

G306

ナノファイバー不織布濾材の水透過及び粒子捕捉性能の評価

(名大工) ○ (正) 向井 康人*・瀧口 佳介・本間 裕幸

【緒言】 繊維業界では、新素材であるナノファイバーが最近脚光を浴びており、広範な分野での応用に向けて急速に研究・開発が進められている。その具体例の一つが、ナノファイバーを基材層に積層させたナノファイバー不織布であり、従来の不織布にはない高度な分離精度と多様な分離機能が期待できることから、新しい環境浄化用フィルターとして注目されている。しかし、フィルターとしての応用事例は排気ガスフィルターや防塵・防毒マスクなどエア系の処理が主体であり、液体系の処理に関しては現状ほとんど研究が進んでいない。そこで本研究では、ナノファイバー不織布の水透過試験および濾過試験を行い、基本的な分離性能を明らかにすることを目的とする。

【実験装置および方法】 1) **濾材** 本研究で用いたナノファイバー不織布は、エレクトロスピニング法により製造した繊維径 100~200nm の 6,6-ナイロン繊維を、PET 基材の表面に目付量 0.38g/m² となるように積層させたものである。Fig. 1 に濾材表面の SEM 写真を示した。対照濾材として、公称孔径 1.0μm のセルロース混合エステル製精密濾過膜も使用した。

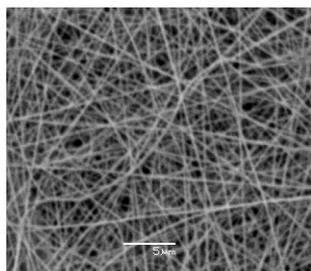


Fig. 1 濾材の SEM 写真

2) **実験方法** フィルターホルダーに濾材をセットし、窒素ガスを作用させて種々の圧力で純水透過試験を行い、透過速度を測定した。また、粒子径 $d_p = 0.100$ 、 0.143 、 $0.196\mu\text{m}$ の単分散ポリスチレンラテックス (PSL) 標準粒子 (JSR(株)製) を用いて質量濃度 $s = 1.0 \times 10^{-5}$ の懸濁液を調製し、 $p = 50\text{kPa}$ の一定圧力で濾過試験を行い、濾液量と濾液中の PSL 濃度の経時変化を測定した。なお、これらの試験とその評価は JIS R 1671 および JIS R 1680 に準拠して実施した。

【実験結果および考察】 1) **水透過特性** 2種の濾材について、 $p = 50\text{kPa}$ での純水透過速度 q を Table 1 に示す。 q 値から Eq. (1)により Darcy の透過率 K が求まり、 K 値から Eq. (2)により水力学の相当直径 d_e が求まるので、これらの値も Table 1 に示した。

$$K = \frac{q\mu L}{p} \quad (1) \quad d_e = 4\sqrt{\frac{5K}{\varepsilon}} \quad (2)$$

なお、 L と ε はそれぞれ濾材層の厚さと空隙率であり、Table 1 に示すように、有効厚さが薄く空隙率が大きい点が本研究で用いたナノファイバー不織布の大きな特

徴である。ナノファイバー不織布の透過率は精密濾過膜の約 1/2 であり、意外と低い値であった。しかし、厚さが 1/10 程度薄いため、結果として 5 倍ほど大きな純水透過速度が得られた。 d_e の値を比較すると、両者の濾材で異なっているが、ともに $0.5\sim 1.0\mu\text{m}$ の範囲にあり、 $0.05\mu\text{m}$ から $10\mu\text{m}$ 程度まである精密濾過膜の孔径のバリエーションを考え合わせると、両者は比較的近い孔径を持つものと考えられる。

Table 1 各濾材の純水透過特性

	Nanofiber filter media	Microfiltration membrane
q [m/s] ($p=50\text{kPa}$)	12.3×10^{-3}	2.6×10^{-3}
L [μm]	16	150
ε [-]	0.98	0.80
K [m ²]	4.0×10^{-15}	7.7×10^{-15}
d_e [μm]	0.57	0.87

2) **粒子捕捉特性** Fig. 2 には、ナノファイバー不織布による PSL 粒子の阻止率 R を単位濾過面積あたりの濾液量 v に対してプロットした。 $d_p = 0.100\mu\text{m}$ の粒子は図の範囲においてほとんど阻止されなかった。一方、水力学の相当直径の 1/4~1/3 に相当する $d_p = 0.143$ 、 $0.196\mu\text{m}$ の粒子は濾過初期においてかなりの透過が見られたが、やがて完全に阻止されるに至った。これらの傾向は対照濾材の精密濾過膜でも同様であった。以上より、ナノファイバー不織布はサブミクロン粒子の分離に適用できることが示唆され、精密濾過膜に匹敵する粒子捕捉性能を持つものと考えられる。

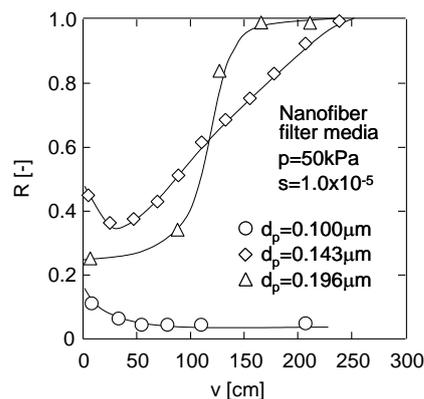


Fig. 2 PSL 粒子の阻止率

【結言】 本研究で使用したナノファイバー不織布は公称孔径 $1.0\mu\text{m}$ の精密濾過膜並みの分離性能をもつことを明らかにした。さらに高度な分離を行うためには、ナノファイバーの目付量や積層構造などについて検討する必要がある。

* E-mail: mukai@nuce.nagoya-u.ac.jp