最新の塗工技術について —高速かつ高品質のコーティングテクノロジー—

住友重機械工業株式会社 結 城 幸 一

The Newest Coating Technology —High Speed and High Quality Coating Technology—

Kouichi Yuuki

Sumitomo Heavy Industries, Ltd.

The newest coating technology is now developing day by day. The requirement to the coater is contained two totally different categories, one is high speed and the other is quality. These requirements are sometimes contradict in each other. But the newest coating technology is provided both goals simultaneously.

Metso paper developed improved blade coater Opti-Coat jet and Opti-Blade and new film coater Opti-Sizer. These machines are already running in speed world record. And moreover, to achieve higher speed and to get high quality Metso developed totally new spray coating technology Opti-Spray. And these coater series are contained in the part of Opti-Coater called as Opti-Concept.

分類：N₃ 塗工機，N₁ 塗工・塗工機一般

1. はじめに

最新の塗工技術は日々進歩しているが塗工装置に対する要求は高速化を実現する一方、高品質の紙を生産することも求められている。これらは時として相矛盾するが、塗工装置の開発はこれらを同時に実現することを目的にしている。

メッツォ社では塗工装置として、改良されたブレードコータである Opti-Coat Jet 及び Opti-Blade、新しいフィルム転写型コータの Opti-Sizer があり、これらの塗工装置は現在世界でもトップレベルの運転速度を実現できている。またさらにより高速でかつ高品質の塗工面を得るために新たに Opti-Spray を開発した。これら一連のコーティング装置はメッツォ社のオブティコンセプトの一部であるオブティコータを構成して

いる。

2. オブティコータの概要

オブティコンセプトのコータパートはオブティコータと呼ばれ、従来のコータと比較して能力が著しく改善されている。オブティコータは、通常のコーターより長さが約 30% 短く、これは独創的なレイアウト、新しい乾燥方法の採用及びドライヤシリンダグループを持たないことによって達成されている。この新しいコンセプトは設置に対する多大な費用節減をもたらす塗工ラインの生産能力と操作性を改善している。

オブティコータは最高速度においても良好な走行性もっており、従来の方法と比べてこの新しいコンセプトにより塗工紙の高い生産性が確保できる。オブティコータは新設の塗工ライン、既設のオン/オフマシン

OptiCoater

図1 メツォ・オブティコータ（新世代コータマシンコンセプト）

コータの改造に適用可能である（図1）。

図1はオフマシン4ヘッド・オブティコータコーティング・コンセプトの全体図でアンワインド側から見た図である。ここではドライヤセクションに新型のターンドライ・ドライヤが用いられ、アンワインダ、コーティングステーション、オブティリールの設置方法の工夫により全体にコンパクトな構造となっている。この新しい塗工機コンセプトはすでに実機での適用が行われている。

コータの生産性に寄与する要因として、プロセスの連続性、迅速なスタートアップ、工程管理、均一な塗工品質および良好な操作性があるが、オブティコータ・コンセプトは下記に大きな特長を持っている。

- ・30%以上の塗工能力増
- ・塗工機全長を30%程度短縮—設置スペース、および運用上の利点
- ・ドライヤシリンダグループを必要としない
- ・きわめて少ないロール数
- ・最高速度においても優れた走行性
- ・信頼性のある、高速アンワインダ
- ・各種コーティングステーションがコンセプトに適用可能
- ・良好な巻取品質を与えるオブティリール

3. 最近の高速化傾向

現在コータの運転最高速度は年ごとに上がってきており、もはや2,000 m/minを伺う時代になっている。一方パイロット設備についても3,000 m/minの時代になってきた（図2）。

コータの要求特性としては以下のように挙げられる。

オフマシンコータ

- ・100%信頼できる高速アンワインダ
- ・連続性のある高品質塗工

図2 メツォ社コータの年代別設計速度の推移

図3 世界最高速度を実現したコータ

- ・乾燥工程における最短の紙匹長と高効率
- ・断紙が少ないこと

オンマシンコータ

- ・高効率の通紙
- ・連続性のある高品質塗工
- ・断紙が少ないこと

品質プロセス

- ・スキップコーティング
- ・クレータ
- ・バーリング
- ・ストライプ

高速化を実現する上で、最も重要な開発分野はブレード加圧とエアバッグのコントロールの問題である。これは如何にブレード加圧、角度を正確にコントロールするか、アンワインド、バックアップロール、リールにおけるエアバッグを如何にコントロールするかにかかっている（図3）。

図3はMets.-Serla Kirkniemi 向けオフマシン4ヘッドコータで1,750 m/minの世界最高速度を実現し、これは塗工機の歴史の中で注目すべき1ページといえることができる。

Mets.-Serla Kirkniemi PM3の4ヘッドオフマシンコータの概要

最高速度の実績：1,750 m/min

紙品種：90 g/m²，両面ダブル塗工品

(Galerie Fine Paper)

アンダーコート：Opti-Sizer (旧名 Sym-Coat)

トップコート：Opthi-Coat Jet

4. 高速、高品質のコーティングステーション

高速化、高品質を目指すには、適用する紙品種、塗工量、塗工品質に応じて適切なコーティングステーションを選定する必要がある。現在実機で稼働しているコーティングステーションには大きく分けてブレードにより塗工するものとロッドにより塗工するものがある。またアプリケーションする方法の違いもある。これらは組み合わせて使用することによってステーションの機能として最大限発揮させることができる(図4)。

4.1 Opti-Coat Jet コーティングステーション

オブティコートジェットコーティングステーションは最も幅広く用いられているコーティングステーションで、高速かつ高品質の塗工に向いている。

パイロットテストでは、オブティコートジェットはすでに3,000 m/minの速度を達成しており、実機の運転状態では2,000 m/minが達成可能である。エア

がカラー中に含まれることによって引き起こされるスキップ塗工の問題は、塗料供給ラインにバルメット社のオブティエ脱気装置を使用することによって完全に解消している。オブティコートジェットで全くエアを混入させない塗料フローは、その鍵となる要素である(図5)。

オブティコートジェットは塗工量4-20 g/m²の範囲で通常操作される。また速度については最高3,000 m

図6 オブティコートジェット

図4 各種コーティングステーション

図5 オブティコートジェットのフロー

図7 ノズルビーム

/min までパイロットテストによって確認されている (図 6)。

ノズルは、短時間で洗浄可能で、運転中であってもノズルビームを旋回させることによって数分でノズルチャンバの洗浄が可能である。精巧なノズルの微調整機構によって塗料塗布を均一にしている。

最適化された脈動のない塗料供給ノズルヘッダーは、2つのタービュランスチャンバと塗料中の異物除去スクリーンを内蔵した精巧な CD マニホルドを特徴としており、非常に安定した塗料フローと均一な塗工層を実現している (図 7)。

オプティコートジェットの特長は次の通りである。

- ・均一な塗料フローによるすぐれた塗料供給プロフィール
- ・ノズル出口でまったく脈動のないジェットフロー
- ・正確な塗料供給のための精巧なノズル微調整装置
- ・均一な塗料フローと汚れ防止を考慮したタービュランスチャンバとスクリーン
- ・スキップコートのないすぐれた脱気システム
- ・高速塗工実現のために高速化かつ安定化したジェットフロー速度
- ・計量ブレード先端角度一定化制御システム
- ・容易で迅速なメンテナンスに適した自動洗浄シケンス
- ・汚れ防止のための上下両リップ冷却システム
- ・汚れ防止のための上リップミストシャワー

4.2 Opti-Blade コーティングステーション

オプティブレードは従来のショートドウェルコートで問題であった 1,200 m/min を越える高速運転下での塗工品質の低下に対して改良を行ったものである。フィルム転写型コータのシムサイザ (シムコート) で使用されてきたシーリングブレードをブレードコートに応用している。

片面 13 g/m² 以下の LWC に相当する紙品種は、主としてオンマシンコートで適用されている。このためメンテナンスがしやすく紙切れの少ないコンセプトが求められている。

また通常ブレードコートで高速でかつ低塗工量で運転しようとするとき、ブレードの加圧圧力を上げることは避けられないが、一方加圧圧力の増加は紙切れの増加にもつながる。このためこのような紙品種では、ドウェルタイムを短くしてかつ高速運転でも品質の高い紙を生産するコーティングステーションが求められる。

オプティブレードはチャンバー内にシーリングブレードが設置されており、そのブレードの間には開口があり、ショートドウェルコートで問題となっていた、

図 8 オプティブレードのチャンバー部分

チャンバー内に発生するボルテックスに起因するストリークの発生を防いでいる。オプティブレードはショートドウェルの高速化を実現でき 2,000 m/min まで対応できるようになった (図 8)。

4.3 Opti-Coat Duo コーティングステーション

オプティコートデュオコーティングステーションは 2 本のバックアップロールを使用することによって著しく長いドウェルタイムを取ることができる。このため非常に塗工量の高いグレードに対して適応している。

塗工液の供給は第 1 バックアップロールに設置されているノズルビームによって行われ、塗工液の計量は第 2 バックアップロール上のブレードまたはロッドによって行われる。ノズルビームの構造はオプティコートジェットと同じ構造をしている (図 9)。

4.4 Opti-sizer コーティングステーション

フィルム転写型のコータヘッドは従来シムサイザの

図 9 オプティコートデュオ

名称で広く使用されてきたが、さらなる運転の高速化、高品質化、コンパクト化からメッツォ社ではオブティサイザを開発した。

オブティサイザはロールニップにてコーティング液を紙に転写をする点では従来のシムサイザ型フィルム転写コータと同じであるが、さらに適用を発展させている。つまりフィルムを形成する手段としてアプリケーションビームを使用するが、ロッドとシーリングブレードの組み合わせの他、ロッドとロッドの組み合わせを行うこともできる。以下には新開発のロッドとロッドの組み合わせの方式についてその特長を記載する（図10）。

2本のロッドを使用するシステムでは供給流量のほぼ全量が紙に塗工される。これは従来の方式であったシーリングブレードからの液の戻りが全くなくなることで実現できた。このため供給液の量は従来の方式の1/3から1/5に下げることができる。このことはタンク、ポンプ、スクリーン等のカラー液の供給系統をコンパクトにでき、また紙品種の抄造替えの際のカラー液のロスが少なくすることができることを意味する。カラー液の供給系統にはオブティサイザ用に開発したオブティドーザがあり、非常にコンパクトな設計を行っている（図11）。

オブティサイザの運転速度はパイロットテスト機で

は2,000 m/min以上まで運転が確認されており、紙への塗工はロールニップで行って紙をひっかくことなしに行うため特に薄物高速運転に適している（図12）。

5. 新開発のコーティングステーション

上記で述べた各種コーティング方法は紙またはロールへ塗る手段としてブレードまたはロッドを使用する

図 12 オブティサイザ

図 10 オブティサイザの各種アプリケーション

図 11 オブティドーザ

図 13 オブティスプレー

が、メツォ社ではこのたび全く新しいコーティング方法の Opti-Spray を開発した。これはコーティングの塗料をスプレーノズルを使用して紙に直接吹き付ける物であり、紙は完全に非接触の状態です工が行われる (図 13)。

ノズルは運転中に交換可能で自動的にシーケンス作動によって交換可能である。待機状態のノズルはノズル穴の目詰まり等が起きないように必要に応じて洗浄している。塗工面はブレード、ロッド等を使用しないため原紙に沿った形状で塗工される。このため原紙に対するカバーリング性能が非常に高い (図 14)。

オブティスプレーの運転範囲は非常に広く、ノズルの交換、濃度の選定によって塗工量では片面 0.2~35 g/m² まで適応が可能である。一方粘度は、低い方がカラーの分散が良いため、通常 100 mPas 以下で塗工が行われる。

オブティスプレーは紙とカラーの直接の接触がないため次のようにいろいろな応用が考えられる。

- ・両面同時塗工 (図 15)
- ・ウェットオンウェット塗工
- ・原紙に不純物が含まれる紙への適用が可能 (例: 板紙, 新聞用紙)

図 14 各種塗工表面

図 15 両面同時塗工の場合のノズル配置

- ・紙の強度のない薄紙への適用が可能
 - ・サイジング、ピグメント塗工両方対応可能。
- 主な特長として以下の通りである。
- ・塗工面に接触することによって発生する塗工欠陥が全くない。(スクラッチ傷等)
 - ・ブレード、ロッド、ロールの交換が不要なのでランニング効率が非常に高い。
 - ・ノズルの交換は棒替え等の時間で瞬時に自動的に行われる。
 - ・原紙の表面特性に関わらずカバーリング性能が良い。
 - ・塗工面はポーラスな面が得られるためオフリンでの耐ブリスター適性がよい
 - ・完全にフードで囲われているので周囲へのミストの飛散がない。
 - ・塗工は、供給流量のほぼ全量塗工されるのでロスが少ない。

マシンレイアウトは、紙が上から下に向かって走行するように配置する。将来的には紙の流れ方向は他の方向にも適用することを計画している (図 16)。

紙の品質に関しては、図 17 (a)~(d) に示した。オブティスプレーの紙品質は現時点では、紙の原紙に沿った塗工特性からブレードコートよりはフィルム転写式の品質に似ていると推定される。しかし、カバーリングの度合いを示す不透明度、白色度はオブティスプレーがフィルム転写式より高い。平滑、グロスについてはフィルム転写並の品質が確保できる。

今後のオブティスプレーの課題は次の通りである。

- ・ノズルチップの長寿命化 (現在はピグメント塗工で約 1 週間)
- ・最適なカラー組成についての研究
- ・適応する紙品種、塗工特性の研究

図 16 オブティスプレーのイメージ図

図 17-a 不透明度の比較 (スーパー仕上げ後の各塗工方式)

図 17-c PPS10 平滑度の比較 (スーパー仕上げ後の各塗工方式)

図 17-b 白色度 (+UV) の比較 (スーパー仕上げ後の各塗工方式)

図 17-d グロスの比較 (スーパー仕上げ後の各塗工方式)

・適用できる原紙の条件の研究

6. ま と め

世界における塗工機の流れは間違いなく高速化、高品質化に向かっている。紙の流通は今や世界的であり、

如何に品質の高い紙を効率よく生産することが鍵になっていると思われる。メッツォ社及び弊社ではそのようなユーザーのニーズに対して応えるべく常に新しいコーティング技術を紹介していく所存である。

コータの高速化について

三菱重工業株式会社 技術本部広島研究所 杉原 正浩
三菱重工業株式会社 紙印刷機械事業部 三浦 洋司

紙コータ、特にオフマシンの操業速度は近年目覚しく高速化しており、近い将来 2,000 m/min に達するものと予測される。このような高速塗工条件下において塗工品質と操業性を維持・向上させるためには、塗工液、塗工設備、及び各種用具の高速対応技術開発と高性能化が必須となっており、各メーカーでは様々な研究開発がなされている。当社では、高速化ニーズに対応するため、パイロットコータの最高塗工速度を 2,800 m/min とする改造工事を行うと共に、既納機のフィールド調査を行い、高速下で生じる様々な現象の洗い出しと、高速安定塗工を実現するための技術開発を行っている。本報では、上記の調査、研究で得られた高速塗工時における課題及び現象の発生メカニズムと、これに対応するフィルムコータのミスト低減法、カーテンフローコータの蒸気置換シールシステムなどの新技術について紹介する。

(本文 39 ページ)

最新の塗工技術について

—高速かつ高品質のコーティングテクノロジー—

住友重機械工業株式会社 結城 幸一

最新の塗工技術は日々進歩しているが塗工装置に対する要求は高速化を実現する一方、高品質の紙を生産することも求められている。これらは時として相矛盾するが、塗工装置の開発はこれらを同時に実現することを目的にしている。

メッツォ社では塗工装置として、世界最高速度のブレードコータに適用されており、ジェットファウンテンタイプである Opti-Coat Jet、従来のショートドウェルコータの改良型である Opti-Blade、高塗工量向けの Opti-Coat Duo、新しいフィルム転写型コータの Opti-Sizer があり、これらの塗工装置は現在世界でもトップレベルの運転速度、品質を実現できている。またさらに高速でかつ高品質の塗工面を得ることができ、ウェブに対して非接触で塗工が可能なスプレーコート方式の Opti-Spray を新たに開発した。

これら一連のコーティング装置はメッツォ社のオブティコンセプトの一部であるオブティコータを構成している。

(本文 48 ページ)

各種コータヘッドと対象製品について

株式会社アイ・エイチ・アイ フォイト パーパテクノロジー 佐々 忠

塗工機は、コータヘッドの塗工方式によって分類され、各種の塗工方式がその名称で呼ばれている。その対象となる製品については、製品が要求される用途や目的に応じ、塗工方式の特徴を生かしたコータヘッドを選択し生産されている。

印刷塗工用紙用コータの世界的主流はブレードコータである。ブレードコータは端的に言って印刷用紙の最も重要な品質の一つである、優れた平滑性が得られる。さらに高速塗工に極めて適しており広い