

NACHI-BUSINESS

Components **news**

Vol. **8** B1
August/2005

機能部品事業

■ 新商品・適用事例紹介

省エネ・高精度なコンパクト油圧システム

「**パワーマイスター**」

—さらにコンパクトな小形シリーズ追加—

Energy-efficient, High-precision
Compact Hydraulic System "POWER Meister"
---Adding More Compact Small-size Series---

〈キーワード〉 省エネ・コンパクト・高精度制御
軽量・シリーズ化

部品事業部／技術二部

山田 健治

Kenji Yamada

“パワーマイスター（Power Meister）”は、
Power :力、能力
Meister:名人、巨匠、師匠
“力強さとそれを巧みに制御するシステム”の意味合い。

株式会社 不二越



要 旨

油圧システムにおいても、地球温暖化防止への取り組みとともに、省エネルギー化への対応が重要となっている。

NACHIは、必要な時に必要な量の油圧を発生させ、アイドルタイムにはポンプを自動的に停止する「パワーマイスター」を開発。従来の油圧システムに比べて、エネルギーの損失を約10分の1に削減することに成功した。

さらに今回、コンパクトな油圧システムのニーズに応じて、小形シリーズ「UPS-00A」を商品化。先に開発したパワーマイスター「UPS-0/1A」の半分というコンパクトさで、省スペース化を実現。より軽く、使いやすく、地球環境にもやさしい油圧システムを提案する。

Abstract

In the area of hydraulic equipment also, the efforts for saving energy have become important as well as the efforts for halting Global Warming.

Nachi developed "POWER Meister" that generates necessary force of hydraulic pressure for any given time and stops its pump automatically for idling time. In comparison with the conventional hydraulic systems, POWER Meister successfully reduces energy loss to approximately 10%.

Furthermore, Nachi marketed the small-size series, "UPS-00A", responding to our customer needs for compact hydraulic systems. UPS-00A is very compact and half the size of the earlier model, POWER Meister UPS-0/1A, offering the space saving, light-weight, user-friendly and environmentally-friendly features.

1. よりコンパクトになった「パワーマイスター」

近年、地球環境問題への対応の一環として、さまざまな方面から省エネの要求が高まってきており、産業機械に使用される油圧機器に対しても省エネへの要求は大きい。

NACHIは、このニーズに応えるものとして、ACサーボモーターで直接油圧ポンプを駆動し、ロボット制御で培った^{※1}デジタル制御技術により、その回転数と方向を制御してシリンダーの位置・速度・圧力を高精度に制御する新しい油圧制御システム「パワーマイスター」を商品化し、以来各方面から好評を得ている。

「パワーマイスター」は高負荷対応が容易な油圧システムの良さに、高い制御性と省エネ性を持った電動システムの良さを融合した油圧システムで、そのネーミングにはPOWER:【英】力、能力と、Meister:【独】名人、巨匠、師匠を組合せ、“力強さとそれを巧みに制御するシステム”の意味合いが込められている。

今回、この「パワーマイスター」に新たに小形シリーズを追加した。本稿ではよりコンパクトに、より軽く、より使いやすくなったパワーマイスター—体型ユニット「UPS-00A」を中心に、パワーマイスターが持つさまざまな特長について紹介する。(図1)



図1. パワーマイスター—体型ユニットUPS-00A

2. パワーマイスターのシステム構成

パワーマイスターシステムの全体構成を図2に示す。サーボコントローラーは圧力センサー、位置センサーの信号をフィードバックし、^{※2}上位コントローラーからの動作指令に追従するようモーターの回転を制御する。ポンプ内部や回路中からのリークもコントローラーにより補償される。高速デジタル演算が可能なこの専用サーボコントローラーにより、^{※3} μm オーダーの位置決め、^{※4}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、実際の負荷状況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。このため上位コントローラーで切り換えを意識することなく、スムーズに制御モードを切り換えることができる。

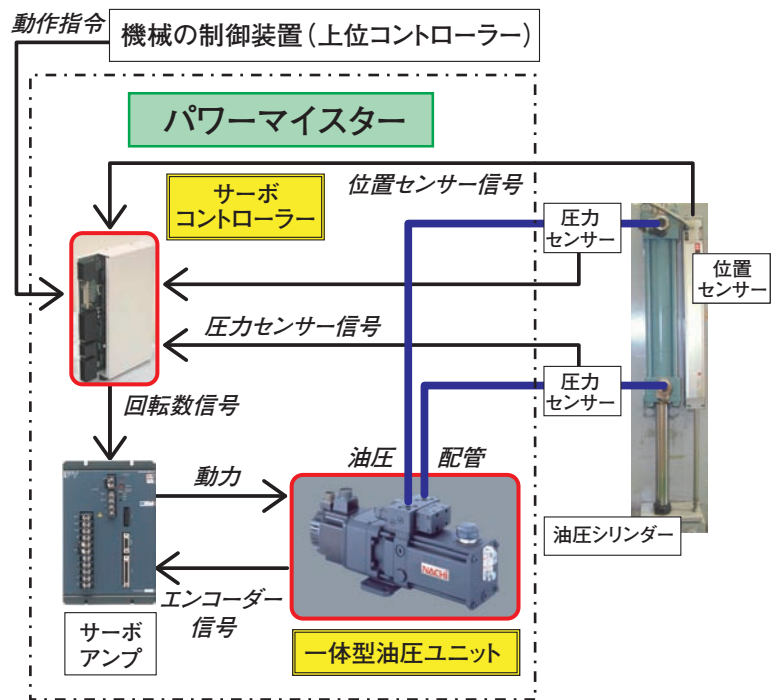


図2. パワーマイスターのシステム構成

3. 「UPS-00A」の特長

1) さらにコンパクトに

専用ACサーボモーター、両回転油圧ポンプ、オイルタンクを直線的に配置し、必要な機能をスリムに一体化した。オイルタンク部にはアルミ材を用いることで放熱性を向上させ、タンク容量を小形化し、また専用サーボモーターを採用することで、油圧ポンプ軸との締結部の長さを大幅に短縮した。さらに補助バルブ類をユニット上面(取付足反対面)に配置することで、側面方向への突出物をなくした。(図3)

これらの改良により、油圧ユニットとしては飛躍的にコンパクトな全幅180mmを実現し、またUPS-0/1A同様、垂直取付型と水平取付型の2種類を設定した。場所を選ばないスリムでコンパクトな形状と自由度の高い設置方向のおかげで、機械のわずかなスペースにも搭載が可能となる。従来の大きなオイルタンクを持つ油圧ユニットのような専用の設置スペース

を必要とせず、外観を損ねることなく機械としての一体化を実現し、省スペース化に貢献できる。このため電動ボールねじシステムからの置き換えも容易である。また機械と一体化することで、一旦立ち上げ調整をした後も油圧システム内の作動油を抜き取ることなく運搬が可能のため、機械設置後の現地での配管工事やエア抜きなどの調整作業が、一切必要なくなるというメリットも生まれる。^{※5}

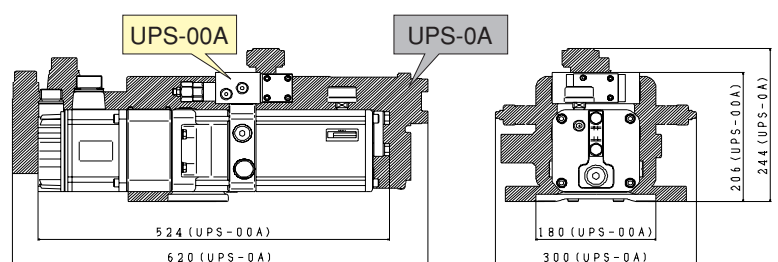


図3. UPS-00A とUPS-0A の外形寸法比較(水平取付型)

3. 「UPS-00A」の特長

2) さらに軽く

各部の形状を徹底的に見直し、最高30MPaの高圧に耐える本体の設計にはCAE解析を用い、高い剛性と軽量化をバランスさせることに成功した。また、アルミ材を多用することにより、質量30kg以下を実現し、機械へのとり付け作業性もより向上した。(図4)

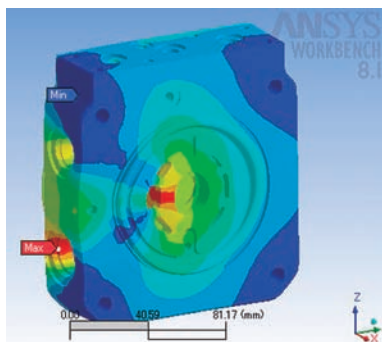


図4. 本体のCAE解析結果(参考例)

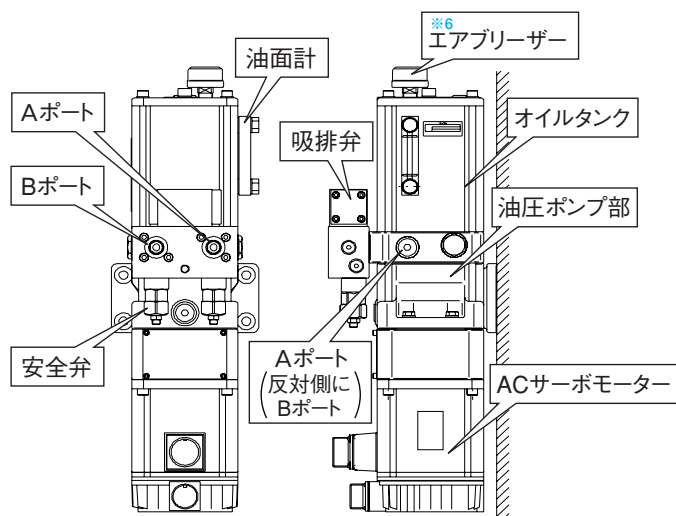


図5. UPS-00A各部の構成

表1.外形寸法・質量比較

形式	全長	全幅	全高	質量
UPS-00A-4H10-10 1.0kW,4.0cm ³ /rev (新商品)	520mm	180mm	206mm	29kg
UPS-0A-5H20-10 2.0kW,4.7cm ³ /rev	620mm	300mm	244mm	52kg

3) さらに使いやすく

UPS-00A (図5)は制御バルブを一体型ユニットの本体上面(取付足反対側)に搭載するレイアウトとした。特殊な回路もバルブブロックを変更すること^{※7}で対応可能となり、例えば縦型シリンダーの自重落

下を防止するためのシャットオフバルブを追加することも容易である。

またバルブブロックに加え、本体側面にも吐出ポートを追加した。このポートはゲージポートとして使用する、あるいは圧力センサーを直接組み込んで使用することも可能であり、よりレイアウトの自由度を向上させた。

(図6)

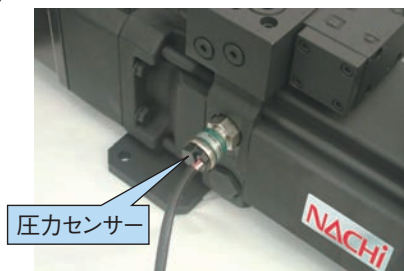


図6. 本体側面に組み込まれた圧力センサー

4) より力強く、より速く

油圧ポンプには高圧化に適したピストンポンプを採用、最高30MPaの強力パワーと、最高3,000min⁻¹運転を実現した。このため高負荷・高速運転にも対応が可能である。

油圧ポンプ吐出量流は式(I)にて、油圧ポンプを駆動するモーターの入力軸トルクは式(II)にて表わされる。

$$Q = qN\eta_v / 1000 \dots (I)$$

$$T = Pq / 2\pi\eta_m \dots (II)$$

Q : ポンプ流量 (l/min)
 q : ポンプ容量 (cm³/rev)
 N : 回転数 (N/min)
 η_v : ポンプ容積効率
 T : 入力軸トルク (N・m)
 P : 圧力 (MPa)
 η_m : ポンプ機械効率

式(I)からわかるように、同じポンプ容量の場合、高速化することで流量を大きくすることができ、アクチュエーターの速度を上げることができる。^{※8}逆に同じ速度(=流量)の場合、高速化することでポンプ容量を小さく抑えることが可能となる。この時油圧ポンプ軸に入力される軸入力トルクは式(II)で表わされ、同じ圧力を保持する場合、ポンプ容量が小さいほど軸入力トルクが低くなり、より小さな出力サイズのサーボモーターを選定できることがわかる。また高圧化でより小さなアクチュエーターでも大きな力を得ることができる。このためシステム全体としてのコストダウンにも大きく貢献することができる。

5) より静かに、より省エネに、より高精度に

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方向と回転数を制御し、必要な時に必要な圧力、流量を得る。従来の三相誘導電動機駆動による油圧システムでは、圧力保持状態でも一定速でポンプが回転しているが、パワーマイスターでは必要な分だけポンプに仕事をさせるため無駄がなく、大幅な省エネ化、低騒音化を実現した。(図7、図8)

また従来の油圧システムでは機械が仕事を必要としないときもポンプは回転し続けていたが、パワーマイスターではポンプを止めることも可能になるため、消費電力、騒音とも“0”にすることも可能である。

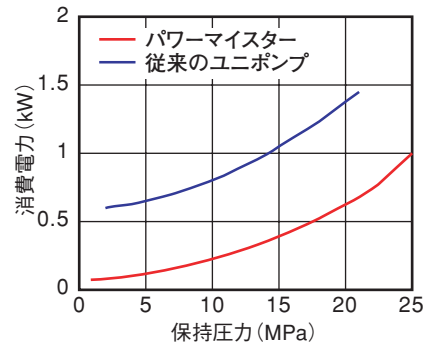


図7. 圧力保持状態の消費電力

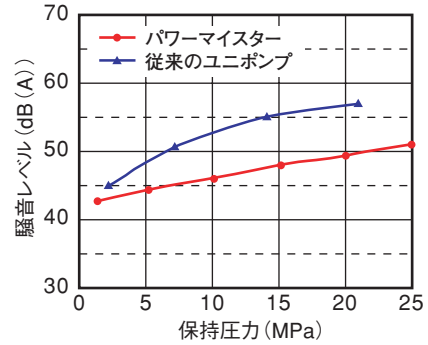


図8. 圧力保持状態の騒音レベル

・パワーマイスター:UPS-00A-4H20 (2.0kW)
 ・従来のユニポンプ:可変ピストンポンプ+三相誘導電動機 (2.2kW)

4. 回路構成

UPS-00Aの油圧回路を図9に示す。ACサーボモーター、両回転ポンプ、オイルタンク、補助バルブから構成されている。ACサーボモーター側から見てポンプを右方向に回転させる(時計方向)と、Bポートから作動油を吐出しシリンダーを前進させる。逆に左方向に回転させる(反時計方向)と、Aポートから作動油を吐出しシリンダーを後退させる。補助バルブとしては、一般的にシリンダーのヘッド側とロッド側では面積差があるため、前進と後退ではA、Bポートに出入りする作動油量にも差が生じてしまう。しかし、こ

れを補うため不足分をタンクから吸込み、余剰分をタンクへ逃がす吸排弁、初回運転時の作動油の吸込みや負圧発生時にタンクから作動油を吸込むバキュームチェック弁、異常発生時に回路を保護するための安全弁により構成される。

またオプションとして設定されているシャットオフ弁や差圧弁を選択することで、縦型シリンダーなど自重負荷の発生するアプリケーションにも容易に対応することができる。

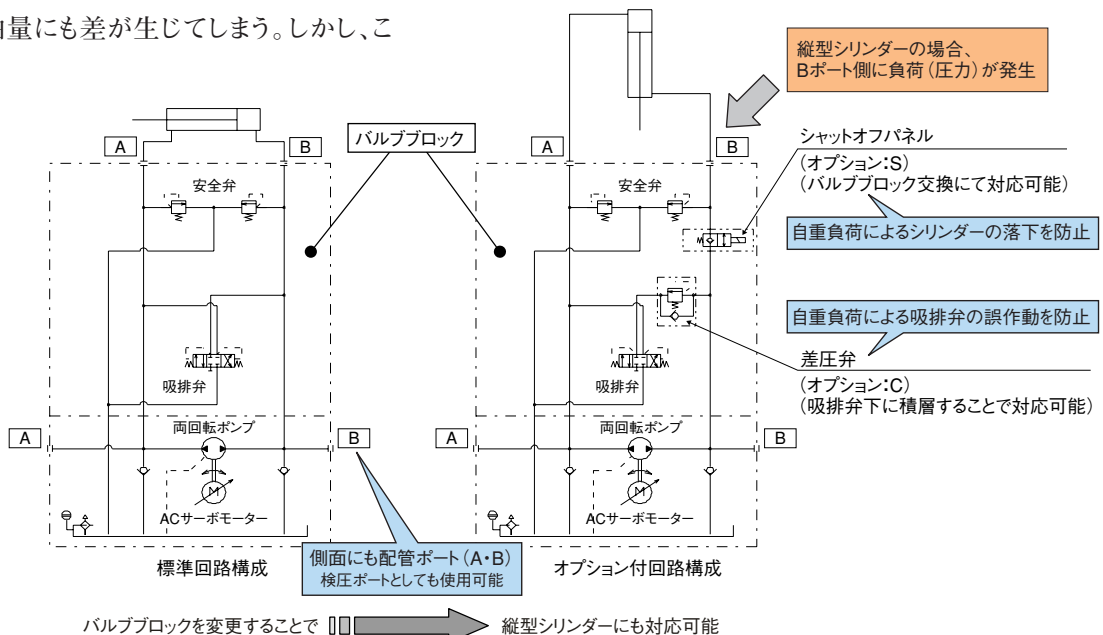


図9. UPS-00A油圧回路構成

5. 仕様

表2.ユニット一般仕様

電動機	ACサーボモーター (0.5~2.0kW) (サーボアンプによる駆動)
ポンプ	ピストンポンプ (2.0~4.0cm ³ /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℃
推奨作動油	耐摩耗性油圧作動油 ISO VG32~68相当 (VG46 推奨)
使用粘度範囲	20~200mm ² /s(cSt) 《最適粘度範囲:30~60 mm ² /s》
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) ※最高圧力はモーター能力で異なる

表3.使用作動油量

形式	設置方向	タンク油量 (l/min)	許容変動油量 (l/min)	ポンプ油量 (l/min)
UPS-00A-*V**	垂直取付	1.80	0.55	—
UPS-00A-*H**	水平取付	1.55	0.30	0.35

(注1) 水平取付型 (V) の場合、タンクへの注油と同時にポンプ側への注油も必要となります。

表4.動力・特性

形式	モーター出力 (kW)	ポンプ容量 (呼称) (cm ³ /rev)	最高回転数 (min ⁻¹) (注1)	最大流量 (l/min) (注2)	定格圧力 (連続) (MPa) (注3)	最高使用圧力 (短時間) (MPa) (注3)
UPS-00A-2*05****-10	0.5	2.0	3000	6.0	6.5	9.8
UPS-00A-4*05****-10		4.0		12.0	3.2	4.9
UPS-00A-2*10****-10	1.0	2.0	3000	6.0	13.0	19.5
UPS-00A-4*10****-10		4.0		12.0	6.5	9.7
UPS-00A-2*15****-10	1.5	2.0	3000	6.0	19.5	29.3
UPS-00A-4*15****-10		4.0		12.0	9.7	14.6
UPS-00A-2*20****-10	2.0	2.0	3000	6.0	24.7	30.0
UPS-00A-4*20****-10		4.0		12.0	12.3	18.5

(注1) モーター出力により、最高回転数で使用可能な圧力に制限があります。

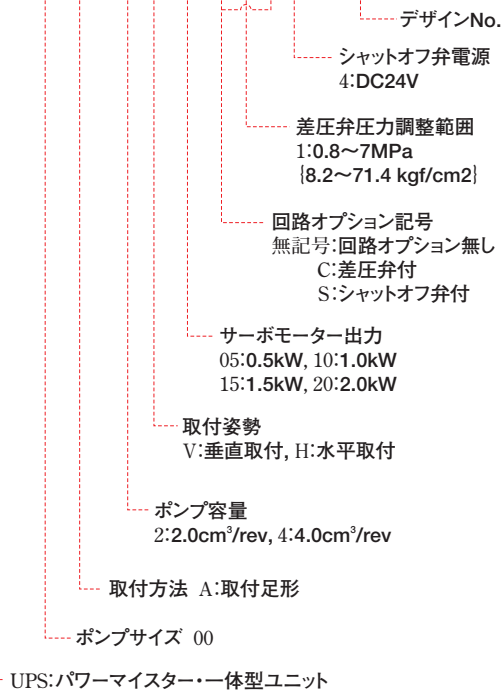
(注2) 無負荷時の理論流量です。

(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を超える場合には、ユニットの最高使用圧力が30MPa以下に制限されます。

(注4) 運転条件により、最高回転数、使用圧力が上表より低く制限される場合もありますので、別途ご相談ください。
また、長時間の連続加圧運転で使用される場合もご相談ください。

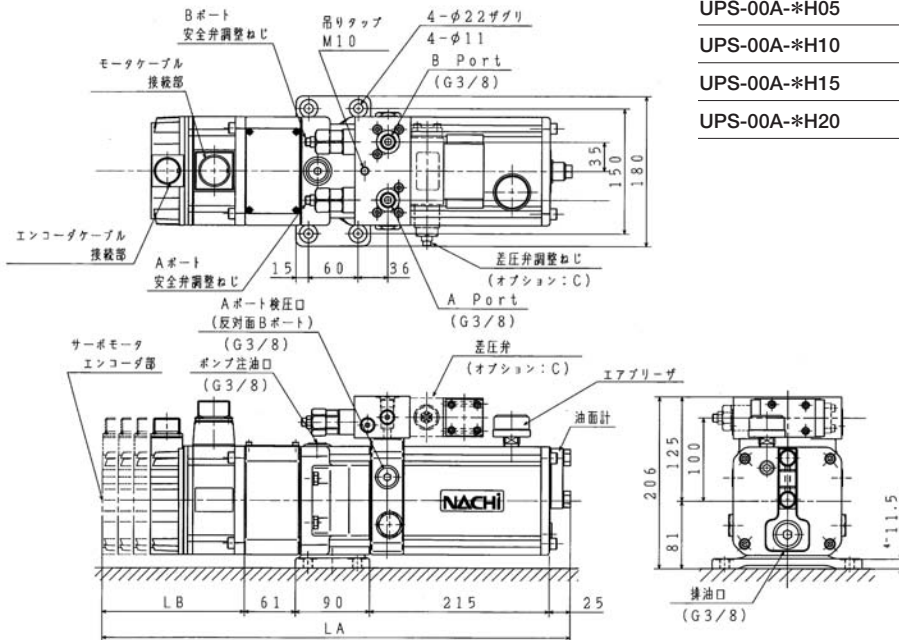
形式説明

UPS-00 A-4 H 20 C 1 S 4 - 10



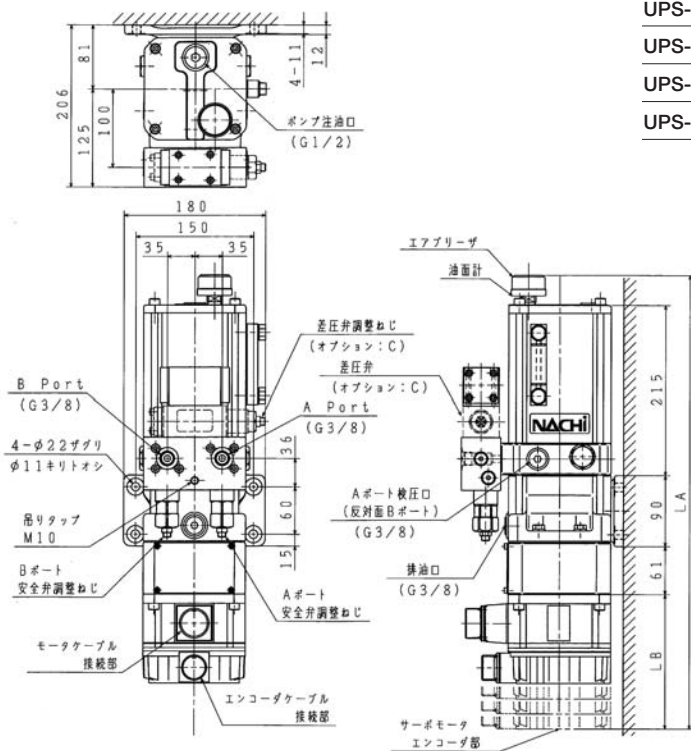
6. 外形寸法図

UPS-00A-*H**-10 (水平取付型)



形式 (水平取付型)	LA (mm)	LB (mm)	質量 (kg)
UPS-00A-*H05	504	113	27
UPS-00A-*H10	524	133	29
UPS-00A-*H15	543	152	30
UPS-00A-*H20	562	171	32

UPS-00A-*V**-10 (垂直取付型)



形式 (垂直取付型)	LA (mm)	LB (mm)	質量 (kg)
UPS-00A-*V05	517	113	27
UPS-00A-*V10	537	133	29
UPS-00A-*V15	556	152	30
UPS-00A-*V20	575	171	32

注1) エアブリーザが上向き状態で取り付けてください。

注2) シャットオフ弁付き (オプション:S) は外観形状が異なります。NACHIまでお問い合わせください。

7. 新たな市場への期待

今回新たにUPS-00Aを商品化し、「パワーマイスター」一体型ユニットUPSシリーズは、UPS-00A/0A/1Aの3サイズをラインナップした。これによりカスタマーのニーズにより適したサイズの実現が可能になったと考えている。

UPS-00Aでは、従来システムと比べてさらにコンパクトに、さらに軽く、さらに使いやすさを実現した。このコンパクトなユニットは機械の省エネ化、高精度化、

省スペース化、さらに保守・メンテナンス性の向上に大きく貢献している。

強力なパワーを容易に得られるという油圧の特長を活かし、さらに扱いやすいシステムへと進化した「パワーマイスター」は、これまで油圧が使用されていない機械にも適用を広めており、新たな市場を生み出していくものと期待している。

用語解説

※1 デジタル制御技術

上位からの指令とセンサーからの信号を独自のアルゴリズムで高速デジタル演算し、アクチュエーターの高精度制御を実現する技術。サーボコントローラーに搭載されている。

※2 上位コントローラー

機械を構成する他の要素を含め、機械全体を制御する装置。

※3 μmオーダーの位置決め

位置決め精度がμmオーダーで可能。

※4 電動ボールねじシステム

ACサーボモーターとボールねじを組み合わせて、機械の直線運動を得るシステム。

※5 エア抜き

油圧回路内に残ったエアを排出する作業。

※6 エアブリーザー

油圧シリンダーの伸縮によってオイルタンク内の油面が変動する際の空気の出入り口。異物の侵入を防ぐため、フィルタが設けられている。

※7 シリンダーの自重落下

油圧による操作が停止している際に、シリンダー自体の自重などによりシリンダーのロッドが落下していく現象。

※8 アクチュエーター

流体のエネルギーを用いて機械的な仕事をする機器。油圧シリンダー、油圧モーターもこれに含まれる。

関連記事

- 1) 久保光生・山田健治：省エネ・高精度なコンパクト油圧システム「パワーマイスター」
NACHI-BUSINESS news Vol.1 B4, December/2003
- 2) 久保光生：省エネ・高精度油圧アクチュエータ駆動システム
不二越技報 Vol.57 No2 (2002)