

電業社機械

DENGYOSHA KIKAI

Vol.46 No.2 2022

No.91





Passion for the Next Innovation

～ 次なる革新への熱い思い ～



(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46巻 第2号 通巻第91号 2022

目 次

◆巻頭言

科学とは何か?..... 横 田 和 彦 1

◆技術資料

長時間の気中運転が可能な水中軸受の開発..... 篠 塚 泰 4
田 中 大 輔

◆解説・展望

マスプロダクツ型排水ポンプ実証実験報告と今後の課題・展望..... 関 祥 行 8
江 口 崇
長谷川 浩 久
石 田 晴 久

◆製品紹介

東北農政局殿 最上川下流左岸農業水利事業所 毒蛇排水機場..... 浅 川 英 明 12
佐々木 隆
田 代 崇
大 宮 諒
鬼首地熱発電所向け温水ポンプ 中 村 祐 太 16
アラムコ・タナジブガスプラント向け 硫黄回収装置用ブロワ..... 富 田 雅 俊 20
株式会社タクマ殿 勇払バイオマス発電所向けボイラ用誘引通風機..... 永 岡 聡 貴 24

◆ニュース

東京都下水道局殿 新河岸水再生センターポンプ設備再構築その2工事受注..... 26
東京都下水道局殿 森ヶ崎水再生センター(西)送風機設備再構築工事受注..... 27
東京都下水道局殿 王子ポンプ所ポンプ設備再構築その3工事受注..... 28
大阪市建設局殿 中島抽水所向け雨水ポンプ設備受注..... 29
IOCL PANIPAT製油所向け 横軸バレル型高圧多段ポンプ2台受注 30
大阪府東部流域下水道事務所殿 桑才ポンプ場向けNo.6 雨水ポンプ設備受注 31
国土交通省 関東地方整備局殿より令和3年度安全管理優良受注者として局長表彰を受ける 32
下水道展'22 東京の出展について 33

◆特許と実用新案

..... 35

DENGYOSHA TECHNICAL REVIEW

DENGYOSHA KIKAI

Vol.46 No.2 2022

CONTENTS

◆Foreword

On science	1
K. Yokota	

◆Technical Data

Development of submerged bearing capable of long time air operation.	4
Y. Shinozuka and D.Tanaka	

◆Explanation

Mass Production Sump Pump Demonstration Test Report and Future Prospects	8
Y. Seki, T. Eguchi, H. Hasegawa, and H. Ishida	

◆Product Introduction

Tohoku Regional Agricultural Administration Office, Mogami River Left Bank Agricultural Irrigation Office, Dokuja Pumping Station	12
H. Asakawa, T. Sasaki, T. Tashiro and R. Omiya	
Hotwell Pumps for Onikobe Geothermal Power Plant	16
Y. Nakamura	
Blowers for Sulfur Recovery Unit in ARAMCO Marjan Field Development Tanajib gas plant	20
M. Tomita	
Induced Draft Fan for Boiler in Yufutsu Biomass Power Plant	24
S. Nagaoka	

◆Patent	35
---------------	----



科学とは何か？

On science

横田 和彦

青山学院大学 理工学部
機械創造工学科

「科学」という言葉は、scienceの訳語として西周（にしあまね）が作った「百科の学術」の略語です。ここで、「百=多くの」、「科=科目=分野」、「学術=学問と藝術」を意味します。よって、「科学」とは「多様な学問と藝術」のことです。なお、「藝（げい）」は「草を植える」、「芸（うん）」は「草を刈る」という意味ですので、私としては藝の字を用います。

こう書くと「藝術は科学なのか？」という疑問を持つ人がいます。そこで、絵画を考えましょう。数学的に視野は無限遠で一点に収斂します。これを消失点と言います。消失点を1つ持つ描写は一点透視図法と呼ばれます。廊下や道路を描く場合、ほとんどの人が一点透視図法で絵を描きます（図1）。一方、葛飾北斎は描写法を「研究」して「消失点」を「消失線」としました。これは「三ツ割の法」として知られています（図2）。三ツ割の法により、遠くのを横長／幅広に描くことが可能となり、遠くの景色に雄大さを与えることに成功しています。この様に、「藝術」とは「論理」なのです。

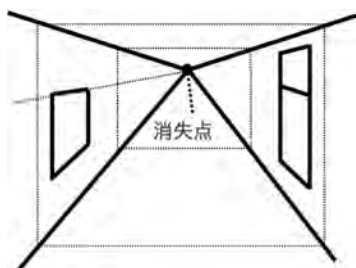


図1 一点透視図法

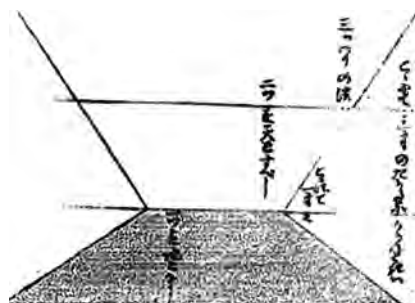


図2 三ツ割の法、北斎漫画三編
(国会図書館デジタルコンテンツ)

また、美学とは美しさに関する学問であり、認識学／認知学／心理学／大脳生理学／など、様々な「科学」を駆使します。藝術に関する学問の場が藝術大学であり、音楽に関する学問の場が音楽大学です。この様に考えれば、「藝術は科学」に違和感はありません。

「科学=論理」を典型的に表しているのは「数学」です。中でも、 ∞ （無限大、infinity）は現実世界にはないものであり、実験で確かめることも、観測で見ること出来ません。我々の頭の中にだけ存在するfantasy（幻想）／idea（観念）／concept（概念）、すなわち、fiction（虚構／創作）なのです。そして ∞ というfictionを用いて、「論理=真理」を探究する学問が数学です。この様に、科学の中核た

る数学は実験も実証も必要とせずただただ「論理」のみによって構成されています。同様に如何なる学問においてもその考察は論理的です（「非論理的に学問をする」と言うのは言葉自体が矛盾しています）。よって論理があれば「科学」です。時々「科学」を、「実験科学」「観測科学」「自然科学」と矮小化してしまうので注意が必要です。

かつて学問は「天文学（てんもんがく：天の文様を研究する学問）」「人文学（じんもんがく：人の文様を研究する学問）」「地文学（ちもんがく：地の文様を研究する学問）」に分けられていました。天文は「神のつくりしもの」であり調和している。人文（じんもん）は「人のつくりしもの」であり煩雑で調和がない。地文は「神のつくりしもの」のはずだが煩雑で調和がない。と言う「神と人」を対比した区分です。ここで「神のつくりしもの」とは「自然（nature、羅語natura）」のことです。この結果、神の学問であった天文学は、やがて自然科学（natural science）へと移行しました。今でも科学者は「神の方程式」の様に、「至上の」の意味で、「神」と言う言葉を使用します（日本の若者も使用しますね）。すなわち、自然科学は神の学問なのです。一方「人のつくりしもの」とは「希語 $\tau \epsilon \chi \nu \eta$ (techne)→羅語ars→英語art」であり、「技術」のことです（現在「技術」として使われる「engineering」は「engine（兵器）」が起源です）。この意味でもartを科学と見るのは妥当です。また創作者の虚構／創作が入り込むのでfictionと言っても同じです。「科学は人間によってつくられるものである（Werner Karl Heisenberg）」と言う言葉は寧ろ科学はartの一部であることを述べています。なお、人の学問であった人文学は、人の学問である人文科学（human science）へと発展し、更に、「人々（社会）の学問」である社会科学（human science）が分岐しました。現在では「文系（もんけい、慣用読み、ぶんけい）」として知られています。なお地文学では、「地学」が自然科学に、「地理学」が人文科学に分類されています。但し、科学に境界はないので、これらの分けも便宜的なものに過ぎません。

世界の神話を読めば、現代の非科学の代表とも言える「神」は「現象説明の科学」として作り出されたfictionだと理解出来ます。雨は「水神」が、雷は「雷神」が、花の美しさは「妖精」が、それぞれ作り出すと言う論理です。一方、一神教はモーゼの第一戒「神は唯一」で創生されました。これは「イスラエルの民を統率し、エジプトを出てカナンの地に到る為には、神は唯一でなければならない」と言う論理で作られたものです。更に「選民思想（この一神を信じる者のみが救済されるという思想）」も唯一神と不可分の論理になっています。また第二戒「偶像崇拜禁止」は、「偶像は『神は何故その形か？』と言う神への疑念に繋がる」ので、これを未然に防ぐ為の論理です。更に一神教が頻繁に祈祷するのは「人は直ぐに多神教に戻ってしまう」からです。この様に、全ての神と宗教は論理的に作られました。また今も作られています（新興宗教）。

かつて天文学では、Aristarchus (310-230BC) が地動説（太陽中心説）を唱えました。しかし、Aristoteles (384-322BC) 以降、天動説に退化してしまいました。化学では、Democritus (460-370BC) が「原子（atom）説」を唱えました。しかし、Empedocles (490-430BC) の「火風水土の四元説」、Aristoteles (384-322BC) の「熱冷湿乾の四性説」、金／不老不死薬（elixir／賢者の石／仙丹）を作り出そうとする錬金術（al-kimiya）が広がってしまいました。この様に「科学」⇔「非科学」を行き来した歴史と、それが未来に起こる可能性については、しっかりした認識が必要です。特に「二酸化

炭素温暖化説」と言う「非科学」が跳梁跋扈している現状は憂慮に値します。

ところで物理世界は分子／原子／素粒子／などの粒（つぶ）で構成されています。よって、物質現象は全て離散的です。ところが、連続体力学（固体力学／流体力学）では、「連続体」と言う「仮想物」すなわちfictionを用います。この様なfictionを科学では「モデル」「近似」と呼んでいます。質点／剛体／放物線／懸垂線／など、さまざまなfictionが存在します。よって「科学とはfictionを用いた真理の探求」と言えます。

さて「Any sufficiently advanced technology is indistinguishable from magic.（十分に発達した科学は魔法と区別がつかない）」と言う言葉があります。これはArthur Charles Clarkeの第三法則として知られています。かつてSteven Paul JobsはiPhoneを世に送り出す時「魔法の様に動作する」と表現しました。テレビ／発電所／ロケット／ロボット／など、昔の人が見たら魔法に見えるでしょう。すなわち、「ものづくり」とは科学に基づいて「魔法をつくりだすこと」なのです。

最後に、「本」には創作者の取舍選択や意図、すなわち、論理が入り込むのですから、全ての「本」はart、すなわち、fictionです。そして、本で描写されているものは全て「モデル」です。換言すれば、全ての「本」は創作者の「論理」に基づいた「科学」なのです。従って、「読解力」とは、創作者の「論理」を読み解く力であり、「科学」の根源たる「思考力＝論理力＝科学力」のことです。知識的観点から言えば、創作者の勘違い／誤謬／などにより、描写された知識は当てにならないかも知れません。従って、意識すべきは、創作者の「論理」を読み解こうとする姿勢であり、これによってのみ、本によって「論理力」を鍛えることが可能となるのです。さて、ここで気付いた方がいるかも知れませんが、「本」を漫画／アニメ／歌舞伎／茶道／などと置き換えてみて下さい。合理的置換が可能です。すなわち、藝術／藝能／芸道／藝事／などを鑑賞したり、習ったりして、その論理を考えることは「科学力」の養成に大きく寄与することが分かるでしょう。これが「色々なことに挑戦しなさい」の意味です。そして「色々なこと」の中で、最も手軽で、最も効果的、最も多様性を持つのが「読書」なのです。「科学とはfictionを用いた真理の探求」であり、「ものづくりは魔法をつくりだすこと」です。従って、新しいものを創り出したいエンジニアにこそ「読書」をして「科学力」を磨いてほしいと思います。

長時間の気中運転が可能な水中軸受の開発

篠塚 泰 田中大輔

Development of submerged bearing capable of long time air operation.

By Yasushi Shinozuka and Daisuke Tanaka

In urban areas, standby pumps which enable flexible operation regardless of water level are becoming more important for countermeasures against sudden downpours. In recent years, a standby pump capable of operating without water in the sump for a long time is required for more flexible operation in diversified rainfall conditions. However, pump operation with long-term exposure to air creates a severe operating condition of pump bearings. To counteract these severe conditions, we developed a submerged bearing that enables operation in air for extended periods of time. This developed submerged bearing was installed in an actual pump and field tested for one year to confirm its reliability.

1. はじめに

大雨による内水氾濫を防ぐために、雨水排水ポンプが重要な役割を担っている。雨水排水ポンプは、下水道管の中を自然流下により地中深くまで流れてきた雨水を地表近くまでくみ上げ、川や海へ放流している。特に都市部では、地面のアスファルト化による雨水浸透率の低下や、ゲリラ豪雨と呼ばれる短時間で局所的に降る大雨により、下水道管などからもあふれることがあり、早急な排水が必要である。近年では、地球温暖化などの理由により豪雨の発生回数が多くなっており、雨水排水ポンプの重要性がより高まっている⁽¹⁾⁽²⁾。

都市部でのゲリラ豪雨への対策として、先行待機ポンプがある。ポンプ吸水槽内に雨水が流入していない気中状態からポンプを運転可能とし、雨水の流入による排水運転を経てポンプ水槽内の雨水を極力低水位まで排出する運転を連続して移行することによって、水位にとらわれないフレキシブルな運転を可能にしたポンプである⁽³⁾。

通常の雨水排水ポンプの水中軸受には潤滑水が必要であり、外部より注水するための設備が設けられている。しかし、故障や震災により注水が遮断され、ポンプに異常が無い場合でもポンプ運転が不可能となる場合がある。雨水排水ポンプにおいては、その用途から降雨時における確実な運転が重要視されるため、軸受への注水を

省くことができればシステム全体の信頼性が向上する。

電業社では、過去に先行待機ポンプ用の無注水軸受を開発試作し、実機ポンプを使用した実証試験を終了した⁽⁴⁾⁽⁵⁾。近年では、より多様化した降雨状況に対しさらに柔軟に対応するため、気中待機運転時間を延長できる先行待機ポンプが求められている。既存の軸受では、この要求に対応できないため、東京都下水道局殿との共同研究という形で技術開発を行った。

本稿では、東京都下水道局殿との共同研究「雨水ポンプの先行待機時間を延長する技術の開発」の実施概要を述べる。

2. 開発目標

先行待機ポンプの運転状態は、ポンプ内に水がない状態の気中運転、水と空気が混合した状態の気水混合運転、水を揚水する排水運転、水位低下時にインペラ下部の水が落ちポンプ内部に水が残るエアロック運転など、さまざまな運転状態となる。特に、気中運転では、軸受が熱を帯びた状態になり、そこからの揚水により急冷されるなど、軸受に対して過酷な運転状態となる。

本軸受の開発目標は、どの運転状態においても軸受が異常を起こさないことを目標に、下記のとおりとなっている。

- 3時間以上の気中運転に耐える。
- スラリー含有水中で500時間以上の耐摩耗特性を有する。
- 気中運転から揚水運転への移行に伴う急激な温度変化に耐える。

3. 供試軸受

今回開発した軸受を図1に示す。

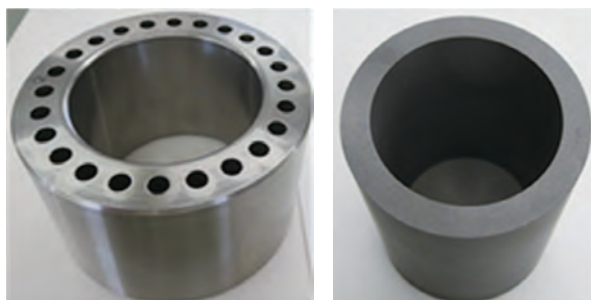


図1 供試軸受
Fig.1 Test Bearing

水中軸受は、その一部にセラミックス系の材料を使用し、スリーブには炭素系材料を使用している。また、水中軸受部分には、揚水中に含まれるスラリーなどの異物が軸受摺動面へ混入することを抑制する構造を付加している。

4. 要素実験

軸受単体での要素実験を実施した。試験装置を図2に示す。

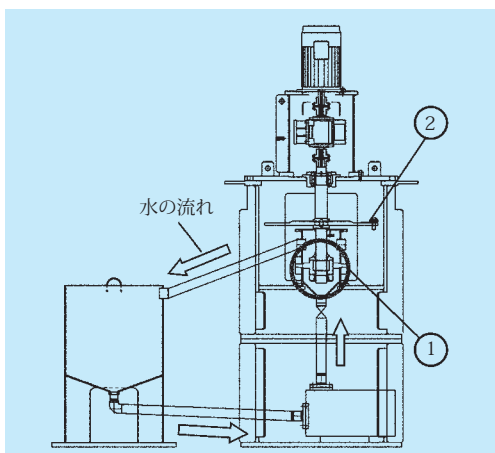


図2 試験装置
Fig.2 Test Equipment

本試験装置は、立軸構造としており、その中央部に供試軸受を配置し（図2①）、軸受上部に設けたバランス調整用円盤に負荷錘を取り付け（図2②）アンバランスを発生させ、供試軸受に負荷面圧を与える。スラリー水中の試験を実施する際は、図中の矢印の向きに水を循環させる。

測定項目は、軸受温度と軸受摩耗量とした。軸受温度は、試験装置外部より挿入した熱電対により常時測定した。軸受摩耗量は、試験途中に一定の間隔で試験装置を分解し、軸受の摺動隙間をマイクロメータで測定した。

開発目標達成のために、4-1～4-3項の試験を実施した。その結果、すべての項目で目標を満足することを確認した。

4-1 気中運転試験

軸受への注水が無い気中状態で運転を実施した。試験中の軸受の温度変化を図3に示す。合計6時間運転し、温度上昇はおよそ3時間で一定に落ち着くことを確認した。軸受温度は許容値（社内基準）以下であり、軸受摺動面での焼き付けなどを起こさずに運転できた。試験途中や試験後に軸受の状態を確認したが、割れや破損などの異常はみられなかった。

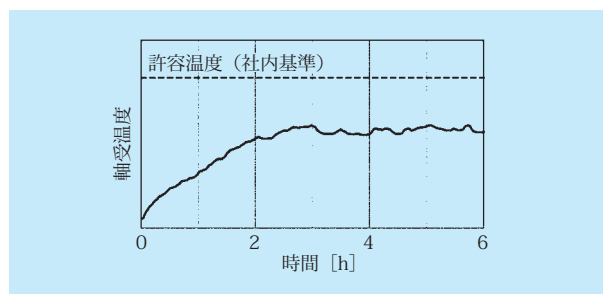


図3 気中運転時の軸受温度
Fig.3 Bearing temperature in air operation test

また、起動停止を繰り返す間欠運転を実施した。軸受温度の測定結果を図4に示す。10分毎に起動停止を繰り返し合計2.5時間程度運転したが、間欠運転においても連続運転時と同様に軸受温度は飽和傾向となった。これにより、間欠運転においても連続運転と同様に運転可能であり、先行待機運転後の軸受保護時間が不要であると考えられる。

4-2 気中運転からの注水運転

気中運転により十分温度が上昇し一定となったところから、注水を行う試験を実施した。

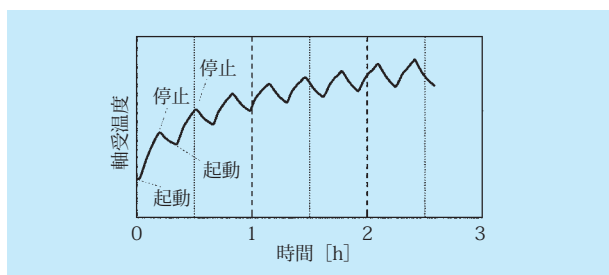


図4 気中間欠運転時の軸受温度
Fig.4 Bearing temperature in air-intermittent test

軸受の温度変化を図5に示す。通水により、高温となっていた軸受温度が、水温まで低下したことを確認した。水潤滑により軸受摺動面での摩擦が減ったことと、水による冷却結果であると考ええる。試験後、内部を確認したが、割れや破損などの異常は無かった。

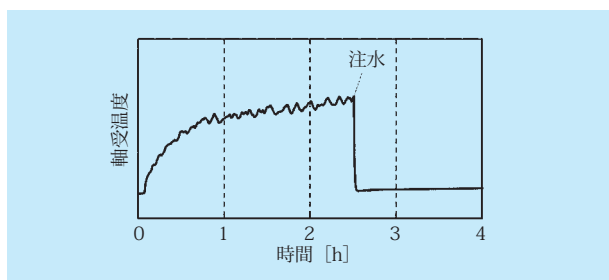


図5 気中運転からの注水試験実施時の軸受温度
Fig.5 Bearing temperature in test when water is injected after air operation.

4-3 スラリー含有水中試験

雨水増水時の一般的な河川水に含有するスラリー濃度の水中での運転を実施した。軸受摩耗量を図6に示す。合計1000時間運転し、軸受摩耗量(図6)より、徐々に摩耗が進行していくが、交換目安に達するのはおよそ900時間程度であり、目標時間の500時間を超えて運転することができた。試験後に試験装置を分解して中を確認

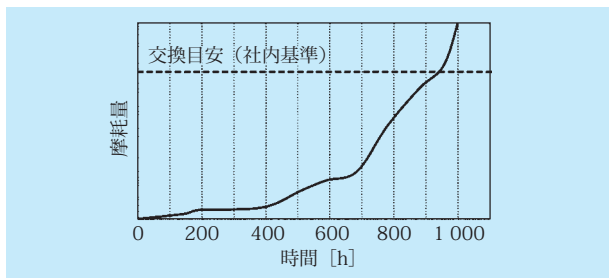


図6 スラリー水中運転時の軸受摩耗量
Fig.6 Bearing wear amount in slurry water test

認したが、割れや破損などの異常も無いことを確認した。また、軸受温度は、水中での運転であるため上昇することは無かった。

5. 実機ポンプに適用した実地試験

要素実験により性能を満足することを確認した軸受を、実機ポンプに適用し、1年間の実地試験を行った。対象としたポンプは、口径1650mmの先行待機型立軸斜流ポンプである。

計測の状況を図7、図8に示す。軸受の測定項目は、温度と、軸振れ量である。軸受の摩耗量は、軸受近傍で測定した軸振れ量より推定した。測定データは、インターネットを通じて常時監視を行った。



図7 実地試験
Fig.7 Field test

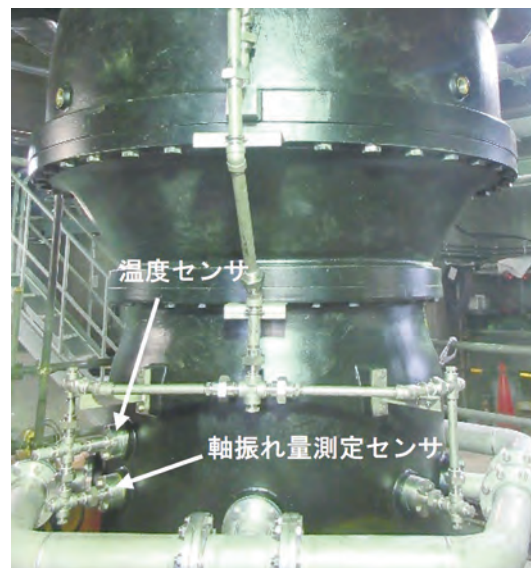


図8 軸受状態測定センサ
Fig.8 Bearing condition measurement sensor

測定期間は、ポンプを現地に据え付けた日から1年間とした。また、据付時と、測定期間の中程（ポンプ運転累計約180時間経過時）に3時間の気中運転試験を行った。

今回測定したポンプは、東京都下水道局殿の御協力もあり、1年間でおよそ210時間運転された。開発目標の500時間には到達していないが、500時間到達までには多くの時間を要するため、目標性能達成の確認は、1年間の測定結果より推定した。

3時間の気中運転を実施した際の軸受温度を、**図9**、**図10**に示す。これらを含む、1年間の実地試験を実施した結果、軸受温度は許容値を超えることはなかった。

要素実験時に比べて軸受温度が低くなったが、要素試験時は、軸受の限界性能を見極めるために高負荷条件で行っているが、それに対して実際の設計では裕度を持たせた設計としており、軸受負荷が要素試験に比べて低くなっているためと考える。

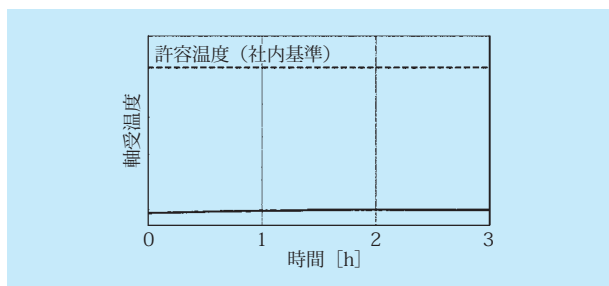


図9 3H気中運転時の軸受温度（据付時）
Fig.9 Bearing temperature during 3 hours in air operation (when the pump is installed)

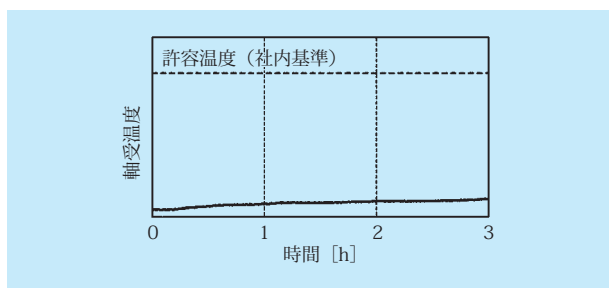


図10 3H気中運転時の軸受温度（累計180h経過後）
Fig.10 Bearing temperature during 3 hours in air operation (after 180 hours)

軸受摩耗量を**図11**に示す。軸受摩耗は、距離計で測定した軸の振れ量から、軸受摩耗量を推定している。軸受摩耗量（**図11**）の“エラーバー”が測定された軸振れ量の全範囲であり、この測定結果はセンサの振れや電氣的

なノイズを含んだ値となるため、最小二乗法により分散の中央値をとり、推定摩耗量としている。軸受摩耗量（**図11**）の210時間現在の推定摩耗量より、500時間経過後でも、軸受摩耗量は交換目安以下であると想定する。

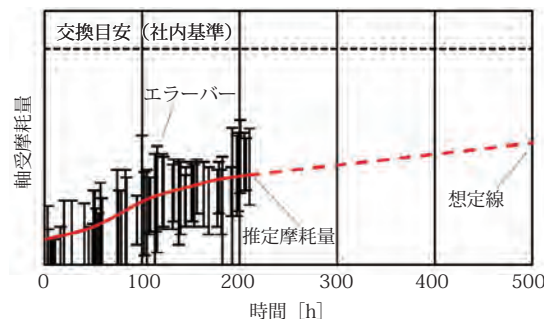


図11 軸受摩耗推定量
Fig.11 Bearing wear estimate

6. おわりに

先行待機運転を行うポンプに使用するための、3時間以上の気中運転に耐え、かつスラリー含有水中でも500時間以上の運転ができる水中軸受を開発した。また、気中における間欠運転を実施し、先行待機運転後の軸受保護時間が不要であることを確認した。

開発した軸受を、実機ポンプに組み込んだフィールド試験を行い、健全性を確認した。

最後に、本研究の実施にあたり、東京都下水道局計画調整部技術開発課殿をはじめ、多くのご関係者様にご協力をいただいたことに深く感謝いたします。

<参考文献>

- (1) 東京都都市整備局、2014、“東京都豪雨対策基本方針（改定）”、東京都都市整備局ホームページ
- (2) 東京都下水道局、2020、“豪雨から東京を守る！下水道局の浸水対策”、東京都下水道局ホームページ
- (3) 石塚、樋田（東京都下水道局 施設管理部 施設保全課）、2000、“ポンプ軸受の無注水化に関する研究開発”、東京都下水道局技術調査年報-2000-
- (4) 手塚、野村、杉原、2003、“先行待機形立軸ポンプ用無注水軸受の開発（第1報 ドライ運転試験）”、電業社機械、Vol.27、No.1
- (5) 手塚、野村、芝、2004、“先行待機形立軸ポンプ用無注水軸受の開発（第2報 水中運転試験と実機ポンプ試験）”、電業社機械、Vol.28、No.2

<筆者紹介>

- 篠塚 泰：2010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
- 田中大輔：2000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 課長

マスプロダクツ型排水ポンプ実証実験報告と今後の展望

関 祥行 江口 崇 長谷川浩久 石田晴久

Mass Production Sump Pump Demonstration Test Report and Future Prospects

By Yoshiyuki Seki, Takashi Eguchi, Hirohisa Hasegawa, and Haruhisa Ishida

Our sump pump was selected by the Ministry of Land, Infrastructure, Transport, and Tourism to be a part of the publicly solicited “Project for the Development, Introduction, and Utilization of Mass Production Sump Pump Technology”.

Here, we report on the results of a mass production sump pump demonstration test conducted at the Public Works Research Institute in Tsukuba, Ibaraki Prefecture, to examine practicality and future prospects.

1. はじめに

国内の排水機場は建設後40年以上経過した施設が増加しているため、今後、老朽化した排水ポンプ設備の「大更新時代」が到来する。それに備えて、コストを縮減しつつ効率的かつ効果的に排水ポンプ設備の更新を行う手法や技術開発が求められている。また、近年の気候変動により、水害の激甚化、頻発化が懸念されている。このような背景から、国土交通省では、河川ポンプ設備の更新を行う新たな手法および技術開発などの促進を目的として「マスプロダクツ型排水ポンプ技術の開発・導入・活用に関するプロジェクト」を公募した。その結果、ポンプメーカー2社、自動車メーカー3社が選定され、当社は、ポンプメーカー2社の内の1社に選定された。

また、国土交通省、選定されたポンプメーカー2社、自動車メーカー3社との間で、2021年4月19日に新たな排水ポンプの開発に向けた取り組み「マスプロダクツ型排水ポンプ実証試験の共同実施に関する基本協定書」が締結された。

本稿では、基本協定書に基づき、マスプロダクツ型排水ポンプの実証試験を行ったので、その試験結果と今後の展望について報告する。

2. マスプロダクツ型排水ポンプとは

ポンプの駆動機には量産型の自動車用エンジンを採用することで、コスト縮減とエンジンの故障が発生した場

合に迅速な交換と機能回復を期待している。

ポンプは、地下構造物としての吸水槽の築造が不要で、オープン水路からも吸水でき、かつ、立軸ポンプより安価で整備が容易な横吸込の横軸斜流ポンプを採用している。

3. 実証試験の設備と手配区分

今回の実証試験では、イノベーション促進を目的として、自動車メーカーとポンプメーカーが初めて異業種連携を行った。

実証試験装置（エンジン本体の艀装の他、減速機および吐出し弁、配管、盤などの実証試験に必要な機器）の手配および実証試験、結果考察は別途実証試験支援業務として行われたが、当社は、一部機器手配と自社製品の運転データ測定及び実証試験中のサポートを行った。

図1に基本協定による実施内容区分を示す。

4. プロジェクト構成機器と仕様

本プロジェクトを構成する主要機器は、主ポンプ、エンジン、動力伝達装置、吐出し弁、真空ポンプ、動力盤からなる。当社主ポンプの他、エンジン、減速機の仕様を表1～表3に示す。

なお、エンジンは防振ゴムを備えることで振動を吸収し、減速機との接続部はユニバーサルジョイントにより運転中の振動による変位に対応できる構造としている。

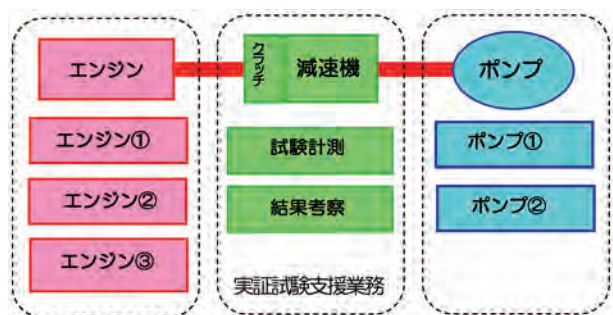


図1 基本協定等による実施内容区分

Fig.1 Implementation of content classification by basic agreement

表1 主ポンプ仕様

Table 1 Main pump specifications

形式	横軸斜流ポンプ
吸込方向	水平（横吸込）
計画吐出し量	1 m ³ /s
計画全揚程	6 m
軸動力	90 kW（減速機効率含まない）
回転方向	駆動機側からみて時計方向

表2 減速機仕様

Table 2 Speed reducer specifications

形式	平行軸歯減速機（2段） 油圧クラッチ内蔵
伝達動力	100 kW
減速比	446/3 400 min ⁻¹ × 2台 446/1 900 min ⁻¹ × 1台

表3 エンジン仕様

Table 3 Engine specifications

機器	エンジン①	エンジン②	エンジン③
最高出力	130 kW	107 kW	125 kW
最大トルク	450 N・m	380 N・m	520 N・m
回転方向	減速機側からみて左		

エンジンは、走行風による冷却ができないため、ラジエータを搭載し、許容温度になると強制冷却する構造となっている。

5. 実証試験

実証試験は国立研究開発法人土木研究所（茨城県つくば市）構内の試験水槽で行った。

図2～図4に試験装置全体図、実証試験状況、実証試験装置を示す。

5-1 実証試験方法

当社ポンプとの実証試験は、エンジン①、エンジン②の2機種について行った。

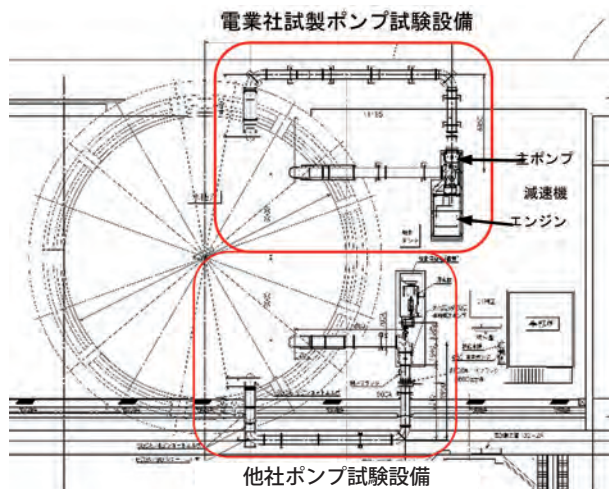


図2 試験装置全体図

Fig.2 Overall view of the test equipment



図3 実証試験状況（上が電業社のポンプ試験設備）

Fig.3 Demonstration test status

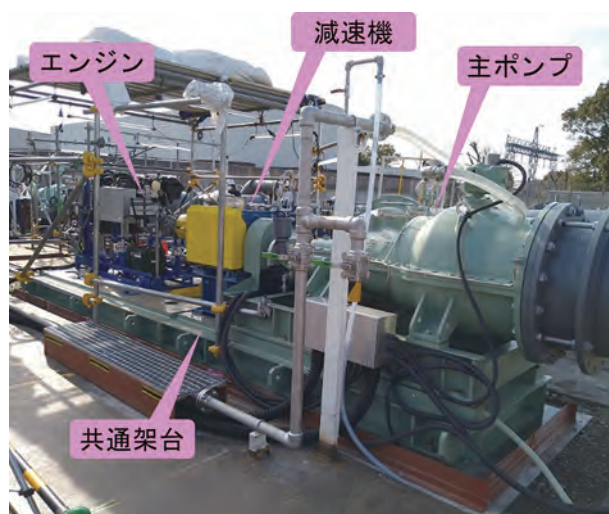


図4 実証試験装置

Fig.4 Demonstration test equipment

試験は、手動操作のみとすることで盤設計と納期短縮を図った。実証試験の操作始動、停止フローを表4に、実証試験内容を表5に示す。

表4 始動・停止フロー
Table 4 Start/Stop flow

始動動作		動作項目
始動	ポンプ満水	吸気弁「全開」 真空ポンプ運転 「満水」確認 吸気弁「全閉」、真空ポンプ停止
	エンジン起動	アイドリング回転速度 ⇒クラッチ接続回転速度まで増速 クラッチ「接続」 エンジン定格回転速度まで増速
	吐出弁開動作	「全開」もしくは「開」（規定開度まで）
停止	吐出弁	「全閉」
	エンジン減速	クラッチ接続回転速度まで減速 クラッチ「開放」 アイドリング回転速度まで減速 ⇒停止
	ポンプドレン	真空破壊弁、ポンプケーシングドレン弁、 配管ドレン弁「全開」 空になったのを確認した後同上「全閉」

表5 実証試験内容
Table 5 Demonstration test details

試験区分	試験方法
始動試験	ポンプ始動時において、クラッチ接続時間を8、5、2秒と変え、エンジンがストールすることがなく、所定の回転速度になるまで異常なく運転できることを確認する。併せて、各部の異常振動、異常音、主配管の漏水が無いかを確認する。
負荷変動試験	上記試験結果からクラッチ接続時間を決定しエンジンを運転する。クラッチ接続後、吐出弁の開閉操作を行い、排水運転時の影響について確認する。吐出弁操作によりポンプの運転点を変えてエンジンの負荷変動による回転速度の大幅な変化がないこと、ポンプにキャビテーション発生兆候がないことなどを確認する。併せて、各部の異常振動、異常音、主配管の漏水が無いかを確認する。
連続運転試験	吐出弁操作によりポンプの運転点を計画（設計）揚程として一定負荷条件のもとで2時間の連続運転を行い、ポンプ、エンジンに異常音、異常振動が無いかを確認する。

5-2 実証試験結果

(1) 始動試験

エンジン始動・停止までの以下の一連の動作確認試験を行った結果、エンジン始動においていずれも問題ないことを確認した。

- ① クラッチを切った状態で、エンジン停止からアイドリング回転速度までの始動運転
- ② アイドリング回転速度からクラッチ嵌合回転速度

までの増速運転

- ③ ポンプとのクラッチ接続時間8、5、2秒に対する始動性の確認

(2) 負荷変動試験

クラッチ接続時間の試験結果より、負荷変動試験では接続時間を2秒に設定した。

クラッチを接続し、定格回転速度運転における以下の負荷変動に対するエンジン回転速度の追従性は、問題ないことを確認した。

- ① 吐出し弁の全閉から全開までの負荷変動
- ② 吐出し弁全開後から吐出し弁開度を調整し、計画揚程になるまでの負荷変動
- (3) 連続運転試験

ポンプの定格回転速度で吐出し弁開度を計画揚程になるよう調整し、2時間の連続運転試験を行い、以下の確認項目に対し、異常がないこと、正常に動作することを確認し、連続運転が行えることが実証できた。

- ① 運転中は一定時間間隔で吸込、吐出圧力、回転速度、ポンプ軸受温度を測定した。運転中の各測定数値は、安定した数値を示した。
- ② 実証試験装置の振動、騒音の計測の結果、最大振動値18 μm、最大騒音値97dB (A) となり、従来の産業用エンジンと比較して問題ない。
- ③ エンジンは、ラジエータとインタークーラーにより温度上昇を抑え、連続運転に対応できた。

図5に連続運転試験中の計測状況を示す。

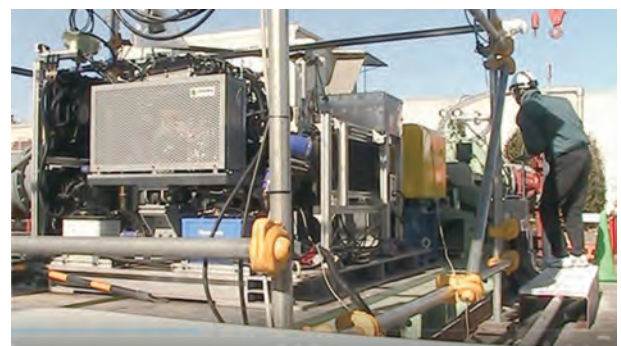


図5 連続運転試験中の計測状況

Fig.5 Measurement status during continuous operation test

6. 結果の考察と今後の課題

今回の試験の結果から、マスプロダクツ型排水ポンプが活用できることが証明された。しかしながら、今後、実現場にて運用していくためには、いくつかの課題があ

る。主な課題を以下に示す。

(1) ポンプ運用制限

横軸斜流ポンプを採用しているため、キャビテーションなどの問題から吸込性能上の運用制限がある。

また、横軸ポンプは補機が多く、排水運転には呼水動作を必要とするため、始動性が劣る。

(2) 運転制御方法について

今回は、手動運転での操作であったが、一連の操作手順を管理人が把握して対応するのは非常に難しく、現実的ではない。将来的に実現場での運用を考慮した運転操作方法や電氣的な制御としなくてはならない。

また、本試験では、エンジンとポンプ機側で各々制御する手動運転であったこともあり、機器間の信号の共有ができていない。排水機場で運用していくためには、相互に必要な制御信号を共有し、連動運転にも対応できるようにする。さらには、エンジン・艀装メーカー毎に制御方法が異なることもあり、エンジンメーカー間での制御信号の統一化を期待する。

(3) エンジンのパッケージ化

メーカー毎のエンジン寸法や構造が異なるため、共通ベース設計や機器配置などのレイアウト検討は機種ごとに対応しなくてはならない。

また、エンジンのモデルチェンジの場合における設計対応（寸法や艀装、レイアウトなど）の問題がある。

(4) 設計、製作上の課題

マスプロダクツ製品を活用するとの考えのもと、必要提出書類の削減、性能試験の簡素化や設計、試験、据付時の基準、規格の整備。

燃料は、軽油を使用するため、少量危険物として取扱量が制限される。貯油量は運転時間にも影響するため、排水機場として必要な運転時間を考慮する。使用量によって燃料系統設備設置に伴う消防検査が必要となる。

また、マスプロダクツ型排水ポンプ設備としての電源や非常用発電機、盤、補機ポンプなどの仕様や機器構成をまとめなくてはならない。

7. 今後の展望

令和4年度からは、今回の実証試験で使用したポンプおよび減速機、エンジンを用いて実現場での検証試験が行われている。今年度は、機器の据え付けを行い、据付後は2年かけて、実排水運転時のデータ計測（圧力、回転速度、エンジンの各種計測値）を行い、それと合わせ

て操作性や維持管理性の確認も行う予定である。

当社としては、この実証試験結果をもとに、マスプロダクツ型排水ポンプへの技術改善や設計へ反映していきたいと考えている。

8. おわりに

今回の実証試験は「マスプロダクツ型排水ポンプ実証試験の共同実施に関する基本協定書」を締結した5社（5パターン）の組み合わせ試験を行ったが、いずれも運転に際し問題ないことが確認できた。しかしながら、実際の運用に際しては、前述のような多くの課題が残っている。

国土交通省では、実現場での検証試験を踏まえて今後の運用検証や問題点を把握し、技術基準の作成を考慮しており、今後、さらに開発や実証試験を進め、全国へ本格導入することを目指している。

当社としてもマスプロダクツ型排水ポンプの実現場への活用を実現し、社会インフラへの活用に貢献していく所存である。

おわりに、今回の土木研究所で行った実証試験を行うにあたり、ご指導、ご助言を頂いた国土交通省殿、一般社団法人河川ポンプ施設技術協会殿、その他関係各メーカーの関係者に厚く御礼申し上げます。

<参考文献>

- (1) 国土交通省報道発表資料「自動車メーカーとポンプメーカーの異業種連携で治水対策にイノベーション」
- (2) 日出山慎人、黒田浩章；マスプロダクツ型排水ポンプの実証試験とその結果、建設機械施工、Vol.74-No.6（2022-6）、15-19
- (3) 黒田浩章、日出山慎人；マスプロダクツ型排水ポンプ設備の実証試験について、ぼんぷ、No.68、(2022-SEP)、27-30

<筆者紹介>

関 祥行：1995年入社。主に官公需向けポンプ設備の計画業務に従事。現在、社会システム技術室 技術企画課 課長

江口 崇：2006年入社。主に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 課長

長谷川浩久：1999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 課長

石田 晴久：2000年入社。主に官公需向けの営業に従事。現在、社会システム営業部 社会システム営業2課担当課長 社会システム技術室 技術企画課 主事兼務

東北農政局殿 最上川下流左岸農業水利事業所 毒蛇排水機場

浅川 英明 佐々木 隆 田代 崇 大宮 諒

Tohoku Regional Agricultural Administration Office,
Mogami River Left Bank Agricultural Irrigation Office, Dokuja Pumping Station

By Hideaki Asakawa, Takashi Sasaki, Takashi Tashiro and Ryo Omiya

The Dokuja Pumping Station is located in Sakata City in the Shonai Plain of Yamagata Prefecture. The area surrounding the pumping station is mainly farmed with paddy rice. The existing pumping station was built in approximately 1970 as part of a prefectural irrigation and drainage project and has contributed to the mitigation of flood damage. Also, maintenance works to keep good condition of the aging facilities take much time. The new pumping station is now equipped with enhanced drainage functions, improved maintainability of auxiliary equipment, and automated operations. Construction is completed and is reported below.

1. はじめに

毒蛇排水機場は山形県の庄内平野、酒田市の水田地帯に位置する。排水機場の周辺は水稻を中心とした農業経営が展開されている。既設の排水機場は県営かんがい排水事業により1970年頃に造成され、湛水被害の軽減に寄与してきたが、近年の降雨量増加に伴う、排水能力不足により湛水被害が生じている。また、施設の経年劣化により、維持管理に多大な労力を要している。今回工事は、新たに築造された排水機場に、排水機能の強化と補機設備のメンテナンス性の向上と運用の自動化を備えたポンプを整備するもので、その工事が完了したので以下に報告する。

2. 最上川の概要

最上川は、山形県と福島県の境にある吾妻連峰に源を発し、米沢・山形などの盆地を北上、その後西流しながら最上峡を経て庄内平野を貫流、酒田市で日本海に注ぐ流路延長229 km、流域面積7 040 km²の一級河川で、毒蛇排水機場は最上川左岸堤防に位置し、洪水時には、吐水槽に設置されている自然排水ゲートを閉じ、機場に設置された排水ポンプにより最上川へ排水する。

3. 機場の概要

本機場は、洪水時専用の排水機場であり、更新前と比較すると、排水ポンプ、エンジン、減速機については潤滑水や冷却水が不要な機器構成とし、節水化を図る（図1）。また横軸軸流ポンプから横軸斜流ポンプへ仕様変更したことにより、満水時間が短縮され、排水に至る始動性が向上した。年間稼働時間、経済性、維持管理における負荷を踏まえて、発電電源用と予備電源用の自家発電設備を設置している。排水ポンプの運転時に必要な給気ファンや真空ポンプ、エンジンの初期潤滑油ポンプ用の系統機器は発電電源用の自家発電装置を起動し、ポンプ場の維持管理上必要な燃料移送ポンプや空気圧縮機の動力電源や照明電源や操作制御電源、計装電源の通常時は商用電源を使用し、停電時は予備電源の自家発電設備を起動する（図2）。

4. ポンプ設備

4-1 ポンプ設備

(1) 排水ポンプの仕様

排水ポンプの仕様を表1に示す。

(2) 排水ポンプの構造と特徴

図3に排水ポンプの外観図を示す。

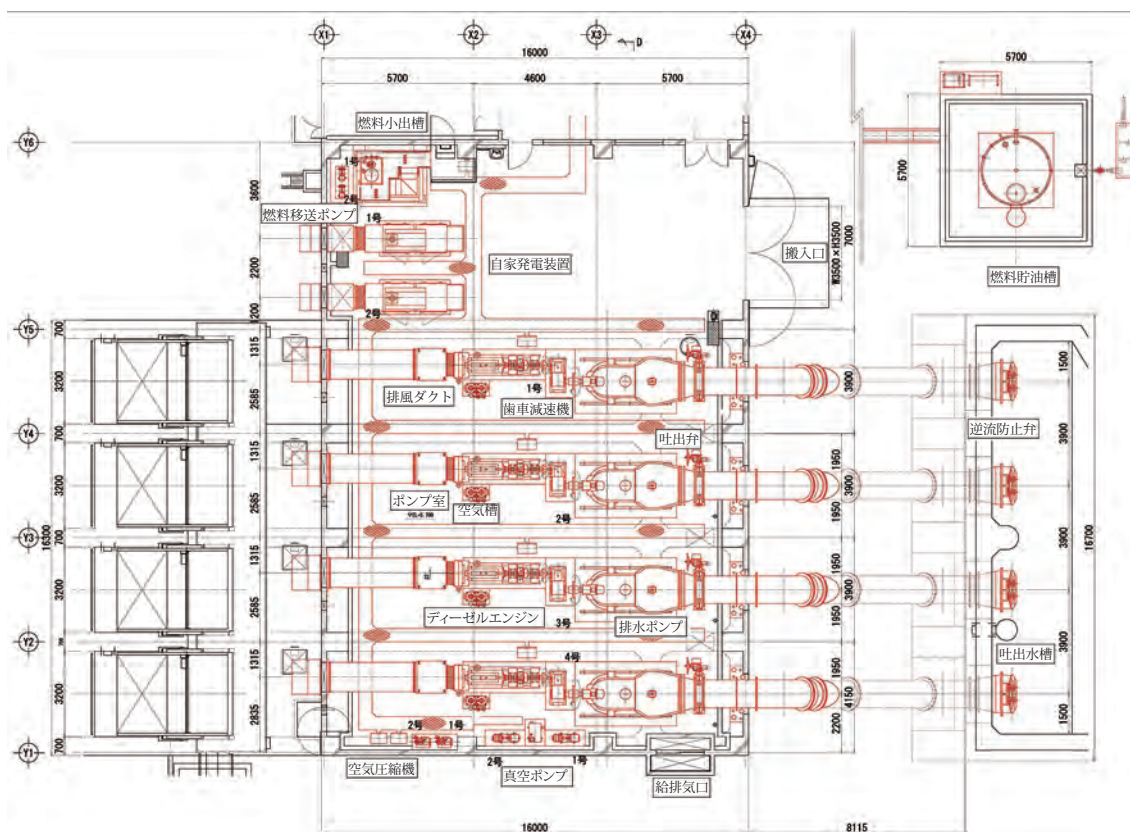


図1 据付平面図

Fig. 1 Layout of the pumping station

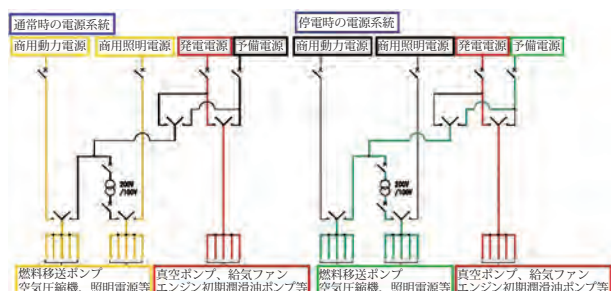


図2 自家発電装置 系統図

Fig. 2 Outline drawing of private power generation

表1 排水ポンプ仕様

Table 1 Specifications of the pump

用途	排水ポンプ
形式	横軸斜流ポンプ
台数	4
口径 (mm)	1 200
全揚程 (m)	5.0
吐出し量 (m ³ /sec)	3.225
出力 (kW)	226
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	ラビリンス

本排水ポンプの特徴を以下の通り示す。

- ① ポンプ形式は横軸斜流ポンプを採用し、減速機を介し、ディーゼル機関にて駆動している。
- ② 主要部品は全て陸上部に設置されている。ケーシングは上下水平二つ割構造となっており、上ケーシング

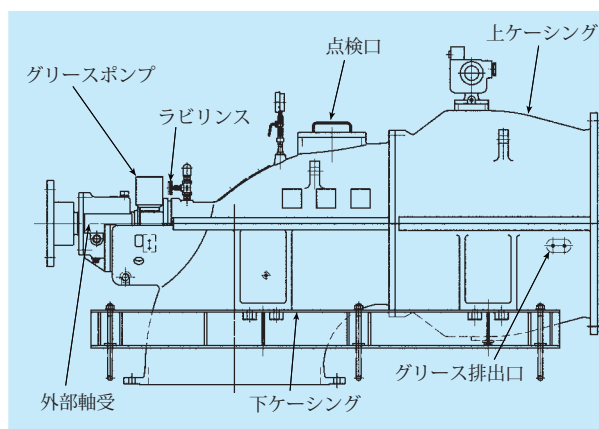


図3 排水ポンプ外観図

Fig. 3 Outline drawing of the pump

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）が容易に点検できる。また、上ケーシングに点検口を設けており、ポンプを分解することなく点検口から内部の状況が確認できる構造となっている。

- ③ 水中軸受摺動部には軸スリーブ、ラビリンスの摺動部にはラビリンススリーブを取付け、整備時に取替容易な構造となっている。
- 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される。また、給油したグリースは外部に排出される構造となっており、ポンプ排水時のグリース流出を防ぎ、環境負荷低減を図っている。

4-2 真空ポンプの小配管廻りの改善

排水ポンプの起動時にケーシング内を満水にする真空ポンプについては、ポンプ場内の排気騒音を考慮して、真空ポンプの排気先を吸水槽としている。通常は真空ポンプの起動時に補水槽より封水され、補水槽の水位が低下すると水道水が供給される。水道水が断水し、補水槽への給水が絶たれた場合は、真空ポンプの排気排水先を補水槽へ切替え、水道水の代わりに排水ポンプのケーシング内の水を補水槽へ給水させるバックアップ機能を有している。また、補水槽への排気排水途中にストレーナを設け、補水槽内への砂利などの混入による損傷を緩和させた（図4）。

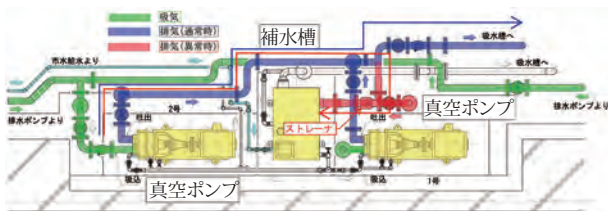


図4 真空ポンプまわりの外観図
Fig.4 Outline drawing of the vacuum pump

4-3 非常階段付の燃料小出槽架台

燃料小出槽をメンテナンスする場合、燃料小出槽内の残油を燃料貯油槽へ返油する。燃料貯油槽の高さが約4.2 mに設置されており、燃料貯油槽へ返油が可能な燃料小出槽の架台高さを燃料貯油槽より高い4.65 mとした（図5）。当該機場には東日本大震災などの災害で機場周辺が浸水した事象を踏まえて、非常用避難口を設置している。燃料小出槽架台の高さを有効活用し、架台の階段を

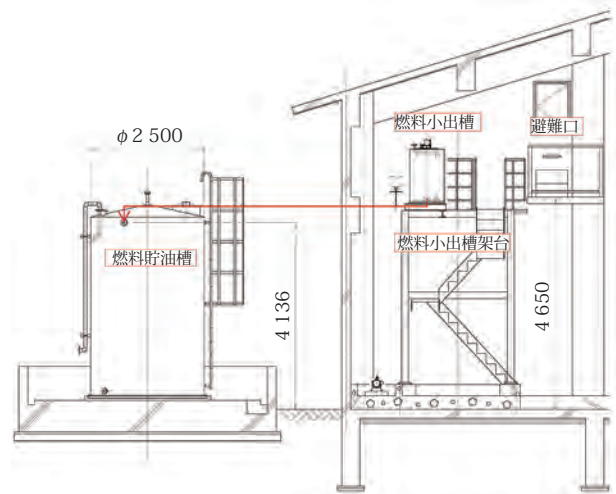


図5 燃料小出槽まわりの外観図
Fig.5 Outline drawing of the oil tank

避難口への動線と接続して、浸水時の避難用非常階段としても利用できるようにした（図6）。



図6 非常階段付き燃料小出槽架台
Fig.6 View of the emergency staircase

4-4 自動制御

排水ポンプの制御は、操作員の判断による手動動作の他に、流入水位の変動に応じて最大4台のポンプによる自動制御機能を備えている。排水ポンプの運転には自家発電装置を起動し排水ポンプの運転に必要な動力電源を供給する必要があるが、ポンプの自動制御にあたり、排水ポンプの運転に合わせて自家発電装置も自動で運転、停止する機能を備えている（図7）。

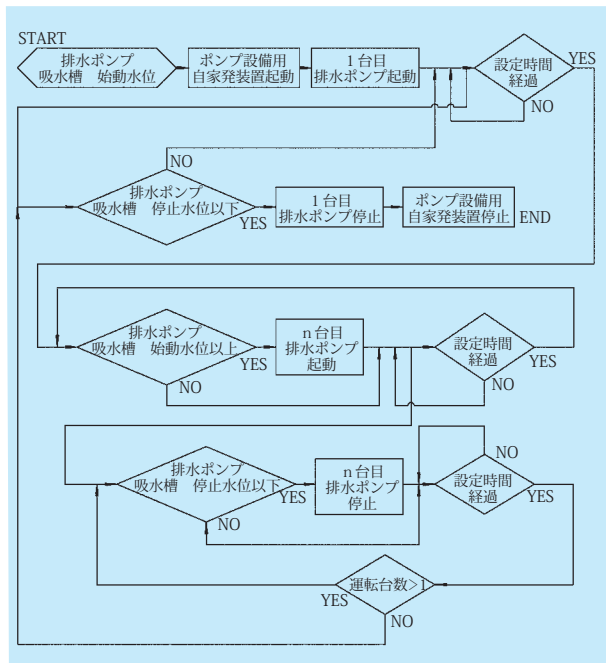


図7 排水ポンプ自動運転フロー
Fig.7 Auto-control flow of the main pump system

5. おわりに

近年、局地的集中豪雨に伴い、ポンプ設備の信頼性向上や安全面においても対応可能な設備の構築が要求される。本機場も配電盤の嵩上げ、避難用非常階段の設置など建屋内の浸水対策と管理者の安全確保に配慮した排水機場となっている。

今後も顧客の要望に対応できるよう、ポンプメーカーとして提案をしていく所存である。

最後に、本工事の施工にあたりご指導頂いた東北農政局最上川下流左岸農業水利事業所殿ならびに関係各位に厚く御礼申し上げます。

<筆者紹介>

浅川英明：2001年入社。主にポンプの操作制御設備の設計に従事。

現在、プラント建設部電装システム設計課 課長。

佐々木隆：2001年入社。主にポンプ設備のシステム設計に従事。

現在、プラント建設部システム設計2課 担当課長。

田代 崇：2004年入社。主に立軸ポンプの設計業務に従事。

現在、水力機械設計部 水力機械1課 主事補

大宮 諒：2010年入社。主に官公需部門向けの営業に従事。

現在、営業本部 東北支店。

鬼首地熱発電所向け温水ポンプ

中村 祐太

Hotwell Pumps for Onikobe Geothermal Power Plant

By Yuta Nakamura

We have supplied 2 (Two) sets of Hotwell pumps for the Onikobe Geothermal Power Plant owned by Electric Power Development Co., Ltd. thru Fuji Electric Co., Ltd.

Geothermal power energy is in line with sustainable, and is positioned as a base load power source as it can continue to generate power at the same output day and night all year round. The Onikobe Geothermal Power Plant, located in Osaki City, Miyagi Prefecture, started commercial operation in 1975 and has contributed to the stable supply of electricity for more than 40 years. Due to the aging deterioration of the equipment, the hotwell pumps have been newly replaced. We will introduce the details in this report.

1. はじめに

日本は電力消費大国であるが、主要エネルギー源である化石燃料の資源に恵まれず、ほぼ全量を輸入に頼っているのが実情である。持続可能な社会の形成へ向けて再生可能エネルギーへの注目が高まっているなか、その一つである地熱発電に関する日本の資源量は、米国、インドネシアに次ぐ世界第3位の保有量となっている⁽¹⁾。地熱発電は年中昼夜を通して同じ出力で発電をし続けられることから電力の安定供給が可能であり、低炭素、エネルギー自給率向上の点からも高く期待されている発電方法である。

このたび、富士電機株式会社殿より、電源開発株式会社殿、鬼首地熱発電所設備更新工事向けの温水ポンプを受注した。この発電所は、宮城県大崎市の鳴子温泉郷から県境に向かって20 kmほどの場所に位置し（図1）、1975年に営業運転を開始して40年以上の間、電力安定供給に貢献してきたが、設備の経年劣化に伴い更新工事を行うことになった地熱発電所である⁽²⁾。鬼首地熱発電所の出力は14.9 MW、発電方式はシングルフラッシュ方式となっており、2023年4月の運転開始に向けて現地工事が進められている（図2）。

本稿では当社が納入した鬼首地熱発電所の重要機器のひとつである温水ポンプについて紹介する。



図1 鬼首地熱発電所の位置⁽³⁾

Fig. 1 Location of Onikobe Geothermal Power Plant



図2 鬼首地熱発電所の完成予想図⁽²⁾

Fig. 2 Rendering image of Onikobe Geothermal Power Plant

2. 温水ポンプ (Hotwell Pump)

地熱発電は地下に滞留する熱エネルギーを利用する発電方法であり、生産井より噴出した熱水を気水分離して取り出した蒸気でタービンを回して発電する。タービンを回した後の蒸気は復水器で冷却され温水(地熱凝縮水)となる。温水は冷却塔でさらに冷却され、復水器で蒸気を冷却する冷却水として利用されるほか、冷却塔よりオーバーフローした温水は還元井より再び地下へ戻される。温水ポンプは、温水を冷却塔などに送水するために連続運転されるポンプであり、高い信頼性が要求とされる重要機器である。温水ポンプが送水する液質には塩化物が含まれるとともに、ポンプの大気部においては硫化水素を含む雰囲気晒される可能性があるため、ポンプの設計においては、材質選定に十分留意する必要がある。

また温水ポンプは、吸込側が復水器であり真空に近い低圧の揚液を扱うことから、有効吸込ヘッド (NPSHav.) が厳しい条件となる。

以下に、温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3)の特徴は以下のとおりである。

- ① 本ポンプは電動機直結駆動の一床式バレル形立軸斜流ポンプである。
- ② スラスト荷重は電動機のスラスト軸受にて支持されており、ポンプ軸と電動機軸は固定軸継手で連結されている。
- ③ 軸封部はグラッドパッキンを採用しており、ポンプ停止時に軸封部からの空気吸込みを防止するために外部注水式となっている。
- ④ 軸シール水用として、ストレーナ、圧力計、流量スイッチを付属している。これらの付属機器はポンプから離れた場所に設置されるため、別置き用の設置台に乗せられたシール水ユニット配管となっている。
- ⑤ ポンプの水中軸受は、常時没水であることから合成ゴムを採用している。また、揚液が高温であることを考慮して軸スリーブとの摺動隙間を設計している。
- ⑥ バレルケースは流れによる損失を考慮しつつ、バレルケース径を極力細くし、バレル底部および側面には、流れの旋回防止および整流の目的でリブを設け、バレルケースを細くすることによる影響が少なくなるよう考慮している。

- ⑦ 負圧となる箇所に配管されるバルブは、弁棒軸封部からの空気吸込みを防止するため、ダイヤフラム弁を採用している。

表1 ポンプ仕様

Table 1 Pump Specifications

用途	温水ポンプ
形式	一床式バレル形立軸斜流ポンプ
台数	2
吸込口径 (mm)	1 000
吐出し口径 (mm)	600
全揚程 (kPa)	224
吐出し量 (t/h)	3 100
出力 (kW)	250
液質	地熱凝縮水
液温 (°C)	設計温度45.5 (Max. 50)

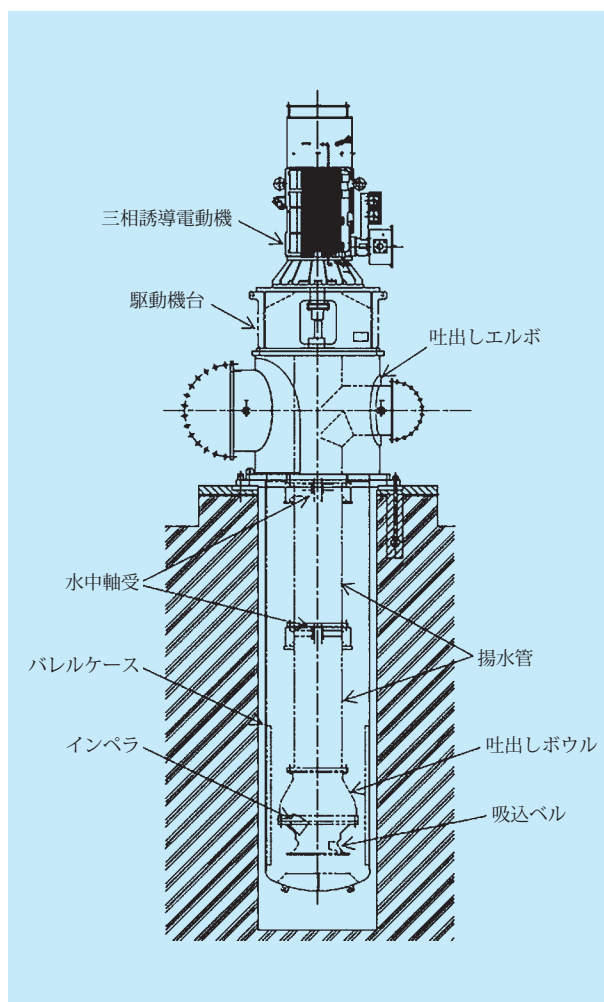


図3 温水ポンプ構造図

Fig.3 Outline drawing of Hotwell Pump

2-2 ポンプ材質

揚液は腐食性のある塩化物が含まれていることから、耐食性を考慮し、さらに経済性も考慮した材質としている。揚水管や主軸については耐食性の高いステンレス鋼 SUS316およびSUS316Lとし、インペラ、吐出しボウルなどはステンレス鋳鋼品SCS14を採用した。バレルケースは炭素鋼SS400とし、吐出しエルボはSS400とSUS316Lを組み合わせた溶接構造品とした。接液部炭素鋼部分の塗装はタールフリー変性エポキシ樹脂塗料を施工しており、国内外地熱発電所向けポンプやさらに腐食環境が厳しい海水ポンプにおいて実績がある腐食防止方法を採用している。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、ステンレス鋼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。ポンプの主要部品を図4、図5、図6に示す。

非接液部となる駆動機台などについてはSS400にポリウレタン樹脂塗料を施工し、屋外設置機器の塗装として十分な耐食性、対候性を有する仕様としている。また、硫化水素による腐食の対策として、ポンプおよび計装品を含む付属機器は銅合金を使用しない仕様としている。



図4 温水ポンプ インペラ
Fig. 4 View of the hotwell pump impellers



図5 温水ポンプ 床下組立品 バレルケース
Fig. 5 View of the Hotwell pump assembly and barrel case



図6 温水ポンプ 床上部品
Fig. 6 View of the Hotwell pump parts

2-3 社内試験

耐圧試験（図7）では工場でケーシング部品を連結して実際の使用状況を模擬し、最高使用圧力の1.5倍以上の内水圧を負荷して、製品の安全性を評価した。

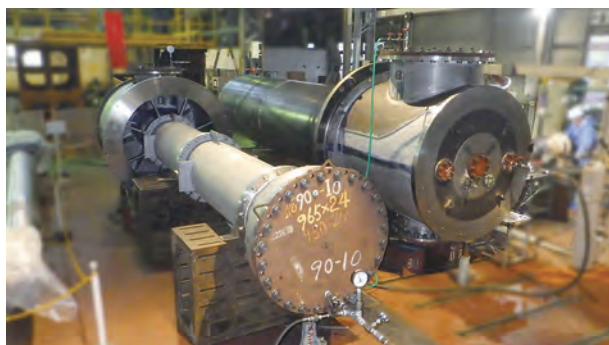


図7 耐圧試験の様子
Fig. 7 View of hydraulic pressure test in DMW shop



図8 温水ポンプ据付外観
Fig. 8 Installation view of Hotwell pump

社内試運転は、実機モータ、軸封注水ユニット（図10）などを使用し、実運用時に近い状況を模擬して実施した。ポンプの社内試験運転の状況を図8、図9に示す。

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9 温水ポンプ工場試運転の様子

Fig.9 View of Hotwell pump running test in DMW shop

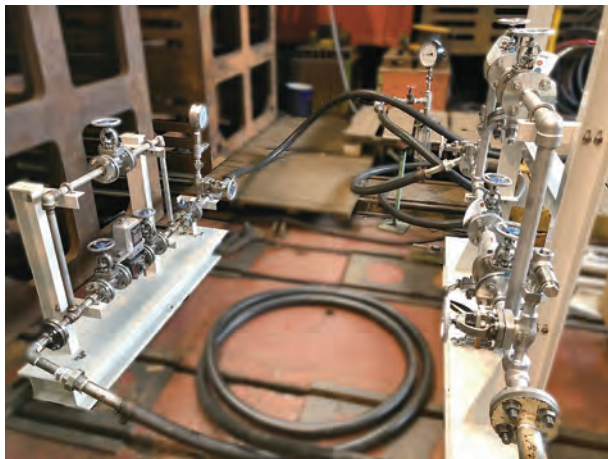


図10 温水ポンプ シール水ユニット

Fig.10 View of the piping unit for the pump shaft seal

3. おわりに

ここでは鬼首地熱発電所向け温水ポンプの概要を説明した。本プロジェクトは2023年4月の運転開始に向けて、現地での据付工事が進められている。

国外での情勢不安などにより輸入エネルギー資源の安定供給確保、価格上昇が問題となっている。エネルギー安全保障と脱炭素の効果の高い電源を最大限活用することが政府の政策方針となっており、純国産エネルギーで安定してかつ低炭素で電力を供給することができる当該発電施設の重要性は非常に高いと考えられる。地熱発電所の重要機器のひとつである温水ポンプは高い信頼性が求められており、当社はこれまでの国内外向け納入実績と技術力を高く評価され、今回の受注に繋がったものである。

今後とも顧客の要望に応え、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、持続可能な社会の形成に貢献できるよう努力していく所存である。

<参考文献>

- (1) JOGMEC ホームページ
(<http://geothermal.jogmec.go.jp/information>)
アクセス日：2022/9/27
- (2) 電源開発株式会社 2019年 ニュースリリース
鬼首地熱発電所 設備更新計画の工事開始について
(https://www.jpowers.co.jp/news_release/2019/04/news190401.html)
アクセス日：2022/9/27
- (3) Googleマップ
(<https://www.google.co.jp/maps>)
アクセス日：2022/9/27

<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 主任

アラムコ・タナジブガスプラント向 硫黄回収装置用ブロワ

富田雅俊

Blowers for Sulfur Recovery Unit in ARAMCO Marjan Field Development Tanajib gas plant

By Masatoshi Tomita

DMW multistage turbo blowers are used in various gas processing plants and petroleum refinery plants. For this project, we supplied 9 (Nine) sets air blowers and auxiliaries to Saudi Arabian Oil Company (ARAMCO) for Marjan Field Development Tanajib Gas Plant-in Saudi Arabia. The air blowers are used in sulfur recovery units in the plant for the Marjan increment program. The Marjan project aims to increase the Marjan Field production by 300 MBCD of Arabian Medium Crude Oil, process 2.5 BSCFD of gas, and produce an additional 360 MBCD of C2+NGL⁽¹⁾. This report shows design features of the Combustion air blower.

1. はじめに

当社の鋳鉄製多段ターボブロワは、ガス処理、石油精製プラントに数多く納入されている。今回、イタリアのEPC経由でSaudi Arabian Oil Company (ARAMCO) 社のタナジブガスプラント向けに、硫黄回収装置用ブロワを9台受注した。納入先であるサウジアラビアの東部州は、ペルシャ湾に面し、クウェートの国境に隣接している。このプロジェクトはマルジャン海底油田の原油、随伴ガス、非随伴ガスおよびキャップガスの開発プロジェクトで、新しい海上ガス油分離プラント、24基の海上石油・ガス・水圧入プラットフォームが含まれる。それに伴い、陸上施設のタナジブガスプラントを拡張し、ガス処理・加工、天然ガス液回収・分留、ガス圧縮設備を含む新しいガスプラントを建設される。このプロジェクトは、マルジャン油田の生産量を1日あたり3億バレルの原油を増加させ、25億標準立方フィートのガスを処理し、さらに3.6億バレルの天然ガス液を生産することを目指している⁽¹⁾。

このたび、受注したCombustion air blowerの工場出荷が完了したので、以下にその概要を紹介する。納入先であるサウジアラビアの東部州タナジブの位置を図1に示す。



図1 サウジアラビア 東部州
Fig.1 Tanajib in Saudi Arabia

2. 機器構成

2-1 全体構成

ブロワユニットの全体構成を図2の系統図に示す。
今回納品したCombustion air blowerはAPI617適用のブロワで、電動機駆動の片吸込多段ターボブロワである。軸受の潤滑方式は強制給油方式とし強制給油装置を付属している。ブロワの吸込ラインにはフィルタおよびサイレンサを設置し、吐出しラインにはサイレンサおよび逆止弁を設置している。また、ブロワのサージ防止機能として、放風弁を用いている。以下に各構成機器について述べる。

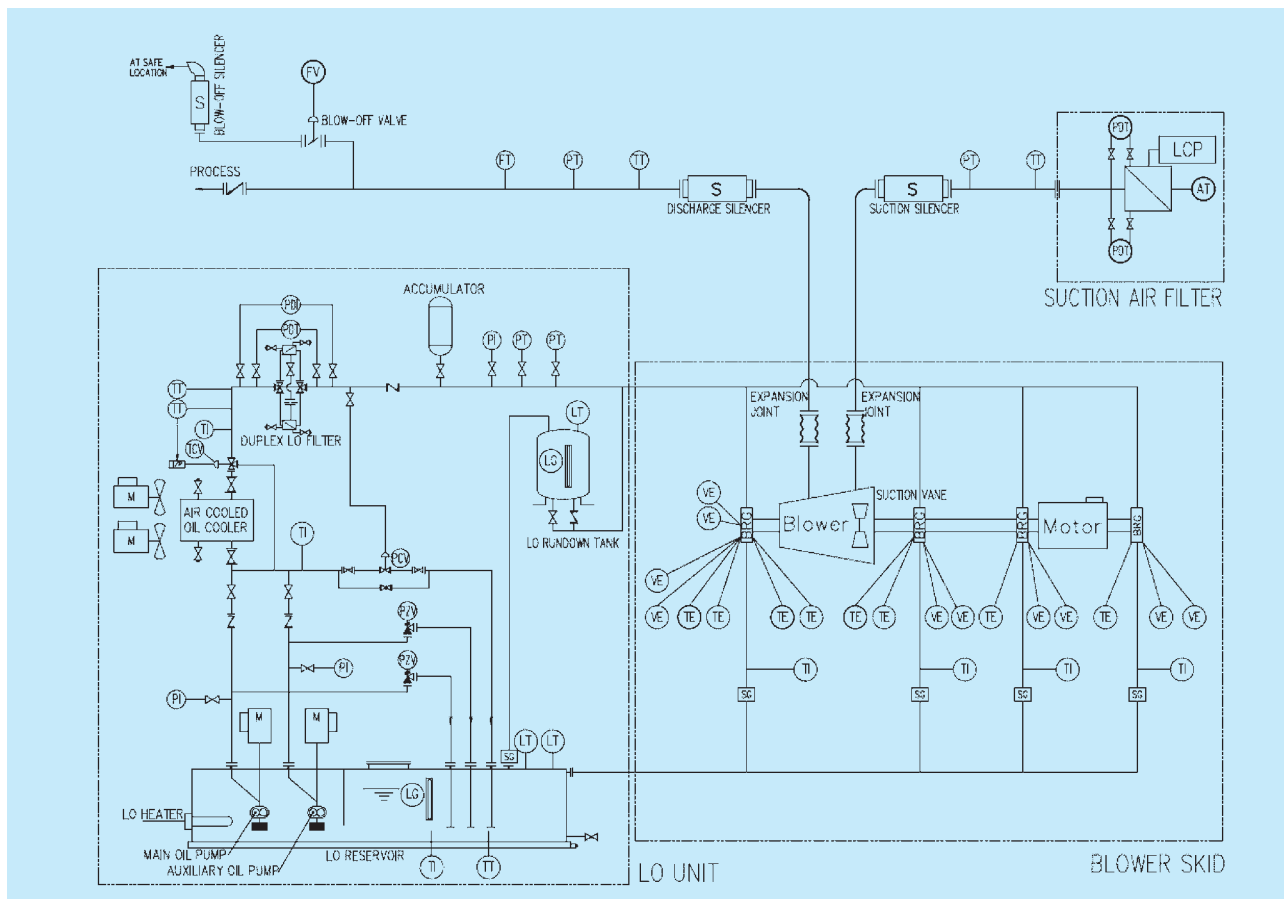


図2 系統図
Fig.2 P&I Diagram

2-2 Combustion air blower

Combustion air blowerは硫黄回収装置のうち、酸性ガスを反応炉で燃焼させるために必要な空気を供給するためのブロワである。表1にCombustion air blowerの仕様、図3に外観を示す。

表1 ブロワ仕様
Table 1 Combustion air blower specifications

形 式	片吸込多段ターボブロワ (鋳鉄製)
口 径 (mm)	1 000/900
風 量 (m ³ /min)	約1 109
昇 圧 (kPa)	約88
取 扱 気 体	空気
電動機出力 (kW)	1 900
台 数	9



図3 ブロワ外観
Fig.3 View of Combustion air blower

2-3 ブロワの構造と特徴

本ブロワはAPI617 8th Editionを適用したブロワである。その構造と特徴を以下に述べる。

ブロワのインペラは耐食性を考慮し、フェライト・

オーステナイト系二相ステンレス鋼板を採用している。また、インペラを設計する上で、FEM解析にて強度評価を実施し最適な形状検討と信頼性を確認している。FEM解析の例を図4に示す。



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

ケーシングは鋳鉄を使用した水平二つ割構造を採用している。上下分割のため、上ケーシングの取外し作業のみで、回転体の取出しが容易に行なえる。そのため、ブロワのメンテナンスが容易に実施できる構造となっている。ブロワ初段インペラ入口には、風量調節用のインレットガイドベーンを設置している。

ケーシング同様に軸受ユニットも水平二つ割構造としており、軸受は、すべり軸受を採用しジャーナルおよびスラスト荷重をティルティングパッド方式の軸受にて回転体を支持している。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、潤滑油温度によって軸受特性に影響がないことを確認するために、解析ソフトを用いてAPI617規格に規定されている評価方法に従い振動解析および軸受特性の評価を行った(図5)。

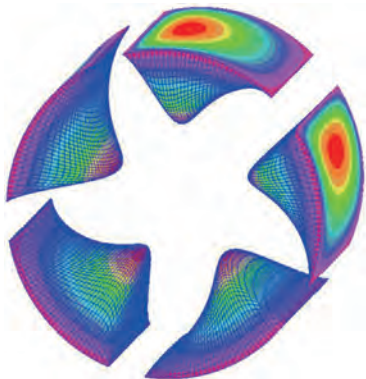


図5 軸受解析例
Fig.5 Example of bearing analysis

2-4 強制給油装置

強制給油装置は、ブロワおよび電動機の軸受の強制潤滑給油に使用し、API614 5th Editionに準拠している。強制給油装置の外観を図6に示す。本強制給油装置は、2台の電動式給油ポンプを採用しているため、油のヘッド差を利用して緊急時の給油を行うランダウンタンクを付属している。また、給油ポンプの切替えなどによる過渡的な油圧変動を吸収することを目的としてアキュムレータを付属している。潤滑油の冷却方式は空冷式とし、冷却水が不要な機器構成を採用している。



図6 強制給油装置外観
Fig.6 View of LO unit

2-5 パルスジェットフィルタ

パルスジェットフィルタは、ブロワ運転中に圧縮空気の間欠的な噴射を用いてフィルタの自動洗浄が可能な構造である。フィルタの差圧および空気の相対湿度を電送器により計測することで、吸込ラインの健全性を状態監視している。パルスジェットフィルタの外観を図7に示す。本パルスジェットフィルタは機側制御盤を付属して



図7 パルスジェットフィルタ 外観
Fig.7 View of Pulse jet filter

いる。機側制御盤は中央制御室との制御信号を授受し、内部のシーケンサによって圧縮空気の噴射間隔およびタイマー管理による自動洗浄を管理している。

3. 工場試験

工場における性能試験は、API617規格および客先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。また、機能試験は要求仕様である潤滑油供給最高温度においてブロワの振動、軸受温度の許容値を十分に満足し、機械的に健全な状態である結果を得られた。

4. おわりに

サウジアラビア向の硫黄回収装置用ブロワの概要を説明した。当社は中東、中央アジア地域で多くの実績を有

しており、高い信頼性の評価を頂いている。その中で、ブロワはプラント内で重要な役割を担っているため、今後も設備の用途、重要性を十分に認識し、顧客の信頼と満足を得られるよう努力していく所存である。

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

<参考文献>

- (1) Aramco
<https://www.aramco.com/en/news-media/news/2019/aramco-contracts-marjan-berri-oilfields>
(2022/10/3アクセス)

<筆者紹介>

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



株式会社タクマ殿 勇払バイオマス発電所向けボイラ用誘引通風機

永岡 聡貴

Induced Draft Fan for Boiler in Yufutsu Biomass Power Plant

By Satoki Nagaoka

DMW delivered One(1) unit of Induced Draft Fan to Yufutsu Biomass Power Plant, Hokkaido, Japan. Biomass power generation is a clean power generation method that can produce energy without increasing CO₂ emissions, based on the concept of carbon neutrality, and power plants have been constructed in recent years. The plant operation will be started from January 2023. The plant's generating capacity is 74 950 kW. As fuel, overseas wood chips and PKS (Palm Kernel Shell), as well as domestic unused wood will be mainly used. This reports on the outline of Induced Draft Fan as follows.

1. はじめに

バイオマス発電は、カーボンニュートラルという考え方から、CO₂を増加させずにエネルギーを作り出すことができるクリーンな発電方法であり、近年発電プラントの建設が進んでいる。今回、当社送風機の多くの納入実績が評価され、株式会社タクマ殿より勇払バイオマス発電所向けの誘引通風機を受注した。

誘引通風機は、ボイラから出る排気ガスを煙道などへ排出するために使用される。

本バイオマス発電所の発電出力は、74 950 kWで、燃料として主に海外の木質チップやPKS (Palm Kernel Shel、パームヤシ殻) のほか、国内の未利用材を使用する計画となっており、2023年1月に運転開始予定となっている⁽¹⁾。

このたび、当社工場出荷を完了したので、以下にその概要を紹介する。納入先である勇払バイオマス発電所の位置を図1、旧勇払事業所を図2に示す。

2. 誘引通風機の仕様

誘引通風機の仕様を表1に示す。

3. 構造

誘引通風機は両吸込ターボファンを採用しており、主要部品の特徴は以下の通りである。

図1 勇払地図⁽²⁾

Fig. 1 Location map of Yufutsu

図2 旧勇払事業所⁽³⁾

Fig. 2 View of former Yufutsu plant

3-1 インペラ

インペラには全溶接構造の高張力鋼を採用しており、高周速で長時間の運転に耐えられる十分な強度を有して

表1 誘引通風機仕様

Table 1 Induced Draft Fan specifications

形 式	#16両吸込ターボファン
吸込口径 (mm)	4 100×1 150
吐出し口径 (mm)	2 700×2 400
風 量 (m ³ /min)	13 000
昇 圧 (kPa)	約4.7
取 扱 気 体	排気ガス
温 度 (°C)	160
電動機出力 (kW)	1 500
台 数	1

いる。

3-2 主軸

主軸は炭素鋼鍛鋼軸を採用し、剛性軸としている。

3-3 ケーシング

ケーシングは輸送を考慮した8分割構造となっている。

3-4 圧力・風量制御

本誘引通風機は、インバータ駆動による回転速度制御をメインとして圧力・風量制御を行う。吸込ダンパを付属しているが、補助的に使用される計画である。吸込ダンパの写真を図3に示す。

3-5 軸受ユニット

軸受は十分な寿命を有した自動調芯ころ軸受を採用し、潤滑はオイルバス水冷式として長時間の連続運転にも安定して使用可能である。また、自由側は主軸の熱膨張を円滑に追従できる軸受を採用している。

3-6 カップリング

カップリング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。本機器はインバータ駆動で使用されるため、ねじり振動解析を実施し、運用範囲でねじり固有振動数の影響のないカップリング



図3 吸込ダンパ外観

Fig.3 View of suction damper

設計としている。

4. 工場試験

工場における性能試験はJIS B 8330に沿って実施した。工場試験では空気による運転となり、実際の取扱気体の密度と異なる条件になるが、密度の違いを考慮し、性能換算予測を実施することにより、工場試験状態の妥当性を確認した。誘引通風機の社内試運転の状況を図4に示す。



図4 社内試運転

Fig.4 Shop test

5. おわりに

株式会社タクマ殿/勇払バイオマス発電所向けボイラ用誘引通風機の概要を説明した。

今後も、設備の用途、重要性を十分に認識し、顧客の信頼と満足を得られるよう努力していく所存である。

おわりに、本誘引通風機の計画・製作にあたり適切なお指導、ご助言を頂いた株式会社タクマ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) 株式会社タクマ殿ホームページ
<https://www.takuma.co.jp/news/2019/20190614.html>
(2021/10/18アクセス)
- (2) Googleマップ <https://www.google.co.jp/maps/>
(2022/10/31アクセス)
- (3) 全国郷土紙連合ホームページ
<http://kyodoshi.com/article/2003>
(2021/10/18アクセス)

<筆者紹介>

永岡聡貴：2010年入社。主にファン、ブロワの設計業務に従事。
現在、気体機械設計部 ファン設計課 主任

東京都下水道局殿 新河岸水再生センターポンプ設備再構築その2 工事受注

東京都下水道局殿より2016年度の再構築工事に続き、新河岸水再生センターポンプ設備再構築その2 工事を受注した。新河岸水再生センターは新河岸処理区の計画処理面積10 474 haのうち練馬・板橋・杉並区の大部分と中野・北・豊島・新宿区の一部を処理区域としている水再生センターである。新河岸処理区は区部全体面積の18%にあたり、ここから発生する下水を浮間水再生センターと共同で処理し、処理した水は新河岸川に放流している。

本工事は、老朽化した雨水ポンプ設備3号および4号を再構築するもので、製作する雨水ポンプは、急激な水位変動にも速やかに排水が可能な先行待機（全速）形立軸斜流ポンプとし、大地震などにより冷却水が遮断された場合も運転できる、冷却水を必要としない無注水方式

としている。

また、本ポンプは、東京都下水道局殿との共同研究『雨水ポンプの気中待機運転時間を延長する技術の開発』（研究期間：2018年4月から2019年9月まで）目標達成品であり、長時間の気中待機運転が可能なポンプである。都市型洪水に見られる急激な水位上昇による水害対策として、現在鋭意設計・製作を進めている。

東京都下水道局殿のポンプ工事を受注・竣工することは、社会インフラの一端を担う企業としての技術力継承と、安全施工に対する技能継承のために必要不可欠であり、今後もお客様満足度の向上を第一に、継続的な受注に向けて営業活動を展開していく所存である。

（文責：近藤友明）

表1 ポンプ設備仕様

ポンプ名称	形式	吐出し量	全揚程	出力	台数
雨水ポンプ	口径1 200 mm 先行待機（全速）形 電動機直結立軸斜流ポンプ	205 m ³ /min	14 m	660 kW	2

東京都下水道局殿 森ヶ崎水再生センター（西）送風機設備再構築工事受注

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。

このたび、森ヶ崎水再生センター西処理施設の送風機設備が老朽化したため、表1に示す送風機の製作・据付工事を受注し、現在はさまざまな解析を行い鋭意設計・製作中である。今回納入予定設備は、潤滑油設備と冷却設備が不要となる特徴を有する、ころがり軸受型鋳鉄製多段ターボブロワ（当社製品名：鋳鉄製AM-Turbo[®]）である。本送風機は回転体質量の軽量化により、従来のすべり軸受からころがり軸受の採用を可能とし、すべり軸受で必要になる強制給油装置が省略でき、冷却設備や小

配管を不要とした。強制給油装置などの補機類が不要となったことで、信頼性が向上（故障リスクが低減）し、メンテナンスコストの低減と動力費低減を可能とした。これに加え補機類の省エネ対策として、低圧力損失形逆止弁を採用する。更には環境対策として、送風機本体および送風機用電動機軸受箱より大気へ放出されるオイルミストに対し、送風機の吐出圧力を利用しオイルミストを吸引する動力不要のミストセパレータシステム（MSS- α ）を採用し、これら省エネ・環境対策機器を納入する予定である。

今後もこうした省エネルギー対策、環境対策を考慮したより良い製品開発・製作に取り組み、お客様満足度の向上を第一に、社会貢献・環境貢献を目指して営業活動を展開していく所存である。

（文責：近藤友明）

表1 送風機設備仕様

名称	型式	風量	圧力	出力	台数
送風機	口径500 / 450 mm 電動機直結鋳鉄製 片吸込多段ターボブロワ	340 m ³ /min	51.4 kPa	390 kW	1
送風機	口径450 / 400 mm 電動機直結鋳鉄製 片吸込多段ターボブロワ	270 m ³ /min	51.4 kPa	310 kW	1

東京都下水道局殿 王子ポンプ所ポンプ設備再構築その3工事受注

東京都下水道局殿より、1991年度のポンプ設備改良工事に続き、王子ポンプ所ポンプ設備再構築その3工事を受注した。

王子ポンプ所は東京都北区堀船三丁目にあり、流入する雨水を隅田川に放流する施設である。

ポンプ所の位置する北区は、高台の合間合間に谷地が複雑に分布する起伏にとんだ地形と、荒川・新河岸川・隅田川・石神井川の4つの河川が流れていることが特徴である。このうち、石神井川はポンプ所のある堀船付近で隅田川に合流する。

本工事は、老朽化した雨水ポンプ設備3号を再構築す

るもので、製作する雨水ポンプは、急激な水位変動にも速やかに排水が可能な先行待機（全速）形立軸斜流ポンプとし、水中軸受には大地震などにより冷却水が遮断された場合も運転できる、無注水方式を採用している。

また、本ポンプは、東京都下水道局殿との共同研究『雨水ポンプの気中待機運転時間を延長する技術の開発』（研究期間：2018年4月から2019年9月まで）目標達成品であり、長時間の気中待機運転が可能なポンプである。都市型洪水に見られる急激な水位上昇による水害対策として、鋭意設計・製作を進めている。

（文責：奥川高広）

表1 ポンプ設備仕様

ポンプ名称	形式	吐出し量	全揚程	出力	台数
雨水ポンプ	口径1 600 mm 先行待機（全速）形 電動機直結立軸斜流ポンプ	470 m ³ /min	11.5 m	1 260 kW	1

大阪市建設局殿 中島抽水所向け雨水ポンプ設備受注

大阪市域の大部分は雨に弱い地形であり、梅雨・台風・局地的集中豪雨などによる浸水被害を防止するために雨水を河川へ放流するなどの役割を、大阪市建設局殿によって設置された計58カ所の抽水所施設が担っている。そのうちの1つで大阪市の北部に位置している中島抽水所のポンプ棟では、供用開始から約45年が経過しているポンプ設備計6台が現在も稼働しており、老朽化対策と排水区域の分流化による施設の仕様変更に合わせて順次

ポンプ設備の更新を行っている。

このたび、ディーゼル機関駆動である既設No.1、2雨水ポンプ2台を更新する工事を受注し、2025年5月の完成を目指して、鋭意設計・製作中である。

今回製作するNo.1、2雨水ポンプは先行待機形の立軸斜流ポンプを採用し、近年のゲリラ豪雨にみられる急激な水位の上昇にも対応出来るようにしている。

(文責：戌亥 武)

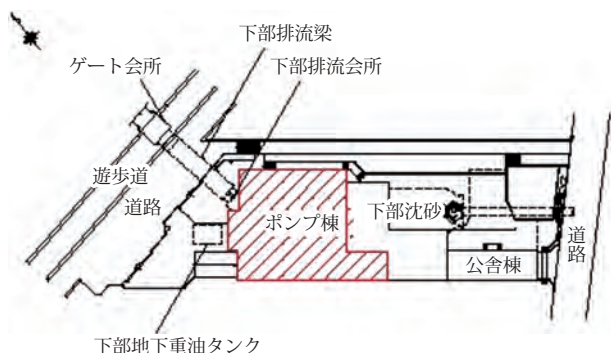


図1 一般平面図

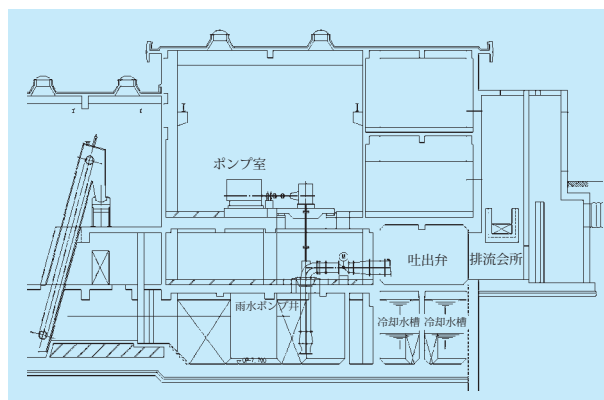


図2 ポンプ室断面図

表1 既設ポンプ仕様

ポンプ名称	形式	吐出し量	全揚程	取扱流体	原動機出力
No.1雨水ポンプ	口径 800 mm 立軸斜流ポンプ	85 m ³ /min	10.0 m	雨水	243 kW
No.2雨水ポンプ	口径1 000 mm 立軸斜流ポンプ	140 m ³ /min	10.0 m	雨水	397 kW

表2 更新ポンプ仕様

ポンプ名称	形式	吐出し量	全揚程	取扱流体	原動機出力
No.1雨水ポンプ	口径600 mm 全速全水位先行待機形立軸斜流ポンプ	45 m ³ /min	9.0 m	雨水	110 kW
No.2雨水ポンプ	口径900 mm 全速全水位先行待機形立軸斜流ポンプ	110 m ³ /min	9.0 m	雨水	260 kW

IOCL PANIPAT製油所向け 横軸バレル型高圧多段ポンプ2台受注

このたび当社は、インドのエンジニアリング会社の Larsen and Toubro Hydrocarbon Engineering (LTHE) 社より、Indian Oil Corporation.Ltd (IOCL) のPanipat 製油所向けにFeed Charge Pumpを2台受注した。

本ポンプは、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多段ポンプである (Type : BB5)。

本ポンプユニットは主にポンプ、電動機、強制給油装置、振動監視装置、機側操作盤、ソフトスターターから

構成され、軸シールはメカニカルシールでシールプラン 53Bを採用している。ポンプ仕様を表1に示す。

本ポンプは、資材調達から製作、運転確認まで一貫してDCIPL (DMWインド社) にて行う。今回のポンプを納入し、運転実績をつくることでDCIPL社は、高圧ポンプの製作工場として客先から認定を受ける予定である。今後もDCIPL社と協力しコスト低減をはかり案件の受注を目指していく所存である。

(文責：新宅知矢)

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
Feed Charge Pump	口径300×250 mm 横軸バレル型高圧多段ポンプ	900 m ³ /h	1 217.47 m	Reactor Feed	3 400 kW	2

大阪府東部流域下水道事務所 桑才ポンプ場向け No.6 雨水ポンプ設備受注

このたび、大阪府東部流域下水道事務所より桑才ポンプ場No.6雨水ポンプ設備を受注した。

桑才ポンプ場は大阪府門真市に位置しており、合流式ポンプ場として活躍している重要な施設である。

本工事は34年が経過した老朽化設備の更新を期に、雨水ポンプの排水能力を向上させ、雨水ポンプを1台予備化させるための更新工事である。

特徴としては、横軸斜流ポンプから減速機搭載型立軸

斜流ポンプに更新を行うことで、始動開始時の満水工程が不要となり、始動特性の向上を図ることが目的である。また、排水能力が増加するため有害な渦が発生されることが懸念される。そのため流れ解析によるシミュレーションを行い、渦流防止対策の必要有無を検討する必要がある。

2024年5月中の竣工を目指し、設計・製作中である。

(文責：弘田幸治)

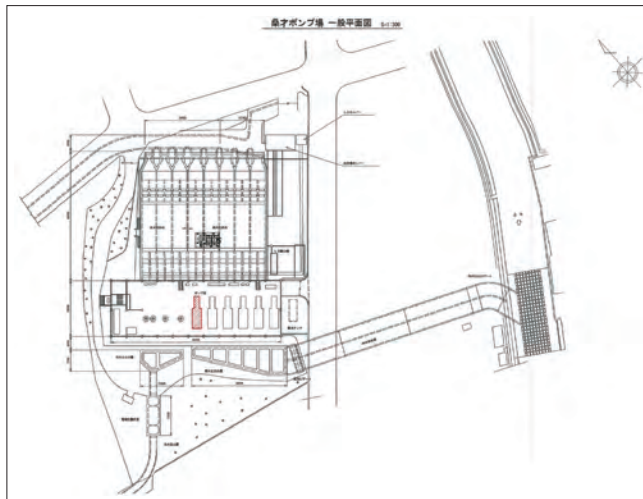


図1 全体平面図

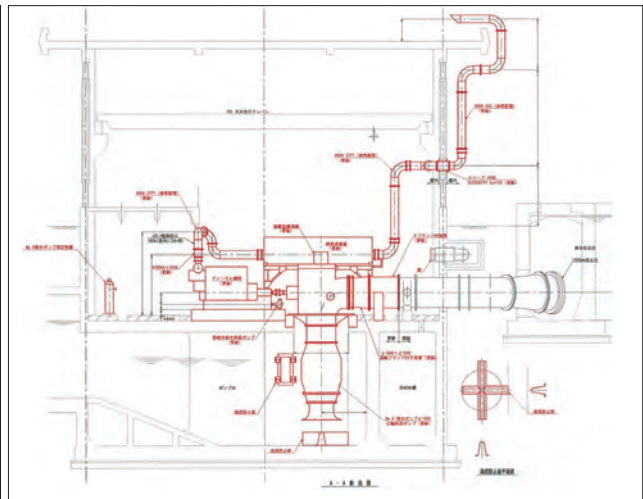


図2 据付断面図

表1 既設ポンプ仕様

ポンプ名称	形式	吐出し量	全揚程	取扱流体	原動機出力
No.6雨水ポンプ	口径1 600 mm 横軸斜流ポンプ	330 m ³ /min	7.2 m	雨水	750PS

表2 更新ポンプ仕様

ポンプ名称	形式	吐出し量	全揚程	取扱流体	原動機出力
No.6雨水ポンプ	口径1 500 mm 立軸斜流ポンプ (減速機搭載型)	396 m ³ /min	8.3 m	雨水	770 kW

国土交通省 関東地方整備局殿より 令和3年度安全管理優良受注者として局長表彰を受ける

1. はじめに

国土交通省関東地方整備局殿では、安全対策の向上および円滑な事業の推進に資することを目的として、安全管理に優れた受注者を表彰している。

2. 表彰対象工事

件数：7件

工事名：

- H30中部横断楕根第四トンネル換気設備工事
- H30十日川排水機場自家発電設備修繕工事
- R1矢切排水機場ポンプ設備修繕工事
- R1根本排水機場ポンプ設備修繕工事
- R1鳴戸川排水施設ポンプ設備災害復旧工事
- R1通殿川排水機場ポンプ設備更新工事
- R2根本排水機場ポンプ設備修繕工事

3. 表彰理由

2018年度から2020年度の三カ年度にわたり無事故で工事を完遂したことが優良であったと認められ、国土交通省関東地方整備局長殿より令和3年度 安全管理優良受注者表彰を受けた。

4. おわりに

工事にあたっては国土交通省関東地方整備局殿のご指導、ご協力を頂きましたことに深く感謝申し上げます。この表彰を契機に、より一層精進して行きます。

(文責：佐々木雄也)



図1 表彰状



図2 表彰式状況

下水道展'22 東京の出展について

2022年8月2日から5日の4日間、公益社団法人日本下水道協会主催の『下水道展'22東京』が、東京都江東区有明にある東京ビッグサイト（東展示棟1・2・3ホール／会議棟）で開催され、当社も出展した。

2019年はパシフィコ横浜で開催されたため、ビッグサイトで開催されるのは2017年以来6年ぶりとなった。今回の出展者数は315社／1045小間、来場者数は総計で30349名となった。

会期中は猛暑日と荒天が入り乱れとなったにも関わらず来場者は多く、新型コロナウイルスが感染拡大していた状況下で昨年開催された大阪での展示会は来場者実績が伸び悩んだため、比較すると3倍弱ほどの来場者数であった。

当社では本展示会に“持続可能な社会の実現への貢献”をコンセプトに、カーボンニュートラルへの取り組み状況の紹介、高効率ブロウ“AM-Turbo[®]”、更新コストを抑えつつ維持管理を容易にする立軸新型コラムポンプ、非接触型センサを使用し水中軸受の摩耗状況を把握する立軸ポンプの状態監視技術、逆浸透膜法（RO法）海水淡水化用エネルギー回収装置“DeROs[®]”という製品を紹介した。

また、今回グループ会社にも協力を依頼し、電業社工事(株)からは“自動絶縁抵抗測定装置”、(株)エコアドバンスからは“小水力発電システム”を当社ブースで一緒に展示することになった。

ブースは白を基調とし、コロナ禍での開催ということもあり、通路に面して動線を塞がないよう配慮した。また、展示パネルを液晶タッチパネルにすることで、来場者からは見やすく、説明者からは操作しやすいスタイルとしたので、前回とまた違う新鮮味のあるブースデザインとなった（図1）。

与えられた小間は、出入口付近ではあるが奥まった箇所でも三方開通路となっており、周囲にブース高さの異なる別企業が並ぶ場所であった。

全体の人の流れに合わせ、大型液晶ディスプレイをメインストリートに面した方向に配置し、向かって右側に展示用液晶タッチパネルを配置し、敷地外に向けてア

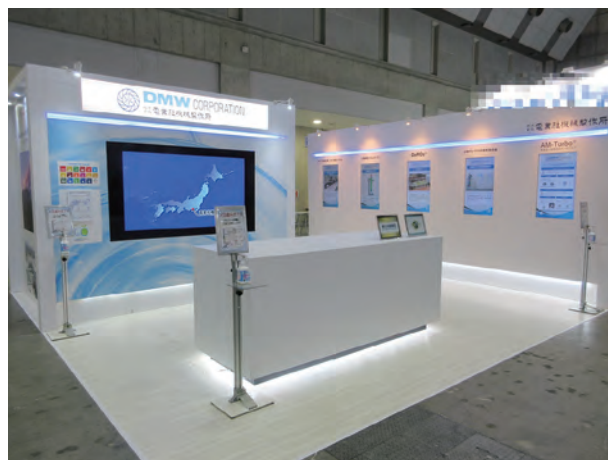


図1 ブース全景

ピールをすることで、来場の観客に興味を持ってもらいやすいように動線を配置し、ブース内に入り易くなるように工夫した。

また、壁面の白に加え、床も白床仕立てとし、全体的な明るさを強調した。更に展示パネルや展示品の照明にダウンライトを使用したことで、落ち着いた雰囲気を作成すると共に、床面での反射によって全体が明るく見えるため、周辺ブースとの差別化が図れた。

展示物は、全て液晶タッチパネルによる説明資料の投影とした。内容としてAM-Turbo[®]、立軸新型コラムポンプ、立軸ポンプの状態監視技術、DeROs[®]、カーボンニュートラルへの取り組みを用意した（図2）。



図2 展示パネル

また、ブース通路に面した外壁の余白を利用して、製品がどこで役に立っているかのイラストを貼り、PRした(図3)。

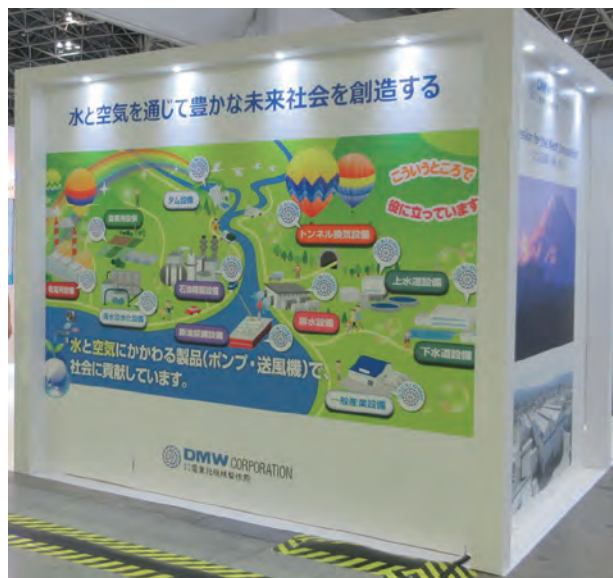


図3 PRイラスト

従来の展示では固定されたLEDパネルを用いての説明だけであったが、今回使用した液晶タッチパネルは複数の資料をパネル内で切り替えることで閲覧できるため、来場者への質問にも柔軟に答えることが可能であった。

新型コロナウイルス感染対策として、通行者に対して行うプレゼンテーションは開催しなかったが、通路より入りやすい環境としたこともあって多くの方々に立ち寄って頂いた(図4)。

当社のブースの来場者は、約1,000名と、前々回と同程度であったが、通路側から入りやすい動線を確保したことと、大型ディスプレイで訴求することによって興味を引かれた来場者が多数あったことで、今回のブースレ



図4 来場者説明状況

アウトの効果を実感できた。

ご来場頂き、最初は見ただけだったお客様が、当社の説明員との意見交換で話がはずんでいく光景を見るにつれ、電業社への大きな期待が実感できた。熱心に説明を聞いて下さった方、多くの質問をして下さった方などから頂いた貴重なご意見は、今後の製品開発や事業展開の参考にさせていただきます。

今回の下水道展に対しては、企画立案から展示対応するメンバーをほぼ若年層で取り組んだことから、比較的親近感が持てたのが良かったと感じた。また、それ故に部門を越えて気軽に様々な意見を交わす事が出来て、内部コミュニケーションも充実させることが出来た。

近年続く酷暑の中、連日説明対応することになった担当者のみならずにも感謝の念が絶えません。

最後になりましたが、下水道展を主催して頂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：前田裕介)

特許と実用新案

「立軸ポンプ」 特許第6900410号

1. 従来技術の課題

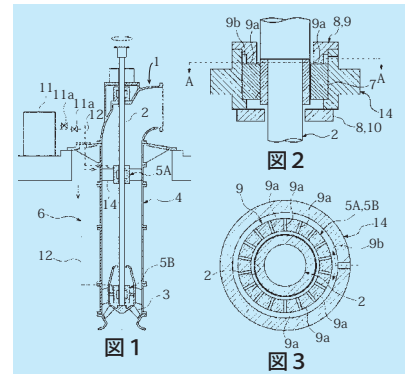
従来の水中軸受を有する立軸ポンプでは、軸受に水を供給する流路が1つしかなく、全周にわたって軸受の摺動部分に水を十分に供給することが難しいと共に、軸受に異物や汚れが付着した場合に、単に水を供給するだけでは、異物や汚れを洗い流すことが難しく、特に全周にわたって十分に洗浄することが困難であるという不都合があった。

2. 本発明の内容

本発明に係わる立軸ポンプ1は、**図1**に示すように、原動機（図示略）に接続され回転駆動される回転軸2と、回転軸2の下部に設けられた羽根車3と、回転軸2と羽根車3とを収納するケーシング4と、回転軸2を回転可能にケーシング4に支持するポンプ軸受部5A、5Bと、ポンプ軸受部5A、5Bと回転軸2との間に水を供給する水供給機構6とを備えている。

上記ポンプ軸受部5A、5Bは、**図2**及び**図3**に示すように、回転軸2を支持するすべり軸受7と、すべり軸受7を収納する軸受ケース8とを備えている。上記水供給機構6は、軸受ケース8の半径方向外方から半径方向内方に向けて延在しすべり軸受7の摺動部分に水（洗浄水）を供給可能で、周方向に間隔を空けて複数設けられた水供給流路9aと、軸受ケース8の全周にわたって延在していると共に複数の水供給流路9aの基端に連通し外部から水が供給される環状流路9bとを備えている。上記軸受ケース8は、すべり軸受7上に配された上部軸受ケース9と、すべり軸受7の下方に配された下部軸受ケース10とを備えている。上部軸受ケース9と下部軸受ケース10とは、円環状の部材であり、すべり軸受7と支持部材14とが配されている。複数の水供給流路9aは、周方向に互いに一定の間隔を空けて均等に配列されている。これら水供給流路9aは、上部軸受ケース9の下面に形成された流路溝である。すなわち、水供給流路9aを流れる水は、上部軸受ケース9下面の流路溝とす

べり軸受7の上面との間で流通する。上記水供給機構6は、洗浄用の水を供給するポンプや水槽等で構成された洗浄水供給源11と、洗浄水供給源11に一端が接続されていると共に他端が対応するポンプ軸受部5A、5Bにある環状流路9bに接続された複数の洗浄配管12と、洗浄配管12の途中に設けられた開閉弁11aとを備えている。



3. 本発明の効果

本発明による立軸ポンプによれば、水供給機構からすべり軸受の摺動部分に水を供給可能で、周方向に間隔を空けて複数設けられた水供給流路と、水供給流路の基端に連通し外部から水が供給される環状流路とを備えているので、ポンプ軸受部に対して全周にわたって良好な給水と洗浄とを行うことできる。特に、半径方向外方から半径方向内方に向けて延在した水供給流路によって、水の流速が速められ、高い洗浄効果を得ることができる。さらに、水供給機構が、すべり軸受の下方に配され軸受ケースとの間で全周にわたって延在した環状空間であってすべり軸受の摺動部分からの水を受ける下部環状液室部を備えている。下部環状液室部に水が供給され、水を全周にわたって一定量保持することができるため、摺動部分に安定した水膜を得ることができる。したがって、本発明の立軸ポンプでは、良好な給水によってポンプ軸受部がドライ状態で大気中運転されることを防止できると共に、高い洗浄効果によって異物や汚れによる不具合を防止することができる。

（文責：鈴木崇史）

— 正誤表 —

本紙、第46巻第1号(2022)20頁、21行のタイトル個所に誤りがございました。
お詫びして訂正いたします。

誤) 東日本製鉄所殿

正) 九州製鉄所殿

編 集 後 記

◆この度の巻頭言は、青山学院大学 理工学部
機械創造工学科 教授の横田和彦先生に「科学と
は何か?」という題目でご執筆いただきました。

近年、社会人の「リスクリング」、「リカレント
教育」、「学び直し」という言葉をよく耳にします。
教育未来創造会議を開催するなどして、政府もこ
のような動きを支援しています。

このような流れの中で、これまでビジネスには
関係ないと考えられていたリベラルアーツに注目
が集まっています。以前よりアメリカにはリベラ
ルアーツに力を入れている大学がありましたが、
最近では日本にも取り入れている大学があるよう
です。例えば、ビジネスにおいて「発想力」を求
められることは多々あります。発想力を鍛えるに
は感性に刺激を与える必要がありますが、この役
割を果たすのが芸術などのリベラルアーツなの
ではないかと考えさせられる内容でした。

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

◆東京都下水道局殿との共同研究を通して開発し
た水中軸受けについて掲載しました。近年、大雨
による水害が多発していますが、このような背景
から様々な降雨状況に対応できるポンプが必要と
なっています。このようなニーズを実現するには、
より長い時間の気中待機運転に耐えられる水中軸
受けが必要でしたが、今回開発することができまし
た。今後も当社の製品を使用するお客様のご要望
にお応えできる製品を開発していく所存です。

◆国土交通省が公募した「マsproダクツ型排水
ポンプ技術の開発・導入・活用に関するプロジェ
クト」での取り組みについて掲載しました。実証
試験での組み合わせ試験が問題なく終わり、これ
からは実際の運用を目指して、実現場実に実証試験
機を据え付けての試験に移行していく予定です。
今後も社会インフラへの貢献を実現すべく、実現
場での検証試験を継続していく所存です。

今後とも当社の製品をご愛顧いただきますよう
よろしくお願い申し上げます。



株式会社 電業社機械製作所

DMW CORPORATION

本社	〒143-8558	東京都大田区大森北1丁目5番1号 (JRE大森駅東口ビル) 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番地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) 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 TEL +65-9062-7595・FAX +65-6632-3600
事務所		新潟・山口・熊本・徳島 中国 (大連)
三島事業所	〒411-8560	静岡県三島市三好町3番27号 TEL 055 (975) 8221・FAX 055 (975) 5784
< 関連会社 >		
電業社工事㈱	〒411-0843	静岡県三島市三好町3番27号 TEL 055 (975) 8233・FAX 055 (975) 8239
㈱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 <http://www.dmw.co.jp>

編集委員

監修 稲垣 晃
委員長 池澤勝志
委員 石澤勇人 前田治郎
川原敦之 加賀美仁
田中大輔 中山 淳
古澤範久
幹事 新宅知矢 富松重行
事務局 八田倫子 田上愛香

電業社機械 第46巻第2号

発行日 令和4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 池澤勝志
企画製作 日本工業出版株式会社
〒113-8610 東京都文京区本駒込6丁目3番26号
TEL 03 (3944) 1181 FAX 03 (3944) 6826

禁無断転載



DMW CORPORATION



GREEN
PROPORTION

リサイクルコートT-6を使用しています

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

