

相変化材料に基づく適応型高温熱管理用ナノファイバーヤーンの開発

(信州大院・繊維) OWU HONGYI、朱 春紅、森川英明

1. 緒言

近年、高温熱管理用の繊維材料が注目されている。現在、高温熱管理用繊維材料の大部分は、固液相変化材料を用いてカプセル化やコーティングなど従来の方法で作られており、材料の強度や液体の漏れなどの恐れがあり実用化には不十分である。そのため、本研究では、高い機械的強度を持つ固-固相変化材料である二酸化バナジウム (VO_2) を添加したナノファイバー温度適応スマートヤーンを連続的に作製する簡易的な方法を開発した。この方法で作製した芯鞘ナノファイバーヤーン (NFCY) は、糸として直接製編することができ、消防、製鉄所、化学工場などの高温作業環境で使用できる。

2. 実験

ポリウレタン(PU)を使用し、N,N-ジメチルホルムアミド(DMF)の溶媒に 20 wt% の PU を溶解させ、 VO_2 パウダーを加えて PU- VO_2 紡糸液を作製した。自作したナノファイバーヤーン製造システムを用いて、ポリエステル(PET)糸コアヤーンの鞘部分として、PU ナノファイバーヤーン(PU NFCY)と VO_2 を含有する PU ナノファイバーヤーン(VO_2 NFCY)を紡糸し、複合ヤーンを作製した。 VO_2 の含有量が紡糸効果に及ぼす影響を検討するとともに、 VO_2 NFCY の温度相転移特性と熱特性を評価し、PET 布にスタンプに縫製して高温環境における VO_2 NFCY の熱管理を検討した。

3. 結果および考察

Fig. 1a と b は、 VO_2 NFCY の断面と表面の SEM 写真である。 VO_2 NFCY の外層にあるナノファイバーは均一にカバーリングしており、コアヤーンは内部に完全に封入されている。 VO_2 NFCY の特性は示差走査熱量計 (DSC) で測定し、得られた DSC 曲線を Fig. 1c に示す。加熱と冷却の過程で、 VO_2 NFCY は 67°C 付近に吸熱と発熱のピークを持ち、相変化が確認できる。PU NFCY と VO_2 NFCY を使って PET 布の表面にスタンプを縫い付け、 135°C に加熱する。赤外線画像 (Fig. 1d) から、 VO_2 NFCY で縫い付けた模様はより低い温度を維持できることが分かった。この時、PU NFCY で縫製された模様はサーモグラフィ画像で完全に解像することさえできない。 VO_2 NFCY が高温熱管理への幅広い応用の可能性があることを証明している。

4. 結言

本研究では、エレクトロスピニング法と VO_2 添加により、相変化機能を有する NFCY を作製する簡便で実用的な新しい方法を提案する。SEM により、 VO_2 を添加しても良好な紡糸効果が得られることが確認できた。DSC の結果から VO_2 NFCY が相変化特性を有することを証明した。 VO_2 粉末を添加したナノファイバー糸は、直接生地に刺繍することができ、サーモグラフィの結果から、 VO_2 NFCY は高温での温度制御が可能であることが示された。この方法で作製した相変化機能を有するナノファイバーヤーンは、温度適応型高温熱管理繊維への応用が期待できる。さらに、開発した連続 NFCY 製造技術は、他のスマート材料の開発にも有望な方法である。

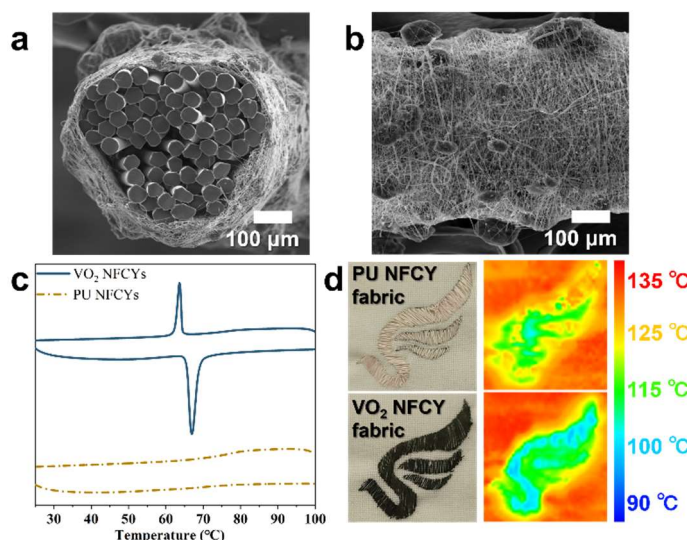


Fig. 1 a, b: VO_2 NFCY 断面と表面の SEM 写真。c: PU NFCY と VO_2 NFCY の DSC 曲線。d: PU NFCY と VO_2 NFCY によって PET 布表面に縫い付けられたスタンプの光学写真と高温でのサーモグラフィ画像。