

# Sitios7020/7030 の縦型紙搬送技術の開発

The Development of Vertical Paper Transport Systems for Sitios 7020/7025/7030 upgradable digital copiers

水野 享一\*  
Mizuno, Kyoichi

大友 直樹\*  
Ootomo, Naoki

秋田 宏\*\*  
Akita, Hiroshi

河田 俊\*  
Kawata, Shun

The Sitios 7020/7025/7030 series of exceptionally compact, upgradable digital copiers are not only copiers but can be optionally configured as printers, fax machines, scanners, and finishers, all without expanding in size. To make this possible and yet maintain a high copy speeds of 20 ~ 30cpm, we developed a unique vertical paper transport system. Presented here is an overview of this vertical paper transport system and an account of how obstacles to its design were overcome.

## 1 はじめに

2000年初頭発売のデジタル複写機である Sitios 7020/7030 シリーズでは、FCOT短縮/ADU一体型(標準装備)/胴内排紙を達成するため、各種の縦型給紙/搬送技術を搭載し、機械全体のコンパクト化を図ると共に給紙/搬送/反転/排紙性能、及びジャム処理性の向上を達成した。

本論文では、各種の縦型給紙/搬送技術開発の中で、主要な項目について紹介する。

## 2 全体構成/給送レイアウト

Fig. 1 に従来の横型搬送を採用している Sitios7033の中央断面図、及び、給送経路を、Fig. 2 に縦型搬送を採用した Sitios7020/7030 の中央断面図、及び、給送経路を示す。Sitios7033 について簡単に説明すると、紙は下段トレイから送り出され、レジストローラで一時停止後、搬送ベルトで定着ユニットへと搬送される。その後、両面コピーの場合は、下方へ移動し、下段トレイの下部と本体底板の空間に送り込まれ、スイッチバック後、ADU内で搬送され、再度レジストローラに送り込まれる。本来、上段トレイのあるエリアを、ADUユニットが占領することになる。

それに対して、縦型搬送を採用した Sitios7020/7030 では、給紙トレイから送り出された紙は、レジストローラで一時停止後、垂直上方に送られ、定着ユニットへ搬送される。その後、片面コピーの場合は、左側の読み取りユニットの下部に形成された空間に排出される(胴内排紙)。両面コピーの場合は、定着排出後、右側にUターンし、垂直下方へと進み、下段トレイの下部と本体底板の空間に送り込まれ、スイッチバック後、上方へと搬送され、再度レジストローラに送り込まれる。

この両面コピーに必要な紙パスを、側面扉と一体に設

けることにより、システムコンパクトやジャム処理性の向上を達成している。また、このような給送レイアウトを採用することで、Sitios7020/7030 では、Sitios7033と比較して、FCOTを約17%短縮している。

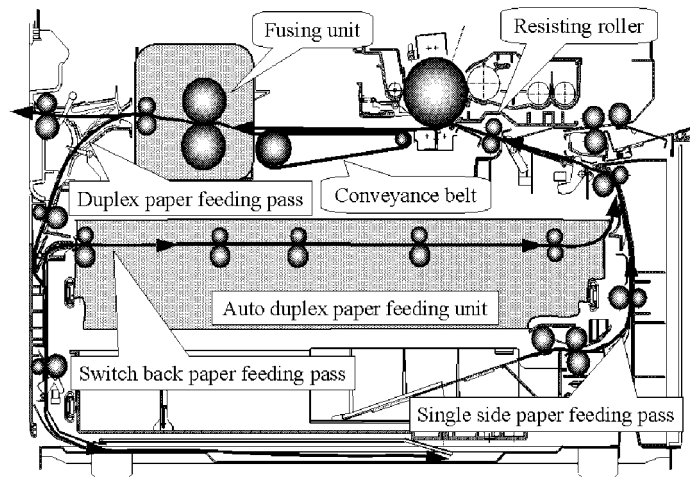


Fig. 1 Layout of horizontal conveyance paper feeding Sitios7033

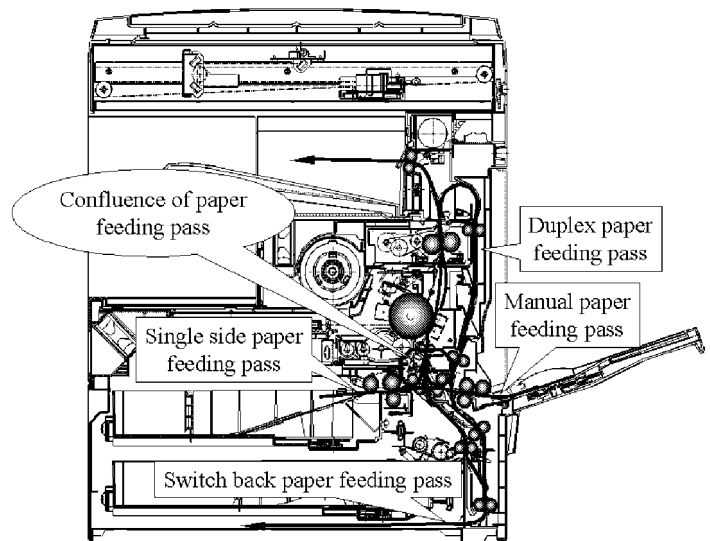


Fig. 2 Layout of vertical conveyance paper feeding Sitios7020/7030

\* O Dカンパニー 機器開発統括部 第1開発センター  
\*\* O Dカンパニー 機器開発統括部 第2開発センター

### 3 縦型紙搬送を達成するための課題

FCOT短縮 / システムコンパクトを実現するためには、欠かすことができない縦型紙搬送技術について、説明する。

Table 1 は、縦型搬送において、解決しなければならない項目に対して、関係する通紙区分をまとめたものである。従来の横型搬送でも同様の項目はあるが、縦型搬送であるが故に、ほとんどの項目で不利な条件となる。Table 1 からわかるように、レジスト～定着間の通紙区分が最も重要であり、この中でも、特に重要項目である転写ズレ、画像汚れ、縦倍不良、カール、ジャム・角折れ対策について、本論文では説明する。

Table 1 Problem of vertical conveyance

Problem	Classification of feeding paper			
	First feeding ~ Second feeding	Second feeding~ Fusing unit	Fusing unit ~ Exiting unit	In ADU
Keeping basic performance	○	○	○	○
Slip of transfer		○		
Dirt of mage		○		
Vertical magnification error		○		
Carl of paper		○	○	○
Deal of cardboard	○	○	○	
Diagonal paper feeding	○	○		○
Jam/Damage of paper corner	○	○	○	○
Accessibility to jam paper	○	○	○	○
Crossing point	○ (manual feeding)			○
Paper exit stack error			○	

### 4 従来方式(横型搬送)との比較 - レジスト～定着 -

はじめに、従来の横型搬送と、Sitios7020 / 7030 で採用した縦型搬送を比較し、差異やそれによる課題について説明する。

Fig. 3 は、それぞれの方式のレジスト～定着を表わした模式図である。従来方式では、転写後の未定着画像面を上にして水平に搬送されるため、紙は自重により下ガイドに沿って進み、定着へ進入する。未定着画像面側のガイドも、さほど気にする必要はなく、さらし紙の裏面時のようなカールの大きい紙でも、自重による低減効果を期待できる。それに対して縦型搬送では、紙は垂直上向きに搬送されるため、紙は搬送経路内で、左右どちら側に搬送されるかは紙次第になり、挙動は安定しない。未定着画像面が左側のガイドに接触した場合は、画像汚れが発生する。また、紙後端がレジストローラを抜けた瞬間は、紙のこしと自重により、ドラムとの速度ズレを生じやすくなる。

このような不安定な紙の挙動は、転写ズレ、画像汚れ、ジャム、角折れといった不具合となるため、縦型搬送を達成するには、このレジスト～定着間の紙挙動を安定させることが、必要不可欠となる。

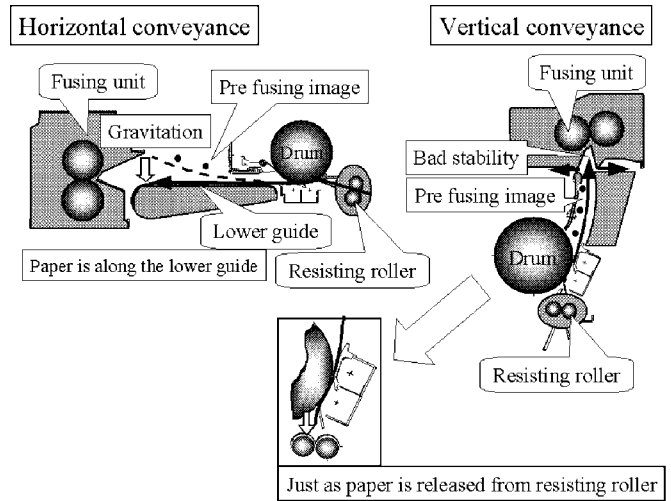


Fig. 3 The comparison of horizontal conveyance and vertical conveyance

### 5 紙挙動の安定化 - レジスト～定着 -

レジスト～定着までの紙挙動を安定させるためには、下記の4つのポイントがある。

- 未定着画像面と反対側の面を、ガイドに沿わせる。
- 未定着画像面でガイド可能にする。
- 紙のたるみを適正にする。
- 裏面時のカールを低減する。

これら4つのポイントに対して、Sitios7020 / 7030 ではどのように対応したかについて、以降で、説明する。

#### 5.1 紙挙動の安定化 その1

未定着画像面と反対側の面を、ガイドに沿うようにさせるために、Fig. 4 に示すような3つの手段を Sitios 7020 / 7030 では、採用している。

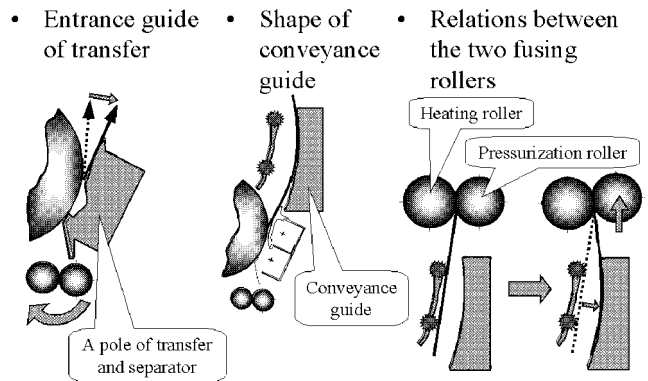


Fig. 4 Make along the guide the reverse side

一つ目は、転写分離極の位置を、可能な限り左側に寄せ、転写進入ガイドの形状を最適化することにより、紙先端の進入方向を、搬送ガイドに向ける。

二つ目は、進入してきた紙が、搬送ガイドに沿いやすいように、搬送ガイドの通紙面を湾曲形状にする。

三つ目は、紙先端が定着ローラに進入後、定着ニップにより、紙が搬送ガイド側に寄るように、定着加熱ローラと加圧ローラの相対位置をずらす。

この三つの手段により、極力、未定着画像面と反対側の面を、ガイドに沿うようにさせている。

### 5.2 紙挙動の安定化 その2

未定着画像面でガイド可能にするために、Fig. 5 に示すような2つの手段を Sitios7020 / 7030 では採用している。

一つ目は、爪車による対応である。カールが大きい紙の場合は、未定着画像面を爪車でガイドし、通常の紙の場合は、未定着画像面を爪車に接触させないように、位置や個数を決定している。また、爪車で紙をガイドした場合でも、画像面に爪車跡がつかないように、爪車の先端は、鋭利な形状にしている。

二つ目は、定着入口ガイドによる対応である。画像面が接触しないように、紙先端のエッジだけがガイドされるような、傾斜角度、位置に最適化している。更に、表面材料は、トナーが融着しにくく、安価なPTFEシートを採用している。

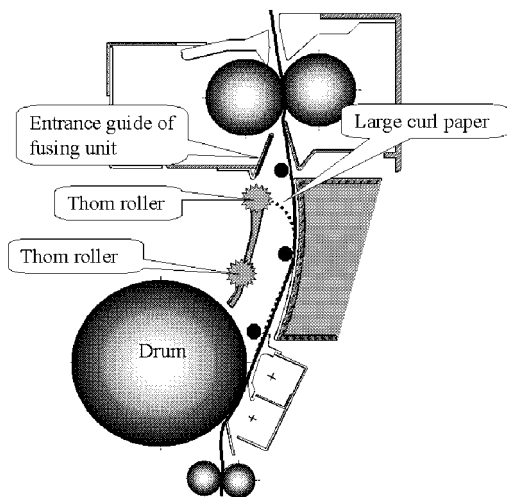


Fig. 5 Make along the guide pre fusing image side

この二つの手段により、カールが大きい紙でも、確実に定着へ進入させることを可能にしている。

### 5.3 紙挙動の安定化 その3

はじめに、レジスト～定着間の紙のたるみが、どのような影響を及ぼすかについて、Fig. 6 で説明する。

レジスト線速が遅く、定着線速が速いという関係になると、この部分での紙はピンと張った状態になり、未定着画像面が左側のガイドに近づき、腹ズリによる画像汚

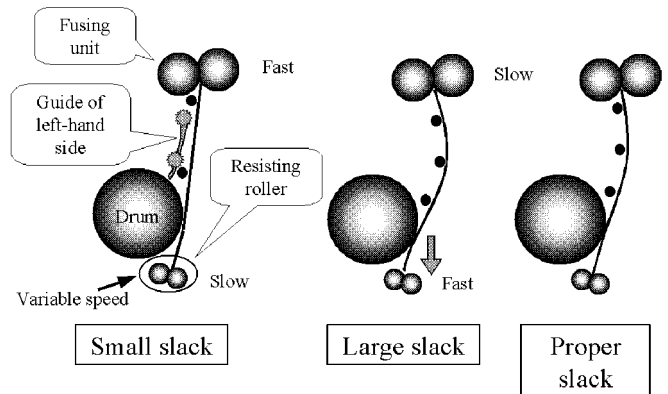


Fig. 6 Make proper between resisting roller and fusing unit slack

れや、紙後端のエッジ汚れが発生する。また、相互で引っ張り合っている状態であるため、レジストローラでの正規の紙搬送ができず、縦倍不良が発生する。逆に、レジスト線速が速く、定着線速が遅いという関係になると、紙のたるみは大きくなり、その状態で紙後端がレジストローラを抜けると、紙のこしと自重により、下向きに戻ろうとするため、ドラムと紙に速度ズレが生じ転写ズレが発生する。これらの不具合を解消するには、レジストと定着の線速関係を適正にし、適度な紙のたるみを維持することが必要となる。

次に、そのたるみ適正化について説明する。理論上の紙のたるみ量は、式 で表わされる。

$$=(V_r - V_f) \times t + L_d$$

$$=(V_r - V_f) \times (L - L_c) / V_r + L_d$$

：紙のたるみ量

$V_r$ ：レジストローラによる紙搬送速度

$V_f$ ：定着ローラによる紙搬送速度

$t$ ：レジストローラと定着ローラの両方で、紙が搬送されている時間

$L$ ：搬送される紙の長さ

$L_c$ ：レジスト～定着の距離（定数）

$L_d$ ：レジスト～定着間での、紙先端の通過距離と最短距離の差（定数）

また、定着加熱ローラはしわ対策等により、逆クラウン形状をしているため、 $V_f$ は軸方向の位置により異なり、式 で近似できる。

$$V_f = \{ 2.8 \times 10^{-5} \times (W / 2)^2 + D_c \} \times R_f$$

$W$ ：搬送される紙の幅

$D_c$ ：定着ローラの軸方向センター位置でのローラ径

$R_f$ ：定着ローラの回転数

式より、搬送される紙の長さや幅により、たるみ量が違ってくることがわかる。つまり、紙サイズ毎にたるみ量が異なることになる。そこで、A3サイズ(297×420mm)を基準とし、まずA3サイズでのたるみ適正化をはかることにした。Sitios7020/7030の場合、 $V_r$ は、ドラムとの線速合わせ用に調整可能、 $V_f$ は、定着とドラムが同一駆動のため固定( $R_f$ が固定)、 $L_c$ 、 $L_d$ は定数であり固定であることから、適正たるみは、 $V_r$ の変更にて把握し、その結果をもとに、恒久対策は定着ローラ径( $D_c$ )の変更にて、 $V_f$ 及びたるみ量を適正にしている。(  $V_r$ 変更での対応は、縦倍不良となるため採用できない。)

適正たるみの領域把握は、次に示す2種類の方法で行っており、それらについて説明する。一つは、レーザー変位計を用いた紙の変位量測定であり、搬送経路内を紙がどの位置で搬送されているかを測定することにより、紙のたるみ量や、未定着画像面側のガイドとの距離を把握することができる。もう一つは、レーザードップラ速度計を用いた紙の速度測定であり、たるみが大きくなるとこの部分での速度は遅くなり、たるみ量の代用メジャーとなる。測定位置は、Fig.7に示す通りである。

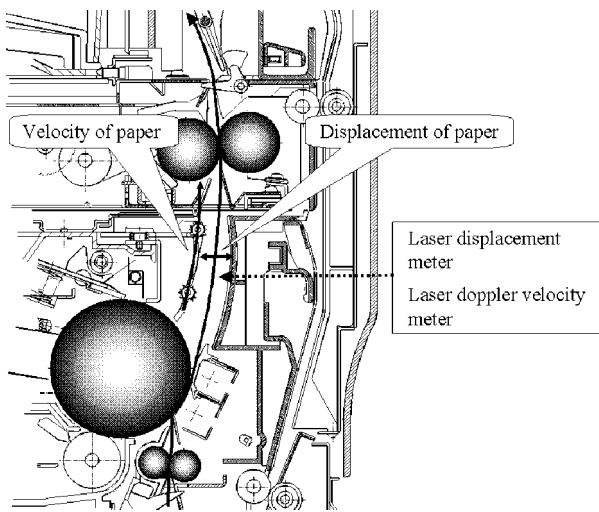


Fig. 7 A way of measure the paper stability

それぞれの測定結果を、Fig. 8, 9, 10に示す(条件： $V_r$ を変更)。Fig. 8は、紙のたるみ量が少ない場合の変位量測定の結果であり、紙の搬送方向中央部分での変位量が大きい。これは、たるみが少なく、未定着画像面がガイドに近いことを表わしている。紙後端は、更にガイドに近づいていることがわかる。同時に、画像評価により、腹ズリなどの画像汚れがでない領域は、変位量10mm以下であることが確認できており、この状態は、たるみが不十分ということになる。

Fig. 8の条件に対して $V_r$ を変更し、たるみを適正にした結果が、Fig. 9である。紙の先端から後端までの全てにおいて、画像汚れがでない領域である変位量10mm

以下にシフトしており、画像汚れに対するたるみ量は、十分といえる。

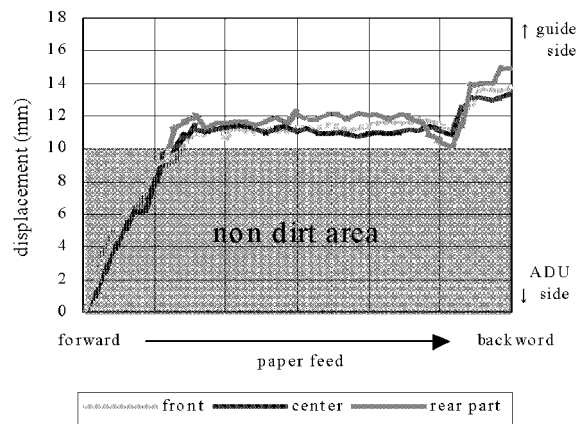


Fig. 8 The result of measuring displacement 1

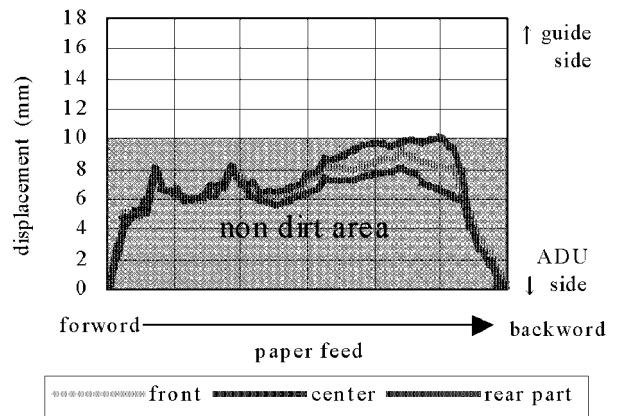


Fig. 9 The result of measuring displacement 2

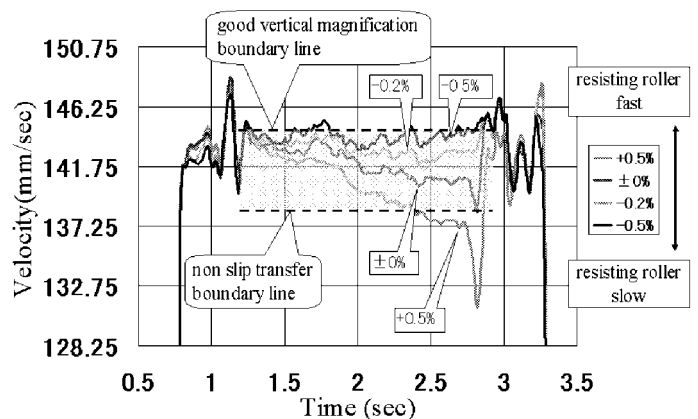


Fig.10 The result of measuring velocity of conveyance

Fig.10は、 $V_r$ を変更させた場合の、各紙速度の測定結果である。左側が紙先端、右側が紙後端であり、 $V_r$

が速い条件、つまり、たるみが大きい条件では、紙が進むにつれて、紙の速度が遅くなっていくのがわかる。逆にVrが遅い条件、つまり、たるみが小さい条件では、比較的、一定速度で紙が進んでいくのがわかる。画像評価により、転写ズレの発生しない領域と縦倍が変化しない領域が確認できており、これらを両立する領域に、紙速度が入るように、Vr / Vf比を決定する必要がある。

以上の結果をもとに、定着ローラ径 (Dc) を最適化し、適正な紙たるみを達成している。そのたるみ量を理論式にて算出すると、A3サイズにおいて、

$$\text{たるみ量} = 3.1\text{mm}$$

となる。

次に、A3サイズ以外の紙サイズの対応について、説明する。式より、紙サイズ毎にたるみ量が異なるため、定着ローラ径の最適化だけでは、紙サイズによっては、適正なたるみを維持できない場合がある。そこで式にて、各紙サイズにおけるたるみ量を算出し、基準としたA3サイズのたるみ量 (= 3.1mm) と比較して、差が大きい紙サイズについては、補正することとした。最大差は、0.8mm (8.5 × 14サイズ)。補正方法は、対象となる紙サイズの場合、Vrをシフトさせる方式を採用し、そのシフト量は、たるみ量の算出値と、A3サイズでの検討と同様の確認を行った結果から決定している。代表的な紙サイズにおける、Vrシフト量を、Table 2 に示す。

Table 2 "Vr" shift amount of each paper size

Paper size	W(mm)	L(mm)	"Vr" shift amount(%)
A3(S)	297	420	0
A4(L)	297	210	0
A4(S)	210	297	-0.3
A5(S)	148	210	-0.5
B5(L)	257	182	0
B5(S)	182	257	-0.4
11 × 17(S)	279.4	431.8	0
8.5 × 11(L)	279.4	215.9	0
8.5 × 11(S)	215.9	279.4	-0.3
5.5 × 8.5(S)	139.7	215.9	-0.5

但し、この紙サイズ別の補正は、Vrのシフトにて行うため、前述したように、縦倍が若干ずれるということ (最大 0.5%) と、補正がなくても、通常はほとんど問題がないことから、サイズ別補正の有無は、選択できるようになっており、デフォルトは補正なしに設定している。

#### 5.4 紙拳動の安定化 その4

裏面時のカール低減対策について説明する。はじめにSitios7020 / 7030 において、裏面時カールが形成される様子を、Fig.11 にて説明する。

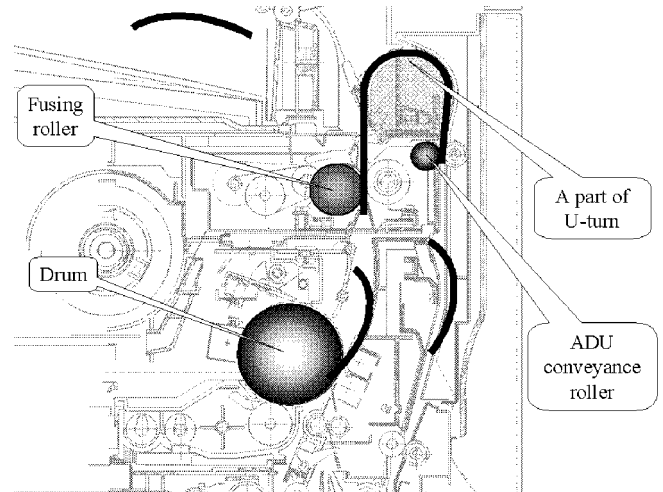


Fig.11 Making curl of the back surface

定着より排出された紙は、反転部を通り、ADU搬送ローラへと搬送されるが、ADU搬送ローラ線速が、定着線速よりも速いと、反転部で紙が引っ張り合いになり、定着直後の熱い状態で、半円形状をした反転部のガイドでしごかれながら搬送されるため、カールが形成される。このカールは、両面通紙時においてドラム巻き付き方向のカールとなるため、画像汚れやジャム、角折れ等を引き起こす原因となる。逆に、ADU搬送ローラ線速が、定着線速よりも遅いと、定着直後の熱い状態で、紙にストレスがかかるため、紙の波打ちという不具合が発生してしまう。波打ちを発生させず、カールを抑えるには、『5.3 紙拳動の安定化 その3』にて最適化した定着線速に対して、そのすぐ下流にあるADU搬送ローラ線速も、最適化する必要がある。

次に、そのADU搬送ローラ線速の最適化について、説明する。定着線速に対して、ADU搬送ローラ線速を変更し、その時のカール量を測定した結果を、Fig.12 に示す。カール量は、ADU搬送ローラ通過直後の紙を取り出し、測定した。

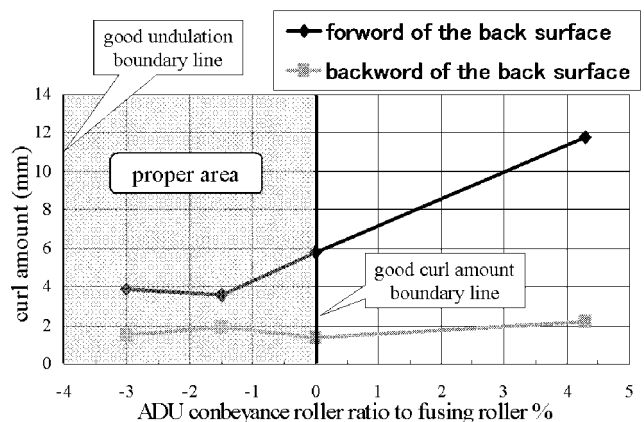


Fig.12 The result of measuring curl amount

定着線速に対して、ADU搬送ローラ線速を小さくすることにより、カール量が小さくなるのがわかる。特に

裏面時の紙先端となる部分（ADU搬送ローラ通過時は後端）は、顕著に小さくなっている。

また、波打ちが発生しない領域も確認できており、これらが両立する領域より、適正なADU搬送ローラ線速を決定した。Sitios7020 / 7030 の場合、定着とADU搬送ローラが、同じ駆動源であるため、ADU搬送ローラ径を適正にすることで対応した。

## 6 紙挙動の安定化のまとめ

縦型紙搬送を達成するには、レジスト～定着間の紙挙動を安定させることが最も重要であり、紙挙動安定化のための4つのポイント（技術課題）全てに対して、最適化をはかることができた。Sitios7020 / 7030 における、4つのポイントに対する最適化項目をまとめると、下記のようなになる。

- ・未定着画像面と反対側の面を、ガイドに沿わせる。
  - 転写ガイド板位置、形状
  - 搬送ガイド形状
  - 定着加熱 / 加圧ローラの相対位置
- ・未定着画像面でガイド可能にする。
  - 爪車の形状、位置、個数
  - 定着入口ガイドの形状、材料
- ・紙のたるみを適正にする。
  - 定着加熱ローラ径
  - （紙サイズ別のレジスト線速補正量）
- ・裏面時のカールを低減する。
  - ADU搬送ローラ径

更に、本論文での説明は省略したが、その他の数多くの技術、対策を加え、Sitios7020 / 7030 における縦型紙搬送を達成している。

## 7 まとめ、及び、今後の課題

Sitios7020 / 7030 の開発により、縦型紙搬送における技術ポイントが明確になり、各項目に対して最適化をはかることによって、コンパクトな自動両面機構を含めた縦型紙搬送技術を、確立することができた。

今後の課題としては『5. 3 紙挙動の安定化 その3』にて少し説明したが、Sitios7020 / 7030 で採用した方式では、全紙サイズにおいて、最適な紙たるみが達成できていない（デフォルト状態）。それでも、実用上、ほとんど問題はないが、紙搬送精度を向上させるためには、やはり、全紙サイズにおいて、Vrのシフトもなく最適な紙たるみを達成することが、必要と考える。その対策については、現在、検討中であり、最終確認の段階まできており、現在開発中の新機種 Sitios7035 に、搭載させる方向で進めている。

最後に、Sitios7020 / 7030 の開発によって蓄積された技術・知見をもとに、Sitios7035 といった今後の新機種

開発（縦型紙搬送採用）を、より完成度が高く、短期間で達成させていきたいと思う。