

NACHI  
**TECHNICAL  
REPORT**  
Components

Vol. **23** B3  
Oct/2011

機能部品事業

■ 新商品・適用事例紹介

プレス機の駆動源に最適!  
省エネ油圧ユニット「パワーフィット」

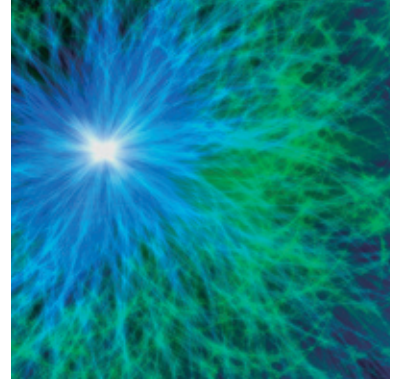
Energy saving hydraulic unit  
for Press Machine. "POWER Fit"

〈キーワード〉 省エネルギー・プレス機・油圧ユニット  
2容量ポンプ・回転数制御

油圧事業部／技術部

久保 光生

Mitsuo KUBO



## 要 旨

NACHIでは工作機械やプレス機に向けた省エネ油圧ユニットをラインナップしている。新たに、より大きな推力のプレス機で求められる、高圧、大流量に対応できる油圧ユニット、パワーフィットを商品化した。

パワーフィットは、単に省エネを追求しただけではなく、使いやすさも特長としたコンパクトな油圧ユニットである。

## Abstract

NACHI has its lineup of energy-saving hydraulic units for machine tools and press machines. NACHI has developed and commercialized a new hydraulic unit called, Power Fit that is capable of handling a high pressure and large flow rate required for a press machine with larger thrust.

Power Fit is a compact hydraulic unit that pursues energy saving as well as user-friendliness.

## 1. プレス機に求められる油圧ユニット

ものづくりの工程においては、切削加工と並んでワークを塑性変形させるプレス加工も多い。このプレス加工で使われる機械がプレス機である。一言でプレス機と言っても、汎用プレス機だけでなく、かしめ機や曲げ加工機、圧入機なども大きく見ればプレス機となる。

プレス機では、ワーク加工に直接関係する金型などの駆動部に油圧が使われ、加工精度そのものに影響を及ぼす使われ方である点が、クランプなど補助的な機能に油圧が使われている工作機械との大きな違いである。

プレス加工では、1回のワーク加工毎に油圧シリンダの送り、加圧、戻しを繰り返すため、加工時は油圧ユニットから常に流量と圧力を供給し続ける必要がある。よって、加工サイクル全体の省エネには、圧力保持時だけでなく、作動油を送り出す吐出時も含めて省エネになる油圧ユニットが求められる。

さらに、油圧シリンダの移動速度や加圧力の調整で加工品の出来映えが変わってくることから、高精度で速度や圧力を制御できることが要求される。

一般的なプレス機の動作は、高速下降、低速下降、加圧、圧抜き、高速上昇の工程の繰り返しで、実際にワークを加工するのは低速下降から加圧の工程である。直接加工に寄与しない高速下降、高速上昇の工程についてはできるだけ高速化し、生産性向上のために動作時間を短くしたいというのが一般的である。より大きな推力が必要なプレス機では、大口径の油圧シリンダを使うため、高い圧力だけでなく、高速化のための大流量に対応できる油圧ユニットが求められる。

これらの要求に応えられる油圧ユニットとして、「パワーフィット」を市場投入したので紹介する。

## 2. 高圧・大流量に対応できるパワーフィット

図1にパワーフィットの外観を、巻末の表1に仕様を示す。パワーフィットは2容量可変ピストンポンプをACサーボモータで駆動する。タンク横の制御ボックスには、ACサーボモータをドライブするサーボアンプと、圧力・流量を制御するコントローラが含まれており、ボックス内部の操作パネルで圧力指令と流量指令を数値で設定することができる。

図2にパワーフィットの構成を示す。ポンプにはポンプ容量を大小変えることができるソレノイドバルブが搭載されている。この切換えは、油圧ユニットに搭載されたコントローラが負荷に応じて自動的に行っている。また、通常の運転では使わないが、圧力が設定圧以上になると機械的にポンプ容量をゼロにするフルカットオフ機能があり、異常圧力の上限を規制する安全弁として働くため、安心して使うことができる。

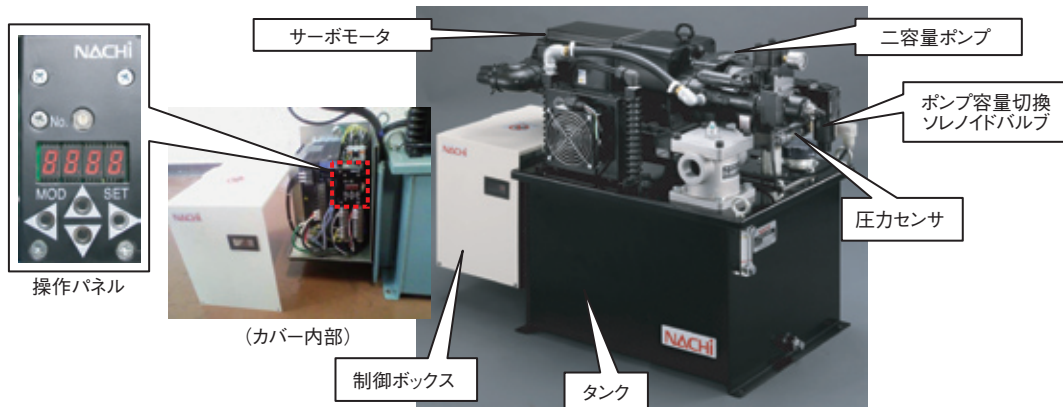


図1 パワーフィット外観

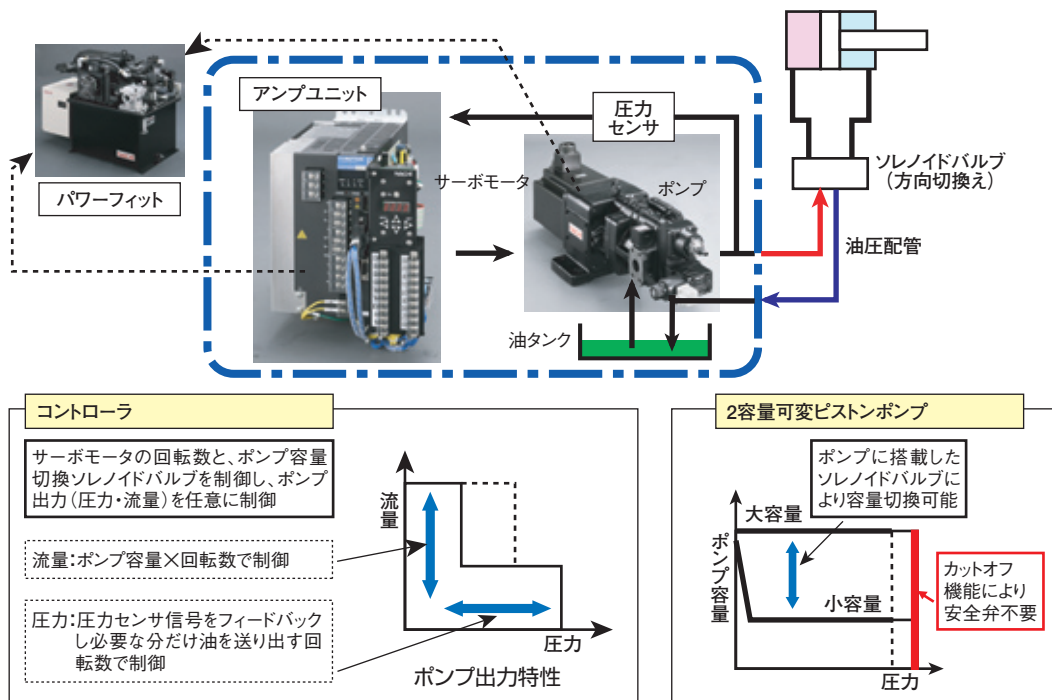


図2 パワーフィット構成

ACサーボモータの回転数制御も同様にコントローラが行っており、ポンプ容量とポンプ回転数の組み合わせで、流量指令に合わせた流量を吐出している。サーボモータは0[ $\text{min}^{-1}$ ]からポンプ最高回転数である2000[ $\text{min}^{-1}$ ]まで任意に回転数の制御ができるので、広い範囲で流量制御が可能となっている。

圧力制御はポンプに搭載している圧力センサの信号をフィードバックし、圧力指令に一致するようにコントローラが回転数を制御することで行っている。この時は、その圧力を維持するのに必要な流量を送り出すだけであり、低い回転数となる。

このように、流量制御も圧力制御も、指令に合わせて必要な分だけポンプを回しているのでエネルギーロスが極めて少ない油圧ユニットとなっている。

さらにパワーフィットには、実機の負荷条件に合わせて最大出力特性を任意に設定変更できるという特長がある。

先にも述べたがパワーフィットでは2容量可変ポンプを使い、ポンプ容量をコントローラからソレノイドバルブのON/OFFで制御できるので、図3のような低圧大流量と高圧小流量の圧力-流量出力特性を電氣的に作る事ができ、より小さなモータ容量でプレス機を高速駆動できる。さらに、パワーフィットで使用しているサーボモータは瞬時最大250%までトルクを発揮できるため、短時間であればより高圧までポンプを大容量のままとして、大流量を発揮することができる。ポンプ容量の切り換えはコントローラがモータ負荷率を見ながら行っており、この切り換え値を任意に設定できるため、例えば、高速動作時の負荷圧力が当初見込んだよりも高く、標準設定ではポンプ容量が小容量に切り換わって速度が出ないという場合にも、コントローラの切り換え値を高く変更することで高速送りができるようになる。ただし、この場合はサイクル全体の二乗平均トルクが定格内に入っていること、つまり、モータ過負荷アラームが出ないことを確認しておく必要がある。

もし、コントローラの切り換え値を高くした場合に、過負荷アラームが出てしまう場合でも、パワーフィットでは、ポンプにある容量調整ねじで、ポンプ容量設定を任意に変更することができるので、過負荷を解消することができる。ポンプの大容量設定値を少しずつ小さくすることで、最大流量は少しずつ減るが、モータ負荷率が下がるので、二乗平均トルクが定格内となるように設定ができる。また、高圧の圧力保持時の負荷率が高い場合にも、ポンプ小容量設定を下げることで、同様に定格内となるように設定することができる。

本来、機械の摩擦抵抗や油圧回路圧力損失等は事前に見込んでいるが、実機の抵抗等が大きく、動作時の負荷圧が大きくなってしまふことがある。このような場合にも、パワーフィットでは、実機の負荷条件に合わせて、サーボモータの能力内で最大出力を発揮できるような最適な最大出力特性を任意に設定できるので、安心して使うことができる。

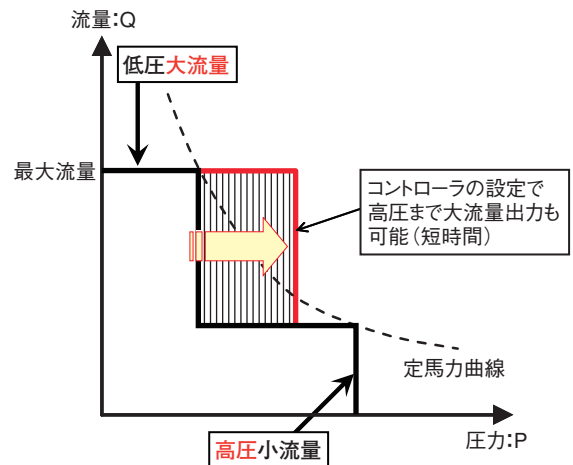


図3 圧力-流量特性

### 3. 多段の圧力、流量制御が簡単

パワーフィットの圧力と流量の設定は、制御ボックス内の操作パネル、図4で簡単に行える。圧力設定と流量設定をペアとして、16パターンの設定が可能で、外部信号によりパターンを選択することで、圧力と流量を切り換えることができる。例えば、パターン選択で圧力指令、流量指令を切り換えて図6のようなプレス動作をさせることができる。なお、16パターンの各圧力、流量設定に対して図5のように設定値まで変化する時間（傾き）を設定することができる。例えば、流量の変化時間を設定し、プレスの動き出しに加速時間を設けてショックを和らげたり、圧力の変化時間を設定してランプ状に昇圧させたりすることも可能である。

さらに、各パターンに連動して、汎用の接点出力をON/OFFさせる機能もある。例えばソレノイドバルブの切り換え信号出力として使えば、外部からはパターン選択信号のみで、ソレノイドバルブの切り換えも含めた制御が簡単にできる。図7にパターン記録シートを示す。1つのパターンに対して、流量指令、圧力指令、変化時間、汎用出力を操作パネルで数値設定していただくだけでよく、簡単にパターンの設定ができる。

さらに、アナログ電圧入力を指令値とする使い方も可能で、例えば、圧力指令値を16パターン以上に変更したい場合や、外部から指令をリアルタイムに変更したいという場合にも対応ができる。



図4 操作パネル

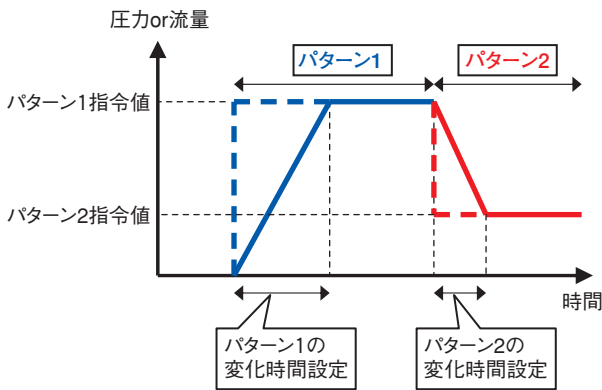


図5 変化時間の設定

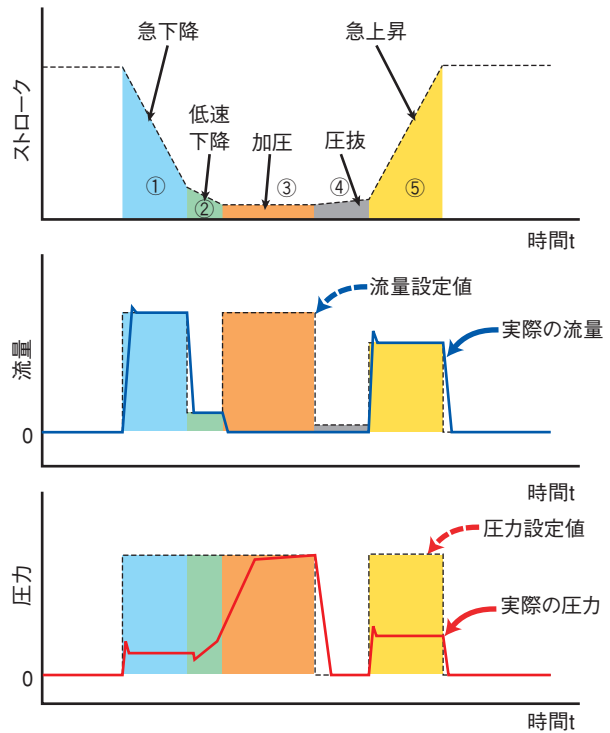


図6 プレス動作例

パターン記録シート ver.1.02

パターンNo	流量設定		変化時間		圧力設定		汎用出力
	パラメータ	単位:0.1l/min	パラメータ		パラメータ	単位:0.1MPa	パラメータ XXXXX XXXX
パターン0	u.110		u.120		u.100		u.200
パターン1	u.111		u.121		u.101		u.201
パターン2	u.112		u.122		u.102		u.202
パターン3	u.113						
パターン4	u.114						
パターン5	u.115						

パターン0~15まで、圧力、流量の設定とそれぞれ設定値まで変化する時間（傾き）を設定できる

図7 パターン記録シート



## 4. 油圧ユニット単体で自動運転

パワーフィットのさらに便利な機能として、動作シーケンスをプログラムできる機能がある。先に紹介した16パターンの圧力、流量設定と、汎用出力の組合せに終了条件を加えて1ステップとして登録しておき、登録されたステップ内容を順に実行することで自動運転ができる。現在実行中のステップを完了して次のステップに移行する終了条件には、外部接点入力、タイマーアップ、圧力一致の各条件が選べ、これらを組み合わせて動作プログラムが自由にできる。例えば、シリンダ下降途中に速度切り換え用のリミットスイッチを設けて外部接点入力に接続すれば、下降途中でリミットスイッチがONすると高速下降の動作ステップを終了し、次の低速下降のステップに実行を移すようなプログラムができる。圧力一致の条件は昇圧完了として使い、その次のステップを完了する条件とし

てタイマーアップを使えば、昇圧後一定時間加圧するというプログラムが簡単にできる。これらのプログラムは図5に示した操作パネルで設定でき、他に必要な信号は、外部からのスタート信号である。

このように、パワーフィットのプログラミング機能を使えば、別途プログラマブルロジックコントローラ(以下、PLC)を準備することなく、油圧ユニットだけで機械の自動運転ができる。

また、制御ボックス内部には、アラーム発生時にサーボアンプへの主電源を遮断する電磁開閉機を内蔵しており、外部非常停止スイッチを端子台へ接続するだけで保安回路が構成できるようになっている。

以上のように、保安回路やPLCなどが不要なため、別途制御盤を準備しなくても油圧ユニット単体で自動運転ができる。

## 5. 従来油圧ユニットとの比較

2011年7月20日～23日にかけて東京ビッグサイトで開催された第23回フルードパワー国際見本市(IFP-EX2011)にて、パワーフィットと従来油圧ユニットの比較デモンストレーションを行った。図8にその様子を示す。比較した従来油圧ユニットNHPはタンクが250Lit.で、固定容量ポンプを18.5kWの電動機で駆動しているもので、このタイプの油圧ユニットを使ったプレス機も多い。一方のパワーフィットはタンクが60Lit.で、2容量ポンプを5.5kWのサーボモータで駆動している。図8ではその大きさの違いが一目で分かる。今回のデモンストレーションでは、2台のユニットを切り換えて、プレス機を模擬したシリンダ装置で同じ動作をさせ、シリンダの位置、圧力、消費電力波形を測定しており、全く同じ仕事をさせた時の比較をみることができる。図9にそれぞれのシリンダ位置、

圧力、消費電力波形を重ねたグラフを示す。消費電力のグラフを見ると、パワーフィットの待機時の電力はほとんどゼロであり、また加圧時の電力もわずかで、その省エネ性の高さがわかる。また、シリンダを高速下降、高速上昇させている時の電力もパワーフィットの方が小さく、プレス機の加工サイクル全体で、省エネにできることが分かる。

また、今回のプレス動作はパワーフィットのプログラミング機能を使用した。制御盤は不要で、シリンダの動作方向を切り換えるためのソレノイドバルブを駆動するリレーを2個追加しただけで、パワーフィット単体で自動運転を行った。一方、従来油圧ユニットは、図10の制御盤を用いて自動運転を行っており、制御盤の準備や設置スペースなどの点からもパワーフィットを使うメリットは大きい。



図8 デモンストレーション全体

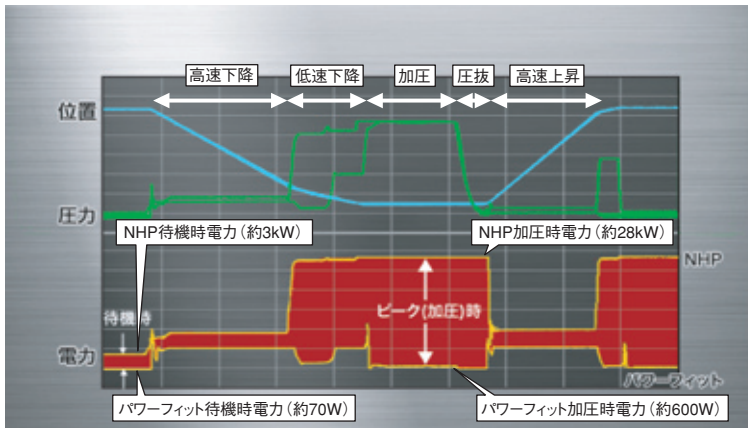


図9 比較波形

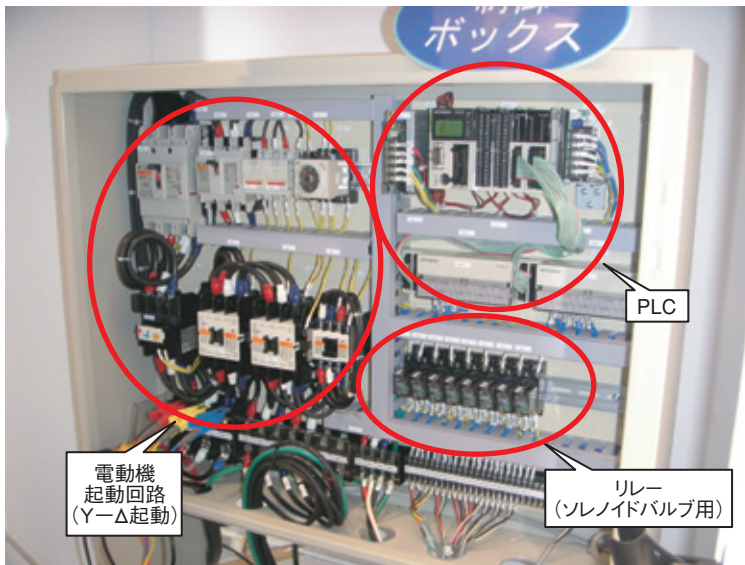


図10 従来ユニット用制御盤

## 6. さらなる省エネと使いやすさをもとめて

本稿では、プレス機に最適な省エネ油圧ユニット、「パワーフィット」について、従来油圧ユニットとの比較を含めて紹介した。今後も省エネの技術開発に取り組むと共に、より使い易い油圧システムの開発を行っていく。

表1 仕様

形式	最高圧力	最大流量	ポンプ 大容量/小容量 (出荷時設定)	サーボ モータ	タンク
NPQ-60E-55PV45N3A2-6161A	25MPa	90L/min	45/12 cm <sup>3</sup> /rev	5.5kW	60L
NPQ-80E-75PZ70N4A2-6161A	28MPa	140L/min	70/17 cm <sup>3</sup> /rev	7.5kW	80L