

# 立上げ時間半減 シャフトレス商業 輪転機

## Quick Start Print System of Commercial Offset Press



牧野 重雄\*1  
Shigeo Makino

赤塚 正和\*1  
Masakazu Akatsuka

藤河 達男\*2  
Tatsuo Fujikawa

妹尾 慎一郎\*2  
Shinichiro Senoo

小原 浩志\*3  
Hiroshi Kobara

新聞等の折込みチラシやカタログ雑誌，書店に並ぶ書籍のほとんどは毎時約5万部の印刷能力を持つ商業輪転機で大量に印刷され，消費される紙は膨大な量に上る．このうちおよそ10%の紙が，見本の色合いと異なるなどの理由で廃棄処分されており，そのほとんどは印刷準備段階や印刷開始の立上げ時間帯に発生している．題記の商業輪転機は他に先駆けて，この時間帯を半分にできるシステムを搭載し，省資源化と共に生産性の向上に貢献している．

### 1. はじめに

従来から大口の印刷を中心に使用されている商業用輪転機に対して多様化する市場ニーズは，高速性は維持したまま中・小ロット印刷，短納期生産に移行しつつある．このニーズを達成するには，印刷ジョブ変更の立上げ時間を短縮するとともに印刷開始時に発生する損紙（廃棄される紙）を大幅に低減することで生産効率を高める必要があるが，これまでの駆動方式や運転制御方法では限界であった．そこで独立駆動モータを用いたシャフトレス方式を採用することにより運転制御方法の選択肢が広がり，市場ニーズに対応することができる多くの新機構や新装置の開発ができた．これらの技術はシャフトレス駆動では先行するドイツメーカーに先駆けて開発したもので新型商業輪転機MAX及びSSS機に搭載され既に多くが市場で稼働している．

### 2. 生産性向上を実現する“MAX-Saver”

#### 2.1 立上げ時間短縮の必要性

印刷は図1に示すようにインキ皮膜を薄膜にするためのインキローラ群，絵柄の書き込まれた刷版を装着した版胴とこの刷版の表面に水を供給する湿しローラ装置及び刷版上の絵柄をいったん転写するブランケット胴で行われる．印刷された紙（ウェブ）はドライヤで乾燥され，その後指定した大きさに断裁されさらに折込まれて排出される．

カラー印刷では通常4色（墨，藍，紅，黄）のインキを重ね合わせ，あらゆる色合いを表現するが，印刷

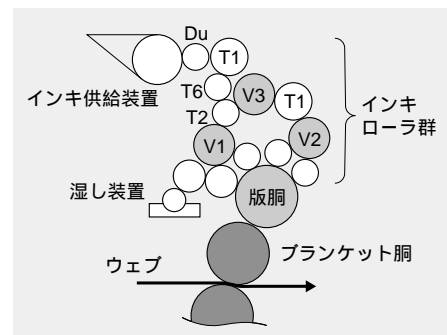


図1 印刷の原理 インキと湿し水を用いて印刷が行われることを示す．

品質に最も影響を与えるものとしては転写された絵柄の色合い，4色の印刷位置（見当），断裁位置，折精度がある．これらは印刷速度の変化や紙質による紙搬送時の張力の変化に敏感に反応し見本となる校正紙との差異を生じるため商品とはならない損紙が発生する．印刷の立上げ時間帯では，校正紙と印刷品質を一致させるため上記色合いなどの種々調整を行うが，この調整に時間を要すると多量の損紙が発生することになる．したがって，この立上げ時間を短縮することは損紙低減を含めた生産性向上に重要なアイテムといえる．また，印刷は数万部の単位でジョブの切替えが行われるのが一般的であり，商業用輪転機は毎時約5万部の印刷能力を持っているので，短い場合では1時間以内に一つのジョブを完了しなければならない．一日の切替え回数が十数回というのも珍しくなく，切替え時間を短縮することは，機械の稼働率を高めることであり多くのユーザの要望でもある．それにこたえるものとしてシャフトレス技術を活用したMAX-Saverの

\*1 技術本部広島研究所印刷機械研究室主席

\*2 紙印刷機械事業部印刷機械制御設計課

\*3 紙印刷機械事業部商業輪転機設計課

開発を行った。

## 2.2 MAX-Saver とシャフトレス駆動

MAX-Saver は、市場ニーズである“印刷立上げ時間の短縮”や“損紙低減”に加えて印刷機械の安定性向上やオペレーションのスキルレス化に対応するため各種の自動化装置及びプレスコントロール装置（IPC：Intelligent Press Control）等、印刷を行う上で必要な機能を有機的に結合し、生産性向上を総合的に実現しようとするシステムである。図2にMAX-Saverの構成を示すが、特に生産性向上に欠かせない装置としてシャフトレス駆動とこれを駆使し損紙低減を目的とした機能“MAX-Expert”がある。

シャフトレス駆動は、従来同期駆動が必要であるインフィード（給紙制御）装置、印刷装置、冷却シリンダ（印刷紙の冷却）装置、ウェブパス（紙の搬送）装置及び折（紙の断裁、折込み）装置を連結していたラインシャフト（駆動伝達軸）を無くし、それぞれの装置に単独のモータを配置し同期駆動を実現するものである。基本技術は以前からある工作機械の“多軸同時制御技術”で、工作機械と大きく異なるのは印刷機全体を駆動するため各装置の位相同期や速度追従同期を仮想同期信号を作り出すVirtual Masterの指令の下に動作すること、使用するモータに大出力が必要なこと、さらには負荷となる印刷機がモータに比較して非常に大きな慣性モーメントを持つことである。このため装置の機能や要求出力に応じてモータの使い分けを行い、ドライバは高速デジタル技術により処理能力を飛躍的に速くしている。またモータの位置をフィードバックするためのエンコーダは光学的な信号を更に電気的に処理して一回転を百万分割単位で細分化し、正確緻密な位相割出しを可能としたものが搭載されている。これらにより指令信号と実位相との偏差を瞬時に算出し、常に補正を行うことによりモータは指令値に対し同期精度10 μm以内で回転させることができるようにしている。

MAX-Saver は、このシャフトレスモータの独立性

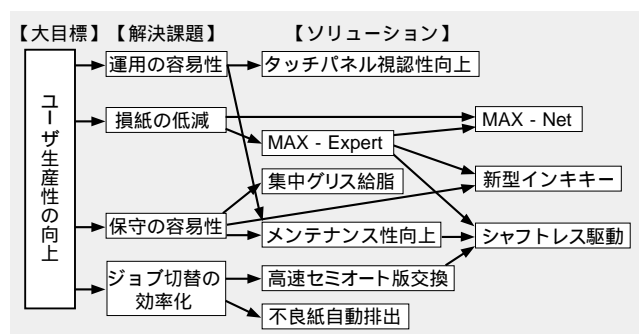


図2 MAX-Saverの構成 生産性の向上を総合的に実現するためのシステム。

と同期制御技術を活用し“印刷立上げ時間の短縮”や“損紙低減”を具体化している。

その内容を以下に示す。

### (1) MAX-Expert

印刷ジョブの切替えに伴う損紙低減を目的としたシステムであり、前述のIPCに搭載されたジョブ終了後にインキ装置の余剰インキを除去する刷減らし（SPE：Smart Print End）機能、ジョブ開始時にインキ装置のインキ量を適正化するインキ予備供給（QSI：Quick Start Inking）機能などのほかにブランケット洗浄時の損紙低減（BRC：Blanket Liquid Reducing Control）やウェブのプリテンション機能などを新たに加えたものから成る。

### (2) 高速セミオート版交換装置

独立駆動可能なシャフトレス技術により、各印刷装置の版交換作業が並行して実施できることで、従来の12分から4分に時間短縮することができる。

各印刷装置を独立して駆動するため、各色間の位相はずれるが、印刷開始時点で自動的に同期する。

### (3) 新型インキキー

印刷インキを薄膜（30～50 μm）供給する28列のピアノ式キー間のインキ固着を、テフロンコーティングトレーを用いることにより防止し、キー開度精度を維持して印刷開始時の色調整時間を短縮することができる。

### (4) 不良紙自動排出機構

用紙の折り方を変更する場合、折込部での紙詰まりなどを防止するため、印刷のオペレータは事前の排出作業や確認を行う必要があり、これがジョブ切替の負担となっていた。これを自動化し負担軽減を図っている。

その他、視認性及び操作性を向上した大型タッチパネル、さらに印刷機械の周辺機器とネットワークを組みユーザ側の経営システムやプリプレスシステムとの接続、印刷条件や絵柄情報に基づく印刷機械のプリセット、生産情報の管理などが可能となるデジタルワークフローを構築している。

## 2.3 立上げ時間の短縮と印刷損紙の低減

前述したMAX-Saverの機能を用いた場合の効果を述べる。図3にMAX-Saverによる立上げ時間の短縮効果の一例を示す。最も短縮されているのは並行作業が可能な版交換作業及び折丁（紙の折方）の切替えであり、この結果当社従来比24分から9分に短縮されている。実際の印刷では運転者の習熟度や非定常要因などにより異なるが、従来の準備・立上げに要する時間を半減させ得ることが分かる。次に立上げ時に

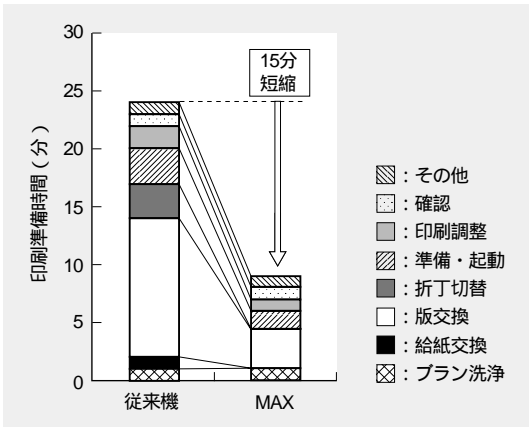


図3 立上げ準備短縮効果 印刷開始前の準備アイテムとMAX-Saverの短縮効果を示す。

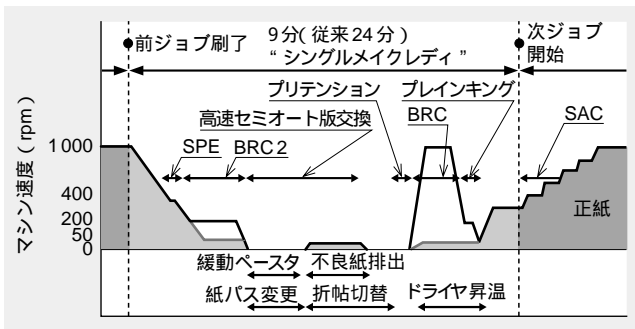


図4 損紙低減のための運転チャート 前ジョブ終了から次ジョブ立上げまでの流れを示す。

発生する印刷損紙（色合い不良，見当ズレ，断裁・折丁不良などで廃棄処分される紙）の低減法について述べる．印刷損紙を低減するためには印刷ジョブ終了段階から考えなければならない．図4に損紙低減のための運転チャートを示すが，前ジョブが終了（刷了）し機械を止める段階で，次のジョブのための準備を行う．それが刷減らし機能（SPE）であり，白紙損紙低減機能（BRC2）である．SPEは絵柄の有無によって生じたローラ上のインキ膜厚の凹凸を平滑化すると同時に，保有インキ量を必要最小限度に削減するもので，これを行わずに次ジョブを立ち上げると色合いの安定に多大の時間を要してしまう．BRC2は印刷胴であるプランケット上に絵柄として残ったインキを洗浄する操作である．これは前ジョブの絵柄の影響で発生する損紙を防止するため必ず行う必要がある．従来，このプランケット洗浄は中速（200 rpm）域で，しかも紙を走行して行われるため洗浄中の紙はすべて損紙となるが，シャフトレス機能を活用することによりプランケット洗浄は従来の中速域で行うが，紙は最低の走行速度（10 rpm）で送られる異速制御が可能となるため，損紙を最小限に抑制することができる．これにより次ジョブの準備作業が完了し，いよいよ立ち上げるがこの時，各装置（給紙，インフィード，印刷ユニ

ット，折機）の位相合わせとウェブテンションの制御（プリテンション機能）が行われる．これで機械的な準備が整ったことになり，次にプランケットに付着した洗浄液を排出するBRC機能が作動する．これは洗浄液を回転力により除去するもので，前述のプランケット洗浄と同様に紙の走行速度を最低速にして損紙抑制を行う．印刷を開始し，色合いや見当そして断裁・折丁を合わせ定常速度へ加速する．従来20～30 rpm / 秒の加速度で行うと，インキ供給の遅れや紙走行時のテンション変化により色合いや見当などが校正紙と異なってしまい損紙になっていた．

そこでステップ加速制御（SAC：Step Acceleration Control）を導入することにより，ここで発生する損紙を無くすことができる．SAC制御は加速する速度は同じだがインキ供給や見当，断裁の自動制御装置が追従可能なように段階的に印刷速度を上げる制御手法である．従来は印刷開始直後から最高印刷速度に加速する時，駆動軸のねじれや歯車類のバックラッシュで印刷ユニット相互や折機の位相がずれることになり，色間の見当や断裁位置のずれが発生し損紙となっていた．このSAC制御では定常速度までの時間は掛かるが，加速中に発生していた損紙は実質的に無くすることができる．図5にSAC制御を用いた効果を示す．加速中の損紙は発生しないが，同じ時間内での生産部数は少なくなる．しかし，不足生産部数をカバーする時間は2.5分と想定され定常速度印刷で補うことは可能である．このようにシャフトレス技術を活用，進化させたMAX-Saverによる自動化技術により準備時間を大幅に短縮することで従来の印刷機ではできなかった印刷運転の立上げ時間半減，さらに損紙低減を行い生産性向上を図ることが可能となった．

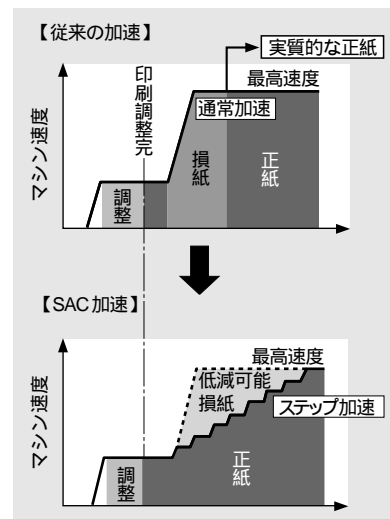


図5 SAC制御を用いた効果 従来法との比較による発生損紙の有無を示す。

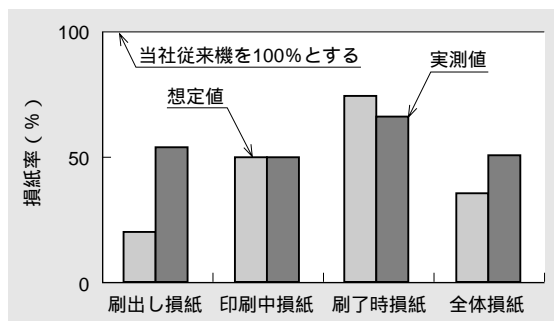


図6 損紙要因毎の比較 印刷の過程に発生する損紙率を当社従来機との比較で示す。

### 3. MAX-Saverの実用効果

#### 3.1 損紙低減と生産性

開発段階では個々の機能について検証を行い実用効果を確認、生産性の判定を行っている。しかし、ユーザで行われている営業運転での実用性を確認するためには、やはりユーザ保有の印刷機械に搭載して行う必要があった。そこでMAX-Saverをユーザに搭載していただき実際の営業運転にて確認した。比較対象は当社の従来機とした。図6に損紙要因ごとの比較を示す。従来機を100%とした時の損紙率を示している。刷り出し時の損紙率で実測値と想定値(検証段階での予想値)が異なっているが、これはユーザと当社内の損紙判定基準の違いによるものと考えられる。ユーザでの平均的な損紙率は51%に低減している。平均損紙部数は従来機で2400部、MAX-Saver搭載機で1200部であり、年間での損紙低減部数は300万部にも達する。この結果を基に中小ロットをベースとした場合の生産性を試算したものを表1に示す。試算では特に小ロットの場合で効果の大きいことが分かる。これは印刷ジョブの回数が必然的に増加するのでMAX-Saverの特長である“印刷立上げ時間の短縮”や“損紙低減”機能がより有効に作用するためと考えられる。

#### 3.2 納入先での実績

シャフトレス商業輪転機は平成13年4月初号機以来23台を納入しており、MAX-Saverは研究開発を経て順次搭載している。納入先において一ヶ月間の実績調査を行い効果の再確認を実施した。図7に各種印刷ジョブの刷り出し損紙部数のヒストグラムを示す。図7は印刷ジョブ切替え直後の刷り出し損紙を集計したもので、IPCやSPEなどにより従来機に比べ平均1100部/ジョブの損紙を低減していることが確認された。

### 4. ま と め

商業用輪転機にとってシャフトレス技術は欠かせな

表1 生産性の試算

1ジョブの製品部数	損紙低減による節約効果		運転時間短縮の効果		MAX-Saver生産性
	年間損紙低減部数	年間節約金額	低減時間割合	年間節約金額	
20000部	3242千部	973万円	36%	584万円	1556万円
60000部	3322千部	997万円	25%	377万円	1373万円

試算条件：損紙単価3円/部 人員3名、年間報酬400万円、機械ランニングコスト¥255000/月

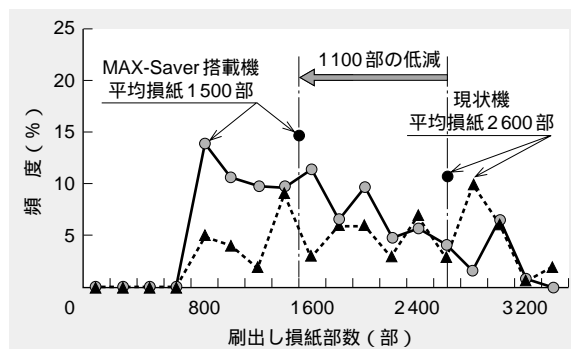


図7 ユーザにおける刷り出し損紙部数のヒストグラム 一ヶ月間のジョブごとに発生した損紙の頻度を示す。

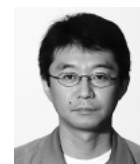
いものとなっている。その技術を最大限に活用したMAX-Saverはメーカ、ユーザ共通の目的である省資源化及び生産性向上に大きく貢献している。印刷立上げ時間を半分にすることにより、また無駄となる紙を少なくすることにより、印刷機械の稼働率を高め生産性を向上することができる。その結果、年間一千数百万円の節減効果になるものと推定される。今後、このMAX-Saverをより使いやすいものに改良していくとともに、印刷時の加速方式をステップ加速(SAC)制御から一気加速制御へと発展させ、更なる時間と資源の節約を図ることを計画している。また多品種・少量生産のニーズに対してこれを無駄なく行うための商業用輪転機の研究開発を続けユーザ皆様の期待にこたえていきたい。



牧野重雄



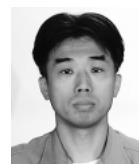
赤塚正和



藤河達男



妹尾慎一郎



小原浩志