

(信大院・生命医工)○島田 秀寛、下内 康太郎、荒木 啓吾、山口 昌樹

1. はじめに

固体表面に微細で周期的な構造 (微細周期構造) を付与することで、親水性/撥水性を大幅に改質することができる。しかし、繊維表面に直接的に微細周期構造を付与する場合、熱等による破断がボトルネックとなっていた。そこで、筆者らは熱の影響がほとんど無いアブレーション (昇華) による加工が可能な超短パルスレーザーに着目している。

本研究では、超短パルスレーザーと、表面波干渉法及び一定距離・時間間隔のショット (パーカッション) 加工法を併用し、繊維表面に直接的に微細周期構造を付与する技術確立することを目的とした。

2. 超短パルスレーザーを利用した加工の方法

超短パルスレーザーのひとつであるフェムト秒レーザー加工装置 (PHAROS SP, 中心波長 1028 nm, 最大平均出力 20 W, Light Conversion 社) を使用し、ポリプロピレン繊維 (W0056T30, 繊維束直径 950 μm , フィラメント数 10, 三菱レーヨン(株)) に一定距離・時間間隔のショット加工 (パーカッション加工) を行った (Fig.1). 加工ピッチ τ μm とパルス周波数 f kHz の積がスキャン速度 v mm/s となる。

加工の条件としては、スポット径 30 μm , 1 パルス当たりのエネルギーを 25 $\mu\text{J}/\text{shot}$, レーザーの繊維径方向 (y 方向) ピッチを 20 μm で固定し、繊維長手方向 (x 方向) ピッチを 10 - 40 μm , ピークパワー P_p を 25 - 147 MW で変化させた。

3. 結果・考察

Table 1 には、ポリプロピレン繊維の表面の電顕写真を示した。超短パルスレーザーのスポット径が 30 μm なので、長手方向ピッチが 40, 20, 10 μm のオーバーラップ (OP) 率は 0, 33, 67%となる。今回の実験条件においては、OP 率 67% ではピークパワーによらずすべての条件で、OP 率 33% ではピークパワー 50 MW 以上で、超短パルスレーザーの波長とほぼ等しい直径 1,000 nm ほどのファイバー形状の微細構造が観察され、これは表面波干渉で生じたものと考えられた。

一方、OP 率 0% では、いずれのピークパワーにおいてもファイバー形状の微細構造は観察されず、長手方向ピッチ 40 μm に等しいマイクロメートル領域の微細周期構造が形成された。よって、ピークパワー 50 MW 以上でかつ OP 率 33% 以上であれば、繊維表面全体に連続した表面波干渉が生じ、それ以下のパルス出力でも、ピークパワーと OP 率の両条件が満たせば表面波干渉が生じると考えられた。

4. 結論

超短パルスレーザーのピークパワーやパーカッション加工における周期を制御することにより、繊維表面にナノメートル領域からマイクロメートル領域の微細周期構造を形成することが可能であることを示した。

今後は、加工条件と親水性/撥水性の関連性の評価を進めていく所存であるが、本加工法により表面に微細な凹凸を施した繊維を製品へ応用すれば、保温性、通気性、高染色性、高クッション性、肌触り等に優れた布を提供することもできると考えられる。

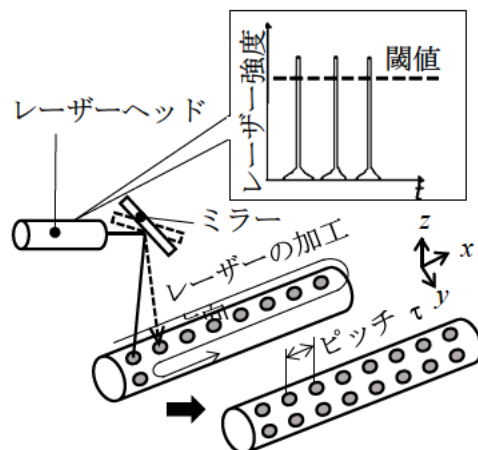


Fig.1 超短パルスレーザーを利用した微細周期構造加工の原理

Table 1 ポリプロピレン繊維の超短パルスレーザーを利用した加工結果

条件	繊維表面
無加工	
τ : 40 μm OL 率: 0% P_p : 147 MW	
τ : 20 μm OL 率: 33% P_p : 147 MW	