技術報告

布欠点の検出可能性について

会 員 渋谷 惇 夫*

” 相 坂 登

1. はじめに

ここ数年前から、我国の繊維産業を取りまく環境条件には大きな変化があり、

- 国内消費需要の多様化、高級化
- 先進国への輸出伸びの鈍化と発展途上国からの輸入の増大
- 労働力の不足、労務費の上昇、労働時間の短縮など労働事情の悪化

などに対処していくためには、高品質化のための技術開発と省力化技術の開発・導入による労働コストの低減化が重要である。

繊維産業の製造部門において、紡績工程、染色加工工程など材料を連続的に移動させながら加工する工程では、自動化が大いに進み大幅な工程短縮、省力化が行われた。また、紋織物、ニットなどの製造工程においては、柄出し準備システムや柄出し制御システムが開発され、製品の高級化、多様化、生産期間の短縮化、熟練技術の排除などに成果がみられる。

しかしながら、準備・編織・整布などを含む製布工程は、中小企業性が高く、個々の革新技术の導入はみら

On Detectability of Fabric Defects.

By Atsuo Shibuya and Noboru Aisaka,
Research Institute for Polymers and Textiles,
Yokohama-shi, Kanagawa-ken.

The possibility of practical development of an automatic fabric inspection system depends upon the following two points. One point is what kind of detector should be used, how to use the detector, and then, what degree of fabric defects can be detected. The another one is how to process the detecting signals from the fabric defects in order to recognize defects. Therefore, it is important to select the kind of detectors and to make the ability of the detector clear.

In this paper, the detectability of 23 kinds of defects on nylon filament plain fabrics was discussed using a photomultiplier tube and two kinds of light sources, tungsten and He-Ne laser.

The properties of reflected and transmitted light through the fabric defect differed according to the kinds of defect. The change of reflected light of laser was larger than that of tungsten. The detecting condition of 45-degree lighting and vertical reflecting were better than another conditions to detect fabric defects.

Fabric defects such as slippage, hole, crack, etc. are easily detected by transmitted light, and those such as tight pick, warp falling, double picks, etc. are easily detectable by vertical reflected light.

れるものの、総体的な合理化は著しく遅れている。特に、製品・半製品の検査作業は、人間の高度の識別能力に依存せざるを得ないため、その合理化、高速化が遅れており、このまま放置されれば、生産ラインでの大きなネックになることが懸念される。

検反作業と類似の作業である鋼板製造工程、製紙工程等におけるシート状材料の表面欠点の検出自動化はすでにいくつか実用され、成果を挙げている。しかしながら、これら鋼板、紙等と布とを比較した場合、材料自体の性質、したがって、欠点の性状の相違や、加工工程の相違（主に設備コストの差）などにより、それらの技術をそのまま検反工程に導入することは困難である。また、布

* A. Shibuya and N. Aisaka. Members, 繊維高分子材料研究所

欠点の種類は非常に多種多様で、欠点の検出、分類、判定という識別能力と総合的な判断力が必要である。一方、検反作業を目視検査で行うと、人間の主観的要素が入り、かつ人間の検査能力の限界から高速化はむずかしい。このため、自動検反機開発の要望は以前より強く、特許申請等も多いが、実用されているものは少ない。

自動検反機の開発の可否は、どのような検出端を使えば、どの程度の布欠点を検出できるかということと、検出した信号をどのように処理すれば欠点を認知できるかの2点にかかっているが、特に前者の検出端の選定とその限界を明らかにすることが鍵となる。このような観点から、長繊維織物(ナイロン タフタ生機白生地)を試料とし、光源の種類、照射角、受光角を変えた場合の布欠点の検出可能性について検討した。

2. 織物欠点の性状

織物欠点の発生原因は、糸自身の欠点によるものと、製織工程での異常によるものに分けることができる。また、それぞれの原因は人為的なミスによるものもあれば機械的な欠陥によるものもある。一般に、織物欠点をその性状から分類すると、

に分けられる。更に、視覚的、感覚的な面から分類するとつぎようになる。

(イ)密度差のあるもの

(例) 厚段、薄段、ひ間、機械段、おさ筋、目寄れ

(ロ)光沢差のあるもの

(例) たて糸吊り、よこ引け……(実質的)

たて糸抜け、すくい……(見掛け上)

(ハ)織度差のあるもの

(例) よこ糸むら、異原糸混入……(実質的)

管くずれ、スナール、よこ糸弛み……

(見掛け上)

(ニ)透明度差のあるもの

(例) 穴きず、胴切れ、厚段、薄段、ひ間、つなぎ節、汚れ、引込違い、固形物織込み

(ホ)紫外線により呈色するもの

(例) 異原糸混入、糊かす

(ヘ)感触のあるもの

(例) つなぎ節、毛羽節、すくい、管くずれ、固形物織込み

織物欠点を目視する場合に、採光方法によって検出しやすい欠点としにくい欠点がある。それらをまとめると表1ようになる。一方、織物の種類によって、欠点の発生頻度や欠点が製品に及ぼす影響度(重要度)が異なる。ナイロン タフタにおける各種欠点の発生頻度と重要度を表2に示す。

3. 実験方法および実験結果

シート状材料の欠点を自動的に検出するちは、その表

表1 採光方法による欠点の見え方

採光方法 \ 欠点名	たて	おさ	たて糸抜け	つなぎ節	たて糸吊り	たて糸弛み	すくい	厚段	薄段	ひ間	パーンヒケ	糸むら	よりむら	光沢段	よこ引け	よこ糸抜け	よこ糸弛み	連込み	スナール	管くずれ
透過光	×	◎	◎	◎	○	○	○	◎	◎	◎	×	○	○	×	×	◎	○	◎	◎	◎
垂直入射光バック黒	○	◎	◎	○	○	○	○	◎	◎	◎	○	○	○	○	×	○	×	○	○	◎
垂直入射光バック白	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○
斜角入射光	◎				◎	◎	◎				○		○		◎		◎		◎	

採光方法 \ 欠点名	たて糸汚れ	よこ糸汚れ	付着汚れ	きわ付汚れ	生折れ	当り	チカ	地割れ	引込違い	ひずれ	糊かす	異物織込み	テンブル縞	目寄れ	耳不良	穴きず	裂けきず	異原糸混入	引け段
透過光	×	×	×	×	○	×	×	○	○	×	○	◎	○	◎	◎	◎	○	○	○
垂直入射光バック黒	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	◎	○	◎	◎	◎	○	○	○
垂直入射光バック白	◎	◎	◎	◎	○	×	○	×	×	×	×	○	×	×	×	×	×	×	×
斜角入射光							◎												○

◎：良く見えるもの、

○：普通程度見えるもの、

×：見えにくいものまたは見えないもの、

表2 織物欠点の重要度および発生頻度

重要度 頻度	強	中	弱
多	たて 縞 おさ 筋 たて糸抜け たて糸吊り	厚 段 薄 段 ひ 間 よこ引け よこ糸弛み スナール 生 折 たて糸汚れ 付着 汚れ	たて糸弛み 引 け 段 連れ込み 当 り チ カ
普	ひ ず れ	バーン引け 糸 む ら よこ糸抜け よこ糸汚れ	より む ら 光 沢 段 糊 か す 耳 不 良 引込み違い
少	穴 き ず 裂 け き ず 異原糸混入	つなぎ 節 す く い 異物織込み 管くずれ	きわ付汚れ 地 割 れ 目 寄 れ

面を機械的あるいは電子的な方法により光で走査し、得られた光学的变化量を電気的变化量に変える方法が一般に用いられている。布の欠点は、さらに複雑な要因を含んでいるために、いくつかの異なる検出方法を組合せて使用する必要があるが、光学的方法での処理が主体となることは間違いない。

本実験では、光源にタングステン光およびレーザ光(He-Neレーザ、波長6328Å、出力1mW)を用い、走査式光度計により、試料に対する照射角、受光角、走査方向などの条件の組合せを変えて測定し、欠点の検出可能性を検討した。なお、走査スポット径は、予備実験(0.1~1.0mmφ)の結果から、1mmφに設定した。0.6mmφ以下のスポット径においては、布の組織が雑音として現われ、布欠点検出の面からはS/N比が悪い。

3.1 試料

北陸地方検査場にて収集した23種の欠点試料(表3)を用いた。全試料とも、ナイロン タフタ生機白生地、たて糸、よこ糸ともにナイロン糸70d、密度はたて95~112本/in、よこ72~93本/inである。なお、表3で欠点程度W₁は、現行検査での判定によったもので、W₁は軽微な程度の欠点、W₂は普通程度の欠点、W₃ははなはだしき程度の欠点である。

3.2 実験方法

i) 反射光の実験

走査方向 たて方向、よこ方向

照射角度 45°

受光角度 0°, 45° (ただし、試料に対して垂直方向を0°とする)

ii) 透過光の実験(タングステン光のみ)

走査方向 欠点に直角な方向

照射角度 45°

受光角度 0°

3.3 実験結果

測定チャートの一部を図1~3に示す。図において、横軸は布幅を表わし、1太線区間が布幅約1.5mmに相当する。縦軸は反射光あるいは透過光の強さを電圧変換した値である。図1はタングステン光による反射光の測定、図2は同じく透過光の測定、図3はレーザ光による反射光の測定例である。反射光の測定における記号(45°~0°)、(45°~45°)は、(照射角~受光角)を表わす。

図1(a) 正常な部分の反射光(45°~0°)

図1(b) 裂きずの反射光(45°~0°)

図 1(c) よこ引き (45° ~ 0°)

図 1(d) たて糸抜けの反射光 (45° ~ 45°)

図 1(e) 油汚れの反射光 (45° ~ 45°)

図 2 厚段の透過光

図 3(a) たて糸抜けの反射 (45° ~ 0°)
(レーザ)

図 3(b) すくいの反射 (45° ~ 0°)
(レーザ)

図 3(c) よこ弛みの反射 (45° ~ 0°)
(レーザ)

図3(d) 厚段の反射 ($45^{\circ} \sim 0^{\circ}$)
(レーザ)

図3(e) たて糸弛みの反射 ($45^{\circ} \sim 0^{\circ}$)
(レーザ)

図3(f) つなぎ節の反射 ($45^{\circ} \sim 0^{\circ}$)
(レーザ)

測定結果を整理して表3に示す。ここで、変動幅とは、各測定チャートにおいて布表面の正常部における波形振幅であり、レベル差とは、欠点部波形の最大値(高)および最小値(低)の正常部波形の平均値との差である。表中、/は、これらピーク値が正常部の変動幅内に入っていることを示す。また、「+」は欠点部が正常部より明るいことを、「-」は暗いことを示す。

測定結果のレベル差ならびに検出波形の形状等からみて、欠点別の検出可能性について判定した結果を表3に示した。ここで、◎は最もよく検出できるもの、○はよく検出できるもの、△は検出できるもの、空欄は検出不明瞭なものを表わす。

タングステン光源による測定において、目寄り、裂けきず、ひ間などの光をよく透過するものについては透過光による測定が欠点をよく検出できる。よこ引け、たて糸抜け、ダブルピック等の欠点の方向性を有するものについては、照射光を欠点と同方向に当て、これに垂直方向に走査した方が欠点をよく検出できる(例、図1(c))。また、油汚れ、目寄り、糊かすなど面積を有する欠点は、当然ながら検出可能性は走査方向に関係ない。

光源にレーザ光を用いると、各欠点ともかなり明確な欠点信号が得られる。照射・受光角の影響をみると、($45^{\circ} \sim 0^{\circ}$)の方が($45^{\circ} \sim 45^{\circ}$)の場合よりも欠点信号の現れ方が明確であり、たて弛み、つなぎ節、目寄り、裂けきず、油汚れ、たて糸抜け、よこ弛み、ひ箱ずれ、よこ節、すくい、糊かすなどの欠点は十分に検出できた。($45^{\circ} \sim 45^{\circ}$)の測定では、全体にノイズが大きくて欠点信号が検出しにくい。引込み違い、ひ間、よこ糸抜けの欠点は、($45^{\circ} \sim 0^{\circ}$)、($45^{\circ} \sim 45^{\circ}$)ともにノイズが大きく、欠点部分の変化の特徴を見出すことが困難であった。また、よこ引けのように、全面に周期性のむらのある欠点については、レベル差での判定は困難であるが、フーリエ変換あるいは自己相関解析等、時系列解析手法の導入により検出可能と考えられる。

本研究は、自動検反機の開発設計の予備実験として行ったもので、本結果を参照して、レーザ検反システムを試作し、長繊維生機白生地を中心に、同染色仕上生地、紡績糸織物の欠点検出について現在検討を進めている。

なお、本報告の一部は、第7回繊維連合研究発表会(昭和50年10月 大阪)および昭和50年度国立機関技術開発研究事業成果発表会(昭和50年11月 横浜、昭和51年2月 金沢、大阪)において発表した。

本研究遂行に当り、(財)絹人繊維物検査協会より多大の協力を得たことを記し、深謝する。

表3 各種条件による測定結果

欠点名	欠点程度	タ ン グ ス テ ン 光										レ ー ザ 光									
		反 射					透 過					45° ~ 0°					45° ~ 45°				
		45° ~ 0°					45° ~ 45°					45° ~ 0°					45° ~ 45°				
		正常部 変動幅	欠点部 変動幅	レベル差 高	レベル差 低	判定	正常部 変動幅	欠点部 変動幅	レベル差 高	レベル差 低	判定	正常部 変動幅	欠点部 変動幅	レベル差 高	レベル差 低	判定	正常部 変動幅	欠点部 変動幅	レベル差 高	レベル差 低	判定
たて池み	W ₃	5	9	-8	○		6	6	-	-		5	17	+18	/	◎	6	7	+18	+11	◎
たてファイメント切れ	W ₁	3	3	+4	/		6	6	+5	/	○	9	-	-	-		5	-	-	-	
たて糸抜け	W ₂	3	3	/	/	△	3	3	-4	/	△	8	10	-6	-16	○	6	6	/	-6	△
引込達い	W ₂	4	6	+3	-3	△	3	3	/	/	○	7	1	/	/		4	6	/	-4	◎
たて節	W ₁	8	16	+10	-6	○	7	20	+5	-15	○	6	11	/	-10	○	7	10	+12	+22	◎
つなぎ	W ₂	4	10	+4	-6	○	5	9	/	-8	○	6	6	/	-8	○	6	18	+23	+27	○
厚	W ₁	5	3	/	/		5	5	+4	/		4	4	/	/		5	6	+8	/	
薄	W ₂	4	4	/	/	△	4	4	+4	/	△	4	4	/	/		6	2	-4	-6	△
ひ	W ₁	6	5	+4	-4	△	6	8	/	-5	○	7	7	+6	/		10	-	-	-	
よこ池み	W ₃	5	8	+4	-4	/	5	16	+6	-10	○	7	-	-	-		7	14	+12	-8	△
よこ引け	W ₂	-	8	-	-		-	8	-	-		-	13	-	-	○	-	11	-	-	○
よこ糸抜け	W ₃	6	-	-	-		5	-	-	-		7	5	+4	-5	△	7	-	-	-	
ひ箱ずれ	W ₂	6	9	/	-6	△	6	-	-	-		4	-	-	-		7	5	+6	/	
ダブルピック	W ₃	6	8	+4	-4	○	4	6	+4	/		3	4	/	-3	△	5	-	-	-	△
達み	W ₂	5	26	+24	-4	○	5	12	+10	/	○	4	5	+4	/		8	2	+12	+25	◎
よこ節	W ₂	6	16	+12	-4	○	6	6	/	/		6	9	/	-9	○	8	8	+9	+15	○
田寄れ	W ₂	6	27	+11	-16	○	4	23	+8	-15	○	5	42	+34	-8	◎	12	44	-19	-37	◎
生機	W ₂	5	17	+12	-5	○	6	9	/	-6	○	5	-	-	-		8	20	+16	+16	○
すく	W ₁	5	18	+17	/	○	3	6	+6	/	○	5	80	+79	/		6	9	/	-9	◎
裂き	W ₃	4	39	+5	-34	◎	6	55	+5	-50	◎	4	2	-5	-7	○	5	40	/	-40	◎
すか	W ₁	5	4	+8	+4	△	3	2	+6	+4	△	4	8	+10	/		10	8	+10	+6	△
ひ箱	W ₁	5	7	+5	/	○	6	4	+4	/	△	5	5	8	-		6	-	-	-	
油	W ₂	6	30	/	-30	◎	5	37	-4	-41	◎	6	16	/	-13	○	5	7	-32	-40	◎

文 献

1) 例えば

特公昭47-46025

" 49-2672

" 49-8833

" 50-30742

特開昭48-14872

" 48-20957

" 50-64576

" 50-157660

2) 古田, 久世; 織学誌, 29, T224 (1973)

3) 久世, 西出; 織学誌, 32, T178 (1976)

4) A. L. Knoll; Text. Inst. Ind., 1975-1, 5