

誘導加熱定着器の開発

国内機の定着器開発

Development an IH Fixing Unit for the bizhub 750/600 Domestic Model

松本 浩* 河本 清明* 後地 孝彦** 笹本 能史*** 吉野 邦久*
Matsumoto, Hiroshi Kawamoto, Kiyooki Ushiroji, Takahiko Sasamoto, Yoshihito Yoshino, Kunihisa

要旨

75ppm/60ppmの複合機で、国内省エネルギーの業界トップランナーを達成する為に、スタンバイモードを短く設定することが可能な、30秒以下でウォームアップする定着システムの開発を行った。

その手段として、定着ローラの温度上昇を速くするために、熱源に供給電力に対する温度上昇速度がハロゲンより速い、2回路誘導加熱方式を採用し、ローラ・筐体の低熱容量化、低放熱化を行った。また、温度上昇が速い系に対応するために、新規温度制御、新規安全対策などの技術を採用した。

Abstract

With the MFP of 75 ppm/60 ppm, in order to realize the domestic industry's state of the art of energy reduction, we have developed a fixing system which can be set-up in a short time stand-by mode due to its warm-up time of less than 30 seconds.

As an expedient, in order to more quickly raise the temperature of the fixing roller, we applied dual circuit induction heating system, whereby temperature raising rate at a given supplied electric power is faster than a halogen heat source. We also made the roller & frame of a low thermal capacity for lower heat dissipation. Further, we adopted technologies such as a novel temperature control means and new safety measured, to correspond to a system where temperature rise is fast.

1 はじめに

当社では、地球温暖化防止国際会議COP3の京都議定書でのCO₂削減目標を踏まえ、新商品に環境適合性技術を折り込み、環境負荷低減を推進してきている。その中で、筆者らは機械自体の稼働時のエネルギー削減に着目し定着技術の開発を行っている。

本報告では、75ppm/60ppmの複合機に、加熱源として効率の良い誘導加熱を採用する事で、国内省エネルギーの業界トップランナーを達成した、bizhub750/600についてその定着器の採用技術について紹介を行う。

2 省エネルギーの考え方

エネルギー消費効率は、エネルギーの使用の合理化に関する法律（以下、国内省エネ法）で定められた消費電力の指標であり、具体的には、ウォームアップモード+コピーモード+スタンバイモード（15分）+ローパワーモード（またはオフモード）からなる一連のコピー動作（消費電力=watt*hour/hour）を、繰り返し8回（1日としての換算）行ったと仮定した場合に1時間あたりに消費する電力の平均値である。

国内省エネ法では、ウォームアップタイム（以降WUT）が30秒以下の場合、スタンバイモードの時間を15分以下に設定してもよいことになっており、エネルギー消費効率低減に極めて有効である。bizhub750/600は高速機でありながら、WUTを30秒以下に抑える事で、スタンバイモードを短く設定し、消費電力を抑える事を方針とした（Fig.1）。

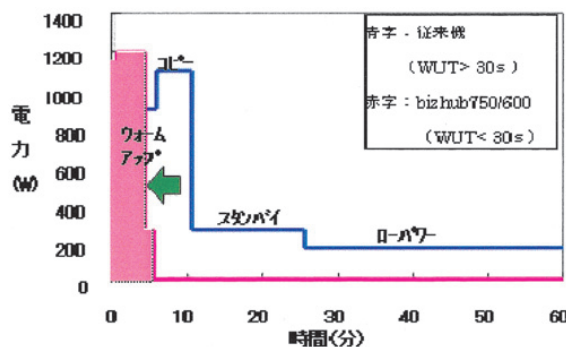


Fig.1 A diagram of energy consumption mode

* コニカミノルタビジネステクノロジーズ(株) 機器開発本部 機器第1開発センター 第12開発部
** コニカミノルタビジネステクノロジーズ(株) 機器開発本部 機器第1開発センター 第11開発部
*** コニカミノルタビジネステクノロジーズ(株) 機器開発本部 機器第1開発センター 第13開発部

3 開発の課題

WUTを30秒以下に抑える為には、定着への供給電力を多くするか、定着器（主に定着ローラ）の熱容量を小さくするか、の2通りの手段が考えられる。

供給電力については、機械全体（基板、駆動、高圧系負荷など機械動作に要する全ての負荷）で使用可能な電力の上限を、bizhub750/600では国内の電源事情（1ヶ所のコンセントから取れる最大電力）から1500Wと決められており、定着に供給可能な電力には上限がある。

定着ローラの低熱容量化については、ローラ径を小さくし、芯金肉厚を薄くする方法がある。ローラ径については、トナーの定着性を確保する為に必要なニップ通過時間の確保から極端な小径化はできない。芯金の薄肉化については、機械強度の確保から限界がある。

また、薄肉定着ローラでは、定着器全体の蓄熱量が少ない時に、定着ローラの熱が加圧ローラ等に奪われ、定着ローラ温度が低下する。この温度低下を定着性が確保できる範囲内に抑える必要があり、そのためには高い電力供給が必要になってくる。

さらに、WUTを30秒以下を狙う為、定着ローラの温度変化が非常に速いものとなる。その為、温度検知のシステム、温度制御の手段においても、従来機と異なった設計が必要になってくる。

以上のように、供給電力とローラの低熱容量化には大きな制約が、また、温度制御全般に渡っても新たな課題があり、多種の技術の中から最良の技術を見極める事が必要である。

4 定着器の設計

4.1 熱源の選択

定着ローラ加熱の熱源として広く利用されている技術にハロゲンランプに代表される、間接的（空気層を介して）に被加熱物を加熱する技術と直接的に被加熱物自体を発熱させる技術がある。

WUT30秒以下を達成するには、被加熱物を直接加熱す

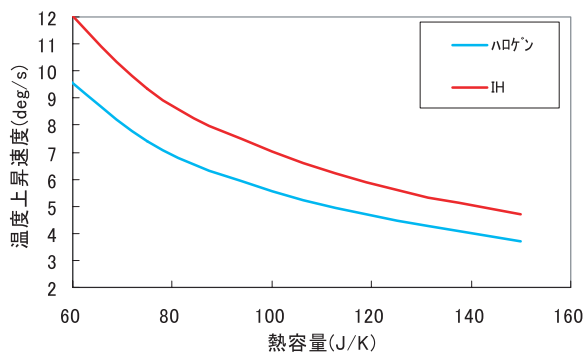


Fig.2 Comparison of the temperature rise of different heat sources

る方が、供給電力に対する温度上昇速度が速い為、直接加熱方式の一つである誘導加熱方式（以後IHとする）を採用した。Fig.2に、同一電力で熱源だけを変えて加熱した場合の温度上昇速度を、定着ローラの熱容量をふって測定した結果を示す。

4.2 ユニットの設計

4.2.1 IHコイル

ローラを加熱する際、内部加熱/外部加熱の方式があり、それぞれの方式には以下の様なメリット・デメリットがある。

①内部加熱

メリット：ニップ部を直接加熱する事が可能。

ローラ周方向全体を均一に加熱可能。

デメリット：コイル冷却が困難。

②外部加熱

メリット：コイル冷却が容易。

デメリット：加熱部材の対向面しか加熱できない。

bizhub750/600では、ローラ周方向の温度分布を均一にする狙いで、内部加熱方式を採用した。

また、IHコイルはハロゲンヒータの様に1本のヒータの中で極端な配熱分布を持たせる事が出来ない。そのため、幅の狭い転写紙を大量に連続で通紙を行うと、通紙幅の外側のローラ温度が異常に上昇し、ローラ破損・コイル破損が発生する。そこで、中央部と端部の2回路のIHコイルを同軸線上に配置する事で、この問題に対応した (Fig.3)。

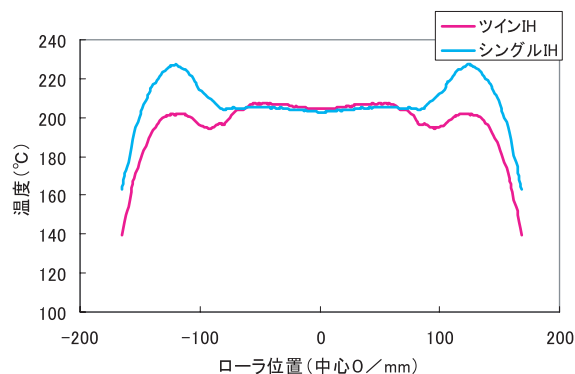


Fig.3 Comparison of temperature distribution on the roller axis of a twin-IH and a single-IH

Fig.4にツインIHの構成図を示す。

IHコイルの代表的な電気的特性として、等価直列インダクタンス L_s と等価直列抵抗 R_s がある（以下、静特性）。

これらの値は、コア（コイルの中心にあり、磁路を形成する物：磁性体）の形状、コアの材質・密度、被加熱物の材質、細かくは、コイルの巻き方（テンション）、コイルと被加熱物の距離などにより値が変化する。一方、これらの値がある範囲を越えてしまうと、IH駆動電源が

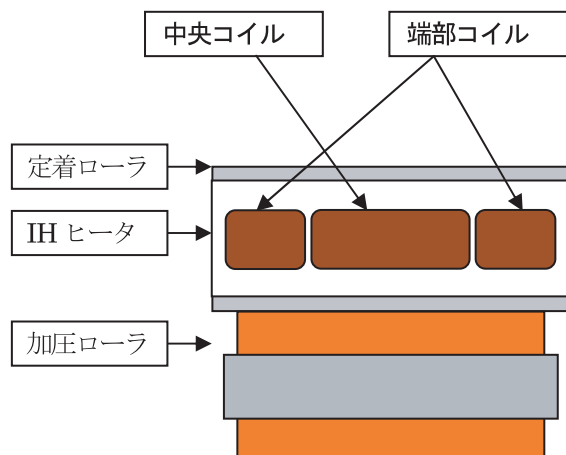


Fig.4 Structure of a twin-IH

追従できなくなり、最悪の場合電源破損につながる。

そのため、コアや定着ローラについて、細かな条件設定をする事で、IHコイルの静特性を適正な範囲内に納めた。

4. 2. 2 定着ローラ

熱源にIHを採用した場合、定着ローラの素管材質に制限が出来る。その中より、最も入手しやすく、安価で、発熱効率のよい鉄 (STKM) を材質として選択した。ローラ径は小さい方が昇温速度が速く、WUTは短縮可能

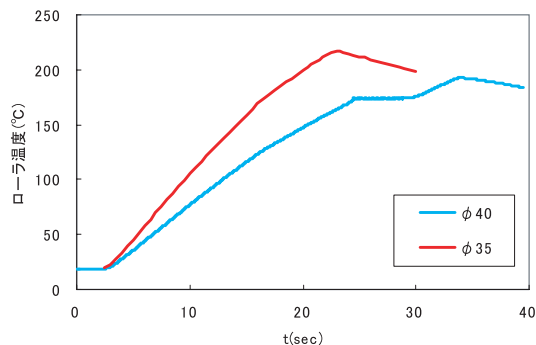


Fig.5 Comparison of temperature rise of differing diameters fixing rollers

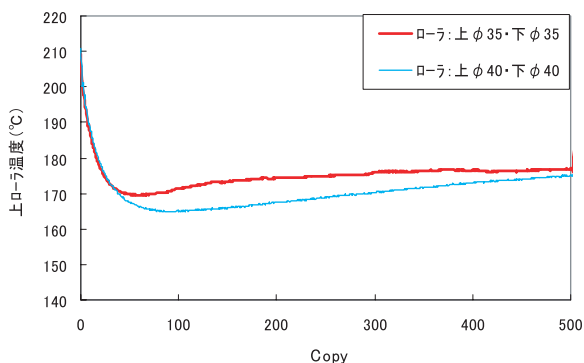


Fig.6 Comparison of temperature recovery of differing diameter fixing rollers

(Fig. 5) である。一方ニップ通過時間 (ニップ幅) が確保できないというデメリットがあり温度低下に対して、定着性能のマージンが少ない。ただし、ローラ温度が一旦低下した後の回復速度は小径ローラの方が速い (Fig. 6)。

そこで、これらの特性を勘案し、ローラ径を選定した。

また、機械強度を考慮し、素管の肉厚を決定した。

さらに、熱保持能力向上の手段として、ローラ内面にニッケルメッキを施す事で、ローラからの輻射を低減させ、「ローラ温度低下の低減」と「コイル温度上昇の低減」を行った。Fig. 7にメッキ有無による定着ローラ温度の推移を示す。メッキをすることで、5℃程度高い温度推移を作ることができる。

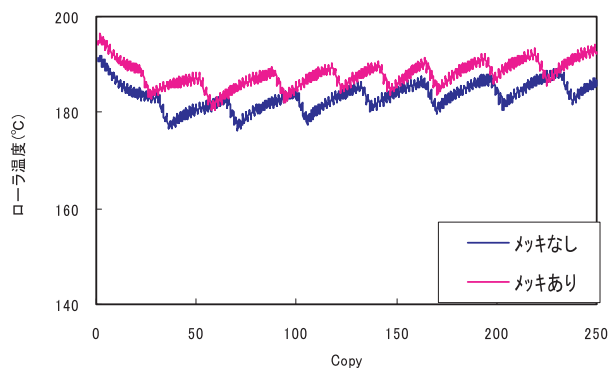


Fig.7 Comparison of fixing roller temperatures during an operation (with plating/without plating)

4. 2. 3 加圧ローラ

加圧ローラの径と硬度は、75ppmのプリントスピードで定着性が確保できる事という条件において選定した。

また、定着ローラの熱が加圧ローラに奪われる量を減らす為、加圧ローラの熱容量を減らす対応を行った。

そのため、従来より低硬度かつ低熱容量のゴムを採用した。

4. 2. 4 筐体 (ユニット全体)

加圧ローラ同様に、定着ローラの熱が筐体に奪われる量を減らす為、ローラを保持するユニットの筐体自体も、低熱容量化が必要である。

従来の定着器では強度を優先し、筐体板金に肉厚の厚い物を使用していたが、応力が集中する部分に補強を入れることで、十分な筐体強度を確保し、従来より薄い板金を採用した。

4. 3 制御の設計

4. 3. 1 温度検知

定着ローラの温度変化が非常に速い系であるため、温度応答性の早さに着目し、従来のサーミスタ式温度センサから、非接触の赤外温度計に変更した。採用に当たっ

て、定着器内の対流の影響を受けにくい位置に設置し、温度測定用変換テーブルを見直す事で、精度良く温度を検知する事が可能になった。

4. 3. 2 温度制御

IHコイルを2回路持つ事で、多種の紙サイズ・多様な通紙状況に対応する手段が得られた。ツインIH化に伴い、中央コイル・端部コイルそれぞれ独立して制御温度の設定を可能にし、また、加圧ローラの温度情報を使い、それぞれのコイルへの通電時間の制御・制御温度設定を行った。

以下に、代表的な項目について制御内容を説明する。

1) 中央/端部の通電比制御

中央と端部の2回路のコイルに同時に通電する事は電力制限から不可能なため、中央コイルと端部コイルに交互に通電を行った。中央コイルに通電する時間と端部コイルに通電する時間の比率を通電比という。

(およそ1秒前後を1周期として、その中で中央と端部の出力を行っている。)

①紙サイズ毎に通電比を変える。

ツインIHの中央コイルの幅を基準にそれよりも広い幅の転写材・ほぼ中央コイルの幅と同じ幅の転写材・中央コイルの幅よりも狭い幅の転写材で、通電比率と温度制御を変える。

②同じ紙サイズでも機械状態により通電比を変える。

同じ紙サイズでも、印字スタート直後とある程度連続で印字が行われた状態では、通電比率と温度制御を変える。

2) 制御温度UP/DOWNの段階制御

ツインIHシステムは、制御温度の変更幅に対して、実温度のオーバーシュート・アンダーシュートが発生しやすい。これに対して、目標温度まで変更する過程に時間をかけて段階的に変更していくことで対応した。

3) メイン温度制御

加圧ローラに、低熱容量のゴムを採用している為、加圧ローラ表面温度の変化が大きく、オンタイムの温度情報を使用してメインの制御温度へフィードバックした場合、定着過剰な場合や定着不足の場合が発生する。

その為、過去のある一定時間内の加圧ローラの温度情報を使い、制御温度へフィードバックする事で、安定した定着性を得られた。

5 安全性

温度上昇が速い系であるため、特に発煙・発火といったことに対する安全策として、従来のハード（安全回路）・ソフト・物理遮断（サーモスタット）のプロテクト

に加えて、中央/端部通電比率検出、半導体素子温度検出、入力AC電圧・電流検出、入力サージ検出などを備えることにより、より安全性の高い物とした。

また、IHの特性から、コイルの温度上昇と共に発熱効率の低下が生じるため、異常昇温時にはローラ表面の温度上昇率が大きく低下する。このため、通常のハロゲンランプを用いた定着装置の暴走時の異常温度よりも低い温度で安全装置が働くため、安全である事を確認した。

6 到達性能

以上述べたような技術を採用する事で、75ppm/60ppm機でbizhub750では従来比62%、bizhub600では従来比73%のエネルギー消費効率を削減する事が出来た。

消費電力はbizhub750が106Wh/h、bizhub600が55Wh/hで、発売時点で両機種共にトップランナーを達成した。

7 まとめ

今回、「30秒でウォームアップし、75ppmのプリントスピードを確保する」定着ユニットを、IHを採用する事で具現化する事が出来た。IHは限られた電力を効率良く使用することができるため、省エネルギーに対して効果的な方法である。