

OA機器用粉体移送システムの開発

Development of a Powder Transferring System for Office Automation Machines

笠原 伸夫* 村松 智*
Nobuo KASAHARA Satoshi MURAMATSU

要　　旨

複写機、プリンター、FAXに用いられる現像剤等の粉体移送手段として、小型、低駆動トルクの一軸偏芯スクリューポンプを用いた粉体移送システムを開発した。

本システムは微量のエアー供給で流動化させた粉体をポンプの圧力により、パイプ内を移送させるもので、現像剤の物性損傷を起こさないという利点に加え、移送経路が自在で、遠距離、高位置へしかも移送量の高精度制御が可能であるという特徴を持つ。

ABSTRACT

A powder transferring system with a small-sized and low drive torque uniaxial eccentric screw pump is developed for transferring the developer of electro-photographic imaging apparatus such as copier, printer or facsimile. This system transfers the powder which is fluidized by mixed with small amount of air through the tube connected with the pump. The developer is transferred to any desired place, even to the higher place, by settings of tubes without any damages. The flow rate of the developer is able to control precisely by adjusting the rotation of the pump.

* 画像技術開発本部 EP開発室
Electro-Photography Development Department,
Imaging Technology Division

1. 背景と目的

電子写真方式による複写機、プリンター、FAXでは現像用に粉体トナーが用いられている。従来より、これらトナーの移送手段として機械的オーガ方式(スクリュー、コイル、ベルトコンベアなど)が用いられてきたが、移送方向、移送経路、移送量の精度や移送装置の取り付け位置等の制約が多く、これらの代替手段の実現が望まれていた。

本粉体移送システムは、これらの制約から解放すべき手段として開発されたものである。

2. 技術

【構成】

Fig.1に本粉体移送システムの構成を示す。

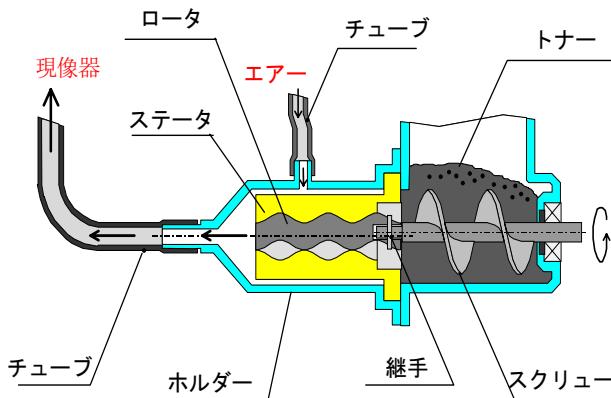


Fig.1 The Powder Transferring System

本粉体移送システムは以下の部分より構成される。

- 1) 1軸偏芯スクリューポンプ部
 - ・ゴム製で内面に2条雌ネジ形状を持つ固定されたステータ
 - ・金属又は樹脂製の雄ネジ形状の回転するロータ
- 2) ポンプにトナーを送り込むための搬送スクリュー
- 3) ポンプから吐出されたトナーを流動化させるための空気供給手段からなる。

【原理】

Fig.2に1軸偏芯スクリューポンプの断面。

Fig.3に動作図を示す。

トナー吐出量(Q)は下記の式で表される。

$$Q = 4e \times Dr \times Hs \times Ka \times Rr$$

{ e : ロータ偏芯距離, Dr : ロータ断面直径, Hs : ステータのピッチ=ロータのピッチ×2, Ka : トナーの空間内での充填率(固気比), Rr : ロータ回転数 }

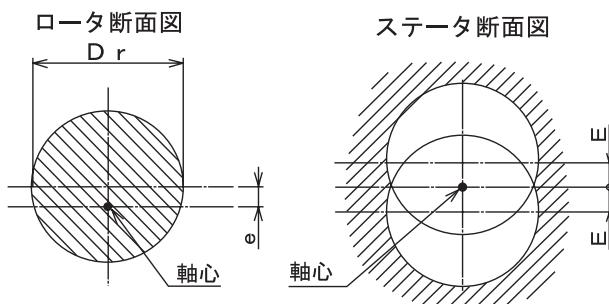


Fig.2 Cross Section of Rotor·Stator

トナー吐出量は、ロータの偏芯距離、断面直径、ピッチなどの寸法で決まり、ロータ回転数に比例する。トナーの種類によって充填率が異なり吐出量も異なる。また充填率はトナーの嵩密度及び流動性によって異なる。

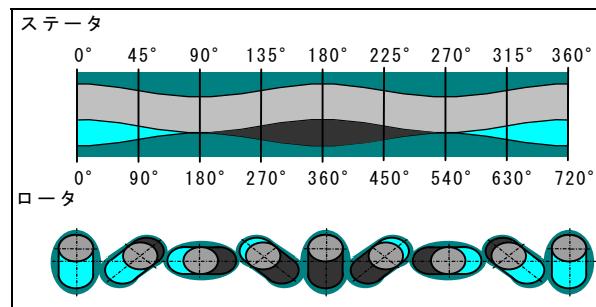


Fig.3 Principle of Transferring

ロータ(断面が真円)を固定されたステータ(断面が長円形)の中に装着し、偏芯軸センターにおいて回転させると、任意の断面にてロータはステータの内部を回転しながら往復運動する。

トナーは2条雌ネジ形状のステータと雄ネジ形状のロータにて形成された空間内に充填され、連続的に定量移送される。

粉体ポンプ通過後のトナーは、外部から供給される空気により流動化され、粉体ポンプにて発生する吐出圧によりチューブ内を移送される。



Fig.4 Uniaxial eccentric screw pumps

Fig.4に開発した4種のポンプ(RP10, RP8, RP7, RP6)のステータとロータの外観図を示す。

Fig.5にステータとロータの基本寸法の説明図を示す。

Fig.5で、ステータとロータの断面方向の隙間(B)及び軸方向の隙間(C)はステータとロータの2箇所の食込み量を示し、これらの寸法は粉体ポンプの耐久時間、揚程、トナー損傷(凝集度)に大きく影響を与える¹⁾。

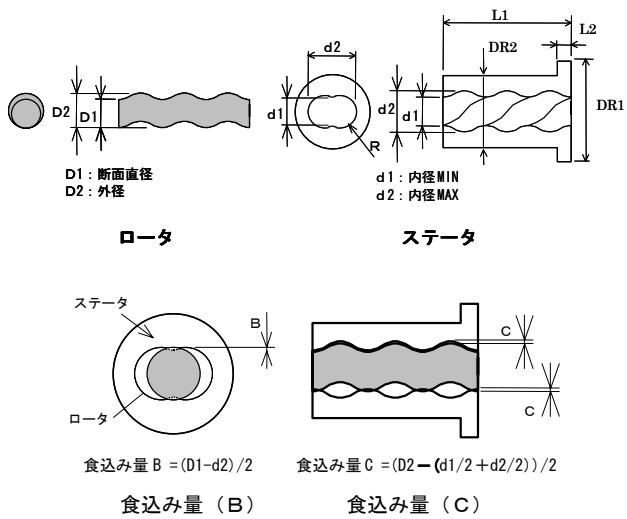


Fig.5 Physical Dimensions

Table 1にステータとロータの基本仕様を示す。

RP8, 7, 6はRP10の各部寸法の線倍率でほぼ×0.8, 0.7, 0.6とした。

Table 1 Physical Dimensions of Stator and Rotor

	ロータ		ステータ						食込み量	
	D1	D2	d1	d2	L1	L2	DR1	DR2	B	C
RP6	6.2	7.4	6.1	8.2	27.5	3	20	15	0.03	0.11
RP7	7.2	8.6	7.1	9.5	32	3.5	24	17.5	0.04	0.13
RP8	8.2	9.8	8.1	10.9	36	4	27	20	0.04	0.15
RP10	10.3	12.3	10.2	13.6	44.5	5	33	24.5	0.05	0.19

【性能】

Fig.6に4種のポンプにおけるロータ回転数と単位時間あたりのトナー吐出量の理論値と実測値を示す。

{トナー：リコー製カラーPPCトナータイプF, チューブ内径・長さ：直径6mm・1m, 揚程：0.5m, 空気供給量：1L/Minで測定}

各ポンプとも、ロータ回転数とトナー吐出量は直線関係を持ち、実測値と理論値とはほぼ合致している。

RP10ポンプで実測値が理論値より低いのはポンプへの入力トナー量が少ないため、即ちスクリューのトナー移送量がポンプの移送量に比べ少なかったためと考えられる。

トナー吐出量のバラツキは、各ポンプ、各回転数時にて±4%程度であった。

また、環境温度を10~50°Cに変化させてもトナー吐出量の差は見られなかった。

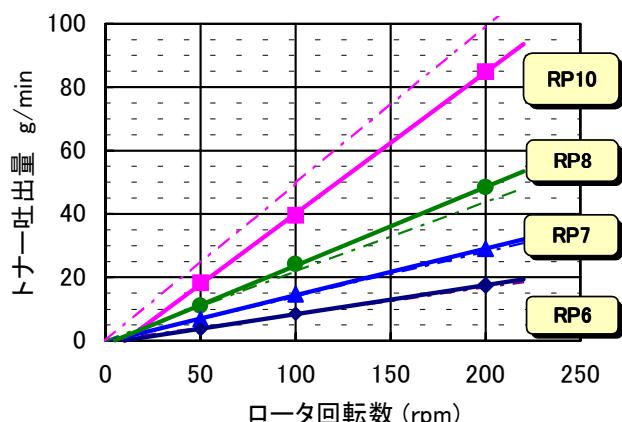


Fig.6 Revolution-Amount of Discharge

Fig.7にトナー吐出量バラツキの実測値の1例を示す。

{トナー：リコー製PPCトナータイプ2, RP10ポンプ。ス

テッピングモータ駆動(パルス数1000pps、回転角240度)で測定]

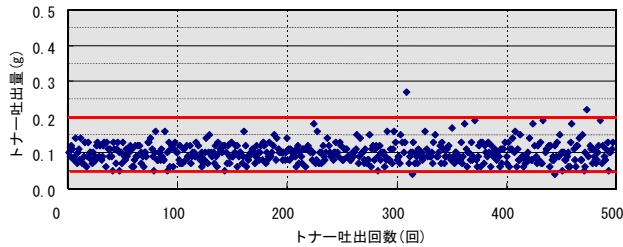


Fig.7 Amount of Discharged Toner

ロータ回転信号1パルス当たりのトナー吐出量を0.1gに設定し、連続500回時の各回のトナー吐出量を測定した。

トナー吐出量のバラツキは、 $\sigma = 0.02$ で、99.2%が 0.1 ± 0.1 g内に、96%が 0.1 ± 0.05 g内に入っていることが判った。

Fig.8に各ポンプにおけるトナー移送中のロータ軸の動トルクの実測値を示す。

動トルクは最大0.15N・mで、ポンプが大型化するほど、低回転ほど動トルクは大きくなる傾向を示す。

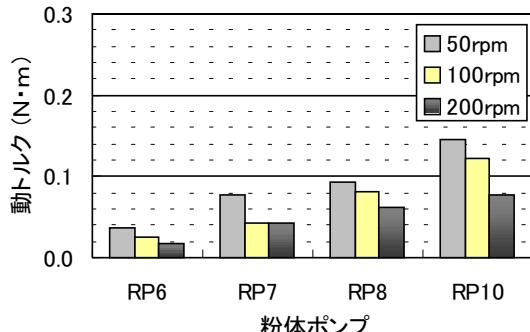


Fig.8 Torque

Fig.9に本ポンプ通過前後のトナー凝集度の実測値を示す。

{トナー：リコー製カラーPPCトナータイプFで測定}

4種のポンプ及び各ポンプのロータ回転数を3段階に設定し、ポンプ通過前後のトナー凝集度を測定した結果、トナー凝集度の顕著な変化は見られなかった。

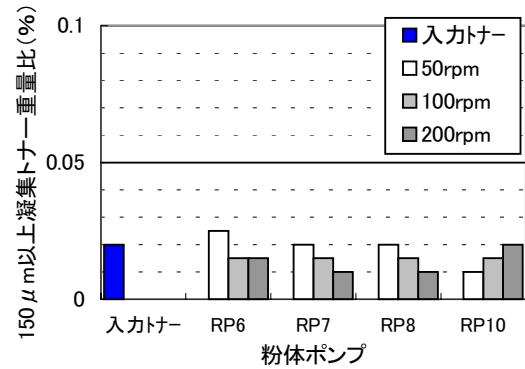


Fig.9 Cohesiveness of Toner

Fig.10は本粉体ポンプを連続運転させた時のチューブからトナーが吐出される状態を示す。



Fig.10 Discharged Toner

トナーは脈動することなく、均一分散された状態で連続吐出されていることがうかがえる。

Table 2に粉体ポンプの使用条件を示す。

Table 2 Operating Conditions

	ロータ回転数 rpm	エアー供給量 L/min	供給エアー圧力 kPa	チューブ内径 mm	チューブ長さ m	揚程 m	実耐久時間 hr
使用可能条件	0~300	0.5以上*2	2以上	4~10	0~2	0~1	800
推奨条件	200*1	1±0.5	9以上	4~6 *2	0~1	0~1	800 *1

*1トナー、粉体ポンプ種類により異なる場合有り。

*2ロータ回転数、移送経路(チューブ長さ、揚程)により異なる。

本ポンプの経時劣化として、ゴム部品であるステータが、トナー中の樹脂により摩耗し内径拡大が進み、ロータとの食込み量が減少する。食込み量が基準量以下になると、供給エアーが粉体ポンプ入り口側へ逆流し、トナー移送不良を起こす。

す現象が発生する。

本ポンプの実耐久時間は約800時間であるが、通常必要なときのみ運転(間欠運転で使用)されるので、搭載する複写機、プリンタの機械耐用時間相当の耐久性品質を充分満足しうることが確認されている。

【特徴・用途】

開発した粉体移送用1軸偏芯スクリューポンプは、微量の空気供給量で高精度な連続定量移送、移送経路が自在、高位位置への移送、遠距離への移送、粉体の損傷が無い、固形物を含んだ粉体(現像剤キャリア等)の移送が可能、ポンプ構成も簡易である等の特徴を持つ。また、本ポンプは、吐出作用だけでなく強い自吸効果を得ることも可能であり、高精度の粉体吸引ポンプとしても使用可能である。

3. 成果

本技術の特徴である、高精度な連続定量粉体移送、設置場所フリー粉体移送、コンパクト、低コストを生かし、大量層向け機種でのトナリサイクルを実現する手段として Imago5550/6550機、Spirio5010/6010/7010機に搭載されている²⁾。

Fig.11にImago5550/6550機でのトナー移送装置を示す。感光体クリーニング装置にて捕集されたトナーは粉体ポンプに運ばれる。粉体ポンプと遠距離にある現像器とはフレキシブルなチューブにて連通され、トナーはこのチューブ内を微量のエアーと共に移送される。移送されたトナーは再度、現像に使用される。従来は廃棄されていたトナーも廃棄することなく再使用が可能となった。

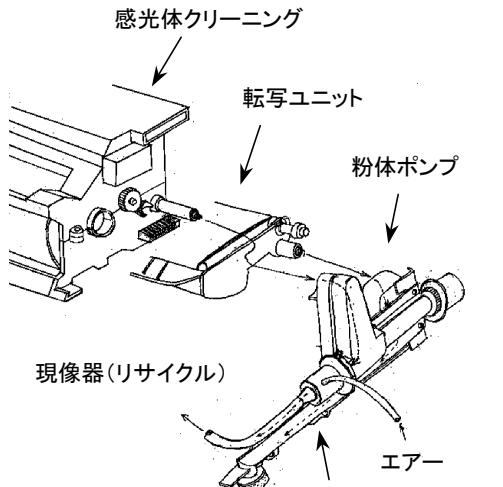


Fig.11 The Powder Transferring System for Imago5550/6550 Machines

4. 今後の展開

開発した粉体移送用1軸偏芯スクリューポンプは、数多くの特徴を持ち、多方面への用途展開が期待されている³⁾⁴⁾⁵⁾。

今後、本粉体ポンプの特徴を生かした用途展開の実現を目指した開発を進めて行く。

謝辞

本ユニットを開発するにあたり、画像部品事業部、C/MF事業部の関係者各位に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) USP5953567. 1999/9. 村松、笠原、程島
- 2) USP5987298. 1999/11. 村松、笠原、程島
- 3) USP5561506. 1996/10. 笠原
- 4) USP5797074. 1998/8. 笠原、村松
- 5) USP5815784. 1998/9. 笠原、村松