

2009年1月提出

学籍番号 5107C043-7

専門分野	機械工学	氏名	杉山 友彦	指導 教員	川本 広行 印
研究指導	精密工学				
研究 題目	電子写真の非磁性一成分現像システムにおけるトナー薄層形成時の挙動解析				

1. まえがき

カラーレーザープリンターに用いられている非磁性一成分現像システム(図1)において高画質化を図るためには、ドクターブレードによってトナーを均一に帯電させつつ、現像ローラ表面にむらなくトナー薄層を形成することが要求される。したがって、薄層形成過程でのトナー挙動やドクターブレードの設計パラメータを精度良く把握することが重要である。これまでに非磁性一成分現像におけるトナー薄層形成については、ドクターブレードの先端形状や押し付け圧力に関する報告がなされている。しかし、数値計算に関しては2次元解析にとどまっておき、トナー薄層形成過程の詳細に関して十分な報告はなされていない。そこで本研究では、トナーが高密度に存在する条件においても粒子挙動を再現することが可能な3次元軟体球モデル個別要素法を用いた数値計算によるトナー薄層設計パラメータの最適化と高性能高速度カメラを用いたトナー薄層形成過程の可視化を行った。

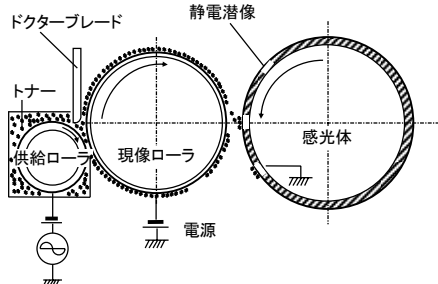


図1 非磁性一成分現像システム

2. 実験装置

トナー薄層形成過程を高速度カメラで可視化するために模擬装置を作成した。模擬装置の写真を図2に示す。装置には実機(Samsung社製 CLP-660ND)より切断した供給ローラ、現像ローラ、ドクターブレードを用いた。

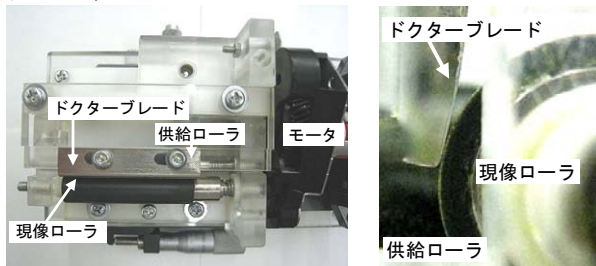


図2 トナー薄層形成部模擬装置

3. 数値計算

本計算では、図3に示すようにドクターブレードを弾性ばねとしてモデル化し、軟体球モデル個別要素法を用いてパラメータを設定し、各条件においてトナー薄層形成シミュレーションを行った。パラメータは、ドクターブレード押し付け力 F_0 [μN]、弾性ばね定数 K [N/mm]、ドクターブレード先端アール R [mm]、現像ローラ回転速度 v [mm/s] とした。本計算で用いた個別要素法とは、個々の粒子に対して成り立つ運動方程式を数値積分により解くことで粒子群の挙動を明らかにする離散的手法である。式(1)に併進方向と回転方向のトナー運動方程式を示す。また i : 粒子番号, m_i : 粒子質量, I_i : 粒子の慣性モーメント, u_i : 粒子並進ベクトル, θ_i : 粒子回転ベクトルである。右辺に列記されている項は外力項であり、そ

れぞれ F_{Ci} : 接触力, F_{Gi} : 重力, F_{Airi} : 空気抵抗力, F_{Vi} : Van der Waals 力, F_{ii} : 鏡像力, F_{li} : 液架橋力, T_{Ci} : 接触力によるトルク, T_{Fi} : 転がり摩擦によるトルクを表している。

$$m_i \ddot{u}_i = F_{Ci} + F_{Gi} + F_{Airi} + F_{Vi} + F_{ii} + F_{li}, \quad I_i \ddot{\theta}_i = T_{Ci} + T_{Fi} \quad (1)$$

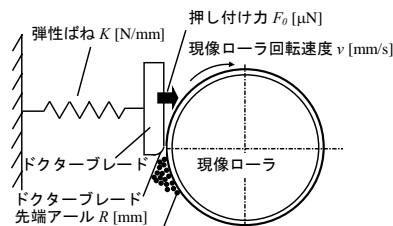


図3 トナー薄層形成プロセスの計算モデル

4. トナー薄層形成過程の可視化

高速度カメラにより撮影されたトナー薄層形成の結果を図4に示す。現像ローラ上を搬送されたトナーがドクターブレードによって薄層形成する際、層を形成せずに余ったトナーがドクターブレード先端のアールに沿った渦状の流れを起こした。またドクターブレードの接触角度の増加に伴ってより大きな渦が形成され、トナー層高さが低くなることを確認された。

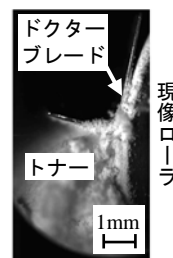


図4 トナー薄層形成の様子

5. トナー薄層形成の計算結果

トナー薄層形成シミュレーションの結果を図5に示す。トナー群がブレードを押し上げることでトナー薄層を形成する様子が再現できている。またパラメータによりトナー薄層形成に違いが現れた。一例としてドクターブレード先端アール R [mm] をパラメータとした時のトナー層厚さを図6に示す。この場合 R [mm] が大きいほどトナー層高さが高くなることを確認された。その他のパラメータについても傾向を把握することができ、設計パラメータ全体としての最適化を行った。

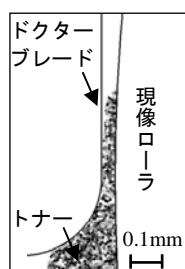
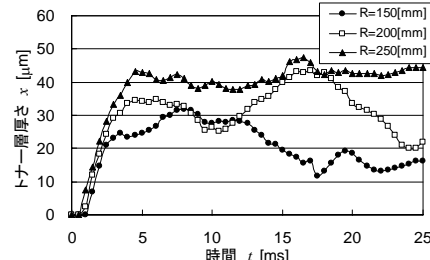


図5 トナー薄層形成シミュレーション


 図6 トナー層厚さ (パラメータ: R [mm])

発表論文

1. 杉山, 榎本, 手島, 川本, 摩擦帯電型電子ペーパー製造工程における粒子注入技術の開発, SEAD19 (2007) pp.171-173
2. 手島, 杉山, 落合, 三輪, 川本, 電子写真の磁性一成分現像システムにおけるトナー粒子の挙動解析, ICJ2007 Fall Meeting (2007) pp.9-12.
3. 川本, 手島, 杉山, 三輪, 電子写真の磁性一成分現像システムにおけるトナー粒子の動特性, 機論 C (to be published).
4. T. Miwa, M. Teshima, T. Sugiyama, Y. Ochiai and H. Kawamoto, Dynamics of Toner Particles in Magnetic Single-Component Development System, PPIC'08 (2008) pp.128-131.