

電業社機械

DENGYOSHA KIKAI

Vol.45 No.1 2021

No.88





(写真提供：元当社製造部機械工作課 故市川康夫氏)

電業社機械

第45巻 第1号 通巻第88号 2021

目 次

◆巻頭言

衝動水車の効率定義	北 洞 貴 也	1
-----------	---------	---

◆技術資料

前進翼斜流ポンプ	篠 塚 泰 3 富 松 重 行 生 田 晃 浩 宮 川 和 芳
----------	--

◆製品紹介

静岡県志太榛原農林事務所 焼津東部排水機場	成 瀬 雄 也 7 田 代 崇
石川県 犀川左岸浄化センター 送風機設備	杉 山 幸太郎 12 下 村 萌乃香
LNG受入基地向けスーパー二相ステンレス製ポンプ	角 晃 太 郎 16 片 山 景 市
インドONGC BPA プラットフォーム 冷却水循環用ポンプ	竹 内 亮 祐 20
コスモ石油株式会社殿 千葉製油所向CO ₂ ガスブロウ	中 野 高 志 22
ここで活躍しています -2020年 製品紹介-	26

◆ニュース

東京都下水道局殿 「千住関屋ポンプ所ポンプ設備工事」工場試験終了	30
東北農政局殿 中区機場ポンプ設備受注	31
東京都下水道局殿 新河岸水再生センター送風機設備再構築その5工事受注	32
東京都下水道局殿 北多摩二号水再生センターポンプ設備その3工事受注	33
東京都下水道局殿 吾嬬ポンプ所ポンプ設備工事受注	34
関東農政局殿 那珂川揚水機場ポンプ設備製作据付工事受注	35
大阪広域水道企業団 東部水道事業所殿 藤井寺ポンプ場向け送水ポンプ設備受注	36
大阪府北部流域下水道事務所殿 岸部ポンプ場向けNo.4雨水ポンプ設備受注	37
大阪市建設局殿 深江抽水所向け 雨水ポンプ 受注	38
堺市上下水道局殿 浜寺下水ポンプ場No.3雨水ポンプ設備受注	39
大阪市建設局殿 此花下水処理場 ポンプ設備 受注	40
Woodsideセネガル沖向けFPSO用Sea Water Lift Pump 3台受注／MODEC Singapore社	41
インドONGC社BCPA 2 PLATFORM向け SKIMMER PUMP受注	42
インドHRRL社 RAJASTHAN REFINERY PROJECT向け AMINE BLOWDOWN PUMP 受注	43
東京都下水道局殿 『優良』 工事の取得	44
技術研究所の完成	45

◆特許と実用新案	46
----------	----

DENGYOSHA TECHNICAL REVIEW

DENGYOSHA KIKAI

Vol.45 No.1 2021

CONTENTS

◆Foreword

Definition of impulse water turbine efficiency	1
T. Kitahora	

◆Technical Data

Forward Skew Mixed Flow Pump	3
Y. Shinozuka, S. Tomimatsu, A. Ikuta and K. Miyagawa	

◆Product Introduction

Yaizutobu Pumping Station for Shizuoka Prefecture Shidahaibara Agriculture and Forestry Office	7
Y. Naruse and T. Tashiro	
Blower for Saigawa-sagan Water Purification Center of Ishikawa Prefecture	12
K. Sugiyama and H. Shimomura	
Super Duplex Stainless Steel Pumps for LNG receiving terminal	16
K. Kado and K. Katayama	
Coolant Circulation Pump for BPA Platform, ONGC / India.....	20
R. Takeuchi	
CO ₂ Gas Blower for CO ₂ Recovery plant in Cosmo Oil Chiba Refinery	22
T. Nakano	

◆Patent	46
---------------	----



衝動水車の効率定義

Definition of impulse water turbine efficiency

北洞 貴也

湘南工科大学 機械工学科

水車は古くからある流体機械ですが、地球温暖化防止の観点からも、解析、制御、計測分野のデジタル技術の進展とともに高効率化や運用方法の変化が今後も進むものと考えています。私は長年クロスフロー水車の研究に携わっており、その中で感じたことを報告させていただきます。この水車は回転軸と垂直な断面上の流路形状が軸方向に変わらない2次元形状であり、クロスフロー送風機のインペラーと同様に円筒かご型のランナを持つため、鋳造をすることなく比較的安価に製造できます。ノズルの出口で落差の2～3割程度の圧力ヘッドを持つので完全な衝動水車ではありません。ランナを貫通する軸に水流が衝突すると、流れが乱れて効率が低下します。吸出し管を設けると起きるこの衝突を防ぐために、**図1**に示すようにランナ室内が負圧になることを利用してケーシングに開けた穴から外気を自然吸気させ、ランナ内に空気相を形成します。またノズル内にある一枚のガイドベーンを軸方向に2：1の割合で不等分割して別々に開度を変えることで、少流量でも高い効率を保ったまま運転することができます。これらの特徴から本水車は中小水力の発電に用いられてきており、さらに様々な研究開発により高効率化が進み、その適用条件範囲が広がりつつあるため、老朽化した水車を本水車に置き換える地点も増えています。

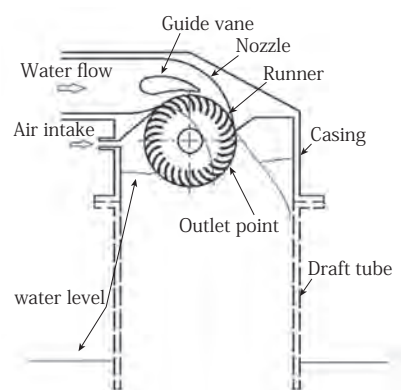


図1 Cross-flow turbine

この水車とは大学の卒業研究で出会い、実験装置の流路形状を変えて高効率化を目指す研究を始めました。修士課程において、それまでの研究成果を基に、よりランナ径が小さくて軸方向流路幅が広い水車を設計して性能を確認したところ、吸出し管を付けない場合で比較すると水車効率が10%近く向上するという予測を上回る結果が得られたのですが、当初その理由を明らかにできませんでした。クロスフロー水車の吸出し管を付けない単体効率は、学会基準に則り、ランナ中心を位置ヘッドの高さの基準とした有効落差を使って算出することが一般的であり、私もその方法を使っていました。試しに極低落差まで実験をすると、この有効落差による効率は落差の低下と共に上がり続け、いずれ100%を超えることが明白となりました。すなわち、有効落差の算出方法に不備があるということです。高さの基準を何種類か試してみたところ、**図1**に示したようにランナから水流が流出する外周上の点を基準にすることで、Re数やフルード数の変化による影響だけが残った効率が正しく得られることが明らかになりました。分かってみれば、ランナに働く水のエネルギーはノズルから流入する分だけでなく、ランナ内の水流の高さ分の位置エネルギーもしっかりと利用されているからだという単純

な原因でした。

このことは、研究活動の中ではそれまでの常識に囚われてはならず、不明なことがあれば力学の基本に立ち返らなければいけないと感じた経験の1つでした。これが明らかになったことで、水車単体の効率を正確に把握できるようになっただけでなく、吸出し管を付けた場合でも、大気圧の代わりにランナ室内の空気相の圧力を基準とし、高さの基準にランナ出口を使うことで、吸出し管の効果の影響を除いた水車性能を正確に評価できるようになり、ランナが没水することによる水压の影響や、ランナの内側で水が出入りすることによる損失などを詳細に評価・考察することができるようになりました。すなわち、水車単体で持つ効率に、吸出し管性能で決まるランナ室内圧力や上記の影響を考慮すれば、水車の出力が正確に見積もれることになります。JEC-4001電気学会標準規格やJSMES008機械学会基準の改定に携わらせていただきましたが、これらで示されている効率定義は、ユーザー（電力会社）と水車メーカー間の取り決めという意味合いが強いため、その地点が持つ水力のポテンシャルをどれだけ利用できるかという視点が重要であり、商用上はこれに従うべきです。一方、上記で提案した有効落差の定義による効率は、設計者がいかに正確に水車の出力を予測するかという点で有効です。このようなことが分かると、水車単体の場合に実落差が同じでも、出力を増すためには水の出口がランナ下端になるようにノズルの位置を合わせれば良いことがわかります。同じことは他の衝動水車にも応用できます。低比速度に使われるペルトン水車で、ノズルを1つのみ使う単射の場合は、**図2**の①に示すようにランナの下端でバケットに水平方向から噴流を当てる方法が一般的です。これもバケットに当たる噴流のエネルギーが最も大きくなるように、という理由からですが、実際にはバケット内での位置エネルギーも有効に利用できるため、バケットから水流が流出するときのバケット位置をランナの下端になるように、②に示す噴流を上方から傾けて当てるのが有効であることが分かります。

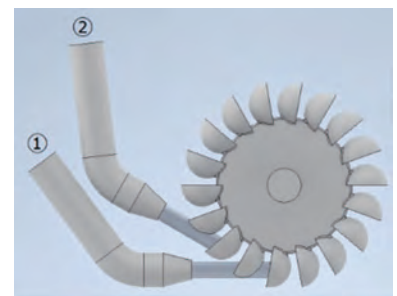


図2 Pelton turbine

なお、水力発電では水利権により使用できる水量の上限が決められるため、限られた水動力から最大限のエネルギーを取り出せるように、ということで効率には大きな意味があります。しかし他の再生可能エネルギーである風力や潮流発電などは、周りに大量に流れている流体のエネルギーの一部しか利用できていないため、流体のエネルギー量を限定して算出する効率にはあまり意味は無く、限られた資金を有効に温暖化対策に充てるためには、利用できるエネルギー量を増やして発電単価を下げることを重視する必要があります。

私は学生にも手伝ってもらいながら多くの実験を行ってきましたが、その結果が何を教えてくれるのだらうと、いつもワクワクしています。実験結果の中には、本来知りたい情報以外に、誤差やノイズ、調べている現象以外の周辺装置から生まれる情報も混入しています。それらの原因を明らかにし、工夫や改善により排除して得られた結果も、はじめは意味が分からないことが多いですが、物理法則に照らし合わせて調べてゆけば、どれも納得できることばかりです。最近はCFDを使うことも増えてきましたが、解明したい現象が定常なのか非定常なのか、キャビテーションを生じているのかいないのかなど、影響を与えている因子が何かを明らかにして、解析モデルに何を選択すればよいのか判断するためにも、実現象を注意深く観察し理解するように心がけています。

前進翼斜流ポンプ

篠塚 泰 富松重行 生田晃浩^{※1} 宮川和芳^{※1}

Forward Skew Mixed Flow Pump

By Yasushi Shinozuka, Shigeyuki Tomimatsu, Akihiro Ikuta^{※1}
and Kazuyoshi Miyagawa^{※1}

A vertical mixed flow pump used for water circulation in a power station, rainwater /drainage pumping station and other wide range of applications. It is important to improve the pump suction performance in order to achieve a faster speed and a smaller pump discharge diameter than with conventional pumps.

A forward skew blade is known as one method to improve the suction performance of a pump, but there are few study examples on the detailed effect of it. In this study, we confirmed the suction performance and internal flow of the forward skew blade mixed flow pump by CFD analysis and experiments.

As a result, it was confirmed that the load distribution on the blade tip side was changed by using the forward skew blade, and the suction performance was improved. It was also confirmed that the flow rate of the positive slope region goes toward the lower flow rate side than that of the conventional pump.

1. はじめに

立軸斜流ポンプは、発電所における水の循環や雨水の汲み出しなど、幅広い用途で使用されている。産業用ポンプにおいては、ランニングコストと初期コストの両方を削減するために、従来のポンプより高い回転速度にして口径を小さくすることが必要となるため、吸込性能を向上させることが重要である。また、雨水排水ポンプにおいても、近年では流量の増加による高流速化が検討されており、高吸込性能を有するポンプが重要になっている。

ポンプの高吸込化を達成する一つの方法として前傾翼や前進翼への形状変更が知られているが⁽¹⁾⁽²⁾、詳細な効果については研究例が少ない。そこで本研究では、前進翼の羽根を対象とし、ポンプの吸込性能と内部の流れについてCFD解析と実験により確認した。

2. インペラ設計

本研究は、既存ポンプのインペラ（Conventional Model）を前進翼（Improved Model）に変更し、ポンプ性能とインペラ内部の流れの比較を行った。

今回設計したインペラを図1に示す。前進翼への変更は、既存インペラと子午面形状は変えずに羽根の角度分布を変更し、前進とする形状とした。そこから、ポンプ仕様に合わせるために図2のとおり子午面上で前縁部を

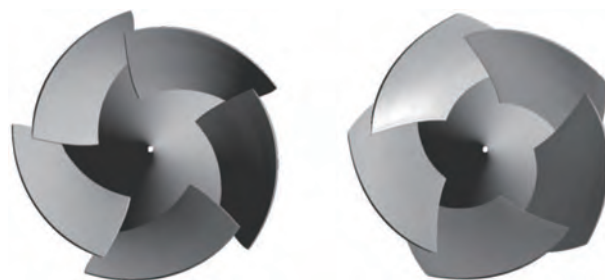


図1 インペラ形状
(左：既存モデル、右：前進翼モデル)

Fig. 1 Impeller Shape
(Left : Conventional Model, Right : Improved Model)

※1 早稲田大学大学院 基幹理工学研究科 機械科学・航空宇宙専攻
(Department of Applied Mechanics and Aerospace Engineering,
Waseda Univ.)

延長する形状を最終形状とした。また、インペラの後方にはディフューザがあるが、そこらは変更せずに、インペラのみの変更とした。

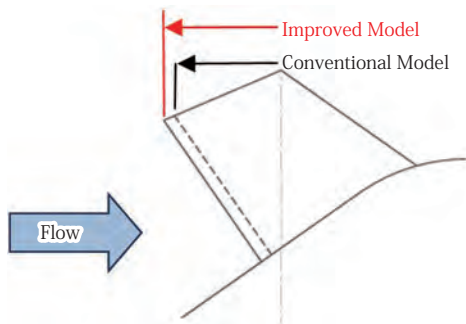


図2 インペラ子午面形状の比較
Fig.2 Comparison of impeller meridian form

3. CFD解析

3-1 解析条件

吸込性能の確認は、ANSYS CFX 17.2を用いてCFD解析により行った。Reynolds-Averaged Navier-Stokes (RANS) を使用し、定常解析とした。解析モデルは1流路分とし、解析条件は、表1に示す。

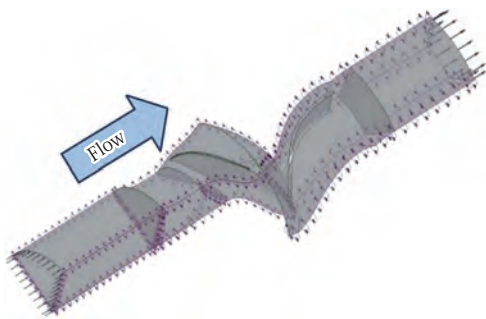


図3 解析モデル
Fig.3 Analysis model

表1 解析条件
Table 1 Analysis Condition

仕様ソフト	ANSYS-CFX17.2
乱流モデル	SST
入口境界	圧力規定
出口境界	流量規定
動静翼間 インターフェイス	Mixing-Plane

3-2 解析結果

本文中の各記号は、以下とする。

Q	ポンプ流量	[m ³ /min]
Q _{bep}	オリジナル形状における最高効率点でのポンプ流量	[m ³ /min]
H	ポンプ揚程	[m]
H _{bep}	オリジナル形状における最高効率点でのポンプ揚程 ($=NPSH \frac{2g}{U^2}$)	[m]
σ	キャビテーション係数	[-]
U	インペラ周速度	[m/s]
g	重力加速度	[m/s ²]
S	吸込比速度 ($=\frac{N\sqrt{Q}}{NPSH^{\frac{3}{4}}}$)	[min ⁻¹ , m ³ /min, m]
S _{bep}	オリジナル形状における最高効率点での吸込比速度	[min ⁻¹ , m ³ /min, m]

既存モデルの模型ポンプによる実験結果と前進翼モデルのCFD解析結果の、ポンプ性能 (H-Q特性) の比較を図4に示す。図中の赤の実線が前進翼モデルのCFD結果で、破線が既存モデルの実験結果である。

既存モデルでは、流量比Q/Q_{bep}=0.55の近くに変曲点が見られるが、前進翼モデルでは、Q/Q_{bep}=0.45の低流量側に移動する結果となった。この変曲点は、一般に流れのはく離によって生じ、インペラ出入口の逆流とも関連しあい、実際のポンプを運転する際には不安定になり振動などの問題が発生する場合がある⁽³⁾。そのため、変曲点が低流量側に移動することにより運転可能領域が広がる。図5、図6に各インペラモデルの、CFD解析から得られた子午面速度コンターを示すとおり、前進翼にすることで翼面の負荷分布が変わり、既存モデルの入口チップ側に見られる逆流領域が、前進翼ではハブ側に見られることが、変曲点となる流量が異なっている原因で

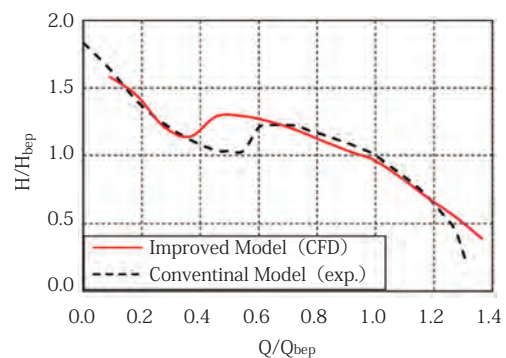


図4 ポンプ性能 (H-Q)
Fig.4 Pump Performance (H-Q)

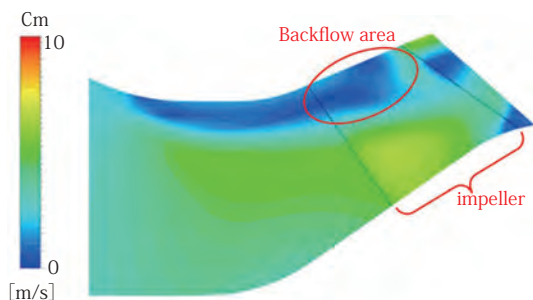


図5 既存インペラの子午面速度 ($Q/Q_{bep}=0.5$)
Fig.5 Meridian Velocity of Conventional Model ($Q/Q_{bep}=0.5$)

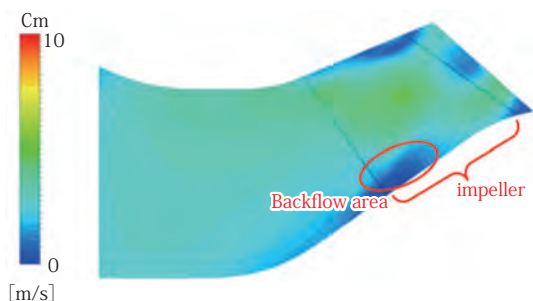


図6 前進翼インペラの子午面速度 ($Q/Q_{bep}=0.5$)
Fig.6 Meridian Velocity of Improved Model ($Q/Q_{bep}=0.5$)

あると考える。

キャビテーション性能の既存モデルの試験結果と前進翼の解析結果について、図7に流量比 $Q/Q_{bep}=1.0$ 、図8に流量比 $Q/Q_{bep}=1.2$ での結果を示す。 $Q/Q_{bep}=1.0$ では吸込性能としてはあまり変化はなかったが、 $Q/Q_{bep}=1.2$ では前進翼での3%ドロップ点が低NPSH側へと移動し、吸込性能として改善されていることを確認した。 $Q/Q_{bep}=1.0$ でのキャビテーションの発生具合を、図9に示す。図9の青い部分が、キャビテーションが発生している箇所である。

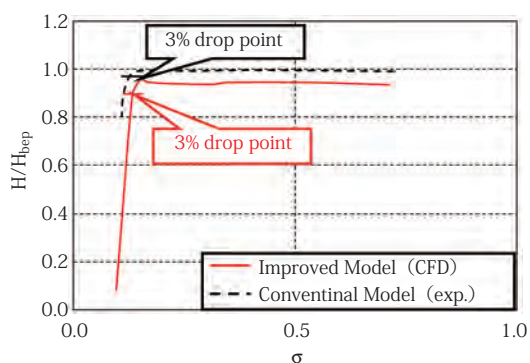


図7 吸込性能 ($Q/Q_{bep}=1.0$)
Fig.7 suction Performance ($Q/Q_{bep}=1.0$)

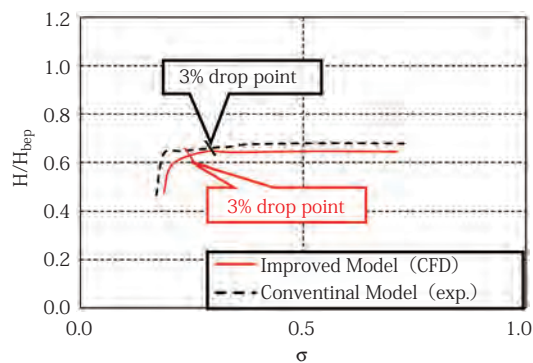


図8 吸込性能 ($Q/Q_{bep}=1.2$)
Fig.8 Suction Performance ($Q/Q_{bep}=1.2$)

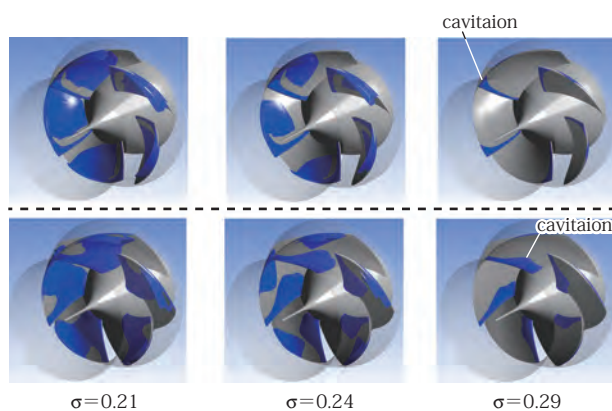


図9 キャビテーションの発達
(上段：既存モデル、下段：前進翼)
($Q/Q_{bep}=1.0$ 、ボイド率=0.1)

Fig.9 Development of Cavitation
(upper : Conventional Model, lower : Improved Model)
($Q/Q_{bep}=1.0$ 、void ratio = 0.1)

あり、既存モデルでは、前縁部チップ側からキャビテーションが発生しているが、前進翼にすることでチップ側のキャビテーションが改善されハブ側から発生していることがわかる。チップ側の流れが変わったことによりハブ側へ影響したと考えられるが、ハブ側の流れも改善することで、さらなる吸込性能の改善が期待できる。

4. モデルポンプによる試験

図10に示すような模型ポンプの試験ループを製作し、性能確認を実施した。

試験結果を図11に示す。試験結果とCFD解析結果がおおむね一致し、揚程曲線の変曲点が、前進翼モデルでは従来モデルに比べ低流量側に移動するという結果となった。また、吸込比速度 S を図12に示す。前進翼とすることで、過大流量側での吸込性能が改善された。

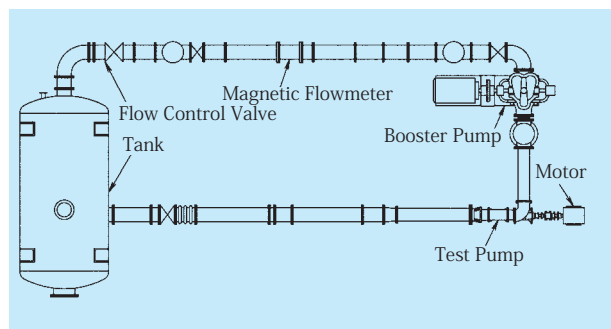


図10 試験装置
Fig.10 experiment device

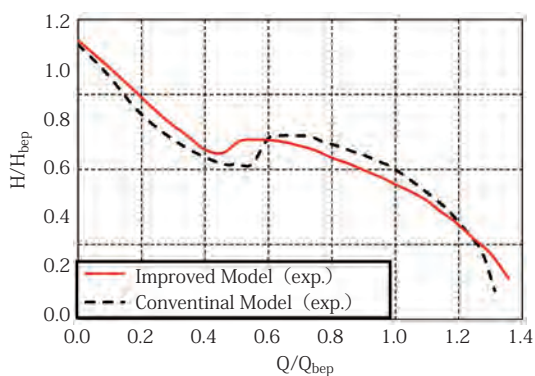


図11 ポンプ性能 (H-Q)
Fig.11 Pump Performance (H-Q)

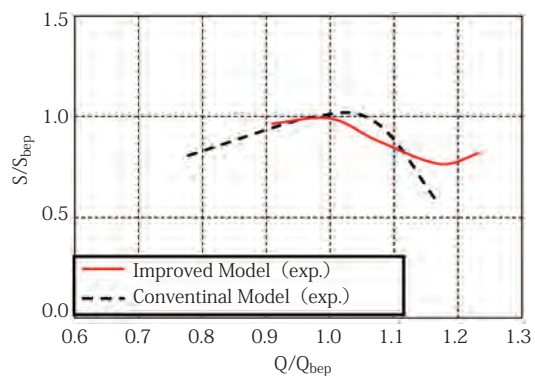


図12 吸込性能
Fig.12 Suction Performance

5. 結言

ポンプの小型化のために前進翼ポンプの適用による吸込性能の改善を目指した。

前進翼にすることでチップ側の負荷分布が変わり、逆流域が発生する場所がチップ側からハブ側が変わったため、変曲点の発生の流量が従来のポンプよりも低流量側となった。吸込性能についても、前進翼にすることで翼面の負荷分布が変わりキャビテーションの発生がチップ側からハブ側へ変わることで、特に大流量側での吸込性能の向上が確認できた。

<参考文献>

- (1) Kotaro Kado. et al., 2015, "Effects of Blade Load on Cavitation Performance for Mixed Flow Pumps" The 13th Asian International Conference on Fluid Machinery,
- (2) N Nitta. et al, 2018, "Influence of Forward Rake and skew blade Angle on Positive Slope Characteristics of Mixed Flow Pumps" 29th IAHR Symposium on Hydraulic Machinery and Systems
- (3) 青木正則など, 1996, "斜流ポンプの右上がり特性と入口逆流", 日本機械学会論文集, 62巻, 596号

<筆者紹介>

篠塚 泰：2010年入社。ポンプ、送風機および流体関連機器の研究開発に従事。現在、技術研究所 研究課 主任
富松重行：2003年入社。ポンプ、送風機および流体関連機器の研究開発に従事。現在、技術研究所 研究課 課長

静岡県志太榛原農林事務所 焼津東部排水機場

成瀬 雄也 田代 崇

Yaizutobu Pumping Station for Shizuoka Prefecture Shidahaibara Agriculture and Forestry Office

By Yuya Naruse and Takashi Tashiro

Yaizutobu Pumping Station is located in the eastern part of Yaizu City, Shizuoka Prefecture, is a paddy field facing the Pacific Ocean. The pumping station has been in operation more than 50 years with repeated repairs. However, it had become so old that replacement parts were no longer being manufactured and it was difficult to continue using it.

For this reason, the Shizuoka Prefecture Shidahaibara Agriculture and Forestry Office has formulated a functional conservation plan which is renewing the facilities in order to reduce life cycle costs, renew the equipment, and plan for equalization of maintenance costs, fit the budget required for maintenance. We will report on the process of completing the renewal of the facility over six years.

1. はじめに

静岡県焼津市の東部に位置する焼津東部地区は駿河湾に面する水田地帯であり、昭和44年度に県営かんがい排水事業により排水機場および幹線排水路が整備され、施設機械については耐用年数を超過している中で修繕を繰り返して使用してきたが、老朽化が激しく交換部品の製造も中止となるなど、継続使用が困難な状況となっていた。

このため静岡県志太榛原農林事務所では機能保全計画を策定し、ライフサイクルコストの低減や施設の更新並びに維持管理に要する経費の平準化を図るため施設の更新を実施する必要がある。

本稿では、6か年にわたる施設の更新が完了したので経緯について報告する。

2. 機場の概要

図1に示す本排水機場は農地の浸水被害を防ぐことを目的として、吸水槽が高水位の時に瀬戸川へ放流し、吸水槽の水位を下げる役割を担っている。

更新前の機場では、400 mm排水ポンプ1台と900 mm排水ポンプ3台の横軸斜流ポンプが設置されており、総排水量は289.2 m³/minである。更新理由としては、



図1 排水機場位置図

Fig. 1 View of pumping station

以下が挙げられる。

- (1) 排水ポンプ始動時には、真空ポンプを運転したのち、手動弁の開閉操作を行って満水作業を行っているうえ、ディーゼル機関の始動時には全手動操作にて運転を行ってきたが、経験の少ない操作員では、始動できないことがしばしば発生していた。
- (2) ディーゼル機関は、納入から50年以上も経過しているため交換部品の入手ができない状態が続いていた。

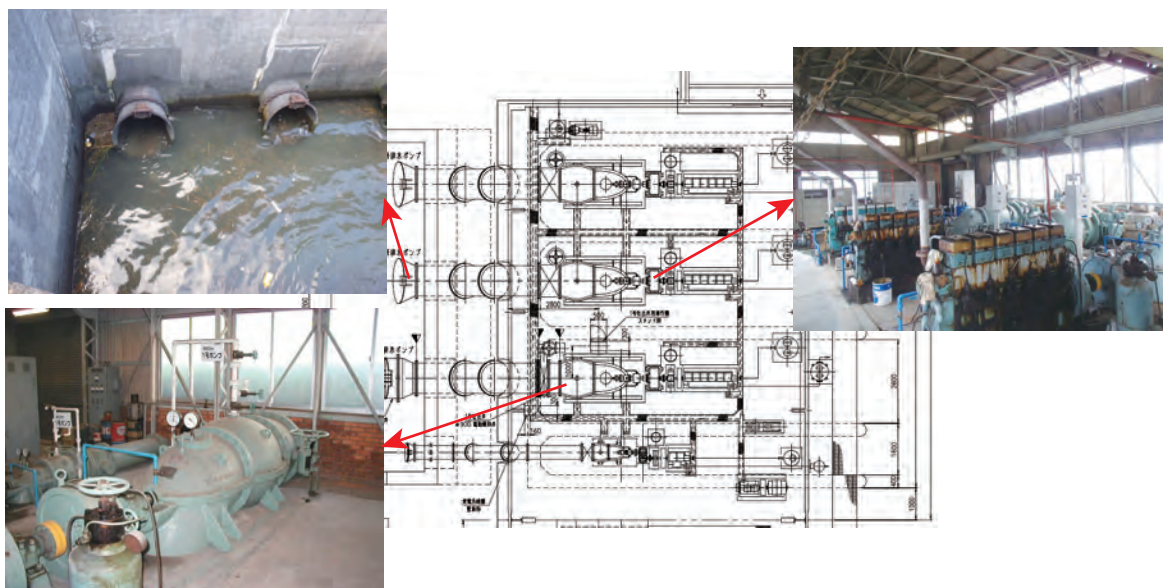


図2 更新前のポンプ設備

Fig.2 View of pumping station

- (3) ディーゼル機関の冷却水は、水道水を高架水槽に補給して、機関を冷却した後は吸水槽に排水していたため水道水の使用量が多かった。
- (4) 図2に示すように全体機器の老朽化が激しく、特に排水ポンプの吐出管が著しく腐食していた。

3. 改修工事の工程

本機場の改修工事は1～6期までの工事に分かれており、年度ごとに下記の工程で工事を行った。

改修工事は、排水機場の機能を維持しながら上屋の耐震補強工事および土木工事並びにポンプ設備の更新を、図3に示す期間にわたり実施された。

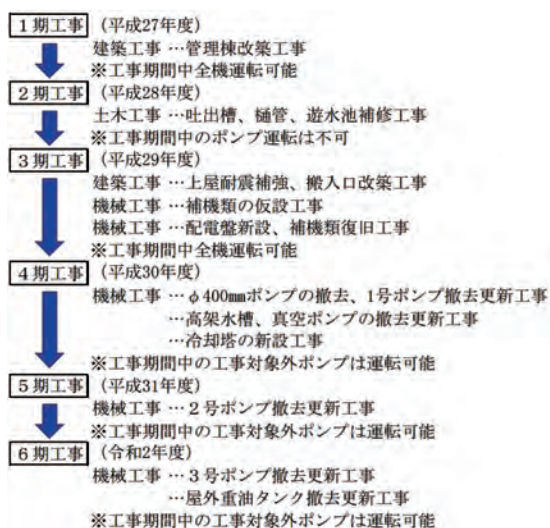


図3 改修工事の工程

Fig.3 Repair work process

4. ポンプ設備工事の改修内容

4-1 改修内容

ポンプ設備工事は、機能診断調査結果により、以下の改修工事の内容を実施した。

- (1) 既設排水ポンプは400 mm排水ポンプ1台と900 mm排水ポンプ3台の計4台構成であったが、400 mm排水ポンプを撤去して900 mm排水ポンプ全3台で運用する基本計画となった。900 mm排水ポンプ3台の回転速度を既設ポンプより上げることで、1台当たりの排水量を増加させ、機場の総排水量を変更することなく、ポンプ台数を4台から3台に減らした。更新後の据付平面図を図4に示す。
- (2) ディーゼル機関は、ポンプ操作盤から運転・停止が可能な連動操作対応とした。また、遠心クラッチを設置したことで、従来排水ポンプを運転するため、潮位を考慮した保守運転しかできなかったが、ディーゼル機関単独で保守運転ができるようになった。
- (3) 既設のディーゼル機関は遠心クラッチが無く、更新後は遠心クラッチが追加されているため、全長が長くなる。ディーゼル機関の全長が長くなった場合、ディーゼル機関背面の管理動線が狭く、管理動線確保の方策が必要となった。対策として、ディーゼル機関の外軸受を外して全長の縮小化を図り、図5のようにディーゼル機関背面の管理動線が確保できた。

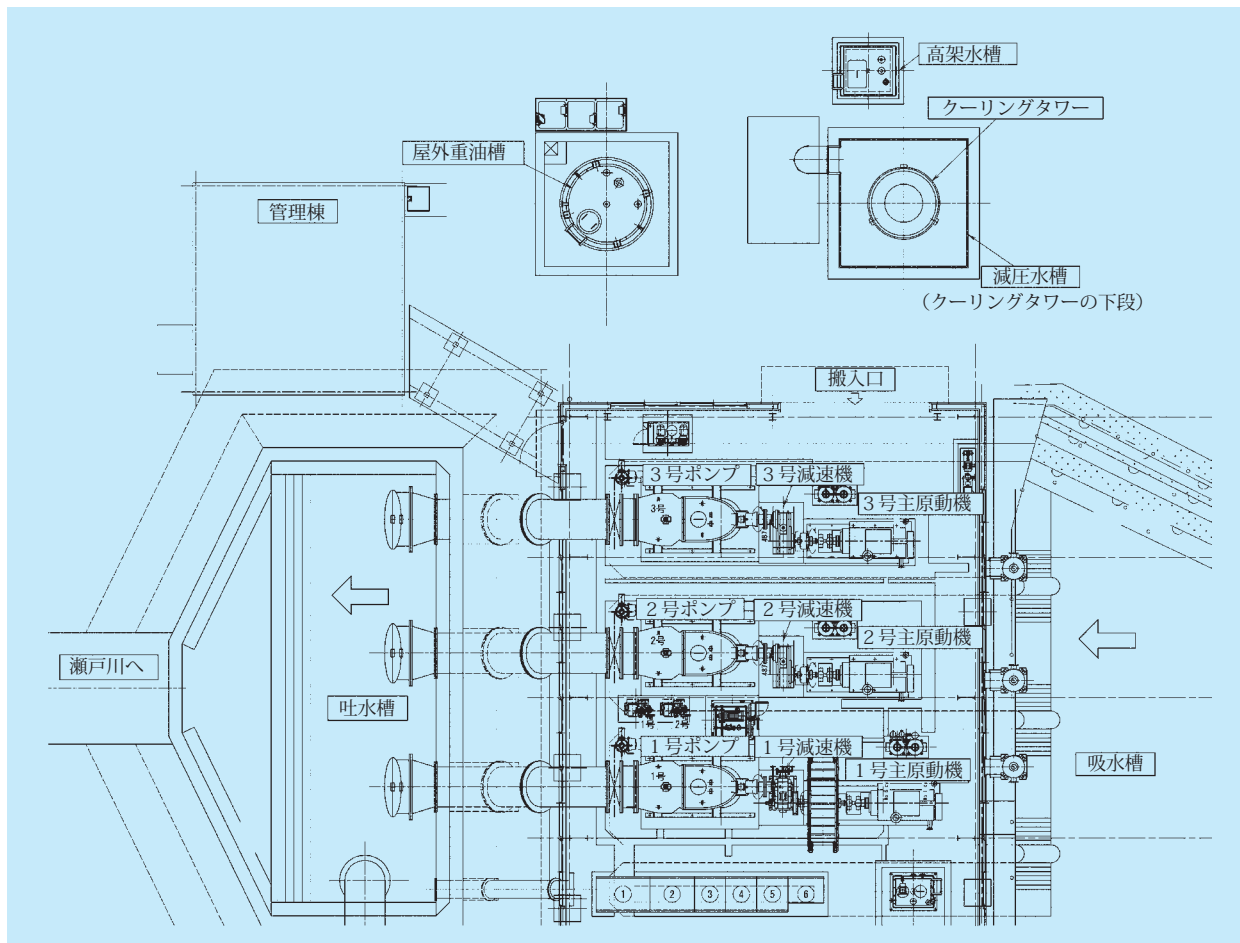


図4 据付平面図

Fig.4 Layout of pumping station

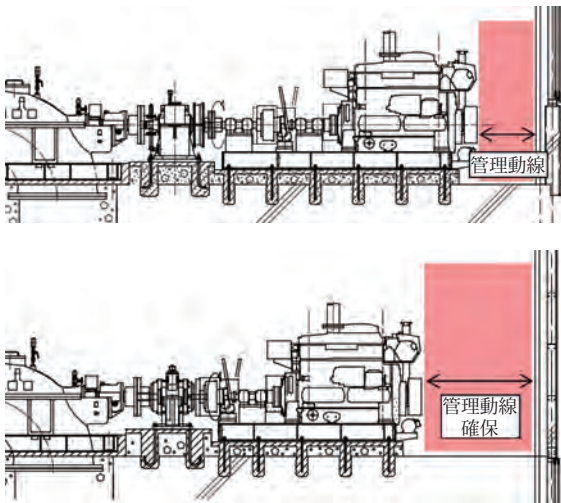


図5 据付断面図

Fig.5 Sectional view of decelerator and engine

から離れる方向へ偏芯した構造となる為、図6に示す搬入口のスペースを確保し、機器搬出入の際に屋内に仮置場を設けることができた。

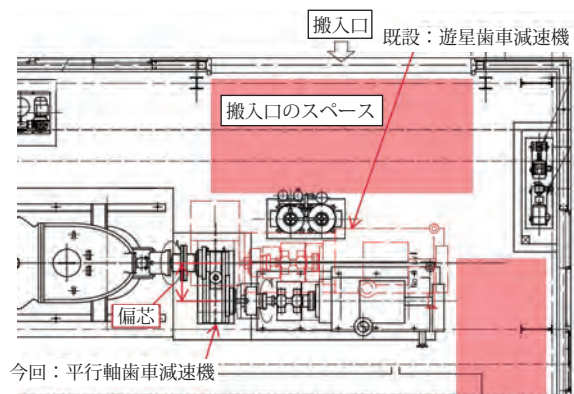


図6 搬入口の状況

Fig.6 View of the carry-in entrance after installation

(4) 歯車減速機の形式は遊星歯車から平行軸へ変更した。平行軸にすることで入力軸と出力軸が搬入口

(5) 冷却水系統は、排水ポンプ運転時にディーゼル機関より排出される高温の冷却水を新規に設置した

クーリングタワーで冷却し、減圧水槽に回収させたため、水道水の使用量は改修前と比較して大幅に減少した。

- (6) ポンプ操作盤はすべての機器を手動操作で運転を行ってきたが、一連の機器をあらかじめ定められた順序に従って連動運転操作を行うことで、操作員の負担を軽減することができた。

4-2 排水ポンプの特徴

- (1) 1、2、3号ポンプの仕様

1、2、3号ポンプの仕様を表1に示す。

図7に据付完成状況を示す。

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

用 途	河川水排水用
形 式	横軸斜流ポンプ
台 数	3台
口 径 (mm)	900
全 揚 程 (m)	3.3
吐 出 量 (m ³ /min)	96.4
出 力 (kW)	75
軸 受 潤 滑	外部軸受：オイル潤滑 水中軸受：グリース潤滑
軸 封	グラントパッキン（他圧注水）



図7 据付完成状況

Fig.7 View of the pumps after installation

- (2) 1、2、3号ポンプの構造と特徴

図8に排水ポンプ本体の外観図を示す。

本排水ポンプの特徴を以下の通り示す。

- ① 排水ポンプ形式は横軸斜流ポンプを採用し、減速機を介し、ディーゼル機関にて駆動している。
- ② 主要部品は全て陸上部に設置されている。ケーシングは上下水平二つ割構造となっており、上ケーシ

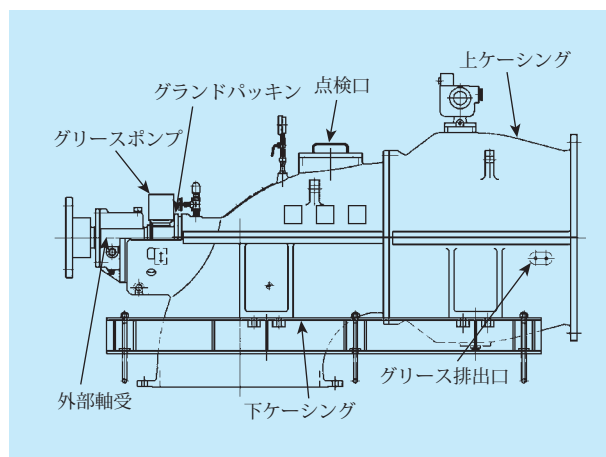


図8 1、2、3号ポンプ外観図

Fig.8 Outline drawing of the pump

ングを取外すことにより内部の主要部品（インペラ、主軸など）の点検が容易にできる構造となっている。また、上ケーシングに点検口を設けており、点検口からの内部点検も可能な構造となっている。

- ③ 水中軸受摺動部には軸スリーブを取付け、整備時に取替容易な構造となっている。
- ④ 水中軸受はすべり軸受を使用し、排水ポンプ主軸と連動したグリースポンプにより自動的に給油する構造となっている。
- ⑤ 軸封部はグラントパッキンを採用し、他圧水を注水している。軸封部からの排水ポンプ揚水の排出や外部からの空気混入を抑え、安定した運転を実現している。

5. 見学会の実施

排水ポンプ更新工事中に、地元の静岡県立焼津水産高校の生徒を対象に排水機場の見学会を実施した。機場見学会の様子を図9に示す。



図9 静岡県立焼津水産高校の機場見学会

Fig.9 Pumping station Tour

船舶用のディーゼル機関を学ぶ生徒さんに50年稼働して役目を終えた実機を見ながら、ディーゼル機関駆動のポンプ設備の役割や運転状況を見学して、地域を守る防災施設の理解を深めていただいた。

6. おわりに

以上、焼津東部排水機場の改修内容を紹介した。

今後の既設ポンプ設備の更新に対し、本稿が少なからず参考となれば幸いである。

終わりに、本設備の設計・施工にあたりご指導頂きました静岡県志太榛原農林事務所の関係各位に深く感謝いたします。

<筆者紹介>

成瀬雄也：2016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2課

田代 崇：2004年入社。主に横軸ポンプの設計業務に従事。現在、水力機械設計部 水力機械2課 課長代理



石川県 犀川左岸浄化センター 送風機設備

杉山 幸太郎 下村 萌乃香

Blower for Saigawa-sagan Water Purification Center of Ishikawa Prefecture

By Kotaro Sugiyama and Honoka Shimomura

Saigawa-sagan Water Purification Plant is located in Kanazawa city, Ishikawa prefecture, Japan. The plant has been in operation since December 1994, and has treated sewage in district of Kanazawa city, Hakusan city and Nonoichi City. This time we carried out a revamping work of the existing blower package due to it ageing. Here is a brief description of Saigawa-sagan Water Purification plant revamping work.

1. はじめに

犀川左岸浄化センターは石川県金沢市下安原町に位置しており1994年12月に稼働を開始した。本センターでは犀川の左岸に位置する金沢市の一部、白山市の一部(旧鶴来町)、野々市市から流入する下水を処理している。図1に犀川左岸浄化センターの全景を示す⁽¹⁾。

今回、既設送風機設備の老朽化に伴う更新工事において送風機1台および付帯設備を納入した。本件では、強制給油装置が不要である鋼板製多段ターボブロワを納入したので、以下にその概要を紹介する。

2. 機場の概要

本センターの既設送風機設備は、歯車増速式単段ターボブロワ4台で運用され、反応槽への送気を行っていた。

今回工事では、既設送風機4台のうち老朽化したNo.2送風機を撤去し、鋼板製多段ターボブロワに更新した。更新後のフローシートを図2、送風機据付平面図を図3に示す。

既設の単段ターボブロワは個別給油方式が採用されており、機側の強制給油装置から潤滑油が給油されている。今回更新した鋼板製多段ターボブロワはオイルバス方式のころがり軸受を採用したため、強制給油装置および付帯の冷却水設備が不要である。また、単段ターボブロワでは放風弁が必要であったが、多段ターボブロワの場合、起動・停止時の放風運転無しで運用可能のため、放風弁も不要となった。そのため、既設送風機と比べて補機が



図1 犀川左岸浄化センター全景

Fig. 1 Saigawa-sagan Water Purification Center panoramic view

少なく、省エネルギーである。また、メンテナンス箇所を大幅に減らすことができ、維持管理性を向上するとともに、メンテナンスコストの削減ができる。また、震災などで冷却水配管、油配管の破損事故により送風機が運用できなくなるリスクを回避することができる。既設送風機との比較を表1に示す。

3. No.2送風機概要

3-1 No.2送風機仕様

No.2送風機の仕様を表2、外観を図4に示す。

3-2 構造と特徴

No.2送風機の特徴について、詳細を下記に示す。

(1) ケーシング

No.2送風機のケーシングは、鋼板製輪切り構造を採用

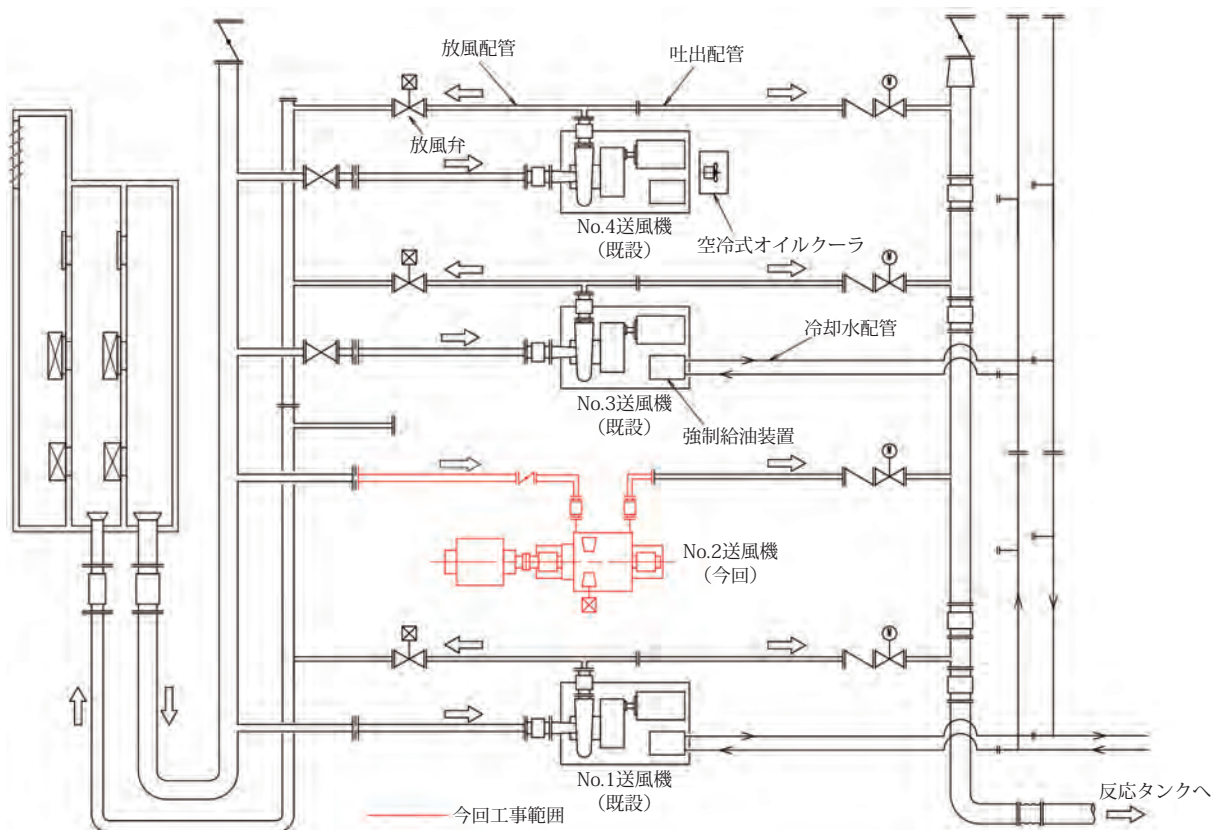


図2 送風機設備フローシート

Fig.2 Flow sheet of blower station

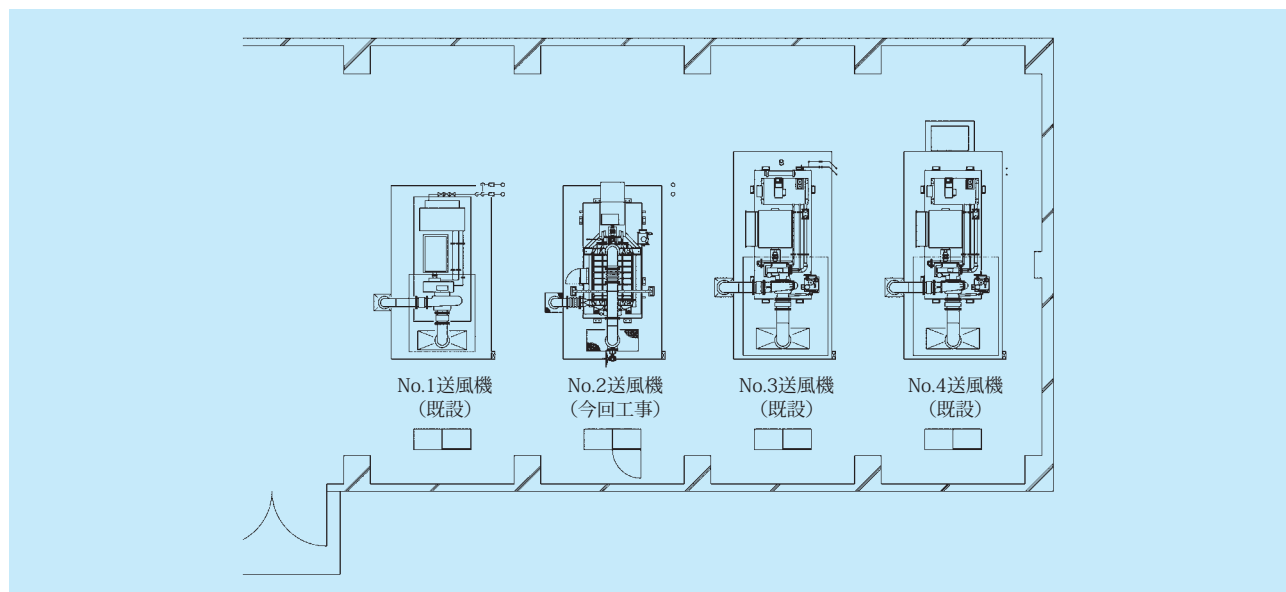


図3 送風機据付平面図

Fig.3 Plan view of blowers

した。

(2) 空冷式ころがり軸受ユニット

No.2送風機はころがり軸受を採用した。これにより、

既設の単段ターボブロワでは軸受潤滑、および歯車潤滑に必要とされた強制給油装置を不要とすることができ、使用する潤滑油の量は既設の単段ターボブロワと比較し

表 1 既設送風機との比較

Table 1 Blower specification comparison

機 器	既設送風機	No.2送風機（今回）
形 式	歯車増速式単段ターボブロワ	電動機直結式片吸込多段ターボブロワ（銅板製）
軸 受	すべり軸受	ころがり軸受
軸受潤滑方式	強制給油方式（個別給油方式） 水冷／空冷	オイルバス方式 強制給油装置不要 自己空冷
潤 滑 油 量	約250 ℓ	約10 ℓ
風量制御範囲	55％～100％	35％～100％
防 音 カ バ ー	有	無
放 風 配 管	有	無

表 2 No.2送風機仕様

Table 2 Blower specification

形 式	電動機直結式 片吸込多段ターボブロワ（銅板製）
口 径 （mm）	250 / 200
風 量 （m³/min）	55
昇 圧 （kPa）	約64
出 力 （kW）	90
取 扱 気 体	空気
台 数	1



図 4 ブロワ外観

Fig. 4 View of blower

て約96％の削減となった。また、冷却方式は自己空冷方式を採用し、冷却水ポンプなどの冷却水設備が不要となることからメンテナンス性が大きく向上している（図 5）。

(3) 風量制御装置

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

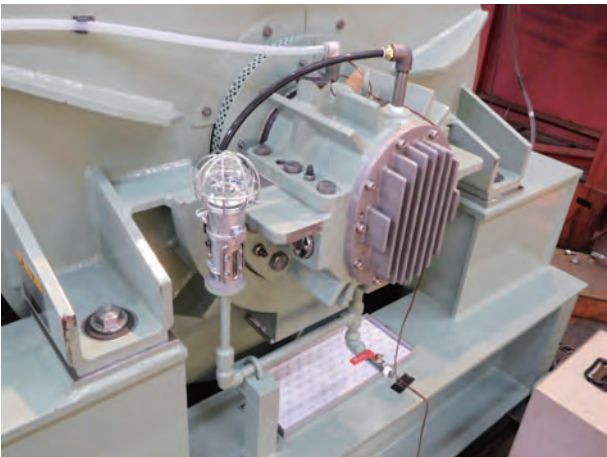


図 5 空冷式ころがり軸受ユニット

Fig. 5 Air-cooled ball bearing unit

いる。また、既設の単段ターボブロワは仕様圧力における風量制御範囲が仕様風量の55％までであるのに対し、多段ターボブロワは仕様風量の35％まで風量制御が可能である。

(4) 発生騒音

既設の単段ターボブロワは高速回転から生ずる騒音に対して、送風機全体を防音カバーで覆うことで対策している。多段ターボブロワは単段ターボブロワと比べ、発生騒音が大幅に抑えられ、防音カバーの設置が不要である。機器へのアクセスが容易になり、維持管理性が向上した。

(5) オイルミスト回収装置

送風機の吐出し圧力を利用したミストセパレータシステムを付属し、ブロワ軸受箱内で発生するオイルミストを吸引回収している。これにより、周辺機器の汚損や電気接点への悪影響、床面への飛散による歩行時のスリッパを防止できるなど、安全面、周囲環境の改善を図っている。動力不要のため、メンテナンスが容易である。図 6 にオイルミスト回収装置構成図を示す。

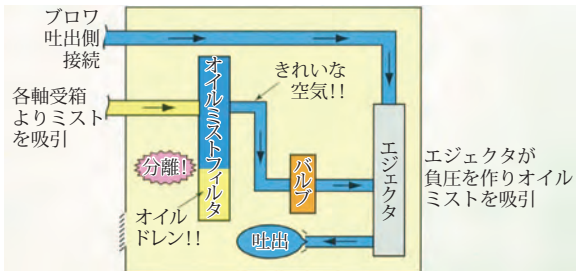


図 6 オイルミスト回収装置構成図

Fig. 6 Configuration of oil mist separator system

5. おわりに

以上、犀川左岸浄化センターにおける送風機設備の更新工事の概要を紹介した。

今回更新した銅板製多段ターボブロワは、既設の単段ターボブロワと比較して補機が少ないため、省エネルギー化、維持管理性の向上、メンテナンスコスト削減、災害時のリスク低減などの効果を期待できる。

今後も環境に配慮し、かつ維持管理性の良い設備を提供していく所存である。

おわりに、本設備の施工にあたり適切なご指導、ご助言を頂いた石川県土木部殿の関係各位に厚く御礼申し上げます。

<参考文献>

- (1) 犀川左岸浄化センター消化ガス発電設備について（石川県ホームページ）
<https://www.pref.ishikawa.lg.jp/seikatsuhaisui/gesui/saigawa20130914.html>
(2021/4/1 アクセス)

<筆者紹介>

- 杉山幸太郎：2015年入社。送風機設備のシステム設計に従事。
現在、プラント建設部 システム設計2課
- 下村萌乃香：2018年入社。ブロワの設計業務に従事。
現在、気体機械設計部 ブロワ設計課



LNG受入基地向けスーパー二相ステンレス製ポンプ

角 晃太郎 片山 景市

Super Duplex Stainless Steel Pumps for LNG receiving terminal

By Kotaro Kado and Keiichi Katayama

We supplied 4 sets of vertically suspended mixed flow pumps for Nong Fab LNG receiving terminal in Thailand. The sea water vaporizer pump is one of the critical equipment for regasification of the LNG. Nowadays, all countries are going to “Carbon Neutral” and the government of Thailand is also aiming to reduce greenhouse gas. Liquid natural gas has a smaller environmental impact than coal or oil. They are planning to increase the capacity of LNG receiving terminal from 10 million tons to 19 million tons until 2023. We will introduce the sea water vaporizer pumps and CFD analysis for the sump design for PTT LNG/Nong Fab LNG receiving terminal project.

1. はじめに

SDGs（持続可能な開発目標）の一つにある気候変動対策として、また各国が掲げている2050年のカーボンニュートラル実現に向けて、石炭や石油に比べて温室効果ガス排出量が少なく、環境負荷が小さい液化天然ガス（以下、LNG）の需要が高まっている。また、促進されている再生可能エネルギーには需給バランスの調整が難しいという課題があるが、LNGを燃料とするガス火力発電の電力調整力が高いため、LNGに期待が高まっている⁽¹⁾。

そういった状況の中、タイではガス計画2018の中でガス需要の増加とLNGインフラの拡充を目標としている⁽²⁾。タイ石油公社（以下、PTT）は2023年までにLNGの受入能力を現在の年間1 000万トンから1 900万トンまで増強する計画としており、今回のNong Fab LNG受入基地はその一環で建設されるものである⁽³⁾。

今回、Nong Fab LNG受入機器であるLNG気化器海水ポンプ4台を発注いただいた。これらのポンプの設計、製作、工場立会検査を経て出荷を完了したので以下にその概要を紹介する。また、吸込水槽内で有害な渦発生の可能性を流れ解析により検討したので併せて紹介する。

2. Nong Fab LNG気化器設備の概要

本LNG受入基地にはオープンラック式気化器（ORV）が採用されている。本ポンプにより取水した海水を熱源として、約 -160°C のLNGと熱交換を行い、常温の気体に気化・昇温される。ORVは、加熱源が海水であり、動力がポンプのみであるため、ランニングコストが安価であり、また、構造がシンプルといった特徴があり、広く採用されている方式である⁽⁴⁾。

本受入基地には6つのORVが設置され、本ポンプは需要に合わせて最大3台運転での台数制御が行われる。本プロジェクトでは当面固定速度で運用されるが、将来的にタイの電力供給が安定したあかつきには、回転速度制

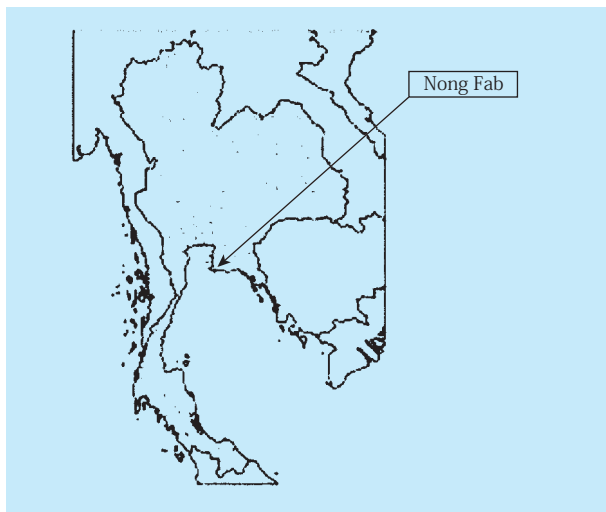


図1 Nong Fabの位置

Fig.1 Location of Nong Fab

御を併用した効率的な運用も行われる予定である。なお、ポンプやモータは将来の回転速度制御を考慮して設計されている。

3. ポンプ仕様および構造と特徴

本ポンプの仕様を表1に、ポンプ外観を図2に、ポンプ構造を図3に示す。

表1 ポンプ仕様
Table 1 Specifications of pump

型 式	立軸斜流ポンプ
吐 出 し 口 径	44inch
全 揚 程	45 m
吐 出 し 量	13 510 m ³ /h
出 力	2 200 kW
取 扱 流 体	海水
台 数	4台（予備1台）



図2 ポンプ外観

Fig.2 Visual of Seawater Pump

3-1 ポンプ構造の特徴

本ポンプの構造の特徴を以下に示す。

① ポンプ軸封部

API682適合のメカニカルシールを採用しており、Plan 13/61としている。フラッシング、ドレンともにポンプ取水槽に戻す構造としている。

② スラスト軸受ユニット

ポンプの吐出しエルボ上部に設けられている。温度センサーと振動センサーを付属しており、運転状態の監視を可能としている。

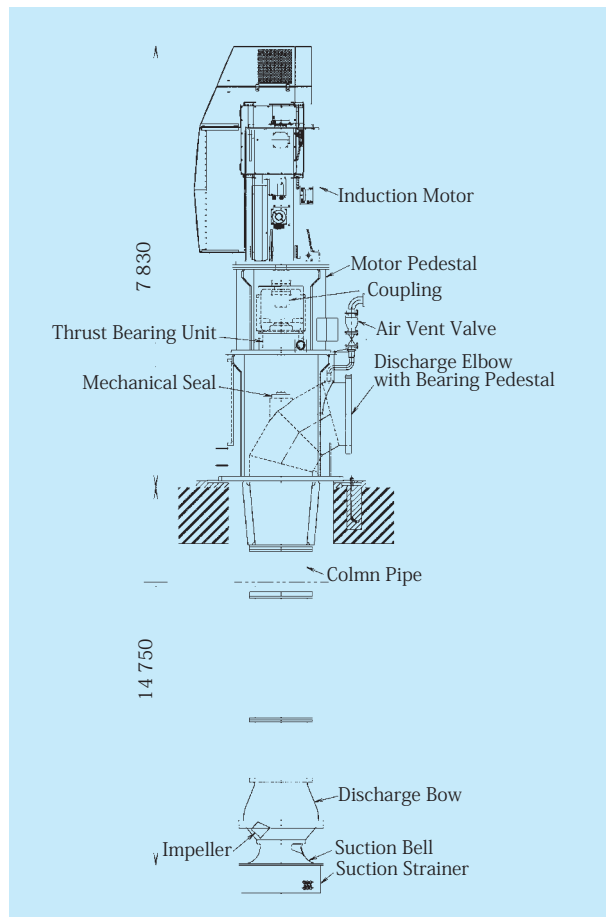


図3 ポンプ構造図

Fig.3 Outline drawing of Seawater Pump

③ 軸継手

API610準拠となっており、エレメントが破損してもスペーサを軸継手内部で保持できる構造となっている。

また、モータは起動電流を抑制し、多台運転に配慮したソフトスタート起動を採用している。将来の回転速度制御を考慮した設計がされており、サインフィルタを組み込むことで、回転速度制御が可能となる。ポンプと同様に温度センサー、振動センサーを付属しており、運転状態の監視を可能としている。

3-2 ポンプ材質

本ポンプの主要部材質（インペラ、主軸、ケーシング）はスーパー二相ステンレス鋼（Super Duplex Stainless Steel 略してSDSSと記す）を採用している。オーステナイト組織とフェライト組織が共存した二相系ステンレス鋼の中でもPRE>40（耐孔食指数PRE：Pitting Resistance Equivalent= $\text{Cr}\% + 3.3 \times \text{Mo}\% + 16 \times \text{N}\%$ ）のものをSDSSと称し、オーステナイト系ステンレス鋼に比べ耐応力腐食割れ、耐孔食性、耐すきま腐食性に優れた特徴を持っているため、海水などの高腐食環境にさら

されるポンプに対して長寿命化を図ることができる。またオーステナイト系ステンレス鋼に比べ約2倍の高強度を有しているため、ポンプの軽量化を図ることができる。さらにフェライト系ステンレス鋼に比べ溶接性に優れているため耐応力腐食割れ性を維持しつつ、溶接構造に適用できるなどの特徴を有している。揚水管、吐出しエルボ（SS400製軸受台一体形）には、SDSSの溶接構造を採用した。

3-3 主要部品の強度評価

質量低減と信頼性の確保を目的に、吐出しエルボ周りの強度評価を行った。ポンプの特性上、吐出しエルボには吐出圧力や運動量変化に起因する流体力が作用する。加えてAPI610のノズルロード相当に耐えられる構造という仕様があり、そのノズルロードが作用しても強度上問題ないことを確認する必要がある。一例として、吐出しエルボ部のFEM解析結果を図4に示す。解析条件としては、吐出しフランジに外力としてノズルロードを、接液部には内圧として締切圧力を付与している。使用材質の許容応力以下であることを確認した。

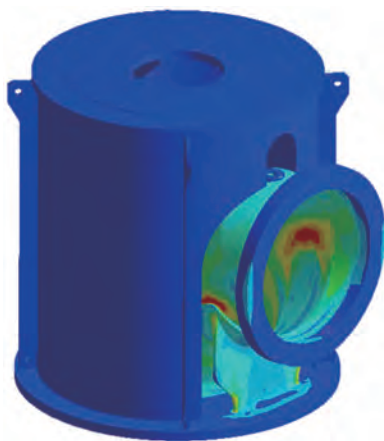


図4 FEM解析結果

Fig. 4 FEM Analysis Result

4. ポンプ取水槽流れ解析

ポンプ取水槽において、ポンプの円滑な運転に支障をきたす有害な渦（空気吸込渦および水中渦）の発生の有無を評価することを目的に流れ解析を実施した。本プロジェクトでは3台（4台のうち1台は予備）のポンプが据え付けられるが、各ポンプおよび主水路は同一形状であり、上流側に十分な長さの直線部があるため、1台分のみを解析対象とした。図5にポンプ取水槽形状を、図6、図7にメッシュモデルを示す。

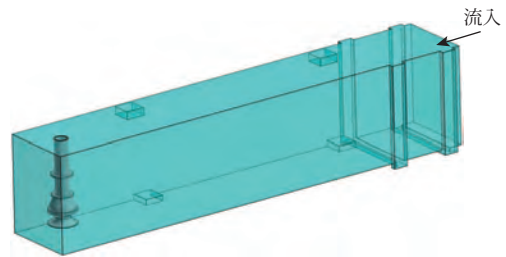


図5 ポンプ取水槽平面形状図

Fig. 5 Pump sump model

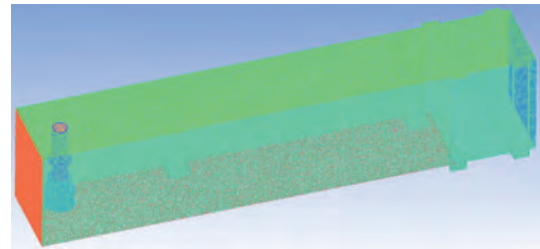


図6 ポンプ取水槽メッシュモデル

Fig. 6 Pump sump mesh model

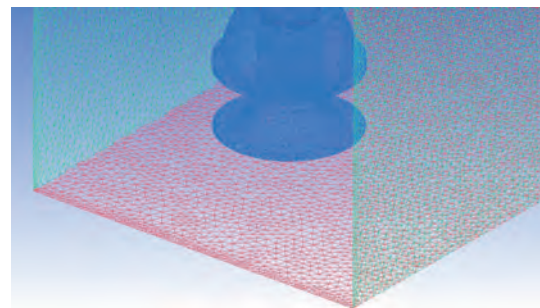


図7 ポンプ取水槽メッシュモデル（ポンプ近傍）

Fig. 7 Pump sump mesh model near Pump

ポンプベルマウス周りで発生する渦は、ポンプ外形、水槽形状に依存し、ポンプ内部（インペラなど）の流れによる影響はほとんどないことが一般的に言われている。そのため、ポンプの形状は外形形状のみ実機と同一とした。また、実機には吸込ストレーナが設置されるが、吸込ストレーナは水中渦の抑制に有利に働くため、本解析では吸込ストレーナは省略したより厳しい条件で解析を行った。吸込ストレーナが有利に働く理由としては、水中渦の発生原因にある。水中渦は一端が水槽底面や壁面に、他端がポンプベルマウス内にある渦で、渦中心が空洞を形成しているものであり、液体が気体に変化する一種のキャビテーション現象とされている。吸込ストレーナにより、この低下する圧力が回復するため水中渦の抑制効果がある。

解析水位については、渦の発生は水槽内流速に依存し、それが速いほど発生しやすくなるためLWLとした。流量は最大許容運転流量とした。

解析ソルバーにはANSYS CFX 19.0を、ポスト処理にはFieldView 17を使用した。図8、図9は、FieldView 17を用いてポンプ周りの渦中心線を可視化したものである。ポンプの運転に有害な空気吸込渦、および水中渦が発生するか否かの判定は、水面や水槽床面・壁面からポンプベルマウスへ連続して渦中心線がつながっているかで判断している(図8、図9)。本解析結果では、水槽床面からポンプに向かって伸びる渦中心線があるが(図9 ※1)、ポンプベルマウスへと連続してつなが

ていないため、ポンプの運転に有害な水中渦に発達しないと判断した。同様に、水面からポンプベルマウスへ連続してつながる渦中心線がないことから、空気吸込渦の発生もないと判断している。

5. おわりに

PTT LNG向け気化器海水ポンプの概要、ポンプ取水槽内の流れ解析の事例を紹介した。当社は過去、同PTT LNG向け Map Ta Put Projectで同様の気化器海水ポンプを納入しており、長期間の安定した運転実績と信頼性を評価されて今回の受注となった。今後もポンプのさらなる品質向上などを通じて顧客満足を充実させ、タイをはじめとする東南アジアの経済発展への貢献を目指していく所存である。

<参考文献>

- (1) 経済産業省, 「2030年/2050年を見据えた石油・天然ガス政策」
https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shigen_nenryo/sekiyu_gas/pdf/012_03_00.pdf
 (2021/5/18 アクセス)
- (2) JOGMEC, 「PTTEPの上流戦略とPTTの地域LNG Hub化計画」
https://oilgas-info.jogmec.go.jp/_res/projects/default_project/_page_/001/008/889/2011_em_Th_PTTEP_E_and_P_LNGHub.pdf
 (2021/5/18 アクセス)
- (3) 東京ガスエンジニアリングソリューションズ株式会社
<http://www.tokyogas-es.co.jp/notice/pdf/20180109.pdf>
 (2021/5/18 アクセス)
- (4) 例えば、外池喜朗, 「LNG受入基地の気化装置－クリーンエネルギー・天然ガスを支える各種LNG気化装置－」, 溶接学会誌第83巻(2014)第6号

<筆者紹介>

角晃太郎：2009年入社。主に、立軸ポンプの設計に従事。現在、水力機械設計部 水力機械1課 主任
 片山景市：2012年入社。ポンプ、送風機および流体関連機器の研究開発に従事。現在、技術研究所 研究課 主任

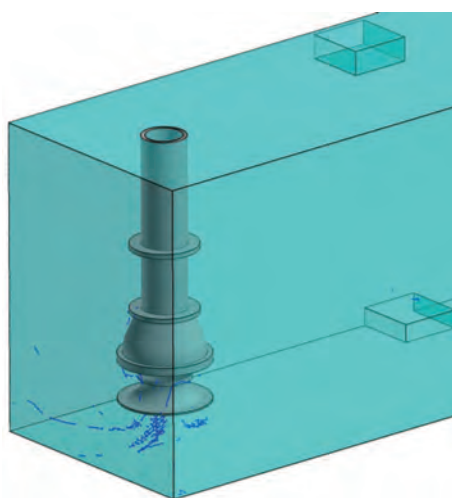
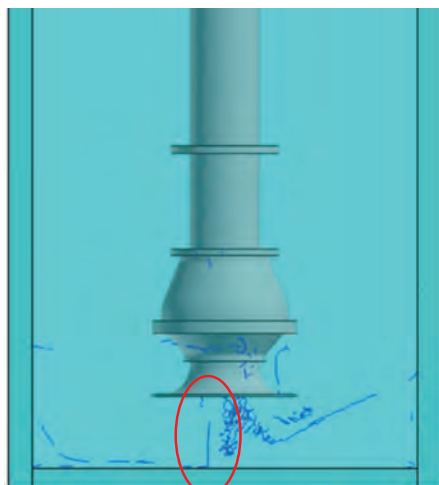


図8 解析結果(渦中心線)

Fig.8 Visualized result with Vortex core



※1 床面から渦中心線が伸びているが、ポンプベルマウスへ連続してつながっていないため水中渦へは発達しない。

図9 解析結果(ポンプ近傍渦中心線)

Fig.9 Visualized result with Vortex core near Pump

インドONGC BPAプラットフォーム 冷却水循環用ポンプ

竹内 亮祐

Coolant Circulation Pump for BPA Platform, ONGC / India

By Ryosuke Takeuchi

We had been supplied 3 sets of Coolant Circulation Pumps to Oil & Natural Gas Corporation Limited, India (ONGC) in 1985. This pump has been working for circulating the cooling water in BPA offshore platform for 35 years. After periodical maintenance in 2007, we found some corrosion inside of the casing and changed the casing materials from Cast steel (A216 WCB) to Duplex. We supplied 2 sets of new bare pumps with Duplex materials in 2010 and 2021.

1. はじめに

当社は、1985年にOil & Natural Gas Corporation Limited, India (ONGC) のBPA海上プラットフォームに3台の冷却水循環ポンプを納入している。主な用途としては海上プラットフォームにて使用される冷却水を循環するためのポンプである。

当該ポンプには、ケーシング材質として炭素鋼鋳鋼 (ASTM A216 WCB) が採用されている。しかしながら、本ポンプの設置場所が海上プラットフォームであることから、ポンプを納入して約22年後の2007年に現地で実施されたオーバーホールにて、ケーシングに経年的な腐食が発生していたことが確認された。

そこで2010年には、洋上という過酷な環境においても更なる長期運用を実現させるため、炭素鋼鋳鋼よりも強度・耐食性に優れる二相ステンレス鋼をインペラおよびケーシングなどの接液部の材質として採用し、3台中1台のポンプが更新されている。

今回、2010年と同一材質 (二相ステンレス鋼) にて1台分の更新用ポンプを納入したので、以下に詳述する。

2. ポンプの仕様

ポンプの仕様を表1に示す。

3. ポンプの構造と特徴

本ポンプは、API610規格に準拠した電動機駆動の横

表1 ポンプ仕様

Table 1 Specifications of pump

形 式	冷却水循環用ポンプ API 610 規格 Type BB2
口 径 (mm)	吸込350×吐出し400
全 揚 程 (m)	52
吐 出 量 (m ³ /h)	1 650
電動機出力 (kW)	315
取 扱 流 体	COOLANT
台 数	1

軸両吸込単段渦巻ポンプ (Type BB2) である。

本ポンプの主要部品の特徴について以下に列記する。
また、ポンプの構造を図1に示す。

3-1 ケーシング

ケーシングは、水平二つ割に比べシール性の優れる垂直割の構造とし、流体の外部への漏洩リスクを低減させている。

また、メンテナンス性を考慮し、主配管を取り外すことなく回転体、軸受およびメカニカルシールなどを容易に分解・組立することが可能なケーシング構造とした。

3-2 軸受部

軸受の潤滑は強制給油を必要としない油浴式+オイルリング潤滑とし、潤滑油の冷却には冷却効率の優れる水冷式を採用した。

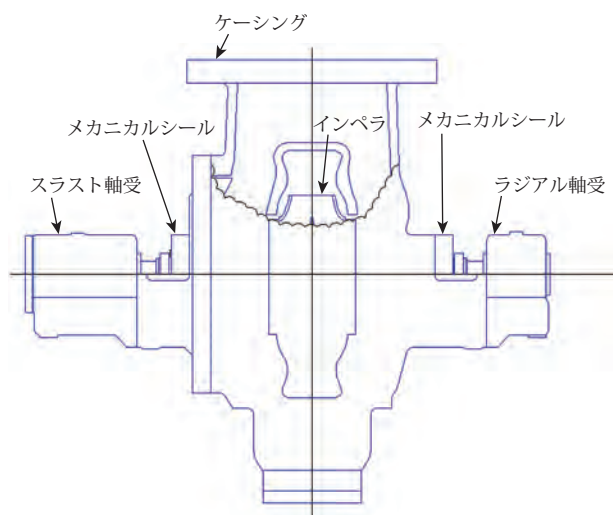


図1 ポンプ構造図
Fig.1 Sectional view of pump

軸受ケースは上下二つ割構造のため、利点として保守・点検が容易であることが挙げられる。

ラジアル軸受にはジャーナル軸受、スラスト軸受にはアンギュラ玉軸受を採用し、API610にて規定されている軸受寿命を満足するよう軸受を選定している。

4. 3D CADの活用

本ポンプは既設機のポンプ本体のみの更新案件であるが、既設機の周辺部には配管やケーブル、バルブなどあらゆる顧客設備が既に配置されている。そのため現地でのポンプ搬入時や据付時に、顧客設備との干渉などの問題を未然に防ぐため、3D CADを活用し顧客と綿密に意思疎通を図りながら詳細な設計を行った。図2にポンプモデルを示す。

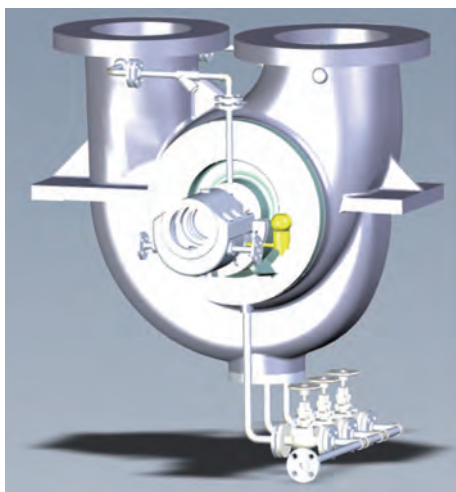


図2 3D CADによるポンプモデリング
Fig.2 Pump modeling by 3D-CAD

5. DMWインド社での製作

当社の海外子会社であるDCIPL (DMWインド社)ではこれまで多くのAPI適用ポンプを製造してきているが、単段渦巻片吸込ポンプ (API Type OH2) が主であり、今回のようなType BB2のポンプ製作実績は比較的少ない。そのため、本ポンプにおける製造上のノウハウや注意点などの情報をDCIPL社と共有し相互理解するため、定期的に設計・製造・品質保証部門を交えてWEB会議を行った。また組立時にはオンラインカメラなどを使用した組立指導を行い、日本製作品と同等の品質を確保することができた。図3に社内試運転の状況を示す。



図3 社内試運転
Fig.3 Shop test

6. おわりに

当社はインドの海上プラットフォーム向けにさまざまな用途のポンプを数十年に渡って納入してきた。

納入後においても、顧客とコミュニケーションを密にとり、オーバーホール後のポンプ内部の状況などの情報をフィードバックしてもらいながら、海上プラットフォーム特有の過酷な環境に適したより信頼性の高い製品を納入してきたことが今回の更新案件の受注に繋がった。

今後とも、顧客の期待に応え、満足していただける製品を作り続けられるよう努力していく所存である。

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

<筆者紹介>

竹内亮祐：2019年入社。主に高圧ポンプの設計に従事。
現在、水力機械設計部 高圧ポンプ課所属。

コスモ石油株式会社 千葉製油所向CO₂ガスブロワ

中野 高志

CO₂ Gas Blower for CO₂ Supply in Cosmo Oil Chiba Refinery

By Takashi Nakano

DMW multistage turbo blowers are used in various gas processing plants and synthetic resin production plants. This time, we, DMW, supplied a blower to Cosmo Oil Chiba Refinery for CO₂ supply. This report shows design features of the CO₂ Gas Blower.

1. はじめに

当社の銅板製多段ターボブロワは、ガス処理、合成樹脂生産プラントに数多く納入されている。今回、コスモエンジニアリング株式会社殿経由でコスモ石油株式会社殿千葉製油所（図1）の炭酸ガス送気設備向けに、CO₂ Gas Blowerを1台受注した。本設備は、アーク溶接のシールドガス、ドライアイス、炭酸飲料向け発泡剤などとして使用される原料ガスを液化炭酸ガス製造設備へ送気する設備である。当社が納入するCO₂ Gas Blowerは、石油精製の副生物として発生する炭酸ガスを圧送する用途で使用される。二酸化炭素は水溶すると炭酸となり、弱酸性となる。今回当社ブロワは、弱酸性の雰囲気に対する腐食対策および炭酸ガスの漏洩対策の優位性を評価頂き、受注に至った。

このたび、受注したCO₂ Gas Blowerの工場出荷および現地試運転が完了したので以下にその概要を紹介する。



図1 コスモ石油千葉製油所
Fig.1 Cosmo Oil Chiba Refinery

2. 機器構成

2-1 全体構成

ブロワユニットの全体構成を図2の系統図に示す。

今回納品した電動機駆動の片吸込銅板製多段ターボブロワは、腐食対策として回転体およびケーシングにはステンレス鋼を採用している。ブロワケーシングには、内部ドレンを排出するためのドレンラインを付属している。軸受の潤滑はオイルバス潤滑方式とし、強制給油装置を必要としない。また、軸受ユニットには、ブロワ状態監視用の温度センサおよび振動センサを付属している。軸封部には漏洩対策としてドライガスシールを採用し、共通ベース上にドライガスシール用N₂パージガスを制御するシールガス制御ユニットを設置している。ブロワの吸込、吐出しラインには伸縮管継手を設置している。以下に各構成機器について述べる。

2-2 CO₂ Gas Blower

CO₂ Gas Blowerは水素、水蒸気を含む二酸化炭素を圧送するためのブロワである。表1にCO₂ Gas Blowerの仕様、図3に外観を示す。

表1 CO₂ Gas Blower仕様
Table 1 CO₂ Gas Blower specifications

形式	銅板製片吸込 多段ターボブロワ
吸込／吐出口径 (mm)	250/200
風 量 (m ³ /min)	61.1
昇 圧 (kPa)	85.4
取 扱 気 体	二酸化炭素＋水素＋水蒸気
電 動 機 出 力 (kW)	150
台 数	1

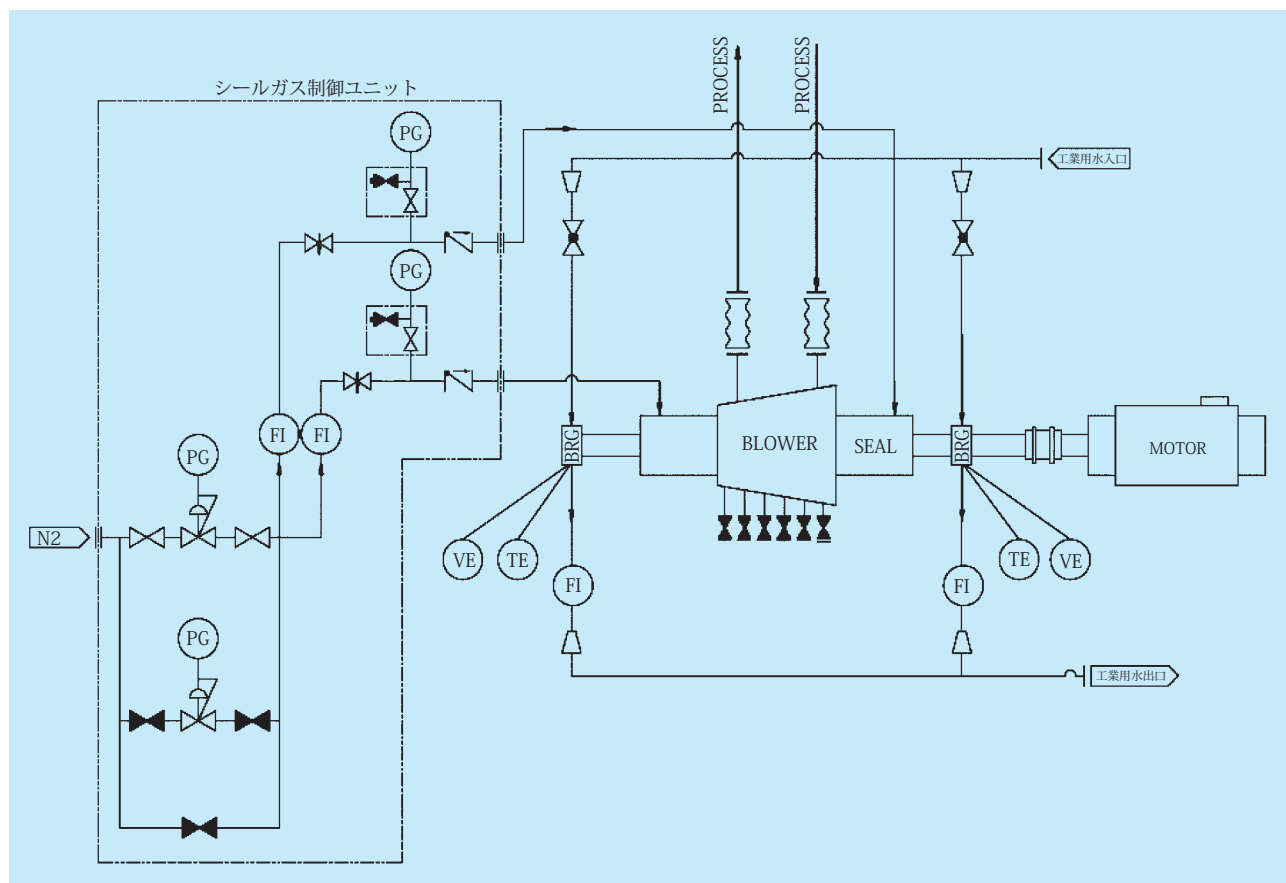


図2 系統図

Fig.2 P&I Diagram

図3 CO₂ Gas Blower外観Fig.3 View of CO₂ Gas Blower

2-3 ブロワの構造と特徴

本ブロワは客先仕様書およびメーカー標準に準拠した構造のブロワであるが、並列機および予備機がないことから高い信頼性が要求されている。その構造と特徴を以下に述べる。

ブロワのインペラは耐食性を考慮し、オーステナイト

系ステンレス鋼板を採用している。インペラはFEM解析を実施し、使用条件において十分な強度を有していることを確認し、最適な形状と信頼性を確保している。

ケーシングはインペラ同様に耐食性を考慮し、オーステナイト系ステンレス鋼板を使用した水平二つ割構造を採用している。上下分割のため、上ケーシングの取外し作業のみで、回転体の取出しが容易に行なえる。そのため、ブロワのメンテナンスが容易に実施できる構造となっている。取扱気体には水蒸気が含まれているため、ケーシングには機内に蓄積、凝縮された水分を回収するためのドレン配管を付属している。

軸受ユニットは一体型構造としており、水冷式のジャケット冷却を有する。図4に軸受ユニットの外観を示す。軸受はころがり軸受を採用している。

ジャーナル荷重およびブロワによって生じるスラスト荷重を深溝玉軸受で支持している。また、軸受の潤滑方式はコンスタントレベルレベルオイラによるオイルバス潤滑としている。

本ブロワの取扱ガスは二酸化炭素および水素が含まれているため、機内ガスの漏洩は不可の仕様となっている。

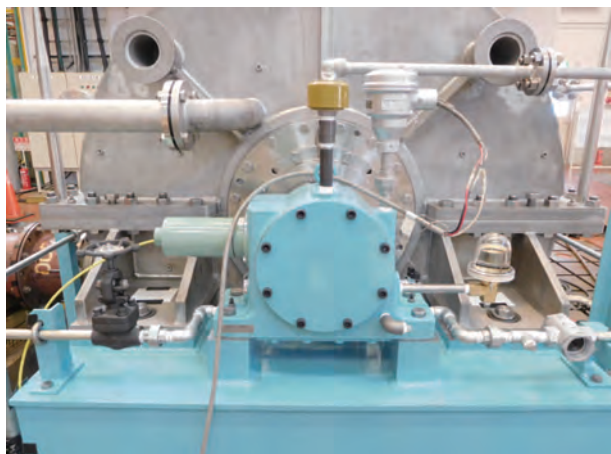


図4 軸受ユニット外観

Fig. 4 View of Bearing Unit

そのため、軸封部には取扱ガスの漏洩防止対策としてダブル型ドライガスシールを採用した。ドライガスシール用N₂パージガスを制御するシールガス制御ユニットを設置している。シールガス制御ユニットを図5に示す。

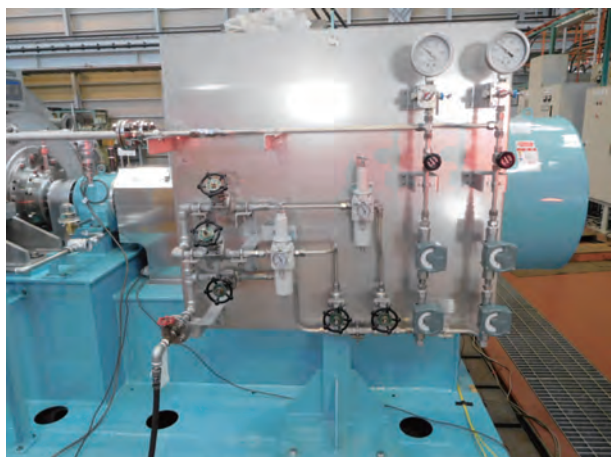


図5 シールガス制御ユニット 外観

Fig. 5 View of Seal Gas Unit

3. 工場試験

工場試験では空気による運転となり、実際の取扱気体の密度とは異なる条件となる。そのため、密度の違いを考慮し、性能換算予測を実施することにより工場試験状態の妥当性を確認した。社内試運転時の様子を図6に示す。

性能については、客先要求により指定されている許容値、基準値に対して満足していることを確認した。

また、実機回転速度で運転状態を確認し、ブロワの振動、軸受温度についても許容値を十分に満足し、機械的に健全な状態である結果を得られた。



図6 工場試験

Fig. 6 Factory Acceptance Test

4. 現地試運転

現地の据付・組立および試運転は全てコスモエンジニアリング殿の所掌のもとで行われ、当社は試運転の指導員を派遣した。

各種検査および試運転を実施し、ブロワの据付・組立をはじめ補機（電動機、ドライガスシールなど）の調整および各種計装設備について適正な施工、調整が行われていることを確認した。現地の据付状態を図7に示す。

現在は商用運転状態に入り、異常なく運転が継続されている。



図7 現地据付状態

Fig. 7 View of Blower at Site

5. おわりに

コスモ石油殿向のCO₂ Gas Blowerの概要を説明した。納入したブロワは本プラントにおいて並列機および予備機がなく非常に重要な機器であり、さらに連続運転機器として、高い信頼性を確保しなくてはならない。そのよ

うな条件にあっても、今回無事にブロワを納入し、商用
運転まで至ることができた。

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

おわりに、本ブロワの計画・製作にあたり適切なご指
導、ご助言を頂いたコスモエンジニアリング株式会社殿
ならびに関係各位に厚く御礼申し上げます。

<筆者紹介>

中野高志：2005年入社。主に送風機設備の計画業務を経て、
ブロワの設計業務に従事。

現在、気体機械設計部 ブロワ設計課



ここで活躍しています － 2020 年 製品紹介 －

1. ポンプ

1-1 宮城県北部地方振興事務所

斉田・坂本排水機場

(1) 概要

斉田・坂本排水機場は、大崎市三本木坂本地区の農地の湛水防除用を目的とした隣接する施設である。令和元年の台風19号による大雨災害により被災した施設内ポンプ設備の完全復旧を目的とした工事を行った（図1）。

(2) 特徴

今回工事の特徴として以下3点が挙げられる。

- ① 配電盤類および補機類を鋼製架台の上に乗せ、今回の浸水レベルより上に設置した。
- ② 坂本排水機場の建屋高さに制限があるため、高圧受電盤および変圧器盤は斉田排水機場に設置した。
- ③ 自家発電装置および直流電源盤は元々斉田・坂本それぞれに設置されていたが、機場敷高の高い斉田排水機場に容量を見直し統合して設置した。

(3) 仕様

① 斉田排水機場

口径1 650 mm横軸斜流ポンプ×1台

390 m³/min×4.3 m×390 kW

（ディーゼル機関駆動）

② 坂本排水機場

口径800 mm横軸斜流ポンプ×1台

80 m³/min×2.3 m×45 kW（電動機駆動）

口径800 mm横軸斜流ポンプ×1台

80 m³/min×2.3 m×55 kW（ディーゼル機関駆動）

1-2 大阪府東部流域下水道事務所 氷野ポンプ場

(1) 概要

氷野ポンプ場は、大阪府大東市に位置する。寝屋川流域は地盤が河川水位より低いとため、降雨時における河川への排水は、雨水排水ポンプ施設が活躍している重要な施設である。今回、既存の設備が設置されて40年が経過したため、老朽化対策および雨水ポンプの予備化事業として設備の更新を行った（図2）。

(2) 特徴

今回の更新では、ポンプ形式を既存の横軸斜流ポンプから減速機搭載型立軸斜流ポンプに更新することで、始動開始時の真空ポンプによる満水工程が不要となり起動性を向上させた。

また、排水能力も向上させたことで将来の1台予備化に繋げた。

(3) 仕様

口径1 650 mm減速機搭載型立軸斜流ポンプ×1台

468 m³/min×9.2 m×1 000 kW

（ディーゼル機関駆動）



図1 坂本排水機場 配電盤のかさ上げ状況



図2 雨水ポンプ設置状況

1-3 三井化学株式会社大阪工場殿

海水取水ポンプ (SW-GA-101) 更新

(1) 概要

三井化学株式会社大阪工場殿に1974年の納入から海水冷却システムの取水ポンプとして長期間にわたり使用され、このたび老朽化更新のため、ポンプ・吸込み配管を更新し納入させていただいた (図3)。

(2) 特徴

ポンプ設置場所が栈橋上にあり横軸両吸込みながら大阪湾より直接取水するため、斜め下吸込みで計画されている。

ポンプと吸込み配管を一括で流れ込みを解析し吸込み配管の形状を決定し吸込み性能の改善を図った。

(3) 仕様

海水取水ポンプ

口径1 000×800横軸両吸込渦巻ポンプ×1台

7 500m³/h×17 m×460 kW

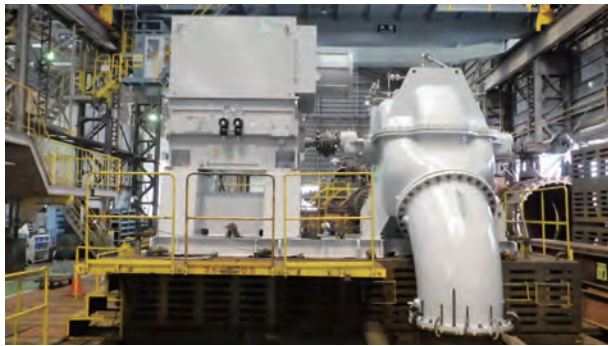


図3 海水取水ポンプ

廃止した四日市火力発電所1号機を改修利用している。循環水ポンプは旧ポンプと同じ位置に据付されている。既存設備と大きくポンプ仕様が異なるため、水槽試験を行い適切な過流防止の検討を行い水槽改修工事へ反映しプラント安定運転に寄与している (図4-1)。

スクリーン洗浄ポンプはDCIPL (DMWインド社) 製のポンプを国内電力会社向け第1号として納入した。本ポンプはAPI610 (ISO 13709) 規格に基づき設計されており長時間の連続運転に対応できるのも特徴である (図4-2)。

(3) 仕様

循環水ポンプ

口径1 350 mm立軸斜流ポンプ×1台



図4-1 循環水ポンプ

1-4 (株)中部プラントサービス殿

中部電力(株)殿 四日市バイオマス発電所

循環水ポンプおよびスクリーン洗浄ポンプ

(1) 概要

株式会社中部プラントサービス殿経由で中部電力株式会社殿四日市バイオマス発電所向けに循環水ポンプ1台およびスクリーン洗浄ポンプ1台を納入した。本発電プラントは中部電力殿初の本質専焼バイオマス発電として、2020年5月8日より営業運転中である。定格出力49 MWであり、年間発電電力量は一般家庭12万世帯分の電力消費量に相当する。

(2) 特徴

本発電プラントの海水取水設備は2017年12月26日に



図4-2 スクリーン洗浄ポンプ

10 330 m³/h×16 m×600 kW（電動機駆動）
スクリーン洗浄ポンプ
口径150×100 mm横軸片吸込渦巻ポンプ×1台
130 m³/h×60 m×37 kW（電動機駆動）

1-5 千代田化工建設株式会社殿

千葉アルコン製造株式会社殿向け消火ポンプ

(1) 概要

千代田化工建設株式会社殿経由にて、千葉アルコン製造株式会社殿向けに、消火設備用の消火ポンプ、電動機、エンジンおよび補器類、制御盤各1台分を納入した。

(2) 特徴

駆動機は電動機とエンジンの両掛けとなっており、常時電動機駆動、非常時（停電時）はエンジン駆動の運用となる。消防法に準拠した性能となっており、工場試験時に消防安全センター立会による消防認定試験に合格し、型式認定品として納入を行った。

(3) 仕様

◇消火ポンプ（図5）

φ300×150横軸両吸込渦巻ポンプ1台
792 m³/h×110 m×380 kW
液質：冷却水



図5 消火ポンプ

2. 送風機

2-1 東京都下水道局

八王子水再生センター西系送風機設備

(1) 概要

八王子水再生センターは八王子市・日野市・昭島市・羽村市の一部とあきる野市・日の出町・檜原村の大部分を処理区域とし、計画処理面積は8 533ヘクタールであ

る。

東京都で初めて導入されたステップA2O法（ステップ流入式嫌気－無酸素－好気法）という高度処理方式を一部取り入れており、処理した水は多摩川に放流している。また、処理水の一部を砂ろ過してセンター内のトイレ用水や機械の洗浄・冷却などに使用している。

今回工事は、八王子水再生センター西系反応槽の新規設置に伴い、鋳鉄製多段ターボブロワ（2台）を設置し、2020年2月に工事を竣工した（図6）。

(2) 特徴

今回納入した送風機の特徴は、鋳鉄製多段ターボブロワに従来のすべり軸受ではなく、ころがり軸受を採用したことである。

送風機の羽根車にアルミ合金材を採用することで回転体の軽量化、主軸径の最小化を図り、ころがり軸受の採用を可能とした。これにより従来すべり軸受構造では必要だった給油装置・冷却水設備などの補機類が不要となり、『省エネルギー化』『軽量化』『省スペース化』が実現した。

また、この『ころがり軸受採用形多段ターボブロワ』は上記特徴が評価され、省エネルギーの積極的推進などを目的とした（一社）日本機械工業連合会実施の『第38回（平成29年度）優秀省エネルギー機器 経済産業大臣賞』を受賞した。

(3) 仕様

口径300×250 mm鋳鉄製多段ターボブロワ×2台
90 m³/min×68.0 kPa×150 kW



図6 鋳鉄製多段ターボブロワ（ころがり軸受）

2-2 大阪府堺市上下水道局

石津水再生センター 1系送風機設備

(1) 概要

石津水再生センターは、堺市の西部石津川河口の臨海埋め立て地に位置し、石津川左岸の鳳、浜寺地区および右岸の中央部市街地を処理区域としている水再生センターである。今回、老朽化した1系送風機設備の更新を行った(図7)。

(2) 特徴

今回設備は、堺市上下水道局殿が推し進める省エネルギーおよびメンテナンスコスト低減対策として、平成29年度優秀省エネルギー機器として経済産業大臣賞を受賞した「AM-Turbo®」が初めて採用された。最適・高効率化設計により省エネルギー化を実現し、空冷軸受を採用することにより補機である潤滑油装置や冷却水設備を一切不要とすることが可能となり、メンテナンスコスト削減に大きく貢献している。

(3) 仕様

口径300/250 mm 鋳鉄製多段ターボブロワ×2台
 $90 \text{ m}^3/\text{min} \times 55.96 \text{ kPa} \times 130 \text{ kW}$



図7 鋳鉄製多段ターボブロワ

2-3 東洋エンジニアリング株式会社殿

丸善石油化学株式会社 千葉工場殿 分解炉 ID FAN

(1) 概要

東洋エンジニアリング株式会社殿経由で丸善石油化学千葉工場殿向けに分解炉ID FANを2台納入した。本送風機は、基礎化学品原料のエチレンを生産するプラントに

用いられる。当社は、過去に国内外のエチレンプラント向けに同用途の分解炉ID FANを150台以上納入した実績を有している。

(2) 特徴

本送風機は、分解炉上部に設置され下部垂直方向から分解炉内のガスを誘引し、上部垂直方向に排気する。高効率の片吸込両持型遠心送風機を採用し、分解炉上部の構造物に据付するために回転体、軸受、ケーシングおよび駆動機を含めた一式を高い剛性を有する共通ベース上に設置した構造としている。インペラは、高張力鋼板製の溶接構造を採用し、主軸は炭素鋼製で1次危険速度を運転周波数から十分に離調させた剛性軸を採用している。また主軸の軸貫通部には、腐食防止のためのステンレス製のスリーブを設置している。

軸受は、非水冷のオイルバス式ころがり軸受を採用しており十分な寿命を有している。軸封部は、機内ガスの漏洩を防止するため、2重パッキンとし、機内高温ガスによる熱膨張に追従可能なフローティング構造を採用している。

送風機の風量は、吸込ノズルの上流に設置された空気操作式の自動ダンパにて制御している。図8に分解炉ID FANの外観を示す。

(3) 仕様

#13 片吸込遠心送風機 2台

$2\,919 \text{ m}^3/\text{min} \times 3.22 \text{ kPa} \times 260 \text{ kW}$

取扱気体：FLUE GAS



図8 分解炉ID FAN外観

東京都下水道局殿 「千住関屋ポンプ所ポンプ設備工事」 工場試験終了

本工事は、『高揚程・大口径ポンプ技術の開発』にて東京都下水道局殿と共同研究を行い、研究目標を達成したポンプを納入する初の工事である。

共同研究の内容は、深さ50 m程度のポンプ所において雨水排除の信頼性向上を図るため、これまでの無注水先行待機ポンプと同様の機能と耐久性を備えた、高揚程・大口径化にて対応可能な無注水先行待機ポンプの開発である。

このたび、本ポンプについて当社工場にて試験を実施した。一般的に実施するポンプ性能などの基本的な検査項目に加えて、水中軸受やスラスト軸受、メカニカルシールなどの各項目について共同研究の成果を満たしているか確認した。その結果、東京都下水道局殿お立会のもと、すべての検査項目で仕様を満足する結果であった。

今後、千住関屋ポンプ所に据え付けたのち、1年間の評価を行う。

(文責：篠塚 泰)



図1 工場試験の様子



図2 吐出エルボ周りのセンサー設置状況

東北農政局殿 中区機場ポンプ設備受注

このたび、東北農政局殿より中区機場向けポンプ設備5台を受注した。

河南二期地区は宮城県の北東部に位置し、旧北上川の右岸に広がる水田地帯で、水稻を中心に水田の畑利用による大豆、大麦などを組み合わせた農業経営が行われている。

本地区の農業水利施設は、国営かんがい排水事業の河南地区（昭和46年度～昭和56年度）、定川地区（昭和26年度～昭和45年度）などにより造成されたが、経年的な施設の劣化により維持管理に多大な費用と労力を要している。また、近年の降雨量の変化に伴う排水量の増加により、地区内では湛水被害が生じていることなどから農業用水の安定供給、維持管理費用と労力の軽減および湛

水被害の軽減を目的として河南二期農業水利事業が着手され、令和9年度までの予定で工事が計画されている。

今回、ポンプ設備建設工事の第一弾として旧定川支川排水機場および旧中区機場を統合して、旧中区機場の隣接地に新機場が建設されることになった。

新機場の計画では降水量増加にも対応し、定川支川排水機場の排水能力が3.35 m³/sから4.0 m³/s、中区機場が4.05 m³/sから9.7 m³/sへと大きく見直されている。

本設備での排水機能の強化による維持管理費用と労力の軽減および湛水被害の軽減を図り、農業生産性の維持向上および農業経営の安定に貢献すべく令和5年3月24日工期に向け、工事を進めてまいります。

（文責：佐々木雄也）

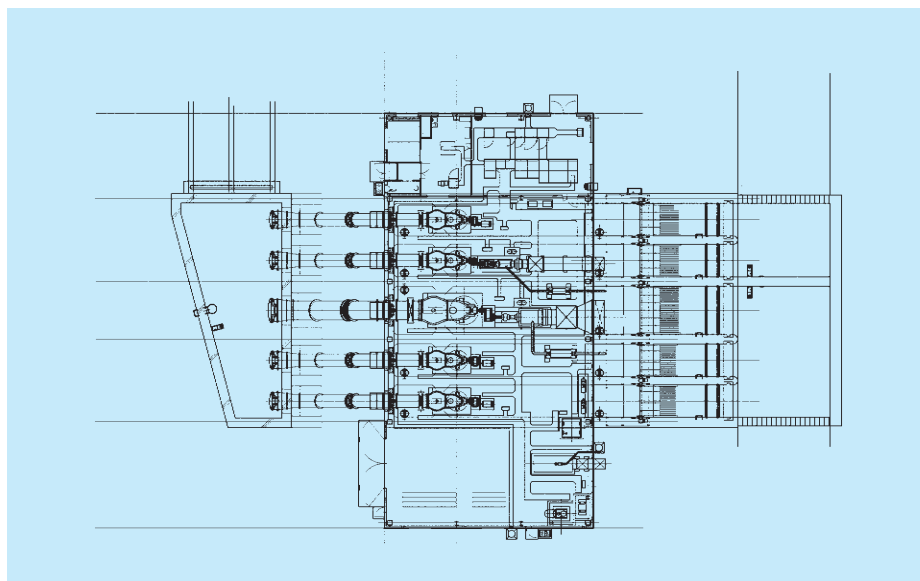


図1 計画平面図

表1 ポンプ仕様

ポンプ名称	形式	吐出し量	全揚程	取扱流体	原動機出力	台数
No.1,2主ポンプ	口径1 000 mm 横軸斜流ポンプ	2.3 m ³ /sec	3.0 m	普通河川水	95 kW	2
No.3主ポンプ	口径1 500 mm 横軸斜流ポンプ	5.1 m ³ /sec	2.9 m	普通河川水	210 kW	1
No.4主ポンプ	口径1 000 mm 横軸斜流ポンプ	2.0 m ³ /sec	2.3 m	普通河川水	70 kW	1
No.5主ポンプ	口径1 000 mm 横軸斜流ポンプ	2.0 m ³ /sec	2.3 m	普通河川水	65 kW	1

東京都下水道局殿 新河岸水再生センター送風機設備再構築その5 工事受注

新河岸水再生センターは新河岸処理区の計画処理面積10 474haのうち練馬・板橋・杉並区の大部分と中野・北・豊島・新宿区の一部を処理区域としている水再生センターである。

新河岸処理区は区部全体面積の18%にあたり、ここから発生する下水を浮間水再生センターと共同で処理し、処理した水は新河岸川に放流している。

新河岸水再生センターでは送風機設備の老朽化に伴い、2013年4月より北系送風機の再構築事業を開始した。2020年3月に再構築その4 工事を竣工して、全10 台の鋼板製多段ターボブロワ（当社製品名：鋼板製AM-Turbo®）の設置を完了した。

このたび、新たに南系送風機設備の老朽化に伴い再構築事業が始まり、表1 に示す送風機の製作・据付工事を受注し、現在はさまざまな解析を行い鋭意設計・製作を行っている。

今回工事の特徴は南系送風機設備を再構築することにより、南系反応槽へ送風する空気本管（約470 m）を配管室からセンター内の屋外を通じて敷設することである。

また、設備の特徴として、2017年度に優秀省エネルギー機器「経済産業大臣賞」を受賞し、2019年度より

東京都下水道局殿の品質認定品目仕様書に掲載された鋳鉄製多段ターボブロワ（当社製品名：鋳鉄製AM-Turbo®）を納入する予定である。

本送風機は回転体質量の軽量化により、従来採用していたすべり軸受からころがり軸受の採用を可能とした。これによりすべり軸受で必要になる強制給油装置を省略することができ、冷却設備や小配管なども不要となった。強制給油装置などの補機類が不要となったことで、信頼性が向上（故障リスクが低減）し、メンテナンスコストの低減と動力費低減を可能とした。

これに加えた省エネ対策として、低圧力損失形逆止弁の設置と、送風機本体および送風機用電動機の潤滑油を高引火点潤滑油とする。更には環境対策として送風機本体および送風機用電動機軸受箱より大気へ放出されるオイルミストに対し、送風機の吐出圧力を利用しオイルミストを吸引する動力不要のミストセパレータシステム（当社製品名：MSS-α）を納入する予定である。

今後もこうした省エネルギー対策・環境対策を考慮したより良い製品開発・製作に取り組み、お客様満足度の向上を第一に、社会貢献・環境貢献に寄与する所存である。

（文責：近藤友明）

表1 送風機仕様

名称	形式	風量	圧力	電動機出力	台数
送風機	口径400／350 mm 電動機直結鋳鉄製 片吸込多段ターボブロワ	220 m ³ /min	69.0 kPa	340 kW	2

東京都下水道局殿 北多摩二号水再生センターポンプ設備その3工事受注

北多摩二号水再生センターは国立市の大部分と立川市・国分寺市の一部を処理区域とし、計画処理面積は2 744haと広大なエリアの下水処理を担っている。

本センターではA₂O法（嫌気－無酸素－好気法）という従来よりも水をきれいにできる高度処理方式を一部取り入れており、処理した水は多摩川に放流している。

本工事は老朽化による設備の更新や施設の耐震化、高度処理への対応が困難な単独処理区を流域下水道に編入する立川市流域下水道編入事業に伴い、立川市錦町下水処理場で処理している下水を北多摩二号水再生センターでの処理に移管する事業の一環である。

編入によるメリットとしては、スケールメリットを活かした多摩地域下水道事業運営の効率化、高度処理導入による多摩地域の水環境向上、バックアップ機能を有する水再生センターでの下水処理が可能となることが挙げ

られる。

こうした背景の中、このたび北多摩二号水再生センター排水区域の流入水量の増大に対応するため、沈砂池ポンプ棟および錦系ポンプ棟にポンプ設備とその付帯設備を設置し、表1に示す污水ポンプを主機とした製作・据付工事を受注し、現在はポンプ複数台の並列運転を踏まえた羽根車設計、水撃検討などさまざまな解析を行い鋭意設計・製作を行っている。

東京都下水道局殿のポンプ工事を受注・竣工することは、社会インフラの一端を担う企業としての技術力継承と、安全施工に対する技能継承のために必要不可欠であり、今後お客様満足度の向上を第一に、継続的な受注に向けて営業活動を展開していく所存である。

（文責：近藤友明）

表1 ポンプ仕様

ポンプ名称	形式	吐出し量	全揚程	電動機出力	台数
污水ポンプ1号	口径800 mm 電動機直結立軸斜流ポンプ (二床式)	80 m ³ /min	13 m	250 kW	1
錦系污水ポンプ	口径500 mm 電動機直結立軸渦巻斜流ポンプ (四床式)	33 m ³ /min	21 m	185 kW	3

東京都下水道局殿 吾嬬ポンプ所ポンプ設備工事受注

吾嬬ポンプ所は墨田区に位置し、流入する雨水を吸揚し、旧中川に放流する設備である。

本工事は合流式下水道の改善事業の一環として、吾嬬ポンプ所の建設計画に基づき、雨水ポンプ設備と送水ポンプ設備およびその付帯設備を設置するものである。

雨水ポンプについては『雨水ポンプの気中待機運転時間を延長する技術の開発』（研究期間：平成30年4月から令和元年9月まで）にて東京都下水道局殿と共同研究を行い、研究目標を達成したポンプを納入する工事でもある。

共同研究の目的は、多様化した降雨状況に対し柔軟に対応するため、無注水先行待機雨水ポンプの水中軸受保護時間によるポンプ運転の制約を緩和すべく、気中待機

運転時間を延長できる水中軸受を開発することであった。

このたび表1に示すポンプ設備の製作・据付工事を受注し、現在はさまざまな解析を行い鋭意設計・製作中である。

本ポンプ先行待機（全速）形電動機直結立軸斜流ポンプとなり、製作・据付には非常に高度な技術力と技術検証を要する。こうした難易度の高いポンプ工事を受注することは、社会インフラの一端を担う企業としての技術力継承と、安全施工に対する技能継承のために必要不可欠であり、今後お客様満足度の向上を第一に、会社の技術力継承のため、継続的な受注に向けて営業活動を展開していく所存である。

（文責：近藤友明）

表1 ポンプ仕様

ポンプ名称	形式	吐出し量	全揚程	電動機出力	台数
雨水ポンプ	口径1 650 mm 先行待機（全速）形 電動機直結立軸斜流ポンプ	350 m ³ /min	30 m	2 380 kW	3

関東農政局殿 那珂川揚水機場ポンプ設備製作据付工事受注

茨城県に位置する那珂川沿岸地区は、茨城県水戸市外3市3町1村にまたがる8 617haからなる農業地帯であり、水稻を主体として大豆、小麦、陸稲、かんしょ、ねぎなどの多様な作物が作付けされている。

しかし、小河川、地下水などを水源としている水田や天水に依存している畑においては用水が不足しているため、不安定な営農を余儀なくされているうえ、ほ場区画が狭小となっていることから、効率的な営農の実施にも支障をきたしている。

また、那珂川両岸に広がる低平地水田は、営農形態の変化に伴い新たな用水の確保が必要となっておりとともに農業水利施設の老朽化に伴う機能低下が発生している。

そこで「国営那珂川沿岸農業水利事業」として、那珂川および御前山ダムに水源を求め、用水系統の再編を実施するとともに、老朽化した施設の改修、関連事業による末端用排水路の整備、畑地かんがい施設の整備および区画整理を併せ行うことで、農業生産の基盤の整備を図り、農業経営の安定化を目指すものである。

那珂川揚水機場は当該事業の一環として計画され、平成24年度の第1期工事において当社が小ポンプ1台（口径350 mm）を設置しており、今回は新たに大ポンプ2台を設置する計画である。

（文責：石田 晴久）

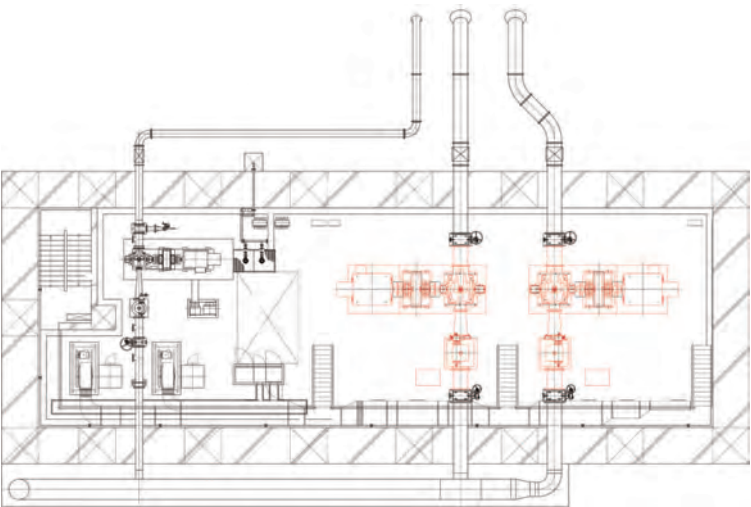


図1 機場平面図

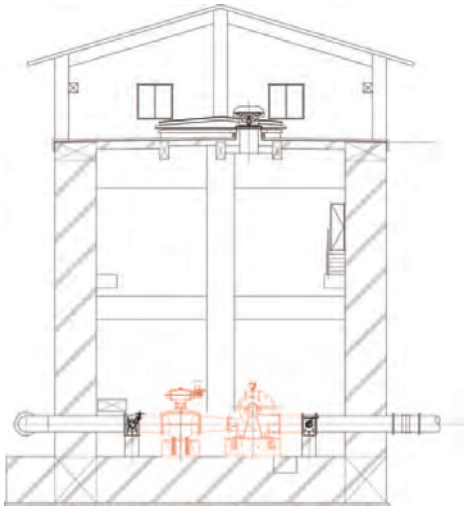


図2 機場断面図

表1 ポンプ仕様

ポンプ名称	形式	吐出し量	全揚程	取扱流体	台数
主ポンプ	口径700 mm 横軸両吸込単段渦巻ポンプ	51.96 m ³ /min	108.6 m	河川水	2

表2 ロート弁仕様

ロート弁名称	形式	常用圧力	最高使用圧力	取扱液体	台数
吐出およびウォーターハンマ軽減用弁	口径700 mm 電動ロート弁	1.10 MPa	1.35 MPa	河川水	2

大阪広域水道企業団 東部水道事業所殿 藤井寺ポンプ場向け送水ポンプ設備受注

このたび、大阪広域水道企業団より藤井寺ポンプ場設備改良工事を受注した。

藤井寺ポンプ場は広域停電時や計画停電時においても、水量が供給できるよう送水施設のバックアップ機能を有する施設であり、非常に重要なポンプ場である。

今回工事は設備の老朽化により送水ポンプ全台更新を行う。また別途工事として吸水井耐震補強工事、天井クレーン改良工事や電気設備工事も老朽化により同時期に

施工され、施設内が輻輳するため綿密な工程調整が必要となる。

本工事は吸水井耐震工事に工程を併せ、1台目は2021年6月より撤去工事に取り掛かり、同年12月中に運転可能な状態とする。2台目は2022年6月中、3台目は2022年11月中の試運転を目指し、現在設計・製作中である。

(文責：弘田幸治)

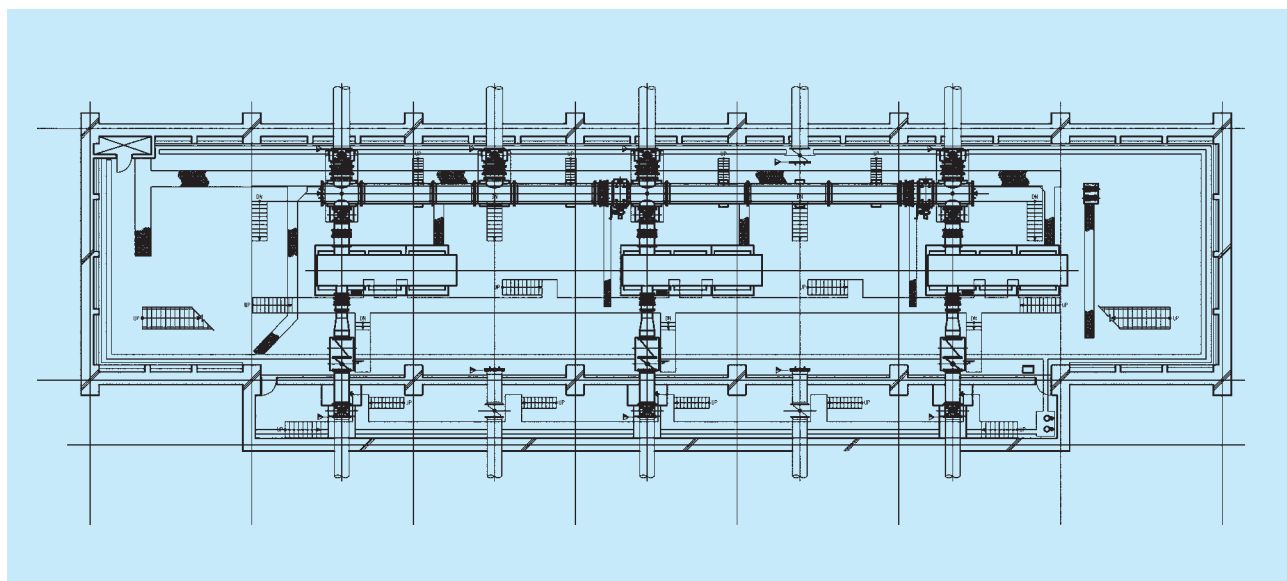


図1 据付平面図

表1 更新ポンプ仕様

ポンプ名称	形式	吐出し量	全揚程	取扱流体	電動機出力
No.1～3送水ポンプ	口径800 mm×600 mm 横軸両吸込渦巻ポンプ	4 300 m ³ /h	67 m	上水	1 100 kW

大阪府北部流域下水道事務所殿 岸部ポンプ場向けNo.4雨水ポンプ設備受注

このたび、大阪府北部流域下水道事務所より岸部ポンプ場No.4雨水ポンプ設備を受注した。

今回更新を行うNo.4雨水ポンプは設置から40年が経過しており、設備の老朽化と雨水ポンプ予備機確保を視野に本号機の能力増強のため更新が行われる。特徴としては、ポンプ荷重をポンプ井底版の架台で受ける構造となっており、揚水管を固定したまま回転体取外しが可能

なプルアウト型となっている。また、今回の能力増強により有害な渦が発生することが懸念されるため、流れ解析を行い渦流防止対策の必要有無の検討が必要である。

現在2022年5月中の完成を目指し、設計・製作中である。

(文責：弘田幸治)

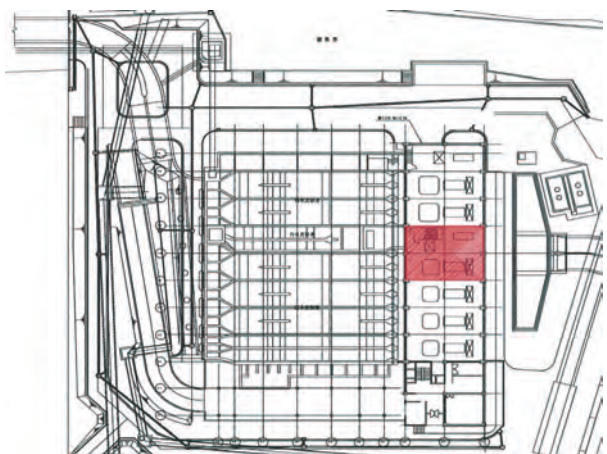


図 1 全体平面図

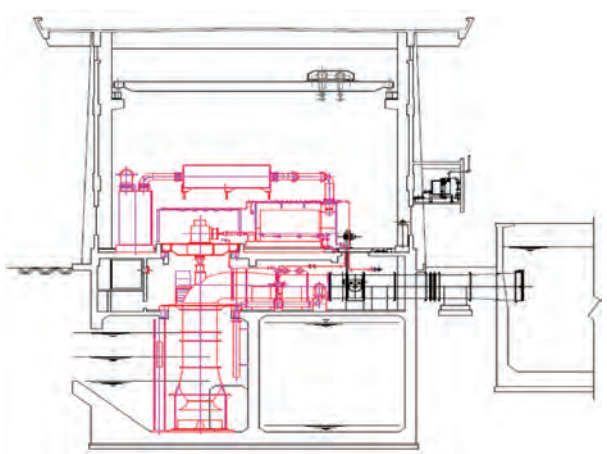


図 2 据付断面図

表 1 既設ポンプ仕様

ポンプ名称	形式	吐出し量	全揚程	取扱流体	原動機出力
No.4雨水ポンプ	口径1 600 mm 立軸斜流ポンプ	340 m ³ /min	6.6 m	雨水	760PS

表 2 更新ポンプ仕様

ポンプ名称	形 式	吐出し量	全揚程	取扱流体	原動機出力
No.4雨水ポンプ	口径1 800 mm 立軸斜流ポンプ	524.7 m ³ /min	8.8 m	雨水	1 060 kW

大阪市建設局殿 深江抽水所向け雨水ポンプ受注

大阪市域の大部分は雨に弱い地形であるため、その多くをポンプ排水に頼らなければならない。大阪市において、梅雨・台風・局地的集中豪雨などによる浸水被害を防止するため雨水を河川へ放流するなどの役割を、大阪市建設局殿によって設置された計58カ所の抽水所施設が担っている。そのうちの1つで大阪市の東部に位置している深江抽水所のポンプ棟では、設置が1976年と最も古いNo.1,2 雨水ポンプを始めとして、供用開始から35～45年以上経過している当社製のポンプ設備計8台が現在も稼働している。

このたび、既設ポンプのうち唯一のディーゼル機関駆

動である既設No.5 雨水ポンプ 1 台を更新する工事を受注し、2022年 3 月の完成を目指して、鋭意設計・製作中である。

今回製作するNo.5 雨水ポンプの仕様は、口径900 mm×150 m³/min×7.4 m×260 kW×1 台であり、ポンプ井に有害な渦が発生することが懸念されるため、流入水に関して流れ解析による検討を行ない、対策として渦流防止壁などの設置を施す必要がある。

また、ポンプ設備のほかに、地下重油タンク設備や換気設備の更新も本工事にて実施する。

(文責：戌亥 武)



図1 既設ポンプ写真

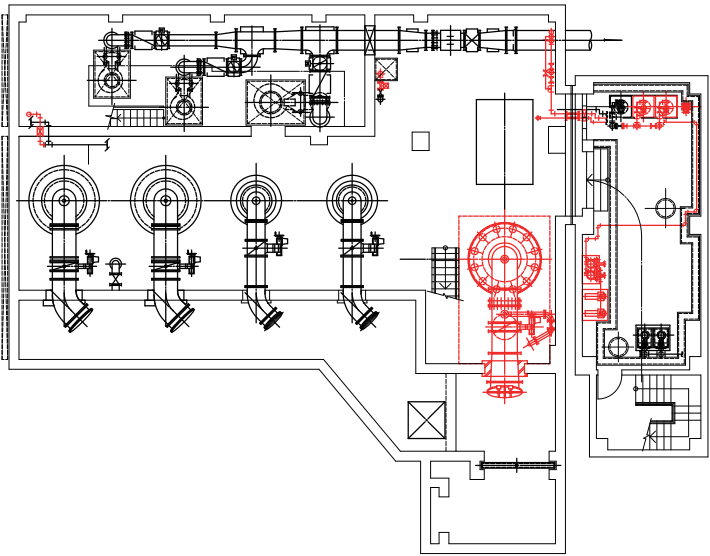


図2 据付図

表 1 ポンプ仕様

ポンプ名称	形式	吐出し量	全揚程	取扱流体	原動機出力	台数
No.5 雨水ポンプ	口径900 mm 立軸斜流ポンプ (1 床式・Ⅱ型高流速標準比速度)	150 m ³ /min	7.4 m	雨水	260 kW	1

堺市上下水道局殿 浜寺下水ポンプ場No.3雨水ポンプ設備受注

このたび、堺市上下水道局殿より浜寺下水ポンプ場No.3雨水ポンプ設備を受注した。

本下水ポンプ場は堺市内の鳳浜寺地域から流入する雨水を大阪湾に排水している。今回更新を行うNo.3雨水ポンプは1988年に供用開始されてから33年が経過しており、吐出し量を既設410 m³/minから480 m³/minへ増量し更新するものである。また既設ポンプは潤滑水回収方

式であるが、今回はセラミックス軸受を採用し無注水化としたポンプ設備となる。

現在、2022年3月の工事竣工を目指して、鋭意設計・製作を進めている。

図1に参考外形図、表1に既設ポンプ仕様、表2に更新ポンプ仕様を示す。

(文責：北川達也)

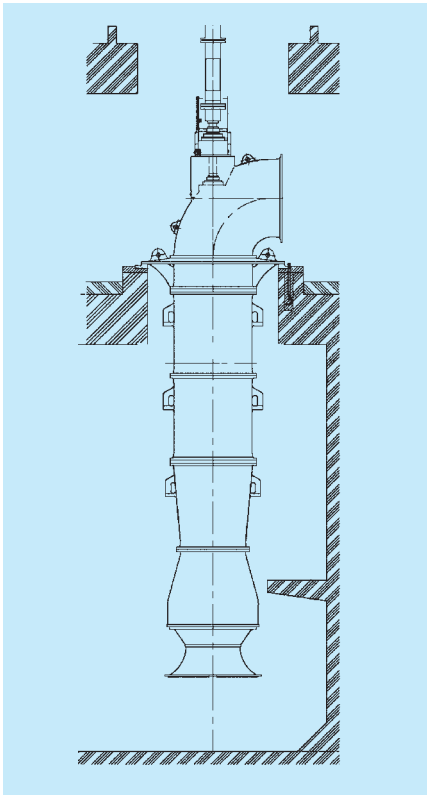


図1 参考外形図

表1 既設ポンプ仕様

ポンプ名称	形式	吐出し量	台数
No.3雨水ポンプ	口径1 800 mm 立軸斜流ポンプ	410 m ³ /min	1

表2 更新ポンプ仕様

ポンプ名称	形式	吐出し量	台数
No.3雨水ポンプ	口径1 800 mm 立軸斜流ポンプ	480 m ³ /min	1

大阪市建設局殿 此花下水処理場ポンプ設備受注

此花下水処理場に隣接する当ポンプ場は、1986年から事業化された「正蓮寺川総合整備事業（河川管理施設、下水道施設、公園施設および高速道路などの総合的整備事業）」に基づき計画されたものである。これにより、現在当社製のポンプ設備が配置されている北港抽水所と恩貴島抽水所を廃止統合し、浸水対策としての役割を大きくした「新たなポンプ場」が誕生する。

現在ポンプ棟建設中の当機場において、雨水ポンプおよび汚水ポンプを新設する工事を受注し、2024年3月の完成・運用開始を目指して、鋭意設計・製作中である。

今回製作するポンプは、雨水ポンプ（ディーゼル機関駆動）が1 800 mm×3 台、汚水ポンプ（電動機駆動）が800 mm×2 台および600 mm×2 台となり、いずれも形式は立軸渦巻斜流形となる。当社において、大阪市建設局殿向けとして立軸渦巻斜流形の雨水ポンプを製作するのは、2005年に納入した津守下水処理場向け以来で15年以上振りとなる。

また、ポンプ設備の他に、天井クレーン設備や地下重油タンク設備、換気設備の新設も当工事にて実施する。
(文責：戌亥 武)



図1 ポンプ場外観 (2021年4月時)

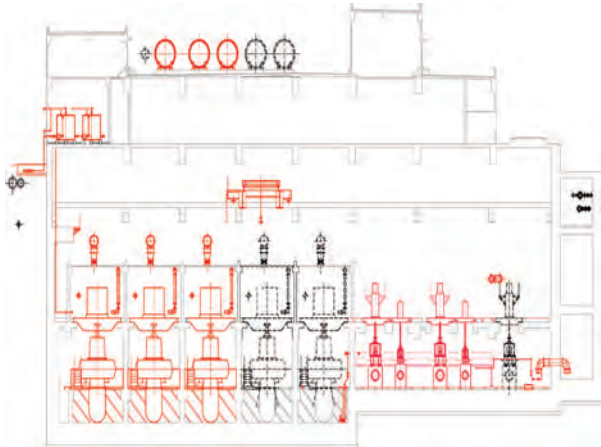


図2 据付図

表1 ポンプ仕様

ポンプ名称	形式	吐出し量	全揚程	取扱流体	原動機 電動機出力	台数
No.1 2 3雨水ポンプ	口径1 800 mm 立軸渦巻斜流ポンプ	700 m ³ /min	20 m	雨水	3 450 kW	3
No.6 8汚水ポンプ	口径800 mm 立軸渦巻斜流ポンプ	85 m ³ /min	24 m	汚水	500 kW	2
No.7 9汚水ポンプ	口径600 mm 立軸渦巻斜流ポンプ	32 m ³ /min	24 m	汚水	185 kW	2

Woodsideセネガル沖向けFPSO用Sea Water Lift Pump 3台受注／MODEC Singapore社

ウッドサイド・ペトロリアム社グループがオペレータを務める西アフリカ・セネガル沖合Sangomarフィールドの開発プロジェクト（セネガル・ダカールの南方約100 km沖合に位置する深海油田）に用いられるFPSOの海水取水ポンプ3台をMODEC Singapore社殿より受注した。

ポンプの仕様は下記に示すとおりで、ポンプの全長は約28 mポンプ材質はSuper Duplex Stainless Steel（スーパーニ相ステンレス鋼）を採用しておりFPSO船の側面のCaissonと呼ばれる防波管の中に据付けられ、水深約780 mから海洋深層水を取水してガスタービンおよび各機器の冷却や船内の飲料水などに使われる。また、本ポ

ンプとメカニカルシールは、API（アメリカ石油協会）規格に準拠して設計・製作している。FPSO船へ据え付けられるため、ABS（アメリカ船級協会）の認定も取得している。28 mの長軸ポンプのため、振動解析を実施しており軸振動検討を十分に行っている。ポンプスラスト軸受にオイルレベルスイッチを採用しておりオフショアでの油切れによるポンプ停止のリスクを回避している。

当社は、MODEC殿のFPSO船向けに70台を超える海水取水ポンプを納入しており、過去10年以上のアフリカ、ブラジル地域での長期に渡る運用実績、信頼性を高く評価されて本件の受注に至った。

（文責：鈴木伸一）

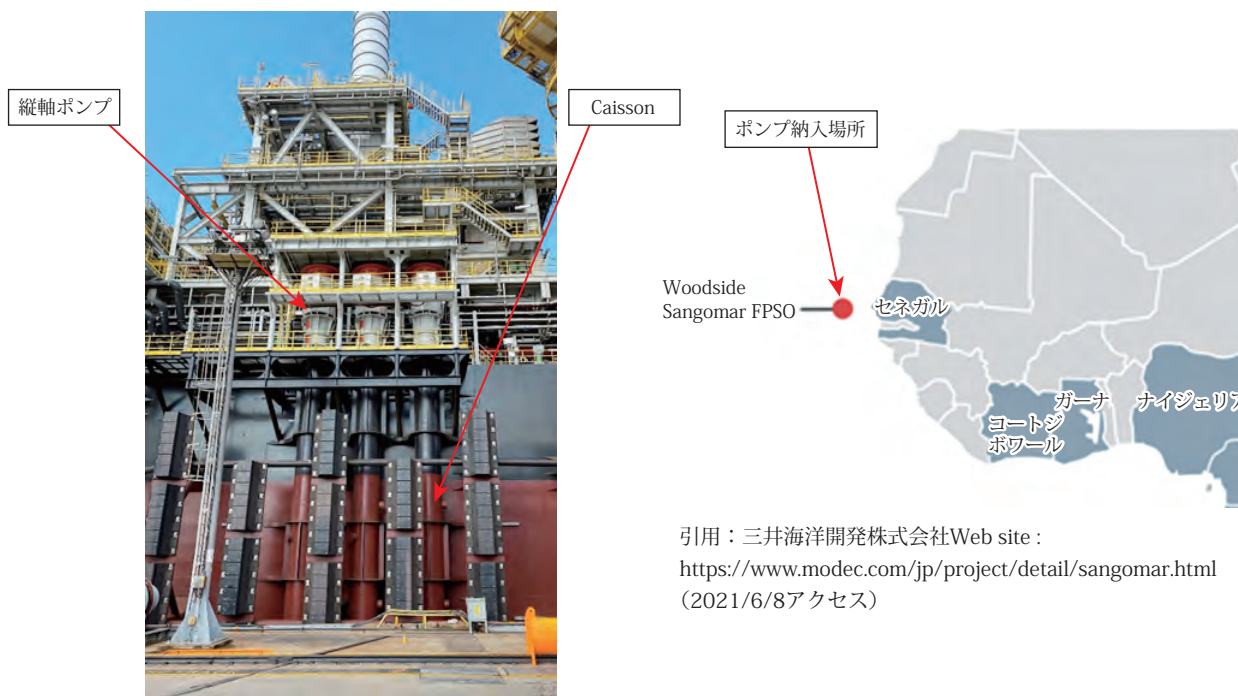


図1 ポンプ外観

図2 位置図

表1 ポンプ仕様

ポンプ名称	形式	吐出し量	全揚程	取扱流体	電動機出力	台数
海水取水ポンプ	口径20インチ 立軸斜流ポンプ	2 820 m ³ /h	101 m	海水	1 150 kW	2

インドONGC社BCPA 2 PLATFORM向け SKIMMER PUMP受注

このたび、インドONGC社BCPA 2 PLATFORM向け、SKIMMER PUMP 2 台を受注した。本件は、既設プラットフォームの改造案件であり、他社製ポンプの取替となる。同プラントで使用されている当社製の別のインラインポンプの信頼性が評価されて引合を受け、受注に至った。海上プラットフォームではポンプを設置できるスペースが限られていることから、ポンプ形式は設置面積の小さい立軸インラインポンプ（API Pump Type : OH4）

が採用されている。ポンプスラスト荷重は電動機の軸受にて支持し、軸封にはメカニカルシール（API682-3rd, Plan 31/61）を用いる。

また、ポンプにはAPI610-11thを適用している。ポンプ部品の多くはDCIPL（DMWインド社）と協力してインドのサプライヤーから調達する。それにより、イニシャルコストの低減を図った。

（文責：村上元起）

表 1 ポンプ仕様

ポンプ名称	形式	吐出し量	全揚程	取扱流体	電動機出力	台数
SKIMMER PUMP	口径50×40 mm 立軸片吸込単段インラインポンプ	25 m ³ /h	73.15 m	Mix of crude oil & saline produced water	15 kW	2

インド HRRL社 RAJASTHAN REFINERY PROJECT向け AMINE BLOWDOWN PUMP 受注

このたび、インド TATA Projects Limited社よりHPCL RAJASTHAN REFINERY LIMITED (HRRL社) の RAJASTHAN REFINERY PROJECT向け、AMINE BLOWDOWN PUMP 2台を受注した。本件は、インドの新規製油所建設プロジェクトである。DCIPL (DMWインド社) と連携した営業活動および技術対応を進めることにより、受注となった。本ポンプは床下長さが8 mを超える長尺のポンプであるが、当社では8 mを超える実績を多数有している点も評価された。液質はアミンで、腐食性の高いH₂Sも含まれていることからポンプ接液部

の材質は耐食性の高いオーステナイト系ステンレスが使用されている。

また、軸封装置にはダブル形のメカニカルシール (API 682-3rd, Plan 53B) が採用されている。ポンプは、API 610-11thを適用した。ポンプの構成品には、電動機、メカニカルシール、現場操作盤などの付属品も含まれる。これらの付属品およびポンプ部品の多くはDCIPLと協力してインドのサプライヤーから調達することにより、イニシャルコストの低減を図った。

(文責：村上元起)

表1 ポンプ仕様

ポンプ名称	形式	吐出し量	全揚程	取扱流体	電動機出力	台数
AMINE BLOWDOWN PUMP	口径40 mm 立軸多段ポンプ	8.47 m ³ /h	105 m	AMINE	15 kW	2

東京都下水道局殿『優良』工事の取得

令和2年11月26日、東京都下水道局殿より令和2年度に竣工した以下工事について施工内容を評価頂き、工事成績評定点75点以上の『優良』工事を取得した。

これに伴い、令和3年1月1日から令和3年12月31日までの期間で優先指名の権利を得ることができた。

(1) 工事名

芝浦水再生センター併設芝浦ポンプ所ポンプ設備その7工事

(2) 工事成績評定点

76点

(3) 機種

1 650 mm立軸渦巻斜流ポンプ (2 900 kW) 1 台

(4) 工期

平成30年12月10日から令和2年8月5日

(5) 工事概要

本工事は、芝浦水再生センター排水区域の整備に伴い併設する芝浦ポンプ所へ汚水ポンプ6号設備を増設するものである。

工事の特徴として、汚水ポンプ6号の増設に加えて34 mの吐出し配管（立ち上がり配管）の据付があり、狭い

スペースでの作業に対してさまざまな安全対策を行って施工を完了した。

(6) 『優良』工事の取得

34 mの吐出し配管（立ち上がり配管）の据付は、高所作業および既設の換気設備や給気ダクトなどが設置されていることで、スペースが狭い作業環境であった。クレーンオペレーターからは吊荷や据付箇所の目視確認が困難であったが、ポンプ室各階への人員配置および無線使用による連絡で安全施工に努めた。これに加え重量物搬入時の指揮系統の見える化として、役割毎に指定色ベストを着用させたこと、関連工事の進捗に合わせた迅速な工程の見直しなど、工程管理・施工体制・現場安全管理・施工管理の全ての項目において現場代理人を中心とした施工内容を高く評価頂き、その結果が『優良』工事の取得に繋がった。

(7) おわりに

工事の施工にあたって東京都下水道局殿の御指導・御協力を頂き、無事に竣工できましたこと、深く感謝申し上げます。

(文責：小室利貴)



図1 優先指名通知書



図2 狭小スペースでのクレーン作業状況

技術研究所の完成

創立65周年（創業110周年）記念事業の一環として、1961年から約60年間使用した現研究所に代わり、技術研究所を新設しました。

技術研究所は、一部2階建て構造で試験場、操作室、会議室に加えて電装盤の試験場を備えています。耐震、防音構造として周辺地域の快適な生活環境に配慮し、屋上緑化を採用しCO₂の削減など環境にも配慮しています。

また空調設備を設置し、作業環境の向上に加えて、一定の環境のもと試験が実施できるようにしています。

設備として、大型の調圧タンクを備えた閉ループのポンプ試験設備と水槽を有し、より実機に近い状態を再現した状態にて模型ポンプの性能試験を実施することができます。さらに、新たな計測システムの導入により試験のスピードアップなど、新製品の開発を強力に推し進めます。

（文責：池澤勝志）



図1 技術研究所

特許と実用新案

「エネルギー回収装置」

特許第6836574号

1. 従来技術の課題

海水の淡水化等に用いられる逆浸透膜法による水処理システムは、淡水が分離されて流出する高圧濃縮海水を有効に利用するためのエネルギー回収装置が実用化されている。

従来のシリンダ装置を有するエネルギー回収装置では、給水ポンプから送水される海水を高圧ポンプで加圧して逆浸透膜モジュールに供給すると共に、逆浸透膜モジュールから排出される高圧の濃縮海水をシリンダ装置に供給して高圧で海水を押し出すピストンを駆動し、シリンダ装置からも増圧ポンプを介して高圧海水を逆浸透膜モジュールに送っている。

上記従来の技術では、給水ポンプから送られる海水を直接加圧するポンプと、シリンダ装置から送り出される海水を加圧するポンプとで高圧海水を膜分離装置に送っているが、加圧用のポンプを2つ用いた2系統の経路が必要になるため、設備が複雑になり、設備コストが増大してしまう不都合があった。

2. 本発明の内容

本発明に係わるエネルギー回収装置1は、図1に示すように、高圧海水を逆浸透膜で淡水と濃縮海水とに分離し、淡水を淡水管2に排出すると共に高圧の濃縮海水を濃縮水管3に排出する膜分離装置4に接続されている。海水を供給する給水ポンプP1と、海水を加圧して膜分離装置4へ高圧海水を供給する高圧ポンプP2と、複数のシリンダ装置5A、5Bと流路切替機構6A、6Bを制御してシリンダ装置5A、5Bの接続を切り換える制御部Cを有する。

このエネルギー回収装置1では、シリンダ装置5A、5Bが、一次側シリンダ7Aと、二次側シリンダ7Bと、一次側ピストン8Aと二次側ピストン8Bとを連結している連結軸部9とを備えている。一次側シリンダ7Aの内径と二次側シリンダ7Bの内径とが異なっているため、一次側シリンダ7Aと二次側シリンダ7Bとの内径の比率に応じてシリンダ装置5A、5Bから

送り出される海水を所望の圧力と流量とに設定することが可能になる。これにより、従来のシリンダ装置から海水を加圧するために使用していたポンプを排することができる。

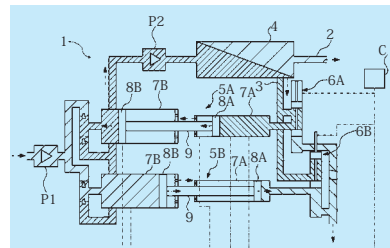


図1

3. 本発明の効果

本発明によるエネルギー回収装置1によれば、シリンダ装置5A、5Bの一次側シリンダ7Aの内径と二次側シリンダ7Bの内径とが異なっているため、一次側シリンダ7Aと二次側シリンダ7Bとの内径の比率に応じてシリンダ装置5A、5Bから送り出される海水の圧力と流量とを設定することが可能になる。これにより、本発明のエネルギー回収装置1では、高圧ポンプP2だけで海水を高い圧力かつ十分な流量で膜分離装置4に送り込むことができる。

したがって、従来のエネルギー回収装置で使用していたシリンダ装置から送り出される海水を加圧するポンプが不要になり、設備の簡易化が可能になる。特に、一次側シリンダ7Aの内径が、二次側シリンダ7Bの内径よりも小さく設定され、流路方向規制機構6A、6Bが、シリンダ装置5A、5Bから押し出された海水を高圧ポンプP2の吸込側に供給する。これにより、二次側シリンダ7Bからでた圧力分が高圧ポンプP2の押込み圧力となり、その押込み圧力分、高圧ポンプP2の全揚程を低くすることができる。

さらに、シリンダの一次側と二次側との流体は、両シリンダのピストンシール及び各々のシリンダ等により完全に分離されるため、塩濃度上昇の原因となるミキシングが生じないため、製品の信頼性が向上する。
(文責：鈴木崇史)



— 正誤表 —

87号目次1頁17行目、ポンプ名称が間違っておりましたので訂正させていただきます。

誤
OL PUMP

正
MOL PUMP

編 集 後 記

◆この度の巻頭言は、湘南工科大学 教授の北洞貴也先生に「衝動水車の効率定義」という題目でご執筆いただきました。

水車に限らず、ポンプ・ファン・ブロワでも性能試験を行う際は規格に基づいた試験を実施します。このような規格は多くの専門家が集まって作成されますが、「規格内で取り扱われる各種物理量をより正確に算出するために、実験から得られた先生方の知見やノウハウが色々と反映されている。」ということが伝わってきました。

会社で試験を行っている、特に時間に追われている時は、その物理をよく考えずに規格を順守していればそれでよしとなってしまうがちです。「研究活動の中ではそれまでの常識に囚われてはならず、不明なことがあれば力学の基本に立ち返らなければいけない」とありましたが、これは我々にも必要とされる考えと感じました。

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

◆早稲田大学大学院 基幹理工学研究科 機械科学・航空宇宙専攻教授の宮川和芳先生の研究室と共同研究している前進翼斜流ポンプについて紹介しました。製造技術の発達により、従来は製造が難しかった形状でも可能な場合があり、これまでの知見が役に立たないことがあります。このような状況に対応するため、今後も新たな知見を得るための研究に力を入れていく所存です。

◆当社の子会社であるDCIPL（DMWインド社）で製造したAPI Type BB2ポンプについて紹介させていただきました。DCIPL社は2014年11月の設立から6年半経過しましたが、三島工場で製造した製品と同等の品質が確保できるほど技術レベルが向上してきております。コロナ禍で急速に進歩したweb会議などのITコミュニケーションツールを駆使しながら連携し、お客様のご要望、ご期待に応えられる製品を提供していく所存です。

今後とも当社の製品をご愛顧いただきますようよろしくお願い申し上げます。



株式会社電業社機械製作所 DMW CORPORATION

本社	〒143-8558	東京都大田区大森北1丁目5番1号（大森駅東口ビルディング） TEL 03 (3298) 5115 (代表)・FAX 03 (3298) 5149
関東支店	〒330-0803	さいたま市大宮区高鼻町1丁目47番1 (PRSビル) TEL 048 (658) 2531・FAX 048 (658) 2533
横浜営業所	〒240-0065	横浜市保土ヶ谷区和田1丁目18番7 (和田町アストビル) TEL 045 (442) 6359・FAX 045 (442) 6369
沖縄営業所	〒902-0062	沖縄県那覇市字松川786番地 (K's MAKABI) TEL 098 (887) 6687・FAX 098 (887) 6688
北海道支店	〒060-0061	札幌市中央区南1条西10丁目4番地 (南大通ビルアネックス) TEL 011 (271) 5144・FAX 011 (221) 5530
東北支店	〒983-0852	仙台市宮城野区榴岡4丁目5番22号 (宮城野センタービル) TEL 022 (290) 7754・FAX 022 (290) 7762
静岡支店	〒411-0843	静岡県三島市三好町3番27号 TEL 055 (975) 8417・FAX 055 (975) 8451
名古屋支店	〒460-0008	名古屋市中区栄2丁目4番18号 (岡谷鋼機ビルディング) TEL 052 (231) 6211・FAX 052 (201) 6920
大阪支店	〒541-0054	大阪市中央区南本町2丁目6番12号 (サンマリオンNBFタワー) TEL 06 (6251) 2561・FAX 06 (6251) 2846
中国支店	〒730-0021	広島市中区胡町4番21号 (朝日生命広島胡町ビル) TEL 082 (242) 5456・FAX 082 (545) 8581
四国支店	〒760-0024	高松市兵庫町8番地1 (高松兵庫町ビル) TEL 087 (851) 8953・FAX 087 (822) 7603
九州支店	〒812-0013	福岡市博多区博多駅東2丁目10番35号 (博多プライムイースト) TEL 092 (409) 3173・FAX 092 (409) 3183
アブダビ支店		P.O.Box 3876, World Trade Center, Suite No.4, Level 17, The Office World Trade Center, Central Market, Al Markaziya, Abu Dhabi, U.A.E. TEL +971-2-654-4020, 4021 FAX +971-2-654-4022
シンガポール支店		50 Raffles Place, Singapore Land Tower Level 30 Singapore 048623
事務所		新潟・山口・熊本・徳島 中国 (大連)
三島事業所	〒411-8560	静岡県三島市三好町3番27号 TEL 055 (975) 8221・FAX 055 (975) 5784
< 関連会社 >		
電業社工事(株)	〒411-0843	静岡県三島市三好町3番27号 TEL 055 (975) 8233・FAX 055 (975) 8239
(株)エコアドバンス	〒411-8560	静岡県三島市三好町3番27号 TEL 055 (975) 8251・FAX 055 (975) 8253
DMW India Private Limited		309, 3F Great Eastern, Galleria, Sector 4, Off Palm Beach Road, Nerul, Navi Mumbai, 400 706, India TEL +91-22-2771-0610/0611・FAX +91-22-2771-0612

主要製品

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

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

編集委員

委員長 青山匡志
委員 山岸嗣宏 前田治郎
川原敦之 加賀美仁
江口 崇
幹事 新宅知矢 富松重行
事務局 川名かおり 小林菜々

電業社機械 第45巻第1号

発行日 令和3年7月27日

発行所 株式会社電業社機械製作所

〒143-8558 東京都大田区大森北1丁目5番1号

TEL 03 (3298) 5115 FAX 03 (3298) 5149

編集兼発行者 青山匡志

企画製作 日本工業出版株式会社

〒113-8610 東京都文京区本駒込6丁目3番26号

TEL 03 (3944) 1181 FAX 03 (3944) 6826

禁無断転載



DMW CORPORATION



GREEN
PROPORTION

リサイクルコートT-6を使用しています

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

