

複層構造ナノファイバー不織布の開発

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 寺田堂彦

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。これを解決する手段として、昨年度、接着層を有する2層構造ナノファイバー不織布をシングルノズル機で簡易的に作製し、布帛とラミネートしてその性能を検証した。本年度は、実用化を念頭に、マルチノズル機で、2種類の樹脂を同時に紡糸し、連続的に2層構造ナノファイバー不織布を作製する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

Toptec 社製のマルチノズル式エレクトロスピンニング装置は、7つの樹脂タンクから、それぞれ別の樹脂を同時に紡糸できる構造となっている。しかし、これまでの実験では、マルチノズル機で紡糸可能な樹脂同士であっても、同時噴射を試みると、片方しか飛ばない、あるいは両方飛ばない等の現象が発生し、2種類の樹脂での同時紡糸は困難であった。



図1. 2種同時紡糸の失敗例

図1にその失敗例を示す。左のノズル列と右のノズル列からそれぞれ違う種類の樹脂を紡糸しようとしたが、左のノズル列からのみ、樹脂が綿状に噴出し、ナノファイバー化できなかった。

失敗の主な要因として、溶液の粘度、溶液における樹脂の比率、電気伝導度、溶剤の種類（DMF、MEK、アセトン等）とその配合比、添加剤の種類と量、紡糸条

件（ノズルピンの径、ノズル列の配置、ノズルターゲット間距離、タンクの絞り等）が考えられる。そこで、これらの条件を調整し、同時紡糸できる条件を探った。

樹脂は、昨年度の予備試験の結果を踏まえ、ポリウレタン（PU）樹脂とポリビニルアルコール（PVA）樹脂とした。

2.2 貼り合わせ生地の作製及び評価試験

2.1 で作製できたナノファイバー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で貼り合わせ生地を作製し、評価試験を行った。

貼り合わせ用の基布として、以下の2点を準備した。

- ①綿織物 糸番手：30s
- ②ポリエステルトリコット 糸織度：83dtex

各基布の拡大写真を図2に示す。

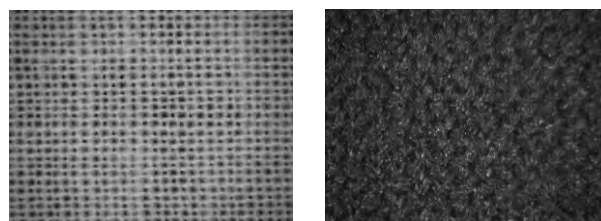


図2. 各基布の拡大写真（左から①、②）

作製した貼り合わせ生地は剥離強度試験で評価した。

・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

3. 実験結果及び考察

まずは、PU樹脂とPVA樹脂それぞれについて単体で、ナノファイバー不織布化可能でかつ極力生産量の高い条件を探った。その際、ノズルコレクタ間距離は100mm、電圧35kVで固定した。

その結果、PU樹脂溶液では、含有樹脂率15%、溶媒はDMFとMEKを6:4で混合したもの、PVA樹脂では、樹脂比率12%で溶媒は水を使用したものが良好で、どちらもほぼ同等の紡糸状態を示すことがわかった。

これらを、電圧35kV、ノズル間距離35mmで同時紡糸を試みたところ、PU樹脂のみ紡出し、PVA樹脂は

飛ばなかった。電圧を上げると、PVA樹脂の紡糸は可能となったものの、PU樹脂側が綿状紡出となった。溶液条件を変えずに、同時紡糸可能な条件を探ったところ、ノズル間距離を広げることにより、各樹脂の飛相状態は異なるものの、同時紡糸が可能となることがわかった。

具体的には、ノズル間距離を 105mm 以上に広げることで、同時紡糸が可能となった。そこで、この条件を基本に、樹脂溶液の混合比等を少しずつ変えながら、ノズル間距離を狭めていく方法により、生産性を極力落とさずに同時紡糸できる条件を探った。

最終的には、ノズル数でPU樹脂 19 本、PVA樹脂 38 本の同時紡糸が可能となった。その時の紡糸状態を図 3 に示す。

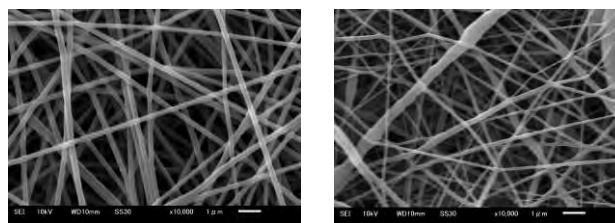


図 3. PU樹脂、PVA樹脂同時紡糸状態

図中、左 2 列でPVA樹脂、右 1 列でPU樹脂を紡糸している。PVA樹脂を 2 列にしたのは、PU樹脂と比較して紡糸量が少なかったためと、布帛との貼り合わせの際、接着層であるPVA樹脂層を厚くし、接着強度を高めるためである。作製したナノファイバー不織布の厚さは、PU層 8 μ m、PVA層 14 μ mであった。

作製した 2 層構造ナノファイバー不織布の電子顕微鏡写真を図 4 に示す。

PU樹脂側は、繊維径のバラツキが大きく、ところどころビーズ状の固まりも見られた。同時紡糸の影響もあ



(PU側)

(PVA側)

図 4. 2 層構造ナノファイバー不織布の電子顕微鏡写真
 と考える。繊維径は、100~500nm であった。それに対し、PVA樹脂側は、繊維径のバラツキも少なく安定した形状を示している。繊維径は 150~250nm 程度であった。

作製した 2 層構造ナノファイバーは、2 種類の基布と貼り合わせて、剥離強度を評価した。結果を表 1 に示す。

表 1. 貼り合わせ生地の剥離強度

基 布	剥離強度 (N)
①綿織物	(0.82)※
②PETトリコット	0.49

※剥離せずにナノファイバー不織布が切断

ポリエステル基布では、十分な剥離強度を得られなかったが、PVA層の厚みを上げることで、強度向上は可能と考える。

4. 結言

マルチノズル式のエレクトロスピンニング装置で、2 種類の樹脂の同時紡糸を可能にすることができた。このことにより、生産性を大幅に向上する目処が立ったと考える。ナノファイバーの実用化に向けて、今後さらに生産性向上技術をはかっていきたい。

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 Dohiko TERADA

We produced double layer nanofiber nonwoven fabric of PU and PVA made by multi nozzle electro spinning system, 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.