

エレクトロスピンニング方式によるナノファイバー不織布とセルロースナノファイバーの複合化による医療用材料の開発

ものづくり研究開発センター 成瀬大輔, 生産システム課 金丸亮二 早苗徳光 吉田巧, 中央研究所 寺田彦彦
第一編物株式会社 高嶋隆明 長田定克

1. 緒言

エレクトロスピンニング装置で作製したナノファイバー不織布は、極薄でありながら優れた防水性、通気性を有する。これらの特徴は経皮吸収製剤、皮膚貼付用テープ製品などに要求される機能であることから、医療分野でのナノファイバー不織布の応用が期待されている。しかし従来からのナノファイバー不織布ではこれら製品の基布としては強度が不足する。そのため、天然由来素材で生体適合性の高く強度の大きいことを特徴とするセルロースナノファイバー(以下 CNF と表記)を組み合わせることにより、高機能かつ快適性の高い医療用材料を開発することを目的とする。

2. 実験方法

今年度は、ナノファイバーの原材料としてエステル系、エーテル系、ポリカーボネート系のポリウレタンをそれぞれ A,B,C として選定し、樹脂の調合ならびに実験条件を見出すためのシングル紡糸を行った。紡糸したナノファイバーシートに対し、伸度試験、耐高温高湿試験、透湿度試験を行い、3 種のポリウレタンの特徴の把握や利用用途の検討を行った。

得られたポリウレタンナノファイバーに対し、セルロースナノファイバーをアセトン溶媒に希釈分散させた希釈液を付帯した。これを乾燥させることによりセルロースナノファイバーが均一分散した複合ナノファイバーが得られた。

3. 実験結果および考察

3.1 3 系統のポリウレタン樹脂の紡糸比較と性能評価

樹脂 A,B,C の評価試験結果を以下の表 1 に示す。エステル系やエーテル系の PU 樹脂 A,B は極度の高温皇室環境では水分を含むことによる膨潤や、高温条件にさらされることによってナノ繊維が融解してしまう。一方でポリカーボネート系の PU 樹脂 C は同条件下に 30 日間置いても繊維系を保ったままであり、優秀な耐水性及び耐熱性を有していることを確認した。一方で通常時の伸度は

	エステル系樹脂A			エーテル系樹脂B			ポリカ系樹脂C		
	0	4	30	0	4	30	0	4	30
高温高湿試験期間/日 (80℃,100%)	0	4	30	0	4	30	0	4	30
伸度平均/%	74.1	38.6	-	133.6	-	-	62.8	134.3	186.4
最大荷重/N	2.4	0.8	-	2.5	-	-	2.9	1.78	0.9
弾性率/MPa *	10.1	7.8	-	8.6	-	-	16.6	5.12	2.7
透湿度/ g/m ² ・24h (B法による)	130,000			70,000			100,000		

Fig. 1 各種ポリウレタンの性能評価試験結果

樹脂 B が最も優れており、伸びが非常に良いことが分かる。また、透湿度を比較したところ樹脂 A が最も良好な数値を示した。

この結果より、CNF を表面付帯する場合は最も耐水性に優れているポリカーボネート樹脂を選択することとした。

3.2 ナノファイバー不織布とセルロースナノファイバーの複合化

3.1 で得られたナノファイバー不織布に対し、バーコートや浸漬・含浸を行うことで表面上に、セルロースナノファイバーを付帯した。昨年度の研究では、水分散で付帯していたために、水の乾燥性と表面張力が CNF の均一分散を阻害していた。均一分散性を引き上げるために、CNF 水分散益をアセトン混和することによって乾燥性の向上と低表面張力化を達成した。

また、ホモジナイザーを用いて溶液の分散を行うことにより、昨年度よりもより均一に表面付帯を行うことができた。しかしながら、希釈溶媒としてアセトンを用いたことにより、ポリウレタンナノファイバーが膨潤を起こす、あるいはひび割れを起こすという、強度低下を引き起こす結果となった。

4. 結言

	ナノファイバー 単体	CNF付帯 水分散液	CNF付帯 アセトン分散液
伸度平均/%	97.4	98.8	76.0
最大荷重/N	2.8	3.4	1.9
弾性率/MPa *	5.0	5.6	7.8

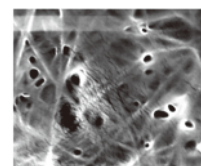


Fig. 2 ナノファイバー破断時の強度および伸度(左)
Fig. 3 アセトンによるナノファイバーのひび割れ

ポリウレタンの調合について本年度は多くの知見を得ることができ、用途に応じた樹脂選択を可能とした。また、ナノファイバー付帯時により均一付帯を行うには低い表面張力と乾燥性の高さを確保することが重要であることが確認できたため、来年度はより温和な条件での表面付帯を行う。また、疎水性溶媒に分散した CNF を用いることによって、ポリウレタン樹脂内に直接 CNF を練りこみ、紡糸するという手法にも取り組む予定である。