

## (5) カラーIH 定着器の加熱幅制御技術

(採用機種：Panasonic WORKiO DP-C322/C262 シリーズ)

安田 昭博

パナソニックコミュニケーションズ(株)・開発研究所・主任技師

### 1. はじめに

近年、オフィス文書のカラー化やネットワーク化が進み、加えて環境問題に対する関心も高まってきている。電子写真方式の複合機やプリンタは、トナーを熱で溶融して紙に定着させるために大きな電力を必要としている。また、印刷をしない待機時においても予熱を必要とするので多大な電力を消費している。そのため、省エネ効果に優れた事務機器が要望されている。

当社では省エネルギー化を目的として、熱効率の高い IH (誘導加熱) 定着技術の開発に取り組んでおり、2002 年に IH 定着器を搭載した A4 カラーレーザープリンタ WORKiO KX-CL500 を製品化した。この IH 定着器をさらに応用、進化させて、ひとつの IH コイルで複数の加熱幅を得る IH 定着技術を開発し、2005 年 6 月に発売したカラー複合機 WORKiO DP-C322/C262(図 1、表 1) に搭載した。これは、同クラスでは業界最速となるウォームアップ時間 15 秒を達成している。この高速立ち上げにより、待機時の予熱時間を大幅に削減すること

が可能となり、環境にやさしい省電力を実現した。また、加熱する幅を使用頻度の高い A3・A4・B4 の用紙サイズに対応させることで、さらなる省エネ化を図ると同時に、従来の課題であったローラ端部の過昇温を解消した。本稿では、この複合機に搭載したカラー IH 定着器の加熱幅制御技術を中心に解説する。

### 2. カラー IH 定着器

従来の熱ローラ方式の定着器では、幅の狭い用紙を連続的に通紙したとき、加熱が不要な非通紙域も同時に加熱してしまうので、ローラ端部の温度が過度に上昇する課題がある。高速立ち上げを目的としてローラを薄肉化する場合は、軸方向の熱移動が妨げられて非通紙域の過昇温はより顕著になる。そこで当社は、IH 定着器に磁束制御手段を付加することで、様々な用紙サイズに応じて加熱幅を変更できる技術を開発した。次に、その構成と主要部品について説明する。

#### 2.1 構成

図 2 に加熱幅制御機能を備えたカラー IH 定着器の外観、図 3 にその断面の概略図を示す。主に 3 つのローラと定着ベルトおよび IH コイルから構成され、当社従来機 (KX-CL500) の外部加熱型 BELT-IH 定着器の構成を踏襲している。本定着器の特徴は、磁束制御コアを



図 1 Panasonic WORKiO DP-C322

表 1 DP-C322 の仕様

	モノクロ	カラー
コピー速度	32 ppm	21 ppm
ファーストコピータイム	6.2 秒	12 秒
ウォームアップタイム	15 秒	
解像度	600×600 dpi	



図 2 カラー IH 定着器の外観

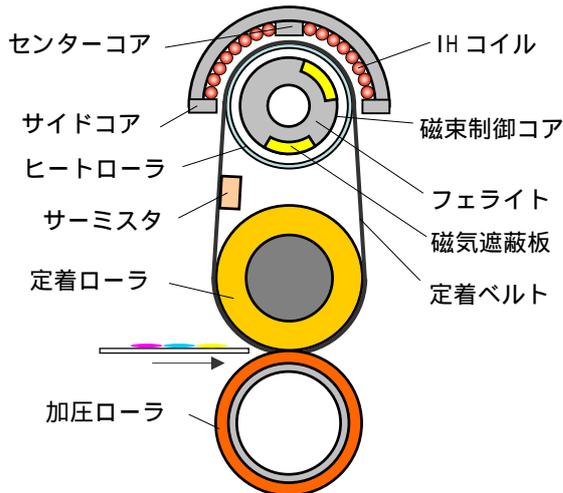


図3 磁束制御コアを備えるカラーIH定着器

ヒートローラの内部に備えていることである。磁束制御コアはフェライトと磁気遮蔽板を組み合わせで構成される。

IH コイルに高周波電流を流すと交番磁界が誘起され、その磁場により定着ベルトの発熱層（後述）に渦電流が生じて発熱する。発生した熱はベルト回転に伴って定着ローラと加圧ローラで形成されるニップ部に搬送され、熱と圧力の作用でトナーが紙に定着する。定着ベルト内面の通紙域中央とA4・B4用紙の非通紙域に配置されるサーミスタで温度を検知して、温度制御や加熱幅の切り替え制御を行う。

## 2.2 主要部品

IH コイル仕様を表2に示す。IH コイルはヒートローラの周面に沿わせて定着ベルトの外側に配置している。IH コイルの背面側にはフェライトコアを配置し、さらに、IH コイルの巻き中心にセンターコア、側面にサイドコアを配置することで、磁気的な結合を強めている。

定着ベルトの発熱層はポリイミドに非磁性の金属粒子を含有させて導電性とした構成である。IH コイルで発生した磁束はこの非磁性の薄い発熱層を貫通するが、

表2 IH コイルの仕様

素線	耐熱グレード	H種 (180 )
	線径	0.1mm
	撚り数	190
	動作周波数	20 ~ 50kHz
	コイル電流	60A 以下
	投入電力	1200W 以下

固有抵抗が小さい材料にすることで、誘発される渦電流により十分な発熱が可能になる。

ヒートローラは厚さ0.1mmの非磁性ステンレスの薄いパイプで構成される。固有抵抗が高い材料を用いることで、ローラ厚さは表皮深さと比較して1/30程度になるので、IH コイルで発生した磁束は、ヒートローラを透過して磁束制御コアのフェライトに吸収される。

## 3 加熱幅制御技術

用紙サイズに対応して誘導加熱幅を切り替えるには、複数のIH コイルを用いる方法やIH コイルと発熱体の隙間（以下、磁気ギャップと呼ぶ）に磁気遮蔽手段を用いる方法などがある。前者には複数のIH 駆動電源が必要で、制御方法やコイル間の相互誘導による温度分布の不均一性などの課題があり、後者には磁気遮蔽手段を薄くすると発熱しやすく、厚くすると磁気ギャップが広くなり発熱効率が低下するなどの課題がある。

これに対して、磁気ギャップの外側に配置した磁気遮蔽板によって、発熱体を透過する磁束をシールドする構成では、磁気ギャップを広げることなく磁気遮蔽板を十分厚くできる利点がある。以下に、その構成、加熱幅制御の原理、実験結果について説明する。

### 3.1 磁束制御コアの構成

磁束制御コア（図3）には、円筒状のフェライトの両端部、A4とB4用紙の非通紙域に磁気遮蔽板が固定されている。磁束制御コアの仕様を表3に示す。磁気遮蔽板は厚さ0.8mmの銅材で構成される。磁束制御コアはローラ、ベルトの回転とは別駆動で回転可能であり、外部から所定の位置に固定される。定着ベルトとヒートローラを透過する非通紙域の不要な磁束は、磁気遮蔽板によってシールドされる。

表3 磁束制御コアの仕様

部品	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料
コア	φ12	2	フェライト
磁気遮蔽板	-	0.8	銅

### 3.2 加熱原理とシールド原理

誘導加熱の原理と磁気シールドの原理について、図4、図5を用いて説明する。図4のように、非磁性の導電材に磁束が貫くと渦電流が誘導される。非磁性導電材の厚さを表皮深さ以下にして、抵抗を最適に設定すると、渦電流によりジュール熱が発生する。一方、図5のように、非磁性導電材の厚さを表皮深さ以上にして、抵抗を十分小さくすると、誘導される渦電流は大きくなる。この渦電流は磁束を打ち消す方向に働くので、反発磁界が発生して磁束密度が低下する。

定着ベルトの発熱層および磁束制御コアの磁気遮蔽板はともに非磁性の導電材を用いているが、以上の原理に基づき、定着ベルトでは誘導加熱を起こして、磁気遮蔽板では磁気シールドを起こしている。

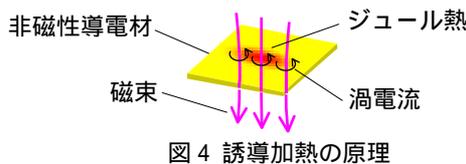


図4 誘導加熱の原理

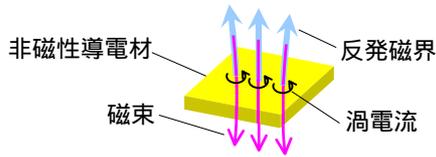


図5 磁気シールドの原理

### 3.3 加熱幅制御の動作原理

図6(a)のように磁気遮蔽板がIHコイルから離れているときは、磁束制御コアのフェライトを通る磁路が生成されるので、磁束が定着ベルトを貫き、加熱の状態になる。図6(b)のように磁束制御コアを180度回転させて磁気遮蔽板をセンターコアに対向させると、

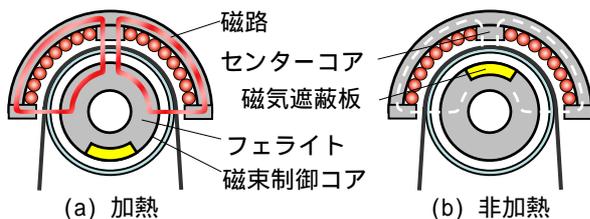


図6 磁束の制御

シールド効果により磁束密度が低下して、定着ベルトは非加熱の状態になる。このように、センターコアに対してフェライトと磁気遮蔽板を適宜、置き換えることで、定着ベルトの状態が加熱、非加熱と変化する。

この加熱幅制御の方法は、定着ベルトの発熱層を透過する磁束を磁気ギャップの外側でシールドする構成である。これにより、磁気遮蔽板の厚さを大きくしても磁気ギャップは広がらない。狭い磁気ギャップによる高い磁気結合と、磁気遮蔽板の十分な厚さによる大きなシールド効果を両立している。

### 3.4 磁束制御コアによる加熱幅制御

図7は各々の用紙サイズに応じた磁束の制御を模式的に表している。図7(a)に示す磁束制御コアの回転位置の場合、A4用磁気遮蔽板がセンターコアに対向することでA4用非通紙域の磁束密度が低下する。B4用磁気遮蔽板はIHコイルから離れているので磁路に影響を及ぼさない。よってA4用通紙域に磁路が生成される。図7(b)の場合も同様に、B4用磁気遮蔽板により非通紙域の磁束密度が低下してB4用通紙域に磁路が生成される。図7(c)の場合、A4用磁気遮蔽板はIHコイルに対向しているが、その裏側のフェライトで磁束の迂回路を確保している。これにより磁気遮蔽板の影響はないのでA3サイズ全域に磁路が生成される。以上のように、磁束制御コアの回転位置で各々のサイズに対応した磁路を生成することで加熱幅が変更される。

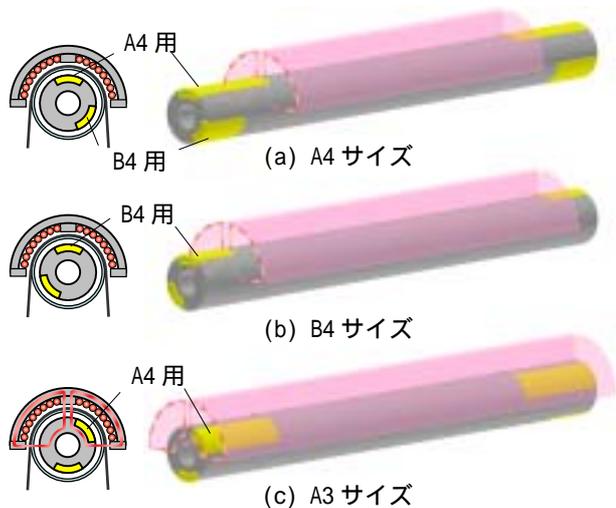


図7 各用紙サイズに対応した磁束制御

磁気遮蔽板の材料としては固有抵抗が小さい銅を採用した。アルミの場合と比較すると、銅の方が非通紙域の温度上昇を 10 度低く抑制できる結果が得られた。磁気遮蔽板の厚さが小さいと電磁誘導により自己発熱が大きくなるので、表皮深さ以上の十分な厚さが必要である。表皮深さの 2 倍と 3 倍の比較では磁気遮蔽板の温度上昇は同等の結果を得たので、2 倍の 0.8mm を採用した。センターコアの配設でコイルの巻き中心の磁束密度が高められているので、幅の狭い磁気遮蔽板でも磁束密度を効果的に下げている。磁気遮蔽板の幅は、非通紙域の温度上昇の抑制と、A3・B4 通紙域の温度均一性を考慮して決定した。

### 3.5 実験結果

図 8 に、A3・A4・B4 サイズ用の磁束制御コアの回転位置で加熱昇温したときの温度分布を示す。各用紙サイズに対応した加熱幅が得られており、通紙域と非通紙域の温度差は明瞭である。表 4 に IH 定着器の電気特性を示す。加熱幅を切り替えたとき、負荷抵抗は加熱幅に応じて変化している。インダクタンスは変化が小さいので、IH 駆動回路に特別な制御は必要なく、従来と同様、ひとつの汎用 IGBT を用いた駆動電源で加熱幅制御が可能である。

図 9 に A4 および B4 用紙を連続通紙したときの温度分布を示す。加熱幅制御をしない場合は非通紙域の温

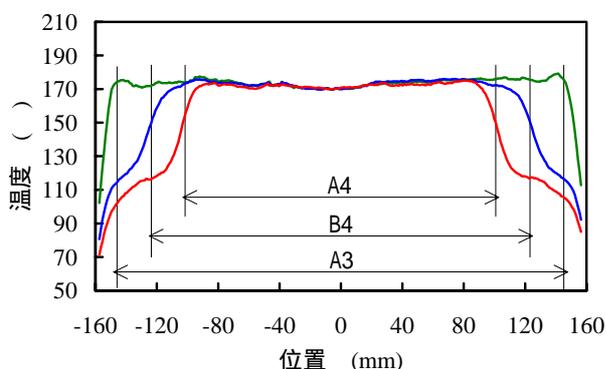


図 8 各用紙サイズに対応した温度分布

表 4 IH 定着器の電気特性 (at 30kHz)

	A3	B4	A4
負荷抵抗 (Ω)	2.1	2.0	1.8
インダクタンス (μH)	30.1	29.9	29.5

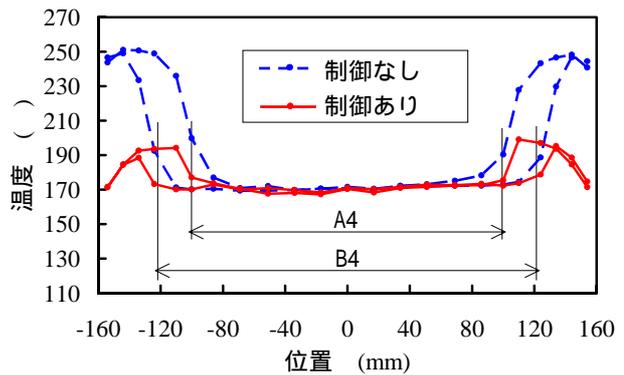


図 9 連続通紙時の温度分布

度上昇は著しく、定着ベルトのシリコンゴムの耐熱温度を越えてしまう。一方、加熱幅制御した場合は非通紙域の温度は 200 以下に抑制され、寿命を縮めることなく安定した定着が可能である。磁束制御コアの回転位置を変えるという簡単な操作により、小サイズ紙の連続通紙が可能となった。

磁気遮蔽板はフェライトに一体的に固定した構成である。これにより、電磁誘導で生じた磁気遮蔽板の熱はフェライトに伝導して拡散するので、磁気遮蔽板の温度上昇は抑制されている。

従来の定着器では、非通紙域の過昇温が弊害となって印刷速度を落とす必要があったが、本定着器は加熱幅制御により生産性を維持することができるので、ユーザー利便性が向上している。

## 4 加熱幅制御による性能の向上

加熱幅制御の実現により、定着器の低熱容量化、高断熱化、高熱効率化を強化することで、さらなる高速立ち上げが可能となる。あわせて省エネルギーの性能が向上される。次に、これらについて説明する。

### 4.1 高速立ち上げ

高速立ち上げの取り組みとして当社従来機からの改

表 5 高速立ち上げのための改良

	新開発 (DP-C322)	従来機 (KX-CL500)
ヒートローラの熱容量 (J/Kmm)	0.025	0.09
投入電力 (W/mm)	4.0 (A3 - 1200W)	4.3 (A4 - 900W)
ウォームアップタイム (秒)	15	20

良点を表5に示す。ヒートローラを薄肉化して熱容量を約1/3にした。加圧ローラに低熱伝導のシリコンゴムを採用して断熱性を向上させた。センターコアと磁束制御コアを配設して、IHコイルを強磁性体のフェライトで包囲した構成にすることで、磁気結合を向上させた。IHコイルの高周波電流は表皮効果によりコイル素線の表面を流れるので、素線径を0.1と細くして撚り数を増やすことで、表面積を大きくしてコイル抵抗を下げた。磁気結合の向上とコイル抵抗の低下によってIHコイルでの発熱ロスを低減した。単位長さ当たりの投入電力は従来に比べ6%減少しているが、上記の取り組みによって、A3カラー複合機で15秒の高速立ち上げを達成した。

#### 4.2 省エネルギー性

図10に高速立ち上げによる省エネ性について従来機種と比較して示す。従来機種では、ウォームアップ時とコピー終了後の待機時に多くの電力を消費している。一方、複合機C322のIH定着器は、高速立ち上げにより待機時の定着予熱を大幅に削減しているため、大きな省エネを達成している。

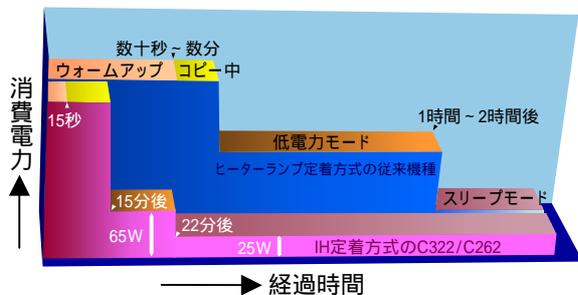


図10 高速立ち上げによる省エネ性

また、従来の加熱幅制御をしない構成では、通紙域

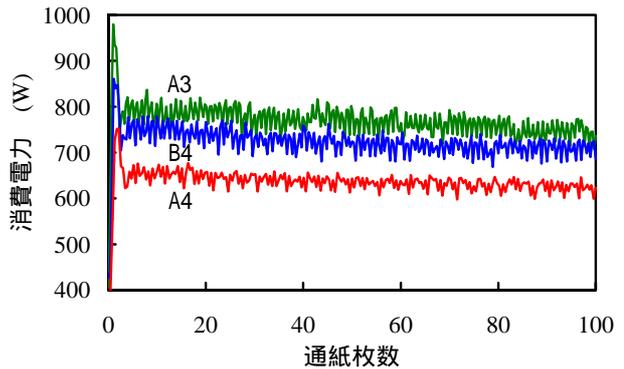


図11 加熱幅制御による省エネ性

と同様に非通紙域を無駄に加熱してしまうため、小サイズ紙を通紙した場合でも大サイズ紙の場合と同様な電力を消費していた。一方、加熱幅制御を行った場合には、図11の通紙時の消費電力推移に示すように、用紙サイズに応じた効率の良い電力供給が実現できた。

#### 5. まとめ

磁束制御コアの回転位置を変えることにより、ひとつのIHコイルで複数の加熱幅を得るIH定着技術を開発した。非磁性の発熱層を透過する磁束を磁気ギャップの外側でシールドする構成により、高い磁気結合と大きなシールド効果を両立した。このIH定着器を搭載したカラー複合機DP-C322は、小サイズ紙の連続通紙、高速立ち上げ、および省エネ化を達成している。

今後、複合機は印刷速度が速い高速機においても、省エネのためのウォームアップ時間の短縮が必要である。そのため、加熱幅制御技術はますます必要になると予想される。このIH定着技術を発展させて、さらに環境に優しく、ユーザーメリットの高いドキュメント機器を開発したいと考えている。

禁無断転載

2005 年度  
ビジネス機器関連技術調査報告書(“ -3”部)

発行 社団法人 ビジネス機械・情報システム産業協会  
技術委員会 技術調査小委員会

〒105-0003 東京都港区西新橋 3 丁目 25 番 33 号

N P 御成門ビル 4 階

電話 03-5472-1101

FAX 03-5472-2511