技 術 動 向

自己接着性セルロース不織布

「ポリボニック」

青 木 良 一

1. はじめに

現在不織布の製造法は、乾式法、湿式法、およびスパンボンド法の三種類に分類されています。不織布工業の今日の発展が、乾式法によって製造された芯地から始まったという経歴から、最も普及しているのが乾式法です。原料の繊維として、天然繊維、化繊、合繊のいずれも使用されますし、しかも、紡績繊維と同じ長さの繊維が使用されるので、強度の高い製品が製造されています。しかし、バインダーを多量に使用する必要があり、その上生産速度が遅いなどの理由によって、コスト高となっていることが欠点です。一方、湿式法によって作られる不織布は、抄紙機を使用するので、生産速度が速く、コストは低廉となりますが、原料繊維の繊維長が短く、6～8mmが一般的であって、そのために製品は、paper likeで、かさ高さがなく、従ってドレープ性が全くないという性能の欠陥をまぬがれることができません。しかも、乾式法同様に多量のバインダーが必要ですから、製品は硬くなり、コストも上昇します。スパンボンド法は、最新の方法で、色々と新しい技術が開発されつつありますが、endless繊維を使用しますので、強度は高くなりますが、均一な組織を作りにくく、製品の地合、外観に欠陥があります。縦方向と横方向との性能差にも問題を残しています。

ポリボニック不織布は、立川研究所がすでに10年程以前にその製造理念を発明し¹⁾、現在まで種々の改善研究を行ってきました。同研究所の別の発明に、ポリノジック繊維があります²⁾。この製法を応用して、紡糸直後の熱酸による再生を行なう前に、この不完全再生セルロース繊維を切断し、水中に分散してから、湿式法によって抄造して、ウェブを作ります。ビスコース紡糸から連続的に抄造することは、スパンボンド法と同様ですが、切断繊維を使用する点が違います。抄造後、引続いて圧

搾脱水、あるいは、型付処理を行なってから、熱硫酸浴を通過し再生します。そのあと精練、漂白、水洗を経て、最後に乾燥して製品となります。その目的とするところは、不完全再生セルロース繊維のもつ高膨潤性を活用し、乾式法に使用される繊維と同じ繊維長例えば、45mmの繊維を均一に分散させ、同時に膨潤繊維のセルロースのOH基による自己接着性を発揮させて、強度の高い、ドレープ性の良い、地合のすぐれた、セルロース不織布を製造しようとするものです。要するに、湿式法によって、乾式法と同じ性能をもった、fabric likeな製品を安価に製造しようとするものです。

2. 製法の概要

(1) ビスコースの製造と紡糸

ポリボニック不織布の製造法を述べるに先立って、ポリノジック繊維の進歩の過程を説明しなければなりません。それは、ポリボニック不織布の製造法が、ポリノジック繊維の製法と緊密な関係があるからです。

ビスコース繊維の製法は、高濃度の塩類を含むミューラー浴タイプの紡糸浴を使用する普通スフ法と、塩類濃度の低い、低濃度硫酸浴によるポリノジック法とに大別されます。High Wet Modulus法は、前者の改良紡糸によって、後者の性能をもった繊維を作ろうとする方法です。ポリノジック繊維は、立川研究所の発明した“虎木綿”に対して、licenseeであるフランスのCTA社（現在のRhone Poulenc-Textiles社）のN.Drigh氏が命名したもので、これが一般名として使用されているわけです。虎木綿の発展の経過については、本誌³⁾に紹介しました。

ポリノジック法も、ポリボニック法も、溶解用木材パルプ、望ましいのは高重合度セルロースパルプを原料とし、常法による浸漬、圧搾、粉碎を行ない、アルカリセルロースを製造します。これを老成せずに硫化に供します。硫化反応には、真空ニーダーを使用し、wet xanthationを行なうことが、高重合度セルロースを均一に硫化して、高ガンマー価のザンテートを作るのに好適です。高粘度ですが、汎過性の良いビスコースが製造され

Self-bonding Cellulosic Nonwoven "Polybonic"

YOSHIKAZU AOKI

TACHIKAWA RESEARCH INSTITUTE

立川研究所（理事）、DIRECTOR

ます。常法によって沝過、脱泡したビスコースは、熟成することなく紡糸します。ポリノジック繊維を製造する場合に、高粘度ビスコースの取扱について、混和、溶解、沝過、脱泡、および、パイプ輸送などに、困難を伴うように考えられていましたが、この問題は早くから機械的に解決されており、作業上のトラブルは全くありません。

ポリノジック繊維製造のむづかしさは、このことよりも、紡糸技術の困難さにありました。立川研究所が、海外、あるいは、国内の licensee の工場に技術指導を実施した場合、いつも問題を起こしたのは、紡糸の安定性についてでした。しかし、このトラブルは、1964 年ガラスノズルが使用されるようになってからは、全く解消しました。

現在紡糸浴としては、浴温 30℃ 前後、硫酸濃度 20 g/l 以下、硫酸ナトリウム 60 g/l、硫酸亜鉛 2.0 g/l 以下の組成浴が使用されます。ガラスノズルが使用されてからは、浴中での単糸切れ、ビスカスの生成が全くなり、従って sticky fiber や異常繊維の生成はありません。浴中緊張紡糸¹⁾から浴外緊張法²⁾に改善されて、紡糸作業は容易になり、それに伴って紡糸速度が増加しました。現在ポリノジック繊維の紡糸生産能率は、紡糸速度はまだ普通スフ法には及びませんが、多孔ノズルの使用とその配置方法に工夫が講じられていますので、紡糸機単位長さ当りの生産能率は、普通スフより大きくなっています。

約 10 年以前になりますが、私達がポリノジック紡糸における sticky fiber の生成になやまされていたときがありました。この時、私はこの現象を逆に利用して、この繊維間の自己接着性を応用して、レーヨン紙の抄紙を行なって見ようと考えました。このことがポリボニック不織布を発明するいとぐちとなりました。

ポリノジックの紡糸は、ガラスノズルの使用によって、より一層硫酸濃度の低い紡糸浴による紡糸を可能とし、極めて残存ガンマー価の高い糸条の紡出を容易にし、このことによって、ポリボニック不織布の性能を向上することができました³⁾。ガラスノズルの開発こそ、ポリノジック繊維、ポリボニック不織布の工業的発展に対する最大の寄与です。

ビスコースのような高粘度液体が、紡糸ノズルのような毛細管から押し出される時、その口径よりも膨張します。この現象は、バラス効果と称して良く知られています。このビスコース状糸条の膨張の度合は、毛細孔の孔長/孔径の比に逆比例します。ガラスノズルは、その強度を考慮して、ノズルプレートに厚みが必要です。従って、孔長/孔径の比は 20~30 と極めて大きくなります。

これに反して、在来の金-白金合金などのメタルノズルの場合は、非常に薄いプレートに穿孔しますので、孔長/孔径の比は小さく 2 以下となっています。このことは、ガラスノズルから押し出されたビスコース糸条は、メタルノズルからのものに比べて、膨張が小さいことになります。従って紡糸浴中での糸条の延伸流動を円滑にして、その切断を防ぎ紡糸を容易にします。しかも穿孔密度が増加できますので、同一硫酸濃度で糸条の未分解度を高めることになります。いわゆる膨潤度の高い糸条が、極めて安定に紡出されます。このことは、ポリボニック不織布を製造するのには、非常に重要なことです。

紡出された不完全再生セルロース繊維の再生度は、糸条の残存ガンマー価の測定により推定します。またその膨潤度は、一次膨潤度として次のような測定を行ないます。

紡出直後の糸条の一定量を正秤し、20℃ にて 5 分間、蒸溜水中に浸漬し膨潤させます。この膨潤繊維を所定の容器に入れ、遠心分離器にて、1,000 g の遠心力にて 3 分間脱水した後秤量しその重量を W とします。次にこれを熱硫酸により再生、水洗し、絶乾繊維量を秤量し、これを W_0 とします。計算式は次の通りです。

$$W/W_0 \times 100\% = \text{一次膨潤度 (PSV)}$$

製造の条件によって、この一次膨潤度は、250~10,000 % まで製造することが可能です。この数値は、硫酸濃度に逆比例しますが、製品の性能、用途に応じて決定されます。

(2) ウェブ、シートの形成

紡糸機から送られてくる不完全再生セルロース繊維の連続糸条束は、熱硫酸による再生工程を通ることなく、切断機に送りこまれ、所定の繊維長に切断します。切断機には、常法のレーヨンステープル切断機が使用されます。繊維長 20 mm 以上の場合は、全く問題はありますが、20 mm 以下、たとえば、6~8 mm に連続に切断するには、工夫が必要です。しかし、現在欧米では 6~8 mm の繊維長のビスコース繊維が多量に不織布に使用されています。従ってビスコース工場でのこの短小繊維の生産量は、大きな比率を占めております。紡糸機からのスライバーを連続にローダ精練して、切断機に送り 6~8 mm に切断しています。既に、この種の切断機が開発され、在来の非連続的の切断方式は切り替えられつつあります。

このようにして所定の繊維長に切断した糸条は、引続いて水中に投入分散します。分散剤としては、トロロアオイ、ポリアクリル酸ソーダ、ポリ磷酸、ポリエチレンオキサイド、および、ポリアクリルアミドが使用されます。分散装置は簡略なもので、攪拌棒式または、攪拌翼式のいずれでも良く、連続的に投入分散します。当然の

ことですが、繊維長の短い程分散時間は短縮しますが、繊維長 45mm の場合でも、分散に要する時間は 5 分以内です。循環白水の添加によって、一定の繊維濃度に調整されたスラリーは、ヘッドボックスを通して長網式抄紙機に送りこまれて、シート、ウェブを形成します。

抄紙機の抄網上で所定の脱水を行なうことによって、繊維間は接近して、自己接着力を発現し、強い湿強度のシートとなります。

一次膨潤度が高い繊維から作られる湿シートは、いかに強力に真空脱水を行なっても、結合水の形で吸着している多量の水は脱水できません。脱水後でも高い抱水度を示します。一次膨潤度 250～4,000% の場合、抱水度 1,000～6,000% を示し、このことは在来抄紙技術とは、著しい差異です。ポリボニック湿シートは、このような高い抱水度にもかかわらず、湿シートがクーチ部を離れる時の強さ (initial wet strength) が高く、抄紙機のクーチ剥離作業は、Open Draw 方式でも容易に行なうことができます。

ここに述べた抱水度の測定法は次の通りです。約 5gr の湿シートを正秤し、その重量を W_1 とします。これを熱硫酸 3g/l 中で 1 分間浸漬して完全に分解再生します。水洗の後、乾燥秤量しその重量を W_d とします。抱水度は次式にて計算します。

$$W_1 / W_d \times 100 \% = \text{抱水度 (WV)}$$

(3) 長繊維の分散

不完全再生セルロース繊維の膨潤度が高い程、水中における分散が容易であって、しかも安定した分散状態を保持します。45～60mm の繊維長でも、分散攪拌中に個々の繊維相互のからみ合いは起りません。特に一次膨潤度が著しく高い場合は、分散剤も不要ですが、普通には適当量の分散剤を添加し、スラリーに粘度を持たせます⁷⁾。

現在、湿式法で不織布を作るとき、繊維長 20mm 以上の繊維を均一に安定した分散状態を保持させることは、極めて困難であるとされています。ポリボニック法は、この難問を解決しました。しかも高膨潤繊維は高い自己接着力を保有していますので、強さを求めることも容易です。

ポリボニック法には、もう一つの特徴があります。それは、長繊維を分散するのに、スラリー中の繊維濃度を高くできるということです⁷⁾。湿式法によるシート形成理論によりますと、スラリー中の繊維濃度は、その繊維長の自乗に逆比例するといわれております。たとえば、20mm の繊維を分散するには、0.1g/l 以下の濃度に希釈せねば、良好な分散状態がえられず、均一な地合形成ができなるとされています。このことは、抄紙技術から

見ると、多量の水量が必要であって、抄網からの脱水量を多くせねばならず、諸種の作業上の問題をひき起します。これに反して、ポリボニック法の場合は、20～60mm の繊維を分散する場合でも、繊維濃度は、1～5g/l の程度の希釈で良く、作業上大きなメリットです。

以上述べたように、ポリボニック法には、二つの大きな特徴があります。一つは、湿式法でありながら乾式法に使用されるのと同じ繊維長が使用できること。いま一つは、現在行なわれているレイヨン紙の製造のように、6～8mm の繊維を分散する場合と同じ繊維濃度が、20～60mm の長繊維でも 極めて均一で安定した分散ができて、従って地合のすぐれた製品を作ることができるということです。

(4) 圧搾と型付

高い一次膨潤度をもつ繊維から作られるシートには、色々の特徴があります。先づ一つは、圧搾などの脱水によって自己接着力が作用して強度が増加しますが、その反面、製品は硬さが増して、ドレープ性を失います。圧搾力を減らせば硬さは防げますが強度が出せず、製品の実用面に問題を残します。湿式法不織布に、強さと軟らかさを同時に満足させることは、現在の技術ではむづかしい、両立しにくい性能とされています。

一次膨潤度が高いと、それに比例して、抱水度が当然高くなり、湿潤シートからの脱水がむづかしくなります。その時、圧搾を強化したのでは、湿シートの組織の変形、流動が起って地合を乱します。このような高抱水度の湿シートの脱水が、全く不可能なわけではありません。長い時間をかけて徐々に脱水すれば良いのですが、これは、工業的に不適当です。また、もし脱水ができたとしても、製品は硬いものとなって、ドレープ性を失います。吾々は、研究の結果、製品に圧搾部と非圧搾部とを規則正しく、交互に配置することによって、高い強度を保持しながら、しかも、柔軟さを附与することができることを知りました。抄紙機から剥離した湿シートを、いまだ、分解再生を行なう以前に、その高膨潤性で高抱水度をもつ湿シートを、適当の Net Pattern とか、Spot Press を行なうと、容易に有効な型付操作ができます。その型付の形態、模様によって外観、触感ともに織物と非常に類似した製品に仕上ることができます⁸⁾。

(5) 後処理と乾燥

シート形成後、圧搾脱水、あるいは、型付処理をしたシートは、いまだ不完全再生セルロース繊維の状態を保っていますから、引続いて熱希硫酸浴によって再生処理を行なうと、再生セルロース繊維といたします。その間にセルロース分子間は完全に結合して、強度の強いシートとなります。その後引続いて、脱流、漂白、水洗工程を

経て、乾燥機に送られます。普通の紙と違い、湿シートの強度が強いので、再生、精練の処理を円滑に実施することができます。精練の処理条件は、普通のレーヨンステーブルの場合と同様です。乾燥方法は、製品の性能、用途に応じて、ヤンキー式、あるいは、Open Air 方式が採用されます。

3. 製品の性能および用途

ポリボニック不織布は、現在はその性能用途に応じて三つのグループに分類していますが、これからさらに、色々の用途が開拓されるものと思います。

(1) 高湿潤強力シート

適度の一次膨潤度と抱水度をもつ湿シートを強圧搾し脱水して作られる製品は、乾湿強度の高いシートとなります。バインダーを全然使用しませんから、水の透過性が極めて良く、Tea Bag 紙とか Rayon Cake 精練紙のように、水、その他の液体中にて使用する用途に好適です。繊維長は 20mm 以下で十分な強度が出せます。坪量も、 10 g/m^2 以下のシートが高速で製造されます。

繊維長 45mm 以上の長繊維を使用し、坪量を 40 g/m^2 以上としますと、織物状の触感があって、強度の高い製品が作られます。純粋なセルローズのみから成り立っていますから、吸水性、吸油性が良く、Wiper として理想的です。毛羽立ちの全くない製品とすることができます。型付によって模様付と柔軟性を附与しますと、織物代用としての色々の用途があります。

(2) Diaper の Top Sheet

現在、Baby Diaper の Top Sheet は、Disposable 不織布としての最大の用途です。市場としては、USA が最高の消費量を示し、普及率では、Sweden が第 1 位で、ほとんど 100% に達しております。日本でも、ヨーロッパでも、Diaper は堅実に伸びており、将来性のある事業と期待されています。私共は、ポリボニックの Diaper の Top Sheet について、USA の会社の協力の下に、多年研究を実施しました。単純におしめの代用という考え方だけではこの問題は解決できないことを知りました。USA では、Top Sheet に対して、非常に厳格な試験が課せられ、可否の判定がされます。Diaper を購入する母親の立場になって、その性能を考えねばなりません。Diaper の Top Sheet としての重要な性質を次に列記します。

(1) 外観、商品価値として当然のことですが、白色度と美しい模様付が効果的です。

(2) 湿潤強度、使用中に破れぬ

こと。そのためには、湿強度 1.0 km 以上が必要です。

(3) Smoothness. 表面の滑らかさであって、唇に触れて測定する判定法が採用されます。

(4) Softness. 布と同じ軟らかさが必要です。Clark Softness Tester で $0.1\text{ g}\cdot\text{cm}$ 以下が求められます。

(5) Strike through. 赤ん坊の排滯液が、どれだけ早く Top Sheet を通過して、内填物の吸着層に吸収されるかの試験です。ししゅう用の円形の木枠に Top Sheet を固定し、その下に接して吸着層を置き、ビュレットより 3cc の水滴を滴下し、液体が完全に吸収するまでの秒数が測定されます。1 秒内外を理想とします。

(6) Dryness. これは、湿潤後のはだに感ずる濡れの問題です。濡れを感じないことが要求されます。測定法として官能試験法が定められています。

(7) Sulfur 量. ビスコース繊維が使用される場合は、0.005% 以下の S 含有量に規定されています。

以上のように、赤ん坊の皮ふを考慮しての酷しい規格が定められています。

ポリボニックの Diaper は、USA の母親達によって、現在実際に使用している市販 Diaper との比較実用試験が長期間行なわれ、その結果、合格点が与えられました。この試験に使用した Top Sheet の性能などは別表に示してあります。

(3) 長繊維を使用する不織布

ポリボニック法の特徴は、湿式法でありながら、繊維長 45mm の繊維を使用して、これを均一に分散させて、地合の良い、ドレープ性のすぐれた製品が作れるということです。引張強度、引裂強度は、当然繊維長に比例して増加します。乾湿強力比も、同様繊維長に比例します。Disposable の Table Cloth は、最近ではヨーロッパの一流ホテルでも使用しています。在来の布製 Table Cloth の上に、カバーとして使用しております。ポリボニック長繊維不織布は、Table Cloth, Pillow case, Bed Sheet などの用途に適しています。特に病院用としては、衛生的、あるいは、経済的、Disposable の観点から有望の用途です。

日本でも、病院関係にこの種の Disposable 不織布が、USA のように使用される時代が、近く来るものと期待

Fig.1 Characteristics of Polybonic Products

Classification	Material Fiber		Cut Length (mm)	Base Weight (g/m^2)	Tenacity		Tear Factor	Clark's Softness WL^8 ($\text{g}\cdot\text{cm}$)
	PSV (%)	WV (%)			DRY (km)	WET (km)		
High Wet Tenacity Sheet	1,200	800	13	12	5.0	3.0	460	0.3
Diaper Top Sheet	2,500	1,800	20	20	1.5	1.0	1,200	1.0
Nonwoven Fabric	4,000	2,500	45	60	2.0	1.5	1,900	5.3

しております。

前に示した表は、上記3種類の製品について、原料繊維の性質および、性能を列記したものです。

ポリボニック不織布の最終目標は、ビスコース法を応用して、湿式法によって長繊維を分散抄造し、織物と全く同じ触感、強さ、柔軟さをもつ不織布を製造することです。

4. おわりに

この製法は、現在日本特許7件、出願中のもの5件があつて保護されております。米英などの諸外国に既に特許されたもの41件、審査中のもの12件あります。

この方法を工業化する場合の必要条件としては、ビスコースの製造、紡糸の工場とシート形成工場とが、直結することを理想としております。紡出後の不完全再生セルロース繊維を、長時間放置することはできません。可及的短時間にて分散させることが、良好な分散状態を作るための必要条件です。従つてこの製法を採用しうる企

業は、ビスコース工場ということになります。製紙工場が、現在ビスコース設備を新しく設置することは、資金的に見てむずかしいことであると思います。

目下、USAの企業と工業化について談合をしていますが、日本でこの事業が採用されることを念願しています。ビスコース工業の新しい進路と考えられますので諸賢の御検討をお願いしてこの稿を終ります。

文 献

- 1) 立川研究所 日本特許, 429,196, 445,588
- 2) " " , 489,254, 505,045
- 3) 青木;織学誌, 30, P61 (1974)
- 4) 立川研究所 日本特許, 200,740, 205,564, 268,119
" 291,406
- 5) " " 314,154, 473,368
- 6) " U.S.A. 3,320,117, 3,553,078
Dutch 139,043, German 1,771,180
- 7) 立川研究所, 日本公開特許, 昭49-72476
- 8) " 日本特許, 602,482, 701,229

(昭和49年8月8日受理)

日本工学会第33回見学会ご通知

日本工学会では下記により見学会を催します。この見学会は日本工学会加盟の学協会所属会員の方々に見学していただくことを趣旨として、企画いたしました。奮ってご参加ください。

記

日 時: 昭和49年11月15日(金) 13時30分～15時30分

見 学 先: CVS 東村山プロジェクト実験場(東京都東村山市富士見町5-12-2, 工業技術院機械技術研究所 東村山分室内)

見学概要: 当実験場のCVS ウェイ, 乗用車貨物車の試作車両, コンテナ, 誘導無線装置, 通信制御装置などを見学

集合場所: 上記機械技術研究所 東村山分室正門前

集合時刻: 13時20分まで

順 路: 西武多摩湖線八坂駅下車, 徒歩10分. または西武新宿線久米川駅下車, 同駅前から立川駅北口行バスに
乗車, 合同宿舍前下車

定 員: 50名 定員超過の際は抽選により決定

申込期限: 10月31日正午まで着信のこと

申込方法: 往復はがき(1枚に1名記入のこと)に第33回見学会申込と題記, (1)郵便番号(2)住所(3)氏名(4)年
令(5)勤務先名称及び役職名(6)所属の学協会名を, 返信用表紙に通信先, 郵便番号を記入, 申込先へ送
付すること(電話による申込は受付けません)

申 込 先: 〒104 東京都中央区銀座8-5-4 日本鉱業会館内 社団法人 日本工学会 電話(03)574-6176

注: 見学決定者には, 後日見学券を送りますから当日ご持参ください。抽選もれの場合はその旨ご通知い
たします