

研究ノート

メッシュフィルターを用いたマスクの評価研究

平石直子^{*1}、山本紘司^{*1}、石橋衣理^{*2}

Evaluation Study of Mask Using Mesh Filter

Naoko HIRAISHI^{*1}, Koji YAMAMOTO^{*1} and Eri ISHIBASHI^{*2}Mikawa Textile Research Center ^{*1} Clever Co.,Ltd..^{*2}

本研究では、マスクに用いるメッシュフィルターの通気性試験を行い、フィルターの形状と通気抵抗の関係を明らかにした。また呼吸負荷を目的とした新規なメッシュフィルターを用いたマスクについても評価を行い、開発品は現行品と比較して約 4 倍の通気抵抗を持つことを確認した。また、開発品の洗濯試験、着用試験についても評価を行い、使用後も性能が保たれることを確認した。

1. はじめに

これまで織物のメッシュフィルターを用いたマスクでは、メッシュフィルターの積層枚数や通気抵抗の関係性が明らかにされていなかった。本検討では、マスクに使用されているメッシュフィルターの通気性評価を行い、呼吸筋に負荷を与えるトレーニング用マスクとしてのフィルター材料の特性について評価した。またマスクの洗濯耐久性や、呼吸筋負荷フィルターの繰り返し使用に対する性能についても評価した。

2. 実験方法

2.1 試料

7 層からなるマスク本体生地(手前から①ナイロン織物(PM2.5、ウイルス不活性化)②ナイロン編物(湿度放出)③ポリプロピレン不織布(アレル物質カット)④ポリエステル織物(呼吸筋を鍛える)⑤ナイロン編物(形状記憶)⑥ポリエステル不織布(次の一回分の空気をためる)⑦ナイロン編物(化粧品の付着防止)(図 1)と、3 層からなる呼吸負荷フィルター 4 種類 (A:ポリエステル織物、PP 不織布、レーヨン不織布、B、C:ポリエステル織物、PP 不織布、ポリエステル織物、D:ナイロン織物、PP

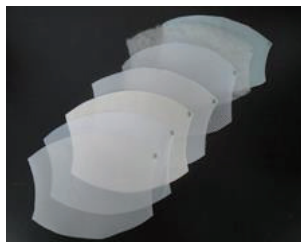


図 1 マスク本体(7 層)



図 2 フィルターをセットしたところ

不織布、ナイロン織物)¹⁾を用いた。フィルターについては、マスク本体の④と⑤の間に挟みこんで使用する構造(図 2)になっており、使用する際には 10 層で着用する。

2.2 マスク本体と呼吸負荷フィルターの通気性測定

通気性試験は、KES 通気性試験機 KES-FB-AP1(カトーテック(株)製)を用いて通気抵抗を測定した。積層したサンプルについては肉厚サンプル測定用アタッチメントを用いて測定を行った。

2.3 マスク本体生地の洗濯試験

裁断したマスク本体の生地 7 層を積層し、4 辺をかがったものを試料とし、JIS L 0217 103 法により 1~20 回洗濯し、洗濯後のマスク本体の通気性、フィルターを挟み込んだ際の通気性を測定した。

2.4 マスク本体生地の寸法変化の評価

マスク本体の生地の寸法変化を JIS L 1096 G 法(家庭電気洗濯機法)により測定した。洗濯操作は JIS L 0217 103 法にて 1~10 回行った。

2.5 呼吸負荷フィルターの耐久性評価

マスク本体にセットした呼吸負荷フィルター(フィルターA、フィルターB を使用)について 5 時間を 1 サイクルとして 10 サイクル使用し、1 サイクル使用毎に呼吸負荷フィルターの通気性を測定した。

2.6 電子顕微鏡によるメッシュフィルターの表面観察

電子顕微鏡 JSM-6010PLUS/LA(日本電子株式会社)を用いて呼吸負荷フィルター織物の表面観察を行った。

3. 実験結果及び考察

3.1 呼吸負荷フィルターの通気性測定結果

表 1 に呼吸負荷フィルターの通気性測定結果を示す。

^{*1} 三河繊維技術センター 製品開発室 ^{*2} 株式会社くればあ

表1 フィルターの通気抵抗

	通気抵抗 (kPa・s/m)	Aを1とした時の 通気抵抗(倍)
フィルターA(現行品)	1.80	1
フィルターB	2.55	1.4
フィルターC	33.8	18.8
フィルターD	6.97	3.9

呼吸負荷フィルター単体で測定した結果、フィルターCの通気抵抗が最も高く、フィルターA(現行品)の約19倍の抵抗値であった。

3.2 マスク本体の洗濯前後の通気性測定結果

マスク本体の洗濯前後の通気性を測定した。また、呼吸負荷フィルターをセットした状態の通気性についても測定した。洗濯による通気性の変化はほとんど見られない結果となった。(表2)

3.3 マスク本体生地寸法変化測定結果

マスク本体生地の洗濯による寸法変化を測定した。編生地②、⑧、⑩については、10回洗濯後においてたて方向に約10%収縮が生じた。(表3)

3.4 呼吸負荷フィルターの耐久性試験

フィルターA、フィルターBを10回まで使用し、使用後毎に通気性を測定した結果、通気性に変化は見られなかった。

3.5 電子顕微鏡によるメッシュフィルターの表面観察

電子顕微鏡を用いて表面観察を行った結果を図3に示す。呼吸フィルターCは呼吸フィルターBにカレンダー加工を施したものであるが、加工により繊維表面が平滑になり、繊維同士の隙間が減少しているのが確認できた。これによりフィルターCが高い通気抵抗を持つと考えられる。

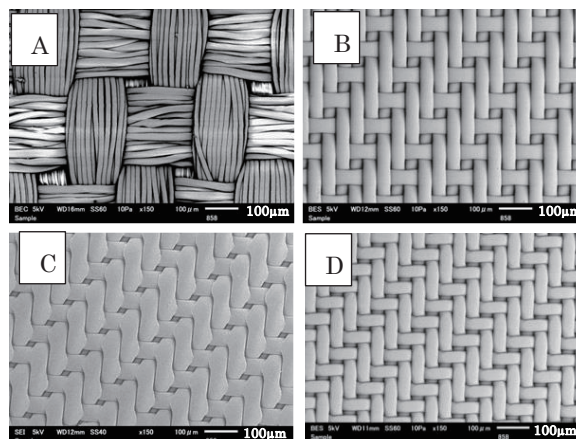


図3 呼吸負荷フィルター

- (1) 新規開発フィルターは現行品と比較して最大で約19倍、本体に挟み込んだ状態で約4倍の通気抵抗値を持つことが明らかになった。
- (2) 同一規格のフィルターをカレンダー加工することにより、通気抵抗を約13倍に向上することができた。
- (3) 現行品フィルターを使用したマスクの着用試験については、同志社大学での測定結果より、マスク非着用時と比較して5%程度のカロリー消費効果が確認されている¹⁾。

今回検討を行った新規開発フィルターは、さらに呼吸負荷を高めたトレーニング用マスクとしての実用化が期待できる。

文献

- 1) 「呼吸筋を鍛え、ダイエット効果のあるPM2.5ウイルス対策マスクの試作」科学技術交流ニュース、平成29年度冬季号：公益財団法人科学技術交流財団

4. 結び

本研究の結果は、以下のとおりである。

表2 洗濯前後のマスク本体、本体+フィルターの通気抵抗

	通気抵抗(kPa・s/m)					
	洗濯0回	洗濯1回	洗濯5回	洗濯10回	洗濯15回	洗濯20回
マスク本体	3.10	3.32	3.20	3.26	3.28	3.35
マスク本体+フィルターA	4.46	4.47	4.59	4.67	4.71	4.67
マスク本体+フィルターB	4.89	4.96	5.04	5.06	5.15	5.24
マスク本体+フィルターC	16.41	18.02	17.26	20.98	19.11	19.77
マスク本体+フィルターD	7.57	7.63	7.80	7.95	7.69	7.81

表3 マスク生地の洗濯寸法変化

洗濯回数 (回)	①ナイロン 織物		②ナイロン 編物		③PP 不織布		④ポリエステル 織物		⑧ナイロン 編物		⑨ポリエステル 不織布		⑩ナイロン 編物	
	たて方向	よこ方向	たて方向	よこ方向	たて方向	よこ方向	たて方向	よこ方向	たて方向	よこ方向	たて方向	よこ方向	たて方向	よこ方向
1	-1.5	-1.2	-4.6	-1.0	-1.0	-0.3	0.0	0.0	-4.5	-2.0	-1.7	0.3	-6.7	-2.5
3	-1.5	-1.3	-4.9	-2.5	-1.8	-2.3	0.0	0.0	-7.5	-2.6	-2.0	-0.5	-7.7	-2.3
5	-2.0	-1.7	-5.6	-3.5	-1.8	-2.5	0.0	0.0	-10.9	-3.5	-5.6	-3.0	-9.0	-3.8
7	-2.0	-1.8	-6.6	-2.5	-3.6	-3.6	0.0	0.0	-10.4	-3.5	-4.3	-3.8	-8.0	-1.8
10	-2.5	-2.3	-9.3	-3.8	-3.3	-3.0	0.0	-0.2	-11.8	-4.4	-5.5	-4.9	-9.0	-4.0