

電業社機械

DENGYOSHA KIKAI

Vol.48 No.1 2024





Powering Passion

その情熱を力に。

(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48巻 第1号 通巻第94号 2024

目 次

◆巻頭言

ターボ機械と可視化と学会.....	新 関 良 樹	1
-------------------	---------	---

◆技術資料

RO法海水淡水化用エネルギー回収装置 DeROs®	工 藤 昇 太	4
--	---------	---

◆製品紹介

東北地方整備局／雄物川上流地区 マスプロダクツ型排水ポンプ設備.....	関 祥 行	9
	川 口 隆 佑	
	齋 藤 巧	
	大 塚 はるな	
銅精錬所向けスーパー二相ステンレス製ポンプ.....	角 晃 太 郎	15
	片 山 景 市	
インド／IOCL社Panipat製油所向けFeedポンプ.....	池 田 侑 樹	18
	シールサガール・ディグビジャイ	
インド／IOCL社向け、リボイラーポンプ	ハリッシュ・カベディア	23
	池 田 侑 樹	
ここで活躍しています ―2023年 製品紹介―		25

◆ニュース

大阪市建設局殿 井高野抽水所向け雨水ポンプ設備受注.....	29
京都府流域下水道事務所殿 桂川右岸流域下水道洛西浄化センター建設工事（送風機機械設備更新）受注...	30
沖縄県企業局殿 伊波増圧ポンプ場機械設備工事受注.....	31
富士電機株式会社殿／Messrs. Globeleq Menengai Geothermal Limited Menengai Geothermal Power Plant向けHotwell Pumpほか受注	32
九州電力株式会社殿／大平発電所1号機向け主給水ポンプ受注	33
大阪府北部流域下水道事務所長殿より優良工事表彰を受賞 ―淀川右岸流域下水道高槻水みらいセンター 5号外雨水ポンプ設備更新工事―.....	34
機場探訪 国土交通省 関東地方整備局 荒川上流河川事務所 通殿川排水機場編.....	35
オランダ、フランスにおける河川管理施設への訪問.....	36

DENGYOSHA TECHNICAL REVIEW

DENGYOSHA KIKAI

Vol.48 No.1 2024

CONTENTS

◆Foreword

Turbomachinery, Visualization and Society

N. Yoshiki.....1

◆Technical Data

Energy recovery device for desalination plant **DeROs**[®]

S. Kudo.....4

◆Product Introduction

Tohoku Regional Development Bureau/Omono River Upper District Mass Production Sump
Pump Equipment

Y. Seki, R. Kawaguchi, T. Saito and H. Otsuka..... 11

Super Duplex Stainless Steel Pumps for Copper Smelter

K. Kado and K. Katayama 17

Feed Charge Pump for Panipat Refinery

Y. Ikeda and K. Digvijay 20

Reboiler Pump for IOCL

H. Kavedia and Y. Ikeda 23



ターボ機械と可視化と学会

Turbomachinery, Visualization and Society

新関 良樹

元 徳島文理大学 理工学部
機械創造工学科 教授

1. はじめに

このたびは巻頭言執筆の機会を頂戴し、感謝申し上げます。少々荷が重いのではないと思いますが御受けすることになりました。しばらくお付き合いください。私は社会人として長らく発電用のターボ機械の開発・設計に携わってきました。会社の定年を迎えた後、短期間でしたが地方大学で教鞭をとり、大学の立場でターボ機械に関する基礎研究を実施する機会にも恵まれました。すでに引退した身ですが、ターボ機械とともに「可視化」と学会活動にもいささか関わりをもっておりましたので、それらについて思うところを記してみたいと思います。

振り返ると、私が大学院生のときも、これからは重工長大から軽薄短小、などといわれている時代で、変化の著しい軽薄短小といわれる分野に興味をそそられていたのですが、教授から重工長大といわれる分野こそ深淵な技術の積み重ねでなりたっていて、技術的な内容は面白いし、先行者のアドバンテージが大きい、といわれてその気になってこの分野に足を踏み入れました。近年ではナノスケールのもので製作されていますので少々乱暴かもしれませんが、ターボ機械も基本的な構成に大きな変化が少なく、重工長大の部分が大きい分野かと思いますが、内容は長足の進歩を遂げていると思います。その最大の功労者はなんといってもデジタル技術であり、コンピュータの発達とともに高度化する数値解析技術は、身近なものともなって開発・設計の手法を大きく変えました。飛躍的な性能向上を生み、さらに設計から製造さらには保守に至るまで一貫したデジタルデータをリンクすることによって製造精度、コスト、時間の短縮に貢献し、デジタル計測技術はこれまで得ることが難しかった現象の理解を迅速に提供してくれるようになりました。

2. 可視化について

ターボ機械をはじめとする流体機械の研究開発にあたって流れの現象理解や評価、あるいはトラブルシューティングのためなどに様々な計測・評価技術が用いられますが、その中でも「可視化」は有力かつ強力なツールです。流れの「可視化」においてもデジタル技術は大きな影響を受けています。かつてのアナログ的な手法から画像処理技術、情報処理技術を生かし、速度や温度などを非接触で定量的に、しかも多次元、非定常で評価する方法が実用化されており、特に画像関係の機器の低廉化によってこれらの技術の入手はかなり容易になっています。PIVはその代表的なものの一つであり、そ

の他にも周辺技術の進歩とともにさらに新しく有望な可視化手法が引き続き開発・実用化されています。先に述べたように数値解析は強力なツールではありますが、ナビエ・ストークス方程式を直接解くことは、計算能力がムーアの法則に従って進展したとしても、設計開発の分野では当分は現実的ではありません。したがって、なんらかのモデルを用いることになりますが、その検証のためには、より正確・精緻な現象の評価技術が求められており、「可視化」もそのための必須技術として今後も重要な位置を占めるものと考えます。

ここで、私が実施した可視化計測の中で、あまり読者の皆さんにも馴染みが無いと思われる例を二つご紹介したいと思います。

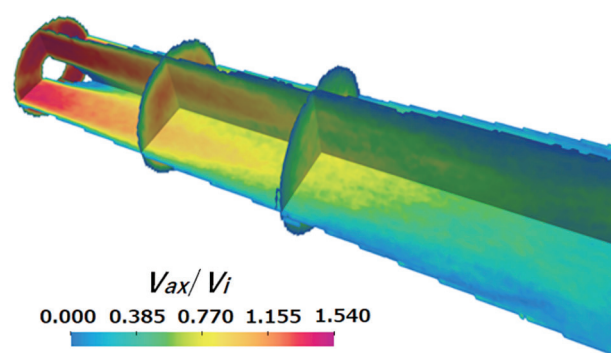


図1 MRIによる流体機械内部流れの計測例(1)

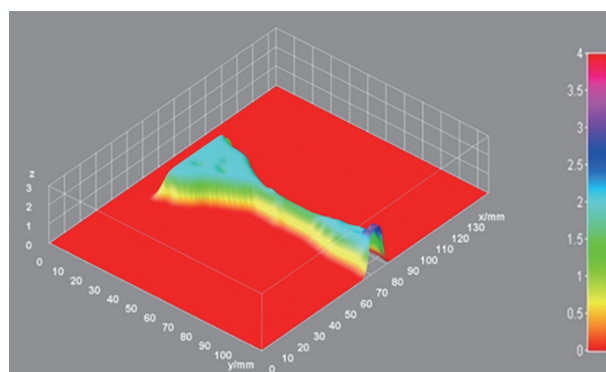


図2 近赤外線による液膜厚さ計測例(2)

図1はMRIを用いた内部流れの可視化・流速計測です。MRIは医療機器として馴染み深いものかと思いますが、イニシャルコストもランニングコストも高額であり、工学目的に使う機会は少ないかと思いますが。金属製の供試体は使えないこと、水などH₂Oが存在するものしか撮像されないこと、情報取得に時間がかかることなど問題点も多いですが、観測窓が不要という光学的手法には無い決定的な長所があります。図2は近赤外線を用いた液膜の可視化、厚さ分布計測結果です。水は光のいくつかの特定の周波数帯体に対して卓越した吸光特性を持ちますが、特に近赤外領域の1450 nm帯は農作物の品質検査などにも用いられ始めたこともあり、カメラや光源などが非常に入手しやすくなっています。吸光分布を数値化することで、気液二相流、特に壁面に付着した液膜の厚さを非定常で計測することが可能で、システムが比較的簡単なことから面白い方法かと思います。周辺技術の進展もあり、今後も様々な「可視化」手法が登場、活用されるものと思います。

3. 学会について

次に、学会について触れたいと思います。読者の皆様も学会に所属されているかと思いますが、現状、機械系の学会の大多数で会員数の減少に悩んでいます。遠隔コミュニケーションツールの発達、浸透によって、学会に頼らなくても必要な情報が容易に得られる時代となっており、これまでのような活動だけでは魅力を感じてもらえなくなっているようです。各学会とも現状、そして将来を見据えたあり方について議論し、手を打っています。コロナ禍を経てリモートが当たり前となる一

方で、face-to-faceの重要性も再認識されていると思います。私自身も同業他社や、異分野の人との交流のきっかけは学会活動の中から生まれたことが多かったように思います。学会活動の中、と書きましたが、実はちょっとした立ち話や、懇親会とかで結構面白いことが決まってしまうこともあり、このような機会はぜひ今後も継承していくべきかと思います。単純な話で恐縮ですが、なにより、学会を通して仲間やライバルから刺激を受けることでお互いのモチベーションが上がることは貴重と思いますので、学会への積極的な参加をお願いするとともに、ぜひ若い方に参加を勧めていただければと思います。

4. おわりに

私自身も複数の学会に所属していますが、「可視化」を扱う学会として「可視化情報学会」があります。他の多くの機械系の学会と同様に50周年を迎えたばかりです。国内での可視化技術とともに歩んできた学会で、当初は「流れ」の可視化が中心でしたが、近年の世の中の傾向を受けて、流れをはじめとする物理現象だけではなく、社会科学や人文科学、アートなど幅広い分野をターゲットとしています。解析や試験のデータだけでなく様々な情報の量が飛躍的に拡大しつつある中、それらを迅速・適格に理解するためには「可視化」が一層重要な位置を占めることは間違ありません。「可視化」に興味のある方は学会のHPを一度ご覧いただければ何かが得られるかもしれません。

以上、雑駁な文章でしたが、「可視化」と「学会」についてさらに興味をもっていただき、さらに優れたターボ機械、流体機械を世に送り出す一助となれば望外の喜びです。

<参考文献>

- (1) 正木・新関・中村・榎本：“水車ドラフトチューブ流れ計測へのMRIの適用”，ターボ機械，Vol.51，No.4，pp.193（2024）
- (2) 砂田・正木・新関：“近赤外線法を用いた液膜流れの評価”，日本機械学会中国四国学生会第53回学生員卒業研究発表講演会（2023）

RO 法海水淡水化用エネルギー回収装置 **DeROs®**

工藤 昇太

Energy recovery device for desalination plant **DeROs®**

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 reduced. Operational results from domestic and overseas plants confirm that the energy recovery efficiency and mixing performance of our energy recovery device is among the highest in the world.

1. はじめに

逆浸透膜（以下ROと略記）方式の海水淡水化は、高圧ポンプで圧力をかけた海水をRO膜に供給することで淡水と濃縮海水に分離する方式である。RO膜から排出される濃縮海水は、RO膜入口の高圧海水とほぼ同等の圧力を有しているため、高圧濃縮海水の圧力エネルギーを回収・再利用することにより、高圧ポンプの容量が小さくできる。このため、エネルギー回収装置（以下ERDと略記）は海水淡水化設備の消費エネルギー低減を図るために必要不可欠な機器である。

当社では、国内プラントの造水設備や海外の水道公社へERDを納入し、工業用水や生活用水を得るためのRO方式海水淡水化設備のランニングコスト低減に貢献している。

本稿では、当社の往復動式ERD（**DeROs®**）の特長である、高効率と低ミキシング性能および、現地でのメンテナンスについて述べる。

2. エネルギー回収装置

RO方式のエネルギー回収装置は主に、①流量としてエネルギーを回収、②圧力としてエネルギーを回収、③動力としてエネルギーを回収する3つの方式があり、**DeROs®**は①の方式に該当する往復容積式を採用してい

る（①のその他の方式として、回転容積式がある）。②の方式としてターボチャージャー、③の方式としてペルトンタービンが使用されるが、どちらの方式も高圧濃縮海水が持つ流体エネルギーを機械エネルギーに変換する方式であるため、高圧濃縮海水が持つエネルギーを直接、流量としてエネルギー回収する①の方式の方が高効率となる⁽²⁾。

DeROs®の基本的なシステム構成を図1に、系統図を図2に示す。シリンダ1組（2本または3本）、シリンダ1本当たりそれぞれ切替弁1基および逆止弁2基、増圧ポンプ1台より構成される。RO膜から排出された高圧濃縮海水は切替弁を経てシリンダに供給され、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ることにより、取水された低圧海水が高圧海水へと加圧される。この高圧海水にはさらに増圧ポンプによりRO膜、ERDおよび配管にて生じた損失ヘッド分が補われることにより、高圧ポンプの吐出圧と同等の圧力となり、高圧ポンプより吐出された海水とともにRO膜へ供給される。すなわち、RO膜から排出された高圧濃縮海水と同水量が**DeROs®**より高圧海水としてRO膜へ供給され、RO膜で分離される淡水量と同水量が高圧ポンプより供給されることとなるため、**DeROs®**がない場合と比べ高圧ポンプの必要流量を低減することができ、

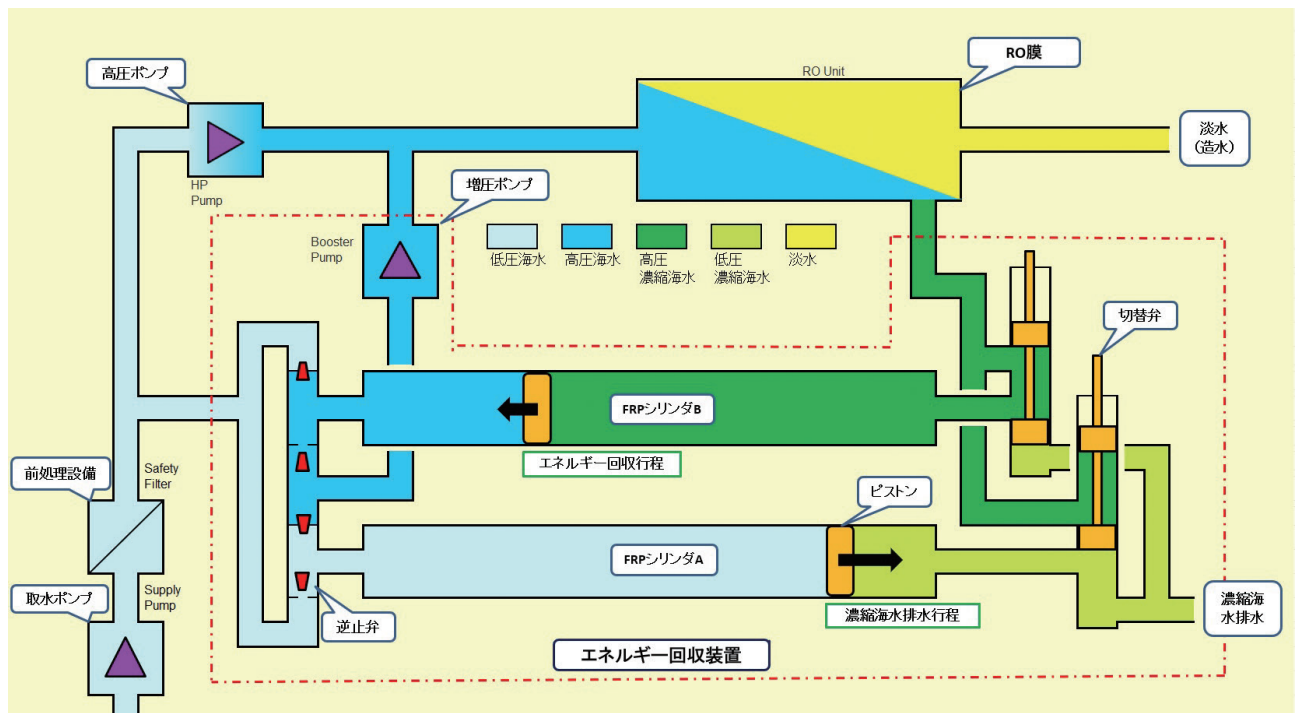


図1 システム構成
Fig. 1 System configuration

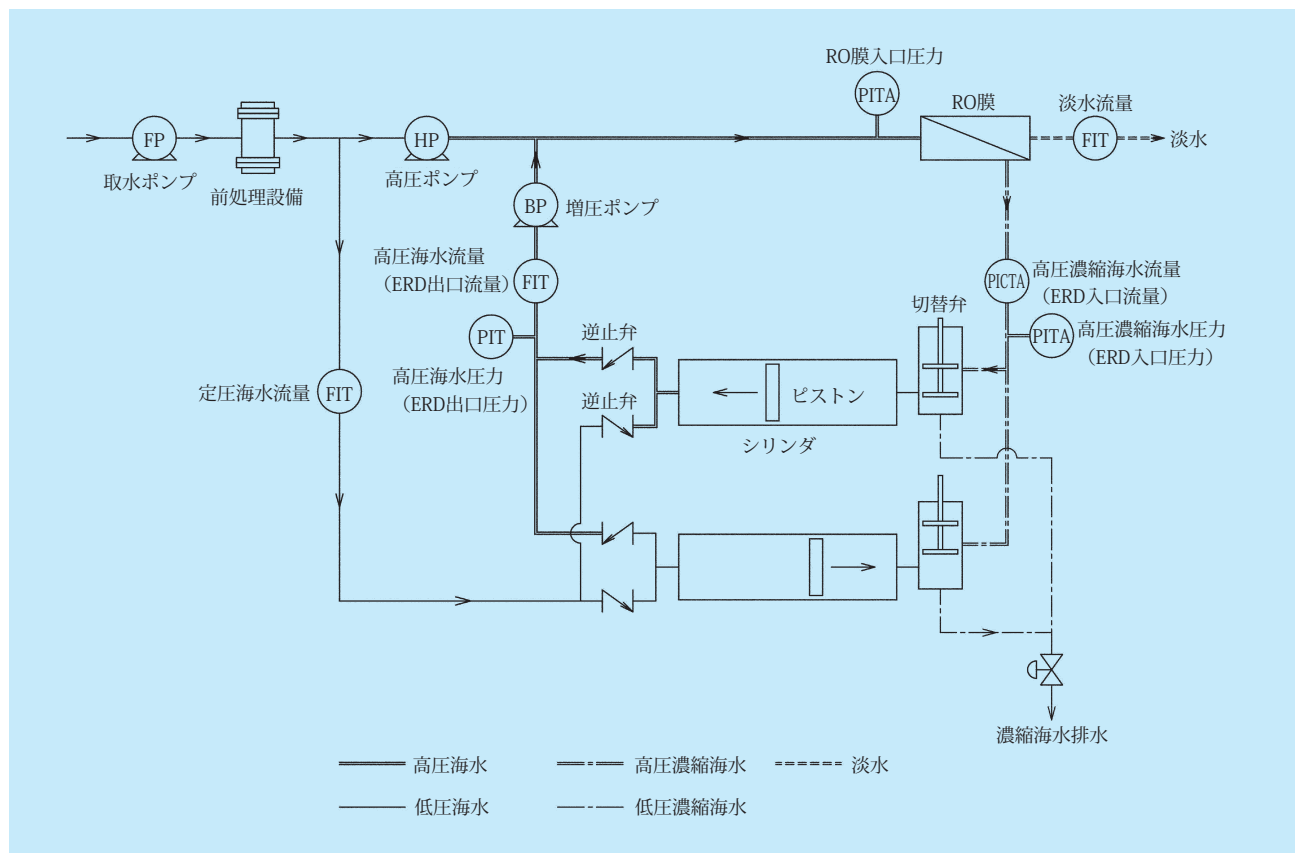


図2 系統図
Fig. 2 System diagram

高圧ポンプでの消費エネルギーが削減可能となる。また、シリンダを複数本設け切替弁内の流路を切り替えることにより、圧力回収後の濃縮海水を排出すると同時に他方のシリンダに高圧濃縮海水が充填され、濃縮海水の供給と排出が交互に行われる。これとともに低圧海水から高圧海水への昇圧も交互に行われることで、連続的な海水供給が可能となる。シリンダ内では流体同士の圧力差を利用して直接的にエネルギー変換されているため、エネルギー回収効率は97～99.7%と他の方式と比較して高効率となる。**DeROs®**の特長は世界最高レベルの高いエネルギー回収効率と低ミキシングである。

3. 機器選定

DeROs®はシリンダの本数によって、2シリンダ方式の**DeROs®-L2**と3シリンダ方式の**DeROs®-L3**に分

類される。型式は、設計仕様である高圧濃縮海水の流量により、**表1**からシリンダ長さを決定する。標準的には高圧濃縮海水流量200 m³/h以下は2シリンダ方式とし、それ以上の流量では3シリンダ方式とする。2シリンダ方式と3シリンダ方式の違いとしては、**DeROs®-L3**は**DeROs®-L2**と比較して取水ポンプの運転流量の変化が小さくなる(**表2**)。このため、高圧濃縮海水流量200 m³/h以下でも要望によっては3シリンダ方式を使用することができる。

4. 性能・特長

4-1 エネルギー回収効率

流量としてエネルギーを回収する(①の方式)ERDである往復容積式および回転容積式のエネルギー回収効率はERDの入口(切替弁に流入する高圧濃縮海水)と出口(逆止弁を介して排出される高圧海水)の圧力、流量の比率として式(1)で一般的に定義される。

$$\eta_{ERD} = \frac{(P_d \times Q_d)_{ERD出口}}{(P_l \times Q_l)_{ERD入口}} \quad \dots(1)$$

P_l : 高圧濃縮海水の圧力 (MPa)

Q_l : 高圧濃縮海水の流量 (m³/h)

P_d : 高圧海水の圧力 (MPa)

Q_d : 高圧海水の流量 (m³/h)

DeROs®において、高圧濃縮海水をシリンダに供給する切替弁は内部シール付きの構造となっており、高圧濃

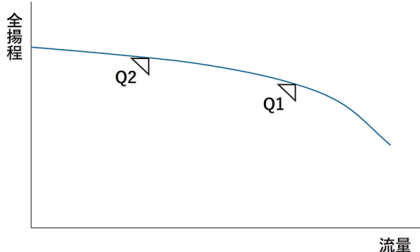
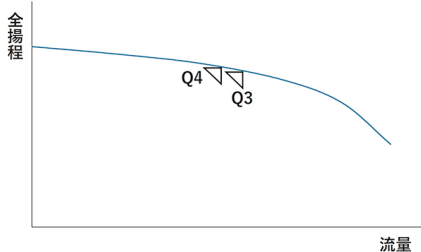
表1 **DeROs®**選定表

Table 1 Selection table of **DeROs®**

高圧濃縮海水流量 X (m³/h)	DeROs®-L2 シリンダ長さ (m)	DeROs®-L3 シリンダ長さ (m)
80<X≤100	4.0	3.0
100<X≤120	4.5	3.5
120<X≤140	5.0	4.0
140<X≤160	5.5	4.5
160<X≤180	6.0	4.5
180<X≤200	7.0	5.0
200<X≤220	—	5.5
220<X≤240	—	6.0
240<X≤260	—	6.5
260<X≤280	—	7.0
280<X≤300	—	7.0

表2 シリンダ方式の違いによる取水ポンプ運転流量の変化

Table 2 Difference between 2-cylinder and 3-cylinder type

	DeROs®-L2	DeROs®-L3
取水ポンプ運転流量	 (高圧ポンプ吐出し量)と(高圧ポンプ吐出し量+ERD給水量)の間で流量が変化。 Q1 : 給水行程時 Q2 : 給水行程切り替え時	 (高圧ポンプ吐出し量+ERD給水量)ではほぼ一定。 Q3 : 給水行程時 Q4 : 給水行程切り替え時

縮海水の低圧側への漏れが発生しない。そのため、 Q_i と Q_d は同一となり、式(1)は、

$$\eta_{ERD} = \frac{(P_d)_{ERD出口}}{(P_i)_{ERD入口}} \dots(2)$$

式(2)となる。すなわち、**DeROs®**内部の圧力損失のみより、エネルギー回収効率が求められる。**DeROs®**内部の圧力損失は、シリンダ、切替弁、逆止弁および接続配管の各内部損失の合計となるが、その中で大きな割合を占める切替弁と逆止弁の流水部について、流れ解析によって最適な形状に設計し、内部損失の低減を行うことで高効率を実現している。**DeROs®**における最高効率は、高圧濃縮海水流量83.3 (m³/h)、圧力8 (MPa) において、99.7%であり、回転容積式ERDの一般的な効率約98%よりも高効率を達成している。

4-2 ミキシング

ERD内で高圧濃縮海水が高圧海水側に流入することをミキシングという。ミキシング量が多いとRO膜へ供給される海水の塩分濃度が上昇する。このため、ミキシング量が多くなるとRO膜でろ過するために必要な圧力が上昇し、高圧ポンプの消費エネルギーが増大する。

低ミキシングを達成するために、**DeROs®**はエネルギー回収を行うシリンダに海水と濃縮海水を隔てる役割のピストンを内蔵している。また、シリンダの内径とピストンの外径は高精度に寸法管理され、海水と濃縮海水が接する面積を最小限にしている。

ミキシングによる消費電力への影響を、RO膜入口流量301 (m³/h)、RO膜入口圧力6.55 (MPa)、RO回収率35%、水に溶け込んでいる物質の量を表すTDS (Total Dissolved Solid) 41 000 (mg/L) の条件で、**DeROs®**と回転容積式ERDを比較した場合、RO膜供給水の塩分濃度上昇を約2%、RO膜入口の圧力上昇を0.13 (MPa) 抑制できるため、消費電力が約4%低減する。

4-3 低騒音・低振動

DeROs®はシリンダ1本に対し、切替弁1基という構成となっている。そのため、それぞれのシリンダの流量を緻密にコントロールすることが可能である。具体的には、シリンダ内のピストンの位置に応じて切替弁の開度

を調整することでピストンのシリンダ端部への衝突を防止し、低騒音・低振動を実現している。

5. 現地運用実績

5-1 エネルギー回収効率

国外某所の海水淡水化プラントにおいて、2023年1月から稼働している**DeROs®**-L3の仕様とエネルギー回収効率を表3に示す。

現地での測定値によって求めたエネルギー回収効率は、事前の計算による予測値と同等の最大効率99.5%を達成し、**DeROs®**の高効率を証明できた。なお、一般的な回転容積式ERDの場合、同条件でのエネルギー回収率は96.0～96.6%となる。

表3 海外プラントにおける運転効率
Table 3 Operational efficiency at overseas plants

DeROs®	No.1	No.2	No.3
高圧濃縮海水流量 (m³/h)	102.4	103.4	204.5
ERD入口圧力 (MPa)	6.47	6.21	6.42
ERD出口圧力 (MPa)	6.44	6.16	6.32
エネルギー回収効率 (%)	99.5	99.2	98.4

備考

1) ERD内部の漏れがゼロの条件で計算

5-2 ミキシング

国内某所のプラントにおいて2020年から稼働している**DeROs®**-L2の入口と出口から海水を採取して電気伝導度を測定し、ミキシングの評価を行った結果を表4に示す。なお、測定の繰り返し誤差±1%未満であり、十分な測定精度が得られている。

表4 電気伝導度測定結果
Table 4 Results of measurement

運用開始	電気伝導度 (EC)	
	DeROs® 入口	DeROs® 出口
2年後	3 410 (mS/m)	3 400 (mS/m)
3年後	3 740 (mS/m)	3 750 (mS/m)

結果は**DeROs®**入口と出口で電気伝導度の変化はなく、ミキシングは1%未満といえる。また、運用開始2年後と3年後の結果を比較しても、**DeROs®**入口と出口

で電気伝導度の変化はなく、ミキシングの変化はみられない。なお、一般的な回転容積式ERDのミキシングは5%である。

6. 現地メンテナンス

長期にわたり安定した運転を継続するために、定期的なメンテナンスを推奨している。整備内容は主に消耗部品の現地での交換のみであり、工場に持ち込んでのオーバーホールなどは不要である。

シリンダ内部で稼働しているピストンについては、動作速度が約1 (m/s) と低速であること、シリンダ内面とピストン外周に作用する力を小さくする構成としていることから摩耗はほぼ発生せず、メンテナンスは不要である。

消耗部品の交換頻度については、国内某所のプラントで運用している**DeROs®**-L2の4年間の運転実績より決定している。

7. おわりに

国内外のプラントでの実際の運用において、**DeROs®**の特長である高効率と低ミキシングの結果が確認され、効率、ミキシングともに世界最高レベルの性能であることが証明された。今後は、国内・海外ともに納入実績を増やし、水需要へ貢献してゆく所存である。

<参考文献>

- (1) 一般財団法人造水促進センター
<http://www.wrpc.jp/>
(2024/5/10アクセス)
- (2) 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)
- (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) 工藤昇太：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，電業社機械，Vol.44，No.2 (2020)

<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、グローバル機器技術室 ERD技術課 主事補

東北地方整備局／雄物川上流地区 マスプロダクツ型排水ポンプ設備

関 祥行 川口隆佑 齋藤 巧 大塚はるな

Tohoku Regional Development Bureau/Omono River Upper District Mass Production Sump Pump Equipment

By Yoshiyuki Seki, Ryusuke Kawaguchi, Takumi Saito, and Haruna Otsuka

In Dengyosha Kikai No. 91 (Vol. 46, No. 2, 2022), we have reported the results of a demonstration test utilizing a test water tank at the Civil Engineering Research Institute. This test successfully demonstrated the operation of a mass-produced drainage pump driven by an automobile engine for drainage purposes. As a subsequent step, an on-site validation was conducted in Daisen City, Akita Prefecture. This phase required the design to accommodate interlinked operations and adapt to cold climate conditions, considerations not addressed in the initial demonstration at the Civil Engineering Research Institute. This paper reports on the challenges faced during on-site construction and trial operations, as well as the strategies implemented to overcome these challenges.

1. はじめに

2021年度に国立研究開発法人土木研究所（以降 土木研究所とする）の試験水槽を使い、マスプロダクツ型排水ポンプの自動車用エンジンによる排水運転の実証試験を行った。その結果、自動車用エンジンを使った駆動機でも運転できることが確認できた⁽¹⁾。

土木研究所での試験後、全国6箇所で行った現場実証を行うこととなり、当社は秋田県大仙市での現場実証を行うこととなった。現場実証を行うにあたり、東北地方整備局・各自治体・コンサルタントなどの協力を得ながら設置計画から施工・試運転まで完了したので報告する。

2. 現地環境・特色

設置場所は、秋田県大仙市浜町内の丸子川沿いの排水ポンプ車を設置のために設けられた水槽と駐車場スペースで、丸子川に排水するが堤防を乗り越える地形となり、実揚程が高くなる懸念があった（図1⁽²⁾）。

本地域は排水機場がなく、過去に何度か家屋の浸水被害が発生しており、台風などの大雨が降ると排水ポンプ車などで対応していた。



図1 ポンプ場設置位置図

Fig. 1 Pumping station location map

ただし、本設備は4年間の実証期間を予定している。よって、マスプロダクツ型排水ポンプ設備が本運用するまでの間は、排水ポンプ車の運用にも配慮した配置計画が必要となる。

また、土木研究所の実証試験では、ポンプ設備の運転

は単独運転制御であったが、自治体職員でも操作できるよう主原動機を連動運転制御に対応した改造を行った。さらに、本地域は降雪量が多く、2 m以上の積雪量となることもあることから、凍結、積雪を考慮した設計も求められた。

3. 機器仕様と機場設計上の課題

本設備の主ポンプ、減速機、主原動機は、土木研究所で実証試験を行った機器を流用した。

土木研究所の実証試験では、主原動機の制御はパッケージ化を艱装したメーカーが製作した手動の速度制御装置を使用していたため、今回の設備設置に伴い、速度制御を手動から自動で行えるように改造を行う必要があった。

3-1 主要機器の仕様

主要機器の仕様を表1、表2、表3に示す。

表1 主ポンプ仕様
Table 1 Main pump specifications

形 式	横軸斜流ポンプ
口 径 (mm)	700
全 揚 程 (m)	6
吐 出 し 量 (m ³ /min)	60
出 力 (kW)	90
取 扱 流 体	河川水
台 数	1
製 作 会 社	(株)電業社機械製作所

表2 減速機仕様
Table 2 Speed reducer specifications

形 式	平行軸歯減速機（2段） 油圧クラッチ内蔵
台 数	1
製 作 会 社	(株)石橋製作所

表3 主原動機仕様
Table 3 Engine package specifications

形式	自動車用 ディーゼルエンジン
定 格 出 力 (kW)	125
定 格 ト ル ク (N・m)	520
回 転 速 度 (min ⁻¹)	1 900
使 用 燃 料	軽油
台 数	1
搭載エンジン	三菱ふそうトラック・バス(株)
艱 装 メ ー カ	コーワテック(株)
備 考	今回改造

3-2 機場設計上の特徴

主原動機の改造および現地状況から機場設計上の課題と対応について次に示す。

(1) 主原動機改造に関する設計

主原動機は、現地交換や連動運転制御への対応した改造を行った。主な改造は以下の通りである。

- ① 屋外設置を想定した改造を行った。
- ② エンジンパッケージと固定の間をプロペラシャフトで連結しているので、エンジンパッケージ（以下パッケージとする）の交換の際は、軸の芯出しが不要となる。
- ③ エンジン、排気消音器、始動用蓄電池、冷却装置などを一体化したパッケージとした。
- ④ パッケージは交換保全時に芯出し作業を効率的かつ確実に実現することを目的とした一体型の構造とし、パッケージ内の点検用にメンテナンス用扉を設けた。
- ⑤ 主原動機にセンサーを取り付け、状態を監視する。また、主ポンプの制御に必要な主原動機の信号を入出力するサブシステムを構築した。サブシステムは、ポンプ操作盤からの信号をエンジン制御用のCAN信号へ、CAN信号をポンプ操作盤用の信号に変換するための装置である。
- ⑥ 燃料配管、サブシステム・制御信号など電気配線配管は、パッケージを交換する際に効率的かつ確実に実現することを目的とした、フランジ、コネクタなどによる接続仕様とした。

主原動機に取り付けたセンサーと信号の一覧を表4に、主原動機構造図を図2、図3に示す。

(2) 現地状況に関する設計

- ① 主ポンプ吸込性能の問題から、吸込水位とポンプ芯間のレベル差を縮めるため、ポンプ据付面を約2 m掘り下げた。また、主ポンプが連続運転可能範囲内で排水運転ができるよう実揚程を下げるために、吐出し管口径と、吐出し口レベルを考慮している。
- ② 排水ポンプ車の水中ポンプ用の水槽のため、吸込配管の必要没水深さが確保できなかったため、吸水槽を掘削し必要没水深さを確保した。
- ③ 吐出し配管は堤防乗り越えのため、配管内の充水（サイフォン形成）および河川からの逆流防止のため

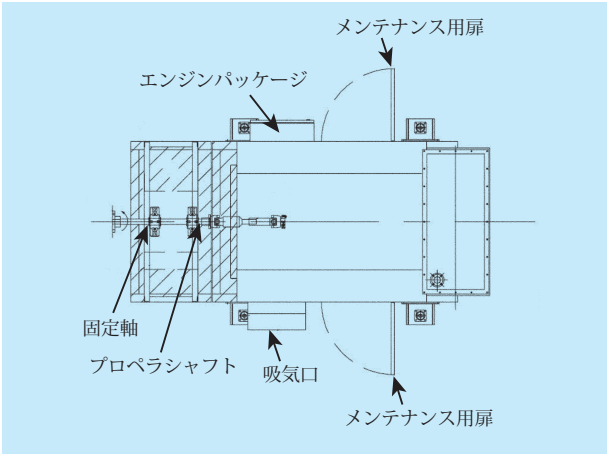


図2 主原動機上面図
Fig.2 Main engine top view

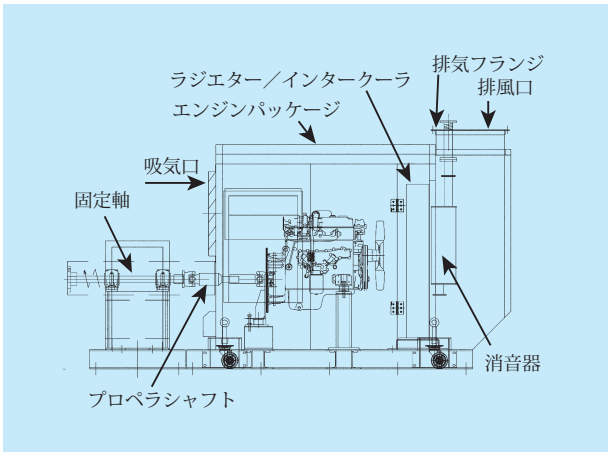


図3 主原動側面図
Fig.3 Main motor side view

表4 主原動機センサー一覧
Table 4 Main engine sensor list

No.	用途名称	品名	故障		備考
			重	軽	
1	アイドリング回転速度確認用	速度スイッチ (パルス式)	—	—	
2	クラッチ嵌合速度確認用		—	—	
3	規定速度確認用		—	—	
4	回転速度異常低下		—	○	
5	機関過速度		○	—	
6	回転速度		—	—	EG制御用とは別に取付 改造 (追加信号)
7	機関冷却水温度異常上昇	温度スイッチ	○	—	
8	機関潤滑油圧異常低下	圧力スイッチ	○	—	加圧でOFF (純正使用) PLC制御
9	機関排気温度異常上昇	温度スイッチ	○	—	
10	燃料タンク残量不足	SW付ユニット	○	—	
11	冷却水入口温度	測温抵抗体	—	—	EG制御用とは別に取付 改造 (追加信号)
12	冷却水出口温度	測温抵抗体	—	—	EG制御用とは別に取付 改造 (追加信号)
13	排気温度	シース型熱電対	—	—	EG制御用とは別に取付 改造 (追加信号)
14	燃料量 (残量)	センダユニット	○	—	端子台まで配線 改造 (ポンプ盤への信号)
15	バッテリー電圧		—	—	端子台まで配線 改造 (ポンプ盤への信号)
16	100V商用電源	充電器、PLC電源	—	—	端子台まで配線 改造 (エンジン盤まで配線)

め、吐出し管頂に空気弁を設けている。また、空気弁の開放高さは積雪高さを考慮して決定した。

- ④ 現地は、水道設備が無いため、水道水の供給が難しい。よって、真空ポンプ用補水槽の容量を従来より大きくし、補水層への給水は、真空ポンプ排水管よりストレーナを介し自動で給水できる構造として

いる。

据付平断図を図4、図5、図6に示す。

(3) 主原動機・盤間信号に関する設計

今回のポンプ設備ではポンプ操作盤にて連動と単独運転操作を行えるようにした。その際、従来のポンプ駆動用エンジンを採用した場合のポンプ設備制御との相違点

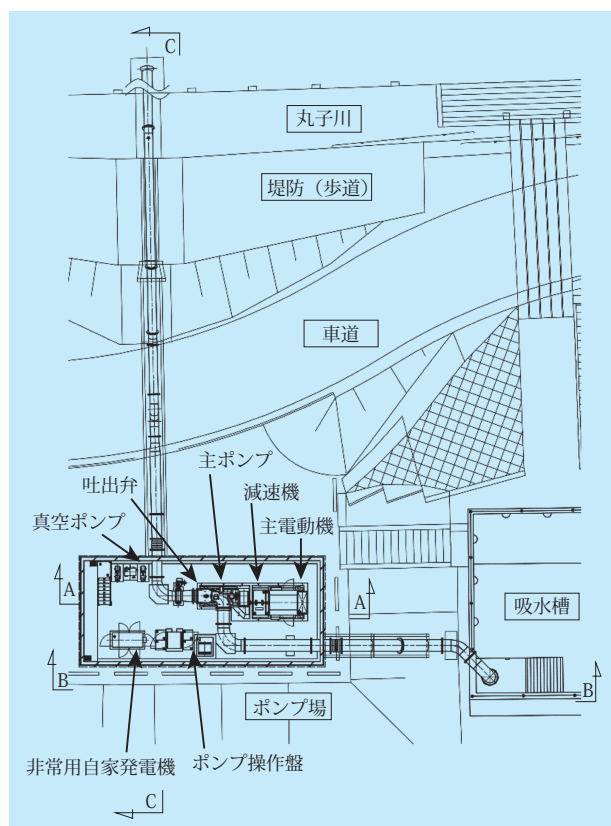


図4 据付平面図

Fig.4 Layout of pumping station

がいくつかあった。その中なら、特に設計に影響する重要事項を以下に抜粋する。

- ① エンジンと減速機のクラッチ接続条件として、エンジン回転速度（クラッチ接続速度 $1\,400\,\text{min}^{-1}$ ）の指定があったため、エンジンの回転速度信号を受け、減速機付属のクラッチのON・OFF制御を行った。
- ② 自動車用エンジンの特徴として、セルを始動するためのバッテリーを繋ぐメインスイッチの信号とエンジンを起動するための信号の2種類の信号を必要とした。
- ③ エンジンの回転速度は3種類（アイドリング、クラッチ接続速度、規定速度）あった。連動運転・停止制御を行うためには、エンジンから各回転速度の接点信号を必要とした。

図7に盤とエンジン間の通信システム構成図を、図8にポンプ運転停止フローを示す。

4. 現地施工

現地の施工は、建屋建設前で屋根がない冬期の寒冷地域での施工のため、降雨・降雪の対策が必要であった。そのため、施工箇所以外は常時ブルーシートを掛けて施工し、ブルーシートに積もった雪による荷重がかからな

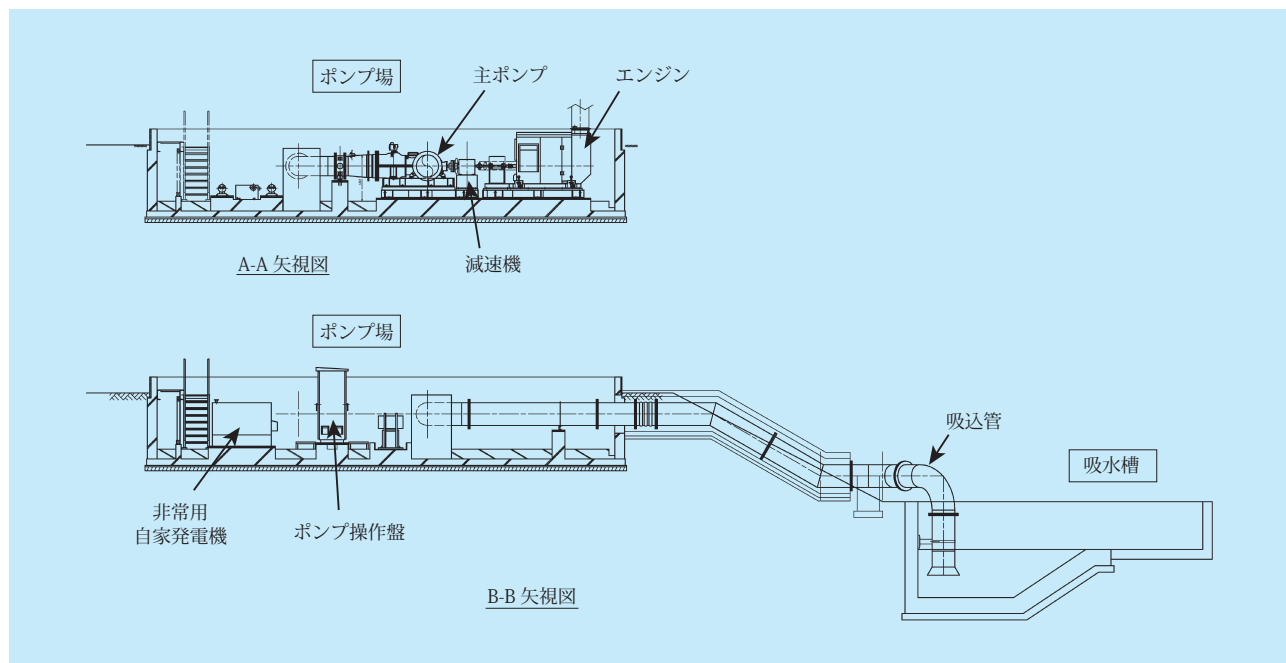
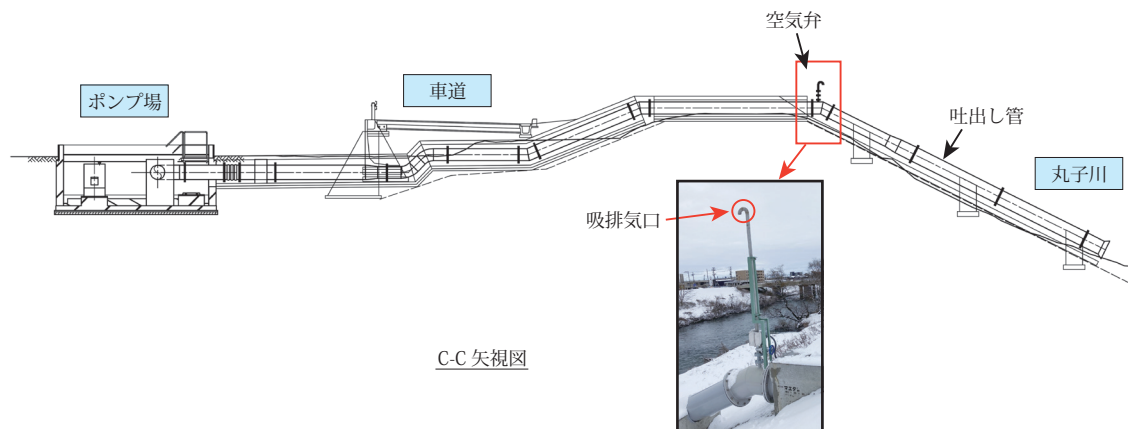


図5 据付断面図(1)

Fig.5 Sectional view of pumping station(1)



C-C 矢視図

図 6 据付断面図(2)

Fig. 6 Sectional view of pumping station(2)

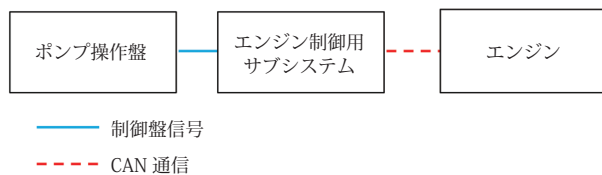


図 7 通信システム構成図

Fig. 7 Communication system configuration diagram

いよう機器機側計器類には緩衝材を巻き付けて対応した。

現地試運転は、従来の排水ポンプ設備と同じ、各機器単体動作試験、連動運転動作確認試験、連続運転（約 2 時間）試験を行った。

各種試験では問題無く動作することを確認した。

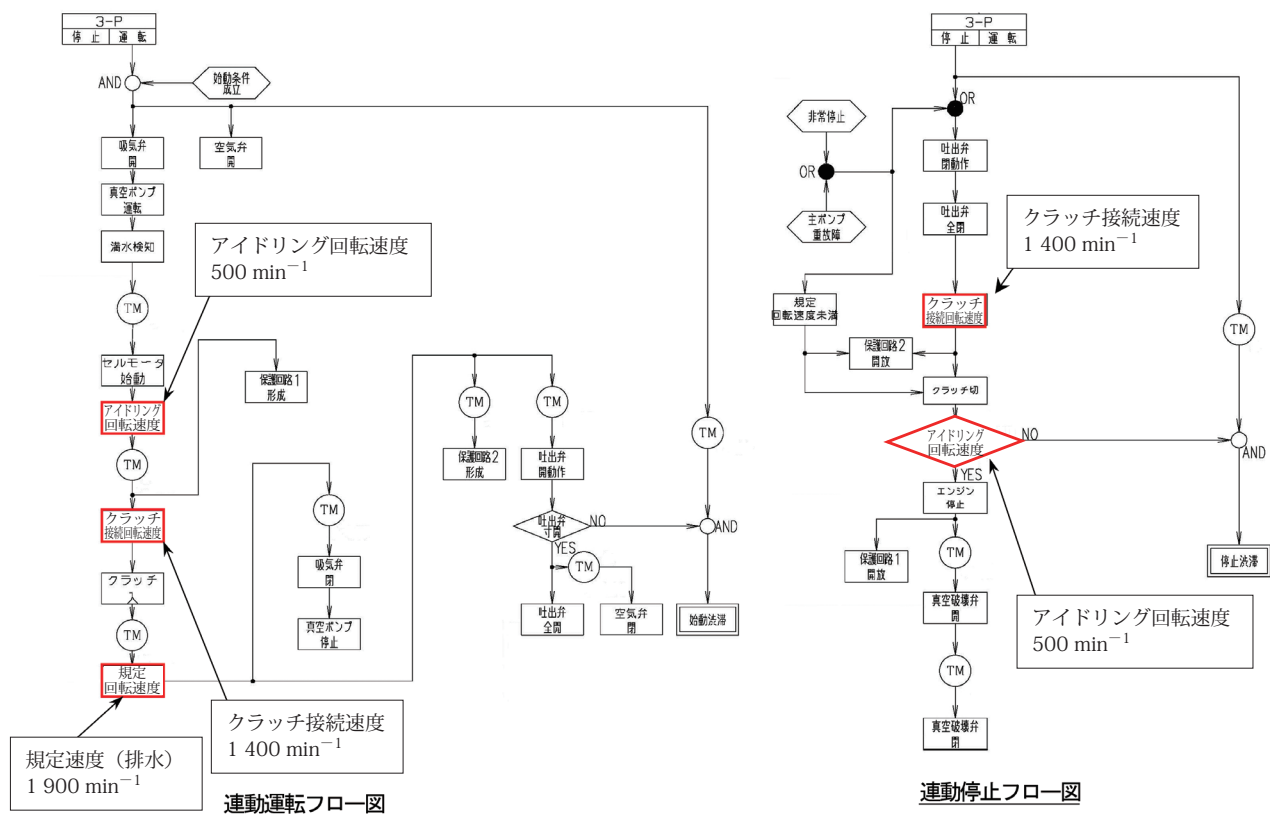


図 8 ポンプ連動運転・停止フロー図

Fig. 8 Pump operation stop flow



図9 現地施工状況
Fig.9 On-site construction status



図10 試運転状況
Fig.10 Demonstration test status



図11 現地据付状況
Fig.11 On-site installation status

現地施工中の状況を図9、試運転時の吐出配管口の状況を図10に、据付完了後の状況を図11に示す。

5. 今後の予定

今回の施工・試運転結果から、マスプロダクツ型排水ポンプ設備の排水運転ができることを確認した。

今後の実証試験では、従来の月点検、年点検などの他、

以下の確認を行っていく予定である。

- ① 予備エンジンへの交換
- ② 交換後の実排水運転
- ③ 自動計測装置によるデータ計測
 - ・エンジン回転速度
 - ・ポンプ回転数
 - ・エンジン入口・出口冷却水温度
 - ・エンジン排気温度
 - ・吸込・吐出圧力
 - ・流量
 - ・状態記録（運転、停止、重故障、軽故障など）

6. おわりに

本稿では、現地据付と試運転までを報告した。今後の実証試験を通じ、進展があれば新たに報告したいと考えている。

本設備は、マスプロダクツ型エンジンを採用による故障時の短時間の復旧およびライフサイクルコスト低減を目的として今後の排水ポンプ設備への活用を期待されている。当社としても、今後の検証や問題点を把握し、技術改善と開発・設計に反映していくことを目指し、より良い社会インフラへの活用に貢献していく所存である。

おわりに、今回の現場実証を行うにあたり、ご指導、ご助言を頂いた東北地方整備局殿、その他関係各メーカーの関係者に厚く御礼申し上げます。

<参考文献>

- (1) 関 祥行・江口 崇・長谷川浩久・石田晴久；マスプロダクツ型排水ポンプ実証実験報告と今後の展望、電業社機械No.91 (Vol. 46, No. 2, 2022)
- (2) 地理院地図／GSIMaps 国土地理院
<https://maps.gsi.go.jp>（アクセス日：2024/6/4）

<筆者紹介>

- 関 祥行：1995年入社。主に官公需向けポンプ設備の計画業務に従事。現在、社会システム技術室 技術企画課 課長
- 川口 隆佑：2016年入社。主にポンプのシステム設計業務に従事。現在、システム設計部 システム設計1課 所属
- 齋藤 巧：2021年入社。主にポンプの電気システム設計業務に従事。現在、システム設計部 電装システム設計課 所属
- 大塚はるな：2022年入社。主に官公需向けの施工管理に従事。現在、プラント工事部 工事課 東京駐在

銅精錬所向けスーパー二相ステンレス製ポンプ

角 晃太郎 片山景市

Super Duplex Stainless Steel Pumps for Copper Smelter

By Kotaro Kado and Keiichi Katayama

We have received an order for 3sets of seawater intake pumps in Copper Smelter plant from PT. Chiyoda International Indonesia and delivered the pumps to site. We introduce the overview of pumps here in after.

1. はじめに

PT. Chiyoda International Indonesia殿よりSeawater Intake Pumpを受注し納入が完了した。
ついては本ポンプの製品概要に関して紹介する。

2. ポンプ仕様および構造と特徴

本ポンプの仕様を表1に、ポンプ外観を図1に、ポンプ構造を図2に示す。

表1 ポンプ仕様
Table 1 Specifications of pump

型 式	立軸斜流ポンプ
吐出し口径	18inch
全 揚 程	42 m
吐 出 し 量	2 210 m ³ /h
出 力	340 kW
取 扱 流 体	海水
台 数	3台



図1 ポンプ外観

Fig. 1 Appearance of Seawater Pump

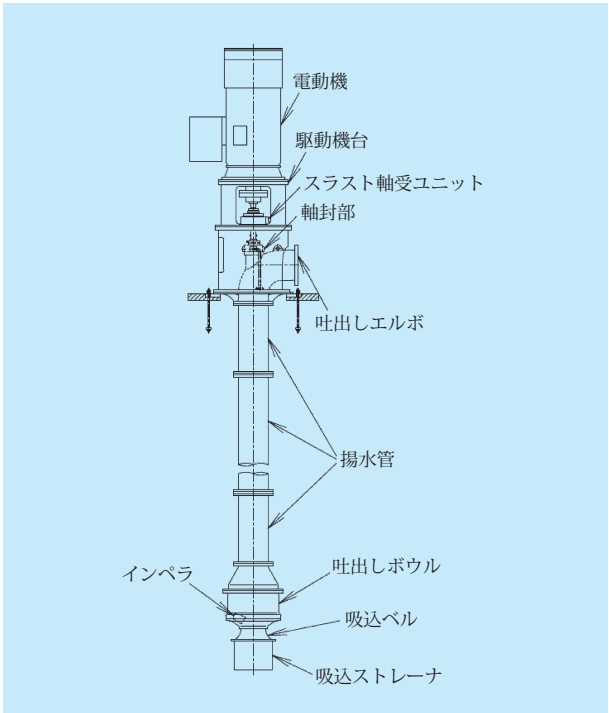


図2 ポンプ構造図

Fig.2 Outline drawing of Seawater Pump

2-1 ポンプ構造の特徴

本ポンプの構造の特徴を以下に示す。

① ポンプ軸封部

グランドパッキンを採用している。ポンプ設計圧力が1 MPaと比較的高圧仕様のため、ラビリンスおよびブリードオフ配管を設けて減圧をしている。

② スラスト軸受ユニット

ポンプの吐出しエルボ上部に設けられている。3台中2台が常用運転となるため、軸受寿命を考慮し機付きファンによる強制冷却としている。

③ 水中軸受

通常海水ポンプには、没水部は合成ゴム軸受、起動時ドライ部はPTFE軸受を採用している。今回の液質は、SS濃度が当社基準値を超える場合があることから、社内要素試験にて耐摩耗性を検証した樹脂製軸受を採用している。

④ 電動機

電動機および端子箱には、防塵・防水保護構造（IP65）の要求があるため、電動機のステータフレームと軸受ブラケットにはOリングを、軸貫通部には接触式のオイルシールを設けている。

2-2 ポンプ材質

本ポンプの主要部材質（インペラ、主軸、ケーシング）はスーパー二相ステンレス鋼（Super Duplex Stainless Steel 略してSDSSと記す）を採用している。オーステナイト組織とフェライト組織が共存した二相系ステンレス鋼の中でもPRE>40（耐孔食指数PRE：Pitting Resistance Equivalent= $\text{Cr}\%+3.3\times\text{Mo}\%+16\times\text{N}\%$ ）のものをSDSSと称し、オーステナイト系ステンレス鋼に比べ耐応力腐食割れ、耐孔食性、耐すきま腐食性に優れた特徴を持っているため、海水などの高腐食環境にさらされるポンプに対して長寿命化を図ることができる。またオーステナイト系ステンレス鋼に比べ約2倍の高強度を有しているため、ポンプの軽量化を図ることができる。さらにフェライト系ステンレス鋼に比べ溶接性に優れているため耐応力腐食割れ性を維持しつつ、溶接構造に適用できるなどの特徴を有している。揚水管にSDSSの溶接構造を採用した。

3. 水槽模型試験

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の発生の有無を評価することを目的に、水槽模型試験を実施した。試験はANSI/HI（American National Standard for Pump Intake Design）9.8-2018に基づいて行った。本プロジェクトでは3台のポンプを納入するが、図3に示す概略図のように独立したパイプ状の水槽に分かれて設置される。そこで、模擬範囲を1台分とした。

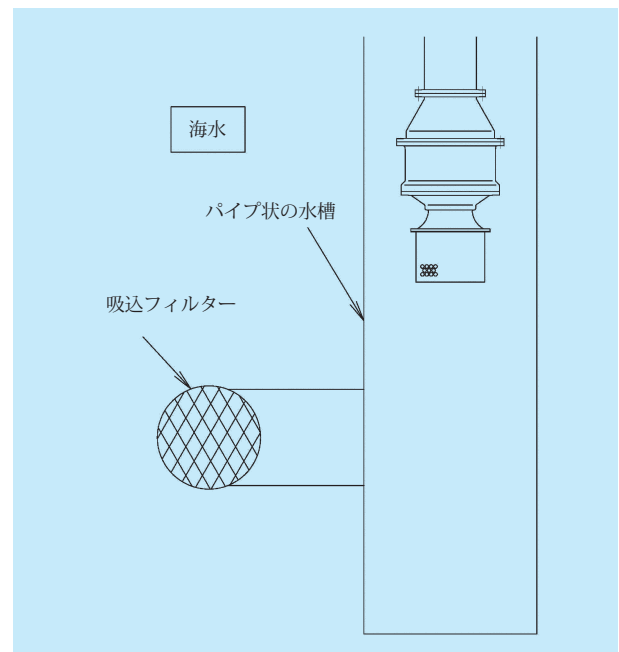


図3 ポンプ取水槽概略図

Fig.3 Pump sump image



図4 水槽模型試験装置外観

Fig.4 Model Overview



図5 水槽およびポンプ模型
Fig. 5 Model Sump and Pump

試験条件については、渦の発生は水槽内流速に依存し、速いほど発生しやすくなるため、水位をLLWL、流量は最大許容運転流量とした。

まず、当初計画されていた構造にて水槽試験を行った

ところ（図4、図5）、水槽が円筒形状であることから水槽内に旋回流を確認した。

そこで、適切な渦流防止装置を設置して再度試験を行い、合格基準内に収まることを確認した。

4. おわりに

当社は多数の海水ポンプを納入しており、長期間の安定した運転実績と信頼性も併せ評価され今回の受注となった。今後もポンプのさらなる品質向上などを通じて顧客満足を充実させ、インドネシアをはじめとする東南アジアの経済発展への貢献を目指していく所存である。

<参考文献>

- (1) 千代田化工建設ニュース（2021年7月15日）

<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 担当課長

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

インド／IOCL社Panipat製油所向けFeedポンプ

池田 侑樹 シールサガール・ディグビジャイ

Feed Charge Pump for Panipat Refinery

By Yuki Ikeda and Kshirsagar Digvijay

This article introduces high pressure multistage pumps supplied to Indian Oil Corporation Limited (IOCL).

IOCL is implementing the Panipat refinery expansion (P-25) project to enhance refining capacity from 15 MMTPA to 25 MMTPA (million metric tons per annum) to meet the growth in demand of petroleum products and to increase their profitability and competitiveness in the long run. The pump type is double-casing, radially split, multistage, between-bearings pump (barrel pump) i.e. API610 Pump Type BB5 and will be installed as FEED CHARGE PUMP for pumping high temperature hydrocarbon into reactor unit for further diesel processing in DHDT Unit of an oil refinery.

1. はじめに

このたび当社は、インドのエンジニアリング会社の Larsen and Toubro Hydrocarbon Engineering (LTHE社) より、Indian Oil Corporation. Ltd. (IOCL社) のPanipat 製油所向けにFeed Charge Pumpを2台受注し、製作・工場立会を経て、ポンプの出荷を完了したので、以下に紹介する。

IOCL社は、インド政府の石油・天然ガス省傘下にある最大の石油会社である。IOCL社の管理するPanipat製油所では北インドにおいて増加する石油製品需要に対応するため1 500万トン／年から2 500万トン／年への製油所の大規模拡張プロジェクトが進行しており、そのうち、硫黄分を除去するための反応塔へハイドロカーบอนを圧入するための重要設備として当社のFeed Charge Pumpが使用される。

なお、本ポンプユニットは、資材調達から製作、運転確認までを一括して当社インド子会社(DCIPL社)にて行い、その後、日本の当社工場において確認運転・顧客の立会試験を経て実施した。

2. 設備の概要

本ポンプは高温・高圧の過酷な条件で使用される上、ポンプの停止が製油所全体の停止に影響する可能性があることから、ポンプ本体だけではなく、モータ、強制給油装置やメカニカルシールシステムなども含めたポンプユニット全体に対して高い信頼性が求められる。

当該ポンプは定格モータ出力3 400 kWと大容量であり、メカニカルシールもAPI682の規定を超える”Engineered”シールとなることから、購入機器についても顧客やメーカーと綿密な技術仕様のすり合わせを行いながら、設計・製作を進めた。

また、付帯設備として、ソフトスタータ(Soft Starter)、機械監視装置(Machine Monitoring System、以下MMSと略す)、機側操作盤(Local Control Panel、以下LCPと略す)を採用することで、電源設備の小型・省スペース化や機器のオンラインモニタリングによる故障予測・長寿命化を図っている。ポンプ廻りのレイアウトを図1に示す

3. ポンプの仕様

ポンプ仕様を表1に示す。

本ポンプはAPI610規格に準拠しており、バレル(二

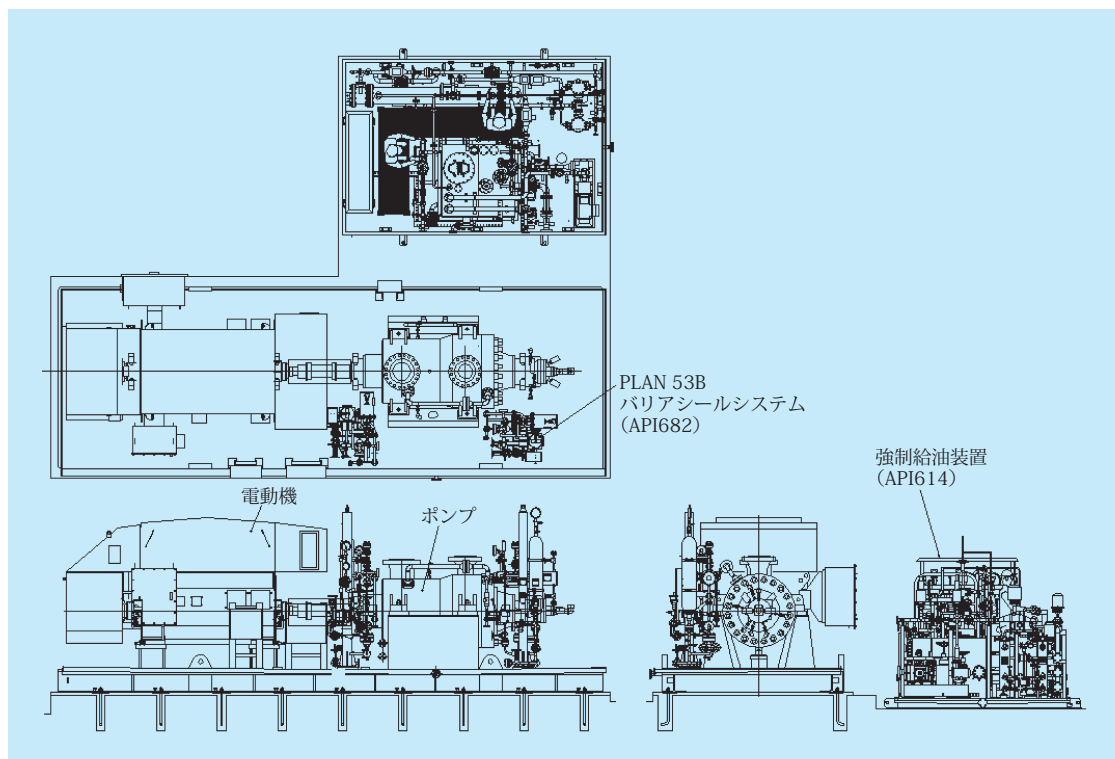


図1 ポンプ廻りレイアウト

Fig. 1 Layout of Pump Around

重胴) 構造ケーシング、6 段のインペラを持つ電動機駆動の横軸バレル形多段ポンプである。構造と特徴について以下に述べる。

表1 ポンプ仕様
Table 1 Specifications of pump

形式	横軸バレル形多段ポンプ API 610 規格 Type BB5
口径	吸込300 mm×吐出し250 mm
段数	6 段
吐出し量	900 (m ³ /h)
全揚程	1 217.47 m
電動機出力	3 400 kW
液質	ハイドロカーボン
設計温度	190 ℃
台数	2 台

ポンプの特徴を以下に列記する。

3-1 材質

インペラ、ケーシングおよび主軸などの接液部には、硫化水素による応力腐食割れ防止対策としてNACE MR0103適用材を採用している。

3-2 回転系

回転系としては初段に両吸込インペラを採用し、ポンプ吸込性能を向上させている。

また、ポンプ回転体の危険速度が運用回転速度に対して十分に離調されていることを確認するため、解析ソフトを用いてAPI610規格に規定されている評価方法に従い横振動解析 (Lateral Analysis) を行った (図2)。

3-2 ケーシング

ケーシングは熱変形に有利な円筒形とし、かつ、バレル形ケーシングとすることにより、高温流体の外部への漏洩リスクを低減させた。

3-3 軸受構造

ラジアル軸受にはジャーナル軸受を採用し、運転時の潤滑油温度について解析を実施し、問題ないことを確認した (図3)。スラスト軸受には、高負荷に対して信頼性の高いティルティングパッド軸受を採用した。軸受ケースは保守、点検が容易な構造である水平二つ割形としている。潤滑方式はAPI610規格のEnergy Densityの評価に基づき、強制給油方式としている。

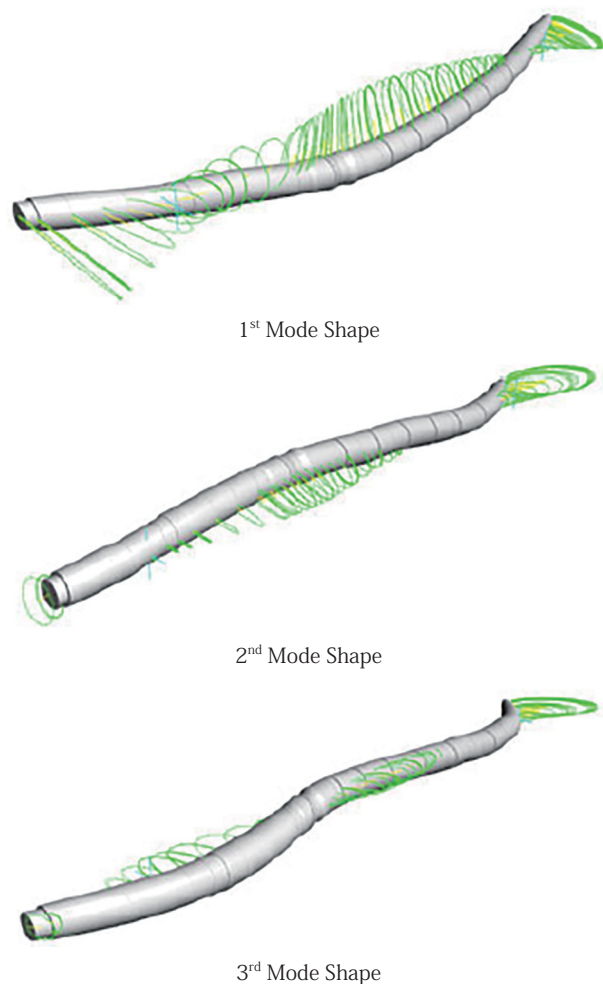


図2 横振動解析
Fig.2 Lateral Analysis

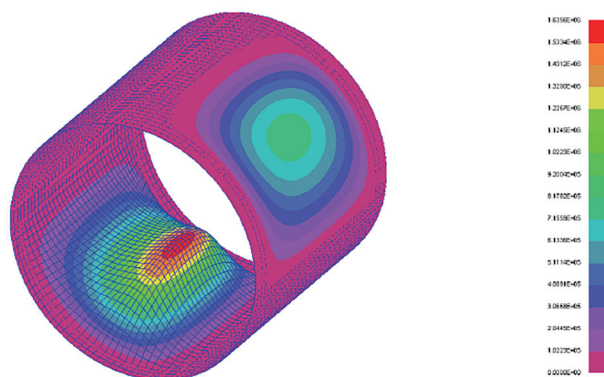


図3 ジャーナル軸受解析
Fig.3 Analysis of Journal Bearing

3-4 軸封装置

軸封はダブルメカニカルシール構造とし、API682規格のPlan53B方式を採用した。

ケーシング内部側シールと大気側シール間の空間に、

スタフィングボックス圧力よりも高い圧力のバリア液を常に充填させておく。このバリア液はメカニカルシール内部のポンピングリングによりクーラへ循環され、シール面の潤滑、冷却の役割を担う。バリア液ラインに接続されているアキュムレータ内に窒素ガスを充てんすることにより、バリア液は常時スタフィングボックス圧力よりも高い圧力を保持することができ、これによりポンプ液が大気側に漏洩することを防ぐ構造となっている。

また、何らかの理由によりシール面からの漏洩が発生すると、バリア液ラインに設けている圧力センサによって圧力低下を検知し、警報を鳴らすことで管理者に異常を知らせることができる機能を有している。

3-5 分解・組立作業性

吸込・吐出し配管を取外すことなくバレルケーシングをベースに固定したまま、ポンプカートリッジ(内筒ケーシング、軸封部品、軸受部品を含む)を容易に分解・組込できる構造とすることにより、メンテナンス性を向上させている。

ケーシングボルトの締結工具にはボルトテンショナを採用することにより、適切な軸力管理を実現し、かつ、ねじ部のかじりや座面の損傷対策を図った。

3-6 ベース上の機器配置設計

共通ベース上にはポンプ、電動機、軸封システム、強制給油装置、中継端子箱、計装品類などが搭載され、さらにはこの限られたスペースに多くの付属配管や計装ケーブル類が敷設されている。3D-CADを活用することにより、配管や機器の干渉防止、バルブの操作性、各計器類の視認性、組立時の作業性、そして現地メンテナンス時のアクセス性などあらゆる場面を想定し、最適な機器配置設計を行った(図4)。

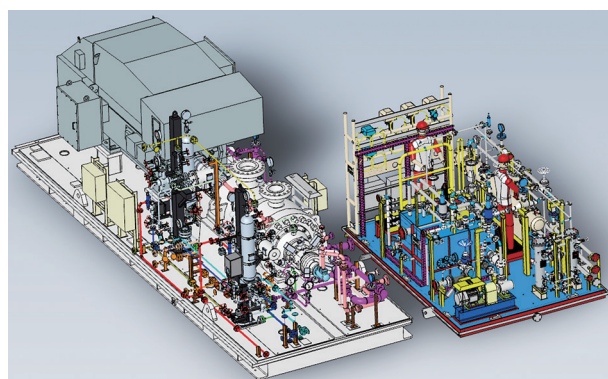


図4 3D-CADを用いた機器配置設計
Fig.4 Machinery Layout by using 3D-CAD

4. 電気設備

4-1 システム構成

本電気設備システム構成図を図5に示す。

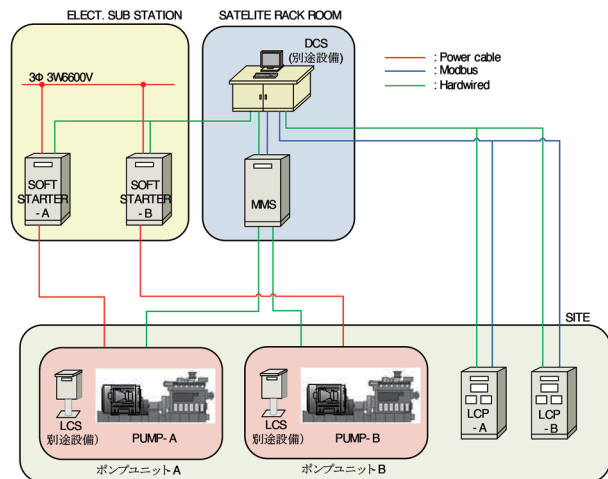


図5 システム構成図
Fig.5 System Configuration

今回納入した電気関連設備としては、電気室（ELECT. SUB STATION）に設置されるソフトスタータ（SOFT STARTER）、中央操作室（SATELITE RACK ROOM）に設置される機械監視システム（MMS）、そしてポンプ近傍に設置される機側監視盤（LCP）である。

4-2 各機器の機能と特徴

(1) ソフトスタータ（SOFT STARTER）

ポンプ始動時の出力電圧を徐々に増加させることで機械側（負荷側）の衝撃などの負担と電源側の突入電流を大幅に抑制させている。

(2) 機側監視盤（LCP）

盤の前面に15インチの液晶タッチディスプレイを2台備え、ポンプ、メカニカルシールシステム、電動機、強制給油装置に設置されている温度、振動、圧力、水位などのセンサ類の計測値が表示され、ポンプの安全な運用に必要な各機器の稼働状況、故障履歴の確認が可能である。また、アナンシエータとしての機能も有する。図6にLCPディスプレイ画面を示す。

(3) 機械監視装置（MMS）

ポンプおよび電動機に設置されている振動、温度および回転速度の計測値を監視ユニットを介して収集し、別途設備である制御システム（DCS）へ伝送している。

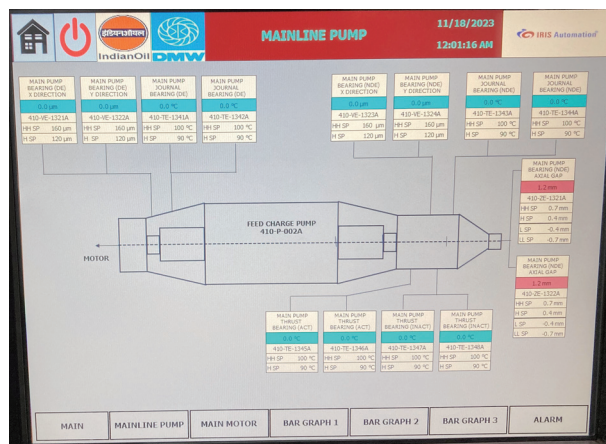


図6 LCPディスプレイ
Fig.6 LCP Display

MMSを有効活用することで、微細な振動の特徴や変化から機器の異常の兆候を検知し、事前対策によって長期間のプラント運用停止のリスクを低減させることができる。

5. インド子会社（DCIPL社）との連携

本ポンプユニットは、資材調達から製作、運転確認までを一括してインド子会社にて行った。

ポンプ本体はもとより付属品を含め技術的難易度の高



図7 DCIPL社での試運転
Fig.7 Test at India Factory

い本ポンプユニットを納期内に納入するため、DCIPL社とは定期的にオンライン会議を開催し、密なコミュニケーションを図ることで進捗確認や問題点の共有、課題解決を日々行ってきた。さらに、製造工程上重要な各段階においては、技術サポートのために当社の生産技術課、組立課、検査課および設計部員をDCIPL社へ派遣し直接的な教育や品質確認を実施することで、顧客の求める高い品質基準を確保することができた。

DCIPL社での試運転およびその後の日本での試運転においても、API610規格および顧客要求により指定されている性能を満足していることを確認し、機械的健全性についても各部の振動・温度の測定、付属品の動作の評価を行い、いずれも良好な結果が得られた。

6. おわりに

今回、インドで増加している石油製品需要に対応するための製油所拡張プロジェクトにおいて、その重要設備の一つであるFeed Charge Pumpに当社のポンプユニッ

トを採用いただいたことは、これまでの当社のインド製油所向けポンプの納入実績と、高い信頼性が評価されたものと考えている。

今後も、顧客の満足が得られる製品を提供できるよう、より一層技術力の向上に努めていきたい。

終わりに、本プロジェクトの設計・製作にあたり収支適切なご指導とご協力をいただいた関係各位に心より御礼申し上げます。

<参考文献>

- (1) IOCL社ホームページ
<https://iocl.com>
- (2) DMWインド社、ブネ工場拡張工事の完成、電業社機械47-2 (2023)

<筆者紹介>

池田侑樹：2006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 高圧ポンプ課 主任
シールサガール・ディグビジャイ：

2012年入社。主に高圧ポンプの設計に従事。現在、
DCIPL社 設計部

インド／IOCL 社向け、リボイラーポンプ

ハリッシュ・カベディア 池田 侑樹

Reboiler Pump for IOCL

By Harish Kavedia and Yuki Ikeda

Indian Oil Corporation Ltd, (Also called IOCL) is the largest Oil Marketing Company in India. As part of integrating its Petrochemicals value chain, IOCL has planned to manufacture Acrylic Acid/Acrylates and Oxo alcohols near its Gujarat Refinery at Dumad, Gujrat, India.

This plant will mainly manufacture Butyl Acrylate & Iso-Butanol. Currently, there is no producer of Butyl Acrylate (BA) in India with the entire Indian Requirement being met through imports. BA is used as a raw material for fiber processing agents, adhesives, coatings, plastics, acrylic rubber, and emulsions.

The process Licensor for this plant is Mitsubishi Chemical Corporation, Japan and the EPC is M/s Tecnimont India.

DMW Corporation supplied 4 nos. of large size OH1 Reboiler Pumps for this plant having special material of construction as specified by the process licensor. We will introduce the details of the pumps in following report.

1. はじめに

インド石油公社 (IOCL) よりインド・グジャラート州ドウマッドにあるグジャラート製油所の近くでアクリル酸／アクリル酸塩とオキシアルコールを製造するプラント向けにポンプの引合いを受領した。この工場では主にアクリル酸ブチルとオキシブタノールを製造している。現在、インドにはアクリル酸ブチル (BA) の生産者がおらず、インドの全需要は輸入で賄われている。BAは繊維加工剤、接着剤、コーティング剤、プラスチック、アクリルゴム、エマルションの原料として使用される。このプラントのプロセス・ライセンサーは日本の三菱ケミカル株式会社であり、EPCはM/s Tecnimont Indiaである。当社は、プロセスライセンサーから指定された特殊な構造を持つ大型のOH 1 Reboiler Pumpsを4台納入した。以下、ポンプの詳細を紹介する。

2. 各ポンプの仕様

Reboiler Pump A系統およびB系統の仕様を表1に示す。

表1 各Reboiler ポンプの仕様
Table 1 Specifications of Reboiler pumps

形式		横軸片吸込み単段渦巻ポンプ API 610 規格 Type OH1	
号 機		A系統	B系統
口 径 (mm)		700×700	600×600
吐 出 量 (m ³ /h)		3 641	2 240
全 揚 程 (m)		9.4	11
電動機出力 (kW)		132	90
液 質		Acrylic Acid	N-Butanol + Butyl Acrylate + Acrylic Acid
液 温 (°C)		83	98
台 数		2	2

3. 各ポンプの構造と特徴

各ReboilerポンプはどちらもAPI610規格に準拠した電動機駆動の横軸片吸込み単段渦巻ポンプである (図1)。

なお、各2台のポンプの内、1台を常用、1台を予備機としている。

ポンプの特徴を以下に列記する。

- (1) インペラは耐スラリー性能の向上を考慮し、オープンタイプとしている。また、軸たわみを少なくするため、主軸には十分な剛性を持たせ、インペラは軽量化設計されている。

主配管にケーシングを取り付けたまま回転体および軸受ケースなどを含めたポンプエレメントを一体で分解・組立できる構造とすることで、現地においても部品の点検や交換を容易に行えるよう配慮した設計としている。

- (2) 接液部の材質は顧客との協議の結果、A系統についてはSUS316などのオーステナイトステンレス鋼、B系統にはクロム・モリブデン含有量が高く耐孔食性、耐すきま腐食性に優れたUNS S31254などのスーパーオーステナイトステンレス鋼を採用した。
- (3) 顧客要求である高い設計圧力およびノズロード・モーメントに耐えられるよう、解析ソフトを用いてFEM解析を行いリブの位置と形状、肉厚、適切なボルトの締結方法などを決定した（図2）。



図1 ポンプ全景
Fig.1 Overall Pump Unit

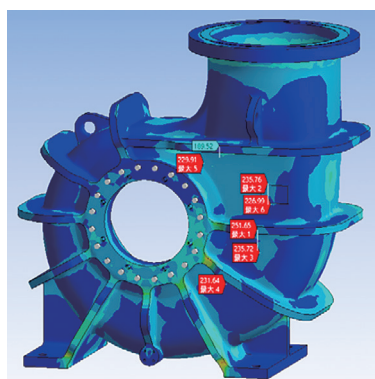


図2 FEM解析
Fig.2 FEM Analysis

- (4) 軸封部はAPI682規格の二重メカニカルシール構造としている。また、プロセス液の大気側への漏洩対策としてPlan74を採用している。

Plan74とは、バリアガスとして外部から窒素などのガスをケーシング内部側シールと大気側シールの間の空間に供給し、常時スタフリングボックス圧力より高い圧力を保持することによりプロセス液が大気側に漏洩するリスクを最小限とするシールシステムである。

また何らかの理由によりシール面からの漏洩が起きた際には、バリア配管に設けている圧力センサおよび流量センサにより警報を発し、管理者に異常を知らせることができる機能を有している（図3）。

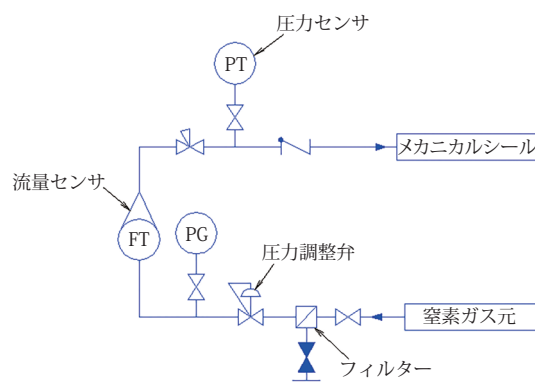


図3 API682 Plan 74 概念図
Fig.3 API682 Plan 74 Schematic

4. おわりに

今回納入されるポンプは、流量に対して揚程が非常に低く、当初は発電プラント向け海水ブースター向けに開発されたモデルですが今後も化学プラント向けだけではなく他プラントへの納入を目指し営業活動を続けて参ります。

<筆者紹介>

ハリッシュ・カベディア：1998年入社。主に海外向け営業に従事。
現在、DMWインド社、取締役。

池田侑樹：2006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 高圧ポンプ課。主任。

ここで活躍しています

－ 2023 年 製品紹介 －

1. ポンプ

1-1 北海道空知（そらち）総合振興局 福野揚水機場

(1) 概要

総延長80キロメートルにおよぶ北海道一の長さを誇る北海幹線用水路の支線にある福野揚水機場と福野2揚水機場は、北海道空知管内の南部にある南幌町に位置し、地域の農業揚水の供給を目的として福野揚水機場は1983年に、福野2揚水機場は2004年に設置された。

今回、設備の老朽化に伴いポンプ設備の合併・更新を行った（図1）。

(2) 特徴

2機場合併により、設備は大口径ポンプ1台に集約され省力化を図っている。またポンプ設備更新に伴い、形式を横軸斜流ポンプからメンテナンス性の良い両吸込渦巻ポンプを採用している（図2）。

ポンプの制御方法はサージタンク（吐水槽）の水位を一定に保つため、制御器・抵抗器により回転速度制御を採用している。金属抵抗器の可変速段数は20ノッチとすることで細かな速度制御が可能となり、需要量に追従した運転を行っている。

(3) 仕様

口径700 mm×700 mm両吸込渦巻ポンプ×1台

53.34 m³/min×10.0 m×132 kW

（電動機駆動）



図1 機場全景



図2 両吸込渦巻ポンプ

1-2 東京都下水道局 吾嬬ポンプ所

(1) 概要

吾嬬ポンプ所は、東京都墨田区立花五丁目6番2号に位置し、墨田区八広、東墨田、東向島、京島の雨水および汚水を吸揚し、雨水は旧中川へ放流し、汚水は砂町水再生センターへ圧送する施設である。

今回、ポンプ所内雨水ポンプ設備（図3）、汚水送水設備（図4）、制水扉設備の設計、製作、据付を行った（図5）。

(2) 特徴

雨水ポンプ設備には、近年に多発する集中豪雨などによる急激かつ大量の雨水流入水に対し、あらかじめ全速で運転することで速やかな排除が可能な先行待機（全速）形立軸斜流ポンプを採用している。

また、東京都下水道局殿との共同研究目標を達成したポンプであり、3時間の気中運転が可能なポンプである。

汚水ポンプ設備には、メカニカル式無注水軸封方式を採用し、水撃対策用に独立式フライホイール装置を設けた無閉塞性に優れた吸込スクリュー付渦巻ポンプを採用している。

また、送水量に柔軟に対応できるようVVVF装置による回転制御が可能となっている。

制水扉設備では、各制水扉の開閉操作により、緊急時

の井内浸水防止および流量調整、フラッシュ洗浄、滞留水排水を可能としている。

(3) 仕様

口径1 650 mm先行待機（全速）形電動機

直結立軸斜流ポンプ×3台

350 m³/min×30 m×2 380 kW

口径300 mm吸込スクリー付渦巻ポンプ×2台

11.4 m³/min×57 m×220 kW

口径200 mm吸込スクリー付渦巻ポンプ×2台

5.7 m³/min×57 m×110 kW



図3 雨水ポンプ室全景



図4 汚水送水ポンプ室全景

1-3 大阪府東部流域下水道事務所 新家ポンプ場

(1) 概要

新家ポンプ場は大阪府八尾市に位置する。八尾市および東大阪市の雨水を楠根川に排水するポンプ場である。

今回更新を行った3、4号雨水ポンプは、1980年供用設置開始から運用されており、老朽化対策および雨水ポンプの予備化事業として設備の更新を行った（図5）。

(2) 特徴

排水能力増加による流れ解析の検討およびポンプ室梁補強工事が含まれており、梁補強用足場はクイックデッキ工を採用した。

また、排水能力も向上させたことで将来の1台予備化に繋げた。

(3) 仕様

口径1 800 mm立軸斜流ポンプ×2台

483.6 m³/min×8.3 m×930 kW

（ディーゼル機関駆動）



図5 雨水ポンプ設置状況

1-4 東京電力リニューアブルパワー株式会社 信濃川発電所 納 主給水ポンプ更新

(1) 概要

本ポンプは水力発電設備に設置されているタービン水車の軸受へ冷却目的で給水するための機器であり、1939年運用開始から、これまで1度更新しており今回で2度目の更新として、2台を2023年3月に納入した。

本発電所は一般の水力発電所の中でも、非常に高い稼働率を有しており、納入した2台のポンプで全5基の水車軸受の冷却を請け負っているため、非常に重要な設備として高い信頼性を要求されている機器である。

(2) 特徴

水力発電所には珍しい2床式の立軸斜流ポンプを採用し、水力発電所特有の非常に狭い設置スペースに対応で

きるような形状とされている（図6）。ポンプと電動機の更新であったが、その他流用する基礎や吸込・吐出配管などには劣化が進んでいたため、基礎の再設定や配管の取合い方法など現地調査や打合せにより状況を確認して、綿密に検討のうえ、現状態に適した据付要領を提案し、無事更新工事を完了することが出来た。

(3) 仕様

口径300 mm 2床式立軸斜流ポンプ×2台

18 m³/min×20 m×90 kW

（電動機駆動）



図6 立軸斜流ポンプ

1-5 NMDC Energy (UAE) 経由 ADNOC Offshore向け Open Drain Pumps

(1) 概要

ADNOC Offshore Umm Shaif fieldで発生した排水をドレンする横軸片吸込遠心プロセスポンプ1機種2台を納入した（図7）。

(2) 特徴

当該ポンプは API610-12th Editionを適用し、ポンプ材質はSDSS、材料証明書はType3.2を適用した。当社インド子会社（DCIPL）が設計、製作および中間立会検査を実施し、日本の当社工場で性能立会検査を実施・出荷した。

(3) 仕様

【OPEN DRAIN PUMPS】

口径40 mm横軸片吸込遠心プロセスポンプ×2台

3.6 m³/min×32.0 m×5.5 kW

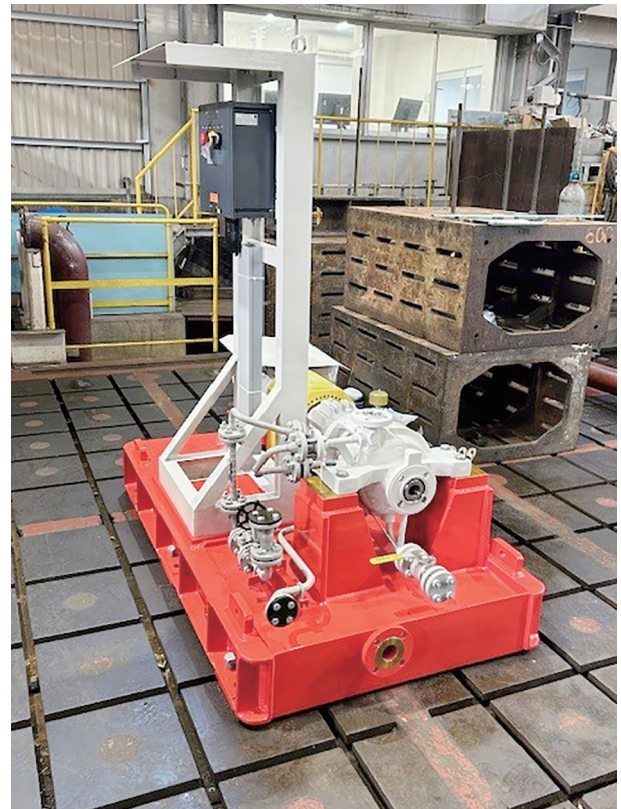


図7 横軸片吸込遠心プロセスポンプ

2. 送風機

東京都下水道局

清瀬水再生センター

(1) 概要

清瀬水再生センターは東京都清瀬市下宿3-1375に位置し、東村山市・東大和市・清瀬市・東久留米市・西東京市の大部分、武蔵野市・小金井市・小平市・武蔵村山市の一部を処理区域とし、計画処理面積は、8 042haを有する。センター処理水は柳瀬川に放流されている。

今回、当センター水処理3-1系反応槽設備に再構築に伴い、好気槽への送気を目的として、送風機6号の設計、製作、据付を行った。（図8、9）

(2) 特徴

本送風機は、経済産業大臣並びに日本機械工業連合会が優秀な省エネ機器として受賞したAM-Turbo® 送風機を採用している。この送風機は、高効率化を実現しており、強制給油装置と水油配管が不要、軸受はころがり軸受といった特徴を持つ。日々のランニングコストは大きく削減され、保守管理労力も大きく軽減されるものとなっている。

(3) 仕様

口径700 / 600 mm電動機直結

铸铁製片吸込多段ターボブロワ（転がり軸受）

540 m³/min×70.0 kPa×800 kW



図8 送風機室全景



図9 送風機室全景

大阪市建設局殿 井高野抽水所向け雨水ポンプ設備受注

大阪市は、上町台地などの一部を除いて約90%がポンプ排水に頼らなければならない雨に弱い地形となっており、浸水被害を防止するためにポンプ排水能力の増強を進めているところである。大阪市の北東部に位置している井高野抽水所については、雨水ポンプ設備が1977年から稼働しており、44年以上経過して老朽化が進行し耐用年数も超えていることから、適切な雨水排水機能確保するため、改築更新を行うこととなった。このたび、

ディーゼル機関駆動である既設No.1、2、3雨水ポンプ3台を更新する工事を受注し、2027年8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、2、3雨水ポンプは先行待機形の減速機搭載型立軸斜流ポンプを採用し、近年のゲリラ豪雨にみられる急激な水位の上昇にも対応出来るようにしている。

(文責：戌亥 武)

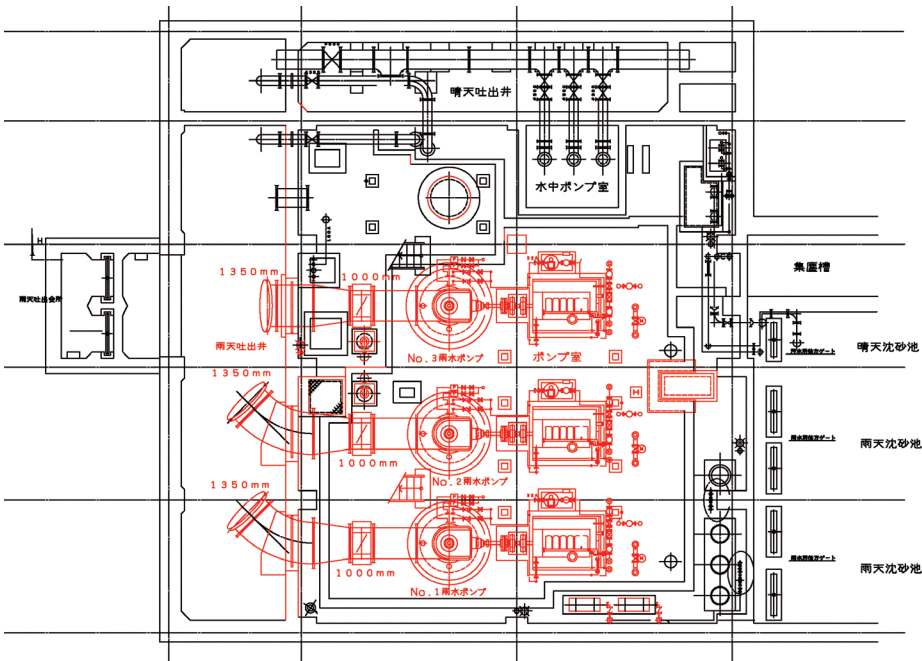


図1 ポンプ室平面図

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	原動機出力	台数
No1、2、3雨水ポンプ	口径1 000 mm 立軸斜流ポンプ	170 m ³ /min	8.0 m	雨水	540PS	3

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	原動機出力	台数
No1、2、3雨水ポンプ	口径1 000 mm 全速全水位先行待機形 減速機搭載形 立軸斜流ポンプ	185 m ³ /min	8.0 m	雨水	360 kW	3

京都府流域下水道事務所

桂川右岸流域下水道洛西浄化センター建設工事

(送風機機械設備更新) 受注

洛西浄化センターは、桂川右岸流域の3市1町の区域を対象として約35万人の下水を処理しており、1979年に供用開始した施設である。

このたび、No.5送風機の更新工事を受注した。また、京都府内『初めて』となる新型ブロワ（当社製品名：AM-Turbo[®]）の採用になる。

本送風機の特徴は羽根車にアルミ合金材を採用し、回転体質量を軽量化したことによってころがり軸受の採用を可能としている。これにより、強制給油装置や冷却設

備・小配管などの補機類を省くことができる。

さらに、環境対策（周辺機器の汚損や周囲環境の改善）として送風機本体や電動機軸受箱からのオイルミストを回収する、オイルミストセパレータシステム（MSS- α [®]）を既設同様に納入する。

また、今回更新する逆止弁は低圧力損失型が採用されており、送風機の吐出圧力をアシスト力として利用することで、小風量でも弁体を全開とすることが可能である。

（文責：川端初希）

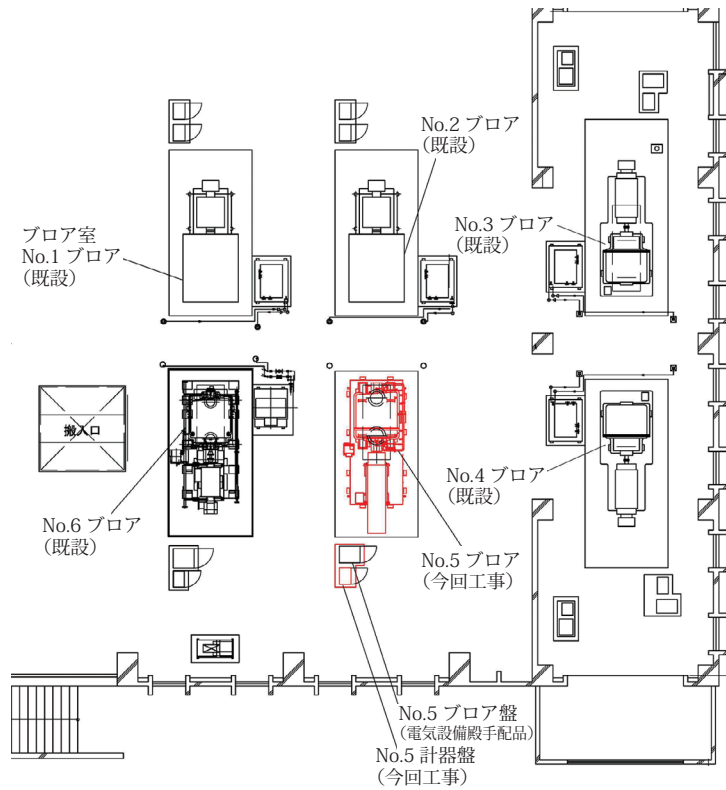


図1 据付平面図

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
No.5送風機	口径500×450 mm 電動機直結型片吸込多段ターボブロワ (鋳鉄製 ころがり軸受)	310 m ³ /min	66.64 kPa	空気	450 kW	1

沖縄県企業局殿 伊波増圧ポンプ場機械設備工事受注

沖縄本島の水源は主に北部と中部地域にあるダムや河川であるが、主に人口の多い中部と南部地域で消費されており、水源から主な消費地まで距離が離れている。このため、沖縄本島で利用されている水道水の多くは、長い水道管を通り、いくつかの施設を巡って消費地に届いている。この施設の一つである伊波増圧ポンプ場は、水源から取水した原水を中部にあるダムや調整池などへ送るための重要な役割を担っている。

このたび当社が受注した工事では、設備の老朽化対策としてポンプ設備一式の更新を行うものである。

既設増圧ポンプは系統ごとに仕様が分かれており、2系統×4台の全8台が設置されている。本工事では、設備の老朽化対策と共に設備の適正化が図られており、配管系統を見直しポンプ仕様を統一することでポンプ台数が全6台に低減されている。

既設ポンプを運用しながらの更新工事となるため工期は4年度にわたる長期工程となっており、現在は2026年8月末の工事完成に向けて鋭意設計・製作を進めている。

(文責：佐久本崇矢)

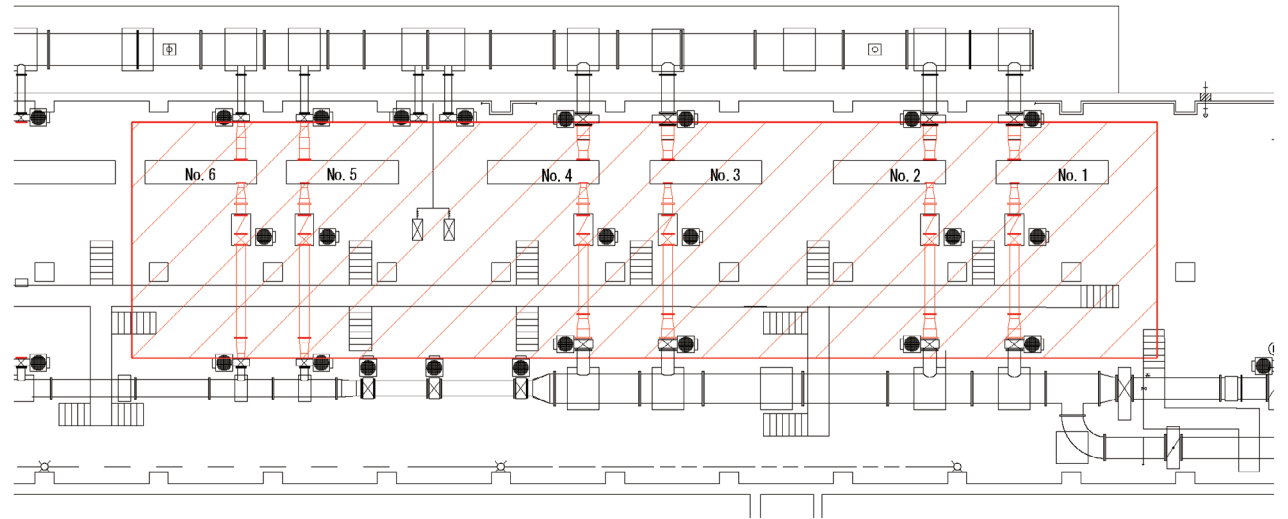


図1 ポンプ据付平面図

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
増圧ポンプ	口径450 mm 横軸両吸込渦巻ポンプ	27.0 m ³ /min	81 m	原水	475 kW	6

富士電機株式会社殿／

Messrs. Globeleq Menengai Geothermal Limited.

Menengai Geothermal Power Plant 向け Hotwell Pump ほか受注

日本をはじめ、世界各国の主要なエネルギー源となっている石油や石炭などの化石燃料に対し、CO₂排出量が少ない再生可能エネルギーの一つとして、地熱発電が注目されている。

このたび、Globeleq Menengai Geothermal Limited, Menengai Geothermal Power Plant向けに、発電所主要機器を供給する富士電機株式会社殿より、Hotwell PumpおよびAuxiliary Cooling Water Pump（ACWP）を受注した。

この発電所は、ケニア共和国のナクルから北に位置するメネンガイ地区（図1）の地熱の開発を行い建設する。

本ポンプ（図2）は、バレル形立軸斜流ポンプであり、

国内外共に多数の納入実績がある。液質は、腐食性の高い地熱凝縮水であることからステンレス鋼などの材質を採用し、耐久性および経済性に優れた特長を持つ。

引き続き、地熱発電所向けに信頼性の高い機器を納入することでエネルギーの安定供給と脱炭素社会の実現に向け貢献していく所存である。

<参考文献>

(1) Maps Kenya
<https://ja.maps-kenya-ke.com>
(2024/4/10 アクセス)

(文責：岡本大希)

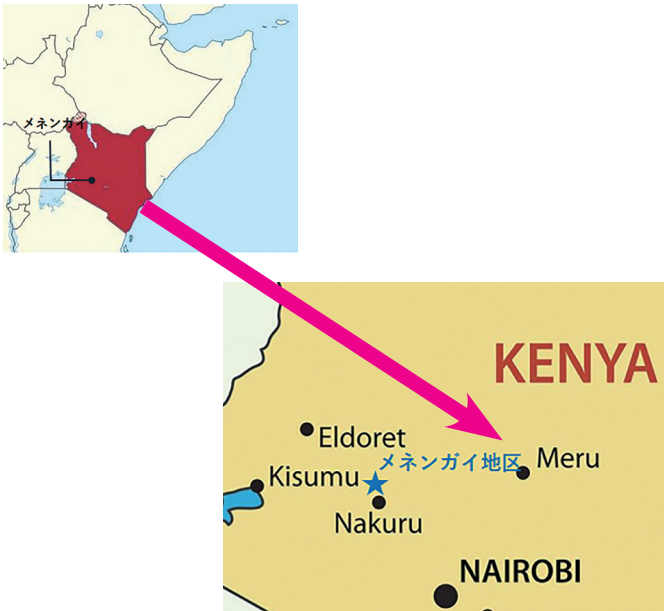


図1 発電所の場所

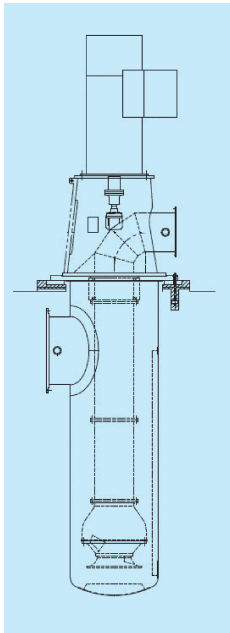


図2 Hotwell Pump外形図

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
Hotwell Pump	口径50×28 inch 立軸斜流ポンプ	4 350 t/h	23.5 m	地熱凝縮水	370 kW	2
ACWP	口径300×250 mm横軸片吸込単段渦巻ポンプ	720 t/h	23 m	地熱凝縮水	75 kW	2

九州電力株式会社殿／大平発電所 1 号機向け 主給水ポンプ受注

このたび、九州電力株式会社殿より大平発電所 1 号機向けの主給水ポンプを 1 台受注した。大平発電所は熊本県八代市にある揚水式の発電所であり、九州にある 3 つの純揚水発電所の中で一番初めにできた 500 MW 出力可能な発電所である。

今回受注した主給水ポンプは水車発電機の軸受潤滑油用冷却水他を供給するためのポンプである。大平発電所には水車発電機が 2 基あり、各号機に対して主給水ポンプが 2 台設置されている。今回はそのうち 1 台の他社製ポンプの老朽化更新である。

揚水式発電はこれまで、電気の使用量が少ない夜間に揚水運転を行い、電気の使用量が多い昼間に発電してい

たが、近年の太陽光発電の普及により、昼間の太陽光で発電した電気を利用して揚水を行い、夜に発電する機会が増えており、本ポンプの発停回数は増加している。

また、主給水ポンプは揚水発電所の最下階に設置され、かつポンプ室の配管は埋設配管が多く、レイアウトの変更が難しい上に、天井高さも低いことが多いため、更新するポンプは信頼性の高い、メンテナンスが容易なポンプが求められている。

今後もカーボンニュートラルの実現に向けた再生可能エネルギー利用の発電設備に貢献する機器の受注に向けて活動していく所存である。

(文責：洲上 貴大)

表 1 ポンプ仕様

ポンプ名称	形式	吐出し量	全揚程	電動機出力	台数
1-2主給水ポンプ	口径350×300 mm 横軸両吸込遠心ポンプ	23.6 m ³ /min	45 m	230 kW	1

大阪府北部流域下水道事務所長殿より優良工事表彰を受賞 — 淀川右岸流域下水道 高槻水みらいセンター 5号外雨水ポンプ設備更新工事 —

1. はじめに

2022年5月に完成した雨水ポンプ設備更新工事において、大阪府北部流域下水道事務所長殿より「事務所長表彰」を受賞した。

2. 表彰工事

工 事 名：淀川右岸流域下水道
高槻水みらいセンター
5号外雨水ポンプ設備更新工事

工 期：2019年12月4日～2022年5月31日

機 種：φ1 500VPFO-2F-GE×2台
(立軸斜流ポンプ)

工事内容：5、6号雨水ポンプ（口径1 500 mm）の
更新工事

3. 表彰理由

工事成績評定点において、施工体制・配置技術者は満点を獲得した。出来栄えや工程管理、安全管理なども高い評価を受けており、設備工事の模範となる施工業者の評価を得た。これらが評価され事務所長表彰の対象となった。

4. おわりに

今回の表彰は大阪府北部流域下水道事務所殿のご指導、ご協力なくして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協力会社や関係業者の方々のご協力を頂きましたことに深く感謝いたします。

この表彰を励みに、今後もより一層精進していきたいと考えております。

(文責：弘田幸治)

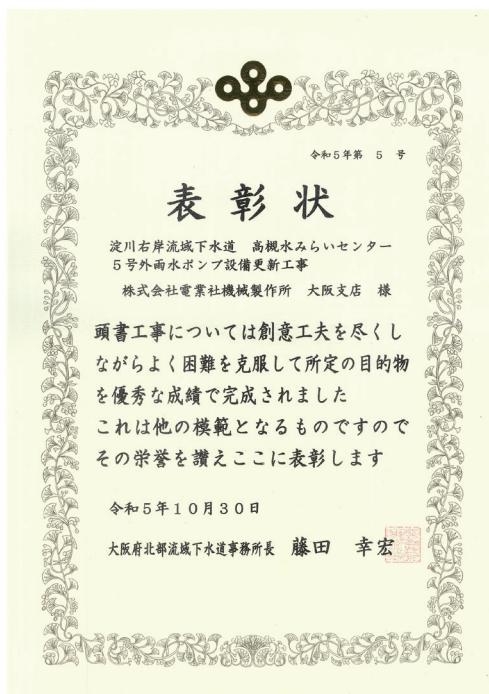


図1 表彰状



図2 表彰式

機場探訪

国土交通省 関東地方整備局

荒川上流河川事務所 通殿川排水機場編

通殿川排水機場は、埼玉県熊谷市に位置する荒川水系通殿川流域の治水施設として1968年に完成しました。当初は5.0 m³/s立軸斜流ポンプ2台が設置されていましたが、1999年に1台が増設され、計3台のポンプによる総排水量15.0 m³/sを誇る排水機場となりました（図1、図2）。通殿川右岸の堤防を挟んで南側には和田吉野川が流れ、3つの球体が並んだように見える玉作水門が存在感を放っています。

荒川はその名前のとおり「荒ぶる川」となり、過去幾度となく洪水による氾濫を繰り返してきました。荒川水系に属する通殿川流域も例外ではなく、大雨や台風などの洪水時にはポンプによる排水を行うことで通殿川下流に位置する和田吉野川からの逆流を防ぎ、通殿川流域の

湛水被害を軽減しています。

洪水による被害を防ぐ排水機場ですが、建物内に浸水が生じると排水ポンプを運転するためのエンジンや電気設備が故障してしまいます。1982年の台風18号の際、通殿川排水機場が排水できる水の量を上回り、建物内への浸水が発生し運転不能となりました。この経験から通殿川排水機場の入り口には大きな防水扉が設置されています（図3）。1999年の洪水時には建物入口まで水位が上昇しましたが、この防水扉により浸水を防ぐことができました。

近年、全国各地で豪雨災害が頻発しており、多くの人々が暮らす荒川水系でもこれから起こりうる豪雨災害に備える必要があります。通殿川排水機場も地域の田園風景と人々の暮らしを守るため、これからも変わらぬ活躍が期待されています。



図1 機場の場所



図2 ポンプ設備 (No.1主ポンプ)



図3 機場外観と防水扉

<参考文献>

- (1) Google Maps
<https://maps.google.co.jp>
(2024/5/10 アクセス)
- (2) 国土交通省 関東地方整備局ホームページ
https://www.ktr.mlit.go.jp/arajo/arajo_index008.html
(2024/5/10 アクセス)

(文責：清水岳博)

オランダ、フランスにおける河川管理施設への訪問

犬塚 優

Visitation Report To Pumping stations in the Netherlands and France

By Yu Inuzuka

1. はじめに

2023年9月30日～10月8日に行われた、(一社)河川ポンプ施設技術協会主催の欧州におけるICTを活用したDX(デジタルトランスフォーメーション)およびGX(グリーントランスフォーメーション)の取り組み状況調査に同行し、オランダではポンプ場3カ所、洪水博物館、大型治水施設(可動堰)を訪問、フランスでは建設中の貯水施設を訪問した(表1)。

表1 調査日程

日程	都市	訪問先
10月1日	日本出国(9月30日) オランダ入国	
10月2日	ロッテルダム	オランダ・ドイツ ポンプ場 リヴァレンラント 水管理委員会
10月3日	ロッテルダム	洪水博物館 マエスラント防潮水門 ウエストランドポンプ場
10月4日	ロッテルダム	アイマウデンポンプ場
10月5日	オランダ出国 フランス(パリ)入国	
10月6日	パリ	セーヌ川流域管理機構 (ラ・パセパイロット工事)
10月7日	フランス出国 日本帰国(10月8日)	

に指定されており、外観を変更することができないといった制約の中で機器の更新工事が行われた。

また、リヴァレンラント水管理委員会で導入してきた設備の遠隔監視・操作システムは、各機場で異なるシステムが導入されていたが、2014年以降順次オートメーション化計画を推進し、10年をかけて統一されたシステムへの変更を実施した。



図1 オランダ・ドイツポンプ場全景

2. オランダでの訪問先

2-1 オランダ・ドイツポンプ場(図1、2)

オランダ・ドイツポンプ場は、リヴァレンラント水管理委員会が管理している1933年に設置された歴史のある排水機場である。主ポンプは、当初ディーゼルエンジン駆動であったものを、始動性や環境への配慮から近年電動機駆動に更新している。機場の建屋が歴史的建造物



図2 オランダ・ドイツポンプ場内

2-2 リヴァレンラント水管理委員会 (図3、4)

リヴァレンラント水管理委員会は、創立750年の歴史があり、ライン川の沿岸100 kmにある河川、下水設備を管理する組織である。



図3 リヴァレンラント水管理委員会本部

各機場は、本部施設から遠隔監視・操作システムで管理している。

機場を管理する組織とは別に、災害対策を行う専門の組織が存在し、河川の水位情報や気象情報、警察や消防署からの情報を収集して、24時間災害リスクの発見に努めている。

また、管理する機場で使用する電力は、将来的に委員会自らが発電設備を設置して再生可能エネルギーで賄う予定である。



図4 本部集中管理室

2-3 洪水博物館 (図5、6)

洪水博物館は、1953年にオランダで起こった大洪水

による被害を後世に伝えるために設置された施設である。1953年の大洪水は、数万人が被害を受けた大規模な災害であり、オランダにおける洪水対策はこの洪水を念頭において実施されている。

博物館は、洪水で決壊した海岸の堤防を塞ぐために設置された第二次世界大戦中のコンクリート製防空壕が再利用されている。



図5 博物館外観



図6 館内の展示状況

2-4 マエスラント防潮水門 (図7、8)

マエスラント防潮水門は、1953年に計画され1997年に完成した河口からの高潮による洪水から周辺地域を守るための、オランダで最大の防潮水門である。

アーチ状の門が運河の両岸に二つあり、災害時には門が中央まで移動することで、運河を閉じることができる。



図7 防潮水門外観



図8 防潮水門全体像

また、門は普段フロートのように水に浮いた状態であり、運河を閉じるときはポンプで門の中に水を注水して沈降させる構造である。

2-5 ウェストランドポンプ場 (図9、10)

ウェストランドポンプ場は、デルフラント治水委員会



図9 ウェストランドポンプ場外観



図10 ウェストランドポンプ場内

が管理するポンプ場で、1960年台にエンジン駆動掛けのポンプが設置されていた。しかし、近年の降雨量に対応できないことが判明したため排水能力を4倍に増強、電動機掛けのポンプに更新されている。

15年ほど前までは、機場で操作員が運転停止を行っていたが、光ファイバー通信を導入し、遠隔から運転停止操作を行うことができるように改修を行った。

ポンプ場の機能としては2種類あり、一つは河川の水を堤防内の農業地帯へ送水する機能と堤防内の水を外部へ排水する機能がある。現在の運転制御は水位による自動運転である。

2-6 アイマウデンポンプ場 (図11、12)

アイマウデンポンプ場は、アイマウデン水門に隣接して設置されたポンプ場で、吐出力50 m³/secの水中ポンプが6台設置されており、満潮時に内地の水を海へ排水する。近年の降雨量の増加に伴い、既存のポンプでは排水能力が不足することが判明したため、ポンプ1台を増設する予定である。



図11 アイマウデンポンプ場外観



図12 水中ポンプの外観

隣接する水門は開門したときに、近年の干ばつなどによる内陸側の河川の水位低下が原因で海水が侵入し、塩害が発生するようになったので、本ポンプ場により内陸側へ侵入した海水を海へ戻すように運転を行っている。

3. フランスでの訪問先

3-1 セーヌ川流域管理機構（図13、14）

セーヌ川流域管理機構は、パリ市内を流れるセーヌ川の治水を担当する組織である。

現在、セーヌ川と支流であるイオーヌ川の合流点の上流側地域で、セーヌ川下流域の洪水を防ぐための新たな貯水池の整備（セーヌ・ラ・バセ計画）を行っている。

本機構では上流域に4つの貯水池（ダム）を管理しているが、今回訪問した貯水池は5つ目にあたり、初めてのポンプ設備による貯水を行う施設として、現在パイロット工事が行われている。貯水池の建設場所は、環境保護区に設定されており、土地固有の動植物が存在するか調査し、存在した場合は移し替えるなど環境保全の取り組みが行われている⁽¹⁾。

併せて、貯水池の工事が環境へどのような影響を与えるか確認し、次に建設する貯水池の工事に経験を反映するためのテストパターン的な要素も含まれている。

貯水池とセーヌ川を結ぶ場所には、ポンプ場を建設中で2024年に完成予定である。セーヌ川は過去に河川舟運のために、川底を深くする改修が行われたため、貯水池の方が高い位置となっている。よって、洪水発生時に



図13 貯水池の外観



図14 貯水池全体図

増水した分を貯水池に送水するために、ポンプ場が設置されることとなった。

5. おわりに

オランダ訪問では、国土の4分の1が海面より低いこともあり、高潮による洪水を防ぐための大規模な防潮水門の整備や、過去の洪水被害を後世に伝えるための博物館の設置など、国として洪水対策を重視していることを実感した。

フランス訪問では、国土が平坦で河川の洪水が発生しにくい地域でも、近年の異常気象による集中豪雨で洪水被害が発生し対策が必要になるなど、日本以外でも治水対策への重要性が増していると感じられた。

また、DXに関しては、機場操作員の人手不足や高齢化に対応するため、遠隔監視・操作システムの導入が進んでいると感じた。GXに関しては、エンジン駆動のボ

ンプを電動機駆動に更新する一方で、機場への再生可能エネルギーの導入は現状計画段階で、欧州での導入も今後進んでいくものと考えられる。

<参考文献>

- (1) 「L'ouvrage de protection contre
les crues et les aménagementsécologiques」
Seine Bassée – Site Pilote
(2023年10月6日発行)

<筆者紹介>

犬塚 優：2014年入社。主に受変電・操作制御設備の設計業務に従事。2021年から一般社団法人河川ポンプ施設技術協会に出向。現在、システム設計部システム設計2課主任





編 集 後 記

◆このたびの巻頭言は、元徳島文理大学 理工学部機械創造工学科 教授の新関良樹先生に「ターボ機械と可視化と学会」という題目でご執筆いただきました。

「百聞は一見に如かず」と言いますが、流れの可視化は現象を理解するために古くから用いられてきた手法の一つです。円柱周りの流れ場をトレーサ粒子により可視化した写真を見たご経験のある方は読者の中にもおられると存じます。従来、このような可視化を撮影するにはアナログのフィルムカメラを用いていました。

その後、アナログフィルムカメラを用いた定性的な流れの可視化は、デジタルカメラを用いた定量的な流れの可視化であるPIVへと発展しました。30年ほど前にはD（デジタル）PIVと呼ばれている方もいましたが、このような歴史を鑑みるとデジタル技術の影響の大きさが感じられます。

ご多忙の中、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。

◆インド／IOCL社Panipat製油所向けFeedポンプについて紹介しました。本ポンプユニットは当社のインド子会社であるDCIPL社と連携して製作したのになります。DCIPL社での試運転、当社三島工場での試運転では、ともにお客様の要求を満足できる性能を満たすことができました。今後もDCIPL社と連携してお客様に満足いただける製品を提供させていただく所存です。

◆当社がお納めした製品を紹介する“ここで活躍しています”の2023年版を掲載しました。吾嬬ポンプ所にお納めしたポンプは、東京都下水道局殿との共同研究目標を達成したポンプで、3時間の気中運転が可能です。近年多発するゲリラ豪雨などに対応するためにこのような機能を設けました。今後もお客様のご要望にお応えできるような製品を提案させていただく所存です。

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 (JRE大森駅東口ビル) TEL 03 (3298) 5115 (代表)・FAX 03 (3298) 5149
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
関 東 支 店	〒330-0803	さいたま市大宮区高鼻町1丁目47番地1 (PRSビル) TEL 048 (658) 2531・FAX 048 (658) 2533
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) 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
中 東 支 店		3508, Liwa Heights 1, Jumeirah Lakes Towers, Dubai, U.A.E. TEL +971-4-568-1914
シンガポール支店		50 Raffles Place, Singapore Land Tower Level 30 Singapore 048623 TEL +65-9062-7595・FAX +65-6632-3600
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
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 CORPORATION INDIA PRIVATE LIMITED		211, 2F Great Eastern Galleria, Sector 4, Off Palm Beach Road, Nerul, Navi Mumbai, 400706, 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
ロートバルブ
ハウエルバンガーバルブ
廃水处理装置
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 <https://www.dmw.co.jp>

編集委員

監 修 青山匡志
委員長 池澤勝志
委 員 石澤勇人 前田治郎
川原敦之 加賀美仁
江口 崇 中山 淳
古澤範久
幹 事 新宅知矢 富松重行
事務局 秋山倫子 田上愛香

電業社機械 第48巻第1号

発 行 日 令和6年7月29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 池澤勝志
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。

