

電業社機械

DENGYOSHA KIKAI

Vol.47 No.1 2023

No.92





Passion for the Next Innovation

～ 次なる革新への熱い思い ～

(写真提供：元当社製造部機械工作課 故市川康夫氏)

電業社機械

第47巻 第1号 通巻第92号 2023

目次

◆巻頭言

振動トラブルと技術の進展……………金子 康 智 1

◆解説

JIS規格におけるポンプの振動基準と国際規格の動向 ……仲 谷 憲 哉 4

3Dスキャナのプラント建設における活用紹介 ……志 澤 俊 一 8

◆製品紹介

北海道 八幡排水機場 排水ポンプ設備……………稲 垣 尚 正 12
牛 丸 たかし

長野県 相之島排水機場 排水ポンプ設備 ……杉 本 慶太郎 15
高 橋 直 也

日本下水道事業団殿 佐賀市下水浄化センター 送風機設備……………下 村 萌乃香 18
杉 山 幸太郎

Rabigh Refining & Petrochemical/Thermal oxidizer air blower ……富 田 雅 俊 22

CPGCBL / Matarbari Ultra Super Critical Coal-Fired Power Project向け
MAIN COOLING WATERポンプ……………秋 山 祐 26
片 山 景 市

ここで活躍しています -2022年 製品紹介- ……30

◆ニュース

東京都下水道局殿 王子第二ポンプ所ポンプ設備工事受注……………34

関東農政局殿 浅羽揚水機場ポンプ設備製作据付工事受注……………35

西宮市上下水道局殿 浜ポンプ場No.4雨水ポンプ設備受注 ……36

日揮株式会社殿/株式会社INPEX殿 ブルー水素・アンモニア製造実証試験向けポンプ2台受注……………37

「IDA World Congress & Exhibition」への出展 ……38

機場探訪 国土交通省 中国地方整備局 福山河川国道事務所 安那排水機場編……………39

DENGYOSHA TECHNICAL REVIEW

DENGYOSHA KIKAI

Vol.47 No.1 2023

CONTENTS

◆Foreword

Vibration Problems and Progress of Technology

Y. Kaneko1

◆Technical Data

Vibration Criteria for Pumps in JIS Standards and Trends in International Standards

N. Nakatani4

Introducing the use of 3D scanners in plant construction

S. Shizawa8

◆Product Introduction

Yahata Drainage Pumping Station in Hokkaido

N. Inagaki and T. Ushimaru 12

Ainoshima Drainage Pump Station in Nagano

K. Sugimoto and N. Takahashi 15

Blower for Saga City Sewage Treatment Center of Japan Sewage Works Agency

H. Shimomura and K. Sugiyama 18

Thermal oxidizer air blower for Sulfur recovery unit - Petro Rabigh, Saudi Arabia

M. Tomita..... 22

MAIN COOLING WATER PUMP for CPGCBL/Matarbari Ultra Super Critical Coal-Fired

Y. Akiyama and K. Katayama..... 26



振動トラブルと技術の進展

Vibration Problems and Progress of Technology

金子 康智

龍谷大学 先端理工学部

機械工学・ロボティクス課程

1. はじめに

巻頭言のタイトルを考えながら社報の裏表紙のロゴ（羽根車）を見ていると、入社数年後に経験した「ポンプ水車ランナの振動トラブル」を思い出し、これまでに経験した回転機械の振動トラブルと技術の進展について記述させて頂くことにしました。

私は三菱重工に入社以来、約30年間に渡り、蒸気タービン、ガスタービン、ポンプ水車など、様々なターボ機械の翼・インペラの振動強度設計、検証試験、それに関連する解析技術や計測技術の開発に取り組んできました。大学に異動後も企業時代と同じ内容を主要研究テーマにしており、約40年間に渡り、翼・インペラの振動強度設計技術の向上に取り組んできたこととなります。と書くといかにもアカデミアの世界でキャリアを積んできたと思われるかもしれませんが、企業時代の主要業務は振動トラブル対応が大半でした。しかしながら、振動トラブルの原因究明・対策が技術の進展に結びついていることは間違いのない事実であり、多くの経験の中から幾つか紹介したいと思います。

2. ポンプ水車ランナの振動トラブル

ポンプ水車ランナは、**図1**に示すように二重円板の間にランナベーンを挿入する構造であり、ランナの振動モードは節直径を有する円板型の振動モードになります。1970年代後半からポンプ水車の大容量化、高落差化を進めていく過程で、ガイドベーンとの翼列干渉力による共振が原因で、落差500 m級のポンプ水車のランナベーンに多数の亀裂が発生しました。このトラブルについては多くの論文が公表されているので、ご存じの方も多と思います。国内全てのメーカーが同じトラブルを同じ時期に経験し、当時は大きな問題になりました。このトラブルの原因は、大容量化のためにランナの直径を大きくしたため円板モードの固有振動数が下がり、これまで問題にならなかった翼列干渉力との共振が発生したということですが、この事故原因を究明していく過程でポンプ水車ランナに特有の多くの振動事象が判明しました。

式(1)はランナ（羽根車）の共振条件式です。この式は、今では、羽根車の設計者であれば誰でも知っていると思います。

$$\omega_k = nZ_g \omega, \quad nZ_g \pm k = mZ_r \quad \dots(1)$$

Z_g はガイドベーンの枚数、 Z_r はランナベーンの枚数、 ω は回転数、 ω_k はランナの固有振動数、 k は振動モードの節直径数、 n 、 m は任意の整数です。式(1)の最初の式は加振力の振動数とランナの固有振動数が一致するという条件であり、2番目の式は加振力からランナへ供給されるエネルギーが零にならないための条件です。当時は全てのメーカーが $Z_g=20$ 、 $Z_r=6$ を採用しており、ランナの直径を大きくしたため ω_k が低下して2節直径モード ($20-3\times 6=2$) の共振が発生したことがこのトラブルの直接の原因です。ただし、式(1)自体はCampbellの時代から蒸気タービン翼の設計者には良く知られていました。機種毎の技術の横通しがなかったこともこの事故の遠因になっているように思います。

このトラブルの原因究明を開始した当初は、式(1)から誰もが2節直径の1次モード（クラウンとバンドが同相で振動するモード）が共振したとっていました。当時はランナの水中固有振動数を解析する技術がなく、付加質量のマニュアルを使用して水中の固有振動数を見積もると空気中の7～8割になるため、2節直径の1次モードの共振と信じて色々な検討をしていました。ところが、ランナに歪ゲージを貼り付けて共振応力を計測すると、クラウンとバンドが逆相のモードが応答し、同相モードは全く応答しないことが分かりました。その後の検討により、上カバーとクラウンとの間の隙間の水の付加質量効果により固有振動数が空気中の4割位まで低下すること、翼列干渉力による圧力変動はクラウンとバンドを押し広げるように作用するので逆相モードしか応答しないことなど、今では常識として語られることがこのとき始めて分かりました。また、図2に $Z_r=7$ の1節直径同相モードと逆相モードの例を示していますが、 $k=1$ の逆相モードは周方向に1個、および $Z_r\pm k=6$ 、8個の波の重ね合わせになり、ベーンが取り付けられている位置で相対変位が零になるモードを形成するなど、実機で発生した事象が理論通りに説明できることも分かりました。大学へ異動後は学会の講習会などで羽根車の振動について講演する機会がありますが、そのほとんどはこのトラブルの原因を究明していく過程で学んだことがベースになっています。また、このトラブルを契機にして開発した解析技術や計測技術はポンプ水車だけでなく遠心圧縮機にも適用されており、このトラブルから得た教訓は羽根車の振動強度設計技術の向上に大きく貢献していると思います。

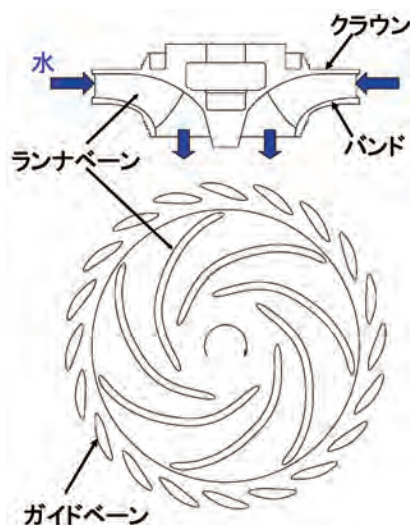


図1 ポンプ水車ランナの構造

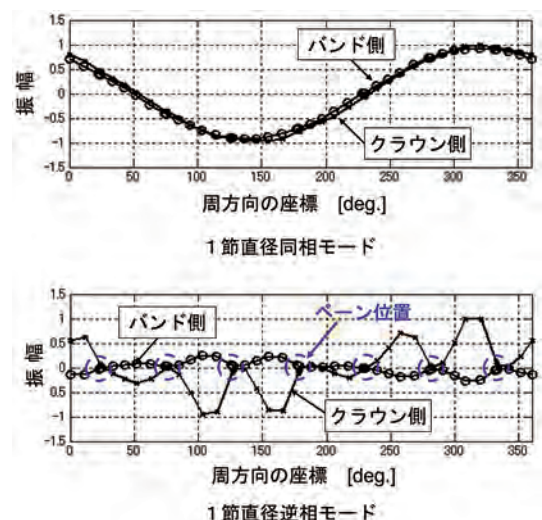


図2 ポンプ水車ランナの1節直径モード ($Z_r=7$)

3. 蒸気タービン長翼の振動トラブル

三菱重工では1980年代前半までは蒸気タービンの長翼には、**図3**に示すように、スタブと呼ばれる連結部材を溶接して数枚の翼を結合する綴り翼構造を採用していました。この翼構造は米国の技術提携先から導入した技術であり、技術提携先から入手した設計マニュアルを金科玉条としていました。ところが、この綴り翼構造では、①溶接部の疲労強度が低下する、②離調しなければならない多数の振動モードが現れる、③翼根が小さく減衰が小さい、などの弱点があり振動に起因する様々なトラブルを起こしました。このため、1990年頃に自主技術で長翼を開発しようという気運が高まり、色々な翼構造について試設計を行い、ベストな翼構造はどうあるべきかを議論しました。その結果、到達した結論が**図4**のISB (Integral Shroud Blade) 構造です。このISB構造は翼とシュラウドを一体化した構造であり、回転中に生じる翼のねじり戻り変形を利用して、隣接するシュラウドやスタブをコンタクトさせます。このようなシュラウド翼構造にすると、溶接部がなくなるだけでなく運転中に全翼を結合した全周リング翼構造にすることにより、振動強度を大幅に向上させることができます。また、機械加工だけで製作することができるため品質も安定します。

翼構造の変更を決めた後は、様々な検証試験を行い、共振応力や摩擦減衰の予測技術を確立しました。結果的には、この翼構造の採用により、蒸気タービン長翼の信頼性が飛躍的に向上しました。過去のトラブル原因を分析し、様々な翼構造について試設計を行い、工作部門、設計部門、研究所の多くの専門家を交えて解決策を議論したことが成功に繋がったと思います。

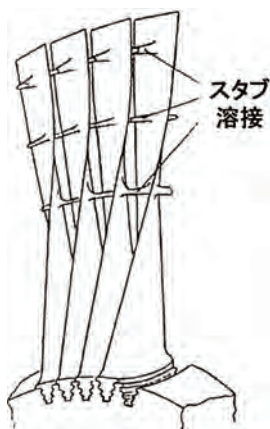


図3 綴り翼構造

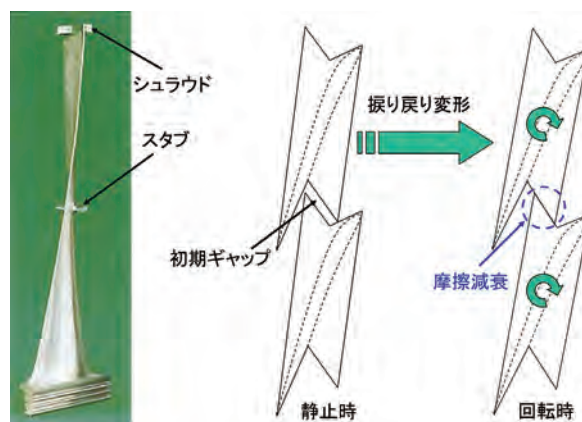


図4 ISB構造

4. おわりに

振動トラブルの解決が技術の進歩に結びついた事例を紹介しました。もちろんこれまでに経験したトラブルの中には、時間やコストの制約により想定される全ての原因に対して対策を取ったため、トラブル自体は解決できても真因が分からなかった事象もあります。企業である以上、原因究明よりもトラブル解決が優先されるのは仕方がないことですが、真因が究明されていないトラブルは必ず再発します。トラブルの真因を究明し、データベースとして蓄積し、技術伝承していくこと、設計システムの中に組み込んでいくことが、結局は信頼性の高い製品への近道になると思います。

JIS規格におけるポンプの振動基準と国際規格の動向

仲谷 憲哉

Vibration Criteria for Pumps in JIS Standards and Trends in International Standards

By Noriya Nakatani

There is several standards for vibration criteria in pumps. In Japan, JIS B 8301 is typically applied for both factory and field test evaluations. In recent years, the importance of and interest in condition monitoring of vibrations during pump operation has increased enormously. Here we have a summary of the vibration criteria for pumps, including JIS, API, ANSI/HI, and ISO, and provides an overview of their respective features.

1. はじめに

ポンプの現地稼働中の健全性の確認・評価、および工場試運転での設計・製造の妥当性の確認・評価は振動計測を行い、その振動値にて判定されている。さらに近年、ポンプ運転時の振動は状態監視の重要性も増し、関心が高まってきている。本稿では、ポンプにおける各種振動基準を整理し、それらの特徴について概要を述べる。

2. JIS規格での振動基準値

国内では一般的に現地、および工場試運転時の軸受ハウジングの振動の判定基準として、「JIS B 8301：2018 遠心ポンプ、斜流ポンプ及び軸流ポンプ—試験方法」⁽¹⁾の附属書JE（参考）に記載されている基準値（**図1**）を採用している場合が多い。この判定基準はポンプの回転速度において全振幅(単位:1/1 000 mm= μm)にて定められている。

さらに、「JIS B 8307：2009 遠心ポンプの技術仕様—クラスI」⁽²⁾、「JIS B 8308：2009 遠心ポンプの技術仕様—クラスII」⁽³⁾、および「JIS B 8309：2009 遠心ポンプの技術仕様—クラスIII」⁽⁴⁾においても振動基準値が規定されている。これらの規格はISO規格を基に作成されたものであり、判定基準は振動速度(単位: mm/s RMS)となっている。**表1**にJIS B 8307の基準値を示す。

上記のように、JIS B 8301での振動基準値は国内で培われてきたこと、JIS B 8307、B 8308、およびB 8309

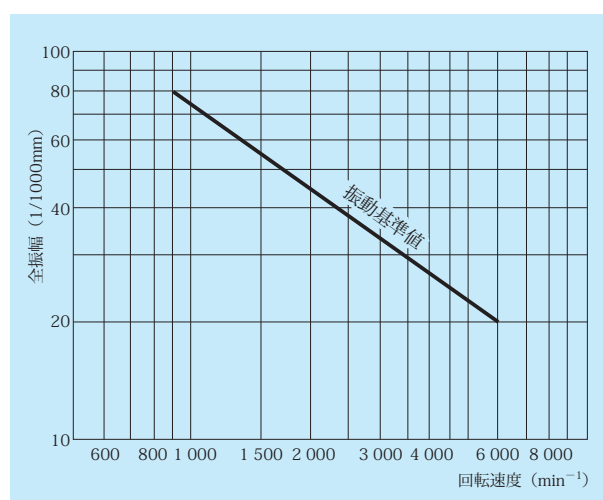


図1 JIS B 8301 振動基準値 (図JE.1) 抜粋
Fig. 1 Extract of Vibration Criteria of JIS B 8301 (Fig. JE.1)

表1 JIS B 8307 振動基準値 抜粋
Table 1 Extract of Vibration Criteria of JIS B 8307

単位 回転速度, N (min ⁻¹)	振動速度 (mm/s RMS)	
	軸心の高さh ₁	
	h ₁ ≤ 225 mm	h ₁ > 225 mm
N ≤ 1 800	2.8	4.5
1 800 < N ≤ 4 500	4.5	7.1
立軸ポンプ	7.1	

はISO規格を基としていることから異なる判定基準となっており、JISではいずれの基準値を用いるかは受渡当事者間の協定によるとしている。

3. 国際規格

3-1 米国主導規格での振動基準値

ポンプの振動基準として米国主導でまとめられている規格は、「API STANDARD 610 TWELFTH EDITION, JANUARY 2021, American Petroleum Institute, Centrifugal Pumps for Petroleum, Petrochemical, and Natural Gas Industries」⁽⁵⁾、および「ANSI/HI 9.6.4-2022, American National Standard for Rotodynamic Pumps for Vibration Measurements and Allowable Values」⁽⁶⁾があり、ANSI/HIではAPI以外のポンプに適用しており、各々住み分けしている。

API STANDARD 610では工場性能試験中での判定基準として、軸受ハウジングの振動について振動速度（単位：mm/s RMS）を規定し（表2参照）、さらにすべり軸受を採用し、かつ非接触変位センサを装備するポンプでは、軸振動について全振幅（単位：μm）にて規定している（表3参照）。

表2 API610 軸受ハウジングでの振動基準値
(推奨流量範囲にて) 抜粋

Table 2 Extract of Vibration Criteria of API 610 at Bearing Housing (Preferred Operating Region)

単位	振動速度 (mm/s RMS)	
	Overhung & Between-bearings Pumps	Vertically Suspended Pumps
ポンプ型式	Overhung & Between-bearings Pumps	Vertically Suspended Pumps
測定場所	軸受ハウジング	ポンプスラスト軸受ハウジングまたは電動機接続フランジ
判定基準 Overall	3 600 min ⁻¹ 未満かつ1段あたり300 kW未満 V _u <3.0	V _u <5.0
判定基準 Discrete frequencies	3 600 min ⁻¹ 未満かつ1段あたり300 kW未満 V _r <2.0	V _r <3.4

V_u : 測定された振動速度 (オーバーオール値)
V_r : FFTスペクトルで分解された各々の周波数成分での振動速度
備考: Overhung & Between-bearings Pumpsの上記範囲外の高出力ポンプについては別途基準値あり

ANSI/HI 9.6.4-2022でもAPI STANDARD 610と同様、判定基準は軸受ハウジングの振動について振動速度（単位：mm/s RMS）にて規定している。特筆する点として、出力により基準値が異なる点、および現地/工場での基準値が異なる点が挙げられる（表4参照）。さらに、回転速度が600 min⁻¹以下の場合には、追加で全振幅（単位：μm）でも評価することとしている（表5参照）。

表3 API610 ポンプ軸振動基準値 (推奨流量範囲にて) 抜粋
Table 3 Extract of Vibration Criteria of API 610 at Pump Shaft (Preferred Operating Region)

単位	全振動 (μm)	
	Overhung & Between-bearings Pumps	Vertically Suspended Pumps
ポンプ型式	Overhung & Between-bearings Pumps	Vertically Suspended Pumps
測定場所	すべり軸受近接	アクセス可能なすべり軸受近接
判定基準 Overall	A _u <(5.2×10 ⁶ /n) 0.5 ただし <50	A _u <(6.2×10 ⁶ /n) 0.5 ただし <100
判定基準 Discrete frequencies	f<n : A _r <0.33A _u	

A_u : 測定された全振幅
A_r : FFTスペクトルで分解された各々の周波数成分での全振幅
n : 回転速度 min⁻¹
f : 周波数 Cycle per minute = min⁻¹

表4 ANSI/HI 9.6.4-2022 軸受ハウジングでの振動基準値 (推奨流量範囲にて) 抜粋

Table 4 Extract of Vibration Criteria of ANSI/HI 9.6.4-2022 at Bearing Housing (Preferred Operating Region)

単位	振動速度 (mm/s RMS)			
	Overhung & Between-bearings Pumps	Vertically Suspended Pumps		
ポンプ型式	Overhung & Between-bearings Pumps	Vertically Suspended Pumps		
測定場所	軸受ハウジング	ポンプスラスト軸受ハウジングまたは電動機接続フランジ		
出力	<200 kW	≥200 kW	<200 kW	≥200 kW
判定基準 現地	3.8	4.8	3.3	4.3
判定基準 工場	4.8	5.6	4.3	5.3

表5 ANSI/HI 9.6.4-2022 回転速度600 min⁻¹以下のポンプの軸受ハウジングでの追加の振動基準値 (推奨流量範囲にて) 抜粋

Table 5 Extract of Vibration Criteria of ANSI/HI 9.6.4-2022 at Bearing Housing, Additional Criteria for pumps operating at 600 min-1 and below (Preferred Operating Region)

単位	全振動 (μm)
測定場所	軸受ハウジング
判定基準 現地	80
判定基準 工場	100

測定場所の高さが基礎より1.5 mを超える場合は、上記の値に50 μm/mを加算する。
例) 測定場所が基礎より2.0 m上部の場合、
2.0 m-1.5 m=0.5 m
50 μm/m×0.5 m=25 μmを上記に加算する。

立軸ポンプの場合、電動機の上部軸受の振動を測定し評価する必要があるが、ガイドラインにて参考として基準値の記載がある（表6参照）。立軸ポンプの床下の振

表6 ANSI/HI 9.6.4-2022 ガイドライン 立軸ポンプの
電動機上部での振動基準参考値
(推奨流量範囲にて) 抜粋

Table 6 Extract of ANSI/HI 9.6.4-2022 Guideline for Motor
Vibration Criteria at Motor Top (Preferred Operating Region)

単 位	振動速度 (mm/s RMS)	
ポンプ型式	Vertically Suspended Pumps	
測定場所	電動機上部	
出 力	<200 kW	≥200 kW
判定基準 現地	5.0	6.5
判定基準 工場	6.5	8.0

動についてもガイドラインにて参考として基準値の記載があるが、測定される機会も少ないため、ここでは割愛する。

さらに、ANSI/HI 9.6.4-2022では、固形物を取扱うポンプ、スラリーポンプ、および水中ポンプの振動についても規定しているが、ここでの紹介は割愛する。

3-2 ISO規格での振動基準値

ISO規格にはJIS B 8307、B 8308、およびB 8309の基となっている規格があるが、ここでは割愛する。

ポンプの振動基準に焦点を当てた規格として「ISO 10816-7: 2009, Mechanical vibration - Evaluation of machine vibration by measurements on non-rotating parts - Part 7: Rotodynamic pumps for industrial applications, including measurements on rotating shafts」⁽⁷⁾⁽⁸⁾がある。

特筆する点として、他の規格とは異なりポンプの型式により基準値が異なるのではなく、以下の定義のカテゴリ、および出力により基準値が異なる点が挙げられる。

- カテゴリ I：高信頼性、重要性または安全性が要求されるポンプ（例：毒性・危険な流体、重要な用途、石油・ガス、特殊化学、原子力または発電所用のポンプ）。
- カテゴリ II：一般的または重要度の低い用途のポンプ（例：非危険流体のポンプ）。

さらにポンプが運用されてからの振動の状態監視をすることが考慮され、基準評価としてA～Dのゾーンの設定、および警報、異常停止時の推奨値が設定されている。近年、国内でもこの規格を適用し、状態監視を行っているポンプも出てきている。

- ゾーンA：新しく設置された機器の振動値は、通常、

このゾーンに含まれる。

- ゾーンB：このゾーンの振動値の機器は、通常、無制限の長期運転が可能であると考えられる。
- ゾーンC：このゾーンの振動値の機器は、長期間の連続運転に不相当と考えられる。一般的に改善処置の適切な機会が得られるまでの限定した期間だけこの条件での運転が可能である。
- ゾーンD：このゾーンの振動値は、通常、機器に損傷を与えるほど深刻であると考えられる。

判定基準は軸受ハウジングの振動について振動速度（単位：mm/s RMS）にて規定している（表7参照）。

表7 ISO 10816-7: 2009 軸受ハウジングでの
振動基準値（推奨流量範囲にて）抜粋

Table 7 Extract of Vibration Criteria of ISO 10816-7: 2009 at
Bearing Housing (Preferred Operating Region)

単 位	振動速度 (mm/s RMS)			
測定場所	軸受ハウジング			
カテゴリ	カテゴリ I		カテゴリ II	
出 力	≤200 kW	>200 kW	≤200 kW	>200 kW
ゾ ー ン A	2.5	3.5	3.2	4.2
ゾ ー ン B	4.0	5.0	5.1	6.1
ゾ ー ン C	6.6	7.6	8.5	9.5
ゾ ー ン D	>6.6	>7.6	>8.5	>9.5
警報 (最大) (≒ゾーンBの1.25倍)	5.0	6.3	6.4	7.6
異常停止 (最大) (≒ゾーンCの1.25倍)	8.3	9.5	10.6	11.9
判定基準 現地	2.5	3.5	3.2	4.2
判定基準 工場	3.3	4.3	4.2	5.2
f_n と $f_n \cdot z_n$ の周波数成分 での振動値	≤2	≤2	≤3	≤3

f_n ：FFTスペクトルで分解された回転速度の周波数
 z_n ：インペラ羽根枚数

さらに、回転速度が600 min⁻¹未満の場合には、追加で全振幅（単位：μm）でも評価することとしている。ANSI/HI 9.6.4-2022でも同じように評価しているが、異なる点は、FFTスペクトルで分解された回転速度の0.5倍、1倍、および2倍の各々の周波数成分を評価していることである（表8参照）。

また、すべり軸受を採用し、かつ非接触変位センサを装備するポンプでは、軸振動について全振幅（単位：μm）にて規定している。API STANDARD 610でも同じように評価しているが、異なる点は、すべり軸受のクリ

表8 ISO 10816-7:2009 回転速度600 min⁻¹未満の
ポンプの軸受ハウジングでの追加の振動基準値
(回転周波数の0.5、1.0、および2.0倍の周波数成分)
(推奨流量範囲にて) 抜粋

Table 8 Extract of Vibration Criteria of ISO 10816-7: 2009 at
Bearing Housing, Additional Criteria for pumps with running speed
below 600 min⁻¹ valid for filtered values (0.5, 1.0 and 2.0 times the
running speed) (Preferred Operating Region)

単 位	全振動 (μm)
測 定 場 所	軸受ハウジング
ゾ ー ン A	50
ゾ ー ン B	80
ゾ ー ン C	130
ゾ ー ン D	>130
警 報 (最 大)	100
異常停止 (最大)	160
判定基準 現地	50
判定基準 工場	65

表9 ISO 10816-7: 2009 ポンプ軸振動基準値
(推奨流量範囲にて) 抜粋

Table 9 Extract of Vibration Criteria of ISO 10816-7: 2009 at Pump
Shaft (Preferred Operating Region)

単 位	全振動 (μm)
測 定 場 所	すべり軸受近接
ゾ ー ン A	0.33×軸受クリアランス
ゾ ー ン B	0.5×軸受クリアランス
ゾ ー ン C	0.7×軸受クリアランス
ゾ ー ン D	>0.7×軸受クリアランス
警 報 (最 大)	0.6×軸受クリアランス
異常停止 (最大)	0.9×軸受クリアランス
判定基準 現地	0.33×軸受クリアランス
判定基準 工場	0.33×軸受クリアランス

アランスを基準として評価値が設定されていることである (表9参照)。

4. おわりに

本稿では、ポンプの現地、および工場試運転での各種振動基準値を整理し、それらの概要・特徴について述べた。

基準値については基本的に受渡当事者間の協定によって決められるものであるが、各規格においての違い、どの規格を適用するかを把握することは重要である。さらに規格は数年ごとに見直し改訂されるため、動向を注視する必要がある。

各規格を熟読し各々の記載内容を知ることが重要であるが、本稿の内容にて、技術者の知識向上を促すきっかけとなれば幸いである。

<参考文献>

- (1) JIS B 8301 : 2018 遠心ポンプ, 斜流ポンプ及び軸流ポンプ一試験方法
- (2) JIS B 8307 : 2009 遠心ポンプの技術仕様—クラス I
- (3) JIS B 8308 : 2009 遠心ポンプの技術仕様—クラス II
- (4) JIS B 8309 : 2009 遠心ポンプの技術仕様—クラス III
- (5) API STANDARD 610 TWELFTH EDITION, JANUARY 2021, Centrifugal Pumps for Petroleum, Petrochemical, and Natural Gas Industries
- (6) ANSI/HI 9.6.4-2022, American National Standard for Rotodynamic Pumps for Vibration Measurements and Allowable Values
- (7) ISO 10816-7: 2009, Mechanical vibration - Evaluation of machine vibration by measurements on non-rotating parts - Part 7: Rotodynamic pumps for industrial applications, including measurements on rotating shafts
- (8) 長田俊幸 : ISO 10816-7 ポンプ振動規格について, ターボ機械第39巻, 第5号, 2011年5月号, 25-31

<筆者紹介>

仲谷憲哉 : 1995年入社。主にポンプの機器設計業務に従事。
現在、水力機械設計部 部長。

3D スキャナのプラント建設における活用紹介

志澤 俊一

Introducing the use of 3D scanners in plant construction

By Shunichi Shizawa

The Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism is promoting the introduction of CIM(Construction Information Modelling) which is the introduction of 3D models from the planning, survey and design stages, and by adding information to these 3D models, information can be shared among all parties involved throughout the project, including subsequent construction and maintenance management, thereby ensuring quality and increasing the efficiency and sophistication of work for both the contractor and the client. We will introduce the use of 3D scanners in a replacement of existing pant.

1. はじめに

設計・施工・維持管理の一連の過程で情報の一元化、共有、活用による業務の効率化・高度化を図るため、機械設備へのCIM (Construction Information Modeling) 導入を国土交通省が推進している。

この取り組みに対し、増設・更新工事など既設の設備が関係する場合、既設設備を3Dモデル化したデータが必要となるが、既設設備の3Dモデルが無い場合が多い。そこで既設設備の3次元データ取得のために3Dスキャナを導入した。

ここでは、弊社のCIMの取り組みの一つとして、3Dスキャナの機場設計・施工における活用状況について報告する。

2. CIMとは

CIMとは計画・調査・設計段階から3Dモデルを導入し、その3Dモデルに情報を付与することでその後の施工、維持管理など事業全体にわたる関係者間で情報の共有が可能となり、品質確保と共に受発注者双方の業務効率化、高度化を図るものである。

国土交通省などにおいては土木建築工事で発注仕様に盛り込まれており、設備工事も今後発注される予定となっている。

3. 3Dスキャナ

今回、設備として3Dスキャナ（据置型）、データ処理用のソフトウェアを導入した。3Dスキャナはレーザーを測定対象に照射して、反射した位置の座標情報を点として記録し、統合した点群を測定記録とする（以下、点群データと表記）。

測定対象を測定するイメージを図1に示す。

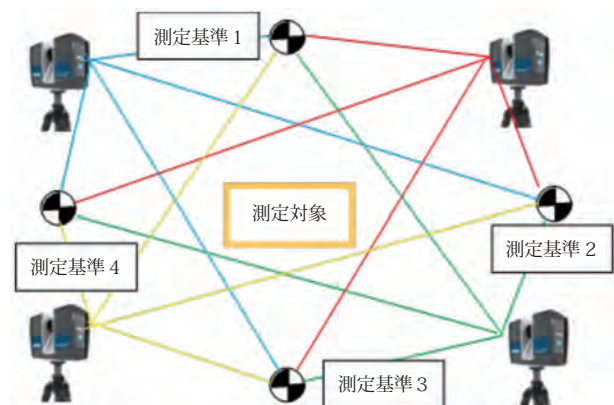


図1 3Dスキャナ測定イメージ

Fig.1 Schematic view of 3D scanner measurement

実際に測定した点群データを図2に示す。3D写真と大きく違うのは任意の位置、方向で測定結果を視認することができる。



図2 機場全体点群データ図
Fig.2 Pump station Point cloud



図3 エンジンまわり点群データ拡大図
Fig.3 Point cloud data around the engine

参考としてエンジンまわりを拡大して表示したデータを図3に示す。

4. 点群データ活用

CIM対応以外に現地工事における活用として下記の効果が見込める。

- (1) 現場調査の測定作業効率化
- (2) 施工図作成の精度アップ
- (3) 施工計画の見える化

各項目について以降に事例を交えて紹介する。

4-1 現地調査の測定作業効率化

高所に測定対象がある場合、従来であれば仮設足場を必要としたが、床面からの測定が可能となり、作業の安全性の確保ならびに仮設設置費用の低減が図れる。

図4-1、図4-2にて高所の測定事例を示す。

従来の現地調査と3Dスキャナによる測定を比較し得られた効果は次のとおりである。

- (1) 設備の干渉確認が容易に実施できる。
- (2) 調査漏れによる再測定が発生しない。
- (3) 高所測定時の仮設が不要となり、作業工数削減および安全性が向上する。

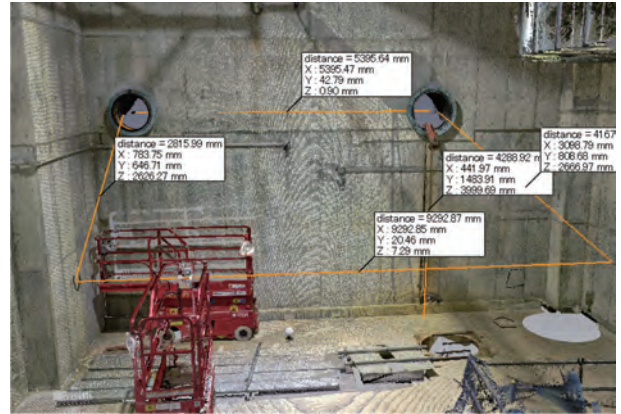


図4-1 高所の測定
Fig.4-1 Measurement at height

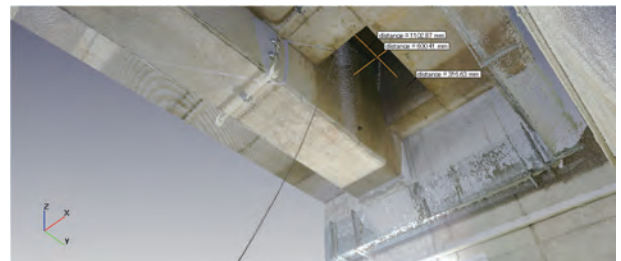


図4-2 天井開口部
Fig.4-2 Ceiling opening section

4-2 施工図作成の精度アップ

現地調査に起因する最も多い不適合事例が「図面に記載のない既設構造物」の記録・測定漏れによる機器の干渉などである。配置計画時に機場の点群データを確認することで、干渉の不適合について発生を抑制することができる。

また、更新工事においては更新後の据付状態が撤去前にはイメージしにくく現地調査において必要箇所の測定に漏れが生じてしまう。この問題に対して点群データに3Dモデルをインポートして配置計画をシミュレーションすることで施工図の精度アップが可能となる。

図5-1から図5-3は他社製横軸ポンプを歯車減速機搭載型立軸斜流ポンプに更新する工事での活用事例となる。この機場は機器の撤去・据付が段階的に行われており、最終の正確な図面を確認することが困難であった。これに対し、点群データを用いて計画することで、現在の状況に合わせて検討することが可能となり、既設架台の改造範囲や計器箱の取付位置見直しなどが計画しやすくなった。



図5-1 ポンプ更新前-点群データ図
Fig.5-1 Before pump update - point cloud

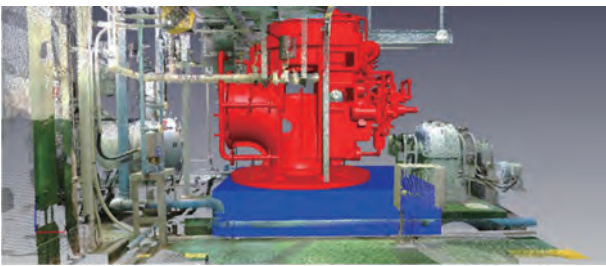


図5-2 ポンプ更新後-3Dモデル配置図
Fig.5-2 After pump update - 3D Model placement diagram

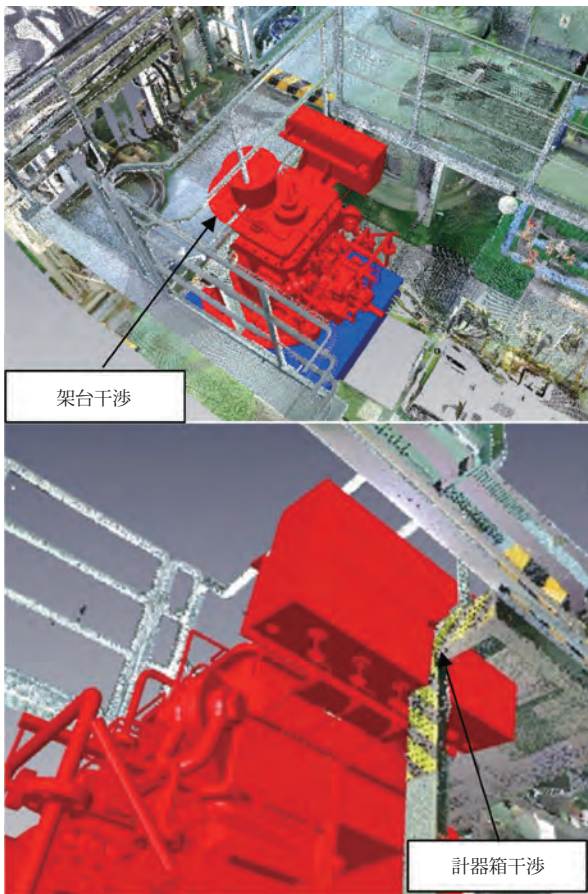


図5-3 干渉確認図
Fig.5-3 Collision simulation

また、任意のポイントで寸法測定が可能（精度数mm程度）であり、配置計画変更した際に再度現地に測定へ赴かなくても机上で寸法確認できた。

以上より、既設設備のある機場の点群データ取得は以下の効果があり、施工図作図の精度アップとなる。

- ① 任意の箇所寸法測定が机上で容易にできる。
- ② 記録・測定漏れがなく、精度の高い配置計画ができる。
- ③ 設計者が出来上がりの状態を視覚的に確認でき、据付後のイメージがしやすい。
- ④ 配置計画のレビュー時に設計者と調査・承認者が同一のイメージを持つことができる。

4-3 施工計画の見える化

施工計画は監督者に施工手法の承認を得るための図書として最も重要な位置づけとなる。中でも搬出入、仮設の計画は細かく計画し監督者に十分説明する必要がある。

図6-1～図6-3に搬出シミュレーションおよび仮設を計画したものを図示する。

施工計画に点群データを用いて見える化することで、搬出計画が高度化するとともに監督者への説明がしやすくなる。

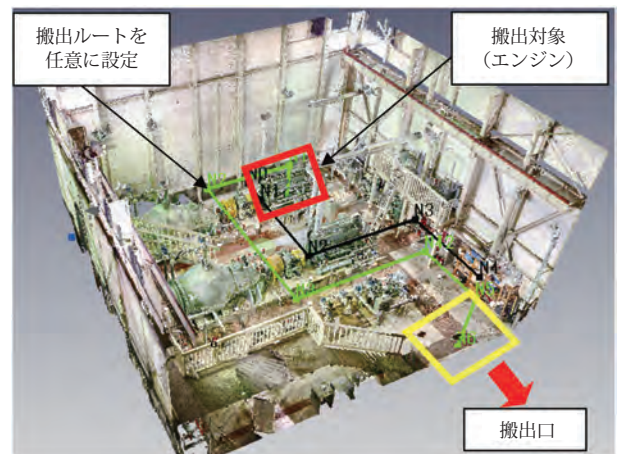


図6-1 搬出ルートシミュレーション
Fig.6-1 Export route simulation



図6-2 干渉確認図
Fig.6-2 Collision simulation

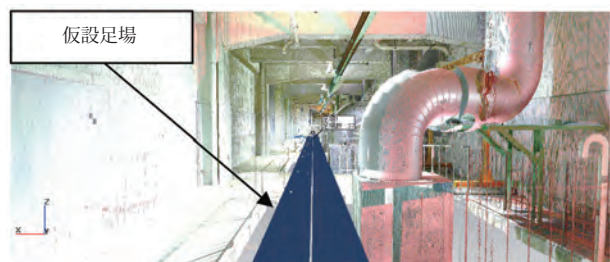


図6-3 足場レイアウト図
Fig.6-3 Scaffolding layout

5. おわりに

3Dスキャナ導入により、更新工事におけるCIMへの対応が可能になった。また、活用次第で現地調査、施工図作成、施工計画において工数低減、品質向上に繋がる技術が導入できたと考える。

今後は、

- ① 測定方法による精度向上
- ② 技術者の育成
- ③ CIM対応3Dモデル作成

を課題として取り組む必要があり、継続対応していく。

<筆者紹介>

志澤 俊一：2005年入社。システム設計業務に従事。

現在、プラント建設部システム設計課 主事

北海道 八幡排水機場 排水ポンプ設備

稲垣尚正 牛丸たかし

Yahata Drainage Pumping Station in Hokkaido

By Naomasa Inagaki and Takashi Ushimaru

Yahata Drainage Pumping Station is one of twenty pumping stations located in Ebetsu City, Hokkaido, and serves to alleviate flooding caused by the river's inland waters. The station was established in 1982.

During maintenance work on the No.1 main pump in 2022, DMW proposed improvements a submerged bearing lubrication method. A previous lubrication method was external lubrication into the bearings so, the grease was leaking to pump liquid. Due to environmental impact, we changed the lubrication method to collect the grease. The modification work has been completed and we report the details herewith.

1. はじめに

八幡排水機場は北海道江別市に20箇所ある排水機場の内の1つで、石狩川水系・篠津川右岸に位置し、河川の内水による湛水被害の軽減を目的とした機場である(図1)⁽¹⁾⁽²⁾。

本機場のNo.1、2主ポンプは昭和57年(1982年)に設置されたエンジン+減速機駆動の横軸斜流ポンプであり、当時の当社標準構造となっている。

令和4年度(2022年度)のNo.1主ポンプの無水化工事では、寒冷地対策を目的とした排水ポンプの修繕およ

びエンジン、減速機の更新が計画された。ポンプ修繕にあたり、水中軸受の潤滑については、環境負荷の低減を図り現在の当社標準構造であるグリース回収式を試行し、社内試験により問題のないことを確認した上で採用した。

その工事が完了したので以下に報告する。

2. ポンプ設備

2-1 ポンプ仕様

No.1主ポンプの仕様を表1に示す。



図1 八幡排水機場周辺位置図⁽³⁾
Fig. 1 Location of Yahata pump station

表1 No.1主ポンプ仕様
Table 1 Specifications of pump

用途	排水ポンプ
形式	横軸斜流ポンプ
台数	1
口径	1 350 mm
全揚程	4.55 m
吐出し量	240 m ³ /min
出力	270 kW
軸受潤滑	外部軸受：オイル潤滑 水中軸受：グリース潤滑
駆動機	エンジン 減速機

2-2 既設ポンプの構造の特徴

- ① ポンプは減速機を介し、ディーゼル機関にて駆動する (図2)。
- ② 主要部品は全て床上に設置されており、ケーシングは上下水平二つ割り構造となっている。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)が容易に点検できる。
- ③ 水中軸受摺動部には軸スリーブ、グランド部摺動部にはパッキンスリーブを取付け、整備時に取替容易な構造としている。
- ④ 水中軸受にはすべり軸受を採用し、ポンプ主軸の回転に連動するグリースポンプにより自動的に水中軸受部に給油される構造としている。

2-3 客先要求による改善実施内容

- ① エンジン、減速機を更新し、潤滑水や冷却水が不要な機器構成として無注水化を図る (図3)。
- ② ポンプ軸封部をグランドパッキンからラビリンス

シールに更新し、無注水化を実施する。

2-4 弊社自主的取り組みによる改善実施内容

水中軸受へのグリース潤滑はグリース回収構造とし、環境に配慮した構造への改善を実施する。

3. 水中軸受グリース回収構造について

近年では、本ポンプを製作した当時とは比較にならないほど世界的に環境に対する意識が高まっており、現在新たに納入する同形式ポンプは水中軸受部の構造をグリース回収構造とすることを標準としている。

このような状況から、既存のポンプにおいても環境に配慮した機器に改善していくことは重要であると考えられる。なお、既存のポンプをグリース回収構造に変更するためには既設ポンプに合わせた方法と調整が必要であり、この手法については別途特許出願に向けて検討を進めている。

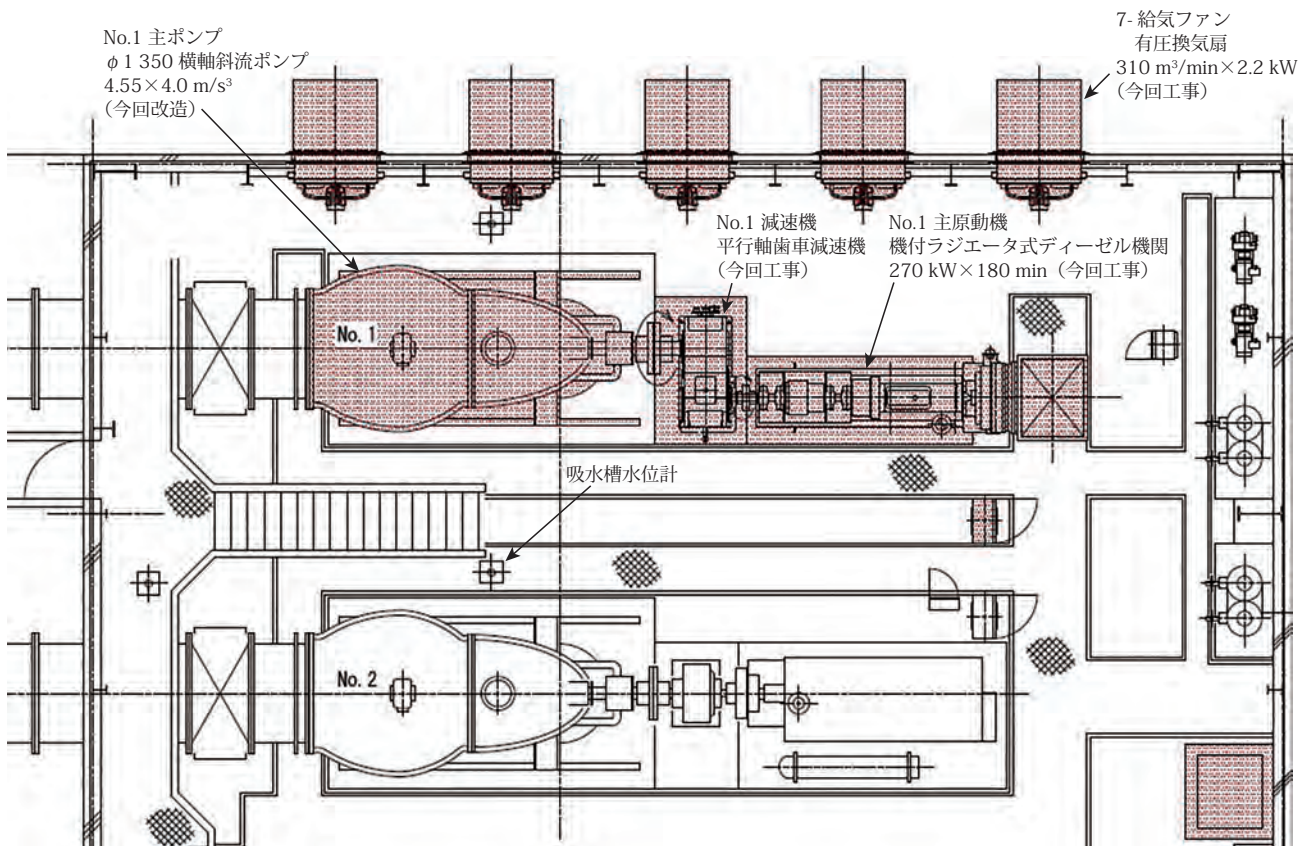


図2 据付平面図

Fig.2 Layout of pumping station

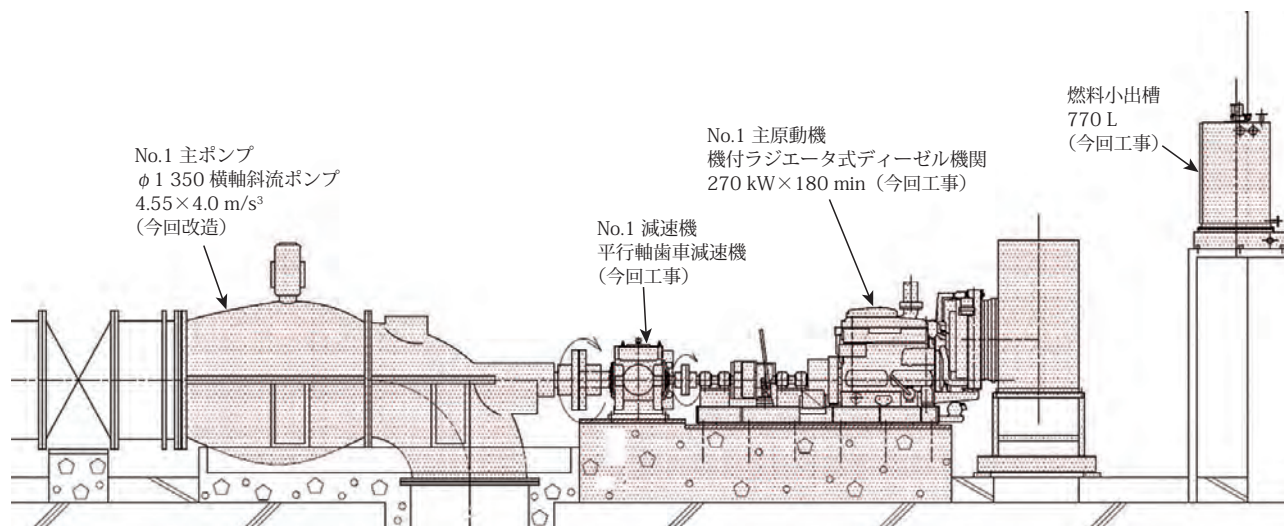


図3 据付断面図

Fig.3 Sectional view of pumping station

4. おわりに

本機場において構造改善を実施できたことは、今後の他機場も含めた同形式ポンプの整備における参考事例となっていくものと考えます。

ご検討、ご協力いただいた北海道開発局 札幌開発建設部殿並びに関係各位に厚く御礼を申し上げます。

<参考文献>

- (1) 国土交通省 北海道開発局
(www.hkd.mlit.go.jp)
(2023/4/2 アクセス)

- (2) 江別河川防災環境事業協同組合
(e-kasenbosai.jimdofree.com)
(2023/4/20 アクセス)
- (3) 地理院地図 Vector
(<https://maps.gsi.go.jp/>)
(2023/5/9 アクセス)

<筆者紹介>

稲垣 尚正：2007年入社。主にポンプ設備のシステム設計に従事。現在、プラント建設部 施工管理課 主任。

牛丸たかし：2019年入社。主にポンプ設備の設計業務に従事。現在、水力機械設計部 特機課

長野県 相之島排水機場 排水ポンプ設備

杉本慶太郎 高橋直也

Ainoshima Drainage Pump Station in Nagano

By Keitaro Sugimoto, and Naoya Takahashi

Ainoshima Drainage Pump Station is one of four pumping stations located in Suzuka City, reducing flood damage to agricultural land in the Hino and Toyosu region. Ainoshima Drainage Pump Station-Phase 1 was built in 1966. Flooding has occurred for three consecutive years since 1981. Due to this, Phase 2 was built in 1990 and No.1 & 2 main pumps were already replaced to new pumps. In 2020, No.3 main pump was replaced and upgraded from a horizontal pump to a vertical pump.

1. はじめに

相之島排水機場は、長野県須坂市に4箇所ある排水機場の内の1つで、百々川を境に右岸(北)側を受け持っており、豊洲、日野地域の低地地区に広がる農耕地の湛水被害を軽減している機場である。

八木沢川流域の湛水防除施設として1966年に完成したが、1981年から3年連続の水害発生を受け、1990年に第二機場を増設している。

機場の設置から長い年月が経過し、排水施設の老朽化により機器の更新が計画された。No.1、2主ポンプは既にポンプ更新を行っており、2019年度には原動機が更新されている。そして、2020年度の今回工事でNo.3主ポンプ設備の更新を行った。更新を実施したNo.3主ポンプについて、以下に詳細を述べる。

2. ポンプ設備

近年、雨水流入量の増加による排水能力の向上と起動性の向上をはかるため、既設No.3主ポンプ、口径900mm、エンジン掛けの横軸斜流ポンプから、口径1350mm、電動機掛けの立軸斜流ポンプへの更新を行った。当初の計画ではポンプ上部に直交軸かさ歯車減速機を設置した構造であったため、ポンプ据付面から減速機・電動機の軸中心まで約3.8mと高い位置の設置となる(図2参照)。土木構造物の築造が必要となることや点検時の作業効率が悪くなることから、減速機搭載型立軸斜流ポンプの提案を行い、採用となった。

2-1 No.3主ポンプの仕様

今回更新したNo.3主ポンプの仕様を表1に示す。



図1 相之島排水機場周辺位置図
Fig. 1 Place of Ainoshima pump station

表1 主ポンプ仕様
Table 1 Specifications of pump

形式	歯車減速機搭載型立軸斜流ポンプ
口径 (mm)	1350
全揚程 (m)	4.4
吐出し量 (m ³ /min)	250
出力 (kW)	250
取扱流体	河川水
台数	1

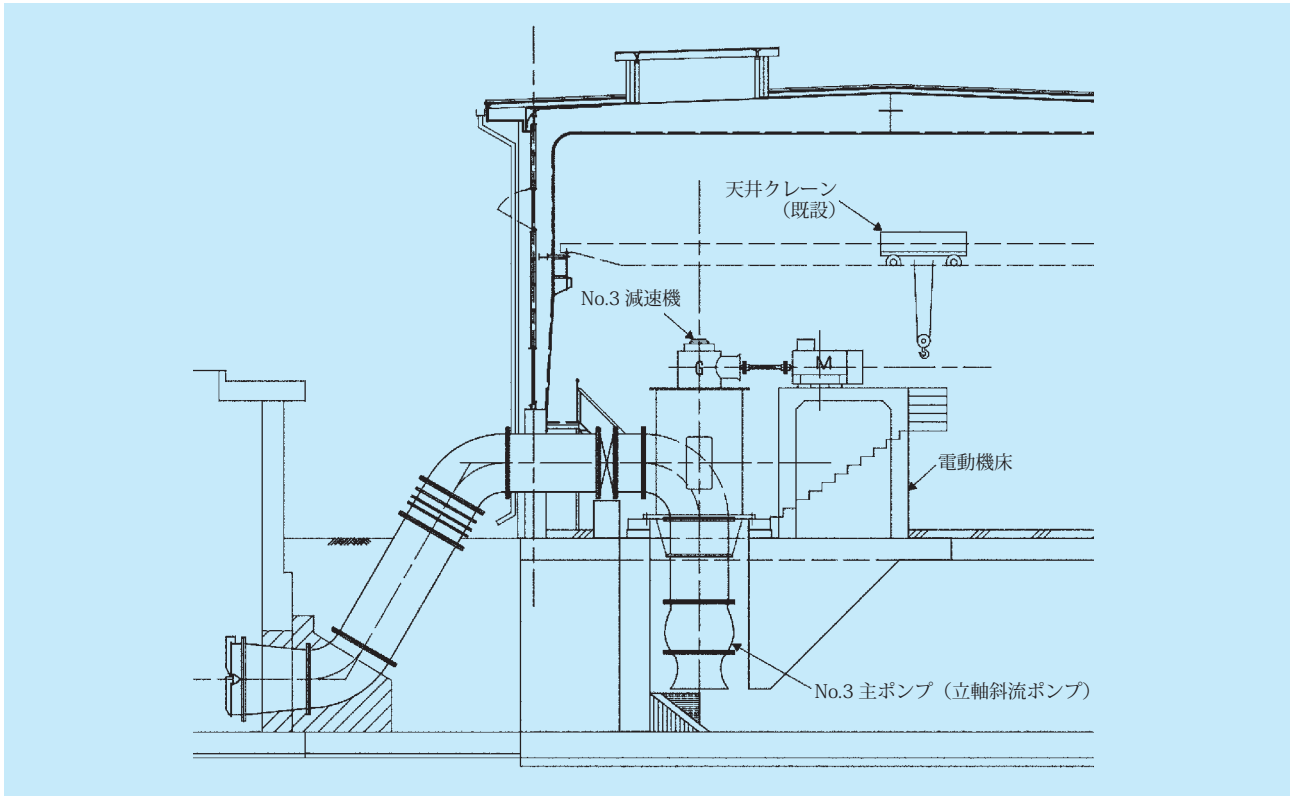


図2 据付断面図 (当初の計画図)

Fig.2 Sectional view of pumping station (planning Diagram)

2-2 ポンプの構造と特徴

歯車減速機搭載型立軸斜流ポンプの外観を図3に示す。ポンプの構造と特徴を下記に示す。

- ① 横軸ポンプを立軸化する場合、ポンプ床とは別に電動機床を設けなければならないが減速機搭載型立軸ポンプを採用することにより、一床式にて対応した。これにより土木構造物の築造は不要となった(図4参照)。



図3 歯車減速機搭載型立軸斜流ポンプ外観

Fig.3 View of pump

- ② 同一床面で減速機、電動機などの全ての機器が管理可能であり、メンテナンスがシンプルである。
- ③ 減速機用潤滑油の油タンクは、吐出しエルボの背面に接しており、吐出しエルボ内を流れる揚水との間で熱交換を行う自己冷却方式となっている。
- ④ 吐出しエルボに一体化された潤滑油タンクは、十分な容量を備えているため、別置き油タンクは不要である。
- ⑤ 吐出しエルボの減速機部に取り付けられた透明なポリカーボネート製点検窓から歯車の目視点検が可能である。

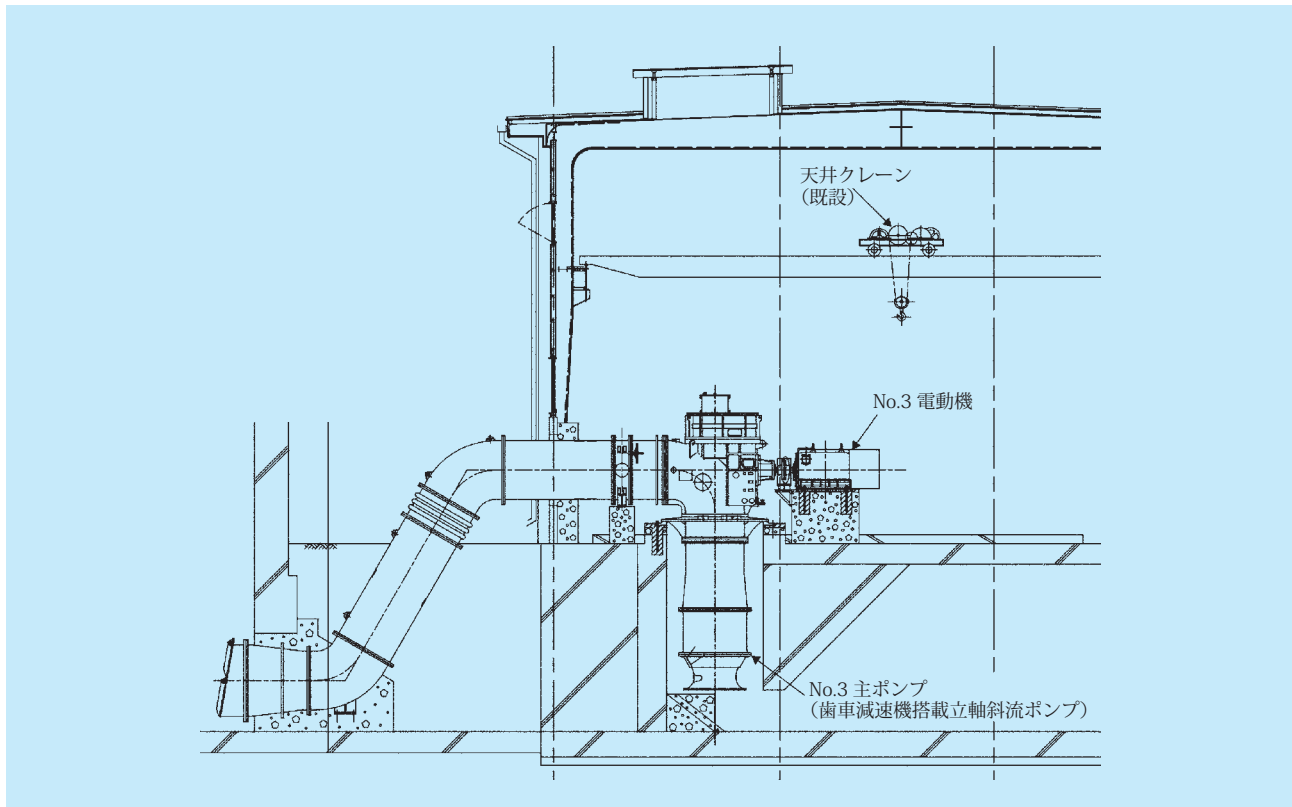


図4 据付断面図 (更新後)

Fig.4 Sectional view of pumping station (updated)

3. おわりに

近年見られる異常気象や排水条件の変更により、既存のポンプ設備の排水能力向上が求められるようになってきている。今回工事では、当社が長野県で初めて減速機搭載型立軸ポンプの据付を行った機場となった。横軸ポンプから立軸ポンプへの更新においては、今回工事のような新しい技術による対応が重要となるため、今後の工事の参考になれば幸いである。

最後に本設備の設計、施工にあたりご指導頂きました長野県長野地域振興局様、須坂市様ならびに関係各位に深く感謝いたします。

<参考文献>

- (1) Googleマップ
(<http://www.google.co.jp/maps>)
(2023/4/18アクセス)

<筆者紹介>

- 杉本慶太郎：2019年入社。ポンプ設備のシステム設計に従事。
現在、プラント建設部 システム設計1課
高橋 直也：2015年入社。ポンプ設備の営業技術に従事。
現在、営業本部 社会システム技術室
技術2課 主任

日本下水道事業団 佐賀市下水浄化センター 送風機設備

下村 萌乃香 杉山 幸太郎

Blower for Saga City Sewage Treatment Center of Japan Sewage Works Agency

By Honoka Shimomura and Kotaro Sugiyama

Saga City Sewage Treatment Center is located in Saga prefecture, and the center treats sewage in district of Saga city since 1978. For this project, we supplied One⁽¹⁾ blower known as the AM-Turbo[®], which consists of a cast iron casing and does not require auxiliary items such as a water-cooling system and a forced lube oil unit. This report shows the construction features of the multi-stage centrifugal aeration blower.

1. はじめに

佐賀市下水浄化センターは佐賀市西与賀町に位置しており、昭和53年(1978年)11月から稼働し、佐賀市内(計画面積 4 326.4ha)で発生した汚水を受け入れている⁽¹⁾。処理した水は本庄江川を通じて有明海に放流しており、資源の有効利用として、有明海での冬場の海苔養殖期には、栄養分を多く含んだ処理水を放流している⁽²⁾。図1に佐賀市下水浄化センターの全景を示す。



図1 佐賀市下水浄化センター全景
Fig. 1 Saga City Sewage Treatment Center anoramic view

今回、佐賀市下水浄化センターの送風機設備工事として送風機1台および付帯設備を納入した。本件では、日本下水道事業団御発注の工事としては初めて、強制給油装置が不要である鋳鉄製AM-Turbo[®]を納入したので、以下にその概要を紹介する。

2. 送風機設備の概要

本センターの既設送風機設備は、高速軸浮上式ターボブロワ2台と歯車増速式単段ターボブロワ1台で運用され、反応槽への送気を行っていた。

今回、既設送風機のうち老朽化したNo.3送風機(歯車増速式単段ターボブロワ)を撤去し、AM-Turbo[®]1台に更新した。送風機据付平面図を図2に示す。

既設の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水設備が不要となる。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・停止時の放風運転無しで運用可能のため不要となった(図3)。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。既設送風機との対比表を表1に示す。

3. ブロワ概要

3-1 ブロワ仕様

本ブロワの仕様を表2、外観を図4に示す。

3-2 構造と特徴

本ブロワの特徴を以下に示す。

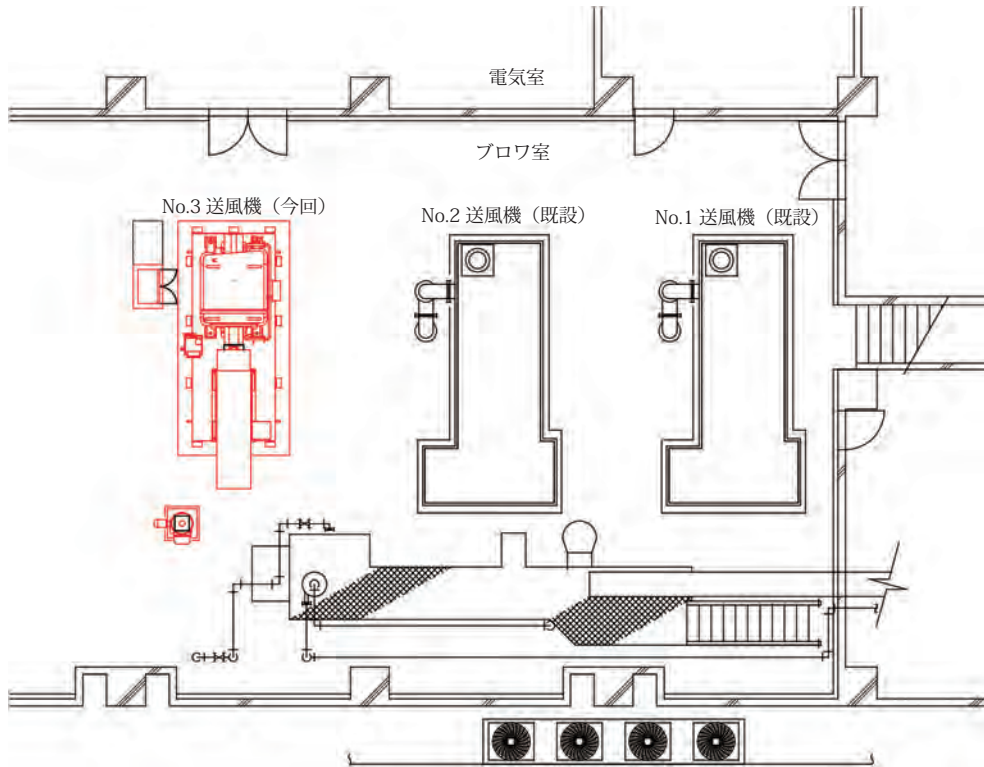


図2 送風機据付平面図

Fig.2 Plan view of blowers

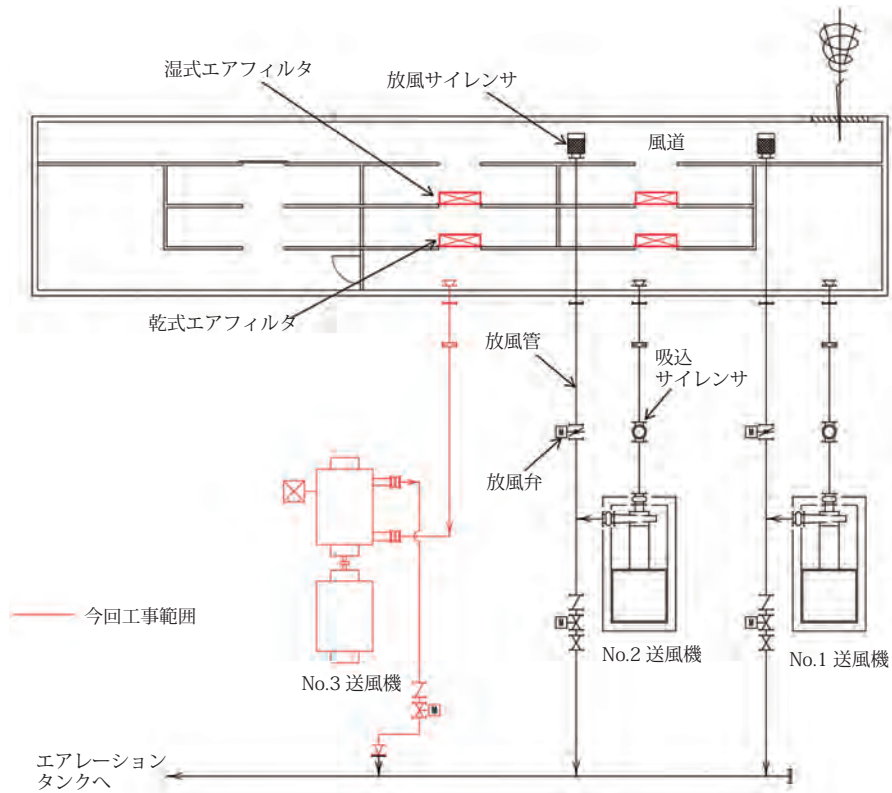


図3 送風機設備フローシート

Fig.3 Flow sheet of blower station

表1 既設送風機との比較

Table 1 Blower specification comparison

機 器	No.3送風機 (既設)	No.3送風機 (今回)
形 式	歯車増速式 単段ターボブロワ	電動機直結式片吸込多段 ターボブロワ (鋳鉄製) AM-Turbo®
軸 受	すべり軸受	ころがり軸受
軸受潤滑方式	強制給油方式 (個別給油方式) 水冷	オイルバス方式 強制給油装置不要 自己空冷
風量制御範囲	約63 ~ 100% 約80 ~ 128 m³/min	30 ~ 100% 45 ~ 150 m³/min
防音カバー	有	無
放風配管	有	無



図4 ブロワ外観
Fig.4 View of blower

表2 ブロワ仕様
Table 2 Blower specifications

形 式	電動機直結式 片吸込多段ターボブロワ (鋳鉄製)
口 径 (mm)	350/300
風 量 (m³/min)	150
昇 圧 (kPa)	68.5
出 力 (kW)	230
取 扱 気 体	空気
台 数	1

(1) 回転体

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

(2) ケーシング

ケーシングは鋳鉄製の多段式で、水平二つ割構造であ

る。上ケーシングを分解することで回転体の取り出しが可能となり、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 (図5)

本ブロワには、自己空冷式のころがり軸受ユニットを採用している。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ユニットを採用していた。AM-Turbo®は回転体の軽量化を実施することで軸受負荷荷重が軽減し、ころがり軸受の選定を可能としている。



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

(4) 風量制御装置

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

(5) 補機の削減

前項で述べたとおり、本ブロワは自己空冷式のころがり軸受ユニットを採用している。これにより、従来すべ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。補機の削減によって、その消費電力も削減となり、設備全体として省エネルギー化に寄与している。

(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はブロワ吐出し圧力を利用するため、電気動力や外部からの空気の導入が不要となり、省エネルギー化を図っている。図6にオイルミスト回収装置構成図を示す。

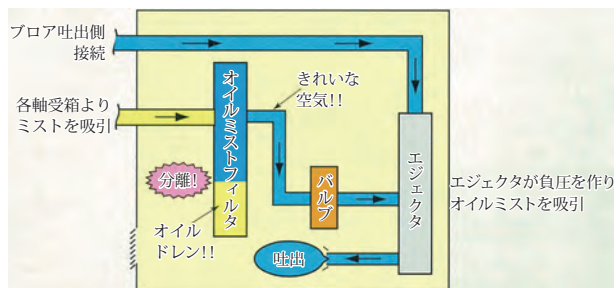


図6 オイルミスト回収装置構成図
Fig.6 Configuration of oil mist separator system

4. おわりに

佐賀市下水浄化センターにおける送風機設備工事の概要を紹介した。さまざまな設備において省エネルギー化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。

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、ご助言を頂いた日本下水道事業団、佐賀市上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) 佐賀市上下水道局ホームページ
<https://water.saga.saga.jp/main/568.html>
アクセス日：2022年9月29日
- (2) 佐賀市上下水道局発行「上下水道だより」
2019春号（平成31年3月発行）

<筆者紹介>

- 下村萌乃香：2018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
- 杉山幸太郎：2015年入社。送風機設備のシステム設計に従事。現在、プラント建設部 システム設計2課



Rabigh Refining & Petrochemical/ Thermal oxidizer air blower

富田雅俊

Thermal oxidizer air blower for Sulfur recovery unit - Petro Rabigh, Saudi Arabia

By Masatoshi Tomita

DMW multistage turbo blowers have been used in various gas processing plants and petroleum refinery plants. For this project, we supplied 4 sets of air blowers to Rabigh Refining & Petrochemical Company (Petro Rabigh) for a Sulfur Recovery Unit (SRU) in Saudi Arabia. This plant expansion project includes with the addition to tail gas treatment unit on the downstream of the SRU. The existing air blowers supplied by DMW in 2007 will be replaced with newly design. These blowers are used in thermal oxidizer in this project. This report shows design features of a thermal oxidizer air blower.

1. はじめに

当社の鋳鉄製多段ターボブロワは、石油精製、ガス処理プラントに数多く納入されている。今回、商社経由でRabigh Refining & Petrochemical Company社 (Petro Rabigh) の硫黄回収装置 (SRU) 向けに、Thermal oxidizer air blowerを4台納入した。納入先であるサウジアラビアのラビグ地区は、紅海に面したマッカ州の北西に位置している。本プラントは石油化学製品の原料を製造する設備で、当社が納入するThermal oxidizer air blowerは、原料製造プロセスで排出される硫黄化合物から硫黄分を回収するSRUでの空気ブロワとして使用される⁽¹⁾。今回の計画はプラント環境負荷低減のために、既存のSRUで排出されるテールガスから更に硫黄分を除去するための処理装置を増設改修する。当社は本プラント向けへThermal oxidizer air blowerを2007年に納入しており、今回はその能力増強機器として設備更新する。

このたび、受注したThermal oxidizer air blowerの工場試運転が完了したので以下にその概要を紹介する。納入先であるサウジアラビアのマッカ州ラビグ地区の位置を図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の系統図に示す。

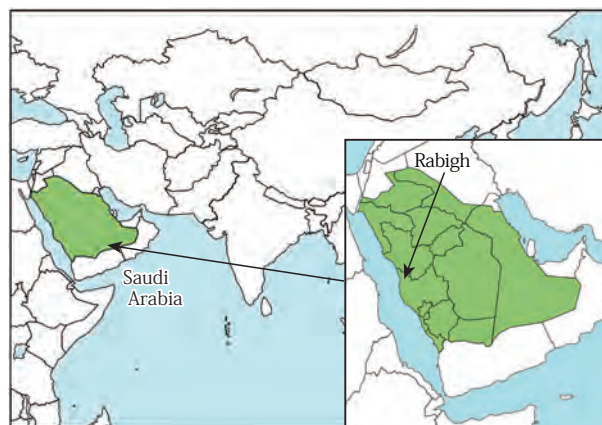


図1 サウジアラビア ラビグ地区

Fig. 1 Rabigh in Saudi Arabia

今回納品した電動機駆動の片吸込鋳鉄製多段ターボブロワはオイルバス潤滑方式の軸受とし、強制給油装置を必要としない。ブロワおよび電動機は共通ベース上に配置され、ブロワの吸込および放風ラインにはサイレンサを設置している。ブロワのサージング領域での運用を避けるために、ブロワの吸込風量をピトー管により測定し、分散制御システムにて放風弁による風量制御を実施している。さらに吸込ラインのサイレンサの下流には一定風圧制御用に吸込弁を設置している。ブロワの吸込および吐出しノズルには、熱伸びを吸収することを目的に伸縮管継手を付属している。以下に構成機器について述べる。

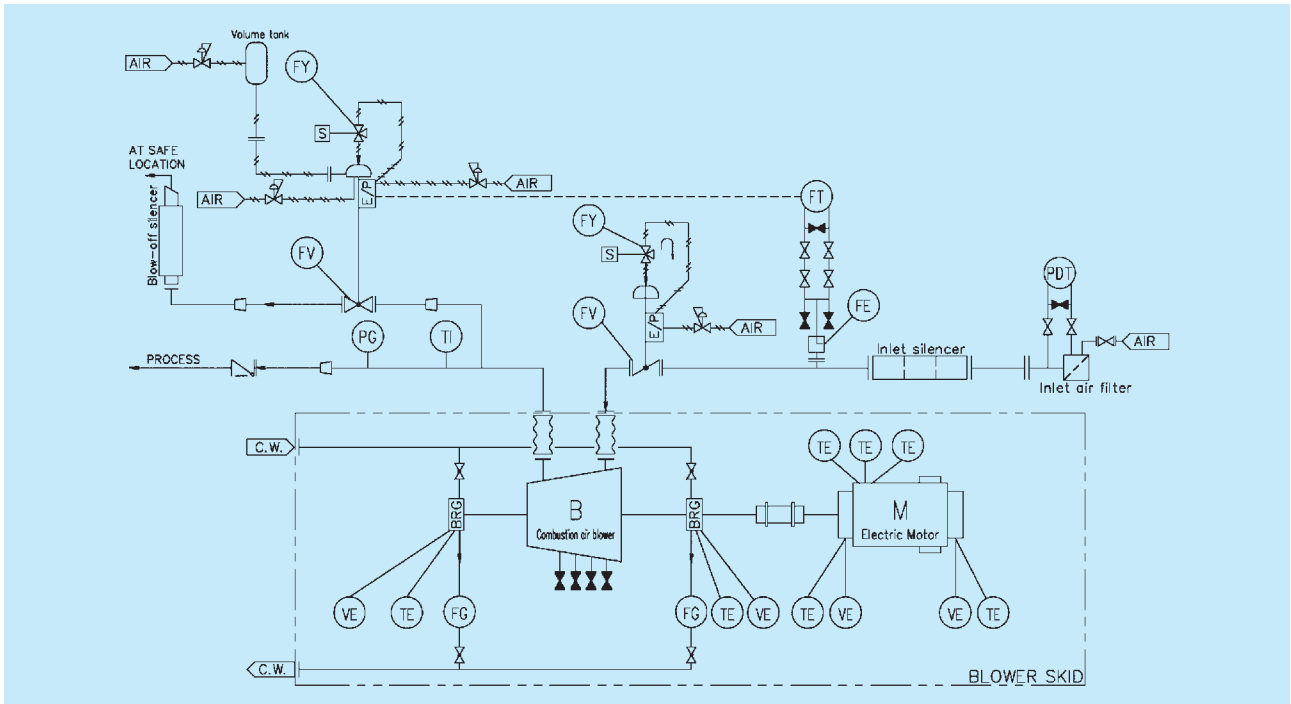


図2 系統図
Fig.2 P&I Diagram

2-2 Thermal oxidizer air blower

Thermal oxidizer air blowerは反応炉へ大気から空気を圧送するためのブロワである。表1にThermal oxidizer air blowerの仕様、図3に外観を示す。

表1 Thermal oxidizer air blower仕様
Table 1 Thermal oxidizer air blower specifications

形 式	鋳鉄製片吸込 多段ターボブロワ
吸込/吐出口径 (mm)	600/500
風 量 (m ³ /min)	約402
昇 圧 (kPa)	約43
取 扱 気 体	空気
電 動 機 出 力 (kW)	420
台 数	4



図3 Thermal oxidizer air blower外観
Fig.3 View of thermal oxidizer air blower

2-3 ブロワの構造と特徴

本ブロワはAPI673 3rd Editionに準拠した構造のブロワである。その構造と特徴を以下に述べる。

ブロワのインペラは国内向け、海外向け問わず多くの納入実績を有する高張力鋼板と炭素鋼鍛鋼材を組み合わせた溶接構造品を採用している。既設更新対象機と同様に、最適な形状検討と信頼性を確保している。

ケーシングはダクタイル鋳鉄を使用した水平二つ割構

造を採用している。既設更新対象機は炭素鋼板製の溶接ケーシングであり、能力増強と効率向上の観点から今回は鋳鉄製ケーシングを採用している。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行なえ、ブロワのメンテナンスが容易に実施できる構造となっている。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および閉止弁を付属している。

軸受ユニットは一体型構造としており、水冷式によるジャケット冷却とし、スラスト軸受ユニットはブロワのシャフトに取り付けた冷却ファンによる空冷式を併用している。図4にプレーン側軸受ユニットの外観を示す。軸受はころがり軸受を採用しており、ジャーナル荷重およびスラスト荷重を深溝玉軸受により支持している。ブロワ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、API673規格の軸受寿命を確保している。また、軸受の潤滑方式はコンスタントレベルオイルによるオイルバス潤滑であり、設定した油面高さを下回ると自動補給される機構を有する。

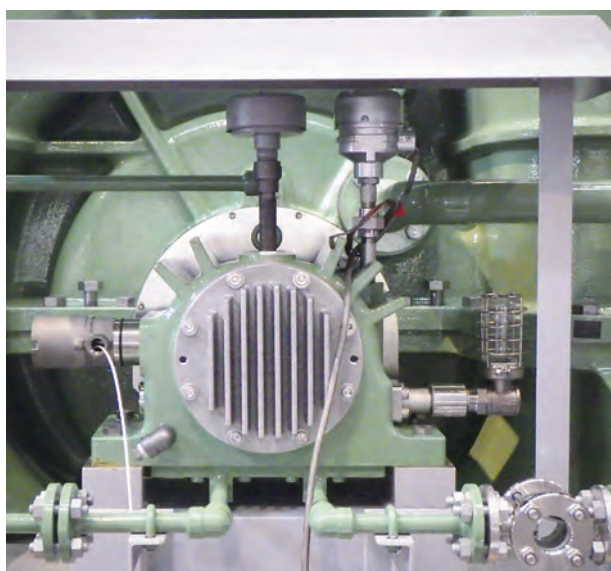


図4 軸受ユニット 外観
Fig.4 View of bearing unit

2-4 機械状態監視システム

ブロワおよび電動機は機器の状態監視を目的に、軸受ユニットに測温抵抗体と振動センサを付属している。機側に取り付けた各計測器から顧客の信号取合いとなる端子箱までの計装配線は、ポリ塩化ビニルで被覆された電線管を用いて耐食性および耐候性を確保している。測温抵抗体と振動センサとの各端子箱はブロワおよび電動機でそれぞれ独立して設置しており、個別のメンテナンスが可能なレイアウトを採用している。

2-5 機器の搬出計画

機器の輸送計画として、共通ベース上に配置した機器を一体で吊上げ、据付することが要求されている。今回

は既設先行機の据付基礎の寸法制限もあり、共通ベース外形に制約があった。共通ベースの吊り手強度を確保するとともに、機器の全体重心が吊上げ位置と一致するように、吊上げ工具を特殊工具として納入している。一体吊りを実施した外観を図5に示す。



図5 機器の一体吊り
Fig.5 Single point lifting of the blower



図6 工場試験
Fig.6 Factory acceptance test

3. 工場試験

工場試験は、実機の電動機を組合せた状態で実施した。性能については、API673規格および顧客要求により指定されている許容値、基準値を満足しており、機器の健全性を確認した。また、ブロワの振動、軸受温度についても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。工場試験時の様子を図6に示す。

4. おわりに

サウジアラビア向のThermal oxidizer air blowerの概要を説明した。当社は中東、中央アジア地域で多くの納入実績を有しており、高い信頼性の評価を得ている。その中で、ブロワはプラント内で重要な役割を担っているため、今後も、設備の用途、重要性を十分に認識し、顧客の信頼と満足を得られるよう努力していく所存である。

おわりに、本ブロワの計画・製作にあたり適切なご指導、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) Petrowiki
https://petrowiki.spe.org/Gas_treating_and_processing#Claus_Process.5B3.5D
(2023/5/22アクセス)

<筆者紹介>

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



CPGCBL/Matarbari Ultra Super Critical Coal-Fired Power Project向けMAIN COOLING WATERポンプ

秋山 祐 片山景市

MAIN COOLING WATER PUMP for CPGCBL/ Matarbari Ultra Super Critical Coal-Fired

By Yu Akiyama and Keiichi Katayama

We have supplied 4 sets of MAIN COOLING WATER PUMP (MCWP) and Sump physical model study and Model Pump Test for Matarbari Ultra Super Critical Coal-Fired Power Project from Toshiba Plant system Corporation. Matarbari Ultra Super Critical Coal-Fired Power Plant is located in the Matarbari island in southeastern Bangladesh and power generation capacity is 600 MW×2 ultra-supercritical coal-fired power plants. The user is Coal Power Generation Company Bangladesh (CPGCBL).

1. はじめに

バングラデシュ人民共和国において新設される超々臨界圧石炭火力発電設備建設工事のうち、MAIN COOLING WATER PUMP (MCWP) 4台と水槽模型試験・ポンプ模型試験一式をこのたび納入した。本マタバリプロジェクトは、バングラデシュ南東部のマタバリ島に同国最大規模となる600 MW×2基の超々臨界圧石炭火力発電所と深海港を建設する複合プロジェクトで、国際協力機構による円借款事業として建設資金が賄われ、住友商事株式会社、東芝エネルギーシステムズ株式会社、株式会社IHIの3社がコンソーシアムを組成し、ユーザはバングラデシュの石炭火力公社 (Coal Power Generation Company Bangladesh : CPGCBL) である。本プロジェクトのうち、BOP (Balance of Plant : 蒸気タービン・発電機、ボイラーなどの主機に付帯する機器類・設備など)

の供給・据付および試験調整業務を担当した東芝プラントシステム株式会社経由で本案件を受注している。

2. ポンプ仕様および構造と特長

本ポンプの仕様を表1に、ポンプ概略構造を図1に、ポンプ外観を図2に示す。

表1 ポンプ仕様
Table 1 Specifications of pump

型 式	立軸斜流ポンプ (回転体フルアウト型)
吐出し口径	84inch
全 揚 程	27 m
吐 出 量	46 000 m ³ /h
出 力	4 500 kW
取 扱 流 体	海水
台 数	4

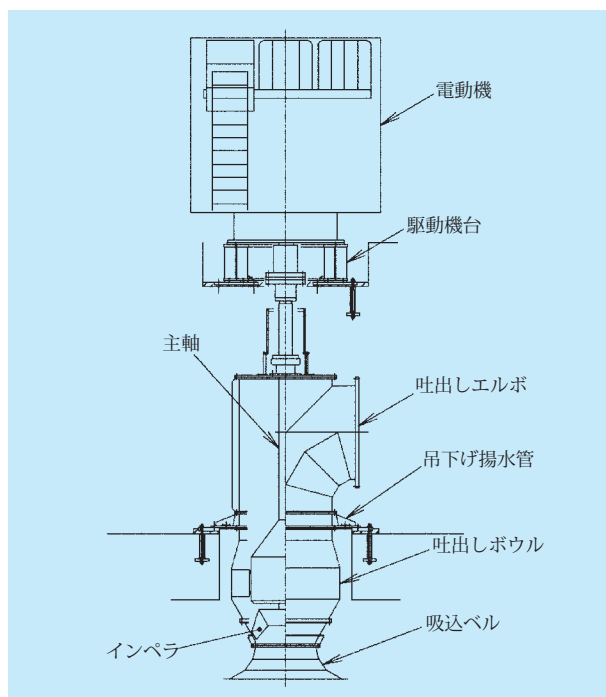


図1 ポンプ概略構造

Fig. 1 Configuration of pump

2-1 ポンプ構造

本ポンプは維持管理性を向上するため、水路やポンプ井の止水を行わずにポンプ回転体を引抜くことのできるプルアウト式を採用している。回転体プルアウト式は次の特長を有している。軸受ケース、水中軸受支えを従来の外筒一体構造から、プルアウト構造に変更することで、ポンプ外筒部を分解することなく、回転体および軸受を地上部へ引き抜くことが可能である。

また、主軸一本構造で中間軸継手を持たず、軸受注水配管および計装機器の無い、シンプルな構造の設備となっている。

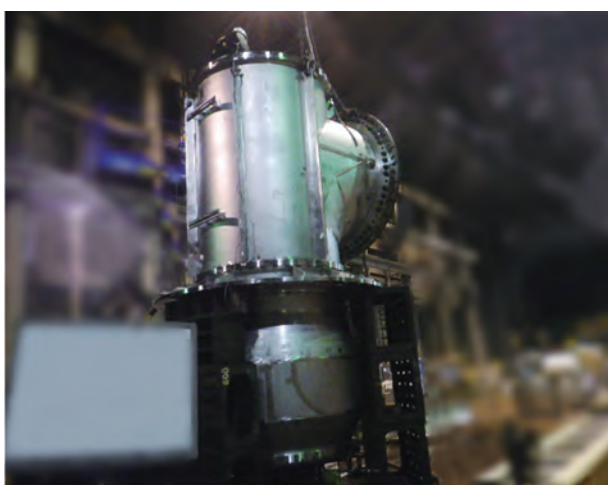


図2 ポンプ外観
Fig.2 View of pump

2-2 ポンプ材質

本ポンプの主要材質は、海水接水部全て二相系ステンレスを採用しており、インペラ：二相系ステンレス鋳鋼、吐出しボウル・吸込ベル・吐出しエルボ・揚水管・吊下げ揚水管：二相系ステンレス鋼の溶接品、主軸：二相系ステンレス鋼である。

3. 水槽模型試験

ポンプ取水槽において、ポンプの円滑な運転に支障をきたす有害な渦の発生の有無を評価することを目的に、水槽模型試験を実施した。試験はANSI/HI (American National Standard for Pump Intake Design) 9.8-2018に基づいて行った。本プロジェクトでは4台のポンプを納入するが、図3に示す概略図のように取水槽が2台分ずつに分かれた対称形状であるため、2台分を模擬範囲として水槽模型を作成した(図4)。

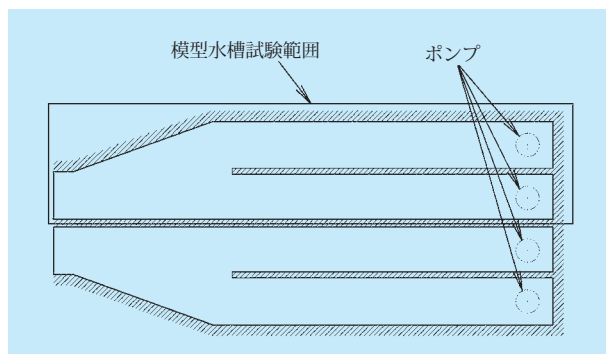


図3 ポンプ取水槽概略図
Fig.3 Pump sump image

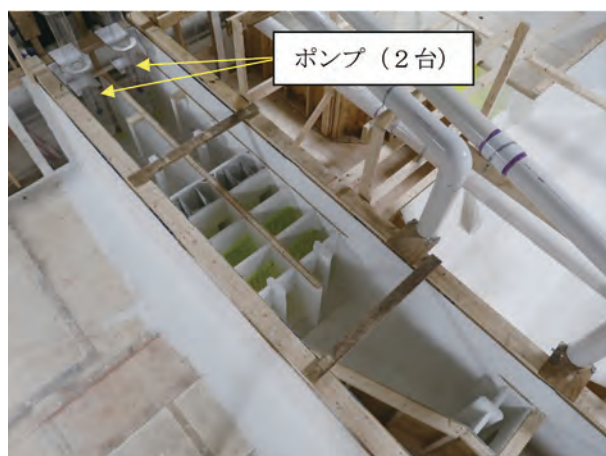


図4 水槽模型
Fig.4 Model Overview

図5に水槽模型試験に使用した模型ポンプを示す。ポンプペルマウス周りで発生する渦は、ポンプ外形、水槽形状に依存し、ポンプ内部(インペラなど)の流れによる影響はほとんどないことが一般的に言われている。そ

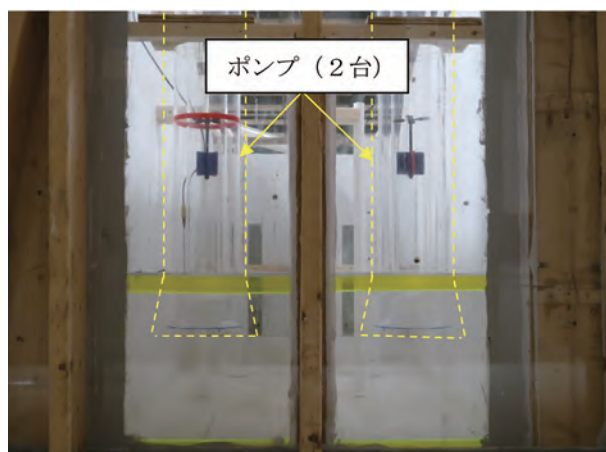


図5 水槽試験模型ポンプ
Fig.5 Model pumps

のため、ポンプの形状は外形形状のみ実機と同一とした。模型ポンプは内部監察のためにアクリル製とした。

試験条件については、渦の発生は水槽内流速に依存し、速いほど発生しやすくなるため、水位をLWL、流量は最大許容運転流量（仕様点流量の120%）とした。また、追加の確認として、仕様点流量、HWLでの組合せ試験も実施した。

まず、当初計画されていた構造にて水槽試験を行ったところ、上流からの流れに偏流がある影響もあり、**図6**に示すような水中渦が発生した。そこで、**図7**に示す渦流防止装置を水槽に設置して再度試験を行い、水中渦が発生しないことを確認した。

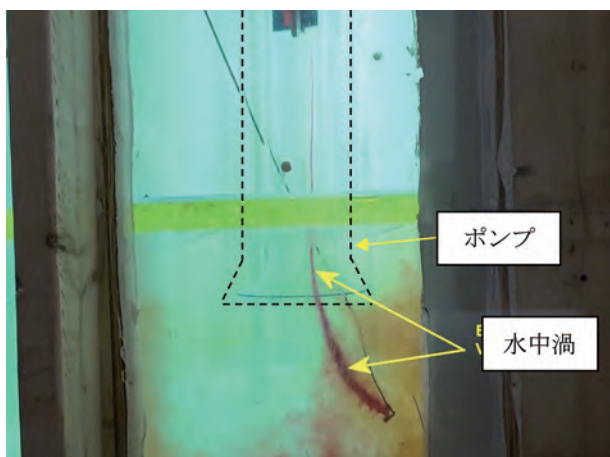


図6 水中渦発生
Fig. 6 Submerged vortex (Back wall vortex)

4. ポンプ模型試験

本ポンプはモータ出力が4 500 kW、吐出し量46 000 m³/hと大きく、工場での試運転が困難であることから、模型ポンプを製作して性能確認を実施した。試験はJIS B 8327：2013（模型によるポンプ性能試験方法）に基づいて行った。**図8**に模型ポンプ試験装置の外観を示す。模型ポンプは吸込ベルから吐出しエルボまでを実機ポンプと相似になるよう模擬している。また、取水槽には水槽模型試験で形状決定した渦流防止装置を設置している。試験では全ての検査項目において、仕様を満足する結果がえられた。



図8 模型ポンプ試験装置外観
Fig. 8 Model pump test equipment

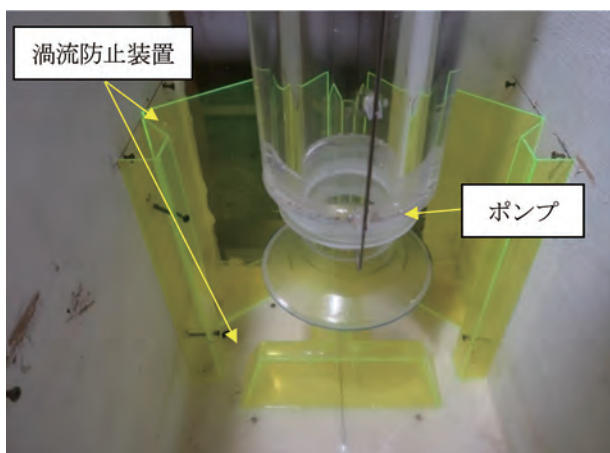


図7 渦流防止装置
Fig. 7 Anti vortex device

5. おわりに

CPGCBL / Matarbari Ultra Super Critical Coal-Fired Power Project向けMAIN COOLING WATERポンプの概要を説明した。本ポンプは水槽模型試験・ポンプ模型試験・実機製作・耐圧試験・モデル照合試験・組立検査を実施し無事に出荷した。

最後に本ポンプの計画・製作にあたり終始適切な御指導と御協力を頂いたCPGCBL殿、東芝プラントシステム株式会社殿の関係各位に心より感謝の意を表します。

<参考文献>

- (1) 東芝プラントシステム株式会社 ホームページ
<https://www.toshiba-tpsc.co.jp/pdf/topics/20170912.pdf>
バングラデシュ人民共和国で石炭火力発電設備建設工事を受注
(toshiba-tpsc.co.jp) (2023/4/5アクセス)

<筆者紹介>

- 秋山 祐：2009年入社。主に、立軸斜流ポンプの機器設計業務
に従事。現在、水力機械設計部水力機械1課 主任。
片山景市：2012年入社。ポンプ、送風機および流体関連機器の
研究開発に従事。現在、技術研究所 研究課 主任。



ここで活躍しています

－ 2022年 製品紹介 －

1. ポンプ

1-1 農林水産省東北農政局

河南二期農業水利事業所 中区機場

(1) 概要

本工事は、既存の中区第一排水機場と定川支川排水機場を統廃合し、新たに中区機場を新設することで、近年の排水量の増加に対応した機場を建設することを目的とした工事で、2023年2月に完成し、運用が開始されている。

(2) 特徴

設備の特徴として、中区第一排水系3台(9.7 m³/sec)、定川支川排水系2台(4.0 m³/sec)合計5台の排水ポンプが稼働している。監視制御においては、運転支援装置が採用されており、運転や故障履歴などの帳票作成機能のほか運転操作ガイダンス機能を有しているため、運転操作員の負担軽減が図られている(図1)。



図1 横軸斜流ポンプ

【定川支川排水系】

- 口径1 000 mm横軸斜流ポンプ×1台
2.0 m³/sec×2.3 m×70 kW×166 min⁻¹
(ディーゼル機関駆動)
- 口径1 000 mm横軸斜流ポンプ×1台
2.0 m³/sec×2.3 m×65 kW×165 min⁻¹
(電動機駆動)

1-2 堺市上下水道局

浜寺下水ポンプ場No.3雨水ポンプ設備

(1) 概要

浜寺下水ポンプ場は、1988年4月に供用開始され、現在の雨水排水能力は2 050 m³/minを有している。今回、老朽化したNo.3雨水ポンプ設備の改築更新を行った(図2)。



図2 立軸斜流ポンプ

(3) 仕様

【中区第一排水系】

- 口径1 500 mm横軸斜流ポンプ×1台
5.1 m³/sec×2.9 m×210 kW×123 min⁻¹
(ディーゼル機関駆動)
- 口径1 000 mm横軸斜流ポンプ×2台
2.3 m³/sec×3.0 m×95 kW×189 min⁻¹
(電動機駆動)

(2) 特徴

浜寺下水ポンプ場は大阪湾に隣接しているため、水質調査を実施した。分析の結果、水道水質基準の200 mg/Lを大幅に上回る希釈海水が流入していることを確認したため、ポンプ主軸材質について材質変更を提案し、耐海水性に実績のある材質構成としている。

(3) 仕様

口径1 800 mm二床式立軸斜流ポンプ×1台

480 m³/min×12 m×1 300 kW

(ディーゼルエンジン駆動)

1-3 電源開発株式会社

奥清津発電所 主給水ポンプ更新

(1) 概要

奥清津発電所は新潟県南魚沼郡に位置する国内屈指の揚水式水力発電所である。本発電所には水車発電電動機の冷却水供給などに使用される主給水ポンプが予備機を含め5台設置されており、このうち今回老朽化に伴い2台を更新した。

(2) 特徴

ポンプのケーシングは横軸水平割り型で、軸受はグリース潤滑の玉軸受を使用しているためメンテナンスが行いやすいものとなっている。軸封部はメカニカルシールで、フラッシングラインにはサイクロンセパレータを設けて微細な異物を除去するようにしている。

今回既設更新のため、既存設備を極力活かすようポンプの吸込・吐出し口など取合い位置を同等に製作し、現地での取替工事の負担を軽減するものとした。

(3) 仕様

口径400×350 mm 横軸両吸込渦巻ポンプ×2台

22 m³/min×45 m×230 kW×1 500 min⁻¹

(電動機駆動) (図3)

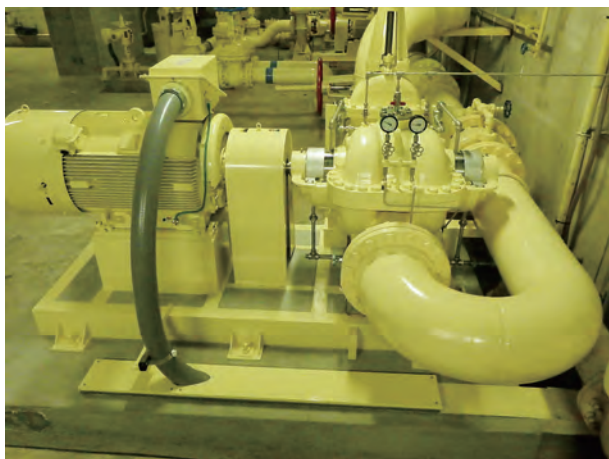


図3 横軸両吸込渦巻ポンプ

1-4 L&T Engineering Limited経由、
HPCL Rajasthan Refinery Limited (HRRL)、
India向け、Sump pump納入

(1) 概要

HRRL, IndiaへDual Feed Cracker Unit (DFCU) の中に使われるタンクに蓄積されたオイルを除去するために使われる小口径多段縦軸ポンプ4機種8台を納入した。

(2) 特徴

当該ポンプは、タンクフランジの上に直接据付けされ、API610-11th Edition適用、小口径でありながらインペラ段数は最大10段でSeal planは53B (水冷)を採用。当社のDMW, Indiaが、設計と製作と検査の全てを担当した。

(3) 仕様

• SKIMMED OIL PUMP

口径40 mm立軸多段渦巻ポンプ×2台

3.6 m³/hr×58.5 m×5.5 kW

• AROMATICS BLOWDOWN SUMP PUMP No.1

口径40 mm立軸多段渦巻ポンプ×2台

2.5 m³/hr×55 m×5.5 kW

• AROMATICS BLOWDOWN SUMP PUMP No.2

口径40 mm立軸多段渦巻ポンプ×2台

2.5 m³/hr×54 m×5.5 kW

• AROMATICS BLOWDOWN SUMP PUMP No.3

口径40 mm立軸多段渦巻ポンプ×2台

2.5 m³/hr×56 m×5.5 kW

2. 送風機

2-1 東京都下水道局

葛西水再生センター送風機8号

(1) 概要

葛西水再生センターは、1981年に稼働した下水処理施設で、荒川の河口に位置している。

処理区域は、荒川と江戸川に囲まれた江戸川区の大部分と葛飾区の一部で、処理した水は東京湾に放流している。また、その一部を砂ろ過してセンター内で機械の洗浄・冷却やトイレ用水などに使用している。

今回、葛西水再生センター送風機棟に設置してある送風機設備が老朽化したため、これを再構築し、補機が不要である鋳鉄製多段ターボブロワ (AM-Turbo[®]) を設置した (図4)。

(2) 特徴

本設備では、省エネルギーおよびメンテナンスコスト低減対策として2017年度優秀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、強制給油装置および潤滑油冷却設備といった補機が不要となった。そのため従来型送風機設備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が向上すると共にメンテナンスコストの削減ができ、また省エネルギー化にも大きく貢献することができる。

(3) 仕様

口径600/500 mm片吸込5段ターボブロワ×1台
460 m³/min×72.0 kPa×700 kW



図4 口径600/500 mm 鑄鉄製多段ターボブロワ

2-2 愛知県尾張建設事務所

新川東部流域下水道事業

機械棟機械設備工事 (送風機)

(誰もが働きやすい現場環境工事)

(1) 概要

新川東部浄化センターは、北名古屋市二子松江並びに九之坪五反地にあり、凝集剤添加硝化脱窒法による日最大13 390 m³の水処理能力を有している。

今回設置した鋼板製多段ターボブロワは、下水の高級処理に必要なエアレーション用空気を供給するために使用する (図5)。

(2) 特徴

本送風機設備は、環境対策として送風機の吐出圧力を利用して軸受で発生するオイルミストを吸引する動力不要のミストセパレータシステム (MSS-α®) を採用した。

(3) 仕様

口径250/200 mm鋼板製多段ターボブロワ×1台
60 m³/min×64 kPa×110 kW×400 V



図5 鋼板製多段ターボブロワ

2-3 住友重機械工業(株)殿/日揮(株)殿

石巻ひばり野バイオマス発電所御用

ボイラファン納入

(1) 概要

石巻ひばり野バイオマス発電所向けにボイラファン3台を納入した。当該ファンは住友重機械工業(株)殿が納める循環流動層 (CFB) ボイラの付帯機器として、燃焼用空気の送り込みおよび排気用途として使用される。

(2) 特徴

石巻ひばり野バイオマス発電所では木質バイオマス燃料を燃やして作られた蒸気をタービン発電機で発電に利用したのち、空気式復水器にて冷却する方法を採用するなど、環境負荷低減を考慮した設備で、公害防止や地域社会との共存共栄に配慮した発電事業を行っている。当該ファンは与えられた運転点に対し最も効率の良いモデルで設計し、所内動力の低減に貢献している。

(3) 仕様

- 1次押込ファン (図6)
#16片吸込ターボ送風機×1台
2 845 m³/min×21.1 kPa×1 280 kW
- 2次押込ファン (図7)
#13片吸込ターボ送風機×1台
2 007 m³/min×11.1 kPa×510 kW
- 誘引ファン (図8)
#12両吸込ターボ送風機×1台
8 761 m³/min×5.76 kPa×1 230 kW



図6 1次押込ファン



図8 誘引ファン



図7 2次押込ファン



東京都下水道局殿 王子第二ポンプ所ポンプ設備工事受注

王子第二ポンプ所は北区に建設される新規のポンプ所である。当該地区の大部分の雨水は王子ポンプ所を經由して隅田川へ放流されているが、更なる浸水被害対策として雨水排水能力の増強を目的に、王子第二ポンプ所に雨水ポンプ設備を設置するものである。

雨水ポンプについては『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：2018年4月から2019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工事でもある。

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った。

この共同研究に対し、実用化技術の事後評価として、

篠崎ポンプ所ポンプ設備再構築その2工事で納入した雨水ポンプにて現地フィールド検証（期間：2021年6月3日から2022年6月2日まで）を完了し、本工事でもこの水中軸受を継続納入する。

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、現在はさまざまな解析を行い鋭意設計・製作中である。

本ポンプは先行待機（全速）形電動機直結立軸斜流ポンプとなり、製作・据付には非常に高度な技術力と技術検証を要する。こうした難易度の高いポンプ工事を受注することは、社会インフラの一端を担う企業としての技術力継承と、安全施工に対する技能継承のために必要不可欠であり、今後もお客様満足度の向上を第一に、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1 350 mm 先行待機（全速）形 電動機直結立軸斜流ポンプ	235 m ³ /min	12.5 m	680 kW	4

関東農政局殿 浅羽揚水機場ポンプ設備製作据付工事受注

このたび、浅羽揚水機場ポンプ設備製作据付工事を受注した。

揚水機場が位置する浅羽地域は、静岡県磐田市および袋井市南部の中世浅羽荘の地で、江戸時代の新田開発により「浅羽庄一万石」といわれた穀倉地帯が造られた。現在は、国営天竜川下流土地改良事業などで造成された農業水利施設により農業用水が供給され、土地利用型農業が盛んに行われている。

しかしながら、前述事業により造成された既設浅羽揚水機場においては、落雷による機器の緊急停止・故障などの不測の事態が発生しているほか、老朽化による施設の性能低下が生じており、農業用水の安定供給に支障を来している状況である。

そのため、農業用水の安定供給および農業水利施設の維持管理の費用と労力の軽減を図るため、既設浅羽揚水機場の西側用地に新機場が建設され、本工事において、表1に示すポンプ設備を新設するものである。

現在、2025年1月の完成を目指して、維持管理労力および運転経費の軽減に配慮した設備となるよう、鋭意設計・製作中である。

静岡県三島市に製作工場を有する当社として、地元静岡県内のポンプ設備工事を施工することは、技術力継承、安全施工の継続に不可欠であり、今後もお客様満足度の向上を第一に、継続的な受注に向けて営業活動を展開する所存である。

(文責：島田裕介)

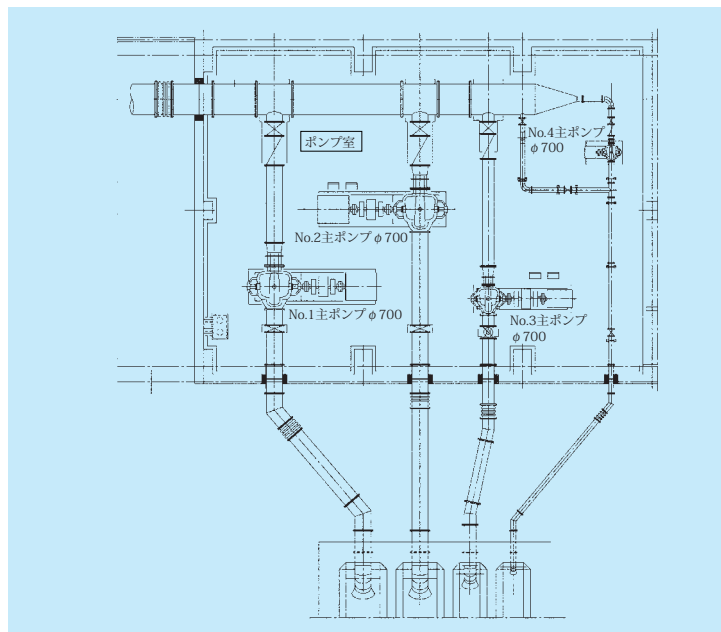


図1 場内平面図

表1 ポンプ仕様

ポンプ名称	形式	吐出し量	全揚程	取扱流体	電動機出力	台数
1、2号ポンプ	口径700 mm 横軸両吸込単段渦巻ポンプ	65.88 m ³ /min	21.7 m	河川水	300 kW	2
3号ポンプ	口径500 mm 横軸両吸込単段渦巻ポンプ	36.00 m ³ /min	21.7 m	河川水	167 kW	1
4号ポンプ	口径200 mm 横軸両吸込単段渦巻ポンプ	4.2 m ³ /min	21.7 m	河川水	22 kW	1

西宮市上下水道局 浜ポンプ場No.4雨水ポンプ設備受注

このたび、西宮市上下水道局より浜ポンプ場No.4雨水ポンプ設備を受注した。

西宮市では西宮処理区の合流幹線から流入する雨水を雨水ポンプ設備にて大阪湾に排水している。浜ポンプ場は、1973年に運転開始されてから49年が経過し老朽化しているため、本工事にてNo.4雨水ポンプを更新する。

図1に既設ポンプ据付断面図、図2に更新ポンプ据付断面図、表1に既設ポンプ仕様、表2に更新ポンプ仕様

を示す。

既設No.4雨水ポンプは、横軸斜流ポンプの仕様であったが、本工事により建屋構造を改造することなく、容易に立軸化することができる、減速機搭載型立軸斜流ポンプ（Ⅱ型）に更新するものである。

現在、2024年3月の工事竣工を目指して、鋭意設計・製作を進めている。

(文責：永井達也)

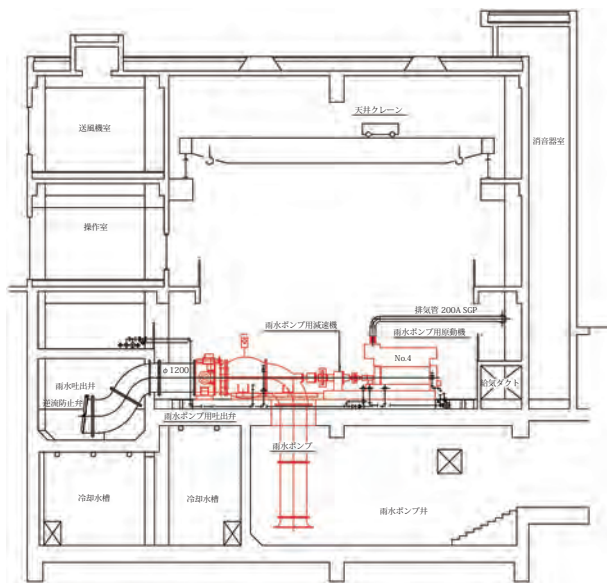


図1 既設ポンプ据付断面図

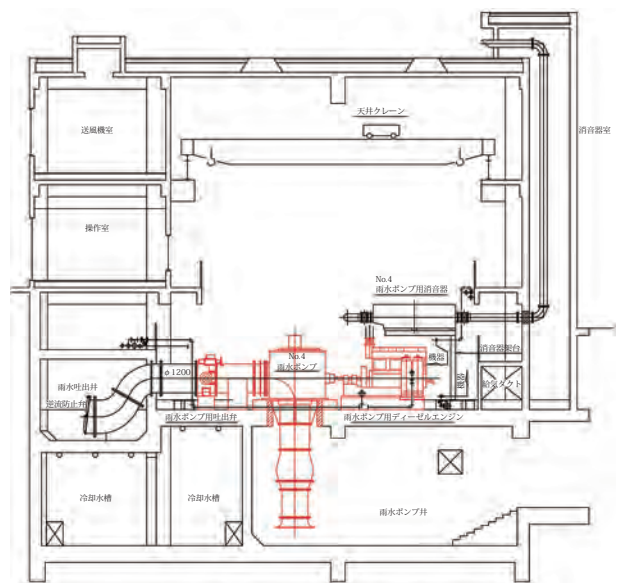


図2 更新ポンプ据付断面図

表1 既設ポンプ仕様

ポンプ名称	形式	吐出量	全揚程	原動機出力	台数
No.4雨水ポンプ	口径1 200 mm 横軸斜流ポンプ	198 m ³ /min	6.5 m	330 kW	1

表2 更新ポンプ仕様

ポンプ名称	形式	吐出量	全揚程	原動機出力	台数
No.4雨水ポンプ	口径1 200 mm 減速機搭載型立軸斜流ポンプ（Ⅱ型）	255 m ³ /min	7.7 m	470 kW	1



日揮株式会社殿／株式会社INPEX殿 ブルー水素・アンモニア製造実証試験向けポンプ2台受注

このたび当社は、エンジニアリング会社である日揮株式会社殿より、株式会社INPEX殿が実施する「ブルー水素・アンモニア製造・利用一貫実証試験」にて使用されるBFWポンプを2台受注した。

本ポンプはAPI674に基づいて設計された高効率で省エネルギー型、横型3連式プランジャポンプである。

本ポンプユニットは主にポンプ、電動機、減速機、脈動抑制装置から構成される。ポンプ仕様を表1に示す。

海外のダイヤフラムポンプメーカーとの競合であったが、実績より受注に至った。

引き続き、エネルギーの脱炭素化、水素やアンモニアなどのクリーンエネルギーの生産・供給拡大に寄与し、エネルギーの安定供給と脱炭素社会の実現に貢献していく所存である。

(文責：坂井志帆)

表1 ポンプ仕様

ポンプ名称	形式	吐出し量	圧力	取扱流体	電動機出力	台数
BFWポンプ	1-7/8×3 HR3EG-D	6.3 m ³ /h	吸込み：0.155 MPaG 吐出し：8.27 MPaG	ボイラ給水	30 kW	2



「IDA World Congress & Exhibition」への出展

2022年10月9日から13日までの5日間、シドニーで開催されたIDA（International Desalination Association）主催の展示会に出展した。IDAは当社が会員であるJDAの上部組織となり、国連とも提携している淡水化と淡水技術に特化する非営利団体である。新型コロナウイルスの影響により、2019年ードバイ以来の3年ぶりの開催となった。世界の淡水化のリーディング企業であるエンドユーザー、EPCほか、日系の水処理メーカー、膜メーカー、ポンプメーカーも出展した。

当社はTVプログラム「ガリレオX」で放映されたビデオ・カタログ・パネルを用いて、当社の淡水化エネルギー回収装置DeROs[®]を紹介した。

淡水化事業では、消費電力の低減が今後の大きなテーマのひとつだが、当社DeROs[®]の再エネルギー効率99.7%による消費電力の低減、ピストンタイプによる長寿命設計、またポンプ製造会社として、エネルギー回収装置と併せて、プラントに必要な各種ポンプを包括して供給できることが、参加者の注目を集めた。

（文責：佐藤久貴）

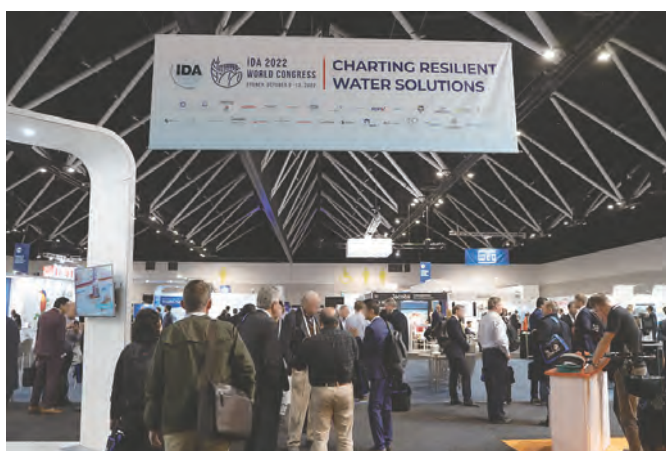


図1 会場全景



図2 電業社ブース

機場探訪

国土交通省 中国地方整備局

福山河川国道事務所 安那排水機場編

安那排水機場が排水を受け持つ高屋川は、その源を岡山県井原市の中国山地に発し、その地域は広島・岡山両県に跨り、幹線流路延長24 kmで芦田川に合流しています。川北地域は、太古には穴海であった神辺平野で、機場が建設された安那地区はその中にあります。その地形から、浸水被害の常襲地域となっていました(図1)。

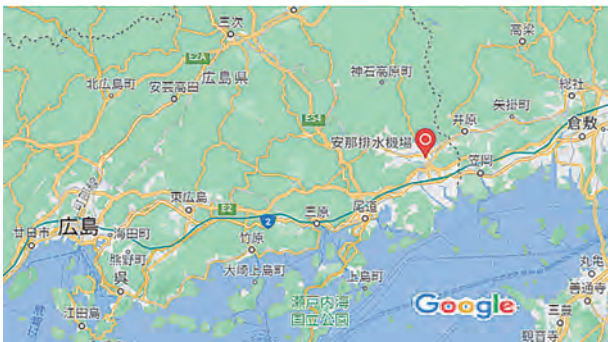


図1 機場の場所

安那地区は、加茂川と箱田川に囲まれた流域面積約10 km²の内水地域で、昔から水田、畑などが多く、水に恵まれた土地といえますが、江戸時代前半まで海水の逆上による被害の絶えない地域でもあったのです。

水害の歴史では、1972年7月、1976年9月、1985年6月の内水被害が激しく、数日もの間、浸水状態になる事態が発生しています。これは、芦田川へ流入する高屋川の勾配がゆるやかな天井川であり、出水時、支川である六間川、六反田川などから高屋川へ流入できなくなるため、周囲が湛水状態となっていました。

安那排水機場は、この内水被害を軽減する目的で、広島県福山市神辺町川北に総事業費約5億円を投じて、第1期工事が1972年より開始されました。

1974年度に300 m³/minの横軸斜流ポンプ1台を設置し、1985年度にポンプ1台を増設します。

これにより総排水量600 m³/minの安那排水機場が完成しました(図2、図3)。



図2 機場外観



図3 ポンプ設備

現在の状況は、2018年7月豪雨により、西日本を中心に記録的な大雨が降り河川の氾濫、がけ崩れなどが発生しました。ここ安那地区でも床上を含む浸水被害が発生しました。

近年、この地区は福山市のベッドタウンとして著しく宅地化が進んでおり、総排水量600 m³/minの安那排水機場が確実に機能することが求められています。

(文責：笠西章弘)

編集後記

◆この度の巻頭言は、龍谷大学 先端理工学部 機械工学・ロボティクス課程 教授の金子康智先生に「振動トラブルの技術と進展」という題目でご執筆いただきました。

羽根車の共振条件式はポンプの羽根車設計でも見かける式です。元々はタービンや水車のトラブルで得られた知見がポンプの世界に伝わった歴史があるようですが、式の理解が十分でないエンジニアが時々います。

最近、特にZ世代の間で「タイパ（タイムパフォーマンス、時間対効果）」に注目が集まっていますが、知識や技術はじっくり時間をかけないと身につけることができないと感じることが多々あります。浅はかな知識や技術ではトラブルの真因がわからず、トラブルが再発することもあるでしょう。エンジニアたるものじっくり、深く追及する姿勢が大切と改めて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。

◆3Dスキャナの当社活用事例を紹介しました。近年、製造業でもデジタルトランスフォーメーション（DX）が急加速していますが、今回は既存設備を3Dスキャンで点群データ化し、搬出時に機器が干渉しないルートを検討した事例を紹介しました。急速に発展している技術ですが、継続してこのような新たな技術に取り組みます。今後も当社の製品やサービスを利用するお客様のご要望にお応えできるように開発を進めていく所存です。

◆新しい企画として機場探訪を始めました。記念すべき第一回目となる今回は、国土交通省 中国地方整備局 福山河川国道事務所 安那排水機場を紹介しています。近年、地球温暖化の影響もあり毎年のように水害が発生していますが、当社が過去にお納めしたポンプがどのように社会に貢献しているかを紹介していきたいと考えております。ご期待ください。

今後とも当社の製品をご愛顧いただきますようよろしくお願い申し上げます。



株式会社 電業社機械製作所

DMW CORPORATION

本 社	〒143-8558	東京都大田区大森北1丁目5番1号 (JRE大森駅東口ビル) TEL 03 (3298) 5115 (代表)・FAX 03 (3298) 5149
北海道支店	〒060-0061	札幌市中央区南1条西10丁目4番地 (南大通ビルアネックス) TEL 011 (271) 5144・FAX 011 (221) 5530
東北支店	〒983-0852	仙台市宮城野区榴岡4丁目5番22号 (宮城野センタービル) TEL 022 (290) 7754・FAX 022 (290) 7762
関東支店	〒330-0803	さいたま市大宮区高鼻町1丁目47番地1 (PRSビル) TEL 048 (658) 2531・FAX 048 (658) 2533
静岡支店	〒411-0843	静岡県三島市三好町3番27号 TEL 055 (975) 8417・FAX 055 (975) 8451
名古屋支店	〒460-0008	名古屋市中区栄2丁目4番18号 (岡谷鋼機ビル) TEL 052 (231) 6211・FAX 052 (201) 6920
大阪支店	〒541-0054	大阪市中央区南本町2丁目6番12号 (サンマリオンNBFタワー) TEL 06 (6251) 2561・FAX 06 (6251) 2846
中国支店	〒730-0021	広島市中区胡町4番21号 (朝日生命広島胡町ビル) TEL 082 (242) 5456・FAX082 (545) 8581
四国支店	〒760-0024	高松市兵庫町8番地1 (高松兵庫町ビル) TEL 087 (851) 8953・FAX 087 (822) 7603
九州支店	〒812-0013	福岡市博多区博多駅東2丁目10番35号 (博多プライムイースト) TEL 092 (409) 3173・FAX 092 (409) 3183
中東支店		3508, Liwa Heights 1, Jumeirah Lakes Towers, Dubai, U.A.E. TEL +971-4-568-1914
シンガポール支店		50 Raffles Place, Singapore Land Tower Level 30 Singapore 048623 TEL +65-9062-7595・FAX +65-6632-3600
横浜営業所	〒240-0065	横浜市保土ヶ谷区和田1丁目18番7 (和田町アストビル) TEL 045 (442) 6359・FAX 045 (442) 6369
沖縄営業所	〒902-0062	沖縄県那覇市字松川786番地 (K's MAKABI) TEL 098 (887) 6687・FAX 098 (887) 6688
事務所		新潟・山口・熊本・徳島 中国 (大連)
三島事業所	〒411-8560	静岡県三島市三好町3番27号 TEL 055 (975) 8221・FAX 055 (975) 5784
< 関連会社 >		
電業社工事㈱	〒411-0843	静岡県三島市三好町3番27号 TEL 055 (975) 8233・FAX 055 (975) 8239
㈱エコアドバンス	〒411-8560	静岡県三島市三好町3番27号 TEL 055 (975) 8251・FAX 055 (975) 8253
DMW CORPORATION INDIA PRIVATE LIMITED		211, 2F Great Eastern Galleria, Sector 4, Off Palm Beach Road, Nerul, Navi Mumbai, 400706, India TEL +91-22-2771-0610/0611・FAX +91-22-2771-0612

主要製品

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

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

編集委員

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

電業社機械 第47巻第1号

発行日 令和5年8月4日
発行所 株式会社電業社機械製作所
〒143-8558 東京都大田区大森北1丁目5番1号
TEL 03 (3298) 5115 FAX 03 (3298) 5149
編集兼発行者 池澤勝志
企画製作 日本工業出版株式会社
〒113-8610 東京都文京区本駒込6丁目3番26号
TEL 03 (3944) 1181 FAX 03 (3944) 6826

禁無断転載



DMW CORPORATION



GREEN
PROPORTION

リサイクルコートT-6を使用しています

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

