

## B5 Components

さらなる大流量への対応で生産性向上に貢献

### パワーマイスター用油圧ユニット「UPS-2A」

Hydraulic Unit for Power Meister, "UPS-2A"

Contributing to productivity increase with larger flow rate feature

**キーワード** | 省エネ・コンパクト・油圧システム・高精度制御・両回転ポンプ  
ACサーボモーター・油圧ユニット・高圧・大流量・精密プレス

油圧事業部／油圧産機技術部

堀内 学 Manabu Horiuchi

鈴木 健吾 Kengo Suzuki

古谷 一輝 Ikki Furuya

## 要 旨

省エネで、高精度な制御ができる油圧システム「パワーマイスター」シリーズに、大流量型油圧ユニット「UPS-2A」を追加した。「UPS-2A」は最大圧力30MPa、最大流量70L/minとし、「UPS-1A」に対して77%の大流量化を図りながら、□220mmサイズのサーボモーターにあわせたコンパクトな油圧ユニットである。また、モーター出力においても「UPS-1A」は11kWまでだったが、「UPS-2A」は20kWまでラインナップして使用範囲を拡大した。

新たに追加した油圧ユニットと、そのポンプの特長を紹介する。

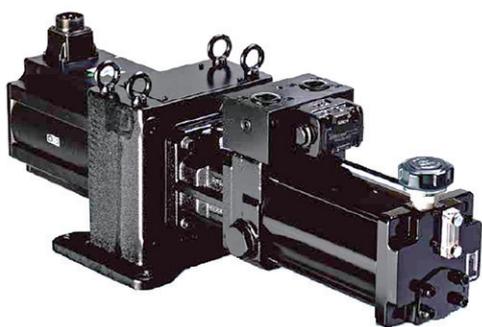


図1 大流量型パワーマイスター用油圧ユニット「UPS-2A」

## Abstract

NACHI has added a hydraulic unit with larger flow rate, “UPS-2A”, to Power Meister Series of hydraulic systems that can achieve energy saving and highly accurate control. “UPS-2A” features the maximum pressure of 30MPa and the maximum flow rate of 70L/min. This compact hydraulic unit is aligned to 220 mm square servo motor while increasing flow rate by 77% from UPS-1A. In addition, motor output of “UPS-2A” is up to 20kW, expanding the range of use while that of UPS-1A is up to 11kW.

Introduced here is a newly-added hydraulic unit and its pump features.

## 1. 「パワーマイスター」大流量タイプ追加

「パワーマイスター」は、ACサーボモーターで油圧ポンプの回転速度と方向を制御し、機械サイクルにあわせて必要な時だけポンプを稼働させることができる省エネ油圧システムである。また、油圧ポンプとACサーボモーターを直結駆動させているため、電動システムと同じ制御性の良さをもち、高精度な圧力制御や、高速デジタル処理のサーボコントローラーで $\mu\text{m}$ オーダーの位置決めが可能である。

「パワーマイスター」シリーズはこれまで「UPS-00A」「UPS-0A」「UPS-1A」をラインナップしている。用途として、曲げ加工機や、かしめ機、圧入機、研磨機、精密プレス、ひずみ矯正機、コンパクト化を要求される機械の油圧システム全般に使用され、それぞれの機械の高性能化や加工製品の高精度化、省エネ、サイクルタイムの短縮に貢献している。

近年、スマートフォンをはじめとする電子機器の小型／高性能化、自動車のEV化、および、産業機械のIoT化に伴い、精密プレスを必要とする部品の需要が増加している。これらの精密プレス工程において、高精度な位置決めと加圧時のサージ圧力レスを目的に「パワーマイスター」が採用されている。精密部品の需要増加にあわせて、生産性向上のためにプレス機のシリンダ径大型化やサイクルタイムの短縮がすすんでいることから、「パワーマイスター」の大流量化が望まれている。

この要求にこたえるため、大流量型「パワーマイスター」を開発したので紹介する。

## 2. 「パワーマイスター」のシステム構成

図2に「パワーマイスター」のシステム構成を示す。「パワーマイスター」は油圧ユニット(UPS)、サーボコントローラー(EPD)、サーボアンプ(EPA)などの機器から構成される。サーボコントローラーは圧力センサ・位置センサの信号をフィードバックし、機械の制御装置からの動作指令に追従するようにサーボアンプへ回転数信号を送り、油圧ユニットの回転を制御する。サーボコントローラーにてフィードバック信号と動作指令との偏差が0になるようにしているため、回路リークがあっても精度が落ちない。この専用サーボコントローラーにより、 $\mu\text{m}$ オーダの位置決め、低圧から高圧、低速から高速までのリニアな制御を実現できる。

また、サーボコントローラーは速度制御と圧力制御、または位置制御と圧力制御のどちらの制御を行なうのかを、実際の圧力に応じて自動的に切り換える、独自の制御モード自動切換機能を搭載している。これにより、プレス工程で速度制御から圧力制御へ切り換わる際にサージ圧力の発生しない加圧制御が可能である。また、機械の制御装置側で切り換えのプログラムを組むこと無く、スムーズに制御モードを切り換えることができる。

油圧ユニットの回路図を図3に示す。本製品はACサーボモーター、両回転ポンプ、オイルタンク、安全弁、給排弁、バキュームチェックバルブが一体となっている。この中で給排弁は、シリンダが前後退したときに、ヘッド側とロッド側の面積差によって生じる作動油の過不足を調整するはたらきをもつ。また、差圧弁は、シリンダの自重負荷圧よりも高い圧力に設定することで、給排弁が自重負荷圧によって切り換わらないようにするためのオプション設定である。

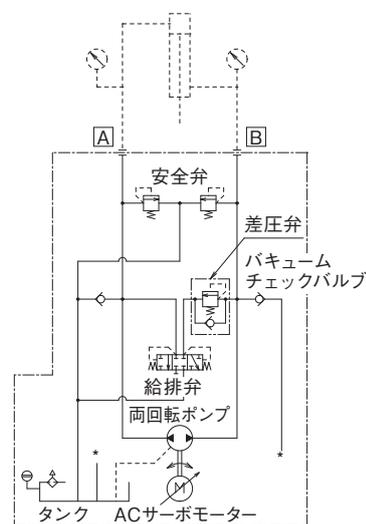


図3 「UPS-2A」油圧回路図

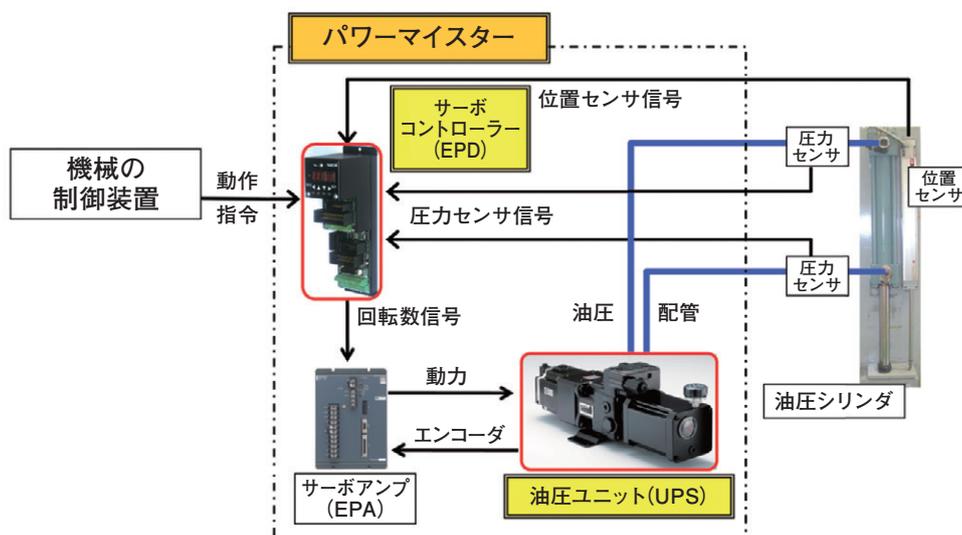


図2 「パワーマイスター」のシステム構成

### 3. 「UPS-2A」の特長

#### 1) 全体の特長

大流量型「パワーマイスター」用のユニット「UPS-2A」は、最大圧力30MPaの強力パワーはそのままに、70L/minまでの大流量に対応している。これによって、シリンダを大きくして推力を上げて、従来の速度でシリンダを動かすこともできる。

駆動源はACサーボモーターであり、モーターの回転数と回転方向を制御することで、油圧ポンプの流量と

圧力、吐出方向を制御できる。モーター出力は「UPS-1A」が11kWまでだったが、「UPS-2A」は20kWまでラインナップした。表1に「UPS-2A」の仕様を示す。

油圧ユニットの構成は、サーボモーター、油圧ポンプ、タンクを直線的に配置しスリムなレイアウトにした。補助バルブもタンクに沿って搭載しているため飛び出しが少なくコンパクトになっている。

表1 「UPS-2A」主仕様

形式	モーター出力 kW	ポンプ容量 cm <sup>3</sup> /rev	最高回転数 min <sup>-1</sup> (注1)	最大流量 L/min(注2)	定格圧力 MPa [連続(注3)]	最高使用圧力 MPa [短時間(注3)]	タンク容量 Lit.(呼称)	許容変動油量 Lit.[概算(注4)]
UPS-2A-25*11K	11.0	25.0	2,000	50.0	14.1	21.1	B:6.0	タンク容量:B V:2.8、H:0.8
UPS-2A-32*11K		32.0		64.0	11.7	17.5		
UPS-2A-35*11K		35.0		70.0	10.7	16.0		
UPS-2A-25*15K	15.0	25.0	2,000	50.0	19.1	28.7		
UPS-2A-32*15K		32.0		64.0	15.9	23.8		
UPS-2A-35*15K		35.0		70.0	15.3	23.0		
UPS-2A-25*20K	20.0	25.0	2,000	50.0	25.1	30.0		
UPS-2A-32*20K		32.0		64.0	20.9	30.0		
UPS-2A-35*20K		35.0		70.0	20.2	30.0		

(注1) 高速回転時に出力可能なトルクが低下するモーター特性により、最高回転数で使用可能な圧力に制限があります。

(注2) 無負荷時の理論流量です。実際の流量は負荷圧力によって変わります。

(注3) 定格圧力はモーターの定格トルク、最高使用圧力は150%トルクで出力可能な圧力です。ただし、これらの圧力が30MPaを超える場合は、油圧ユニットの最高使用圧力が30MPaに制限されます。

(注4) 変動油量が許容値よりも大きい場合は、補助タンクの接続などで対応が可能です。別途ご相談ください。

#### 油圧ユニット選定時の注意事項

パワーマイスターは、モーターの回転により油圧シリンダを直接駆動する油圧システムです。圧力を発生するために必要なモータートルク以外に、加速・減速のためにもトルクが必要となるため、機械の運転条件によっては、出力できる最大流量と最高使用圧力が上表より低く制限される場合があります。また、長時間の保圧連続運転の場合は、定格圧力が低く制限されることがあります。

選定にあたっては、事前に機械(パワーマイスターで駆動する油圧シリンダ)の動作サイクルと負荷を明確にした上で、ご相談ください。

電動機	ACサーボモーター(11～20kW、サーボアンプによる駆動) 電源電圧 三相AC200～230V 50/60Hz(サーボアンプ電源) ファンモーター電源 単相AC200～230V 50/60Hz(UPS-2A:20kWの場合のみ)
ポンプ	ピストンポンプ(2.0～35.0cm <sup>3</sup> /rev)
使用周囲温度/湿度	0～+40℃/20～90%RH(結露なきこと)
使用作動油温度範囲	5～60℃(注6)
推奨作動油	耐摩耗性油圧作動油 ISO VG46のみ
使用粘度範囲	20～200mm <sup>2</sup> /s [cSt]
作動油汚染度	NAS10級以内
安全弁圧力調整範囲	3.5～30MPa
最高使用圧力	30MPa(油圧ポンプ部) (最高使用圧力はモーター能力および、オプションの組みあわせで異なる)
塗装色	黒

## 2) 高圧と大流量の両立

「UPS-2A」の開発にあたり、最大圧力30MPaと最大流量70L/minを両立した両回転油圧ポンプを新規に開発した。

図4に「UPS-2A」のポンプキット図を示す。このポンプキットは、固定容量形ピストンポンプ、バルブブロック、タンクから構成される。

ピストンポンプは、高圧可変容量形ピストンポンプPZHシリーズ「PZH-2B」をベースとして、両回転化と可変速運転対応を盛り込んだ固定容量形ピストンポンプである。「PZH-2B」ゆずりの高剛性な内部構造と、サーボ駆動(可変速駆動)に対応するため潤滑性を向上した部品を採用しており、パワーマイスターの厳しい使用条件でも安定した運転が可能である。

このピストンポンプの回転軸がモーターにより回転されることで、ポンプ作用を行なう。まず、吸入工程にてタンクからボディに吸入された作動油が低圧側のバキュームチェックバルブを通り、キドニーポートを

通過する。さらに、キドニーポートからバルブプレートを通じた作動油は、ポンプ内のシリンダブロックに供給され、吐出工程に移る。吐出工程の作動油は、バルブプレートからキドニーポートを通過し、給排管路を通り吐出ポートから回路へ作動油を供給する。

両回転ポンプはサーボモーターの回転方向を切り換えることで、吸入工程と吐出工程を反転させることができ、切り換えバルブを用いずとも回路に流れる作動油の方向を変えることができ、シリンダの前進・後進をコントロールすることができる。

通常、ポンプの吸入側は管路の断面積を大きくすることで、流速を低減させ、ポンプの自吸性能を高めるよう設計する。一方で吐出側は高圧に耐えるべく、管路面積は必要最小限に留める。図5は厚肉円筒管内に圧力が作用する場合の応力計算だが、限られたスペースにおいて、管の内径は小さいほうが円周方向の応力を下げることができる。

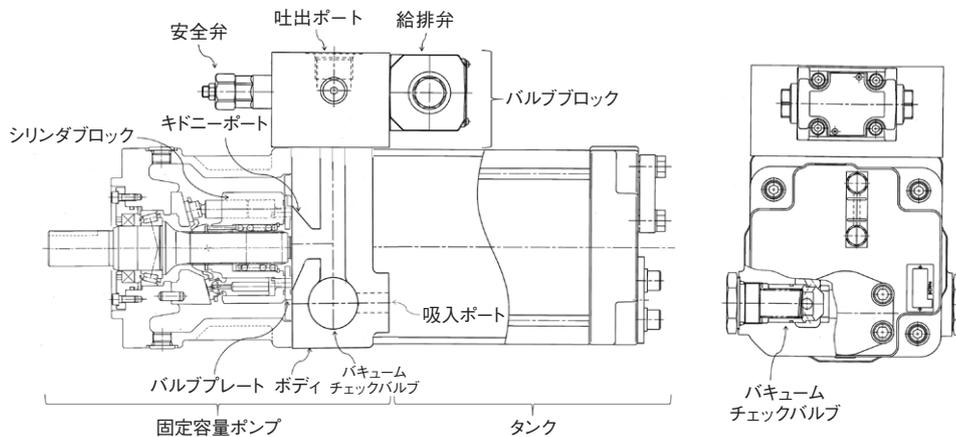


図4 「UPS-2A」ポンプキット

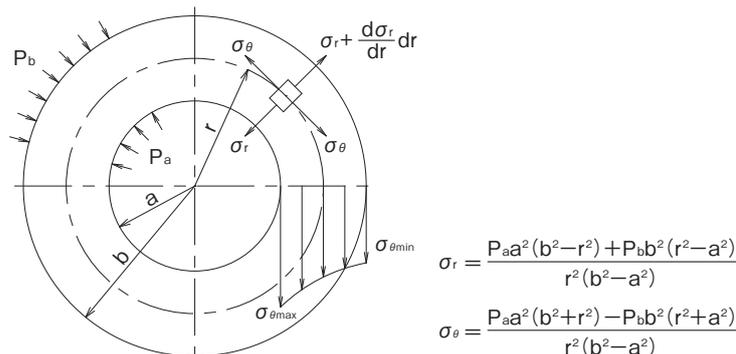


図5 厚肉円筒管路の応力計算

ところが「UPS-2A」は両回転ポンプであるため、ボディやバルブプレートの管路は吸入と吐出を兼用するため、大流量の自吸性能を確保するための管路面積と、30MPaの高圧に耐える強度の最適化が必要となる。本品の開発にあたっては、随所でCAEによる応力解析で最適化設計を行なっているが、とくにキドニーポート部は応力が集中する箇所であり、レイアウトを工夫した。図6にキドニーポート部の応力解析結果を示す。

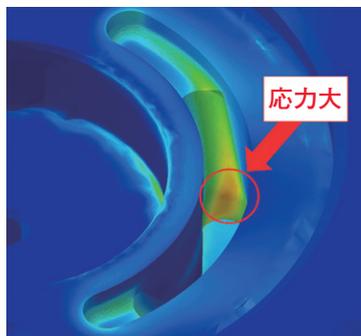


図6 キドニーポート部 応力解析結果

本品のボディ断面図を図7に示す。キドニーポートは、給排管路からポート面へ向けて一定の開口面積にはせず、位置H1、H2からポート面に向かうにしたがって管路断面積を拡大する傾斜 $\theta$ をもつ管路とした。また、バキュームチェックバルブの周囲に設けた中ぐり穴からの距離を大きくとるためH2を大きく、 $\theta$ を小さくしている。

これにより、バキュームチェックバルブをキドニーポート部に近づけることができ、コンパクトな寸法でありながら自吸性と耐圧を両立したボディを実現した。

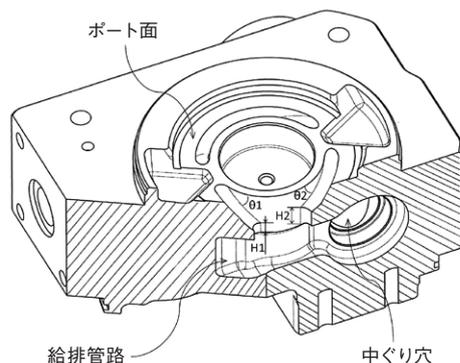


図7 「UPS-2A」キドニーポート部 断面図

### 3) 取付け自在なレイアウト

UPSシリーズはコンパクトな油圧システムをめざし、タンク一体型として省スペース化を図っている。また、取付姿勢は垂直取付形と水平取付形の2種類を選択可能とし、機械のスペースにあわせてご使用いただける。

加えて「UPS-2A」では、機械のスペースが限られ別置きタンクを使用する場合にも設置しやすいように、ポンプ本体部にタンク接続ポートを設けたタンクのないタイプを設定している。これにより、「UPS-2A」の標準タンクでは許容変動油量を超えるような場合においても使用条件にあわせたタンクを容易に接続可能である。

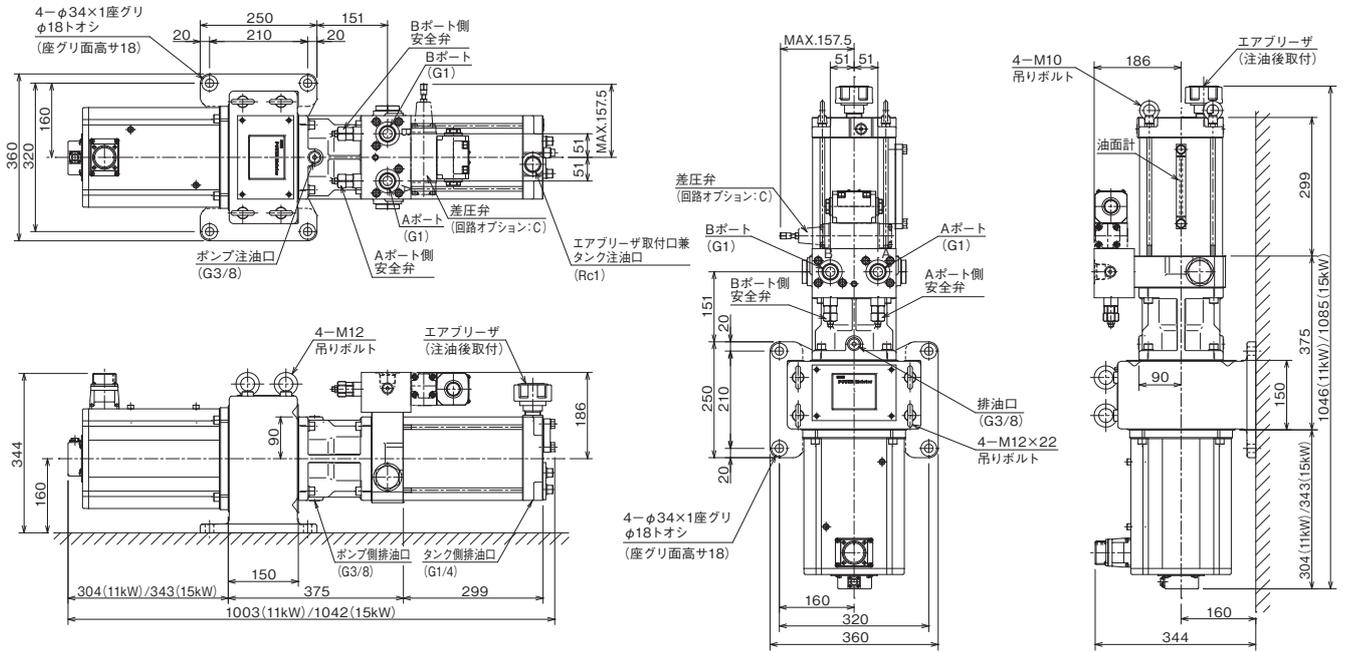


図8 「UPS-2A」取付寸法図(垂直取付形・水平取付形)

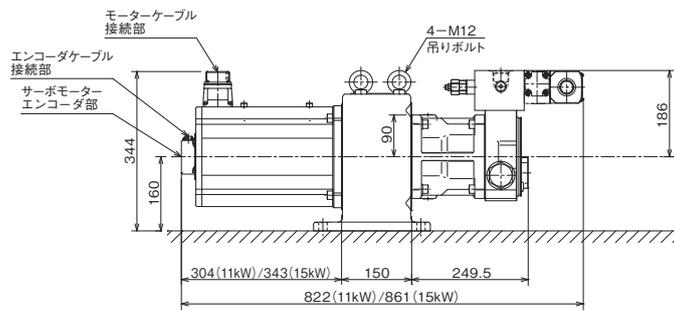


図9 「UPS-2A」取付寸法図(別置きタンク形)

## 4. サーボコントローラー・サーボアンプの特長

サーボコントローラーは位置・速度・圧力の高精度制御ができる基本機能を備える。接続コネクタはUPS-00A, 0A, 1A, 2Aと互換性があり、サーボモーターのサイズに関係なく共通で使用できる。「UPS-2A」に対応した、大きなポンプ容量・油圧シリンダ面積も入力でき、パラメータを書き換えることで「UPS-2A」に置換えが可能である。

表2にサーボコントローラーの仕様を示す。サーボコントローラーは操作パネルがあり、パソコンが無くてもパラメータ設定や内部データのモニタができる。また、機械の制御装置からの指令がなくても、サーボコントローラー単体で油圧シリンダの試運転ができる試運転機能があり、機械の立ち上げが容易に

できる。パソコンを使えば専用ユーティリティソフトにて、パラメータの一括読込・書込、照合ができる。一括読込と照合により新旧のパラメータ比較、一括書込にて複数台のパワーマイスターのセットアップ時間の短縮が可能である。

サーボアンプは20kWまで新たにラインナップした。「UPS-2A」のアンプは可変速ファンモーターの採用により、アンプ内部温度に応じて適切な冷却を行なうことで待機時のファンモーターの騒音を低減した。サーボアンプのパラメータはパワーマイスター用にあらかじめ設定を変更している。表3にサーボアンプ仕様を示す。

表2 サーボコントローラー仕様(形式:EPD-PD3-10-D2-20)

電源電圧／消費電力	DC24V±15%/10W以下	センサ用電源は別途必要	
使用周囲温度／湿度	0～+55°C/90%RH以下(結露なきこと)		
制御内容	シリンダの位置制御、速度制御、圧力制御	制御モード自動切換機能あり	
指令入力	速度指令	アナログ電圧 DC±10V/最高シリンダ速度(*1)、正電圧でシリンダ伸長、負電圧でシリンダ短縮	(*1)パラメータで設定
	圧力指令	アナログ電圧 DC±10V/最高制御圧力(*2)、+電圧でヘッド側加圧、-電圧でロッド側加圧	(*2)トリマで設定
	位置指令	位置決め選択接点信号(4接点)、4接点のビットパターンで目標位置を選択、コントローラー内部で目標位置までの加減速移動関数を生成し移動、位置保持	目標位置、最高移動速度、加減速度をあらかじめ内部パラメータに設定
入力信号(接点信号)	サーボON、アラームリセット、制御モード外部切換信号、原点サーチスタート信号、原点後退端LS、原点近傍LS		
出力信号	アラーム、サーボレディ、制御モードモニタ、原点サーチ完了/インポジション(兼用出力)、圧力一致		
圧力センサ入力	アナログ電圧0.5～4.5V、または、1～5V(2ch)	応答性1ms以下の圧力センサを使用	
位置センサ入力	90°位相差二相パルス、原点パルス(ラインレシーバ入力)または、アナログ電圧0～10V	パルス出力の位置センサ使用の場合、電源投入後に1度、原点サーチの実施が必要 パルス出力位置センサ:分解能1μm以内のものを使用 アナログ電圧出力位置センサ:応答性2ms以下のものを使用	
サーボアンプI / F	出力:モーター回転数指令(アナログ電圧DC±10V)、サーボオン、サーボアラームリセット 入力:サーボアラーム、サーボレディ		
操作パネル	符号付5桁表示、4キー入力、セレクトスイッチ	データ設定・表示、試運転機能	

- コントローラの接続用コネクタ、ピンは付属されています。
- サーボコントローラ用スベアサ(オプション: FZV-8676-02A-01)を使用すると旧デザイン[EPD-PD2-10(-A)-D2-10]と取付寸法が同じになり、取付面からのコネクタ高さがほぼ同じになります。

表3 サーボアンプ仕様

油圧ユニットの形式(UPSシリーズ)	モーター出力 kW	対応するサーボアンプの形式	備考
UPS-2A-***11K	11.0	EPA-PD1-10-SR11K-10	外付回生抵抗器付属
UPS-2A-***15K	15.0	EPA-PD1-10-SR15K-10	
UPS-2A-***20K	20.0	EPA-PD1-10-SR20K-10	電源ユニット、外付回生抵抗器(2個)付属

- 使用電源:三相AC200～230V 50/60Hz
- 油圧ユニットに搭載のサーボモーターとの接続には、別途モーターケーブルとエンコーダケーブルが必要です。
- 運転条件によっては、内蔵または付属の回生抵抗器の容量では不足となり、外付回生抵抗器の追加が必要となる場合があります。詳しくは運転条件(負荷作動線図など)を添えて、NACHIまでお問い合わせください。
- 結線用コネクタが付属しています。

## 5. まとめ

本稿ではコンパクト油圧システム「パワーマイスター」に追加した、大流量型油圧ユニット「UPS-2A」について、その特長を紹介した。

最大圧力30MPaの強力パワーはそのままに、最大流量が70L/minとなったことで、サイクルタイムを大幅に短縮することが可能となっている。

今後益々増えるであろう、精密プレス機械に欠かせない商品として、「パワーマイスター」のラインナップ拡充と、さらなる高機能化に向けて改良をすすめる。

