織物物性によるシームパッカリングの予測とその防止法

田先 慶多*, 金光 士*

Seam Pucker Prediction from Fabric Properties and its Preventive Method

Keita Tasaki*, Takeshi Kanamitsu*

Abstract

Seam pucker means a phenomenon which appears along the seam line when two perces of fabric are sewn together by a sewing machine. It was found that among fabric mechanical properties, weight, extensibility, bending rigidity, thickness and surface friction coefficient have relation to seam pucker. But it was difficult to predict grade of seam pucker over all different types of fabric accurately by a multiple regression equation. However, it was found possible to predict commercial acceptability precisely of all fabric sewn under several sewing machine conditions, by discriminant analysis using only two variables. And this allows suggesting the proper sewing machine conditions for each fabric simply. Modification of textile mechanical properties and ironning were discussed for faric uncontrolled by adjusting sewing machine conditions. Futhermore seam pucker prediction in the designing stage was discussed.

(Received March 17, 1997)

(Accepted for Publecation Sept.5,1997)

1. 緒 言

最近、日本のアパレル業界では新合繊の開発や梳毛織物の軽量化に伴い、様々な問題が生じている。特にシームパッカリングは衣服の外観を損ねる重要な問題であり、これに関する研究もいくつかなされている。J. Lindberg¹⁾はシームパッカリングの発生についての理論式を報告している。G. Stylious²⁾等はシームパッカリングの標準見本の作成方法について報告している。繊維製品品質懇話会³⁾はシームパッカリングの発生原因の識別についての報告を行い、布の物理特性より縫製工程の制御を行うシステムも確立が望まれていると記している。

我々は素材メーカーの立場からアパレルの方々に対して縫いやすい織物を提供することを目的とし、織物の物性を易縫性（寸法安定性、縫いやすさ、仕立て映え）について研究してきた。本報では具体的なパッカリング防止策について検討を加え、図表に

より縫製しやすい織物であるかどうかを判別するデータを提供する方法について記述する。

衣服とは平面の素材を縫製工程で裁断、縫合し素材の変形を利用してむりなく美しい丸みのある立体曲面に設計どおりに仕立て上げられたものである。丸みの立体曲面とは、変形させた部分でバブリングがないこと、および縫合した部分のパッカリングがないことである。従って、素材としてはバブリングやパッカリングが生じない立体曲面を作りやすいこと、寸法が安定していることが要求される。

以上により素材との関連で必要な縫製技術は次のようになる。

易縫性 { 寸法安定性・・・外観変化
縫いやすさ・・・シームパッカリングで評価する。
仕立て映え・・・立体の作りやすさ・・・KES-F 特性

本研究では、縫いやすさに関する検討結果を報告する。

*会員, Member, 日本毛織物技術研究所, 加古川市米田町, Nippon Keori Kaisha, Ltd. Yoneda-cho, Kakogawa.

2. 実験装置および試料

2.1 実験装置

本実験では日立恒温恒湿室（温度10～40℃ 湿度20～90%RH 可変）内にて Juki DDL-5570本縫ミシンを使用し、針はオルガン DB-1 #14, #11, 縫い糸はキングポリエステルミシン糸 #50, #60, #80 を使用した。

なお、ポリエステル混織物の縫製後の加湿調整はタバイエスベック社製恒温恒湿器 PR-3FT を使用した。

2.2 試料の収集

織物特性に起因するパッカリングの原因を「素材に縫い糸が縫い込まれたときの歪みを織物が吸収できるかどうかによる」と仮定し、目付の重い織物と糸の屈曲がある織物（整理工程の巾丈歩留に影響される）がパッカリングを生じにくいとし（その逆がパッカリングが発生しやすい）巾広く試料を収集する目的で、日本毛織物製の純毛織物および Wool/ポリエステル混織物の織物設計表より目付で層別し、次に整理工程での巾歩留の異なる織物を選別した。収集した織物は次の通りである。

婦人服素材・・・・・・・・	19点	
紳士服素材・・・・・・・・	34点	
ユニフォーム素材・・・・	46点	計99点

3. 実験

3.1 試料のサイズ

縦50cm 緯 9cm の布 2 枚を重ね、縦方向に直線縫いを行う。

3.2 パッカリング評価基準

KES-FB よりパッカリングの程度を予測するものに丹羽等⁹⁾の報告の中に PV 値 (Pucker value) がありこれを参考にして試料を選び、縫製テストを行い、AATCC 標準写真に準じた 5 段階のパッカリング試料 (1 級：悪い, 5 級：良い) を作成し、評価基準とした。

なお、毛織物のパッカリングはアイロン処理にて修正されるが、加湿するとまた発現するので縫製直後で評価した。

3.3 標準ミシン条件の設定

本縫いミシンを使用し、PV 値を基にパッカリングの起こりやすさの異なる試料を選択しミシン条件を変えて PV 値通りに現れる条件を検討した。さらに縫製メーカーの意見も考慮に入れて Table1 の縫製条件 (Standard) を決定した。

3.4 縫製および評価するときの温湿度条件

縫製する場所と評価する場所の温湿度条件が変化するとパッカリングの発生状態に大きく影響するので、縫製テストは恒温恒湿室を使用して 20℃, 65% RH の条件下で行った。評価は 20℃, 65% RH の条件下で 24 時間調湿した後、平板上に置いた試料に前方上方約 15° の角度からライトを当て、5 段階の見本と目視で比較して等級をつけた。

3.5 合格基準 アパレルとの褶り合わせ

サンプリングした織物の紳士服素材から PV 値の異なる 5 点を選び、アパレルの専門家にパッカリング試験とその判定をお願いした。

その結果を基にして前期 5 段階のパッカリング評価基準の判定 3 級以下を不合格とした。

4. 実験結果と考察

4.1 織物物性とパッカリング (重回帰分析)

サンプリングされた織物を標準ミシン条件で縫い、パッカリングを評価し、これと織物の力学特性からパッカリングを予測することが可能かどうかを検討した。織物の力学特性は KES-FB を用いて測定した。

4.2 PV 値によるパッカリングの予測値

PV 値は曲げ特性、伸び特性、剪断特性と重量からパッカリングの程度を 0 (not puckered) ～3 (terribly puckered) の数値で予測するもので、紳士服素材を基にした重回帰式の一種である。紳士、婦人、ユニフォームの各試料について標準ミシン条件で縫ったパッカリング試験の結果と PV 値の相関を調べた。Table2 に示すように婦人服素材および重量 250g 以下の紳士服素材では PV 値との相関はかなり高い。しかし重量 250g 以上の試料を含む全試料の紳士服とユニフォーム素材では PV 値との相関が低い結果となった。

4.3 KES 重回帰式によるパッカリングの予測

KES 値を用いて PV 値よりも簡単な式でパッカリングの予測が可能かを検討した。Table3 に KES 各特性値とパッカリングの単相関を示す。データの上段は紳士服、中段は婦人服、下段はユニフォームの各素材である。素材により相関の高い特性値は異なることを示している。

さらに KES 値の中より W, EM1, B1, T, MIU を使用してパッカリングを予測する重回帰式を検討した。

素材別の重相関係数を次に示す。

紳士服素材	: $r=0.635$
婦人服素材	: $r=0.894$
ユニフォーム素材	: $r=0.847$
全試料	: $r=0.650$

以上より 1 つの式でパッカリングの発生を予測するのは無理がある。これは織物のタイプによりパッカリングに対する KES 特性値の寄与の大きさが異なるためと考える。

4.4 判別分析による解析

我々は、縫製メーカーにとってパッカリングが商業的に可か否かであることの方がパッカリングの等級よりも重要であると考えた。また 2 変数を用いた判別では結果を平面のグラフに表せるため、織物の全体像を視覚的に理解しやすく、具体的な防止策も立てやすい。これらの理由から判別分析を検討した。

パッカリングに相関のある KES 値の組み合わせの中から次に示す 2 つの主要なパッカリングの現象と相関の深い経曲げ (B1) と経伸び (EM1) を 2 変数に採用した。パッカリングは下記の 2 つの要因で起こると推測した。

Buckling : 布が柔らかくミシン糸の張力で織物にしわがよる。

布の曲げ剛性が小さい。

Jamming : 織物組織がタイトでミシン糸が織物に無理に割り込む。

布の伸び率が小さい。

まず全試料を標準ミシン条件で縫って合格 (4 級以上) と不合格 (3 級以下) に 2 分した。この結果を Fig.1 に示す。

縦軸は経曲げ (B1)、横軸は経伸び (EM1) である。

Fig. 1 Dispersion of samples sewn under the standard sewing conditions.

布の曲げ剛性と伸び率が小さいほど、パッカリングが起こりやすいことがわかる。この 2 群を判別分析により計算し、判別式の線 S を得た (Fig.2 判別率 81%)。

標準ミシン条件で不合格になった試料は Table1 のミシン条件 A で縫製し判別分析を行った。さらにここで不合格の試料は同様にミシン条件 B, ミシン条件 C で順次縫製して判別分析を行い、判別線 a, b, c を得た (Fig. 2)。ミシン条件 A, B, C については縫製工場にて使用している縫製条件を参考にして縫い糸を細くする、または糸の張力を小さくする等のパッカリングが起こりにくい条件を採用した。この条件は Table1 に示してある。

また伸び率は大いだが曲げ剛性が非常に小さい領域については判別線 s' で補正している。この図より織物の曲げ剛性と伸び率が分かればパッカリングが起こらない最適なミシン条件を指示することが可能である。

4.5 織物物性の改良

曲げ剛性、伸び率が非常に小さい織物はどのミシン条件を用いても不合格になる。その試料の 1 つを整理工程で再加工して伸びをやや大きくなるように改良した。この結果について Fig. 2 に示す。加工前 X の位置にあり、ミシン条件の修正程度では縫製困難な織物が、整理工程での再加工により X' の位置に変化し、易縫性は明らかに向上した。

Fig. 2 Discrimination lines of each sewing condition.

Table 1 Sewing Conditions.

	Standard	Condition A	Condition B	Condition C
SPEED (spm)	2,000	2,000	2,000	1,500
SEING THREAD	#50	#60	#80	#80
BOBBIN THREAD TENSION (g)	18	10	10	5
FOOT PRESSURE (Kg)	2.0	1.3	1.3	1.3
NEEDLE SIZE	#14	#11	#11	#11

* SEWING THREAD : KING Polyester Filament
* NEEDLE : ORGAN Ball Point

4.6 アイロンによるパッカリング防止

ポリエステルを含む織物の場合、その熱可塑性を利用してパッカリングの防止が期待できる。そこでアイロンによるパッカリング防止効果について検討した。

標準ミシン条件で不合格となったポリエステル混織物にアイロン処理（表面温度150℃）を行い、加湿（30℃90％RH 2Hr）調整後（20℃，65％RH）にてパッカリング評価を行った。評価結果をポリエステル混率と縫製後のパッカリング等級の2変数で判別したのがFig.3である。ポリエステル混率が高く縫製後のパッカリング評価が良いほど、アイロンによる防止効果が高いことを示している。また合格基準を3級に緩和するとより少ないポリエステル混率でも合格することがわかる。

4.7 ハイグラルエキスパンションによるパッカリング

パッカリングが発生しないように適当なミシン条件で縫製しても時間経過とともにパッカリングが発生する場合がある。これは湿度が変化する際にハイグラルエキスパンションによる布の寸法変化とミシン糸の寸法変化との差によって生じる。パッカリングが発生しないように適当なミシン条件で縫った試料を加湿（30℃，90％RH 1Hr）した後、発生したパッカリングを評価した。これを目付とハイグラルエキスパンション（H，E）で評価した結果をFig.4に示す。H，E（％）が大きく、目付が軽いほど、湿度変化によりパッカリングが発生しやすいことがわかる。なお、ハイグラルエキスパンションの測定方法はJIS L1042「織物の収縮率試験方法」C法の準拠した方法（IWS新法）を使用した。

Fig. 3 Effect of ironing.

Fig. 4 Discrimination using weight and H.E.

L1 (元の長さ), L2 (浸せき直後), L3 (50℃以下で4時間乾燥する), L4 (20℃65%RHにて24時間調整する)

$$H. E. (\%) = (L2 - L3) \times 100 / L3$$

4.8 織物設計とパッカリング

実際に織物を作る前の設計段階でパッカリングの予測が可能かどうかを調べた。曲げ剛性と相関のあ

る目付と経伸び率と相関のある丈歩留の2変数を選び、標準ミシン条件で縫って判別分析を行い、下記の結果を得た。

全試料 (n=97) 性判別率 67.0%

$$\text{判別式 } F = -6.577 + 0.024 \times (\text{目付}) + 0.093 \times (\text{丈歩留})$$

境界値 < 0.281 >

F に境界値を代入することで次の式が得られる。

$$\text{目付} = 290.6 - 3.96 \times (\text{丈歩留}) \quad (a)$$

同様に標準ミシン条件で不合格となった試料をミシン条件 A で縫って判別分析を行い下記の式を得た。(判別率 73.5%)

$$\text{目付} = 259.9 - 5.95 \times (\text{丈歩留}) \quad (b)$$

この結果を Fig.5 に示す。設計の目付が大きく丈歩留が小さいほど、パッカリングが起こりにくい傾向にあることがわかる。

判別率はあまり高くはないが特にパッカリングの発生しやすい織物の予測は可能である。

5. 考 察

布の物性に関係したパッカリングに Buckling と Jamming がある。両者のメカニズムはかなり異なり、前者は曲げ剛性が小さく軽量で婦人服に多い。後者は込みが多く伸びが小さいユニフォームに多い。このように布の物性によりパッカリングの発生メカニズムが異なることが1つの重回帰式ですべての種類の織物のパッカリングを予測したときの相関係数を小さくする要因と思われる。曲げ剛性と伸び率を用いた判別分析でこれらの現象をうまく表すことが可能となった。Fig.2において Buckling タイ

Fig. 5 Fabric design and seam pucker.

Table 2 Coefficients of correlation between seam pucker and weight of fabric.

	less than 250g/m ²		all samples	
MEN'S :	n=26	r=-0.796	n=34	r=-0.547
LADIES' :	n=17	r=-0.780	n=19	r=-0.837
UNIFORM :	n=28	r=-0.468	n=46	r=-0.454

Table 3 Coefficients of correlation between seam pucker and KES parameters.

	W	EW1	B1	G	T	WC
MEN'S :	0.711	0.381	0.571	0.194	0.780	0.694
LADIES' :	0.751	0.445	0.677	-0.012	0.721	0.702
UNIFORM :	0.640	0.725	0.123	-0.442	0.585	0.411

W :	Fabric weight	mg/cm ²
EW1:	Extensibility(warp direction)	%
B1 :	Bending rigidity(warp direction)	gfcm ² /cm
G :	mean Shear stiffness of warp and weft direction	gf/cmdeg
T :	Fabric thickness	mm
WC :	Compressional energy	gfcm/cm ²

ブの織物は縫い糸のテンションを小さくすることで、Jamming タイプの織物は針と糸を細く（＃50を＃60または＃80に）することでパッカリングを防げることがわかる。不可能領域の織物については上位レベルの領域に入るように整理工程で処理するか設計を変更する必要がある。

品質の良い服作りには原料から製品までの各工程間の強い結びつきと情報のフィードバックが不可欠である。本報告では織物メーカーの立場からの情報の1つとしてミシン条件によるパッカリングの可否と織物物性を調べ、ミシンの調整でパッカリングの発生を防止できる織物かどうかの特性を明らかにし、防止できない領域の織物についてはその物性改良およびアイロン直しを検討した。

謝 意 本研究に際してパッカリング評価、縫製

条件に関するアドバイスを賜った新田 勝氏（大賀クロージング）、植村正治氏（大阪紳士服協同組合）、齊藤景一郎（元ダーバン）、相馬成男氏（ダーバン）、三島良弘氏（三陽商会）、当社易縫性研究委員会の委員の方々および本委員会の委員長であった故藤原弘行氏に謝意を表します。

文 献

- 1) J. Lindberg ; Textil Reserch Journal, Vol. 31, 664 (1961)
- 2) G. Stylious, D. W. Lloid ; International Journal of Clothing Science and Technology, Vol. 1. No2, 25 (1989)
- 3) 繊維製品品質問題懇話会（関東地区）最終報告 平成3年4月
- 4) M. Niwa, Y. Yamada ; International Journal of Clothing Science and Technology, Vol. 3. 3 (1991)