

電業社機械

DENGYOSHA KIKAI

Vol.45 No.2 2021

No.89





(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45巻 第2号 通巻第89号 2021

目次

◆巻頭言

動圧溝形状の最適化……………落合成行 1

◆製品紹介

東京都下水道局 森ヶ崎水再生センター 送風機設備……………遠藤航治 3
中野高志
東京都 小菅水再生センター 送風機設備……………中野高志 7
杉山幸太郎
東京都水道局向 玉川浄水場……………内山広成 10
川口隆佑
インドBPCL社向け石油製品圧送ポンプ……………小林穂高 12
インドONGC社向けMOLおよびBoosterポンプ……………池田侑樹 16
台湾電力公司DaTan発電所向け循環水ポンプ……………秋山祐 20
片山景市
BHS-SLQ-WIS Complexプラットフォーム向け海水取水ポンプ……………中村祐太 23
上越火力発電所第1号機向け循環水ポンプ、海水昇圧ポンプ、軸受冷却水ポンプ……………秋山祐 27
海野亮

◆ニュース

静岡県静岡市殿 清開ポンプ場汚水ポンプ機械設備改築工事受注…………… 30
三重県津市上下水道事業局殿 半田川田ポンプ場向け排水ポンプ設備受注…………… 31
大阪府北部流域下水道事務所殿 摂津ポンプ場向け雨水ポンプ設備受注…………… 32
広島市下水道局殿 鶴見ポンプ場No.3雨水ポンプ設備工事受注…………… 33
川崎重工業株式会社殿 宇宙航空研究開発機構調布航空宇宙センター御用
乾燥空気製造設備第3球貯気槽用ロート弁受注…………… 34
インド・HPCL RAJASTHAN REFINERY LIMITED製油所向け立軸ポンプ計8台受注…………… 35
関東地方整備局 安全管理優良受賞者表彰の取得…………… 36
大阪府都市整備部長殿より優良工事表彰を受賞…………… 37
堺市上下水道事業管理者殿から優良工事表彰を受賞…………… 38
名古屋市殿から都市美化活動による感謝状を拝受…………… 39
日本下水道事業団より「感謝状」…………… 40
電業社 中東支店 営業開始…………… 41
エネルギー回収装置 (DeROs[®]) BSフジのTV番組にて紹介、放映される…………… 42

◆特許と実用新案

…………… 43

DENGYOSHA TECHNICAL REVIEW

DENGYOSHA KIKAI

Vol.45 No.2 2021

CONTENTS

◆Foreword

Optimization of Hydrodynamic Groove Shape	1
M. Ochiai	

◆Product Introduction

Blower for Morigasaki Water Reclamation Center of Tokyo Metropolitan Government Bureau of Sewerage.....	3
K. Endo and T. Nakano	
Blower for The Kosuge Wastewater Treatment Center in Tokyo.....	7
T. Nakano and K. Sugiyama	
Bureau of Waterworks Tokyo Metropolitan Government (BWTMG) Tamagawa Water Purification Plant.....	10
H. Uchiyama and R. Kawaguchi	
Main Line Pumps for Bina Panki Pipeline	12
H. Kobayashi	
Main Line Pumps & Booster Pumps for ONGC	16
Y. Ikeda	
Circulating Water Pump for Taiwan Power Company DaTan Power Plant	20
Y. Akiyama and K. Katayama	
Seawater Lift Pumps for BHS-SLQ-WIS Complex Platform	23
Y. Nakamura	
Circulating Water Pumps, Seawater Booster Pumps and Bearing Cooling Water Pumps for Joetsu Thermal Power Station Unit No.1	27
Y. Akiyama and R. Unno	

◆Patent	43
---------------	----



動圧溝形状の最適化

Optimization of Hydrodynamic Groove Shape

落合 成行

東海大学 工学部 機械工学科

ターボ機械を支える機械要素として、潤滑流体の動圧を利用する流体軸受やメカニカルシールが広く用いられています。このような機械要素では、潤滑面にマイクロメートルサイズの深さを有する動圧溝を形成し、回転に伴う動圧で荷重を非接触支持しています。したがって、その特性を最大限に発揮するためには、溝形状の設計が極めて重要です。著者はこれまでに、このような動圧溝の最適設計の研究に取り組んできました。本稿では、その内容を紹介させて頂くと共に、研究を通して感じたことを述べさせて頂きたいと思えます。

著者が学位論文で取り組んだ研究テーマは、「高速ステップスラスト気体軸受の特性解析と最適設計⁽¹⁾」です。テーマ名の中にある「ステップ軸受」とは、最も基本的な溝形状の動圧軸受と言って良いでしょう。本研究テーマは、恩師である故橋本巨先生のご指導の下で行わせて頂きましたが、このような機械要素に最適設計の概念を取り入れた研究は、当時としては新しい取り組みであったと思えます。図1はその研究で得られた結果に基づいて製作した最適化軸受です。三種類あるのは、目的関数の重み違いによるものです。図中の左端は摩擦トルクの最小化を、右端は軸受剛性の最大化を優先したもので、中央はこれらのバランスを半々にして設計された軸受です。軸受の薄い色合いの部分がエッチング加工で段差を付けた部分（ポケット部）であり、左端のものではこの部分の面積が広がっています。一方で、剛性最大化を目的とした右端では、濃い色合いの部分（ランド部）が広がっています。これらの軸受を用いて実験してみたところ、確かに目的とした特性が得られていることが検証され、最適化に成功しました。しかし研究としては、何故このような結果が得られたかについて考察することが重要です。今回の結果からは、摩擦トルクの最小化には、出来るだけ二面間を引き離すことが重要で、段の凹みの部分が広がった訳です。これに対し、剛性を向上させるためには、制約の範囲内で可能な限り軸受面間のすきまを狭くし、振動等に起因する軸受すきま方向の変化を生じ難くしているのだと理解しました。最適化により得られた設計値も重要ですが、考察により得られた知見は、設計の勘所に示唆を与える極めて有益な情報と思っています。

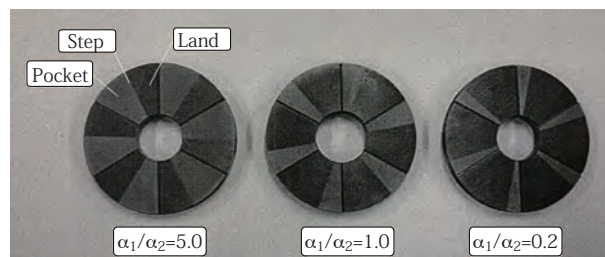


図1 最適化ステップ軸受⁽¹⁾

次に紹介させて頂きたい事例は、ロバスト最適設計についてです。著者は、学位取得後に軸受メーカーにご縁を頂き、研究所に所属してハードディスク用スピンドルモータの回転軸を支持する流体軸受の研究開発に携わらせて頂きました。企業での開発の経験は、大学の研究室とは全く別の観点が必要で、大変多くを学ばせて頂きましたが、その中で、寸法公差の重要性を痛感致しました。このような背景から、その後大学に戻ってからの研究テーマの一つとして、動圧軸受のロバスト最適設計⁽²⁾に取

組みました。ハードディスク用モータは、大量生産品であるにも関わらず超精密な製品で、加工・組立精度のばらつきによる性能のばらつきをコントロールすることが非常に難しいものの一つです。実際には、量産化の検討の中で、生産工場とのすり合わせを行うことが一般的と思われそうですが、設計段階で加工誤差等による性能のばらつきを抑えることができれば、量産化に際して大変な助けになると思われます。このような観点から研究を行った結果、数ある設計変数の中で、動圧溝の溝深さが最も重要であることが明らかとなりました。通常の最適化で得られた溝深さでは、少しの加工誤差、具体的には溝が浅くなる側に対して急激な性能低下の懸念があることがわかりました。一方、ロバスト最適化結果を採用すると、製造上最も苦勞する軸受すきまの公差設定の緩和も可能になるという有益な結果を得ました。本最適化のロバスト性に対する実験検証は研究室では難しかったため残念ながらできませんでしたが、本最適化から有益な知見が得られたと思っています。

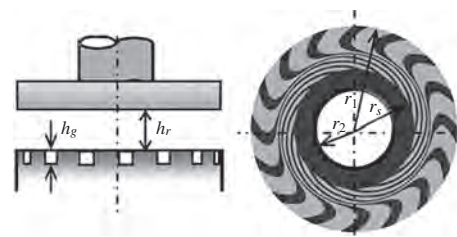


図2 溝形状最適化軸受⁽²⁾

さて、次は溝形状そのものの最適化に注目した研究について紹介させていただきます。上述の最適化では、溝の基本形状は同じとしておりました。一般的な溝形状としては、らせんを基本としたスパイラル溝が広く使われておりますが、本当にその形状が最適であるかについては、証明がなされておられませんでした。そこで、橋本巨先生のアイデアで、位相幾何学を適用した溝形状の最適化⁽³⁾について研究室で取り組みました。溝曲線に三次スプライン関数を取り入れてフレキシブルに曲ることを許容して最適化する仕組みを開発しました。気体軸受の欠点の一つである軸受剛性の最大化に適用したところ、途中で折れ曲がりをもつ新しい溝形状を見出しました。その形状が得られた理由を分析したところ、軸受面同士を反発させる正圧と吸い寄せさせる負圧を同時に発生させ、気体潤滑膜厚さの適切な制御に寄与していることがわかりました。本件は、特許取得にも結びつきました。優れた設計は見た目にも美しいと言われますが、最適化溝は勝手ながら、スパイラル溝と同様に美しい形状と思っています。更に同様の手法をメカニカルシールの一つであるドライガスシールの溝に適用したところ、同様の折れ曲がり溝形状はガス漏れ量の最小化の際にも有効で、更にメカニカルシールで求められる正逆両回転時でも特性がほとんど変わらない利点があることも確かめられました。その他にも、近年、更に動圧溝をもっと自由に設計できる方法として、自己組織化アルゴリズムを適用した最適化手法⁽⁴⁾の開発も行い、その結果から、シンプルな1本のリング状溝により、漏れ量の抑制ができることを見いだしました。半径方向に漏れ流れる途中で溝が有り、そこにトラップされるようなイメージです。こちらにも、意匠取得、特許出願に結びつきました。

以上のように、軸受やシールなどの機械要素に対してであります。様々な最適化に取り組んできました。現在、あらゆる分野で最適化が一般的に使われるようになってきており、そこで得られた最適化結果が実際の製品にも利用されていると思われます。さらに、研究者の観点からは、何故そのような最適値が得られたかを考察し、その知見を設計やトラブル対応に活かすことこそが重要では無いかと考えます。今後も、このような観点から、研究や教育に励んでゆきたいと思っています。

<参考文献>

- (1) 落合成行, 高速ステップスラスト軸受の特性解析と最適設計, 東海大学博士論文, 1999.
- (2) H. Hashimoto, M. Ochiai, Y. Sunami, Robust Optimum Design of Fluid Dynamic Bearing for Hard Disk Drive Spindle Motors, 2012, ASME Journal of Tribology, Vol.134(4), <https://doi.org/10.1115/1.4007246>.
- (3) H. Hashimoto, M. Ochiai, Optimization of Groove Geometry for Thrust Air Bearing to Maximize Bearing Stiffness, 2008, ASME Journal of Tribology, Vol.130(3), <https://doi.org/10.1115/1.2913546>.
- (4) 落合成行, 明戸洋介, 橋本 巨, セルオートマトンを用いた表面テクスチャリング最適化法の検討とドライガスシールへの適用, 2018, 日本機械学会機素潤滑設計部門講演会講演論文集.

東京都下水道局 森ヶ崎水再生センター 送風機設備

遠藤 航治 中野 高志

Blower for Morigasaki Water Reclamation Center of Tokyo Metropolitan Government Bureau of Sewerage

By Koji Endo and Takashi Nakano

Morigasaki Water Reclamation Center is located in Showajima, Ota-ku, Tokyo, and the center has treated sewage from most area of Shinagawa-ku, Meguro-ku, Ota-ku, Setagaya-ku, and a part of Shibuya-ku, Suginami-ku. The center has two facilities (East side and West side) and it is the largest Water Reclamation Center in Japan. The center also receives sewage from Nogawa treatment area in Tama region. The treated water is discharged into Tokyo Bay, and part of it is filtered through sand and used for washing and cooling machines and toilets at the center, and is also supplied to Ota Waste Incineration Plant. The sludge generated is pumped to the Nanbu Sludge Plant for treatment together with the sludge sent from the Shibaura Water Reclamation Center. This time, DMW supplied two blowers and auxiliaries. This summarizes about on the outline of this Wastewater Treatment Center as follows.

1. はじめに

森ヶ崎水再生センターは昭和41年（1966年）に稼働した東西二つの施設からなる国内最大の水再生センターである。処理区域は、品川・目黒・大田・世田谷区の大部分、渋谷・杉並区の一部（面積は14 696ヘクタール）で、これは区部全体面積の約4分の1にあたる。また、多摩地域の野川処理区などの下水も受け入れを行っている。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で機械の洗浄・冷却やトイレ用水に使用するほか、大田清掃工場にも供給している。発生した汚泥については、芝浦水再生センターから送られてきた汚泥とともに、南部スラッジプラントに圧送し処理を行っている⁽¹⁾。

今回、森ヶ崎水再生センター東処理施設の送風機設備が老朽化したため、再構築工事としてブロワ2台および付帯設備を納入した。本件では、納入した2台のブロワの概要について紹介する。

2. 機場の概要

本センターの東処理施設の送風機設備では鋳鉄製多段ターボブロワ6台が設置され、東施設反応槽への送気を

行っている。水再生センターの位置を図1に、送風機設備フローシートを図2、ブロワ据付平面図および据付断面図を図3、図4に示す。今回工事では、既設ブロワ6台のうち2台を更新した。ブロワの軸受潤滑は、個別給油方式を採用し、更に潤滑油の冷却に空冷式オイルクーラを採用した。空冷式オイルクーラの採用により、冷却水を不要とすることができ、メンテナンス箇所の低減が可能となる。



図1 森ヶ崎水再生センターの全景
Fig. 1 Plan view of Morigasaki Water Reclamation

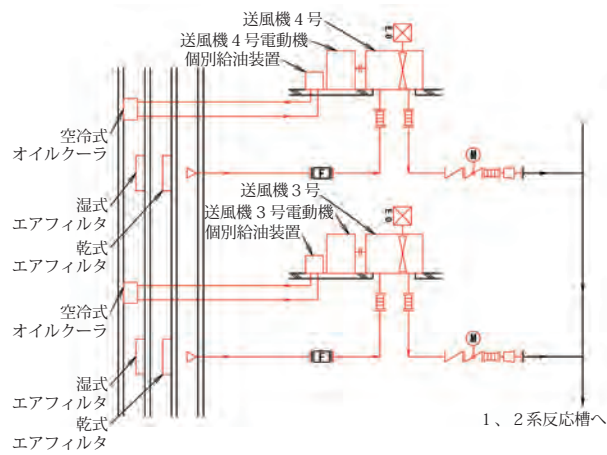


図2 送風機設備フローシート
Fig.2 Flow sheet of blower station

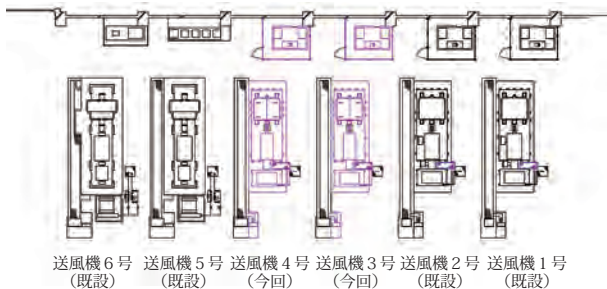


図3 ブロワ据付平面図
Fig.3 Plan view of blowers

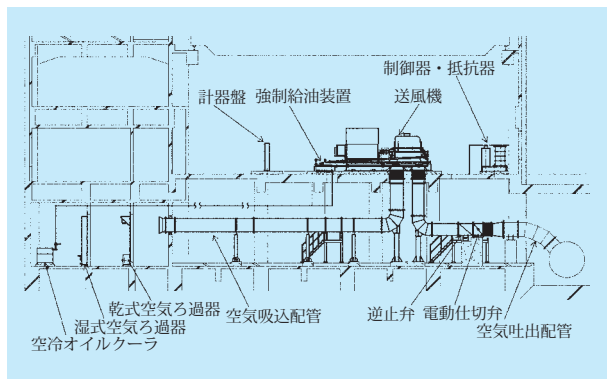


図4 ブロワ据付断面図
Fig.4 Sectional view of blowers

3. ブロワ概要

3-1 ブロワ仕様

本ブロワの仕様を表1に示す。

3-2 構造と特徴

ブロワの外観を図5に示す。

本ブロワは、インペラには高張力鋼板を採用しており、FEM解析による強度評価を実施し、信頼性を確認して

表1 ブロワ仕様
Table 1 Blower specifications

形 式	電動機直結式 片吸込多段ターボブロワ (铸铁製)
吸込/吐出し口径 (mm)	800/700
風 量 (m ³ /min)	900
昇 圧 (kPa)	55.2
出 力 (kW)	1 070
取 扱 気 体	空気
台 数	2

いる。ケーシングは铸铁製の多段式で、ケーシングを水平二つ割とすることで、メンテナンスが容易にできる構造となっている。軸受は滑り軸受を採用しており、軸受へ潤滑油を供給するための強制給油装置が付属されている。また、本ブロワはインレットベーンを装備しており、電油操作機でベーン開度を変えることで、風量制御が行える。本ブロワは、再構築工事として各機器のコンパクト化をはかり、既設のブロワに比べ設置面積が約25%削減した。



図5 ブロワ外観
Fig.5 View of blower

3-3 強制給油装置

軸受の潤滑方式には強制給油方式を採用している。強制給油装置の外観を図6に示す。強制給油装置はブロワ用電動機後部にブロワベースとは別置きで設置され、ブロワ軸受、電動機軸受に給油を行う。ブロワ起動、停止時は強制給油装置付属の電動補助オイルポンプにて給油が行われ、ブロワ起動完了後は、ブロワ軸端に設置された主オイルポンプにて給油を行う。

3-4 空冷式オイルクーラ

強制給油装置に付属する潤滑油を冷却するためのオイルクーラは、空冷式を採用した。空冷式オイルクーラは



図6 強制給油装置外観
Fig.6 View of-Lube Oil System

潤滑油の温度を検知し、起動・停止を行うため、使用動力の低減を図ることができる。空冷式オイルクーラの外観を図7に示す。



図7 空冷式オイルクーラ外観
Fig.7 View of-Air - Cooled Heat Exchanger

3-5 オイルミスト回収装置

ブロワの吐出し圧力を利用したオイルミスト回収装置を付属している。これにより、ブロワ軸受箱内で発生するオイルミストを吸引回収し、周囲環境の改善を図っている。またミスト吸引に必要な動力が不要なため、メンテナンスが容易である。オイルミスト回収装置は強制給油装置内に設置され、回収したオイルミストは強制給油装置のオイルタンクへ戻す構造となっている。

4. ブロワ工場試験

工場試験は、ブロワおよび強制給油装置、空冷式オイルクーラを使用し、ブロワユニットとしての機能、性能を十分に発揮することが確認できた。工場試験の状況を図8に示す。



図8 工場試験
Fig.8 Shop test

5. 低圧力損失形逆止弁

ブロワの逆止弁は、低圧力損失形逆止弁（AAチェック）を納入した。通常、逆止弁を空気用に使用した場合は、流体の密度が小さいため弁体が全開とならず、大きな圧力損失が発生する。この「AAチェック」は弁内部の圧力を利用して弁体を押し上げ、圧力損失を低減させる逆止弁である。低圧力損失形逆止弁の外観を図9に示す。



図9 低圧力損失形逆止弁外観
Fig.9 View of- low pressure loss check valve

6. おわりに

以上、森ヶ崎水再生センターにおける送風機設備更新工事の概要を紹介した。下水処理設備の中で、ばっ気用ブロワの消費電力量は大きな割合を占めている。そのため、省エネルギー、高効率、メンテナンスコスト削減、維持管理性の向上、災害時のリスク低減などの効果を期待できる環境に配慮した製品の開発・提案を行い、社会に貢献していく所存である。

おわりに、本設備の施工にあたり適切なご指導、ご助言を頂いた東京都下水道局の関係各位に厚く御礼申し上げます。

<参考文献>

- (1) 東京都下水道局ホームページ
<https://www.gesui.metro.tokyo.lg.jp/business/b4/guide/sise-list/03-11/index.html>
(2021/9/15 アクセス)

<筆者紹介>

- 遠藤航治：1999年入社。主に送風機の設計業務を経て、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課 主事補
- 中野高志：2005年入社。主に送風機設備の計画業務を経て、ブロワの設計に従事。
現在、気体機械設計部 ブロワ設計課主任



東京都 小菅水再生センター 送風機設備

中野高志 杉山幸太郎

Blower for The Kosuge Wastewater Treatment Center in Tokyo

By Takashi Nakano and Kotaro Sugiyama

Kosuge Wastewater Treatment Center is located in Northern area of Tokyo, and the center has treated sewage in district of Katsushika-ku and a part of Adachi-ku. This center has been operating since 1977 (More than 40 years old). Therefore, we supplied 1 set of new blower which is AM-Turbo[®] with casting for blower casing without forced lube oil unit with accessories. We will introduce in details as follows.

1. はじめに

小菅水再生センターは荒川と綾瀬川が近接する地点に位置し、綾瀬川をはさんで東西二つの施設からなる水再生センターである。昭和52年（1977年）から稼働し、処理区域は葛飾区・足立区の一部（面積は1 633ha）で、処理した水は荒川および綾瀬川に放流している。また、その一部をろ過してセンター内で機械の洗浄・冷却やトイレ用水に使用するほか、水処理施設の上部を利用した公園の樹木への散水に使用している。発生した汚泥は葛西水再生センターへ圧送し処理を行っている。図1に小菅水再生センターの全景を示す⁽¹⁾。

今回、西系処理施設の送風機設備が老朽化したため、再構築工事として送風機1台および付帯設備を納入した。本件では、強制給油装置が不要である鋳鉄製AM-

Turbo[®]を東京都区内の水再生センター様へ初めて納入したので、以下にその概要を紹介する。

2. 機場の概要

本センターの西系処理施設の既設送風機設備は、歯車増速式単段ターボブロワ3台で運用され、反応槽への送気を行っていた。

今回工事は、既設送風機3台のうち老朽化した2号機を撤去し、AM-Turbo[®]に更新した。更新後の送風機据付平面図を図2に示す。

AM-Turbo[®]はオイルバス方式のころがり軸受を採用するため、強制給油装置および付帯の冷却水設備が不要である。また、単段ターボブロワでは放風弁が必要であったが、多段ターボブロワの場合、始動・停止時の放風運



図1 小菅水再生センター全景

Fig.1 Kosuge Water Reclamation Center panoramic view

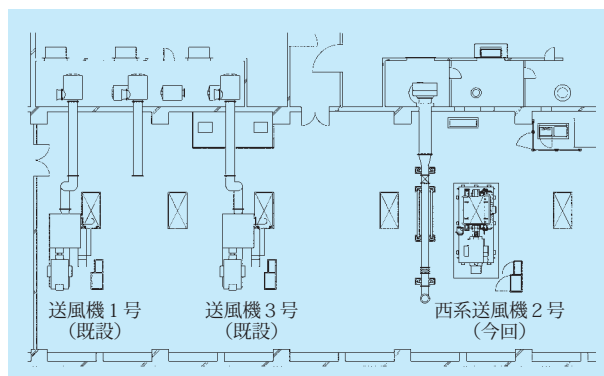


図2 送風機据付平面図

Fig.2 Plan view of blowers

転無しで運用可能のため、放風弁も不要となった。そのため、既設送風機と比べて補機が少なく、省エネルギー化に貢献している。また、メンテナンス箇所を大幅に減らすことができ、維持管理性を向上するとともに、メンテナンスコストが削減できる。また、震災などによる冷却水配管、油配管の破損事故で送風機が運用できなくなるリスクを回避することができる(図3)。

既設送風機との比較を表1に示す。

表1 既設送風機との比較
Table 1 Blower specification comparison

機 器	送風機 1、3号 (既設)	西系送風機 2号 (今回)
形 式	歯車増速式 単段ターボブロワ	電動機直結式 片吸込多段ターボ ブロワ (鋳鉄製) AM-Turbo®
軸 受	すべり軸受	ころがり軸受
軸受潤滑方式	強制給油方式 (個別給油方式) 水冷	オイルバス方式 強制給油装置不要 自己空冷
風量制御範囲	約72 ~ 100% 約173 ~ 240 m ³ /min	30 ~ 100% 66 ~ 220 m ³ /min
防音カバー	有	無
放風配管	有	無

3. ブロワ概要

3-1 ブロワ仕様 (AM-Turbo®)

本ブロワの仕様を表2、外観を図4に示す。

表2 ブロワ仕様
Table 2 Blower specifications

形 式	電動機直結式 片吸込多段ターボブロワ (鋳鉄製)
口 径 (mm)	400/350
風 量 (m ³ /min)	220
昇 圧 (kPa)	60.8
出 力 (kW)	300
取 扱 気 体	空気
台 数	1



図4 ブロワ外観

Fig.4 View of blower

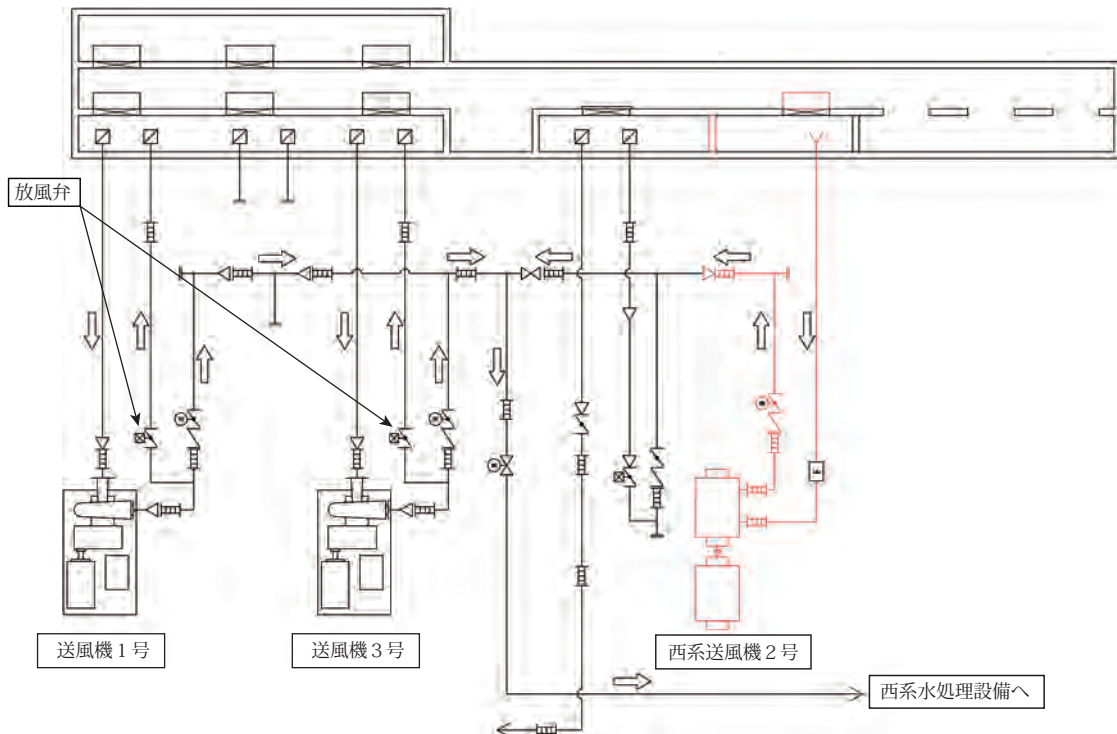


図3 送風機設備フローシート

Fig.3 Flow sheet of blower station

3-2 構造と特徴

本ブロワの特徴を以下に示す。

(1) 回転体

本ブロワはアルミ合金製インペラを採用しているためインペラが軽量となり、それに伴い回転体がダウンサイジングするため、軸受負荷荷重を軽減することができる。

(2) ケーシング

ケーシングは鋳鉄製の多段式で、水平二つ割構造である。上ケーシングを分解することで回転体の取り出しが可能のため、メンテナンスが容易にできる構造となっている。

(3) 軸受ユニット

本ブロワには、自己空冷式のころがり軸受を採用している(図5)。従来、鋳鉄製多段ターボブロワは軸受負荷荷重が大きく、強制潤滑式のすべり軸受を採用していた。AM-Turbo®は回転体の軽量化を実施することで軸受負荷荷重が低減し、ころがり軸受の選定を可能としている。



図5 空冷式ころがり軸受ユニット
Fig.5 Air-cooled ball bearing unit

(4) 風量制御装置

風量制御方法は、広範囲において部分負荷効率の良好なインレットバーン制御を採用し、動力の低減を図っている。

(5) 補機の削減

前項で述べたとおり、本ブロワは自己空冷式のころがり軸受を採用している。これにより、従来すべり軸受で必要とされていた強制給油装置を不要とすることができた。また、冷却水ポンプなどの冷却水設備が不要となることから、メンテナンス性が大きく向上している。

(6) オイルミスト回収装置

本ブロワには、ブロワの吐出し圧力を利用したオイル

ミスト回収装置を付属している。これにより、ブロワ受箱内で発生するオイルミストを吸引回収し、周囲環境の改善を図っている。また、ミスト吸引に必要な動力はブロワ吐出し圧力を利用するため、電気動力や外部からの空気の導入が不要となり、省エネルギー化を図っている。図6にオイルミスト回収装置構成図を示す。

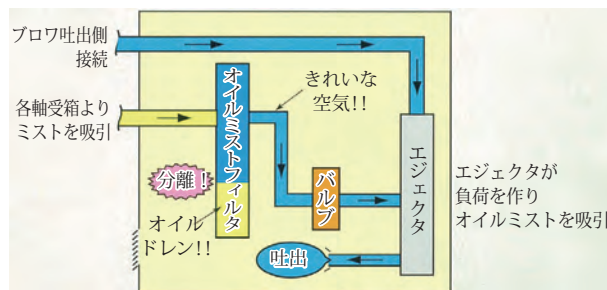


図6 オイルミスト回収装置構成図
Fig.6 Configuration of oil mist separator system

4. おわりに

小菅水再生センターにおける送風機設備の更新工事の概要を紹介した。さまざまな設備において省エネルギー化、高効率化が求められている現在、当社は既設の単段ターボブロワの代わりに、給油装置が不要な「AM-Turbo®」を採用した。強制給油装置が不要となることにより、省エネルギー化、維持管理性の向上、メンテナンスコスト削減、災害時のリスク低減などの効果を期待できる。

今後も環境に配慮し、かつ維持管理性の良い設備を提供していく所存である。

おわりに、本設備の施工にあたり適切なご指導、ご助言を頂いた東京都下水道局殿の関係各位に厚く御礼申し上げます。

<参考文献>

- (1) 東京都下水道局ホームページ
<https://www.gesui.metro.tokyo.lg.jp/business/b4/guide/sise-list/03-07/index.html>
 アクセス日：2021年9月15日

<筆者紹介>

- 中野 高志：2005年入社。主に送風機設備の計画業務を経て、ブロワ設計に従事。
 現在、気体機械設計部 ブロワ設計課
- 杉山幸太郎：2015年入社。送風機設備のシステム設計に従事。
 現在、プラント建設部 システム設計2課

東京都水道局向 玉川浄水場

内山 広成 川口 隆佑

Bureau of Waterworks Tokyo Metropolitan Government (BWTMG) Tamagawa Water Purification Plant

By Hiroshige Uchiyama and Ryusuke Kawaguchi

The No.1 and No.2 Water Distribute Pump (double-suction centrifugal pump) in of the Tamagawa Water Purification Plant in located at Tokyo Setagaya-Ku Tamagawa Denenchofu 1-chome were installed in 1979. In order to rebuild a safe facility, the No.1 and No.2 water distribution pumps were replaced due to the age of the pumps after 42 years of installation. This article describes the outline of manufacturing and installation of new No.1 and No.2 Water Distribute Pumps.

1. はじめに

東京都世田谷区玉川田園調布1丁目に位置する玉川浄水場の1、2号配水ポンプ（両吸込渦巻ポンプ）は、昭和54年に設置された。設置から約42年経過しポンプの老朽化に伴い、東京都水道局殿では安心、安全な施設を再構築するため、1、2号配水ポンプの更新工事を行った。本文では、玉川浄水場について当社が製作・据付工事を行った玉川浄水場配水ポンプ設備（1、2号）改良工事について紹介する。

2. 機場の概要

本機場の既設配水ポンプ設備は、3台（1、2、3号）の配水ポンプ（両吸込渦巻ポンプ）が設置されていたが、今回の更新工事で1、2号配水ポンプ設備を更新し、残りの3号配水ポンプは稼働停止となる。今回工事では、老朽化した1、2号配水ポンプ、それに伴う電動機、逆止弁、吐出弁、主配管、伸縮管を更新した。例として1号配水ポンプの更新後の据付平面図および据付断面図を図2、図3に示す。

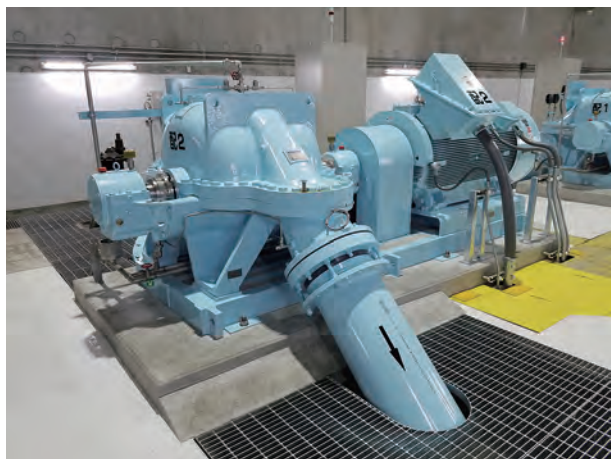


図1 ポンプ場内

Fig.1 View of pumping station

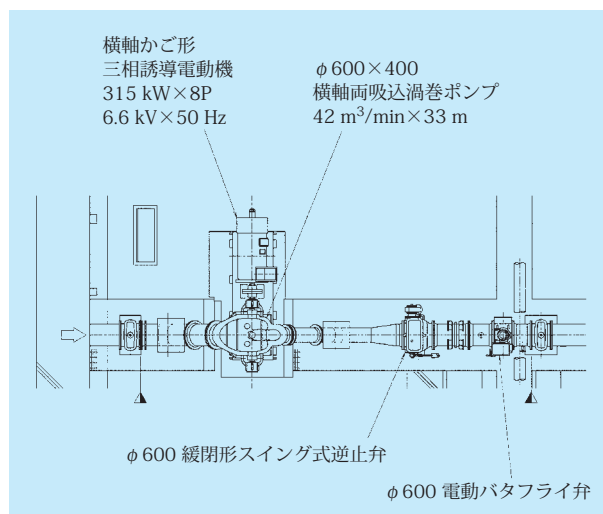


図2 据付平面図

Fig.2 Layout of pumping station

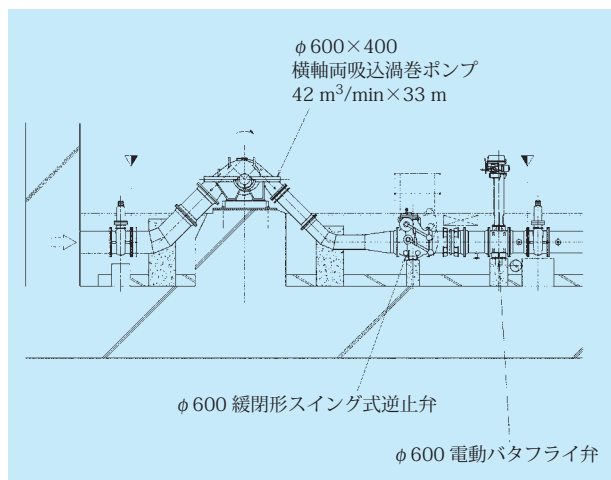


図3 据付断面図

Fig. 3 Sectional view of pumping station



図5 配水ポンプ据付完成状況

Fig. 5 View of the pumps after installation

3. 主ポンプ

3-1 配水ポンプ

1、2号配水ポンプの仕様を表1に示す。

表1 1、2号配水ポンプ仕様

Table 1 Specifications of the pump

用途	配水ポンプ
形式	横軸両吸込渦巻ポンプ
台数	2
口径 (mm)	600×400
全揚程 (m)	33
吐出し量 (m³/min)	42
軸受潤滑	オイル潤滑
軸封部	メカニカルシール (無注水型)

3-2 配水ポンプの構造と特徴

図4に配水ポンプの外観図、図5に送水ポンプの据付完成状況を示す。ポンプの特徴は、次のとおりである。

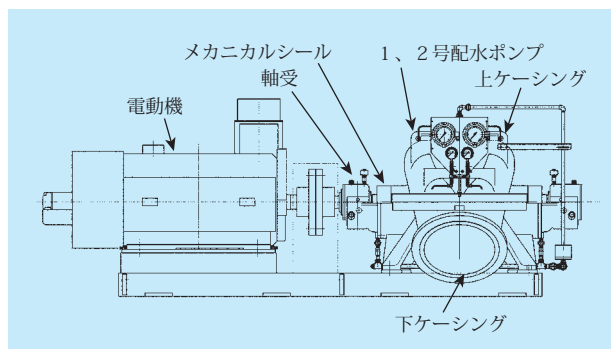


図4 1、2号配水ポンプ

Fig. 4 Outline drawing of the pump

- ① ポンプ形式は横軸両吸込渦巻ポンプを採用し、かご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）の点検が容易にできる構造となっている。また、上ケーシングに点検口を設けており、点検口からの点検も可能な構造となっている。
- ③ 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。
- ④ インペラは脈動対策として、千鳥羽根としている。
- ⑤ 上水用のポンプのため、ケーシング割面の液状ガスケットに食品機械用のグリースを使用している。

4. おわりに

玉川浄水場の配水ポンプ設備の概要を紹介した。今後の両吸込渦巻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頂きました東京都水道局殿、ならびに関係各位に深く感謝いたします。

<筆者紹介>

内山広成：2012年入社。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

川口隆佑：2016年入社。ポンプ設備システム設計に従事。

現在、プラント建設部 システム設計1課

インド BPCL 社向け石油製品圧送ポンプ

小林穂高

Main Line Pumps for Bina Panki Pipeline

By Hodaka Kobayashi

With a rapidly growing population and economy, India is now the world's third largest consumer of oil, after the United States and China.

The growing demand for oil has led to an increased dependence on imports from outside the country, and energy security concerns in India are driving capital investment to promote the development of domestic resources.

This article is to introduce high pressure multistage pumps supplied to Bharat Petroleum Corporation Limited (BPCL). The pump type is axially split multistage between-bearings pumps API610 Pump type : BB3) and will be installed as Mainline pumps for the purpose of expanding at 356 km multi transfer pipeline between Bina and Panki (Kanpur), Madhya Pradesh and Uttar Pradesh District in India.

1. はじめに

急速な人口増加や経済成長に伴い現在インドの石油消費量は米国、中国に次いで世界第3位である。今後もガソリン、軽油、ジェット燃料など、長期的にさらなる石油需要の伸びが予想されている。しかしその一方で、石油の需要拡大に伴って国外からの輸入依存度が増加しており、インドではエネルギー安全保障上の面から国内での資源開発を促進するための設備投資が推進されている⁽¹⁾⁽²⁾。

今回、当社はインドの国営石油会社であるBharat Petroleum Corporation Limited社 (BPCL) により建設されるインド中部マディヤ・プラデーシュ州ビナ (Bina) からウッタール・プラデーシュ州パンキ (カーンプル) (Panki) 間356 kmのマルチトランスファーパイプライン拡張のために使用される精製製品圧送用メインラインポンプユニットを受注した。マルチトランスファーパイプラインとは、同一のパイプラインに種類の異なる精製油を切り替えて圧送する方式である。パイプラインのルートを図1に示す。

このパイプライン拡大プロジェクトは、従来のビナカーンプル間の鉄道輸送から輸送効率に優れたパイプラインによる輸送方式に切り替えることにより、ウッタ



図1 パイプラインの位置⁽³⁾⁽⁴⁾
Fig.1 Location of Pipeline

ル・プラデーシュ州および中央インドの他の地域におけるガソリン、軽油などを断続的に供給し当該地域の需要の拡大に対応するものである。また輸送効率だけでなく、

ピナ-カーンプル鉄道セクターにおける精製製品輸送のための交通量削減にも貢献する。

本ポンプユニットは主にポンプ、電動機、強制給油装置 (Lube Oil Unit)、インバータ盤 (Variable Frequency Drive)、機器監視モニタリングシステム (Machine Monitoring System)、機側操作盤 (Local Control Station) から構成され、圧送開始地点であるピナポンプターミナルに設置される。このたび当社と当社の海外子会社であるDMWインド社 (以後、DCIPL社) により設計・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。

2. ポンプの仕様

ポンプ仕様を表1に示す。

ポンプに求められる性能はポンプの送り先により異なる。さらには揚液の液質が複数におよぶことからポンプには各々に応じた仕様点が求められることになる。そのため運転点の違いを、インバータ盤を用いた回転数制御運転により対応する方式としている。回転数制御範囲は40～100%である。

表1 ポンプ仕様
Table 1 Specifications of Pump

形式	水平二つ割横軸多段ポンプ API 610 規格 Type BB3
口径 (mm)	吸込250×吐出し200
段数	7
吐出し量 (m ³ /h)	420 / 520 / 730
全揚程 (m)	282.6 / 500 / 1070
電動機出力 (kW)	2 500
液質	ガソリン、軽油、灯油
台数	2

3. ポンプの構造と特徴

ポンプは、API610規格に準拠した電動機駆動の水平二つ割横軸多段ポンプ (Type BB3) である。また、2台のポンプは並列に配置され、1台が常時運転され、2台目は予備機として運用されることが予定されている。

ポンプの特徴を以下に列記する。また、構造を図2に示す。

- (1) 本ポンプの特徴としては、世界最高水準のポンプ効率である。インペラおよびケーシング流水部についてCFD解析を繰り返し行い、最適な形状となったモデルを採用している。
- (2) インペラ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。2段目以降のシリーズインペラは、片吸込インペラを背面合わせに配列し、軸方向スラストの低減を図っている。
- (3) 回転系はAPI610規格に基づき横振動解析とねじり振動解析を行い、ポンプ回転体の危険速度が運用回転速度範囲に対して十分な離調を確保していることを確認した。特に、広範な回転速度制御領域において、発生することが避けられない駆動機のトルク変動について評価し、問題ないことを確認した。
- (4) ケーシングは、メンテナンス性に優れた水平二つ割構造としている。また顧客要求による高い設計圧力に耐えられるよう、ケーシング肉厚、水平二つ割フランジ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、DCIPL社による耐压試験にて漏洩がないことを確認した (図3)。
- (5) 軸封はダブルメカニカルシール構造とし、API682規格のPlan31およびPlan52を採用した。また、周囲温度の上昇およびバッファ液の攪拌熱による温度上昇に伴う、一部のポンプ揚液の蒸発が懸念

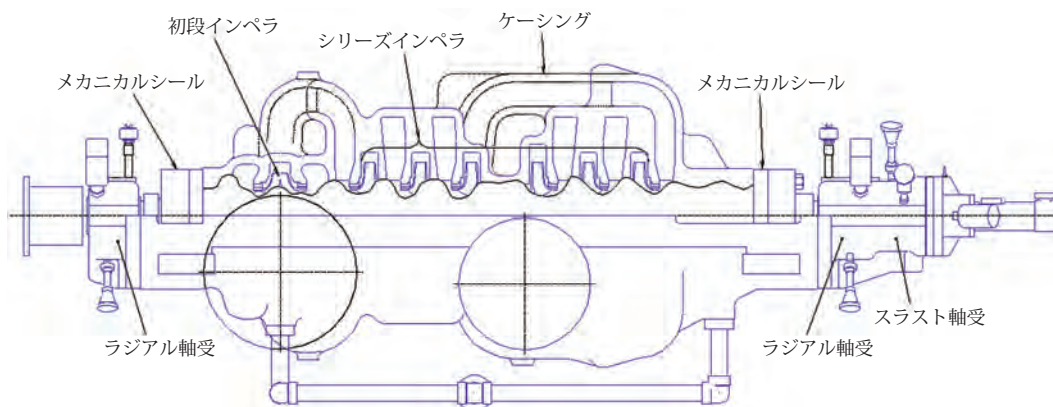


図2 ポンプ構造図

Fig.2 Sectional View of Pump

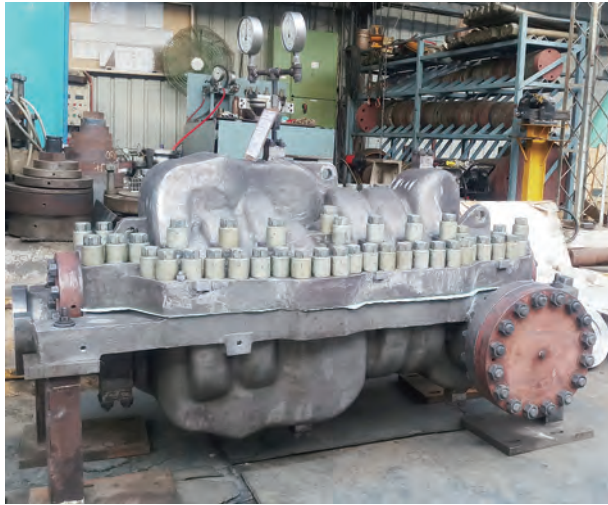


図3 ケーシング耐圧試験
Fig.3 Hydrostatic Test of Casing

されるため、Plan52のバッファ液を冷却するための空冷式冷却装置を採用している。

- (6) ラジアル軸受にはジャーナル軸受、スラスト軸受にはティルティングパッド軸受を採用している。軸受および軸受ハウジングは、ケーシングと同様に、水平割り形の分解点検が容易な構造とし、潤滑方式は、API610規格のEnergy Densityの評価から、強制給油方式としている。
- (7) 共通ベース上の配管や機器は3D-CADによるモデリングにて配置スペースの確認を行った。DCIPL社にて製作時に問題がないように、バルブの操作性、温度計やフローサイトの視認性、組立時、配線時の作業性を検討し、さらに現地メンテナンス時のアクセス性などあらゆる確認をしつつ機器配置設計を行った。
- (8) 潤滑油配管の計装機器には、ノーフロースイッチを設置している。万が一ポンプ始動前や運転中に何らかの理由により配管内に潤滑油が流れていない状態が発生しても、異常を検知できる機能を有している。上記は熱分散によるフロー検知スイッチ(Thermal Dispersion Flow Switch)を採用している(図4)。これは機器の二つのセンサが配管内の熱伝導の温度差を検出し、潤滑油の有無を警報をととして発する仕組みである。
- (9) ポンプケーシングのVENT配管およびドレン配管に付属するバルブには、リミットスイッチ付きのものを採用している(図5)。これによりバルブの開閉状態を現場だけでなく、中央操作室から確認することが可能である。



図4 潤滑油配管ノーフロースイッチ
Fig.4 No Flow Switch on Lubricating Oil Piping



図5 リミットスイッチ付きバルブ
Fig.5 Valve with Limit Switch

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6に示す。

今回納入した電気関連設備は、電気室に設置されるインバータ盤、中央操作室に設置される振動監視モニタリングシステム、そしてポンプ近傍に設置される機側操作盤である。

4-2 各機器の機能と特徴

(1) インバータ盤 (Inverter Panel)

6.6 kV 2 500 kWの高圧インバータを使用することでポンプの運用に応じて回転速度を制御し、高効率で省エネルギー、そして安定した運転を実現させている。

(2) 機器監視モニタリングシステム (MMS)

メインラインポンプおよび電動機には、設備の維持管理/状態監視用に、複数のセンサ(振動・温度・回転速度)が取り付けられている。MMSでは、これらのデータの

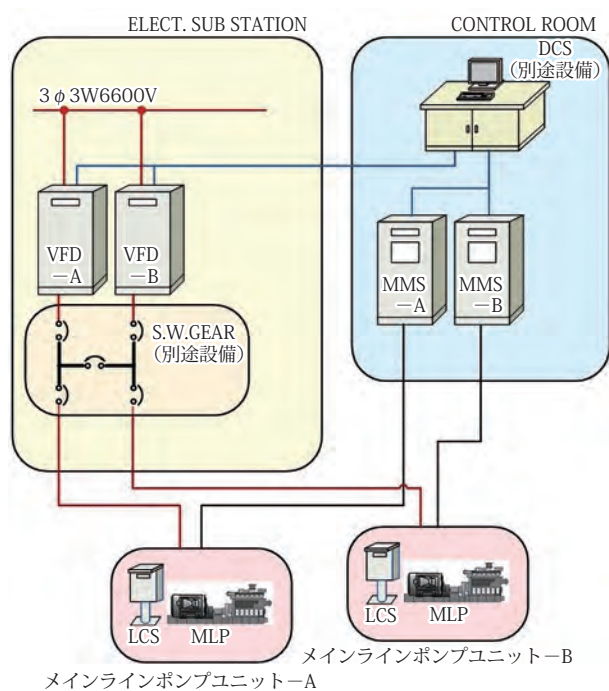


図6 システム構成図
Fig. 6 System Configuration

収集、監視を行う。

(3) 機側操作盤 (LCS)

LCSは各メインラインポンプ機側に設置され、メインラインポンプ単独運転・非常停止操作などの操作スイッチを備えた機側操作盤である。

5. DMWインド社での製作

当社の海外子会社であるDCIPL社ではこれまでに多くのAPI適用ポンプを製造しているが、主な実績は単段渦巻片吸込ポンプ (API Type OH2) であり、今回のような水平二つ割横軸多段ポンプ (Type BB3) の製作実績はほとんどない。ポンプサイズとしてもDCIPL社では初めての大きさになる。そのような製品の品質を日本製作品と同等に確保するためには、DCIPL社と製造における情報を共有し相互理解することが必要不可欠であった。そこで、現場作業者にも分かりやすい指示を目指した英文図面への改訂や、製造注意点を共有するための定期的なWEB会議などの対策を行った。また組立時にはインドとリアルタイムで情報共有し指導を行い、日本での製作時と同等の品質を確保することができた (図7)。

6. 社内運転試験

社内運転試験は日本で行われ、ポンプ付属のセンサ類やインバータ盤を組み合わせた状態で実施し、機器間の信



図7 DCIPL社でのポンプ組立状況
Fig. 7 Pump Assembly Status at DCIPL

号授受において問題が無いことを確認した。性能についてはAPI610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、各部の振動、温度の測定、付属品の動作の評価を行い、顧客要求を満足する内容で工場立会検査を終えて、現地出荷に至った。

7. おわりに

インド国内で拡大する石油需要に対し、パイプライン増強は石油輸送効率化に貢献する重要なプロジェクトである。当社は、このようなプロジェクトにポンプを供給することにより、同国内パイプライン需要に深く関わっている。また今回は、今後の当社とDCIPL社でのポンプ製造においても大きな成果となった製作実績と言える。今後も日本の工場だけでなく、インドでの新たなポンプ製作実績を増やしていくと共に、パイプラインプロジェクト供給へ大いに貢献するように、顧客の信頼と満足を得られるよう努力する所存である。そのためにもDCIPL社とのさらなる協力のもと連携を強化していく。

<参考文献>

- (1) BP Statistical Review of World Energy, 70th Edition 2021
- (2) 「平成30年度石油産業体制等調査研究」, 株式会社エイジアム研究所, 平成31年 2月
- (3) Google Map : <http://maps.google.co.jp/> (2021/9/24 アクセス)
- (4) ArcGIS : <https://www.arcgis.com> (2021/9/24 アクセス)

<筆者紹介>

小林穂高: 2012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。

インドONGC社向けMOLおよびBoosterポンプ

池田侑樹

Main Line Pumps & Booster Pumps for ONGC

By Yuki Ikeda

We have supplied 3 sets of Main Oil Line Pumps (MOL), Booster pumps including PLCs, LCSs and monitoring systems to Oil and Natural Gas Corporation Limited (ONGC), India through Supreme Offshore Construction and Technical Service, India. This project is to revamp and upgrade of a existing Panna offshore platform of ONGC. After this project, Hydrocarbon will be delivered to onshore oil terminal by new oil pipeline instead of a tanker by using our supplied MOL and Booster pumps. We will introduce our pumps in details hereafter.

1. はじめに

今回、SUPREME OFFSHORE CONSTRUCTION AND TECHNICAL SERVICE社よりONGC社 PIPELINE REPLACEMENT PROJECT-VI (PANNA PROCESS PLATFORM) 向けに、機器制御操作盤や機側操作盤、振動監視装置などの電気設備も含めたMain Oil Line Pump (以下MOL) 3台およびBooster Pump 3台を受注した。

本プロジェクトでは老朽化したムンバイ沖の既設海上プラットフォームの改修および改造を行い、これまでタンカーにて輸送していたハイドロカーボンを新たに設置するパイプラインで陸上ターミナルまで輸送する計画である。

今回のMOLポンプおよびBoosterポンプは新設のパイプラインを通じてハイドロカーボンを送送するという本プロジェクトの中でも主たる役割を担う機器である。

このたび、各ポンプの設計、製作、工場立ち合い検査を経て出荷を完了したので以下に紹介する。

2. 各ポンプの仕様

MOLポンプおよびBoosterポンプの仕様を表1および表2に示す。

3. 各ポンプの構造と特徴

MOLポンプおよびBoosterポンプは、どちらもAPI610規格に準拠した電動機駆動のポンプである。

表1 MOLポンプ仕様

Table 1 Specifications of MOL pump

形 式	水平二つ割横軸多段ポンプ API 610 規格 Type BB3
口 径 (mm)	吸込100×吐出し80
段 数	11
吐 出 量 (m ³ /h)	58
全 揚 程 (m)	871
電 動 機 出 力 (kW)	230
液 質	ハイドロカーボン
台 数	3

表2 Boosterポンプ仕様

Table 2 Specifications of Booster pump

形 式	立軸型吸込み単段インラインポンプ API 610 規格 Type OH3
口 径 (mm)	吸込100×吐出し80
段 数	1
吐 出 量 (m ³ /h)	58
全 揚 程 (m)	129
電 動 機 出 力 (kW)	55
液 質	ハイドロカーボン
台 数	3

吸込タンク付近に並列に配置される3台のBoosterポンプにより、ハイドロカーボンを下流側の同じく並列に配置される3台のMOLポンプへ送り、MOLポンプからその先の各設備へ圧送される。

なお、各3台のポンプの内、2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) MOLポンプのケーシングは水平二つ割構造であり、ポンプの吸込・吐出し配管を接続したまま上部ケーシングを取り外し、回転体部品、ケーシング内部およびウェアリングなどの摺動部の点検を行うことができ、メンテナンス性に優れている。

Boosterポンプは、今回のように設置スペースの限られたプラットフォームにおいて、配管の途中にコンパクトに配置可能なインラインケーシングタイプとなっている。

また、頂部の電動機やケーシングを取り外すことなくインペラ、主軸、軸受ケースなどの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省スペースで容易に行えるよう配慮した設計となっている。

- (2) 軸封部は両ポンプともにダブルメカニカルシール構造とし、API682規格のPlan53Bを採用した(図1)。

ケーシング内部側シールと大気側シールの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循環さ

れシール面の潤滑、冷却の役割を担う。バリア液配管に接続されているアキュムレータを窒素ガスで加圧することにより、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、バリア配管に設けている圧力センサによって圧力の低下を検知し、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) MOLポンプの軸受潤滑は、強制給油を必要としない油浴式+オイルリング潤滑とし、ポンプ軸に直結したファンによる自己空冷の方式としている。軸受箱にはファン空冷による放熱効果をより効率的に行うために、複数のフィンを設けている。

また、インペラの段数が11段であり軸受スパンが比較的長くなることから、回転体のたわみに追従できるようにラジアル軸受にはジャーナル軸受を採用している。

Boosterポンプのスラスト軸受およびラジアル軸受はグリース潤滑としており、MOLポンプと同様に、ポンプ主軸に直結の自己空冷式としている。

- (4) 付属品や小配管など、ポンプベース上に搭載される各種機器をどのように配置するのかという点は、特に今回のような限られたスペースに設置されるポンプにおいて、顧客が安全に点検・計測・部品交換などの作業を行うために非常に重要である。

3D-CADによる全体モデリングを行うことによって、2Dでは表現することが困難であった機器レイアウトや分解・組立時のイメージを顧客と容易に共有することができ、機器配置の設計を顧客と協議しながら円滑にすすめることができた(図2)。

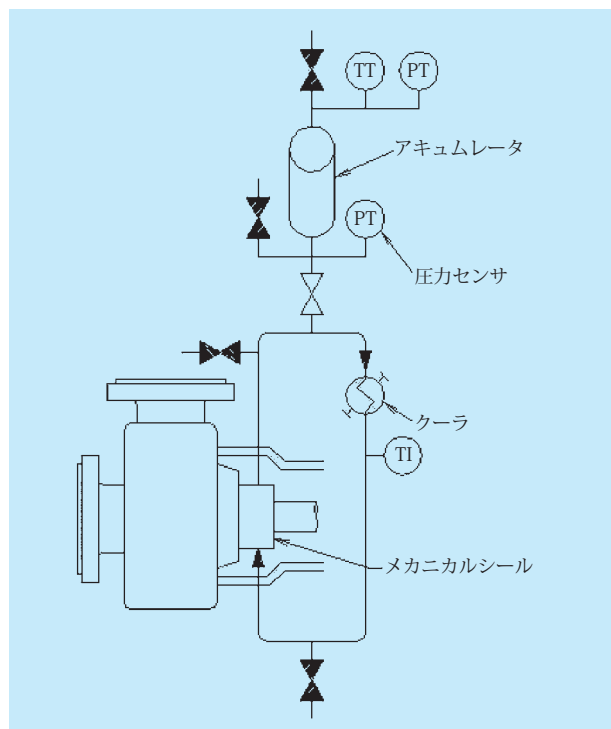


図1 API682 Plan 53B概念図
Fig.1 API682 Plan 53B Schematic

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3に示す。
今回納入した電気関連設備は、電気室に設置されるオペレータパネル、振動監視システム(VMS)、そしてポンプ近傍に設置される機器制御操作盤(UCP)、機側操作盤(LCS)である。

4-2 各機器の機能と特徴

- (1) 機器制御操作盤(UCP)
ポンプ、電動機、メカニカルシールシステムに搭載さ

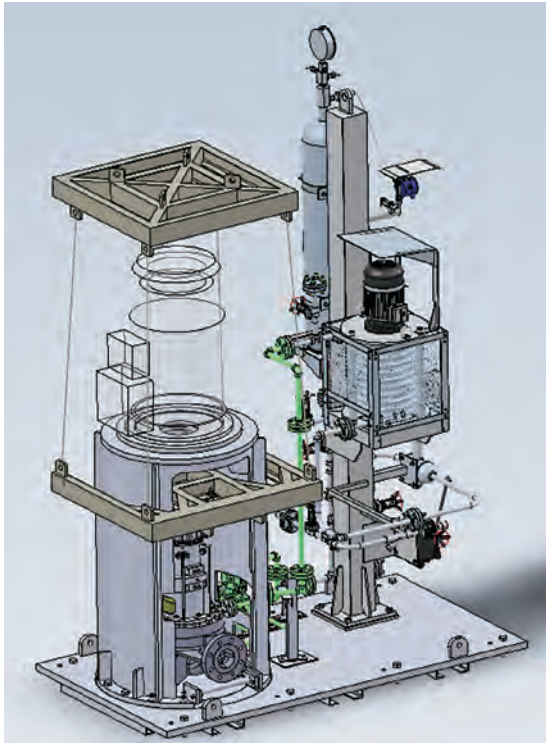


図2 ブースターポンプ3D-CADモデリング
Fig.2 Booster Pump Modeling by using 3D-CAD

システムの信頼性向上を図る目的でPLC (Programmable Logic Controller) は二重化されている。盤の正面扉には15インチの液晶タッチパネルディスプレイを備え、機器の稼働状況、各種計測値、補機を含めた連動運転・停止操作、センサ類の警報設定値の変更や操作ログの確認が可能である(図4)。

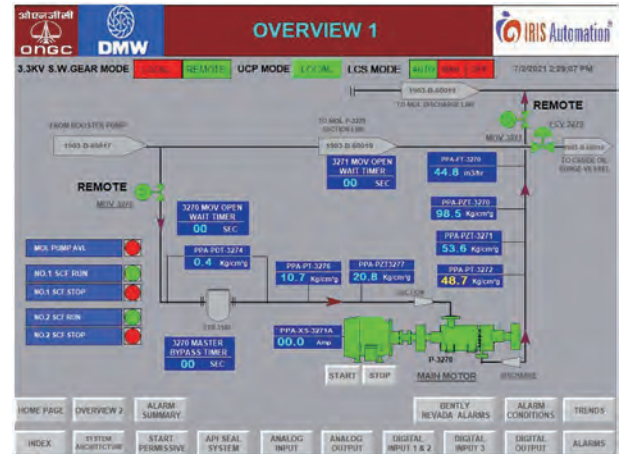


図4 UCP 監視画面
Fig.4 UCP Monitoring Screen

れている温度、振動、圧力などのセンサ類や、次に説明する振動監視システム、機側操作盤および客先設備などが接続され、ポンプの安全な運用に必要となるあらゆる情報が集約されている。

(2) 機側操作盤 (LCS)

ポンプ電動機およびメカニカルシール用の冷却ファン電動機の単体運転・停止操作が可能である。

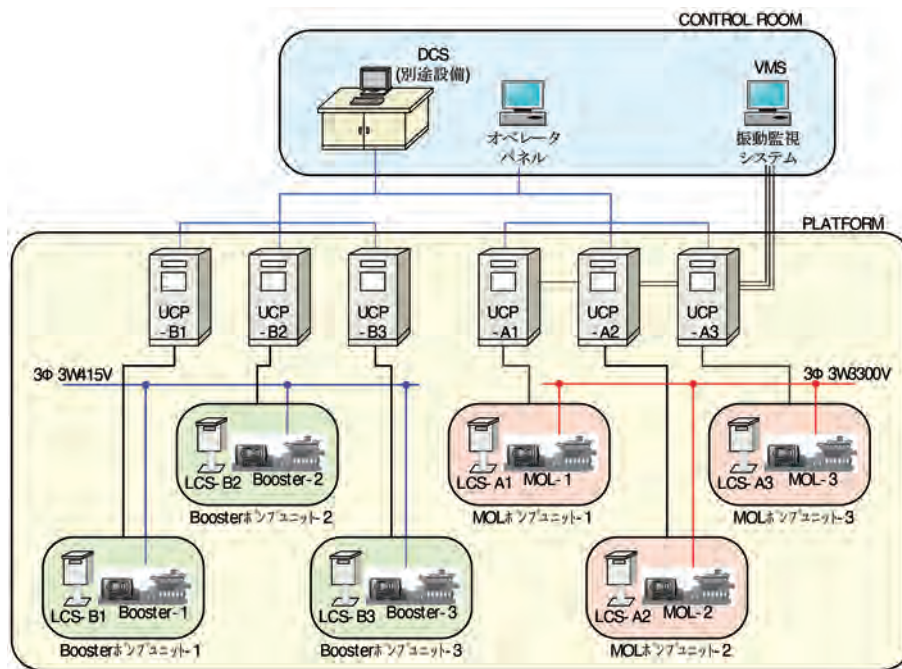


図3 システム構成図
Fig.3 System Architecture

(3) 振動監視システム (VMS)

ポンプおよび電動機に搭載されている振動、温度センサの計測データを、UCPに取付けられている振動監視装置を介して収集、監視する。さらに、各種振動データの位相解析および周波数解析の結果を、振動問題の解析に必要な各種グラフとして展開できる。この振動監視システム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. おわりに

当社は1982年にインドONGC社にMAIN OIL LINE PUMPを納入して以来、ポンプの高い信頼性が評価され、その後もMOLだけでなくプラットフォーム上の多種多様

なポンプを使用いただいている。

今回のプロジェクトにおいても、最重要機器の一つである hidrocarbon 圧送用のポンプとして当社を採用頂いたONGC社の期待に応えるべく、妥協のない設計・製造・品質管理・試運転を経て無事に出荷を完了することができた。

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

<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。



台湾電力公司DaTan発電所向け循環水ポンプ

秋山 祐 片山景市

Circulating Water Pump for Taiwan Power Company DaTan Power Plant

By Yu Akiyama and Keiichi Katayama

We have supplied 4 sets of Circulating Water Pumps and Sump physical model study for Taiwan Power Company (TPC) DaTan Unit 8 and 9 power project from Marubeni Corporation. DaTan Combined Cycle Power Plant is located in the northwest of Taiwan and after installation of Unit 8 and 9, an additional power generation capacity is 2 000 MW. The Datan Power Plant is operated by the state-owned Taiwan Power Company (TPC). The plant currently has seven units in operation, and is one of the largest natural gas-fired power plants in Asia. TPC manages 75% of the total electricity generation in Taiwan. The company is steadily expanding capacity in order to ensure a stable supply power for all of Taiwan.

1. はじめに

今回、丸紅株式会社殿より受注し、台湾電力DaTan複合火力発電所8号機、9号機向け、循環水ポンプ4台と水槽模型試験一式を納入した。DaTan発電所は台湾北西部の桃園市に位置し今回増設される8号機、9号機の総出力約2 000 MWになる。

この発電所は、台湾公営の台湾電力（台湾電力股份有限公司、Taiwan Power Company：TPC）が運営しているもので、現在7号機までが稼働しており、天然ガス焼き発電所としてはアジア最大級を誇っている。

台湾の総発電量の75%を担うTPCでは、台湾全土で円滑に電力を供給できるよう発電設備の能力増強が進められている。

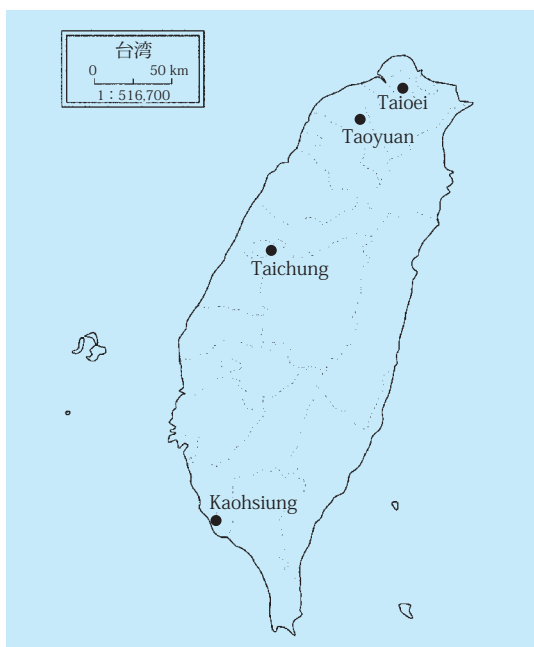


図1 DaTan発電所の位置
Fig.1 Location of Map

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。

2-1 ポンプ構造

本ポンプは維持管理性を向上するため、水路やポンプ井の止水を行わずにポンプ回転体を引抜くことのできるプルアウト式を採用している。回転体プルアウト式は次の特徴を有している。軸受ケース、水中軸受支えを、従

表1 ポンプ仕様

Table 1 Specifications of pump

形 式	立軸斜流ポンプ
吐出し口径	96inch
全 揚 程	22.5 m
吐 出 量	38 100 m ³ /h
出 力	3 350 kW
取 扱 流 体	海水
台 数	4

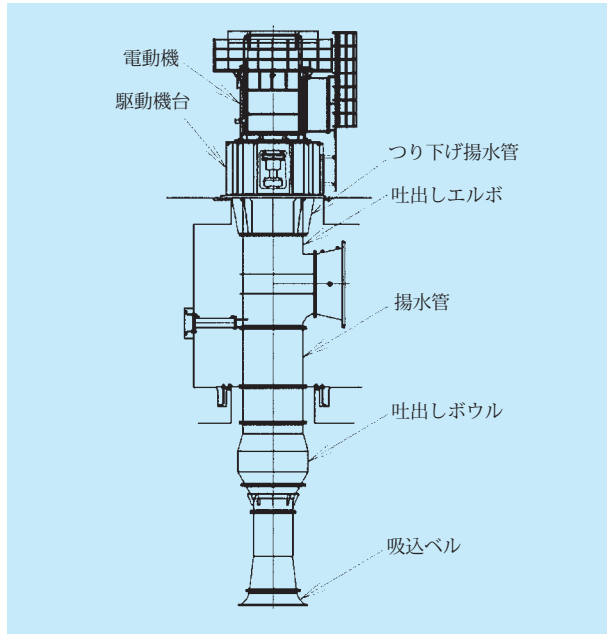


図2 ポンプ構造
Fig. 2 Configuration of pump

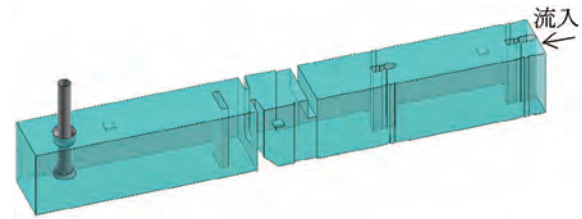


図3 ポンプ取水槽形状図
Fig. 3 Pump sump model

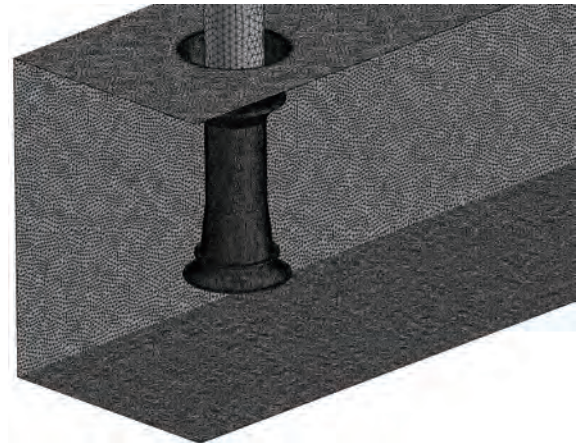


図4 ポンプ取水槽メッシュモデル
Fig. 4 Pump sump mesh model

来の外筒一体構造から、プルアウト構造に変更することで、ポンプ床下外筒部を水中に固定したままで、回転体および軸受を地上部へ引き抜くことが可能である。

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。

2-2 ポンプ材質

本ポンプの主要材質は、インペラが二相系ステンレス鋼、吐出しボウル・吸込ベル・吐出しエルボ・揚水管・つり下げ揚水管・駆動機台がSUS316Lの溶接品、主軸がSUS316Lのオールステンレス製ポンプである。

3. ポンプ取水槽渦発生防止検討

ポンプ取水槽において、ポンプの円滑な運転に支障をきたす有害な渦（空気吸込渦、水中渦）の発生の有無を評価することを目的に、流れ解析および模型水槽試験を実施した。

3-1 ポンプ取水槽流れ解析

本プロジェクトでは2台のポンプを納入するが、各ポンプおよび主水路は同一形状であり、上流側に十分な長さの直線部があるため1台のみを対象として流れ解析を行った。図3にポンプ取水槽形状を、図4にメッシュモデルを示す。

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。

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LLWLとした。流量は最大許容運転流量（仕様点流量の120%）とした。

解析ソルバーにはANSYS CFX 19.0を、ポスト処理にはFieldView 17を使用した。解析の結果、水中渦の発生が予想されたため、対策として渦流防止装置の検討を行った。

図5は解析結果よりFieldView 17を用いてポンプ周りの渦中心線および壁面の流れの様子（速度ベクトル・コ

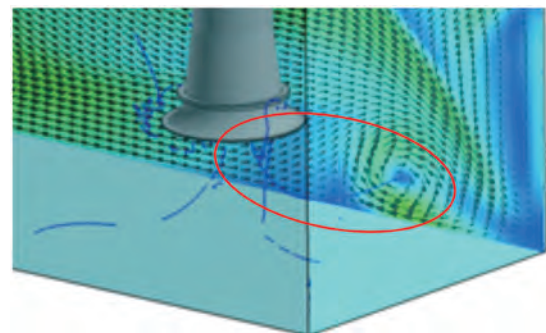


図5 解析結果
Fig. 5 Analysis result

ンター図) を可視化したものである。水槽壁面からポンプベルマウスへと連続してつながっている渦中心線があるため、水中渦が発達すると判断した。

一般的に水中渦の対策としてはプラス型渦流防止装置や三角柱が用いられる。本ポンプに対してはまず三角柱を取り付けて解析を行ったが、床面からの水中渦発生も予想されたため、最終的にはプラス型渦流防止装置と三角柱を併用することとなった(図6)。

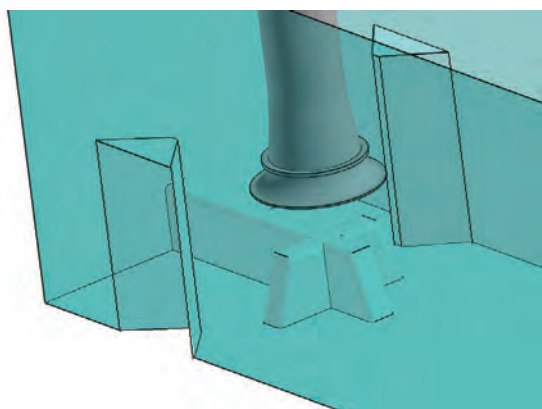


図6 渦流防止装置形状
Fig.6 Anti Vortex Devices

この結果、水表面や水槽床面、壁面からポンプベルマウスへと連続してつながる渦中心線は無くなった(図7)。従って、渦流防止装置を設置することで空気吸込渦および水中渦の発生はなくなると判断した。

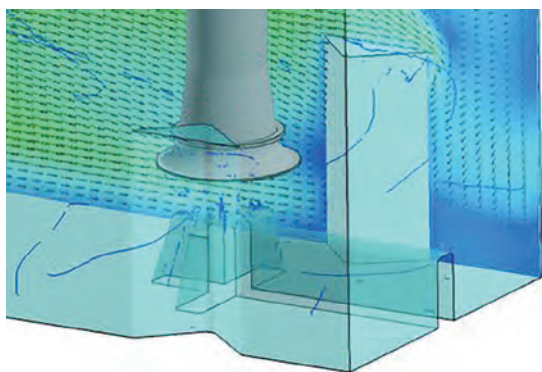


図7 渦流防止対策後解析結果
Fig.7 Analysis result with Anti-Vortex Devices



図8 模型水槽
Fig.8 Model Sump

3-2 ポンプ取水槽模型水槽試験

模型水槽試験においても流れ解析と同様に1台のみを試験対象とした。試験はANSI/HI (American National Standard for Rotodynamic Pumps for Pump Intake Design) 9.8-2018に基づいて行った。

まず、渦流防止対策なしでの水槽試験を行ったところ、流れ解析と同様に水中渦の発生が予想されるという結果となった。そこで流れ解析で設計した渦流防止装置を設置して再度試験を行った結果、水中渦が発生しないことを確認した。

また、顧客要望により、水槽内の水位変動も測定した。

4. 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Taiwan Power Company殿、丸紅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) 丸紅株式会社ホームページ (2021/10/7アクセス)
(<https://www.marubeni.com/jp/>)

<筆者紹介>

秋山 祐: 2009年入社。主に、立軸斜流ポンプの機器設計業務に従事。現在、水力機械設計部水力機械1課
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

BHS-SLQ-WIS Complexプラットフォーム向け 海水取水ポンプ

中村 祐太

Seawater Lift Pumps for BHS-SLQ-WIS Complex Platform

By Yuta Nakamura

DMW CORPORATION has supplied 3 sets of Seawater Lift Pumps for BHS-SLQ-WIS Complex Platform in India through L&T Hydrocarbon Engineering (LTHE).

Seawater Lift Pumps will be installed on NWIS-R (New Water Injection South-R) platform which is located about 200 km east of Mumbai, India. The pumps will be used to take seawater to supply cooling water with the equipment installed on the platform and to desalinate seawater. The pumps have very long shafts (about 32 m), and the material is applied super duplex stainless steel to perform long term in highly corrosive environment. The order was awarded in accordance with our lots of supply record of sea water pumps to offshore with various customers. We will introduce the details herein after.

1. はじめに

L&T Hydrocarbon Engineering LTD (LTHE) 殿より、海上プラットフォームBHS-SLQ-WIS Complex向けのSeawater Lift Pump (海水取水ポンプ) 3台を受注した。当該案件はインドのムンバイから約200 km西のアラビア海に位置する既設WISプラットフォームの改造および新規プラットフォームNWIS-R (New Water Injection South-R) の建設プロジェクトであり、2つのプラットフォームは隣接して建設される。プロジェクト完工は2021年を予定しており、インドの国営企業OIL & NATURAL GAS CORPORATION LTD (ONGC) 殿がオーナーとなり、原油・天然ガスの産出が行われる。今回受注した製品は、海水を取水し、プラットフォーム上まで揚水するためのポンプであり、床下長さ約32 mの長尺立軸ポンプである。本ポンプは新規プラットフォームNWIS-Rに設置される。当社はONGC殿向けなどの海水取水ポンプで多数の納入実績、運用実績を持ち、さらに一部の部品や購入品をDMW CORPORATION INDIA PRIVATE LIMITED (DMWインド社) を経由してインド国内メーカーにて製作、調達することによる製造コストを抑えた提案が評価され、今回の受注となった。以下に、今回の海水取水ポンプについて紹介する。

2. 海水取水ポンプ (Seawater Lift Pump)

海水取水ポンプは、主にプラットフォームの機器を冷却する目的で海水取水するためのポンプである。プラットフォームの重要機器のひとつであるため高い信頼性が求められる。液質は海水であり、かつ海上施設に据え付けられるポンプであるため使用条件は過酷であり、設計においては構造や材質選定に十分留意する必要がある。海面からプラットフォームのポンプ設置場所までは高さがあるため、長尺の立軸ポンプとなり、振動対策検討を十分に行う必要がある。以下に、海水取水ポンプの特徴を述べる。

2-1 ポンプ仕様と構造

本ポンプの仕様(表1)および構造(図1)の特徴は以下の通りである。

- ① 本ポンプは電動機直結駆動の一床式立軸斜流ポンプである。
- ② 海上施設での長期運用とメンテナンス回数の低減を考慮し、接水部部品の材質は耐腐食性が極めて良好なスーパー二相ステンレスを採用している。
- ③ 床下長さ約32 mの長軸ポンプのため、振動解析を実施しており軸振動などの検討を十分に行っている。
- ④ 揚水管と吐出配管が長い場合、高い全揚程の指定

表1 ポンプ仕様
Table 1 Pump Specifications

用途	海水取水ポンプ
形式	一床式立軸斜流ポンプ
台数	3
吐出し口径 (inch)	20
全揚程 (m)	107
吐出し量 (m ³ /h)	2 500
出力 (kW)	1 100
液質	海水
段数	2

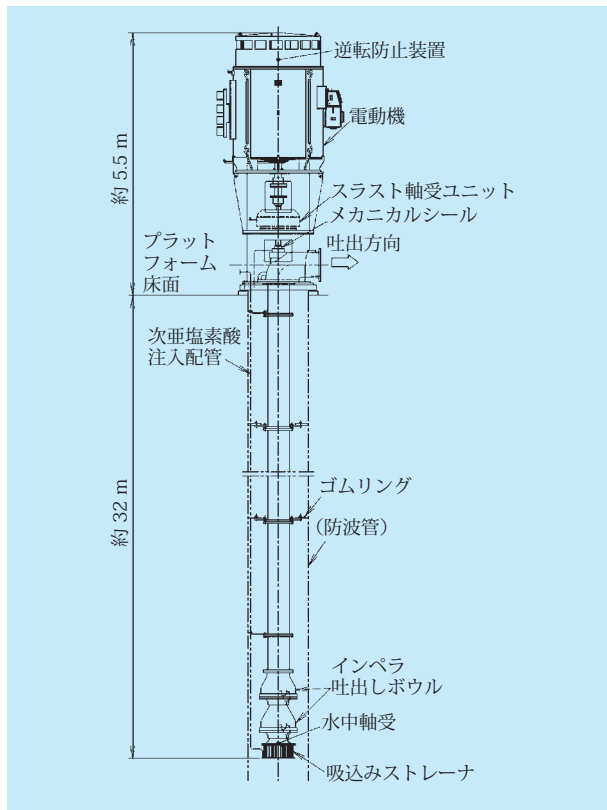


図1 海水取水ポンプ構造図
Fig.1 Outline drawing of Seawater Lift Pump

があり、性能を満足させるためにインペラと吐出しボウルは二段としている。

- ⑤ サイクロンなどによる波浪に対応するため、プラットフォームには防波管 (LTHE殿製作) が設置され、その中にポンプが挿入される。防波管との衝突防止や揺れによるポンプへの影響を最小限にするため、ポンプケーシング外筒部にゴムリングを装着している。
- ⑥ スラスト荷重はポンプに取り付けたスラスト軸受

ユニットで支持している。全揚程が高いことからスラスト荷重が大きい、すべり軸受であるティルティングパッド軸受を採用することにより大きなスラスト荷重でも長時間の運用に耐え得るようにしている。

- ⑦ ポンプ逆回転中に再起動した場合、回転体に過トルクが発生し、ポンプが損傷する恐れがある。これを防ぐために、機械式の逆転防止装置を設置してポンプ内水落水時にも逆回転しないようにしている。
- ⑧ ポンプ、配管、機器を海洋生物から保護するため、次亜塩素酸をポンプ吸込口から吸入できる配管を具備している。
- ⑨ 海上の異物吸込防止用として吸込ストレーナを具備している。
- ⑩ 軸封装置はメカニカルシールとしており、顧客要求のAPI規格に準拠したものとしている。

2-2 ポンプ材質

揚液は腐食性の高い海水であることから、耐食性を考慮した材質となっている。接液部となるインペラ、主軸、ケーシング部品は耐食性が極めて高いスーパー二相ステンレスを採用した。一部部品の材料調達および製作はDPICL経由でインド国内の材料メーカ、加工メーカにて行うことで製造コストを下げた。インド国内メーカにおいてもポンプ製造に必要なASTM規格の材料が供給可能であり、すべての鋼材でASTM規格の材料証明書が付与され、当社三島事業所の品質保証部門にて材料証明書での品質の確認を行っている。また、組立上やむを得ず生じる各部品間の隙間には充填剤を施工し、スーパー二相ステンレスにおいても生じ得る隙間腐食を防止することで、腐食対策に万全を期している。

非接液部となる軸受台、駆動機台については、経済性を考慮して炭素鋼：SS400としている。塗装はISO12944カテゴリC5-M (用途：高腐食環境 (海洋))



図2 海水取水ポンプ インペラ
Fig.2 View of the seawater lift pump impellers

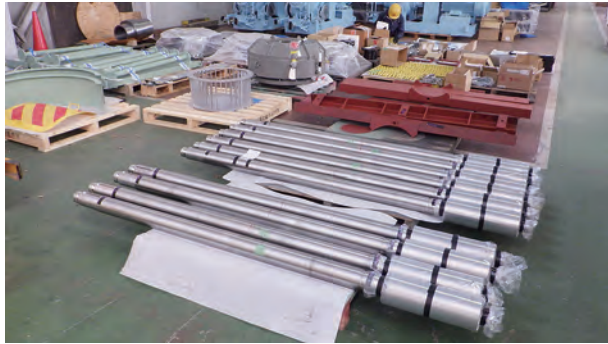


図3 海水取水ポンプ 主軸

Fig.3 View of the seawater lift pump rotating main shafts



図6 耐圧試験の様子

Fig.6 View of hydraulic pressure test in DMW shop



図4 海水取水ポンプ 揚水管

Fig.4 View of the seawater lift pump column pipes

以上の内水圧を負荷して、製品の安全性を評価した。社内試運転(図7)は、実機モータ(図8)、メカニカルシール、スラスト軸受ユニットなどを使用し、計測機器や小配管などの付属品を設置した状態で行った。

性能試験結果については、顧客要求を満足するポンプ性能が得られた。また、ポンプの各部における振動や軸受温度の機械的な健全性の評価を行い、いずれも顧客の仕様を満足する結果が得られ、立会検査も合格となった。



図5 海水取水ポンプ 床下組立品

Fig.5 View of the seawater lift pump assembly



図7 工場試運転前の組立の様子

Fig.7 View of the seawater lift pump assembly

に準拠し、海上施設向けポンプの塗装として十分な耐食性、耐候性を有する仕様としている。

2-3 社内試験

耐圧試験(図6)では工場にてケーシング部品を全て連結して実際の使用状況を模擬し、最高使用圧力の1.5倍



図8 海水取水ポンプ駆動用電動機

Fig.8 View of the motors for the seawater lift pumps driving

3. おわりに

海上プラットフォームBHS-SLQ-WIS Complex向けのSeawater Lift Pump(海水取水ポンプ)の概要を説明した。本プロジェクトは、2021年の完工を目指しており、現地での据付工事が進められている。コロナウィルスのパンデミック終息の兆しが見えつつある中での経済活動の再開で、原油・天然ガス価格が上昇しており、インドにおける当該施設の重要性はますます高くなるものと推察される。

プラットフォームの重要機器のひとつである海水取水ポンプは高い信頼性と設置コスト低減が求められており、当社はこれまでの納入実績と技術力を高く評価され、さらに一部部品をDMWインド社にて製作、調達することで製造コストを抑えることで、今回の受注に繋がったものである。そのほかにも既設WISプラットフォームに

おいては横軸片吸込渦巻プロセスポンプや横軸両吸込渦巻プロセスポンプなどをDMWインド社にて受注している。

今後ともDMWインド社と協力の上で、顧客の要望に応え、設備の重要性を十分に認識して信頼性の高い製品を提供し、顧客に満足して頂けるよう努力していく所存である。

<参考文献>

- (1) ISO12944 : Paints and varnishes — Corrosion protection of steel structures by protective paint systems

<筆者紹介>

中村 祐太：2014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1課



上越火力発電所第1号機向け 循環水ポンプ、海水昇圧ポンプ、軸受冷却水ポンプ

秋山 祐 海野 亮

Circulating Water Pumps, Seawater Booster Pumps and Bearing Cooling Water Pumps for Joetsu Thermal Power Station Unit No.1

By Yu Akiyama and Ryo Unno

We have been producing many circulating water pumps to the electric power company since about 1953. These circulating water pumps are one of the most important pumps of the thermal power turbine system. Unit 1 of the Joetsu Thermal Power Station of Tohoku Electric Power Co., Inc. is a 572MW gas turbine combined cycle power plant with advanced technology, which is under construction with the aim of commencing commercial operation in December 2022.

We manufactured and delivered circulation water pumps, Seawater booster pumps and bearing cooling water pumps to the Joetsu thermal power station. We will introduce the outline as follows.

1. はじめに

東北電力株式会社殿上越火力発電所は2022年12月の営業運転開始を目指し建設中の火力発電所であり、最先端技術を有した57.2万kWガスタービンコンバインドサイクル発電設備である。発電効率として、世界最高水準の熱効率63%以上を目指し、電力需要に合わせた発電出力の調整や起動・停止などの運用性向上により、電力の安定供給への貢献が期待されている。

当社は発電設備の補機である、循環水ポンプ、海水昇圧ポンプ、軸受冷却水ポンプの3機種を納入した。以下にこれらのポンプの概要について紹介する。

2. ポンプ仕様

表1にそれぞれのポンプ仕様を示す。

3. 循環水ポンプ

3-1 循環水ポンプの構造と特徴

循環水ポンプは、タービンを回した蒸気を水に戻すために復水器に冷却材として海水を供給するためのものであり、タービン系の重要補機のひとつである。

ポンプ外形図を図1に示す。

ポンプ形式は、一床式立軸斜流ポンプであり、主軸一本構造で中間軸継手を持たず、軸受注水配管および計装機器を無くし、シンプルな構造の設備となっている。

3-2 ポンプ材質

主要部品の材質は、回転体のうちインペラにはステンレス鋼SCS14、主軸にはステンレス鍛造品SUS316を使用し、ケーシングのうち吸込バルブ・吐出しボウル・吐出しエルボには铸铁品2% NiFC、つり下げ揚水管には軽

表1 ポンプ仕様

Table 1 Specifications of pumps

形 式	立軸固定翼斜流ポンプ	横軸両吸込渦巻ポンプ	横軸両吸込渦巻ポンプ
用 途	循環水ポンプ	海水昇圧ポンプ	軸受冷却水ポンプ
口 径 (mm)	吐出し1 500	吸込350×吐出し250	吸込250×吐出し150
全 揚 程 (m)	20.5	12	55
吐 出 量 (m ³ /h)	18 900	800	650
出 力 (kW)	1 380	37	150
取 扱 流 体	海水	海水	軸受冷却水
台 数	2	2	3

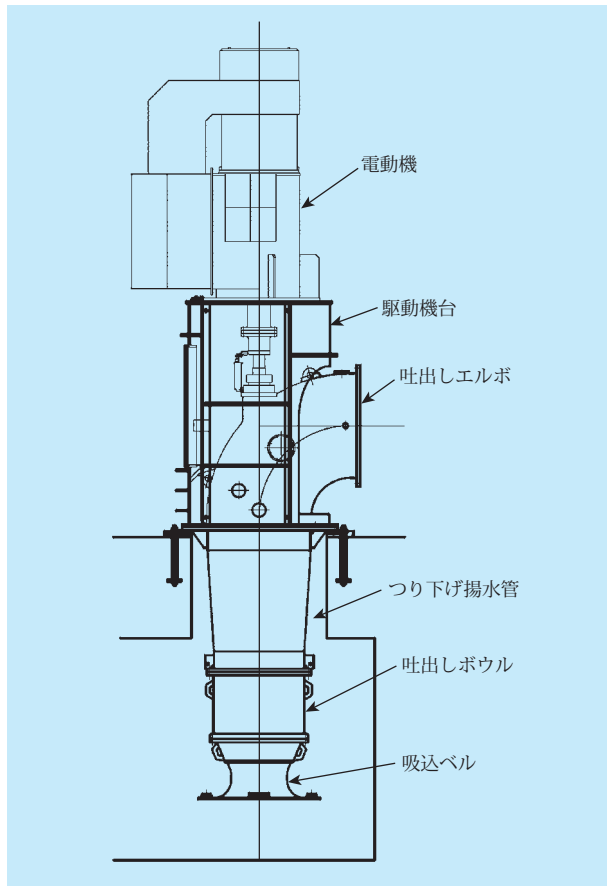


図1 ポンプ外形図
Fig. 1 Configuration of pump

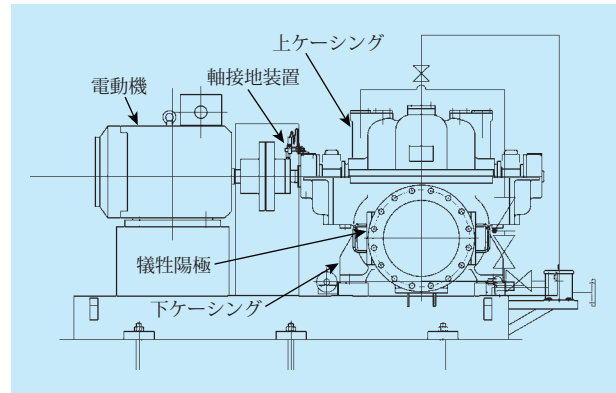


図2 ポンプ外形図
Fig. 2 Configuration of pump

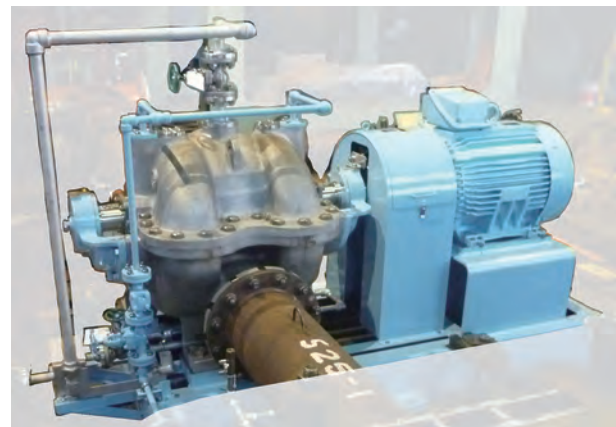


図3 ポンプ外観
Fig. 3 Outline of pump

量化的観点から鋼板溶接品SS400を採用した。これらの材質は重防食塗装との組み合わせにより海水ポンプにおける耐食性が確保される。

吐出しボウル流水面には砂などによる浸食および耐食性を考慮し、ガラスフレークライニングを採用し、その他海水接水部にはエポキシ樹脂系塗料と防汚塗料を採用している。ポンプの定期的なメンテナンスを実施することで、経年使用においても問題無く長寿命が実現される。

また、塗装が損傷した場合に備え、吸込ベル外側にはアルミニウム合金製犠牲陽極を用いた流電陽極方式の電気防食装置を設置し、軸接地装置により回転体アースを行い、防食効果を向上させている。

4. 海水昇圧ポンプ

4-1 海水昇圧ポンプの構造と特徴

海水昇圧ポンプは、冷却水として熱交換器へ供給される海水を昇圧するために使用される。

ポンプ外形図を図2に、外観を図3に示す。

ポンプ形式は、横軸両吸込ポンプである。ケーシングは水平二つ割構造であり、上部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ている。

4-2 ポンプ材質

主要部品の材質は、回転体のうちインペラにはステンレス鋼SCS14、主軸にはステンレス鋼SUS316を使用し、ケーシングにもステンレス鋼SCS14を採用している。

ケーシング内面には防食を目的として塗装を実施するとともに、各隙間には隙間充填剤を施工している。また、吸込ノズル部分にアルミニウム合金製犠牲陽極を用いた流電陽極方式の電気防食装置を設置し、軸接地装置により回転体アースを行い、防食効果を向上させている。

5. 軸受冷却水ポンプ

5-1 軸受冷却水ポンプの構造と特徴

軸受冷却水ポンプは、タービンやモータなどの軸受を冷却する冷却水ラインへの送水に使用される。

ポンプ外形図を図4に、外観を図5に示す。

ポンプ形式は、横軸両吸込ポンプである。ケーシングは水平二つ割構造であり、上部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ている。

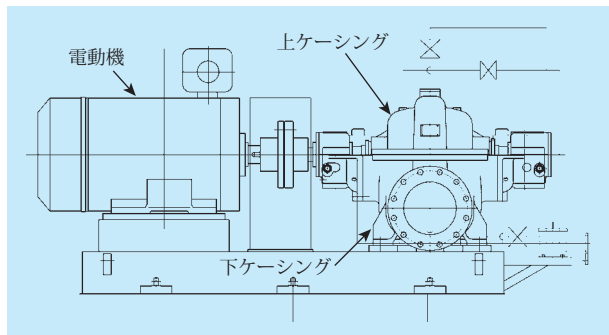


図4 ポンプ外形図

Fig.4 Configuration of pump



図5 ポンプ外観

Fig.5 Outline of pump

5-2 ポンプ材質

主要部品の材質は、回転体のうちインペラにはステンレス鋼SCS13、主軸にはステンレス鋼SUS403を使用し、ケーシングはねずみ鉄FC250を採用している。

6. おわりに

今回、上越火力発電所の新設にあたり、循環水ポンプ、海水昇圧ポンプ、軸受冷却水ポンプを納入させて頂いた。納入したそれぞれのポンプは発電設備において重要な機器であり、電力の安定供給、電力需要に合わせた発電出力の調整や起動・停止などに対応するため、通常よりもさらに高い設備の信頼性を確保しなくてはならない。

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て、常に信頼性の高い製品を提供し、満足して頂けるよう努力していく所存である。

最後に本ポンプの計画、製作にあたり、終始適切な助言と御指導を頂いた東北電力株式会社殿ならびに三菱重工業株式会社殿の関係各位に厚く御礼申し上げます。

<筆者紹介>

秋山 祐：2009年入社。主に、立軸斜流ポンプの機器設計業務に従事。現在、水力機械設計部水力機械1課。

海野 亮：2011年入社。主に、横軸ポンプの機器設計業務に従事。現在、水力機械設計部水力機械1課。

静岡県静岡市殿 清開ポンプ場汚水ポンプ機械設備改築工事受注

このたび、静岡県静岡市より清開ポンプ場汚水ポンプ機械設備改築工事を受注した。清開ポンプ場は静岡市清水区に位置し、排水区域102ha、汚水中継量5.6 m³/min、雨水排出量730 m³/minの機能を有する設備である。汚水ポンプ設備は設置から30～50年が経過しており、設備の老朽化のため本工事にて全台が更新される。

本工事においては、既設機器の撤去、表1に示すポンプ設備の製作・据付のほか、汚水ポンプ井の防食工事も含まれている。ポンプ場の稼働を確保しながらの施工と

なるため難易度が高く、また別途工事として電気設備工事も同時期に施工されるため、綿密な施工計画、工程管理が必要とされる。

静岡県に製作工場を有する当社として、地元静岡市殿のポンプ設備工事を施工することは、技術力継承、安全施工の継続に不可欠であり、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：島田裕介)



図1 既設ポンプ写真

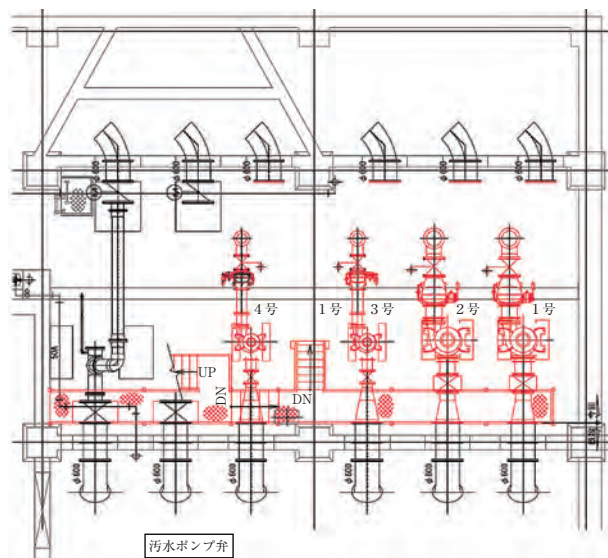


図2 据付平面図

表1 更新ポンプ仕様

ポンプ名称	形式	吐出し量	全揚程	取扱流体	電動機出力	台数
No.1,2 汚水ポンプ	口径400 mm 立軸渦巻斜流ポンプ	19.72 m ³ /min	30.4 m	汚水	150 kW	2
No.3,4 汚水ポンプ	口径250 mm 立軸渦巻斜流ポンプ	3.78 m ³ /min	30.9 m	汚水	37 kW	2

三重県津市上下水道事業局殿 半田川田ポンプ場向け排水ポンプ設備受注

このたび、三重県津市上下水道事業局より半田川田ポンプ場ポンプ設備築造工事を受注した。

当ポンプ場は、周辺ポンプ場が立地条件などの問題から増設が困難な状況であるため、雲出川左岸流域下水道半田川田排水区の浸水対策の一環として新設されるポンプ場である。計画排水量は $13.319 \text{ m}^3/\text{s}$ で3台のポンプの設置が計画されており、本工事ではそのうちの1台を

新設する。

今回製作するNo.3排水ポンプの仕様は、口径900 mm \times 150 m^3/min \times 7.4 m \times 260 kW \times 1台であり、ポンプベースは水密構造と耐震対策対応構造としている。

現在、2023年2月の完成を目指して鋭意設計・製作中である。

(文責：小松 遼)



図1 機場写真

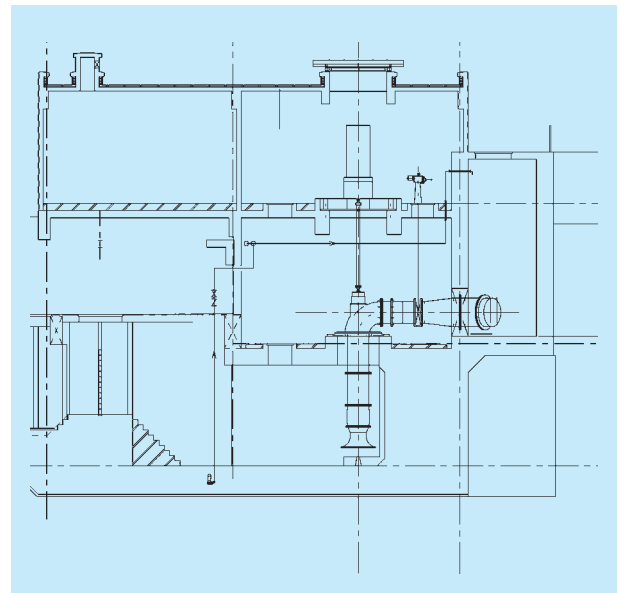


図2 据付図

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
No.3排水ポンプ	口径900 mm 立軸斜流ポンプ	$150 \text{ m}^3/\text{min}$	7.4 m	雨水	260 kW	1

大阪府北部流域下水道事務所殿 摂津ポンプ場向け雨水ポンプ設備受注

安威川流域下水道は淀川水系安威川流域を処理区とし、昭和45年に千里丘陵で開催された万国博覧会会場の汚水を処理するため全国で最初に供用開始した流域下水道である。摂津ポンプ場は、その安威川流域事業の重要施設であり、このたび当社が製作および設置後30年を経過したNo.2およびNo.3雨水ポンプ2台について更新工事が発注され、受注した。当該工事は、設備の老朽化対策と同時に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（吐出量563 m³/minから672 m³/minへの増強）した雨水ポン

プを更新することによって、雨水ポンプ場の予備機設置を目的としている。

特徴として当該ポンプは分流式下水道の雨水ポンプであり、高流速型・無注水式・回転数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、「流れ解析シミュレーション」を行い、渦流防止対策の検討を実施する。現在令和6年5月完成に向けて設計・製作中である。

（文責：弘田幸治）

表1 既設ポンプ仕様

ポンプ名称	形式	吐出量	全揚程	取扱流体	原動機出力
No.2、No.3雨水ポンプ	口径2 000 mm 立軸斜流ポンプ	563 m ³ /min	20 m	雨水	4 000PS

表2 更新ポンプ仕様

ポンプ名称	形式	吐出量	全揚程	取扱流体	原動機出力
No.2、No.3雨水ポンプ	口径2 000 mm 立軸斜流ポンプ	672 m ³ /min	18.6 m	雨水	2 970 kW

広島市下水道局殿 鶴見ポンプ場No.3雨水ポンプ設備工事受注

広島市中心市街地約2 600haは、太田川デルタの低地部に位置し、都市機能が集積していることから、浸水の安全度を向上させるため、10年に1回程度降る強い雨（1時間53 mm）が降っても浸水しないことを目標に雨水幹線などの施設整備が進められている。

特に、中心市街地約2 600haのうち、深刻な浸水被害が発生している約2 000haの区域を、早期の浸水被害解消に向けて、雨水幹線や雨水ポンプ場の整備を進めており、改築しなければ処理機能・ポンプ機能の損失に繋がると判断された施設については、施設の一部を取り換え、利用可能な部分を引き続き使用する「長寿命化」や、全体を取り換える「更新」などの適切な対策が講じられている。

鶴見ポンプ場は広島市中区の中心市街地に位置し、流

入する雨水を京橋川に放流している施設である。

本ポンプ場は1953年7月に稼働したポンプ場で、稼働から半世紀以上が経過している現在も、No.1、No.2、No.4雨水ポンプ（口径700 mm立軸斜流ポンプ）、No.3雨水ポンプ（口径700 mm横軸斜流ポンプ）の計4台が稼働している。

このたび、受注したNo.3雨水ポンプ設備更新工事は、既設の口径700 mm横軸斜流ポンプから口径600 mm減速機搭載型立軸斜流ポンプへ更新する工事である。

当社としては、広島市下水道局への減速機搭載型立軸ポンプの納入は初めてとなる。

現在2023年3月の工事完成を目指し、設計・製作中である。

（文責：斎藤洋勝）

表1 既設ポンプ仕様

ポンプ名称	形式	吐出し量	全揚程	原動機出力
No.3雨水ポンプ	口径700 mm横軸斜流ポンプ	67.0 m ³ /min	4.5 m	110PS

表2 更新ポンプ仕様

ポンプ名称	形式	吐出し量	全揚程	原動機出力
No.3雨水ポンプ	口径600 mm減速機搭載型立軸斜流ポンプ	67.0 m ³ /min	4.5 m	90 kW

川崎重工業株式会社殿 宇宙航空研究開発機構殿調布航空宇宙センター御用 乾燥空気製造設備第3球貯気槽用ロート弁受注

このたび、川崎重工業株式会社殿 宇宙航空研究開発機構殿（以下JAXA殿）調布航空宇宙センター御用 乾燥空気製造設備第3球貯気槽の更新工事に伴う貯気槽元弁であるロート弁を受注した。

本ロート弁はJAXA殿の風洞設備における貯気槽元弁

として、貯気槽から高圧導管へ圧縮空気を送風する導管の元弁としての機能のほか、緊急遮断弁としても使用されており、1976年に納入以来45年に渡り使用頂いた機器の更新機として新たに製作するものである。

（文責：長沢博仁）

表1 ロート弁仕様表

機器名称	口径・形式	使用圧力	使用流量	台数
貯気槽元弁	700R-P/H	1.96 MPa	1 100 kg/s	1



図1 JAXA殿調布航空宇宙センター

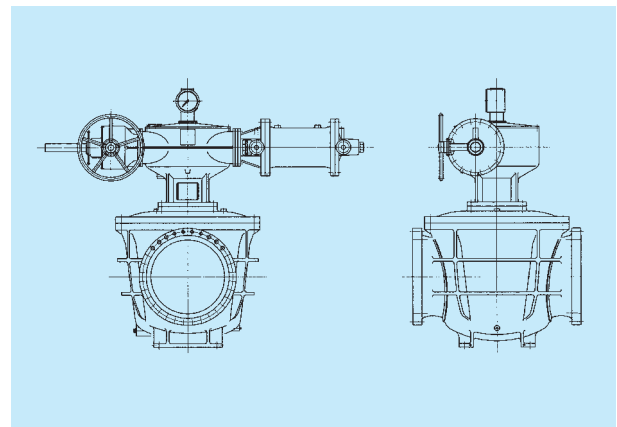


図2 断面図

インド・HPCL RAJASTHAN REFINERY LIMITED製油所向け 立軸ポンプ計8台受注

このたび当社は、インドのL&T Hydrocarbon Engineering 経由でHPCL RAJASTHAN REFINERY LIMITED向け、インド北部のRajasthan製油所に使用されるSKIMMED OIL PUMPを2台、AROMATICS BLOWDOWN SUMP PUMP No.1を2台、AROMATICS BLOWDOWN SUMP PUMP No.2を2台、AROMATICS BLOWDOWN SUMP PUMP No.3を2台の計8台受注した。

本ポンプユニットは主にポンプ、電動機、ダブルメカニカルシールとシールプラン53Bから構成される。

ポンプ仕様を表1に示す。ポンプはAPI610規格に準拠した電動機駆動の立軸多段渦巻ポンプである（Type VS2）。

DCIPL（DMWインド社）にて材料調達／組立／検査を実施することでコスト低減を図り受注に至った。今後もDCIPLと協力し、インド向け案件の受注を目指していく所存である。

（文責：森脇美文）

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
SKIMMED OIL PUMP	口径 40 mm 立軸多段渦巻ポンプ	3.6 m ³ /h	58.5 m	SKIMMED OIL	5.5 kW	2
AROMATICS BLOWDOWN SUMP PUMP No.1	口径 40 mm 立軸多段渦巻ポンプ	2.5 m ³ /h	55 m	AROMATICS	5.5 kW	2
AROMATICS BLOWDOWN SUMP PUMP No.2	口径 40 mm 立軸多段渦巻ポンプ	2.5 m ³ /h	54 m	AROMATICS	5.5 kW	2
AROMATICS BLOWDOWN SUMP PUMP No.3	口径 40 mm 立軸多段渦巻ポンプ	2.5 m ³ /h	56 m	AROMATICS	5.5 kW	2

関東地方整備局 安全管理優良受賞者表彰の取得

1. はじめに

令和3年7月15日、国土交通省 関東地方整備局長殿より、過去3年間（H31年度～R3年度）に竣工した関東地方整備局殿の発注工事すべてを表彰対象とした『安全管理優良受賞者表彰（局長表彰）』を受賞した。

これに伴い、令和3年7月15日から令和4年3月31日までの期間で、関東地方整備局発注の一般競争参加入札方式の工事にて『評価項目：優良工事表彰受賞の有無』で加点要素（3点）の権利を得ることができた。

2. 受注の経緯

本表彰の対象工事については、いままで一般土木とアスファルト舗装の2工種が対象となっていたが、令和2年度から対象工種を拡大し、機械設備工事も対象となった。今回の表彰は機械設備工事が対象となってから初の受賞となる。

表彰の条件としては、関東地方整備局殿の発注工事で累計完成工事量が多く、無事故を継続している受注者が対象となっている。

当社においては、近年の関東地方整備局発注工事の受注量の増加、継続した無事故実績を評価頂き、今回の『優良』工事の取得に繋がった。



図1 優良工事表彰

3. 優良工事対象工事

- (1) H30中部横断楕根第四トンネル換気設備工事
発注事務所：甲府河川国道事務所
機種：1030 mmジェットファン 新設×5台
工期：2018年6月8日～2019年8月30日

- (2) H30十日川排水機場自家発電設備修繕工事
発注事務所：利根川下流河川事務所
機種：自家発電設備 更新×2式
工期：2019年8月15日～2020年3月25日
- (3) R1年鳴戸川排水施設ポンプ設備災害復旧工事
発注事務所：常陸河川国道事務所
機種：自家発電設備 更新×1式
工期：2020年3月27日～2021年3月31日
- (4) R1根本排水機場ポンプ設備修繕工事
発注事務所：江戸川河川事務所
機種：主原動機 現地整備×1式
機種：監視制御 設備更新×1式
工期：2020年4月17日～2021年3月26日
- (5) R1通殿川排水機場ポンプ設備更新工事
発注事務所：荒川上流河川事務所
機種：自家発電設備 更新×2式
機種：受変電設備 更新×1式
工期：2020年4月24日～2021年3月31日
- (6) R1矢切排水機場ポンプ設備修繕工事
発注事務所：首都国道事務所
機種：主ポンプ 工場整備×2台
機種：自家発電設備 現地整備×1式
工期：2020年8月25日～2021年3月25日
- (7) R2根本排水機場ポンプ設備修繕工事
発注事務所：江戸川河川事務所
機種：主原動機 現地整備×1式
工期：2021年4月20日～2022年3月25日
- (8) R2通殿川排水機場ポンプ設備修繕工事
発注事務所：荒川上流河川事務所
機種：主原動機・主減速機 更新×1式
工期：2021年4月21日～2022年1月31日

4. おわりに

工事の施工にあたって関東地方整備局殿の御指導・御協力を頂き、すべての工事を無事故で竣工できましたこと、深く感謝申し上げます。

(文責：大林俊介)

大阪府都市整備部長殿より優良工事表彰を受賞

— 寝屋川流域下水道 菊水ポンプ場 雨水ポンプ設備更新工事 (その1) —

1. はじめに

2021年3月に完成した雨水ポンプ設備更新工事において、大阪府都市整備部長殿より「第22回大阪府都市整備部優良建設工事表彰」を受賞した。

2. 表彰工事

工 事 名：寝屋川流域下水道 菊水ポンプ場
雨水ポンプ設備更新工事 (その1)

工 期：2017年8月31日～2021年3月12日

機 種：φ1000VVF-IGE×2台
(減速機搭載型立軸斜流ポンプ)

工事内容：2、4号雨水ポンプ(口径1000mm)の更新工事。横軸ポンプから立軸斜流ポンプに更新。

3. 表彰理由

機場全体および周辺道路が狭く、数多くの設備工事の中でも難易度が高いとされていた。その中で施工体制・配置技術者・対外関係は満点を獲得した。出来栄えや工程管理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。これらが評価され都市整備部長表彰の対象となった。

4. おわりに

今回の表彰は大阪府東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)

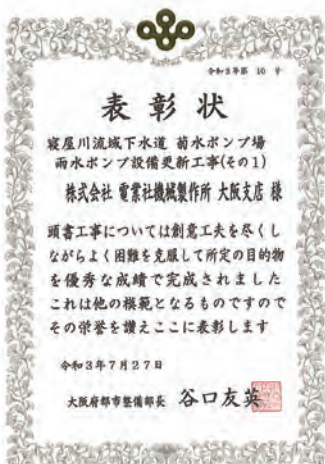


図1 表彰状



図2 表彰式

堺市上下水道事業管理者殿から優良工事表彰を受賞 －石津水再生センター1系送風機設備更新工事－

1. はじめに

令和2年度に完成した「石津水再生センター1系送風機設備更新工事」において、堺市上下水道事業管理者殿から「令和3年度堺市上下水道局優良建設工事表彰」を受賞した。

2. 表彰工事

(1) 工事名

石津水再生センター1系送風機設備更新工事

(2) 機種

口径300/250鋳鉄製多段ターボブロウ

(鋳鉄製AM-Turbo[®])×2台

(3) 工期

平成31年1月30日~令和2年5月29日

(4) 工事概要

昭和46年に設置した1系送風機設備の老朽化に伴い更新工事を実施した。

3. 拝受理由

堺市上下水道局発注の建設工事において「令和2年度に完成した全工事の中で、工事成績評定点が上位の工事成績であること、かつほかの模範となる施工者であること」という表彰基準を満たしたためです。

4. おわりに

今回の表彰は堺市上下水道局殿のご指導、ご協力なくしては成しえないものであり、改めて感謝申し上げます。また、本工事に携わられた関係各社および関係者の方々にご協力賜りましたことにも厚くお礼申し上げます。

(文責：北川達也)

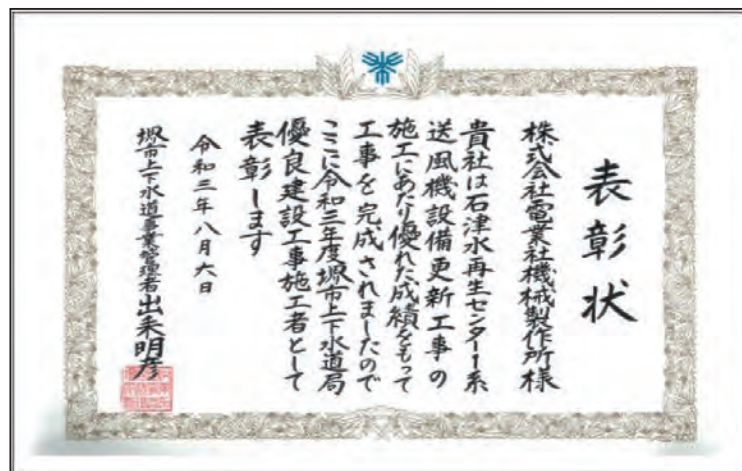


図1 表彰状

名古屋市殿から都市美化活動による感謝状を拝受

1. はじめに

令和3年3月に名古屋市殿より都市美化活動を積極的に推進したことが認められ感謝状を拝受しました。

2. 都市美化活動内容

(1) 活動日時

毎月第1月曜の朝8:30～8:45の15分間

(2) 活動期間

第1回目を平成28年3月に実施し、現在も継続的に毎月実施

(3) 活動場所、内容

名古屋市中区栄二丁目4番周辺のごみ・空き缶・ペットボトルなどを拾う清掃活動

3. 拝受理由

平成28年3月から毎月の清掃活動を約4年間継続し、年に一度開催される名古屋市殿主催のクリーンキャンペーンにおいても積極的に参加したことが評価されたと考えます。

4. おわりに

今回の感謝状は継続的に美化活動を行ってきた結果と考えております。今後も名古屋市内の美化活動を通して、名古屋市殿および地域への貢献が出来ればと考えております。

(文責：千葉 誠)

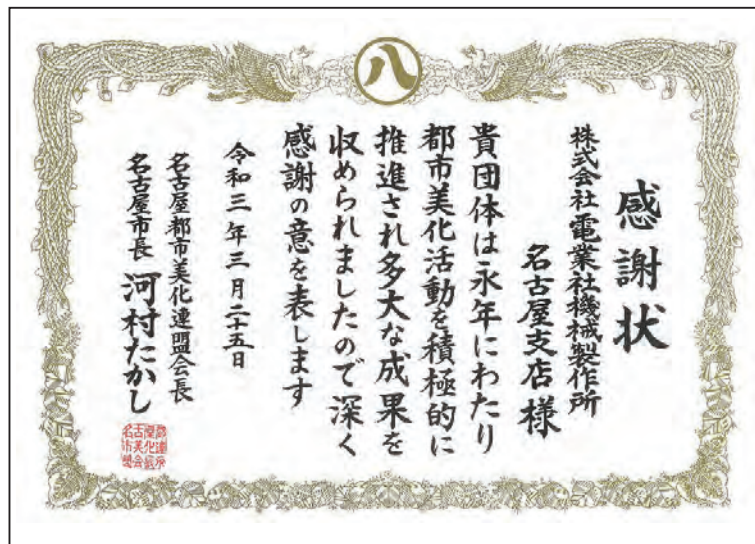


図1 感謝状

日本下水道事業団より「感謝状」

令和3年11月5日、日本下水道事業団殿より令和元年10月に発生した東日本台風における災害復旧対応について、令和2年度に竣工した以下工事において感謝状を頂きました。

(1) 工事名

佐久市下水道管理センター災害復旧機械設備工事
その2

(2) 送風機仕様

電動機直結片吸込多段ブロワ（銅板製）
φ300/250×70 m³/min×58.8 kPa×110 kW×2台

(3) 工期

令和2年4月14日～令和3年3月12日

(4) 工事概要

本工事は令和元年東日本台風（台風19号）の影響により佐久市下水道管理センターブロワ棟の浸水被害に伴う本復旧工事で、被害を受けた送風機を起動さ

せる電動機の二次抵抗器および計器盤内の部品の復旧工事を行った。

(5) 評価について

被災当初、佐久市下水道管理センターブロワ棟の送風機設備が被災したとの連絡を受け、現地調査を開始し浸水被害報告をまとめた。復旧工事を進める上で、製作機器の進捗管理を細かく行い、関係各所と調整を図ったことで、無理することなく当初の計画工程通り、設備の復旧に貢献できた。

(6) おわりに

今回の復旧工事にあって日本下水道事業団並びに佐久市下水道管理センター殿のご指導・ご協力頂き、無事に復旧が完了出来ましたことを深く感謝申し上げます。

（文責：渋谷光晴）

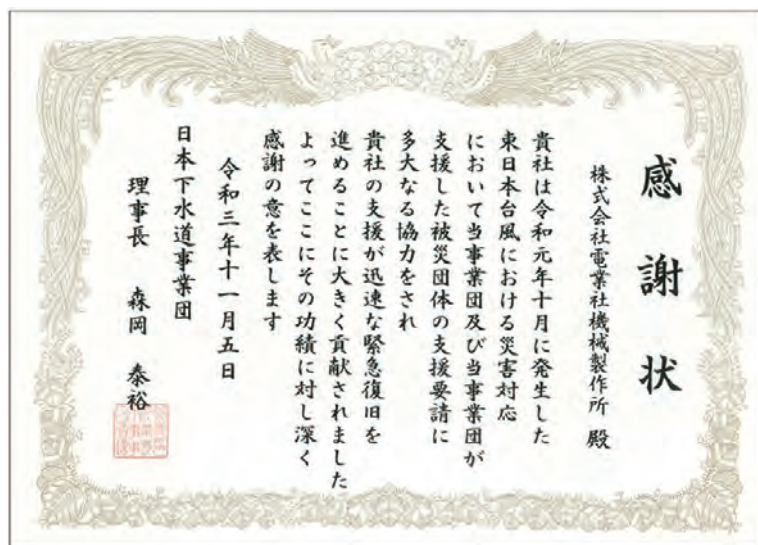


図1 感謝状

電業社 中東支店 営業開始

当社は、2016年にアブダビ支店を開設して以来、中東および周辺地区におけるオイル&ガス、電力を中心とした営業活動を行ってまいりました。今後、当社の逆浸透膜法（RO法）海水淡水化用エネルギー回収装置DeROs[®]の営業活動強化、インド子会社（DCIPL社：DMW Corporation India Private Limited）との連携強化を目指して、中東の拠点をアブダビからドバイへ移転しました。新事務所名は、日本語名：電業社機械製作所中東支店、英語名：DMW CORPORATION MIDDLE EASTです。

ご存知の通り、ドバイは中東・アフリカ域を代表する交通の要衝です。ドバイ全体（2空港）では230都市へ、6,500便/週が就航しており、DCIPL社が拠点とするインド・ムンバイとは18便/日が就航しています。また、当社の海外でのターゲット市場であるオイル&ガスはもとより、海水淡水化市場においても中東域が最大のマーケットであり、ドバイを新たな拠点として、中東・アフリカを中心とするユーザへの迅速な対応を図るとともに、DCIPL社との人材の交流やインド製品供給を推し進めるなど、ますます活発な営業活動を進めていきます。



図1 中東支店があるLiwa Heightsビル
39階建の35階



図2 JLT（ジュメイラ・レイクス・タワーズ）

中東支店の在るJLTは、ドバイの中心に位置します。幹線道路を挟んで反対側はヨットの停泊するマリナ地区、その向こうは観光地としても有名なヤシの木の形をした人工島パームアイランドへと続きます。JLT周辺には、海水淡水化事業に携わる企業も数多く事務所を構えており、DeROs[®]の営業活動の面で非常に有利な立地です。同時に、旧支店のあったアブダビへも約160 km、車で約1.5~2時間の距離ですので、新旧お客様へのアクセスが便利になりました。

JLTはローカルスポンサーを必要としないフリーゾーン地区であり、中東支店は当社独資の支店になりました。2016年にアブダビへ進出してから5年強が経過しました。当社の今後の中東・アフリカ域向ビジネスの更なる飛躍を目指し、この中東支店をその活動の中心地として定め、近隣諸国のお客様との連携を深めながら、今後のますますの発展を目指して邁進して行きます。

（文責：佐藤久貴）

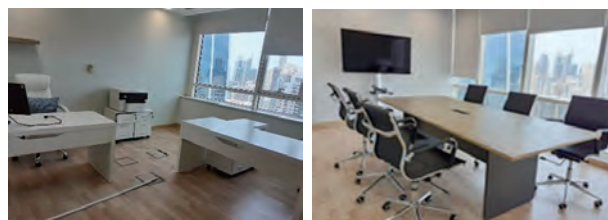


図3 会議室など事務所内（110 m²）

エネルギー回収装置 (DeROs[®]) BSフジのTV番組にて紹介、放映される

2021年5月9日(日曜日)、BSフジの科学ドキュメンタリー番組「ガリレオX」において、当社のRO法海水淡水化用エネルギー回収装置(以下ERDと略記)が紹介された(再放送は2021年5月16日に放映)。図1および図2に放映の様子を示す。

「ガリレオX」は、科学や科学技術に関わる新しい動向や注目の研究を、「深く・わかりやすく・面白く」伝える番組で、「水不足に挑む日本の技術 海水淡水化技術のイノベーション」というテーマの中で取り上げられた。世界人口増加や気候変動、産業の拡大などにより一層の深刻化が懸念される水不足問題に対し、無尽蔵の資源である海水から淡水を得る海水淡水化技術が注目されている。しかし、海水淡水化技術の課題のひとつとして造水

コストの低減、とりわけ、海水に高い圧力を掛ける高圧ポンプの電力コスト低減が挙げられる。このことを克服するための最先端技術として逆浸透膜(RO膜)から排出される高圧濃縮海水のエネルギーを回収し再利用することにより、エネルギー効率が上昇し、高圧ポンプの容量が小さくでき、電力コスト低減が図れる当社のERDが紹介された。

また、本装置の納入先である沖縄県波照間簡易水道海水淡水化施設向けおよび国内民間プラント向けにおけるERDの稼働状況や造水コストの低減効果も併せて紹介された。

(文責：深澤正幸)



図1 放映の様子
(大容量エネルギー回収装置)



図2 放映の様子(波照間島)

特許と実用新案

「横軸ポンプ」 特許第6910743号

1. 従来技術の課題

一般に、排水機場などで運転する横軸ポンプは、長期間の運転により異物の吸込みや経年劣化などにより羽根車や軸受が磨耗する。この場合、性能低下だけでなく振動増大による破損の危険があるため、横軸ポンプの点検作業を定期的に行って羽根車や水中軸受の磨耗状態を確認する必要がある。しかしながら、羽根車や水中軸受の状態を確認するためには、横軸ポンプを分解する必要がある有り、多大な作業費用と時間を要する。また、点検作業期間の間は運転することができないため、万が一に緊急の排水要請が発生した場合には対応できない恐れがあった。

2. 本発明の内容

本発明に係わる横軸ポンプ1は、図1および図2に示すように、回転軸2と、前記回転軸を支持する水中軸受3と、回転軸2に設けられた羽根車4と、ケーシング5と、満水検知器6とを備えている。上記満水検知器6は、図2に示すように、ケーシング5の上部に形成されたケーシング貫通孔5a上に固定され内部が連通した検知器ケース7と、水が浸入したことを検知可能な満水検知機構9と、空気引き装置接続部7aと、検知器ケース7内に配されていると共に前記吸引される水中の固形物を内側に留めて取り除く多孔管8とを備えている。

また、上記満水検知器6は、ケーシング5の上部であって羽根車4の近傍かつ水中軸受3の上方に設置されており、検知器ケース7は、上部貫通孔7bを

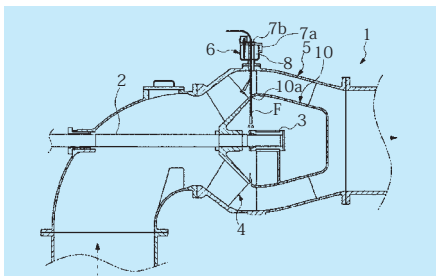


図1

閉塞可能な蓋を備えている。内部ケーシング部10は、ケーシング貫通孔5aの直下に画像取得装置Fが挿通可能な挿通孔又は切り欠き部10aを有している。上記画像取得装置Fは、例えばファイバースコープやビデオスコープ等の内部点検用の装置であり、先端部を任意の向きに曲げることが可能になっている。

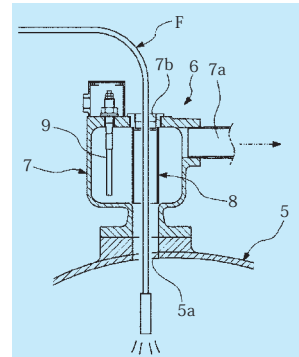


図2

3. 本発明の効果

本発明による横軸ポンプ1によれば、検知器ケース7が、ケーシング貫通孔5aの直上に形成され多孔管8の上端に接続された上部貫通孔7bと、上部貫通孔7bを閉塞可能な蓋部とを備えているので、上部貫通孔7bからファイバースコープ等の画像取得装置Fを導入して多孔管8内を介してケーシング貫通孔5aからケーシング5内に画像取得装置Fを挿入することができ、羽根車4等を容易に観察点検することができる。特に、満水検知器6は、ケーシング5の上部であって羽根車4の近傍かつ水中軸受3の上方に設置されるため、羽根車4や水中軸受3の点検が容易となる。また、多孔管8が画像取得装置Fのガイドとなるため、画像取得装置Fをスムーズにケーシング5内に挿入することができる。

さらに、ケーシング5が、水中軸受3を収納する内部ケーシング部10を備え、内部ケーシング部10が、ケーシング貫通孔5aの直下に挿通孔又は切り欠き部10aを有しているため、図1に示すように、ケーシング貫通孔5aから挿通孔又は切り欠き部10aを介して画像取得装置Fを内部ケーシング部10まで挿入することができ、水中軸受3を観察することができる。

(文責：鈴木崇史)

— 正誤表 —

88号41頁、表1 ポンプ仕様、台数が間違っておりましたので訂正させていただきます。

誤	正
2台	3台

編 集 後 記

◆この度の巻頭言は、東海大学 工学部 機械工学科 教授の落合成行先生に「動圧溝形状の最適化」という題目でご執筆いただきました。

ポンプ、ファン、ブロワなどの回転機械にとって流体軸受やメカニカルシールなどの機械要素は重要です。これらの機械要素を購入して使う側の我々としては普段あまり気に留めておりませんが、優先する特性によって予想以上に形状が変わるものだと感じました。

「優れた設計は見た目にも美しい」というのは我々もよく聞くフレーズで、ポンプ、ファン、ブロワの羽根の設計にも同じことが言えるのではないかと思います。工業的な美というものは、機能美と様式美に大きく分けられると考えますが、当社で製造している重工業製品では機能美に重きが置かれます。性能を向上させることは機能美を追求することとイコールなのかもしれません。

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

◆東京都下水道局森ヶ崎水再生センターに納めた送風機設備について紹介させていただきました。今回の更新では、潤滑油の冷却に冷却水が不要となる空冷式オイルクーラーを採用しています。これにより、冷却水ポンプ、冷却塔などが不要となり、メンテナンス箇所の低減が可能になります。

今後もお客様の目線に立った提案、対応を続けていく所存です。

◆丸紅株式会社殿経由で台湾電力DaTan発電所に納めた循環水ポンプについて紹介させていただきました。お納めしたポンプは水槽水路を止水することなく回転体を引き抜くことで維持管理が行える回転体プルアウト式であることが特徴です。また、本案件の水槽試験は海外規格であるANSI/HI 9.8-2018 (American National Standard for Rotodynamic Pumps for Pump Intake Design) に準拠して実施しました。

今後とも当社の製品をご愛顧いただきますようよろしくお願い申し上げます。



株式会社 電業社機械製作所

DMW CORPORATION

本社	〒143-8558	東京都大田区大森北1丁目5番1号 (大森駅東口ビルディング) TEL 03 (3298) 5115 (代表)・FAX 03 (3298) 5149
関東支店	〒330-0803	さいたま市大宮区高鼻町1丁目47番1 (PRSビル) TEL 048 (658) 2531・FAX 048 (658) 2533
横浜営業所	〒240-0065	横浜市保土ヶ谷区和田1丁目18番7 (和田町アストビル) TEL 045 (442) 6359・FAX 045 (442) 6369
沖縄営業所	〒902-0062	沖縄県那覇市字松川786番地 (K's MAKABI) TEL 098 (887) 6687・FAX 098 (887) 6688
北海道支店	〒060-0061	札幌市中央区南1条西10丁目4番地 (南大通ビルアネックス) TEL 011 (271) 5144・FAX 011 (221) 5530
東北支店	〒983-0852	仙台市宮城野区榴岡4丁目5番22号 (宮城野センタービル) TEL 022 (290) 7754・FAX 022 (290) 7762
静岡支店	〒411-0843	静岡県三島市三好町3番27号 TEL 055 (975) 8417・FAX 055 (975) 8451
名古屋支店	〒460-0008	名古屋市中区栄2丁目4番18号 (岡谷鋼機ビルディング) TEL 052 (231) 6211・FAX 052 (201) 6920
大阪支店	〒541-0054	大阪市中央区南本町2丁目6番12号 (サンマリオンNBFタワー) TEL 06 (6251) 2561・FAX 06 (6251) 2846
中国支店	〒730-0021	広島市中区胡町4番21号 (朝日生命広島胡町ビル) TEL 082 (242) 5456・FAX082 (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
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 >		
電業社工務(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, Sector4, Off Palm Beach Road, Nerul, Navi Mumbai, 400 706, India TEL +91-22-2771-0610/0611・FAX +91-22-2771-0612

主要製品

- 各種ポンプ
- 各種送風機
- 各種ブロワ
- ロートバルブ
- 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 <http://www.dmw.co.jp>

編集委員

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

電業社機械 第45巻第2号

発行日	令和3年12月28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。

