

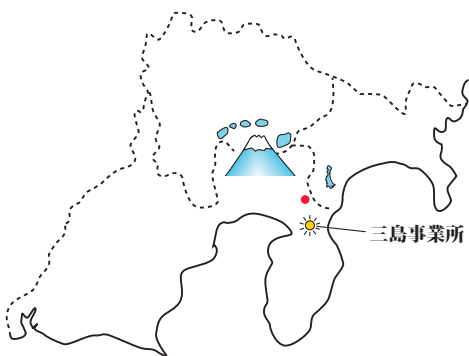
電業社機械

DENGYOSHA KIKAI

Vol.40 No.1 2016

No.78





表紙説明

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)
撮影場所は左記地図の●印です。

電業社機械

第40巻 第1号 通巻第78号 2016

目次

◆巻頭言

流体機械と私…………… 平 田 勝 哉 1

◆報文

RO法 海水淡水化用エネルギー回収システム…………… 筒 井 良 行 3
深 澤 正 幸

◆製品紹介

ADCO /UAE向けウォーターインジェクションポンプ…………… 西 川 直 毅 9
片 山 景 市
青 山 讓 治

トルクメニスタン向け 硫酸プラント用ブロワ…………… 永 岡 聡 貴 14
前 田 浩 一 郎

ベトナム向けボイラ用誘引通風機…………… 遠 藤 航 治 18
秋 永 誠 司

西宮市 枝川浄化センター 雨水ポンプ設備…………… 長谷川 浩 久 22
篠 塚 泰

川崎市上下水道局 入江崎水処理センター 送風機設備…………… 関 晃 平 26
永 岡 聡 貴

ここで活躍しています -2015年 製品紹介-…………… 30

◆ニュース

関東農政局 吉高機場ポンプ設備製作据付建設工事受注…………… 37

インド・IOCL社Kandla Viramgam Reverse Pumping Project向け石油製品圧送ポンプ計3台受注…………… 38

Inter Aqua 2016第7回・国際水ソリューション総合展 GWRAパビリオン内にブース出展…………… 39

大阪市建設局 平野市町抽水所ポンプ設備工事受注…………… 40

電業社アブダビ支店 営業開始…………… 41

東京ガス株式会社殿より海水ポンプ工事表彰を受賞！！…………… 42

◆特許と実用新案…………… 43

DENGYOSHA TECHNICAL REVIEW

DENGYOSHA KIKAI

Vol.40 No.1 2016

CONTENTS

◆Foreword

The Fluid Machinery and I.....	1
K. Hirata	

◆Technical Paper

Energy recovery system for reverse osmosis method seawater desalination	3
Y. Tsutsui and M. Fukasawa	

◆Product Introduction

Water Injection Pump for ADCO /UAE	9
N. Nishikawa, K. Katayama and J. Aoyama	

Blowers for Sulfuric Acid Plant in Turkmenistan	14
S. Nagaoka and K. Maeda	

Induced Draft Fan for Boiler in Vietnam	18
K. Endo and S. Akinaga	

Rain Water Drainage Pumping Station at Edagawa Water Purification Center, Nishinomiya City	22
H. Hasegawa and Y. Shinozuka	

Blower for Iriezaki Wastewater Treatment Center of Kawasaki City Waterworks and Sewerage Bureau	26
K. Seki and S. Nagaoka	

◆Activities	30
-------------------	----

◆Patent	43
---------------	----



流体機械と私

平田 勝哉

同志社大学 理工学部（機械系）教授

自己紹介

縁があって、現在、私は、機械工学分野（更に細かい分類では、流体力学あるいは流体工学、流れ学などと呼ばれる分野）の研究に携わりつつ機械技術者の教育を生業としています。その起点は、約20年前に同志社大学工学部（現在は、理工学部）の機械系学科に教員としての職を得たことです。それ以前は、九州大学応用力学研究所にて、長大橋梁や送電線の風災害を応用対象としてフラッタあるいは流体関連振動の問題に風洞実験を主な手段として取り組んでいました。そののち、局所的あるいはミクロな気象現象を応用対象として密度成層流れの問題にも少しだけ首を突っ込みました。つまり、同志社大学への赴任が、私の機械工学の出発点となります。自身の不器用さだけは十分に自覚していたので、二足の草鞋を履くことは早々に諦めて、機械工学分野のテキストを大量に買い漁り勉強らしきことをしました。しかし、そこはやはり独学であって機械技術者としての正式な高等教育を受けた訳ではないので、基礎や専門用語に我流ゆえの不自然さや怪しさがいまだに露呈しがちなことは、私とある程度話したことのある技術者の方にはお気づきのことと思います。その上で温かく対応していただいておりますこと、ここにお礼申し上げますとともに、以上をお含みおきの上で以下の粗雑な文章にしばしお付き合いください。

工学と機械工学、流体機械

高校卒業後に素直に機械工学分野に入ってきたのではなく、余分な他分野の専門知識および名目だけです。若干の経験年齢を持つての参入だったこともあり、柄にもなく機械工学についていろいろと考えてみたりもしました。しかし今振り返ると、講義を行う際、内容の具体的な吟味と選択に迫られて考えざるを得なかったというのが、本当のところかもしれません。もっとも最近では、墮落したのかふてぶてしさ（精神力）が増したのか、あれこれと考えることも少なくなりました。さて、最初のうちは漠然と「機械工学とは」といった大命題を考えてみたりもしたのですが、抽象性が高い問題は私には難しすぎてすぐに挫折しました。ほどなく興味はその歴史へと移りました。これは、より具体的なこともあって、私の軟弱な精神でも、しばらくは自問自答に耐えられました。

乱暴な独断になりますが、私は、機械工学が最も輝いていた時代は、産業革命期とそれに続く若干の期間であったと思っています。他の工学分野についても、ローマ時代にあっては土木工学、中世にあっては建築学、産業革命期後の電気工学、前世紀には電子工学や計算機工学などがその時代時代の華ではなかったかと思えます。もっとも、「工学」という概念は、比較的新しく、18世紀以前では軍事技術に限定されていますから、言葉の使用法が間違っている点をご勘弁ください。そして現在は、その頃の機械工学の輝きは薄れて、電気工学などと同様に空気のような存在になっているように思えます。テクノロジー、ハイテク、先端、隅切など諸々の換言や修辞によって、少しだけ輝きが増すのかもしれませんが、あくまで表面的です。現在多くの人が生命科学の発展こそが人類と社会を格段大きな幸福に導くと信じているのと同様、産業革命期には機械工学こそが人間生活にこれまでにない豊かさをもたらす希望であったのでしょうか。そして、ごく一部の批判的人々を除き、過度の期待や楽天的未来感さえも伴ったことでしょうか。機械万能主義と言うのでしょうか、機械に対する憧れに根ざして機械ではない人体や社会など様々なものを機械にたとえる風潮もあったようです。もっとも、住宅を住む為の機械と解釈する様な建築分野での機能主義は、20世紀初頭であるので以上とは異なる背景下での思想とみなすべきかもしれません。いずれにせよ、当時は、機械工学の発展こそが、

生活を豊かにするとの期待と希望に満ち溢れていて、ある程度の実際の成功もあって、それに比べれば他の工学分野の社会変化に及ぼす影響は相対的に小さくしか想像しえなかったのでしょうか。

そのような歴史を背景に確立した機械工学ですから、18世紀末から19世紀の工業技術への大きな貢献を前提とするのも当然と言えば当然です。多くの大学や高専の機械系学科では、材料力学と流体力学、熱力学、機械力学、いわゆる機械工学の基礎4力学を必修科目としていますが、例えば、熱力学の主要部分は蒸気機関の利用技術と直結しています。流体力学についても、その主要部分は、ポンプやファン、水車（そして最近では、風車）といったいわゆる流体機械への応用と関係が深いのは、言うまでもありません。このように若干古臭い機械工学ですが、もちろん、過去のものと言う訳ではなく、上にも空気の様であると述べた通り以前にもまして必要不可欠であって、文明の続く限り将来も必要であり続けると思われます。つまり、今後のいかなる分野の科学や産業の発展も、機械工学や電気工学の基礎を前提としたものになるでしょうから、機械工学の学問としての必要性も存在し続けるはずで

国内の機械系学生への求人は、電気系学生の求人とともに、ある程度の水準を保ち続けています。求人には、現在の様々な工場（機械メーカーに限らず）への設備投資は将来計画も含めて直接反映します。更に、そこの主要な駆動源としては、動力源こそ蒸気機関が電気モータに置き換わってはいますが、流体機械が大きな比率を占める事実とも暗に関係していると思われます。すなわち、国内のモノづくりに携わるメーカーの全般的健全さの表れと考えられます。

今日、地球は物流面からも情報面からも縮小し、世界は均一化あるいは国際化、グローバル化する傾向にあると言われてきました。私には、この種のスローガンが今後どの程度、成功を約束し輝きを保ち続けるのか、実際のところ分かりません。どの学問でもその内容にはある程度の普遍性が要求されるので、上述のスローガンとは理屈の上では親和性が良さそうです。しかし、学問の必要性とその後の発展性は大いに地域に依存するのも事実です。特に工学にはその傾向が顕著です。つまり、工学は地域性の強い土着の学問です。具体的なモノづくり、もっと言えば、工場などで実際の生産活動にかかわらない人たちは、機械工学を必要としませんから、そのような地域で機械工学が育ち発展することはありません。よって、機械工学の日本での発展は、国内でのメーカーの奮闘が不可欠です。

日本人は、古来、地道な創意工夫が得意あるいは好きな人が多かったことは事実です。そのお蔭で、工業製品が外貨の稼ぎ頭となり資源が乏しい日本でも何とかやりくりができています。地道な創意工夫が報われる工学あるいはモノづくりは、日本の国民性と相性が良いことが幸でした。それと比べると金融やサービスでは外貨を稼いでいないといった現状も、日本人らしさを反映しているのかもしれませんが。楽をして得た金は身につかないといった諺に何がしか共感したり、株やギャンブルはリスクもあり確かに楽をしていないのかもしれませんが何となく後ろめたさを感じたり、農林水産業か工業に健全さを感じたりする人は、多数派なのでしょう。国民性は将来もそう簡単に変わると思えませんし、個人的には変わって欲しいとも思いません。

以上のような背景下で、私自身、微力ではありますが将来に渡っても科学技術の発展の基礎として貢献できる機械工学分野での研究と教育に係わっていることへの自負は、私の人生に満足感をもたらしました。研究については、教育機関に身を置く関係上、実用に直結するものは多くありませんが、それでもこの分野にかかわり日本の工業技術の発展にながしかの貢献ができることに喜びを感じます。また、遅ればせながら知った事実ですが、上述の通り特に流体機械については、機械工学以外のあらゆる産業の製造現場へも大きな貢献をもたらす可能性があります。

結び

縁があって、このたび、日本を代表する流体機械メーカーである電業社の雑誌でご挨拶させて頂ける機会を得ましたこと、とても光栄に思います。工学について見た場合、御社のこれまでの活動がその発展に貢献したことは客観的事実ですが、個人的には、実直に開発を続ける流体機械メーカーが国内にあることが誇らしいです。今後とも、どうぞよい製品を開発し続けて下さい。自社内での開発の継続は、広くは現代文明の基礎を形成する機械工学さらには他の産業分野への地道な貢献です。

最後に、勝手な妄想ですが、この寄稿によって、御社の技術者の方々に同じ技術者仲間として受け入れてもらっているのだといった漠然とした連帯感のようなものも享受させて頂いております。私が御社の雑誌に寄稿させて頂いたことに喜びを感じる理由は、こういった点にもあります。

RO法海水淡水化用エネルギー回収システム

筒井良行 深澤正幸

Energy recovery system for reverse osmosis method seawater desalination

By Yoshiyuki Tsutsui and Masayuki Fukasawa

The seawater desalination is the way of obtaining water resource. Reverse osmosis (RO) method separates sea water to low pressure fresh water and high pressure concentrated seawater through the RO membrane feeding high pressure seawater by using a high-pressure pump. Energy efficiency rises and running cost is reduced by way of recovering and reusing energy of the high pressure concentrated seawater. So, the energy recovery device (ERD) is an essential unit in the desalination system. This paper describes about the newly developed ERD and the acquisition of external evaluation by authorities, and further the installation at the Hateruma seawater desalination plant in Okinawa Prefecture.

1. はじめに

逆浸透（以下ROと略記）膜方式の海水淡水化は、高圧海水をRO膜に供給することで淡水と濃縮海水に分離される。濃縮海水はRO膜入口の高圧海水とほぼ同等の圧力を有しており、これを利用してエネルギー回収装置（以下ERDと略記）を動作させることで海水淡水化設備の消費エネルギーを低減することができる。当社では2009年度よりERDの開発を開始し、2011年度までに三島事業所内における疑似海水試験を終了した。その後、2012年度にNEDO（独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）の「省水型・環境調和型水循環プロジェクトに係るテストベッド利用者の公募」に申請し、2013年度より2015年度までウォータープラザ北九州において、海水の微生物などを除去した実海水（UF処理水）

による運転試験を実施した。試験設備外観を図1に示す。2014年度から、実機場での運転に代わる実績作りとして、一般財団法人造水促進センターの技術評価制度に委嘱し、産官学による評価委員会において2016年3月に海水淡水化設備としての適合性の評価を得ることができた。

また、同機構を有するERDが2015年12月に沖縄県の波照間簡易水道海水淡水化施設に設置され所期の性能を発揮している。本稿では、ERDの外部評価取得と実プラントへの設置事例について述べる。

2. エネルギー回収装置

図2にERDのシステム構成図を示す。当社のERDは等圧容積式を採用しており、配圧弁（2基）、シリンダ（2本）、逆止弁（2セット）、増圧ポンプ（1台）で構成されている。配圧弁スプール位置の切り替えにより、シリンダ内に低圧海水と高圧濃縮海水が交互に供給される。高圧濃縮海水により加圧された供給海水は増圧ポンプによって加圧されRO膜へ供給される。このとき、増圧ポンプはRO膜およびERD内での損失ヘッド分を加圧する。シリンダ内では流体同士でエネルギー置換を行うため、ERD効率は94～97%と高効率になる。ERDから高圧海水が供給されるため高圧ポンプ容量が小さくなる。また、当社のERDの特徴として運転時のERD内の流量制御によ



図1 試験設備外観

Fig. 1 View of ERD test plant

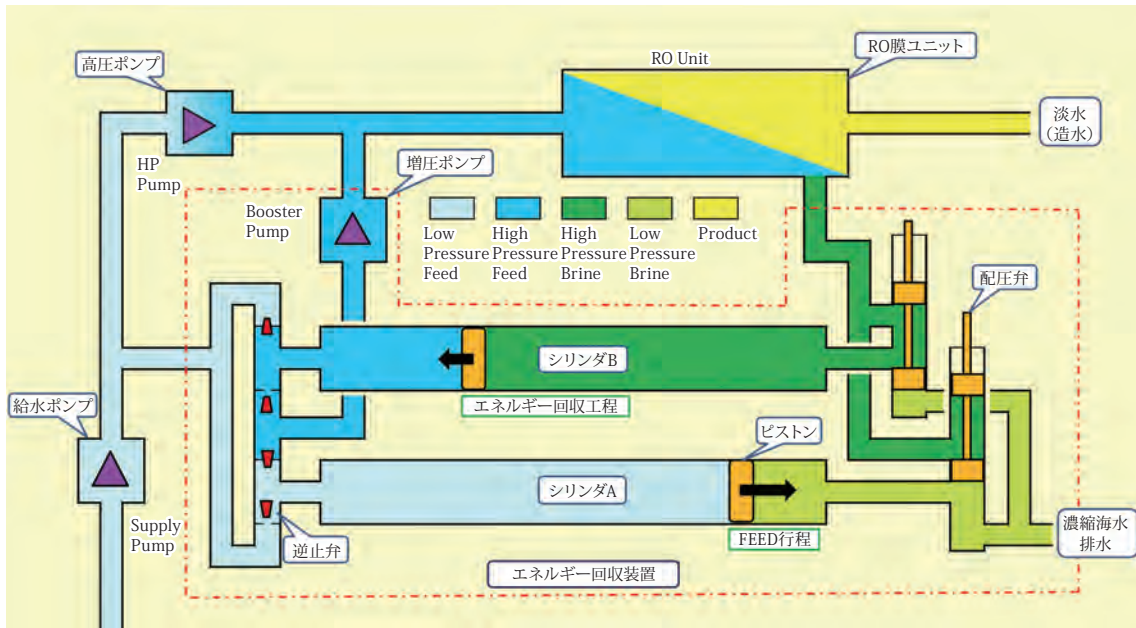


図2 ERDシステム構成図
Fig. 2 ERD system configuration diagram

る低騒音・低振動が挙げられる。

ERDのその他の主な方式としては、ターボチャージャーを使用する方法とペルトンタービンを使用する方法がある。

ターボチャージャー式は、高圧濃縮海水でターボチャージャーのタービンを駆動し、これと同軸のポンプ部で、高圧ポンプから吐き出された海水を加圧する。簡便な装置なので初期の設置コストを抑えることができるが、ERD効率は60～70%程度にとどまる。

ペルトンタービン式は、高圧濃縮海水でペルトンタービンを駆動しその動力を高圧ポンプ用電動機軸に付加することにより、電動機出力を低減させる。ERD効率は80～85%となる。

どちらの方式も高圧濃縮海水の流体エネルギーを機械エネルギーに変換するため、容積式と比べると効率が低い⁽¹⁾。

3. 外部評価の取得

ERDを受注するためには、実現場での運転実績が必要となる。そこで、NEDOの施設であるウォータープラザ北九州（2014年4月に北九州市に移管）での運転実績を第三者機関の評価により実現場での運転実績の代替とするため、一般財団法人造水促進センターにRO法海水淡水化設備のエネルギー回収への適合性評価を委嘱した。外部有識者による適合性評価委員会に定期的に試験進捗および検証結果の報告を行い、2016年3月に新技術と

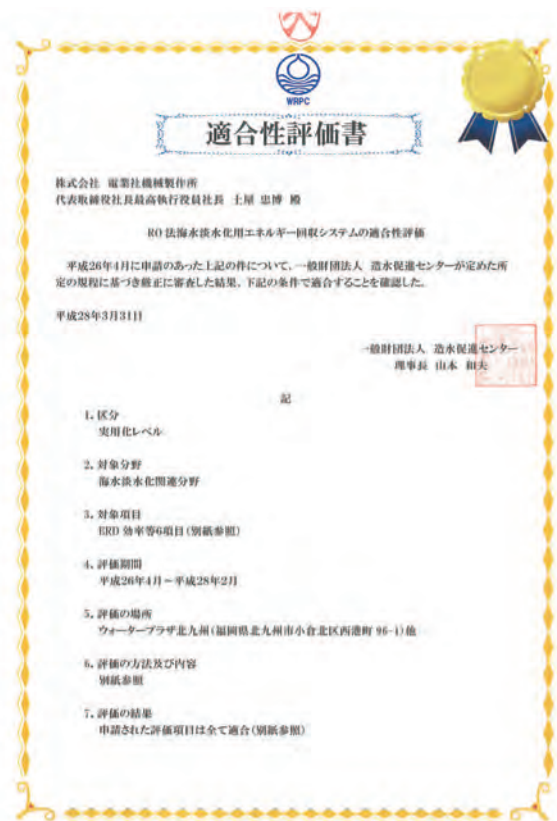


図3 適合性評価書
Fig. 3 Compatibility evaluation certificate

して適合性評価を取得することができた。適合性評価書を図3に適合性評価項目を表1に示す。適合性評価項目は以下による。

表1 適合性評価項目
Table 1 Conformity assessment items

項目	目標	達成状況
ERD効率	94%以上	達成 (両側シール: 97%) (詳細は3-1項を参照) (片側シール: 94%)
ミキシング	1%以下 (対高圧ライン量)	達成 (計算値: 0.5%) (詳細は3-2項を参照)
オーバーフラッシュ (リーキング)	2%以下 (対供給海水量)	達成 (計算値: 0.06%) (詳細は3-3項を参照)
RO膜入口昇圧速度	0.7 [bar/s] 以内	達成 (起動時の昇圧速度: 0.4 [bar/s]) (詳細は3-4項を参照)
流量制御	±5%以内 (流量変動率)	達成 (±0.8%) (詳細は3-5項を参照)
ERD騒音	75dB [A] 以下 (機側1m)	達成 (配圧弁部: 59.9 dB [A] @1 m) (詳細は3-6項を参照) (逆止弁部: 60.5 dB [A] @1 m)

3-1 エネルギー回収効率

効率はERDへの入力と出力の比率として式(1)で定義する。

$$\eta_{ERD} = \frac{(P_d \times Q_d)_{ERD出口}}{(P_l \times Q_l)_{ERD入口}} \quad \dots(1)$$

- P_l : ERDへ流入する (配圧弁入口) 圧力 [MPa]
- Q_l : ERDへ流入する流量 (配圧弁入口) 流量 [m³/h]
- P_d : ERDから吐出される (逆止弁出口) 圧力 [MPa]
- Q_d : ERDから吐出される (逆止弁出口) 流量 [m³/h]

ERD出口流量は配圧弁入口流量から配圧弁内の漏水量を差し引いた値、また、ERD出口圧力は高圧濃縮海水の圧力値から配圧弁、シリンダ、逆止弁内の水力損失を差し引いた値となる。ERDへ流入する高圧濃縮海水の流量を変化させた場合のERD効率を図4に示す。効率曲線はERD内の漏洩量と圧力損失計算により算出した理論値である。また黒丸は実測の運転点を示す。

ERD効率は、配圧弁の漏水量に大きく影響される。そのため、ERD効率改善のために、配圧弁スプールのランド部にシールを装着した。シールがない場合には、ERD

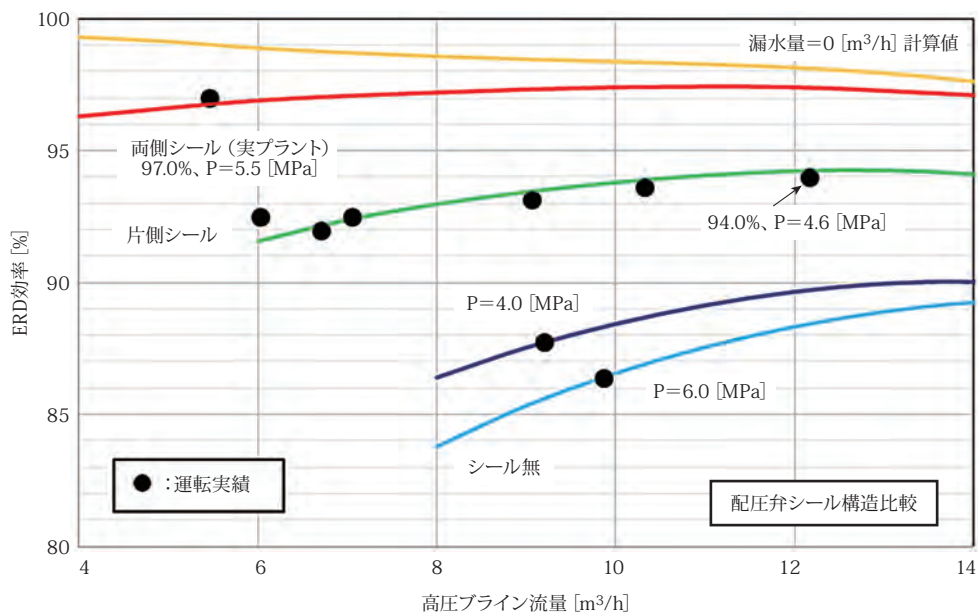


図4 ERD効率曲線
Fig.4 ERD efficiency curve

効率は90%以下であるのに対して、片側にシールを装着した場合、ERD効率94.0%をとり、目標効率を達成した。

また、配圧弁の両側にシールを装着した場合、圧力5.5 MPaでERD効率97.0%を得た。

3-2 ミキシング

ERD内で濃縮海水が供給海水側に流入することをミキシングという。ミキシングが大きいと供給海水の塩分濃度が上昇する。これによりRO膜でろ過するために必要な圧力が上昇し、消費エネルギーが増大してしまう。濃縮海水が供給海水へ流入する量を式(2)で定義する。

$$q = 60 \cdot A \cdot \sqrt{\frac{1}{C_1 + C_2}} \cdot \sqrt{2gH} \cdot N \quad \dots(2)$$

q : ミキシング量 [m³/h]

A : ピストン外周の隙間面積 [m²]

C_1 : ピストン隙間に流入するときの縮流損失係数

C_2 : ピストン隙間から流出するときの拡大損失係数

H : 高圧濃縮海水のヘッド [m]

N : シリンダ充填 (=エネルギー回収) 回数 [1/min]

高圧濃縮海水 (試験における実測値9.86 [m³/h] × 6 [MPa]) に対するミキシング流量を式(2)を用いて算出すると、ミキシング流量は0.05 [m³/h] となり、供給海水への漏洩量は、高圧濃縮海水流量に対して計算値0.5%となり、目標値を達成した。また、水道水に塩を混ぜた擬似海水による実測試験においても同等の値が測定された。

3-3 オーバーフラッシュ

オーバーフラッシュは供給海水が、エネルギー変換されることなく排出される現象を指す。本ERDではエネルギー交換を行うシリンダ内は、供給海水と濃縮海水がピストンにより分離されており、海水充填工程の終了時にはピストンがシリンダ端部に到達して流路を閉鎖するため、濃縮海水は全量排出され、かつ供給海水は配圧弁側に漏れ出ることはない。

供給海水充填時のピストン隙間から低圧濃縮海水への漏洩量 q は、式(2)を援用し、給水ポンプの圧力0.1 MPa (全揚程 $H = 10.4$ [m])、給水量8.39 [m³/h] を用いれば $q = 0.005$ [m³/h] となり、供給海水の低圧濃縮海水への漏洩量は供給海水量に対して計算値0.06%で目標値を達成した。

3-4 RO膜入口昇圧速度

RO膜入口における圧力と流量の急激な変動はRO膜の性能を劣化させる。RO膜は一度劣化すると性能を取り戻すことができず交換が必要となる。そこでRO膜への

ERD影響評価として、RO膜入口における起動時の昇圧速度と流量変動を評価した。RO膜入口昇圧速度の許容値は、膜メーカーへの聞き取りによりメーカーが推奨するRO膜入口昇圧速度を0.7 [bar/s] 以下とした。起動時の測定データからRO膜入口の昇圧速度は最大0.4 [bar/s] であり、目標値を達成した。

3-5 流量制御

流量制御については、RO膜入口と生産水の流量が一定となるように流量がしきい値を越えた場合に高圧ポンプおよび増圧ポンプの回転速度を自動調整して流量が一定となるように制御した。RO膜入口と生産水の流量変動幅は±0.8%以内であり、目標値を達成した。

3-6 ERD騒音

当社のERDの特徴として運転時のERD内の流量制御による低騒音・低振動が挙げられる。ERD運転中の騒音の測定値は、機側1 mにおいて60 dB [A] 程度であり、目標値の75 dB [A] 以下を達成した。

4. 実プラントへの設置と運用

2015年12月に沖縄県の波照間島にある簡易水道海水淡水化施設にERDを設置した。波照間島は沖縄県の八重山諸島にある周囲14.8 km、面積12.46 km²の日本最南端の有人島で、国内でもっとも南十字星が見える所である (図5)。

波照間簡易水道は、1976年に水道事業経営認可を受け、当初は島の北部海岸に位置する洞穴中の地下水を水源として給水を行ってきたが、台風や大潮のたびに海水が混入し飲料水として不適切であったことから、1988年度にかん水淡水化施設 (処理能力240 m³/日) が整備された。かん水淡水化施設は地下水減少により塩濃度が高くなり造水量が低下したため廃止され、1994年度に施設能力230 m³/日の海水淡水化施設が整備された。さらに、2002年度に施設能力210 m³/日のRO膜方式を採用した海水淡水化施設が整備された⁽²⁾。

今回、210 m³/日施設の3系統のうちの1系統にERDを設置した。設置したERDの写真を図6に示す。ERDは基本構成である配圧弁 (2基)、シリンダ (2本)、逆止弁 (2セット)、増圧ポンプ (1台) と配管、計器類および制御盤で構成され、これらを共通ベース上に搭載してユニット化した。既存設備の空いたスペースに設置する必要があったため、シリンダは2本並列に縦置きとし省スペースを図った。また、ユニット化したことより、輸送が容易になるとともに、現地工事は主にユニットの据付と既存の配管との接続を行うだけで良く、7日間で



海水淡水化施設
Seawater desalination plant



波照間島
Hateruma island



波照間島周辺地図
Hateruma area map



日本最南端之碑
Monument of the southernmost

図5 沖縄／波照間島
Fig.5 Hateruma island in Okinawa



図6 ERD設置状況
Fig.6 ERD installation status



図7 監視システム
Fig.7 Monitoring system

据付、試運転が完了した。なお、既存設備との取合点には仕切弁を設置し、ERD不使用での運用も可能とした。

運転は専用の制御盤にて生産水量一定制御を行うものとし、原水の塩分濃度がたえず変化しても問題なく機能することを確認した。ERD設置後の高圧ポンプ動力値は、ERDを設置していないほかの系統に対して約5割減少し、大幅にランニングコスト低減を図ることができた。

ERDの運用はインターネットを介してWebカメラによる画像（図7）、流量や圧力などの測定値および故障項目を確認することができ（いわゆるIoTにより）、常時運転状況の把握を可能とし、遠方プラントの維持管理に活躍している。

5. おわりに

RO法海水淡水化用エネルギー回収システムを開発し、一般財団法人造水促進センターの技術評価制度による適

合性評価を取得、波照間簡易水道海水淡水化施設へのERD設置を行った。

今後は、適用範囲を拡大し国産ERDとして国内外の水需要に貢献してゆく所存である。

<参考文献>

- (1) 武田裕久・他：海水淡水化用エネルギー回収装置の開発、電業社機械、Vol.37、No.2 (2013)
- (2) 波照間簡易水道海水淡水化施設：竹富町役場

<筆者紹介>

筒井良行：2011年入社。主にポンプ、送風機および関連機器の研究開発に従事。現在、RO-ER装置 生産プロジェクトメンバー、水力機械設計部 特機課

深澤正幸：2002年入社。主に、横軸遠心ポンプの設計業務に従事。現在、RO-ER装置 生産プロジェクト 主任、水力機械設計部 水力機械2課 主任



ADCO/UAE向けウォーターインジェクションポンプ

西川直毅 片山景市 青山譲治

Water Injection Pump for ADCO/UAE

By Naoki Nishikawa, Keiichi Katayama and Joji Aoyama

A high pressure pump was supplied to Abu Dhabi Company for Onshore Petroleum Operations Ltd. (ADCO) through Galfar Engineering & Contracting W.L.L.Emirates. ADCO is one of the group company of Abu Dhabi National Oil Company (ADNOC). The pump is radially split, multistage, between-bearing, barrel type for feeding high pressure liquid, i.e. API Standard 610 type BB5.

The performance of this pump was checked and confirmed at witness inspection by the customer and it was subsequently delivered to the site.

This article introduces about the outline of this machinery and various measurements taken for achieving high reliability and performance.

1. はじめに

アブダビ国営石油公社 (ADNOC) の陸上の探鉱開発会社であるADCO社向けにSurface Water Injection Pumpを受注し、製作・工場立会を経て、このたびポンプの出荷を完了したので以下に紹介する。

今回のポンプは、アラブ首長国連邦 (図1参照) のアブダビ西部にあるブハサ油田 (図2参照) 原油回収の前段階として、地下深くの油層に高圧水 (帯水層水) を圧入する目的で使われる。ADCO社向けに納めた高圧多段ポンプは当社では実績がなく、同時並行で製作を完了した同じくADCO社ルマイサ油田向けの Water Injection Pump 3台とともに初めての実績となる。



図1 アラブ首長国連邦
Fig.1 United Arab Emirates

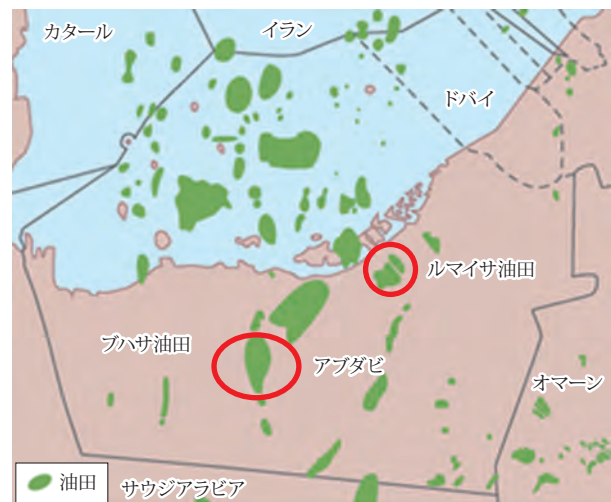


図2 ブハサおよびルマイサ油田位置
Fig.2 Location of Bu Hasa & Rumaitha oilfield

2. ポンプの仕様

ポンプの仕様を表1に示す。

3. ポンプの構造と特徴

今回のポンプはAPI610 11thに準拠した電動機駆動のバレル構造 (2重胴) ケーシングで、インペラ9段の横軸バレル型多段ポンプである。ポンプ取扱流体は有毒な硫化水素 (H₂S) を含み、塩化物イオンも海水の約8倍

表1 ポンプ仕様
Table 1 Specifications of pump

形 式	横軸バレル形多段ポンプ (API610規格Type BB5)
口 径 (mm)	吸込150×吐出し100
段 数	9段
全 揚 程 (m)	1 386
吐 出 量 (m ³ /h)	198.7
電動機出力 (kW)	1 300
取 扱 流 体	Aquifer Water (帯水層水)
台 数	1

と腐食性を持つため、高い材料グレードと漏洩対策が必須である。

以下にポンプ構造と特徴、図3にポンプ外形図、図4にポンプシステム全体図を示す。

3-1 ポンプ材質

ポンプ取扱流体の性状を考慮して、インペラ、ケーシング、主轴およびその他の接水部（キーやボルトなど）の材質は、すべてスーパー二相ステンレススチールとした。さらにこれらの材質は、H2Sによる応力腐食割れ防

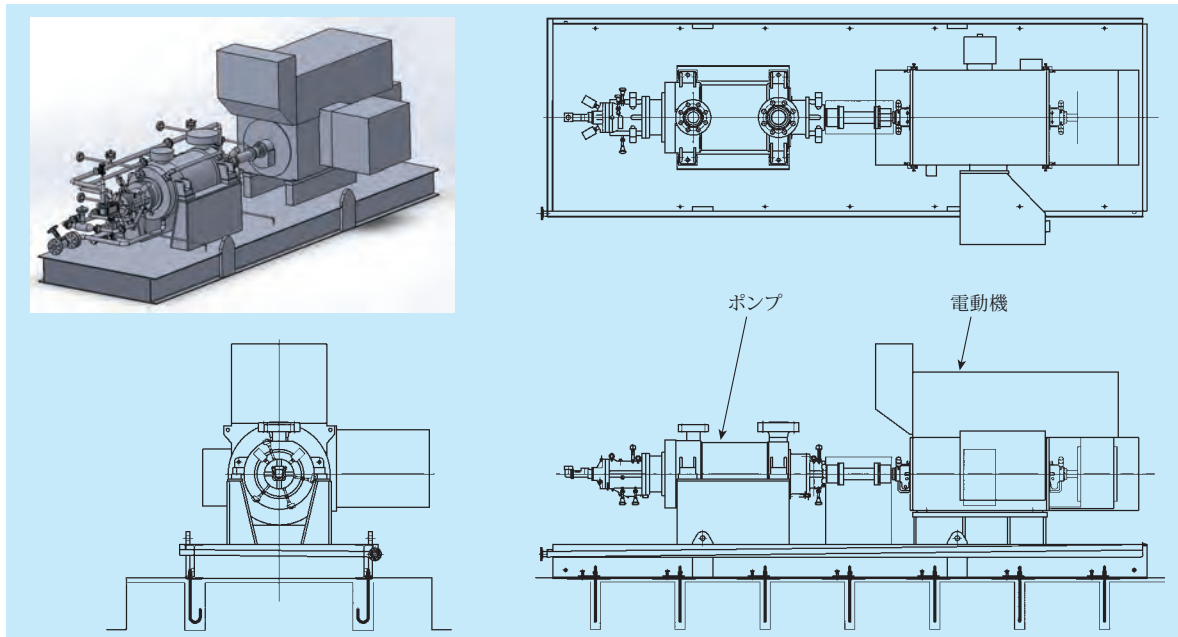


図3 ポンプ外形図

Fig.3 Pump outline drawing

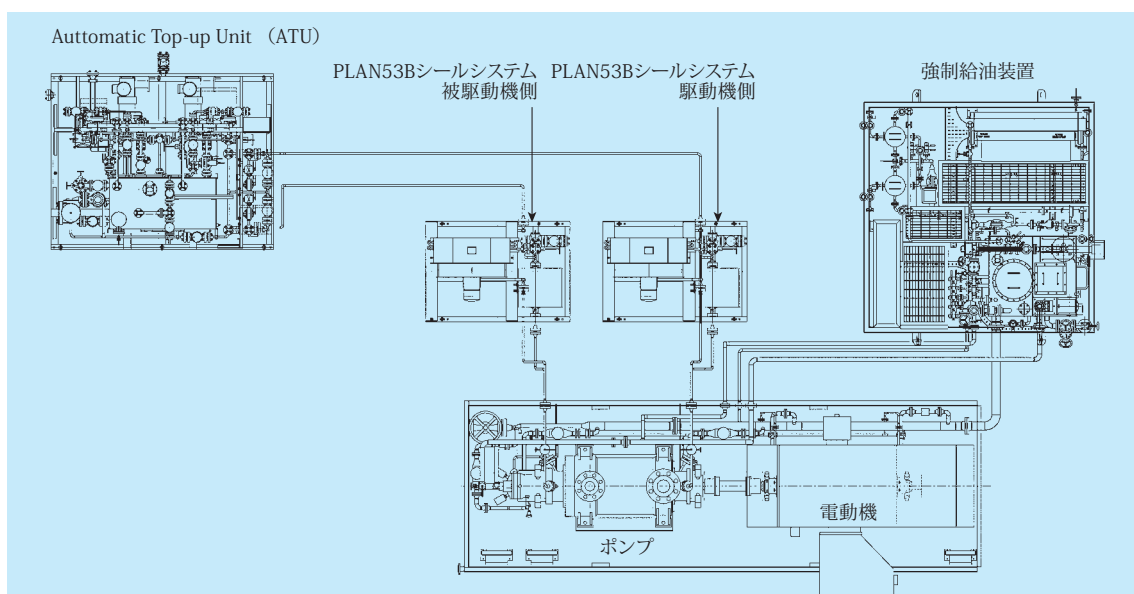


図4 ポンプシステム全体図

Fig.4 Pump system

止を目的としたNACE MR0175が適用された材質としている。

3-2 ケーシング

ケーシングは高圧に耐えられるようバレル構造を採用し、ノズル部およびプロセスラインのフランジについてはレーティング2 500ポンドを採用した。また、バレルケーシングの品質を確保するために素材は鍛造品から製作している。

3-3 摺動部

ポンプ取扱流体には摩耗因子が含まれているため、回転部と固定部の摺動部には耐摩耗性かつ耐食性のある材料を用い高速フレーム（HVOF）溶射を行うことで摺動部の耐久性を向上させた。

3-4 軸受構造

両持ちのラジアル軸受は、ジャーナル軸受を採用し、スラスト軸受は、ティルティングパット軸受を採用している。軸受および軸受ハウジングは分解・点検を考慮し、水平二ツ割構造とした。軸受部の潤滑は、API614 Chapter 3適用の空冷式強制給油装置を採用した。

4. 軸封対策

ポンプ取扱流体は、軸貫通部からの漏洩が許されない液質のため、Plan53Bシールシステム（図5参照）を採用した。このシールシステムはダブルメカニカルシールを使用し、ポンプ取扱流体が一次側シールから大気側へ漏れないよう、プラダ式のアキュムレータにより加圧されたバリア液（ポンプ取扱流体よりも高い圧力）を一次



図5 Plan53Bシールシステム

Fig.5 Plan53B seal system

側シールと二次側シールの間に常時保持する。また、周囲温度の上昇およびバリア液の攪拌熱による影響を抑制させるため、バリア液を冷却する空冷式冷却装置を設置した。さらに、アキュムレータの圧力が低下したときには圧力トランスミッターで検知し、Automatic Top-up Unit (ATU) により圧力を高めたバリア液を付属のポンプで自動補充する。

Water Injection Pumpの吸込圧力は最大9.7 MPaと非常に高く、また常用では1.9 MPaと圧力差が非常に大きいことからメカニカルシールに対して過酷な仕様であった。メカニカルシールの構造およびシールシステムの構成について何度もメーカーと打合せし、仕様を確定、工場試験にて検証し、客先要求事項を満足させることができた。

5. 軸振動・温度監視装置

ポンプの重故障を防ぐため、ポンプ運転状態を常に監視し、異常が生じたときにはすぐに警報／非常停止の信号を発信させるための軸振動、軸受温度および電動機巻線温度監視装置を設置した。

6. 分解・組立およびメンテナンス性

このポンプは現地で吸込・吐出し配管を外すことなく、バレルケーシングを共通ベースに設置したまま、バレルケーシング内部流水部、軸封部および軸受部を一体化したカートリッジで分解・組立を行うことができる。このカートリッジ取り出し補助のため、レールなどの補助工具を付属している。これにより現地での分解・組立作業の時間短縮を可能にした。

また、バレルケーシングはケーシングカバーにより蓋をされるが、内部の高圧力を保持するため、M64のスタッ

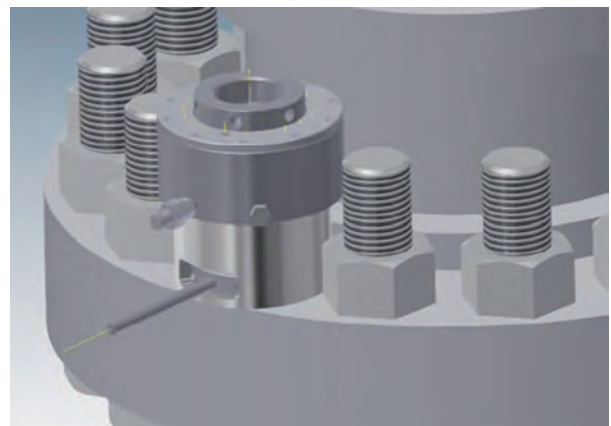


図6 ボルトテンショナー

Fig.6 Bolt tensioner

ド、ナットを用いて着実に締結する必要があった。従来はトルクレンチによりナットを締め付けていたが、繰り返しの締結作業によりねじ部のかじりや座面の損傷などが生じてしまう恐れがある。そこで本ポンプではボルトテンショナー（図6参照）を採用した。この装置はボルトを油圧により引張り、ボルトが伸びている間にナットに力をかけず締結することができる。ねじ部のかじりや座面の損傷がなく、メンテナンス性の向上が期待される。

7. 顧客の厳しい仕様

7-1 TYPE3.2 Certificate (EN10204)

主要部品の材質については顧客による高い品質要求を検証するため、TYPE3.2 Certificateという検査証明書が必要であった。これは素材の段階より第三者機関による検査立会および製造者の品質管理部門による検査を実施し、供給される製品が客先仕様にしたがっていることをミルシートにて証明するものである。これまでTYPE3.2 Certificateが適用された実績はなく、顧客要求を満足する品質証明をもつ材料入手は困難であったが、第三者機関、当社および素材メーカーの間での密な打合せにより対応することができた。

7-2 ADCO APPROVED VENDOR

各付属機器、計装品はもちろん小配管材（バルブ、フランジ、配管など）に至るまでADCO社により指定されたメーカーから購入する必要があり、世界中からメーカーを選定し調達を行った。特に小配管材調達については、納期が8か月程度かかるものもあったため、早期の小配管ルート計画および材料調達をし、全体の納期に支障がないようメーカーと密に調整を行った。

7-3 溶接作業

ポンプ取扱流体接水部の溶接では、100%放射線透過検査が必要になるなど高い溶接品質要求が求められた。その中でも吸込・吐出しノズルのパレルケーシングへの溶接は非常に困難なものであったが、ノズル溶接治具を製作し、作業効率と溶接品質を向上させた。結果、外部機関による放射線透過検査において溶接欠陥ゼロの高品質な溶接品を製作することができた。

7-4 塗装仕様

スーパー二相ステンレススチールのケーシング外面、ステンレス製小配管などの塗装および耐圧部のボルトにまで塗装する要求があった。また、塗料種類の指定、付属機器の電動機の塗装膜厚管理および各部品の塗装色の指定（バルブ、タンク）など広範囲の要求があり、メーカー標準の塗装は認められない場合が多々あった。そのた

め、社内はもちろん各メーカーとの打合せを行い、厳しい塗装要求に対応した。

8. 社内試運転

社内試運転は、現地と同様にPlan53Bシールシステムおよび強制給油装置を設置した状態で行われた。試運転ではポンプ・付属機器を含め、機械的な健全性の評価が行われ、いずれも顧客の仕様を満足する結果が得られた。

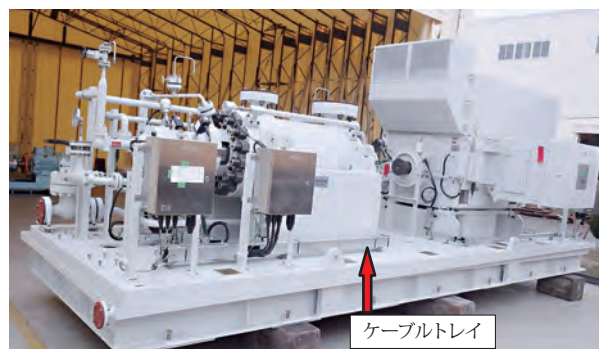


図7 出荷前のポンプ

Fig.7 Pump before shipment

9. 計装配線施工

ADCO仕様によりケーブルの仕様や施工の方法が規定されている。計装配線およびアースケーブルは、ケーブルトレイで保護され、配線施工されている。計装配線施工を終え、出荷直前のポンプ全体の写真を図7に示す。

10. 現地据付および試運転

ポンプ据付場所は、公道から離れた砂漠の中にあり、H₂Sからのサバイバルトレーニング受講および持ち込み物の制限など厳しい環境の中、据付・試運転が行われた。現地では電動機単体運転など工程毎にADCO社の事前承認が必要であり、完了までに想定以上の時間を要した。しかし、客先および現地の作業員との密な調整を行い、無事に試運転まで完了することができた。

11. おわりに

当社はこれまで数多くのAPI610に準拠した横軸多段ポンプを海外顧客に納入してきた。しかしながら、今回適用となったADCO社の仕様は、従来の実績以上に厳しい品質要求や細部にわたって規定が記載されており、初めて経験することも多くあった。ADCO社から初めてとなる高圧多段ポンプを受注し、当社の信頼を得るために皆が一丸となって挑戦し、世界に誇れるポンプを作りあ

げることができたと確信している。今後も当社のポンプを採用してもらえるよう高品質、高効率のポンプを提供できる技術力を目指すとともに、厳しい仕様に柔軟に対応できる対応力と顧客の要望に応えることができる製品開発など、更なるブランド力向上のために今後も取り組んでいく所存である。

おわりに本ポンプの計画・製作にあたり、多くの適切なおご指導とご協力を頂きました関係各位には厚く御礼申し上げます。

<参考文献>

- (1) 仲谷：インド／HME社Bhatinda精油所向けリアクタフィードポンプ，電業社機械，35-1，(2011)，5-7.
- (2) 古澤・浅川：インドBPCL社向けマルチプロダクト・トランスファー・パイプライン用メインラインポンプ，電業社機械，37-1，(2013)，12-16.

<筆者紹介>

- 西川直毅：2013年入社。主に、プロセス用ポンプの設計に従事。
現在、水力機械設計部高圧ポンプ課。
- 片山景市：2012年入社。主に、プロセス用ポンプの設計に従事。
現在、水力機械設計部高圧ポンプ課。
- 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、海外部貿易課 主任。



トルクメニスタン向け 硫酸プラント用ブロワ

永岡 聡貴 前田 浩一郎

Blowers for Sulfuric Acid Plant in Turkmenistan

By Satoki Nagaoka and Koichiro Maeda

Turkmenistan has the world's 4th largest natural gas reserves. Natural gas produced in Turkmenistan contains sulfur constituent. Sulfur is produced as a by-product in the process of the natural gas. The sulfur is used as one of raw materials for fertilizer. To use the sulfur effectively, Turkmenhimiya State Concern (A state chemical company) planned to construct a sulfuric acid plant in the city of Turkmenabat. The production of sulfuric acid there is expected as 500 000 ton per year. DMW manufactured 2 (two) centrifugal blowers, i.e. Main Air Blower and Sub Air Blower, and supplied to the sulfuric acid plant. This paper reports the outline and features of the Main Air Blower and the Sub Air Blower.

1. はじめに

トルクメニスタンは天然ガス埋蔵量が世界第4位⁽¹⁾を誇る有数な資源国であり、豊富な天然ガスを産出している。トルクメニスタンの天然ガスには硫黄分を多く含んでおり、ガス処理の副産物として硫黄が発生する。トルクメニスタンの国営化学公社トルクメンヒミヤは、その硫黄を有効活用し、硫酸を生産する硫酸プラントの建設をトルクメナバード市内に計画した。硫酸は肥料の原料の一つとして使用されるため、本プラントの建設により、同国の農業の発展が期待される。同プラントは三井造船株式会社殿が建設予定で、そこでの硫酸の生産量は年50

万トンとされ、2016年半ばにプラント引渡し予定である。

今回、三井造船株式会社殿より同硫酸プラント用Main Air Blower、Sub Air Blowerを受注し、現地据付が完了したので以下にその概要を紹介する。納入先であるトルクメニスタンのトルクメナバードの位置を図1に示す。

2. 硫酸プラント用ブロワ

硫酸の製造プロセスには、硫黄を原料とする硫黄燃焼式と非鉄精錬、硫化鉄焙焼等由来の排ガス中のSO₂を原料とする冶金式があり⁽²⁾、本プラントでは硫黄燃焼式を採用している。硫黄燃焼式プロセスフローを図2に示す。硫黄燃焼式硫酸プラントに導入されるブロワは、乾燥塔入口側に設置される場合と、乾燥塔出口側に設置される



図1 硫酸プラントの位置

Fig.1 Location of sulfuric acid plant

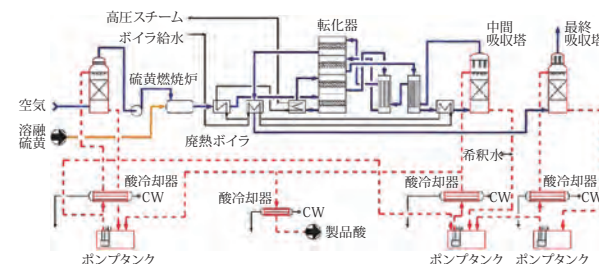


図2 硫黄燃焼式硫酸製造プロセスフロー⁽²⁾

Fig.2 Process flow of sulfuric acid production of sulfur combustion system

場合がある。いずれの場合も硫黄燃焼炉へ燃焼用の空気を供給する用途で使用されるが、乾燥塔入口に設置される場合は空気ブロワとなる。一方、出口側に設置される場合には、取扱い空気内に硫黄分を含んだガスが混じるため、SO₂ブロワとなる。

今回納入したブロワは、前者の乾燥塔入口側に設置される空気ブロワである。

3. Main Air Blower

3-1 仕様

Main Air Blowerの仕様を表1に示す。

表1 Main Air Blower仕様
Table 1 Main Air Blower specifications

形式	鋳鉄製両吸込 単段増速ブロワ
吸込／吐出し口径 (mm)	1 500/1 200
風量 (m ³ /min)	2 500
昇圧 (kPa)	約56
取扱気体	Atmospheric Air
出力 (kW)	2 800
台数	1

3-2 構造と特徴

Main Air Blowerの外観を図3、構成を図4に示す。

本ブロワは増速機により電動機の回転速度を増速させる構成となっており、当社の鋳鉄製両吸込単段増速ブロワとしては口径、出力とも最大クラスを記録している。

インペラには、アルミニウム製削り出しオープンインペラ構造を採用した。高周速インペラのためFEM解析を実施し、長期運転に十分耐えられる強度を有する構造としている。

ケーシングはメンテナンス製を考慮し、鋳鉄製の上下



図3 Main Air Blower外観
Fig.3 View of Main Air Blower

二ツ割構造を採用している。回転体点検時には、上ケーシングの分解のみで回転体の取外しが可能であり、メンテナンス性に優れている。

軸受には強制給油方式のティルティングパッド・ジャーナル軸受を採用している。

3-3 強制給油装置

軸受の潤滑方式には強制給油方式を採用している。強制給油装置の外観を図5に示す。強制給油装置はブロワ機側に設置され、ブロワ軸受、増速機軸受、電動機軸受に給油を行なう。ブロワの起動、停止時には強制給油装置付属の電動補助オイルポンプにて給油が行なわれ、ブロワ起動完了後には、増速機の軸端に設置された主オイルポンプにて給油される。

3-4 ブロワ状態監視装置

ブロワの状態監視装置として、軸振動センサ、軸移動センサ、接点付軸受温度センサを付属している。各センサは、ブロワ機側に設置されたリレーボックスに接続され、計測値に異常が現れた場合、リレーボックスよりア

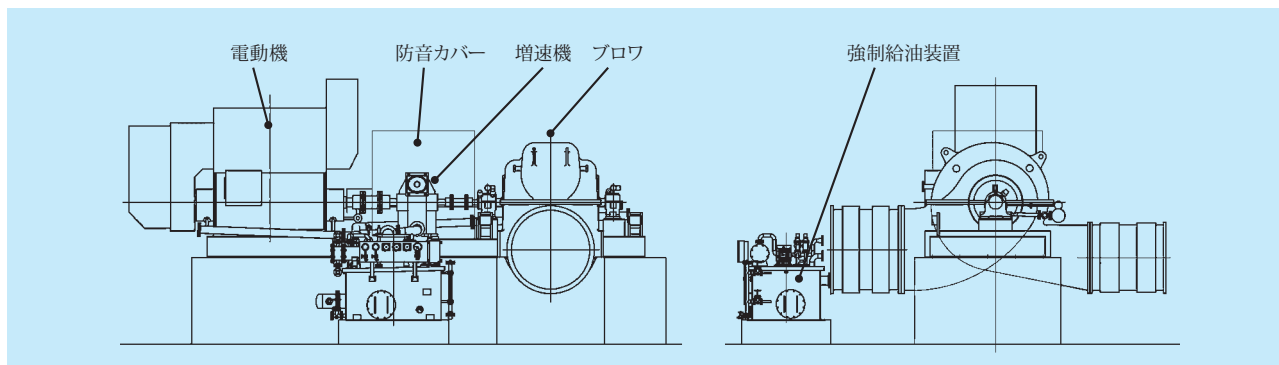


図4 Main Air Blowerの構成
Fig.4 Consitution of Main Air Blower



図5 強制給油装置外観
Fig.5 View of lube oil system

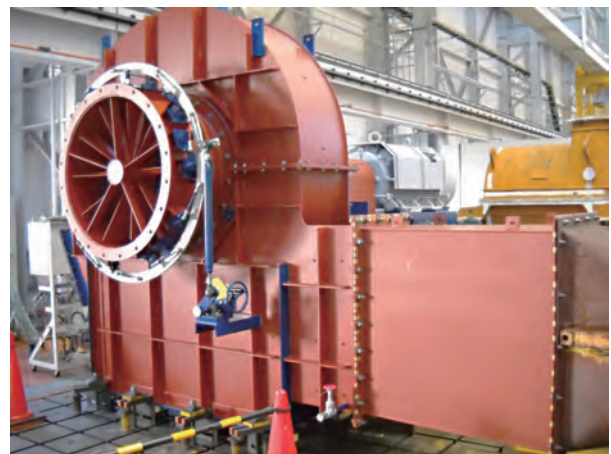


図6 Sub Air Blower外観
Fig.6 View of Sub Air Blower

ラーム信号が発信される。軸振動と軸移動の計測値についてはリレーボックスに内蔵されたモニタにて確認することができる。

4. Sub Air Blower

4-1 仕様

Sub Air Blowerの仕様を表2に示す。

表2 Sub Air Blower仕様
Table 2 Sub Air Blower specifications

形 式		片吸込遠心ファン
風 量	(m ³ /min)	1 245
昇 圧	(kPa)	約12
取 扱 気 体		Atmospheric Air
出 力	(kW)	340
台 数		1

4-2 構造と特徴

Sub Air Blowerの外観を図6、構成を図7に示す。

本ブロワは高張力鋼板製のインペラ、鋼板製ケーシング、グリース潤滑のころがり軸受を採用している。

ブロワの吸込口には、流量制御用の吸込ベーンが付属されている。吸込ベーンの開閉動作は、ウォームギヤによる手動操作機を採用している。

5. 工場試験

工場における性能試験は、Main Air BlowerはJIS B 8340、Sub Air BlowerはJIS B 8330に沿って実施し、要求仕様を全て満足する結果を得た。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。Main Air Blowerの社内試運転の状況を図8に示す。

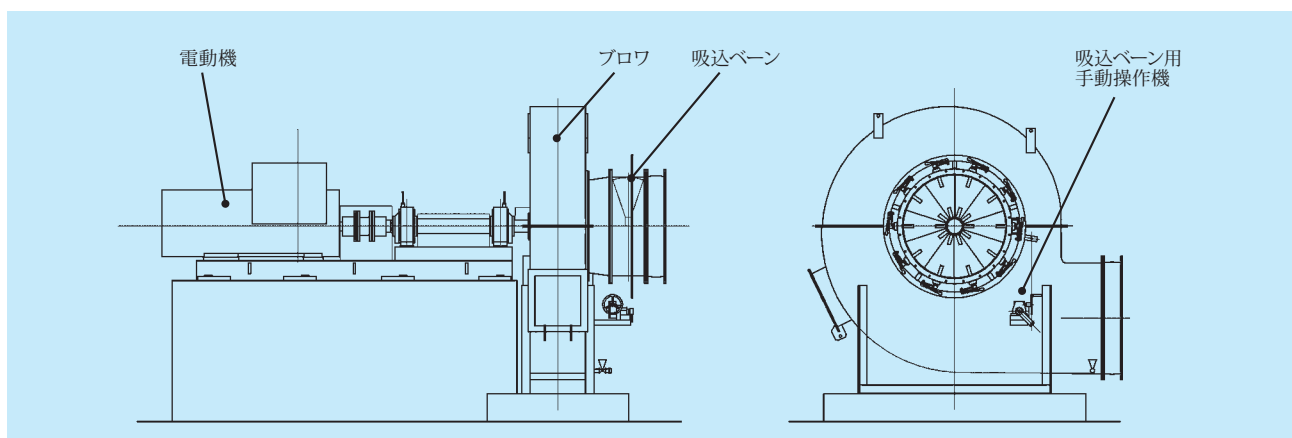


図7 Sub Air Blowerの構成
Fig.7 Consitution of Sub Air Blower

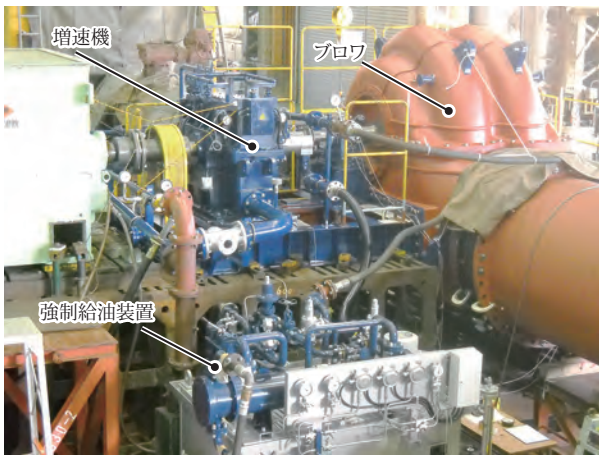


図8 社内試運転
Fig.8 Shop test



図9 ブロワ現地据付状態
Fig.9 View of blower on site

6. 現地試運転

当社試運転SVを派遣し、Main Air Blower、Sub Air Blowerの現地機能試験を実施した。その結果、機械的に健全な状態であることを確認した。現地据付状況を図9に示す。

7. おわりに

トルクメニスタン向けの硫酸プラント用ブロワの概要を説明した。今回、Main Air Blowerについては当社実績最大クラスのブロワであったが、各種検査、試運転により機器として十分健全であることが確認され、無事に出荷、現地据付を終えることができた。

今後も設備の用途、重要性を十分に認識し、顧客の信

頼と満足を得られるよう努力していく所存である。

おわりに、本ブロワの計画・製作にあたり適切なご指導、ご助言を頂いた三井造船株式会社殿、ならびに関係各位に厚く御礼申し上げます。

<参考文献>

- (1) BP Statistical Review of World Energy June 2016
- (2) 三井造船殿技報 No.200 (2010-6)、P42

<筆者紹介>

- 永岡 聡貴：2010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
- 前田浩一郎：2007年入社。民間向け営業に従事した後、電力会社向け営業に従事。
現在、産業システム営業部 電力課 主任

ベトナム向けボイラ用誘引通風機

遠藤 航治 秋永 誠司

Induced Draft Fan for Boiler in Vietnam

By Koji Endo, Seiji Akinaga

Demand for electricity is increasing rapidly due to the economic growth in Vietnam. To overcome that situation, EVN advances construction of premeditated electric power plants since stable supply of the electricity will be the highest priority issue in the future.

This time DMW delivered the IDF to a new plant in Thai Binh, which has high reliability as well as previously delivered one for EVN power plant.

This paper introduces the outline about the Induced Draft Fan supplied to the coal-fired power plant in Vietnam.

1. はじめに

ベトナムでは経済成長を背景とした高い電力需要の伸びに対応すべく、電力安定供給を最重要課題として、計画的な電力設備建設を進めている。

その中で、先行プラントであるベトナムのギソン石炭火力発電所向けに納めた誘引通風機（以下「IDF」）の実績が高く評価され、今回タイビン省に建設されるタイビン石炭火力発電所のIDFを発電所EPC 丸紅殿/脱硫装置川崎重工業殿より受注した。

本稿では、ベトナム同省向けに納入したIDFの概要について紹介する。

2. 発電所の概要

発電所はベトナム北部タイビン省に位置し、同地域で産出される石炭を燃料とした火力発電所として新規に建設するものである。発電所所在地を図1に示す。これにより、首都ハノイを含む経済成長が著しいベトナム北部地域における電力不足解消に大きく貢献することが期待される。

発電容量は600 MW（300 MW×ボイラ2基）と大型である。このような大容量ボイラでは、信頼性の観点からボイラ1基に対し50%容量のIDFを2台並列運転する場合が多く、今回もボイラ1基に対して2台、合計4台のIDFを納入した。



図1 発電所所在地

Fig.1 Plant location in Vietnam

3. 誘引通風機の仕様と特徴

IDFの仕様を表1に、組立中の外観を図2に示す。

IDFを設計する際には、高効率を達成するため、羽根車の設計およびケーシング内部の流路形状を十分に検討し、流体継手による回転速度制御と風量制御装置を使用することで、部分負荷で省エネとなるように配慮した設計を行っている。

表1 IDF仕様
Table 1 IDF specifications

形 式	#20 両吸込遠心ファン	
風 量	16 930 m ³ /min	
昇 圧	8.04 kPa	
取 扱 気 体	燃焼ガス	
出 力	3 150 kW	
台 数	4 台	



図2 IDF組立
Fig.2 Assembling of IDF

4. 構造

IDFの主要部品の特徴について、以下に述べる。

4-1 インペラ

全溶接構造であり、高周速で長期間の運転に耐えられる十分な強度と信頼性を有している。材料は、高張力鋼を使用している。

4-2 シャフト

剛性軸を採用し、材料はクロムモリブデン鋼を使用している。

4-3 ケーシング・ダンパ

今回、ケーシングとダンパの製作をタイ王国にある協力工場で行った。客先との合意事項として、当社工場での運転試験を行った1台を除く3台分はこの協力工場に組立し、直接現地へ出荷した。これにより、プラント建設工程のリードタイム短縮に貢献している。

ケーシング・吸込ダンパの製作状況を図3、図4に示す。

4-4 風量制御

本IDFにおいては、流体継手による回転速度制御と吸込ダンパの組合せで風量制御を行う方式である。負荷に合わせて回転速度をコントロールすることで省エネを図



図3 ケーシングの製作状況
Fig.3 Manufacturing for casing



図4 吸込ダンパの製作状況
Fig.4 Manufacturing for suction damper

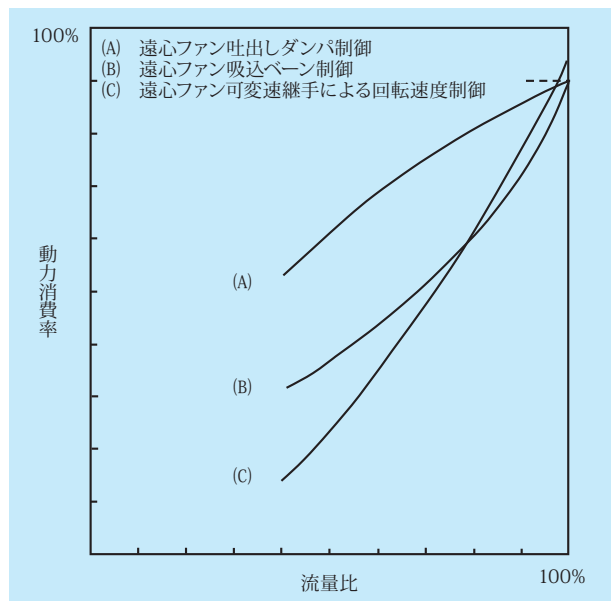


図5 各種風量制御による動力消費率
Fig.5 Power consumption rate for various flow control

りながら、吸込ダンパ制御で風量の微調整を行うことができる。

図5に示すとおり、可変速継手による回転速度制御は動力消費率を低く抑えることが可能である。

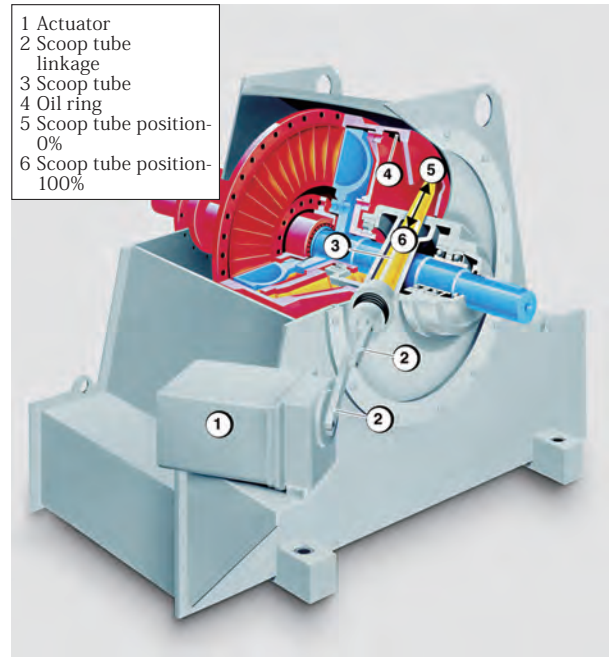
4-5 流体継手

図6、図7に流体継手の外観および構造を示す。



図6 流体継手外観

Fig.6 View of fluid coupling



- 1 Actuator
- 2 Scoop tube linkage
- 3 Scoop tube
- 4 Oil ring
- 5 Scoop tube position-0%
- 6 Scoop tube position-100%

図7 流体継手構造図

Fig.7 Sectional drawing of fluid coupling

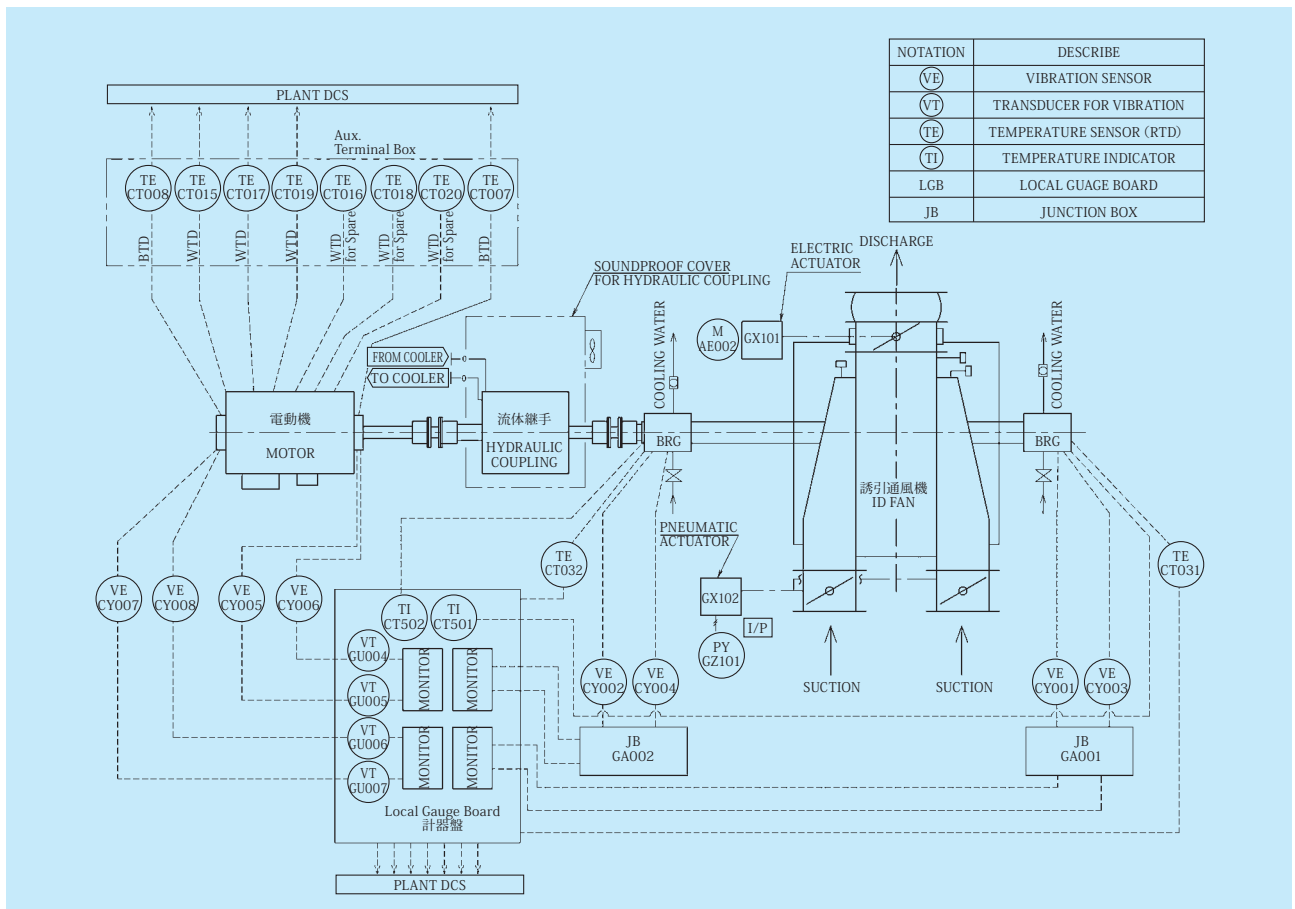


図8 系統図

Fig.8 P&I diagram

流体継手はオイルが循環できるような流路を備えており、入力（インペラ）側の回転がオイルの流動を生み、それが出力（ランナ）側を回転させることでトルクの伝達を行う。

出力側の回転速度は、すくい管の位置を変更することにより作動室内の油量を調整することで変化させることができる。すくい管は外部からコントロールモータにより操作し、出力側の回転速度を無段階にしかも広範囲（25～97%程度）に調整することができる。

4-6 軸受ユニット

軸受は十分な寿命を有した自動調芯ころ軸受を採用し、潤滑はオイルバス水冷式として長時間の連続運転にも安定して使用できる。また、自由側はシャフトの熱膨張へ円滑に追従できる軸受を採用している。

4-7 振動監視装置

ファンとモータ用の軸受振動測定のために、加速度センサおよび渦電流方式非接触変位センサを設置している。

4-8 計器盤

軸受温度およびIDFとモータの軸受振動値を機側で確認できるよう計器盤を設けている。また、振動値はDCSでも監視できるようになっており、IDFの運転状況を監

視している。

4-9 全体構成

今回、IDFとその関連補機を一括で納入しており、その全体系統図を図8に示す。

5. 納入

発電所操業に向け、IDF、流体継手、計器盤などについて、各4台分を納入する。電動機は御支給品につき、ベトナムで組み合わせる。

6. おわりに

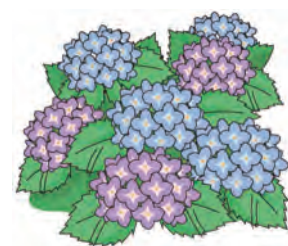
本IDFは、先行プラントで納入したファンの実績を評価して頂き、同国において2回目の納入に至った。発電所におけるIDFは重要な機器の1つであり高い信頼性が求められることから、今後も高い安全性による長期間の連続運転が可能なファンを提供し、顧客のニーズに応え続け、社会に貢献していく所存である。

<筆者紹介>

遠藤航治：1999年入社、主にファン、ブロワの設計業務に従事。

現在、気体機械設計部ブロワ設計課主任

秋永誠司：1999年入社、主にファン、ブロワの計画見積業務に従事。現在、産業システム技術部風力技術課主事補



西宮市枝川浄化センター雨水ポンプ設備

長谷川 浩久 篠塚 泰

Rain Water Drainage Pumping Station at Edagawa Water Purification Center, Nishinomiya City

By Hirohisa Hasegawa, Yasushi Shinozuka

In Nishinomiya-city, Japan there is rain water drainage pumping station, which was built in 1970. The pumping station was already working for 45 years and the pumping facility is in decrepit condition and become too old for work. Therefore, Nishinomiya-city planned up upgrade the existing pumping facility and out of all the facilities, we received their order for revamping of No.2 pumping station to meet the current site condition, and we supplied our pumps there and those are already installed.

1. はじめに

兵庫県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。雨水ポンプ設備は1970年に建設され45年経過し、老朽化がすすんでいる。

そこで、老朽化したポンプ設備の信頼性回復のために、No.2雨水ポンプ設備の更新工事を行った。

表1にポンプ設備仕様を示す。既設No.2雨水ポンプは、口径1 350 mm立軸斜流ポンプで吐出し量285 m³/minの仕様であった。

表1 主ポンプ仕様
Table.1 Pump specifications

		No.2雨水ポンプ 立軸斜流ポンプ
形 式		
口 径	(mm)	φ1 350
全 揚 程	(m)	9.9
吐 出 量	(m ³ /min)	323
出 力	(kW)	760
台 数		1

今回工事にて、No.2雨水ポンプは、吐出し量を323 m³/minに増加した口径1 350 mm立軸斜流ポンプに更新した。

吐出し量の増加に伴いポンプ井の流速が増加し、ポン

プ井に有害な渦が発生することが予想されたため、ポンプ井のモデル水槽試験を行い、渦対策を検討した。通常、渦対策はポンプ井に渦流防止壁を設置する対策を行うが、渦流防止壁をポンプ井内に設置する工事は、雨水ポンプの長期間運用停止を伴うため、雨水ポンプ設備の運用に支障をきたす。そのため、ポンプ井内の設置工事が発生しないポンプ本体に渦流防止装置を取付けたポンプ設置型渦流防止装置を採用した。

本稿ではNo.2雨水ポンプ設備の更新とポンプ井のモデル水槽試験について紹介する。

2. 設備の概要

設備の据付平面図、断面図を図1、図2に示す。

主要設備について項目別に概説する。

2-1 雨水ポンプ

雨水ポンプの耐食性向上を図るため、羽根車・ケーシングライナ材質にはSCS13を採用している。また、ポンプ軸受部の無水化を図るため、水中軸受にはセラミック軸受、外部軸受は冷却ファン付空冷タイプとし、無給水軸封装置（ラビリンスシール）を採用している。

そして、ポンプの付属設備として、ポンプ流量計を設置し、吐出し量の測定を可能とした。また、実送水による管理運転を行うため、バイパス管を設置している。

2-2 減速機

減速機には空冷式直交軸かさ歯車減速機を採用してい

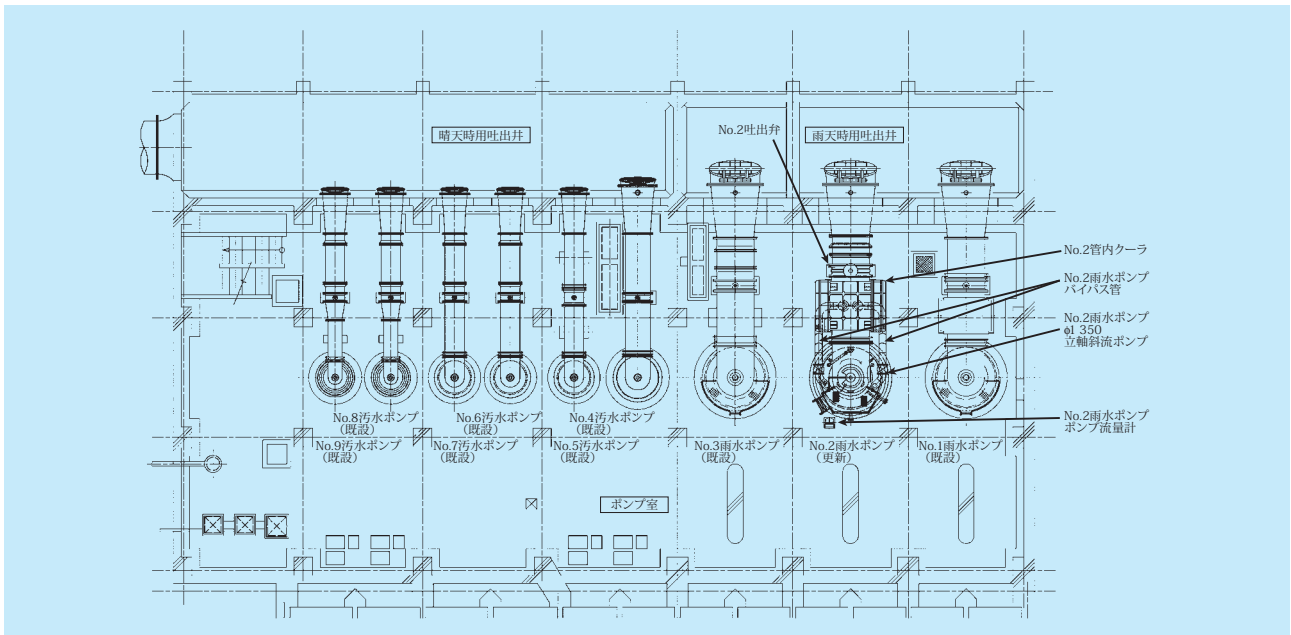


図1 据付平面図

Fig. 1 Layout of pumping station

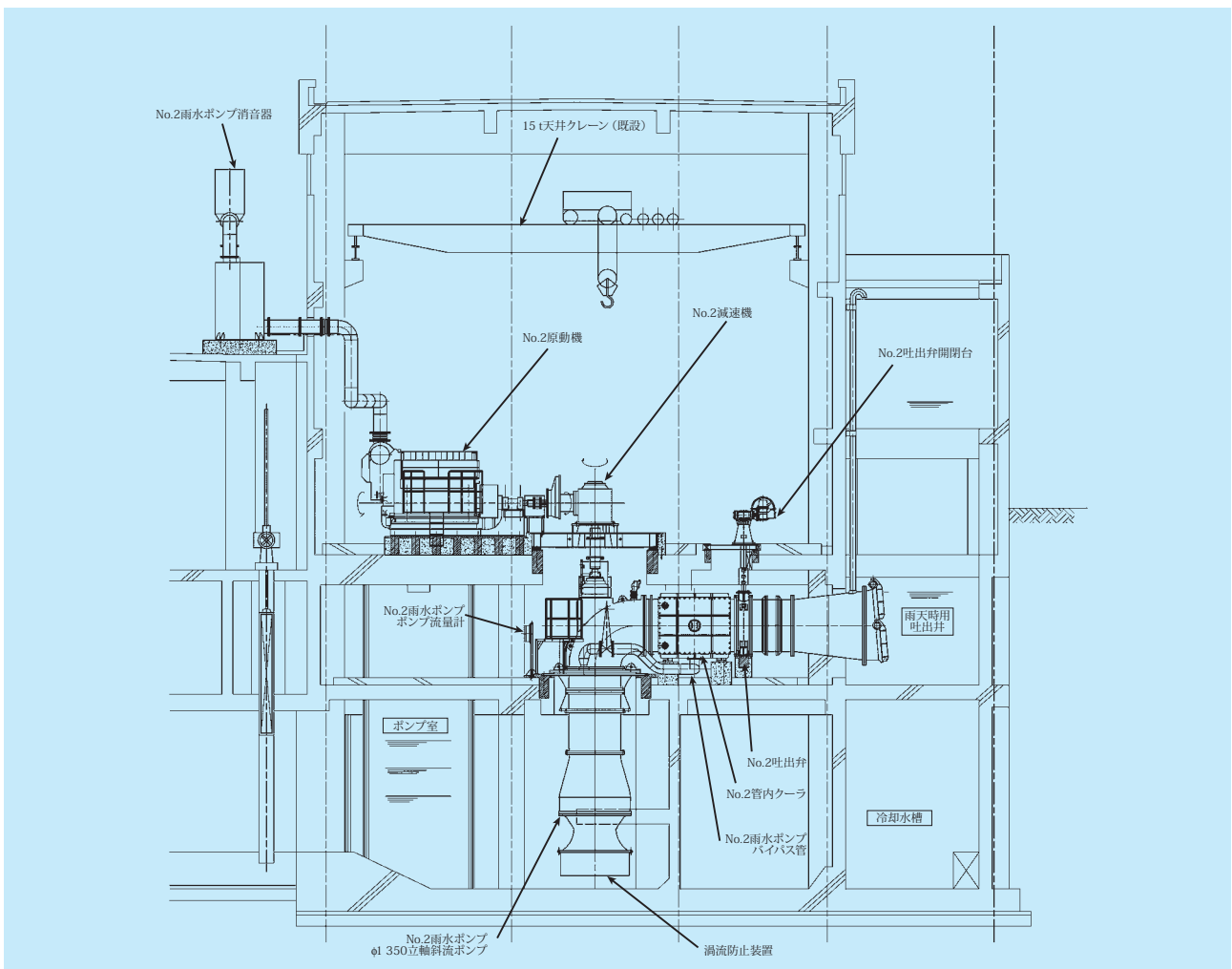


図2 据付断面図

Fig. 2 Sectional view of pumping station

る。空冷式のため冷却水が不要となり、設備の無水化を図ることができた。減速機の外観を図3に示す。



図3 減速機の写真
Fig.3 View of decelerator

2-3 管内クーラ

原動機はディーゼル機関を採用しており、原動機で温まった冷却水を冷却するため、多管式管内クーラを採用している。管内クーラで冷却された冷却水は、膨張タンクへ送水している。

設置スペースは、高さ、幅方向ともに制限される配置となり、現地に合わせた構造とした。また、将来のメンテナンスを考慮して、サイドカバーを外し易い特殊構造としている。

管内クーラの外観を図4に示す。



図4 管内クーラの写真
Fig.4 View of inline cooler

3. 渦流防止装置

ポンプ運転に有害な水中渦や空気吸込渦の発生の有無を、図5に示す吸込水槽とポンプを縮小した模型を用いて確認した。その結果、水中渦が発生することが確認された(図6)。

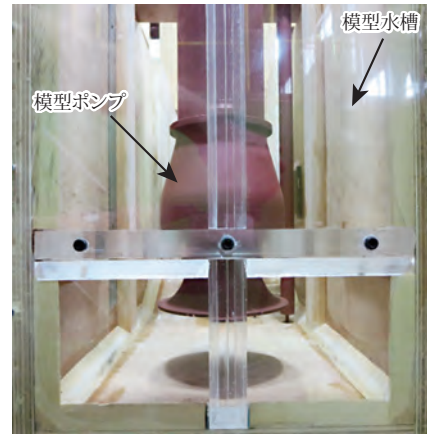


図5 模型水槽試験
Fig.5 Model sump test

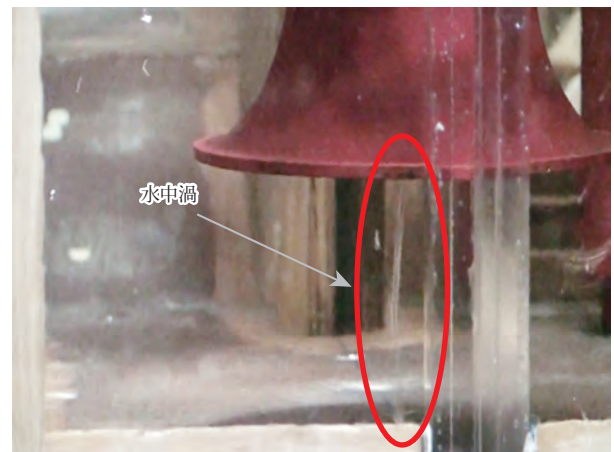


図6 水中渦
Fig.6 Submerged vortex

水中渦の発生を防止する方法としては、プラス型渦流防止装置など吸込水槽の土木工事を必要とするものが一般的である。しかし、本ポンプには図7に示すポンプ設置型渦流防止装置を採用した。なお、揚液に混入するゴミなどにより渦流防止が目詰まりを起こさない構造になっている。

ポンプ設置型渦流防止装置を採用することにより、有害な渦のポンプ内への進入を防止することはもちろん、土木工事費の削減や工期短縮になった。



渦流防止装置

図7 渦流防止装置 (模型)
Fig.7 Vortex breaker (model)

4. おわりに

本機場の排水能力向上の更新工事は平成28年度に完成し、運用が開始されている。近年の異常気象や排水条件の変更により既存の雨水ポンプ設備の排水能力の向上が求められるようになってきており、新しい技術による対応が重要となってきていると考えられる。

おわりに、本工事の実施にあたり、終始適切なお指導を頂いた西宮市上下水道局殿ならびに関係各位に厚く御礼申し上げます。

<筆者紹介>

長谷川浩久：1999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主事補。

篠塚 泰：2010年入社。ポンプ、送風機および流体関連機器の研究開発に従事。現在、技術研究所 研究課



川崎市上下水道局 入江崎水処理センター 送風機設備

関 晃平 永岡聡貴

Blower for Iriezaki Wastewater Treatment Center of Kawasaki City Waterworks and Sewerage Bureau

By Kouhei Seki and Satoki Nagaoka

Iriezaki Wastewater Treatment Center is located in Kawasaki-ku, Kawasaki city, Kanagawa. The Center has treated sewage in district of Kawasaki-ku and a part of Saiwai-ku, Nakahara-ku. This center started operation in 1961. It is the oldest sewage disposal plant as an advanced wastewater treatment facility in Kanagawa. In this case, we supplied “AM-Turbo[®]” which is simplified auxiliary machinery. This summarizes about the outline of this Wastewater Treatment Center as follows.

1. はじめに

入江崎水処理センターは神奈川県川崎市の臨海地区に位置し、川崎区の全域と幸区・中原区の一部からの下水を処理している。本センターは1961年に運転を開始し、高級処理施設としては神奈川県下で最も古い下水処理場となっている⁽¹⁾。今回、東系送風機設備の更新工事にてブロワ2台および付帯設備を納入した。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

本センターの東系送風機設備では鋳鉄製多段ターボブロワ4台が設置され、東系反応槽への送気を行っている。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、地下の油タンクから1階の給油ユニットを介してブロワに給油されている（図3）。

本工事では、ブロワ4台のうち2台を「AM-Turbo[®]」へ更新した。本機器は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。

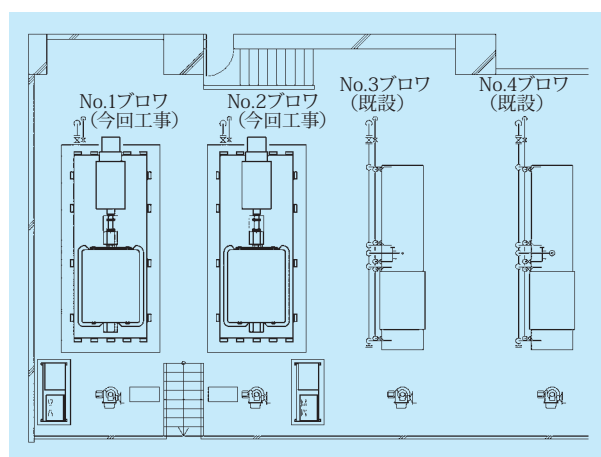


図1 送風機据付平面図

Fig.1 Plan view of blowers

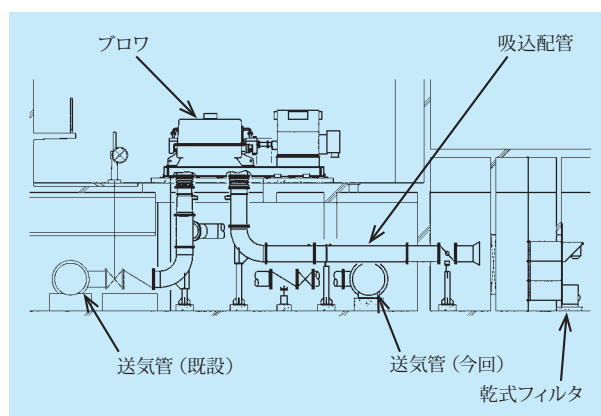


図2 送風機据付断面図

Fig.2 Sectional view of blowers

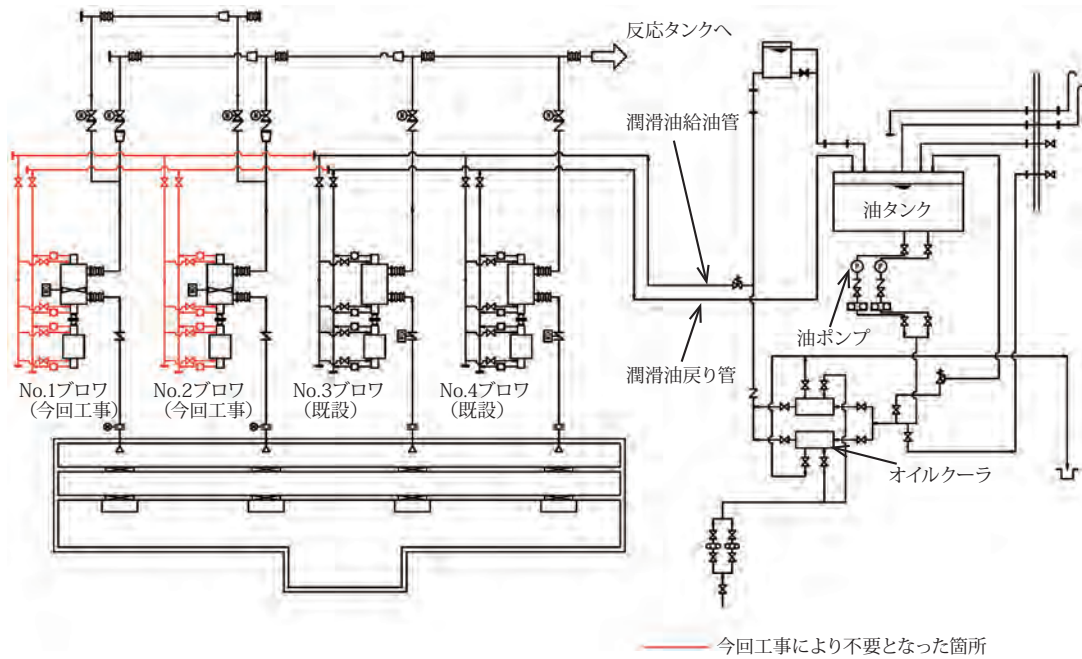


図3 送風機設備フローシート
Fig.3 Flow sheet of blower station

3. ブロウ概要

3-1 ブロウ仕様 (AM-Turbo®)

本ブロウの仕様を表1、外観を図4に示す。

3-2 ブロウの特徴

本ブロウの特徴を以下に示す。

(1) ブロウロータ

本ブロウのインペラはアルミ合金製を採用し、軽量化を図っている。インペラの軽量化に伴い、シャフトがダウンサイジングされ、軸受負荷荷重の軽減により、軸受はころがり軸受を選定することが可能となった。

(2) 空冷式ころがり軸受ユニット

従来の仕様では、すべり軸受が選定される容量であったが、「AM-Turbo®」の採用により回転体の軽量化が可能となり、強制給油装置を不要とするころがり軸受を採用することができる(図5)。また、軸受の冷却方式は自己空冷式となり、冷却水が不要となった。



図4 ブロウ外観
Fig.4 View of blower

表1 ブロウ仕様

Table 1 Blower specifications

形式	電動機直結式 片吸込多段ターボブロウ (铸铁製)
吸込/吐出し口径 (mm)	500/450
風量 (m ³ /min)	325
昇圧 (kPa)	75.96
出力 (kW)	500
取扱気体	空気
台数	2



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

すべり軸受を採用した場合に必要な強制給油装置、ユーティリティ（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する。

(3) オイルミスト回収装置

ブロワの吐出し圧力を利用したオイルミストセパレータシステム（MSS- α ）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。動力が不要であるため、メンテナンスが容易である。

(4) 設置スペース

従来、計器盤はブロワ機側に設置しているが、共通ベース上に設置することにより省スペース化を図っている（図6）。

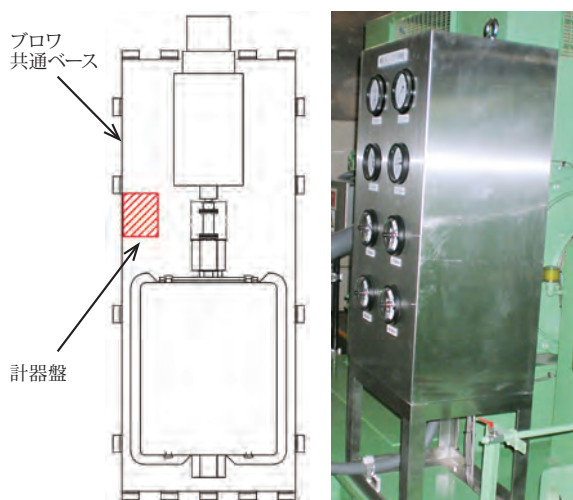


図6 計器盤の配置

Fig.6 Location of instrument panel

4. 空気ろ過器

散気装置の目詰まりを軽減するための空気ろ過器は、吹き流し式乾式空気ろ過器を納入した。本ろ過器は巻取り式空気ろ過器の後面に吹き流し型ろ材を取り付けた構造で、前面の巻取り式空気ろ過器で取りきれない細かい塵埃を後面の吹き流し型ろ材で捕集する。空気ろ過器の外観を図7、図8に示す。

既設および一般的な下水道施設では湿式空気ろ過器と乾式空気ろ過器を設置していたが、更新後は吹き流し式乾式空気ろ過器1台で既設以上の捕集率が得られる。

また、入江崎水処理センターは海に近く、外気に塩分を含んでいるため、空気ろ過器の内部部品にステンレス製の部品を使用し、塩害対策を図った。



図7 空気ろ過器前面

Fig.7 Front of air filter



図8 空気ろ過器後面

Fig.8 Back of air filter

5. 低圧力損失形逆止弁

ブロワの逆止弁は、「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全開へ押し上げ、圧力損失を低減させる逆止弁である。

また、従来の「AAチェッキ」の改良形である「新型AAチェッキ」を今回工事にて納入している。「新型AAチェッキ」の特徴は、逆止弁内部にフラップを設け、弁内部の流れを検知している点である。図9に「新型AAチェッキ」の模式図を示す。ブロワが停止し送風量が一

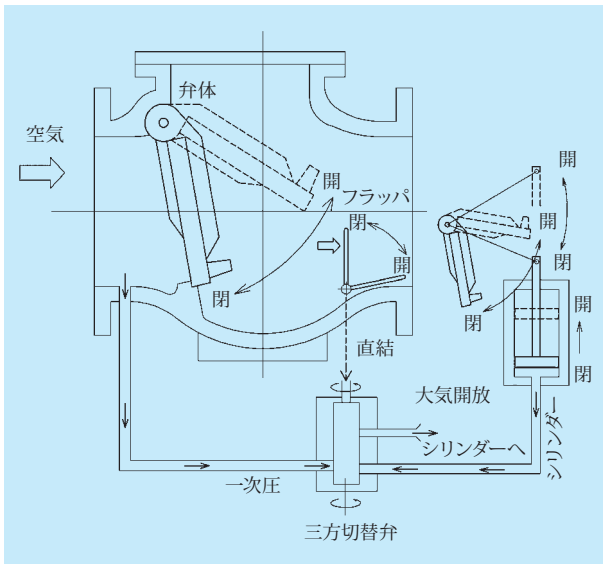


図9 新型AAチェッキ模式図

Fig.9 Scheme of low pressure loss check valve of new style

定以下に減少すると、フラップ軸に連動した三方切替弁がシリンダー内の圧力を大気開放するように動作する。シリンダー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。

6. おわりに

以上、入江崎水処理センター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。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。

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、ご助言を頂いた川崎市上下水道局の関係各位に厚く御礼申し上げます。

<参考文献>

- (1) 川崎市上下水道局ホームページ

<筆者紹介>

関 晃平：2011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 システム設計課

永岡聡貴：2010年入社。ブロワの設計業務に従事。現在、気体機械設計部 ブロワ設計課



ここで活躍しています — 2015年 製品紹介 —

1. ポンプ

1-1 千葉県農林水産部山武農業事務所 篠本新井第2排水機場

(1) 概要

篠本新井第2排水機場は、千葉県山武郡横芝光町に位置し、横芝光町篠本の農地の湛水被害解消のため、新たに建設された排水機場である。

洪水時排水のほか、小降雨時の排水にも対応することを目的とし、異口径のポンプ3台構成の設備として新設した(図1)。

(2) 特徴

ポンプの軸封部に無注水軸封装置を採用し、かつ電動機駆動とすることで、注水設備を最小限とした。また、高流速形のポンプを採用することで建設コストの低減を図っている。

(3) 仕様

口径800 mm×700 mm横軸斜流ポンプ×1台
78 m³/min×3.2 m×75 kW (電動機駆動)
口径600 mm×500 mm横軸斜流ポンプ×1台
46.8 m³/min×3.8 m×45 kW (電動機駆動)
口径500 mm×450 mm横軸斜流ポンプ×1台
25.2 m³/min×2.8 m×18.5 kW (電動機駆動)



図1 ポンプ室全景

1-2 愛知県名古屋市上下水道局 白鳥橋ポンプ所

(1) 概要

白鳥庭園は大きな池を中心に配置した「池泉回遊式」の日本庭園で、都市公園内の庭園としては東海地方随一の規模を誇る。白鳥橋ポンプ所は、その白鳥庭園に隣接しており、雨水ポンプ設備は1984年に設置された。今回、設備の老朽化と排水能力の増強に伴い、雨水ポンプ設備の更新を行った(図2)。

(2) 特徴

ポンプには気中運転が行えるセラミックス軸受が採用され、主エンジンの冷却には管内クーラ方式が採用され無水化を図っている。また、管内クーラはメンテナンス性の良いコイル式が採用されている。

(3) 仕様

口径1 650 mm二床式立軸斜流ポンプ×1台
476 m³/min×10.7 m×1 280 kW (ディーゼル機関駆動)
口径1 650 mmコイル式管内クーラ×1台



図2 口径1 650 mmコイル式管内クーラ

1-3 福岡県北九州市上下水道局 大手町ポンプ場雨水ポンプ設備

(1) 概要

大手町ポンプ場は、北九州市小倉北区大手町に設置さ

れた合流ポンプ場であり、建設後40年以上経過している。

今回老朽化した3号雨水ポンプ（横軸斜流ポンプ）、補機類の更新を行った（図3）。

(2) 特徴

ポンプは、先行待機型立軸斜流ポンプ・減速機搭載型を採用した。ポンプの軸封部には、無注水型メカニカルシール、水中軸受にはセラミックス軸受を採用し、無注水化を図っている。

また、管内クーラの採用により、ディーゼル機関などの冷却システムの節水化を図っている。

(3) 仕様

口径1 350 mm先行待機型減速機搭載型立軸斜流ポンプ×1台（ディーゼル機関駆動）
320 m³/min×5.9 m×480 kW



図3 口径1 350 mm先行待機型減速機搭載型立軸斜流ポンプ

効率かご形誘導電動機を採用した。吐出し弁には面間寸法伸縮機能付を採用し、保守性を向上させた。

また、供給する水質の安全性に配慮し、機器の接水部には無溶剤形エポキシ樹脂塗料を、配管内面にはポリエチレン粉体ライニングを施した。

(3) 仕様

送水ポンプ
口径200 mm横軸両吸込渦巻ポンプ×3台
7.3 m³/min×27 m×45 kW送水ポンプ
口径150 mm横軸両吸込渦巻ポンプ×2台
2.9 m³/min×27 m×22 kW送水ポンプ
口径200 mm横軸両吸込渦巻ポンプ×1台
5.1 m³/min×50 m×75 kW表洗ポンプ



図4 ポンプ室全景

1-4 香川県水道局

中部浄水場1系送水ポンプ設備

(1) 概要

本設備は仲多度郡琴平町に位置し、深刻な水不足を改善する目的で1974年に通水した香川用水の水を浄水して、2市3町（丸亀市、善通寺市、宇多津町、琴平町、多度津町）に水道用水を供給するためのポンプ設備である。

今回、設備の老朽化に伴い、送水機能を確保しつつ送水ポンプ5台および表洗ポンプ1台を順次更新した（図4）。

(2) 特徴

電動機は電源電圧を3 000 Vから200 Vに変更し、高

1-6 株式会社IHI殿 Alstom Asia Pacific經由カラハ地熱発電所向けHotwell Pump FPSO向け海水取水ポンプ

(1) 概要

FPSO（浮体式海洋石油・ガス生産貯蔵積出設備）に使用される海水取水ポンプ3台を駆動用電動機とともに納入した。海水取水ポンプの種類として、立軸斜流ポンプや立軸両吸込渦巻ポンプなどが用いられているが、本ポンプは後者のタイプで船底に設置し海水を汲み上げる。海水は主に設備の冷却に使用される。



(2) 特徴

船内の最下部に設置されるため、スペースの制限から立軸の両吸込タイプとなっており、ポンプの上に電動機が据付可能なコンパクトなタイプとなっている。材質は耐腐食性を考慮して回転体、ケーシングともにスーパー二相ステンレスを使用している。

(3) 仕様

Process Sea Water Lift Pump

口径10×10インチ VDF-M立軸両吸込渦巻ポンプ×3台 (電動機駆動) (図5)

900 m³/h×100 m×400 kW 流体：Sea Water



図5 立軸両吸込渦巻ポンプ

複数納入している (図6)。

(2) 特徴

Hotwell Pumpの取り扱い流体は、硫化水素やシリカなどを多く含む地熱復水のため、接液部となる吐出シエルボ、揚水管、バレルケースなどの溶接構造品および主軸については耐腐食性の高いステンレス鋼：SUS316Lとし、インペラ、吐出しボウルなどはステンレス鋳鋼品：SCS16Aを採用した。

(3) 仕様

口径48×30インチ立軸斜流ポンプ×2台

3 800 m³/h×27 m×370 kW



図6 Hotwell Pump

1-7 Alstom Asia Pacific経由

カラハ地熱発電所向けHotwell Pump

(1) 概要

地球環境への意識向上や、温室効果ガス削減目標設定／排出量規制から、太陽光や風力などのクリーンエネルギーによって発電する発電プラントの建設が進んでいる。そのような中、当社は世界各地に地熱発電用の温水ポンプを供給してきたが、今回、インドネシア国営石油ガス会社PT. Pertaminaの地熱発電部門の子会社であるPT. Pertamina Geothermal Energy社 (PGE) カラハ地熱発電所向けに、Hotwell Pump 2台を納入した。EPCはAlstom Asia Pacific Sdn Bhd. なお、PGEには富士電機殿経由でカモジャン地熱発電所などへHotwell Pumpを



1-8 三菱日立パワーシステムズ株式会社殿

GEODESA DOMO DE SAN PEDRO GEOTHERMAL POWER PLANT向けHotwell Pump

(1) 概要

メキシコの発電会社であるGrupo Dragon社傘下であるGEODESA社向けにHotwell Pump 1台を納入した (図7)。

メキシコは世界第5位の地熱資源保有国であり、この地熱発電所 (発電所出力25 000 kW) はメキシコ中西部ナヤリット (Nayarit) 州ドモデサンペドロ (Domo de San Pedro) に建設され、HotWell Pumpとして使用されている。



(2) 特徴

地熱発電所という特有の環境のため、取扱流体は腐食性の高い地熱水となるので接液部において、本体はもちろんのこと、ボルト・ナット・ネジ・ビス類までも耐食性に優れた部材を選定している。

(3) 仕様

口径52×28インチ立軸斜流ポンプ×1台
5 350 m³/h×21 m×405 kW



図7 ポンプ製作中

口径32インチ VPFO-M×3台
6 400 m³/Hr×12 m×300 kW



図8 ポンプ全景

1-9 ベトナム・ニソン製油所向け
Sea Water Pumps

(1) 概要

韓国GS E&C殿経由、ベトナム・ニソン製油所・石油化学プラント向けSea Water Pumps 3台を納入した。

本製油所は、ベトナムタインホア省（ハノイから南へ約200 km）において日量20万バレルの製油所であり、その下流に石油化学プラントを新規に建設する。納入したポンプは、同石油化学プラントのCooling pump sumpに据え付けられ、水位が異常上昇した際に緊急送水をするものである（図8）。

(2) 特徴

ポンプの接液部は、全てスーパー二相ステンレスを採用し、さらにプロジェクトの化学成分の厳しい要求を満足した。また、送水する流量をコントロールできるようにするため、可変速制御盤付ポンプとして納入した（図9）。

(3) 仕様

2nd Sea Water Blowdown Pumps（取扱流体：Sea Water）



図9 可変速制御盤

2. 送風機

2-1 神奈川県川崎市上下水道局

入江崎水処理センター東系ブロワ設備

(1) 概要

入江崎水処理センターは、高度処理施設としては神奈川県下で最も古く、1961年に稼働した下水処理場である。処理区域は川崎区の全域と幸区・中原区の一部となり、合流式で下水処理している。2002年度に東系の一部で高度処理施設が完成し、その処理水は臨海部のぜ



ロエミッション工業団地で有効利用されている。2003年度から老朽化した施設の再構築事業に合わせて「環境改善」「エネルギー活用」「資源循環」の3つの環境対策を柱とした高度処理施設の建設を進めている。

本施設は狭小なスペースにブロワを設置するため、当社が開発した新型ばっ気用多段ターボブロワ（製品名：AM-Turbo）が採用された（図10）。

(2) 特徴

ブロワの羽根車は、特殊アルミニウム合金を採用し回転体の軽量化を実現した。軸受は空冷式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小配管が不要となり、ブロワユニットのコンパクト化を実現した。さらに、ブロワの吐出圧力を利用してオイルミストを吸引するミストセパレータシステム（製品名：MSS-α）を採用することにより、ブロワ周辺の環境維持に貢献している。

(3) 仕様

口径500 mm×450 mm 鋳鉄製多段ターボブロワ×2台 325 m³/min×75.96 kPa×500 kW



図10 口径500 mm×450 mm 鋳鉄製多段ターボブロワ

2-2 大阪府豊中市上下水道局

原田処理場3系-E 2列送風機設備

(1) 概要

原田処理場は、兵庫県と大阪府にまたがる猪名川流域下水道の終末処理場である。計画処理能力337 960 m³/日の水処理施設の屋上を利用したせせらぎ広場や、多目的運動広場を整備し、「スカイランドHARADA」として開放され、住民に親しまれている。また、大阪空港に隣接しており、飛行機の離着陸を目の前で見ることができ

る見晴らしのよい広場である。2007年度にブロワ2台を新設したが、水処理量の増加に伴い今回ブロワ1台を増設した（図11）。

(2) 特徴

ブロワの給油方式は、地震災害などで冷却水管破断などが発生した場合に運転ができなくなるというトラブルを回避するため、空冷式の個別給油方式を採用している。

また、環境対策として動力が不要なオイルミスト回収ユニット（製品名：MSS-α）を、省エネルギー対策としてエア・アシスト型省エネ逆止弁（製品名：AAチェッキ）を採用している。

(3) 仕様

口径500 mm×450 mm 片吸込多段ターボブロワ×1台（空冷）350 m³/min×68.3 kPa×500 kW



図11 口径500 mm×450 mm 片吸込多段ターボブロワ

2-3 日揮株式会社殿 NSRP PROJECT

(1) 概要

ベトナム・ニソン・リファイナーリー・ペトロケミカルリミテッド向け多段ブロワを日揮株式会社殿経由で納入した。ニソン製油所の下流に石油化学コンプレックスを新設する形で、そのプラントで使用されるものである（図12）。

(2) 特徴

機器用途は硫黄回収装置用のメイン・エア・ブロワである。API673適用により設計製作した。

(3) 仕様

口径800×900 mm 多段ブロワ×3台 44 520 m³/h×1 250 kW



図12 口径800 mm×900 mm多段ブロワ

2-4 JFEエンジニアリング株式会社

バイオマス発電設備向け送風機・ポンプ

(1) 概要

エンジニアリングメーカーであるJFEエンジニアリング株式会社殿よりバイオマス発電設備向け燃焼ボイラ設備用送風機3機種3台および発電設備冷却用海水循環ポンプ2機種4台の製作および納入を完了した。

本発電プラントは大分県佐伯市にあるセメント工場の遊休地に国内のバイオマス発電所として、最大規模の出力50 MWを誇る。バイオマス火力発電所は天候の影響を受けることなく24時間発電できる再生可能エネルギーで、発電した電力は再生可能エネルギーの固定価格買い取り制度を活用して売電される。

(2) 特徴

本プラントの燃焼ボイラにはさまざまな燃料を混焼できる「循環流動層 (CFB) ボイラ」方式を採用し、マレーシアやインドネシアなど東南アジアで栽培される油やし搾油時に発生する殻、パーム・カーネル・シェル (PKS) を主要燃料とし、自由度の高い混合比で石炭と混焼できる設計となっている。

当社はそれに対応したフレッシュエアファン (FAF)、押込通風機 (FDF) およびVVVFにて風量、差圧を制御可能な誘引ファン (IDF) を納入した。

また、国内外の既存発電プラントにおける口径700 mm ~ 3 400 mm、180箇所を越える多数の循環水ポンプ納入実績や運用時の信頼性を高く評価頂き、前記送風機と併せて発電設備冷却用循環水ポンプもご用命頂いた。

(3) 仕様

フレッシュエアファン (FAF) (図13)

#14片吸込ターボ送風機×1台
3 909 m³/m×7.7 kPa×700 kW



図13 フレッシュエアファン

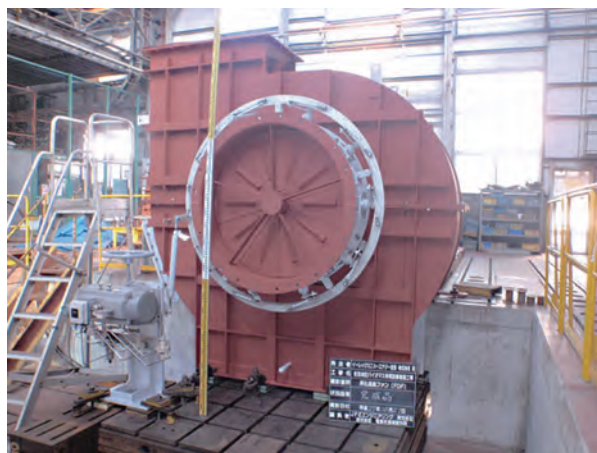


図14 押込通風機



図15 誘引ファン



図16 口径450 mm立軸斜流ポンプ



図17 口径700 mm立軸斜流ポンプ

押込通風機 (FDF) (図14)

#12片吸込ターボ送風機×1台

2 290 m³/m×16.8 kPa×820 kW

誘引ファン (IDF) (図15)

#12両吸込ターボ送風機×1台

7 114 m³/m×9.1 kPa×1 500 kW

A系統海水循環ポンプ (図16)

口径450 mm立軸斜流ポンプ×2台

2 010 m³/h×13.5 m×110 kW

B系統海水循環ポンプ (図17)

口径700 mm立軸斜流ポンプ×2台

3 500 m³/h×13.5 m×180 kW

関東農政局 吉高機場ポンプ設備製作据付建設工事受注

印旛沼地区は千葉県北部の成田市、佐倉市、八千代市、印西市、酒々井町、栄町の6市町にまたがる約5,000haの水田地帯である。この地区に点在する農業用排水施設は昭和30年代以降に農林省による「国営印旛沼開発事業」および水資源開発公団により造成されたものであるが、事業完了後40年以上を経過し、老朽化に伴う機能低下が生じ、施設機能の維持管理に多大な労力と費用を要

するようになった。また、地域の用水需要の変化による用水不足や、流域の市街化などにより地域に排水が集中するようになったため、平成22年度より「国営印旛沼二期農業水利事業」としてポンプ場やパイプラインなど既存の施設の再編を行っている。

吉高機場はその事業の一環として、「低地排水路→揚水機場→かんがい→排水→低地排水路」という「循環かんがいシステム」の思想に基づき、地域の開発等による用水の水質悪化や農地への浸水被害を改善するとともに、印旛沼の水質保全のため、既存の機場の用排水機能を兼ねた統合機場として計画された。

本機場は用水ポンプ3台をはじめ、洪水時・常時排水ポンプ1台および洪水時排水用としてコンクリートケーシングによる大容量ポンプ2台で構成されている。また、維持管理費用の縮減のため、ポンプ効率を向上させることにより電動機出力の低減を図っている。

(文責：石田晴久)



図1 事業概要図

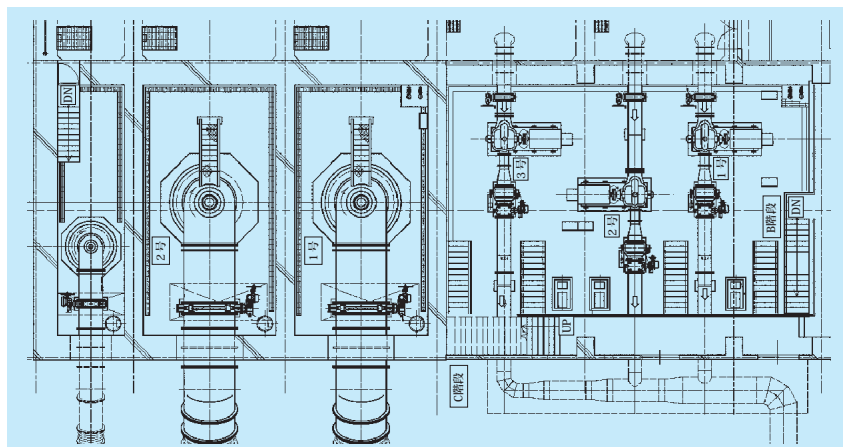


図2 機場平面図

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	出力	台数
用水ポンプ	口径600 mm 横軸両吸込渦巻ポンプ	39.9 m ³ /min	26.5 m	河川水	207 kW	3
洪水時・常時排水ポンプ	口径1 000 mm 立軸軸流ポンプ	150 m ³ /min	4.5 m	河川水	154 kW	1
洪水時排水ポンプ	口径2 200 mm 立軸軸流ポンプ	732 m ³ /min	4.4 m	河川水	720 kW	2



インド・IOCL社 Kandla Viramgam Reverse Pumping Project向け 石油製品圧送ポンプ計3台受注

インド、Indian Oil Corporation Limited（インド石油公社、以下IOCL）社Kandla Viramgam Reverse Pumping Project向け石油製品圧送ポンプ、計3台を受注した。パキスタン国境付近のKandlaから内陸部の配油基地Viramgamへパイプラインが敷かれている。このたび受注したポンプはパイプライン始点の圧送施設に設置される。

インドでは大気汚染の悪化が問題となっており、自動車排出ガス規制に沿ってガソリンおよび軽油の低硫黄化が進められている。近年は最新規格であるEURO-6への対応を進めている。しかし、現在国内にある製油所の能力ではこれに対応した石油製品を生産することはできないため、EURO-6対応の石油製品を輸入し内陸部へ輸送している。製油所で生産した石油製品を港湾・海岸部

へ輸送し、海外へ輸出する本来の流れとは逆になるという点で、上記のパイプライン輸送は逆輸送（Reverse Pumping）と呼ばれる。

ポンプの仕様を表1に示す。当社は過去にIOCL社のParadip製油所向けにチャージポンプを納入しているが、パイプライン部門からの受注は初めてである。入札評価では機器の価格だけでなく、15年間の運用コストも評価対象となった。他社との競争において、高いポンプ効率と低い運用コストを提示できたことでこのたびの受注につなげることができた。今後もIOCL社では、新規パイプラインを中心とした案件が予定されており、この実績を活かし受注拡大に努めたい。

（文責：富永敬博）

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	出力	台数
MAINLINE PUMP	口径250×200 mm 4段 水平二ツ割横軸多段ポンプ	632 m ³ /h	565 m	石油製品	1 400 kW	3



InterAqua 2016

第7回・国際水ソリューション総合展

－ GWRA パビリオン内にブース出展－

当社は、昨年につき2016年も1月27～29日の3日間、東京ビッグサイト東1ホールで開催されたInterAqua 2016 第7回・国際水ソリューション総合展に出展した。場所は、当社が所属するGWRA（一般社団法人海外水循環システム協議会）パビリオンの一角にブースを設けさせていただいた（図1）。逆浸透膜（RO）式海水淡水化設備用高効率・省スペースの高圧ポンプと低騒音・高効率エネルギー回収装置の組み合わせによる海淡水省エネ化装置を、パネル2枚と装置アニメーションでPRした。

かつては、人々の関心が主に物の“生産”という点にあったように思うが、現在は“省エネ、省水、低コスト、低騒音、高効率、高機能、再利用”など、環境を配慮した付加価値のあるソリューション・ニーズが強く求められる時代となってきたと感じる。海淡水も単に水をつくれれば良いと言うだけでなく、環境に配慮しつつ、いかに安価に水をつくれるか、その付加価値に関心が持たれる時代である。

なかでもエネルギー回収装置については、当社では環境にやさしく、高効率、低騒音、長寿命、圧力変動の無い、そして省エネといった点に焦点をあて、その革新を実現する装置を開発した。2月には、3年間の実証実験を終え、3月31日に一般財団法人 造水促進センターより「適合性評価書」が発行され、商品化している。

昨年同様来訪者も多く、100名近くの方と名刺交換させていただいた。パンフレットのみをお渡しした方も含めると、300名程度の来訪者であった。ご来場いただき



図1 当社ブース

た方々には、厚く御礼申し上げます。また、広報として大変良い機会をご提供いただいたGWRA殿にも、厚く御礼申し上げます。

なお、本装置は海淡水設備に付加価値をもたらす装置であるが、この装置だけで海淡水ができる訳ではないことから、今後装置導入の可能性を関係各社とよく協議して調整を図り、環境にやさしく、かつ耐久力を備えた高性能な機器として認識され、多くのご注文をいただけるよう努めていく所存です。

（文責：鈴木重雄）

大阪市建設局 平野市町抽水所ポンプ設備工事受注

平野市町抽水所は、市域東南部を集水区域とする大阪市の代表的な抽水所であり、雨水と汚水が混在する合流式ポンプ場である。雨水・汚水ポンプを合計すると、20台のポンプが設置されている。設備の容量アップや老朽化対策として順次ポンプ設備の更新を行っている。

このたび、大阪市建設局殿より平野市町抽水所ポンプ設備工事を受注し、2017年8月の完成を目指して、鋭

意設計、製作中である。

表1に更新ポンプ仕様、図1にポンプ設備据付平面図、図2にポンプ設備据付断面図（口径900 mm横軸両吸込渦巻ポンプ、口径2 000 mm立軸斜流ポンプ）を示す。No.11雨水ポンプの容量アップに伴う渦対策として、ステンレス鋼による吸込水槽のセミクローズ化も併せて実施する。（文責：福島 超）

表1 更新ポンプ仕様

ポンプ名称	形式	吐出し量	全揚程	取扱流体	出力	台数
No.5汚水ポンプ	口径900 mm横軸両吸込渦巻ポンプ	110 m ³ /min	20 m	汚水	560 kW	1
No.11雨水ポンプ	口径2 000 mm立軸斜流ポンプ	750 m ³ /min	9.2 m	雨水	1 670 kW	1

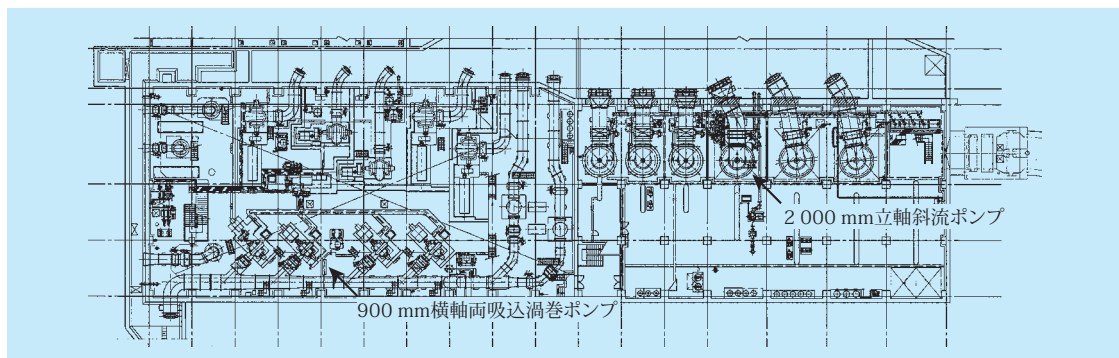


図1 据付平面図

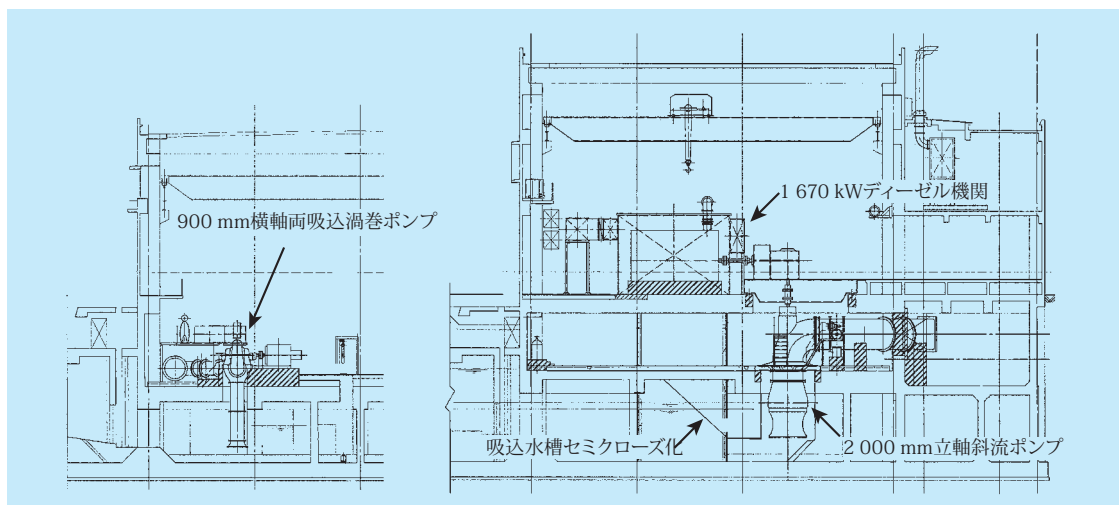


図2 据付断面図

電業社アブダビ支店 営業開始

2016年2月、当社にとってはムンバイ・ヒューストン・アムステルダム・大連・シンガポールに次いで6番目の海外拠点となるアラブ首長国連邦の首都アブダビに登録していた支店の現地営業を開始しました(図1)。英文名称は「DMW CORPORATION-ABU DHABI」となります。

アラブ首長国連邦は湾岸地域を代表する、豊富なオイル&ガス、そして潤沢な資金を有した国の一つです。将来を見据え、脱モノカルチャー政策も着々と進行しており、代表格のドバイでは、東西の交易の要衝として港・空港および情報通信・不動産・観光・中東の金融中心地として繁栄を続けています。また、色々な問題を抱えている中東地域では有りますが、アラブ首長国連邦のアブダビはその中でも、穏健な政治・外交・堅実な経済運営・治安等々、最も安定した都市として発展を遂げてきました。

当社の中東諸国向けポンプ・ファン・ブロワの納入実績は古く、かつサウジアラビアARAMCOに代表されるように豊富であり、さらに本年1月には世界トップレベルのオイル&ガスの埋蔵量を誇るイランの経済制裁が解除された事もあり、中東諸国向けには今後更なる需要増が見込まれると判断し、支店の設立に至ったものです。

引き続き、オイル・ガス・水関連プラントを中心に受



図2 オフィスからの眺望

注拡大を目指すとともに、納入済み機器のメンテナンス・部品供給など、アフターサービスの充実も図りながら、既存顧客との関係強化および新規顧客の開拓を行っていきます。皆様の御支援・御協力の程、よろしくお願い致します。

事務所はアブダビ国際空港から30 km程離れた市街中心部にあるWorld Trade Centerの17階にあります(図2)。日本からは直行便もありますので、是非一度お立ち寄りください。

(文責：網干朝樹)



図1 UAE地図



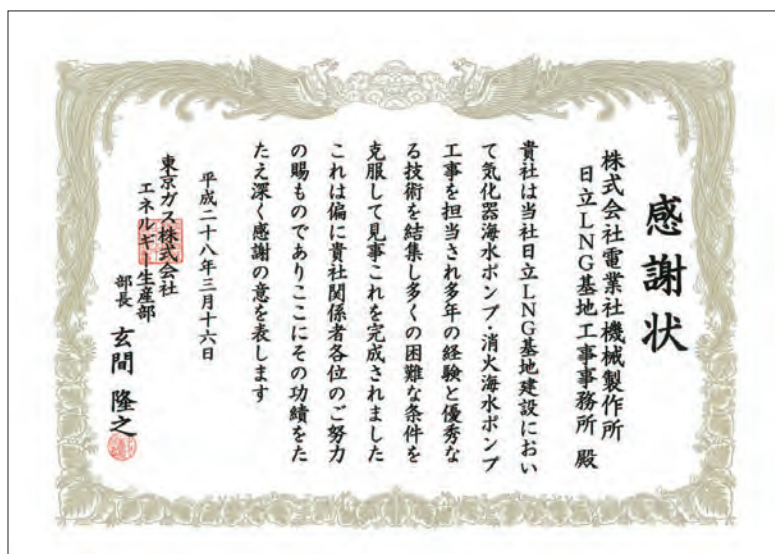
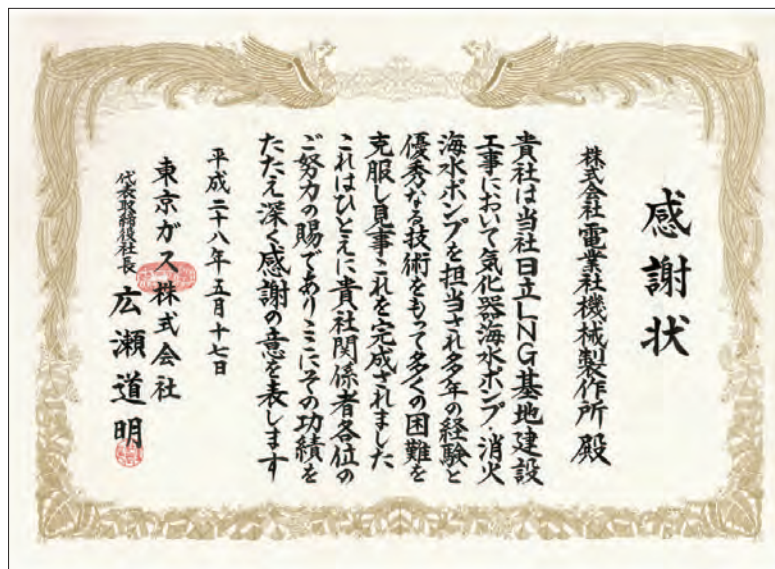
東京ガス株式会社殿より海水ポンプ工事表彰を受賞!!

2016年3月16日、5月17日の両日、東京ガス株式会社殿より感謝状を受領致しました。この表彰は、東京ガス株式会社殿/日立LNG基地向けに機器製作・据付工事を実施した気化器海水ポンプ3台、消火海水ポンプ2台に関して、当社の品質・信頼性・施工内容について高い

評価を頂いたものです(客先殿現場のご担当部門、本社よりそれぞれ感謝状を頂きました)。

今後とも客先殿に御用命頂けるように、当社の経験・技術力を生かして製品作りに取り組んでいく所存です。

(文責：朝倉 充)



特許と実用新案

「立軸回転機械の縦置および横置治具」

特許第5711521号

1. 従来技術の問題点

図1に示すように、立軸回転機械の一つである立軸ポンプ1を横置状態から縦置状態に、または、縦置状態から横置状態に変更する作業では、吸込ベル2の下端縁3を床上4に当接させ、それを支点として立軸ポンプ1を立てたり横転したりするために、立軸ポンプ1の重心とクレーンのフック5の位置関係が適切でないとバランスが崩れて、支点となる吸込ベル2の下端縁3が引きずられ、立軸ポンプ1の位置が急に変わり非常に危険である。また、床上4を引きずられる吸込ベル3の下端縁3には立軸ポンプ1の重量が集中しており、下端縁3が損傷を受ける恐れがあった。そのため、作業には極めて慎重なクレーン操作が要求され、時間と労力を要するという問題があった。

さらに、立軸ポンプ1を工場から設置場所に輸送する際は横置状態で輸送するが、輸送中に荷崩れを起こさないようにするための梱包作業に多くの時間と労力を要し、また、立軸ポンプ1が設置場所に搬入されて開梱された後においては、梱包に使用された木材などが廃棄物として大量に発生するという問題があった。

2. 本発明の内容

本発明による立軸回転機械の縦置および横置治具の一例を図2および図3に示す。立軸ポンプ1の下端開口部から側壁に渡って添うようにL字状に折り曲げた第1の帯板6と、この帯板6の外側に固定された側板7と、さらに側板7の外側に固定された第2の帯板8とで添設部材9が形成されている。この添設部材9を2つ横に平行に配設して複数の連結部材10で2つの添設部材9を連結固定し、側板7の側方に固定用部材11を複数それぞれに配設して立軸回転機械の縦置および横置治具12が構成されている。そして、立軸ポンプ1を下端開口部から治具

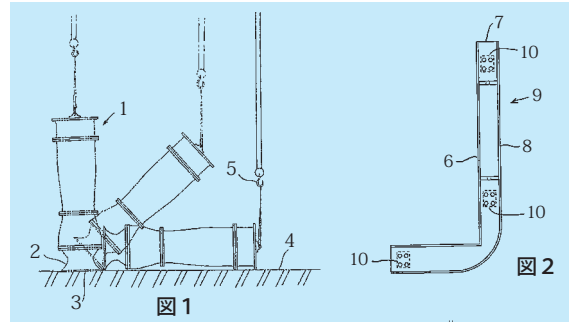


図1

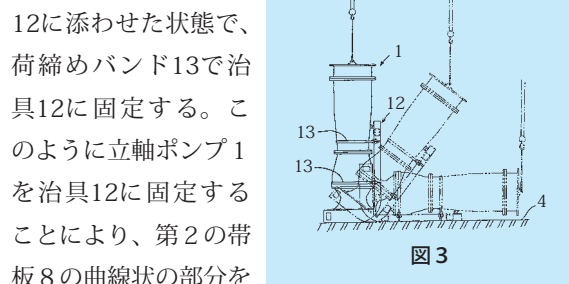


図2

12に添わせた状態で、荷締めバンド13で治具12に固定することにより、第2の帯板8の曲線状の部分を

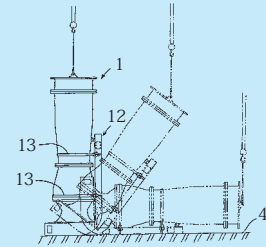


図3

床上4に当接させながら立軸ポンプ1を安全に縦置状態から横置状態に、または、横置状態から縦置状態に変更できる。しかも、輸送時には立軸ポンプ1を治具12に固定して横置状態とすることにより、治具12を立軸ポンプ1の梱包部材として利用できる。

3. 本発明の効果

治具の外縁形状が、立軸回転機械の下端開口部と平行な直線の部分と側壁に添って平行な直線の部分とが曲線状で連なるので、縦置状態と横置状態に変更する際に、帯板の外縁形状の曲線部が床上に当接して、立軸回転機械の傾きに応じて順次にその当接位置を変化させて、立軸回転機械を安全に縦置きと横置きに変更することができる。また、立軸回転機械が床上に直接当接していないので、立軸回転機械の下端開口部が損傷を受けることがない。さらに、治具を梱包部材として利用することができるので、梱包が不要であり梱包部材の廃棄物が生ずることがなく、治具も繰り返して利用できる。

(文責：山田正嗣)

編 集 後 記

◆この度の巻頭言は、同志社大学工学部（機械系）教授の平田勝哉先生に「流体機械と私」という題目でご執筆いただきました。

“機械工学が最も輝いていたのは産業革命とそれに続く若干の期間であった”とのお話ですが、この期間中にイギリスでジェームズ・ワットにより蒸気機関が実用化され、彼の蒸気機関は炭坑用の排水ポンプに利用されていたそうです。その後、アメリカのロバート・フルトンによる蒸気船、イギリスのジョージ・スティーブソンによる蒸気機関車の実用化など現代の人間生活につながるモノが数多く生み出されました。

現代は第四次産業革命の真っただ中にあり、すべてのモノがつながると言われています。モノ自体は将来も必要とされ続けるわけですから、流体機械の社会への貢献は変わらず重要である、そのようなことを考えさせられる内容でした。

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

◆沖縄県波照間簡易水道海水淡水化施設にお納めしたRO法海水淡水化用エネルギー回収システムについて紹介しました。本製品の特長は、逆浸透（RO）膜入口の高圧海水と同等の圧力を持つ、RO膜によって濃縮された海水の圧力を利用してエネルギー回収装置を動作させることで海水淡水化設備の消費エネルギーを低減することができる点にあります。21世紀は水の世紀と言われていますが、当社も国内外の水需要に貢献していく所存です。

◆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2015年度版を掲載しました。当社の製品は、国内海外の様々な場所にお納めしており、それぞれに適した仕様を求められますが、今後もお客様のご要望に応えられる製品を提供させていただき所存です。

今後とも当社の製品をご愛顧いただきますようよろしくお願い申し上げます。

なお、この度は諸事情により発刊が遅れましたことを深くお詫び申し上げます。



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	〒330-0802	さいたま市大宮区宮町2丁目96番1号 (三井生命大宮宮町ビル) TEL 048 (658) 2531・FAX 048 (658) 2533
横浜営業所	〒231-0013	横浜市中区住吉町5丁目64番1号 (石渡ビル) TEL 045 (662) 7415・FAX 045 (662) 4419
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	〒420-0858	静岡市葵区伝馬町9番地の1 (河村ビル) TEL 054 (253) 3701・FAX 054 (253) 4980
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
事務所		新潟・山口・熊本・徳島・米国 (ヒューストン) 欧州 (アムステルダム)・東南アジア (シンガポール)・中国 (大連) 中東 (アブダビ)

三島事業所 〒411-8560 静岡県三島市三好町3番27号
TEL 055 (975) 8221・FAX 055 (975) 5784

< 関連会社 >

電業社工事(株)	〒411-0848	静岡県三島市緑町10番24号 (株)電業社機械製作所内 TEL 055 (975) 8233・FAX 055 (975) 8239
(株)エコアドバンス	〒411-0943	静岡県駿東郡長泉町下土狩20番地の3 (山光ビルA棟403号) TEL 055 (980) 5822・FAX 055 (988) 5222
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

編集委員

監 修	浅見幸男	
委員長	青山匡志	
委 員	伊藤誠剛	前田治郎
	石澤勇人	上杉浩一郎
	新宅知矢	鈴木重雄
	坂本 浩	柚木孝洋
	大場 慎	
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40巻第1号

発 行 日 平成28年10月27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 浅見幸男
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



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。

