ISSN 0910−3902

電業社機械

DENGYOSHA KIKAI

No.82

Vol.42 No.1 2018

表紙写真：三島市末広山から望む富士山
（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42巻　第１号　通巻第82号　2018

目　　次

◆巻頭言

私とキャビテーション研究との関わりについて…… 川　田　　裕　1

◆技術資料

高効率 下水処理用 曝気ブロワ（AM-Turbo®）経済産業大臣賞受賞 …… 根　岸　道　明　5
中　町　友　則
遊　馬　　誠
鈴　木　　実

◆製品紹介

ナイジェリア・Dangote製油所向け　ガソリン圧送用ブースターポンプ …… ヴィシャール ヴァセカール　9
青　山　譲　治

新日鐵住金株式会社　名古屋製鐵所向け　COGブロワの更新…… 富　田　雅　俊　12
金　田　宏　幸

東京都建設局　小名木川排水機場　主ポンプ設備…… 佐々木　　隆　16
江　口　　崇

鹿児島県　北薩トンネル　トンネル換気用ジェットファン…… 後　藤　昭　久　23
遊　馬　　誠

大阪市建設局　梅町抽水所　雨水ポンプ設備…… 内　山　広　成　26

伊丹市上下水道局　鶴田雨水ポンプ場…… 海　野　　亮　29
川　口　隆　佑

大阪市　千島下水処理場　送風機設備…… 戌　亥　　武　32
遠　藤　航　治
中　町　友　則

ここで活躍しています　―2017年　製品紹介― …… 36

◆ニュース

サウジ・アラムコHawiyah ガスプラント向け　ブロワ１アイテム８台受注 …… 42

四国電力株式会社 坂出発電所４号循環水ポンプ２台受注 …… 43

大阪市建設局 住之江下水処理場 雨水ポンプ受注 …… 44

DMWインド社プネ工場セレモニー …… 45

ENEX2018　第42回地球環境とエネルギーの調和展 …… 46

◆特許と実用新案 …… 47

DENGYOSHA TECHNICAL REVIEW

DENGYOSHA KIKAI

Vol.42 No.1 2018

CONTENTS

◆Foreword

My Experience on Cavitation and Research on It 1
Y. KAWATA

◆Technical Data

Minister of Economy, Trade and Industry Award（AM-Turbo） 5
M. Negishi, T. Nakamachi, M. Asoma and M. Suzuki

◆Product Introduction

Gasoline Booster Pumps for Dangote Refinery, Nigeria 9
V. Vasekar, J. Aoyama

COG Blower for Nippon Steel & Sumitomo Metal Co. in Nagoya 12
M. Tomita and H. Kaneta

Onagi-river Pump Station for Tokyo Metropolitan Government 16
T. Sasaki and T. Eguchi

Jet Fans for Hokusatu Tunnel 23
A. Goto and M. Asoma

Umemachi Pump Station for Osaka City..... 26
H. Uchiyama

Tsuruta rainwater pumping station for the Itami city Waterworks Bureau 29
R. Unno and R. Kawaguchi

Blower for Chishima Water Purification Center of Osaka City 32
T. Inui, K. Endo and T. Nakamachi

◆Patent 47

私とキャビテーション研究との関わりについて

My Experience on Cavitation and Research on It

川田　　裕
学校法人 常翔学園 理事
大阪工業大学名誉教授

12年間勤めた大阪工業大学を定年退官して本年４月から学校法人常翔学園に勤務している。それまでは企業の研究所に在籍し研究開発に33年間従事してきた。第２の人生として大学に来て学生とともに研究開発を行い、修士39名、学士131名を研究室から送り出すことができた。大学における研究テーマとしては、ターボ機械のうちのタービン空力、タービン伝熱、遠心圧縮機、軸流送風機、プロペラファン、ポンプ、風車を取り上げ、新しい設計コンセプトによる性能向上を目標に研究を行った。私にとって企業における最初の研究テーマと大学における最後の研究テーマとして印象に残るのがキャビテーションに関する研究であり、45年間の研究生活で常に意識してきた研究テーマである。本稿では私とキャビテーション研究との関わりについて紹介したい。

私が企業に入社して２年目の1974年に上司からインデューサのキャビテーションサージの研究をするように指示された。当時は産業用にインデューサが適用され始めた頃であり、 民間では始めてキャビテーションサージが経験された頃であった。インデューサは当時軍需、宇宙のロケット用に使用されていた最新技術であったために国内にはほとんど文献も参考書もなかった。そこで大橋先生から頂いたロシア語の文献[1]から多くの知識を得た。本書はソ連でそれまでのロケット開発を目的として行った実験結果を纏めたものであったが、非常に多種多様なインデューサ形状についての記載や実験データが纏めてあった。キャビテーションサージに関する記述はなかったが、インデューサの逆流発生限界、逆流域の速度分布、逆流の上流側への到達距離、逆流流量といった多くのデータが掲載されており、現象の理解に役立った。実験室で得られた計測データ、サージ発生時の高速度カメラを用いた可視化結果、簡易モデルを用いた検討結果を論文に纏めて1978年にコロラド州立大学で開催されたASME・IAHR Joint Symposiumに投稿して受理され[2]、単身初めての海外出張となった。**図１**は論文に載せたサージ発生時のキャビテーション可視化写真である。本シンポジウムでは電業社の窪田

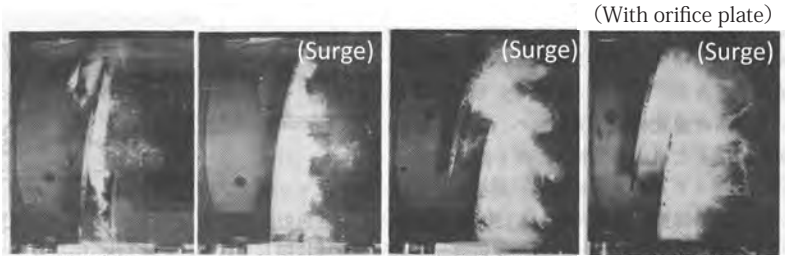


図１　サージ発生時のキャビテーションの状況

さんや九工大の西先生、JAXAの上條先生らとご一緒したことを記憶している。シンポジウムの晩餐会でCaltechのBrennen, Acostaが小型の装置を用いたインデューサの動特性計測を行った論文に対してASME Prizeが授与された。当時の企業の研究ではこの問題を継続的に深く研究するのは技術的にも予算的にも困難であったが、これがポンプの非定常現象に興味を持つきっかけとなった。その後、2006年頃から辻本先生と実験およびCFDを用いてインデューサの伝達マトリックスを求める研究も行った[3]。この間国産の新型ロケット開発や多くの研究者の努力によってインデューサの設計技術、キャビテーションに起因する非定常現象やその対策などについて研究は大いに発展した。

2006年に大阪工業大学に赴任したが、2007年からキャビテーションの研究を目指してポンプ用の実験ループ製作に取りかかった。その後、LabVIEWを用いた計測システム、3DプリンタDimensionを用いたインデューサやポンプの供試体製作が軌道に乗り、自動計測やRapid Prototypingが可能となり研究の環境が整った。3Dプリンタで製作したABS樹脂製供試体は、余程長時間厳しいサージ条件で実験しない限り充分に適用可能であることがわかったため、これ以降研究室の他の研究テーマについても3Dプリンタで供試体を製作することとした。Rapid Prototypingでは直径67 mmのインデューサのキャビテーション性能計測に設計開始からモデル製作・実験データ取得までが最短２日で可能になった。

2010年頃にメーカの方と話していて、ポンプにインデューサを付設する場合には部品数が増えてコストアップとなるので一体化して良好な吸込性能を得ることができないか、との相談を受けた。当時はインデューサの付設やポンプ入口径の増大以外にはポンプ吸込性能そのものを改善する手段は見当たらずこれは難問であると思った。汎用ポンプを用いてどうすればインデューサとポンプを一体化にできるかについてさまざまな検討を行った。この頃にようやく計算時間はかかるもののキャビテーションのCFD解析が可能になりつつあったのでこれを適用した。その検討結果を**図２**に示す[4]。

図２には検討した形状、CFD解析で得られたキャビテーションのボイド率分布と3%揚程降下点のNPSH（NPSHcr）を示している。Type1はインデューサの羽根枚数３枚に対応するようにポンプの羽根枚数を６枚とし、双方を僅かに離して１個の羽根車内に配置した形状である。しかし、CFD解析を行うと前後の羽根の隙間からの漏れとそれによるキャビテーションが性能を大幅に低下させることが判明した。次に、インデューサ出口と主羽根入口を連結し、長翼３枚、短翼３枚から成るスプリッター羽根車とした。吸込性能を向上するために双方の入口形状を変化させたType2 ～ Type4のCFD解析を行って比較した。図から判るようにType3が最もキャビテーションによる閉塞が少なく、限界NPSHが低くなった。これは入口部のポート面積が大きいのが効いたためと判断された。3Dプリンタでスプリッター羽根車を製作しオリジナル形状の羽根車と比較するとともにこの羽根車にインデューサを付加した場合との比較も行った。実験的に求めたキャビテーション性能を**図３**、**図４**に示す[5]。

図３、**図４**よりスプリッター羽根車により羽根車単体での吸込性能が向上していることが判る。またオリジナル羽根車の羽根枚数が７枚の場合と５枚の場合でその効果が異なることも明らかになる。更にこれら形状の羽根車にインデューサを取り付けて試験を行った結果も図中に示すが、さらに吸込性能が向上することが判った。スプリッター羽根車においては遠心羽根車でのキャビテーションチョークの制約が緩和されることで、ポンプとしての吸込性能が向上したものと考えられる。

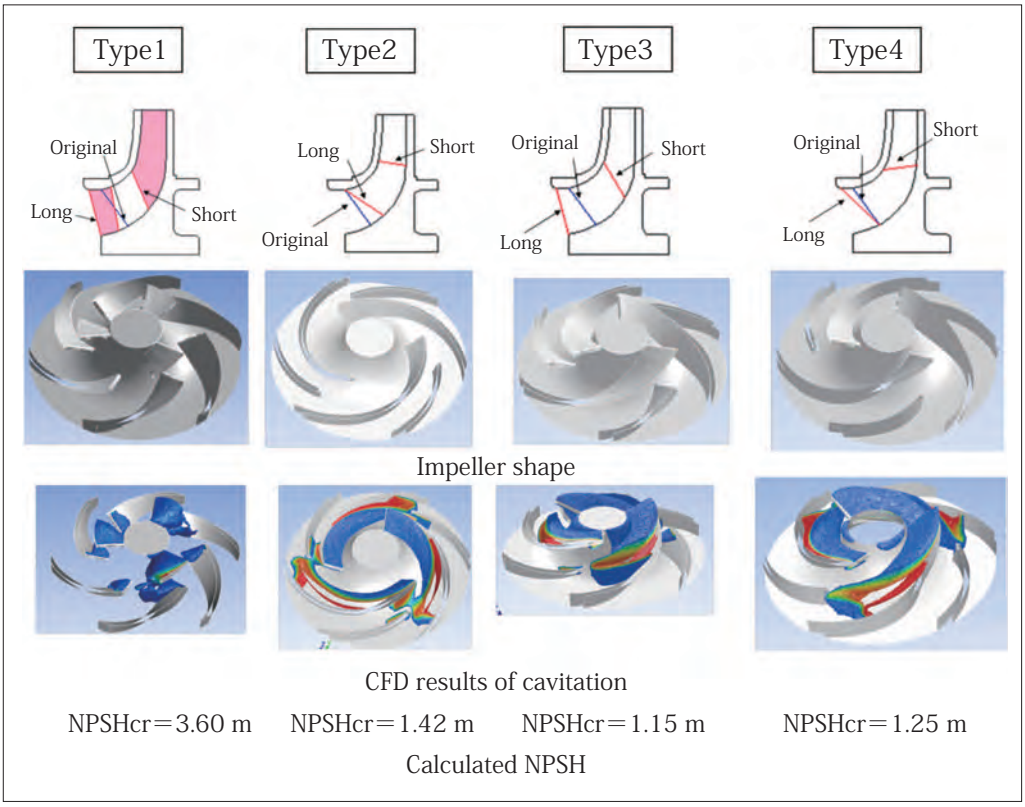


図2　スプリッター羽根車の検討

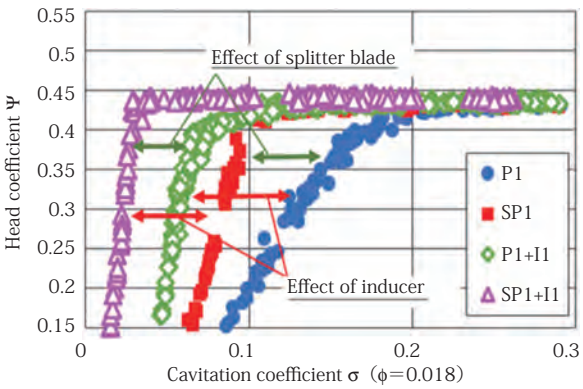


図3　スプリッター羽根車の効果
（z＝7枚→z＝6枚へのスプリッター化）

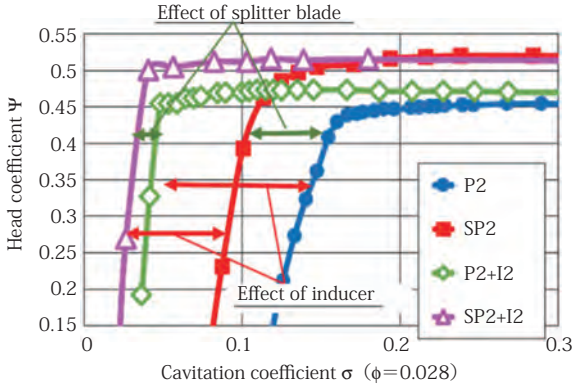


図4　スプリッター羽根車の効果
（z＝5枚→z＝6枚へのスプリッター化）

供試体の形状を色々と変えて実験をするには、設計パラメータが多い場合には最適な解を求めるのが大変難しくなる。近年CFDを用いた形状の最適化技術が進歩してきており、それを適用して吸込性能向上を目的としてスプリッター羽根車の形状最適化の研究を行った。この課題を解決するためにオランダのデルフト工科大学との共同研究で解析手法の開発を行った。ここでは**図3**のType3の形状をベースにして吸込性能を向上するために、スプリッター羽根の位置、長さ、ハブ、シュラウド側設置角度をパラメータとしてCFDを用いた最適化を行った。最適化に必要な解析ケースが非常に多くなる

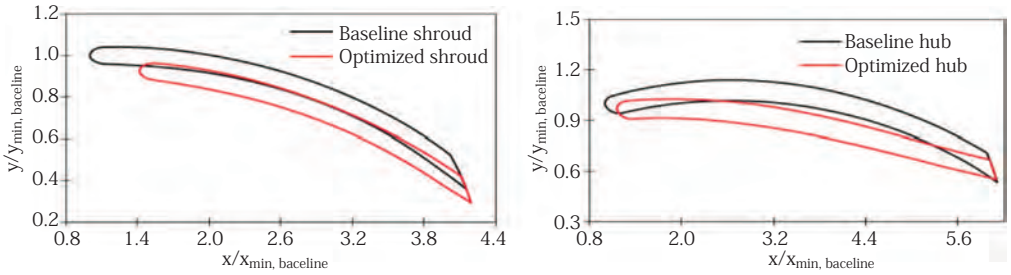


図5　最適化したスプリッター羽根車の形状

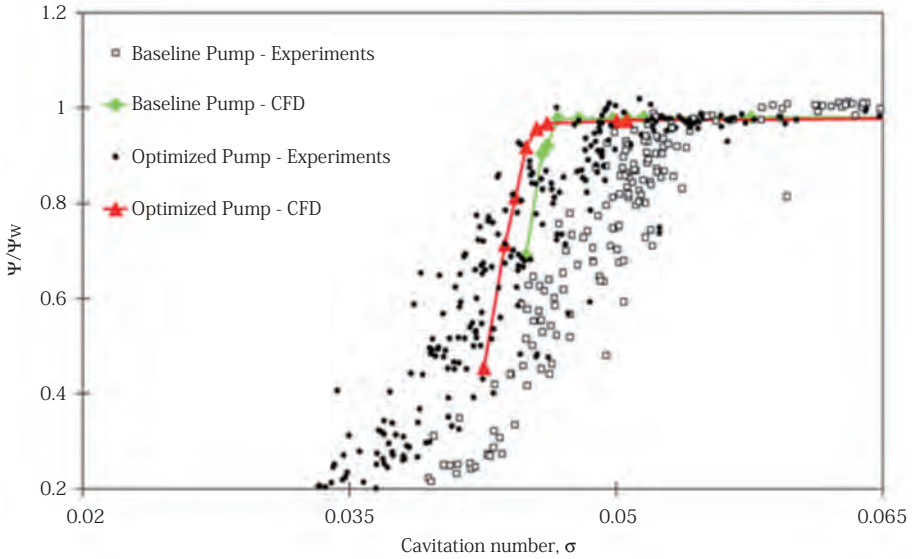


図6　最適化した羽根車の実験的検証

ので計算時間を短縮するために構造メッシュを用いるとともに、実験計画法を用いて検討範囲内の領域をカバーできるようにパラメータの組合を選択した。CFDを用いた最適化形状を**図5**に、実験結果と解析結果の比較を**図6**に示す[6]。実験と解析結果との一致は不十分であるが相対的な関係は、ほぼ一致していることがわかった。また、最適化によって限界NPSHは4.7%向上することが明らかになった。今後更に長翼や側面形状も含めた最適化による更なる吸込性能の向上が期待される。

以上これまでの私とキャビテーション研究の関わりについて述べた。本分野に関してまだまだコンセプト、解析、実験に関して研究の余地があるものと考えられるので、本稿が今後の研究の一助となることを願って結びとしたい。

＜参考文献＞

(1)　Уебаевским В. Ф., МАШИНОСТРОЕНИЕ
(2)　Y. Kawata, et.al, ASME･IAHR Joint Symposium, 1978, Fort Collins, Denver USA
(3)　Koichi Yonezaki, et.al, IJFNS, 2012
(4)　Ai Okamoto, et.al, The 13th Asian International Conference on Fluid Machinery, AICFM 2015, Tokyo
(5)　K. Hayashi, et.al, ASME FEDSM2017, Hawaii, USA
(6)　Francesco Torre, et.al, ASME 2017 Turbo Expo, Charlotte, USA

高効率 下水処理用 曝気ブロワ（AM-Turbo®）経済産業大臣賞受賞

ー受賞機器名　アルミ合金インペラ採用多段ブロワ（AM-Turbo®）ー

根岸道明　中町友則　遊馬　誠　鈴木　実

Minister of Economy, Trade and Industry Award（AM-Turbo®）

By Michiaki Negishi, Tomonori Nakamachi, Makoto Asoma and Minoru Suzuki

The highly efficient sewage treatment aeration blower（AM-Turbo®）, which DMW commercialized for the first time as a domestic manufacturer, received the “Minister of Economy, Trade and Industry Prize” at the Excellent Energy - Saving Equipment Award System sponsored by Japan Machinery Industry Federation.

1．はじめに

一般社団法人日本機械工業連合会では、1980年度（昭和55年度）より国の省エネルギー推進政策に呼応して、機械工業の立場からこれを推進するため、省エネルギー効果の優れた産業用機器を開発し、実用化した者および企業その他の団体を表彰する「優秀省エネルギー機器表彰制度」事業を実施している。本年度募集の結果、幅広い分野にわたり16件の応募があった。それら機器につき、同連合会内に設置された優秀省エネルギー機器審査特別委員会および幹事会において、慎重な審議を重ね、このたび表彰機器として９件選定された。

その中で当社『アルミ合金インペラ採用多段ブロワ（以下、AM-Turbo®）』が第38回（平成29年度）優秀省エネルギー機器『経済産業大臣賞』を受賞した。**図１**に授賞式の様子と**図２**、**図３**に楯と表彰状を示す。今後は、**図４**に示す優秀省エネルギー機器受賞マークを当該製品の広告などに使用することができる。

以下に受賞機器の概要について示す。

図１　授賞式の様子
Fig. 1　Award ceremony

図２　楯
Fig. 2　Shield

図３　表彰状
Fig. 3　Certificate of recognition

図4　優秀省エネルギー機器受賞マーク
Fig. 4　Best Energy-saving equipment award mark

2．受賞機器の概要

下水処理場では、下水の浄化処理プロセスとして生物反応槽の槽底部に設置してある散気装置へブロワにより空気を吹き出させ撹拌•曝気する活性汚泥法を多く採用している。この曝気ブロワは下水処理場全体の電力消費量の30 ～ 50％程度を使用しているため、ブロワの動力低減により大幅な省エネルギー効果が期待できる。

AM-Turbo®の開発によってブロワ効率を2 ～ 4%程度アップすることができ、さらに周辺機器の簡素化による動力低減も可能となる。加えて新型逆止弁（以下、AAチェッキ）の採用で弁の圧力損失を大幅に低減し、それぞれの省エネ効果により、電力消費量を合計（最大）9%程度削減することができる省エネルギー機器となった。

図5　ブロワ設置例
Fig. 5　Blower installation example

図5の奥は従来型ブロワで強制給油装置・油配管・水配管が必要であったが、手前AM-Turbo®はこれらの補機が不要となった。

3．新型ブロワの技術的特徴

従来の多段ブロワは、回転体質量が重くラジアル荷重が大きいためすべり軸受を採用していたが、AM-Turbo®では回転体質量の軽量化により、ころがり軸受を採用することができ、すべり軸受で必要になる強制給油装置を省略することで、冷却設備や小配管なども不要になった。

AM-Turbo®の開発には、回転体を軽量化するため、インペラの材質や製造方法を根本から見直し、アルミ合金製インペラを採用した。また、CFD解析およびFEM解析にて、最適形状や強度の検討を実施した。**図6**に開発時のブロワを示す。**図7**にCFD解析の一例を示す。

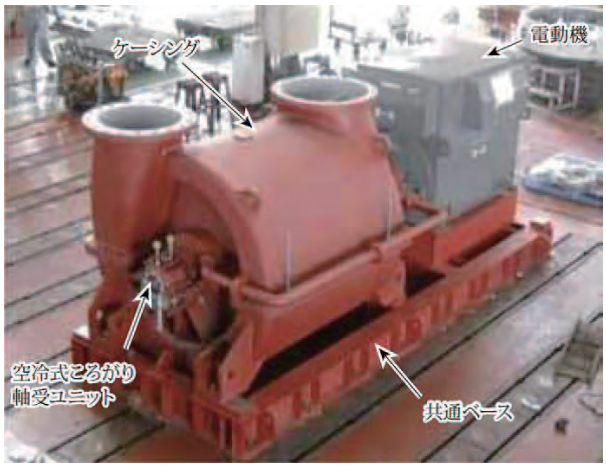


図6　開発時のブロワ
Fig. 6　Blower during development

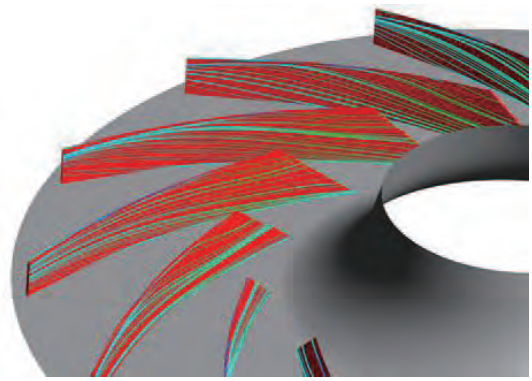


図7　CFD解析の一例
Fig. 7　An example of CFD analysis

この回転体の製作は、風水力機械メーカとしての技術とノウハウの結晶であり、設計者と生産技術者の努力によって安定的に生産することが可能になった。アルミ合金製インペラを生産する技術の確立により、インペラの軽量化が実現でき、それに伴い、シャフトおよび軸受の

ダウンサイジングも実現することができ、回転体の軽量化を実現させることができた。

また、回転体の軽量化により回転体の慣性モーメントも最大75％低減され、始動時間も短縮することができ、駆動機も従来の「巻線形電動機」から「かご形電動機」の採用が可能となり設備費用も節減することが可能となる。

AM-Turbo®の設置面積は、個別給油装置および小配管が不要となり、本体機器部分の当社従来比で約40%の削減となる。近年、ブロワ風量を小さくするために、超微細気泡散気装置が採用されることも多いが、反面、圧力が上昇するため機器が一回り大きくなる場合がある。既存設備のスペースを流用して更新する場合は、据付スペースおよび据付荷重が問題になるが、AM-Turbo®であれば、軽量・省スペースのため、これらの問題に容易に対応することができる。従来の多段ブロワの機器構成と不要となる部分を**図８**に示す。設置面積の比較を**図９**に示す。

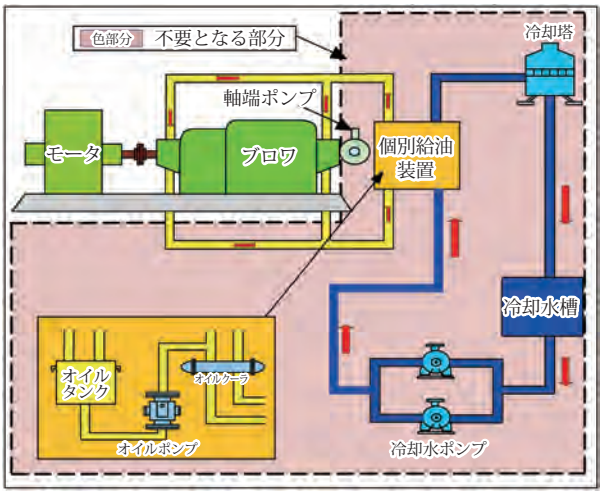


図８　多段ブロワの機器構成

Fig. 8　Standard equipment arrangement of multi-stage blower

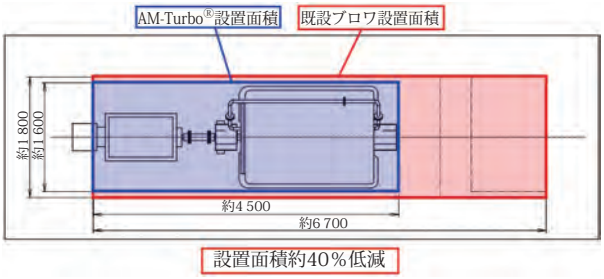


図９　設置面積の比較例

Fig. 9　Comparison of installation space

４．新型逆止弁（AAチェッキ）

曝気ブロワ用の従来型の逆止弁は、ブロワ定格運転時でも弁体の自重により全開になることが少なく、通常半開状態で流路が狭くなり圧力損失が大きかった。

AAチェッキは、ブロワ吐出圧をエアシリンダに導入し、この圧力により逆止弁に開側アシスト力を作用させ全開となるシステムとした。流路を常に全開にすることで圧力損失も小さくなり弁体のバタツキも無くなった。弁体のバタツキは、運転中の弁軸受摩耗の問題や風量を不安定にすること、さらに生物反応槽エアレーションの気泡にムラができるなどの悪影響を起こしていたが、それらの問題もAAチェッキの採用により緩和することができた。**図10**にAAチェッキの構造とシステムを示す。

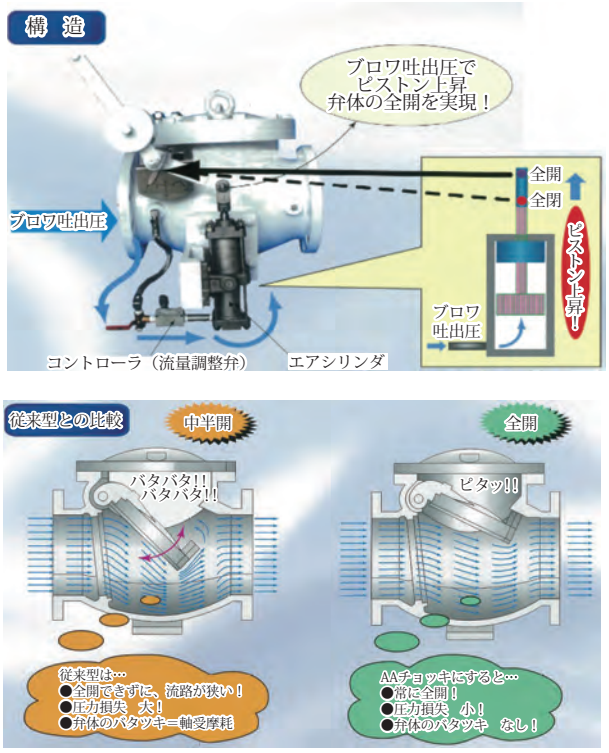


図10　AAチェッキの構造とシステム

Fig. 10　Mechanism and system of AA-CHECK

５．オイルミストセパレータシステム（MSS-α）

AM-Turbo®には、ブロワの軸受箱内などで発生したオイルミストを自動吸引するオイルミストセパレータシステム（以下、MSS-α）を標準装備している。これにより、周辺機器の汚損や電気接点への悪影響、床面への飛散による歩行時のスリップなどを防止できるなど安全面、労働環境を大幅に改善することができる。MSS-αはブロワ吐出圧を使用して駆動するため、外部動力を必要としないので機器構成もシンプルで省エネ性に優れている。

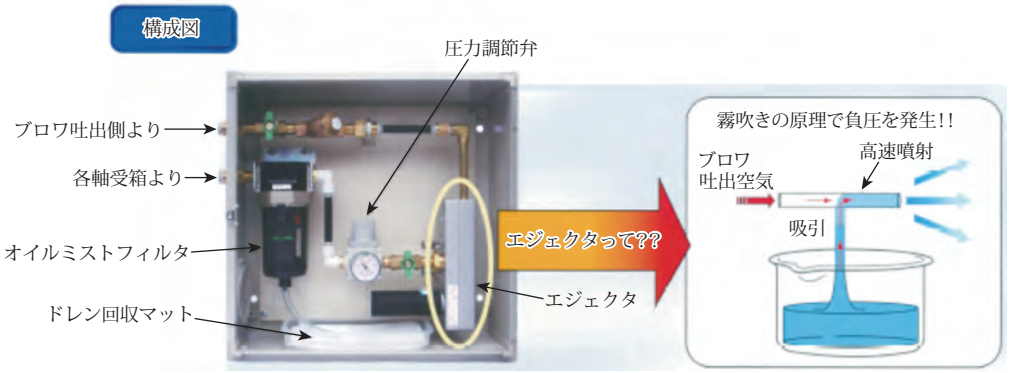


図11　MSS-α機器構成とエジェクタの原理
Fig.11　MSS-α device configuration and principle of ejector

図12　MSS-αの設置例
Fig.12　Installation example of MSS-α

図11にMSS-α機器構成とエジェクタの原理を**図12**にMSS-αの設置例を示す。

6．AM-Turbo®の採用メリット

AM-Turbo®本体の性能は、軽量化と最適化設計により従来のブロワ効率を向上することで電力消費量が大幅に低減できる。AM-Turbo®を採用した設備では、補機が少なく、潤滑油の使用量も少なく、冷却水が不要になることで整備費用とそれに費やす労務時間が大幅に削減可能となる。

新規のブロワ設備を建設する場合では、建築物を縮小した設計が可能となり、建築容積を削減でき、天井クレーンもスパンやクレーン本体のサイズダウンができ、建築設計時の荷重計算でも有利になる。潤滑油設備と冷却水設備が不要になることでオイルタンク、冷却塔、冷却水槽などの建築スペースが不要となり、建築付帯設備などの設計も省略でき、更に消防法の適用も緩和される。

AM-Turbo®の採用は、省エネルギー化、メンテナンスコスト低減、維持管理性の向上、災害時のリスク低減などの多くの効果を期待でき、採用件数も増加している。

7．おわりに

曝気ブロワの電力消費量は、下水処理設備の中で大きな割合を占めている。AM-Turbo®とAAチェッキの採用は曝気ブロワの消費電力量の削減につながり、下水処理プロセスの大幅な省エネルギー化が見込まれる。

地球温暖化をはじめとする環境問題は、われわれ人類に突きつけられた重要な問題であり、地球と共存していくために、優秀省エネルギー機器として持続可能な社会に大いに貢献できるものと考える。

＜筆者紹介＞
根岸道明：1976年入社。揚・排水機場のエンジニアリングを経て、電気・計装システムの設計に従事。現在、経営戦略室・沖縄営業所兼務
中町友則：2004年入社。主に送風機設備の計画に従事。現在、社会システム技術室　技術企画課　主事補
遊馬　誠：1998年入社。主に送風機設備の計画に従事。現在、社会システム技術室　技術1課　担当課長
鈴木　実：1968年入社。運転検査部門、ファン、ブロワの機器設計業務を経て、現在、プラント建設部システム設計課

ナイジェリア・Dangote 製油所向け ガソリン圧送用ブースターポンプ

ヴィシャール ヴァセカール　　青 山 譲 治

Gasoline Booster Pumps for Dangote Refinery, Nigeria

By Vishal Vasekar, Joji Aoyama

DMW Corporation supplied 3 units of medium size vertically suspended mixed flow pumps（API 610 VS6）for gasoline transfer of Dangote Refinery in Nigeria.

Nigeria was known as developing country in Africa, however now it has one 4th large-scaled economic growth country in Africa. Crude oil was used for export purpose, but now accelerating construction of domestic refinery contributes to diversification of the domestic economy. We introduce 'Gasoline Booster Pumps' which were installed in a domestic Petrochemical Refinery. The pumps were located in Lekki Free Trade District of Lagos State Nigeria, the pump application is boosting to transfer gasoline from storage tank of refinery.

1．はじめに

当社はナイジェリアのダンゴテ製油所にガソリン移送用３台の中型立軸斜流ポンプ（API 610 VS6）を供給した。ナイジェリアはかつて開発途上のアフリカの１国であったが、現在アフリカ屈指の経済大国でありアフリカ経済４分の１の規模を有する。同国において原油は元来輸出のみであったところ、国内製油所建設推進を通して同国経済の多角化に貢献している。その代表例の一つとして今回Dangote社の石油精製工場に導入されたガソリンブースターポンプを紹介する。当該ポンプは同国南西部ラゴス州のLekki自由貿易地区にあり精製されたガソリンを貯蔵タンクから送り出すブースターポンプである。

図１　製油所の位置
Fig. 1　Location of Refinery

2．ポンプ仕様

今回納入するポンプはガソリンを圧送するためのブースターポンプであり、貯蔵タンクとメインポンプの間に設置されている。ガソリンはその組成により飽和蒸気圧が高いため気化しやすく、また、貯蔵タンクの据付レベルも低く有効吸込ヘッドも低いためにメインポンプのキャビテーションを防止する目的で設置されている。そのため、本ポンプの吸込性能への要求は厳しくなっている。本ポンプの仕様を**表１**に示す。

表１　ポンプ仕様
Table 1　Specifications of pump

用　　途		ブースターポンプ
形　　式		ピットバレル形立軸斜流ポンプ
口　　径	（mm）	吸込800×吐出し600
全 揚 程	（m）	56.9
吐 出 し 量	（m^3/h）	2 750
電動機出力	（kW）	550
NPSHav.	（m）	3.35 @ グレードレベル
取 扱 流 体		ガソリン
軸 封 装 置		メカニカルシール（Plan 52）
台　　数		3

3．ポンプ構造と材質

本ポンプの特徴を以下に述べるとともに、ポンプ構造を**図2**に、ポンプ部の外観を**図4**および**図5**に示す。

3－1　ポンプの構造

本ポンプ構造は以下の通りである。

① 本ポンプは電動機直結駆動の一床式バレル形立軸斜流ポンプである（**図2**）。

② スラスト荷重はポンプの軸受ユニットで支持している。スラスト軸受ユニットはスラスト荷重を受けるころ軸受とラジアル荷重を受ける玉軸受で構成される。軸受ユニットの冷却は空冷方式であり、ポンプシャフトに冷却用ファンが取り付けられている。軸受ユニットの軸貫通部に非接触型のラビリンスシールを取り付けて軸受を保護している。

③ 液質が揮発性の高いガソリンであるため、軸封部は静止形のダブルメカニカルシールを採用しており、配管プランはAPI682のPLAN52としている。漏れを検知するためにレベルトランスミッタと圧力トランスミッタが設置されている。バッファ液の冷却は水冷により行われている。

④ ケーシング部品（吸込ベル、吐出しボウル、揚水管、吐出しエルボ）、バレルタンクのFEM解析を実施し、強度、振動ともに問題がないことを確認した。バレルタンク（外径φ1 750 mm）はポンプと同じ最高許容圧力で設計している。FEM解析の一例として、吐出しエルボの解析結果を**図3**に示す。

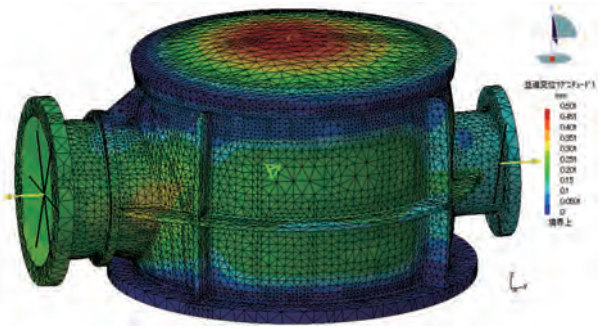


図3　FEM解析例　吐出しエルボ
Fig. 3　FEM Analysis of Discharge Elbow

⑤ タンクの設計に先立ちCFD解析を実施し、バレル底部および側面に、流れの旋回による渦の発生防止および整流の目的でリブを設けている。

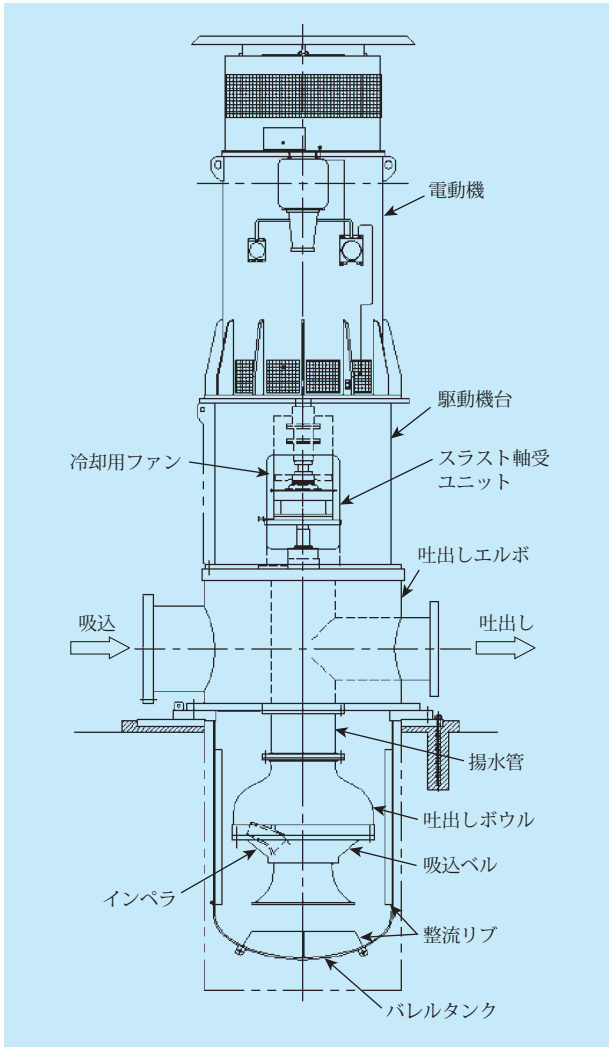


図2　ポンプ構造図
Fig. 2　Configuration of pump

図4　ポンプ外観
Fig. 4　Outline view of pump

図５　ポンプ外観
Fig. 5　Outline view of pump

３－２　材質

ガソリンは非腐食性液体であるため、ハイドロカーボン液用の標準的な組み合わせとなっている。接液部となるバレルタンク、吐出しエルボ、揚水管の溶接構造品は経済性を考慮してJIS SS400とし、鋳造品である吸込ベル、吐出しボウルはASTM A216 WCB（JIS SCPH2相当）で製作した。また、回転体であるインペラはASTM A487 CA6NM（JIS SCS6相当）とし、シャフトはJIS SUS403で製作した。なお、非接液部である駆動機台、軸受架台はJIS SS400とした。

４．社内試験

社内試運転は全ての実機用付属機器、センサ類を取付けた状態で行った。性能については、API610規格にて規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、機械的な健全性についても評価を行い、いずれも仕様を満足する結果が得られ、立会試験にも合格し、現地へ出荷された。現在、本ポンプは現地で据付中である。

５．おわりに

今後とも、構造のシンプル化、コンパクト化および高効率化など、顧客の期待に応え、その設備の重要性を充分に認識して、常に信頼性の高い高品質製品を提供する。また、アフターサービスにも尽力し顧客満足度を充実させることにより、今後有望なアフリカマーケットを強力に開拓推進していけるよう努力する所存である。

＜筆者紹介＞
Vishal Vasekar：2011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
青山譲治：2007年入社。主にインド、UAE方面向け営業に従事。現在、海外部貿易２課　主事補

新日鐵住金株式会社 名古屋製鉄所向け　COGブロワの更新

富田雅俊　　金田宏幸

COG Blower for Nippon Steel & Sumitomo Metal Co. in Nagoya

By Masatoshi Tomita and Hiroyuki Kaneta

DMW delivered 1 unit of Coke Oven Gas（COG）Exhauster（Blower）to Nippon Steel & Sumitomo Metal, Aichi, Japan. This blower is used for delivering COG from Coke furnace to its refining facility. The Blower is axially split casing, double suction, one stage, centrifugal type driven by Electric Motor with Increasing Gear.

In view of safety and reliability, some instruments for monitoring the shaft rotation and keeping flat-adhesion of tar considering balanced shaft rotation during operation. Also, there is low speed turning unit when the main motor stopped for preventing the unbalance of the rotar due to tar.

1．はじめに

新日鐵住金株式会社名古屋製鉄所は1958年（昭和33年）に東海製鉄株式会社として設立され、1964年（昭和39年）に銑鋼一貫製鉄所となった。自動車・家電・容器用を中心とする薄板類を主とし、厚板、鋼管、鋳物銑を生産している。**図1**に製鉄所の全景を示す。敷地面積は632万m^2、年間粗鋼生産量は約600万トンである。

製鉄所での製銑の工程は**図2**に示すとおりであり、鉄鉱石、石灰石、原料炭が、コークス・焼結などの事前処理を経て高炉に装入され、銑鉄が精製される[(1)]。

銑鋼一貫製鉄所のコークス工程において、コークス炉で発生したガスを製鉄所内のエネルギーとして再利用している。当社は、精製する化成工程へ送るコークス炉ガス（Coke Oven Gas、以下COG）ブロワを数多く納入している。今回、1968年（昭和43年）に納入したNo.6 COGブロワ更新を受注し、製作・納入したので以下に紹介する。

図1　名古屋製鉄所の全景
Fig. 1　Overview of Nagoya works

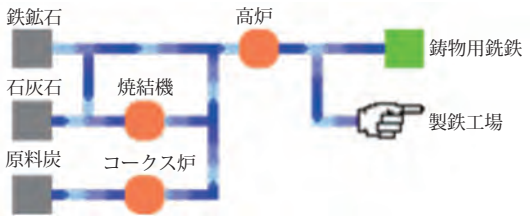


図2　製銑の工程
Fig. 2　Process of iron manufacturing

2．機器構成

2－1　設備概要

製銑工程は、高炉の燃焼にコークスが用いられ、本製鉄所では石炭からコークスを生成するコークス炉を併設している。コークス生成過程で発生するCOGは、水素やメタン等の有効成分を含んでいることから、いくつかの精製工程を経て発電エネルギーや製鉄所内のエネルギーとして有効利用される。

COGブロワは、コークス炉内のCOGを誘引し、COG精

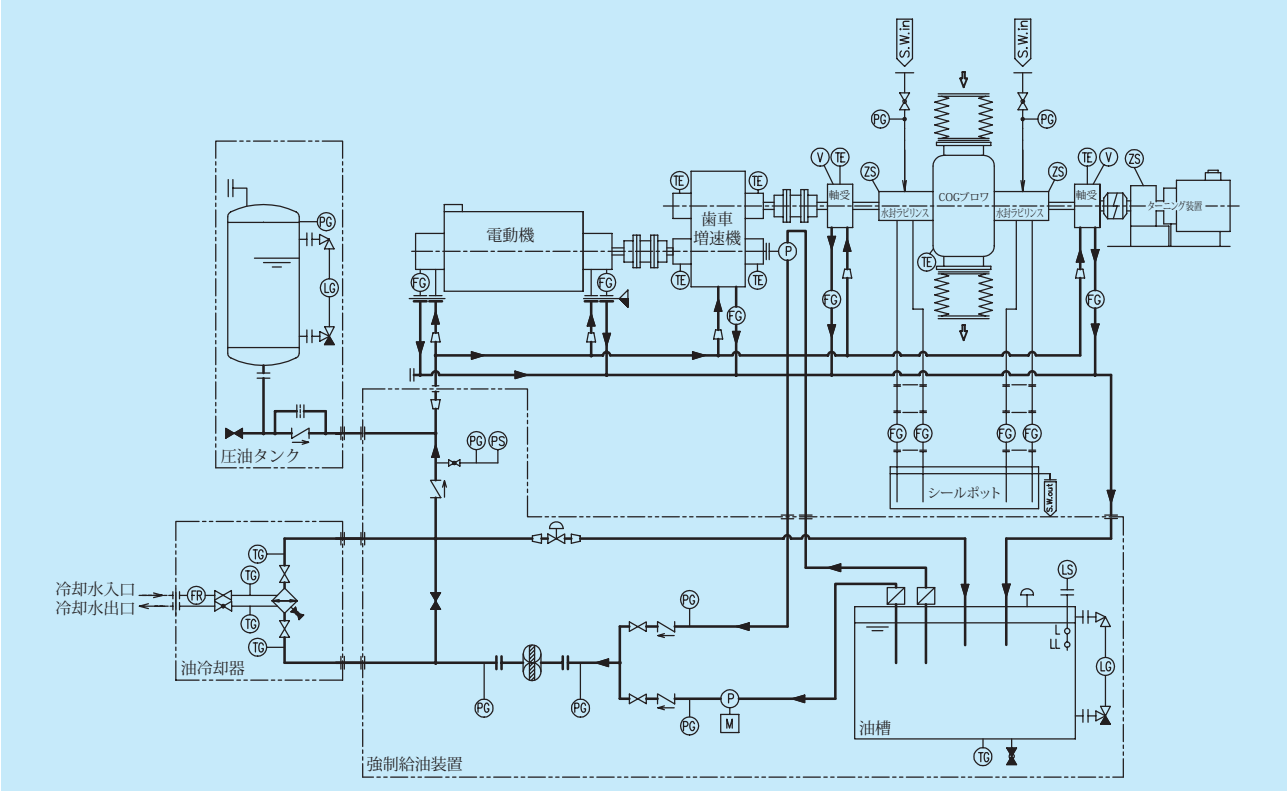


図3　系統図
Fig. 3　P&I Diagram

製設備へ圧送するためのものである。

2－2　全体構成

COGブロワと周辺補機の全体構成を**図3**の系統図に示す。

2－3　ブロワの仕様

ブロワの仕様を**表1**に示す。

表1　ブロワ仕様
Table 1　Blower specifications

形　　式		両吸込 単段ターボブロワ
吸込／吐出し口径	(mm)	700/600
風　　量	(m^3/min)	約1 035
昇　　圧	(kPa)	約20
取 扱 気 体		コークス炉ガス
電 動 機 出 力	(kW)	600
台　　数		1

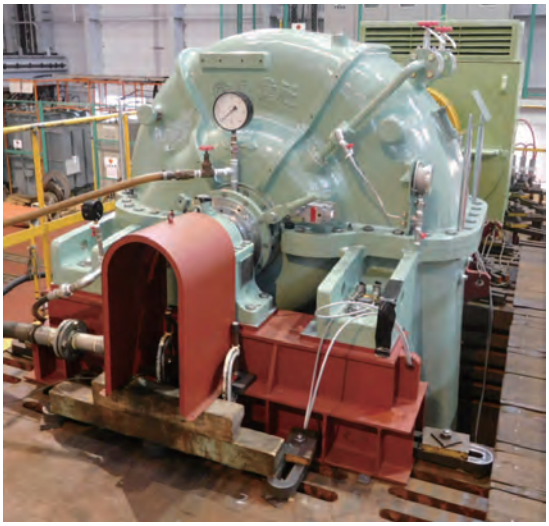


図4　ブロワ外観
Fig. 4　View of blower

3．ブロワの構造と特徴

ブロワの外観を**図4**に示す。本ブロワは両吸込単段ターボブロワとして、ブロワ棟の2階に設置されている。

3－1　ブロワの仕様

本ブロワにはブロワ－電動機間に増速機を付属しており、増速機により電動機回転速度を増速し伝達する構成となっている。また、ブロワ軸受、電動機軸受および増速機に給油するための強制給油装置、ブロワを低速回転させるためのターニング装置が付属している。

インペラはチタン合金を採用し、ハネを主板から削り出した一体構造の両吸込オープン形として製作した。

COGブロワは、腐食性を持つ密度の小さいガスを昇圧するために、高速回転のインペラと、応力腐食割れ対策を両立することが必須条件となる。またオープン形インペラは、清掃が容易であるためメンテナンス性に優れている。ケーシングは鋳鉄製で、メンテナンス性を考慮した上下二分割構造を採用している。ケーシング下部および上部にパージ口を設けることで、ブロワ停止時の窒素置換可能な構造としている。ブロワ軸受は、ティルティングパッド方式のジャーナル軸受を使用している。

ブロワ軸受、電動機軸受および増速機の潤滑は強制給油方式となっているため、強制給油装置を付属している。強制給油装置はブロワベース上に配置され、ブロワへ潤滑油を供給している。強制給油装置の油槽はブロワベースに内蔵している構造であり、圧油タンクと油冷却器はブロワベースから離れた位置に配置されている。

ブロワの取扱気体が可燃性で有毒なCOGのため、リークイン・リークアウトを防止する必要がある。そのため、軸封部には水封ラビリンスとメカニカルシールを採用している。さらに、ブロワ停止時のリークアウト防止と運転開始準備の保護回路を形成することを目的とした、メカニカルシール全閉確認用のリミットスイッチを設けている。

ブロワの取扱気体であるCOGには付着性のあるタールが含まれている。ブロワ停止時には、タールの不均一な付着による回転体アンバランスを防ぐため、ターニング（低速回転）装置が必要となる。ターニング装置を**図5**に示す。

図5　ターニング装置
Fig. 5　View of turning device

4．社内試運転

社内試運転は、現地での運転をできるだけ再現するため、計測機器や小配管などの付属品を設置した状態で実施した。社内試運転の状況を**図6**に示す。

工場では空気による運転となり、実際の取扱ガスの密度とは異なる条件となる。そのため、密度の違いを考慮し、性能換算を実施することにより工場試験の妥当性を確認した。ブロワの性能ならびにブロワ各部における振動や軸受温度などの機械的な健全性の評価を行い、いずれも顧客の仕様を充分満足する結果が得られた。

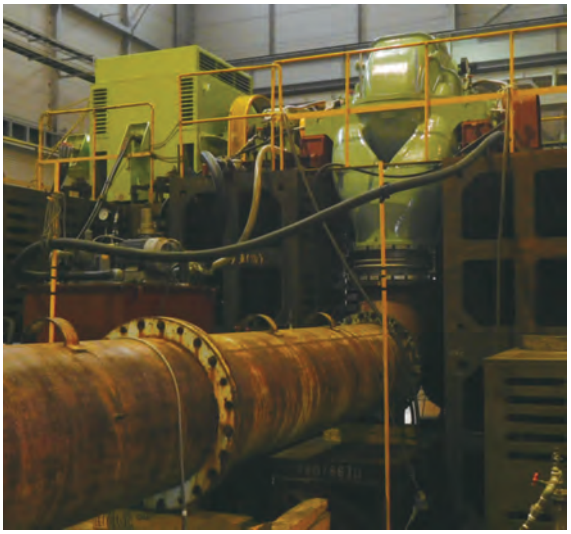


図6　社内試運転
Fig. 6　Shop test

5．現地試運転

現地の据付・組立および試運転は新日鐵住金株式会社殿の所掌のもとで行われ、当社は据付、組立および検査の指導員を派遣した。

各種検査および試運転を実施し、ブロワの据付・組立をはじめ補機（強制給油装置、ターニング装置など）の調整および各種計装設備について適正な施工、調整が行われていることを確認した。現地の据付状態を**図7**に示す。

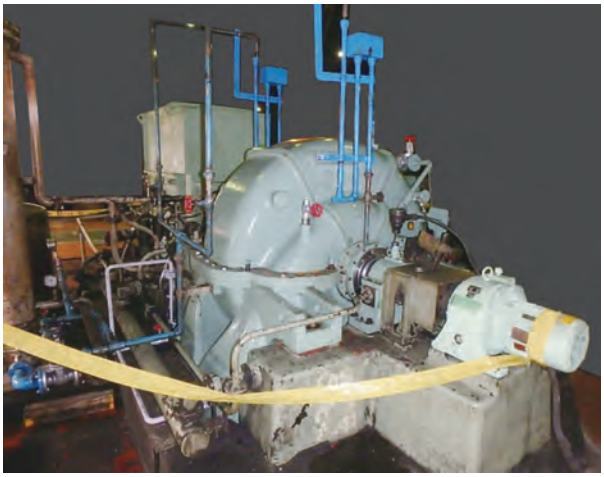


図7　ブロワ現地据付状態
Fig. 7　View of blower at site

現在は商用運転状態に入り、良好に運転が継続されている。

6．おわりに

今回、新日鐵住金株式会社殿の製鉄所設備更新にあたり、COGブロワを納入させて頂いた。納入したブロワはコークス設備において非常に重要な機器であり、さらに連続運転機器として、高い信頼性を確保しなくてはならない。そのような条件にあっても、今回無事にブロワを納入し、設備更新まで至ることができた。

今後とも、顧客の期待に応え、その設備の重要性を充分に認識して、常に信頼性の高い製品を提供し、満足して頂けるよう努力していく所存である。

おわりに、本ブロワの計画・製作にあたり適切なご指導、ご助言を頂いた新日鐵住金株式会社殿ならびに関係各位に厚く御礼申し上げます。

＜参考文献＞

⑴　新日鉄住金株式会社名古屋製鉄所
http://www.nssmc.com/works/nagoya/index.html
（2018/4/23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
金田宏幸：2000年入社。主に民間会社向け営業に従事。
現在、名古屋支店　営業課　主任

東京都建設局　小名木川排水機場　主ポンプ設備

佐々木　隆　　江口　崇

Onagi-river Pump Station for Tokyo Metropolitan Government

By Takashi Sasaki and Takashi Eguchi

We received orders from the Tokyo Metropolitan Government Construction Bureau for earthquake-resistant reinforcement work of the Onagi-river Pump Station, which was completed in March, 2018. As the main work content, modification of main pump facility installed in 1968 is carried out for earthquake resistance and waterproofing measures to maintain drainage function of water purification and drainage pump system. Major equipments such as a main pump, a gearbox, an engine and an overhead crane are overhauled. During overhauling of the main pump, the cost is reduced by repair and reuse of existing parts as much as possible. Overview of the improvement work performed for large drainage plant is summarized as follows.

1．はじめに

小名木川排水機場は、隅田川と荒川に挟まれた江東三角地帯と呼ばれる流域に位置する（**図1**）。江東三角地帯の地盤高は、地下水の汲み上げなどによる地盤沈下の結果、大部分が東京湾の平均満潮面（A.P.+2.1 m）以下となっており、西側の隅田川沿いの地域が最も高くA.P.+2.0 ～ +3.0 m程度である。そこから、東側に向かうにつれて徐々に地盤が低くなり、小名木川排水機場の流入河川である旧中川の周辺が、A.P.－1.0 ～－2.0 mと最も低く、洪水や高潮などの水害を被りやすい地形である（**図2**、**図3**）。

本機場は1968年に設置された既設主ポンプ設備を、耐震・耐水対策を踏まえた排水機能を保持する河川浄化兼排水用ポンプ設備として改修整備されるものである。主ポンプの改修整備にあたっては、できる限り既設部品を流用してコスト縮減に努めた。今回３年にわたり実施した大型排水機場の改良工事概要について以下に紹介する。

1－1　江東内部河川の整備と既設機場

隅田川と荒川にはさまれた江東三角地帯は特に地盤高が低く、この地域を流れる江東内部河川（荒川と隅田川に挟まれた江東三角地帯を流れる荒川水系の一級河川10河川と、独立水系の二級河川１河川の計11河川の総称）において、地震による水害を防ぐため、耐震護岸を

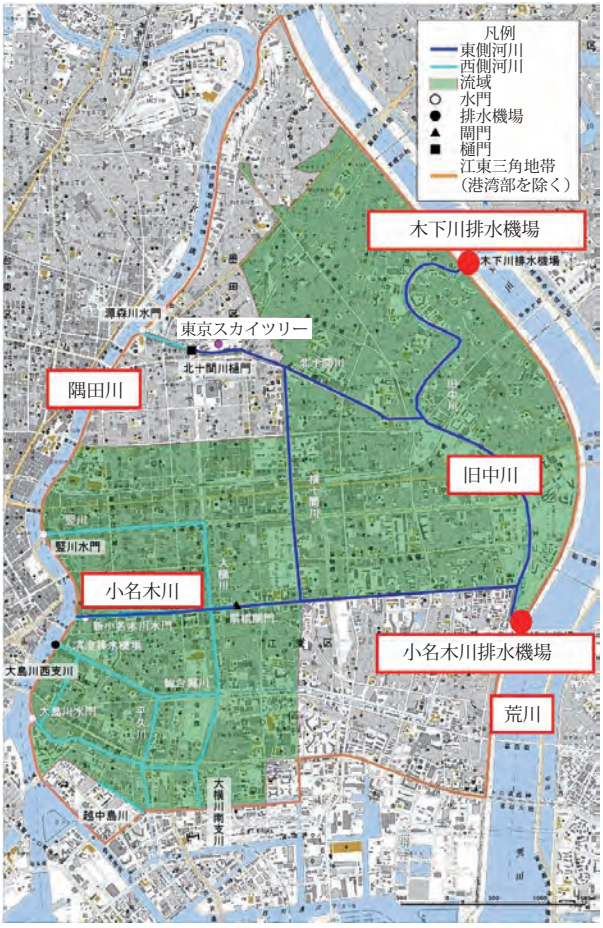


図1　江東内部河川平面図[1]

Fig. 1　Koto internal rivers plan view

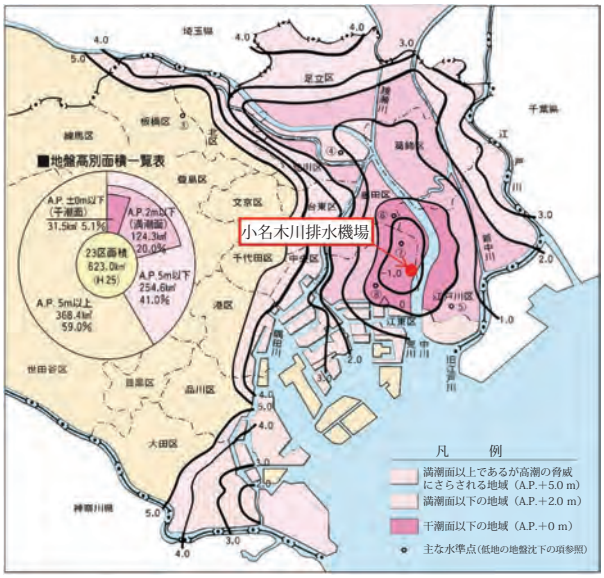


図２　地盤高図[1]
Fig. 2　Ground level view

整備している。

地盤が特に低い区域（海抜ゼロメートル地帯）にある東側河川では水門や排水機場（小名木川、木下川）などにより、人工的に河川水位を低下させたうえで護岸や河道の整備が行われた。水位低下対策は、1978年の第一次水位低下（A.P.±0.0 m）と、1993年の第二次水位低下（A.P.－1.0 m）の２回実施されている。この整備に伴い、既設の小名木川排水機場の運転水位が見直され、水位低下対策に応じたポンプ運用がなされ、現在に至っている。

１－２　ポンプ仕様の変更

小名木川排水機場（洪水ポンプ）の建設当初の計画最低内水位はA.P.+1.5 mであったが、今回計画における計画最低内水位は、江東内部河川整備事業で見直した最低内水位A.P.－1.0 mに将来の広域地盤沈下量0.4 mを考慮して、A.P.－1.4 mとなった。今回、洪水ポンプの最低水位は、建設当初のものと比較し、2.9 m下がった水位となった（**図６**）。

また、江東内部河川は水門により閉鎖されているため、河川浄化を目的として、隅田川から取水して本機場の浄化ポンプで荒川へ常時排水を行う。

浄化ポンプの運転は回転速度制御を行い、内水位の一定制御を行っている。これらの水位条件や用途の変更などから、更新前の仕様（**表１**）と比べて今回更新後のポンプ仕様が大きく変更となった。

表１　ポンプ仕様
Table 1　Pump specifications

ポンプ名称	ポンプ仕様	台数	総排水量
更新前			
洪水ポンプ	φ２ 800 mm立軸可動翼軸流ポンプ 18.0 m^3/s×3.9 m×1 028 kW	4	72.0 m^3/s
更新後			
洪水ポンプ	φ２ 800 mm立軸固定羽根軸流ポンプ 14.5 m^3/s×6.0 m×1 430 kW	3	43.5 m^3/s
浄化ポンプ	φ２ 000 mm立軸固定羽根斜流ポンプ 9.0 m^3/s×5.8 m×850 kW	1	9.0 m^3/s

図４　ポンプ場外観
Fig. 4　View of pumping station

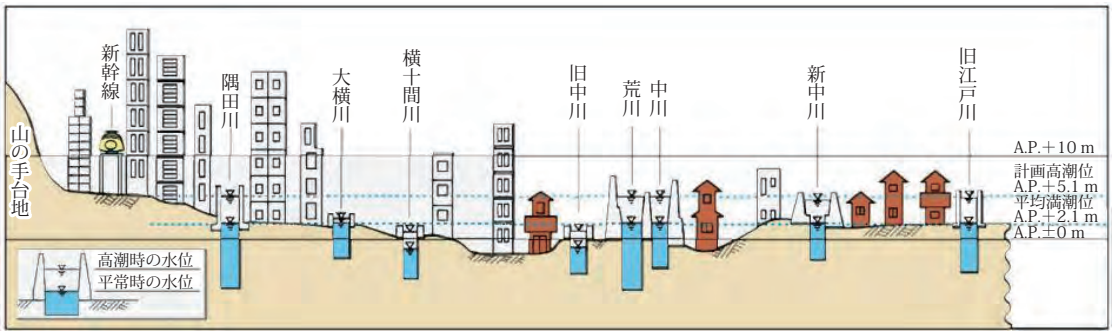


図３　地盤高概念図[1]
Fig. 3　Ground level conceptual diagram

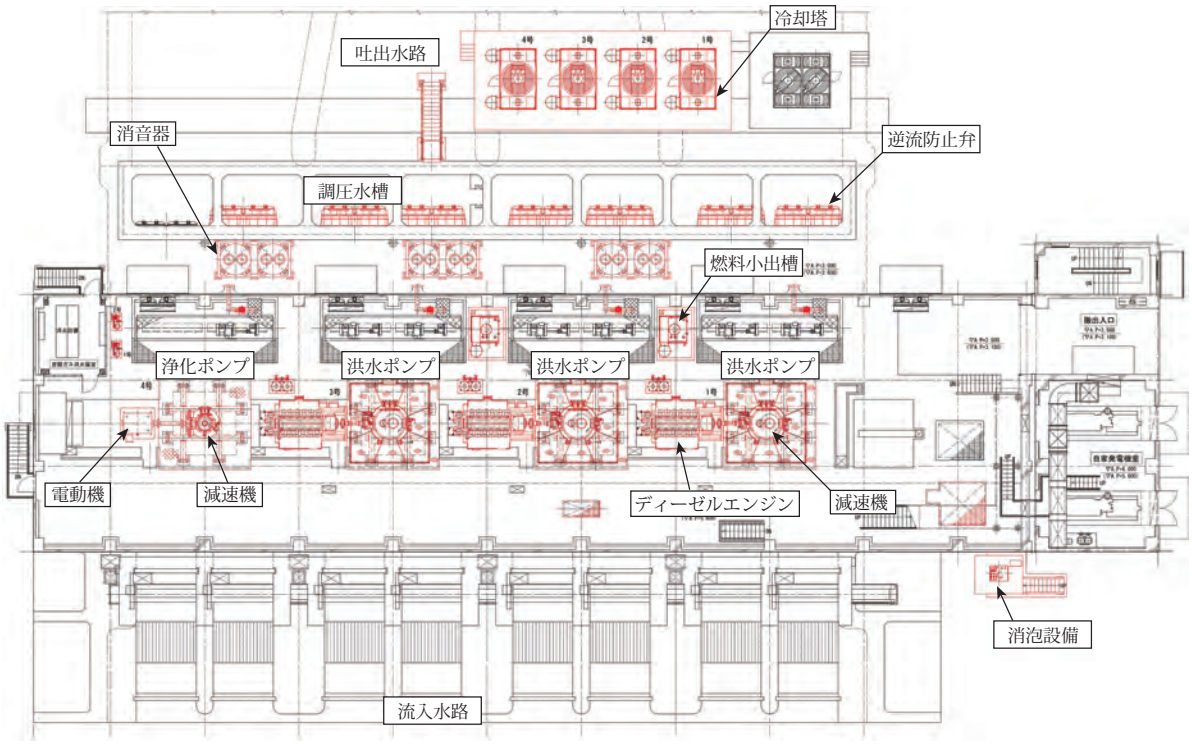


図5　据付平面図

Fig. 5　Layout of pumping station

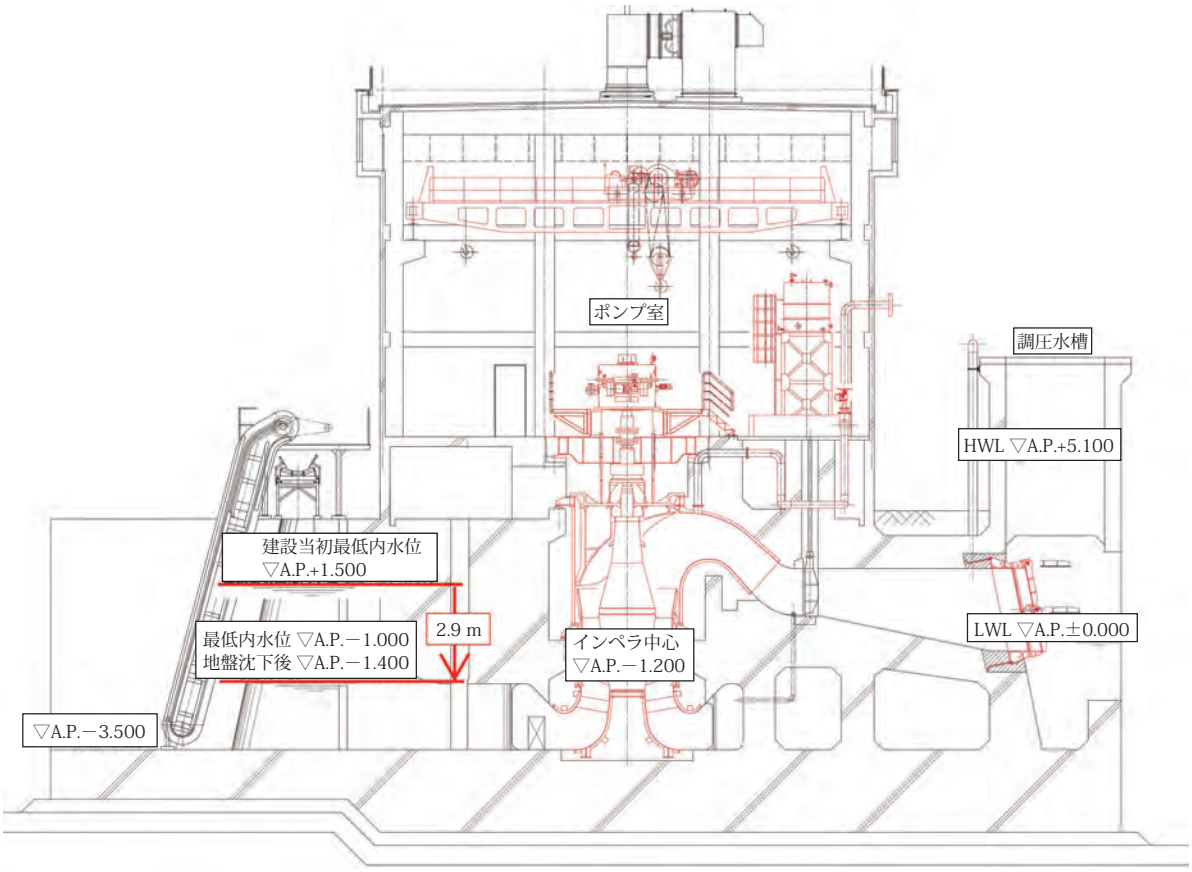


図6　据付断面図

Fig. 6　Sectional view of pumping station

2．ポンプ設備の更新

2－1　主ポンプ

2－1－1　洪水ポンプ

図7に洪水ポンプの概要図を示す。

更新前のポンプと吐出量が比較的近い洪水ポンプ3台（18.0 m^3/s→14.5 m^3/s）については、コスト縮減のため、インペラブレードを既設流用する計画とした。全揚程の変更（3.9 m→6.0 m）については、ブレード枚数を既設から増やして対応し、追加となるインペラブレードは、浄化ポンプとして更新するため不要となるポンプから流用し、改造後の洪水ポンプ3台に追加した。

インペラブレード流用にあたっては、既設の設計図よりインペラブレードの形状をモデリングし、羽根枚数を変更した場合の性能をCFD解析により事前予測するとともに、既設インペラブレードの3D計測を行い、形状データをフィードバックした確認を実施した。インペラボス、ケーシングについては新規製作とし、CFD解析により最適設計を行った。

最終的には、3D計測データを踏まえた形状のモデル試験を行い、仕様を満足することを確認した。

またその他の部品としては、主軸、湾曲板およびケーシングライナ（コンクリートケーシング部）などの主要部品についても既設流用とし、更新コストの縮減を図った。

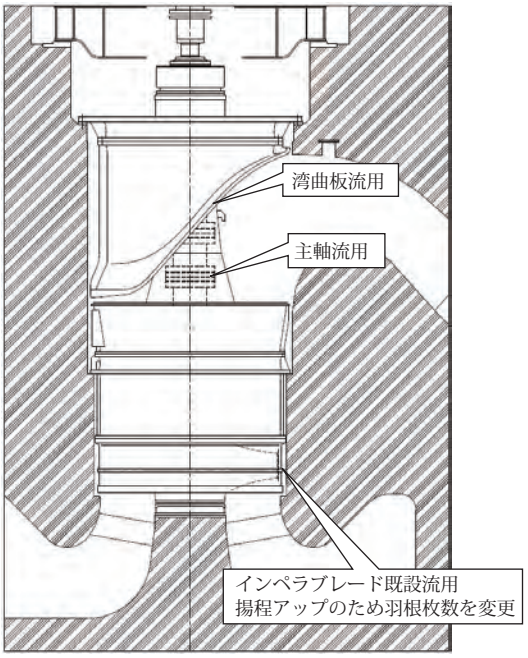


図7　洪水ポンプ概略図
Fig. 7　Outline drawing of pump

2－1－2　浄化ポンプ

図8に浄化ポンプの概要図を示す。

浄化ポンプは、納入当初の主ポンプ仕様から大きく変更となるため、吸込ベル、インペラ、吐出しボウル部分を新規設計とし、湾曲板、ケーシングライナを既設流用する計画とした。

また、水中軸受にはセラミックス軸受、外部軸受は冷却ファン付空冷タイプ、軸封部には無注水メカニカルシールを採用し、無水化を図っている。

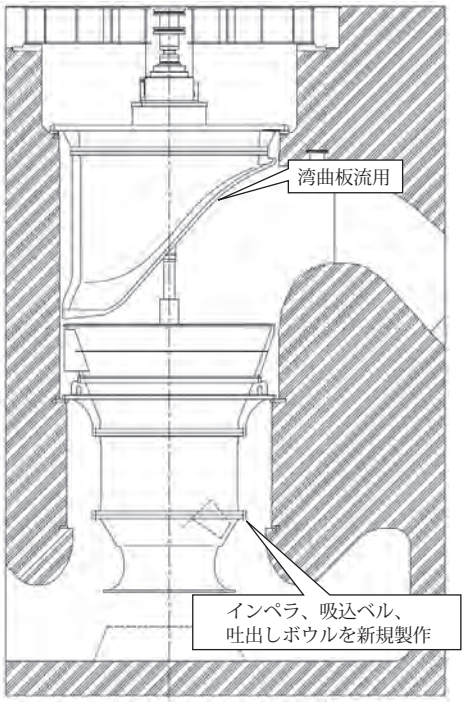


図8　浄化ポンプ概略図
Fig. 8　Outline drawing of pump

2－2　ディーゼルエンジン

ポンプ計画実揚程の見直しに伴い、ポンプ全揚程が既設と比較して大きくなったため、ディーゼルエンジンの出力が1 028 kWから1 430 kWに更新となった。本機場のディーゼルエンジンの特徴は以下の2つである。

2－2－1　過冷却防止対策

ディーゼルエンジンを今回更新するにあたり過冷却防止対策を行った。ディーゼルエンジンの冷却水出口側に温度調節弁を設置し、昇温した冷却水をディーゼルエンジンへ戻すことにより、エンジン本体との温度差を低減させ、潤滑油の劣化を抑制している（**図9**）。

2－2－2　ディーゼルエンジンの状態監視

ディーゼルエンジンに数多くのセンサを取付け、冷却水、潤滑油、燃料油、空気の圧力や温度および排気温度

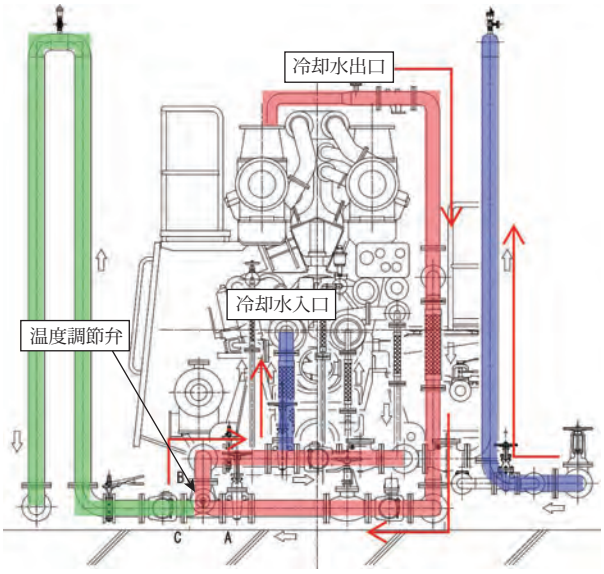


図9　エンジン小配管図
Fig. 9　Engine around small piping diagram

の計測を実施し、時間的変化を監視している。また、排気温度は平均排気温度と各気筒毎の相違が50 ℃以上になると警報を発報させるようにした。上記の計測項目の状態監視を行い、早期に異常値を検知し、重大なエンジン故障を未然防止させている（**図10**）。

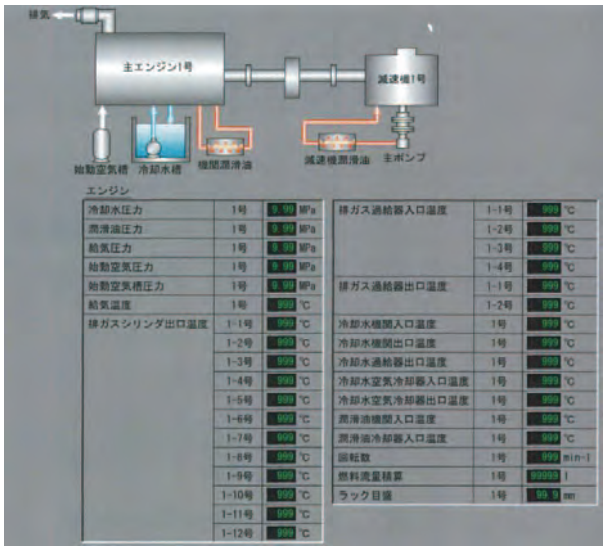


図10　エンジンの状態監視状況
Fig.10　Condition monitoring situation of Engine

2－3　油圧クラッチ内蔵型減速機

更新前の減速機はスラスト荷重を減速機側で支持し、流体継手によりディーゼルエンジンの駆動力をポンプへ伝達しているため、減速機本体の重量が大きく、躯体構造物に対して、大きな荷重を与えていた。今回更新した減速機は上記に示す荷重の軽減およびL2地震後の躯体残留変形に対応するため、スラスト荷重をポンプ側で支持し、駆動伝達方式を油圧クラッチに変更した。また、ポンプ起動時にエンジンの起動トルクを円滑に伝達するためにアキュームレータを設置し、油圧クラッチの接続時間を適切に設定した。

2－4　二相ステンレス逆流防止弁

本機場の吐出側の荒川の水質は東京湾に近いことから希釈海水の流域である。既設の逆流防止弁の弁体材質は鋼板性の材質にエポキシ樹脂系の塗装であったため、長期にわたる潮の満ち引きの影響により腐食が著しく、逆流防止の機能が低下していた（**図11**）。そこで、今回の逆流防止弁の弁体および弁胴の材質は希釈海水の水質環境に対して耐食性の高い材質の二相ステンレスを選定した（**図12**）。なお、軸受部においても、潤滑剤の流出防止のため、PTFE系の固体潤滑剤プラグを埋め込んだ軸受を使用している。

図11　更新前の逆流防止弁
Fig.11　Pre-update of non-return valve

図12　更新後の逆流防止弁
Fig.12　Post-update of non-return valve

2－5　冷却水系統設備

本機場の冷却水系統設備はディーゼルエンジン1台に対して、冷却水ポンプと冷却塔を1台ごとに設置している。運用方法は冷却水ポンプよりディーゼルエンジンへ冷却水を供給し、昇温した冷却水を冷却塔により熱を大気へ放熱し、冷却水槽へ戻すという冷却水を繰り返し使用する重要な設備である。したがって、冷却水系統設備の不具合のリスクを軽減するために、冷却水ポンプ（**図13**）と冷却塔（**図14**）が故障などで不具合を生じた場合、各冷却水系統設備の予備機がバックアップとして運用するシステムを構築している。

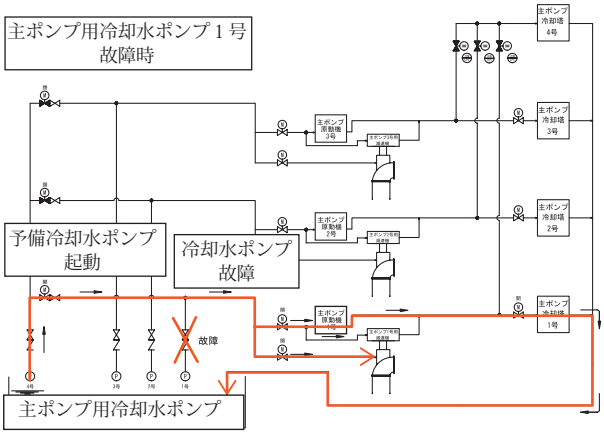


図13　冷却水ポンプ故障時のバックアップ運用状況
Fig.13　Operational status of cooling-water pump failure

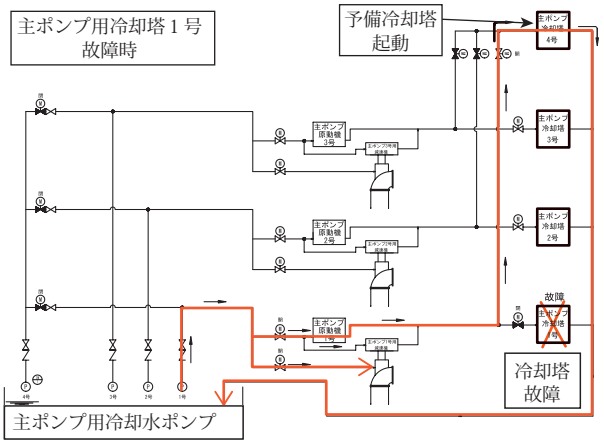


図14　冷却塔故障時のバックアップ運用状況
Fig.14　Operational status of cooling tower failure

2－6　消泡設備

主ポンプが運転すると吐き出された水が調圧水槽内で大きく撹拌され、吐出水路に泡が発生するため、流入水路に消泡剤を注入し、消泡する設備を設置している。消泡設備の運用は環境を考慮し、食品用途として開発されたシリコーンエマルジョン型消泡剤を使用し、撹拌タンクに上水を給水し、攪拌する。その後、薬液ポンプで、流入水路に消泡剤を注入している。

3．現地工事における新技術

3－1　鋼製ライナ樹脂コーティング

本機場の水質は希釈海水であり、現地で採取した水を分析したところ、塩化物イオン濃度が10 800 mg/Lという高い数値を示した（**表3**）。

表3　水質測定結果
Table 3　Water quality measurement results

試験項目	1号吸込側	4号吸込側	測定方法
電気伝導率	2 950 mS/m	2 780 mS/m	電気伝導率計
塩化物イオン	10 800 mg/L	10 300mg/l	硝酸銀滴定法

現地没水部の鋼製ライナ（吸込ラッパ管ライナ、吸込コーンライナ）については、腐食が確認されている箇所もあり、既設の鋼製ライナを今後も使用していくため、エポキシ樹脂系塗装よりも耐食性に優れた樹脂コーティングとした（**図15**）。樹脂コーティング剤の性質は、接着強度が高いほど、塗装のはく離・水ぶくれに対しての抑制効果があり、蒸気浸透率が小さいほど腐食媒体である塩化物イオンの侵入抑制効果がある（**表4**）。

表4　塗装コーティングの比較
Table 4　Comparison of paint coating

種類	接着強度 kg/cm^2	蒸気浸透率 g/m^2・24Hr-mmHg
エポキシ樹脂	100～200	0.067
樹脂コーティング材	250	0.0004

図15　塗装コーティングの完成状況
Fig.15　Complete situation of paint coating

3－2　ポンプベース　レベリング工法

ポンプ更新後に再据付を行うにあたり、現地測定を実施した結果、機場の不等沈下により、ポンプベースの両端の高低差が最大で7 mmの傾きでポンプが傾いていることが分かった。多くの場合、既設ベースと更新ポンプとの間に調整ベースを用いることで解決してきたが、本機場では、ポンプ1台を撤去・更新するまで1ヶ月以内で完了させる必要があるため、工程を短縮できる施工方法が求められた。上記の課題を改善するために、今回はレベリング剤をポンプベース面に施工を実施した。本工法は、現場だけの施工・工程管理で行うことが可能であり、短期間で更新する本工事において、極めて有効である（**図16**）。

図16　レベリング剤施工後のポンプベース面
Fig.16　Surface of the pump base after self-leveling

4．おわりに

本機場は、主な工事内容としては1968年に設置された既設主ポンプ設備の更新工事と耐震・耐水対策を踏まえた改修整備を行った。主ポンプの改修整備は、極力既設部品を流用することにより、コスト削減に努め、ディーゼルエンジンの更新では、過冷却防止対策を実施した。また、現地工事においては、鋼製ライナの樹脂コーティングやレベリング工法などの新技術を導入し、工程短縮を図ることができた。

おわりに、本設備の設計・施工にあたりご指導頂きました東京都建設局江東治水事務所ならびに関係各位に深く御礼申し上げます。

＜参考文献＞

⑴　東京都建設局　荒川水系　江東内部河川整備計画　平成28年6月

＜筆者紹介＞

佐々木隆：2001年入社。主にポンプ設備のシステム設計に従事。現在、プラント建設部システム設計課　担当課長
江口　崇：2006年入社。主にポンプの設計業務に従事。現在、水力機械設計部　水力機械2課　担当課長

鹿児島県　北薩トンネル　トンネル換気用ジェットファン

後藤昭久　　遊馬　誠

Jet Fans for Hokusatu Tunnel

By Akihisa Goto and Makoto Asoma

In order to keep the visibility environment etc. of the user well, the road tunnel needs to dilute the exhaust gas from the automobile with the fresh air outside the tunnel, and it is necessary to dilute the fresh air outside the tunnel, Jet fans were adopted for the purpose of smoke exhaust equipment in other accidents. Jet fan specification of Hokusatsu tunnel is lightweight and high wind speed type jet fan. Our company has not delivered track record. We have developed and delivered lightweight casing and low noise impeller for the first time. Since introduction of a lightweight casing changed the flow path structure inside the fan, we developed a new impeller based on the results of CFD analysis. In the performance test at our factory, we got a good result satisfying all the required specifications. In this paper, I will report on the outline of the ventilation system and the characteristics of the jet fan of Hokusatsu tunnel.

1．はじめに

泊野道路は北薩横断道路の一部を構成し、九州縦貫自動車道や南九州西回り自動車道などと一体となった広域交通ネットワークにより、鹿児島空港へのアクセス向上や、一般国道504号の交通隘路区間の回避、地域間交流・連携の促進や観光振興などに大きく寄与する道路として整備された（**図１**）[1]。本トンネルはトンネル内車両火災、その他事故における排煙設備を目的としてジェットファ

図１　位置図
Fig. 1　Site location

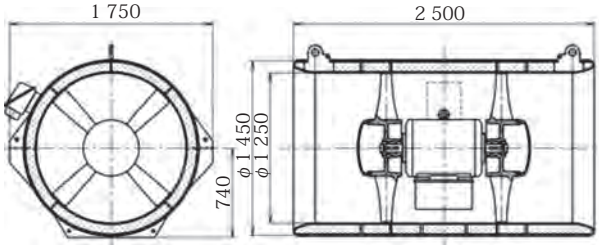


図2　北薩トンネル用ジェットファン
Fig. 2　Jet Fans for Hokusatsu Tunnel

ンが採用された。

ジェットファンのあらゆる仕様に対応する技術力、機器への高い信頼性が問われている中においても当社のジェットファンは評価が高く数多くの場所で活躍している。

本向先である北薩トンネル向けの軽量高風速型ジェットファン（**図2**）は、当社のジェットファンにおいて初めて軽量ケーシングを採用した実績である。以下に、本向先のトンネル換気設備の概要と特徴を紹介する。

2．制御・操作設備概要

図3に換気設備の概要図、**表1**に施工内容、**表2**にジェットファン仕様を示す。北薩トンネルに軽量高風速型ジェットファン4台を設置した。この換気設備は、ジェットファン本体と排煙用換気制御盤（**図4**）、換気動力盤（**図5**）および消防隊用排煙操作箱（**図6**）で構成され、通常は排煙用換気制御盤によるプログラム制御（平日、土日、祝日別）を行い、火災等はジェットファン全停止後に両側坑口に設けられた消防隊用排煙操作箱

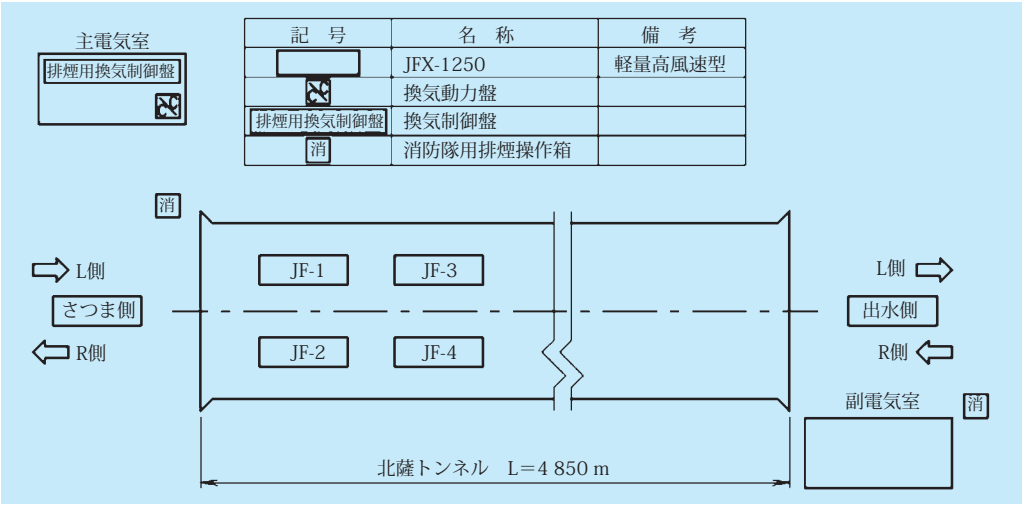


図3　トンネル内換気設備概要図
Fig. 3　Arrangement of ventilation equipment in tunnel

表1　施工内容
Table 1　Construction contents

種別	細別	数量
ジェットファン設備	軽量高風速型ジェットファン	4台
操作制御設備	手元開閉器箱	2面
	排煙用換気制御盤	1面
	消防隊用排煙操作箱	2面
	換気動力盤	4面
電気工事	配管・配線	1式

表2　ジェットファン仕様
Table 2　Jet fan specifications

形式	電動機直結内装軸流式
口径	1 250 mm
全長	2 500 mm
風量	43 m^3/s
風速	35 m/s
出力	50 kW
取扱気体	トンネル内空気
台数	4台

図4　排気用換気制御盤
Fig. 4　Ventilation control panel for smoke

図6　消防隊用排煙操作箱
Fig. 6　Smoke operation box for fire brigades

により手動でジェットファン４台を操作する。本ジェットファンは、主に火災時の排煙用として設置されていることから、煤煙量を透過率で監視するVI計、一酸化炭素濃度を測定するCO計および風向風速を測定するAV計の計測設備は設けていない。

換気動力盤（**図5**）は従来の直入れ方式ではなく、インバータ方式が採用され始動電流を抑制している。また、排煙用換気制御盤によるプログラム制御においてもノッチによる段階的回転数制御を行うことで省エネに貢献している。

インバータ方式に伴う高調波対策はPWMコンバータを当社として初めて採用している。

図5　換気動力盤
Fig. 5　Ventilation power panel

3．ジェットファン設備

軽量ケーシングを採用した軽量高風速型ジェットファンの新規開発を行った。軽量高風速型ジェットファンは従来形より全長が1 750 mm短い2 500 mmの仕様であり、ケーシング内部の消音器面積もそのまま減少するため騒音値（吸込み正面1.5 mで95dB(A)以下）が満足できない。そこで低騒音型羽根車の新開発を行った。開発に当たってCFD解析を実施し、ケーシング内筒レスおよび最適な翼の形状を決定した。

工場における性能試験では、要求仕様をすべて満足する結果を得ることができた。

4．おわりに

今回、軽量高風速型ジェットファンのほか、トップランナーモータを搭載し、インバータ制御を採用することで維持管理費の低減に役立っている。今後も送風機メーカとして安全性、経済性をさらに高め、より良いトンネル換気設備の研究、開発を続けて行く所存である。

最後に、本工事の実施に当たり、終始適切なご指導を頂いた鹿児島県土木部建築課殿ならびに関係各位に厚く御礼申し上げます。

＜参考文献＞

⑴　鹿児島県ホームページ（2018/4/25アクセス）
https://www.pref.kagoshima.jp/ah04/infra/kotu/seibi/tomarinodourokaituu.html

＜筆者紹介＞

後藤昭久：2003年入社。主にファンの設計業務に従事。
現在、気体機械設計部　ファン設計課　主任
遊馬　誠：1998年入社。運転支援システム装置の設計を経て、送風機のエンジニアリングに従事。
現在、社会システム技術室技術１課　担当課長

大阪市建設局　梅町抽水所　雨水ポンプ設備

内山広成

Umemachi Pump Station for Osaka City

By　Hiroshige Uchiyama

Umemachi pumping station is located in Konohana-ku, Osaka City, Osaka Pref., Japan. It is one of the five pumping stations in Konohana-ku. This pump station has started operation since 1965, and discharge rainwater leaking in a sewage pipe into river. The rainwater drainage pump has been working for over 50 years, and securement of the reliability is difficult by deterioration. Therefore, this time we renewed No.3 and No.4 rainwater drainage pump.

1．はじめに

梅町抽水所は大阪府大阪市此花区に位置し、此花区に５か所ある抽水所の1つである（**図１**、**図２**）。本抽水所は1965年に通水を開始し、下水は此花処理場で処理され、降雨時には下水道管に流れこんだ雨水を速やかに河川へ排除して浸水を防止する。建設当時に設置された雨水ポンプが現在も運用されているが、約50年が経過し、老朽化による信頼性の確保が困難となったため、今回既設ポンプ４台中２台（No.3、No.4）のポンプ更新工事に至った。

図１　梅町抽水所位置図[1]
Fig. 1　Place of Umemachi pump station

図２　梅町抽水所全景
Fig. 2　View of Umemachi pump station

2．ポンプ設備

近年増加傾向にあるゲリラ豪雨による急激な雨水流入量増加に対応するため、ポンプの起動性を向上させる必要がある。このため、既設横軸ポンプから減速機搭載型立軸斜流ポンプに更新することで、真空ポンプによる満水時間が省略され、ポンプの起動性を向上させることができる。

2－1　雨水ポンプの仕様

今回更新したNo.3、No.4雨水ポンプの仕様を**表１**、据付平面図を**図３**に示す。

表１　雨水ポンプ仕様
Table 1　Specifications of the pump

	No.3雨水ポンプ	No.4雨水ポンプ
形　　式	全速全水位 先行待機形 減速機搭載型 立軸斜流ポンプ	減速機搭載型 立軸斜流ポンプ
台　　数	1	1
口　　径　（mm）	800	900
全　揚　程　（m）	6.82	7.23
吐 出 し 量　（m^3/min）	115	150
原　動　機	ディーゼル機関	ディーゼル機関
原動機出力　（kW）	240	300

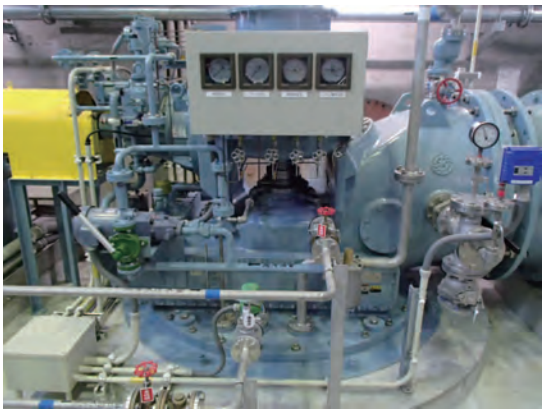


図４　No.4雨水ポンプ外観
Fig. 4　View of No.4 pump

２－２　ポンプの構造と特徴

雨水ポンプの外観は**図４**に示すとおりであり、次の特徴を有している。

⑴　横軸ポンプを立軸化する場合、通常はポンプ床とは別に原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。

⑵　減速機用潤滑油の油槽は、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。なお、No.3雨水ポンプは先行待機形ポンプであるため、吐出しエルボ内に揚水のない気中運転中の冷却用として、水冷式オイルクーラを付属している。

⑶　吐出しエルボに一体化された潤滑油槽は、十分な容量を備えているため、別置きの油槽は不要である。

⑷　歯車用主軸が吐出しエルボの流水部を貫通することはなく、減速機の潤滑油空間と揚水室内が大気開放部で完全に分離されているため、潤滑油がポンプの揚水に混入・流出することはない。

⑸　軸封部メカニカルシールは大気開放部の点検スペースに付属されており、摺動部二つ割タイプのメカニカルシールを採用しているため、吐出しエルボを分解することなくメンテナンスが可能である。

⑹　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

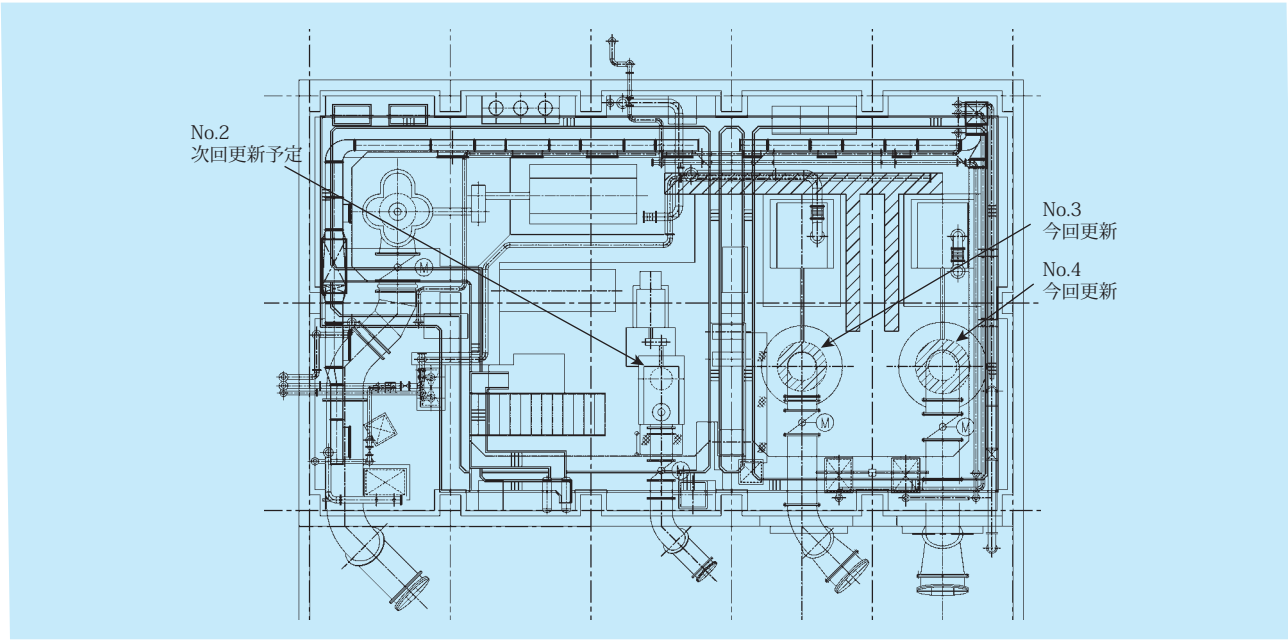


図３　据付平面図
Fig. 3　Layout of pumping station

可能である。

2－3　1段減速タイプの構造と特徴

減速機搭載型吐出しエルボ（Lambda-21®）は、エンジン回転速度をポンプに適した回転に減速するため、その減速比により減速段数を選定しており、今回は1段減速タイプを採用した。

図5(a)に1段減速タイプ、**図5**(b)に2段減速タイプの構造を示す。1段減速タイプはかさ歯車のみを使用した直交軸歯車減速機、2段減速タイプはかさ歯車とはすば歯車を使用した直交軸歯車減速機となる。1段減速タイプは軸封部にて上ケーシングと下ケーシングを分割することで、減速装置を分解することなく、減速装置の出力軸とポンプ軸の連結分離ができ、さらに設置高さを低くしている。

減速段数の違いによる比較をした内容を**表2**に示す。1段減速タイプは減速機効率・メンテナンス性・騒音については歯車の数が少ない分優位であるため、1段減速タイプを採用した。

3．ポンプ設計上の留意点

吐出しエルボの減速機搭載部には、歯車や軸受用の潤滑油配管や計装用の導圧管が複雑に配置される。最適な配管レイアウトの計画、干渉チェック、製作図への展開を容易に行うため、3Dモデリングを活用している。そのため、計画から施工までスムーズな情報伝達が可能となった。

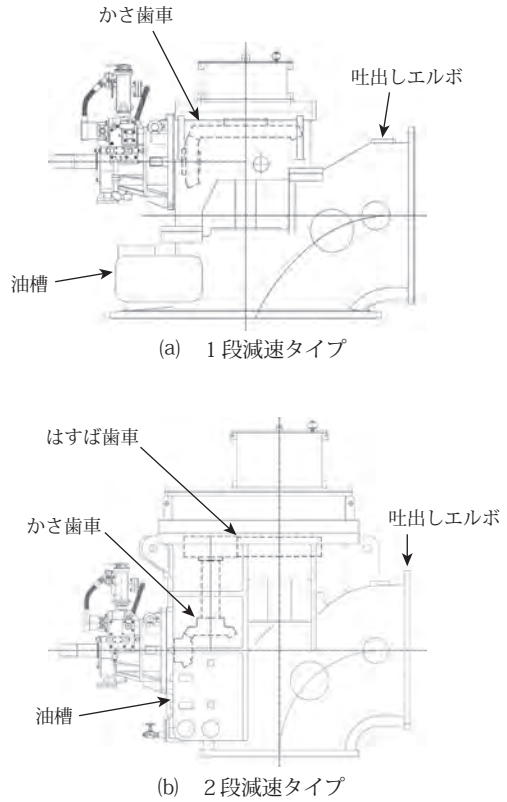


図5　減速機搭載型吐出しエルボの構造
Fig. 5　Structure of reduction-gearbox-mounted discharge elbow

表2　減速段数の比較
Table 2　Comparison of reduction number

減速段数	1段	2段	比較
減速機効率	◎	○	1段減速タイプの方が、歯車の数が少ないため、歯車伝達における損失が低減され減速機効率が向上する。
メンテナンス性	◎	○	1段タイプの方が歯車の数が少なく組立性が向上するためメンテナンスが容易となる。
騒音	◎	○	1段減速タイプの方が歯車の数が少ないため、歯車からの発生騒音が低減され、低騒音化が図れる。
駆動機設置高さ	○	○	1段減速タイプは入力軸中心が2段減速タイプよりも高くなる。従って、駆動機下に防振架台などの設置が容易となる。

◎：優位　○：従来

4．おわりに

今回、梅町抽水所のポンプ設備の更新工事を紹介した。1段減速タイプとすることにより、ポンプの維持管理の向上が図れた。

近年、ゲリラ豪雨や猛烈な台風などの異常気象、排水条件の変更により、既存の雨水ポンプ設備の起動性の向上が求められるようになってきている。今回のように横軸斜流ポンプから立軸斜流ポンプへの更新や、1段減速タイプの採用など、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大阪市建設局殿、ならびに関係各位に深く感謝いたします。

＜参考文献＞
(1)　大阪市ホームページ
（下水道＞下水道の役割＞此花下水処理場より）
URL：http://www.city.osaka.lg.jp/kensetsu/page/0000141871.html
閲覧日：2018/4/27 アクセス

＜筆者紹介＞
内山広成：2012年入社。主に立軸ポンプや減速機搭載型吐出しエルボの設計業務に従事。現在、水力機械設計部 水力機械2課

伊丹市上下水道局　鶴田雨水ポンプ場

海野　亮　　川口隆佑

Tsuruta rainwater pumping station for the Itami city Waterworks Bureau

By Ryo Unno and Ryusuke Kawaguchi

Tsuruta Rainwater Pump Station, Located in Iwaya, Itami city, Osaka was built in March 1981 for rainwater drainage for its surrounding industrial area.

After 35 years from the commencement of operation, Itami City Waterworks Bureau planned for a renewal project of the whole station due to aging of rainwater drainage pumps in the station and started the actual renewal construction（the 1st Phase）in fiscal year of 2016.

In this article , the renewal construction（the 3rd phase）in fiscal year of 2017 for which DMW undertook manufacturing and installation of rainwater drainage pumps is introduced.

1．はじめに

伊丹市岩屋に位置する鶴田雨水ポンプ場は、周辺工業地帯の雨水排水用設備として昭和56年３月に設置された。設備の稼動から約35年経過したため、伊丹市上下水道局殿ではポンプの老朽化に伴い、ポンプ設備全体の更新計画を行い、平成28年度より第１期更新工事に着手した。

このたび、当社が製作・据付工事を行った平成29年度の鶴田雨水ポンプ場改築更新工事（第３期）について紹介する。

図１　ポンプ場外観
Fig. 1　View of pumping station

2．機場の概要

本機場の既設ポンプ設備では、2 200 mmスクリューポンプ２台（No.1、2)、2 600 mmスクリューポンプ１台（No.3）の計３台が設置され、猪名川への排水を行っている。

今回工事では、既設スクリューポンプ３台のうち老朽化した2 600 mmスクリューポンプ１台（No.3)、またそれに伴う駆動設備1式を撤去し、更新した。更新後の据付断面図および据付平面図を**図２**、**図３**に示す。

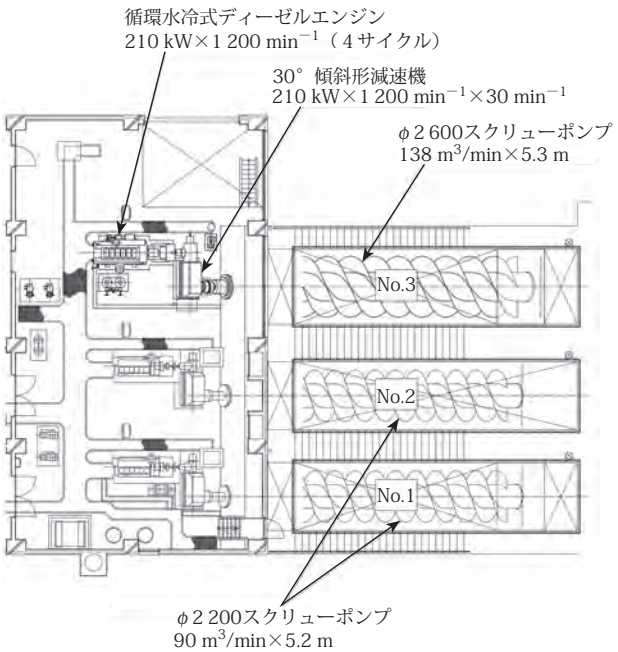


図２　据付平面図
Fig. 2　Layout of pumping station

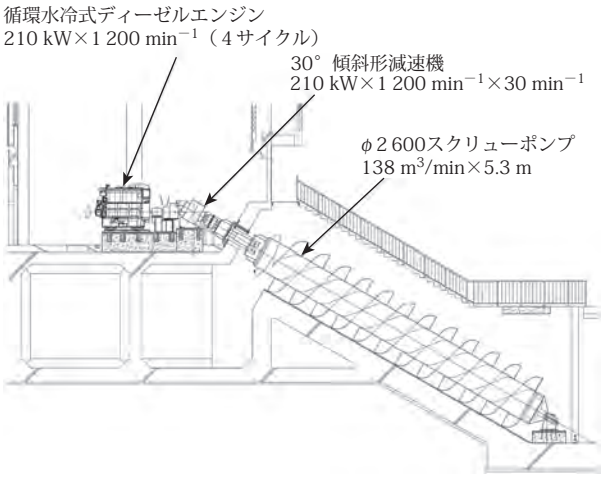


図3　据付断面図
Fig. 3　Sectional view of pumping station

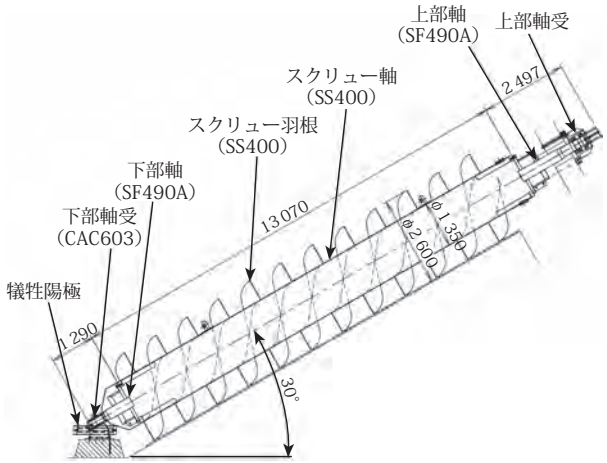


図4　スクリューポンプ構造図
Fig. 4　Structure of screwpump

3．主ポンプ設備

3－1　スクリューポンプの特徴

スクリューポンプは、下記の特徴がある。

⑴　揚水量0（空運転）から最大揚水量まで水力的な問題が無く連続運転が可能。

⑵　流入水量が減少して吸込槽水位が低下するに従い、揚水量が減少する自己調節作用があり自動運転が容易で、特に無人運転に適している。

⑶　スクリュー羽根の間隔が広いので、流入側に目の粗いスクリーンを置くだけで良く、通常の汚水ポンプではつまりやすいものでもそのまま輸送でき、雨水排水用にも適している。

⑷　他の形式のポンプのように深く大きな吸込槽を作る必要が無く、吸込側に沈砂池を必要としない。

3－2　スクリューポンプ仕様

表1　スクリューポンプ仕様
Table 1　Pump specifications

形　　式		スクリューポンプ
口　　径	(mm)	2 600
全 揚 程	(m)	5.3
吐 出 し 量	(m^3/min)	138
出　　力	(kW)	210
傾 斜 角	(°)	30
取 扱 流 体		雨水
台　　数		1

3－3　スクリューポンプの構造

図4にスクリューポンプ構造図を示す。

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

下部軸受部は、下部軸と下部軸受で構成され、下部軸はスクリュー軸に取り付くブラケットと一体構造となっていてスクリュー軸に流水の抵抗が最小で導水するため円錐状のカバーを取り付けている。また、下部軸受はスリーブ形のメタル軸受を採用している。電動グリースポンプによる潤滑を行っているが、環境に配慮してグリース回収形を採用している。

上部軸受は上部軸と上部軸受および入力軸継手で構成され、下部軸と同じブラケット一体構造である。上部軸受には、本体のラジアル荷重とスラスト荷重を支持する転がり軸受を採用し、グリース潤滑となっている。ポンプの入力軸継手はギヤ軸継手を採用している。

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

サイドカバーは一般構造用圧延鋼板を使用した溶接構造でスクリュー軸に沿って組立搬入に支障が生じないよう分割構造となっている。

3－4　スクリューポンプの特徴

ポンプの下部軸受、サイドカバーに犠牲陽極を設置することで、ポンプの長寿命化を図っている。

下部軸受部の写真を**図5**に示す。

また、電動グリースポンプのグリースタンクには、ローレベルスイッチを設置し、グリースの油面低下を管理している。

3－5　据付

スクリューポンプの現地据付時には、60tクレーンにより、細心の注意を払いながらの作業となった。**図6**に

図５　下部軸受部
Fig. 5　Lower bearing part

図６　スクリューポンプ据付中
Fig. 6　Under screw pump installation

図７　スクリューポンプ全景
Fig. 7　Screw pump whole view

据付中のスクリューポンプを示す。また、据付後の全景を**図７**に示す。

４．主ポンプ駆動設備

主ポンプ駆動設備はディーゼルエンジンと歯車減速機にて構成している。

４－１　ディーゼルエンジン

ディーゼルエンジンは、振動低減対策としてディーゼルエンジン台床に防振装置を付属している。

また、排気騒音を敷地境界にて50dB（A）以下とするため、機関出口1 mにて55dB（A）以下となるようポンプ室に横形排気消音器１台、立形排気消音器１台の計２台を配置している。**図８**に今回更新した駆動設備の全景を示す。

図８　ポンプ室 駆動設備
Fig. 8　Pump well drive facilities

さらに、動力伝達装置としてディーゼルエンジンと減速機との連結には、遠心クラッチを採用した。これにより、整備時などにおけるディーゼル機関の単独運転が容易となる。

４－２　歯車減速機

歯車減速機は、水平からスクリューポンプの傾斜角の30°に角度を変え、かつ変速するため４段歯車減速機を採用した。動力は、ディーゼル機関より遠心クラッチを介して減速機の第１段カサ歯車に入り、30°向きをかえ、第２段カサ歯車、ハスバ歯車、出力軸、軸継手を経てポンプへ接続される。

５．おわりに

以上、鶴田雨水ポンプ場スクリューポンプ設備の概要を紹介した。今後のスクリューポンプ設備の更新に対し、参考となれば幸いである。

おわりに、本設備の設計、施工にあたりご指導頂きました伊丹市上下水道局の関係各位に深く感謝いたします。

＜筆者紹介＞
海野　亮：2011年入社。ポンプの設計業務に従事。
現在、水力機械設計部　水力機械2課
川口隆佑：2016年入社。ポンプ設備システム設計に従事。
現在、プラント建設部　システム設計課

大阪市　千島下水処理場　送風機設備

戒亥　武　　遠藤航治　　中町友則

Blower for Chishima Water Purification Center of Osaka City

By Takeshi Inui, Koji Endo and Tomonori Nakamachi

Chishima Sewage Treatment Plant is located in Taisyo area in Osaka. This plant has been started the operation since 1963. In this project, we supplied “AM-Turbo®” which is without the forced lube oil system. We will introduce now we modify the existing Chishima Sewage Treatment Plant as follows.

1．はじめに

千島下水処理場は、大阪府大阪市大正区に位置し、大正区の全域（船町を除く）の下水を処理している。

本処理場は1963年に通水を開始し、79 000 m^3/日を処理する下水処理場となっている(1)。

1977年に建設された機械棟には、建設当時に設置された当社製ブロワ２台が現在も運用されていた。

ブロワが設置され約40年経過し、老朽化による信頼性の確保が困難となっていることもあり、今回の更新工事に至った。今回、既設ブロワ２台を更新する工事を受注し、受注後のVE提案を経て、新型ブロワ（AM-Turbo®）が採用され、納入した。

本件では、ケーシングが鋳鉄製の新型多段ターボブロワ（以下「AM-Turbo®」（Advanced Multi-Turbo））および新型のエアアシスト式低圧力損失形逆止弁（以下「AAチェッキ」）を納入したので、以下にその概要を紹介する。

2．機場の概要

本処理場の送風機設備では鋳鉄製多段ターボブロワ２台が設置され、反応槽への送気を行っている。

今回工事では、老朽化した既設ブロワ２台を撤去し、「AM-Turbo®」に更新した。送風機据付平面図および据付断面図を**図１**、**図２**に示す。既設のブロワは集中給油方式が採用されており、下階の油タンクから給油ユニットを介してブロワに給油されている。本機器はフローシート（**図３**）のように強制給油装置が不要なため、設備内の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ともに、震災などによる冷却水配管、油配管の破損事故などのリスクを回避することができる。

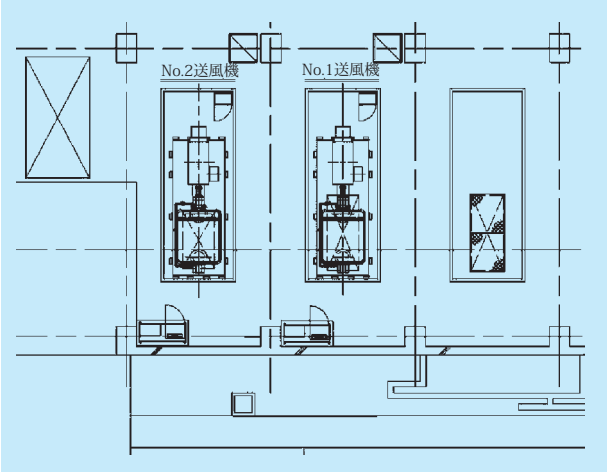


図１ 送風機据付平面図
Fig. 1 Plan view of blowers

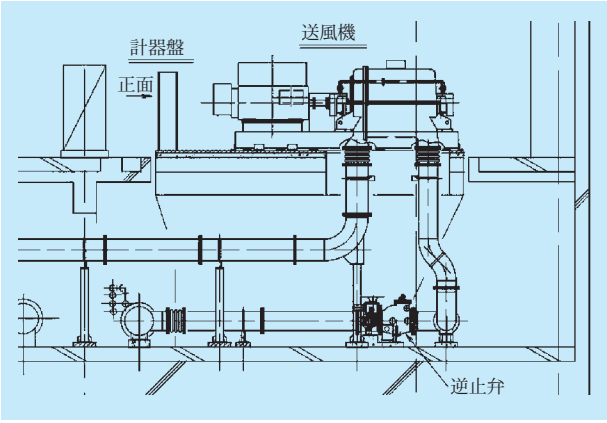


図２ 送風機据付断面図
Fig. 2 Sectional view of blowers

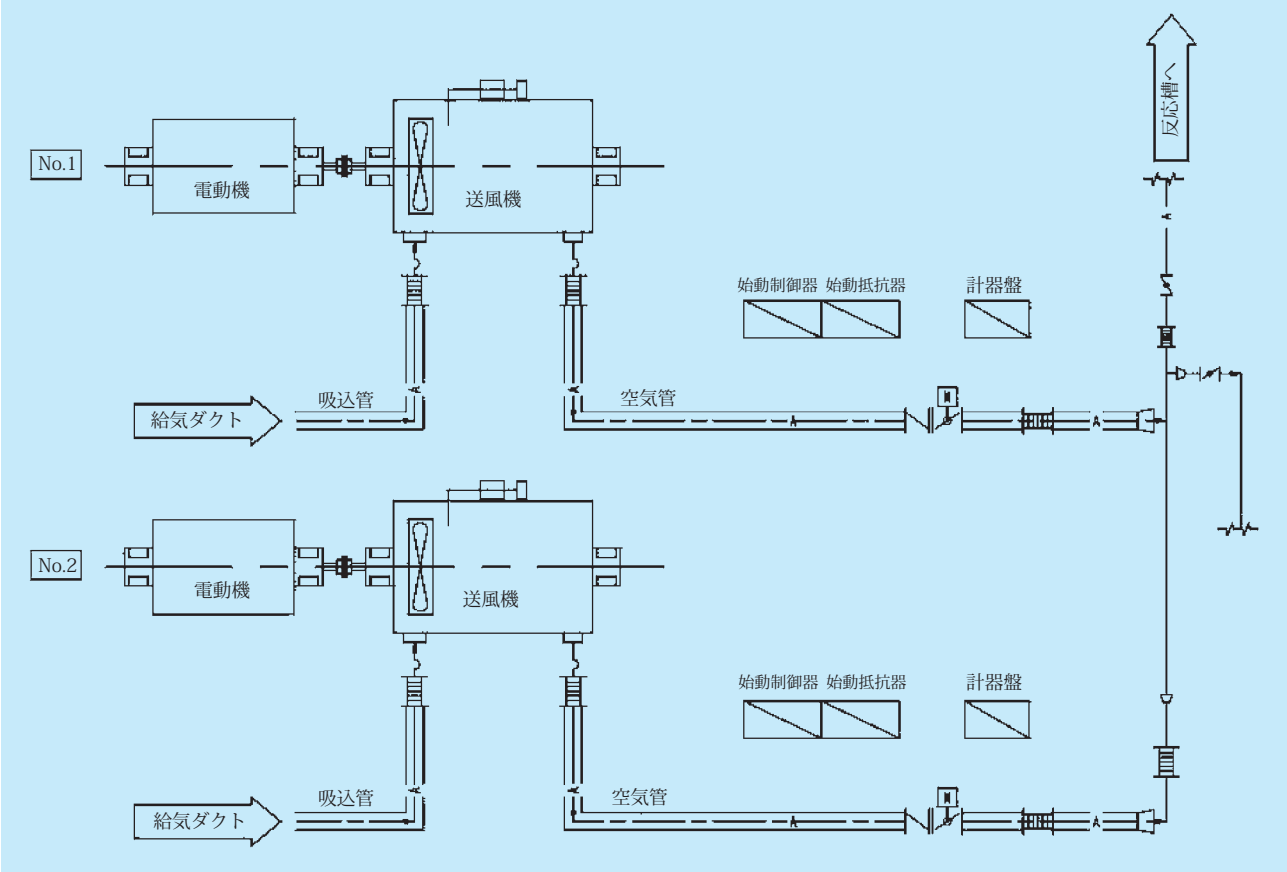


図３　送風機設備フローシート
Fig. 3　Flow sheet of blower station

３．ブロワ概要

３－１　ブロワ仕様（AM-Turbo®）

本ブロワの仕様を**表１**、外観を**図４**に示す。

３－２　構造と特長

本ブロワの特長を以下に示す。

⑴　回転体

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

表１　ブロワ仕様
Table 1　Blower specifications

形　　式		電動機直結式 片吸込多段ターボブロワ（鋳鉄製）
口　　径	（mm）	450/400
風　　量	（m^3/min）	220
昇　　圧	（kPa）	約77
出　　力	（kW）	355
取扱気体		空気
台　　数		2

⑵　ケーシング

ケーシングは鋳鉄製の多段式で、水平二ツ割構造である。上ケーシングの分解のみで回転体の取り出しが可能なため、メンテナンスが容易にできる構造となっている。

⑶　軸受ユニット

従来、鋳鉄製多段ターボブロワは軸受負荷荷重が大き

図４　ブロワ外観
Fig. 4　View of blower

く、強制潤滑式のすべり軸受を採用していた。しかし、回転体の軽量化に伴い、軸受負荷荷重が低減したことから、ころがり軸受の選定が可能となった。

本ブロワには、自己空冷式のころがり軸受を採用した（**図５**）。

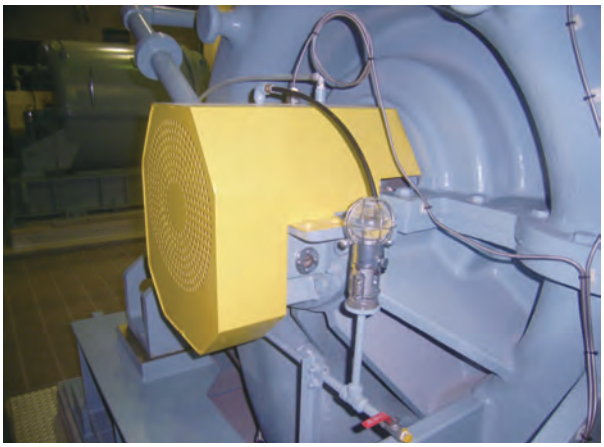


図５　空冷式ころがり軸受ユニット
Fig. 5　Air-cooled ball bearing unit

⑷　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。

⑸　補機の削減

前項で述べたとおり、本ブロワは自己空冷式のころがり軸受を採用している。これにより、従来すべり軸受で必要とされていた強制給油装置を不要とすることができた。

また、冷却水ポンプなどの冷却水設備が不要となることから、メンテナンス性が大きく向上している。

⑹　オイルミスト回収装置

ブロワの吐出し圧力を利用したミストセパレータシステムを付属している。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。動力不要のため、メンテナンスが容易である。**図６**にオイルミスト回収装置構成図を示す。

４．低圧力損失形逆止弁

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

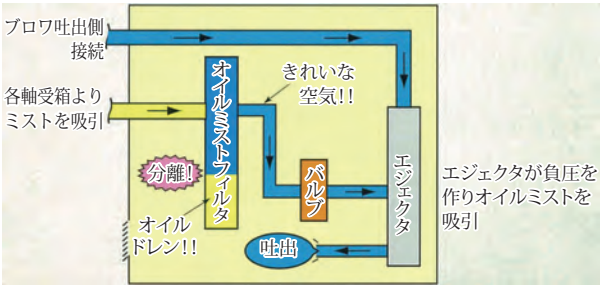


図６　オイルミスト回収装置構成図
Fig. 6　Configuration of oil mist separator system

また、今回工事では従来の「AAチェッキ」の改良形である「新型AAチェッキ」を納入している。従来の「AAチェッキ」は、弁体アシストON-OFFを送風機の吐出圧力で制御していたため、運用圧力に合わせた調整が必要だった。それに対し、「新型AAチェッキ」は弁内の風速によって弁体アシストON-OFFの切り替えを行うため、運用圧力に合わせた調整が不要となった。「新型AAチェッキ」の模式図を**図７**に示す。弁内部に風向・風速検知用のフラッパが設置されている。ブロワが起動し送風量が一定以上になるとフラッパ軸に連動した三方切替弁が弁一次側の圧力をシリンダ内に導入し弁体を押上げる。

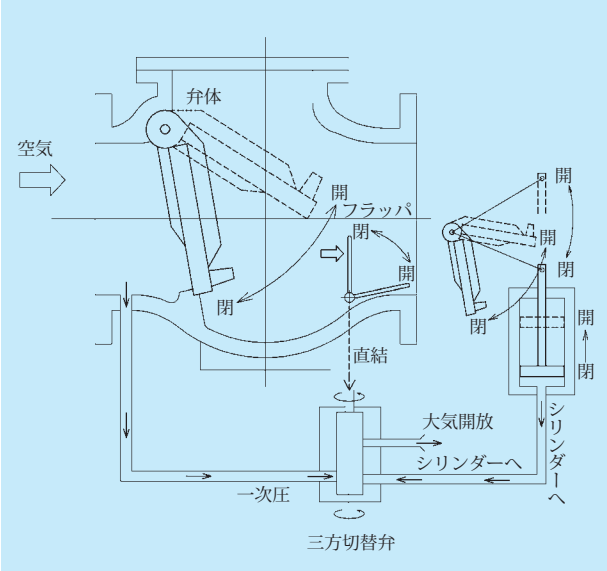


図７　新型AAチェッキ模式図
Fig. 7　Scheme of low pressure loss check valve of new style

ブロワが停止し送風量が一定以下に減少すると、三方切替弁がシリンダ内の圧力を大気開放するように動作する。シリンダ内の圧力が抜けることにより、弁体を押し上げるアシストが無くなり確実に弁体が全閉になる。上

記機構により、従来の「AAチェッキ」で必要だった運用圧力に合わせた調整が不要となった。

5．おわりに

以上、千島下水処理場における送風機設備更新工事の概要を紹介した。本件では従来の多段ターボブロワに代わり、給油装置が不要な「AM-Turbo®」へ更新した。現在、地球環境への貢献として、様々な分野で省エネルギー化、高効率化が求められている。当社においても、「AM-Turbo®」を提供することで、給油装置が不要となることにより、省エネルギー化、メンテナンスコスト削減、維持管理性の向上、災害時のリスク低減などの効果を期待できる。

オイルミスト回収装置の導入は、オイルミスト吸引回収により油汚れの防止、周囲環境の改善を図ることができる。また、「AAチェッキ」は、通常の逆止弁と比べて圧力損失を低減できるため、送風機の動力低減、省エネルギー化に繋がる。今後も環境に配慮し、かつ維持管理性の良い設備を提供していく所存である。

おわりに、本設備の施工にあたり適切なご指導、ご助言を頂いた大阪市建設局殿、クリアウォーター OSAKA 株式会社殿の関係各位に厚く御礼申し上げます。

＜参考文献＞

⑴　大阪市ホームページ
http://www.city.osaka.lg.jp/kensetsu/page/0000140946.html
（2018/4/10 アクセス）

＜筆者紹介＞

戌亥　武：2007年入社。主に、官公需の営業に従事。
現在、大阪支店　社会システム営業課　主事補
遠藤航治：1999年入社、主にファン、ブロワの設計業務を経て、システム設計に従事。現在、プラント建設部システム設計課　主事補
中町友則：2004年入社。主に、送風機設備の計画に従事。現在、社会システム技術室　技術企画課　主事補

ここで活躍しています
－2017年　製品紹介－

1．ポンプ

1－1　北海道空知（そらち）総合振興局　新赤川２揚水機場

⑴　概要

総延長80キロメートルに及ぶ北海道一の長さを誇る北海幹線用水路の支線にある新赤川２揚水機場は、北海道の中央部にある空知管内の岩見沢市に位置し、地域の農業揚水の供給を目的として1979年に設置された。今回、設備の老朽化に伴いポンプ設備の更新を行った（**図1**）。

⑵　特徴

ポンプ運用方式は、異口径ポンプ２台で取水管理を行うため、新たに回転数制御を採用し効率化を図った。

また、揚水期にブロワでゴム堰に空気を送り込み低水位の河川を取水可能な水位まで堰き止めるゴム堰（ラバーゲート設備）を採用している（**図2**）。

⑶　仕様

口径350 mm×250 mm両吸込渦巻ポンプ×１台

13.8 m^3/min×14.7 m×45 kW（電動機駆動）

口径300 mm×250 mm両吸込渦巻ポンプ×１台

11.2 m^3/min×15.1 m×45 kW（電動機駆動）

図1　両吸込渦巻ポンプ

1－2　千葉県水道局　誉田給水所

⑴　概要

誉田給水場は千葉県千葉市に位置し、浄水場で浄水処理してつくられた水道水を各家庭や事業所へ安定供給するための施設である。今回、設備の老朽化に伴いロート弁の更新を行った（**図3**）。

図2　ゴム堰

⑵　特徴

配水量は常時変動するため、誉田給水場では流量調整が容易なロート弁を採用している。弁更新時には通水停止が必要となるが、水道水は通水停止期間を長くとることが困難である。このため、本工事では弁をコンクリート基礎ではなく鋼製架台への据付とし、据付調整にジャッキ方式を採用することにより施工性を向上させる

図3　ロート弁室内全景

ことで、通水停止期間の短縮を図った。

⑶　仕様

口径600 mm 1 床式電動ロート弁× 1 台

1－3　農林水産省近畿農政局　淡山連絡揚水機場

⑴　概要

兵庫県神戸市、三木市ほか東播磨地域に広がる農業地帯では、古くから水不足に悩まされ、明治中期から大正にかけて疏水事業により対応してきた。昭和45年度から平成 4 年度にかけて国営東播用水土地改良事業が実施され、農業用水の安定確保と生産性の向上が実現した。その後、施設の老朽化と用水不足などの課題が生じたため、平成25年度より、国営東播用水二期土地改良事業としての用水系統再編の実施に伴い、今回淡山連絡揚水機場を新設した（**図4**）。

⑵　特徴

口径500 mmポンプ用電動機の始動方式については、当初発注仕様のリアクトル方式に対し、特殊コンドルファ方式で電動機の始動電流を抑え、電圧降下対策を不要とする仕様変更提案を行い、採用されている。

⑶　仕様

口径500 mm横軸両吸込単段渦巻ポンプ× 1 台

35.1 m^3/min×19 m×144 kW

口径250 mm横軸両吸込単段渦巻ポンプ× 2 台

7.5 m^3/min×19 m×37 kW

図4　横軸両吸込単段渦巻ポンプ

1－4　中機工業株式会社　広島県大崎上島町 西野干拓排水機場

⑴　概要

本工事は西野干拓排水機場の 2 号主ポンプ（口径700 mm 横軸斜流ポンプ）を口径700 mm減速機搭載型立軸斜流ポンプに更新した工事である（**図5**）。

⑵　特徴

ポンプの軸封部にはラビリンスシール、水中軸受にはセラミック軸受を採用し、無水化を図っている。また、真空ポンプ、補水槽、補水槽用給水ポンプが不要になり省スペース化された。

ディーゼル機関として、空冷式ディーゼル機関を採用し、冷却水系統設備が無くなったことで、今後の維持管理性の向上を図った。

⑶　仕様

口径700 mm　減速機搭載型立軸斜流ポンプ× 1 台

仕様60 m^3/min×4.9 m×80 kW

図5　減速機搭載型立軸斜流ポンプ

1－5　日本下水道事業団　新居浜市下水処理場

⑴　概要

本下水処理場は、快適な生活環境の確保と瀬戸内海の水質保全を目的として建設されたもので、一般家庭や工場などから発生する汚水を処理するための施設である。市の中央部を貫流する国領川河口左岸に位置し、昭和55年 3 月から処理を開始している。

今回、設備の老朽化および計画水量の見直しにより、送水機能を確保しつつ汚水送水ポンプ 4 台を順次更新した（**図6**）。

⑵　特徴

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

吐出能力の確認と閉塞・無送水などの異常時の監視を行う目的でポンプ１台毎に電磁流量計を設置している。

ポンプ軸封装置には、これまでのグランドパッキン方式から無注水式メカニカルシールを採用することにより、運転時の注水が不要である。また、既設のグランド注水管はメカニカルシール部の洗浄用として再利用している。

図６　三床式立軸渦巻斜流ポンプ

⑶　仕様

口径250 mm三床式立軸渦巻斜流ポンプ×１台
（No.1汚水ポンプ）６ m^3/min×17 m×30 kW
口径300 mm三床式立軸渦巻斜流ポンプ×２台
（No.2、No.3汚水ポンプ）９ m^3/min×17 m×45 kW
口径450 mm三床式立軸渦巻斜流ポンプ×１台
（No.5汚水ポンプ）24 m^3/min×17 m×110 kW

１－６　東京電力フュエル＆パワー株式会社　品川火力発電所　1A／1B／1C海水ポンプ

⑴　概要

本ポンプは海水取水槽より海水を冷却水冷却器へ送水するものであり、経年劣化設備であった既設ポンプの更新を行い2018年４月までに全３台を納入した。本ポンプは隣接して３台設置され、冷却水冷却器に必要な容量の50％容量×３台とし、２台常用、１台予備を基本としているが、ポンプに対する高い信頼性と長寿命化が求められた（**図７**）。

⑵　特徴

海水腐食対策として、既設ポンプから以下を変更している。

図７　ポンプ工場性能試験時

１．犠牲陽極長寿命化
２．軸封部のラビリンス構造を見直し、吐出しエルボ側に防食リングを追加

現地でのメンテを容易にするため、今回ポンプ接液部内面をノンタールエポキシ樹脂系塗料と防汚塗装を採用している。

⑶　仕様

口径600 mm１床式立軸斜流ポンプ×３台
43.2 m^3/min×18 m×180 kW電動機駆動

２．送風機

２－１　国土交通省北海道開発局　小樽開発建設部　忍路（おしょろ）トンネル

⑴　概要

忍路トンネルは、北海道後志（しりべし）地方の東側に位置する小樽市の国道５号にある全長約1.7 kmのトンネルである。

このトンネルは、国道５号忍路防災事業において、落石・岩盤崩壊などの危険箇所を回避する新しい「忍路トンネル」として2018年３月に開通した。

トンネルの開通により、通行止めによる大規模な迂回の解消が期待できるため、地域住民の生活や観光などの経済活動を支援することができる。

本工事では２台のジェットファンを設置し、2018年３月に竣工した（**図８**）。

図8　ジェットファン

図9　口径900×800 mm鋳鉄製直結式　多段ターボブロワ

⑵　特徴

トンネル換気用ジェットファンは、高風速型、トップランナーモータ（IE3）を採用し消費電力量を削減している。吊金具は「あと施工アンカー」ではなく「埋込金具方式」を採用した。

また、全国初の試みとして、ジェットファンの取付金具に作用する荷重を確認するために、ターンバックルに「軸力計」を設置した。ターンバックルに作用する軸力を計測することで、合理的な取付金具の設計に資する基礎資料の作成を目的としている。

⑶　仕様

口径1 250 mmジェットファン（高風速型）×２台

43 m^3/s×35 m/s×50 kW（電動機駆動）

２－２　東京都下水道局　森ヶ崎水再生センター（東）送風機設備再構築工事

⑴　概要

森ヶ崎水再生センターは、1966年に稼働した東西二つの施設からなる国内最大の水再生センターである。処理区域は、大田区の全域、品川・目黒・世田谷区の大部分、渋谷・杉並区の一部（面積は14 675ヘクタール）で、これは区部全体面積の約４分の１にあたる。また、多摩地域の野川処理区などの下水も受け入れを行っている。処理した水は東京湾に放流するとともに、その一部を砂ろ過してセンター内で機械の洗浄・冷却やトイレ用水に使用するほか、大田清掃工場にも供給している。

今回工事は、森ヶ崎水再生センター東処理施設の送風機設備が老朽化したため、これを再構築し、鋳鉄製多段ターボブロワ（２台）の設置を2018年３月に完了した（**図９**）。

⑵　特徴

今回設備は、当社官公庁向け送風機としては最大実績となる風量1 100 m^3/minである。その他省エネ対策として、個別給油装置の潤滑油を外気で冷却し、冷却水設備を不要とした空冷式オイルクーラをフィルタ室に設置した。また、逆止弁は従来形に比べて、圧力損失を低減した低圧力損失形を採用した。さらに環境対策として、送風機の吐出圧力を利用して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）を採用したことが本送風機設備の特徴である。

⑶　仕様

口径900×800 mm鋳鉄製直結式多段ターボブロワ×２台

1 100 m^3/min×55.1 kPa×1 300 kW（電動機駆動）

２－３　大阪市建設局　市岡下水処理場

⑴　概要

市岡下水処理場は、大阪市で４番目の下水処理場として1961年に通水を開始し、1981年から活性汚泥法による高級処理を行っている。今回、1979年に設置された送風機の老朽化に伴い、送風機全３台を更新した（**図10**）。

⑵　特徴

本送風機設備は、ケーシングが鋳鉄製の新型多段ターボブロワ（「AM-Turbo®」（Advanced Multi-Turbo））が選定され、転がり軸受が採用されたことで、強制給油装

図10 新型多段ターボブロワ「AM-Turbo®」

置や付属する冷却水配管・油管が不要となった。その結果、施設内のメンテナンス箇所が大幅に減ることによる維持管理性の向上に繋がり、さらに震災などによる配管類の破損事故などリスクを回避することができる。

⑶　仕様

口径450/400 mm電動機直結式片吸込多段ターボブロワ（鋳鉄製）×３台

210 m^3/min×77 kPa×340 kW

２－４　三菱マテリアル株式会社 直島製錬所向け送風機

⑴　概要

三菱マテリアル株式会社殿直島製錬所向けSO_2排ガスファン本体１台、駆動用モータ、VVVF盤、切替盤およびリアクトル盤１式を納入した。

ファンの用途と製錬工程については以下となる。

銅精鉱やリサイクル原料などを溶解する銅熔錬工程にて、原料に含まれる硫黄分はSO_2ガスとなり、次の硫酸工程にてSO_2ガスからダストが除去され、硫酸および石膏化の工程で回収される。ファンの用途としては、その熔錬工程から硫酸工程へSO_2ガスを誘引するために使用される。

⑵　特徴

本ファンは既設当社製のファンに対して、容量アップ、回転速度変更およびVVVF化をプラスした増設機となる。増設機は既設より大容量側の運転をカバーし、VVVF制御により回転数を制限し、既設仕様を満たす事で省エネメリットが見込まれている（**図11**）。

⑶　仕様

SO_2排ガスファン

図11 SO_2排ガスファン

＃17両吸込遠心送風機×１台

5 030 m^3/min×3.83 kPa×700 kW×900 min^{-1}

取扱気体：排ガス

２－５　Exxon Mobil Asia Pacific Pte.,Ltd, Singapore向けIDファン

⑴　概要

このたび、シンガポールのExxon Mobil Asia Pacific Pte. Ltd向けIDファン２アイテム計２台の更新案件を現

図12 両吸込ターボ送風機

地商社経由で受注し、納入した。当社が1983年に納入したIDファンの風量・圧力を容量アップしての更新である。30年以上安定して運転できたという実績を評価されてのリピート発注であった（**図12**）。

⑵　特徴

風量・圧力を容量アップしての更新であるが、既設の配管を流用するという顧客の要望にこたえるべく、ファンの吸込口と吐出し口の寸法を既設に合わせた設計とした。高温ガスを取り扱うため、軸シールパッキンは熱膨張に追従できるフロート式を採用したこと、また反モータ側軸受は、軸受箱内でシャフトの伸びを吸収可能な構造を採用していることが特徴である。

⑶　仕様

IDファン

#9_1/2 両吸込ターボ送風機×２台

3 100 m^3/min×181 kPa ×180 kW

取扱気体：FLUE GAS

サウジ・アラムコ
Hawiyahガスプラント向け　ブロワ１アイテム８台受注

このたび当社は、サウジ・アラムコのHawiyahガスプラント向けSulfur Pit Vent Blower 1 アイテム８台を受注した。

サウジ・アラムコは、サウジアラビア王国の国営石油会社で、油田探査、原油生産、天然ガス処理、製油、石油化学など、上流から下流までトータルに事業を行う世界的大企業である。当社は、1960年代よりRas Tanura、Riyadh、Jeddah、Yanbuなどの製油所、Hawiyah、Uthmaniyah、Shedgum, Wasitなどのガスプラントなどにポンプや送風機を納入してきた。今回受注したブロワの納入先は、サウジアラビア南西部に位置するHawiyahガスプラントである。

当該ブロワは、そのHawiyahガスプラント内の硫黄回収ユニットに過去納入したブロワ（トレイン４に２台）の改造一式更新であり、トレイン１～３の他社製ブロワ６台も当社製に同時更新するというものである。当社既設機器の高いパフォーマンスがユーザーに評価された結果、受注することができた。

今後も、信頼性の高い機器・サービスを提供し、当社に対する顧客の信頼を得ることで、さらに多くの機器を世界に供給していく所存である。

（文責：風間　満）

表１　送風機仕様

送風機名称	形　式	吸込風量	静圧	取扱流体	電動機出力	台数
Sulfur Pit Vent Blower	口径250 mm BBOP-CNM	58 m^3/min	1.5 psi	Vent Gas	30 kW	8

四国電力株式会社 坂出発電所４号循環水ポンプ２台受注

このたび、四国電力株式会社殿より、坂出発電所４号循環水ポンプ２台を受注した。

ポンプ仕様は**表１**のとおりである。香川県坂出市にて四国電力株式会社殿が現在運用されている坂出発電所４号機は、運転開始以来40年以上稼働している発電所で、当社循環水ポンプも電力の安定供給に向け活躍している。今回、次回定期点検に合わせ、さらなる設備の機能保持および長期的な安定電源の確保に向けて、循環水ポンプを一式更新する案件である。今回、ピットや吐出弁および吐出エキスパンションなどのポンプ本体機器以外は既設流用であり、取り合い寸法を合わせること、締切揚程の制限など、ポンプの性能的制約および電気設備においても制約があったが、受注生産体制である当社は対応可能であった。これまでも、同発電所向け循環水ポンプを１号・２号のコンバインドサイクル発電設備への更新で納入した実績がある。今後も安定電源の確保に貢献できる信頼性の高いポンプを供給する所存である。

（文責：鍵山健次）

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
循環水ポンプ	口径1 600 mm 立軸斜流ポンプ	22 200 m^3/h	12 m	海水	1 000 kW	2

大阪市建設局 住之江下水処理場 雨水ポンプ受注

大阪市建設局殿住之江下水処理場にて1966年に建設された第３ポンプ棟には、建設当時に設置された当社製雨水ポンプが現在も稼動している。大阪市殿に設置されている幾つかの当社製ポンプのなかでも、最も長きに渡って運用されてきた歴史があり、供用開始から50年以上が経過している。

このたび、既設No.1雨水ポンプ１台を更新する工事を受注し、2019年３月の完成を目指して、鋭意設計・製作中である。

今回製作するNo.1雨水ポンプの仕様は、口径2 000 mm×600 m^3/min×7.9 m×1 070 kWであり、ポンプ井に有害な渦が発生することが懸念されるため、流入水に関して流れ解析による検討を行ない、対策として渦流防止壁などの設置を施す必要がある。また、近年のゲリラ豪雨に見られる急激な水位の上昇にも対応できる先行待機形が採用されている。

（文責：戌亥　武）

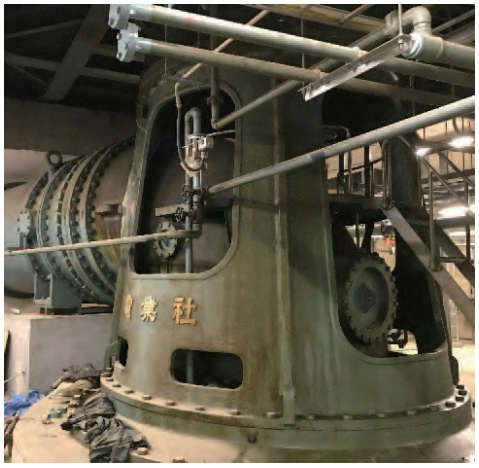


図１　既設ポンプ写真

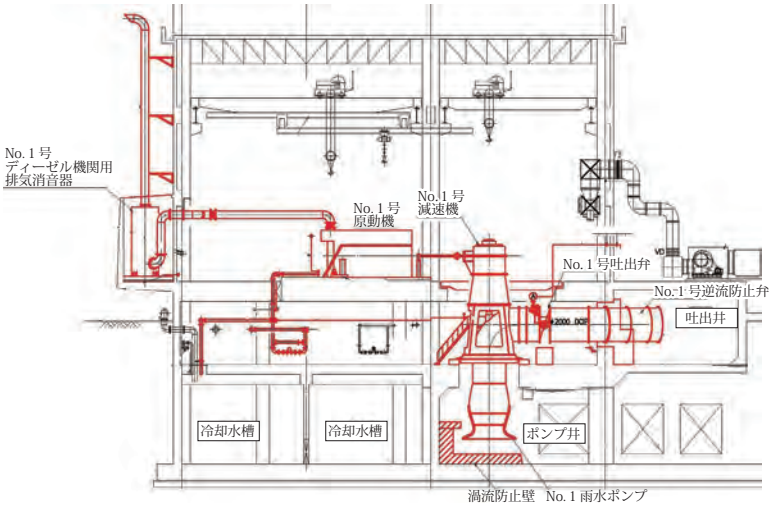


図２　据付図

表１　ポンプ仕様

ポンプ名称	形　式	吐出し量	全揚程	取扱流体	電動機出力	台数
No.1 雨水ポンプ	口径2 000 mm 全速全水位先行待機形立軸斜流ポンプ	600 m^3/min	7.9 m	雨水	1 070 kW	1

DMW インド社プネ工場セレモニー

DMWインド社は2018年 1 月25日午前プネ工場にて当社 社長土屋出席のもと、現地顧客、日系顧客、現地代理店、工場建設業者、機器供給業者、政府関係者ほか一同にお集まりいただきオープニングセレモニーを開催した。工場は同社営業拠点のあるムンバイ市から約120 km南東のプネ市チャカン工業団地内に建設された。

当該工場建設に際して当社三島工場生産本部が建屋設計や工作機器の選定について支援した。また、工場稼働を開始するにあたり現地各種材料メーカ・部品メーカの事前視察を開始しており、グループ会社内の製造拠点としてインド国内および日本を含む海外向けに、より競争力のある製品製造と供給を目指している。

同日午後にはムンバイ市内ホテルに場所を移し、当社およびDMWインド社の今後の事業展開、製品の強み、信頼性、独自技術などのプレゼンテーションを開催したところ、現地有力顧客より技術面や将来の事業展開などへ多数の質疑応答を受け大変盛況であった。その後は懇親会を通じ参加者間の親睦を深めることができた。

インド社は本社および三島工場の支援のもと、今後も積極的な営業活動と信頼性、独自技術などに強みのある製品作りを継続することにより、実績で培った既存顧客からの信頼に加え、新たにインド国内外顧客の開拓を通じて、グループ会社のみならず、インド顧客の更なる発展に貢献できると考えます。

（文責：青山譲治）

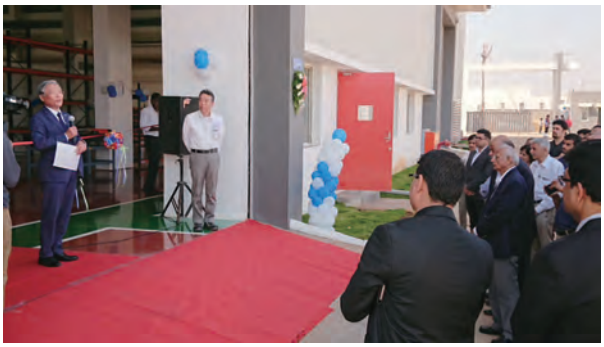


図1　プネ工場での当社社長土屋スピーチ

図2　ムンバイ市内ホテルでのプレゼンテーション

ENEX2018　第42回地球環境とエネルギーの調和展
－アルミ合金インペラ採用多段ブロワ（AM-Turbo®）を展示－

2018年２月14日から16日の３日間、東京ビックサイト東展示棟１・２ホールでENEX2018と題する第42回地球環境とエネルギーの調和展が開催され、昨年に続き当社もENEX2018アワードコーナーに出展した（**図１**）。ENEX2018「エネルギーイノベーション総合展（総称）」として、スマート社会におけるエネルギー課題解決のために、省エネルギー、新エネルギーに関する最新技術（エネルギー管理システム、省エネ支援サービス、エネルギー診断、運用・メンテナンスなど）が紹介されました。

一般財団法人省エネルギーセンターが発表した総来場者数は44 437名に上りました。

当社は、高効率下水処理用曝気ブロワAM-Turbo®の模型とパネルを展示し、来訪された方にプレゼンテーションを実施しました。

展示されたブロワは、2018年２月26日に日本機械工業連合会の主催する「第38回（2017年度）優秀省エネルギー機器表彰制度において、『経済産業大臣賞』を受賞しました。同制度は、優秀な省エネルギー機器を開発して実用に供することにより、エネルギーの効率的な利用推進に貢献していると認められる製品などを表彰するもので、1980年度から毎年実施されています。

受賞したブロワの特徴と受賞に関するパネル２枚を日本機械連合会のブースにも展示していただきました（**図２**）。多段ブロワの消費電力量は、下水処理設備の中で大きな割合を占めています。昨今の電気料金の上昇に伴い、維持管理費の上昇を軽減できる製品として、アルミ合金インペラ採用多段ブロワ（AM-Turbo®）と新型逆止弁（AA チェッキ）が、省エネルギーとメンテナンスコスト削減の効果が期待できる優秀な省エネルギー機器として、多くのご注文が頂けるよう努めていく所存です。

（文責：根岸道明）

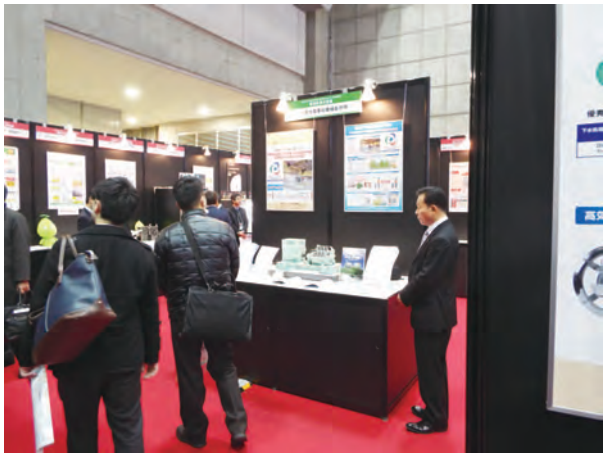


図１　当社ブースの様子

図２　日本機械工業連合会の展示コーナー

特許と実用新案

「エネルギー回収装置」
特許第5665195号

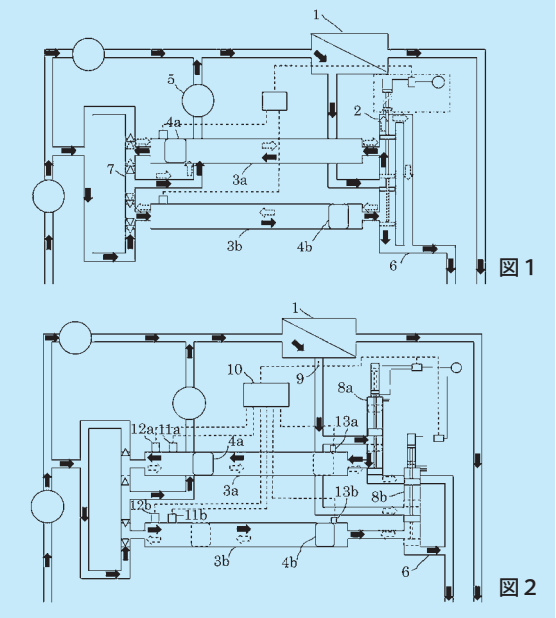
1．従来技術の問題点

図1に示すように、逆浸透法による海水淡水化システムに用いられる従来のエネルギー回収装置では、膜分離装置１から流出した高圧濃縮海水が、流路切替装置２を介してシリンダ装置3aまたは3bに流入する。まず、圧送工程にあるシリンダ装置3aの一端側から流入する高圧濃縮海水によってピストン4aが矢印の方向に押され、低圧の海水が昇圧される。昇圧された海水はシリンダ装置3aの他端側から増圧ポンプ５に供給される。一方、充填工程にあるシリンダ装置3bの他端側から供給される海水によってピストン4bが矢印の方向（4aとは逆方向）に押され、シリンダ装置3bの一端側から濃縮海水が排水路６に排出される。このように圧送工程と充填工程を交互に切り替え、繰り返し行うことでエネルギーの回収を効率的に行う。

しかしながら、流路切替装置２の流路の切り替え過渡期において、流路の変更や流路方向規制手段7に用いられる逆止弁の応答性などにより、高圧濃縮海水の流量や圧力に急激な変動が生じることがあり、振動や騒音が発生したり、逆浸透膜が損傷するなどの問題がある。また、ピストンがシリンダ装置の端面に衝突して停止し、大きな衝撃音が発生したり、ウォータハンマ（水撃作用）により機器が損傷する恐れがある。

2．本発明の内容

本発明のエネルギー回収装置の一例を**図2**に示す。シリンダ装置3aの一端側を流路切換装置8aの流出入ポートに連通し、シリンダ装置3bの一端側を流路切換装置8bの流出入ポートに連通し、流路切換装置8a、8bの流入ポートを膜分離装置１の高圧濃縮海水流出口９に連通し、流路切換装置8a、8bの流出ポートを排水路６に連通している。さらに、シリンダ装置8a、8bの外壁の他端側に、ピストン4a、4bが所定の位置に達したことを検出して制御



装置10に信号を発する位置検出器11a、12a、13a、11b、12b、13bを設けて、この検出信号により制御装置10が流路切換装置8a、8bの流路を切り換えて圧送工程と充填工程の切換制御を行う。

3．本発明の効果

本発明のエネルギー回収装置によれば、他方のシリンダ装置を圧送工程に切り替える際に、圧送工程にある一方のシリンダ装置の流路切替装置の流出入ポートを全開のままで他方の流路切替装置の流出入ポートを開成するので、２つの流出入ポートが同時に全開となり、高圧濃縮海水の流入に対して、流出入ポートの十分な開口面積が保持できる。これにより、同時閉塞による流量や圧力の急激な変動が生じることがなく、機器に振動と騒音が発生したり逆浸透膜が損傷する恐れがない。さらに、２つのシリンダ装置のそれぞれに３つの位置検出器を設けて、ピストンがシリンダ装置の端面に衝突する前に移動方向を反転させる構成としたので、ピストンがシリンダ装置の端面に衝突することがなく、エネルギー回収装置の信頼性が向上する。　　（文責：鈴木崇史）

編　集　後　記

◆このたびの巻頭言は、学校法人常翔学園理事、大阪工業大学名誉教授の川田裕先生に「私とキャビテーション研究との関わりについて」という題目でご執筆いただきました。

ポンプに携わる仕事をしているため、当社にとってもキャビテーションは避けては通れない物理現象の一つですが、その研究の歴史については考えたことがありませんでした。インデューサとキャビテーションは切っても切れない関係ですが、先生が研究を始められた頃は国内に文献、参考書がほとんどなく、ロシア語の文献から多くの知識を得たというのは驚きでした。現在、この種の日本語の文献、参考書を入手するのは比較的容易で、この分野の諸先輩方の努力の上に現在の環境があると痛感しました。キャビテーションの支配方程式は明らかになっておらず、まだまだ研究の余地がありますので今後も研究を進めていく所存です。

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。

◆第38回（平成29年度）優秀省エネルギー機器「経済産業大臣賞」を受賞したアルミ合金インペラ採用多段ブロワ（AM-Turbo®）の受賞報告を掲載しました。本ブロワは軽量化・省スペース化を実現しているので、省エネルギーと同時に既存スペースを流用しての設置が容易な仕様となっており、おかげさまで採用件数は増加しております。今後もお客様のご要望、ご期待に応えられる製品を開発していく所存です。

◆当社がお納めした製品を紹介する“ここで活躍しています”の2017年度版を掲載しました。西野干拓排水機場向け減速機搭載型立軸斜流ポンプの省スペース化、品川火力発電所向け海水ポンプのメンテナンスの容易性、直島精錬所向けSO_2排ガスファンの省エネルギー化など、近年お客様からよくお伺いするご要望に対応させていただいた事例を紹介させていただいております。

今後とも当社の製品をご愛顧いただきますようよろしくお願い申し上げます。

株式会社 電業社機械製作所
DMW CORPORATION

本　　社	〒143-8558	東京都大田区大森北1丁目5番1号（大森駅東口ビルディング） TEL　03（3298）5115（代表）・FAX　03（3298）5149
関東支店	〒330-0803	さいたま市大宮区高鼻町1丁目47番1（PRSビル） TEL　048（658）2531・FAX　048（658）2533
横浜営業所	〒240-0065	横浜市保土ヶ谷区和田1丁目18番7（和田町アストビル） TEL　045（442）6359・FAX　045（442）6369
沖縄営業所	〒902-0066	沖縄県那覇市字大道55-7番地 TEL　098（887）6687・FAX　098（887）6688
北海道支店	〒060-0061	札幌市中央区南1条西10丁目4番地（南大通ビルアネックス） TEL　011（271）5144・FAX　011（221）5530
東北支店	〒983-0852	仙台市宮城野区榴岡4丁目5番22号（宮城野センタービル） TEL　022（290）7754・FAX　022（290）7762
静岡支店	〒411-0843	静岡県三島市三好町3番27号 TEL　055（975）8417・FAX　055（975）8451
名古屋支店	〒460-0008	名古屋市中区栄2丁目4番18号（岡谷ビル） 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（日本生命高松兵庫町ビル） TEL　087（851）8953・FAX　087（822）7603
九州支店	〒812-0013	福岡市博多区博多駅東2丁目10番35号（博多プライムイースト） TEL　092（409）3173・FAX　092（409）3183
アブダビ支店		P.O.Box 3876，World Trade Center， Suite No.4,Level 17，The Office World Trade Center， Central Market，Al Markaziya, Abu Dhabi，U.A.E. TEL +971-2-654-4020,4021 FAX+971-2-654-4022
シンガポール支店		50 Raffles Place, Singapore Land Tower Level 30 Singapore 048623
事務所		新潟・山口・熊本・徳島 中国（大連）
三島事業所	〒411-8560	静岡県三島市三好町3番27号 TEL　055（975）8221・FAX　055（975）5784

＜関連会社＞

電業社工事㈱	〒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 India Private Limited		309, 3F Great Eastern, Galleria, Sector4, Off Palm Beach Road, Nerul, Navi Mumbai, 400 706, India TEL　+91-22-2771-0610/0611・FAX　+91-22-2771-0612

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

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

編集委員

委員長　青山匡志
委　員　山岸嗣宏　前田治郎
　　新宅知矢　江口　崇
　　加賀美　仁
幹　事　川原敦之　富松重行
事務局　川名かおり　田上愛香

電業社機械　第42巻第１号

発　行　日　平成30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　青山匡志
企画製作　日本工業出版株式会社
〒113-8610　東京都文京区本駒込６丁目３番26号
TEL　03（3944）1181　FAX　03（3944）6826

禁無断転載

DMW CORPORATION

GREEN PROPORTION
リサイクルコートT-6を使用しています

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