オート バイブロスコープの一形式*

(第2報) その使用について

昭和38年9月4日受理 会 員 若 山 一 夫**

〃 自 念 栄 一

→ 摘 要 ←

目 的

オート バイブロスコープ法を用いた、前報の新しい繊維測定器によって種々の測定例を示す。

成 果

振動法による繊維測定法で、未研究のまま残されている問題につき下の3点を明らかにした。

- (1) 断面形の特殊なものは、その影響として2%の誤差は許さねばならない。
- (2) 糸の振動区間をくさびで区切るような測定法では、くさびと糸との間の摩擦力による糸張力の変動を考慮しておかねばならない。
- (3) 試作のオート バイブロスコープでは5 cm くらいの振動区間長をとり、糸の曲げ剛さに対する補正だけを考慮すればよい。

また繊維の機械的性質を見る場合、試料個々の繊維測定によるときと、平均繊維を用いるときとで明らかに異なっている。この極端な例として繭糸1本の長さ方向における繊維変化と機械的性質の一様性を調べた。

その他単繊維についての吸排湿性質の解明、および繊維の小さい繊維の連続糸むら試験などの可能性を実験的に示した。

1. 前 言

前報には試作した一形式のオート バイブロスコープの原理、構造、機能などを述べたが、本報ではこれを用いての測定の例、および一般の振動法による繊維測定について2, 3の注意を報告する。

オート バイブロスコープを用いる利点は、ふつうのバイブロスコープに比べて“より簡便な操作で短時間に繊維度が求まる”ということにつきる。共振の判定がいらないから、測定者の個人誤差のはいる余地がほとんどなく、測定方式すなわち振動長と用いる分銅とが定まっております。試料の数が多しだけの測定などでは、30 sec くらいで1測定が終わる。そこで試料準備や、分銅を付けるなどの補助者2名で、ちょうど測定が連続して進むくらいである。さらに従来のバイブロスコープで顕微鏡を操作するような、測定に関する気分的な重くろしがないか

ら手軽に気安く商品試験的な測定も行なえる。

インストロン引張試験機その他の高級な測定機がふつうに用いられる現在、測定の基準となる繊維度が個々の試料について簡単に判明していないようでは、たとえば分数の分母の値が不正確であるのと同じ事情となり、分子を与える高級な測定機の意味がなくなる。

2. 試作のオート バイブロスコープによる測定精度

試作のオート バイブロスコープを用いた繊維度測定の例をあげる前に、得られる測定の精度が問題になる。これについては従来のバイブロスコープの場合とまったく同じ立場であって、単純な式

$$f_0 = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{T}{\sigma_0}} \quad \text{または} \quad \sigma_0 = \frac{T}{4l^2 f_0^2} \quad \cdots \cdots (1)$$

(f_0 : 基本波の固有振動数, l : ゲージ長, T : 張力,

* An Automatic Vibroscope. Part 1: Its Use.

** K. Wakayama, E. Jinen, Members. 京都工芸繊維大学繊維学部

σ_0 : 線密度) を用いるときの各量を, すべて 0.1% の精度で求めることは他の研究¹⁾にも見られるとおり難事ではない。したがって問題は測定方式に関するものであって, さきに本誌に資料としてまとめたものを参照することにより, 第 1 表を考察すればよいことがわかる。

この表は実際に観測される基本波の共振振動数 (オートパイブroscopeでは自励振動数) f , およびこれを使って (1) 式によって計算される線密度 σ の値に含まれる誤差の方向を示したものである。試作機による測定

(第 1 表) パイブroscope法における組織的誤差の方向

	誤差の原因	誤差の起こる方向	
		(1) 式による線密度(σ)に対して	周波数変化方式における周波数 f に対して
1	Stiffness	—	+
2	空気の制動	+	—
3	振 幅	—	+
4	繊維の伸び	—	+
5	支持点の摩擦	+	—
6	支持物の弾性	+	—
7	繊維断面の不均一	不 特 定	σ と逆方向

でも 1, 2, 4, 7 番の原因はどうしようもない。これらに対して 3 番のものは 10^{-1} mm 以下の振幅を用いるから, また 6 番の原因は本器の構造上からほとんど誤差が無視できると考えてよい。

さらに 5 番のものはゲージ長部分の糸の張力が, 分銅によって与えられる張力の値より, 摩擦力だけ小さくなるように測定操作することに定めておけば, 分銅におけるあらかじめの考慮でこの誤差が除ける。(後述) これは下部エッジにかかる糸の角度が 2° という小角であることによっても保証される。

本試作機について上記のような特長が得られるが, その外に本機による測定によって, 第 1 表の内容に関することで, 今日までにまだ示されていない実験を 2, 3 行なうことができた。これらをつぎの 3 章に分けて説明する。

3. エッジにおける摩擦の効果

本試作機では励振器に固定された上部エッジに対してゲージ長を定める下部エッジは上下可動になっている。

(第 1 図) これを上から移動して l を定めたとき, 下からの場合とでは摩擦 (係数を μ とする) のためゲージ

長部分における糸の張力 T は分銅 M によるものとは異なった値になる。理論では

$$M \cdot g \cdot e^{-\mu\theta} < T < M \cdot g \cdot e^{\mu\theta}$$

が成立して, このため糸の固有振動数の変動の幅 ($\Delta f/f$) が $3\mu\theta/4$ と計算されている。

以上に関してテトロン繊維を試料として実験したのが第 2 表である。平均の $\Delta f = 29$ c.p.s. を用いて

$$\frac{3}{4} \mu \theta = \frac{\Delta f}{f} = \frac{29}{1393}$$

から $\mu = 0.79$ を得る。これはオーダからみてもっともらしい値といえる。この場合測定はできるだけ小振幅にしぼって行なったが, 現実にあるていどの振幅が

(第 1 図) 糸にゲージ長 l を設定する構造 (設定後 ① 部を左右に動かして, 糸の張力を分銅によって与えられるものよりエッジの摩擦力だけ小さくする)

(第 2 表) ゲージ長設定方法による振動数のちがい
試料: テトロン 分銅 1.2 g, ゲージ長 5 cm

エッジを上から設定したときの周波数	下から設定したときの周波数	差 (Δf)
1422	1407	15
1420	1386	34
1424	1384	40
1419	1384	35
1415	1388	27
1418	1385	33
1413	1386	27
1415	1380	35
1414	1395	19
1417	1385	22
1415	1384	31
		平均 29

糸は下部エッジにおいて $\theta = 2^\circ$ の角につるす

必要であるから上の計算はそう厳密なものではない。
以上のことから考えて第 1 図の方法による振動法を用いるときは, l を設定した後図の①部分を紙片などで多少左右に動かすことにより, この部分の張力を最小の状態, すなわち $T \cong M g e^{-\mu\theta}$ の条件にしておくことを心掛けねばならない。この注意は従来の研究で一度も述べ

られたことがなく、とくに繊維の小さい試料では案外に大きな効果になることがある。

4. ゲージ長の効果

第1表に示した振動法における組織的誤差の内、ふつうの場合繊維の Stiffness の効果をもっともよく表われ³⁾と考えられている。本試作機の場合はとくに第2章に述べたことから、この効果が出するものと考え、この間のことがらを調べるためつぎの実験を行なってみた。

(第3表) ゲージ長を変えたときの振動数と Stiffness 補正の変化

ゲージ長 l (cm)	自励振動数 f (c.p.s.)	$1/l$ (1/cm)	$f \cdot l^2$	補正 2α (%)
5	1041	0.200	26 025	0.92
6	882	0.167	31 752	0.76
7	762	0.143	37 338	0.64
8	658	0.125	42 112	0.58
9	592	0.111	47 952	0.50
10	526	0.100	52 600	0.46

試料; テトロン 分銅 1.2 g

テトロン単繊維について分銅を 1.2 g とし、ゲージ長を種々に変えて基本波の自励振動数 (f) を求めた。(第3表) この場合 (1) 式が成立していれば f と $1/l$ とは比例するはずである。しかし第2図 (b) 曲線にみられるとおり、ほとんど直線と考えられる関係も、原点を通

(第2図) ゲージ長 (l) 変化に対する 自励振動数 (f) 変化の関係

らないからなんらかの補正が必要であることがわかる。そこで以下に Stiffness に関する補正を考えてみる。

糸をヤング率 E 、断面の慣性モーメント I の細い棒として、そのよ振動についての理論から第1近似解を採ると、基本波について

$$f = f_0(1 + \alpha) ; \sigma = \frac{T}{4l^2 f^2} \left[\alpha = \sqrt{4EI/l^3 T} \right] \dots\dots\dots (2)$$
$$\sigma_0 = \sigma(1 + 2\alpha);$$

⁴⁾ が成立する。これを (1) によって変形して

$$f = \frac{1}{l^2} (f_0 l^2 + f_0 l^2 \alpha) = \frac{1}{l^2} \left(\frac{1}{2} \sqrt{\frac{T}{\sigma_0}} l + \sqrt{\frac{EI}{\sigma_0}} \right) \dots\dots\dots (3)$$

となるから、第2式によって $f \cdot l^2$ と l とをグラフにしてみたのが第2図 (a) 曲線である。

図によって α^2 以上の高次項は無視してもまったく問題ないことが予想される。また図におけるたて軸の非常に小さい切片が (3) 式第2式の第2項を意味すると思われるが、これと α とを数値的に検討してみる。糸の断面を円と考え (断面積 S) て $I = S^2/4\pi$ とおき、繊維の密度を ρ とすると

$$\alpha = \frac{\sigma_0}{l \cdot \rho} \sqrt{\frac{E}{\pi T}}, \text{ (3) 式第2項} = \frac{1}{2\rho} \sqrt{\frac{\sigma_0 E}{\pi}} \dots\dots\dots (4)$$

ここで糸の線密度をデニール (d)、張力 T を分銅 M (g) で示すと上式は

$$\alpha = \frac{d_0}{499 \times 10^5 l \rho} \sqrt{\frac{E}{M}}, \text{ 第2項} = \frac{1}{3.36 \times 10^3} \sqrt{\frac{E d_0}{\rho}} \dots\dots\dots (5)$$

となる。 (d_0) は真の線密度 σ_0 に対する換算デニール値あるいは大略の値をとって

$$E \cong 5 \times 10^{10} \text{ dyne/cm}^2, \rho \cong 1.2$$

とすると

$$\alpha \cong 0.0037 \frac{d_0}{l \sqrt{M}}, \text{ 第2項} \cong 55 \sqrt{d_0} \dots\dots (6)$$

(6) 式の第2項の値はいまの場合約 120 であるが、これは第2図 a 直線によるたて軸切片をよく表わしているともてよい。この知見は6つの測定点の結果として得られたのであるから、(1) 式で計算される繊維 σ の補正として、Stiffness によるものを見積っておけばほぼ満足であると解釈できる。(すなわち (2) 式を用いる)

そこで本試作機では (6) 式によって α を概算し、適当な補正になるように ((2) 式による補正が 3% くらい) 測定以前にゲージ長および分銅の選択を行なっておく。あるいは測定の後では f, d を使って、 $55 \sqrt{d} \cong$

$f \cdot l^2 \cdot \alpha$ から α を計算することもできる。((3) 式) の第 1, 2 式) 第 3 表の測定例のように分銅が定まっている場合は、与えられた試料について上式によって

$$f_0 \cdot l^2 \cdot \alpha (l) = \text{const.} (= 55 \sqrt{d_0})$$

になるから、 α がある値以下であるためには l を小さく採るのに限度がある。(第 3 表参照)

他方第 3 表にみるとおり、 l の大きいほど Stiffness 補正が小さくなって好都合に思われる。しかしそのため固有振動数が小さくなると、空気制動によるその正しい値からの偏差(振動数が小さく出る)が、関係的に大きくなって無視できなくなる。このことは Voong, Montgomery³⁾ および Stauff, Montgomery⁵⁾ の研究でも指摘されている事柄で、上記筆者の実験については $l = 10 \text{ cm}$ が限度と考えられる。これ以上のゲージ長では第 2 図(a) 曲線の上方への延長が直線にならなくなる。この意味で一般的に Stiffness 補正 α を 0.5% より小さくすることはかえって危険であり、また後の第 5 章に述べる断面効果も考えてこのていどにとどめるべきであると思う。

なおこのような補正は、測定目的によっては不要な場合が案外多いことに注目しなければならない。そして¹⁾ 多くの文献がそうした取り扱いであることは既述の資料で述べた。

5. 繊維断面形の影響

Montgomery, Milloways⁴⁾ は (2) 式で示される補正 α について、一般の断面形のものでは

$$\alpha = 2 \sqrt{\frac{\eta}{\pi}} \sqrt{\frac{4ES^2}{4\pi l^2 T}} \dots\dots\dots (7)$$

が成立し、円ならば $\eta = 1$ になるがたとえば円であるとき、実際の振動面が不明であるから補正の値にあるていどの不確かさが残ることを考えた。

上のような知見は、実際の測定で繊維の振動面がまったく不明であるから、これを実験的に生に検出することはほとんど不可能であろう。ただ 1 つ考えられるのは、同一試料を何回もバイプロスコープに取り付けなおして振動させる間に、統計的な意味でその間に種々の振動面での測定が行なわれるだろうということである。

本研究によるオート バイプロスコープでは、下に分銅をつけた試料の上部を、励振器直上にあるクリップにはさみ付け、分銅の重力による張力の分力を利用して、励振器のクサビと下部クサビとの間に糸を保持する。

(第 1 図) このような構造のため上記の可能性にはやや疑問も感じられるが、もし何回かの測定で繊維の値についてある意味の分布があるならば、幾分かは原因を断面

$\bar{d}$: デニール平均, $S.D.$: 標準偏差
 $C.V.$: 変動率, M : 分銅, l : ゲージ長

(第 3 図) 同一試料の同一個所を振動法で何度でも繊維測定するのに、その都度かけ替えて得た値の分布

形の効果に帰しても誤りとは考えられない。

第 3 区はこうした実験の一例で、測定回数が少ないから確かなことはいえないが、線引きした金属線が正規分布的なのに反して、繊維では山が 2 つになる傾向を見せている。この結果から早急な結論は引き出せないが、一般的にいって、少なくとも $\pm 0.5\%$ の誤差は断面形の効果ということにして、見込んでおく必要がありそうである。

なおこの実験では取り付け直しの際、試料のまったく同じところをゲージ長にすることは不可能で、糸の長さ方向で 2, 3 mm ほどは異なったところを振動させることもあったと思われる。そこで実験者の感覚として、第 3 図の結果には糸の長さ方向のむらが一部原因していると考えられた。

6. フィラメントの繊維むら

25 μ および 30 μ 径のダイスで線引きした純銅線を、7 cm ごとに 20 本ずつ測定したデニール値の頻度分布が第 4 図で、正規分布がはっきり認められる。そこで平均値から標準偏差 ($S. D.$) と変動率 ($C. V.$) とを計算した。さらにこの場合ゲージ長 5 cm, 分銅 2 g を使用したから、試料の密度を 8.93 g/cm³, ヤング率を 12.6 $\times 10^{11}$ c.g.s. として Stiffness 補正を行ない、これから金属線の直径を求めたのが第 4 表である。

繊維の例としては 14 d ナイロン (靴下用) の実験を第 4 図中に示した。この場合は 9 m ごとの 44 回の測定についてである。さきの第 5 章でみた断面形の影響を考

$\bar{d}$: デニール平均, $S.D$: 標準偏差
 $C.V$: 変動率, M : 分銅, l : ゲージ長

(第4図) フィラメントの長さ方向の織度分布

(第4表) 金属線のパイプロスコープ測定値
 (第4図の銅線)

称 呼 μ 径	織 度 d_0	補 正 %	線 径 μ (振動法)
25	39.8	2.8	25.5
30	59.9	4.2	31.5

えに入れても、フィラメントの長さ方向にはそうとうのむらが存在し、ダイヤで線引きした金属線に比べてその度がかかなり大きい。

7. 連続糸むら試験

オートパイプロスコープによる糸の発振が瞬時的であり、かつ振動の持続が安定であれば、これをウスタのような連続糸むら試験器として利用することが考えられる。⁶⁾ 筆者は試験的な意味で先に試作したオートパイプロスコープをそのまま利用して一応の結果を得た。

基本波についての(1)式から l および T が一定として

$$\frac{\Delta \sigma}{\sigma} = 2 \frac{\Delta f}{f} \dots \dots \dots (8)$$

が得られる。したがって糸むらを求めるためには、基準に選ぶ振動数 f と、それからの発振振動数の偏差 Δf (正負が起り得る)とを検知しなければならない。これは低周波の周波数検波で、しかも基準(中央)周波数が任意にとれるものでなければならない。筆者は特殊の電子回路を工夫して鋭感なものを得ることができ、この出力を放電記録計で直記した。

つぎにゲージ長を限る2つのエッジ間に糸を走行させるのに、第5図のような方式で満足な結果を得ることができた。滑車などはなめらかなものを特別工作して、この場合試験的な意味で2mほどのエンドレス糸を循環して、走行させるように配置した。(第6図)

これに関したこと

(第5図)

振動法による糸むら試験で振動区間に糸を走行させる方法

(第6図) 振動法による糸むら試験

(昭和36年2月むら測定と評価の講習会における実演展示)

⁷⁾ 藤本は張力変化方式を取り、したがって連続的に変動する鎖分銅を平衡電動機で操作した。この回転を糸の共振振動数が一定になるように自動平衡制御しようとしたのであるが、この場合鎖を糸に連結する支点の位置も、別に正確に制御しなければならない複雑さが残る。

筆者の方法で得た結果の一例は第7図で、5m/minの

(綿糸 30s, エンドレス糸 2m の2循環)

(第7図) 振動法による糸むら試験記録

(綿糸 30 s; 第 7 図と同一試料で、記号 a, b……は対応している)
(第 8 図) ウスタとパイプロスコフとによる糸むら試験の記録

速さでエンドレスに循環させた綿糸 30 s の場合である。記録には 2 循環が示されているが、振動数の変化の様相が 2 つの過程でまったく一致している。これは a, b……の記号点をたどれば明らかである。エンドレスにした糸の結び目は b 点として、大きな振動数の変化を見せている。

上の試料をそのままウスタ試験機にかけた記録が第 8 図の上図である。そこでこれと比較できるように糸走行および記録感度、記録紙送りなどを加減して、筆者の装置で得たものが第 8 図の下図である。糸の 1 循環だけを示した振動法による記録で、その各部は第 7 図のものと完全に一致している。そしてウスタ記録ともその大週期のものについてぴったり重なる。このことはまったくの偶然で、水分の影響が考えられるウスタ試験が、この研究のものすなわち正真のデニールむら記録と一致したことは、予期に反してウスタ試験の有効さを立証した形になる。

上の実例はウスタ試験機にもかけられるていどの試料の場合で、したがってとくに振動法によることの有利さをいい立てるものではない。しかしウスタ試験機にかけられないほどの細い繊維については、振動法が唯一の糸むら試験方法であることは注目されてよい。

しかし織度の小さいものについては、機械工作にも関連する機構上のことが最後の問題になる。筆者などの実験では 10 d くらいのもまでは可能と思われた。振動法の糸むら試験について唯一の文献とみられるオーストラリアの研究⁶⁾はまだ紡績糸が対象である。

8. マルチフィラメントの測定

第 6 章で示したフィラメントの長さ方向の織度むらに対して、マルチの中の個々のフィラメントに関するむらもまた別の意味で問題になる。ここでは入手できた試料についての測定の一部を示す。第 9 図には織度分布、平均値、標準偏差および変動率を示しているが、第 4 図の

$\bar{d}$: デニール平均, S.D.: 標準偏差
C.V.: 変動率, M: 分銅, l: ゲージ長

(第 9 図) マルチフィラメントの織度分布

(第 5 表) 種々の方法によるマルチ
フィラメントの平均織度

試料名		ナイロン	テビロン	ビスコース	テトロン
呼称		210 d/24 f	120 d/24 f	150 d/30 f	250 d/45 f
D/F		8.75	5.00	5.00	5.55
ファイラメント個々のパイプロ	$\bar{d}$	8.64	4.61	5.02	5.23
	分銅 (g)	0.7	0.2	0.2	0.2
	Stiffness 補正 %	0.7	0.7	0.8	0.9
	補正 $\bar{d}$	8.71	4.64	5.06	5.27
	$\bar{d}_m$	8.00	4.46	4.73	4.83
マルチのパイプロ	分銅 (g)	7	7	7	7
	Stiffness 補正 %	6	3.4	4.2	7
	補正 $\bar{d}_m$	8.48	4.61	4.93	5.17
	計量 (20 cm) による $\bar{d}_b$	8.55	4.71	5.30	5.16

長さ方向の変動率に比べてそうとう大きな値を示すことがわかる。

第5表の試料についてフィラメント個々を振動法の測定にかける前に、マルチのままでトーション バランスで計量し、またマルチのままで振動法測定を行なった。これらをフィラメント総数で平均した値、および振動法測定値に Stiffness 補正を行なった値などを第5表にまとめた。これらの結果からも本研究のオート パイプスコープではとくに、Stiffness 補正だけで満足な結果が得られるものと判断される。

つぎに上記のフィラメントをすべてKSセニメータにかけて破断力を測定した。試料個々の繊度が求められない場合は、称呼繊度当りの破断強度を算出せねばならない。(第1法)これに対して試料の一つ一つを振動法にかければ、個々の試料について破断強度が求まり、この平均値をとれば、(第2法)先の第1法のものより変動率の少ない測定値が得られると考えた。

(第6表) 破断強度算出法の比較

試 料	ナイロン	テビロン	ビスコース	テトロン
呼 称	210 d/24 f	120 d/24 f	150 d/30 f	250 d/45 f
$\bar{g}/\bar{d}$	7.12	3.11	1.97	6.91
S. D.	0.60	0.45	0.18	0.80
C. V. %	8.5	14.5	9.3	11.6
$\bar{g}/\bar{d}$	7.10	3.04	1.73	6.93
S. D.	0.67	16.5	0.22	0.84
C. V. %	9.4	17.9	12.7	12.1

S. D.: 標準偏差, g: 破断力 (g)
d: デニール, C. V.: 変動率

第6表は上の事柄を比較するためにまとめたので、称呼繊度としては振動法で得た平均繊度 $\bar{d}$ を用いた。この表では第1法の破断強度を $\bar{g}/\bar{d}$ で、また第2法によるものは $\bar{g}/\bar{d}$ で記号しており、それぞれの方法での標準差偏 (S. D.) および変動率 (C. V.) をも示した。2つの方法による C. V. の値に大きな差は認められないが、確かに第2法の方が変動率が小さい。この例では破断力を測定したが、Evans または Wakeham の行なったように、15%伸びを与える力などを求めれば両法による差はもっと大きなものになると思われる。

9. 蘭 糸 の む ら

前章の終りに述べたような事柄について、振動法測定の有効さを表わす別の測定例を示す。38年産春蘭豊光×

新玉 (中粒) 1粒を解じょする端から (最外層から) 45 mごとに試料を採取して (30個) 振動法にかけ、のちにその試料おのおのについてKSセニメータで破断力を測定した。

(第10図) 1個の蘭から得た蘭糸各部の繊度および破断力の分布 (番号は最外層から 45m ごとの試料番号)

第10図は上の場合の破断力と繊度とのグラフで、測定点のよこの番号は、解じょの初めからの試料番号である。図中の1~6番の黒丸は異常を感じるもので、7番以下のものは、原点を通る直線に沿っていると考えてよい。各測点と原点とを結ぶ直線のこう配はそれぞれの試料の破断強度 (応力 g/d) を示すもので、これを試料番号に対してグラフにしたのが第11図である。繊度の変化も同じ図中に示した。

蘭糸の長さ (最外層から)

(第11図) 蘭糸の繊度および破断応力の長さ方向の変化

繭糸における織度変化については、従来から数粒のものの平均、または繭層別について第11図のような実験結果が信じられてきた¹¹⁾。しかし1粒について得た上図のような結果は、パイプスコープなしでは測定が不可能である。さらに破断応力について最初の一部分を除いては、その応力がほとんど一定値を示すことはまったく新しい知見であると思われる。

7番目試料以下のものについて応力 (g/d) の頻度分布を求めると第12図が得られる。比較的少ない度数に

$\bar{g}/d$: 3.71 g/d , $S.D.$: 0.35, $C.V.$: 9.3%
(第12図) 繭糸各部での破断応力の頻度分布

ついて図のような正規分布を示すことから、この部分の機械的性質が原則的には一定のものであることが予想される。このようなことは蚕の吐糸機構の解明に対する有力な材料になると思われる。

10. 繊維の吸排湿による織度の変化

おわりに本研究で得たようなオートパイプスコープでなければ不可能な測定として、繊維の吸排湿の問題はぜひ取り上げねばならない。この点についてはすでにMackayも注目しており、そのために静電式のオートパイプスコープを完成して新しい研究を展開している様子である¹²⁾。実際のところ本研究の試作器を用い、ある糸の自励共振を行なわせているとき糸に呼吸を吹きかけ¹³⁾

(第13図) 繊維に蒸気を吹きかけたときの振動数変化

ると、糸が吸湿してたちまちリサージュ図が回転するのを、ブラウン管に敏感にとらえることができる。

上のようなことを定量してみたのが第13図の例である。15dのビスコースレーヨン単繊維を、室内の空気に平衡させた状態から出発して、機構部に小箱をかぶせて蒸気を導入し、そののちただちにこれを取り去ったときの自励振動数の変化を時間的に観測してみた。

(第14図) 繊維の排湿曲線

同様な例をさらに第14図に示した。これはマルチフィラメント(ビスコースレーヨン 110 d/30 f)を水中に5 min間浸漬してからオートパイプスコープにかけたもので、時間は水中より取り出したときから測り始めている。この図から排湿機構の異なる部分が存在することが想像される。同様のことが第13図でもうかがわれるが、この場合は線密度の変化割合が振動数のものの2倍であること((8)式)に注意しなければならない。

11. 結 言

織度測定に関する振動法としては、オートパイプスコープが望ましいことは早くから着目されていた。しかし励振法、振動検出法および位相調整法などについて技術的な難点があって、いままで簡便なものは発表されていない。

本研究ではごく小形の圧電素子、フォトトランジスタ、特殊検出法およびD.C. Amp.を用いてこれまでの技術的な難点を解消し、その上多目的に使用するブラウン管を組み込んで、単一の専用測定器としてまとめることができた。

これによって従来のパイプスコープのような、顕微鏡を使用するはん雑さが除かれ、とくに共振判定の個人的誤差のはいらない測定が行なえるようになった。この

試作品の原理，構造，作用などは第1報で報告した。

この報文では上の試作機を用いた実験により，これまでにほとんど議論しつくされた振動法の問題点のうち1，2残されたものを取り上げ，補正の方法をも考察した。また各種繊維の“むら”を問題とし，ついで連続糸むら試験機として利用できる可能性をも実験的に示した。おわりには簡便に使用できる振動法にして初めて可能な測定として，繭糸に関する新しい知見を述べ，また繊維の吸排湿に関する研究にも有効なことを示した。

引用文献

- 1) 若山，自念：本誌，**16**，835，886 (1963-11,12)
“バイプロスコープおよびその使用について”（資料）には以下に引用する文献のほとんどを解説している。
- 2) I. M. Stuart; Brit. J. Appl. Phys., **10**, 219 (1959)
- 3) E. T. L. Voong, D. J. Montgomery; J. Appl. Phys., **26**, 786 (1955)
- 4) D. J. Montgomery, W. T. Milloway; T. R. J., **22**, 729 (1952)
- 5) D. W. Stauff, D. J. Montgomery; J. Appl. Phys., **26**, 540 (1955)
- 6) R. A. Sack; Brit. J. Appl. Phys., **5**, 224 (1954)
J.G. Downs, B.G. Leary; T.R.J., **28**, 497 (1958)
Instrument Practic and Electronics, **12**, 1 179 (1958)
- 7) 藤本；特許出願公告 昭33-4 231
- 8) T.F. Evans and D.J. Montgomery; T.R.J., **23**, 686 (1953)
- 9) H. Wakeham; T. R. J., **24**, 802 (1954)
- 10) 伊藤武男；絹糸の構造，p. 43，昭32，養賢堂
- 11) 同様なことが羊毛について研究された。
V. D. Burgmann; T. R. J., **29**, 902 (1956)
- 12) J. G. Downes and B. H. Mackay;
Proceedings of International Wool Textile
Research Conference, Australia (1955) D 220
- 13) B. H. Mackay; T. R. J., **32**, 80 (1962)