開 綿 度 に 関 す る 研 究* (第3報)

(昭和31年11月15日受理)

会 員 加 藤 三 千 夫**

" 坂 奥 喜 一 郎

" 吉 田 幸 吉

→ 摘 要 ←

研 究 目 的

綿紡績および綿紡式スフ紡績における混打綿工程の繊維集合体におよぼす開綿効果を測定するのに、第1報に記した方法に比較して簡単に現場において実施できる方法を研究した。

すなわち第1報においては圧縮、回復の方法で開綿度を求めたが、今回は圧縮による変形のみから開綿度を求めることにした。試料は米綿、巻縮スフおよび普通スフを使用した。

研 究 結 果

繊維集合体に重ね合せの原理が成立すると仮定すれば応力 S と変形 γ との間には Boltzmann の基礎方程式を書きかえた

$$\gamma(t) = \int_{-\infty}^t \frac{dS(\tau)}{d\tau} \left[\varepsilon + \frac{t-\tau}{\eta} + \psi(t-\tau) \right] d\tau$$

なる式が成立する。ある条件下の γ を求めて開綿度とした。

ここに $\varepsilon = 1/E$ 弾性係数, η は塑性流動係数, $\psi(t)$ はクリープかん数である。

試料3種類の各工程における開綿度を第1, 2報の結果と比較してほとんど等しい値を得られた。

1. ま え が き

が傾斜してもガラス円筒壁に接触せぬように円板の直径

第1報において混打綿工程の開綿効果に関する測定および表示方法について述べ、第2報においては第1報の圧縮、回復の開綿度に関するクリープおよび回復曲線を複雑な要素的過程には立入らず、現象論的に単純な弾性余効現象と類似的な数式的表示を行い遅延時間に相当する量の逆数で開綿効果を表示した。

第1報で述べた方法は1回の測定に約20日の時間を必要とし実験室で行う方法としてはよいが、現場で短時間に測定するわけには行かない。今回は混打綿工程の開綿効果を現場で簡単に測定できる簡易法を考え、簡易法で測定した結果を前2回の結果と比較することにした。

2. 実 験 方 法

第1図のような高さ15 cm, 直径12.5 cmのガラス円筒に混打綿工程の配列各機台から採取した試料20 gを入れ、その上に重錘のをせられるように円板を置く。この場合ガラス円筒内の試料の密度不均齊のために円板

(第1図)

* A Study on the Degree of Cotton Opening. Part 3.

** M. Kato, K. Sakaoku, K. Yoshida, Member. 福井大学工学部

(第 1 表) 試料別各荷重当りの試料の高さ (%)

機 械 配 列	試						料		
	米 綿			巻 縮 ス フ			普 通 ス フ		
	荷 重 (g)			荷 重 (g)			荷 重 (g)		
	100	200	300	100	200	300	100	200	300
BC	46.66	44.19	51.05	20.60	23.44	27.24	26.85	30.62	34.47
HBB	67.23	60.97	69.43	28.82	31.66	34.55	—	—	—
1st HO	65.35	59.76	65.53	—	—	—	—	—	—
PO	80.28	73.35	81.93	—	—	—	—	—	—
CO1	83.96	78.31	87.93	50.60	54.85	59.47	—	—	—
CO2	—	—	—	49.29	52.41	56.46	—	—	—
2nd HO	81.19	78.02	89.50	—	—	—	—	—	—
HO	—	—	—	41.58	44.74	48.77	—	—	—
HF 1	84.89	82.67	93.26	53.02	53.05	57.01	43.05	46.28	50.50
HF 2	—	—	—	49.07	53.22	57.49	—	—	—
HF 3	—	—	—	53.96	57.74	62.42	—	—	—
DCO 1	88.08	82.81	93.71	—	—	—	—	—	—
DCO 2	92.90	86.83	97.02	—	—	—	—	—	—
DCOlap	36.86	36.75	43.63	—	—	—	—	—	—
SL 1	—	—	—	59.35	65.27	70.32	75.96	77.62	81.82
SL 2	—	—	—	67.32	72.40	76.65	86.23	86.01	89.28
SLlap	—	—	—	30.88	38.10	36.38	50.81	56.09	59.12
FS	79.23	70.28	78.04	66.11	71.08	76.65	90.95	91.53	93.96
FSlap	32.02	29.99	34.53	28.70	31.83	35.01	46.09	53.49	59.30
CW	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

を 11 cm とし、なお円板の中心に接手をもって棒をたて、その棒の先端に重錘合を設けその上に重錘をのせることにした。円板、接手、棒および重錘合全体の重さを 100 g としこれをまず試料上にのせる。この時試料は円板等の重さのために圧縮されて試料の高さは減少するが、大体 30 sec から 1 min 以内で安定状態になる。それ故円板をのせてから 1 min 後の試料の高さを測定して直ちに重錘 100 g を加重して荷重合計 200 g とする。試料が下降すること前と同様であるからやはり 1 min 後に試料の高さを測定する。次にさらに重錘 100 g を加重して荷重合計 300 g として 1 min 後の試料の高さを測定する。このように荷重 100, 200 g および 300 g の時の綿塊の高さを各試料に対して繰返し測定して 1 回の実験を終ることにした。

混打綿工程の各機合の試料について各 10 回ずつ測定してその平均値を求めこれを第 1 表に示した。試料は米綿纖維長 1 1/4 in, 巻縮スフ 3 den, 2 in, 普通スフ 3 den, 1 3/4 in の 3 種類とし、これら試料が混打綿工程で通される機合の配列並びに試料採取場所は、綿および巻縮スフについては前報で示した通りであり普通スフについては

前報に準じて採取した。

3. 簡易測定法に関する理論的根拠

一般に重ね合せの原理が成立する仮定のもとに応力 S と変形 γ との間には

$$\gamma(t) = \int_{-\infty}^t \frac{dS(\tau)}{d\tau} \left\{ \varepsilon + \frac{t-\tau}{\eta} + \psi(t-\tau) \right\} d\tau \dots (1)$$

の関係が成り立つ。

ここに $\varepsilon = \frac{1}{E}$; E は弾性係数
 η ; 塑性流動係数
 $\psi(t)$; クリープかん数

綿塊物質を一定荷重下でクリープ現象を測定したり、正弦的变化の荷重を加えて遅延時間分布を求めれば綿塊物質の開綿効果をこれらの常数およびかん数で表示できる。しかしこの方法は実験室向きで、かつ測定時間も長くなるので筆者等は現場で簡単に短時間に開綿効果を知る目安として次のように考えた。

(1) 式において一定荷重のもとで、かつ短時間 (Δt) 後の応力と変形との間には

$$\gamma_1(\Delta t_1) = \left[\varepsilon + \frac{\Delta t_1}{\eta} + \psi_1(\Delta t_1) \right] S_1 \dots \dots \dots (2)$$

が成立する。ここに右边第1項は弾性による変形、第2項は塑性変形による項、第3項はクリープ現象による変形である。(2)式から別々に ε, η を求めることは困難であるから筆者等は次の方法にしたがった。

Δt_1 時間後に荷重 S_1 から荷重を増して一定荷重である S_2 にした。 S_2 にした時をあらためて時間の原点にとり、 Δt_2 時間経過した時の変形 $\gamma_2(\Delta t_2)$ を求めれば

$$\gamma_2(\Delta t_2) = \gamma_1(\Delta t_1) + \left[\varepsilon + \frac{\Delta t_2}{\eta} + \psi_2(\Delta t_2) \right] S_2 \cdots (3)$$

で与えられる。

Δt_2 時間後同様に再び荷重を S_2 から一定荷重 S_3 を増加して、時間の原点を S_2 から S_3 にしたところにとると

$$\gamma_3(\Delta t_3) = \gamma_2(\Delta t_2) + \left[\varepsilon + \frac{\Delta t_3}{\eta} + \psi_3(\Delta t_3) \right] S_3 \cdots (4)$$

で与えられる。

開綿効果をみる場合ある条件のもとに適当に S_1, S_2 および S_3 をとり、かつ適当な時間間隔 $\Delta t_1 = \Delta t_2 = \Delta t_3 \equiv \Delta t$ をとると第一近似として

$$\psi_1(\Delta t) = \psi_2(\Delta t) = \psi_3(\Delta t) \equiv \psi(\Delta t) \cdots (5)$$

が成立するものと仮定する。したがって(2),(3),(4)および(5)式はそれぞれ

$$\gamma_1 = \left[\varepsilon + \frac{\Delta t}{\eta} + \psi(\Delta t) \right] S_1 \cdots (6)$$

$$\gamma_2 = \gamma_1 + \left[\varepsilon + \frac{\Delta t}{\eta} + \psi(\Delta t) \right] S_2 \cdots (7)$$

$$\gamma_3 = \gamma_2 + \left[\varepsilon + \frac{\Delta t}{\eta} + \psi(\Delta t) \right] S_3 \cdots (8)$$

に書き換えられる。

ここで $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$ は与えられた S_1, S_2, S_3 および Δt から測定できる。未知量である ε, η および $\psi(\Delta t)$ は(6),(7)および(8)式から連立して解けば求められる。 $\psi(t)$ が皆等しいと仮定したところに物理的には問題が残るが、 ε, η については近似的に意味をもつ ε, η の2量で開綿効果を表示できる。

第2報における(6)式の遅延時間 τ および(10)式の α に相当する量は、ここで求めた ε と η の積に比例する量となる。したがって単純化した筆者等の考えて短時間に開綿効果を表示できることがわかる。

$\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$ と Δt との関係を第2図に示す。

すれば第3, 4, 5図のようになる。

第3図の綿においては全体の開綿度曲線は大体順当に進行し、工程中のラップ形成のところで著しい減少を示している。D.C.O. ラップで圧縮された綿は、F.S. の開綿作用によっても D.C.O. の開綿作用にはおよばず次にまた直ちにラップに形成される。F.S. ラップにおいては開綿度は D.C.O. ラップよりさらに低下している。

(a) 測定円筒の高さ

(b) 変形と時間との関係

(第2図) 応力と変形との関係

→ 混打綿機配列順序

(第3図) 綿

4. 実験結果

第1表に示した試料別の平均値を図示

一定長、一定重量のラップ形成のために綿をカレンダーローラで圧縮するわけであるが、これを考慮に入れずに開綿度のみの立場から論ずれば、ラップ形成の D.C.O. および F.S. は開綿度を著しく低下させることは明らかである。

第4図の巻縮スフにおいては、C.O. において開綿度は著しく上昇し H.O. でわずかに低下を示している。これは C.O. の開綿作用の大なることをあらわすと同時に H.O. への移送がパイプで行われるためのパイプ内での空気流の作用も考慮すべきことであろうと思われる。また巻縮スフの場合においても綿の場合と同様に S.L. のラップ、F.S. のラップ共に低下を示しているが、やはり F.S. ラップの方がわずかに小さい値を示している。両ラップの間に作用する F.S. のビータ直後の値は、綿の場合の前工程に比較して開綿度上昇率ははるかに大きい。

第5図の普通スフの場合には綿、巻縮スフの場合と同様 S₂. において開綿状態は著しくすぐれているが、やはり S₂. のラップにおいて減少し F.S. において S₂. 同様の値を示す。次の F.S. ラップで減少することを繰返している。ただ普通スフの場合は、工程が簡単であるのと原料自体が前2者に比較して、互いに滑脱しやすく H.F. にて打綿を行えばほとんど全部小房の状態にばらばらにされ、次後工程の進むにつれて開綿度は上昇するものと思われる。

すべてラップの開綿度は考えに入れない方がよいのかも知れ

ないが、これからの筆者等の実験に必要を予想されるので記録した。

次に前報までの開綿度に関する実験結果と今回の実験結果との比較図を第6, 7図に示した。

5. 考 察

高さ 15 cm, 直径 12.5 cm のガラス円筒に 20 g の試料を開綿状態をそこなうことなく均一に入れ、ガラス円筒壁の影響を少なくするため直径 11 cm の円板をのせる。その上に荷重を 100 g ずつ 2 回加えて圧縮する。この場合 (1) 円筒壁の影響, (2) 円板面積の有効断面⁴⁾面積, (3) 工程を通る繊維の疲労等が問題になってくる。

筆者等の目的は同一材料についての開綿効果を対称としているので, (1) については P. G. de Macarty⁵⁾ および J. H. Dusenburg⁵⁾ の考えにしたがって円筒壁と円板との間隙を $\frac{1}{8}$ in 以上とすれば影響ないものと思われる。しかし (2) については補整の必要を認めても彼等の値に疑問を持つので無視することにした。(3) については筆者等は正確なデータを得ることができなかった。

理論的には単繊維個々の挙動を考慮に入れて集合体の挙動を論すべきであるが、簡易法を考える時はそこまで立入ることは意味がないと思う。

最後に最も簡単な方法として、開綿状態の比容をもって開綿度を表示する方法も行った。すなわち開綿状態の綿塊に大きい圧縮を与えずに軽い円板のみをのせ、 Δt 時間 (Δt 時間は数 10 sec 以内) 後の試料の高さ h を測定し、次に十分強い圧力をかけて円板の周囲の繊維を

切り離して、円板の面積 S の下の繊維の質量 m を測定する。比容を ρ_V とすれば

$$\rho_V = hS/m$$

で与えられ ρ_V の値が大きいもの程開綿効果は大きいとするものである。この方法の特長は繊維の質量に関係することなく、任意の質量について測定できることである。

この方法で行った値は第3, 4, 5図における 100 g 荷重の値から求めた比容に相当している。

6. む す び

第1, 2報に示した綿塊物質のクリープ現象から表示できる方法および今回のような簡易方法も理論的根拠を持ち現場で直ちに測定できる方法である。また比容であらわすのも一方法であると思われる。筆者等は別々に (1) 混打綿工程の開綿効果を別の方法で測定, (2) 圧縮クリープ, 熱回復, 衝撃緩和等を繊維の配列を考慮して開綿効果とは離れるが繊維集合体の力学的挙動の測定等を今後の課題としたい。

参 考 文 献

- 1) 加藤, 坂奥, 吉田: 本誌, 8, 1 (昭30-1)
- 2) " : " , 9, 3 (昭31-3)
- 3) B. Gross; Mathematical Structure of the Theories of Viscoelasticity (1953)
- 4) 若山, 服部: 本誌, 8, 4 (昭30-4)
- 5) P. G. de Macarty, J. H. Dusenburg: Text. Res. J. (1955-10)