網 絲 の 剛 さ

三 善 清 旭

(水 産 講 習 所)

On the Flexibility of Netting Cords.

Kiyohide Miyosi

SYNOPSIS

The force needed for bending a cord in a circular arc was measured with a torsion balance (Fig. 1). Test materials were common cords for the gill nets. The results obtained are as follows:—

(1) If the curvature and the span are constant, the relation of the force for bending, W , to the radius of cord, r , is empirically formulated as $W = kr^{3.2}$.

(2) When the radius of curvature and the span are 7.8 mm and 9.0 mm respectively, the value of k , i. e. the force in gr. to bend a cord of 1 mm in radius, is evaluated as given in the next table.

Cord constructed out of	Dried in air	Wetted by 24 hours' immersion in water
Cotton yarns	22	45
Ramie yarns	28	17
Ramie fibres	220	92

In this paper, a probable explanation of the result (1) is given.

刺網に使はれる網絲は強くても相當に柔かいことが必要である。網絲を柔かにするには撚を少くすればよいが、その爲めに絲の強さが減る虞がある。著者は網絲に相當な強さと柔かさを持たせる撚数を定めるに先立つて、現在刺網に用ゐられてゐる絲の剛さを測つた。

絲の剛さを表はすには、絲に一定の彎曲を與へるに要する力を以てし、その測定は第 1 圖に示される器械を使つた。剛さを測るには、先づ長さ約 15 mm の絲を 2 つの固定した双と振り秤で動かせる環の間に挟み、次に振り秤によつて環を押して 2 つの双の間で絲が環と觸れ合ふときの捩角を読み、これから力を求めた (第 1 表)。

第 2 圖にその一例を示す様に、絲に一定の彎曲を與へるに要する力 W は絲の半径 r に對して略々次式の關係をもつ。

$$W = kr^{3.2}$$

茲に k は半径 1 mm の絲を曲げるに要する力を gr で表はしたるもので、 R と L とが同一なときは絲を構成する纖維の種類及び其の乾濕の状態に由る (第 2 表)。

絲の個々による剛さの變異の程度は主として纖維の種類により、變異係数が綿絲で 12%, ラミーで 16%, 岩絲で 15% である。

一般に圓柱形固體では一定の彎曲を與へる力は r^4 に比例するが、絲ではこれが $r^{3.2}$ に比例する事實は次の様に説明される。

第 1 圖

第 1 表

W : 一定の彎曲を與へるに要する力, L : 2つの刃の間隔, R : 環の半径, r : 網絲の半径,
 n : 網絲 30 cm の上燃の数, N : 網絲 30 cm の下燃の数, S.D.: 標準誤差, 浸潤: 24 時
 間水中に浸す (15°~20°C)。

網 絲 の 種 類				L mm	R mm	氣 乾		浸 潤		r mm	N	n
						W gr.	S.D.	W gr.	S.D.			
綿 絲	20番手	3子	60本合	9.0	7.8	26.0	2.5	—	—	1.11	131.3	50.5
"	"	"	30	"	"	9.86	1.33	19.66	2.93	0.77	177.7	65.0
"	"	"	24	"	"	6.71	0.78	10.98	1.20	0.65	220.6	71.0
"	"	"	21	"	"	6.72	0.93	11.43	1.38	0.62	227.3	77.4
"	"	"	18	"	"	3.94	0.44	7.39	0.89	0.60	229.8	76.4
"	"	"	15	"	"	2.69	0.34	5.52	0.65	0.52	294.0	91.8
"	"	"	12	"	"	1.97	0.20	3.18	0.47	0.50	330.7	99.6
"	"	"	9	"	"	1.51	0.17	2.43	0.45	0.40	411.1	128.1
"	"	"	6	"	"	0.66	0.12	1.25	0.16	0.34	474.0	138.3
"	"	2	4	"	"	0.29	0.05	0.46	0.09	0.26	238.3	160.0
"	"	3	30	6.5	"	10.60	1.00	—	—	0.77	177.7	65.0
"	"	"	24	"	"	7.44	0.81	—	—	0.65	220.6	71.0
"	"	"	21	"	"	7.09	0.95	—	—	0.62	227.3	77.4
"	"	"	18	"	"	4.32	0.63	—	—	0.60	229.8	76.4
"	"	"	15	"	"	3.03	0.32	—	—	0.52	294.0	91.8
"	"	"	12	"	"	2.10	0.21	—	—	0.50	330.7	99.6
"	"	"	9	"	"	1.23	0.16	—	—	0.40	411.1	128.1
"	"	"	6	"	"	0.80	0.11	—	—	0.34	474.0	138.3
"	"	"	30	9.0	10.6	6.60	0.81	—	—	0.77	177.7	65.0
"	"	"	24	"	"	4.35	0.49	—	—	0.65	220.6	71.0
"	"	"	18	"	"	2.45	0.25	—	—	0.60	229.8	76.4
"	"	"	15	"	"	1.75	0.24	—	—	0.52	294.0	91.8
"	"	"	9	"	"	0.97	0.14	—	—	0.40	411.1	128.1
"	"	"	6	"	"	0.49	0.09	—	—	0.34	474.0	138.3
ラミー	7	2	2	9.0	7.8	2.30	0.38	1.97	0.28	0.49	—	93.9
"	60	"	8	"	"	2.23	0.38	1.62	0.32	0.43	188.3	91.4
"	8	"	2	"	"	3.15	0.37	2.12	0.31	0.46	—	89.2
"	17	5	5	"	"	4.24	0.66	1.78	0.31	0.53	—	26.8
"	28	2	6	"	"	1.87	0.34	1.42	0.33	0.41	126.2	63.7
"	20	5	5	"	"	6.00	1.11	2.21	0.40	0.55	—	27.6
"	"	2	14	"	"	13.06	1.87	7.46	1.18	0.82	71.8	41.5
"	"	"	6	"	"	4.31	0.77	3.72	0.56	0.63	131.6	59.0
岩 絲	極細枚			9.0	7.8	30.8	3.15	14.1	2.5	0.52	—	65.8
"	"	"	"	"	"	41.3	6.3	16.1	3.5	0.59	—	65.8
"	"	"	"	"	"	—	—	18.6	3.7	0.62	—	65.8

第 2 表

網絲の種類		L mm	R mm	k の 値		浸潤 ／ 氣乾
				氣 乾	浸 潤	
綿	絲	9.0	7.8	22	45	2.04
"	"	"	10.6	16	—	—
"	"	6.5	7.8	27	—	—
ラ	ミ	9.0	"	28	17	0.60
岩	絲	"	"	220	92	0.40

第 2 圖
氣乾 ● 綿糸 × ラミー ○ 岩糸
L: 9.0 mm R: 7.8 mm

第 3 圖

曲げられるとき糸には應張力 T が生ずる。従つて環 K_3 に壓力 (單位長について P) を及ぼす。又 K_1 及び K_2 に働く力を $\frac{W}{2}$ とすると (W : 彎曲を與へるに要する力)

$$\frac{W}{2} \cdot \frac{L}{2} = \int_0^\theta P R^2 \sin \theta d\theta,$$

$$P = \frac{T}{R}.$$

此等 2 式から

$$W = 4T \frac{H}{L}.$$

田内博士⁽¹⁾は曲げられるときに糸に生ずる應張力 T を表す數式を導いた。それを現在の場合に適用して次式を得る。

$$T \propto \frac{\kappa}{(N-n)^2} \left(\frac{r}{R} \right)^2,$$

従つて

$$W \propto \frac{\kappa r^2}{(N-n)^2} \left(\frac{L}{R} \right)^2 \frac{H}{L^3}.$$

茲に κ は糸の壓縮の彈性係數を表す。本試験に供せられた綿糸 (20 番手 3 子) では、 $N-n$ と r との関係は (第 4 圖) $N-n \propto r^{-1.2}$ で、 κ と r との関係は同じ綿糸についての田内博士の結果から (第 4 圖) $\kappa \propto r^{-1.2}$ で表はされることを知る。

従つて

$$W \propto r^{3.2} \left(\frac{L}{R} \right)^2 \frac{H}{L^3}.$$

これから兩双間距離 L と環の半径 R とに對する k の関係は次式に従はねばならぬ。

$$k \propto \left(\frac{L}{R} \right)^2 \frac{H}{L^3}.$$

R と L とから H を求めて $\left(\frac{L}{R} \right)^2 \frac{H}{L^3}$

を計算すると (第 3 表)、これは略、 k に比例する。

終りに終始熱心なる御指導を賜つた田内森三郎博士に厚く感謝する。

第 4 圖

(1) 田内森三郎: 網糸の研究 V. 結節に於ける網糸抗張力の減少。水・講・研・報 第二十六卷 第一冊 昭和六年一月。

第 3 表

k	R mm	L mm	H mm	$\left(\frac{L}{R}\right)^2 \frac{H}{L^3}$	$k / \left(\frac{L}{R}\right)^2 \frac{H}{L^3}$
16	10.6	9.0	1.1	0.00108	14.8×10^3
22	7.8	9.0	1.4	0.00256	8.6
27	7.8	6.5	0.7	0.00176	15.3

材料綿絲。