

電業社機械

DENGYOSHA KIKAI

Vol.48 No.2 2024





(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2号 通巻第95号 2024

目 次

◆巻頭言

開特性による振動系の評価の勧め..... 松 下 修 己 1

◆解説・展望

循環水ポンプ回転体予備品所有による整備期間短縮化提案について..... 石 谷 渉 4

土 肥 敦 郎

片吸込横軸渦巻斜流ポンプの展開..... 丸 山 直 利 8

◆製品紹介

農林水産省関東農政局殿 埜原機場..... 内 山 広 成 12

古 澤 範 久

大阪府北部流域下水道事務所殿 摂津ポンプ場..... 角 晃 太 郎 16

川 口 隆 佑

ディーゼルエンジン駆動消火ポンプ..... 秋 山 祐 20

高 梨 真 吾

片 山 景 市

東ソー株式会社南陽事業所殿向けボイラ用送風機..... 後 藤 昭 久 25

◆ニュース

九州農政局殿 北新地排水機場ポンプ製作据付建設工事受注..... 28

日本下水道事業団殿 糸満市浄化センター送風機設備工事その4受注..... 29

東北農政局殿 西野排水機場ポンプ設備建設工事受注..... 30

小名浜製錬株式会社殿 No.3排煙脱硫装置IDF受注..... 31

SATORP製油所 AMIRAL COMPLEX向けポンプ3台受注..... 32

下水道展'24東京への出展..... 33

機場探訪 農林水産省 東北農政局 大泉揚水機場..... 34

DENGYOSHA TECHNICAL REVIEW

DENGYOSHA KIKAI

Vol.48 No.2 2024

CONTENTS

◆Foreword

Recommendation of Open-Loop Evaluation Techniques for Vibration Systems

O. Matsushita1

◆Explanation

Recommendation for shortening maintenance period with spare rotor of circulating water pump

W. Ishitani and Atsuro Tohi4

Development of single-suction horizontal volute type mixed flow pump

N. Maruyama8

◆Product Introduction

Yawara pumping station for Ministry of Agriculture and Forestry and Fisheries Kanto
Regional Agricultural Administration Office

H. Uchiyama and N. Furusawa 12

Settsu Pumping Station of Osaka Northern Sewerage Works Office

K. Kado and R. Kawaguchi..... 16

Diesel Engine Fire Pump

Y. Akiyama, S. Takanashi and K. Katayama..... 20

FDF, IDF for Tosoh Corporation Nanyo Complex

A. Goto 25



開特性による振動系の評価の勧め

Recommendation of Open-Loop Evaluation Techniques for Vibration Systems

松下 修己

防衛大学校名誉教授

1. はじめに

このたび、伝統ある御社技術誌に巻頭言執筆という大変光栄な機会を頂き感謝いたします。先の6月4日に御社を訪問、「ロータバランス技術」についてHILデモ付きの演習講義を行いました。聴講した技術者には、「うんうん」とかなり頻繁に首肯して頂きました。講義の後半は計測バランスデータを用いて、定格回転数の先に存在が予想される危険速度を、「開特性」の考えから同定することでした。しかし、想定内でしたが、この「開特性」の段になるとため息が漏れ聞こえました。

この開特性技術は、確かに制御工学のもので機械工学には縁が薄いものですが、エクセルを使って計算できるなど現場向きと考えられ、学会講習会などを通じ、その流布に精を出しています。本稿では、先の講義の続きとして、本技術の補講をさせていただきます。

2. バランス作業

図1が対象ロータで、危険速度の予想計算値は、 $\{NC1, NC2, NC3\} = \{48, 70, 170\}$ rpsである。バランス修正面として節点 $\{2, 6, 8\}$ のバランス修正3面 wc を用意する。実際にロータを回転させているかのように不釣り合い振動をHILで発生させ、その振幅位相を計測、影響係数から不釣り合いを同定し、バランスウェイトを取り付ける。このバランス手順を、危険速度ごとに繰り返し、NC1、NC2、NC3の各共振ピークを低振動に通過させるモード別バランスで、その時の運転記録が図2である。

A_0 はバランス前の初期振動。

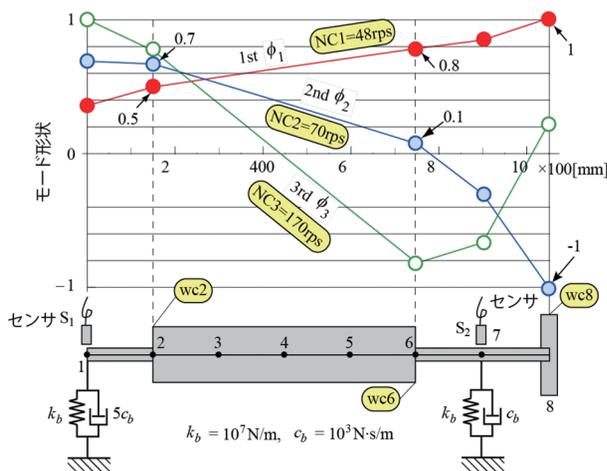


図1 ロータの固有モード

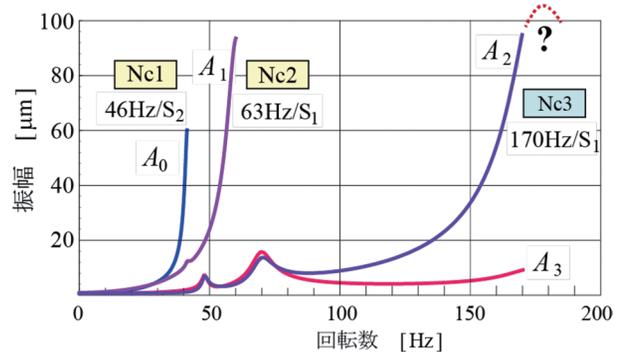


図2 各モード別バランスの前後

A1は、3修正面で{1,1,1}の重さ比で、NC1バランスを完成させた時の共振曲線。
 A2は、3修正面でH2={2,0,-1}の重さ比でNC2バランスを完成させた時の共振曲線。注：内積 [比
 H2, φ1モードの3節点振れ{16,25,32}]=0であるので、完成したNC1バランスA1は壊れない。
 同図A3は、3修正面でH3={-1.8,2.4,-1}の重さ比でNC3バランスを完成させた時の共振曲線。注：比
 H3は、φ1とφ2モードの振れ{16,25,32}と{22,3,-32}との内積がともに0となるよう決定。
 よって、すでに完成しているNC1とNC2のバランス状態は不変である。このようにして、定格回転
 数170rpsにて最後のNC3バランスを行う。この手順をモード別バランスと言う。

図2のように、順調にバランス作業は完了する。しかし、ある疑問が残る。定格回転数の上に存在
 する本当の危険速度NC3「？」はいくらなのか。共振曲線A2の先端から共振ピークを想像してもその
 位置は明確でない。さらに、対応するQ値はと問われても、半値法すら描くことができず、全く不明
 である。この疑問に答えるのが、次に述べる開特性である。

3. 開特性から見た振動特性

図3(a)の1DOF系の不釣り合い振動を考える。共振曲線A2-A3は、特殊なモード別加振H3に対する応
 答ゆえ、品質の良いモーダル応答データである。すなわち、1DOF系と近似可能である。このときの運動
 方程式の時間領域表現(b)、そしてラプラス変換後のs領域表現(c)を介し、対応するブロック線図(d)を得る。

いまの場合、外力fから振動xを計測した訳だから、閉特性と言い、不釣り合い応答は図3(e)の複素振
 幅Aのsにs=jΩを代入したものである。この場合の共振曲線の例が図4で、振幅がピークの危険速度お
 よび図示のように半値法でQ値、そして減衰比ξを知る。

一方、開特性とはブロック線図上の一巡伝達関数Goのことで、ここでは同図3(f)で定義される。
 s=jΩを代入して求めたボード線図の例が図5である。ゲイン曲線は-40dB/decadeの右下がりのほぼ
 直線で、0dBを横切る周波数をゼロクロス周波数ωg、また、その時の位相曲線∠-Go(jΩ)の値を位相
 余裕φmと言う。次式に示すように前者は危険速度にひとしく、後者からは減衰比を知る。

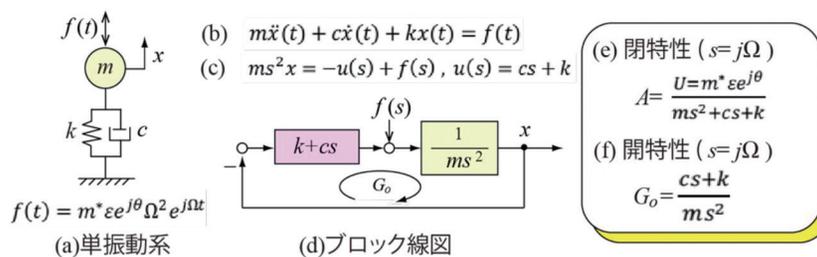


図3 振動系ブロック線図ならびに開・閉特性

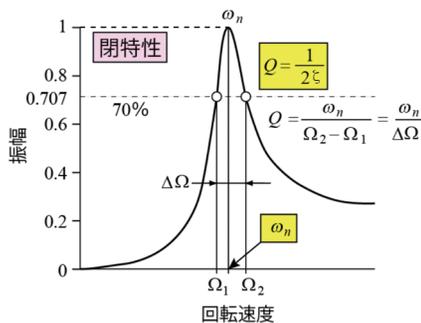


図4 Q値の測定 (ISO 10814)

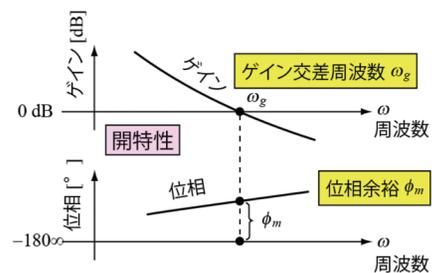


図5 ゲイン交差周波数ωgと位相余裕φm

$$G_o(j\omega_g) = 0 \text{ dB} \rightarrow \omega_g \approx \omega_n \text{ および } \zeta = 0.5 \tan(\phi_m) \approx \phi_m^\circ/100 \rightarrow \phi_m \text{ 度を} 100 \text{で割る}$$

4. バランス時データに開特性を適用する振動評価法

以上の準備のもと2節での疑問に答えよう。そのために、図4の不釣り合い振動振幅Aを用いて、図5の開特性Goを作成する。このExcel計算例を図6に示す。同図(A)がバランス前の大振動Acで、この右端のピークの先に存在するであろう、共振点「？」を推定しようということである。

同図(B)のように力加振応答Af=Ac/Ω²に変える。続いて同図(C)のように、振幅Afにおける不釣り合い位相θを消去し、ナイキスト線図が標準の実軸から出立するようにe^{-jθ}の回転を掛ける。続いて、その応答Q列の逆数W列を取る。それからAA列の価質量(m_{eq}=m/m*/ε)*s²を引いてY列の残差=k+cs相当を求める。その結果、Y列/AA列が求めるべき開特性である。この引く操作では、同図(E)のような残差ゲインをフラットに、また同時に、同図(D)のように開特性ゲインの傾斜が-40dB/decadeとなるように等価質量を試行錯誤で調整する。

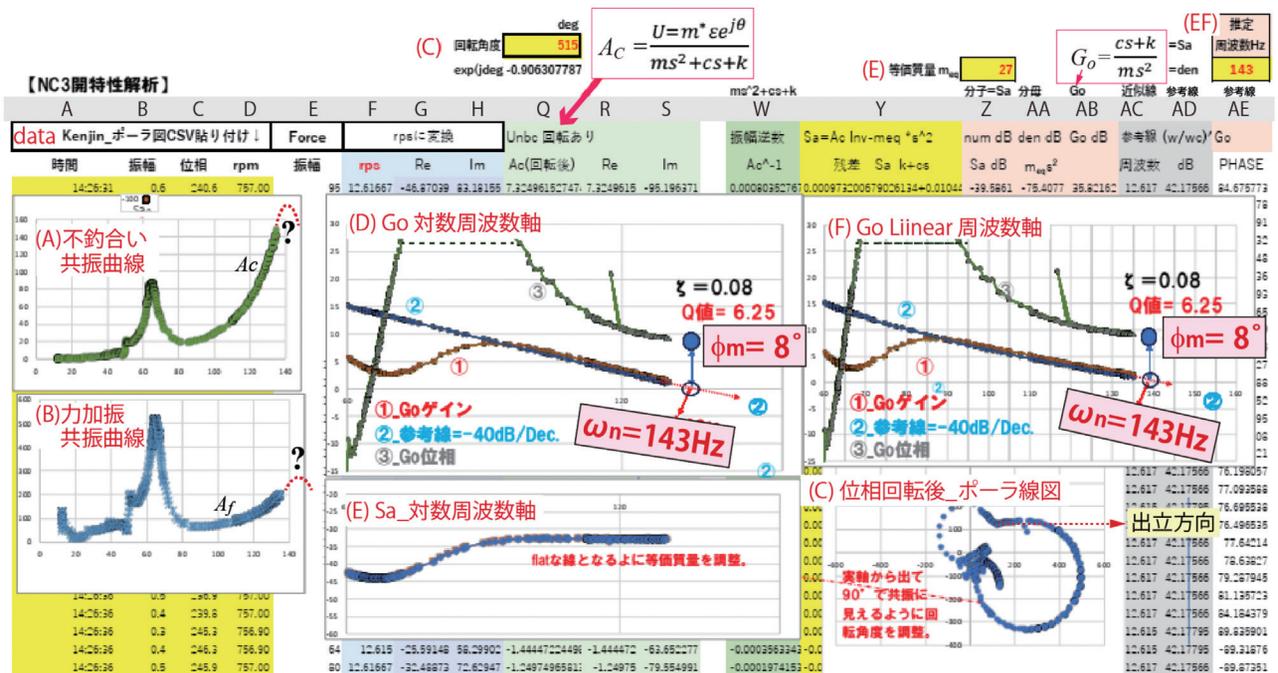


図6 エクセル上での開特性から開特性へのデータ変換処理

このようにして得た開特性のボード線図を、横軸がLogの同図(D)とLinear軸(F)で描いた。右下に向かうゲイン曲線は、厳密には0dBと交差していないが、破線の延長線上の○印としてゼロクロス周波数ωg=危険速度NC3=143rps、位相余裕φm=8°(減衰比ζ=0.07)が推定される。

5. おわりに

前述のように、バランス作業の振幅データは、開特性による振動系評価に「有効活用」可能である。しかも、不釣り合いの存在は必然なので、無料手段による加振データの流用であると言える。少し費用はかさむが、例えば磁気軸受を仮設、ポンプロータを加振し開特性求めることが可能なら、本方法でそれを開特性に変換し、油軸受やシール部に作用する不安定力診断などにも活用できる。

循環水ポンプ回転体予備品所有による 整備期間短縮化提案について

石谷 渉 土肥 敦郎

Recommendation for shortening maintenance period with spare rotor of circulating water pump

By Wataru Ishitani and Atsuro Tohi

Circulating water pumps are critical auxiliary equipment in power generation facilities, ensuring stable operations through periodic operator and independent inspections. To maintain equipment integrity, power companies schedule factory maintenance of pump rotors every few years. However, this maintenance requires a significant amount of time and may impact the overall inspection schedule. To mitigate this, our company has been working to reduce the factory maintenance period, thereby minimizing the total inspection timeframe.

Following the Great East Japan Earthquake, power companies have faced increased pressure to ensure a stable power supply, especially with the suspension of nuclear power plants, which traditionally served as base-load sources. As a result, there is a heightened focus on shortening inspection periods to maintain power production levels.

In response to these challenges, we propose adopting new methods for periodic inspections. Specifically, we recommend utilizing spare rotors for circulating water pumps to significantly shorten maintenance periods, contributing to a more efficient and reliable power supply system.

1. はじめに

循環水ポンプ（Circulating Water Pump以下CWP）は発電設備における重要補機であり、各電力事業者は発電所定期点検・自主点検の中でCWPの分解点検整備などを実施し、機器の健全性を維持している。CWPの健全性維持のため、数年毎にCWPのポンプ回転体工場搬入による精密点検整備を計画・実施しているが、この整備には一定の期間が必要となるため、発電所定期点検・自主点検の全体工期に影響をおよぼすことも少なくない。

一方、震災などの影響により、これまでベースロードとしての役割を担ってきた原子力発電所の稼働停止に伴う電力不足への対応のため、各電力事業者は発電所停止期間の短縮化がより一層重要な課題となっている状況にある。

こうした背景から、当社としてCWPの点検期間工程短縮対策のひとつとして、予備回転体の保有を提案している。今回、国内某発電所にこれを納入し点検整備期間短縮化を達成したので本稿にて紹介する。

2. CWP点検整備における課題について

CWPは回転機械でありかつ海水を扱う機器でもあるため、経年使用することで摩耗や腐食などにより、性能や強度の劣化が進行していくため、点検整備においては交換部品を見極め、適切な部品をあらかじめ準備しておくことが重要となる。しかしながら、この劣化に関しては運用や設置環境といった要因が複雑に関係するため事前に定量的に評価することは難しい。

よって、実際に分解した状況次第では予期しない追加補修や追加部品交換といった不測の事態が発生することがあり、結果として整備期間が延長することで当初計画していた定期点検・自主点検の全体工程に影響を与えるリスクがある。

さらにCWPが可動翼ポンプである場合、固定翼ポンプに比べ構成部品がかなり多く、翼操作などを行う機構の重要な部品に摩耗や腐食といった部品劣化が確認された場合には、機能回復のための追加保修や部品交換に多く

の手順が必要となるため整備全体工程に影響を与える可能性が高い。

3. 予備回転体の保有について

前述のリスクや、点検整備工程の短縮化の取り組みのひとつとして、当社では回転体を予備として保有していただき、その回転体をローテーションすることで運用するという計画を立案し、提案している。

(予備品の提案範囲は図1、図2の着色部を参照)

予備回転体を所有いただくことのメリットを以下に記載する。

(1) 定期点検整備における工程長期化の抑止

CWP点検整備中に追加補修整備、追加部品交換といった不測の事態が発生するリスクが解消され、突発的な工期延長を防止できる。

(2) 定期点検整備期間の短縮化

CWPの大きさなどの条件により多少前後はするが、予備回転体を定期点検整備時にローテーション運用することにより、約1ヶ月以上の整備期間を短縮する効果が見込める。

4. 予備回転体を保有することに関する注意事項

予備回転体を保有する際に注意すべき点を以下に記載する。

予備回転体を保有するためには従来の整備・点検用スペースに加えて予備回転体を保管しておくスペースも確保する必要がある。

また、可動翼ポンプの予備回転体を保管する場合においては、一部部品に炭素鋼などの普通材を使用しているため、その保管には錆が生じないように細心の注意を払わなければならない。

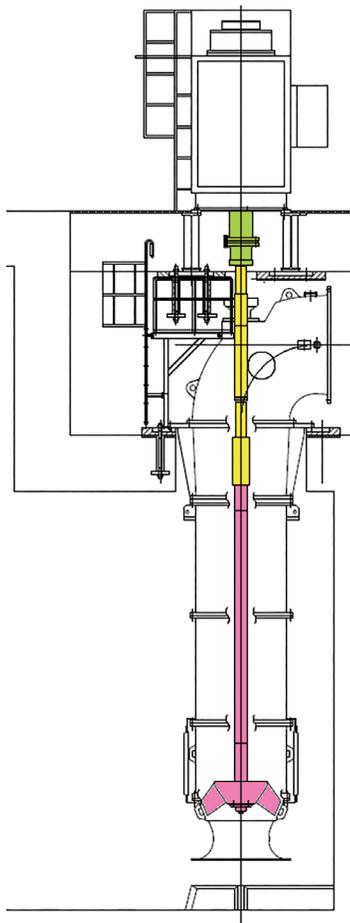


図1 ポンプ構造図 (固定翼ポンプ)
Fig. 1 Pump Outline Drawing for fixed blade pump.

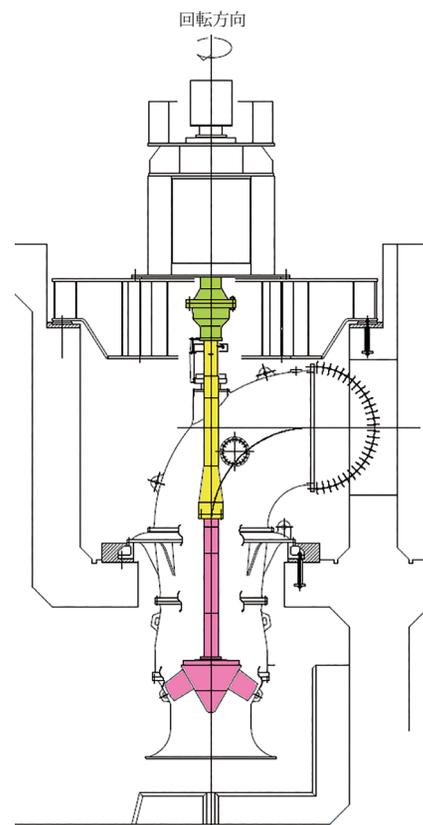


図2 ポンプ構造図 (可動翼ポンプ)
Fig. 2 Pump Outline Drawing for adjustable blade pump.

発錆した場合、その部品が使用可能かどうかの確認、場合によっては補修や交換が必要となり、これは定期点検整備期間延長のリスクとなり得る。

そのため予備回転体の長期保管要領は保管予定場所環境を考慮し作成している。また、紛失のリスク軽減のため、専用保管箱を用意し平常時は収納して保管いただくといった保管中の管理、運用においてもご要望に応じた対応を実施している。

上記のような対応を当社、電力事業者と協力しながら実施することにより、ローテーション運用および保管管理を実施することが可能となる。

予備回転体を梱包した際の状況を図3～図8に示す、これらの予備は当社で梱包した後に現地に送付し長期保管されている。



図5 インペラハブ梱包状況
Fig.5 Packing Condition of Impeller Hub.



図3 インペラブレード梱包状況
Fig.3 Storage Condition of Impeller



図6 サーボシリンダ保管箱格納状況
Fig.6 Packing Condition of Servo Cylinder in the Storage Box.



図4 下部軸梱包状況
Fig.4 Packing Condition of Lower Shaft



図7 可動翼ポンプ操作ロッド保管箱格納状況
Fig.7 Packing Condition of Operating Rod in the Storage Box.



図8 可動翼ポンプ炭素鋼部品保管箱格納状況

Fig.8 Packing Condition of Carbon Steel parts in the Storage Box.

5. 予備品の保有範囲について

回転体は高い精度を持って製作されており、なかには複数の部品を組立てた状態で合せ加工がおこなわれているものも存在する。その場合、予備部品との交換が容易ではないこともあるため、保有推奨範囲について入念に確認する必要がある。

6. おわりに

発電所における定期点検時の工期延長リスクを軽減するために、予備回転体を保有し、ローテーションしながら使用することは非常に有効な手段となり得ると考えている。しかしながら予備回転体を保有する場合には、ポンプメーカーだけではなく、運用されるお客様とも協力のうえ計画、管理、点検を行う必要があるため、当社としてもお客様と協力し点検期間の短縮化につながるよう尽力していきたい。

<筆者紹介>

石谷 渉：2005年入社。ポンプの機器設計業務を経て、ポンプの計画業務に従事。現在、グローバル機器技術室水力技術課 主任

土肥 敦郎：1995年入社。主に電力向けの営業に従事。

現在、エネルギー・ソリューション営業課担当課長

片吸込横軸渦巻斜流ポンプの展開

丸山直利

Development of single-suction horizontal volute type mixed flow pump

By Naotoshi Maruyama

Seawater booster pumps are used in thermal power plants to cool turbines, requiring a high flow rate but low total head. While double-suction designs offer strong suction performance and allow for compact pump and motor sizes, their advantages are limited in low total head applications due to the need for reduced rotational speed. To address this, our company has developed a single-suction volute type mixed flow pump specifically optimized for low total head conditions. This article describes the features of this pump and presents practical examples of its applications.

1. はじめに

火力発電所で使用される海水システムのポンプに海水ブラスターポンプがある。このポンプは循環水ポンプ吐出し配管から分岐されるラインに設置され、タービンの冷却水冷却器に海水を送水する。タービンの容量や種類によって流量は異なるが、流量が大きい割に求められる全揚程は低い。当該用途のポンプ形式は一般的に横軸の渦巻遠心ポンプとなるが、小流量であれば片吸込形、大流量であれば両吸込形が選定される。両吸込形は吸込性能が良く回転速度を速くできるためポンプや電動機はコンパクトになる。しかし海水ブラスターポンプの場合、全揚程は低いいため回転速度を遅くする必要があり、ポンプや電動機は大きく、吸込性能の良さが生かされない選定となり、当該用途に最適なポンプ形式の選定に苦慮することが少なくない。

こうした中、低揚程を得意とするポンプ型式として片吸込渦巻斜流ポンプがあり、近年大きくなりつつある海水ブラスターポンプの流量に対応すると共にポンプ効率の向上、API610⁽¹⁾の要求にも対応可能なモデル開発してきた。本文では片吸込横軸渦巻斜流ポンプの特長や実例について述べる。

2. ポンプの特徴

片吸込横軸渦巻斜流ポンプの選定図を図1に示す。流

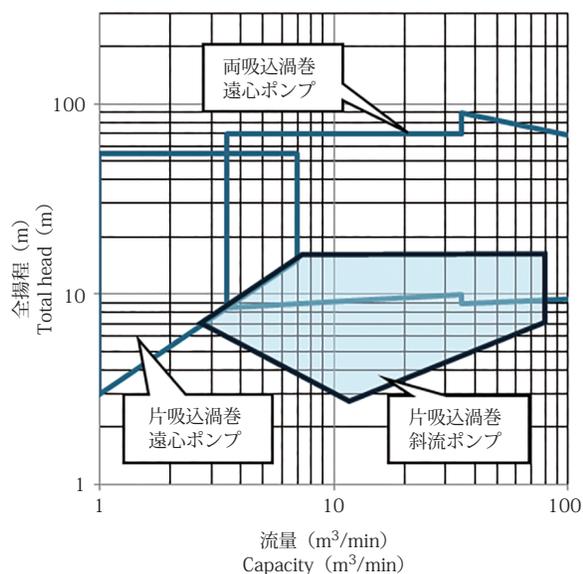


図1 ポンプ選定図

Fig. 1 Pump selection chart

量は片吸込渦巻ポンプよりも大きい3 m³/minから80 m³/min程度まで、全揚程は3 mから18 mであり、片吸込渦巻遠心ポンプや両吸込渦巻遠心ポンプの下限を含む低い範囲である。

図2にポンプ外観を示す。API610でOH1に相当するポンプであり、インペラは外部軸受によって片持ち支持される。ケーシングはボリュート形状でフットサポートである。吸込口は軸方向の端面にあり、吐出し口はトップ

もしくはサイドに位置する。軸封はグラッドパッキンをはじめメカニカルシールが選択できる。外部軸受はころがり軸受を採用しており潤滑はグリースやオイルを用いる。バックプルアウト形であり駆動機や配管を取り外すことなく回転体を取り外しできるため分解点検が容易である。また、片吸込形のため両吸込形に対して軸封、外部軸受は半分の数量となり、メンテナンスコストも低減さ

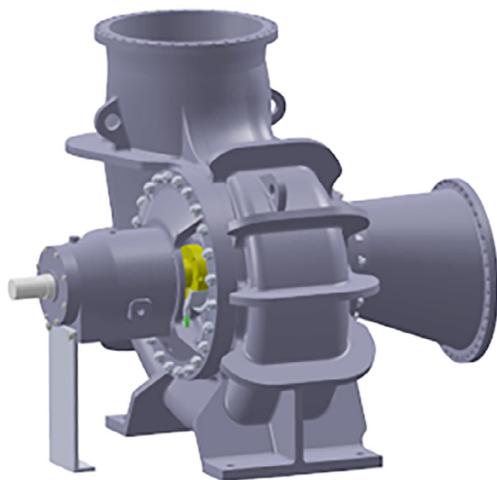


図2 ポンプ外観
Fig.2 View of pump

等以上とした。

主配管との接続について、吐出口はトップもしくはサイドを標準とする(図4)が、円周方向のどの位置にも配置可能であり、さまざまな配管レイアウトに対応す

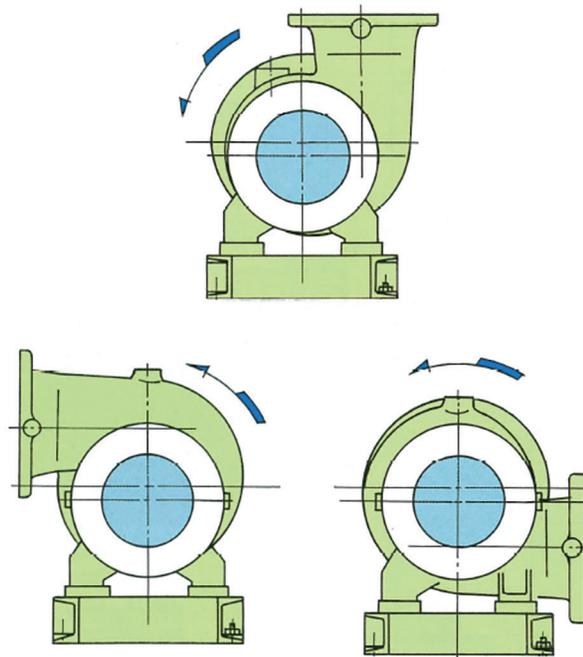


図4 吐出口の種類
Fig.4 Type of discharge

れる。

性能面としては、インペラは斜流タイプであり一般的に定格点よりも低流量域で不安定現象が発生することがあるが、用途によって全流量域で右下がり特性が必要となる。当社の従来モデルにはこれを満足するモデルを有していなかったため、吐出しポリュームとインペラの形状を見直し、安定的な右下がり特性を持たせた新たにモデルを開発した。(図3)。またポンプ効率は流路の最適化設計により2次流れを抑制し、両吸込渦巻ポンプと同

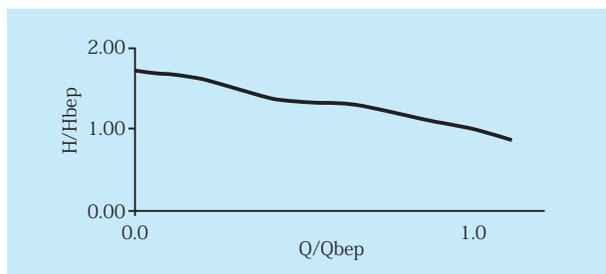


図3 流量対全揚程
Fig.3 Flow vs total head curve

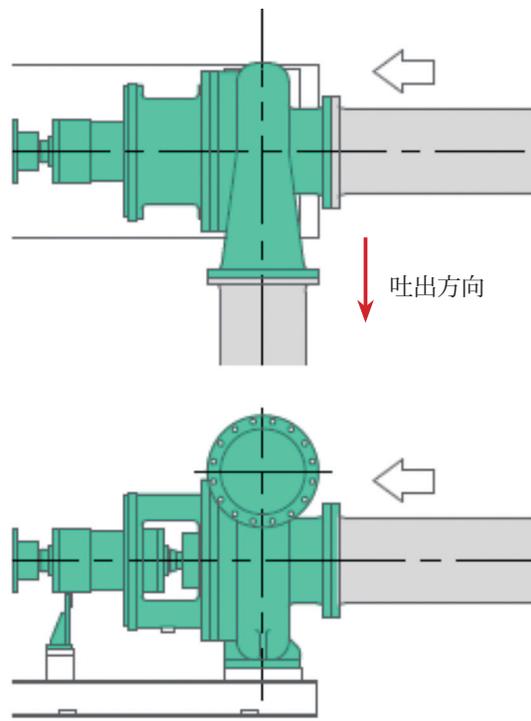


図5 横吐出し
Fig.5 Side discharge

る。ポンプと配管のレイアウト例として、**図5**は横吐出し、**図6**は上吐出しである。配管レイアウトに柔軟に対応できるため、ポンプが複数ある場合、並べて設置するなど省スペース設計が可能となる。また吸込配管に対して吐出し配管を直角に曲げる配管レイアウトでは、ポンプがこの役割を果たすため90度エルボは不要である。一方両吸込形は**図7**のようにサイドーサイドが一般的であり、配管の方向を変える際はエルボが必要となる。片吸込形の採用により、配管レイアウトやポンプ設置位置の

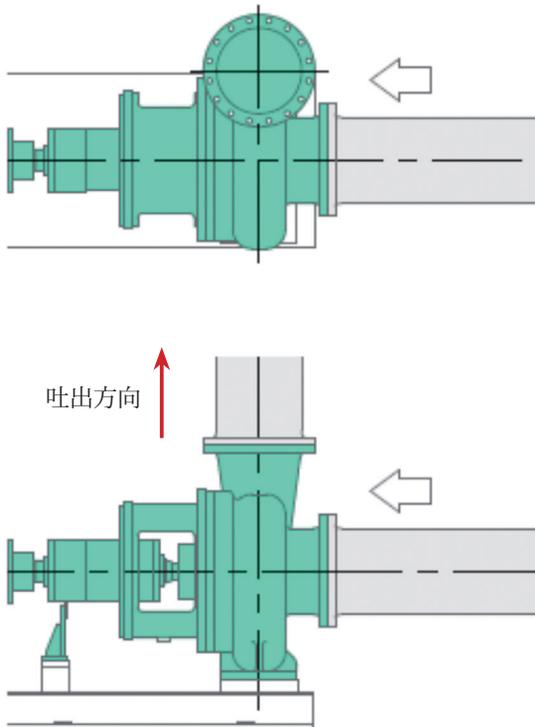


図6 上吐出し
Fig.6 Top discharge

選択肢が増える。

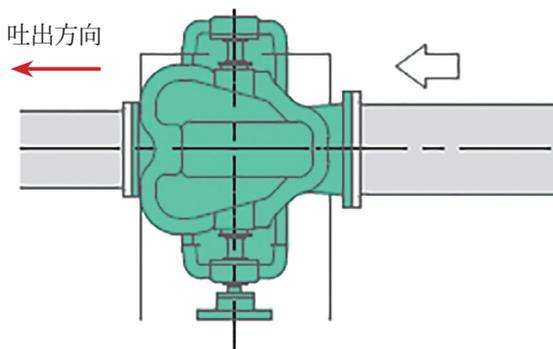


図7 両吸込形
Fig.7 Double suction type

3. ポンプの仕様と納入実績

表1にポンプ仕様と適用規格を示す。ポンプ本体の材料は海水向けを始め各種液体に対応したものが採用可能である。また適用規格はAPI610だけでなくさまざまな規格に対応可能である。

製作実績を2つ挙げる。**図8**は海水ブースターポンプであり、配管接続はエンドーサイド、カップリングはスペーサ形でバックプルアウトが可能である。ケーシングを防食する目的で流電陽極を設置した。**図9**は化学プラントプロセス向けで使用されるリボイラーポンプ⁽²⁾である。インペラやケーシングはステンレス製、軸封はメカニカルシールでありPlan74を採用している。

これらの用途の他に排水ポンプや原水送水ポンプがある。**表2**に納入実績を示す。

表1 ポンプ仕様と適用規格
Table 1 Pumps specifications and applicable standard

取扱流体	海水	その他
材 料	インペラ	SCS14
	ケーシング	2%NiFC
	主 軸	SUS316
	軸スリーブ	SUS316
	ライナ	SCS14
軸 封	グラッドパッキン	メカニカルシール グラッドパッキン
適用規格	API610、各種規格	

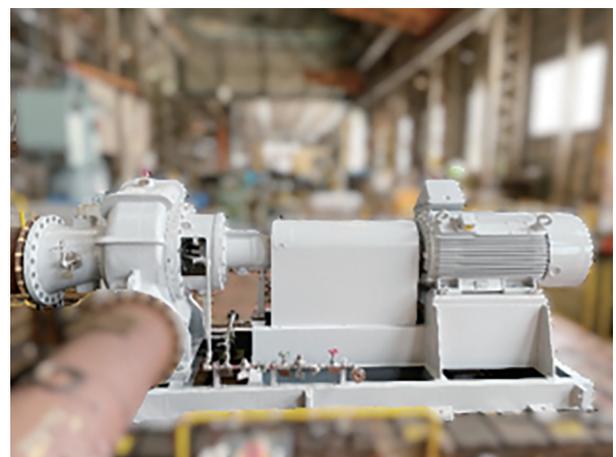


図8 海水ブースターポンプ
Fig.8 Seawater booster pump

表2 片吸込横軸渦巻斜流ポンプの実績
Table 2 Supply of single suction horizontal volute axial flow pump

吸込口径×吐出し口径 (mm)	吐出し量 (m ³ /min)	全揚程	出力 (kW)	取扱流体	台数
600×600	36	11 m	95	排水	1
700×700	60	6 m	70	Raw Water	3
500×500	30	2.8 m	22	排水	1
500×500	30	3.9 m	30	排水	1
500×500	30	8.2 m	55	海水	1
500×500	23	10.8 m	55	海水	1
600×600	32	0.10 MPa	75	海水	1
600×600	46	0.125 MPa	130	海水	1
600×600	32	0.110 MPa	90	海水	1
700×650	58.3	0.10 MPa	150	海水	1
500×500	30	130 kPa	110	海水	1
600×600	60.7	9.4 m	132	Acrylic Acid	2
600×600	37.3	11 m	90	N-Butanol + Butyl Acrylate + Acrylic Acid	2

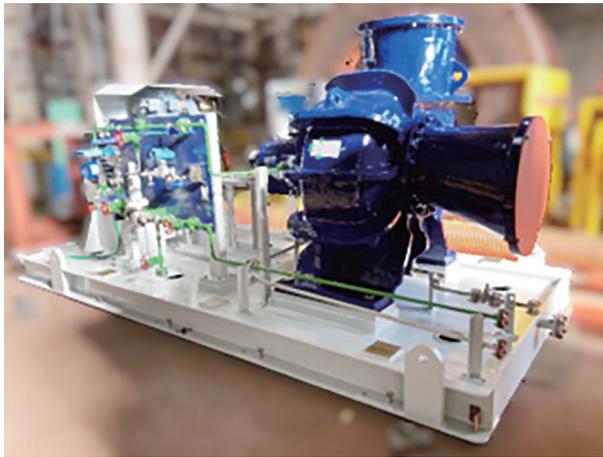


図9 リボイラーポンプ
Fig.9 Reboiler pump

4. おわりに

片吸込渦巻斜流ポンプは他の型式に比べると絶対数は少ないが、ニッチトップメーカーの一員として本ポンプに生かされた技術を駆使し、これからも顧客のニーズに応じていく所存である。

<参考文献>

- (1) API STANDARD 610 TWELFTH EDITION, JANUARY 2021, Centrifugal Pumps for Petroleum, Petrochemical, and Natural Gas Industries
- (2) 池田侑樹：インド／IOCL 社向け、リボイラーポンプ電業社機械、41-2、(2024)、23-24

<筆者紹介>

丸山直利：2000年入社。主にポンプのエンジニアリング業務に従事。現在、グローバル機器技術室水力技術課 課長。

農林水産省関東農政局殿 埜原機場

内山広成 古澤範久

Yawara pumping station for Ministry of Agriculture and Forestry and Fisheries Kanto Regional Agricultural Administration Office

By Hiroshige Uchiyama and Norihisa Furusawa

The Yawara Pumping Station is located in Ajiki Bokkui, Inzai City, Chiba Prefecture. It was established as the fifth agricultural water supply and drainage pumping station, following Shiroyama Jinbee, Sogo Kita, Yoshitaka, and Sogo Nishi, under the national 'Inbanuma Phase II Agricultural Water Project' implemented since fiscal year 2010. The purpose of this project is to ensure a stable supply of agricultural water and to improve drainage issues in the Inbanuma area. This pumping station has a maximum water intake capacity of 2.074 m³/s and a maximum discharge capacity of 2.700 m³/s. The drainage pump will be operational from September 2023, and the water supply pump will be operational from April 2024.

1. はじめに

埜原機場は、千葉県印西市安食ト杭（あじきぼっくい）に位置し、印旛沼周辺地域の農業用水の安定供給や排水不良の改善を目的として、2010年度から施行の国営「印旛沼二期農業水利事業」にて、白山甚兵衛、宗吾北、吉高、宗吾西に続き、5番目に整備された農業用水および排水

ポンプ場である。この機場は、最大用水量が毎秒2.074 m³/s、最大排水量が毎秒2.700 m³/sで、2023年9月より排水ポンプ、2024年4月より用水ポンプが供用開始された。

本機場の全景を図1に示す⁽¹⁾。本機場の全体図を図2に示す。

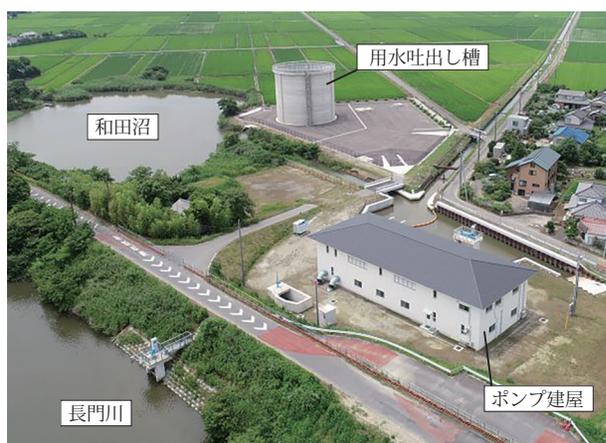


図1 機場全景

Fig.1 View of pumping station

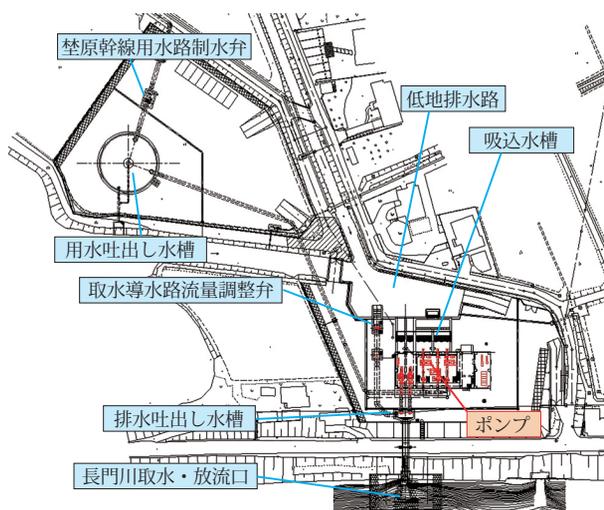


図2 機場全体図

Fig.2 Overall Layout of the Pump Station

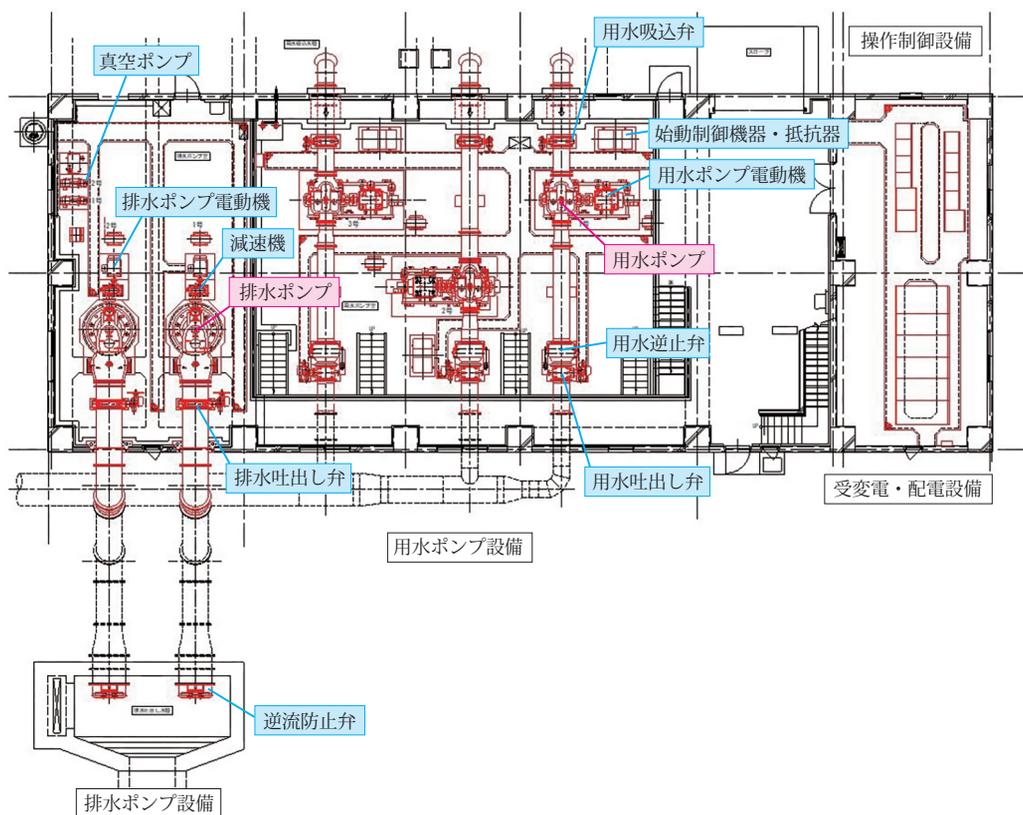


図3 ポンプ設備全体据付平面図
Fig. 3 Overall Installation Layout of the Pump Equipment

2. 機場概要

本機場のポンプ設備は、計画用水量が124.44 m³/minとして口径600 mmの用水ポンプ3台、吸込弁（手動バタフライ弁）、逆止弁、吐出し弁（電動バタフライ弁）、取水導水路流量調整弁（φ1 650電動バタフライ弁）、埜原幹線用水路制水弁（φ1 350電動バタフライ弁）で構成された用水ポンプ設備と、計画排水量が常時排水33.66 m³/min以上、洪水時排水162 m³/minとして口径900 mmの排水ポンプ2台、減速機、吐出し弁（電動バタフライ弁）、逆流防止弁（φ1 200フラップ弁）、真空ポンプで構成された排水ポンプ設備がある。

ポンプ設備全体据付図を図3に示す。

3. ポンプの概要

3-1 用水ポンプ

用水ポンプの据付断面図を図4に示す。

3-1-1 用水ポンプの仕様

用水ポンプの仕様を表1に示す。

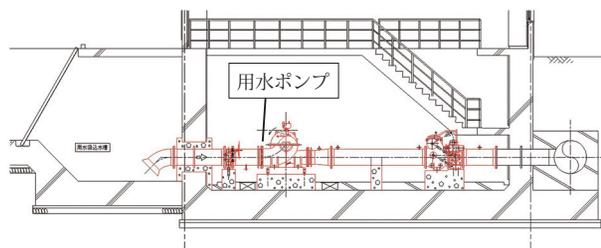


図4 用水ポンプ据付断面図
Fig. 4 Installation Cross-Section of the Water Supply Pump

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

用途	用水ポンプ
形式	横軸両吸込渦巻ポンプ
台数	3台
口径	600×500 mm
全揚程	20.2 m
吐出し量	41.48 m ³ /min/台
軸受潤滑	グリース潤滑
軸封部	メカニカルシール（無給水形）
電動機出力・電圧	178 kW・6 600 V

3-1-2 用水ポンプの構造と特徴

図5に用水ポンプの外観図、図6に用水ポンプの据付完成状況を示す。

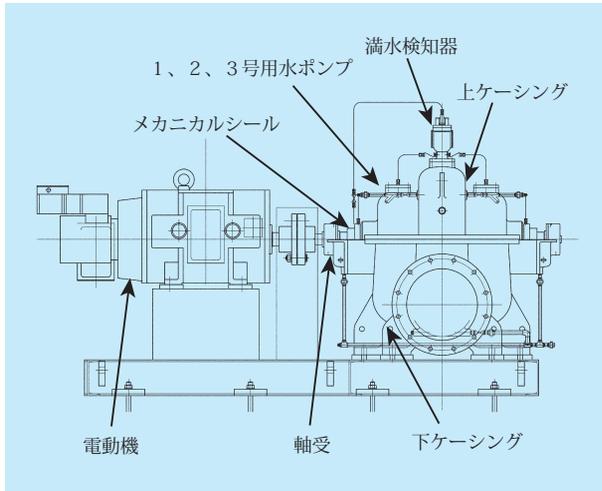


図5 用水ポンプ外観図
Fig. 5 Outline drawing of the storage pump



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

ポンプの主な特徴は、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) 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・整備が容易にできる構造となっている。
- (3) ポンプ上部には、内視鏡による内部点検が可能な満水検知器（NETIS KT-230336-A）を備えており、

点検のための分解作業を低減できる構造となっている。

- (4) インペラ摺動部にはインペラリング、ケーシング摺動部にはケーシングリングを取付け、整備時に取替容易な構造となっている。

3-2 排水ポンプ

排水ポンプの据付断面図を図7に示す。

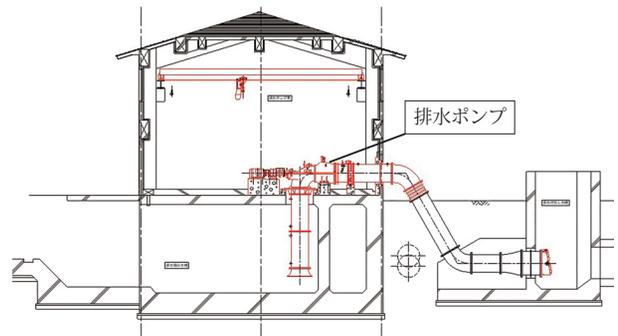


図7 排水ポンプ据付断面図
Fig. 7 Installation Cross-Section of the Drainage Pump

3-2-1 排水ポンプの仕様

排水ポンプの仕様を表2に示す。

表2 排水ポンプ仕様
Table 2 Specifications of the draining pump

用途	排水ポンプ
形式	横軸斜流ポンプ
台数	2台
口径	900 mm
全揚程	2.3 m
吐出し量	81 m ³ /min/台
軸受潤滑	外部軸受：オイル潤滑 水中軸受：グリース潤滑
軸封部	ラビリンス
電動機 出力・電圧	45 kW・200 V

3-2-2 排水ポンプの構造と特徴

図8に排水ポンプ本体の外観図、図9に排水ポンプの据付完成状況を示す。

ポンプの主な特徴は、次のとおりである。

- (1) ポンプ形式は横軸斜流ポンプを採用し、減速機を介し、かご形三相誘導電動機にて駆動している。
- (2) ポンプケーシング下に、吸込管を支持しかつ分解可能な吊下げ管を設けており、吸込管を含むポンプ

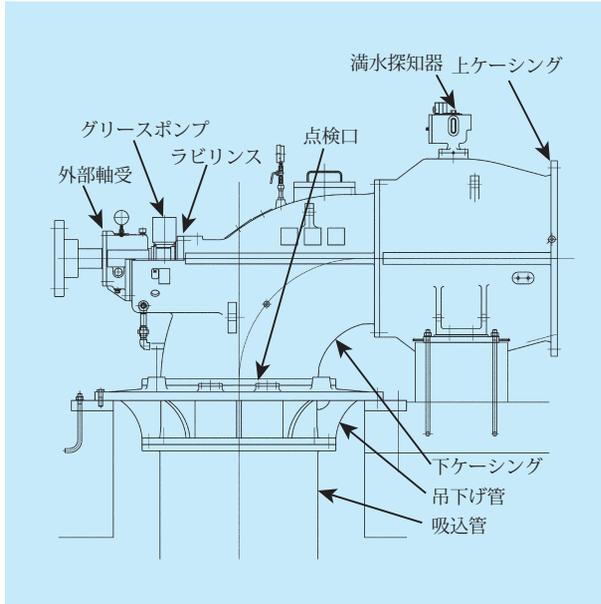


図8 排水ポンプ本体外観図
Fig.8 Outline drawing of the draining pump



図9 排水ポンプ据付完成状況
Fig.9 View of the draining pumps after installation

全体のメンテナンスが可能な構造としている。

- (3) ポンプ上部には、3-1-2(3)同様の満水検知器、および吊下げ管部には点検口を設けており、内視鏡による各部の点検が容易にできる構造となっている。
- (4) 水中軸受はすべり軸受を使用し、ポンプ主軸と連動したグリースポンプにより自動的に給油する構造となっている。また、排出グリースはポンプ外部にて回収できる機構を備えており、揚液内に排出されないよう環境負荷を低減している。

4. おわりに

埜原機場のポンプ概要を紹介した。これからも農業用水および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るよう努力していく所存である。

おわりに、本設備の設計、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感謝いたします。

<参考文献>

- (1) 農林水産省関東農政局ホームページ
<https://www.maff.go.jp/kanto/nouson/sekkei/kokuei/inba/gaiyo/02.html#yawara>
(2024/11/1アクセス)

<筆者紹介>

- 内山 広成：2012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2課 主任
- 古澤 範久：1994年入社。ポンプ設備、電気設備の設計に従事。
現在、システム設計部システム設計2課 課長

大阪府北部流域下水道事務所 摂津ポンプ場

角 晃太郎 川口隆佑

Settsu Pumping Station of Osaka Northern Sewerage Works Office

By Kotaro Kado and Ryusuke Kawaguchi

We received an order to renew the No.2 and 3 drainage pumps (2 000 mm), which have been installed for 30 years and whose capacity was increased to prevent flooding due to recent climate change. As we have completed the construction work, introduce an overview of the pump equipment. In addition, 3D scanning of the pump station that facilitated the confirmation of interfering objects and the design of piping routes also introduced.

1. はじめに

安威川流域下水道は淀川水系安威川の流域を処理区とした流域下水道である。

摂津ポンプ場は摂津市の鳥飼地域にあり、当社の雨水ポンプが計9台稼働している（口径1 650 mmが1台、口径2 000 mmが8台）。鳥飼地域は海拔が5 m以下と低く平坦であるうえ、淀川と安威川などの一級河川に囲まれていることから、最大で5～10 mの洪水被害が想定される地域である⁽¹⁾。したがって、摂津ポンプ場は摂津市において安威川流域事業の重要施設の位置付けにあると言える。

今回、設置後30年を経過したNo.2およびNo.3雨水ポンプ(口径2 000 mm)の2台について更新工事を受注し、工事が完了したため、ポンプ設備の概要を紹介する。

2. 雨水ポンプ設備の概要

当該工事は、設備の老朽化対策と同時に、近年の気候変動に伴う危機管理対策として雨水ポンプ場の所定排水能力を確保するため、1台あたりの排水能力を増強（吐出し量563 m³/minから672 m³/min）した雨水ポンプに更新することとなった。特徴として、当該ポンプは分流通下水道の雨水ポンプであり、高流速型・無注水式・回転速度制御有りの仕様となっている。また、排水能力を増強することにより有害な渦が発生する懸念があるた

め、流れ解析を行い、渦流防止対策を実施した。

代表としてNo.2雨水ポンプの更新後の据付平面図および据付断面図を図1、図2に示す。

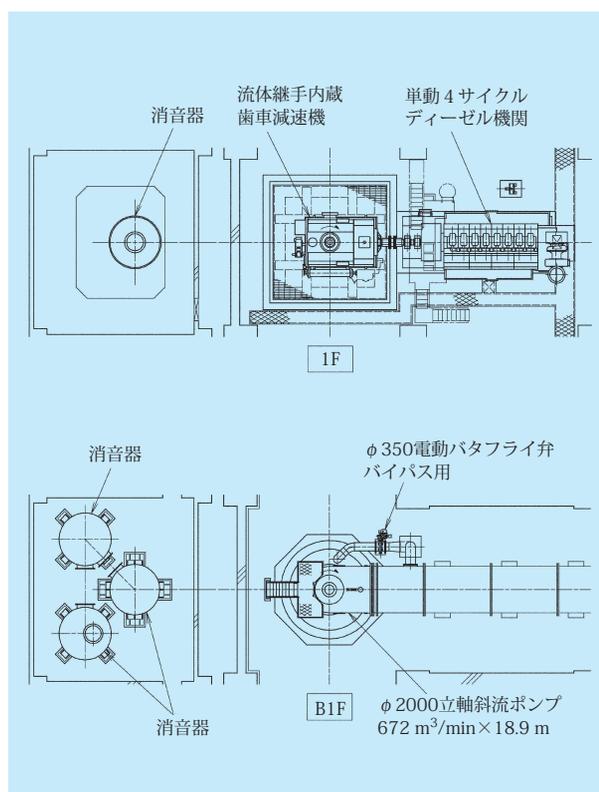


図1 据付平面図

Fig. 1 Layout of pumping station

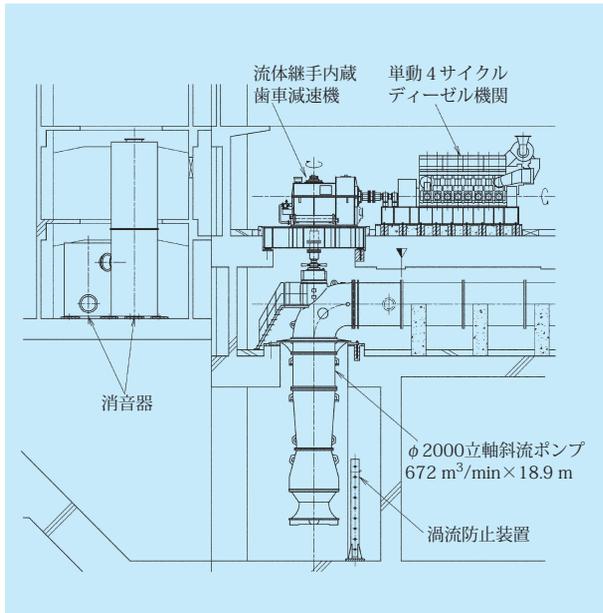


図2 据付断面図
Fig. 2 Sectional view of pumping station

3. 雨水ポンプ設備の特徴

3-1 ポンプの特徴

既設の注水式から無注水式になったことに伴い、以下の構造的特徴を有している（表1、図3、図4）。

- ① 軸封部はグラウンドパッキン式からメカニカルシール式に変更し、メンテナンス性を向上させるとともに、水中軸受はゴム軸受からセラミックス軸受に変更することで、雨水ポンプに潤滑水を供給する補機は不要となるため、ポンプ設備としての信頼性を向上させている。
- ② 小流量運転となる管理運転時はバイパス管を使用する。また、エンジン単体運転時に流体継手にてポンプ側が連れ回り運転となるため、連れ回り防止のためブレーキを付属している。故障などにより水中軸受が短時間のドライ運転となるリスクがあるので、

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	2 000 mm
全 揚 程	18.9 m
吐 出 量	672 m ³ /min
出 力	2 970 kW
取 扱 流 体	分流式雨水
台 数	2台



図3 ポンプ外観
Fig. 3 Appearance of Pump



図4 バイパス管外観
Fig. 4 Appearance of the bypass pipe

ドライ運転および小流量運転に対応できるメカニカルシールおよびセラミックス軸受を採用している。

3-2 歯車減速機の特徴

ポンプとディーゼル機関との動力伝達装置は、既設と同様に流体継手内蔵の直交軸歯車減速機としている。

今回3-1項の通りポンプの無注水化に伴いポンプ無注水軸受の保護（流体継手に充油されていない状態での連れ回りによるドライ運転防止）として、本工事では連れ回り防止用ブレーキを設置した（表2、図5）。

表2 歯車減速機の仕様
Table 2 Specifications of Gear reducer

型 式	直交軸歯車減速機 (流体継ぎ手内蔵)
減速段数	1段
潤滑方式	強制潤滑
冷却方式	水冷
台 数	2台



図5 歯車減速機外観
Fig. 5 Appearance of Gear reducer

4. 渦流防止装置の設置

雨水ポンプ井において、更新されるNo.2, 3雨水ポンプの運転に支障をきたす有害な渦（空気吸込み渦、水中渦）の発生有無を評価することを目的に流れ解析を行い、No.2, 3ともに有害な空気吸込み渦の発生が想定された。

なお解析水位については、渦の発生は水槽内流速に依存し、流速が速いほど発生しやすくなるため、流速が最大となる水位とした。

渦対策として設計した渦流防止装置を設置することにより、流れ解析にて有害な渦が発生しないことを確認した。

また、渦流防止装置の設計では、施工性、設置作業工程の短縮を考慮し、コンクリート製の渦流防止装置ではなく、短管を立てた簡易形状の渦流防止装置とした（図6、図7、図8）。

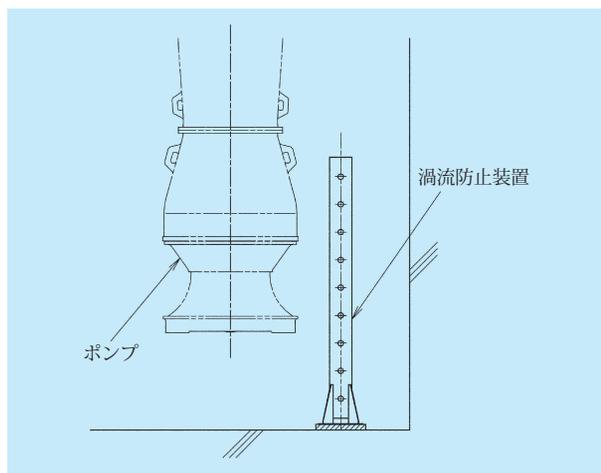


図6 渦流防止外形図
Fig.6 AVD (Anti Vortex Device)

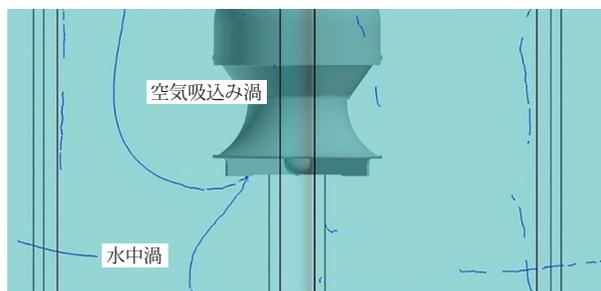


図7 解析結果（渦中心線）
Fig.7 Analysis result (Vortex core)

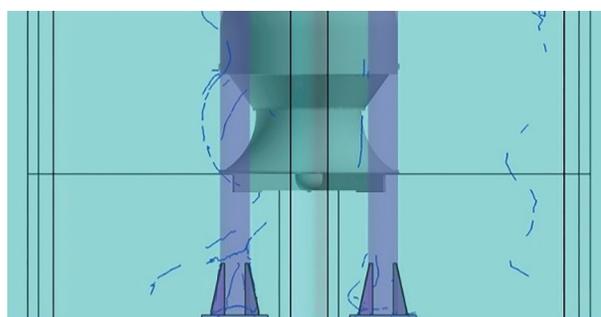


図8 渦流防止装置設置後解析結果（渦中心線）
Fig.8 Analysis result with AVD (Vortex core)

5. 3Dスキャナーによる測定

本工事では、ポンプバイパス管の設置、歯車減速機の冷却水管の敷設、ディーゼル機関の冷却水、燃料、排気管の敷設において、機場内干渉物の確認や配管ルート的设计を目的として、既設機場内の3Dスキャナーによる測定を行った。

本測定により、机上での現地確認、寸法測定、現地搬出入計画、効率的な設計業務を可能にした。

3Dスキャンによる既設の各機器の外観を図9、図10、図11、図12に示す。

6. おわりに

摂津ポンプ場の雨水ポンプ設備の概要を紹介した。今後の立軸斜流ポンプ設備の更新に対し、参考となれば幸いである。

おわりに、本設備の設計、施工にあたりご指導いただきました大阪府北部流域下水道事務所、ならびに関係各位に深く感謝いたします。

<参考文献>

- (1) 摂津市防災ブック, <https://www.city.settsu.osaka.jp/material/files/group/61/all.pdf> (2024/9/30アクセス)

<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。

川口 隆佑：2016年入社。ポンプ設備システム設計に従事。現在、システム設計部 システム設計1課。



図9 ポンプ外観 (3D画像)
Fig.9 Appearance of Pump (3D Images)



図11 ディーゼル機関外観 (3D画像)
Fig.11 Appearance of Diesel engine (3D Images)



図10 歯車減速機外観 (3D画像)
Fig.10 Appearance of Gear reducer (3D Images)



図12 消音器室外観 (3D画像)
Fig.12 Appearance of Substation room (3D Images)

ディーゼルエンジン駆動消火ポンプ

秋山 祐 高梨真吾 片山景市

Diesel Engine Fire Pump

By Yu Akiyama , Shingo Takanashi and Keiichi Katayama

DMW supplied a seawater pump for fire extinguishing as part of the “Fire Pump Expansion Project.” The pump is powered by a diesel engine. Due to the complex inflow conditions from various pipes, a flow analysis was conducted to optimize the shape of the suction pit and prevent vortex formation.

1. はじめに

地震などによる電源喪失の際にも、火災に対応できるディーゼルエンジン駆動のSEA WATER PUMPを納入した（図1）。

本ポンプは既設消火ポンプの増強工事であり、サイト付近の海水をピットよりサクションピットに引き入れ、消火設備に利用している。また、サクションピットには主たる流入先のピットからだけではなく、様々な流入管（エンジン冷却水配管など）により海水が流入する複雑な流入条件があることから渦の発生が懸念されたため、流れ解析を実施しサクションピット形状の最適化を図った。



図1 SEA WATER PUMP外観
Fig. 1 View of SEA WATER PUMP

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、ポンプ構造を図2に示す。ポンプ口径は600 mmである。取扱流体が海水のため、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、海水ポンプ特有の電気化学的腐食防止のため、吸込ベル付近にアルミ陽極を用いた流電陽極方式による電気防食装置を設置すると同時に、軸接地装置を取り付けることにより耐食性に留意した設計としている。

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	600 mm
全 揚 程	115 m
吐 出 量	2 500+150 m ³ /h
出 力	1 460 kW
取 扱 流 体	海水
台 数	1台

ポンプ性能としては、吐出し配管が既存設備に合流するため、既存設備の設計圧力を越えないよう、締切全揚程を抑えながら要求仕様を満足できるものとしている。

ポンプ水中軸受は、初期無注水起動が可能なPTFE・ゴム軸受を採用、軸受注水設備などを不要とし、簡素化を図っている。

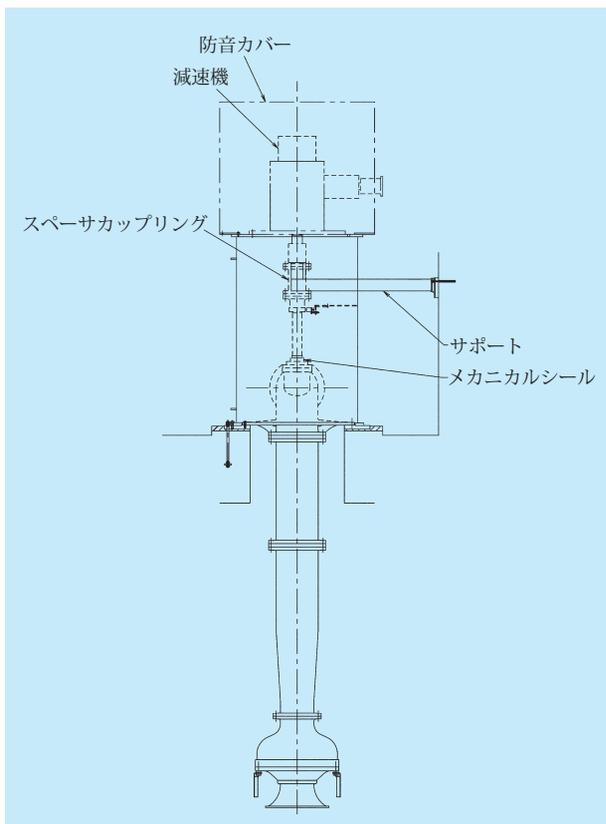


図2 ポンプ構造
Fig. 2 Configuration of pump

軸封部は一体型メカニカルシールとし、ポンプから減速機を分解することなくメカニカルシールを交換できるようにスペーサカップリングを採用、さらに電動機架台にはメカニカルシールを吊り上げるための工具が取り付けられるようにしている。図3はメカニカルシール取付作業の様子を示す。

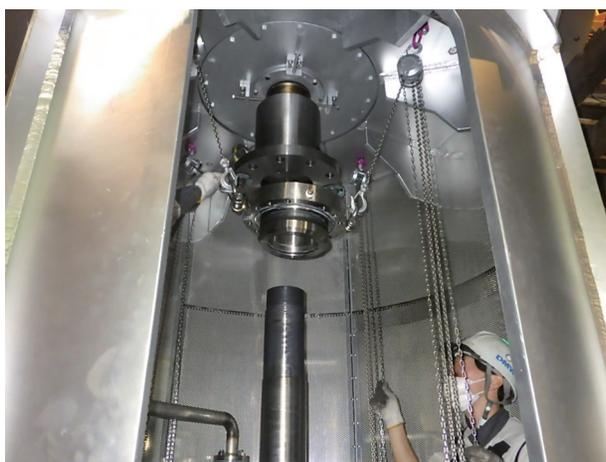


図3 メカニカルシール取付作業
Fig. 3 Mechanical seal installation

ポンプ床上部については減速機の入出力軸の回転速度による振動成分などと床上部の固有振動数の共振を回避させるため、FEM解析による検討の結果、サポートを設置することとした。さらに工場試運転時に固有振動数測定・振動モード測定を実施、現地での固有振動数を予測し、現地では問題ないことを確認した。図4はFEM解析結果を示す。

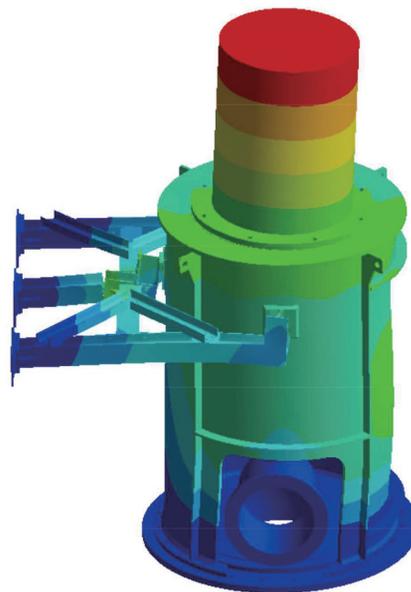


図4 FEM解析結果
Fig. 4 FEM Analysis

3. エンジン・設備関連

ポンプの駆動機は軽油を燃料としたディーゼルエンジンとしており、直交軸歯車減速機を介して規定の回転速度に減速しポンプに動力を伝達している。エンジンの制御には蓄電池を搭載した直流電源盤から供給される直流電源を使用しているため、非常時に停電が発生した場合においても、ポンプは起動、運転継続が可能となっている。

ディーゼルエンジンは消防法で定められたポンプの縮切運転から吐出し量150%流量における軸動力の変化に対応可能な機種を選定した。また、機器を防音カバーで囲うことで、運転中の騒音低減と、海浜地域における耐腐食性を高め、長寿命化を図っている。

本ポンプは氷点下となる冬季においても確実に起動することを求められる。そのため、エンジンの一次冷却水系統、および減速機の潤滑油系統にヒータを搭載し、各

システムの温度を一定以上に保つことで、起動性能の低下を防止している。

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（空気吸込渦および水中渦）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5に水槽形状を、図6、図7にメッシュモデルを示す。

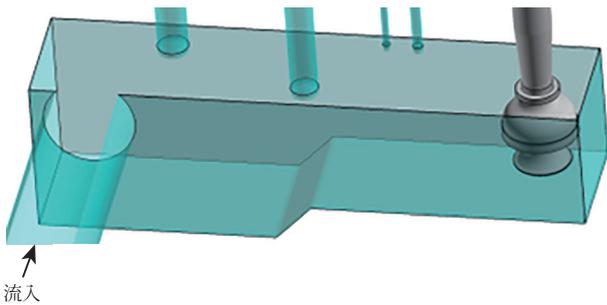


図5 ポンプ取水槽形状図
Fig.5 Pump suction pit model

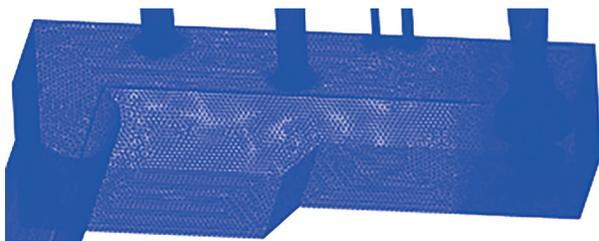


図6 ポンプ取水槽メッシュモデル
Fig.6 Pump sump mesh model

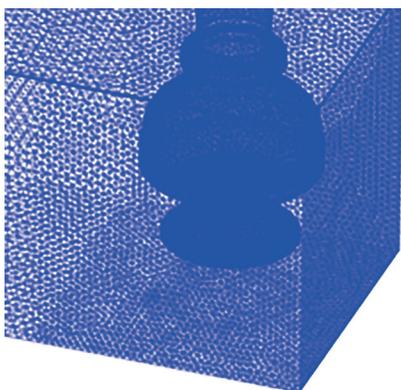


図7 ポンプ取水槽メッシュモデル（ポンプ近傍）
Fig.7 Pump suction pit mesh model near Pump

ポンプベルマウス周りで発生する渦は、ポンプ外形、水槽形状に依存し、ポンプ内部（インペラなど）の流れによる影響はほとんどないことが一般的に言われている。そのため、ポンプの形状は外形形状のみ実機と同一とした。また、エンジン冷却水配管などによるポンプ取水槽への流入は、各配管からの流入位置と流量を模擬した。

解析水位については、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、流速が最大となる最低水位とした。

解析ソルバーにはANSYS CFXを、ポスト処理にはFieldViewを使用した。図8は解析結果よりFieldViewを用いてポンプ周りの渦中心線を可視化したものである。ポンプの運転に有害な空気吸込渦および水中渦が発生するか否かの判定は、水面や水槽床面・壁面からポンプベルマウスへ連続して渦中心線がつながっているかで判断している。本解析結果では、水槽床面からポンプベルマウスへと連続して渦中心線がつながっている（図8 ※1）ため、水槽床面から水中渦が発生すると判断した。

そこで、水槽床面に図9に示す渦流防止装置を設置したところ、水槽床面からの連続する渦中心線はなくなった（図10）。従って、図9に示す渦流防止装置を設置することで水中渦は発生しないと判断した。

現地試運転においても、渦の発生に起因する振動、騒音などの異常は発生していないことを確認している。

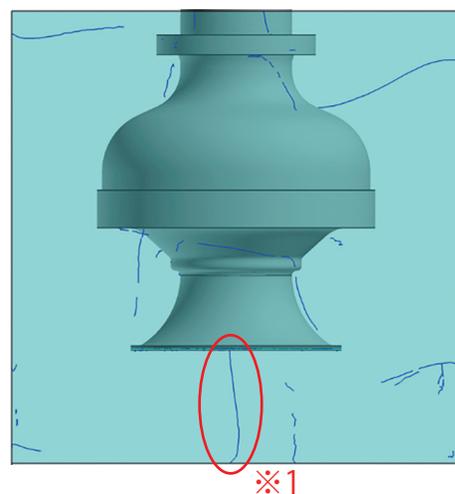


図8 解析結果（渦中心線）
Fig.8 Visualized result (Vortex core)

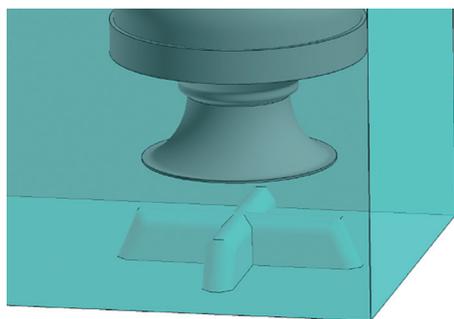


図9 渦流防止装置形状
Fig.9 AVD (Anti Vortex Device)

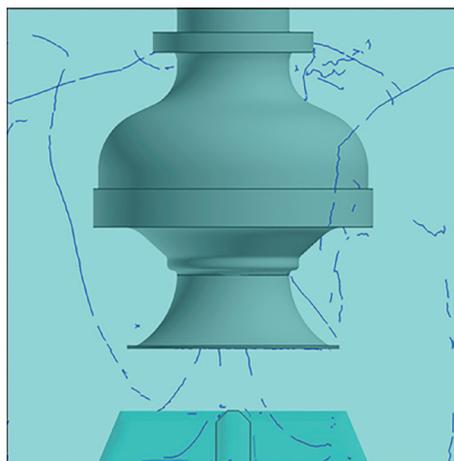


図10 渦流防止装置設置後解析結果（渦中心線）
Fig.10 Visualized result with AVD (Vortex core)

5. おわりに

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レイズネクスト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) レイズネクスト株式会社 ホームページ
<https://www.raiznext.co.jp/>
(2024/9/24アクセス)

<筆者紹介>

- 秋山 祐：2009年入社。主に、ポンプの工場製作工程管理に従事。
現在、生産部 生産企画課 主任。
- 高梨真吾：2005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 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。

東ソー株式会社南陽事業所殿向けボイラ用送風機

後藤 昭久

FDF, IDF for Tosoh Corporation Nanyo Complex

By Akihisa Goto

DMW Corporation will provide three fans for Unit 7 at Tosoh Corporation's Nanyo Complex No.2 Power Plant in Yamaguchi Prefecture. This facility primarily uses biomass fuels, including construction waste and wood pellets, as well as refuse-derived fuel (RDF) from waste plastics. It is expected to reduce CO₂ emissions by approximately 500,000 tons annually. The plant is scheduled to commence operations in April 2026. The following provides an overview of the forced draft and induced draft fans.

1. はじめに

近年、温室効果ガスのCO₂排出量を削減する目的で使用燃料にカーボンニュートラルなバイオマスを用いた発電設備の建設が進んでいる。当社においてもバイオマス発電所向け送風機の納入実績が多数ある。今回、住友重機械工業株式会社殿より東ソー株式会社南陽事業所殿、第二発電所7号発電設備（出力7万4千キロワット）に使用されるIDF 1機種およびFDF 2機種を受注した。

新設する発電所では、木質系燃料に加え、建築廃材やRPF等の廃棄物系燃料も利用することで、多種多様な燃料の使用により、温室効果ガス排出量削減を図るとともに廃棄物の有効利用にも取り組む。将来的にはバイオマス専焼を目指し、これによりCO₂排出量を年間約50万トン削減する⁽²⁾。

このたび、受注したIDF 1機種およびFDF 2機種について



図1 南陽事業所⁽¹⁾

Fig.1 Overview Nanyo Complex

て当社工場立会検査が完了したので以下にその概要を紹介する。納入先である山口県の南陽事業所を図1に示す。

2. ファンの仕様

各ファンの仕様は表1に示す。

表1 ファン仕様

Table 1 Fan specifications

機器名称	1次押込通風機 (1FDF)	2次押込通風機 (2FDF)	誘引通風機 (IDF)
形式	#14片吸込ターボ送風機	#11片吸込ターボ送風機	#15両吸込ターボ送風機
吸込口径 (mm)	2 500×750	2 200×650	3 800×1 200
吐出し口径 (mm)	1 300×780	1 150×680	2 100×1 700
風量 (m ³ /min)	3 862	1 926	10 020
昇圧 (kPa)	21.8	11.1	6.34
取扱気体	燃焼用空気	燃焼用空気	燃焼ガス
吸込温度 (°C)	35	35	160
電動機出力 (kW)	1 890	490	1 540
台数	1	1	1

3. 構造

3-1 インペラ

インペラは全溶接構造の高張力鋼を採用しており、高周速・可変回転速度制御で長時間の運転に耐えられる十分な強度を有している。IDFについては腐食性ガスに有効な耐硫酸・塩酸露点腐食鋼を採用している。

3-2 主軸

主軸は炭素鋼を採用し、剛性軸としている。

3-3 軸受

いずれのファンにおいてもころがり軸受で水冷式オイルバス潤滑方式を採用、IDFの自由側についてはシャフトの熱膨張による軸方向移動の吸収に優れたトロイダルころ軸受を採用している。

十分な軸受寿命を有し長時間の連続運転でも安定して使用可能としている。トロイダルころ軸受の外観を図2に示す。



図2 トロイダルころ軸受⁽³⁾
Fig.2 Toroidal roller bearing

3-4 ケーシング

輸送を考慮した分割構造としているが、リブの最適な配置により運転時の振動を抑えた構造を採用した。

3-5 風量制御装置

本ファンの風量制御はインバータによる回転速度制御に加えて、FDFではベーンコントロール、IDFでは吸込ダンパも併用して使用することができるようになっている。

3-6 軸接手

軸接手には、メンテナンスフリーのフォームフレック

スカップリングを採用している。インバータ駆動であり、運用範囲内でのねじり固有振動数との共振を回避するため、回転体のねじり振動固有値解析を実施し、適切な剛性を有したカップリングを選定している。1次モード解析時の略図を図3に示す。

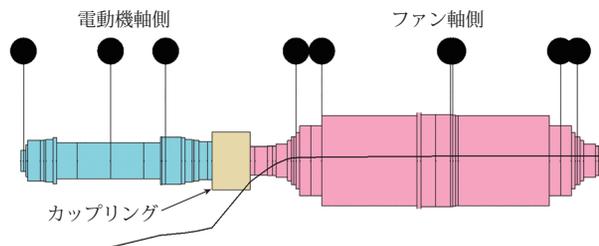


図3 1次モード解析の略図
Fig.3 Schematic Diagram of the 1st Mode Analysis

3-7 塗装

IDFにおいてはインペラを除いた接ガス部に高温腐食性ガスに対応させるため、耐腐食性の高いシリコン樹脂系塗料を採用している。回転体の塗分けを図4に示す。

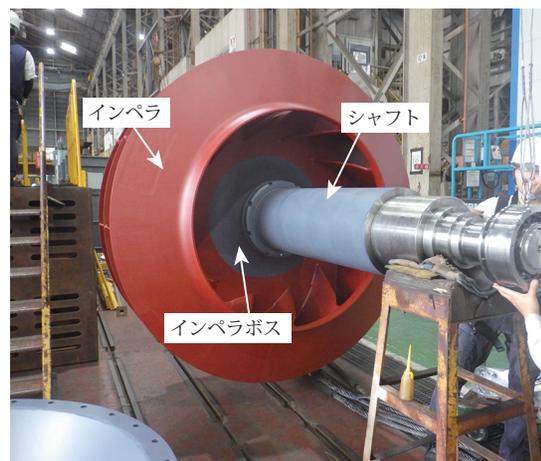


図4 回転体の塗装後
Fig.4 After Painting the Rotor

4. 工場試験

工場における性能試験はJIS B 8330に準拠し実施した。工場試験は実際の取扱気体条件とは異なり空気での運転となるが、密度および回転速度換算により実機性能を評価し、性能の妥当性の確認を行った。

工場における各ファンの性能試験状況を図5～図7に示す。



図5 1FDFの工場試運転
Fig.5 Shop test for 1FDF



図6 2FDFの工場試運転
Fig.6 Shop test for 2FDF



図7 IDFの工場試運転
Fig.7 Shop test for IDF

5. おわりに

東ソー株式会社南陽事業所殿より、第二発電所7号発電設備向けファンの概要を紹介した。

今後も、顧客の期待に応え、その設備の重要性を十分に認識した上で常に信頼性の高い製品を供給し、満足していただける様努力していく所存である。

最後に、本工事の実施に当たり、終始適切なお指導を頂いた住友重機械工業株式会社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) 東ソー株式会社ホームページ
<https://www.tosoh.co.jp/news/release/2022/20220727.html>
(2024/10/07アクセス)
- (2) 日刊新周南 [電子版]
<https://www.shinshunan.co.jp/news/economy/shunan/202307/029273.html>
(2024/10/07アクセス)
- (3) SKFホームページ
<https://www.skf.com/jp>
(2024/10/07アクセス)

<筆者紹介>

後藤昭久：2003年入社。主にファンの設計業務に従事。
現在、気体機械設計部 ファン設計課

九州農政局殿 北新地排水機場ポンプ製作据付建設工事受注

当該機場が建設される八代平野地区は、熊本県の中央部に位置する八代市および八代郡氷川町の約5 500haの農業地帯である。

本地区の農業水利施設は、国営八代平野土地改良事業（1964年度～ 1973年度）および関連する県営土地改良事業などにより整備され、湛水被害の軽減および農業用水の安定供給に寄与してきた。しかし、近年の降雨量の増加と土地利用の変化に伴う排水量の増加、経年的な施設の劣化により排水機能に支障をきたし、地域に湛水被害をおよぼすおそれが生じている。

当社が受注した本工事は、老朽化した施設の東側に新

たな機場を建設し、さらに既設機場より排水能力を向上させることで、本地区における湛水被害の軽減を図るものである。

現在、2026年10月の完成を目指しており、技術提案の課題である「維持管理の軽減につながる製作上の工夫について」に取り組みながら、鋭意設計・製作中である。

大都市圏外の拠点でこのような大型の案件を受注することは、技術力継承、地域活性化に不可欠であり、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する所存である。

（文責：平野賢二郎）

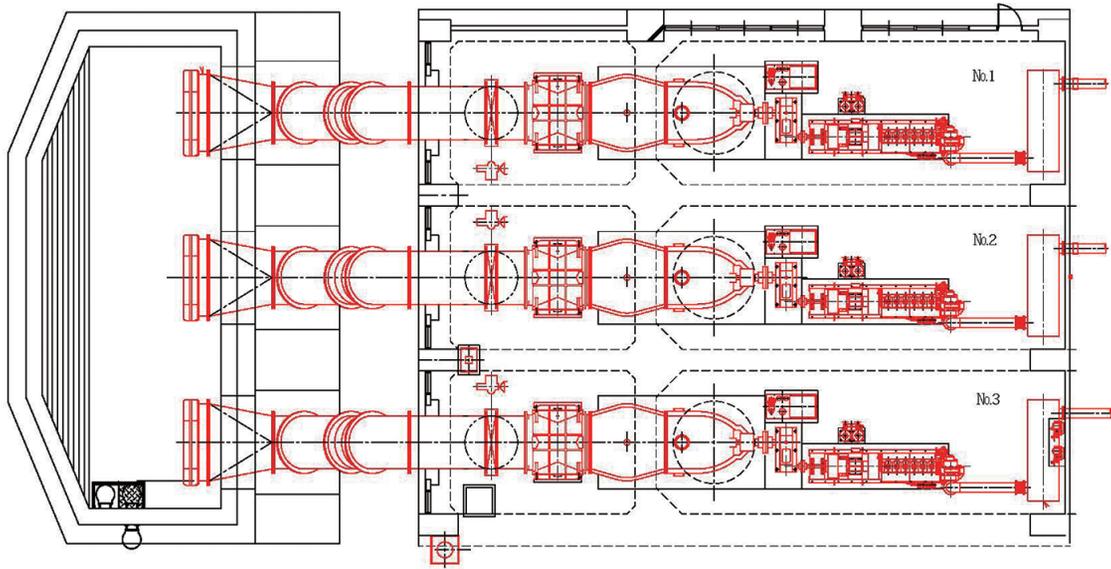


図1 ポンプ据付平面図

表1 ポンプ仕様

ポンプ名称	形 式	吐出量	全揚程	取扱流体	原動機出力	台数
排水ポンプ	口径2 000 mm 横軸斜流ポンプ	600 m ³ /min/台	4.60 m	河川水	628 kW	3

日本下水道事業団 糸満市浄化センター送風機設備工事その4 受注

1983年より供用を開始した糸満市の公共下水道施設である糸満市浄化センターは、設備の老朽化や汚水量の変化に対応するため、現在設備の更新・増設工事を進めている。このたび受注した本浄化センターの送風機設備工事では、**図1** および**表1** に示す送風機計3台の更新を行う。

今回製作する送風機は鋼板製多段ターボブロワであり、小風量であるため強制給油装置および冷却水設備などの補器類は不要な型式となっている。当社の環境負荷軽減対策として、送風機本体および送風機用電動機の軸

受箱から発生するオイルミストが大気へ放出されないよう、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オイルミストセパレータシステム（当社製品名：MSS- α [®]）を合わせて納入する予定である。

なお、沖縄地区において日本下水道事業団からの工事受注は初めてとなるが、お客様に満足頂ける環境配慮型製品を納入できるように、社会インフラの一端を担う企業としての責任感をもって対応していく所存である。

（文責：佐久本崇矢）

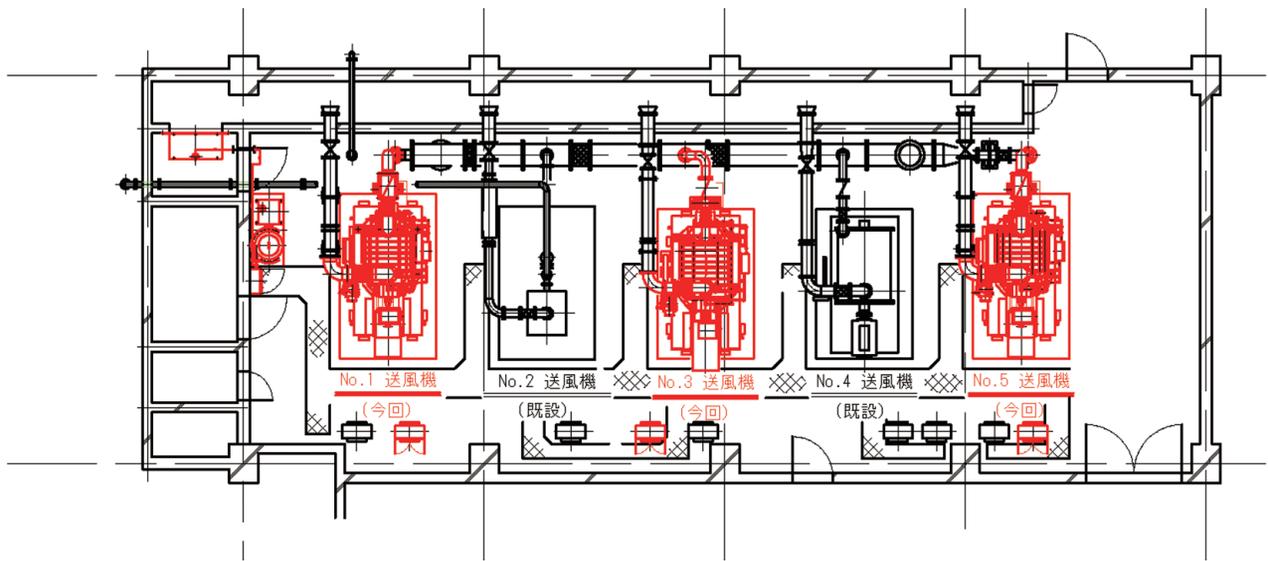


図1 据付平面図

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
1、5号送風機	口径250×200 mm 電動機直結鋼板製多段ターボブロワ	50 m ³ /min	54.9 kPa	空気	75 kW	2
3号送風機	口径200×150 mm 電動機直結鋼板製多段ターボブロワ	30 m ³ /min	54.9 kPa	空気	55 kW	1

東北農政局殿 西野排水機場ポンプ設備建設工事受注

このたび、東北農政局殿より西野排水機場ポンプ設備3台を受注した。最上川左岸下流域の土地改良は1612年北楯大堰開削事業に始まり、昭和から平成にかけて県営および国営事業が数多く実施されてきた。

その中で西野排水機場は1971年度から1995年度にかけて県営で実施されたほ場整備事業「最上川地区」によって建設された排水機場である。

事業完了後28年以上が経過し、老朽化に伴う機能低下や施設機能の維持管理に多大な労力と費用を要するようになるとともに、近年集中豪雨の多発など降雨量の増加により、現在の排水能力以上の排水が発生し最上川下流

左岸地区内の農地や水田に湛水被害をもたらしている。

そこで2017年度より「最上川下流左岸農業水利事業」によりポンプ場排水能力向上および排水システムの再編を実施している。西野排水機場では地区内排水強化のため、排水能力の向上を図ることとしている。

本機場での排水機能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、鋭意設計・製作を進めている。

(文責：大宮 諒)

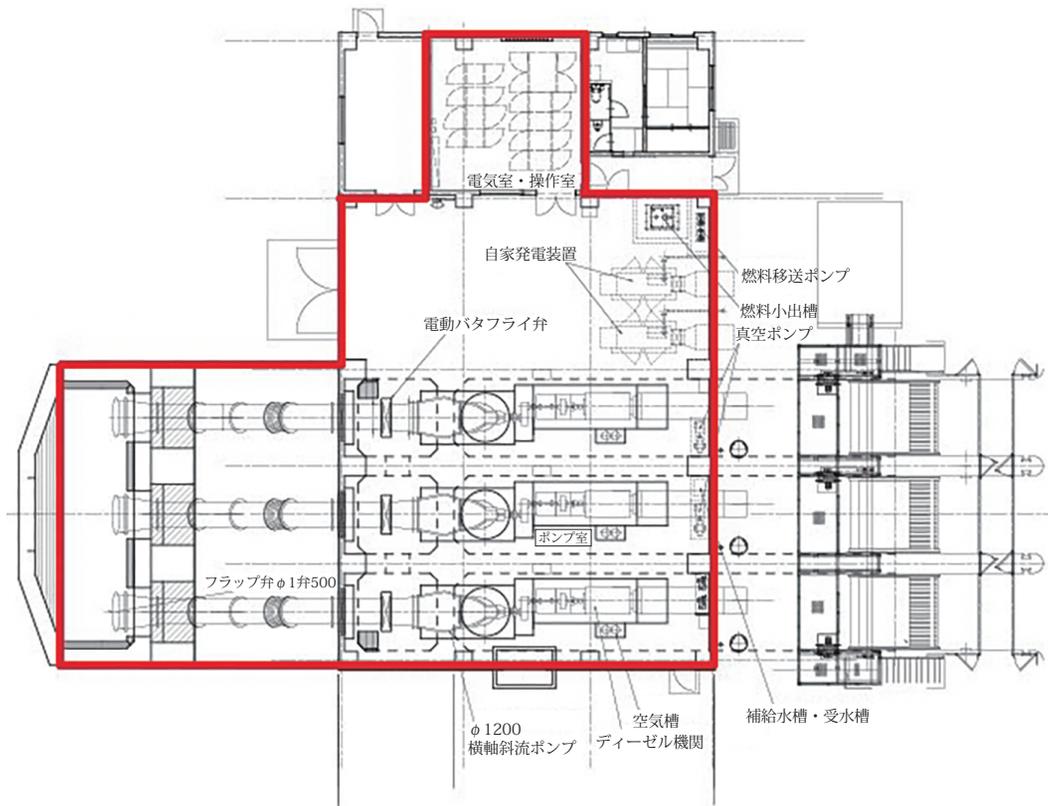


図1 機場平面図

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
排水ポンプ	口径1 200 mm 横軸斜流ポンプ	176 m ³ /min	3.6 m	雨水	150 kW	3

小名浜製錬株式会社殿 No.3排煙脱硫装置IDF受注

小名浜製錬株式会社殿は、急速に増大する国内銅需要に対処するため、1963年12月臨海地に創設された。製錬所は、数次にわたる増設、改良が実施され、当社の機器類についても増設、更新がされている。

今回更新となったNo.3排煙脱硫装置IDFは、1972年に納入した機器でこれまでケーシングを含めた部品の手配はあったが、今回は機器一式の受注となった。更新に当たり、ケーシングの材質を、腐食防止とメンテナンス性向上のため、ステンレス鋼へ変更する。

また、回転体の軽量化により、強制給油式すべり軸受から自己潤滑式すべり軸受の変更が可能になり、メンテナンス性の向上と補器の最小化が図れる。さらに、強制給油装置は不要になるので、その駆動動力の削減が図れる。

2025年10月の定修工事での更新に向け、現在製作中である。

(文責：青柳正一)

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.3排煙脱硫装置IDF	両吸込ターボ送風機	2 860 m ³ /min	10.30 kPa	排煙	900 kW	1

SATORP製油所 AMIRAL COMPLEX向けポンプ3台受注

このたび当社は、韓国のエンジニアリング会社のHyundai Engineering & Construction Co. Ltd社より、AMIRAL COMPLEX向けにBLOW DOWN PUMPを3台受注した。

AMIRAL COMPLEXはサウジアラビアのSATORP製油所に新たに建設される石油化学施設で、エチレンおよびその他の工業ガスを生産する。

本ポンプは、冷却水システムに用いられる機器で、API（アメリカ石油協会）の規格であるAPI610に準拠した電動機駆動の横軸両吸込渦巻ポンプ（Type：BB1）である。主なポンプ仕様を表1に示す。

取扱流体は腐食性の高いSALINE WATER（塩水）のため、インペラやケーシングを始めとする接液部の材質は

耐食性に優れるスーパー二相ステンレスが用いられるのが特徴である。軸シールはメカニカルシールで、外部から清浄な流体を注入するフラッシングプラン32を採用している。

本ポンプは海外の大手ポンプメーカー数社との競合であったが、当社のサウジアラビア向け製品の実績が評価されたこと、設計や調達部門と協力しながら最適な計画を実施したことにより受注に結び付いた。

今後も継続的に受注できるよう活動していく所存である。

（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	駆動機出力	台数
BLOW DOWN PUMP	口径 900×600 mm 横軸両吸込渦巻ポンプ	7 400 m ³ /h	42.5 m	SALINE WATER	1 200 kW	3

下水道展'24 東京への出展

1. 下水道展について

7月30日から8月2日までの4日間、当社は東京ビッグサイトにて開催された「下水道展'24東京」に出展した(図1)。この展示会は、公益社団法人日本下水道協会が主催するもので、35回目となる今回は351社の団体が出展し、全体で延べ約49,000名が来場した。コロナ禍であった前回の「下水道展'22東京」の来場数30,400名に比べ約1.6倍と大きく増加した。



図1 展示会場

我が国の下水道事業が抱える課題である施設の老朽化に伴う改築への対応、頻発する豪雨に備えるための浸水対策、人口減少に伴う下水道使用料収入の減少、人員の不足による管理体制の脆弱化などの解決に繋がる最新技術・機器などの情報を効率的に収集できる場として、今後も引き続き規模が大きくなっていくものと思われる。

2. 当社の出展概要

今回の展示は当社のパーパスである「水と空気を通じて豊かな未来社会を創造する」をコンセプトとし、持続的な企業価値向上を目指すために定めた5つのマテリアリティ(重要課題)と解決に向けた製品・技術の展示を行った。

出展に向けて関連会社である株式会社エコアドバンスとタイアップしつつ、若手メンバーを中心とした準備委員会で企画立案からブースデザイン、運営方針などを決定

していった。

ブースは、隣接する企業のイメージカラーと被り埋もれてしまわない様に配慮しつつ、当社のイメージを大切にしながら、温かみのある曲線を多用したデザイン、色調を採用した(図2)。



図2 ブース全景

通路に面する3面から自由に行き来ができるような動線を確保し、開放的な空間を演出するように配慮しつつ、各出展品の説明パネルには、壁面のデザインと一体間ができるように四角いパネルではなく、円形の壁紙式を採用しつつ、動きのある表現として映像での説明も併用した(図3)。



図3 映像での説明動画

3. 各出展内容の詳細

今回の展示ではパーパス実現のため下水道設備に関連する「水」「空気」を扱う機器のほか、「維持管理」や世の中の動向として注目されつつある「DX技術」「省エネ」などを中心に以下の製品、システム、技術などを出展した。また、パーパスムービーを放映し、会社の取り組みを紹介した(図4)。

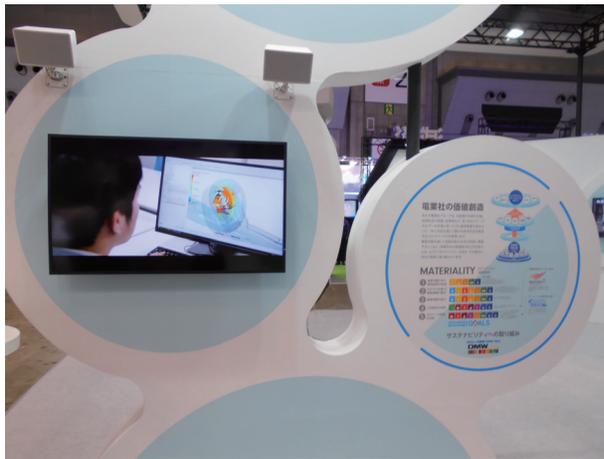


図4 パーパスムービー

(1) 下水処理のばっ気用多段ターボブロウ 「AM-Turbo®」

本製品は汚水処理に必要な空気を連続で供給するブロウであり、強制潤滑や潤滑油の冷却装置を省略してシステム全体として高効率に運用を行うことができる機器として経済産業大臣賞を受賞したものとなる。ご来場される方へなぜ補機を省略できるのか、省略できるとどんなメリットがあるのかを視覚的に認知できるように模型を展示して紹介した(図5)。

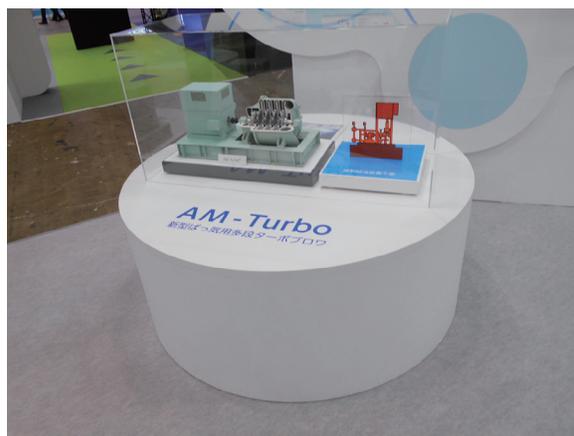


図5 AM-Turbo®の模型展示

(2) 土木構造物を改造することなく吸水槽内の 渦対策を可能とする「ポンプ一体型渦流防止装置」

近年の高流速化に伴い水槽内渦が問題となることがあり、土木構造物として渦流防止装置を築造する必要がある。しかしながら運用中の設備を全停止して水槽内工事を行うことが困難なことから、ポンプと一体構造とした渦流防止装置が注目されつつある。今回の展示ではポンプ吸込ベル部分に取り付ける口径1 000 mmのポンプの実機スケールの模型を展示するとともに、水中渦・空気吸込渦の抑制効果、異物通過性の検証映像を見ていただき、ご来場の方々に多くの賞賛コメントをいただいた(図6)。



図6 ポンプ一体型渦流防止装置の展示

(3) 3次元スキャナを活用した 「施工円滑化DX技術 (AR)」

施工場所を3次元スキャナで撮影し、点群データによる3次元画像化処理を行い、機器の撤去・据付動線の検討、障害物回避方法の検討などに活用し、施工円滑化・安全教育に寄与するAR技術として映像を用いて紹介した(図7)。



図7 施工円滑化DX技術 (AR) 映像展示

(4) 水底に堆積した土砂を超音波で計測する 「SST水中地形計測装置」

吸水槽などの水底に堆積した土砂の状態や堆積量を超音波で計測して作図などを行う装置のセンサ部分の実機を展示して紹介した。実機が展示されたことで注目が集まり、来場者の方々からも熱心な質問があり、認知していただいた（図8）。



図8 SST水中地形計測装置の実機展示

(5) 角落しの受枠（角溝）を安全に清掃する 「角溝清掃ロボット」

角落しを挿入する受枠（角溝）や戸当り部に付着物や堆積物があると止水が確実にできなくなるので、高圧水を利用して清掃することで止水性を高める技術を紹介した。実際にどのように高圧水が噴射されるのか、水中ではどのように清掃されていくのかをデモで放映したため、設備を管理されている方々に立ち寄っていただいた。

(6) ポンプ逆転水車による小水力発電システム 「エコタービン」

ポンプ逆転発電の理論に基づいて、さまざまな分野に耐久性や信頼性などから多くの納入実績を有する当社製ポンプを使用し、さまざまな使用条件に対して高効率かつ経済的な提案が行える小水力発電システムを紹介した。

4. 謝辞

今回の下水道展の企画立案から説明対応するメンバーを若年層中心で取り組んだことから、お互い得意な分野、知識を持ち寄って気軽にさまざまな意見を交わすことができ、部門を超えたチームワークが生まれたのが良かったと感じた。また、近年続く酷暑のなか連日ブースに立ち説明対応して下さった担当者みなさまにも感謝している（図9）。



図9 閉会後の集合写真

当社ブースには4日間延べ900名以上の大変多くの方々にご来場を賜ることができたことに感謝している。これを励みに、豊かな未来社会を創造していけるよう邁進してまいります。

最後になりましたが、下水道展を主催していただいた公益社団法人日本下水道協会殿にも改めて感謝申し上げます。

（文責：川原敦之）

機場探訪

農林水産省 東北農政局 大泉揚水機場

大泉揚水機場のある中田地区は、現在の宮城県登米市と岩手県一関市に位置しています(図1、図2)。

中田地区では水源を北上川とした旧大泉揚水機場のほか2機場で「かんがい」されていましたが、北上川の河床低下による取水量の低下への対応および近代営農に対応した必要水量の確保のために、1972年より「国営農業水利事業 中田地区」が事業化され、旧大泉揚水機場では、北上川の取水口および導水トンネルを3 m下げて安定的に取水できる構造での新設が行われ、同事業では導水路(255.3 m)、用水路(総延長17 700 m)や排水路(総延長5 000m)の新設・改修がなされました⁽¹⁾⁽²⁾。

また、大泉揚水機場の歴史は、1908年までさかのぼります⁽³⁾。

当初は、300馬力の蒸気機関駆動で吐出量2.8 m³/secの揚水設備が3台、建設され、1927年には蒸気機関から電動機(160馬力)に変更されました。

1976年には現在の大泉揚水機場が当初機場から約20 m下流に建設され、口径1 300 mm横軸斜流ポンプ(吐出量10.0 m³/sec 全揚程9.2 m 電動機出力420 kW) 3台が設置されました⁽⁴⁾。導水路が3 m下がったことにより、ポンプ設備の設置位置が地下7 mとなっているところが特徴となっています。

現在の揚水機場が設置され、50年近くたった現在でも主要施設として稼働し続けている設備となっています。

本機場は、今後も中田地区において重要な施設であり、関係者の適切な維持管理によって中田地区の安定した営農が確保されています。



図1 揚水機場内全体



図2 大泉揚水機場位置図

<参考文献>

- (1) 北上川水系農業水利誌(平成7年3月発行)
- (2) みやぎの国営土地改良事業(平成29年6月発行)
- (3) 宮城県土地改良史(平成6年3月10日発行)
- (4) 中田町史(平成17年3月31日発行)
- (5) Google maps (<https://www.google.co.jp/maps>) (2024/10/17アクセス)

(文責：野知 誠)

編 集 後 記

◆このたびの巻頭言は、防衛大学校 名誉教授の松下修己先生に「開特性による振動系の評価の勧め」という題目でご執筆いただきました。

当たり前のことですが、回転機械メーカーにとってはローターダイナミクスの理解は必要不可欠なものです。今回の巻頭言で紹介いただいたのは制御工学に基づく手法になりますが、普段は機械工学に基づく手法に終始しており、とても新鮮に感じられました。また、このような手法に触れる機会も滅多にないため、大変貴重な機会となりました。

ローターダイナミクスに限らずですが、新しい手法というものは常に出てきます。我々企業のエンジニアは、従来の手法にしがみつくのではなく、新しい手法について学ぶためにアンテナを張っておく必要があると考えさせられました。

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。

◆農林水産省関東農政局殿 埜原機場に納めた用水ポンプ、排水ポンプについて掲載しました。近年、設備の状態を把握するために状態監視の要望が高まっています。このような要望に応えるために点検のための分解作業を低減する構造、点検口を設けて内視鏡による点検が容易に行える構造としました。今後も農業分野に貢献できる製品を提供させていただき所存です。

◆下水道展'24東京への出展について掲載しました。今回の下水道展東京は「アフターコロナ」となって初めて開催されたこともあり、前回の「ウィズコロナ」の期間よりも多く方が来場されました。当社のブースにお越しいただいた皆様、誠にありがとうございました。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き所存です。

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・FAX082 (545) 8581
四国支店	〒760-0024	香川県高松市兵庫町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
事務局		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 <https://www.dmw.co.jp>

編集委員

監修 原 広志
 委員長 池澤勝志
 委員 石澤勇人 小野寺謙
 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2号

発行日 令和6年12月25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-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。