「不織布」特集

サーマルボンド不織布

藤 村 勲

1. はじめに

昨今、我国の不織布産業は、バブル経済崩壊後の景況の中にあるにも拘わらず、マクロ的に見ればその影響は比較的僅少であり堅調な成長を持続しつつあるものと思われる。

紡績・編織等の複雑で長い工程を経ることなく、簡易に且つ高効率に布帛様物・シート状物・マット状物を得る手段として、世の様々な末端ニーズとの合致により繊維業界における不織布の位置付けは日増しに高まって来ている。

本稿では数ある不織布製造技術の中にあって、近年順みに重要な位置をしめつつあるサーマルボンド不織布に

焦点を当てて概観して見た。

2. サーマルボンドの不織布の沿革

2.1 不織布製造方法の分類とサーマルボンド法

図1に短繊維（ステープルファイバー）を原料とする不織布製造技術と原料繊維素材との関連を示した。

サーマルボンド不織布は、一般的に短繊維を原料とする乾式不織布の範疇に位置付けられるが、技法的には古くから存在するケミカルボンド法（又はレジンボンド法とも称される）に対応して用いられる呼称であり、後者がエマルジョン状樹脂バインダー（粉末状樹脂バインダーの場合もあり）の力を借りて繊維ウェブを接着して不織状物を得るのに対し、前者は熱可塑性繊維によって主体

図1 短繊維不織布製造技術と原料繊維素材

Thermally Bonded Nonwoven Fabrics

筆者紹介 ISAO FUJIMURA

Polypropylene Fiber Division, Chisso Corporation

チッソ株式会社ポリプロ繊維事業部 技術部長

筆者は繊維製造技術を専門とされている。趣味はゴルフ、囲碁。

本稿では、熱可塑性繊維を用いたサーマルボンド不織布について、歴史、製造技術、特性と幅広く解説していただいた。

的に構成された繊維ウェブを加熱し、軟化溶融させてウェブを接着する方法である。

ウェブ内の溶融低融点成分としては、粉末、ネット、フィルム繊維状物などがある。

広義のサーマルボンド不織布としては、これらバインダーが使用されるものが包含されるが、今日業界でサーマルボンド法と称されるのは、繊維状バインダーを用いた狭義の不織布製造方法を指す。即ち比較的低融点の熱可塑性合成繊維をバインダー繊維として、この100%ウェブもしくは他の繊維素材との混合ウェブをケミカルバインダー等を一切用いることなく、熱エネルギーにより溶融接着して不織状物を得る方法と定義することが出来る。

2.2 サーマルボンド法の分類並びに特徴

サーマルボンド不織布の製造方法としては、多種の方法があるが、大きくは次の5種類に分類される。

(1) 熱ロールカレンダー方式 (Calender bonding)

- ・フラットロール法
- ・エンボスロール法

(2) ベルトカレンダー方式 (Belt calender bonding)

(3) 熱風貫通方式 (Through-air bonding)

- ・サクションバンド法
- ・サクションドラム法

(4) 超音波方式 (Super-sonic wave bonding)

(5) 赤外線方式 (Infrared ray bonding)

今日工業的規模において主流をなしているものは、

(1) の熱ロールカレンダー方式及び (3) の熱風貫通

方式であると思われる。前者はカレンダーボンディング、後者はスルーエアーボンディングと慣用的に呼ばれている。

2.3 サーマルボンド不織布の経緯

サーマルボンド不織布が今日の隆盛を見るに至った理由については、歴史的に見て2つのポイントがある様に思われる。一つは使い捨ておむつ先進国である米国において1980年代初頭に突如として起こったそのトップシートに用いられる不織布素材の大転換が上げられる。

従来のレーヨン・ポリエステル繊維を主体としたケミカルボンド不織布に替わってポリプロピレン製サーマルボンド不織布が登場したのである。低融点の溶融特性を有するためサーマルボンド加工に好適であることに加えて、化学バインダーレスのため衛生的であること、更にはポリプロピレン素材自身の有する風合いの柔らかさ、ドライ感の向上などの理由により使い捨ておむつを中心とした衛生材料用品・その他の分野に急速に広がって行った。時期的には、西欧の不織布メーカーにおいて1970年代初期より先行してポリプロピレン繊維と熱フラットロールを用いての取り組みが開始されていたが、米国において一気に開花したと言えよう。

第二には、我国においてはほぼ時期を同じくして開発された熱接着性複合繊維の存在が挙げられる。融点のそれぞれ異なる熱可塑性異種ポリマーを並列或いは鞘芯構造に繊維断面を配列したものであり、低融点成分の自己熱接着機能を利用して不織布が得られると言うものである。先のポリプロピレン繊維がカレンダーボンディングのみ

表1 サーマルボンド不織布用繊維素材と不織布用途

	断面形態	使用素材	融点 (℃)	特徴	用途
単一型繊維		PP PE 低融点 PET	160 130 110~200	高強力 低融点 高強力	衛生・医療材料, 自動車資材
複合型繊維	並列型	PP/PP PE/PP PET/PET	140~160/160 130/160 110~200/250	高伸縮性 嵩高性 高伸縮性	衛生・医療材料, 湿布材基布, フィルター, 家庭雑貨, 建築資材, 土木資材, バッテリーセパレーター, フロッピーディスクライナー
	鞘芯型	PP/PP PE/PP PE/PET PP/PET PET/PET Ny6/Ny66	140~160/160 95~130/160 130/250 160/250 110~200/250 215/250	高強力, 柔軟性 高強力, 低融点 高強力 高強力 嵩高性, 寸法安定性, 柔軟性 高強力, 高伸縮性	衛生・医療材料, フィルター, ワイバー, 家庭雑貨, 建築資材, 土木資材, 衣料芯地, 硬綿, 衣料, バッテリーセパレーター, フロッピーディスクライナー

(1) カレンダーボンディング

(2) スルーエアボンディング

① サクションバンド法

② サクションドラム法

図2 サーマルボンディング不織布製造工程図

により不織布に加工されるのに対して、この繊維素材はスルーエア法によっても不織布化が可能な特徴がある。

スルーエア法は、この熱接着性複合繊維の専用加工技術として、我国において開発されたことは特筆されるべきことである。

3. サーマルボンド不織布用繊維の種類と特性

表1に今日商業的に得られるサーマルボンド用繊維素材を記載した。

先にも述べた様に大別すると、単一ポリマーより成る全融型と異種ポリマーより成る複合型がある。複合型には更に、並列型と鞘芯型がある。

いずれの素材も熱可塑性ポリマーから成っており、用途に応じて様々の融点・溶融挙動を示す繊維が存在する。

又、融点の変化のほか立体的捲縮や潜在的捲縮能を有した繊維など機能的な不織布を作るための繊維の開発も活発に行われている。

4. サーマルボンド不織布加工技術

前述のこれらの繊維素材は2.2で述べた加工法によって不織布化されるが、現在主流となっているカレンダーボンディング並びにスルーエアボンディングについて述べて見たい。

カレンダーボンディング技術は、ケミカルボンディングにおいて使用されてきた技術でもあり、図2(1)に示す様に熱接着短繊維を開繊して100%もしくは他繊維素材と混綿して梳綿機にかけ、得られた繊維ウェブを一對の加熱されたロール間で熱圧着して不織布を得る方法

である。フラットロールを用いる場合とエンボスロールを用いる場合があるが、当然のことながらエンボスロールを用いる方が強度は落ちるものの柔らかくて嵩高な不織布が得られることは言うまでもない。エンボスロールで得られるものは別名ポイントボンド不織布と呼ばれ、目的に応じてエンボス部の形や面積をコントロールすることが行われている。

サーマルボンド法におけるカレンダーボンディングは、目付けが十数グラム/㎡から数十グラム/㎡の比較的薄い不織布の製造に好適に用いられている。

バインダー繊維としては、表1の単一型、複合型いずれのものも用いることが可能であるが、加工の容易さからポリプロピレン繊維、オレフィン系複合繊維が多用されている。

他方スルーエアーボンディングは、複合型バインダー

繊維の専用不織布化技術として我国において初めて開発、実用化された技術である。図2、(2)に示した様に梳綿工程までは、カレンダーボンディングと同様に処理されるが、カレンダーロールに替るボンディング装置として熱風貫通型の熱処理機を用いたものである。熱処理機の構造により、ウェブ移送媒体として通気性網状コンベアーベルトを用いたサクシジョンバンド型と通気性回転ドラムを用いたサクシジョンドラム型がある。複合繊維の有する2つの異なる融点成分の間にボンディング温度を設定し、高融点成分の繊維骨格を残したまま低融点成分を溶解接着して不織布構造を形成しようというものである。

本ボンディング法で得られる不織布の特徴としては、極めて嵩高であり、ソフトな風合いを有することである。目付けは十数グラム/㎡から1キログラム/㎡を越えるマット状物まで広い範囲において対応が可能であり、カ

(1) ポイントボンド不織布
繊維：PP 2 デニール

(2) スルーエアー不織布
繊維：PE/PP複合繊維 2 デニール

図3 サーマルボンド不織布の接着状態

表2 薄物サーマルボンド不織布の物理的特性

	繊維 (dXmm)	不織布 目付 (g/m ²)	不織布強度/伸度		厚み (mm)
			MD (kg/5cm)/(%)	CD (kg/5cm)/(%)	
ポイントボンド品	PP単一 2X40	22	5~6 /60~80	0.75~0.85 /100~120	0.3~0.6
スルーエア―品	PE/PP複合 2X51	22	6~8 /30~40	0.8~1.2 /40~60	1.4~2.6

レンダーボンディングにない利点を有している。複合繊維100%のほか、他繊維を混綿することも可能であるが、先の単一型バインダー繊維は、この方法を用いての不織布への加工は不可能である。

5. サーマルボンド不織布の特性

サーマルボンド不織布は、以上述べた様な繊維素材と製造方法を用いてつくられるが、その特徴を整理すると以下の通りである。

- (1) 化学バインダーを用いないで不織布の製造が可能であり、柔らかく衛生的である。
(排水処理設備が不要であり、環境上の問題が発生しない)
- (2) ケミカルボンディングの様に、ラテックスのキュアリング、蒸発乾固に要する多大な熱エネルギーが不要であり、省エネルギー効果が極めて高い。一般的に消費エネルギーは、ケミカル法の1/4~1/10で足りると言われている。
- (3) 工程の高速化が容易であり、生産性が高くコスト競争力に優れる。
- (4) 十数グラム/m²の薄物から数キログラム/m²の超厚物まで、広範な目付への対応が可能である。
- (5) 不織布の強度が高く、且つ風合いがソフトで嵩高である。
- (6) ホルムアルデヒドのような有毒物が残留することなく、衛生的な不織布が得られる。

図3は単一型熱接着性繊維から得られたポイントボンド薄物不織布並びに複合型熱接着性繊維から得られたエアスルー不織布の熱接着状態を示す拡大写真である。

エアスルー不織布は全ての繊維の交点において各繊維の低融点成分の溶融接着により不織布が構成されていることが解る。

一方ポイントボンド不織布は単一型繊維が、エンボスロールにより点面のみが溶融圧着されて不織布を構成している。

サーマルボンド不織布は、原料として用いられる繊維素材の種類 (例えば、ポリマーの種類、デニール、繊維長、捲縮形状、仕上油剤等)、それらの混綿率、目付等により様々なものがあり物理的特性については一概に論じることは出来ない。表2に衛生材料用に多用されているオレフィン系薄物不織布の物理的性質を代表例として示した。

サーマルボンド不織布の用途分野は極めて広いが、消費量として圧倒的に多い衛生材料については、前述の強度が高く肌触りが柔らかく且つ、衛生的である等の諸特徴が生かされたものである。

6. サーマルボンド不織布の用途

表1にサーマルボンド不織布の製造に用いられる代表的な繊維素材と得られる不織布の用途を示した。

その用途は、水切りゴミ袋、お茶パック、換気扇フィルター等の家庭雑貨から医療用途まで多岐に渡るが、繊維の断面形態とその構成ポリマーにより使用用途に特徴がある。

何と言ってもサーマルボンド不織布の現状における最大の消費先は、幼児及び大人用紙おむつ、生理用ナプキンの表面材、ワイパー等の衛生材料分野であり、オレフィン系繊維よりなる不織布が主体となっている。単一型、複合型繊維のいずれも、それぞれの特徴を生かしながらこの分野において多用されている。

一方、ポリエステル系繊維よりなる不織布は、硬綿、芯地等の衣料分野、医療分野でオレフィン系不織布にない特徴を生かして使用されている。

単一型繊維、複合型繊維とも100%の単体として不織布に加工されるほか、他素材と混綿して不織布とされる場合があるので、不織布の種類としては数え切れないほどのものが流通している。

紙おむつ、ナプキンと言った衛生材料を初めとして、油吸着マット、医療用ガウン・シーツ、各種エアフィルター、液体濾過フィルター、パップ材、バッテリーセ

バレーター、各種ワイパー、フロッピーディスクライナー、お手拭き、レンジクリーナー、硬綿、衣料芯地、土木資材のほか、床面防音材と言った建築材料等にも使用されている。今後更に多くの分野でサーマルボンド不織布は各々の特徴を生かしながら応用されていくと思われる。

7. おわりに

サーマルボンド不織布は、たゆまないボンディング技術並びに製造装置の開発とそれに適し、且つ末端商品ニーズに合致した機能的繊維原料の出現と両々相俟って、不織布産業における今日の地位を築くに至った。

世界的にサーマルボンド不織布を見ると、不織布先進国と言われる北米、西欧の両地域と我国においては導入の過程・現状においてかなり特徴的差違がある。即ち、単一型繊維素材 (Monocomponent fiber) を出発原料とする欧米に対し、我国の場合には複合型繊維素材 (Bicomponent fiber) が中心となっていることである。

複合型短繊維は、我国の優れた繊維製造技術から生まれた世界に誇り得る不織布原料であり、多様化する様々

なニーズに対し単一型短繊維に比較して遙かに奥深いポテンシャルティーターを持つものであり、今後とも更なる高性能繊維の開発が精力的に行われて行くものと思われる。世界的なサーマルボンディング技術のボーダーレス化が今後進行するものと思われ、原料繊維はもとより、ボンディング技術との組合せによりそれぞれの不織布の持つ特徴を使い分けながら、棲み分け発展していくことが期待される。

参考文献

- 1) ノンウーヴンズ・レビュー創刊準備号 (1990年 5 月)
- 2) IDEA'92 コンファレンスブック
- 3) 不織布情報 平成 4 年 7 月号
- 4) 第21回機能紙研究会誌 “不織布における熱接着繊維とその応用”
- 5) INDA TEC'92 コンファレンスブック
- 6) Principle of Nonwovens : INDA, 1992年
- 7) ノンウーヴンズ・レビュー 1992 Vol.3 No.3
(平成 5 年 1 月 12 日受理)

1995環太平洋国際会議のお知らせ —シンポジウムテーマおよび日本側オーガナイザー募集—

1995環太平洋国際会議実行委員会

標記国際会議が1995年12月17日 (日) ~12月22日 (金) の間、アメリカ合衆国ハワイ州ホノルル市において日本、アメリカ、カナダ、オーストラリア、ニュージーランド 5 か国の化学会の主催で開催されます。一般講演の募集は1993年以降に改めて行いますが、今回は下記要領によりシンポジウムテーマの募集を行います。

応募期限:

第一次締切り	1993年 4 月 15 日
採否の通知	1993年 7 月 15 日
シンポジウム提案の最終応募期限	1994年 1 月 15 日

シンポジウム: シンポジウムは口頭発表とポスターによる発表からなります。原則的には1シンポジウムは昼間のセッション (口頭発表) としては、5 半日を越えないように、また、半日の口頭発表セッションは最低3.5時間として下さい。招待講演の長さは討論時間を含めて45分以内、一般講演の長さは20分以内です。

連絡先: 〒101 東京都千代田区神田駿河台 1-5 日本化学会環太平洋国際化学会会議事務局 (日本)

業務部長 宮崎征雄, 総務部 遠藤裕子