周期的むら糸がパネル上において作る パターンとスペクトルとの関係*

(昭和36年5月30日受理) 会 員 高 井 英 雄**

→ 摘 要 ←

目 的

周期的むら糸がパネル上において作るパターンを理論的ならびに実験的に解析し、これとスペクトログラフとの関係を明らかにすることを目的とする。

成 果

(1) スペクトログラフ上にあらわれるむらのピークと、パネル上のパターンの間には良好な相関がある。しかしてそのパターンは

a) 長方形パネル上では直線群である。

b) テーパパネル上では2次曲線群である。

(2) パネル上パターンは、パネルのわく周が糸むらの半波長の偶数倍に近いほど認めやすい。

(3) テーパパネルによる周期むらの検出とむら波長の検知とは比較的容易であり、合成むら波の分離検出も可能である。

(4) スペクトログラフによる検出むら波長と、テーパパネルによる検出むら波長を比較すると前者<後者である。これは、それぞれの測定中張力の差と思われる。

1. 緒 言

一般に紡績糸の周期的なむらは、精紡機のドラフトローラなど回転体の振れや損傷に起因することがもっとも多い。したがって周期的糸むらの鋭敏な検出と、さらに発生したむら波長の検知とは機械管理の上からいってもきわめて重要なことがらとなる。近時、ランダムスライバのスペクトル理論が発展し、またそれと同時にスペクトログラフなどの計器が実用化され、有効適切な紡機管理がなされるようになってきた。

一方、古くから用いられてきたパネル検査の方法は、なお広く行なわれているが、その目的は単なる品位決定であって、被検査糸に周期むらがある場合、それがパネル上でどのようなパターンとなってあらわれるかという問題に関する研究は非常に少ないのが現状である。筆者の知るかぎりでは、わずかに Schnabel M.^{1,2)}によるテーパ付パネルの研究があるにすぎない。

筆者は上記パターンを理論的に解析し、これとスペク

トル密度曲線との関係を、実際の紡績糸によって考察した。

2. 理論的解析

2.1 解析のための記号および用語

いま、一定長ごとに太い部分または細い部分が周期的にあらわれるむら糸をパネル上に巻きつけ、このパネルを展開したものを考える。まず解析のための基本的な記号および用語をつぎのように定める。

(1) p : むらの波長

(2) L : パネルのわく周=パネル1回転によって巻きとられる糸長

(3) パネルのわく周 L と むらの波長 p の関係を次式によってあらわす。

$$L/(p/2) = 2m + R \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここに m : $m \geq 1$ なる整数

$$R: |R| \leq 1$$

(1) 式によれば、 $L/(p/2)$ がある偶数を中心とし

* Study on the Periodically Uneven Yarn.

** H. Takai, Member. 旭化成工業

て、その前後奇数の範囲にわたるすべての場合をあらわすことができる。たとえば $m=2$ とおけば、(1) 式はパネルのわく周が、むらの半波長の 3 倍から 4 倍を経て 5 倍に至るまでの範囲をあらわす。

(4) むらのポイント：むら糸上のむらの位置、またはむら部位がある長さ範囲をもっているときは、その中心位置。

(5) P. No. (ポイント番号)：ある一つのむらのポイントに 0 と番号を付し、1 周期ごとにつぎつぎとあらわれる各ポイントに、パネルにおける糸の巻きつけ進行方向に順次 1, 2, 3, ……および逆方向に順次 -1, -2, -3, ……と番号を付していったとき、各ポイントが該当する番号。

(6) むらの連続線：パネルに巻きとられたむら糸上において、任意の P. No. N_i と (N_i+m) , (N_i+2m) , (N_i+3m) ……のむらのポイントを結ぶ線。

(7) 座標系：パネル上における直角座標系をつぎのように定める。

x 軸：パネルの回転軸に平行で、巻きつけ位置のずれる方向

y 軸：巻きつけられた糸の進行方向

原点：以下の解析でその都度定める

2.2 長方形パネル上におけるパターン

波長 p のむら糸をわく周 L の長方形パネルに巻きつけたとき、このむら糸の作るパターンを考える。

まず一つの例として、 $0 < R \leq 1$ の場合を考えると、このパネルは 1 巻きでむらの波長 p の m 倍以上を巻いてしまうから、P. No. (N_i+m) , (N_i+2m) , (N_i+3m) ……のむらのポイントは、それぞれ P. No. N_i , (N_i+m) , (N_i+2m) , ……のむらのポイントに比し、一定長

$$m=2$$

(第1図) 長方形パネル上におけるパターン

ずつマイナスの y 方向にずれる。したがって、むらの連続線は傾斜が負の直線となる。

そこで一般の場合として、パネル 1 回転についてむらポイントの y 方向ずれ長さを Δ 、むら連続線の傾斜角を θ 、糸の巻きつけ密度を n_0 本/単位幅 とすれば、(1) 式より

$$\Delta = mp - (m + R/2)p = -pR/2 \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$dy/dx = \Delta / (1/n_0) = n_0 \Delta = -p n_0 R/2 \quad \dots\dots\dots(3)$$

注目する一つのむら連続線上のあるむらのポイントの座標を $(0, y_i)$ として (3) 式を解けば

$$y = y_i - (p n_0 R/2) x \quad \dots\dots\dots(4)$$

$$i = 1 \sim m \quad y_{i+1} - y_i = p$$

(4) 式より長方形パネル上では、周期的むら糸は R の正または負によって、それぞれ傾斜が負または正の直線群のパターンを形成することがわかる。

また (3) 式より

$$\cos \theta = \sqrt{\frac{1}{1 + (p n_0 R/2)^2}} \quad \dots\dots\dots(5)$$

$$\theta = \cos^{-1} \sqrt{\frac{1}{1 + (p n_0 R/2)^2}} \quad \dots\dots\dots(6)$$

を得る。

2.3 テーパ付パネル上におけるパターン

わく周 L が連続的に 1 次関数的変化をするテーパ付パネル上において周期的むら糸の作るパターンを考える。

いま、わく周 L の x に対する変化率を k とし、わく周 L がむらの半波長 $(p/2)$ のちょうど偶数倍にひとしいところ ($R=0$) での任意のむらポイントの座標を $(0, y_i)$ とすれば、 R は x の関数で

$$R = kx / (p/2) \quad \dots\dots\dots(7)$$

これを (3) 式に代入して

$$dy/dx = -n_0 kx \quad \dots\dots\dots(8)$$

よって

(第2図) テーパ付パネル上におけるパターン

$$\left. \begin{aligned} y &= y_i - (n_0 k/2) x^2 \\ i &= 1 \sim m \quad y_{i+1} - y_i = p \\ |x| &\leq (p/2)/|k| \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (9)$$

(8) 式より、テーパ付パネル上において周期的むら糸の作るパターンは $k > 0$ 、 $k < 0$ に対して、それぞれ上に凸、下に凸の2次曲線群となることがわかる。

2.4 むら連続線の認めやすさ

前2項より、周期的むら糸は長方形パネルにおいては直線群を、テーパ付パネルにおいては2次曲線群のパターンを形成することがわかったが、これが肉眼で線として認められるか否かはまた別の問題である。たとえば一つの例として、パネルのわく周 L が、むらの半波長 $(p/2)$ の7倍から8倍を経て9倍にいたるまでのモデル的パターンを第3図に見よう。

(第3図) パネルわく周変化によるモデル的パターン

第3図において、 $L/(p/2) = 8$ の場合はむら連続線がきわめて認めやすいが、 $L/(p/2) = 7$ or 9 においてはもはやほとんど線として認めがたいことがわかる。

このような認めやすさを筆者は以下に述べるむら連続線密度指数によって解析しようと試みた。

いま一般に(1)式における任意の R に対するむら連続線上のむらポイントの密度—これを「むら連続密度」 $\eta(R)$ と名づける—を考えると、 $\eta(R)$ は R の関数で

$$\eta(R)_{\max} = \eta(0) = n_0 \dots\dots\dots (10)$$

である。この $\eta(0)$ と他の任意の R に対するむら連続密度 $\eta(R)$ との比 $\{\eta(R)/\eta(0)\}$ をとり、これを「むら連続密度指数」 $\phi(R)$ とすれば、 $\phi(R)$ の大小はその R に対するむら連続線が肉眼で線として認められるか否かの指数を示すであろうと考えられる。しかして $\phi(R)$ は(5)式より

$$\phi(R) = \eta(R)/\eta(0) = (n_0 \cos \theta)/n_0 = \sqrt{\frac{1}{1 + (p n_0 R/2)^2}} \dots\dots\dots (11)$$

$$0 \leq |R| \leq 1$$

(8) 式から巻きピッチ n_0 と、むらの波長 p のいくつかの組合せに対して R の各水準ごとに計算した $\phi(R)$

を示せば第4図のようになる。
第4図から、むら連続密度指数 $\phi(R)$ は $|R|$ の増加につれて急激に減少することが認められる。すなわちパ

(第4図a) $\phi(R)$ — $|R|$ ($n_0=20$ 本/in)

(第4図b) $\phi(R)$ — $|R|$ ($n_0=30$ 本/in)

(第4図c) $\phi(R)$ — $|R|$ ($n_0=40$ 本/in)

た。

この試料をスペクトロ グラフによって、スペクトル密度曲線を求め、さらにこれをパネルに巻きつけて得られるパターンを考察した。使用パネルは第3表のような

ものを用いた。表中予想むら波長検出への適応性は第2表の予想むら波長と当該パネルのわく周より算出した。

得られたスペクトロ グラフ とパネルのパターンを第7～9図に示す。テーパ付パネルでは2カ所（左右）を

(第 3 表) 使 用 パ ネ ル

パ ネ ル	わく周 (mm)	巻 ビ ッ チ (本/in)	予 想 む ら 波 長 検 出 へ の 適 応 性	
			ト ッ プ ロール 周 期	ボ ト ム ロール 周 期
テ ー パ 付 パネル	945～745	25	—	—
長 方 形 パネル A	880	25	$\left. \begin{matrix} m=3 \\ R=0.09 \end{matrix} \right\} \phi(R)=0.0779$	$\left. \begin{matrix} m=6 \\ R=-0.79 \end{matrix} \right\} \phi(R)=0.0164$
長 方 形 パネル B	752	25	$\left. \begin{matrix} m=3 \\ R=-0.80 \end{matrix} \right\} \phi(R)=0.0089$	$\left. \begin{matrix} m=5 \\ R=-0.42 \end{matrix} \right\} \phi(R)=0.0308$

(第7図a) 試料番号 175 のスペクトロ グラフ

(第8図a) 試料番号 136 T のスペクトロ グラフ

(第7図b) 試料番号 175×テーパ付パネル
(Minicopy F 8×22 sec)

(第8図b) 試料番号 136 T×テーパ付パネル
(Minicopy F 8×22 sec)

(第7図c) 試料番号
175×長方形パネルA
(普通状態) (SS F 8
×12.5 sec)

(第7図d) 試料番号
175×長方形パネルB
(普通状態) (SS F 8
×12.5 sec)

(第8図c) 試料番号 136 T×長方形パネルA
(左) (普通状態) (SS F 8×12.5 sec)
(右) (コントラスト強調) (Minicopy F 8×30 sec)

(第8図d) 試料番号 136 T×長方形パネルB
(普通状態) (SS F 8×12.5 sec)

(第9図d) 試料番号 142 BT×長方形パネルB
(普通状態) (SS F 8×12.5 sec)

(第9図a) 試料番号 142 BT のスペクトログラフ

(第9図b) 試料番号 142 BT×テーパ付パネル
(Minicopy F 8×22 sec)

(第9図c) 試料番号 142 BT×長方形パネルA
(左) (普通状態) (SS F 8×12.5 sec)
(右) (コントラスト強調) (Minicopy F 8×30 sec)

選んで巻いたが、これはトップ ロール(左)およびボトム ロール(右)各周期むらの予想波長から選んだ最適わく周位置である。また写真中テーパ付パネルには $-/-$ なる分数が表示してあるが、分子は山のあらわれた位置でのわく周、分母はパネル表裏での山数を示す。したがってこの分数の値が検知されたむら波長である。なお必要と思われるものには写真を2葉示したが、左は普通状態となるように撮影したものであり、右はコントラストを強くしたものである。したがって実際に肉眼で認識されるパターンは左の写真である。

さて試料代表番号 175 から検討すると、これは周期むらを予想されなかったが、テーパ パネルにおいて弱いトップ ロール周期が認められた。これはまた長方形パネルAにおいてもあらわれ、第3表の適応性の予想が妥当であったことが確認された。

つぎに試料代表番号 136 T は当初の予想どおりスペクトログラフに顕著な一つのピークがあらわれ、それと同時にテーパ パネルの左部および長方形パネルAで強い周期性パターンを示した。

試料代表番号 142 BT は当初の予想どおりスペクトログラフでは2つのピークを示したが、テーパ パネルでは左部(トップ ロール)が濃く、右部(ボトム ロール)は薄い周期性パターンを示した。テーパ パネル左部パターンに対応して長方形パネルAには強い周期性があらわれたが、パネルBでは周期性パターンは認められなかった。

3者を通じて長方形パネルBではいかなる周期むらパターンも認められなかったが、第3表に見るようにパネルBの $\phi(R)$ が [パネルA×トップ ロール周期] の $\phi(R)=0.0779$ に比して比較的小きな数値であることから、周期むら検出への適応性を欠いているためと思われる。

(第 4 表) 検 出 む ら お よ び む ら 波 長

代表試料 番 号	予 想 む ら 波 長 (ドラフト ロール径)×π (mm)		スペクトロ グラフによる む ら 波 長 (mm)	テーパ付パネルによる む ら 波 長 (mm)
175	ト ッ プ	— (周期性なし)	(10.83 in) 275 (弱)	293 (弱)
	ボ ト ム	— (周期性なし)	(5.38 in) 137 (弱)	— (周期性なし)
136 T	ト ッ プ	289 (強)	(10.83 in) 275 (強)	290 (強)
	ボ ト ム	— (周期性なし)	(5.38 in) 137 (弱)	— (周期性なし)
142 B T	ト ッ プ	289 (強)	(10.83 in) 275 (強)	291 (強)
	ボ ト ム	157 (強)	(5.38 in) 137 (強)	157 (強)

る。
さて、ドラフト ロール径から算出した予想むら波長とスペクトルによるむら波長およびテーパ パネルから算出したむら波長の 3 者を比較してみると第 4 表のようになり、 3 者の間には、(パネル)>(計算)>(スペクトル)の関係がある。これはより縮みと、測定中の張力との相互関係によって生じた差と思われる。

4. 結 語

周期的むら糸がパネル上において作るパターンとスペクトロ グラフの関係を理論的ならびに実験的に解析し、つぎのような結果を得た。

(1) スペクトロ グラフ 上にあらわれるむらのピークと、パネル上のパターンの間には良好な相関がある。しかしてそのパターンは

(a) 長方形パネル上で周期的むら糸の作るパターンは、次式で与えられる直線群である。

$$y = y_i - (p \ n_0 \ R/2)x$$
$$i = 1 \sim m \quad y_{i+1} - y_i = p$$

(b) テーパ パネル上で周期的むら糸の作るパターンは次式で与えられる 2 次曲線群である。

$$y = y_i - (n_0 \ k/2)x^2$$
$$i = 1 \sim m \quad y_{i+1} - y_i = p$$

(2) パネル上で周期的むら糸が作るパターンは次式

で与えられる $\phi(R)$ の大きいほど肉眼で認めやすくなる。

$$\phi(R) = \sqrt{\frac{1}{1 + (p \ n_0 \ R/2)^2}}$$

これはパネルのわく周が糸むらの半波長の偶数倍に近いほど認めやすいことを意味する。

(3) テーパ パネルによる周期むらの検出とむら波長の検知とは比較的容易であり、合成むら波の分離検出も可能である。

(4) スペクトロ グラフによる検出むら波長とテーパ パネルによる 検出むら波長を比較すると、前者<後者である。これは、より縮みと、それぞれの測定中張力の相互関係による差と思われる。

最後に本研究に関し、種々御援助を賜った計測器工業田畑、三木、加藤の諸氏、ならびに南海合繊紡績 宮崎、今井、新井川、山本の諸氏に厚く謝意を表する。なお本研究は昭和 35 年本会年次大会³⁾ならびにむら測定と評価のシンポジウム⁴⁾で発表した。

文 献

1) Schnabel, M.; Mell. Textilber., 39, 1231 (1958)
2) 本誌, 12, 819 (1960)
3) 本会第 14 回年次大会研究発表会講演要旨, 72 (1961)
4) むら測定と評価のシンポジウム テキスト (1961)