

オンキャリッジフィラーセンサ (OCFS) 方式インク供給システムの開発

Development of the Ink Supply Method with On-Carriage-Filler-Sensor (OCFS)

小林 壮行^{*} 升永 傑^{*}

Takeyuki KOBAYASHI Suguru MASUNAGA

要 旨

当社のインクジェットプリンターにおける従来のインク供給方式では、ヘッドタンク内のインクを所定量消費すると印刷動作を中断し、ヘッドタンク内インク量及び負圧を検知するためのフィラーを、本体側に設置した本体側センサによって位置検知し、インク供給動作を行ってから印刷動作を再開する「間欠供給方式」となっている。

オンキャリッジフィラーセンサ (OCFS) 方式インク供給システムでは、従来のフィラー付ヘッドタンクを用い、本体側センサに加え、キャリッジ上にフィラー位置を検知するセンサを追加し、相方のフィラー位置検知結果からインク供給上限値とインク消費下限値を算出、制御管理することが可能となり、印刷中のインク供給を行う「常時供給方式」を実現した。

ABSTRACT

By a current ink supply method in ink-jet printers of our products, when predetermined ink volume in a head tank is used, printing operation is stopped and ink is supplied by detecting position of a filler to detect ink volume and underpressure in a head tank by a Main-Side-Sensor located on the main apparatus, it is said "intermittence supply method".

The ink supply method with On-Carriage-Filler-Sensor (OCFS) has a current head tank with filler, a Main-Side-Sensor and a sensor on carriage detecting a filler position. Upper limit position of ink supply and bottom limit value of the ink consumption are calculated from a result by detecting a filler positions with a sensor on carriage and a Main-Side-Sensor. "Constant supply" which supply ink while printing can be realized to controll the upper limit position of ink supply and the bottom limit value of the ink consumption which are calculated from a result by detecting a filler positions with a sensor on carriage and a Main-Side-Sensor.

* プリンタ事業本部 GJ設計センター
GELJET Designing Center, Printer Business Group

1. 背景と目的

1-1 はじめに

GELJETプリンタは、高速連続印刷を実現するためには、当社独自技術である高粘度高浸透性顔料インク（GELJETビスカスインク）を、1.27インチヘッド（GELJETワイドヘッド）に供給するインク供給システムを備えている。GELJETプリンタはビジネスプリンタ市場をターゲットとし、印刷対象となるA3サイズ以下の多数の用紙サイズに適した高いパフォーマンスを発揮する製品であるが、A1、A0サイズ以上の印刷、特に高印字率の画像印刷をターゲットとしたとき、従来の間欠インク供給システムでは機能上、強みである高速連続印刷を実現することが困難であった。

本編では、GELJETプリンタのインク供給システムの優れた点を活かしながら、A1、A0以上の広幅プリンタでも高速連続印刷を実現可能なオンキャリッジフィラーセンサ（OCFS）方式インク供給システムを開発したので紹介する。

2. 技術

2-1 従来のGELJETプリンタインク供給システムの基本構成

GELJETインク供給システムの基本構成をFig.1に、そのサブモジュールであるヘッドタンクの基本構成をFig.2に示す。GELJETインク供給システムには、ヘッドへ適正にインクを供給するため一時的に貯蔵するヘッドタンクを有している。ヘッドタンク側面部は可撓性フィルムであり、可撓性フィルムに押圧接触しヘッドタンク内のインク量に運動して変位するフィラーをセンサ検知することで、ヘッドタンク内のインク量を把握している。ヘッドタンク内のインクが所定量以上消費されると、フィラーをセンサ検知する規定のインク供給上限状態になるまで、インクカートリッジからインクを供給ポンプにてヘッドタンクへ供給する。

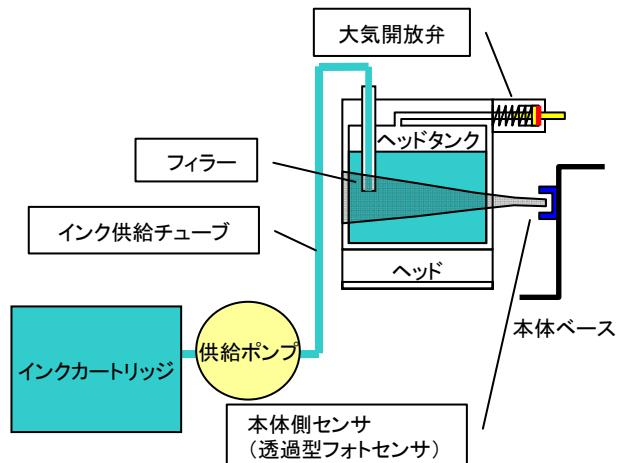


Fig.1 GELJET ink supply system.

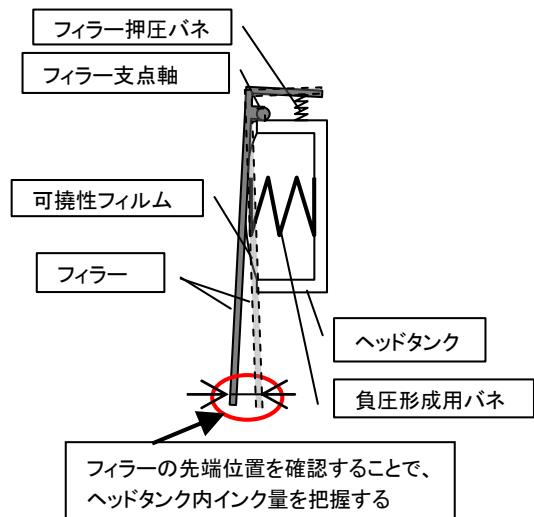


Fig.2 Constitution of Head tank.

Fig.3はフィラー位置検知方法を示す。フィラー位置を検知するセンサは、本体ベースに設置したフィラーの有無検知を行う透過型フォトセンサ（以下、本体側センサ）と、フィラーを検知した時点での、ヘッドを搭載したキャリッジの位置を測定するキャリッジエンコーダとエンコーダセンサでフィラー位置を検知し、Fig.2で示したヘッドタンク内インク量を把握する。そのため、ヘッドタンク内にインクを供給する際は、プリントを停止し、本体ベースに設置した本体側センサの検知位置までキャリッジを移動し、インク供給する間欠供給方式となる。

ビジネスプリンタの主要紙サイズであるA3, A4サイズでは、高印字率であっても1ページを印刷するのに消費するインク量は、ヘッドタンク内に貯蔵するインク量で十分補えるため、間欠供給方式である従来のインク供給システムでも対応可能であった。しかしながらA1, A0サイズ以上で高印字率の印刷を行う広幅プリンタでは、1ページを印刷する途中でヘッドタンク内のインクが無くなるため、印刷を途中で中断し、本体側フィラーセンサの検知位置までキャリッジを移動してヘッドタンクへインク供給を行ってから印刷を再開することとなり、高速連続印刷を実現することが出来ない課題があった。そのため印刷中でもヘッドタンク内のインク量を常時適正量に制御可能なインク供給システムが必要となった。

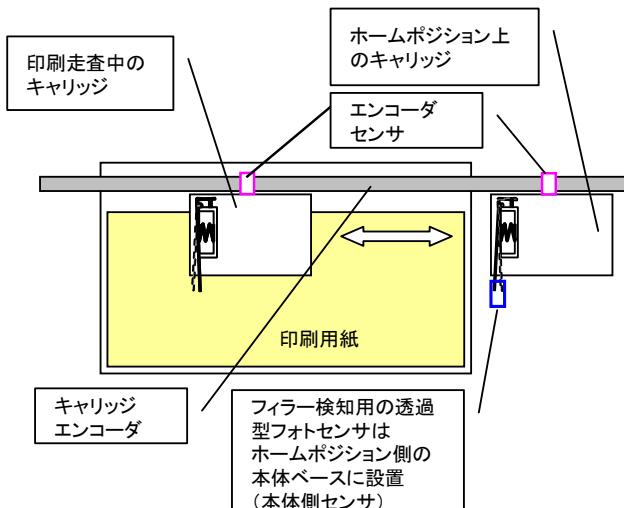


Fig.3 Method of detecting filler.

2-2 オンキャリッジフィラーセンサ (OCFS) 方式インク供給システムの基本構成

オンキャリッジフィラーセンサ (以下、OCFS) インク供給システムの基本構成をFig.4に示す。OCFS方式インク供給システムではフィラーの有無検知する透過型フォトセンサをキャリッジ上にも搭載し、本体側センサとキャリッジ上に搭載したセンサ (OCFS) の二つのセンサにてヘッドタンク内のインク量制御を行うリレー独自の常時供給型インク供給システムである。

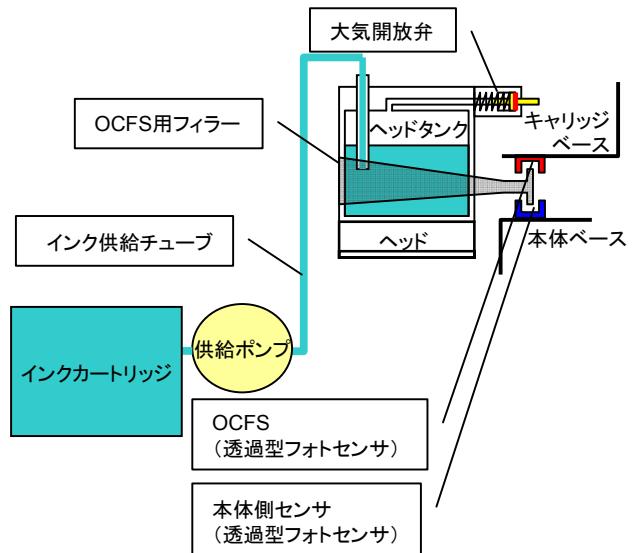


Fig.4 Ink supply system of OCFS.

インク供給システム制御は、ヘッドタンク内負圧制御も兼ねている。Fig.5はヘッドタンク内の負圧とインク量の関係図を示す。ヘッドタンクは負圧形成用のバネにてヘッドタンクの側壁面を形成する可撓性フィルムを押圧することにより、ヘッドタンク内のインクが消費され可撓性フィルムが凹み、負圧形成用バネが撓むことでバネ荷重が強まり、負圧が強くなる。逆にインクが供給され可撓性フィルムが膨らみ、負圧形成用バネが伸びることで、バネ荷重が弱まり、負圧も弱くなる。

ヘッドタンク内の負圧が弱すぎると、ヘッドノズル面からのインク漏れが発生し、逆に負圧が強すぎるとヘッドノズルから空気や塵を混入してしまい、吐出不良の原因となる。また良好なインク吐出のため最適化されたメニスカス形状保持するためには、ヘッドタンク内圧力を一定の範囲内で弱負圧に保持する必要がある。

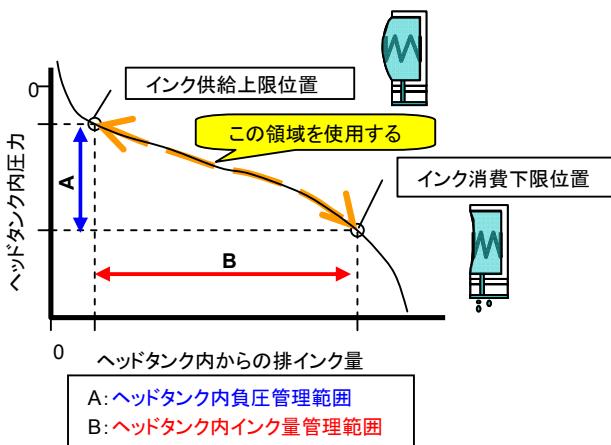


Fig.5 Correlative figure of underpressure-quantity of ink.

Fig.6はヘッドタンクのインク供給上限設定位を示す。OCFS方式インク供給システムは従来の間欠インク供給システム同様、ヘッドタンクに大気開放弁を有する構成としている。大気開放弁を開けると、ヘッドタンク内に空気が流入し、可撓性フィルムが伸びるまで変位し、それに伴いフィラーも変位した位置が大気開放位置となり、フィラーの基準位置となる。OCFS方式インク供給システムでは、インク供給上限値は大気開放位置から所定量分フィラーが変位した位置に定めている。

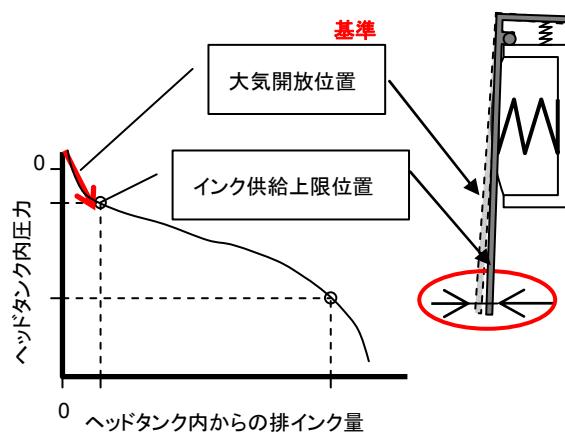


Fig.6 The setting of Upper limit position of ink supply.

Fig.7はフィラー基準位置となる大気開放位置の変化について示す。可撓性フィルムはプリンタの周囲環境、特に湿度変化で、吸湿作用により伸縮し、大気開放し

たときのフィラー位置も変化する。それに伴いインク供給上限値も変化する。

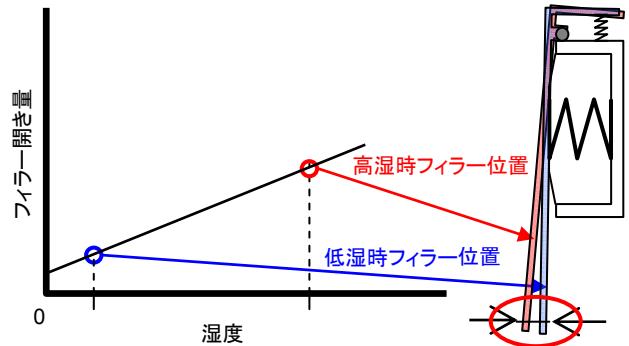


Fig.7 Correlative figure of the humidity-filler position.

OCFS方式インク供給システムはFig.8に示すように、キャリッジ上に設置したOCFSを検知するフィラー位置と本体ベース側に設置した本体側フィラーセンサにて検知した大気開放検知位置の差分であるフィラー変位量を測定し、印刷中はOCFS検知位置を基準として設定したインク供給上限値とインク消費下限値を管理することで、印刷中のインク供給管理が可能となる。

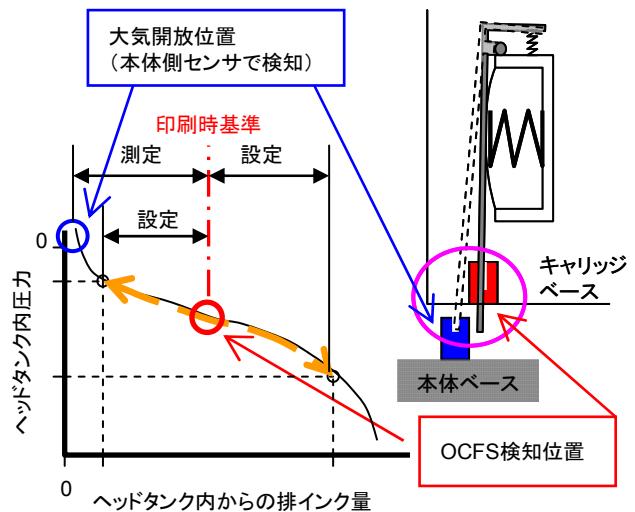


Fig.8 The setting of OCFS control.

OCFS方式インク供給システムでは印刷中にフィラーをOCFSで検知し、ヘッドタンク内のインク量を制御するが、その場合キャリッジ駆動によるフィラーの振動及び慣性力によるバタツキが問題となる。

フィラーのバタツキを最小限に抑えるため、フィラーを可撓性フィルムに押圧接触させるフィラー押圧

バネのバネ荷重を大きくし、押圧力を強めているが、負圧形成用バネのバネ荷重とのバランスを考慮し、先述のFig.5の負圧とインク量の関係図に示すような、適正な負圧管理が可能なバネ設計を行っている。

これにより、Fig.9に示すように、キャリッジ駆動時のフィラーのバタツキ量は、従来の間欠インク供給システムに比べ、大幅に低減している。また、後述のフィラーバタツキを考慮した制御設定することで、印刷中のフィラーバタツキ影響を受けることなく、インク供給を適正に制御している。

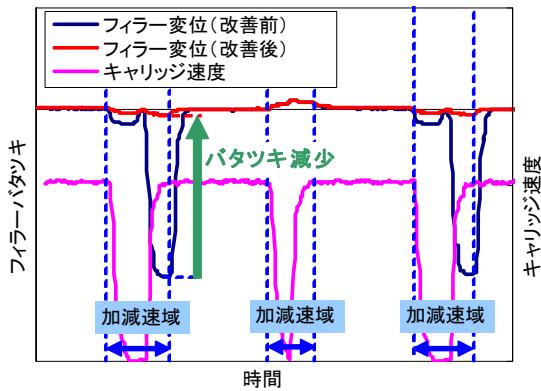


Fig.9 Oscillation of filler.

また、OCFS方式インク供給システムは大気開放弁を有するため、従来の間欠インク供給システム同様、優れた省インク性能を発揮している。

例えば大気開放弁を開き、大気開放保持状態でのヘッドノズル部インク吸引によるクリーニングは、ヘッドタンク内が密閉された負圧状態でのヘッドノズル部インク吸引に比べ成功率が高く、GELJETプリンタのインク供給システムの特徴の一つでもある。

また、ヘッドタンクに大気開放弁を有するため、初めてプリンタを使う時に、インク供給流路内の充填液をインクに置き換える作業も、非常に短い時間でできる。他社の密閉式ヘッドタンクは負圧過多防止のため、少量のインクを供給し、少量を排出する動作を繰り返し行うことになり、またヘッドタンク内で充填液とインクが多量に混じり合うため、ヘッドタンク内の充填液がインクに置き換わるまでには、多量のインク消費及び時間が必要となる。大気開放弁を用いたGELJETプリンタインク供給システムでは、一度に多

量の充填液及びインクを排出し、インク供給することで、無駄なインクを消費すること無く、作業時間も短くなる。

また、インク供給流路内に空気が混入した時の空気排出方法も、大気開放弁を有することで効率的に排出可能となる。密閉式の場合、空気の排出はインクと共に排出することとなるが、大気開放弁を有する構成では、大気開放状態でインク供給することでヘッドタンク内に入り込んだ空気はそのまま大気開放弁から押し出され、空気の排出にインクを消費することが無い。

OCFS方式インク供給システムは、これら従来のGELJETインク供給システムの強みである機能を活かし、常時供給型インク供給を実現した。

2-3 OCFS方式インク供給システムの基本制御

OCFS方式インク供給システムは、印刷中のインク供給制御として、本来の基準位置となる大気開放位置からOCFS検知位置に基準を移し、OCFS検知位置を基準として設定したインク供給上限値とインク消費下限値の範囲内で、インク消費とインク供給を繰り返し行い、ヘッドタンク内インク量を常時適正量になるように制御している。

しかしながら、OCFSのキャリッジ上への設置位置や、ヘッドタンクの各部品寸法、可撓性フィルムの湿度環境影響によるフィラー変位など、個々のプリンタごとに各種バタツキが存在するため、個々のプリンタに適したインク供給制御管理をする必要がある。

そのため、OCFS方式インク供給システムの制御では、各種制御パラメータ値を設定する前準備設定が重要となる。以下に前準備設定の内容と、設定後の印刷時におけるOCFSインク供給制御の基本動作について説明する。

2-3-1 前準備設定1. 大気開放位置 \leftrightarrow OCFS検知位置のフィラー変位距離の測定

印刷中のOCFSインク供給制御はOCFS検知位置が基準となることから、本来の基準となる大気開放位置からOCFS検知位置までのフィラー変位距離L[mml]を測定する。

大気開放弁を開閉動作し、ヘッドタンク内の圧力を大気圧にしてからフィラーの大気開放位置を本体側フィラーセンサで検知し、供給ポンプのインク吸引動作にてOCFS検知した位置を、キャリッジ移動で本体側フィラーセンサ検知することで、キャリッジエンコーダセンサからフィラーの変位距離L[mm]を測定する。

測定した変位距離L[mm]を元に、Fig.10に示すヘッドタンク内インクの排インク量-フィラー変位量の相関グラフデータから、変位距離L[mm]に対するインク量換算係数Rmax[cc/mm]にて、変位インク量 ℓ [cc]を算出する。Fig.11は算出した変位インク量 ℓ [cc]の負圧-排インク量の領域を示す。

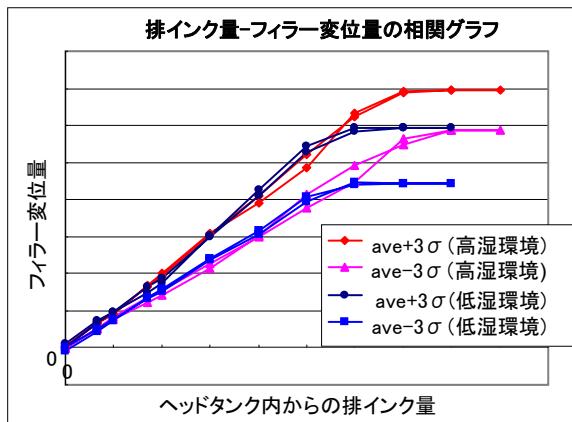


Fig.10 Correlative figure of Filler distance-quantity of ink.

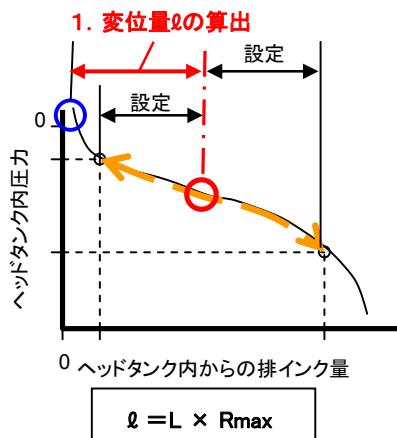


Fig.11 Calculation of ℓ .

2-3-2 前準備設定2. OCFS検知位置⇒インク消費下限値のインク量設定

フィラーが印刷にてインク消費すると共に変位し、フィラーがOCFS検知した時点から、ヘッドノズルからのインク吐出ソフトカウントによりインク消費下限値を検知するまでのインク量W[cc]を設定する。

Fig.12に示すように、W[cc]の設定として、大気開放位置⇒インク消費下限値の最大排インク量E[cc]から、前準備設定1にて算出した ℓ [cc]を差し引いたものが、W[cc]となる。詳しくはOCFS設置位置のバラツキやセンサの検知誤差、印刷動作におけるフィラーの振動バタツキなど最大バラツキ、及びインク吐出ソフトカウント量の最大バラツキ (100+Smax) [%]を含めた条件でも、インク消費下限値以下にならないようなインク吐出ソフトカウント量としてW[cc]を設定する。

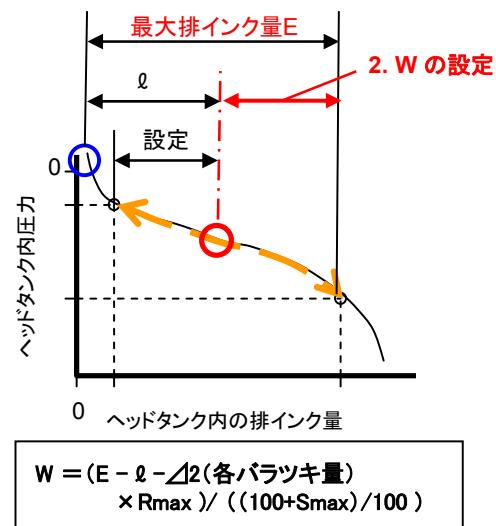


Fig.12 The setting of W.

2-3-3 前準備設定3. OCFS検知位置⇒インク供給上限値までの供給ポンプ駆動時間設定

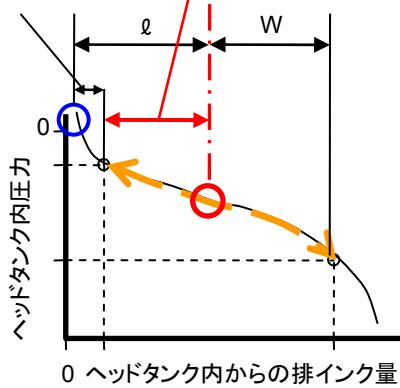
印刷時にインク消費下限値をインク吐出ソフトカウントにて検知した後、インク供給を行い、OCFS検知した時点からの供給ポンプ駆動時間t[sec]を設定する。

Fig.13に示すように、大気開放位置から算出されるインク供給上限値になる負圧形成用インク量a [cc]と、センサ検知誤差などバラツキ量を前準備設定1にて先に

算出した ℓ [cc]から差し引くことで、 V_1 [cc]をもとめることができる。OCFS検知後の追加供給ポンプ駆動時間 t [sec]は、 V_1 [cc]を供給ポンプの最大インク供給流量 Q_{max} [cc/sec]で供給する時間とする。 t [sec]は最大にインク供給してしまう条件（ポンプ流量、制御遅延、センサ検知誤差、フィラーバタツキなど）でもインク供給上限値を超えない時間を設定する。

3. V_1 の算出、 t の設定

負圧形成用インク量 a



$$V_1 = \ell - a - (\Delta V_1 \text{ (各バラツキ量)} \times R_{min})$$

$$t = V_1 / Q_{max}$$

Fig.13 Calculation of V_1 and Setting of t .

これら上記前準備設定は、各メカ的バラツキや、光学的検知バラツキ、制御バラツキの考慮の他に、ヘッドタンクの負圧特性も考慮し設定している。

ヘッドタンクはその構成上、Fig.14に示すような温湿度環境や、ヘッドタンクからのインク排出及び供給によるヒステリシスを有する負圧特性を持つため、これらを考慮した制御範囲内でヘッドタンク内のインク量を常時コントロールする。

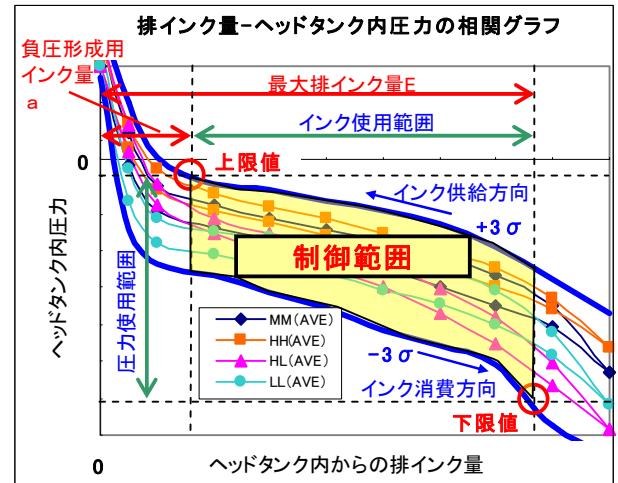


Fig.14 Correlative figure of underpressure-quantity of ink.

2-3-4 OCFSインク供給制御の基本動作

Fig.15はOCFSインク供給制御の印刷時の基本動作を示す。状態①、②にて、先述のOCFSインク供給制御のための測定、制御値設定を行い、インク供給上限値で待機する。印刷を実行すると状態③からインク消費と共にフィラーが変位し、状態④のOCFS検知するまでインク消費すると、インク吐出ソフトカウントを開始する。その後、インク吐出ソフトカウントにてインク消費下限値まで W [cc]をインク消費したことを検知すると、状態⑤となり、状態⑥である供給ポンプ駆動を行う。インク供給することでフィラーが再びOCFS検知位置まで変位し状態⑦となり、更に供給ポンプ駆動時間 t [sec]分をインク供給すると状態⑧となって、印刷開始時の初期状態③に戻る。このような一連のインク吐出及びインク供給制御動作が可能となるのは、OCFS検知した時点で、インク吐出ソフトカウント誤差や供給ポンプのインク供給量の誤差などの検知誤差の積み上がりを無くしているからである。また、OCFSと本体フィラーセンサの2つのセンサを用いることで、個々のプリンタの部品精度や、周辺環境による各種バラツキに適合する制御設定が可能となるからである。

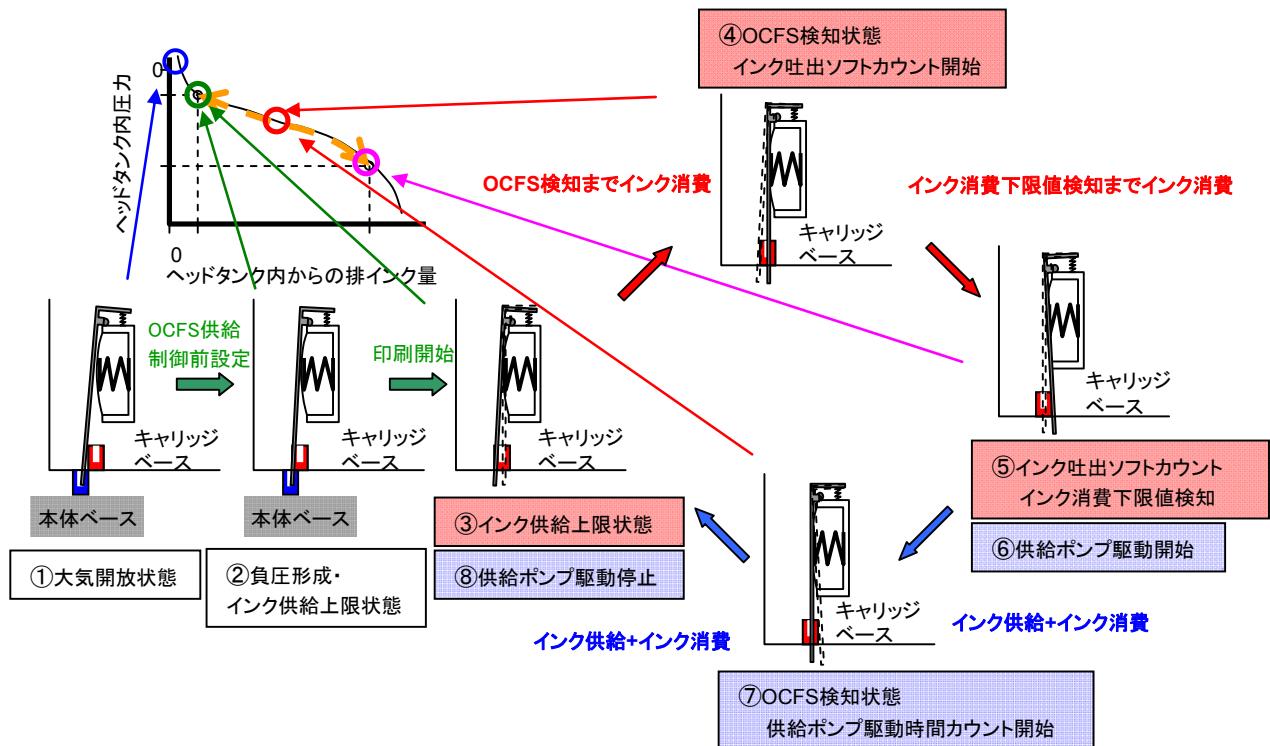


Fig.15 The control operation of OCFS system.

OCFS方式インク供給システムは前述した、部品構成と制御方法により、従来のGELJETインク供給システム（間欠供給）の優れた機能を活かしつつ、A1、A0以上の広幅印刷プリンタでも高速連続印刷を実現した当社独自の常時供給型インク供給システムである。

3. まとめ

OCFS方式インク供給システムの開発により、当社独自技術である高粘度高浸透性顔料インク（GELJETビスカスインク）と、1.27インチヘッド（GELJETワイドヘッド）を搭載し、高印字率画像印刷においても、高速連続印刷を実現する広幅印刷プリンタを商品化することが可能となった。

また、基本構成を従来のGELJETプリンタの間欠インク供給システムをベースとすることで、多くの部品を共通使用することが可能であり、低コストのシステムを実現できた。