漁網材料の研究

III. 網糸の抗張力に関する二三の知見 (2)

三　浦　鉄　雄

(北海道大学水産学部漁具物理学教室)

Mechanical Studies of Fishing Net Materials

III. Some information on the tensile strength of netting cord (2)

Tetsuo MIURA

Abstract

The relations between the tensile strength and the various sizes of cord were studied and also the values of some attributes of cord were computed. The materials used for this study are 20s/ν/3Z cotton cord (ν is a sign representing various cord numbers) and 250d(15)/ν/3Z amilan cord which were manufactured by the Hakodate Fishing Net Company (in Japan).

The values of the specific gravity and the weight per unit length of the cord of each number were measured as shown in Table 1 and these were taken as the basis of the calculations by which the following results were obtained.

The various kinds of the size of cord — weight per unit length, substantial area of cross-section, diameter of circle corresponding to the above area, strand radius and yarn radius — and the cord number or the total number of yarns, have the relations as given in Table 2. The approximate values of the substantial fineness of the cord of each number were computed from the formulas given in Table 2 as shown in Table 3.

Formerly, Kawai, Terada *et al*[1] have come to a conclusion, in their study on the same relations, as if the weight per unit length and the substantial area of cross-section would be quantities independent of each other. However, this conclusion is contradictory, since the area of cross-section measured by the gravimetric method as adopted by them and the weight per unit length are the same quantities intrinsically. This fact was discussed fully in the present paper.

If it is assumed that the one metre length of No. ν at the intrinsic state of cord weighs G grams which is computed from the following formula —

$G=0.1093\nu$　for the cotton cord

$G=0.0820\nu$　for the amilan cord,

and that the tensile strength and the cord number are in proportion, the relations between the tensile strength and the weight per unit length or the substantial area of cross-section are expressed by the equations of straight line as shown in Table 4.

If the actual measurements of the above quantities are exclusively taken as the basis of consideration, these pairs of variables indicate that a straight line will not fit a set of points satisfactorily and a curve of the type $y=bx^a$ will fit a set of points better than the above line. The formulas of this type were expressed as shown in Tables 6 and 7.

The above results, of course, may be appreciably different according to the materials used, but the grounds of discussion are not altered by such a difference.

1 緒　　　論

さきに，川合・寺田等[1]は綱の大小と抗張力との関係を実験して，綿網糸では“(i)抗張力と単位長重量とは60号までは撚の堅弱に関係なく比例し(ii)抗張力と断面積とは堅撚の場合はほぼ比例するが弱撚の場合は比例しない”という結論を下している。然るに，糸の断面積は，同氏等が行つたように比重法で求める場合は，単位長重量と本質的に同じもので，単に数値の違いがあるに過ぎない。従つて，撚の堅弱に関係なく抗張力が単位長重量に比例するものならば断面積にも比例すべきであり，上記の結論には矛盾がある。尙同報告は以上の関係を図示しているだけで実験式を求めていないし，各測定値を載せてないから後で実験式を求めるわけにいかない。その後，長棟[2]及び宮本[3]はそれぞれの著書に乾・湿両状態時における糸の抗張力と単位長重量との実験式を与えているが，勿論測定の方法や数値は示されていない。然るに，糸の単位長重量は，糸の自然の長さの決め方によつて値が異なつてくるので，たとい同一試料であつても実験式中の常数の値が変り得るものである。従つて糸の自然の長さの決め方を示していない実験式については一考を要する。勿論，材料繊維の種類・品質・糸までの製造過程・測定条件等による相違は当然である。

著者は以上の事実を論議した上，綿網糸については乾湿両状態時ばかりでなく白煮後乾・白煮後湿状態時における同じ関係の実験式を求め，又合成繊維アミランの網糸についても同じ関係式を求め，更に糸の諸属性の数値及びそれら間の関係を算出して綿及びアミラン網糸についての二三の特性を求めたのでここに報告する。

2 供 試 材 料

函館製網K.K.製普通撚綿及びアミラン網糸で，その太さの種類及び構造は次の通りである。詳細は本題第1報[4]に示してある。

綿　　糸　20s/ 4, 6, 8, 10, 12, 14, 15, 16, 18, 20, /3Z　の10種類

アミラン糸　250d(15)/ 3, 4, 5, 8, 10, 12, 15, 18, 20, /3Z　及び 250d(15)/4/4Z　の10種類

3 測 定 方 法

抗　　張　　力：測定方法は第1報[4]に述べてある通りで，その測定値は同報第1，2表に示してある。

糸の自然の長さ：同報にも述べてある通り，単糸1本について1g宛荷重した時の糸の張り方をもつて糸固有の状態とみて，その長さを測ることにした。

単位長重量：抗張力を測定した後，予め印しておいた糸の自然長50cmの2標線部よりチヤック部の糸片を切り去り，残つた2糸片（つないで50cm長となる）を合せて評量し，その2倍をとつて糸長1mの重量とした。

比　　　　重：綿繊維の比重は，各号糸について上記 50cm 長の糸30本を1束にし，その重さを空気中及び水中で測つて算出した。但し水中重量は，白煮によつて糸内の気泡を除き引続き二昼夜水中に沈めて吸水させた後水中より取り出さずにそのまま懸垂させて評量した。アミラン繊維の比重は各号について 50cm 長の糸15本を1束とした時の空気中及び水中重量から算出した。白煮は行わない。

試験室状態：20～24°C,　60～65% R.H.

4 比重及び単位長重量測定値

綿或はアミランの各号糸より測定した夫々の繊維の比重 s と各号糸の単位長重量 G(g/m)の値は第1表の通りである。又表によつて綿及びアミラン糸の号数に対する単位長重量を図示すれば第1図のようになる。

Table 1. The specific gravity s measured and the weight per unit length G of the cord* of each number.

Cotton cord			Amilan cord		
#	s	G (g/m)	#	s	G (g/m)
4	1.533	0.414	3	1.177	0.248
6	1.532	0.632	4	1.165	0.367
8	1.534	0.871	5	1.163	0.400
10	1.529	1.089	**5.3	1.176	0.400
12	1.529	1.299	8	1.154	0.580
14	1.524	1.523	10	1.155	1.033
15	1.526	1.619	12	1.153	0.997
16	1.520	1.735	15	1.151	1.047
18	1.523	1.995	18	1.110	1.605
20	1.514	2.214	20	1.124	1.580

* 20s/ν/3Z cotton cord and 250d (15)/ν/3Z amilan cord (ν is a sign representing various cord numbers, s count, d denier and Z direction of upper twist).

** See the author's previous report[4] p. 354.

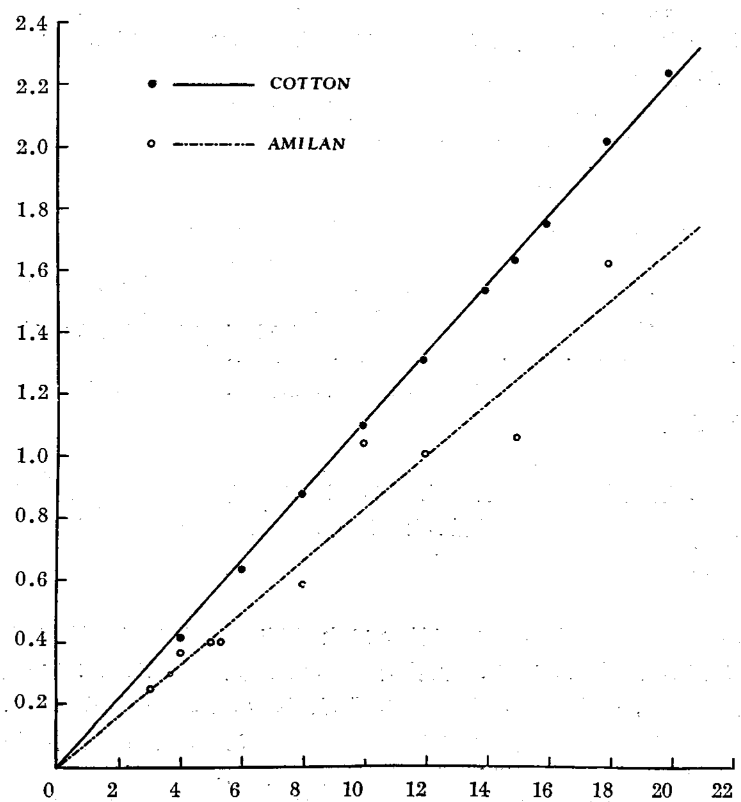

Fig. 1. Weight per unit length of netting cords plotted against cord numbers. The lines are from the formulas (1) and (2). Ordinate—weight per unit length in g.m^{-1}; abscissa—cord number.

5　糸の諸属性に関する計算結果と考察

第1図によれば単位長重量と号数とはほぼ比例する。よつて号数に対する単位長重量の回帰関係が原点を通る直線であると仮定し，第1報[4] 354頁の計算順序に従つて単位長重量 G の号数 ν（又は単糸数 n）に関する母回帰係数 β の95%信頼度における信頼区間を算出し，G と ν（又は n）の関係式を求めれば次のようになる。

綿　　糸：標本回帰係数　$b=\sum\nu G/\sum\nu^2=0.1093$

その不偏分散平方根　$u_b=0.0010$

t 分布表[5]によれば　$n=N-2=11-2=9$ のとき　$t_{0.05}=2.2622$

$\therefore\quad 0.1070\leqq\beta\leqq0.1116$　即ち　$\beta=0.1093\pm0.0023$

$$\therefore\quad G=(0.1093\pm0.0023)\nu=(0.0364\pm0.0008)n \qquad (1)$$

アミラン糸：$b=0.0820$,　$u_b=0.0053$,　$n=9$　のとき　$t_{0.05}=2.2622$

$\therefore\quad 0.0700\leqq\beta\leqq0.0940$　即ち　$\beta=0.0820\pm0.0120$

$$\therefore\quad G=(0.0820\pm0.0120)\nu=(0.0273\pm0.0040)n \qquad (2)$$

(1)，(2)によつて同じ号数の綿糸及びアミラン糸の重量 G_c と G_a とを比較すれば

$$G_a/G_c\fallingdotseq0.753\pm0.126 \qquad (3)$$

但し，この区間は95＋%信頼度におけるものとなる（第1報，357頁参照）・これによればアミラン糸の重さは同じ号数の綿糸の重さの約75%である。

次に綿・アミランの各号糸より得たそれぞれの繊維の比重を考察する。各号糸より求めた値の相違が偶然誤差にのみ起因するとするならば，統計数値表[5]の解説106頁に示されている方法によつて，その母平均の信頼区間が求められる。信頼度を95%にとれば

綿　　糸：標本平均値　$\bar{s}=1.526$　その不偏分散平方根　$u_s=0.006$

$n=N-1=10-1=9$　のとき　$t_{0.05}=2.2622$

$$\therefore\quad s=1.526\pm0.004 \qquad (4)$$

アミラン糸：　$\bar{s}=1.153$,　$u_s=0.021$,　$n=9$　のとき　$t_{0.05}=2.2622$

$$\therefore\quad s=1.153\pm0.015 \qquad (5)$$

上では一応各号糸より求めた比重の値に偶然誤差のみがあると仮定したのであるが，表をよく見れば判る通り，綿繊維の比重は糸が太くなるほど減少の傾向にある。これは糸が太くなるほど脱気が充分に行われなかつたことを意味するものではなかろうか。即ち表の傾向から定誤差があると考えられ，撚糸を試料として繊維の比重を求めた場合には，むしろ細糸より得たものゝ方に信頼性がある。よつて，ここでは綿繊維の比重の値として(4)の上限をとり

$$s_c=1.530 \qquad (4)'$$

ときめる。アミランの場合も各号糸よりの比重値は糸が太くなるほど減少傾向にあるようであるが，この場合は，もともと処理済糸であるため，値の変動が大きく簡単に修正することは危険である。よつてこの場合は(5)の中央値をとり

$$s_a=1.153 \qquad (5)'$$

ときめる。(4)′，(5)′の値は諸文献[6]のものと比較しても大体適当な値である。勿論綿の場合は，繊維の種類・産地によつて違うし又混綿されているから文献の値をそのまま採用するわけにいかない。

糸の実質断面積を A mm²，糸長1mの重量を Wg，繊維の比重を s とすれば $G=sA$ であるから，s がきまれば A は G から求められる。即ち断面積は，これを比重法によつて求めた場合には，単位長重量とは独立なものではない。故に緒論で述べた通り川合・寺田等の結論には矛盾がある。綿・アミラン繊維の比重を，(4)′，(5)′として，$G=sA$ の関係と(1)，(2)の関係式から，綿・アミラン糸の断面積 A mm²と ν（又は n）との関係は次のように算出される。勿論誤差は95%信頼度におけるものである。

綿　　糸：　$A=(0.0714\pm0.0015)\nu=(0.0238\pm0.0005)n$　　(6)

アミラン糸：　$A=(0.0713\pm0.0104)\nu=(0.0238\pm0.0035)n$　　(7)

(6), (7)における係数の信頼区間を比較すればわかる通り，比重法で求めた糸の実質断面積は，20s単糸でつくられた綿糸と250d原糸でつくられたアミラン糸（綿糸と同じ構成の）との間には，有意の差がないことが知られる（単に番手とデニールとの換算では20sは266d，250dは21.3sに相当)。

次に，糸の実質断面を円と仮定した時の撚糸の直径を D_{mm}，片子糸の半径を r_{mm}，単糸の半径を ρ_{mm} とすれば，$A=\frac{\pi}{4}D^2=3\pi r^2=3\pi\rho^2\nu$ の関係と(6), (7)式とから，D, r と ν（又はn）との関係及び ρ の値が直ちに算出される。その結果と上に求めた結果とをまとめて示せば第2表の通りになる。

Table 2. The relations between the various kinds of the size* of cord and the cord number ν or the total number of yarns n.

Cotton cord	Amilan cord
$G=(0.1093\pm0.0023)\nu=(0.0364\pm0.0008)\,n$	$G=(0.0820\pm0.0120)\nu=(0.0273\pm0.0040)\,n$
$s=1.530$	$s=1.153$
$A=(0.0714\pm0.0015)\nu=(0.0238\pm0.0005)\,n$	$A=(0.0713\pm0.0104)\nu=(0.0238\pm0.035)\,n$
$D=(0.302\pm0.003)\sqrt{\nu}=(0.174\pm0.002)\sqrt{n}$	$D=(0.301\pm0.022)\sqrt{\nu}=(0.173\pm0.013)\sqrt{n}$
$r=(0.087\pm0.001)\sqrt{\nu}=(0.050\pm0.001)\sqrt{n}$	$r=(0.087\pm0.006)\sqrt{\nu}=(0.050\pm0.004)\sqrt{n}$
$\rho=0.087\pm0.001$	$\rho=0.087\pm0.006$

* G=weight per unit length in $g.m^{-1}$, s=specific gravity, A=substantial area of cross-section in sq mm, D=diameter of circle corresponding to A in mm, r=strand radious in mm, ρ=yarn radious in mm.

表によれば20s綿撚糸の重量Ggは，単糸数を n とすれば

$$G=(0.0364\pm0.0008)n \qquad (8)$$

となる。宮本[3]はその著書に，川合[7]の行つた試験結果から $G=0.356n$ なる数値を与えている（同著61及び64頁）が，これは誤植か計算違ひであろう。(8)において下の限界をとれば $G=0.0356n$ となり，丁度1桁違つている。

尚参考のため撚糸各号の単位長重量 Gg/m，断面積 A_{mm^2}，直径 D_{mm} 及び片子糸の半径 r_{mm} を算出してみれば第3表の如くなる。

Table 3. The approximate values of the substantial fineness of the cord of each number, computed from the formulas given in Table 2.

Cotton cord					Amilan cord				
#	G g/m	A sq mm	D mm	r mm	#	G g/m	A sq mm	D mm	r mm
4	0.437	0.286	0.604	0.174	3	0.246	0.214	0.521	0.151
6	0.656	0.428	0.740	0.213	4	0.328	0.285	0.602	0.174
8	0.874	0.571	0.854	0.246	5	0.410	0.357	0.673	0.195
10	1.093	0.714	0.955	0.275	5.3	0.435	0.378	0.693	0.200
12	1.312	0.857	1.046	0.301	8	0.656	0.570	0.851	0.246
14	1.530	1.000	1.130	0.326	10	0.820	0.713	0.952	0.275
15	1.640	1.071	1.170	0.337	12	0.984	0.856	1.043	0.301
16	1.749	1.142	1.208	0.348	15	1.230	1.070	1.166	0.337
18	1.967	1.285	1.281	0.369	18	1.476	1.283	1.277	0.369
20	2.186	1.428	1.351	0.389	20	1.640	1.426	1.346	0.389

6 糸の抗張力と単位長重量又は断面積との関係 (1)

著者は第1報[4]において，糸の抗張力と号数とが比例するものと仮定して糸の乾・湿その他の状態時における抗張力と号数との関係式を求めたが，もし前項のように単位長重量又は断面積と号数とが比例するものと仮定するならば，抗張力と単位長重量又は断面積とはこれ又比例すべきである。ところで綿糸の単位長重量と号数との関係図(第1図)において，最適合直線よりの各点の偏寄は一応偶然誤差のみによるとみて (1) 式を得たのであるが，図をよく見れば判るように，概して号数の小なる点は直線より下に，大なる点は直線の上にある。このことは各点の偏寄が単に偶然誤差のみによるものでないことを意味する。この試験においては，糸の自然の長さをきめるのに，単糸1本について 1g 宛荷重したときの糸の張りを自然とみて，その状態において長さを測つたのであるが，もし号数の小なるうちは単糸1本について 1g より少な目に，号数の大なるときは 1g より大き目に荷重し，かくて直線上に点がよくのるように糸固有の長さをきめることが出来たと仮定すれば，(1)式の信頼誤差は更に小さくなるであろう。換言すれば糸の長さのきめ方いかんによつて単位長重量と号数との比例関係は良くもなり悪くもなる。しかも糸の自然の長さというものを本質的に定義することは不可能である。

よつて今，糸固有の長さを適当に定めることにより，単位長重量と号数とは完全に比例し，しかも $G=0.1093\nu$ なる関係を充したとしよう。逆にいえば，$G=0.1093\nu$ で与えられる重量をもつ糸の長さを ν 号糸の1mと定義するのである。一方綿繊維の比重を $s=1.530$ ときめるならば，必然的に綿糸の断面積 A_{mm^2}は $A=0.0714\nu$ ときまる。アミラン糸の場合には，これが処理済糸であるため，勿論以上のような考察を許さないが，綿糸と同様に取扱つて，$G=0.0820\nu$, $s=1.153$ 従つて $A=0.0713\nu$ ときめる。即ちGもAも予め定めておく。然るときは，第1報[4]の抗張力と号数との関係式と，以上の関係式とから，抗張力と単位長重量又は断面積との関係が直ちに算出される。その結果は第4表の通りである。

Table 4. The relations* between the cord tensile strength in kg R in various conditions and the weight per unit length in g.m^{-1} G or the substantial area of cross-section in sq mm A, expressed with the 95% confidence error.

Condititions	Cotton cord	Amilan cord
Dry	$R_1=(12.9\pm0.7)\ G$	$R_1=(30.7\pm4.3)\ G$
	$=(19.7\pm1.1)\ A$	$=(34.8\pm4.8)\ A$
Wet	$R_2=(14.7\pm1.1)\ G$	$R_2=(25.1\pm3.1)\ G$
	$=(22.4\pm1.7)\ A$	$=(28.4\pm3.5)\ A$
Dry after boiling	$R_3=(13.3\pm0.9)\ G$	
	$=(20.3\pm1.4)\ A$	
Wet after boiling	$R_4=(13.8\pm0.9)\ G$	
	$=(21.0\pm1.3)\ A$	

* It has been assumed that the one metre length of No. ν at the intrinsic state of cord weighs G grams which is computed from the following formula —$G=0.1093\ \nu$ for the cotton cord and $G=0.0820\ \nu$ for the amilan cord —, and that the tensile strength and the cord number are in proportion.

7 糸の抗張力と単位長重量又は断面積との関係 (2)

前項においては，抗張力と号数とは比例するものと仮定し，綿糸では $G=0.1093\nu$ アミラン糸では $G=0.0820\nu$ で与えられる重さをもつ糸の長さを ν 号糸の 1m ときめ，計算によつて抗張力と単位長重量又は断面積との関係を求めたのであるが，これらの仮定や考察を排して実測値だけをもとにした場合はどうなるであろうか。

第1報，第1図をよく見れば判るように，目立つほどではないが概して号数の小なるR点は最適合直線よ

り上に，号数の大なるR点は下になつている。一方単位長重量と号数との関係においては目立つほどでないが概して号数の小なるG点は最適合直線より下に，号数の大なるG点は上になつている。従つてRとGとの関係図をつくつて見ると，上の二性質が重なり合つてGの小なるR点は最適合直線より上に，Gの大なるR点は下にかなりはつきり現われてくる。よつて単位長重量又は断面積のような糸の属性を一般にMで表すとき，RとMとの関係としては，原点を通る直線と仮定するよりもより一般的に

$$R=bM^a \quad (a, b\text{は常数}) \tag{9}$$

なる式をあてはめた方が近似性が高いようである。前項の場合は誤差をMの係数だけにもたせようとし，この場合は誤差をMの係数と指数とに分担させたことになる。前者は実用的に便利な形であるが，仮定を必要とする。後者は実用的には不便であるが，実験値をもとにしている。何れにしろ，測定の範囲内（糸の太さの）では大同小異であるが，将来更に太い糸についても試験する予定であるから，(9)式を仮定した場合の結果も次に求めておこう。まずその計算順序を一般的に示しておく。

(9)式より
$$\log R=\log b+a\log M$$
ここで $\log R=Y,\quad \log M=X,\quad a=\beta_1,\quad \log b=\beta_0$ とおけば

$$Y=\beta_0+\beta_1 X \tag{10}$$

となる。故にこの二変量X, Yにおいて，Xに対するYの回帰関係が直線であると仮定して0次，1次の母回帰係数を推定する方法を考える。

統計数値表[5] 109頁に示された回帰係数検定法はYの標本値y_iは上の母回帰直線の周りに等しい分散σ^2の正規分布をしており，又Xの標本値x_iは固定している場合であるが，糸の属性としての変量X, Yは二元正規分布に従うものとしてよいからy_iはこの仮定を満足する。

今X, Yの分散及び共分散を夫々V_x, V_y, C_{xy}で表わすならば1次の標本回帰係数$b_1=C_{xy}/V_x$，残差平方和$\varDelta=N(V_y-b_1C_{xy})$，又$u^2=\varDelta/N-2$とおけば$b_1$の不偏分散$V_{b1}{}^2=u^2/NV_x$で計算される。そして

$$F=\frac{(b_1-\beta_1)^2}{V_{b1}{}^2} \qquad \begin{array}{ll}(b_1-\beta_1)^2\text{の自由度} & n-1\\ V_{b1}{}^2\text{　の自由度} & n=N-2\end{array}$$

はF分布をなし，その平方根はt分布をする。

$$t=\frac{b_1-\beta_1}{V_{b1}} \qquad n=N-2$$

それで Prob $\{|t|<t\alpha_1\}=\beta_1$ を満足する t_α を t 分布表によつて求め得たとすれば

$$|t|<t\alpha_1 \qquad \text{即ち} \qquad \left|\frac{b_1-\beta_1}{V_{b1}}\right|<t\alpha_1$$

をβ_1に関して解いて，信頼度$(1-\alpha_1)\times100\%$の信頼区間として

$$b_1-t\alpha_1\cdot V_{b1}\leqq\beta_1\leqq b_1+t\alpha_1\cdot V_{b1} \tag{11}$$

を得る。標本から定めた回帰直線は

$$y'=b_0+b_1(x-\bar{x}) \qquad b_0=\frac{1}{N}\sum y_i$$

で，理論的回帰直線は

$$Y=\beta_0+\beta_1 x=\beta_0+\beta_1\bar{x}+\beta_1(x-\bar{x})$$

今
$$\gamma=\beta_0+\beta_1\bar{x}$$
とおけば
$$t=\frac{b_0-\gamma}{u}\sqrt{N} \qquad n=N-2$$

はt分布をする。それで Prob $\{|t|<t\alpha_0\}=\beta_0$ なる如き $t\alpha_0$ を表より求めたとすれば

$$|t|<t\alpha_0 \qquad \text{即ち} \qquad \left|\frac{b_0-\gamma}{u}\sqrt{N}\right|<t\alpha_0$$

をγに関して解いて

$$b_0-t\alpha_0\frac{u}{\sqrt{N}}\leqq\gamma\leqq b_0+t\alpha_0\frac{u}{\sqrt{N}}$$

$$b_0-t\alpha_0\frac{u}{\sqrt{N}}-\beta_1\bar{x}\leqq\beta_0\leqq b_0+t\alpha_0\frac{u}{\sqrt{N}}-\beta_1\bar{x}$$

今 β_1 の信頼限界を　$\beta_{1\min} \leqq \beta_1 \leqq \beta_{1\max}$　の如く表せば
信頼度 $(1-\alpha_0)\times 100$(以上の) %の信頼区間として

$$b_0 - t\alpha_0 \frac{u}{\sqrt{N}} - \beta_{1\max}\bar{x} \leqq \beta_0 \leqq b_0 + t\alpha_0 \frac{u}{\sqrt{N}} - \beta_{1\min}\bar{x} \tag{12}$$

即ち，この推定法では β_0 の信頼区間は β_1 とは独立に定まらない。従つて信頼度も $(1-\alpha_0)\times 100$ 以上の% というように確定的に宣言出来ないが，α_0 と α_1 とを，その間に甚だしい差がないようにとるならば，$\beta_{1\max}$, $\beta_{1\min}$ を含む項の，β_0 の信頼誤差に及ぼす影響は小さいから，今後(12)式の信頼度を示すのにいちいち"以上の"と断らないことにする。

以上の推定法により抗張力と単位長重量の関係を計算すれば次のようになる。

綿　　糸：

気乾状態のとき　$V_x=0.04862$,　$V_y=0.04095$,　$C_{xy}=0.04453$

$b_1=0.91579$,　$\varDelta=0.00171$,　$u=0.01461$,　$V_{b1}=0.02095$

$\alpha_1=0.051$ にとれば　$n=N-2=8$ のとき　$t_{0.05}=2.3060$

故に(9)式により95%信頼度で　$0.8675\leqq\beta_1\leqq0.9641$

又 $b_0=\bar{y}=1.20114$,　$\bar{x}=0.07848$,　$\alpha_0=\alpha_1=0.05$　にとれば

(10)式により95%信頼度で　$1.1148\leqq\beta_0\leqq1.1437$

$\therefore\ Y=(0.9158\pm0.0483)X+(1.1293\pm0.0144)$

湿潤状態のとき　$V_x=0.04862$,　$V_y=0.04308$,　$C_{xy}=0.04537$

$b_1=\bar{y}=0.93319$,　$\varDelta=0.00736$,　$u=0.00092$

$V_{b1}=0.04350$,　$0.8329\leqq\beta_1\leqq1.0335$

又　$b_0=\bar{y}=1.26171$,　$\bar{x}=0.07848$

$1.1585\leqq\beta_0\leqq1.2185$

故に95%信頼度で

$Y=(0.9332\pm0.1003)X+(1.1885\pm0.0300)$

白煮後乾燥状態のとき　$V_x=0.04862$,　$V_y=0.03628$,　$C_{xy}=0.04195$

$b_1=0.86285$,　$\varDelta=0.00079$,　$u=0.00991$

$V_{b1}=0.01421$,　$0.8301\leqq\beta_1\leqq0.8956$

又　$b_0=\bar{y}=1.22269$,　$\bar{x}=0.07848$

$1.1452\leqq\beta_0\leqq1.1648$

故に95%信頼度で

$Y=(0.8629\pm0.0328)X+(1.1550\pm0.0098)$

白煮後湿潤状態のとき　$V_x=0.04862$,　$V_y=0.03847$,　$C_{xy}=0.04314$

$b_1=0.88731$,　$\varDelta=0.00192$,　$u=0.01550$,

$V_{b1}=0.02223$　$0.8361\leqq\beta_1\leqq0.9386$

$b_0=\bar{y}=1.23351$,　$\bar{x}=0.07848$

$1.1486\leqq\beta_0\leqq1.1792$

故に95%信頼度で

$Y=(0.8873\pm0.0513)X+(1.1639\pm0.0153)$

アミラン糸：

気乾状態のとき　$V_x=0.07434$,　$V_y=0.06083$,　$C_{xy}=0.06551$

$b_1=0.88128$,　$\varDelta=0.03091$,　$u=0.00386$

$V_{b1}=0.07209$　$0.7150\leqq\beta_1\leqq1.0475$

$b_0=\bar{y}=1.35512$,　$\bar{x}=-0.16364$

$1.4812\leqq\beta_0\leqq1.5175$

故に95%信頼度で

$Y=(0.8813\pm0.1662)X+(1.4993\pm0.0181)$

湿潤状態のとき　$V_x=0.07434$,　$V_y=0.06233$,　$C_{xy}=0.06630$

$b_1=0.89182$,　$\varDelta=0.03204$,　$u=0.06328$

$V_{b1}=0.07339$

$0.72226\leqq\beta_1\leqq1.0611$

$b_0=\bar{y}=1.26390$,　$\bar{x}=-0.16364$

$1.3914\leqq\beta_0\leqq1.4283$

故に95%信頼度で

$Y=(0.8918\pm0.1692)X+(1.4098\pm0.0185)$

以上の結果をまとめて第5表を得る。

Table 5.　Equations of the best straight lines through the points in fig. 2, expressed with the 95% confidence errors.

Cotton cord	Amilan cord
$Y_1=(0.9158\pm0.0483)X+(1.1293\pm0.0144)$	$Y_1=(0.8813\pm0.1662)X+(1.4993\pm0.0181)$
$Y_2=(0.9332\pm0.1003)X+(1.1885\pm0.0300)$	$Y_2=(0.8918\pm0.1692)X+(1.4098\pm0.0185)$
$Y_3=(0.8629\pm0.0328)X+(1.1550\pm0.0098)$	
$Y_4=(0.8873\pm0.0513)X+(1.1639\pm0.0153)$	

* Y_1 = log. dry strength in kg, Y_2 = log. wet strength, Y_3 = log. dry after water boiling strength, Y_4 = log. wet after water boiling strength,　X = log. weight per unit length in g.m.$^{-1}$

これによつてRとGとの両対数関係に対する最適合直線を引けば第2(a～f)図の如くなる。

第5表から各回帰係数の信頼区間を比較すればすぐ判る通り95%信頼度において，綿糸では，気乾時における0次回帰係数（直線のY軸上における截辺）が他の状態時におけるそれらと有意差があるだけで，他の状態時における0次回帰係数間には有意差がなく，又1次回帰係数（直線の方向係数）間にはどの二つをとつても有意差が認められない。アミラン糸では両状態時で0次回帰係数には有意差があるが，1次回帰係数には有意差がない。綿糸とアミラン糸の間ではどの状態時の場合を比較しても0次回帰係数間には有意差があるが1次回帰係数間には有意差がない。

次に第5表において，$Y=\log R$, $X=\log G$　として逆対数をとればRとGとの関係が得られる(第6表)。

Table 6.　The relations* between the tensile strength in kg R and the weight per unit length in g. m^{-1} G, expressed with the 95% confidence errors.

Cotton cord	Amilan cord
$R_1=(13.48\pm0.45)\,G^{(0.916\pm0.048)}$	$R_1=(31.60\pm1.32)\,G^{(0.881\pm0.166)}$
$R_2=(15.47\pm1.07)\,G^{(0.933\pm0.100)}$	$R_2=(25.72\pm1.09)\,G^{(0.892\pm0.169)}$
$R_3=(14.29\pm0.32)\,G^{(0.863\pm0.033)}$	
$R_4=(14.59\pm0.51)\,G^{(0.887\pm0.051)}$	

* These have based on the actual measurements only (cf. Table 4).

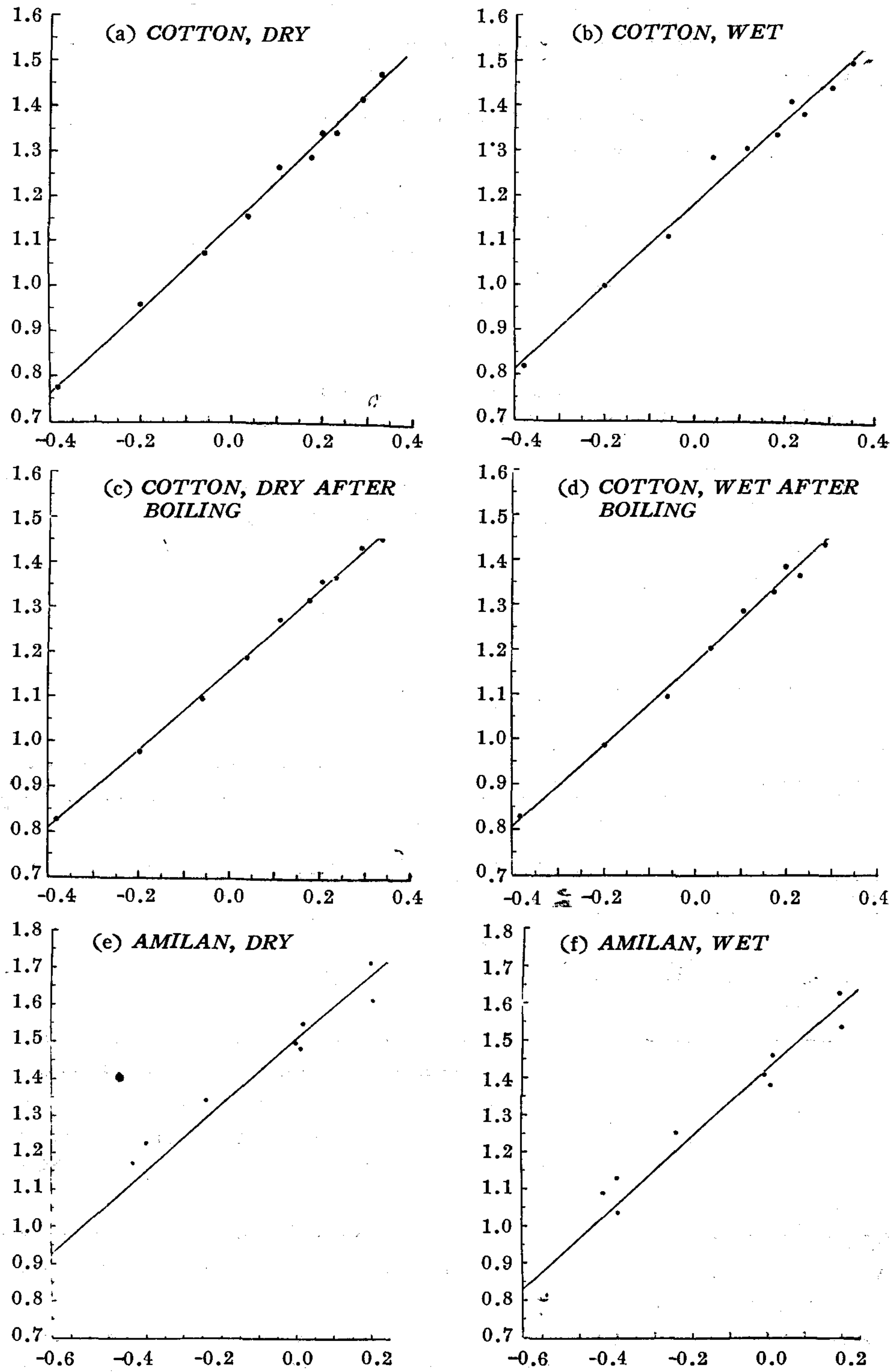

Fig. 2(a—f). Logarithms of tensile strengths of netting cords plotted against logarithms of weights per unit length. The lines are fitted from the formulas given in Table 5. Ordinate—log.tensile strength in kg; abscissa—log.weight per unit length in g.m.$^{-1}$

又綿糸及びアミラン糸の比重を夫々 $s_c=1.530$, $s_a=1.153$ ときめれば単位長重量と断面積との間に綿糸では $G=1.530A$, アミラン糸では $G=1.153A$ の関係があるから，これを第6表のGに入れて抗張力と断面積との関係が得られる(第7表)。

Table 7. The relations* between the tensile strength in kg R and the substantial area of cross-section in sq. mm A.

Cotton cord	Amilan cord
$R_1=(19.91\pm1.07)\ A^{(0.916\pm0.048)}$	$R_1=(46.23\pm5.18)\ A^{(0.881\pm0.160)}$
$R_2=(23.10\pm2.57)\ A^{(0.933+0.100)}$	$R_2=(37.79\pm4.31)\ A^{(0.892\pm0,169)}$
$R_3=(20.64\pm0.76)\ A^{(0.863\pm0.033)}$	
$R_4=(21.31\pm1.22)\ A^{(0.887\pm0.051)}$	

* These were calculated from the formulas given in Table 6 and the specific gravity of cord ($s=1.530$ in cotton, $s=1.153$ in amilan).

第6又は7表によつて知られる通り，この試験で採用したような，糸の自然長のきめ方をもとにした実測値そのまゝを用いるときは，G(又はA) の指数を1としてよいのは，95%信頼度においてアミラン糸と湿潤状態時の綿糸の場合である。しかしこの場合は本来の性質としてよりも，点のばらつきが大きく，従つて信頼誤差が大きいためであろう。糸の太さについての測定範囲が大きくなればなるほど(9)式が適合してゆくものと思われる。現在の測定範囲では6項によるも7項によるも大差はなく，むしろ6項による方が実用的には便利であろう。

8 要　　結

函館製網K.K.製普通撚の 20s/ν/3Z 綿網糸及び 250d(15)/ν/3Z アミラン網糸 (ν：号数) を試料とし，糸の諸属性の数値及びそれら間の関係，乾・湿その他の状態時における糸の抗張力と太さとの関係等を求めた。そのうちの二三については，すでに他の研究者により発表されているが，それらの報告とは異なる結論に達したものもある。

(1)糸の単位長重量と号数(又は単糸数)とはほぼ比例する。その比例常数の値は第2表に示してある。綿糸の場合，糸長1mの重量Ggは，単糸数をnとすれば

$$G=(0.0364\pm0.0008)n$$

で与えられる。宮本はその著書[3]の61・64頁に $G=0.356n$ なる値を示しているが，これは明らかに桁違いであろう。尚試料としたアミラン糸の重量は，同号の綿糸のそれの約75%である。

(2)糸の断面積は，これを比重法で求める以上は単位長重量と本質的に同じものである。網糸をつくる繊維の比重には，測定の上修正を加えて第2表に示す値を採用した。この値と G, ν (又はn) 間の関係式とから，糸の断面積 A_{mm^2}, 断面を真円とみたときの直径 D_{mm} 及び片子糸の半径 r_{mm} 等と ν (又はn) との関係を導き，更に単糸の半径 ρ_{mm} も算出した。その結果，20s 単糸で構成された綿糸と 250d 原糸で構成されたアミラン糸との間では，太さについての有意差がないことが知られた(単に番手とデニールとの換算では，20s は 266d, 250d は 21.3s に相当)。

(3)抗張力Rが ν (又はn) に比例すると仮定するならば，上の各条によりGにも従つて又Aにも比例すべきである。川合・寺田等[1]は，GとAとを，Rとの比例関係において，あだかも独立の量であるかのような結論を出しているが，これは正しくない。

(4)綿糸については $G=0.1093\nu$, アミラン糸については $G=0.0820\nu$ で与えられる重量Ggをもつ糸の長さをν号糸の1mときめ，それぞれの繊維の比重としては第2表に示した値を採用し，Rとν(又はn)とが比例するとすれば，RとG(又はA)との関係は第4表で示される。

(5)RとGとの実測値だけをもとにした場合は，これらが互に比例すると仮定するよりも　$R=bM^a$（MはG, Aなど他の属性）なる曲線を適合させた方が近似度が高い。糸の太さについての測定範囲が大きくなるほど，この傾向を示してゆくと思われる。この形式の実験式は第6・7表に示してある。現在の測定範囲では第4表によるも第6・7表によるも大差がない。実用的には第4表の方が便利であろう。

以上は現在の測定範囲（糸の太さについての）内での結果で，将来更に太い糸も含めた結果を出したいと考えている。変量の母平均を推定する場合はすべて信頼度を95%にとつた。勿論試料の母集団が変れば算出した諸数値も若干異なつてくるであろうが，論点には変りがない。

引用文献

1) 川合角也・寺田寅彥．外2名（1914）．水講試験報告 9（6），169-187．

2) 長棟輝友（1932）．最新漁撈学．26p．東京；厚生閣．

3) 宮本秀明（1952）．定置網漁論．64p.，61p．東京；河出書房．

4) 三浦鉄雄（1954）．北大水産彙報 4（4），351-360．

5) 統計科学研究会編（1952）．新編統計数値表．東京；河出書房．

6) Mathews, J. M. (1952). *Textile Fibers*, Fifth Edition edited by Mauersberger. New York; Wiley, Inc. 繊維学会編（1950）．繊維工学便覧．東京；修教社．その他繊維学会誌，繊維工業試験所彙報，東洋レーヨン彙報等．

7) 川合角也（1911）．水講試験報告 6（3），1-52．