Seri. J. of Korea Vol. 14(1), 1972

繭絲의 彈性的性質에 關한 硏究

1. 繭層部位別繭絲의 抗張性

南 重 熙
(서울大學校農科大學)

Reological Studies on Cocoon Filament.

1. Tensile Properties of Filament by the Portion of Cocoon Layer.

J. H. Nahm
(College of Agri. Seoul National Univ.)

Summary

The tensile properties of cocoon filament obtained from the dried cocoon were studied by deniroscope and tensilon with special attachments. The strength and dried elongation at break point with dry and swollen samples were observed. The apparent young's modulus was also calculated with the dry samples. The results obtained are as follows.

1) The breaking strength of dry and swollen samples decreased in parallel with denier decreasing ratio in the whole length of a cocoon filament.

2) Tensile strength of inner-layer filament, when treated at the temperature of 95°C for 15 min., was 37 per cent of outer-layer filament.

3) By swelling treatment, the breaking strength of the filament was decreased but the elongation was increased.

4) Apparent young's modulus and tensile strength per denier of inner-layer filament were higher than those of the rest cocoon layer.

Ⅰ. 緖 言

고치실의 풀림새를 支配하는 要因으로서는 從來 絹絲를 構成하는 sericin의 膠着狀態, 吐絲구조, 異常繭絲 및 繭絲纖度等을 對象[6]으로 생각하였으나 近來에 와서는 fibroin의 分解量[9,10] 濕潤强伸度[2] 및 微細構造 즉 結晶構造[2]에 關한 報告도 고치실풀림새에 관여한다고 한다.

위 要因들 가운데 fibroin의 分解程度의 차이는 濕潤强伸度에 영향하며, 分解度의 차이는 非結晶領域[4]에서 크다고 하였다.

Fibroin의 結晶化는 굵은 고치실에서 보다도 가는것에서 纖維構造[4]가 발달하고, 고치층부위에 따라서 fibroin의 分解量의 차이가[3] 있다는 사실과 sericin의 함량에도[5] 차이가 있다는 報告가 있다.

이상과 같은 고치층부위별 여러성질의 특성이 機械的性質에 如何히 영향하는가를 검토하여 繰絲에 응용할 목적으로 本試驗을 遂行하였다.

即, 고치실의 纖度測定은 Deniroscope에 의하였고 이들試料의 機械的特性은 Tensilon에 의하였으며 아울러 濕潤處理에 의한 物理的擧動에 對하여서도 檢討하였다.

本試驗을 遂行함에 있어 指導해 주셨는 京都工藝纖維大學 纖維學部 有本肇博士, 同, 小西孝博士 및 協力해 주셨든 靑木一三敎官에게 感謝하는 바이다.

Ⅱ. 實驗試料 및 方法

1) 試料 : 京都工藝纖維大學 附屬農場産 春嶺×鍾月(乾繭)을 使用하였다. 即, 50°C의 溫湯을 使用하여 眞空滲透處理後 同一溫度로 浸漬시킨 후 一粒繰 Panel 採取用檢尺機를 利用 試料를 取하였다.

50°C로 水浸한 것은 繭層 sericin의 溶解를 抑制하

여 sericin 溶出에 의한 繭絲纖度의 減少를 막기 위해서 이다.

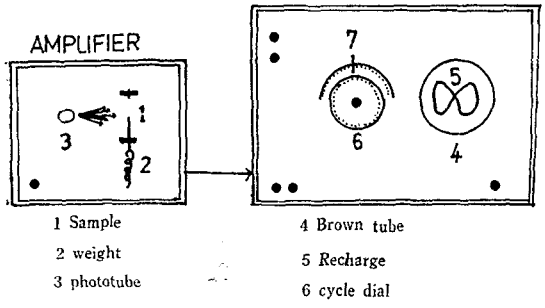
또한 繭絲引張에 의한 試料의 構造的 變形을 막기 위해 低速度(10cm/分)로 실켜기를 하였다.

2) 繭絲纖度의 測定 : 微細短纖維의 纖度測定用 Deniroscope D-25-D型을 使用했고 이때의 試料長은 50mm로 하였다.

이 機械의 測定原理(Fig. 1)는 試料를 自動發振시키게 되는 경우, 試料에 걸린 張力(T dyne), gauge長(l mm), 振動數(n)로서 試料의 線密度 m(g/mm)를 求하여 纖度를 算出하는 Autoviroscope의 一形式이다.

즉 線密度와 張力, gauge長 및 振動數사이에는 다음式이 成立한다.

$$m = \frac{T}{4n^2 l^2}$$



1 Sample
2 weight
3 phototube
4 Brown tube
5 Recharge
6 cycle dial

Fig 1. Schematic diagram of deniroscope.

3) 試料片의 作成 : 「2」項에서 각 試料의 纖度를 求한 다음 Fig. 2 같은 試料片을 만들어 强伸度測定에 供하였다.

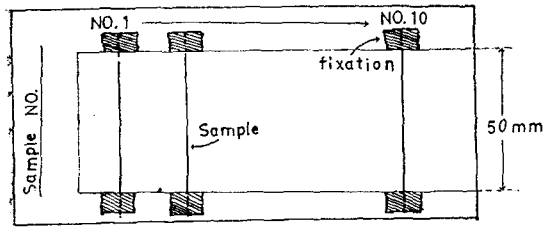


Fig 2. Sample holder for testing.

즉, 濕潤處理時에 繭絲間의 엉킴을 막고 强伸度測定時 clip에서의 離脫을 막기 위해 台紙(黑色) 위에 試料絲의 兩端을 接着劑(cemendine)로 固定하였으며 測定에 當해서는 가위로 切斷해서 clip에 걸었다.

4) 强伸度의 測定 : 「3」項에서 準備된 試料를 Tensilon UTM-Ⅱ型을 使用해서, Cross head speed 10mm/分, chart 速度 10mm/分의 條件下에서 測定하였다. 이때의 full scale은 15g이었으며, 15g를 超過하는 試料에 對하여서는 50g의 cell를 使用하였다. 이 경우의 室內溫濕度는 19°C 58%였다.

5) 濕潤繭絲의 强伸度測定 : 實際 繰絲工程에서의 煮繭條件이 約 15分內外이므로 95°C 恒溫槽를 利用해서 上記時間 침적한 후 測定하였다. 濕潤測定의 경우에는 試料의 乾燥를 방지하기 위해 Fig.3 같은 유리管內에 蒸留水를 채워서 試料絲를 水浸시킨채 測定하였다.

유리管內의 溫度는 室溫으로 유지시켰다.

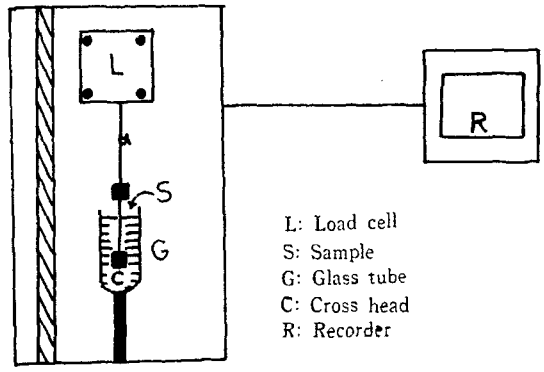


Fig 3. Schematic diagram of tensile tester.

6) Apparent young's modulus

自記記錄된 荷重伸長曲線에서 다음式에 의하여 Apparent young's modulus를 求하였다.

$$E(\mathrm{g/d}) = \frac{W(\mathrm{g}) \times L}{\frac{H \cdot S}{C \cdot S} \times \triangle l \times D.}$$

E; Apparent young's modulus.

W(g); Load corresponding to elongation $\triangle l$. (In the initial linear portion of the stress-strain curve)

L; Test piece length.

$H.S$; Cross head speed.

$C.S$; Chart speed.

D; Fineness of the cocoon filament.

Ⅲ. 實驗結果

1) 繭層別繭絲纖度

供試繭 10粒의 平均纖度를 外層으로부터 100m, 500m, 900m 및 1,300m位部에 대해 測定한 結果 Tab.1과 같았다.

Table 1. Denier of cocoon filament obtained from cocoon shell.

Cocoon layer(m)	100	500	900	1,300
Dry sample(d)	4.53	3.77	2.94	1.57
Wet sample(d)	3.72	3.58	2.31	1.54

한편, 同一 試料의 繭層部位에 따른 纖度變異는 繭絲解離時에 있어서 一繭當 抗張力의 大小에 影響할 것이므로 100m 部位의 纖度를 100%로 한 경우 他部位의 纖度率을 計算한 바는 Tab.2와 같았다.

Table 2. Denier decreasing ratio of filament on the cocoon shell.

Cocoon layer(m)	100	500	900	1,300
Dry sample(%)	100	83.2	64.9	34.7
Wet sample(%)	100	96.2	62.1	41.4

2) 切斷强度

繭層別繭系의 荷重伸張曲線 및 切斷强度를 測定한 結果는 Fig.4 같이 纖度減少率(Tab.2)에 比例하여 低下하였으며, 濕潤測定에 있어서는 乾燥處理區에서 보다 全體的으로 約 31%의 減少를 보였다.

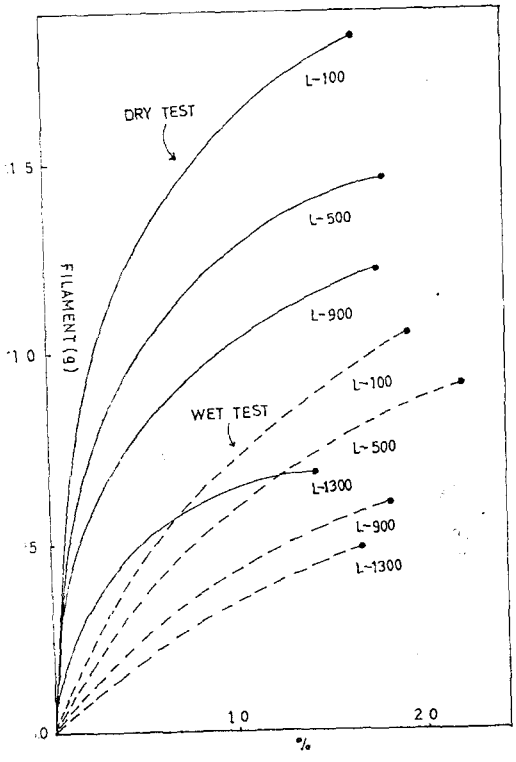


Fig 4. Load-elongation curve of cocoon filaments.

Table 3. Tensile strength of cocoon filament(g/d)

Cocoon layer(m)	100	500	900	1,300	Mean
Dry test(1)	4.13	3.88	4.06	4.38	4.11
Wet test(2)	3.00	2.44	2.63	3.25	2.83
(2/1)×100	72.72	62.91	64.60	74.20	68.68

以上의 結果를 對1纖度當 切斷强度(g/d)로 환산한것은 Tab.3, Fig.5와 같다.

즉, 乾燥試料의 切斷强度에 比하여 濕潤處理로 因한 減少率은 內外層繭系에 比하여 中層繭絲가 約 10% 높았다.

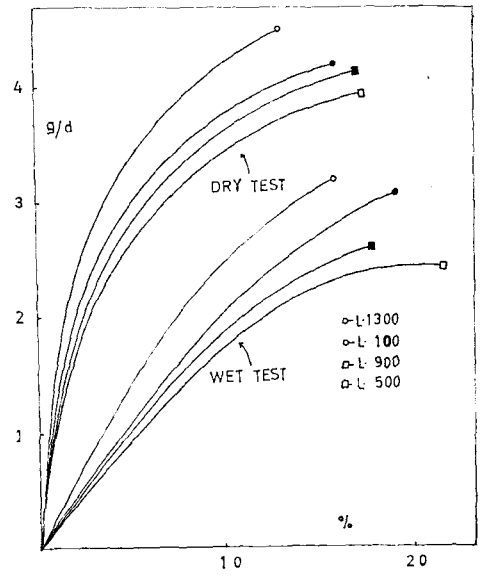


Fig 5. Load-elongation curve of cocoon filaments per denier

3) 荷重伸張 曲線 및 Apparent young's modulus; 自記記錄된 荷重伸張曲線(Fig. 5,6)은 乾燥測定曲線에 比하여 濕潤測定의 경우가 直線狀을 呈하고 있는데 이는 森本氏[7]의 濕潤生絲의 報告와 一致하고 있다.

다음으로 Apparent young's modulus(g/d)은 다음 Tab.4와 같이 外層에서 內層으로 갈수로 增加의 傾向을 보였다.

Table 4. Apparent youn's modulus of cocoon filament

Cocoon layer(m)	100	500	900	1,300
Apparent young's modulus(g/d)	23.3	26.5	33.1	66.2

4) 切斷伸度：乾燥 및 濕潤繭絲의 平均切斷伸度는 Tab.5에서와 같이 15.96 및 18.11%로서 濕潤處理로因한 伸度의 增加率은 15.13%로 나타났다.

Table 5. Elongation of cocoon filament(%)

Cocoon layer(m)	100	500	900	1,300	Mean
Dry test(1)	15.90	17.42	17.30	13.24	15.96
Wet test(2)	18.70	21.48	17.48	15.70	18.11
(2/1)×100	117.61	123.30	101.04	118.58	115.13

繭層部位別로 보면은 內層繭絲에서 보다 外層繭絲에서 濕潤處理로 因한 切斷伸度率은 높은 傾向을 나타내고 있다.

Ⅳ. 考　察

Deniroscope를 利用해서 繭層別絲의 最終纖度率을 測定한 結果(Tab.2), 乾燥 및 濕潤測定用試料에 있어서 各各 34.7%, 41.4%로 나타났다.

兩試料間에 最終纖度率에 큰 差異가 나타난 것은 繭粒間의 纖度偏差 내지는 一粒繰時에 있어서 整緒作業에 起因한 것으로 생각된다.

이와같은 纖度減少率과 切斷伸度와의 關係를 繭解舒의 立場에서 考察하면 繭絲纖度만으로 繰絲張力에 對應하는 內層繭絲의 抗張力은 外層繭絲에 對해 約 30～40%에 不過함을 알 수 있다.

切斷强度(g/d)에 對하여 보면, 乾燥 및 濕潤의 어느 경우나, 外中層繭絲보다 內層繭絲가 切斷强度가 높았는데 이와같은 結果는 內層繭絲의 結晶構造가 發達한데에 起因한 것으로 考察된다.

즉, 飯塚氏[4]는 繭絲의 彈性率은 纖度의 增加에 對하여 負의 線形相關이 있음을 報告하는 한편 精練繭絲의 X-線廻折强度와 纖度와의 實驗에서 纖度가 가늘수로 結晶構造가 發達한다고 하였다.

荷重伸長曲線[7]에 關한 報告를 보면 繭纖維를 溫水中에서 引張시킬 경우, 最初無負荷의 狀態에서도 δ伸張을 나타내고 그 以後부터는 어느 角度를 갖이고서 直線狀의 荷重伸長曲線을 그리는데 이와같은 現象은 吐絲營繭時에 絹纖維에 주어지는 潛在力에 起因한다고 하였다.

本實驗結果에 있어서도 上述한 荷重伸長曲線을 나타내었다. 즉 乾燥試料의 曲線은 어느初期伸長까지는 直線形을 나타내가다 어느 點에 이르러서는 第二次直線을 보여주었다. 그러나 濕潤測定의 경우에는 初期부터 어느 角度를 갖이고 直線으로 나타났다(Fig. 6).

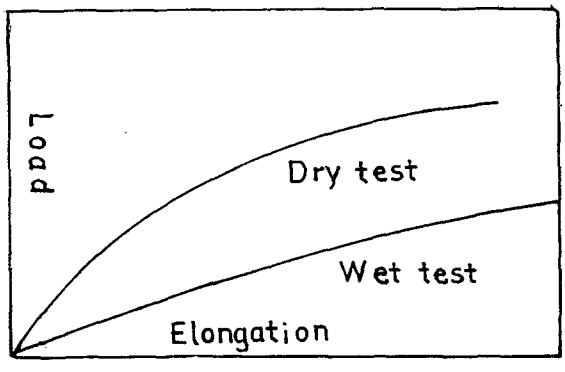


Fig 6. Load-elongation curve of dry and wet testing.

Apparent young's modulus의 경우 外層部에서 內層繭絲에 갈수로 增加한 것은 fibroin을 被覆하고 있는 sericin 含量의[5] 差異와 上述한 fibroin의 結晶化度에[4] 原因되지 않았나 생각된다.

끝으로 濕潤處理에 의한 繭絲의 切斷伸度의 增加(15.13%)는 水浸에 따른 sericin의 膨潤에 起因한 一時的現象으로 考察된다. 豐田, 後藤[11]氏에 의하면 純水로 生絲를 5～10時間煮沸시킨 후 乾燥하여 伸度를 측정하였으나 無處理區에 比하여 伸度의 變化를 認定하지 않았으며 大金[8] 및 藤野氏[1] 等도 蒸氣 및 冷水에 處理한 후에 위와 같은 實驗을 行하였으나 荷重伸張曲線의 形態의 變化나 切斷强伸度의 差異가 없다고 한다.

Ⅴ. 摘　要

繭層部位別繭絲의 機械的特性을 파악하고저 Deniroscope와 Tensilon을 利用하여 實驗한바 다음과 같은 結果를 얻었다.

1) 繭層別繭絲의 乾燥 및 濕潤切斷强度는 繭絲纖度減少率에 比例하여 低下한다.

2) 內層繭絲의 濕潤抗張力은 外層繭絲에 對하여 37%로 나타났다.

3) 濕潤處理에 의한 全繭層의 切斷强度(g/d)는 31%減少하였다.

4) 對纖度當 繭絲의 乾燥 및 濕潤切斷强度는 內層繭絲가 제일 높았다.

5) Apparent young's modulus는 內層繭絲에서 증가하였다.

6) 濕潤繭絲의 切斷伸度는 乾燥繭絲에 比해 15%增加하였다.

Ⅵ. 參 考 文 獻

1. 藤野清久 (1938); 絲の煮及び濕潤に依る强さ, 伸びの變化. 紡績と人絹 Vol.6 No.1 9～13
2. 蒲生卓麿, 一場靜夫, 宮川千三郎, (1971); 家蠶の繭層 fibroin 分解率に對する上簇溫濕度の 影響. 日本蠶絲學雜誌, Vol. 40, No.1 42～48
3. 一場靜夫, 蒲生卓麿, (1971). 內外の繭層部位による fibroin 分解率の差. 日本蠶絲學雜誌, Vol.40 No.3. p.221～226.
4. 飯塚英策 (1967). 絹の物理化學. 生化學 Vol.39, No.4 188～214.
5. 伊藤武男 (1957). 絹絲の構造 千曲會 43
6. 小島卓之 (1964). 蠶絲科學と技術. 3(8) 36～39.

7. 森本武夫, 進士安治, 有本肇 (1957). 水中における絹纖維の抗張性. 京都工藝纖維大學 學術報告, Vol. 1 No.1 150～155.
8. 大金光(1938) 絹絲の濕潤處理による觀察. 纖維工業學會誌. Vol.4 No.5 247～255
9. 清水正德, 小松討一, 山田政枝, 二階堂實, 外山善臣 (1962). 營繭 製絲過程などによる絹絲 fibroinの質的變化(Ⅰ). 日本製絲絹研究發表集錄 12. 121～129.
10. 清水正德, 小松討一, 山田政枝, 二階堂實, 外山臣 (1963). 營繭製絲過程などによる絹絲 fibroin の質的變化 (Ⅱ) 日本製絲絹研究發表集錄 13. 15～18
11. 豐田今吉, 後藤章 (1932). 生絲の 强伸力に關係する各種の條件. 日本蠶絲學雜誌, Vol.4 No.3 91～110.