

## ベトナムにおけるカスタムポンプ域産域消の一例

高野 弘 成\* 大庭 考 伸\* 森 健 一\*\*

### Regional Production and Application of Custom-made Pumps in Vietnam

by Hiroshige TAKANO, Takanobu OBA, & Kenichi MORI

Two types of custom-made pump systems regionally produced in Vietnam and applied in the same, have been developed as a solution to constructional and operational problems encountered at existing pump stations. One system features the use of an inclined submersible motor pump, which befits site structural-engineering conditions and enables facilitated operability, while the other features a vertical pull-out pump for facilitated maintenance. Both systems are now being used at new pump stations as well as at an old one. Such regional production and application is expected to grow for its cost-saving and enhanced operability effects.

**Keywords:** Region production for region consumption, Inclined submersible motor pump, Vertical pull-out pump, Simplification of civil work, Facilitated maintenance work, Climate change, Irrigation / Drainage pumping station, Cost down, Custom-made pump, Vietnam

#### 1. はじめに

経済発展著しいベトナムでは、農林水産業はGDPの約20%を占め、労働人口の60%強がこの分野に従事するなど依然重要な産業である。農業においては機械化による生産性向上の一環として、かんがい排水インフラの整備が急ピッチで進められている。

(株)荏原製作所は1999年にカスタムポンプの生産拠点としてエバラハイズン工場を、2001年にエンジニアリング販売拠点としてエバラベトナムを設立、案件情報の入手、ポンプ場の基本計画からポンプの設計・製造、システムエンジニアリング、据付そして維持管理までを一貫して現地で行う、いわゆる域産域消を行っている。

本稿は、エリアスタンダードポンプシステムによる域産域消の例として、斜置水中モータポンプシステム及び立軸プルアウト式ポンプシステムを紹介する。

前者は、水位変動の大きな河川から取水するかんがいポンプ場の土木工事及びポンプ場運用管理に関する問題を、後者は既設排水ポンプ場の維持管理作業に関する問題を解決したものである。

#### 2. 斜置水中モータポンプシステム

##### 2-1 既設の問題点

ベトナムには乾期と雨期の水位変動が8～15 mになる河川があり、そこからのかんがい用水の取水には吸上げ性能の良い両吸込渦巻ポンプが使用されている。

ポンプの吸上げ可能高さは一般に6～8 mであるため、雨期の高水位の影響を受けない高所にポンプを設置することができない。

そこで、ポンプを吸上げ可能な高さに設置するために、堤防斜面を大きく掘削してポンプ場を設けている(写真1)。



12-02 01/234

写真1 既設ポンプ場全景

Photo 1 Overview of existing pumping station

\* エバラベトナムコーポレーション

\*\* 風水力機械カンパニー カスタムポンプ事業統括 富津工場  
海外エンジニアリング室 電力・水利グループ

このような既設のポンプシステムには次のような問題があった。

#### (1) 土木工事に関する問題

堤防斜面を掘削し、河川の中に土木構造を建設するため、大がかりな土木工事が必要となる。

また、工事は水位の低い乾期に限られるなど工程上の制約と、工事中発生する濁水による水質悪化などの問題があった。

#### (2) 運用上の問題

雨期になると、モータをポンプから取り外し、ケーブル等を含めて高い位置にある倉庫に保管する。雨期の間は、ポンプやバルブ類は没水状態のままとなるため、軸受内部への異物の混入や錆びの発生など、機器類の老朽化が激しい。そして乾期には機器類の清掃、モータの再据付、軸芯出し作業などを行っている。

掘削された堤防斜面は土砂が堆積しやすくなるため、排砂清掃作業にも労力を要していた。

近年、垂直に立てたコラムパイプの中に水中モータポンプを設置するコラム式水中モータポンプも採用されつつあるが、コラムパイプを固定するための土木構造や吸込水路が必要になるなど、土木工事に関する問題点を解決するには至っていない。

### 2-2 解決策

斜置水中モータポンプシステム<sup>1)</sup>は、以下の特長をもつポンプシステムである。

(1) 堤防斜面を利用してポンプ及び配管を設置する。そのため、ポンプ場を建設するための大規模な土木工事が不要である。

(2) 水中モータポンプを使用するので、軸芯出しは不要であり、常時没水したままの運用が可能である。ポンプと配管はボルト締めを必要としない特殊着脱装置で結合される。そのため、陸上に設置したウインチでポンプを上げることができるので、運転管理が非常に容易である。

当地での採用に際しては、エバラハイズンと協働して以下のコストダウンを行った。

#### (1) ポンプケーシングの軽量化と短胴化

オリジナルの斜置水中モータポンプは、ケーシングが鋳鉄製でかつモータの後方に90度曲管の吐出口がある。そこで、軽量化によるコスト削減を図るため、ケーシング材料を銅板製とし、ポンプ胴体に吐出口を設ける短胴化を図った。

なお、短胴化に際して、エバラハイズンで実機寸法での実験を行い、ケーシング内部の水力損失が最小となるような整流板形状の採用を決定した。

#### (2) ポンプの現地製作化

これまで斜置水中モータポンプ一式を本社で製作していたが、ポンプ部分及び特殊着脱装置はエバラハイズン工場で製作及び組立て、試験を行うようにした。ポンプ製作コストだけでなく、輸入税の軽減にもつながった。

このような取り組みにより、従来コストの約3割減を達成し、本システムの普及に貢献した(写真2、3：従来タイプ、コストダウンタイプ)。

### 2-3 その他のアプリケーション

大規模な土木工事が不要で工期を短くできるメリットが認められ、2010年にハノイ遷都1000年記念事業の一つとして、緊急排水ポンプ場向けに斜置水中モータポンプが採用された(写真4)。



12-02 02/234

写真2 従来型ポンプ外観

Photo 2 Conventional inclined submersible motor pump model



12-02 03/234

写真3 コストダウン型ポンプ外観

Photo 3 Developed cost down model



12-02 04/234

写真4 仮設緊急排水ポンプ場全景  
Photo 4 Overview of temporary emergency drainage pumping station

本ポンプ場は700 mmの斜置水中モータポンプ14台で構成され、うち4台は前年に納入した別のポンプ場から移設された。土木建築工事が必要となる通常のポンプ場では、工事着工から排水開始まで最低12箇月が必要であるが、本件の場合約3.5箇月と大幅に短縮できた。

余談であるが、工事中、農業大臣が現場視察に訪れ、その様子が地元の新聞に掲載されるなど非常に注目された。

近年の気候変動の影響及び河川上流部でのダム建設などから、乾期の水位は年々低下傾向にあり、取水困難に陥る既設ポンプ場がでてきている。この問題に対しても斜置水中モータポンプシステムは一つのソリューションとなり得るもので、今後更なる需要が期待できる。

### 3. 立軸プルアウト式ポンプシステム

#### 3-1 既設の問題点

排水ポンプ場及び大規模なかんがいポンプ場には単機容量8000 m<sup>3</sup>/h（ポンプ口径900～1000 mm）の立軸ポンプが使用されている。

これらのポンプは、1960年代に旧ソ連や東欧諸国から供与を受け、その後ベトナム国産のポンプメーカーが模倣し、次第に標準化された。現在稼働中のものは300台近くある。

ポンプ場ごとに総水量が異なるため、ポンプ台数を変えることで対応している。そのため、大規模なところでは1機場で20台以上のポンプを使用しているところもある。

これまで既設ポンプ場数10箇所の現地調査を行ったが、どのポンプ場も水中軸受に関する次のような問題を抱えていた（写真5）。



12-02 05/234

写真5 既設斜上吐出し立軸ポンプ  
Photo 5 Existing vertical pump with inclined discharge

#### (1) グリース潤滑に関する問題

水中軸受の潤滑には、シルトの多い水質を考慮してグリース潤滑が採用されている。

グリースはグリースポンプによって供給されるが、老朽化したポンプ場の多くはこのポンプが故障しており、運転操作員が1時間に1回程度の頻度でグリースガンによる手動での補給を行っていた。特に台数の多いポンプ場では、この作業は運転員の大きな負担となっていた。

#### (2) 交換頻度の多さ

水中軸受の品質の悪さ、ポンプとモータの据付精度の悪さなど、複合的な要因により、多くのポンプ場では約2000時間の運転又は2、3年ごとに水中軸受の交換を必要としていた。

#### (3) 交換作業の困難さ

水中軸受の交換は運転操作員が行っている。その際以下のような問題があった。

##### ① 止水・排水工事

ポンプの設置床が吸水水位よりも低いレベルにあるため、水中軸受交換の際は、角落しゲートで吸込水槽を締め切り、その後排水を行う。しかしながら、角落しゲートの品質の悪さ、老朽化などから、十分な止水ができないため、作業員が潜水して漏水箇所を探して塞ぐ作業を行っていた。

ベトナム北部では秋から春にかけての気温が10～20℃と寒くなるため、この期間中、作業員の潜水を必要とする止水作業はできなかった。

##### ② ポンプ分解・再組立て工事

ポンプは斜め上方吐出しであり、組立時の隙間を確保するためのルーズフランジがない。そのため、一度ポン

プを取り外すと、ポンプとモータの軸芯を調整しながら吐出し管フランジ面を合わせる作業に非常に困難を生じていた。吐出し管の材料が銅製の場合、一旦パイプを切断し、軸芯調整後に、溶接して固定するという現合作業を毎行っていた。

また、ポンプ上方の開口部の広さは、ポンプを一体で引き上げるには不十分であり、作業環境の悪いポンプ設置床での分解及び再組立を必要としていた（写真5）。

### 3-2 解決策

今回開発したポンプシステムは、水中軸受を使用せず、かつ現場でのポンプ回転体の取外しを極めて容易にしたポンプを採用したもので、以下の特長を有する。

(1) 水中軸受に関する問題がない。

ポンプはガイドケーシング部にメカニカルシールを設けた構造であり、軸受部分を気密にすることができる。そのため、グリース封入式の転がり軸受が使用でき、外部からのグリース供給は不要である。

(2) 維持管理作業が簡略化できる。

プルアウト構造の採用により、ポンプケーシングを吐出し配管及びポンプベースに固定したままで、既存の開口部からポンプ回転体だけを取り外し、場内の作業環境の良いスペースで分解点検を実施することができる。

また、止水及び吸水槽の排水作業が不要となり、季節によらず維持管理作業ができるようになった。

大幅に作業を簡略化できるため、ポンプ1台あたりの維持管理作業期間は従来の7～8日から2～3日にまで短縮可能となった。

(3) 既設モータを使用できる。

予算上の制約から既設モータを継続して使用することがあるが、本ポンプに特殊現合軸継手を使用することで既設モータの使用が可能である。

(4) フレキシブルジョイントを使用し、既設斜め上吐出し管との接続を容易にした。

ポンプの更新工事に際して、既設の斜め上吐出し管とフランジ接続が困難なことが予想された。そこで調整用に吐出し部にフレキシブルジョイントを設けた。なお、ポンプ据付け後は、不要なスラスト力がポンプに加わらないようにするために、ステイボルトで固定した。

なお、吐出し配管を新規にする場合は位置調整が容易なため、安価なルーズフランジを使用している。

図1にポンプの断面図を、組立中のポンプを写真6に示す。本ポンプは水中モータポンプから水中モータ部分を取り除いた構造である。

図2に既設機場と本ポンプシステムの機場断面図の比

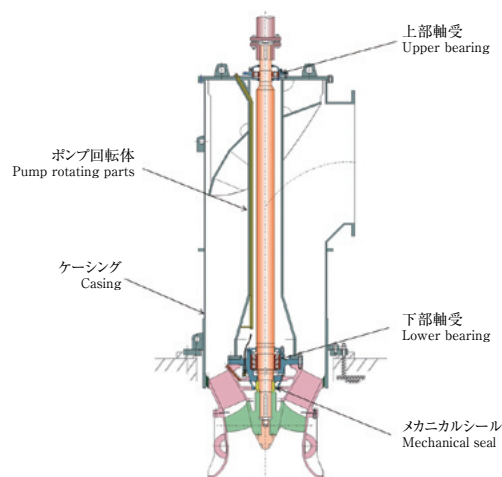


図1 立軸プルアウトポンプ断面図  
Fig. 1 Sectional view of vertical pull-out pump



12-02 06/234

写真6 工場組立中  
Photo 6 Assembly at factory

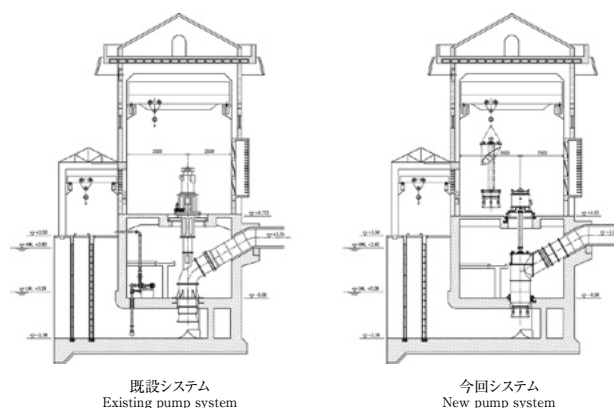


図2 機場レイアウトの比較  
Fig. 2 Comparison in general arrangement



12-02 07/234

写真7 プルアウト式立軸ポンプ  
Photo 7 Pull-out type vertical pump



12-02 08/234

写真8 1床式立軸プルアウト式ポンプ（工事中）  
Photo 8 Pull-out type vertical pump with one floor arrangement (Under construction)

較図を示す。

既設機場に採用されたポンプ外観を写真7に示す。

前記のような特長が受け入れられ、老朽化した既設ポンプの取替えに採用された。

### 3-3 新設機場への適用例

制約条件が少ない新設機場においては、本ポンプの特長をより生かすことができる。

写真8は、1350 mm 立軸プルアウト式ポンプを6台設置した都市排水機場（工事中）である。

最大の特長は、モータ荷重をポンプケーシングで支持することでモータ床を不要とした、いわゆる1床式配置を採用したことである。

これまで、ベトナムではポンプ床とモータ床を分ける2床式が一般的であったが、ポンプ設置床でモータ荷重を支える1床式とすることで、土木構造を簡素化することができた。

また、ポンプとモータをつなぐ中間軸が不要となるので、2床式レイアウトと比較して芯出し作業も容易である。

## 4. おわりに

本稿で紹介した斜置水中モータポンプはこれまで約30台、立軸プルアウトポンプは、約60台が採用されている。

最近では既設ポンプの取替需要に加えて新規ポンプ場への需要が増えており、トータルコストの観点から単機容量の大型化及び新たなエアスタンダードポンプの提案を行っている。

農業分野に限らずシステムエンジニアリングの強みが発揮できる上水道、都市排水分野についても問題点の収集及びエアスタンダードポンプの開発検討を進めている。

現地に根付いた域産域消を継続的に進めていく上でかぎとなるベトナム人エンジニアも育ててきており、彼らが主体となって既設ポンプ場の調査、問題点の発掘そしてソリューションの提案を行える日も遠くないと信じている。

ベトナム農業省は稼働実績の少ない開発品の採用には消極的であるが、今回の提案技術は1998～2000年に（株）荏原製作所がベトナムやラオスに納めた案件を応用したものであり、これら案件の稼働実績が大いに役に立ったことを付け加えておきたい。

最後に、ベトナム農業省及びエバラハイズンそして関係各位に深い感謝の意を表す。

## 参考文献

- 1) 大庭考伸ほか：エバラ時報, No.197, p.36 (2002-10).