

# 超高压処理を用いた防縮性付与技術の開発

繊維生活部 ○木水 貢 守田啓輔 神谷 淳 笠森正人 山本 孝  
加越産業㈱ 安部俊和  
平松産業㈱ 平松伸康  
福井大学 堀 照夫

## 1. 目的

21世紀に入り、廃棄物、環境汚染等の諸問題に対する警戒感から人体や環境に優しいものづくりが叫ばれている中で、繊維産業においても環境と調和した物質循環型の社会に適応した生産システムづくりが必要となっている。当場では、染色仕上げ加工工程で従来技術と比較して極めて高い圧力場を利用し、工程での廃棄物問題や人体への影響を配慮した新しい加工法を検討した。

染色や仕上げ加工は、染料や機能剤を表面及び繊維内部で反応させ、固定化させることにより色や機能性を付与している。この作業を高圧下で行う場合、100MPa（約1000気圧）を越えた高い圧力による分子間相互作用、分子配列、立体配列、極性などの変化により、図1に示すように化学的促進効果や物理的促進効果が期待できる。これにより、加工時の処理時間短縮、処理温度の低温化ばかりでなく、

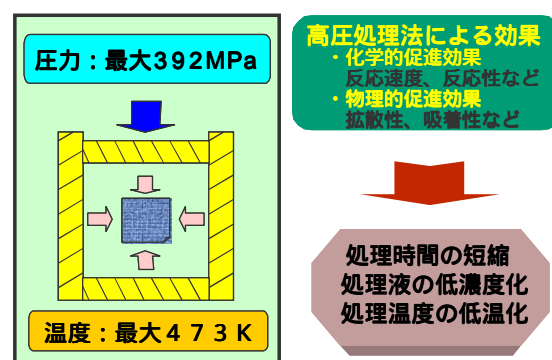


図1 高圧処理の概要

処理液中での未反応物の低減化等が予想され、廃棄物処理に対応できるものと考えられる。

本研究では、樹脂加工やホルマリンが使用され様々な問題の対応を迫られているセルロース系繊維の防縮加工で高圧処理を検討し、加工性、物性及び快適性について評価した。

## 2. 内容

### 2.1 高圧処理試験

高圧処理による試験方法については、予備試験として試料(織物)を自由端または固定端の状態で行うことで高圧処理による挙動を確認した。その上で、織物をロールに巻つけた状態で超高压処理を行い、防縮性を検討した。

綿織物及びレーヨン織物を水に浸漬し荷重を掛けた状態で、両端に固定針のあるロールに巻き付け固定した。固定した試料をポリ袋に密閉し、超高压処理装置中で所定の温度、圧力、時間で処理した。防縮性の評価としては洗濯収縮試験(JIS L 1042E 法)により収縮率を算出するが、高圧処理においても収縮が発生しており、本報では総合的収縮率として、高圧処理により発生する収縮率と洗濯収縮試験による収縮率を足し合わせて算出した。また、より収縮率を抑制する方法として、尿素、チオ尿素の添加剤による影響についても確認した。

### 2.2 高圧処理試料の評価

高圧処理を行った試料については、物性、構造解析及び快適性等を評価した。

高圧処理した織物の物性，構造について確認するため，引張り試験（AG-5kNI，島津製作所（株）），X線回折測定（M18XCE，マックスサイエンス（株））及び動的粘弾性測定（DDV-EP，（株）オリエンテック）を行った。

力学特性測定装置（KES-FB，カトーテック（株））を用いて織物の力学特性を測定し，風合いを評価した。また，衣服内外環境測定装置（TIMS-1，（株）東洋精機製作所）を用いて，織物生地熱水分移動特性を測定した。

### 3. 結果

#### 3.1 高圧処理試験

##### 3.1.1 高圧処理法の検討

綿織物の場合，図2に示すように処理温度，圧力が増すことで高圧処理の収縮が抑制され，またそれに伴い総合的収縮率も小さく，良好な値となった。特に373.16K以上の温度で処理したときは，収縮率の抑制効果は大きく向上した。

レーヨン織物の場合，図3に示すように，高圧処理収縮率と洗濯収縮率がほぼ一定の値で，圧力や温度による影響は小さく，綿織物の様に十分な収縮抑制は確認できなかった。

##### 3.1.2 添加剤による影響

前項で検討した方法の効果をも高めるため，尿素，チオ尿素の添加による影響を検討した。表1には，尿素添加量における収縮率を示す。

綿織物の場合，尿素を添加することで総合的収縮率が減少し，防縮性が向上した。また，尿素を増すことにより収縮率がわずかに抑制された。チオ尿素を添加した場合もほぼ同じ傾向を示した。

レーヨン織物の場合，処理温度により洗濯収縮率が増加するものの高圧収縮率は抑制され，総合的収縮率は小さくなった。また，処理圧力による高圧収縮率の影響は小さく，さらに，尿素添加量に対し添加量2%の収縮率が極大となる凸型の傾向を示した。チオ尿素では尿素の場合よりはわずかに大きな値となったものの，尿素処理とほぼ同様の傾向を示し防縮性が向上した。

##### 3.1.3 100MPa未満の圧力での検討

より低い圧力での処理条件を確認するため，尿素を添加して処理温度373.16Kで100MPa未満の圧力（10MPa，50MPa）による処理方法を検討した。

表3に示すように，綿織物，レーヨン織

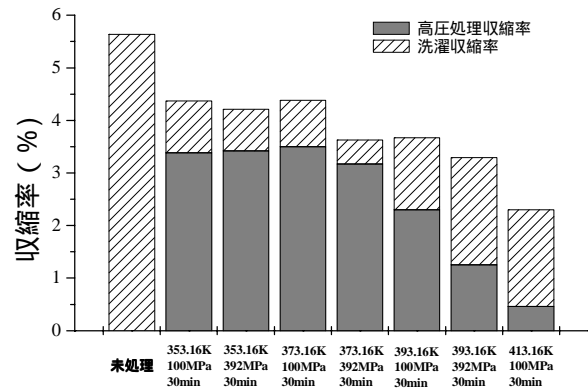


図2 ロール固定端法での綿織物収縮率

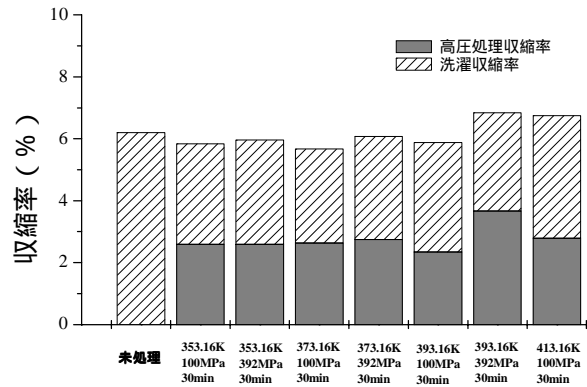


図3 ロール固定端法でのレーヨン織物収縮率  
表1 尿素添加の高圧処理による総合的収縮率

	綿織物	レーヨン織物
無添加	3.3～4.4%	5.0～7.0%
尿素1%	1.3～2.2%	2.2～4.7%
2%	1.4～3.2%	2.4～5.1%
3%	1.3～2.5%	1.5～5.0%

表2 高圧処理による総合的収縮率

	綿織物	レーヨン織物
尿素1%	1.3～2.2%	2.2～4.7%
2%	1.4～3.2%	2.4～5.1%
3%	1.3～2.5%	1.5～5.0%

物ともに，上記の100MPa以上の処理による収縮率よりは大きくなった。綿織物では尿素添加量を増やすことで，収縮率が3.0%以下に抑制された。レーヨンの尿素添加量1%では比較的収縮率が小さくなるが，尿素添加量を増やすことで収縮率が増加した。

### 3.2 高圧処理試料の評価

#### 3.2.1 引張り測定

綿織物の場合，処理圧力が増すことで，破断荷重は増したが，逆に伸度は低下した。また，温度による引張特性の変化は，100MPaの場合はほとんど変わらないものの，392MPaの場合に392.16Kで荷重，伸度ともに低下した。

レーヨン織物の場合，図4に示すように352.16，372.16Kの条件において処理圧力が増すことで，破断荷重，伸度ともにわずかに増加した。また，392.16Kの場合では，392MPaで処理することにより破断荷重，伸度がともに2~3割低下した。

#### 3.2.2 X線回折測定

綿繊維及びレーヨン繊維の赤道方向の広角X線プロファイルと比較したところ，温度や圧力による変化は確認されなかった。また，小角X線回折測定した結果，綿繊維，レーヨン繊維の未処理及び高圧処理試料で，これまでのセルロース繊維の試料と同様に小角領域の明確なX線回折像は確認できなかった。

#### 3.2.3 動的粘弾性測定

図5に動的粘弾性測定による損失正接tan値を示す。高圧処理により，セルロースの $\alpha$ 分散にあたる523K付近のピークで変化が確認され，圧力と温度によりピーク値や半価幅が変化することが分かった。このことから，高い圧力によりセルロースの非晶部分で形態変化が生じたものと考えられる。

#### 3.2.4 熱水分移動特性測定

綿織物の場合，図6に示すように空隙率は高圧処理に伴う生地収縮により処理前と比べて大きく減少しさらに通気度も減少したが，透過水蒸気量は処理前後であまり差はなかった。この場合の水蒸気透過性は織物の空隙率に依存せず，繊維の吸放湿性が主に関与していると推察される。また，処理剤と共に加工した生地について同様に比較したところ，空隙率と透過水蒸気量は，処理剤の有無による違いは特にみられず，透過熱量は処理後の方が小さくなる傾向にあった。

レーヨン織物の場合，図7に示すように空隙率は綿織物とは逆に処理後の方が僅かに大きくなった。これは，高圧処理により糸自体が処理前より少し細くなり，そのため，糸同士の間隔は広がったものと考えられる。また，透過熱量と水蒸気量は処理前に比べて全体

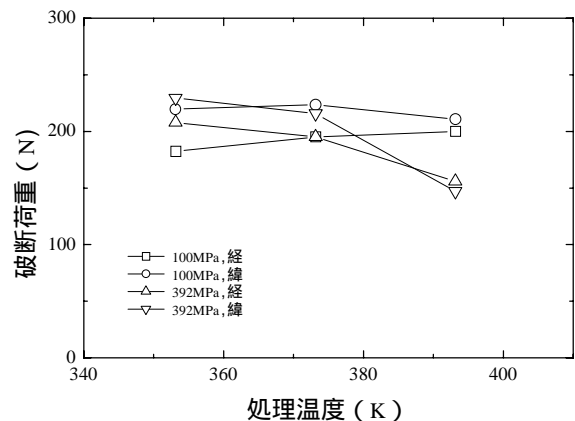


図4 レーヨン織物の温度による破断荷重

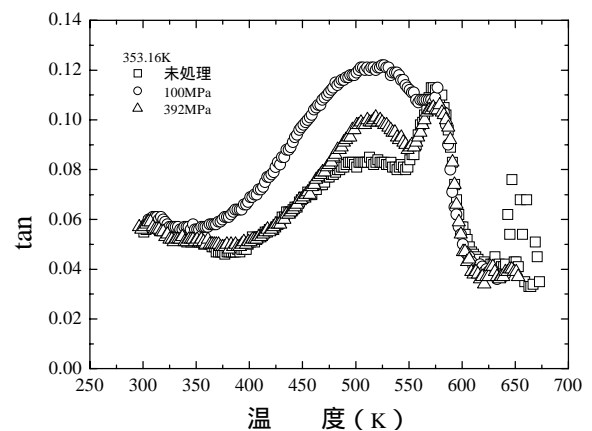


図5 レーヨン織物の tan

的に減少している。

処理剤の有無で比較した場合，生地空隙率はほぼ同程度であるが，透過水蒸気量はやや増加する傾向があった。

### 3.2.5 風合い測定

綿織物の場合，未処理の生地と比較して，処理後の曲げ特性とせん断特性が増加し，風合いでは“こし”，“はり”が増大して，図8に示すように“しなやかさ”が減少した。これは前項に記述したように，収縮によって糸同士の空隙率が減少し間隔が密になることで，繊維の摩擦効果の寄与が増加したためと考えられる。処理剤を添加した試料は，処理剤なしの試料に比べて曲げ特性が若干低いことを除くと，全体的に目立った違いはなかった。

レーヨン織物の場合，綿とは逆に処理前に比べて曲げ・せん断特性は低下し，風合いの“はり”が減少し，図9に示すように“しなやかさ”がやや増大した。これは，高压処理により織密度は増加したものの，糸自体が細くなったことによる影響の方が大きく，結果的に織物の柔らかさが増したためと考えられる。処理剤を用いた場合，“こし”，“はり”が増加して“しなやかさ”は減少しており，全体の風合いは低下する傾向であった。

### 3.3 まとめ

本研究では，セルロース系繊維において高压処理を用いた防縮加工について検討した。

その結果，高压処理によって防縮性が得られ，さらに添加剤を加えることで収縮がより抑制でき，良好な値となることが確認された。また，高压処理した試料の物性，風合い特性，熱特性等を確認し，未処理の試料と比較して，遜色のない特性を示すことが確認された。

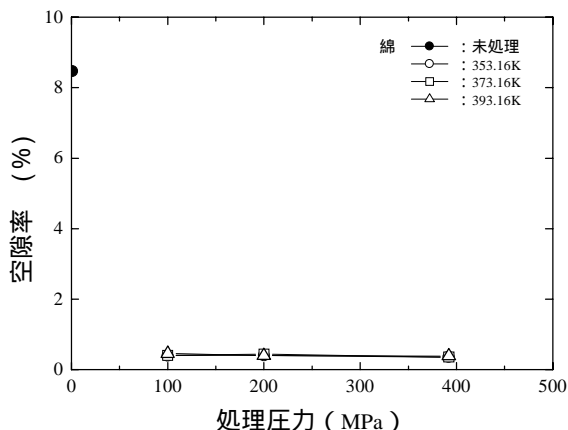


図6 綿織物の圧力による空隙率

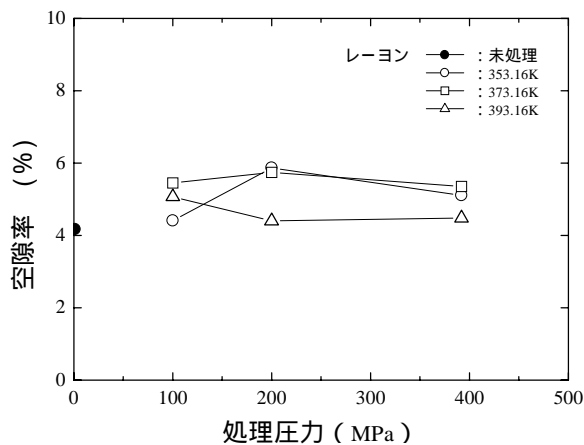


図7 レーヨン織物の圧力による空隙率

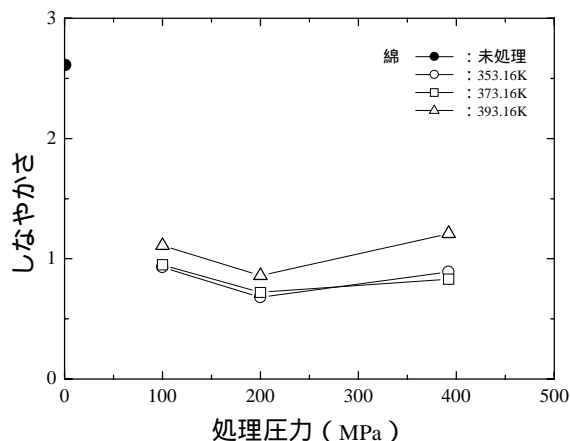


図8 綿織物の圧力によるしなやかさ

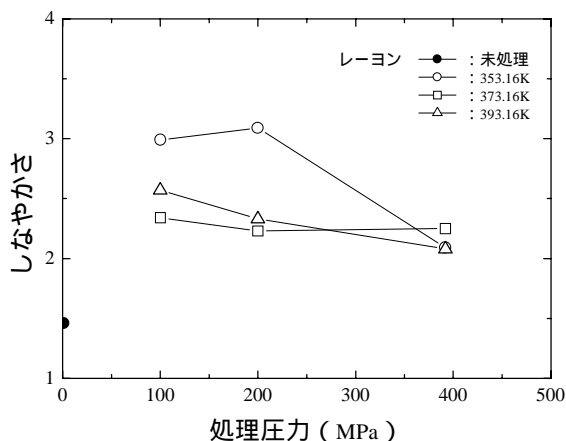


図9 レーヨン織物の圧力によるしなやかさ