

# 商用オフセット輪転機のシャフトレスシステム

## Shaftless System for Commercial Offset Rotary Press

As for the shaftless offset rotary press machine without line shafts, the press units and folding units are driven individually by high accuracy electrical synchronous control and used in Europe, next in Japan.

The advantages of this shaftless machine are as follows.

- installation position free
- lower initial costs
- improvement of operating
- lower maintenance cost
- energy saving
- flying plate change

We started development of the shaftless newspaper rotary press control from early time and in 1995 we developed shaftless drive control without line shaft between press units and folding unit. Next in 1998 we developed full shaftless drive control without line drive shafts in color press units and folding unit. Afterwards in 2000 we developed ED motor, which is a interior permanent type synchronous motor and small in size, energy saving.

Thus we delivered many electrical equipments of shaftless newspaper rotary press and obtained high reputation.

For more accurate synchronous control of shaftless commercial rotary press machine, we have newly developed *Advanced Drive System* and introduce the summary about this.

小谷 郁雄 Ikuro Kotani	榎本 康久 Yasuhisa Enomoto	藤田 裕義 Hiroyoshi Fujita	山崎 文雄 Fumio Yamazaki	中西 俊人 Toshihito Nakanishi
-----------------------	---------------------------	---------------------------	-------------------------	------------------------------

### 1. まえがき

シャフトレスオフセット輪転機は、各印刷部や折り部を電氣的に高精度の同期位置制御により個別駆動し、従来各印刷部や折り部を機械的に接続していたシャフトを無くしたシステムで、ヨーロッパを始め日本においても普及が進んでいる。オフセット輪転機のシャフトレス化のメリットは、

- 機械設置のポジションフリー
- イニシャルコストの低減
- 操作性の向上
- メンテナンスコストの低減
- 省エネルギー
- 運転中の一部版替えが可能

などが挙げられる。

当社では、新聞輪転機のシャフトレス駆動に早くから取り組み、1995年に印刷部と折り部間のシャフトレス化を、1998年にはカラー印刷部の各色印刷ユニット間のシャフトレス化を実用化した。さらに、2000年には小型・省エネルギーの埋込永久磁石形同期電動機EDモータを開発し、これを多くのシャフトレス新聞輪転機用電気品に適用し好評を得ている。

今回、このシャフトレス新聞輪転機システムをベースとして、さらに高い同期精度が必要とされる商用オフセット輪転機のシャフトレス駆動を可能とするAdvanced Drive

ive Systemを開発したのでその概要を紹介する。

### 2. 概要

今回、開発を行ったAdvanced Drive System（以下、ADSと称する）の各項目の概要を表1に示す。同期制御を向上するため、各モータの位置・速度を高分解能で検出するハイブリッドエンコーダを採用するとともに、各インバータに対し高速でバラツキの無い位置速度指令を分配するため、同期位置指令ユニットとADSバスを開発した。また、モータ制御部、同期制御部においても制御演算を高速化し、システム全体のモデルチェンジを行った。

表1 概要  
Table 1 Summary

項目	内容
① 位置速度指令部	同期位置指令ユニット TD1U-AD4
② 指令通信	ADSバス(2Mbps)
③ 位置速度 フィードバック部	ハイブリッドエンコーダを採用
④ モータ制御部	高効率空間ベクトル制御 EDモータを使用
⑤ 同期制御部	同期演算の精度と速度の向上
⑥ PCツール	プログラム作成、パラメータ書き込み デバッグ支援ツール

- 印刷部と折り部は同期制御
- クーリングとドラッグロールは高精度ドロー制御

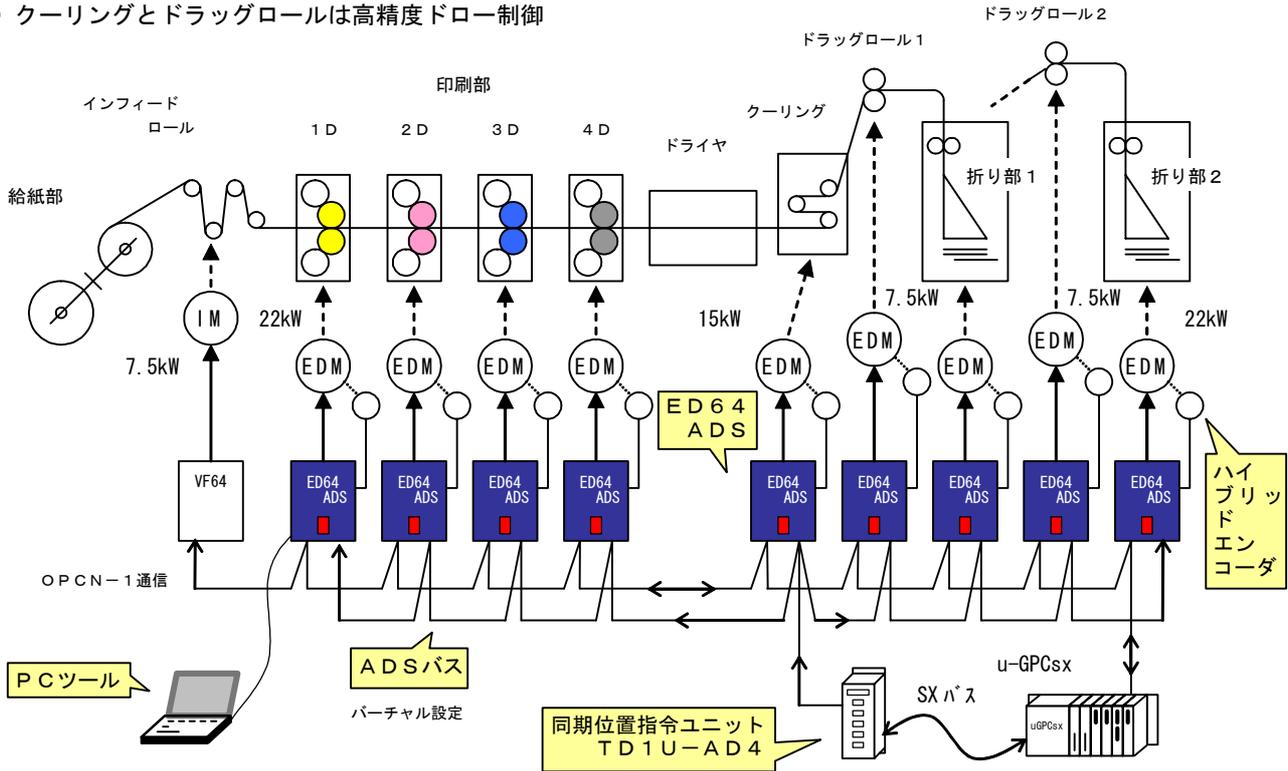


図1 商用シャフトレス輪転機駆動システム

Fig.1 Shaftless Drive System for Commercial Offset Rotary Press

ADSを用いた商用シャフトレス輪転機駆動システムを図1に示す。図1において給紙部からの走行紙はインフィードロールを経てイエロー、マゼンダ、シアン及びブラックの印刷部でカラー印刷され、走行紙はドライヤで乾燥クーリングで冷却された後、ドラッグロールを経て折り部に至り切断し折り畳まれる。ここで、4色の印刷部と折り部が高精度の同期制御により、クーリングとドラッグロールは高精度ドロー制御により駆動している。

### 3. 位置速度指令部と指令部通信

#### 3.1 位置速度司令部

位置速度指令部として、今回、同期位置指令ユニット“TD1U-AD4”を開発した。この同期位置指令ユニットは図1に示すとおり、当社製プログラマブルコントローラμGPCsxとsxバスにより接続し、同期制御用のインバータED64ADSとADSバスによりマルチドロップリンクにより接続している。同期位置指令ユニットはμGPCsxで演算された速度指令を受信しこれより回転するモータの位置指令を生成し、高精度の速度指令と位置指令の数値データをADSバスによりED64ADSインバータへ送出する。

#### 3.2 指令部通信

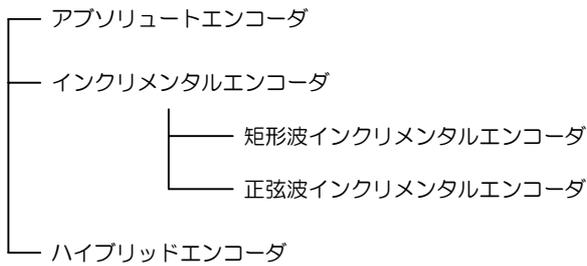
指令部通信として上述のADSバスの開発を行った。ADSバスは通信速度が2Mbpsにて位置指令と速度指令の専用通信としている。これにより、高速でサイクリックに指令をED64ADSインバータへ送出し、通信のジッタは0.05μsである。

#### 4. 位置速度フィードバック部

位置と速度のフィードバックを検出するロータリーエンコーダの種類を表2に示す。表2において、通常矩形波インクリメンタルエンコーダが用いられるが、高分解能が必要なときは正弦波インクリメンタルエンコーダが有効である。しかしながら、インクリメンタルエンコーダはパワーアップ後の初期位置の検出に難がある。一方、アブソリュートエンコーダは初期位置の検出が可能であるが、一回転の位置の分解能と検出の即応性に極めて不利である。

表2 ロータリーエンコーダの種類

Table 2 Kind of Rotary Encoder



ADSでは、アブソリュートエンコーダと正弦波インクリメンタルエンコーダを一体化したハイブリッドエンコーダを用いて初期位置の検出を可能とし、高分解能の位置と速度をリアルタイムに高速で検出している。1回転の位置の分解能は8,388,608でありマルチターンに対応している。

5. ED64ADS

5.1 ED64ADS概要

シャフトレス輪転機システムでは、印刷ユニットに直接モータを設置するため、モータは小形軽量である必要がある。また、高精度の同期制御を実現するために高応答が要求されている。このため、リラクタンストルクにより、小型・高効率化が可能な埋込永久磁石形同期電動機（IPMSM）であるEDモータを使用し、インバータ装置はEDモータをベクトル制御する標準インバータED64spシリーズをベースとして、位置同期機能、通信機能等をそれぞれ独立したプロセッサにて演算し、制御するように構成したED64ADSインバータを開発した。ED64ADSのハードウェア概略図を図2に示す。

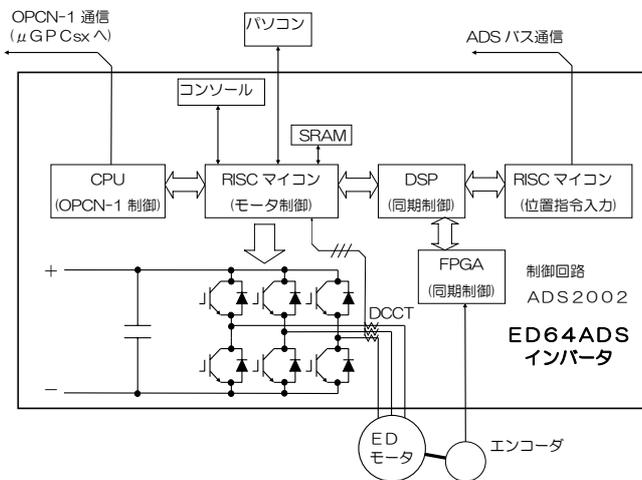


図2 ED64ADSハードウェア概略図

Fig.2 Outline diagram of ED64ADS Hardware

5.2 モータ制御部

モータ制御演算は、RISCマイコンにて実行される。ED64spにて実績のある高効率ベクトル制御をベースとし、マイコンの高速化、制御演算の最適化などにより、演算周期をED64spに比べ2/3に短縮した。図3にEDモータの高効率ベクトル制御の制御ブロック図を示す。ブロック図ではEDモータ制御に必要な磁極位置（d軸位置）のフィードバック信号は、EDモータに直結されている同期制御用エンコーダの位置情報をDSPより得て制御するように構成しているが、モータ制御用にPGをモータに直結し、この信号にてモータ制御することにより、位置制御用エンコーダをモータ以外に設置することも可能としている。また、ED64spと同様、モータパラメータのオートチューニング機能を有しており、モータ交換時等のパラメータ調整をインバータ自身で自動的に行うことが可能である。

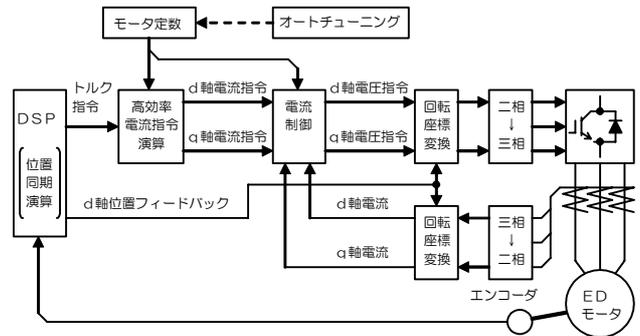


図3 EDモータ制御ブロック図

Fig.3 Block Diagram of ED-MOTOR Control

5.3 同期制御部

同期制御部は、ADSバスから得た位置と速度指令を補間して高分解能の指令を生成するとともに、各ED64ADSインバータ間の指令のジッタを約0.05μs以内とした。モータの位置と速度は、ハイブリッドエンコーダから得られる2相の正弦波を当社独自の方式により高分解能に内挿して得ている。この同期制御部はモータ制御部にスキンのタイミングを合わせてRUNし、むだ時間を排除しより高速な制御を実現している。

6. PCツール

ED64ADSインバータの設定データの書き込みや読み出しは、パソコンのPCツールを用いて容易に行うことができる。また、ED64ADSインバータはユーザが自由に作成できるスーパーブロック機能を内蔵し、このスーパーブロックのプログラム作成を行うエディタや、デバッグ及びメンテ

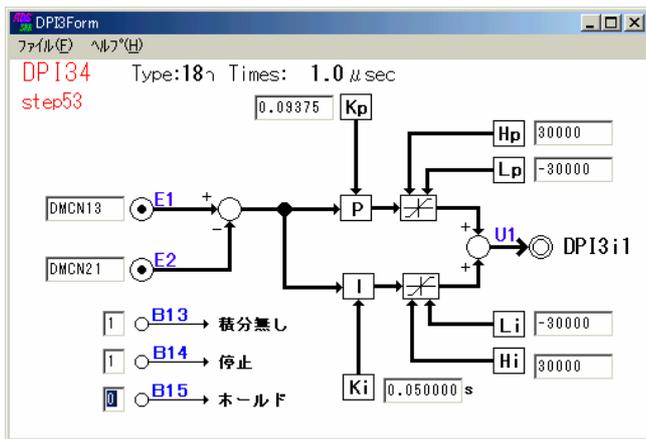


図4 スーパーブロック  
Fig.4 Super Block

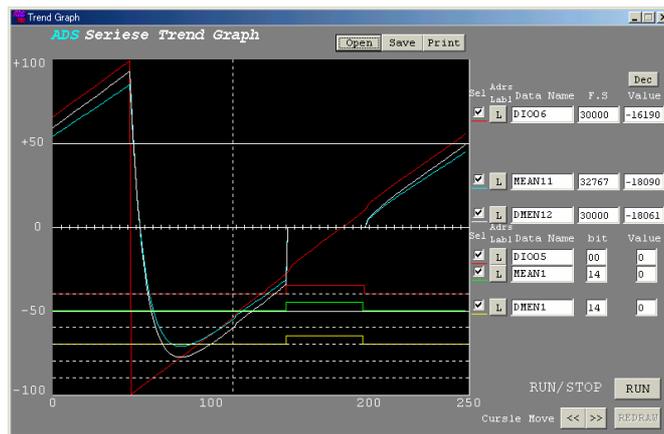


図5 トレンドグラフ  
Fig.5 Trend Graph

ナンスを効率的に行うトレンドグラフなどのPCツールを完備した。これにより、アプリケーションにフレキシブルに対応した同期制御を可能としている。図4はスーパーブロックの例を、図5はトレンドグラフの例を示す

## 7. むすび

当社は新聞用を主として多数のシャフトレス輪転機を製作、納入してきた。この実績とノウハウを踏まえ、更に高性能を実現し、商用オフセット輪転機のシャフトレスに適用できるAdvanced Drive Systemについて紹介した。ADSによるシャフトレス商用輪転機は、既に最終ユーザで順調に稼働中である。図6に印刷時のデータを示すが、加速時および減速時においても安定した位置誤差となっている。

新聞用からスタートした東洋のシャフトレス駆動制御は、商用輪転機や印刷後の再加工程装置への応用など徐々に拡がりつつあり、今後とも適用の拡大を推進し創造性のある製品を生み出す所存である。

最後に、本電気品の適用にあたり、ご支援、ご指導を頂いた株式会社東京機械製作所の関係各位に深く感謝する。

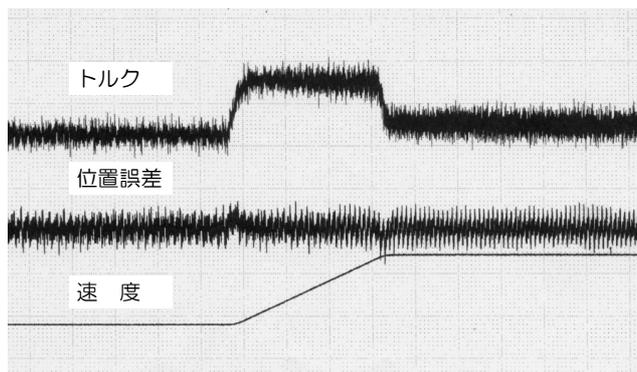


図6 印刷データ  
Fig.6 Printing Data

## 参考文献

- (1) 本池：「永久磁石形同期電動機 “EDMシリーズ”」東洋電機技報106号，2000-9，pp. 29-33
- (2) Gong, 永井, 秋山：「シャフトレス新聞輪転機における同期制御」東洋電機技報107号，2001-3，pp. 26-29

## 執筆者略歴



### 小谷 郁雄

1976年入社。京都工場設計部、相模工場設計部にて産業用制御装置の設計・開発に従事。現在、横浜製作所産業設計グループにてデジタル応用製品の設計に従事。



### 榎本 康久

1992年入社。相模事業所産業工場設計部にてプリント基板設計、シミュレーション業務に従事。現在、横浜製作所産業設計グループにて産業用インバータの開発設計に従事。



### 藤田 裕義

1985年入社。技術研究所回転機研究室を経て現在、産業設計グループに所属。主に産業用インバータの応用設計に従事。  
電気学会会員。



### 山崎 文雄

1970年入社。相模工場設計部、技術部、PC部横浜製作所社会・環境システム工場設計部を経て現在、産業設計グループに所属。マイクログコンピュータ応用製品の開発に従事。



### 中西 俊人

1987年入社。相模工場産業設計部・総合技術開発本部において、産業用モータ制御装置の開発設計に従事。現在、横浜製作所産業設計グループにおいて、主として産業用インバータの開発を担当。  
電気学会会員。