

最新高速新聞輪転機における印刷品質の安定化

Stabilization of Print Quality for High-Speed Newspaper Offset Press

青 木 将 一 江 田 昌 之
松 島 哲 西 山 浩 司



新聞オフセット輪転機用インキの粘度は7～10 Pa・sと通常の潤滑油の数十倍と粘度が高い。このような高粘度流体を印刷ローラ間で転移させると、速度増加に従い固体的挙動を示す。このため従来の粘性流体を対象とした潤滑理論では実際にローラ間でインキが転移する割合（インキ転移率）が予測できない。その結果、紙面濃度を予測することができず、印刷機の高速化の障害となっていた。本報では独自に開発したローラ隙間内の流動可視化法により、ローラ壁面に付着する固定層の存在を初めて確認した事例を紹介する。これによりインキのような高粘度流体の液膜分裂、転移挙動が解明され、高速時のインキ転移率の予測が可能となり、インキ供給の安定化につながった。

1. は じ め に

新聞用オフセット輪転機では生産性の向上のために高速化のニーズが強い。当社ではこれに対応すべく最高印刷速度が毎時18万部の高速機（DIAMONDSTAR）を開発した。従来機の印刷速度が毎時14万部であり、本機はその1.3倍の生産性を誇る。開発のコンセプトとしては①高生産性、②高品質、③高信頼性、④快適なオペレーション環境であり、これに対して種々の最新技術を盛り込んでいる。本報ではこれらの開発内容を紹介するとともに、特に印刷品質の要となり重要なパートであるインキ供給部の安定化について、当社独自の可視化法によりインキの挙動を観察した事例を述べる。新聞輪転機のインキ供給部では2つのローラ（受渡しローラとインキ元ローラ）に速度差をつけて数ミクロンのインキ膜を安定に供給させる必要がある。新聞輪転機では最高速に上げる前に、毎時6万部付近で紙面濃度、見当等の調整を行い、その後昇速する。加減速時の濃度調整は上述の2ローラ間の速度比でコントロールしている。ここで昇速、減速時においても紙面濃度が変化せず、安定した印刷品質を供給することが必要である。特に毎時18万部の高速機では所定の紙面濃度を得るため、ローラ間の速度比とインキ転移率の関係が明確でないと、濃度不良の印刷物の量が増加する。

2. 高速新聞輪転機の開発コンセプト

2.1 高生産性

図1に新聞オフセット輪転機の構成を示す。安定した高速印刷を可能とするために、給紙では①ローラペースタの採用、②インフィードローラのシャフトレスモータ駆動によるテンション安定化及び③停止時のブレーキ力の強化を行い、安定した紙送りを図っている。また印刷ユニットでは、

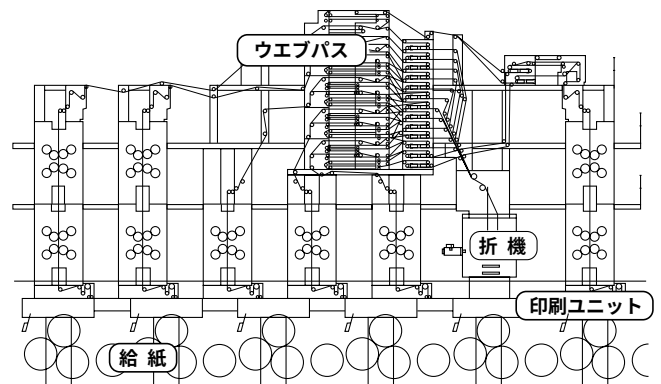


図1 新聞用オフセット輪転機の構成 新聞輪転機の印刷ユニット、給紙部、折機、ウェブパス部の構成を示す。

① フレーム剛性アップ、② ナロウギャップシリンダによるショック低減、③ 低摩擦型シリンダベアリングによる低動力化を採用し、高速時の振動の抑制による印刷品質の確保及び機械の消費電力の削減を狙っている。ウェブパスでは、①ガイドローラ、ドラグローラ剛性アップとウェブテンション安定化対策として②ドラグローラ群のシャフトレスモータ駆動による周速調整を可能としている。また機械駆動は従来のラインシャフトによる機械駆動に替わり、シャフトレスモータ駆動を採用することで高速化を図り、従来機より30%の動力低減が可能となった。

2.2 高品質生産

高速になるとインキは固体状になるためインキが安定してローラに乗り移らない。そこで、①従来の2本から3本にローラ本数を増加させた、3本インキ着けローラインキング採用（図2）により高速時の版面へのインキ転移不良による濃度低下防止を実施した。これにより印刷速度が毎時14か

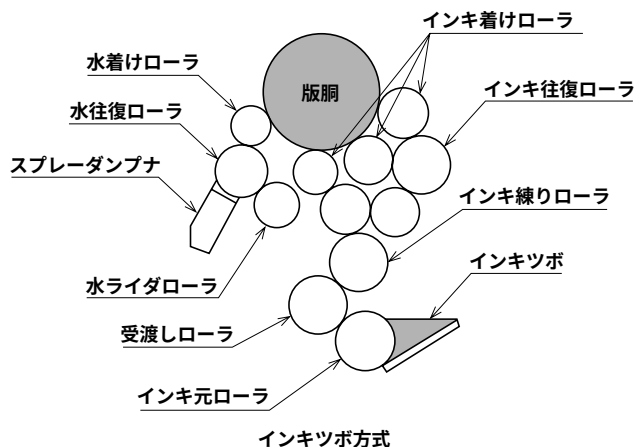


図2 新聞用オフセット輪転機のインキ供給方法 新聞輪転機のインキ供給法であるインキツボ方式のローラ配列を示す。

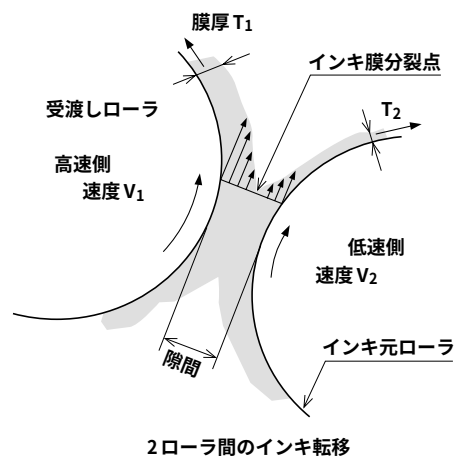


図3 新聞用オフセット輪転機のインキ供給部 新聞輪転機のインキツボ方式の受渡しローラとインキ元ローラ間のインキ転移状況を示す。

ら18万部での印刷物の濃度低下量は2本インキ着け方式が0.3Dであるのに対し、3本インキ着けでは0.05D以下に改善した。またインキ供給方式は受渡しローラとインキ元ローラの間で速度差をつけてインキを引き出すインキツボ方式と、ポンプでインキレールからインキを吐出させるデジタルインキポンプ方式が選択できる。また湿し装置では水往復ローラ上に均一に水膜を形成させるためにライダーローラを追加した3本湿しローラ配列を採用した、これにより従来の2本湿し方式と比べて、スプレーダンプナ特有の水マークの低減が可能となった。以上のほかに、快適なオペレーション環境を実現するために、版縮め機構の工具レス化による版替え作業性・安全性の向上及び大型カラーモニタの採用やガイドンス付き異常表示機能も搭載しており操作性の向上が図られている。以下では前述のインキ供給方式のうちのインキツボ方式において、ローラ間のインキ転移移動を明らかにして高速でのインキ供給の安定化を実現した事例を紹介する。

3. 印刷機のローラ間のインキ転移挙動

3. 1 インキ供給方法

新聞輪転機では紙面に数 μm 程度のインキ膜を供給するために、多数のローラでインキを転移させている。ここでインキ供給量は図 3 に示すように低速で回転するインキ元ローラと印刷紙と同じ速度で回転する受渡しローラとの速度比を変えて制御している。2 ローラ間は微小な隙間で近接しており、インキはこの間を通過して分裂する。紙面濃度は受渡しローラ上の膜厚 T_1 で決まるため、各印刷速度にわたって膜厚 T_1 を安定に供給することが必要である。そのためにはローラ間の速度比とインキ膜厚比（転移率）の関係を精度よく予測することが必要となる。

ここで“隙間内の流体は完全流動を行っている”と仮定する従来の潤滑理論では、実際の転移挙動とは逆の傾向となる。これはインキのような高粘度流体では速度比が大きくなるとインキは固体的挙動を示し、隙間内には転移に関与しない固定層が形成されていると考えた。そこで以下に示す可視化実験を行い、受渡しローラとインキ元ローラで形成される微小

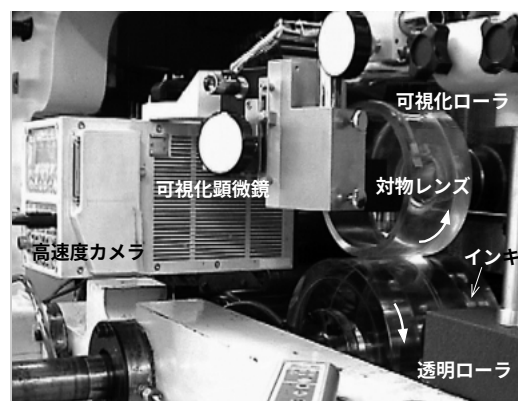


図4 2ローラ試験機によるインキ固定層の可視化 インキ固定層の可視化実験装置を示す。

隙間内の流動を観察した。

3. 2 インキ流動可視化法

当社では最高速度が毎時24万部で印刷可能なテスト用印刷機を所有しており、これに可視化用透明ローラ及び顕微鏡をセットして隙間内の流動を観察した(図4)。顕微鏡は焦点深度の範囲(ピントが合う範囲)が $\pm 10\text{ }\mu\text{m}$ と狭いものを試作して、隙間内の固定層の形成状況を流体に混ぜたトレーサの動きで観察した。図5に示すように顕微鏡で低速側のローラ壁面に付着するトレーサにまずピントを合わせ、徐々に隙間中央へ焦点を移動させていき、トレーサが動いて見え始めるところの顕微鏡の移動量からインキ固定層の厚さを求めた。供試流体は表1に示すように実用のインキと同じ粘度特性を有する透明インキ(アマニ油を加熱重合して粘度を増加させたもの)を作成して、可視化用のトレーサを添加して均一に混合した。

3.3 インキ流動可視化による転移挙動解明

従来の印刷機（毎時14万部）では受渡しローラとインキ元ローラの間大きな速度比をつけて数ミクロンのインキ薄膜を引き出している。ここでDIAMONDSTARでは更に速度比が大きくなるが、そのような高速度比でのインキ転移挙動

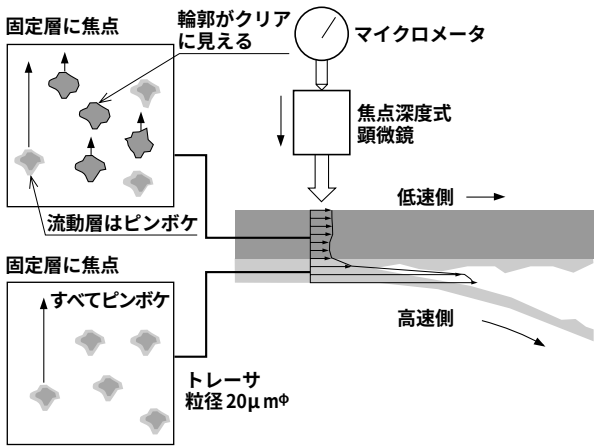


図5 トレーサによる固定層の観察方法 インキ固定層厚さの計測方法のモデル図を示す。

表1 インキ流動可視化方法

供試液 トレーサ	透明インキ（粘度7，14Pa・s） アルミナ粉末（粘径φ20μm）
可視化装置	高速度カメラ 焦点深度式顕微鏡（倍率×100）
ローラ試験機	2ローラ，平板／ローラ （透明アクリル樹脂）

は不明である．そこで前述で作成した透明インキ（粘度7 Pa・s）を用いて固定層発生状況及び膜厚比を調べた．また従来理論⁽¹⁾との比較のため，レイノルズ潤滑方程式を解いた膜厚比との相違を検討した．図6に高速ローラの速度が毎時24万部（受渡しローラ速度18m/s）の時のトレーサ流動状況を隙間内の厚み方向で観察した結果を示す．

これより，低速側ローラ（インキ元ローラ）の表面近く及び隙間中央ではトレーサは低速側ローラと同じ速度で流れており，流動していない．次に顕微鏡の観察ポイントを高速側ローラに近づけると，インキが流れている流動層に到達する．この時のトレーサは高速側ローラに近い速度で流れているので，トレーサは流れて見える．このトレーサがクリアに見える位置をマイクロメータで計測すると約290 μmであり，これが隙間内の固定層厚みと考えられる．

次に図7にローラの速度比を変えたときのトレーサの流動状況及びその時の速度比と膜厚比の関係を図8に示す．これより，

- ① 速度比が1では膜厚比は1であり，インキは等しい割合で分裂する．
- ② 速度比が5付近から膜厚比は従来理論の予測値からはずれ，さらに速度比が増加するにしたがい膜厚比が低下した．この時の隙間内には固定層が約60 μm発生しており，これにより膜厚比が低下を開始するものと考えられる．
- ③ 速度比を更に上げると，徐々に固定層が厚くなり，速度比が10では固定層が260 μm，また速度比1800付近では290 μmと，隙間内のインキはほとんど流れていないことが分かった．また流体の粘弾性と固定層形成の相関を検討するため，粘度が異なるインキ（新聞用，商業用オフ

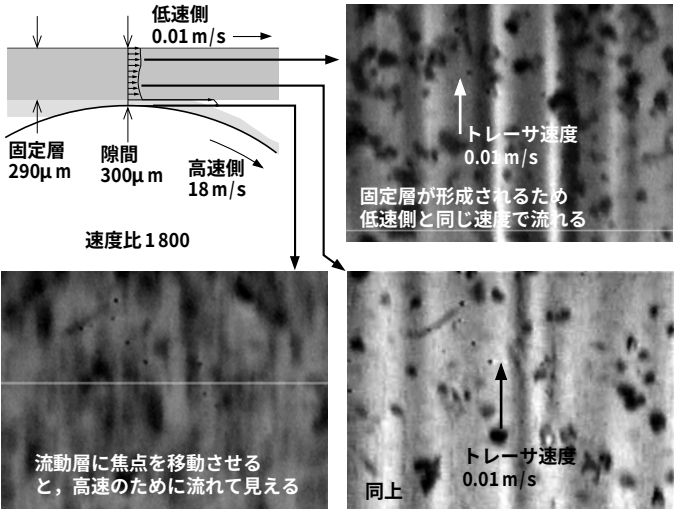


図6 ローラ隙間内のインキ流動状況 隙間の観察位置とトレーサの流動状況の関係を示す。

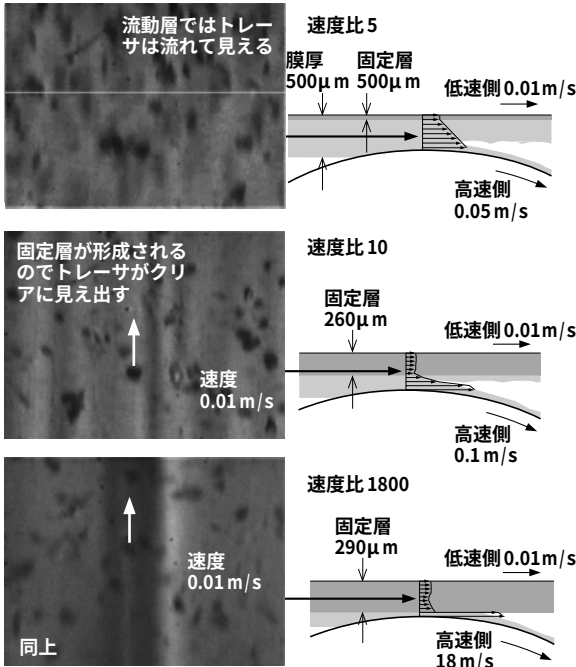


図7 ローラ間の速度比と隙間内のインキ流動状況 速度比の増加により隙間内のインキ固定層厚さが増加する様子を示す。

セットインキ相当粘度）及びシリコン等で転移特性を調べた．その結果，同じ速度比でも粘度が高い流体の方が固定層の厚みが厚く膜厚比が低下することが分かった．

3.4 インキの固体的挙動

一般に粘度の高い流体に作用する外部刺激（引き伸ばし，押し潰し）が速いと，流動しにくくなり，固体的に挙動する傾向がある⁽²⁾．図9に示すようにインキは速い速度で引き上げると固体的挙動を示すため，糸曳き性が低下する．反対に遅い速度で引き上げると糸をよく曳く．このようなレオロジー特性はインキのみならず，マーガリン，ジャム，餅等の日常食品の中でも見られ，これを流体の粘弾性特性⁽³⁾という．この粘弾性特性は高分子の網目構造の強さを表す“手相”の

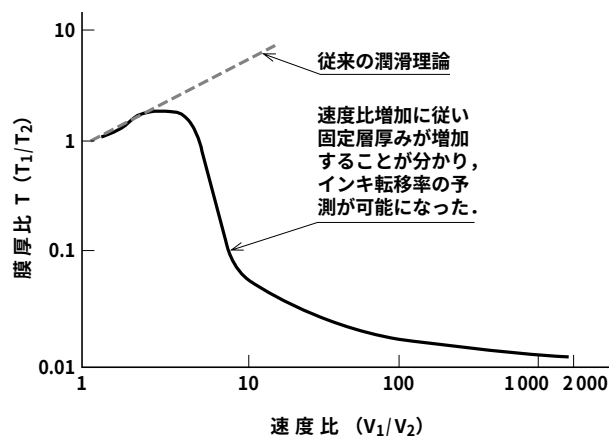


図8 速度比とインキ膜厚比の関係 速度比の増加により固定層が厚くなることが分り、インキ膜厚比が予測可能となった。

ようなものであり⁽⁴⁾、例えば食品メーカーではナチュラルチーズの熟成具合を評価するのに利用している。ここで前述3.3節のように速度比が大きくなると隙間内のインキ固定層厚みが増加し、膜厚比が低下する現象は、まさに図9のように隙間内のインキが固体的な挙動を示すためである。

3.5 膜厚比の予測シミュレーション

以上の転移特性を実機の膜厚制御に適用するには、膜厚比を定量的に予測できるシミュレータを開発する必要がある。そこで固定層厚みを運転速度、インキ物性の関数として整理した後、従来の潤滑理論に固定層の概念を導入してインキ転移率予測ツールを作成した。手順としては運転条件（速度比、インキ粘度）を前述の関数に入力して固定層厚さを予測し、隙間と固定層の差が流動層と考え、従来の潤滑理論により、速度比と高速ローラの膜厚の関係が求められる。この関係を印刷機の受渡しローラとインキ元ローラの周速比設定（インキ関数）に組み込むことで高速時、または加減速時において所定の紙面濃度が安定して得られた。

3.6 新聞輪転機の紙面濃度の安定化

従来の潤滑理論では説明できなかったインキ転移挙動が明確化され、インキ転移率シミュレーションによりローラ上膜厚、すなわち紙面濃度の予測が可能となった。これを輪転機の受渡しローラとインキ元ローラとの速度比設定（インキ関数）に組み込むことで、高速時または加減速時においても所定のインキ膜厚が供給可能となる。これは新聞社での色合わせを迅速に行い、また加速、減速中の印刷物の濃度変化も最小限に抑えたいとの要求に応じるものである。特にDIAMOND-STARのような高速機では時間当たりの生産量が多いためその効果が大きくなる。

なお、新聞用インキのみならず、商業用オフセットインキに対しても固定層厚さの予測は可能であるため、広く適用が可能である。

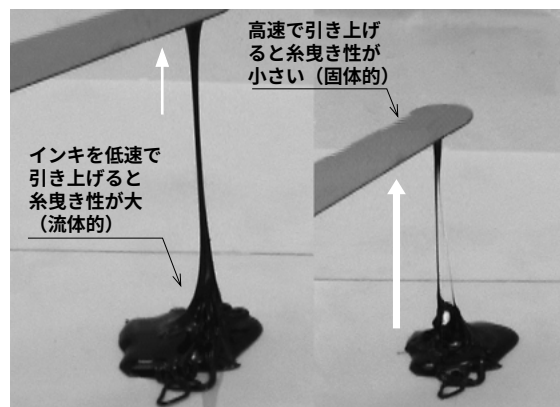


図9 インキの糸曳き性 引上げ速度とインキの糸曳き長さの関係を示す。

4. ま と め

- (1) 従来の潤滑理論では予測が困難であったインキの転移挙動を独自に考案した流動可視化法により明らかにした。これにより高速度比では隙間内に転移に関与しない固定層が形成されることが分かった。
- (2) この転移率予測シミュレーション技術により新聞用オフセット輪転機の加減速時及び色合わせ時の紙面濃度調整が容易になり、新聞社の生産性向上につながる。特に今後、輪転機は高速化の方向にあり、本技術により高速運転時の印刷品質の向上が期待できる。

参 考 文 献

- (1) 日本潤滑学会編、潤滑ハンドブック、養賢堂、改訂版、(1987) p.132～134
- (2) 岡小天、レオロジー入門、工業調査会、第7版(1977) p.208～211
- (3) 中川鶴太郎、レオロジー、岩波全書、第二版(1978) p.171～175
- (4) 村上謙吉、やさしいレオロジー、産業図書、第2版(1989) p.105



青木将一
技術本部
広島研究所
印刷機械研究室



江田昌之
技術本部
広島研究所
印刷機械研究室



松島哲
紙・印刷機械事業部
印刷機械技術部
新聞輪転機設計課
主席



西山浩司
紙・印刷機械事業部
印刷機械技術部
新聞輪転機設計課