

羊毛繊維の化学的特性評価と高品質化に関する指導(第2報)

篠塚 雅子* 磯 智昭*

鈴木 信雄*

1. はじめに

近年、快適性を追求するライフスタイルへの変化にともない、ふとんに対する価値観も高まり、日本の家庭の2軒に1軒が羊毛ふとんを持つようになった¹⁾。この需要に伴い、羊毛ふとんに係わる技術相談が増加している。

現在、羊毛わたは側地からの吹き出し防止、へたり防止、あるいはこしをもたせる等の理由から、樹脂加工されているものが多い。加工に使用される樹脂は、アクリル系の樹脂が中心で、毛織物等に実績のあるウレタン系や、エポキシ系はあまり使われていない。アクリル系樹脂が多く使用される理由として、容易な処理法で樹脂を付着させることが可能な点があげられる。製造メーカーが使用しているアクリル系樹脂は本来繊維バインダー用に開発されたものであり、ふとんわたへの加工方法はじめ、樹脂の選択、細かい加工条件の設定は、各製造工場独自の工夫によるところが大きい。

今回、樹脂加工の実態を調査するとともに、加工条件のひとつである熱処理温度に着目していくつかの試験を行ったところ、付着量、脱落量について若干の知見を得た。さらに、通常樹脂液溶媒には水を用いるが、エチレングリコールにおきかえたところ、付着量、脱落量に良好な結果が得られたので併せて報告する。

2. ふとんわたの樹脂加工

ふとん製造工場における樹脂加工は、一般的には下記のような単純な工程で行われる。

- ① 製綿後きれいに整えられコンベアで送られてきたわた上に、原液を水で希釈した樹脂液をノズルよりスプレーする。
(片面、または両面)
- ② 所定の温度に設定された熱処理装置内を通過させる間(1分～数分)に、熱処理、乾燥を終了させる。
- ③ ①、②により処理されたわたは2～数枚重ねてふとんの厚さに整えられ、次の縫製工程へと送られる。

3. 試験方法

3.1 樹脂付着状態の観察

B社より提供された樹脂加工後の羊毛わたを繊維鑑別試験用染料(日本化薬工業(株)製、カヤスティンQ)で染色後、光学顕微鏡による観察を行った。

*繊維工業指導所技術指導部

3.2 羊毛の熱処理による重量変化の測定

試験布(J I S 規格染色堅牢度用添付白布(毛))を 100mm×100mm の大きさに切ったものを、105℃で乾燥し絶乾重量を求めた。次にこの試験布を 70℃～190℃の所定温度で、各々30分、60分間熱処理後、重量を測定した。これらの測定結果を下記の式に当てはめて重量変化率を求めた。

$$\text{重量変化率 (\%)} = \frac{\text{熱処理後の試験布重量} - \text{試料の絶乾重量}}{\text{試料の絶乾重量}} \times 100$$

3.3 羊毛わた内部の温度測定

羊毛わた 3 g をおおよそ 100mm×100mm×30mm(L×W×H)に整え、厚さ 1/2 の部分から棒温度計(最高目盛り:200℃)を、感熱部が丁度試料の中心になるように差し込んだものを、170℃の熱風乾燥器中に置き、乾燥器の窓から1分経過ごとの温度計の目盛りを読み取った。羊毛わたを標準状態(20℃,65%RH で一昼夜放置)にしたもの、標準状態にしたものに水 80%を含ませたもの、標準状態にしたものにエチレングリコール 80%を含ませたものの3種を試料とした。また、比較のため羊毛わたの代わりに試験布 100mm×100mm、上下2枚ずつの間に温度計を挟み同様の測定を行った。

3.4 樹脂加工

試験布を、水で 10 倍に希釈したアクリル系樹脂(Y 社製、アクリル酸エステル系水性エマルジョン樹脂の一種)液 100 倍量中 10 分間浸せきし、マングルで約 100%に絞った。70,100, 130,160, 190t で各々10 分間熱処理後、100 倍量 0.5%非イオン界面活性剤((株)花王製、エマルゲン)水溶液で 5 分間ソーピングを行い乾燥させた。同様に、水の代わりにエチレングリコールで 10 倍に希釈した樹脂液を用いて加工を行った。

3.5 樹脂付着量測定

3.4の方法による樹脂加工前後の試料重量の測定結果を用いて、次式により樹脂付着率を求めた。

$$\text{樹脂付着率 (\%)} = \frac{\text{樹脂加工後の試料重量} - \text{試料の絶乾重量}}{\text{試料の絶乾重量}} \times 100$$

3.6 樹脂脱落量測定

3.4の方法により樹脂加工を行った試料、及びソーピングを省略した樹脂加工試料を、40℃,0.5%非イオン界面活性剤水溶液中 30 分間振とう処理後、乾燥させ重量を測定した。次に未処理の試験布を同様に処理し、処理前後の重量測定によりこの試験による重量変化率を求めた。さらに、次式より樹脂脱落率を求めた。

$$\text{樹脂脱落率 (\%)} = \frac{\text{脱落試験前の樹脂付着量}^{*(1)} - \text{脱落試験後の樹脂付着量}^{*(2)}}{\text{脱落試験前の樹脂付着量}} \times 100$$

* (1)脱落試験前の樹脂付着量=樹脂加工後の試料重量-試料の絶乾重量

* (2)脱落試験後の樹脂付着量=脱落試験後の試料重量

- [試料の絶乾重量-(試料の絶乾重量×重量変化率/100)]

3.7 樹脂のFTIRによる測定

水で希釈した樹脂液をテフロン板に流し込み、室温、70℃、100℃、130℃、160℃で乾燥させフィルム状にしたものを、各々フーリエ変換赤外分光光度計((株)島津製作所製、FTIR-8100M 型)により KBr 錠剤法にて赤外吸収スペクトルを測定した。

4. 結果と考察

4.1 ふとん中わたの樹脂加工状態

B社で実際に樹脂加工したわたを繊維鑑別試験用染料で染色したところ、羊毛繊維は青色、アクリル系樹脂は赤紫色に染め分けが可能であり、繊維表面への樹脂付着の状態を光学顕微鏡で容易に観察できることがわかった。この方法による観察の1例を図1に示す。ここで樹脂は繊維の表面に均一に付着しているわけではなく、所々塊になっていたり、何本かの繊維にまたがっているものも多く、きわめて不安定な状態で、摩擦や繊維の移動等で容易に脱落するであろうことが推察された。

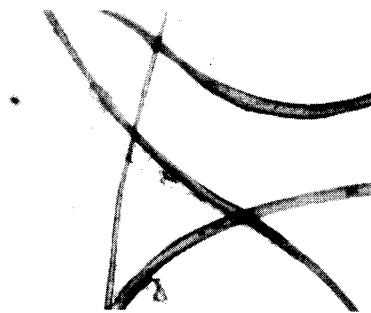


図1 光学顕微鏡写真(×100)

4.2 熱処理による羊毛わた内部の温度変化

樹脂加工時の熱処理装置の設定温度が170℃である場合を想定して、わた内部の温度上昇の様子を測定した。図2に、各試料内部の中心が、160℃に達するまでの経過時間と温度の関係を示す。この試料の中で、より実際の樹脂加工条件に近いと考えられるのは水を80%含ませたわたであるが、これは予想以上に温度の上昇が遅く、160℃に到達するまでに16分以上を要した。わたに水やエチレングリコールを含ませたものについては、一時的に温度上昇の緩やかな部分があったが、これは水やエチレングリコールの気化熱の影響と考えられ、温度上昇を遅らせる要因になっていると推察できる。

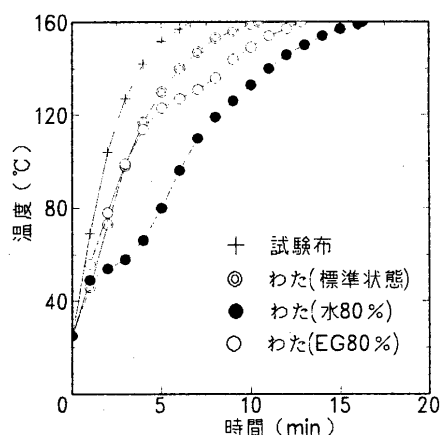


図2 170℃熱処理における試料内部の温度変化

以上のことから羊毛わたの樹脂加工においては、長時間の熱処理では傷み易く、短時間処理では内部まで均一に温度が上がらないという相反する性質を、充分考慮にいれて条件設定をする必要があると考えられる。

4.3 熱処理温度と樹脂付着の量的関係

3.4に従って樹脂加工した場合の各熱処理温度による樹脂の付着率、定着率を図3-1、脱落率を図3-2に、また、実際に

行われている加工法に近づけるため3.4の方法からソーピングを省いて樹脂加工した場合の、樹脂付着率、定着率を図4-1、

脱落率を図2に示す。

脱落試験後に残っている樹脂量を示す定着率は、ソーピングをしたものの方がしなかったものより高い値を示した。これを脱落率で見ると、ソーピングを省略したものは、熱処理温度によっては最初の樹脂量の3分の2以上が脱落することがわかる。樹脂をわたにしっかり付着させるためには、4.2 より明らかにとなった上昇の遅い内部の温度を、できるだけ

速やかに 100℃前後にまで上昇させる工夫が必要と考えられ、脱落を少なくするためにはソーピングが有効であることを確認した。

さらに、処理温度が100℃を越えた場合、樹脂液の溶媒にエチレングリコールを用いる方が、水を用いるよりも付着率、脱落率共に良好であることがわかった。これは、水よりもエチレングリコールの方が、疎水性である羊毛繊維の表面に広がり易く親和性が良いためと推察される。

4.4 FTIR による樹脂の構造解析

熱処理により樹脂が構造的に変化するかどうか、赤外吸収スペクトルの測定で確かめることが可能かを検討した。その結果、常温乾燥と、70℃から160℃までのフィルム状に成膜したものとの間に若干の違いを確認することができた。図5に、常温、100℃、160℃乾燥の樹脂の1700cm⁻¹付近の吸収スペクトルを示す。1730cm⁻¹付近の強い吸収は、カルボニル基C=Oの伸縮振動によるもので、これに接近する不飽和結合やC=O同士の距離等の影響を受けて吸収波長に移動が生じる²⁾。つまり、C=Oのおかれている環境を示すと考えられる。3試料のスペクトルを比べると、100℃乾燥のものが比較的スペクトルの幅が広くなっており、C=Oに近接する結合の数、あるいは種類が多いものと推察できる。また、130℃、160℃乾

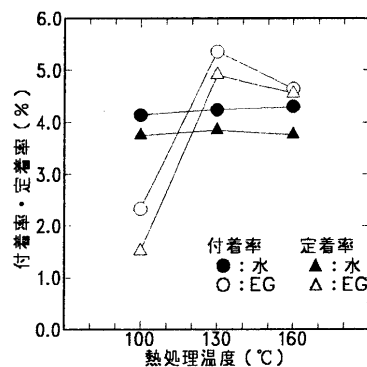


図3-1 試料(ソーピング有)の樹脂付着率、定着率

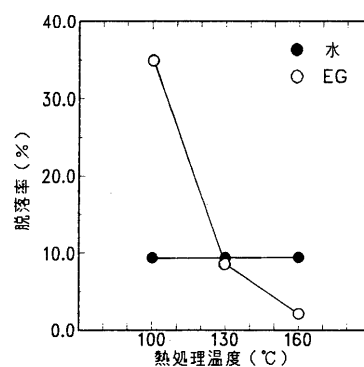


図3-2 試料(ソーピング有)の樹脂脱落率

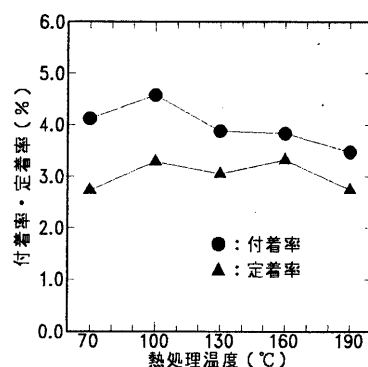


図4-1 試料(ソーピング無)の樹脂付着率、定着率

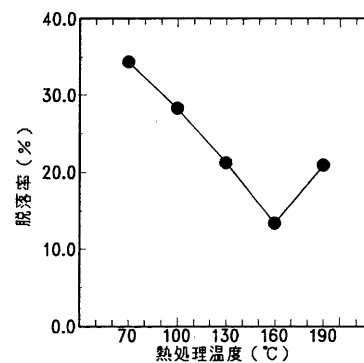


図4-2 試料(ソーピング無)の樹脂脱落率

乾燥のものは、常温乾燥のものに比べて 1700cm^{-1} 付近の吸収が増加していることから、乾燥温度によって何等かの構造変化が生じたと考えられる。

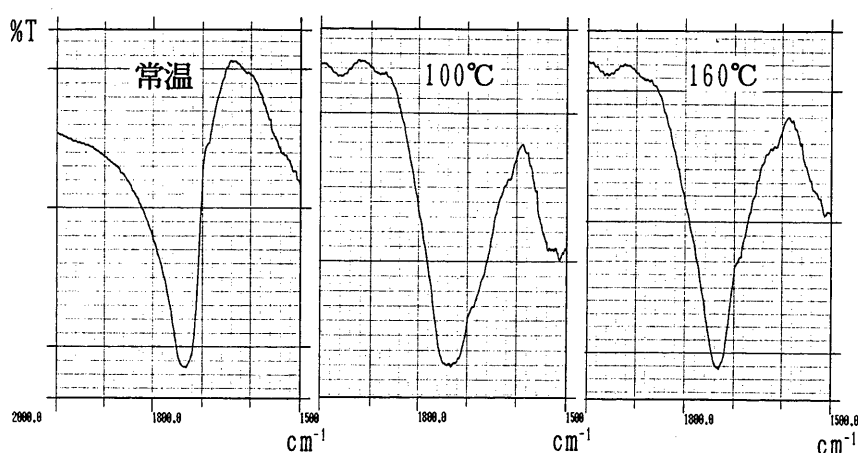


図 5 赤外吸収スペクト

5. まとめ

以上の試験結果を下記にまとめる。

- (1) アクリル系樹脂加工後のわたは、繊維鑑別試験用染料による繊維と樹脂の染め分けができ、光学顕微鏡の低倍率 (40 倍, 100 倍) で、繊維への樹脂付着状況の観察が可能であることがわかった。
- (2) 良好な樹脂加工を行うための条件として、下記のことを確認した。
 - ① 水を溶媒にした樹脂液の場合は、 100°C 以上の熱処理温度が望ましく、短時間でわたの内部を目的温度にすることが、繊維を痛めず脱落の起こり難い樹脂加工に要求される。
 - ② エチレングリコールを溶媒にした樹脂液による、 130°C 以上の熱処理では、水が溶媒の場合よりも脱落率の少ない樹脂加工が可能である。
 - ③ 樹脂をわたに塗布して熱処理後、ソーピングにより付着の不十分な樹脂を除去することで、かなりの脱落量をおさえることが可能である。
- (3) 熱処理温度により樹脂の構造変化が生じていることが、FTIR の測定で確認できた。

参考文献

- 1) 日本寝装品研究所: Bonne nuit Vol.11 P10
- 2) 堀口 博: 赤外吸光図説総覧 P225