

## B5 Components

調整容易化と再現性向上

### 電磁比例弁用デジタルコントロールアンプ「ERD」

Digital Control Amplifier for Electromagnetic Proportional Valve  
with Easier Adjustment and Improved Repeatability

**キーワード** | 電磁比例弁・電磁比例弁用アンプ・デジタル制御・工作機械  
調整容易・再現性向上

油圧事業部／技術部

吉田 圭佑 Keisuke Yoshida

## 要 旨

NACHIの油圧事業は1953年のブローチ盤用ポンプの製造からはじまり、工作機械や建設機械など、多くの市場に油圧機器を投入してきた。

近年、油圧機器のデジタル化の要求がさらに高まっている。デジタル化により、情報のやり取りのしやすさのみならず、パラメータの設定の容易化を図ることができる。

本稿では、NACHIの電磁比例弁用小型・多機能デジタルコントロールアンプを、その特長とともに紹介する。

## Abstract

NACHI's hydraulic equipment business started with the manufacturing of a pump for a broaching machine in 1953. Since then, NACHI has been introducing our hydraulic equipment into the markets of machine tools, construction machines and many others.

In recent years, a demand of digitalization in hydraulic equipment has been increasing. Digitalization makes it easier to exchange information and set up parameters. The article introduces the NACHI's compact, multi-functional digital control amplifier for an electromagnetic proportional valve and its features.

## 1. はじめに

油圧装置では、バルブで圧力・流量・方向(油圧の三要素)を制御して機械に所定の動きをさせている。例えば射出成形機や油圧プレス、旋盤といった機械では、金型や工作物が変わると、圧力・流量を調整する必要がある。この調整方法として電磁比例弁を使用することが有効である。電磁比例弁を駆動するためには、コントロールアンプにより圧力・流量を調整する。この調整方法として現在はボリュウムによる設定が一般的であり調整に時間を要していた。また、通信に対応する拡張性が無いことが指摘されていた。

本稿で紹介するNACHIの電磁比例弁用デジタルコントロールアンプは設定作業時間を大きく短縮するため設定値をデジタルデータ化し、調整の容易化と調整データの管理・保管など拡張性をもった商品を開発した(図1)。

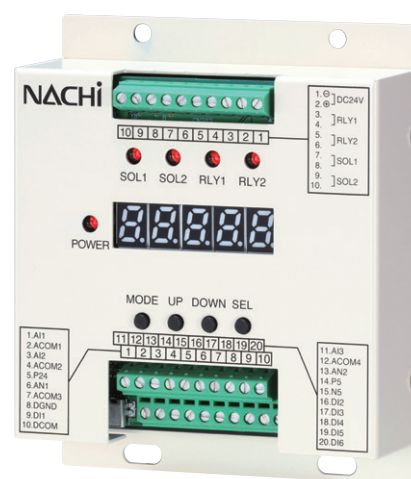


図1 小型・多機能デジタルコントロールアンプ「ERD」

## 2. 特長

NACHIのデジタルコントロールアンプの特長を以下に示す。

### ① アンプ機能とコントローラ機能を標準搭載

アナログコントロールアンプ(図2)では別々に設定されていたアンプ機能とコントローラ機能を1台のデジタルアンプで構成し、パラメータにより機能の切り換えが可能となった。

### ② 調整時の工数削減

デジタルコントロールアンプは、圧力・流量などの各種パラメータをボタンで数値入力できるため、アナログコントロールアンプのようにボリュームや出力波形の確認の必要がない。

### ③ 数値によるパラメータの保存が可能

アナログコントロールアンプでは、ボリュームによって各種パラメータの保存はできないが、デジタルコントロールアンプは、パソコンにパラメータを保存することが可能である。

### ④ 調整時の容易さ

同じ調整を複数の機械で行なう場合、保存したデータを活用して同じ調整が短時間で可能であり調整工数の削減が可能となる。

### ⑤ フィードバック機能の標準装備

流量・油温の変化などの外乱に対し圧力を安定化させる機能を標準装備している。

### ⑥ USB通信機能の標準搭載

調整データなどをパソコンに保存でき、あらかじめ設定したデータをUSB通信で一括設定できる機能を搭載している。

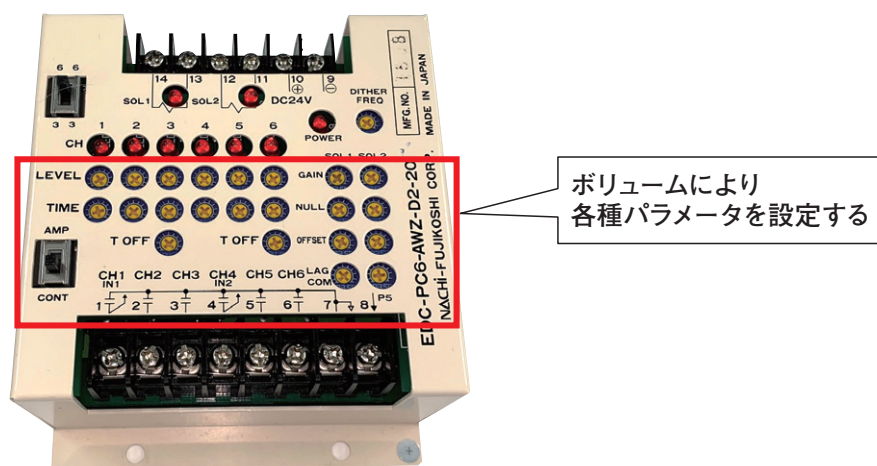


図2 アナログコントロールアンプ

### 3. デジタルコントロールアンプの機能の紹介

#### 1) フィードバック機能

デジタルコントロールアンプは、フィードバック入力  
標準装備となっている。

電磁比例弁の制御結果(圧力や流量) をアンプに  
フィードバックして、圧力や流量を一定値に保つように  
自動調整することができる。

図3の配線のように信号を入力することで、指令値に  
加えてフィードバック値もデジタルコントロールアンプ  
のみで受け取って制御に使用できる。

全体の構成としては図4のようになり、フィードバック  
用のセンサーを準備するのみでフィードバック機能を  
扱うことができる。

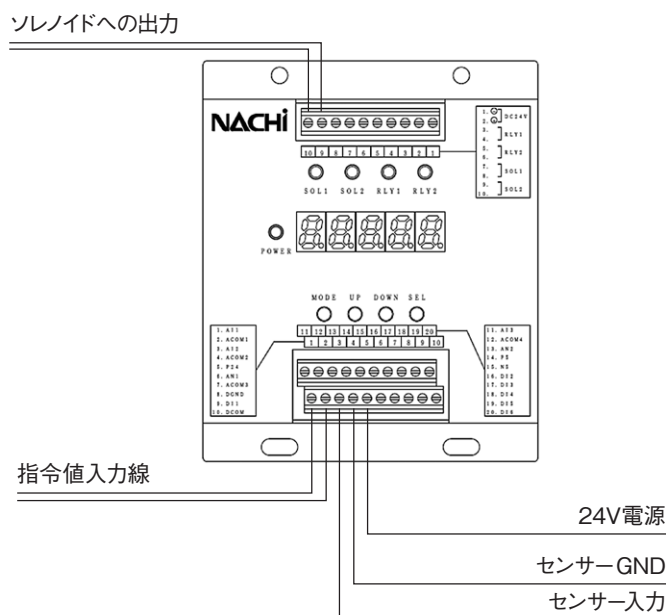


図3 配線図

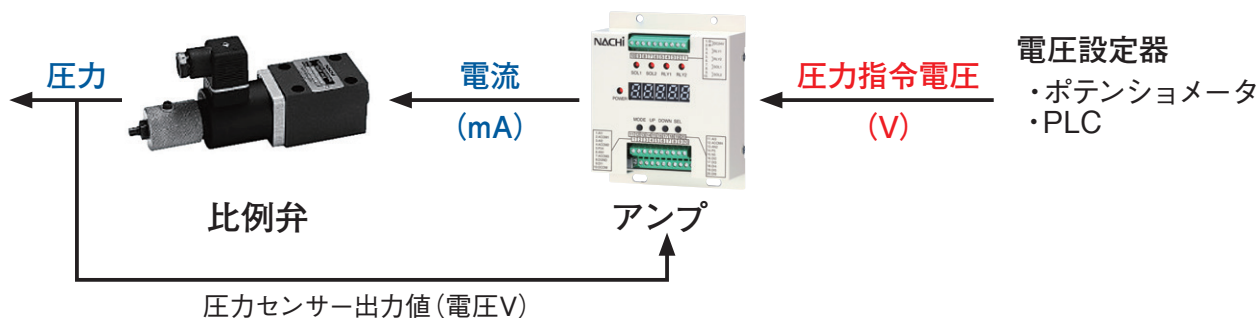


図4 フィードバック機能

## 2) USB通信機能とツールソフトウェア

USB通信機能では、ツールソフトウェア(図5)を使用してアンプの出力を操作する。

パソコンとデジタルコントロールアンプをUSBケーブルで接続して使用する。

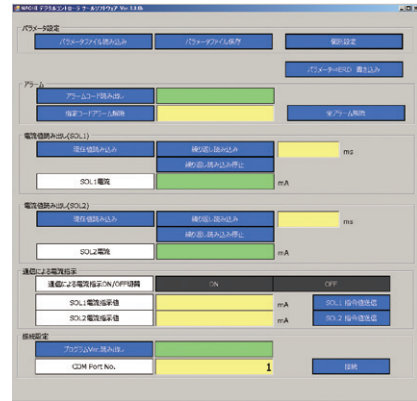
パソコン上のツールソフトウェアの設定は図6のようになる。

出力したソレノイドへ電流指示値を送信して電磁比例弁を駆動する。

この機能では、通常のアンプ機能の配線(図7)に比べて電圧指令用の配線や装置が必要ないため、図8のように簡単に動作確認できる。

また、ツールソフトウェアを用いて制御するため、出力操作のみならず、パラメータの調整と書き込みもパソコン上で行なえる。

そのため、デジタルコントロールアンプから離れた場所にてパラメータの調整も行ないながら動作を確認することも可能となる。



a) アンプ操作画面



b) アンプパラメータ設定画面

図5 ツールソフトウェアの画面

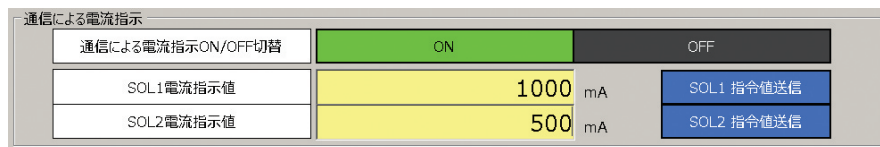


図6 USB通信機能の出力設定項目

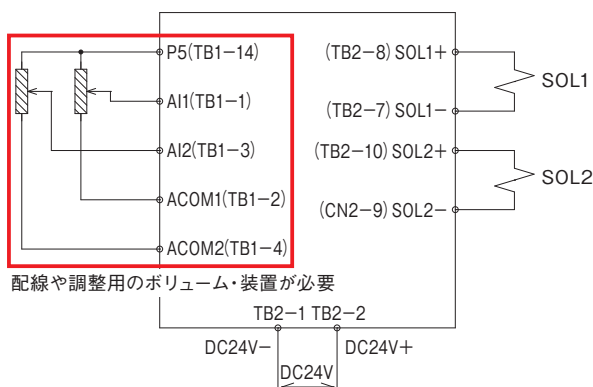


図7 アンプ機能の配線例

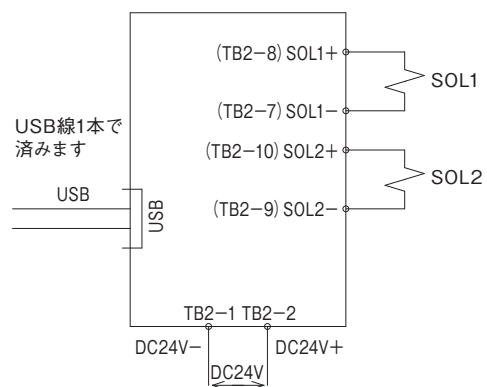


図8 USB通信機能の配線例

### 3) 導入事例の紹介

#### 導入事例①

##### フィードバック制御による圧力制御性の向上

従来のアナログアンプでは圧力フィードバック信号入力に対応していないことから、外部(PLCなど)で圧力フィードバック制御系を構成する必要があった。この場合、追加機器のコストやプログラム作成の工数が発生していた。

デジタルコントロールアンプでは圧力フィードバック機能を標準装備することで、流量や油温などの外乱で変化する制御圧力を補正することが可能となり、圧力-流量特性を向上させることが可能となった。

圧力フィードバックを使った圧力制御結果として、図9は圧力フィードバック無し、図10は圧力フィードバック制御による効果を示している。図10に示すように流量による圧力変化が少なくなる効果が確認できる。また、図11、図12は油温-圧力特性を示す。同様に圧力変化が少なくなる効果が確認できる。

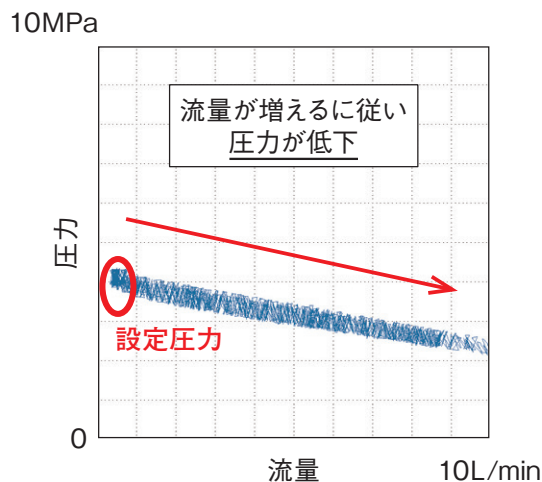


図9 電磁比例減圧弁の流量-圧力特性(圧力フィードバックなし)

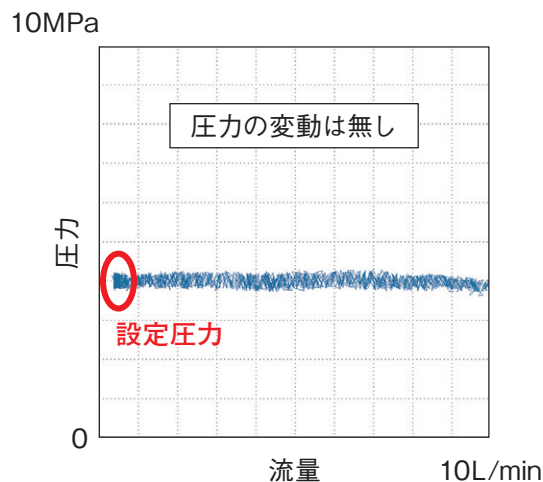


図10 電磁比例減圧弁の流量-圧力特性(圧力フィードバックあり)

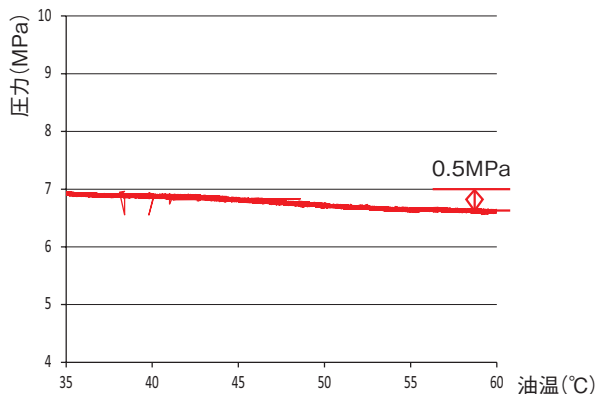


図11 電磁比例リリーフ弁の油温-圧力特性(圧力フィードバックなし)

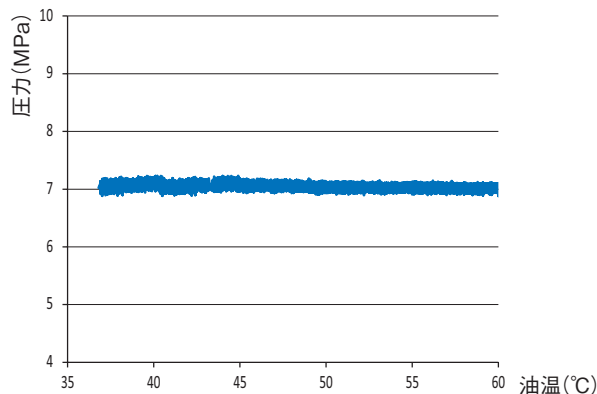


図12 電磁比例リリーフ弁の油温-圧力特性(圧力フィードバックあり)

## 導入事例②

アナログアンプを使用していた機械の  
調整作業工数の削減

図13にアナログコントロールアンプとデジタルコントロールアンプの調整作業工数削減事例を紹介する。

アナログコントロールアンプでは、出力の確認で電流計やオシロスコープなどの外部機器が必要になり、配線するための時間が発生する。また、ボリューム調整も測定機で確認しながら行なう必要があり、設定をするのに多くの時間を要していた。

一方、デジタルコントロールアンプでは、各種パラメータをボタンで数値入力するのみの作業となる。アナログコントロールアンプとデジタルコントロールアンプの作業工数削減効果は、アナログコントロールアンプ

1台あたり初心者で4分10秒掛かったが、デジタルコントロールアンプでは2分40秒と90秒、経験者で2分50秒が1分40秒と40秒の短縮となった。

さらに、あらかじめ作成したパラメータファイルを使用した場合を保存した調整値のデータをUSB通信で一括設定する場合を比較した場合、パラメータ設定はソフトを立ち上げて、ボタン一つで書き込めるため、経験者ではさらに15秒、初心者では65秒の短縮となった。また、初心者でも、経験者と同じ時間で作業できるため大幅な工数削減が可能となった。

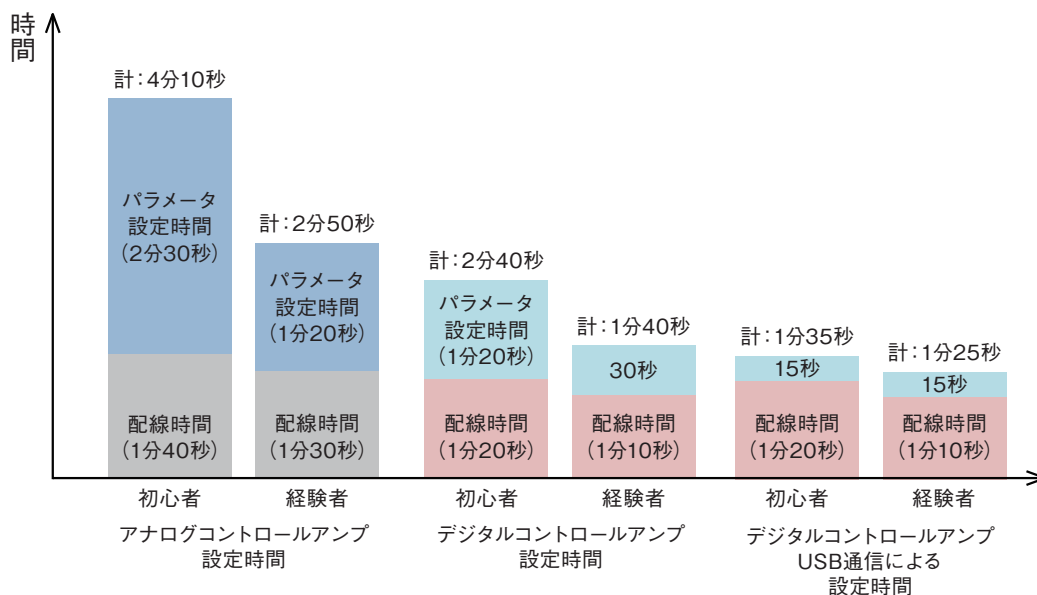


図13 工数測定試験結果

### 3. おわりに

紹介したデジタルコントロールアンプは、アナログコントロールアンプでは実現できなかった圧力フィードバック機能、USB通信を利用したデータ保存や一括書き込み機能を搭載し開発された。今後モノとインターネットをつなぐIoTなどが注目を浴びている中で、電流出力値やフィードバック値など制御状態をデジタル値で扱い、そのデータを通信により送信することで、離れた場所での動作確認や設定値の変更がリアルタイム設定できるよう通信機能をさらに強化することでユーザーの要望に応じていく商品づくりを行なっていく。