

湿式不織布法による捕集効率の高いマスク基材の開発

藤本真人 西尾俊文 加藤秀教 續木康広

Mask base with high filtration efficiency by wet process

FUJIMOTO Manato, NISHIO Toshifumi, KATOU hidenori and TSUZUKI Yasuhiro

A-STEP トライアウトタイプ成果報告書（課題番号 JPMJTM20RR）

キーワード：湿式不織布、マスク基材、コロナ放電処理、捕集効率

新型コロナウイルス感染症拡大をうけて、マスクの需要が爆発的に増加している。主流である不織布マスクは、乾式不織布法により、その殆どが国外で製造されてきたが、国の施策によって国内生産体制が強化されつつある。しかし、マスク製造に必要な不織布製造装置は、未だ、限られた企業しか保有していない。そこで、我々は乾式不織布法に比べ保有企業が多く生産量の増大が期待できる抄紙機を用いた湿式不織布法によるマスク基材の開発に着手し、乾式不織布と同等の性能を持つ湿式不織布開発の可能性を見出した。

実験方法

1. 捕集効率の簡易評価法の確立

既存のフィルター性能評価装置は高額であるため、安価で簡易に測定できる簡易評価法が望まれている。そこで、パーティクルカウンターを用いた簡易評価法を開発し、既存評価装置との相関性を明らかにした。

2. 高密度・低密度フィルター製造法の確立

通気性の目標値を、市販の一般的な3層構造マスクを基準に、高密度フィルター（以下、HF）：0.05～0.80kPa・s/m、低密度フィルター（以下、LF）：0.01～0.05kPa・s/mとし、シートマシン抄紙機を用いて、原料や試作条件等を検討して、各種フィルターを試作した。試作後、1. で確立した簡易評価法を用いて捕集効率を測定し、通気性、帯電具合について調査した。

3. テストプラントスケールによる製造法の確立

2. で得た結果を参考に、多目的テスト抄紙機を用いて、テストプラントスケールによる製造法を検討した。試作後、1. で確立した簡易評価法を用いて捕集効率を測定し、通気性、帯電具合について調査した。

結果と考察

1. 捕集効率の簡易評価法の確立

大気の流れる経路にフィルターを挟み込み、フィルターの上流部、下流部で粒子数を測定して捕集効率を測定する、簡易評価法を確立した。このパーティクルカウンターを用いた簡易評価法と既存評価装置の捕集効率を比較するため、通気性或帯電電位の異なるフィルターを、それぞれ測定した結果を図1に示す。簡易評価法でもフィルターの種類により、捕集効率が異なる結果を得ることができた。

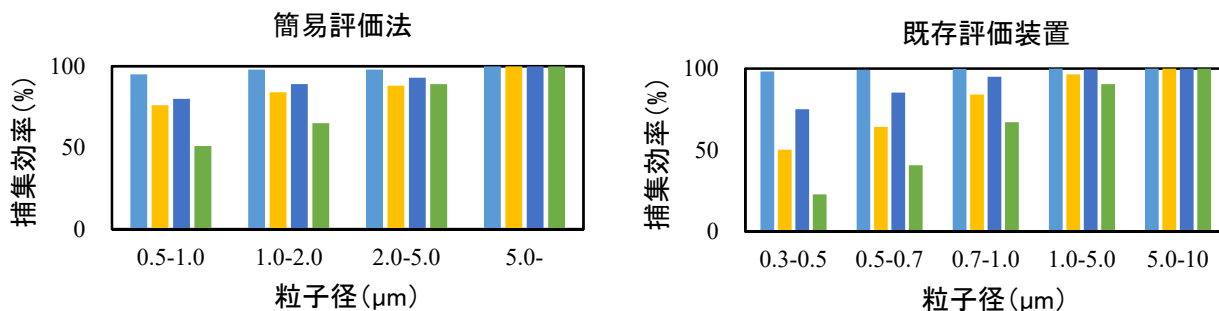


図1 捕集効率の結果

■ PP 不織布 通気性:1.00 帯電電位: -200V ■ PP 不織布 通気性:0.60 帯電電位: 0V
 ■ PP 不織布 通気性:1.00 帯電電位: -100V ■ PET 不織布 通気性:0.40 帯電電位: 0V

この研究は、「A-STEPトライアウトタイプ」の予算で実施した。

また得られた捕集効率の結果を比較した結果を図2に示す。相関係数を計算すると、0.96であったことから、簡易評価法で得られる結果は既存評価装置で得られ結果と相関性があると考えられた。

簡易評価法はパーティクルカウンターと経路部品の、比較的手に入りやすい安価な構成であり、本研究で確立したこの簡易評価法は、中小企業での活用が期待できる。

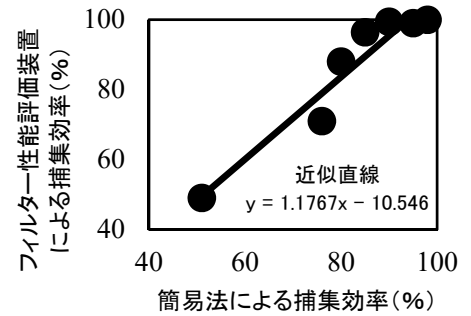


図2 捕集効率の比較

2. 高密度・低密度フィルター製造法の確立

PET 繊維又は PP 繊維を組み合わせる各種 HF を試作し評価した、代表的な結果を表1に示す。結果、目標の通気性のシートを試作することに成功した。PET 不織布は、主体繊維の繊維径が細いため、捕集効率は良かった。PP 不織布は、主体繊維の繊維径が太いため、捕集効率は悪かったが、コロナ放電処理を行うことで容易に帯電することができた。

表1 HF の試作内容・評価

| | | PET 不織布 | PP 不織布 |
|------------------------|----------|--------------------------|-----------------------|
| 坪量 (g/m ²) | | 30 | 25 |
| 配合比 | | 細 PET 繊維 8 割 芯鞘繊維 2 割 | PP 繊維 8 割 芯鞘繊維 2 割 |
| 通気性 (kPa・s/m) | | 0.67 | 0.02 |
| 捕集効率 (%) | 粒子径 (μm) | 0.5-1.0 | 57 |
| | | 1.0-2.0 | 77 |
| | | 2.0-5.0 | 91 |
| | | 5.0- | 100 |
| 帯電電位 (V) | | 0 | -300 |

LF は PET 繊維(2.2dtex)を用いることで、目標の通気性のシートを試作できた。

細 PET 繊維：0.06dtex、PP 繊維：0.6dtex

3. テストプラントスケールによる製造法の確立

テスト抄紙機で抄紙した結果を表2に示す。結果、目標の通気性のシートを製造することに成功し、ワイヤーパートで、円網、傾斜短網どちらでも抄紙可能であったことから、この製造方法は多くの製紙企業で利用可能であると考えられた。捕集効率については、市販マスクフィルター（捕集効率 95% 以上）と比べて、若干劣っている結果であった。

そこで、帯電処理を検討した結果、加熱後にコロナ放電処理を行うことで、PET 不織布に帯電できることを見出した。HF フィルターを帯電させ、捕集効率を測定した結果（表2 HF①帯電、HF②帯電）、帯電前に比べ捕集効率の向上が確認できた。

今後、シートの繊維分散性や帯電処理の改善を行うことで、さらなる捕集効率の向上が見込まれる。

表2 抄紙試験内容・評価

| | | LF① | LF② | HF① | HF①帯電 | HF② | HF②帯電 |
|------------------------|----------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ワイヤーパート | | 円網 | 傾斜短網 | 円網 | 円網 | 傾斜短網 | 傾斜短網 |
| 坪量 (g/m ²) | | 25~35 | 25~35 | 20~30 | 20~30 | 15~25 | 15~25 |
| 通気性 (kPa・s/m) | | 0.02 | 0.05 | 0.70 | 0.70 | 0.80 | 0.80 |
| 捕集効率 (%) | 粒子径 (μm) | 0.5-1.0 | 21 | 22 | 49 | 65 | 56 |
| | | 1.0-2.0 | 15 | 7 | 53 | 76 | 66 |
| | | 2.0-5.0 | 12 | 0 | 55 | 91 | 88 |
| | | 5.0- | 33 | 10 | 100 | 100 | 100 |
| 帯電電位 (V) | | | | 0 | -100 | 0 | -100 |

LF：PET 繊維 7 割、芯鞘繊維 3 割

HF：細 PET 繊維 8 割、芯鞘繊維 2 割（表1 PET 不織布）