

ナノファイバーを用いた高機能繊維材料の開発

製品科学課 金丸亮二、溝口正人 生産システム課 野尻智弘、水野渡

中央研究所 榎本祐嗣 信州大学繊維学部 金翼水 渡邊圭

1. 緒言

富山県ものづくり研究開発センターに設置された、エレクトロスピンニング装置は、幅 600mm のナノファイバー不織布を連続的かつ安定的に製造できる。これにより、エレクトロスピンニング方式によるナノファイバーの用途展開を大幅に広げることが可能となり、繊維業界を始め、様々な業界で各種製品への展開が期待されている。しかしながら、ナノファイバー化できる条件範囲はシングルノズル機と比べてかなり狭く、紡糸条件、樹脂の調合条件、環境条件などを正確に把握し、設定する必要がある。そこで、本年度は、ナノファイバー化できる各種条件を把握するとともに、高い透湿防水機能を付与する方策を探った。

2. 装置の概要および特徴

富山県ものづくり研究開発センターに導入したエレクトロスピンニング装置の外観を、図 1 に示す。



図 1. エレクトロスピンニング装置の外観

エレクトロスピンニング装置の主な仕様は以下のとおり。

不織布最大幅：600mm

不織布最大長：連続式 20m 以上可能

繊維径：100～1000nm

生産速度：5～100mm/min

加工可能樹脂：溶剤等に溶解可能な樹脂

(装置の特徴)

ノズル百数十本を要することにより、広幅長尺のナノ

ファイバー不織布を、高い精度で製造することができる。製造したナノファイバー不織布は、透湿防水性、高摩擦性、ワイピング性、抗菌性など、様々な機能を有しており、応用製品として、フィルター、透湿防水衣服、ワイピングクロス、各種医療素材等、様々な用途展開が期待されている。

3 ナノファイバー紡糸可能条件

導入したマルチノズル方式のエレクトロスピンニング装置は、前項で述べたような特徴がある反面、ナノファイバー化できる条件は狭く、樹脂同士が融着してフィルム状になったり、あるいは繊維がナノサイズ化できなかったりといった欠陥を生じる。そこで、ポリウレタン樹脂を用いて、ナノファイバー化する条件を、装置設定、樹脂、環境の各項目毎に探った。

3.1 装置設定条件

装置は、樹脂溶液を入れておくタンク部、ナノファイバーを離型紙に向けて噴出するノズル部、不織布化したナノファイバーを巻き取る巻き取り部に大別される。タンク部とノズル部はパーツに分解されており、まずは、このパーツを着実に組み上げて、セッティングする必要がある。主なセッティング作業手順は以下のとおり。

- ・タンク部容器の組み上げ、バルブパーツの組み上げ
- ・ノズルバーの組み上げ、ノズルピンの取り付け
- ・ノズルバーのバー受けへの取り付け
- ・タンク部とノズルバーをつなぐチューブの取り付け
- ・離型紙の巻き取り部へのセット

セッティング終了後、ナノファイバーの紡糸が可能となる。これまでの試作実験から、ナノファイバー化できる装置条件の目安は以下のとおり。

- ・付加電圧：25～40kV
- ・ノズルバー間距離：75mm 程度
- ・巻き取り速度：5～50mm/min

なお、不織布の製造終了後は、反対の手順でパーツ毎に分解するとともに、各パーツを確実に洗浄しておかな

いと、安定したナノファイバーは製造できない。

3.2 樹脂溶液条件

ポリウレタン樹脂の場合、DMF（ジメチルホルムアミド）が溶液を作成する上での基本溶剤となるが、DMF単体ではナノファイバー化できないことが多い。そこで、MEK（メチルエチルケトン）、トルエン、メタノール等を適宜ブレンドして溶液を作成する。安定したナノファイバー化には、確実に攪拌しムラがないことが重要である。必要に応じ、樹脂の乾燥や、攪拌時の加温等も行う。ナノファイバー化できる樹脂溶液条件の目安は以下のとおり。

- ・溶剤混合比：DMF、MEK使用 混合比 1:1 程度
- ・溶液の樹脂成分比率：10～17%
- ・樹脂溶液粘度：概ね 1,000MPa・s 以下

3.3 環境条件

安定したナノファイバーを得るためには、温湿度の設定が重要である。ナノファイバー化できていても、温湿度の変化により、繊維径や目付等にバラツキを生じるため、安定していることが最も重要である。ナノファイバー化できる温湿度条件の目安は、以下のとおり。

- ・環境温湿度条件：温度 20℃前後 湿度 35～50%RH

4. 透湿防水シートの作製

前項で示した紡糸条件の目安は、ナノファイバー化を保証するものではないが、全ての条件が揃っていれば、ナノファイバー化できる可能性が高いことを示す。これらの条件を踏まえ、高い透湿防水効果を持つナノファイバー不織布の作製を目的に、さらに細かいセッティング

をした結果、表 1 に示す性能を有するサンプルを作成することができた。図 2 に、その電子顕微鏡写真を示す。

表 1 透湿防水性ナノファイバー不織布の性能

	測定値
目付	14.0g/m ²
厚さ	37μm
通気度	0.4cc/cm ² /s
耐水圧	13,000mmH ₂ O
繊維径	平均 300nm 程度

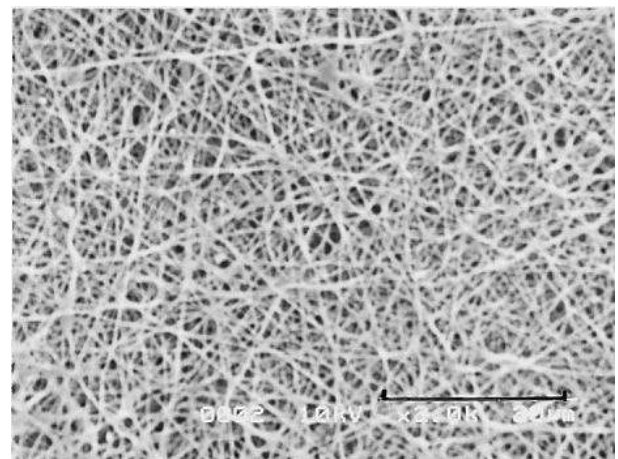


図 2 透湿防水性ナノファイバー不織布の電子顕微鏡写真

5. 結言

導入したエレクトロスピンニング装置の、セッティングや紡糸条件をある程度把握するとともに、高い透湿防水性を有する不織布を試作することができた。今後はさらに、様々な機能を持つナノファイバー不織布の開発をはかっていく。

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, Masato MIZOGUCHI, Toshihiro NOJIRI, Wataru MIZUNO and Yuji ENOMOTO

Ick-Soo KIM and Kei WATANABE (Shinshu University)

We considered a nanofiber nonwoven fabric manufacturing process by electrospinning equipment of a multi-nozzle system. As a result, it was possible to find the condition that fiber can be made a nano scale. And more, we could apply its condition and develop a nanofiber nonwoven fabric with the high moisture penetration waterproof performance.