

海水給水ポンプユニット

寺 若 信 幸* 中 山 博 文**

Novel Seawater Feed Pump Unit

by Nobuyuki TERAWAKA, & Hirofumi NAKAYAMA

A novel seawater feed pump unit, featuring Type FPS plastic pumps, has been developed for eliminating problems (peeling of nylon coatings, crevice corrosion & pitting) carried by conventional such pump units. The use of metal parts in seawater-exposed sections are minimized and measures taken against damage caused by salt in seawater unexposed sections, thus enabling a long-life, highly reliable unit. Desired amounts of seawater can be pumped at desired times without the use of any overhead tanks. The following introduces and discusses features of this unit's components, control methods and specifications.

Keywords: Seawater feed pump unit, Plastic pump, Polyvinyl chloride piping, Bladder type pressure tank, Ultrasonic type flow detector, Pressure switch, Continuous priming, Specified pressure feeding, Parallel and alternate operation

1. はじめに

ポンプと制御盤等の周辺機器を同一ベース上に搭載した自動給水ポンプユニットは、従来から数多く使用されており、主に飲料水や温水供給用として用いられている。一方、漁港をはじめ水産試験場、水族館等の海水を取り扱う場所でも自動給水ポンプユニットの要求があり、これらに対してはナイロンコーティングポンプやステンレス製ポンプとの組合せで使用されていた。しかし、前者はコーティングのはく離、後者は隙間腐食・孔食などの問題があり、比較的寿命が短かった。

そこで、前記の問題を解決するために、海水用として数多くの実績がある当社のFPS型プラスチックポンプを使用し、海水用途として長寿命で信頼性の高い自動給水ポンプユニットを開発したので紹介する。

このユニットを用いると、従来のような高架水槽を設けなくても、蛇口をひねれば必要な量の海水を必要な時に取り出すことができる。

2. ユニットの特徴

本ユニットの仕様決定に当たっては、海水に対する高

い耐腐食性、小流量時や吸上げ時における安定した自動運転の実現を最重要課題として考慮し、また高いメンテナンス性などにも考慮した。本ユニットの仕様を、その特徴と併せて以下に紹介する。

2-1 ユニットの構成

本ユニットの外観を写真に、機器構成を図1に示す。吸込条件によって、流し込み仕様と吸上げ仕様の2種類を用意した。

本ユニットで使用している各機器の特徴を、以下に紹介する。

(1) ポンプ

ポンプは、海水用として数多くの実績をもつFPS型プラスチックポンプを使用している。接液部には、耐食性・耐衝撃性に優れたプラスチック材料であるPDCPD(ポリジシクロペンタジエン)を使用している。軸受胴体等のステンレス以外の金属部は、耐塩性を考慮してポリウレタン樹脂系塗装を行っている。

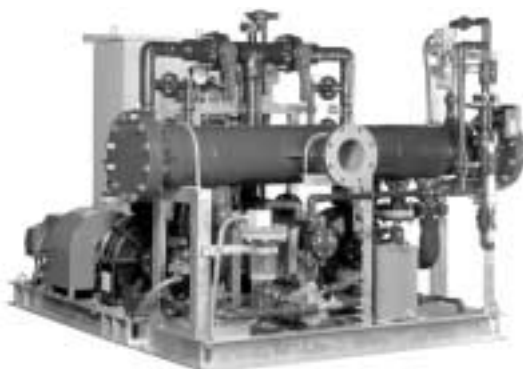
軸封はメカニカルシールを使用しており、グランドパッキンのような日常の調整作業が不要である。

また、セミオープンインペラの採用や、メカニカルシールへのモノコイル形スプリング、硬質材料であるSiC(シリコンカーバイド)の摺動材の採用により、砂等の異物混入に対しても強い構造になっている。

* 風水力事業本部 カスタムポンプ藤沢工場 小型ポンプ技術室
** 同 エンジニアリング統括 産業ポンプ技術計画部



(1) 流し込み仕様
(1) Type for positive suction pressure condition



(2) 吸上げ仕様
(2) Type for negative suction pressure condition

写真 ユニット外観
Photo View of pump units

(2) 圧力タンク

圧力タンクはブラダ形を採用している。タンク内部にブラダと呼ばれるゴム袋をもち、ブラダの内側に海水が蓄圧され、外側には圧力空気が封入されている。タンク容量は0.05 m³と十分な大きさをもっているため、ポンプ始動頻度を低く抑えることができる。接液部品の材料は基本的にゴムであるが、強度上金属を使用しなければならない部品には、チタン材や塩化ビニルライニング鋼管を使用し、腐食対策を十分に行っている。タンク外面は、ポンプと同様にポリウレタン樹脂系塗装を行っている。

圧力タンクには圧力計及び運転制御のための圧力スイッチを設けている。これらは、ブラダ外側の封入空気圧を測定するように取り付けられている。ブラダ内の海水と外側の封入空気は、ほぼ同一圧力であるため、計測機器を海水と直接接触させることなく、ブラダ内の海水の

圧力を測定することができる。

更に、超音波式の液面検知器を圧力タンク下部に取り付けることにより、ブラダの破損を早期に発見できるようになっている。

(3) 流量検出管

吐出し管には、最小流量検出用に超音波式流量検出管を取り付けている。本体は塩化ビニル製で、接液部に金属部をもたず、また可動部がないので、耐食性・耐久性に優れており、測定精度の良さと相まって、確実にポンプ停止流量を検出できる。

また、検出流量は制御盤上に表示され、現場での流量確認が可能となっている。

(4) 制御盤

制御盤はステンレス鋼板にメラミン焼付け塗装を施し、海岸地域での塩害を考慮した仕様としている。

(5) ユニットベース

ユニットベースは溶融亜鉛めっき（JIS H 8641の2種55）を施し、海岸地域での塩害を考慮した仕様としている。

(6) 配管

ユニット内配管は耐衝撃性硬質塩化ビニル管をFRPで補強し、海水に対する耐腐食性をもたせるとともに、十分な強度も確保している。弁類も塩化ビニル製のものを使用している。

(7) フライホイールカップリング

停電時など不意にポンプが停止した時の水撃対策として、フライホイールカップリングを採用している。

また、定期点検等の際に、モータを移動することなくポンプを分解できるよう、スペーサ付としている。

(8) 真空ポンプ

吸上げ仕様では、吸込ヘッダ管に真空ポンプを接続し、吸込ヘッダ管に溜まった空気を排出している。真空ポンプは水封式で、ステンレス製のものを使用している。

(9) 満水検知器

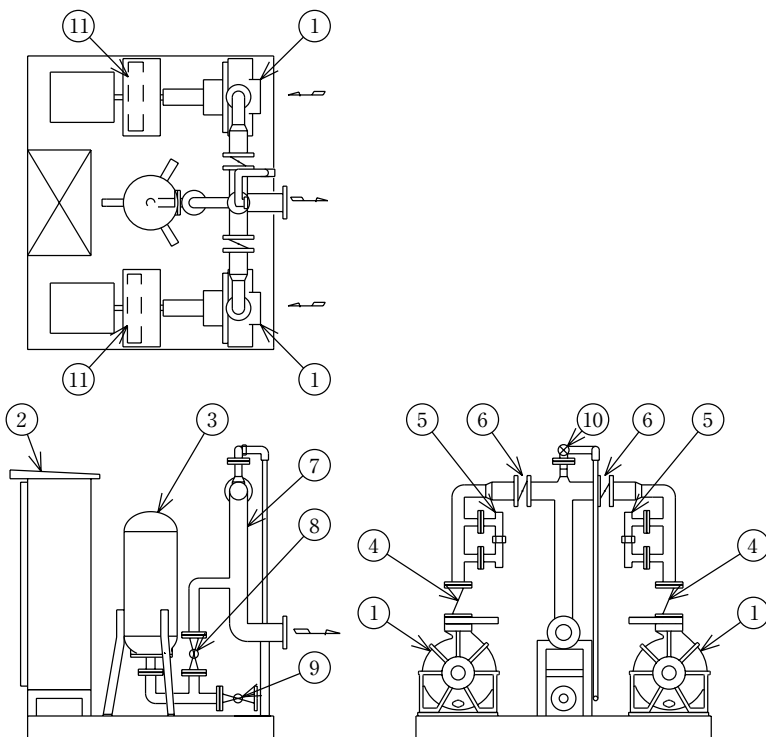
吸上げ仕様で真空ポンプと組み合わせて使用する。フロート式で材料は塩化ビニルである。

以上のように、海水接液部には樹脂部品を使用し、また非接液部も、海岸地域での設置を考慮して、ステンレス部品、あるいは耐塩塗装や亜鉛めっきを施した部品を使用しており、海水用ユニットとして長期の使用に耐え得る製品となっている。

2-2 制御方法

(1) 流し込み仕様

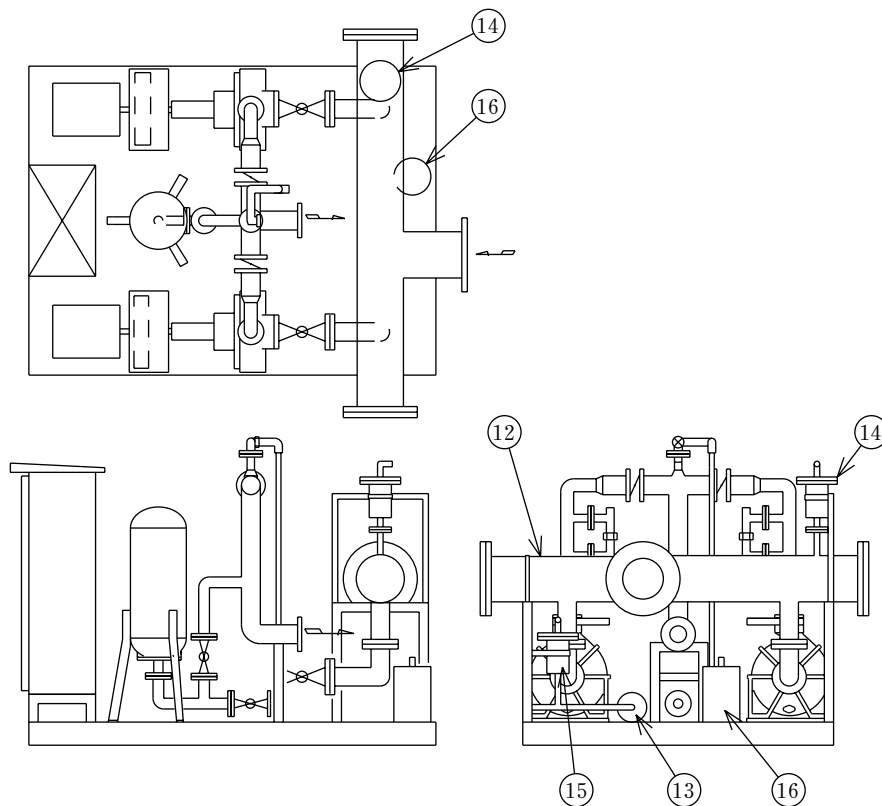
圧力タンクに設置した圧力スイッチと、吐出し管に設



番号 No.	品名 Equipment name
1	海水給水ポンプ Seawater feed pump
2	ポンプ制御盤 Control board
3	圧力タンク Pressure tank
4	スイング式逆止め弁 Swing type check valve
5	流量検出管 Flow detector
6	バタフライ弁 Butterfly valve
7	吐出し管 Discharge pipe
8	ボール弁 Ball valve
9	ボール弁 Ball valve
10	空気抜き弁 Air vent valve
11	フライホイールカップリング Flywheel coupling

(1) 流し込み仕様

(1) Type for positive suction pressure condition



番号 No.	品名 Equipment name
12	吸込ヘッダ管 Suction header pipe
13	真空ポンプ Vacuum pump
14	満水検知器 Priming detector
15	補給水槽 Feed water tank
16	気水分離器 Separator tank

(2) 吸上げ仕様

(2) Type for negative suction pressure condition

図1 ユニットの構成

Fig. 1 Configuration of unit

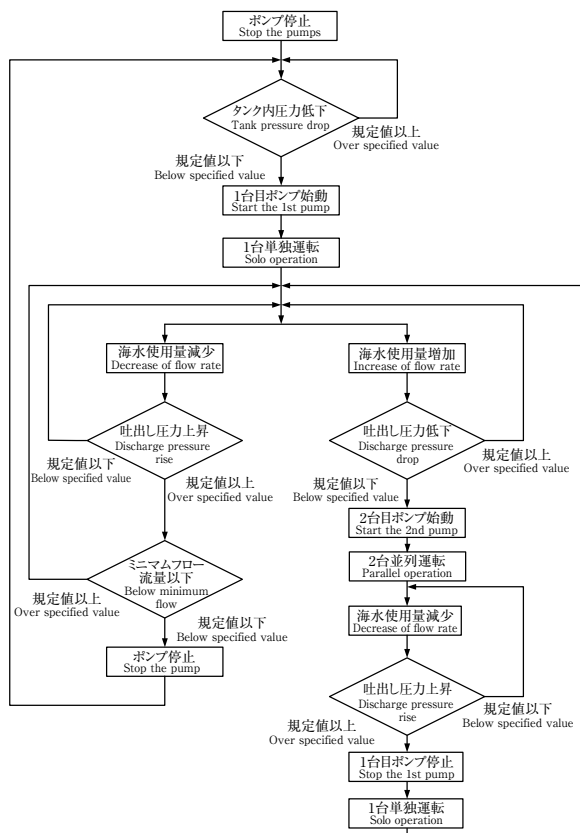


図2 制御フロー図

Fig. 2 Controlling flow diagram

置した流量検出管の信号により、自動並列交互運転を行う。制御フローを図2に示す。

圧力タンクには2個の圧力スイッチが取り付けられており、設定圧力の高い方を先発機用、低い方を後発機用として使用している。

自動モードでの運転では、海水使用量の増減に伴って変化するポンプの吐出し圧力を圧力スイッチで検出し、運転台数を制御する。海水使用量が増加するとポンプの吐出し圧力が低下し、2個の圧力スイッチのそれぞれ下限値以下になると、ポンプ停止→1台運転→2台運転と順次運転を切り替える。逆に海水使用量が減少するとポンプの吐出し圧力は上昇し、圧力スイッチのそれぞれ上限値以上になると、2台運転→1台運転→ポンプ停止と運転を切り替える。ただしポンプ停止時は、吐出し圧力が先発機用圧力スイッチの上限値以上であると同時に、海水使用量が流量検出器の設定値（ミニマムフロー）より少ないことを条件としている。

(2) 吸上げ仕様

圧力スイッチ及び流量検出管の信号によるポンプ2台

の自動並列交互運転は、流し込み仕様と同様である。

吸上げ仕様では、これに加えて、真空ポンプ、満水検知器をもつ吸込ヘッダ管がユニット内に設置され、吸込ヘッダ管が常時満水状態になるような自動制御を行っている。

自動運転中は、吸込ヘッダ管内の液面が吸込ヘッダ管上部に接続された満水検知器の下限より低いとき、満水ではないと検知され、真空ポンプを始動する。まず、水封式真空ポンプへの補給水配管の電動弁を全開にし、補給水の供給を開始する。補給水が供給されていることを補給水配管の途中に設置した補給水槽で検知すると、真空ポンプの吸気配管の電動弁を開き、真空ポンプを始動する。吸気配管は満水検知器の上部に接続されており、吸込ヘッダ管内の空気を吸引し排出する。吸込ヘッダ管内の空気がすべて排出され、満水検知器内の液面が上昇して上限値以上になると、真空ポンプを停止し、吸気配管及び補給水配管の各電動弁を全閉にする。

この制御は、海水ポンプの自動運転とは別に独立して行われている。そのため海水ポンプ運転中に吸込配管内に空気が混入し、液面が満水検知器の下限より下がると、真空ポンプを始動して空気を排出する。これにより吸込ヘッダ管やポンプ内部を常時満水状態に保つことができ、ポンプの空運転を防止できる。また、海水ポンプの始動の時は、満水状態であることを条件としているので、呼水不良によるポンプ故障を防止できる。

また、万一何らかの原因で空運転状態になった場合のために、モータの電流値により無送水状態を検知し、ポンプを自動停止して制御盤に警報を出すようにしている。この無送水検知は流し込み仕様も同様である。

3. 製品内容

本ユニットの標準仕様を表に、選定表を図3に示す。

標準口径は(ポンプ吸込径)×(吐出し管径)で表し、50×65, 80×80, 100×125の3種類とした。適用モータ出力は1.5 kW～22 kWとした。

また、標準外の仕様にも広く対応できるので、その例を紹介する。

(1) ハーフユニット

選定表の範囲を超える大流量の仕様に対し、大口径ポンプを適用する場合は、ユニット自体も大きくなり、設置場所の制限や据付け時の取扱いの困難が生じる。そこで、ポンプ・モータと圧力タンク・制御盤を別々のベースに搭載したハーフユニットとする。

海水給水ポンプユニット

表 標準仕様
Table Standard specifications

(1) 流し込み仕様

Specifications for positive suction pressure condition
標準仕様
Standard specifications

制御方式 Control method	圧力スイッチ・流量検出管の信号による定圧給水、無送水検知付き Specified pressure water feeding method controlled by signal from pressure switches and flow detector, With no-flow detector		
運転方式 Operating method	並列交互運転 Parallel and alternate operation		
設置場所 Location	屋内・屋外 Indoor or outdoor		
揚液 Pumping liquid	海水 (0～50℃) Seawater		
ポンプ Pump (材料) (Material)	FPS型プラスチックポンプ Type FPS plastic pump (ケーシング：PDCPD, (Casing PDCPD,	羽根車：PDCPD, Impeller PDCPD,	主軸：SUS316 Shaft SUS316)
モータ Motor	全閉外扇屋外 Totally enclosed fan-cooled, for outdoor		
吸込条件 Suction condition	流し込み Positive suction pressure		
電源 Power supply	50 Hz : AC 200 V 三相 Three phase	60 Hz : AC 220 V 三相 Three phase	

附属品
Accessories

制御盤 Control board	屋外仕様 (SUS304/メラミン樹脂塗装) For outdoor (SUS304 with melamine resin paint)		
ユニット配管 Piping	HI-VP + FRP 補強/PVC HI-VP with FRP reinforced/PVC		
圧力タンク Pressure tank	0.05 m ³ , ブラダ形 (海水用), 0.05 m ³ , Bladder type (for seawater),	耐塩塗装, Saltwater-proof paint,	圧力スイッチ+漏洩検知器付き with pressure switch and leak detector
流量検出器 Flow detector	塩化ビニル製超音波式 PVC, Ultrasonic type		
共通ベース Common base	SS/溶融亜鉛めっき (JIS H 8641の2種 55) Galvanized steel		
フライホイールカップリング Flywheel coupling	水撃対策, $MR^2=0.25 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$ $GD^2=1 \text{ kgf}\cdot\text{m}^2$ Anti-water hammer		

(2) 吸上げ仕様

Specifications for negative suction pressure condition
標準仕様
Standard specifications

制御方式 Control method	圧力スイッチ・流量検出管の信号による定圧給水、無送水検知付き Specified pressure water feeding method controlled by the signal from pressure switches and flow detector, With no-flow detector		
運転方式 Operating method	並列交互運転 Parallel and alternate operation		
設置場所 Location	屋内・屋外 Indoor or outdoor		
揚液 Pumping liquid	海水 (0～50℃) Seawater		
ポンプ Pump (材料) (Material)	FPS型プラスチックポンプ Type FPS plastic pump (ケーシング：PDCPD, (Casing PDCPD,	羽根車：PDCPD, Impeller PDCPD,	主軸：SUS316 Shaft SUS316)
モータ Motor	全閉外扇屋外 Totally enclosed fan-cooled, for outdoor		
吸込条件 Suction condition	吸上げ 最大 -6 m Negative suction pressure (Max. -6 m)		
電源 Power supply	50 Hz : AC 200 V 三相 Three phase	60 Hz : AC 220 V 三相 Three phase	

附属品
Accessories

制御盤 Control board	屋外仕様 (SUS304/メラミン樹脂塗装) For outdoor (SUS304 with melamine resin paint)		
真空ポンプ Vacuum pump	φ 25 × 1.5 kW × 2P × 全閉外扇屋外 TEFC for outdoor	材料：SCS14/SUS316 Material	軸封：メカ Shaft seal : Mechanical seal
ユニット配管 Piping	吐出側：HI-VP + FRP 補強/PVC, Discharge : HI-VP with FRP reinforced/PVC,	吸込側：VP/PVC Suction : VP/PVC	
圧力タンク Pressure tank	0.05 m ³ , ブラダ形 (海水用), 0.05 m ³ , Bladder type (for sea water),	耐塩塗装, Saltwater-proof paint,	圧力スイッチ+漏洩検知器付き with pressure switch and leak detector
流量検出器 Flow detector	塩化ビニル製超音波式 PVC, Ultrasonic type		
共通ベース Common base	SS/溶融亜鉛めっき (JIS H 8641の2種 55) Galvanized steel		
フライホイールカップリング Flywheel coupling	水撃対策, $MR^2=0.25 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$ $GD^2=1 \text{ kgf}\cdot\text{m}^2$ Anti-water hammer		

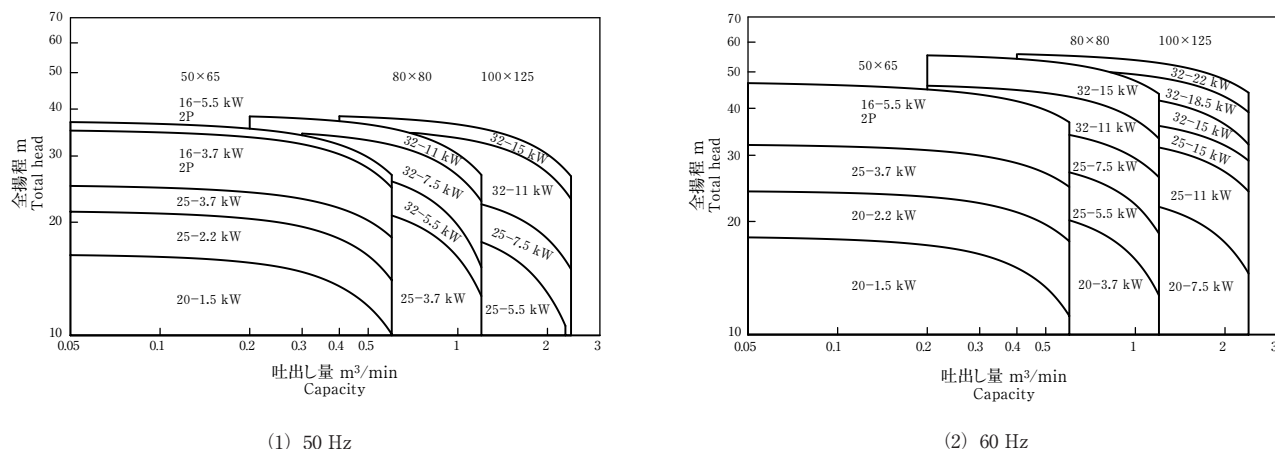


図3 選定表
Fig. 3 Selection chart

(2) 高揚程用ユニット

プラスチックポンプでは対応できない高揚程に対しては、ステンレス製ポンプに犠牲陽極を組み合わせ使用。高圧部の配管はポリエチレンライニング鋼管を使用する。

(3) インバータによる定圧給水ユニット

インバータを使用した定圧給水も可能である。

(4) 予備機

予備機として1台追加し、3台ローテーションの並列交互運転とすることも可能である。

(5) 遠隔操作対応

運転状態信号や警報の出力端子や外部入力端子を設けることで、遠隔操作で運転状態を確認できる。

4. おわりに

食品衛生上から、水産加工工場や漁港等では、殺菌海水の使用が求められている。近年、海水を電気分解することで容易に滅菌海水が得られる装置が開発されており、今回開発したユニットにその装置を組み込むことで、更に付加価値の高い海水を供給できる装置に発展させていく。

また、液温が50℃までであればこのユニットはそのまま転用可能であり、更に配管材料を耐熱塩化ビニルに変更することで、より高温（80℃）の液にも対応可能である。これにより、高腐食液のひとつである温泉水への展開も今後期待できる。