

# 修士論文概要書

CD

2002年1月提出

学籍番号 600A128-5

専門分野	機械工学	氏名	山口 誠	指導 教員	川本 広行
研究指導	精密工学				
研究 題目	<b>磁界中における電磁粒子の力学</b>				

## 1. まえがき

レーザープリンタの磁気ブラシ現象は、磁性粒子であるキャリア(粒径約 50  $\mu\text{m}$ )に、静電力によって非磁性トナー(粒径 5 ~ 10  $\mu\text{m}$ )を付着させ、このトナーの付着したキャリアを、マグネットローラ(多極磁石、固定)が作る磁界によってスリーブ(非磁性、回転)上に付着させてトナーの輸送を行うものである。スリーブ上のキャリアはキャリア間の磁気力によって図 1 のようにチェーン状に穂立ちしており、チェーンの先端が感光体を掃くように接触する。このとき、キャリアブラシの先端部に付着しているトナーは、感光体表面に形成された静電潜像に移動し、現像が行われる。このような現像系は、高速の白黒レーザープリンタやカラーレーザープリンタに用いられているシステムであり、合理的な高画質化設計を行うためには、チェーンとマグネットローラやキャリアなどの設計パラメータの関係を評価する必要がある。本研究ではこのチェーン形成現象の基礎的な力学特性の把握を目的として、磁界発生源としてマグネットローラの代わりにソレノイドコイルを使用した実験と理論解析、個別要素法に基づく数値シミュレーションを行った。

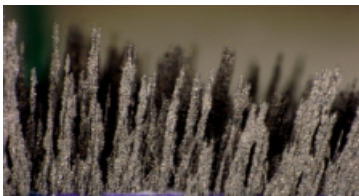


Fig. 1 Magnetic bead chains in magnetic field.

## 2. 実験方法

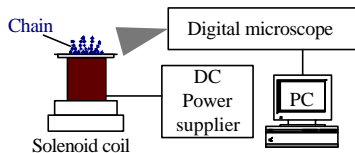


Fig. 2 Experimental set-up.

実験装置を図 2 に示す。磁界発生源としてソレノイドコイルを用いて磁性粒子チェーンを形成し、デジタルマイクロスコブで撮影したチェーンの写真を PC 上で画像処理して、その長さ等を測定した。

## 3. 静力学特性

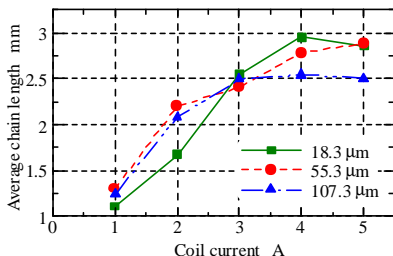
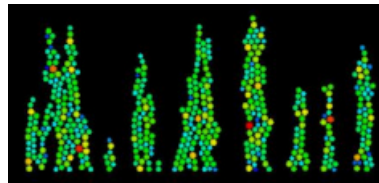


Fig. 3 Relation between coil current and chain length.

実験より、コイル通電電流(発生する磁束密度に比例)の増加にともなってチェーンが長くなることがわかった(図 3)。また粒径がチェーン長さに影響しないこと、粒子重量密度が増加するほどチェーンが長くなることも確認された。

またこのようなチェーン形成現象を 2 次元の個別要素法シミュレーションにより再現した(図 4)。シミュレーションにより、実験で得られた定性的な傾向を再現し、確認することができた。さらに、チェーン形成過程のエネルギー推移を追跡することにより、チェーンは、そのポテンシャルエネルギーが最



小になるように形成されることが確認された。

Fig. 4 Simulated chains.

## 4. 動力学特性

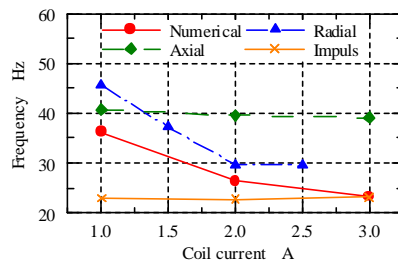


Fig. 5 Resonant frequency of chain.

チェーンを加振してその固有振動数を計測する実験と、シミュレーションによる固有振動数の計算を行った。実験は、軸方向加振、水平方向加振、衝撃加振の 3 つの加振法により行った。結果を図 5 に示す。固有振動数は数 10 Hz のオーダーであり、コイル通電電流にそれほど影響されないことがわかる。

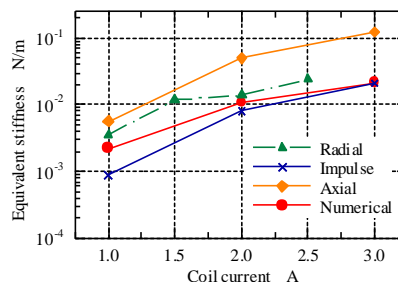


Fig. 6 Equivalent stiffness of chain.

求めた固有振動数をもとに、チェーンの等価剛性を算出した。結果を図 6 に示す。等価剛性は、コイル通電電流の増加にともな

って増加する。これは、チェーンに作用する磁束密度が大きくなることにより、磁性粒子間の磁気的な結合力が大きくなるためと考えられる。

## 発表論文

- 中山, 川本, 山口, W. Janjomske, "磁界中で形成される磁性粒子チェーンの静力学特性", 機械学会論文集 C (to be published).
- N. Nakayama, H. Kawamoto, M. Yamaguchi and W. Janjomske, "Chain Forming Process of Magnetic Particles in Magnetic Brush Development System Used in Laser Printer," 10th International Conf. on Precision Engineering, Yokohama (2001) pp.511-515.
- N. Nakayama, H. Kawamoto and M. Yamaguchi, "Statics of Magnetic Bead Chain in Magnetic Field," International Conf. on Digital Printing Technologies, Florida (2001) pp.600-605.
- H. Kawamoto, N. Nakayama and M. Yamaguchi, "Dynamics of Magnetic Bead Chain in Magnetic Field," International Conf. on Digital Printing Technologies, Florida (2001) pp.594-599.
- 中山, 川本, 山口, Janjomske, W., "磁界中で形成される磁性粒子チェーンの静力学特性", 第 13 回「電磁力関連のダイナミクス」シンポジウム, 幕張 (2001) pp.485-490.
- 川本, 山口, Janjomske, W., 中山, "磁界中で形成される磁性粒子チェーンの動力学特性", 第 13 回「電磁力関連のダイナミクス」シンポジウム, 幕張 (2001) pp.491-494.
- 川本, 山口, Janjomsuke, 中山, "レーザープリンタの磁気ブラシ現象系における磁性粒子のチェーン形成", 機械学会東海支部第 50 期総会・講演会講演論文集, 名古屋 (2001) pp.9-10.