高温ソフトニップカレンダー掛け — その導入 —

ウェアハウザーペーパーカンパニー ヤン D. ウー

High Temperature Soft Nip Calendering : Its Implementation

Yung D. Woo

Weyerhaeuser Paper Company

One of the key technological events of the 1980's in papermaking was the development and implementation of the soft nip calendering, on or off-line. The technology found many applications and is gaining acceptance around the world. When some of the present technical problems are resolved, it may become a standard feature of all paper machines.

As the CD profile control technology continues to improve, the primary role of the calender has been shifting from the traditional reel building tool to that of surface finishing. During the second half of the 1980's, we examined the technology for various paper and paperboard operations. In this paper, I would like to share with you some of our findings from pilot trials and laboratory evaluations.

High temperature soft nip calender (HTSNC) has a nip that is hot, long and of low specific pressure. It works primarily on the small scale roughness of the paper surface. This may or may not be of practical value depending on the paper grades and their end-use requirements. Benefits from new technology can never be scrutinized too much.

Keywords : Soft Nip, Calendering, Finishing, Print Quality, Paper Surface Quality,
End-use Requirements

1. はじめに

ハードニップカレンダーは硬鋼製のロール間によって形成される1つ又は複数のニップから成っており、そのニップは高いピーク面圧と狭いニップ幅になるという特徴がある。これまでハードニップカレンダーは巻姿のよい巻取を巻くために、リール上でもがっちりした好ましい大巻取が巻き取られるように用いられてきた。しかしCDプロファイルの制御が進歩するにつれて、リールで大巻取をうまく巻きとることの重要性が減少し、カレンダーの役割は次第に紙表面品質の向上という方向へ重点が変わってきた。

ソフトニップカレンダーは、カレンダーロールの中の1本が「柔らかな弾性のあるカバー材料で覆われて

いるためにニップ圧はかなり低くなる。また、約120~250℃に加熱された硬質ロールからの熱によって、紙表面が軟化するためにスムージング作用も増進する。従って、高温ソフトニップカレンダー(HTSNC)は紙及び板紙に対する用途上しばしば見られる矛盾する品質要求を満たすためにもっとも適しているように思われる。

カレンダー掛け技術の最近の進展は、製紙産業に対する二つの重要なインパクトによって拍車が増えられている。第一にリサイクルパルプはバージンパルプより強度が低く、容易に圧縮されるために、原料面でのこのような変化に対して従来とは違うカレンダー処理を必要としたこと。第二に資源節約のために高歩留パルプの利用率が上がったことで、この高歩留パルプは熱に対してより敏感であるという特性をもっている。

ソフトニップカレンダーの特徴は平滑度、クロス、密度などの表面特性に対して均一性をもたらしこと

'92 PAN-PAC PPTC ('92.9.8~10, 東京) での講演を十條製紙㈱の好意により和訳したものである。

Fig. 1 Calender nip comparison.

Fig. 2 Sheet structure after calendering.

ある。ソフトカバーは地合に関連するマクロな表面粗さの通りに追随するために、シェフィールド平滑度そのものには影響を与えないが、ミクロな表面の粗さを効果的に取り除くのでパーカープリントサーフ(PPS)値は良くなる。

ソフトニップカレンダーメーカーによる文献によるとソフトニップは耐性を有し、弾性があり、またかさ高、平滑で高グロスの均一な表面をつくりだす、乾燥状態での圧縮においても紙に与えるダメージが少ないと述べられている。しかし、この技術に関するユーザーからのレポートは少ない^{1,2)}。

本報ではこの技術導入のために行ったテストから得られた知見を提供したい。製品の特性に関する調査結果は概ねこれまでの文献とよく一致している。ソフトニップカレンダー処理をした製品を印刷してみて、始めてその結果に驚いたことが多かった。それらの特徴について論じてみよう。

2. パイロットテスト

文献及びソフトニップカレンダーメーカーの情報に基づき、当社の製造ラインにおける各製品に対して期待できそうな項目(可能性のある利益の予測)のリストを作成した。次にカレンダーメーカーの工場パイロット規模のテストを行った。ソフトニップカレン

ダー掛け後、印刷品質を評価するために商業印刷機又はパイロット印刷機で印刷した。

実機生産との水分と温度を合わせるために、カレンダー前巻取についてプレコンディショニングを検討した。ごく一部のサンプルでプレスチーミングテストを行ったが、シート温度まで合わせることはしなかった。シートの水分と温度はいずれもカレンダーでの仕上げ作用を高める効果があるので、この実験では実機によって得られる結果を過少評価した形になっている。

2.1 軽量塗工紙(LWC)

我々の目標はスーパーカレンダーと比較した場合、ソフトニップカレンダーの潜在的能力、すなわちグロス、密度、PPSを改善させる能力を調査することであった。印刷品質はグロスを現在の製品と同じレベルとして評価した。

2.2 新聞用紙

文献によるとソフトニップカレンダー処理によって同一平滑度におけるリンティング減少の可能性³⁾及び印刷品質の大幅な改善が重要な利点であると述べられている。

カレンダー未処理の新聞用紙を準備し、標準的な新聞用紙と同等の平滑度と紙厚になるような条件下で高温ソフトニップカレンダー処理(HTSNC)を行った。

この巻取をリンティングの測定及び総合的な印刷品質の評価を行うために商業印刷機とパイロット印刷機で印刷した。

2.3 晒板紙

晒板紙の互いに矛盾する品質要求を満足させるためにHTSNCは最適であると考えられる。すなわち、かさを低下させることなしに表面平滑性を向上させるのに役立ち、その平滑化はホットロールに接触している外側の紙層に限られる。かさは最終加工製品としてのミルクカートの胴膨れを防止するのに必要な特性で

あるこわさの要因である。

この可能性を探るために、HTSNCの条件を変えてかさー平滑度ー坪量の関係を調べた。次に HTSNC 処理をした巻取にポリエチレンエクストルージョンコートを行い印刷した。

2.4 ライナーボード

印刷品質に直接関係する紙特性は現在のところあまり分かってはいない。従来から印刷品質をチェックするパラメータとしてシェフィールド平滑度が使用されてきた。リグニン含有量の多い紙料の方が HTSNC には適する。この場合にも強度の低下を抑えて表面平滑性の改善が期待される。

パイロット HTSNC でのテストはカレンダー未処理の標準的なライナーボードを用いて行った。ライナーボードの地合構成（あるいは、むしろ紙層構造）が表面の仕上げに及ぼす影響を調べるために若干のテストを行った。

3. テスト結果と考察

各パイロット HTSNC でのテストから得られた結果を検討し、次に一般的な事項について要約してみたい。

3.1 軽量塗工紙 (LWC)

HTSNC が特にグロス、PPS、かさ、その他、光学特性にどのような影響を及ぼすかを調べるために、スーパーカレンダー未処理の標準的な塗工紙巻取について HTSNC の条件を広範囲に変化させてスーパー掛けを行った。図3に示すようにロール温度、約 170℃ において、片面わずか 1 ニップだけで望ましいスペックのほとんどが満足された。このような高温・高負荷でのカレンダー処理に関連した操作性上の問題は容易に想像することができる。一方、塗料配合、カバー材料技術、プロセスコントロールなどの改善によって、今後 5～10 年の間にオン及びオフラインの HTSNC がある品種ではスーパーカレンダーに置換えられる可

Fig. 3 Impact of HTSNC on LWC Properties :

(a) Hunter Gloss(%), (b) PPS-S10(μm), (c) Sheffield, (d) Opacity(%).

Note : The three data points on each line represent three different line loads.

能性がある。

期待に反して、印刷結果をみると HTSNC 処理をした標準的な LWC は対照品の実機製品よりもきめが粗目となった。一般にこのグレードでは塗工層の下に大きな繊維が見られることがあり、この繊維は印刷時に水と接触して乾燥ストレスが解放され表面に粗く浮き出る。HTSNC での処理の場合、そのような繊維はより水分に対して敏感であるように思われる。

1979 年の Klinewefers 社による初期の研究の中でこれと同じようなことが報告されていた⁴⁾ことは興味深い。参考文献 4) から引用した図 4 に示すように、HTSNC 処理をした LWC のヘリオテスト結果では、ニップ負荷とロール温度に最適範囲が存在することを明白に示している。

3.2 新聞用紙

片面当たりわずか 1 ニップの適用によって表面特性は図 5 のような改善を示した。標準的な製品と同等の平滑度及び紙厚になるように処理をした場合はメーカーが主張しているような印刷品質の改善はできなかった。また、リネーティングにおいてもその改善は目に見えるような効果は得られなかった。これは我々にとっては驚くべき結果であったので、その原因・理由について調査を行うことにしている。

まだ実験は実施していないが HTSNC が印刷品質及びリネーティングに及ぼす影響は恐らく次の 3 つの因子によるものと推測している。

1) 紙 料

当工場の新聞用紙は主として TMP と少量の KP から成っておりすべてバージンパルプである。

従来方式のハードニップカレンダー処理における高いニップ圧は表面特性の不均一性をさらに悪化させ、最終的に印刷品質を悪化させる傾向がある。この傾向はリサイクル繊維が配合されている場合には一層著しくなるであろう。リサイクル繊維は同一水準に圧縮をするのにバージンパルプよりも低いニップ圧でよい^{2,5)}。

リサイクル繊維を使用しているヨーロッパの新聞用紙メーカーは製品のかさを落さないで一定レベルの平滑度を維持する方法を見いださなければならない。北米では新聞用紙原料はほとんどバージンパルプでありこの問題について心配する必要がなかった。新聞用紙ヘリサイクル繊維を配合するよう政府の指示が出てから我々はこの技術への関心を強めた。

2) 地 合

テスト紙は M/K 地合指数が約 7.0 と正常ないしは良好なものである⁶⁾。我々は当工場の新聞用紙の地合には不満を持っていなかった。ヨーロッパではリサイクル原料の使用もあってシート地合はどうしても違ったものになってしまう。HTSNC の仕上げ作用を考慮すると、HTSNC 処理紙と従来方式の処理紙とでは印刷品質の差がシート地合が悪いほど著しくなることは明白であろう。

3) 加熱処理をした紙の表面の安定性

カレンダー掛け後ある時間が経過するとテスト製品

Fig. 4 Impact of Temperature and Nip Loading on LWC Helio test (Ref. 4).

Fig. 5 Impact of HTSNC on Newsprint Properties :

(a) Sheffield, (b) PPS-S10(μm), (c) MD Tear(mN).

Note : The three data points on each line represent three different line loads.

の平滑度は低下した。普通のマシンカレンダー掛けでもある程度は見られたが、HTSNC 処理の場合は戻りがより大きいように思われる。

高湿度の条件下にサンプルを置いてカレンダー掛けの安定性を調べ、次に 50%RH の条件でテストを行った。視覚による表面平滑性の戻り状態の判定では HTSNC 処理紙は概して対照品より悪かった。

過度に加熱処理を受けた場合…例えば 140°C 以上…には新聞用紙の特性の一部は悪影響を受けるとの報告がある⁵⁾。

3.3 晒 板 紙

HTSNC の広範囲な運転条件の下で処理した場合、板紙の PPS-S 20 平滑度は対照品である標準的な板紙製品に比し約 1.5 ポイントの改善を示した。これに反して、かさはそれほど低下しないのでこわさには影響を受けなかった。予想される特性についてその変化を確認したが図 6 に示すようにかなりのものであった。

しかし重要な点はこのような表面平滑性の改善が最

終的に塗工板紙（ポリエチレンエクストルージョンコート板紙）の平滑度及び印刷品質の改善につながるかどうかということである。

塗工板紙の印刷品質はその期待を満足することはできなかった。HTSNC 処理によって除去された未塗工板紙表面のミクロな凹凸がポリエチレンフィルムによってもまたふさがれたか、または除去されるものと推測される。図 7 に示したのは、HTSNC 処理及びポリエチレンエクストルージョンコートについて、未塗工板紙表面のミクロな凹凸を平滑化するという我々の推定を確認するためのスキャニングによる表面粗さプロファイルのパワースペクトル（又は表面粗さの大きさの分布）である。

3.4 ライナーボード

印刷品質の良好なライナーボードに対する要求は強くなっているが、そのような板紙の表面に必要とされる特性は何なのかはまだほとんど分かっていない。強度特性やシェフィールド平滑度への影響についてはパ

Fig. 6 Impact of HTSNC on Bleached board properties :
(a) PPS-S 20(μm), (b) Stiffness(g*cm)

Fig. 7 Spectral Distribution of Surface Roughness (Profilometry
-MD Line Scan)

イロット HTSNC 装置やベンチスケールの枚葉給紙カレンダーを用いて調査した。

標準的には 170～230℃ でシェフィールド平滑度は 50～100 ポイントの改善が可能である。しかし、例えば 260℃ 程度の高温ではライナーボードの表面は粗くなることが多い。表面の繊維が加熱ロール面に付着して表面からむしり取られたように見える。

ライナーボードの平滑度の向上は高ニップ負荷及び

高温カレンダー処理におけるロール焼け (blackening) の発生によって制約を受ける。これはライナーボードの地合と関係がある。かなりの程度の平滑度の改善…例えばシェフィールド平滑度でおよそ 200 程度…は良好な地合の場合には可能である。投資を決定するためにはこの関係の定量的な理解がぜひ必要である。

3.5 その他

HTSNC によって影響されるグロス及び平滑度の

Fig. 8 Impact of HTSNC on Linerboard Properties :

(a) Sheffield, (b) PPS-S 20(μm), (c) CD STFI(N/m)

レベルの他にこれら特性の均一性を測定する必要がある。

ソフトニップカレンダー設置例は最近増加しており、ほとんどが効果があることを示している。しかし我々はその利点を確認することができなかった。それは何故か？ 我々の評価法には何か見落としがあったのか、又は何か不十分な点があったのか？ 当工場製品の品質が向上分が小さくて検出困難なくらいにすでに良好であったのか？

パイロットでのテストでは例えばシート水分と温度のようないくつかの条件は妥協しなければならなかった。理想的ではなかったこれらの条件の影響をどのように考えたらよいのか？ この疑問に対する解答はさらなる調査を待つしかない。

4. 結 論

HTSNCは紙製品のスペックにしばしば見られる相反する要求を満足させるために大きな可能性を秘めている。我々は導入を決断する前にHTSNCの効果、もっと正確に言えば製品の最終用途における必要条件に及ぼすHTSNCの影響を調べるべきである。

そのような問題について以下の事項を確認した考察を行った。すなわち、最終仕上げ紙表面の安定性、全体工程の相互作用の効果、紙料の圧縮性である。

この新技術により得られる利益は細心の注意をもつ

て、しかしあくまでケースバイケースを基本に判断すべきであろう。

参考文献

- 1) Gijs van Reenan, "Soft Calendering of Newsprint: The Benefits and the Product", PPI Publication Papers Conference 5, 5-6 November 1990, London.
- 2) R. K. Stevens, W. G. Mihelich, & M. T. Neill, "On-line Soft Calender for Uncoated Groundwood Grades", Annual Meeting (1989).
- 3) T. G. Waech, "Lint Reduction by High Temperature Calendering", 105-108, 1990 International Printing and Graphic Arts Conference.
- 4) E. Munch, J. Schlunke, & W. Schmitz, "Analyzing Effect of Hot Calendering on the Printability of Coated Papers", Paper Trade Journal, (1979).
- 5) P. Svenka and H. Winkels, "In-line und Off-line Satinage von Gestrichenen und Ungestrichenen Papieren", 44 10A, 1988, Das Papier.
- 6) C. T. J. Dodson, personal communications
- 7) R. Grant, "Moving forward in leaps and bounds", 69-74, PPI, (1991)