

電業社機械

DENGYOSHA KIKAI



おかげさまで 115周年

Vol.49 No.1 2025





(写真提供：当社社外取締役 杉井 守 氏)

電業社機械

第49巻 第1号 通巻第96号 2025

目次

◆巻頭言

流体機械と佐賀と私…………… 木上洋一 1

◆挨拶

創業115周年に寄せて…………… 彦坂典男 4

◆技術資料

横軸ポンプ用すべり軸受の摩耗診断に用いる特徴量に関する複数実験の傾向評価…………… 片山景市 5
富松重行
後藤正樹
井上剛志

薄肉溶接構造品の残留応力の解析と測定…………… 篠塚泰 8

◆製品紹介

日本下水道事業団殿 千曲川流域下水道上流処理区終末処理場 送風機設備…………… 杉山幸太郎 13
山崎亮
大阪市建設局殿 此花下水処理場ポンプ場…………… 田代崇 17
高梨真吾
三菱ケミカルUK 殿向 ホッパードライヤプロワ…………… 山崎亮 24

ここで活躍していますー2024年 製品紹介…………… 28

◆ニュース

横浜市下水道河川局殿 北部第一水再生センター送風機設備工事受注…………… 32
Ministry of Electricity, Water and Renewable EnergyKuwait / Az-Zour South Power plant 向け
GAS MIXING FAN受注…………… 33
サウジアラムコ向け硫黄回収装置用プロワ受注…………… 34
長野県北信地域振興局殿 木島地区排水ポンプ製作据付工事受注…………… 35
大阪市建設局殿 中浜下水処理場向け雨水ポンプ設備受注…………… 36
機場探訪 北海道開発局 札幌開発建設部 上美唄排水機場…………… 37

DENGYOSHA TECHNICAL REVIEW

DENGYOSHA KIKAI

Vol.49 No.1 2025

CONTENTS

◆Foreword

The Fluid Machinery, Saga, and I Y. Kinoue	1
---	---

◆Greetings

Greetings on 115th Anniversary N. Hikosaka	4
---	---

◆Technical Data

Trend evaluation of multiple experiments on the features used for wear diagnosis of hydrodynamic bearings for horizontal pumps K. Katayama, S. Tomimatsu and M. Goto, T. Inoue	5
Analysis and measurement of residual stress in thin-walled welded structural components Y. Shinozuka	8

◆Product Introduction

Blower for Chikuma River Basin Sewerage Upstream Treatment Area Sewage Treatment Plant of Japan Sewage Works Agency K. Sugiyama and R. Yamasaki	13
Konohana Sewage Treatment Plant Pumping Station for Osaka City Construction Bureau T. Tashiro and S. Takanashi	17
Blowers for Hopper Dryer in MCKU plant R. Yamasaki	24



流体機械と佐賀と私

The Fluid Machinery, Saga, and I

木上 洋一

佐賀大学 理工学部（機械工学部門）教授

1. はじめに

私は、現在、佐賀大学で機械工学の教育研究に携わっています。とりわけ流体機械に関する教育研究に従事しております。過去を振り返りますと、30数年前ですが、大学の卒業研究で流体研究室の気液二相流の研究テーマを選び、勢いで博士後期課程まで進んでしまい、学位の取得まで二相流の研究を続けました。その後転機が訪れ、恩師である深野徹先生から、大学で教育研究する道、特に流体機械の分野への道を強く勧められたのが、流体機械とのご縁の始まりです。九州地区には当時、流体機械関連の大学研究室がたくさんありましたが、佐賀大学の流体研究室にご縁をいただくことができました。金子賢二先生と瀬戸口俊明先生には、大変感謝しております。佐賀は弱小というイメージを持たれる方もいますが、明治維新への多大な貢献をした藩であり、また佐賀で有名なものの一つに「葉隠」という書物があります。「葉隠」は鍋島武士のあるべき姿を述べていて、組織の一員として働く人には、今でも参考になる書物です。佐賀大学では、斜流送風機や波力発電用空気タービン、潮流発電用水力タービンなどの研究に従事しております。今回の話題は、ターボ機械のエネルギー変換についての、やや原理的な話題とさせていただきます。

2. ターボ機械のエネルギー変換とオイラーの法則

ここに記述することは、幾つかの流体機械の教科書に記述してあることの焼き直しであり、特に新しい提案をするものではありませんが、ターボ機械を設計する際の大まかなイメージを考えてみます。以下の記述については、大橋秀雄先生の「流体機械（森北出版）」を参考にしています。

(1) 流体が保有するエネルギー

流体が流れるときに運ぶことができるエネルギーについて考えます。圧力はエネルギーそのものではありませんが、流体が輸送するエネルギーの総量を示すのに分かりやすいので、便宜上、エネルギーと同等に扱うことにします。

単位重量当たりの流体（密度 ρ [kg/m³]）が保有するエネルギーを全ヘッド H といい、次式で表され、長さ $[m]$ の単位を有しています。

$$H = \frac{V^2}{2g} + z + \frac{p}{\rho g} \quad \dots(1)$$

ここで各項はそれぞれ $V^2/(2g)$ は速度ヘッド、 z は位置ヘッド、 $p/(\rho g)$ は圧力ヘッドと呼ばれ、 V は速度[m/s]、 z は高さ[m]、 p は圧力[Pa]です。全ヘッドに重力加速度 $g[m/s^2]$ をかけた値、すなわち $E=gH$ は1 kg当たりの流体が保有するエネルギーであり、これを(比)全エネルギーと呼び、単位は[J/kg]です。「(比)」は2回目以降、省略します。

$$E = gH = \frac{V^2}{2} + gz + \frac{p}{\rho} \quad \dots(2)$$

ところで、流体はそれ自身の内部にもエネルギーを保有しており、その1 kg当たりのエネルギーを(比)内部エネルギー $U[J/kg]$ と呼びます。内部エネルギー U と圧力エネルギー p/ρ は熱力学的な値であり、両者の和は(比) (静) エンタルピー $i[J/kg]$ と呼ばれます。

$$i = U + \frac{p}{\rho} \quad \dots(3)$$

全エネルギー E に内部エネルギー U を加えたエネルギーの総量は(比)全エンタルピー $I[J/kg]$ と呼ばれます。

$$I = U + E = U + \frac{p}{\rho} + \frac{V^2}{2} + gz = i + \frac{V^2}{2} + gz \quad \dots(4)$$

(2) 熱力学の第一法則と流体効率

図1はターボ機械内部の流れ系に熱力学の第一法則を適用するための模式図を示しています。質量流量 \dot{m} [kg/s]が定常的に流れる場合を考えます。流体1 kg当たりの(比)熱量を $dQ[J/kg]$ 、比仕事(これのみ、以降も比仕事と呼びます)を $dW[J/kg]$ 、流入する全エンタルピーを $I_1[J/kg]$ 、流出する全エンタルピーを $I_2[J/kg]$ で表すと、熱力学の第一法則は次式で表されます。ここで dQ と dW は共に、外から加えられる場合を正とします。

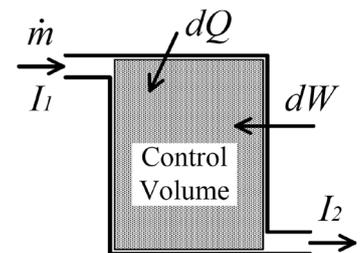


図1 流れ系のエネルギーバランス
Fig. 1 Energy balance of flow system

$$dQ + dW = dI \quad \dots(5)$$

簡単化として断熱 ($dQ=0$) を考えると、以下の式となります。

$$W = \Delta I = I_2 - I_1 \quad \dots(6)$$

すなわち、流体が受けた比仕事 W は、流体の全エンタルピー上昇 ΔI となります。またターボ機械の軸動力 $P[W]$ を用いると、比仕事は $W=P/\dot{m}$ です。

ところで、流体が受けた比仕事 W の一部は、損失と呼ばれる、流体中で生じる内部熱 E_L となってしまいます。

$$W = \Delta E + E_L \quad \dots(7)$$

そのため実用できるのは(比)有効仕事 $\Delta E[J/kg]$ の部分です。簡単化のため非圧縮性の場合を考えると、 ΔE は下記となります。

$$\Delta E = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2} + g(z_2 - z_1) + \frac{p_2 - p_1}{\rho} = E_2 - E_1 \quad \dots(8)$$

ここでターボ機械の流体効率について考えます。まず、ポンプ（や圧縮機などの被動機）では、流体が受けた比仕事 W が有効仕事 ΔE に変換されるので、ポンプ効率 η_P は下記となります。

$$\eta_P = \Delta E / W = (E_2 - E_1) / (I_2 - I_1) \quad \dots(9)$$

一方、タービン（や水車などの原動機）では、流体の全エネルギー下降（ $-\Delta E$ ）が外部にする比仕事（ $-W$ ）に変換されるので、タービン効率 η_T は下記となります。

$$\eta_T = (-W) / (-\Delta E) = (I_1 - I_2) / (E_1 - E_2) \quad \dots(10)$$

（ $-\Delta E$ ）の負符号は「下降」を、（ $-W$ ）の負符号は「外部へ」を示しています。

式(6)から式(8)より、ポンプ仕事 W_P とタービン仕事 W_T は下記となります。

$$W_P = W = I_2 - I_1 = E_2 - E_1 + E_L \quad \dots(11)$$

$$W_T = -W = I_1 - I_2 = E_1 - E_2 - E_L \quad \dots(12)$$

(3) オイラーの法則およびまとめ

ここでようやく、オイラーの法則に入ります。導出された結果だけ示すと、ポンプ（や圧縮機）の比仕事 W_P とタービン（や水車）の比仕事 W_T は、オイラーの法則では下記のように表されます。

$$W_P = u_2 v_{\theta 2} - u_1 v_{\theta 1} \quad \dots(13)$$

$$W_T = u_1 v_{\theta 1} - u_2 v_{\theta 2} \quad \dots(14)$$

ここで u は羽根車の周速度[m/s]、 v_θ は流れの旋回速度[m/s]です。

ターボ機械の設計において、所望の性能を得るために羽根車入口と出口の速度三角形を考える際、エネルギー変換を意識することを考えてみます。ポンプや圧縮機の設計では、式(11)と式(13)を比較すると、エネルギー損失 E_L の分だけ、全エネルギー上昇量を積み増して（ $\Delta E + E_L$ ）ポンプ仕事 W_P を定め、オイラーの法則により速度三角形を決めることが必須だと見ることができます。同様に水車やタービンの設計では、式(12)と式(14)を比較すると、エネルギー損失 E_L の分だけ、全エネルギー下降量を積み増して（ $-\Delta E - E_L$ ）タービン仕事 W_T を定め、オイラーの法則により速度三角形を考えることが必須だと見ることができます。

3. 結び

このたび、日本を代表する流体機械メーカーである電業社機械製作所の技報巻頭言を寄稿させていただき機会を得ましたこと、大変光栄に存じます。国内外共に、社会の発展が著しく、金融（お金の流れ）やIT（AIを含めて情報の流れ）が万能であるかのように見えます。しかしそれらは、（農業物もですが）工業物のような実体（物質の流れ）があって初めて存在しうるものなので、日本はものづくりの質と量を維持発展させることが大切で、そのための有為な人材を育成し続けることが一番大事だと思います。最後になりましたが、ものづくりの質と量を維持発展させること、またそれに資する人材育成を促進させることにより、電業社機械製作所が益々栄えますよう祈念いたします。



創業115周年に寄せて

彦坂 典男

代表取締役社長 最高執行役員社長

平素より格別のご高配を賜り、誠にありがとうございます。

当社は2025年9月をもちまして、創業115周年を迎える運びとなりました。これもひとえに、お客様、代理店様、株主の皆様、そして諸先輩方や従業員の皆様からの温かいご支援とご愛顧の賜物であり、心より御礼申し上げます。

当社の歩みは、1910年（明治43年）、東京市小石川区にて水車製造事業を創業したことに始まります。1955年には水車事業を株式会社東芝に移管し、ポンプ・送風機・バルブなどの風水力機械の製造・販売を担う「電業社機械製作所」として新たな一步を踏み出しました。

以来、発電所、OIL&GASプラント、上下水道施設、トンネル換気設備、揚排水施設など、社会インフラを支える流体機械の専門メーカーとして、確かな技術と誠実なものづくりで信頼にお応えしてまいりました。

近年、地球温暖化による異常気象や水資源の枯渇、生態系への影響など、環境課題はますます深刻化しています。有識者の方々が長年にわたり警鐘を鳴らしてきたこれらの問題に対し、企業は持続可能な社会の実現に向けた責任ある行動を強く求められています。

そのため、現代に活躍する企業は、未来世代に責任を持つ存在として、地球環境との共生を前提としたサステナビリティ経営の推進が不可欠です。当社も企業市民の一員として、環境負荷の低減、省エネルギー技術の開発、再生可能エネルギーの活用など、持続可能な社会の実現に向けた取り組みを積極的に進めております。

2016年には、国内メーカーとして初めて商品化した海水淡水化用エネルギー回収装置「**DeROs®**」を開発しました。高い省エネ性能に加え、低振動・低騒音を実現し、お客様より高い評価をいただいております。さらに、2024年12月に発売した「**DeROs-E™**」は、低圧水処理設備に対応し、水処理施設の運用コストおよび温室効果ガス排出量の削減に、大きく貢献できるものと確信しております。

私たちは「水と空気を通じて豊かな未来社会を創造する」というパーパスのもと、これからも社会課題の解決に資するソリューションを創出し、持続可能な社会の発展に貢献してまいります。

今後とも、変わらぬご支援とご愛顧を賜りますよう、心よりお願い申し上げます。

横軸ポンプ用すべり軸受の摩耗診断に用いる 特徴量に関する複数実験の傾向評価

片山景市 富松重行 後藤正樹^{※1} 井上剛志^{※2}

Trend evaluation of multiple experiments on the features used for wear diagnosis of hydrodynamic bearings for horizontal pumps

By Keiichi Katayama, Shigeyuki Tomimatsu, Masaki Goto^{※1}, Tsuyoshi Inoue^{※2}

Hydrodynamic bearing are commonly used in rotating machinery such as pumps, but bearing wear is one of the main causes of failure in rotating machinery. Therefore, a method to monitor wear conditions without disassembly is required from the perspective of cost reduction. While state monitoring can use experimental data as learning data for anomaly detection, it is difficult to obtain abundant learning data from experiments. Therefore, we developed a mathematical model and performed wear diagnosis using an SVM model constructed based on data obtained from simulations and taking experimental results into account in its models. As a result, it was found that the diagnostic accuracy improves by narrowing down the feature quantities used for wear diagnosis to appropriate ones, while the trends of feature quantities differ depending on the type of experiment and wear model.

1. はじめに

現在、日本ではインフラの老朽化や人手不足が問題となっている。ポンプなどの回転機器にはすべり軸受がよく使用されているが、現状では、すべり軸受の摩耗など含め、摺動部の摩耗状況は機器を分解して目視確認する方法が主流である。これらの点検は数年おきの定期点検などで行われることが多いが、分解点検には多くのコストがかかる。

この問題を解決するために、分解せずに状態監視によって摩耗状況を把握する方法が求められている。状態監視では、実際の運転時のデータを学習データとして異常判定をする方法が一般的だが、実験データを豊富に揃えることが難しい。

そこで、筆者らはシミュレーションモデルを開発し、シミュレーションデータによる摩耗診断を検討してきた⁽¹⁾⁽²⁾。対象とした水潤滑のすべり軸受は、回転速度が遅いため

水膜の形成が難しく、さらに水中に土砂（スラリ）が混入することで摩耗が速く進行する条件下での診断を想定している。診断にはサポートベクターマシン（SVM）モデルを使用し、診断に使用する特徴量⁽³⁾の検討およびシミュレーションモデルの検討を行った。モデルの検討には実験での結果も利用した。

2. 軸受摩耗実験とシミュレーション

本研究で使用した実験装置を図1に示す。この実験装置は実際のポンプ製品を想定した構成とし、両端をそれ

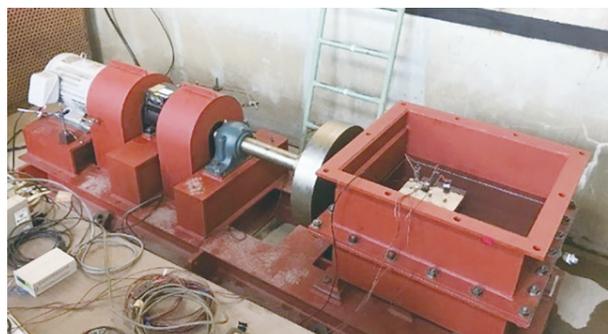


図1 試験装置

Fig. 1 Experimental Apparatus

※1 元・名古屋大学機械力学研究グループ井上・部矢研究室 (Formerly at Mechanical Dynamics Research Group, Nagoya University)

※2 名古屋大学機械力学研究グループ井上・部矢研究室 (Mechanical Dynamics Research Group, Nagoya University)

いずれすべり軸受と玉軸受で支持した水平横軸の回転軸系である。インペラ相当の荷重をかけるためのディスクを有する回転体を、モータによって 500 min^{-1} で回転させ、実機相当の負荷が軸受にかかるようにしている。また、すべり軸受は土砂を含んだ水の中に設置されており、軸受の摩耗を進展させやすくしている。スラリ濃度は $1\,000 \sim 4\,000 \text{ ppm}$ とし、複数のケースを実施した。運転中はギャップセンサを用いて水平 (x) および鉛直 (y) 方向の軸変位を定期的に測定し、この軸変位データから状態監視に用いる特徴量を算出する。また、一定時間ごとに機器を停止・分解し、軸受内径・軸外径を測定し、摩耗量を確認した。スラリ濃度 $3\,000 \text{ ppm}$ では前報で報告した通り、鉛直下から回転方向に約 40° の方向で軸受すき間が最大となり、最も摩耗が進展していた⁽²⁾。また、摩耗の詳細な傾向は実験によって異なることが分かった。また、図2に示すモデルを使用し、軸受摩耗のシミュレーションを行った。軸受摩耗の進展は真円形状のもの、より実験の結果に近い楕円形状の2モデルとした。

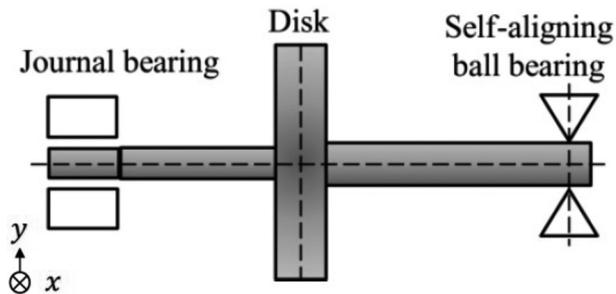


図2 シミュレーションモデル
Fig.2 Simulation Model Apparatus

3. 軸受摩耗診断

構築したシミュレーションモデルを使用して軸受の摩耗診断を行った。診断では摩耗初期を正常、摩耗進展後を異常とし、摩耗診断に使用する特徴量を絞り込むことで診断が可能となることがわかった。

一方で、Fisher Score⁽⁴⁾と摩耗の進展に対する特徴量の変化は実験ごとに異なる結果となり、特徴量の傾向は摩耗モデルの形態によっても変化することがわかった。実験結果の例として、図3～図5に同一条件で3回の実験を行った際の軸変位データの歪度の平均値の推移を示す。図の横軸 (No.exp) は運転中の軸変位データの測定番号を示している。図3、図5では摩耗の進行に伴って

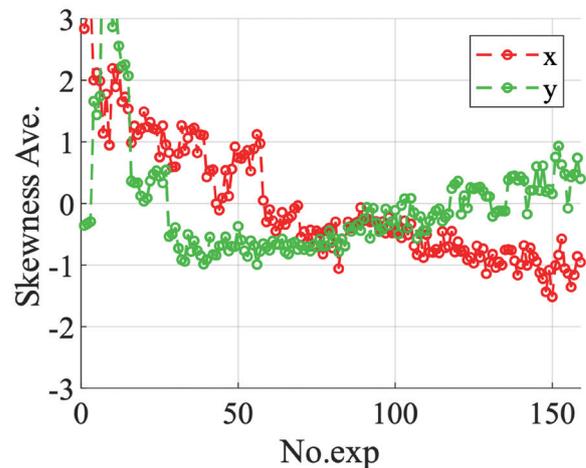


図3 歪度の平均値の推移 (実験1回目)
Fig.3 Average of Skewness (Experiment No.1)

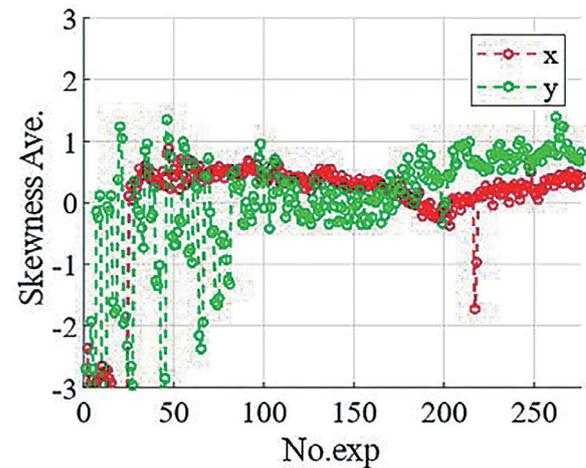


図4 歪度の平均値の推移 (実験2回目)
Fig.4 Average of Skewness (Experiment No.2)

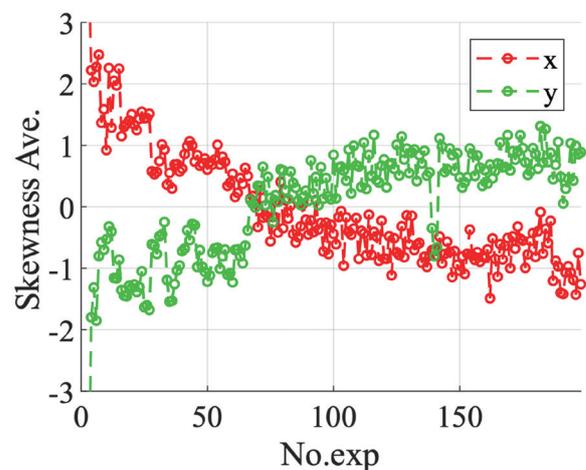


図5 歪度の平均値の推移 (実験3回目)
Fig.5 Average of Skewness (Experiment No.3)

水平 (x) 方向の歪度の平均値は減少し、鉛直 (y) 方向の歪度は増加するという傾向を示しているが、**図4**では異なる傾向を示している。また、シミュレーション結果の例として、**図6**、**図7**に異なる摩耗モデルを使用した際の軸変位データの尖度の変動係数の推移を示す。摩耗モデルの形態によって異なる傾向を示している。

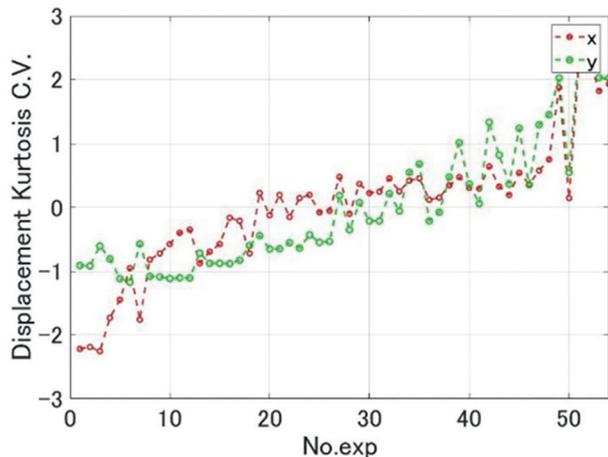


図6 尖度の変動係数の推移
(真円モデルによるシミュレーション)
Fig.6 Coefficient of Variation of Kurtosis
(Simulation with Circular Shape Model)

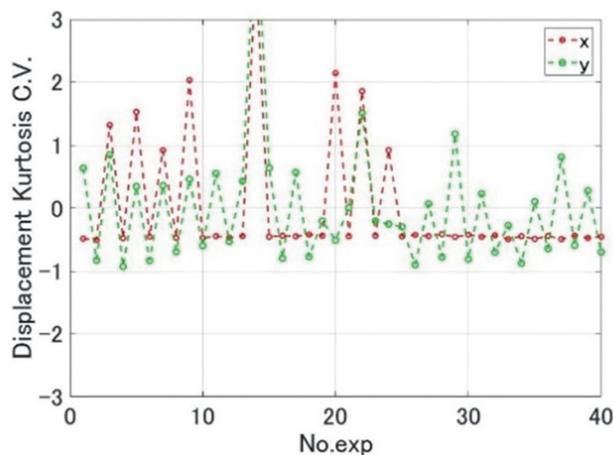


図7 尖度の変動係数の推移
(楕円モデルによるシミュレーション)
Fig.7 Coefficient of Variation of Kurtosis
(Simulation with Elliptical Shape Model)

4. 結言

横軸すべり軸受の摩耗実験とシミュレーションによって得られたデータをもとに構築したSVMモデルを用いた摩耗診断を行った。摩耗診断に使用する特徴量は、適正なものに絞り込んで使用することで診断精度が向上するが、シミュレーションモデルの形状によって異なることが分かった。モデルの精度を向上させ、適切な特徴量を抽出することで摩耗判定の精度向上が期待できると考える。

〔謝辞〕

本内容は名古屋大学機械力学研究グループ井上・部矢研究室との共同研究でのICMDT2025への登録原稿を和訳し、加筆修正したものになります。ご指導とご協力をいただきました共著者の井上剛志先生、後藤正樹様ならびに部矢明先生に心より感謝の意を表します。

＜参考文献＞

- (1) Daiki, Goto., et al. "Failure diagnosis and physical interpretation of journal bearing for slurry liquid using long-term real vibration data." *Structural Health Monitoring* 23.2 (2024): 1201-1216.
- (2) Masaki, Goto., et al. "Making Research Paper Estimation and Discussion on Parameters of Journal Bearing Wear Model by Data Assimilation", *JSME Dynamics and Design Conference 2024*, No.24-15.
- (3) Li, X., Dong, S., and Yuan, Z., "Discrete wavelet transform for tool breakage monitoring", *International Journal of Machine Tools and Manufacture* Volume 39, Issue 12, December 1999, Pages 1935-1944.
- (4) Sun, L., Wang, T., Ding, W., Xu, J., & Lin, Y., "Feature selection using Fisher score and multilabel neighborhood rough sets for multilabel classification", *Information Sciences* Volume 578, November 2021, Pages 887-912

＜筆者紹介＞

片山景市：2012年入社。ポンプ、送風機および流体関連機器の研究開発に従事。現在、技術研究所 研究開発課 主任。

富松重行：2003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 所長

薄肉溶接構造品の残留応力の解析と測定

篠塚 泰

Analysis and measurement of residual stress in thin-walled welded structural components

By Yasushi Shinozuka

In this study, a verification of the FEM-based computational method was conducted to predict residual stress in welded structures during the design stage. A T-joint welded structure was used as the subject, and four different welding models with varying welding sequences were created to analyze stress distribution. Comparing these results with those obtained through the strain gauge cutting release method showed that the predicted stress trends closely matched the measured values, confirming the validity of the FEM-based prediction. Furthermore, the analysis revealed that, particularly in thin-walled materials, the welding sequence-induced reheating significantly affects stress distribution. The findings of this study contribute to improving the accuracy of residual stress prediction in welding design, and future work will extend the method to more complex welded structures and multiphase welding applications.

1. はじめに

溶接構造品の溶接部では、入熱による膨張と放熱による冷却の過程において局所的な収縮が発生し、これが製品の変形を誘発する。しかし、溶接部（熱影響部）の周囲は母材によって拘束されているため、収縮による変形は抑制され、その結果として残留応力へと変化する。溶接構造品の製作過程では、多くの場合、形状の変形が拘束されるため残留応力の発生は不可避である。これにより、溶接部の周囲には引張残留応力が生じ、その方向性は変形の拘束条件によって決定される。

特に、製品の使用時に外部要因によって作用する力の方向と残留応力の方向が一致した場合、材料の許容応力を超過し破損が生じる可能性がある。このため、設計段階において残留応力の発生状況を適切に把握し、その影響を考慮した設計手法を確立することが極めて重要となる。

残留応力の測定手法として、非破壊法（X線回折法）⁽¹⁾、準非破壊法（穿孔法）⁽²⁾、完全破壊法（切断法）⁽³⁾などが存在する。しかし、これらの手法はいずれも測定可能範囲

が材料の表面近傍（深さ数mm）⁽⁴⁾に限定され、かつ、局所的な評価に留まる。また、溶接部位の切除や解放（破壊）を伴う手法は、実製品への適用が困難である。

このような背景から、製品を破壊せず全体の残留応力の発生傾向を把握可能な解析手法の確立が求められる。本研究では、FEM解析を用いた溶接熱残留応力の予測手法の検証を実施し妥当性を評価した。

2. 対象

本研究では、対象部品として図1に示す緩やかな曲線を有するT字型溶接継手を採用し、材料には耐食性および靱性に優れたSUS316Lを使用した。残留応力の発生状況は、溶接温度、溶接棒の移動速度、雰囲気温度、入熱回数などの入熱および冷却条件に依存し、条件が複雑化するほど個体差が生じる傾向にある。そこで、本研究では入熱条件を簡易化するため、脚長6 mmのすみ肉溶接を採用し、影響要因を限定した。

このモデルについて、溶接手順や溶接方向が残留応力の発生に及ぼす影響を解析するため、異なる手順を適用

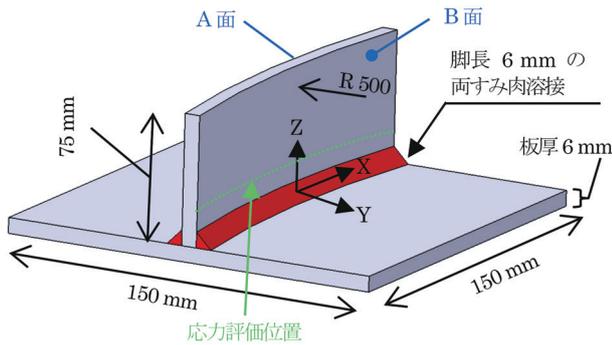


図1 対象モデル
Fig.1 Target Model

した4種類の溶接モデルを製作した。

残留応力の測定は、溶接部から一定の距離を確保した位置で実施し、今回は図1に示すZ方向に約6 mm離れた箇所を対象とした。A面およびB面における表面残留応力について、FEM解析とひずみゲージ切断解放法を用いて比較し、その評価を行った。

3. FEM解析

FEM解析に使用したソフトは、以下表1のとおりである。

表1 解析ソフト
Table 1 FEM Analysis Software

Model	CATIA (V5-6R2023)
Mesh	Jupiter (Techno STAR_Ver.5.0.4)
Pre. Solver	FrontISTR
Post	Para-View (v5.12.0)

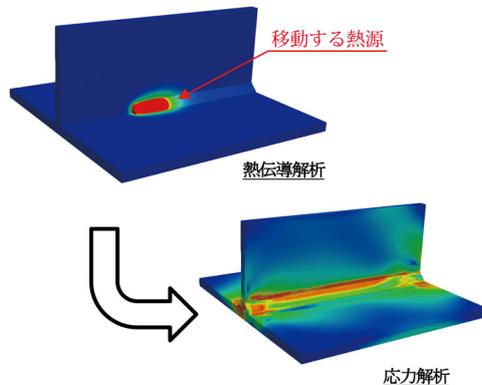
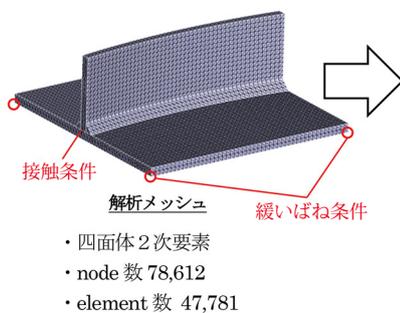


図2 解析手順
Fig.2 Analysis Procedure

3-1 解析手法・解析条件

解析手順の概要を図2に示す。本解析では、溶接手順を考慮した熱伝導解析を実施し、得られた熱分布解析結果を基に、膨張・収縮に伴う残留応力の発生状況を評価した。

溶接の手順や方向が残留応力に及ぼす影響を適切に反映するため、本解析は非定常解析とし、溶接工程ごとの温度変化を詳細に考慮した。入熱条件は表2に示す通り設定し、冷却過程については十分な時間を確保することで、温度変化の影響を精度高く再現できるようにした。

表2 解析条件
Table 2 Analysis Conditions

入熱温度	1 400 °C
トーチ速度	100 mm/min (一定)
周囲温度	20 °C

3-2 解析モデル

解析メッシュには、図2に示す四面体2次要素を採用し、部材と母材の間は接触条件として設定した。応力解析の固定条件は、テストピースの製作仕様と合わせ、収縮時の変形を過度に拘束しないよう底材の端部に緩いばね条件を適用した。

3-3 解析結果

各溶接手順の詳細と解析結果の一覧を図3に示す。図3は、溶接手順の違いを考慮した解析を行った際の部材表面におけるミーゼス応力の分布を示している。

ミーゼス応力を比較すると、溶接の方向に関係なく、後から溶接した面（2パス目）の応力が高くなる傾向が

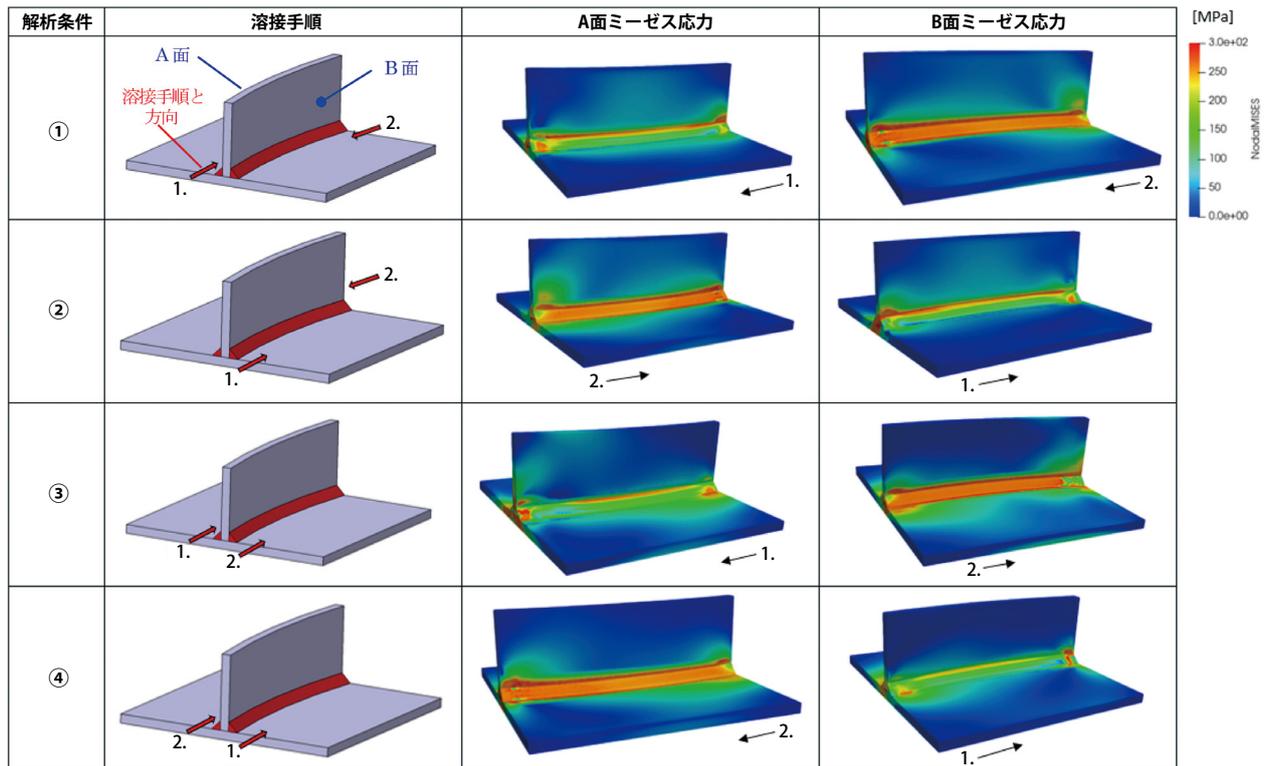


図3 解析結果一覧 (ミーゼス応力)
Fig.3 Analysis Result (Mises Stress)

確認された。特に、本解析では薄肉材を対象としているため、2パス目の溶接時に1パス目の溶接部へ再入熱が生じ、その影響により1パス目側の応力が緩和されたと考えられる。この現象は、参考文献(5)の記述にもあるように、再入熱による応力の再分布によって局所的な応力集中が低減される効果があるためと考える。

一方で、参考文献(5)によれば、残留応力の緩和過程は加熱条件や冷却速度、溶接順序などの影響を受けるため、制御が困難であるとされている。適切な温度管理が行われない場合、新たな応力が発生し、逆効果を招く可能性がある。

4. 実験

FEM解析の妥当性を確認するため、実験による残留応力の測定を実施し、解析結果との比較を行った。

4-1 実験方法

試験の溶接方法は、表3の通りである。残留応力の測定については、ひずみゲージ切断解放法を採用し、その実験手順の概要を図4に示す。

表3 溶接条件
Table 3 Welding Conditions

溶接方法	GTAW
トーチ速度	約100 mm/min

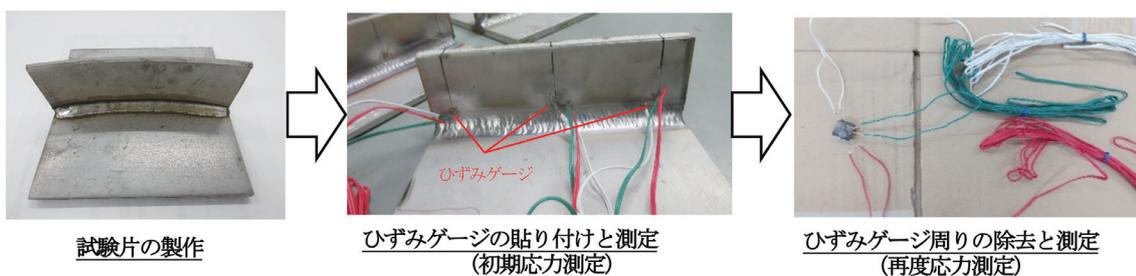


図4 実験手順 (ひずみゲージ切断解放法)
Fig.4 Experimental Procedure (Strain gauge cut-off release method)

残留応力は、製作時の条件に依存し、完全に一定ではない。また、ひずみゲージの貼付位置や、貼付後のカット範囲に起因する測定誤差が生じる可能性がある。そこで、測定精度を確保するため、各試験片を2個ずつ製作

し、誤差を考慮した測定を実施した。

4-2 実験結果

図5は、Z方向の応力に関する実験結果とFEM解析結果の比較を示している。図中の赤丸および白抜き

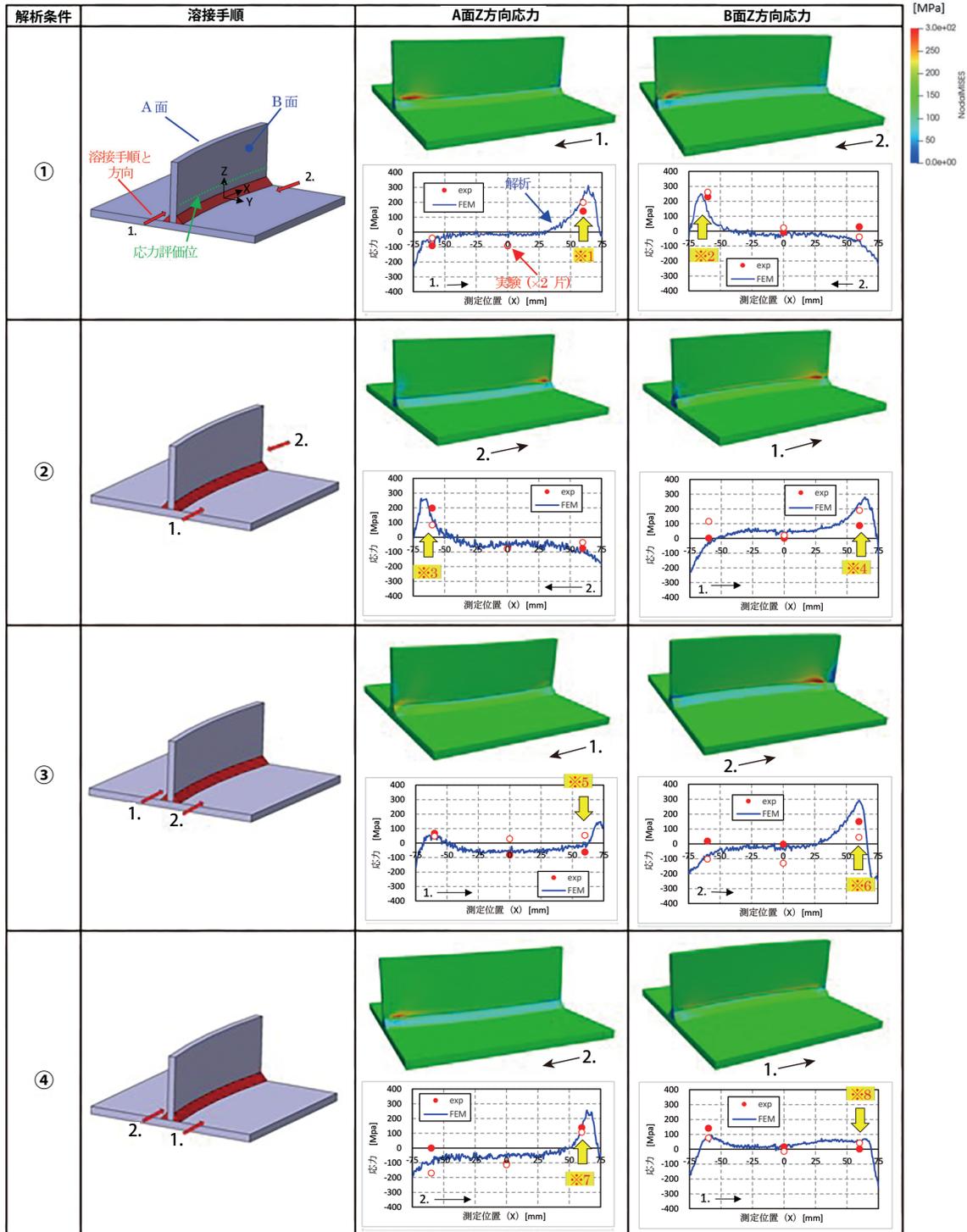


図5 解析結果一覧 (Z方向応力)
Fig.5 Analysis Result (Stress in Z direction)

は、それぞれ2個のテストピースに対する実験値を表している。解析結果と比較した結果、絶対値としては両者に差異が見られるものの、引張および圧縮の傾向はおおむね一致している。

解析条件①、②に着目すると、溶接の開始点から終点にかけて入熱と収縮が周期的に生じ、逐次変形が蓄積されていき、この過程において応力の発生は見られないが、終点付近において最終的な収縮が生じることで、引張応力が発生する(図5の※1~4)。次に解析条件③および④を検討すると、2パス目の応力は解析条件①および②と同様に終点付近で高くなる傾向を示している(図5の※6、7)。一方で、1パス目の終点における応力は比較的低い値を示しており(図5の※5、8)、これは1パス目と2パス目の終点方向が一致することに起因すると考えられる。詳細なメカニズムはまだ解明しきれていないが、1パス目の終点部における応力は、2パス目終点部の再入熱と収縮の影響を受けて変化し、結果として残留応力が低減したと推察される。

今回の試験では、薄肉材の特性を考慮し、一定の変形を許容している。その結果、A面およびB面の収縮が相互に影響し合い、溶接方向の違いによって残留応力が変動することが確認された。しかし、これらの結果は、今回のテストピースのZ方向の応力に言えることであり、拘束条件や入熱条件が異なれば、残留応力の発生状況もまた異なる結果となるため注意が必要である。

5. 結言

溶接熱による残留応力を設計段階で適切に予測するため、FEM解析を用いた計算手法の検証を実施した。簡易形状を対象とした解析結果と実験結果を比較したところ、残留応力の発生状況において高い一致性が確認され、

解析手法の妥当性が裏付けられた。

特に、薄肉材の変形を許容する状態で加熱した場合、その方向によって残留応力の発生傾向が異なることを把握した。この知見は、今後の設計プロセスに有用なデータとして活用できると考える。

今回の検証では、単純な形状を対象とし、両隅肉溶接を施した部材を用いた。しかし、実際の製品においては1パスで完結しない場合が多く、繰り返し入熱が発生することで残留応力の発生状況がより複雑化し、その予測が困難になる傾向がある。今回適用した解析手法は、複数回の溶接にも応用可能であるため、その傾向をより詳細に解析し、実験によって検証・把握することが今後の重要な課題となる。

さらに、FEM解析を実機に適用する試みを進めることで、より高精度な残留応力予測を可能にし、設計段階での溶接品質の向上に寄与できると考えられる。

<参考文献>

- (1) 小栗泰造、残留応力とX線応力測定法、大阪府立産業技術総合研究所報告、No.22、2008
- (2) 三上隆男、穿孔法による構造部材の内部残留応力測定技術、日本機械学会誌、Vol. 117、No.1143、2014
- (3) 角谷利恵、浅野政之、ひずみゲージ切断解放法による残留応力測定に関する解析的検討、日本機械学会、M&M2004材料力学カンファレンス講演論文集、No.4-6、2004
- (4) 荻野直彦、矢澤 歩、深さ方向の残留応力分布の測定、群馬県立産業技術センター研究報告、2016
- (5) 神近亮一、溶接部の残留応力はどのようにして生じるのか、また、その制御法は？溶接学会誌、第59巻、7号、1990

<筆者紹介>

篠塚 泰：2010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

日本下水道事業団 千曲川流域下水道上流処理区終末処理場 送風機設備

杉山幸太郎 山崎 亮

Blower for Chikuma River Basin Sewerage Upstream Treatment Area Sewage Treatment Plant of Japan Sewage Works Agency

By Kotaro Sugiyama and Ryo Yamasaki

The Chikuma River Basin Sewerage system is jointly developed by the municipalities in the basin, including Nagano City, Suzaka City, Chikuma City, Sakaki Town, Obuse Town, Takayama Village, and Nagano Prefecture. It treats sewage for about 300 000 people, or one-seventh of the population of Nagano Prefecture. For this project, we supplied two blowers known as the AM-Turbo[®], which consists of a steel plate casing and does not require any auxiliary items such as a water-cooling system or forced lube oil unit.

Additionally, due to the complexity of the existing piping equipment and cable racks in the pipe gallery, we utilized 3D scanners and point cloud data for the design. This reports on the outline of this treatment plant as follows.

1. はじめに

千曲川流域下水道は、流域市町村の長野市、須坂市、千曲市、坂城町、小布施町、高山村と長野県が一体となって整備しており、長野県人口のおよそ7分の1に相当する約30万人の下水を処理している⁽¹⁾。流域内には上流処理区終末処理場（愛称：アクアパル千曲）と下流処理区終末処理場（愛称：クリーンピア千曲）の2箇所の終末処理場があり、処理した水は千曲川に放流されている。図1に上流処理区終末処理場の全景を示す。

今回、上流処理区終末処理場の6系水処理設備の増設に伴う送風機設備工事として送風機2台および付帯設備を納入した。本件では、日本下水道事業団御発注の工事としては初めて、鋼板製AM-Turbo[®]（アルミ合金インペラ採用多段ターボブロワ）を納入した。また、本工事は既設配管設備、電線ラックなどが複雑に配置されている管廊に吐出集合管を新規に敷設する工事であったことから、配管設計に3Dスキャナおよび点群データを活用したので以下に概要を紹介する。



図1 千曲川流域下水道上流処理区終末処理場位置図⁽²⁾

Fig. 1 Place of Chikuma River Basin Sewerage Upstream Treatment Area Final Treatment Plant

2. 送風機設備の概要

本処理場の既設送風機設備は歯車増速式単段ターボブロワ3台で運用され、反応槽への送気を行っていた。

今回、6系水処理設備の増設に伴いAM-Turbo[®] 2台を増設した。送風機据付平面図を図2に示す。

既設のNo. 1～No. 3送風機は強制給油装置および潤滑油冷却水設備を必要としていたが、AM-Turbo[®]はオイルバス潤滑、自己空冷式のころがり軸受ユニットを採用しているため、強制給油装置および潤滑油冷却設備が不要となる。また、単段ターボブロワでは放風弁が必要であったが、多段ターボブロワの場合、始動・停止時のサージ

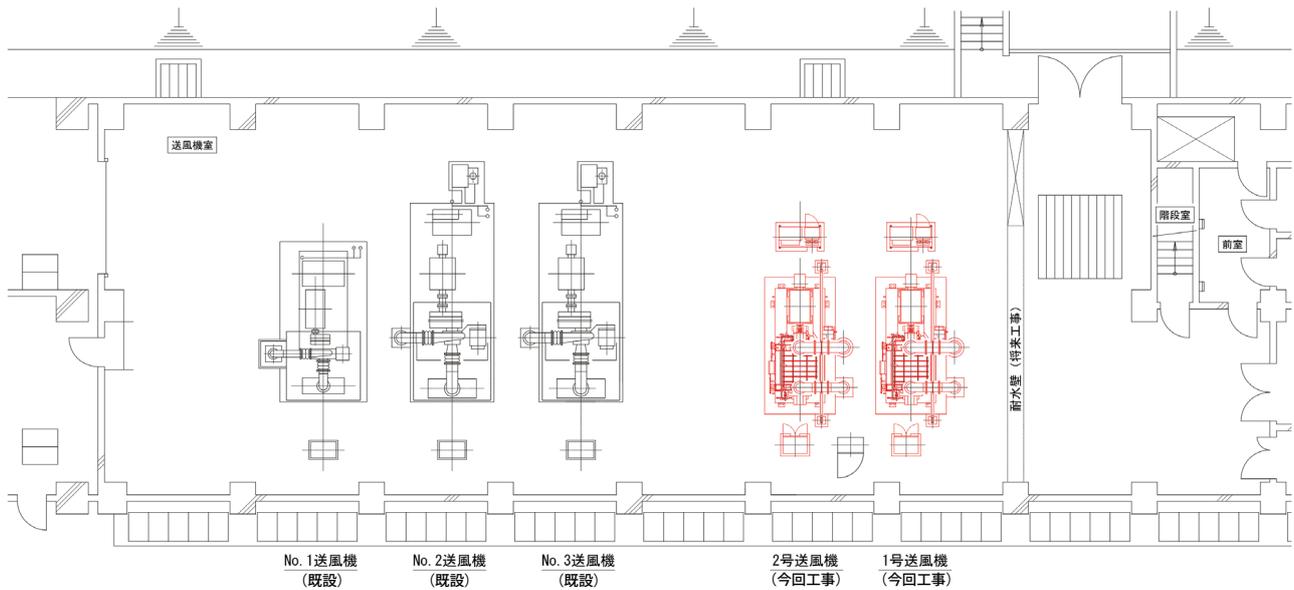


図2 送風機据付平面図
Fig.2 Plan view of blowers

ング防止用の放風運転無しで運用可能のため、機側の放風弁も不要となった。AM-Turbo[®]は既設送風機と比べて補機が少なく、メンテナンス箇所を大幅に減らすことで、維持管理性を向上するとともに、メンテナンスコストが削減できる。また、震災などによる潤滑油配管などの破損事故で送風機が運用できなくなるリスクを回避することができる。

3. ブロウ概要

3-1 ブロウ仕様（鋼板製AM-Turbo[®]）

本ブロウの仕様を表1、外観を図3に示す。

3-2 構造と特徴

本ブロウの特徴を以下に示す。

(1) 回転体

本ブロウはアルミ合金製インペラを採用しているためインペラが軽量となり、軸受負荷荷重を軽減することができる。

(2) ケーシング

ケーシングは鋼板製の多段式で、軸直角分割構造である。従来の鋳鉄製多段ターボブロウと比較してブロウ本体荷重を軽減することができる。

(3) 軸受ユニット

本ブロウには、自己空冷式のころがり軸受ユニットを

表1 ブロウ仕様

Table 1 Blower specifications

形 式	電動機直結式片吸込 多段ターボブロウ（鋼板製）
口 径 (mm)	300/250
風 量 (m ³ /min)	92
昇 圧 (kPa)	64.7
出 力 (kW)	150
取 扱 気 体	空気
台 数	2



図3 ブロウ外観

Fig.3 View of blower

採用している。従来仕様では強制潤滑式の滑り軸受ユニットが採用されるが、AM-Turbo[®]は回転体の軽量化を

実施することで軸受負荷荷重が軽減し、ころがり軸受の選定を可能とした。

(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。歯車増速式単段ターボブロワは風量制御範囲が規定風量の55%～100%なのに対し、鋼板製多段ターボブロワの風量制御範囲は規定風量の35%～100%であり、既設送風機よりも広い風量制御範囲を確保した。

(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ユニットを採用している。これにより、従来滑り軸受ユニットで必要とされていた強制給油装置を不要とした。また、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) ブロワ荷重の低減

今回増設した送風機設備は、基礎を含めた設計荷重(動荷重含む)をブロワ1台あたり19トン未満になるよう設計する必要があった。従来の多段ターボブロワでは上記条件を満たすことが出来なかったが、鋼板製AM-Turbo®を選定することでブロワ本体の軽量化および補機類の削減による荷重低減を行い、既設の単段ターボブロワと同程度の質量にすることで上記条件を満足した。

4. 3Dスキャナおよび点群データの活用

4-1 概要

本工事では、送風機の吐出集合管を既設の送気配管を残置したまま別系統で新規に敷設した。既設配管設備、電線ラックなどが複雑に配置されている管廊への敷設であったことから、新設配管と既設設備との干渉や管理動線の阻害などが懸念された。

上記を考慮した配管計画を、現場に複数回調査に行くことなく精度よく机上で実施するために3Dスキャンにて測定した点群データを利用した。

4-2 配置検討手順

今回、配管検討は下記手順にて実施した。

- (1) 3Dスキャナによる管廊の点群データ取得
- (2) 配管計画図の3Dデータ作成
- (3) 配管の3Dデータを管廊の点群データと合成

(4) 既設設備との干渉、管理動線の確認

管廊の点群データ、配管の3Dモデルを配置した状態のデータ、実際の配管施工時を同じアングルで表示したものを図4-1から図4-3に示す。



図4-1 管廊の点群データ

Fig.4-1 Point cloud data of the pipe gallery

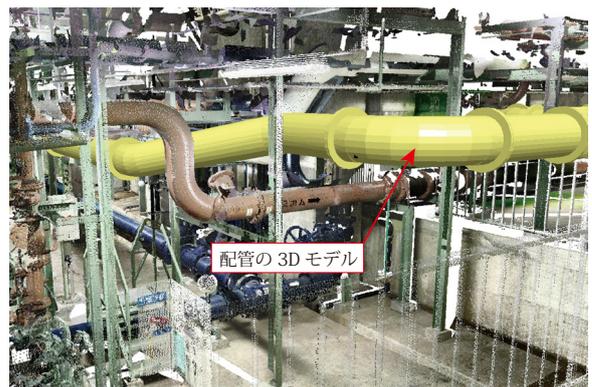


図4-2 配管の3Dモデル配置図

Fig.4-2 3D Model placement diagram of the piping



図4-3 配管施工時

Fig.4-3 View during piping construction

4-3 点群データの活用

本工事の配置検討を通して点群データを活用できたと感じた点について以下に記載する。

① 施工図作成の精度アップ

既設設備の配置を点群データで確認しながら作業することにより作図の精度を上げることができた。また、2Dの平面図、断面図に既設設備を落とし込み干渉確認するよりも精度よく確認を実施することができた。現地施工においては、配管と既設設備との干渉は発生しなかった。

② 現地調査の簡素化

点群データを見直すことにより複数回現地調査へ行くことなく計画を進めることができたほか、直接測定には足場が必要な高所の測定も点群データ上で実施することができた。

③ 施工計画の見える化

配管の配置計画について、日本下水道事業団、長野県千曲川流域下水道事務所殿に実際に現地で3Dデータを見ながら説明を実施した。2D図面の組合せよりも高度な見える化を実現することができ意志疎通が容易になった。説明時の写真を図5-1、5-2に示す。

5. おわりに

千曲川流域下水道上流処理区終末処理場における送風機設備工事の概要および設計、施工計画時に活用した3Dスキャナと点群データについて紹介した。

さまざまな設備において省エネルギー化が求められている現在、当社は強制給油装置が不要な「AM-Turbo[®]」を採用した。強制給油装置が不要となることにより、省エネルギー化、維持管理性の向上、メンテナンスコスト削減、災害時のリスク低減などの効果を期待できる。

3Dスキャナと点群データについては、施工図作成の精度アップ、現地調査の簡素化、施工計画の見える化などの利点があることを確認することができた。本工事のような配管敷設が複雑な工事においては特に有用であると考えられる。

今後も環境に配慮し、かつ維持管理性の良い設備を提供していく所存である。

おわりに、本設備の施工にあたり適切なお指導、ご助



図5-1 現場説明時の様子

Fig.5-1 The situation during the site explanation



図5-2 モバイルPCの画面

Fig.5-2 Laptop screen during the explanation

言を頂いた日本下水道事業団、長野県千曲川流域下水道事務所殿の関係各位に厚く御礼申し上げます。

<参考文献>

- (1) 長野県千曲川流域下水道事務所ホームページ
<https://www.pref.nagano.lg.jp/chikumagawaryuiki/jimusho/index2.html> (2025/4/21アクセス)
- (2) Google Maps
<https://maps.google.co.jp> (2025/4/21アクセス)

<筆者紹介>

- 杉山幸太郎：2015年入社。送風機設備のシステム設計に従事。
現在、システム設計部 システム設計2課
- 山崎 亮：2022年入社。プロワ設計に従事。
現在、気体機械設計部 プロワ設計課

大阪市建設局殿 此花下水処理場ポンプ場

田代 崇 高梨真吾

Konohana Sewage Treatment Plant Pumping Station for Osaka City Construction Bureau

Takashi Tashiro and Shingo Takanashi

The Konohana Sewage treatment Pumping Station in Konohana is located in north coast of the Shorenji river, Osaka City.

The Hokko and Okishima sewage treatment pumping stations were merged and a new Konohana sewage treatment pumping station was constructed. We mention New Konohana sewage treatment pumping station below.

1. はじめに

此花下水処理場ポンプ場は、大阪府大阪市此花区、正蓮寺川の北岸に位置する施設である(図1)。此花処理区内の下水は、正蓮寺川北側地区については北港抽水所より、南側地区については恩貴島抽水所より、それぞれ此花下水処理場へポンプ送水され、処理された後に正蓮寺川に放流される。

現在計画中の正蓮寺川整備計画に伴い、正蓮寺川が暗渠化されることとなった。これにより、北港抽水所並びに恩貴島抽水所が統廃合され、新たに此花下水処理場ポンプ場が建設されることになった⁽¹⁾。

2. ポンプ場の概要

本ポンプ場は雨水ポンプ設備、汚水ポンプ設備、電気設備、水処理設備で構成されている。雨水ポンプ設備は、吐出し量700 m³/minを有する口径1 800 mm雨水ポンプ3台で構成され、汚水ポンプ設備は吐出し量85 m³/minを有する口径800 mm汚水ポンプ2台と吐出し量32 m³/minを有する口径600 mm汚水ポンプ2台で構成されている。電気設備は、受変電設備、自家発電機設備および監視操作設備で構成されており、水処理設備は除塵機設備やゲート設備から構成されている。また、本ポンプ場の屋上はスペースが広くとられており、海拔が低い本地域の避難場所として計画されている(図2)。

本ポンプ場建設において、当社は雨水ポンプ設備および汚水ポンプ設備の製作・据付工事を行った。以下にその報告をする。

3. 雨水ポンプ設備

3-1 雨水ポンプ仕様

ポンプ設備の仕様を表1に示す。

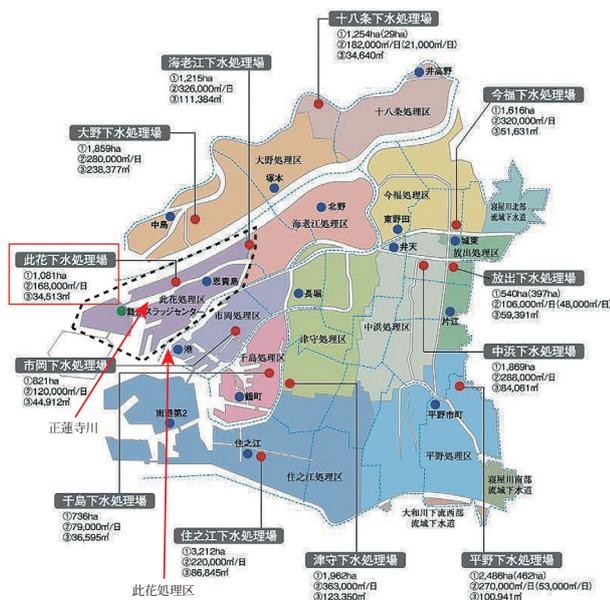


図1 此花下水処理場の位置図⁽²⁾

Fig. 1 Konohana sewage treatment plant around the position view



図2 屋上の写真
Fig.2 View of roof top

表1 雨水ポンプ仕様
Table 1 Specification of pump

用途	No.1～3雨水ポンプ
形式	立軸渦巻斜流ポンプ
口径 (mm)	1 800
全揚程 (m)	20
吐出し量 (m ³ /s)	11.67 (700 m ³ /min)
出力 (kW)	3 450
取扱流体	雨水
台数	3
ポンプ軸受ユニット	オイル潤滑すべり軸受 (他圧注水型)
軸封部	メカニカルシール (他圧注水型)

3-2 雨水ポンプの構造と特徴

図3にNo.1～3雨水ポンプの外形図、図4に外観を示す。ポンプ設備の特徴は、次のとおりである。

- ① ポンプ形式は立軸渦巻斜流ポンプを採用し、かさ歯車減速機を介したディーゼルエンジンにて駆動している。
- ② 減速機に内蔵された流体継手で動力を伝達しており、駆動機は2次冷却水方式の水冷のディーゼルエンジンを採用している。
- ③ ポンプケーシングは鋳鉄製でダブルポリュート構造とし、輸送および搬入の制限に対応するため二分割構造となっている。また、FEM解析による強度評価を行い、補強リブを適切な位置に配置し十分な強度を有するケーシングを設計した (図5)。
- ④ ポンプ水槽深さの制約などから、通常の吸込管の

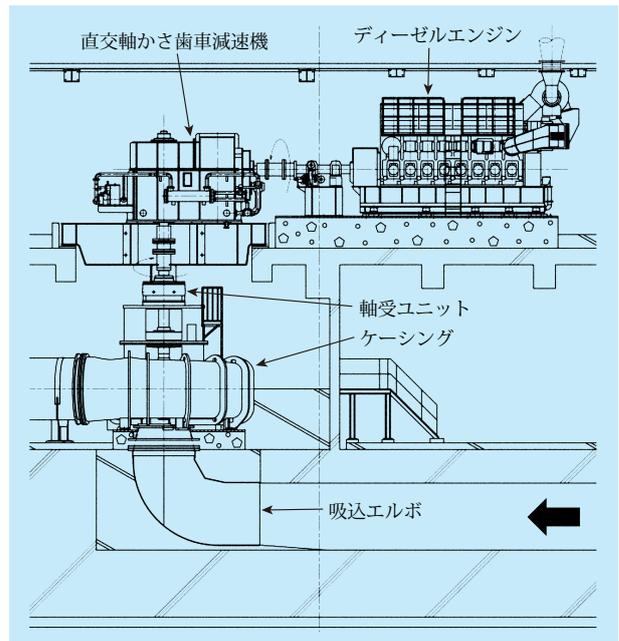


図3 No.1～3雨水ポンプ外形図
Fig.3 Outline drawing of the pump



図4 No.1～3雨水ポンプ外観
Fig.4 View of the pump

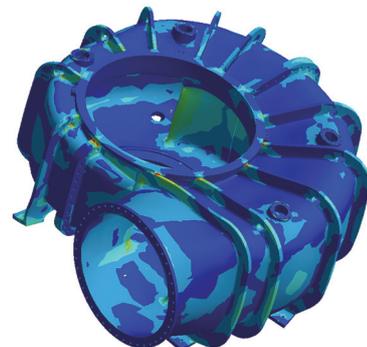


図5 FEM解析結果
Fig.5 FEM analysis result of the Casing

設置ができないため、鋼板による型枠（吸込エルボ）を製作し、躯体と一体としている。また、CFD解析を行い、吸込ロスが極力発生しない様な流路形状となるように設計した（図6）。

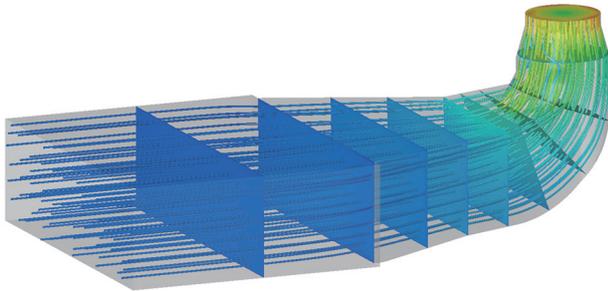


図6 CFD解析結果

Fig.6 CFD analysis result of the Suction Elbow

⑤ 本ポンプは大型であり工場での試運転が困難であること、また、水槽形状が特殊であることから、模型ポンプを製作し、性能確認を実施した（図7）。



図7 模型ポンプ写真

Fig.7 View of the model pump

⑥ 地下3階に設置された雨水ポンプで、地下2階の配管室を経由し、地下1階の雨水沈砂池に排水される（図8、図9）。

3-3 雨水ポンプ用駆動機の搬入・据付

本ポンプ場は非常に大規模な施設となるため、ポンプ場全体を危険物取扱施設として扱う場合、建築物の構造や消火設備、警報装置などの設備の規模が大きくなって

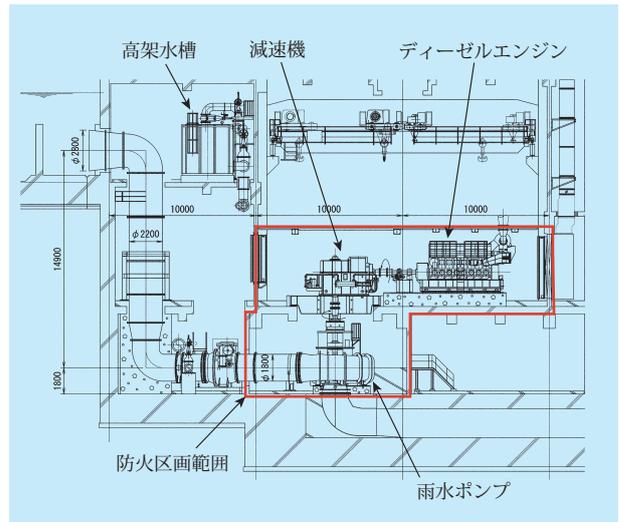


図8 雨水ポンプ据付断面図

Fig.8 Installation drawing of pump



図9 配管室(1)写真

Fig.9 View of pipework room(1)

しまう。このため消火設備などを必要最小限に抑えるために、雨水ポンプおよびディーゼルエンジンを各号機ごとにコンクリートなどの不燃材料で仕切られた部屋に設置し、防火区画を分けることで、危険物取扱施設の対象範囲を縮小する構造となっている（図10、図11）。

しかし、この構造のためディーゼルエンジンや減速機を据付ける際には、雨水原動機室の壁を越えるなどの制約が生じた。その壁を越えるために、吊り上げ揚程に制限が生じたことより減速機は特殊な吊り治具を用いて搬入した（図12）。さらに、ディーゼルエンジンは天井クレーンの容量の制限から分解された状態で搬入され、現地の組立期間として1台につき約2週間を要した（図13）。

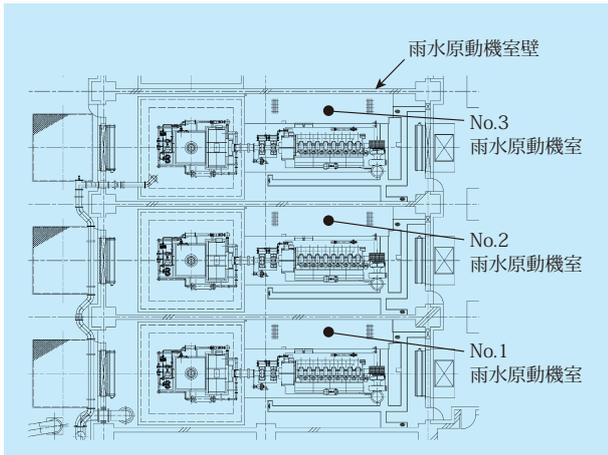


図10 各雨水原動機室据付平面図
Fig.10 Installation drawing of engine room

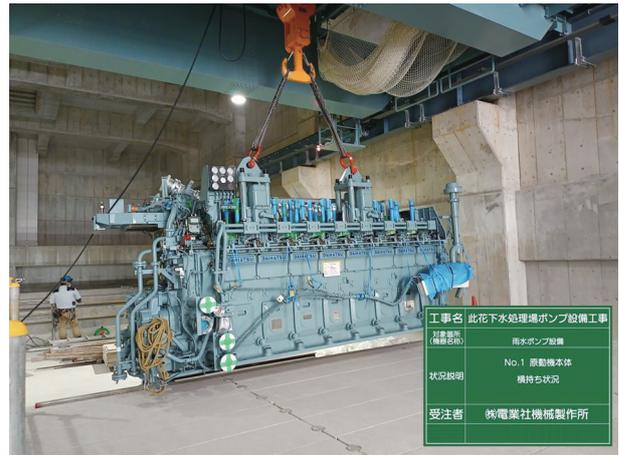


図13 ディーゼルエンジン上部搬入状況写真
Fig.13 View of the engine delivery situation



図11 減速機から見た雨水原動機室写真
Fig.11 View of the engine room from the gearbox side

3-4 雨水ポンプの制御

雨水ポンプ設備の流量制御は回転速度を80%と100%の二段階の回転速度制御、および吐出弁開度制御機能を備えている。これにより吐出し量の調整が可能となり、大雨時だけではなく小雨時でも雨水ポンプで連続排水することを可能としている。

3-5 冷却水系統設備

ディーゼルエンジンの冷却水、ポンプの軸受潤滑水や軸封部注水用の冷却水系統設備を設置した。地下3階には口径200 mm給水ポンプ3台を、地下1階には90 m³の高架水槽をそれぞれ設置した(図14、図15)。高架水槽は搬入口サイズの制約により、すべてのパネルを分割して搬入し、現地で組立後に水張り試験を実施した。



図12 減速機搬入状況写真
Fig.12 View of the gearbox delivery situation



図14 給水ポンプ写真
Fig.14 View of the water supply pump



図15 高架水槽室写真
Fig.15 View of the elevated water tank room

3-6 給排気系統設備

ディーゼルエンジン運転時に、ディーゼルエンジン燃焼用空気の供給および雨水原動機室内の温度上昇を防止するため、給排気設備を設置した。給気ファン4台と排気ファン4台は換気機械室に設置され、給気ダクトを通じて雨水原動機室の空気の給排気を行っている（図16）。



図16 換気機械室写真
Fig.16 View of the gearbox delivery situation

3-7 燃料系統設備

燃料設備として、54 000Lの地下タンク2基と5 700Lの燃料小出槽2基を設置した。燃料の送油設備としては、燃料ポンプ室に燃料移送ポンプを6台設置した。

地下タンクの設置に際しては、地盤が緩い箇所に設置されるため、沈下防止対策として、地下30m以上の深さ

にある支持層まで鋼管杭を埋設し、地下タンクの自重を支える構造とした（図17、図18）。



図17 燃料小出タンク室写真
Fig.17 View of fuel tank room



図18 燃料ポンプ室写真
Fig.18 View of fuel pump room

3-8 消火設備

消防法により、雨水原動機室および雨水ポンプ室の火災発生時に備えて窒素ガス消火設備を設置した。

火災発生時に給排気設備を停止し、開口部に設置されたダンパを閉じて雨水原動機室を密閉する。その後、窒素ガスを噴出し、雨水原動機室および雨水ポンプ室内に窒素を充満させることで室内の酸素濃度を低下させ火災を鎮火する仕組みとなっている（図19）。



図19 N2消火設備室写真

Fig.19 View of the N2 Fire Suppression Room

4. 汚水ポンプ設備

4-1 汚水ポンプ仕様

汚水ポンプ設備の仕様を表2に示す。

地下3階に設置された4台の汚水ポンプは、吐出し後に合流し、口径1 500 mmの圧送管で地下1階まで立ち上げ、此花下水処理場に圧送されている（図21～図24）。

表2 汚水ポンプ仕様

Table 1 Specification of pump

用 途		No.6.8 汚水ポンプ	No.7.9 汚水ポンプ
形 式		立軸渦巻斜流ポンプ	
口 径 (mm)		800	600
全 揚 程 (m)		24	24
吐 出 量 (m ³ /s)		1.42	0.53
出 力 (kW)		500	185
取 扱 流 体		汚水	汚水
台 数		2	2
ポンプ軸受ユニット		グリース潤滑ころがり軸受 (自然冷却)	
軸 封 部		メカニカルシール (他圧注水型)	

4-2 汚水ポンプの構造と特徴

図20に汚水ポンプの外形図を示す。ポンプの特徴は、次のとおりである。

- ① ポンプ形式は立軸渦巻斜流ポンプを採用している。
- ② ケーシングは鋳鉄製でシングルボリュート構造としている。

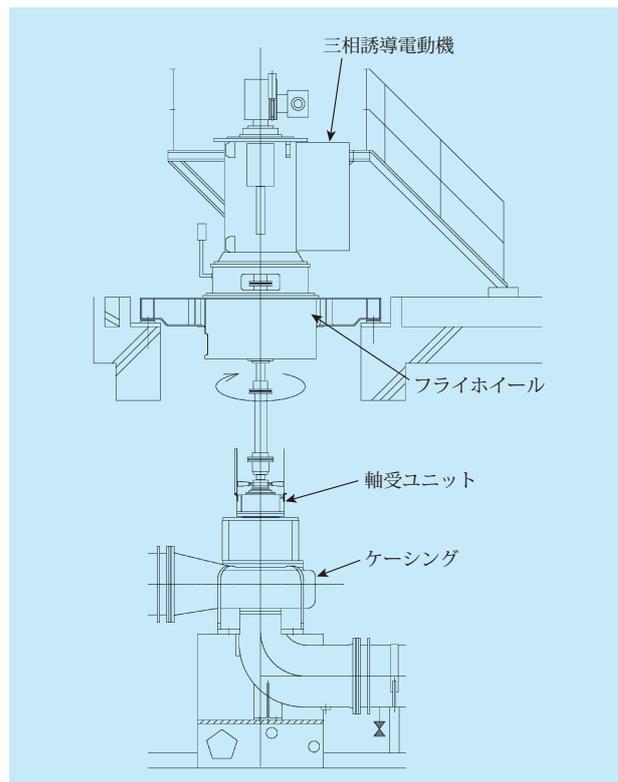


図20 汚水ポンプ外形図

Fig.20 Outline drawing of the pump

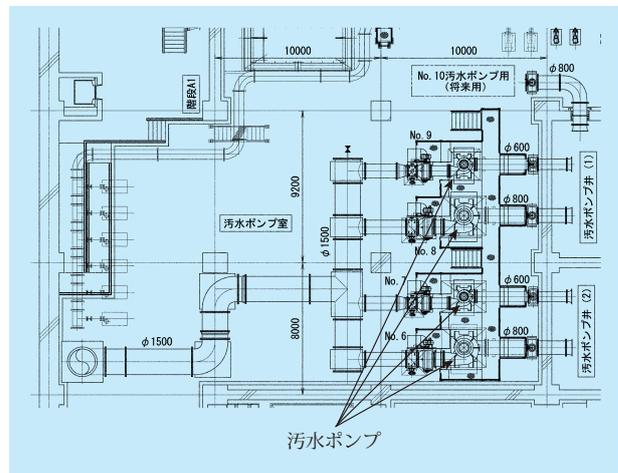


図21 汚水ポンプ室据付平面図

Fig.21 Installation drawing of sewage pump room

- ③ ウォータハンマ対策として駆動機床部にフライホイールを備えている。
- ④ No.6.8汚水ポンプは始動時に金属抵抗器を使用した巻線型三相誘導電動機を採用し、No.7.9はVVVF制御のかご型三相誘導電動機を採用している。



図22 汚水ポンプ室写真
Fig.22 View of sewage pump room



図23 汚水ポンプヘッダー管
Fig.23 View of Sewage Pump Confluence Pipe



図24 ポンプ室写真
Fig.24 View of pump room

4-3 制御方法

No.7およびNo.9汚水ポンプは、VVVFによる回転速度制御と吐出弁の開度制御を組み合わせた流量制御により、流入量が少ない場合でもポンプを停止することなく運転を継続することが可能である。一方、No.6およびNo.8汚水ポンプは固定速であるが、吐出弁の開度制御による流量制御を行う。

5. おわりに

此花下水処理場ポンプ場のポンプ設備の概要を紹介した。ポンプ設備工事は令和6年(2024年)8月に無事完成を迎え、現在進行している場内整備工事の完了をもって完工となる。

最後に、本設備の設計・施工にあたりご指導頂きました大阪市建設局殿並びに関係各位皆様に厚く御礼申し上げます。

<参考文献>

- (1) 大阪市 此花処理区大規模雨水処理施設整備事業計画
(大阪市)
<https://www.city.osaka.lg.jp/kensetsu/cmsfiles/contents/0000278/278851/konohana.pdf>
(2025/4/28アクセス)
- (2) 大阪市 大阪市内の下水処理場
<https://www.city.osaka.lg.jp/kensetsu/page/0000012066.html>
(2025/4/28アクセス)

<筆者紹介>

田代 崇：2004年入社。ポンプの設計業務に従事。現在、水力機械設計部 特機課課長 技術士(機械部門)
高梨真吾：2005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課主任

三菱ケミカル UK 殿向 ホッパードライヤブロワ

山崎 亮

Blowers for Hopper Dryer in MCKU plant

By Ryo Yamasaki

DMW multistage turbo blowers are used in various chemical plants. For this project, we supplied 2 sets Nitrogen blowers and auxiliaries to Mitsubishi Chemical UK Ltd (MCKU) in for Kingston Upon Hull, UK.

This line will be installed adjacent to the existing line. Mitsubishi Chemical UK Ltd are looking to double their existing production capacity by installing a second line.

1. はじめに

当社の銅板製多段ターボブロワは、化学プラント向けに数多く納入されている。今回、イギリスのEPC経由でMitsubishi Chemical UK Ltd (MC UK) 社殿の新設ライン向けに、ホッパードライヤ用ブロワを2台受注した。納入先である英国キングストン・アボン・ハルは、イギリス・イングランド東海岸に位置する。このプロジェクトはMitsubishi Chemical UK社殿が製造している食品包装材料を含む様々な用途に仕様されているソアノール {エチレンビニルアルコール (EVOH)} を製造するプロジェクトで、既存のラインに隣接して建設される。このプロジェクトは、ソアノールの生産能力を倍増することを目指している。

当社が過去に同向先へ納入したブロワの信頼性が高く評価され、受注にいたった。

このたび、受注したHopper Dryer 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。納入先である英国キングストン・アボン・ハルの位置を図1に示す。

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、図3の系統図に示す。

今回納品したブロワはCEマーキング適用で、電動機駆動の片吸込多段ターボブロワである。

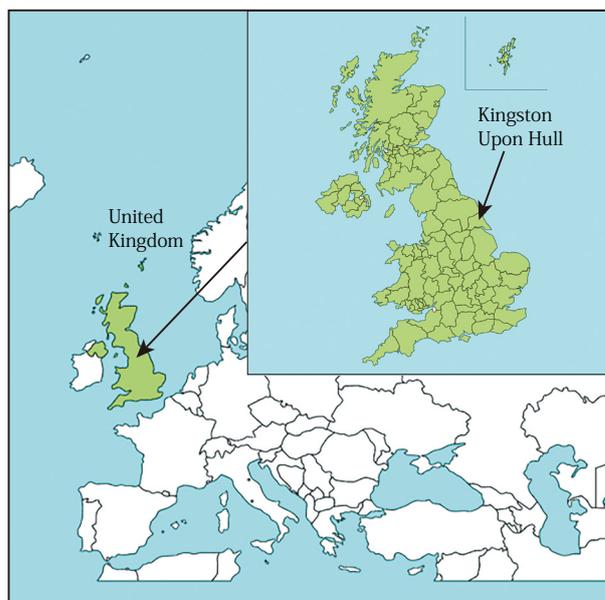


図1 英国キングストン・アボン・ハル

Fig.1 Kingston Upon Hull, UK

2-2 #1 Hopper Dryer Blower

#1 Hopper Dryer Blowerは窒素ガスをホッパーに供給するためのブロワである。#1 Hopper Dryer Blowerの軸受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。表1に#1 Hopper Dryer Blowerの仕様、図4に外観を示す。

2-3 #2 Hopper Dryer Blower

#2 Hopper Dryer Blowerは窒素ガスをホッパーに供給するためのブロワである。#2 Hopper Dryer Blowerの軸

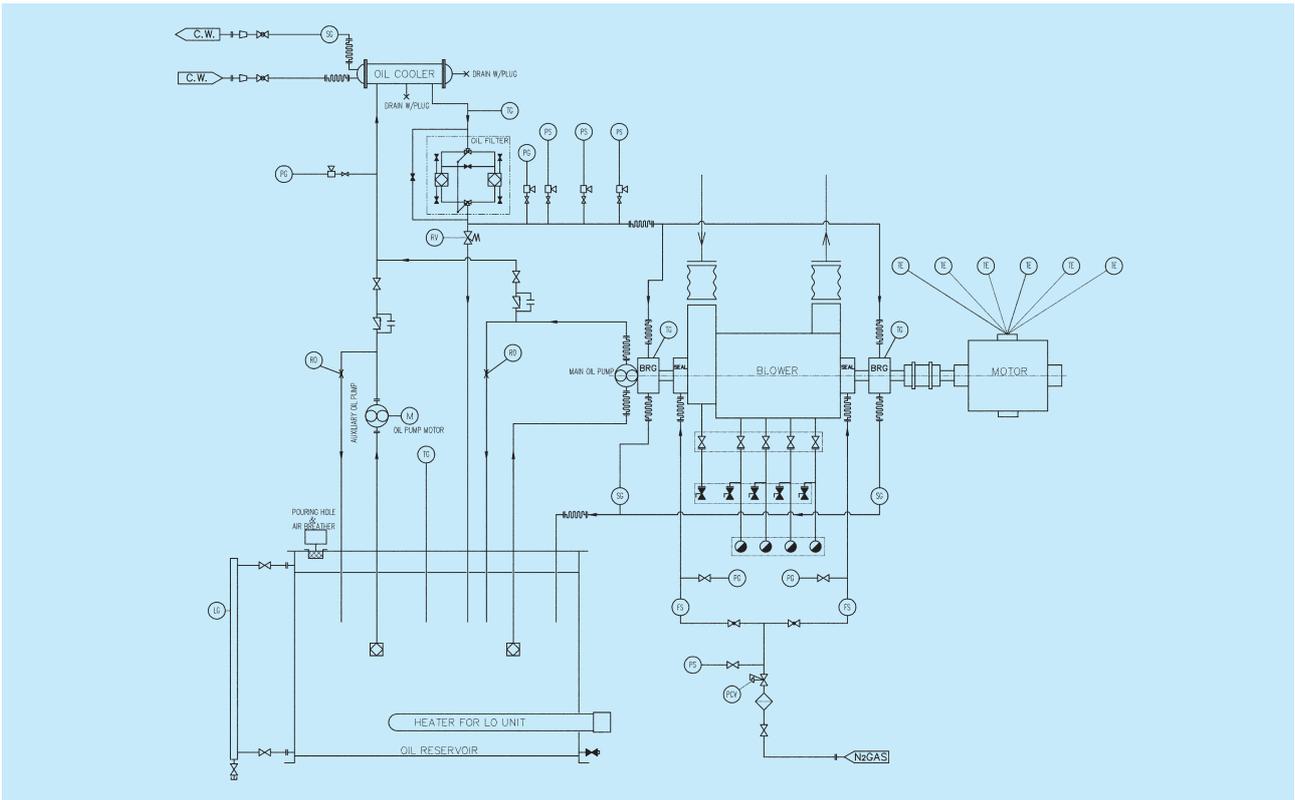


図2 #1 ホッパードライヤブロー系統図
 Fig.2 #1 Hopper Dryer Blower P&I Diagram

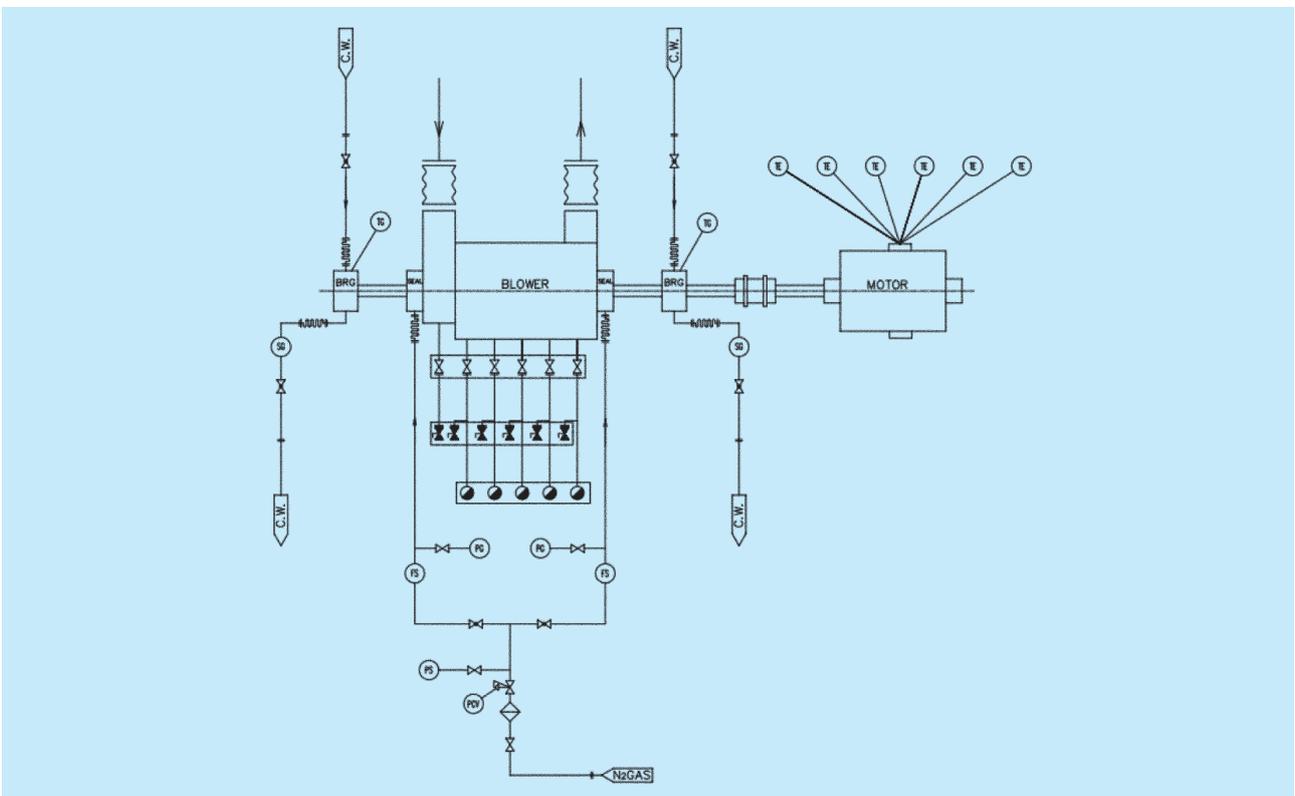


図3 #2 ホッパードライヤブロー系統図
 Fig.3 #2 Hopper Dryer Blower P&I Diagram

受潤滑方式はオイルバス潤滑方式とし、強制給油装置を必要としない。表2に#2 Hopper Dryer Blowerの仕様、図5に外観を示す。

表1 #1ホッパードライヤブロー仕様
Table 1 #1 Hopper Dryer Blower Specifications

形 式	銅板製片吸込 多段ターボブロー
吸込／吐出し口径 (mm)	700/600
風 量 (m ³ /min)	約537
昇 圧 (kPa)	約60
取 扱 気 体	窒素ガス
電 動 機 出 力 (kW)	800
台 数	1

表2 #2ホッパードライヤブロー仕様
Table 2 #2 Hopper Dryer Blower Specifications

形 式	銅板製片吸込 多段ターボブロー
吸込／吐出し口径 (mm)	500/400
風 量 (m ³ /min)	約269
昇 圧 (kPa)	約65
取 扱 気 体	窒素ガス
電 動 機 出 力 (kW)	410
台 数	1

2-3 ブローの構造と特徴

本ブローは2006/42/EC Annex 1、EN ISO 12100:2010、EN 60204-1:2018指令および規格に準拠したブローである。ブローおよび電動機駆動部は安全距離を確保したガードが設置されている。また機器破損についての安全対策を実施し最適な形状検討と信頼性を確認している。EUの安全基準に適合しているCEマーキング適合ブローである。その構造と特徴を以下に述べる。

ブローのインペラは耐食性を考慮し、オーステナイト系ステンレス鋼板を採用している。

ケーシングも同様にオーステナイト系ステンレス鋼板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。

さらに、ケーシングには機内に蓄積、凝縮された水分を回収するためのドレン配管、閉止弁および自動的に排水するフロート機構搭載のオートドレンバルブを付属している。

#1 Hopper Dryer Blowerの軸受ユニットは水平二つ割構造を採用し、強制潤滑のすべり軸受により、ジャーナ



図4 #1ホッパードライヤブロー外観
Fig.4 View of #1 Hopper Dryer Blower



図5 #2ホッパードライヤブロー外観
Fig.5 View of #2 Hopper Dryer Blower

ルおよびスラスト荷重を回転体に対して支持している。

#2 Hopper Dryer Blowerの軸受ユニットはオイルバス潤滑の一体型構造で、深溝玉軸受により、ジャーナルおよびスラスト荷重を回転体に対して支持している。

ブローによって生じるスラスト力はバランスピストンとバランス配管により低減し、軸受寿命を確保している。

軸封部には、取扱気体の漏洩を防止する対策として

カーボンリングシールを採用している。シールガスの制御用に、フィルタや流量計、フロースイッチによるパーティ流量の制御、パーティ圧力管理のため圧力スイッチなどの機器を付属したシステムをブロワ共通ベース上に設置している。

2-4 強制給油装置

強制給油装置は、ブロワ軸受の強制潤滑給油に使用している。強制給油装置はブロワ共通ベース上に設置され、ブロワ軸受に給油を行う。ブロワ起動、停止時は強制給油装置付属の電動補助オイルポンプにて給油が行われ、ブロワ起動完了後は、ブロワ軸端に設置された主オイルポンプにて給油を行う。

3. 工場試験

工場における性能試験は、JIS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。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

Mitsubishi Chemical UK Ltd向のホッパードライヤ用ブロワの概要を説明した。当社は化学プラント向けに多くの実績を有しており、先行と同様に高い信頼性を評価頂いている。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。

〔謝辞〕

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

<参考文献>

- (1) 白地図ぬりぬり
<https://www.google.co.jp/maps>
(2025/5/26アクセス)

<筆者紹介>

山崎 亮：2022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

ここで活躍しています

—2024年 製品紹介—

1. ポンプ

1-1 国土交通省岐阜国道事務所 関ヶ原消融雪設備

(1) 概要

関ヶ原は、日本のほぼ中央にある岐阜県の西端に位置し、北は伊吹山を主峰とする伊吹山脈、南は鈴鹿山脈がせまる天険の地形で、気象的にも湿った空気が通り抜ける通路になるため、局地的な降雨・降雪が発生しやすい地域になっている。本消融雪設備は、国道21号関ヶ原雪寒基地における凍結防止の水溶液を散布する凍結防止剤散布設備である（図1）。

本工事では、塩化ナトリウム水溶液の薬液散布による消融雪方式を採用したポンプ設備および操作制御設備・遠隔監視制御設備の更新工事を行った。

(2) 特徴

既存設備は、塩化カルシウム水溶液を雪寒基地で10%の濃度に混合されたものを散水し、側溝および横断溝から除塵機を介し、回収して散水に再利用していた。設備更新に伴い、8%濃度の塩化ナトリウム水溶液での消融雪方式になることから、散水設備および操作制御設備の更新、既存の回収設備の撤去を行った。

(3) 仕様

- 散水ポンプ
口径100/80 mm片吸込渦巻ポンプ×2台
1.014 m³/min×30 m×11 kW×200 V
- No.1給水ポンプ
口径80 mm片吸込渦巻ポンプ×1台
0.8 m³/min×8 m×3.7 kW×200 V
- No.2給水ポンプ
口径80 mm片吸込渦巻ポンプ×1台
0.6 m³/min×8 m×2.2 kW×200 V
- 移送ポンプ
口径80 mm片吸込渦巻ポンプ×1台
0.6 m³/min×12 m×3.7 kW×200 V

1-2 大阪市建設局 平野市町抽水所

(1) 概要

平野市町抽水所は、大阪市東南部を集水区域とする大規模な排水機場である。

今回、1980年に設置されたNo.20雨水ポンプの老朽化に伴い、当該設備の排水能力を増強し、No.13雨水ポンプとして2025年1月に本工事を竣工した（図2）。



図1 散水ポンプ



図2 No.13雨水ポンプ

(2) 特徴

本ポンプは、急激な雨水の流入に対応するために全速先行待機形を採用し、あらゆる水位でもポンプ起動を行うことが可能である。また、軸封部にはメカニカルシールを使用し、摺動部が摩耗した際は減速機、原動機を取り外すことなく消耗部品を交換できる構造とした。

(3) 仕様

口径2 000 mm

全速全水位先行待機形立軸斜流ポンプ× 1台

750 m³/min×9.2 m×1 670 kW

(ディーゼル機関駆動)

1-3 JFEスチール株式会社

棒線事業部仙台製造所殿

デスクレーリングポンプ増設

(1) 概要

仙台製造所殿のデスクレーリングポンプ設備は、ベース上に常設しているオンライン機1台および予備機として取り外し保管されているオフライン機1台を保有しているが、今回常設されるオンライン機1台を増設するため当該ポンプを納入した(図3)。

(2) 特徴

本ポンプは円筒のバレルケーシングの中にポンプケーシングを取めた二重構造のケーシングで、漏れのリスクが低く、信頼性に優れる構造である。

なお、外ケーシングは一体形の円筒であるため、高揚程に適したものとなっている。

付属設備としてポンプ回転速度増速用の増速機、ポンプ軸受および増速機への潤滑用に給油ユニットがあり、これらを共通ベース上に配置し、コンパクトな設計としている。



図3 両吸込多段渦巻ポンプ

(3) 仕様

口径3×4inch

高揚程バレル形初段両吸込多段渦巻ポンプ× 1台

120 m³/h×1 450 m×750 kW×5 800 min⁻¹

(電動機駆動)

1-4 インド向け株式会社日本製鋼所殿

押出機用ポンプ製作納入

(1) 概要

株式会社日本製鋼所広島製作所殿が製造する押出機用ポンプとしてIndian Oil corporation Limited殿向けCCW PumpとHPCL Rajasthan Refinery Limited殿向けPPとPEのCCW Pumpを納入した(図4)。

(2) 特徴

ポンプの詳細設計・材料調達・機械加工・組立・塗装および試験の全てを当社の関連会社であるDCIPL (DMW Corporation India Private Company) にて行い、株式会社日本製鋼所広島製作所殿に納入した。

(3) 仕様

• Indian Oil corporation Limited殿向け

Cylinder Cooling Water Pump

口径：80×50 片吸込片持遠心ポンプ× 2台

吐出量：39 m³/h ×全揚程40 m×電動機動力11 kW

• HPCL Rajasthan Refinery Limited殿向け

Cylinder Cooling Water CCW Pump

口径：80×50 片吸込片持遠心ポンプ× 2台

吐出量：39 m³/h ×全揚程40 m×電動機動力11 kW

• HPCL Rajasthan Refinery Limited殿向け

Cylinder Cooling Water Pump

口径：80×50 片吸込片持遠心ポンプ× 2台

吐出量：39 m³/h ×全揚程40 m×電動機動力1 kW



図4 片吸込片持遠心ポンプ

1-5 ADNOC Onshore向けWater Injection Pump

(1) 概要

アラブ首長国連邦のアブダビ北東部に位置するルマイサ油田で用いられるポンプで、原油回収時に地中深くの油層に高圧水（帯水層水）を圧入する目的で使用される。本ポンプは2015年に納入したポンプの予備ポンプとして、ポンプ本体および駆動機を製作し納入した（図5）。

(2) 特徴

API610-11th Editionに準拠したBB5タイプの高圧多段ポンプで、取扱流体に有毒で腐食性のある硫化水素（H₂S）を含むことから軸封にはダブルメカニカルシール（Plan53B）を採用し、接液部の材質にはスーパー二相ステンレスチールが用いられる。

(3) 仕様

口径200×150 mm 横軸バレル形多段ポンプ×1台
280 m³/h×1 422 m×2 000 kW×3 000 min⁻¹
（電動機駆動）



図5 高圧多段ポンプ

1-6 株式会社JERA東扇島火力発電所殿 LNGスクリーン洗浄ポンプ納入

(1) 概要

東扇島火力発電所は発電に使用する燃料はLNGであり、1984年にLNG基地の運用を開始し、同発電所のみでなく隣接する川崎・横浜火力発電所や託送にて品川火力発電所へ燃料ガスを供給する非常に重要な施設である。今回、同発電所内に既設DMW製ポンプリプレースとして、LNGスクリーン洗浄ポンプを2024年12月に2台を納入した。今回リプレース納入したポンプは、海水

取水に関連するスクリーン用として非常に重要な設備であり、高い信頼性を要求されている機器である（図6）。

(2) 特徴

本ポンプは火力発電設備内に設置されているLNGスクリーン設備にスプレー水（海水）を供給することを目的としたものである。既設DMW製ポンプは2005年に納入し運用されていたが、海水腐食などの影響もあり更新を行った。既設ポンプの吐出しエルボ・揚水管などの外筒部材質は2%NiFCであったが、今回更新にあたり海水腐食対策としてポンプ外筒をステンレス（SCS14）化および犠牲陽極容量6年仕様を採用した。また、基礎ベースおよび基礎ボルトは既設を流用し、現地での工事負担を減らしている。なお、基礎開口部の径が通常よりも小さいため、インペラを2段とし、ボウル部の径を抑えたモデルを採用することでポンプの設置・引拔を可能としている。

(3) 仕様

口径300 mm 立軸斜流ポンプ×2台
11.2 m³/min×60 m×180 kW×1 500 min⁻¹
（電動機駆動）



図6 横軸片吸込遠心プロセスポンプ

2. 送風機

2-1 東洋エンジニアリング株式会社殿

Indorama Eleme Fertilizer and Chemicals Limited (IEFCL) 向けブロワ納入

(1) 概要

東洋エンジニアリング株式会社殿よりIndorama Eleme Fertilizer and Chemicals Limited (IEFCL) 向けプラント用のStart-Up Blowerの出荷納入を行った。

今回のブロワは、3号プラント用の3機目の製作品となる(図7)。

(2) 特徴

ブロワの構造設計はAPI673-2nd Editionに準拠した構造となっており、高張力鋼板製インペラ、鋳鋼製の上下2分割の多段式ケーシング、軸受はすべり軸受を採用し、ジャーナル軸受とティルティングパッド方式のスラスト軸受を装備し、軸受の潤滑方法は強制給油潤滑方式となっており、API614-5th Edition準拠の構成給油装置を付属している。

軸封部には取扱気体の漏洩を防止する対策としてタンデム型ドライガスシールを採用している。

(3) 仕様

• Start Up Blower

型 式：鋳鋼製片吸込多段ターボブロワ

吸込口径/吐出し口径：350/300 mm

風 量：147 m³/min

昇 圧：196 kPa

回転速度：約2 970 min⁻¹

電動機動力：880 kW



図7 送風機全景

横浜市下水道河川局殿 北部第一水再生センター送風機設備工事受注

北部第一水再生センターは、横浜市鶴見区の北西部と港北区の一部を処理区域とし1968年7月に運転開始した合流式下水道処理施設である。汚水は活性汚泥法によりきれいにして鶴見川に放流している。また、一級河川の鶴見川に沿って沿岸には3カ所の汚水中継・雨水排水ポンプ場と5カ所の雨水排水ポンプ場、4カ所の地下ポンプ施設を管理している。

このたび、設備の老朽化と処理量の変化に伴う設備更新として、送風機設備3台の更新工事を受注した。

納入する送風機設備の特徴は、回転体の質量低減設計により、自己空冷式の転がり軸受が採用でき、従来必須であった強制給油装置設備や冷却設備などが全て不要となることである。

強制給油装置や冷却設備が不要となったことで、メン

テナンスコストやランニングコストの低減と消費動力の低減が可能となり、潤滑油の使用量が大幅に低減されることで環境に優しいブロワ設備の実現が可能となる。

本工事で納入する送風機設備は、これらの特徴が認められ2017年度に優秀賞エネルギー機器「経済産業大臣賞」を受賞している铸铁製多段ターボブロワ（製品名：AM-Turbo[®]）である。

当社としては、横浜市下水道河川局殿への铸铁製多段ターボブロワ（製品名：AM-Turbo[®]）は初めての納入となる。今後もお客様満足度の向上を第一に、こうした省エネルギーや環境に配慮し、かつ信頼性の高い製品を継続的に受注できるよう営業活動を展開していく所存である。

（文責：斎藤洋勝）

表1 送風機仕様

送風機名称	形式	風量	昇圧	取扱流体	電動機出力	台数
No.3、No.4、No.5送風機	口径350×300 mm 多段片吸込形電動機直結式 ターボブロワ	143 m ³ /min	65.4 kPa	空気	210 kW	3

Ministry of Electricity, Water and Renewable Energy

Kuwait / Az-Zour South Power plant 向け

GAS MIXING FAN 受注

このたび、Ministry of Electricity, Water and Renewable Energy向け2 400 MWアズール南発電所にて計画されるボイラリハビリ&アップグレード、並びに制御システム更新案件のうち、既設ボイラ設備に追設されるクウェート国環境保護庁（Kuwait EPA）のNO_x、PM排出削減目標による環境対策用GAS MIXING FAN 8台を三菱重工業株式会社殿より受注した。本機器は2026年より毎年2台ごと、計4年に渡り納入し、現地リハビリ工事により据付されGAS MIXING FAN 1台／ボイラ1基×全8基を順次起動予定である。

送風機の仕様は下表に記載のとおり17番手両吸込遠心ターボファン、出力は2 500 kWである。軸貫通部から高温ガスの漏洩を防止すべくエアパージ可能な構造とし、かつ、高温ガスに含まれるSO₂を考慮し送風機の一部材料に耐硫酸腐食鋼を採用するなど、高温に対する使用実績に基づき適切な材料を採用している。

今後も安定電源の確保に貢献できる信頼性の高い送風機を供給し、顧客の信頼を得ることで受注に繋げていく所存である。

（文責：前田浩一郎）

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
GAS MIXING FAN	#17 両吸込遠心ターボファン	9 100 m ³ /min	9.61 kPa	Flue Gas	2 500 kW	8

サウジアラムコ向け 硫黄回収装置用ブロワ受注

サウジアラビアの東海岸に位置するサウジアラムコ社のFadhiliガスプラントの拡張プロジェクトにおいて3基のSRU（硫黄回収装置）が新設される。

このたび当社は新設となる3基のSRUに設置されるエアブロワ10台を韓国のGS E&C社より受注した。受注したブロワの仕様を表1に示す。

本ブロワは、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、検査を行う。

ブロワの構造は遠心式多段ターボブロワを採用し、最適な性能モデルの選定と構造計画を実施することで高い効率と安定した運転を実現する。ブロワの軸受は空冷油浴式のころがり軸受を採用し、強制給油や冷却水を不要とすることで補機や付帯設備を最小としている。ブロワ

ケーシングにはメンテナンスの容易な鋳鉄製の水平二分割構造を採用する。

ブロワ本体のほかに吸込フィルタ、サイレンサ、伸縮管継手、放風弁、逆止弁、流量計、温度／振動センサーなどの補機も当社にて供給する。

当社は、現在までサウジアラムコ社の製油所およびガスプラント向けに100台以上のブロワを納入しており、それらの機器は長期間の安定したプラントの稼働に貢献している。

今後も顧客の期待に応えるべく、信頼性の高い機器を供給していく。

（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
Incinerator Air Blower	口径900×800 mm 片吸込多段ブロワ	917 m ³ /min	29.81 kPa	空気	600 kW	10

長野県北信地域振興局殿 木島地区排水ポンプ製作据付工事受注

当該地区は、1969年度 木島地区 県営大規模湛水防除事業により着工、1973年度に竣工された。以来、近年に至るまで水害に対するさまざまな対策を行ってきたが、降雨の局地集中や短時間の集中豪雨、流域内の開発による排水状況に加え、排水施設が老朽化してきたことから、流域の見直しや流出量変化に対応した排水機場の再整備が必要となった。そのため、県営農村地域防災減災事業 木島地区の事業の一環として、木島第一排水機

場のポンプ、電気設備の再整備を実施するものである。

本工事では、当該機場を拡張して既設ポンプ2台を隣接地に移設するとともに、あらたに排水ポンプ3台を設置することで、将来的には5台機場として運用する計画である（図1、図2）。再整備により湛水被害の軽減を図るとともに、農業生産性の維持向上と農業経営の安定が期待されている。

（文責：石田晴久）

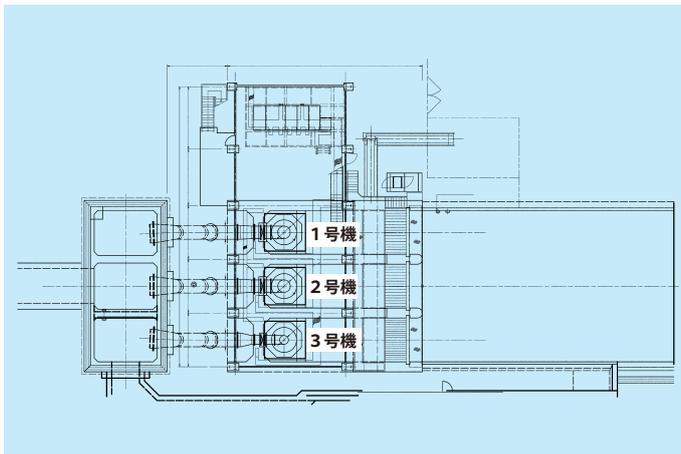


図1 機場平面図

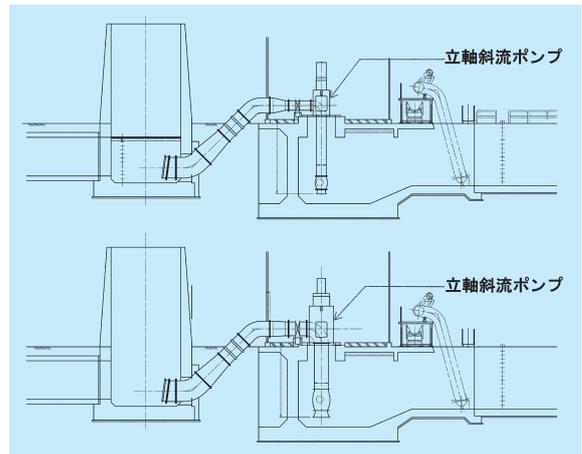


図2 機場断面図

表1 ポンプ仕様

ポンプ名称	形式	吐出し量	全揚程	取扱流体	電動機出力	台数
排水ポンプ	口径1 000 mm立軸斜流ポンプ	135 m ³ /min	8.4 m	河川水	260 kW	2
	口径 700 mm立軸斜流ポンプ	60 m ³ /min	7.3 m		105 kW	1

大阪市建設局殿 中浜下水処理場向け雨水ポンプ設備受注

大阪市建設局殿中浜下水処理場にて1957年に建設された第3ポンプ棟には、当時に設置された当社製ポンプが、機場内で移設などされながら現在も稼動している。大阪市建設局殿に設置されている当社製ポンプのなかでも、最も長きにわたって運用されてきた1台であり、供用開始から60年以上が経過している。

このたび、当社製No.1雨水ポンプ1台とNo.5・No.6雨水ポンプ2台の計3台の更新工事を受注した。現在2027年5月の完成を目指し、鋭意設計・製作中である。

今回製作する3台の雨水ポンプはいずれも、減速機搭載型吐出しエルボ(Lambda-21)を採用することで、ポンプ型式を既設の横軸ポンプから立軸斜流ポンプに変更し、近年のゲリラ豪雨に見られる急激な水位上昇にも対応出来るようにしている。完成すれば、1999年に納入した隣号機のNo.2・3・4雨水ポンプを含め、当社製6台の立軸斜流ポンプが場内に並ぶことになる。

(文責：戌亥 武)



図1 当社製No.1雨水ポンプ



図2 ポンプ場内写真(2024年12月時)

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	台数
No.1雨水ポンプ	口径800 mm 横軸両吸込渦巻ポンプ	85 m ³ /min	9.0 m	雨水 汚水	210 kW	1
No.5,6雨水ポンプ	口径1 000 mm横軸斜流ポンプ	145 m ³ /min	6.0 m	雨水	221 kW	2

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	台数
No.1雨水ポンプ	口径800 mm 立軸斜流ポンプ(減速機搭載型)	85 m ³ /min	11.5 m	雨水 汚水	230 kW	1
No.5,6雨水ポンプ	口径1 000 mm 立軸斜流ポンプ(減速機搭載型)	145 m ³ /min	7.0 m	雨水	230 kW	2

機場探訪

北海道開発局 札幌開発建設部 上美唄排水機場

上美唄排水機場は北海道の空知管内の美唄市に位置しています（図1）。



図1 上美唄排水機場位置図

上美唄地区は、石狩川水系1次支川である旧美唄川と第二幹川に囲まれた内水地域で、明治初頭には広大な湿地でしたが、北海道の開拓とともに水田農業地帯として開発が進められました。しかし地盤の大部分が泥炭地で、その地下水位の低下に起因して低平地となっており、地域農業は降雨により大規模な湛水被害に見舞われてきました。

1961年7月と1962年8月の洪水を契機に、第一次内水排除事業が開始されました。地域の排水機場の建設が進む中、1972年に口径1 600 mmの横軸斜流ポンプ3台（総排水量1 062 m³/min）を設置した上美唄排水機場が完成しました。

しかし、1975年8月と1981年8月に計画雨量を超える降雨により大洪水が発生し、農地や農業用施設、農作物に多大な被害が発生しました。このような状況を受け、内水排除計画の抜本的な見直しを行い、第二次内水排除事業が開始され、1996年に口径1 800 mmの横軸斜流ポンプ3台（総排水量1 294 m³/min）と排水能力をアップした現在の上美唄排水機場が完成しました。新機場は展望台を設置するなど、景観に配慮した機場となっています（図2、3）。

本機場は、上美唄地区の湛水被害を解消するとともに、水田の汎用化を促進し、農業生産の安定および向上に貢献しています。



図2 機場外観



図3 ポンプ設備

<参考文献>

- (1) Google maps
<https://www.google.co.jp/maps> (2025/4/28アクセス)
- (2) 石狩川水系内水排除事業誌 (2000年3月発行)
- (3) 農業農村整備事業評価—石狩川下流左岸 (2004年8月発行)

(文責：八柳慎之介)

編集後記

◆このたびの巻頭言は、佐賀大学 工学部 機械工学部門教授の木上洋一先生に「流体機械と佐賀と私」という題目でご執筆いただきました。

ターボ機械のエネルギー保存則（ベルヌーイの定理）、オイラーの法則、速度三角形は流体機械の教科書を開けば出てくる重要な物理量です。しかしながら、これらは教科書に出てくる順にバラバラに学習した記憶があります。今回のご寄稿を拝読して、なるほどこういう風につながっていたのかと理解を新たにしました次第です。

書店に行くと専門書のコーナーが年々縮小していくのが目につきましたが、最近では大型書店でも専門書をほとんど扱っていない書店も目立つようになってきました。このような世の中の状況を鑑みて、人材を育成するにはどのようにするのが良いかと改めて考えさせられました。

ご多忙の中、大変興味深いご寄稿をいただきありがとうございます。

◆名古屋大学と実施している横軸ポンプ用すべり軸受の摩耗診断に用いる特徴量に関する複数実験の傾向評価の共同研究について掲載しました。近年、高度経済成長期に建造したインフラの老朽化の問題や、人手不足の問題に対応するために状態監視のニーズが高まっています。ワークライフバランスの観点に基づいて考えてみましても、今後は人手をあまりかけないこのような技術がさらに重要になると考えます。今後も世の中のニーズに貢献できる製品を提供させていただく所存です。

◆「ここで活躍しています」の2024年版を掲載しました。官需、民需、国内、海外とさまざまなご要望にお応えした当社のポンプ、ブロワを紹介させていただきました。今後もおお客様のご要望にお応えできるような製品を提案させていただく所存です。

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
北海道支店	〒060-0061	札幌市中央区南1条西10丁目4番地 (南大通ビルアネックス) TEL 011 (271) 5144・FAX 011 (221) 5530
東北支店	〒983-0852	仙台市宮城野区榴岡4丁目5番22号 (宮城野センタービル) TEL 022 (290) 7754・FAX 022 (290) 7762
関東支店	〒330-0803	さいたま市大宮区高鼻町1丁目47番地1 (PRSビル) TEL 048 (658) 2531・FAX 048 (658) 2533
静岡支店	〒411-0843	静岡県三島市三好町3番27号 TEL 055 (975) 8417・FAX 055 (975) 8451
名古屋支店	〒460-0008	名古屋市中区栄 (岡谷鋼機ビル) TEL 052 (231) 6211・FAX 052 (201) 6920
大阪支店	〒541-0054	大阪市中央区南本町2丁目6番12号 (サンマリオンNBFタワー) TEL 06 (6251) 2561・FAX 06 (6251) 2846
中国支店	〒730-0021	広島市中区胡町4番21号 (朝日生命広島胡町ビル) TEL 082 (242) 5456・FAX082 (545) 8581
四国支店	〒760-0024	香川県高松市兵庫町8番地1 (高松兵庫町ビル) TEL 087 (851) 8953・FAX 087 (822) 7603
九州支店	〒812-0013	福岡市博多区博多駅東2丁目10番35号 (博多プライムイースト) TEL 092 (409) 3173・FAX 092 (409) 3183
中東支店		3508, Liwa Heights 1, Jumeirah Lakes Towers, Dubai, U.A.E. TEL +971-4-568-1914
シンガポール支店		50 Raffles Place, Singapore Land Tower Level 30 Singapore 048623 TEL +65-9062-7595・FAX +65-6632-3600
横浜営業所	〒240-0065	横浜市保土ヶ谷区和田1丁目18番7 (和田町アストビル) TEL 045 (442) 6359・FAX 045 (442) 6369
三重営業所	〒510-0074	三重県四日市市 鶴の森2丁目3番19号 (ダイアパレス四日市) TEL 059 (329) 5239・FAX 059 (329) 5279
沖縄営業所	〒902-0062	沖縄県那覇市字松川786番地 (K's MAKABI) TEL 098 (887) 6687・FAX 098 (887) 6688
事務所		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 CORPORATION INDIA PRIVATE LIMITED		211, 2F Great Eastern Galleria, Sector 4, Off Palm Beach Road, Nerul, Navi Mumbai, 400706, India TEL +91-22-2771-0610/0611・FAX +91-22-2771-0612

主要製品

- 各種ポンプ
- 各種送風機
- 各種ブロワ
- ロートバルブ
- ハウエルバンガーバルブ
- 廃水処理装置
- 廃棄物処理装置
- 水中排砂ロボット
- 配電盤
- 電気制御計装装置
- 電気通信制御装置
- 流量計
- 広域水管理システム
- 海水淡水化装置

本誌はインターネットで御覧いただけます。 電業社ホームページ <https://www.dmw.co.jp>

編集委員

監修	原 広志
委員長	野口 寛
委員	石澤勇人 小野寺謙
	川原敦之 加賀美仁
	江口 崇 中山 淳
	古澤範久
幹事	新宅知矢 富松重行
事務局	秋山倫子 田上愛香

電業社機械 第49巻第1号

発行日	令和7年7月30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	野口 寛
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。

