繰返し引張荷重による網糸の疲労

本 多 勝 司

(1960 年 4 月 26 日受理)

ON THE FATIGUE OF NETTING TWINES AGAINST REPEATED LOADS

Katsuji HONDA*

To investigate some fatigue properties of netting twines against repeated loads and also the strength of fatigue limit, the present experiments were carried out making use of the apparatus (Fig. 1) using the materials as shown in Table 1.

Various hysteresis loops obtained from above mentioned tests in the initial stage are shown in Fig. 2. There are some differences in the type of loops depending upon the kind of material for the twine. The area within a loop represents the energy loss absorbed in the twine during one cycle of cyclic loading. Saran gives over twice the area of amilan.

It seems that the above area tends to decrease with the practice of the repeated cyclic loading for several hours. Even if the repeated maximum loads increase, the decrease of energy loss after n times treatment to the initial stage has the same tendency in both saran and amilan. Among the samples applied, with saran a little difference has been found whilst with amilan evidently (Fig. 3).

In view of the relation between plastic deformation and maximum load repeated, the strength of fatigue limit is under 17.5 kg with saran and 37.0 kg with amilan respectively (Fig. 4).

This fact is confirmed with next another treatment, namely, according to the relationship between the values of E_N/E_0 and T in Fig. 5, repeated maximum load not producing fatigue seems to be about 17.9 kg with saran and 37.0 kg with amilan respectively.

網糸に繰返し引張荷重を加えたばあいの疲労に対する網糸の性質を知り、進んで疲労限界強度を求めるために、先に著者¹⁾の用いた装置 (Fig. 1) で Table 1 に示される材料を用いて実験を行った。

Table 1. Properties of materials used.

材 料 名 Material	太 さ Fineness	30 cm 間の撚数 Twist number per 30 cm		抗張力 Tensile strength	伸 度 Extensibility	試料 30 cm の破断に 要する仕事量 Energy necessary for breaking per 30 cm of material length
		上 撚 数 Upper twist number	下 撚 数 Lower twist number			
サ ラ ン Saran	300D/33	32.3	61.1	47.9 ^{kg}	24.1%	1.56 kg·m
アミラン Amilan	210D/90	42.2	77.5	74.5	26.4	2.50

Fig. 1 に実験の装置を示す。実験の方法は、まず網糸約 150 cm に約 18 時間 5 kg の静荷重を加えて、ある程度の伸びをとり、これをチャック A, B のついているレバーが平行で、その間の距離が 105 cm になるように上の試験糸をチャック A, B に取付け、しかる後レバー B が最右端の位置で、チャック A が連結するベッド C を移動して一定の荷重 (これが最大荷重) を与え、モーターを駆動してプーリーを毎分 230~240 回転させる。チャック B のついているレバーに連結するクランク L_2 のプーリーへの取付部がプーリー

* 東京水産大学 (Tokyo Univ. Fish., Minato-ku, Tokyo, Japan).

Fig. 1. Schematic diagram of apparatus for photographing the hysteresis loop of the twines.

一の回転軸からはずれているから、B は左右に動き、糸に働く荷重が増減し、繰返し荷重が働くようになる。このばあい糸は伸び、糸にかかる最大荷重は減ずるから、最大荷重が常に同じであるようにダイヤルゲージ E をみながらベッド C を左に移動させた。チャック A のついているレバー L₁ は糸に張力が加わると鋼球 G を通してバー F を曲げる。この曲げ（張力）をダイヤルゲージ E で測定し、鋼鉄棒の曲げによる動きにつれて連動するように設置された鏡 M₁ で張力の変化（水平方向）を、一方チャック B の取付けレバーの端にある鏡 M₂ で糸の伸びの動き（垂直方向）をみる。光源よりピンホール N を通る光の像が鏡 M₁, M₂ に反射してスクリーン J 上に像を画かせるようにする。スクリーン上に画かれた像は 1 周期の荷重伸び曲線 (hysteresis loop) である。

実験中は開始時および以後 1 時間毎に hysteresis loop を画かせ最大、最小張力、ベッド C の移動距離および毎分繰返し回数を測定する。所定の繰返し回数後取はずして、試料 30 cm について強伸度を自記装置を用いて測定する。

Fig. 2. Hysteresis loop.

Saran, when maximum load repeated is 40 kg; Amilan, when maximum load repeated is 45 kg

繰返し荷重を与えた初期の材料別の1周期の荷重伸び曲線は Fig. 2 のようで、著者¹⁾の先に指摘したように、その形状は材料の種類により違う。その面積は1回の繰返しによる消費仕事量を表わし、図でわかるように、このばあいサランはアミランの約2倍以上である。

繰返し回数 n と hysteresis loop より求めた始めの仕事量 E_0 と n 回繰返し後のそれ E_n との比 E_0/E_n との関係、最大繰返し張力別に Fig. 3 に示すと、先の著者の測定のはあいと同様一般に繰返し回数の増加とともに、仕事量は減少し、その減少の割合はサランでもアミランでも最大張力が増してもあまり違わなく、またサランでは資料による差はあまりないが、アミランではそれが著しい。

Fig. 3. Relation between E_n/E_0 and the times repeated (ordinate).

E_0 : Initial energy loss.

E_n : Energy loss after n times repeated.

Numerals associated with the broken lines are maximum load repeated,

Fig. 4. Relation between ϵ , the times repeated and maximum load repeated (ordinate).

ϵ : Plastic deformation

Marks with $\bullet$, $\circ$, $\times$ and $\triangle$ show 15,000, 30,000, 45,000 and 70,000 times repeated respectively.

実験の当初に一応伸びを取つてあるので、繰返し荷重をかけて後起きた伸び（このばあいベッド C の最初の位置からの移動距離）をここでは塑性歪 ϵ と考えて、最大荷重と ϵ との関係を繰返し回数別に Fig. 4 に示す。これからサランでは最大荷重が 17.5 kg くらい、アミランでは 37.0 kg くらい以下であれば $\epsilon=0$ すなわち糸は疲労しないといえよう。このことはつぎのような方法でも確かめられる。

すなわち、網糸に繰返し荷重を加えると疲れて破断に要する仕事量は減少するはずであるから、ここでは一定回数繰返し荷重を加えた後、破断に要する仕事量 E_N を求め、これと試験前のそれ E_0 との比 E_N/E_0 の変化を調べることににより疲労限界が求められよう。種々の繰返し荷重で連続 5 時間（繰返し回数約 7×10^4 回）試験後測定した結果は Table 2 および Fig. 5 に示されるようで*、疲労を起さないような繰返し最大張力の値はサランで 17.9 kg、アミランで 37.0 kg くらいとなり伸びからの結果とはほぼ一致する。

Table 2. Values of maximum load repeated, E_0 , E_N and E_N/E_0 .

Energy necessary for breaking in initial and after n times repeated are denoted by E_0 and E_N respectively.

サラン Saran				アミラン Amilan			
最大荷重 Maximum load kg	E_0 kg·m	E_N kg·m	E_N/E_0	最大荷重 Maximum load kg	E_0 kg·m	E_N kg·m	E_N/E_0
	1.44				2.31		
20		1.31	.91	45		2.25	.95
25		1.03	.72	50		2.15	.90
30		.83	.58	55		2.02	.85
35		.78	.54	60		2.05	.86
40		.74	.52	65		1.90	.80

ここで一定繰返し時間を 5 時間とつたのであるが、この範囲内では疲労が認められなくても、この後になつて急に疲労が起るようなばあいには前の考えでは不都合が起きると思われる。そこでさらに網糸サラン

* 反復荷重による疲れのばあい最大荷重のみに影響されることが田内博士（水講試報 22 (3)）により指摘されている。

Fig. 5. Relation between E_N/E_0 and maximum load repeated (T).

Energy necessary for breaking in initial and after n times repeated are shown E_0 and E_N respectively.

Fig. 6. Relation between E_N/E_0 and the times repeated (ordinate).

に繰返し最大張力 35 kg を与えて繰返し回数の違いによる E_N/E_0 を測定し、その結果を Fig. 6 に示す。図によると網糸は始めに比較的疲れが早く起き、後は疲れの度合は遅くなる傾向がみられる。このことより、 7×10^4 回の繰返しに対して疲労を認めないばあいは、それ以後もほとんど疲労しないと考えて差しつかえない。

これらのことから総合してアミランがサランに比べて疲れにくいことがわかる。

終りに論文の御校閲を賜りました本学名誉教授田内森三郎博士、並びに実験を手伝つて下さつた市川康夫、渡辺正哉の両君にそれぞれ深謝する。

文 献

- 1) HONDA, K.: On the fatigue of netting cords under cyclic loads. J. Tokyo Univ. Fish., 40 (1), 1953.