

「柔らかい糸」の製造方法に関する研究

田中克典 檜垣誠司

Research on soft thread manufacturing method for towels

TANAKA Katsunori and HIGAKI Seiji

水溶性の化学繊維を使わずに無撚糸を作製するために、サイジングワインダーによる糊付け後に解撚する方法を検討した。

番手の異なる糸を複数用意し、糊付け後の解撚数をパラメータとして、糸の物性評価とタオル製織後の柔らかさの評価を行ったところ、解撚数が増すと引張強さや抱合力が低下するものの、糊濃度を高めることでほぼ無撚糸状態で製織が可能であり、30番手綿糸で試作した生地は市販の無撚糸タオルと同等の柔らかさとなった。

キーワード：無撚糸、撚糸、タオル、サイジングワインダー、糊付け、繊維素材

はじめに

現在、タオルの風合いを柔らかくするために「無撚糸」が多用されているが、無撚糸は強度がないため、水溶性の化学繊維を巻き付けることで補強し、製織後に水溶性の化学繊維だけを溶解させている。このため、コストがかかるうえ、環境意識の高い事業者からは環境負荷が懸念されている。

そこで、本研究では水溶性の化学繊維を使用しない解撚方法で、従来の無撚糸並みの風合いを持つ糸の加工方法を検討したので報告する。

実験方法

1. チーズ糊付け糸の解撚後の物性評価

まず、通常の綿糸加工（精練漂白・チーズ糊付け）した糸に対し、どの程度解撚可能かを調べた。4種類の綿糸（タオルに一般的に使用されている通常綿 10/1^s、20/1^s、30/1^s、長繊維綿 20/1^s）に通常の精練漂白及びチーズ糊付け（糊剤濃度 3%owf）を実施し、2.54cmあたりの解撚数 4回、8回で解撚前後の強伸度（引張強さ）、抱合力（こすれに対する強さ）、毛羽数を測定した。

実施した物性試験方法は、(1)～(3)のとおりである。¹⁾

- (1) 強伸度試験 JIS L1095 単糸引張強さ及び伸び率
- (2) 抱合力試験 抱合力試験機（蛭田理研株式会社製）による糸切断までの回転数
- (3) 毛羽数試験 JIS L1095 毛羽試験機による B 法

2. サイジングワインダーにて糊付けした糸の解撚後の物性評価

チーズ糊付け糸と同様の4種類の綿糸に対して、サイジングワインダー（㈱ヤマダ製 YS-6）による糊付け後に、ダブルカバーリングマシン（㈱カキノキ製 KBW-4）によって、糸の解撚を 2.54cmあたりの解撚数 4回、8回、12回でそれぞれ行い、解撚前後の引張強さ、抱合力、毛羽数を比較した。なお、サイジングワインダーによる糊付けは糊濃度 2%ows と 3%ows にて実施した。

3. 作製した解撚糸を用いたタオルの試作

糊付け後に解撚した糸を用いて、タオルを試織可能かどうか確認した。

サイジングワインダーで 3%糊付け後に 12回/2.54cm 解撚した糸をパイル糸に用いてタオルを試作した。試作したタオルの製織条件を表 1 に示す。

表 1 解燃糸を用いたフェイスタオルの製織条件

使用織機	小幅シャトル織機
糸素材	地たて糸：綿糸 40/2 ^s
	パイル糸：4種類（長繊維綿 20/1 ^s 、 通常綿 10/1 ^s 、20/1 ^s 、30/1 ^s ）
	よこ糸：20/1 ^s
よこ糸密度（本/2.54cm）	48
たて糸密度（本/3.79cm）	100
箆引き込み	[G P]

4. 試作したタオルの柔らかさ評価

試作したタオルを評価するため、図1に示すような試作簡易測定装置を用いて、市販の無燃糸タオルと柔らかさを比較した。

(1) 装置の構成

片持ちはりの自由端をタオル生地押し当て、片持ちはり全体を降下させ、撓んだ度合を片持ちはりの固定部周辺の表面ひずみを計測することにより評価する機構（図1）とした。

片持ちはりとして、長さ40mm、幅4mm、厚さ約0.6mm（片持ちはり部）の竹板を用いた。その自由端には、幅4mm×長さ4mm×厚さ3mmの竹材の圧子を取り付けてある。また、固定端近くにひずみゲージ（㈱共和電業製 KFEL；ゲージ長さ2mm、ゲージ率2.05）を接着により取り付け、事前に校正することで片持ちはりの撓みの程度の計測が可能となる。ひずみゲージの信号は、ひずみアンプ（㈱NEC AVIO 赤外線テクノロジー製 DC31-203A）により測定した。片持ちはりにはZステージに固定し、これにより片持ちはり全体を昇降可能とした。昇降量は、Zステージ上面にセットしたダイヤルゲージにより計測が可能となる。タオル生地は20cm×20cmのラボジャッキ上に置き、初期位置の高さの調整を可能にしている。

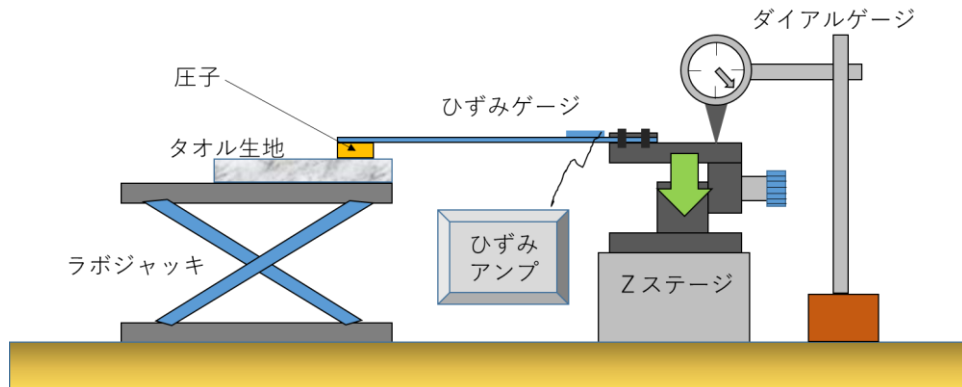


図1 柔らかさの簡易測定装置構成図

(2) 測定方法

図1を用いて試験手順を説明する。本研究では1つのサンプルに対し5回測定を行った。

<測定準備>

- ① ラボジャッキの高さを調節し（下げ）、片持ちはりの先端が当たらないようにジャッキの上面にタオル生地をセットする。
- ② ひずみゲージの値がゼロとなるように、バランス調整を行う。
- ③ ラボジャッキを上げ、タオル生地の表面が片持ちはりの圧子に軽く当たる程度に調節する。

<開始>

- ① ひずみ値を見ながら、Zステージのつまみを回して片持ちはりをゆっくりと低下させ、ひずみ値が(A) $\mu\epsilon$ （本実験では、 $-50\mu\epsilon$ とした）となった時に低下を止め、この際のダイヤルゲージの目盛りを読む（x mm とする）。
- ② さらに、ひずみ値を確認しながらZステージのつまみを回し、片持ちはりを低下させる。ひずみゲージの値が(B) $\mu\epsilon$ （本実験では、 $-600\mu\epsilon$ とした）となった点でのダイヤルゲージの目盛りを読む（y mm とする）。(B)に相当する値は複数設けても良い。

③この後、Zステージのつまみを反対側に回し、上昇させる。片持ちはりの圧子がタオル生地と接触しない点まで上昇させ、ひずみゲージのひずみ値がゼロに戻ることを確認する。

<柔らかさの評価方法>

①生地の柔らかさの指標として、バネ定数を用いる。(単位：g/mm)

$$\text{②バネ定数} = \frac{[(B\mu\epsilon \text{ に対応した荷重 } Bw \text{ (g)}) - (A\mu\epsilon \text{ に対応した荷重 } Aw \text{ (g)})]}{[(B\mu\epsilon \text{ の際の生地押込量 } BI \text{ (mm)}) - (A\mu\epsilon \text{ の際の生地押込量 } AI \text{ (mm)})]} \dots (1)$$

ここで、(x με の際の生地への押込量 y mm)は、x με 時での (Z ステージ低下量) から、(片持ちはりの撓み量) を差し引いた値で求めることができる。

結果と考察

1. チーズ糊付け糸の解燃後の物性

各糸の元撚り数 (解燃前の撚り数) を表 2、チーズ糊付け糸の解燃前後の引張強度の測定結果を図 2、抱合力を図 3、毛羽数を図 4 にそれぞれ示す。

なお、解燃数は 2.54cm あたりの回数であり、解燃時に糸が切断したものや抱合力試験で初荷重に耐えきれず、破断したものは図に記載していない。この結果から、チーズ糊付けでは元の撚り数の半分程度しか解燃できず、製織に十分な強度も得られないことが分かった。

表 2 各糸の元撚り数

	10/1 ^s 通常綿	20/1 ^s 通常綿	30/1 ^s 通常綿	20/1 ^s 長繊維綿
撚り数 (回/2.54cm)	13.2	17.1	21.3	11.2

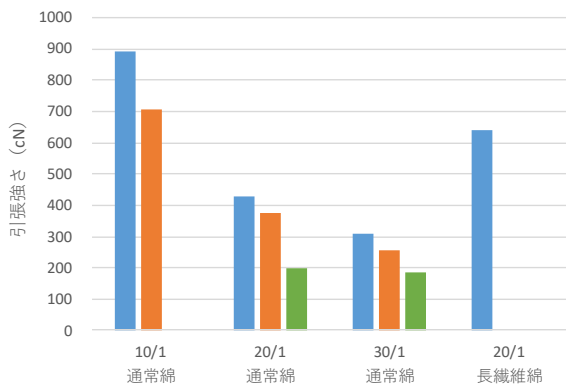


図 2 引張強さの測定データ (チーズ糊付け)

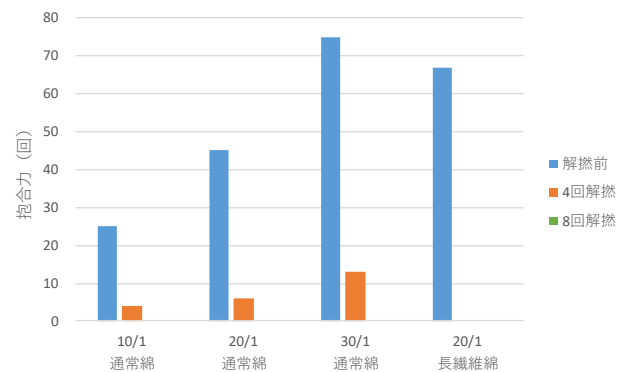


図 3 抱合力の測定データ (チーズ糊付け)

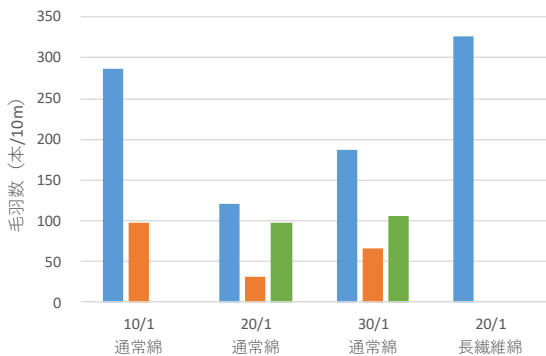


図 4 毛羽数の測定データ (チーズ糊付け)

2. サイジングワインダーで糊付けした糸の解燃後の物性

サイジングワインダーで糊付けした糸の解燃前後の引張強度の測定結果を図5、抱合力を図6、毛羽数を図7にそれぞれ示す。糊濃度2%については、解燃前、4回解燃、8回解燃、12回解燃後のそれぞれの物性を示し、糊濃度3%については、12回解燃後のみの物性を示した。図中に値がないものは、試験中あるいは糸製造中に破断あるいは切断により測定ができなかった理由による。

引張強度に関しては、元撚り数が17回以上の綿糸の場合、解燃数の増加に対する引張強度の低下量が線形であるのに対し、元撚り数が少ない場合は、引張強度の低下割合は解燃数により異なった。長繊維綿糸は通常綿糸より高い値となり、糊濃度を3%に増すことでいずれの綿糸も強度が増加した。

抱合力に関しては、すべての綿糸において解燃数を増すと抱合力は大きく低下した。また、元撚り数から解燃数を差し引いた撚り数が同じであれば、綿糸の太い方が高い抱合力となった。さらに、解燃数が12回の場合では、2%の糊濃度を3%にすることで、抱合力は大きく改善された。

毛羽数に関しては、解燃数を増せば毛羽数が増加する傾向にあるが、綿糸が細いほどその影響は比較的小さくなる傾向であることが分かった。糊濃度は3%とすると2%時より毛羽は少なくなった。

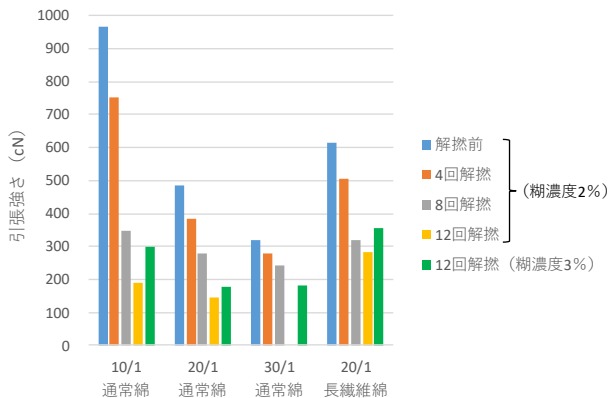


図5 引張強さの測定データ (サイジングワインダー)

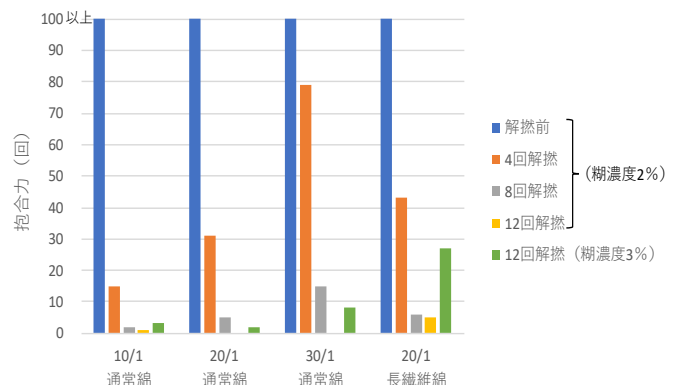


図6 抱合力の測定データ (サイジングワインダー)

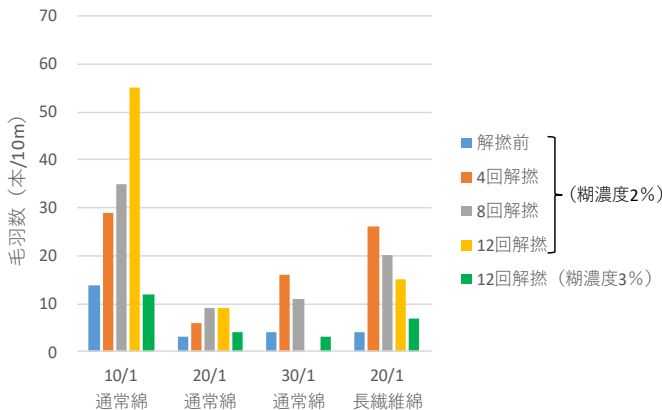


図7 毛羽数の測定データ (サイジングワインダー)

3. 解燃糸を用いたタオルの試織

試作した解燃糸を用いてタオルを製織した。チーズ糊付け糸では解燃時に糸が切れ十分な解燃ができなかったが、サイジングワインダー糊付け糸では糊濃度3%以上にすると、通常綿でも解燃したうえで整経可能であった。この糸はその後の製織工程でも製織性に問題はなかった。ただし、整経巻き返し及び織機への掛け替え時には糸切れに注意する必要がある。

試作したタオル表面の様子を写真1に示す。解燃糸を用いた試作タオルは、糊抜き後、市販の無撚糸タオルと同様にパイル糸の撚りがほとんどないことが確認できた。

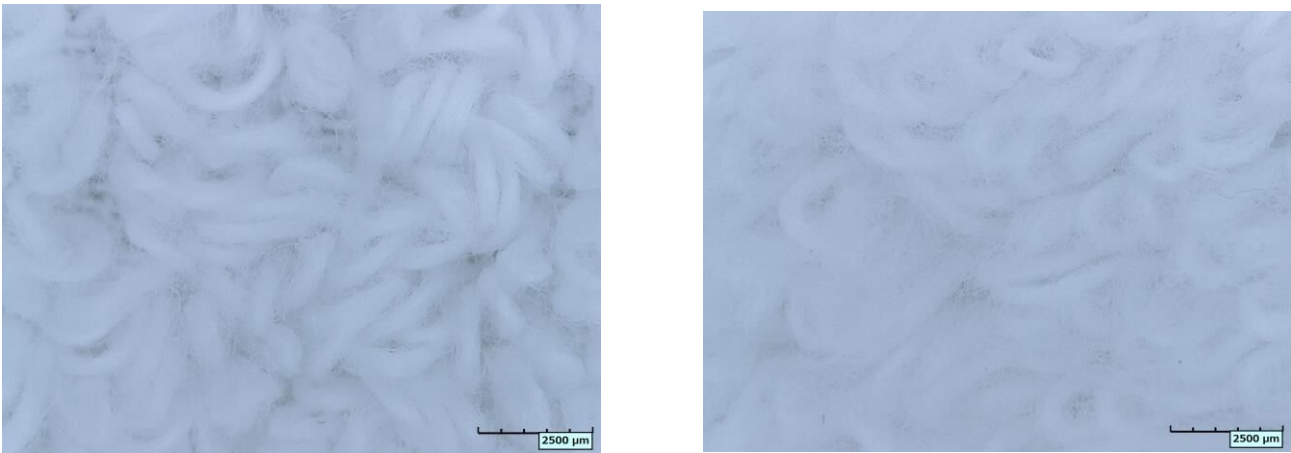


写真1 試作タオル及び市販無撚糸タオルの表面の写真
(左：長繊維綿 20/1^sの解撚糸を用いた試作タオル、右：市販の無撚糸タオル)

4. 試作したタオルの柔らかさ評価

サイジングワインダーで3%糊付けし、12回/2.54cm 解撚した糸を用いて試作したタオルについて、柔らかさの簡易測定装置を用いて、市販の無撚糸タオルと解撚糸タオルのバネ定数を比較したところ、表3に示す結果となった。30番手の糸で試作したタオルは市販の無撚糸タオルと同等の柔らかさとなった。パイル糸が細くなるほど柔らかさが増加し、糸の繊維長が長いほど、少ない撚り数まで解撚できることから、長繊維の細番手糸をサイジングワインダーで糊付け後、より少ない解撚数で無撚糸と同等の風合いを得られることが分かった。

表3 試作したタオルのバネ定数

糸種・番手	バネ定数 (平均値) [g/mm]	(最小値) [g/mm]	(最大値) [g/mm]
通常綿 10/1 ^s	2.9	1.9	4.5
通常綿 20/1 ^s	1.9	1.4	2.3
通常綿 30/1 ^s	1.4	1.2	1.6
長繊維綿 20/1 ^s	1.7	1.5	2.1
市販無撚糸タオル (比較用)	1.4	1.2	1.5

ま と め

糸を糊付けしてから解撚することで無撚糸を作製し、試織した結果、以下のことが分かった。

- 糊付け方法はチーズ糊付けでは十分な強度が得られず、サイジングワインダー糊付けの濃度3%以上で解撚後に製織可能な強度まで補強されることが分かった。
- 解撚糸をパイル糸に用いたタオルは、12回/2.54cm 解撚した30番手綿糸で市販の無撚糸タオルと同等の柔らかさとなった。
- 解撚糸を作製する際、原綿の繊維長が長いほど、少ない撚り数に解撚でき、柔らかくなった。

文 献

- 1) JIS L1095 一般紡績糸試験方法 (2021).