

ラッセル網の耐摩性

誌名	水産工学研究所研究報告
ISSN	03889718
著者	下崎, 吉矩 内海, 秀明
巻/号	7号
掲載ページ	p. 109-124
発行年月	1986年3月

ラッセル網の耐摩性

下崎吉矩*・内海秀明**

目 次

1. 緒言	109	4.3 2コース網と3コース網の N_b	114
2. 実験材料	109	4.4 脚糸太さ別網地の N_b	115
3. 実験装置・方法	109	4.5 摩擦係数 μ_0 とその変化	117
3.1 実験装置	109	5. 実験結果の検討及び考察	117
3.2 方法	110	5.1 摩擦係数 μ と N_b 及び T_s/T_0 の関係	117
3.3 実験条件	112	5.2 相異なる破断摩擦係数の発生因	119
4. 実験結果	112	5.3 耐摩性の比較と考察	120
4.1 破断摩擦回数 N_b と摩擦荷重 W	112	6. 結語	121
4.2 摩擦量 S に対する摩損度 T_0/T_s	113	7. 参考文献	123

1. 緒 言

ラッセル網は1950年代に西独のKARL MAYER社において開発された1種のKnit-webbingで、結節網か無結節網かの分類をすれば後者に属すべきものであろう。我国へ輸入されたのは1961年頃であるが、当初漁網分野への適用は少なくインテリア関係の用途に当てられるものが多かった。

近年、漁業者ならびに漁網工業界の開発努力もあって、次第に各種の漁具に導入されるようになってきた。その中で比較的多く用いられる分野は、大型、小型定置網、小型旋網、大型旋網の1部（例えば魚捕の一部）、養殖網などである。しかしながら、この網の材料学的特性については、未だ明らかにされたものが殆んど存在しない実情にあり、我々はこれを明らかにするためのいくつかの実験を行ったので、今回その中の一部であるその耐摩性について報告する。実験はラッセル網の外に貫通式無結節網および蛙又結節網も含めて同時に行った。

2. 実験材料

実験に使用した網地は、2コース及び3コースのポリエステル14本格、15本格、16本格、目合8節（4.3cmストレッチ）のラッセル網地と、比較のために同じくポリエステル貫通式無結節網、蛙又結節網、ナイロン蛙又網について同じ条件による実験を行った。

* 漁業生産工学部

** 北陸製網株式会社

実験材料の詳細は表1に示す、表中、被摩擦面とは網地が摩擦物体に接触して実際に摩擦を受ける面を指すもので、蛙又結節網では結節の表側と裏側とが網地の同じ面で目の1段毎に交互になっているので、実験に際して特段に網地の裏表を区別する必要がないが、ラッセル網では脚糸及び交叉部が、その編組機構の故に網の一つの面ともう一つの他の面とでその形態に著しい相異ができていて、図1における芯糸(a)のみが表面に出ており、かがり糸は表面にみられない側を裏面と呼び、その反対の側で芯糸の間から膝糸(b)が出てみえる側が表面と呼ばれている（図2）ので、同じ網地でも実験上は異なる標本とした。また、網目の向きに対する摩擦方向の違いによっても標本を違えることとし、実験材料の標本は、網地の種類、脚糸の太さ、摩擦方向、網面の裏表別に30通りとなった。標本網地の染着加工は日水誌³⁾に記した通りである。

ラッセル網の脚糸の太さは14本格、15本格、16本格で、その単糸構成は図1の上段に示すように、14本格は芯糸8、膝糸6、15本格は芯糸6、膝糸9、16本格は芯糸10、膝糸6本となっている。

3. 実験装置・方法

3.1 実験装置

摩擦装置の概要図(A)と実験のためにこの装置に適用する標本網地の把持方法(B)を図3に示す。(B)の標本網地をFrictional cylinder(a)の下端をまわして、その一端(b)をLoad cellに、他端(c)を2個のガイドロー

表1 実験標本

標本 番号	網地の種類	太 さ	構 成				摩 擦 方向	被 摩 擦面
			交 叉 部	芯 糸	か が り 糸	単 糸		
1	ラッセル網	14本格(2940 d)	2コース	8	3×2	ポリエステルQ302, 210d/24F	縦 LW	裏 BS
2	"	15本格(3150 d)	"	6	3×3	" "	"	"
3	"	16本格(3360 d)	"	10	3×2	" "	"	"
4	ラッセル網	14本格(2940 d)	3コース	8	3×2	" "	"	"
5	"	15本格(3150 d)	"	6	3×3	" "	"	"
6	"	16本格(3360 d)	"	10	3×2	" "	"	"
7	ラッセル網	14本格(2940 d)	2コース	8	3×2	" "	"	表 FS
8	"	15本格(3150 d)	"	6	3×3	" "	"	"
9	"	16本格(3360 d)	"	10	3×2	" "	"	"
10	ラッセル網	14本格(2940 d)	3コース	8	3×2	" "	"	"
11	"	15本格(3150 d)	"	6	3×3	" "	"	"
12	"	16本格(3360 d)	"	10	3×2	" "	"	"
13	無 結 節 網	14本格(2940 d)	—	—	—	ポリエステル 250d/24F	"	—
14	蛙又結節網	15本格(3750 d)	—	—	—	" 210d/24F	"	—
15	"	16本格(3150 d)	—	—	—	ナイロン 210d/24F	"	—
16	ラッセル網	14本格(2940 d)	2コース	8	3×2	ポリエステルQ302, 210d/24F	横 DW	裏 BS
17	"	15本格(3150 d)	"	6	3×3	" "	"	"
18	"	16本格(3360 d)	"	10	3×2	" "	"	"
19	ラッセル網	14本格(2940 d)	3コース	8	3×2	" "	"	"
20	"	15本格(3150 d)	"	6	3×3	" "	"	"
21	"	16本格(3360 d)	"	10	3×2	" "	"	"
22	ラッセル網	14本格(2940 d)	2コース	8	3×2	" "	"	表 FS
23	"	15本格(3150 d)	"	6	3×3	" "	"	"
24	"	16本格(3360 d)	"	10	3×2	" "	"	"
25	ラッセル網	14本格(2940 d)	3コース	8	3×2	" "	"	"
26	"	15本格(3150 d)	"	6	3×3	" "	"	"
27	"	16本格(3360 d)	"	10	3×2	" "	"	"
28	無 結 節 網	14本格(2940 d)	—	—	—	ポリエステル 250d/24F	"	—
29	蛙又結節網	15本格(3750 d)	—	—	—	" "	"	—
30	"	" (3150 d)	—	—	—	ナイロン 210d/24F	"	—

LW: 縦目方向, DW: 横目方向, BS: 網地の裏面, FS: 網地の表面

ラー(d)を介して Weight (e)にとりつけ、網地に張力を与える。Frictional cylinder (a)は Water tank (f)の中で、Belt (g)と Reduction gear (h)を介して Moter (i)によって駆動される。Cylinder (a)の回転速度は変速機によって調節する。その回転数は Numbering machine によってカウントされ、cylinderの外径から、摩擦量(摩擦距離)が計算される。Load cellを動的歪測定器、ローパスフィルター、ペン書オンロググラフに接続して、その記録から摩擦力(F)を算出し、これから次式によって

摩擦係数(μ)を得た。

$$\log F - \log W = 0.434\pi\mu$$

ここに、 π は標本網地の cylinder (a)との接触角である。

3.2 方法

実験材料網地を縦目4目掛5節の幅と80cmの長さで切断したものと、横目4目掛5節の幅で長さ80cmに切断したものと2通りの網地標本をつくり、これらにそれぞれ縦目方向の摩擦、横目方向の摩擦を与えて、そ

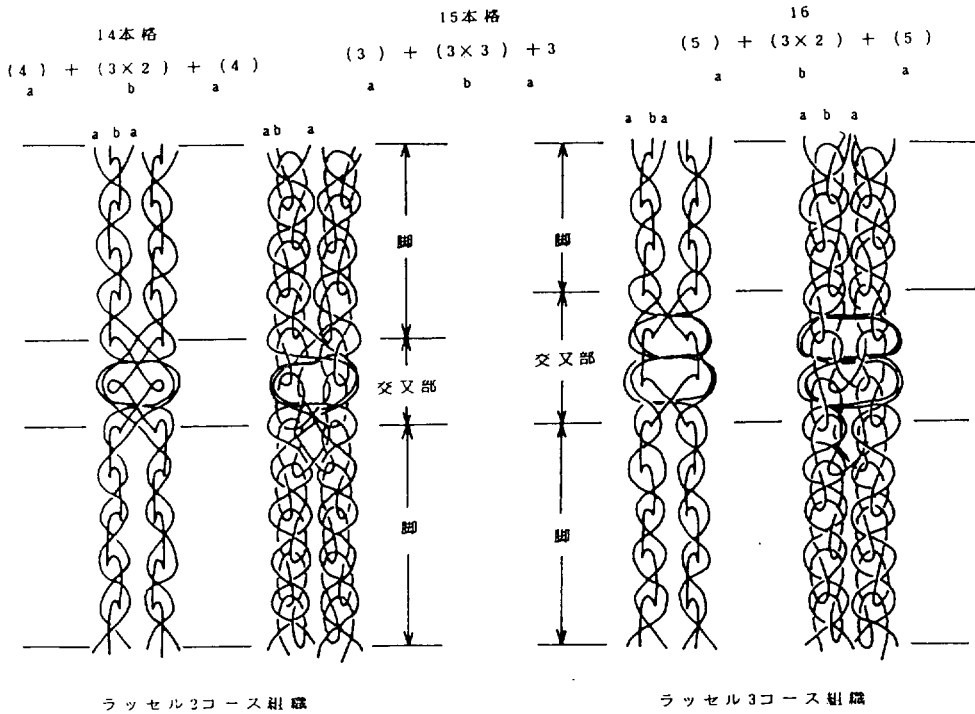


図1 ラッセル網の脚ならびに交叉部の編成機構

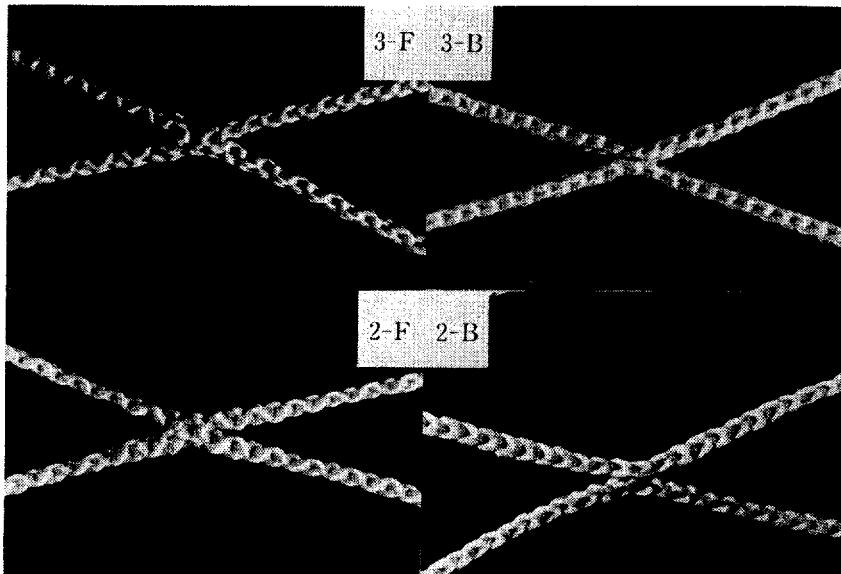


図2 ラッセル網の網面

3-F : 3コース表面, 3-B : 3コース裏面, 2-F : 2コース表面, 2-B : 2コース裏面

れらが摩擦破断するまでの摩擦回数を計測し、同時に摩擦係数をも前記によって測定した。また、これらの標本網地の網面は、その編組機構に由来して単糸の表われ方が表と裏とで互に相異なることから、これらについても

縦目方向の摩擦を与えた場合と横目方向の摩擦を与えた場合について破断摩擦回数を計測した。網地標本は、 1_4 本格、15本格、16本格の2コース網と3コース網の6通りの網地に、2通りの摩擦方向に表側摩擦と裏側摩擦

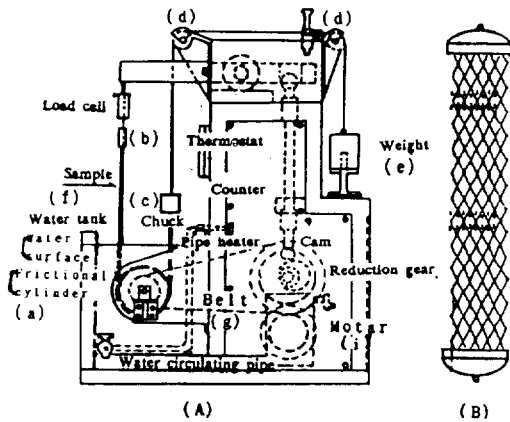


図3 実験装置(A)と標本網の把持方法(B)

の2通りの摩擦を与えるもの、の計24通りの外、ポリエステル及びナイロンの蛙又網をそれぞれ縦目方向、横目方向に摩擦するものと、無結節網を縦目、横目方向に摩擦するものとの計30標本とした*。また各標本への摩擦荷重 W を $W=350$ gw, $W=450$ gw, $W=1,050$ gw の3水準とする実験とした。網地種類別、摩擦方法別、網地網面別、摩擦荷重別の実験における各標本の実験繰返し数は8とし、その破断摩擦回数 N_b の平均 \bar{N}_b をもって耐摩性の一つの測度とした。

また、別にこれらの全標本につき、その平均破断摩擦回数 \bar{N}_b の5%、10%、20%、40%、60%に当る摩擦回数 n だけ摩擦を与えた網地の抗張力 T_n を測定し、同じ無摩擦標本網地の抗張力 T_0 との比 T_n/T_0 をとり、これとその網の摩擦量 S との関係をしらべた。この実験は摩擦荷重 $W=350$ gw の場合のみについて行った。

3.3 実験条件

摩擦体 : グライNDERの材質 アランダム, 砥粒A,
粒度 100, 組織 7, 結合剤 VK,
Cylinder サイズ; 直径 15 cm, 長さ 60 cm
摩擦速度 : 25 rpm (118 cm/min)
水槽水温 : $(23 \pm 1)^\circ\text{C}$
摩擦荷重 : 350 gw, 450 gw, 1050 gw
測定機器 : ロードセル(東洋精機) TLB-104-B 30 kgw
動的歪測定器(共和電業) DPM-6 CT
ローパスフィルター(共和電業) LF-6 B
ペン書オンログラフ(渡辺測器) WTR-281

* これらの中、無結節網及び蛙又は結節網の耐摩性については既に日本水産学会誌 Vol. 41 No. 1 に発表された。

4. 実験結果

4.1 破断所要摩擦回数 N_b と摩擦荷重 W との関係

金属材料の分野では、摩耗の測度を、単位仕事量に対して単位面積の受ける減量で示すのが基本となっており、一定条件で摩耗したときの物体の重量減少量で示す場合があるというのが実情である²⁾が、網糸や網地のような繊維の然・編組材料の場合には、摩擦中の素材形態変化が著しくて均等な摩擦が行われただけでなく、材料の摩損機構がそれとは全く相違する³⁾ことから、一つの方法として、ある一定の摩擦荷重の下の摩擦により、材料が破断されるまでの摩擦の量で示される。本試験の場合には、破断摩擦量は試験機の摩擦体である cylinder の回転数 N_b と、cylinder の直径から算出され、cylinder の直径は一定であるから、 N_b そのもので示しても、耐摩性を論ずる場合にはそれで充分である。したがってここでは耐摩性の測度として、その平均値 \bar{N}_b を採ることとした。

網地の構造・編成別に、得られた実験結果を、2コース網について \bar{N}_b と W の関係でみると図4 (14本格網地)、5 (15本格網地)、6 (16本格網地) に示すとおりである。

どの太さの網地でも W の増大に伴って \bar{N}_b は急激に減少し、その \bar{N}_b と W の関係は

$$\bar{N}_b = aW^b$$

の回帰式に従う。回帰分析から定数 a , b を求め、各網地についての回帰式を図中の該当する標本の傍に記入した。この式は

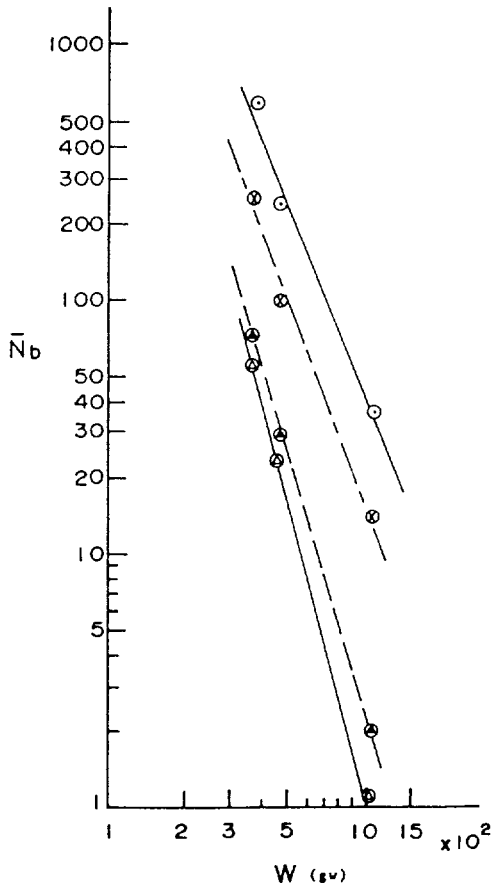
$$\log \bar{N}_b = \log a + b \log W$$

の形で表わされ、 b の値はことごとく負であって、その $|b|$ が小さいもの程、直線の傾斜が小さい。

この直線によって耐摩性をみるに、14本格の網地に限らず、何れの網地も、それらの網地の裏側が縦目方向に摩擦を受けるときには、その表側が縦目方向に擦られる場合より N_b が大であり、同じ網地の裏側が横目方向に摩擦される場合は、表側が横目方向に摩擦される場合に較べ \bar{N}_b は小さい。すなわち横目摩擦を受ける場合にはその裏側が摩擦されるとき、 \bar{N}_b がもっとも小さい。

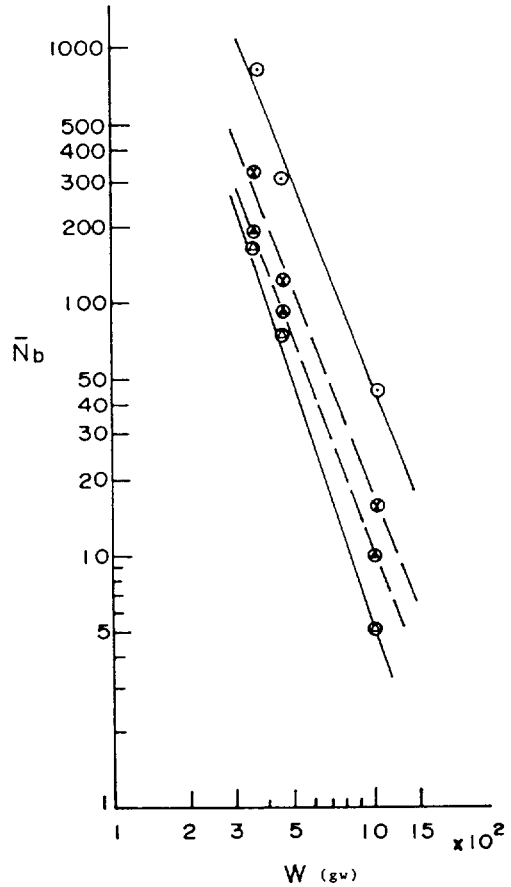
以上の結果において特に注意すべきは、縦目方向の摩擦を受けるときはその表側が摩擦される場合に較べて、裏側が摩擦される場合の方が N_b は大きいのに、その網地が横目方向に擦られるときには、裏側が擦られる場合の方が表側の摩擦の場合よりも小さいということである。

3コース網についても、 \bar{N}_b と W の関係は図7, 8, 9



- LW; BS $\log \bar{N}_b = 8.63 - 2.35 \log W$
- ⊗— LW; FS $\log \bar{N}_b = 9.11 - 2.66 \log W$
- DW; FS $\log \bar{N}_b = 10.27 - 3.31 \log W$
- ⊙— DW; BS $\log \bar{N}_b = 10.00 - 3.25 \log W$

図4 ラッセル14本格網の W と \bar{N}_b の関係



- ⊙— DW; FS $\log \bar{N}_b = 9.18 - 2.72 \log W$
- ⊗— DW; BS $\log \bar{N}_b = 10.24 - 3.16 \log W$
- LW; BS $\log \bar{N}_b = 8.90 - 2.39 \log W$
- LW; FS $\log \bar{N}_b = 9.00 - 2.58 \log W$

図5 ラッセル15本格網の W と \bar{N}_b の関係

に示す如く、ほぼ同様な傾向にあることが知られる。この場合に2コース網と相異があるとみられるものに、標本番号11と26、即ち15本格の網地で網面の表が縦目方向に擦られる場合と横目方向に擦られる場合との \bar{N}_b の大きさの関係が数値上逆になっていることであるが、これについては後述する。その外、回帰係数 b は、 \bar{N} の大きいもの程一般にその絶対値が小さい傾向にあったが、3コース網の中には、14本格の S.No. 19, 15本格の S.No. 27, 16本格の S.No. 21 のように、この傾向に反するものもみられる。このようなものでは a の値がまた特異な値をとっているようである。

4.2 摩擦量 S に対する網地の摩耗度 T_s/T_0 の変化

網地の耐摩性のもう一つの測度である T_s/T_0 は、網地

が摩耗する過程を表わすもので、この測度の方がより現実的な面をもっている。 T_s は網地が S という摩擦量の摩擦を受けたときに持っている抗張力で、 T_0 は無傷・無垢のその網地の抗張力である。摩擦量 S は Frictional cylinder の回転数にその外径を剰じて算出したものである。

摩擦荷重 $W=450$ gw における2コース網の摩擦の結果を図10, 11, 12に示す。 $T_s/T_0=0.5$ のところに引かれてある線は網の耐久性の限界値⁴⁾として、この網地の耐摩性の比較の基準とするためにとったものである。

これによって比較すると、ラッセル網ではその裏側が縦目方向に摩擦される場合が他の何れの場合よりも強く、表側の縦目方向、表側の横目方向、裏側の横目方向

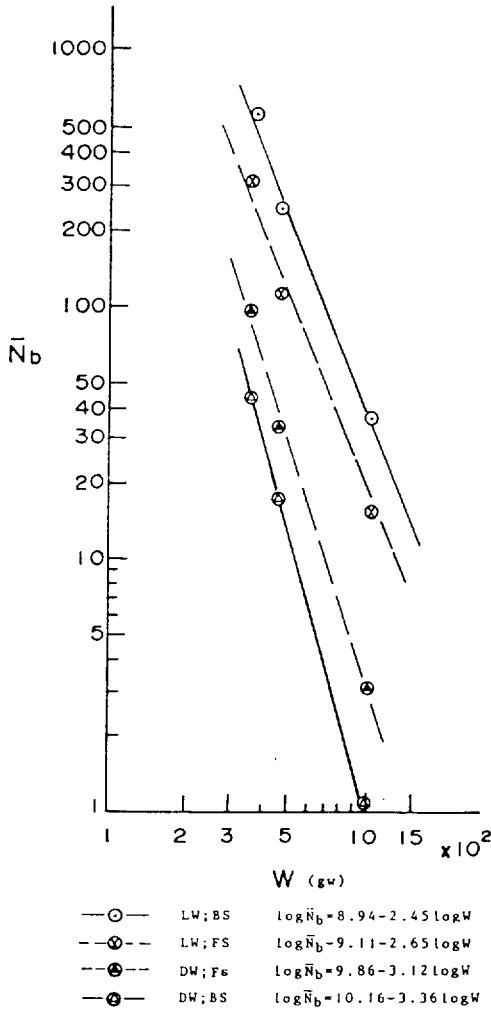


図6 ラッセル16本格網の W と \bar{N}_b の関係

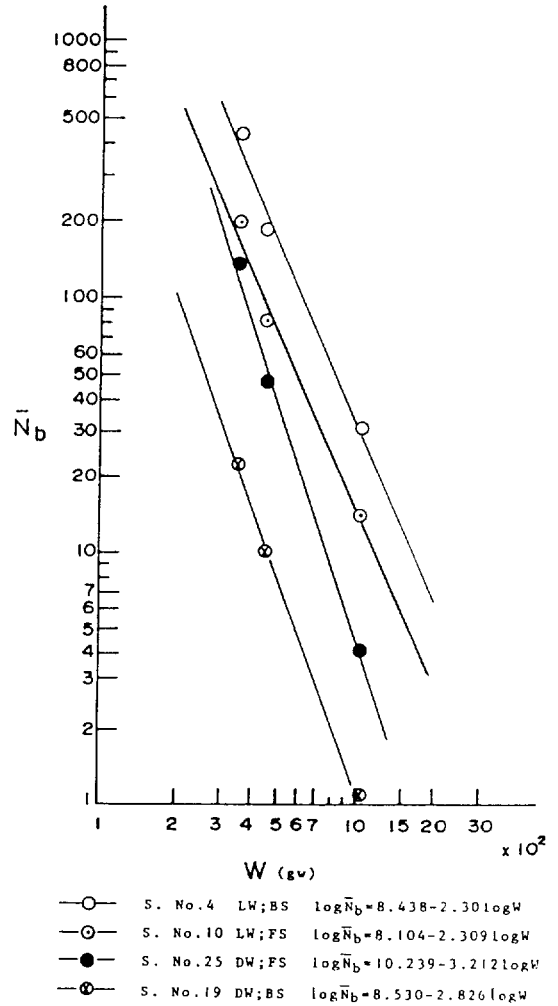


図7 ラッセル3コース14本格網の W と \bar{N}_b の関係

の摩擦に対する T_s/T_0 がそれぞれこれについており、その順位は \bar{N}_b のそれと同じになっている。また、その大きさを $T_s/T_0=0.5$ における摩擦量 S の大きさで比較すると、その比は凡そ、10 : 3 : 2 : 1 である。

摩擦荷重が 350 gw, 1050 gw の場合にも、これと殆んど同じ傾向を示す結果が得られており、図13に15本格網の $W=350$ gw の場合の結果を例示する。3コース網の場合にもこれらと殆んど同じ結果が得られた。これらについては図表による例示は省略する。図14に15本格、 $W=350$ gw における摩擦の状況を例示する。摩擦量 S は A, B, C, D の場合にそれぞれ LW;FS の \bar{N}_b の20%点の量である。

4.3 2コース網と3コース網の比較

図4, 5, 6, 7, 8, 9等の値から、同じ条件の摩擦を受けた、同じ太さの網地の2コース網と3コース網標本につき、 \bar{N}_b の差 $|\Delta \bar{N}_b|$ をとって比較して、14本格、15本格、16本格の各標本網地について、表2に示すような結果が得られた。

この表からみると、ラッセル網は裏側の面でも、表側の面でも、縦目方向に摩擦されたときは2コース網と3コース網の間に \bar{N}_b の差異は殆んどないものと推察される。しかし、横目方向に摩擦されるときは、網地の摩擦される面が裏側であれば2コース網の方が大であり、表側のときは3コース網の方が大であるように考えるべき

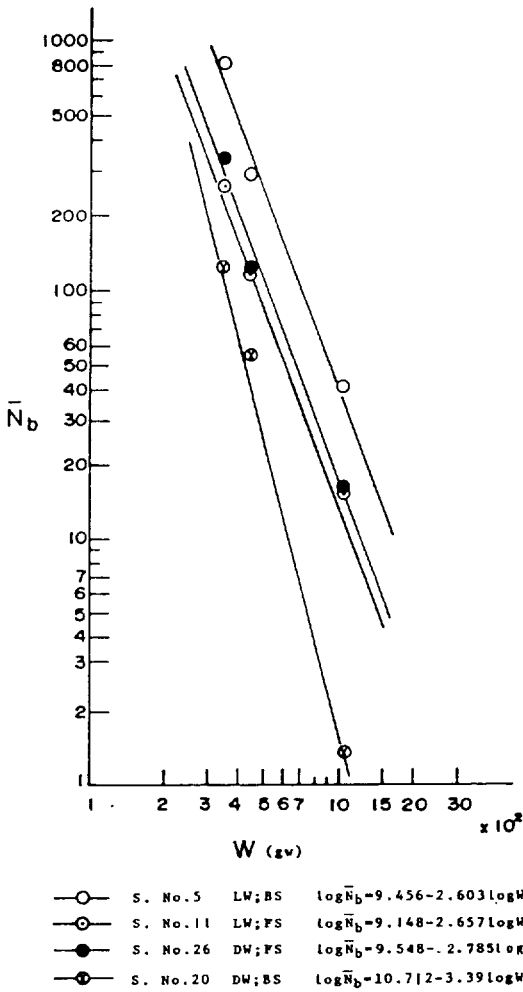


図8 ラッセル3コース15本格
網の W と \bar{N}_b の関係

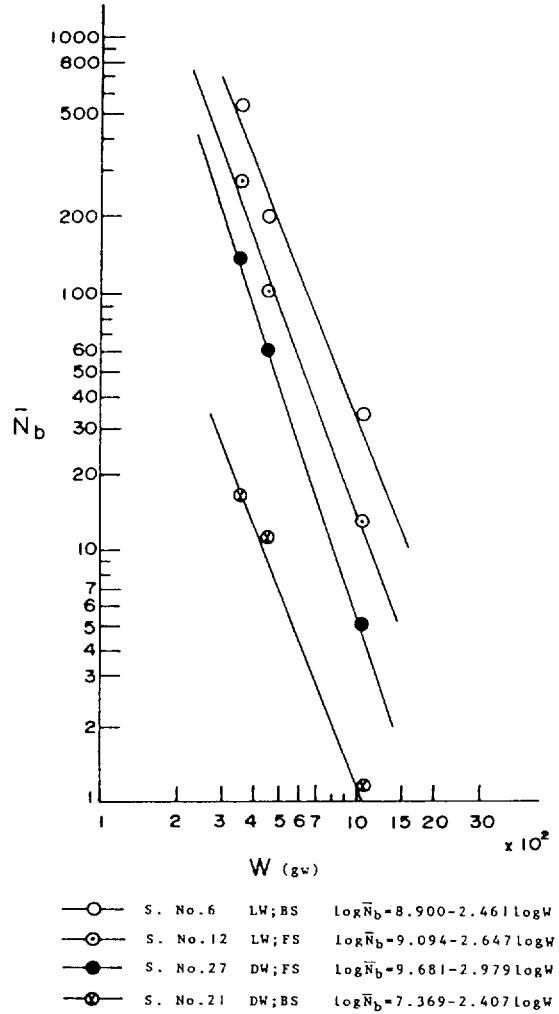


図9 ラッセル3コース16本格
網の W と \bar{N}_b の関係

であろう。以上は $W=350 \text{ gw}$ と $W=450 \text{ gw}$ の場合についての結果であるが $W=1050 \text{ gw}$ の場合についても同様であった。

4.4 網地の脚糸太さ別耐摩性の比較

網糸や網地の摩耗は、摩擦の条件が同じでも、素材の質や構造の相異からそれらの耐摩性には差異があり、一般にはその太さの太いもの程耐摩性が高いことは、過去における実験の結果でも示されている⁵⁾。

ところが、この実験では、14本格、15本格、16本格的ラッセル網が同じ条件の下に実験されたのに必ずしも太いトワインの網の \bar{N}_b が大きいと云えないという結果が得られた。

表3は図4, 5, 6, 7, 8, 9に示されている \bar{N}_b のデータから、同じ条件の摩擦を受けたものについて、これら3水準の太さの網地間の \bar{N}_b を比較、検定した結果である。

摩擦荷重 350 gw の場合についてみるに、15本格的網地は、2コースでも3コースでも、この実験のどの摩擦に対しても常に \bar{N}_b が最大で、 t 検定の t_0 の値も8caseの中6caseまでが1%もしくは5%水準で有意である。14本格網地と16本格網地では8caseの中、14本格的 \bar{N}_b が明らかに大きいとみられる場合が2、16本格網地の方が大きいとみられる場合が2、どちらも云えないとみられる場合が4であった。この傾向は摩擦荷重が

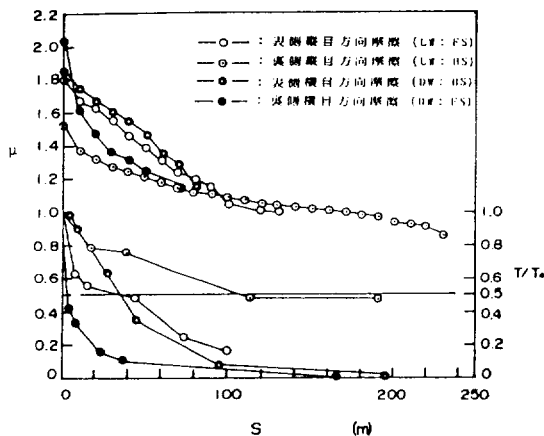


図 10 摩擦による μ 及び T/T_0 の変化 (ラッセル 2 コース 14 本格網, $W=450$ gw)

—○— : LW; FS —●— : LW; BS
 —△— : DW; FS —▲— : DW; BS

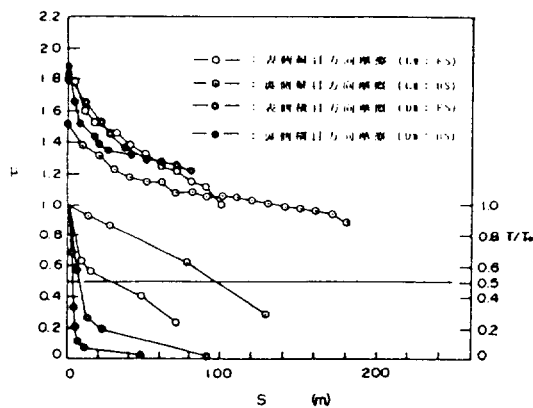


図 12 摩擦による μ 及び T/T_0 の変化 (ラッセル 2 コース 16 本格網, $W=450$ gw)

—○— : LW; FS —●— : LW; BS
 —△— : DW; FS —▲— : DW; BS

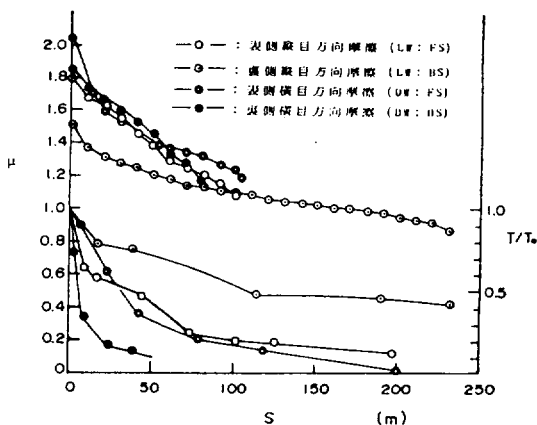


図 11 摩擦による μ 及び T/T_0 の変化 (ラッセル 2 コース 15 本格網, $W=450$ gw)

—○— : LW; FS —●— : LW; BS
 —△— : DW; FS —▲— : DW; BS

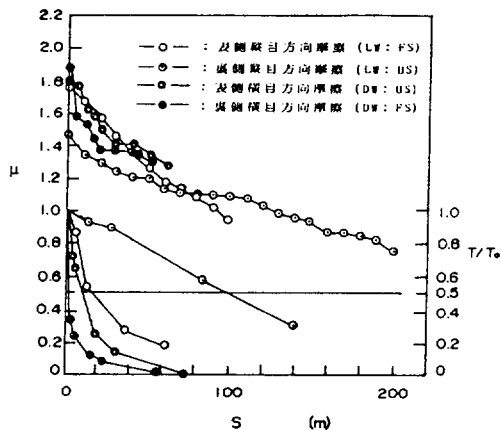


図 13 摩擦による μ 及び T/T_0 の変化 (ラッセル 2 コース 15 本格網, $W=350$ gw)

—○— : LW; FS —●— : LW; BS
 —△— : DW; FS —▲— : DW; BS

450 gw の場合にもほぼ同様で、ただ 1 case の両者の背反は網地の裏側が横目方向に摩擦される場合 (表中 DW; BS) だけであった。

14 本格網地の \bar{N}_6 の方が 16 本格のそれより大きいという場合 ($R_{14} > R_{16}$) は 3 コース網が横目方向に擦られる場合である。16 本格の網地の \bar{N}_6 が 14 本格のそれより大きい ($R_{14} < R_{16}$) 場合は 2 コース網の裏側が横目方向に擦られる場合 (DW; BS) と 3 コース網の表側が縦目方向に擦られる場合であった。14, 15, 16 本格脚糸の

直径の測定値を表 4 に示しておく。

4.5 摩擦係数 μ の測定

摩擦荷重 $W=450$ gw におけるラッセル 14 本格, 15 本格, 16 本格の網地についての、摩擦係数 μ と摩擦量 S との関係を図 10, 11, 12 に示した。 μ の値は何れも 8 片の標本網の平均である。

何れの太さの網地についても、 S に対する μ の変化の様子は互に酷似している。即ち、 μ の最も小さいのは網面の裏側が縦目方向に摩擦される場合で、摩擦の進行に

表 2 2コース網と3コース網との比較

太 さ	F D	R F	S. NO.	W=350			W= 450 gw		
				\bar{N}_b	t_0	$(2) \begin{matrix} \geq \\ \leq \end{matrix} (3)$	\bar{N}_b	t_0	$(2) \begin{matrix} \geq \\ \leq \end{matrix} (3)$
14本格	LW	BS	1-4	78	1.641	≐	56	3.041	>
	LW	FS	7-10	48	2.224	>	18	3.432	>
	DW	BS	16-19	35	6.021	>	13	6.899	>
	DW	FS	22-25	62	4.433	<	14	3.112	<
15本格	LW	BS	2-5	36	0.481	≐	11	0.492	≐
	LW	FS	8-11	40	1.133	≐	10	1.106	≐
	DW	BS	17-20	40	2.577	>	16	2.250	>
	DW	FS	23-26	41	7.437	<	31	3.052	<
16本格	LW	BS	3-6	41	0.728	≐	41	1.994	≐
	LW	FS	9-12	37	1.530	≐	8	0.821	≐
	DW	BS	18-21	27	5.938	>	6	2.481	>
	DW	FS	24-27	39	2.827	<	26	4.028	<

(注) (1) FD: 摩擦方向, RF: ラッセル網の網面
 (2) LW: 縦目方向, DW: 横目方向
 (3) (2): 2コース網, (3): 3コース網

対してその値は序々に小さくなっていくが、その変化の度合は他のどのものより小さい。その他では摩擦初期の値でみると、網面の表側が縦目方向に摩擦される場合がそれに次いで小さく、表側の横目方向摩擦と裏側の横目方向摩擦の場合がつづいている。 μ の S に対する変化の特徴は μ の値の大きいもの程 S の増加に対するその減少度合が大きいということである。

W=350 の場合はラッセル 15 本格網地について例示したが、14 本格、16 本格の場合にも全く同じ傾向をもっているので、それらの例示を省略した。

μ の初期値は網の脚糸別に余り大きな差異はなく、その初期値は、LW; BS で 1.4~1.6, LW; FS で 1.8, DW; FS で 1.80~1.85, DW; BS で 1.9~2.2 程度であったが、W=450 gw の場合に較べて W=350 gw の場合の方が互いの μ の値が接近している。即ち、 μ の差が小さいのが特徴的である。

5. 実験結果の検討と考察

5.1 耐摩性と摩擦係数の関係

網糸や無結節網地、蛙又結節網地の耐摩性と摩擦係数の関係については既に報告した¹¹⁾。ラッセル網についての耐摩性の一つの測度 T_s/T_0 と μ との関係を見ると、14 本格、15 本格、16 本格の各網地について、図 10、11、12 に示すとうりである。

表 5 は、ラッセル網の耐摩性を表わす \bar{N}_b や T_s/T_0 がその摩擦係数と深い関係を持っていることを示す。即ち、 \bar{N}_b の小さいもの程 μ の当初摩擦係数 μ_0 が大きく、大きいもの程 μ_0 は小さい。摩擦の進行と共に、 \bar{N}_b が大きくなって \bar{N}_b の小さいもの程 μ の減少度は著しく、しかも摩擦破断の後でもなお、可成り高い μ の値を保っているという傾向である。耐摩性を表わす T_s/T_0 を $\Delta T_s = (T_0 - T_s)$ として、 $\Delta T_s/T_0$ と μ_s および $\Delta \mu_s$ の関係を見ると、如上の関係は更に明白であることが知られる。

表 5 から、耐摩性の非常に小さいもの (DW; BS など) の特徴として μ_0 および μ_s が大きく、摩擦初期の $\Delta \mu_s$ が大きいことが明白であるが、このことは網地の摩擦過程で、次のような事情によって生じるものではないかと推察される。即ち、当初摩擦係数 μ_0 の大きいものは、その被摩擦面の凹凸が比較的大きいことによるもので、その表面の粗さは大きいということになるが、材質が同じである限り、表面が粗ければ粗い程摩擦によってそれらの凸部が除かれる量が大きく、減少速度は大きい。網地のように編組組織構造物では、構造物の保持は素材の組織によるものであるから、組織素材そのものが破壊されれば、いくらその残存量が大きくても構造物としての応力は保持出来なくなる。図 10、11、12 の DW; BS, DW; FS の T_{10}/T_0 , T_{20}/T_0 とそれらの μ_{10} , μ_{20} の関係はまさにこの状態を示すもので、 μ の値は摩擦によ

表3 網地の(脚糸)太さ別耐摩性(ラッセル網)

		W=350 gw					W=450 gw				
		FD	RF	\bar{N}_b の比較	$d \bar{N}_b $	t_0	FS	RF	\bar{N}_b の比較	$d \bar{N}_b $	t_0
2 コース	LW	BS	$R_{14} < R_{15}$	237	4.562	LW	BS	$R_{14} < R_{15}$	60	3.084	
	LW	BS	$R_{15} < R_{15}$	262	4.646	LW	BS	$R_{16} < R_{15}$	67	3.927	
	LW	BS	$R_{14} > R_{16}$	25*	0.536	LW	BS	$R_{14} < R_{16}$	8*	0.397	
	LW	FS	$R_{14} < R_{15}$	68	2.249	LW	BS	$R_{14} < R_{15}$	22	2.760	
	LW	FS	$R_{16} < R_{15}$	18*	0.562	LW	BS	$R_{16} < R_{15}$	14*	1.405	
	LW	FS	$R_{14} < R_{16}$	50*	2.129	LW	BS	$R_{14} < R_{16}$	8*	0.909	
	DW	BS	$R_{14} < R_{15}$	106	7.714	DW	DW	$R_{14} < R_{15}$	49	8.631	
	DW	BS	$R_{16} < R_{15}$	121	8.982	DW	DW	$R_{16} < R_{15}$	45	9.590	
	DW	BS	$R_{14} < R_{16}$	15	6.021	DW	DW	$R_{14} > R_{16}$	6*	2.126	
3 コース	DW	FS	$R_{14} < R_{15}$	115	7.431	DW	DW	$R_{14} < R_{15}$	60	12.119	
	DW	FS	$R_{16} < R_{15}$	94	6.203	DW	DW	$R_{16} < R_{15}$	56	10.216	
	DW	FS	$R_{14} < R_{16}$	19*	1.894	DW	DW	$R_{14} < R_{16}$	4*	1.272	
	LW	BS	$R_{14} < R_{15}$	351	4.927	LW	BS	$R_{14} < R_{15}$	105	4.733	
	LW	BS	$R_{15} < R_{15}$	257	3.494	LW	BS	$R_{16} < R_{15}$	97	3.755	
	LW	BS	$R_{14} < R_{16}$	94	1.657	LW	BS	$R_{14} < R_{16}$	8*	0.370	
	LW	FS	$R_{14} < R_{15}$	76 [△]	2.648	LW	FS	$R_{14} < R_{15}$	30	4.405	
	LW	FS	$R_{16} < R_{15}$	15*	0.511	LW	FS	$R_{16} < R_{15}$	12*	1.349	
	LW	FS	$R_{14} < R_{16}$	39 [△]	2.736	LW	FS	$R_{14} < R_{16}$	18	2.622	
	DW	BS	$R_{14} < R_{15}$	101	11.036	DW	BS	$R_{14} < R_{15}$	47	9.012	
	DW	BS	$R_{16} < R_{15}$	108	11.981	DW	BS	$R_{16} < R_{15}$	45	8.315	
	DW	BS	$R_{14} > R_{16}$	7	3.261	DW	BS	$R_{14} < R_{16}$	2*	1.100	
	DW	FS	$R_{14} < R_{15}$	194	10.847	DW	FS	$R_{14} < R_{15}$	77	7.721	
	DW	FS	$R_{16} < R_{15}$	198	11.032	DW	FS	$R_{16} < R_{15}$	61	5.818	
	DW	FS	$R_{14} > R_{16}$	3*	0.205	DW	FS	$R_{14} < R_{16}$	16 [△]	2.200	

(注) (1) FD: 摩擦方向 RF: 被摩擦面
 (2) LW: 縦目方向 DW: 横目方向
 (3) △: 5%水準で有意 ×: 5%水準で有意なし
 (4) R_{14} : 14本格ラッセル網 R_{15} : 15本格ラッセル網 R_{16} : 16本格ラッセル網

表4 ラッセル網の直径測定値(単位: mm)

網糸の太さ		14本格	15本格	16本格
D	\bar{x}	0.946	1.048	1.068
	n	10	10	10
	s	0.0437	0.0596	0.0253

(注) \bar{x} : 平均値, n : 測定数, s : 標準偏差

て急速に減少し, 凸面が除かれて μ_{10} や μ_{20} では LW; BS の μ_{20} と余り変わらない値になっているが, このときは既にそれらの網地の組織は破壊されてしまって構造物としての体を殆んどなしていない状態にあるとみられる。な

お, T_s 自体の変化を推察できるようにするために測定した摩擦前の網地の抗張力 T_0 と伸長 E_0 を表6に示してしておく。この測定のための標本も摩擦用の試片と全く同様に準備されたものである。

5.2 相異なる摩擦係数の発生因

ラッセル網では, その裏面と表面とで, その外面の形状に差異のあることは図2からも明らかであって, その裏面と表面を共に縦目方向に摩擦するときは, この実験の範囲では網糸の太さにかかわらず, 裏面の摩擦の方が小さい μ をもつ。このことは脚糸の中心線方向の摩擦係数は裏側の方が小さいことを示し, これはその目視観察の結果に符合する。ところが, この網地の裏側面

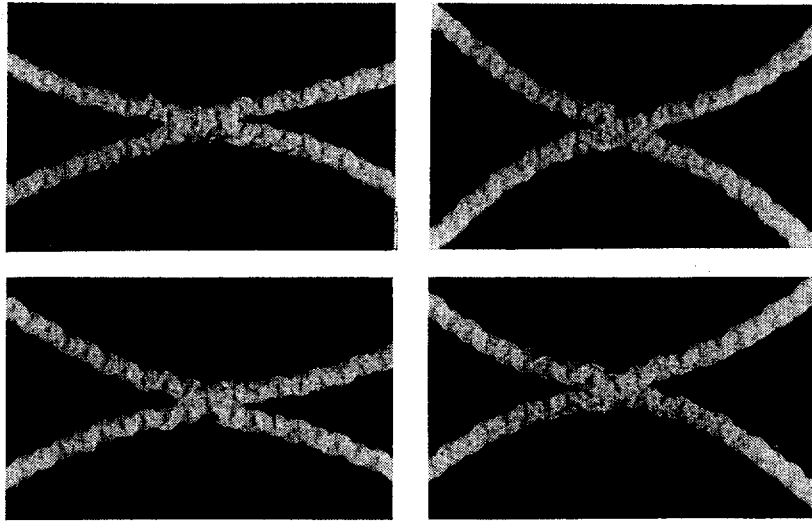


図 14 $W=350$ gw, 摩擦回数 $0.2 N_b$ における摩擦方向別, 摩擦面別の摩擦状況 (ラッセル 15 本格標本)

表 5 摩擦による摩擦係数 μ と残存網地強度の変化 (2 コース網, $W=450$ gw)

網糸の太さ	FD	NS	\bar{N}_b	μ_0	μ_{10}	$\Delta\mu_{10}$	$\Delta T_{30}/T_0$	μ_{20}	$\Delta\mu_{20}$	$\Delta T_{20}/T_0$	μ_{60}	$\Delta\mu_{60}$	$\Delta T_{60}/T_0$
14本格	DW	BS	59	1.90	1.55	0.35	0.80	1.38	0.52	0.92	—	—	—
	DW	FS	74	1.80	1.68	0.12	0.44	1.42	0.38	0.77	1.20	0.60	0
	LW	FS	244	1.78	1.70	0.08	0.25	1.57	0.21	0.53	1.18	0.60	0.10
	LW	BS	526	1.47	1.37	0.10	0.07	1.30	0.17	0.10	1.14	0.33	0.72
15本格	DW	BS	165	2.39	1.62	0.68	0.67	1.47	0.83	0.83	1.20	1.10	0.90
	DW	FS	189	1.87	1.73	0.14	0.38	1.67	0.20	0.46	1.36	0.51	0.72
	LW	FS	312	1.78	1.68	0.10	0.12	1.62	0.16	0.30	1.30	0.48	0.64
	LW	BS	763	1.52	1.40	0.12	0.10	1.32	0.20	0.22	1.18	0.34	0.30
16本格	DW	BS	49	1.88	1.47	0.41	0.92	1.39	0.49	0.93	—	—	—
	DW	FS	93	1.83	1.65	0.18	0.72	1.50	0.33	0.80	1.30	0.53	0.88
	LW	FS	294	1.80	1.60	0.20	0.43	1.48	0.32	0.34	1.30	0.50	0.70
	LW	BS	501	1.50	1.37	0.13	0.07	1.32	0.18	0.10	1.14	0.36	0.35

- (注) (1) μ_0 : 当初摩擦係数, μ_{10} : 摩擦量 10 m における μ の値, μ_{20} : 摩擦量 20 m における μ の値, μ_{60} : 摩擦量 60 mm における μ の値
 (2) $\Delta\mu_{10}$, $\Delta\mu_{20}$, $\Delta\mu_{60}$: μ_0 と μ_{10} , μ_0 と μ_{20} , μ_0 と μ_{60} の差
 (3) ΔT_{10} , ΔT_{20} , ΔT_{60} : 摩擦量 10 m, 20 m, 60 m の摩擦を受けた標本の抗張力 T_{10} , T_{20} , T_{60} と T_0 との差

を横に摩擦するとき, 摩擦係数 μ_0 の大きさは逆に表側の面を横目方向に摩擦する場合より著しく大きくなってしまふ。更に, 14 本格, 15 本格, 16 本格的の各々の場合において, 網面の表と裏が同じく縦目方向に摩擦されるとき μ_0 の差はそれぞれ, 0.02, 0.09, 0.03 と僅少であるのに対し, 横目方向摩擦においては 0.43, 0.78, 0.38 と前者の凡そ 10 倍もの差異のあることが知られる。

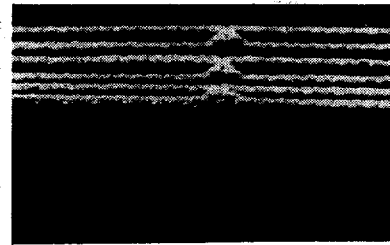
図 15 (A) はラッセル網の裏の面を上にして横目方向に引揃えたもの, 図 14 (B) はその表の面を上にして同じく横目方向に引揃えたものである。両方とも脚の交叉部は 3ヶ所づつ見えているが, (B) の交叉部は網面のほぼ同一平面内にあるように見えるのに対し, (A) の交叉部は網の面より可成り高く浮上り, 突出していることが知られる。精確な測定ではないが, 突起部の summit の

表6 標本とした網地の摩擦前の抗張力 T_0 と伸度 E_0

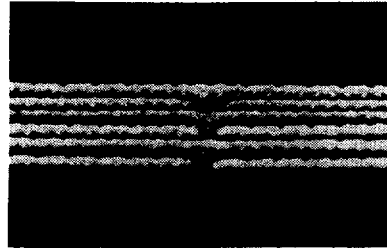
		縦目		横目	
		T (kgw)	E (%)	T (kgw)	E (%)
2コース網	\bar{x}	54.9	38.3	54.3	42.4
	14本格	s	6	6	6
	s	2.173	0.465	1.428	0.886
15本格	\bar{x}	60.9	48.7	55.4	51.3
	n	6	6	6	6
	s	2.308	0.547	1.739	0.846
16本格	\bar{x}	66.3	44.8	60.3	51.4
	n	6	6	6	6
	s	2.609	0.674	1.905	0.334
3コース網	\bar{x}	58.5	38.6	47.0	38.8
	14本格	n	6	6	6
	s	2.334	3.271	2.262	0.678
15本格	\bar{x}	61.0	47.7	55.3	49.8
	n	6	6	6	6
	s	1.469	0.577	1.429	0.742
16本格	\bar{x}	66.8	41.9	53.8	49.3
	n	6	6	6	6
	s	1.489	6.715	2.086	0.690

網平面からの高さはどの標本の場合も 0.5~1.0 mm であった。この突出は交叉部のかがり糸が緊張によって突出するもので、偶然におこるものではなく、交叉部の機構上必然的におこるもので、このために摩擦係数が大きくなることは必然である。なお、網の表の面に関してはこのような現象は生じない。

ラッセル網の表側の面だけについてみると、それが縦方向に摩擦される場合と横方向に摩擦される場合とでは、14本格、15本格、16本格の何れの場合にも若干縦目方向の場合が μ_0 や μ_s の値が小さい。ラッセル網ではその単糸には余り加捻が行われておらず、その単糸は脚糸軸線と略々、lineer であり、芯糸の component filament は脚糸軸線と結局において lineer となっている筈である。したがって脚糸軸線に lineer な摩擦を受ける縦目方向摩擦 (LW) の場合の方より、これに直角な方向の摩擦を受ける横目方向摩擦 (DW) を受ける場合の方が摩擦係数 (μ_0 , μ_s) が大きくなるのは当然と考えることが出来る。網の裏の面の場合にはこれに更に交叉部の突出の影響が加わって、その差異が更に大きくなっているものと考えられる。



(A)



(B)

図15 横目方向に引張られているラッセル網の交叉部の裏面(A)と表面(B)

ラッセル網の摩擦係数に関係する因子として考えられるもう一つの要素は網地の厚さの変動である。表7は網地の面の厚さを構成する脚糸の厚さと交叉部の厚さを測定した結果である。

14本格、15本格、16本格のどの標本も、その交叉部の厚さと脚の厚さとの平均値間の差は1%水準で有意である。このように網面に出来た厚さの差は、網面に凹凸をつくり、凸部に直接的損傷を与える外、凸部の摩擦圧力の増大をもたらし、摩擦を増大させることになる訳である。

5.3 耐摩性の比較とその検討

網地のコース別、網糸太さ別、摩擦荷重別に \bar{N}_0 で耐摩性の大小を比較した結果を表8に示す。これらは図4, 5, 6に示したものについての、摩擦方向と網面の裏表摩擦の別による \bar{N}_0 の比較・検討の結果を示すものである。これによってみると、耐摩性の大小の順序は、ほぼこれらの回帰直線の示す序列がそのまま有意であるものと理解できるであろう。

(LW; BS) の摩擦で \bar{N}_0 が他より大きいのは、初期段階の μ_0 , μ_s が小さく摩損度が少ないことによるが、これは網面が裏であることと、縦目方向に摩擦されることにより、全体としての損傷が小さいことなどによるであろう。

(LW; FS) の摩擦では摩擦面は表で、そのことによる μ_0 , μ_s の値は大きい、縦目摩擦による μ_0 , μ_s の値が大きいために同じ表面摩擦 (DW; FS) の方より μ_0 , μ_s

表7 網地の厚さ

(単位: mm)

網系の太さ	摩擦方向	縦目方向		横目方向	
		脚部	交叉部	脚部	交叉部
14本格	\bar{x}	0.909	1.047	0.907	1.205
	S.S	0.002070	0.002567	0.001667	0.006382
	t_0	11.9896		9.4326	
15本格	\bar{x}	0.972	1.162	0.973	1.222
	S.S	0.001984	0.002567	0.002903	0.006346
	t_0	11.9256		7.7713	
16本格	\bar{x}	0.953	1.101	0.948	1.241
	S.S	0.003123	0.005593	0.001921	0.006790
	t_0	9.5176		9.4232	

の値が小さくなり、摩耗は (DW; FS) の方より小さいことになるものと考えられる。

(DW; BS) は網の裏面が摩擦される場合であるから、本来ならば、同じ横目摩擦の (DW; FS) より μ_0 , μ_s は小さくてしかるべきであるが、この場合は網地が横に張られたとき、交叉部でかがり糸が網面と直角方向に突出するために μ_0 , μ_s が著しく大きくなり、この部分が摩擦の早い段階ではげしい摩損を受けるために急速に弱っていくものとする。

14 本格, 15 本格, 16 本格の網地で、16 本格 (R_{16}) の方が 15 本格 (R_{15}) より \bar{N}_0 が小さいことについての検討は表 3 にみられるとうりであるが、それは単にそれらの μ_0 や μ_s の比較では説明出来ない。測定された μ_0 や μ_s で比較して論じることが出来るのは、原則として太さが同じ場合に限られるべきだからである。

16 本格の網地の特徴は、図 1 にみられるように、脚糸の構成が、かがり糸 6 本相当、芯糸 10 本相当で、15 本格的の 9 本相当と 6 本相当という構成と大きく相異している。かがり糸対芯糸の比は前者で 0.6、後者で 1.5 である。14 本格ではその比は 0.75 である。14 本格と 16 本格的の網の耐摩性の大小は、実験値の \bar{N}_0 や T_s/T_0 で確定できないものが多いが、もともと網糸の太さに違いがあるのであるから、若し太さが同じものということでは推察を加えるとすると、脚糸構成上 14 本格の方が有利と考えてよいかも知れない。このように考えると、15 本格的の網地の \bar{N}_0 が 16 本格的のそれより大きいのは、この比率が大きいことに由来すると考えてよいのかも知れない。即ちラッセル網では、かがり糸と芯糸の比の値の大きいものの方が高い耐摩性をもつものと推察される。この理

由の解明は今後にまつ。

2 コース網と 3 コース網との間の耐摩性の大小については、表 2 の結果について述べたとうりであり、LW の摩擦については両者間に殆んど差異がなく、DW の摩擦では BS の場合に 2 コース網の \bar{N}_0 が大きく、FS の場合に 3 コース網の \bar{N}_0 が大きい、その原因については本実験では十分の解明が得られなかった。

6. 結 語

ラッセル網の耐摩性は無結節網や蛙又網のそれに較べて非常に複雑で、摩擦方向や摩擦を受ける網面が裏面であるか表面であるかによって異なり、それらによって生ずる耐摩性の差異は 1:10 に達するものもある。これは主として、何等かの原因によって生じた網地の摩擦係数若しくは摩擦係数の変化の大きさに基くものと考えられる。

14 本格, 15 本格, 16 本格的の網地の中では、14 本格網と 16 本格網の耐摩性は略、同じく、15 本格的の網地のそれは、それらより大きいという結果が得られたが、これは主として、脚糸を構成している芯糸とかがり糸の配分率と関係し、かがり糸の成分割合の大きいものの方が耐摩性は高いのではないかと推察される。これについては今後究明が行われるべきである。

2 コース網と 3 コース網では、それらが縦目方向に摩擦されるときには殆んど差異がないが、横目方向に摩擦されるときには両者の間に耐摩性に相異を生ずるのである。その原因についても目下のところ明らかにされ得ない。今後の課題である。

表 8 各標本網地の任意の2標本網地間の N_0 の差及び N_0 間の差の検定における t_0 の値

交叉部 編成	W=350gw																			
	14 本 格						15 本 格						16 本 格							
	S.No.1	S.No.7	S.No.16	S.No.22	S.No.2	S.No.8	S.No.17	S.No.23	S.No.3	S.No.9	S.No.18	S.No.24	S.No.5	S.No.11	S.No.20	S.No.26	S.No.6	S.No.12	S.No.21	S.No.27
2 コー ス	282	462	452		451	598	574		207	457	408									
	8.681	15.881	15.188		8.934	13.316	12.706		5.108	12.510	11.059									
		227	170		S.No.8	147	123		126	250	201									
	9.516	11.785	10.401		180	5.038	4.161		9.843	13.305	10.292									
	217		-15		12.015		-24		216		-49									
	15.233	S.No.16	1.718*		15.708	5.872	S.No.17	1.257*	20.173	11.883	S.No.18	5.809								
211	76	-6		212	32	-17		200	82	-16										
14.816	14.707	2.177 [△]		14.752	3.968	2.494 [△]		18.269	9.353	4.504										
S.No.1	S.No.7	S.No.16	S.No.22	S.No.2	S.No.8	S.No.17	S.No.23	S.No.3	S.No.9	S.No.18	S.No.24									
W=450gw																				
3 コー ス	W=350gw																			
	14 本 格						15 本 格						16 本 格							
	S.No.4	S.No.10	S.No.19	S.No.25	S.No.5	S.No.11	S.No.20	S.No.26	S.No.6	S.No.12	S.No.21	S.No.27	S.No.13	S.No.19	S.No.25	S.No.31	S.No.7	S.No.13	S.No.20	S.No.26
	252	424	312		527	674	469													
	6.102	11.111	7.806		8.138	11.071	7.599													
		172	60		S.No.11	147	-58		93	240	125									
	8.264	10.626	2.976		178	5.758	2.148*		4.867	15.210	9.497									
	174		-112		233		-205		181		-115									
	14.429	S.No.19	9.136		11.959	6.809	S.No.20	12.849	10.000	13.623	S.No.21	9.500								
	141	38	-34		169	-9	-64		133	40	-48									
10.987	7.270	7.859	S.No.25	8.106	0.872*	6.130	S.No.26	7.076	4.853	8.156	S.No.27									
S.No.4	S.No.10	S.No.19	S.No.25	S.No.5	S.No.11	S.No.20	S.No.26	S.No.6	S.No.12	S.No.21	S.No.27									
W=450gw																				

<注> 1) 表中の各行2段に入っている数値の中、上段は対応する標本 (S.No.) の N_0 の差 (番号の小さい方から大きい方を差引く) を、下段ゴジックのものは N_0 間の差の検定における t_0 の値

2) 表中の数値の肩にある *印は N_0 の差が5%水準で有意でないことを、△は5%水準で有意であることを、何も印のないものは1%水準で有意であることを示す

7. 参考文献

- 1) 下崎吉矩・内海秀明：網地の摩擦に対する強さ-I，蛙又結節網ならびに無結節網の耐摩性，日本水産学会誌，41 (1)，pp. 7-20，1975
- 2) 浜田 稔：材料試験法，理化書院，pp. 154-156，1954
- 3) 下崎吉矩：長繊維漁網糸の摩擦に対する強さ-II，摩損の機構について，日本水産学会誌，37 (7)，pp. 598-605，1971
- 4) 本多勝司 漁具に使用された網，網および縄類の揚りものの力学的性質に関する研究，東京水産大学特別研究報告，第3巻第2号，pp. 18-32，1960
- 5) 本多勝彩：網地の摩耗，日本水産学会誌，22 (6)，pp. 328-329，1956
- 6) 下崎吉矩：長繊維漁網糸の摩擦に対する強さ-I，日本水産学会誌，24 (10)，pp. 787-794，1959

Wear Resistance of Raschel Net Webbing

By

Yoshinori SHIMOZAKI and Hideaki UTSUMI

Summary

Frictional experiments were carried out with a grinder on the wear and tear of various kinds of net webbings, including 2 types of raschel net webbings. Wear resistance of different webbings was compared with each other, and some analysis was made. This report is concerned primarily with the study on raschel net webbings made of polyester yarns.

The results obtained from the experiments were as follows:

1. The wear resistance of the nettings varied with the frictional force. If the magnitude is represented by the number of the frictions given until the materials are torn down, the typical value of the magnitude \bar{N}_i would be shown by the following empirical formula:

$$\log \bar{N}_i = a + b \log W.$$

Here, W means the weight (gw) which was used to give a frictional force to the sample net webbings.

2. Values of " a " and " b " were found out from regression analysis and the regression equation for each of these sample webbings was obtained.
3. The wear resistance of raschel net webbings varied depending on which side (face side or back side) of the net webbings the friction was given, and also in which direction in relation to the meshes the friction took place. As a matter of fact, the wear resistance of raschel net webbings was the maximum when the back side of the webbings was rubbed in the lengthwise direction of mesh, and the least when the back side of the webbings was abraded in the depthwise direction of mesh.
4. Coefficient of friction was determined for all these sample webbings, and the relationship between the wear resistance and the coefficient of friction was clarified.