上質紙の多層抄きについて： マルチジェットヘッドボックス—その経済性と技術的見通し

フォイト社（オーストリア） イエルグ フィッシャ
フォイトスルザーペーパーマシン社（ドイツ） アルブレヒト マイネッケ
（訳） 石川島播磨重工業株式会社 藤 村 修

Multi-ply Sheet formation for woodfree paper (Multijet head box), economy and technical feasibility

B. E. Joerg Fischer
J. M. Voith AG (Austria)

Dr. Arbrecht Meinecke
Voith Sulzer Papiermaschinen GmbH (Germany)

The equipment which produces three-ply woodfree paper can be installed nowadays by using the established technical methods. This concept is significant only when the printability of outer plies is better than that of inner ply and the cost of material for inner ply is obviously cheaper than that for outer plies.

1. 原料を混合して一層抄きをする代りに 多層抄きを行う目的

(1) 前提条件

紙の使用価値や品質を低下することなく、故紙の配合率を確保すること。

(2) 技術と品質

印刷適性を上げるために表面性を改善すること。例えば、

- 白色度が高いこと
- 灰分含有率が高いこと
- 表面組織が緻密で細いこと
- 表面が黄色く変色しないこと
- 繊維の配向性が良いこと
- Z軸強度が高いこと

(3) 経 済 性

より安い原料を「包み込む」こと。例えば、

- 半晒し化学パルプ
- メカニカルパルプ（CTMP など）
- 脱インクパルプ
- 分類した原料（内側に長繊維，外側に微細繊維）
- 低叩解度の原料（叩解動力の節減）

2. 解決すべき事項

この可能性は大変魅力的ではあるが、その前途にくつかの制約条件と障害がある。従って、ここではこれについて論評し、その解決策を示さなくてはならない。またこれは、テストマシンによる実験によって確かめられたものであり、最終的には実機で実証されることになる。上質紙用の多層抄き技術が成功する鍵は次の事項にある：

- 外表面に紙層を形成することにより広範囲にわたり障害のない表面被覆を作ること。
- Z軸方向に対称的な紙層を形成すること。
- 表面被覆が各点において均等なプロファイルを有すること。
- 循環白水を有効に誘導、分離し、また洗浄すること。
- 多層抄き設備を導入する際、経済的に投資効果があること。

以上の点について、もっと詳しく下記に説明する。

(1) 表面被覆

被覆紙に関しては、従来の技術では被覆のために少なくとも 40 g/m² が必要であるといわれている。

我々が紙層当り 1/3 の重量割合の三層抄き形成を考

えると、上質紙の場合、外層として10ないし30 g/m²だけを使用すればよい。我々がより進んだ技術を使用し、紙層が色と汚れ程度でわずかしき区別されない場合、表面被覆が十分役立つと考えられる。

三層抄きヘッドボックスを使用し、黄色の外層20 g/m²を付け、中間層を青色の原料で抄紙した場合、中間層青色の影響は外層の黄色に対して少なく良好な表面被覆を示した。

(2) Z軸方向に対称的な紙層形成

選定すべき紙層形成システムとしてのフォーマーは、それぞれの場合に表裏の外表面がワイヤー側となる様に構成されていなくてはならない（オフセット適性）。外表面の灰分含有量はできるだけ表裏が均等に分布していなくてはならないし、またこれがグラビア印刷のような印刷法ではできるだけ高く、オフセットのような他の印刷法ではむしろ低くなるように調整できなくてはならない。

表面の灰分含有量はサクションフォーミングロールをもつ最近のツインワイヤーフォーマーでは、真空度によって調整することができる。繊維の配向性は、表面は表裏で同じであるか、調整できるようにでなければならない。

図1にはツインワイヤーフォーマーであるデュオフォーマーCFDにより達成された外表面の灰分の均等な分布とZ軸方向の灰分分布状況を示している。

(3) 循環白水システム

ツインワイヤーフォーマーでの三層抄き紙層形成では、個々の層の循環経路を分離することは不可能である。

しかし、個々の層の微細原料と填料は歩留の範囲内で分離されることになる。

図1 Z軸方向における灰分分布*

*フォーミングロールの真空度との関係；デュオフォーマーCFD（グラビア用紙40 g/m²）

図2 歩留*

*坪量の関数として（化学パルプ配合）

歩留は添加される薬品の化学作用と使用されるワイヤーの種類の他に、坪量と原料濃度によって左右される（図2）。

紙層間で色調、微細原料含有率、汚れ（混り合い）の程度の差異について重要視する場合、歩留システムを最適にしなくてはならない。このことは、中間層はできるだけ高い原料濃度で抄紙されることが要求される。

(4) 不透明度と表面被覆

化学パルプによる紙の不透明度は坪量が40 g/m²以下になると急速に減少する（図3）。このことから有効な表面被覆としては、坪量20 g/m²の層を下限と考えねばならない。このことは色調が著しく変わらない原料にもあてはまる。

図4は脱インク原料（白色度60%）を配合することによる、漂白化学パルプ（白色度84%）の白色度の低下状況を示している。

試験室で別々に抄紙して抄き合せた外層の白い抄き合せ紙でさえも、一層紙よりほんの少し白色度が高い

図3 不透明度*

*坪量の関数として（化学パルプ配合）

図4 一層と三層紙の白度*

*一層紙 80 g/m²/三層抄き合せ/三層抄きヘッドボックス

表裏のトップ層：無塩素漂白パルプ 22 g/m²/中間層：脱インク 36 g/m²

図5 一層と三層紙の汚点の数*

* 一層紙 80 g/m²/三層抄き合せ/三層抄きヘッドボックス

だけである。

また、テストマシンで抄紙された三層抄き合せ紙は、一層紙と実質的に同じ白度を示している。

図5は汚れ状況が、被覆した紙で改善されたことを示している。

この図からわかるように、かなり悪い脱インクパルプの内層を被覆することによって、テストマシンで三層抄き紙層形成を行った場合の汚点の数は、配合紙と比較して半分になる。

(5) 被覆層の均等なプロファイル

紙の表面を覆うための被覆層の坪量を少なくすることは、もともと難しいことなので少なくとも幅方向プロファイルの調整やその他の有効な方法を用いて確実に弱点となる所が生じないようにしなければならない。

従って、幅方向プロファイルの調整はこの場合、ノズル開度を変えて行うことはできない。なぜならば、

図6 モジュールジェット付き三層抄きヘッドボックス

これによってヘッドボックスからの原料流に、ひいては外層の地合と繊維の配向性に悪い影響を与えるからである。

この幅方向プロファイルの調整はモジュールジェット（図6）により、中間層の濃度調整（バルブA）によって行われる。

また、この装置によって、幅方向坪量プロファイルを自動的に調整することができる。

更に流量の調整弁（バルブB）を調整することによって、繊維の配向性を部分的に変更することが出来る。

3. 三層抄き紙層形成に対する全体的構想

今まで述べた必要事項を満足するために、我々が提案する全体的構想は、モジュールジェット坪量調整装置付きの三層抄きヘッドボックスとデュオフォーマーCFD型ツインワイヤーフォーマーである（図7）。

このヘッドボックスは三つの原料流路をもち、層が薄い板によって分離されている。また、ヘッドボックスのノズルは、できるだけ高いジェット安定性と良好な紙層分離が達成できるように作られている。

そして、幅方向のプロファイルは、内層のモジュールジェット操作により調整される。

また、このヘッドボックスでは、従来のスライスリッパ微調整装置を省くことによってノズル形状がコン

図7 三層紙層形成用デュオフォーマーCFD

表 1

	ケース 1	ケース 2
	化学パルプ：780 DM/t 90% D I P 製造：482 DM/t	化学パルプ：1,000 DM/t 90% D I P 製造： 482 DM/t
投資による負債 ¹⁾	85	85
原料の節減	155	340
製品のコスト低減	70 DM/t	255 DM/t

¹⁾原価償却 5 年，金利 9 %

パクトとなり，それによってジェットの自由長さを短くすることができる。

ツインワイヤーフォーマーでの脱水は，片面はフォーミングロールの吸引により，反対面はサクショボックスにより行われる。

フォーミングロールでの脱水は，紙層を急速に固定するため，紙層を分離するためには好都合であるが，良好な地合を得るためには，不十分である。この点では個別の押付ブレードをもつ脱水エレメントを選び，いわゆるデュオフォーマーDユニットを用いることで改善される。

これは，ブレードにより剪断力を発生し，フロックを破壊するからである。

このツインワイヤーフォーマーは狭い場所でも設置できる様になっており，ワイヤの走行は水平でも，上り坂（ここに図示したもの）でも，設計することができる。

4. 経済性の考察

上質紙を三層抄きする場合の経済性を考えると，次のようになる。

A) 従来の方式

オフセット印刷用紙，化学パルプのみ 75 g/m²，

〔無塩素漂白クラフトパルプ：100%〕
〔灰分含有率：15%〕

B) 三層抄き方式

オフセット印刷用紙 75 g/m²

〔外層 各 20 g/m²，無塩素漂白クラフトパルプ〕
〔内層 35 g/m²，脱インクパルプ〕
〔灰分含有率 全体で 15%〕

計算上の設備費は，生産能力 150,000 t/年として

化学パルプ：市販品

脱インクパルプ：自家製（設備費は，生産能力 200 t/日として）

投資コストは抄紙機に 10% を，脱インク設備に 90% を配分する。

三層抄き設備による製品のコスト低減は DM/t 紙にして表 1 のようになる。

化学パルプの価格が現在のように低い場合には，脱インクパルプを使用した三層抄き設備によるコスト上のメリットは余り著しくない（ケース 1）。

しかし，化学パルプ価格が上昇し，例えば，1,000 DM/t の平均市場価格になったとたん，この方式は非常に興味あるものとなる（ケース 2）。

5. 結 び

今日では，すでに確立された技術的方法によって，上質紙用三層抄き設備を設置することができる。この方法は何れにしても中間層よりも外層がより良く印刷ができ，同時に中間層の材料コストが明らかに安い場合にのみ意義のあるものとなる。紙層形成段階で，紙層の分離が不鮮明であるために，この方法は 75 g/m² 以上の化学パルプの紙に適する。

低坪量の上質紙の場合には，表面に「乾燥後に湿り」を加える塗工法によって改善を行うことができる。

このような被覆は，例えば，フィルムサイズプレス“Speedsizer R”を用いて付加することができる。この装置は高速運転に適しており，強度が弱い紙，脱インクパルプを含む紙に塗工ができるようになっていて，安定操業が可能である。