

環境に対応した繊維難燃加工の研究

守田啓輔* 沢野井康成* 田畑裕之*

環境に対応した難燃加工法の実用化を目指し、非ハロゲン系難燃剤であるホスファゼン分散液を用いた難燃加工に関する研究を行った。カーテン用ポリエステル織物に、難燃剤濃度2wt%以上、熱処理温度120℃以上、熱処理時間5分以上の条件で連続難燃加工を行ったところ、染色濃度0.1% o.w.f (対繊維重量%)以下の淡色布について、インテリア製品の要求水準に相当する難燃性能が得られた。一方、ホスファゼン系難燃剤を従来の加工に適用した場合には、染色濃度が3% o.w.f.以下の濃色布について、難燃剤濃度が0.33wt%以上で実用水準の難燃性を示した。本難燃加工による染色堅牢度への影響は認められず、本加工法がカーテン等のインテリア製品に応用できる可能性が示された。

キーワード: 難燃性, ホスファゼン, ポリエステル

The Study of Textile Finishing for Flame Retardance with Less Harmful to Environment

Keisuke MORITA, Yasunari SAWANOI and Hiroyuki TABATA

We studied textile finishing for flame retardance using phosphazene emulsion as non-halogene flame retarder with less harmful to environment. For continuous finishing to add polyester fabrics flame retardance using phosphazene emulsion of more than 2wt% concentration, most effective condition was determined that heating temperature was more than 120℃ and heating time was more than 5 minutes. Flame retardance was decreased with an increase in concentration of dyestuff in the fabrics, so it was found that the color of fabrics for maintaining flame retardance was pale(dyestuff concentration was below 0.1%o.w.f.). By batchwise finishing using phosphazene emulsion of 0.33wt% enabled to add flame retardancy to the fabrics with the concentration of dyestuff below 3%o.w.f.. Finishing of flame retardant used in this study uninfluenced of color fastness and were available to apply for interior textile products.

Keywords : flame retardance, phosphazene, polyester

1. 緒言

近年、安全や防災に対する消費者の意識が高まる中、人体や環境に配慮した繊維製品が求められている。特にインテリア製品(例:カーテン,カーペット等)に使用される素材に関しては、火災発生時の延焼を食い止め避難時間を稼ぐ目的で、難燃性が要求されている。また、繊維加工用の難燃剤に関しては、最近の化学物質規制強化に伴い、難燃効果は高いが環境蓄積性が指摘されるハロゲン系薬剤から、より安全性の高い非ハロゲン系薬剤に移行しており、環境に対応した難燃加工のニーズが高まっている。ただ、繊維加工用の非ハロゲン系難燃剤で現在流通しているリン系難燃剤は、ハロゲン系難燃剤に比べて環境影響に対する懸念は少ないものの、難燃効果はハロゲン系より劣るため、多

量に添加しなければならないという難点がある。また、高温高压型設備を用いて密閉状態で染色と難燃加工を同時に行う従来のバッチ式加工法は、生産性や廃水処理に課題を残すため、他の代替難燃物質の可能性も含め新たな難燃加工法が要求されている。

本研究では、非ハロゲン系難燃剤の一種で、主に電子材料分野で用いられているホスファゼン系の難燃剤(図1:n-プロポキシホスファゼン)に着目し、ポリエステル繊維の難燃加工への応用を試みた。具体的には、従来法に比べ生産性が高く廃液が少ない連続加工法に同難燃剤を適用し、処理条件と難燃性との相関について調べた。また、従来の染色加工法への適用も含めた応用の可能性について検討した。

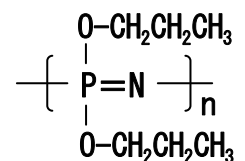


図1 ホスファゼン系難燃剤の化学構造

*繊維生活部

2. 実 験

2. 1 試料

試験用布帛として、遮光カーテン用のポリエステル織物(二重織, たて糸:ポリエステル, よこ糸:ポリエステル黒原着糸, 目付: 240g/m²)を使用した。染色は、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0~4% o.w.f.(% o.w.f.は、布重量に対する染料の重量比)、染色温度及び時間は130℃・1時間とした。

2. 2 難燃加工

2. 2. 1 連続加工法による試験

ホスファゼン系難燃剤(原体)を水中に分散させた液(難燃剤濃度: 0, 1, 2, 5, 10wt%)に布帛(染色濃度: 0, 0.1, 0.2, 0.5% o.w.f.)を浸漬し、マングルで絞ってから加熱炉中で熱処理し、洗浄・乾燥した。熱処理温度は100, 120, 140, 160, 180℃の5水準, 熱処理時間は2, 5, 10, 15分の4水準とした。

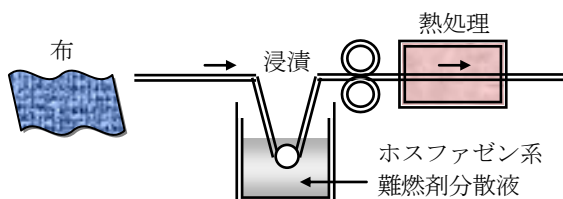


図2 連続難燃加工法の模式図

2. 2. 2 従来のバッチ式加工法による試験

未染色布を難燃剤分散液(難燃剤濃度: 1, 2, 5, 10wt%)と染料(染色濃度は0, 1, 3, 4% o.w.f.の4水準)の混合液に浸漬し、染色試験機(辻井染機工業(株)製)により130℃で1時間加熱処理した後、洗浄・乾燥した。

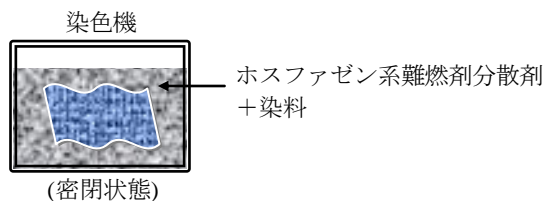


図3 従来の加工法の模式図

2. 3 性能評価試験

加工布の難燃性試験は、JIS L1091 D法に準拠し、45度傾斜したコイル内の試料下端に着炎後、燃焼により試料長が初期の10cmから残り1cmになるまでの着炎回数を計測した。着炎回数が多いほど難燃性が高いことを示唆しており、インテリア製品(カーテン等)に要求される難燃性能基準は3回以上とされている¹⁾。

洗濯耐久性試験は、洗濯試験機(スガ試験機(株))を用い、洗濯(60℃・15分)→すすぎ(40℃・5分)→脱水・乾燥の工程を5回繰返した。染色布の染色堅牢度試験は、洗濯、ドライクリーニング、水、汗、昇華、摩擦、耐光の各項目について、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(パーククロエチレン, 30℃・30分)
B-1法(石油系溶剤, 30℃・30分)
- ・水: JIS L0846
- ・汗: JIS L0848(酸・アルカリ)
- ・昇華: JIS L0854(120℃・80分)
- ・摩擦: JIS L0849(乾燥・湿潤)
- ・耐光: JIS L0842(4級照射)

3. 結果と考察

3. 1 連続難燃加工の条件

ホスファゼン系難燃剤を用いた連続加工における最適な熱処理条件を選定するため、未染色布を難燃剤分散液(濃度1, 2, 5wt%)に浸漬し、種々の処理温度(100~180℃)及び処理時間(2~15分)で加工を行った。難燃剤濃度2wt%で加工した場合の各処理温度・時間における着炎回数を図4に示す。処理温度について比較すると、100℃より120℃の方が着炎回数が多く、120℃以上では着炎回数は5~6回の範囲で推移し、温度依存性はほとんど認められない。処理時間に着目すると、処理時間2分の場合は各処理温度の着炎回数が全て4回以下であるのに対し、5, 10, 15分では着炎回数は4~6回の範囲であった。他の難燃剤濃度(1wt%, 5wt%)の場合も同様の傾向が認められた。これらは、難燃剤が

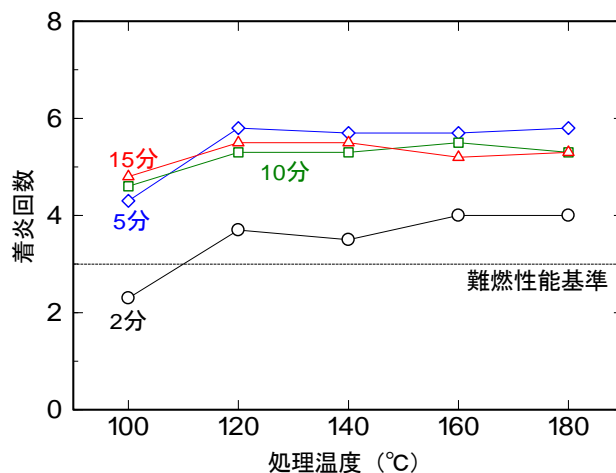


図4 熱処理温度・熱処理時間と難燃性との相関
処理時間: 2分(○), 5分(◇), 10分(□), 15分(△)

繊維に定着するには100℃・5分以下の熱処理では不十分であることを示唆する。故に、3.2節の連続加工においては、処理温度を120℃、熱処理時間を5分に設定した。

3.2 染色濃度、難燃剤濃度と難燃性の相関

連続法における布の染色濃度と難燃剤濃度による難燃性への影響を調べる目的で、染料(青)の濃度が異なる4種類の布を用いて比較試験を行った。熱処理条件を先述の120℃・5分とし、難燃剤濃度を0～10wt%の5水準で連続加工した時の難燃性試験結果を図5に示す。難燃剤濃度に注目すると、いずれの染色濃度においても、難燃剤0wt%(難燃加工なし)の試料は着炎1回で燃え尽き、難燃加工を行うと着炎回数は増加したが、難燃剤2wt%以上では着炎回数の増加は認められなかった。染色濃度について比較した場合、未染色布(0% o.w.f.)が着炎回数が最多で、染色濃度が増大するに伴

い着炎回数は次第に減少し、染色濃度0.5% o.w.f.では、難燃剤濃度に関わらず全て難燃基準値の3未満であった。これは、染料の存在下では難燃剤の定着性が阻害され易いためと推察される。図6に、難燃剤濃度2wt%、染色濃度0～0.2% o.w.f.で連続難燃加工した布に洗濯試験を行った場合の難燃性結果を示す。いずれの染色濃度でも洗濯により着炎回数が減少し、染色濃度0.2% o.w.f.の試料は洗濯後の着炎回数が難燃基準の3回を下回った。染色濃度0.1% o.w.f.の場合は、洗濯後も3回より高い値であった。即ち、染色濃度が0.1% o.w.f.以下の淡色域であれば、連続加工法によって洗濯耐久性を有する難燃性付与が可能と考えられる。

3.3 従来の染色加工への適用

本研究の手法では、より染色濃度の高い布帛への難燃加工に対応できないことから、従来の染色・難燃同時加工法へのホスファゼン系難燃剤の適用を本節で検

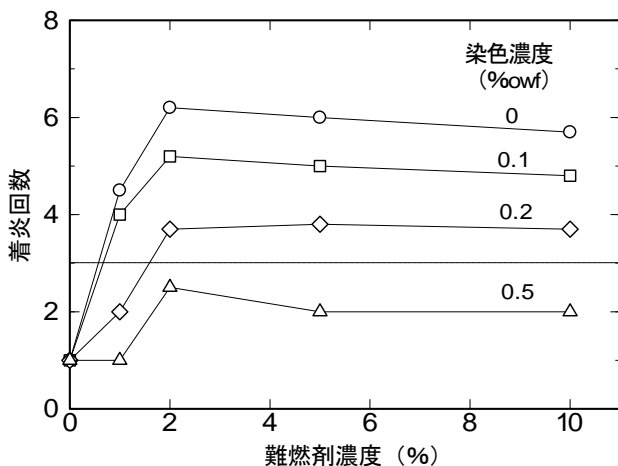


図5 連続法における染色濃度、難燃剤濃度と難燃性の関係
染色濃度(%o.w.f.): 0(○),0.1(□),0.2(◇),0.5(△)

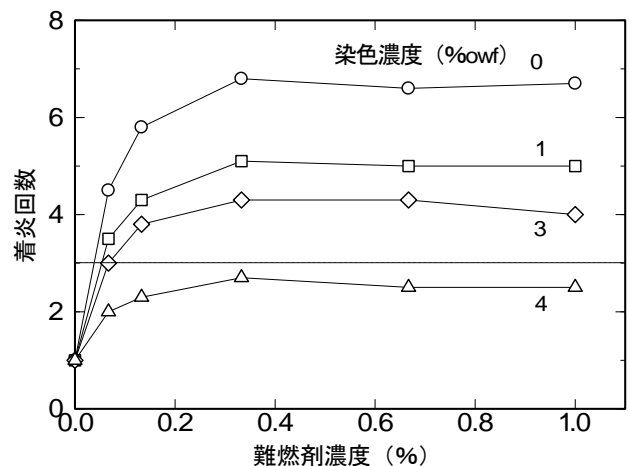


図7 密閉法における染色濃度、難燃剤濃度と難燃性の関係
染色濃度(%o.w.f.): 0(○),1(□),3(◇),4(△)

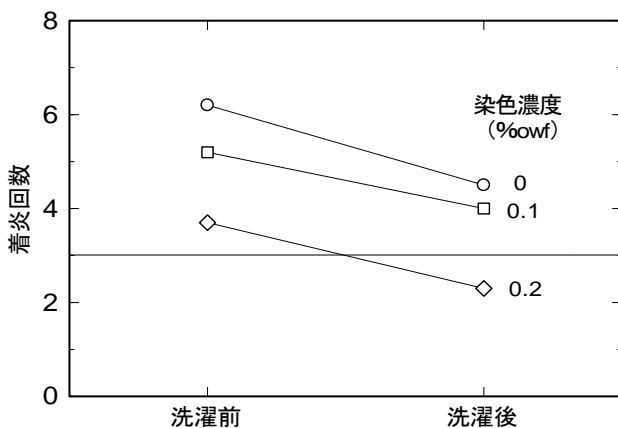


図6 連続法における難燃性の洗濯耐久性
染色濃度(%o.w.f.): 0(○),0.1(□),0.2(◇)

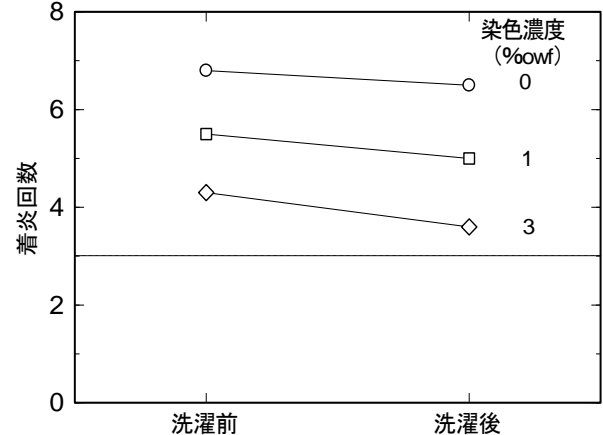


図8 密閉法における難燃性の洗濯耐久性
染色濃度(%o.w.f.): 0(○),1(□),3(◇)

討した。図7に、密閉方式により染色と難燃加工を同時に行った場合の、染色濃度及び難燃剤濃度による難燃性への影響を示す。難燃剤濃度が0.33wt% (5% o.w.f.)までは難燃剤濃度が高いほど着炎回数は増大する傾向が見られ、0.33wt%以上では着炎回数に目立った増加が認められない。一方、染色濃度の増加に伴い着炎回数は低下し、染色濃度4% o.w.f.では難燃剤濃度に関わらず着炎回数が3回を下回った。これは、液中の染料濃度が高いほど繊維への難燃剤の定着が妨げられるためと考えられる。染色濃度0~3% o.w.f.、難燃剤濃度0.33wt%で密閉難燃加工した布の洗濯耐久性について比較した結果を図8に示す。各試料とも洗濯により難燃性は若干減少するが、最も濃色の染色濃度(3% o.w.f.)であっても難燃合格基準を維持していた。従来法は連続法に比べて高温・高圧・長時間を要する処理法であることから、難燃加工単独では生産効率の面で連続法に及ばないものの、染色と難燃加工を同時に行う上、染色濃度3% o.w.f.以下の濃色布に難燃性を付与できるという利点がある。

3. 4 難燃加工布の染色堅牢度評価

連続法(難燃剤濃度5wt%, 熱処理温度120°C, 熱処理時間5分)、及び密閉法(難燃剤濃度0.33wt%, 処理温度130°C, 処理時間1時間)で染色・難燃加工した遮光カーテン織物の染色堅牢度試験結果を表1に示す。色は3色(青, 赤, 黄)で、染色濃度は淡色(0.1% o.w.f.)及び濃色(3% o.w.f.)の2水準とした。連続加工及び従来法のい

表1 染色堅牢度試験の結果

色	難燃加工	試験項目				
		洗濯, ドライ, 水, 汗, 昇華		摩擦 (乾・湿)	耐光	
		変退色	汚染			
青	淡	無	4-5級	4-5級	4-5級	4級
		有(連続)	4-5級	4-5級	4-5級	4級
	濃	無	4-5級	4-5級	4-5級	4級
		有(密閉)	4-5級	4-5級	4-5級	4級
赤	淡	無	4-5級	4-5級	4-5級	4級
		有(連続)	4-5級	4-5級	4-5級	4級
	濃	無	4-5級	4-5級	4-5級	4級
		有(密閉)	4-5級	4-5級	4-5級	4級
黄	淡	無	4-5級	4-5級	4-5級	4級
		有(連続)	4-5級	4-5級	4-5級	4級
	濃	無	4-5級	4-5級	4-5級	4級

	有(密閉)	4-5級	4-5級	4-5級	4級
--	-------	------	------	------	----

ずれの場合も、染色濃度や難燃加工の有無に関わらず、各試験項目の等級値に差は見られず、色落ちや変色等も認められなかった。従って、今回のホスファゼン難燃剤を用いた難燃加工による染色堅牢度への影響はないと判断される。

3. 5 難燃加工事例

淡色(青赤黄の3色)で無地染め及びプリントした遮光カーテン織物に、連続法(難燃剤濃度5%, 熱処理温度120°C, 熱処理時間5分)で難燃加工した後、難燃性を測定した結果、いずれも難燃基準(着炎回数3回以上)を満足した。図9は、プリント後に難燃加工した遮光カーテン用織物の一例である。



図9 難燃加工した遮光カーテン用プリント織物

4. 結 言

本研究で得られた成果は以下の通りである。

- (1)ホスファゼン系難燃剤分散液を使用した連続加工法における最適加工条件(熱処理温度及び時間、難燃剤濃度及び染色濃度の範囲)を明らかにし、本方法により淡色系の遮光カーテン用ポリエステル織物に対して実用水準の難燃性を付与することができた。
- (2)ホスファゼン系難燃剤分散液を用いて従来の染色加工法により処理することで、連続法より染色濃度が高い試料に対しても難燃性を付与できることを確認した。

今後、本研究の成果を、県内企業による難燃繊維製品の開発支援に活用する予定である。

謝 辞

本研究の遂行に当たり、難燃剤分散液の調製に関してご協力を頂いた高松油脂(株)のご担当者に感謝します。

参考文献

- 1) (公財)日本防災協会. 防災の知識と実際. (公財)日本防災協

会, 2011, 135 p.