

長寿命化を達成するブラシクリーニング技術

Brush Cleaning Technology to Achieve Long Product Life

横山 知明*
Yokoyama, Tomoaki

中山 康範*
Nakayama, Yasunori

渋谷 暁*
Shibuya, Satoru

東村 英史*
Higashimura, Hideji

要旨

中間転写ベルトのクリーニング技術として、従来のブレードクリーニング技術に対して、より長寿命化を達成するブラシクリーニング技術を開発した。本技術は、プレ帯電ブラシ部で中間転写ベルト上のトナーの帯電極性をそろえ、回転駆動するクリーニングブラシの機械的な力とクリーニング電流による電気的な力により、中間転写ベルト上のトナーを除去すると共に、回収ローラによりクリーニングブラシ中のトナーを回収するものである。また、回収ローラ側からクリーニングブラシ、中間転写ベルトを介してプレ帯電ブラシに電流が流れるようにすることで一つの高圧電源でプレ帯電と電気的な除去を行っている。

本技術を採用したクリーニング装置において、従来のブレードクリーニング装置の2倍の寿命を達成した。

Abstract

This brush cleaning technology was developed for an intermediate transfer belt, to achieve a more extended life span compared to the prior blade cleaning technology.

In this brush cleaning technology, the residual toner on the intermediate transfer belt is evenly charged by a pre-charge brush, and thereafter cleaned from the intermediate transfer belt by a rotating cleaning brush using an electrical/mechanical method.

The toner taken up into the cleaning brush is removed by a collecting roller.

Pre-charging and electrical cleaning can be performed with a single high voltage supply, since the electric current flows from the side of the collecting roller through the cleaning brush, and from the intermediate transfer belt to the pre-charge brush.

Units based on this technology double their lifetime compared to the prior blade cleaning technology.

1 はじめに

タンデムカラー複合機の転写方式は、近年Fig. 1に示す半導電の中間転写ベルトを用いた中間転写方式が主流になってきている。中間転写方式は、感光体上に形成されたトナー像を一旦中間転写ベルト上へ転写し（1次転写）、中間転写ベルト上でY、M、C、Kの4色のトナー像を重ね合わせた後、用紙上へ転写する（2次転写）方式である。この方式は、中間転写ベルト上にトナーを全て保持するため、転写ベルト上に用紙を保持して感光体上のトナー像を直接転写する方式に比べて、印字後にベルト上に残留するトナーの量が多い。従って、中間転写ベルトのクリーニング技術は非常に重要な技術である。

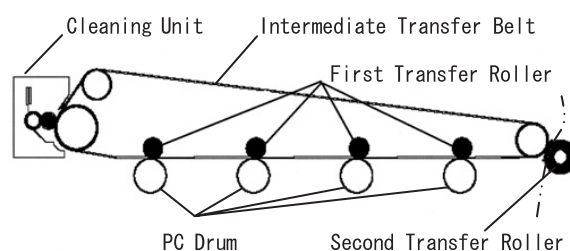


Fig.1 A schematic diagram of the intermediate transfer

従来、中間転写ベルトのクリーニング技術としては、ウレタンゴム等のゴムブレードを中間転写ベルトに圧接させ、中間転写ベルト上のトナーを掻き落とすブレードクリーニング技術が一般的に用いられてきた。ブレードクリーニングは比較的シンプルな構成で、部品点数も少なくできるため低コスト化の面では有利であった。

しかし、耐久に伴いブレード先端エッジが磨耗し、一定の磨耗幅を超えるとトナーを全て掻き落とすことができずにクリーニング不良が発生する。トナーの特性や使用条件、使用環境によりクリーニング不良の発生に至る枚数に差異はあるが、クリーニング部分を中間転写ユニットと一体で構成する場合、クリーニングの寿命が中間転写ユニット全体の寿命を決定する要因になっていた。

我々は、中間転写ベルトのクリーニングの長寿命化、ひいては中間転写ユニットの長寿命化を達成したブラシ

*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2開発センター 第22開発部

クリーニング技術を開発した。ブラシクリーニングは、ブレードクリーニング時のブレード先端エッジ磨耗のような現象はなく耐久性は有利であることは判っていた。しかし、ブレードクリーニングのようにトナーを完全にせき止める方法ではなく、微量ではあるがトナーがすり抜けやすく、このすり抜けは使用条件、使用環境により変化するトナーの帯電状態の影響も強く受けることを確認していた。従って、長期に亘り安定したクリーニング性能を確保するには、トナーの帯電状態の変化に対応すると共に中間転写ベルト上のトナーを除去する力を向上させることが重要であり、これらを実現する方策の開発に注力した。

2 全体構成

我々が開発した技術を採用したクリーニング装置の全体構成をFig. 2に示す。本装置では、2次転写後の中間転写ベルト上のトナーをプレ帯電ブラシを用いて片方の帯電極性にそろえ、帯電極性のそろったトナーを回転するファーブラシ（以下クリーニングブラシと称する）に印加した電圧による電気的な除去力と、クリーニングブラシの中間転写ベルトへの摺擦による機械的な除去力でクリーニングする。クリーニングしたトナーはクリーニングブラシに接触する回収ローラへ電気的に回収し、回収ローラに当接するスクレーパで掻き落とすものである。

以下、プレ帯電ブラシ部（Pre-Charge Brush）、クリーニングブラシ部（Cleaning Brush）、回収ローラ部（Collecting Roller）の詳細について順に報告する。

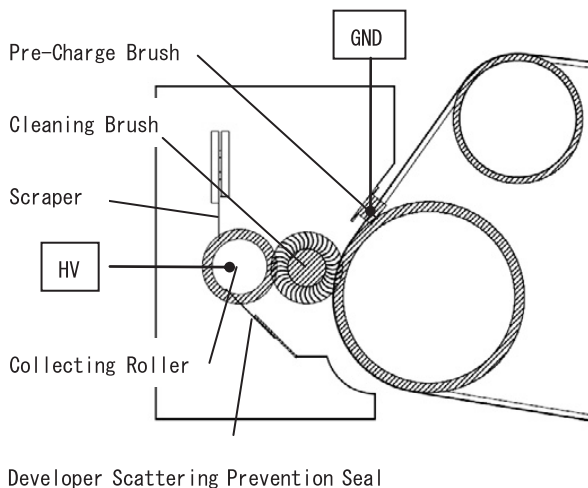


Fig.2 A schematic diagram of a brush cleaning system

3 プレ帯電ブラシ部

前述したように、プレ帯電ブラシ部はクリーニングブラシ部の上流に配置し、中間転写ベルト上のトナーの帯

電極性を一方の極性にそろえるものである。

現在、我々が使用するトナーの帯電極性は負極性であるが、Fig. 3に示す例のように2次転写で転写されなかったトナーは2次転写出力の影響で負極性のものから正極性のものまで幅広く存在する。特に、用紙が湿気を帯びているような場合はこの現象は顕著となる。

従って、クリーニングブラシに直流電圧を印加すると一方の極性のトナーは電気的に除去できるが、他方の極性のトナーは除去できずにクリーニング不良が発生する可能性がある。交番電界を形成すれば両極性のトナーを除去できるが、交番電界でブラシ繊維が振動し異音が発生する場合はあった。

異音の発生がない直流電圧を印加してクリーニングを行うためには、クリーニングに先立ちトナーの帯電極性を片方にそろえる機能を設ける必要があり、そのためにクリーニングブラシの上流で中間転写ベルトに接触するプレ帯電ブラシを設けた。そして、中間転写ベルト側からプレ帯電ブラシ側に電流が流れるようにすることで、プレ帯電ブラシを通過するトナーの帯電極性を負極性にそろえる方法を採用した。

Fig. 4は、プレ帯電ブラシの通過前後の中間転写ベルト上のトナーの帯電極性を調べたものである。この結果より、プレ帯電ブラシを設けることでブラシ通過後のトナーは、ほぼ負極性にそろっていることがわかる。

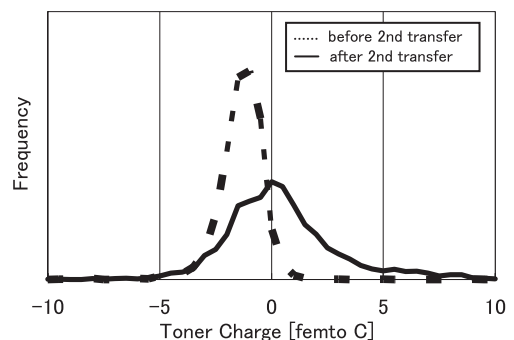


Fig.3 A comparison of the toner charge distribution between before and after 2nd transfer

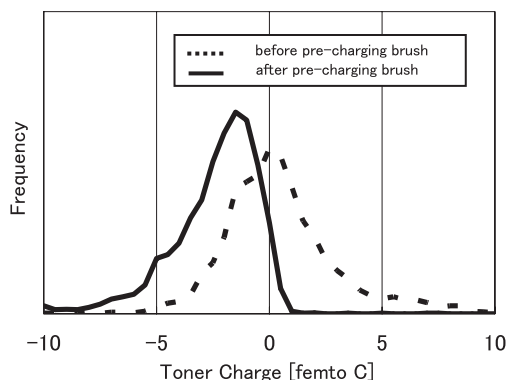


Fig.4 A comparison of the toner charge distribution between before and after the pre-charge brush

プレ帯電ブラシ部の条件としては、ブラシ材料、ブラシ繊維度やブラシ繊維密度、ブラシ電気抵抗、ブラシと中間転写ベルトの接触幅や食い込み量などの因子があり、これらの因子の最適化を検討した。また前述したように、中間転写ベルト上に転写されずに残ったトナーが正帯電化する現象は、2次転写出力が大きいほど顕著であったため、実験は2次転写出力を最適値より高く設定した条件で行うことで安定性の向上を図った。

実験の結果、プレ帯電性能にはプレ帯電ブラシの繊維密度やブラシと中間転写ベルトの接触幅が強く影響していることがわかった。Fig. 5に、その実験の結果を示す。

横軸はプレ帯電ブラシの中間転写ベルトへの接触幅、縦軸の ΔE は中間転写ベルト上のトナーの有無による色差を示し、クリーニングブラシ部をすり抜けるトナーが多いほど ΔE は大きな値を示す。 $\Delta E \leq 1$ であれば画像上クリーニング不良を認識できないレベルであり、クリーニング性能を示す指標として ΔE での評価を行った。この結果は、ブラシ繊維密度は高く且つブラシ接触幅を十分広くすることでプレ帯電性能を高めることが可能であり、プレ帯電ブラシ部の荷電点を十分確保することが重要であることを示している。

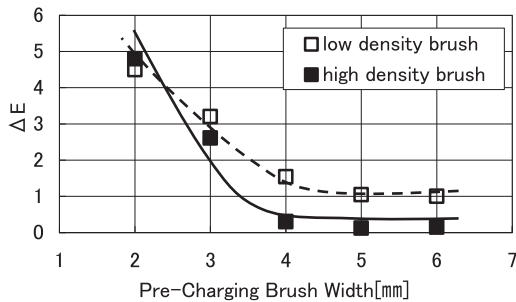


Fig.5 A relationship of the brush density and cleaning ability

4 クリーニングブラシ部

プレ帯電ブラシ部で負極性に帯電がそろったトナーは、中間転写ベルトからクリーニングするためのクリーニングブラシ部へ搬送される。以下でクリーニングブラシ部の詳細について述べる。

4.1 クリーニングブラシ部の概要

クリーニングブラシは、芯金にブラシ布を螺旋状に巻き貼り付けたローラー状の構成をしており、中間転写ベルトに所定量食い込ませ、中間転写ベルトとは逆方向に回転駆動させている。また、クリーニングブラシ側から中間転写ベルト側へ所定値の電流が流れるよう電圧を印加している。このようにして、クリーニングブラシが中間転写ベルトを摺擦することによる機械的なクリーニング力と流れる電流による電気的なクリーニング力との合

算により、中間転写ベルト上のトナーをクリーニングしている。

4.2 機械的クリーニング力

クリーニングブラシの機械的クリーニング力に影響する因子として、ブラシの繊維度や繊維密度、ブラシの中間転写ベルトへの食い込み量、ブラシの回転速度などがあり、これらを最適化した。

実験の結果、ブラシの繊維度は大きく、密度は高く、中間転写ベルトへの食い込み量は大きく、且つ回転速度は大きくするほうが機械的クリーニング力は大きくなるという予測された結果を得たが、逆にこの方向は放置によるブラシのクリープ変形には不利な方向となった。クリーニングブラシの一部がクリープ変形すると、変形した部分と変形していない部分で中間転写ベルトの走行負荷が異なってしまい、その結果ピッチムラと称する画像ノイズが発生しやすくなる。我々は、機械的クリーニング力とブラシクリープ変形のバランスを考慮し、各々の因子を設定した。

4.3 電気的クリーニング力

クリーニングブラシの電気的クリーニング力に影響する因子としては、ブラシの電気抵抗および電流値がある。

クリーニングブラシ繊維の電気抵抗の影響をFig. 6に示す。横軸はクリーニングブラシの電気抵抗、縦軸は前述したクリーニング性能の指標である ΔE である。実験は、ブラシの中間転写ベルトへの接触状態の差で電気抵抗の影響に差が出ないかを調べるため、クリーニングブラシの回転速度を変えて行った。この結果より、回転速度によらずブラシ繊維の電気抵抗が高いほどクリーニング性能は高くできることが判る。これは一定の電流がクリーニングブラシに流れた場合、ブラシ繊維の電気抵抗が高い方がブラシの電圧が高くなり、ブラシと対向する中間転写ベルトとの電位差が大きくなるためである。

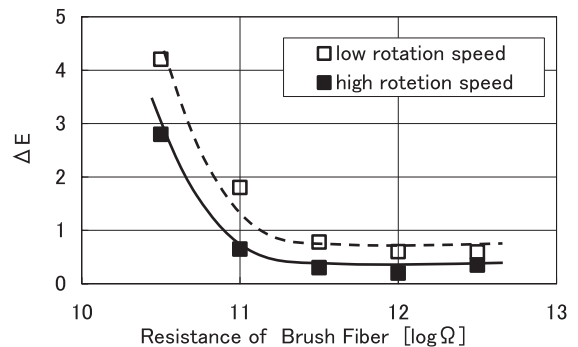


Fig.6 The cleaning ability vs. resistance of brush fiber at various rotation speeds of the brush roller

また、クリーニング電流についての実験結果はFig. 7に示す。横軸は印加した直流電圧によりクリーニングブラシから中間転写ベルトへ流れた電流値、縦軸は前述の ΔE を示している。Fig. 5で示したプレ帯電ブラシの実験と同様に、クリーニングブラシの繊維密度を変え実験した。結果は、クリーニング電流を所定値以上に設定することでクリーニング性能が確保できることを示しており、我々はこれらの結果を基に使用環境等に対する安定性を考慮して電流値を設定した。

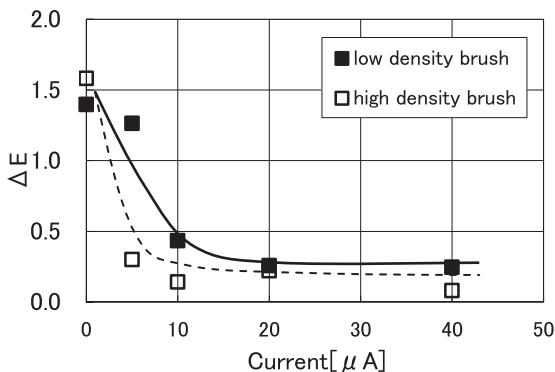


Fig.7 The cleaning ability vs. applied cleaning current in the various brush densities

更に、本装置においてはFig. 8に示すように、回収ローラからクリーニングブラシへ電流を流し、この電流を中間転写ベルトを介して接地したプレ帯電ブラシへ流す構成としている。この構成により、一つの高圧電源でプレ帯電と電氣的クリーニングを行えるようにし、高圧電源を複数設けることでのコストアップを防いでいる。

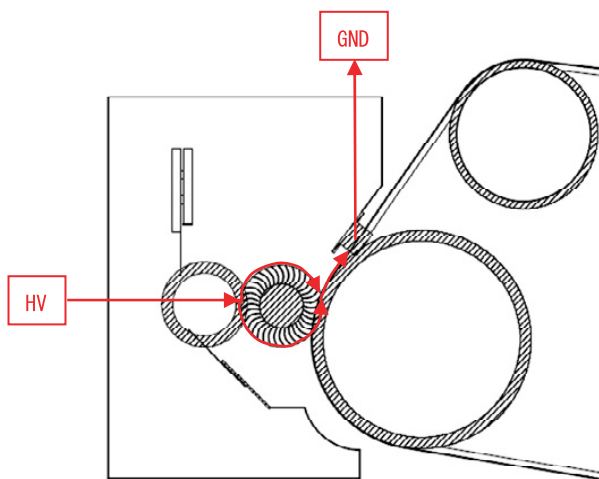


Fig.8 An applied current-flow

5 回収ローラ部

クリーニングブラシ中に含まれるトナー量が多くなるとクリーニング性能が低下するため、クリーニングブラシによるクリーニングと同時に回収を行う必要がある。クリーニングブラシでクリーニングしたトナーは、ブラシに所定量食い込ませた回収ローラにより、前述した電流の作用で回収される。

回収ローラ部は、金属製の回収ローラと、回収ローラ上のトナーを掻き落とすスクレーパ、掻き落とされたトナーが粉煙となりクリーニングブラシを汚すことを防ぐ粉煙防止シートで構成している。

回収ローラによる回収性能は、クリーニングブラシによる中間転写ベルト上トナーのクリーニング性能と同様の因子で決まり、各々を最適化している。

また、回収ローラ上のトナーを掻き落とす性能は、耐久に伴ってスクレーパの磨耗量が増加し、同時に回収ローラの表面粗さが粗くなることで性能低下を引き起こす。我々は、この耐久による掻き落とし性能の低下を抑えるために、スクレーパの回収ローラへの当接力や当接角度だけでなく、スクレーパ先端の微細な形状や回収ローラの表面状態を検討し、最適化している。

6 まとめと今後

以上説明した技術を採用したクリーニング装置は、タンドムカラー複合機であるbizhub C350、bizhubC450へ搭載した。様々な使用環境やコピー条件で耐久評価を行い、常に安定したクリーニング性能を維持し、目標としたブレードクリーニングの2倍の耐久性を有することを確認した。

ブラシクリーニング技術は、ゴムブレードクリーニング技術に比べて長寿命にできる長所を有している。従って、より長寿命化が重要な高速領域への展開が期待される。その際、前述したパラメータの再検討やブラシ材料の改良を行うことで、長寿命、高信頼性の技術として発展できると考えている。