新しい加圧式シリンダーフォーマー

大蔵省印刷局 堀

洗

A New Pneumatic type Cylinder-former

Hiroshi Hori

Printing Bureau, Ministry of Finance

In this new former, an air pressure ranging from about 0.05 to 0.1 psi is applied outside of the free surface of wet sheet on a conventional cylinder mould.

Predominant merits involved in this new method are discussed in this paper in contrast to the conventional and suction type formers as follows; the simplicity of the construction and operation, advanced speed and drainage rate, evening or leveling effect to the wet sheet, and the compacting effect to the sheet substance.

1. 序

ここ 10 数年の間における抄紙機の進歩には、めざましいものがある。それは 1 台の大きさや幅、スピードなどの面だけでなく、各種のフォーマーと称される形式・機構面で全く新しい構想にもとづく「紙層形成装置」の出現によって特長づけられている。

ここでのべようとする加圧式フォーマーは、上述の意味での本格的なフォーマーではないかもしれない。しかしながら、上述抄紙機界における新風の中で、在来型の円網抄紙機について、その固有の利点を活かしつつ、かつ、フォーマーにみられる近代的紙層形成理論を採り入れようとする場合、機構簡便でもっとも合理性の高い方式として位置づけることができるのではないかと考える。

その理由、根拠などについては、以下の論議がこれを明らかにするものと思う。

2. 円網抄紙機の問題点と改善

在来型円網抄紙機の網部（ワイヤーシリンダーとバット）については、その構造が簡単であるため、形成される紙質に若干の欠点はあるものの、今もって広く実用に供されている。

特にわが国では、全抄紙機中 60% が円網型であり、板紙の分野では 76%、和紙の分野では殆んど 100% が、依然として円網で占められ、いろいろの条件下に各種用紙が製造されている実情にある。

したがって従来とも、わが国では円網の改善については外国にみられない、キメの細かい試みが積み重ねられ、これに関する特許、新案なども今もって年間 20 ～ 30 件は下らないほどの盛況にある。

従来、円網抄紙機の性能および円網によって抄紙される紙の欠点としては、次のような諸点が指摘されて

いた。

- ① 遠心力の制約、脱水面の狭少などから、スピードに限界があること
- ② バット内での部分的な流速の変動や、フロックの形成、およびサークル後部での紙層面への繊維の選択的着脱などのため、紙の地合が悪く、厚さに不同が多いこと
- ③ 紙料の流入速度と、網面のスピードとを同調させることが困難で、紙層中の繊維が縦並び傾向となること
- ④ 紙層の裏側が白水で洗われ、表面は③の効果をうけるなどのため、紙面の平坦性が良くなく、また表裏差が大きいこと

以上のような宿命を有するため、多層ずきが容易であるなどのメリットがあるにもかかわらず、本質的には上質紙に向かず、また高速運転もできないものとされていた。

しかしながら、これらの欠点に対しても、それぞれ有効と思われる各種の改善が従来とも多く試みられ実施されていたことも事実であり、中にはかなりの効果をあげている例もあることは、よく知られているとおりである。

これらの集積が、尖端的には現在、世に問われている各種シリンダー型フォーマーの実現へと連なるものであるが、ここでは最新型の強制吸引式フォーマーをもってしても、シリンダー型をとる限りにおいては、500 m/分程度がスピードの限界であるという点のみを指摘するにとどめて、次の議論に進むこととしたい。

3. 加圧方式の再発見

多層ずきを行なおうとする場合、円網のもつ利点は決定的である。それは多層インバーフォームなどの場合の機構の複雑さをみれば瞭然である。

(外形)

第1図 加圧式シリンダーフォーマー

ところで円網について、従来のスピード、紙質などの欠点を排除し、かつ、現在欧米などで注目を集めているシリンダーフォーマーにおける複雑な吸引機構や、シリンダーの特殊構造、ないしは紙料の流入機構についての特殊構造などの煩雑を排除できるならば、これに過ぐる利点はないこととなる。

これにこたえることとなるのが、ここに解説する加圧方式の円網抄紙機であるが、近年における各種円網系フォーマーの発展にもかかわらず、機構的にもっとも簡単で、かつ紙層形成機構上も多くの利点があり、操作の簡単な本方式が、何故にほとんど積極的に採り上げられていないのか、いささか奇妙にすら感じられる。

最近わが国で開発された本原理にもとづくものを例に、その一般的な構造をのべると第1図に示す如くである。若干の解説を加えるならば、パットの一部分について、ウェットシートの全面をカバーすべく、特別に作られた側壁板、前壁、および紙料液面とピックアップフェルトからなる密室内に、エアーを噴射し、平均40~50ミリ、最高100ミリ水柱程度の加圧状態に維持されることとなっている。

したがって、上記以外の構造については、パット、シリンダー、紙料流入機構などを含めて、原則的には通常の円網抄紙機となら変るところはない。

ところが実際の稼動状況を見ると、単に脱水効率やスピードが予想以上に良いというだけでなく、吸引式フォーマーに求められないようないくつかの利点、特長が確認されることとなっている。

そこで本方式に考えられるこれらの特長を、項を追って理論的に裏づけてみたいと思う。

4. 加圧方式の利点・特長

4.1 スピードアップ効果

外部加圧によって、遠心力効果を抑え、かつ脱水を促進すれば、スピードはおのずから上ることとなる。これは本質的に吸引式の場合と変りない。

問題は、当該加圧に必要とする度合があまり高いと、機械構造的に無理を生ずることとなり、吸引式に利することとなる。

そこで念のため、理論計算をしてみたい。

第2図に示すものは、円網上のウェットシート的一点についての外力関係を、模型的に示したものであって、シリンダーの速度を v 、遠心力を F 、加圧力を F' 、シリンダー半径を r 、重力の加速度を g とすると、網上の質点 m に働く力は、CGS単位をとる場合、次のとおりとなる。

第2図 円網上の質点の力関係

$$F(\text{dyne}) = m \cdot v^2 / r \leq m \cdot g \cdot \sin \theta + m \cdot F' \cdot g \cdot a$$

ここで、 F' は g/cm^2 つまり水柱 cm で示し、 a は質点 m の単位重量当りの網面における占有面積 cm^2 (比重を1とみなす) である。

この式から、当該シリンダーの遠心力に関する限界スピードは、次式のとおりととなる。

$$v = \sqrt{r \cdot g \cdot (\sin \theta + F' \cdot a)}$$

上式について、通常考えられる範囲の平均的条件を当てはめて、モデル計算を行なってみると、第3図の如くなる。

第3図 加圧の度と円網限界スピード

すなわち、遠心力のみに限定するならば、加圧の度は10~20 ミリ前後で、スピードの上限は約2倍まで拡大することが推定できる。

一方、加圧による脱水速度の増加は、トリチェリーの原理からウェットシート部分についてはそれを通しての圧力差、すなわち水頭の平方根に比例すると考えて差支えなからうから、上例モデルに関して、加圧の効果は次式によって比較できるものとする。

第4図 加圧の度と脱水速度比

$$\sqrt{2g \cdot (F' + 1/a)} / \sqrt{2g \cdot 1/a} = \sqrt{F' \cdot a + 1}$$

a の値はマット水分から推定して、前式と同じく、1~4 の間と判断されるので、この式から10~80 ミリの加圧で脱水速度は約倍加するであろうことが推定できると考える。第4図を参照されたい。

ただ実際のスピードアップについては、以上のほか、効率的な網下白水の集束方法、特に「飛散方向」の制御の問題、およびシリンダーの高速回転に伴うバット内紙料の「過擾乱」の問題などに適切に対処しなければならないこととなる。

いずれにしても、スピードの上限を2~3 倍程度引き上げるために必要とする加圧の度は、さほど大きくなくても良いということ、したがってバット、シリンダーの構造などについても、在来形式を大きく変える必要はないということがいえるわけで、本方式の利点の第一が立証されることにもなろうと考える。

4.2 吹きあがりおよび液面の抑制

一般に円網抄紙機では、網面がバット内の液面から離脱する地点で、第5図に示すような「吹きあがり」現象を生じ、紙層を損じ、地合を悪くすることが指摘されている。

その高さは、網面を通しての脱水がないとした場合、最高

$$h = v^2 / 2g$$

であって、 $v=100\text{m/分}$ の場合は、最高 14.2cm まで達することとなる。

ところが、当該空間において、例えば70~80 ミリの外圧がある場合、その高さは約半減することとなるわけであるが、実際にはその部分についての網を通しての脱水も、加圧によって促進されることとなるために、これが相乗的效果を現わして、実質的に吹きあがりゼロの状態を示し、上述紙層劣化の弊害は大幅に改善されることとなる。

事実、水ぎわにおける液面は、ほとんど「一直線」

第5図 吹き上り

を示し、上記のことが裏づけられているものである。

また、バット内の紙料液面についても、上記と同じ主旨により、液面の「波立ち」、「でこぼこ」、「泡立ち」などが大幅に抑制され、紙層の改善に相乗的な効果を与えることとなるのは明らかである。

また、バックサークル部における紙料液面の水位が、当該加圧分だけ低く抑えられることとなるため、当該部でのフロックの形成、シート面への長繊維の選択的付着の現象などを抑え、かつ脱水面を拡大できるなどの効果も副次的には期待できることとなり、品質、能率両面に対する効果は著しく大きくなるはずである。

4.3 シートの緊縮および平坦化

加圧空間におけるウェットシート内外の圧力差は、脱水効率の向上のみでなく、シート全体の「緊縮効果」、表面の「レベリング」、「気泡の消滅」などに大きく寄与するであろうことは、容易に推測できるところであろう。

これを吸引方式と対比して考えれば、加圧がシート全面、全体質から均等の脱水がはかれる点において、吸引方式における如き裏面からの部分的な微細成分の離脱がなく、上記全体としてのシートの緊縮および平坦化の効果と併せて、Z方向における紙質の均質化が

達成できる点で、大きく評価されるべきものと考ええる。

このことにまた、多層すき合せにおけるシート相互の密着性、剝離防止などにも大きく貢献することとなるのは明らかであろう。

4.4 その他

上記のほか、副次的な効果のうち主なものとして、次の2点があげられる。

第1は脱水面の拡大である。すなわち、紙料液面がシリンダー軸心を通る水平面以下であっても、重力による紙層の落下が加圧によって避けられるなどのため、液面を極度に下げることができる。

この手段はまた、紙料のバット内での停滞、フロックの形成を間接的に排除することともなることは、いうまでもない。

第2は脱水効率の良い点から、比較的「低濃度」の紙料の使用を可能とし、バット内でのフロックの発生防止、分散の均一化に資することとなり、紙層の均一化、地合の向上に資することとなる点である。

このことはまた、叩解処理の低い紙料であっても均質な紙層を形成することとなるが故に、相対的に強度などを確保することができるなどの効果も、実際には確認されているようである。

そしてまた、このことは乾燥能率の向上にも、そのまま資することとなるものである。

5. 加圧方式による抄紙例

第6図に示すものは、ライナー原紙について、同一原料について、加圧方式で抄造したものと、通常のパットで抄紙したものについて、幅方向にわたる坪量、厚さのバラツキ具合を比較観測したものであり、第7図は、表裏について紙面の拡大状況を拡大写真によって比較例示したものである。

その効果に関しては、多言を要しないと思うが、ただ用紙は、通常型のものについては紙層不均一のため高度のカレンダー処理を施してあるので、その点を考

第6図 紙質の比較例

第7図 紙面の外観

慮に入れて評価していただきたい。なお全体としての外観は、加圧型の場合、全くフラットで、通常型の場合のひじわ状の微少凹凸が残るのに対比して、その効果は瞭然と判別される。

なお、縦横差の問題や、超高速を求めようとする場合などにあっては、バット方式をとる限りにおいては、顕著な改善を求めることは無理であり、本格的フォーマー型の「紙料噴出機構」などを採り入れなければならないこととなる。

例示のものは、抄速 約 170~180m/分の4層ずきバット型加圧フォーマーによるものである。

また地合向上などのため、経験的に、原料処理について叩解度に関して、約2割程度軽減して、強度その他については従前のものとなんら変わらないとされているようである。

6. 結 び

以上のべたところにより、加圧方式の利点が明確に

なったものと考えてるが、要は在来型円網の範囲を大きく出ないシンプルな形態であって、しかも極めて優れた紙層が形成されるという点であって、多層すき合せなど、元来 500~1,000m/分といった高速を求めない場合や、在来のバットを小範囲に改造または置換を行なって一定範囲でのスピードアップ、品質の改善を図ろうとする場合などにあっては、本方式は各種新型フォーマーに比して、価格、操作性、製品の品質などすべての点において、著しい利点がえられるということができよう。

なお、本原理の採用は、特許昭 45—15207 によってカバーされており、現在のところ具体的な装置としても順流型バット型式のものほかにも、ドライバット型、フォーマー型などのものも試作されているようであり、空気加圧の機構を採り入れた長網型フォーマーについても、昭 47—06869 などで特許が出願され、試作も進んでいるようであるので、これらの成果が期待される。