

煮繭に関する基礎的研究

第一報 繭層通水度の一測定法

青 沼 茂*

Shigeru Aonuma: Fundamental Studies on the Cocoon—cooking, Part 1.

A Measuring Method of Water Permeability of Cocoon Layers

(1954年9月5日受理)

緒 言

繭層の通水度測定法については、既に荻原⁽¹⁾、服部⁽²⁾両氏の研究がある。筆者は煮繭の研究に当り、繭層構造及び繭層に対する水、湯及び蒸気的作用と繭解舒との関係を研究する一手段として、次の様な通水度測定器を考案試作した。本測定器は特に次の事項を満足する装置である。

1. 通水度が通気度と同一Dimension⁽³⁾で得られて、通気度と通水度とを直接比較するに便利である。
2. 乾繭層に対しては通水に伴う繭層浸潤過程をも知る事が出来る。
3. 通水孔の大きさを容易に変えられ、而も任意の繭層部分について測定する事が出来る。
4. 装置が簡單で、操作が容易である。

以下、本測定装置を試作するに当つての吟味、性能試験、測定法並びに一二の測定結果について報告する。

測定装置及び方法

装置の概要は、第1図に見られる通りである。前述1の目的のため、水圧一定の下で、一定時間に一定面積を通過する水量から通水度を算出することにした。其の主要部分は、定圧給水瓶(A)、水圧計(B)及び試料挿入部(C)からなっている。

定圧給水瓶は、下口瓶の上部に空気吸入管(a)を通したゴム栓をはめたものである。空気吸入管の下端(c)は瓶内水面下に位置しているので、給水管(b)から水が流出するにつれて、瓶内空気部は次第に負圧となり、空気吸入管を通じて外気が浸入するに至る。この時瓶内はc面で大気圧と釣り合い、c面と繭層挿入面(d)間の水頭圧(P)は瓶内水面が下降してc面に達する迄は、そのまま一定に維持される事になる。(但し、流出速度大なる場合は僅かに補正を要する)尚この水頭圧は、瓶又は空気

吸入管(a)を上下する事により自由に變える事が出来る。更に水圧計の目盛板は、上部滑車をかいして分銅に連結してあり、任意の位置に移動出来るので、零点を繭層挿入面に合わせる事が容易である。

試料挿入部は、硝子管(内径5.60mm, 8.15mm, 10.35mmの三種使用)を挿入固定したゴム栓(f)(ゴム部はパッキングの用をなす)と同径の通水孔(h)をもつた真鍮板(g)とからなり、この間に試料(S)を挿み、ネジで締めつけて密着する。又孔径の異なる通水管を簡単に交換出来るので、通水孔の面積は、目的に応じて變える事が出来る。(i)は給水コック、(j)は器内残留水の排水コックである。

測定には先ず瓶内の水温を所定温度に保ち、水圧計の零点を繭層挿入面に合わせたのち、通水孔(h)を閉じ、給水コックを開いて水圧計の水位を読み、目的の水頭圧を示す位置に定圧給水瓶を測定する。測定試料の挿入時は排水コックを開いて器内残留水を適度に排出する。通水孔から流出する水は、流出部よりたれた湿潤濾紙を通じてピーカー内に導き、所定時間内の流出量をビュレットで求めて通水度を算出する。

通水度算出上の基礎並に性能試験

前述の様に、単位圧力下、単位時間に単位断面積より流出する水量を求めて通水度を算出する場合、測定材料の厚さ、通水圧力、通水孔面積、通水開始後の経過時間等と通水量との関係が明らかでなければならぬ。これらについて実験した結果並びに通水度算出法は次の如くである。

1 厚さと通水量

繭層の厚さは、個体偏倚が大きいため、斯様な試料の通水度を比較するには、厚さと通水量との関係を明らかにする必要がある。

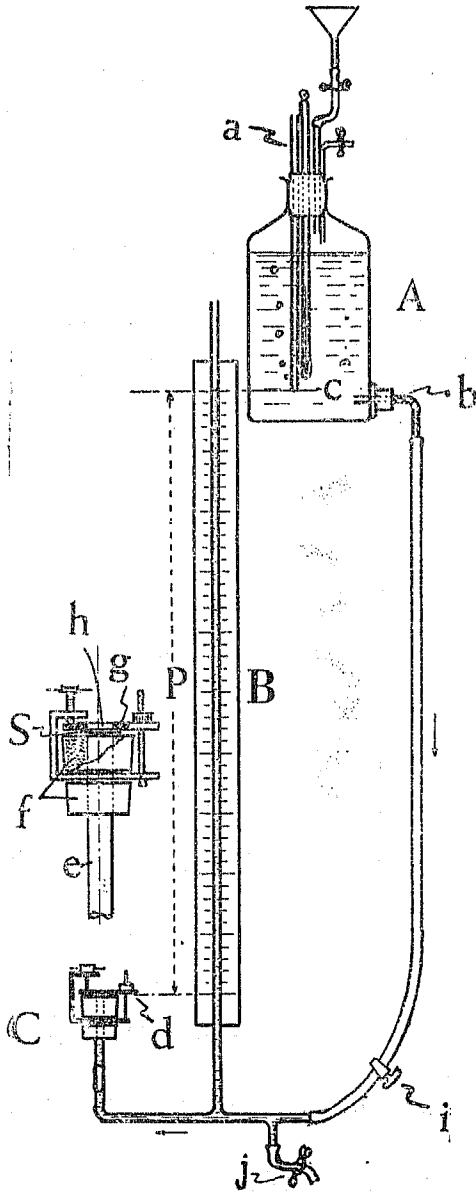
既に通気度測定に於ては、通気度を単位厚さ当りに換

** 厚さの測定はダイヤルゲージを改造して測圧

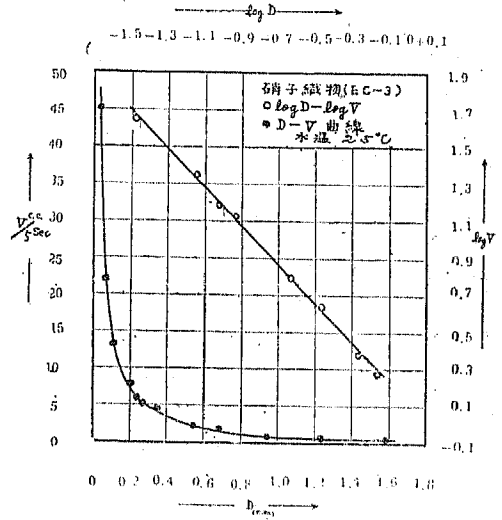
による繭層の圧縮度を極力小ならしめた。

* 信州大学繊維学部 製糸学研究室

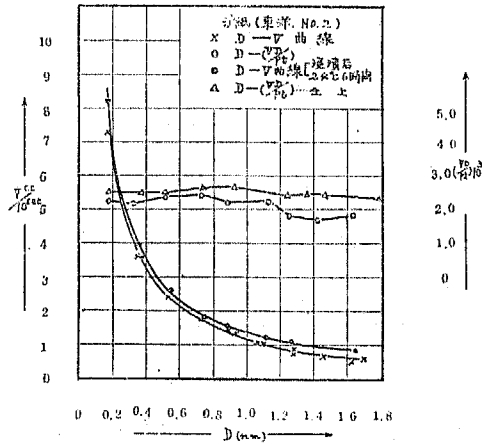
第1図 蒸層通水度測定装置



第2図 厚さと通水量の関係(1)



第3図 厚さと通水量の関係(2)



算する場合、その厚さと通気量の積が用いられている。⁽⁴⁾
 蒸層を用いてこの関係を見出す事は、実際問題として、
 蒸層の構造組織が個々に異なるので、実験不可能である。
 従つて、一応組織一様と考えられる硝子織物^{*}及び濾紙^{**}に
 つき厚さを変えて実験した。その結果は第2, 3, 図に示す
 様に、厚さと通水量はX, Y 両軸を漸近線とする双曲線

$VD^b = a$ (V: 通水量, D: 厚さ, a, bは常数) で
 示される。但しこの式の両対数をとつて得られる直線の
 方向係数bの値は、硝子織物では1.08で殆んど1に近
 いが、濾紙については1.20内外であつた。即ち、厚さの
 増すと共にDとVとの積は僅かに減少する。これは試料
 に一定水圧を加えてから流出する迄の時間が、厚さの増
 加と共に増し、この時間的なつづれによる膨潤度(硝子織
 物は別)の差、試料間隙に残留する小さな気泡、或いは
 厚さ測定上の誤差等によるものではないかと考えられる

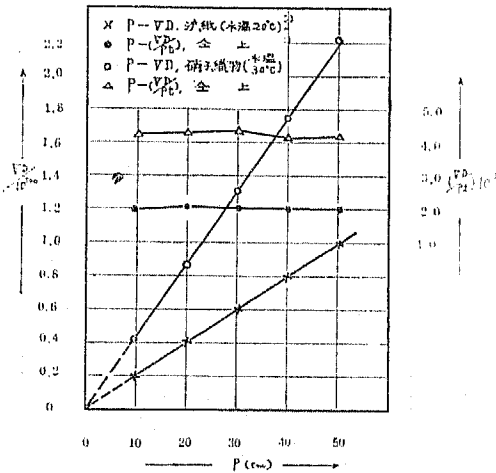
* 日東紡績 kk製 EC-3厚さ0.03ミリ、平織
 ** 東洋濾紙 No. 2

そこで予め水に浸漬(24°C, 6時間)したのち測定を行つた(但しこの場合は試料と液面との間に空気が介在しない様にした)ところVDの値の変化割合が減少して殆んどbの値は1に近づく事を知つた。又繭層の厚さの開差は普通0.2mm~0.4mm程度であるから、この範囲ではVD=一定として取扱つても殆んど差支えないと考えられる。厳密には、 $VD^b = a$ に於けるbの値を求めて補正する必要があるがここでは前述の理由によつて繭層に対するbの値は求めてない。

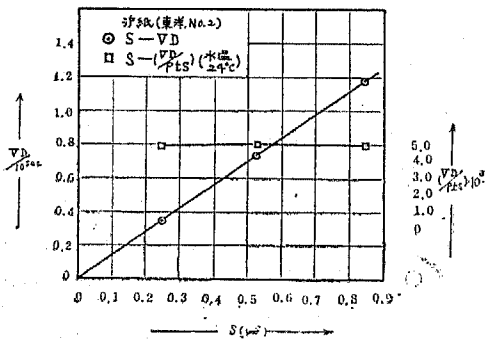
2. 通水圧力と通水量

これは当然両者に比例関係がある事は明らかであるが、一応前実験と同一の試料について測定した結果、第4図に示した様にやはり両者は比例する。従つて $\frac{VD}{pt}$ (p: 圧力 t: 測定時間) の値は殆んど一定となる。

第4図 水圧と通水量の関係



第5図 通水孔の面積と通水量×厚さの関係



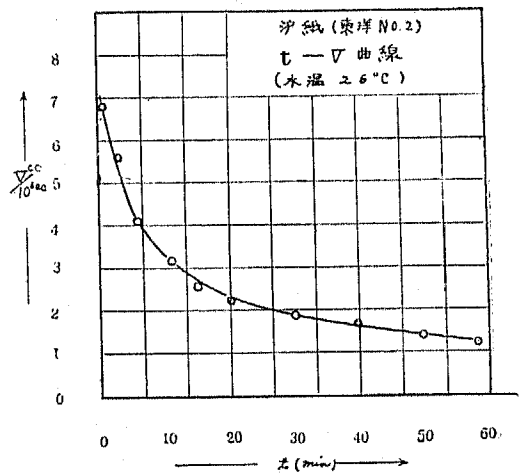
3. 通水孔の面積と通水量

内径5.60mm, 8.15mm, 10.35mmの3種の通水管で、濾紙の通水度を測定(夫々10回宛)した結果は第5図の様に直線的関係を示す。従つて $\frac{VD}{pt}$ の値は、これを単位断面積当りに換算するとやはり一定の値となる。

4. 通水開始後の経過時間と通水量

通水開始後、連続測定を行ふときは、第6図に示した様に、経過時間と共に通水抵抗は増大し、単位時間内の流出量は次第に減少して、遂には(1~2時間後)平衡に達する。繭層については、通水開始当時は或る特定な部分のみ通水して、球状に浸出し、更にその水滴同志が互に接続し、表面は液で覆われ、濡れ難い部分はそのまま液面下に取残される。これらに対して、強制的に水圧を断続作用させる時は、忽ち通水量は増大するが、又時間の経過と共に僅かづつ次第に減少する。

第6図 通水開始後の経過時間と通水量の関係



従つて測定は流出開始後一定時間(10~20秒)後に行ふことにした。

以上を総合した結果、通水度は次式で算出する事が出来る。

$$\text{通水度} = \frac{VD}{pts} \left(\frac{\text{cm}^3 \cdot \text{mm}}{\text{cm}^2 \cdot \text{sec} \cdot \text{cmH}_2\text{O}} \right)$$

V: t秒間に流出する水量(cc. or cm³) D: 試料の厚さ(mm) P: 水圧(cmH₂O)

t: 測定時間(sec) S: 通水孔の面積(cm²)

又試料挿入後(i)コックを開き、水圧計の所定位置迄給水して閉じ、其の後流出に伴う水位の降下速度を適当な時間毎に測定すれば、通水に伴う水位の降下速度から通

水に伴う菌層の浸潤過程が調べられる。更にこの場合試料の厚さが等しいならば、次式によつて透水係数(K)を求めて比較する事も出来る。

$$K = \log \frac{h}{h_0} / \rho g t \quad \rho: \text{水の密度} \quad g: \text{重力の加速度}$$

即ち、 h_0 の水位からhだけ下降するに要する時間を測定するだけで、流出量をはかることなく、極めて簡単に透水係数を求める事が出来る。

5. 測定値の変動

本装置による測定値の変動を調べるために行つた実験結果は次の如くである。

実験試料：濾紙（5枚重ね）20組

測定条件：水頭圧50cm, 水温23°C

透水孔径8.15mm,

透水量測定時間：透水開始後 10 秒から20秒間
但し通水度は v/p_t で示し、単位面積当りに換算してない。

透水度平均値	2.31×10^{-8}
標準偏差	0.09×10^{-8}
変化率	3.95%

以上の如く、本装置による測定値の変動は著しくない。

一、二の測定結果

1. 菌層の通水度と通気度, 通水量と厚さ及び緊度*との関係

本装置で求めた乾菌層の通水度及び荻原氏の方法によつて求めた菌層通気度の平均値, 標準偏差及び変化率の一例を示せば、第1表の如くである。又前記通水度と通気度, 通水量 $(\frac{v}{p_t})$ と厚さ及び緊度との相関を調べた結果は、第2表の如くである。

実験試料：白馬×天龍1954年春, 50粒（胴部菌層）

測定条件：水温25°C, 水頭圧50cm

第3表

菌層部位別	測定項目		菌層厚さ平均 (mm)	通水量対10秒間(cc)		通水度 $\times 10^8$		備 考
	粗密別			(1)	(2)	(1)	(2)	
胴 部	粗 密	粗 区	0.96	9.82	29.60	18.9	56.9***	試料数各20
		密 区	0.81	2.27	7.67	3.7	12.5**	
破 風 部	粗 密	粗 区	0.55	19.61	28.60	21.7	31.6***	
		密 区	0.50	3.17	9.02	3.2	9.1**	

***及び**は信頼度95%で有意

透水量測定時間：透水開始後10秒より10秒間、但し、通水度は孔径8.15mm (0.52mm²) に対する値のままです、以下これに準ずる。通気孔面積：0.50mm²

第1表

	通気度	通水度 $\times 10^8$	
		(1)	(2)
平均値	3.92	10.3	15.7
標準偏差	2.58	9.9	10.3
変化率(%)	65.8	96.6	65.6

備考(1) 対乾菌層

(2) (1)の測定後、水压を断続5回繰返し作用して強制通水したのちの測定値。以下これに準ずる。

第2表

関 係 項 目	相 関 係 数	備 考
通気度と通水度(1)との相関	0.607 ± 0.051**	試料数各50
通気度と通水度(2)との相関	0.724 ± 0.046**	
通水量と菌層厚さとの相関	0.121 ± 0.094	
通水量と菌層緊度との相関	-0.300 ± 0.086**	

*: 緊度 = $\frac{\text{単位面積当りの重量}}{\text{厚さ}}$ **: 信頼度95%で有意

第1表から、菌層構造は個体間で如何に偏倚性に富むものであるかが伺われる。又第2表に示した様に、菌層の通気度と通水度間の相関は有意であるが、通水量と厚さとの相関は見られない。然し通水量と緊度との相関は有意である。これは通水量と厚さとの相関がない事を裏書きしている。

2. 菌層部位別及び層別の通水度比較

前実験と同一試料を用いて、これを菌層の粗密度により分類したところ、極めて広範囲の内容を有する事が判つた。従つて、一応これを密区と粗区に大別(特定な区分の基準なし)して、その各々について測定を行つた。測定条件は水温26°C, 其他は前実験と同じ、第3表は菌層部位別の比較を示す。

第3表より同一原料でも粗区と密区とでは非常に差のある事がわかる。更に繭層部位別に比較すると、(1)に於ては差がないが、(2)に於ては明らかに胴部は破風部より大きい。又層別に比較すると、第4表の様に外層と中層の間には有意の差が認められないが、これらと内層との間には明らかに有意の差が認められた。即ち内層は外中層に比較して小さい。但し中には全然特殊な繭も時折散見された事を附記する。尙前記の試料について、解舒抵抗を測定比較したところ、第五表の如き結果を得た。

第五表

試料No.	粗密別 繭層別	粗区解舒抵抗 (g/d)				密区解舒抵抗 (g/d)			
		外層	中層	内層	平均	外層	中層	内層	平均
1		0.180	0.160	0.240	0.184	0.281	0.261	0.295	0.274
2		0.192	0.153	0.216	0.191	0.225	0.195	0.257	0.217
3		0.163	0.135	0.193	0.157	0.186	0.122	0.224	0.186

上の表から繭層通水度と解舒抵抗とは密接な関係にある事がわかる。

摘 要

- 1) 定圧給水瓶、水圧計及び繭層挿入部の三部からなる繭層通水度試験装置を試作した。
- 2) この装置によつて、単位圧力下、単位時間に単位断面積の試料を通して流出する水量を求めれば、

$$\text{通水度} = \frac{VD}{\text{pts}}$$

によつて通水度を比較する事が出来る。

- 3) 連続測定により繭層に対する液体の浸潤過程をも調べられる。
- 4) 乾繭層の通水度は通気度と密接な関係がある。
- 5) 繭層の通水度は同一原料に於ても、個体間の偏倚が極めて大きい。
- 6) 通水度の大きな繭は繰糸中の解舒抵抗が小さい。

本実験を行うに当り御指導を賜つた本学部林教授、天白助教授、高木助教授、石川講師、実験材料の便宜を与えられた竹田助教授、田中一行氏並びに日東紡績株式会社出浦長氏、更に実験を御援助賜つた吉池恵美子、中西睦美両嬢に厚く謝意を表す。尙本研究の一部は昭和29年度文部省科学研究助成補助金によつたものであることを併記し当局に対して深謝の意を表す。

参 考 文 献

- (1) 荻原 清 治 「蚕繭学」148~151(1951)
- (2) 服部 達 吉 日本蚕糸学雑誌7, 4: 273~280(1936)
- (3) (4) (1)に同じ。
- (5) 植村 芳 平 蚕糸学報12, 5, 41~48(1930)
- (6) 陶山 専 三 那是研究彙報1~15, (1931)

第四表

繭層別	繭層厚さ平均 (mm)	通水量対 10秒間 (c.c.)	通水度× 10 ⁵	備 考
外 層	0.36	35.34	25.8)	* 試料数各20
中 層	0.24	58.15	27.8)	
内 層	0.23	27.72	12.7 *	

* : 95%で有意

- (7) 石川 準 一 蚕糸界報41, 486, 55~59(1932)
- (8) 渡辺 勘 次 } 日本蚕糸学雑誌2, 1, 37~48(1931)
- 高梨 次 郎 }
- (9) 本間 仁 水理学提要(1943)
- (10) 武田 文 七 高分子3, 5, 6, 8, (1954)
- (11) Lord and Taylor, Journal of The Textile Institute 45, 5(1954)

Summary

1) The author made a trial apparatus to measure the water permeability of cocoon layers. It consists from the three parts, that is say, a water-supply bottle under constant pressure, a hydrolic gauge, and an insertion part.

2) Measuring the volume of the water flowing out of a hole of this apparatus through the test piece under unit pressure, unit time and unit area from the followig equation we can compare the water permeabilities of cocoon layers.

$$\text{water permeability} = \frac{VD}{\text{pts}}$$

3) The permeant process of cocoon layers can be found also by continuous measurment with this apparatus.

4) The correlation between water permeability and air permeability was recognized,

5) As the individual deviation in cocoons of the same kind is large, the deviation in the values of water permeability thus obtained is large.

6) Unwinding resistance of cocoons seems to be low in high water permeability.