

サイズプレスの変遷と今後

メッツォ SHI 株式会社 エンジニアリング本部	結城 幸一
	頁
1. はじめに-----	2
2. 2ロール・サイズプレス-----	2
3. ロールメタリング・サイズプレス（ゲートロールに代表される）--	5
4. アプリケーションヘッドメタリングサイズプレス-----	7
4.1 概要-----	7
4.2 カラー塗工-----	8
4.3 問題点-----	10
5. これからのサイジング-----	11
5.1 クローズドチャンバー方式-----	11
5.2 通紙-----	12
5.3 スプレーコーティング-----	13

この資料は、平成 16 年 10 月 12 日に開催された紙パルプ技術協会年次大会前日講演会「製紙産業技術 30 年の変遷」での講演録音を基にまとめたものである。資料中のすべての図の著作権は講演者に属し、無断使用・複製等をご遠慮ください。

講師略歴

1982 年 住友重機械工業(株)入社

入社以来住友重機械の製紙機械事業部門の機械設計を担当。特に抄紙機については全般にわたって担当する。(主として、前半 10 年間はウエット関係、後半はドライ関係を担当)
2003 年 10 月から住友重機械とメッツォ社との合弁会社として発足したメッツォ SHI 株式会社のエンジニアリング本部に従事。

現職：メッツォ SHI (株) エンジニアリング本部 技術部長

1. はじめに

ただいまご紹介にあずかりました、メツォSHI株式会社の結城と申します。

「サイズプレスの変遷と今後」について、澱粉サイズプレスを中心に、機械的な面の技術的な変遷を紹介いたします。

なぜ澱粉サイズプレスを行うのでしょうか？ それは、主としては印刷適性の向上にあり、古くから、一般書籍用紙、上質紙等を含めて、広く使われてきました。

具体的には、紙の層間強度の向上、紙の表面強度の向上、リンティングの減少、紙の剛性の向上、透気度の減少、引っ張り強度の増加等であります。その装置として、従来使われてきたサイズプレスのほかに、最近は種々のタイプが開発されてきています。それらをカテゴリーに分けてみました。

一つはポンド・サイズプレスです。これはロールのニップに、サイズ液のたまりであるポンドを形成し、ポンドに紙をどぶ漬けすることによってサイズ液を浸透させる方法です。これが最も古いタイプのサイズプレスです。この2ロール・サイズプレスの中で、最新のものとして傾斜型のものがあります。これについては、また後で詳しく述べます。

もう一つのタイプは、ロールメタリング・サイズプレスです。これは複数のロールをセットし、ロールにフィルムを形成し、それを紙に転写により塗布するタイプです。典型的なものとしては、ゲートロールが挙げられます。さらに、その応用として、フィルムを形成する方法にアプリケーションヘッドを使用するタイプがあります。

そのほか、ブレードによってサイジングを行うもの、またはノズルをもってサイジングを行うものも挙げてみました。

2. 2ロール・サイズプレス

右は2ロール・サイズプレスの系譜です。一番古くは、Aのような垂直タイプで、紙をロールニップに対して直角に入れ、ロールニップのところにポンドを形成して、ここで塗布するタイプです。ついで、垂直にロールを配置し、下側のロールにパンを付け、ここからサイズ液を上へかき上げて、ニップでサイズ液を紙に塗る垂直型というべきタイプがあります。これらが古いタイプで、20世紀の初頭から使われていたものです。その後、紙の走行性を重視し、かつ、抄紙機の色度が上がってくるにつれて、サイズプレスでの紙の

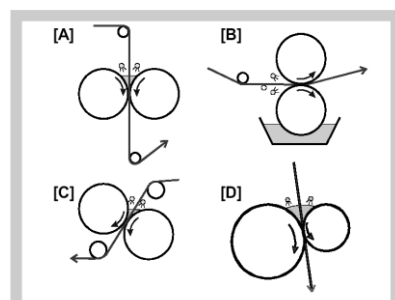
表面サイズの目的

- 紙の層間強度の向上
- 紙の表面強度の向上
- リンティングの減少
- 剛度の向上
- 透気度の減少
- 引っ張り強度の増加

サイズプレスの系譜

- **ポンドサイズプレス**
 - 2ロール型
 - 垂直型
 - 水平型
 - 傾斜型
 - 傾斜型(シムロールサイズプレス)
 - 3以上のロール
 - 3本ロール(シムサイズプレス)
- **ロールメタリングサイズプレス**
 - ゲートロールサイズプレス
 - ゲートロール型
 - ゲートロールインパーテッド型(MHI)
 - HSM型(BTG)
 - リキッドアプリケーションシステム(LAS)(BTG)
- **アプリケーションヘッドメタリングサイズプレス**
 - オプティサイザ(Metso)
 - スピードサイザ(Voith)
 - JFサイザ(Voith-IHI)
 - ロッドメタリングサイズプレス(MHI)
 - MJサイザー(MHI)
- **ブレードメタリング及びノズルメタリング**
 - ビルブレード(BTG)
 - ツーストリーム(Metso)
 - ツインブレード(BTG)
 - ショートドウェル
 - カレンダー水ドクター
 - オプティスプレー(ノズルメタリング)

2ロールサイズプレス



- A:水平型
- B:垂直型
- C:傾斜型
- D:傾斜型

ばたつき等を解消するために、傾斜型にローンを配置（インクラインを付け）し紙に塗布するタイプが現われています。インクライン型の応用として、トップローンを小さいローン、ボトムローンを大きいローンにして、ポンドの深さを深くとった傾斜型のサイズプレスがあります。例えばシムローン・サイズプレス（商品名）です。

これらの2ローン・サイズプレスの塗工範囲は、概ね0.5-3 g/m²になると思います。塗工液の濃度としては3-6%、抄速としては、50 m/分から950 m/分でしょう。ローンカバーの材質としては、トップローンはステンレスカバーまたは合成ゴムで、P&Jは0と非常に硬いローンです。ボトムローンは合成ゴムで、P&Jは25と軟らかいローンにいたします。

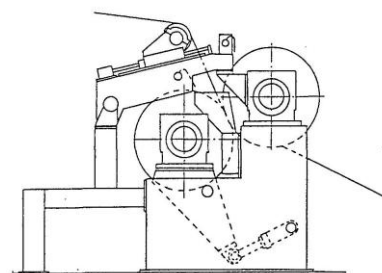
2ローン・サイズプレスは非常に広く普及している機械ですが、問題点も出てきています。まず、抄速が950 m/分程度に限定されるため、抄速1,000 m/分を超える最近の抄紙機では使いにくい装置になってきています。2ローン・サイズプレスは、ニップにポンドをためて、それで紙に塗布する特性から、抄速が上がってくると、それだけ多量に液が塗れ過ぎてしまいます。そのために、ニップ圧を比較的高くしないときれいに塗れないという問題があります。その結果、ニップ点で機械的に紙に高い応力がかかり、断紙につながりかねません。また、ポンドのところで、ポイリング、スプラッシングと呼びますが、サイズ液が液はねをして周囲を汚したり、紙をばたつかせたりします。さらに、ポンドのところで液を紙に塗る際に、サイズ液が紙とローンとの間に入り込み、ローンがスリップしてしまいます。これと先ほどの塗れ過ぎるとい問題が絡んで、サイズプレスの後の紙のドライネス（乾燥度）が低下し、水分率が高くなり、それによってアフタードライヤーで紙が切れてしまうという問題があります。

ポンドの場合にはローンニップだけで塗布量が決まってしまう。あとは、紙自身の吸収性で紙幅方向の塗布量プロファイルが決まりますので、原紙の繊維配向性等が非常に厳しいものになります。塗れ過ぎることから、ローンニップ出口のところでシワ入りが問題になります。また、アフタードライヤーで切れやすいことから、アフタードライヤーの構成にも影響してきます。

ポイリング、スプラッシングのメカニズムを考えてみます。ポンドのところを拡大しますと（次頁図）、くさびのところにできている液たまりへ紙を突っ込むこととなります。このときに、ポンドの内部の液の流れを考えてみます。ローンは上から下へそれぞれ回転しています。紙は上から下へ突っ込んでいきます。ポンドの中のローン表層に近い部分は、ローンと同じ方向に回ろうとします。紙に近い部分も紙に沿って中に入ろうとします。そうしますと、くさびの

2ローンサイズプレスの構造及び運転条件

- 塗工範囲: 0.5~3g/m²
- 塗工液濃度: 3~6%
- 抄速: 50~950m/min
- ローンカバー:
 - トップ ステンレスカバーまたは合成ゴム (P&J 0)
 - ボトム 合成ゴム (P&J 25)



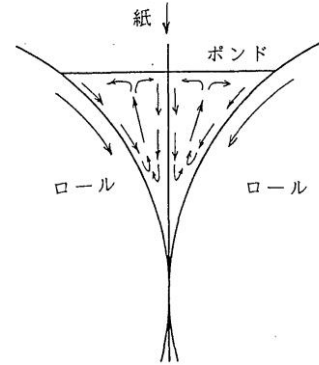
2ローンサイズプレスの走行安定性に影響を与える要因

- サイズプレスのニップ点での紙に与える機械的応力。
- サイズポンドの安定性→ポイリング、スプラッシングの問題
- サイズローンのスリップ
- サイズプレス後のドライネス
- 紙自身の強度、繊維配向性（耐しわ入り性）
- 湿紙の保持方法、アフタードライヤーの構成

ポイリング、スプラッシングのメカニズム

- 紙の表面付近のサイズ液は紙とともにニップ方向へ巻き込まれる。
- ローン表面のサイズ液もニップ方向へ巻き込まれる。
- ニップ付近でサイズ液の圧力が増し、サイズ液が上昇しポイリングする。
- 紙表面に隣伴する空気層がポンドに侵入しポンド内で泡立ち現象となる。

ところでこれらの流れがぶつかり合い、これが高い圧力となって、ポンドのニップに作用いたします。その圧力によって、今度は逆方向の流れができ、これが飛び散るという現象につながります。このように、ポンド・サイズプレスは、抄速を上げるうえでポンドがネックになるのが避けて通れません。また、紙に随伴する空気や紙に含まれる空気（紙の表面は非常に多孔質で、穴がたくさん開いた構成になっている）がポンドを通過するときに脱落してくる。そうしますと、この中が泡立つような現象になります。それもボイリングの一つの要因になると考えられます。



2ロール・サイズプレスの機械設計上での走行安定性対策の一つは、ロールの大径化によってポンドの深さを深くすることです。ポンドが深くなればなるほど、底のところの水圧は上がりますので、跳ね返る圧力を低くすることができます。また、ポンド中にせき板を設けて、ポンドの深さを一定にすることもあります。抄速が上がりますと、サイズ液が紙とロールとの間に入り込もうとし、それだけ高い塗工量が得られるのですが、それがスリップの要因になります。そのため、サイズ液の濃度、粘度を下げることにあります。加圧機構を空圧から油圧にして、ニップ圧の増大をはかる。これらが、従来、2ロール・サイズプレスの改良とされてきた内容です。

2ロールサイズプレスの走行安定性対策

- ロールの大径化によってポンドの深さを深くする。
- ポンド中にせき板を設けてポンドの深さを一定にするとともに深くする。
- サイズ液の濃度、粘度を下げる。
- 加圧機構を空圧から油圧にしてニップ圧の増大に対処及び振動防止。

それらをもう一度まとめますと右のようになります。運転速度の上昇とともに塗工量は増大します。ニップ圧の増加に伴い塗工量は減少します。ロール径の増加に伴い、塗工量が増加する方向になり、かつ、ロールニップ幅の増加に伴い塗工量が増加します。低濃度、低粘度、高温、低重合度のサイズ液では紙への浸透が増します。原紙の高水分率、高原紙温度、低内添サイズ、高原紙有孔度、表面が粗いこと等で、塗工量は増大します。

2ロールサイズプレスの塗工量の傾向

- 運転速度の上昇とともに塗工量増大
- ニップ圧の増加に伴い塗工量減少
- ロール径の増加に伴い塗工量増加
- ロールニップ幅の増加に伴い塗工量増加
- 低濃度、低粘度、高温、低重合度のサイズ液により紙への浸透増大
- 原紙水分率高、原紙温度高、内添サイズ剤少、原紙有孔度高、表面粗いことで塗工量増大。

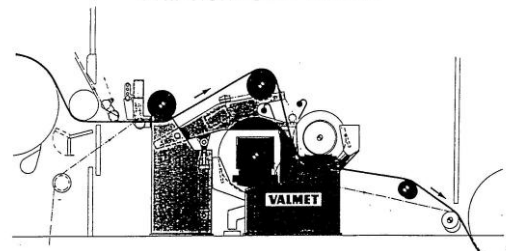
それらから、抄速を上げようとする、塗工量が上がります。それに対応するため、濃度を下げないといけない。そうしますと、サイズ液の出口の紙の水分率が上がり、断紙の頻度が増大するため、結果として速度の上昇が困難になります。

抄速を上げようすると
→塗工量が増大
→濃度が低下
→サイズ出口の水分率大
→断紙の頻度の増大

速度の上昇が困難

2ロール・サイズプレスの最終的な形としては、ロール径を変え、大径ロールと小径ロールの組み合わせでポンドを形成する方式があります。従来の同径ロールでφ1,500mmの場合、それに対して小径ロールをφ1,000mmにすることで、トップロール側の表面積を稼いでやる。これによって、先ほどあった巻き込みの力が少なくなり、ポンドの深さを深くできます。その結果、抄速を従来のものよりも上げることができました。2ロール・サイズプレスは、一般には950 m/分が最大と考えています。先ほど出た異径ロールの組み合わ

SYM-ROLL SIZE PRESS



せでは 1,040 m/分まで上げられる。ここで注意しなければいけないのは、危険回転数は問題になっていないということです。したがって、幅の狭いマシンでも、これだけ大きいロールが必要となります。

2ロールサイズプレスのロール径と抄速

- 2ロールサイズプレス

最大抄速	ロール径(トップボトムとも)
600 m/min	800 mm
800 m/min	1000 mm
950 m/min	1500 mm
- シムロールサイズプレス

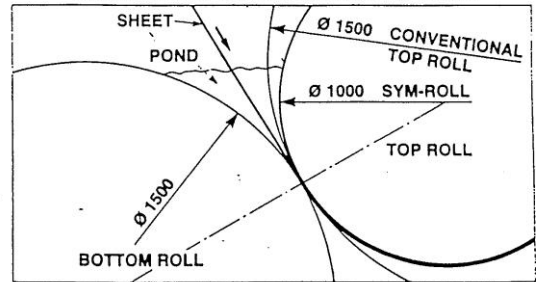
最大抄速	ロール径
1040 m/min	1000 mm(トップ)
	1500 mm(ボトム)

危険回転数は問題とならないため通常は紙幅には依存しない。

シムロールサイズプレスの特長

- 異径ロールの採用によりポンドの開口面積を大きくする。
- 大径ロールによってポンドの深さを深くする。
- シムロール(たわみ補償ロール)によって均一ニップの実現。

SIZE PRESS WITH SYM-ROLL
COMPARISON OF POND GEOMETRY
SYM-ROLL VS. CONVENTIONAL TOP ROLL



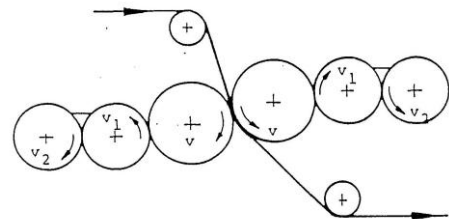
3. ロールメタリング・サイズプレス (ゲートロールに代表される)

このように、2ロール・サイズプレスはいろいろ問題があるため、それに続く対応として、ゲートロールに代表されるロールメタリング・サイズプレスがあります。ゲートロールは、通常6本ロールの組み合わせになります。真ん中のこの二本をアプリケーターロールと呼んでいますが、その外側にメタリングロールがあります。その外側にファウンテンロールがあり、メタリングロールとファウンテンロールとの間にポンドを作って、ここでロール面にサイズ液の被膜を作り、それぞれ転写をして、アプリケーターロールのところで紙にフィルムとして転写します。紙に直接接触するところにはポンドはなく、外側のロールのところにポンドがあるのが、先ほどの構成と違っているところです。

アプリケーターロールは通常、抄速と同速です。一方、外側のメタリングロールとファウンテンロールについては、速度を抄速の25%-100%に落としています。このことが、先ほど出たポンド内の暴れを防いでいます。もう一つは、紙が直接接触していないため、ニップ部分での開口面積を非常に広く取ることができます。つまり、ポンドがあっても、スピードとしては高速運転が可能です。典型的な塗工範囲は0.1-2 g/m²、塗工液の濃度

ロールメタリングサイズプレス (ゲートロールに代表される)

- ゲートロール
 - 2本のロール(ファウンテンロール、メタリングロール)のニップで形成したフィルムをアプリケーターロールの表面に転写。
 - アプリケーターロール上にメタリングロールからサイズ液のフィルムを転写。従ってアプリケーターロールのニップにポンドがない
 - アプリケーターロール同士のニップで紙にフィルムを転写。



ゲートロールサイズプレスの構造及び運転条件

- 塗工範囲: 0.1~2 g/m²
- 塗工液濃度: 3~20 %
- 抄速: 50~1200 m/min
- ロールカバー:

アプリケーターロール	トップ ポリウレタン (P&J 20)
	ボトム ポリウレタン (P&J 20)
メタリングロール	表面クロムメッキ
ファウンテンロール	合成ゴム (P&J 65)
- ロール速度

アプリケーターロール:	抄速と同速
メタリングロール:	抄速の25-100%
ファウンテンロール:	抄速の25-100%

としては3-20%、抄速は50-1200 m/分、ロールカバーは、トップ、ボトムがポリウレタンで同一硬度、メタリングロールが表面クロムメッキ、ファウンテンロールが合成ゴムでP&J 65と軟らかいロール硬度になります。

このゲートロールの特徴は、2ロール・サイズプレス
の多くの問題点を解消しています。一つは、高濃度塗工
が可能です。先ほど20%と言いましたが、このような高濃
度まで塗工できます。極端な例では、ピグメント塗工も
できることとなります。さらに、高速運転が可能で、1,200
m/分まで十分対応できます。また、低塗工量が可能なこ
とから、主として新聞用紙の表面性の改善にゲートロー
ルでのサイジングが行われています。さらに、サイズ
液の濃度を上げることでその浸透を抑え、サイズ液の歩
留まりが良好になります。それと、吸収液量が少ないた
め紙の湿紙強度低下が少なく、ニップ出口での断紙、シ
ワ入りの懸念が少なくなります。また、アフタードライ
ヤーの乾燥負荷も少なくなります。塗工量はフィルムで
決定いたしますので、ブレド라이어出口の水分を過乾
燥にする必要がありません。2ロール・サイズプレスで
は、紙の水分率プロファイルは塗工量のむらにつながり
やすく、過乾燥にする必要がありましたが、そのような
ことをあまり考慮する必要がありません。それと、先ほ
ど言いましたが、カラー塗工が可能です。

一方で、ゲートロールの問題点として、一つには、低
濃度、高塗工量の運転が難しいことです。これは、サイ
ズ液を紙の内部に浸透させることが難しいということに
つながり、層間強度が必要な紙品種に対しては不向きで
しょう。それと、抄速1,000 m/分以上、特に1,200 m/分
以上では、ロールニップからのミストの発生が大きくな
ります。ロールの本数が多いということはニップ数が多
いということですから、それだけニップからのミストの
発生の確率が高くなります。抄速が速くなりますと、そ
れらのミストがより多くなります。あと、サイズ液の塗
工量の安定化のために、濃度・粘度管理が重要になりま
す。塗る量を決定しているのはロールニップの部分での
ニップ圧と速度になりますので、サイズ液の粘度や濃度
が変わりますと、塗工量が変わってしまいます。それと、
6本ロールのため、設置スペースが大きい。ロール換え
に時間がかかる。さらに抄速が上がりますと、ポンドの
ところでのスプラッシング、ボイリング現象が見られて
くること等が挙げられます。カラーを塗工する場合に

ゲートロールの特徴

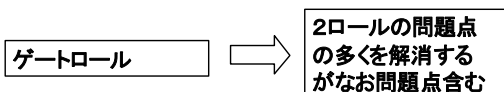
- 2ロールサイズプレスの多くの問題点を解消。
 - 高濃度塗工が可能
 - 高速運転が可能(~1200 m/min)
 - 低塗工量が可能
 - 紙表面のサイズ液の歩留まり良好
 - 紙の湿紙強度低下が少なく、断紙・しわ入りの懸念が少ない。
 - アフタードライヤーの乾燥負荷が軽くなる。
 - 塗工量はフィルムによって決定するのでブレド라이어出口の水分を過乾燥にする必要がない。
 - サイズ液以外にもカラー塗工が可能

ゲートロールの問題点(サイジング)

- 1000 m/min 以上、特に1200 m/min 以上ではロールニップからのミスト発生大
- サイズ塗工安定のために濃度、粘度管理が重要
- 6本ロールのため設置スペースが大きい
- ロール本数が多いためロール替えに時間がかかる。
- 濃度と塗工量の関係から低濃度(低粘度)、高塗工量の運転が難しい。特に層間強度が必要な紙品種には不向き。
- メタリングロール、ファウンテンロール間にはポンドがあるため高速運転下ではスプラッシング、ボイリング現象がみられる。

ゲートロールの問題点(カラー塗工)

- 1000 m/min 以上の領域ではミストの発生大。これにより塗工欠陥、機械の汚れが大きい。
- ニップが多いためカラーに使用するラテックスは機械的安定性が求められる。(ラテックスに制限あり)
- 高速、高塗工量の領域ではリングパターンが見られる。
- 塗工範囲が制限される。(濃度上限60%、塗工量最大6 g/m²/s)



は、ラテックスの機械安定性も求められます。速度が速くなりますと、リングパターンが起きてきます。このように、ゲートロールは2ロールの問題点の多くを解消していますが、なお問題を含んでいると考えられます。

4. アプリケーションヘッドメタリングサイズプレス

4.1 概要

1980年代の後半になりますと、さらに速度を上げたいという要求から、1,200 m/分を超える範囲での運転が可能なサイズプレスを各社が開発してまいりました。その解決策として、ロールに転写する方式は変わらないのですが、ロールの表面に被膜を作るために、アプリケーションヘッドを設置しようという考え方です。これを、アプリケーションヘッド・メタリング・サイズプレスと呼んでいます。当社では、オプティサイザです。

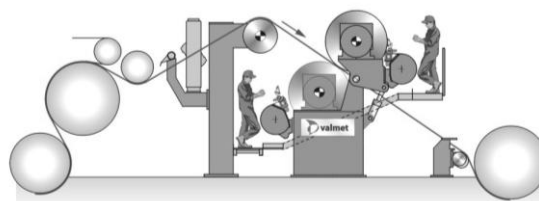
これは、フィルムを形成する手段として、図のようなヘッドを使います。ヘッドの先端にブレードまたはロッドを付けて、それでサイズ液の被膜をロール表面に形成します。そして、アプリケーションロールのニップのところで紙に転写します。この運転条件は、塗工範囲が0.1-4 g/m²、サイズ液濃度は3-20%、抄速としては50-2,000 m/分以上、ロールカバーはポリウレタンないしは合成ゴムで、同一硬度になります。

アプリケーションの方式としては、一つは溝付きロッドです。これはステンレスのロッドの表面に溝を形成したもので、これをサイズ液用として一般に使用しています。あとLDロッドです。これは溝を形成していないプレーンなロッドで、用途としては、サイズ液で低塗工量用ないしはカラー塗工用です。また、ブレードでの転写・被膜形成は、低速用ないしは板紙用として挙げられます。

こちらの特徴をまとめてみますと、ゲートロール・サイズプレスと2ロール・サイズプレスの問題点を解消しています。低濃度から高濃度まで塗工が可能です。高速運転が可能です。低塗工量から高塗工量まで対応が可能です。紙の内部までサイズ液の浸透ができます。フィルムの転写なので、ロールニップでのスリップの危険性が少ない。また、ニップ数が少ないために、高速運転からのミストの発生が少ない。あと、カラー塗工が可能です。かつ、コンパクトであることが上げられます。結果として、高速向き、省エネ、高品質、運転効率が高い、運転範囲が広いということになります。

アプリケーションヘッドメタリングサイズプレス

- 代表的な特徴(オプティサイザ)
 - アプリケータロールの外側にアプリケーションヘッドを設置
 - アプリケーションヘッドにブレードまたはロッドを設置しサイズ液を計量、ロール表面にサイズ液のフィルムを形成する。
 - ゲートロールと同様アプリケータロールのニップで紙に転写をする。



構造及び運転条件

- サイズ液塗工範囲: 0.1 ~ 4 g/m²
- サイズ液濃度: 3 ~ 20%
- 抄速: 50 ~ 2000 m/min以上
- ロールカバー:
 - トップ ポリウレタンまたは合成ゴム (P&J 20)
 - ボトム ポリウレタンまたは合成ゴム (P&J 20)
- アプリケーション方式
 - 溝付きロッド: サイズ液用に一般に使用
 - LDロッド: サイズ液の低塗工用及びカラー塗工用
 - ブレード: 低速用、板紙用

特徴

- ゲートロールサイズプレス、2ロールサイズプレスの問題点を解消。
 - 低濃度から高濃度まで塗工が可能
 - 高速運転が可能(2000m/min以上)
 - 低塗工量から高塗工量まで可能、紙の内部までサイズ液が浸透
 - フィルムの転写なのでニップロールスリップの危険性が少ない
 - ロールニップが少ないため高速運転でもミストの発生が少ない。
 - サイズ液以外にもカラー塗工が可能
 - コンパクト

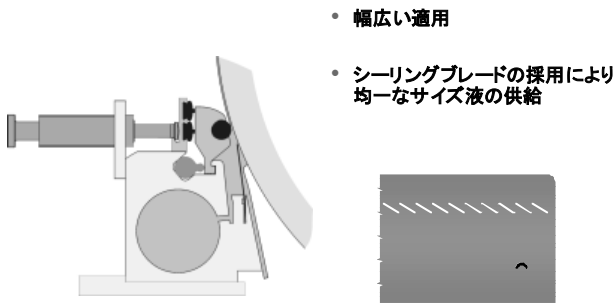


高速運転
省エネ
高品質
高運転効率
幅広い運転範囲

フィルム転写式の装置の拡大図を示します。 ロールの表面に被膜を形成する手段として、先ほど話したロッドないしはブレードを装着します。ヘッ드의構造は、各社いろいろあります。ロッドを使う、ないしはブレードを使うというのも各社共通ですので、代表して当社の製品で説明いたします。

一つは熱ひずみ防止構造です。ビームに温水チャンバーを付け、ビームのひずみを防止しています。 カラー塗工にも配慮した設計で、澱粉サイジングからカラー塗工まで可能です。シーリングブレードは当社の特徴で、ロールの表層の空気層を遮断します。フィルムの膜厚を変更する場合には、ロッドの先端の押し付け圧ないしはロッドの溝パターンを変更することで可能です。 後ろに押し付けるチューブ圧(押し付け圧)を変更して溝の開口面積を操作することができますので、塗工量を通常 10%から 20%程度変えられます。それ以上に塗工量を変えたい場合は、ロッドそのもののパターンを変える必要があります。

オープンチャンバ方式

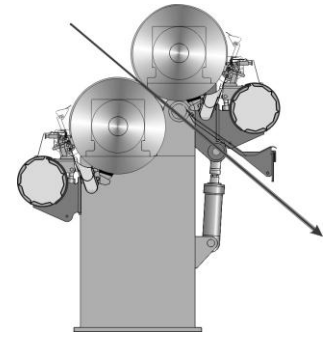


図は、ロッドのパターン、ロッドの加圧圧力とフィルムの膜圧の関係を示しています。いろいろなタイプのロッドを使用することにより、フィルムの膜圧を5ミクロンから40ミクロンまで変えることができます。

4.2 カラー塗工

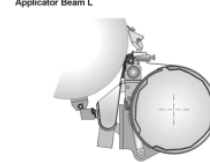
このフィルム型のサイズプレスはカラー塗工(ト塗工)もできると話しました。ここで、従来のブローターとの違いに若干触れてみます。ブレードコーフィルム転写型の違いは、まず、塗工のメカニズムです。ブレード塗工の場合には、ロールの周りに紙にブレードでカラー液を塗工します。原紙表面

オプティサイザコーティングステーション

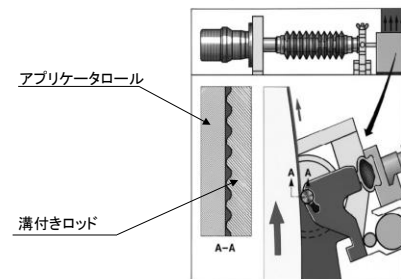


オプティサイザのアプリケーションヘッド

- 熱ひずみ防止構造
- カラー塗工にも配慮した設計
- ロール表面に随伴する空気層の遮断にシーリングブレードを使用
- フィルム膜厚は溝付きロッドの押し付け圧または溝形状を変更する。



ロッドメタリング方式

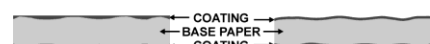
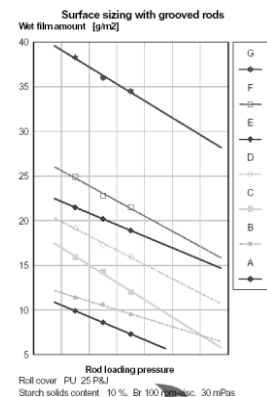
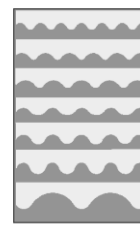


溝付きロッドアプリケーション

- 表面サイジング
 - サイズピックアップ量 0.5~2g/m²
 - サイズ液濃度 3~15%

Grooved Rods: Typical Profiles

	Ø 10 mm Grooved	Ø 25 mm Grooved
Special profiles on request	0.15/14	
	0.20/20	
	0.25/23	
	0.30/26	23
	0.30/29	26
	0.35/30	30
	0.40/37	37
	0.45/46	46
	0.55/51	51
	0.60/56	
	0.65/61	
	0.70/66	66



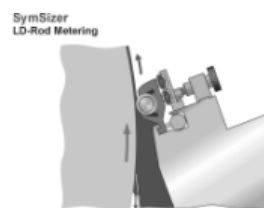
少でこぼこがありますが、それに対してブレードでかき取りますので、表面が非常に滑らかになります。一方、塗工量のプロファイルで言いますと、流れ方向、幅方向に対して、原紙の厚いところは膜が少なくなり、谷のところは塗工量が増え、塗工量のばらつきが大きい傾向があります。それに対してフィルム転写の場合には、均一な塗工ができますが、表面はその原紙にならった形で凹凸なるという大きな違いがあります。このために、フィルム・サイズプレスで塗工を行う場合には、比較的低塗工量が向いているといわれています。つまり、ブレード塗工で非常に少ない量を塗ろうとすると、山のところで塗工液が塗れていない部分が出てきてしまい、カバーリングが十分でないという点が挙げられます。それに対してフィルム転写型ですと、その懸念が少ないと言えます。一般的には、片面あたり下限が 4 g/m^2 、上限が 12 g/m^2 の領域で塗ることができます。下限以下ではカバーリングが不十分となり、上限以上ではオレンジピールパターンがロールニップのところで発生します。カラー塗工する場合のレイアウトは、ロールニップの部分は全く同一になります。ただし、すぐドライヤーシリンダーに入れますとシリンダードライヤーが汚れてしまいますので、途中にこのようなエアードライヤーないしは I R ドライヤーを付けて、非接触で乾燥する必要があります。

カラー塗工する場合には、通常、直径 25-35 mm のプレーンロッド (LDロッド) を使用し、ロール硬度は P&J 35 度より軟らかいものにします。先ほどのシーリングブレードは、開口率の高い高粘度型を使います。塗工量で $4-11 \text{ g/m}^2$ 、濃度としては 20-70% になります。この方式をデンプン塗工に適用しますと、ピックアップ量は $0.05-1 \text{ g/m}^2$ 、サイズ液濃度は 3-20% と考えています。

カラー塗工の場合の、ロッドの加圧圧力を上げますと、それに応じて塗工量は下がっていきます。カラーの濃度によっても大きく影響を受け、濃度が高くて粘度の高いものになると塗工量が大きくなる特性を持っています。ロッド径は、多量に塗りたいときは 35mm を適用、抑えたいときは 25mm を適用することになります。ロッドの後ろに付いる加圧チューブ (空気圧のチューブ) の圧力を

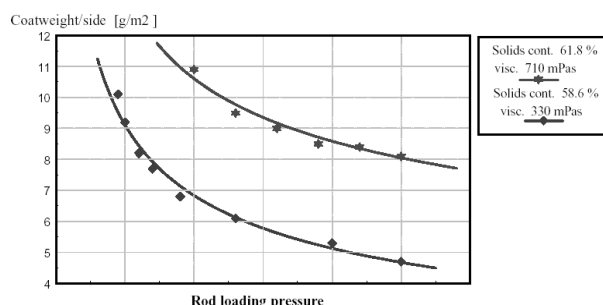
LDロッドアプリケーション

- 直径25~35mmのプレーンロッドを使用
- ロール硬度はP&J35より柔らかいもの
- シーリングブレードは高粘度型を使用
- カラー塗工及び低塗工量のでんぷん塗工に使用



表面サイジング
 サイズピックアップ量 0.05~
 $1 \text{ g/m}^2/\text{s}$
 サイズ液濃度 3~20%
 カラー塗工
 塗工量 4~ $11 \text{ g/m}^2/\text{s}$
 カラー液濃度 20~70%

カラー塗工特性(1)

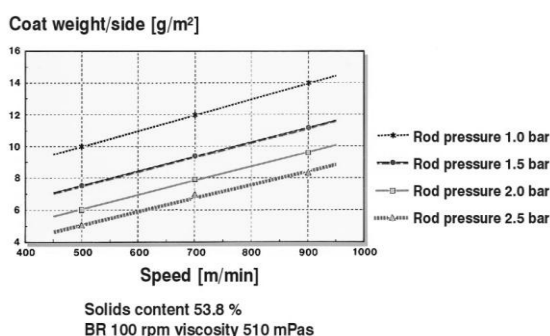


Speed 1100 m/min
 Base paper 56 g/m2 woodcontaining with high filler content

変えて、どれだけ塗工量が変わられるかテストした結果です。これによっても大きく変えることができます。あと、抄紙機の速度の低い状態から高い状態になりますと、それに応じて変わってまいります。プレーンロッドを使う場合には、このように、速度、カラーの粘度、濃度、加圧圧力、ロッド径等、多くのパラメーターから適切なものを選定する必要があります。通常は、パイロットテストを通じて選定することが重要です。

カラー塗工特性(3)

SymSizer Coating with Large Diameter Smooth Rod



4.3 問題点

このように、最近の高速抄紙機では、アプリケーションヘッドを使ったサイジングが普及していますが、その問題点を挙げてみます。

一つは、ウェブスティーリングと呼んでいますが、ニップ出口での紙のばたつきによって塗工面にマークが出ることがあります。紙がボトム側に取られたり、トップ側に取られたりしてバタバタするわけです。これは、原紙の表面性が対称で、塗工量も両面で同じという場合に起きやすい傾向があります。この対策として、一つは原紙の液の吸収性をよくして、表面に液が残らないようにする。また、あえて原紙の平滑に差を持たせ、平滑な面の側に紙を取られやすくすることもあります。ロール表面の調整として、ロールカバーの表面硬度に差を持たせる、ないしはロール周速に差を持たせる。あとは、サイズ液の液性を変え、濃度、粘度、塗工量等で対策を取るケースがあります。一般的には、原紙で対応することになります。

カラー塗工に特異的に発生するものとしてオレンジピ

フィルムサイジングの問題点(1)

- ウェブスティーリング
 - ニップの出口での紙のばたつきによる塗工面にマーク
 - 原紙の表面性が対称で塗工条件も両面で同様な場合に起きる

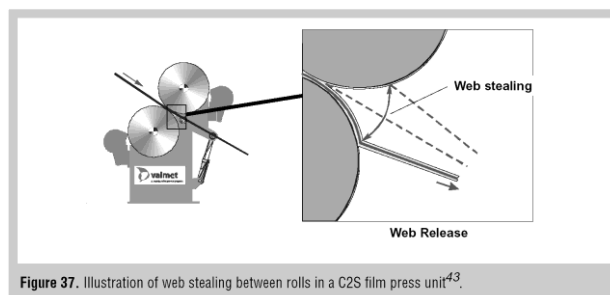


Figure 37. Illustration of web stealing between rolls in a C2S film press unit⁴³.

ウェブスティーリングへの対策

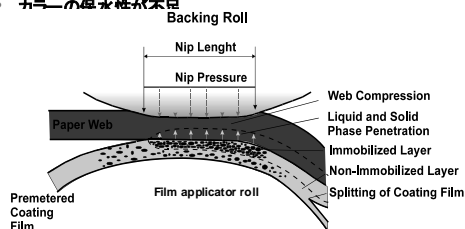
- 原紙の表面性を調整する。
 - 紙の液の吸収性を良くしてロール表面に液が残らないようにする。
 - 原紙の平滑に差を持たせる。(平滑な面の側に紙が取られる。)
- ロールの表面性を調整する
 - ロールカバーの表面硬度に差を持たせる。
 - ロールの周速に差を持たせる。
- サイズ液の液性を紙の両面で変える
 - 濃度、粘度、塗工量

ールパターンがあります。これは、ロールニップの出口のところではカラー層の一部がロール表面に取り残され、紙の面があばた状になることをいいます。さらに、その面でミストも発生します。これには、カラーの保水性が影響しているとされています。また、ロール表面にカラーがパイリングするというケースがあります。これはオレンジピールパターンと全く逆のことで、カラー層の水分がニップ点で紙の側に急速に移動し、ロール表面に乾いたカラーが蓄積します。これはカラーの保水性が不足している場合で、先のオレンジピールは逆にカラーの保水性が高い場合です。

フィルムサイジングの問題点(2)

● カラー塗工の問題点

- オレンジピールパターン(塗工量が増大すると発生)
 - フィルム分離点でカラー層の一部がロール面に取られて発生。
 - オレンジピールパターン面にはミストも発生。
 - カラーの保水性と関連
- ロール表面にカラーがパイリング
 - カラー層の水分がニップ点で紙の側に急速に脱水し、ロール表面に乾いたカラーが蓄積
 - カラーの保水性が不足



5. これからのサイジング

これからのサイジングを考えてみたいと思います。

まず、速度適性が高いことです。最近では、2,000 m/分の抄紙機が稼動してきています。速度適性として、紙走行性が高いこと、通紙が改善されていること、紙がサポートされていることなどが上げられます。また、抄き換えが容易なことが求められます。これには、液供給流量の削減、用具の交換が容易なこと、サイジングからカラー塗工まで可能であることなどが上げられます。さらに、高品質で欠陥のない塗工方法、レイアウトの柔軟性等が今後のトレンドになると考えています。

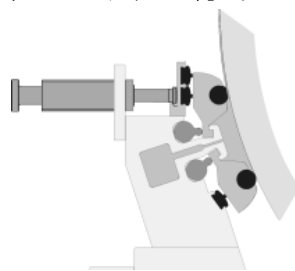
これからのサイジング

- 速度適正が高い
 - より紙走行性が高い
 - 通紙の改善
 - 紙のサポート
- グレードチェンジが容易
 - 液供給流量の削減
 - 用具の交換が容易
 - サイジングからカラー塗工まで可能
- 高品質
 - 欠陥の無い塗工方法
- レイアウトの柔軟性

5.1 クローズドチャンバ方式

その一つの改善策として、先ほど話しましたアプリケーションヘッドの中を改良し、下側にあったシーリングブレードを排除し、下側もロッドにし、送り込んだ量のほとんど全量を紙に塗るという方式(クローズドチャンバ方式)があります。これによって供給流量を非常に少なくすることができます。今後、考えられるアプリケーション方式のバリエーションを図に示しますが、メタリングする側がロッドの場合に、下側の部分をシーリングロッドかシーリングブレードにするのかというパターンです。さらにいろいろの組み合わせが開発されていくでしょう。

クローズドチャンバ方式



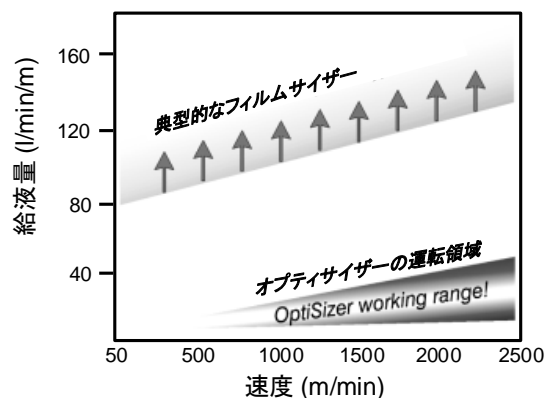
- 5m以下のクラスに適用
- シーリングロッドにより供給流量を減らすことができる。

各種アプリケーション



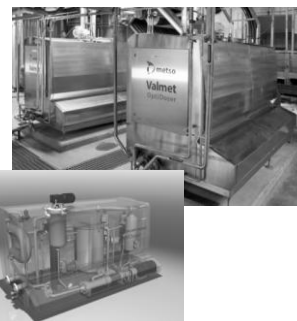
抄紙機が高速になってくると、当然、液の供給量を上げていかねばなりません。従来のフィルム・サイズプレスでは、抄速 2,500 m/分の設計速度を持つ場合には、150 リットル毎分/m です。これだけ多量の液を供給するとなると、周辺の設備、例えば振動スクリーン、ポンプ、タンク等が非常に大掛かりな設備になってきます。それを、先に話しましたクローズドチャンバーの方式によって抑え、周辺設備をコンパクトにすることが可能になります。また、給流量を非常に少なくすることから、抄き換えを早く、ロスも減らすことができます。さらに、タンク、ポンプ、スクリーン、このようなものをワンパッケージにし、従来のものよりも格段に小さいもので供給することができます。

クローズドチャンバーへの給液量



クローズドチャンバへの液供給 OptiSizer

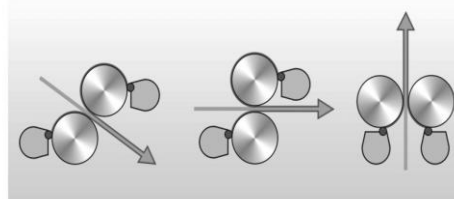
- 利点**
- グレードチェンジが速い
 - ロスが少ない
- 設計の特長**
- コンパクトな設計
 - 標準設計の採用
 - エアの混入が少ない
- 適用**
- クローズドチャンバー方式のOptiサイザ



クローズドチャンバーにすることで、レイアウトにも柔軟性が出てきます。従来のものはインクラインタイプに塗っていましたが、垂直に下から上、ないしは水平に横に行かせることも可能になってきます。それだけ、スペースの狭いところに入れることができます。また、高速の新型の抄紙機でも紙の走行性を改善することができます。

クローズドチャンバー方式のレイアウト

OptiSizer Layout Possibilities



The new modular beam design offers many layout possibilities for different process requirements or rebuilds.

5.2 通紙

通紙については、従来はキャリアロープを使っていました。抄速が速くなりますと、それだけキャリアの切断がありますし、通紙の確率も悪くなるため、最近ではベルトコンベアー式の通紙システムが普及してきました。これは当社のものですが、特徴としては、真空ファンではなくて、圧縮空気を使って高い真空圧

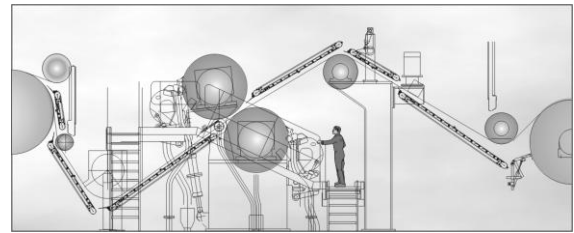
フォイルフォース1通紙装置

- 特長
 - オープンドロー及びキャリアロープへの搬送に使用
 - 圧縮空気による高真空圧で確実なテールサポート
 - テール幅が変わっても対応可能
 - 真空レベルを流れ方向に変更可能



を生み出し、それによってテールのサポートを確実にしています。キャリアロープの場合、サイズプレスの部分を通して、アフタードライヤーまでいってました。この通紙システムを使えば、前のドライヤーから後ろのドライヤーまでキャリアロープなしに通紙をしようとのコンセプトになります。

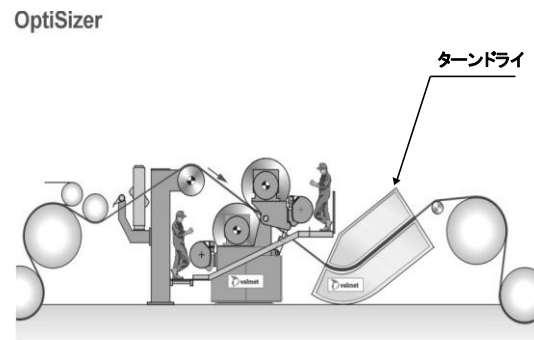
foilフォース1通紙装置 レイアウト例



プレドライヤーからオプティサイザを介しアフタードライヤーまでロープレスで通紙

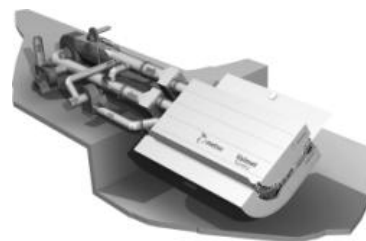
こちらは、エアドライヤーにエアターンをプラスした、ウェブターニング・エアドライヤー（ターンドライと呼んでいます）です。オープンドロウのところをなるべく少なくしてやる。従来はエアターンとエアドライヤーの組み合わせでしたが、途中が乾燥に寄与していませんでした。最初から乾燥効率を上げて、全体をさらにコンパクトにしようという考え方になります。 図に全体の設備を示します。

ウェブターニングエアドライヤー



ウェブターニングエアドライヤー

- 高い走行安定性、フリードロー無し
- 省エネルギー
- 循環エアシステムの採用でマシン室内への熱、湿度の漏れがない
- 容易な操作性
- 紙張力コントロール
- 容易なメンテナンス



オプティスプレーコーティングステーション

5.3 スプレーコーティング

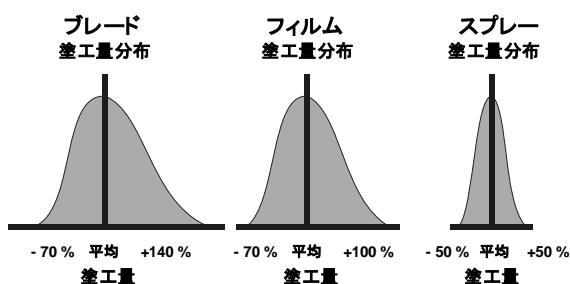
ここまでは、現在普及しているタイプの説明をしてきましたが、これからは、新しいタイプのサイジングを紹介いたします。

スプレーでコーティングをするオプティスプレーという当社の設備がありますが、このスプレーで外添、サイジングへの適用を考えています。

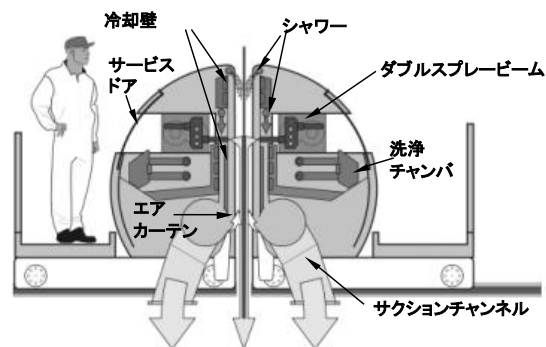


紙は上から下へ行きます。その際、紙の両側ないしは片側にスプレーノズルがあり、これでサイズ液を紙に塗ります。塗った後、紙はそのまま下へ行きますが、入ってから出るまでの間、接触するところが一切ありません。したがって、非接触でサイジングを行うこととなります。非接触にしておりますので、ロールニップに起因するような様々な問題、例えば、断紙やニップ部分でのミスティングないしはウェブスティ어링のような問題は一切なく、今後期待されている設備です。各塗工方法の違いを示します。ブレードコーターは、ブレードでかき取りますので、原紙の山・谷に応じて塗工量のむらができます。スプレーコーティングは、非常に均一な塗布になります。フィルム転写は、スプレー塗工とブレード塗工のちょうど中間ぐらいに位置します。局所的な塗工量の分布と平均値をグラフ化しますと、スプレー塗工は非常に平均値に近いところに山が集中しています。供給システムとしては、液を常温でスプレーに供給するため、入り口側にハイプレッシャーポンプが必要となります。通常は、100 kg/cm² から 150 kg/cm² ぐらいの高い圧力で液を供給します。ノズルから出た液はミスト状になります。それを回収するためのクリーナー設備が必要となります。サイジング量としては0-4 g/m²、サイズ液濃度は0-20%ぐらい、これをカラーに適用した場合には4-30 g/m²、カラー液濃度としては20-55%、抄速はパイロットマシンで見ている範囲では2,500 m/分以上まで適用が可能です。

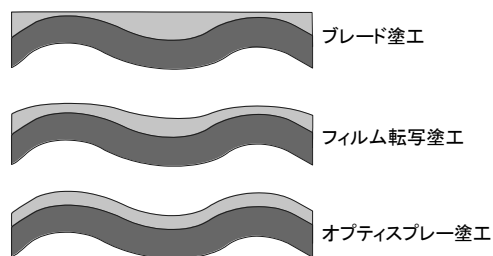
局部スケールの塗工量の分布



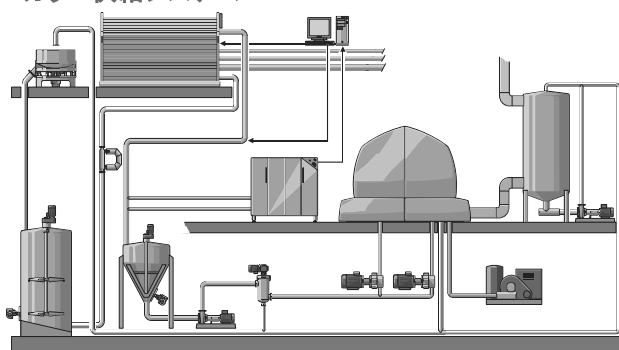
オブティスプレー 内部構造



各塗工方法のカバーリング



オブティスプレー カラー供給システム



オブティスプレーの運転条件

- 表面サイジング
 - サイズピックアップ量 0~4g/m²/s
 - サイズ液濃度 0~20%
- カラー塗工
 - 塗工量 4~30g/m²/s
 - カラー液濃度 20~55%
- 抄速: 50~2500 m/min以上



以上で、「サイズプレスの変遷と今後」の講演を終わります。