

## IV-4 パッド転写方式の開発

(採用機種：LBP5050)

依田寧雄

キヤノン株式会社・周辺機器第一開発センター・室長

### 1. はじめに

キヤノンでは、省スペース、省エネルギー、ユーザビリティを追求したコンパクト A4 カラーレーザープリンターLBP5050 を2008年5月に発売した。LBP5050の技術的特徴として、中間転写ベルト（以下 ITB）を用いた4連タンデムエンジン、S トナー、一成分現像方式、オンデマンド定着方式、パッド転写方式などが挙げられる。表1にLBP5050の基本仕様を示す。図1にLBP5050の断面図を示す。

をローラー転写方式と比較し、パッド転写方式の優位性を明らかにする。

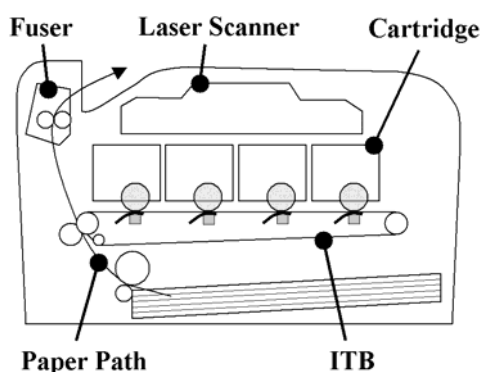


Table 1 Specifications of LBP5050

Type	Desktop color laser printer
Printing method	Electro-photography
Photoreceptor	Organic-photoconductor drum
Print speed	B/W: up to 12ppm (A4) Color: up to 8ppm (A4)
Warm-up time	About 25s from power on
Recovery time	About 0.5s from sleep state
Typical Electricity Consumption	1.47kWh/week
Media size (W x L)	A5 to 215.9 x 355.6mm
Media weight	60 to 220g/m <sup>2</sup>
Dimensions (W x D x H)	401 x 452 x 262mm
Weight	Approximately 16kg

Figure 1. Cross-section of LBP5050

### 2. パッド転写方式

図2にLBP5050の一次転写部材であるパッド転写ユニットの断面構成を示す。パッド転写ユニットは、シート、パッド、シートホルダー、パッドステイ、パッドホルダーから構成されている。シートはシートホルダーを介してパッドステイに固定される。パッドステイはパッドホルダーに固定されており、感光ドラムに対するパッド転写ユニットの位置はパッドホルダー位置により規定される。パッドホルダーを感光ドラム方向に押圧することで、可撓性を有するシートは弾性体のパッドとITBに挟持されて転写ニップを形成する。シートは、ITBと摺動すること、およびITBに対して転写電荷を供給する必要があることから、材質には摺動性と導電性を有する樹脂を選択している。

プリンターの小型化のため、LBP5050の一次転写装置として、新たに開発されたパッド転写方式を搭載した。このパッド転写方式は、近年のレーザープリンターで主流であるローラー転写方式に代わり、導電性樹脂シートとそれを支持するフォームラバー製パッドを転写部材に用いた転写方式である。

パッド転写方式は、従来のローラー転写方式の転写メカニズムを解析し、良好な転写性能を満たすための要件を抽出することによって考案された。本報告では、シミュレーションを用いてパッド転写方式の転写性能

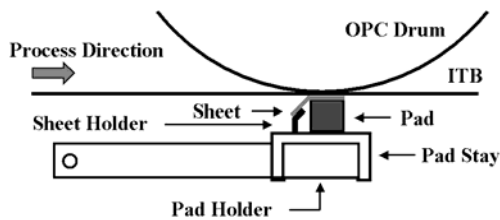


Figure 2. Cross-section of pad transfer unit

図3に構造計算から求めたパッド転写方式の一次転写ニップ形状を示す。図中の×印は感光ドラム中心直下の感光ドラム表面位置を表す。パッド転写方式では、パッド転写ユニットの厚み（図の上下方向寸法）を変化させることなく、パッドとシートの形状、及び配置（図の水平方向配置）を変化させることにより、シートとITBの接触幅を自在に設定できるという特長を持つ。

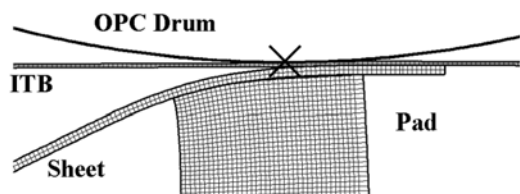


Figure 3. Nip shape calculation result of pad transfer system

### 3. ローラー転写方式のシミュレーション

はじめに、従来のローラー転写方式の転写メカニズムを解析し、良好な転写性能を満たす要件を抽出する。

#### 3-1 ニップ形状

ローラー転写方式による一次転写プロセスは、感光ドラム、ITB、転写ローラーの3つの部材から構成される。図4に転写システムとして、これらの部材が当接した状態での変形計算結果を示す。図中の×印は感光ドラム中心軸直下を表している。一般に転写ローラーはドラム中心軸直下からプロセス方向にずらして配置する。本報告ではこれをオフセット (offset) と呼ぶ。

図4はオフセット量が0.5mmと2.5mmのときの結果である。感光ドラムとITBの接触幅(ニップ幅)は、転写ローラーとITBのそれに比べて小さい。これはアルミの基体を持つドラムに対して、転写ローラーを構成

する発泡ゴムが柔らかいためである。

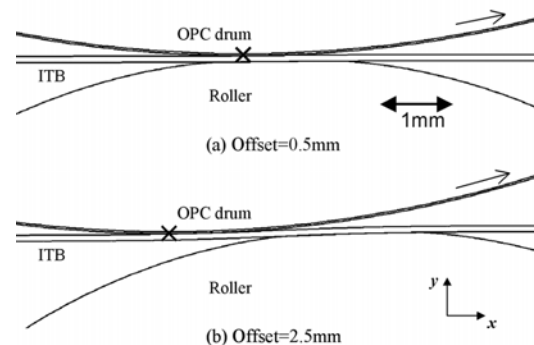


Figure 4. Calculation result of nip shape

図5は図4の接触状態を模式化したものである。転写ローラーとITBの接触状態は(1)、(2)、(3)の3つの領域に分けられる。(1)はプロセス上流でITBと転写ローラーのみが接触している領域、(2)はプロセス中央で転写ローラーとITBとドラムが同時に接触している領域、(3)はプロセス下流で転写ローラーとITBのみが接触している領域である。本報告では①を上流テンションニップ、(2)を物理ニップ、(3)を下流テンションニップと定義する。図4によれば、本ローラーでの上流テンションニップ、物理ニップ、下流テンションニップの幅はそれぞれ、オフセット量が0.5mmのとき、0.4mm、0.2mm、0.9mm、オフセット量が2.5mmのとき、0mm、0mm、1.6mmである。

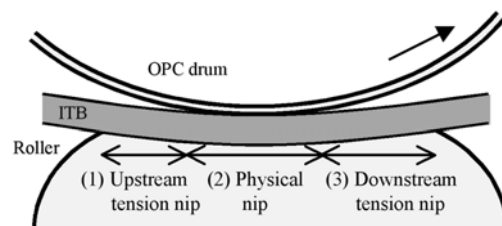


Figure 5. Schematic illustration of nip region

#### 3-2 画質に対するニップ形状の影響

図4で得たニップ形状に対して、電界計算を行った。電界計算はオームの法則に基づいた電気伝導を考慮したものである[1]。図6は感光ドラムとITB間の電界分布を示したものである。横軸は図1における×印を原点とした横方向の位置座標である。ニップ上流部

( $x < 0$ )ではオフセット量 0.5mmの方が全範囲に渡って大きくなっていることが分かる。これは転写ローラーがオフセット量 2.5mmよりも上流側にある影響と、上流テンションニップから注入され上流領域に移動した電荷の影響によるものである。上流領域でのドラムーITB間の電界はそのまま転写のための電界として働く。そのためオフセット量 0.5mmの方が、ドラムーITBの接触する領域のより上流側からトナーの転写（プレ転写）が多くなる。このプレ転写飛び散りを抑制するためには、上流テンションニップを小さくすることが望ましい。

また図6より、オフセット 0.5mmにおいて電界が一番強いのは物理ニップ部である事が分かる。物理ニップではドラムーITBー転写ローラーが密着し、空気ギャップが小さい事で電界が強くなる。一方、オフセット量 2.5mmのピーク値は 0.5mmのそれと比較して 30%程度しかない。これはオフセット量 2.5mmでは感光ドラム、ITB、転写ローラーの3体間に、全領域において空気ギャップが介在している事に起因する。物理ニップは転写電界に強い影響を及ぼし、転写効率を上げるためには十分な物理ニップを形成する必要がある。

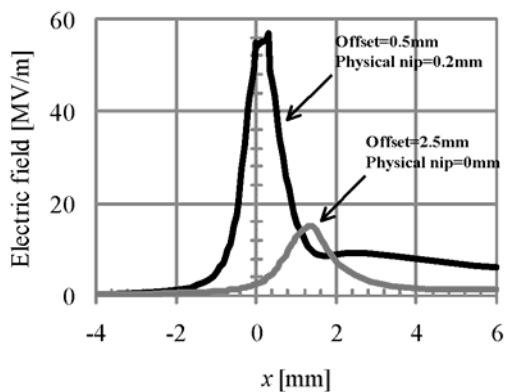


Figure 6. Electric field between drum and ITB

図7はオフセット 0.5mmにおいて放電が起きていない転写バイアスにおいて計算した時のITB中の電荷密度分布を示したものである。横軸はx座標である。図7を見ると、-0.5mm付近から急激に電荷密度が増加している。この座標は図4(a)からITBと転写ローラーが接触し始めた上流テンションニップの開始座標であ

る事が分かる。その後物理ニップである 0mm付近でピークをむかえ、その後下流テンションニップの終わりである 1.5mmまで徐々に減少する。

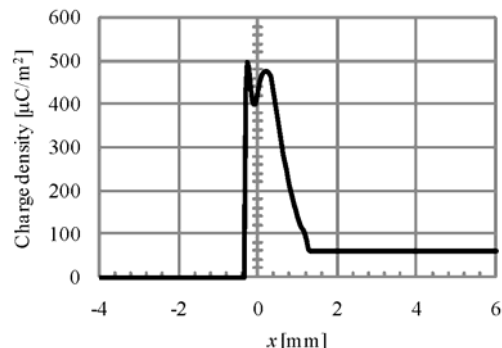


Figure 7. Electric field between drum and ITB in downstream nip region

次に図8は、図7の計算結果において転写ローラー内部の電界を矢印で示したものである。オフセット量は 2.5mmであり、転写ローラー内部の電荷は電界の矢印に沿って流れる。図8において、転写ローラー内部にニップ下流部から上流部に向けた電流がみられる。ニップ上流部で転写ローラーからITBに注入された正電荷はITBの移動とともにニップ下流に移動(移流)する。さらに、ニップ下流部において、正電荷を保持するITBが感光ドラムから離間することでITBの電位は高くなる。これによりITB内部の電荷はニップ下流部で転写ローラーに再び戻り、さらにニップ上流部へ移動する。このように、ニップ上流部から下流部そしてニップ下流部から上流部という経路で電荷が循環することが分かった。

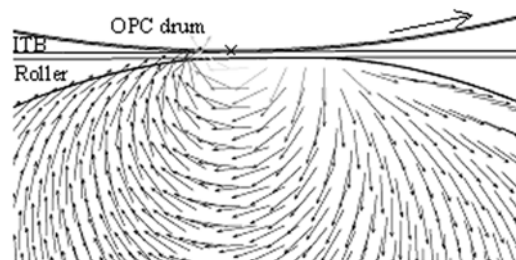


Figure 8. Calculation results of Charge density in ITB

図9は図6におけるニップ下流部の電界分布を拡大したものであり、図中の破線はパッシェン曲線を示す。図7においてオフセット量0.5mmの方がニップ下流部の電界が大きくなっている。これはオフセット量0.5mmの方が物理ニップ部で転写ローラーからITBに注入される電荷が多いこと、及び、下流テンションニップ幅が短いことから、ニップ下流部でITBから転写ローラーに電荷が帰ることができなかつたことによるものである。ニップ下流部での高電界は剥離放電の発生につながる。図7を見ると、オフセット量0.5mmではギャップ長100 $\mu\text{m}$ 以降でパッシェン曲線を超えており、剥離放電が発生する事を示している。我々の検討によれば、100 $\mu\text{m}$ 以上のギャップで発生する放電は、異常放電となりトナー画像に放電痕を残すことが経験的に分かっている。ニップ下流部での剥離放電を抑制するためには、十分な下流テンションニップを形成する事が重要である。

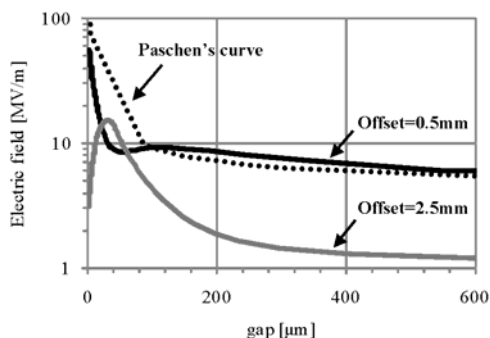


Figure 9. Calculation result of electric field

以上をまとめると、良好な転写性能を得るには、上流テンションニップが小さく、かつ十分な物理ニップと下流テンションニップを持つ転写系が望ましいことになる。

#### 4. パッド転写方式とローラー転写方式の比較

次に、パッド転写方式の転写特性を、ローラー転写方式と比較する。比較対象は、パッド転写、ローラー外径14mmと10mmのローラー転写の、3種類である。図10に各転写方式の寸法比較を挙げる。ローラー外径

10mmはローラー外径をパッド転写と同等の高さとして小型化を狙った場合のローラー外径であり、ローラー外径14mmは一般的な構成のローラー外径として比較対象に挙げた。

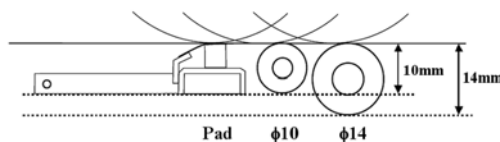


Figure 10. Comparison of transfer members

図11、図12はオフセット量と転写特性の関係を示すシミュレーション結果である。本計算では上述と同様に、まず構造計算によってニップ形状を求め、その形状をもとにして電界計算を行っている。なお、電界計算では火花放電を考慮している[1]。図11は電界計算において最も長いギャップで発生する火花放電距離をプロットしている。これは、上述の下流放電による放電痕が100 $\mu\text{m}$ 以上の長ギャップで発生する火花放電に起因するという経験に基づくものである。図11からオフセット量が増大するとともに下流ニップ幅が増大し、それとともに長ギャップにおける放電がなくなる。そして、長ギャップ放電を無くすために、 $\phi 14\text{mm}$ のローラーでは3mmのオフセットが必要であったものが、 $\phi 10\text{mm}$ にすることにより4mm必要になることがわかる。パッド転写は、ITBとシートの接触部が広いことで下流ニップ幅を十分確保できるため、長ギャップ放電はより小さいオフセット量で抑制される。

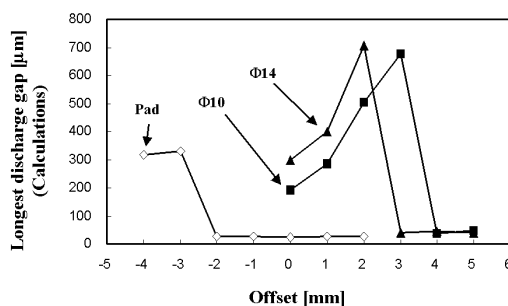


Figure 11. Relationship between transfer system and discharge gap

図 12 は各転写方式において、長ギャップ放電を回避するオフセット量におけるニップ中の最大電界強度の転写バイアス依存性をプロットしている。各転写方式のオフセット量は、パッド転写方式は 1mm、ローラー外径 10mm のローラー転写方式は 4mm、ローラー外径 14mm のローラー転写方式は 3mm として計算した。このときの各転写方式の物理ニップ幅は、パッド転写方式は 0.5mm、ローラー外径 10mm のローラー転写方式は 0mm、ローラー外径 14mm のローラー転写方式は 0.5mm であった。図 12 からローラー外径 10mm のローラー転写方式はローラー外径 14mm に比較して、オフセット量が大きいことで物理ニップ幅が無いため、低い最大電界しか得られない。パッド転写は、ITB とシートの接触幅が広いことで、長ギャップ放電発生を抑制しつつ高い最大電界を容易に得ることができる。

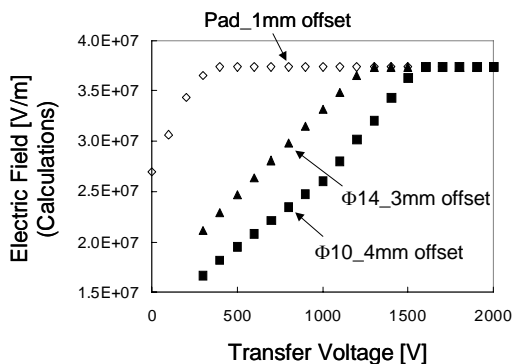


Figure 12. Relationship between roller diameter and transfer electric field

以上の結果から、ローラー転写方式において、放電痕を回避しつつローラー径を小さくして転写装置を小型化するには、転写バイアスの増大等の対策を講じなくてはならない。そしてこのことは転写システム的设计上好ましくない。一方パッド転写は、ITB とシートの接触部を広く設定することが容易であるため、放電痕の回避と高い最大電界を両立しつつ小型化を達成できる。

## 5. 結論

パッドを用いた転写方式を新たに開発した。本方式によれば、理想的なニップ形状を保ったまま、装置を小型化することが可能である。

## 参考文献

- 1) T. Sasaki, T. Onishi, A. Sugiyama, Y. Yoda, T. Tomizawa, Second Transfer Process Simulation I, Proc. IS&T's: NIP24, p338-341 (2008).

禁 無 断 転 載

2009年度「ビジネス機器関連技術調査報告書」“IV—4”部

発行 2010年4月

社団法人 ビジネス機械・情報システム産業協会 (JBMIA)

技術委員会 技術調査小委員会

〒105-0003 東京都港区西新橋三丁目 25 番 33 号 NP 御成門ビル

電話 03-5472-1101(代表) / FAX 03-5472-2511