技術報告

縫製工程効率化のための 柔軟布の一時硬化技術に関する研究

(第1報) 硬化剤付与による効果の検討

会 員 西 川 茂*
 相 坂 登*
 小 川 成 夫*
 並 木 柔 子*
 鈴 木 三 郎**

1. 緒 言

布の柔軟性は縫合に伴う布の取扱い作業や移送といったマテリアル ハンドリング (以下マテハンと略称) を困難にするなど縫製作業にとっては極めて都合の悪い特性である。とくに、ファッション性の高い製品を対象にする婦人服分野では、扱い布地が薄地で、しかもドレーズ性に富む材質のものが多いため、これのマテハンには極度に困難さが伴い、一面では作業性低下をもきたしている。

こうした柔軟布に対して、実質的なマテハン効率化をはかるには、布に適度の硬さを付加してマテハンの困難要因を排除することが合理的手段であると考えられる。この観点から、われわれは化学物質を硬化剤にして柔軟布を一時的に硬化させる技術を確立すべく研究に取組み、基本問題として硬化剤付与による柔軟布の硬化性、硬化処理による布品質面の影響の有無などについて実験的に検討を進めてきた。今回、これらの結果から、本技術の工業化を可能にする多くの成果を得ることができたので、本報ではまず実験用に試作した布片一時硬化装置の概要、加工条件ならびにマテハン効率化に直接連がる布の硬化性について報告する。

Study on Temporary Hardening Technique of Limp Fabrics to Increase the Efficiency of Making-Up Processes. Part 1: An Examination of Effectiveness by Adding a Hardening Agent.

By Shigeru Nishikawa*, Noboru Aisaka*, Shigeo Ogawa*,

Jūko Namiki* and Saburo Suzuki**,

* Research Institute for Polymers and Textiles,
Sawatari, Kanagawa-ku, Yokohama.

** Textile Research Institute of Tochigi Prefecture,
Ashikaga, Tochigi.

A flexibility of limp fabrics is one of the major causes that make difficult to treat such fabrics by hand in making-up processes. In the processes of this kind, it will be able to make easy handling the fabrics by reducing its flexibility and expansibility.

From this point of view, a development has been made of techniques for temporary hardening of limp fabrics by adding the benzoic acid as a hardening agent.

The physical properties of temporarily hardened fabric such as rigidity, shear force and stretch force tended to increase with increasing of the amount of added hardener on the fabric.

It is also found that the physical properties of the hardened fabric are recovered its properties to original states by removing a hardening agent from the fabric by exposing to a hot air.

Also, a practical making-up test on handling of such hardened fabrics is performed, and an increase of working efficiency is undoubtedly recognized.

(Received March 1, 1979)

2. 使用硬化剤

布一時硬化技術を確立するに当っては、処理作業の効率化、とくに縫合後の製品から硬化剤が容易に、かつ迅速に除去 (以下解硬化と称す) できることが前提であり、この目的からすれば昇華性の化学物質を使用することが有利である。こうした点から、すでに布の一時硬化剤としてパラジクロールベンゼンなどの物質を使用する例が報告¹⁾されているが、これらの物質は固有の臭気を発生するなどの理由で工業的には使用されていない。したがって、一時硬化剤として昇華性の化学物質を使用するに際しては

* S. Nishikawa, N. Aisaka, Members. S. Ogawa, J. Namiki,
繊維高分子材料研究所

** S. Suzuki, 栃木県繊維工業試験場

- ① 縫製作業上で効果のある布硬化度が得られ、また、硬化性に適度の持続性があること
- ② 作業者に害を及ぼさないこと
- ③ 布本来の品質に影響を与えないこと、すなわち、解硬化処理で元の柔軟布に回復し得ること
- ④ 安価であること

が不可欠条件である。

これらの条件をもとに使用可能な物質については、本研究に先がけて中小企業振興事業団において調査研究が進められ、このなかで融点、沸点、昇華性、安全性の面を含めた検討結果から安息香酸、トリオキサンなどの数種の物質が選出され、なかでも、安息香酸は変色がなく、廉価で工業的使用に有望であるとする報告書²⁾が提出された。

われわれの研究は、こうした調査研究の結果をふまえ、安息香酸の使用に期待するところが大きいとして安息香酸を硬化剤とする布一時硬化技術について本格的実験を進めることにした。

安息香酸は日常生活面では食品(しょう油、清涼飲料水)に対する防腐剤としての使用が食品衛生法で許可されている物質である。特性としては無色、針状結晶、100℃以上で著しい昇華現象を呈し、通常の有機溶媒に対し易溶性がある。

3. 布片一時硬化実験装置の概要

本実験に使用する硬化剤は安息香酸をエタノールで溶かした濃度約10%の溶液であり、これの布への付与法は作業性ならびに装置化の面で有利なスプレ法を採用した。図1に試作した布片一時硬化装置の外観を示し、また、その構成図を図2に示す。本装置は機能的には液状硬化剤のスプレ散布部、布片硬化部、布片解硬化部から構成されている。ここで、布片硬化部は液状硬化剤が溶液型のものでは熱風吹付けで溶媒を除去し、布内部に浸透の硬化剤の固化で布を硬化する。一方、融液型のものでは冷風吹付けで融液を固化し布に硬さを付加する2通りの方式がある。本報告はこのうちの溶液型硬化方式で進めた場合の検討結果である。

図1 布片一時硬化実験装置

本装置において、溶液型硬化剤を用いる布片一時硬化処理は次のようにして行う。

コンベヤ(幅20cm)⑫で搬送される布片をセンサ③で検出し、その信号でスプレノズル制御弁⑤、⑥を作動させる。そして溶液槽①から供給される硬化剤溶液を圧縮空気④で走行中の布面にスプレ散布⑦して布片硬化部⑧に送込む。ここで熱風吹付けによる溶媒の除去、硬化剤の固化で布に硬さを付加する。

一方、硬化布は解硬化部⑩において熱風の吹付け方式で布付着の硬化剤を除去(昇華)して元の柔軟布に回復させる。

なお、溶液散布用のスプレガンには2流体方式(圧縮空気と溶液の供給パイプが別個)のものを採用し、また、スプレパターンは溶液の布付着むらを少なくするために楕円形(長径がコンベヤ幅方向)のものを使用した。圧縮空気圧は噴射溶液の布面反射を極力避けるため2 kg/cm²の条件に設定し、硬化剤の布付着量変化はスプレノズルのニードル弁の調節あるいはコンベヤ速度の調整によって行った。

図2 布片一時硬化実験装置の構成

4. 試料

表1に本実験に用いた布の仕様を示す。これらの試料は縫合時のマテハンが非常にむずかしいとされている市販の薄地柔軟布である。ただし、試料E(綿ブロード)はマテハンが経験的に容易とされている材質のものであり、これは柔軟布に対する硬化剤付与の効果を物性面で比較対照するために用いた試料である。なお、硬化、解硬化試料の大きさはいずれも約20 cm×30 cmのものをを用いた。硬化布の硬化剤付着率は布重量に対する硬化剤付着重量の比で表わした。

5. 硬化条件と硬化布の物性的変化

5.1 柔軟布の硬化条件

布硬化処理の目的は布に付着した硬化剤溶液からエタ

表1 実験試料

試料 試号	試 料 名	組織	糸 素 材	糸密度 本/2.54cm		重 量 g /m ²	厚 さ cm×10 ⁻²	色 系 統
				た (ウエール)	よ (コース)			
G	ジョーゼット服地	平 織	ポリエステル 加 工 糸	106	88	80.3	2.87	水玉(黒) プリント
H	ジョーゼット服地	平 織	ポリエステル 加 工 糸	164	96	102.0	3.36	黄 色 地
J	ス ム ー ス 服 地	両面編	ポリエステル	46	42	143.4	4.00	青 色 地
K	ス ム ー ス 服 地	両面編	ポリエステル	50	55	152.3	4.35	茶 色 多色プリント
P	ジョーゼット服地	平 織	ポリエステル 加 工 糸	108	92	73.2	2.88	青 色 地
E	綿 ブ ロ ー ド	平 織	綿 40 S	146	74	101.0	1.92	白

ノールのみを加熱と送風で効率よく除去することである。この場合、加熱温度を高くするにつれて安息香酸の昇華が同時に生ずるので、加熱温度の設定に当ってはエタノールの蒸発量を最大に、かつ安息香酸の昇華量を最小にする条件を満たさなければならない。このため、本実験では加熱温度に対するエタノールの蒸発特性ならびに安息香酸の昇華特性の両者関係を基にして硬化温度を検討し、その結果から70℃を適正温度として設定した。また、送風条件については1.41 m³/min 以上の場合では試料が位置的に不安定になるため実験では1.22 m³/minの条件を採用した。

図3では硬化剤溶液の付着量が異なる各試料について加熱温度70℃、送風量1.22 m³/minの条件下で処理した場合の硬化時間とそのとき得られた硬化剤付着率を試料別にプロットしたものである。

図3 柔軟布の硬化特性

よって繊維・糸相互を固定化し、繊維・糸の動きを拘束するという方法で布固有の柔軟性を抑制（一時的）しようとするものである。ここで、布の柔軟性の抑制、すなわち柔軟布を硬化させるという目的がマテハンの効率化にあるとして、布の硬化性を直接マテハンの効果に結びつけて論ずるには、マテハン動作そのものが複雑であり、その上、判定に官能的要素が介在することから容易な手段では解明できず、このため、本実験では布のマテハンに関連深い物性量を取りあげて布硬化性を検討することにした。布の風合いと力学的特性との関連性については今までにいくつかの研究例があり、このなかで布の柔軟性を曲げかたさとせん断特性との関係から考察し、この結果を基にして作成した Fabric Map から布風合いの特徴を論じた報告³⁾⁴⁾がある。本研究においても、布の硬化性を剛軟度、せん断応力、それに伸長応力を加えた3つの物性量から考察することにし、実験ではこれらの物性量が硬化剤付与によりどの程度変化するかについて観察した。また、硬化布の物性値について、これをマテハン容易さが経験的に把握されている綿ブロードの物性値と対照させることでマテハン効果の一つの目安を得ることにした。

1. 実験条件

① 剛軟度

測定にはハート ループ法を採用した。試料は2.5 cm×20 cmの有効長で硬化剤付着面を外側にして測定器にセットし、1 min後の垂下長(mm)を測定した。なお、ここではハート ループ長を剛軟度を評価する尺度として採用することにした。

② せん断応力

有効長10 cm×10 cmの試料をインストロン型引張試験機で、せん断角約2°51'（変形速度30 mm/min）を与えた場合の応力(g/cm)を求めた。

③ 伸長応力

5.2 硬化剤付与による柔軟布の物性変化

本技術は布内部への硬化剤溶液の浸透、そして固化に

有効長 2.5 cm×20 cm の試料をインストロン型引張試験機を用いて、引張速度 30 mm/min で、織物 3 %，ニット 10 % の定伸長を与えた場合の応力 (g/cm) を求めた。

なお、測定には硬化後 24 hr 密封容器内で保存した試料で行った。

2. 実験結果と考察

図 4, (1), (2), (3)に、たて (またはウエール) 方向の試料について硬化剤付着率変化に対する剛軟度 (ハートループ長), せん断応力, 伸長応力の測定結果を実線で示した。なお、比較のために試料 E (綿ブロード) の物性値レベルを破線で示した。

① 剛軟度

いずれの試料もハートループ長の減少が明確に現われ、その傾向は硬化剤付着が 10 % 以内で顕著に示された。これから、柔軟布への硬化剤付与が柔軟布の曲げかたさ、すなわち剛軟性付加に効果的に寄与していることが認められた。

② せん断応力

実験結果では各試料とも著しい増加傾向を示し、とくに試料 J (スムーズ服地), H (ジョーゼット服地) に顕著な傾向が現われた。ここで、硬化布の物性値について試料 E と対比させると、たとえば試料 H, G (ジョーゼット服地) はそれらが 3 %, 10 % 程度の硬化剤付着により試料 E に相当する物性的効果を得、いいかえれば、試料 H, G に綿ブロードと同程度の変形しにくさ特性が付加されたとみなし得る。

③ 伸長応力

各試料とも伸長応力の増加がみられ、また、増加傾向は硬化剤付着が 10 % 以内で顕著に現われている。これは硬化剤付与が柔軟布の伸長性を低下させることに効果的な役割りを果たしているものと判断できる。

以上、繊維、糸の拘束を目的とする安息香酸の適用は

図 4 硬化布・解硬化布の物理的性能

柔軟布に対し曲げかたさ、変形しにくさ、伸びにくさといった特性を付加することに大きな効果があり、また、付加効果は、綿ブロードの物性値に近いものが得られることから、本技術を利用することによるマテハン効率化は十分に可能であると考えられる。

なお、縫製技術者によれば、マテハン容易化が可能な薄地柔軟布の硬化度は 5 ~ 8 % 程度の硬化剤付与で十分であるとする判断が示された。

5.3 布付着硬化剤の持続性

安息香酸は低温域でも微量の昇華が生じる物質であるため、硬化布はこれが縫製加工に移されるまでの間で付着硬化剤の昇華が進み、それに伴って生ずる布硬さの低下は当然、マテハン効率面に支障をきたすことになる。

図5は布付着硬化剤の持続性を観察するため、硬化直後の試料を風通しのよい室内で吊り下げ、この放置状態での硬化剤の昇華量を残留率で表わしたものである。結果によれば、硬化布をたとえば2日間放置することで付着硬化剤の昇華は約20%にも達している。

このように、硬化布を放置することで付着硬化剤の昇華が進むことから、硬化後の布については布の硬化性を持続（硬化性の低下度合は端的には図4(1), (2), (3)の物性量変化で推定できる）させるために密封容器で、かつ極力低温条件で保管するといった手段を講じなければならない。

図5 布付着硬化剤の持続性

6. 解硬化条件と解硬化処理による布物性回復

6.1 解硬化条件

解硬化処理は布に付着の硬化剤を昇華させるための加熱作用と、そこで生じたガス状の硬化剤を拡散させ昇華作用を促進させるための送風作用によって行われる。したがって、処理を迅速化するには加熱温度を高め送風量を多くすることによって満たされる。しかし、加熱温度については対象布が多くの場合合繊布であり、また薄地であることから布品質面への損傷を考慮した条件設定が必要であるので、本実験では妥当な範囲の加熱温度として130℃を採用することにした。送風量は硬化処理の場合と同様に 1.22 m³/min に設定した。図6は硬化剤付着率の異なる各試料について、130℃、1.22 m³/min の条件で解硬化処理を行った場合の解硬化時間をプロットしたものである。この場合、試料別にした解硬化の傾向が明瞭に現れないため、硬化布の解硬化特性として全体を一括表示した。図からみられるように、適度の付着率範囲の硬化布はほぼ15～60 secで解硬化が完了する。

図6 硬化布の解硬化特性

6.2 解硬化布の物性評価

柔軟布がエタノールの付着と加熱処理（70℃）、そして硬化剤の一時的付着、さらに解硬化での熱処理（130℃）を受けることにより、布品質面に影響が及ぶか否かの検討を加える過程で、まずここでは基本問題として布の収縮と布の物性面への影響の問題をとりあげて実験的に考察を進めた。

A. 硬化、解硬化処理による布収縮

布収縮率の測定は無張力状態で処理した硬化布、解硬化布について行った。実験では、硬化布には収縮が現われなかったのに対し、解硬化布にはわずかな量ではあるが布収縮がみられた。その結果を表2に示す。ここで生じた布収縮が熱的要因によるものとみて原布についてこれを追求したところ、解硬化と同じ温度・時間の条件で処理を行った試料には表2と同傾向の布収縮率が測定さ

表2 解硬化布に現われた布収縮率

試料	硬化剤付着率(%)	解硬化時間(sec)	たて(ウエル)収縮率(%)	よこ(コース)収縮率(%)
G	5.8～13.0	17～43	0～2.0	0～0.5
H	4.8～11.5	17～34	1.4～2.0	0
J	5.1～12.7	34～43	0	1.0～2.0
K	1.2～8.7	15～38	0	0
P	1.6～7.1	6～7	0.6～1.0	0.3

れた。この結果から、布収縮の発生は解硬化処理での加熱が原因して柔軟布に熱収縮をもたらしたと判断できる。

B. 解硬化処理による布の物性回復

解硬化布についての物性測定結果を原布物性値と比較

する方法で原布状態への物性回復性を評価した。

1. 実験条件

硬化剤付着率の異なる硬化布について加熱温度130℃、送風量 1.22 m³/min の条件で、解硬化実験を行った。この場合、付着硬化剤の残留の有無は秤量法で確認した。ただし、硬化布の物性測定項目、試料の有効長、測定条件は硬化布の場合に準拠する。

2. 実験結果と考察

解硬化布の物性値測定結果を図4(a), (b), (c)の点線で示す。

一般に合繊布は熱処理により糸交錯点での接触圧力の緩和効果に基づき柔軟性が付加されるとみられている⁵⁾。しかし、測定結果によれば、この熱処理とかエタノール付着などによる影響は明確には現われず、いずれの試料も原布に近い物性値が示された。これは熱処理、エタノール付着による布構造上の変化、熱収縮に基づく寸法変化などによる影響が物性測定上無視されるほどの変化量であったためではないかと思われる。この結果から判断して、硬化布は硬化剤を除去することにより原布状態、すなわち柔軟布への回復が達成されるものとみなせる。

7. 一時硬化布のマテハン テスト

一時硬化布についての実際的なマテハン効果を把握するため、硬化布を既存の縫製加工工程に投入し、それを最終縫製品(婦人用ドレス)に仕上げるまでの各作業段階上の特徴を試験的に調べた。これは作業を担当する縫製技術者(延反、裁断、芯接着、縫製、プレス仕上)からの指摘意見を利点と問題点別にまとめたものである。実験試料にはポリエステル スムース服地(試料K)とポリエステル ジョーゼット服地(試料P)を採用し、また、試料の硬化剤付着率はいずれも6~7%である。図7、図8にマテハン テストに用いた硬化布の最終製品を示す。

図7 試料Kの最終製品

図8 試料Pの最終製品

〈利 点〉

1. 各加工段階での作業はいずれも容易になる
2. 布の表裏判別が容易になる
3. 裾の折目つけが容易になる
4. プリント布に対する針ひき傷の防止に効果がある
5. 袖のいせ込み、ギャザリングが支障なく処理できる

〈問題点〉

1. 刺激臭が発生する
2. 地の目の確認、修正が困難である
3. 反ごとの品質(色、風合い)チェックが困難である
4. 解硬化布面につめ筋跡が生じる
5. アイロン加工(110℃)での硬化剤除去が不十分である
6. 2枚の硬化布をアイロン加工する際に2枚が接合する
7. 縫い代の割りが困難である

以上の実験から、硬化布のマテハン容易性についてはかなりの効果があることが明確に実証された。しかし、既存設備・装置を用いたことによる問題点、昇華性硬化剤の使用に基づく本質的な問題点の指摘があり、なかでも刺激臭の発生が最大の欠点として指摘された。問題点の5, 6は加熱により生じたガス状物質を除去するべき送風作用が伴わないための現象であり、とくに、6は除熱後の温度低下によるガス状物質の再結晶化で、2枚の布が接合するものと思われる。

硬化布に対する解硬化処理は送風作用が伴ってこそその機能が満たされるので、アイロン加工時にはこの点を考慮した処理技術が必要である。また、刺激臭の発生・拡散は作業保護の原則から適切な防止策を構建することが絶対条件であり、これには硬化剤の回収を前提にした解硬化処理技術の確立が必要である。

9. 結 語

柔軟布に対するマテハン効率化を確立する手段として、安息香酸を硬化剤にした布一時硬化技術について試作型布片一時硬化装置を用いて検討を加えた。硬化剤付与の柔軟布についてはその物性面の評価からマテハン効率化に十分役立てうる硬化性のあることが認められ、また、硬化布の実際の効果を把握するため縫製工程上で行ったマテハンテストにおいてもその容易性が十分に実証された。

一方、解硬化布についてはその物性観察の結果から、元の柔軟布への回復がみられ、この結果から、布固有の柔軟性に対する一時硬化処理の影響はないことが確認できた。

しかし、アイロン加工、解硬化処理などの熱処理加工を行う際の刺激臭の発生は一つの問題点であり、これについては作業環境保護の立場から適切な技術的対策が必

要である。なお、一時硬化処理による布品質面の損傷有無を検討するなかで、染色布の色安定性への影響は重要な検討課題であるので、次報ではこれについての検討結果、その他、一時硬化処理による技術成果も含めて報告する。

本報の一部は本学会第30回年次大会において発表した。

最後に本研究を進めるに当たり、実験に協力願った当所性能設計研究室の方々に、また実験用布試料の提供ならびに縫製加工面で種々協力賜った三陽商会(株)、曙ドレス(株)に対して感謝の意を表します。

文 献

- 1) 特許番号 625081
- 2) 中小企業振興事業団 昭和50年度開発調査研究報告書
- 3) J. Lindberg, B. Behre, B. Dahlberg; Text. Res. J., **31**, 99(1961)
- 4) 横沢, 保科; 繊維誌, **25**, 233(1969)
- 5) たとえば 布の風合い編集委員会編「布の風合い」, p.289(1972)

□ 新刊紹介 □

Clothing Comfort (衣服の着心地)

編 者: Norman R. S. Hollies, Ralph F. Goldman

出版社: Ann Arbor Science Publishers Inc., (U. S. A.)

価 格: 約7,500 円

本書は、単行本の体裁をとってはいるが、内容的には、シンポジウムの論文集 (Proceedings of a Symposium of The Fiber Society) である。本書には、招待講演も含めて、米国、カナダ、西独、英国の研究者から報告された12件の論文が収録されている。

着心地には、単に着用時における人体からの熱発生と衣服による保温といった熱平衡の問題だけでなく、サイズやフィット性、さらには審美性といった、広範囲な問題が含まれている。そこで本書は、全体をつぎの4部門にわけて、それぞれの部門に3件ずつの論文を収めている(個々の論文の標題と内容については、海外繊維技術文献集、1979年6月号の抄録を参照されたい)。

- 1 部 外界に対する温度平衡と保温
- 2 部 繊維素材の性質と着心地との関係
- 3 部 衣服の着心地とその評価方法
- 4 部 衣服と環境との相互作用、ならびに人体の運動による衣服の換気

着心地の問題は、わが国でも毎年、人間-熱環境系シンポジウムが、6学協会の共催、18学協会・研究会の協賛で開かれ(今年は来る12月7~8日の予定)、広く学際的に取組まれている。

非常に広範囲な分野にわたる着心地の問題を、コンパクトに収めた本書は、関係者にとってきわめて有益な文献となろう。

(Y. K.)