

NACHI
**TECHNICAL
REPORT**
Components

Vol. **31** B4
October/2016

機能部品事業

■ 新商品・適用事例紹介

「工作機械用油圧機器のご紹介」

Introduction of Hydraulic Equipment
for Machine Tools

〈キーワード〉 工作機・油圧機器・油圧バルブ・油圧ポンプ
油圧ユニット

油圧事業部／技術部

小倉 祐二 Yuji Ogura

油圧事業部／技術部

館 洋介 Yosuke Tachi

油圧事業部／技術部

上野 浩登 Hiroto Ueno

油圧事業部／技術部

中井 章雄 Akio Nakai

要 旨

NACHIの油圧事業は、1953年にブローチ盤用定吐出ベーンポンプをつくったのがはじまりである。当初は、工作機械をつくる機器製造所の油圧機器を製造する部署であった。1970年に油圧事業部として独立し、油圧ポンプ、モーター、バルブ、ユニットなどを幅広く製造してきた。現在まで、工作機械以外にも、建設機械、鍛圧機械、自動車など多くの需要分野に油圧機器を納入してきた。

今回、JIMTOF2016の開催に際し、NACHIの工作機械用の油圧機器について紹介する。油圧機器が使われている分野の要求仕様（圧力、流量）を概念的に図1に示す。工作機械における油圧機器が使用されている部分は、主に、被工作物、工具、テーブルのクランプ機構の部分であり、要求される圧力、流量ともに比較的小さいといえる。

また近年、工作機械など工場設備に関する国、地域の安全規格への対応も重要となってきた。表1に主な国、地域の安全マーク名称を示す。さらに、地球温暖化対策としての省エネに関する規制や要求への対応も重視されてきている。

Abstract

Our hydraulic equipment business started with vane pumps for broach machines in 1953. In the beginning of our business, it was a department that manufactured hydraulic equipment for machine tools and was a part of the machine tool department. We became an independent, hydraulic business division in 1970, widely producing the various products such as hydraulic pumps, motors, valves and equipment. We have been delivering to our customers from various industries many types of hydraulic equipment for construction machines, forge rolling machines, automobiles in addition to machine tools.

At the JIMTOF2016, we will introduce our hydraulic equipment designed for a machine tool. Figure 1 shows a conceptual diagram of the specifications such as pressure and flow rate required by the fields where hydraulic equipment is used. In a machine tool, a piece of hydraulic equipment is used mainly in the mechanism of clamping parts, tools and tables. Required pressure and flow rate are relatively small for this mechanism.

In recent years, it has become important to conform to the safety standards of various countries and regions on various machines and equipment including a machine tool. Table 1 shows the safety standards of various countries and regions. Furthermore, emphasis on conformance to the regulations and requirements on energy saving has become important as a measure to alleviate global warming.

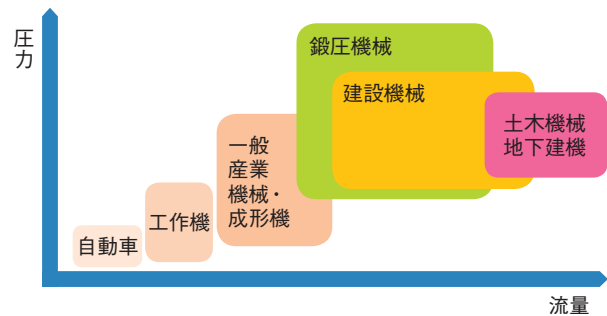


図1 主な油圧の市場分野の要求仕様

表1 世界の主な国、地域の安全マーク

国名	安全マーク
中国／China	CCC マーク
韓国／Korea	S マーク
オーストラリア、ニュージーランド	RCM マーク
台湾／Taiwan	BSMI マーク
米国	UL マーク
カナダ	CSA マーク
ヨーロッパ	CE マーク



1. ソレノイドバルブ

NACHIは、ソレノイドバルブの先駆者として、1974年に国内ではじめて「ウェット形(油浸形)ソレノイドバルブ」を商品化した。また、スプール、鉄心、およびソレノイドコイルなど、バルブの主要部品は内製化し品質の安定化を図っている。ここでは、工作機用に適した機種として、SS-G01,SA-G01,SL-G01,SE-G01,SED-G01シリーズを紹介する。

①海外安全規格の認証を取得

NACHIのソレノイドバルブの各シリーズは、海外の安全規格への対応をすすめており、SS,SAタイプでは、CE (TÜV認証取得:ヨーロッパ)、UL (アメリカ)、CSA (カナダ)の3つの安全規格の認証を取得している。

安全規格は、各国、地域において機器(主に電気製品)の使用における事故を防止し、人命を保護するために制定されている。また、規格によって対象機器や強制力は異なるが、規格の対象となる機器を輸出する場合、その国が定める安全規格を取得していれば、自由に製品を流通できるメリットがある。

②省エネルギー化を追求

NACHIのソレノイドバルブシリーズは、世界最高水準の仕様を実現しており、とくに消費電力が小さい。(表2)

最も工夫した部品は油の流れを切り換えるスプール弁であり、流体反力を低減する独自の形状を開発したことにより、スプール弁の駆動力を低減して大幅な省エネルギー化につなげることができた。

表2 各社バルブ仕様(SS-G01-C5-R-D2-31ベース)

項目	NACHI	A社	B社	C社	D社
最高使用圧力	35MPa	35MPa	35MPa	35MPa	35MPa
最大流量	100L/min	100L/min	100L/min	80L/min	100L/min
許容背圧	21MPa	17.5MPa	21MPa	16MPa	20.6MPa
消費電力(DC24V仕様)	26W	29.2W	29W	29W	28W

表3にSS-G01,SA-G01,SL-G01,SE-G01,SED-G01シリーズの主な仕様を示す。

表3 SS-G01,SA-G01,SL-G01,SE-G01,SED-G01シリーズの主な仕様

項目	SS-G01 SA-G01	SL-G01	SE-G01 SED-G01
最高使用圧力	35MPa	7MPa	16MPa
最大流量	100L/min	30L/min	40L/min
消費電力	26W(直流形)	10W	5W
安全規格 対応	CE	○	○
	UL	○	—
	CSA	○	—

《SS/SA-G01シリーズ》

高圧・大流量タイプ

最高使用圧力 35MPa、最大流量 100L/min、

消費電力 26W (直流形)

認証取得安全規格 CE (TÜV)、UL、CSA

SS:集中端子箱配線タイプ

SA:DINコネクタ配線タイプ

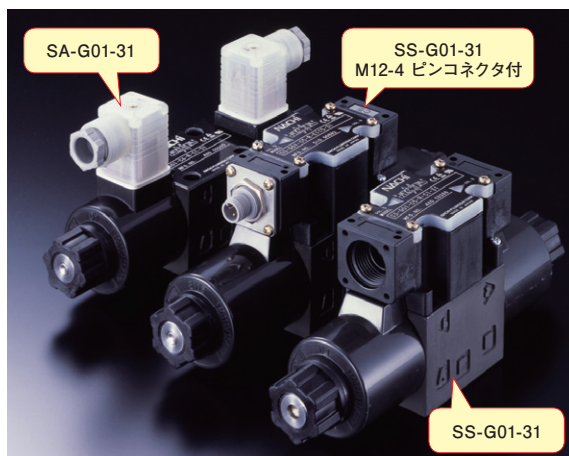


図2 SS/SA-G01シリーズ

《新商品:SED-G01シリーズ》

2015年に、従来の集中端子箱配線タイプSE-G01シリーズに加え、DINコネクタ配線タイプのSED-G01シリーズを商品化した。これにより、お客様での配線タイプ選定の幅が広がると共に、DINコネクタタイプは防水性が高く、配線取出口の方向を容易に変更できるという利点もある。

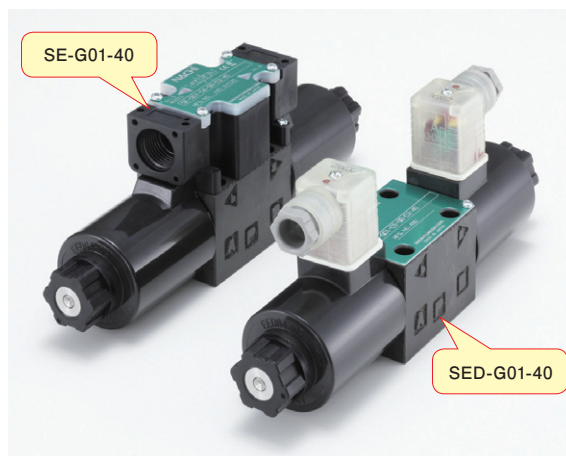


図3 SE/SED-G01-40シリーズ

《SL-G01シリーズ》

コンパクト・低電力タイプ

最高使用圧力 7MPa、最大流量 30L/min、

消費電力 10W (直流形)

認証取得安全規格 CE (TÜV)、UL、CSA

《SE/SED-G01シリーズ》

低電力タイプ

最高使用圧力 16MPa、最大流量 40L/min、

消費電力 4.8W (直流形) *1

認証取得安全規格 CE (TÜV)

SE:集中端子箱配線タイプ

SED:DINコネクタ配線タイプ

*1 PLC【シーケンサ】による直接駆動可能。

2. カートリッジ形電磁比例減圧弁

現在、産業機械の電子制御化による高機能化がすすんでおり、工作機械においても、手動で設定していたチャック圧力を数値設定し変更したいという要望が増えている。また、一方では工作機械の小型・軽量化がすすんでいるため、搭載する油圧機器の省スペース化が望まれており、これらのニーズに応えるべく、この度カートリッジ形電磁比例減圧弁を商品化した。(図4)



図4 カートリッジ形電磁比例減圧弁

1) コンパクト化の実現

工作機械をはじめ、様々な用途に対応可能なNACHI電磁比例減圧弁「EOG-G01」に対して、工作機械で使用することを目的としたコンパクト設計を行ない、全長44%のサイズダウンを実現した。(表4、図5)

表4 電磁比例減圧弁仕様比較

形式	カートリッジ形電磁比例減圧弁	NACHI EOG-G01
最高使用圧力(MPa)	10	25
圧力制御範囲(MPa)	0.3 ~ 4.0	0.4 ~ 7.0
最大流量(ℓ/min)	20	30
許容背圧(MPa)	2.5	2.5
全長(mm)	148	265
質量(kg)	2.0 (ブロック付)	3.6
ヒステリシス(%)	3以下	3以下

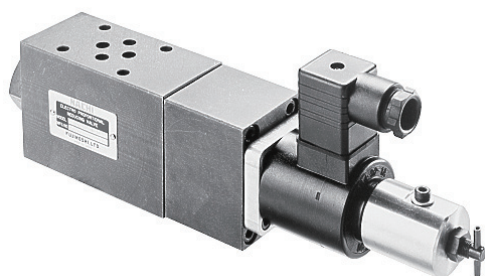
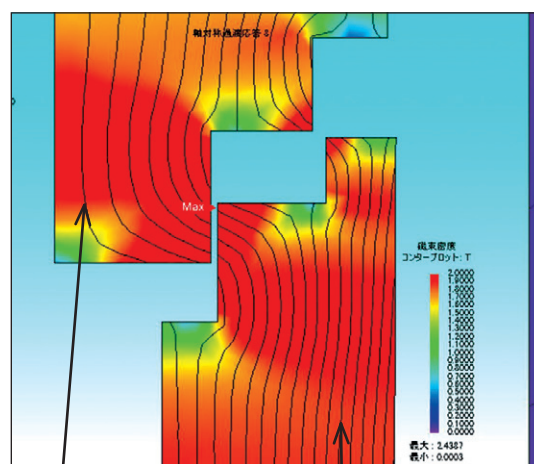


図5 電磁比例減圧弁「EOG-G01」

2) 低圧制御性の向上

複合加工機を中心とした、制御圧力の低圧化要求に対応した。最低制御圧力を下げるためには、最高制御圧力も下がってしまうのが一般的だが、本バルブでは、磁場解析を活用し、ストローク-吸引力特性をさらに水平化するとともに、バルブ主弁の開口面積特性とスプリング力を最適化し、最低制御圧力を0.3MPaとすることに成功した。(図6、図7)



可動鉄心 固定鉄心

図6 ソレノイド吸着部の磁束密度解析例

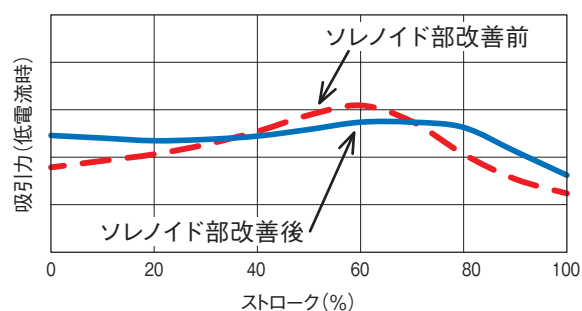


図7 ストローク-吸引力特性

3) 高精度な圧力制御

ソレノイド摺動部に自動車用電磁比例弁で実績のある玉軸受を配置したことにより、入力電流に対するチャック圧のばらつきを減少させ、ヒステリシス3%以下を達成した。これにより、過剰圧力によるワークの変形や、圧力不足によるチャック外れなどのリスクを低減できる。(図8、図9)

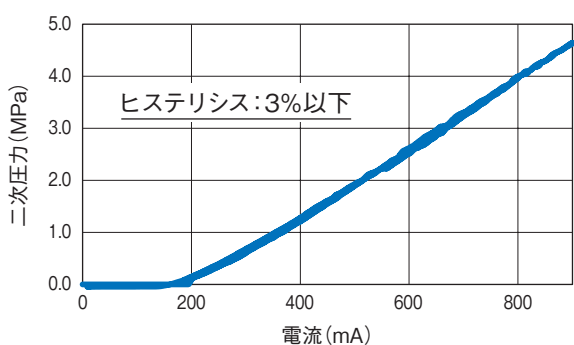


図8 入力電流-圧力特性

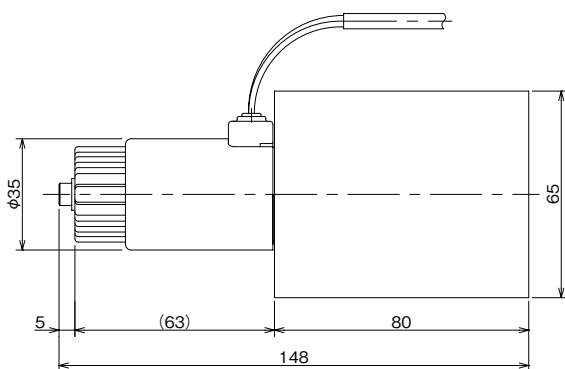


図9 ガスケットタイプの外形寸法
(取付面はISO4401 03-02-0-05に準拠)

4) 工作機での用途提案

カートリッジ形電磁比例減圧弁の使用例として、NC旋盤や複合加工機のチャック圧力を調整する油圧回路を紹介する。(図10)

また、通常は停電などによる意図しない圧力低下によってチャックが外れないように、チャックにパイロットチェック弁が内蔵される場合が多いが、パイロットチェック弁を内蔵しないチャックを使用する場合に、停電で電磁比例減圧弁が無通電状態になっても、チャック圧力を保持できるシャットオフバルブも追加可能である。

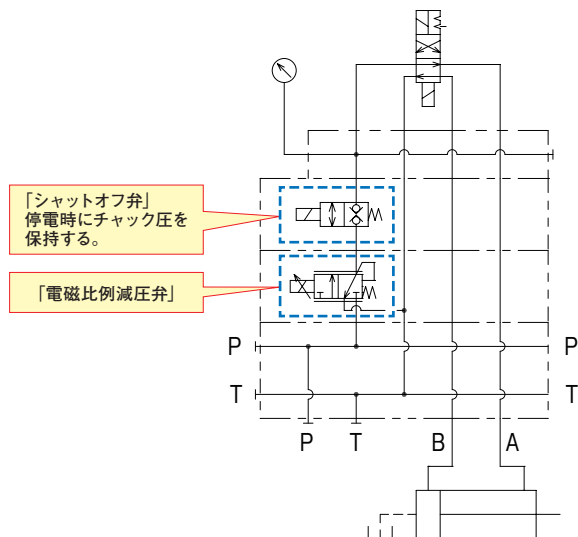


図10 使用回路例

5) さらなる改良への取り組み

今回紹介したカートリッジ形電磁比例減圧弁は工作機械の電子制御化とコンパクト化のニーズに応えられるバルブと考えている。

産業機械において、これらのニーズは今後一層重要視されることが予想されるため、さらなる性能向上と形状改良にとり組んでいく。

3. 工作機用油圧ユニット

NACHIは、工作機をはじめとし、鍛圧機械、粉末プレス機械、板金プレス機械など用途に応じて各種の油圧ユニットを製造、販売している。図11にNACHIの省エネ油圧ユニットと用途例について示す。

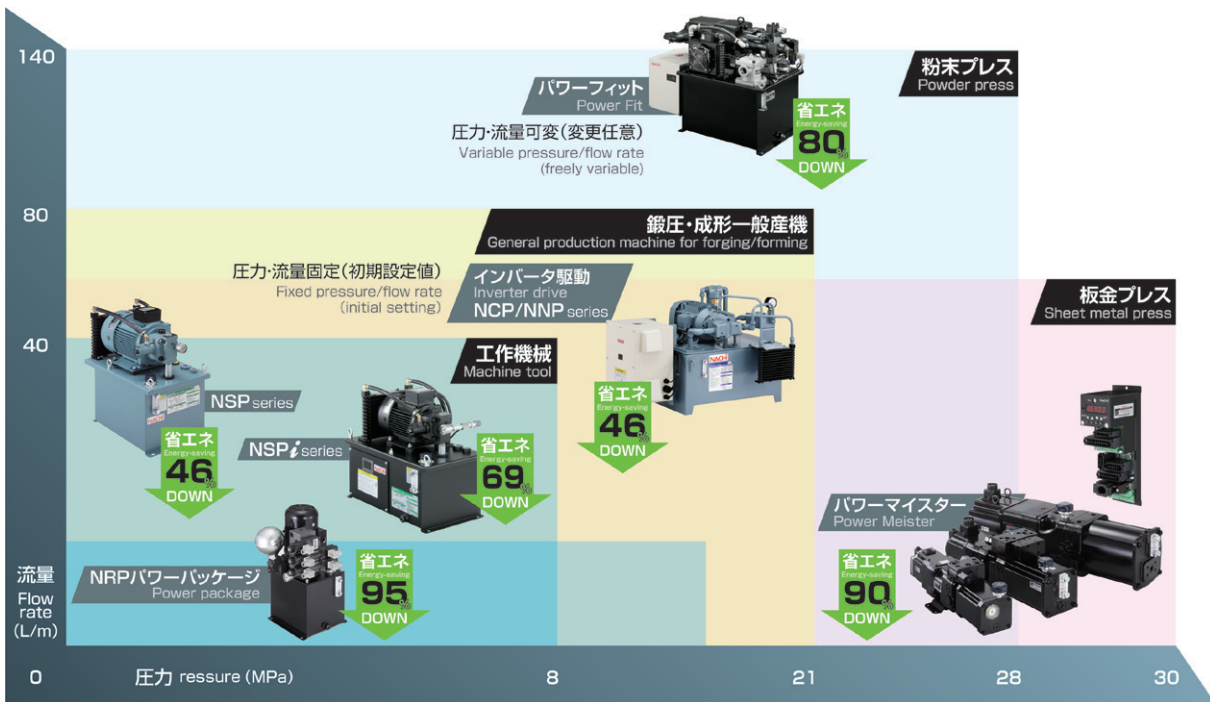


図11 NACHIの省エネ油圧ユニットと用途例

今回はこの中から、工作機用として、NSP、NSP*i*、NRPシリーズを表5に紹介する。

表5 NACHI工作機用の油圧ユニットの用途

項目		NSP	NSP <i>i</i>	NRP
用途	NC旋盤	○	○	× *2
	マシニングセンタ	○	○	○
特徴		可変容量、高効率ポンプ、専用モーター採用により省エネ実現。	NSPの特徴に加え、インバータによるモーター速度制御により、さらなる省エネ実現。	アキュムレータ方式による間欠運転方式により大幅な、省エネを実現。

*2: NRPシリーズパワーパッケージは、連続運転の油圧ユニットではなく搭載できるアキュムレータにも制限があることから、チャックドレンがあるなど、回路リークが大きいシステムや、シリンダーのサイズが大きい場合には使用時の制限を受ける。

1) NSPコンパクト形可変ポンプユニット

モーターによる消費電力量は、世界の消費電力量全体の40～50%を占めるとされている。

国内においては、地球環境保護や温暖化防止をめざして、エネルギー消費量の抑制・削減のため制定された、いわゆる「省エネ法」が改正され、2015年度からトップランナー基準（プレミアム効率）をクリアしたモーターの採用が義務化されるなど、省エネにとり組むことが社会的な責任となっている。

NSPコンパクト形可変ポンプユニット（以下NSPユニット）（図12）はコンパクト性と省エネが評価され、現在、汎用工作機械に数多く搭載されている。NSPユニットの特徴を以下にご紹介する。



図12 NSPユニット外観

①省エネ

NSPユニットではこれまで、油圧ポンプの損失低減や電動機の負荷特性の見直しにより、省エネルギー化を図ってきた。

この度、トップランナー規制への対応により、従来よりさらに省エネ効果を向上、約46%の省エネを達成した。（保圧時・NACHI標準ユニット比）（図13）

とくに保圧時のポンプ、電動機効率が高く、低発熱で母機の高精度化、空調費の削減にも貢献できる。

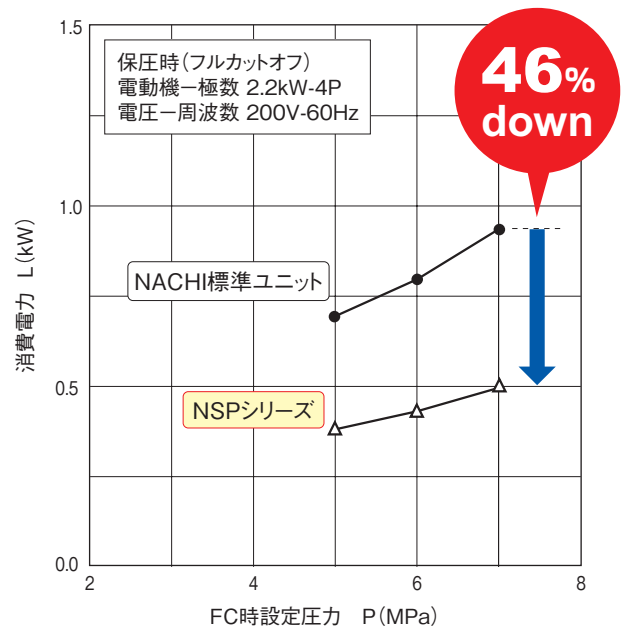


図13 保圧時の消費電力

②米国EISA、UL認証対応

米国高効率規制に対応し、UL認証取得電動機を採用したモデルをラインナップ。三相誘導電動機に対する各国の規制にも幅広く対応が可能である。

③シンプルでコンパクト

エネルギーロスが少なく発熱が小さいので、作動油温度も上がりにくい。よって放熱のためにタンクを大きくしている従来油圧ユニットに比べ、タンクを小さくすることができる。また、電動機一体型可変ベーンポンプによるコンパクト化と合理的なレイアウトにより、省スペースで設置が容易なデザインである。少ないタンク油量で地球の省資源化にも貢献し、省スペース化と作動油量削減という2つの効果が同時に得られる。

④取扱い、メンテナンスが容易

シンプルな構造、信頼性の高いポンプ制御により、取扱い易くメンテナンス性が良好な油圧ユニットである。

2) インバータ駆動油圧ユニット 「NSP」シリーズ

「NSP」シリーズは、「NSP」ユニットをベースにした、インバータ駆動油圧ユニットである。(図14)
「NSP」シリーズには次の3つの大きな特徴がある。



図14 「NSP」シリーズ外観

①省エネ

「NSP」シリーズは、省エネ効果の高い「NSP」ユニットと同じ、可変容量形ユニポンプを搭載している。このユニポンプを新規開発したインバータで制御することにより、消費電力を削減し、省エネ効果をさらに高めたユニットである。さらにIE3(プレミアム効率)電動機の搭載により、IE1(標準効率)電動機搭載時と比較して約10%の消費電力を改善。トータルで69%の省エネを達成している。(保圧時・NACHI標準ユニット比)

②コンパクト性

従来、NACHIのインバータ駆動油圧ユニットは、可変容量形ポンプの特性にあわせ、指令周波数を制御するソフトを組み込んだ、専用コントローラにより省エネ化を図っていた。しかしこの方法だと制御部分の小型化ができないため、「NSP」シリーズでは従来の専用コントローラの機能を組み込んだポンプ駆動専用インバータを開発した。これによりコントローラや電源などの周辺機器をインバータに一体化することが可能となり、制御部分はコンパクトでシンプルなデザインとなった。(図15) この結果、従来の「NSP」シリーズインバータ駆動油圧ユニットと比較して、設置面積を30%削減している。

③低油温上昇

「NSP」シリーズの作動油温度上昇は、例えば6MPa連続保圧時でも、室温+1.5°Cと極めて小さくなっている。これにより工作機械の熱変形を抑え、加工精度の改善が期待できる。さらに、シール部品や作動油の熱劣化を低減でき、メンテナンス費用を抑制できるというメリットもある。

この他にも、低騒音(53dB(A) 6MPa保圧時)、簡単操作(インバータ調整・設定不要)、圧力モニター機能追加、圧力スイッチ機能追加など、ユーザーや環境に優しい観点に立ち、商品開発を行なっている。

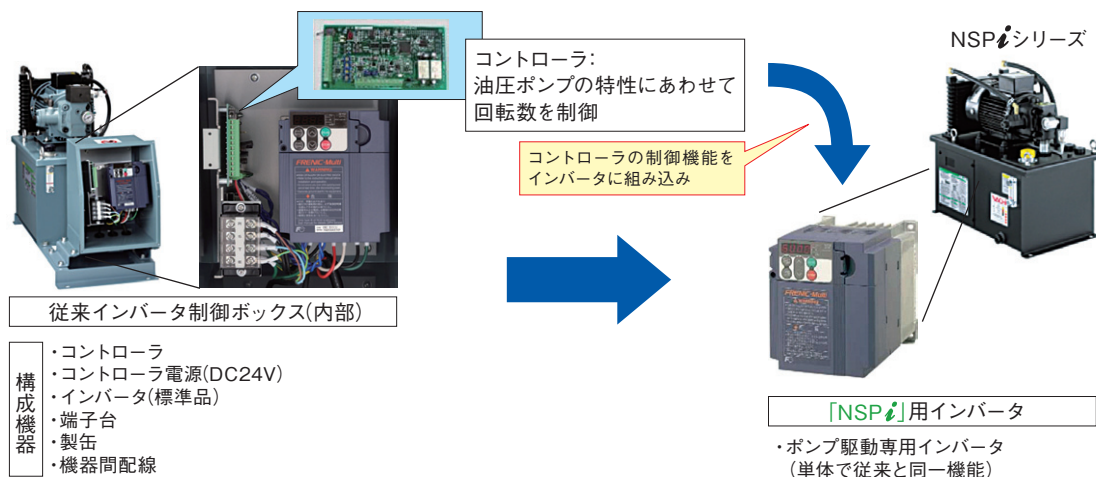


図15 インバータ制御装置構成比較

3) 間欠運転型パッケージNRPシリーズ

NRPシリーズパワーパッケージは間欠運転仕様の油圧ユニットであり、アキュムレータとプレッシャースイッチをポンプブロックに取付けて電動機を間欠運転することにより、クランプなど圧力保持状態での消費電力がゼロとなる、究極の省エネ油圧ユニットである。NRPシリーズパワーパッケージの用途は、圧力を保持する時間の長い、マシニングセンタや研削盤などの、ワーククランプ装置への適用が効果的である。

また、省スペース性をいかして、組立ライン内の小さな圧入機などのプレス機械や、コンパクター用の油圧源としての応用が考えられる。(図16)



図16 「NRP」シリーズ外観

NRPシリーズの特徴について以下紹介する。

①究極の省エネ

NRPシリーズパワーパッケージの省エネ効果を確認するために、マシニングセンタでNSPユニットとNRPシリーズパワーパッケージとの消費電力の比較を実施した。

NSPユニット搭載時の油圧ユニットの消費電力の測定結果を図17に示す。

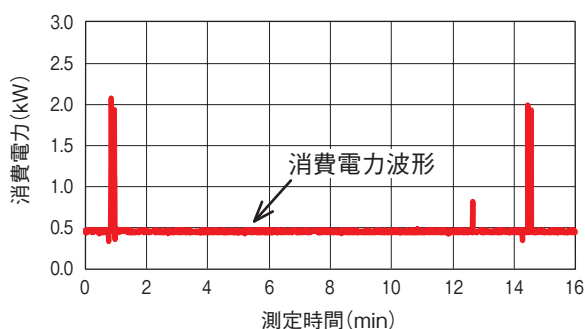


図17 NSPユニットの実機消費電力波形

連続運転仕様のNSPユニットは、ワークをクランプしている状態で常時0.5kWの消費電力が発生しており、平均消費電力は、0.51kWであった。

NSPユニットをNRPシリーズパワーパッケージに置き換え、同じサイクル運転での消費電力波形を測定した。その結果、ワークをクランプしている間は、アキュムレータに蓄圧された油で油圧バルブ類のクランプシリンダーなどの回路内のリークを補償しており、回路圧がプレッシャースイッチの下限圧力以下となった時のみ、電動機を起動させる間欠運転となっている。(図18)

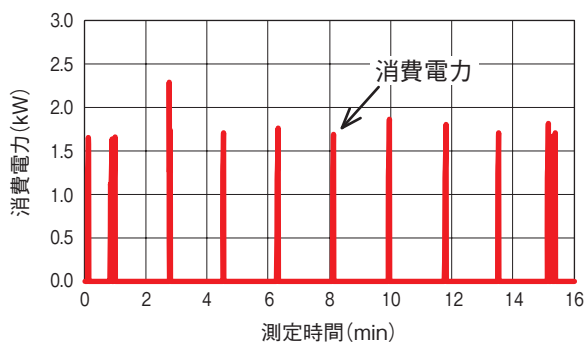


図18 NRPシリーズパワーパッケージの実機消費電力波形

4. まとめ

この時のNRPシリーズパワーパッケージの平均消費電力は、0.05kWであり、従来の油圧ユニットに対し、90%以上の省エネ効果が得られている。

②メンテナンス性

NRPシリーズパワーパッケージのタンクは、樹脂タンクを採用している。これは、油圧装置で重要な作動油のメンテナンス性に考慮したものであり、白色の樹脂タンクにすることで、作動油の劣化状況や、油面異常(変動)が一目で判断できるようにした。また、オプションで鋼板製タンクを選択も可能である。

NRPシリーズパワーパッケージでは、圧力調整や、圧抜き操作をはじめ、電気配線、油圧配管、作動油の張り込みなどの作業も、正面から行なえるようにして、メンテナンス性にも考慮した。(図16)

以上、紹介してきたように、工作機械向けのNACHIの油圧機器においては、省エネ性能の向上、および世界の各国、地域の安全規格への対応をすすめている。

今後も、この動きをさらにすすめ、お客様の信頼に応えていきたい。

