

アニロックスロールへの期待

アニロックスロールはどのように変わって行くのか

フレキソタイムス編集委員会

インキングシステムの変遷

アニロックスロール（以降、アニロックス）は、フレキソ印刷を他の印刷方式と区別する意味でも大きな特徴的要素です。例えば、

- ▶ 印刷速度に影響されにくい、均質で管理可能なインキ転移システム
- ▶ 色分解における各色スクリーン角度の制約

などのフレキソ独特の特徴は、アニロックスの存在に起因しています。

初期のフレキソ印刷において、刷版へのインキ供給システムは「ファウンテンロール+ドクターロール」のツーロール方式で行なわれていました。

この方式では2本のロール間に生じる圧力（ニップ圧）と回転速度差を利用して刷版へのインキ供給量を調整していましたから、インキ供給は均質と言えないばかりか、印刷速度が速くなると供給量が増加してしまうので、印刷品質の上位化と安定性には大きな問題を抱えていたことになります。

フレキソの印刷品質に大きな影響を与えるアニロックスは、1960年代に入ってから機械彫刻方式のアニロックスが開発され（図-1）、ほぼ同時期にケミカルエッチング方式のものが開発されました。

その後ドクターロールに替わって、インキで濡れたアニロックス表面は薄い金属刃（ドクターブレード）でスキージされる方式に変更。セルに含まれたインキだけを刷版に供給するインキングシステムに発展します。（図-2）

この段階ではまだインキングはインキパンから出発してファウンテンロール、アニロックス、刷版を経由して被印刷体へ到達していました。その後ファウンテンロールを使用しない「アニロックス+ドクターブレード」（図-3）に替わりました。

「アニロックス+ドクターブレード」のシステム登場直後からフレキソ印刷の印刷品質が急激に改善していくことになることから、アニロックスを中心としたインキングシステムはフレキソの印刷品質に非常に大きく関与している事がわかります。

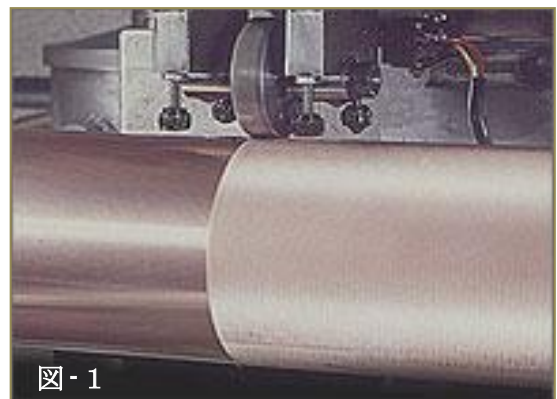


図-1

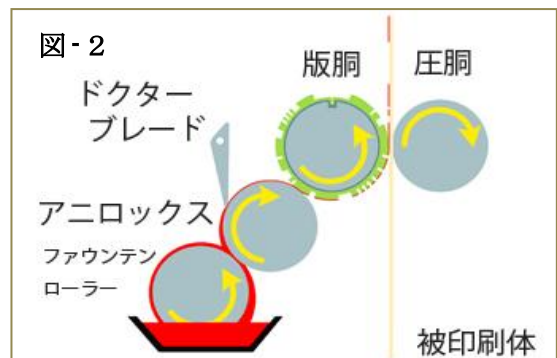


図-2

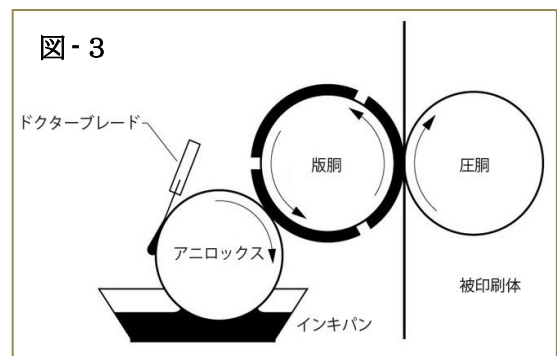


図-3

1980年代初頭になるとアニロックスはレーザー彫刻とセラミック素材のコンビネーションで製作されるようになり、画期的に緻密性と長寿命が向上します。そしてこのコンビネーションが現在の標準的構成となっています。

さらにインキチャンバー（図-4）の登場でインキパンが不要になり、インキングシステムは私達が現在よく目にする形態に辿り着きました。チャンバー化されたため、密封されたインキに含まれる溶剤または水の蒸発が極小化され、インキ粘度と濃度の安定に大きな改善がありました。

これらがアニロックスを中心とした大雑把なシステムの変遷になります。

そしてインキングシステムがこの段階に達してから、本稿の主題であるアニロックスの技術革新が急激に起こり始めたのです。

現在使用されているアニロックスを、製造方法や仕様などによって概要を表にまとめました。（表-1）表に記載されている内容について次項から取り上げていきます。

（表-1）

製造方法	素材+表面仕上げ	セル形状	セルアングル	解像度
機械彫刻 (ミル)	銅+ ハードクロム (メッキ)	➤ 四角錐	45°	~350LPI
エッチング	銅+ ハードクロム (メッキ)	➤ 四角錐	45°	~300LPI
レーザー彫刻 CO ₂ YAG	アルミ+ 酸化クロム (溶射)	➤ ハニカム ➤ ラウンド	30° 45° 60° へリカル	~2500LPI
新パターン	アルミ+	➤ 長矩形	30° 60°	
レーザー彫刻 CO ₂ YAG	酸化クロム 酸化チタン (混合溶射)	➤ 蛇行畝 ➤ 凸型	へリカル	

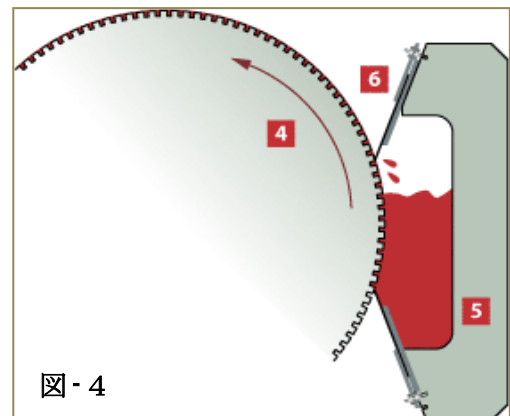
アニロックスの役割

アニロックスの役割は、ドクターチャンバー（またはファウンテンロール）から供給されるインキを、均質に定量受け取った後に刷版に受け渡すことです。

印刷するデザイン・刷版解像度・被印刷体・印刷色などによって、アニロックスに求められるインキ供給量は変化しますので、適切な印刷効果を得るためには適切なアニロックス仕様を選ぶ必要があります。

アニロックスの仕様

通常はロール寸法以外のアニロックスの仕様は、1) 解像度（線数） と 2) インキ



保有量 で表現されます。一般的に解像度が高くなると保有量は小さくなりますが、これはセル形状の制約によるもので、アニロックス仕様を決定する特徴的側面です。

そしてアニロックスの解像度は、A) 使用する刷版の解像度 に基づいて選定されます。

またアニロックスのインキ保有量は、B) 印刷物で目標とするインキ濃度 から選定されることとなります。

解像度はL P I (またはL P C) で、インキ保有量はB C M (またはc c / m²) で標記されます。

L P I (線 / インチ Line Per Inch)	B C M (10 億立方マイクロン Billion Cubic Micron)
L P C (線 / センチ Line Per Centimeter)	C C / m ² (立方c m / m ² Cubic Centimeter Per Square Meter)

セルの仕様

セル自体は大きさ (直径) 【タテ×ヨコ】と深さ【奥行】がある3D構造で、それぞれのスペックで仕様が異なります。

まずに大きさについて見ていきます。

解像度がL P Iで標記される事は、アニロックス軸芯方向 1.0 インチ間に何個のインキ格納穴 (セル) が有るのかを表す数字で表現されます。

周知の事ですが、印刷したい画像詳細部をどの程度まで再現するのかに応じて刷版の解像度 (L P I) が決まります。そして刷版の解像度に応じてアニロックスの解像度が選定されてきます。

図-5

Anilox Engraving Recommendation Table																
Anilox	110 Plate Screen				120 Plate Screen				150 Plate Screen				175 Plate Screen			
Cells per Inch	1%	2%	3%	4%	1%	2%	3%	4%	1%	2%	3%	4%	1%	2%	3%	4%
1400 cpi																X
1200 cpi									X							
1100 cpi																
1000 cpi					X										X	
900 cpi	X									X					X	
700 cpi		X				X					X					X
600 cpi			X			X					X					
500 cpi				X			X									

美粧性を追及する印刷ではその比率は1 : 5 (～7) です。つまり刷版が120 L P Iの場合、使用すべきアニロックスは600～840 L P Iになります。さらにハイライト部の最小点を考慮する必要がある場合は、比率は1 : 9 (～10) 程度となります。 図-5

通常の線画印刷でもその比率は1 : 3を下限として、アニロックスの解像度が選定されることが望ましいと言われます。

次に深さですが、深さはインキ保有量を決定する要素です。セルが深いほどインキ保有量は大きくなりますが、同じ500 L P Iのアニロックスでもセル深度の仕様違いで、【500 L P I / 2.7 B C M】から【500 L P I / 5.2 B C M】などと、二倍以上のインキ保持能力が変化します。

ただしセル深度はインキを“保持”する能力であって“刷版へ転移させる”能力とは必ずしも一緒になりません。後述しますが、セルが深ければ濃度の上った印刷が出来るとは限りません。

セルの形状と配列

セルの形状は製造方法によって変化します。初期のアニロックスにおける機械彫刻とケミカルエッチングでは四角錐（ダイヤモンド）型（図-6）でした。レーザー彫刻になると椀（ラウンド／ハニカム）型（図-7）になります。

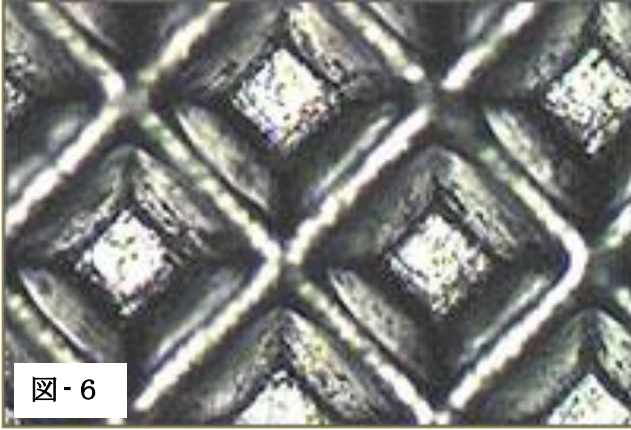


図-6

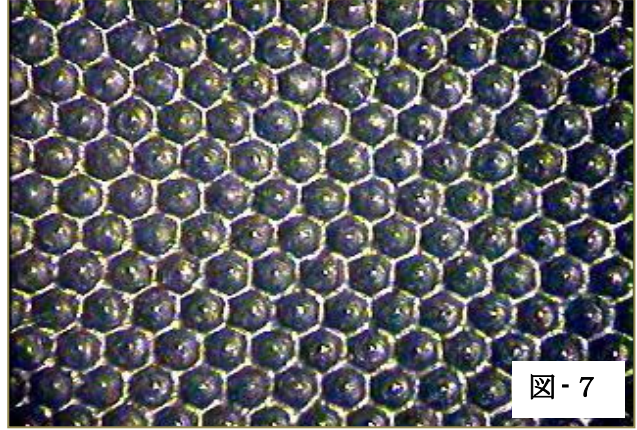


図-7

セルはアニロックス表面に一定の規律で配列されています。アニロックス登場当初から軸芯方向に対して45°アングルで配列されたものが一般的でした。（図-8）多色印刷用のフレキソ刷版のスクリーン角度で45°が使用されない理由がアニロックスの45°セルアングルです。2つのアングルが同調してしまうとモアレや色調再現性などに大きな悪影響が出てしまいます。因みにアニロックスを使用しないオフセットやグラビアでは回避すべきアングルがありません。

レーザー彫刻では60°アングルが主流になっています（または30°も散見されます）（図-9 図-10）。アングルは刷版の仕様を考慮するだけでなく、

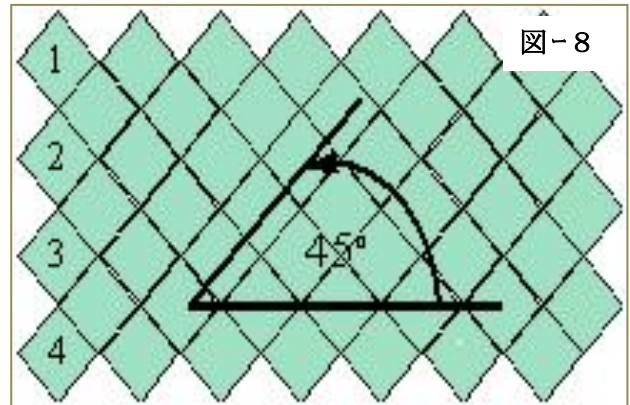


図-8

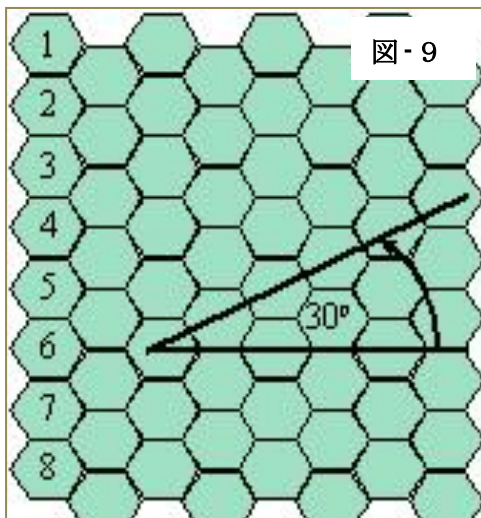


図-9

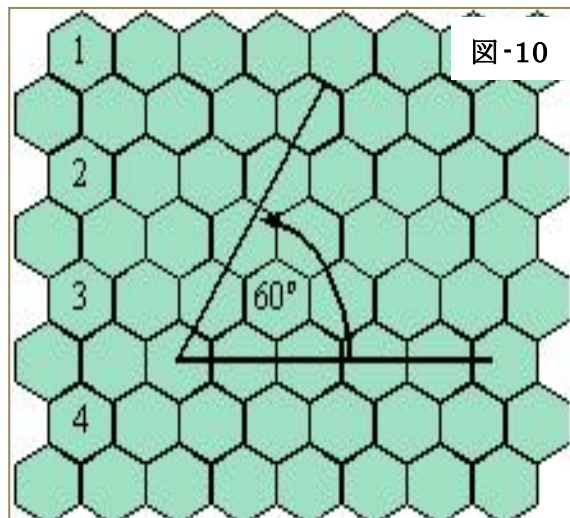


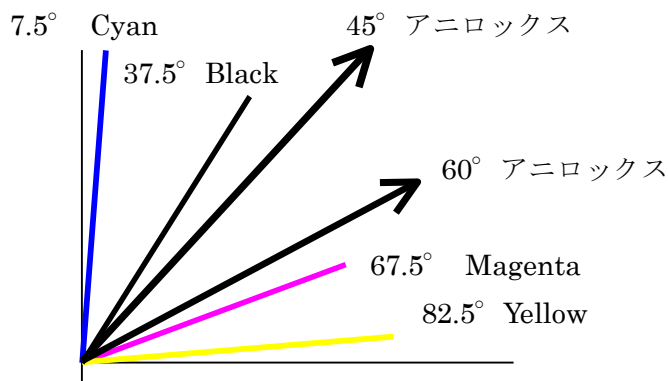
図-10

インキカットやエア抱き込み防止、ドクターブレード寿命などドクターブレードとの理想的な関係構築の見地からも考慮されます。

フレキソではアニロックスのセル角度：45°を外して各色のスクリーン角度を設定して

きましたが、レーザー彫刻セラミックアニロックスで標準となっているセル角度：60°も外すようになりました。

(図-11)



従って0°から90°までの象限の間に、使用できない角度域が45°から60°まであるのでフレキシの色別スクリーン角度は大分窮屈に見えます。(図-11)

また45°と60°の違いをアニロックス表面積のセル数の観点で比較すると、解像度を400LPIと仮定して45°では1cm²当たり25,600個。60°では29,440個となり、約15%ほど多くなります。60°が主流になったのは、このインキ保持量アップにも理由があります。

最近の技術革新について

彫刻技術の革新

当初レーザー彫刻で使用されたレーザーは唯一、炭酸ガスレーザーでした。加工可能な解像度は500LPIで、セルオープニング（セル直径）は約50μでした。しかしそれまでの標準解像度に比べて約1/2サイズでの加工（2倍の緻密性）が可能になったため、刷版で使用できる解像度は一気に120～133LPIまで広がり、印刷の美粧性が格段に改善されました。

現在レーザー彫刻に用いられるレーザーは炭酸ガスレーザーに加えてYAG、ファイバー、サーマルといった多様なレーザーが利用されています。新しく利用されるようになったこれらレーザーの共通の特徴は、炭酸ガスレーザーに比べてビームが細く、反応速度が速いので微細な加工をするには圧倒的に優れていることです。レーザービーム以外にも光学系、制御系の技術進化も進んだ結果、現在の解像度は1500LPIで、セルオープニングは17μという緻密性に達します。一部では2500LPI、3500LPIと言うスペックを謳うメーカーもあります。

セル形状の進化

インキ保持量はセル直径とセル深度によって決まります。アニロックスの仕様としては【500LPIで4.4BCM】または、同じ500LPIでも【500LPIで5.5BCM】などと言う表現になってきます。一般的には、より大きな保持量を持つアニロッ

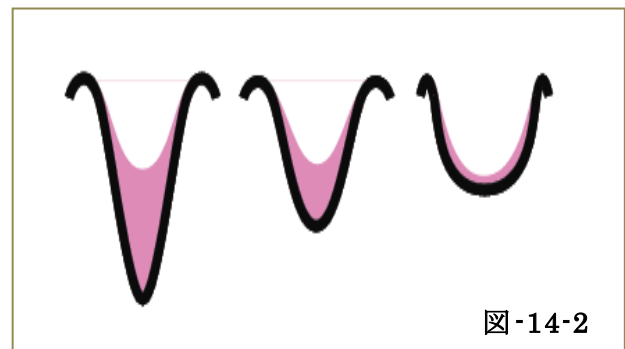
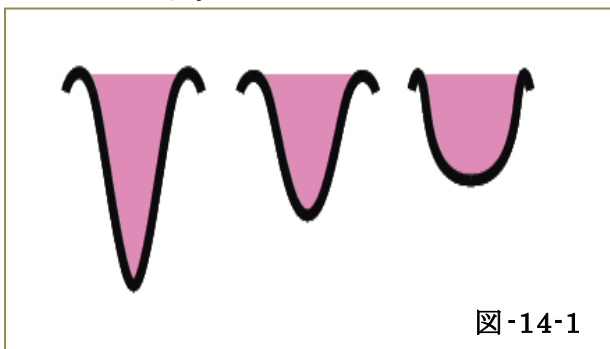
クスではインキ濃度が高い印刷が可能になります。

一方、同じ仕様の2本のアニロックスで印刷されたベタ濃度が同じとは言えません。それはセル形状に密接な関係があります。

図-12,13は代表的なセル形状を掲載していますが、各形状においてセルがインキで満杯になった状態がアニロックス仕様で言うところの保持量：BCMになります。それぞれの形状はアニロックス製法や使用レーザータイプによって変化します。図-12は機械彫刻およびエッチングで製作されたものを、図-13はレーザー彫刻によって制作されたものを表現しています。図-12および図-13で表現している6種類のセルは、計算上は全て同じインキ保持量を持っています。

そして、これらの図では刷版とコンタクトした後でセルに残留すると考えられるインキを示しました。計算上同一の保持量を持つアニロックスでも、刷版への転移量および印刷されるインキ濃度が変化する理由は、これらのようにセル内壁の形状によって変わってくる残留インキ量に影響を受けるからです。

図-14は3種の異なるセル形状において転移後の残インキ量の差を示したものです。3種のセルに保持できるインキ量は同じですが、残インキ量は形状によってこのように差がでてきます。



残留インキは経時的に目詰まりやインキ保持量の低下を誘発しますので、適宜洗浄でこれを回避する必要があります。

アニロックスの性能低下を防ぐ意味でも、セル内壁に角（カド）の無い、つまりより半球状に近いセル形状が必要になり、その形状を実現する為にアニロックスメーカー各社が技術開発を行なった結果が現在のセル形状になっています。

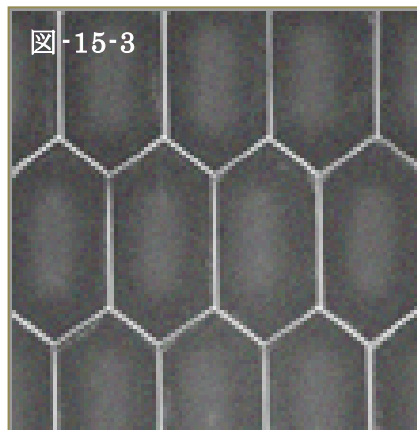
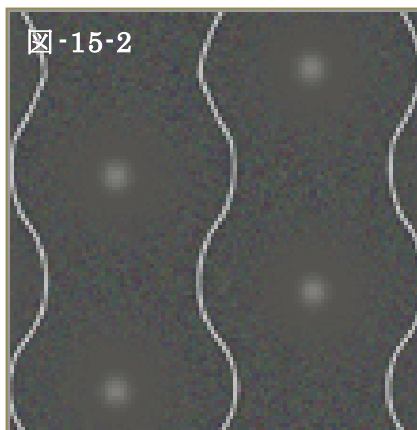
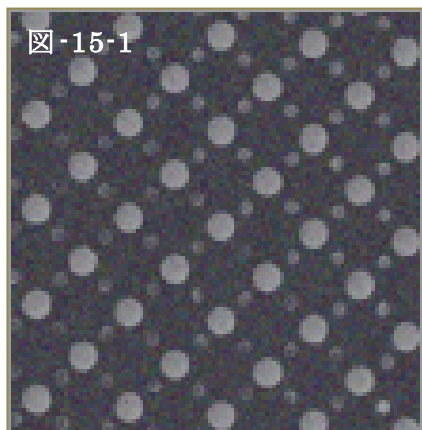
セル概念の革新

アニロックスロール表面には、円形または四角形のセルが整然と配列されている、と言

うのが今日的な基準でも標準的なアニロックスのセルパターン概念です。

最近この基本概念から飛躍したアニロックスが登場して話題になっています。

これらのアニロックス表面には円形のセルの代わりに、溝（グループ）パターンや長矩形や多角形などの新しいパターンが彫刻されています。（図-15）



この新パターン開発の主な目的は以下の点にあると発表されています。

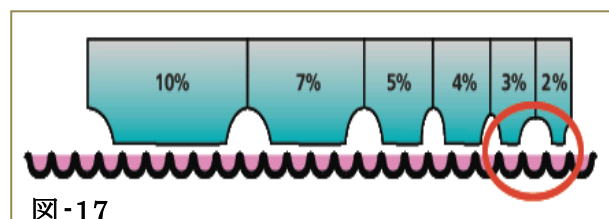
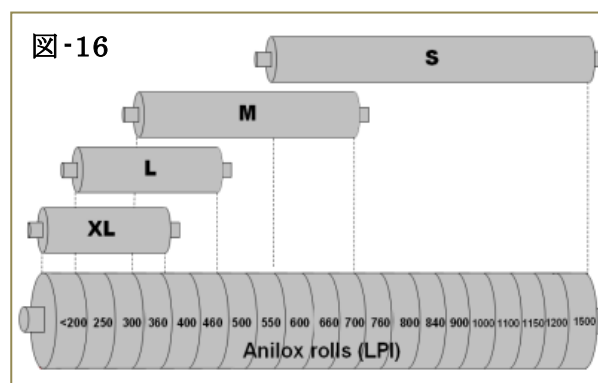
- インキ流動性の改善～インキ転移性の改善
- 刷版解像度への対応力改善
- ドクターブレードとの干渉低減による長寿命化（ブレード）
- ドットゲイン現象の抑制

新パターンにより、アニロックス表面に保持されたインキの流動性が上がり、高解像度でも高濃度印刷が可能になるだけでなく、ベタ印刷におけるピンホール抑制の効果があるということです。さらに洗浄性も改善されるため、アニロックス保守の面からも改善効果があると発表されています。

新パターンアニロックスの一つ、APEX社（製造元：オランダ／発売元：明昌株式会社）から発表されている【Uniflex】によると、通常アニロックスの解像度200～1270LPIまでを、4種類の新パターンアニロックスでカバーする事が可能だと発表されています。

（図-16）

既述の通り【アニロックス：刷版＝5～7：1】の関係が確保されていないと、美粧印刷は困難です。理由は（図-17）のハイライト部ドット先端がセルの中に浸ってしまうために発生するドットゲイン～ハイライト部のヨゴレのためです。そのために同一色中にスクリーンとテキストやベタが混在する場合は、同一色を分解して別ステーションで印刷しな



ければならない場合が発生します。これらは全て上記の比率によって制約されているからです。

印刷現場ではアニロックスの保有バラエティーが豊かになるほど、広範なデザインを印刷する事が可能になるという事になります。しかしこのメソッドでは数多くのアニロックス保有が有利になる一方、保有のたびに投資が必要になってくるために、バラエティーに一定の歯止めが掛かるのが現実的な対処となっています。

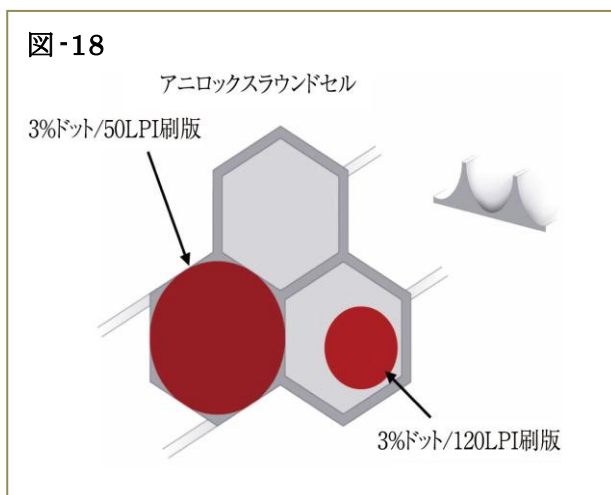
これまで段階的に必要だった20種のアニロックスバリエーションが図-16に対比されるように4種に集約される事は、設備投資の観点からも大きなアドバンテージと言えます。同社では軟包装用の【Uniflex】の他にダンボール用にも【Unicorr】も用意されています。

ラウンドセルからの離脱

APEX社の例ではGTT (Genetic Transfer Technology) と呼ばれる技術が新パターンの特長をもたらします。

(図-18)は現行のアニロックスセルと刷版ハイライトドットの関係を表します。

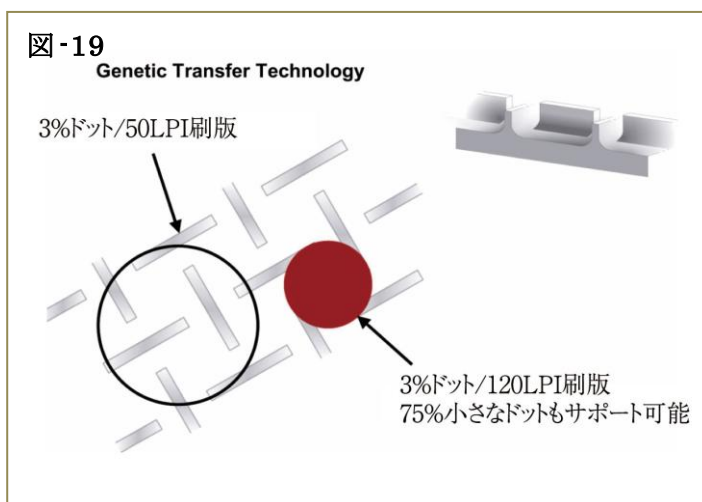
このアニロックスのセル直径(ウォール部)では、かろうじて【50LPI:3%】ドットのセル侵入を防げていますが、【120LPI:3%】ドットはセル内に侵入して、必要以上のインキがドット先端に転移してしまいますので、激しいドットゲインが起ってしまいます。



(図-19)はGTTで用いられるリッジパターンに、同様のドットを置いた場合を表します。新パターンでは従来のセルでウォール(Wall)と表現されていたセル間の隔壁は、リッジ(Ridge: 畝)と表現されています。このパターンでは【120LPI:3%】ドットもリッジに支えられ、リッジ内に侵入する事はありません。

またインキ流動性が上がっているため、大きな【50LPI:3%】に必要なインキ量も転移させることが可能になるので刷版解像度への対応力が広がり、【アニロックス:刷版=5~7:1】の関係を保つ必要がなくなるという理論です。

この事例では刷版が50LPIでも、120LPIでも、両方の刷版を一本のアニロックスでカバーする事ができるという事を示しています。



次に注目するのはPRAXAIR社（アメリカ）とプラクスエア工学株式会社（日本）から発表されているProline™シリーズのART彫刻™です。

ART™はAnilox Reverse Technologyから命名された商品名で、名前が表すように従来のアニロックスと逆パターンで形成されたロール表面に特徴があります。従来セルは凹型に彫刻され、凹部にインキを保持する形態であるのに対し、ART™の加工は表面に凸部を残す形で彫刻し、山裾～山間にインキを保持する形態になっています。（図-20）

特徴はインキ転移性の改善と高線数かつ高容積で高濃度で細字性の向上です。

また同社では2011年に新パターンNovaLine™の販売を開始します。（2011年6月より、国内製造販売開始）、この彫刻には新しいレーザーが使用されます。（図-21）新レーザーにより高線数でのインキ濃度高度化やドットゲイン現象の抑制、および洗浄性の向上に効果が出ているという発表があり、こちらへの期待も高まっています。

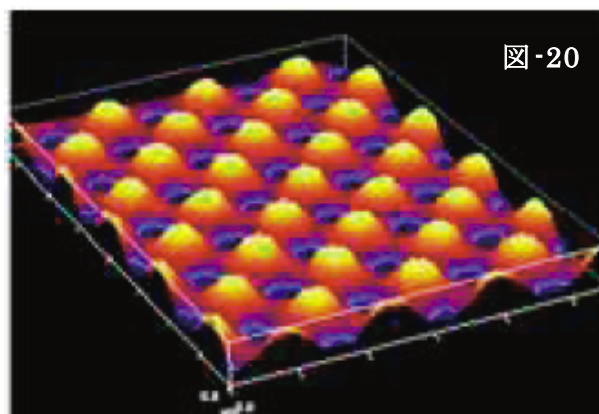


図-20

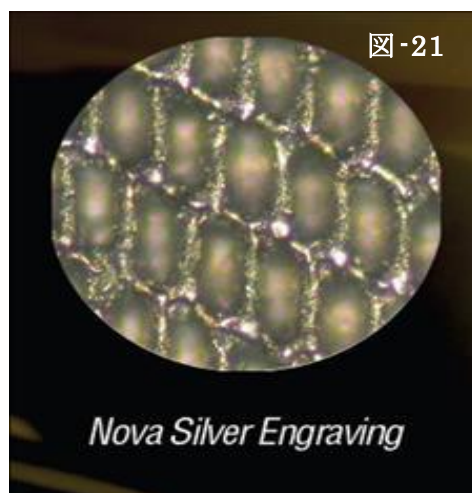


図-21

まとめ

アニロックス表面のインキは従来セルのウォールで“独立して、少量づつ格納”されていましたが、これらの新パターン加工においてインキは“連続した面”、またはそれに近い形でアニロックス表面に保持される事になります。

また刷版へのインキ転移性の点ではセル内壁形状によって発生する表面張力の影響で、刷版へのインキ転移後セル内に残留するインキ量を最小化させる為に、セル最深部周辺の形状はV字型からU字型へ進化してきました。

さらに新パターンはU字型を更に進化させた船底型になりました。深度はU字型より浅くなりますが、インキ流動性が向上するパターンと低表面張力効果で、刷版へ転移するインキ量は浅版化しても問題にならないと言う論理です。

しかし限界を超える浅さではインキ転移に悪影響を与える事になります。プラクスエア工学(株)ではこの点に関して「アスペクト比（開口率）」と言う概念を使って適正値を提案しています。【アスペクト比15～35%】が適性という基準で、この値はセル深度をセルオープニングで除算して求めます。

250LPIではセルオープニングは約100ミクロンになり、その時のセル深度が25ミクロンであれば【アスペクト比=25÷100=0.25】となり、25%となります。

新パターンアニロックスは開発者達の独創的な発案によって登場したことは容易に理解

できます。しかしこの発案を実現するためには最新のレーザー彫刻技術が必要条件であったことも、近年になって新パターンが続々と発表されている背景であると思われます。最新のレーザー彫刻技術を利用しなければ、目標とする細密加工が実現できないからです。

ここで取り上げた新パターンアニロックスが市場にどのように受け入れられていくのか、どのような効果を上げていくのかは今後の観察に拠る以外に評価の方法がありません。セラミックアニロックスが登場して約30年経過しました。今日までの間にその関連技術は素材レベルを含め、大きな前進があったことは公知の事実です。

一方では製版技術も大きく進歩し、30年前とは隔世の感さえ抱かせます。インキも溶剤、UV、水性の各タイプがそれぞれ改善されてきました。今後フレキシソインキは高濃度化、高透明性が求められ、これらが実現することによりオフセット、グラビアからの転換が可能になる分野が出てくるように思えます。

印刷機というプラットホームではインキ・アニロックス・刷版という3つのステーションを経由して被印刷体に印刷加工が為されます。プラットホーム上の3要素間には非常に高い次元で協働作業が行なわれているという理解が出来ますが、これら3要素を製造する企業・業界にもこの協働概念の共有が必要な時代になってきたように思えます。企業単独で、または業界単独で行なえる事以上の成果は、企業間や業際を越えて為される連携や協働作業によって実現できるのではないのでしょうか。

セラミックアニロックス30年の歴史の中で、技術が大きく変わってきたことは既述の通りですが、逆に変わらなかった点もあります。それが、【ラウンドセル&60°アングル】の組合せです。従来パターンにおいてもセル設計の改善は進んで行くのは間違い有りませんが、今後の新パターンアニロックス技術にも関心が高い関心が寄せられます。

(参考資料)

本文では以下のホームページを参考にしました。

<http://www.apex-groupofcompanies.com>

<http://www.harperimage.com>

<http://www.praxair.com/>

<http://www.pamarcoglobal.com>

<http://www.zecher.com/>