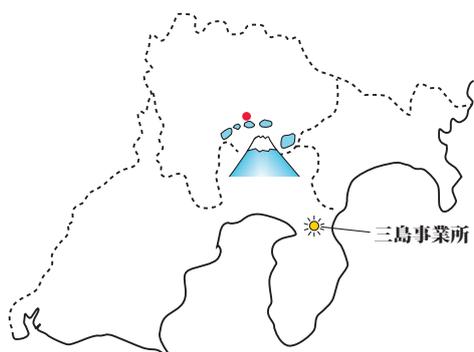


電業社機械

DENGYOSHA KIKAI

Vol.36 No.1 2012





表紙説明

山梨県西湖北岸より望む5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36巻 第1号 通巻第70号 2012

目 次

◆巻頭言

流体機械とともに夢を追う…………… 古川 雅 人 1

◆技術資料

新型多段ブロワ（AM-Turbo）の開発…………… 中山 淳 3

◆解説

ストックビジネスの取り組み（風力機械編）…………… 坂本 浩 7
遊馬 誠

ストックビジネスの取り組み（電力編）…………… 山田 徳 康 11
金田 宏 幸

◆製品紹介

ヨーロッパ向け循環水ポンプ…………… 森下 日左男 16

インド向けインラインブースタポンプ…………… 池田 侑 樹 18

近畿地方整備局 八代排水機場ポンプ設備…………… 佐藤 健 一 21
深澤 正 幸

ここで活躍しています -2011 製品紹介-…………… 26

ここで活躍しています -東日本大震災<応急復旧>-…………… 32

◆ニュース

千代田化工建設株式会社殿 ひびきLNG受入基地向けポンプ受注…………… 36

Nスタンプ認証取得…………… 37

サウジアラビア、SADARA（Saudi Aramco and The Dow Chemical Company JV）社向け
COOLING WATER PUMP 36台受注（包括契約締結）…………… 38

インドメンテナンスショップ竣工式…………… 39

サウジアラビア並びにドバイにおけるメンテナンスショップ ハイドロ社との提携…………… 40

下水処理場向け「新型多段ブロワ」受注…………… 41

神戸市建設局 新南駒栄ポンプ場雨水ポンプ機械設備工事受注…………… 42

◆特許と実用新案

…………… 43

DENGYOSHA TECHNICAL REVIEW

DENGYOSHA KIKAI

Vol.36 No.1 2012

CONTENTS

◆Foreword

Chasing Dreams with Fluid Machinery	1
M. Furukawa	

◆Technical Data

Development of New Type Multi-Stage Blower (AM-Turbo)	3
J. Nakayama	

◆Explanation

Action of the Stock Business for Fan and Blower	7
H. Sakamoto and M. Asoma	
Action of the Stock Business for Power Plant	11
N. Yamada and H. Kaneta	

◆Product Introduction

Circulating Water Pumps for Europe	16
H. Morishita	
In-line Booster Pump for INDIA	18
Y. Ikeda	
Yashiro Pumping Station for Kinki Regional Development Bureau.....	21
K. Sato and M. Fukasawa	

◆Activities	26
-------------------	----

◆Patent	43
---------------	----



流体機械とともに夢を追う

古川 雅人

九州大学 大学院 工学研究院 教授

人間は空気と水がなければ生存できない上に、現代の文明社会はエネルギー（電気、都市ガスなど）なしでは成り立たない。この文明社会を見渡すと、いかに多くの流体機械が活躍しているかに気付かされる。例えば、上・下水道および灌漑システムでは各種ポンプが、都市ガス供給システムではLNGポンプが、発電システムでは蒸気タービン、ガスタービン、水車、風車などが稼動しており、社会インフラにおけるライフラインを日夜支えている。近年では下水道システムにおける雨水排除用の大容量ポンプは都市の安全も支えている。また、家電製品においては、冷蔵庫や空調機などの冷凍サイクル用の圧縮機や膨張機、空調機の送風用ファンや熱交換機用冷却ファン、掃除機のターボブロワ、コンピュータなど情報機器の冷却ファンなどとして流体機械が組み込まれている。さらに、輸送分野においては、車両エンジンのターボチャージャーやラジエータ用冷却ファン、カーエアコン（HVAC）用のブロワ、航空機用のガスタービンエンジン、ロケットの主エンジン用液体水素ポンプおよび液体酸素ポンプなどが挙げられる。以上のとおり、現代の文明社会で利用されている流体機械は枚挙にいとまがない。特に、ライフラインを支える流体機械は文明社会の心臓であると言える。このような流体機械の歴史は古く、その起源は古代にまで遡る。例えば、風車は紀元前3600年ごろエジプトで灌漑に使われたという記録がある。重要な機械要素としてのねじがアルキタスにより紀元前400年ごろに発明されたことを考えると、流体機械は人類が発明した最も古い機械と言っても過言でない。翻って考えると、流体機械は成熟した分野であるだけに、その性能向上は容易でない上、解決せねばならない問題は厄介なものばかりが残っており、流体機械の開発において夢を描けるテーマが極めて少なくなっている。このような中で、筆者は近年になって、風レンズ風車という新しいタイプの風車とともに楽しい夢を追っている。この風レンズ風車の開発経緯について、以下で簡単に紹介させていただくことにする。

風レンズ風車は、各種テレビ番組で最近報道されることが多く、ご存知の方も多いかと思う。この風レンズ風車では、**図1**のとおり、「ディフューザ」と「つば」を組み合わせた「風レンズ」（集風体）を翼車に装着することによって、翼車まわりに風を局所的に集中させる。風車による発電量は近寄り風速の3乗に比例することから、局所的に風を集中させることができれば、発電量が飛躍的に増加し、年間平均風速が低い日本の風況に適した風力発電方式の構築が可能となる。大型の風レンズを装着することで約5倍の、**図1**のようなコンパクト型の風レンズでも約2～3倍の風車出力向上を実現することができ、風レンズ風車は、平均風速が低い上に風速と風向の変動が大きい日本の低質な風況に適した風車として注目されており、次のような特徴を有する。

- 風レンズの集風効果による高出力・高起動特性⇒低風速でも起動・発電が可能
- 風レンズのつばによる高い風向追従性（高い風見鶏効果）⇒翼車を風上に向ける制御が不要
- 風レンズによる翼端渦の抑制⇒翼車からの空力騒音の低下
- 風レンズ（静止構造体）への避雷針の設置⇒落雷対策が容易

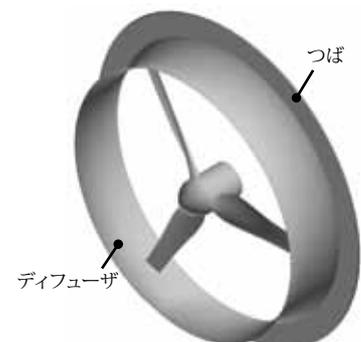


図1 風レンズ風車

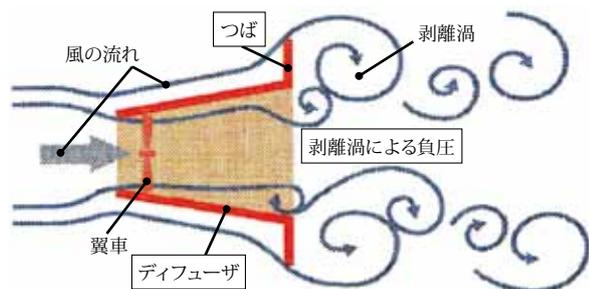


図2 風レンズ風車の集風原理



図3 大型風レンズ風車を利用した浮体式洋上風力発電システム

・風レンズの装着による視認性の向上⇒バードストライキングの低下

風レンズ風車では、図2に示すとおり、風レンズのつば外周で流れが剥離し、その後方に剥離渦が形成される結果、つば後方の圧力が風車前方の大気圧よりも低下し、この圧力差で風車周囲の流れがディフューザ内に引き込まれることによって、集風効果が得られる。この風レンズ風車は九州大学の風レンズ研究会において開発された新型風車である。風レンズ研究会とは、風力エネルギーの有効利用に関する学際研究グループとして13年ほど前に九州大学において発足したもので、当初は3部局にまたがる研究者で構成され、そのメンバーの研究分野は風工学、航空宇宙工学、機械工学、土木工学、大気海洋工学など多岐にわたったが、風車の専門家は含まれていなかった。このような風レンズ研究会において、前述の「風レンズ」(集風体)がまず開発された。一般に、流れを集めて加速する際には、誰しもノズルを用いると思うが、風レンズ研究会でも当初は同じ発想から出発した。しかしながら、外部流れ場に設置された中空構造体内を通過する流れを加速させる場合には、ノズルよりも「ディフューザ」を用いた方が効果的であり、ディフューザタイプの構造体の入口近傍で流速が外部の一樣流速よりも速くなり集風効果が得られること、さらにディフューザ出口に「つば」(図1に示した風に正対するリング状の板)を取り付けることによって短いディフューザでより高い集風効果を実現できることが風レンズ研究会で明らかになった。風レンズ研究会では、ディフューザとつばを組み合わせた集風体を「つば付きディフューザ」と呼んでいたが、この「つば付きディフューザ」は、風を風車まわりに集めることから、「風レンズ」と命名された。物体まわりの流れを考える場合、主流に対して抵抗となるような障害物は設置しないのが流体力学的な常識であるが、風レンズ(つば付きディフューザ)の「つば」はまさに逆転の発想であった。つばを主流に正対させて強い剥離渦を発生させることによって高い集風効果を生み出したのである。風レンズの「つば」は「眉つば」ではなかった。風レンズ研究会のメンバーに風車の専門家がいなかったことで、風車分野の常識にとらわれない斬新なアイデアが出てきたと言っても過言ではない。

風レンズ風車の開発は、風工学がご専門である九州大学応用力学研究所の大屋裕二教授を中心にして進められており、その中で筆者はターボ機械の専門家として翼車の空力設計を担当している。風レンズ風車は小型機から中型機までが実用化されており、100kW級の中型機(翼車外径12.8m)が九州大学の新キャンパス(伊都キャンパス)に2基設置されている。現在は、図3に示すような大型風レンズ風車と浮体構造とを組み合わせた浮体式洋上風力発電システムの実現を目指して、関係者は大きな夢を描いている。このシステムには太陽光パネルも設置され、浮体式複合エネルギーファームとしての実用化が計画されており、この構想に基づく小型エネルギーファームの実証試験が2011年12月から博多湾で始まっている。また現在、筆者を中心にして、風レンズ風車翼の三次元空力設計法を新たに創出するとともに、集風効果を向上させるための工夫をさらに加えることにより、ベッツ限界(風車の理論効率の限界)を超える革新的な風レンズ風車を開発する夢が実現されつつあることに胸を躍らせている。

流体機械は成熟した機械であり、新規性や斬新性を求めることが容易でない分野であるが、工夫しただいでは、風レンズ風車のように夢の描けるアイデアがまだまだ出てきそうである。これからも、流体機械とともに楽しい夢を追いつけていくことができれば幸いである。

新型多段ブロワ (AM-Turbo) の開発

中山 淳

Development of New Type Multi-Stage Blower (AM-Turbo)

By Jun Nakayama

DWM multi-stage blowers have been obtaining high evaluation based on our reliable experiences in overseas market especially for gas & oil plants.

However, recent market situation has become more severe for overseas competition due to strong yen rate.

To break through this commercial disadvantage, we have developed the new type multi-stage blower.

1. はじめに

DMW製多段ブロワは、GAS & OILプラントをはじめとする海外市場において、実績に基づく信頼性が高く評価されている。しかしながら、最近の引合いにおいては、急激な円高の影響から海外メーカーとの価格競争が激しくなっており、受注環境は厳しさを増している。この状況を打破すべく、新型多段ブロワを開発した。以下にその概要について報告する。

2. 新型多段ブロワ

表1に新型多段ブロワの開発仕様を示す。

表1 新型多段ブロワ開発仕様
Table 1 Specification of new type multi-stage blower

形 式	片吸込多段ターボブロワ
吸込／吐出し口径	600/500 mm
風 量	550 m ³ /min
圧 力	100 kPa
回 転 速 度	3 600 min ⁻¹
取 扱 気 体	空気

新型多段ブロワは、GAS&OILプラント向け硫黄回収装置 (SRU) 用エアブロワや水処理プラント向けばっきブロワなどの納入実績より、開発仕様およびターゲットとするブロワ適用範囲を決定した。図1に新型多段ブロワの適用範囲を示す。

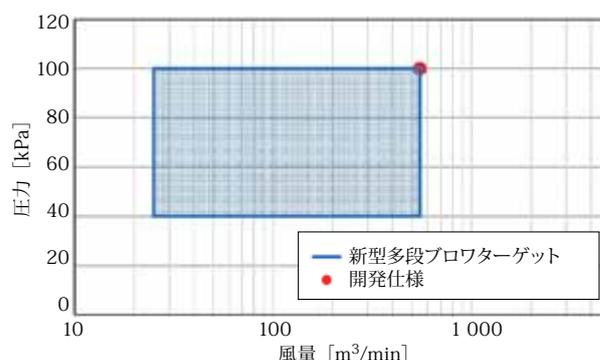


図1 新型多段ブロワの製作範囲

Fig.1 Range of new type multi-stage blower

開発したブロワは、「ブロワの軽量・コンパクト化と信頼性・メンテナンス性を両立したブロワユニットを顧客に提案する」をコンセプトに、質量軽減、メンテナンス性の向上、コスト低減および設置面積の低減を実現した。

3. 新型多段ブロワの構造

図2に開発した新型多段ブロワの外観を示す。新型多段ブロワに採用した要素の詳細を以下に示す。

3-1 軽量ロータ

インペラを軽量化するため、材質の見直しを実施し、アルミ合金を採用した。材質見直しに伴い、インペラの製作方法を、軽量インペラに適したものに改善した。

また、FEM解析にて、最適形状検討および強度確保を実施した。図3にFEM解析の一例を示す。



図2 新型多段ブロワ外観

Fig.2 Outline of new type multi-stage blower

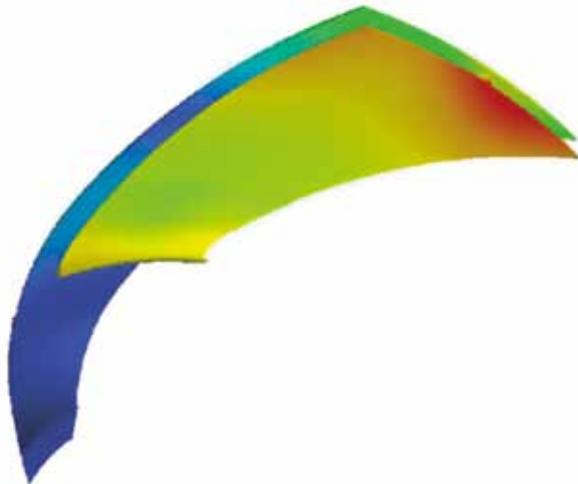


図3 FEM解析の一例

Fig.3 Example of FEM analysis

インペラにアルミ合金を採用したことにより、ロータの軽量化を実現した。インペラ軽量化に伴い、シャフトおよび軸受のダウンサイジングも実現することができた。

3-2 空冷式ころがり軸受ユニット

従来多段ブロワではすべり軸受を採用していたが、新型多段ブロワはころがり軸受を採用した。ころがり軸受を採用したことにより、強制給油装置を付属する必要がなくなった。また、冷却には強制空冷方式を採用し、ユーティリティ（冷却水）をなくした。

3-3 ケーシング

新型ブロワのケーシングには、鋳鉄製水平二ツ割構造を採用し、メンテナンスが容易にできる構造とした。また、共通ベースをはじめとする付属機器を簡略化するた

め、フートサポート方式および軸受フランジ支持方式を採用している。

4. 新型多段ブロワの効果

4-1 補機最少化

ユーティリティの削減および強制給油装置を不要としたことにより、ブロワに付属する補機の最少化を実現した。図4に多段ブロワの標準機器配置を示す。

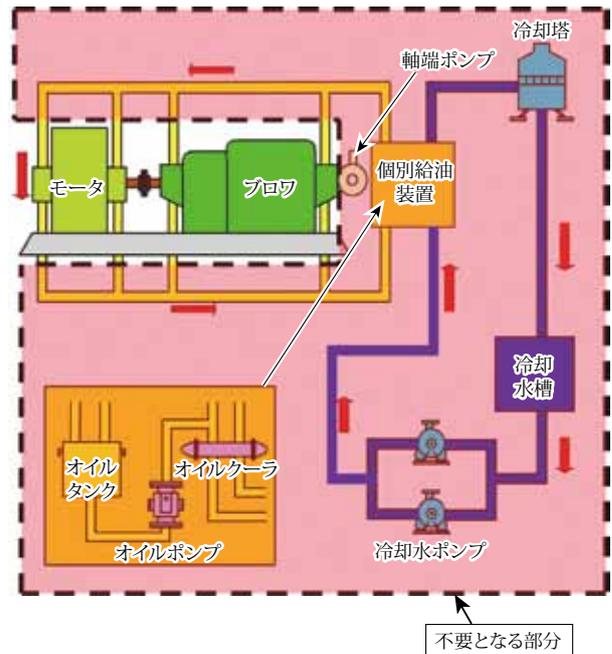


図4 多段ブロワの標準機器配置

Fig.4 Standard equipment arrangement of multi-stage blower

新型多段ブロワでは、図4に示す様に、通常プラントに必要な冷却塔、冷却水槽および冷却水ポンプを含め、大幅に補機を最少化できる。また、強制給油装置を不要としたことで、潤滑油配管も不要となり、潤滑油の使用量を最小限とすることができ、環境面に対しても有効である。

4-2 設置面積の削減

補機最少化に伴い、強制給油装置および小配管が不要となり、ブロワユニットの大幅なコンパクト化を実現している。また、新型多段ブロワは従来ブロワと比較して、大幅に設置面積を削減した。ブロワユニットのコンパクト化による設置面積低減および軽量ロータ採用による質量低減により、建設コストの低減も期待できる。図5に新型多段ブロワと従来ブロワの設置面積比較を示す。設置面積を削減したことにより、据付スペースに制限がある場合にも、新型多段ブロワを採用できる可能性が広が

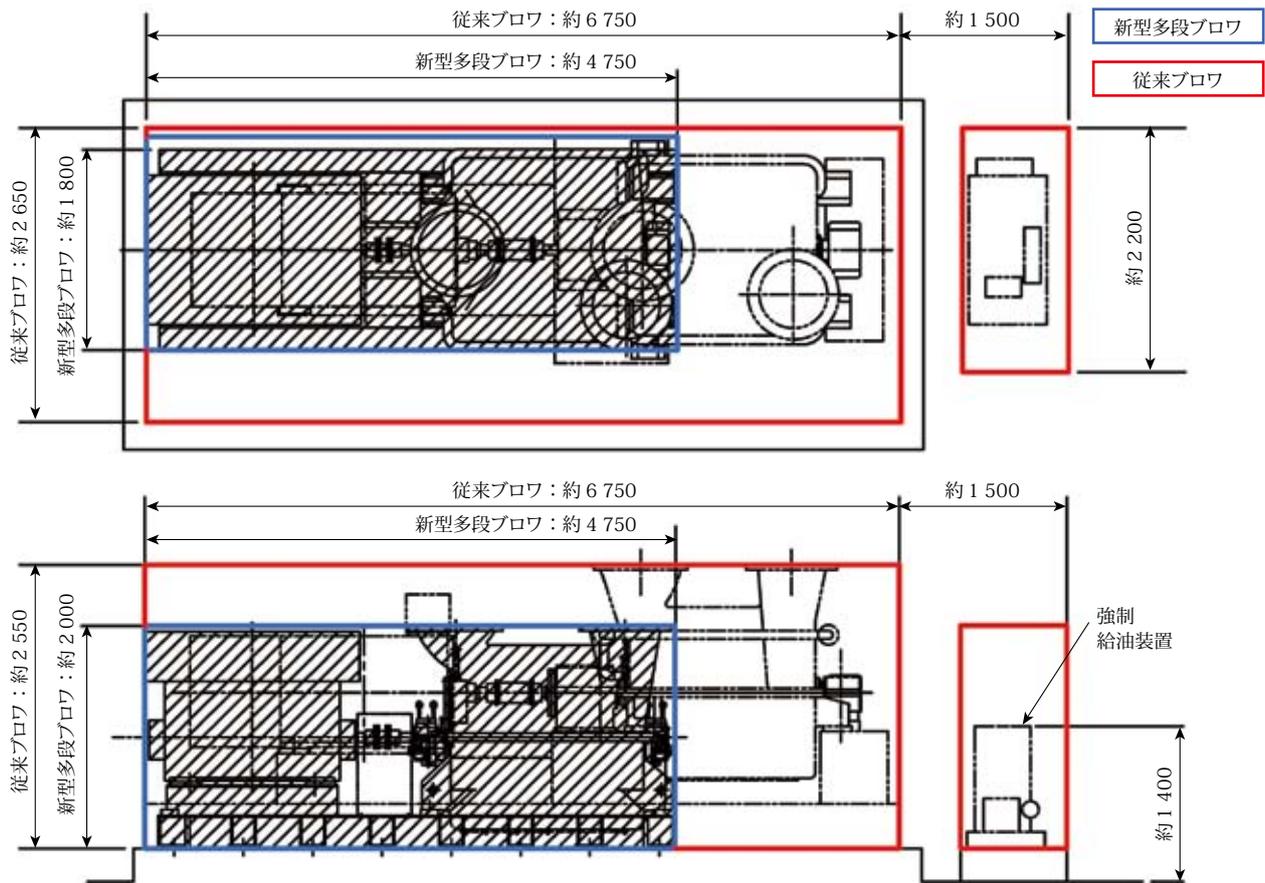


図5 設置面積の比較

Fig.5 Comparison of installation space

り、また、据付荷重に制限が有る場合にも有効である。

4-3 メンテナンス性

水平二ツ割構造のケーシングを採用しているため、ロータへのアクセスが容易にでき、オーバーホールが容易に行える構造となっている。また、メンテナンスの大部分を占める強制給油装置を不要としたことにより、大幅なメンテナンスコストの低減が期待できる。

4-4 ロータの軽量化

ロータを軽量化したことにより、ブロワのGD²を大幅に下げることができた。GD²の低減は、電動機自体の小型化に有効である。図6に今回開発した軽量ロータを示す。



図6 軽量ロータ

Fig.6 Lightweight rotor

5. おわりに

今回、新型多段ブロワの開発は、プロトタイプを製作、様々な要素試験を実施し、製品化を行った。これにより、実績に基づく信頼性に加え、「補機最少化」「コンパクト化」「高いメンテナンス性」を実現した、先進の多段ブロワを開発することができた(表2)。プラント中

でも重要度の高い多段ブロワでは、ブロワ本体のみならず、補機類や計装品も同様に重要であり、それらの設定や保守管理にはまだまだ課題が多い。新型多段ブロワでは、その補機や計装品を最少化したことにより、ブロワユニットの信頼性の向上だけでなく、メンテナンス性の

表2 AM-Turbo（アドバンスド マルチターボ）
Table 2 AM-Turbo (Advanced multi turbo)

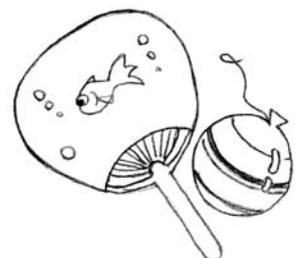
補機最少化	<ul style="list-style-type: none"> • 強制空冷軸受により、ブロワに付属する補機の最少化 • 潤滑油の使用量が大幅に低減され、環境面にも有効
コンパクト化	<ul style="list-style-type: none"> • ブロワユニットの大幅なコンパクト化で、設置面積および質量低減
高いメンテナンス性	<ul style="list-style-type: none"> • 強制給油装置不要による大幅なメンテナンスコストの削減 • オーバホールが容易にできるシンプル構造の採用

向上も図ることができた。

本ブロワはAM-Turbo（アドバンスド マルチターボ）と命名し、競争力のあるブロワとしてより一層の信頼向上に努め、顧客の満足が得られる製品を提供できる様、努力していきたい。

<筆者紹介>

中山 淳：1997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グループ主任



ストックビジネスの取り組み (風力機械編)

坂本 浩 遊馬 誠

Action of the Stock Business for Fan and Blower

By Hiroshi Sakamoto and Makoto Asoma

The construction of social infrastructure had rushed in the period of high economic growth. Our company had supplied blowers and ventilation equipments for a tunnel in that period. Currently, constructed equipments in those days became timing of replacement or life lengthening. This paper is explained about this problem.

1. はじめに

社会基盤である上下水道や自動車道路は、高度経済成長期に建設ラッシュを迎え、その中で当社は下水道用ばっ気ブロワ設備およびトンネル用換気設備を納入してきた。現在はその当時に建設された設備の更新の時期にきており、その要請に応えるべく当社の対応について解説する。

2. ばっ気ブロワ設備

ばっ気ブロワの納入台数は、当社が製造を開始した1958年から2011年まですべて合わせると約500台となる(図1)。そのうち、更新推奨年数の20年を経過しているものは約250台となり、これらがストックビジネスの対象となる。

ストックビジネスとしては、同一仕様の製品の更新から省エネルギーや機能増強を伴うリファイン化がある(リファイン化とは、当社において新技術・新商品さらにITを駆使した設備の高度化を表す)。

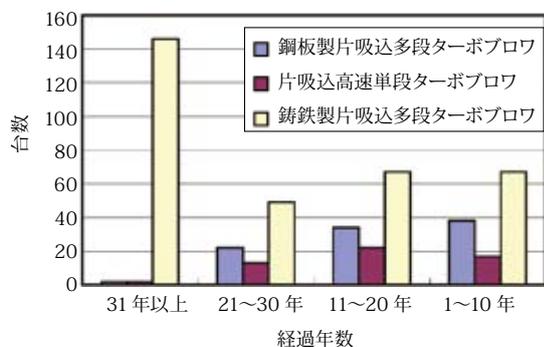


図1 ばっ気ブロワの納入台数
Fig.1 Sales quantity of the blower

2-1 リファイン化技術

当社が保有するリファイン化技術は、

- ① 回転体の軽量化
- ② 空冷式オイルクーラ化
- ③ エア・アシスト型 省エネ逆止弁 (AAチェッキ) への更新
- ④ 高引火点オイルの採用
- ⑤ フォームフレックスカップリングへの更新
- ⑥ ミストセパレータシステム (MSS- α) の採用

がある。20年以前にはなかったこれらの技術をストックビジネスとして、単独あるいは組み合わせて推奨している。

2-2 回転体の軽量化

当社では回転体(羽根車および主軸)の構造改善により、大幅な質量低減に成功した(図2)。これにより軸受への強制給油が不要となり、以下の補機を簡素化することができた(図3)。



図2 羽根車外観
Fig.2 Impeller appearance

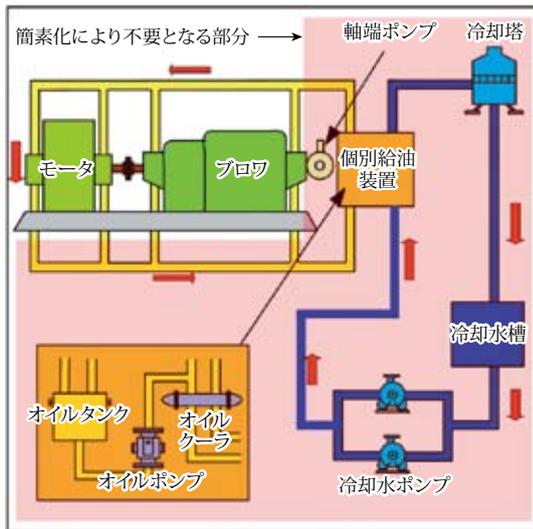


図3 フローシート
Fig.3 Flow sheet

- ・ 潤滑油系統補機
 オイルポンプ、オイルタンク、ヘッドタンク、
 オイルクーラ
- ・ 冷却水系統補機
 冷却水ポンプ、 冷却塔、冷却水槽

2-3 空冷式オイルクーラ

従来の潤滑油冷却方式は、水冷式なので、配管腐食やスケールなどによる閉塞が維持管理上問題となっている。また冷却水を循環させるためのポンプや配管が必要であり、システムが複雑である。そこで当社は空冷式オイルクーラを利用した潤滑油冷却システムを考案した(図4)。これにより、冷却水および冷却水設備が不要となり、水に起因する問題が解消され、さらには冷却に必要な機器が減ることで動力低減によるCO₂の削減が可能である。



図4 空冷式オイルクーラ外観
Fig.4 Air-cooled oil cooler appearance

2-4 エア・アシスト型省エネ逆止弁

従来の逆止弁は、弁体の自重と吐出し圧力のバランスにより開動作するもので、必ずしも全開となっていなかったため、圧力損失の要因となっていた。そこで当社は外部動力を必要とせずブロウ吐出し圧力を利用してアシスト用シリンダを動作させ、逆止弁の弁体を全開にするエア・アシスト型省エネ逆止弁を開発した(図5)。これにより、圧力損失を低減することが可能になった。

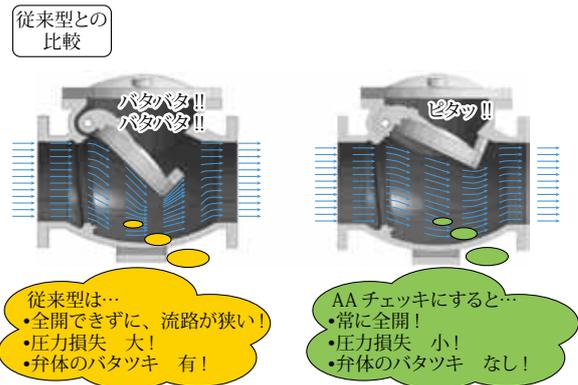


図5 従来型逆止弁との比較
Fig.5 Comparison of the check valve

2-5 高引火点オイル

従来ブロウに使用している潤滑油は、約1年おきに交換することや指定数量を越えると消防法の適用により危険物取扱管理者の配置が必要になる。そこで当社は、潤滑油寿命が従来の約5倍長く、かつ消防法などで有利な潤滑油の使用方法を東京都下水道サービス株式会社殿と共同開発した。これにより、維持管理を容易にすることが可能になった。

2-6 フォームフレックスカップリング

20年以上前に納めたブロウは、ギアカップリングを使用している。ギアカップリングは、歯面の潤滑のためにグリスが必要であり、定期的な補充作業を必要とした。これに対しフォームフレックスカップリングは、板バネにより伝達するため、グリスを必要とせず定期的なグリス補充作業が不要となる(図6)。これにより、維持管理を容易にすることが可能になった。

2-7 ミストセパレータシステム (MSS-α)

高速回転により軸受箱内に発生する潤滑油の微細な飛沫(オイルミスト)は、軸受箱の軸貫通部のすき間をとおる外部に拡散し、ブロウ、電動機や床などを汚損することがある。そこで当社は外部動力を必要とせず吐出し



図6 フォームフレックスカップリング
Fig.6 Form-flex coupling

圧力を利用して、オイルミストを回収するミストセパレータシステムを開発した (図7)。これにより、オイルミスト発生を抑制し、ブロワ、電動機などの汚損を防止し、機場内環境を良好に保つことが可能になった。

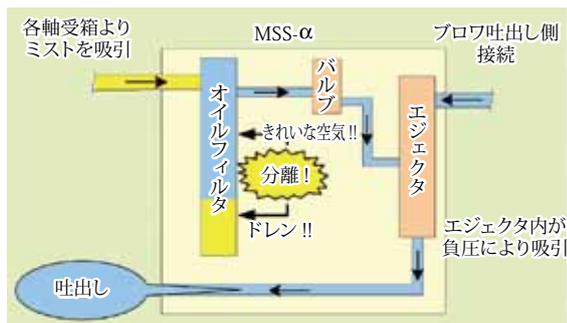


図7 ミストセパレータシステム
Fig.7 Mist separator system

3. トンネル換気設備

トンネル換気設備 (ジェットファン、軸流ファン) の納入台数は、当社が製造を開始した1968年から2011年

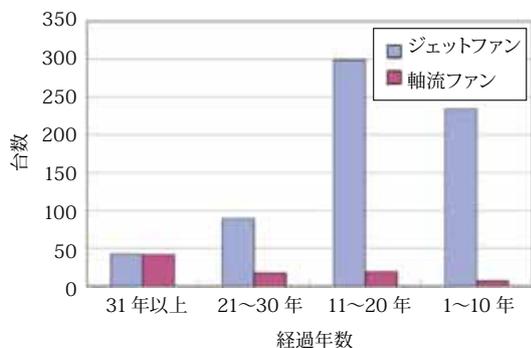


図8 トンネル換気設備の納入台数
Fig.8 Sales quantity of the tunnel ventilation equipment

まですべて合わせると約750台となる (図8)。そのうち、更新推奨年数の20年経過しているものは約200台となり、これらがストックビジネスの対象となる。

ストックビジネスとしては、性能向上した製品への更新から省エネルギーや機能増強を伴うリファイン化がある。

3-1 リファイン化技術

当社が保有するリファイン化技術は、

- ① 換気制御盤の高機能化
- ② ジェットファン異常検知システム
- ③ 軸受用グリス給油の自動化

がある。

3-2 換気制御盤の高機能化

ジェットファンと共に納入する換気制御盤は、コンピュータ技術を利用している。コンピュータ技術は日進月歩であり、納入時と現在では利用可能な製品が異なり、保守ができない状況にある。更新に際しては、現在の技術を盛り込みコンピュータから生産ラインなどに使用されるプログラマブルコントローラに頭脳を移行し、より長い期間使用できるものとしている。近年は処理速度が向上したプログラマブルコントローラへの取替需要がある。

また、自動車のエンジン性能の向上により、通常換気としての用途より火災時の排煙用換気としての用途が増えており、排煙専用制御盤への移行も増えつつある。

3-3 ジェットファン異常検知システム

従来、ジェットファンは、月点検、年点検といった時間基準の維持管理を行っている。時間基準の場合、製品状況を考慮することがないため、過剰管理となることがある。そこで状態基準の維持管理へ移行するため、当社はジェットファン吊金具の荷重変化を利用した異常検知システムを開発した (図9、図10)。これにより、月点検の廃止、年点検の隔年実施化を可能とし、維持管理を容易にすることが可能である。



図9 ジェットファン異常検知システム (センサ部)
Fig.9 Jet-fan monitoring system for damage detection (sensor)

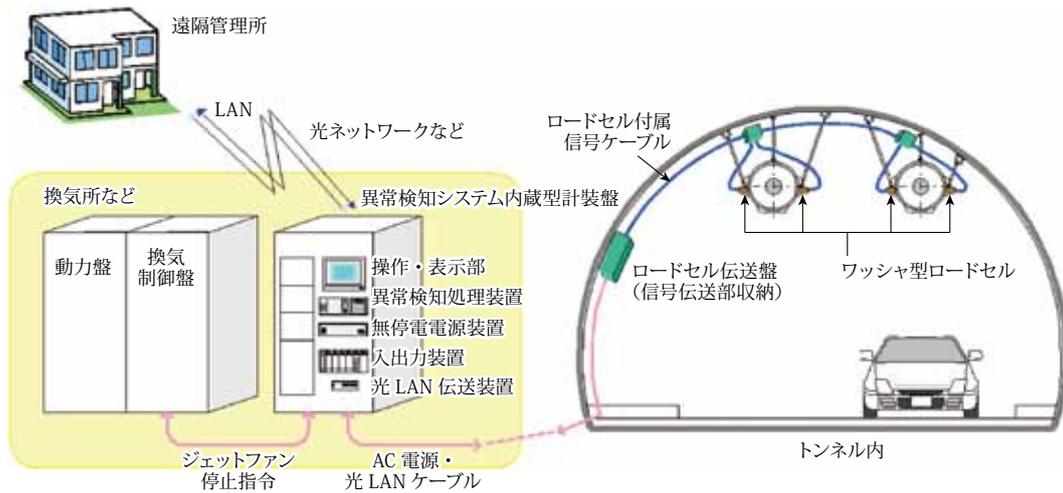


図10 ジェットファン異常検知システム（構成例）

Fig.10 Jet-fan monitoring system for damage detection (example)

3-4 軸受用グリス給油の自動化

従来、軸流ファンと電動機の軸受の給油は、管理者において手作業で実施されており、給油が正常に行われたかを外部から確認することが難しい。そこで当社は自動給油装置を利用することで、適量を適切な間隔で給油できるシステムを考案した（図11）。

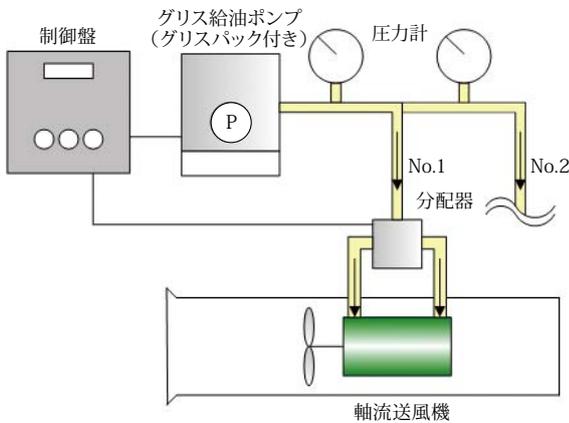


図11 グリス自動給油装置

Fig.11 Automatic grease pump

4. リファイン化採用例

① 南多摩水再生センター（2010年度施工）

450×400 mm片吸込多段ターボブロワ×1台

250 m³/min×60.76 kPa×350 kW×3 000 min⁻¹

エア・アシスト型省エネ逆止弁、ミストセパレーターシステム、空冷式オイルクーラおよび高引火点オイルを採用。

② 市岡下水処理場（2010年度施工）

500×450 mm片吸込多段ターボブロワ×1台

320 m³/min×73.5 kPa×550 kW×3 600 min⁻¹

ギアカップリングからフォームフレックスカップリングへの取替。

③ 吉峰トンネル（2008年度施工）

1 250 mmジェットファン（高風速型）×4台

43 m³/s×35 m/s×50 kW×1 200 min⁻¹

ジェットファン異常検知システムを採用。

④ 鳥居トンネル（2003年度施工）

2 500 mm電動機内装横軸固定翼形軸流ファン×2台

70 m³/min×735 Pa×75/35 kW×600/450 min⁻¹

2 500 mm電動機内装横軸固定翼形軸流ファン×2台

85 m³/min×833 Pa×130/45 kW×720/514 min⁻¹

軸受用グリス自動給油装置を採用。

5. おわりに

当社では、前述した技術提案によりコストを最小に抑えつつ、機能維持・強化を実現している。さらに環境対策としてのCO₂削減、省エネルギーにも大きく貢献するため、積極的に提案活動に取り組んでいく所存である。

<筆者紹介>

坂本 浩：1979年入社。送風機のエンジニアリングに従事。現在、社会システム技術部技術1グループ グループマネージャー。

遊馬 誠：1998年入社。運転支援システム装置の設計を経て、送風機のエンジニアリングに従事。現在、社会システム技術部技術1グループ 主任。

ストックビジネスの取り組み (電力編)

山田 徳康 金田 宏幸

Action of the Stock Business for Power Plant

By Noriyasu Yamada and Hiroyuki Kaneta

Our company has supplied 250 or more sets of circulating water pumps (CWP) to power plants in Japan. The first adjustable-blade CWP was supplied in 1980. The maintenance of the adjustable-blade CWP will become important to maintain the function and reliability for many years. This paper is explained about this problem.

1. はじめに

ストックビジネスとは、一般的に既存の資産などを生かし収益を上げることを指す。対比される言葉としてフロービジネスがあり、こちらは新規に物品などを販売し収益を上げることを指す。当社に置き換えれば、取り扱っている製品の部品供給などのアフターサービスをいう。

本稿では、主に国内電力向けとなる大型の海水ポンプのストックビジネスの取り組みについて紹介する。

2. 循環水ポンプ

循環水ポンプとは、復水器に冷却水を供給するポンプで、国内では大半が冷却水として海水を使用している。プラントの運用に則したポンプとして斜流形の特性が合うことから、ポンプ形式は立軸斜流となる場合が多い。

当社は火力発電所などにおいて循環水ポンプを多数納入している。その中でもプラントの負荷変動に対応し、ポンプ運転中においてもインペラの羽根角度を可変し最適な冷却水量を確保できる可動翼ポンプについての取り組みを紹介する。

3. 可動翼ポンプの構造と特徴

3-1 主要構造

図1に可動翼循環水ポンプの構造を示す。

本ポンプは電動機直結式の立軸斜流ポンプであり、その羽根の取付角度を電動または手動にて容易に変えることができる翼可変機構を備えている。

(1) インペラ

インペラはインペラブレード、インペラハブ、インペラキャップから構成されており、それらの材質をステンレス鋼(SCS14)とし、インペラハブ内部には翼開度操作リンク機構を備えている。

インペラブレードはいかなる翼角度においてもインペラライナとの間に一定の間隙を保持できるように、インペラブレードチップ側外周面は球面加工が施されている。

(2) 主軸

ポンプ主軸は耐食性のあるステンレス鋼(SUS316)製とし、上部軸、下部軸の2本継ぎになっている。

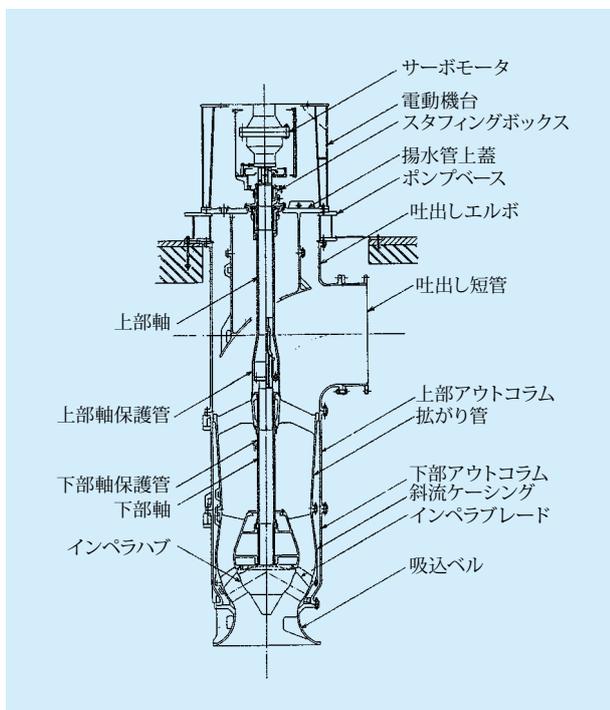


図1 ポンプ構造

Fig.1 Pump sectional view

また、軸は中空で、その内部には翼開度調整用の操作ロッドが組み込まれていて、油圧サーボシリンダにより駆動されている。

(3) ケーシング

ケーシングは2%Ni鋳鉄製とし、インペラより押出された水は、ディフューザケーシング内の案内羽根により

流れ方向を軸方向に整え、吐出しエルボを経て水平方向に吐出される。

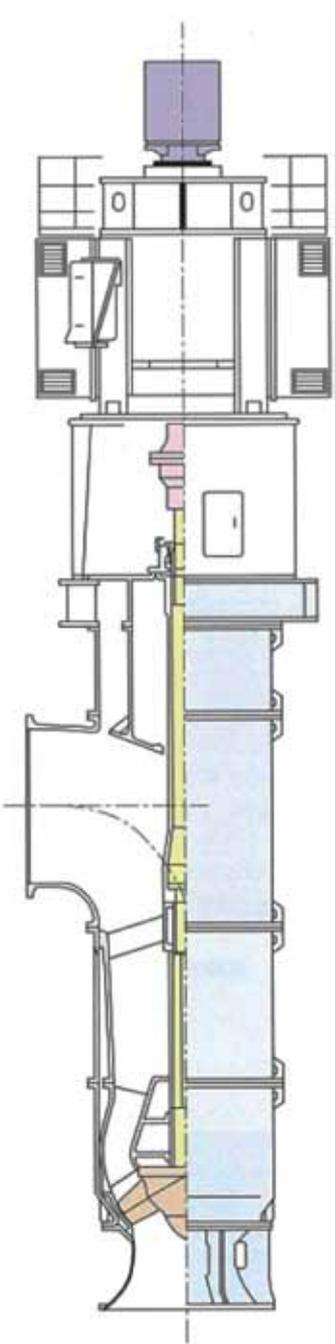
(4) その他

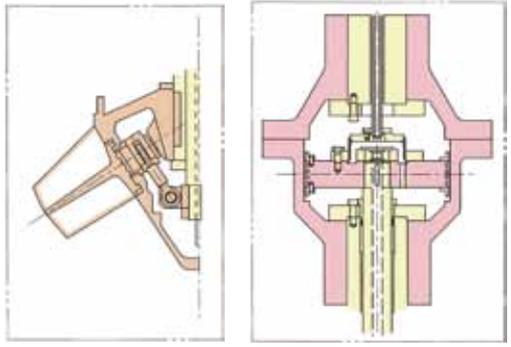
ポンプ主軸の軸受は合成ゴム軸受を使用し、起動、停止時を除いて自給水潤滑方式である。設置条件などにより異なるが、最近ではPTFE・ゴム軸受を採用し初期無注

表1 点検・整備メニュー
Table 1 Menu of works of inspection and maintenance

区分	主要部品名	点検・整備メニュー		
		簡易点検 (2年毎点検・整備)	本格点検(現地) (4年毎点検・整備)	本格点検(工場) (8年毎点検・整備)
オイルヘッド	配圧弁 メタル 導油管(内側・外側) メカニカルシール 計器類 開度発信器 コントロールモータ	■目視検査 ・外観目視 (オイルヘッドからの油漏れ)	■目視検査 ・摺動部の損傷、摩耗 ■油垢清掃 ■導通検査 ■絶縁測定	■目視検査 ・摺動部の損傷、摩耗 ■寸法検査 ・摺動部の内外径測定 ■油垢清掃 ■導通検査 ■絶縁測定
サーボシリンダ	サーボシリンダ サーボピストン ピストンリング	■目視検査 ・外観目視 (サーボシリンダ外面)	■目視検査 ・摺動部の損傷、摩耗	■目視検査 ・摺動部の損傷、摩耗 ■寸法検査 ・摺動部の内外径測定
本体胴部	吸込ベル 揚水管 吐出しエルボ 軸保護管 水中軸受支え 吐出しボウル(ケーシング) ケーシングライナ スタフィンボックス 二重胴ケーシングに適用 ・広がり管 ・わん曲板 ・揚水管上蓋 ・アウトコラム	■目視検査 ・外観目視 (スタフィンボックスからの漏水状況)	■目視検査 ・内外面、フランジ部の腐食 ・塗装又はライニングの剥離 ・軸保護管はめ合い部、グラント部の腐食 ・吐出しボウルの案内羽根入口部の流水によるエロージョンおよび腐食	※基本工場持込せずに現地にて行う
主軸	主軸 操作ロッド	■目視検査 ・外観目視(地上露出部)	■目視検査 ・表面腐食およびライニングの剥離 ・軸継手部のボルト、ナットの腐食	■目視検査 ・表面腐食およびライニングの剥離 ・軸継手部のボルト、ナットの腐食 ■振れ検査 ・主軸単品による振れ測定 ■浸透探傷試験 ・キー溝部クラックの点検
および水中摺動部	水中軸受 軸受スリーブ パッキンスリーブ インペラリング ライナリング プッシュ		■目視検査 ・表面の損傷、腐食、摩耗 ■寸法検査 ・水中軸受の内径測定(間隙) ・水中軸受のはく離 ・軸受スリーブ、パッキンスリーブの外径測定(間隙) ■ゴム硬度測定 ・水中軸受のゴム硬度測定	■目視検査 ・表面の損傷、腐食、摩耗 ■寸法検査 ・水中軸受の内径測定(間隙) ・水中軸受のはく離 ・軸受スリーブ、パッキンスリーブの外径測定(間隙) ・インペラリングの外径測定(間隙) ■ゴム硬度測定 ・水中軸受のゴム硬度測定(現地測定)
インペラハブ部	インペラブレード インペラハブ インペラキャップ アーム、クロスヘッド ロッドエンド プッシュ オイルシール、ピン Vパッキン		■目視点検 ・全表面の腐食 ・キャビテーションエロージョンの点検 ・インペラ外周端面の損傷 ・Vパッキン部の油漏れ ■浸透探傷試験 ・クラックの点検	■目視点検 ・全表面の腐食 ・キャビテーションエロージョンの点検 ・インペラ外周端面の損傷 ・Vパッキン部の油漏れ ■寸法検査 ・ステムスリーブ部の摩耗 ・ステムプッシュ部の摩耗 ・クロスヘッド摺動部の摩耗 ■浸透探傷試験 ・クラックの点検 ■下部回転体の漏えい試験 ■翼動作確認試験 ■動バランス調整
小配管	自動排気弁 電動弁、電磁弁 手動弁、逆止弁 フローサイト、フロースイッチ ストレーナ 圧力計 配管	■目視検査 ・外観目視	■目視検査 ・フランジ部の腐食、塗装又はライニングのはく離 ■耐圧検査 ■動作チェック	※基本工場持込せずに現地にて行う
油圧ユニット	ベーンポンプ オイルクーラ 油タンク チェーンカップリング オイルエレメント 弁類 計器類 油系小配管	■目視検査 ・外観目視	■目視検査 ・油タンク内面塗装はく離 ・油タンク内異物混入 ・油漏れ ・オイルエレメント目詰まり ・フランジ部の腐食、塗装又はライニングのはく離 ■耐圧検査 ■動作チェック	※基本工場持込せずに現地にて行う

表2 主要部品の検査および補修
Table 2 Inspection and repair of main parts

区分	主要部品名	検査項目	検査方法	補修方法	図
オイルヘッド	配圧弁 主弁 ライナ パイロット弁	摩汚 耗損	目視検査 寸法検査	①ベーパーパ バ研磨 ②研削加工	
	メタル 導油部	摩損 耗傷	目視検査 寸法検査		
	メカニカルシール	摩損 耗傷	目視検査		
	計器類 開度発信器	動作 0校正	導通検査		
	コントロールモータ	動作 摩耗	目視検査 絶縁測定		
サーボ	サーボシリンダ サーボピストン ピストンリング	摩耗	目視検査 寸法検査		
本体胴部	吸込ベル 揚水管 吐出しエルボ 軸保護管 水中軸受支え 吐出しボウル (ケーシング) ケーシングライナ スタフィンボックス 二重胴ケーシングに適用 { 広がり管 万曲板 揚水管上蓋 アウトコラム }	損腐 摩食 はく離 浸食	目視検査 肉厚検査	①腐食部除去 ②充填剤補修 ③塗装	
	主軸 操作ロッド	損腐 摩食 曲り	目視検査 寸法検査 振れ検査 浸透探傷試験 (PT) 超音波探傷試験 (UT)	①腐食部除去 ②充填剤補修 ③塗装 ④機械加工 (曲り修正)	
および水中軸受部	水中軸受 軸受スリーブ バックンスリーブ インペラリング ライナリング ブッシュ	損腐 摩食 はく離	目視検査 寸法検査 ゴム強度測定	①腐食部除去 ②充填剤補修 ③塗装 ④ライニング補修 ⑤機械加工	
インペラハブ部	インペラブレード (ステム部含む) インペラハブ ブッシュ インペラキャップ	損腐 摩食 浸食 漏えい	目視検査 浸透探傷試験 動釣合わせ 動作試験 (翼動作確認試験) 金属組織検査	①腐食部除去 ②充填剤補修 ③溶接補修 ④機械加工 ⑤ステムリング装着	
	アーム、クロスヘッド ロッドエンド メタル、ブッシュ オイルシール、ピン Vパッキン	損腐 摩食	目視検査 寸法検査	①ベーパーパ バ研磨 ②機械加工	
油圧ユニット	ベーンポンプ	振動 油異 異常	運転状況確認	①原則的に分解しない	
	オイルクーラ	腐食	目視検査	①腐食部除去	
	油タンク	漏えい はく離	目視検査	①ケレン、塗装	
	チェーンカップリング オイルエレメント	摩耗	目視検査		
	弁類 (リリーフ弁、逆止弁、 止め弁)	動作 漏えい	手動確認 耐圧試験		
計器類	動作 0校正	導通検査			
海水系小配管	自動排気弁 電動弁 電磁弁 手動弁 フローサイト フロースイッチ ストレナ 逆止弁 圧力計 ライニング管 ステンレス管	腐食 漏えい はく離 摩耗 動作	目視検査 耐圧検査 動作チェック		
	電動弁 電磁弁 手動弁 フローサイト フロースイッチ ストレナ 逆止弁 圧力計 炭素鋼鋼管	腐食 漏えい 摩耗 動作	目視検査 耐圧検査 動作チェック		



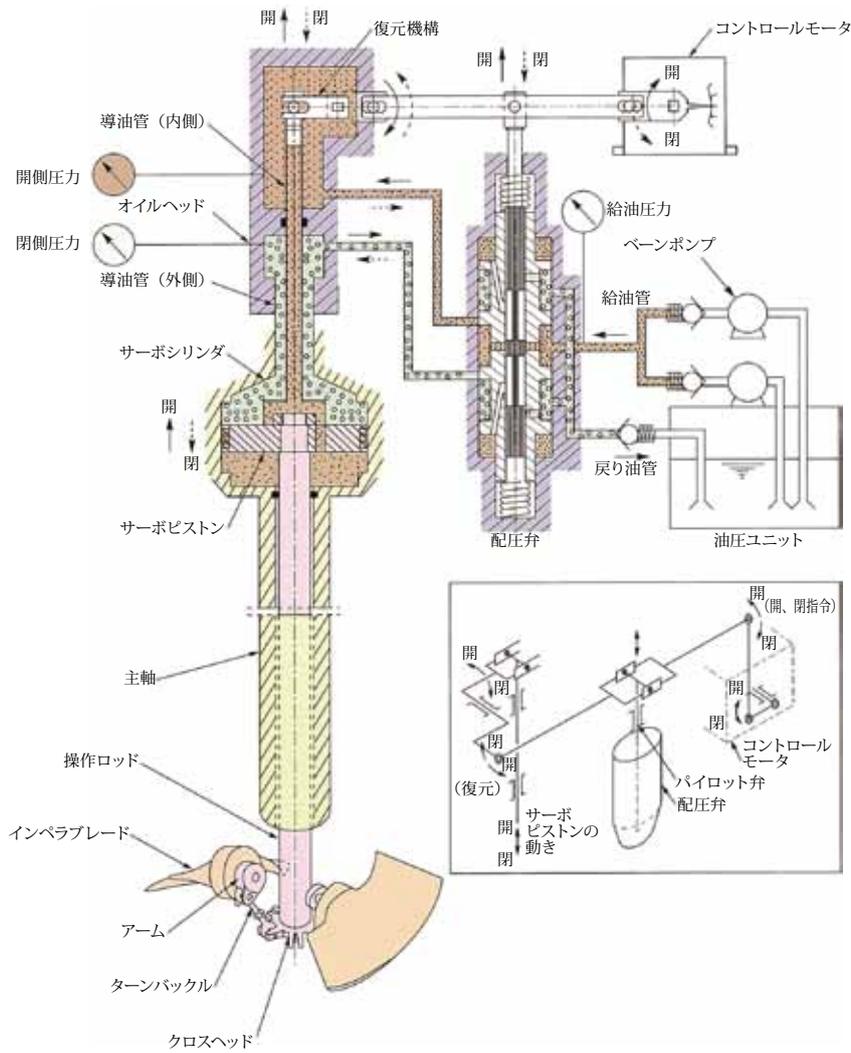


図2 翼開度操作機構
Fig.2 System of blade operation

水起動を可能としたポンプや、暗渠式水槽によるポンプ全長の縮小で主軸が1本となり、構造もシンプル化している。

3-2 翼開度操作機構

図2に翼開度操作機構を示す。翼開度調整は油圧方式を採用し、遠隔電動操作、現場手動操作が共に可能である。

給油管を通ってくる圧油は、コントロールモータの操作により、配圧弁を経てオイルヘッドに分配される。

4. 点検・整備

点検・整備のインターバルメニューは簡易点検（現地にて2年毎点検・整備）、本格点検（現地にて4年毎点検・整備）、本格点検（製作メーカーにて8年毎点検・整備）で行われている。

点検・整備の時期は、設備の稼働率の低い時期を選定

し、作業日程は十分余裕を見込んで計画するとともに、事前に取り替部品や消耗品などの準備を行っておくことが最も重要である。

点検・整備の内容は、簡単な目視点検から、現地あるいは工場で全分解を行う大がかりな点検・整備まで、目的によってさまざまである。以下に、代表的な点検・整備内容について述べる。

4-1 点検・整備メニュー

点検・整備メニューを表1に示す。

4-2 検査・補修

主要部品の主要部品の検査および補修方法を表2に示す。

4-3 部品交換

表3の「ポンプ整備来歴および計画表」に示す交換部品来歴および取替周期が記載されている。これによりどの部品がいつ交換されたのか、また交換されていないの

表3 ポンプ整備来歴および計画表
Table 3 Pump maintenance career and plan table

●=手配部品 ▲=修正加工部品 ○=次回交換推奨部品 △=次回修正加工推奨部品 ■=新製交換時期

元製番		1102001		黄色=分解毎交換部品 青色=精密点検毎交換 赤色=16年毎交換部品 紫色=24年毎交換部品 黒色=状況により交換		年度	2005 H17	2006 H18	2007 H19		2013 H25	2014 H26	2015 H27
ポンプ名称	循環水ポンプ 4号機	台数	A号機B号機	設置年	1980年	経年	26年目	27年目	28年目		34年目	35年目	36年目
口径・形式	φ2500VPFM-BO-M	出力	2550kW	改造・材質変更	部品のみ手配	製造番号		1404204	1222658				
現地簡易定検		現地分解定検		工場分解定検		内容	第3回精密			第4回精密			
部品名称	材質	番号	取替周	納期	数量	A号	B号	A号	B号	A号	B号	A号	B号
インペラブレード	SCS14	1	-		6個								
球面プッシュ	SUJ2	2	精毎		12個			●	●			○	
穴用C形止め輪	SK5	3	精毎		12個			●	●			○	
ピン	S40C	4	精毎		6個								
補助インペラ	SCS14	5	-		1個								
インペラボス	SCS14	6	-		1個								
リング	ニトリルゴム	7	精毎		1個			●	●			○	
リング	ニトリルゴム	8	精毎		1個			●	●			○	
リング	ニトリルゴム	9	精毎		1個			●	●			○	
リング	ニトリルゴム	10	精毎		1個			●	●			○	
下部主軸	SUS316	11	-		1個								
下部カットレススリーブ	SCS16	12	-		1個								
下部操作ロッド	SF50	13	-		1個								
リング押えピース	SUS316	14	-		1個			●	●				
操作ロッドプッシュ	LBC3	15	24		1個								
キー	SUS420J2	16	-		1個								
ステムナット	S20C	17	精毎		6個			●	●			○	
星形座金	SS41	18	精毎		6個			●	●			○	
アーム	SC49	19	-		6個								
キー	SUS420J2	20	-		6個								
Vバックキ	ゴム+SUS316	21	精毎		6組			●	●			○	
ブレードバックキ押え	SUS316	22	-		6組								
ターンバックル	S40C	23	-		6個								
割ピン	SWRM3	24	精毎		12個			●	●			○	
リング	ニトリルゴム	25	精毎		1個			●	●			○	
リング	ニトリルゴム	26	精毎		1個			●	●			○	
ロッドエンド	S40C	27	-		12個								
インペラキャップ	SCS14	28	-		1個								
クロスヘッド	SS41	29	-		1個								
リング	ニトリルゴム	30	精毎		1個			●	●			○	
リング	ニトリルゴム	31	精毎		1個			●	●			○	
クロスヘッドガイド	S40C	32	-		1個								
ブラグ	SCS14	33	-		1組			●	●				
オイルシート	Cu板	34	精毎		1個			●	●			○	
検水管	SUS316TP	35	-		1個								
ロックプレート	SS41P	36	-		1個								
ロックナット	S40C	37	-		1個								
インペラクラウン	SCS14	38	-		1個								
キー	SUS420J2	39	-		1個								
ロックプレート	SS41P	40	-		1個								
ロックナット	S40C	41	-		1個								
コイルバネ	SUS304WPB	42	精毎		96個			●	●			○	
インペラボスプッシュ	LBC3	43	24		6個								
インペラボスプッシュ	LBC3	44	24		6個								
ピン	S40C	45	精毎		6個								
球面プッシュ用ピース	SS41	46	精毎		24個			●	●			○	
軸用C形止め輪	SK5	47	精毎		12個			●	●			○	
ステムスリーブ	SUS329J4L	48	16		6個								
丸ゴムバックキ	NBR	49	精毎		6個								
丸ゴムバックキ	NBR	50	精毎		6個								

か容易に確認でき、さらに次回以降の交換推奨の計画に反映することができる。

5. おわりに

今回は当社油圧式可動翼式ポンプのストックビジネスについて簡単に述べた。本文には述べなかったが、機械式可動翼ポンプも同様のデータ管理を行っている。

経年による老朽化が進んでいく循環水ポンプの保守管理について、今後、更なるストックビジネスを拡大するために「ポンプ整備来歴および計画表」の充実を図り、

電力会社各位へ提案営業への推進を行い、顧客の期待に応え満足して頂けるよう努力し、信頼性の高い製品を継続的に供給していく所存である。

<筆者紹介>

山田徳康：1973年入社。遠心ポンプの設計に従事した後、民需の営業に従事。現在、名古屋支店 産業システム 営業グループ グループマネージャー。

金田宏幸：2000年入社。ポンプ技術計画に従事した後、官公需および国内民需の営業に従事。現在、名古屋支店産業システム営業グループ。

ヨーロッパ向け循環水ポンプ

森下 日左男

Circulating Water Pumps for Europe

By Hisao Morishita

Hundreds of circulating water pumps (CWPs) for power plants has been already manufactured by our company to power plants and recently three sets of CWPs were delivered to Europe. In order to meet the needs of the customer, by utilizing much experiences, we adopted rubber lining on whole pump inside surface and realized extension of life-span. After checking the validity of performance at our shop, installation at the site was completed safely. The outline is introduced below.

1. はじめに

今回、循環水ポンプを納入する発電所は、オランダ最北部のフローニンゲン州エームスハーヘンに設置される。発電設備は、1系列43万kW、3系列総出力約130万kWの天然ガス焼きガスタービン・コンバインドサイクル (GTCC) である。GTCC発電設備は、ガスタービンにより発電を行い、その排熱を利用して蒸気タービンでも発電する方式である。エネルギーの有効利用とCO₂の排出削減が可能で、省エネルギーだけでなく、環境保全にも大きく貢献するとして大きな期待を集めている。

今回、ヨーロッパ向けに、循環水ポンプを製作、納入したので、以下にその概要と特徴を紹介する。

2. ポンプの構造と特徴

ポンプ仕様を表1に、ポンプ外形図を図1に示す。

循環水ポンプは、タービンを回した蒸気を水に戻すた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

表1 循環水ポンプ仕様
Table 1 Specifications of CWP

用途	循環水ポンプ
形式	立軸斜流ポンプ
台数	3台
口径	90 inch
全揚程	17 m
吐出し量	51 300 m ³ /h
回転速度	295 min ⁻¹
出力	3 100 kW
液質	海水

あり、タービン系の重要機器のひとつである。

ポンプ型式としては、二床式、床上吐出し、一重胴の立軸斜流ポンプである。主な特徴を以下に述べる。

2-1 ポンプの内面全面ゴムライニング

ポンプ内面には、浸食および耐摩耗性を考慮し、全面

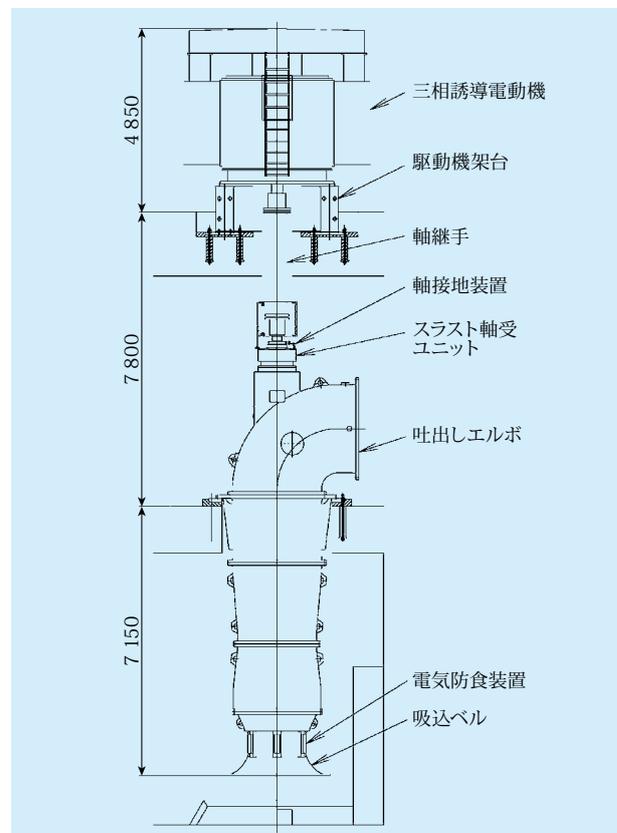


図1 循環水ポンプ外形図

Fig.1 Outline drawing of CWP

ゴムライニング（天然硬質ゴム）を採用している。

これにより、従来行っている塗装と比較し、ゴムライニングが耐摩耗性に優れることから、長寿命化に繋がり、また定期点検時におけるメンテナンス時間の短縮に繋がるものとする。施工範囲を図2、施工写真を図3に示す。

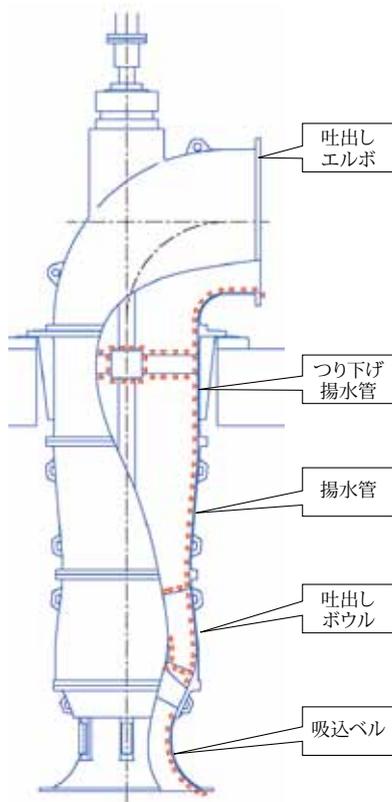


図2 ゴムライニング範囲(▽印部)
Fig.2 Area of rubber lining



図3 ゴムライニング施工写真(吐出しボウル内面)
Fig.3 Picture of rubber lining

2-2 ポンプのスラスト軸受ユニット

ポンプの水力スラストは、吐出しエルボ上部設置のス

ラスト軸受ユニットで支持する構造となっている。スラスト軸受ユニットは、油内部循環式、水冷方式を採用している。

また本ユニットには、軸振動、温度、回転センサおよび油面レベルスイッチを設置し、運転中の監視を行っている。

2-3 ポンプの水中軸受

ポンプの水中軸受は、上部には初期無注水起動が可能なPTFEゴム軸受を採用し、常時没水となる下部には、合成ゴム軸受としている。

また潤滑方式は、海水中に含まれる砂による摩耗が懸念されることから、軸の廻りに軸保護管を設置し、水潤滑で外部より注水する方式を採用している。

2-4 主要材質

主要部品の材質は、ヨーロッパ向けということでASTM材質が指定され採用している。

- a.インペラ：A743 CF-8M (SCS14A相当)
- b.主 軸：UNS S31600 (SUS316相当)
- c.外筒部品：A439-D2 (ニレジスト相当)

これらの材質は、海水ポンプにおける耐食性を考慮した材質であり、またポンプ内面への全面ゴムライニング採用により、経年使用において長寿命となる組合せとなっている。

2-5 腐食対策

海水による腐食を防止するために、吸込ベル外側に、アルミ陽極を用いた流電陽極方式による、電気防食装置を設置すると同時に、軸接地装置により海水ポンプ特有の電気化学的腐食の防止を行っている。

3. おわりに

以上、ヨーロッパ向け循環水ポンプの概要を説明した。

今回、従来の循環水ポンプ構造に対し、ポンプ内面への全面ゴムライニングの採用により、長寿命化という目的に対して大きく前進したものとする。

今後ともユーザー様のさまざまなニーズに応えるとともに、時代に沿った合理的でかつ信頼性の高い製品を提供する所存である。

おわりに本ポンプの計画、製作にあたり、終始適切なご指導とご協力を頂いた各位に厚く御礼申し上げます。

<筆者紹介>

森下日左男：1990年入社。各種ポンプの機器設計に従事。現在、水力機械設計部 水力機械-1グループ 主事補

インド向けインラインブースタポンプ

池田侑樹

In-line Booster Pump for INDIA

By Yuki Ikeda

DMW introduces four pumps supplied to Mangalore Refinery and Petrochemicals Limited (MRPL). MRPL is the subsidiary of Oil and Natural Gas Corporation Limited.

The performance and high reliability of these radially split, one stage between-bearings pumps (API610 Pump type : BB2) were checked and confirmed at our shop inspection and the witness inspection by the customer.

This paper describes the outline and various methods taken for achievement of high reliability.

1. はじめに

インド石油ガス公社 (ONGC) の子会社であるマンガロール精製石油化学公社 (以下MRPLと略す) 向けに、4台のインラインブースタポンプを受注し、製作・工場立会検査を経て、このたび出荷を完了したので以下に紹介する。MRPLの所在地であり、納入先であるマンガロール (Mangalore) の位置を図1に示す。



図1 マンガロールの位置
Fig. 1 Location of Mangalore

今回のポンプは、原油圧送用としてアメリカのコントラクタを経由して納入した。

2. ポンプ仕様および構造と特徴

2-1 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	垂直割横軸単段両吸込ポンプ (API type BB2)
口径	吸込500 mm×吐出し300 mm
吐出し量	3 410 m ³ /h
全揚程	190 m
回転速度	1 500 min ⁻¹
出力	2 300 kW
液質	原油
台数	4台

2-2 構造と特徴

今回のポンプはAPI610 10thが適用され、高品質の仕様が要求された。また、駆動機であるエンジンと共通ベース上にポンプなどの機器が設置されるため、エンジンからの振動伝達についての評価も慎重に行った。ポンプユニットの全体写真を図2に示す。

駆動機定格出力2 300 kWは大型となるため、ケーシングおよび軸受ケースはコンパクトになるよう配慮した。また、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た。

今回、ポンプの構造と特徴を、コンピュータシステムの機能・性能の信頼性を評価する指標として用いられるRASISという考え方に当てはめて説明する。



図2 ポンプユニット
Fig.2 Pump unit

RASISとは、それぞれの評価要素の頭文字を組み合わせたものであり、「信頼性 (Reliability)」、「可用性 (Availability)」、「保守性 (Serviceability)」、「保全性 (Integrity)」、「安全性 (Security、ただし今回はこれをSafetyと読み替える)」から成る。

(1) Reliability (信頼性：故障や障害の発生しにくさ)

駆動機がエンジンであるため、危険回転速度だけでなく、ねじり剛性についても解析ソフトを用いて検討を実施し、インペラおよびシャフトなどの回転体の振動に対する信頼性を向上させた。

(2) Availability (可用性：稼働率、稼働時間の高さ)

ケーシングおよびケーシングカバーの材質に高温高压用鋳鋼 (ASTM A216 WCB) を採用した。また、客先要求である高い設計圧力・水圧試験に耐えられるよう、構造解析での高信頼性検討を実施し、形状の最適化を行い、過酷な環境においても、より長期間、継続的な使用に耐えられる強度を有していることを確認した (図3)。

(3) Serviceability (保守性：メンテナンスのしやすさ)

駆動機を動かしたり、主配管をケーシングから取外したりすることなく回転体、軸受部およびメカニカルシールを分解組立することができる構造とし、メンテナンス性を向上させた。

(4) Integrity (保全性：異常状態での機器保護)

軸受箱には軸振動計測器および軸受温度計測器を装備し、機器の一部に異常が起きた際も、警報を出すことにより、その箇所や関連設備の被害を最小限に抑えることのできるシステムに対応可能な付属品を備えている。

また、万が一、現地での運転時に吐出し側に設置された客先側所掌のバルブが作動せず、締切運転となった場合のケーシング内液温異常上昇を防ぐため、ケーシングにも温度計測器を装備した。

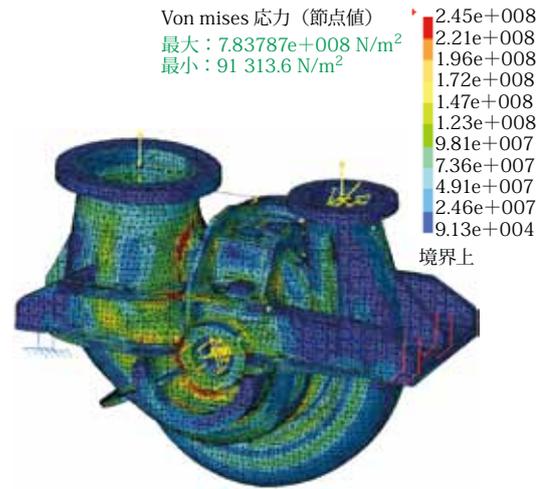


図3 応力解析
Fig.3 Stress analysis

(5) Safety (安全：危険回避)

液体の外部への漏洩を防止するため、高いシール性を有する垂直割、円形フランジ形状のケーシングを採用している。

軸封部からの液体漏洩に対する対策としては、ダブル型メカニカルシールを採用し、さらに一次シールの故障による漏洩を検知するために、緩衝液の入ったリザーバを一次シールと二次シールの間に接続し、漏洩により起こるリザーバの液位の変化を検知することにより、メカニカルシールの故障警報を発信するシステムを装備した (API682 PLAN52)。

3. 社内試運転

社内試運転は、現地での運転をできるだけ再現するため計測器やリザーバなどの付属品をすべて設置した状態で行った (図4)。

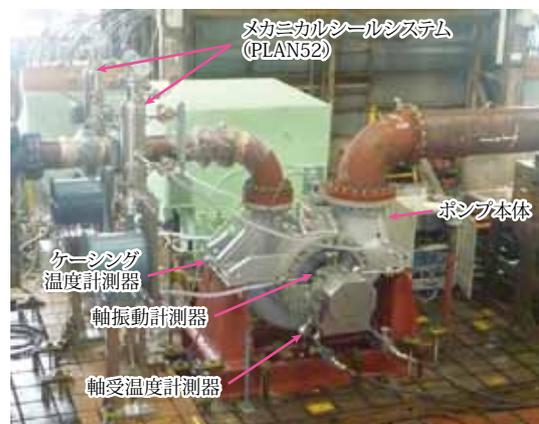


図4 社内試運転
Fig.4 Shop test

性能については顧客要求である高効率を達成した。また、ポンプの各部における振動や騒音および温度の測定、各付属品の健全性の評価を行い、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。

4. おわりに

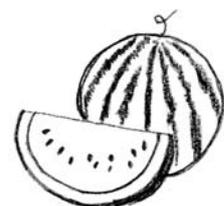
石油および石油関連製品は、常に我々の周囲にあらゆる姿で存在し、多岐の用途にわたって使用されてきている。それらの製品の主な原料となる原油を製油所に圧送する今回の大型ポンプは、極めて重要な役割を担っている。

当社は設備の重要性を十分に認識し、顧客の要求する仕様を満足させるだけでなく、顧客の期待に応える信頼性を有する製品を設計・製作することに努力・尽力し続けていく所存である。

おわりに本ポンプの計画・製作にあたり終始適切な助言とご協力を頂きましたコントラクターの方々、ならびに関係各位に深く御礼を申し上げます。

<筆者紹介>

池田侑樹：2006年入社。主に、高圧ポンプの設計に従事。
現在、産業システム技術部 水力グループ。



近畿地方整備局 八代排水機場ポンプ設備

佐藤 健一 深澤 正幸

Yashiro Pumping Station for Kinki Regional Development Bureau

By Kenichi Sato and Masayuki Fukasawa

The Yashiro Pumping Station is located at the confluence of the Maruyama River, a class A river that run through Toyooka City in Hyogo Prefecture, and Yashiro River that belongs to Maruyama river system. The Yashiro Pumping Station started their operation in 2000.

This is the special emergency project for the control of severe river disasters appointed by the national government after severe hit by the Tokage typhoon on October, 2004. The purpose of project is to enhance inner water drainage of the Yashiro Pumping Station from total emission of 4 m³/s to 33 m³/s, so that pumping station has been rebuilt to achieve the enhancement goal.

We report the summary of pump equipment and installation work in following section.

1. はじめに

八代排水機場は、兵庫県豊岡市を流れる一級河川円山川と、円山川水系八代川が合流する西芝地先に位置し、2000年に口径700 mmコラム形水中モータポンプ4台による総排水量4 m³/sの排水機場として供用を開始した(図1、図2)。



図1 八代排水機場位置図

Fig.1 Location map of Yashiro pumping station

この排水機場は、八代川末端に設置された八代水門を全閉にしたときの内水排除には対応しておらず、機場周辺の宅地地区のみの排水を担っていた。周辺地域は、2004年10月に発生した台風23号による甚大な浸水被害により、国の河川激甚災害対策特別緊急事業の対象とさ

れた。そして本機場は、宅地地区の排水機能に加え、八代水門全閉に伴う八代川水域水田地区の内水排除機能を持たせることになり、総排水量4 m³/sから33.7 m³/sの新たな排水機場として生まれ変わった。

以下に、ポンプ設備および据付工事の概要を紹介する。



図2 旧八代排水機場全景

Fig.2 View of old Yashiro pumping station

2. 機場および設備の概要

表1にポンプ設備の仕様、図3に据付平面図を示す。

本機場は、宅地地区、水田地区の2つの排水系統を担っている。吸水槽の高流速化、クレーン無し機場による建築コストの低減および運転支援装置による運転操作員の負担軽減が図られた。

表1 主ポンプ設備の仕様
Table 1 Pump specifications

ポンプ形式	二床式立軸斜流ポンプ (II型)			
主ポンプ号機	No.1	No.2	No.3	No.4
口径 [mm]	1 200	1 800		
吐出し量 [m³/s]	4.0	9.0	10.35	
全揚程 [m]	4.9	4.8	3.5	
出力 [kW]	310	670	540	
冷却方式	ディーゼル機関	空冷式	水冷式 (屋外別置ラジエータ)	
	減速機	空冷式	水冷式 (屋外別置ラジエータ)	
土木・建築	<ul style="list-style-type: none"> 高流速化された吸込水槽 クレーン無し機場 			

主ポンプ設備の特徴を以下に示す。

- ① 主ポンプは、晴天時に吸水水位が低く、インペラが没水しないことがあることから、管理運転を考慮して、気中運転可能な水中軸受を採用した。
- ② 土木・建築は、主ポンプの高Ns・高流速 (II型)

化および高流速化された吸込水槽の採用によりコンパクト化が図られている。

- ③ No.1、2主ポンプは、ディーゼル機関の回転速度制御により排水量調節を可能としている。
- ④ 原動機は、No.1主ポンプ用に空冷式ディーゼル機関を、No.2、3、4主ポンプ用に屋外別置ラジエータ式ディーゼル機関を採用し、無水化および節水化を図っている (図4)。
- ⑤ 運転支援装置は、運転状態の監視、故障時対応機能および記録情報管理の機能を有している (図5)。

3. 据付工事の概要

本工事の概略工程を表2に示す。

工事は、既存の排水能力を落とすことなく進める必要があるため、旧排水設備と同じ排水能力をもつNo.1主ポンプ1台を旧排水設備の撤去前に先行して設置し、No.1主ポンプ供用開始後、No.2、3、4主ポンプ3台の設置

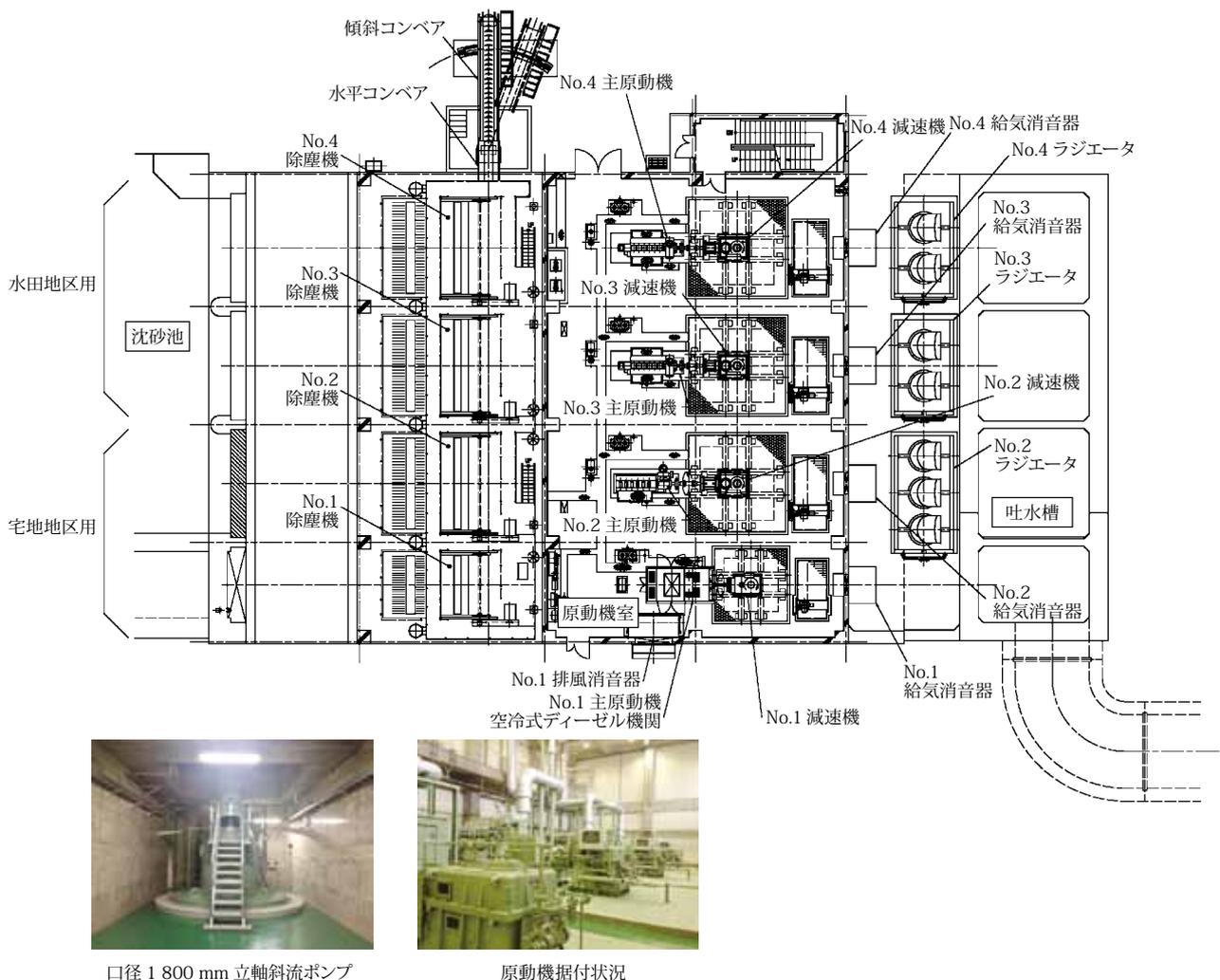


図3 据付平面図
Fig.3 Plan view of pumping station

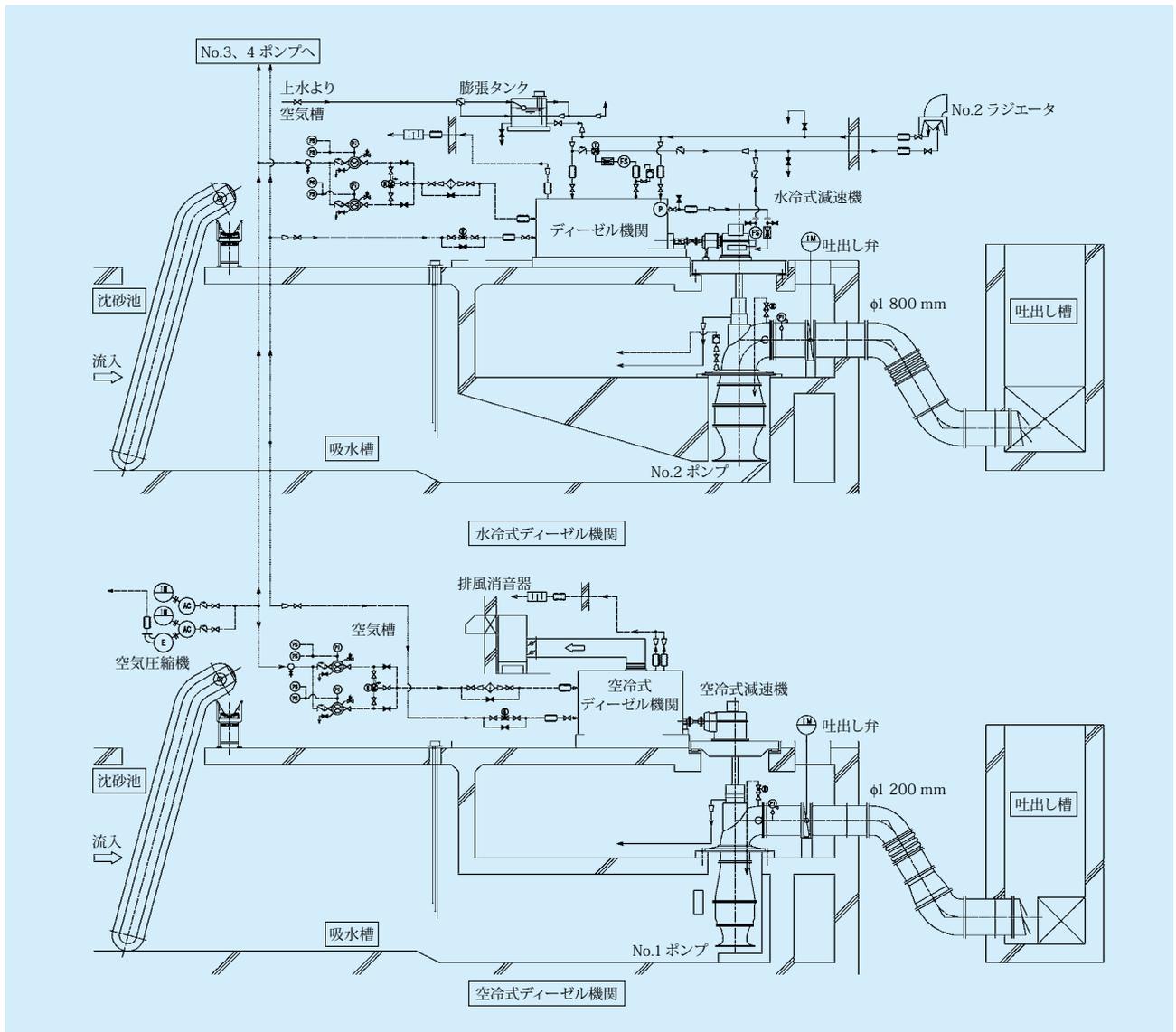


図4 冷却水系統図

Fig.4 Diagram of coolingwater system

工事を開始した。

3-1 I期工事【No.1主ポンプ設備の設置】

I期工事は、既存の排水能力を確保するため、旧排水設備の隣にNo.1主ポンプ設備を設置した。工事中は、機器を覆う建屋がないことからポンプの搬入および据付を仮設上屋の設置と並行して工事を進めた(図6)。

なお、No.1主ポンプ設備は、冷却水系統設備が無く無水化されているため、仮設運用に適していた。

3-2 II期工事【埋設吐出し管の設置】

II期工事は、旧排水設備の躯体撤去後に構築された土木躯体完成後、新設建屋建築工事着手までの短期間を利用し、地中埋設される吐出し管、フラップ弁の据付を行った。同時に養生期間が必要な主機の基礎を先行して打設した。



図5 運転支援装置

Fig.5 View of supervisory computer control embedded operation support program

表2 工事工程
Table 2 Construction process

施工年度	2009年度				2010年度				2011年度				
	9月	10月	2月	3月	4月	5月	6月	3月	5月	10月	3月	完成	
着工前													
No.1 躯体工事 (別途)													
No.1 ポンプ設備													
No.1 仮設上屋設置・解体工事													
旧排水機場撤去工事													
旧排水機場 躯体撤去工事 (別途)													
No.234 躯体工事 (別途)													
No.1~4 建築工事 (別途)													
No.234 吐出し管工事													
No.234 ポンプ設備工事													
受変電工事 (別途)													
排水能力	旧排水設備				4.0 m ³ /s × 1台								33.7 m ³ /s
工事期間	—	I期工事				—	II期工事		本工事		—		



図6 仮設上屋とNo.1ポンプ設備
Fig.6 A temporary housing & No.1 pump equipment

3-3 本工事 【No.2・3・4主ポンプ設備の設置】

本工事は、主ポンプ設備、付帯設備（地下タンク、除塵機設備、制御盤、運転支援装置）および場内の床コンクリート打設までを当初6ヶ月で予定していたが、実質4ヶ月で完成させた。

工期遵守のために特に留意した事項を次に示す。

- ① 安全教育の徹底
- ② 搬入品の納期チェックおよび輸送計画
- ③ 地元消防署への消防申請

No.1主ポンプ設備の暫定運用中および本工事中の取扱いなどの事前協議を重ねた。

- ④ 別途工事の工程把握、調整および図面チェック
建築工事との並行作業に加え、CCTVカメラの設

置工事、受変電設備工事、沈砂池築造工事の輻輳する工事に対して工程および施工図を把握し、工程のコントロールを実施した。特に、機器や作業ヤードの干渉が防止できた。

⑤ 主ポンプの搬入および据付

当初、200 t級クレーンで作業半径が最小となる場所にクレーンを移動させることで予定していたが、移動する段取り替えに、ほぼ1日を費やしてしまうことから300 t級クレーンに変更し、クレーンを一箇所に固定することで、主機の据付を行った（図7）。これにより、別途工事との作業ヤードの調整が容易になるというメリットもあった。



図7 ポンプ据付状況
Fig.7 View of pump installation by 300 t class crane

4. おわりに

八代排水機場のポンプ設備の概要および据付工事の概要について紹介した。

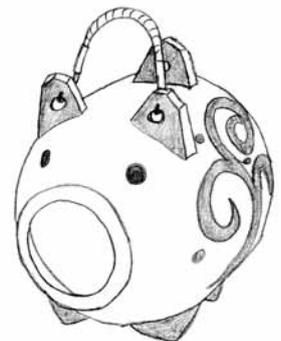
本工事は、3月1日の消防完成検査直前まで後戻りすることなく、無事引渡しを終えた。6月16日には竣工式が開催され、改めて地域の期待の大きさを感じた。

最後に、本工事の施工にあたりご指導いただきました近畿地方整備局豊岡河川国道事務所殿、同豊岡出張所殿、ならびに無事故で完了を迎えさせて頂いた協力会社各位皆様に厚く御礼申し上げます。

<筆者紹介>

佐藤健一：1995年入社。主に、ポンプ設備のシステム設計・現場代理人業務に従事。現在、プラント建設部 システム設計グループ 主任。

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



ここで活躍しています

－ 2011年 製品紹介－

1. ポンプ

1-1 東京都下水道局 千住西ポンプ所雨水ポンプ設備

(1) 概要

千住西ポンプ所は、1973年度に創設された雨水ポンプ所であり、足立区千住緑町、千住桜木町の雨水を隅田川へ放水している。現在は無人ポンプ所となっており、東部第一下水道事務所管轄である吾嬭第二ポンプ所より遠方制御にて運用されている。

雨水ポンプの設置台数は、1991年度に全4台を注水型先行待機ポンプに取替後、2009年度から耐震化対策を目的としたポンプ無注水化改造を1台毎実施しており、2011年度に3台目となる3号雨水ポンプ設備の無注水化改良工事を完了した(図1)。

(2) 特徴

従来のカットレス水中軸受を無注水軸受へ変更し、ラスト軸受部を水冷式から空冷式にすることにより、冷却水が完全に不要となる無注水タイプの全速先行待機形電動機駆動立軸斜流ポンプへ改良した。

(3) 仕様

口径1 350 mm

先行待機(全速)形立軸斜流ポンプ×1台(電動機駆動)
240 m³/min×7 m×380 kW×250 min⁻¹ (同期)



図1 3号雨水ポンプ設置状況

1-2 大井川用水農業水利事業所 菊川幹線水路ポンプ設備

(1) 概要

大井川用水は、中部電力川口発電所放流口下流の川口取水口より最大約35 m³/s(上工水含む)を取水し、神座分水工にて左右岸に分水しており、7 350 haの田畑を潤している。

本機場は、川口取水口から取水した水を菊川に注水し、菊川頭首工より再取水して菊川左岸幹線水路から谷田大池調整池に送水するとともに、下流地域の用水量増加時期に調整池から幹線水路へ返送する施設として、2012年3月に完成した(図2)。

(2) 特徴

調整池および幹線水路の双方向へ送水させるため、ポンプは2点仕様であり、吸込弁および吐出し弁を切り替えて運用する。

(3) 仕様

口径200×150 mm横軸両吸込渦巻ポンプ×2台(電動機駆動)

4.29 m³/min×6.7 m (3.63 m³/min×9.9 m) ×11 kW×1 200 min⁻¹ (同期)



図2 ポンプ室全景

1-3 名古屋市上下水道局 高蔵ポンプ所

(1) 概要

本機場は、熱田神宮の北側に位置し、主に熱田処理区の雨水を新堀川へ排水するための雨水排水ポンプ設備と、汚水を伝馬町水処理センターに送水する汚水中継用のポンプ設備を備えた機場である。

(2) 特徴

雨水排水用の立軸斜流ポンプ6台と汚水中継用の立軸斜流ポンプ3台が設置されており、雨水の排水能力は1600 m³/min、汚水の中継能力は51 m³/minを有している。2010年度に2号汚水ポンプの更新を行った(図3)。

(3) 仕様

口径400 mm 立軸斜流ポンプ×3台(電動機駆動)
17 m³/min×13.3 m×60 kW×1180 min⁻¹



図3 ポンプ設置状況

1-4 山口県山口農林事務所 二島西第一地区排水機場

(1) 概要

本機場は、経営体育成基盤整備事業二島西第一地区実施計画に基づき、排水機器の製作、輸送および据付を行い、2012年3月に完成した(図4)。

常時排水ポンプとして、口径500 mm 1台 立軸斜流ポンプ(I型)と、洪水時排水ポンプとして、口径900 mm 1台 横軸斜流ポンプ(II型)が、設置されている。

(2) 特徴

洪水時排水ポンプは、横軸斜流ポンプを採用し、常時排水ポンプには、起動性の良い歯車減速機搭載型立軸斜流ポンプが採用されている。

(3) 仕様

No.1主ポンプ(常時用)

口径500 mm歯車減速機搭載型立軸斜流ポンプ×1台
(電動機駆動)

30 m³/min×3.0 m×22 kW×381 min⁻¹

No.2主ポンプ(洪水時用)

口径900 mm横軸斜流ポンプ×1台(ディーゼル機関駆動)

132 m³/min×3.1 m×100 kW×207 min⁻¹



図4 ポンプ設置状況

1-5 長野県長野地方事務所 相之島排水機場

(1) 概要

相之島排水機場は、度重なる水害の発生を受け、八木沢川流域の湛水防除施設として、農林水産省の補助を受け県営事業により1966年に完成した。その後、1981年から3年連続の水害発生を受け、1990年に同事業により第二機場が増設された。しかし、2006年7月梅雨前線の影響による豪雨により千曲川の水位が異常に上昇し、既存のポンプの排水能力低下が確認された。

そこで、本機場は排水ポンプの能力アップと、運転操作性と信頼性の向上が求められ、ポンプの取替と連動運転化を実施し、2011年3月に完成し、4月以降運用している(図5)。

(2) 特徴

ポンプ排水能力アップのため、ポンプの型式を従来の軸流ポンプから斜流ポンプに変更した。また、連動運転を可能にするよう、ポンプ操作盤の制御システムを改造することで、操作性と機動性が改善された。



(3) 仕様

口径1 350 mm横軸斜流ポンプ× 2台 (ディーゼル機
関駆動)

250 m³/min×3.65 m×206 kW×137 min⁻¹



図5 ポンプ設置状況



図6 HWP

1-6 富士電機株式会社向けウルブル地熱発電所
Hotwell Pumpほか

(1) 概要

富士電機株式会社殿よりインドネシア国営電力会社
PT. PLN (Persero)、総出力110 MW (メガワット) の
ウルブル地熱発電所 1号機、2号機向けHWP、PACWP、
SACWPを受注した。

スマトラ島南部ランブン州タンガムス県ウルブル郡
に、南スマトラ系統に接続する地熱発電所を建設するこ
とにより、同系統の電力需給逼迫の緩和および供給の安
定性を改善することになる。

(2) 特徴

取扱流体は、腐食性の高い硫化水素などを含む地熱蒸
気復水であることから、接液部は耐食性を考慮した材質
を選定している。

(3) 仕様

1) HWP (Hotwell pump) (図6)

66×40インチ立軸斜流ポンプ× 4台
8 200 m³/h×25 m×720 kW×500 min⁻¹

2) PACWP (Primary auxiliary cooling water pump)
(図7)

14×10インチ横軸両吸込渦巻ポンプ× 4台
1 300 m³/h×19 m×90 kW×1 500 min⁻¹

3) SACWP (Secondary auxiliary cooling water



図7 PACWP



図8 SACWP



pump) (図8)

8×6インチ横軸片吸込単段渦巻ポンプ×4台
 $330 \text{ m}^3/\text{h} \times 23 \text{ m} \times 30 \text{ kW} \times 1500 \text{ min}^{-1}$

2. 送風機

2-1 日本下水道事業団 宗像市宗像終末処理場

(1) 概要

宗像市は福岡市と北九州市の間に位置し、響灘・玄海灘に臨む都市で、大島や沖ノ島（世界遺産候補）も含まれ、宗像市の中西部に東郷地区と中東部に赤間地区があり、それらに市街地が形成されている。人口は約96000人で「河豚で日本一の下関」の収穫量の約半数は宗像沖で収穫された玄海トラフグであり、特に漁業や農業が盛んな町である。また、交通安全の神様で勝利の神様の役割も果たす宗像大社があり、かつて足利尊氏や東郷平八郎も参拝したことでよく知られている。

近年、福岡都市圏の発展に伴い、地理的条件の良さからベッドタウンとして発展し、人口も増加しており、この地域の中心都市として発展している。

宗像終末処理場は、東郷と赤間地区の下水処理を担うべく1970年に供用を開始した(図9、図10、図11)。

(2) 特徴

本終末処理場の送風機設備は、鋳鉄製多段ターボブロワ3台およびルーツ式ブロワ1台が設置されていた。これらの設備の老朽化に伴い、昨年度より順次更新が計画されており、今回の工事では全4台中、鋳鉄製多段ターボブロワとルーツ式ブロワ各1台(No.1、No.3号機)の更新を行った。

水処理設備・第2系統が標準処理施設から高度処理施設



図9 工場完成



図10 現地完成



図11 現地完成

に改築・更新計画されるのに伴い、送風機は、歯車増速式単段ブロワを採用し、また、環境対策としてオイルミストセパレーターシステム(MSS-α)、省エネ対策として低圧力損失型逆止弁(AAチェッキ)と個別給油装置を採用するなどにより、「将来を見据えた省エネ」に対応する送風機設備を納入した。

(3) 仕様

口径300×250mm歯車増速式単段ターボブロワ×2台
 $100 \text{ m}^3/\text{min} \times 63.25 \text{ kPa} \times 150 \text{ kW} \times 23996 \text{ min}^{-1}$

2-2 群馬県下水道総合事務所

県央水質浄化センター

(1) 概要

当処理場は群馬県の政治・経済・文化の中心をなす前橋市・高崎市をはじめとする市町村を処理区域とする流域下水道処理施設であり、現在の処理能力は240000

m³/日となっている。

本工事では、ブロワ設備の老朽化に伴い保守管理性および信頼性の向上を図るため、従来の集中給油方式から個別給油方式（空冷式）へ変更し、災害時の危険分散や、機場の簡素化、長寿命化を目的としている（図12）。

(2) 特徴

更新前の集中給油方式は、給油設備・冷却水設備を必要とするシステムである。そこで設備の簡素化を図るため、集中給油方式から個別給油方式に更新し、更に潤滑油の冷却を水冷式から空冷式にしたことにより、冷却水設備が不要となり、機場の簡素化および保守管理の向上を図った設備となった。

(3) 仕様

口径500×450 mm片吸込多段ターボブロワ×1台
290 m³/min×66.68 kPa×420 kW×3 600 min⁻¹ (同期)



図12 機場全景

2-3 某乳業株式会社 茨城県内工場

(1) 概要

当該工場では、プリンやゼリーなどの食品を生産している。その製造過程で使用した排水を処理するためのばき槽用ブロワとしてルーツ型ブロワを使用してきたが、省エネ化に伴う代替品としてECOターボブロワに更新した（図13）。

(2) 特徴

ECOターボブロワは、従来のルーツ型ブロワと異なり空気軸受を採用していることから、潤滑油が不要なためクリーンな環境で使用することができる。また、三次元高効率インペラを採用していること、およびインバータ



図13 ブロワ設置状況

を標準搭載していることから、部分負荷での最適な運転が可能のため省エネ機器として注目を浴びている。

タッチパネルを搭載しているため、運転操作を容易に行うことができるほか、風量一定制御やDO制御など用途に応じて多様な制御方法を選択することが可能である。

(3) 仕様

口径150 mm 高速単段ブロワ×1台（図14）
29.0 m³/min×49.0 kPa×40 kW×39 900 min⁻¹



図14 ブロワ本体

工場廃水処理設備機器の向上、およびメンテナンスの簡素化や省エネのために、当社は、今後も協力をしていく所存です。

2-4 日本合成UK イギリス製造工場向け

(1) 概要

食品包装材などの樹脂製造で有名な日本合成化学工業



図15 ブロワ設備外観

株式会社殿のイギリス製造工場に当社ブロワが使用されている。このたび、増設工場が作られることになり、同型のブロワ1台を受注し、納入した（図15）。

(2) 特徴

ころがり軸受（オイルバス）を採用し、強制給油装置が不要な構造としている。

取扱い気体が漏れないよう、軸シールにはN₂パージ（N₂ガスによる軸封）を採用し、安全性の高い構造となっている。また、欧州向けにより、すべての納入品にCEマーキングを取得している。

(3) 仕様

#3 Hopper Dryer Blower

（取扱気体：N₂+H₂O、20℃）

口径500×500 mm 片吸込多段ブロワ×1台

268.3 m³/min×55 kPa×340 kW×3 000 mm⁻¹

（同期）



ここで活躍しています —東日本大震災<応急復旧>—

1. 東北農政局 大堀排水機場

(1) 概要

仙台市若林区荒浜地区の常時および雨水を排水する目的で、1973年に納入した排水機場である。2011年3月11日の東日本大震災で発生した津波被害により、機能が停止したポンプ設備を応急的に稼動可能な状態に復旧を行った(図1、図2、図3)。

(2) 特徴

建屋の側壁が全て流失してしまったため、今回復旧する立軸ポンプ用に小屋を設置した。立軸ポンプは分解点

検のみを実施し、仮設盤の更新を行った(図4)。ポンプ形式は立軸軸流のため、補機がほとんどなくポンプ施設の復旧には時間を要しなかった。

(3) 仕様

口径600 mm立軸軸流ポンプ×1台(電動機駆動)

36 m³/min×2.4 m×22 kW×600 min⁻¹

口径1 000 mm横軸軸流ポンプ×1台(ディーゼル機関)【2012年6月末 復旧完了済】

120 m³/min×2.5 m×77 kW×286 min⁻¹



図1 被災後機場外観



図3 復旧後機場外観



図2 被災後ポンプ場内外観



図4 復旧後主ポンプ外観

※現在は復電し自家発電設備は撤去されている。



2. 宮城県東部地方振興事務所 中下排水機場

(1) 概要

宮城県東松島市中下地区の農業用水および雨水を排水する目的で、1976年に納入した排水機場である。2011年3月11日の東日本大震災で発生した津波被害により、機能が停止したポンプ設備を応急的に稼動可能な状態に復旧を行った（図5、図6、図7）

(2) 特徴

比較的健全だった建屋をそのまま生かし、主ポンプおよび減速機は摺動部品の交換のみを実施し、仮設盤および補機の更新を行った。吐出し弁および小弁は手動とし、とにかく早急に単独で運転可能な状態に復旧させることを優先させた。既設は高圧受電であったが、東北電力殿との調整を行い、ポンプ施設内を2系統に分割することで低圧2回線受電とした（図8）。



図7 復旧後主ポンプ外観



図5 被災後機場外観



図8 復旧後受電設備



図6 被災後主ポンプ外観

(3) 仕様

口径700 mm横軸斜流ポンプ×1台（電動機駆動）

$50.13 \text{ m}^3/\text{min} \times 2.9 \text{ m} \times 37 \text{ kW} \times 298 \text{ min}^{-1}$

口径700 mm横軸軸流ポンプ×1台（電動機駆動）

$50.13 \text{ m}^3/\text{min} \times 2.9 \text{ m} \times 37 \text{ kW} \times 413 \text{ min}^{-1}$

3. 福島県相双農林事務所 古磯部排水機場

(1) 概要

津波によりポンプ場への進入路も流失し、建屋の損壊から応急復旧に必要な天井クレーンが使用不可能となった（図9）。納入されているポンプは下記であるが、今回の応急復旧では、2号機および3号機を手動による復旧とした。

1 000 mm横軸斜流ポンプ（1号機）

$155 \text{ m}^3/\text{min} \times 2.9 \text{ m} \times 118 \text{ kW} \times 189 \text{ min}^{-1}$





1978年納入
 800 mm横軸斜流ポンプ（2号機）
 $80 \text{ m}^3/\text{min} \times 2.8 \text{ m} \times 59 \text{ kW} \times 232 \text{ min}^{-1}$
 1978年納入
 1 000 mm横軸斜流ポンプ（3号機）
 $132.6 \text{ m}^3/\text{min} \times 2.5 \text{ m} \times 85 \text{ kW} \times 200 \text{ min}^{-1}$
 1998年納入

(2) 工事の特徴

- ① 本来の進入路が流失したため、県にて吸込水路側から仮設の進入路が施工された。天井クレーンが使用できないので、トラッククレーン車を場内に入れて工場整備のディーゼル機関と減速機の搬出・搬入を行った。ポンプは、現地整備を実施した（図10）。
- ② 冷却水としての水道水がなくなり、水中ポンプを設置し、原水を取水し冷却水槽へ給水した。



図9 被災後機場外観



図10 ポンプ現地整備状況

③ 重油槽は使用せず、場内の小出槽からの給油とした。

④ 管内の多くのポンプ場が被災し、特に1社のディーゼル機関整備業者に集中する中で、3ヶ月と短い工期の中で復旧することができた。

現在、来年3月工期で3台の恒久復旧（ディーゼル機関、減速機、盤設備の更新）の工事がスタートしている。

4. JFE条鋼株式会社仙台製造所殿向け送風機

(1) 概要

JFE条鋼株式会社仙台製造所殿は仙台港に面した位置にあり、東日本大震災の地震直後に押し寄せた津波によりプラントが冠水し、甚大な被害を受けた（図11）。このため、プラント稼働に必要な機器を運転可能となるよう復旧を行った。当社で納入している機器はポンプや送風機などがあるが、本稿では送風機について記載する。

(2) 特徴

送風機は各用途毎に多種多様の機器があったが、主に各々回転体を当社工場へ、また可変速クラッチがあるものについては製造メーカー工場へ持込み、整備を行った。また、再据付時には技術員を派遣し組立・試運転の確認を行った。整備期間は、早期のプラント立上げを示されており、これに間に合わせるため非常に短期間であった。

(3) 仕様

- #17両吸込翼形送風機×1台
 $12 000 \text{ m}^3/\text{min} \times 6.4 \text{ kPa} \times 1 700 \text{ kW} \times 1 000 \text{ min}^{-1}$
- #9-1/2片吸込両持形ラジアル送風機×1台
 $650 \text{ m}^3/\text{min} \times 545 \text{ mmAq} \times 132 \text{ kW} \times 1 500 \text{ min}^{-1}$



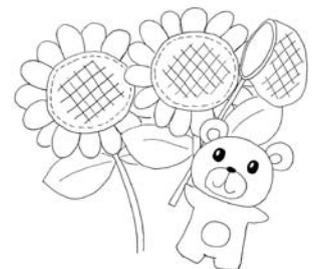
図11 被災後送風機外観（#10両吸込形翼形送風機）





#15両吸込ラジアル送風機×1台
3 500 m³/min×450 mmAq×450 kW×1 000 min⁻¹
#10両吸込形翼形送風機×1台
3 070 m³/min×500 mmAq×350 kW×1 500 min⁻¹
#12片吸込翼形送風機×1台
3 000 m³/min×330 mmAq×240 kW×1 000 min⁻¹
#13片吸込ターボ送風機×1台

1 036 m³/min×1 150 mmAq×270 kW×1 500 min⁻¹
#4-1/2片吸込ターボ送風機×1台
148 m³/min×100 mmAq×5.5 kW×1 500 min⁻¹
#8片吸込翼形送風機×10台
833 m³/min×400 mmAq×75 kW×1 500 min⁻¹



千代田化工建設株式会社 びびきLNG受入基地向けポンプ受注

このたび、千代田化工建設株式会社より、びびきLNG受入基地建設工事向け海水ポンプ、他14台を受注した。

LNG設備の主要機器となる気化器海水ポンプの用途としては、熱交換器に海水を供給し伝熱管内部を流れる液化天然ガス（以下LNG）との間で熱交換する事により、LNGを気化させる。

また、駆動機として電動機の外に、電源が断たれた非常時の運転のために、ディーゼルエンジンを設置した2軸駆動となる防消火海水ポンプが、火災などの非常時対策用に設置される。

その他、除塵用設備のためのスクリーン洗浄ポンプ、海水電解用送水ポンプ、屋外給水栓ポンプ1式を受注した。ポンプ仕様を、表1に示す。

びびきLNG基地の概要としては、北九州市響灘地区（北九州市若松区）（図1参照）に敷地面積は約25万m²を有し主要設備としては、LNGタンク（18万kL×2基）、LNG気化器、ローリ出荷設備、外航LNG船受入バースなどとなる。操業開始予定は、2014年11月であり、びびきエル・エヌ・ジー株式会社（西部ガス90%、九州電力10%出資）が運営を行う。

近年、国内外にLNG設備の建設が増えていく中で、当社のLNG向け海水ポンプの実績も継続的に増加している。当社気化器海水ポンプの納入実績としては、電力会社向けが大半を占めているが、今回の受注も含めて、確実に幅広いユーザー層へ拡大を続けている。

（文責：朝倉 充）

表1 ポンプ仕様

ポンプ名称	型式	吐出し量	全揚程	電動機出力	台数
中圧気化器海水ポンプ	口径500 mm VPFC-M 立軸斜流ポンプ	2 200 m ³ /h	37 m	320 kW	2台
高圧気化器海水ポンプ	口径500 mm VPFC-M 立軸斜流ポンプ	2 400 m ³ /h	39 m	360 kW	2台
高中圧兼用気化器海水ポンプ	口径500 mm VPFC-M 立軸斜流ポンプ	2 400 m ³ /h	39 m	360 kW	1台
防消火海水ポンプ	口径500 mm VPFC-R2-GM/E 立軸2段斜流ポンプ	2 150 m ³ /h	116 m	1 100 kW	2台
スクリーン洗浄ポンプ	口径200 mm VPFC-R2-M 立軸2段斜流ポンプ	240 m ³ /h	60 m	75 kW	2台
海水電解用送水ポンプ	口径40 mm VMF-R4-M 立軸多段渦巻ポンプ	10 m ³ /h	40 m	3.7 kW	2台
屋外給水栓ポンプ	口径200×200 mm SMKP-M 横軸片吸込渦巻ポンプ	372 m ³ /h	103 m	180 kW	3台



図1 基地建設予定地

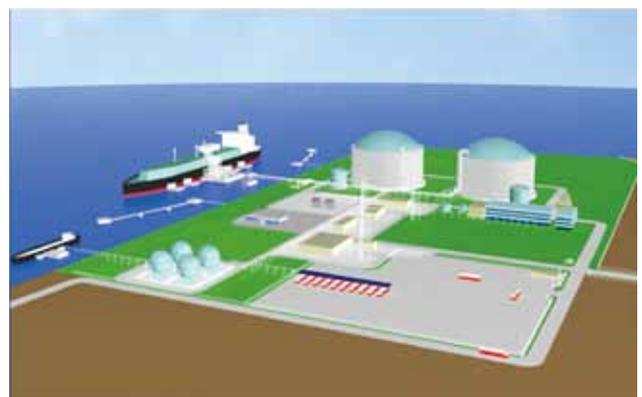


図2 基地予想図

Nスタンプ認証取得

当社三島事業所は、2011年12月12日～16日にASME (The American Society of Mechanical Engineers：米国機械学会) による監査を受審し、2012年1月27日付で原子力発電所用機器のN認証 (Nスタンプ^{注1)}) を取得^{注2)}した。

ASME規格 (Boiler and Pressure Vessel Code Section III：原子力発電所用機器製造規格) による認証制度では、製品やサービスを供給する組織に対して、高度な技術および品質管理が求められる。今回の認証により、組織、設計、調達、製造、試験、検査を通じて、当社三島事業所の品質プログラムおよび製造技術が原子力発電所用機器製造のASME要求事項を満たしていることが認められた。

今回の取得により、米国をはじめとしてN認証が要求される市場に対して機器を納入することが可能になった。これまで培った国内原子力機器の製造技術および品質管理手法を活かし、安全で信頼性の高い製品を提供していく。

注1) Nスタンプ

ASMEの認証を取得した会社は、製品が完成した際に、ASMEより貸与されたスタンプを押印して出荷するため、これらを総称して“Nスタンプ”と呼んでいる。

注2) 認証取得範囲 NおよびNPT

N : N CLASS 3 CONSTRUCTION OF PUMPS & PIPING SYSTEMS, AND CLASS 3 SHOP ASSEMBLY

クラス3ポンプおよび配管の製造、クラス3機器の組立

NPT : CLASS 3 FABRICATION WITHOUT DESIGN RESPONSIBILITY AND WITH DESIGN RESPONSIBILITY FOR APPURTENANCE

設計なしおよび有りのクラス3付属品の製作

(文責：阿部 健)

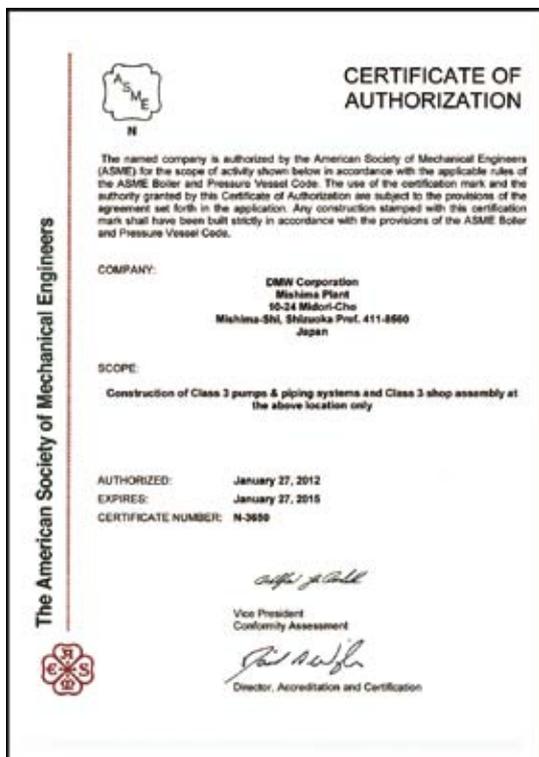


図1 認定証



図2 Nスタンプ

サウジアラビア、SADARA（Saudi Aramco and The Dow Chemical Company JV）社向けCOOLING WATER PUMP 36台受注（包括契約締結）

サウジアラビア国営石油会社（サウジアラムコ）と米ダウ・ケミカル・カンパニー（Dow Chemical Company）が共同出資するサダラ・ケミカル・カンパニー（Sadara Chemical Company）がサウジアラビアで推進する大型石油化学コンプレックス（コンビナート）の建設計画「サダラ・プロジェクト」向けCOOLING WATER PUMP 36台に関して、SADARA社の機器購入戦略により、プラント内で使われる大形ポンプについて納期短縮とコスト低減および設計思想の統一を目的としたPLAs（Program Leveraged Agreements＝包括契約）を結びたいとの強い意向があった。このたび、今までのサウジアラビアに納

入した当社製品の実績が高く評価されPMCを務めるKBR, U.S.A.を通じて、SADARA社とPLAsを締結した。

今回受注した36台の横軸両吸込渦巻ポンプは、プラントの中で6つのポーションに分かれており各ポーションに必要な冷却水を供給するために使われるポンプである。各ポーションへの納入台数を、表1に示す。

今後は、各ポーションを受注したEPC請負会社へNOVATION（更改）されて作業を進めていく。今後もサウジアラビアでは、大きなプラントの建設が予定されているため、継続的な受注に結びつけていきたい。

（文責：加賀美 仁）

表1 各設備におけるポンプ型式と台数

設備名称	ポンプ口径、型式	台数
Mixed Feed Cracker	40" × 28" DF-S-M 横軸両吸込渦巻ポンプ	8台
Chemical II	40" × 28" DF-S-M 横軸両吸込渦巻ポンプ	5台
POD	40" × 28" DF-S-M 横軸両吸込渦巻ポンプ	8台
EO/ESS	36" × 26" DF-S-M 横軸両吸込渦巻ポンプ	5台
Polyethylene	32" × 24" DF-S-M 横軸両吸込渦巻ポンプ	5台
Chlorine	28" × 20" DF-S-M 横軸両吸込渦巻ポンプ	5台

インドメンテナンスショッパ竣工式

インドのFOH (Fareast Offshore Heavy Engineering Pvt. Ltd.) 社と、共同で進めていたインドメンテナンスショッパが完成し、2012年2月24日竣工式が行われた。

建設された場所は、マハラシュトラ州の工業用地開発公社のタロージャ工業団地で、当社ムンバイオフィスから車で30分、10 km程の所である。

メンテナンスショッパの建設にあたっては、当社三島事業所生産本部が工作機器の選定について支援した。また作業員のリーダーを養成するために、事業所においてメ

ンテナンスについてのトレーニングを実施した。これからは機会あるごとに、トレーニングを実施し作業員の技能向上を図っていく。

お客様には、メンテナンスショッパを保有したことで、既納品のオーバーホール・メンテナンスサービスを積極的かつ迅速に提供できるようになった。またそればかりではなく、新規案件においても、安心して当社製品を採用して戴けるものと思われる。

(文責：中川原 滋)



図1 竣工式。左が柳瀬社長、右がFOH社のナイール代表

サウジアラビア並びにドバイにおける メンテナンスショップ ハイドロ社との提携

当社製品の信頼性については海外顧客から高い評価を得ているが、顧客の工場近くにメンテナンス設備を保有して顧客要請に即応できる体制を構築することが重要となっている。そのため、当社ではインドでのメンテナンス拠点⁽¹⁾に引き続き、2012年1月13日付けでハイドロ社（本社：米国シカゴ）と提携し、サウジアラビア並びにドバイにおける同社グループ企業のメンテナンス設備を利用できることとなった。

ハイドロ社はポンプなどの修理・メンテナンス業務を世界展開している企業であるが、数年前より当社が納入する機器のメンテナンスに関して協業関係を積み上げており、今回の提携に至ったものである。

サウジアラビアとドバイにおけるハイドロ社グループ企業のメンテナンス設備は現在拡張中で、サウジアラビアは2012年秋、ドバイは2012年夏に完成予定となっている（図1、図2はサウジアラビアにおけるメンテナンス設備の拡張後の予想図）。

今回の基本合意が評価されて、さっそくサウジアラビアで大形両吸込横軸渦巻ポンプを受注するという幸先の良いスタートを切ることができた。

（文責：森岡弘之）

<参考文献>

- (1) 木田 聡：インド市場への新たな取り組み（戦略提携契約締結）、電業社機械，Vol.34，No.2，（2010），70



図1



図2

下水処理場向け「新型多段ブロワ」受注

荒川と綾瀬川が近接する地点に位置する某水再生センターは、綾瀬川をはさんで東西二つの施設（東処理施設・西処理施設）からなっている。

従来は、東西処理施設に西処理施設の送風機棟から集中的に反応槽に送風していたが、今回、東処理施設の反応槽に個別送風できる設備を計画した。設置場所は、従来の送風機棟ではなく、雨水貯留池の上部に設置する計画となった。従来の送風機は、個別給油装置や冷却水を不要にすることができなかつたために、設置場所は送風機棟に限られてきた。

しかし、この度、潤滑油系統と冷却水系統を一切不要にし、管廊のような特殊な場所でも設置可能とした画期的な「新型多段ブロワ」を開発したことにより機種採用され、受注に至った。今回対象の送風機仕様を（表1）に示す。

今後も反応槽付近に設置する送風機設備が増加していく中で、「新型多段ブロワ」の強味である「耐震対策」「ダウンサイジング」「軽量化」を掲げて、機種採用して頂けるよう働きかけていきたい。

（文責：坂根 寧）

表1 ブロワ仕様

名称	型式	風量	圧力	取扱気体	電動機出力	台数
送風機	鋼板製小型多段ターボブロワ	120 m ³ /min	70.5 kPa	空気	230 kW以下 (実機200 kW)	4台

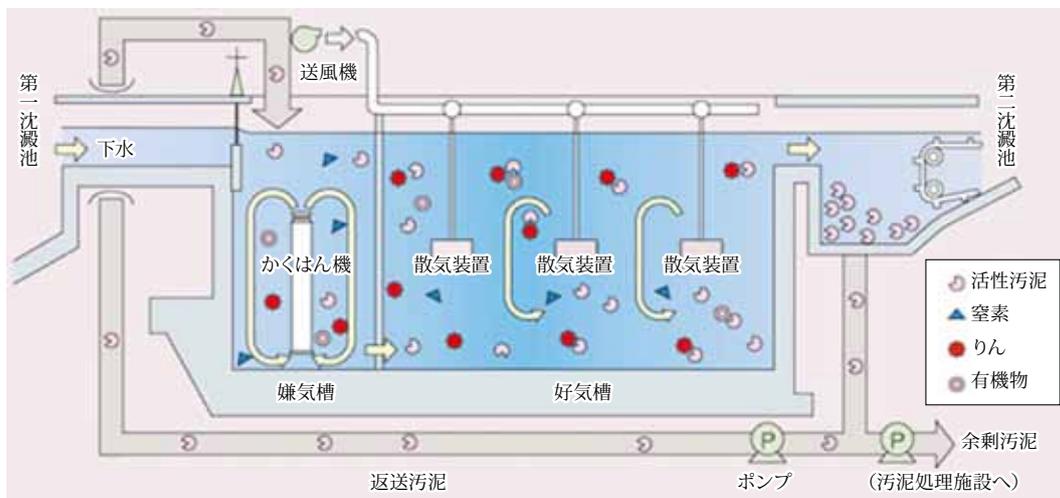


図1

神戸市建設局 新南駒栄ポンプ場 雨水ポンプ機械設備工事受注

神戸市では10年に1回程度発生する豪雨に対しても浸水が起らないように雨水幹線を整備している。特に、地盤が低い地区や人口の集中している地区のうち、浸水に対する危険性が高くなっている9地区を、水整備重点地区と位置づけ浸水対策を進めている。

長田南部地区はこの雨水整備重点地区の一つであり、今回新しく建設している新南駒栄ポンプ場は、浸水対策の一環として周辺土地利用の変化や現在の整備基準に合わせた雨水排水能力を備えているものである。

このたび、神戸市建設局 新南駒栄ポンプ場雨水ポンプ機械設備工事を受注し、2013年3月の完成を目指して、鋭意、設計、製作中である。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1 650 mm立軸斜流ポンプ）を示す。

新南駒栄ポンプ場

排水能力：1 128 m³/min

設備概要：口径500 mm立軸斜流ポンプ×2台
24 m³/min×15.5 m×90 kW
(立軸電動機駆動)

口径1 650 mm立軸斜流ポンプ×3台
360 m³/min×15.5 m×1 300 kW
(横軸ガスタービン駆動)

(文責：福嶋 超)

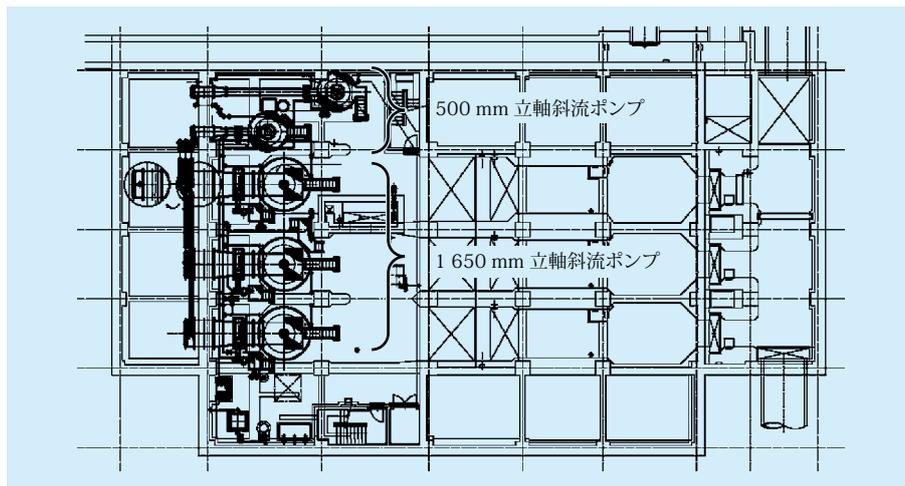


図1 据付平面図

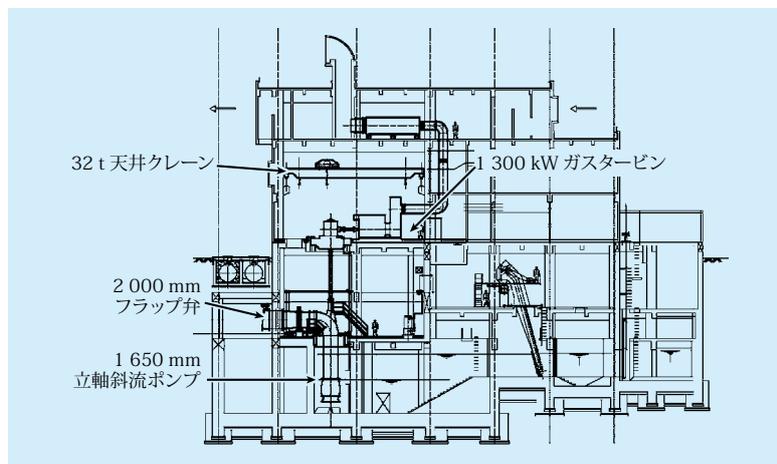


図2 据付断面図

特許と実用新案

「立軸ポンプ」

(特許第4704066号)

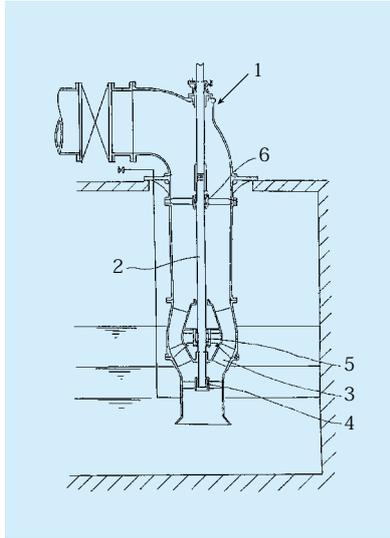


図1

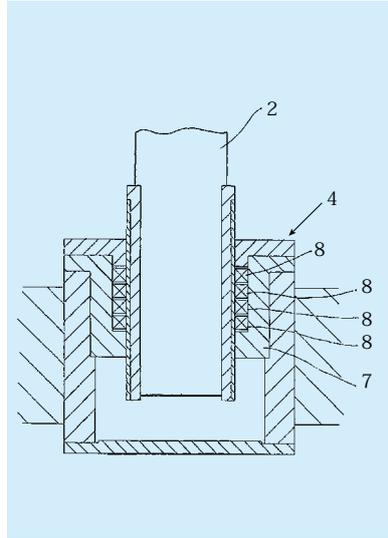


図2

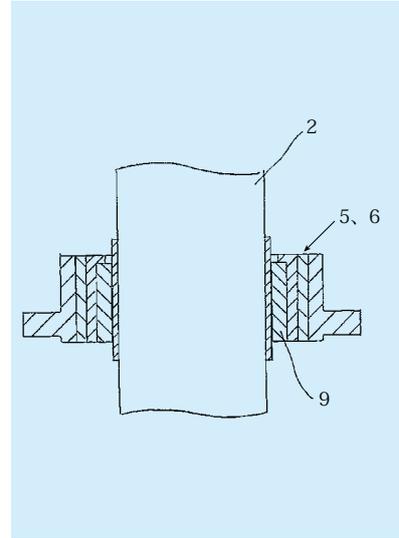


図3

降雨などによる急な出水に対して迅速に排水ができるようにするため、ポンプ機場に先行待機型立軸ポンプが設置される。先行待機型立軸ポンプは、気中運転、気水混合運転、揚水運転に対応できることが要求されるため、従来はポンプ軸に保護管を設けて軸受を水で潤滑する構造の立軸ポンプが採用されていた。しかし、軸受潤滑のための付帯設備が多いため、無注水での先行待機運転が可能な無注水軸受を用いた立軸ポンプへの移行が進んでいる。

しかし、セラミックスなどを摺動部材に用いた無注水軸受を採用すると、エアロック運転（羽根車より上のポンプケーシングや揚水管の水が落水しないで残ったままの状態での運転）時に発生するポンプ軸の振動により、摺動部材のセラミックスに過大な荷重負荷が加わって、セラミックスが損傷され易いという問題がある。

本発明はこのような問題点を解決するためなされたもので、本発明による立軸ポンプは、図1に示すように、立軸ポンプ1のポンプ軸2を羽根車3の上流側に設けた軸受4と、羽根車3より下流側に設けた軸受5、6により回転自在に支承するとともに、

図2、図3に示すように、羽根車上流側の軸受4の軸受箱7内の摺動部材8をアラミド繊維とポリテトラフルオロエチレングラファイトコンパウンド繊維からなるリング状の角編みパッキンで形成し、羽根車下流側の軸受5、6の摺動部材9を熱可塑性樹脂であるポリエーテルエーテルケトンと炭素繊維からなる複合材料で形成して構成した。

本発明による立軸ポンプによれば、耐摩耗性に優れたアラミド繊維とポリテトラフルオロエチレングラファイトコンパウンド繊維からなるリング状の角編みパッキンで羽根車より上流側の軸受摺動部材を形成したので、無注水での運転時間が長くなる確率が高い上流側の軸受が温度上昇と摩耗による損傷を受けにくく、また、耐荷重性に優れたポリエーテルエーテルケトンと炭素繊維からなる複合材料で羽根車より下流側の軸受摺動部材を形成したので、エアロック運転により過大な荷重負荷が加わる恐れのある下流側の軸受が損傷を受けにくいという優れた効果が得られる。

(文責：山田正嗣)

編集後記

◆この度の巻頭言は、九州大学大学院教授の古川雅人先生に「流体機械とともに夢を追う」という題目で、ご執筆頂きました。

風レンズ風車という新しいタイプの風車の開発経緯について詳細に述べておられます。「風レンズ研究会のメンバーに風車の専門家がいなかったことで、風車分野の常識にとらわれない斬新なアイデアが出てきたと言っても過言ではない。」という文章が印象に残りました。

また、流体機械は成熟した機械であり、新規性や斬新性を求めることが容易でない分野であるが、工夫しだいでは、風レンズ風車のように夢の描けるアイデアがまだまだ出てきそうであると述べておられます。当社も、ラムダ21やホキレスのようなお客様のニーズに応える製品を開発していきたいと感じました。

ご多忙な公務をぬって、大変興味深いご寄稿を頂きありがとうございました。

◆質量軽減、メンテナンス性の向上、コスト低減および設置面積の低減を実現した新型多段プロワを開発しましたので、紹介します。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。

◆夏に発行する本号には、立軸斜流ポンプ、両吸込渦巻ポンプ、地熱発電用ホットウェルポンプおよび高速単段プロワなど様々な場所で活躍している当社の製品を紹介しています。さらに東日本大震災で被災したポンプ設備が応急的に復旧された経緯についても紹介しました。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	井戸章雄	
委 員	鯉沼博行	小澤文雄
	永田元彦	石澤勇人
	中川原滋	小山田嘉規
	坂本 浩	上杉浩一郎
	青山匡志	
幹 事	飯田隆二	富松重行
事務局	坂根久美子	田上愛香

電業社機械 第36巻第1号

発 行 日	平成24年6月26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

禁無断転載