

TECHNICAL BULLETIN



COTTON INCORPORATED

6399 Weston Parkway, Cary, North Carolina, 27513 • Telephone (919) 678-2220

ISP 1007

WATER AND STAIN REPELLENT FINISHING OF COTTON FABRICS

綿ファブリックの撥水防汚加工

This report is sponsored by the Importer Support Program and written to address the technical needs of product sourcers.

この解説書は輸入業者支援プログラムの一貫として編纂されたもので、テキスタイル製品の調達担当者が必要とする技術的問題点への対応を目的とする。

Copyright, 2004, Cotton Incorporated

目 次

ページ

はじめに	1
防汚性	1
試験方法 — 防汚性	1
撥水性	2
ファブリックの組織	2
試験方法 — 撥水防水性	2
試験方法 — 透湿通気性	3
仕上加工前準備	3
仕上加工におけるその他の留意事項	4
乾燥／熱処理条件	4
処方	5
試験結果	6
防汚性	6
撥水性	6
乾燥時間	7
快適性に対するフッ素系加工剤の影響	8
消費者に求められること	8
最後に	8
加工剤の入手先	9

始めに

フッ素系加工剤を使って撥水防汚加工を行えば、水や油などの液体をはじく性能を与えることができる。それは耐久性も備えており、綿の持つ自然な風合を損ねることもない。衣料の用途に応じた規格のファブリックを選び、それを適正な薬剤で加工することも大切である。こうして得られたファブリックで作られた衣服はこれを着用する人に、例えば、いつまでもきれいを保ち、早く乾き、しかも雨や雪で濡れるのを防ぐといったように、多くの利点をもたらしてくれる。

綿の撥水防汚加工素材は、高い撥水性能が要求されるアウターウェアから防汚性をより重視したカジュアルパンツなどの一般衣料品までの幅広い用途の衣料品に使われている。またその他に室内装飾用品、ラグやカーペットなどの製品にもこうしたフッ素系加工処理が施されている。

この技術冊子では、アウターウェアや一般衣料などの最終製品に供される綿100%の撥水防汚加工素材を製造するために必要な最新のフッ素系加工剤とそれを使った加工方法について解説する。

防汚性

一般用途の防汚衣料品の開発は、手入れの簡単な衣服を求める消費者の要望に応えることでもあった。

ただし、この技術冊子で解説するのは厳密には水や汚れを弾く(ソイルリペレント)加工に関することであることを明記しておきたい。従ってここでは汚れを落ち易くする(ソイルリリース)加工や汚れを弾きしかも落ち易くする複合的な加工の方法、もしくはそうした加工品の性能について述べるものではないことを理解して欲しい。

ソイルリペレント(または撥水撥油)加工とは： 水性もしくは油性の汚れの原因となり得る水分や油分を球状に弾き、転げ落ちるようにすることで、それらがファブリックの内部に浸透しないようにする加工のこと。この性能を評価するには、油性汚れに対しては撥油性試験(AATCC 118)、そして水性汚れに対してはイソプロパノール／水による滴下試験が行われる。

ソイルリリース加工とは： 洗濯中にファブリックに付いた汚れを落ち易くする性能を高める加工のこと。この加工の場合には、水や油などの液体は球状に弾かれることなく、通常は生地にしみ込む。その性能はソイルリリース試験(AATCC 130)でもって評価される。

リペレント／リリース複合加工とは： 汚れ全般を対象にそれなりの汚れの付きにくさに加え、汚れの落ち易さも兼ね備えた加工のこと。

試験方法 — 防汚性

撥油性試験(AATCC 118)： それぞれに異なった表面張力を持つ一連の炭化水素化合物系の試薬(油剤)による対濡れ性を測定する方法。撥油性の等級はファブリック表面が濡れない最も高い試薬の等級で表す。

- 油剤は1－8までの等級で区分されており、8級が最も高い等級(最も高い撥油性)を示す。多くの品質仕様書では繰り返し洗濯後の測定で3級が求められている。

イソプロパノール／水による滴下試験(AATCCへの基準化策定中)：それぞれに異なった表面張力を持つ一連のイソプロパノール／水の混合液を使って水性溶液に対する対濡れ性(対水性汚れ性)を測定する方法。

- 10級(水20%とイソプロパノール80%)が最も高い等級(最も高い撥水性)を示す。通常は繰り返し洗濯後の測定で最低でも4もしくは5級が求められている。

撥水性

撥水加工：ファブリックが水で濡れるのを防止する加工のこと。この性能を評価する試験方法にはいろいろあるもののいずれも厳密に定められており、例えばスプレー試験(AATCC 22)、レイン試験(AATCC 33)、耐水圧試験(AATCC 127)、ブンデスマン式レイン／シャワー試験(ISO 9865)などがある。ファブリックの試験には求められる撥水性の程度によってこの中から適当な方法が選択される。

撥水素材：水で濡れたり、水がしみ込んだりしないファブリックのこと。撥水性の程度はいろいろであるが、ファブリックの組織に左右される分が大きい。例えば、撥水加工したニットファブリックに水をスプレーしても乾いたままであるが、目の粗い組織のため水はそのファブリックの隙間を通してしまう。防水加工したファブリックには水がしみ込むことはない。

ファブリックの組織

アウトターウェア(レインウェア)向けもしくは一般衣料(カジュアルパンツ)向けの撥水加工に使われるケミカル処方にはほとんど違いがないのだけれども、レイン試験(AATCC 35)にパスする必要があるかどうかはこれら用途の主な違いとなっている。レイン試験に対する性能は単にファブリックの加工処方だけでなく、ファブリックの組織に依るところも非常に大きい。

カジュアルパンツなどに一般的に使われるごく普通の綿の3／1ツイル(7.5 oz. /yd²)はさほど目の詰まった組織ではなく、レイン試験に合格するには無理がある。しかしながら、9.0－10.0 oz. /yd²のキャンバスのように重い目付けの綿ファブリックはその組織が非常にタイトであり、適切な処理を行えばレイン試験にも十分に合格できる性能を発揮する。その他には極細番手の糸を使って非常にタイトに織った特殊なファブリックなども用いられることがある。

試験方法 — 撥水防水性

スプレー試験(AATCC 22)：水滴が穏やかに当たる条件下でのファブリック表面の濡れ抵抗性を評価する方法。

- ファブリックにしみ通る水は考慮せず、単に目視でファブリック表面の状態を評価する。素早く、簡単でしかもさほど費用をかけることなく行える試験方法として広く採用されている。最も高い等級は100で、多くの撥水ファブリックで求められる最低ラインは70である。

レイン試験(AATCC 35)：ファブリックをしみ通る水の量を測定する方法で、ファブリックの裏側に既知の重さのろ紙を置き、水を所定時間スプレーした後に再度このろ紙の重量を測定する。水柱の高さを変えることで、シャワーの強さを加減できる。

- 米国関税局によってレインウェア用とみなされた衣料品の場合には、2フィート(約60cm)水柱の圧力の水を2分間スプレーし、水のしみ込みは1.0グラム以下であることがそのファブリックに求められる。
- 通常、最も厳しい試験では3フィート(約90cm)で5分間という条件が採用される。
- 試験の合格にはファブリックの組織(タイトネス、目の詰まり度合い)が非常に大切となる。

ブデスマン式レイン／シャワー試験(ISO 9865)：人工降雨下でのファブリックの性能を評価する。目視で試料表面の濡れ具合を等級付けし、試料が吸収した水分量と試料をしみ通った水分量も合わせて測定する。

- この方法は撥水性を評価する方法としては過酷な試験の一つである。米国内にはブデスマン試験機は稀で、主にヨーロッパで採用されている。

水圧試験(AATCC 127)：ファブリックに水圧を掛け、3ヶ所に水が漏れ出すまでの圧力を測定する。

- ハイテクファブリックなどの防水性を評価するための過酷な試験。

試験方法 — 透湿通気性

撥水素材はファブリックに水がしみ込まないように十分に目の詰んだ組織でなければならないが、快適な衣服の着心地感を提供するには、通気性すなわち空気や湿気がファブリックを通り易くしておかなければならない。

通気性(フラジール式)(ASTM D737)：ファブリック平面に垂直に通過する空気流量を測定する。

- この方法は通気性もしくは防風性を評価する目安となるもので、結果は1分間に1平方フィート当りのファブリックを通過する空気量(立方フィート)で示される(単位は $\text{ft}^3/\text{min}/\text{ft}^2$)。

透湿度(ASTM E96、B法)：簡易透湿カップ法によって、ファブリックを通過する水蒸気の発散速度を測定する。

- 測定方法を明記する必要がある。最も一般的に用いられるのがB法、垂直に立てたカップと73.4°F(23°C)の水を使う方法で、結果はファブリック1平方メートル当りを24時間で透過する水分量で示される(単位は $\text{g}/\text{m}^2/24\text{hrs}$)。

仕上加工前準備

撥水防汚加工の耐久性を最も高めるためには、加工前のファブリックに対する適切な準備が欠かせない。下晒用助剤、経糸糊剤、界面活性剤や染色助剤などの薬剤がファブリックに残留していると、撥水防汚性能を低下させる。

ファブリックが加工に適するかどうか、ファブリックpH、残留アルカリ、また水もしくは溶剤での抽出物の有無などを加工前にチェックする必要がある。推奨するファブリックの品質を以下に示す。

ファブリックpH(AATCC 81)は5.5–7.5とする。(中にはpH5.5–6.5を推奨する薬剤メーカーもある。)

残留アルカリ量(AATCC 144)はNaOH換算で0.05%以下とする。

水抽出物量(AATCC 97)は0.4%以下とする。

溶剤抽出物量(AATCC 97)は0.1%以下とする。

吸水性(AATCC 79)は水滴滴下後、瞬時であること。

ファブリックに残留する糊剤の有無はスポットテスト¹で、また界面活性剤の有無はフォーミングテスト²で確認できる。

仕上加工におけるその他の留意事項

一般的なファブリックの場合、加工浴のpHは4から5の間にあればよい。必要に応じて酢酸(56%)を使って調整する。

調液タンクや調液装置にシリコン系の薬剤が残っていてはいけいない。一般的にこうした薬剤が残っていると撥油性の大幅な低下を招く。

泡立ちが問題になるようなら、非シリコン系の消泡剤は使ってもよい。

乾燥／熱処理条件

乾燥は通常使われるテンターなどの仕上機械を用い、195–250°F(90–121°C)の温度に設定して行う。熱処理前のファブリックは絶乾状態にしておくこと。

フッ素系加工剤による撥水撥油加工においては、最もその性能を発揮させるには熱処理が欠かせない。もし熱処理が不十分であるならば、その効果の耐久性は不十分なものとなる。個々のフッ素系加工剤に必要な熱処理条件については、各々の薬剤メーカーが推奨する条件を参考にすること。その中には340°F(171°C)で1分間の条件を推奨するメーカーもあれば、300°F(150°C)で3分間または338–356°F(170–180°C)で30–40秒間の条件を推奨するメーカーもある。一般的に熱処理温度が高いほど、耐久性の点では有利に働くと言える。

¹ Livengood, Charles D. “Spot test for identification of warp sizes on fabrics.” *Textile Industries*. September 1983, pp. 114–118 参照。

² 3M Application Guide, April 2003 参照。

処方

フッ素系加工剤による撥水防汚加工においては、その他に以下の加工薬剤を併用することも可能である。

- 架橋剤
 - フッ素系加工剤の中には加工効果の耐久性を向上させるために、別途架橋剤の使用が必要なものもある。一方で既に架橋剤を配合した加工剤もあり、この場合には架橋剤を添加する必要はない。
- 希釈剤(エクステンダー)
 - エクステンダーは比較的安価な脂肪族系もしくはワックス系の撥水剤で、撥水防汚性能を向上させ、必要なフッ素系加工剤の使用量を減らすのに役立つ。
- 非再湿潤性湿潤剤(再湿潤性のない湿潤剤)
 - ファブリックが十分に濡れて、加工剤を内部にきちんと浸透させるためには、加工後にファブリックに残留しないようなタイプの湿潤剤を使うことも必要になる。こうした再湿潤性のない湿潤剤は熱処理の際に蒸発もしくは気化してしまうことになる。もし通常の湿潤剤を使うなら、それは熱処理後もファブリックに残留して撥水性を阻害する。
- 柔軟剤
 - 柔軟剤が必要な場合には、フッ素系加工剤との相容性を考慮しなければならない。特にシリコン系の柔軟剤を選択する際には、撥油性を阻害しないものを用いるべきである。いずれにしても柔軟剤の使用に際しては、フッ素系加工剤メーカーの助言を求めるべきである。
- グリオキザール系(DMDHEU)樹脂
 - 形態安定性が求められる際には、DMDHEU樹脂の使用も可能である。こうした樹脂による架橋結合によって、フッ素系加工剤の中にはその耐久性が向上するものもある。
- 塩化マグネシウム(MgCl₂)系触媒
 - グリオキザール系(DMDHEU)樹脂と一緒に必要な量を用いること。

推奨処方は次の通りである。(浴中の重量%で示す)

6%－8%	フッ素系撥水加工剤
5%	希釈剤(必要に応じて)
0.2%	非再湿潤性湿潤剤
5%	グリオキザール系(DMDHEU)樹脂
1.5%	MgCl ₂ 触媒

通常の3/1綿ツイル生地の場合にはウェットピッキングは70%前後で、10oz. の綿キャンバスの場合には55%－60%になると予想される。

試験結果

防汚性

綿ツイルによる、家庭洗濯5、15および30回後の防汚性の試験結果を次に示す。この生地加工処方では8%のフッ素系撥水加工剤、5%のDMDHEU樹脂および1.5%のMgCl₂触媒で、そのウェットピックアップは70%であった。結果として、家庭洗濯30回後のスプレー試験、撥油性試験およびイソプロパノール／水による滴下試験のいずれにおいても十分な性能を確保した。アイロン掛けは有効で、加工効果を再生させ、その性能を高める。

	洗濯前	5HLTD ¹	15HLTD	30HLTD	30HLTD +アイロン掛け
スプレー試験 (AATCC 22) ²	100	95	85	70	80
撥油性試験 (AATCC 118) ³	7.0	6.0	6.0	4.5	6.0
イソプロパノール／水による滴下試験 ⁴	10	10	10	7.5	8.0

¹“HLTD”:洗濯はAATCCの標準洗剤を用い、温度105°F (40°C)で、またタンブル乾燥は30分間実施。

² AATCC 22では等級付けに際して、標準見本の間に位置するような試料の場合には中間の等級(例えば85や95)も認められている。最低合格ラインは70である。

³ 通常、撥油性の最低合格ラインは3.0である。

⁴ 通常、この最低合格ラインは4.0–5.0である。

撥水性

10oz. 綿キャンバスによる結果は次の通りとなった。この生地は前ページの推奨処方で加工し、10回洗濯後においても通常のアパレル用途では最高レベルの水準、すなわち3フィートの水圧での5分間のレイン試験に合格した。スプレー試験と水圧試験の結果を合わせて下表に示す。

試料—綿100%、10.0oz. キャンバスにフッ素系加工剤による撥水处理	洗濯前	10HLTD後 ¹
スプレー試験 (AATCC 22) ² 等級	100	80–85
レイン試験(AATCC 35) ³ 合格基準=ろ紙の重量差1.0g以下 試験水準:3フィート水圧5分間の“暴雨”水準	0.2g 合格	0.2g 合格
水圧試験(AATCC 127)–Suter ³	54.5cm	データ無

¹“HLTD”:洗濯はAATCCの標準洗剤を用い、温度105°F (40°C)で、またタンブル乾燥は30分間実施。

² 最低合格ラインは70である。ただし、スプレー試験の結果は必ずしもレイン試験の結果と一致しない。それはスプレー試験ではファブリックの表面の濡れ状態だけを評価するが、一方でレイン試験ではファブリックをしみ通る水分量を測定するからである。

³ SGS U. S. Testing Company, Inc. (ニュージャージー州 フェアチャイルド)にて試験を実施。

乾燥時間

フッ素系加工剤による撥水／防汚加工は、単に撥水性や撥油性を付与するだけでなく、未処理布と比べてその乾燥速度を著しく向上させる。綿ツイルの生地を使った、未処理品、形態安定加工品および二種類の撥水／防汚加工品の乾燥時間を測定した結果を次に示す。下表に見られるように、フッ素系加工剤で処理した試料は未処理品と比べてウェットピックアップが低い、すなわち吸水量が少なく、それ故に乾燥時間が早いという結果になった。

試料—綿100%ツイル	平均ウェットピックアップ (%) ¹	平均乾燥時間 (分間) ¹
未処理品	76. 1%	238
形態安定加工品、DMDHEU樹脂加工	56. 4%	147
フッ素系加工剤 A + DMDHEU樹脂	27. 2%	76
フッ素系加工剤 B + DMDHEU樹脂	24. 4%	69

¹ 回転シリンダー式強制攪拌吸水試験機(Tumble Jar Dynamic Absorption Tester)に2リットルの脱イオン水を入れ、そこに試料と6インチX6インチの大きさのツイルのバラスト9枚を加えて、20分間運転し、試料を完全に濡らす。その後、試料を Quickwash 試験機で10分間脱水し、金網の上に広げて、70°F (21°C) で65%RHの雰囲気下で乾燥させる。

快適性に対するフッ素系加工剤の影響

フッ素系撥水／防汚加工によって綿素地が持つ湿気や空気の自然な呼吸作用が阻害されることはない。下表に示すように、通気性や透湿度はこの加工によって極僅かに影響を受けるに過ぎない。

試料—標準的な3／1綿ツイル	通気性(フラジール式) (ASTM D737)	平均透湿度 ASTM E96、B法*
未処理	20. 0 ft ³ /min/ft ²	810. 9 grams/m ² /24 hours
加工品 (6%のフッ素系加工剤 + DMDHEU樹脂)	20. 2 ft ³ /min/ft ²	771. 1 grams/m ² /24 hours

* NCSU T-PACC (ノースカロライナ州 ローレイ)にて試験を実施。

綿の撥水キャンバスは典型的な合繊のジャケットより遥かに透湿・通気性に優れ、自然な呼吸作用があると言えるほどである。その結果を下表に示す。

試料	平均透湿度 ASTM E96、B法*
10oz. 綿キャンバス (10%のフッ素系加工剤処理)	673. 6 grams/m ² /24 hours
ハイテク合繊ジャケット 透湿・通気性に優れると表示	564. 1 grams/m ² /24 hours

*SGS U. S. Testing Company, Inc. (ニュージャージー州 フェアチャイルド)にて試験を実施。

消費者に求められること

フッ素系撥水処理を施したファブリックの取り扱い、特に洗濯に関して、消費者に対して強調すべきいくつかの留意点を上げる。これは洗濯を繰り返した後もファブリックの性能をベストな状態に保つために必要な事柄である。

衣料用の液体柔軟剤やタンブル乾燥機用シートは撥水・撥油性能を低下させるため、それらの使用は避けるべきである。

空気中で自然乾燥した場合には、フッ素系加工剤による撥水・撥油加工の効果はきちんと再生されない恐れがあるため、衣服の洗濯後にはそれを直ちに乾燥機に入れるといった操作が消費者に求められる。(加工剤の中には自然乾燥の後でもその性能を発揮するように工夫されたものがあり、洗濯—風乾(Laundry—Air DryもしくはLAD)タイプとして区別されている。そうは言いながらも、より良い撥水・撥油性能を得るには、やはりタンブル乾燥が最も望ましい。)

何回か洗濯を繰り返した後にその性能が低下した場合には、アイロン掛けが機能の回復に一役買ってくれることもある。タンブル乾燥やアイロンの熱でフッ素系加工剤の分子鎖が再配列されて、撥水・防汚性能が復活する。小売業者や生地・製造者の中には、より良い性能を維持するために洗濯5回毎のアイロン掛けを推奨するものもある。性能がきちんと戻るように、すすぎ洗いを追加して洗剤を完璧に洗い落とすことも効果的である。

防汚加工素材に汚れが付いた場合にも、それなりの配慮が求められる。液状の汚れは丸く球にした状態で生地から転げ落すか、ふき取りタオルで優しく吸い取ってやるとよい。一方で、ケチャップやマスタードのような半固形状の汚れのふき取りにはより困難が予想される。半固形状の汚れが付いた場合には、ふき取りタオルで寄せ集めて、さっと撫でるように優しくぬぐい取ってやるとよい。ただし、汚れを生地の中に擦り込まないように注意すること。

最後に

フッ素系撥水・撥油加工は綿100%素材の付加価値を高めるのに大いに役立ってくれる。

カジュアルパンツなどの一般的な衣服だけでなく、ルーズな組織の織物やニットを含む様々な素材にもうまく適用できて、耐久性のある防汚性能を与えることが可能である。

アウトウェアやレインウェアのような用途にはレイン試験に合格することが求められる。そのための素材は非常に限定され、目の詰んだしっかりした組織の生地が必要となる。さらに、アウトウェア専門用品の場合には、ブンデスマンや水圧試験などのレイン試験よりさらに厳しい試験が求められることになる。

加工剤の入手先 (アルファベット順)

Bayer Chemicals
100 Bayer Road, Building 14
Pittsburgh, PA 15205-9741

Ciba Specialty Chemicals Corp.
4050 Premier Drive / 27265
P. O. Box 2678
High Point, NC 27261-2678

Clariant Corporation
4331 Chesapeake Drive
Charlotte, NC 28216

Cognis Corporation
4900 Este Avenue
Cincinnati, OH 45232

Mitsubishi International Corporation (MIC)
Specialty Chemicals, Inc.
520 Madison Avenue
New York, NY 10022

Noveon Inc.
9911 Brecksville Rd.
Cleveland, OH 44141-3247

弊社で使用した薬剤は上記メーカーの製品である。これ以外のメーカーの製品を使っても十分な結果を得られる可能性はある。

ここに記載された見解や推奨事項および提案事項は、試験およびその時点で関係した製品もしくは製造プロセスに関する事項に限った中から得られた信頼できる情報をベースとしたものである。個々のケースでの厳密さについては保証の限りではない。またこの精度もしくは再現性についての保証はできないものの、直接もしくは間接的なこの情報の使用は自由である。ただし広告や製品の保証もしくは証明を目的にこの情報を使うことは認められない。さらにこの情報、製品やプロセスを使用することで既存の特許に抵触する恐れのある場合には、これを承認または推奨するものではない。ここに記載された商品名の使用はいかなる製品の保証宣伝においても認められない。またコットン インコーポレイテッド (Cotton Incorporated) の名前や記載された製品に関連するトレードマークの使用も認めるものではない。

輸入業者支援プログラム

コットンボードとコットンインコーポレイテッドは、米国アップランド綿の生産者および綿と綿製品（原綿、反物およびアパレル製品を含む）の輸入業者から資金の提供を受けている。この輸入業者からの資金の一部が輸入業者支援プログラムの名の下に、輸入業者のための特別活動に充てられており、この基金を元としたプロジェクトとして、例えばトレーニングスクール、教育プログラム、フォーカスグループ、実務者ミーティングや研究支援活動などが行われている。

輸入業者のビジネスに関連していくつかの重要な技術的テーマが、そのメンバーによって取り上げられ、こうしたテーマについて基礎的でしかも実用的な情報を提供することを目的として、簡潔に、しかも技術的にやり過ぎないようにしてまとめられたのがこのレポートである。

さらに詳しい情報が必要な方は以下に連絡を：

ELIZABETH KING
MANAGER
IMPORTER RELATIONS
COTTON BOARD
PHONE: 973-378-7951
FAX: 973-378-7956
eking@cottonboard.org

DEAN B. TURNER
SENIOR VICE PRESIDENT
GLOBAL PRODUCT MARKETING
COTTON INCORPORATED
PHONE: 919-678-2257
FAX: 919-678-2231
dturner@cottoninc.com

弊社ウェブサイトにもお立ち寄り下さい：www.cottoninc.com



COTTON INCORPORATED