

撚り式無結節網地の表面積

誌名	日本水産學會誌
ISSN	00215392
著者	今井, 健彦
巻/号	54巻3号
掲載ページ	p. 437-440
発行年月	1988年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



撚り式無結節網地の表面積^{*1}

今井 健彦

(1987年12月21日受理)

Experimental Studies on the Surface Areas of the Twisted Knotless Nettings

Takehiko Imai^{*2}

The Purpose of this study is to obtain the experimental equation on the surface area of the twisted knotless netting, as a basic study for the fluid dynamical resistance, when the netting piece is set strictly parallel or almost parallel to the flow direction.

The experimental equations are derived from the measured values of paraffin model perimeter as follows:—

- 1) The surface area of joint portion can be expressed as,

$$A_k = 10.27d^2$$

- 2) The surface area of leg portion can be expressed as,

$$A_L = 6.61d(l - 2.08d)$$

- 3) The resultant equation for the surface area of the $(i \times j)$ meshed twisted knotless netting is derived as,

$$A = 2ijd(5.47d + 6.61l) + 10.27d^2(i + j)$$

d : Diameter of twine

i : Mesh numbers on the twinewise direction

j : Mesh numbers on the normal direction

l : Leg length

網地は有孔物体であるために、網地面と流れのなす角(迎角)により、その周りの流れの様子が変る点がある。すなわち、迎角が小さく流れが網地面に沿って流れる場合と、迎角が大きく流れが網目を通過する場合に大別できる。これらの場合の網地抵抗は、それぞれ異なった物理則に従うと考えて解析した方が合理的であることを、今井¹⁾は示している。

網地面を流れに平行に設置した場合の流体抵抗について、鈴木ら²⁾は、網地の脚に働く力は脚に垂直であり、間隔が $l \cos \phi$ 、長さが $l \sin \phi$ の平行な2本の円柱に置き替えて解析している。この場合抵抗係数を算出した基準面積は、網糸直径 d と脚長 l の積 dl であった。但し、この場合の ϕ は、2脚の展開角の半角(縮結角)である。

小長谷^{3),4)}は、30種におよぶ網地を運動方向に平行に設置して、縮結角 ϕ が 45° の場合と、縮結角を変えた場合について実験し、解析を加えている。この場合も、鈴木ら²⁾に準じた考え方に基づいており、結節部の抵抗は脚部の抵抗に比べ無視し得る位小さい、と考えて資

料処理している。

Fridman A. L.⁵⁾は Senin や Baranov の研究を紹介しているが、いずれの場合も結節部について考慮していない。

またこれらの先達が導いた実験式は、相対運動方向と網地面が厳密に平行な場合に限って成立するものである。

流れが網地面に沿って流れる時、その網地に働らく流体抵抗は摩擦抵抗が主であることから、むしろ網地の網糸表面積(Wet Surface Area)に依存すると考えることができる。

この報告は、上記のような考え方に立脚して、流れに平行または殆ど平行な場合の、網地の抵抗係数を導くために行ったものであり、撚り式無結節網地を研究の対象とした。

実験方法および供試網地

実験に用いた網地は、Table 1 に示す二子撚り式貫通型無結節網地9種である。これらの網地から結節および

*1 網地の表面積—III (Experimental Studies on the Netting Surface Area—III). 昭和60年秋期大会で発表した。

*2 鹿児島大学水産学部漁具学講座 (Laboratory of Fishing Gear Science, Faculty of Fisheries, Kagoshima University, Shimoarata-4 Kagoshima 890, Japan).

脚部を摘出し、今井^{2),7)}に準じてシリコン・ゴムに包埋して雌鑄型を作り、黄色のクレパスで着色したハード・パラフィン (融点 54°~56°C のパラフィンに、約 20% の蜜蝋を加えた) を流し込んでパラフィン模型を作った。

これらの模型を台木に垂直に接合し、周囲を黒色クレパスで着色したソフト・パラフィン (融点 44°~46°C) で埋めた。細い網地で編まれた網の場合は、予め恒温槽で約 70°C に加熱した鑄型に、パラフィンを鑄込んだ

Table 1. Knotless nettings used

Netting	Diameter (cm)	Materials
I	0.101	PES 250 ^d -18
II	0.156	PVD 200 ^d -46
III	0.162	PE 400 ^d -18
IV	0.166	PES 2000 ^d -6
V	0.219	PE 400 ^d -36
VI	0.338	PE 360 ^d -70
VII	0.374	PES 2000 ^d -26
VIII	0.394	PE 360 ^d -120
IX	0.468	PE 360 ^d -150

PE: Polyethylene.
 PES: Polyester.
 PVD: Polyvinylidene.

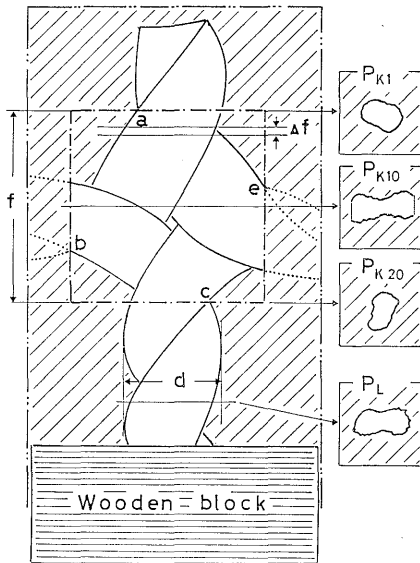


Fig. 1. Schematic drawing shows an example of a joint portion of paraffin model concerning twisted knotless nettings.

d : Diameter of leg (twine)

f : Length of joint portion

Δf : Interval of vertical section

P_K : Perimeter of section on the joint portion

P_L : Perimeter of vertical section on the leg portion

が、この方法でも網地番号 I, II, IV, V の結節部模型は製作できなかった。

Fig. 1 に結節部模型の模式図を示した。この場合結節部は、2本のストランドが互いに接する点を通る、脚に平行な4本の線 (図中の1点鎖線) で囲まれた四角内の網糸の部分と定義した。

結節部表面積を求めるために、シリコン・ゴム鑄型から取り出した網素子模型の左右の脚を安全カミソリの刃で、Fig. 1 の b 点および e 点を通る1点鎖線沿いに垂直に削ぎ落した。台木の面から、a 点および c 点までの長さは、包埋する前にノギスで測定した。

結節部模型の測定断面間隔 Δf は、それぞれの結節長さ f を 20 分割するように決めた。すなわち、マイクロームの送りを 20 μm に設定し、所要回数切断した後、その断面を物指と番号札と共に撮影した。そのフィルムを B5 判の印画紙に、部分的に拡大し焼付け、その周囲の長さを測定した。

脚部模型は、その中央部の任意の数個所の断面を撮影して、同様にして周長を測定し、その平均値を求め、周長 P_L とした。いずれの場合も周長はデジタル・キルビメータで測定した。

実験結果および考察

結節部表面積 A_K は、結節部の垂直断面のそれぞれの周長 P_{K_m} と、測定断面間隔 Δf の積和として近似した。

$$A_K \doteq \Delta f \sum_{m=1}^n P_{K_m} \quad (1)$$

網地番号 III, VI, VII, VIII, IX の結節模型について測定した結果を Table 2 に示した。なお、算出した表面積 A_K と網糸直径 d の関係を Fig. 2 に示した。両者の関係を表す回帰直線式を最小自乗法により、次のように導いた。

$$A_K = 10.27 d^2 \quad (2)$$

任意に摘出した網素子について、結節部長さ f を 3 個以上測定した平均値を Table 2 に示した。なお、結節部長さ f と網糸直径 d の関係を Fig. 3 に示した。両者の関係を表す回帰直線式を次のように導いた。

$$f = 2.08 d \quad (3)$$

脚部の表面積 A_L は、定義に従い、次のように表すことができる。

$$A_L = 2(l-f)P_L \quad (4)$$

但し、 P_L は脚部の垂直断面周長である (Table 3 参照)。ポリエチレン三子撚り糸について、今井⁷⁾ は片子糸の断面を楕円で近似して 3 個の楕円の外接周長を試算し、周長の実測値と比較して補正式を導き、網糸表面積を求める実験式を示している。

撚り式無結節網地の片子糸の数は 2 本であり、Fig. 1

Table 2. Results of measurement for the joint portion of the twisted knotless nettings

Netting	d (cm)	A_k (cm ²)	f (cm)
III	0.162	0.411	0.396
VI	0.338	1.198	0.722
VII	0.374	1.275	0.683
VIII	0.394	1.682	0.882
IX	0.468	2.258	0.960

A_k : Surface area of joint portion.
 d : Diameter of twine.
 f : Length of joint portion.

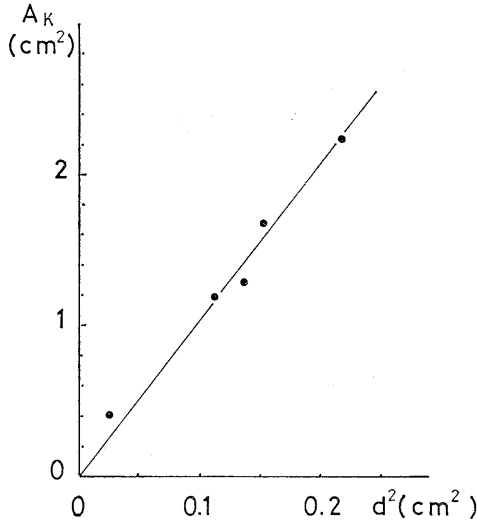


Fig. 2. Relationship between the square value of twine diameter and the surface area concerning the joint portion of twisted knotless nettings.

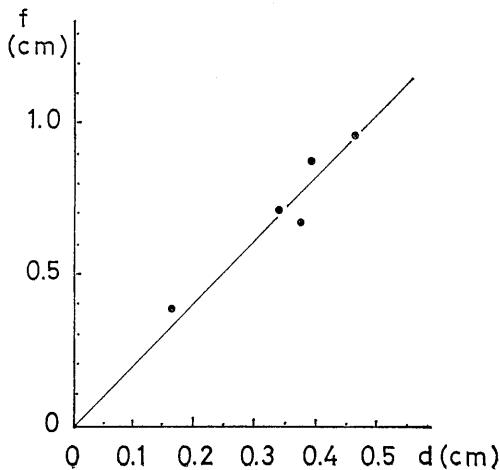


Fig. 3. Relationship between the twine diameter and length of the joint portion of twisted knotless nettings.

Table 3. Results of measurement for the leg portion of the twisted knotless nettings

Netting	d (cm)	h (cm)	ϕ (degree)	P_L (cm)
I	0.101	0.30	34.2	0.278
II	0.156	0.38	39.2	0.538
III	0.162	0.52	32.0	0.547
IV	0.166	0.50	33.6	0.571
V	0.219	0.61	35.9	0.743
VI	0.338	0.85	38.7	1.132
VII	0.374	0.90	39.8	1.172
VIII	0.394	1.04	37.1	1.379
IX	0.468	1.25	36.8	1.539

d : Diameter of leg (twine).
 h : Helical pitch.
 P_L : Perimeter of leg.
 ϕ : Apparent helical angle.

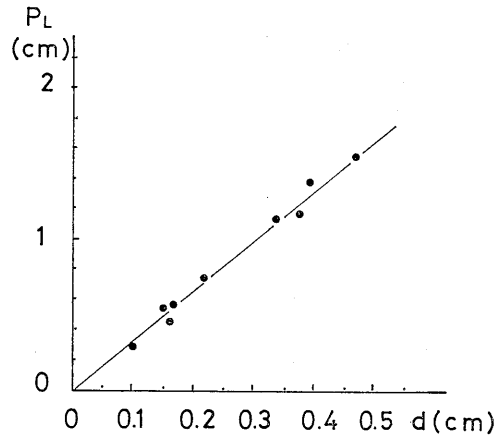


Fig. 4. Relationship between the twine diameter and the perimeter of twine.

に示すように脚部の垂直断面は楕円で近似できないほど歪んでいた。従って、ここでは脚の周長 P_L と網糸直径 d との関係、直接計測した値から求めて Fig. 4 に示した。両者の関係を表す回帰直線式を、次のように導いた。

$$P_L = 3.30 d \quad (5)$$

脚部の表面積は (4) 式に (3) 式および (5) 式を代入して、次式で表すことができる。

$$A_L = 6.61 d (l - 2.08 d) \quad (6)$$

なお網素子1個の表面積 A_E は結節表面積 A_K と脚部表面積 A_L の和である。

$$A_E = A_K + A_L = d(5.74 d + 6.61 l) \quad (7)$$

従って、掛目方向の網目数が i 個、結び下し方向の網目数が j 個の撚り式無結節網地の表面積 A は、次式で表すことができる。

$$A=2ijA_E+(i+j)A_K$$

$$=2ijd(5.74d+6.61l)+10.27d^2(i+j) \quad (8)$$

この研究は、相対運動方向と網地面が平行または殆ど平行な場合および、細い網糸で作られた網を流れの遅い海底に設置する底刺網や、流れと共に移動する流し刺網などのように、レイノルズ数が小さく、網地に働らく流体抵抗は主に海水の粘性に基づく場合などの抵抗特性を説明するために行ったものである。

撚り式無結節網地は結節網地に比べ結節のずれが少ないために、衝撃により破網し易い欠点がある。そのために、操業中大きな負荷が掛らない部分に使用されることが多いため、比較的細い網糸で編網されたものが多い。すなわち、結節網地に比べ、細い網糸の網地についてパラフィン模型を作らなければならなかった。この問題は、鋳型を加熱することによりほぼ解決できたが、結節部の場合には気泡が混入し、部分的に欠けたり折れたりして、網地番号 I, II, IV, V については模型を作ることができなかった。従って、結節部表面積を表す (2) 式

は、5個の結節部の測定に基づいたものであり、少ない資料から導いた点では問題が残されている。

脚部については、今井⁷⁾に準ずることなく、脚部の周長と網糸直径の関係を (5) 式で示した。この場合も (5) 式は実測値と良く一致した。撚り式無結節網地の場合、片子糸に加えられる下撚りおよび網糸に加えられる上撚りは、素材やフィラメントの太さ、数などに依存せず、ほぼ一定であったためであろう (Table 3 参照)。

文 献

- 1) 今井健彦: 鹿大水紀要 **35**, 169-253 (1986).
- 2) O. Suzuki and K. Matuda: Nippon Suisan Gakkaishi, **31**, 579-584 (1965).
- 3) 小長谷庸夫: 日水誌 **37**, 944-947 (1971).
- 4) 小長谷庸夫: 日水誌 **37**, 1033-1036 (1971).
- 5) A. L. Fridman: Theory and Design of Commercial Fishing Gear 45-72 Israel Program for Scientific Translation Jerusalem (1973).
- 6) 今井健彦: 日水誌 **49**, 1195-1198 (1983).
- 7) 今井健彦: 日水誌 **50**, 573-576 (1984).