ヘッドボックス希釈方式による BD プロファイル制御 —日本製紙(株)石巻工場 N 2 M/C (IHI・フォイト製)—

日本製紙株式会社石巻工場動力部 藤 山 道 博

Basis Weight Profile Improvement by Controlling Stock Consistency (IHI-VOITH)

Michihiro Fujiyama

Ishinomaki Mill, Nippon Paper Industries Co., Ltd.

We have recently remodeled an existing paper machine (N 2 PM) in Ishinomaki Mill, Nippon Paper Industries. In order to improve cross direction profile especially both the side web, a Modulejet headbox which can control stock consistency has been installed. At the same time basis weight CD control is also started and we have got the excellent benefit in stability of fiber orientation and decreasing adjacent interference of cross direction. For getting more precise control result, we think QCS measuring system should be improved still more in multiple points measurement and high signal response.

1. はじめに

石巻工場 N 2 マシンは 1973 年に稼働し、2 C/R へ供給するコート原紙を生産しており、日産約 230 t である。

1984 年 MHI シンチャンネルコンバーフロー型に更新されたが、当初より両耳部の BD プロファイル調整が困難で、抄物によりブリード量、リップ開度の微調整を行い操業していた。その後、ワイヤーパートのオントップ化、紙厚制御等の改造が施され、1996 年 8 月ヘッドボックスを IHI-VOITH 製のモジュールジェット方式に更新し、BD プロファイル制御を導入した。

2. 抄紙機の設備概要

2.1 抄造品目

- ・品目：コート原紙
- ・坪量：52.0～141.0 g/m²

- ・抄速：630 m/min (max)

2.2 設備概要

- ・ヘッドボックス：WA-7500 MJ 型（モジュールジェット式、3,650 mm）
- ・ワイヤーパート：デュオフォーマー D（ワイヤ幅 3,800/3,760 mm）
- ・プレスパート：三菱ツインバープレス
- ・ドライヤパート：プレ 28 本、アフタ 14 本
- ・サイズプレス：三菱インクラインドタイプ
- ・キャレンダー：2 段 ボトム CCR
- ・リール：サーフェイスリール
- ・BM 計：坪量、紙厚プロファイル制御

3. ヘッドボックス及び希釈方式

3.1 モジュールジェットヘッドボックス

図 1 はモジュールジェットヘッドボックス断面図である。

マシン幅方向に独立してミキシングモジュールが

ヘッドボックス断面図

図1 モジュールジェットヘッドボックス断面図

64 mm ピッチ（両端のみ 33 mm）で 57 本設置されており、高濃度原料と低濃度原料（白水）を供給し、その比率を変化することにより、原料濃度を個々のモジュール毎に調整し、坪量のプロファイル制御ができるようになっている。従来のスライスリップ開度微調整を行う方式に比べて、繊維配向角の安定性、幅方向の坪量の相互干渉の低下等といった利点がある。

3.2 ミキシングモジュール

図2はモジュールジェットの心臓部ともいえるミキシングモジュールである。

高濃度原料と低濃度原料はミキシングチャンバーで混合され、オリフィスを通してハニカムチューブユニットへ送られる。原料濃度を変化させる場合には、濃度調整バルブの開度をコントロールし、低濃度原料の流入量を変化させる。このときの流入角 α は、低濃度原料流量を変化させても、トータル流量が変化しない角度となっている。

ピッチ: 64mm(両端 33mm) 57本

図2 ミキシングモジュール

4. 希釈制御のために必要なアプローチ

4.1 アプローチフロー

図3に希釈制御のために必要なアプローチフローを

図 3 アプローチフローシート

示す。原料のアプローチフローとして、高濃度と低濃度の2つのアプローチシステムが必要である。高濃度原料ラインには、既設ラインをそのまま流用したが、ヘッダー圧の脈動軽減のために、アテニュエータを設置している。低濃度原料ラインには、従来のシールピットを白水サイロとし、1次白水ポンプ、脱気装置、2次白水ポンプ、スクリーンを新設している。

両アプローチとも、操作側駆動側での差圧を調節するための再循環弁がある。坪量は、種口弁開度により全体の平均値を制御し、幅方向の坪量プロファイルは低濃度原料の濃度調整バルブにより制御を行っている。

4.2 希釈用低濃度原料（白水）

希釈用低濃度原料の水源には、VOITH 社標準ではサイロ白水を使用し、濃度 0.2%程度であるとのことだったが、N2マシンはサイロ内濃度が 0.39%程度と高く、希釈用白水としては不適であったため、VOITH 社確認の上、濃度 0.16%程度の Duo-D トップユニット控水を使用している。

白水濃度の変動は、制御ゲインに影響を与えるため
できる限り一定であることが望ましいが、実際の操業
中においては、坪量変え等により白水濃度が変動して
も、制御装置により補正されるため問題となっていな
い。

5. 希釈制御の制御方式、調節弁

5.1 制御方式

図4にシステム構成と機器間信号取り合いを示した。BD幅方向の制御は、BM計で測定したBDフロファイルと設定値をVOITH社のフロファイルマチックMに与え、濃度調整バルブを制御している。

プロフィールマチック M での制御内容は公開されておらず、詳細は不明であるが、出力のマッヒング及びゲインの自動計算、白水トータル流量を一定にするための幅方向出力ハターンの計算機能などを有しているようである。図 5 にプロフィールマチック M の画面例を示す。

5.2 濃度調整バルブ

ステッピングモーターを使用しており、全開から全閉で1,000～11,000 ハルスの範囲で制御されている。白水注入口での滞留を防ぐ構造になっている。8本が1つのコントロールユニットに接続されており、8つのユニットがプロフィールマチック M とシリアル通信にて接続し制御されている。

6. アプローチフロー計装での留意点

6.1 白水流量制御

流れ方向での坪量安定のためには、高濃度原料と低

図 4 システム構成及び信号取合い図

図 5 プロフィールマッチック M 画面例

濃度原料の流量比を常に一定とすることが必要である。このための制御として、ジェット速度とリップ開度より吐出トータル流量を、BM 計内部演算にて求め、低濃度原料流量を比率制御している。この比率を変更することにより、制御ゲインを変更することができる。

また、白水ヘッダの圧力は原料ヘッダ圧よりも常に高くなっており、白水ラインへの原料の逆流を防いでいる。

6.2 原料ヘッダ着圧

従来リップ微調整式に比べて、濃度調整式では、原料ジェットの乱れを防ぎ、坪量幅方向制御が、繊維配向に与える影響を少なくできることが大きな利点である。良い繊維配向を得るために、原料ジェットをワ

イヤーに対して幅方向に均一に吐出させるには、リップ開度を均一にすること、操作側、駆動側での原料ヘッダ及び白水ヘッダの圧力勾配を均一にすることが必要となる。

坪量変更時に、原料ジェットの流れが変化することによる、制御出力の位置対応に変化が見られるが、ある程度であれば、プロファイルマチック M の制御により収束していくようである。

現状は、高濃度、低濃度各原料ヘッダ差圧を監視し、各再循環弁を手動にて調節することで、大幅な差圧の変化に対応している。差圧での自動制御も検討したが、逆に再循環バルブの変動による悪影響が懸念されたため採用していない。

図 6 抄出後の BD プロファイル制御状況

7. 制御結果

図6、図7に抄出してからのBDプロファイル制御結果を示す。1回の制御出力はBM計6スキャン毎に出力されるように設定されており、約3分間周期になっている。非常に良好な制御であり、制御出力2~3回にて、 2σ で0.4程度までに収束している。通常の操業状態では、 2σ が0.2程度になることもあるが、後述するようにBM計のセンサ精度が非常に重要である。

改造前は手動制御であったため、データによる比較は行っていない。

8. 今後の課題

8.1 濃度調整バルブの保守

プロファイルマチックMには、濃度調整バルブの自動洗浄シーケンスが組み込まれており、SD時にオペレータ起動により洗浄を実施している。また、Wetパートの苛性洗浄にあわせて、苛性循環による洗浄を実施している。

N2マシンでは設置後1年余り経過しているが、濃

度調整バルブのトラブルは発生していない。しかし、今までの前例のないものであり、寿命や保守方法を検討しておくことは今後の課題である。

8.2 BM計の精度向上

N2マシンでは、現状BM計からの坪量プロファイルを360点にてプロファイルマチックMに渡し、制御を実施しているが、坪量プロファイルはサンプル紙でも測定系ノイズ、線源の劣化などにより 2σ は最高でも0.3程度である。しかし、実際の制御中にも 2σ が0.2程度にまで達していることから、現在のセンサー性能では、アクチュエータの性能を活かしきれないことが推定される。

最近の坪量計では、データの多点化、応答速度の高速化が図られており、より精度の高いプロファイルが得られると聞いている。さらなる品質向上を目指すならば、このようなセンサーと組み合わせて制御することも一つの方法と考える。

8.3 プロファイルマチックMの制御内容

先にも述べたが、プロファイルマチックMの制御内容は公開されておらず、ブラックボックスである。

これは、正常時には特に問題とならないと思うが、

図7 抄出後のプロファイル推移

異常発生時にBM計側との原因の切り分けが非常に困難になることが想定される。また、国内での稼働実績も未だ多いとはいえ、情報が不足している。制御内容及び保守情報等についての公開をメーカーに対して希望したい。

9. おわりに

以上、濃度調整方式によるBDプロフィール制御に

ついでに設置事例について述べた。従来のスライスリッパ微調整による方式に比べて制御性に優れていることを実感した。また、設置環境も比較的良好な場所への取付が可能であり保守性の向上が期待でき、今後のBD制御アクチュエータの主流となるものと思う。

今後ともユーザーの要求に応えるべく一層の品質向上、生産性向上及び安定操業の維持を果たせるよう検討を重ねていくことに努めたい。