

39 エレクトロスピンニング法を用いた糸表面加工技術および加工装置の開発

東山幸央, 中野恵之, 原田知左子, 瀬川芳孝, 古谷 稔, 藤田浩行, 近藤みはる, 有年雅敏

1 目的

今後の繊維製品の高付加価値化への進むべき方向として、極細繊維（ナノファイバー）化が有望視されている。繊維直径を非常に細くすることにより、独特の風合い（触感等）や極薄・極軽量化、通気抵抗の減少などの新たな機能性を付与することができる。

エレクトロスピンニング法は、ナノファイバーを比較的簡便に作製できる手法であるが、今まで本法により作製されたナノファイバーの用途は、フィルター等の産業資材分野が主で、衣料などの織物分野に適用されることはほとんど無い。この要因として、ナノファイバーが連続した糸ではなく不織布状で得られることと、ナノファイバー単体では強度が低く製織できないことが考えられる。

本研究では、従来の糸の表面にナノファイバーを吹付加工・固定化させることにより、強度を上げて製織を可能にするとともに、織物分野への適用を目指すための糸表面加工技術および加工装置の開発を行った。

2 実験方法

図1に開発したエレクトロスピンニング糸表面加工装置の写真を示す。本装置を用いて糸表面にナノファイバーを吹付・固定する方法は、以下の手順で行う。

- ① ポリエチレンテレフタレート（再生ハップ材）の10wt%HFIP（ヘキサフルオロイソプロパノール）溶液を溶液供給部のシリンジに充填し、マルチノズル部に送液する。
- ② ノズル部に12kVの電圧を印加し、原糸供給部より送られる綿糸と同速度で回転するロール状の捕集部に

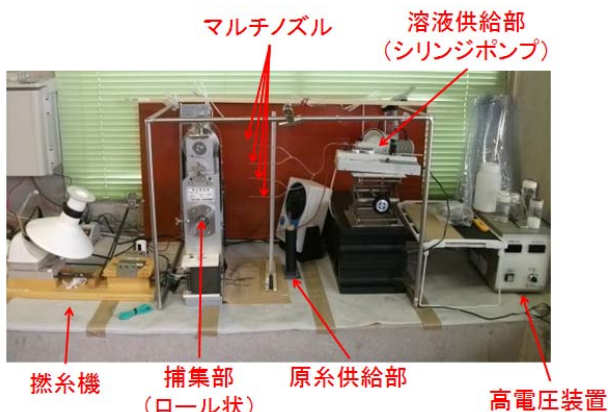


図1 エレクトロスピンニング糸表面加工装置

向けてエレクトロスピンニングを行い、綿糸表面にナノファイバー層を積層させる。

- ③ この糸を捕集部より切り出した後、撚糸機で撚りをかけて巻き取る。

3 結果と考察

エレクトロスピンニング表面加工の状況を図2に示す。

ロール状の捕集部はステンレスベルト製で、ロール下部より綿糸が供給される。ノズル先端よりエレクトロスピンニング噴射が起こり、ナノファイバー層が綿糸の表面に積層された後、ロール上部の回転刃により切り出され、撚糸機に送られる。ノズル本数を増やすことによって、単位時間あたりのナノファイバーの吐出量が上がり、糸表面への加工速度を速めることが可能である。例えばノズルを6本用いた場合、1m/minの加工が達成できる。

撚糸工程の状況を図3に示す。撚糸前の綿糸には、平

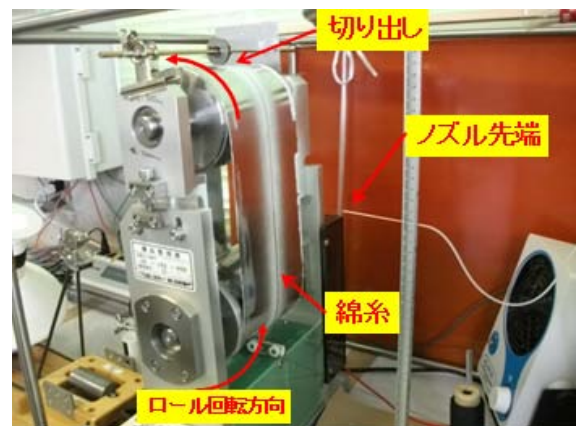


図2 エレクトロスピンニング表面加工の様子

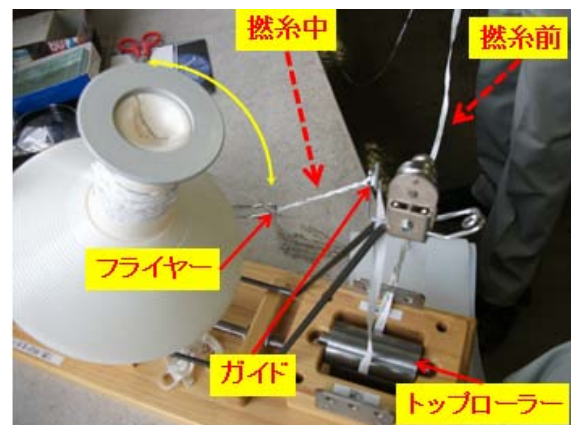


図3 撚糸の試験の様子

テープ状のナノファイバーが積層しているが、トップローラー・ガイドを通過後、回転するフライヤーにより撚りがかかって捩れている様子を確認することができる。

図1の装置を用いて作製したエレクトロスピンニング表面加工糸の写真を図4に示す。黒色の綿糸の表面が白いナノファイバー層で被覆され、白い糸に見える。加工前後の糸の電子顕微鏡写真を図5に示す。綿糸表面が上手く被覆されていることが確認できる。

エレクトロスピンニング表面加工糸の表面を更に拡大した電子顕微鏡写真を図6に示す。繊維直径 200nm 以下



図4 エレクトロスピンニング表面加工糸

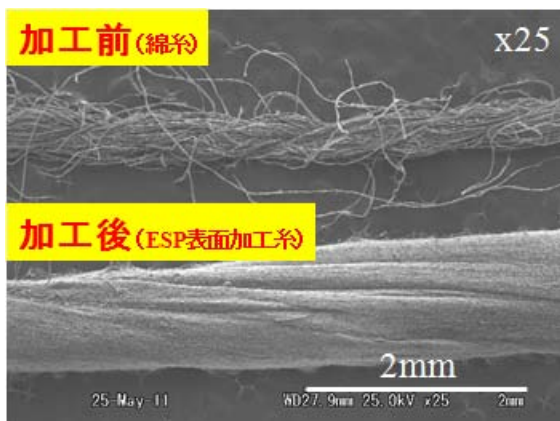


図5 加工前後の糸の電子顕微鏡写真

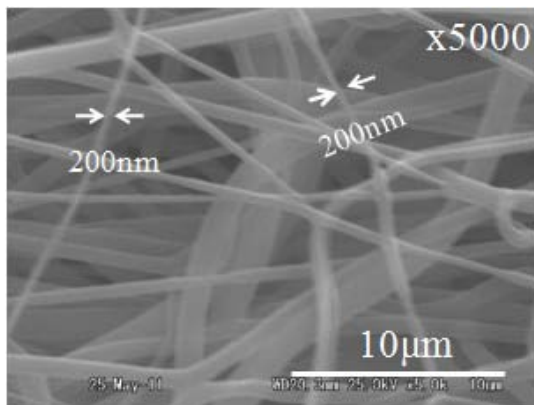


図6 エレクトロスピンニング加工糸表面のナノファイバーの電子顕微鏡写真

のナノファイバーが確認できる。

今回は糸のラインを一本で行ったが、6本のノズルを糸の進行方向に対して縦一列に並べた場合でも、エレクトロスピンニング噴射によりナノファイバーが積層する幅は6~8cm程度ある。今回の検討では6mm幅で切り出しているため、10ライン程度の並列加工は可能であると考えられる。勿論、並列に2列(ノズル12本)・3列(ノズル18本)とノズルを増設することも可能であり、その分加工速度・生産効率は向上する。

4 結 論

本研究は、エレクトロスピンニング法によるナノファイバーを織物に適用するために、綿糸を芯材としてナノファイバーを綿糸の表面に積層し、撚りをかけることによって固定化することを目的とした、エレクトロスピンニング糸表面加工装置を開発した。その結果、綿糸をポリエステルナノファイバーで被覆したエレクトロスピンニング表面加工糸の作製に成功した。ノズルを6本用いることにより、加工速度 1m/min が可能になった。

今後は、水溶性ビニロンの糸を芯材にしてエレクトロスピンニング表面加工糸を作製し、この糸を製織することにより、水溶性ビニロンとナノファイバーの混紡布を作製する。その後水溶性ビニロンを溶解処理することにより、100%ナノファイバー織物が作製できることになる。

(文責 東山幸央)

(校閲 有年雅敏)