

電業社機械

DENGYOSHA KIKAI

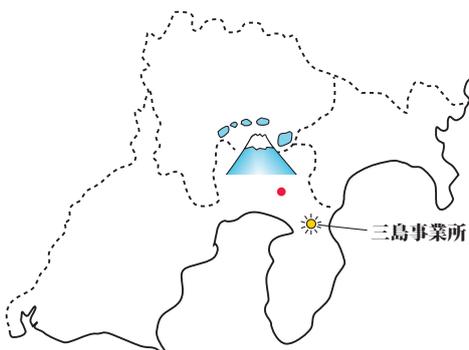
Vol.35 No.2 2011

No.69





Open up the future.
~新しい風が未来を切り開く~



表紙説明

裾野市須山より望む4月の富士山
(写真提供：元 当社製造部機械工作課 市川康夫氏)
撮影場所は左記地図の●印です。

電業社機械

第35巻 第2号 通巻第69号 2011

目次

◆巻頭言

環境・エネルギー問題と流体機械技術…………… 福 富 純一郎 1

◆報文

バレル形多段ディフューザポンプの開発…………… 田 中 大 輔 3
大 場 慎

◆技術資料

公共用ポンプ設備における更新の取組み…………… 小山田 嘉 規 9
定 金 篤 志

◆製品紹介

サウジアラムコ社（サウジアラビア）向けボイラーフィードウォーターポンプ…………… 仲 谷 憲 哉 14
古 澤 友 秀

上越火力発電所向け循環水ポンプ…………… 岩 淵 稔 18

神戸市建設局 垂水処理場 送風機設備（新シリーズ高速単段ブロワ）…………… 斎 藤 仁 哉 20
中 町 友 則

大阪市建設局国次抽水所向け 雨水ポンプ設備 …………… 深 澤 正 幸 23
佐々木 隆

◆特別寄稿

東日本大震災を振り返って…………… 伊 藤 誠 剛 28

◆ニュース

新技術プレゼンテーション2011－風水力機械で世界に向けて技術発信－ …………… 32

インドJyoti社との協業および技術提携 …………… 36

サウジアラムコ社向けボイラーフィードウォーターポンプ6台受注…………… 37

名古屋市緑政土木局殿 東小川排水機場向け雨水排水ポンプ受注 …………… 38

船橋市殿 中山ポンプ場向け雨水排水ポンプ 受注 …………… 39

◆特許と実用新案 …………… 40

◆社外発表

技術論文社外発表一覧（2006年～2010年）…………… 41

◆総目次…………… 42

DENGYOSHA TECHNICAL REVIEW

DENGYOSHA KIKAI

Vol.35 No.2 2011

CONTENTS

◆Foreword

Energy and environmental problem, and fluid machinery technology 1
J. Fukutomi

◆Technical Paper

Development of Radially Split and Barrel Type Double Casing Multistage Diffuser Pump ... 3
D. Tanaka and S. Oba

◆Technical Data

The Approach for Replacement and Renewal of Public Pump Equipments 9
Y. Oyamada and A. Sadakane

◆Product Introduction

Boiler Feed Water Pump for SAUDI ARAMCO(Saudi Arabia) 14
N. Nakatani and T. Furusawa

Circulating Water Pumps for Joetsu Thermal Power Plants..... 18
M. Iwabuchi

Blowers for Tarumi Water Treatment of Kobe City Construction Bureau 20
M. Saito and T. Nakamachi

Kunitsugu Pumping Station for Osaka City..... 23
M. Fukasawa and T. Sasaki

◆Contribution

Remembrance of the Great East Japan Earthquake 28
S. Ito

◆Patent 40



環境・エネルギー問題と流体機械技術

福富 純一郎

徳島大学 工学部 教授

本年3月11日に発生した未曾有の東日本大震災から9ヶ月が過ぎようとしていますが、巨大地震、大津波、それに伴う原発事故の爪痕はあまりに深く大きく、依然として被災地の皆様を苦しめていることに心痛みます。被災された皆様にはくれぐれも健康に留意くださり、一日も早い復興と静穏な日常が訪れますことを心よりお祈りしています。これまで、営々と築き上げてきた人間の長い営みを瞬時に飲みつくす自然の脅威の前に、なすすべもなく挫折感、喪失感にさいなまれる日々が続き、若い人でなければこのあまりの苦難をととも乗り越えられないのではと思いましたが、さまざまな試練に冷静に耐えながら、徐々に復興への道のりを歩まれている姿に逆に勇気をもらい感動する日々です。

それと同時に、近年の環境問題の意識の高まりとともにこれまでも言われてきた、安心・安全な社会の構築や環境エネルギー問題の解決が、今回の大震災を契機に改めてその重要性が浮き彫りにされ、深く認識されることになった。今回の災害では、福島第一原子力発電所の事故による放射能漏れに伴う汚染物質の対流・拡散とその除染、新エネルギーの開発、更なる省エネルギー化、エネルギーシステムの再構築と高効率化などが喫緊の課題となってきたが、これらはいずれも流体力学・流体機械に深く関わる技術であり、水と大気に囲まれて日々生活する我々にとって、いずれも避けては通れない極めて重要な課題である。

また、今後、発展途上国も含めた世界的な経済成長、生活水準の向上とともに、エネルギー問題、環境問題、食糧問題などの重要性が、今後より一層増してくると思う。流体機械技術は、水資源・エネルギーの確保および地球環境の保全という今世紀最大ともいえる課題を解決するための必須の基盤技術であり、持続可能な低炭素社会の構築、グリーンイノベーションによる環境・エネルギー大国に向け、今こそ産学が連携を緊密にして更なる発展をスタートさせるべきときである。企業の研究者、技術者からは、一部ではすでに成熟した技術といわれる流体機械についてもさまざまな個別の問題に対して、こういう点を解決したい、こういう面白い技術課題があるというニーズが出され、一方、大学の研究者からは基礎研究においてこういう研究成果・シーズがあるのでこれを社会に活かしていきたいという要望が出され、両者の連携・結びつきを深く進めていくことによってわが国の産業としての競争力が強くなっていくものと思う。この産学連携により、流体機械要素の技術開発と流体システム技術の開発を平行して達成していかなければ、産業としての競争力を保つことはできない。機器の各要素技術のみならず、それらを流体システムとして機能させるための開発を同時平行で進めていかなければならない。

流体機械のうち私が取り組んできた小水力・マイクロ水力発電用水車の開発に関しても1970年代に発生した二回のオイルショックにより、省エネルギー、自然エネルギーの利用が至上課題となり、新技術の開発が推進されてきたが、その後、石油価格の沈静化と共にその利用、開発計画は一旦下火となった。

しかし、近年は、二酸化炭素排出に伴う温暖化を主とする環境問題に関連して、また、今回の原子力発電放射能漏れ事故に関連して、再び、クリーンで再生可能な自然エネルギーの利用がクローズアップされるようになってきた。小水力は太陽光、風力などとともにクリーンな再生可能な自然エネルギーであり、その中でもエネルギー密度が高く実用性の高い安心安全な技術だが、規制が多く、建設コストが割高になるなどのため普及が遅れている。しかし、水を多目的に使用できる水力発電は人類が持続的発展を達成する上で不可欠な技術であり、全量買取制度なども検討されている中、今後さらに見直されることになると思う。特に現在は、豊かな自然環境、再生可能なクリーンエネルギー、安全で豊富な食料などのそれぞれの地域資源を最大限に活用する仕組みを地方公共団体と市民、NPOなどの連携により創り上げ、地域の活性化、絆の再生を図ることにより、社会構造を分散自立・地産地消・低炭素型に転換する地域主権型社会の構築を実現しようとする取り組みが行われるようになった。

話しは変わるが、今後の流体機械技術はさらなる高速、小型化、高性能化などの限界性能へ向けた研究開発が推進されていくと考えられるが、そのためにはブレイクスルーを必要とするとともに、さまざまな周辺技術を取り込みながら、制御、計測、安価で高品質な材料開発などと相まってますます高度化が進むと思う。また、安心・安全に対する要求もさらに厳しくなってくるはずである。このように流体機械要素は周辺技術を含んでより多岐に渡るようになっていくが、やはり高度化技術が重要であり、その開発のためには技術者のレベルアップが不可欠である。近年はコンピュータの発展と共に、流れ解析、構造解析、振動解析を開発に駆使するのはもちろんのこと、流体解析技術、最適化技術、逆解法技術などが整備されてきており、これらを駆使することによって要求する諸元を満たす製品開発が達成されるようになって来つつあるが、今後は顧客の細かいニーズに最もマッチした製品開発が、時間との競争の中で要求されることになってくる。そこでは、やはり、技術の高度化・信頼性が決め手となり、そのためには、やはり、コンピュータ上だけでなく、流体力学、流体機械をより深く理解した上で、実際に流れを可視化したり、流れを支配する法則を掴んで、それらの知見を共通化したベースとして次の開発に活かしていくことが早く、効率の良い開発方法である。

最近では、いろいろなものがあまりに便利になりすぎ、頭の中で「ああすればこうなる」だけの学習をして理解したとしている場合も増えていて、大学においても最近ではコンピュータの発達とともに数値シミュレーションが大流行で視覚的にも訴えやすいこともあって学生もシミュレーションに熱心に取り組む。しかし、コンピュータは何らかの答えを出すものであって、それが実際の現象を正しく捉えているかどうかを判断したり、また得られた結果から、有用なことを読み取って新しい知見としたり、新しいアイデアを生み出したりすることができるかが最も重要なことであり、そのためにはやはり実際のものを観察したり、手に触れたり、音を聞いたりして五感を通じて経験し、本当の意味で身に付いた知識が必要になる。

エネルギー問題や環境問題は今後も重要さが増しこそすれ、減ることはない。それらに対する取り組みは、長年の積み重ねによってより深いところまで達し、得られた知見を共有し、資料を蓄え確認しながら一步一步前進していくことが重要である。また物事は単に理解するだけでなく、深く理解しないと次の展開・発展に結びつけることができない。時代とともに変化する新しい内容を取り込みつつ継続していくことによって、より高い技術に到達し、それによって技術者・研究者もさらに意欲をもって取り組むことができるものと思う。

最後になりましたが、貴社の流体機械技術分野における益々の発展を期待いたします。

バレル形多段ディフューザポンプの開発

田中大輔 大場 慎

Development of Radially Split and Barrel Type Double Casing Multistage Diffuser Pump

By Daisuke Tanaka and Shin Oba

Paradip refinery, Orissa India, have been constructed by Indian Oil Corporation. Charge pumps which are radially split and barrel type double casing multistage diffuser pump were delivered for naphtha process line. This paper describes regarding process of development for the multistage diffuser pump. Moreover, features of the charge pump are also mentioned. As a result, downsizing and reduced weight of pump as compared with barrel type double casing multistage volute pump have been achieved.

1. はじめに

世界的に不安定な経済状況が続く昨今、BRICSと称される新興国についても例外ではない。とは言うものの、当社の顧客が多いインドにおいては、経済成長に伴う国内石油需要が上昇しており、アジア石油市場のみならず国際石油市場においても重要性を高めつつある。しかし一方で、国内原油生産の停滞により石油輸入量が増加しており、エネルギー安定供給の観点から国内原油生産維持・拡大の政策が展開されている⁽¹⁾。

こうした中、インドの国営石油会社である Indian Oil Corporation Limited (IOCL) の建設するParadip Refinery向けにバレル形多段ディフューザポンプを納入した。この精油所は、インド南東部のOrissa州に位置し（図1）、2000年に建設が始まり2012年の稼働開始を目指している。

納入したバレル形多段ポンプは、流水部にディフューザ構造を採用し、従来機よりも小型・高効率モデルとして開発されたポンプである。本稿では、モデル開発の経緯とモデル性能、ならびに実機納入したポンプの概要とその特徴について述べる。

2. 開発の経緯

バレル形ポンプは、円筒型外部ケーシング（バレルケーシング）と流路を形成するインナーケーシングを持つポンプである。当社のバレル形ポンプは、これまでポリュート構造を主体としていた。しかし、ポリュート構造ではインペラの外周にポリュート室、さらにその外側に次段

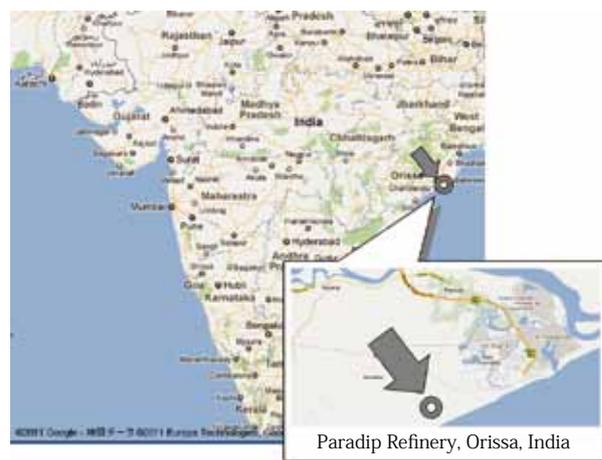


図1 Paradip 精油所⁽²⁾
Fig.1 Paradip Refinery

へ接続する流路で構成されるため、構造上どうしても半径方向の寸法が大きくなり、小型化が難しいという問題がある。そこで、ディフューザ構造のバレル型多段ポンプを対象に、小型・高効率化を目的として新シリーズのモデル開発を実施した。

3. モデル設計

モデルポンプの設計仕様を表1に示す。口径200×150 mmの段数3段、比速度 $N_s=200$ [min^{-1} , m^3/min , m]とした。また、ポンプ本体の小型化の目標は、バレル径を従来比20%低減として設計した。

初期モデル（モデル1）として、全段同一インペラのモデルを試作した。その結果、ディフューザ構造であり

表1 モデルポンプ仕様

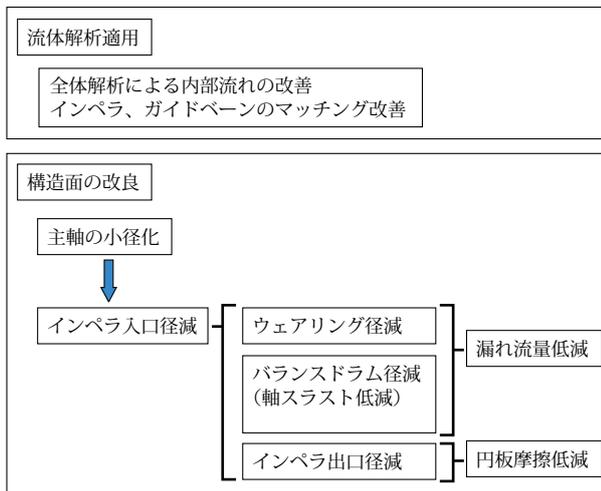
Table 1 Specifications of model pump

口 径	200×150 mm
段 数	3 段
流 量 Q	300 [m ³ /h]
揚 程 H	315 [m]
回転速度 N	2 980 [min ⁻¹]
比 速度 N_s	200 [min ⁻¹ , m ³ /min, m]

ながら従来のポリュート構造と同等性能を得たことから、ポンプ本体の小型化は達成可能であることを確認した。しかしながら、世界市場における性能面の優位性を得るには、さらなる効率改善が必要であった。そこで、ポンプ効率改善の方法として、表2に示すアプローチで設計変更を加えた。

表2 モデル性能改善方法

Table 2 Approach of improvement for performance



吸込ケーシングから吐出しケーシングまで全流路を対象とした流体解析 (CFD) を実施した。まず、全体効率、インペラ効率の評価により解析結果の妥当性を確認する。その後、吸込ケーシング、リターンベーンによるインペラ入口速度分布を評価し、インペラ形状を修正するとともにガイドベーン、リターンベーンの形状も修正する。これを繰り返して形状修正を行った。その結果として、設計流量付近の吸込ケーシングから吐出しケーシングまでの流線を図2に示す。吸込ケーシング内の流れは乱れも少なく、ほぼ均一に初段インペラに流入している。また、吐出しケーシング内の流れも幾分旋回成分が残るものの均一な速度で流出することを確認した。

CFDにより修正した高効率モデル (モデル2) の形状

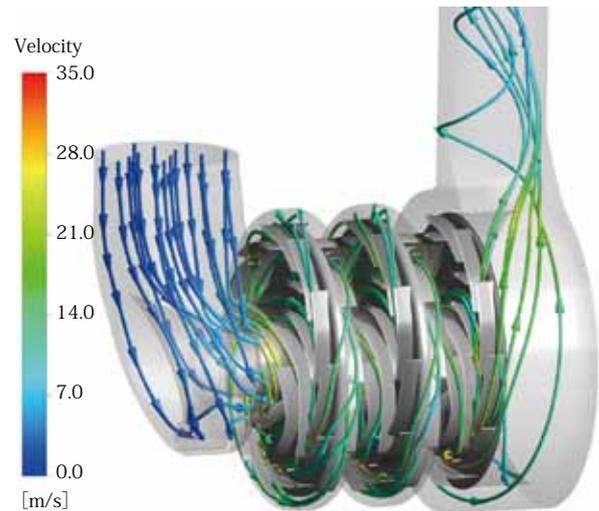


図2 流体解析 (流線)

Fig.2 Result of CFD

変更点を図3に示す。モデル1を破線で示し、変更後のモデル2を実線で示す。構造面の改良として、主軸の小径化により、初段インペラのキャビテーション性能維持に必要なインペラスロット面積を確保しつつ、初段インペラ入口の小径化を行った。また、シリーズインペラ入口は、初段インペラにより加圧されているため、吸込性能よりも効率を重視して初段インペラとシリーズインペラを個別設計のモデルとし、さらなる小径化を行った。

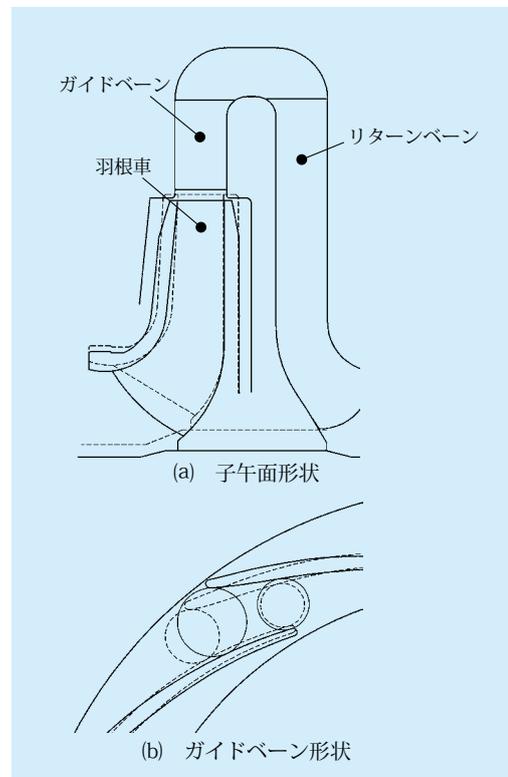


図3 モデル形状比較

Fig.3 Comparison of models

インペラ入口の小径化により、ウェアリング径の減少、軸スラストの低減によるバランスドラム径の減少、インペラ出口径が減少した。これにより、ウェアリング、バランスドラムからの漏れ流量の低減、インペラ出口径の減少による円板摩擦の低減が可能となる。また、モデル1の試験結果として、最高効率点が設計仕様よりも部分流量側であったことから、ガイドベーンの修正を行った。インペラとガイドベーンのマッチングを改善するため、スロート部の流路面積の拡大と、流路面積の広がり角を拡大させた形状(図3(b))とした。このように、モデル1に対して、吸込・吐出しケーシング形状、ケーシング外径を変更することなく改良を加えた。

4. モデル試験装置と結果

モデル試験装置を図4に示す。本開発では、流体モデルの性能確認を目的としているため、製작성と作業性を考慮し、試作機の構造はバレルケーシングを除いたインナーケーシングのみの輪切りタイプとした。モデル1、2の無次元性能を図5に示す。ここに、

$$\text{流量係数 } \phi = \frac{Q}{A_2 u_2}$$

$$\text{揚程係数 } \psi = \frac{H/n}{u_2^2/g}$$

$$\text{軸動力係数 } \lambda = \frac{L}{\rho A_2 u_2^3}$$

$$\text{効率比 } \frac{\eta}{\eta_{\max}}$$



図4 モデル試験機
Fig.4 Equipment of model

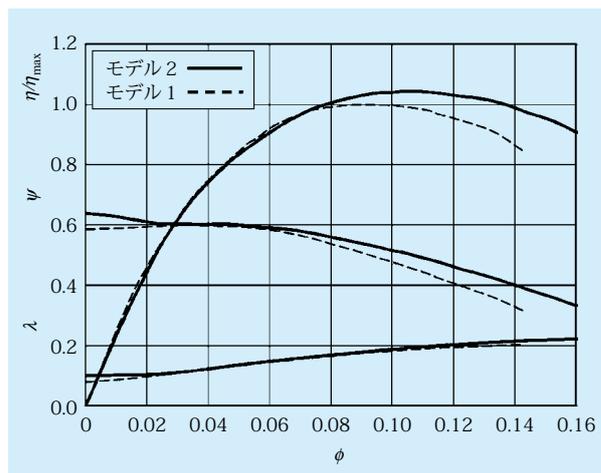


図5 モデル性能
Fig.5 Performance of model

[流量 Q [m³/s]、全揚程 H [m]、軸動力 L [W]、効率 η [%]、モデル1の最高効率 η_{\max} [%]、段数 n 、羽根車出口面積 A_2 [m²]、周速度 $u=2\pi rN$ [m/s]、回転速度 N [s⁻¹]、密度 ρ [kg/m³]、重力加速度 g [m/s²]、羽根車半径 r [m]、添字1：羽根車入口、添字2：羽根車出口]である。また、図中の破線はモデル1、実線はモデル2である。モデル2の最高効率点は、設計流量付近($\phi=0.10$)となり、モデル1に比べて、4%向上した。揚程曲線も右下がりの安定曲線となり、全体的に改善された。これは、ガイドベーンのスロート部面積の拡大によるインペラとガイドベーンのマッチングの改善効果が大きいと考えられる。また、縮切点付近の揚程、軸動力が増加したのは、インペラ前縁形状をモデル1に比べて、上流側に突き出した形状(図3)にしたためと考えられる。バランスドラム径の減少効果として、バランス配管からの漏れ流量が、全体流量の2%から1.5%に減少したことも効率改善に寄与している。

本試験により、従来よりもケーシング径の小型化とともに、高効率化のモデル開発を達成した。また、最高効率点を含め過大流量側の揚程、効率向上により、広い流量範囲で高効率を維持できる性能が得られた。

5. 実機ポンプの仕様と構造

今回実機として納入したポンプの仕様を表3に示す。本ポンプは原油からの精油過程において精製されたナフサ系プロセスラインに設置される高温・高圧ポンプである。全2台のうち、1台が常用、1台がスタンバイ機となり、万が一ポンプが損傷し運転できなくなった場合にも、精油ラインを停止させることなくすぐにバックアップできるシステムとなっている。液質がナフサ系のハ

表3 ポンプ仕様
Table 3 Specifications of pump

型 式	300×250 BMT-HR4-M 横軸バレル形多段ポンプ
段 数	4 段
口 径	300×250 mm
吐 出 量	813 m ³ /h
全 揚 程	892.7 m
回 転 速 度	2 980 min ⁻¹
出 力	1 800 kW
液 質	Hydrocarbon (MAX 116 °C)
台 数	2 台
インペラ外径	Rated Dia. 417 mm

イドロカーボンであり腐食性が低いことから、API610-10thの材質クラスS-5相当が採用され、回転体はマルテンサイト系ステンレス鋼、ケーシングは炭素鋼が使用されている。また、ウェアリングはマルテンサイト系ステンレス鋼とし、回転側と静止側に硬度差を設けてかじりつき防止対策を講じている。

本ポンプの主な構成は、ポンプ本体、電動機、メカニカルシールシステム、強制給油装置である(図6)。ポンプに設けられたティルティングパッド式スラスト軸受およびジャーナル軸受、電動機のジャーナル軸受には、強制給油装置から外部注油される。ポンプの軸封装置は、タンデム型のダブルメカニカルシールとなっており、高温の揚液にさらされた状態で摺動する1次側シール面の冷却とフラッシングのため、API682のPLAN23(ポンピングリング循環クーラー)が採用されている。また、

1次側シールが損傷した場合に、ポンプ揚液の大気側への漏洩を防止するため、2次側シール室内にバッファ液を充填し外部のリザーバタンクとポピングリングにて循環させるPLAN52が採用されている。

前述したように、本ポンプは新シリーズとして開発したディフューザ構造を採用したバレル形多段ポンプ(図7)である。本ポンプは、4段のインペラとガイドベーン(ディフューザベーン+リターンベーン)からなる。製品化に際して考慮した構造的な特徴については、第7項にて後述する。

6. 従来機との比較

6-1 ポンプの小型化

バレル形多段ポンプは、前述したようにポンプの流路部を形成するインナーケーシング全体を覆い、かつ高圧に耐えうる十分な厚みを持ったバレルケーシングを持つ。したがって、ポンプ本体の質量はバレルケーシングの寸法に大きく影響を受ける。従来のポリユート構造に対し、新たに開発したディフューザ構造ではインペラの外周に配置した複数枚のディフューザベーンにより、短い半径方向長さで圧力回収を行う。また、戻り流路に複数枚をリターンベーンを配置して次段へのスムーズな流れ込みを確保する構造となっている。これにより、インナーケーシングの小径化が可能となり、バレルケーシングの小型化、すなわちポンプ本体の小型・軽量化が可能となる。バレル径の寸法について従来のポリユート構造と今回の実機ポンプとを比較した場合、ポリユート型に

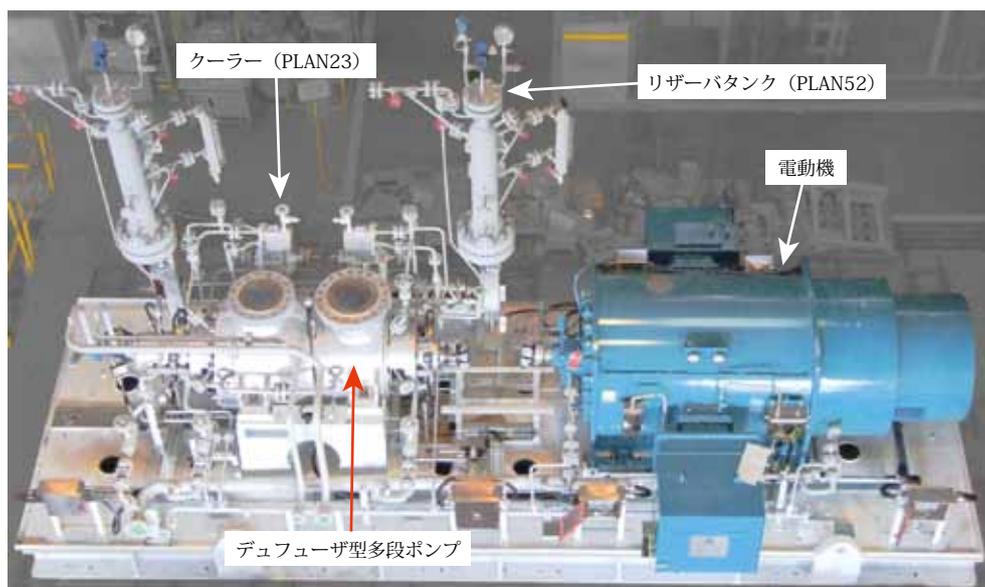


図6 ポンプの構成
Fig.6 Equipment of pump

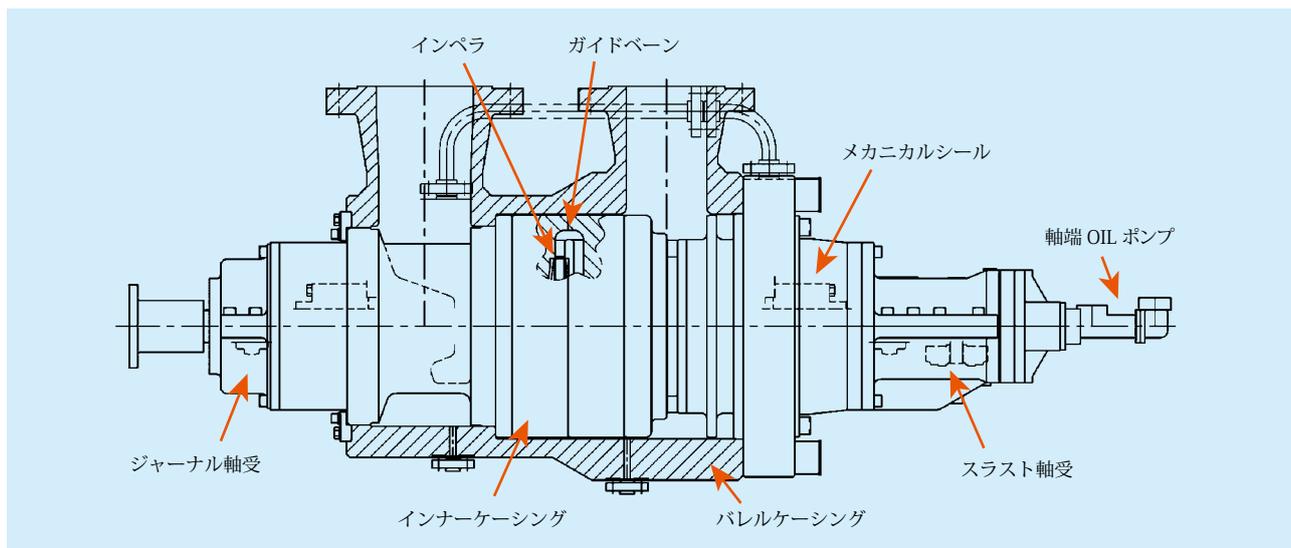


図7 ポンプ構造
Fig.7 Pump Sectional Drawing

対し約26%の小径化が図れた。また、ポンプ本体の質量を比較した場合、ポリユート型に対し約20%の質量低減となる。

6-2 高効率化

実機における実測効率としては、当初の目標を上まわる高効率を達成した。

7. 製品化に向けた取り組み

7-1 ポンプの構造検討

新たなシリーズのポンプ構造を検討する際には、製造性・加工性・組立易さの考慮が必要となる。バレル形多段ポンプは構造上、流水部部品を組立・分解するたびにインナーケーシングとインペラ（焼嵌め）の各段を取付け・取外しすることとなるため、作業性を考慮してインナーケーシングの分割位置を決定した。また、ガイドベーンは鋳鋼製であるが、厚みのあるハブを挟んで両サイドに薄肉の複数枚の羽根を配置した構造となるため、過大な厚み差は鋳造欠陥の原因となりやすい。そこで、ガイドベーンについても、組立時の作業性を考慮しつつ極力厚み差ができないように分割位置を決定するとともに、加工性を考慮してあらかじめ加工座を設けた素材形状とした。

7-2 付属小配管の設計

ポンプの付属配管として、潤滑油ライン・メカニカルシールシステムライン・冷却水系ライン・計装ラインの多くの配管が、共通ベース上の狭いスペースに複雑に配置される。そこで、配管が干渉することなく、バルブの操作性やメンテナンス性が考慮された配管配置となるよ

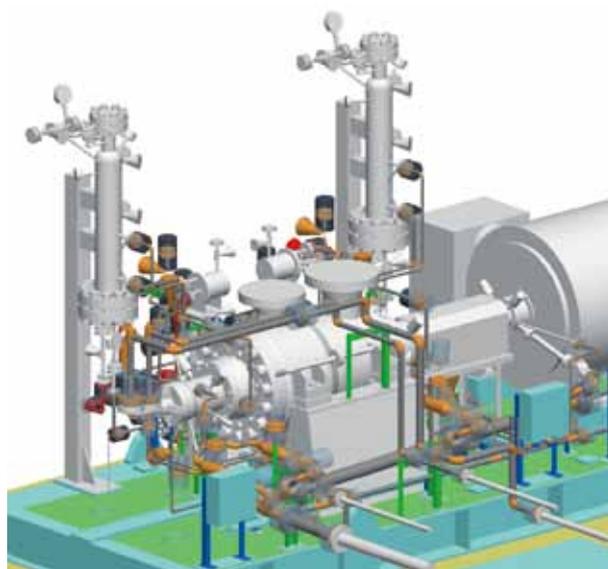


図8 3D-CADを用いた配管設計
Fig.8 Design of auxiliary piping using 3D-CAD

う、計画段階から3D-CADを用いて設計を行った（図8）。また、設計された配管ルートから、ソフト的に直接製図化することで、設計・製図時間の縮減を図った。さらに、配管製作後の組み立て段階においても3Dデータを活用することで、作業性向上の一助となっている。

7-3 ポンプおよびベースの強度評価

ポンプの耐圧部品として重要なバレルケーシングは、その肉厚や形状が耐圧値に対して十分かつ最適な強度を有することが必要である。そこで構造解析としてFEMにより応力解析（図9(a)）を行うことにより、過度な変形や応力集中が生じない形状とした。また、共通ベースに

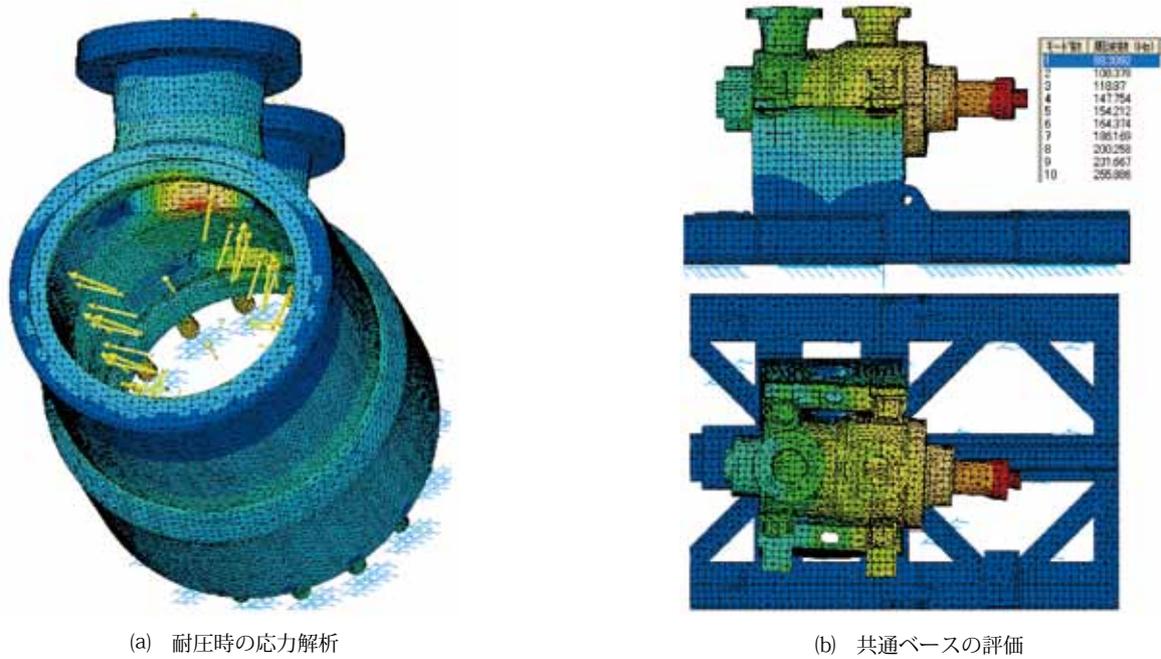


図9 FEM構造解析
Fig.9 FEM structural analysis

ついても強度不足による振動や変形、共振などが生じないようFEM構造解析による評価(図9(b))を行い、ポンプ自重やノズルロードによる変形の有無、固有振動数の運転周波数からの離調の確認を行った。

8. おわりに

従来機に対して小型化・高効率化を目指した新シリーズのディフューザ型多段ポンプを開発し、実機ポンプとして製品化を行い、顧客への納入に至った。本ポンプ開発の目的である小型化・高効率化については、実機ポンプにおいて従来機に対して十分な優位性を達成できた。バレル形多段ポンプの当社の納入実績数はまだ多くはないが、競争力のあるモデルのラインナップにより、今後の受注拡大が期待される。

プラントの中でも重要度の高いプロセス系高圧ポンプでは、ポンプ本体のみならず補機類や計装品も同様に重

要であり、それらの設計方法や品質向上にはまだまだ課題が多い。今後もポンプ全体のシステムとしてより一層の信頼性向上に努め、顧客の満足が得られる製品を提供できるよう努力していきたい。

<参考文献>

- (1) 「アジア石油市場の安定化に向けた諸方策に関する研究」、小山・石田、財団法人エネルギー経済研究所ホームページ、2007年2月
- (2) Google Map : <http://maps.google.co.jp/>

<筆者紹介>

- 田中大輔：2000年入社。主に、発電所やプロセス用ポンプの設計に従事。現在、水力機械設計部 高圧ポンプグループ 主任。博士(工学)。技術士。
- 大場 慎：2005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 開発グループ 主任。博士(工学)。

公共用ポンプ設備における更新の取り組み

小山田嘉規 定金篤志

The Approach for Replacement and Renewal of Public Pump Equipments

By Yoshiki Oyamada and Atsushi Sadakane

Recently, the public pump equipments have been required to be replaced because of obsolescence or deficiency of functions caused by changes of social needs. In this paper, applied technologies and examples to the replacement and renewal of the pump equipments are introduced.

1. はじめに

ポンプ設備は、適切な点検・整備が実施されていても、機器の老朽化のみならず、社会的な環境変化による機能不足、使用設備・機器の陳腐化などにより、更新時期を迎える。

公共用施設における設備更新は、設備の機能、性能および信頼性を、いかに低コストで効果的・効率的に維持・向上させていくかが重要である。ポンプ設備では、これまでにその設置年数、社会的要求条件、財政状況などに

応じて、機場に合った段階的な改造および更新が実施されている。

ここでは、公共用ポンプ設備について、土木・建築施設をそのまま利用して、設備のみを改造および更新する工事における適用技術とその適用例について述べる。

2. 更新の適用技術

ポンプ設備の更新において、今までに採用されてきた適用技術を表1に示す。

表1 更新における適用技術
Table 1 Applied technologies for renewal

区分	適用技術	主に対象となるポンプ形式		
信頼性向上	無水化 節水化	主ポンプの無水化：軸封部 グランドパッキン→無給水軸封装置 水中軸受 ゴム軸受→無注水軸受（セラミックス軸受、先行待機用軸受） 主ポンプの節水化：潤滑水放水方式→回収方式 原動機の無水・節水化：水冷式ディーゼル機関→ガスタービン、空冷式または機付ラジエータ式ディーゼル機関 減速機の無水化：水冷式→空冷式 系統設備の無水化：水封式真空ポンプ→乾式真空ポンプユニット<アントリア> 冷却系統の節水化：二次冷却方式→管内クーラ方式、別置ラジエータ方式、槽内クーラ方式	立軸、横軸（軸流・斜流）	
	二重化	監視制御の二重化：PLCの二重化、中央監視装置の二重化	—	
	性能・機能向上	性能アップ	吐出し量アップ：既設原動機の回転速度アップ ポンプの高流速化：高Ns・高流速ポンプ（Ⅱ型）、標準Ns・高流速ポンプ（Ⅲ型） 吸水槽の高流速化：過流防止板付オープンピット形、セミクローズ形	立軸、横軸（軸流・斜流）
		機能アップ	立軸化：横軸ポンプ→減速機搭載型立軸ポンプ<ラムダ21>、立軸ガスタービン駆動立軸ポンプ	横軸（軸流・斜流）
			軽量化：銅板化ポンプ	立軸（軸流・斜流）
高効率化：高効率ポンプ、高効率電動機			立軸、横軸（軸流・斜流）	
維持管理性向上	先行待機形ポンプ	立軸（斜流）		
	自吸式両吸込渦巻ポンプ<ホキレス>	横軸（両吸込渦巻）		
	運転操作性	回転速度制御：固定速度→機関ガバナによる回転速度制御、VVVF制御 ポンプ運転制御：ポンプの連動化	立軸、横軸（軸流・斜流）	
	監視制御性	監視操作の簡素化：監視制御盤 グラフィックパネル方式→コンピューターモニター方式 遠方監視制御化：WEB型運転支援	—	
	維持管理性	実負荷に近い管理運転：気中運転可能なポンプ、既設ポンプにバイパス戻り管の設置、低回転速度の管理運転 ロート弁の駆動方式：油圧駆動式→ACサーボモータ駆動式<サー坊> ポンプの維持管理：ニツ割メカニカルシール、異物通過性のよい羽根車（スクリュウ羽根）	立軸（軸流・斜流） — 立軸（軸流・斜流・渦巻斜流）	

2-1 信頼性向上

(1) 主ポンプの無水化

ポンプは、必要な時に確実に運転できる信頼性と容易な維持管理性が要求されることより、無水化技術が多く採用されている。軸流や斜流ポンプにおける無給水軸封装置や無注水水中軸受の採用は、その代表的な例である。

(2) 系統機器や原動機の節水化・無水化

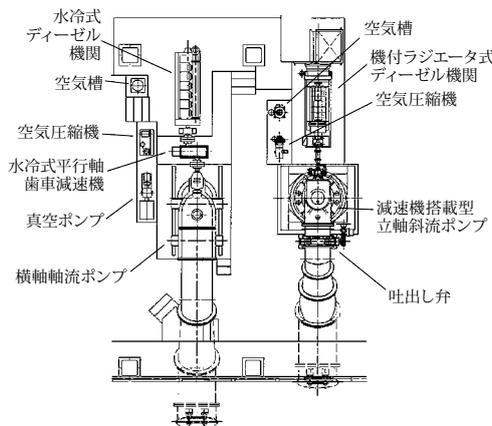
故障発生確率が高い系統機器の信頼性を向上させるためには、機器や設備の簡素化が重要である。そのために、冷却水系統では二次冷却方式から管内クーラ方式や槽内

クーラ方式に改造して、節水化が図られている。なお、原動機本体を更新する場合には、冷却水系統設備の不要な機付ラジエータ方式や空冷式のディーゼル機関、あるいはガスタービンに更新される。

2-2 性能・機能向上

(1) 吐出し量アップ

ポンプの吐出し量を増加させる場合には、原動機の定格出力に余裕があれば、原動機の回転速度をアップ（たとえば110%程度）させて対応することがある。この場合には、ポンプの吸込性能や主軸強度および原動機の始



減速機搭載型立軸斜流ポンプ



コンピュータモニタ方式監視制御盤

系統フロー				
		1号機 横軸軸流ポンプ	2号機 減速機搭載型立軸斜流ポンプ	
機器構成	区分	1号機	2号機 (更新)	2号機の改造内容
	主ポンプ設備	1 000 mm横軸軸流ポンプ 120 m ³ /min×3 m×96 kW 軸封部：グラントパッキン	800 mm減速機搭載型立軸斜流ポンプ 90 m ³ /min×4.3 m×283 min ⁻¹ ×100 kW 軸封部：無給水軸封装置 水中軸受：セラミックス軸受	ポンプ軸形式：横軸→立軸化 ポンプ羽根形式：軸流→斜流化 軸受・軸封部：無水化
	吐出弁	なし	バタフライ弁	逆流防止
	原動機設備	水冷式ディーゼル機関	機付ラジエータ式ディーゼル機関	節水化
	動力伝達装置	水冷式平行軸歯車減速機	減速機搭載型ポンプ<ラムダ21>	水冷オイルクーラ→自己揚水冷却
	冷却水系統設備	冷却水ポンプ、潤滑・軸封水ポンプ	不要	無水化、節水化
	満水系統設備	真空ポンプ、補水槽	不要	無水化
監視制御設備	操作制御：手動操作	操作制御：連動操作 監視操作制御：コンピュータモニタ方式	操作制御：連動操作化 監視操作制御盤： グラフィックパネル方式 →コンピュータモニタ方式	

図1 横軸ポンプの立軸化例

Fig. 1 Example of application of vertical pump to the horizontal pump station

動トルク特性の確認が重要である。

また、ポンプ口径で1ランク以上の吐出し量アップが必要な場合には、原動機や減速機の更新とともに、ポンプの高Ns・高流速化や吸水槽の高流速化が行われる。吐出し量の増加に当たっては、ポンプの吸込性能やポンプ床荷重の検討、および吸水槽の流れ解析 (CFD) による空気吸込渦や水中渦の防止対策などの検討が行われる。

(2) 立軸化

横軸ポンプ場では、運転時の始動性を向上させる目的で、建屋を改築しないで立軸化が可能な減速機搭載型立軸ポンプへの更新が行われる。

真空ポンプなど抽気設備が不要になり、維持管理性も向上する。立軸化により、高Ns・高流速ポンプの採用による吐出し量アップやポンプ形式の変更 (可動羽根形、先行待機形) およびケーシングの鋼板製溶接構造への変更が容易となるため、ポンプ機能の向上や据付状況に応じた改造が同時に可能となる。なお、横軸ポンプの一部 (羽根車、吐出しボウル) を流用して立軸化した例もある。

(3) 高効率化

高効率化は、CO₂削減対策として最重要な課題であるため、近年高効率のポンプおよび電動機が開発されてきている。省エネルギーの観点から高効率の機器への更新が必須となっている。

2-3 維持管理性向上

(1) 運転操作性

運転操作制御設備は、その時代の運転操作性を反映するものとなっており、更新の際には運転操作性をより向上させる連動化や遠方制御化が行われる。運転制御などの電気機器は、機械設備の更新周期と比べて短いため、電気設備の更新時に機械設備の電動化や冷却水システムの節水化などが同時に実施されることが多い。

(2) 管理運転

既設ポンプ設備には、実負荷での管理運転ができない機場がある。できるだけ実負荷に近い状態での管理運転を行なうために、既設ポンプにバイパス戻り管を設置したり、低回転速度での管理運転ができるように改造される。また、気中運転が可能な立軸ポンプが採用される場合もある。

(3) 維持管理性

維持管理性は、前述した機器や設備の無水化・節水化を行ない、点検や整備の項目を減少させることで向上される。なお、部品レベルでは、ポンプを分解しないで、容易に交換が可能な二ツ割メカニカルシールへの改造が多く行われている。

3. ポンプ設備への適用例

3-1 横軸ポンプの立軸化

図1に、横軸ポンプを立軸化した事例を示す。本機場の2号機は、1号機と同一仕様の横軸ポンプが設置されていたが、減速機搭載型立軸斜流ポンプ<ラムダ21>に更新された。ポンプの立軸化に合わせて、機付ラジエータ式ディーゼル機関に更新したことで、故障発生の要因となる冷却水系統機器が減少し、排水運転に対する信頼性が向上した。

また、運転制御において、ポンプの連動操作化、PLCや中央監視の二重化およびグラフィックパネル方式からコンピュータモニタ方式へと監視制御システムの変更が行われており、監視制御や操作性も向上している。

図2に、口径1 500 mm横軸斜流ポンプを口径1 800 mm立軸斜流ポンプに更新した事例を示す。吐出し量が5.0 m³/sから8.65 m³/sへと増量され、吸水槽の渦防止対策として、吸込形状をオープンピット形からセミクローズ形に変更した。吸込形状の変更にあたっては、事前に河川流入部からポンプ吸水槽を含めた一連の流れ解析 (CFD) を行ない渦発生のないことを確認した (図3)。

3-2 主ポンプの無水化

図4に、都市型排水に見られる急激なポンプ井の水位上昇に対応可能な先行待機形立軸ポンプへの更新例を示す。既設は、注水が必要な水中軸受、軸封およびスラスト軸受を使用していたが、無注水水中軸受、無給水軸封

区分	更新後	更新前
型式	減速機搭載型立軸斜流ポンプ	横軸斜流ポンプ
口径 [mm]	1 800	1 500
吐出し量 [m ³ /s]	8.65	5
全揚程 [m]	4	3.8
原動機出力 [kW]	556	279
冷却方式	管内クーラ方式	クーリングタワー方式
吸水槽形状	セミクローズ	オープンピット

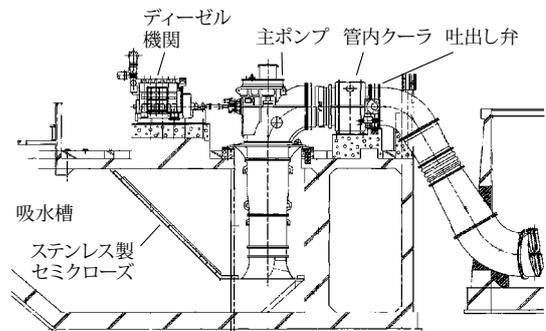


図2 1 800 mm減速機搭載型立軸ポンプへの更新例
Fig.2 Renewal example to 1 800 mm gear mounted vertical pump

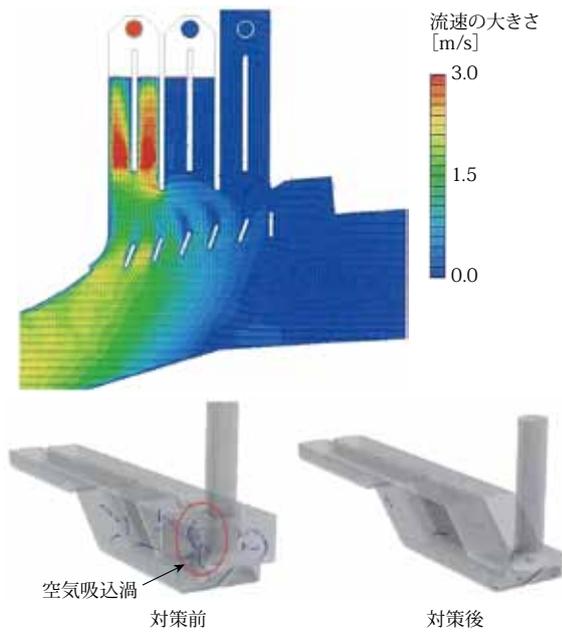


図3 吸水槽の流れ解析
Fig.3 CFD analysis of flow in pump sump

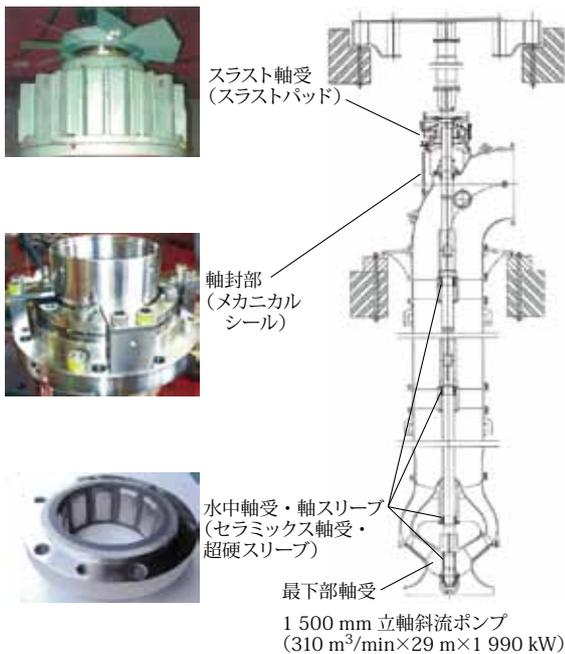


図4 更新された先行待機形ポンプの構造
Fig.4 Updated example of the structure of the stand-by operation pump

装置およびファン空冷形スラスト軸受を採用することで、注水系の設備が不要となった。これにより、注水システムのトラブルや震災被害などによる注水確保が困難な場合でも、ポンプは運転が可能になり、信頼性が向上した。なお、本事例では、水中軸受はゴム軸受からセラミックス軸受に改造された。先行待機運転時の過渡的負荷を分担させるために、吸込ベル部に最下部軸受を追加配置した。

3-3 横軸ポンプの自吸式化

図5に、吸上げ式の両吸込渦巻ポンプを自吸式両吸込渦巻ポンプ<ホキレス>に更新した事例を示す。



区分	更新後	更新前
型式	自給式両吸込渦巻ポンプ	両吸込渦巻ポンプ
口径 [mm]	300	300
吐出し量 [m ³ /min]	10.9	10.9
全揚程 [m]	16	16
原動機出力 [kW]	45	45
制御方法	可変速度 (インバータ制御)	固定速度
構成機器	ポンプ 吐出し弁 制御盤	ポンプ 吐出し弁 真空ポンプ 補水槽 制御盤

図5 インバータ制御の自吸式両吸込渦巻ポンプ
Fig.5 Inverter Control self-priming double suction volute pump

ポンプ本体での自吸作用となるため、真空ポンプなど満水系統設備が不要となり、維持管理性が向上した。なお、本ケースでは、採用したインバータ制御により最適な回転速度が設定できるため、ランニングコストが低減される。

また、ホキレスは、抽気設備を必要としないことから、地震復旧時の非常時排水ポンプとして使用された例がある。

3-4 油圧駆動式ロート弁の

ACサーボモータ駆動式への変更

図6に、ウォーターハンマ対策の流量制御用として設置された油圧駆動式ロート弁をACサーボモータ駆動式<サー坊>に変更した事例を示す。油圧駆動式は、作動油を利用するため、油圧設備(油圧ポンプ、油圧タンク、貯油タンク、空気圧縮機、制御装置)が必要である。一方、ACサーボモータ駆動式は、直流電源や制御装置で



区分	更新後	更新前
型式	ACサーボモータ駆動式 ロート弁	油圧駆動式ロート弁
口径 [mm]	600	600
最高圧力 [MPa]	0.9	0.9
流量 [m ³ /min]	84	84
制御および駆動源	サーボモータ (3 kW) 直流電源盤 (充電器、蓄電池) 制御装置	油圧シリンダ (配圧弁、電磁弁) 油圧ポンプ 油圧タンク 貯油タンク 空気圧縮機 制御装置

図6 ACサーボモータ駆動式ロート弁
Fig.6 View of AC servomotor drive roto-valves

構成され、構成機器が少ないため、維持管理の簡素化が図れる。

また、油漏れのない設備となるため、消防法上の規制や周辺の油汚れなどの心配がなくなった。なお、ACサーボモータ駆動式の変更に当たっては、ロート弁本体一式を更新する場合と、弁本体は分解整備とし駆動部のみを取替る場合とがある。

3-5 立軸ポンプ用水中軸受の現地取替可能な構造

図7に、ポンプを分解することなく立軸ポンプ用中間

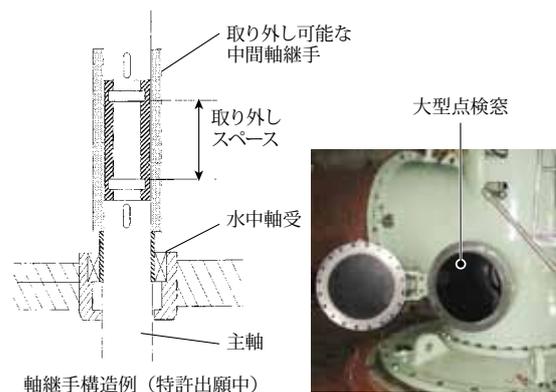


図7 取り外し可能な中間軸継手の構造
Fig.7 Structural example of removable coupling

水中軸受の取替えが可能な軸継手の構造を示す。取り外しが可能な中間軸継手を採用することで、吐出しエルボ部に設置した大型点検窓から軸受の交換が可能となった。下部軸受は吸込部部に設けることで、吸水槽から取替が可能であり、ポンプの引き上げを必要としない。また、水中軸受の摩耗状態も直接確認できるため、最適な交換周期での取替が可能である。

4. おわりに

施設の長寿命化を図り、ライフサイクルコストの最小化に向けた取組みが進められている。これらの取組みのなかで、当社の開発した技術（ラムダ21、ホキレス、サー坊など）が採用され、機能改善に役立っている。

今後、ますます重要度が増す長期保全計画の立案において、維持管理や省エネルギーの面で役立つ技術をさらに提供していきたいと考えている。

<筆者紹介>

小山田嘉規：1979年入社。主に、揚排水設備の計画に従事。現在、社会システム技術部技術2グループ グループマネージャー。

定金 篤志：2008年入社。主に、揚排水設備の計画に従事。現在、社会システム技術部技術2グループ。

サウジアラムコ社（サウジアラビア）向け ボイラーフィードウォーターポンプ

仲谷 憲哉 古澤 友秀

Boiler Feed Water Pump for SAUDI ARAMCO (Saudi Arabia)

By Noriya Nakatani and Tomohide Furusawa

Four pumps were supplied to Saudi Aramco Oil Company for the first time. Saudi Aramco Oil Company is the state-owned oil company of Saudi Arabia government.

This time, axially split multistage between-bearing pump (API610 Pump type code:BB3) were supplied to a thermal power facility of Manifa area in east of Saudi Arabia. Features include high pump efficiency and ease of maintenance of boiler feed water pumps. The shop test, witness test and shipping in our shop has already been passed. At the moment, these pumps have already been installed at site by ECP.

1. はじめに

サウジアラビア政府100%出資の国営石油会社であるサウジアラムコ社（以下アラムコと略す）向けポンプの初号機として4台のボイラーフィードウォーターポンプ設備を受注し、製作・工場立会検査を経て、この度出荷を完了したので、以下に紹介する。

今回のポンプは、サウジアラビア東部のマニファ地区（**図1**参照）の発電設備用に、スペインのEPCを経由して納入した。このEPCとは、当社のプロワを通じた実績

はあるが、ポンプとしては今回が初めてである。

2. 設備の概要

ボイラーフィードウォーターポンプは、発電システムにおいて、最も重要なポンプのひとつである。このポンプにトラブルが発生すると、発電システム全体が停止する可能性があり、ポンプには高い信頼性が求められる。今回は、ポンプ設備を4台納入し、その内3台を並列運転させ、1台を予備機としており、並列運転している3台のうち1台にトラブルが発生した場合、すぐに、予備機と切り替えが行われ、並列運転を持続できるシステムとしている。

3. ポンプ仕様および構造

3-1 ポンプ仕様

仕様を表1に示す。

表1 ポンプ仕様

Table 1 Specifications of pump

形 式	水平二ツ割横軸多段ポンプ
口 径	吸込200 mm×吐出し150 mm
段 数	6 段
吐出し量	1 267.5 USGPM
全 揚 程	2 375 ft
回転速度	3 580 min ⁻¹
出 力	1 200 HP
液 質	ボイラーフィードウォーター
台 数	4 台



図1 マニファ地区の位置
Fig. 1 Location of Manifa area

3-2 ポンプ構造と特徴

今回のポンプは、当社が開発した高効率の水平二ツ割横軸多段ポンプ⁽¹⁾を選定し、高温かつ腐食性のあるボイラーフィードウォーターに対応した構造および材質を採用している。

以下に特徴を示し、**図2**にポンプ断面図を示す。

(1) インペラ

初段は、両吸込インペラを採用し、ポンプ吸込性能を向上させている。2段目以降は、片吸込インペラを背面合わせに配列し、バランスピストンとの併用により軸方向スラストの低減を図っている。

(2) ケーシング

腐食に対する点検、必要な場合の部品交換はボイラーフィードウォーターポンプにおいては信頼性を確保する上で重要であり、メンテナンス性に優れた水平二ツ割構造としている。

(3) ウェアリング摺動部

ウェアリングは、自己潤滑性に優れたPEEK材を使用し、かじり付きを防止している。

(4) 軸受

両持のラジアル軸受は、ジャーナル軸受を採用し、スラスト軸受は、スラストパッド軸受を採用している。ケーシングと同様に、軸受および軸受ハウジングは、分解点検が容易な水平二ツ割構造とし、潤滑方式は、信頼性の向上のため、LOシステムによる強制給油としている。

(5) 軸封部

軸封部は、メカニカルシール構造を採用し、配管ブラ

ンは、API682のPLAN23およびPLAN65を採用している。また、メーカーは、アラムコ指定ベンダから選定している。

(6) 軸振動・軸受温度監視装置

運転中のポンプの軸振動を測定し評価することは予防保全の面から設備の信頼性を高める上で有効である。当該ポンプにおいては運転中の軸振動および軸受温度を監視・傾向を管理し、異常の発生を未然に防止するとともに、異常が発生した場合、アラーム／トリップ信号を発信し、ポンプを保護する監視装置を取り付けている。

(7) 駆動機

設置環境を考慮し、全台数ともに電動機を採用し、メーカーは、アラムコ指定ベンダから選定している。

(8) LOシステムおよび空冷熱交換器

LOシステムは、API614に準拠し、冷却水が貴重である現地状況を考慮し、熱交換器は空冷式とし、API 661に準拠している。また、両機器共に、メーカーは、アラムコ指定ベンダから選定している。

3-3 ポンプ材質

高温かつ腐食性のあるポンプ液の性状を考慮して主要部品の材質は、以下のとおりとした。

(API610規格の材料区分 C-6相当)

- (1) インペラ：マルテンサイト系ステンレス
- (2) ケーシング：マルテンサイト系ステンレス
- (3) シャフト：マルテンサイト系ステンレス
- (4) ウェアリング：PEEK材

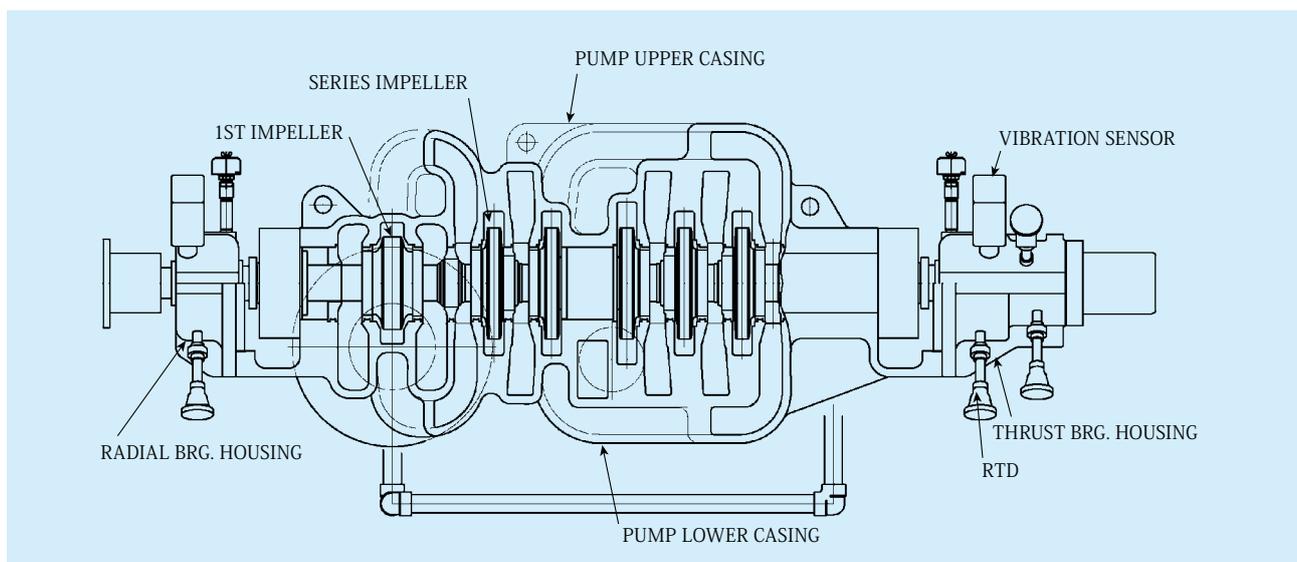


図2 ポンプ断面図

Fig. 2 Sectional view of pump

4. 社内試運転

社内試運転は、現地と同じく機器設備をすべて設置した状態で行った。また、試運転では性能的な確認と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、立会検査も合格となった。

図3に社内試運転時の外観写真、図4にLOシステムと空冷熱交換器の写真を示す。



図3 社内試運転
Fig.3 Shop performance test



図4 LOシステムと空冷熱交換器
Fig.4 LO system and air cooled heat exchangers

5. 計装配線施工

計装配線工事は、いわゆるアラムコ スペックに詳細に規定された材料の使用と施工方法を求められる。この独特の仕様に適合するため計装配線の施工は、アラムコ向けに豊富な実績を持つ外注業者の協力を得て行った。その結果、指摘事項もなく立会検査に合格した。

図5は、計装配線施工を終え、出荷準備完了の写真を示す。



図5 出荷準備完了
Fig.5 Completion of shipping preparation

6. 現地状況

現地では、EPCによるポンプ設備の据付けは、既に完了し、周辺設備の工事が行われている。図6は、現地据付け中のポンプ設備を示し、図7は、現地工事外観を示す。



図6 現地据付け中のポンプ設備
Fig.6 View of pump under installation at site



図7 現地工事外観
Fig.7 View of building construction work at site

7. おわりに

当社はこれまで数多くのAPI610規定に準拠した横軸多段ポンプを海外顧客に納入してきた実績を有する。しかし、今回取り組んだアラムコ向けポンプは、従来実績とは異なる仕様や解釈があるため、厳しい要求であったことは事実である。そうした条件にあっても、今回の初号機を無事に納入し、現地据付まで完了したことは当社にとって大きな自信になった。引き続いて行われる現地試運転においても、必ずや顧客の要求に応える能力を発揮するであろうと確信している。

当該ポンプを出荷した後、新たに2件のアラムコのプロジェクトから横軸多段ポンプを受注し、現在製作を進

めている。

引き続き顧客満足を得られるように努力し、信頼と注文を獲得し続けられるよう精進する所存である。

<参考文献>

- (1) 小山・大場：ケーシング水平二ツ割横軸多段ポンプの開発，電業社機械，32-2，(2008)，8-11.

<筆者紹介>

仲谷憲哉：1995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グループ主事補。
古澤友秀：2003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グループ。



上越火力発電所向け循環水ポンプ

岩 淵 稔

Circulating Water Pumps for Joetsu Thermal Power Plants

By Minoru Iwabuchi

The main purpose of the Joetsu Thermal Power Plants is stable supply of the electricity to Nagano Prefecture. These power plants are the first power plants among thermal power plants built at the Japan Sea area in Chubu Electric Power Co., Inc.

In addition, these power plants are power generation facilities for high efficiency combined-cycle of output 2 380 MW, and these aim at control of the CO₂-emissions and the reduction of the fuel consumption. After the Great East Japan Earthquake, the importance of those power plants is rising from the viewpoint of risk management.

This time, the Circulating Water Pump which was an important supplementary facility was produced, and it was delivered.

1. はじめに

中部電力株式会社殿上越火力発電所は、長野県への電力の安定供給を第一の目的として、新潟県上越市の直江津港に隣接する埋立地に建設されている。中部電力株式会社殿としては、初の日本海側に建設される火力発電所となっており、発電設備としては、CO₂排出量の抑制、燃料消費量の削減を目指し、貫流型コンバインドサイクルにガスタービン2台を組み合わせた、2 on 1の多軸構成とした多軸貫流型コンバインドサイクル4ブロック（合計出力2 380 MW）の高効率発電設備が採用され、2012年7月に1-1号系列の運転開始が予定されている。さらに、東日本大震災後は、中部電力株式会社殿の火力発電所は、愛知県や三重県の伊勢湾沿いの太平洋側に集中していることから、想定外の地震や津波などが発生した場合に、一度に被害を受ける可能性も考えられており、リスク分散の観点から日本海側に建設されている上越火力発電所に対する重要性が高まっている。

今回、株式会社日立製作所殿経由にて、循環水ポンプを製作、納入したので以下にその概要を紹介する。

2. 仕様と構造

循環水ポンプの仕様を表1に、ポンプ外形図を図1に示す。また、主な特徴を以下に述べる。

循環水ポンプは、タービンを回した蒸気を水に戻すた

表1 循環水ポンプ仕様

Table 1 Specification of CWP

型 式	二床式立軸斜流ポンプ
台 数	4台
口 径	2 300 mm
全 揚 程	140 kPa (1-1/1-2/2-1号系列) 145 kPa (2-2号系列)
吐出し量	53 400 m ³ /h
出 力	2 950 kW
液 質	海水

めに復水器に冷却材として海水を供給するためのものであり、タービン系の重要補機のひとつである。

ポンプ型式は、二床式立軸斜流ポンプであり、主軸一本構造で中間軸継手を持たず、水中軸受は常時没水となる最下部のみとし、軸受注水配管および計装機器を無くし、シンプルな構造の設備となっている。

3. 主要材質

主要部品の材質は回転体のうち、インペラにはステンレス鋳鋼品：SCS14、主軸にはステンレス鍛造品：SUS316を使用し、内外面共に接液する床下部となるつり下げ揚水管、吐出しボウル、ライナケース、吸込ベルについては、耐海水鋳鉄品：2%NiFCとし、接液が内面のみ吐出しエルボについては、一般構造用圧延鋼

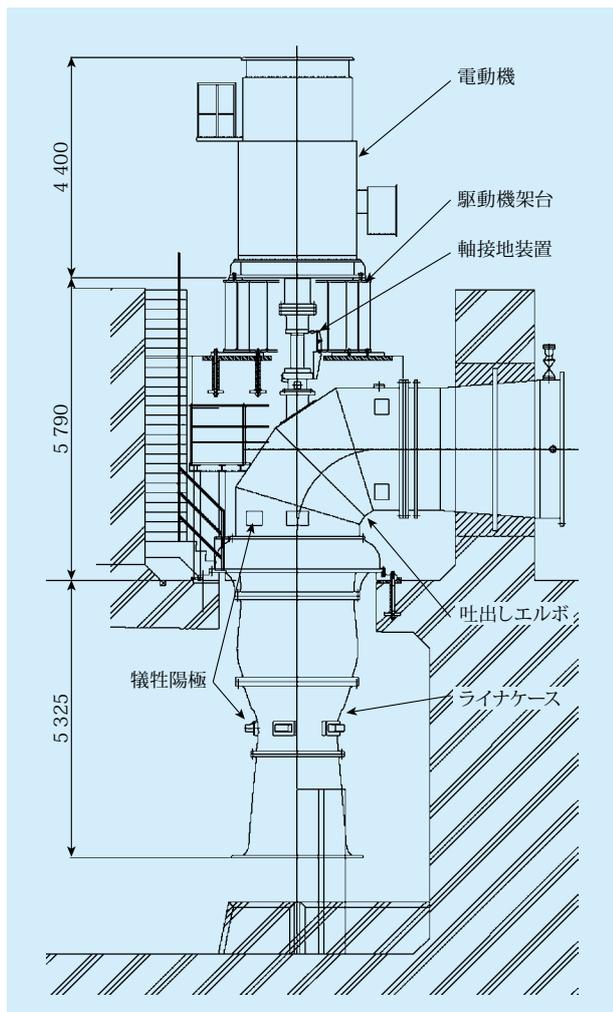


図1 循環水ポンプ外形図
Fig.1 Outline drawing of CWP

材：SS400を使用した溶接構造品としポンプ質量の低減を図っている。さらに、吐出しボウル流水面には浸食および耐食性を考慮し、ガラスフレークライニングを採用し、そのほか接液面には、防汚性のある亜酸化銅系防汚塗装施工を行っている。ライナケースおよび吐出しエルボには、アルミニウム合金製犠牲陽極を用いた流電陽極式の電気防食装置を設置している（図2 吐出しエルボ外観）。さらに、軸接地装置によるアースを行い、防食効果を向上させている。これらの材質の組合せや防食対策は、海水ポンプにおける耐食性を考慮したものであり、経年使用において十分な実績を有するものである。



図2 吐出しエルボ外観
Fig.2 View of Discharge elbow

4. おわりに

今回、上越火力発電所の新設にあたり、循環水ポンプを納入させて頂いた。納入した循環水ポンプは発電設備において重要な機器であり、50%容量×2台が一般的であるが、今回は100%容量×1台となっており、電力の安定供給という面からも、通常よりもさらに高い設備の信頼性を確保しなくてはならない。

今後共、顧客の期待に応え、その設備の重要性を十分に認識して、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。

最後に循環水ポンプの計画、製作にあたり、終始適切な助言と御指導を頂いた中部電力株式会社殿ならびに株式会社日立製作所殿の関係各位に厚く御礼申し上げます。

<筆者紹介>

岩淵 稔：1981年入社。主に、発電所向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グループ 主事補。

神戸市建設局 垂水処理場 送風機設備 (新シリーズ高速単段ブロワ)

齋藤仁哉 中町友則

Blowers for Tarumi Water Treatment of Kobe City Construction Bureau

By Masaya Saito and Tomonori Nakamachi

Tarumi Water Treatment is located in southern area of Hyogo Prefecture, and the center has treated sewage in district of Tarumi-ku, Suma-ku and a part of Nishi-ku. A lot of blowers are installed here. The optimal design of the arrangement in apparatus of a blower main part, gear speed up gears, force feed equipment, an electric motor, etc. was performed, and “new series high speed single stage blower” which realized miniaturization of installation area as it is efficient was produced commercially. This reports on the outline of this water treatment as follows.

1. はじめに

海と山に囲まれた豊かな自然環境である神戸市の下水道整備は、開港当時に外国人居留地に築造された煉瓦造り下水道がはじまりであった。ここでは昭和26年から本格的な下水道整備が始まり、汚水と雨水を別々に処理する分流式下水道が採用されている。

現在は8ヶ所ある処理場のうち垂水処理場は、昭和49年8月に運転を開始し、垂水区と須磨区、および西区の一部の下水を処理している（図1）。

2. 機場の概要

当社では東送風機設備工事として、送風機3台・弁類送気管一式・空ろ器一式・天井クレーン一式・床排

水ポンプ2台を製作・設置した。

送風機は、歯車増速式単段ターボブロワを採用し、当社官公庁向け片吸込高速単段ターボブロワの最大容量を更新した。

下水処理場のばっ気ブロワは連続運転機器であることから、省エネルギーの効果が大きくなる。当社はニーズに応えるべくブロワ本体の最適設計を行った結果、高効率化を実現した。更に、本体に付属される歯車増速機、強制給油装置および電動機の機器配置の最適設計を行って、設置面積のコンパクト化を実現し「新シリーズ高速単段ブロワ」を製品化した。

以下にその概要を紹介する。

3. ブロワ

3-1 ブロワ仕様

主機である歯車増速式単段ターボブロワ仕様を表1に示す。

表1 ブロワ仕様

Table 1 Blower specifications

形 式	片吸込高速単段ターボブロワ	
吸込口径	400 mm	550 mm
吐出し口径	350 mm	500 mm
風 量	210 m ³ /min	420 m ³ /min
吸込圧力	-3 kPa	
吐出し圧力	61 kPa	
取扱気体	空気	
回転速度	15 587 min ⁻¹	11 046 min ⁻¹
電動機出力	290 kW	570 kW
台 数	2台	1台



図1 神戸市内下水道処理場位置図

Fig. 1 Kobe inner sewage disposal plant position figure

効率的な並列運転、台数制御となるように、大・小ブロワで構成され、小ブロワは大ブロワの1/2風量で選定されている。

3-2 ブロワの特徴

(1) 高効率化

ブロワ本体内部の形状決定にあたっては3Dモデリングを実施し、インレットベーン、インペラ、ガイドベーン間のCFD解析を行い、最適設計を実施した (図2)。

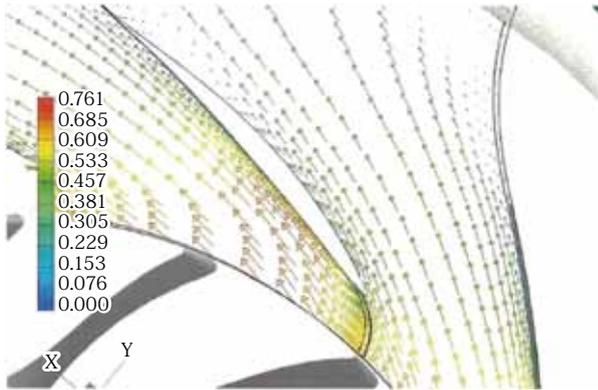


図2 CFD解析例
Fig.2 The example of CFD analysis

また、風量制御方法はインレットベーン制御を採用した。インレットベーン制御ではインペラ入口部に旋回流を発生させるため、部分負荷効率のよい風量調整が可能であり、制御範囲を広くすることができる。

CO₂発生量は吸込弁による制御より確実に向上する。

(2) インペラ構造

スプリッター翼の採用により大容量化を可能とした高比速度対応の新設計インペラを採用することで、ブロワの高効率、コンパクト化を実現している。また、FEM解析を実施し、強度及び固有値解析の検証を行い、信頼性の高いインペラとした (図3)。

(3) コンパクト化

強制給油装置と潤滑油配管をユニット化し、ブロワ本体付属品の最適配置を実現した。当社従来製品と比較して、ブロワ全体の設置面積を約20%低減することができた (図4)。

(4) ブロワ性能

ブロワ性能は、工場試験によりサージング領域のマージンおよびインレットベーンによる絞りの流量比も十分あり、従来より広い流量範囲で高効率を確保した。ばっ気ブロワは広範囲な風量制御を必要とすることから、使い勝手のよいブロワであることを確認した。



図3 インペラ
Fig.3 Impeller



図4 ブロワ外観
Fig.4 Blower Appearance

図5にブロワ性能試験における流量と圧力および効率の特性曲線を示す。

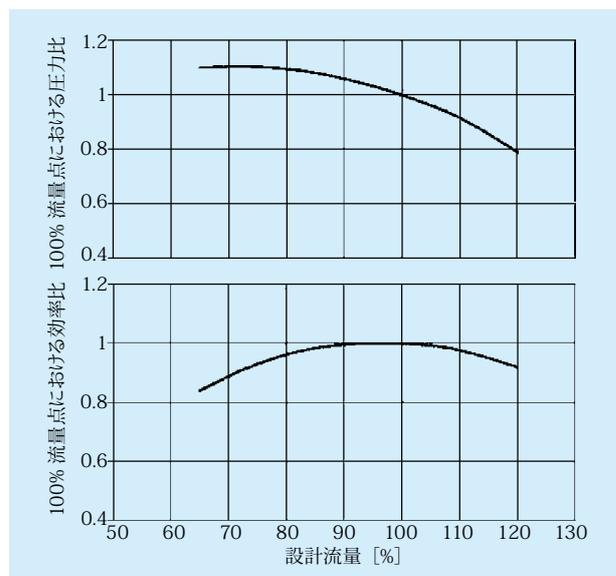


図5 性能試験結果
Fig.5 Performance test result

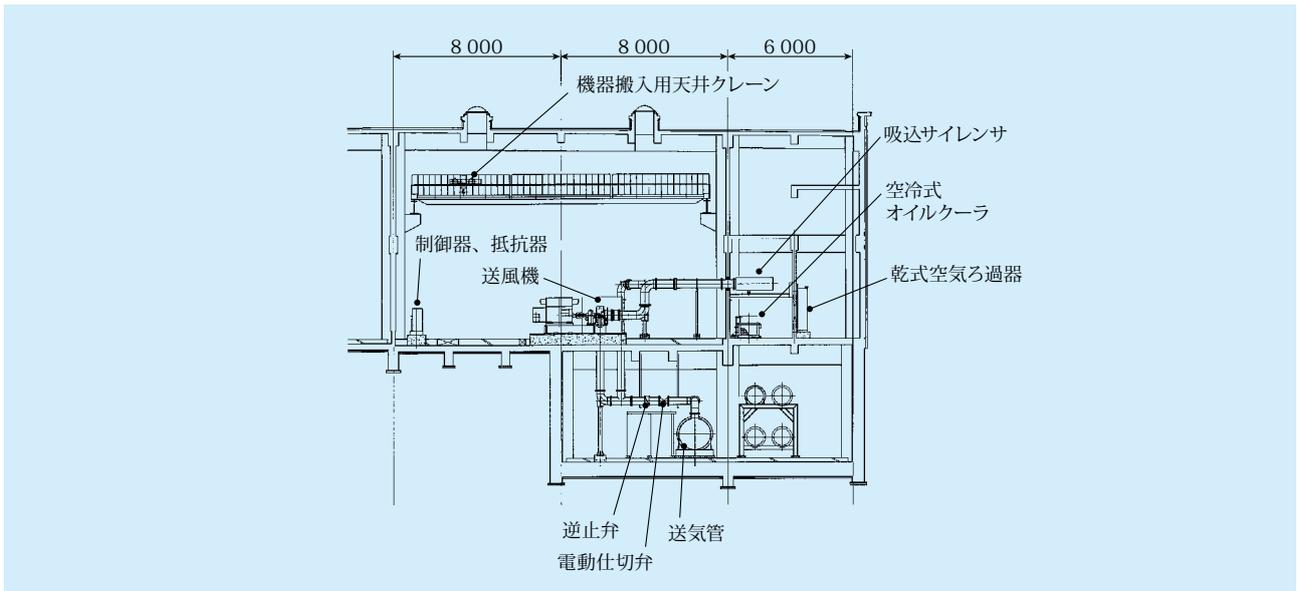


図6 断面図

Fig. 6 Layout of Sectional view



図7 風洞内に設置した空冷式オイルクーラ
Fig. 7 View of Air-cooled cooler appearance

設計点における効率は、両ブロワとも当社の従来機に対して約3%向上した。

4. 空冷式オイルクーラ

主機は、当初個別給油装置を付属する強制潤滑水冷方式であったが、当社では従来から冷却方式を空冷式オイルクーラとする実績を有しており、空冷化提案を採用して頂いた。

この冷却方式の採用で、ブロワ設備においては水を一切使わないこととなり、冷却水ポンプ、冷却塔などの補

機設備が不要で、建設コスト、使用動力の低減を図ることができた。

また、空冷式オイルクーラの耐久性向上を図るために、一般的には屋外に設置される本機器を、風雨の影響を受けないブロワの吸気側風洞内に設置した (図7)。

5. おわりに

下水処理設備において、風水力機械は欠かせないものであり、省エネルギー、高効率、省スペースの必要性は高い。また一方で、環境対策やシステムの高度化により、送風機の高圧力化と幅広い制御性を求められる傾向にもある。今回、従来の片吸込高速単段ターボブロワに代わる高効率でコンパクト化を実現した「新シリーズ高速単段ブロワ」を紹介した。地球温暖化対策に貢献できるように、今後も環境に配慮した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、ご助言を頂いた神戸市建設局の関係各位に厚く御礼申し上げます。

<参考文献>

(1) 神戸市ホームページ

<筆者紹介>

斎藤仁哉：2004年入社。送風機設備の設計に従事。現在、気体機械設計部 ブロワグループ。

中町友則：2004年入社。送風機設備の計画に従事。現在、社会システム技術部 技術1グループ。

大阪市建設局国次抽水所向け 雨水ポンプ設備

深澤正幸 佐々木 隆

Kunitsugu Pumping Station for Osaka City

By Masayuki Fukasawa and Takashi Sasaki

The Kunitsugu pump station is located in the Jyuhachijyo processing division which makes a processing zone most of Yodogawa ward, Osaka city and Higashi-Yodogawa ward, and a part of Suita city, and access was started in 1965.

That established horizontal-axis pump equipment reached the life, and since the rapid water level raising was expected in the future, the measure against automatic operation of a pump was needed, it was updated by the reduction gear mounted type vertical pump.

The flow analysis and a model pump sump test, and construction of the vortex breaker were performed.

1. はじめに

国次抽水所は、大阪市淀川区および東淀川区の大部分と、吹田市の一部を処理区域とする十八条処理区に位置し、十八条下水処理場に流入する江口十八条幹線内の雨水の一部を神崎川へ排水（設計水量10.5 m³/s）する役割をもつ雨水ポンプ場で、横軸ポンプ3台が設置され、1965年に供用が開始された。

今回、既設横軸ポンプ設備が耐用年数に達したことや、将来、急激な水位上昇が予想されることより、ポンプの自動運転対策が必要となり、減速機搭載型立軸ポンプ（先行待機形）に更新された。

更新にあたっては、吸込水槽の流れ解析と模型水槽試験を行い、渦流防止形状の検討および施工を行った。

このたび、雨水ポンプ2台を納入し、工事を完了したので、以下に報告する。

2. 雨水ポンプ設備の概要

2-1 雨水ポンプ

今回、既設1 200 mm横軸斜流ポンプ2台を減速機搭載型立軸斜流ポンプ2台に更新した。

表1に雨水ポンプの仕様、図1に主ポンプ外観、図2にNo.1ポンプ据付断面図を示す。更新されたポンプの特徴を以下に示す。

- (1) ポンプ設置上の特徴
 - ① 横軸ポンプの立軸化を一床式で対応した。

表1 雨水ポンプ仕様
Table 1 Pump specifications

ポンプ形式	減速機搭載型立軸斜流ポンプ (全速全水位先行待機形)
口径	1 200 mm
台数	2台
吐出し量	210 m ³ /min
全揚程	7.5 m以上 (ただし、吐出し量189 m ³ /min時、9.0 m以上)
原動機形式	ディーゼル機関
原動機出力	400 kW
水中軸受	ゴム軸受
軸封部	メカニカルシール（注水型）



図1 主ポンプ外観
Fig. 1 View of pump

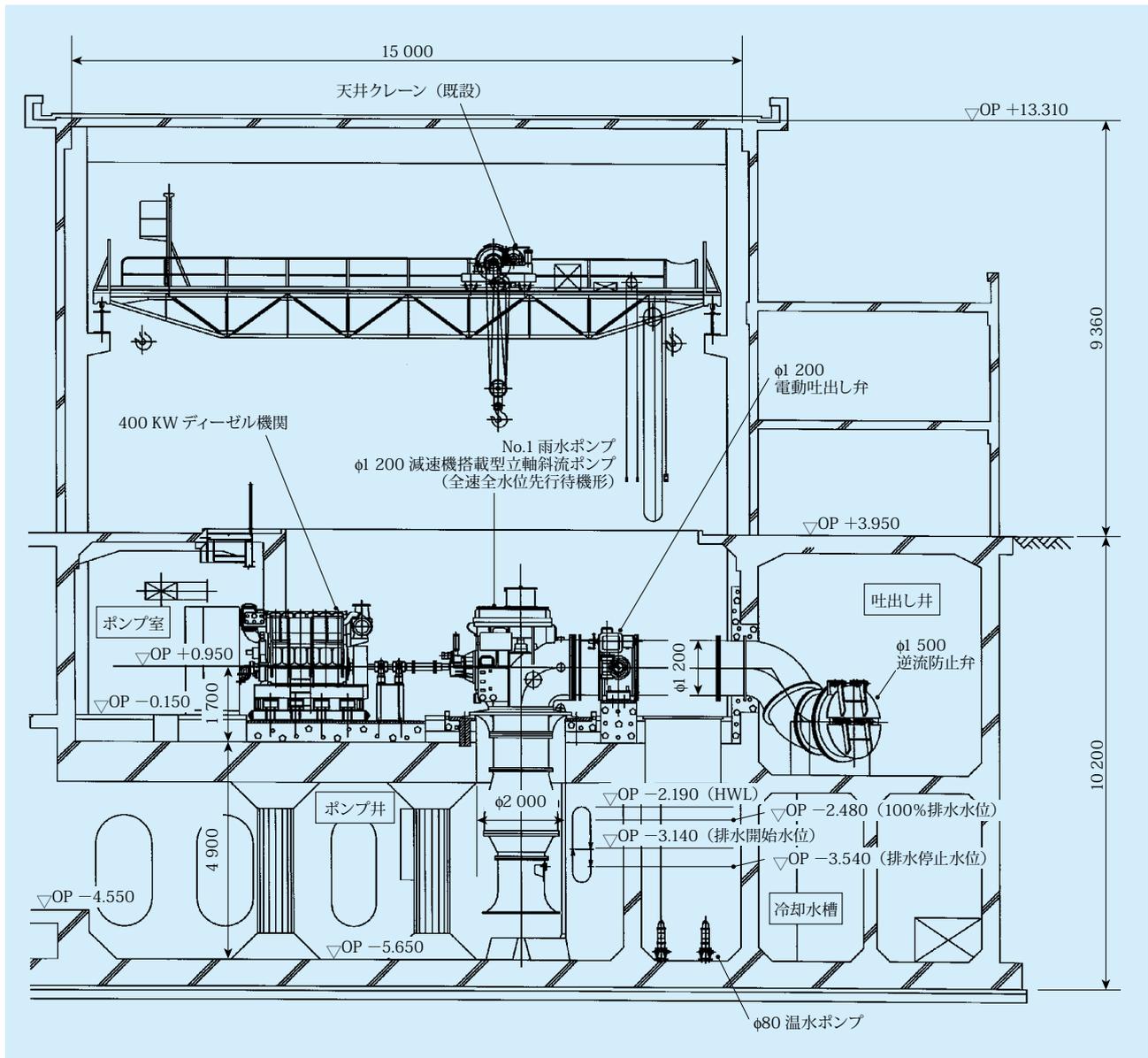


図2 No.1ポンプ据付断面図
Fig.2 Sectional view of No.1 pump

- ② 同一床面ですべての機器が管理可能であり、メンテナンスがシンプルである。
 - ③ 原動機軸芯とポンプ吐出し中心の高さが同一であり、原動機の設置高さを低くすることができるため、既設建屋を改造することなく立軸ポンプに更新することができた。
 - ④ 既設天井クレーン (12 t) を利用し、据付けを行うことができた。
- (2) ポンプ構造上 (減速機搭載部) の特徴
- ① 減速機用潤滑油の冷却は、吐出しエルボの背面を利用して、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であり、冷却ファンなどは不要で

- ある。更新されたポンプは、先行待機形ポンプであり、気中運転中は吐出しエルボ内に揚水がないため、多管式オイルクーラを付属した。
- ② 吐出しエルボに一体化された潤滑油タンクは、十分な容量を備えているため、別置きの油タンクは不要である。
- ③ 歯車用主軸が吐出しエルボを貫通する部分と歯車機構ケースを貫通する部分は、大気開放となっているため、潤滑油がポンプの揚水に混入・流出することはない。
- ④ 軸封部メカニカルシールのメンテナンスは、吐出しエルボを分解することなく可能である。

- ⑤ 吐出しエルボ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が可能である。
- ⑥ ポンプ主軸と歯車用主軸の接続は、吐出しエルボ最上部にある固定軸継手で接続するため、据付け・分解整備時の接続作業が容易である。

2-2 原動機

本抽水所は、第1種住居地域および近隣商業地域の用途地域に指定されており、環境面において最新の注意を払う必要がある。ディーゼル機関は、運転時の白煙・黒煙の排気対策および騒音対策を実施している。

- ① 機関の燃焼性能を向上させるため、ピストンおよびピストンリングの形状を最適化し、燃焼効率を上げるとともに、弁腕部と軸受・ピストン部の注油は個別とし、機関待機中のプライミングで弁腕部から燃焼部へ潤滑油が行かない構造とすることで、始動時の燃焼不良を防止している。
- ② 始動前に、温水を機関内に循環させる温水循環装置を設けている。ジャケットの水の温度を上昇させることで、ライナ、シリンダーヘッド、ピストンの燃焼面および燃焼室周りの温度を上昇させ、始動時の燃焼を良好にして煙の発生を抑制している。
- ③ 排気消音器の性能は、出口1 mと消音器本体からの透過音の合成にて65dB (A) 以下の騒音値である。

2-3 冷却塔

冷却塔は2台が設置され、自家発電機を含めたディーゼル機関全台数に対して連続運転可能な冷却能力を有している。なお、周囲環境を配慮して、低騒音型で、運転時の白煙の発生を防止する機能が付属している。

3. ポンプ室床および側壁の補強

ポンプの立軸化に伴い、既設に比べて荷重作用位置が変更になることや、建屋の耐震対策として、ポンプ室床およびポンプ室吐出し井側壁を、厚さ250 mm程度の鉄筋コンクリートにより増し打ち・補強した。

4. 流れ解析と模型水槽試験

ポンプの製作・据付けにあたり、渦流防止形状を検討するための流れ解析を行い、その結果を用いて模型水槽試験での検証を実施した。なお、流れ解析、模型水槽試験は、将来施工分を考慮して、3台とも今回と同一仕様のポンプとしてモデル化した。

4-1 流れ解析

流れ解析は運転台数を3台運転とし、100%排水水位および排水開始水位を解析条件として、汎用熱流体解析

ソフトにより実施した。

流れ解析の結果、渦流防止形状なしの場合に、床面からの渦線が連続したため、水中渦が発生するものと判定した。このため、床面からの水中渦対策として、ポンプ下部にプラス型渦流防止板を設置した。また、流れ解析では発生が認められなかったが、自由表面から発生する空気吸込渦対策として、ポンプ手前に垂れ壁を設置した。

なお、これらの渦流防止対策後に再度流れ解析を行い、渦線が不連続で水中渦は発生しないことを確認した。

4-2 模型水槽試験

模型水槽試験は流れ解析の結果を踏まえ、実施した。その詳細を次に示す。

(1) 試験装置および内容

模型水槽試験は、ターボ機械協会基準 TSJ S 002 : 2005 『ポンプ吸込水槽の模型試験方法』に基づき実施した。

模型比は1/12とし、模型製作範囲は、流入水路から、沈砂池、雨水ポンプ井全体とした(図3、図4)。実際には、スクリーンが水路内に設置されるが、模型水槽試験では整流効果があるスクリーンをなくし、より渦の発生しやすい試験条件とした。



図3 模型試験装置

Fig.3 Model test equipment

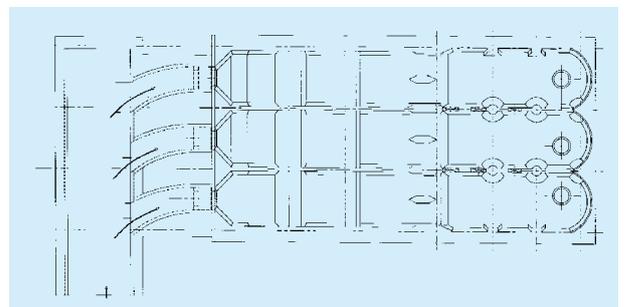


図4 模型平面図

Fig.4 Layout of model

水槽試験のパターンは1台運転、2台運転、3台運転の組み合わせ(全7パターン)とし、それぞれのパター

ンで100%排水水位と排水開始水位における流動状態と、空気吸込渦および水中渦の発生有無の確認を行った。

また、水槽試験は、渦流防止形状なしの場合で確認を行った後、渦流防止形状ありの場合でも同様の方法で確認を行った。

(2) 試験結果

① 渦流防止形状なしの場合

流動状態は、1、2、3号機とも、運転台数に限らず、ポンプ後壁側に回り込む旋回流れが発生した。また、渦の観察では、ほとんどの試験で自由表面から空気吸込渦および床面から水中渦が発生した。特に、水位の低い排水開始水位では大きな空気吸込渦が発生した。

② 渦流防止形状あり（初期案）の場合

床面からの水中渦対策として、ポンプ下部にプラス型渦流防止板、自由表面からの空気吸込渦対策としてポンプ手前に垂れ壁を設置した。

本ケースでは、渦の観察において、一部の試験で自由表面から空気吸込渦および側壁から水中渦が発生した。垂れ壁を設置しても、ポンプ後壁側に回り込む旋回流れが強く、空気吸込渦が発生したものと判断した。また、ポンプ据付位置が水路の中央からずれているため、よりポンプに近い側壁側から水中渦が発生したものと判断した。

③ 渦流防止形状あり（改善案）の場合

②項に示した渦流防止形状に追加し、プラス型渦流防止板と一体としたバツフルをポンプ後壁に設置した（図5）。ポンプ近くにおいて、垂れ壁とバツフルにより、自由表面の旋回流れが少なくなった。

本対策により、すべての試験において、空気吸込渦および水中渦を防止できることが確認できた。

以上の検討結果を踏まえ、吸水水槽に鉄筋コンクリート製の渦流防止装置を設置した。

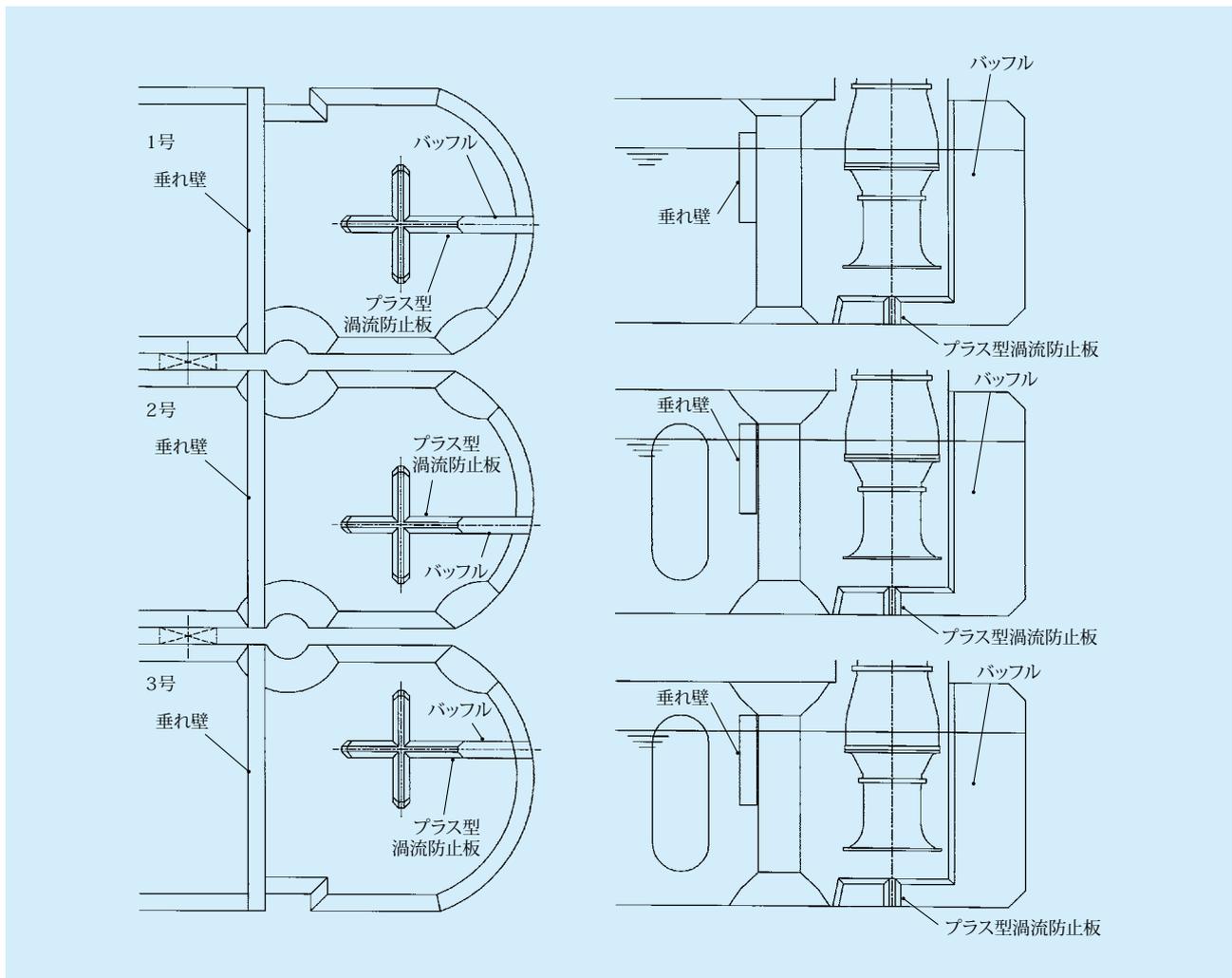


図5 渦流防止装置
Fig.5 Vortex breaker

5. おわりに

国次抽水所向け雨水ポンプ設備について報告した。

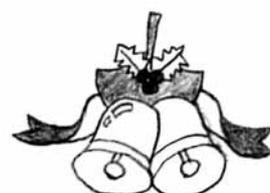
今後も、既設ポンプ場の土木設備や建築設備を流用しながら、ポンプをはじめとした機械設備を、その現場のニーズにマッチした最新のものへ更新するケースが増えるものと考えられ、本稿が少なからず参考になれば幸いです。

最後に、本設備の施工にあたりご指導いただきました大阪市建設局ならびに関係各位皆様に厚く御礼申し上げます。

<筆者紹介>

深澤正幸：2002年入社。揚排水設備の計画に従事した後、遠心・水中ポンプの設計に従事。現在、水力機械設計部 水力機械-2グループ。

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 システム設計グループ 主任。



東日本大震災を振り返って

伊藤 誠剛

1. はじめに

平成23年3月11日14時46分に発生した「東日本大震災」は、マグネチュード9.0という非常に強い揺れに加え、後日想定外と表現されることになる大津波が発生し、東日本の太平洋沿岸地域に甚大な被害をもたらした。半年以上経過した現在でも死者15 825人、行方不明者3 819人（朝日新聞10月19日付記事より）となっており、その被害の凄まじさを物語っている。

当社で納入したポンプ場なども、特に津波到達地域において相当な被害を受けており、調査のできた範囲だけでも、排水機場で21ヶ所、主要揚水機場で19ヶ所（小規模揚水機場および地盤・建屋の変形機場は含まず）が津波あるいは地震による何らかの被害を受け、中には完全な機能喪失に至る機場も存在していた。

今回の地震を振り返るとともに、これら被災したポンプ場の一部で実施した、応急復旧内容を報告する。

2. 発生当日

地震発生と同時に、電気・水道・ガスなどのライフラインは一斉に供給停止となった。固定電話・専用回線共、停電のため使用不能となり、携帯電話はほぼ話し中の状態。そのため出張中の支店員、当地に出張で派遣されていた社員の安否確認もままならない状況であった。

後日判明したところでは、携帯通信基地自体が損壊したために携帯が全く通じない地域も存在していた。



図1 震災時に止まった時計（事務所内）



図2 地震発生直後の事務所内

社員全員およびその家族の安否不明のまま、事務所にいた社員の家族確認のため、各々徒歩にて帰宅させることにした。

3. 発生より1週間程度

仙台市内駅周辺部では翌日夕刻電気が復旧し、それに伴って水道も一部では復旧されたが、市内のほとんどの地域ではライフラインの復旧は見通しの立たない状況であった。

ここ東北支店も翌日には電気・水道が復旧した地域で有ったので、本社に設置された災害対策本部と連絡を取り合い、安否不明であった当社社員とも徐々に連絡が取れ、とりあえず全員無事と判明した。

公共交通機関の遮断に加え、ガソリンが途絶したために、遠方の社員は出社もできず、また無事であった出張中の社員も現場から移動することすらできない状況であった。一人は二日後に、一人は五日後に、そして遠方へ出張していた一人は八日後に、北海道経由にてようやく支店に出社することができた。

4. ライフラインの復旧

ライフラインの復旧速度は地域によりかなり濃淡の差があった。以下記載の復旧時期については、当社支店員の経験から記載したもので、地域によってはいまだに復旧できていないところもある。それがまさに今回の震災の広さを端的に示しているように感じる。

4-1 電気

翌日12日から仙台市中心部のごく一部で再開。順次拡大していき、およそ1週間後には津波到達地域以外ではほぼ再開された。

4-2 ガス

3月24日より順次開通が始まったが、二次災害の可能性が高いため、開栓作業がなかなか進まず、県内全域の開栓率50%超えは4月7日であった。当支店員の自宅もガスの開栓は、4月の声を聞いてからであった。

4-3 水道

供給元の浄水場の状態により再開時期は大きく異なった。被害の少なかった地域では、通電とほぼ同時に再開となったが、そうでないところは復旧にかなりの日数を要し、遅いところでは4月に入ってからようやく復旧した。もちろん10月現在でもいまだ断水地域が存在する。

4-4 主な公共交通

市営地下鉄は3月14日から一部区間で運転が再開したが、全線開通は4月29日であった。

JRの東北本線は3月下旬から部分開通が始まり、東北新幹線は4月中旬より一部区間で運転が再開されたが、東京～新青森全線開通は4月29日。徐行運転をしながらの再開であった。

仙台市周辺のJR関係では仙台空港アクセス線開通が、ようやく10月1日に全線開通となり、空港から乗り換えなしで仙台駅まで来られるようになった。しかしながら、仙石線、常磐線などはいまだ全線開通のめどが立たない状況である。繰り返しになるが、今回の震災の広さと厳しさを表す標となっている。

4-5 道路

主要幹線は早期に開通したが、被災地域ではいまだ信号が動いていないところがある。また堤防が決壊したままのところもある。今日現在（10月中旬）でも接近することが困難な機場が存在している。

4-6 宿泊施設

後述のとおり3月22日より本社および三島事業所からも応援部隊が到着、この人員および支店員でも通勤困難者は宿泊場所が確保できないため、事務所内に宿泊しながらの業務となった。4月になり幸いにもマンション

の1室が確保できたので応援部隊の宿泊拠点とした。このマンションはホテルの営業がほぼ通常どおりになってきた7月末まで借り続けることとなった。

5. 被害状況調査スタート

3月22日から機場調査をスタートさせた。支店員1名+応援部隊2名の計3名を最小単位とし、2～3パーティで実施することとした。後方支援＝事務方は調査機場のリスト作成、機場別調査カードの作成、調査後のカード整理を行うこととした。

現地調査に際しては、常にカーラジオをつけておき、余震による津波再来に最大の注意を払いながらの作業を徹底させた。

機場点検のための移動用ガソリンは、震災およそ1週間後から緊急車両優先にわずかではあるが供給が始まり、日本建設機械化協会殿を通じ社有車を緊急車両登録をして貰い、ようやくガソリンの確保も22日から可能となった。一般車両への給油は3月末頃ようやく並ぶこと無く可能となった。

調査機場の多くは電気が復旧しておらず信号機が作動していないところがほとんどであった。安全のために暗くならないうちの作業完了ではなく、夕刻までに支店に帰着する工程で行うようにした。

同じように調査機場周辺での食事は困難ではあったが、地元復興に対し微力ながら役に立てばと思い、可能な限り地元での商店、食堂を利用するよう心がけた。

調査は延べ88機場（宮城県内75機場、岩手県内5機場、福島県内8機場）におよび、それに関わった人数は支店員を除く応援部隊で延べ約220人に達した。



図3 中下排水機場

図3：宮城県東松島市野蒜地内

瓦礫撤去前の状態で、この後応急復旧実施



図4 大堀排水機場



図5 長面第1、2揚水機場



図6 古磯部排水機場

図4：仙台市若林区荒浜地内

建屋が骨組だけとなり、最初見つけれなかった

図5：石巻市長面地内

大川小学校奥の機場で、現在も復旧できず

図6：福島県相馬市古磯部地内

瓦礫撤去前の状態で、この後応急復旧実施

6. 応急復旧活動

震災発生からおおよそ1ヶ月、4月中旬より応急復旧が順次始まった。

復旧内容はあくまでも応急で有ることが前提なので、お客様とも協議の上、おおむね以下の方策で臨んだ。

- ① ポンプはベアリング、グランドパッキンの交換とし、現地での整備を基本とする。スリーブ、ライナーリングなどの交換は行わない。震災復旧で有って、経年劣化による復旧は行わない、という方針。
- ② 減速機もポンプと同様の思想で整備を行う。ただし組立に精度を要するため、協力工場への持ち帰りを基本とする。
- ③ 電動機は塩害による絶縁劣化が生じているので、整備工場に持ち帰り、煮沸による除塩を行ってからベアリングなどの交換を行う。ただし津波被害からおおよそ3ヶ月以上経過すると、塩がケーブルの奥深くまで浸透し、煮沸でも絶縁が復活せず巻き替えまで必要になることが今回の震災で判明した。今後の経験則として記憶に留めたい。
- ④ エンジンはポンプ同様、現地での整備を基本とする。ただしこれも電動機同様時間が経つと錆が奥深くまで浸透し、現地での分解が困難となってしまう、工場持ち帰りが必要となった。
- ⑤ 仮設盤は単純なスイッチ盤とし、操作は、全手動で行うことを基本とする。機場によっては盤の筐体をそのまま使用し、内部回路のみ交換した機場もある。盤の傷み具合から判断した。
- ⑥ 故障検知などの警報信号は必要最小限のものとする。
- ⑦ 常用・予備のある補機類はどちらか1台を対象とし、基本は新規交換とする。整備の方が現地作業に手間取り、費用としては割高となる。
- ⑧ 設置の水平度、芯ずれ値については、運転に支障のない限り、許容値以上であっても復旧させる。
- ⑨ 軸封水、冷却水を上水利用の機場で、上水復旧の見通しの無い機場は、復旧時間を優先させるため、河川取水+ダブルストレナー経由とするなど、必要に応じ改造を施す。
- ⑩ ポンプ容量が1台50kW未満でも2台復旧すると高圧受電相当になってしまう機場があり、客先にお願ひし、特別に1機場2回線受電の申請をおこなっていただき実施された。



図7 中下排水機場



図9 藤塚排水機場近傍に設置のホキレス



図8 大堀排水機場

7. 微力ながら地元への支援

この震災に伴う津波によって、雨水排水を目的とした多くのポンプ場が被災され、周辺地区の雨水排水機能が失われる若しくは大きく減少する事態となった。そのような地区に対する復興の一助として、宮城県仙台地方振興事務所農業農村整備部殿および仙台東土地改良区殿ご了解のもと、仙台市若林区藤塚地区に滞留する雨水の内水排除を目的として、当社製口径200自吸式両吸込渦巻ポンプ（当社型式名ホキレス）を同地区藤塚排水機場に仮設置し、排水運転を行った。

設置状況については、宮城県殿のホームページでも紹介されている（現在は藤塚排水機場が復旧したため、運転されていません）。

また宮城県土木部下水道課殿からの緊急要請を受け、3月18日に当社三島事業所より県南浄化センターへ、

口径300 mm水中ポンプ2台を無償にて持ち込みを行った。

8. おわりに

今回の地震は日本では観測史上最大と言われており、世界的に見ても4番目という強烈な地震であった。しかしながら過去1995年に発生した阪神淡路大震災の時にとも言われていたことではあるが、1000年単位の長い時間で見ると、「いつでもどこにでもやって来る」（電業社機械 vol.19 No.2より引用）のが地震国日本の当たり前の姿である。

震災は忘れたころにやってくる。言い古された言葉であるが改めてそれを感じた方もおられるのではないだろうか。記録技術の発達した現代、こんどこそ忘れることなく各人それぞれがしっかりと記憶にとどめ記録に残し、仕事でそして私生活でも、将来の被災者を一人でもなくするための活動を行っていくことが、今回不幸にして亡くなられた方に対するせめてもの供養ではないかと思う次第である。

今回の震災でお亡くなりになられた方のご冥福をお祈りするとともに、今なお苦しい生活を強いられている方々のご多幸をお祈り申し上げます。更にはそれを少しでも早く解消してあげようと努力していただいている方たちに敬意を表します。

<筆者紹介>

伊藤誠剛：1981年入社。現在、東北支店長。

新技術プレゼンテーション 2011

－風水力機械で世界に向けて技術発信－

1. はじめに

2011年11月8日に、当社三島事業所において新技術プレゼンテーション2011を開催した。昨年、当社は創業100周年を迎え、今年は、次世代に繋げる101年目の新たなスタートの年である。今回は、当社の主な産業向け市場であるオイル&ガス向け、海水淡水化用、発電設備向け、石油化学・肥料・鉄鋼などの各種プラント向けの4つに分類し、展示を行った。また、あいにくの曇天でしたが、日頃当社製品を御愛顧頂いている国内外のユーザー、エンジニアリング会社およびプラントメーカーなど90余名の多くの方々にご参加いただいた。

御多用中にもかかわらず、三島事業所までお越しいただきました皆様に深く感謝致します。今回のプレゼンテーションの内容について以下に紹介する。

2. オイル&ガス向け

2-1 水平二ツ割横軸高圧多段ポンプ

API610に適合した水平二ツ割横軸高圧多段ポンプについて紹介した。本ポンプの特長は、上ケーシングを取り外すことによりポンプ回転体の分解が可能としたことによる優れたメンテナンス性と、最適設計によるシリーズ化により世界最高水準の効率である。お客様のランニングコスト低減や環境負荷低減すなわちCO₂の削減に貢献する機器である。主な用途としては、原油圧送用やウォーターインジェクション、ボイラーフィードポンプなどがある。また、ポンプ・モータの振動・温度を監視する制御システム一式を取りまとめて納入可能である。

本プレゼンテーションでは、本ポンプの構造・特長をパネルで御説明した。図1は、その説明状況を示す。

2-2 両吸込プロセスポンプ

API610に適合した高効率単段両吸込渦巻ポンプについて紹介した。本ポンプは、軸垂直割型ケーシング構造となっており、可燃性揚液や高温・低温用プロセスポンプなどの液体のシール性が重要視されるものに採用されている。

当社では、構造解析や流体解析などの解析ツールを駆使し、高信頼性、高効率化を実現した。



図1 水平二ツ割横軸高圧多段ポンプの説明状況

本プレゼンテーションでは、10月に社内試運転を実施した口径500 mm、2 300 kWの原油圧送ポンプの実機を展示し、御説明した。図2は、その展示状況を示す。



図2 両吸込プロセスポンプの展示状況

3. 海水淡水化用機器

3-1 エネルギー回収システム

当社は、海水淡水化用機器として、RO高圧ポンプ用として特化した水平二ツ割横軸高圧多段ポンプの新シリーズ化と併せて、往復動容積型のエネルギー回収システムの開発を進めてきた。

今回は、RO膜、RO高圧ポンプ、エネルギー回収装置

などの海水淡水化ユニットについて、疑似海水ポンプを用いた開発機の実証試験の状況を御確認いただいた。本システムの特長は、高効率と環境に優しい低騒音構造の採用であり、エネルギー回収システムの構造については、現在、特許出願中である。図3は、その開発試作機の運転状況を示す。



図3 エネルギー回収システム開発試作機の運転状況

4. 発電設備向け

4-1 循環水ポンプ

発電所向け循環水ポンプは、当社の主力製品のひとつであり、お客様の御要望に応じて、ポンプ構造の最適化を進めている。今回、中東の製鉄所内の自家発電所向け、口径40 inch (1 000 mm) の一床式立軸斜流ポンプの運転状況を御覧いただいた。

本循環水ポンプの特長は、以下のとおりである。

- 主軸は、中間カップリングを持たない1本構造とし、水中軸受は、最下部のみに配置した。
- スラスト軸受はポンプ側で支持し、クーリングファンを内蔵した空冷方式を採用した。
- ポンプ材質は、ケーシングは耐海水用ダクタイル鋳鉄（ニレジスト）、回転体はステンレス鋼（SUS316）を採用し、さらに犠牲陽極による電気防食を行っている。

以上のように、ポンプ部品点数を減らし、コンパクトな構造を採用することにより据付分解作業が容易となり、メンテナンス費用の低減に寄与している。

図4は、その運転状況を示す。

4-2 軸流型ボウル立軸斜流ポンプ

軸流型ボウル立軸斜流ポンプは、ガイドベーンを含む



図4 循環水ポンプの運転状況

ケーシング構造を軸流型ボウルにしたことによりコンパクトに設計され、従来モデルより軽量化を図ることができ。これにより、容易に製缶溶接構造にすることができ、製作期間の短縮も図ることができる。また、特にスーパー2相ステンレスなどの特殊材料を採用する場合、コストダウンの割合は大きくなり、経済効果はより高くなる。

本プレゼンテーションでは、開発モデルのインペラ、ケーシングを展示した。図5は、その説明状況を示す。



図5 軸流型ボウル立軸斜流ポンプの説明状況

4-3 水平二ツ割両吸込単段ブロワ

火力発電所向け水平二ツ割両吸込単段ブロワの実機を展示し、御覧いただいた。

本ブロワは、製鉄所のコークス炉から発生するコーク

ス炉ガスを、火力発電用燃料として使用するために圧送するブロワとして使用される。

本ブロワの特長は、以下のとおりである。

- 比重の軽いコークス炉ガスを取り扱うため、増速機にて高速でインペラを回転させることによりガスを圧送する。
- ブロワの軸シールは、カーボンリングシールを採用し、さらに窒素ガスパージも併用することにより、運転中のガス漏洩を防止している。
- ターニング装置により、ブロワ停止時のタールの付着によるアンバランスの発生を防止している。

図6は、今回展示した実機品の展示状況を示す。



図6 水平二ツ割両吸込単段ブロワの展示状況

4-4 両吸込大形ファン

発電容量600 MWの石炭火力発電所向けのボイラ燃焼ガス誘引ファン (IDF) の実機を展示し、御覧いただいた。

本ファンは、発電所のボイラから発生する高温の燃焼ガスを排煙するためのもので、今回展示したファンは、インペラ径が3 mを超える大形ファンで、当社の製作範囲の中でも最大クラスのものである。

当社の大形ファンは、発電用ボイラ設備以外でも、石油プラントの各種加熱炉用、肥料プラント用、アンモニアプラント用、セメントプラント用など、広く採用頂いている。

図7は、今回展示した実機品の説明状況を示す。

5. 石油化学、肥料、鉄鋼など各種プラント向け

5-1 次世代多段ブロワ

当社の多段ブロワは1964年以来、国内外に200台以



図7 両吸込大形ファンの説明状況

上の納入実績を持ち、お客様よりその信頼性を高く評価頂いている主力製品のひとつである。当社は、顧客満足度をさらに高めるために「設置面積」「質量」「メンテナンスコスト」を大幅に低減した次世代多段ブロワを開発した。

開発にあたってのポイントを以下に示す。

- 軽量ロータの採用による軸受も合わせてのコンパクト化
- 空冷式ころがり軸受ユニットの採用により、強制給油装置ならびに軸受冷却水を不要とした。
- 上下二ツ割軽量ケーシング構造の採用により、良好なメンテナンス性を確保。

以上より、当社従来機と比較して、大幅なコストダウンを実現した。

本プレゼンテーションでは、次世代多段ブロワの開発機を展示した。図8は、その展示状況を示す。



図8 次世代多段ブロワの展示状況

5-2 デスケーリング用高圧ポンプ

当社の高圧多段ポンプの実績として、製鉄所向けに納入したデスケーリング用高圧ポンプを紹介した。本ポンプは、圧延鋼板表面の酸化スケールを高圧水で除去するデスケーリング用として使用されている。増速機を用いて回転速度を $5\,800\text{ min}^{-1}$ まで増速し、かつ生産ラインのニーズにより、ポンプ運転点が頻繁に変動するため、過酷な条件下での運転を強いられているが、計画的かつ定期的な点検、整備を実施することにより、納入後四半世紀が経った今でも、現役として生産ラインに寄与している。

本プレゼンテーションでは、今回、当社工場に搬入し、分解、点検、整備を実施した実機ポンプを御覧いただいた。

図9は、その説明状況を示す。

6. おわりに

今回、展示、公開したこれらの製品ならびに新技術は、皆様の御愛顧により、さらに成長、発展していけるものと考えています。また、プレゼンテーション後の質疑応



図9 デスケーリング用高圧ポンプの説明状況

答ならびにアンケートでは、たくさんの貴重な御意見を賜り、深く感謝申し上げます。

今後も、お客様の御要望を踏まえ、各種製品の改善、開発を実施し、最適な機器を提供できますよう努力していく所存です。今後共、よろしくお引き立ての程、お願い申し上げます。

(文責：飯田隆二)

インド Jyoti 社との協業および技術提携

現在、インドでは経済発展の伸長に伴い、旺盛な電力需要が喚起されております。こうした背景により、安定した電力供給がインド政府の急務の課題となっています。

インドでの発電設備は、従来20~50万kWの小・中規模火力発電所が主流でした。今後は100万kW級の大規模な火力・原子力発電所の建設が計画されています。それに伴い、インド国内のポンプメーカーには、発電会社等から高度な技術および品質が要求され、欧米、日本企業との協業や技術提携が必要となっています。

こうした情勢を受けて、当社は去る6月15日にインド Jyoti 社と技術提携に関する契約の調印(図1)を行い、8月1日にはインド国内にて参加ジャーナリスト28社に対し、協業および技術提携に関するプレス発表(図2)を行いました。

発表の内容は新聞等でも現地報道されております。図3はEconomic Times, India 8月2日号(©2011 Economic Times, India)よりの紹介記事です。

今後当社はJyoti社と共に、特に発電用CWP(循環水ポンプ)および公共インフラの灌漑用ポンプの分野で、受注の拡大を目指すこととなります。

<Jyoti社の概要>

【設立】1943年

【従業員数】約2700人

【事業内容】電機・電気設備およびポンプの製造・販売

【資本金】273百万円(邦貨換算、2010年3月期)

(文責 木田 聡)

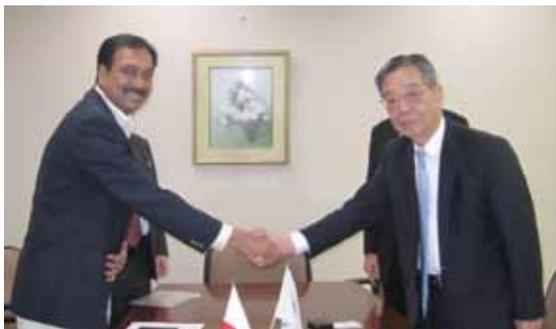


図1 技術提携契約調印



図2 インド・バローダにて共同プレス発表風景

Jyoti Joins Hand with Japanese Company to Produce CW Pumps for Power Plants

OUR BUREAU
VADODARA

City-based Jyoti has inked technical collaboration pact with 101-year-old Japanese DMW Corporation to jointly produce circulating water(CW)pumps, important component for power plants. With the help of this collaboration, the company will now produce CW pumps with 50,000 cubic meters per hour capacity for super critical power plants above 500 mw across India at its Vadodara facility.

DMW, which specialises in large capacity pumps for nuclear and thermal power and large irrigation projects, will share its technology with Jyoti to produce these pumps locally. No Indian player has indigenous technology to

make CW pumps of this size and after this collaboration Jyoti has become only second to Kirloskar Brothers to have acquire such technology.

With almost 70% of India's power requirement expected to come from thermal and nuclear resources in next 30 years, the Jyoti-DMW collaboration is eyeing ₹250-300 crore business in next 3-5 years.

Rahul Amin, CMD Jyoti, told ET, "India is aiming to add power capacity between 1.50 lakh mw and 2 lakh mw in every five year now. Even combined capacities of all CW pump manufacturers in country are not sufficient to meet rising demand as several super critical power plants." Amin said they have already initiated talks with many power infrastructure play-

ers for critical power plants across India including L&T, Adani, NTPC, DGR and others.

DMW Corporation senior executive director Tadahiro Tsuchiya said, "Indian power sector is going to offer lot of growth potential and collaboration with Jyoti will enable us to leverage it." He said CW pumps made locally will have 30-50% cost advantage as against

built in Japan. "Jyoti will deliver complete range of CW pumps for Indian market and further talks are on

with DMW for considering Vadodara facility to produce and supply products anywhere in South Asia," Amin said. He said, the company, with 90% of market share in CW pump, is now expecting to grow by 40-50%.

For Jyoti, CW pumps contribute over 20% in its revenues and almost 40-50% comes from pumps division. Of ₹500 turnover projected by March next, ₹200 crore is likely to come from pumps and ₹100 crore from hydel power division.

Harish Kavedia, India manager for DMW, said, "Presently Indian market contribute 5% to total DMW turnover and initiative with Jyoti will further push it to near 10-15%." DMW is also scouting for partners to bring its fans and blower technologies in India.

図3 Economic Times, India : 2nd of Augustの紹介記事

サウジアラムコ社向けボイラーフィードウォーターポンプ 6台受注

サウジアラビア国営石油会社 (Saudi Aramco Oil Company、以下：サウジアラムコ社) が進める大規模なワシット (Wasit) ガス処理プロジェクトのコージェネレーション設備向けで、サウジアラムコ社向けボイラーフィードウォーターポンプを韓国のエンジニアリング会社を通じて受注した。

今回のポンプは、サウジアラムコ社がサウジアラビア東海岸、アラビア湾マニファ (Manifa) 沖のガス油田において抽出された生ガスを処理するプラント施設に納める。コージェネレーション設備の中核機器となるもので、当社はボイラーフィードウォーターポンプ6台を供給する。ポンプの仕様を、表1に示す。

近年、当社はこれまでも、サウジアラムコ社をエ

ンドユーザーとする同様の型式のポンプを、ハニファ (Hanifa) water injection facility向けに4台、マニファ (Manifa) 原油生産・処理・発電プラント向けに4台それぞれ受注している。今回の採用は、これらの実績と当社の技術が高く評価されたことによる。

サウジアラムコ社はサウジアラビア政府が全額出資する世界最大規模の石油会社。原油生産量、輸出量とも世界トップで、2600億バレルの石油確認埋蔵量と275兆2000億立方フィートの天然ガス確認埋蔵量を管理・運営しつつ、石油・天然ガスの探査・開発・生産・精製・輸送および関連する事業を幅広く行っている。

当社は今後も、継続的に信頼性の高い大容量・高効率ポンプの営業活動を積極的に展開していく。

表1 ポンプ仕様

名称	型式	流量	全揚程	取扱流体	電動機出力	台数
ボイラーフィードウォーターポンプ	10"×8" DMF-SPK3-M	3 600 USGPM	2 399Ft	ボイラーフィードウォーター	3 000HP	6台

名古屋市緑政土木局殿 東小川排水機場向け雨水排水ポンプ受注

このたび、名古屋市緑政土木局殿東小川排水機場向け雨水排水ポンプ設備3台（表1）を受注した。

本排水機場は準用河川東小川から日光川へ排水する施設で、旧戸田茶屋排水機場が供用開始後40年経過し、処理能力が低下しているため、新たに全体計画排水量17.5 m³/sを建設する。今回はその内15.6 m³/sを整備するものである。

今回の設備の特徴として、名古屋市としては初めて大ポンプの原動機に立型ガスタービンエンジンを採用し、機場の冷却水の無水化を図っている。大ポンプは、高比速度・高流速ポンプ採用により、従来口径より小さい口径のポンプとし、機場設置スペースの低減による建設コスト縮減を図っている。

（文責：大倉茂樹）

表1 ポンプ仕様

ポンプ名称	型 式	流 量	全揚程	出 力	台 数
大ポンプ	口径1 650 mm立軸斜流ポンプ	7.3 m ³ /s	4.9 m	500 kW	2
小ポンプ	口径700 mm水中モータポンプ	1.0 m ³ /s	4.9 m	75 kW	1

船橋市殿 中山ポンプ場向け雨水排水ポンプ 受注

このたび、船橋市殿中山ポンプ場向け雨水排水ポンプ設備3台(表1)を受注した。

本排水ポンプは船橋市本中山地区の雨天時排水を行うポンプで、今回排水量246 m³/minのポンプ3台に更新するものである。

今回のポンプの特徴として、内2台は先行待機形を採用し、都市形排水に対応するものである。また、船橋市では初めての鋼板製を採用、高比速度・高流速ポンプの採用により、既設ポンプより小口径のポンプとし、既設機場へ掛かる動荷重の低減を図っている。

(文責：島田裕介)

表1 ポンプ仕様

型式	台数	流量	全揚程	出力	備考
口径1 200 mm 立軸斜流ポンプ	2	246 m ³ /min	3.8 m	230 kW	先行待機形
口径1 200 mm 立軸斜流ポンプ	1	246 m ³ /min	3.8 m	230 kW	

特許と実用新案

「回転機械のオイルミスト飛散防止システム」

(特許第4714009号)

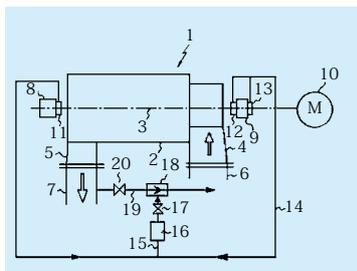


図1

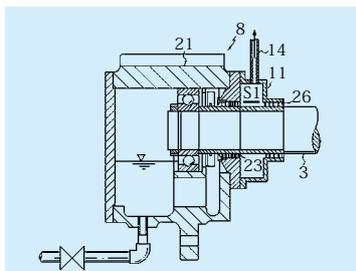


図2

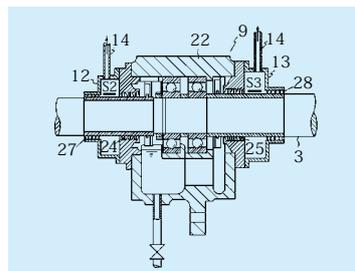


図3

送風機や圧縮機の軸受ユニットから発生するオイルミストにより、それらが設置されている建屋内の空気が汚染されたり、塵埃や湿気が多い環境下に設置された送風機や圧縮機などにあつては、軸受ケース内の潤滑油が塵埃や湿気で汚染されてベアリングの摩耗が促進されたりするなどの問題があつた。本発明はこれらの問題点を解決するためなされたものである。

図1ないし図3を参照して本発明について説明する。送風機1の本体ケーシング2を回転軸3が貫通し、回転軸3にはインペラ(図示せず)が取り付けられている。本体ケーシング2に設けられた吸込ノズル4と吐出しノズル5に吸込管6と吐出し管7が接続され、回転軸3の両端部は軸受ユニット8、9によって支承され、回転軸3の一端は電動モータ10に連結されている。反モータ側の軸受ユニット8のカバー11内に形成された空間部S1とモータ側の軸受ユニット9のカバー12、13内に形成された空間部S2、S3は吸引管14によって連通され、吸引管14から分岐された吸引管15によってオイルミストセパレータ16と圧力調整弁17を介してエゼクタ18に連通されている。エゼクタ18に発生する負圧に変動が生じてても圧力調整弁17により空間部S1、S2、S3の圧力を常時安定した圧力に保持できるため、吸引されるオイルミストや異物などを含んだ空気流量に変動がなくなり、安定したオイルミストや異物の吸引と除去ができる。エゼクタ18の上流側は通気管

19により圧力調整弁20を介して吐出し管7に連通され、圧力調整弁20によりエゼクタ18の負圧の大きさが適宜に調整される。

回転軸3が高速で回転すると、昇圧された空気が吐出し管7内を流れ、昇圧された空気の一部が通気管19から圧力調整弁20を介してエゼクタ18に流れ、エゼクタ18に負圧が発生する。そして、回転軸3の高速回転にともない軸受ユニット8、9の軸受ケース21、22内にオイルミストが発生するが、軸受ユニット8、9に形成された空間部S1、S2、S3が吸引管14、15およびオイルミストセパレータ16、圧力調整弁17を介してエゼクタ18に連通しているため、エゼクタ18の負圧により空間部S1、S2、S3内の圧力が負圧となり、軸受ケース21、22内に発生したオイルミストは、ラビリンス23、24、25を通過して空間部S1、S2、S3に吸引される。また、送風機1が塵埃や湿気が多い環境に設置されている場合にも、周囲の塵埃や湿気はラビリンス26、27、28を通過して空間部S1、S2、S3に吸引されるので、塵埃や湿気が軸受ケース21、22内に侵入することがなく、潤滑油が汚染されることがない。そして、空間部S1、S2、S3に吸引されたオイルミスト、塵埃、湿気などを含む空気は、吸引管14、15を通過してオイルミストセパレータ16に流入してこれらの異物などが除去され、清浄な空気のみが圧力調整弁17を介してエゼクタ18に流入し、通気管19から大気中に排出される。(文責：山田正嗣)

技術論文社外発表一覧 (2006年~2010年)

題目	氏名	発表先	年月
ファン・プロワの基礎と実務	奥田温一	メンテナンス 2006 (季刊・冬号) No.247	2006年1月
相反転方式水力発電機に関する基礎研究(第3報 相反転方式軸流ランナのソリディティ選定資料)	田中大輔、他1名	日本機械学会論文集(B編) 第72巻 第715号	2006年3月
流体一構造連成解析による案内羽根付き曲がり管の振動現象の検討	富松重行、浦西和夫、他2名	第55回ターボ機械協会 総会講演会	2006年5月
相反転方式ターボ機械	稲垣 晃、田中大輔、大場 慎、 他1名	ターボ機械 第34巻 第7号	2006年7月
実機によるサイホン形成流速の確認とその予測	池澤勝志、富松重行、浦西和夫	ターボ機械 第34巻 第8号	2006年8月
Performance of Gyro-Type Hydraulic Turbine Suitable for Shallow Stream	稲垣 晃、他1名	第23回 IAHRシンポジウム(横浜)	2006年10月
Development of a Reduction Gear-mounted Vertical Axial-flow Counter Rotating Pump	富松重行、吉野 眞、野村忠充	第23回 IAHRシンポジウム(横浜)	2006年10月
Experimental Study on Design Materials for Solidity of Counter Rotating Runners	田中大輔、他1名	第23回 IAHRシンポジウム(横浜)	2006年10月
曲がり円管内に取り付けられた案内羽根周りの流動状態	富松重行、米内山弥生、浦西和夫	日本機械学会論文集(B編) 第72巻 第722号	2006年10月
海水取水系廃棄物の再資源化と有効利用	島田 毅	㈱火力原子力発電技術協会 平成18年度火力原子力発電大会	2006年10月
送風機	新宅知也	配管技術協会誌 第47巻 第1号	2007年1月
ポンプ	鍵山尚久	配管技術協会誌 第47巻 第1号	2007年1月
New Type Hydroelectric Units to Coexist with Natural Ecosystem	稲垣 晃、田中大輔、他1名	Proceedings of FEDSM2007 5th Joint ASME/JSME JSME Fluids Engineering Conference	2007年7月
低圧力損失エアアシスト型逆止弁	鈴木 実	産業機械 No.682	2007年7月
流体機械設計開発へのCFXの適用事例	富松重行	2007 Japan ANSYS Conference	2007年11月
低圧力損失エアアシスト型逆止弁	鈴木 実	油空圧技術 578, Vol.146, No.13	2007年12月
流体一構造連成解析による案内羽根付き曲がり管の振動現象の検討	富松重行、浦西和夫、他2名	ターボ機械 第35巻 第12号	2007年12月
ポンプを含んだ配管系のウォーターハンマ	河辺 誠	配管技術協会誌 第48巻 第2号	2008年4月
Effects of Suction Flow Passage Shape on the Performance of a High Specific Speed Mixed Flow Pump	井戸章雄	The7th JSME-KSME Thermal and Fluids Engineering Conference	2008年10月
油圧駆動式水中排砂ロボットおよび水圧駆動式角溝清掃装置	寺田禎光、戸塚 勝	フルードパワーシステム 第39巻 第6号	2008年11月
ポンプ吸込水槽に発生する吸込渦がポンプ運転へ及ぼす影響	井戸章雄	ターボ機械 第37巻 第1号	2009年1月
ものづくりシミュレーションの現状とイノベーションソフトウェアへの期待	富松重行	イノベーション基盤シミュレーション ソフトウェアの研究開発プロジェクト 第1回統合ワークショップ	2009年3月
RANSによる斜流ポンプの解析精度の検討	富松重行	第61回ターボ機械協会 総会講演会	2009年5月
高風速ジェットファンの高効率化	大場 慎、稲垣 晃、江口 崇	第61回ターボ機械協会 総会講演会	2009年5月
流体・構造WG活動の状況と実証計算の取組み	富松重行	第1回「イノベーション基盤シミュレーションソフトウェアの研究開発」シンポジウム	2009年7月
ターボ機械関連機器設計開発のための最適化事例紹介	富松重行	2009-2010 VINAS NEWS	2009年9月
ポンプ周りに必要なスペース	中山直人	配管技術研究協会誌 第49巻 第4号	2009年10月
ターボ機械関連機器設計開発のための最適化事例紹介	富松重行	VINAS Users Conference2009	2009年10月
パネル討論「産業界における人材育成と産協協力が果たすべき役割」 ー産業界における解析品質を理解できる人材の育成ー	富松重行	第4回スーパーコンピューティング技術 産業応用シンポジウム	2009年11月
RANSによる斜流ポンプの解析精度の検討	富松重行	ターボ機械 第38巻 第2号	2010年2月
ジェットファンから発生する騒音のシミュレーション	富松重行、他3名	平成21年度先端研究施設共用促進事業 「地球シミュレータ産業戦略利用プログラ ム」利用成果報告書	2010年7月
精油所向けリアクターフィードポンプ	石橋正之	産業機械 No.719	2010年8月
ポンプ吸込水槽内に発生する水中渦のCFDによる予測と可視化	富松重行	可視化情報 Vol.30 Suppl. No.2	2010年10月

電業社機械 総目次

Vol.30 No.2 2006 ~ Vol.35 No.1 2011 (通巻 59号 ~ 68号)

1. 挨拶	1	8. 国際会議	3
2. 巻頭言	1	9. 海外出張記	3
3. 報文	1	10. 特許と実用新案	3
4. 解説	1	11. ニュース	3
5. 技術資料	1	12. 社外発表	4
6. 随筆	2	13. その他	4
7. 製品紹介	2		

題 目	執筆者名	Vol.No.	通巻No.	発行年月	頁
1. 挨拶					
社長就任のご挨拶	柳瀬宣浩	33-1	64	2009-06	3
創業100周年を迎え	柳瀬宣浩	35-1	67	2010-12	1
株式会社電業社機械製作所 創業100周年お祝いの言葉	佐々木剛夫	35-1	67	2010-12	5
2. 巻頭言					
生命体工学と流体機械	塚本 寛	30-2	59	2007-01	1
工学知の構造化と領域融合型イノベーション	松本洋一郎	31-1	60	2007-07	1
ジェットファンあれこれ	水野明哲	31-2	61	2007-12	1
トンネル火災シミュレータの開発	川端信義	32-1	62	2008-07	1
機械工学/情報工学と人材育成	田中和博	32-2	63	2008-02	1
翻弄されるエンジニアの想いと未来への貢献	宇野美津夫	33-1	64	2009-06	1
地域貢献と世界標準	服部修次	33-2	65	2009-12	1
期待	水沼 博	34-1	66	2010-06	1
電業社100年の技術変遷について	土屋忠博	34-2	67	2010-12	7
科学と自然	高橋浩爾	35-1	68	2011-01	1
3. 報文					
1) ポンプ					
高比速度斜流ポンプの吸込流路形状が性能に及ぼす影響	井戸章雄	32-2	63	2008-12	3
RANSによる斜流ポンプの解析精度	富松重行	33-1	64	2009-06	5
2) 送風機					
高比速度遠心ファンの開発	中山 淳 大場 慎	33-1	64	2009-06	12
3) その他					
相反転方式水力発電システムの開発	田中大輔	31-1	60	2007-07	3
海外向け水槽試験について	野村忠充 富松重行	32-1	62	2008-07	16
流体解析技術の現状と今後の展開	富松重行	32-2	61	2007-12	3
4. 解説					
コンピュータシミュレーションの新たな取り組み	富松重行	34-2	67	2010-12	31
公共用ポンプ設備、送風機設備の動向	山本俊明	34-2	67	2010-12	41
維持管理の時代に向けた新技術と商品	深田 博	34-2	67	2010-12	47
火力・原子力発電所向けポンプ、ファン、プロワの動向	木村辰美 塩崎 孝	34-2	67	2010-12	53
海外プラント向けポンプ、ファン、プロアの動向	工藤聖仁	34-2	67	2010-12	58
5. 技術資料					
1) ポンプ					
自吸式両吸込渦巻ポンプの標準化	小川俊幸 近藤友明 佐々木雅俊	30-2	59	2007-01	11
回転体引抜型立軸斜流ポンプの開発	井戸章雄 大場 慎 稲垣 晃	31-2	61	2007-12	9
ポンプ用オイルミストセパレータシステム (MSS- ω)	丸山直利 鈴木 実	31-2	61	2007-12	12
ケーシング水平二つ割横軸多段ポンプの開発	小山孝義 大場 慎	32-2	63	2008-12	8
ホキレス (自吸式両吸込渦巻ポンプ) のインバータ制御化	根岸道明 佐々木雅俊	33-2	65	2009-12	3
立軸ポンプ用減速機搭載型吐出しエルボのメンテナンス	福嶋 超	33-2	65	2009-12	6
立軸両吸込ポンプ水槽解析	富松重行 野村忠充	34-1	66	2010-06	3

題 目	執筆者名	Vol.No.	通巻No.	発行年月	頁
2) 送風機・ブロワ					
低圧力損失 新型逆弁「AA-チェッキ」の開発	鈴木 実	30-2	59	2007-01	3
高風速ジェットファンの開発	大場 慎	31-1	60	2007-07	9
オイルフリーの省エネ型ターボブロワ「ecoターボ」	奥田温一	33-1	64	2009-06	16
3) バルブ					
ACサーボモータ駆動方式のロート弁	谷川吉輝	30-2	59	2007-01	7
ロートバルブの保守・点検	金刺明彦	33-2	65	2009-12	9
6. 随筆					
オフショアプラットフォーム向けポンプの原点を想う	中川原滋 石橋正之	34-2	67	2010-12	63
7. 製品紹介					
1) ポンプ					
東北農政局浜口機場向け排水ポンプ 八郎潟を水害から守る	渡辺俊一 加藤信二 宗田憲郎 佐々木雅俊	30-2	59	2007-01	15
高効率立軸片吸込渦巻ポンプ	石橋政直	30-2	59	2007-01	18
ONGC SHPプラットフォーム向け原油圧送ポンプ	石井孝雄 仲谷憲哉	30-2	59	2007-01	23
海外LNGプラント向け気化器海水ポンプ	杉原 明	31-1	60	2007-07	16
オフショアプラットフォーム設備用ポンプ	勘甚新一	31-2	61	2007-12	14
マレーシア向け循環水ポンプ	飯田隆二 西森正雄	31-2	61	2007-12	17
近畿地方整備局馬路川排水機場向けポンプ設備	佐藤紀仁	31-2	61	2007-12	19
大阪市建設局「淀の大放水路」姫島立杭向けポンプ設備	浦 博幸	31-2	61	2007-12	23
オフショアプラットフォーム向けコンデンサートポンプ	小長井藍	31-2	61	2007-12	27
中部地方整備局四日町排水機場向け コスト縮減型ポンプ場 一歯車減速機搭載型立軸ポンプ<ラムダ21>	横山卓也 田口良孝	32-1	62	2008-07	9
愛知県 日光川放水水路西中野排水機場 排水ポンプ設備	広瀬不二男 長谷川浩久 高橋亨輔 野知 誠	32-1	62	2008-07	12
地熱発電所向け大容量ポンプ	岩淵 稔	32-1	62	2008-07	17
ペトロ・ラービグ社(サウジアラビア)向け横軸冷却塔冷却水ポンプ	森下日左男 加賀美 仁	32-1	62	2008-07	24
北九州市神嶽ポンプ場向け 雨水ポンプ設備	佐々木隆 坂井博文	32-1	62	2008-07	27
滋賀県稲枝東地区揚水機場向けホキレス	石倉武志 戌亥 武	32-2	63	2008-12	12
立軸両吸込渦巻ポンプ	小川俊幸	32-2	63	2008-12	15
LNGプラント向け気化器海水ポンプ	田中大輔	32-2	63	2008-12	26
青森県 相原第2排水機場向け排水ポンプ	石谷 涉 宗田憲郎	33-1	64	2009-06	19
兵庫県中播磨県民局宮排水機場向け 排水ポンプ設備	深澤正幸 佐々木隆	33-1	64	2009-06	21
磯子火力発電所新2号機向け循環水ポンプ	鍵山尚久 勝又英樹	33-1	64	2009-06	25
中国地方整備局 狐川排水機場向け排水ポンプ設備の整備・更新	石倉武志 高橋亨輔	33-1	64	2009-06	28
東京都 小名木川排水機場ポンプ整備工事	福嶋 超 平野貴豊 斎藤洋勝	33-1	64	2009-06	36
大型石油複合設備向け冷却水ポンプ	杉原 明	33-2	65	2009-12	18
宮城県新牛橋排水機場 冷却水系統および満水系統の簡素化-	佐々木隆 佐々木雄也	33-2	65	2009-12	25
インド/HMPL社向け原油圧送ポンプ	古澤友秀 浅川英明	34-1	66	2010-06	5
国内火力発電所向け海水淡水化設備用高圧ポンプおよび動力回収装置	中山直人 北原敏喜	34-1	66	2010-06	9
愛知県弥富ポンプ場向け汚水中継ポンプ設備	笹沼真裕 柚木孝洋 野知 誠	34-1	66	2010-06	12
地熱発電所向け温水ポンプ・熱水還元ポンプ	市川邦彦 石谷 涉	34-1	66	2010-06	19
株式会社扇島パワー向け循環水ポンプ	勝又英樹	34-1	66	2010-06	26
仙台火力発電所4号機向け循環水ポンプ	岩淵 稔	34-1	66	2010-06	28
インド/MEL社Bhatinda精油所向けリアクタフィールドポンプ	仲谷憲哉	35-1	68	2011-06	5
宇部市柴川ポンプ場向け雨水ポンプ設備	佐々木隆 大森英明	35-1	68	2011-06	8
船舶向け立軸両吸込渦巻ポンプ(二床式)	石橋政直	35-1	68	2011-06	12
上越火力発電所LNG設備向け海水ポンプ設備	田中大輔 高梨真吾	35-1	68	2011-06	14
大阪府前島ポンプ場向け低段雨水ポンプ設備	石倉武志 長谷川浩久	35-1	68	2011-06	22
城崎排水機場~大口径減速機搭載型立軸ポンプへの更新と吸込水槽の流れ解析~	柚木孝洋 大藪哲司	35-1	68	2011-06	26
2) 送風機・ブロワ					
TUPRAS Refinery in TURKEY向け硫黄回収用ブロワ	加賀美仁 斎藤仁哉	30-2	59	2007-01	27
大阪市交通局向け地下鉄今里筋線 停留場換気設備	下田敬一	30-2	59	2007-01	29
大阪府道路公社箕面グリーンロードトンネル向け動翼可変式軸流排風機	稲葉則昭	31-1	60	2007-07	20
横浜市環境創造局 栄第二水再生センター向けブロワ設備	坂本 浩	31-1	60	2007-07	23
既設ブロワのリニューアル	野村育生	31-2	61	2007-12	30
高圧遠心ファン	勝又一樹 中山 淳	32-1	62	2008-07	19
硫黄回収用大形ブロワ	野村育生	32-1	62	2008-07	21
東海北陸自動車道 飛騨トンネル白川換気所排風機	下田敬一 齊藤 誠	32-2	63	2008-12	18
J-POWER磯子火力発電所向けボイラ用送風機の点検整備	土肥敦郎	33-2	65	2009-12	23
石油精製設備用ブロワ	市川邦彦	34-1	66	2010-06	23
硫黄回収用大容量多段ブロワ	遠藤航治	35-1	68	2011-06	18

題 目	執筆者名	Vol.No.	通巻No.	発行年月	頁
3) バルブ					
ナム・トゥン2水力発電プロジェクト向けフィクストコーンバルブ	谷川吉輝	31-2	61	2007-12	33
中信平農業水利事業向け分水バルブ設備	安藤友順	32-2	63	2008-12	23
東京都水道局羽村導水ポンプ場 導水ポンプ吐出し弁改良工事ACサーボモータ駆動式ロート弁<サー坊®>	安藤友順 横山卓也	35-1	68	2011-06	30
4) その他					
交通量計を利用した換気制御	原口敏朗	30-2	59	2007-01	21
電業社の回転円板	巽 啓一	31-1	60	2007-07	14
ここで活躍しています -2006年 製品紹介-		31-1	60	2007-07	25
ここで活躍しています -2007年 製品紹介-		32-1	62	2008-07	30
サウジアラビア向け火力発電・海水淡水化施設用各種大型ポンプ	岩淵 稔 勝又一樹	33-1	64	2009-06	31
および送風機					
名古屋市上下水道局 柴田水処理センター ポンプ設備および送風機設備	齋藤仁哉 田代 崇 中川寛文	33-2	65	2009-12	15
ここで活躍しています -2008年 製品紹介-		33-2	65	2009-12	39
愛知県日光川放水路向け管理システム	高橋亨輔	34-1	66	2010-06	16
ここで活躍しています -2009年製品紹介-		34-1	66	2010-06	30
ここで活躍しています -2010年製品紹介-		35-1	68	2011-06	38
8. 国際会議					
第17回国際海洋極地工学会議参加報告	田中大輔	31-2	61	2007-12	40
9. 海外出張記					
海上プラットフォーム向け原油圧送ポンプの現地据付・試運転作業	石井孝雄	31-2	61	2007-12	36
中国視察訪問記	深澤正幸	32-1	62	2008-07	40
欧州3カ国の企業視察訪問記	金田克己	32-2	64	2008-12	28
海外視察(中東)報告	池田侑樹	32-2	64	2008-12	31
海外視察報告(U.S.A.)	江口 崇	33-2	65	2009-12	28
欧州3カ国企業視察訪問記	原 広志 長尾裕治	33-2	65	2009-12	31
第33回欧州企業視察団に参加して	大倉茂樹 青山匡志	35-1	68	2011-06	34
10. 特許と実用新案					
ジェットファン		30-2	59	2007-01	41
ジェットファンの支持構造		31-1	60	2007-07	41
立軸ポンプ		31-2	61	2007-12	49
立軸ポンプ		32-1	62	2008-07	45
変速装置付きエルボおよび立軸ポンプ		32-2	63	2008-12	43
ターボ型ポンプ		33-1	64	2009-6	49
ジェットファン		33-2	65	2009-12	43
自吸式ポンプ		34-1	66	2010-06	39
立軸ポンプ		34-2	67	2010-12	69
自吸式ポンプ		35-1	68	2011-06	47
11. ニュース					
東北電力(株)殿向け有機性廃棄物処理設備		30-2	59	2007-01	33
(株)クリーンジャパンセンター 3R推進功労者等表彰		30-2	59	2007-01	34
下水道展'06大阪		30-2	59	2007-01	35
Water Yokohama2006展示会に出展		30-2	59	2007-01	36
新技術プレゼンテーション2006		30-2	59	2007-01	37
宮城市上下水道局殿より感謝状		30-2	59	2007-01	39
近畿地方整備局殿より優良工事表彰を受ける		30-2	59	2007-01	40
-馬路川排水機場ポンプ設備増設工事-					
2007プレゼンテーション-DMWの海外展開に向けて-		31-1	60	2007-07	36
海外規格に基づくポンプ吸込水槽の模型試験		31-1	60	2007-07	38
ヒューストン事務所の近況		31-1	60	2007-07	39
2006年度日本機械学会奨励賞(技術)受賞		31-1	60	2007-07	40
サウジアラビア シュケイク 水・電力会社向けポンプ17台・送風機12台受注		31-2	61	2007-12	29
インド事務所便り:経済と成長の物語		31-2	61	2007-12	43
立軸斜流ポンプカタログ紹介		31-2	61	2007-12	45
大阪府前島ポンプ場低段ポンプ施設ポンプ設備工事受注		31-2	61	2007-12	48
サウジ・シェブロンフィリップス社向けポンプ17台受注		31-2	61	2007-12	50
東北農政局長賞 受賞!		32-1	62	2008-07	43
神奈川県企業庁水道電気局殿より優良工事表彰を受ける		32-1	62	2008-07	44
インドHMPL社向け原油圧送ポンプ6台受注		32-2	63	2008-12	35
ターボ機械協会 創立35周年記念 チャレンジ大賞受賞		32-2	63	2008-12	36

題 目	執筆者名	Vol.No.	通巻No.	発行年月	頁
関東地方整備局首都国道事務所殿より優良工事表彰を受ける ー矢切地区道路排水設備工事ー		32-2	63	2008-12	37
東京都下水道局 下水道工事安全管理者講習会 ー安全管理優秀現場表彰を受けるー		32-2	63	2008-12	38
新技術プレゼンテーション2008		32-2	63	2008-12	39
中国大連事務所開設		32-2	63	2008-12	42
海外で活躍する電業社のプロワ		33-1	64	2009-06	45
アムステルダムに欧州事務所開設		33-1	64	2009-06	46
高圧ポンプ、プロワ工場完成		33-1	64	2009-06	47
IMPETUS CONTRACT 調印		33-1	64	2009-06	48
インドHMEL社向け横軸バレル型遠心ポンプ2台受注		33-2	65	2009-12	36
近畿地方整備局八代排水機場ポンプ設備新設他工事 受注		33-2	65	2009-12	37
下水道展'09東京		33-2	65	2009-12	38
新技術プレゼンテーション2009		33-2	65	2009-12	39
製缶工場改良工事完成		33-2	65	2009-12	42
イタリア・アドリア海ベニス沖LNG海上ターミナル用ポンプ稼動 開始!		34-1	66	2010-06	37
トルクメンガス向け硫黄回収用多段プロワ6台受注		34-1	66	2010-06	37
Jubail Export Refinery Project向け硫黄回収用多段プロワ6台 およびアシッドガストリートメント用多段プロワ3台受注		34-1	66	2010-06	38
ONGC (インド) 向けB22 Field Development Projectコンデン セートポンプ2台コンデンセートブースターポンプ2台 受注		34-1	66	2010-06	38
新技術プレゼンテーション2010		34-2	67	2010-12	66
インド市場への新たな取り組み (戦略提携契約締結)		34-2	67	2010-12	70
ベトナムギソン発電所向け誘引通風機、循環水ポンプ計8台受注		35-1	68	2011-06	45
北海道電力株式会社殿京極発電所向け1号機給・排水ポンプ受注		35-1	68	2011-06	46
12. 社外発表					
技術論文社外発表一覧 (平成14年～平成17年)		30-2	59	2007-01	42
13. その他					
総目次 Vol.26 No.1(2002) ～Vol.30 No.1(2006) (通巻50号～通巻58号)		30-2	59	2007-01	43
電業社100年の歩み		34-2	67	2010-12	18
「グローバル市場変化への新たな挑戦」を聴講して	柳瀬宣浩 井戸章雄	35-1	68	2011-06	3



正 誤 表

本誌、第35巻第1号(2011)

製品紹介「船舶向け立軸両吸込渦巻ポンプ(二床式)」

12頁 表1 ポンプ仕様が間違っておりましたので、訂正させていただきます。

誤

電動機出力 90 kW

正

電動機出力 900 kW

編 集 後 記

◆この度の巻頭言は、徳島大学工学部教授の福富純一郎先生に「環境・エネルギー問題と流体機械技術」という題目で、ご執筆頂きました。

流体機械技術は水資源・エネルギーの確保および地球環境の保全という課題を解決するための必須の基盤技術であり、環境・エネルギー大国に向け、今こそ産学が連携を緊密にして更なる発展をスタートさせるときである、企業の研究者・技術者と大学の研究者の連携・結びつきを深く進めていくことによってわが国の産業としての競争力が強くなっていくと述べておられます。

また、流体機械要素は周辺技術を含んでより多岐に渡るようになっていくが、やはり高度化技術が重要であり、その開発のためには技術者のレベルアップが不可欠であると述べておられます。

当社も、流体機械・流体工学の知識を深く理解したうえで、コンピュータの結果をポンプ・送風機の開発に利用する技術をみがいていきたいと感

じました。

ご多忙な公務の合間をぬって、大変興味深いご寄稿を頂きありがとうございました。

◆インドの国営石油会社向けにバレル型多段ディフューザポンプを納入しました。この実機的设计に先立ち、小型化、高効率化を目的として、モデル機による性能開発を実施したので、その経緯を含めて、概要を紹介しました。お客様のニーズに応え、常に信頼性の高い製品を供給していく所存です。

◆公共用ポンプ設備について、土木・建築施設をそのままに利用して、設備のみを改造および更新する工事における適用技術とその適用例を紹介しました。今後、設備の長期保全計画の立案において、維持管理や省エネルギーの面で役立つ技術を提供していく所存です。

今後とも当社の製品をご愛顧のほど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** 〒330-0802 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
- 新潟営業所** 〒951-8052 新潟市下大川前通四之町2185番地
TEL 025 (227) 5052・FAX 025 (227) 5053
- 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
- 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
- 北海道営業所** 〒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
- 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
- 四国営業所** 〒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
- 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
- 九州支店** 〒812-0013 福岡市博多区博多駅東2丁目10番35号 (JT博多ビル)
TEL 092 (409) 3173・FAX 092 (409) 3183
- 事務所** 山口・インド (ムンバイ)・米国 (ヒューストン)
欧州 (アムステルダム)・中国 (大連)
- 出張所** 熊本
- 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

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
- 自動除塵機
- 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 木村辰美
委員 鯉沼博行 小澤文雄
工藤聖仁 山岸嗣宏
中川原滋 小山田嘉規
坂本 浩 上杉浩一郎
青山匡志
幹事 井戸章雄 飯田隆二
事務局 坂根久美子 田上愛香

電業社機械 第35巻第2号

- 発行日 平成23年12月19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。

