

電業社機械

DENGYOSHA KIKAI

Vol.44 No.1 2020

No.86





(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44巻 第1号 通巻第86号 2020

目 次

◆巻頭言

スリット絞りを有する空気ばね	山 本 浩	1
----------------	-------	---

◆技術資料

時刻歴応答解析	大 谷 亮 介	3
---------	---------	---

◆製品紹介

農林水産省関東農政局 宗吾西機場	杉 山 裕 一 海 野 亮 犬 塚 優 川 口 隆 佑	7
姫路市向 天川第一ポンプ場	海 野 亮 川 口 隆 佑	11
東京都 八王子水再生センター 送風機設備	志 澤 俊 一 中 野 高 志 溝 口 省 吾	15
DMW CORPORATION INDIA PVT. LTD.製ポンプの客先納入	石 橋 正 之	19
電源開発株式会社殿 竹原火力発電所 1号貯炭場消火ポンプ	富 田 光 溯 上 貴 大 古武家 隆 誠	21
ここで活躍しています -2019年 製品紹介-		25

◆ニュース

大阪府北部流域下水道事務所殿 高槻水みらいセンター向けNo.5、6雨水ポンプ設備受注	30
大阪府東部流域下水道事務所殿 新家ポンプ場向けNo.3、4雨水ポンプ設備受注	31
関東農政局殿 渡里揚水機場ポンプ設備製作据付工事受注	32
名古屋市上下水道局殿 笠寺ポンプ所主ポンプ設備工事受注	33
東京都下水道局殿 篠崎ポンプ所ポンプ設備再構築その2工事受注	34
L&T ONGC NWIS-R向けSeawater Lift Pump受注	35
サウジ・アラムコ Uthmaniyahガスプラント向けブロワを受注	36
関東農政局長殿から優良工事表彰を受賞	37
インド・BPCL社パイプライン用 Main Line Pump 2台受注	38
サウジアラムコ／Marjan Development Program Tanajib Gas Plant向け硫黄回収装置用ブロワ9台受注	39

◆特許と実用新案	40
----------	----

DENGYOSHA TECHNICAL REVIEW

DENGYOSHA KIKAI

Vol.44 No.1 2020

CONTENTS

◆Foreword

Air suspension with slit restriction	1
H. Yamamoto	

◆Technical Data

Time history response analysis.....	3
R. Otani	

◆Product Introduction

Sougonishi pumping station for Ministry of Agriculture and Forestry and Fisheries Kanto Regional Agricultural Administration Office	7
Y. Sugiyama, R. Unno, Y. Inuduka and R. Kawaguchi	
Amakawa Daiichi Pumping station Himeji City	11
R. Unno and R. Kawaguchi	
Blower for The Hachioji Water Reclamation Center of Tokyo	15
S. Shizawa, T. Nakano and S. Mizoguchi	
SUPPLY OF PUMPS MANUFACTURED BY DMW CORPORATION INDIA PRIVATE LIMITED	19
M. Ishibashi	
Fire Water Pump of No.1 Coal Storage Yard for Takehara Thermal Power Plant of J-POWER	21
H. Tomita, T. Fuchigami and R. Kobuke	

◆Patent	40
---------------	----



スリット絞りを有する空気ばね

Air suspension with slit restriction

山本 浩

埼玉大学大学院 理工学研究科

人間支援・生産科学部門 教授

ばねや空気を知らない人はまずいないと思いますが、この二つを組み合わせた空気ばねはどうでしょうか。すでに鉄道車両などに広く用いられておりますし、現状で十分と思えば考えることはもはや無さそうに思えます。ただどのような場合でも、求められている機能や特徴を簡潔に明確にし、それを創出する原理に立ち戻って考えたときに現状を超えられるように思います。そこで本稿では筆者らが開発した空気ばねについて現状を少し超えるまでの道のりを記します。

空気ばねは設置基礎の揺れを支持物体に伝えにくくしたい場合などに用いられ、揺れの方に対するばね定数を小さくすることが求められますが、この理由を考えてみます。空気ばねで物体が支持された系を振動という観点で眺めると、質量が大きいほど、そしてばね定数が小さいほど低くなる固有振動数をどのように設定すれば良いかという問題と捉え直すことができます。系の力学モデルを考えて運動方程式を導くことにより、設置基礎の振動振幅に対する支持物体の振動振幅の比である振動伝達率の周波数特性を求めると、固有振動数より十分に高い振動数領域において振動伝達率は1より小さくなることがわかります。このことから、運用条件によって決まる外部から基礎に伝わる外乱の振動数に比べて固有振動数を十分に低くすれば良いということが導かれるので、ばね定数を小さくする必然性を理解できます。

このように原理に則って考えることによりばね定数を小さくする理由も明確になるので、到達すべき目標を確かなものとして認識できます。さらにばね定数という具体的なものに比べ、固有振動数に対する外乱の振動数の比と振動伝達率という二つの無次元量の関係に着目すれば、より一般的な目標を得ることができます。このように問題を一般化する過程で無次元化という手順を経ることがあります。具体的なイメージがわきにくくなると敬遠されることも多いのですが、有名なレイノルズ数のように、対象の大きさなどによらず特性に関係づけられたパラメータを見出せることもあるので、有次元量と無次元量の関係を十分に把握しつつ活用できればより汎用的な成果が得られます。

振動についてさらに考えると、空気ばねにも揺れを速やかに収める機能、すなわち減衰能が必要と言えます。コイルばねや板ばね単体には殆ど減衰能は期待できませんが、空気ばねはさほど構造を変えることなくばね性だけでなく実用的な減衰能を付加することができます。またばね定数を決定する場合と同様に、前述の力学モデルを構築する際に減衰要素を加えることにより、運用条件に合わせた減衰係数を見出すことが可能になります。もちろん目標を具体的に実現するためには、空気ばねの具体的な構造を考案し対応する設計パラメータを決定する必要があります。ここまでの話では、求められる機能に対応する特性を整理することに専念しましたが、以下では空気ばねの原理と特徴について述べます。

空気ばねは空気の圧縮性を利用してばね性を得るもので、空気が充填されているシリンダとシリン

ダに勘合して物体を支持するピストンから構成されています。重力場においては空気ばねの支持質量はシリンダ内の空気の圧力とピストン断面積の積に対応し、ばね定数は空気室の総容積が大きくなるほど、そしてピストン断面積が小さくなるほど小さくなります。大きな質量を支持しながらばね定数を低くするには空気室の総容積を大きくすれば良いので、多くの場合シリンダに補助タンクを流路で結合する構造となっています。このように大きな質量を支持しながらばね定数を小さくできるという特徴を有することもあり、空気ばねの適用領域は広がっています。

空気ばねのピストンが振動すると流路を往復する空気の流れが生じますが、流体抵抗となる絞りを設けるとシリンダと補助タンクの間に圧力差が生じます。そしてピストンの移動速度が大きくなり流路における流速が大きくなるほど、この圧力差は大きくなります。このときピストンに作用する力はピストンの変位に対して位相差を生じ、変位と逆位相成分の力と速度と逆位相成分の力の和となるので、結果として前者に対応するばね力とともに後者に対応する減衰力が生じることになります。ところがピストンの振動数が非常に高くなると絞りにおける抵抗が大きくなり過ぎて、結果として流体はさほど流れなくなるので減衰力も著しく低下します。つまり空気ばねの減衰係数は周波数依存性を有することがわかります。またピストンの振動数が非常に高くなると流量が著しく小さくなることから空気室の等価な総容積もシリンダのみの容積に近づくので、結果としてばね定数も大きくなります。このように空気ばねのばね定数も周波数依存性を有することがわかります。

ばね定数も減衰係数も振幅には依存しないと仮定できる範囲では、両者を併せ持つ空気ばねの特性は周波数依存性があっても比較的簡単な式で表すことができるので、周波数依存性を考慮した上で空気ばねと支持質量から成る系を簡単な力学モデルで表現できます。そして振動伝達率も解析的に求めることができるので、最適パラメータを導くことももはやさほど難しくはありません。ただし、いかにして振幅依存性がないものを実現するかが課題となります。ところがこれまで用いられていた空気ばねは、オリフィスと呼ばれる小さな孔を絞りとして用いているため、減衰係数が振幅によって大きく変わってしまい有効に振動絶縁できる振幅の範囲はさほど広く無いという問題がありました。

そこで筆者らの研究グループでは、流路長さに比べ流れの直交方向となるすきまを著しく狭くしたスリット形状の絞りにすることにより、減衰係数の振幅依存性が殆ど無い空気ばねを実現しました。空気ばねの絞りにおける流れは、空気ばね全体の寸法と絞りの形状および寸法の関係により、慣性と粘性のいずれが支配的になるかが決まりますが、スリット絞りにした場合は粘性が支配的な流れになるので圧力差と流速、ひいては力と速度が比例するため、結果として減衰係数の振幅依存性が殆ど無いものが実現できるというのが力学的裏付けになります。原理に則って絞り形状を模索し決定したというのが正しい表現かもしれません。提案したスリット絞りは、浅い溝を設けた板と平らな板を向かい合わせるという容易に製作可能な構造で、板の配置を変えてスリットの長さを調整することにより減衰係数を容易に調整可能という特徴を有します。このようなスリット絞りを組み込んだ空気ばねを用いることにより、設置基礎の振幅が10倍程度変化しても広い周波数領域で伝達率を低く抑えつつ共振倍率1.3を達成することができました。

この空気ばねの開発にあたっては、外乱振動の振幅が変動しても共振倍率を低く抑え伝達率が低い周波数領域を広げるという振動絶縁における一般的な目標を明確にし、目標を達成する具体的特性を実現する設計指針を解析により明らかにし、指針に基づいた構造を工夫し製作するという一連の過程において、原理に則って考えるという極めてまっとうな進め方をとったことにより、これまでに比べ少し優れた空気ばねを実現しました。できるだけ一般的な考えかたを表すべく、式の導出や構造図など具体的な表現を敢えて省きまとめてみましたが、ご参考になれば幸いです。

時刻歴応答解析

大谷 亮介

Time history response analysis

By Ryosuke Otani

Time history response analysis is used to understand transient phenomena by solving differential equations numerically. As far as turbomachinery, torque vibration and start-up time etc. can be calculated by time history response analysis. For example, when starting up a pump with starting methods such as a korndorfer starter, depending on the switching time, a starting failure may be caused by the shortage of driving torque. Therefore, it is important to consider the start-up time by the analysis in advance to avoid such a trouble.

In this paper, as an example of analyses, current and flow rate etc. were calculated during pump start-up toward a horizontal axial flow pump with a gear reducer driven by a motor with a korndorfer starter. The analyses were done by two switching time conditions. As a result, differences of maximum current value and start-up time were observed.

1. はじめに

近年、ターボ機械の信頼性向上のために、CFD解析やFEM解析を設計などに活用することは一般的になっている。これらの解析ツールはターボ機械業界以外でも広く利用されており、汎用ソフトも多数市販されている。一方で、ターボ機械の起動や停止時における過渡的な現象を解析するための汎用的なソフトはなく、メーカー独自の技術によって解析されている。このような現象を解析する手法の一つとして、時刻歴応答解析が挙げられる。時刻歴応答解析とは、刻一刻と変化する現象をモデル化し微分方程式を解くことで、過渡的な現象をシミュレートする解析手法である。当社の扱うポンプや送風機においては、時刻歴応答解析によって起動中のトルク変動や、起動から定格回転速度にいたる時間などの把握が可能となる。特に、比較的慣性モーメントの大きいファンなどでは、起動時に定格トルクを超えるトルクが瞬間的に発生することがあり、事前にその大きさを把握することはキーや軸継手を選定する上で重要となる。また、電動機の起動方式にスターデルタやコンドルファなどが採用されている場合、起動電流を低減させることには有用であるものの、切替えるタイミングによっては加速トルク不足となり、規定時間内に定格回転速度に到達できず起動

渋滞を引き起こしうるため、起動時間などを事前に検討することが重要となる。

本報では、時刻歴応答解析の適用の一例として、コンドルファ起動の横軸軸流ポンプを対象に、起動から定格運転点にいたるまでの時間や起動電流の変化などを求めたのでその概要を述べる。

2. 解析条件

モデルは減速機付き横軸軸流ポンプである。起動方式はコンドルファ起動であり、タップ値の切替え時間 t_c [s]を任意に設定できる。図1に電動機の起動特性曲線およびポンプの起動トルク特性を示す。グラフは電動機の定格トルクおよび定格電流で無次元化されている。起動時から切替え時間までは65%タップの駆動トルクおよび電流が電動機に発生し、切替え時間を過ぎると100%タップの駆動トルクに切り替わる。このことにより、電動機の起動電流を直結始動より小さく抑えることができる。

図2に今回対象とする横軸軸流ポンプの概略図を示す。当該ポンプは、ポンプ起動時においてポンプ吐出部の逆止弁に実揚程に相当する圧力が作用している。よって、本報中での解析条件としては、起動に伴うポンプ吐出揚程が実揚程を上回るまで流量はゼロの締切運転と

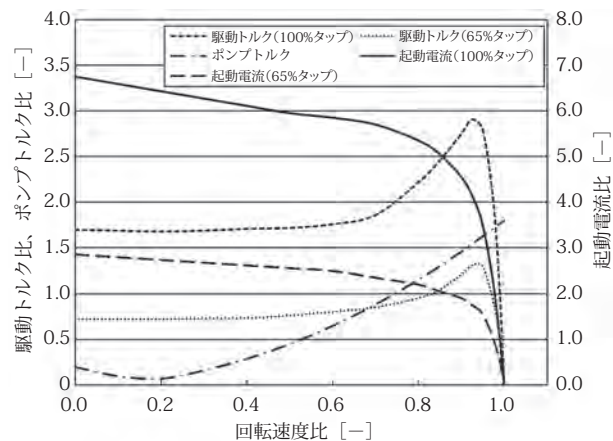


図1 起動特性曲線

Fig.1 Characteristic curve

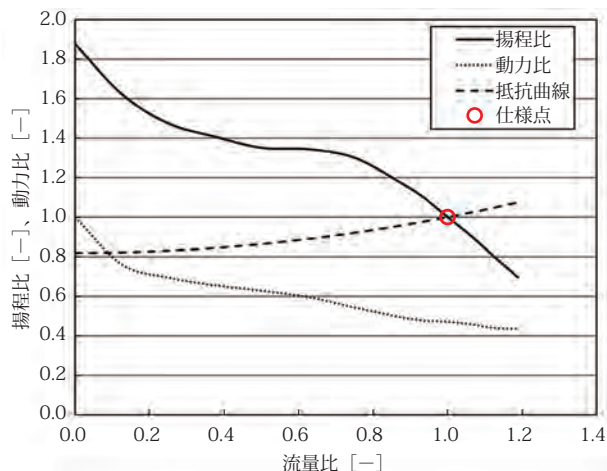


図3 ポンプ性能曲線

Fig.3 Pump performance curve

し、ポンプ回転速度の上昇によりポンプ吐出揚程が実揚程以上となると流量が増加し始める条件とした。なお、各種弁体による抵抗力は考慮していない。

締切運転中はポンプには図1に示す回転速度に応じた駆動トルクが発生し、流量が増加し始めると運転流量に応じた駆動トルクとなる。ポンプの運転点は回転速度の上昇とともに配管抵抗曲線に沿って変化し、定格回転速度に到達すると仕様点での運転となる。本ポンプの性能曲線を図3に示す。なお、揚程および流量はそれぞれ仕様点における揚程および流量で、軸動力は締切軸動力でそれぞれ無次元化されている。

2-1 運動方程式と解析モデル

本報では起動時間に焦点をあてた解析とするため、電動機、減速機間および減速機およびポンプ間を接続する

主軸は剛体と仮定した。したがって、各主軸においてねじれ角度差はゼロであり、起動中のトルク変動は考慮しない。また、減速機歯車の慣性モーメントも電動機やポンプに比べ非常に小さいため、無視することとした。

本報における解析モデルの模式図を図4に示す。前述の仮定条件で電動機に関するねじり振動の運動方程式は

$$J_M \dot{\omega}_M = M_M - r_M F \quad \dots(1)$$

ここで、

J_M : 電動機の慣性モーメント [kgm²]

ω_M : 電動機軸の角速度 [rad/s]

M_M : 駆動トルク [Nm]

r_M : 電動機側減速機歯車のピッチ円半径 [m]

F : 歯車間に作用する力 [N]

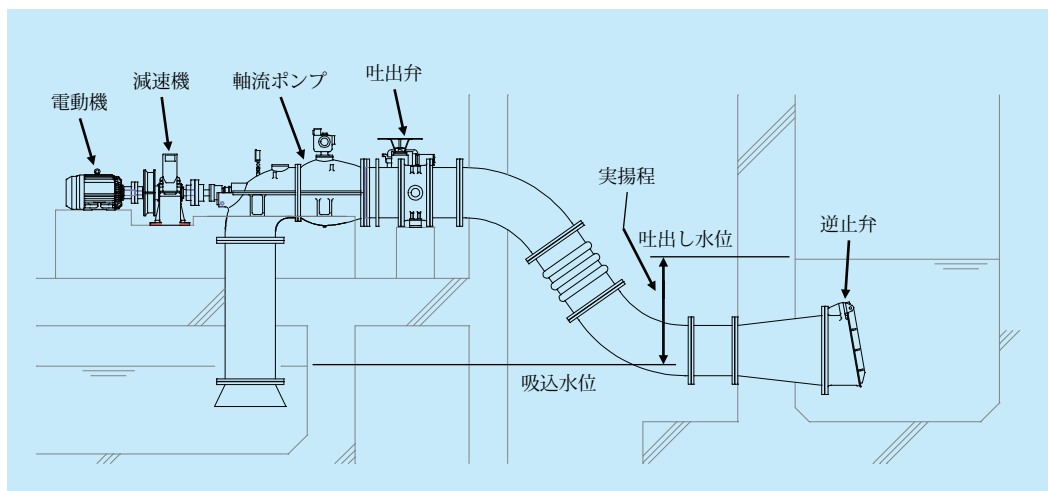


図2 横軸軸流ポンプ

Fig.2 Schematic view of horizontal axial flow pump

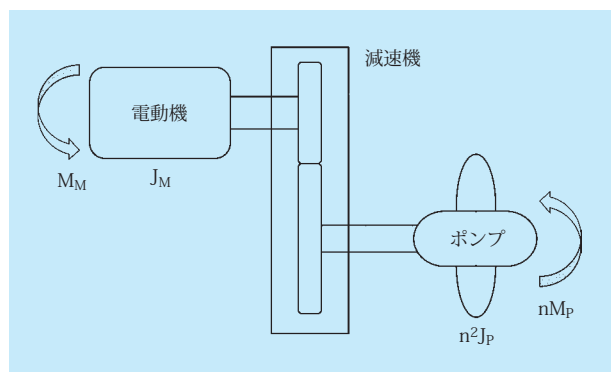


図4 解析モデル
Fig.4 Analysis model

である。

また、ポンプに関するねじり振動の運動方程式は

$$J_P \dot{\omega}_P = -M_P + r_P F \quad \dots(2)$$

ここで、

J_P : ポンプの慣性モーメント [kgm²]

ω_P : ポンプ軸の角速度 [rad/s]

M_P : ポンプトルク [Nm]

r_P : ポンプ側減速機歯車のピッチ円半径 [m]

F : 歯車間に作用する力 [N]

となる。

(1)、(2)式より減速比 $n = r_M / r_P = \omega_P / \omega_M$ として F を消去し整理すると、以下になる。

$$(J_M + n^2 J_P) \dot{\omega}_M = M_M - n M_P \quad \dots(3)$$

前述の通り、式(3)右辺の電動機の駆動トルク M_M は切替え時間以下では図1の65%タップでの値で与えられ、切替え時間以降は100%タップでの値で与えられる。ポンプトルク M_P はポンプ吐出揚程が実揚程以下の場合は縮切動力から求められ、実揚程を超えると、ポンプ性能曲線と抵抗曲線の交点より求められるポンプの運転点における軸動力から算出される。

なお、(3)の微分方程式の数値解法にはルンゲクッタ法を、各曲線の補間にはスプライン補間を用いた。

3. 計算結果

コンドルファの切替え時間を12 [s] とした際の回転速度比と時間のグラフ(図5)から本条件における起動時間はおよそ12.4 [s] となった。ポンプ起動後、回転速度の上昇によりポンプ駆動に必要なトルクが増加するため、加速トルクが減少し角加速度が低下するものの、ポンプ吐出揚程が実揚程を超えるとポンプの必要トルク

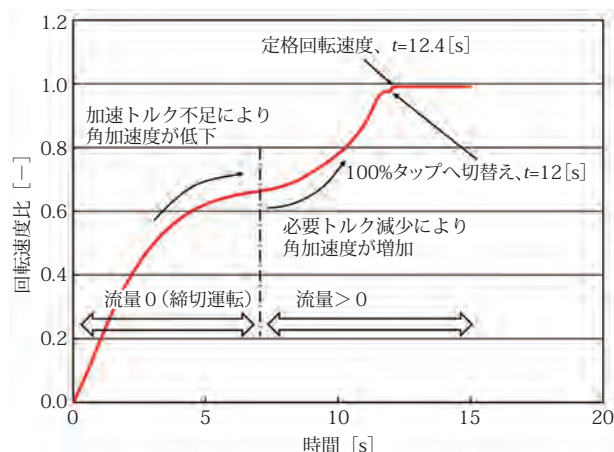


図5 回転速度 $t_c=12$ [s]

Fig.5 Rotating speed, $t_c=12$ [s]

が低下するため回転速度が上昇し、100%タップに切り替わる前に定格速度に近い回転速度まで上昇していることがわかる。

揚程と流量の推移(図6)から、ポンプ吐出揚程が実揚程以上となったのちに流量が増加し始め、抵抗曲線に沿って仕様点に到達しており、仮定通りのシミュレーション結果となっていることが確認できる。

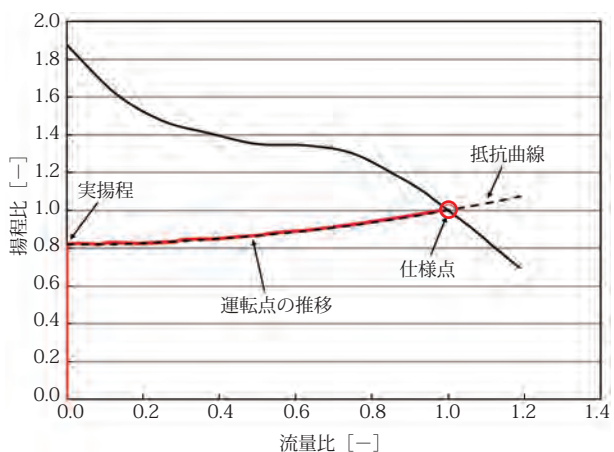
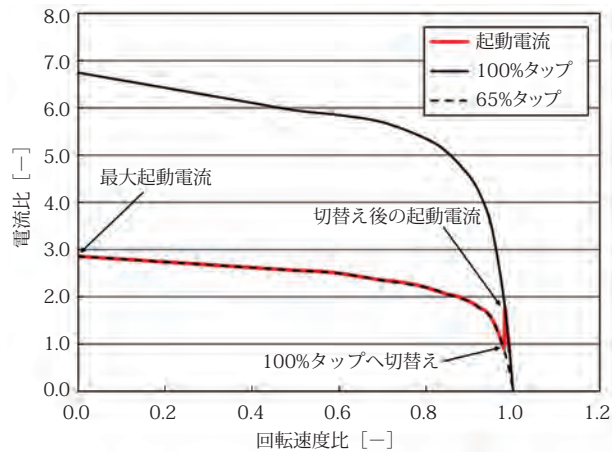
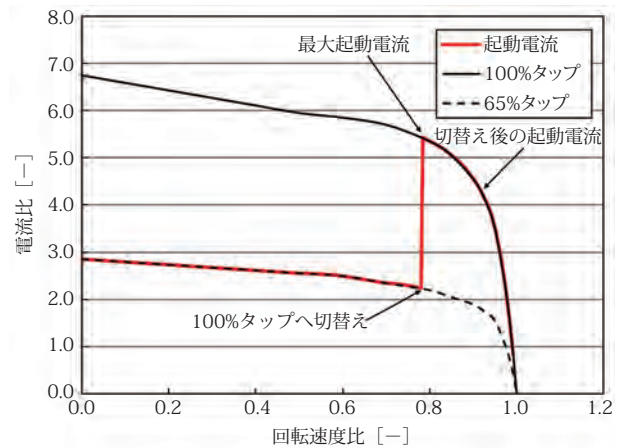


図6 揚程 $t_c=12$ [s]

Fig.6 Total head, $t_c=12$ [s]

起動電流比と回転速度比のグラフ(図7)から、先に述べた通り、100%タップに切り替える前に定格回転速度付近まで回転速度が上昇しているため、100%タップに切替え後も起動電流は65%タップの起動時の最大電流値を超えず、コンドルファ起動により起動電流が抑えられていることが確認できる。

次に、コンドルファのタップ値の切替え時間を変える

図7 起動電流 $t_c=12$ [s]Fig.7 Starting current, $t_c=12$ [s]図9 起動電流 $t_c=10$ [s]Fig.9 Starting current, $t_c=10$ [s]

ことによる起動時間と起動電流への影響をみるため、切替え時間10 [s] にて解析を行った。回転速度比と時間の関係(図8)から、本条件における起動時間はおおよそ10.7 [s] となる。100%タップに切り替わると電動機の駆動トルクが増加するため、切替え時間10 [s] (回転速度比0.8付近) から回転速度が急上昇し起動時間は切替え時間12 [s] の場合より短くなる。しかしながら、起動電流と回転速度比の変化を切替え時間12 [s] の場合(図7)と10 [s] の場合(図9)で比較すると、10 [s] の場合では切替え時間が早すぎるため、定格電流の5倍超の起動電流となっており、起動電流が12 [s] の場合ほど低減できていないことがわかる。これにより、コンドルファ起動の場合においても、タップ値の切替え時間を適切に設定しなければ、十分な起動電流低減効果が得られないため、適切なタップ切替え時間を決めるうえで

時刻歴応答解析によるシミュレーションが重要であるといえる。

4. おわりに

本報文では、コンドルファ起動の横軸軸流ポンプについて時刻歴応答解析を行い、起動開始から仕様点に到達するまでの回転速度や流量、起動電流の挙動を解析し、切替え時間の違いによる起動電流の違いについて確認した。

今後も、さまざまなツールを活用し信頼性のある製品を提供できるよう努力していく所存である。

最後に、本解析を行うにあたり多大なるご指導いただきました当社OBの熟練技術者の方に厚く御礼申し上げます。

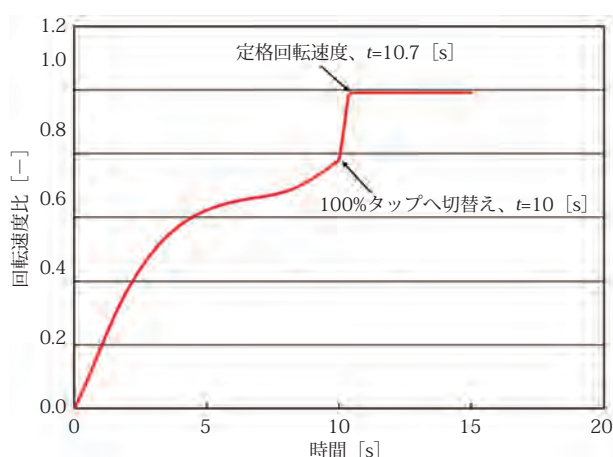
<参考文献>

- (1) 田村章義・著：“機械力学 改訂版”，森北出版，1980

<筆者紹介>

大谷亮介：2012年入社。主にポンプの設計開発に従事。

現在，水力機械設計部 高圧ポンプ課

図8 回転速度 $t_c=10$ [s]Fig.8 Rotating speed, $t_c=10$ [s]

農林水産省関東農政局 宗吾西機場

杉山 裕一 海野 亮 犬塚 優 川口隆佑

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

By Yuichi Sugiyama , Ryo Unno , Yu Inuduka and Ryusuke Kawaguchi

Sogo-Nishi Pump Station in Narita, Chiba Prefecture was built as a new type of pump station that aims to improve agricultural productivity and farm management in the surrounding area.

As a part of the construction of the station, DMW undertook the manufacture and installation of pumps, pipelines and electrical installation.

1. はじめに

印旛沼二期地区は千葉県北部の成田市、佐倉市、八千代市、印西市、印旛郡酒々井町、印旛郡栄町にまたがり、印旛沼周辺に広がる約5 000haの水田地帯で、水稻を中心とした営農が行われている。

本地区の農業水利施設の多くは、昭和43年度よりも前に造成されたもので、造成から40年以上が経過している。このため老朽化による施設機能の低下が生じており、その維持管理に多くの労力と費用がかかっていた。また、時代の移り変わりによる農業形態の変化によって、水の使い方も変わってきたので、今まで通りの施設では用水不足や排水不良がたびたび発生するようになった。

平成22年度から『国営印旛沼二期農業水利事業』に着手し、施設の更新とあわせて農業水利の再編を行っている。これによって「低地排水路→用水機場→かんがい→排水→低地排水路→…」といった循環かんがいシステムを構築し、農業用水の安定供給や排水不良の改善、そして維持管理の労力軽減を図ることで、この地域で農業を営んでいる方々の農業生産性の向上と農業経営の安定化を目指している。

循環かんがい施設を整備することによって、農業用水の水質が保全され、ひいては印旛沼流域全体の水質保全にもつながる。

本事業において、既設平賀機場、酒々井機場、飯野台機場、萩山機場、飯野第2機場の用排機場を統廃合し、用排水機場として新設された。本機場の全景を図1に示す⁽¹⁾。



図1 機場全景

Fig. 1 View of pumping station

2. 機場概要

本機場はポンプ設備、パイプライン設備、電気設備で構成されている。ポンプ設備は、計画用水量115.86 m³/minを有するφ600×φ400用水ポンプ3台と計画排水量102.6 m³/minを有するφ900排水ポンプ1台で構成されている。パイプライン設備は、用水吐出し水槽からの農地への送水管である1号幹線水路と2号幹線水路、印旛沼から低地排水路への送水管である印旛沼取水導水路と印旛沼取水導水路流量調整弁で構成されている。電気設備は、高圧受変電設備、および監視操作設備、流量計と水位計を含む計装設備で構成されている。

全体据付図を図2に示す。

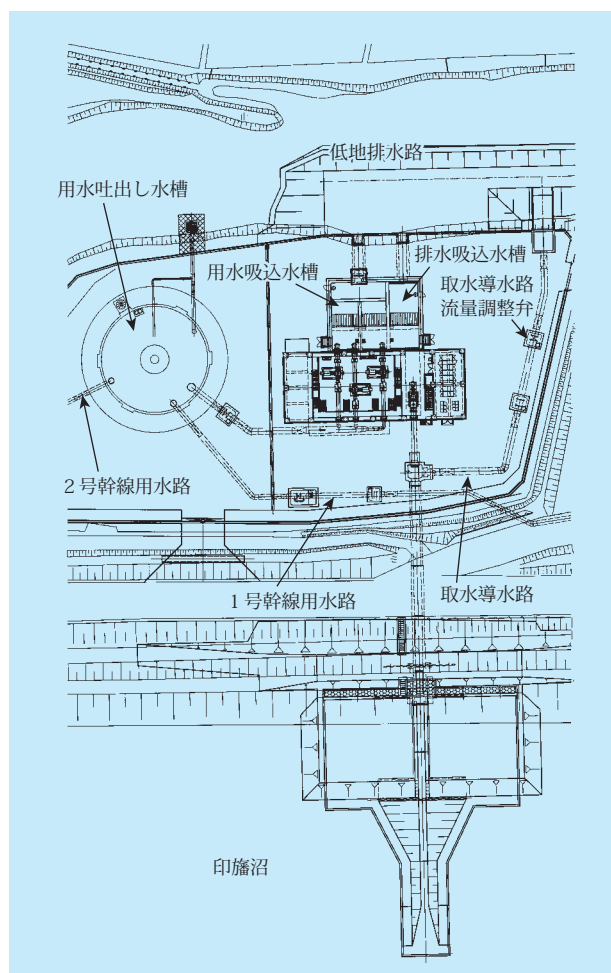


図2 全体据付図

Fig.2 Sectional view of pumping station

3. 設備の概要

3-1 用水ポンプ

3-1-1 用水ポンプの仕様

用水ポンプの仕様を表1に示す。

表1 用水ポンプ仕様

Table 1 Specifications of the storage pump

用 途	用水ポンプ
形 式	横軸両吸込渦巻ポンプ
台 数	3
口 径	600×400 mm
全 揚 程	30.7 m
吐 出 し 量	38.62 m ³ /min
軸 受 潤 滑	グリス潤滑
軸 封 部	メカニカルシール（無給水形）

3-1-2 用水ポンプの構造と特徴

図3に用水ポンプの外観図、図4に用水ポンプの据付完成状況を示す。

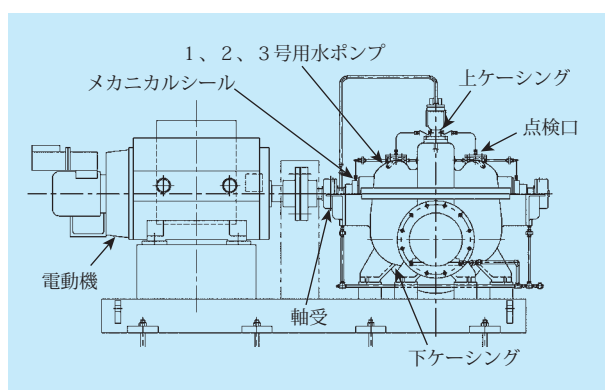


図3 用水ポンプ外観図

Fig.3 Outline drawing of the storage pump



図4 用水ポンプ据付完成状況

Fig.4 View of the storage pumps after installation

ポンプの特徴は、次のとおりである。

- (1) ポンプ形式は横軸両吸込渦巻ポンプを採用し、巻線形三相誘導電動機にて駆動している。
- (2) ケーシングは上下水平二ツ割構造であり、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、点検口からの内部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。

3-2 排水ポンプ

3-2-1 排水ポンプの仕様

排水ポンプの仕様を表2に示す。

3-2-2 排水ポンプの構造と特徴

図5に排水ポンプ本体の外観図、図6に排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。

- (1) ポンプ形式は横軸斜流ポンプを採用し、減速機を介し、かご形三相誘導電動機にて駆動している。

表 2 排水ポンプ仕様

Table 2 Specifications of the draining pump

用 途	排水ポンプ
形 式	横軸斜流ポンプ
台 数	1
口 径	900 mm
全 揚 程	3.9 m
吐 出 し 量	102.6 m ³ /min
軸 受 潤 滑	外部軸受：オイル潤滑 水中軸受：グリス潤滑
軸 封 部	ラビリンス

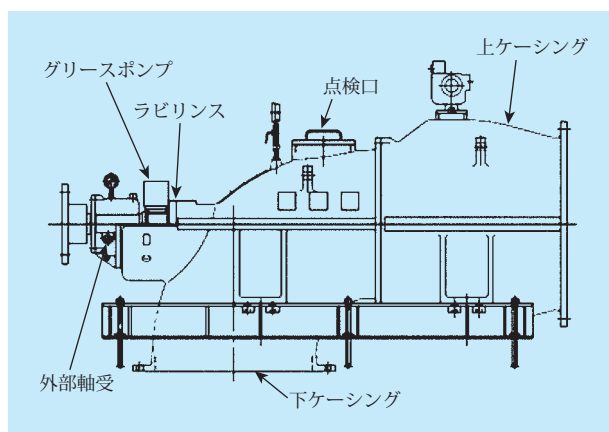


図 5 排水ポンプ本体外観図

Fig. 5 Outline drawing of the draining pump



図 6 排水ポンプ据付完成状況

Fig. 6 View of the draining pumps after installation

- (2) ケーシングは上下水平二ツ割構造であり、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、点検口からの内部点検も可能な構造となっている。
- (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する構造となっている。

3-3 監視操作設備

ポンプ室に、機器の状態を直接目視などで確認しながら運転・停止操作を行う機側操作盤、操作室に各ポンプの状態を表示するグラフィックパネル付きの監視操作卓と、モニタ画面によりポンプの運転や故障の記録が確認できる監視装置を納入した。図 7～図 9 にその写真を示す。

監視操作卓にて、各水位の状況、各ポンプの状態を確認しながら、ポンプ運転・停止操作、ゲート設備と各制水弁の操作が可能となっている。また、用水吐出し水槽の水位による用水ポンプの自動運転や、低地排水路の水



図 7 機側操作盤

Fig. 7 Local control panel



図 8 監視操作卓

Fig. 8 Supervisory control panel



図9 監視装置

Fig.9 Monitoring equipment

位により印旛沼取水導水路流量調整弁の自動運転を行っている。

4. おわりに

以上、宗吾西機場の概要を紹介した。これからも農業

用排水機能を安定して供給することで農業生産性の向上と農業経営の安定化に貢献できるよう努力していく所存である。

おわりに、本設備の設計、施工にあたりご指導頂きました農林水産省関東農政局印旛沼二期農業水利事務所ならびに関係各位に深く感謝いたします。

<参考文献>

- (1) 農林水産省関東農政局ホームページ
<https://www.maff.go.jp/kanto/nouson/sekkei/kokuei/inba/index.html> (2020/4/20アクセス)

<筆者紹介>

杉山裕一：1994年入社。主に現場代理人業務に従事。

現在プラント建設部工事課 主任

海野 亮：2011年入社。主に横軸ポンプの設計業務に従事。

現在、水力機械設計部 水力機械1課

犬塚 優：2014年入社。主にポンプ設備の監視操作設備の設計に従事。現在、プラント建設部 電装システム設計課

川口隆佑：2016年入社。主に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

姫路市向 天川第一ポンプ場

海野 亮 川口隆佑

Amakawa Daiichi Pumping station Himeji City

By Ryo Unno and Ryusuke Kawaguchi

The Amakawa Daiichi Pump Station, located in Bessho-cho, Himeji City, was built for rainwater drainage for the Amakawa River Left Bank Daiichi Drainage District in the Amakawa Basin, one of nine basins in the city.

For the expansion project of the station in 2018, DMW undertook the manufacturing and installation of 3 500 mm diameter screw pump driven by diesel engine with reduction gear and suction screens.

1. 主ポンプ設備

姫路市別所町に位置する天川第一ポンプ場は、市内9流域の内、天川流域天川左岸第一排水区の雨水排除を目的として設置されている施設である。

本文では、当社が製作・据付工事を行った平成30年度の天川第一ポンプ場No.5ポンプの増設工事について紹介する。



図1 ポンプ場外観

Fig.1 View of pumping station

2. 機場の概要

本機場の既設ポンプ設備では、3 500 mmスクリープポンプ計4台が設置され、天川への排水を行っていたが、今回工事では、新たにスクリープポンプ1台（No.5）と、

それに伴う駆動設備1式、除塵設備を増設した。増設工事後の据付平面図および据付断面図を図2、図3に示す。

3. 主ポンプ設備

3-1 スクリューポンプの特徴

スクリープポンプは、下記の特徴がある。

- ① 揚水量0（空運転）から最大揚水量まで水力的な問題が無く連続運転が可能である。

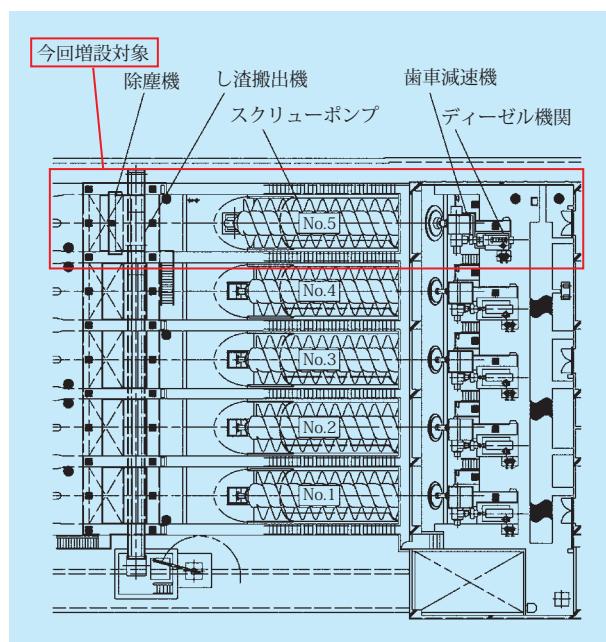


図2 据付平面図

Fig.2 Layout of pumping station

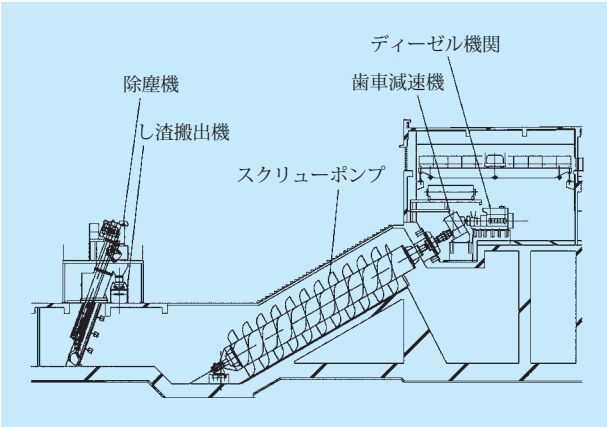


図3 据付断面図
Fig. 3 Sectional view of pumping station

- ② 流入水量が減少して吸込槽水位が低下するに従い、揚水量が減少する自己調節作用があり自動運転が容易で、特に無人運転に適している。
- ③ スクリュー羽根の間隔が広いので、流入側に目の粗いスクリーンを置くだけで良く、通常の污水ポンプではつまりやすいものでもそのまま輸送でき、雨水排水用に適している。
- ④ 他の形式のポンプの様に深く大きな吸込槽を作る必要が無く、吸込側に沈砂池を必要としない。

3-2 スクリューポンプ仕様

表 1 にスクリューポンプの仕様を示す。

表 1 スクリューポンプ仕様

Table 1 Pump Specifications

形 式	スクリューポンプ
口 径 (mm)	3 500
全 揚 程 (m)	5.2
吐 出 し 量 (m³/min)	270
出 力 (kW)	360
傾 斜 角 (°)	30
取 扱 流 体	雨水
台 数	1

3-3 スクリューポンプの構造

図 4 にスクリューポンプ構造図を示す。

スクリューポンプは、主にスクリュー軸と下部軸受部および上部軸受部で構成され、スクリュー軸は鋼管の外周に 3 条のらせん状羽根を溶接にて取付けてポンプを構成している。

下部軸受部は、下部軸と下部軸受で構成され、下部軸はスクリュー軸に取り付くブラケットと一体構造となっている。スクリュー軸に流水の抵抗を最小で導水させるため円錐状のブラケットカバーを取り付けている。また、下部軸受はスリーブ形のすべり軸受とし、電動グリースポンプによる潤滑を行っている。環境に配慮し、グリース回収形を採用した。

上部軸受部は上部軸と上部軸受および入力軸継手で構成され、上部軸も下部軸と同じブラケット一体構造と

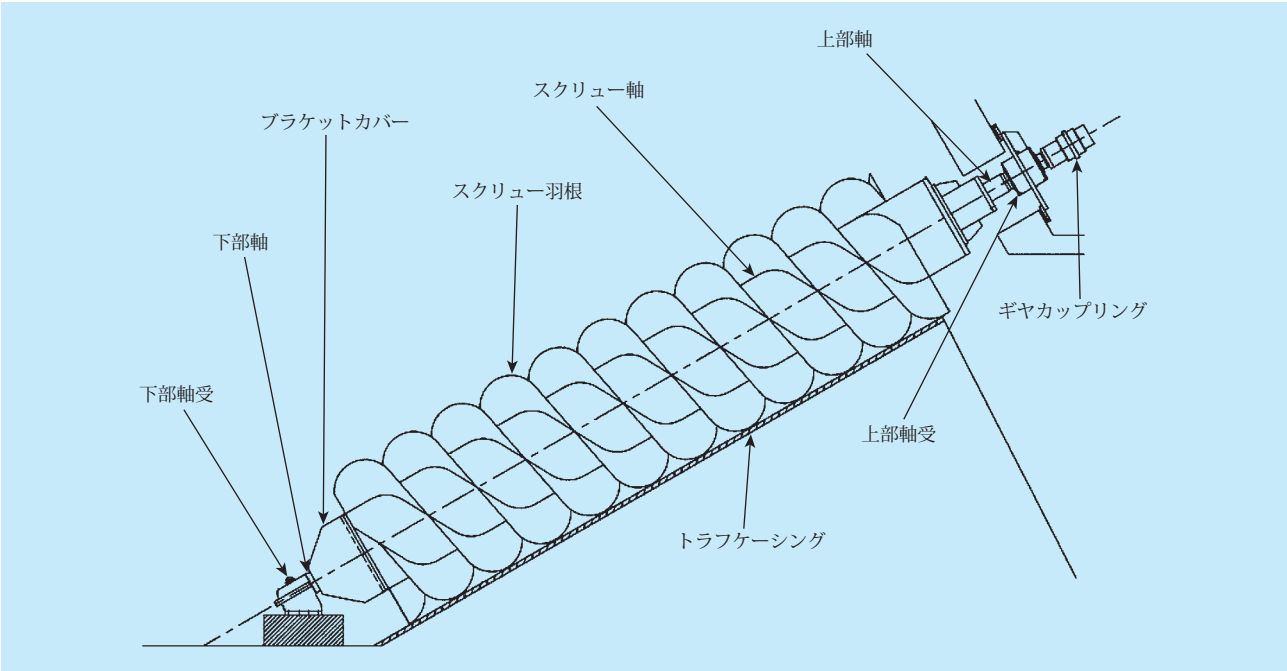


図4 スクリューポンプ構造図
Fig. 4 Structure of screw pump

なっている。上部軸受は本体のラジアル荷重とスラスト荷重を支持する転がり軸受を採用し、グリース潤滑となっている。ポンプの入力軸継手はギヤカップリングを採用している。

トラフケーシングはコンクリートで製作し、スクリーを位置決めした後、スクリー羽根との間隙が最適になるように内面の仕上げを実施している。

サイドカバーは溶接構造でスクリー軸に沿って組立搬入に支障が生じないよう分割構造となっている。

3-4 本ポンプの特徴

スクリー口径3 500 mmは、当社製作実績として過去最大径の記録品となる。

騒音対策として、スクリーポンプ下部側に水切音防止カバーを設置している。図5にカバー取付図を示す。

下部軸受にグリースを供給する電動グリースポンプのグリースタンクには、ローレベルスイッチを設置し、グリースの油面低下を管理している。

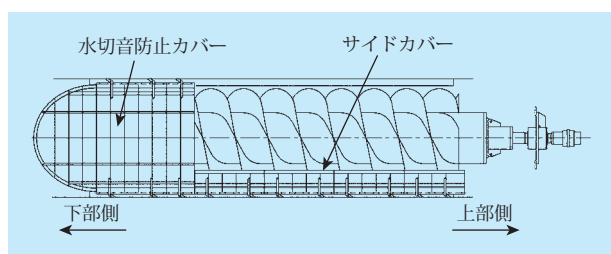


図5 カバー取付図

Fig.5 Cover installation of pump

3-5 据付

スクリーポンプの現地据付時には、400tクレーンによる吊り込み作業を行った。JR線路に近接していた機場であったため、400tクレーンによる吊り込み作業は、細心の注意を払いながら行った。図6に据付中のスクリーポンプを示す。また、据付後の全景を図7に示す。

4. 吐出し量測定試験

今回のスクリーポンプは、現地にて吐出し量測定試験を行った。

本機場には吐出し側に流量計がないため、スクリーポンプを運転し、減少したポンプ井水位と運転時間より吐出し量を算出し、規定吐出し量を満足することを確認した。現地測定手順を以下に示す。

- ① 図8に示すようにポンプ井流入側に角落しを設置して、ポンプ井に試験用水を貯水した。

ディーゼル機関起動後から、スクリーポンプの回



図6 スクリューポンプ据付中

Fig.6 Under screw pump installation



図7 スクリューポンプ全景

Fig.7 Screw pump whole view

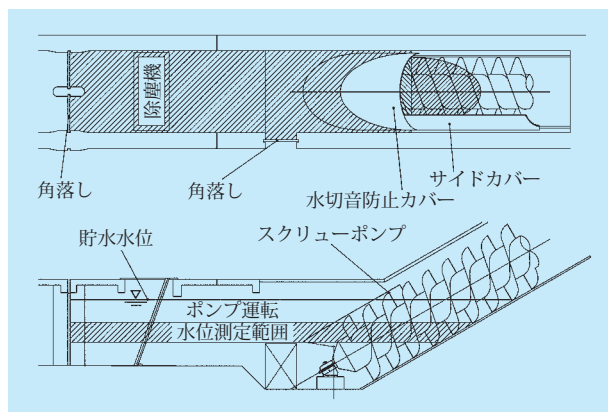


図8 ポンプ運転水位範囲

Fig.8 Pump operating water level range

転速度が100%Nになるまでの吐出し量は安定しないので、回転速度100%Nに到達してから測定を開始した。測定した水位測定範囲は図8による。

- ② 測定水位測定範囲の水位差と運転時間とポンプ井面積から、スクリーポンプの吐出し量実測値を算出した。

5. おわりに

天川第一ポンプ場スクリーポンプ設備の概要を紹介した。今後のスクリーポンプ設備の更新工事に対し、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姫路市殿の関係各位に深く感謝いたします。

<筆者紹介>

海野 亮：2011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1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



東京都 八王子水再生センター 送風機設備

志澤 俊一 中野 高志 溝口 省吾

Blower for The Hachioji Water Reclamation Center of Tokyo

By Shunichi Shizawa, Takashi Nakano and Shogo Mizoguchi

At the Hachioji Water Reclamation Center in Tokyo, DMW was awarded the renewal construction work of the blower station in 2017 and West-system blower station in 2019.

During the construction work, DMW supplied two blowers with secondary pressure control valves that are opened and/or shut by discharged air from the blowers. Therefore, we are achieved to make two different pressure to the reaction tanks according to different process demand at the same time for the first time. (see Fig.1 Flow sheet)

In this article, we introduce the outline of the latter construction work for which DMW has supplied two cast iron AM-Turbo[®] to the Tokyo Metropolitan Government.

1. はじめに

東京都八王子水再生センターにおいて平成29・30年度に送風機設備再構築工事、令和元・2年度に西系送風機設備工事を施工した。平成29・30年度工事では二次圧力調整弁を使用して、送風機吐出し空気を必要圧力の違う2系統の反応槽へ送風するという制御をはじめて実施した。設備のフローを図1に示す。令和元・2年度工

事では東京都へ铸铁製AM-Turbo[®]を納入したのでこれを紹介する。

2. 機場の概要

八王子水再生センターの処理区域は、八王子市・日野市・昭島市・羽村市の一部とあきる野市・日の出町・檜原市の大部分で、計画処理面積は8 533haである（単独処理区の区域を含んだ数値）。ステップA20法（ステップ流入式嫌気－無酸素－好気法）という東京都で初めて導入された高度処理方式を一部取り入れ、処理した水は、多摩川に放流している。また、その一部を砂ろ過してセンター内の機械の洗浄・冷却やトイレ用水などに使用している⁽¹⁾。

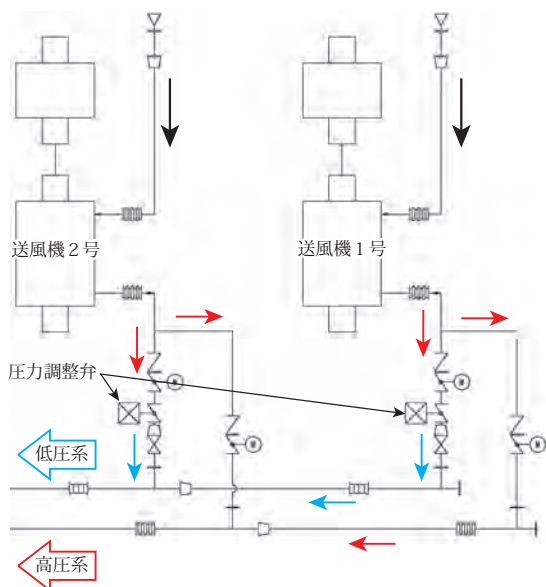


図1 フローシート

Fig. 1 Flow sheet of blower station



図2 八王子水再生センター全景⁽¹⁾

Fig. 2 Hachioji Water Reclamation Center panoramic view

3. 西系送風機概要

3-1 西系送風機仕様 (AM-Turbo®)

本ブロワの仕様を表1、外観を図3に示す。

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 (鋳鉄製)
口 径 (mm)	300×250
風 量 (m³/min)	90
昇 圧 (kPa)	68.4
出 力 (kW)	150
取 扱 気 体	空気
台 数	2



図3 ブロワ外観
Fig.3 View of blower

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。アルミ合金製のためインペラは軽量であり、主軸についてもダウンサイジングが可能となり、軸受負荷荷重が軽減されている。

(2) ケーシング

ケーシングは鋳鉄製の多段式で、水平二ツ割構造である。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4)。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

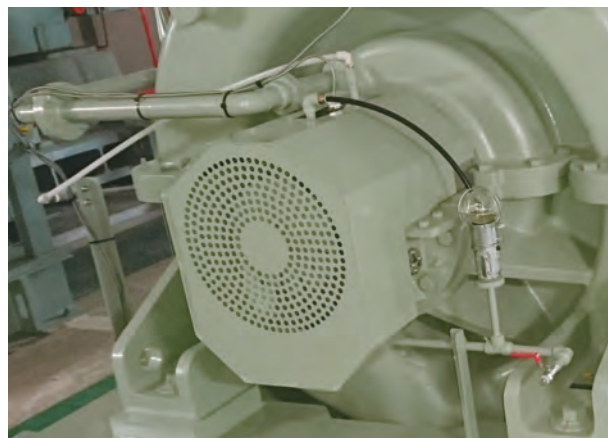


図4 空冷式ころがり軸受ユニット
Fig.4 Air-cooled ball bearing unit

た。AM-Turbo®は回転体の軽量化を実施し、軸受負荷荷重が低減して、ころがり軸受の選定を可能としている。

(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ベーン制御を採用し、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。図5にオイルミスト回収装置構成図を示す。

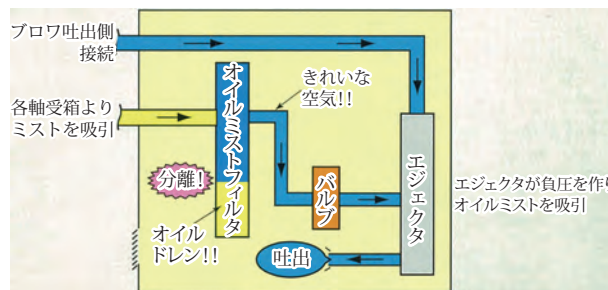


図5 オイルミスト回収装置構成図
Fig.5 Configuration of oil mist separator system

4. 送気管高圧・低圧切替制御

4-1 背景

機械電気棟 1 階に位置する送風機室の送風機からは、東系水処理施設の 1-1 系反応槽から 4-2 系反応槽に送風されている。平成 29・30 年度の送風機設備再構築工事では、送風機室の 1、2 号機送風機を更新した。

水処理設備は、1-1 系反応槽より順次散気装置が更新されている。更新後の散気装置は設置水深が既設よりも深く既設送風機よりも高い圧力が必要となるため、水処理設備更新の過渡期には、高圧の空気配管と低圧の空気配管にそれぞれ送風を実施する必要がある。

今回更新した 1、2 号送風機は既設 3～5 号送風機よりも圧力が高いので、既設の低圧系母管に送風する際には二次圧力調整弁により圧力を調整して送風している。

4-2 制御概要

送風機の送風先は、現場操作盤の「低圧」「高圧」切り替えスイッチで決定する。高圧送風の場合は、電動機

運転後に高圧側の吐出弁が開いて高圧側の母管へ送風される。低圧送風時の送風機連動運転フローを図 6 に示す。高圧運転時と同様に電動機運転後に低圧側の吐出弁が開いて低圧側の母管へ送風されるが、二次圧力調整弁は全開状態になっており、低圧側母管の目標圧力になるようにインレットベーンにより送風機吐出圧を制御する。インレットベーンが最小開度になっても低圧側母管の圧力が必要圧力まで下がらない場合、二次圧力調整弁による制御が行われる。二次圧力調整弁はインレットベーン用電油操作機と同様に、電気設備から入力される 4～20 mA の電流信号により制御される。

二次圧力調整弁を閉めすぎると送風機がサージング領域での運転となってしまうため、圧力スイッチにより「送風機吐出圧力高」の保護を設けている。

4-3 二次圧力調整弁仕様

本制御に使用した二次圧力調整弁の仕様を表 2、外観を図 7 に示す。

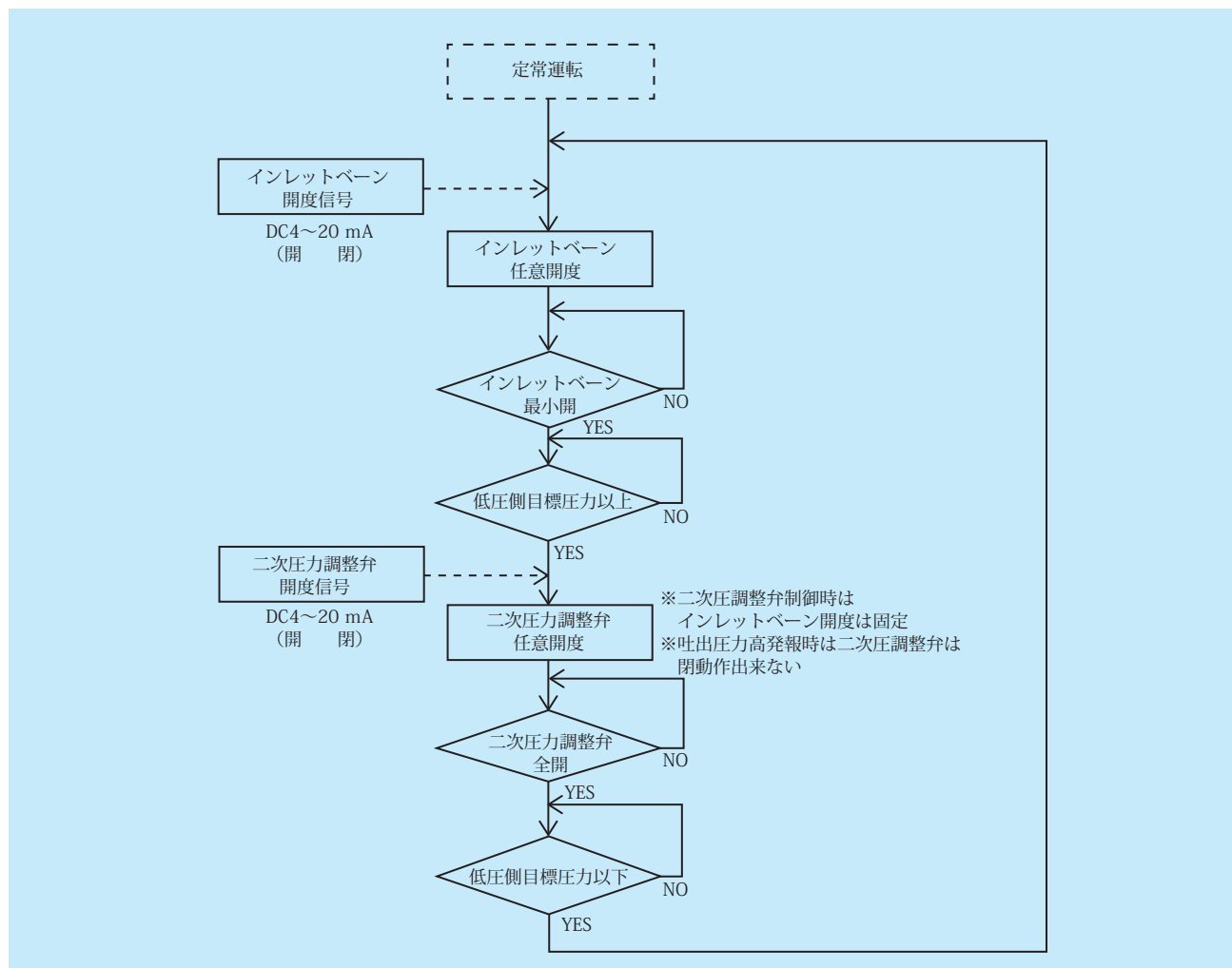


図 6 低圧連動時の送風機運転フロー

Fig.6 Blower operating flow chart

表2 二次圧力調整弁仕様

Table 2 Secondary pressure control valve specifications

形 式	電油操作式バタフライ弁
口 径 (mm)	250
出 力 (kW)	0.2
取 扱 気 体	空気
台 数	2



図7 二次圧力調整弁外観

Fig. 7 View of blower secondary pressure control valve

5. おわりに

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お指導、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/living/tour/guide/sise-list/04-06/index.html>
アクセス日：2020年3月26日

<筆者紹介>

志澤俊一：2005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
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
溝口省吾：2016年入社。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

DMW CORPORATION INDIA PVT. LTD.製ポンプの客先納入

石橋正之

SUPPLY OF PUMPS MANUFACTURED BY DMW CORPORATION INDIA PRIVATE LIMITED

By Masayuki Ishibashi

DMW CORPORATION Japan delivered the pumps which were manufactured at its 100% subsidiary in India named DMW CORPORATION INDIA PRIVATE LIMITED to Japanese EPC Packager Company.

These pumps were inspected in Japan and are guaranteed as a DMW CORPORATION Japan product.

DMW CORPORATION Japan is going to offer these activities to customers as an option to provide the customer benefit.

1. はじめに

このたび、電業社機械製作所は、自社の100%出資のインド現地法人であるDMW CORPORATION INDIA PRIVATE LIMITED（以後、DMWインドと略す）製造のポンプを日本に輸入し社内評価を行った。その結果、当該ポンプが電業社機械製作所の品質基準を満足していることが確認でき、日本製鋼所殿経由インド顧客への出荷が完了したので報告する。

2. ポンプ概要

表1 ポンプ仕様
Table 1 Pump Specifications

号 機	ポンプ1-A/B/C/D	ポンプ2-A/B
形 式	片吸込渦巻ポンプ	両吸込渦巻ポンプ
分 類	API 610 規格 タイプOH2	API 610規格 タイプBB1
口 径 (mm)	300×250	500×250
全 揚 程 (m)	52	58
吐 出 し 量 (m ³ /h)	871	1 404
出 力 (kW)	185	315
取 扱 流 体	Hot Water	Hot Water
台 数	4	2

注記：電動機は日本製鋼所殿の支給品です。

3. DMW インドの設立

もとより、電業社機械製作所は海外のオイル&ガス市場を中心に数多くのAPI 610規格に準拠したポンプの納入実績を有しており、それらは製油所の中心である反応塔へのチャージポンプや原油または石油製品をパイプラインで搬送するメインラインポンプなど、重要かつ厳しい用途に採用されてきた。

一方、オイル&ガス向けポンプの発注は国際入札で決められる。欧米競合各社が製造コストが比較的低廉なインドに現地法人／工場を設立して、コストの優位性を武器に入札に参加する現状において、従来の高信頼性や日本的真摯な対応を拠り所に入札で勝つことは難しくなってきた。

そうした状況において、一部のエンドユーザやEPCから「DMWもインドに資本を投入し、インドでポンプの製造を始めてはどうか。」と再三の要請を受けた。そして、電業社機械製作所は2014年10月1日、インドのムンバイ市に100%自社資本の現地法人DMWインドを設立し、同11月1日から業務を開始した。さらにムンバイ市の南東約140 kmのプネ市に開発された州の工業団地にポンプ製造工場を建設し、2017年8月から製造を開始した。

それから現在まで、ISO 9001の認証を取得し、インド最大手のエンジニアリング会社EIL社（半官半民）のベンダ認証を取得し、インドを主たる市場としてポンプ

の製造・販売を続けている。

4. インドにおけるポンプ製造

DMWインドで製造するポンプの設計図面は、電業社機械製作所の図面を流用している。つまり日本と同じ図面でポンプを製造している。

異なるのは、材料のほぼ100%をインドのローカルの材料メーカから調達している点である。これらメーカはローカルであってもポンプ製造に必要なASTM規格に準拠した炭素鋼鋳鋼、ステンレス鋳鋼、二相ステンレス鋳鋼の供給が可能であり、二相ステンレス鋳鋼についてはNORSOKの認証も取得している。

また、棒材・板材についてもASTM規格に準拠した材料が調達可能であり、すべての鋼材についてASTM規格の材料証明書が付与される。さらに、オイル&ガス向けポンプにとって重要なAPI 682規格に準拠したメカニカルシールもインド国内で製作されていることもあり、インド国内でポンプ部品のサプライチェーンを確立できる。

材料に不安がある場合には試験片を要求し、日本で確認試験を行っている。

5. 日本製鋼所殿との契約成立

日本製鋼所殿からポンプの引き合いをいただいた時、電業社機械製作所は日本製造とインド子会社製造の2案を提案させていただいた。その中で、インド子会社製造の場合でも、ポンプを日本に輸入し、検査は日本製造と同じ基準で行うこと、出荷後のポンプの保証は電業社機械製作所が行うことを明確にした。そして入札の結果、電業社機械製作所のインド子会社製造ポンプを受け入れていただき、受注することができた。

6. ポンプの納入

ポンプをインドで製造して日本に送ることは、製造工程面の課題が付加される。しかし受注段階から日本への輸送期間を見込んでDMWインドの製造工程を計画し、日本とインド双方が協力して管理したことにより、日本製鋼所殿へのポンプ納入は契約納期内に完了することができた。

これには、工程進捗に配慮して承認行為を進めてくださった日本製鋼所殿のご協力に依存する点も大きかった。

結果として、電業社機械製作所は自身とインド現地法人との協業により、日本製鋼所殿が求める品質・コスト・工程を満足させることができた。

さらに日系企業の特長である、コストに表れない製品の信頼性や客先要求に対する真摯な対応も含めて日本製鋼所殿に納入できた。

7. おわりに

入札において、コストが安いことは受注のための必須条件である。しかし客先との長期にわたる付き合いにおいては“顧客満足”を優先する日系企業の風土も客先に評価されていると考える。

そうした背景において、今回の取り組みに代表される電業社機械製作所の提案は、日系EPC殿に対して価格の満足感とアフターケアを含めた製品への安心感を提供できる一つの選択肢になり得ると考える。

今後も顧客のご要望に対応するため、DMWインドというツールを使ってベストな提案をしていく所存である。



図1 ポンプ外観

Fig. 1 Pump outside appearance

<筆者紹介>

石橋正之：1974年入社。主にポンプの設計業務に従事。
2014年から2020年までDMWインド社長。
現在、DMWインド担当アドバイザー。

電源開発株式会社 竹原火力発電所 1号貯炭場消火ポンプ

富田 光 淵上 貴大 古武 家隆 誠

Fire Water Pump of No.1 Coal Storage Yard for Takehara Thermal Power Plant of J-POWER

By Hikaru Tomita, Takahiro Fuchigami and Ryusei Kobuke

DMW supplied the fire water pump package to Takehara Thermal Power Plant of J-POWER for modernization project which is promoting high efficiency and low carbonization. A fire water pump is one of the most critical equipment used as fire prevention and extinguishing in power plant. It is essential that the pump has high reliability, high performance and easy operation and maintenance so that it is operated without any problem in an emergency. This pump is driven by both electric motor and diesel engine in preparation power shutdown in case of fire. And this package is complied with Fire Service Act and got certified by Fire Equipment and Safety Center of Japan.

1. はじめに

電源開発株式会社 竹原火力発電所 1号機は1967年に運転開始し、2号機は高度成長期の需要急増に応える緊急開発電源として、1974年に重油焚きとして運転を開始した。今回、旧1号機25万W、旧2号機35万kWの合計出力である新1号機60万kWの最新鋭石炭火力発電設備に高経年化対策および地球温暖化問題への積極的対応のため、リプレースによる最新設備を導入することで高効率化・低炭素化を進める更新工事が実施されている。

その更新工事において、新設機器として1号貯炭場消火ポンプ1式を競争見積もりにて受注し、設計・製作の上、納入を完了した。

今回設備の配置詳細(抜粋)は、図1および図2に示す。

2. 特徴

今回納入した機器は発電所の防火・消火設備として使用する設備であるため、消防法の技術基準(加圧送水装置の基準、配電盤および分電盤の基準)に準拠している。ディーゼルエンジンは、内燃機関を原動機とする加圧送水装置の構造および性能の基準を満足するものを求められた。また実績や信頼性、連続運転に耐える高性能設備、運転操作や保守管理が容易な設備であり、設備全体で消

防法および消防検査を満足することが必須であった。消防法適用については、三島事業所にて一般財団法人日本消防設備安全センター殿より、実機のポンプと電動機にて書類検査、性能試験、耐圧試験、開放試験、外観寸法検査を受験し、型式認定と個別認定を新規に取得した。駆動方式は火災時の電源遮断に備え、電動機とディーゼルエンジンの両掛駆動である。今回納入した1号貯炭場消火ポンプは、2016年に同発電所に納入したアンモニア散水ポンプと並列設置にて計画された。今回競争見積もりにて受注したことによりポンプメーカーとして電業社機械製作所製にて統一されている。なお、アンモニア散水ポンプは竹原火力発電所のアンモニア貯蔵気化装置へ保安用水を供給する重要なポンプであり、発電プラントと同等の信頼性が要求された。

2-1 1号貯炭場消火ポンプ

火災時などの緊急送水に用いられる消火ポンプは吸込口径200 mm、吐出し口径125 mmの横軸両吸込渦巻ポンプで、160 kWの電動機およびディーゼルエンジンの2種類の駆動機を有するポンプである。ポンプの仕様は、「消防法施行規則第十二条第一項」、「加圧送水装置の基準(平成九年六月三十日消防庁告示第八号、(改正)平成十一年九月消防庁告示第七号)」、「消防用設備等の技術基準(第8次改訂版:全国消防長会中国支部)」に準

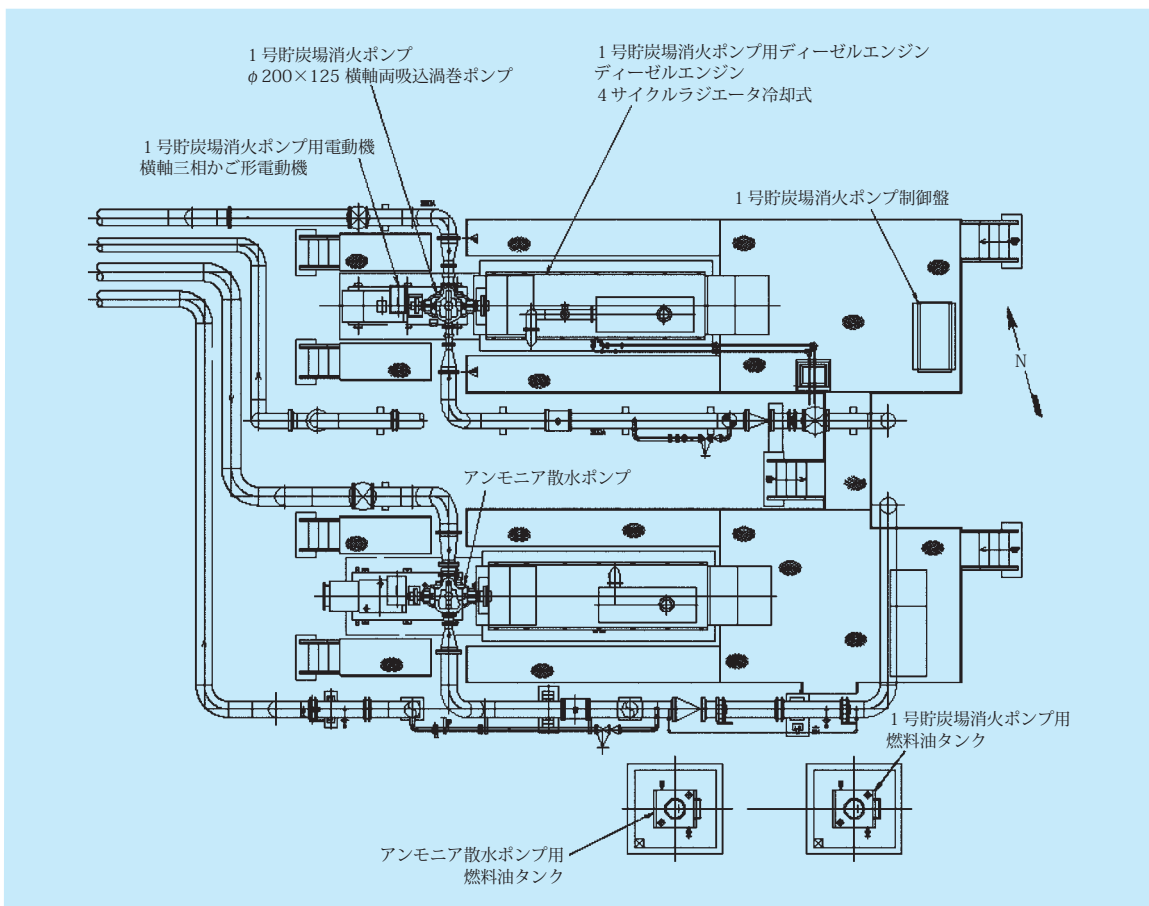


図1 ポンプ配置計画図

Fig.1 Pump Layout

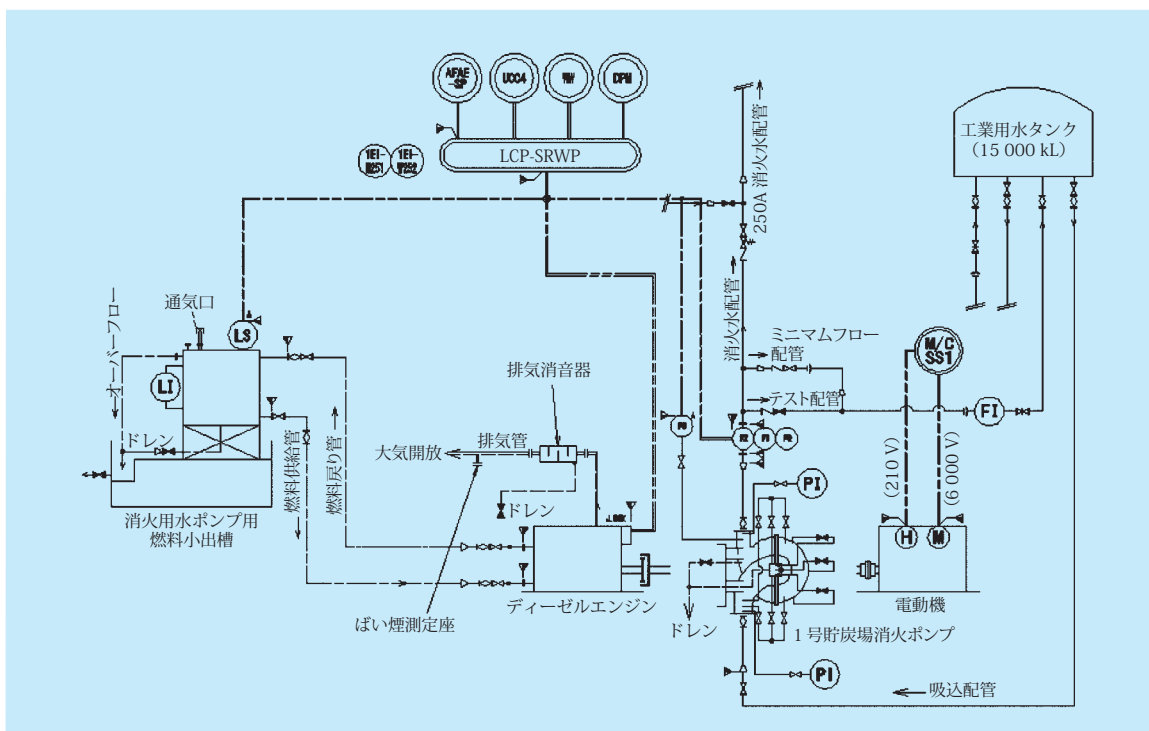


図2 概略系統図

Fig.2 System Diagram

抛するよう指定された。消防法適用のポンプとするため、加圧送水装置の性能基準を満たす必要があり、規定吐出し量、規定吐出し量の150%および締切運転防止の常時逃がし量27 m³/h（約10%Q／ミニマムフロー）での広い運転範囲における性能保証を満足している。今回のポ

表1 消火ポンプ仕様
Table 1 Pump Specifications

形 式	横軸両吸込渦巻ポンプ
吸込／吐出し口径 (mm)	200／125
吐 出 し 量 (ミニマムフロー含む) (m ³ /h)	270＋27
全 揚 程 (m)	110
取 扱 流 体	工水
電 動 機 出 力 (kW)	160
台 数	1



図3 消防検査御立会時写真
(写真提供：J-POWER [電源開発株式会社])
Fig.3 Witness Inspection
(Photo credit：J-POWER)

ンプ仕様を表1に示す。

2-2 電動機

電動機の仕様は、「消防法施行規則第十二条第一項」、「加圧送水装置の基準（平成九年六月三十日消防庁告示第八号、(改正) 平成一一年九月消防庁告示第七号）」、「消防用設備等の技術基準（第8次改訂版：全国消防長会中国支部）」に準拠し設計・製作とした。同電動機にはスペースヒータが設置されるほか、巻線温度計設置により客先殿がオペレーション装置で安全に運用出来るよう監

視されている。

2-3 ディーゼルエンジン及び付帯設備

今回納入したディーゼルエンジンは、一般社団法人日本内燃力発電設備協会より型式認定を取得した認定品（非常動力装置）である。今回機器は、瀬戸内海沿岸地域の発電所敷地内（屋外）に設置されるため、ディーゼルエンジンにはボンネットとして防音カバーを設置し、重耐塩塗装を施工し耐食性を確保している。また自動遠心クラッチでポンプとディーゼルエンジンを連結し、自動嵌脱できるよう設計されている。エンジン排気側には、ご指定により煤煙測定が可能な測定座が設置されて、現地でも煤煙測定が可能なように設計・製作している。発電プラント同等の信頼性を確保するため、通常各1点である故障信号接点（潤滑油温度上昇、潤滑油圧力低下）を、各2点設けている。

燃料油タンクは油面計、レベルスイッチ、通気口、ドレン弁、および、オーバーフロー配管が設けられている。タンクローリー車からも燃料の受入が容易な構造とし、給油作業に有利な敷地内道路に面した位置に据付けられている。また同タンクは消防法適用のため、タンク単体で水張り試験を実施し、消防法認定を受けた製品を採用している。

2-4 計測・制御設備

計測制御設備として消火ポンプ起動盤は、電動機およびディーゼルエンジンを含む消火ポンプ設備一式の制御・保護を行えるよう設計されており、日本内燃力発電設備協会の認定を取得した盤である。また、蓄電池を搭載し「蓄電池設備の基準（昭和四八年二月十日消防庁告示第C-18二号、(改正) 昭和五〇年五月二八日消防庁告示第六号）」に準拠した製品として消防認定品となっている。

通常時、外部または盤面からの起動信号入力を受けて、電動機を始動するが、電源供給が断たれた場合でも起動可能なように、自動的にディーゼルエンジン駆動へ切り替わるよう設計されている。なお、ディーゼルエンジンは蓄電池の電源供給により始動される。

また、運転中にポンプ設備状態を把握できるよう、各種故障や状態信号を遠方監視所へ出力している。

3. おわりに

消火ポンプは発電所内では非常に重要な設備であり、緊急時にも問題なく稼動する必要があるため、高い安全性が求められる。アンモニア散水ポンプも電業社機械製作所製をご採用頂いており、今回並列で設置されることに



図4 完成写真

(写真提供：J-POWER [電源開発株式会社])

Fig.4 Installed Pump

(Photo credit : J-POWER)

より機器設計思想を合わせて設計・製作が可能であった。

おわりに、本設備の設計・製作にあたり終始適切なご指導とご協力を頂いた電源開発株式会社殿の関係各位に心より感謝の意を表します。また、消火ポンプ本体以外については、当社も購入品となるため、エンジンや制御盤の設計・製作を頂いた艀装メーカー殿や電動機メーカー殿のご協力にも感謝の意を表します。

<筆者紹介>

富田 光：2016年入社。主にポンプ機場設計に従事。

現在、プラント建設部のシステム設計1課

洲上 貴大：2011年入社。主にポンプ見積業務に従事。

現在、産業システム技術室の水力技術課

古武家隆誠：2012年入社。主に営業業務に従事。

現在、中国支店



ここで活躍しています

－ 2019 年 製品紹介 －

1. ポンプ

1－1 北海道開発局 札幌開発建設部 江別太排水機場

(1) 概要

江別太排水機場は、石狩川水系千歳川と夕張川の合流域に位置し、地域の湛水被害の解消を目的として1971年に設置された。今回、設備の老朽化および排水能力の向上のためポンプ設備の更新を行った（図1）。

(2) 特徴

ポンプの軸封部には無注水軸封装置、主原動機にはラジエータ冷却方式および乾式真空ポンプを採用することで設備の無水化を図っている。

主原動機の起動方式にはセルモータを採用することで補機を簡素化し、維持管理の軽減を図っている。

屋外燃料貯油槽は、防油堤一体型で耐候性、維持管理性に優れているコンボルト型地上タンクを採用している。

(3) 仕様

口径1 200 mm横軸斜流ポンプ×2台

（ディーゼル機関駆動）

186 m³/min×3.8 m×170 kW



図1 ポンプ室全景

1－2 宮城県仙台地方振興事務所 銭神第1排水機場

(1) 概要

銭神第1排水機場は、手樽地区の農地およびその他の

湛水防除のための施設で、老朽化した旧銭神第1排水機場の仕様を見直し、全体排水量181.8 m³/minの排水設備である（図2）。

(2) 特徴

今回設備の特徴として以下4点が挙げられる。

- ① 減速機搭載型立軸斜流ポンプを採用することで、横軸ポンプ場の場合に必要な補機類を省くことができた。それによって低圧受電となり、維持管理費低減を成し遂げた。
- ② 建屋の高さに制限があるため、主ポンプ揚水管は分割箇所を増やして据付に配慮した。
- ③ 主ポンプは無給水軸封装置、No.2主ポンプ用内燃機関は水冷式エンジンの機付ラジエーター冷却、減速機は空冷式を採用し、機場の完全無水化を実現した。
- ④ 排水先が海水域のため、逆流防止弁の材質は腐食に強いSUS316系を使用している。

(3) 仕様

口径500 mm減速機搭載型立軸斜流ポンプ×1台

31.8 m³/min×3.75 m×30 kW（電動機駆動）

口径1 000 mm減速機搭載型立軸斜流ポンプ×1台

150 m³/min×3.85 m×139 kW（ディーゼル機関駆動）



図2 減速機搭載型立軸斜流ポンプ

1-3 埼玉県企業局

庄和浄水場 PC浄水池循環ポンプ

(1) 概要

埼玉県庄和浄水場は1970年4月から建設に着手し、1974年4月に県東部の一部地域に送水を開始した水処理プラントである。現在の施設能力は、日量35万立方メートルで春日部市をはじめ7市1町に水道水を供給している。

今回、老朽化した機器の更新と更なる省エネルギー化の実現のため、PC浄水池（水道水を一時ためておく施設）の水循環ポンプを更新したものである（図3）。

(2) 特徴

本工事は、既存の口径600 mm横軸両吸込渦巻ポンプを口径400 mm横軸両吸込渦巻ポンプに更新変更すると同時に吐出側配管の敷設位置を一部変更するため、限られたスペースでの機器設置などに熟慮した。

(3) 仕様

口径400 mm横軸両吸込渦巻ポンプ×1台
16.7 m³/min×15.2 m×55 kW（電動機駆動）



図3 ポンプ外観

1-4 日本下水道事業団

丸亀市城西ポンプ場

(1) 概要

本ポンプ場は、香川県のほぼ中央部の海岸部側に位置し、汚水中継と雨水排水を目的として昭和54年に供用開始した合流式ポンプ場である。今回、経年劣化により能力低下、維持管理に支障が出ていることより、No.2雨水

ポンプの更新を行った（図4）。

(2) 特徴

出水期、非出水期、台風期と季節毎および時間毎に極端に変化する流入水量に対し、複数台のポンプで組合せ運転を行うことで、流入量に適応した送水を可能としている。

雨水ポンプ駆動用ディーゼル機関の始動用空気を充填する空気圧縮機は、並列運転を可能としており、雨水ポンプの起動頻度が激しくなった場合でも追従できるようにしている。

ポンプ軸封装置には、無注水式メカニカルシールを採用することにより、運転時の注水が不要である。また、メカニカルシールの維持管理を目的として、摩耗測定目盛板を具備している。そのため、目盛の位置を確認することで整備時期を容易に確認できる。

吐出弁は、駆動部ハンドルの向きを水平方向にすることで、操作性を向上させている。

(3) 仕様

口径1 350 mm二床式立軸斜流ポンプ×1台（ディーゼル機関駆動）
210 m³/min×9.0 m×460 kW



図4 ポンプ室全景

1-5 MODEC / イタリアEni社向け FPSO用海水取水ポンプ

(1) 概要

MODEC FPSO MIAMTE MV34向けメキシコ沖合のArea 1 フィールドの開発プロジェクトFPSO に設置され

る機器冷却用海水取水ポンプ3台を納入した。FPSOとはFloating Production Storage and Offloading Systemの略称で、船上で海底油田から石油、ガスを生産し、生産した原油を設備内のタンクに貯蔵、それを直接輸送タンカーへ積出することができる船用設備である。

今回のFPSO船舶は2021年に完工し、MODEC殿が推進しているメキシコ沖 Area 1 鉱区海底油田開発に用いられる見込みである。今回は過去10年以上のMODEC向けブラジル、アフリカ地域での納入実績、運用実績を評価されて受注となった(図5)。

(2) 特徴

FPSO船内にスペースの制限があり、立軸ポンプを船側につけるため約30 mのポンプが採用された。FPSO船の洋上での長期にわたる運転、船上でのメンテナンス回数の低減を考慮して材質はスーパー2相ステンレスを採用している。洋上での揺れに対応するためポンプコラム外筒部にゴムリングを装着し揺れに耐える構造としている。

30 mの長軸ポンプのため、振動解析を実施しており軸振動検討を十分に行っている。

メンテナンス性を重視して2つ割りメカニカルシールを採用している。

ポンプスラスト軸受けにオイルレベルスイッチを採用しておりオフショアでの油切れによるポンプ停止のリスクを回避している。また、モータ側はグリース潤滑軸受けを採用しており上記同様の停止リスクを軽減する対応を行っている。

ポンプ逆転時のポンプ起動時過トルクによる損傷を防ぐために逆転防止用のセンサーを採用している。



図5 Area 1 鉱区位置⁽¹⁾

(3) 仕様

ポンプ名称：海水取水ポンプ

形式：口径20inch立軸斜流ポンプ

吐出し量：2 803 m³/h

全揚程：97 m

電動機出力：1 100 kW

台数：3台



図6 耐圧試験状況



図7 Pump据付イメージ

2-1 東京都下水道局

新河岸水再生センター送風機設備

再構築その4工事

(1) 概要

新河岸水再生センターは新河岸処理区(10 474ha)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。

新河岸水再生センター送風機設備は老朽化のため2014年3月より再構築を開始し、今回最終となる再構築その4工事にて鋼板製多段ターボブロワ（鋼板製AM-Turbo[®]）2台を2020年3月に設置し、全10台の送風機設置が完了した（図8）。

(2) 特徴

今回設備は、近隣施設に配慮し防音カバーを設置することで送風機単体運転時の騒音値を75dB以下としたことが特徴である。設置条件による荷重制限に対して、ケー



図8 新河岸水再生センター 送風機設備



図9 鋼板製AM-Turbo[®]

シングを鋼板製とすることで軽量化を図った。

また、省エネおよびメンテナンスコスト低減対策として、平成29年度省エネルギー機器として経済産業大臣賞を受賞したAM-Turbo[®]を採用することで、送風機本体の潤滑油装置と冷却水系統を一切不要としたことを特徴としている。

(3) 仕様

口径300/250 mm鋼板製多段ターボブロワ（鋼板製AM-Turbo[®]）×2台

120 m³/min×73.0 kPa×210 kW

2-2 高砂熱学工業(株)殿

(株)オートテックジャパン殿

環境EMシャーシ室用主送風機

(1) 概要

高砂熱学工業(株)殿経由で(株)オートテックジャパン殿向けに主送風機を1台納入した。

本送風機は、車両性能、排気ガス分析などの試験を行う風洞試験室に使用される。

当社は、過去に同様の風洞試験設備向けに多数の遠心送風機を納入した実績を有している（図10）。

(2) 特徴

本送風機は、翼形羽根車を採用することで高効率を実現している。

試験室の環境条件は、温度：-30℃～50℃、湿度：20%～80%、車風速：0 km/h～140 km/hとなっており、これらの条件に合わせて風量を調整可能なように、インバータによる回転速度制御を採用している。



図10 主送風機 現地設置状況

また、取扱気体に接する送風機の部品については低温の条件下でも問題のないよう材料の選定を行っている。軸封についてはリップシールを採用し、乾燥空気を封入できる構造とすることで外気の混入による系内の結露を防止している。

軸受は非水冷式のグリース潤滑を採用しており、安定した運転が行えるように自動グリース給脂装置を付属している。

(3) 仕様

#12 両吸込遠心送風機 1 台

4 670 m³/min×2.915 kPa×375 kW

取扱気体：空気

<参考文献>

- (1) MODEC Web site
<https://www.modec.com/jp/index.html>
(2020/6/4アクセス)



大阪府北部流域下水道事務所殿 高槻水みらいセンター向けNo.5、6雨水ポンプ設備受注

このたび、大阪府北部流域下水道事務所より高槻水みらいセンター No.5、6雨水ポンプ設備を受注した。高槻水みらいセンター場内に設置されている雨水ポンプ場は、高槻市および茨木市域の雨水を淀川に排水する重要な役割を果たしているポンプ場である。

今回更新を行うNo.5、6雨水ポンプは、昭和58年度の供用開始から稼働しており、更新に際し雨水ポンプの予備機確保を視野に各機的能力増強が行われている。特徴

としては排水能力が増加するため、ポンプ井の流速が高速化し、有害な渦が発生されることが懸念される。そのため流れ解析を行い、渦流防止対策が必要かどうかの検討が必要である。

現在、2021年5月中旬に1台据付完了、2022年5月の完成を目指し、設計・製作中である。

(文責：弘田幸治)

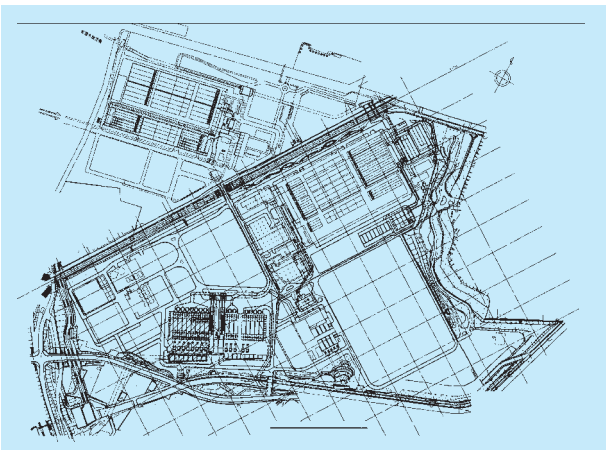


図1 全体平面図

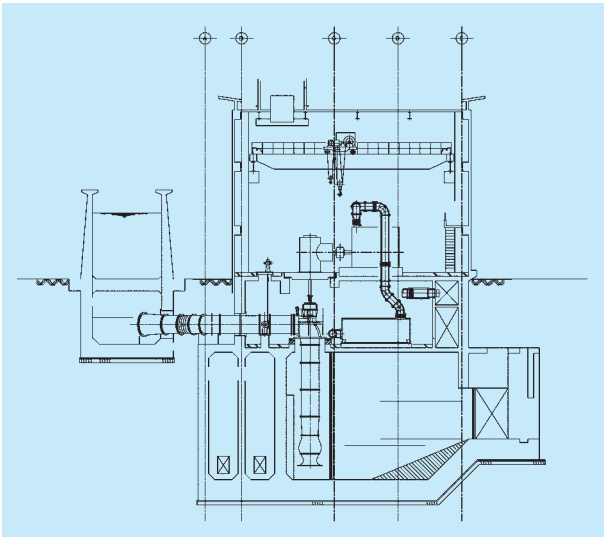


図2 据付断面図

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.5、6雨水ポンプ	口径1 500 mm 立軸斜流ポンプ	300 m ³ /min	16.9 m	雨水	1 361 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.5、6雨水ポンプ	口径1 500 mm 立軸斜流ポンプ	400 m ³ /min	17.4 m	雨水	1 629 kW

大阪府東部流域下水道事務所殿 新家ポンプ場向けNo.3、4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新家ポンプ場No.3、4雨水ポンプ設備を受注した。新家ポンプ場は大阪府東部の八尾市に設置され、八尾市および東大阪市の雨水を楠根川に排水するポンプ場である。

今回更新を行うNo.3、4雨水ポンプは、昭和55年度の供用開始から稼働しており、更新に際し雨水ポンプの予

備機確保を視野に各機能力増強が行われている。特徴としては排水能力増加による流れ解析の検討およびポンプ室梁補強工事などが含まれている。

現在、2022年5月中に1台据付完了、2023年5月の完成を目指し設計・製作中である。

(文責：弘田幸治)

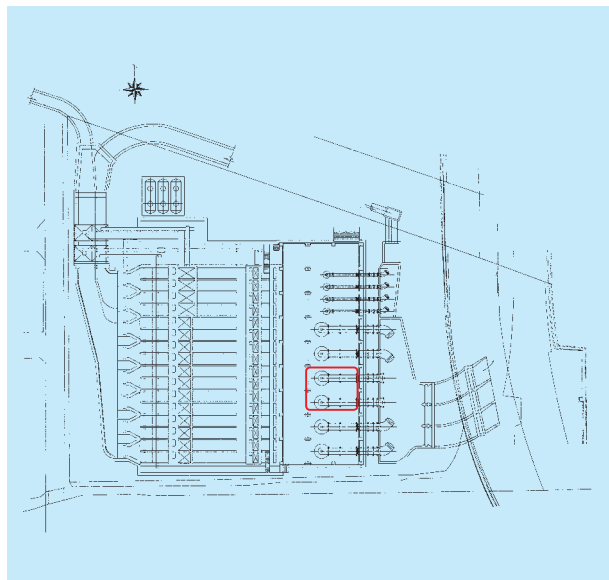


図1 全体平面図

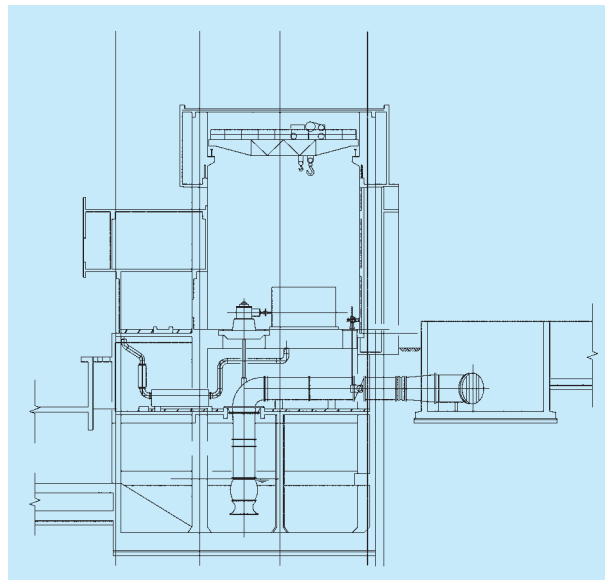


図2 据付断面図

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.3、4雨水ポンプ	口径1 800 mm 立軸斜流ポンプ	403 m ³ /min	10 m	雨水	1 350PS

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.3、4雨水ポンプ	口径1 800 mm 立軸斜流ポンプ	483.6 m ³ /min	8.3 m	雨水	930 kW

関東農政局 渡里揚水機場ポンプ設備製作据付工事受注

茨城県に位置する那珂川沿岸地区は、水戸市、ひたちなか市、常陸大宮市、那珂市、茨城町、大洗町、城里町、東海村の8市町村にまたがる受益農地面積8 617haの農業地帯である。

この地区は江戸時代以降に農業水利開発が進められてきたが、台地上の畑地や支川にひらかれた水田の一部において、小河川やため池など不安定な水源に依存して営農を行っている地域が存在している。また、水源を那珂川に求めている地域においても水利施設の老朽化が年々進行し、将来的に那珂川からの取水が困難となる事態が想定されている。

そこで「国営那珂川沿岸農業水利事業」として御前山ダムや揚水機場を新設して周辺地域に那珂川の水を供給

するとともに、老朽化が進行している農業水利施設の改修を進めながら、那珂川沿岸地域で一体的に農業用水の管理を行い安定的な用水の供給を行うことにより、農家の経営安定化や効率化を図り、地域の食料供給力の向上を目指すものである。

渡里揚水機場はその事業の一環として、那珂川揚水機場に続き計画された。

当施設は夏期および冬期それぞれの送水量に合わせて、大ポンプ2台と小ポンプ1台で構成されており、農業生産性の維持向上と農業経営の安定に寄与することが期待されている。

(文責：石田晴久)

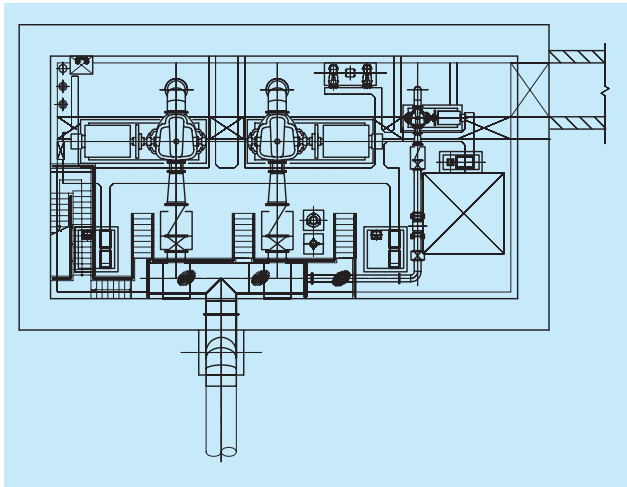


図1 機場平面図

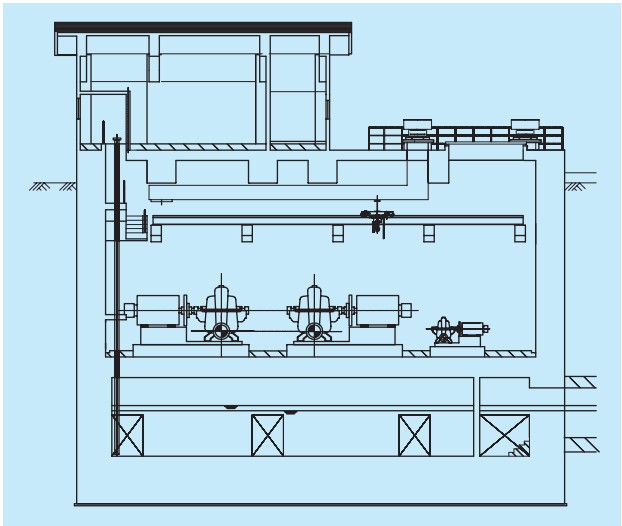


図2 機場断面図

表1 ポンプ仕様

ポンプ名称	型 式	吐出し量	全揚程	取扱流体	台数
主ポンプ（1号）	口径300 mm横軸両吸込単段渦巻ポンプ	11.88 m ³ /min	43.4 m	河川水	1
主ポンプ（2号、3号）	口径800 mm横軸両吸込単段渦巻ポンプ	77.07 m ³ /min	42.4 m	河川水	2

名古屋市上下水道局殿 笠寺ポンプ所主ポンプ設備工事受注

笠寺ポンプ所は、名古屋市上下水道局東部柴田水処理事務所にて管理・運用されているポンプ所である。本ポンプ所は、名古屋市南区砂口町に位置し、雨水排水能力1 968 m³/minを有するポンプ所である。また、1号雨水ポンプは昭和42年度に設置されたポンプである。

本工事は、ポンプ設置後53年となることから、老朽化に対する施設の更新を行い、排水能力の機能維持を目的

に行う工事である。既設ポンプは潤滑水回収方式であるが、セラミックス軸受を採用し、無注水化としたポンプ設備となる。

現在、ポンプ等主要機器の製作中であり、令和3年3月完成予定である。

(文責：千葉 誠)



図1 既設写真

表1 ポンプ仕様

ポンプ名称	形式	揚水量	全揚程	出力	台数
1号雨水ポンプ	口径1 350 mm立軸斜流ポンプ	225 m ³ /min	8.3 m	445 kW	1

東京都下水道局殿 篠崎ポンプ所ポンプ設備再構築その2工事受注

本工事は『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：平成30年4月から令和元年9月まで）にて東京都下水道局殿と共同研究を行い、研究目標を達成したポンプを納入する初の工事である。

共同研究の目的は、多様化した降雨状況に対し柔軟に対応するため、無注水先行待機雨水ポンプの水中軸受保護時間によるポンプ運転の制約を緩和すべく、気中待機運転時間を延長できる水中軸受を開発することである。

篠崎ポンプ所は東京都江戸川区東篠崎二丁目2番10号に位置し、流入する雨水を吸揚し、旧江戸川に放流する設備である。

工事概要は、既設設備が老朽化したため雨水ポンプ4号・5号設備を再構築するのでもあり、このたび（表1）

に示すポンプ設備の製作・据付工事を受注し、現在は様々な解析を行い鋭意設計・製作中である。また、工事完了後は現地に据付けた実機にて共同研究の事後評価を行い、目標達成を確認する。

先行待機（全速）形電動機直結立軸斜流ポンプの設計・製作は勿論のこと、共同研究は更に高度な技術力と技術検証を要するため、このノウハウを導入する本工事を受注したことは当社の大きな財産となる。

今後もお客様満足度の向上を第一に、会社の技術力継承のため、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	電動機出力	台数
雨水ポンプ	口径1 650 mm 先行待機（全速）形 電動機直結立軸斜流ポンプ	340 m ³ /min	19 m	1 470 kW	2

L&T ONGC NWIS-R向けSeawater Lift Pump受注

このたび、当社はOIL & NATURAL GAS CORPORATION LTD (ONGC) より海上プラットフォームBHS-SLQ-WIS Complex向けのSeawater Lift Pump 3 台を受注した。当該案件は既設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6月を予定しており、本ポンプは新規プラットフォームに設置される。

今回受注した製品は、海水を取水するためのポンプであり、床下長さ31.5 mの長尺立軸ポンプである。当社はONGC向けにSeawater Lift Pumpで多数の実績を持

つ。今回の受注はその運用実績と一部の部品や購入品をDCIPL (DMWインド社) にて製作、調達することによる製造コストを大幅に抑えた提案が評価され、受注となった。

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み渦巻プロセスポンプや横軸両吸込み渦巻プロセスポンプ1式などをDCIPLにて直接受注している。

今後もDCIPLと協力の上、インドマーケットでのさらなる受注拡大に尽力する所存である。

(文責：中山直人)

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
Seawater Lift Pump	口径20inch 立軸斜流ポンプ	2 500 m ³ /h	107 m	海水	1 100 kW	3

サウジ・アラムコ Uthmaniyahガスプラント向けブロワを受注

このたび当社は、サウジアラビアの国営石油会社サウジ・アラムコのUthmaniyahガスプラント向け、Sulfur Fume Blowerを2台受注しました。今回、受注したUthmaniyah向けの近郊にあるHawiyahガスプラント向けに類似の仕様のブロワを2018年に8台納入した実績が高く評価されたことと現地への訪問が受注に繋がりました。

当社は、1960年代よりサウジ・アラムコ社へRas Tanura、Riyadh、Jeddah、Yanbuなどの製油所、Hawiyah、Shedgum、Wasitなどのガスプラントなどにポンプや送風機を約300台以上納入してまいりました。今後も中東諸国への営業活動を積極的に展開し、さらなる拡販を目指していく所存です。

(文責：岩田 直)



図1 建設予定地

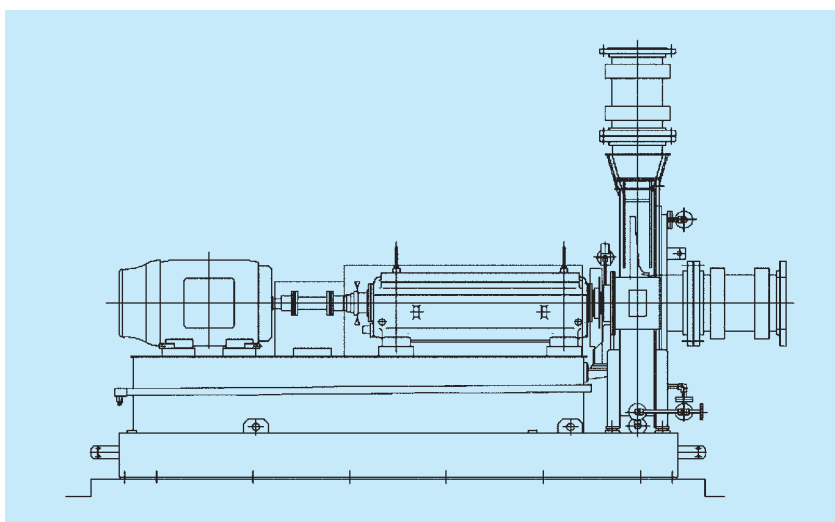


図2 外形図

表1 送風機仕様

送風機名称	形式	風量	昇圧	取扱気体	電動機出力	台数
Sulfur Fume Blower	口径250 mm BIOP-CNM	78 m ³ /min	1 617 mmAq	Vent Gas	55 kW	2

関東農政局長殿から優良工事表彰を受賞 — 印旛沼二期農業水利事業 吉高機場ポンプ設備製作据付建設工事 —

1. はじめに

平成30年度に完成した『印旛沼二期農業水利事業 吉高機場ポンプ設備製作据付建設工事』において、関東農政局長殿から『優良工事表彰』を受賞した。

口径2 00 mm立軸軸流ポンプ

(洪水時排水ポンプ) 2台

口径1 000 mm立軸軸流ポンプ

(洪水時・常時排水ポンプ) 1台

2. 表彰工事

(1) 工事名

印旛沼二期農業水利事業

吉高機場ポンプ設備製作据付建設工事

(2) 工期

平成27年11月25日～平成31年2月28日

(3) 工事概要

本工事では、国営印旛沼二期土地改良事業計画に基づき、既設吉高用排水機場および物木排水機場を統廃合し、新設した機場に用水ポンプ3台および排水ポンプ3台と受配電・操作設備の製作据付を実施した。

(4) 機種

口径600 mm横軸両吸込単段渦巻ポンプ

(用水ポンプ) 3台

3. 表彰理由

本工事では、用水ポンプにおいてVE提案（標準案）のポンプ効率に対し、ポンプの高効率化を達成し維持管理コストの縮減を図った点や、パイプラインを含めた幹線施設全体の通水試験に配慮して、契約工期より前倒しして工事を完了させたこと、また無事故無災害で工事を完了させたことが評価された。

4. おわりに

今回の表彰は関東農政局印旛沼二期農業水利事業所殿のご指導、ご協力なくしては成しえないものであり、ここに改めて感謝申し上げます。また、本工事に携わられた関係各社及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：石田晴久)



図1 表彰状



図2 表彰式状況

インド・BPCL社パイプライン用 Main Line Pump 2 台受注

このたび当社は、インドの国営石油会社であるBharat Petroleum Corporation Ltd. (BPCL社) から、インド中部のBina / Panki (Kanpur) 間のパイプラインに使用される石油製品圧送ポンプ (Main Line Pump) を 2 台受注した。

本ポンプユニットは主にポンプ、電動機、強制給油装置、インバータ盤、振動監視装置、機側操作盤から構成され、電動機の部分放電監視装置も供給する。

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水平二ツ割横型多段ポンプ (Type BB3) で、インバータ盤を用いた回転速度制御運転によ

り、液質の異なる複数の運転点に対応している。

当社は厳しい競争入札において、同型式の多数の納入実績や省エネルギー性能が評価されたこと、DCIPL (DMWインド社) と協力し価格競争力のあるインド製品の採用を増やし、コスト低減を図ったことにより受注に至った。

今後もパイプライン向けのみならずオイルアンドガス関連を中心にポンプのさらなる受注を目指していく所存である。

(文責：浅田雅也)

表 1 ポンプ仕様

ポンプ名称	形 式	吐出し量	全揚程	取扱流体	電動機出力	台数
Main Line Pump	口径250×200 mm 水平二ツ割横軸多段ポンプ	730 m ³ /h	1 070 m	ガソリン／ディーゼル油／灯油／航空用燃料	2 500 kW	2

サウジアラムコ／Marjan Development Program Tanajib Gas Plant向け 硫黄回収装置用ブロワ 9 台受注

このたび当社は、イタリアのエンジニアリング会社 Saipem S.p.Aを通じて、サウジアラビア東海岸に位置するサウジアラムコ社のTanajib Gas Plant向けに硫黄回収装置用ブロワを 9 台受注した。

受注したブロワの仕様は、表 1 に示すとおりである。電動機出力は、1 900 kWであり当社の実績においても過去最大クラスの多段ブロワである。ケーシングには鋳鉄製の水平二ツ割構造を採用し、インペラにはステンレス鋼板を採用している。また最新の性能モデルを採用することで従来機と比較してインペラ段数の低減を実現する。

本ブロワは、API規格（アメリカ石油協会の規格）お

よび顧客であるサウジアラムコ社の規格に準拠して設計、製作を行う。

当社の所掌範囲には、自動洗浄式吸込フィルタ、サイレンサ、強制給油装置、放風弁および逆止弁を含むブロワまわりの補機一式も含む。

当社は、過去サウジアラムコ社の製油所およびガスプラント向けに70台を超える硫黄回収装置用ブロワを納入し、それらの機器の信頼性を高く評価されている。

今後も信頼性の高い機器を継続して供給し、顧客の信頼を得ることで受注に繋げていきたい。

（文責：新宅知矢）

表 1 送風機仕様

送風機名称	形式	風量	昇圧	取扱気体	電動機出力	台数
Combustion Air Blower	口径1 000×900 mm 片吸込多段ブロワ	1 109 m ³ /min	88.65 kPa	空気	1 900 kW	9

特許と実用新案

「立軸ポンプ」

特許第5371809号

1. 従来技術の課題

ポンプ機場に設置される立軸ポンプは、急激な集中豪雨などによりポンプ機場が冠水し、水位が上昇して立軸ポンプが水没するような非常事態に備える必要がある。

従来の立軸ポンプの構造は、このような非常事態では、ポンプ軸を支える外部軸受ケーシング内に水が侵入し、ラジアル軸受およびスラスト軸受が水に浸って、立軸ポンプの運転が不可能となる恐れがあった。

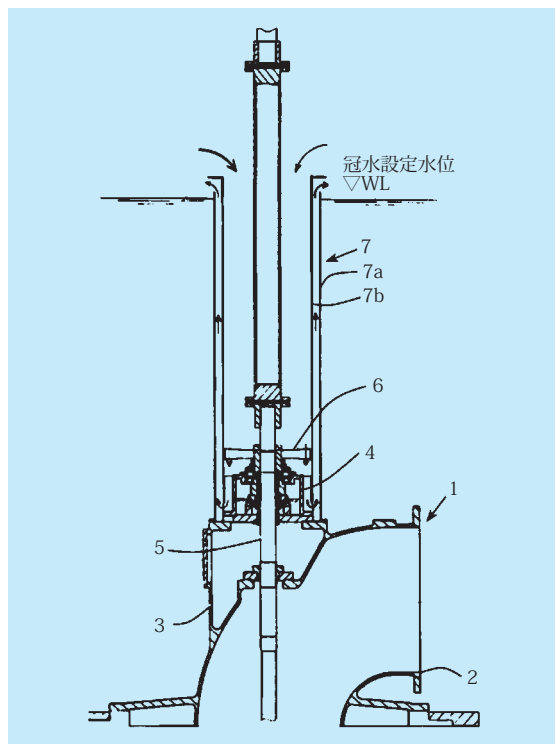
2. 本発明の内容

図1に示すように、立軸ポンプ1の吐出エルボ2の外壁に軸受台3が配設され、この軸受台3の上に外部軸受ケーシング4が配設される。外部軸受ケーシング4を上方に突出したポンプ軸5には、冷却ファン6が配設される。

そして、冷却ファン6および外部軸受ケーシング4の側方全外周を覆うように二重筒状部材7が設けられる。この二重筒状部材7の上端部は、冠水設定水位WLよりも上方まで立ち上げられて大気に開口されている。この外側筒体7a内および軸受台3内は、外部から水が侵入できない水密構造とされる。さらに、二重筒状部材7の内側筒体7bの下端部には開口部が複数穿設されていて、外側筒体7aと内側筒体7bの間に形成される連通路と内側筒体7b内の空間部が連通するようになされる。ポンプ軸5の回転に伴い冷却ファン6が回転されると、冷却ファン6は、内側筒体7b内の空間部内の大気を図1で下方に向けて流動させる。

3. 本発明の効果

本発明の立軸ポンプによれば、吐出エルボから上方に突出したポンプ軸を、吐出エルボから水没時の冠水設定水位より上方まで水密的に覆いその上部が大気に連通するように空間部を形成し、空間部の



下部を連通路の一端に連通し、連通路の他端を冠水設定水位よりも上方で大気に連通している。これにより、ポンプ揚水機場が冠水して立軸ポンプの外部軸受ケーシングが水没する高さまで水位が上昇しても、その水位が冠水設定水位を越えなければ、外部軸受ケーシングとその内部に配設したラジアル軸受とスラスト軸受および冷却ファンが水に浸かるようなことがなく、運転を継続することができる。よって、急激な集中豪雨等による水位が上昇した際における信頼度が高いものである。

また、二重筒状部材の内側筒体と外側筒体の間で形成した連通路が吸気流路となるようにしたので、二重筒状部材の外側にある水で連通路を通過する吸気が冷却され、この冷却された大気で外部軸受ケーシング等が冷却されるので、冷却効果が高い。

(文責：鈴木崇史)



編集後記

◆この度の巻頭言は、埼玉大学大学院 教授の山本浩先生に「スリット絞りを有する空気ばね」という題目でご執筆いただきました。

ポンプ、ファン、ブロワにおいても振動は解決すべき問題の一つで、一度振動問題が発生すると防振対策を施す必要が生じます。その際、我々回転機械エンジニアは構造物の固有振動数を変えることによって離調し、振動を抑えるという対策をしばしば行います。このような防振対策を行っている者の視点で見ると、空気ばねというのはとても新鮮な感じがしました。

また、上述の固有振動数を変えるという対策は経験に基づく部分も多く、技術伝承が難しい分野の一つです。このような場合、しばしば一品一様で他に転用しにくい対策をしてしまいがちですが、モデル化して理論解析をすることが大切と考えさせられました。

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。

◆時刻歴応答解析に関する当社の取り組みについて紹介させていただきました。数多くの汎用シミュレーションソフトが世の中にはありますが、ポンプ起動時、停止時などの汎用性の低い過渡現象については市販の汎用ソフトで解析することが困難です。このような場合、昔ながらのインハウスコードによる解析が必要になります。今後お客様の要望、ご期待に応えられるソリューションを提供していく所存です。

◆当社がお納めした製品を紹介する“ここで活躍しています”の2019年度版を掲載しました。一昨年の西日本豪雨、昨年の令和元年東日本台風（台風19号）による被害は記憶に新しいところですが、近年の豪雨の頻度を考えると排水機場の役割はますます高まると考えられます。今後も当社の製品を使用するお客様の目線に立った製品を開発していく所存です。

今後とも当社の製品をご愛顧いただきますようよろしくお願い申し上げます。



株式会社 電業社機械製作所

DMW CORPORATION

本社	〒143-8558	東京都大田区大森北1丁目5番1号（大森駅東口ビルディング） TEL 03 (3298) 5115（代表）・FAX 03 (3298) 5149
関東支店	〒330-0803	さいたま市大宮区高鼻町1丁目47番1（PRSビル） TEL 048 (658) 2531・FAX 048 (658) 2533
横浜営業所	〒240-0065	横浜市保土ヶ谷区和田1丁目18番7（和田町アストビル） TEL 045 (442) 6359・FAX 045 (442) 6369
沖縄営業所	〒902-0062	沖縄県那覇市字松川786番地（K's MAKABI） TEL 098 (887) 6687・FAX 098 (887) 6688
北海道支店	〒060-0061	札幌市中央区南1条西10丁目4番地（南大通ビルアネックス） TEL 011 (271) 5144・FAX 011 (221) 5530
東北支店	〒983-0852	仙台市宮城野区榴岡4丁目5番22号（宮城野センタービル） TEL 022 (290) 7754・FAX 022 (290) 7762
静岡支店	〒411-0843	静岡県三島市三好町3番27号 TEL 055 (975) 8417・FAX 055 (975) 8451
名古屋支店	〒460-0008	名古屋市中区栄2丁目4番18号（岡谷鋼機ビルディング） 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・FAX 082 (545) 8581
四国支店	〒760-0024	高松市兵庫町8番地1（高松兵庫町ビル） TEL 087 (851) 8953・FAX 087 (822) 7603
九州支店	〒812-0013	福岡市博多区博多駅東2丁目10番35号（博多プライムイースト） TEL 092 (409) 3173・FAX 092 (409) 3183
アブダビ支店		P.O.Box 3876, World Trade Center, Suite No.4, Level 17, The Office World Trade Center, Central Market, Al Markaziya, Abu Dhabi, U.A.E. TEL +971-2-654-4020, 4021 FAX +971-2-654-4022
シンガポール支店		50 Raffles Place, Singapore Land Tower Level 30 Singapore 048623
事務所		新潟・山口・熊本・徳島 中国（大連）
三島事業所	〒411-8560	静岡県三島市三好町3番27号 TEL 055 (975) 8221・FAX 055 (975) 5784
< 関連会社 >		
電業社工事(株)	〒411-0843	静岡県三島市三好町3番27号 TEL 055 (975) 8233・FAX 055 (975) 8239
(株)エコアドバンス	〒411-8560	静岡県三島市三好町3番27号 TEL 055 (975) 8251・FAX 055 (975) 8253
DMW India Private Limited		309, 3F Great Eastern, Galleria, Sector 4, Off Palm Beach Road, Nerul, Navi Mumbai, 400 706, India TEL +91-22-2771-0610/0611・FAX +91-22-2771-0612

主要製品

各種ポンプ
各種送風機
各種ブロワ
ロータバルブ
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44巻第1号

発行日 令和2年7月26日

発行所 株式会社電業社機械製作所

〒143-8558 東京都大田区大森北1丁目5番1号

TEL 03 (3298) 5115 FAX 03 (3298) 5149

編集兼発行者 青山匡志

企画製作 日本工業出版株式会社

〒113-8610 東京都文京区本駒込6丁目3番26号

TEL 03 (3944) 1181 FAX 03 (3944) 6826

禁無断転載



DMW CORPORATION



GREEN
PROPORTION

リサイクルコートT-6を使用しています

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

