品として全台分納入している。

ポンプの過少流量側と過大流量側の流量範囲において、一定以上の高効率指定があり、ケーシングを流用し、低揚程と高揚程の両仕様インペラでも指定効率を満足する特殊仕様のポンプ設計としている。

表1 送水ポンプ仕様

Table 1 Pump Specifications

形 式	横軸両吸込渦巻ポンプ
吸込／吐出口径 (mm)	300 / 200
吐 出 し 量 (m ³ /h)	714 (672) ^{*1}
全 揚 程 (m)	55 (86) ^{*1}
取 扱 流 体	上水
電 動 機 出 力 (kW)	220
台 数	4

*1：括弧内の数値は高揚程時の仕様を示す

次に、ポンプの外観図を図5に示し、以下に本ポンプの特徴を記す。

- ① ウォータハンマ対策として当社最大級のフライホイールを備えている。
- ② 軸受は質量が大きいフライホイールを支持するため、円筒ころ軸受とし、ファンによる冷却方式を採用している。
- ③ 高揚程用の羽根車は脈動対策として、千鳥羽根としている。
- ④ 上水用のポンプのため、ケーシング割面の液状ガasketに食品機械用のグリースを使用している。

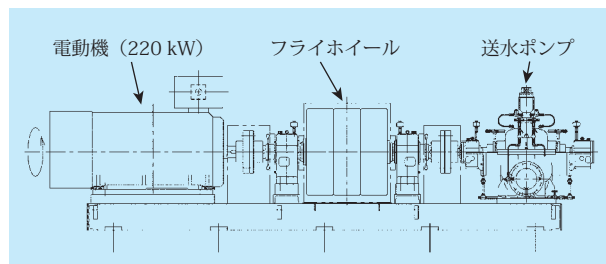


図5 ポンプ外形図

Fig.5 Outline Drawing of the Pump

また、各軸受は油漏れ対策を施した構造とし、日常点検用に油面計および接点付温度計を付属している。

3-2 制御方法

本送水ポンプ設備は流量一定制御と圧力一定制御の制御方法を任意で選択し、送水流量または圧力の制御を行う設備である。

3-2-1 運転台数および弁開度による制御

送水集合管に設けた電磁流量計により測定した流量、または圧力伝送器により測定した圧力を、目標値と比較して送水ポンプ運転台数や集合管制御弁の開度を調整し制御を行っている。

なお、集合管制御弁は低揚程仕様と高揚程仕様の両仕様で使用可能であり、使用範囲における弁開度でバルブキャビテーションが発生しないようキャビテーション抑制型を採用した。

3-2-2 戻し系統による制御

送水流量が少なくなった場合に、戻し系統を使用することにより、ポンプの過少流量域での連続運転を避けるために、送水集合管から吸水井へ送水流量を戻す系統を設けている。本系統は戻し流量調整弁と固定オリフィスにて流量調整を行っており、戻し流量調整弁はいかなる開度においてもキャビテーションが発生しないように多孔オリフィス弁を使用している。

戻し流量調整弁全開時の最大戻し量はポンプ1台の定格流量の約80%としており、ポンプの全送水量を戻した場合においても振動などが小さく安定した運転点での連続運転が可能となるよう設計している。



図6 戻し系統の状況

Fig.6 View of water return system

3-3 脈動対策

低脈動とするために高揚程のインペラは千鳥羽根を採

用し、現地の機器および配管の構成での脈動の解析を行い、有害な脈動の発生は無いことを確認した。そして、工場試運転にてポンプの脈動測定を行い、解析結果通りの脈圧値であることを検証し、現地試運転でも脈圧値の測定を行い、解析通りに有害な脈動は発生していないことを検証した。

3-4 CFD解析

3-4-1 ポンプ内部の解析

低揚程仕様および高揚程仕様における定格流量の120%の運転状態において、ポンプ内部および羽根車吸込部の圧力低下によるキャビテーションなどの異常が発生しないことをCFD解析にて確認を行った。有害な圧力低下が発生する場合は、発生個所に青色などで示されるが、今回の解析結果は図7に示すように圧力低下の発生がないことを確認した。

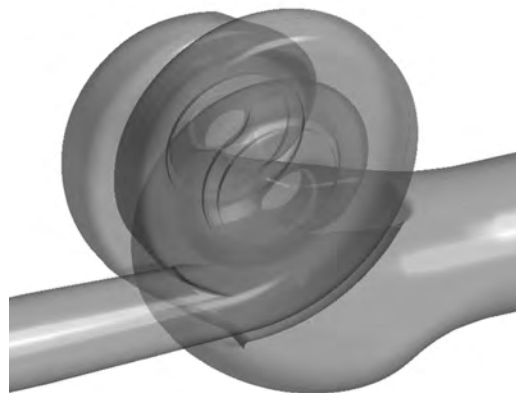


図7 ポンプ内部の解析結果

Fig.7 CFD analysis of Casing (computational fluid analysis)

3-4-2 吸水井の吸込渦の解析

吸込渦の無対策の状態ではポンプを運転した場合の吸水井内の渦解析を行ったところ、有害と判断できる水中渦の発生が確認された(図8)。そのため吸水井内の吸込管の形状と取付方向を変更することで、床面や壁面に到達する渦はなくなり、水中渦発生を抑制を図った(図9)。

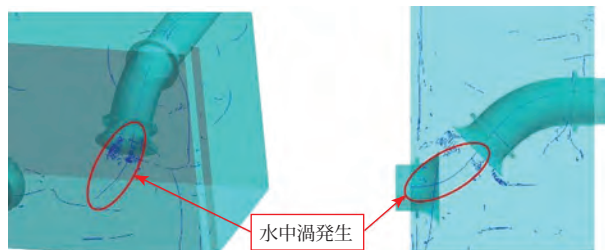
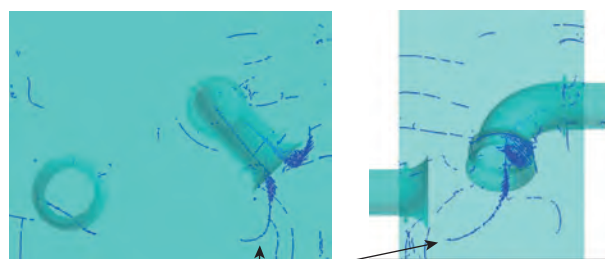


図8 無対策の吸水井解析結果

Fig.8 Vortex of Suction well Without Countermeasure



渦中心線は壁面、
床面に到達していない。

図9 対策後の吸水井解析結果
Fig.9 Vortex of Suction well With Countermeasure

4. おわりに

大阪広域水道企業団 泉北浄水池向け送水ポンプ設備の概要を紹介した。送水ポンプは安全な水道水を安定して供給するための重要機器である。今後も安定したポンプ性能、維持管理性の良いポンプ設備を提供していく所

存である。

本設備の設計・製作にあたり終始適切なご指導とご協力を頂いた大阪広域水道企業団殿の関係各位のご協力に心より感謝の意を表します。

<参考文献>

- (1) 大阪広域水道企業団 水道用水供給事業
施設整備マスタープラン
<http://www.wsa-osaka.jp/joho/plan>
(2020/10/5 アクセス)
- (2) 泉佐野市上下水道局ホームページ
<https://www.water.izumisano.osaka.jp>
(2020/10/5 アクセス)

<筆者紹介>

高梨真吾：2005年入社。主にポンプ設備のシステム設計業務に従事。現在、プラント建設部 システム設計1課 主任

淵上貴大：2011年入社。主にポンプの計画見積業務に従事。現在、産業システム技術室水力技術課 主任



東京都下水道局 芝浦ポンプ所向け汚水ポンプ

佐々木 隆 瀬上 貴大

Sewage Pump for Shibaura Pump Station, Bureau of Sewerage Tokyo Metropolitan Government

By Takashi Sasaki and Takahiro Fuchigami

The sewage pump facility of Shibaura pump station sends sewage to Shibaura Water Reclamation Center. This pump has the biggest pump capacity, head and power vertical spiral mixed flow pumps that DMW has supplied to Tokyo Metropolitan Government.

The height of discharge piping from pump discharge to pressure regulated water tank is about 44 meters, and the difficult site installation work have completed.

1. はじめに

芝浦ポンプ所の汚水ポンプ設備は、本ポンプ所芝浦系に流入する汚水を吸揚し、芝浦水再生センターへ送水する設備である。芝浦水再生センターは昭和6年に稼働した東京都で3番目に古い水再生センターである（図1）。同センターの処理区域は、千代田・中央・港・新宿・渋谷区の大部分および品川・文京・目黒・世田谷・豊島区の一部で、面積は6 640haとなり、JR山手線の内側の広さに相当する。処理した水は東京湾（運河）へ放流し、その一部を繊維ろ過してセンター内で機械の洗浄・冷

却・トイレ用水に使用しているほか、オゾンによってさらにきれいにした後で近隣地区にトイレ用水などとして供給している。

今回納入した汚水ポンプ設備は、当社が東京都下水道局殿に納入する最大口径の立軸渦巻斜流ポンプで、高揚程・大容量・高出力の特徴がある。また、汚水ポンプから調圧水槽までの吐出し配管の高さが約44 mもあり、難易度の高い配管の施工を行い、工事が完了したので以下に報告する。

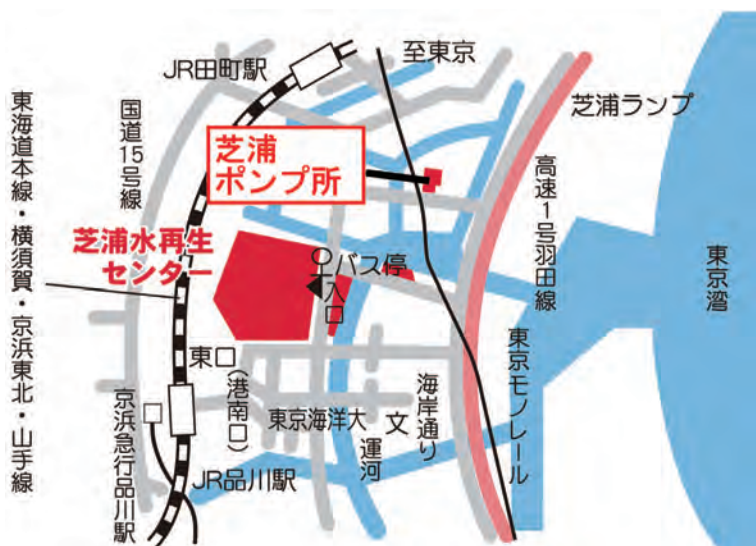
図1 ポンプ所位置図⁽¹⁾

Fig. 1 Location of Pumping station

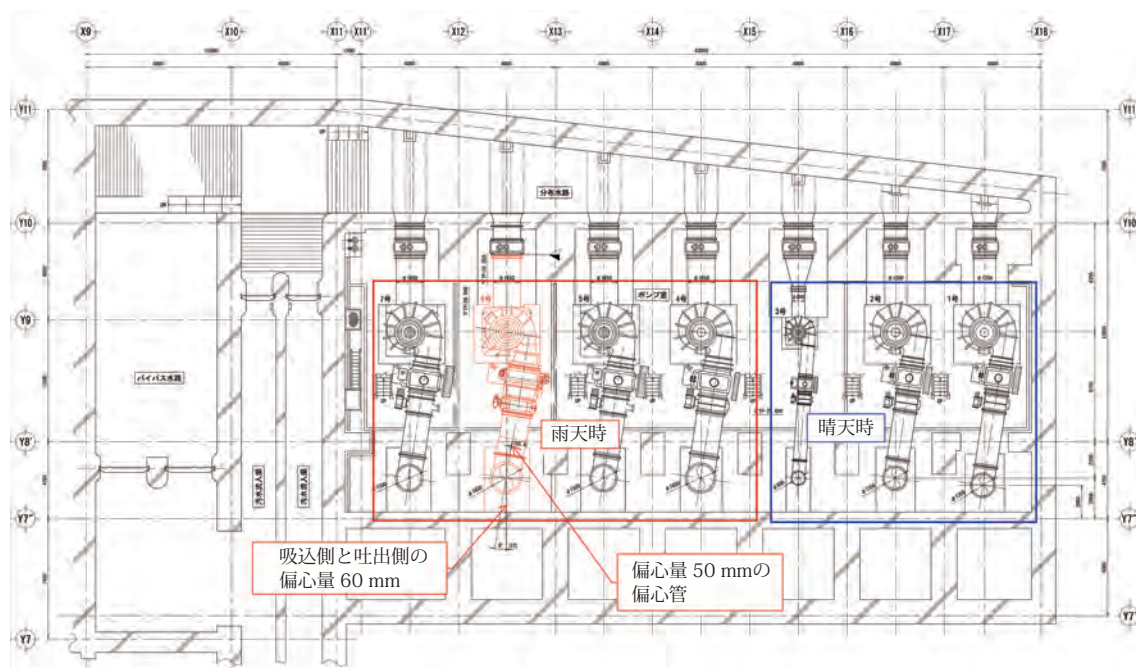


図2 ポンプ位置図

Fig.2 Layout of pumping station

2. 機場の概要

本機場は、晴天時の少量水送水時は芝浦系汚水ポンプ1号～3号のいずれかを運転し、雨天時の降雨状況により、同4号～7号を運転する。今回は雨天時に運用する芝浦系汚水ポンプ6号を新たに増設した(図2)。また、汚水ポンプの軸封装置は更新毎に無注水化を図っている。

3. 設備の概要

3-1 芝浦系汚水ポンプ6号

汚水ポンプの仕様を表1に示す。また、ポンプの外観図を図3に示す。ポンプは3床式であり、中間床に軸受台を配置している。本ポンプの特徴を以下に記す。

- ① ケーシングは鋳鉄製でダブルボリュート構造となっている。FEM解析による強度評価を行い、補強

リブを適切な位置に配置して、十分な強度を有するケーシングを設計した(図4)。

- ② 輸送・搬入口サイズや機場の配管レイアウトを考慮して、ケーシングの吐出しノズル部を分割するとともに、分割部分をルーズ管とすることでスペースの制限に対応した。
- ③ ポンプのスラスト軸受には、転がり軸受(オイル潤滑)を採用し、冷却用のファンを設けている。
- ④ ポンプのラジアル軸受および中間床軸受ユニット(グリス潤滑)は、グリス排油のメンテナンス作業性を考慮し、排油ランナ、グリス掻出し棒などを設けている。
- ⑤ 使用流体が汚水ということを考慮し、メカニカルシールの清掃が行えるよう、軸封部にはフラッシング配管を設けている。

3-2 ポンプ工場試験

ポンプの工場試験では、工場の高さ制限から中間軸および中間床部分を省略した状態で行った。工場試験時の状況を図5に示す。試験では、汚水ポンプの性能および機能を十分に発揮することを確認した。

4. 汚水ポンプ6号用吐出し配管の施工

今回工事の吐出し配管の施工範囲は図6に示す朱書き箇所である。汚水ポンプの吸込管から調圧水槽の吐出し

表1 汚水ポンプ仕様
Table 1 Pump Specifications

形式	立軸渦巻斜流ポンプ
吸込/吐出し口径 (mm)	1 650 / 1 650
吐出し量 (m ³ /min)	365
全揚程 (m)	37
取扱流体	汚水
電動機出力 (kW)	2 900
台数	1

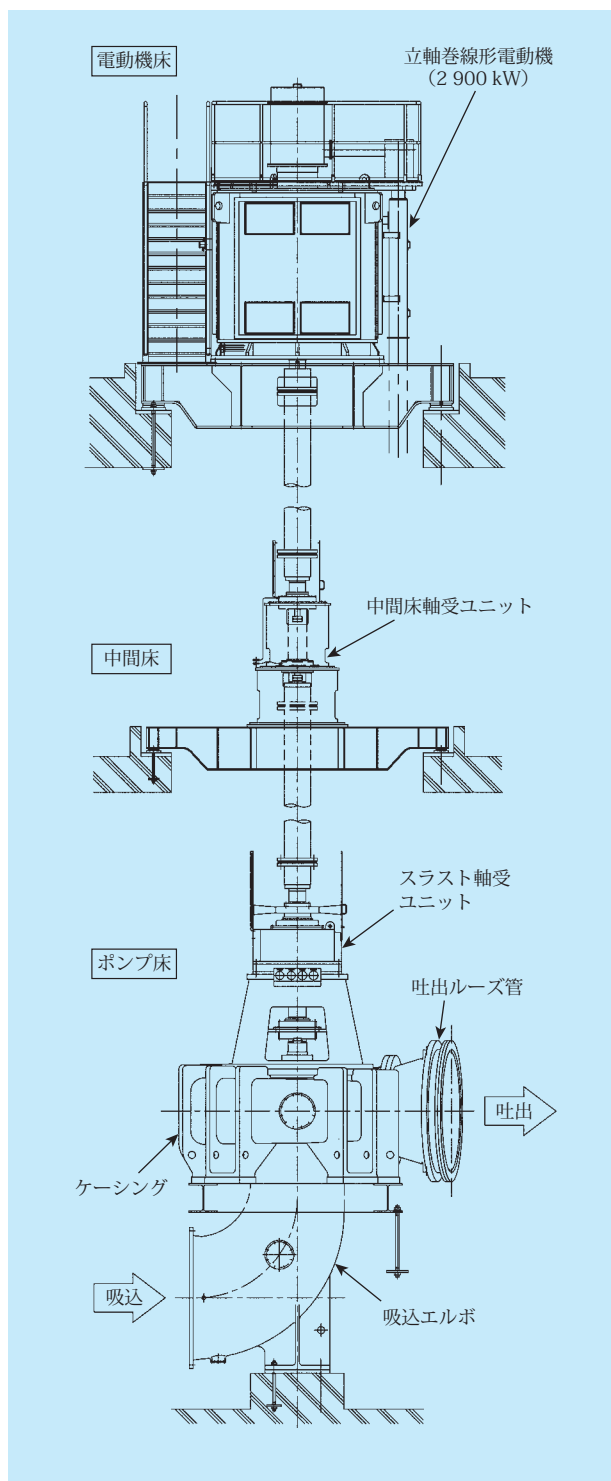


図3 ポンプ外観図

Fig.3 Outline Drawing of the Pump

管芯までの高さが約44 mもあり、また既設の吸込側と吐出し側の取合配管の口径が1 650 mmと大きく、配管の据付調整が困難なため、据付誤差が大きくなると調整作業に時間を要し、工期内に完了ができない現場状況であった。このような据付の問題点を未然防止すべく、工

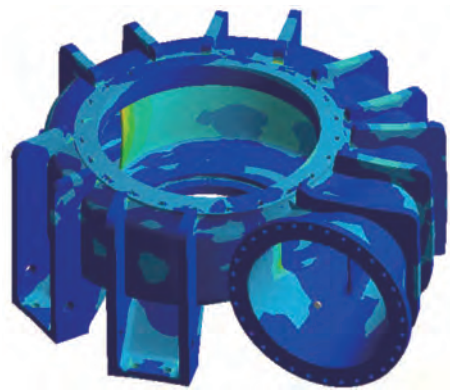


図4 FEM解析結果

Fig.4 FEM Analysis Result of Casing



図5 工場試験状況

Fig.5 Shop Test

事業者の協力の下で現地測量を複数回実施した結果、以下の設計的な課題があった。

- (1) 吸込側と吐出し側の管芯の相違に対する対策
- (2) 取合フランジの倒れに対する対策
- (3) 立ち上がり配管の据付精度に対する対策

4-1 管芯の相違

吸込管側と吐出し管側の平面的な管芯の偏心量は60 mmであった。そのため、偏心管を製作し、吐出し管に設置することによって、吸込管側と吐出し管側の偏心量を吸収し、円滑に据付完了することができた(図2)。

4-2 取合フランジの倒れ

吸込管側と吐出し管側の取合部のフランジの倒れに対しては、測量結果に応じたスペーサを製作し、倒れを補

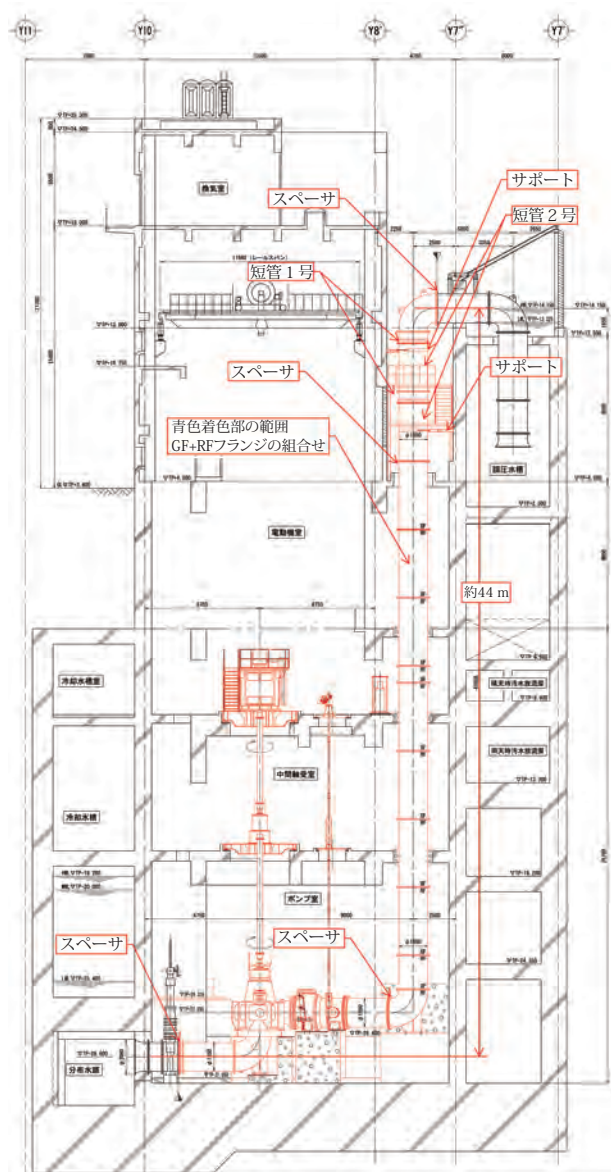


図6 据付断面図

Fig. 6 Sectional view of pumping station

正した。また、立ち上がりの吐出配管はダクタイル鋳鉄管の製作精度や施工中の据付誤差などを考慮して、フランジの水平度を確保する工夫をした。

4-3 立ち上がり配管の据付精度

吐出し管側の立ち上がり配管の対策は、組立時に生じる据付誤差や取合フランジのねじれなどを考慮して、配管の送水圧力の低い管頂部付近にK形短管1号と2号を2箇所設置し、フランジのねじれと配管の傾きを吸収した。短管2号の搬入状況を図7に示す。K形短管1号と2号の周辺には運転中の振動などを考慮して、サポートで補強を行った。



図7 配管の搬入状況

Fig. 7 View of ductile iron pipes

5. おわりに

東京都下水道局 芝浦ポンプ所向け汚水ポンプ設備の概要を紹介した。こうした近年にない難易度の高いポンプ工事を無事完了させたことは会社の技術力向上に繋がった。今後の既設ポンプの更新や増設工事において、本稿が少なからず参考になれば幸いである。

〔謝辞〕

おわりに、本設備の設計・製作にあたり終始適切な指導とご協力を頂きました東京都下水道局殿の関係各位ならびに現地測量に協力頂いた工事業者殿に心より感謝の意を表します。

<参考文献>

- (1) 東京都下水道局ホームページ
<https://www.gesui.metro.tokyo.lg.jp/>
 (2020/9/30 アクセス)

<筆者紹介>

- 佐々木 隆：2001年入社。主にポンプ設備のシステム設計に従事。
 現在、プラント建設部システム設計2課 担当課長。
- 淵上 貴大：2011年入社。主にポンプの計画見積業務に従事。
 現在、産業システム技術室 水力技術課 主任。

アラムコ・ウスマニアガスプラント向 ガスブロワ

富田 雅俊

Gas blowers in ARAMCO Uthmaniyah gas plant

By Masatoshi Tomita

DMW turbo blowers are used in various gas processing plants and petroleum refinery plants. This time, we, DMW, supplied 2 sets of blowers to Saudi Arabian Oil Company (ARAMCO) for Uthmaniyah gas plant in Saudi Arabia. Our gas blowers are used for venting sulfur fume in sulfur recovery units. This report shows design features of the Sulfur fume blower.

1. はじめに

当社のターボブロワは、ガス処理、石油精製プラントに数多く納入されている。今回、Saudi Arabian Oil Company (ARAMCO) 社のガスプラント向けに、ガスブロワを2台受注した。納入先であるサウジアラビアのUthmaniyahは、サウジアラビア東部州の内陸側であり、ホフーフ市街地近郊に位置している。納入先の世界最大級の天然ガス加工処理プラントであるUthmaniyah gas plantは、油田から出る付随ガスを処理するマスターガスシステムの一環として、1981年から稼働している。近年、操業の安全性や効率を強化しつつ生産性を向上させたことにより、世界経済フォーラムにて第四次産業革命の技術活用をリードする製造施設として認定された中東で唯一のプラントである⁽¹⁾。パイプラインと機械設備の検査に、ドローンやウェアラブル技術を活用して施設内の検査時間を90%短縮している。今回、Uthmaniyah gas plantの近郊にあるHawiyah gas plantに、類似仕様のブロワを8台納入した実績が高く評価され、設備更新の受注につながった。

このたび、受注したSulfur fume blowerの工場出荷が完了したので、以下にその概要を紹介する。納入先であるサウジアラビアのUthmaniyahの位置を図1に示す。

2. 機器構成

2-1 全体構成

ブロワユニットの全体構成を図2の系統図に示す。今回納品したSulfur fume blowerは、電動機駆動の片吸

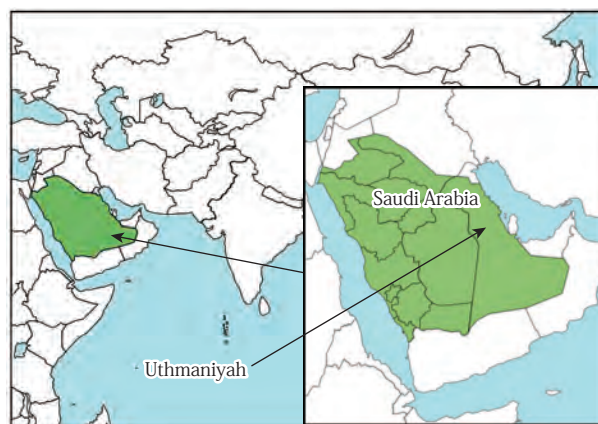


図1 サウジアラビア Uthmaniyah
Fig. 1 Uthmaniyah in Saudi Arabia

込鋼板製単段ターボブロワである。ブロワの軸受はオイルバス潤滑方式のころがり軸受を採用し、強制給油装置を必要としない。ケーシングは保温を目的としたジャケット部を有する二重ケーシングを採用している。ブロワケーシングの軸封部には、取扱気体の漏洩を防止する対策として、カーボンリングシールを採用している。ブロワの吸込および吐出しラインには伸縮管継手を設置している。以下に各構成機器について述べる。

2-2 ブロワの仕様

Sulfur fume blowerは硫黄回収装置で回収された硫黄を保管するタンク内の、硫黄分を含むガスを排出するためのブロワである。表1にSulfur fume blowerの仕様、図3に外観を示す。

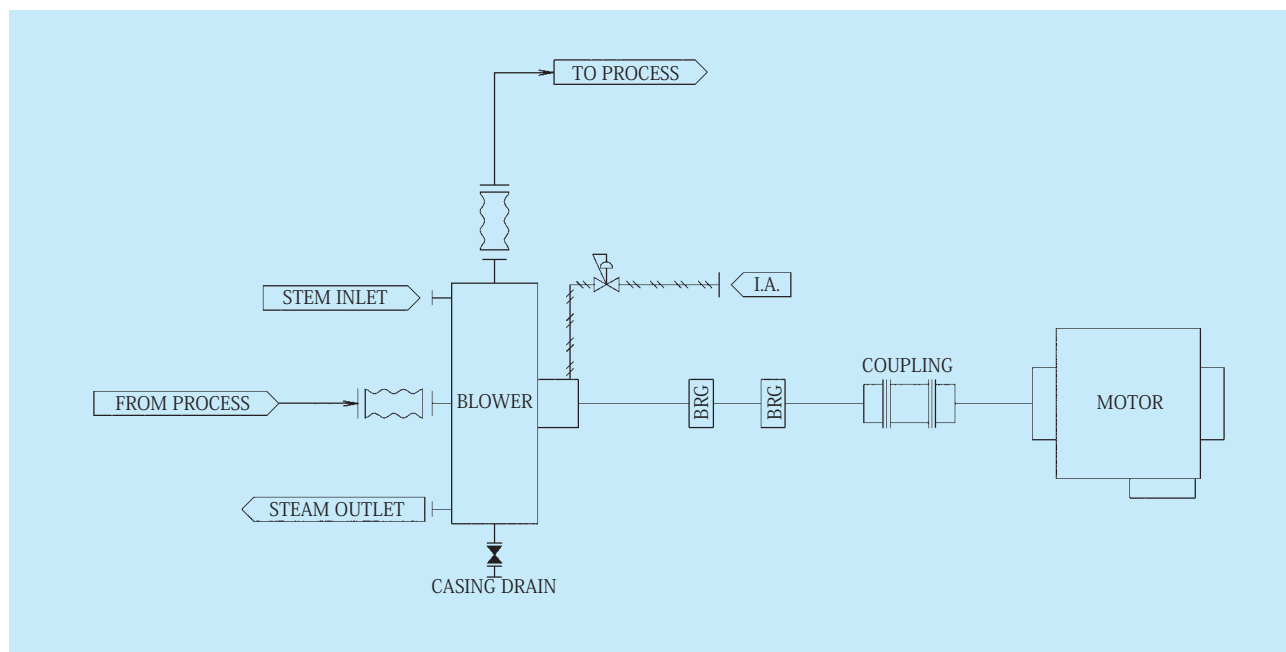


図2 系統図
Fig.2 P&I Diagram

表1 ブロワ仕様
Table 1 Blower specifications

形 式	鋼板製片吸込 単段ターボブロワ
吸込／吐出し口径 (mm)	300/250
風 量 (m^3/min)	約78
昇 圧 (kPa)	約16
取 扱 気 体	Vent gas
電 動 機 出 力 (kW)	55
台 数	2

2-3 ブロワの構造と特徴

本ブロワは当社オリジナルの構造が採用されたブロワである。その構造と特徴を以下に述べる。

ブロワのインペラには、耐食性を考慮し、フェライト・オーステナイト系二相ステンレス鋼を採用している。また、インペラを設計する上で、FEM解析にて強度評価を実施し最適な形状検討と信頼性を確認している。FEM解析の例を図4に示す。ブロワのシャフトは、マルテンサイト系ステンレス鋼を採用している。



図3 Sulfur fume Blower外観
Fig.3 View of Sulfur fume blowers

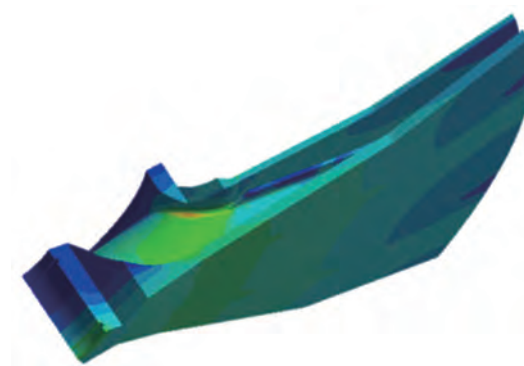


図4 FEM解析の一例
Fig.4 Example of FEM analysis

ケーシングは鋼板を使用した軸方向分割構造を採用している。軸方向分割のため、吸込口を取外すことでメンテナンスが実施できる構造であるほか、点検口を設けた

ことでケーシング内部の点検が可能である。また、取扱気体であるVent gasは硫黄酸化物を含むため、低温時にケーシング内部に付着・堆積する。上述の状況を回避するために、ケーシングの保温を目的としてVent gasの接する流路部と低圧蒸気による保温部を有する、二重ケーシング構造としている。図5にケーシング外観を示す。

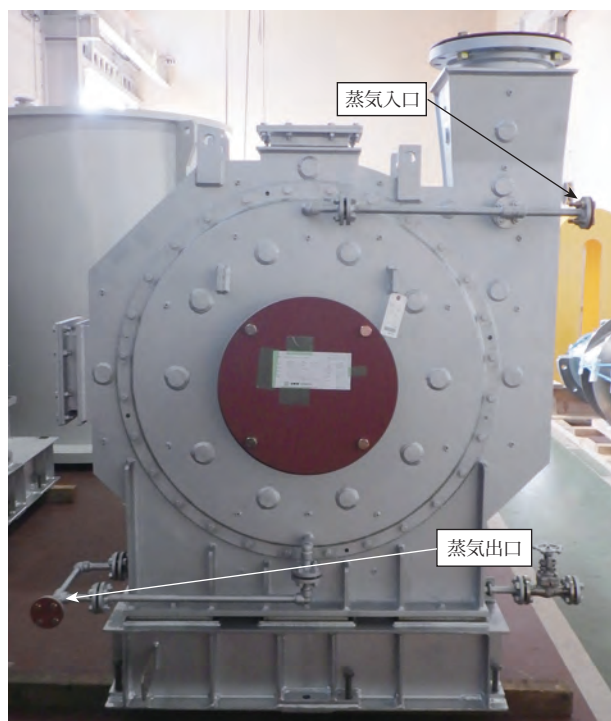


図5 ケーシング外観
Fig.5 View of casing

軸受ユニットは水平二ツ割構造を採用しており、上部軸受箱の取外し作業のみで、内部点検が可能な構造となっている。軸受はころがり軸受を採用している。回転体自重によるジャーナル荷重、およびブロウの昇圧によって生じるスラスト荷重を2つの深溝玉軸受によって支持している。また、軸受の潤滑方式はコンスタントレベルレベルオイラによるオイルバス潤滑としている。軸受の冷却は、自己空冷方式を採用した。シャフトに付属する冷却ファンからの強制対流により軸受箱全体を冷却している。強制対流による通風と、現地での直射日光による輻射熱を考慮して、軸受ユニット全体を冷却用カバーが覆った構造としている。図6に、冷却用カバーの外観を示す。

3. 工場試験

工場における性能試験は、JIS B 8340に沿って実施し、

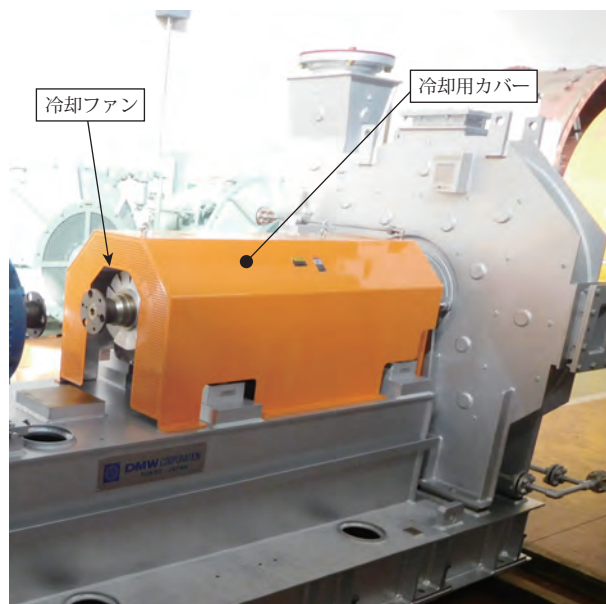


図6 冷却用カバー 外観
Fig.6 View of cooling fan cover

要求仕様を全て満足する結果を得た。また、ブロウの振動、軸受温度についても許容値を十分に満足し、機械的に健全な状態である結果を得られた。社内試運転時の様子を図7に示す。



図7 工場試験
Fig.7 Factory acceptance test

4. おわりに

アラムコ・ウスマニアガスプラント向けのガスブロウの概要を説明した。当社は中東、中央アジア地域で多くの実績を有しており、高い信頼性の評価を頂いている。その中で、ブロウはプラント内で重要な役割を担っているため、今後も、設備の用途、重要性を十分に認識し、

顧客の信頼と満足を得られるよう努力していく所存である。

おわりに、本ブロワの計画・製作にあたり適切なご指導、ご助言を頂いた関係各位に厚く御礼申し上げます。

<参考文献>

- (1) Refining & Petrochemical
<https://www.refiningandpetrochemicalsme.com/refining/24773-world-economic-forum-recognises-aramco-as-a-leader-in-the-fourth-industrial-revolution> (2020/11/16アクセス)

<筆者紹介>

富田 雅俊：2012年入社。主にブロワの設計業務に従事。
現在、気体機械設計部 ブロワ設計課 主任



国内プラント向け RO法海水淡水化用エネルギー回収装置

工藤 昇太

Energy recovery device for desalination plant in domestic company

By Shota Kudo

Reverse Osmosis (RO) method separates sea water to low pressure fresh water and high pressure concentrated seawater through the RO membrane feeding high pressure seawater. Recovering and reusing the energy from high-pressure concentrated seawater by using our system, so Energy consumption of seawater desalination plants can be saved. We have supplied energy recovery device for RO method seawater desalination to domestic company. We introduce overview of energy recovery device and pumps.

1. はじめに

逆浸透（以下ROと略記）膜方式の海水淡水化は、海水に高圧ポンプで高い圧力をかけRO膜に供給することで淡水と濃縮海水に分離される。濃縮海水はRO膜入口の高圧海水とほぼ同等の圧力を有している。当社の往復動式エネルギー回収装置（以下ERDと略記）はRO膜から排出される高圧の濃縮海水の圧力エネルギーを回収・再利用することで高圧ポンプの容量が小さくでき、海水淡水化設備の消費エネルギー低減が図れる。平成28年度に優秀省エネルギー機器として、日本機械工業連合会会長賞（図1）を受賞した。

今回、国内プラントの造水設備（造水量2 400 m³/日）新設工事において、ERD、高圧ポンプおよび増圧ポンプを受注し、設計・製作・試運転のうえ、製塩会社に納入を完了した。造水設備により得られた淡水は、海水に含まれる有用資源を製品化する工程で使用され、さらに濃縮海水も利用される。

以下に納入したERDおよびポンプ類の概要を紹介する。

2. 機器構成

2-1 全体構成

造水設備の全体構成を図2に、ERD外形図を図3に示す。造水設備は取水ポンプ1台、前処理設備、RO膜、高圧ポンプ1台、増圧ポンプ1台、ERD1ユニット、ERD制御盤1面より構成される。ERDはFRP製シリンダ2本、切替弁2基、逆止弁2セットより構成される。切

替弁内の流路を切り替えることによりシリンダ内に低圧供給海水と高圧濃縮海水が交互に供給され、シリンダ内のピストンを介して高圧濃縮海水の圧力エネルギーが伝達された供給海水は増圧ポンプによってRO膜、ERDおよび配管にて生じた損失ヘッド分が加圧されRO膜へ供給される。表1にERDの設計仕様を、図4に外観を示す。



図1 優秀省エネルギー機器 日本機械工業連合会会長賞

Fig.1 Japan Machinery Federation chairman's award

表1 ERD設計仕様

Table 1 ERD specification

形 式	往復動式 エネルギー回収装置
FRPシリンダ内径 (inch)	14
シ リ ン ダ 本 数	2
高 圧 濃 縮 海 水 流 量 (m ³ /h)	122
E R D 入 口 圧 力 (MPa)	約4.3
エ ネ ル ギ ー 回 収 効 率 (%)	98
切 替 弁 動 作	電動式
電 動 機 定 格 (kW)	3.3

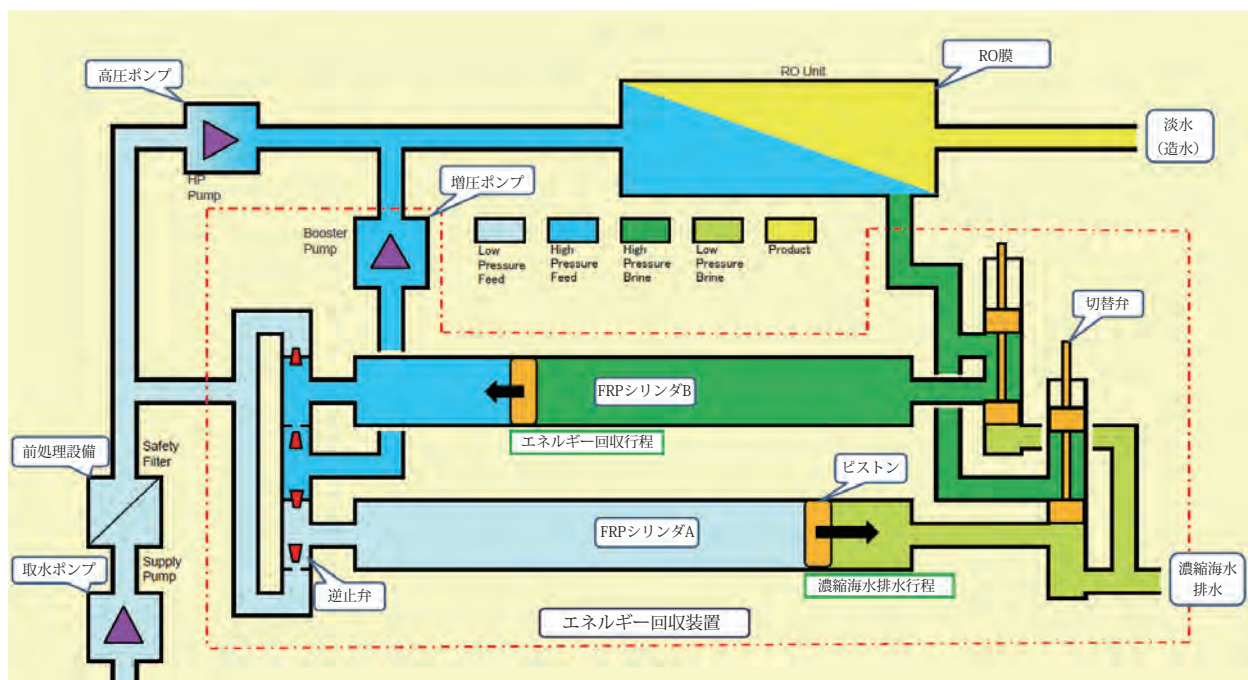


図2 全体構成
Fig.2 P&I Diagram

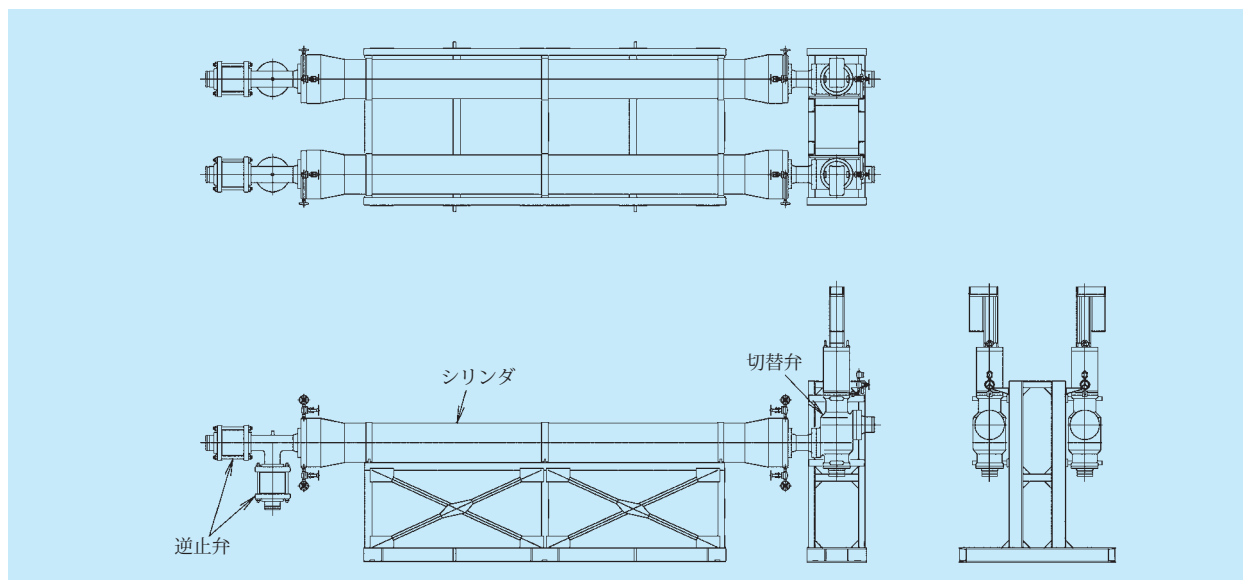


図3 ERD外形図
Fig.3 ERD outline drawing

2-2 シリンダ

シリンダは材質がFRPで内径14インチ、長さ5 m、2本1組で構成される。内部にピストンが封入され、濃縮海水と供給海水を分離する。片側のシリンダはRO膜から排出された高圧濃縮海水が注入され、この圧力エネルギーがピストンを介してあらかじめ注入されていた低圧海水に伝達されるエネルギー回収行程を行う。流体同士でエネルギー置換を行うため、エネルギー回収効率は

98%と高効率である。もう片方のシリンダは取水ポンプから海水が供給されると同時に、エネルギーが回収され低圧となった濃縮海水を排水する行程を行う。

シリンダ内のピストン位置はシリンダに取り付けられたセンサにより検出され、エネルギー回収行程と濃縮海水排水行程を交互に繰り返すことにより連続的なエネルギー回収を可能とする。



図4 ERD外観
Fig.4 View of ERD

2-3 切替弁

切替弁は主要部材質がスーパー二相ステンレススチール（SDSS）で、頂部に取り付けられた電動アクチュエータにより内部のスプール弁を駆動させ、ピストンの移動方向、すなわち、エネルギー回収行程と濃縮海水排水行程の切り替えを行う。特許取得済みの2ステップ駆動方式を採用したことでピストンの動作速度制御による低振動と低騒音を実現した。図5に切替弁の外観を示す。



図5 切替弁外観
Fig.5 View of switching valve

2-4 逆止弁

逆止弁は主要部材質がSDSSで、スプリングを内蔵した急閉式逆止弁である。流水部は圧力損失が小さい形状とされ、増圧ポンプの全揚程を低くすることができ、省エ

ネに寄与している。シリンダ1本に対し、2個1セットで使用される。図6に逆止弁の外観を示す。

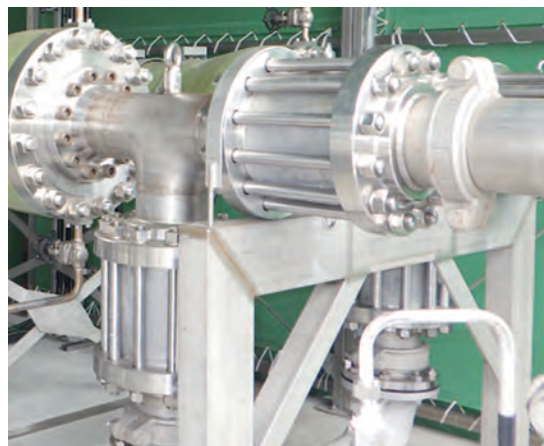


図6 逆止弁外観
Fig.6 View of check valve

2-5 高圧ポンプ

高圧ポンプはユーザ殿の要望によりメンテナンス性を考慮し、水平二つ割ケーシングの横軸多段渦巻ポンプが採用された。インバータによる回転速度制御により、造水量一定制御を行っている。表2に高圧ポンプの設計仕様を、図7に高圧ポンプの外観を示す。

表2 高圧ポンプ設計仕様
Table 2 High-pressure pump specification

形 式	横軸多段渦巻ポンプ
口 径 (mm)	吸込100×吐出80
全 揚 程 (m)	459
吐 出 し 量 (m³/h)	100
電 動 機 出 力 (kW)	230
取 扱 流 体	海水
台 数	1



図7 高圧ポンプ外観
Fig.7 View of high-pressure pump

2-6 増圧ポンプ

増圧ポンプはエネルギー回収行程時のRO膜、ERDおよび配管にて生じた損失ヘッド分を昇圧させ、吐出し圧力を高圧ポンプ出口圧力と同等にする。インバータによる回転速度制御により、高圧濃縮海水の流量一定制御を行っている。表3に増圧ポンプの設計仕様を、図8に増圧ポンプの外観を示す。

表3 増圧ポンプ設計仕様
Table.3 Booster pump specification

形 式	横軸片吸込渦巻ポンプ
口 径 (mm)	吸込150×吐出100
全 揚 程 (m)	35
吐 出 し 量 (m ³ /h)	122
電動機出力 (kW)	22
取 扱 流 体	海水
台 数	1



図8 増圧ポンプ外観
Fig.8 View of booster pump

3. 遠隔監視システム

機側以外の場所において現地の造水量や運転状態がリアルタイムで監視できるよう、本設備にはIoTによる遠隔監視システムを導入した。監視項目の一例を以下に示す。

- 造水量
- RO膜入口圧力
- RO膜入口導電率
- RO膜出口導電率
- 高圧、増圧ポンプの運転状況

上記項目はリアルタイムデータのほか、トレンドデータが確認できる。蓄積されたトレンドデータを分析することで設備の予防保全計画などの検討に役立てている。

4. 現地試運転・運用

現地試運転は、ERDと取水ポンプ、前処理設備、RO膜、高圧ポンプおよび増圧ポンプを組み合わせ実施した。エネルギー回収効率が98%以上を達成し、高圧ポンプおよび増圧ポンプの回転速度制御による流量一定制御、ERDおよび各ポンプの振動など機械的な健全性を確認した。また、公称造水量2 400 m³/日の造水設備において、約80%の負荷である2 000 m³/日での試運転も実施し、ユーザ殿の水需要に応じた柔軟な運用が可能であることを確認した。

今回の造水設備新設により、他方式と比較し非常に低コストで淡水を得ることが可能となった。

5. おわりに

今回、国内商用として初号機となる大容量ERDおよびポンプ類を紹介した。造水設備が停止すると製品製造に多大な影響を与えるため、ERDには高い信頼性と安全性が求められる。今後も確実な運用が継続できるよう、ユーザ殿のご要望に応じていく所存である。

おわりに、本設備の設計・製作にあたり終始適切なご指導とご協力をいただいたユーザ殿関係各位に心より感謝の意を表します。

<参考文献>

- (1) 一般社団法人日本機械工業連合会
<http://www.jmf.or.jp/> (2020/10/16アクセス)
- (2) 日本機械工業連合会会長賞受賞, 電業社機械, Vol.40, No.2 (2016)
- (3) 筒井・深澤: RO法海水淡水化用エネルギー回収システム, 電業社機械, Vol.40, No.1 (2016)
- (4) 武田裕久・他: 海水淡水化用エネルギー回収装置の開発, 電業社機械, Vol.37, No.2 (2013)

<筆者紹介>

工藤昇太: 2010年入社。主にバルブ、ポンプ、RO法海水淡水化用エネルギー回収装置の設計業務に従事。現在、水力機械設計部 海淡装置課 主任

南西石油株式会社殿 西原油槽所向け 消火・海水取水ポンプ

角 晃太郎 片山景市

Fire Fighting and Sea Water Intake Pump for Nishihara Oil Station, Nansei Sekiyu K.K.

By Kotaro Kado and Keiichi Katayama

DMW supplied two sets of fire fighting pumps and two sets of seawater intake pumps to Nishihara oil station. Both pumps take on the important roles to ensure plant operational safety and stability at the oil station including fire prevention and fire extinguishing. Fire fighting pumps have been used in a wide operating range from the minimum flow rate to 150% of the normal operational flow rate. These pumps are an electric motor driven and also, a diesel engine driven so that they can be operated during a blackout. DMW was able to confirm these operational demands in our shop test. This paper describes the outline and features of the pumps that were delivered to the Nishihara Oil Station.

1. はじめに

南西石油株式会社殿 西原油槽所は、1972年に製油所として稼働開始され、現在では油槽所として稼働されている。西原油槽所は、沖縄県外から運び込まれた石油を保管、管理し、県内各地に石油製品を安定供給する拠点であり、安全・安定的な操業により沖縄の暮らしを支えている。また、石油コンビナートなど災害防止法や消防法に従い、石油火災に対応した防消火設備が配備されている。

今回、防消火設備の更新において、コスモエンジニアリング株式会社殿が「防消火設備最適化工事」を受注、当社にその付帯機器である消火ポンプ2台および海水取水ポンプ2台を発注いただいた。この度、これらのポンプの設計、製作、工場立会検査を経て出荷を完了したので以下にその概要を紹介する。

2. 設備の概要と特徴

2-1 消火ポンプ

消火ポンプの仕様を表1に示す。また、ポンプの外形図を図1に示す。本ポンプの特徴を以下に示す。

- ① 口径は650 mmである。接液部はオールステンレス製であり、インペラ、吐出しボウルなどはSCS14、主軸、スリーブはSUS316、揚水管はSUS316Lとしており、耐食性に留意した設計としている。

表1 消火ポンプ仕様

Table 1 Pump Specifications

形 式	立軸斜流ポンプ VPFC-R2-M / GE
吐 出 し 口 径 (mm)	650
吐 出 し 量 (m ³ /h)	3 800
全 揚 程 (m)	89
電 動 機 出 力 (電動機/エンジン) (kW)	1 230 / 1 320

- ② 消防法適用のポンプとするため、加圧送水装置の性能基準を満たす必要があり、規定吐出し量に加え、規定吐出し量の150%から締切運転防止の常時逃がし量200 m³/h (約5%流量/ミニマムフロー)での広い範囲で運転される。

- ③ 消火ポンプは2台供給しており、1台は電動機駆動 (消火ポンプA)、もう1台は直交傘歯車型減速機を介したディーゼルエンジン駆動 (消火ポンプB) である。有事の際に消火ポンプとしての機能を確保するため、通常は電動機駆動側 (消火ポンプA) を始動するが、電気の供給が断たれた場合の非常用原動機として、ディーゼルエンジン側 (消火ポンプB) をバックアップ機器としており、電動機停止後、自動的にディーゼルエンジンが追加始動されるよう設計されている。

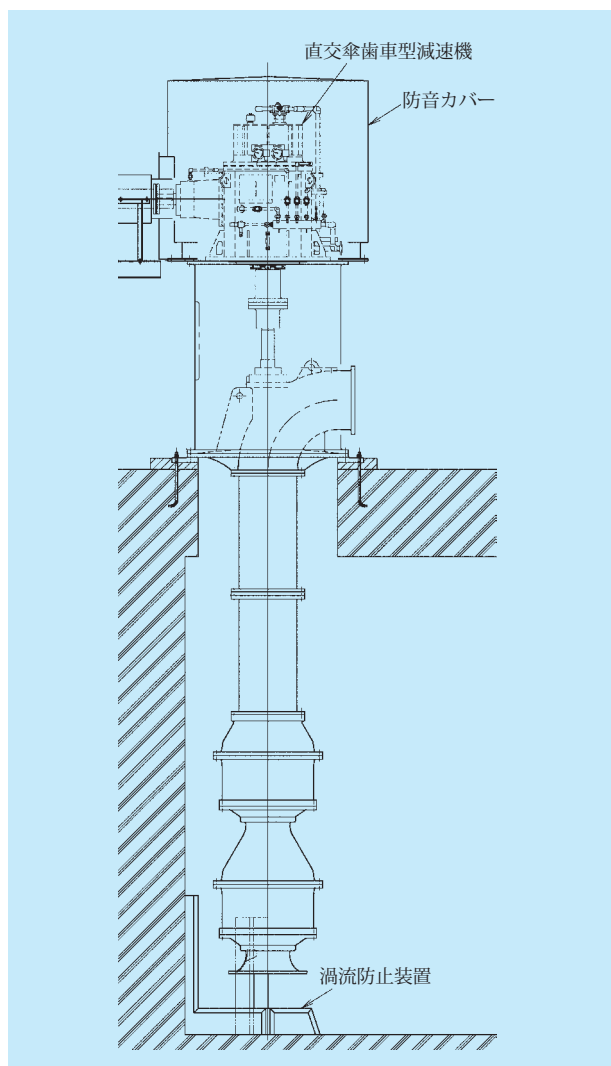


図1 消火ポンプB外形図

Fig. 1 Outline Drawing of the Pump

- ④ ディーゼルエンジンは、エンクロージャー内に直流電源盤、制御盤を設置し、パッケージ化することで、防風雨対策としている。
- ⑤ 直交傘歯車型減速機の騒音対策として、減速機は防音カバーで覆っており、駆動機台内部には防音ラギングを施工している。ラギング材には耐候性グラスウールおよびガラスクロスを採用した。

2-2 海水取水ポンプ

海水取水ポンプの仕様を表2に示す。

- ① 口径は200 mmである。接液部の材質は消火ポンプと同様であり、本ポンプは2台供給しており、2台とも電動機駆動である。
- ② 消火配管の保圧や所内設備の冷却水用として24時間運転される（常用1台、予備1台）。消火配管の保圧、締切運転防止のため、常時逃がし量30

表2 海水取水ポンプ仕様

Table 2 Pump Specifications

形 式		立軸斜流ポンプ VPFC-R2-M
吐出し口径	(mm)	200
吐 出 し 量	(m ³ /h)	330
全 揚 程	(m)	89
電動機出力	(kW)	132

m³/h（約10%流量 / ミニマムフロー）での広い範囲で運転される。

- ③ API610適用ポンプの要求と同様に、電動機を据え付けたまま、メカニカルシールの交換が可能な構造とし、メンテナンス性を考慮している。

3. ポンプ工場試験

ディーゼルエンジン駆動の消火ポンプBの工場試験の様子を図2に示す。消火ポンプ、海水取水ポンプの性能および機能を十分に発揮することを確認した。



図2 工場試験状況

Fig.2 Shop Test

4. ポンプ取水槽流れ解析

ポンプ取水槽において、ポンプの円滑な運転に支障をきたす有害な渦（空気吸込渦、水中渦）の発生の有無を評価することを目的に流れ解析を実施した。図3にポンプ取水槽の平面形状を示す。

解析ソルバーにはANSYS CFX 19.0を、ポスト処理にはFieldView 17を使用した。解析の結果、海水取水ポンプでは有害な渦の発生はなかったが、消火ポンプでは空

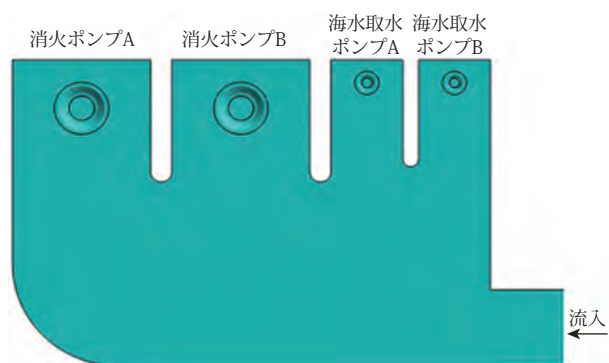


図3 ポンプ取水槽平面形状図
Fig.3 Pump Sump Top View

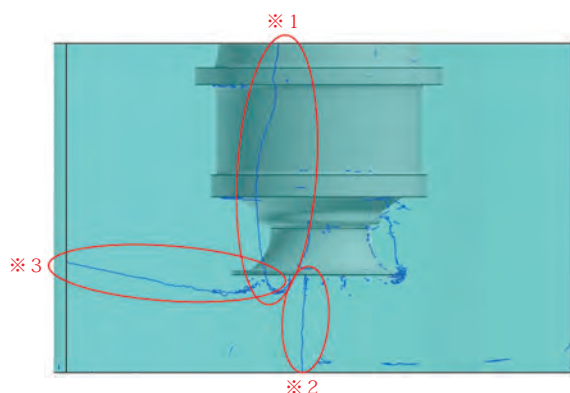


図4 解析結果 (渦中心線)
Fig.4 Analysis result (Vortex core)

気吸込渦および水中渦の発生が予想されたため、対策として渦流防止装置の検討を行った。

図4は解析結果よりFieldViewを用いて消火ポンプA周りの渦中心線を可視化したものである。渦中心線が水表面(※1)、床面(※2)および壁面(※3)からポンプベルマウスへと連続してつながっているため、空気吸込渦および水中渦が発生すると判断した。

一般的に空気吸込渦の対策としては垂れ壁が、水中渦の対策としてはプラス型渦流防止装置や三角柱が用いられる。しかし、垂れ壁の設置は土木工事費や工期への影響が大きいため、本ポンプでは空気吸込渦の対策として、水槽後壁へのバッフル設置による対策を検討した。図5に今回設置した渦流防止装置の形状を、図6に渦流防止装置設置後の解析結果の一例を示す。図5のバッフルは空気吸込渦(図4※1)の対策として水表面の旋回流れを抑制し、プラス型および三角柱の渦流防止装置は水中渦(図4※2、※3)の対策としてそれぞれ水槽床面、壁面の旋回流れを抑制している。その結果、図6のように水表面や水槽床面、壁面からポンプベルマウスへ

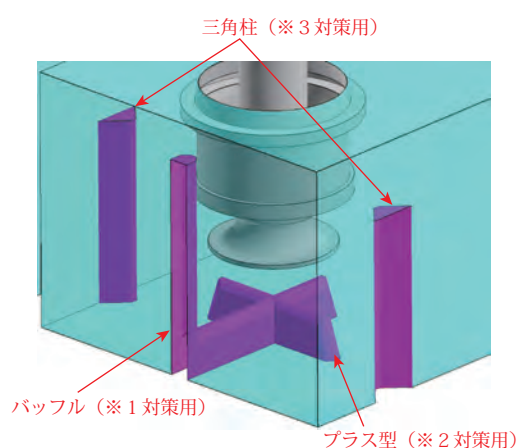


図5 渦流防止装置形状
Fig.5 Anti Vortex Devices

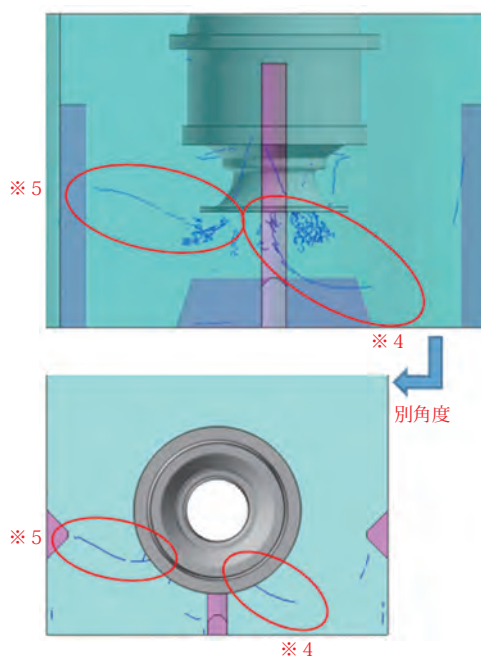


図6 渦流防止装置設置後解析結果 (渦中心線)
Fig.6 Analysis result with Anti Vortex Devices (Vortex core)

と連続してつながる渦中心線は無くなった。従って、渦流防止装置を設置することで空気吸込渦および水中渦の発生はなくなると判断した。図6の※4、※5の渦中心線は水槽床面・壁面のいずれからもポンプベルマウスへ連続してつながっていない。また、渦流防止装置設置前後の流れの変化の一例として、図7に速度ベクトルとコンター図を用いて水表面の流れを示す。渦流防止装置設置前(図7(a))では速度ベクトルが円を描くように旋回しており、その中心の速度が周囲と比較して小さくなっている。渦が発生するような旋回の場合、周囲に対して中心の速度が局所的に小さくなるため、図7(a)では渦の

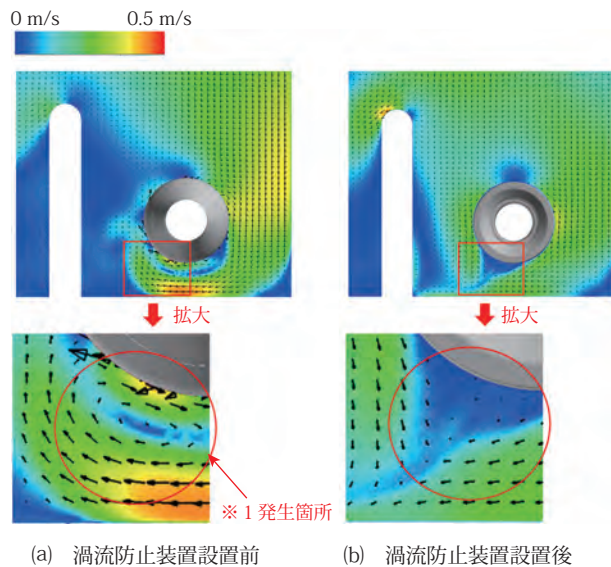


図7 渦流防止装置設置前後の水表面の流れ

Fig. 7 Water surface flow before and after installation of the Anti Vortex Devices

発生が予想される。この渦は図4の空気吸込渦（※1）に相当する。一方、渦流防止装置設置後（図7(b)）では、

速度ベクトルの旋回および局所的な速度差がないため、空気吸込渦の発生が抑制されていると考えられる。

5. おわりに

南西石油株式会社 西原油槽所向け消火ポンプおよび海水取水ポンプ設備の概要、ポンプ取水槽内の流れ解析の事例を紹介した。消火ポンプは油槽所内では非常に重要な設備であり、緊急時に問題なく稼動する必要があるため、高い安全性が求められる。今後も防消火設備の新設工事や更新工事において、本稿が少なからず参考になれば幸いである。

おわりに、本設備の設計・製作にあたり終始適切なご指導とご協力を頂きましたコスモエンジニアリング株式会社 関係各位に心より感謝の意を表します。

<筆者紹介>

角 晃太郎：2009年入社。主に、立軸ポンプの設計に従事。現在、水力機械設計部 水力機械1課 主任

片山 景市：2012年入社。ポンプ、送風機および流体関連機器の研究開発に従事。現在、技術研究所 研究課 主任



火力発電所向けスクリーン洗浄ポンプ

大庭 史敬

Screen Wash Pumps for Thermal Power Plant

By Fumitaka Oba

We supplied Two sets of Screen Wash Pumps to Thermal Power Plant constructed by Mitsubishi Kakoki Kaisha, Ltd. One pump can be used for two different roles. One purpose is for original screen wash pumps. Another purpose is for bearing cooling water pumps installing with orifice butterfly valves at pump discharge line during the periodical maintenance period. According to this, customer do not need the another additional pumps. In this paper, we will introduce two different roles for one common pumps.

1. はじめに

安定した経済活動や日常生活を送る上で、電気は今や欠かせない重要な存在である。2019年の台風15号は、関東地方に上陸したものとしては観測史上最強クラスの勢力であり、千葉県を中心に停電や家屋の被害など甚大な被害をもたらした。台風が過ぎ去った後も、地域によっては停電の復旧が遅れ、生活に支障をきたした。このような甚大な被害をもたらした台風により、電気の重要性・必要性が改めて認識された。

こうした中、某火力発電所向けに三菱化工機株式会社殿経由でスクリーン洗浄ポンプを納入した。本電力会社は、石炭火力発電所として世界最高水準の発電効率と環境保全対策の技術を有し、日本の石炭火力発電所設備出力では最大シェアとなっている。今回の発電所は、最新の技術設備を導入することにより、さらなる高効率化と環境負荷を低減させることを目指し、2020年に運転を開始している。

今回納入されたスクリーン洗浄ポンプは、通常時はスクリーン洗浄ポンプとして運用され、2年に1度の定期点検時は軸冷水ポンプとして代替運用される。1機種のパンプで仕様の大きく異なるスクリーン洗浄と軸冷却水と二つの用途を満足させるため、ポンプの吐出し側配管ライン上にオリフィスバタフライ弁による減圧装置を設置した。以下にその概要を紹介する。

2. ポンプの概要と特徴

当社が納入したポンプの仕様を表1に示す。

表1 ポンプ仕様
Table 1 Pump Specifications

機 器 名	スクリーン洗浄ポンプ	
用 途	スクリーン洗浄ポンプ用	軸冷水ポンプ用
形 式	立軸斜流ポンプ	
吐出し口径 (mm)	250	
全 揚 程 (m)	53	2 ~ 15
吐 出 し 量 (m ³ /h)	252	460
回 転 速 度 (min ⁻¹)	1 800 (同期)	
出 力 (kW)	90	
台 数 (台)	2	
液 質	海水	

スクリーン洗浄ポンプは、吐出し口径250 mmの立軸斜流ポンプで、海水ポンプの取水口に設置されたロータリースクリーンの洗浄用の海水送水ポンプとして使用される。ポンプの外形を図1に示す。本ポンプの主要材質は、インペラ・吐出しボウル・吸込ベル・吐出しエルボがSCS14、揚水管がSUS316Lの溶接品、主軸がSUS316のオールステンレス製ポンプである。

スクリーン洗浄用途とする場合は図2に示す系統で、また、軸冷水用途とする場合は図3に示す系統で運用される。ポンプの吐出し側配管ライン上にオリフィスバタフライ弁を減圧装置として設置することで、別機種のポンプをもう一台設置することなく、運用することを可能

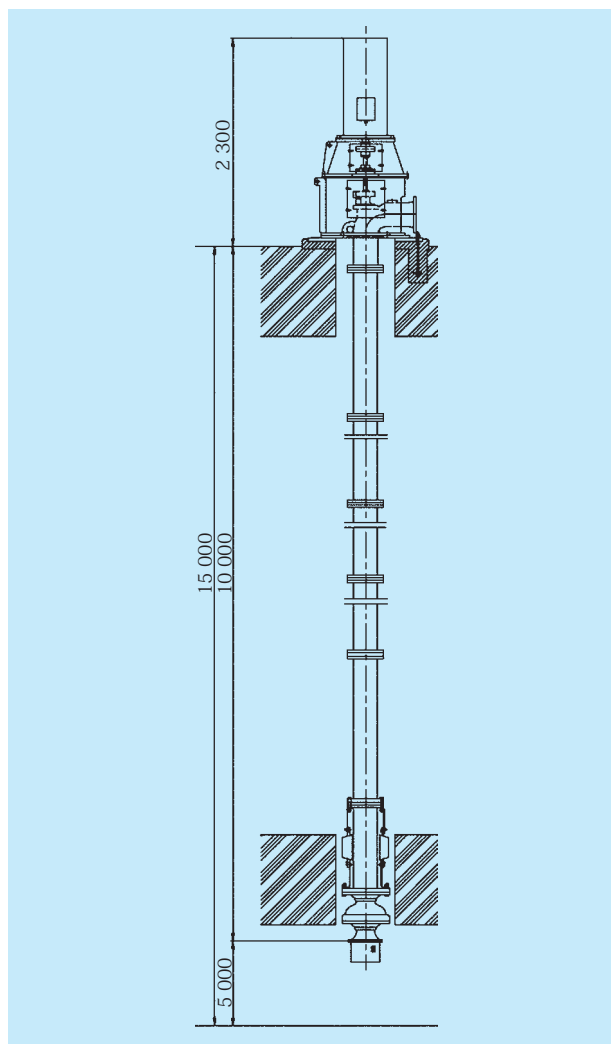


図1 ポンプ外形図

Fig.1 Outline drawing of pump

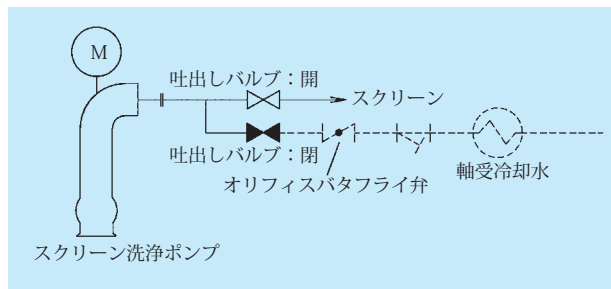


図2 スクリーン洗浄ポンプ用途系統図

Fig.2 Diagram of Screen Wash Pump service

とした。また、オリフィスバタフライ弁は、図4に示すように多孔球ガイドを有し、流水面積を細かくすることで、高差圧でもキャビテーションの発生と騒音を抑制することができるもの⁽¹⁾を採用した。

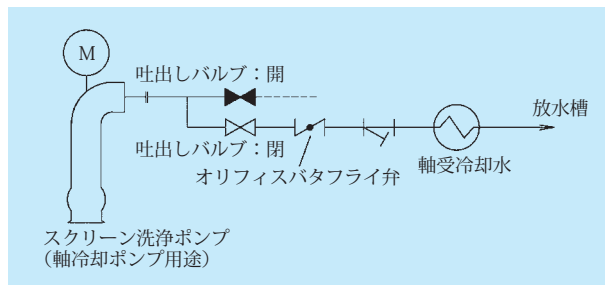


図3 軸冷水ポンプ用途系統図

Fig.3 Diagram of Bearing Cooling Water Pump service

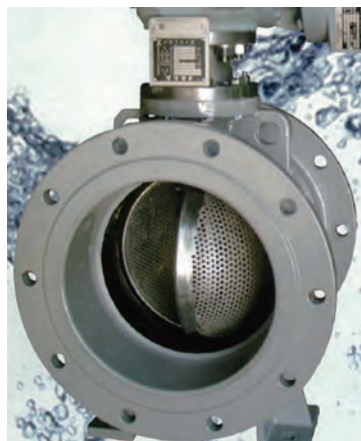


図4 オリフィスバタフライ弁外観

Fig.4 View of Orifice Butterfly Valve

3. おわりに

当社は、発電所向けにスクリーン洗浄ポンプを数多く納入している。発電所においてなくてはならない機器であり、高い信頼性が求められる。また、今回のオリフィスバタフライ弁による減圧装置を用いた運用は、初めてであるが、別仕様のポンプを1台なくすることができ、非常に有意義な試みであったと考える。

今後とも、顧客のニーズに応えるため、設備の重要性を十分に認識し、高品質・高信頼性を満たすポンプの設計・製作に努力する所存である。

おわりに、本ポンプの計画・製作にあたり終始適切な御指導と御協力を頂いた三菱化工機株式会社殿の関係各位に心より感謝の意を表します。

<参考文献>

- (1) オリフィスバタフライ弁カタログ V162-14A

<筆者紹介>

大庭史敬：2007年入社。主に、高圧ポンプの設計に従事。

現在、水力機械設計部特機課 主任

東北農政局殿 中央排水機場および毒蛇排水機場ポンプ設備受注

このたび、東北農政局より中央排水機場ポンプ設備 3 台および毒蛇排水機場ポンプ設備 4 台を受注した。

最上川左岸下流域の土地改良は1612年の北楯大堰開削事業に始まり、大正から平成にかけて県営および国営の事業が数多く実施されてきた。

その中で昭和45年に毒蛇排水機場は酒田市丸沼地内の最上川への排水を、中央排水機場は昭和48年に山形県酒田市落野目地内の最上川支流である京田川への排水を目的とした山形県営かんがい排水事業の一環として整備された。

施設が50年近く経過し老朽化により平成29年度に東北農政局による国営最上川下流左岸農業水利事業が着手され、令和7年度までの予定で計画されている。

今回ポンプ設備建設工事の第一弾として中央排水機場が、旧機場から約400 m下流側に建設されることとなった。

また、第二弾として毒蛇排水機場が旧機場の隣接地に建設されることとなった。

同地区内では近年の降水量の増加に伴い湛水被害が発生しており、中央排水機場が5.3 m³/sから11.2 m³/s、毒蛇排水機場が9.33 m³/sから12.9 m³/sへと大きく見直されている。

本設備での排水機能の強化による湛水被害の軽減と維持管理の労力の軽減を図り、農業生産性の維持向上および農業経営の安定に貢献すべく令和4年3月10日工期に向け鋭意製作中である。

(文責：宗田憲郎)

表1 ポンプ仕様

【中央排水機場】

ポンプ名称	形式	吐出し量	全揚程	取扱流体	原動機出力	台数
主ポンプ	口径1 350 mm 横軸斜流ポンプ	3.734 m ³ /sec	3.5 m	雨水	184 kW	3

【毒蛇排水機場】

ポンプ名称	形式	吐出し量	全揚程	取扱流体	原動機出力	台数
主ポンプ	口径1 200 mm 横軸斜流ポンプ	3.225 m ³ /sec	5.0 m	雨水	226 kW	4

東京都下水道局殿 葛西水再生センター送風機設備再構築その4工事受注

葛西水再生センターは荒川の河口に位置し、首都高速湾岸線を挟んで南北の施設からなる水再生センターである。

処理区域は荒川と江戸川に囲まれた江戸川区の大部分と葛飾区の一部（面積は4 893ヘクタール）で、処理した水は東京湾（荒川）に放流している。また、その一部を砂ろ過してセンター内で機械の洗浄・冷却やトイレ用水などにも使用している。

今回設備の最大の特徴は、東京都下水道局殿向け送風機としては最大容量となる潤滑油設備と冷却設備を不要とし、ころがり軸受を採用した鋳鉄製多段ターボブロワである。

本送風機は回転体質量の軽量化により、従来採用していたすべり軸受からころがり軸受の採用を可能とした。これによりすべり軸受で必要になる強制給油装置を省略することができ、冷却設備や小配管なども不要となった。強制給油装置などの補機類が不要となったことで、信頼性が向上（故障リスクが低減）し、メンテナンスコスト

の低減と動力費低減を可能とした。

これらの特徴が認められ、平成29年度に優秀省エネルギー機器「経済産業大臣賞」を受賞し、平成31年度より東京都下水道局殿の品質認定品目仕様書に掲載された下水処理用のばっ気ブロワである。

これに加えた省エネ対策として、低圧力損失形逆止弁の設置と、送風機本体および送風機用電動機の潤滑油を高引火点潤滑油とする。更には環境対策として送風機本体および送風機用電動機軸受箱より大気へ放出されるオイルミストに対し、送風機の吐出圧力を利用しオイルミストを吸引する動力不要のミストセパレータシステム（MSS- α ）を納入する。

今後もこうした省エネルギー対策・環境対策を考慮したより良い製品開発・製作に取り組み、お客様満足度の向上を第一に、社会貢献・環境貢献に寄与する所存である。

（文責：近藤友明）

表1 送風機仕様

送風機名称	形式	風量	圧力	電動機出力	台数
送風機8号	口径600 / 500 mm 電動機直結鋳鉄製 片吸込多段ターボブロワ	460 m ³ /min	72 kPa	700 kW	1

大阪市建設局殿 海老江下水処理場向け ブロワ受注

大阪市建設局殿において、大阪市内で最も古い昭和15年に通水を開始し老朽化が進んでいる海老江下水処理場の水処理施設を更新する事業が計画され、発注は水処理施設における設計・建設、保全管理業務に係る事業を民間企業が一括実施するBTM方式が採用された。

この事業を海老江ウォーターリンク㈱（代表：大成建設㈱殿）が受注され、その構成企業であるメタウォーター㈱殿より、更新設備の中に含まれる曝気用ブロワ3台の製作を、今回当社が受注した。

受注したブロワは鋳鉄製多段ターボブロワ(AM-Turbo[®])が採用された。2022年12月までの完成を目指して、鋭意設計・製作中である。

軸受オイルバス自己空冷式の鋳鉄製多段ターボブロワ(AM-Turbo[®])を採用することで、給油装置やオイルクーラ、それらに付属する配管類や架台、歩廊などを不要とし、簡素化や維持管理コストの低減、および省エネ化を実現する。

(文責：戌亥 武)

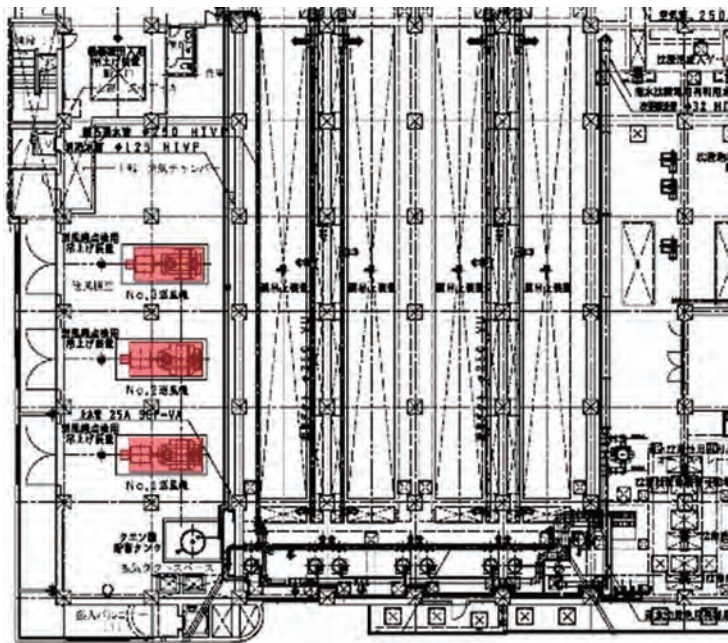


図1 場内配置図

表1 送風機仕様

送風機名称	形式	風量	昇圧	取扱気体	電動機出力	台数
3-1-No.1,2送風機	口径450×400 mm 5段 鋳鉄製多段ターボブロワ	270 m ³ /min	67.65 kPa	空気	400 kW	2
3-1-No.3送風機	口径400×350 mm 5段 鋳鉄製多段ターボブロワ	210 m ³ /min	67.65 kPa	空気	320 kW	1

大阪市建設局殿 中浜下水処理場向け雨水ポンプ設備受注

大阪市建設局殿中浜下水処理場にて1963年に建設された第4ポンプ棟には、当時設置された当社製雨水ポンプが現在も稼動している。大阪市殿に設置されている幾つかの当社製ポンプのなかでも、最も長きに渡って運用されてきた一つであり、供用開始から50年以上が経過している。

このたび、既設No.1雨水ポンプ1台を更新する工事を受注し、2022年3月の完成を目指して、鋭意設計・製作中である。

今回製作するNo.1雨水ポンプは、減速機搭載型吐出しエルボ（Lambda-21）を採用することで、ポンプ型式を既設の横軸斜流ポンプから先行待機形の立軸斜流ポンプに変更し、近年のゲリラ豪雨に見られる急激な水位の上昇にも対応できるようにしている。また、ポンプ吐出先を2方向とし、回転数制御により3点のポンプ仕様点に対応することで、同機場内に新設される高速ろ過施設への送水を可能にしている。

(文責：戌亥 武)



図1 既設ポンプ写真

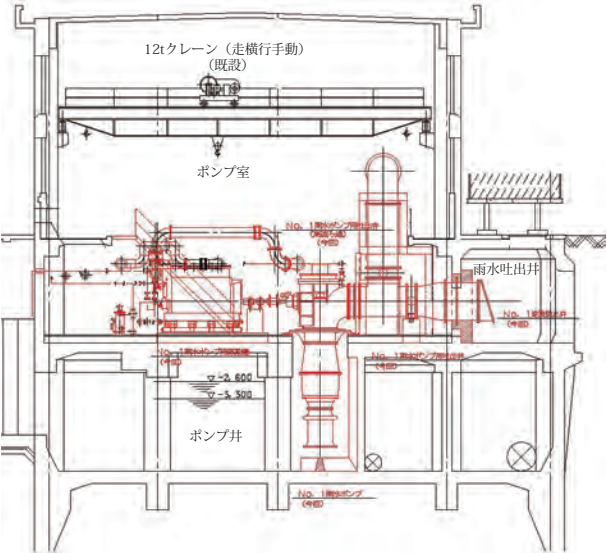


図2 据付図

表1 既設ポンプ仕様

ポンプ名称	形式	吐出し量	全揚程	取扱流体	電動機出力	台数
No.1雨水ポンプ	口径1 200 mm 横軸斜流ポンプ	210 m ³ /min	6.5 m	雨水	353 kW	1

表2 更新ポンプ仕様

ポンプ名称	形式	吐出し量	全揚程	取扱流体	電動機出力	台数
No.1雨水ポンプ	口径1 200 mm 全速全水位先行待機形立軸斜流ポンプ（減速機搭載型）	235 m ³ /min	13.5 m	雨水	780 kW	1
		150 m ³ /min	11.6 m			
		235 m ³ /min	8.2 m			

コスモエンジニアリング株式会社 コスモ石油株式会社 千葉製油所向けCO₂ブロワ受注

このたび、コスモエンジニアリング株式会社より、コスモ石油株式会社 千葉製油所向けCO₂ブロワ 1 台を受注した。

CO₂ブロワとは、石油精製する際に発生したCO₂ガスを圧送するブロワであり、製油所内において重要な設備のひとつである。CO₂ガスは炭酸ガスメーカーへ送られ、ドライアイスや炭酸飲料向けの発泡剤として使用されている。

今回のブロワ仕様を表 1 に示す。

CO₂は水に溶けると炭酸となり、弱酸性の状態になる。弱酸性の状態でも長期にわたると腐食が進行していくため、ブロワの回転体およびケーシングは、腐食対策としてステンレス鋼を採用し、軸シールには、機内ガスの漏えいを防止するためドライガスシールを採用している。

(文責：中村晃洋)

表 1 送風機仕様

送風機名称	形式	風量	昇圧	取扱気体	電動機出力	台数
CO ₂ ブロワ	口径250/200片吸込 6 段ターボブロワ	61.1 m ³ /min	85.4 kPa	CO ₂ ガス	150 kW	1

インド ONGC 社 PIPELINE REPLACEMENT PROJECT-VI (PANNA PROCESS PLATFORM) 向け MOL PUMP 3台、BOOSTER PUMP 3台 受注

当社は1982年にインドONGC社にMAIN OIL LINE PUMP (MOL PUMP) を納入して以来、多数のポンプを採用頂き、それらの信頼性の高さから同社の高い評価を得てきた。

今回、これまで培ってきた実績と技術力、DCIPL (DMW インド社) と協力した迅速な見積対応が評価され、SUPREME OFFSHORE CONSTRUCTION AND TECHNICAL SERVICES社よりONGC社 PIPELINE REPLACEMENT PROJECT -VI (PANNA PROCESS PLATFORM) 向けMOL PUMP 3台およびBOOSTER PUMP 3台を受注した。

本プロジェクトではムンバイ沖の既設海上プラットフォームの改修および改造を行い、これまでタンカーにて輸送していた原油を新たに設置するパイプラインで陸上ターミナルまで輸送する計画である。今回受注したポンプはこのパイプラインで原油を圧送するための重要機

器である。

MOL PUMPは高い圧力が得られメンテナンス性に優れる水平二ツ割横軸多段ポンプが、BOOSTER PUMPは海上プラットフォームの限られたスペースに設置できるようにインラインポンプが採用されている。また、本ポンプユニットはポンプ、モータ、メカニカルシールユニット、制御盤、機側操作盤、振動監視装置などから構成される。

原油は可燃性の液体のため、ポンプにはAPI610規格が、モータや計装機器は防爆構造が適用されている。また、液中に硫化水素 (H₂S) が含まれていることから軸封装置にはダブル形のメカニカルシール (API682 Plan 53B) が採用されている。

(文責：浅田雅也)

表1 ポンプ仕様

ポンプ名称	形式	吐出し量	全揚程	取扱流体	電動機出力	台数
MAIN OIL LINE PUMP	口径100×80 mm 水平二ツ割横軸多段ポンプ	58 m ³ /h	871 m	原油	230 kW	3
BOOSTER PUMP	口径100×80 mm 立軸片吸込単段インラインポンプ	58 m ³ /h	129 m	原油	55 kW	3

富士電機(株)殿／電源開発(株)殿 鬼首地熱発電所向け温水ポンプ受注

このたび、富士電機(株)殿より、電源開発(株)殿鬼首地熱発電所設備更新工事向けに温水ポンプを受注した。

この発電所は、40年以上の営業運転にて電力の安定供給に貢献してきたが、設備の経年劣化に伴い更新工事となった地熱発電所である。

ポンプの特長として、液質が地熱凝縮水であるため、ポンプ本体の主要部品には耐食性を考慮した、国内および海外地熱発電所向けにも多数実績のある信頼性の高い材質およびコーティングを採用することで、プラントの安定稼働に向けた材質構成のポンプとした。

電源開発(株)殿は、水力・風力などを含めた再生可能エネルギーの取り組みも強化されており、特に地熱発電は、天候に関わらず年間を通じて安定した電気を供給することが可能な純国産の再生可能エネルギーである。当社も地球温暖化対策に貢献すべく、再生可能エネルギーである地熱発電所向けへの取り組みの強化と、安定電源の確保に貢献できる信頼性の高いポンプを供給する所存である。

(文責：鍵山健次)



図1 地図



図2 完成予想図

表1 ポンプ仕様

ポンプ名称	形式		吐出し量	全揚程	取扱流体	電動機出力	台数
温水ポンプ	口径950×600 mm	ピット型立軸斜流ポンプ	3 100 t/h	23 m	地熱凝縮水	250 kW	2

ISTP31 参加報告

工藤 正規

Report about ISTP31

By Masanori Kudo

1. はじめに

2020年10月14日から10月16日までオンラインで開催されたISTP31 (The 31st International Symposium on Transport Phenomena) に参加した。これは、日本機械学会、日本伝熱学会、可視化情報学会などが共同して開催する会議で、2002年以降は毎年開催されている。前々回は2018年にアメリカ・ハワイのConvention Centerで、前回は2019年にベトナム・ハロン湾のVinpearl Halong Bay Resortで開催された。

今年は2018年と同様、ハワイのConvention Centerにて開催される予定であったが、新型コロナウイルスの影響を受け、オンラインでの開催となった。

2. 講演発表

著者の講演は、10月14日の午前1つ目のセッション (Experimental/Computational Fluid Mechanics) で、“FLOW INSTABILITIES IN INWARD SWIRLING FLOW GENERATED BY INLET GUIDE VANES” というタイトルで講演した。本研究は、小型遠心圧縮機などの流体機械のインペラ入口に設置される、可変式環状入口案内翼列 (インレットガイドベーン) 下流にて生じる不安定現象に関する報告である。インレットガイドベーンは、インペラに流入する流体とインペラとの衝突損失を低減するため、インペラの回転速度に合わせた羽根角度 (流れ角) に調整することで小型遠心圧縮機の効率改善を目的に設けられる。しかしながら、周方向から見た流れ角が小さい領域にて、単数、または複数の高圧部と低圧部の組合

せを有する、異音を伴う不安定流れ (セル構造) が形成されることが報告されている。

先行研究にて、インレットガイドベーン下流に生じる不安定流れに関する報告が多数なされているが、未だ詳細な発生メカニズムは解明されていない。また、不安定流れの抑制機構として、インレットガイドベーンを接線方向吹き出し円柱に置き換えた旋回流発生装置も提案されており、抑制効果は確認されているが、未だ研究段階のため、実用化には至っていない。

著者の研究では、不安定流れの発生メカニズムを解明するため、先行研究では行われてこなかった、浅い流れ角における流動特性を実験ならびにCFDを行い比較・検証を行った。発生メカニズム解明に一步前進できたと考えるため、今回の結果を今後に生かしたいと考える。

3. おわりに

今回ISTPに参加したことで、国内外で流体機械に関する様々な研究が行われており、参考となる研究報告を確認することができた。また、興味深い研究テーマもあったことから、機会があれば研究してみたいと考える。

次回のISTPはいつ、どこで開催されるかわからないが、可能な限り参加し、自己研鑽に励みたい。

<筆者紹介>

工藤正規：2014年入社。社会システム技術室技術2課にてポンプ設備の設計計画業務に従事。

関東地方整備局殿から担い手の確保・育成貢献表彰を受賞 －H30中部横断楕根第四トンネル換気設備工事－

1. はじめに

令和元年度に完成した『H30中部横断楕根第四トンネル換気設備工事』において、関東地方整備局殿から『担い手の確保・育成貢献工事表彰』を受賞した。

2. 表彰工事

(1) 工事名

H30中部横断楕根第四トンネル換気設備工事

(2) 工期

平成30年6月8日～令和元年8月30日

(3) 工事概要

本工事は、静岡県から長野県に至る高速自動車道である中部横断自動車道のうち、富沢IC（山梨県）～六郷IC（同）間にある楕根第四トンネルに、ジェットファン設備を納入したものである。

(4) 機種

口径1 030 mmジェットファン 5台

3. 表彰理由

本工事では、建設業における担い手の確保・育成を目的として、今回のようなジェットファンの新規製作、据付という専門性の高い作業を通じて、若手技術者への指導・教育をおこない若手の技能向上に取り組みながら、工事の品質向上を図ったことが評価された。

4. おわりに

今回の表彰は関東地方整備局甲府河川国道事務所殿のご指導、ご協力なくしては成しえないものであり、ここに改めて感謝申し上げます。また、本工事に携わられた関係各社および関係者の方々にご協力賜りましたことにも厚くお礼申し上げます。

（文責：石田晴久）

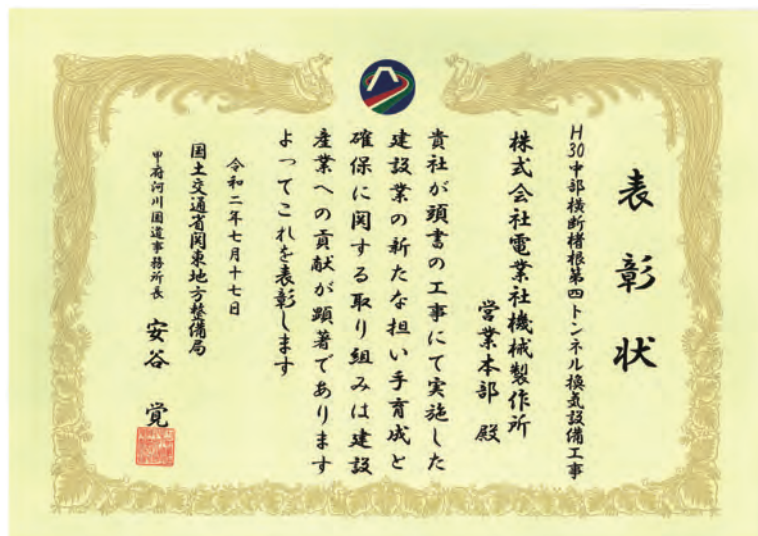


図1 表彰状

静岡県志太榛原農林事務所長殿より優良工事表彰を受ける ー焼津東部地区ポンプ設備1工事ー

1. はじめに

2019年度に施工した焼津東部地区ポンプ設備1工事において、去る2020年9月17日に静岡県志太榛原農林事務所長殿より優良工事表彰を受賞しました。

2. 表彰工事

工 事 名：平成31年度基幹水利施設
ストックマネジメント（対策）
焼津東部地区ポンプ設備1工事
工 期：2019年7月5日から2020年3月11日
機 種：口径900 mm横軸斜流ポンプ 1台
工事内容：焼津東部排水機場のポンプ設備の更新

3. 表彰理由

狭隘な現場内で接触事故に対して適切な安全対策を講ずるとともに、豪雨時の緊急稼働に備えた体制整備や工期短縮に配慮して工事を完成させました。地元高校生の

現場見学会にも積極的に対応をいたしました。

このような確実な安全対策のもとでの施工、地域貢献を行ったことが評価されました。

また、省スペース化をはかったレイアウトおよび機器の選定、主任技術者・現場代理人・品質証明員をはじめ、工事に携わった者が皆「品質向上」「顧客満足」を強く意識して施工を行ったことが表彰の受賞に繋がったと思われます。

4. おわりに

今回の表彰は静岡県志太榛原農林事務所殿のご指導、ご協力なくしては成しえないものであり、ここに改めて感謝申し上げます。また、同様に工事に携われた関係各社や関係部門の方々にご協力を頂きましたことに深く感謝申し上げます。この表彰を契機に、安全施工に対しより一層精進していきたいと考えております。

（文責：島田裕介）



図1 授賞式の様子



図2 表彰状

特許と実用新案

「ジェットファンの支持構造」

特許第6757102号

1. 従来技術の課題

道路トンネル内に設置されるジェットファンは、近年の省エネルギー化の推進に伴い、運転台数を制御する運転方法から、回転速度を制御する運転方法に移行しつつある。回転速度を制御する運転方法にあっては、回転速度によってジェットファンに振動が発生することがあるため、ジェットファンには広範囲の回転速度において振動の小さい安定した運転性能が求められている。

従来のジェットファンの支持構造では、ジェットファン本体の質量を支える連結部材（一例としてターンバックル）のシャックル部のピンとケーシングに配設された連結部材（一例としてアイボルト）とが直接的かつ点接触の状態で連結されている。そのため、連結部において減衰機能を有していないため、振動が減衰し難いという問題があった。

2. 本発明の内容

本発明に係わるジェットファンの支持構造1は、**図1**に示すように、道路トンネル内を換気するジェットファン10を、道路トンネルの天井壁15に固定した吊持部材12に吊り下げ固定されている。吊持部材12に連結された中間連結部材13と、ジェットファン10のケーシング11に固定されたケーシング側連結部材3とを備える。**図2**に示すように、ケーシング側連結部材3は、環状部3aを有したいわゆるアイボルトであり、ナット3bで基端部が固定されている。中間連結部材13は、ピン14aを先端部に備えたシャック

ル部14と、前記ピン14aが挿通される貫通孔2aを有している。また、前記ピン14aと前記環状部3aとの間に嵌め込まれたスリーブ部材2とを備え、前記スリーブ部材2が、前記環状部3aの内周面側が嵌め込まれる溝部2bを有していることを特徴とする。

3. 本発明の効果

本発明のジェットファンの支持構造によればピン14aと環状部3aとの間にスリーブ部材2が介在すると共に、スリーブ部材2の軸方向における相対移動が規制されることで、振動を抑制することができる。スリーブ部材2の軸方向長さは、**図2**に示すように、間隔Lより短く設定されていて、ピン14aが挿通されるスリーブ部材2の貫通孔2aとピン14aとは、軸方向に線接触又は面接触の状態で接触している。スリーブ部材2は軸方向にピン14aと摺動自在であるため、この部分でも摺動摩擦が大きくなり、振動を抑制することができる。また、環状部3aとスリーブ部材2との接触状態は、溝部2bにより安定する。溝部2bが、環状部3aの内周面に沿った断面形状を有しているので、環状部3aと溝部2bとが面接触しており、従来のアイボルトやUボルトなどとピン14aとの点接触の場合に比べて、接触面積の増大によって摺動摩擦が大きくなり、振動のより大きな減衰効果を得ることができる。

（文責：鈴木崇史）

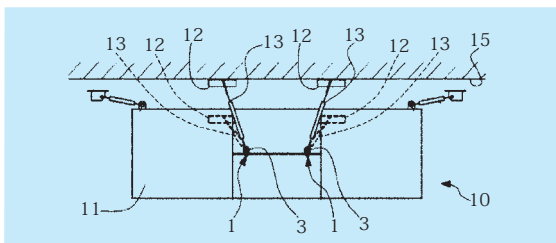


図1

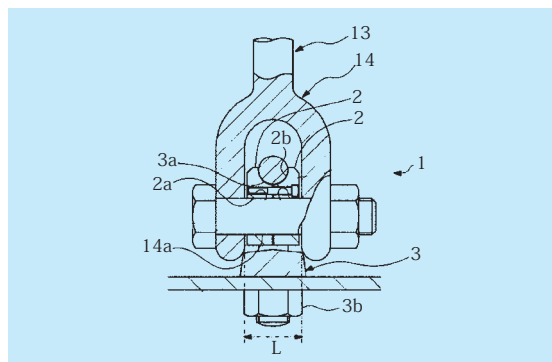


図2



編 集 後 記

◆この度の巻頭言は、工学院大学 教授の伊藤慎一郎先生に「水泳の流体力学」という題目でご執筆いただきました。

昔からゴルフボール周りの流れや野球ボール周りの流れに関する研究はありましたが、筆者の記憶の範囲では2000年ごろからスポーツの世界で流体力学という単語をよく聞くようになりました。本文中に登場する高速水着の話は読者の皆さまも耳にしたことがあると存じます。特に2008年の北京オリンピックでは選手自身よりも着用する水着に注目が集まるという社会現象を引き起こしたことは記憶に新しいです。

また、選手の泳法はS字プルストロークからI字プルストロークに変わっているとのこと。コロナウイルスの影響で2021年に延期となりましたが、このような視点で東京オリンピックを見ると新たな楽しみ方が見つかるかもしれません。

ご多忙なご公務の間をぬって、大変興味深いご寄稿をいただきありがとうございました。

◆東京都下水道局芝浦ポンプ所向けに納めた污水ポンプについて紹介させていただきました。本ポンプは東京都下水道局殿にお納めする最大口径の立軸渦巻斜流ポンプで、据付工事の難易度も高い案件でしたが、FEM解析による構造・強度検討や施工方法の検討を行い、無事お納めすることができました。今後もお客様のご要望、ご期待に応えられるソリューションを提供していく所存です。

◆アラムコ・ウスマニアガスプラントにお納めしたガスブロワについて紹介させていただきました。本ブロワの取扱気体は硫黄酸化物を含む排気ガスであるため、耐食性を考慮した材質の検討を行っています。また、軸受ユニット全体を冷却用カバーで覆うなど、高温となる現地の環境に配慮した設計を行っております。今後も当社の製品を使用するお客様の目線に立った開発をしていく所存です。

今後とも当社の製品をご愛顧いただきますようよろしくお願い申し上げます。



株式会社 電業社機械製作所

DMW CORPORATION

本社	〒143-8558	東京都大田区大森北1丁目5番1号（大森駅東口ビルディング） TEL 03 (3298) 5115 (代表)・FAX 03 (3298) 5149
関東支店	〒330-0803	さいたま市大宮区高鼻町1丁目47番1 (PRSビル) TEL 048 (658) 2531・FAX 048 (658) 2533
横浜営業所	〒240-0065	横浜市保土ヶ谷区和田1丁目18番7 (和田町アストビル) TEL 045 (442) 6359・FAX 045 (442) 6369
沖縄営業所	〒902-0062	沖縄県那覇市字松川786番地 (K's MAKABI) TEL 098 (887) 6687・FAX 098 (887) 6688
北海道支店	〒060-0061	札幌市中央区南1条西10丁目4番地 (南大通ビルアネックス) TEL 011 (271) 5144・FAX 011 (221) 5530
東北支店	〒983-0852	仙台市宮城野区榴岡4丁目5番22号 (宮城野センタービル) TEL 022 (290) 7754・FAX 022 (290) 7762
静岡支店	〒411-0843	静岡県三島市三好町3番27号 TEL 055 (975) 8417・FAX 055 (975) 8451
名古屋支店	〒460-0008	名古屋市中区栄2丁目4番18号 (岡谷鋼機ビルディング) TEL 052 (231) 6211・FAX 052 (201) 6920
大阪支店	〒541-0054	大阪市中央区南本町2丁目6番12号 (サンマリオンNBFタワー) TEL 06 (6251) 2561・FAX 06 (6251) 2846
中国支店	〒730-0021	広島市中区胡町4番21号 (朝日生命広島胡町ビル) TEL 082 (242) 5456・FAX 082 (545) 8581
四国支店	〒760-0024	高松市兵庫町8番地1 (高松兵庫町ビル) TEL 087 (851) 8953・FAX 087 (822) 7603
九州支店	〒812-0013	福岡市博多区博多駅東2丁目10番35号 (博多プライムイースト) TEL 092 (409) 3173・FAX 092 (409) 3183
アブダビ支店		P.O.Box 3876, World Trade Center, Suite No.4, Level 17, The Office World Trade Center, Central Market, Al Markaziya, Abu Dhabi, U.A.E. TEL +971-2-654-4020, 4021 FAX +971-2-654-4022
シンガポール支店		50 Raffles Place, Singapore Land Tower Level 30 Singapore 048623
事務所		新潟・山口・熊本・徳島 中国 (大連)
三島事業所	〒411-8560	静岡県三島市三好町3番27号 TEL 055 (975) 8221・FAX 055 (975) 5784
< 関連会社 >		
電業社工事(株)	〒411-0843	静岡県三島市三好町3番27号 TEL 055 (975) 8233・FAX 055 (975) 8239
(株)エコアドバンス	〒411-8560	静岡県三島市三好町3番27号 TEL 055 (975) 8251・FAX 055 (975) 8253
DMW India Private Limited		309, 3F Great Eastern, Galleria, Sector 4, Off Palm Beach Road, Nerul, Navi Mumbai, 400 706, India TEL +91-22-2771-0610/0611・FAX +91-22-2771-0612

主要製品

各種ポンプ
各種送風機
各種ブロワ
ロータバルブ
ハウエルバンガーバルブ
廃水処理装置
廃棄物処理装置
水中排砂ロボット
配電盤
電気制御計装装置
電気通信制御装置
流量計
広域水管理システム
海水淡水化装置

本誌はインターネットで御覧いただけます。 電業社ホームページ <http://www.dmw.co.jp>

編集委員

委員長 青山匡志
委員 山岸嗣宏 前田治郎
川原敦之 加賀美仁
江口 崇
幹事 新宅知矢 富松重行
事務局 川名かおり 小林菜々

電業社機械 第44巻第2号

発行日 令和2年12月27日

発行所 株式会社電業社機械製作所

〒143-8558 東京都大田区大森北1丁目5番1号
TEL 03 (3298) 5115 FAX 03 (3298) 5149

編集兼発行者 青山匡志

企画製作 日本工業出版株式会社

〒113-8610 東京都文京区本駒込6丁目3番26号
TEL 03 (3944) 1181 FAX 03 (3944) 6826

禁無断転載



DMW CORPORATION



GREEN
PROPORTION

リサイクルコートT-6を使用しています

電業社機械は環境保全・環境負荷低減に貢献する
PEFC認証紙を使用しています。