

論文

酵素による繊維製品のオパール加工

池田善光*¹⁾ 小林研吾*²⁾ 齊藤 晋*¹⁾

Opal finishing of textile fabrics using enzyme treatment

Yoshimitsu IKEDA, Kengo KOBAYASHI and Susumu SAITO

Abstract Dealing with inorganic salts before the enzyme treatment, we could shorten the processing time of opal finishing remarkably. We printed the cotton/rayon union cloth with paste which including sodium thiocyanate before being treated with the enzyme (cellulase) solution making it possible to carry out opal finish. Similarly we printed the silk/tussah silk union cloth with paste including calcium thiocyanate before being treated with the enzyme (protease) solution making it possible to carry out opal finish. These process do not use strong chemicals but we must be careful of decline in strength, and a deepening of shades. For practical purposes, weight loss by enzyme treatment is often decided by the property of the cloth. Some examples of these are mixture ratio, clothes density, twist number, fineness etc. So we should adapt strict conditions that are suitable for the properties of the cloth in question.

Keywords Inorganic salts, Cellulase, Protease, Sodium thiocyanate, Calcium thiocyanate

1. はじめに

オパール加工は、化学薬品に対する溶解性の異なる繊維素材を組み合わせ、片側の繊維を溶解して透かし模様とする加工である。従って、同系統の繊維の組み合わせでは、耐薬品性が近似しているために加工が困難であった。これまでの研究で、無機塩類(塩縮剤)で膨潤あるいは損傷させた繊維は酵素によって著しく減量化が促進されることがわかった¹⁾。そこで、塩縮剤を添加した捺染糊で印捺し片側の繊維を膨潤させた後に酵素処理を行うことで、同系統繊維を組み合わせた素材のオパール加工を試みた。素材として、綿/レーヨン、家蚕/柞蚕を用い、塩縮剤の効果、処理条件、処理に伴う脆化、染色性変化等について検討した。

2. 実験

2.1 試料布

①家蚕糸/柞蚕糸交換糸使用平織生地(家蚕生糸 27D×3と柞蚕生糸 35D×2を250回/mに撚り合わせた糸をたておよびよこに使用、密度はたて 56本/2.54cm、よこ 45本/2.54cm)、②レーヨンフィラメント糸/綿糸の

交換糸使用平編地、③JIS 規定染色堅牢度試験用添付白布(レーヨン、綿)

2.2 塩縮処理用薬剤

塩縮剤としてチオシアン酸カルシウム・4水和物(試薬1級)及びチオシアン酸ナトリウム(試薬1級)を用いた。捺染用糊剤としては耐薬品性の良好なソルビトールC-5(AvebeB.A)(澱粉系元糊)を用いた。

2.3 酵素剤

セルラーゼ：セルソフトL

プロテアーゼ：アルカラーゼ2.5L

(以上いずれもノボザイムズジャパン(株)製)

2.4 加工工程

塩縮糊印捺

↓

中間乾燥

↓

蒸熱(膨潤)

↓

水洗

↓

酵素処理

↓

失活処理

↓

水洗・乾燥

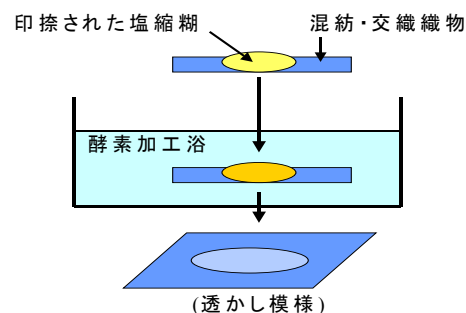


図1 加工工程図

*¹⁾ テキスタイル技術グループ *²⁾ 墨田分室

実験に用いたオパール加工工程の概略を図1に示す。酵素処理は、所定温度の恒温水槽中で1回/秒の速度で振盪しながら行った。

3. 試験結果と考察

3.1 綿/レーヨン素材のオパール加工

3.1.1 被加工布の性状と酵素処理効果

チオシアン酸ナトリウムは再生セルロース(レーヨン)以外のセルロースには作用しないことが知られている²⁾。この性質を利用してレーヨン添付白布とレーヨン糸/綿糸交撚平編生地の2種類の生地について以下に示す条件で加工を行った。

印捺(元糊:チオシアン酸ナトリウム50%含有)→中間乾燥(50~60℃)→蒸熱(10分)→水洗・湯洗→酵素処理(50℃,セルソフトL4g/l,酢酸-酢酸ナトリウム系緩衝液でpH4.7に調整,50℃で2時間処理,浴比1:50)→失活処理(80℃10分)→水洗・乾燥

加工後のレーヨン添付白布では糸が細るものの、織り組織は残留していた。レーヨン糸/綿糸交撚平編生地では塩縮剤印捺部のレーヨン繊維の消失により透かし模様形成されていた。レーヨン添付白布で減量が進行しない原因として、図2に示すように、密度の高い織布では繊維の膨潤によって空隙がなくなり酵素が作用しにくくなったためと考えられる。以上の結果から、大きな膨潤性を持つレーヨン素材をオパール加工するには、織り密度、糸番手、撚り数等を考慮して布帛を選定することが重要と考えられる。

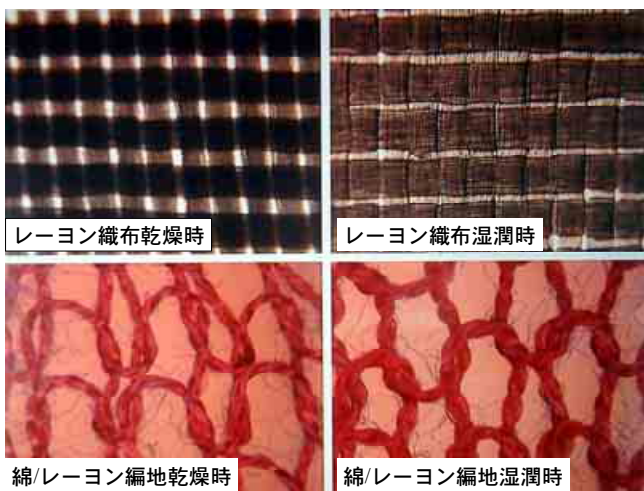


図2 湿潤に伴う布組織形状の変化

3.1.2 オパール加工布の強度変化

図3は加工に伴う綿添付白布の破裂強度変化をJIS L1096-1999 A法で測定した結果である。酵素単独処理で約25%の強度低下が生じ、塩縮剤処理と併用した場合は、チオシアン酸ナトリウム濃度が上がるとともに強度低下も大きくなった。オパール加工に必要な50%のチオ

シアン酸ナトリウム濃度では約50%の強度低下を生じた。従って、綿/レーヨンのオパール加工製品においては、強度低下を考慮に入れた製品設計が必要となる。

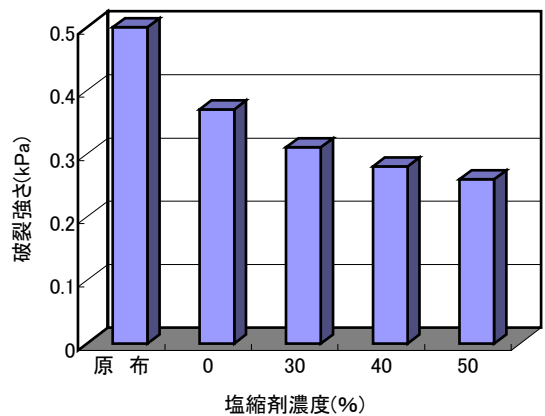


図3 加工に伴う綿繊維の脆化

3.1.3 塩縮後の乾燥がオパール効果に及ぼす影響

塩縮剤処理で膨潤させた後の乾燥の有無が酵素処理時の減量効果に及ぼす影響について検討した。図4に示すレーヨン添付白布の右半分は塩縮処理後に湿潤状態で酵素処理したもので減量効果が著しい。左半分は塩縮処理後に乾燥させその後に酵素処理したもので、減量効果の低下が見られる。この結果から、塩縮剤による処理後は乾燥させることなく酵素処理に移る必要があると言える。

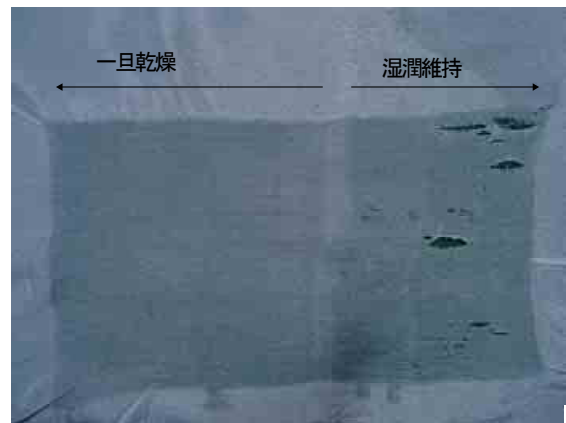


図4 塩縮処理後の乾燥と減量効果

3.1.4 綿/レーヨン・オパール加工布の染色

着色したオパール加工布を得るために、糸・布で染色した後に加工する方法(先染め)と、オパール加工後に染色する方法(後染め)を検討した。先染めでは、4色(CMYK)のビニルスルホンタイプの反応染料で染色(2% owf)したものはいずれも問題なくオパール加工出来た。淡色であればそれほど著しい影響はないと判断される。図5は、着色レーヨン糸と綿白糸の交編ニット生地を加工したものである。白抜き部では着色したレーヨンが除去され未染着の綿糸のみが残留している。後染めでは塩縮剤による前処理を受けた箇所の綿繊維が前処理されな

い箇所比べて濃染化され透かし効果が目立たなくなってしまう。以上の結果より、着色したオパール加工布を得るためには、先染めの方が望ましいと判断される。



図5 先染めレーヨン糸使用のオパール加工編地

3.2 家蚕糸／柞蚕糸織物のオパール加工

3.2.1 絹の種類と塩縮剤に対する性質

絹の中で柞蚕糸と呼ばれる種類の絹糸は塩縮剤に対する抵抗性が通常の絹(家蚕糸)よりも強い²⁾という性質がある。図6に家蚕糸と柞蚕糸の塩縮剤に対する抵抗性の違いを利用したオパール加工の原理を示す。

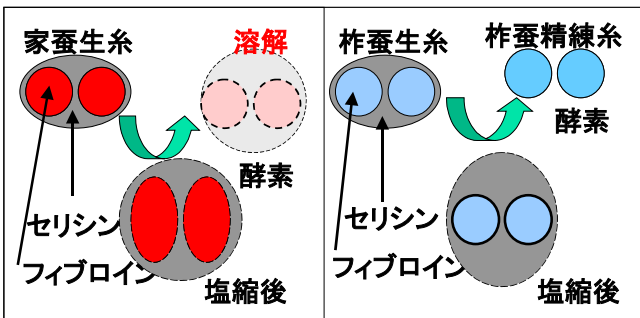


図6 家蚕糸／柞蚕糸織物のオパール加工の原理

これを利用して以下の条件で家蚕糸／柞蚕糸織物へオパール加工を試みた。図7にオパール加工後の絹布を示す。暗く見える透かし部分では家蚕糸が消失し柞蚕糸のみとなっている。

印捺(元糊:チオシアン酸カルシウム25%含有)→中間乾燥(50~60℃)→蒸熱(10分)→水洗・湯洗→酵素処理(アルカラーゼ2.5L3g/ℓ,炭酸水素ナトリウム4g/ℓ,浴比1:50,50℃2時間)→失活処理(80℃10分)→水洗・乾燥

3.2.2 塩縮剤濃度と減量率

家蚕生糸、家蚕精練糸、柞蚕生糸の3種の糸について各濃度の塩縮剤で処理した後に酵素処理を行い、減量率を測定した。図8に示すように、柞蚕生糸も家蚕生糸も10%濃度の塩縮剤処理したものでは、酵素処理でそれぞ



図7 オパール加工後の家蚕／柞蚕絹布

れ8%, 22%減量される。この値はそれぞれの生糸のセリシン量(柞蚕生糸で8.1~9.6%, 家蚕生糸は20~27%)³⁾に一致し、セリシンのみが除去されたことを示す。すでにセリシンが除去されている家蚕精練糸ではほとんど減量が認められない。塩縮剤濃度が上がるにつれて、家蚕糸では減量率が増しフィブリン層まで溶解が始まったことを示している。柞蚕糸では30%の塩縮剤濃度までは減量率に変化がないことから、溶解はセリシン層にとどまっていると考えられる。この結果から塩縮剤に対する抵抗性は家蚕糸<柞蚕糸であり、オパール加工において柞蚕糸と組み合わせる家蚕糸は生糸、精練糸のいずれも可能と言える

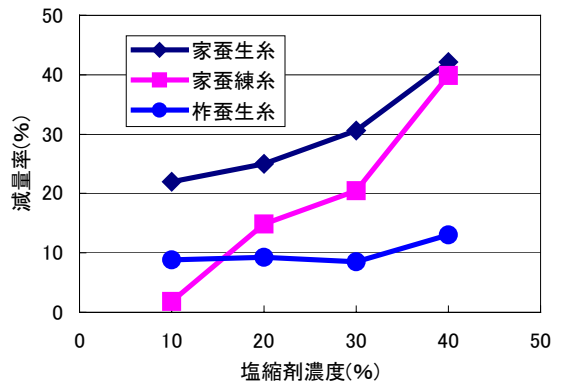


図8 塩縮剤濃度と減量率

3.2.3 酵素処理に伴う柞蚕糸の脆化

図9に25%のチオシアン酸カルシウムで処理した柞蚕糸の酵素処理に伴う強伸度の変化を示す。この結果から柞蚕糸は長時間の酵素処理を行っても強度・伸度ともほとんど変化せず、安全に加工できると考えられる。

3.2.4 オパール加工布の染色

図10にオパール加工の前後に染色した布の実体顕微鏡拡大写真(写真上:先染め,写真下:後染め)を示す。オパール加工後に染色する後染めでは、加工部位のキワに残留する家蚕糸と透かし部分の柞蚕糸が未加工部位に

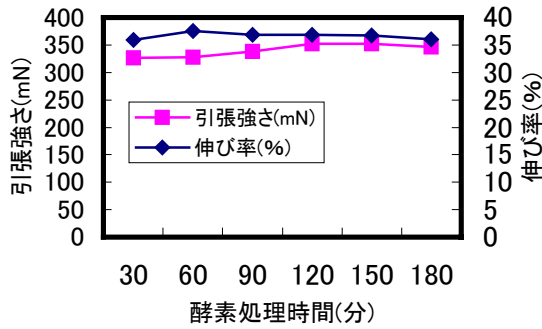


図9 酵素処理時間と柞蚕糸の強伸度変化

比べて濃色化している。塩縮剤処理の染色に及ぼす影響を見るために、処理絹糸と未処理絹糸を酸性染料(Kayanol Milling Blue BW 1%owf)で染色し、色濃度をK/S値で比較した。その結果、前処理糸が5.7、未処理糸が2.9であり、塩縮処理によって著しく染着濃度が増すことが分かった。以上の結果から加工後に染色(後染め)することは製品の外観を損なうと考えられる。

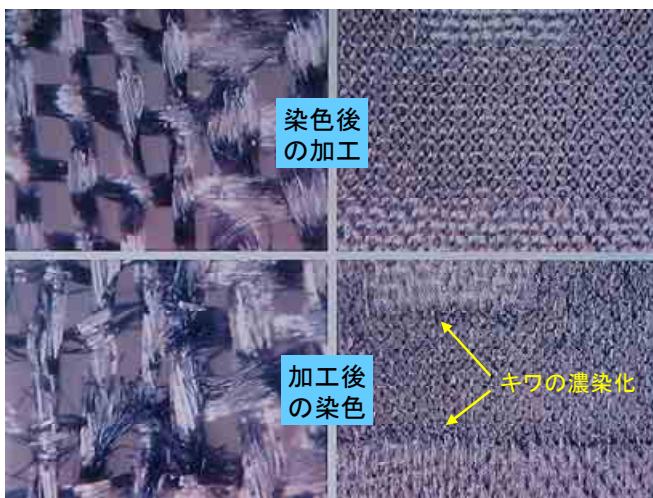
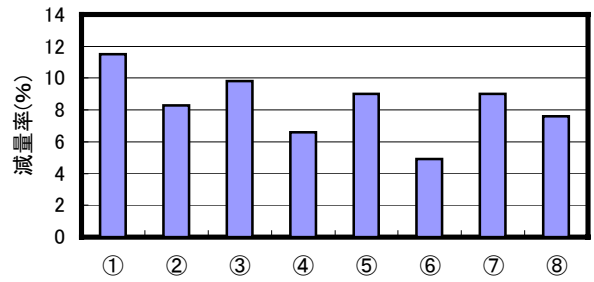


図10 オパール加工布の染色

次に、先染め生地加工を検討した。図11に各種染料で染色した家蚕絹布のオパール加工による減量率を示す。合成染料(日本化薬(植物酸性染料, 含金属酸性染料)については2%owf, 植物染料についてはエキスを30%owf使用し染色後に木酢酸鉄液20%owf(以上(株)中直染料店)で媒染したものをを用いた。染料によって差はあるものの、未染色布に比べていずれの染色布も減量率の低下が見られる。特にタンニン系の植物染料である⑥のゴバイシは影響が大きい。これは、タンニンによってセリシンが定着(不溶化)されたため⁴⁾と考えられる。

3.2.5 塩縮後の乾燥がオパール効果に及ぼす影響

図12に示すように家蚕/柞蚕についても綿/レーヨンの場合と同様に前処理後の布を乾燥させると著しく酵素処理減量率が低下することから、塩縮後、酵素処理を行うまでの間は湿潤状態を維持する必要がある。



①未染色②Yellow127③Red111④Blue127⑤Black107
⑥ゴバイシ-鉄媒染⑦蘇芳-鉄媒染⑧フィックス剤

図11 染色が減量率に及ぼす影響

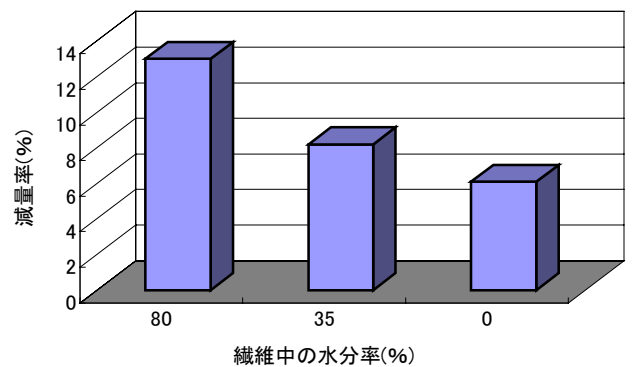


図12 酵素処理前の乾燥程度と減量率

4. まとめ

無機塩類(塩縮剤)含有糊剤による前処理で繊維素材間に膨潤性の差を生じさせた後に、酵素処理を行うことで、綿/レーヨン、家蚕/柞蚕といった同系統繊維素材を組み合わせた布帛にオパール加工を行うことが出来た。この方法によれば、酵素処理時間を著しく短縮できるとともに、従来の化学薬品を用いる方法では困難であった組み合わせ素材への応用も可能となる。

この加工を行うに当たっては、強度低下や染色性の変化に注意するとともに、加工効果が被加工布の素材、組織、密度、撚り数等の諸条件に左右されやすいことに留意する必要がある。

参考文献

- 1) 小林研吾,木村千明:東京都立産業技術研究所報告, 5, 113 (2002).
- 2) セルロース学会編:セルロースの辞典,朝倉書店,114 (1999).
- 3) 昭和54年度山梨県繊維工業試験場 研究報告書
- 4) 加藤 弘:絹繊維の加工技術とその応用,繊維研究社 242 (1990).

(原稿受付 平成15年7月18日)