

B5 Components

高圧可変容量形ピストンポンプ「PZH-1B」&「PZH-0B」

"PZH-1B" & "PZH0B" High-Pressure, Variable Displacement Piston Pump

キーワード | 高圧可変容量形ピストンポンプ・鍛圧機械・高圧化
高効率化・低騒音化・コンパクト化

油圧事業部／油圧産機技術部

榊原 光騎 Koki Sakakibara

鈴木 健吾 Kengo Suzuki

要 旨

プレス加工を行なう鍛圧機械では、機械のコンパクト化が重要である。そのため、小さいサイズで大きな力を発揮できる油圧プレスが広く採用されており、その油圧源として高圧ポンプが必要となる。

NACHIでは鍛圧機械向けの油圧ポンプとして、定格圧力35MPaの高圧に対応した可変容量形ピストンポンプのPZHシリーズを展開しており、新たに「PZH-1B」および、「PZH-0B」を商品化した。機械のコンパクト化、低騒音化を実現する高圧可変容量形ピストンポンプとして、小型の鍛圧機、油圧試験機などに最適なポンプである。「PZH-1B」は22kWまでの電動機に最適な最大容量16.5cm³/revのポンプ、「PZH-0B」は、11kWまでの電動機に最適な最大容量8cm³/revのポンプである。次にその特長を紹介する。

Abstract

A compactness of a forging machine is important since it involves press work. Because of this, a hydraulic press machine is widely adopted for use since it is small, but can apply a large force. A high-pressure pump is required as a hydraulic source.

NACHI has developed a hydraulic pump for a forging machine, PZH series that is a variable displacement piston pump and performs under the rated pressure of 35 MPa. And now a new “PZH-1B” and “PZH-0B” are introduced to the market. These pumps are the high-pressure, variable displacement piston pumps that support compactness of a forging machine with lesser noise. They are the best suited pumps for a small forging machine and hydraulic test equipment. “PZH-1B” has the maximum capacity of 16.5 cm³/rev that is best suited to an electric motor less than 22 kW and “PZH-0B” has the maximum capacity of 8 cm³/rev that is best suited to an electric motor less than 11 kW. Below show their features.

1. はじめに

近年の世界的なエネルギー価格高騰、材料費の高騰などから、生産ラインでのコストダウンが求められている。プレス加工は、切削加工に比べて加工スピードが速く、高い生産性や、材料のロスの少なさから、その価値が高まっている加工方法である。

プレス機械などの鍛圧機械では、コンパクトで大きな力を発揮することが必要となるため、油圧プレスが広く採用されている。油圧プレスで大きな推力を得る方法の一つとして圧力を高圧化する手法がある。高圧化は、同時に油圧シリンダサイズを小さくすることができ、機械本体のコンパクト化につながる。また油圧シリンダのサイズダウン(小径化)によって必要流量を低減することで、配管などの圧力損失を低減し、消費電力の低減も可能になる。同時に、ポンプサイズが小さくできることで、油圧ユニットのコンパクト化にもつながる。こうした要求に伴い、油圧機器の高圧化要求が高まっている。

この要求にこたえるため、NACHIでは高圧可変容量形ピストンポンプとして「PZHシリーズ」をラインナップしている。2017年の市場投入以降、鍛圧機械や検査装置の油圧源などとしてご採用いただき、高い省エネ性能と静粛性で好評をいただいている。

2021年12月には、「PZH-1B」。2022年8月には「PZH-0B」をラインナップに追加した。今回、これらの製品の特長を紹介する。

2. 製品概要

高圧可変容量形ピストンポンプPZHシリーズは、定格圧力35MPa、許容ピーク圧力40MPaの高圧に対応し、高い効率と静粛性が特長の、主に鍛圧など産業機械用のピストンポンプである。表1にPZHシリーズの製品仕様を示す。

表1 PZHシリーズ製品仕様

形式	定格圧力 MPa	許容ピーク圧力 MPa	容量調整範囲 cm ³ /rev	圧力調整範囲 MPa	回転速度		質量 kg	粘度範囲 mm ² /s	作動油温度 ℃
					最低 min ⁻¹	最高 min ⁻¹			
PZH-0B	35	40	3~8	2~35	500	2,000	11.8	20~200	5~60
PZH-1B			5~16.5				16		
PZH-2B-30			16.5~30				31		
PZH-2B-45			28~45				31		
PZH-3B			45~72				43		

油圧ポンプを動かす動力源は一般的に電動機であり、油圧ポンプは電動機の回転エネルギー（「トルク」×「回転数」）を、油圧エネルギー（「圧力」×「流量」）に変換するエネルギー変換器といえる。そのため使用する圧力と流量に応じた電動機のサイズを選定することが肝要である。

図1に1,800min⁻¹で使用する場合について、PZHシリーズの圧力、流量範囲と電動機出力カーブを重ねた図を示す。この図において、各ポンプの対応範囲の右上のポイントは最大所用動力を示す。例えば、「PZH-1B」は、圧力の最大は35MPa、流量の最大は29.7L/minで、最大所用動力は約20kWである。ここで、ポンプを運転するための電動機を選定する際は、電動機出力カーブがこのポイントよりも上になるよう選定する必要があり、この場合は22kWの電動機を使うことになる。「PZH-1B」は、22kWの電動機を使用する機械において、その動力を最大限発揮して使うことが可能である。同様に「PZH-0B」は、11kWまでの電動機に最適なポンプとなっている。

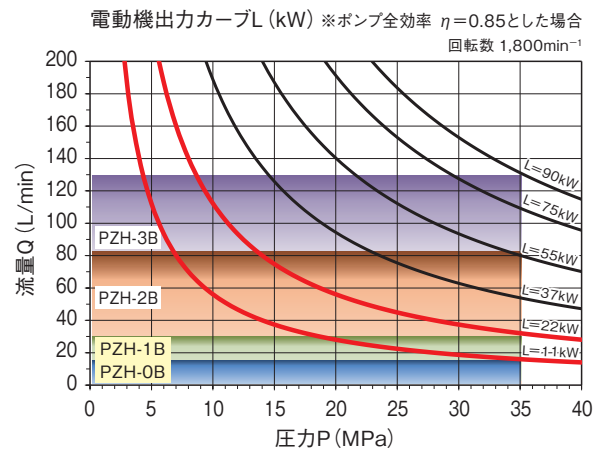


図1 「PZHシリーズ」圧力・流量範囲

3. 機械のコンパクト化につながる油圧ポンプの容量制御

ポンプの最大流量かつ最高圧力(35MPa)で使用する場合、そのポイントで電動機がオーバーロードしないよう電動機サイズを選定する必要がある。

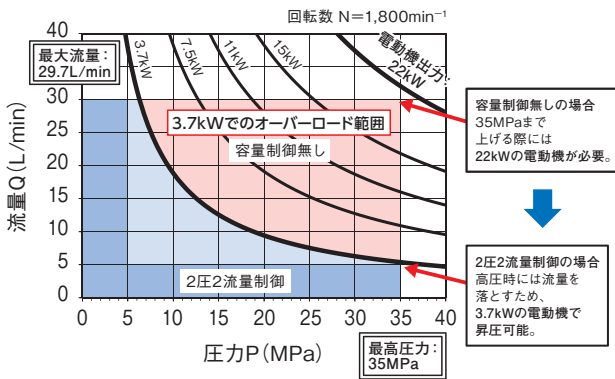
しかしながら、鍛圧機械などでの運転条件では大流量が必要な運転条件では高圧を必要とせず、高圧が必要な運転条件では、小流量で済むことが多い。したがって、図2に示すように、ポンプの吐出圧力が高くなった際には、吐出流量を下げることで、最大流量、最高圧力を同等としながら電動機のサイズを小さくすることが可能である。「PZH-1B」では、2圧2流量制御タイプ(NQタイプ)をラインナップしており、高圧時に吐出流量を下げることで、電動機のサイズを小さくすることが可能である。図3は2圧2流量制御を搭載したポンプの油圧回路図である。

図2に示した例から、高圧時の流量をより小さく設定することで、どれだけ小さな電動機でも高圧での使用が可能だと思われるが、ポンプには効率が存在するため限界がある。

ここでポンプの効率には、流量の損失を示す容積効率とトルクの損失を示す機械効率が挙げられる。容積効率が悪いポンプでは、圧力を上げていった際の内部漏れが大きくなり、吐出流量がゼロになってしまう場合がある。この場合、回路の圧力を上げるだけの流量がポンプから吐出されないため、圧力が上昇しなくなってしまう。機械効率が悪いポンプでは、高圧条件でポンプを回転させるためのトルクが増大し、電動機が発揮可能なトルクをオーバーしてしまうことがある。この場合は、電動機がストールしてしまうため、機械の運転ができない。

一般的に、ポンプ容量を小さく設定して運転する場合、大きな容量で使用する場合に比べて容積効率、機械効率が悪くなるため、前述のように高圧での運転ができなくなる場合があり、電動機出力に余裕を持つ必要がある。

「PZH-1B」は高圧における内部漏れの低減、摺動損失の低減を図ることで、小容量でも高圧での運転が可能であり、電動機サイズをよりコンパクトにすることが可能である。図4は、「PZH-1B」の2圧2流量制御を使って、電動機の出力5.5kWにあわせた場合の圧力-流量グラフである。5.5kWと非常にコンパクトな電動機でも、無負荷時には最大29.7L/minの流量を吐出しながら、最高35MPaまでの昇圧が可能である。



「PZH-1B」2圧2流量制御例(吐出圧力5MPaにて5L/minになるよう設定した場合)

図2 2圧2流量制御による、電動機のサイズダウン例

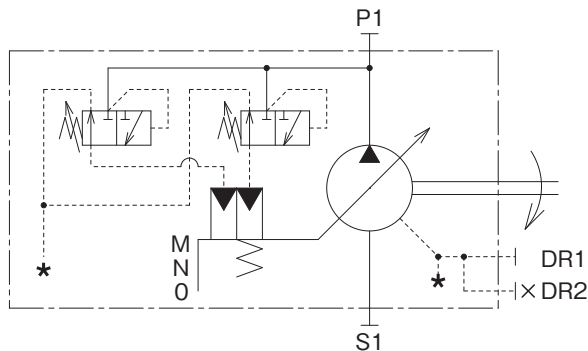
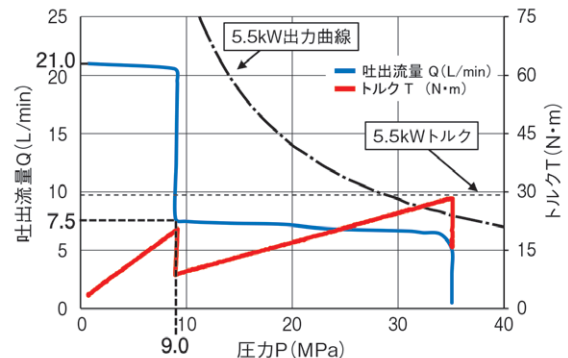


図3 2圧2流量制御を搭載したポンプの油圧回路図



「PZH-1B」2圧2流量制御時 圧力-流量特性(5.5kW狙い)

図4 5.5kW電動機にあわせた2圧2流量制御の例(「PZH-1B」)

4. トップレベルの静寂性

プレス機などの鍛圧機械は一般的に屋内で使用されるため低騒音化が必要であり、そのため動力源である油圧ポンプの騒音低減は重要である。「PZH-1B」および「PZH-0B」はCAE解析を利用し、ポンプ本体に高い剛性を持たせることで、35MPaで全量吐出時に「PZH-1B」は66dB(A)、「PZH-0B」は64.5dB(A)と低騒音化を図っている。

図5は、NACHIのピストンポンプで定格圧力21MPaの製品である「PVS-1B」と、「PZH-1B」の側面形状を比較したものである。ポンプの本体締結ボルトと端面をつなぐ「梁(はり)」の形状が大きく異なっているのが分かる。

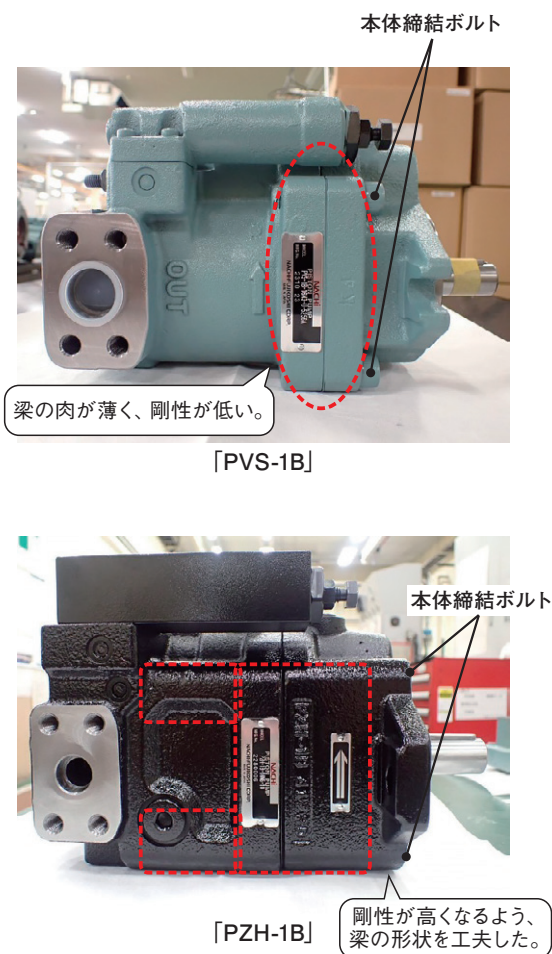


図5 「PVS-1B」と「PZH-1B」の側面形状

図6はポンプに圧力が作用した際の変形をCAEにより解析した図であるが、「パターンA(「PZH-1B」採用構造)」は「パターンB(「PVS-1B」ベース構造)」と比較して、ボディの変形量を低減している。このようにボディの変形量を抑えることで、内部の振動を音として外部へ放出しにくい構造としており、高い静粛性を実現している。

図7は「PZH-1B」および「PZH-0B」と、PVSシリーズとの騒音特性を比較したものである。(最大容量にて全量吐出時、後方1mにおける騒音値)

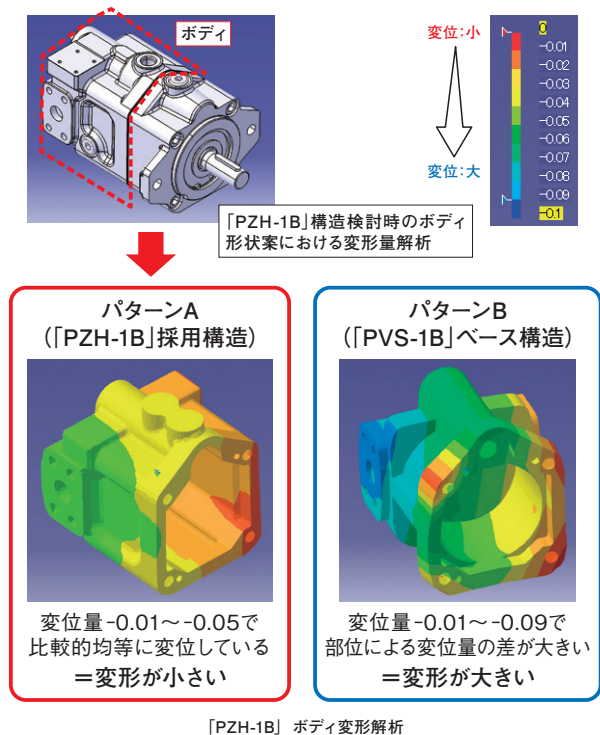
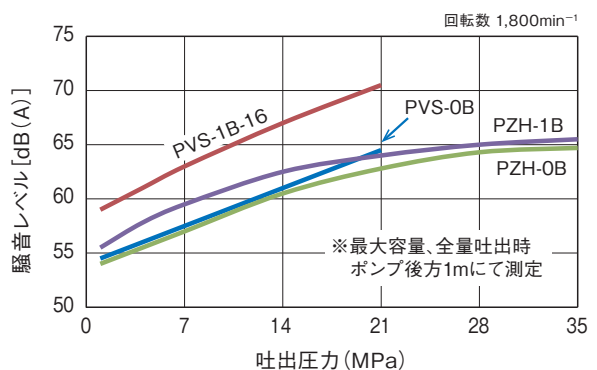


図6 CAEによる本体変形量の比較図



PVSシリーズ、PZHシリーズの騒音値比較

図7 騒音特性データ

5. 可変制御オプションの紹介

斜板式の可変ピストンポンプは、ポンプの容量を決める斜板の角度を変化させることで、吐出流量を変化させることができる。これにより、前述のように、選定する電動機のサイズを小さくすることの他に、圧力不要時(アンロード時)や、流量不要時(保圧時)に吐出流量を最小限とし消費エネルギーを低減することも可能である。可変ピストンポンプでは、ポンプに容量制御回路を搭載することで、実機側に複雑な油圧回路を構成することなく、様々な容量制御を実現することができる。

PZHシリーズでは、図8に示す可変制御機構を各種オプションから選択が可能であり、より幅広い用途、効率的な運転条件に対応できるものとしている。

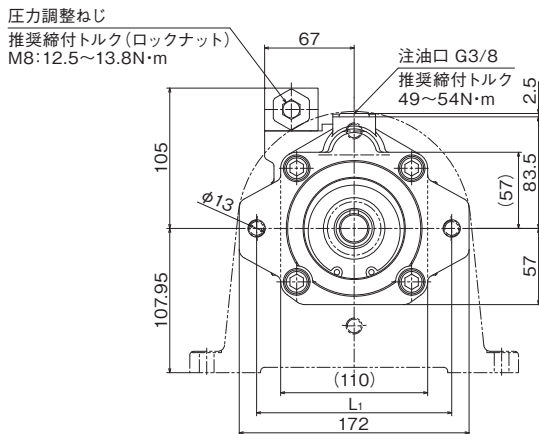
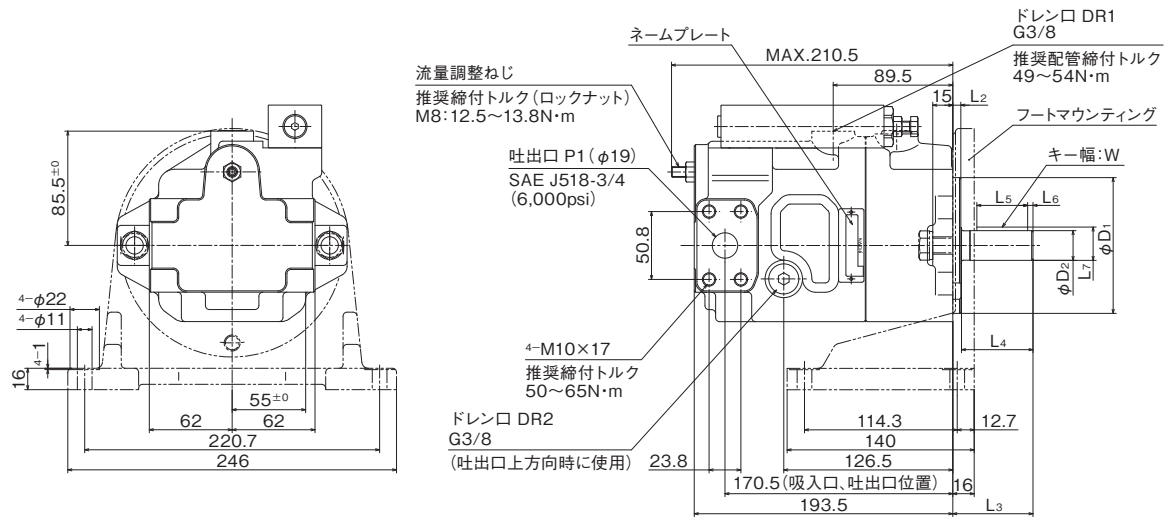
ポンプ サイズ	最大容量	圧力補償制御	ソレノイド カットオフ制御	負荷感応制御	電磁比例圧力制御	2圧2流量制御	定馬力制御
	(cm ³ /rev)	N	RS	R	EPR	NQ	L
PZH-0B	8	○ 標準品対応	○ 標準品対応	○ 標準品対応	△ 特殊品対応	△ 特殊品対応	×
PZH-1B	16.5	○ 標準品対応	○ 標準品対応	○ 標準品対応	△ 特殊品対応	○ 標準品対応	×
PZH-2B	45	○ 標準品対応	○ 標準品対応	○ 標準品対応	△ 特殊品対応	×	○ 標準品対応
PZH-3B	72	○ 標準品対応	○ 標準品対応	○ 標準品対応	△ 特殊品対応	×	○ 標準品対応
PQ特性							

図8 PZHシリーズ制御タイプ一覧

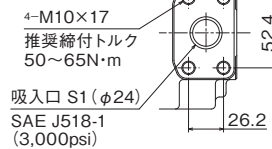
6. ポンプ取り付け形状

ポンプの設置にはマウンティングや軸カップリングなど周辺部品が必要になる。PZHシリーズでは周辺部品の入手性にも配慮し、ポンプの取り付け形状について、

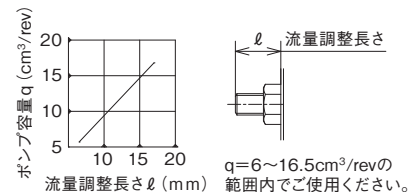
従来のSAE J744規格に加え、世界標準であるISO 3019-2規格を選択できるようにした。



吸入口形状



流量調整長ささとポンプ容量



対応規格

取り付け記号	規格	マウンティングフランジ	シャフト先端
無記号	SAE	SAE" B-B" Code: 101-2(2 bolt type)	SAE" B" Code: 22-1 (Without thread)
M	ISO	ISO 3019-2 2-bolt, A=φ100	ISO 3019-2 D=φ25

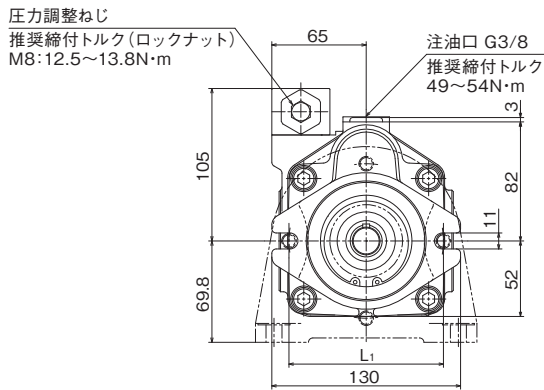
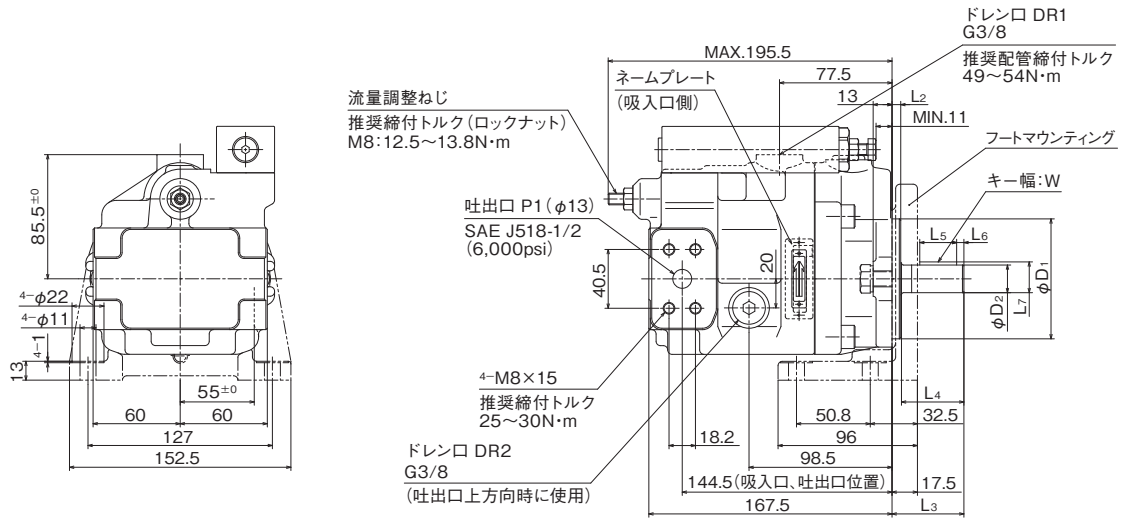
取り付け寸法

取り付け記号	規格	D ₁	D ₂	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅	L ₆	L ₇	W	フットマウンティングキット
(無記号)	SAE	101.6 ⁰ _{-0.051}	22.23 ⁰ _{-0.021}	146	6	60	53.5	38	4	24.9 ⁰ _{-0.5}	6.3 ^{+0.015} _{-0.010}	IHM-4-10
M	ISO	100.0 ⁰ _{-0.054}	25.0 ^{+0.009} _{-0.004}	140	7	56	48	40	0	28.0 ⁰ _{-0.3}	8 ⁰ _{-0.036}	IHM-4M-10

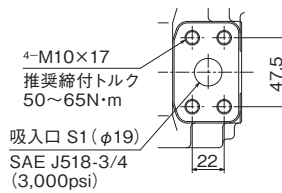
[PZH-1B] 取り付け寸法

図9 「PZH-1B」外形寸法図

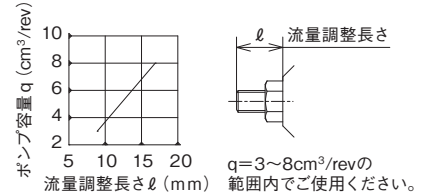
高圧可変容量形ピストンポンプ「PZH-1B」&「PZH-0B」



吸入口形状



流量調整長ささとポンプ容量



対応規格

取り付け記号	規格	マウンティングフランジ	シャフト先端
無記号	SAE	SAE"A"Code: 82-2(2 bolt type)	SAE"B"Code: 19-1 (Without thread)
M	ISO	ISO 3019-2 2-bolt, A=φ80	ISO 3019-2 D=φ20

取り付け寸法

取り付け記号	規格	D ₁	D ₂	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅	L ₆	L ₇	W	フートマウンティングキット
(無記号)	SAE	82.6 ^{+0.036} _{-0.071}	19.05 ⁻⁰ _{-0.021}	106.4	6	49.5	43	25.4	5	21.2 ⁻⁰ _{-0.25}	4.76 ⁻⁰ _{-0.012}	IHM-2-10
M	ISO	80.0 ⁻⁰ _{-0.046}	20.0 ^{+0.009} _{-0.004}	109	7	45	37	23	0	22.5 ⁻⁰ _{-0.3}	6 ⁻⁰ _{-0.030}	IHM-2M-10

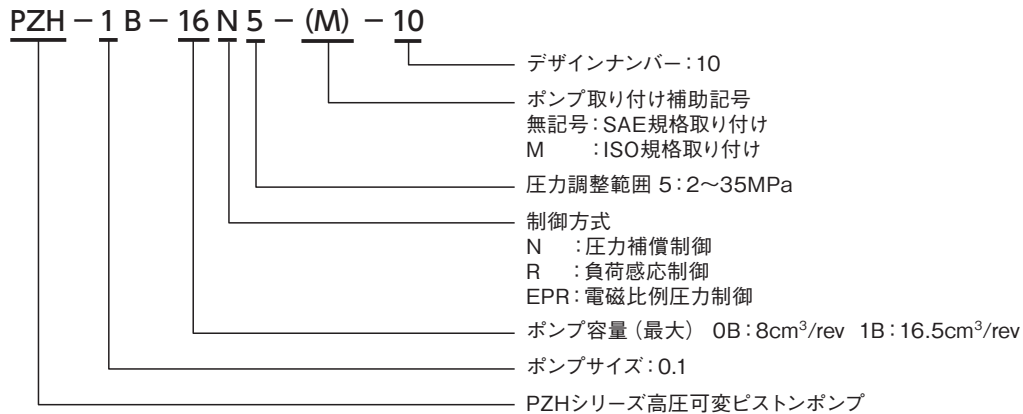
「PZH-0B」取り付け寸法

図10 「PZH-0B」外形寸法図

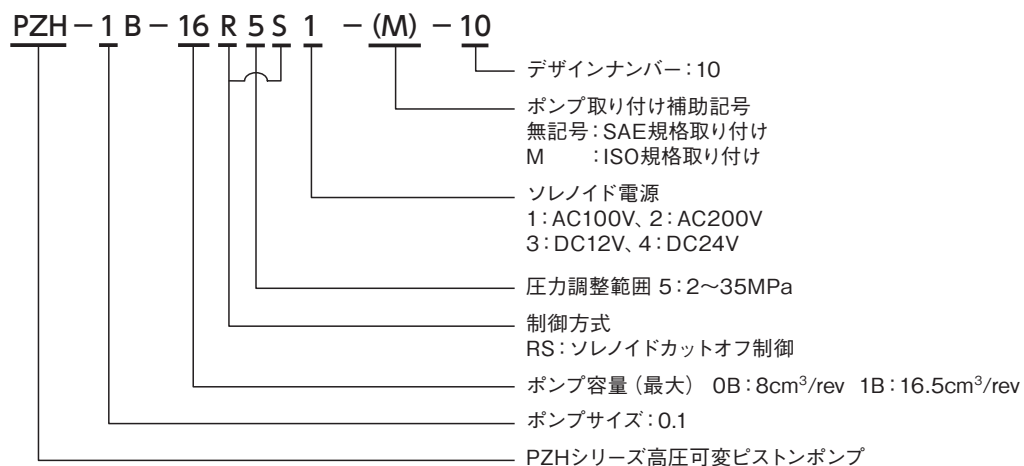
7. ポンプ形式

PZHシリーズの形式説明を図11に示す。

圧力補償制御(N)／負荷感応制御(R)／電磁比例圧力制御(EPR)



ソレノイドカットオフ制御(RS)



2圧2流量制御(NQ)

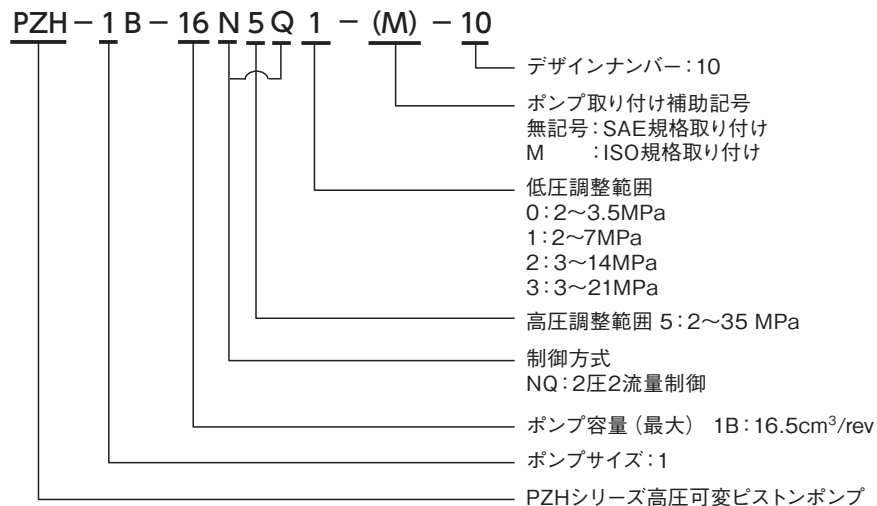


図11 「PZH」形式説明

8. まとめ

本稿では新たにラインナップした高圧可変容量形ピストンポンプ「PZH-1B」および、「PZH-0B」について、その特長を紹介した。ポンプの高効率化により、小さい電動機でも高圧での運転が可能であり、プレス機械のコンパクト化に貢献する製品である。また、ポンプ本体もコンパクトでありながら、剛性が高い構造を採用することで低騒音化も実現している。

今後もシリーズ拡充としてポンプサイズのラインナップを追加し、幅広い流量へ対応する。また、シリーズの特長である高効率、低騒音にこだわった製品づくりを継続する。これら高圧ピストンポンプの要素技術を活かした新たな製品開発にとり組み、ユーザーの困りごとを解決する商品提案を行っていく。