

— 報 文 —

単繊維の強伸度測定に関する研究

蔭 川 美智代 佃 井 紀 子 藪 内 浩

Studies on Tensile Strength and Elongation Measurement of Single Yarn.

Michiyo KAGEKAWA Noriko TSUKUI Hiroshi YABUCHI

要 旨

単繊維の強伸度は、繊維の様々な特性の中で、最も基本的な要素である。「被服材料学実験」での強伸度の指導において、学生が理解しやすい実験となるように工夫と検討を加えた。KSセニメーターを用いた測定で、3種類の織度の異なるナイロンフィラメントを選び、適切な実験条件を選ぶことにより、本目的が達成されることがわかったので、本報で報告する。

キーワード：単繊維 single yarn, 強伸度 tensile strength and elongation
KSセニメーター KS-senimeter

1. 緒言

繊維の代表的な性質の中に、強伸度が挙げられるが、一般的に繊維の強伸度といえば、引張り力を加えて切断したときの力の大きさと伸びの程度をいう¹⁾。従来より本学の「被服材料学実験」では、①繊維の強伸度測定に用いるKS式セニメーターの取り扱い方の習得と、②強伸度測定値の比較による各種繊維（木綿・ナイロン・ポリエステル・レーヨン）の特性把握を目的として実験を行なっている。しかし、現状にはいくつかの問題点がある。まず、木綿のように太さが細く、よじれの多い形態の短繊維は扱いにくく、試料作成が困難であるため、適切な試料が得にくい。また、測定強度を織度（デニール）で除して、各種繊維の比較を行なっているが、太さに均一性のない短繊維の天然繊維では、代表値として表示されている織度値が測定試料の織度として適切と言えない点がある。従って、それを用いて計算された強度比較値が適切とは言えない。さらに、最近の技術開発の結果、木綿のような天然繊維においてもバイオ技術による品種改良の研究が進んでおり²⁾、各種繊維の比較によって木綿とはこういうものだ、という固定概念を学習することが弊害となることもあるため、このような比較は避けた方がよいと思われる。また、測定する試料長は従来より10mmであるが、測定した伸度のバラツキが大きいため、適切な試料長についても検討する必要がある。

以上のような問題点をふまえ解消するにあたり、試料の均一性を重視して繊維の選択を行った。その結果、繊維の断面が円形で、太さが均一な長繊維フィラメント糸であるナイロンを測定試料として用いることにした。3種類の織度の異なるこの試料を用いて、測定に最も適当な試料長の検討を行った。以上のような理由と検討結果から、「被服材料学実験」での本実験の目的を従来の①KS式セニメーターの取り扱い方の習得はそのまま生かし、実験目的の②を変更して、織度の違いによる繊維の強伸度変化を測定することを目的とした。織度が変われば強伸度がどのように変わるのかが、学生実験の重要な学習ポイントであると考えられるからである。

2. 実験

2-1 繊維試料

今回の実験で用いたナイロン繊維は次の3種である。織度の違いによる強伸度の比較が行いやすいように、約2d・4d・6dの繊維を用意した。

東レ ナイロン 0510 : 2.06 d (78dt/34f)

東レ ナイロン DZ05 : 4.13 d (78dt/17f)

東レ ナイロン 1108 : 5.85 d (78dt/12f)

注) d : デニール dt : デシテックス f : フィラメント (本数)

用いたナイロン繊維の断面および側面状態を写真1-(1)及び(2)に顕微鏡写真で示した。いずれのナイロン繊維も断面が真円に近く、側面から見てもわかるように、太さにムラがないため、今回の実験には適していると判断される。

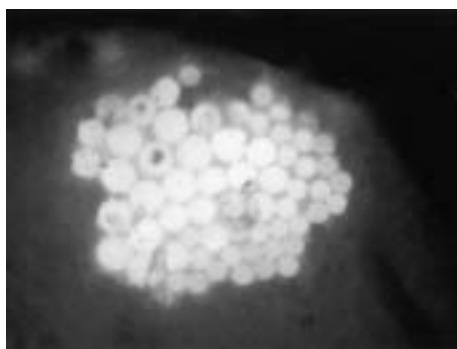


写真1-(1) 断面写真(2.06d, 4.13d, 5.85d合束)



写真2-(2) 側面写真(2.06d, 4.13d, 5.85d)

2-2 試料の作成³⁾⁴⁾

黒い画用紙で図1(左)のような紙枠を作る。(この時試料長は10mm・20mm・30mmの3種とする。)紙枠の上下に両面テープを貼り、繊維を1本ずつ垂直に貼り付ける。1枚の枠にできるだけ等間隔に5本を貼る。(間隔は最低でも5mm必要。)繊維を並べて止めた上にさらに5mm幅の細長い紙を両面テープで貼り付け、繊維を紙と紙ではさむ。繊維を図1(右)のように紙枠を切って1本ずつ切り離す。各試料長につき10本用意する。

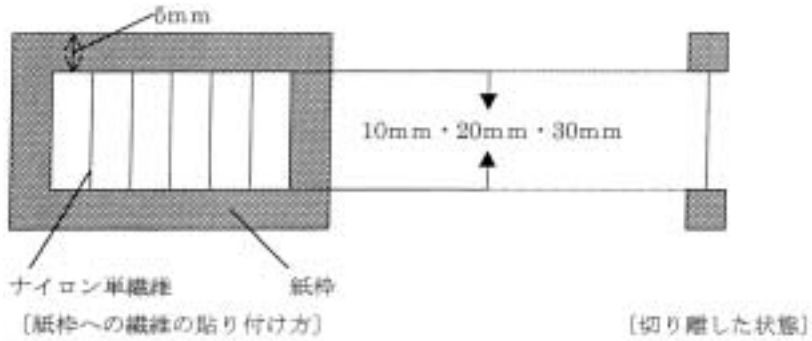


図1 センメーター用測定試料の作成方法

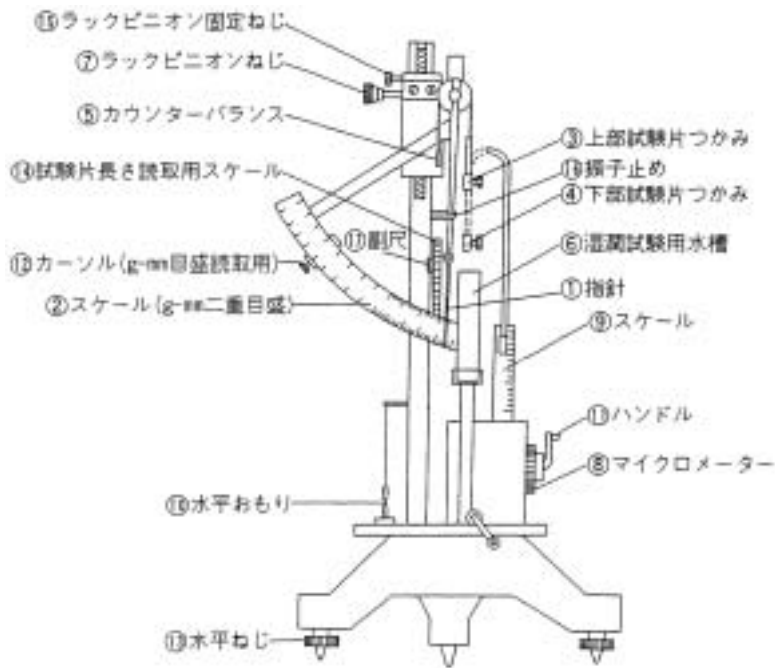


図2 センメーターの構造および各部分の呼称と記号

2-3 実験方法³⁾⁴⁾

実験の条件として、温度20℃、湿度65%の恒温恒湿室で実験をおこなった。センメーターの構造および各部分の呼称と記号を図2に示す。

1. 実験に先立ち、センメーターの前後の傾きは水準器の泡で、左右の傾きは指針が0を指すように、指針①の振り止め①⑥をはずしてから、三脚の水平ねじ①③を廻して合わせる。
2. ラックピニオンねじ⑦により、上部試験片つかみ③を所定の試験片の長さ(10mm・20mm・30mm)よりやや短めの位置にする。
3. ③を取り外しこれに作成した試験片の一端を取り付ける。

4. 試験片のもう一端を下部試験片つかみ④に、試験片を引っ張らないように、静かに垂直に取り付ける。
5. ⑦を微動調節して、①がスケール②の 0 点より離れようとする程度に繊維をわずかに緊張させた後、ラックピニオン固定ねじ⑮を締める。
6. 試験片長さ読取用スケール⑭と副尺⑰によって試料長 L (0) を読み取る。この時の値がその試料の正確な長さである。
7. ハンドル⑩を徐々に回転して、試験片に荷重を与えるが、⑩の回転速度は出来るだけ一定にする必要がある。(約 1 回転 / 1 秒)
8. 試験片が切断した時の①の示す荷重量 G (②の下方の目盛) が試験片の切断荷重 (= 測定強力) である。
9. 切断荷重目盛にカーソル⑫を合わせ、それに対応する上方の目盛を読み取り、この値を L (c) とする。
10. 切断までの④の移動距離をスケール⑨とマイクロメーター⑧で読み取り、この値を L (t) とする。
11. 試験片の切断までの伸び量 (切断伸度) は、 $L(t) - L(c)$ で算出する。なお、繊維が③・④の近くで切断した場合はその測定結果は除く。
12. それぞれの目盛を記録する。なお、測定本数はそれぞれ 7 本とする。(10 本用意したのは予備とする。)
 - L (0) : 測定繊維長 (mm)
 - L (t) : 切断までの下部試験片つかみ (クリップ) の下がった長さ (mm)
 - L (c) : 上部試験片つかみ (クリップ) の下がった長さ (mm)
 - G : 繊維の切断荷重 (g) = 測定強力
13. 単繊維の伸度計算は 1 本毎に下式で計算し、7 本の平均を出す。測定強力 (G) を同様に 7 回の平均をとる。
 - 伸度 (%) = $L(t) - L(c) / L(0) \times 100$
 - 引張強度 (g/d) : G の平均は強力 (Gg/本) なので、これを強度になおすには、G をその試料の織度 (デニール) で割れば、単繊維の引張強度 (g/d) となる。

3. 結果と考察

実験の結果を表 1 - (1)~(3) および図 3 - (1)~(9) に示す。表 1 では平均値を示し、図 3 ではバラツキを見るために全部の実測値を表した。

実験の結果、測定強力についてみると、試料長が 10mm の場合、20mm の場合、30mm の場合いずれもバラツキは小さく、4 デニールでは 2 デニールの約 2 倍、6 デニールでは 2 デニールの約 3 倍という結果になっている。織度 (デニール) が大きくなれば (太さが太くなれば)、それ

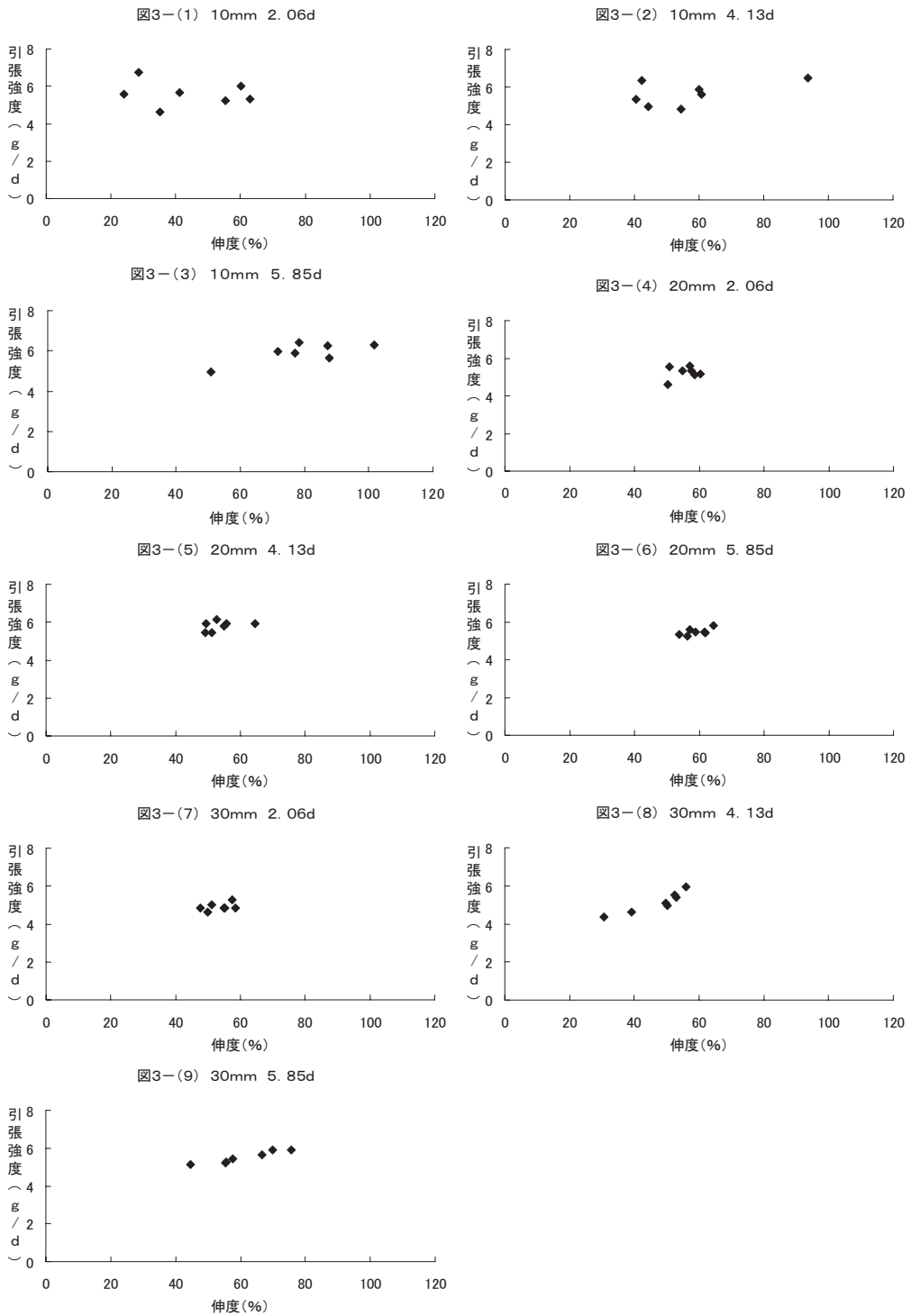


図3 各種織度のサンプルにつき、試料長を変えたときの強伸度値のパラツキ

表 1-(1) 試料長10mmの場合の測定結果 (平均値)

織度 (デニール)	2.06	4.13	5.85
測定強力 (g)	11.6	23.3	34.6
引張強度 (g/d)	5.60	5.63	5.92
伸度 (%)	43.9	52.4	79.2

表 1-(2) 試料長20mmの場合の測定結果 (平均値)

織度 (デニール)	2.06	4.13	5.85
測定強力 (g)	10.8	24.0	32.1
引張強度 (g/d)	5.24	5.80	5.48
伸度 (%)	55.6	54.0	59.2

表 1-(3) 試料長30mmの場合の測定結果 (平均値)

織度 (デニール)	2.06	4.13	5.85
測定強力 (g)	10.3	21.2	32.1
引張強度 (g/d)	4.97	5.12	5.50
伸度 (%)	53.6	47.3	60.7

と比例して繊維の強度は増すという明らかな結果が得られている。この場合、織度の変化は断面積の変化であり、繊維の断面直径とどのような関係になっているかなども学生に計算させてデニールという単位を理解させることも意味のあることと思われる。

次に伸度であるが、図3に示すように試料長が10mmの場合、30mmの場合いずれもバラツキが大きい。試料長が20mmの場合はいずれの織度でも伸度のバラツキが最も少ないという結果が得られた。ここでの学習のポイントとして重要なことは、伸度は織度や試料長とは無関係でほぼ一定値を示すという点であり、伸度の意味を考えさせる大切なポイントとなっている。

ここで得られた値は、文献値⁵⁾(引張強度:4.5~7.5g/d, 伸度:25~60%)と一致しており、適切な測定値が得られたものと考えられる。また、試料長が20mmのとき伸度のバラツキが最も少なかった理由は、測定器の特性によるものと考えられ、JIS規格⁶⁾に於いて20mmが適用されていることと符合している。

以上の結果から、試料長を20mmにすれば、強度・伸度共に比較的安定した結果が得られるという結論を得た。

4. 結論

今回、単繊維の強伸度測定に関する研究で、ナイロン繊維を用い、試料長の検討と、織度の違いによる繊維の強伸度変化を測定することを目的として実験をおこなった。結果をまとめると以下のようなものである。

- ① ナイロン繊維は、断面が真円に近く太さが均一で長繊維であるため、取扱いやすく、試

料の作成が容易で、適切な試料・データが得やすい。

- ② 測定強力は織度（デニール）に比例し、織度が2倍・3倍になれば強力も2倍・3倍となる。即ち、引張り強度は織度が変わってもほぼ一定であるという事実を理解させる実験として妥当なものとなった。
- ③ 伸度は、試料長の違いによりバラツキの大きさが異なり、試料長が20mmのとき、最もバラツキが少なく、適切なデータが得やすいことが判った。
以上の実験をふまえ、実験マニュアルを作成した⁷⁾。

引用文献

- 1) 森 昇, 中嶋 哲生, 現代被服材料学実験, p.49, (株)化学同人(1987)
- 2) 宮本 武明, 本宮 達也, 新繊維材料入門, p.192, 日刊工業新聞社(1992)
- 3) 神戸女子短期大学 被服材料学研究室, 「被服材料学実験」手順書(2000)
- 4) 森 昇, 中嶋 哲生, 現代被服材料学実験, pp.49-51, (株)化学同人(1987)
- 5) 熨斗 秀夫他, 現代被服材料学, p.116, 朝倉書店(1994)
- 6) JIS 規格 L 1015 化学繊維ステープル試験方法
- 7) 神戸女子短期大学 被服材料学研究室, 「被服材料学実験」手順書(2001)