抗ピル・抗スナッグ加工の最近の進歩*

福岡重紀**

技術解説

1. まえがき

ピルとは布地の表面で毛羽がもつれたり、球状になっているファイバで1本または数本のファイバにより布地表面に保持されているものを指す。フィラメント使いの布地で発生する場合をスナッグ、紡績糸使いの布地の場合をピルと称している。ピルは着用中や洗濯中、よく摩擦される部分に発生しやすく、これができると外観が悪くなり強度等他の点では充分使用しうるにもかかわらず実用性がなくなってしまう。現在市販されている衣料品のピリング性試験結果と消費者クレームとしてのピルについて興味深い資料を、佐藤が報告されているので引用させていただく¹⁾。まず表1、表2に市場に出回ってい

表1 ピリング試験結果¹⁾

製品番号	混 紡 率	ピリング性(級)	
		た て	よ こ
1	E/C 30/70	3	2.5
2	〃	2.5	2.5
3	〃	1.5	1.5
4	〃	2	2
5	〃	3	2.5
6	〃	1.5	1.5
7	〃	1	1
8	〃	1.5	1.5
9	〃	1.5	1.5
10	E/C 50/50	2.5	2.5
11	〃	3	3.5
12	〃	1	1
13	〃	1	1
14	E/C 65/35	1.5	1.5

注) E：ポリエステル ステープル C：綿 布地はニット

表2 スナッグ試験結果¹⁾

品種	品 名	100 回		300 回		600 回	
		たて	よこ	たて	よこ	たて	よこ
丸編	モック ローディア	3-4	4-5	2-3	4	1-2	3-4
〃	ボンチ ローマ	4	4	3-4	3-4	3	2-3
経編	ダブルトリコットハーフ	4	4-5	3-4	4-5	3	4
織物	カ ル ゼ	3	4	2	4	—	—
〃	ピ ッ ケ	4-5	5	4-5	5	4	4-5
〃	ジョーゼット	2	2-3	1-2	2	—	—
〃	シフォン	3-4	3-4	3	3	—	—

る商品のピリングおよびスナッグ試験結果として報告されているものを示した。ポリエステル／綿混紡糸ニットはいずれもピリング試験結果は良くない。一方スナッグ試験結果の中には良いものから良くないものであることがうかがわれる。それでは商品苦情としてどれだけ消費者からアピールがあったかであるが、これに対して、商社1社、問屋2社、アパレル5社、量販店3社、百貨店3社を対象に51年後半から52年前半にかけて発生した物性・堅牢度に関する苦情を集計した結果として報告されているものを図1に示した。図1から見る限りピルおよびスナッグのクレームの最も多いのは紳士外衣で、次いでカット・ブラウス等の中衣であるが、これは織物が使われている商品であることを考えると予想外である。一方最もピルが発生しやすいであろうと考えられるニット製品の中衣（セータ・カーディガン）でピルのクレームがないのは意外であるが、これはニットはピルが出るものだという消費者のあきらめ(?)によるものかもしれない。苦情件数995件中ピルに関するものが72件と7.2%を占めている。素材の面から見ると、毛・毛混が47%、綿・綿混が14%、ポリエステル・ポリエステル混が6%となっている。少々前おきが長くなったが、

*Recent Progress of Anti-Pilling and Anti-Snag Finish.

**S. Fukuoka, 東洋紡績 繊維研究所

図1 商品別商品苦情¹⁾

ピルおよびスナッグは染色堅牢度、洗濯収縮に次ぐ消費者クレームとなっており、これらは毛・毛混の紳士外衣やポリエステル/綿混、ポリエステル/毛混の中衣(カッター・ブラウス)に多くみられる。ここでは紡績糸使い布地に発生するピルを中心に、ピル形成に影響する要因、評価法、防止法について文献を中心に紹介する。素材としては最も汎用的でかつ問題となるポリエステルを中心に取上げた。

2. ピルの発生過程

ピル発生に対する考察は古くから行われ、その発生過程やピル発生に影響する諸要因についてくわしく報告されている。ピル生成は次の3段階から成立っている。

- (1) 毛羽の発生
- (2) ピルの生成
- (3) ピルの脱落

まず(1)の段階では着用、洗濯により布地表面にファイバ端が出て、いわゆる毛羽立った状態になる。次にこの毛羽からピルの核ができ、核を中心にファイバがからみ合ってピルが成長していく。ピルの核の発生にはファイバ(毛羽となった)の巻縮・剛性等が影響するほかに、毛羽中にじんあいなどの異物の存在も影響する。(3)の段階では、布地とピルを結ぶファイバが摩擦して切断され、布地表面からピルが脱落する。ピル発生に影響する要因を考える場合これらの各段階に応じて考える必要が

ある。ピル発生に影響する要因について、柏崎²⁾や吉田³⁾の報告をもとにまとめたのが表3である。表3の評価は定性的であり、数値的な限界値については簡単には決められない。これに対し青谷がピルの生成・脱落を速度論的に取扱い、原綿特性とピリング性評価結果の検討を系統的に行っているのは、興味深い⁴⁾⁻⁶⁾。

3. ピルの評価法

ピルの評価試験法はきわめて多く20以上に及ぶといわれているが、現在ICI型試験機を用いるタンブル式の試験が一番広く用いられている。試験法を大別するとタンブル式と摩擦式に分けられる。実用性との対応の点からはタンブル式が着用時のピルに似ているとされ、中でもICI型試験機が適当な条件のもとに着用結果に最も対応があるといわれている⁷⁾。評価はピルの数・大きさ等が考えられるが、一般には標準写真との対比による目視等級判定が行われている。実用性との対応で考慮しなければならないのは、洗濯後の評価が必要だということである。特に最近では家庭用洗濯機にタンブル乾燥機がついている場合が多く、静電気も関与して、洗濯後も羽立ちが多くなりピルの発生しやすい状態になっている。表4に試験法の分類と概要を示した。詳細は対応JISを参照されたい。

スナッグの試験法はJIS化されていない。各社それぞれの方法で実施されているようであるが、Mace

表 3 ピル生成に影響する要因^{2) 3)}

要 因	ピル生成の段階			ピルのできにくいと考えられる方向	ピル防止の効果
	毛 羽	もつれ	脱 落		
布地の密度	○			密度のこんだもの	○
布地の組織	○			編地<織物。朱子織<平織	
染色加工	○			毛焼, 剪毛したもの。セット温度高いもの。硬目仕上。	○
ヤーンの状態	○	○		単糸<双糸。毛羽の少ない糸。	○
ヤーンの撚数	○	○		撚りを強くする。	○
紡績方式	○	○		紡毛・綿紡式<梳毛式	
混 紡 率		○			
ファイバ長さ	○	○		短<長	
ファイバ太さ	○	○	○	毛羽立ち: 細<大, 脱落: 大<細	
ファイバ曲げ剛さ		○		小<大	
ファイバ断面形状	○		○	円形<異形 (脱落段階で効く)	
ファイバ曲げ疲労			○	小<大	
ファイバ摩耗強さ			○	大<小	
ファイバ引張強さ			○	結節強伸度, 引掛強伸度: 大<小	○

注) ○印は当該要因が影響すると考えられるピル生成の段階を示す

表 4 ピリング試験方法の分類と概要

方式分類	試 験 機 分 類	概 要	対応JIS
タンブル式	ICI 型	試料布を、ゴム管に巻付けて、コルクで内張りした立方体の箱の中に入れ、箱を回転させる。	L 1076 (A) 法
	TO 型	試料布を、内部に、攪拌翼を持つ、金属製円筒に入れ攪拌翼を回転させる。	(B) 法
	ランダム・タンブル型	試料布を、内部に攪拌翼を持ち、粗表面を持つクロロプレキシードで内張りした円筒に入れ、攪拌翼を、回転させる	(D) 法
	アクセレロータ型	試料布を、攪拌翼を持ちゴム膜で内張りした金属製円筒に入れ、攪拌翼を回転させる。	(E) 法
摩 耗 式	アピアランス・リテンション型	試料布を、固定したホールダに取付け、その布面をフォーム ラバーを円周軌道に回転し摩耗する。	(C) 法
	ユニバーサル型	試料布同志をユニバーサル型試験機に取付け摩耗する。摩耗は往復運動。	(F) 法
	ユニフォーム型	試料布同志を回転摩耗する。	(G) 法
	ブラシ アンド スポンジ型	試料布同志をナイロン ブラシとスポンジで摩耗する	(H) 法

Snagger による ICI-Snag-Tester が普及しつつある¹⁾。これは試料布を、60rpm で回転する円筒に巻付け、メース (突起のある金属球) を当ててひっかく方法であ

図 2 ICI-Snag-Tester (メース法)

る。100回、300回、600回のいずれかの時間で試験した後、標準写真により等級判定する。図 2 に略図を示した。我々はピリング試験の ICI 型試験機の箱の中に突起をもつ金属棒を対角線に入れ、ゴム管に巻付けた試料布とともに所定時間回転後等級判定する方法も考案しているが、ICI-Snag-Tester と良い対応を示している。図 1 に示したように消費者クレームとしてもスナッグは相当のウェイトを占めており、試験法の早急な JIS 化が望まれる。

4. ピルの防止

ピルの防止はその生成過程から、(1)毛羽の発生と毛羽のからみを防止する方法、(2)発生した毛羽や形成されたピルの脱落をはやめる方法、の 2 つに大別される。方法

論的にもこの2つは異種であるので以下別々に、説明する。

4.1 毛羽発生、毛羽の からみの防止

毛羽の発生や毛羽の、からみを少なくするには、表3に示したように使用するファイバの太さ・長さ、ヤーンの燃り、布の密度、組織、仕上プロセスに配慮する必要がある。この中でファイバの太さについては、太いほど毛羽発生は少ないが、脱落性は細い方がよいといわれている。布地設計に当っては、ヤーンの燃数をできるだけ多くし、単糸よりも双糸を使い、密度のこんだ目のつまった布地にすることにより、毛羽の発生はずいぶん押さえられる。また染色加工工程でも毛焼きによってすでにできている毛羽を焼取ったり、場合によっては樹脂加工で毛羽を押さえる等の方法も毛羽発生を少なくするには有効である。糸の燃数のピル生成への影響を表5に示した。洗濯後一般的にピル数がふえるが、この際燃数の多い方がピル数のふえ方が小さい傾向が見られる。⁸⁾

表5 糸の燃数とピル数⁸⁾

下燃り 洗濯回数	上燃り 17.5			19.1			20.4		
	14.0	17.7	21.3	14.0	17.7	21.3	14.0	17.7	21.3
0	9	5	11	7	7	7	9	6	6
1	19	14	13	20	11	12	22	18	6
2	33	18	17	19	17	10	18	14	12

注) ナイロン/レーヨン(30/70)混紡糸、30/2s 使用、サージ

また比較的目的のつまっていないポリエステル/綿混紡糸のオックスフォードでの毛焼きの効果を表6に示した⁹⁾。毛焼きにより一応ピリング性の合格線上のものが得られることがわかる。

表6 毛焼有・無と抗ピル性⁹⁾

ピ リ ン グ (級)			毛焼あり	毛焼なし
	3	hr	5	3
	5	"	5	2
	10	"	3	1
	15	"	3	1
	20	"	3	1

注) ポリエステル/綿混紡糸、オックスフォード

表7 ポリエステル ファイバ強度と抗ピル性¹⁶⁾

アンモニア処理時間* (hr)	ファイバの強度 (g/d)	ファイバの伸度 (%)	固有粘度	平均分子量	1in ² 当りの玉 (数)	破壊までの 摩 擦 回 数 (回)
0	2.6	27.7	0.59	10 500	47.5	100 000
18	2.32	26.0	0.52	8 750	37.5	80 000
42	1.52	19.8	0.40	6 000	2.0	23 600
66	0.82	10.5	0.38	5 600	0	7 000

注) *比重 0.88 アンモニア溶液中、室温処理

この段階でのピル防止の特許としては、編織物を樹脂で前処理した後一定荷重の下に摩擦を行い毛羽を刈取る方法¹⁰⁾、同じく樹脂前処理後180~250℃で熱処理してから剪毛する方法¹¹⁾、等の毛羽刈り法と、特定のアクリル酸エステル共重合体による樹脂加工法¹²⁾¹³⁾、更にアクリル酸エステル共重合体にコロイダルシリカ等を併用する樹脂加工法¹⁴⁾、等の毛羽接着法がある。しかし毛羽刈り法のみでは洗濯後、糸または布地組織がゆるんで新たな毛羽が顔を出すであろうし、樹脂加工法では風合い硬化、耐久性になお問題がある。すなわちここで述べたピル防止の手段は、一つの方法によってピル防止をはたすことには無理があり、最初に述べたようにファイバの種類から糸、布地構成、染色仕上にいたる各工程で配慮することによりはじめてピルの発生の少ない製品となるうが、製品設計上の制約も多く積極的なピル防止の方法とはいいがたい。

4.2 ピルの脱落を はやめる方法

積極的にピル防止をはたすにはピルの脱落を、はやめる方法が一般的である。ピルの脱落を、はやめるには表3に示したようにファイバの断面形状、強さが影響するが、中でもファイバの低強力化が一般的な方法である。青谷はアクリル繊維の場合ではあるが、統計解析の結果から強力の中でも、せん断強力を示すファイバの結節強度、引掛強伸度が大きく寄与することを報告している¹⁵⁾がポリエステル繊維においても引張強伸度よりも結節強度の方が寄与大と思う。しかし一般には引張強度を低下させることでピル防止を果たそうとする特許が多い。それでは引張強度をどこまで下げればピル防止になるかという1.5~2.0 (g/d) であろう。ファイバの引張強度とピリング性の関係を表7、図3に示した。これらの関

図3 ポリエステル ファイバの強度とピル発生¹⁷⁾

係から 1.5~2.0g/d が目安となることが推察できる。ファイバ強度を下げるには、基本的には重合度を下げるのが有効であり、その方法が数多く提案されている。この方法を分類すると大きくは、(1)原糸の重合から延伸までの段階での原糸改質と、(2)で上がった布地中のファイバの強度を低下させる後処理と、(3)両者の組合せとの3法になる。(1)の原糸改質では分子量の小さいポリエステルや低重合ポリエステルを紡糸して低強力ファイバを製造するものがあるが、この際分子量の小さいポリエステルを如何にして紡糸・延伸するか工夫があり、紡糸・延伸条件の限定やポリマに増粘剤を添加して紡糸する等に、また、共重合の場合は共重合モノマに工夫があり、5-スルホイソフタル酸等の提案が昭和32年以降の特許公報で30件以上みられる¹⁸⁾。(2)の後処理法に関しては、原糸以降の段階で重合体を処理しその分子量を減じることによりピリング性を改良するという基本的な特許がある¹⁹⁾。この中には分子量を減じる(重合度を下げる)手段として、アンモニアを高圧力下で反応させる方法、高圧水蒸気処理、濃硝酸・モノメチルアミンによる処理等がポリエステルを分解する手段として含まれている。分子量を減じること自体が特許化されたためかその後分子量を下げる手段と称することなく、ピリング性を改良する方法は数多く提案されている。これらの方法は薬品処理がほとんどであり、薬品としてはポリエーテルグリコール²⁰⁾、やポリエステルと反応しないような化学物質(膨潤剤)²¹⁾、で200℃以上のごとき高温で処理する方法、膨潤剤処理後電磁波照射したり、電磁波照射後膨潤剤処理する方法²²⁾、トリエタノールアミン等のアミンを有機溶剤に溶解し、溶剤の沸点以下の温度で加熱処理する方法²³⁾、脂肪族の高級アルコールを付与後加熱処理する方法²⁴⁾、等が主として昭和40年までに提案されている。これらはいずれもアミン、アルコール、水により多かれ少なかれポリエステルを分解させピリング性を向上させるものと思う。この以後クロルスルホン酸のごとき強酸による処理²⁵⁾、強酸または強酸ガスの存在下ホルムアルデヒドを作用させる方法²⁶⁾、等の酸を作用させる方法も特許には提案されている。昭和45年頃から目立つのはアルカリの利用で、アルカリ金属の水酸化物に特定のカチオン活性剤を併用して加熱処理する方法²⁷⁾、第4級アンモニウム化合物と還元剤を含むアルカリ性水溶液中で熱処理する方法²⁸⁾、特定の第4級アンモニウム化合物とアルカリ金属の炭酸塩を含む水溶液中で90℃~140℃の温度で処理する方法²⁹⁾、特定の第4級アンモニウム化合物とアルカリ金属の水酸化物の水溶液に膨潤剤を加えて加熱処理する方法³⁰⁾等である。これらは苛性アルカリによる減量効果と部分的な加水分解によるファイバ強度低下効果の両方が作用しているものと思う。著者らの

実験では単なる減量処理では20%以上の減量にしないと抗ピル効果は出なかった。この他強酸化剤処理についても提案されている³¹⁾。

ピル防止について主として特許からその手段をながめてみたが、現実実用化されているのは原糸改質の抗ピルファイバがほとんどであろう。しかし原糸改質で完全な抗ピル性を得ようとすると先に述べたように1.5g/dのごとき低強度にせざるを得ず紡糸過程での困難性はもとより、紡績工程でのスピンドル回転数低下による生産性低下等問題は多い。

一方、後処理による抗ピル製品はあまりみられない。これは先に述べたICI社の特許(特公昭32-247)で低重合度化そのものが押さえられていたためでもあろうが、コスト高も大きい理由であろう。

5. スナグギングの防止

スナグギングはフィラメント使い布地で、引掛かりにより発生する、ひきつれ現象を称している。スナグギングの防止については特許・文献ともに少ない。主としてポリアクリル酸エステルエマルジョン、ポリオレフィン系、ポリウレタン系、ポリアミド系の樹脂処理が報告されている³²⁾³³⁾。これらは布地中のフィラメントが引出されるのを防止するためヤーン内でフィラメント間を接着することを意図している。この方法は風合い硬化、耐洗濯性の点から必ずしも充分な方法ではないように思われる。今のところ有効な手段がないのが実情で、糸使いや組織等での配慮で対処しているものと思う。

6. おわりに

ポリエステル繊維を使用した布地のピリング防止に関連し、生成過程、評価法、防止法にふれた。防止法については特許数も多く、この問題への関心の深さを感じた。今のところ原糸改質の抗ピルファイバが主に市販されているようであるが、より完全な抗ピル商品を得るために、原糸から製品迄を通しての努力が必要のように思う。

引用文献

- 1) 佐藤: 染色研究, 22, 121 (1978)
- 2) 柏崎: 消費科学, 7, 110 (1966)
- 3) 吉田: 繊維誌, 14, 656 (1958)
- 4) 青谷: 繊維誌, 31, T-475 (1975)
- 5) 青谷: 繊維誌, 31, T-501 (1975)
- 6) 青谷: 繊維誌, 31, T-559 (1975)
- 7) 佐田: 消費科学, 8, 69 (1967)
- 8) 吉田: 繊維誌, 14, 656 (1958)
- 9) 花木: 繊維加工, 18, 18 (1966)
- 10) 特公昭 37-4600
- 11) 特公昭 50-6596
- 12) 特公昭 46-42073

- 13) 特公昭 51-24640
- 14) 特公昭 47-48320
- 15) 青谷; 織学誌, **31**, T-559 (1975)
- 16) B.P. 840796
- 17) D. Gintis; Text. Res. J., **29**, 578, (1959)
- 18) 特公昭 35-8562, 特公昭 36-6190, 特公昭 36-20772, 特公昭 36-21814 など
- 19) 特公昭 33-247
- 20) 特公昭 35-243
- 21) 特公昭 36-19236
- 22) 特公昭 37-4599
- 23) 特公昭 37-7398
- 24) 特公昭 37-7397
- 25) 特公昭 45-9920
- 26) 特公昭 42-1799
- 27) 特公昭 44-28879
- 28) 特公昭 47-16880
- 29) 特公昭 47-31399
- 30) 特公昭 47-29476
- 31) 特公昭 48-8795
- 32) H.J. Leavitt; Am. Dyest. Rep., **63**, 31 (1974)
- 33) H. Bille; Meliand Textilber. **54**, 751 (1973)

海外繊維技術文献集内容紹介

海外繊維技術文献集 Vol. 29, No. 1 (1979-1/2) では、衣服の性質に関連した文献を取上げて特集号として刊行した。

これらはいずれも Clothing Research Journal の最近号に発表されたもので、衣服産業に関係しておられる研究者、技術者の方々には益するところ大であろうと思われる。

●衣服の快適感についての物理的基礎—乾燥状態の着衣衣服からの熱伝達

湿度を除いた状態における着衣衣服からの熱伝達について検討したもので、着衣衣服からの周囲への熱損失は衣服の外表面と周囲間との熱抵抗および衣服とそれ自体の熱抵抗によっている。衣服表面からの熱損失は輻射と対流による。そこで異種の布表面からの輻射と自然あるいは強制対流に関する公式を求めた。着衣衣服は布の重ね合わせであり、布と布の間に空気間隙を作る。空気間隙の熱抵抗とこれを通過する風の効果を組み合わせ考察したものである。

●保管後の衣服の白糸縫目の黄変

仕上げた衣服の貯蔵中に白糸縫糸が黄変するという苦情がしばしば聞かれるので、ナイロン、ポリエステル、綿糸の大气による汚染の影響を検討したもので、窒素酸化物と硫化水素に暴露すると各種の糸に影響があらわれた。ナイロン 66 では構成繊維の黄変が起ったが、ポリエステルと綿では起らなかった。ある種の蛍光剤をポリエステル糸に施すと黄変を招いたがナイロンや綿ではその影響はなかった等、黄変に関する実験を行ったものである。

●直接駆動による工業用ミシンの省エネルギー

従来のクラッチ／ブレーキ式モータと直接駆動の直流モータによって駆動した場合の工業用ミシンの作動を比較研究した。

試験は2種の代表的な操作過程について行い、それぞれの場合の電力消費量および熱拡散を測定した。その結果、直接駆動システムには、特にスタートとストップの急激な繰返しの場合に、実質的な電力消費量と熱拡散の減少をもたらすといえる。

●衣服の火災と火傷

衣服に引火した場合の熱損傷を衣服の素材別、デザイン別により分析して報告する。

「海外繊維技術文献集」は常に世界的な視野に立って、繊維工学並びに繊維工業全般を見渡し、最も今日の論文、技術報告および新製品の紹介等を取上げて紹介するものである。ご希望の方は本会まで照会いただきたい。

海外資料研究部会