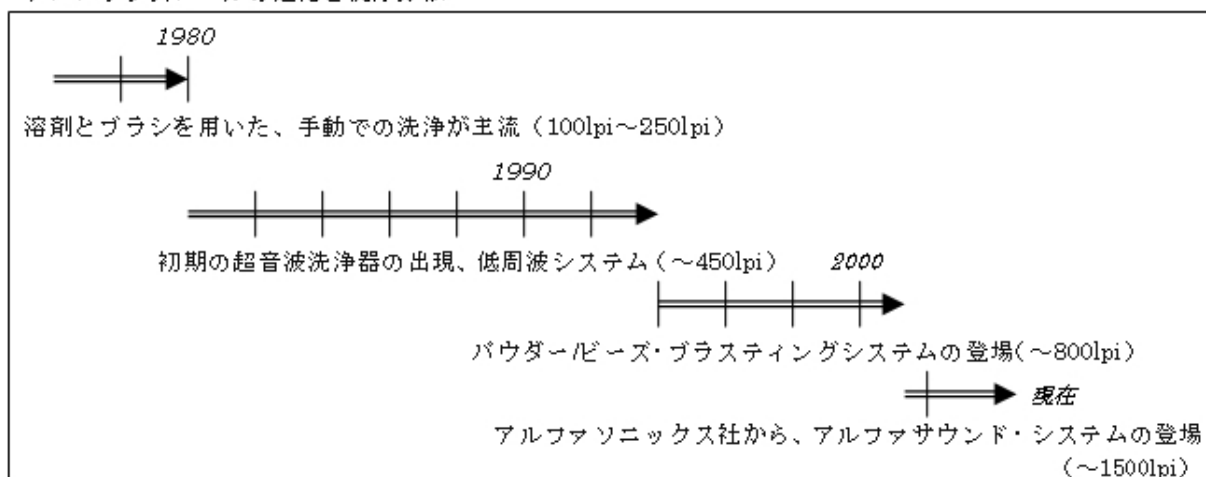


1. はじめに

現在のフレキソ印刷業界において、最も重要となる問題のひとつは、いかに高品質の印刷を維持するかという問題です。特にアニロックスロールはフレキソ印刷にとって心臓ともいえるものであり、適切に洗浄、管理されていないと、版、インキ、あるいはドクターブレードが適切に管理されていたとしても、印刷品質を維持するのは困難になります。さらに、機械停止時間の延長やヤレの発生につながるため、安定した利益を確保することもままなくなります。また、常に市場で求められている高線数での印刷を求められた際、その要求に応えることが難しくなります。本稿では、アニロックスロールの洗浄方法のひとつであり、かつて注目を浴びていた超音波式洗浄方式の過去と現状について述べたいと考えます。

2. アニロックスロールの進化と超音波洗浄

アニロックスロールの進化と洗浄方法



(図 1)

まず、1980年代以前の洗浄方法に目を向けてみたいと思います。当時のアニロックスロールの線数は、現在と比較すると非常に低い線数であり、高くても200lpi-250lpiが一般的でした。この頃の洗浄方法は、単純に溶剤とステンレスブラシで汚れを擦り落とすというものが一般的でした。もちろん、この方法も完璧ではありませんでしたが、アニロックスの線数が低いため、ブラシの毛先が十分にセル内に入り、効果的な洗浄方法たりえたと言えます。

そして、1980年代前半には、初期の超音波式洗浄システムが市場に登場します。これらは、一定の低周波数超音波を発生する装置を用いており、非常にシンプルな構造を有していました。洗浄の際、ベアリングやギアを取り外さなければならず、ロールごと完全に水面下に浸す構造でした。タイマー等も、1度に何時間も続けて洗浄するような簡単なものしか備えていませんでした。また、洗浄中はロール全体が水中に浸るため、適切に洗浄さ

れているか否かの判断がしにくく、時として超音波を当てすぎてしまうことにより、ロールに損傷を与えてしまうことがしばしばであった。(注：アニロックスロール上に黒い斑点が見られる場合、これらは超音波洗浄によって生じた損傷の兆候である可能性があります。)

アニロックスロールは時代と共に常に進化してきましたが、80年代前半当時のアニロックスロールの品質では、超音波洗浄にかけると、セル表面に損傷をきたす可能性が多々ありました(マイクロクラッキングと呼ばれる微細なひび割れ現象)。同じく、当時の超音波洗浄装置もまた、多くの欠点を備えていたと言わざるをえません。(これは後になって判ったことであります。)

1980年代後半は、新しいアニロックスロールの生産方式が登場したこともあって、高線数への志向が見られるようになりました。これに伴って、ロール洗浄の分野では、低周波の超音波洗浄装置が使われるようになっていきました。しかしながら、洗浄時の前述の問題(セル表面の損傷)は解決されていなかったため、水圧式洗浄システム(ジェットシステム)など、その他の洗浄方法も次第に浸透していきました。

1990年代前半には、アニロックスロールの線数も450lpiが一般的になります。このころから、高い線数のセル表面でも損傷が出にくいアニロックス洗浄方式が求められるようになっていきます。この時期になると、粉末を吹き付けてロールを洗浄するパウダー洗浄方式が市場に紹介されます。間をおかず、この洗浄方式はビーズ洗浄方式に応用されます。これらの洗浄方式は、公平に判断しても、初期の超音波式洗浄方式では不可能なレベルのロール洗浄を可能にしました。その結果、パウダー洗浄方式ならびにビーズ洗浄方式は市場において徐々に認識され、多くのフレキシ印刷現場において採用されました。この当時の超音波洗浄は、「アニロックスロールに損傷をあたえる」との悪評で有名でした。

1990年代の後半には、刷版とともにアニロックスロールも飛躍的に進歩し、使用される線数も格段に高くなりました。その間、アニロックスロールの進化に対し遅れをとらないよう、洗浄器メーカーも独自に超音波技術の研究を続けてきました。現在では、その集大成となる超音波洗浄方式が開発されています。

以下に、その具体例について詳しく述べたいと思います。

3. 超音波洗浄機の現在

ここでは、まず超音波洗浄とは実際どのように洗浄するのかについて説明します。簡単に述べると、超音波洗浄では液体に高周波音を加えます。この高周波音により、溶存酸素などの微小な気泡が核となり、無数の真空に近い微小空洞(キャビティ)が洗浄タンク内に形成され、それらが次第に膨張して内破していきます。水面下のロール表面付近でこうした内破が発生し、そのエネルギーで衝撃波が生じてロール表面の汚れを「吸い剥し」ます。この他にも、超音波による加速、微小振動、乳化作用による効果などが挙げられます。

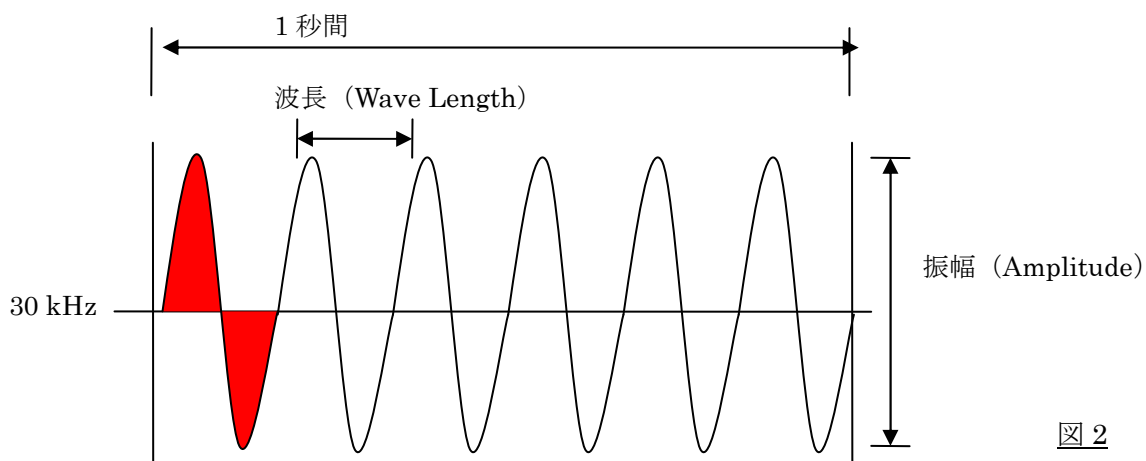
現在では、これらの作用を応用した超音波洗浄システムが開発されています。

現在の超音波洗浄システムの特徴は以下の 5 つ。

- a 周波数の切り替え
- b 周波数と出力の管理
- c 温度管理
- d 洗浄時間
- e 洗浄液

a. 周波数の切り替え

従来の超音波洗浄器の場合、アニロックスローの線数が高くなると洗浄効果は低くなります。これは、セルの口径と微小空洞（キャビティ）の泡の大きさに関係しています。上述の通り、超音波は数億個の真空に近い微小空洞（キャビティ）を洗浄タンク内に発生させます。個々のキャビティのサイズとエネルギーの強さは、用いられる周波数の値に完全に依存します。泡のサイズは下の図の正弦波（サイン波）と比例します。例えば、周波数が 30kHz で 1 サイクル毎にひとつの泡が発生すると、特定の振幅（Amplitude）と強さ（Energy）を有する泡が、1 秒間で 30,000 個発生します。つまり、正弦波（サイン波）が形成され収束するまでの 1/30,000 秒間にひとつの泡が生成されます。すなわち、図 2 で赤く示されている部分が泡の大きさを示します。



また、より高い周波数を用いた場合、波長（Wavelength）が小さくなるため、同時に振幅（Amplitude）も小さくなります。したがって、赤い部分の面積が小さくなるため、より小さな泡が発生することになります。（図 3）

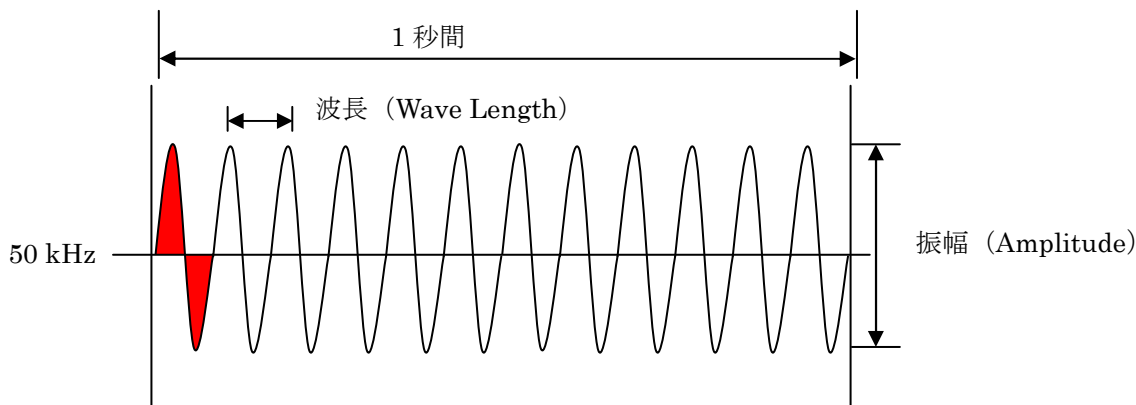


図 3

すなわち、セルの口径が小さい、高線数のアニロックスロールを洗浄するには、その口径よりも小さな泡を発生させることが重要で、それが可能な高周波超音波が必要になります。現在では、周波数を適切な値へ変更することが可能な洗浄器が開発されており、低線数から高線数まで効果的に洗浄できるものがあります。

b. 周波数と出力の管理

超音波洗浄において安全に洗浄を行うためには、周波数と出力の管理が極めて重要です。従来の超音波洗浄器では、水面下に浸したロールに低周波を当てていました。この場合、超音波から生成される真空に近いキャビティの特性により、泡に「晒され易い」部分と、「晒されにくい」部分が生じます。よって、ロールを完全に洗浄したい場合、負荷がかかる部分とかからない部分が発生してしまいます。この条件を認識しないまま長時間の超音波洗浄を行うと、容易にアニロックスロール上の薄いセラミック壁に損傷を与えてしまいます。アニロックスロールを超音波洗浄器に長時間使用してはならない、と一般的に言われているのは以上の理由からです。

現在の超音波洗浄システムでは、約 1/4 ほどを水に浸けたロールを回転させ、同時に、周波数と出力を管理した超音波による多様なサイズのキャビティ泡をロール表面にくまなく行き渡らせる方法を採用しています。これにより、ロールの特定箇所泡が当たり過ぎない、安全で効率のよい洗浄を行うことが可能です。また、ロール寸法の大小に関わらず、均一に洗浄することができます。

c. 温度管理

洗浄液を見てみると、ある特定の温度よりも高い温度でインキに対する洗浄効果を発揮することが多いと言えます。現在の超音波洗浄システムでは、様々なインキや洗浄液に対応するために、タンク内の温度を細かく設定することが可能です。これにより、タンク内の洗浄液の温度の過度の上昇や、温度低下による洗浄効果の低下を防ぐことが可能です。

d. 洗浄時間

標準の洗浄時間は、1 サイクル 10 分が多いようです。これは、アニロックスロールの日々の洗浄に必要な一般的な洗浄時間と言えます。しかしながら、使用環境によって洗浄の頻度は異なるため、複数サイクルの洗浄が必要な場合があります。例えば、日々の洗浄とは別に、1 ヶ月に 1 度の洗浄（ディープクリーニング）で超音波洗浄器を使用する場合、洗浄が完了するまで標準の設定で 2 サイクル、3 サイクルの洗浄が必要である場合もあります。そのような洗浄計画が組まれている場合、1 サイクルの時間を変更することも可能です。

e. 洗浄液

洗浄溶液は、水に対して 9 : 1 の割合で希釈して使用するケースが多いようです。強い薬品に依存して洗浄するシステムもありますが、超音波のエネルギーで洗浄する場合、洗浄液はあくまで補助的な役割にすぎません。

以上が、現時点で最新と思われる超音波洗浄システムの主要な特長です。また、機械の構造がシンプルで操作も簡単であり、特別なスキルが必要とされないことも特長と言えるでしょう。従来の超音波洗浄器では、アニロックスロール表面に損傷を与えてしまいやすい点が弱点でした。しかし、今日では、簡単、低コストに、かつ安全に洗浄することが可能な超音波洗浄システムが開発されているのです。



4. 超音洗技術の活用

以下は、今日の超音波洗浄技術を活用した、その他の洗浄器とその特徴について述べます。

4.1 パーツ洗浄システム

現代のフレキシ印刷では、年々小ロット、多品種への要望が高まっています。ジョブ準備時間を短縮するには、アニロックスロールだけでなく、チャンバーやインキパンなどの洗浄も重要です。近年では、超音波を利用したパーツ洗浄システムも開発されています。こうしたシステムでは、洗浄水の再利用が可能であり、廃液処理コストの削減だけでなく、環境面への貢献にもつながります。超音波式パーツ洗浄器の特徴には以下のようなものがあります。

- ・ 250mm–500mm 長のチャンバー、トレーが複数個洗浄可能。
- ・ 従来の水圧式に加え、超音波を活用することで効率よく隅々まで洗浄可能。
- ・ 操作の容易なシンプル操作。ジョブ準備時間の短縮。
- ・ あらゆる種類のインキ洗浄に対応。
- ・ UV インキと樹脂カスを凝集可能な濾過システムを装備。



4.2 刷版洗浄システム

アニロックスロールの進化と同様、デジタル版の出現により刷版も高線数化しています。ここでは、微小なドットを傷つけず洗浄することが課題となっています。この分野でも、超音波洗浄システムが開発されています。このシステムは非接触方式であり、刷版を安全に洗浄することが可能です。以下がその特徴。

- ・ ナロウウェブからダンボールまで様々なサイズの刷版に対応。
- ・ 超音波による微小なキャビティ泡により、高細線の刷版も効果的に洗浄が可能。
- ・ 完全非接触洗浄のため、刷版を傷つけない。
- ・ 全自動洗浄で、スキルが必要とされない。
- ・ 超音波洗浄後のすすぎ、乾燥により、洗浄後刷版が直ちに保管可能。
- ・ 最大1時間に80枚程度洗浄可能。
- ・ 洗浄、すすぎのみの安価な半自動システムもあり。

以上の他にも、オフセット印刷のブランケットモジュール専用洗浄システムや、チャンバーに直接超音波発生器を装着し、常にインキが詰まることのない、オンプレス洗浄システムなども開発されています。(図9)

5. 将来の動向

フレキソ印刷市場では今後、より高品質な印刷が求められていくと思われます。高品質の印刷を実現するためには、アニロックスロール、刷版の高線数化がさらに進むと思われます。ここでは、各部位の洗浄が大きな要素になると思われます。しかしながら、その他の洗浄方法とは異なり、超音波には物理的制限がないため、どんなに微細な表面でも洗浄が可能です。今後、様々な部品の洗浄に超音波が活用されていくと考えられます。本稿が従来の超音波洗浄システムへのイメージを払拭し、洗浄システムの選択を行う際の一助となれば幸いです。

