

電業社機械

DENGYOSHA KIKAI

Vol.43 No.1 2019

No.84





(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43巻 第1号 通巻第84号 2019

目 次

◆巻頭言

簡易モデルを用いたパラメータ効果の物理的解釈のすすめ.....	金子 覚	1
---------------------------------	------	---

◆製品紹介

新技術を用いた設備診断.....	舩 重 竜 央	5
非鉄製鍊向け 大容量両吸込み単段ブロワ.....	永 岡 聡 貴	8
	朝 倉 充	
インドHMEL社製油所、石油化学複合施設向け冷却水ポンプ.....	池 田 侑 樹	12
	青 山 讓 治	
農林水産省関東農政局 吉高機場向け ポンプ設備	杉 山 裕 一	15
	田 代 崇	
	海 野 亮	
	高 梨 真 吾	
MODEC MV30 向けProduced Water Booster Pump	西 川 直 毅	20
	加 賀 美 仁	
ここで活躍しています ―2018年 製品紹介―		22

◆ニュース

RO膜法海水淡水化設備用エネルギー回収装置を受注	28
コスモエンジニアリング株式会社殿より	
南西石油株式会社殿 西原油槽所向け消火設備用消火ポンプ受注	29
東京都下水道局殿 芝浦水再生センター向け「併設芝浦ポンプ所ポンプ設備工事」受注.....	30
宮城県仙台地方振興事務所殿 銭神第1排水機場向け 排水ポンプ設備受注.....	31
兵庫県姫路市殿 天川第一ポンプ場No.5ポンプ整備（機械設備）工事受注	32
ENI Mexico Area 1 FPSO (MV34) 向けSea Water Lift Pump受注	33
公共工事等における新技術活用システムNETIS登録	
―立軸ポンプの回転体監視システム（NETIS登録番号CB-190008-A）―	34

◆特許と実用新案	35
----------------	----

DENGYOSHA TECHNICAL REVIEW

DENGYOSHA KIKAI

Vol.43 No.1 2019

CONTENTS

◆Foreword

Encouragement of Physical Understanding of Parameter Effect with Simplified Model1

S. kaneko

◆Product Introduction

Condition Diagnosis of Pump using New Device5

T. Masushige

Blower for Non-Ferrous Smelter8

S. Nagaoka and M. Asakura

Tempered Water Pumps for Guru Gobind Singh Polymer Additions Complex,
HMEL / India 12

Y. Ikeda and J. Aoyama

Yoshitaka Pump Station for Ministry of Agriculture and Forestry and Fisheries Kanto
Regional Agricultural Administration Office 15

Y. Sugiyama, T. Tashiro, R. Unno and S. Takanashi

Produced Water Booster Pump for MODEC MV30 20

N. Nishikawa and H. Kagami

◆Patent 35



簡易モデルを用いたパラメータ効果の物理的解釈のすすめ

Encouragement of Physical Understanding of
Parameter Effect with Simplified Model

金子 覚

長岡技術科学大学 名誉教授

多段遠心ポンプなどの流体回転機械には、段間や最終段のバランスピストン部分などにウェアリングやインターステージシールなどの漏れ式非接触シールが使用されている。ポンプの高効率、高安定化の要求に伴い、非接触シール部には漏れの低減とロータの高速回転下でのロータふれまわり運動の抑制が要求されている。非接触シール部は静止側ステータ内周面と回転側ロータの外周面間に形成されたすきまで構成されており、作動流体はそのすきま内をロータの回転に伴う円周方向とシール両端の圧力差に伴う軸方向の合成された方向に流れ、流速が大きく乱流状態にある。そのため、シール内の流速分布、圧力分布を理論的に予測することは、円周方向流れがメインであるジャーナル軸受の場合に比較して、難易度がやや高い。ところでシール部の性能向上を目的として、従来からステータ内周面はスムーズな平滑面の他に、多数の小さな穴を任意のパターンに配置したもの（ダンパシール）、ねじ溝を設けたもの（ねじ溝付きシール）などが提案されている。

本稿ではねじ溝付きシールを取り扱う。図1に概略図を示す。このシールでは、図中左側の高圧端から溝に沿って流入する流れと軸の自転方向に伴う流れの方向が互いに反対（左側面から見て、前者は反時計方向、後者は時計方向）となるため、漏れ流量に関してはロータ自転によるポンピング（流体をねじ溝に沿って高圧側に押しもどす）作用による漏れ量低減効果と、ロータの前向きふれまわり運動（ふれまわり運動とロータの自転の方向が一致する場合で、ポンプでは通常の運転条件下で生じやすい）に対しては高圧側から溝に沿った流れが自転と逆方向（負の旋回流と等価な効果）となりすきまの平均周方向流速を減少させて前向きふれまわり運動を抑制する動的流体力を発生する効果をもたらす。ポンピング作用と負の旋回流効果は相反しているが、運転条件によってシールの溝寸法パラメータ（ねじ溝のリード角、乗数、ピッチ、溝幅など）を適宜選択することにより両者の長が得られる。ねじ溝付きシールの特性の中で漏れ流量に着目する。

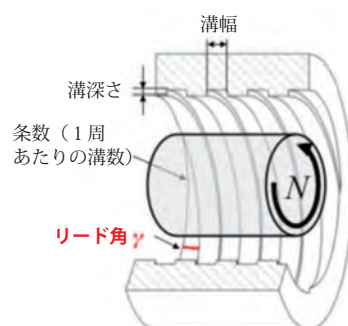
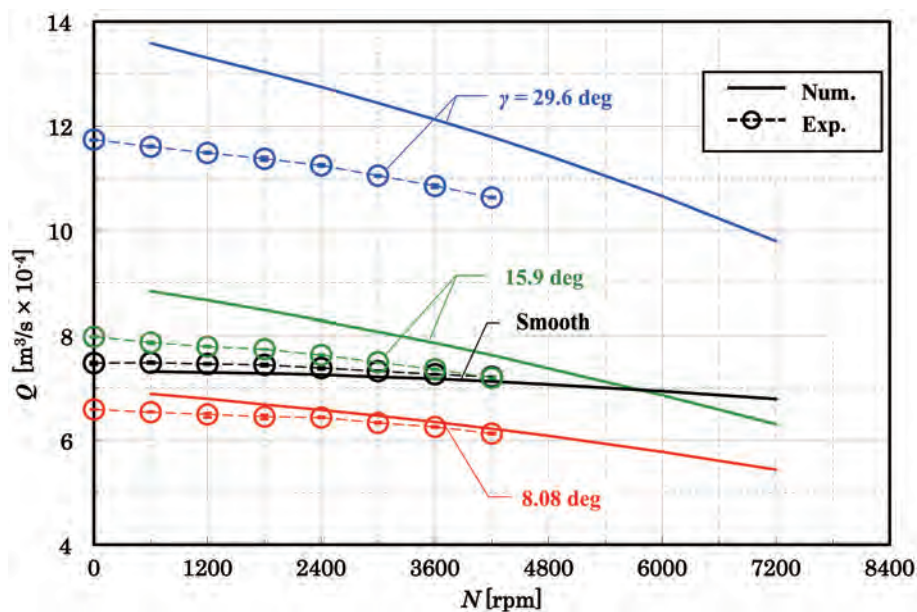


図1 ねじ溝付きシール

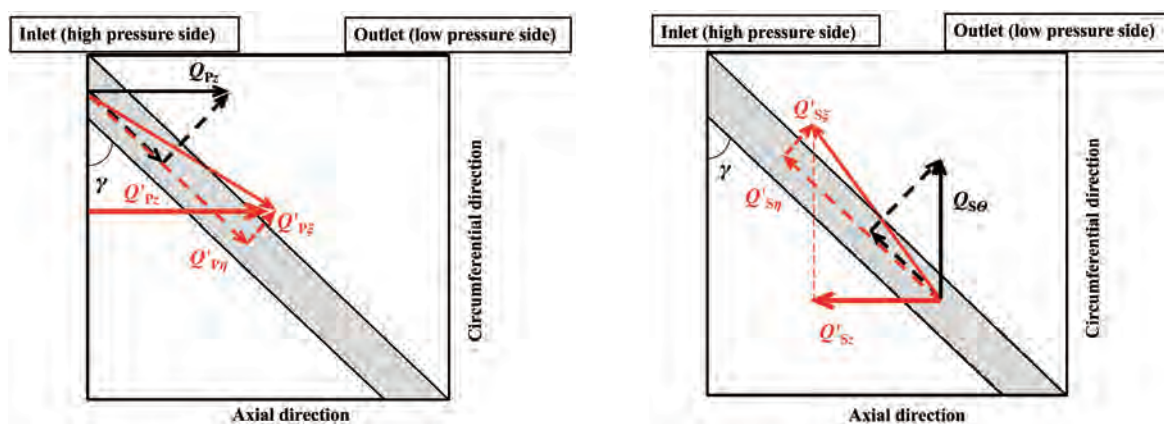
図2に、ねじ溝のリード角 γ をパラメータにして、ロータの自転速度 N と漏れ流量 Q の関係の一例を示す⁽¹⁾。作動流体は水である。図1に示すように、ねじ溝の方向は γ が小さいとロータの軸線に対して垂直に近く、 γ が大きくなるにつれて軸線と平行に近づく。図中のプロットしてある点が実験値、実線は数値計算値を示す。両者は定性的に一致しており、数値解析モデルの妥当性が検証される。ね

図2 漏れ流量 Q とロータ自転速度 N の関係の一例

じ溝付きシールではいずれの γ でも、 Q は N とともに減少しており、これはロータ回転によるいわゆるポンピング作用によるものである。この作用は γ の大きい方が顕著である。異なる γ で Q を比較すると、 N が小さい場合は γ の小さい方が Q は低い、 N が大きい場合はねじ溝のポンピング作用によって γ に伴う Q の定量的な差は小さくなる。

ここで話を終わらせることもできるが、“何か物足りない”。そこで著者らは、簡易モデルを用いて、 Q に及ぼすパラメータ γ と N の効果の物理的解釈を試みた。

図3にねじ溝付きシールを通過する軸方向流量（漏れ流量）の簡易モデルを示す。まず、漏れ流量 Q をシール両端の圧力差による軸方向流量 Q_{Pz} とロータの自転による軸方向 Q_{Sz} の和と仮定する。図3(a)は、圧力勾配に基づく流量ベクトルをシールステータ表面上に示している。ねじ溝の無い通常の平滑面シールの軸方向流量 Q_{Pz} のねじ溝に沿った成分 $Q_{P\eta}$ とねじ溝に直交する成分 $Q_{P\xi}$ が、ねじ溝を設けた場合にどのように変化するかを想定する。まず、 $Q_{P\eta}$ は、ねじ溝による平均すきまの増加に伴



(a) シール両端の圧力差による流量ベクトル

(b) ロータの自転に伴う流量ベクトル

図3 簡易モデルを用いた流量ベクトル

い増加し、

$$Q'_{p\eta} \approx Q_{p\eta}(1+a_{p\eta}) = Q_{pz}(1+a_{p\eta})\sin\gamma : a_{p\eta} > 0 \quad \dots(1)$$

で表される。一方、 $Q_{p\xi}$ は、ねじ溝段差部を液体が通過する際のエネルギー損失により減少し、

$$Q'_{p\xi} \approx Q_{p\xi}(1-a_{p\xi}) = Q_{pz}(1-a_{p\xi})\cos\gamma : a_{p\xi} > 0 \quad \dots(2)$$

で表される。これより $Q'_{p\eta}$ と $Q'_{p\xi}$ の合成ベクトルの軸方向成分 Q'_{pz} は、式(1)、(2)を用いて

$$\begin{aligned} Q'_{pz} &= Q'_{p\eta} \sin\gamma + Q'_{p\xi} \cos\gamma \approx Q_{pz}(1+a_{p\eta})\sin^2\gamma + Q_{pz}(1-a_{p\xi})\cos^2\gamma \\ &= Q_{pz}(A - B\cos^2\gamma) \end{aligned} \quad \dots(3)$$

ここで、 $A=1+a_{p\eta}$ 、 $B=a_{p\eta}+a_{p\xi}$ である。式(3)では、 $A(>1)$ はねじ溝による平均的なすきま増加に伴う Q_{pz} の増加を表す係数に、 $B(>0)$ はねじ溝段差部通過に伴うエネルギー損失による Q_{pz} の減少を表す係数に、そしてリード角 γ は Q_{pz} の減少に及ぼす定量的効果を表すパラメータ（ γ の小さい方が Q_{pz} はより減少する）に、それぞれ対応している。続いて図3(b)はロータ自転に基づく流量ベクトルをシールステータ表面上に示している。平滑面シールの円周方向流量 $Q_{s\theta}$ のねじ溝に沿った成分 $Q_{s\eta}$ とねじ溝に直交する成分 $Q_{s\xi}$ が、ねじ溝を設けた場合にどのように変化するかを想定する。 $Q_{s\theta}$ はロータ自転角速度 ω に比例するので

$$Q_{s\theta} = a_{s\theta}\omega : a_{s\theta} > 0 \quad \dots(4)$$

で表される。 $Q_{s\theta}$ のねじ溝方向成分 $Q_{s\eta}$ は、ねじ溝による平均すきまの増加に伴い増加し、

$$Q'_{s\eta} \approx Q_{s\eta}(1+a_{s\eta}) = Q_{s\theta}(1+a_{s\eta})\cos\gamma : a_{s\eta} > 0 \quad \dots(5)$$

で表される。一方、 $Q_{s\xi}$ は、ねじ溝段差部を液体が通過する際のエネルギー損失により減少し、

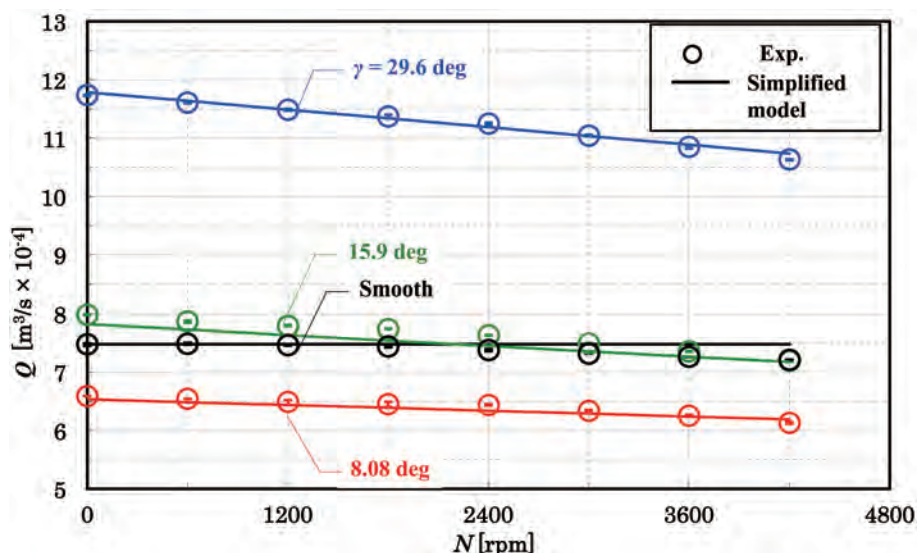
$$Q'_{s\xi} \approx Q_{s\xi}(1-a_{s\xi}) = Q_{s\theta}(1-a_{s\xi})\sin\gamma : a_{s\xi} > 0 \quad \dots(6)$$

で表される。これより $Q'_{s\eta}$ と $Q'_{s\xi}$ の合成ベクトルの軸方向成分 Q'_{sz} は、式(5)、(6)を用いて

$$\begin{aligned} Q'_{sz} &= -Q'_{s\eta} \sin\gamma + Q'_{s\xi} \cos\gamma \\ &\approx -Q_{s\theta}(1+a_{s\eta})\sin\gamma \cos\gamma + Q_{s\theta}(1-a_{s\xi})\sin\gamma \cos\gamma \\ &= -C\omega \sin 2\gamma \end{aligned} \quad \dots(7)$$

ここで、 $C=a_{s\theta}(a_{s\eta}+a_{s\xi})/2$ である。式(7)は、 $C>0$ より、ロータの自転に伴うポンピング作用が ω とともに大きくなり Q'_{sz} が減少する（負の絶対値が大きくなる）こと、 $\gamma<45^\circ$ の範囲では γ が大きくなるにつれてポンピング作用が顕著になることを示している。最初の仮定により、ねじ溝付きシールの Q は Q'_{pz} と Q'_{sz} の和で表されるので、

$$\begin{aligned} Q &\approx Q'_{pz} + Q'_{sz} \\ &= Q_{pz}(A - B\cos^2\gamma) - C\omega \sin 2\gamma \end{aligned} \quad \dots(8)$$

図4 漏れ流量 Q の簡易モデルによる予測と実験値の比較

一方、平滑面シールの Q はロータ自転に伴う軸方向流量 Q_{Sz} がゼロとみなせるので、

$$Q \approx Q_{Pz} + Q_{Sz} \approx Q_{Pz} \quad \dots(9)$$

この簡易モデルに基づき、図2中の実験値を用いて式(8)中の係数 A 、 B 、 C を最小二乗法で算出し、得られた近似式を実験値と比較した結果を図4に示す。

図中のプロットしてある点が図2中の実験値に、実線が近似式に対応している。近似式は実験値と良く一致しており、本簡易モデルを用いてねじ溝付きシールの Q に及ぼすパラメータ γ と N の影響を物理的に説明できることを示している。

ねじ溝付きシールの漏れ流量 Q のような物理量を数値解析で求める際に、その中に含まれるパラメータの値を変化させてその物理量に及ぼす定性的な影響を評価することはできるが、計算負荷に配慮すると、パラメータの広い範囲にわたる予測は困難である。一方、簡易モデルを用いて得られたパラメータと物理量の関係式を用いると、その物理量をパラメータの広い範囲にわたって予測ができる利点がある。無論、パラメータの効果を評価できる簡易モデルが常に作成できるわけではないが、まずは簡易モデルを作成してみることが肝要と思われる。何故ならば、研究者にとって簡易モデルによるパラメータ効果の物理的解釈は、「目から鱗」の感覚を体験できる有効な手段であるからである。

<参考文献>

- (1) Nagai, K., Kaneko, S., Taura, H. and Watanabe Y, 2018, "Numerical and Experimental Analyses of Static Characteristics for Liquid Annular Seals with Helical Grooves in Seal Stator," Trans. ASME Journal of Tribology, Vol.140, No.3, pp.032201-1-16.

新技術を用いた設備診断

舩重 竜 央

Condition Diagnosis of Pump using New Device

By Tatsuo Masushige

It is very important to know the condition of the pumping station in order to prevent accidents and unforeseen situations due to the deterioration of equipment. With the increasing demand for condition monitoring, the introduction of new technologies and systems has been aggressively introduced.

In this report, we will actually inspect the non-contact 3D scanner, which is an effective device for grasping the shape of the impeller and trend management with data, and the underwater drone that can be viewed with the pump installed at the machine site.

1. はじめに

機場設備の老朽化が原因で発生するトラブルや不測の事態を未然に防止するためにも、機場設備の状態を把握することは重要である。機器の状態を把握することで、設備更新時期の正確な予想につながり必要な時に運転可能な状態を維持することができる。本報では、これまでの技術では不可能だった状態の「見える化」を可能にした2つの機器について紹介する。一つ目は、非接触式3Dスキャナ、インペラの詳細な形状把握や傾向管理が可能である。複雑な製品の実形状のデータ化が可能になったことで、より信頼性の高い製品管理が実現できる。二つ目は、水中ドローン、機場にポンプを設置したままの状態視認が可能である。従来の点検では分解工程に多大なコストを要していたが、水中ドローンを使うことで容易、かつ安全に点検を実施することが可能となった。本報ではこれら2つの機器について、実際の点検例とこれからの展望について紹介する。

2. 導入機器

2-1 3Dスキャナ

3D計測技術の導入は様々な分野で盛んに行われており、市場には多種多様な3Dスキャナが登場している。3Dスキャナには、センサーやプローブで接触点の凹凸を測定する接触式、レーザーなどを対象物に当てて測定する非接触式がある。非接触式には設置型とハンディ型

があり、異なる優位性を持っている。設置型は、高い精度で広範囲の測定が可能のため、ライン検査などによく用いられるが、事前準備に手間がかかるなどの欠点もある。ハンディ型は、精度は設置型に劣るものの、可搬性が良く作業環境を選ばないことや、スキャン時間が短く、狙った部分を容易にデータ化することが可能である。このため当社では、ハンディ型の3Dスキャナを導入した。

2-2 水中ドローン

ドローンは遠隔操作や自立制御によって飛行できる無人飛行機のことである。多くは空撮の用途で使用されており、最近では、宅配システムの実用化研究などでも注目を集めている。その一方で、飛行機型ではなく水中を航行するドローン（水中ドローン）も注目を集めており、当社でも水中ドローンを導入した。水中ドローンは、その場での浮上・潜水・旋回が可能で、操作はタブレット端末にて行うことができる。また、カメラ、ライトが装備されており、暗所においても写真や動画の撮影、保存が可能である。

3. 活用事例

3-1 3Dスキャナ

(1) 形状測定

3Dスキャナの活用事例として、ポンプインペラの形状スキャンについて紹介する。図1に設計モデリングデータとスキャンデータを比較したコンター図を示す。

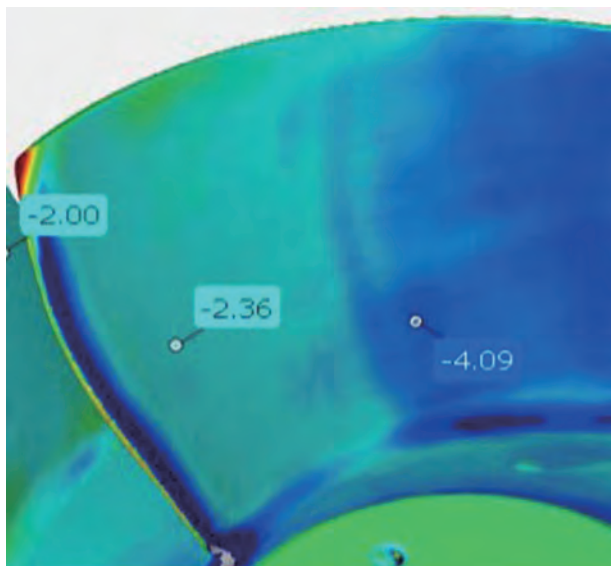


図1 インペラコンター図
Fig.1 Difference contour impeller

コンター図とは等値線図のことであり、色によって差異を確認することが可能なため、視覚的に入口チップ長や翼形状の厚みに差があることがわかる。点ではなく面として部品全体の測定を行うため、これまで寸法検査では測定しきれなかった箇所と比較も可能になる。その結果、形状に起因する問題を新たな視点から追及することができる。なお、スキャンデータを利用した流れ解析による性能予測を行い、性能に影響ないことも確認している。

(2) 現地測定

機場における水平二つ割軸流ポンプの形状測定を行った。これまで、ポンプ整備の際には工場に搬入した上でインペラの腐食、変形の確認を行っていた。3Dスキャナを用いれば、上ケーシングを外すのみで回転体を引き上げることなく機場で確認が可能になる。現地での測定も容易にできるため、インペラやケーシングなどの健全性の確認を現地でできることから3Dスキャナを用いる利点は大きい。図2にその際の様子と、設計形状とスキャンデータの差分のコンター図を示す。

(3) 各種解析

この例では、既設インペラにはキャビテーションによると想定されるエロージョンが見られたため、3Dスキャナのデータを用いて流れ解析、構造解析、キャビテーション解析を実施した。図3に流れ解析を行った結果を示す。キャビテーション解析では解析結果とエロージョン部位の一致を定性的に確認することができた。

短納期でポンプを工場へ搬入して整備するケースや、運転時間が十分とれないケースでは、スキャンデータを

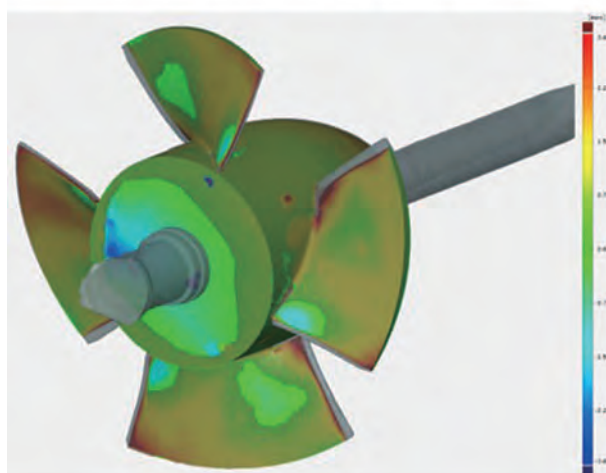


図2 現地での3Dスキャン
Fig.2 3D scanning at pump station

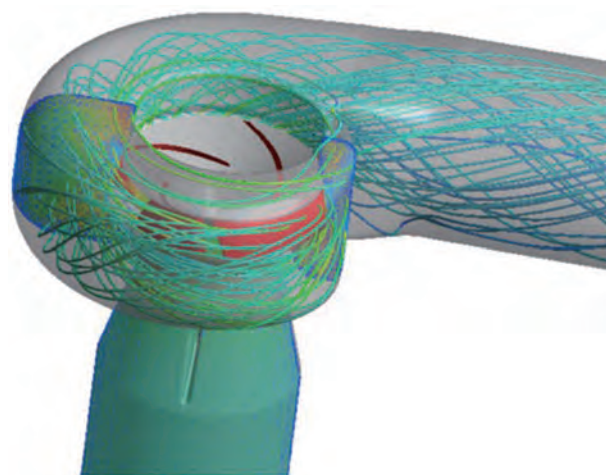


図3 スキャンデータから作成したモデルを用いた流れ解析
Fig.3 Fluid dynamics with 3D scanning data

利用して性能や品質を確保することは有効であると考えられる。各解析の工程をより短期で完了するためにも、今後もソフトの導入や作業の効率化を図っていく。

3-2 水中ドローン

水中ドローンは、ポンプの状態監視の一環として導入したもので、機場に据え付いた状態のポンプを吸込水槽内から確認することを目的としている。コストのかかる分解をせずにインペラの状態を確認することが可能になる。排水機場にて現地運転を実施した際の様子を図4に示す。水槽内の底に土砂や、コンクリート片が堆積しており運転に支障をきたす恐れがあったことが今回の点検で判明した。点検後、水槽内の清掃を推奨することで、トラブルを未然に防止することができた。



図4 排水機場水槽内
Fig.4 Pump station sump

4. 今後の展望

4-1 品質検査・定期点検

前述のインペラ、水平二つ割軸流ポンプの測定に加え、素材受入時や加工済の部品をスキャンすることで設計CADデータと3Dで比較することができ、羽根の肉厚や角度分布、径の確認、断面の比較など様々な項目を検査することが可能になる。他メーカーの品質検査部署において3Dスキャナを導入してから、検査にかかる時間を80%以上短縮できたとの報告事例もある。さらに、測定データからの流れ解析や各種解析を実施することで性能予測が可能となるため、運転前に問題の有無を判断する基準の一つとして活用することができる。今回の例で流れ解析と試運転結果の比較によってスキャンデータを用いた解析の妥当性が確認できた。運用件数が少ないため、今後実績を積んでいく。

傾向管理としても3Dスキャナは活用することができる。設計データの3Dモデル、納入前の実機の3Dスキャンデータ、点検時の3Dスキャンデータを比較することで、磨耗や経年劣化による損傷の状態を監視し、どの箇所をいつ頃整備する必要があるのかを判断できる材料の一つとなる。キャビテーションによるエロージョンが発生した場合でも、時系列毎の3Dスキャンデータがあれば、解析と比較して原因究明の一つとして活用できる。

3Dスキャンデータを利用した傾向管理の取り組みを既に始めている。

4-2 現地調査への活用

近年、既設の機場やプラント全体を、スキャンできる製品も多く活用されている。既に建設業界では自動飛行するドローンにより地形データを収集、そのデータから三次元地図を作成し測量する技術が実用化されている。

測定後はデータを元に作成した3DCADモデルから、寸法・干渉のチェック、機器搬出入の計画、取合位置の確認、保安全管理や設計検証など、様々な形で活用することができる。また、ポンプや機場の図面がない場合や既設に他社製品が運用されている場合でも、スキャン後二次元図面に落とし込むことが可能なため活用範囲は大きく広がる。3Dスキャナを用いることで現地調査工期の短縮、効率的な設計や施工計画による品質向上、費用削減などの様々な効果が見込める。

5. おわりに

設備診断の一環である「見える化」を可能にした機器として当社で導入した3Dスキャナと水中ドローンについて紹介した。測定データと設計データの形状比較により、問題がある場合には早期に把握することができるほか、各種解析による検証までを行うことで、運転前に事前に性能を把握することができる。これらを活用することは製品の改善、品質向上に役立つ。今後もこれらの技術の動向を追いながら、それらを発信していきたい。

<筆者紹介>

舩重竜央：2016年入社。ポンプ、送風機の研究開発に従事。
現在、技術研究所 開発課。

非鉄製錬向け 大容量両吸込み単段ブロワ

永岡 聡 貴 朝 倉 充

Blower for Non-Ferrous Smelter

By Satoki Nagaoka and Mitsuru Asakura

DMW have many experiences for SO₂ gas blowers. This time, DMW delivered a unit of Main Gas Blower to Mitsubishi Materials Corporation Naoshima Smelter & Refinery, Kagawa, Japan. The blower is used for delivering SO₂ gas from copper furnace to its refining facility. The blower is horizontally split casing, double suction, one stage, centrifugal type driven by variable speed motor. This reports on the outline of Main Gas Blower as follows.

1. はじめに

当社のSO₂ガスブロワは、1950年代から現在まで50台以上の納入実績を有している。非鉄製錬プラントでは、金属の製錬過程にて発生するガスを次工程に送るために、SO₂ガスブロワが使用されている。

このたび、当社高効率ガスブロワへの更新によるメリットの提案および納入実績を評価して頂き、三菱マテリアル(株)直島製錬所殿向けにメインガスブロワを1台受注した。

本ブロワは、銅熔錬工程で発生するガスから硫酸を製造する工程で使用される。現地据付・試運転を完了したので以下にその概要を紹介する。納入先である直島および直島製錬所を図1、図2に示す。



図2 直島製錬所

Fig.2 Naoshima Smelter & Refinery



図1 直島位置図⁽¹⁾

Fig.1 Location map of Naoshima

2. ブロワの仕様

本ブロワの仕様を表1に示す。

表1 ブロワ仕様
Table 1 Main Gas Blower specifications

形 式	鋳鉄製両吸込 単段ターボブロワ
吸込／吐出し口径 (mm)	1 300/1 000
風 量 (m ³ /min)	2 270
昇 圧 (kPa)	約41
取 扱 気 体	SO ₂ ガス
電 動 機 出 力 (kW)	2 500
台 数	1 台

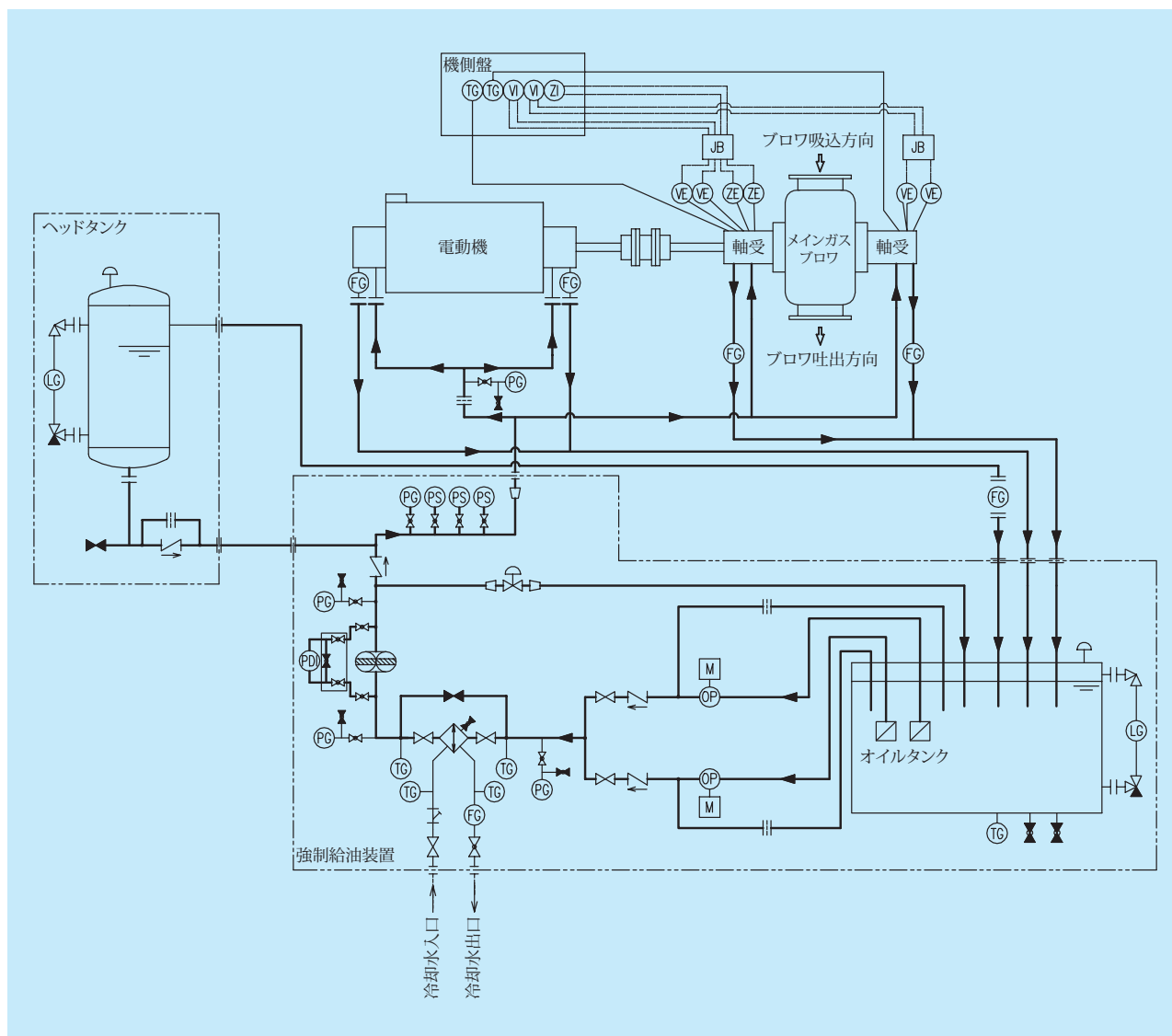


図3 系統図

Fig.3 P&I diagram

3. 構造と特徴

メインガスブロワの全体構成を図3の系統図、外観を図4に示す。

本ブロワは可変速電動機により回転速度を変化させて運用するブロワであり、当社の鋳鉄製両吸込単段ターボブロワとしては口径、出力が最大クラスである。

3-1 ブロワ

インペラには、耐食性を考慮したステンレス合金を採用した。高周速インペラのため機械加工の削り出しにて製作するオープン形インペラ構造となっている。オープン形の場合、側板がないためダストやミストの付着量が少なくなり、洗浄が容易に行え、メンテナンス性に優れている。

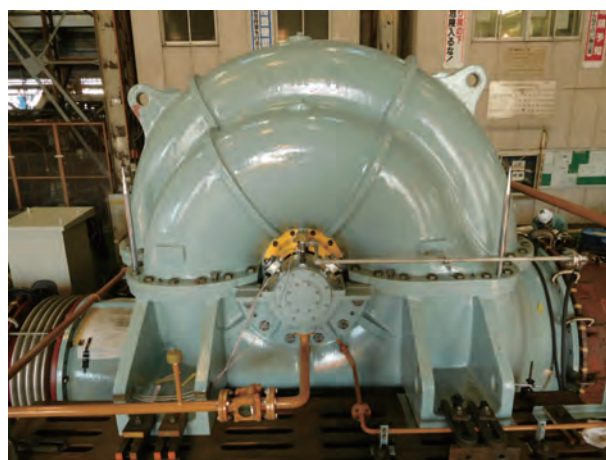


図4 ブロワ外観

Fig.4 View of blower

ケーシングについてもメンテナンス性を考慮し、鋳鉄製の上下二分割構造を採用している。回転体点検時には、上ケーシングの分解のみで回転体の取外しが可能であり、メンテナンス性に優れている。

ブロワ軸受は強制給油方式のティルティングパッド・ジャーナル軸受を採用している。

3-2 強制給油装置

ブロワ軸受および電動機軸受の潤滑用に強制給油装置を付属している。強制給油装置の外観を図5に示す。強制給油装置はブロワ機側に設置され、ブロワおよび電動機へ潤滑油を供給している。また、強制給油装置にはヘッドタンクが付属されており、潤滑油ポンプが非常停止した際にも、ブロワが停止するまでの間に各軸受に給油可能な構成となっている。

潤滑油の冷却には水冷式オイルクーラを採用しており、冷媒として海水を使用することから、海水仕様のオイルクーラを採用している。



図5 強制給油装置外観
Fig.5 View of lube oil system

3-3 ブロワ状態監視装置

ブロワの状態監視装置として、軸振動センサ、軸移動センサ、軸受温度計を付属している。キャピラリー式のダイヤル温度計と軸振動・軸移動量監視用のモニタが機側盤に設置されている。機側盤の外観を図6に示す。

4. 工場試験

工場における性能試験はJIS B 8340に沿って実施した。ブロワに付属する振動センサ、軸移動センサ、軸受温度計にて各種パラメータを測定し、機械的に良好な状態である結果を確認することができた。また性能予測によるブロワ効率を上回る性能を得ることができた。メインガスブロワの社内試運転の状況を図7に示す。



図6 機側盤
Fig.6 Monitoring panel



図7 社内試運転
Fig.7 Shop test



図8 ブロワ現地据付状態
Fig.8 View of blower at site

5. 現地試運転

現地の据付・組立および試運転は直島製鍊所殿の所掌のもとで行われ、当社は据付、組立および試運転検査の指導員を派遣した。

各種検査および試運転を実施し、ブロワの据付・組立をはじめ補機（強制給油装置など）の調整および各種計装設備について適正な施工、調整が行われていることを確認した。現地の据付状態を図8に示す。

6. おわりに

三菱マテリアル㈱直島製鍊所向けのブロワの概要を説明した。今回納入したメインガスブロワは当社実績最大クラスのブロワであったが、各種検査、試運転により機器として良好であることが確認され、無事に出荷、現地据付、試運転を終えることができた。

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、ご助言を頂いた三菱マテリアル㈱直島製鍊所殿ならびに関係各位に厚く御礼申し上げます。

<参考文献>

- (1) 直島町観光協会ホームページ
<http://www.naoshima.net/access/>
(2019/5/10アクセス)

<筆者紹介>

永岡聡貴：2010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

朝倉 充：2003年入社。主に民間会社向け営業に従事。

現在、大阪支店 産業システム営業課 主事補



インド HMEI 社製油所、石油化学複合施設向け冷却水ポンプ

池田 侑樹 青山 譲治

Tempered Water Pumps for Guru Gobind Singh Polymer Additions Complex, HMEI / India

By Yuki Ikeda and Joji Aoyama

HMEI Guru Gobind Singh Polymer Addition Complex, which Petro Chemical Plant will produce Ethylene, Polypropylene etc and its location is next to HMEI Guru Gobind Singh Refinery. The new plant will introduce the above mentioned Refinery Complex to help maximize returns as well as its product portfolio. We obtained an order for 4 quantities of pumps which will be installed for Linear Low Density Polyethylene /High Density Polyethylene (LLDPE, HDPE) processing unit. Our pumps will be delivered to the customer and planned to be commissioned on this year 2019. We would like to introduce our pump model as follows.

1. はじめに

今回、インドのHMEI社（Hindustan Petroleum Corp. Ltd社とMittal Energy Investments Pte. Ltd社の合弁会社）からインド／パンジャブ州、Bathinda製油所に隣接して建設される石油化学プラントに設置されるポンプ設備4台を受注し、このたび設計・製作・工場立会検査を経て出荷を完了したので以下に紹介する。

なお、HMEI社Bathinda精油所へ送られる原油はアラビア海沿岸から約1 000 km以上の距離をパイプラインで移送されたものであるが、その沿岸部および中継地点にて使用されている原油移送ポンプ（計6台）や、同製油所内のリアクタにハイドロカーบอนを圧入するポンプ（計2台）など、数種の重要ポンプ設備を納入している（図1）。

2. ポンプの仕様

ポンプ仕様を表1に示す。

表1 ポンプ仕様
Table 1 Specifications of pump

形 式	水平二ツ割横軸単段ポンプ API 610規格 Type BB1
口 径 (mm)	吸込800×吐出し600
段 数	1
吐 出 量 (m ³ /h)	5 233
全 揚 程 (m)	39
電動機出力 (kW)	750
液 質	Tempered Water
台 数	4

3. ポンプの構造と特徴

ポンプは、API 610規格に準拠した電動機駆動の水平二ツ割横軸多段ポンプ（Type BB1）である。また、4台のポンプは2台ごと二系統に分かれて配置され、常用1台運転、予備用1台として運用される。

ポンプの特徴を以下に列記する。また、構造を図2に示す。

3-1 流水部

本ポンプの大きな特徴としては、優れたポンプ効率である。顧客の求める高効率を実現すべくCFD解析を繰り返す。



図1 Bathinda製油所⁽¹⁾

Fig. 1 Location of Bathinda Refinery

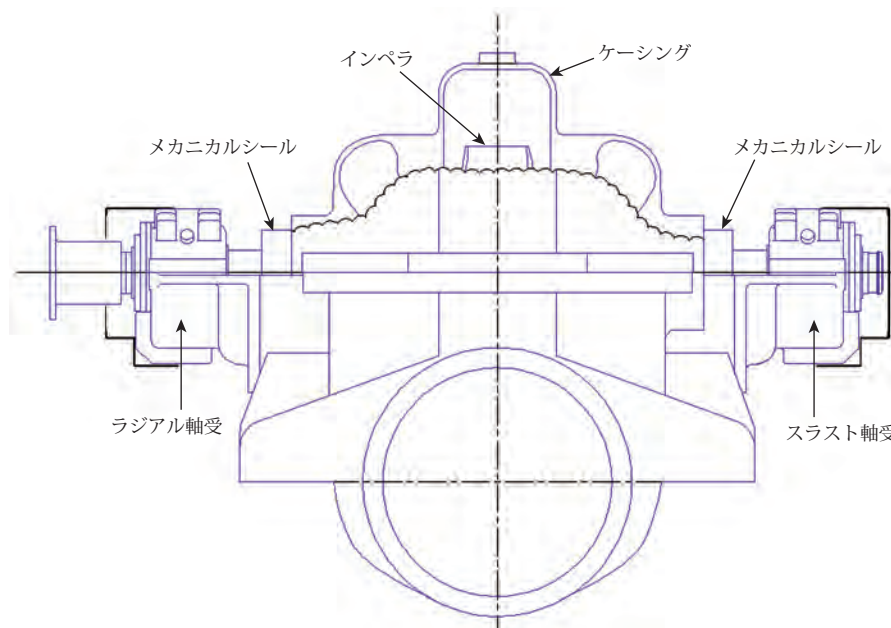


図2 ポンプ構造図

Fig.2 Sectional view of pump

返し行うことによりインペラおよびケーシング流水部を最適な形状としたモデルを採用している。

3-2 ケーシング

ケーシングは、主配管を接続したまま上部ケーシングを取り外すことで回転体部品やウェアリングなどの摺動部のメンテナンスを行うことができるよう水平二ツ割構造となっている。

また、顧客要求による高い設計圧力に耐えられるよう、FEM解析を用いてリブの位置と形状、ケーシング肉厚、水平二ツ割フランジの厚さおよび締付けボルトの構造、そして適正な締付けトルク値を検討し、耐圧試験にて漏洩がないことを確認した。

3-3 軸封装置

軸封はメカニカルシール構造とし、API 682規格のPlan21を採用している。本ポンプは通常時はほぼ常温での運用であるが、最大100℃程度の液温となっても、メカニカルシール摺動面の潤滑性と冷却機能が保持されるよう、各シールに外部注水型水冷クーラを付属している。

3-4 付属機器

(1) オイルサンプボトル

顧客の要望により軸受箱にはオイルサンプボトルを設けてあり、何らかの理由により軸受箱内に水分や異物が混入した場合に、軸受箱を分解することなく目視でき、下部のドレンプラグを開放することによりそれら水分や異物を排出できる機能を有している。オイルサンプボ

ルのリザーバは高寿命で優れた耐衝撃性を持つ高強度プラスチック製である。

(2) 温度安全弁

メカニカルシール用水冷クーラの出口には温度安全弁を設けている。温度安全弁は冷却水システムのいずれかが万が一閉塞した際、冷却水の温度上昇にともなう内部圧力上昇による配管の損傷を防ぐものである。

(3) 空圧トルクレンチ

ケーシング二ツ割面に使用されるボルトの締め付けトルク管理は漏洩を防ぐために重要である。高トルクを必要とする場合は従来、油圧のトルクレンチを採用したケースが多かったが、今回は現地の使用環境の制限により、空圧のトルクレンチを採用した。空圧トルクレンチのメリットとしては電源設備が不要であること、一般的な空圧環境さえあれば容易に高精度な高締め付けトルク管理が可能であることなどが挙げられる。

3-5 3D設計

共通ベース上にはポンプ、電動機、軸封システム、計装機器などが搭載され、限られたスペースに多くの付属配管が敷設されている。そこで、3D-CADによるモデリングを行い、配管や機器の干渉チェック、バルブの操作性、温度計やフローサイトの視認性、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様々な観点からチェックを行い機器配置設計を行った(図3)。

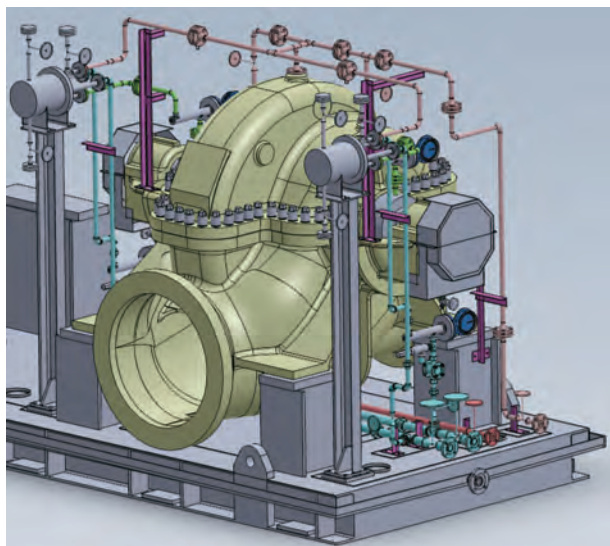


図3 3D-CADを用いた機器配置設計

Fig.3 Machinery layout design by 3D-CAD

4. インド工場での対応

当社のグループ会社であるDCIPL社（DMW Corporation India, Private Limited）では、現在までに多くのAPI適用ポンプを製造してきており、そのほとんどが小型の単段渦巻片吸込ポンプ（Type OH1）であったが、今回初めて比較的大型の両吸込み渦巻きポンプをDCIPL社にて材料調達、部品検査およびポンプ仮組立まで実施したので紹介する。

インドではインペラやケーシングなどの主要鋳鋼品は当社より提供する三次元データを用いてアルミ型を製作して鋳造を行う。

当社の日本人資材部員が鋳造メーカを訪問し、品質確保のため鋳造方案や非破壊検査方法などについて協議し、その後も各工程において電話会議にて段階的なチェックとレビューを行う仕組みを作ることによって、十分な品質を有する鋳鋼部品を調達することができた。

各部品の仕上げ作業時の細かなスキルや、組立時の勘所などについては資料や口頭での説明だけでは十分に伝わらない部分があるため、DCIPL社へ当社ベテラン社員

が指導に赴いたり、当社へのDCIPL社員研修を受け入れたりするなど、直接的な教育を行うことにより、引き続き技能の伝承を継続していきたい。

5. 社内運転試験

社内試運転は付属のセンサ類なども含めて全ての機器を組み合わせた状態で実施し、問題が無いことを確認した。性能についてはAPI 610規格および顧客要求により指定されている許容値、基準値に対して満足していることを確認した。機械的な健全性についても、現地でのあらゆるパターンでの運用を想定し各部の振動、温度の測定、付属品の動作の評価を行い、いずれも顧客の仕様を満足する結果が得られていることを確認し、現地への出荷に至った。

6. おわりに

今回受注したポンプは過去納入実績のある同社Bathinda製油所に隣接する石油化学プラントに納品されるが、過去HMEI社関連会社であるHMPL社へ納品されたパイプライン用Main Line PumpやHMEI社製油所向けFeed Pumpの長年の稼働信頼性も高く評価されたものであり、付け加え今回引合い初期段階から綿密な打合せを行うことにより客先要求スペックへの適応および短納期対応を通じ受注を獲得できたものである。改めまして受注に至った関係者各位のご尽力に感謝いたします。

<参考文献>

- (1) HMEI社ホームページ
<http://www.hmei.in> (2019年6月7日アクセス)

<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 高圧ポンプ課所属。主任。
- 青山譲治：2007年入社。主に部注、海外顧客向けアフターセールス営業関連業務に従事。
現在、海外部 カスタマーサービス営業課所属。
主事補。

農林水産省関東農政局 吉高機場向け ポンプ設備

杉山 裕一 田代 崇 海野 亮 高梨真吾

Yoshitaka Pump Station for Ministry of Agriculture and Forestry
and Fisheries Kanto Regional Agricultural Administration Office

By Yuichi Sugiyama, Takashi Tashiro, Ryo Unno and Shingo Takanashi

Yoshitaka Pump Station is located in Chiba Prefecture and uses the water from Lake Imba.

Yoshitaka Pump Station was built more than 45 years ago. Therefore, there is “Water shortage”, “Poor drainage” and “Less water quality” in the current pump station. DMW received the order for the modernization of the pump station including manufacturing, installation and commissioning work. We will introduce this modernization work as below.

1. はじめに

吉高機場は印旛沼の北部に位置する機場である（図1）。印旛沼は千葉県成田市、佐倉市、印西市、印旛郡酒々井町、印旛郡栄町にまたがり、印旛沼周辺地区では約5 000 haの水田地帯で水稻を中心とした営農が行われている。

この地区の農業水利施設の多くは、昭和43年度よりも前に造成されたので、造成から40年以上が経過している。このため老朽化により施設の機能低下が生じており、その維持管理に費用がかかっている。また、農業形態の変化によって、用水不足や排水不良が度々発生していた。国営印旛沼二期農業水利事業では施設の更新に合わせて農業水利の再編を行っており、循環かんがいシステムを構築による水質保全、農業用水の安定供給や排水不良の改善、そして維持管理の労力軽減を図ることで、この地域の農業生産性の向上と農業安定を目指している。この事業の一部として本機場も既設吉高機場、物木機場、吉高東機場、一本木機場の一部を統合し、用排水機場として新設された。

循環かんがいシステムとは、低地排水路に戻ってきた農業排水を用水機場で再度取水することで、「低地排水路→用水機場→農地→低地排水路→用水機場…」という水の循環を図り農業用水を反復利用することで印旛沼の水質負荷を軽減するシステムである。

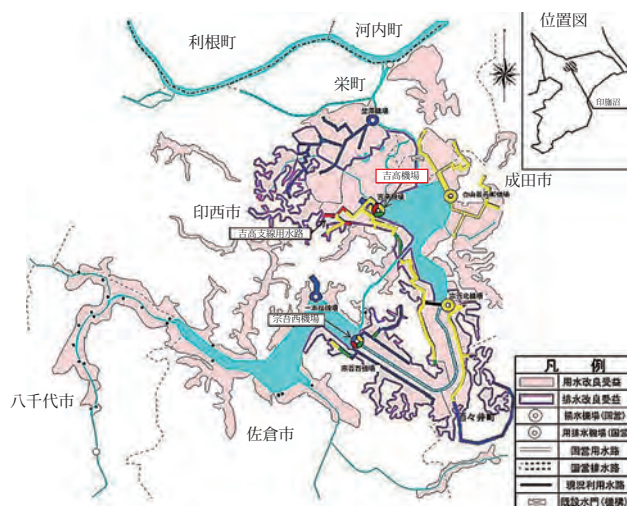


図1 位置図

Fig. 1 Site location

2. 機場の概要

本機場としてはポンプ設備、パイプライン設備、電気設備で構成されている。ポンプ設備は、計画用水量117.3 m³/minを有するφ600用水ポンプ3台と計画排水量1 614 m³/minを有するφ1 000洪水時・常時排水ポンプ1台、φ2 200洪水時排水ポンプ2台で構成されている。パイプライン設備は、用水吐出し水槽および吐出し水槽からの農地への送水管である700A既設利用2号線と1 100A吉高幹線用水路、印旛沼から低地排水路への送水管である1 100A印旛沼取水導水路と印旛沼取水流

量調整弁で構成されている。電気設備は、高圧受変電設備および監視操作設備、流量計と水位計を含む計装設備で構成されている（図2、図3）。



図2 機場全景
Fig.2 View of pumping station

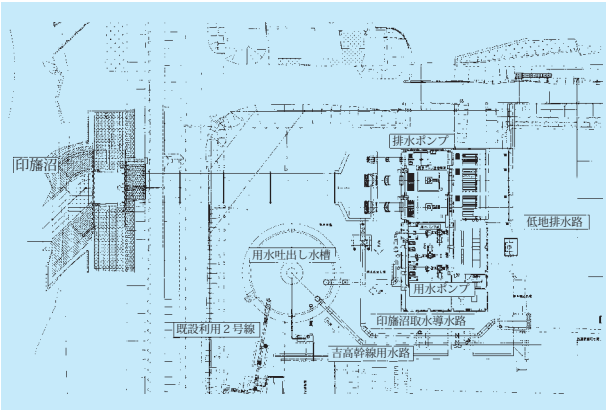


図3 全体据付図
Fig.3 Sectional view of pumping station

3. 設備の概要

3-1 用水ポンプ

用水ポンプの仕様を表1に示す。

表1 用水ポンプ仕様
Table 1 Specifications of the pump

機器名称	用水ポンプ
ポンプ形式	横軸両吸込渦巻ポンプ
口 径	600×400 mm
台 数	3台
全 揚 程	26.5 m
吐 出 し 量	39.9 m ³ /min
軸 受 潤 滑	グリス潤滑
軸 封 部	メカニカルシール（無給水形）

3-1-1 用水ポンプの構造と特徴

図4に用水ポンプの外観図を示す。ポンプの特徴は、次のとおりである。

- (1) ポンプ形式は横軸両吸込渦巻ポンプを採用し、巻線形三相誘導電動機にて駆動している。
- (2) CFD解析（図5）により、インペラとケーシング形状の最適化を行った。
- (3) ケーシングは上下水平二つ割構造であり、上ケーシングを取り外すことにより内部の主要部品（インペラ、主軸など）の点検が容易にできる構造となった。

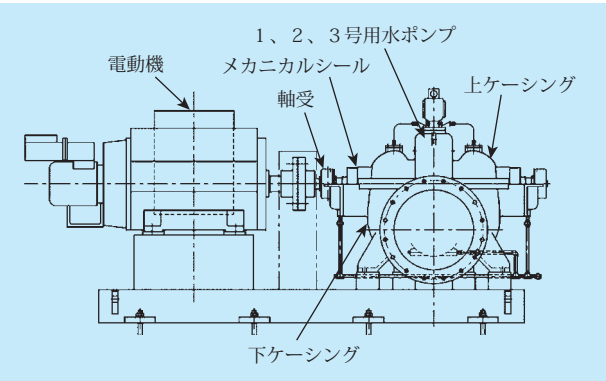


図4 用水ポンプ外観図
Fig.4 Outline drawing of the pump

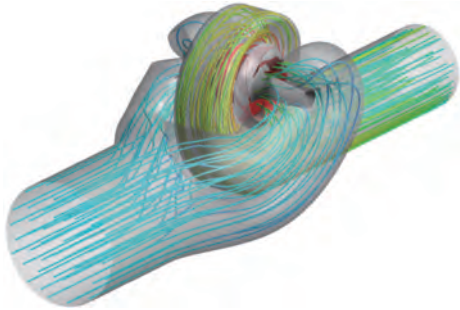


図5 ポンプCFD解析図
Fig.5 CFD analysis of the pump



図6 用水ポンプ据付完成状況
Fig.6 View of the pumps after installation

ている。

3-1-2 用水ポンプの運用

用水ポンプの運転は原則として自動運転としており、用水吐出し水槽の水位による台数制御を行っている。また、運転号機が故障などで停止した場合には他号機がバックアップする故障飛越し回路を設け、不測の事態においても対応できるようにしている。

2-2 洪水時排水ポンプ

洪水時排水ポンプの仕様を表2に示す。

表2 洪水時排水ポンプ仕様
Table 2 Specifications of the pump

機 器 名 称	洪水時排水ポンプ
ポンプ形式	立軸軸流ポンプ（I形、二床式）
口 径	2 200 mm
台 数	2台
全 揚 程	4.4 m
吐 出 量	732 m ³ /min
軸 受 潤 滑	セラミックス軸受
軸 封 部	メカニカルシール（無給水形）

3-2-1 洪水時排水ポンプの構造と特徴

図7に洪水時排水ポンプの外観図、図8に据付完了状況写真を示す。ポンプの特徴は、次のとおりである。

(1) ポンプ形式は立軸軸流ポンプを採用し、遊星歯車

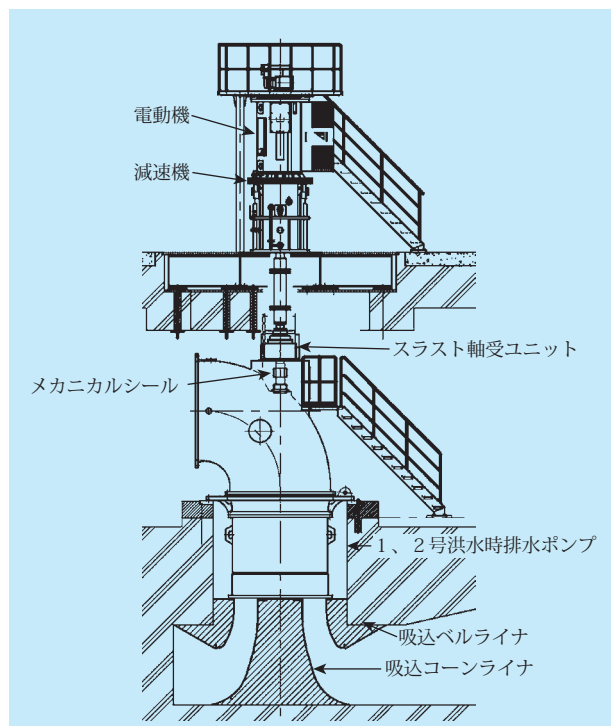


図7 1、2号洪水時排水ポンプ外観図

Fig. 7 Outline drawing of the pump



図8 洪水時排水ポンプ据付完了状況

Fig. 8 View of the pumps after installation

減速機を介した巻線形三相誘導電動機にて駆動している。

- (2) ポンプ主要構造のうち、水中軸受は自己潤滑可能なセラミックス軸受を採用、ポンプスラスト荷重は空冷式のスラスト軸受ユニットにて支持、軸封装置は無給水型のメカニカルシールを採用している。また、減速機の冷却はファン付ラジエータ装置を採用している。したがって、ポンプ設備は無注水であるため、注水に必要な補機類が一切不要になっている。これにより設備が簡略され、信頼性、メンテナンス性が向上している。
- (3) ポンプ水槽深さの制約などから、通常の吸込ベルが採用できないため、クローズ形吸水槽（傘形）とした。また、この部分は模型形状を反映させるため、鋼板による型枠（吸込コーンライナ、吸込ベルライナ）を製作し、躯体と一体としている。図9に吸込コーンライナ、吸込ベルライナの施工完了状況を示す。



図9 吸込コーンライナ、吸込ベルライナ据付状況

Fig. 9 View of suction cone liner and suction bell liner mounted on the pump

- (4) 本ポンプは大型であり工場での試運転が困難であること、また、水槽形状が特殊であることから、模型ポンプを製作し、これにより性能確認を実施した。
図10に模型ポンプの外観イメージ図、図11に模型ポンプの写真を示す。

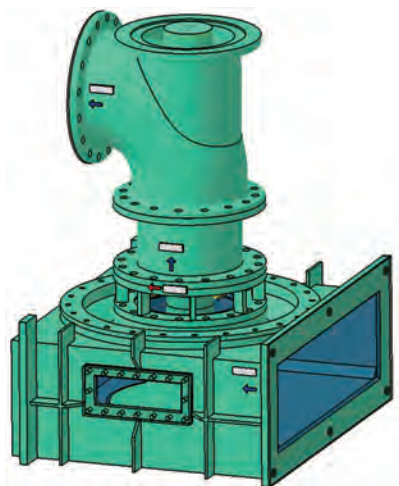


図10 模型ポンプ外観イメージ図
Fig.10 Outline view of the model pump



図11 模型ポンプ写真
Fig.11 View of the model pump

3-3 洪水時・常時排水ポンプの仕様

洪水時・常時排水ポンプの仕様を表3に示す。

表3 洪水時・常時排水ポンプ仕様
Table 3 Specifications of the pump

機器名称	洪水時・常時排水ポンプ
ポンプ形式	立軸軸流ポンプ（I形、二床式）
口径	1台
台数	1 000 mm
全揚程	4.5 m
吐出し量	150 m ³ /min
軸受潤滑	セラミックス軸受
軸封部	メカニカルシール（無給水形）

3-3-1 洪水時・常時排水ポンプの構造

図12に洪水時・常時排水ポンプの外観図、図13に据付完了状況を示す。洪水時・常時排水ポンプの特徴は、1、2号洪水時排水ポンプと同等であるが、ポンプ容量が小さいため、通常どおり、工場にて試運転を実施し、性能などの確認を行った。また減速機を採用せず電動機直結駆動とし、吸込ベルは従来構造どおりポンプに直接設置している。

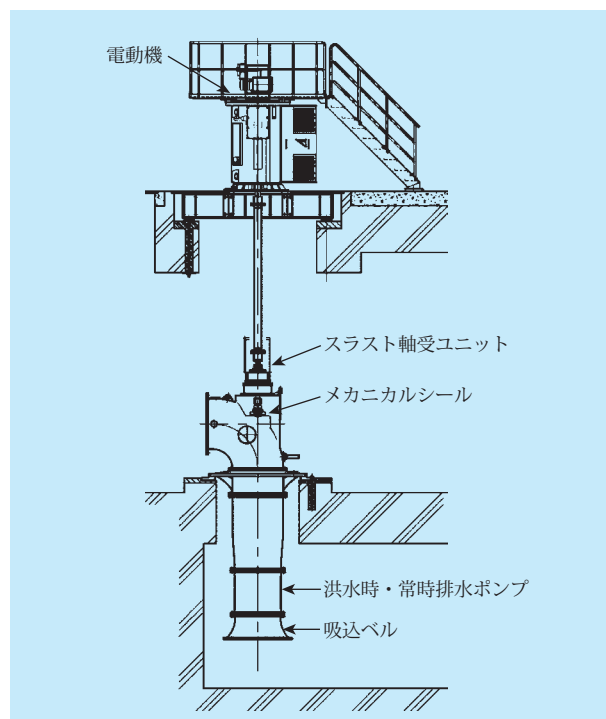


図12 洪水時・常時排水ポンプ外観図
Fig.12 Outline drawing of the pump



図13 洪水時・常時排水ポンプ据付完了状況
Fig.13 View of the pump after installation

3-4 印旛沼取水流量調整弁

低地排水路の水位が低下した際に、印旛沼取水流量調整弁にて印旛沼から取水し低地排水路に用水を補給する。その際の取水量は水利権の範囲内に収めることが絶対条件である。本弁の制御は取水量のフィードバック制御であり、設定水量を超えることのないように、開閉時間や応答性を含め、数段階の開度制御や0.1秒単位でのタイマー調整を行っている。

3-5 監視操作設備

監視室にグラフィックパネルを搭載した監視操作卓およびディスプレイにて各運転記録などが確認できる印字装置を納めた。図14にその写真を示す。

なお、本監視操作卓にて各ポンプの運転・停止操作や運転状況の確認が可能となっている。また、印旛沼取水流量調整弁の設定調整が可能になっている。



図14 監視操作卓

Fig.14 Supervisory control panel

4. おわりに

本機場は既設の老朽化した吉高機場と物木機場などを統合し、最新の設備を採用することで農業用水の安定供給、排水機能の改善、維持管理の労力低減を図った機場である。これからも農業用排水機能を安定して供給することで農業生産性の向上と農業経営の安定化に貢献できれば幸いです。

本機場の設計・施工にあたりご指導頂きました農林水産省関東農政局印旛沼二期農業水利事務所殿ならびに関係各位に深く御礼申し上げます。

<参考文献>

- (1) 農林水産省関東農政局ホームページ
<http://www.maff.go.jp/kanto/nouson/sekkei/kokuei/inba/index.html> (2019/5/20アクセス)
- (2) 永淵・岡田・皆川：印旛沼における循環灌漑の水質保全効果の評価，農業農村工学会誌，第86巻，第8号，p 679~682 (2018)

<筆者紹介>

- 杉山裕一：1994年入社。主に現場代理人業務に従事。現在プラント建設部工事課 主任
- 田代 崇：2004年入社。主に立軸ポンプの設計業務に従事。現在、水力機械設計部 水力機械2課 主任
- 海野 亮：2011年入社。主に横軸ポンプの設計業務に従事。現在、水力機械設計部 水力機械1課
- 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

MODEC MV30 向け Produced Water Booster Pump

西川直毅 加賀美仁

Produced Water Booster Pump for MODEC MV30

By Naoki Nishikawa and Hitoshi Kagami

We received the order for 2 sets of Produced Water Booster Pumps from MODEC (MV30 project). Those pumps are OH2 type according to API 610-11th edition with 53B seal unit. We were satisfied with our shop performance test and delivered to the site.

1. はじめに

今回、MODEC（三井海洋開発㈱）様よりペトロブラス社向けのFPSO船Carioca MV30へ納入されるProduced booster water pumps 2 台を受注した。このFPSO船は、日量18万バレルの原油生産能力、日量212百万立方フィートのガス生産能力、日量24万バレルの水圧入能力、140万バレルの原油貯蔵能力を有している。Produced water booster pumpは、Water Injection Pumpの上流に設置され高い信頼性が必要なポンプとなる。

2. ポンプの仕様

ポンプの仕様を表1に示す。

表1 ポンプ仕様
Table 1 Specifications of pump

形 式	横軸片吸込単段渦巻ポンプ (API610規格Type OH2)
口 径 (mm)	吸込250 × 吐出し250
全 揚 程 (m)	100.9
吐 出 量 (m ³ /h)	667
出 力 (kW)	350
取 扱 流 体	Produced Water
台 数	2

3. ポンプの構造と特徴

本ポンプはAPI610 10thに準拠した電動機駆動の横軸片吸込単段渦巻ポンプである。また、ポンプは全2台で、1台は予備機として運用される。

ポンプ取扱流体の性状に対応するため、インペラ、ケー

シングおよび主軸などの主要部品は二相ステンレスチールとした。

本ポンプは、FPSO船のデッキに設置される。共通ベースは、高い品質を満足している構造用圧延鋼材（カーボン量やシャルピー衝撃試験値などが規定されている）を採用し、船の歪みや環境の変化などを受ける厳しい環境での使用を考慮した。

本ポンプは、限られたスペースに設置されるため、日常点検などが容易に行なえるように、配管や計装品などのレイアウトを検討した。

4. 軸封装置

ポンプ取扱流体の性状は、腐食性が高く、化学物質などが含まれている。取扱流体の外部への漏れを避けるため、ダブルシールのメカニカルシールを採用し、API Plan53Bシールシステム（以下、シールシステム）を設置した。

5. 状態監視装置

電動機は、状態監視装置としてRogowski coilを設置した。この装置は固定子巻線からの部分放電の傾向を自動的に測定し、電動機の状態を常に監視できる。図1にRogowski coilsを示す。

6. 社内試運転

試運転ではすべてのポンプに対し、機械的な健全性の評価が行われ、いずれも顧客の仕様を満足する結果が得られた。



図 1 Rogowski coils

Fig.1 Rogowski coils

7. Plan53Bシールシステム配管施工

メカニカルシールとシールシステム間の配管は、共通ベースやシールシステム自体の製作誤差に伴う配管のズレを極力避けるため、通常はシールシステムとの現合溶接にて行っている。今回は製作工程全体のリードタイムを短縮するため、予め配管施工をシールシステムなしで先行して行うことにより、シールシステム搬入後すぐに組立可能とする対応を行った。シールシステムなしでの配管施工には高い精度が要求されるため、レーザ墨出し器を用いて、精度良く寸法管理を行った。

配管施工作業を図2に示す。ポンプ全体外形図を図3に示す。



図 2 Plan53B シールシステム小配管施工

Fig.2 Plan53B seal system piping

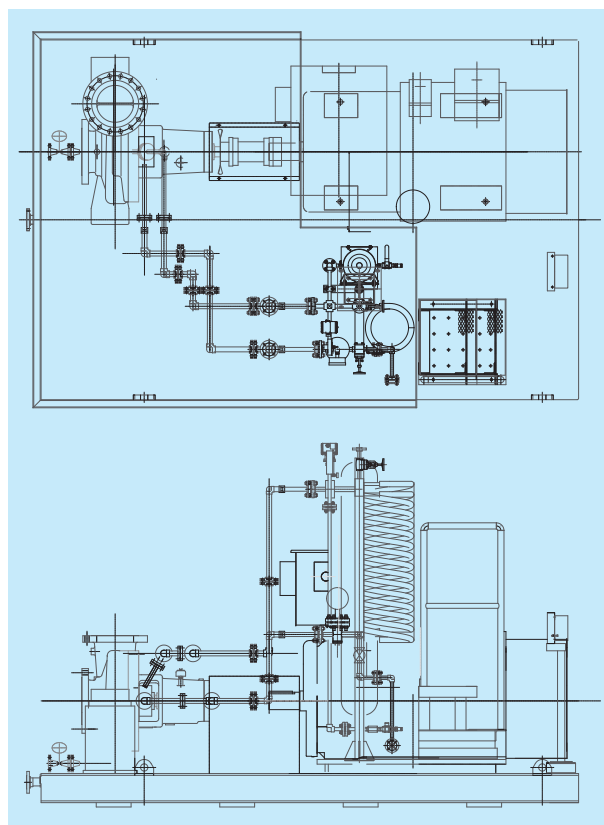


図 3 ポンプ全体外形図

Fig.3 Pump outline drawing

8. 据付および試運転

納入したポンプが設置されるFPSO船は中国の大連にて造船され、完成後、ブラジルにて運用が開始される予定である。

既に、現地でのポンプユニットの設置作業が完了し、今後、ポンプ試運転などを経て運用が開始される予定である。

9. おわりに

今回、MODEC殿より横軸片吸込単段渦巻ポンプを受注し、製作・納入した。顧客の特殊な材料要求、配管施工作業および短納期スケジュール対応などを経て、本ポンプを出荷することができた。

おわりに本ポンプの製作にあたり、多くの適切なご指導とご協力を頂きました関係各位に厚く御礼申し上げます。

<筆者紹介>

西川直毅：2013年入社。主に、プロセス用ポンプの設計に従事。

現在、水力機械設計部高圧ポンプ課。

加賀美仁：1999年入社。海外向け、ポンプと送風機の営業業務に従事。現在、海外部海外営業課 課長。

ここで活躍しています － 2018 年 製品紹介 －

1. ポンプ

1-1 宮城県仙台地方振興事務所 横須賀排水機場

(1) 概要

横須賀排水機場は、東日本大震災で被災した沿岸部の「山元東部地区」に位置し、先に整備が完了した畑地、水田の排水対策用の設備である。

(2) 特徴

No.1主ポンプは電動機駆動の常用設備であり、排水、排砂兼用の横軸斜流ポンプである。2台の電動吐出弁により送水先を切り替える。吐出弁は低キャビテーション弁を採用し、キャビテーションの抑制を図っている。ポンプは無給水軸封装置、No.2主ポンプ用内燃機関は空冷式ディーゼルエンジン、減速機は空冷式を採用し、設備の無水化を図っている。排水先が海水のため、逆流防止弁の材質は腐食に強いSUS316系を使用している。設置位置が津波被害を受けている地域のため、操作盤類および自家発電装置は建屋二階に設置されている。

(3) 仕様

口径500 mm横軸斜流ポンプ×1台

30 m³/min×5.3 m (排砂時)、2.95 m (洪水時)×37 kW

口径700 mm横軸斜流ポンプ×1台

90 m³/min×3.1 m×68 kW



図1 横軸斜流ポンプ

1-2 東京都下水道局 砂町水再生センター 砂系ポンプ設備

(1) 概要

砂町水再生センターは、昭和5年に稼働した東京で2番目に古い水再生センターである。処理区域は、隅田川と荒川に囲まれた通称江東デルタ地帯で、墨田区の全部、江東区の大部分、中央・港・品川・足立・江戸川区の一部からなる広大な区域(面積は6 153ヘクタール)から発生する下水を有明水再生センターとともに処理している。

処理した水は東京湾に放流するとともに、その一部を砂ろ過してセンター内の機械の洗浄・冷却やトイレ用水などに使用するほか、発生した汚泥は、センター内の東部スラッジプラントで炭化・焼却処理を行っている。

今回工事は、砂町水再生センター砂系ポンプ棟の雨水ポンプ設備が老朽化したため、ポンプの性能・機能回復を目的として雨水ポンプ3号設備を再構築し、2019年6月に工事を竣工した(図2)。

(2) 特徴

今回納入した雨水ポンプの特徴として、新型先行待機対応水中軸受(JWCセラミックス軸受)を採用し、1時間以上の気中運転が可能となったことがあげられる。従



図2 立軸斜流ポンプ



図3 横軸吸込スクリー付渦巻ポンプ

来の先行待機運転対応水中軸受のような軸受保護時間が必要なく、様々な降雨状況に応じた先行待機運転を行うことが可能となったことがあげられる。また、この新型先行待機対応水中軸受（JWCセラミックス軸受）を採用した雨水ポンプは既に後楽ポンプ所、隅田ポンプ所、新河岸水再生センターに納入済みであるが、今回このタイプのポンプとしては最大口径の納入実績となった。

(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×1台

340 m³/min×20 m×1 540 kW

1-3 東京都下水道局

青海ふ頭ポンプ所

(1) 概要

青海ふ頭ポンプ所は1974年6月に東京湾埋立事業の一環として築造された13号その2地区埋立地内汚水を吸揚し、東雲南ポンプ所へ送水しているポンプ所である。また、現在は中央防波堤内側ポンプ所から送水された汚水を砂町水再生センターへ送水する中継ポンプ所としての役割をもつ。送水した水は砂町水再生センターで処理をした後東京湾に放流する。一部はセンター内での機械の洗浄・冷却やトイレ用水に使用している。

今回工事は、汚水ポンプの老朽化に合わせて、横軸吸込スクリー付渦巻ポンプ全3台の再構築（更新）を2019年1月に完了した（図3）。

(2) 特徴

今回設備は、腐食対策として吸込み配管に防食亜鉛板を取り付けるとともに、ポンプケーシングには通常FCが

標準なところSCS14というステンレス鋳鋼を、主軸にはSUS316というステンレス鋼を採用することで設備の信頼性を高めたことが特徴である。

(3) 仕様

口径300 mm横軸吸込スクリー付渦巻ポンプ×2台
12 m³/min×34 m×110 kW（電動機駆動）

口径250 mm横軸吸込スクリー付渦巻ポンプ×1台
6 m³/min×34 m×75 kW（電動機駆動）

1-4 静岡県東部農林事務所

新田排水機場

(1) 概要

新田排水機場は、1977年に函南町日守地区に農地の湛水被害解消のため建設され、口径800 mm横軸斜流ポンプ（電動機駆動）2台が設置された。今回、老朽化した建屋を解体し、始動性向上のためポンプを立軸化して、



図4 立軸斜流ポンプ

口径800 mmのポンプ設備に更新した（図4）。

(2) 特徴

ポンプの軸封部には無注水形メカニカルシール、水中軸受にはセラミックス軸受を採用し、無注水化を図っている。減速機の給油装置には空冷ラジエーターを使用して無注水としている。

(3) 仕様

口径800 mm立軸斜流ポンプ×2台

79.8 m³/min×4.2 m×80 kW（電動機駆動）

1-5 広島県呉市上下水道局

二河川ポンプ場

(1) 概要

本設備は広島県呉市に位置し、建設後50年以上経過し老朽化した設備の機能回復のために、1、2号合流雨水ポンプ（φ800立軸軸流ポンプ）、ポンプ用吐出弁、逆流防止弁の更新を行なった工事である。

(2) 特徴

既設ポンプは注水タイプであったが、更新後は軸受にはセラミック軸受、軸封部にはメカニカルシールを採用し、無注水化を図った。

(3) 仕様

口径800 mm立軸軸流ポンプ

仕様105 m³/min×3.2 m×90 kW（電動機駆動）



図5 1、2号合流雨水ポンプ

1-6 香川県広域水道企業団東部浄水場

岡系送水ポンプ

(1) 概要

本浄水場は吉野川より香川用水を経て、香川県に導水

された早明浦ダムの貯水を浄水し、高松市、さぬき市、東かがわ市、三木町および綾川町に供給している。送水能力102 100 m³/日、安全な生活用水を安定的に送水するため、24時間体制で稼働している。

今回、設備の老朽化および計画水量の見直しにより、送水機能を確保しつつ浄水送水ポンプ4台を順次更新した（図6）。

(2) 特徴

季節毎および時間毎に合わせた送水量を確保するため、同一仕様のポンプで台数制御を行い、安定した浄水供給を可能としている。ウォーターハンマー対策として、フライホイール兼用カップリングおよび緩閉式逆止弁を採用している。

また、ポンプ軸封装置には、これまでのグランドパッキン方式より無注水式メカニカルシールを採用することにより、運転時の注水が不要である。

(3) 仕様

口径300×200 mm両吸込渦巻ポンプ×4台（No.1、2、3、4送水ポンプ）

11.14 m³/min×91 m×250 kW



図6 ポンプ室全景

2. 送風機

2-1 国土交通省 関東地方整備局

甲府河川国道事務所 中部横断自動車道

醍醐山・城山トンネル

(1) 概要

中部横断自動車道は、静岡県静岡市を起点に、山梨県甲斐市を經由して長野県小諸市に至る延長約132 kmの高速自動車国道であり、これにより新東名高速道路、中

中央自動車道および上信越自動車道が接続される。本道路が整備されることで、周辺地域の活性化や水害時の交通寸断の改善、地震災害時の緊急輸送路の機能向上などの効果が期待されている。

本工事では中部横断自動車道のうち、下部温泉早川IC（山梨県）～六郷IC（同県）にある醍醐山・城山トンネル向けに合計7台のジェットファンを設置し、2019年3月に本区間が開通した（図7）。

(2) 特徴

ジェットファン落下防止のための二重安全対策を採用しており、通常ジェットファンを固定する吊金具が万一破損した場合に備えて、予備の吊金具を設けている。

(3) 仕様

口径1 250 mmジェットファン（高風速型）× 7台（醍醐山：4台、城山：3台）

43 m³/s×35 m/s×50 kW

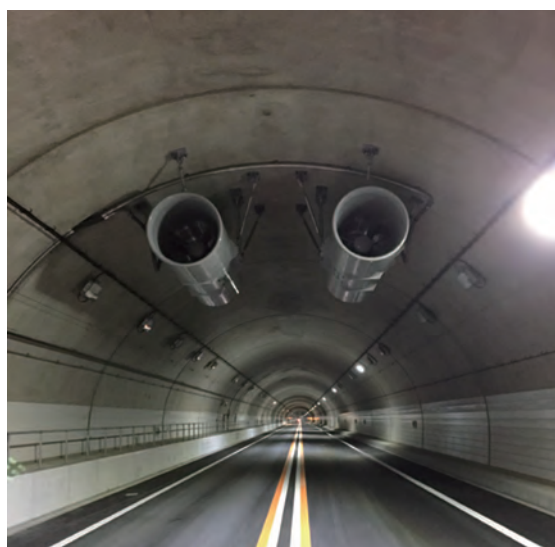


図7 ジェットファン設置状況

2-2 名古屋市上下水道局

鳴海水処理センター

① 概要

本水処理センターは、1969年度に運転開始を行い、標準活性汚泥法にて150 000 m³/日の処理能力を有している。今回、1970年度に設置した2号送風機と1980年度に設置した3号送風機の老朽化に伴い、送風機2台を更新した（図8）。

(2) 特徴

本送風機設備は、個別給油装置の潤滑油を外気で冷却

し、冷却水設備を不要とした空冷式オイルクーラを採用した。さらに環境対策として、送風機の吐出圧力を利用して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）を採用したことが本送風機設備の特徴である。

(3) 仕様

口径450/400 mm鑄鉄製多段ターボブロワ× 2台
220 m³/min×59 kPa×315 kW



図8 鑄鉄製多段ターボブロワ

2-3 沖縄県土木建設部下水道事務所

宜野湾浄化センター（みずクリン宜野湾）

(1) 概要

沖縄県の流域下水道には4つの浄化センターがある。4つの中で敷地面積が最大の137 400平方メートルを有する宜野湾浄化センターは、沖縄本島の人口が集中している西海岸沿いの宜野湾市に位置しており、浦添市、宜野湾市、沖縄市、北谷町、嘉手納町、北中城村および読谷村の7市町村から1日に98 870立方メートルの下水を受け入れ、昭和45年（1970年）より稼働している。

施設の老朽化や汚水量の増加に対応するため平成17年（2005年）度から浄化センターの海側に敷地を展開し、第3系列の処理施設増設工事の実施に伴い送風機の製作・据付工事にて平成23年（2011年）に2台、平成30年（2018年）に1台の当社製のばっ気用ブロワが設置された。

(2) 特徴

宜野湾浄化センターでは、汚泥処理時に発生する消化ガスを利用して発電事業を実施することにより環境負荷の少ない循環型社会の構築にも取り組んでいる。送風機設備の省エネとしては、ブロワインペラ形状などの最適

設計を行い最高水準の高効率を実現している。

さらに低圧力損失型逆止弁を採用し、運転中に最小の圧力損失になるようにブロワ吐出圧をエアシリンダに導入し、開側アシスト力を掛けることで弁体を全開にすることで圧力損失を減らし省エネに貢献している。

環境対策では、ブロワの軸受箱内などで発生したオイルミストを自動吸引するオイルミストセパレータシステム「MSS- α 」を設置し、周辺機器の汚損や電気接点への悪影響、床面への飛散による歩行時のスリップなどを防止できるなど安全面、労働環境を大幅に改善している。さらに「MSS- α 」は外部動力も不要であり機器構成もシンプルで省エネ性にも優れている。

当社は、このような省エネ・環境に配慮したより良い製品を常にお客様に提供するとともに、今後もさらに省エネやメンテナンス性が向上した高品質な機器をお届けする所存である。

(3) 仕様

口径450×350 mm 鋳鉄製直結式多段ターボブロワ
 205 m³/min×70.82 kPa×300 kW×2 台 (2011年)
 200 m³/min×70.82 kPa×300 kW×1 台 (2018年)



図9 鋳鉄製直結式多段ターボブロワ

2-4 住友重機械工業株式会社

バイオマス発電設備向け送風機

(1) 概要

住友重機械工業株式会社殿より受注した中部電力株式会社殿向けバイオマス発電設備用送風機3機種3台を納入した。本発電プラントは四日市火力発電所（三重県）構内に設置され、地球環境に優しい再生可能エネルギー

開発の一環として、中部電力殿で初めてとなる木質バイオマス燃料専焼の発電設備である。定格出力49 MWとなり、想定年間発電量は一般家庭の約12万世帯分の電力消費量に相当する。



図10 1次押込通風機



図11 誘引通風機



図12 2次押込通風機

(2) 特徴

1次押込通風機と誘引通風機は、インバータによる回転速度制御と吸込ベーン／ダンパ制御を併用し風量制御を行っている。また、1次押込通風機のインペラ周速は約187 m/sであり、ボイラ用ファンでは最大級となっている。さらに1次押込通風機の軸受は、高スラスト力に耐えるべく組合せ軸受を採用しており、誘引通風機の反モータ側軸受は、熱膨張による軸伸びを軸受内で吸収可能な構造を採用していることが特徴である。

(3) 仕様

◇1次押込通風機 (図10)

#14片吸込ターボ送風機 1台

$2\,476\text{ m}^3/\text{min} \times 20.1\text{ kPa} \times 1\,120\text{ kW}$

取扱気体：空気

◇2次押込通風機 (図11)

#11片吸込ターボ送風機 1台

$1\,345\text{ m}^3/\text{min} \times 11.2\text{ kPa} \times 340\text{ kW}$

取扱気体：空気

◇誘引通風機 (図12)

#11両吸込ターボ送風機 1台

$6\,252\text{ m}^3/\text{min} \times 8.09\text{ kPa} \times 1\,130\text{ kW}$

取扱気体：燃焼排ガス



RO膜法海水淡水化設備用エネルギー回収装置を受注

■機器構成

- | | |
|--------------------|----|
| ・エネルギー回収装置（DeROs®） | 1組 |
| ・RO高圧ポンプ（多段渦巻ポンプ） | 1台 |
| ・増圧ポンプ（片吸込渦巻ポンプ） | 1台 |

当社の新製品であるエネルギー回収設備DeROs®は、既に国内と米国で特許を取得済みであり、平成28年度には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を受賞している。

RO膜法海水淡水化設備は、高圧海水をRO膜に通過させることで、送水量の約半分が淡水となり、残りの約半分が高圧濃縮海水として排出される。エネルギー回収装置DeROs®は、この高圧濃縮海水の圧力エネルギーを回収・再利用して、造水コストを半減させることができる。

今回、これにより得られた淡水は、海水に含まれる塩化ナトリウム以外の有用資源を製品化する化成品製造で使用され、更に濃縮海水も利用される。当社製品の優れた省エネルギー効果が高く評価され受注に至ったものである。

なお、本設備はIoT機能による遠隔監視システムを設置する。生産水量や電力量、運転状態をリアルタイムで遠隔監視をすることができ、さらにトレンドデータとして蓄積された監視データを分析することにより、装置の予防保全計画の検討に役立てることができる。

注：DeROs®はエネルギー回収装置の商品名です。

（文責 飯田隆二）



図1 優秀省エネルギー機器
日本機械工業連合会会長賞



図2 エネルギー回収装置とポンプ

コスモエンジニアリング株式会社殿より 南西石油株式会社殿 西原油槽所向け 消火設備用消火ポンプ受注

このたび、コスモエンジニアリング株式会社殿より南西石油株式会社殿 西原油槽所向け「防消火設備最適化工事」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台を受注した。西原油槽所は沖縄県中頭郡西原町に位置し、原油・重油用の大型タンクおよび石油製品タンクが設置されており、大型タンカーによる石油製品の搬出入、また様々なビジネスに適応した柔軟なタンク操業を主目的として運用されており、沖縄地区における重要貯蔵設備という位置づけになる。本工事は既設防消火

設備の更新であり、サイト付近の海水をピットに貯水し消火設備に利用する。消火ポンプの取扱液は海水であるため高い耐食性が求められ、接液部の材質はオールステンレス製の設計となっている。また、消火ポンプは高効率モデルを選定、エンジン駆動の1台は省スペース・高効率型の出力1 320 kWディーゼルエンジンを採用、直交傘歯車型減速機を含む構成である。2020年6月の納入に向けて現在設計中である。

(文責：黒川恵介)

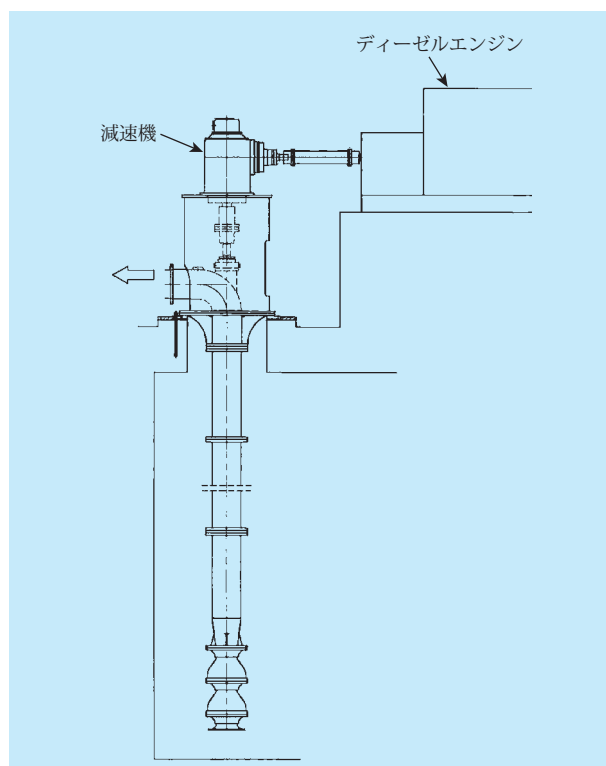


図1 消火ポンプ外形図（エンジン駆動）

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
消火ポンプ	口径650 mm 立軸斜流ポンプ	3 800 m ³ /h	89 m	海水	1 230 kW	1
消火ポンプ	口径650 mm 立軸斜流ポンプ	3 800 m ³ /h	89 m	海水	1 320 kW (エンジン)	1
海水取水ポンプ	口径 200 mm 立軸斜流ポンプ	330 m ³ /h	89 m	海水	132kW	2

東京都下水道局 芝浦水再生センター向け 「併設芝浦ポンプ所ポンプ設備工事」受注

芝浦ポンプ所は芝浦水再生センターにて管理・運用されているポンプ所である。

芝浦水再生センターは昭和6年に稼動した東京で3番目に古い水再生センターであるが、周辺環境は様変わりし、かつての港湾倉庫街から現在はオフィスビルの立ち並ぶ都心の市街地に変貌している。同センターの処理区域は千代田・中央・港・新宿・渋谷区の大分部および品川・文京・目黒・世田谷・豊島区の一部で、面積は6 640 haとなり、これは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てから近隣地区にトイレ用水などとして供給している。

このたび、芝浦水再生センター排水区域の整備に伴い、芝浦ポンプ所に納める（表1）に示す污水ポンプの製作・据付工事を受注し、現在は様々な解析を行い鋭意設計・製作中である。

本ポンプは東京都下水道局に納入する最大口径の立軸渦巻斜流ポンプとなり、更には高揚程・大容量・高出力の特徴を持っている。こうした近年にない難易度の高いポンプ工事を受注することは会社の技術力継承に必要不可欠であり、今後もお客様満足度の向上を第一に、継続的な受注に向けて営業活動を展開していく所存である。

（文責：近藤友明）

表 1

名 称	形 式	吐出し量	全揚程	出 力	台 数
污水ポンプ	口径1 650 mm 電動機直結立軸渦巻斜流ポンプ	365 m ³ /min	37 m	2 900 kW	1

宮城県仙台地方振興事務所殿 銭神第1排水機場向け 排水ポンプ設備受注

このたび、宮城県仙台地方振興事務所殿銭神第1排水機場向け排水ポンプ設備2台を受注した。

銭神第1排水機場は、手樽地区の農地などの排水を排除するための施設で、老朽化した旧銭神第1排水機場の仕様を見直し、全体計画排水量3.03 m³/sの排水機場を建設する。

今回設備の特徴として以下3点が挙げられる。

- ① 減速機搭載型立軸斜流ポンプを採用することで、横軸ポンプ場の場合に必要な補機類を省き、低圧受電としている。

- ② 建屋の高さに制限があり、据付を実現するために主ポンプ揚水管の分割を工夫している。

- ③ 主ポンプは無給水軸封装置、No.2主ポンプ用内燃機関は水冷式エンジンの機付ラジエーター冷却、減速機は自己冷却式を採用し、機場の完全無水化を図っている。

現在2019年10月の完成を目指して、鋭意製作中である。

(文責：佐々木雄也)

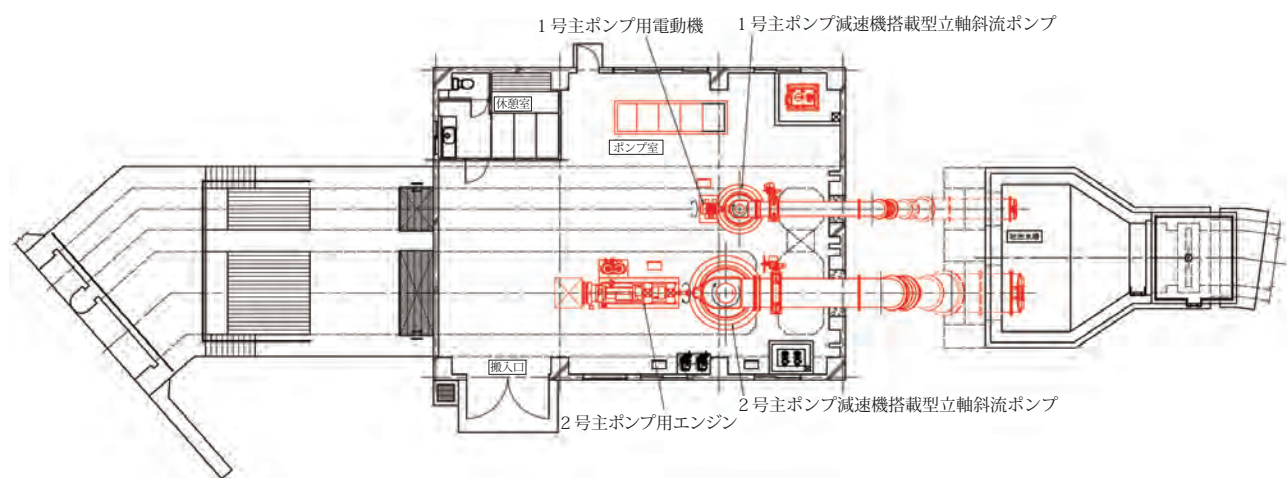


図1 計画平面図

表1 ポンプ仕様

ポンプ名称	形 式	駆動機	流 量	全揚程	出 力	台 数
1号主ポンプ	口径500 mm減速機搭載型立軸斜流ポンプ	電動機	0.53 m ³ /s	3.75 m	30 kW	1
2号主ポンプ	口径1 000 mm減速機搭載型立軸斜流ポンプ	内燃機関	2.5 m ³ /s	3.85 m	139 kW	1

兵庫県姫路市殿 天川第一ポンプ場 No.5 ポンプ整備（機械設備）工事受注

このたび、姫路市殿より天川第一ポンプ場No.5ポンプ整備（機械設備）工事を受注した。

天川第一ポンプ場は、平成11年度にNo.1からNo.4雨水ポンプ設備を新設、雨水排水施設として供用開始されたが、近年においては、地元よりさらなる浸水対策の増強を要望されていた。今回No.5雨水ポンプが増設されることにより、雨水排水能力の改善が期待されるポンプ場である。

概要としては、No.5雨水ポンプ（外径3 500 mmスクリュウポンプ）設備の増設である（図1・図2）。このスクリュウ外径3 500 mmは、当社製作実績として過去最大外径の記録品となる。

現在2020年2月の完成を目指し、鋭意設計・製作中である。

（文責：北川達也）

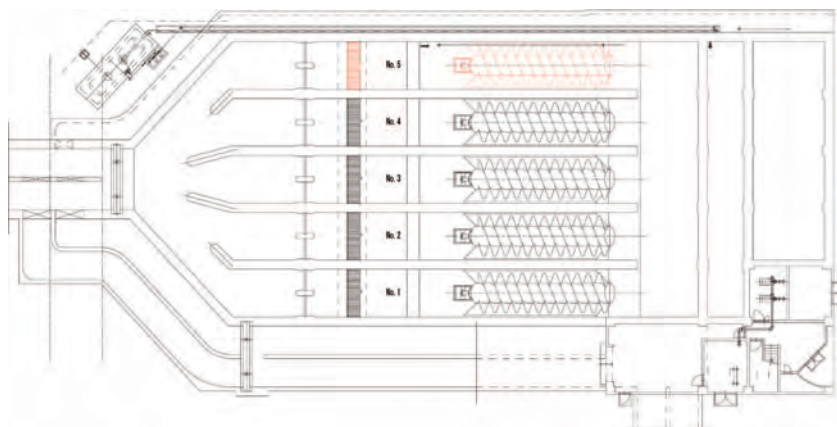


図1 据付平面図

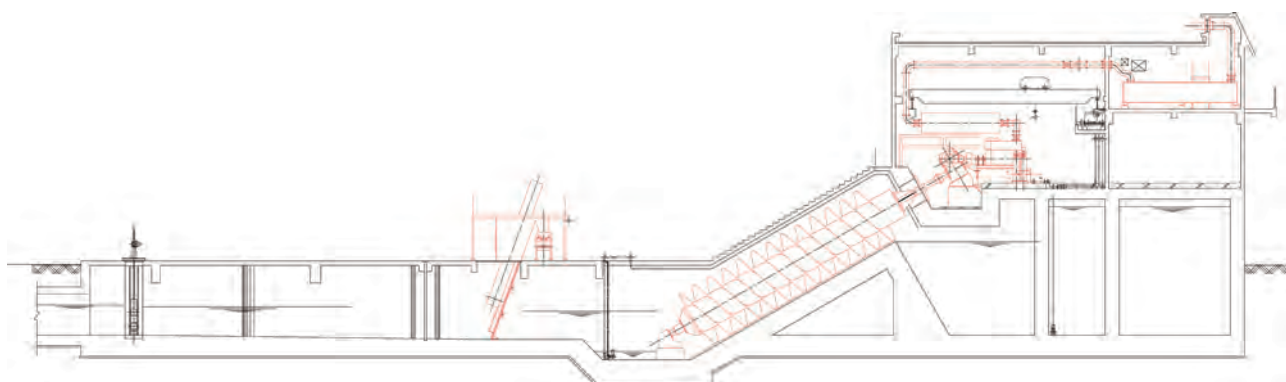


図2 据付断面図

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	原動機出力	台 数
No.5雨水ポンプ	スクリュウ外径3 500 mm スクリュウポンプ	270 m ³ /min	5.2 m	雨水	360 kW	1

ENI Mexico Area 1 FPSO (MV34) 向け Sea Water Lift Pump 受注

このたび、三井海洋開発株式会社殿の子会社であるシンガポールのMODEC Offshore Production Systems殿より、ENI Mexico Area 1 FPSO (MV34) プロジェクト向けのSea Water Lift Pump 3 台を受注した。

FPSOとはFloating, Production, Storage and Offloading systemの略称で、船上で海底油田から石油・ガスを生産し、生産した原油を設備内のタンクに貯蔵、それを直接輸送タンカーへ積出することのできる船舶設備である。今回のFPSO船舶は2021年に完工し、三井海洋開発殿が推進しているメキシコ沖合Area 1 鉱区の海底油田開発に用いられる見込みである。

今回受注した製品は、そのFPSO船の側部に取り付けられ海水を取り水するためのポンプであり、床下長さ約22 mの長尺立軸ポンプである。当社は、FPSO船舶用Sea Water Lift Pumpにおいて多数実績を持ち、納入後の運用においても、ポンプの信頼性の高さが高く評価されている。今回は、昨年のPetrobras Guanabara (MV31) 案件に続くMODEC殿からのSea Water Lift Pump受注であり、今後も複数の案件が控えていることから、引き続き気を引き締めて、受注ポンプ製造と納入ポンプの顧客サポートを行っていく所存である。

(文責：風間 満)



図1 Area 1 鉱区位置

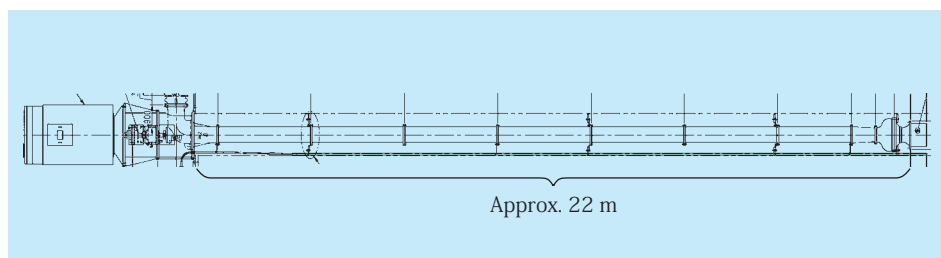


図2 ポンプ外径図

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
Sea Water Lift pump	口径20 inch 立軸斜流ポンプ	2 803 m ³ /h	97 m	海水	1 100 kW	3

公共工事等における新技術活用システム NETIS 登録 －立軸ポンプの回転体監視システム (NETIS 登録番号 CB-190008-A)－

1. はじめに

当社が開発した立軸ポンプの回転体監視システムが、平成31年4月5日付けで、国土交通省が運用する公共工事等における新技術活用システムの新技術情報提供システム (NETIS) に登録された。以下に、本技術の概要を紹介する。

2. 立軸ポンプの回転体監視システム

2-1 従来の立軸ポンプ用水中軸受の保全方法

立軸ポンプの水中軸受は、ポンプを分解しないと摩耗状況の確認ができないことから、摩耗状況にかかわらず定期的に交換を行う時間計画型予防保全が適用されている。この場合、継続使用が可能な水中軸受を交換してしまう可能性もあり、経済的でない。

2-2 技術概要

立軸ポンプの回転体監視システムは、立軸ポンプの水

中軸受について、ポンプを分解することなく摩耗状況を把握する技術である (図1)。

水中軸受が摩耗してくると、運転中のポンプ回転体のふれ回り量が大きくなる。このふれ回り量は、羽根車とケーシングとの隙間 (インペラギャップ) の変化量を計測することで監視できる。そこで、ポンプケーシング部にギャップセンサを設置し、インペラギャップを計測・傾向管理することで、ポンプを分解することなく水中軸受の摩耗量を把握でき、立軸ポンプの適切な整備時期を推定することが可能となる。

3. おわりに

今回のNETIS登録作業に際し、国土交通省中部地方整備局中部技術事務所殿のご指導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。

(文責：横山卓也)

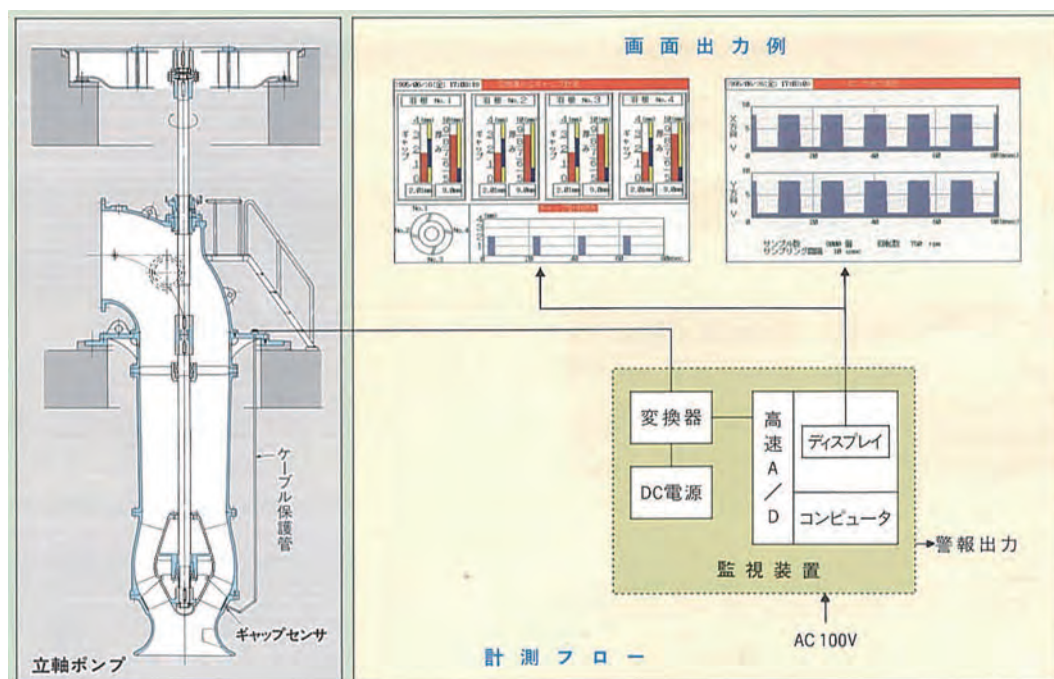


図1 立軸ポンプの回転体監視システムの概要図

特許と実用新案

「エネルギー回収装置」

特許第6412233号

1. 従来技術の問題点

海水の淡水化等に用いられる逆浸透膜法による水処理システムは、淡水が分離されて流出する高圧濃縮海水を有効に利用するためのエネルギー回収装置が実用化されている。

従来の2連のシリンダ装置を有し、一対のシリンダ装置で圧送工程と充填工程とを交互に繰り返すエネルギー回収装置では、海水を充填する工程終了後に待機時間が必要となる。海水が供給されない待機時間中は取水ポンプの吐出圧力が上昇し、待機時間終了後は吐出圧力が低下する圧力変動を伴う運転が繰り返される。これにより、高圧ポンプの吐出圧力に脈動が生じ、この脈動によって高圧ポンプから膜分離装置に供給される高圧海水に圧力変動が生じる。

2. 本発明の内容

図1に示すように、本発明のエネルギー回収装置1は、シリンダ5内を往復移動するピストン6を有した3連のシリンダ装置5A、5B、5Cと、流路切換機構7A、7B、7Cを制御して3つのシリンダ装置5A、5B、5Cの接続を切り換える制御部8を有する。高圧の濃縮海水をシリンダ装置5に供給して内部の高圧海水を高圧で押し出す圧送工程と、圧送工程後に取水ポンプ2からの海水をシリンダ装置5に供給して内部の濃縮海水を排出しながら海水を充填させる充填工程と、シリンダ装置5に濃縮海水及び海水のどちらも供給しない待機工程を、図2に示すように、3連のシリンダ装置5A、5B、5Cで互いに異なる各工程を行う。なお、各工程の切り換え直前及び直後は、次の工程への過渡期であり、2つのシリンダ装置5が同時に圧送工程又は充填工程を行っていることになる。従来のエネルギー回収装置では、充填工程を圧送工程より先に終了させるよう流量設定をしていたが、本発明のエネルギー回収装置はそれぞれの流量を等しくなるように設定が可能となる。

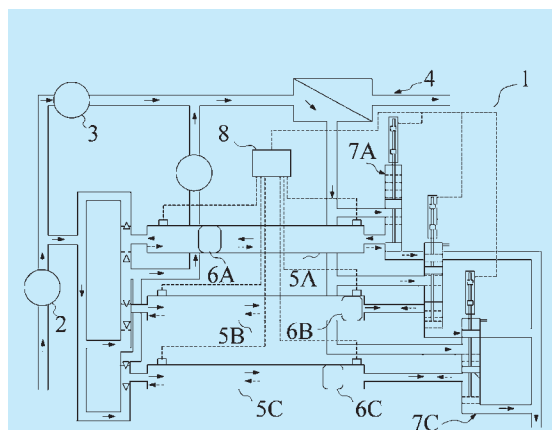


図1

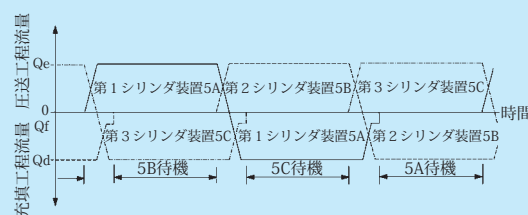


図2

したがって、取水ポンプ2から常に海水が高圧ポンプ3とシリンダ装置5A、5B、5Cとに供給されている状態になり圧力変動を軽減できる。

3. 本発明の効果

本発明のエネルギー回収装置によれば、3連のシリンダ装置で互いに異なる工程(圧送、充填、待機)を順次交代させながら行うので、取水ポンプから常に海水が高圧ポンプに供給されて脈動を抑制する。これにより、シリンダ装置の振動や騒音の抑制、機器の長寿命化、安全性の向上が可能となる。

(文責：鈴木崇史)

編集後記

◆この度の巻頭言は、長岡技術科学大学 名誉教授の金子覚先生に「簡易モデルを用いたパラメータ効果の物理的解釈のすすめ」という題目でご執筆いただきました。

多段遠心ポンプは当社の製品のひとつで、本文中でも述べられていますが、ポンプの高効率化、高安定化のためにはシールの検討を十分に行う必要があります。シミュレーションソフトウェアは随分発達しましたが、依然として計算時間がかかるアプローチで、幅広くパラメータスタディを行うのに最適なツールとは言えません。

しかしながら、簡易モデルであれば計算時間の問題は軽減され、数多くのパラメータスタディを実施することができ、広範囲にわたる予測をもとに機器の性能を大局的に知ることができるでしょう。研究者のみならず設計者にとっても「目から鱗」となるのではないのでしょうか。

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。

◆3Dスキャナ、水中ドローンを利用した設備診断事例を紹介しました。近年、橋やトンネルなどのインフラの老朽化に関する記事を新聞やニュースなどでもよく耳にするようになりましたが、ポンプ、ファン、ブロワなどにおきましても、現在の機器の状態を正確に把握してメンテナンス計画を立てることは今後ますます重要になると考えます。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。

◆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2018年度版を掲載しました。東京都下水道局砂町水再生センターにお納めしたポンプでは、新型先行待機対応水中軸受を採用しました。日本の気候変動は大きな問題ですが、今回の更新でより様々な降雨状況に対応できると考えております。今後も当社の製品を使用するお客様の目線に立った製品を開発していく所存です。

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 (岡谷ビル) TEL 052 (231) 6211・FAX 052 (201) 6920
三重営業所	〒510-0074	三重県四日市市鶴の森2丁目3番19号 (ダイアパレス四日市) TEL 059 (329) 5239・FAX 059 (329) 5279
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 (日本生命高松兵庫町ビル) 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

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>

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

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43巻第1号

発行日	令和元年7月26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。

