高級 2 層抄きティッシュ生産技術と運転経験

カルティエラ・ディ・カシーノ社 M. フランケーゼ
 スルザー・エッシャーウイス社 R. ブルーム
 日立造船富岡機械株式会社 設計部 訳

Technology and Operating Results in the Manufacture of High Quality Two-Layer Tissue Paper

M. Francese

Cartierra di Cassino, Italy

R. Bluhm

Sulzer-Escher Wyss GmbH, Germany

Translated by: *Hitachi Zosen Tomioka Machinery Co., Ltd.*

This is a translation of the captioned paper jointly presented at the Tissue Symposium held in Munich, Germany on April 17, 1991.

Multi-layer tissue production can control the paper quality with more flexibility than the conventional technology. The structure of the headbox as well as the operating results at the papermill are introduced.

1. ま え が き

今日ティッシュの生産においては市場の需要に応じて 1 枚の紙を 2 ないし 3 層に構成する技術が用いられている。多層構成にすると紙品質が改善され、また生産が経済的に行える。たとえば 2 層にして短繊維の層で手ざわりの柔らかさを出し、別層の長繊維で必要な強度をもたせるといったように紙を作る。また CTMP あるいは古紙のような低コストの原料で同じ品質の紙を作れるから生産が非常に経済的になる。工場においては、多層抄造技術は同時にマシンの操作性と紙品質を調整するための有効な手段となる。多層抄造用ステップディフューザー・ヘッドボックスは層間に速度差をつけて運転することもできる。その他にも調整手段があり、単層にくらべて地合や強度がよくなる。

2 層の場合、長繊維、短繊維パルプを別々に処理す

これは 1991 年 4 月 17 日ミュンヘンで開催されたティッシュ・シンポジウムで共同発表された文献の翻訳である。なお、同型式のヘッドボックス（2 層）がタイ国ヒアンセン社向けに納入され 1990 年に稼動した。機幅 4,800 mm、サッククラフト紙用である。

ることでより優れた製品品質が得られる。紙の柔らかさ、吸水性、嵩など必要な性質はそれぞれの層の原料をどう配置するか選択することによって変化させることができる。以下に 2 層ティッシュ生産の技術を紹介する。2 層式ステップディフューザー・ヘッドボックスの設計上の特長、ドイツ・ラーベンスブルグにあるスルザー・エッシャーウイス社開発センターのパイロットマシンで研究した地合や層純度（訳注：各層の原料が互いに混合しない度合）といった品質パラメーターについて述べ、続いてイタリアに納入した 2 層式ステップディフューザー・ヘッドボックス付 5,500 mm 幅ティッシュマシンでの運転経験について同工場からの報告を記す。

2. ティッシュ抄造用 2 層式ヘッドボックス

多層式ステップディフューザー・ヘッドボックスは設計がコンパクトで、従来の単層式ヘッドボックスと同様に容易にティッシュマシンに設置できる。図 1 は 2 層式ステップディフューザー・ヘッドボックス付ティッシュマシンの最新のコンセプトである。このマシンは 2 枚網の S 型ワイヤラン、片側脱水用ブレーン・フォーミングロール付ティスコフォーマー（訳注：エッシャーウイス社の商品名）にリブ付ヤンキードライ

図1 カシーノ社向けディスクフォーマー

図2 2層式ステップディフューザー・ヘッドボックスのジェット衝突部

ヤー、プレスロール2本が続き、ドライヤーにはコレクタ・フード（訳註：エッシャー・ウイス／アンドリッツ社の商品名）がついて幅方向の水分プロファイルを調整する。駆動側から2種類の異なった原料が2つのディストリビューターに供給される（図2）。エッシャー・ウイス社のヘッドボックスはすべてステップディフューザーを乱流発生のための基礎流体原理として使用しており、そのエレメントは原料流体を幅方向に均一に分配するだけでなくヘッドボックスの寸法を小さくするのに役立っている。多層式ステップディフューザー・ヘッドボックスの設計基本は2つの独立したヘッドボックスを一つにまとめ、スライス開度とジェット速度はそれぞれ単独で調整できるようにしたことである。これが可能なのは各ヘッドボックス間に強固な分割壁を設けたためである。各層間にジェット速度差を与えることによって地合と層純度がよくなる。

ノズルリップが固定されているステップディフューザー・ブロックは原料流体の圧力をすべて支える構造エレメントでもある。ジェット衝突点の調整はヘッドボックス全体をスイングさせて行いジェット形状を変えずにできる。

2.1 2層式ステップディフューザー・ヘッドボックスの設計上の特長

2層式ヘッドボックスでの原料の流れは完全に対称形である（図3）。2つのノズル間の中間リップ（両ヘッ

図3 2層式ステップディフューザー・ヘッドボックス（形式名T2）

図4 工場で仕上中の2層式ステップディフューザー・ヘッドボックス

図5 層間分離エレメント

ドボックスに共通なリップ）が対称中心線になる。

スライス開度はそれぞれの外側リップを単独に、あるいは同時に動かして調整する。中間の共通リップは強固で、両ノズルでジェット速度差をつける場合に発生する圧力差に充分耐えられる。今日ティッシュ生産で目標とされる2,000 m/min以上の抄速でも変形の問題はまったくない。図4は工場で最終仕上げ中の2層式ステップディフューザー・ヘッドボックスである。

ノズルを出る時に層間で混合が起こるのを防止するために、中間リップの先端に可撓性の分離シートを取り付けてある（図5）。このエレメントはノズル室の外側まで突き出しており、両面を金属板で支持してある。

取替えは休憩中に横に引き出して行く。

2.2 2層式ヘッドボックスの制御

2層式ヘッドボックスではジェット速度に差をつけて運転できる。すなわち、両ノズル室に圧力差をつける。この方式による運転の利点を最大限有効に使うためには、オペレーターが制御システムを通して最適の速度差をセットしなくてはならない。単層のヘッドボックスでは地合は引張りの縦横比は主としてジェットとワイヤの速度差で決定される。しかし2層では第2ジェットの速度が制御システムで考慮すべきもう一つの運転パラメーターとなる(図6)。これは差圧制御器で調整し差圧有無いずれでも運転できる。安全上の理由から、差圧はあるレベルを越えないようになっており、例えばファンポンプ故障の場合には第2のファンポンプがただちに停止する。

2.3 多層抄きティッシュの品種に影響する要素

ティッシュ生産に際しては多層品の品質は多くの運転変数で変えることができる。図7にX-Y平面内の繊維分布とZ方向の繊維層形成に影響するもっとも重要な要素をリストアップした。これらの要素は地合品質と繊維配向に影響する一方で、層純度とX-Y平面内

図6 2層式ステップディフューザー・ヘッドボックス T2の制御システム

		繊維分布 XY		繊維層形成 Z	
		縦横比	地 合	層純度	均一性
ヘッドボックス	分離エレメント	中	小	大	大
	濃 度	小	大	大	大
	原 料 配 置	小	大	大	小
	衝 突 点	小	中	大	大
紙層形成	ワ イ ヤ	中	大	小	大
	歩 留	小	小	大	小
	原料/ワイヤ速度差	大	大	中	中
	各層間流速差	中	大	大	中
	坪 量	小	小	大	大

図7 ティスコフォーマーによる多層ティッシュ抄造に影響するパラメーター

の層純度均一性にも関連する。地合と引張り縦横比への影響は小さいが層純度には大きくかわる他の要素があることがわかる。層純度と地合は同時に良くなることがよくあるが、すべての運転条件下で常にそうだとは言えない。例えば外網側に脱水性の良い原料を配すると地合と層純度が向上するが、一方でフォーミングロールに対するジェット衝突角度を大きくすると地合はある程度良くなるものの同時に層純度は悪化する。

次にパイロットプラント(側面は実機と同等)のテストで得た結果をいくつか述べる。多層式ヘッドボックスにおいては原料濃度がティッシュの層純度に大きく影響する。層ごとに色の異なった原料を用いてテストし、青く染めた長繊維と無着色の短繊維をそれぞれの層に入れて出来た紙をテープで薄く32枚に剥がし層純度を評価した。図8には層純度に対して濃度が影響することがはっきり出ており、0.1%では純度が高いが、0.2%でも充分受容できる値である。全体の地合に影響し得るもう一つの重要な要素は各層への異なった原料の割当てである。図9には長繊維を外網側に配した場合と内網側に配した場合に得られた結果を示す。

このテストは脱水抵抗の異なる2種類の外網について行った。長繊維を外網側に配した場合に最良の地合が得られた。長繊維のマットがまず外網上にでき、これがこの層での再フロク化を最小限にする。表面ブレーンのフォーミングロール側の短繊維は再フロク

図8 ヘッドボックス濃度が層純度に与える影響

図9 異なった網に対して長繊維の配置がおよぼす影響

図 10 平均速度差の函数としての地合と引張り縦横比

図 11 層間の最適速度プロファイル

化し難く、従ってその脱水が遅れても何ら不利ではない。脱水抵抗が小さい網の方が大きい網よりも地合指数が高い。地合は主として脱水ゾーンにおける網速度と各ジェットの前平均速度の差に影響される。

図 10 に原料の平均速度（2つのジェットの速度の平均）と網速度の差が引張りの縦横比に及ぼす影響を示す。予想どおり速度差ゼロのところで最小になる放物線になった。これに対応して多層紙の地合指数は引地合サイドで最大値になったが、これは単層ヘッドボックスの運転でも確認されたことである。各ジェット間の速度差を最適値にすることも層純度と地合に好影響をもたらす。図 11 は片側脱水の場合の最も良い速度差のつけ方を示す。ティッシュ品質、特に地合と層純度について言えば、ジェット速度の高い方をフォーミングロール側にすると良い。

3. 2層抄き高級ティッシュ生産の運転経験

1989年、ティスコフォーマーSを組み込んだ2枚網ティッシュマシンがイタリアのカシーノ社で稼働開始した。このマシンはワイヤ幅5,500mmで2層式ステップディフューザー・ヘッドボックスがついている。これを設置した目的は、化学パルプだけを用いて高級ティッシュを生産することにある。2層式ヘッドボックスで狙ったのは強度レベルを保ちながら紙の柔らかさを

を高めることであった。

3.1 カシーノ社のティッシュマシン

ティスコフォーマーSの主要仕様は：

設計速度；2,100 m/min

坪量範囲；12.5—25 g/m²（網上）

乾燥能力；210 t/24 h 以上

多層と単層の違いを説明するために、アプローチフロー・システムを図 12 に示す。原料調成ラインは別れており、長短繊維を選択的に処理することができる。

第3のラインはブロックを処理する。ヘッドボックスの外層、内層のいずれにでも異なった原料を供給できる。外網側に供給された原料はプレーン・フォーミングロールによる片側脱水ゾーンでまず脱水される。

ティスコフォーマーのS型ワイヤランにより、外網側の層はヤンキー・シリンダー表面に接し、フォーミングロール側の層はフード側になる。白水中には長繊維が実質的にほとんど含まれていないので、白水を分離する必要はなく、繊維長分布を分析したところ白水中を循環しているのはほとんどが微細繊維であることが確認された。ディスクフィルターは長繊維のマットを濾過助剤として運転するのが望ましい。2層式ヘッドボックス用のファンポンプ2台にはそれぞれ2台のモーターがついており、1台が故障しても速度を下げて抄造できる。図 13 はティッシュマシンのウエットエンドとドライエンドの外観である。ヘッドボックスが上部に付いているので接近、洗浄しやすく、ジェット衝突点等の調整を容易にチェックできる。フォーミングゾーンから出る白水は高速でマシンから除去され、駆動側にある気水分離タワーに入る。ミストを制御しマシン室の換気を助けるため、内網にはカバーをしてある。ピックアップにはサクシジョンシューを用いている。

フェルトランはZ字状で保守、点検時にサクシジョンボックスやスキャンプロ社製CD型フェルト水分計に近づき易い。フェルト水分がダブルスロットのサクシジョンボックス2本で調整する。ヤンキー・シリンダーに対してサクシジョン・プレスロール1本とブラインド・

図 12 アプローチフロー・システム

図 13 カシーノ社ウェットエンド、ドライエンドの外観

図 14 リール巻取部

ドリルド・ロール1本がついており、ヤンキー上にはコレクタ高温フードが設置してある。図14はリール部分で全自動化されている。

3.2 多層化技術による品質向上

図15は2層式ヘッドボックス、プレストロール、フォーミングロールの1部である。2種類の異なる原料が駆動側から供給され、再循環管がヘッドボックスの支持フレームを貫通して駆動側に戻る。前述のように、ヘッドボックスは層間の速度差をつけて運転できる(図16)。ジェットの網に対する速度を調整するには、オペレーターはまずジェットと網の速度差を選定しなくてはならない。これは地合や引張り縦横比といった製品の品質特性に重要な影響をもたらす。カシーノ社では引き地合でしか運転しない。フォーマーを同一のジェット速度で運転する時は、単層と2層の違いはない。第1ジェットと第2ジェットに速度差をつけて運転する時は、オペレーターはコンピューターにジェット間の速度差 $\Delta V_{1,2}$ と平均ジェット速度と網速度の差 ΔV_{av} をインプットする。速度差をつけて得られる利点の例を図17に示す。ここでは多層化による紙強度の改善について2種類の速度分布に対して示している。この場合、長繊維を外側網に配している。

図 15 駆動側から見た2層式ステップディフューザー・ヘッドボックス

図 16 ジェット/ワイヤ速度の調整

図 17 2層間の速度差による強度向上

フォーミングロール側のジェット速度を高くして運転すると、 18 g/m^2 (オンリール) で強度が10%向上した。この傾向はすでにパイロットプラントで他の紙種についても立証されている。

3.3 ティシュの柔らかさ

2層式ヘッドボックスはその特性のため、ティシュの品質、特に柔らかさを改善する手段を有している。

柔らかさには表面のものと、嵩高によるものとがあるが、いずれも多層化によって直接影響およぼすことができる。原理的には2つの考え方がある。いずれも2層抄きの紙を2プライに重ねあわせたものとする(図18)。第1の考え方としては短繊維(本質的に長繊維より柔らかい)をヤンキーに接する側に配してプライ加工後両表面に短繊維による柔らかさを出すことで仕上後柔らかい手ざわりとなる。長繊維による内側2

層で必要な強度を出す。長繊維をヤンキー側にもってきて2プライの紙にすると(図19)、長繊維の2面がいずれも外側になり、ヤンキー効果で表面の柔らかさが出るとともに内層の短繊維が高による柔らかさをもたらす。図20は両方式、言い替えば長、短繊維をそれぞれヤンキー側に置いた場合の最も重要な利点を製品品質と操作性についてまとめたものである。長繊維を

図18 2層抄き紙の柔らかさ

図19 2層抄き紙の柔らかさ

長繊維がヤンキー側(脱水側)の時

- ・地合がよい→強度が高い
- ・コート層形成とコート制御が良い
- ・クレープ工程での紙粉減少

短繊維がヤンキー側(脱水側)の時

- ・柔らかさ向上
- 柔らかい短繊維がヤンキーに当る
- ヤンキー表面の柔軟化作用

図20 2層抄きティッシュのヤンキー側への繊維配置

多層抄きティッシュの利点

- ・紙強度が高い
- ・柔らかさ向上
- ・操作性改善

図21 まとめ

脱水側に置くと地合が良くなり紙強度が高くなる。長繊維をヤンキー側にするコートを改善され、またコートの制御が良くなるため、クレープ工程での紙粉発生が抑えられ操作性が良くなる。短繊維を外網側に置くと、短繊維自身による柔らかさとヤンキー効果の両方が一つの紙層に与えられ柔らかさが向上する。次にティッシュの柔らかさに影響する重要な条件をあげる:

- ・「柔らかい」繊維の選択または混合
- ・繊維の機械的および化学的処理
- ・多層化による繊維の最適配置
- ・ヤンキー表面への接着の度合と均一性
- ・クレープ作用(ブレード角と傾斜)
- ・カレンダーリング

当然このうちのいくつかは単層抄きでも柔らかさ向上に役立つが、その場合マシンの運転条件が絶対完璧でなくてはならない。多層の場合にはより高速で高い柔らかさが得られしかもその維持が容易である。また、例えば繊維配置や速度差などの利点をフルに活かせばさらに高い柔らかさも得られる。これが単層よりも決定的に優位に立つ所以である。

4. まとめ

ティッシュ多層抄きの利点をまとめると次のようになる(図21):

- ・紙強度が高いため坪量を下げることができ、従って原料コストを低減できる。
- ・単層にくらべて制御手段が多いため柔らかさが向上し、しかも選択的に制御できるだけでなく各層に適用できるので一層有効である。
- ・マシン全般の操作性が改善される。