

高速枚葉印刷機 DAIYA 3H の開発

Development of High-Performance Sheet-Fed
Offset Press MITSUBISHI 3H

三原製作所 藤本 信一^{*1} 岡崎 勝利^{*1}
中村 先男^{*2}
技術本部 山口 正博^{*3} 金子 雅仁^{*4}

印刷業界ではここ数年の景気低迷にもかかわらず、印刷の高付加価値化とコスト削減の競争が激化しており、機械には更に高い完成度が求められている。また、オペレータの若年化や ISO 9000 による印刷品質のデジタル化・標準化への対応も重要視され始めている。これらの市場ニーズに対応するため DAIYA 3H では、機械力学シミュレーション及び流体技術の積極的適用により世界最高速、毎時 16 000 枚での安定印刷を実現し、インキ・水の量とバランスの自動制御、インキつば洗浄装置を中心とする洗浄システムも世界で初めて開発した。

The high-quality and cost reduction activity in the printing production area is getting severe day after day. Therefore, the required performance of the printing press is the same tendency. On the other hand, the application of the standardization and digitalization techniques are becoming more popular among some people who use printing press. To adapt to these market demands, the MITSUBISHI 3H, which uses a variety of technologies, such as mass-property analysis, fluid dynamics has been developed. A higher productivity than before (16 000 sheet per hour) has been achieved with this machine. An ink and water quantity balancing control system and a fully automated washing system which successfully employs a fountain roller washing device has been developed. It has quickly persuaded the world of its superiority.

1. ま え が き

オフセット枚葉印刷機は、多種多様のシート状の紙の上に油性インキと水の反発を利用し同じ画像を大量に生産する機械である。機械各部は図 1 に示すように、エアを用い紙を 1 枚ずつ機械に送る給紙部、カラー印刷では基本 4 色〔墨、藍(あい)、紅、黄〕に色分解された画像を紙に順に転写する印刷部、印刷の終わった紙をそろえながら積んでゆく排紙部から成る。印刷中の機械各部の調整はリモコンデスクから遠隔操作できる。印刷速度の高速化に伴い機械を操作・管理するオペレータの負担が増大する。これを解決するために本開発機では以下の取組みを行った。

- (1) 高速でも安定運転できる機械的要素技術の開発と適用。
- (2) 複数の自動化装置を管理統合や外部接続が可能なコントロール環境の実現。
- (3) インキと水の供給量・バランスを常に適正に保ち、印刷品質が定量管理できるクオリティマネジメント技術の確立。

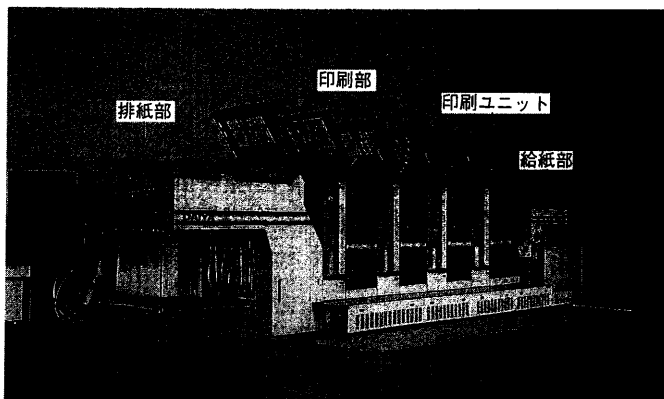


図 1 機械外観
Photograph of MITSUBISHI 3H (4 color machine)

表 1 機械(4色機)の主仕様
Specification of 4 color machine

機械寸法(本体)	L 9 207×W 3 768×H 3 160 mm
機械重量	32 t
最高印刷速度	16 000 枚/h
適用紙厚	0.04~0.3 mm

- (4) 3 K 職場からのイメージ脱却と準備時間の短縮をねらったインキつばを含む洗浄システムの開発。

機械(4色機)の主仕様を表 1 に示す。

2. 高速・安定化

枚葉印刷機は多種多様のシート状の紙を扱う。このため、条件の悪い紙でも機械調整が容易で異常停止せず、高速かつ安定した印刷が行えることが望まれている。本機では各部に次の項目を満たす要素技術の開発を行い製品に適用している。

- (1) 給紙部：カムによる変動力の極小化と運動部品形状の最適化
- (2) 印刷部：印刷胴同士の出会い振動低減による印刷障害の抑制
- (3) 排紙部：調整不要で紙種に依存しない安定な紙搬送機構開発

2.1 給紙部

給紙部は紙を上下に持ち上げたり、前後に送り出す吸口などが個別のタイミングで駆動されるカム・リンク機構によって構成されている。紙の性質は非常に微妙で、各動作は高速でも正確かつ安定したものが要求される。本開発では次の手順で各部品の軽量化による振動低減、駆動トルクの変動抑制による回転速度の安定化等を解析にて最適化計算を行い実機適用した。手順は、図 2 に示すように、発生する荷重値を各カム・リンク系について独自開発の運動解析シミュレータにより支点力を算出し、さらに FEM 解析により各部品の形状の最適化を実施した。また機構的には、複数のカム・リンク系を駆動する際発生するトルク変動を、逆位相

^{*1} 印刷機械技術部開発課
^{*2} 電子制御部開発課

^{*3} 広島研究所機械研究室主務 工博
^{*4} 広島研究所紙・印刷機械研究推進室

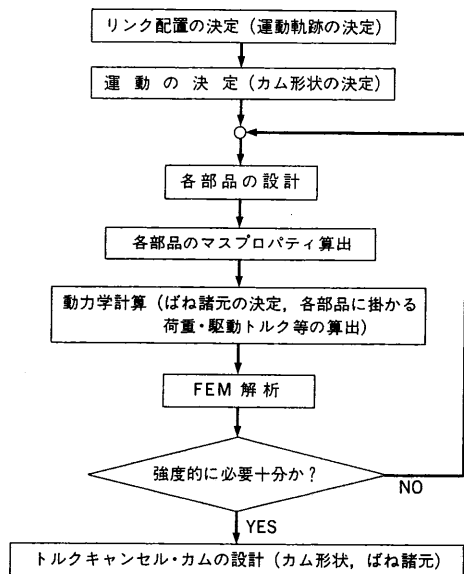


図2 カム・リンク系の解析・設計フロー
Procedure of cam-linkage analysis and designing system

のトルクを発生させるカムの設置にて、トルク変動を60%，振動を50%低減させた。

2.2 印刷部

印刷シリンダには機能上の必要性から、外周部分に切欠きがあるため、回転に伴い転圧加重が作用したり抜けたりする。このため、印刷シリンダには衝撃荷重が作用し、高周波曲げ過渡振動によるショック目と呼ばれるしま状のインキ濃淡発生の原因となる。

本機では、高速印刷時の印刷品質向上に対応するため、衝撃荷重作用直後の過渡振動低減をねらいとする、ダイナミックダンパ内蔵型の制振シリンダを開発し、ゴム胴に採用している。図3(a)にその構造イメージを示す。

図3(b)には、制振シリンダの実機搭載試験結果の一例を示す。従来シリンダに比べ、変位で約30%振動が低減し、毎時16000枚の高速・高品質印刷を可能にしている。

2.3 排紙部

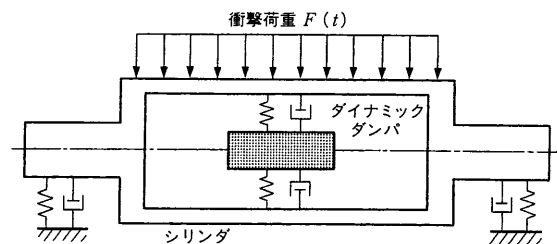
排紙部では印刷胴と異なり、一端だけを爪でくわえられ紙が搬送される。したがって、搬送中の紙のばたつきを押さえることが紙放し後の安定した紙そろえ性能につながる。図4に各機構を示す。

(1) 紙搬送機構〔図4の(a)部〕

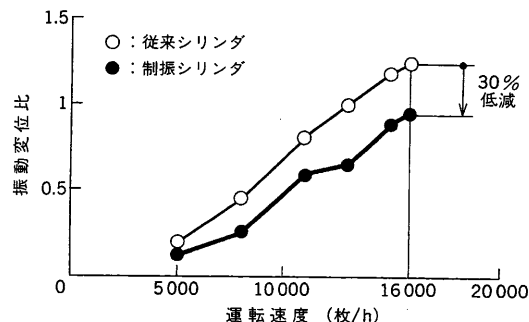
本機では紙に作用する遠心力・空気力を考慮し実験的・空力学的解析を行うことにより、紙搬送経路を最適化した。さらに、最も不安定となる立上り部(b)には、エアロチャンバと呼ぶガイド表面に沿う流れで紙をガイドに引寄せせる負圧を発生させる機構を採用した。これにより紙のばたつきが格段に減少したのみならず、従来の微調整が必要なファンを削減することが可能となった。

(2) 紙そろえ機構〔図4の(c)部〕

紙を整然と積載するには高速で搬送されてきた紙に適正な制動を掛けることが必要になる。これには、従来の分割式の回転吸引輪を紙全幅にわたりつなげた1本式のものを採用したことや、紙サイズ変更時においても常に紙の重心の両側を揺すりながら押さえる伸縮機構付きサイドジョガーなどの開発で対応した。以上のほかに、操作ボタンの集中化や操作部のリモコン化等の



(a) 構造イメージ



(b) 振動低減効果

図3 制振シリンダの構造と効果
Structure of shock stabilizing cylinder and its effect

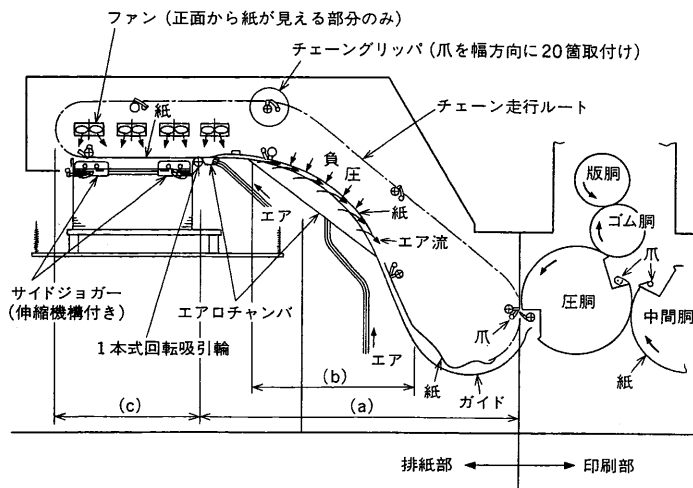


図4 排紙部の構成装置
Structure of delivery

人間工学的な操作性を考慮した設計がなされている。

3. リサイクル洗浄システム

多色、小ロット化傾向に伴い、ローラ・印刷胴の洗浄頻度が増加する。したがって、3K作業と環境問題（揮発性液使用のため）及び非印刷時間の増加による稼働率低下等の問題が生じる。

本機では図5に示すように、新装置のインキつぼ洗浄装置等の各洗浄装置と洗浄廃液リサイクル装置（蒸留法）をリンクさせ、洗浄装置への洗浄液供給から廃液の回収、再生まで統合したシステムを他社に先駆け開発し、省力化（3K作業からの解放）、生産性の向上、ランニングコストの低減を同時に可能にした。

4. プレスコントロール

次世代型コントロールステーションとして、高機能・拡張性・柔軟性を備えたIPC (Intelligent Press Control) を開発した（図6参照）。マンマシンインタフェースに関しては、従来のモノクロ

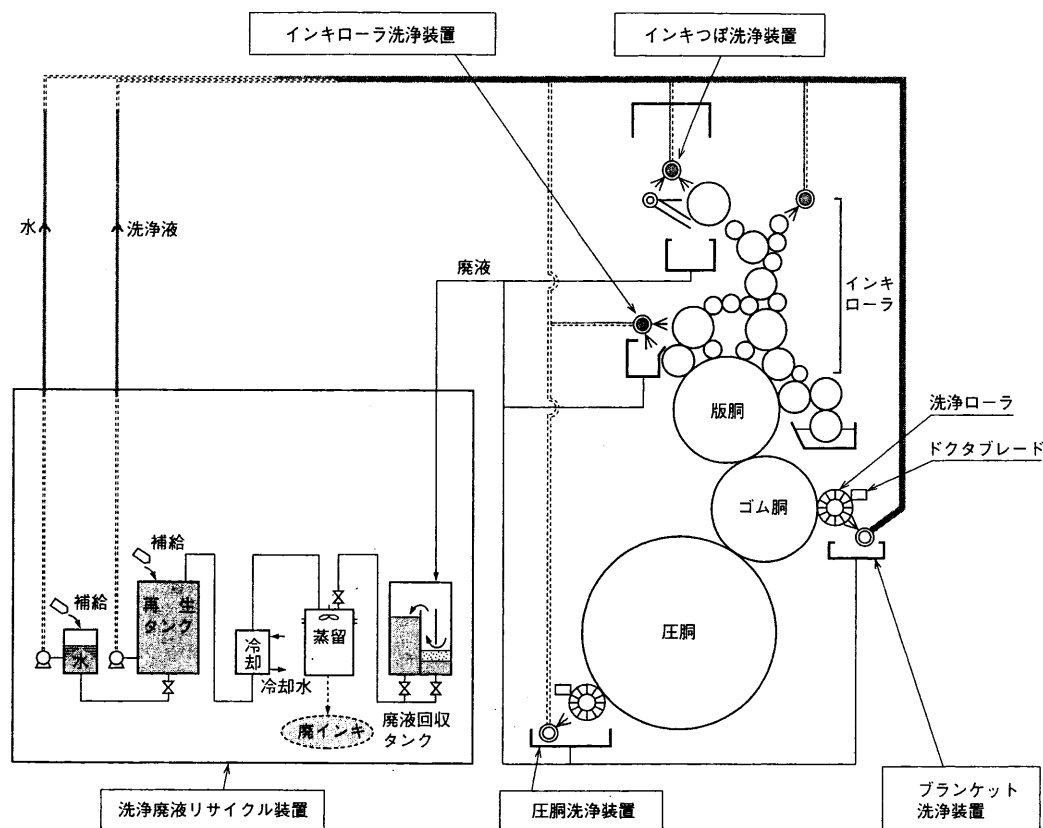


図5 リサイクル洗浄システムの系統図
Schematic chart of recycling solvent cleaning system

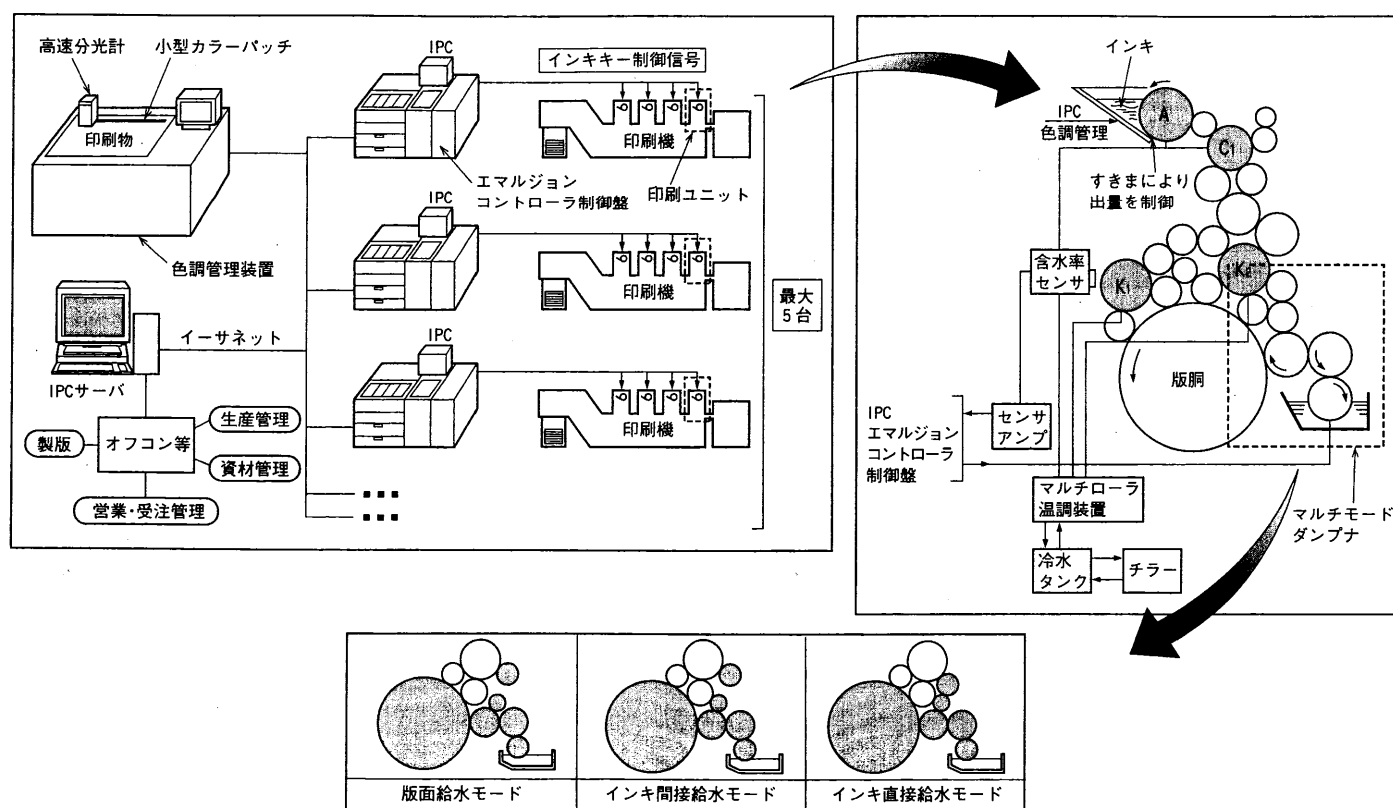


図6 IPCとクオリティマネジメントシステム
IPC and printing quality management and control system

タッチパネルに代わる17インチのカラータッチモニタを採用し、操作性を向上した。さらに、コントロール部においては、DOS/Vパソコンを採用し、以下に述べるような機能を充実させ、作業の

軽減・効率化、印刷品質の安定化を実現した。

- (1) 多数のジョブデータ及び印刷機の稼動状況、生産情報の管理。
- (2) 複数のオプション装置群の一元管理。

- (3) 上位工場管理システムとのネットワーク接続。
- (4) 刷出し時に印刷ユニットのインキ量を適正化し、色調を早く安定させるためのソフトウェアの内蔵。

5. クオリティマネジメント

本機の製品コンセプトの一つである安定化は、前述の給排紙性能だけではなく、印刷物の色調（クオリティ）にも当然考慮されている。図7に示すように、枚葉印刷機における色調の外乱要因を詳細に分析し、その結果に基づき、主外乱要因の安定化するマルチモードダンブナ・マルチローラ温調装置を開発した。また同時に、世界初のインキと水の両方を制御する色調管理装置・エマルジョンコントローラを開発し、印刷物のクオリティを高次元で管理することを可能とした。

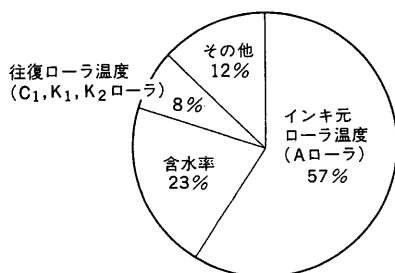


図7 色調の不安定要因
Factor of color variation in printing

5.1 マルチモードダンブナ

図6に示すように、可動式渡しローラの設置により、三つの湿しモードがボタンを押すだけで選択できる。印刷物の絵柄面積率に応じてインキ・水の乳化バランスの最適化ができ、高い印刷品質レベルを維持することが可能となる。

版面給水モードでは、K2ローラ上の含水率を5～8%に抑制できる。ドットゲイン量を低く抑え、コントラストを高める等網点再現性に効果的であり、低画線印刷に最適なモードである。

インキ直接給水モードでは、K2ローラ上の乳化含水率を8～10%に設定できる。インキ着肉性を必要とするベタ印刷や高画線印刷に適し、特に障害となるローラ目の解消に有効である。インキ間接給水モードは両モードの中間特性を持ち、低画線から中画線を広くカバーすることができる。

5.2 マルチローラ温調装置

マルチローラ温調装置は、ユニットごとの主要ローラの温度を制御できる装置である。本装置の効果を以下にまとめる。

(1) 色調の安定性向上

ローラ群の温度分布を常に一定させることにより、色調の大幅な安定化が行える。色調整頻度が57%、濃度変化が20%改善でき、立上りの損紙の大幅な減少も可能である。

(2) 印刷品質の向上

インキローラ群のインキ流量配分や含水率の分布はインキローラ配列によりハード的に性質が決まるが、使用するインキや湿し水の特性にも大きく影響を受ける。本装置は、ローラ群中の主要ローラの温度を個々に制御し、印刷条件ごとに最適な温度パターンを作り、印刷品質を最適化することができる。

5.3 色調管理装置

本装置は絵柄とともに印刷したカラスケールを自動計測し、校正刷りなどであらかじめ与えられた目標濃度との差をもとにイ

ンキ供給量を自動調節するものである。また、計測センサは自社開発の分光計で高速かつ高精度の色彩学的な色計測及び印刷物の品質管理も行える。センサデスクは、最大5台のIPCデスクと接続・管理できる（図6参照）。当社製の特徴を下記に示す。

- (1) 経験や感覚に頼った色評価を、定量評価できる。
- (2) 色合を自動化し、初期色調整後の色調を維持管理できる。
- (3) 印刷物の品質管理を行うことにより、ブランケット等の資材の劣化を知ることができる。
- (4) スケールの幅は、最小3mm（世界最小）で位置センサにより分光計の位置をスケールに対し自動追従できる。

インキ供給制御は、ソリッド重視のベタ濃度制御と、網点重視のグレイバランス制御のどちらかで行える。今後ますますデジタル化の進展によりプリプレス及びポストプレス（製版・後加工等）との情報共有化が盛んになる。印刷品質の定量評価・標準化を行う上で本装置の持つ上記の特徴は重要となる。

5.4 エマルジョンコントローラ

オフセット印刷では、性質の異なる油性のインキと水を資材として用いる。これを適正な混合で一定に保つことが印刷物の品質向上には非常に重要である。この作業は熟練の必要な作業で、現在のところ、オペレータが経験と勘で決定し維持している。

これを自動化する手段としてインキ中の水分量を計測評価するセンサを独自に開発した。これは、インキと水の光の吸収特性が異なる原理を利用し、波長帯の異なる光をローラ表面に当て、その反射光量から、インキ中の水分量（含水率）を算出する。水量制御は水元ローラの回転数を変更することにより行われる。制御上の目標とする含水率は、前述のIPCが管理する印刷物の画線率、インキの種類等のデータから印刷ジョブごとに最適な値が算出され与えられる。

この装置により、周囲温湿度の変化等による印刷中の湿し水供給量調整が不要となり、オペレータの負担が大幅に軽減される。また、ローラ上のインキ乳化状態を常に適正に維持できることから、コントラストの最適化が行え高印刷品質化が図れる。

6. む す び

本開発では、従来の枚葉印刷機の機構を抜本的に見直すと同時に、最新の解析技術・制御技術等を適用し高性能化を図った。成果は下記の三つの大きな項目にまとめられる。

- (1) 高速・安定化：要素技術開発を背景に機械本体の高速化と安定化の両立を図り、毎時16,000枚の世界最高速の高生産性を実現。
- (2) 高品質化：①インキローラ群を温調することにより常に安定なインキの転移状態を確保。②インキ・水の量とバランス制御により、今までオペレータの勘と経験に依存していた色合せ作業や印刷品質管理を数値化。
- (3) 自動化：①洗浄のシステム化により準備時間の短縮・汚れ作業の自動化を実施。②種々の周辺機器の操作・管理オペレータの負担なしに行えるコントロール環境の統合化を実施。

上記のアイテムは互いに連携しており、高速化の要素が高品質化と関係していたりする。なお、本機DAIYA 3HはGシリーズの後継機として国内市場に投入済みで、引続き海外展開を行っていく。また、本開発に係わる特許出願案件は約20件に上る。

開発したオプション類は既存機でも取付け可能で、現在多数の受注・引合がある。