

機能性繊維素材の難燃性向上に関する研究

守田啓輔* 沢野井康成* 田畑裕之*

本研究では、カーテン用ポリエステル織物に対して、難燃性と機能性(防汚性)を同時付与する加工法について検討した。環境対応型(非ハロゲン系)のホスファゼン難燃剤分散液と防汚剤(親水性ポリエステル樹脂)分散液の混合液に織物を浸漬して熱処理加工を行ったところ、難燃剤濃度1%、防汚剤濃度0.2%以上の条件において、難燃性と防汚性がいずれも消防法やJISの合格水準以上であった。また、織物の染色濃度が増すと難燃性は低下したが、染色濃度0.5% o.w.f.以下の淡色では、洗濯及びドライクリーニング後も難燃性と防汚性が共に合格水準を維持されており、かつ染色堅牢度の低下も認められなかったことから、本技術はインテリア用繊維製品に応用可能であることが示唆された。

キーワード: 難燃性, 防汚性, ホスファゼン, ポリエステル

Study of Textile Finishing for Flame Retardance and Other Functions

Keisuke MORITA*, Yasunari SAWANOI* and Hiroyuki TABATA*

We investigated the processing method for giving curtain polyester fabrics flame retardant properties and other functions (such as antifouling properties) simultaneously. Polyester fabric was processed with a mixture of phosphazene emulsion, an environmentally-friendly non-halogen flame retardant, and hydrophilic polyester emulsion, an antifouling agent. The most effective combination for providing flame retardant and antifouling properties was the combination of 1wt% phosphazene emulsion and polyester emulsion over 0.2wt%. Flame retardance decreased with an increase in the dye concentration in the fabrics; the fabrics of pale color (dye concentration below 0.5% o.w.f.) retained flame retardant and antifouling properties, as well as color fastness after washing and dry cleaning. It was demonstrated that the finishing process was applicable to interior textile products.

Keywords: flame retardance, antifouling property, phosphazene, polyester

1. 緒 言

インテリア繊維製品(カーテン、カーペット等)には、火災時の延焼阻止や避難時間を確保する目的で、難燃性が要求されている。特に公共施設用途の場合では、消防法により防災ラベルの取得が義務付けられる。近年、化学物質規制の強化に伴い、環境蓄積性が懸念されているハロゲン系薬剤から、より安全な非ハロゲン系薬剤へと環境対応型難燃剤のニーズが高まりつつある。このことから、筆者らは以前の研究¹⁾において、主に電子材料分野で用いられている非ハロゲン系のホスファゼン系難燃剤を使用したポリエステル繊維の難燃加工液を高松油脂(株)と共同開発した。同難燃加工液は、ポリエステル繊維の難燃化に有効であることを確認している。

一方、消費者ニーズの多様化に伴い、インテリア製

品に難燃性以外の機能性が求められるようになってきた。中でも生活雑貨における衛生的観点から、防汚性(付着した汚れが洗浄により落ちる特性)は最近注目され、2012年からSEK防汚マーク(図1)の認定制度も開始されている。しかし、防汚加工に用いられる樹脂剤の多くは可燃性であり、これを難燃剤と併用すると難燃性が阻害されやすいという課題がある。そのため、後加工によって機能性を付与した難燃インテリア製品事例は、市場に殆んど見当たらないのが現状である。

本研究では、ホスファゼン系難燃剤と防汚剤を混合した加工液を使用し、ポリエステル織物に難燃性と防汚性を両立させた加工条件を確立すると共に、高付加価値インテリア繊維製品への応用の可能性を探ることを目的とした。



図1 SEK防汚マーク

*繊維生活部

2. 実験方法

2. 1 試料及び染色

試験用布帛には、遮光カーテン用ポリエステル織物(二重織、綾組織、たて糸：ポリエステル糸、よこ糸：ポリエステル黒原着糸、目付：240g/m²)を使用した。

染色では、分散染料(Sumikaron SE-RPD)を用い、染色試験機(辻井染機工業(株)製)により行った。染色濃度は0~2%o.w.f.(%o.w.f.:布に対する染料の重量比)、染色温度及び時間は130℃で1時間とした。

2. 2 難燃・防汚加工

難燃剤分散液と防汚剤分散液を適量混合して加工液を調製し、図2のように織物を加工液中に浸漬後、マングルで絞って脱水し、180℃の加熱炉中で5分間熱処理を行った。

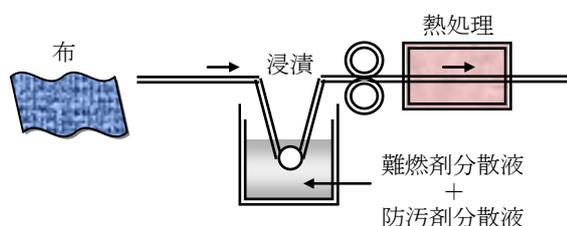


図2 難燃・防汚加工法の模式図

実験に用いた加工液の調整では、難燃剤に防汚剤(A)~(C)のいずれか1種を混合した。

- ・難燃剤：ホスファゼン系分散液(TKフレムレス300, 高松油脂(株))
- ・防汚剤：(A)親水性ポリエステル系分散液(SR-1000, 高松油脂(株))
(B)フッ素アクリレート系分散液(TKガードC-654, 高松油脂(株))
(C)シリコン系分散液(ハイレジンSD-319, 高松油脂(株))

2. 3 性能評価試験

難燃性試験には、難燃性評価システム(FRT-6, (株)安田精機製作所製)を用いた。消防法施行規則第4条の3²⁾に準拠して、45度傾斜したコイル内の試料下端に接炎後、燃焼により試料長が初期の10cmから残り1cmになるまでの接炎回数を測定した。接炎回数が多いほど難燃性が高く、一般にインテリア製品で要求されている難燃性能基準では、3回以上である。

洗濯耐久性試験には、洗濯試験機(LM-8DS, スガ試験機(株)製)を用い、「防炎性能に係る耐洗濯性能の基準²⁾」に基づき、以下の方法で実施した。

- ・洗濯試験：洗浄(洗剤0.1%水溶液, 60℃・15分)→すすぎ(水, 40℃・5分)→脱水→乾燥の工程を5回繰返し。
- ・ドライクリーニング試験：洗浄(パークロロエチレン+界面活性剤2%+水0.1%の混合液, 20℃・15分)→すすぎ(パークロロエチレン, 20℃・5分)→脱水→乾燥の工程を5回繰返し。

防汚性試験はJIS L1919 C法に準拠して、次の方法で実施した。

- ・油性汚染物質(オリーブ油61.5%+オレイン酸38%+オイルレッド0.5%)を布に0.1ml滴下→室温で乾燥→JIS L0217 103法に基づき洗濯処理→グレースケールによる汚染度判定。

このとき判定基準は、SEK防汚マークの合格基準(3.5級以上)を適用した。

染色布の染色堅牢度試験は、洗濯、ドライクリーニング、摩擦、昇華の各項目について、下記の試験法により実施した。

- ・洗濯：JIS L0844 A-2号(50℃・30分)
- ・ドライクリーニング：JIS L0860
A-1法(パークロロエチレン使用, 30℃・30分)
B-1法(石油系溶剤使用, 30℃・30分)
- ・摩擦：JIS L0849(乾燥・湿潤, 100回)
- ・昇華：JIS L0854(120℃・80分)

3. 結果と考察

3. 1 未染色布の難燃・防汚加工条件

ホスファゼン系難燃剤分散液と防汚剤を所定濃度で混合した加工液を未染色ポリエステル織物に塗布し、接炎回数を測定した結果を図3に示す。防汚剤Aの場合、いずれの濃度においても難燃剤濃度1%で接炎回数の最大値を示し、それ以上では難燃性が低下する。また、防汚剤濃度が高いほど難燃性は全体的に低下する傾向が見られ、防汚剤2%以上では難燃性合格基準である3回を下回った。これは、難燃剤が増えると加工液に含まれる難燃剤の分散に使用する薬剤濃度が大きくなり、可燃性が助長されたためと考えられる。難燃剤濃度が1%の場合では、防汚剤濃度が1%以下であれば難燃性阻害の影響は小さいことがわかった。これに対して、防汚剤BとCでは、少量の濃度でも難燃性は合格水準を下回り、難燃・防汚加工には不向きであった。

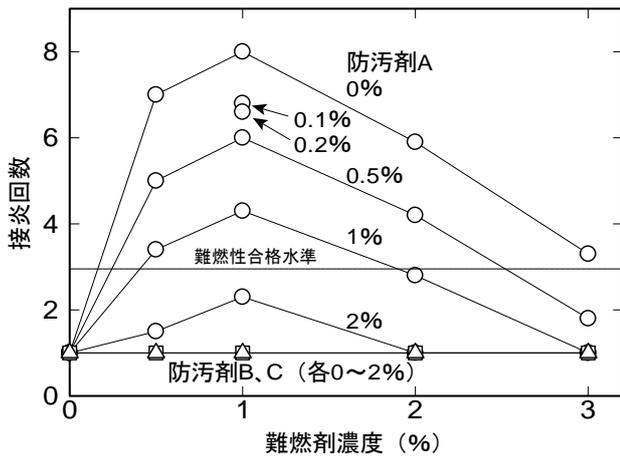


図3 難燃剤・防汚剤の濃度に対する難燃性の変化
(○)防汚剤A, (□)防汚剤B, (△)防汚剤C

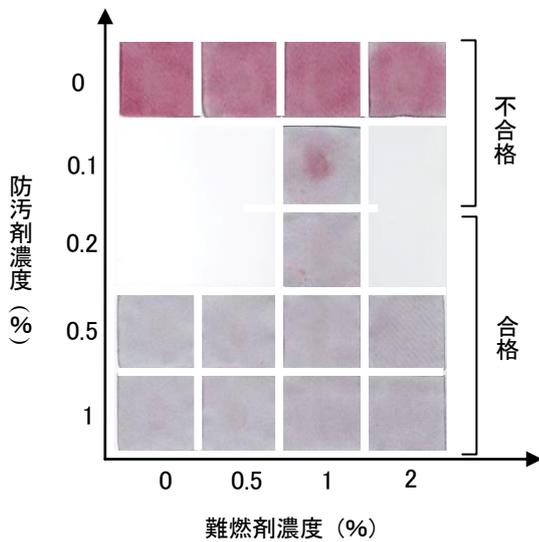


図4 防汚性試験結果 (防汚剤A)

次に、防汚剤Aを用いて難燃・防汚加工した試料の防汚性試験結果を図4に示す。図3で難燃性が最大であった難燃剤濃度1%に着目すると、防汚剤濃度が0.2%以上では汚染が認められないが、防汚剤濃度0.1%以下では洗濯後も汚れが残っており、不合格と判定された。防汚剤B, Cを使用した場合は難燃性が不合格であったため、以後は防汚剤Aの結果について示す。

次に、難燃剤濃度1%, 防汚剤濃度0.2~1%の条件下で加工した未染色織物について、洗濯及びドライクリーニングによる難燃性への影響を図5に示す。防汚剤濃度の増加と共に接炎回数が減少する傾向は図3と同様である。洗濯やドライクリーニングを行うと接炎回数が低下し、防汚剤濃度1%で難燃・防汚加工した試料は、ドライクリーニング後に難燃性合格基準の3回を下回

っていた。なお、この時の各試料の防汚性は、図6に示す通り全て合格水準以上であった。これらのことから、防汚剤Aを濃度0.2~0.5%の範囲で混合した難燃加工液を使用することで、難燃性及び防汚性のいずれも耐久性を有する布帛を得られることが分かった。

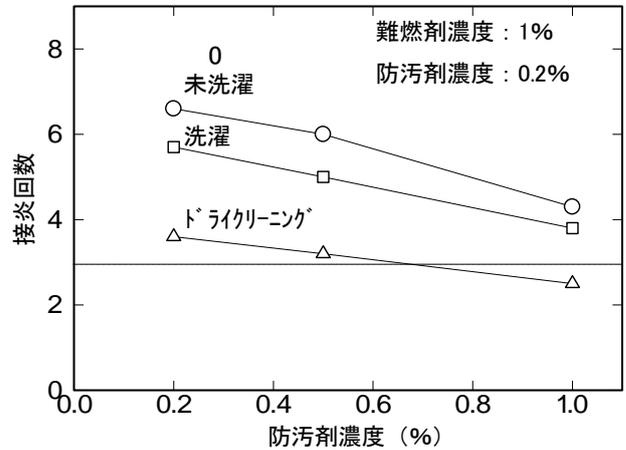


図5 洗濯・ドライクリーニングによる難燃性への影響

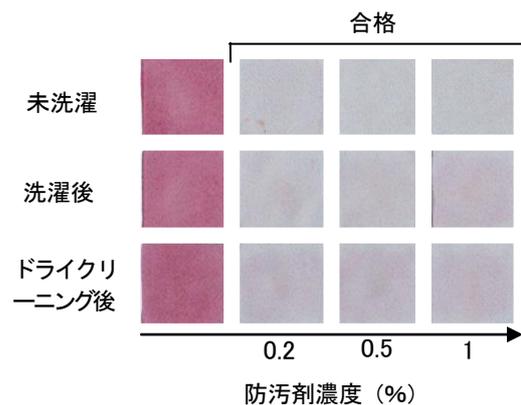


図6 防汚剤濃度の防汚性に対する影響

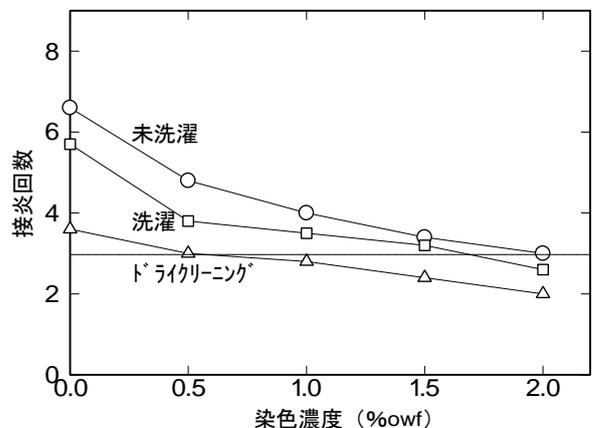


図7 染色濃度の難燃性への影響

3. 2 染色布の難燃・防汚性

3. 1項では未染色布を用いたが、染色布に難燃・防汚加工を施した場合、洗濯やドライクリーニングに対する耐久性が異なる。そこで、染色濃度が洗濯やドライクリーニング及び難燃性に与える影響について図7に示した。各試料とも染色濃度が增大すると難燃性は低下し、ドライクリーニングを行った場合、染色濃度が0.5%o.w.f.を超えた試料の接炎回数は3回を下回った。このことは、染料が可燃性であることから、難燃性の阻害要因になったものと考えられる。

3. 3 染色堅牢度

難燃・防汚加工した染色布(難燃剤濃度1%, 防汚剤濃度0.2%, 染色濃度0.5~2%o.w.f.)について、染色堅牢度試験(洗濯, ドライクリーニング, 摩擦, 昇華)を行った結果を表1に示す。染色濃度0.5%o.w.f.では、各堅牢度は難燃・防汚加工の未処理試料と同水準であったが、染色濃度が1%o.w.f.を超えると、難燃・防汚加工布の摩擦(湿潤)堅牢度が4級に低下した。また、染色濃度2%o.w.f.では、摩擦(湿潤)は3-4級に、昇華は4級へ低下した。このことは、繊維表面の難燃剤と防汚剤による染料の浸出が、染色濃度が高いほど顕著になったためと考えられる。以上のことより、染色濃度が0.5%o.w.f.以下の淡色であれば、洗濯・ドライクリーニング後も難燃性及び防汚性は合格基準を維持でき、染色堅牢度にも影響しないことが確認された。

3. 4 難燃・防汚加工事例

織物への加工事例として、遮光カーテン用ポリエステルジャカード織物(二重織, たて糸:ポリエステル糸, よこ糸:ポリエステル黒原着糸, 目付:364g/m²)に対し、難燃剤濃度1%, 防汚剤濃度0.2%の条件

で難燃・防汚加工を行って性能評価を行ったところ、難燃性及び防汚性のいずれも合格基準を満足した。

4. 結 言

本研究では、カーテン用ポリエステル織物に難燃性及び防汚性を同時付与する加工方法を検討した。得られた主な結果は、次の通りである。

- (1) ホスファゼン系難燃剤は濃度1%の時に難燃性能が最大となるが、防汚剤を混合すると難燃性能は低下する。特にフッ素アクリレート系防汚剤とシリコン系防汚剤は難燃性の著しい低下を招くため、難燃・防汚加工用途には不向きである。
- (2) 親水性ポリエステル系防汚剤は、難燃性阻害効果が比較的小さく、同液を1%以下で混合した場合、消防法で定める難燃性能基準を満たす。
- (3) 染色濃度が增大すると難燃性は低下し、染色濃度0.5%o.w.f.以上の試料では、ドライクリーニング後の接炎回数が3回を下回った。これは、染料が可燃性であることから、難燃性の阻害要因となったためと考えられる。
- (4) 染色濃度0.5%o.w.f.以下の淡色織物では、ホスファゼン系難燃剤1%+親水性ポリエステル系防汚剤0.2%の混合液を塗布加工することで、難燃性及び防汚性の合格基準を満たし、かつ洗濯耐久性を満足する。

参考文献

- 1) 守田啓輔, 沢野井康成, 田畑裕之. 環境に対応した繊維難燃加工の研究. 石川県工業試験場研究報告, 2013, no.62, p49-52.
- 2) (公財)日本防災協会. 「防災物品」関係規定集. (公財)日本防災協会, 2012, p.8.

表1 染色堅牢度試験の結果

試料		試験項目							
加工	染色濃度 (%o.w.f.)	洗濯		ドライクリーニング		摩擦		昇華	
		変退色	汚染	変退色	汚染	乾燥	湿潤	変退色	汚染
未加工	0.5	4-5級	4-5級	4-5級	4-5級	4-5級	4-5級	4-5級	4-5級
	1	4-5級	4-5級	4-5級	4-5級	4-5級	4-5級	4-5級	4-5級
	2	4-5級	4-5級	4-5級	4-5級	4-5級	4-5級	4-5級	4-5級
難燃・防汚加工	0.5	4-5級	4-5級	4-5級	4-5級	4-5級	4-5級	4-5級	4-5級
	1	4-5級	4-5級	4-5級	4-5級	4-5級	4級	4-5級	4-5級
	2	4-5級	4-5級	4-5級	4-5級	4級	3-4級	4-5級	4級

