

# ナノファイバーを用いた高性能繊維材料の開発

製品科学課 金丸亮二、早苗徳光\* 生産システム課 野尻智弘

中央研究所 九曜英雄

## 1. 緒言

エレクトロスピンニング装置によって作製したナノファイバー不織布は、強度、耐久性の問題から、通常、布帛等の基布とラミネートして使用している。しかし、そのことによる工程増や性能の低減が、ナノファイバー製品実用化のネックとなっている。昨年度、我々はエレクトロスピンニング装置上で、基布に直接ナノファイバーを噴出し付着させる技術について検討したが、実用的な剥離強度を得ることはできなかった。そこで、ナノファイバー不織布を2層構造にし、接着層を設けることにより、布帛との貼り合わせを容易かつ高性能に保つ技術について検討した。

## 2. 実験方法

### 2.1 2層構造ナノファイバー不織布の作製

ナノファイバー不織布は、透湿防水性、高摩擦性等の性能を発現する基本層と布帛との接着を担う接着層の2層とした。接着層もナノファイバーで構成されるため、性能低下の少ない貼り合わせ生地が作製できると考えた。

基本層に使用する樹脂はポリウレタン、接着層に使用する樹脂はPVA（ポリビニルアルコール）とした。

ナノファイバー不織布の作製は、シングルノズル式のエレクトロスピンニング装置を使用した。

積層手順は、まずポリウレタン樹脂を厚さ約15 $\mu\text{m}$ になるように紡糸し、その上にPVA樹脂を紡糸し、積層した。厚さは、5 $\mu\text{m}$ 、10 $\mu\text{m}$ 、20 $\mu\text{m}$ の3種類とした。

### 2.2 貼り合わせ生地の作製

貼り合わせ用の基布として、以下の4点を準備した。

- |                 |            |
|-----------------|------------|
| ①綿織物            | 糸番手：30s    |
| ②ポリエステル織物       | 糸織度：83dtex |
| ③ポリエステル(加工糸)横編地 | 糸織度：22dtex |
| ④ポリエステルトリコット    | 糸織度：83dtex |

①、②の織物および④のトリコットは比較的高密度のもの、③は密度の粗いものを使用した。基布の拡大写真を図1に示す。

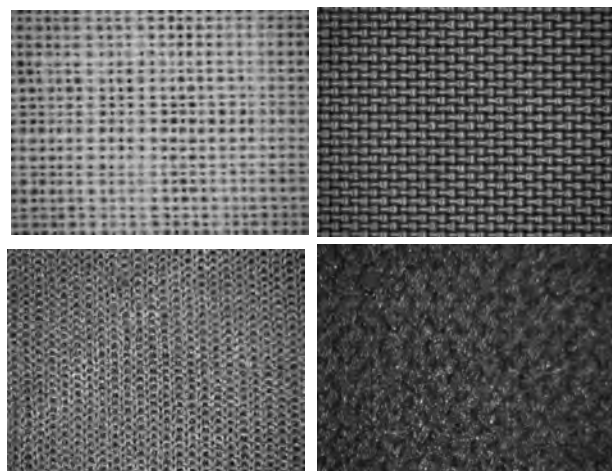


図1. 各基布の拡大写真（上段左から①、②  
下段左から③、④）

これら基布と2層構造ナノファイバー不織布を組み合わせて、貼り合わせ生地を作製した。貼り合わせ方法は、基布側にスプレーで霧吹き状に水を吹きつけた後、アイロンでプレスする方法で行った。

### 2.3 評価試験

作製したナノファイバー不織布と基布の貼り合わせ生地を走査型電子顕微鏡で観察すると共に、剥離強度試験、通気度試験で評価した。

・剥離強度試験 JIS Z0237 の180度引き剥がし試験に準拠し、ナノファイバー不織布と基布の剥離強度を測定。  
試料幅:25mm 試験速度:5mm/min

・通気度試験 JIS L1096 通気度試験A法(フジール形法)

## 3. 実験結果及び考察

表1. 貼り合わせ生地の剥離強度

基 布	剥離強度 (N)		
	接着層厚さ		
	5 $\mu\text{m}$	10 $\mu\text{m}$	20 $\mu\text{m}$
①綿織物	0.12	0.31	(0.73)※
②PET 織物	0.06	0.17	0.42
③PET 横編	0.06	0.16	0.40
④PET トリコット	0.09	0.21	0.49

※剥離せずにナノファイバー不織布が切断

\*現 生産システム課

PVA は、温水に溶解する性質を持つことから、不織布を濡らしながら基布と圧着し、熱をかけてプレスすることにより、強固に接着すると考えた。この方法であれば比較的簡易に貼り合わせることができ、ナノファイバー不織布の特徴である通気性や透湿防水性の低下を抑える効果も期待できる。

表 1 に、貼り合わせ生地の剥離強度を示す。剥離する前に、不織布が破壊される程度の強度を期待したが、そうなのは接着層が厚い不織布と綿織物基布の組み合わせだけであった。剥離した部分の基布側と不織布側の電子顕微鏡写真を図 2、3 に示す。

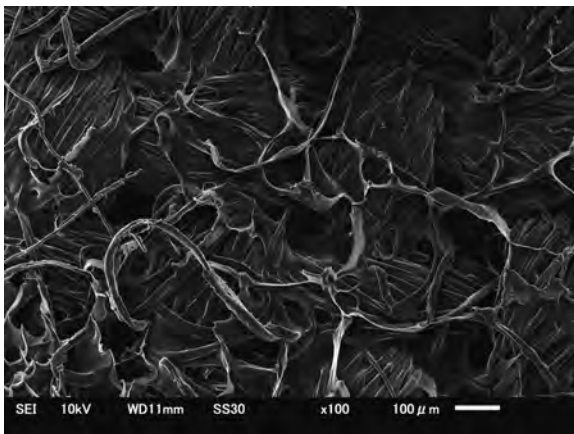


図 2. 剥離部基布側 (綿織物 接着層 10µm)

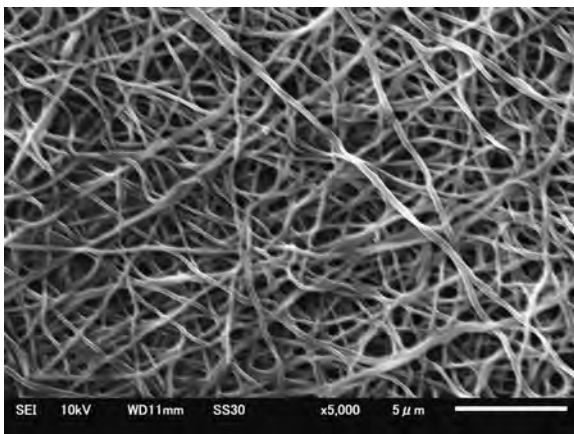


図 3. 剥離部不織布側 (綿織物 接着層 10µm)

基布側には、織物を構成する糸のフィラメント間に PVA 樹脂が染みこんで固化しているのに対し、不織布側は、PVA が PU 繊維面に付着し膜を張っている様子が伺えるものの、付着している量はかなり少ない。毛細管現象等で、PVA の多くが基布側に流れたものと考えられる。

表 2 に、貼り合わせ生地を通気度を示す。

表 2. 貼り合わせ生地を通気度

基 布	通気度 (cm <sup>3</sup> /cm <sup>2</sup> /s)		
	接着層厚さ		
	なし	10µm	20µm
①綿織物	0.67	0.36	0.20
②PET 織物	0.39	0.19	0.10 未満
③PET 横編	1.12	0.64	0.31
④PET トリコット	0.74	0.36	0.22

通気度については、当然のことながら接着層が薄いほど高くなり、接着強度とは相反する。通気度を極力保持しながら、接着強度を高めるには、PVA の基布側への浸透を抑え、不織布側に PVA を保持しておく工夫が必要である。例えば不織布側を 3 層構造にして PVA を中間層にすることにより、基布側への流出を抑え、PU との係合を高めるといった方法を現在検討しているところである。

#### 4. 結言

今回の研究結果は、期待通りのものではなかったが、解決方法はあると考えている。今回は接着層に PVA を用いたが、他の樹脂を使う事も 1 つの手段であると考えている。多層構造ナノファイバーの紡糸技術は応用範囲も広いと考えており、今後はマルチノズル機での紡糸も検討していく。

キーワード：ナノファイバー、エレクトロスピンニング、透湿防水

### Development of Highly Functional Textile Materials Using the Nanofiber

Ryoji KANAMARU, Toshihiro NOJIRI, Norimitsu SANAE and Hideo KUYO

We produced double layer nanofiber nonwoven fabric of PU and PVA, and examined how to paste together to this nonwoven fabrics and clothes simply. As a result, we developed the method of pasting together simply by a spraying water and heat press. However, for improvement in peel strength, we further need to devise the lamination method of nanofiber.