

## 新EVM型ステンレス立形多段ポンプ

川 畑 潤 也\*

### New Stainless-steel Vertical Multi-stage Pump Series

by Junya KAWABATA

A new stainless steel, vertical multi-stage pump series (Model EVM) has been developed for the world market. This type pump is used worldwide for its low cost and minimal area needed for installation. The technologies used in Ebara's VDP (domestic use) and EVM (overseas use) were combined and are featured in this new EVM series. Maintenance is facilitated by use of cartridge mechanical seals in all EVM models. The configuration of the pump is such that makes it compatible with various flange and motor standards. Hydraulic parts, such as the impeller, were designed using the inverse design method. As for larger-scale models, an attempt had been made to upgrade pump performance by use of 3D pressed impellers.

**Keywords:** Vertical multi-stage pump, Cartridge mechanical seal, Laser welding, Stainless press, Guide vane, Stainless lining, 3D impeller, Thrust bearing

#### 1. はじめに

立形多段ポンプは、低価格でかつ据え付け面積が小さいことなどから広く普及しており、今後もその進展が予想される製品である。また、各口径に対応する基本 hidroがあれば、段数の設定だけで広い機種範囲に適用できるという生産者側の利点もあり、世界中でポンプメーカーが競合している状況にある。

EVM型立形多段ポンプは、1998年に国内生産、販売を開始したVDP型ポンプの海外向け版（欧州・中東・米国向け）であり、海外生産及びマーケットを優先していることなどから両者の部品の互換性には多少の犠牲を払ってきた。

この度開発した新EVM型ステンレス立形多段ポンプは、世界中での部品共用・供給を前提としたもので、VDP/EVM統合型ポンプへのモデルチェンジといえる。これに伴い、新EVM型全機種をカートリッジメカニカルシール化しメンテナンス性を高めるとともに、各種フランジ規格・電動機規格に容易に対応できる構造とした。

また、羽根車等の hidro部品は逆解法を用いてリニ

ューアルし、特に、大口径機種用には3次元プレス羽根車を開発し性能向上を図っている。

本稿では、新EVM型ステンレス立形多段ポンプの製品概要及び特長について紹介する。

#### 2. 製品概要

新EVM型ステンレス立形多段ポンプの概観の一例を写真1に、製品仕様を表、性能範囲を図1、2、構造を



04-03 01/202

写真1 新EVM型ステンレス立形多段ポンプ

Photo 1 New stainless-steel vertical multi-stage pump series

\* 風水力事業本部 開発統括 汎用機器開発室

表 製品仕様  
Table Specifications

製品仕様 Specifications		鋳物/SUS304 Cast iron/304 stainless steel	オールステンレス (SUS304/SCS13) All stainless steel (304 stainless steel/stainless castings)	オールステンレス (SUS316/SCS14) All stainless steel (316 stainless steel/stainless castings)
用途 Application		給水・軽工業用 (洗浄・ボイラ給水など) Water supply & light industry (Washing, boiler feed)	給水 Water supply	給水・軽工業用(純水など) Water supply & light industry (Water treatment)
取扱液 Handled liquid	液質 Type	清水 Fresh water	清水 Fresh water	清水 Fresh water
	液温 Temperature	-15~+120℃	-15~+120℃	-30~+120℃
最高使用圧力 Max. working press.		1.4/2.5 MPa [16 bar/25 bar] (JIS : 10 K/20 K)	1.6/2.5 MPa [16 bar/25 bar]	1.4 /2.5 MPa [16 bar/25 bar] (JIS : 10 K/20 K)
構造 Construction	形式 Type	インライン In-line	インライン In-line	インライン In-line
	ケーシングシール Casing seal	外ケーシング Oリングシール Outer sleeve O-ring seal	外ケーシング Oリングシール Outer sleeve O-ring seal	外ケーシング Oリングシール Outer sleeve O-ring seal
	メカニカルシール Mechanical seal	カートリッジメカニカルシール Cartridge mechanical seal	カートリッジメカニカルシール Cartridge mechanical seal	カートリッジメカニカルシール Cartridge mechanical seal
配管接続 Pipe connection		Oval/DIN/JIS/ANSI	Oval/DIN (JIS/ANSI)	Oval/DIN/JIS/ANSI/Victaulic
材 料 Material	ケーシング Casing	SUS304又はSUS316	AISI 304	SUS316
	羽根車 Impeller	SUS304又はSUS316	AISI 304	SUS316
	下部ケーシング Bottom casing	FC200又はFCD400	AISI 304 ; EVM2-16 s.s. casting : EVM32-90	SUS316 : EVM2-16 SCS14 : EVM32-90
	上部ケーシング Upper casing	FC200又はFCD400	AISI 304	SUS316 (FCバックアップ)
	主 軸 Shaft	SUS316	AISI 316	SUS316
	ライナリング Casing ring	PTFE-SUS316	EPDM-304	PTFE-SUS316
	ゴム/Oリング Rubber/O-ring	FPM	EPDM	FPM
	メカニカルシール Mechanical seal	SiC/カーボン/FPM/SUS316	16bar : C/Ceramics 25bar : C/SiC or C/WC	SiC/カーボン/FPM/SUS316
雰囲気温度 Atmospheric temperture		0~+40℃	0~+40℃	0~+40℃
電 動 機 Motor		専用 軸受強化電動機 Own motor IEC規格電動機 2極 全閉防まつ IEC standard motor 2 pole T.E.F.C.	IEC規格電動機 IEC standard motor NEMA規格電動機 NEMA standard motor	専用 軸受強化電動機 Own motor IEC規格電動機 2極 全閉防まつ IEC standard motor 2 pole T.E.F.C.
	特殊仕様 Optional special spec.	異電圧 400 V級 Special voltage 400 V class		異電圧 400 V級 Special voltage 400 V class

図3に示す。

### 2-1 製品仕様

本製品は、清水からライトケミカル・純水までをターゲットにしており、使用材料で主に工業用水等に用いられるSUS304/FC仕様、給水用SUS304仕様、ライトケミカル・純水用SUS316仕様の3種類に大別される。これらの仕様は各販売地域の要求に応じて供給する方針で、日本仕様はSUS304/FC仕様とSUS316仕様とした。

### 2-2 性能

口径25~100 mm

0.02~1.3 m<sup>3</sup>/min (50 Hz)

0.03~1.5 m<sup>3</sup>/min (60 Hz)

の水量範囲を7機種でカバーする。また、全揚程は各機種200 mクラスまであり、最大で37 kW電動機を使用する。

新EVM型では、機名に単位時間あたりの呼び吐出し量(50 Hz)を付している。たとえば、EVM32の場合、32 m<sup>3</sup>/hが50 Hz運転時の呼び吐出し量を表している。

### 2-3 構造

構造は立形で、下からインライン形下部ケーシング、羽根車・中間ケーシング類及び外ケーシング、上部ケーシング・カートリッジメカニカルシール、カップリング、

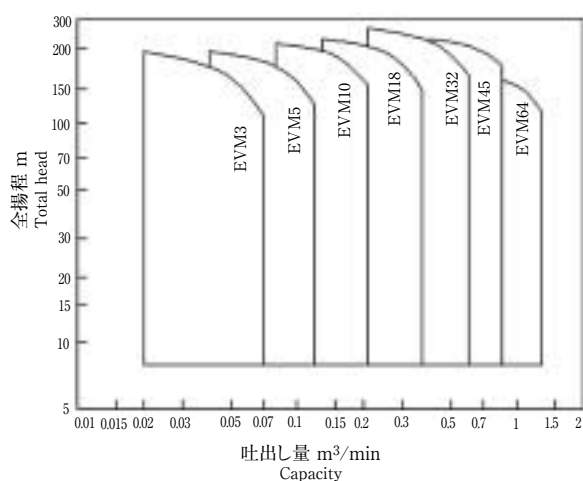


図1 性能範囲 (50 Hz)  
Fig. 1 Performance range

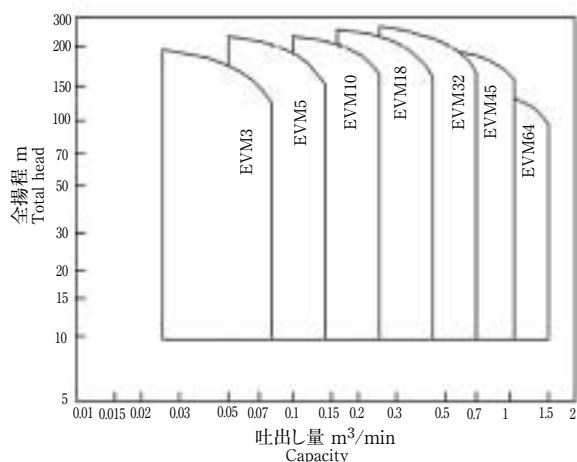


図2 性能範囲 (60 Hz)  
Fig. 2 Performance range

電動機の順に配置されている。

下部ケーシングは、EVM3～18までステンレスプレス製があり、EVM32～64はFC、SCS製の鋳造品である。上部ケーシングは耐圧用FC部品だが、304/316仕様の場合は薄いステンレス鋼板でライニングを施し赤水対策が図れる構造になっている。

羽根車はすべてステンレスプレス製クローズド羽根車を使用しており、特にEVM32以上の機種は3次元羽根車の採用で性能向上を図っている。また、中間ケーシングには羽根車から出た流体を次段に導く機構があり、EVM32までが返し羽根、EVM45以上には軸貫通部プッシュ付きガイドベーンとしている。

電動機の軸動力はカップリングを介して主軸に伝達さ

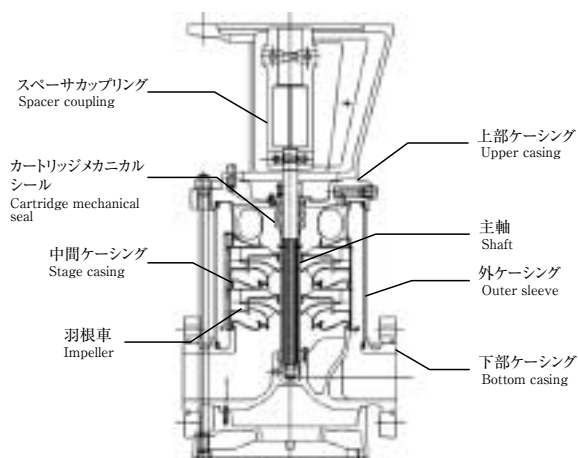


図3 EVM45-2型 断面図  
Fig. 3 Model EVM45-2 sectional view



04-03 02/202

写真2 カートリッジメカニカルシール  
Photo 2 Cartridge mechanical seal

れる。主軸はスプライン軸で各羽根車とかみ合い駆動するようになっている。ポンプ部内部には必要に応じて超硬合金/超硬合金製水中軸受を配置して、十分に剛性軸となるよう配慮している。ポンプ運転中に主軸に加わるアキシヤルスラストは、電動機内部の密封玉軸受で受ける場合と電動機外に別途スラスト専用軸受を設ける場合があり、電動機規格や出力により異なっている。

### 3. 特長

#### 3-1 カートリッジメカニカルシール

写真2にカートリッジメカニカルシール概観、図4に新EVM型ポンプ軸封部構造を示す。カートリッジメカニカルシールとは、メカニカルシールの回転側と固定側の部品がカートリッジスリーブを介して一体構造となっ

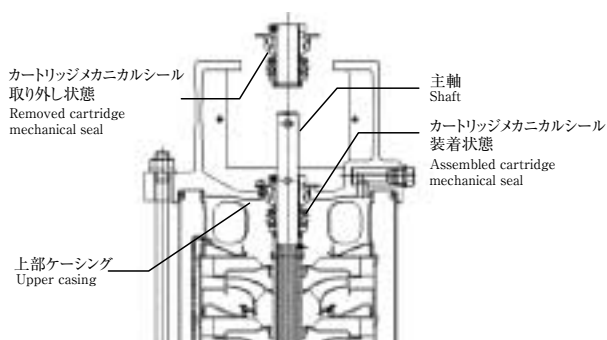


図4 軸封部構造  
Fig. 4 Shaft seal structure

ており、ポンプ部を分解することなくカップリング側から主軸に挿入できる構造のものである。また、スペーサカップリングと組み合わせることにより、電動機を取り外すことなくメカニカルシール交換ができるようになっており、大出力電動機を使用する機種に採用している。

従来製品では、メカニカルシール交換のためにポンプ部をすべて分解する必要があり、立形多段ポンプのメンテナンスコストは割高とされていたが、今回のカートリッジ方式採用によりメンテナンス性を改善し市場の要求にこたえている。

### 3-2 各種規格対応

立形多段ポンプの供給体制構築にあたり、各地域ごとの規格への迅速な対応が製品流通性を高めるポイントになる。対応地域は主に欧州（中東）・米国・日本（アジア）で、各々異なる規格が求められている。電動機規格はIEC・NEMA・JEC、フランジ規格にはDIN・ANSI・JISがあり、取り合い寸法や仕様が異なっているが、これらに対応する新EVM型の代表的構造を表したものを図5に示す。

羽根車・中間ケーシング・下部ケーシング・上部ケーシング類組立体を共用部品とし、下部ケーシングのポンプフランジ締結部を別体にして各規格に合うフランジをスプリットリングで固定する構造にした。電動機は、海外で入手しやすいIEC・NEMA仕様に各々取り合い寸法を合わせたポンプスラスト専用軸受内蔵のベアリングハウジングを用意し、共通の電動機台に取り付けられるようになっている。また、国内仕様は十分な供給体制がとれるので専用電動機及び専用電動機台とした。

### 3-3 ステンレスライニング上部ケーシング

SUS304/FC仕様と304や316のようなオールステンレス仕様への材料対応で、上部ケーシングは基本構造をFC製にして、ステンレス仕様の場合はステンレス鋼板をライニングするようにして低コスト化を図った。

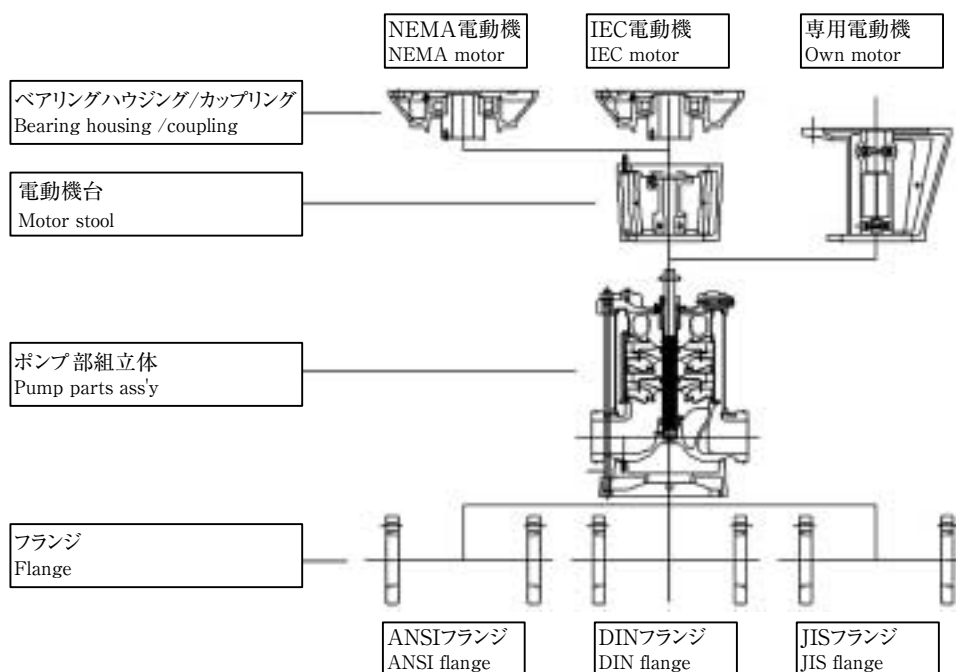


図5 新EVM型の各種規格対応  
Fig. 5 New model EVM matches various standards

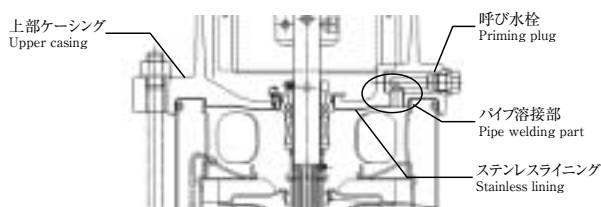


図6 ステンレスライニング上部ケーシング構造図  
Fig. 6 Stainless lining upper casing structure

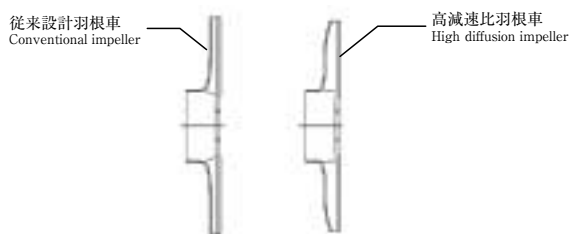


図7 従来設計羽根車と高減速比羽根車  
Fig. 7 Conventional impeller and high diffusion impeller

図6にライニングした上部ケーシングの詳細構造を示す。特に、呼び水口近傍にはパイプの組合せをレーザー溶接して完全赤水対策としている。

### 3-4 高減速比2次元羽根車

EVM3と5には新規開発した独自の子午面形状をもつ高減速比2次元羽根車を採用した。

図7に従来設計の羽根車と高減速比羽根車の形状比較を示す。高減速比羽根車は、可能な限り内部流速の減速領域を増やし、摩擦による損失を最小限にしたことで性能向上を図ったものである。これにより、低段数で、かつ最高水準のポンプ性能を実現している。

### 3-5 レーザ溶接3次元羽根車

写真3にレーザー溶接3次元羽根車を示す。これらは、逆解法を用いて設計したブレードを羽根車主側板にレーザーで連続溶接したもので、強度面で十分な信頼性を確保している。また、ポンプ性能はいうまでもなく、羽根車質量が小さいので回転体加振力や振動の低減といった機械的信頼性も向上している。

### 3-6 ステンレスプレス製ガイドベーン

写真4にステンレスプレス製ガイドベーンの写真を示す。このガイドベーンは、これまで鋳物でしか実現できなかった滑らかな流路を板金の組合せで実現したもので、各パーツはレーザー溶接で接合されており強度面での



04-03 03/202

写真3 レーザ溶接3次元羽根車  
Photo 3 Laser welding 3D impeller



04-03 04/202

写真4 ステンレスプレス製ガイドベーン  
Photo 4 Stainless steel pressed guide vane

信頼性も十分である。軸貫通部には、段間ブシュが取り付けられるようになっていて、ガイドベーンで圧力回復した流体の戻りによる損失を防いでいる。

ガイドベーンは新EVM型ポンプで最大37 kW出力があるEVM45と64型に採用している。

## 4. おわりに

当社はステンレス立形多段ポンプメーカーとしては後発だが、初代EVM/VDP型の製造・販売を数年にわたって継続してきた。その中で蓄積した様々な経験を生かし、また最新のハイドロ設計技術、プレス・溶接技術を投入して今回の新EVM型ステンレス立形多段ポンプを開発した。今後は、世界市場の動向を確実に捕らえてよりよい製品開発の糧としていきたい。また、高度な運転システムへの対応、センサ類開発、関連製品拡充等も急務である。