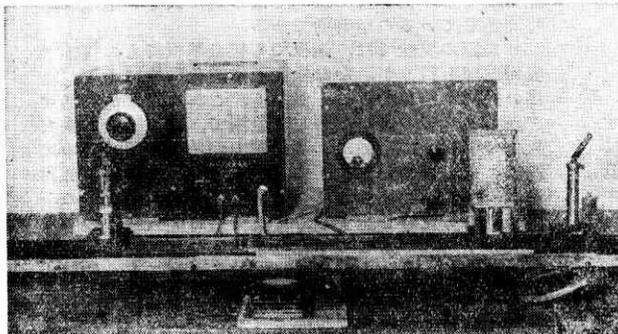
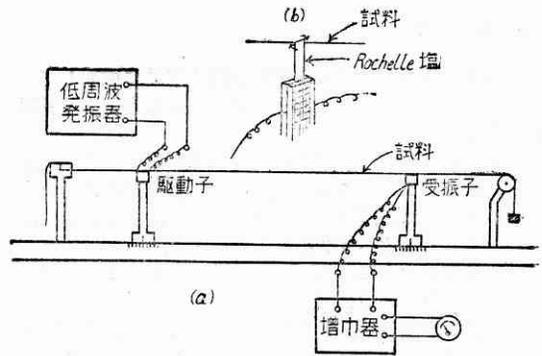


1 はしがき

繊維のような伸び易い、即ちわずかの荷重で變形を起すもの、とくに塑性變形の生じ易い物質の弾性率測定を靜的に行うとき、通常の方法では荷重をかける速が遅いために、その結果は塑性變形によつて著しく影響される。このような物質にゆつくり荷重を加えるとき、普通の弾性的な伸びの他に塑性的な伸びを生じ、しかもそれは時間と共に刻々變つてゆく。すなわち内部構造に變化を起しているのである。だから繊維の弾性率の測定には普通の靜的な方法はきわめて不満足であつて、その結果



第2圖 繊維の動的弾性率測定装置



第1圖 (a) 繊維弾性率測定装置圖 (b) Rochelle鹽 bimorphを用いた驅動子又は受振子

はまちまちであり、精度が非常に悪くなることは免れない。これに對して、荷重の加え方をきわめて速かに行つて、その荷重に應ずる伸びを測定する方法を使えば、伸びの弾性的な成分だけを純粹に取り出し得るわけで、精度よく弾性率を測定することができる。このためには、繊維内に適當な方法で勵起された比較的高い周波數の縦振動を用いればよい。以下述べる方法もこの振動的な方法を使つたもので、これは1944年米國のBallou及びSilvermann⁽¹⁾が發表した方法にだいたい依つてゐるがさらに進めて繊維内の内部摩擦の測定まで試みた。

2 測定の方法

一般に一樣な固體の棒の中の縦振動の傳わる速さは、横方向の伸び縮みが無視されるときには、次の式で與えられる。

$$V = (E/\rho)^{1/2} \dots \dots \dots (1)$$

但し、 V は求める速度、 E は棒のヤング率、 ρ は棒の密度である。

よつて V, ρ が判れば、(1) 式から E が求まる。

さて生糸その他のような一樣で充分細い繊維中の縦振

次 號 豫 告

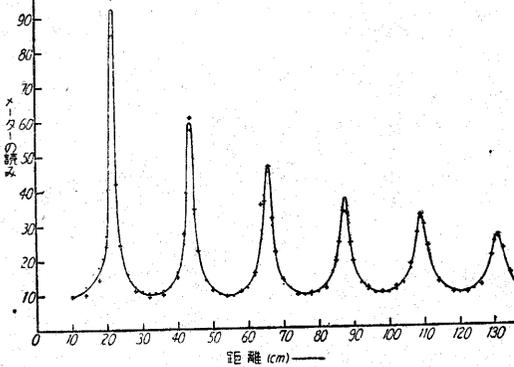
論 說	年 頭 の 辭	瀬 藤 象 二
綜 合 成 果	燒 ビ ル の 復 興	岡 本 舜 三
調 査	赤 外 線 と 工 業	江 口 雅 彦
研 究	微 風 速 の 測 定	勝 田 高 司
	鐵 鋼 製 鍊 と 「ス ラ ッ グ」	松 下 幸 雄
	薄 板 と 針 金 の 曲 げ 試 験	池 田 健
講 座	金 屬 の 切 削 加 工 性 試 験 法	
		竹 中 規 雄
	そ の 他 研 究, 速 報, 實 験 ノ ー ト, ト ピ ッ ク,	
	生 研 ニ ュ ー ス 等	

動の傳播では、(1)式は充分の精度で成立つと考えられる。以下述べる測定はこの V の測定であり、それから(1)式により E を計算するのである。この方法の都合がよいのは、繊維の断面積を直接測定する必要のないことである。ただ密度を知る必要があるが、これには適当な文献から信頼すべき値を得ればよい。

縦振動の速度、即ち V 測定の原理は、試料内に適当な方法で、ある定つた振動数の定常波を起させ、その波長を測定するのである。この時の振動数を f 、波長を λ とすると、 V は次式で求められる。

$$V = f\lambda \dots \dots \dots (2)$$

繊維内に縦振動を勵起するには、第1圖、第2圖に示したような装置を使う。即ち低周波發振器の振動数を一



第3圖 驅動子受振子間の距離と出力との關係

定にしておき、その出力をロツシェル鹽驅動子に導き、電氣的な振動を機械的な振動に變える。このロツシェル鹽は小林理研より頒けていただいたもので、2枚の細長い90°カットのロツシェル鹽を張り合わせたバイモルフである。その一對の電極に電氣的振動を與えると、これは第1圖(b)のように振り振動をする。そこでこれを圖のように試料の繊維に軽く觸れると、繊維内に縦方向の振動が勵起される。次にこの縦振動を受けるものとして別の同じ構造のロツシェル鹽バイモルフを受振子として使い、同じように試料に軽く觸れると、繊維内の縦振動によつて受振子が振動を起し、これが電氣的振動に變わる。この電氣的出力を増幅器に導き、適當に増幅してメーターで讀むのである。第1圖(a)のように驅動子と受振子とはオプティカル・ベンチの上を動く台の上に取りつけられ、その間の距離は適當な張力で張つた試料に沿つて連続的に變えられる。驅動子に與える電氣的振動の振動数と出力とを一定に保つて、受振子をその近くから次第に遠ざけながら、増幅器出力のメーターを讀むと、その讀みは或る週期で最大値、最小値を繰り返す。これは驅動子から發射された繊維内の音波が受振子で反射され、驅動子、受振子間の距離が適當のときに兩者間に勵起された定常波が最大となり、したがつて受振子からの出力が最大となるのである。そこでこの相續く2つの最大

値の現われる點を記録すれば、この間の距離が求める波長 λ の半分となる。この原理は、液體又は氣體中の音速測定用としての水晶を使つた音響干渉計と全く同じである。

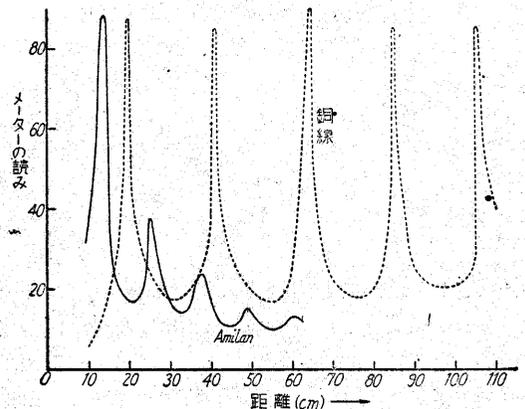
この測定結果の一例を第3圖に示す。横軸は驅動子受振子間の距離を示し、縦軸にはメーターの讀みを任意の尺度で表わしてある。これは生糸の場合の一例であるが圖で分るように生糸の場合には最大値が鋭く現われて、その位置は1mm以内の精度で定めることができる。次にこの最大値は圖の示すように驅動子、受振子間の距離が大となるにしたがつて、その大きさが次第に減じてくる。これは傳わつて行く振動が繊維内の内部摩擦のために速かに減衰することを示すものである。この高さの減り具合から、試料内の内部摩擦の度合いが判るのであつて實際にはこのピークの高さを示すメーターの讀みの自然對數を縦軸に、ピーク的位置を横軸にとつて點を置くとそれはだいたい直線の上に乗る。この直線の横軸に對する傾きの正切の負號をとつたものを a で現わし、内部摩擦を示す一つの係數とする。この a の意味は振動が單位の長さを進む間に内部摩擦の影響で振動の振幅が減じて、始めの値の ea 分の1に落ちることを示すものである。普通固體内の内部摩擦を示す係數の一つに對數減衰率がある。これを A で表わしたとき、 A と a との關係は次の通りである。

$$A = a\lambda \dots \dots \dots (3)$$

初めに述べたように、この測定は靜的な方法に比べて非常に精度がよいのであつて、第3圖のような綺麗な曲線が得られるとき、彈性率測定の精度を3%以内にすることが出来る。内部摩擦については相當の誤差は免れない。これはピーク附近で測定の感度の直線性が問題であり、とくにピーク的位置ではメーターの讀みが非常に不安定であつて、 a の測定に20~30% くらいの誤差は止むを得ない。

3 測定結果

上の方法による測定の結果、生糸について得られたい



第4圖 Amilan 及び絹線における測定の一例

ろいろの値の一例を第1表(a)に示す。

第1表 繊維弾性率測定結果一例

(a) 生糸 荷重 25.4g, 温度 18~19°C, 湿度 60~70%

f	λ	V	E	α	Δ
$\times 10^3$	cm	$\times 10^5$ cm/sec	$\times 10^{11}$ dyne/cm ²	$\times 10^{-2}$ /cm	$\times 10^{-1}$
4.00	88.0	3.52	1.69	0.8	6.7
6.10	58.2	3.55	1.72	1.1	6.2
8.15	45.5	3.70	1.86	1.2	5.6
10.3	36.5	3.76	1.92	1.4	5.2

(b) Amilan 荷重 36.5g, 温度 17~18°C, 湿度 70~80%

f	λ	V	E	α	Δ
$\times 10^3$	cm	$\times 10^5$ cm/sec	$\times 10^{10}$ dyne/cm ²	$\times 10^{-2}$ /cm	$\times 10^{-1}$
4.00	44.2	1.77	3.45	2.3	9.6
6.10	29.9	1.82	3.79	2.6	7.7
8.15	23.7	1.93	4.26	3.5	8.3
10.3	18.8	1.94	4.28	4.3	8.1

ただし $\rho=1.36$ とした。試料の生糸は東京繊維専門學校より頒けて頂いたもので、その織度は22デニールくらいである。使った振動数は表にあげた通り4通りに變えてみたが、 V の値或は E の値は振動数と共に幾分増加している。これは振動的に變化する歪力に對しても常に彈性餘効的な歪みが伴うが、この歪みの歪みに對する割合が振動数と共に小さくなるためと考えられる。なお表には、測定した α 及び(3)式から計算した Δ も掲げてある。 Δ の値は振動数の變化に對して變りなく、だいたい一定である。即ち1周期當り失われるエネルギーの割合は上の振動数範圍でだいたい一定であることが判る(振動数の増すと共にいくらか減少している様でもある)

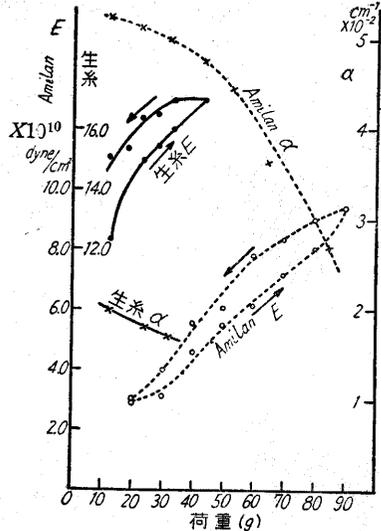
次に同じ測定を Amilan について行つた結果の一例を第4圖の實線及び第1表(b)に掲げる。

ただし $\rho=1.14$ とした。試料の Amilan は東京高分子化學協會から頒けて頂いたもので、その織度は40デニールくらいである。Amilan の場合の振動数による諸量の變化は生糸の場合と同じ傾向を示している。

また兩者を比較してみると、彈性率は生糸の方が大きく、内部摩擦は Amilan が大きい。さらにここに得た彈性率の値と靜的な測定との關係は、振動的方法によるものの方が、いずれの場合にも2倍くらい大きくなつてゐるが、これは前に述べた解釋によつて説明できるであらう。

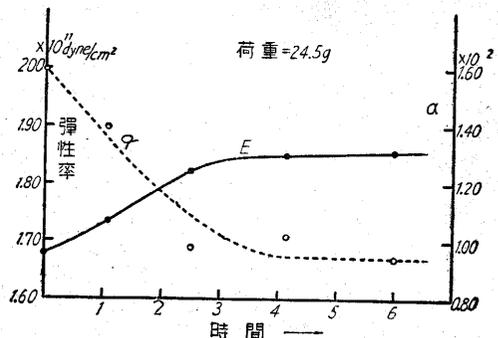
さて上に掲げた諸測定は、或る任意の條件の下における一つの試料の測定の一例なのであつて、掲げた測定値自身だけでは大した意味はない。即ち、下に述べるように測定値に影響を及ぼすいろいろな因子があつて、それらの示す條件を適確に抑えなければ意味のある値は得ら

れない。そういう因子として考えられるものは、試料の纖維が過去に受けた種々の處理・環境の履歴、測定時の温度、湿度、荷重、荷重繼續時間等等であるが、さらに一本一本の試料の差も重要なものと思われる。以下、荷重、荷重繼續時間の影響を主として述べるが、これも多くの測定の結果からまとめたものではない。したがつてその數値から定量的に適確な議論をすることはできないが定性的にだいたいの傾向を示すことはできると思ふ。



第5圖 荷重と E, α との關係

まず試料にかかる荷重の値を小さい處から、次第に切斷荷重邊り迄増して行きながら彈性率、内部摩擦を測定した。その測定の結果が第5圖である。圖の示す通り、いずれの場合にも、彈性率は荷重と共に増し、内部摩擦は減ずる。この影響は Amilan の場合とくに著しく、荷重を20~90gに増したとき彈性率は3倍近くに増加している。また荷重増加の場合と減少の場合とに得られる曲線は一致しないで、兩者間には圖のような履歴効果が現われる。もつとも荷重に對する延びの曲線もだいたい同じような曲線を示すので、荷重による延びと彈性率の變化とが一意的對應をするように思われるが、實際延び



第6圖 生糸における荷重繼續時間と E, α との關係

を測定して、延びを横軸に、弾性率を縦軸にとつて表わした曲線を書くと、延びの増減に關りなくだいたい同じ道を通つた。即ち弾性率の値はそのときの荷重によるものではなく、變形の度合によるものであることが判る。

次に荷重をかけて放置して、弾性率、内部摩擦の時間的變化を測定すると、前者は時間と共に増加して2~3時間で飽和状態に達し、後者は時間と共に減ずるのが見られた。第6圖は生糸の場合の一例で、Amilanの場合にも同様な變化が見られる。

さてこれらの諸効果についてはいろいろの説明の仕方があつたと思うが、定性的にいうと、結局平行度の増加ということであらう。即ち内部構造における荷重の方向の平行度は荷重と共に増加し、従つて一定の延びに對して加うべき歪力が増加するためと考えられる。また平行度が増加すれば、傳播する振動のエネルギーの失われる割合も減少したがつて内部摩擦係数も小さくなつてくる。

次に温度、湿度の影響を論ずべきであるが、實驗の裝置の關係上、とくに恒温恒湿での實驗を行なかつたので、これも定性的なことしか述べられない。温度の影響は室温の範囲内では認められなかつた。湿度の影響はいずれの場合にも弾性率を減少させる。また内部摩擦についてはこれも湿度とともに減少するように思われたが、この方は確かでない。また生糸とAmilanとを較べると前者の方が湿度の影響を受けやすい。

以上、生糸、Amilanについての測定の結果を述べたが、これらと比較するため、細い銅線について同じ實驗を試みた。試料はSWG41番エナメル線のエナメルをはいたものを使つた。結果は第4圖の點線の通りで、いままでの結果と著しく異なる點は、ピークの高さがだいたい一定に續いていることである。これは金屬の内部摩擦が著しく小さく、普通金屬の場合、 λ は 10^{-4} 程度で、第1表の λ と比較して著しい對照を示すことが判る。また得られた弾性率の値は $(1.07 \times 10^{11} \text{ dyne/cm}^2)$ 靜的な方法によるものと變りはない。これも前の解釋を逆に確かめるものである。

4 む す び

ある一本一本の纖維についてその彈性的性質を知るこ

とはきわめて重要であるが、その測定にはいまままで靜的な方法だけが使われていた。これは實際の用途に對しては意味があるが、その精度の點では相當の難色があり、測定の結果をまとめることも困難のように思われる。これに對してここで述べてきた振動的な方法によると、精度が非常によく、純粹に彈性的性質だけを取り出すことができる。したがつて他の諸測定例えばX線廻折等との比較が容易に行えるので、纖維の内部構造解明への一有力手段とする事ができるのである。又實際の用途においても自動車のタイヤ・コードとか、漁業用網とかその他衝擊的な力が重要な問題となる場合も多いので、それ等に對しては本測定による瞬間的弾性率が大いに意味を持つてくるわけである。

さて前節で3種の例についての測定を述べたが、これらはこの方法のうまく行く例であつて、共通な特長としては、長くて一樣な試料の得られること、細くて軽いこと表面の滑かなこと等である。綿糸のように表面構造の複雑なもの、麻糸のように一樣な試料の得られないものについては、このようにはうまく出てこない。またこの方法は調整が相當微妙で、綺麗な曲線を得るにはある程度の熟練を要すること、裝置が膨大で恒温、恒湿に保てないこと等の缺點がある。振動數を一定にして受振子の位置を變えるかわりに、位置を固定して振動數を變える方法をとれば操作が大分簡單になると考えて、種々試みたが、結局思わしい結果は出なかつた。これは試料の纖維だけでなく、驅動子、受振子、試料の三者を一體にしたものの共振特性を測つてしまうことになるからである。しかし以上の諸缺點にもかかわらず、本方法によるとにかく端的に纖維中の音速従つて弾性率を測定できるのでその結果は他の方法による測定値に對する標準にできることは明かである。

筆をおくに當つて、本研究にいろいろ御援助下さつた小林理研の河合平司氏、試料を提供下さつた東京纖維専門學校の齋藤大志氏、東京高分子化學協會の荒井經世氏に厚く御禮申上げる。また本測定は研究員宮原和夫君の熱心な努力に負うところ大である。なお本研究は文部省科學試驗研究費の援助の下に行つたものである。(8.12)

文献 (1) J. W. Ballou and S. Silverman: Jour. Acous. Soc. Amer. 16 (1944) 113

速報 23

分岐する開水路の中の流れ

井口 昌 平(土木)

一つの河が二つに分かれる場合、分かれ目のあたりの河水の運動は複雑で、殊に洪水の様に運動が定常的でないときは一層である。分水路によつて流れをわけるのは洪水の被害を少くする一つの方法であるが、この複雑な運動についてはくわしくは知られていない。

ここでは、この様な問題を取扱う手初めに簡単な實驗を行つてみた。實驗水路は木造りで幅10cmの矩形断面をもつ直線開水路で、分水路は 30° の開きで右側

に出ている。水路は長さの方向にも水平で底こう配がつけてない、これに上流から $4\sim 8\text{ l/sec}$ の流量で水を定常的に流した。測定したのは、この流量と分水路によつて分けられた流量及び流れの深さである。

この實驗では、水路が小さい割に流量が多かつたので、水路の分かれによるヘッドの損失が目立つた。これまでの測定によれば、分かれによる損失ヘッドの速度ヘッドに對する比によつて損失係数を定義すれば、損失係数がReynolds數の3.9乗に逆比例する様である。

現在これよりも少し規模の大きい裝置を造りつつあり、それによつてこの問題に更に立入る豫定である。(1949.10.3)