最新のプレス出口直後の水分プロファイル管理* —超小型スキャニングプロファイルシステム—

フォイトペーパーオートメーション株式会社 内 河 英 臣

Voith Paper Automation R. P. シード

Advanced Ex-Press Sheet Management for Improved Quality and Paper Machine Performance

Hideomi Uchikawa

Voith Paper Automation Japan Ltd.

Raymond P. Shead

Voith Paper Automation

内河英臣

The paper machine can be considered as a series of manufacturing units, each performing a discrete function as the sheet passes through it. The principal units are the head box, forming section, press section, dryers and calender stack. Despite the contribution that each of these units makes to production and quality, very little is either measured or controlled between the forming section and ex-press, especially when one considers that the majority of the sheet's characteristics are born in this part of the process. For example, nearly half the water within the sheet is mechanically removed between these two points, with virtually no process visibility available to optimize this part of manufacture. In addition there are no measurements to help describe the condition of the forming fabrics, press felts and transport belts involved in the de-watering process. Yet most modern paper machines will change the press felts every fifteen to thirty days as their age and efficiency reduces productivity and quality. There is a clear requirement and justification to do two things ; first to examine the sheet at the ex press position and secondly to use the information to improve quality of the sheet and run-ability of the machine through its pressing operations.

分類：M₁ 抄紙・抄紙機一般、V₂ 紙パルプ工程制御システム

1. はじめに

抄紙機は、個々の製造ユニットをシリーズに接続したもので、紙がそこを通過する時点で、それぞれの固有の機能を発揮する。基本的なユニットはヘッドボックス、フォーミング、プレス、ドライヤー及びカレンダーである。個々のユニットがそれぞれ、生産と品質

に影響を与えるにもかかわらず、フォーミングとプレス出口との間での測定や制御はほとんど無い。特に主要な紙の特性はこの間で生まれると考えられにもかかわらず。例えば、この製造過程の最適化を可能にする実際的なプロセス監視機能無しに、紙の水のほとんど半分はこの間で機械的に除かれる。加えて、脱水過程でのフォーミング・ファブリック、プレスフェルト、トラスファー・ベルト状態を表すための測定機器が無い。最新の製紙機械でさえ、経年劣化により生産性と

*平成 14 年度年次大会講演（講演 No. B 5）

品質が落ちる 15 日から 30 日ごとにプレスフェルトを交換している。2 つの成すべき、はっきりとした要求と正当性がある。第 1 は、プレス出口で紙を調べることであり、第 2 は、その情報を使って、プレスで、紙の品質と機械の稼働率を改善することである。

2. ウエットエンドの脱水：測定と制御の概要

抄紙機のウエットエンドには多くの機械装置があり、それらは脱水や水分分布を調整するために使われる。表 1 にドライヤー前の脱水と水分を管理するオペレータ処理の変数をまとめる。変数の僅か 20% が閉ループ制御に依っていることを示す。このことは、階層制御や最適化制御を採用したアドバンスド測定の余地がおおいに在ることを示す。しかし、現時点では単純なセットポイント制御である。すなわち、オンまたはオフライン計器によるプロセス測定や品質測定によるオペレータの判断に基づく。

多くの機械的又は手動制御の変数は、定期的なフォイル、ファブリック、フェルトの変更、点検と経過状態に基づいて、熟練オペレータが調整する。これらの調整は連続的に、抄紙用具やロール用具に対応して実施され、ここでも又、アドバンスド測定と制御が求められている。この例として、プレスのフェルト交換が上げられる。サクションボックスが弱いバキュームで作動し、プレスニップでの脱水をすすめ、新しいフェ

ルトをクリーンに保つ。その後、フェルトが一杯になり、サクションボックスが増して、プレスの水分バランスを維持する。

明らかに、ストックからプレスのエンドまで、最適化可能な潜在的な変数が在るが、今日まで、制御や最適化向けの測定が欠如してきた。

3. プレス出口の水分測定

QCS (Quality Control System) は、慣例的に、サイズプレスの前とか、リールに置かれ、その測定値は各種 MD の変動とか CD プロファイルを制御するために使われている。しかしこの測定と制御はプレスの後に続くドライヤーへ最適な紙を送ることを保証しているわけではない。また、プレスの運転やプレスのフェルト管理を最適にするわけでもない。即ち、この方法では、プレス出口、メインドライヤー出口、あるときはサイズプレス出口の結果等、全て混入した水分プロファイルしか測定できないことにある。

それに対し、プレス直後の水分測定は、測定と制御の目的から極めて重要なスターティング・ポイントになる (図 1)。その理由を以下に示す。

1) 測定位置

抄紙機の下流側にある従来の乾燥よりむしろ脱水に焦点を当て価値ある測定ができる一番有効な位置である。

表 1 ウエットエンド脱水 (プロセスと変数と制御)

プロセス	関連する脱水ないし水分の変数	代表的な制御機器
ストック	ストック濾水度 ストック温度	DCS：手動設定 DCS：手動設定
ヘッドボックス	ヘッドボックス濃度 スライス・アクチュエータ	DCS/QCS：階層制御 QCS：階層制御
フォーミング	地合構成板 フォイルの位置と形状 フォイル/ブレード圧：ギャブ・フォーマ、トップ・フォーマ フォーミング・ファブリックの設計と経年劣化 フォーミング・ゾーン・バキューム クーチ・バキュームと条件	機構 機構 手動 適用無し DCS：手動設定 DCS：手動設定
プレス	プレス・ニップ負荷とクラウン プレス・ニップ・アクチュエータ・アレイ サクション・ボックス・バキューム フェルト・クリーニング・シャワー設定 フェルトのタイプと条件 トランスファーベルトタイプと条件 スチームパック：スチーム流量合計とアクチュエータ出力アレイ	PLC/DCS：手動設定 PLC/DCS：手動設定 DCS：手動設定 手動設定 適用無し 適用無し QCS：階層制御

図 1 プレス出口の水分測定

2) 診 断

測定器はプレスの上流側の現象に注目し、下流側のダイナミクスは一切排除する。この拡張したプロセスの監視レベルは、オペレータにとって、自信をもって以下の項目を調整できることになり、推定による作業を削除できる。即ち、

- ・プレスロールの負荷
- ・クラウンコントロール
- ・ユールボックス・バキューム
- ・プレス・フェルトの高圧シャワー
- ・フェルトガイドロールのゆがみ

測定方式はプレスのフェルトやロールの問題を正確に見分けるために高周波振動モニター機能を持ち合わせていなければならない。

3) 急速制御

プレス直後の測定は無駄な時間を含まないので高速の制御応答を可能にする。その結果、スチームボックスや加湿装置による高級な水分プロファイル制御をすることができる。

4) プロセス最適化

プレス出口の平均水分は最低にされ、ドライヤー入口での水分プロファイルは最適化され、スチームの消費量、縮、紙切れを減少させる。

5) プレス用具

アドバンスド HMI 表示と経費データベースとを統合して、プレス用具を監視、解析し、それらの製品寿命に渡って、最適な脱水を達成する。その測定値は、フェルトの稼動時間を削減するために使われ、この間、品質と生産性は低下しない。この設備は更に、フェルト性能の経過記録を保存し、それぞれの位置における適切なフェルトの選択を可能にする。

6) 品質と生産性

より平坦な水分プロファイルがドライヤーに送られれば、その体積と下流の加湿アクチュエータでの加湿水分量を減少することができる。その結果として、ドライヤーでのスチーム消費量を大きく下げられる。

このような測定、制御及び診断は、従来型の QCS で見られない。むしろ、プレスのような製紙機械の個々の要素を最適化するように設計された適応エンベディド機能を備え、拡張されたものとなる。測定は紙の水分を単に測定するだけでなくより広い応用を持つ。測定と制御のシステムは、プレス用具やロール条件の解析、高速変動の認定、及び品質、用具、ロール条件を達成するための経過データベースを含む、幅広い能力を持つ。

システムは、HMI (Human Machine Interface) を含み、それは診断表示を持ち、オペレータによるプロセス問題の認知がすばやくできる。

4. エンバイロスキャン水分測定

アドバンスド測定、制御及び診断システム (エンベディド・ソリューション) への要求に応じて、フォイト・オートメーションは優れた水分測定システム、エンバイロスキャンを開発した (図2)。

このシステムには、厳しい手の届かない環境下で、性能が発揮されることが要求され、保守作業を最少にとどめられるようにすることが本質的に求められる。システムの故障があれば、多くの場合、抄紙機の停止をしなければならないため、正確な測定、耐環境性に優れ、かつ容易な保守性に配慮された設計でなければならない。

このシステムは、どのような環境下でも、特にプレス直後で、稼動することが求められるためスキャナー内部は低温に保たれ、外壁は結露を避けるように保護

図 2 EnviroScan™ 水分測定システム

されている。内部の梁は SUS 304 で構成され、外郭は SUS 316 で構成される。483×280 mm という小型の形状から、ほとんど必要とされる場所に、簡単に据え付けられる。ビームは、紙の表面から 100 mm の距離に置かれ、限られたスペースの中で、いかなる角度にも向けられる。システムは、120℃、98% RH、結露無し環境向けに設計されている。スキャン速度は 400 mm/秒で、製紙機械の厳しいプロファイル制御用スキャンニングを可能にする。

測定センサーは、小型で信頼性があり、スキャナーフレームに埋め込まれて、堅固で高い測定精度を維持するリニアベアリングによって紙を横断する。センサーはボルテックス・クーラで冷却されるため、水を使用しない。

センサーは赤外線技術（図 3）に基づき、4 点の赤外線波長を同時に処理する。これは、高速のフーリエ解析を使い、最大 200 Hz で、水分と温度のプロセス変動を測定し、診断する。

固有の光学技術と紙の赤外線通過モデル化により、赤外線の合成、変形、反射の影響を削減し、正確な測

定値を与える。これは又、改良した測定精度を与え、より容易で合理的なキャリブレーションを可能にする。センサーは外部測定口に内蔵エアーカーテンを持ち、光線経路から埃などの蓄積を防ぐように設計されている。また、外部光学基準が用意され、長期に渡る測定値の再現性を確立している。

水分測定範囲は、絶乾から 75% 水分まで、ウエットエンド、サイズプレス、コータ及びティッシュまで可能である。

5. 測定の応用と結果

今日まで、7 台のエンバイロスキャンが販売され、以下の銘柄の製紙機械に設置された。新聞、スーパーカレンダ雑誌、微塗工紙、上級紙、及び袋クラフト。その内 6 台のシステムは現在、新しい製紙機械や改造された大きな製紙機械で使われている。そのエンバイロスキャンはプレスそのものに、又はプレス直後に直接置かれている。1 つのシステムは、袋クラフトの製紙機械で、クルバック・ユニットの前に置かれている。

エンバイロスキャンを日常使っているこれら工場の製造責任者から以下のコメントがあった。

- ・“毎朝、制御室に来て最初に調べるのがエンバイロスキャンのデータです”
- ・“エンバイロスキャンは、ドライヤーの前か後か、問題の原点がどこにあるかを示します。だから、最初にどこを見るかお分かりでしょう”
- ・“エンバイロスキャンはもっとも価値のある診断システムです。よりよく製紙機械を運転するために、役立ちます。”
- ・“エンバイロスキャンは非常に有効で、我々のような新抄紙機では必需品です。”

エンバイロスキャンを診断システムとして使っているユーザーの例がある。紙がウエットプレスを離れる時に水分を測定することによって、プレスの前で有効な決定と操作をし、数量的な操作を可能にする。

図 4 は、典型的な最新のプレスであり、通常の運転時において監視されるべき潜在的な問題を含んでいる。これらの問題は、抄造用具、ロール条件、紙質、及びプレスの全体的な設定に関係している。これらの問題がどのように現れ、どのように解決されたかを示す。

図 5 はプレス直後の 2 つの水分プロファイルを示す。上側のプロファイルは 2 つの数値から改良の余地があることを示す。第 1 は、2 シグマが $\pm 0.94\%$ であり、第 2 は、平均水分がこの位置で 48.8% 在る。サクシオンボックスのバキュームと高圧シャワーを調整して、下側のプロファイルのように 2 シグマが $\pm 0.73\%$ と

図 3 EnviroScan™ 水分センサー

図 4 EnviroScan™ による診断箇所

図 5 プレス直後の水分プロファイル

図 6 紙の耳におけるプレスでのゾーン制御ロールのマニュアル制御による効果

20% 改善され、また、平均水分は 47.2% となり 1.6% 改善された。これらの操作は、メインドライヤー入口で、より乾燥し、より強い、縮みのより少ない紙をもたらし、スチーム消費量を下げた。

通常、リールに比べてウェットエンドでの水分プロファイルの範囲は 3 倍あることを考えると、これらの調整が、下流の加湿システムで使用する水量をかなり削減し、スチームの消費量を減らし、稼働率と品質の改善をもたらす。

図 6 は、紙の耳におけるプレスでのゾーン制御ロールのマニュアル制御による効果を示している。プレスのゾーン制御ロールは、潜在的なプレス・フェルトの劣化に関連してプロセスの監視が難しいことから、しばしばは調整できない。エンバイロ・スキャンは今、プロセスを見る新しい段階をもたらし、オペレータにゾーン制御ロールを調整する強力な手段を与え、より

長い波長のプロファイル乱れを減少させる。典型的には、耳における水分問題は、お猪口、へり割れ、及び紙切れを生じて注意をひきつける。この例では、左側のアミ掛け部分のように、耳の制御ゾーンが水分プロファイルを平らにするように調整された。この実際の調整は、ニップ出力負荷を 30% だけ調整し、水分内容に 1.5% の効果を与えたことを示す。この機器のゲインは非線形であることが分かる。

次に、水分プロファイル制御のために、エンバイロ・スキャンを使って、ゾーン制御ロールを操作する。制御機器としてスチームパックも使用する。そこでは、ゾーン制御ロールを長波長乱れを減少させるために使い、スチームパックを狭いストリークに集中させる。この方法は、下流の測定機器を使ったプロセス無駄時間を無くし、高速のプロファイル制御をもたらす。また、最良の稼働率と最終品質の理想プロファイルをド

図 7 プレス直後の水分プロファイル

ライヤーに送り込む利点を持っている。

図7は、プレス直後の水分プロファイルを示す。低い2次ニップでの通常のプレスフェルトに代えて、トランスファーベルトを持っている。

この例は、アミ掛けで示されるように、機械の裏側中央位置の近くで、明らかに水分ストリークを表している(図7上)。このストリークは、トランスファーベルトの損傷を示している。カラー品質マップ(図7下)でも分かるようにマップを横断するように水分ストリークがある。

6. 結 論

抄造の関係者は、製紙機械の稼働率を改善するための診断機器としてエンバイロスキャンをすばやく導入

した。それにより、品質を改善し、エネルギーコストを下げた。

従来のスキャンニングシステムで測定したプロファイルにドライヤー上の結果を含んでいるのにたいして、プレス出口での測定は明確に上流側だけのデータ(水分プロファイル)のみを検出する。オペレータにとってエンバイロスキャンの重要な利点は、品質と生産性の潜在的な問題の発生源を区別できることにある。それはプロセスを見る新しいレベルをもたらし、より大きな確信をもってプレスの変数を有効に管理することができる。ドライヤー入口において、平坦な水分プロファイルと、より少ないプレス出口の平均水分をもたらす。

制御の観点から、エンバイロスキャンは、ドライヤーの過程から生じる無駄時間を無くし、高速のフィードバック応答をもたらす利点がある。上記第5項で述べたように、よりよい品質と稼働効率のために理想的な水分プロファイルがドライヤーに送られる。これには、下流での加湿を削減し、ドライヤーでのスチーム消費量を削減する利点加わる。

エンバイロスキャンは、フェルトの通常使用期間を越えて、フェルト替え期間の延長と総合性能を改善することができた。その測定データは、プレスとその用具(クロス)の状態に関する貴重な情報を含んでいる。オペレータは新フェルトを使用する際、平坦なプロファイルを達成するためにエンバイロスキャンの水分情報を使って、サクションボックスのパキュウム、フェルトシャワー、線圧及びゾーン制御ロールを調整することができる。

最新のプレス出口直後の水分プロファイル管理 —超小型スキャンングプロファイルシステム—

フォイトペーパーオートメーション株式会社 内河 英臣
Voith Paper Automation GmbH R. P. シード

抄紙機の各パートでは、それぞれの固有の機能を発揮するために測定や制御を必要とされている。紙の主要な特性はフォーミングとプレス出口との間で生まれると考えられているにもかかわらず、測定や制御はほとんどされていない。実際、抄紙機における全脱水量の50%以上はこのパートにおいてなされている。またフォーミングファブリック、フェルト、トランスファーベルトの状態を正確に表示する測定器も無い。従って多くの場合、操業者の経験と推測による操作が行われている。この状況を解決するにはプレス出口直後の正確な水分プロファイル測定を常時しなければならない。しかしプレス出口の劣悪な環境と設置スペースを考えると実現は容易ではない。このような実情を打開するために開発された信頼性の高い水分プロファイル測定分析システム、エンバイロスキャン™を活用してプレス出口の水分プロファイルを正確に測定する事が可能となった。そのデータをもとにプレス機械の最適操作により紙の品質と抄紙機全体の稼働率を著しく向上させることが可能となった。

本報告では既にエンバイロスキャン™を使用しているユーザーから提供されたデータを中心にまとめてある。

(本文1ページ)

プレスロール用剥離剤について

株式会社メンテック 販売技術部 澤田 拓

プレスロールへの粘着異物（ピッチ）および微細繊維の付着は、欠点や断紙、紙表面の毛羽立ちといった様々な問題を引き起こす原因となる。特に抄速1,200 m/分以上の高速マシンでは、その問題が顕著に現れている。

つまりプレスロールからの紙の離れ易さ（剥離性）は、抄速を制限するだけでなく、紙の品質にも大きな影響を与えることになる。

ロール表面をクリーンに保つ方法としては、一般的にカチオン系ポリマー（洗浄剤）が使われてきたが、ドローの低減や紙の毛羽立ち防止には効果が見られなかった。

弊社のプレスロール汚れ防止技術では、ワックス系エマルジョン『オンプレス』をプレスロールに常時適用することによりロール表面に剥離膜を形成。ロールの剥離性を向上させることによって、ロールへの粘着異物の付着、およびその成長を防止している。

この新技術は、ロールの粘着異物の付着や紙の毛羽立ちを防止するだけでなく、マシン増速による生産性の向上、紙面保護による品質の向上を可能にしている。

(本文7ページ)