

# PVS シリーズ可変ピストンポンプ 12 デザイン

PVS Series Variable Volume Piston Pump

## キーワード

(PVS シリーズ可変ピストンポンプ)、デザイン変更、低騒音化、高効率化、高圧化、豊富なオプション機能、ユニポンプ

部品事業部

技術二部

柚木 芳則

## 1. はじめに

近年、地球規模で環境問題が取り上げられ、産業機械用油圧装置においても低騒音化・省エネ化・高圧化の要求が急速に高まっている。

この要求に応えるには、油圧源であるポンプ性能が重要なポイントとなるが、油圧ポンプにはいくつかの種類がありそれぞれに特長を持っている。

その中で下記特長を有する可変ピストンポンプが今後の低騒音化・省エネ化・高圧化を同時に達成できるポンプとして注目されている。

- ① 吐出流量及び吐出圧力の可変制御ができる。
- ② ポンプの全効率が高い。
- ③ 比較的容易に高圧化が可能。

当社の産業機械用油圧装置向け可変ピストンポンプは、比較的小容量の PVS シリーズ、中大容量の PZS シリーズ、デジタル制御の PZD シリーズ等の



図 1 外観図

シリーズを商品化している。

今回は、最も需要が多く、今後の需要の拡大が期待できる PVS シリーズ可変ピストンポンプの 1, 2 B サイズで性能改良を行い 12 デザインとして商品化を行ったので紹介する。

## 2. ポンプ仕様及び構造

### (1) 標準仕様

表 1 仕様一覧

ポンプ形式	最大容量 (cm <sup>3</sup> /rev)	圧力(MPa)		回転数 (min <sup>-1</sup> )
		定格 圧力	許容ピーク 圧力	
注 1) PVS-0B-8*-30	8	21	25	500~2000
⇒ PVS-1B-16*-12	16.5	21	25	↑
⇒ PVS-1B-22*-12	22	21	25	↑
⇒ PVS-2B-35*-12	35	21	25	↑
⇒ PVS-2B-45*-12(20)	45	21	25	↑

注 1) ⇒今回改良のポンプ

標準仕様ポンプに対し下記オプションも準備している。

### ① 海外向けオプション

	ポンプシリーズ	国内向けとの相違点
ヨーロッパ向け	B シリーズ	DR ポート、シャフト径 (DIN 規格)
USA 向け	E シリーズ	DR ポート (ANSI 規格)

### ② ポンプ吸入・吐出ポート位置

駆動シャフトに対しサイド方向及びアキシャル方向の 2 種類あり、実機の配管方向で選択可能である。

### ③ 使用可能作動油

標準仕様は一般鉱物油系作動油のみ使用可能であるが、それとは別に難燃性作動油として水・グリコール系作動油仕様も準備している。(但し回転数・圧力に制限がある。)

(2) 構造

12 デザインの構造を図3に示す。

従来の 11 デザインと互換性を持たせる為、吸入、吐出ポートのサイズ及びシャフト径等の取付寸法は全て 11 デザインと同一とした。

構造は、11 デザイン同様にポンプサイズが最もコンパクト・軽量化できるアキシヤルピストンポンプに剛性の高い半円筒形スワッシュプレートを用いたクレイドルタイプとした。

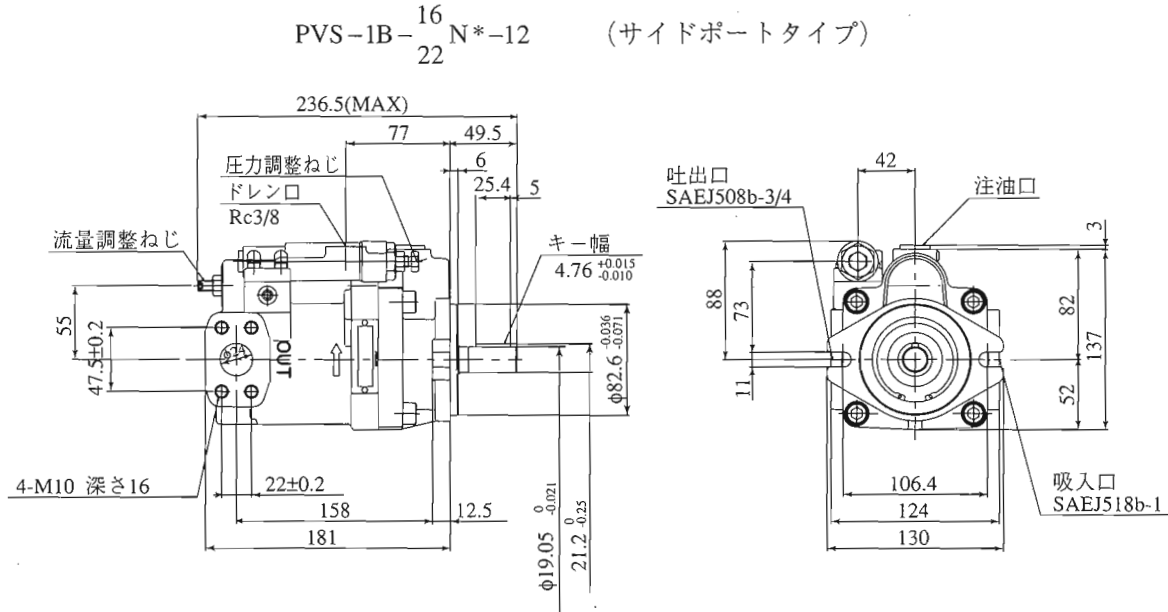
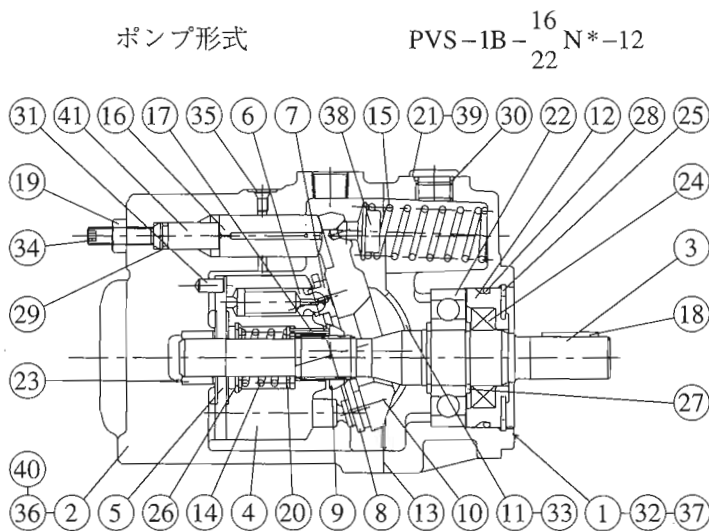


図2 取付け寸法図



品番	部品名称	品番	部品名称
1	ボディ	22	ボールベアリング
2	ケース	23	ニードルベアリング
3	シャフト	24	オイルシール
4	シリンダバレル	25	スナップリング
5	バルブプレート	26	スナップリング
6	ピストン	27	スナップリング
7	シュー	28	Oリング
8	シューホルダ	29	Oリング
9	バレルホルダ	30	Oリング
10	スワッシュプレート	31	ピン
11	スラストブッシュ	32	六角穴付ボルト
12	シールホルダ	33	十字穴付皿小ねじ
13	ガスケット	34	六角穴付止めねじ
14	スプリングC	35	メタルプラグ
15	スプリングS	36	ネームプレート
16	コントロールピストン	37	注記プレート
17	ニードル	38	スプリングホルダ
18	キー	39	注油口プレート
19	ナット	40	リベット
20	リテーナ	41	ガイドピン
21	プラグ		

図3 断面構造図

(3) ユニポンプ

電動機とポンプを一体化して実機取付時カップリング等が必要なく省スペース化を図ることができる、ユニポンプの UPV シリーズも充実している。

表2 UPV ユニポンプシリーズ一覧表

ユニポンプ形式	ポンプ形式	モータ出力(kW)
UPV-1A-**-0.7-4-17	PVS-1B-**-U-12	0.75
-1.5-	↑	1.5
-2.2-	↑	2.2
-3.7-	↑	3.7
-5.5-	↑	5.5
UPV-2A-**-3.7-4-17	PVS-2B-**-U-12	3.7
-5.5-	↑	5.5
-7.5-	↑	7.5

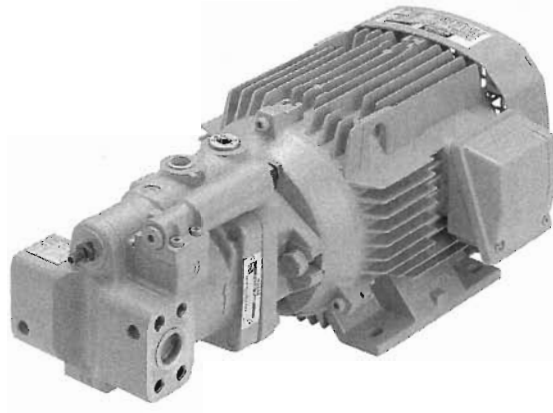
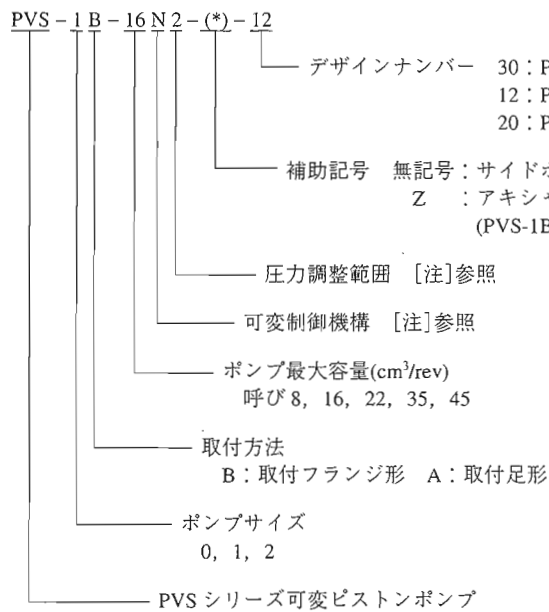


図4 ユニポンプ外観図

### 3. 形式説明



[注] ●可変制御機構

標準タイプ

N\* : 圧力補償形 (マニュアル方式)

オプションタイプ

P\* : 圧力補償形 (リモートコントロール方式)

N\*Q\* : 2圧2流量制御

R\*<sup>A</sup><sub>S</sub> ⊙ : ソレノイドカットオフ制御

W\*<sup>A</sup><sub>S</sub> ⊙ : 2圧制御

RQ\*<sup>A</sup><sub>S</sub> ⊙ : ソレノイドカットオフ付2圧2流量制御

C\*<sup>A</sup><sub>S</sub> ⊙ : 2カットオフ制御

● \* : 圧力調整範囲

0 : 2~3.5MPa {20.4~35.7kgf/cm<sup>2</sup>}

1 : 2~7MPa {20.4~71.4kgf/cm<sup>2</sup>}

2 : 3~14MPa {30.6~143kgf/cm<sup>2</sup>}

3 : 3~21MPa {30.6~214kgf/cm<sup>2</sup>}

● ⊙ : ソレノイド仕様 A, S に適用

A ⊙ : SA-G01

S ⊙ : SS-G01

1 : 100V 50/60Hz

2 : 200V 50/60Hz

3 : DC12V

4 : DC24V

#### 形式説明

#### 豊富な制御オプション機能

本ポンプは、さまざまなユーザー及び仕様に対応できるように可変ピストンポンプの特徴である豊富な制御オプションを準備している。

制御オプションを図5に示す。

標準の圧力補償制御形 (Nタイプ) 以外にも、2圧2流量制御形 (NQタイプ) ソレノイドカットオフ制御形 (RS, RQSタイプ) 等、多彩な制御オプションを揃えており油圧回路の簡素化や省エネ化に対応可能である。

記号	P-Q特性	油圧記号	説明
N (標準)	<p>吐出量 <math>q, \text{cm}^3/\text{rev}</math></p> <p>吐出圧力 <math>P, \text{MPa}</math></p>		<p>圧力補償制御 (マニュアル方式)</p> <p>吐出圧がコンベンセータで設定された圧力になると、自動的に吐出量が減少し設定圧力を保持します。</p>
P	<p>吐出量 <math>q, \text{cm}^3/\text{rev}</math></p> <p>吐出圧力 <math>P, \text{MPa}</math></p> <p>リモートコントロールVにより設定</p>		<p>圧力補償制御 (リモートコントロール)</p> <p>マニュアル方式と同様な特性を示します。フルカットオフ圧力は、外部から入力されるパイロット圧力により遠隔制御できます。</p>
NQ	<p>吐出量 <math>q, \text{cm}^3/\text{rev}</math></p> <p>吐出圧力 <math>P, \text{MPa}</math></p>		<p>2圧2流量制御形</p> <p>ポンプに組み付けられたシーケンスバルブにより吐出量が2段に変化し、従来の高低圧制御が1台のポンプで行うことができ、回路の省エネルギー化が可能です。</p>
RS	<p>吐出量 <math>q, \text{cm}^3/\text{rev}</math></p> <p>吐出圧力 <math>P, \text{MPa}</math></p> <p>SOL "OFF" SOL "ON"</p>		<p>ソレノイドカットオフ制御形</p> <p>ポンプ出力不要時に、損失エネルギーを極小にするために、圧力補償制御形にアンロード用ソレノイドバルブを追加したものです。熱発生を最小に抑制できます。</p>
WS	<p>吐出量 <math>q, \text{cm}^3/\text{rev}</math></p> <p>吐出圧力 <math>P, \text{MPa}</math></p> <p>SOL "OFF" SOL "ON"</p>		<p>2圧制御形</p> <p>ソレノイドバルブの切換により、2種類の圧力補償制御が行えます。アクチュエータの速度を一定にしたまま2種類の出力制御が行えます。</p>
RQS (RQA)	<p>吐出量 <math>q, \text{cm}^3/\text{rev}</math></p> <p>吐出圧力 <math>P, \text{MPa}</math></p> <p>SOL OFF SOL ON</p>		<p>ソレノイドオカutoff付2圧2流量制御</p> <p>ポンプに取り付けたシーケンスバルブとアンロード用ソレノイドバルブにより吐出量を2段に変化でき、また出力不要時にアンロードにすることが可能です。</p>
CS	<p>吐出量 <math>q, \text{cm}^3/\text{rev}</math></p> <p>吐出圧力 <math>P, \text{MPa}</math></p> <p>SOL "OFF" SOL "ON"</p>		<p>2カットオフ制御形</p> <p>ポンプに取り付けたソレノイドバルブとシリンダにより2種類の圧力-流量特性が得られます。</p>

図5 可変制御オプション

### 4. 改良内容

(1) 低騒音・低脈動化

PVS ポンプの騒音は半円筒形スワッシュプレートを採用することで、従来から低騒音で高い評価を得ていたが、最近では環境問題等でさらなる低騒音化が要求されている。

今回特にお客様から要求が強かった PVS-2B ポ

ンプについて騒音の低減を図った。

騒音の要因となっている上下死点でのピストン室内の圧力変動を小さくするために品質工学の手法によりバルブプレートの V ノッチ形状の最適化を行った。(図6)

その結果、従来品に対し騒音を大幅に低減することが出来た。

図7に11 デザインと12 デザインの騒音デー

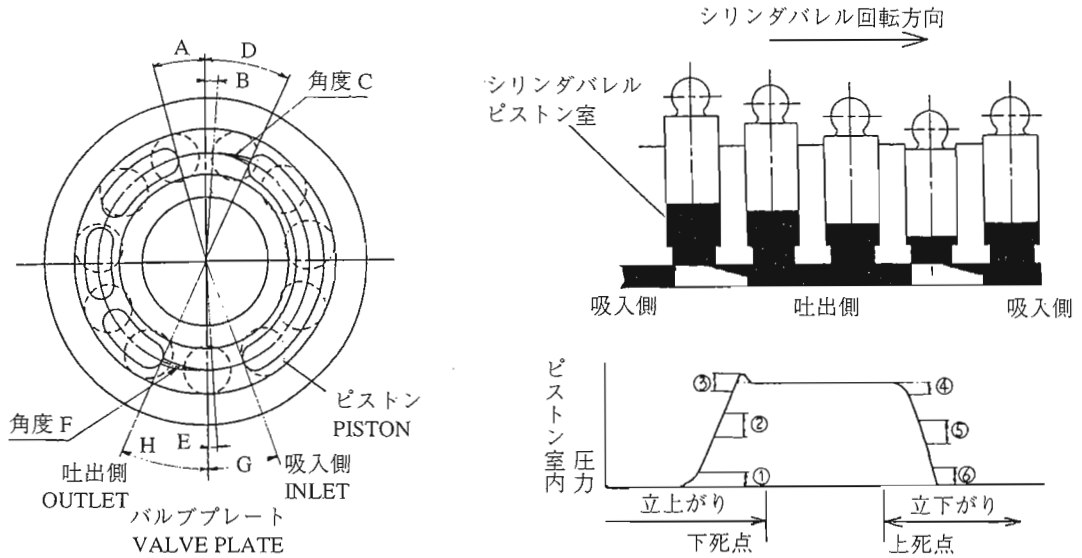
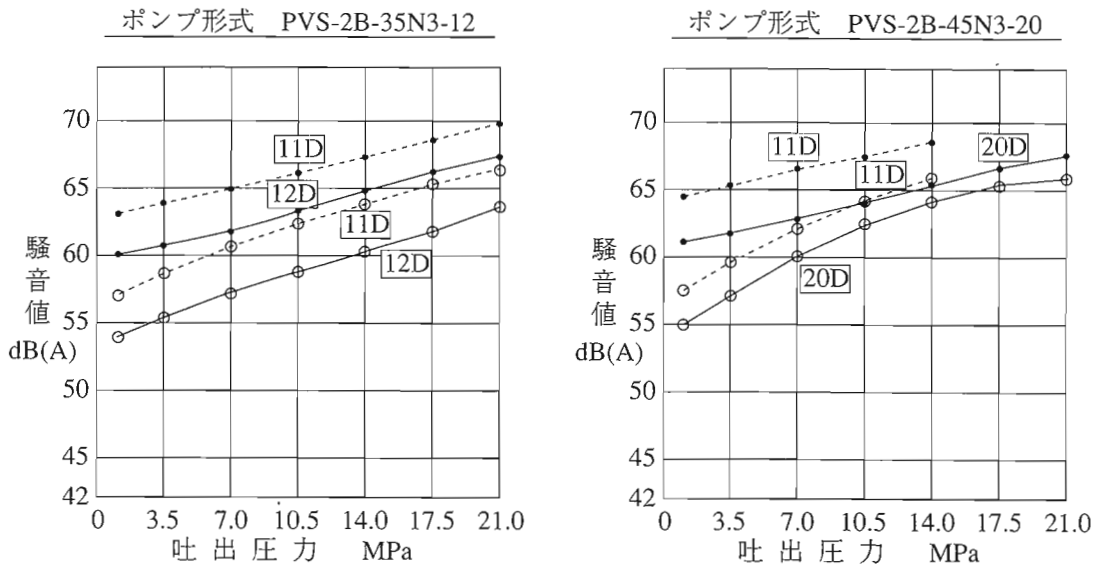


図6 シリンダピストン室圧力



使用油	ISO VG 32 相当油	○-----○	11	デザイン	フルカットオフ
油温	40±5°C	○——○	12 (20)	デザイン	フルカットオフ
測定場所	半無響温室				
測定位置	ポンプ後方 1m	●-----●	11	デザイン	フルフロー
回転数	1800 min <sup>-1</sup>	●——●	12 (20)	デザイン	フルフロー

図7 騒音特性

タを示す。

最大約 5dB (A)の騒音低減となった。

また、吐出脈動が大きいと配管等の共振により装置全体の騒音が大きくなるため、ピストン本数を 9 から 11 本にすることで吐出圧力脈動の低減も行った。

これより装置全体の騒音低減が図れた。

図 8 に PVS-2B-35N3-12 ポンプの圧力脈動特性を示す 11 デザインと比較して約 0.2MPa の低減となった。

(2) 高効率化

可変ピストンポンプは内部部品の摺動部に静圧軸受機構を採用し、圧力バランス（プレッシャーファクタ）を適正にすることで、漏れも少なく他種ポンプと比較しても高圧域で高効率を達成している。

12 デザインは品質工学の手法により圧力バランスの最適設計等を行い工作機械で使用されることの多い低圧域での全効率の向上を計った。

図 9 に PVS-1B-16N3-12 ポンプの 11 デザイン

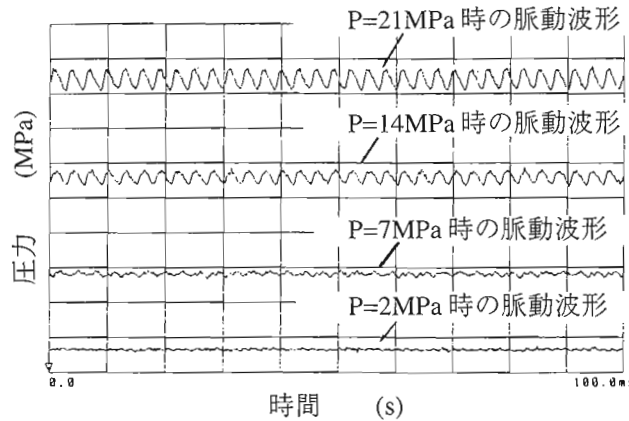
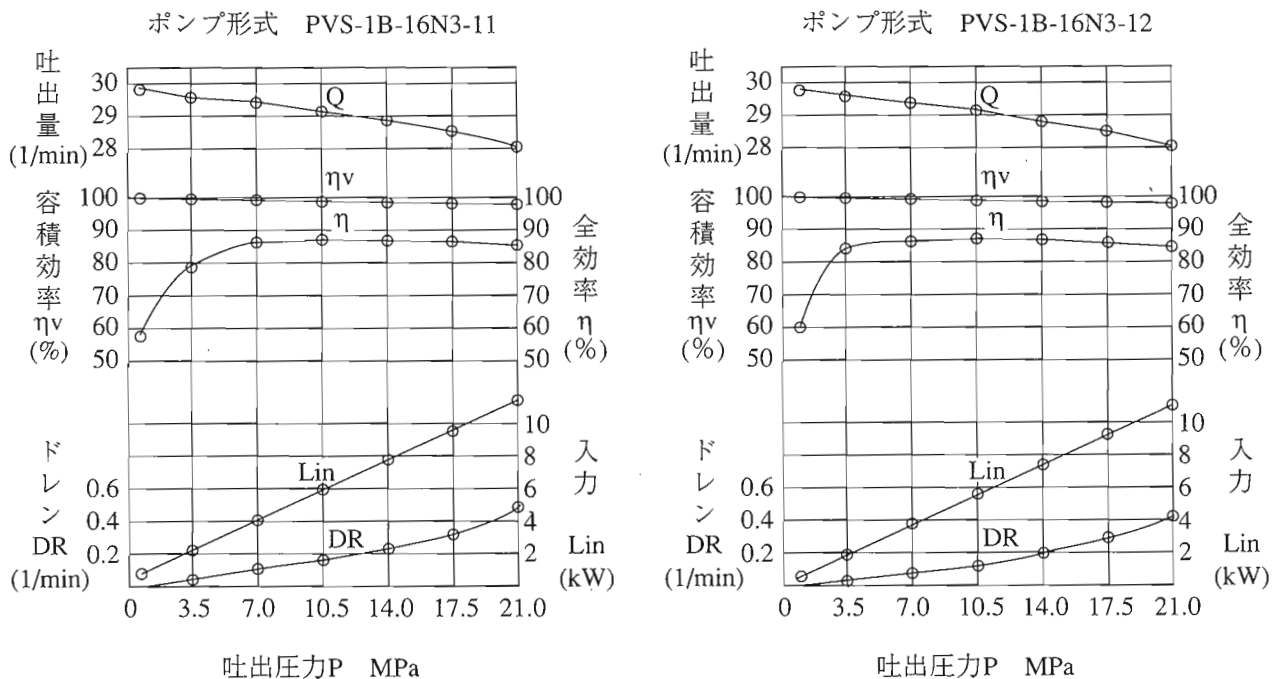


図 8 脈動特性



試験条件

使用油	ISO VG46
油温	40~45°C
回転数	1800 min <sup>-1</sup>

図 9 性能特性

と 12 デザイン性能データを示す。低圧域での全効率が最大約 4%向上した。

### (3) 高圧化

PVS-1B-22/PVS-2B-45 サイズは従来（11 デザイン）、定格圧力が 14MPa であり、ピストンポンプとしては比較的低压仕様であった。これを 12 デザインではボディ剛性の向上、スワッシュプレート背面での静圧軸受機構の採用、シャフトの大径化及びシャフトベアリングの容量アップ等（PVS-2B-45 で実施）で定格圧力を 21MPa まで使用可能とした。

これで全シリーズが定格圧力 21MPa まで使用可能となり使用範囲が拡大した。

---

## 5. おわりに

---

PVS 可変ピストンポンプは産業機械用油圧ポンプとして幅広く御使用いただいていた。

今後も、可変ピストンポンプは、油圧装置の低騒音化・省エネ化・高圧化にともない需要は増えると考えられる。今回のモデルチェンジで従来技術及び新設計手法を活用し低騒音化・高効率化及び高圧化を行ったことでさらに使用範囲が広がった。

近年、産業機械は電動機の性能向上および使い勝手がよい事より、油圧制御から電動制御化が進みつつある。また環境保護のため将来的には生分解性作動油及び水圧等の実用化も検討され、油圧システムの周辺環境は大きく変わりつつある。

しかし油圧には、出力密度が大きい・力制御が容易で安定している・低コストで長寿命である等の優れた特長があり、根強い需要が続くと考えている。

今後も、ユーザーズを的確にとらえ、油圧の特長を生かした商品開発を迅速に行っていきたい。