

不織布を活用したタオル製品の開発

小平琢磨* 橋田 充 結田清文

Development of Towel Products using Nonwoven Fabric

KOHIRA Takuma, HASHIDA Mitsuru and YUITA Kiyofumi

手触り感などで特徴のあるタオル製造技術の開発のため、市販の不織布を用いてスリット加工、撚糸加工して不織布糸を作製する技術及び、この不織布糸を用いて手触り感を制御するためのタオル製造技術の開発に取り組んだ。その結果、細幅にスリットした薄手の市販不織布を撚糸することで、タオル製造に用いる一般的な綿糸と同等の太さの糸を作製することができ、不織布のスリット幅を変えて糸の太さを変えることで、手触り感や通気性を変えることが可能であることが分かった。

キーワード：タオル製品、不織布、撚糸、シャリ感

はじめに

今治タオル産地では他産地・他社との差別化のため、特徴のあるタオル製造技術の開発が求められている。我々は以前、四国中央市の地場産業の一つである不織布の製造技術を活用し、機能性不織布糸の作製技術及びその不織布糸を用いた機能性タオル製品の製造技術の開発を行った¹⁾。その結果、サーマルボンド不織布をスリット加工、撚糸加工して不織布糸を作製し、タオル織機で製織することで、抗菌・消臭性能を持ち、通気性に優れた機能性不織布タオルの製造技術を確立した。

この不織布タオルを地元企業向けに発表したところ、ざらざらした手触り感（シャリ感）に対して非常に高い評価を得ることができたが、自作した不織布にムラがあり、強度が低かったため、不織布糸の太さがタオル製造に用いる一般的な綿糸より4倍程度太く、タオル織機で扱うには難易度が高いことが分かった。

そこで本研究では、市販の不織布を調査・選定し、スリット加工、撚糸加工して不織布糸を作製する技術及び、この不織布糸を用いて手触り感を制御するためのタオル製造技術の開発を行ったので報告する。

実験方法

1. 不織布糸の製造方法の検討

(1) 不織布の選定

不織布糸を製造可能な市販不織布を選定する条件として、次のとおり設定した。

- ・種類：サーマルボンド不織布又はスパンボンド不織布。
- ・原料の種類：サーマルボンド不織布の場合、芯鞘繊維 90%以上。
- ・目付：20g/m²以下。
- ・寸法：長さ 2000m以上、幅 200～500mm まで。

不織布メーカーから候補不織布として、表1の3種類の不織布が提示された。

* (現) 愛媛県庁経済労働部経営支援課

この研究は、(公財) えひめ産業振興財団 起業化シーズ育成支援事業「不織布を活用したタオル製品の開発」の予算で実施した。

表1 候補不織布

No.	不織布の種類	原料	目付	寸法（幅×長さ）
①	спанボン	PP/PE 芯鞘繊維	20 g/m ²	480mm×2000m
②	サーマルボン	PP/PE 芯鞘繊維	16 g/m ²	190mm×2000m
③			13 g/m ²	

これらについて引張強度試験を行うとともに、スリット業者に不織布の強度等を確認してもらうことで、今回の試作に用いる不織布を選定した。

(2)スリット加工

タオル製造に一般的に用いられる綿糸（20番単糸）の太さの2倍以下の不織布糸作製を目標とし、スリット幅4mm以下でスリット加工可能か検討した。

(3)撚糸加工

スリット加工した細幅の不織布を撚糸加工するため、ダブルツイスター（村田機械株式会社製、No.36M）を使用し、表2の条件で撚糸加工試験を行った。

通常ダブルツイスターで撚糸加工する際は、合糸機により合糸ボビンに巻き返しを行う必要があるが、今回スリット加工した不織布は紙管に巻かれているため、巻き返しを行うことなく、撚糸機にスパーサを利用し、スリットされた不織布を直接撚糸することとした（写真1）。またスナール（撚り戻し）が発生するため、オートクレーブを用いてスチームセット（120℃・60分）を実施した。

表2 撚糸条件

No.	不織布の種類	スリット幅	撚り数	撚糸スピード
SB-2	①スパンボン (20 g/m ²)	2 mm	12 回/2.54 cm	4,500 rpm
SB-4		4 mm		
TB-2	③サーマルボン (13 g/m ²)	2 mm	12 回/2.54 cm	
TB-3		3 mm	18 回/2.54 cm	
TB-4		4 mm	14 回/2.54 cm	



写真1 撚糸風景

(4)強度試験

作製した不織布糸について、番手計算及び強伸度測定をJIS L1095「一般紡績糸試験方法(2010)」に準拠し、引張速度：25cm/分、つかみ間距離：25cm（スパンボン）・50cm（サーマルボン）の条件で実施し、抱合力試験を蛭田式（荷重147.1cN、回転速度80rpm）で実施した。

2. 不織布糸を用いたタオル生地製の製織条件検討

(1)製織試験

各種不織布糸をパイル糸に使用し、小幅シャトル織機を用いて表3の条件で製織性実証試験を行った。タオルのサイズは縦37cm×横33cmで製織した。

表3 小幅シャトル織機の製織条件

パイル糸	各種不織布糸 綿糸 20/1 ^S
地たて糸	綿糸 40/2 ^S
よこ糸	綿糸 20/1 ^S
たて糸密度	50 本/3.79cm
よこ糸密度	48 本/2.54cm
箆引き込み	G P G P

(2) 物性評価試験

試作したタオルについて、手触り感の評価のための柔らかさ試験と、通気性試験を実施した。柔らかさ試験については、自作した試験機（図1）を用いて、次の手順にて試験を行った²⁾。

- ① 各タオル生地について、不織布糸が表側（装置の圧子と接する）になる場合と綿糸が表側になる2つの場合について測定。
- ② Zステージに取り付けた“片持ちはり”を下降させて圧子でタオル生地を押し込んだ。片持ちはりを下降し、片持ちはりの固定部近傍に取り付けた“ひずみゲージ”のひずみ値が $-50\mu\epsilon$ （荷重換算 0.24gf）を初期状態とした。この後、片持ちはりをひずみ値が $-600\mu\epsilon$ （荷重換算 2.84gf）となるまで下降させ、片持ちはりの下降量からタオル生地の変形量（圧縮量）を求め、バネ定数（g/mm）を算出した。
- ③ 10か所（10点）測定し、それぞれバネ定数を算出し、最大値と最小値を除いて平均値とした。

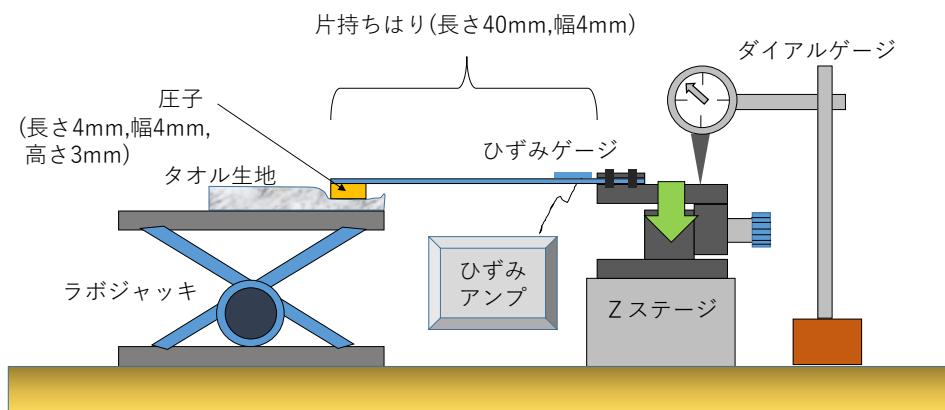


図1 柔らかさ試験機の模式図



写真2 通気性試験機

通気性試験は、通気性試験機（カトーテック株式会社 KES-F8-API、写真 2）を用いて、タオルの不織布糸面を上となるようにセットして通気抵抗を測定し、通気度に換算した。

(3) 試作品の作製

パイル糸に不織布糸を使用し、小幅シャトル織機及び革新織機でフェイスタオル等を試作した。

結果と考察

1. 不織布糸の製造方法の検討

(1) 不織布の選定

候補不織布の縦方向の引張強度試験を JIS L1096「織物及び編物の生地試験方法」に準拠し、実施した。その結果を表 4 及び図 2 に示す。

表 4 不織布の引張強度試験結果（平均値）

No.	不織布の種類	目付	引張強度	伸び率
①	спанボンド	20 g/m ²	24.1 N	132.0%
②	サーマルボンド	16 g/m ²	31.6 N	22.0%
③	サーマルボンド	13 g/m ²	19.5 N	14.2%

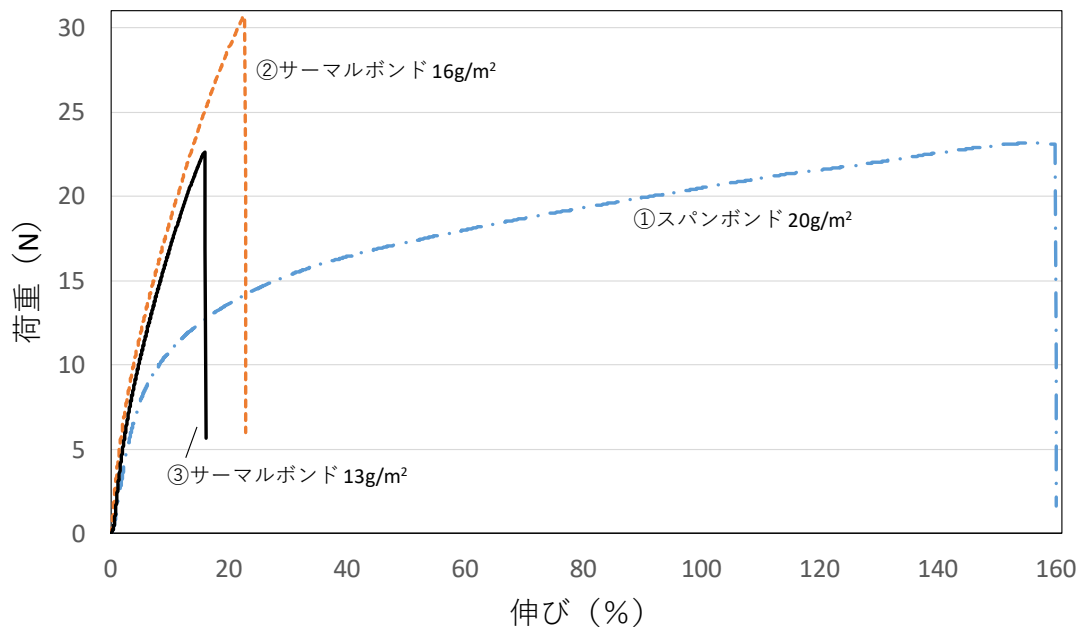


図 2 不織布の応力ひずみ曲線（①～③の代表例）

引張強度については、自作したムラのある不織布を用いた以前の研究において 25N 程度以上でスリット加工できた。今回の市販不織布はムラがないため、20N 程度あればスリット可能と考えられるが、спанボンド不織布は非常に伸びるため、スリット加工が問題なくできるか懸念された。そのため、スリット業者にサンプルを送付して確認してもらったところ、「①はやや弱くて伸びるため、2 mm スリットできるか分からないが、4 mm スリットはおそらく可能。②③は 2 mm スリット可能。」との見解であった。

そのため、①と③の 2 種類を選定・調達し、スリット加工することとした。

(2) スリット加工

スリット加工後、撚糸加工するためには、細幅の不織布をレコード状に巻き取るのではなく、写真 3 のように紙管にボビン巻きにする必要があるため、専門業者に加工依頼した。その結果、①③の 2 種類の不織布とも、幅 2 mm でスリット加工することができた。①については 2 mm と 4 mm 幅で、③については 2, 3, 4 mm 幅でスリット加工した。



写真3 スリット加工のボビン巻き

(3) 撚糸加工

細幅の不織布をダブルツイスターで撚糸加工した。作製した不織布糸の拡大写真を写真4に示す。サーマルボンドのスリット幅3mm (TB-3) に関しては、糸切れ等のトラブルが発生したため、撚り数18回/2.54cmで不織布糸の作製を行った。

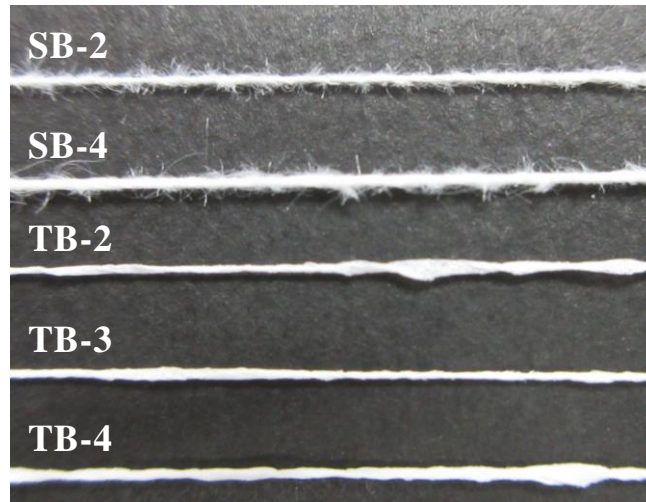


写真4 撚糸後の不織布糸の形状

(4) 強度試験

不織布糸の強度試験結果を表5に示す。2mm幅でスリットした不織布 (TB-2) を撚糸することで、綿番手換算で20.2番手となり、タオル製造に用いる一般的な綿糸 (20番単糸) と同等の太さの紙糸を作製することができた。また、不織布糸は綿糸と比べると伸び率が大きいことが分かった。スリット幅2mmの不織布糸 (SB-2) は、抱合力試験の結果より、タオル織機での製織時に糸切れの可能性が高いことが判明したが、そのほかの不織布糸においては綿糸より大きい抱合力を示すことより織機での製織が可能な糸であることが確認できた。

表5 不織布糸の強度試験結果

不織布の種類	SB-2	SB-4	TB-2	TB-3	TB-4	比較用 綿糸
スリット幅	2 mm	4 mm	2 mm	3 mm	4 mm	
撚り数 (回/2.54cm)	12	12	12	18	14	17
番手 (綿番手換算)	15.0/1 ^S	6.1/1 ^S	20.2/1 ^S	12.8/1 ^S	9.1/1 ^S	20/1 ^S
引張強度 (cN) (最低～最高)	94 (78～111)	422 (345～487)	254 (194～301)	182 (107～224)	415 (246～541)	430 (348～516)
伸び率 (%)	73.1	128.5	24.2	17.6	25.0	6.6
抱合力 (回)	測定不能	300 以上	220	300 以上	300 以上	59

2. 不織布糸を用いたタオル生地製の織条件検討

(1) 製織試験

表5の5種類の不織布糸をパイル糸に用いても、糸切れ等の発生もなく製織可能であることが確認できた。パイル糸として不織布糸及び綿糸を用いて、表面に不織布糸を、裏面に綿糸を出すように評価試験用タオルを製織した。

(2) 物性評価試験

(1)で製織したタオルについて、柔らかさ及び通気性の評価試験を実施した。

i) 柔らかさ試験 (手触り感)

試作タオルの不織布糸面及び綿糸面の測定を行うとともに、比較として、手触りが柔らかいといわれている市販の無撚糸タオルと一般的なタオル(綿糸、20番単糸)を測定した。測定結果を表6及び図3に示す。ばね定数が小さいほうが柔らかいことを表している。

この結果から、スリット幅が小さく糸が細いほど柔らかく、またサーマルボンド不織布よりスパンボンド不織布のほうが柔らかいことが分かるが、これは手で触った感覚と良く合致している。不織布のスリット幅を変えて糸の太さを変えることで、手触り感を変えることが可能であることが分かった。

表6 柔らかさ試験結果(不織布糸面)

不織布の種類	SB-2	SB-4	TB-2	TB-3	TB-4	比較用 綿糸
スリット幅	2 mm	4 mm	2 mm	3 mm	4 mm	
番手(綿番手換算)	15.0/1 ^S	6.1/1 ^S	20.2/1 ^S	12.8/1 ^S	9.1/1 ^S	20/1 ^S
ばね定数(g/mm)	2.7	3.2	2.8	3.1	4.0	2.1

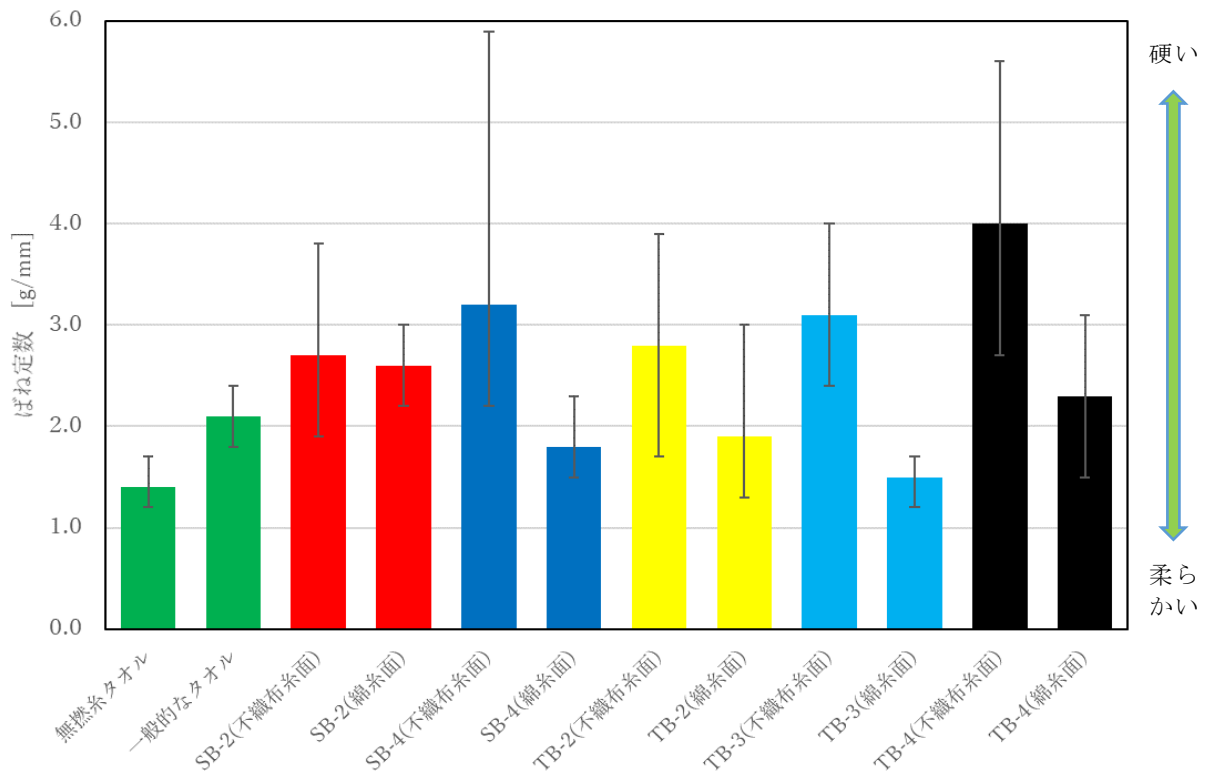


図3 タオル表面の柔らかさ測定データ

ii) 通気性試験

通気性試験結果を表7に示す。スリット幅が小さいほど糸が細いため、通気度が大きく、またスパンボンド不織布よりサーマルボンド不織布のほうが通気度が大きくなった。これはサーマルボンド不織布糸のほうが硬く柔軟性が低いため、空気が通る隙間が大きくなることが要因と考えられる。

表7 通気性試験結果

不織布の種類	SB-2	SB-4	TB-2	TB-3	TB-4
スリット幅	2 mm	4 mm	2 mm	3 mm	4 mm
番手（綿番手換算）	15.0/1 ^S	6.1/1 ^S	20.2/1 ^S	12.8/1 ^S	9.1/1 ^S
通気度（cm ³ /cm ² ・sec）	53.2	30.0	81.2	74.5	68.7
タオルの質量（g）	57.3	89.7	51.4	61.0	71.9

(3) 試作品の作製

パイル糸に不織布糸を使用したタオル製品の試織を行った。

i) 小幡シャトル織機での製織

спанボンド不織布糸を用いたタオルの製織条件を表 8、試作タオルの外観を写真 5、サーマルボンド不織布糸を用いたタオルの製織条件を表 9、試作タオルの外観を写真 6 に示す。

表 8 製織条件

パイル糸	不織布糸 SB-4（спанボンド 4 mm） 綿糸 30/2 ^S
地たて糸	綿糸 40/2 ^S
よこ糸	綿糸 20/1 ^S
たて糸密度	50 本/3.79cm
よこ糸密度	42 本/2.54cm
箆引き込み	G P G P



写真 5 spanボンド使用試作タオル

表 9 製織条件

パイル糸	不織布糸 TB-3（サーマルボンド 3 mm） 綿糸 30/2 ^S
地たて糸	綿糸 40/2 ^S
よこ糸	綿糸 20/1 ^S
たて糸密度	50 本/3.79cm
よこ糸密度	42 本/2.54cm
箆引き込み	G P G P



写真 6 サーマルボンド使用試作タオル

小幡シャトル織機で製織するにあたり、糸切れ等の発生は見られなかった。ただし、ヘムの部分において地織を行ったとき、不織布糸がブツとして表面に現れたので、製品化を行うときには、不織布が表面に現れない組織等を利用する必要があることが分かった。

ii) 革新織機（P-7100）での製織

спанボンド不織布糸を用いたタオルの製織条件を表 10、試作タオルの外観を写真 7、サーマルボンド不織布糸を用いたタオルの製織条件を表 11、試作タオルの外観を写真 8 に示す。

表 10 製織条件

パイル糸	不織布糸 SB-4 (スパンボンド 4 mm) 綿糸 10/1 ^S
地たて糸	綿糸 40/2 ^S
よこ糸	綿糸 20/1 ^S
たて糸密度	48 本/3.79cm
よこ糸密度	42 本/2.54cm
箆引き込み	P G P G



写真7 スパンボンド使用試作タオル

表 11 製織条件

パイル糸	不織布糸 TB-3 (サーマルボンド 3 mm) 綿糸 20/1 ^S
地たて糸	綿糸 40/2 ^S
よこ糸	綿糸 20/1 ^S
たて糸密度	48 本/3.79cm
よこ糸密度	48 本/2.54cm
箆引き込み	P G P G

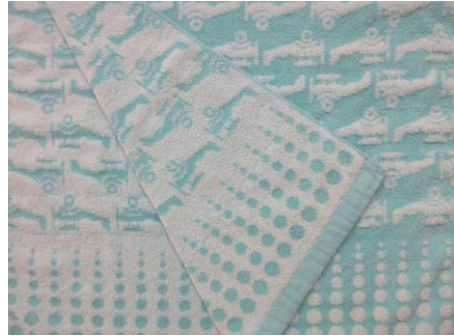


写真8 サーマルボンド使用試作タオル

革新織機で不織布糸を試織した時、シャトル織機では現れなかった不織布糸と綿糸の伸度差による糸ダレ現象が現れ製織性が悪かった。革新織機はシャトル織機と比べると、バックローラから織前までの距離が長いため、少しの伸度の差が糸ダレ現象を起こしていると思われる。今回、不織布糸については糊付け等の加工を行っていないが、量産化を目指すためには、綿糸との伸度差を改善するための加工方法を検討する必要があることが分かった。

ま と め

市販不織布から不織布糸の作製及び、この不織布糸を用いたタオル製造に関する研究を実施した結果、次のことが分かった。

1. 細幅にスリットした、目付の小さいスパンボンド不織布及びサーマルボンド不織布を撚糸することで、タオル製造に用いる一般的な綿糸（20 番単糸）と同等の太さの糸を作製することができた。
2. 不織布のスリット幅を変えて糸の太さを変えることで、製織したタオル生地の手触り感や通気性を変えることが可能であることが分かった。

謝 辞

本研究は、公益財団法人えひめ産業振興財団の支援により実施することができました。また、本研究を実施するにあたり、四国中央市の不織布メーカーであるシンワ株式会社様にご協力いただきました。この場を借りて御礼申し上げます。

文 献

- 1) 小平琢磨, 結田清文, 西尾俊文: 不織布を活用した高機能糸・高機能タオルの開発, 愛媛県産業技術研究所研究報告, 31-38 (2022).
- 2) 田中克典, 檜垣誠司: 「柔らかい糸」の製造方法に関する研究, 愛媛県産業技術研究所研究報告, 104-108 (2023).