CP 付きインレットの操業経験*

—L-1 M/C (IHI-フォイト製)—

王子製紙株式会社 釧路工場 大 河 克 幸

The Operational Experience of Inlet with Consistency Profiling

—L-1 M/C (IHI-VOITH)—

Katsuyuki Ohkawa

Kushiro Mill, Oji Paper Co. Ltd.

In our Kushiro Mill, we started up the L-1 M/C in October 1974, which at that time was the largest daily production machine in Japan. Originally the machine had two inlets and had a wire width of 7,100 mm. It had the capacity of producing 700 T/D of linerboard. Since then, the L-1 M/C was rebuilt for the purpose of improving product quality and increasing machine speed.

Presently, we produce an average of 1,370 T/D of kraft pulp liner, with a maximum operation speed of 900 m/min. In July 1997 we remodeled the No.1 inlet to improve product quality. Modulejet, the name of the inlet, also carries consistency profiling equipment.

The following report describes the operational experience of the Modulejet inlet from the initial start-up to the present time.

1. はじめに

L-1 マシンは、釧路工場 4 台目、当時としては国内最大級の抄紙機として 1974 年 10 月にワイヤー幅 7,100 mm・2 層抄・日産 700 T/D で運転開始し、'84 年 3 層抄・バイニップ化、'91 年エクステンデッドニッププレス化等（以下 ENP）、増産・品質対策の改造を重ね、現在では最高抄速 900 m/min・平均日産 1,370 T/D、年間生産量的 45 万 T/A の K ライナー専抄マシンとして操業している（図 1）。ここで生産した巻取は関西以北を中心に、一部は九州地区のお客様にも供給する一方、品質については、各営業所をはじめ、隣接する釧路段ボール事業部との情報交換を密

にし、日々の操業管理に役立てている。

昨年 7 月、品質対策の一環として 1 層を白水希釈方式（以下 CP）インレットに更新したが、ここにその操業経験について紹介する。

2. L-1 マシン概要

2.1 抄造品種

- (1) 品 種：K ライナー、撥水 K ライナー、耐水 K ライナー、パワー K ライナー
- (2) 坪 量：125 g/m²～320 g/m²（平均米坪 200 g/m²）
- (3) 抄 速：400 m/min～900 m/min
- (4) 製品取幅：6,600 mm
- (5) リール紙幅：6,700 mm
- (6) 平均日産：1,370 T/D

*平成 10 年度年次大会講演（講演 No.A 2）

図1 L-1 M/C ワイヤー・プレスパート配置図

2.2 設備概要

- (1) ストックインレット (スライス幅 7,000 mm)
 - ・1層モジュールジェット
 - ・2・3層シンチャンネルコンバーフロー
- (2) ワイヤーパート (ワイヤー幅 7,170 mm)
 - ・長網オントップ ベルボンドフォーマー (2基)
- (3) プレスパート
 - ・バイニップ+3P+ENP+スムーザープレス
- (4) ドライパート
 - ・プレドライヤー46本
 - ・アフタードライヤー15本
 - ・ブレイカースタック
- (5) キャレンダー
 - ・5段オープンフレーム式
- (6) リール
 - ・2ry アーム付きサーフェイスリール
 - ・最大巻径 $\phi 3,000$ mm
- (7) BM計
 - ・メジャーレックス製MX-OPEN (絶乾米坪, 水分, 紙厚幅方向制御)
 - ・水分制御アクチュエーター【アクアトロール】
 - ・紙厚制御アクチュエーター【スーパージェット】
- (8) ワインダー
 - ・シャフトレス2ドラム
 - ・1,800 m/min
 - ・機械幅 6,800 mm

・最大巻取径 $\phi 1,500$ mm

3. CP 付きインレット導入の経緯

段ボール原紙は、エンドユーザーのコストダウン指向の中で、薄物化への移行が急速に進んでおり、当釧路工場のこの1~2年も、従来の最低米坪 140 g/m² から 125 g/m² へのシフトを代表とした銘柄構成の変化は激しい (図2)。

一方、薄物化は、相対的に紙の強度を低下させるため、幅方向のプロファイルバラツキは品質上の問題を誘発させる。即ち、①リングクラッシュ強度不足、②貼合時の段シート反り、③梅雨期の原紙吸湿ジワ等がその代表である。

図3は、1層インレット更新前に各層の原料を順次切り、幅方向の付量とリップ開度を調査した時のデータであるが、原料特性の違いを利用して絶乾米坪 (以下BD)・水分 (以下MP)・紙厚 (以下CLP) を総合的に調整するため、各々のリップパターンを変えている。紙を抄く立場から言えば、テンダーの苦勞が見てとれる反面、均一な品質という点では良くない例である。BD, MP, CLP は、それぞれに干渉しあうが、基本は、BDであり、この改善が、総てに好影響をもたらす事は言うまでもない。これら背景をもとに、ベース層として最も付量が多い1層をCP付きインレットに更新した。尚、その後、MP・CLPプロファイルコントロールについても順次設置している。

図2 160 g/m²以下の生産面積比率

図 3 各層付量・リップ開度プロファイルデータ

4. 1層 CP 付きインレット

4.1 インレット本体

当工場の CP 付きインレットは、IHI-フォイト製モジュールジェットであり、機器の特徴は数多く報告されているので、ここでは簡単に掲載する(図4, 図5,

図 4 CP 付きインレット

表 1)。

- ・白水ヘッダー及び白水バルブが原料ヘッダーと直付けのため、本体はコンパクト。
- ・アテニューターは別配置で、インレット内部に低流速部分が無く、汚れに配慮。
- ・ミキシングユニットでの合流角度は、実験的に確立されたもので、原料と白水の合計流量を変える事無く、混合比率を変える構造。

4.2 ストックアップローチ系

図6に作業時の原料フロー例を示すが、L-1マシン

図 5 モジュールジェットユニット

表 1 CP 付きインレット仕様

メーカー	IHI/VOITH
型 式	WA-11500 MJ 型
ポンド幅	7,000 mm
設計流量	53.0~90.0 m ³ /min
プロファイル調整機構	モジュールジェットユニット, 64.8 mm ピッチ×108 本
制 御	BM 計による BD プロファイル制御, 2 変数プロファイル制御切替

は、従来からDCS・BM計制御によって、抄出し・紙替・マシン停止を自動化している。今回のインレット更新時も、既設の制御シーケンスに付加して組み入れた。特に留意した点は、各ループが干渉し、安定性を損なう事を避けるため、シンプルな制御を念頭に置いたことである。

5. 操業経験

5.1 稼働当初の制御状況

今回のメジャーレックス BM 計と IHI-フォイト社
モジュールジェット CD プロファイル制御システム
『プロファイルマチック M』の通信は、RS 232 C に
比べノイズに強く電送距離の長い RS 422 であるが、
稼働当初から今日まで通信エラー等のトラブルも無く
抄出し当日からバンプテストを実施し、そのまま制御
を開始した。

プロファイルマチック M の制御内容は、公開されていないが、パンプテストは非常に簡単で、その後の制御も安定している。マッピングを含め、非常に良い制御プログラムであると評価している。

『プロファイルマチック M』 バンプテスト内容：

- ①坪量大・中・小の銘柄に関係無く代表1銘柄のみ
実施
- ②全幅の内、3ヶ所のアクチュエーターを1ヶ所ず

つ開閉

- ③解析データインプット
- ④自動制御投入（約 1 Hr 経過確認）
- ⑤以後、随時オートチューニング（学習プログラム有り）

5.2 2変換プロフィール制御の紹介

本来、インレットによる制御は、BDプロフィールのみが基本だが、従来からMPプロフィールも合わせて考慮する制御はある。

プロファイルマチック M も、この『2 変数 (BD・MP) プロファイル制御』が組み込まれており、入力値によって、どの程度 MP プロファイルを考慮するか選択できる (図 7)。L-1 マシンは、1 層インレット更新に続き、MP プロファイルコントロール装置を導入したが、それまでの間、1 層インレットでは多少 MP を考慮した制御としていた。

以下の報告はインレットだけの効果を比較するため、総てこの2変数制御下でのデータであり、図8は、そのプロファイル比較例である。尚、現在は1層インレットの制御をBD単独にシフトさせ、MPと切り離す操業に移行しており、BD・MP・坪量（以下BW）の各プロファイル偏差は、今回の報告より更に良化している。

図 6 原料フロー

図 7 2変数プロファイル制御概念

・2変数制御を行った場合のBDプロファイル ($R=4.75\text{ g/s}^2$, $2\sigma=1.89\text{ g/s}^2$)

・BD単独制御を行った場合のBDプロファイル ($R=2.55\text{ g/s}^2$, $2\sigma=0.98\text{ g/s}^2$)

・2変数制御を行った場合のBW, MPプロファイル (BW: $R=5.28\text{ g/s}^2$, MP: $R=1.48\%$)

・BD単独制御を行った場合のBW, MPプロファイル (BW: $R=10.01\text{ g/s}^2$, MP: $R=2.72\%$)

図 8 比較プロファイル

5.3 インレット更新前後のプロファイル比較

操業は、抄出し・紙替えを含め、総てプロファイルマチック M で制御させている。2変数制御の入力値は、BD・MP プロファイルを総合的に判断してオペレーターが多少変更するが、結果的には BW 制御に近い値を入力しているケースが大半であった。モジュールジェットの白水流量は制御の応答性に影響するが、当初、インレット吐出流量に対し 15% 設定でスタートした。現在はプロファイルの安定性を見ながら徐々に比率を上げ、18% 程度で操業している。

(1) 抄出し時の各プロファイル収束性

旧インレット (エアークション型 MHI) も 150 mm ピッチでリップ調整用アクチュエーターは設置していたが、ピッチの広さと、ジェット流の干渉によって、オペレーターの経験による手動操作の範囲であった。更新後は、20 分以内で収束し、その偏差も大幅に良好化した。図 9 はその例であるが、BD プロファイル偏差は収束後、一時悪化している。これは 2 変数制御の影響である。

(2) 紙替時の各プロファイル収束性

MP プロファイル偏差は、紙替時のドライヤー蒸気圧変化に影響され、更新前と同様に一時的な悪化はあるが、偏差のオーダーは、更新前に比べ常に 1% 小さい (図 10)。

(3) 平常時のプロファイル偏差

図 11, 12 は各銘柄の代表的なプロファイル偏差を比較したものであるが平常時も総て良好化している。又、比較のため図 11 の更新前後のレンジは同一。

(4) 品質管理データによる更新前後の比較

当工場は、操業現場が即時に実施するアクションのための紙質測定のために、品質管理の基本情報として、数リール毎の幅方向紙質試験も平行して実施している。

表 2 は、その調湿 BW データであり、概ねバラツキは半減している。

(5) 両耳プロファイル安定性

旧 1 層インレットは、ポンド幅 6,950 mm に対し、原料幅は 7,050~7,070 mm の範囲で、反射波などの影響によって耳部調整は難しかった。更新後のインレ

図 9 抄出し時の各プロフィール収束性 (280, 220 g/m²) 図 10 紙替時の各プロフィール収束性 (140→125 g/m²)

図 11 銘柄ごとの代表的なプロフィール偏差

表 2 品質管理上の調湿 BW データ

(幅方向 5 点測定)

BW	140 g/m ²		180 g/m ²		220 g/m ²		280 g/m ²	
区 分	更新前	更新後	更新前	更新後	更新前	更新後	更新前	更新後
リール数	10	9	25	23	16	26	17	23
データ数	50	45	125	115	80	130	85	115
平均値	142.93	141.88	180.68	180.52	221.01	221.25	281.01	281.30
標準偏差	2.121	1.366	1.934	1.373	2.370	1.596	2.239	2.148

図 12 180 g/m² プロファイル

図 13 両耳部のプロファイル (ピッチ 15 mm×10 点測定)

ットでは、両耳のプロファイル安定性も良化した。このため、ワイヤーパートのクーチロール出口抄幅は、インレット更新前に比べ 30 mm 程度広げることができ、ワインダーでの取幅効率改善にも寄与している (図 13)。但し、今回のモジュールジェットには、エッジフローは採用していない。

6. 今後の課題

一モジュールジェットユニットの汚れについて—
白水希釈用のメータリングバルブは、図 14 概念図の様に、特殊なニードルバルブ構造で、白水はタンジェンシャルに流入して渦を巻きながらミキシングチャンバーに送られ、汚れにくい構造となっている。当マシンの白水は、濃度約 0.2%，平均繊維長約 1.0 mm，エア含有量 0.3% 強であり，白水スリットスクリーン

図 14 メータリングバルブ概念図

写真 1 メータリングバルブ汚れ状況

のみを新設し、脱気装置は設置しなかった。1年を経過した現在まで概ね順調であるが、今年5月、長期休転後の抄出し時、一部メータリングバルブの作動不良が発生した。手動の助勢ですぐ正常に戻ったが、次の休転でオーバーホールした所、弁棒とバルブ本体の隙間に少量の繊維が入り込んでいた。これが乾いて、弁の動きを悪くしたものと推定され、応急的には水張り等で乾かさない対応策をとれるが、構造上も改善の余地がある。

7. おわりに

以上、CP 付きインレットの操業経験について、L-1 マシンの紹介も兼ね報告した。この1年を振り返ってみると、インレット更新は、品質確保・生産性に大きく寄与した事はもちろんだが、月50回に及ぶ紙替え時のプロファイル調整軽減にも目を見張るものがある。今後も、この白水希釈方式インレットが普及する事は間違い無いと実感している。最後に、順調な操業のためご尽力頂いた、石川島播磨重工業(株)殿、メジャーレックス・ジャパン(株)殿、その他関係各位に深くお礼を申し上げる。