

毛織物寸法安定化技術に関する研究

疎水加工織物の吸湿性と伸縮挙動の関係解析

藤田 浩文

(1) はじめに

最近の毛織物の傾向として、ソフト化・ライトウェイト化が進み、ハイグラルエキスパンションの高い織物の使用が増加し、このハイグラルエキスパンションが原因となる縫製時のトラブルや消費者苦情が発生している。

これらのトラブルや苦情の内容は、縫製中あるいは縫製加工後の保管時や商品の展示中および着用中等によって織物が伸び、型くずれやたるみ、パッカリングが発生する。特に冬の乾燥期に作られた夏用背広服を高温高湿の梅雨時に販売する時に、思いもよらないほどの外観変化でクレームとなることがある。

このハイグラルエキスパンションは、織物寸法がその湿度環境である範囲で伸びたり、縮んだりする変化で、吸湿によって伸び、放湿によって縮む可逆的寸法変化である。特に羊毛繊維は、他の繊維に比べ水分の吸収量が著しく多く、最大で繊維重量の34%程度水分を吸収するためその寸法変化も大きくなる。

そこで本研究では、疎水化処理により吸湿性の異なる毛織物を作成し、これらの疎水化毛織物とハイグラルエキスパンションとの関係を解析して、毛織物のハイグラルエキスパンションを低下させる方法を検討した。

(2) 実験方法

2-1 測定方法

1) ハイグラルエキスパンションの測定

25℃、0.1%の非イオン活性剤の水溶液中に30分間浸漬した後、経・緯20cmのマーク間を測定し、これをL1とする。そして100℃、1時間乾燥機で乾燥した後、マーク間を測定し、これをL2とした時ハイグラルエキスパンションは以下の式で表される。

$$HE = (L1 - L2) * 100 / L1$$

2) 疎水化率の測定

疎水化率は、疎水化処理前後に100℃、1時間真空乾燥機で乾燥した時の重量増加率(%)として評価した。

3) 染色条件

①分散染料による染色

カヤロンポリエステルブルーEBL

1% o.w.f

酢酸 0.3% o.w.f

デッスパー TL 1 cc/L

浴比 1:50

②酸性染料による染色

カヤノールミーリングブルーGW

1% o.w.f

酢酸 0.3% o.w.f

酢酸アンモニウム 10% o.w.f

浴比 1:50

4) K/Sの測定

倉紡(株)社製の測色機カラー7で、反射率R(%)を測定し、下記に式よりK/Sを求めた。

$$K/S = (1 - R)^2 / 2R$$

5) 織度測定

織度分布分析機を用いて、200本の平均織度を測定した。

6) 強伸度測定

幅2.5cm、引張速度10cm/分、つかみ間隔10cmで島津（株）社製のオートグラフを使用して破断強伸度を測定した。

7) 風合測定

カトーテック社製 KES-FBシステムを使用して風合を測定した。

2-2 毛織物の伸縮挙動

毛織物の各湿度における伸縮挙動を検討するため、絶乾から水浸漬状態まで湿度を6段階変えて伸縮挙動を測定した。その結果、図1の様に普通燃の毛織物は湿度が増えるに従い寸法が伸びる。しかし強燃糸の毛織物の場合は、湿度が90%RHまでは湿度が増えるに

従い寸法が伸びるが、水浸漬すると逆に縮んでしまい、水浸漬法でのハイグラルエキスパンションの評価は適していないことが明らかになった。また20℃で30%RHから90%RHにした時の寸法変化は、絶乾から水浸漬した時の寸法変化と相関があるため、この方法では強燃糸の織物の場合でも評価できることがわかった。

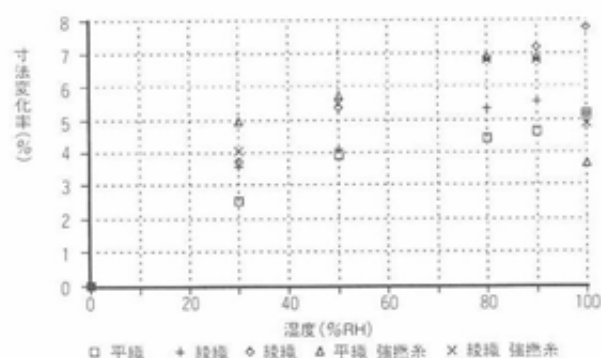


図1 毛織物の各湿度の寸法変化率

表1 試料の規格

	素 材	組 織	番 手		密度(本/10cm)		目付け (g/m ²)
			経	緯	経	緯	
A	ウール100%	綾織(ギャバジン)	2/60	2/60	283	165	181
B	ウール100%	綾織(カルゼ)	1/48	1/48	450	256	276
C	ウール100%	綾織(ギャバジン)	2/60	2/60	421	251	260

2-3 疎水化加工方法の検討

1) 疎水化処理剤を検討

表1の試料A（ウール100%、ギャバジン）を用い、疎水化処理剤として無水安息香酸（ $(C_6H_5CO)_2O$ ）、無水プロピオン酸（ $(CH_3CH_2COOH)_2O$ ）、プロピオン酸（ CH_3CH_2COOH ）、酪酸（ $CH_3CH_2CH_2COOH$ ）を使用した。溶剤には、無水物についてはイソプロピルアルコール（ $(CH_3)_2CHOH$ ）を用い、その他の処理剤については水を用いた。疎水化処理の後、繊維表面に付着している処理剤を除去するため、イソプロピルアルコールを用い、60℃で5分間洗浄し、80℃の温水で再度

洗浄した。この時の各々の疎水化の反応式を図2に示す。これによりどの反応もウールのアミノ基（ $-NH_2$ ）と反応して疎水化され、各々の処理剤で疎水化処理を行った結果を表2に示す。処理条件は、処理温度60℃、処理時間1時間、浴比1：20で行った。この結果、無水安息香酸で疎水化処理した試料のハイグラルエキスパンションは、BLANKと比べ半分以下になり、寸法安定化に一番効果があることがわかった。

また、光学顕微鏡及び電子顕微鏡で観察した結果、写真1、2より繊維表面への付着は見られなかった。

表2 疎水化処理条件とハイグラルエキスパンション

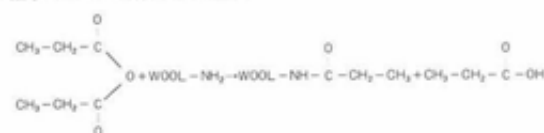
疎水化処理剤	溶 媒	処理剤の濃度 (%o.w.f.)	ハイグラルエキスパンション(%)	
			経	緯
B L A N K	水	—	6.9	5.0
無水安息香酸	プロピルアルコール	200	2.6	4.1
無水プロピオン酸	プロピルアルコール	200	6.2	4.8
プロピオン酸	水	200	4.8	3.1
プロピオン酸	水	400	4.8	3.0
酪 酸	水	200	6.6	4.6

処理条件：処理温度60℃、処理時間1時間、浴比1：20

ア、無水安息香酸による疎水化



イ、無水プロピオン酸による疎水化



ウ、水系におけるプロピオン酸による疎水化



エ、水系における酪酸による疎水化

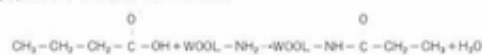


図2 疎水化の反応式

2) 処理時間の検討

表1の試料Bを用い、処理条件は、処理剤の濃度200%o.w.f、処理温度60℃、浴比1：20で行い、ハイグラルエキスパンションと染色後のK/Sの関係を検討した。その結果、表3より時間が長くなるほど疎水化が進むが、重量増加率が11.9から16.2に増えても、寸法の安定化にはあまり効果が無いことがわかった。またこの試料を分散及び酸性染料で染色しK/Sを測定した結果、疎水化が進むほど分散染料ではK/Sが大きくなり濃く染まり、酸性染料では逆にK/Sが小さくなり染色性が低下し薄く染まる。このことから疎水化は、羊毛のアミノ基(-NH₂)と結合していると思われる。

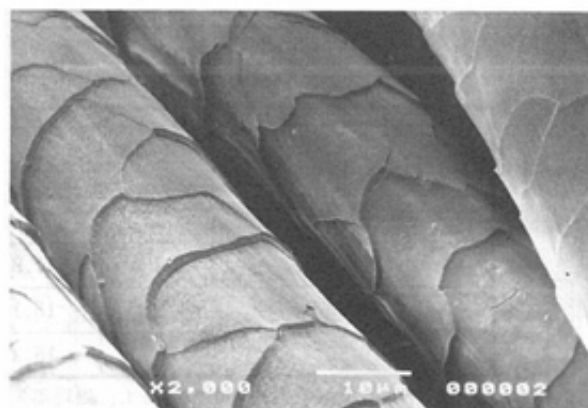


写真1 未処理繊維の繊維表面の拡大写真

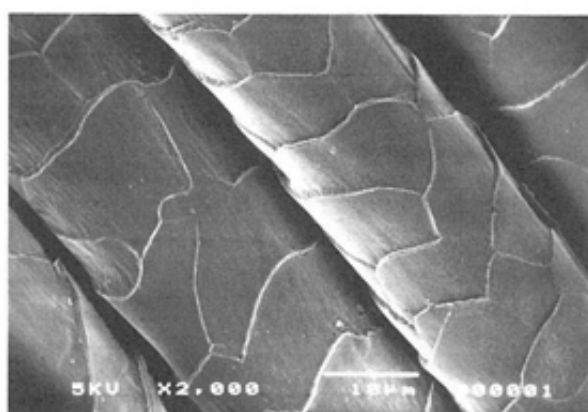


写真2 疎水化繊維の繊維表面の拡大写真

3) 溶剤の検討

溶剤として用いたプロピルアルコール((CH₃)₂CHOH)と水との混率を色々変え、表1の試料Bを用い、処理条件は、処理剤の濃度200%o.w.f、処理温度60℃、処理時間1時間、浴比1：20で疎水化処理を行った。その結果、水の混率が増えるにつれて疎水化がかなり進むため(重量増加率が大きくなる)ハイグラルエキスパンションが小さくなり、

イソプロピルアルコールと水の混合比が40/60では、BLANKと比べ1/5程度までハイグルルエキスパンションが低下する。また図3より重量増加率とK/Sとは相関が高く、疎水化が進むほど分散染料ではK/Sが大きくなり濃く染まり、酸性染料では逆にK/Sが小さくなり染色性が低下し薄く染まる。また重量増加率が10%以上の疎水化では、どちらの染料ともK/Sがほとんど変わらなくなることがわかった。

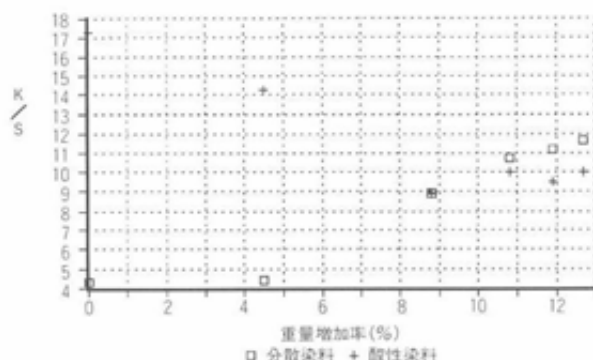


図3 疎水化繊維物の重量増加率とK/S

表3 疎水化処理時間とハイグルルエキスパンション

溶 媒 (プロピルアルコール/水)	処理時間	重量増加率 (%)	ハイグルルエキスパンション(%)		K / S	
			経	緯	分散染料	酸性染料
BLANK	1	—	3.2	1.9	4.3	17.3
70/30	1	11.9	2.2	1.8	11.2	10.8
70/30	2	15.1	2.1	2.0	13.8	10.1
70/30	3	16.2	2.0	1.7	14.7	9.7

処理条件：処理剤の濃度200%o. w. f.、処理温度60℃、浴比1：20

染色条件①分散染料 カロヤンポリエステルブルーEBL1 %o. w. f.、酢酸0.3%o. w. f.、
ディスパーTL1 cc/L、浴比1：50

②酸性染料 カヤノールミーリングブルーGW1 %o. w. f.、酢酸0.3%o. w. f.、
酢酸アンモニウム10%o. w. f.、浴比1：50

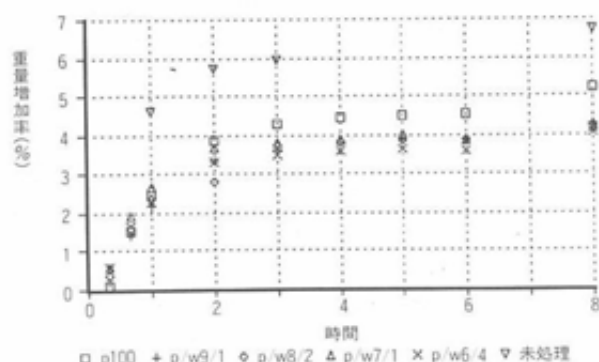


図4 プロピルアルコールと水の混率を変えた疎水化繊維物の環境湿度を65%RHから90%RHに変えた時の時間と吸湿による重量増加率

2-4 疎水加工と吸湿性

未処理繊維物と疎水化繊維物を20℃、65%RHの環境から20℃、90%RHの環境に置いた時の放置時間と重量増加率(%)との結果を図4に示す。この結果より、疎水化と吸湿性とは相関があり、疎水化が進むにつれて吸湿性

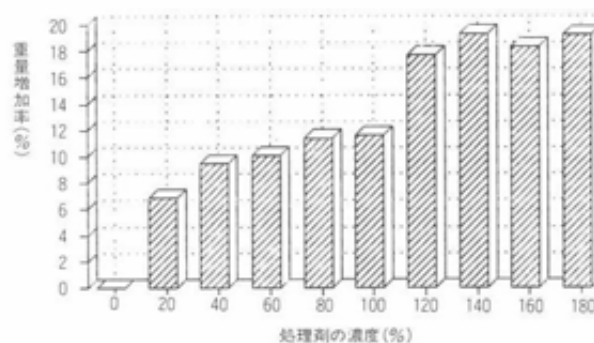


図5 処理剤の濃度と重量増加率

が低下し、吸湿初期の2時間までは、未処理と一番吸湿性が低下したものと比べると、50%程度の低下が見られ、飽和時の吸湿性は、重量増加率が10%以上になると40%程度低下することが明らかになった。

表4 疎水化処理条件(溶媒の混率の違い)とハイグラルエキスパンション

溶 媒 (プロピルアルコール/水)	重量増加率 (%)	ハイグラルエキスパンション(%)		K/S	
		経	緯	分散染料	酸性染料
B L A N K	—	3.2	1.9	4.3	17.3
100/0	4.5	2.7	1.5	4.4	14.3
90/10	8.8	2.3	1.7	8.9	8.9
80/20	10.8	2.3	1.7	10.7	10.0
70/30	11.9	2.2	1.8	11.2	9.5
60/40	12.7	1.8	1.4	11.7	10.0
50/50	15.1	1.2	1.1	—	—
40/60	20.6	0.7	0.9	—	—

処理条件：処理剤の濃度200% o. w. f.、処理温度60℃、処理時間1時間、浴比1：20

染色条件①分散染料 カロヤンホリエステルブルーEBL1 %o. w. f.、酢酸0.3%o. w. f.、
ディスパーTL1 cc/L、浴比1：50

②酸性染料 カヤノールミーリングブルーGW1 %o. w. f.、酢酸0.3%o. w. f.、
酢酸アンモニウム10%o. w. f.、浴比1：50

2-5 水系での疎水化処理

1) 処理剤の濃度の検討

表1の試料Cを用い、処理条件は、処理温度60℃、処理時間1時間、浴比1：20で行い、無水安息香酸の濃度を変えハイグラルエキスパンションを測定した。この結果及び図5より、処理剤の濃度と重量増加率とは相関が高く、処理剤の濃度が大きくなるほど疎水化が進み、処理剤の濃度が140%以上になると重量増加率が約19%程度で変化しなくなる。また同じく処理剤の濃度が大きくなるほどハイグラルエキスパンションは小さくなり、120% o.w.f以上の濃度で処理するとハイグラルエキスパンションがBLANKと比べ半分以下に低下し、180% o.w.fの処理濃度では、BLANKの1/3程度まで低下することが明らかになった。K/Sについては、表4の場合と同様で、重量増加率とK/Sとは相関が高く、疎水化が進むほど分散染料ではK/Sが大きくなり濃く染まり、酸性染料では逆にK/Sが小さくなり染色性が低下し薄く染まる。また重量増加率が10%以上の疎水化では、どちらの染料ともK/Sがほとんど変わらな

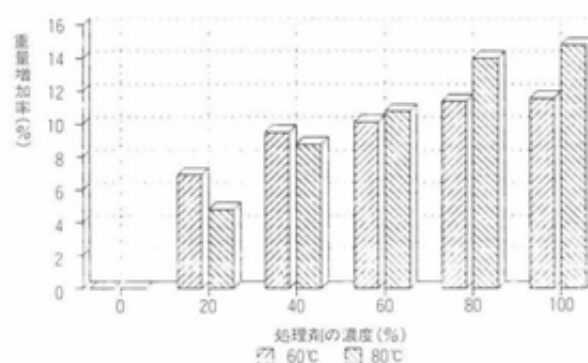


図6 各処理温度における処理剤の濃度と重量増加率

なることがわかった。

2) 処理温度の影響

表1の試料Cを用い、表5と同一処理条件で温度を80℃で処理した結果を表6に示す。この結果及び図6より、処理濃度60% o.w.f以下では60℃で処理した時のハイグラルエキスパンションの低下と重量増加率はほぼ同じだが、処理濃度80% o.w.f以上では60℃で処理した時と比べ重量増加率が大きく、低濃度で60℃の時より疎水化できる。またハイグラルエキスパンションの低下率も処理濃度80% o.w.f以上ではBLANKと比べ半分以下になることが明らかになった。

表5 水系での疎水化処理条件(無水安息香酸の濃度の違い)とハイグラルエキスパンション

試料No.	処理剤の濃度 (%o.w.f.)	重量増加率 (%)	ハイグラルエキスパンション(%)		K/S	
			経	緯	分散染料	酸性染料
B L A N K	—	—	9.7	4.6	4.5	24.0
1	20	6.9	7.6	3.6	7.1	17.1
2	40	9.5	6.7	3.6	9.4	15.9
3	60	10.0	6.9	3.5	9.3	13.2
4	80	11.4	6.5	3.4	9.3	15.3
5	100	11.6	6.6	3.7	—	14.2
6	120	17.7	4.0	2.4	—	—
7	140	19.3	3.0	2.1	—	—
8	160	18.3	3.5	2.1	—	—
9	180	19.2	3.3	2.3	—	—

処理条件：処理温度60℃、処理時間1時間、浴比1：20

染色条件①分散染料 カロヤンポリエステルブルーEBL1 %o. w. f.、酢酸0.3%o. w. f.、
デイスハーTL1 cc/L、浴比1：50

②酸性染料 カヤノールミーリングブルーGW1 %o. w. f.、酢酸0.3%o. w. f.、
酢酸アンモニウム10%o. w. f.、浴比1：50

表6 水系での疎水化処理条件(濃度の違い)とハイグラルエキスパンション

試料No.	処理剤の濃度 (%o.w.f.)	重量増加率 (%)	ハイグラルエキスパンション(%)	
			経	緯
B L A N K	—	—	10.0	4.9
1	20	4.8	8.4	4.0
2	40	8.8	7.4	3.4
3	60	10.8	5.9	2.8
4	80	14.0	4.7	2.6
5	100	14.8	4.9	2.4

処理条件：処理温度80℃、処理時間1時間、浴比1：20

3) 重量増加率とハイグラルエキスパンションとの関係

表4及び5の重量増加率とハイグラルエキスパンションとの関係をまとめた結果を図7に示す。これを用いて回帰分析した結果、以下のようになった。

経：相関係数 $R=0.989$ $y=-0.351X+10.076$

緯：相関係数 $R=0.959$ $y=-0.135X+4.713$

また表4及び表5の重量増加率とBLANKに対するハイグラルエキスパンションの減少率との関係を図8に示す。

この結果より、経、緯とも重量増加率（疎

水化率）とハイグラルエキスパンションとは高い相関があり、この疎水化率の程度（重量増加率）を変えることによりハイグラルエキスパンションをコントロールすることができることが明らかになった。ここで従来より、ハイグラルエキスパンションが約5～6%を越えると縫製工程で注意を要すると言われていたので、重量増加率を14%程度増加させれば、10%程度の非常にハイグラルエキスパンションが大きい毛織物でも5%以下になり寸法の安定化が図られる。

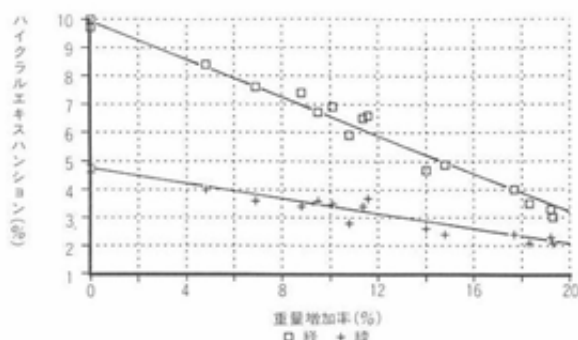


図7 疎水加工織物の重量増加率とハイグラルエキスパンション

2-6 疎水加工織物の織度

未処理と疎水化した織物（表5の重量増加率14.0%）の織度を測定した結果、未処理織物が $21.13\mu\text{m}$ 、疎水化織物が $22.53\mu\text{m}$ であった。この結果疎水化することにより直径が6.6%大きく、面積が13.7%増加したことになり、重量増加率とこの面積の増加率はほぼ同じ結果になった。

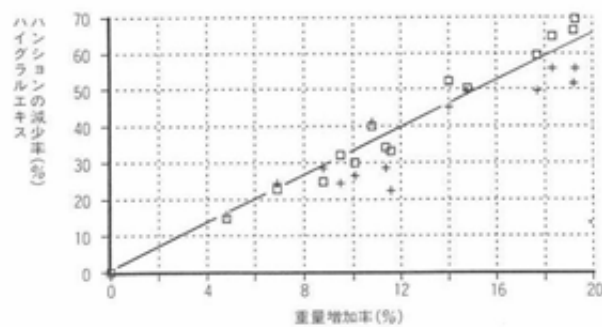


図8 疎水加工織物の重量増加率とハイグラルエキスパンションの減少率

2-7 疎水加工織物の強伸度特性

表5の条件で処理した疎水加工織物を用い、幅2.5cm、引張り速度10cm/分、つかみ間隔10cmで破断強度及び破断伸度を測定した結果を表7に示す。この結果、疎水化が進んでも破断強度の低下が経緯方向とも見られず、疎水化処理による繊維の損傷はないと思われる。破断伸度については、疎水化することにより3～4割程度の低下が見られた。

表7 水系で疎水化処理した織物の強伸度特性

試料No.	処理剤の濃度 (%o.w.f.)	重量増加率 (%)	破断強度(kg/cm)		破断伸度(%)	
			経	緯	経	緯
BLANK	—	—	7.94	5.26	41.6	24.1
1	20	6.9	7.96	4.59	40.2	16.4
2	40	9.5	7.51	5.01	22.1	18.2
3	60	10.0	8.85	5.10	30.9	18.0
4	80	11.4	8.66	4.84	29.5	15.3
5	100	11.6	7.83	5.29	30.7	17.5
6	140	19.3	8.38	5.42	31.3	19.3

処理条件：処理温度60℃、処理時間1時間、浴比1：20

2-8 疎水加工織物の風合特性

処理温度60℃及び80℃でハイグラルエキスパンションが半分以上低下する試料を用いKES-FBシステムで風合を測定した結果を表8に示す。この結果、疎水化により繊維構造が変化するためか、未処理やBLANKと比べ試料1、2ともせん断剛さGが小さく、せん断回復性2HGが半分程度になるため、疎

水化することによりせん断変形しやすく、せん断変形に対する回復性もかなり良くなることが明らかになった。紳士夏服用で計算したときの風合値については、未処理やBLANKと比べ、疎水化することによりしゃり、こしが2～3割程度大きくなり、T.H.Vが向上する。また試料1の方が処理温度が低いため、秋冬のT.H.Vが良くなる。

表8 水系で疎水化処理（1時間処理）した織物の風合特性

試料No.	処理剤の濃度 (%a.w.f.)	処理温度 (℃)	重量増加率 (%)	せん断剛さ G (g/cm・度)	せん断回復性 2HG (g/cm)	紳 士 夏 服 用					紳士秋冬服 用 T. H. V
						しゃり	は り	こ し	ふくらみ	T. H. V	
未 処 理	—	—	—	0.68	0.62	1.97	4.18	4.60	5.92	2.20	2.69
B L A N K	—	80	—	0.65	0.57	1.97	3.93	4.33	5.95	2.21	3.30
1	120	60	17.7	0.57	0.31	2.45	4.88	4.62	6.08	2.45	3.12
2	100	80	14.8	0.55	0.23	2.63	4.96	4.65	6.18	2.55	2.68

(3) 成果

ア.疎水化処理剤を検討した結果、無水安息香酸が寸法安定化に一番効果がある。疎水加工織物を染色した結果、酸性染料では染色しにくくなり、反対に分散染料では染色しやすくなった。また、水系で処理した場合、濃度が大きくなるほど疎水化が進み、ハイグラルエクスパンションが半分以下に

低下する。また疎水化が進むにつれて吸湿性が低下する。

イ.疎水化が進んでも破断強度の低下が見られず、繊維の損傷はないと思われる。

ウ.疎水化することによりせん断変形しやすく、せん断変形に対する回復性もかなり良くなる。また、しゃり、こしが2～3割程度大きくなり、T.H.Vが向上する。