ホ ッ ト プ レ ス

住友重機械工業(株)岡山機械事業部技術部 矢 野 正 時

Hot Pressing

Tadatoki Yano

Okayama machinery division, SUMITOMO HEAVY INDUSTRIES, LTD.

Conventional dewatering techniques are close to their maximum potential since they lead to longer and longer paper-machines. In a bid to reduce capital and operating costs, researchers are exploring new techniques such as impulse drying, press drying and hot pressing. The author describes techniques, and the obstacles to their transfer to commercial practice. He concludes, that, in the short term, pressing efficiency will be improved by a stepwise increase in pressing temperature.

1. はじめに

現在、製紙産業は世界的規模で今までに経験した事の無い不況の嵐にさらされている。このような状況下で稼働中の抄紙機並びに今後、新設される抄紙機に求められる姿は次の2点に集約されるであろう。

- ① 初期投資（設備費用）が少ない抄紙機
- ② 運転コストの低い抄紙機

一方、現状の抄紙機において、これらの目標達成を妨げている最大のポイントはドライヤーパートにある。即ち、抄紙機の高速化に伴いドライヤーパートはますます長くなり、その結果、建屋も長大化の一途をたどると共に、運転コストの内、大きな部分を占めるドライヤーパートの蒸気コストも比例的に高くなっている。

このドライヤーパートのコストを下げる為、現在、各種の研究がなされており、その主なものとしてインパルスドライイング、プレスドライイング及びホットプレス等がある。

インパルスドライイングはロール表面温度を150～500℃の高温に加熱し、ニップ圧力30～60 kg/cm²の下で乾燥・脱水させる方法であり、現在のプレス・ニップ脱水とドライヤーにおける乾燥・脱水を同時に行わせるものである。

プレスドライイングは0.1～1.0 kg/cm²の圧力の下で100℃以上の温度で乾燥・脱水させる方法であるが、その乾燥過程はインパルスドライイングよりは紙にとって優しいと言われている。ある報告によれば、現状の蒸気シリンダにおける乾燥に比較し、20倍の乾燥能

力があるとも言われている。

ホットプレスは現状のプレスニップ部において、紙料温度を上昇させる事により、紙料中の水分の粘度を下げると共に、パルプ繊維の弾性を下げニップ脱水能力を向上させる方法である。

これらの方法の内、インパルスドライイング及びプレスドライイングは顕著な脱水効果を示しているが、あくまでも実験での結果であり、実機に採用するにはまだ多くの問題点をかかえている。

本報では現在すでに実機に採用され、その効果が確認されているホットプレスに関して以下に紹介する。

2. ホットプレス

現状のプレスで用いられているロールニップによる脱水はほぼ能力の限界に達している。その原因はロールニップでの基本的脱水メカニズム（ニップ中央で急激にニップインパルスが上昇する）に起因している。現状のロールニップによる脱水方法を採用する限り、今後の高速抄紙機においてドライヤーパートの負荷は低減する方向とは逆に増加する事が目に見えている。

一方、現状のロールニップ脱水において、スチームボックスを使用することにより、プレス後のドライネスが上昇する事はよく知られている。これは、スチームボックスを使用する事により、紙料温度が上昇し紙料内水分の粘度が下がる事によって、水分が活性化すると共に表面張力が低下して水分が脱水され易くなる為である。また、同時にパルプ繊維のヤング率が低下し、高ニップがかけられるようになる（一方、ヤング

率の高い繊維，変形しにくい繊維の場合は低いニップ圧により，繊維の結合が外れ断紙になるケースがある。

この紙料の特性に着目し，機械的構造（ロールニップ構造）は現状のままで，脱水能力を向上させたのがホットプレスである。ホットプレスによる脱水においては，後述する様にニップインパルス（ニップ部での脱水圧力）は現状と同一であっても，その脱水能力は上昇しプレス出口でのドライネスも上昇する。

ホットプレスは上述のスチームボックスにより紙料温度を上昇させると共に，ロールニップ脱水の中心的存在であるセンターロールを加温し，ロール表面温度を上昇させる事により紙料の被脱水能力を向上させたものである。

3. テスト結果及び実機での抄造結果

3.1 パイロットプレスでのテスト結果

パイロットプレスはシングルフェルトで加圧用としてトップロールに誘導加熱設備を持ち，紙のプレヒート用としてスチームボックスを備えている。温度計測の為，ロールカバーに熱電対を埋め込み，ニップ圧力計測用としてピエゾ式圧力変換器を使用している。

(1) 上質紙でのテスト結果（図 1，2）

- ・坪 量 : 65 g/m²
- ・通紙速度 : 10~350 ppm
- ・ロール表面温度 : 20℃~250℃

① 図 1 に示す様にロール表面温度が 20℃~140℃までは紙料密度は緩やかに上昇し，180℃で急激に減少した。これは，この温度において紙層が分

図 1 ロール表面温度—密度関係図
(パイロットプレスによるテスト結果)

離した為である。

② 図 2 に示す様に Z 方向強度も 140℃までは緩やかに上昇し，180℃で急激に低下し，200℃では“零”になっている。この結果からも 180℃~200℃の間で紙層が分離している事が分る。

(2) 新聞用紙でのテスト結果（図 3，4）

- ・坪 量 : 45 g/m²
- ・ニップ通過時間 : 60 ms
- ・ロール表面温度 : 20℃~200℃ (20℃毎に計測)
- ・ニップ圧 : 100 KN/m

① 図 3 に示す様に紙料密度はロール表面温度が 120℃までは上昇しているが，120℃を超えると急

図 2 ロール表面温度—Z 方向強度関係図
(パイロットプレスによるテスト結果)

図 3 ロール表面温度—密度関係図
(パイロットプレスによるテスト結果)

図 4 ロール表面温度—白色度関係図
(パイロットプレスによるテスト結果)

激に減少する。Z 方向強度も同様に傾向を示し、
160℃～200℃で“零”となった。

- ② 白色度はロール表面温度の上昇と共に低下し、
120℃～160℃でも最も白色度が低くなっている。

以上のパイロットプレスでのテスト結果より、実機
でホットプレスを使用する上での下記条件が明らかと
なった。

- ・ロール表面温度として、紙にとっての限界温度は
上質紙で 180℃ 前後、新聞用紙で 120℃ 前後と考
えられる。
- ・ロール表面温度の上昇に伴い紙の白色度は低下す
る。

3.2 パイロットマシンでのテスト結果

- ・プレス型式：シムプレス II + 4 P (図 5)

図 5 SYM-PRESS II
(WITH 4 TH PRESS)

・ニップ圧

- 1 P : 80 KN/m
- 2 P : 90 KN/m
- 3 P : 130 KN/m
- 4 P : 150 KN/m

・加温方法

- ・2 台のスチームボックス+センターロールによ
る誘導加熱
- ・ロール表面温度：30℃～90℃

(1) 上質紙でのテスト結果

- ・坪 量：58 g/m²
- ・抄 速：15 m/s (900m/min)

3 P 後及び 4 P 後のドライネスは、ロール表面温度
の上昇に比例して下記の如くに変化している (図 6)。

図 6 センタロール表面温度—3 P 及び 4 P 後ドライ
ネス関係図
(パイロットマシンによるテスト結果)

ロール表面温度 3 P 後ドライネス 4 P 後ドライネス

30℃ 39% 42%

85℃ 42.5% 47.5%

この結果、3 P ドライネスはロール表面温度が 10℃ 上昇する毎に約 0.6% 上昇し、4 P 後ドライネスは約 1.0% 上昇している。

(2) 新聞用紙でのテスト結果

・坪 量：45 g/m²

・抄 速：22 m/s (1,320 m/min)

① 4 P 後のドライネスはロール表面温度の上昇に比例して高くなっており、ロール表面温度が 10℃ 上昇する毎に約 1.2% ドライネスが上昇している (図 7)。

ロール表面温度 4 P 後ドライネス

40℃ 47%

90℃ 53%

② ロール表面温度と紙料温度との関係は図 8 の如くになっている。即ち、室温においてはロール表面温度と紙料温度はほぼ等しくなっているが、ロール表面温度が上昇するに従い、紙料温度はロール表面温度より低くなっている。ロール表面温度が 90℃ の時、紙料温度は 70℃ 前後になっている (図 8)。

③ 紙密度もロール表面温度の上昇にほぼ比例して高くなっており、ロール表面温度が 10℃ 上昇する毎に約 20 g/m³ 高くなっている (図 9)。

図 7 センタロール表面温度—4 P 後ドライネス関係図

抄速：1,320 m/min

(パイロットマシンによるテスト結果)

図 8 センタロール表面温度—紙温度関係図

抄速：1,320 m/min

(パイロットマシンによるテスト結果)

図 9 センタロール表面温度—密度関係図

抄速：1,320 m/min

(パイロットマシンによるテスト結果)

ロール表面温度 紙密度

40℃ 380 kg/m³

90℃ 480 kg/m³

④ 有孔度 (Porosity) は紙密度の上昇 (ロール表面温度の上昇) に反比例して減少する (図 10)。

ロール表面温度 紙密度 有孔度

40℃ 380 kg/m³ 700 ml/min

90℃ 480 kg/m³ 300 ml/min

⑤ 白色度 (Brightness) はロール表面温度の上昇に対し反比例して低下する (図 11)。

図 10 密度—有孔度関係図
抄速：1,320 m/min
(パイロットマシンによるテスト結果)

図 11 センタロール表面温度—白化度関係図
抄速：1,320 m/min
(パイロットマシンによるテスト結果)

ロール表面温度	白化度
40℃	56.5%
90℃	53.5%

以上のパイロットマシンでのテスト結果より、ホットプレスの使用により紙（上質紙，新聞用紙）は下記の影響を受ける事が分った。

ロール表面温度が10℃上昇すると、4 P 後ドライネスは約1.0%上昇する（抄速を上げると、ドライネスの上昇割合はより高くなる。抄速15 m/sの時で1.0%/10℃であり、22 m/sの時は1.2%/10℃となる）。これはドライヤの乾燥負荷の4～5%の減少に相当する。新聞用紙においてはドライネスの上昇に伴い密度が上昇、即ち、嵩が低くなる。白化度は温度上昇と共に低下する。

3.3 実機での操業経験

実機で初めてのホットプレスによる紙の抄造は'93年5月フィンランドのVoikkaa PM 11で実施され、抄造条件は下記の如くであった。

抄紙機：Voikkaa PM 11
プレス型式：シムプレス II（図12）
紙 種：LWC
抄 速：1,100 m/min (18.3m/s)
センターロール：VALROK HT（図13）
ロール表面温度：～70℃
抄造結果

- ① 3 P 後のドライネスが1.3～1.5%上昇した。
この値は図6に示すパイロットマシンによるテスト結果とほぼ一致している。

図 12 SYM-PRESS II
(WITHOUT LOADING ARMS)

図 13 VALROK HT
HEATED PRESS CENTER ROLL

- ② 抄造速度を5~7%上げる事ができた。
- ③ フェルトの寿命はホットプレス使用前とほとんど同じであった。
- ④ ホットプレスにより抄造された紙はScott Bondと平滑性に優れており、他の品質はほぼ既設の抄紙機によって抄造された紙と同等であった。

4. 今後の抄紙機

以上述べてきたように、各種テスト結果及び実機での抄造結果より、ホットプレスは省エネルギー及び紙品質の改善上効果がある事が確認できた。また、現在のところ、実機でのホットプレスはパイロットマシン

よりも低い表面温度で使用されており、今後、表面温度が高くなればより大きな効果が期待できると考えられる。

一方、将来、高速抄紙機が登場することを念頭において、ホットプレスをも含めたロールニッププレスとは別のプレスの開発も現在行われている。その代表的なプレスがシュープレスである。このシュープレスによる上質紙、新聞用紙の抄造テストがパイロットマシンで実施されている。

今後はこれらホットプレス、シュープレスも含めた各種のプレスの中で、最も高速抄紙機に適合したプレスを見い出してゆく必要があると考えている。