

ドライヤーカンバスの変遷

敷島カンバス株式会社 東京支社
住吉 誠

	頁
1. はじめに-----	2
2. 大型抄紙機への対応-----	4
3. 高速抄紙機への対応-----	9
4. ドライヤーカンバスの継手-----	14
5. 現状カンバスの分類、モデル、耐久性----	15
6. 今後の課題-----	16

この資料は、平成 15 年 10 月 14 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 抄紙機(3) ドライヤーパート」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。

1. はじめに：ドライヤーカンバスの変遷

ドライヤー・カンバスは、プレス・パートで搾水された湿紙を受け取ると同時に、ドライヤー内を搬送しながらドライヤーに密着させ、ドライヤーからの熱伝達を高めて乾燥を促進させ、所定の紙質に仕上げる役目を担っています。カンバスの適否は、紙の品質はもちろんのこと、要具の中で一番数多く使われていますから、抄紙機の操業管理面にも影響を及ぼします。ドライヤーパートに欠くことのできない要具であるカンバスについて、抄紙機の広幅化と高速化が進んだ過程での変遷を報告します。

抄紙要具の中で、カンバスが最初に国産化されました。純綿製の平織りカンバスが明治41年に誕生しました。その後、組織が2重織、3重織と変化し、戦後ナイロンやテトロンなどの合成繊維が開発されたことから、昭和31年ごろからカンバスにもそれらを採用することになりました。昭和35年に、カンバスの伸びを抑制するLS加工法が開発されると同時に、カンバスに金属フックによる継手を採用することになりました。合織の採用が進み、昭和39年に、合成繊維100%のプラスチック・カンバスが開発されました。このプラスチック・カンバスの開発はカンバスの歴史の中では一番大きな出来事で、材料と品質の革命であったと言えます。その後、抄紙機の高速化、広幅化が実現する過程でフラッターリング対策を目的としたカンバスの掛入れ方式が変化しシングルカンバスに発展いたしました。そして、シングル・カンバスは単列ドライヤーに変化し、更にトータル単列ドライヤーに改善され、進歩してきました。その間に、カンバスの表面性を大幅に改善した、織り目のないニードル・カンバスが開発されました。カンバスの縦糸に扁平のモノフィラメントや楕円のモノフィラメントなども採用するようになりました。更にトータル単列ドライヤーが開発されたため、カンバスの着色やエアークャップ用のカンバス等も必要になってまいりました。カンバスの歴史は、まさに抄紙機の技術革新に追随して、常に一緒に歩み続けてきました。

カンバスは、湿紙を受け取り、搬送しながら乾燥を促進させる、断紙としわを防止して所定の紙質に仕上げる役目を担っています。その機能を全うするためには、通気性、平滑性、寸法と走行の安定性、耐久性、精巧な継手を備えて

ドライヤーカンバスの変遷

プレゼンテーションにあたり

ドライヤーカンバスは、プレスパートで搾水された湿紙を保持運搬しながらドライヤーに密着させて、熱伝達を高めると同時に、所定の紙質に仕上げる重要な役割を担っている。

カンバスの適否は、紙の品質は勿論のこと抄紙機の操業管理面にも大きな影響を及ぼす。

カンバスは、綿製の平織カンバスに始まって、多層織カンバス、テトロン補強カンバス、継手の採用、プラスチックカンバス、ニードルカンバス、シングルカンバス、単列ドライヤー用カンバス、高性能カンバスと常に抄紙機の技術革新に追随し、共に歩み続けてきた。

ドライヤーパートに欠くことのできない重要な要具であるカンバスについて、抄紙機の広幅化と高速化が進んだ過程での、変遷を報告し参考に供したい。

Shikishima Canvas Co.,Ltd.

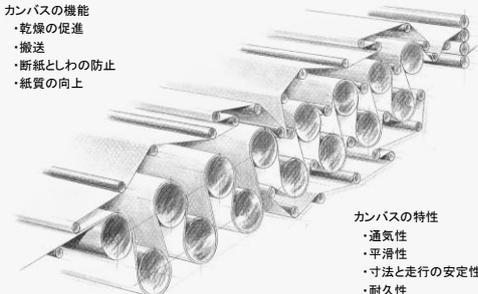
1-1)ドライヤーカンバスのあゆみ

	1908年(明治41年)……国産カンバスの生産開始
	1932年(昭和7年)……三重織カンバスの生産開始
合成繊維の採用	……1956年(昭和31年)
	1960年(昭和35年)……LS加工カンバスの生産開始
金属フック継手の採用	……1961年(昭和36年)
	1964年(昭和39年)……プラスチックカンバスの生産開始
	1974年(昭和49年)……ニードルカンバスの生産開始
	1977年(昭和52年)……シングルカンバスの生産開始
扁平モノフィラメントの採用	……1983年(昭和58年)
トータル単列ドライヤーに 黒色カンバスの採用	……1987年(昭和62年)……単列ドライヤー用カンバスの 生産開始
	1990年(平成2年)……
	1997年(平成9年)……エアークャップ用カンバスの 生産開始
楕円モノフィラメントの採用	……2001年(平成13年)

1-2)ドライヤーカンバスの機能と特性

カンバスの機能

- ・乾燥の促進
- ・搬送
- ・断紙としわの防止
- ・紙質の向上



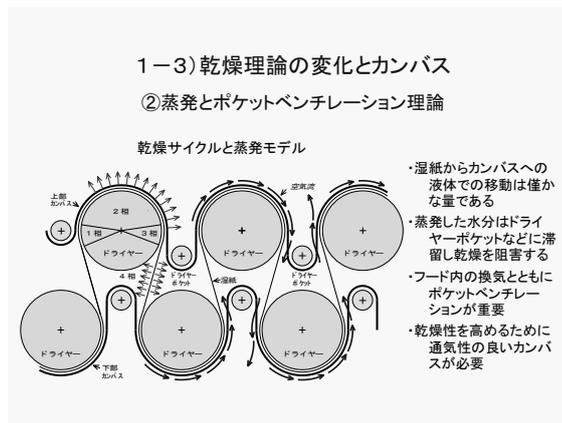
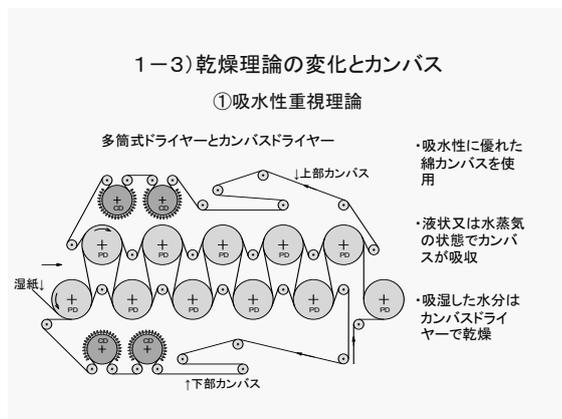
カンバスの特性

- ・通気性
- ・平滑性
- ・寸法と走行の安定性
- ・耐久性
- ・精巧な継手

いる必要があります。

湿紙の乾燥について、最初は、吸水性に優れた天然繊維の綿カンバスを使い、湿紙からの水分が液状または水蒸気の状態カンバスに吸着して乾燥が進んでいくと考えられていました。従って、カンバスのリターンサイド側には必ずカンバス・ドライヤーがあり、ドライヤーを通過したカンバスは、必ずこのカンバス・ドライヤーで水分を蒸発させ、コンディションを整えてまたドライヤーに入りました。ところが、昭和30年代の後半に抄紙機の広幅化が進み始め、プロファイル、特に耳部の過乾燥が非常に出てくる、乾燥が進まないためにスピードが上げられない等の問題が出てきたため、乾燥実験がいろいろ行われ、さらに、ドライヤー内のいろいろな調査も実施されました。その結果、湿紙からカンバスに液体で移行する水分量はウェットエンドの予熱期間でわずかにある程度で、抄速が増せば増すほどその量は減少してしまう。それから蒸発した水分は、このドライヤーのポケットの中に滞留してしまうために乾燥も上がらない。従って、フード内の換気を良くし、特にポケットの換気（ベンチレーション）による乾燥を重視する必要がある。さらに、広幅・高速化になるにつれ、幅方向の水分を均一に保てないことから、カンバスの通気度を高める必要がある。これらの理論的な構築により、吸水性を重視する理論から、蒸発とポケット・ベンチレーションを重視する理論に変化しました。この乾燥理論の変化に対応できたのがプラスチック・カンバスの開発です。

湿紙の乾燥は、一つの小さなパターンの繰り返しです。まず、湿紙がドライヤーに接触し、カンバスがそれを覆ってくる。ついで、カンバスが離れて、湿紙がドライヤーを離れて、次のドライヤーに行く。このような過程の繰り返しの中で、カンバスの通気度がポイントになるのはこのドライヤーのポケットです。カンバスには、エアーが随伴してきます。随伴エアーは、カンバスの通気度が高いと、ポケットの中でカンバスによるセルフ・ベンチレーションが起きて、ドライヤーのポケットを換気してくれます。また、ドライヤー上でも蒸発が進みますが、カンバスの通気度が低い場合、せっかく蒸発した水分がカンバスの中で凝縮してしまい、乾燥を阻害します。ところがカンバスの通気度が高いと、カンバスを通して水分が放出されたために乾燥が



進むこととなります。

カンバスの通気度としては、綿カンバスでは 30—50ccm (cm³/cm²・min.) で、せいぜい上げて 200ccm ぐらいです。ところがプラスチック・カンバスでは、ニードルタイプで 1,000—10,000ccm、マルチタイプで 2,000—12,000ccm、丸糸のモノフィラメントのカンバスですと、1,500—45,000ccm、モノ扁平糸タイプが 1,500—35,000ccm です。このプラスチック・カンバスが開発されて、綿カンバスの 100—500 倍の卓越した高通気度が得られました。そのために湿紙の乾燥が促進され、抄紙機のスピードも上がり、更に蒸気原単位も改善されるということで、プラスチック・カンバスの誕生というのは、ドライヤー・パートに一大変革をもたらすことになりました。そのカンバスのイメージを一新したプラスチック・カンバスの普及速度は、欧米各国に比べ日本のほうが早く、一方長い間使われた綿カンバスは、昭和 50 年代の後半にその使命を終えることになりました。

2. 広幅抄紙機への対応

ついで、抄紙機の大型化への対応を説明します。昭和 45 年に、洋紙部門で新聞用紙 5 本取りの抄紙機が日本の国内で 2 台稼働いたしました。図は 1 号機のドライヤーのレイアウトです。基本条件は、ワイヤー幅が 8,690mm、抄物が新聞用紙で 51.8—53 g/m²、設計抄速が 1,000 m/min、運転抄速が 900m/min です。ドライヤーは全て上下方式で、1 群、2 群、3 群、ブレイカースタックがあり、アフターが 4 群です。ドライヤーの本数が 40 本。このような抄紙機が昭和 45 年に稼働いたしました。

昭和 45 年といいますと、プラスチック・カンバスが開発され、まだまだいろいろな点で改善が必要な時期でした。そのようなときにこの大型の抄紙機が稼働するというので、国内のカンバス・メーカーは正念場を迎えたわけです。これにはカンバス・メーカーの威信をかけての取り組みが行われました。日本の中ではまだ 274 インチの抄紙機が数台動いているというときですから、全く実績がないということで、海外調査を行っております。特に北米で、300 インチ以上の抄紙機の実績が多かったもので、カンバスの技術者が 2 回にわたり北米に派遣されました。海外でのカン

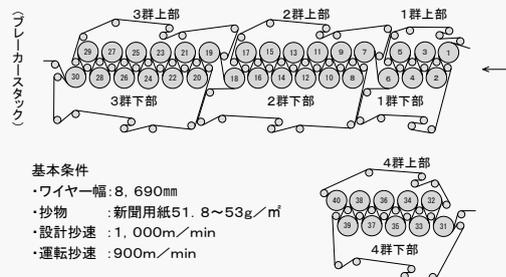
1-3) 乾燥理論の変化とカンバス

③各種カンバスの通気度

	カンバス通気度 (cm ³ /cm ² ・min)				
	0	10,000	20,000	30,000	40,000
綿カンバス	■				
ニードルカンバス	■	■			
マルチタイプカンバス	■	■	■		
丸糸モノカンバス	■	■	■	■	■
扁平モノカンバス	■	■	■	■	■

2-1) 新聞用紙5本取りマシン用カンバス

①ドライヤーパートの概要



バス使用例などを参考に、新聞5本取り用抄紙機のカンバスの設計ポイントが決まりました。

8,750mm とカンバスの幅が一気に広がったので、幅方向に均一なカンバスができるのか、寸法安定性はどうか、しわが入らないのか、900m/min は当時では高速ですので走行安定性に優れていること、それからフラッターリングが発生しない範囲で乾燥効果にも優れた適度な通気性が必要で、紙質を損なわない丈夫な継手を備えている等の設計コンセプトでカンバスの製作にかかりました。やはり幅方向のより均一性を高めること、それからしわなどが入らないこと、この2点に力点が置かれました。

これがそのカンバスのスペックです。まず、やはり広幅だということはかなり意識して、横糸は、無機繊維の芯に、当時としては非常にユニークな発想だったテトロンのモノフィラメントを配して樹脂加工をする。組織も3重織にし、幅方向の寸法安定性を出す。縦糸は、ペーパーサイド側はテロン・スパン、それからロールサイド側はテロンで補強しました綿繊維を使っています。まだ当時としては、1群用は吸水性もある程度考えた組織設計になっていました。1群用の通気度は2,000ccm、それから2-4群はプラスチックタイプで当時主流となっていたマルチタイプを広幅に改良した品種で、2群用は3重織で4,000ccm、3群用は2重織で6,000ccm、4群用は8,000ccmのカンバスが第1号機に採用されました。

引き続き2号機がその年に動きましたが、ほぼ同じようなスペックで納入しました。今そこにサンプルを回覧しておりますので、見ていただきましたら分かるのですが、現在使われているカンバスと比較しますと、かなり剛性がございます。ベニヤ板という表現をした技術担当もいましたが、非常に底硬さがあります。それから、非常に重くてヘビー級のカンバスでした。カンバス・メーカーとして、どうしても5本取り抄紙機のカンバスを成功させたいという非常に強い思いが秘められていました。

一方、板紙部門では、昭和40年代の後半に、Kライナーの抄紙機が6台相次いで稼働しました。その6台の抄紙機は、現在でも板紙分野をリードする立派な設備で、当時日

2-1)新聞用紙5本取りマシン用カンバス

②設計コンセプト

- 8,750mmの広幅カンバスであり幅方向がより均一であること。
- 寸法安定性に優れていること。
- 900m/minの高速走行であり走行安定性に優れていること。
- フラッターリングが発生しない範囲で、乾燥効果にも優れた適度な通気性を有していること。
- 紙質を損なわない丈夫な継手を備えていること。

2-1)新聞用紙5本取りマシン用カンバス

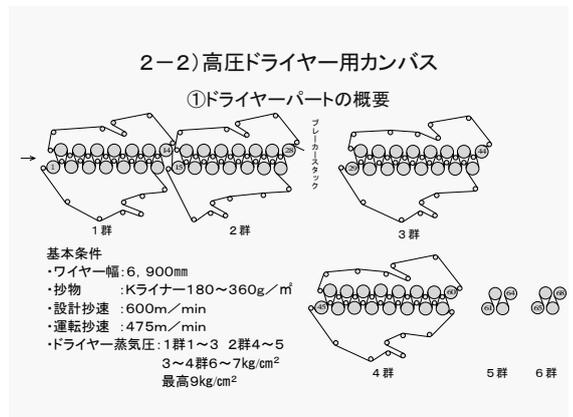
③カンバス仕様

パート	1群用	2群用	3群用	4群用
イメージ				
組織	三重織	三重織	二重織	二重織
縦断面図				
素材	・テロン糸 ・テロン補強糸 ・テロン糸+無機繊維+樹脂加工	・テロン糸 ・テロン+ナイロン糸		
通気度(cm ³ /cm ² ・min)	2,000	4,000	6,000	8,000

産 900 t という抄紙機もありました。板紙のため、非常に高圧の蒸気が入るドライヤーが設置されました。このレイアウトが、そのドライヤーパートのモデルです。

基本的な条件は、ワイヤー幅が 6,900 mm、K ライナーで、180 -360 g/m²、設計抄速が 600 m/min、運転抄速が 475 m/min で、ドライヤーの蒸気圧は、1 群が 1-3 kg/cm²、2 群が 4-5 kg/cm²、3、4 群が 6-7 kg/cm² で、最高 9 kg/cm² まで入るといふ高圧ドライヤーです。ドライヤーの構成は 6 群構成ですが、メインは 4 群までで 2-3 群間にブレーカースタックが設置されています。ドライヤーは上下方式で本数は 68 本でした。

当時はテトロンを主体にしたカンバスが主流でしたが、テトロン製のカンバスでは、湿熱脆化により、たぶんライフは非常に短くなるだろうと予想をしていました。テスト的に使用したテトロンを主体にしたカンバスは、掛け入れ後 5 ヶ月ほどで、点検のためにカンバスに乗ると破れてしまい、短命で取り外しになっています。そこで、湿熱性と乾熱性に優れた繊維の調査を実施しました。さらに、蒸発水分量の多い板紙マシンであり、いかにしてオープンメッシュで通気度を高めるのか、広幅でもあり寸法安定性にも優れた組織が得られるかを設計コンセプトに検討を加えました。その結果、高純度のポリアクリル繊維が耐湿熱性に非常に強いということが分かりましたので、縦系にはポリアクリルのスパン糸を使いました。横系にはステンレスワイヤーを使いました。カンバスの場合、ステンレスワイヤーだけを使うというわけにはいかなかったため、アクリルスパンとガラス繊維、それにステンレスワイヤーを組み合わせ、樹脂加工をして三重織にすることで、耐湿熱性と寸法安定性を付与しました。1 群用の通気度が 4,000 ccm、2 群用が 8,000 ccm、それから 3、4 群用が 10,000 ccm のカンバスを製作しました。この高圧ドライヤー用のカンバスの開発によって高圧パートで 1 年以上のライフが得られ、場合によっては 2 年近く使われる実績が得られました。ところが、板紙抄紙機では近年、プレス・パートが非常に強化され、シュープレスが導入されるに至り、ドライヤー入り口のドライネスが非常に改善され、高圧の蒸気は不要になりつつあり、中圧の蒸気で十分になってきました。中圧の蒸気では、テトロン製のモノフィラ



- 2-2) 高圧ドライヤー用カンバス
- ②設計コンセプト
- 蒸気圧が最高 9.0 kg/m² と非常に高圧のドライヤーであり、耐蒸熱性と耐乾熱性に優れていること。
 - 蒸発水分量の多い板紙マシンであり、オープンメッシュで通気性に優れていること。
 - 広幅方向の寸法安定性に優れていること。
 - 走行安定性に優れていること。
 - 紙質を損なわない丈夫な継手を備えていること。

2-2) 高圧ドライヤー用カンバス

③カンバス仕様

パート	1~4群用	
イメージ		
組織	三重織	
縦断面図		
素材	タテ	ポリアクリルスパン
	ヨコ	ポリアクリルスパン ガラス繊維 金属線
通気度 (cm ³ /cm ² ・min)	1群4,000	2群8,000 3~4群10,000

メントのキャンバスが採用でき、通気度を重視したキャンバスに切り替えが進み、高圧ドライヤー用キャンバスはその使命をほぼ終えることになりました。

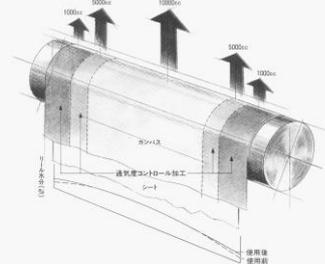
抄紙機の大型化に伴ない、湿紙耳部の過乾燥が操業上の大きな問題となってきました。この耳部の過乾燥は多筒式ドライヤーの宿命的な問題で、解決するのはなかなか難しいと言われていました。この課題に対し、プラスチック・キャンバスの高通気度を利用した対応策が開発されました。キャンバスの耳通気度コントロールという方法です。それは、幅方向の水分プロファイルを確認し、キャンバスの通気度を幅方向に変化させて過乾燥部分の水分蒸発を抑制する方法です。例えば、通気度 10,000 ccm のキャンバスを使用し、湿紙の両耳 30cm が非常に過乾燥になっていたとします。まず、キャンバスの耳部 40 センチを中央部の通気度の約 10 分の 1、1,000 ccm にコントロールします。それから、その内側 20cm を 5,000ccm にコントロールします。これは、そのキャンバスの密度を変えずに織りあがった後、樹脂の皮膜を作って通気度をコントロールするやり方で行います。開発当初、この耳通気度コントロール・キャンバスはかなりの抄紙機で採用され、大きなヒット商品でありました。しかし、キャンバスの場合非常にライフが長いため、経時的にキャンバスの通気度が低下し、効果は徐々に低下することも事実です。現在、いろいろなプロファイルの改善方法がありますが、この通気度コントロール・キャンバスが今でも使用されているパートもあります。

それからもう一つの方法があります。実は、耳部の過乾燥が常に出ている抄紙機がありまして、その抄紙機で断紙があり、断紙処理後に抄出したところ、耳部の過乾燥が是正されて水分プロファイルがフラットな状態になっていた。これはなぜかと調査したところ、断紙の損紙がドライヤーに巻きついていたということが分かりました。それをヒントにドライヤー表面温度を抑制する方法が確立できました。テフロン・シートに薄いメッシュの織物を入れる。このメッシュの織物の中に空気層が出来ますので、このシートを張り付けますと、その空気層により断熱効果が得られる。そのメッシュの織物により温度コントロールができます。平均的な製品で約 10 度 C 温度が下がります。これを過乾燥部分に張り付けると、過乾燥が是正されます。こ

2-3)キャンバスによる水分プロファイル(耳過乾燥)の改善

抄紙機の大型化(広幅・高速)に伴い、操業上の大きな課題となったのが、湿紙耳部の過乾燥対策である。キャンバス通気度を幅方向に変化させて水分蒸発を抑制する方法とフアブリックの空気層を応用(断熱作用)する方法が実用化された。

①耳通気度コントロールキャンバス(キャンバス通気度を幅方向に調整)



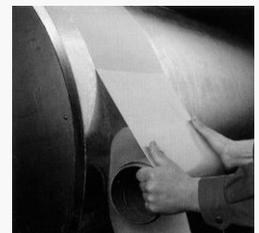
- ・PCの高通気度を利用したシート耳部の過乾燥対策
- ・水分プロファイルを確認し、幅方向の通気度を調整する
- ・キャンバス耳部に樹脂皮膜を作り、通気度を調整する方法

2-3)キャンバスによる水分プロファイル(耳過乾燥)の改善

②ドライベスト

耐熱接着シートの中に特殊なメッシュのクロスを組み合わせたドライヤー表面断熱フィルム。

湿紙の過乾燥部分と思われるドライヤーの所定の位置に、ドライベストを一周貼り付けて、ドライヤー表面温度を調整し、過乾燥を効果的に抑えることができる。



これは応急的な処置が可能であり、悪ければすぐに取り外すこともでき、かなり採用されました。ところが、残念ながらドクターが使えないことや、最近では設備的な改善がいろいろ進んできたことから、このシートの活躍の場もだんだん少なくなっております。

プラスチック・カンバスは、非常に通気性が良く、耐久性があり、寸法安定性が優れている等カンバスの諸特性の向上に寄与するところはきわめて大きなものがあり、ドライヤー・パートに変革をもたらしました。反面、摩擦係数に問題があり、スリップしやすい抄紙機では、プラスチック・カンバスが採用できないという場合も発生しました。綿カンバスに比べまして、プラスチック・カンバスの動摩擦係数が2分の1ぐらいになってしまいます。まず最初に対応したのは、ガイドロールに摩擦係数を高めるテープを巻きました。確かに走行性が改善できましたが、半年もしくは1年で巻き替えないといけないことや、テープが運転中に外れて事故を引き起こす等の問題が残り、そのような付け焼き刃の方法では完全な解決に至らないとの判断で、色々と検討を加えました。

走行性が不安定な抄紙機、走行性が安定している抄紙機、運転中は安定しているが、断紙やスタートアップのときにカンバスが偏る抄紙機の三つのパターンについて、走行実験を含めガイド性の調査をおこないました。その結果、ガイドロールが作動しだすと、カンバスはガイドロールに先に接する側、すなわち”先タッチ側”にガイドされることと、さらに、適正なガイド条件であればカンバスの走行性が非常に安定することが分かりました。

適正なガイド条件とは、ガイドロールの抱き角度が35-40度で、ガイドロールの入口角と出口角は等角が望ましく、ガイドロールの手前側すなわち入口側のスパンが長くて、出口側のスパンが短いほうがよく、入口側のロールの抱き角度は浅いほうがよく、ガイドロールを通過し後のロールは深く抱くほうがよいなどです。これらを合繊カンバスのガイド操作として取り纏め、文献にも発表、さらに、機械メーカーにも説明し理解してもらいましたので、設備的な改善が加えられました。

2-4) プラスチックカンバスの走行安定性

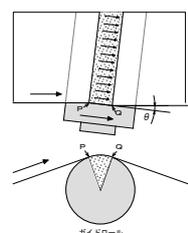
抄紙機の大型化が進む中で、カンバスも綿からプラスチック素材に品質面で大きな改善が加えられた。プラスチックカンバスは、通気性・耐久性・寸法安定性など、カンバスの諸特性の向上に寄与するところは、きわめて大きなものがあるが、反面、摩擦係数が小さいためスリップしやすく、マシンによってはプラスチックカンバスが採用できない場合があった。

①カンバスの摩擦係数(動摩擦)

- ・綿カンバス0.42~0.62
- ・マルチフィラメントカンバス ...0.24~0.34
- ・モノフィラメントカンバス0.22~0.24

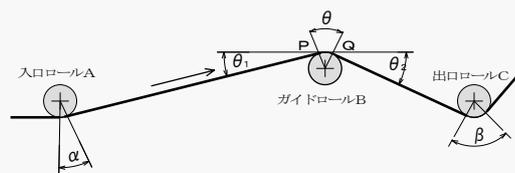
②ガイドロールの作用

ロール配置関係を中心に各種走行実験を行い、ガイドロール並びに他のロールも含めた、ガイド性についての見解がまとまった。



- ・ガイドロールを角度 θ 作用
- ・P点で接したカンバスはQ点に
- ・これでカンバスは1の方向にガイドされる
- ・カンバスはガイドロールに先に接する側、すなわち”先タッチ側”にガイドされる

③適正ガイド条件



- ・ガイドロールの抱き角度 $\theta_1 + \theta_2 = \theta = 35 \sim 40^\circ$
- ・ロールスパン $A \sim B : B \sim C = 2 : 1$
- ・ガイドロールの入口角度と出口角度 $\theta_1 = \theta_2$
- ・入口ロールと出口ロールの角度 α は浅く β は深く