

底曳網の研究 — I

網中の流速の増加現象について *

肥 後 伸 夫

Studies on the Drag Net — I.

An Increase of the Current Velocity inside the Net

Nobio Higo

Abstract

Four types of drag net models which differ in the size of the net mouth were used. The models were made in a reduction to one tenth of the original scale after Tauchi's comparative method. Experiments were performed in a laboratory tank of circulating water system. Current velocity were measured in and around the nets with a Thermister type current meter. Observations were also made on the shape of the nets *in situ* and the stream-lines. Results are as follows:

1. Current velocity inside the net were mostly equal to or somewhat faster than those at the mouth. As compared to the latter, slower speeds were nearly always measured close to the outersurfaces of the net in both the sides and the rear.

2. The influx of water running towards the sides of the net can be divided into two parts. The major one passes out through the meshes and is transformed into water-eddies to run along the outside of the net, its speed being gradually reduced, while the minor part continues to run along the innerside of the net and plays a role in acceleration of current velocity in the core of the net.

3. A current velocity at a given point inside the net is to be theoretically analyzed as given in the following formula:

$$V = \frac{A_0 V_0 - (A_0 - A) \bar{V}'}{A + C S \sin \theta},$$

where, A_0 is the area of the net mouth, V_0 the current velocity at the net mouth, A the cross area of the net at a given point inside the net, C a coefficient of the current velocity at a mesh, S the total area of meshes per unit length, θ the angle of inclination of the net against the current direction, and \bar{V}' denotes the average current velocity outside the net. It was found that values calculated after the formula roughly coincide with the measurements.

緒 言

底曳網では、従来、田内 (1934)¹⁾ の比較法則に従って模型網を作製し、その実験の結果に基づいて設計の良否を検討することが多いが、その検討の対象となっている問題点をあげると、網口の高さ、網成り、および曳網にかかる全体的な抵抗値等であり、今日迄に、これらに関する研究発表は多くを数えている。しかし、底曳網の網成りと密接な関係にあると考えられる網中の流速については研究された例が少なく、葉室 (1960)²⁾ が底曳網の網中の流

* 昭和39年度日本水産学会秋季大会にて発表

速を実測検討しているに過ぎないようである。筆者 (1963)³⁾はさきに、以西機船底曳網の網中の流速と網成りの関係について概括的に述べた。今回は同型の4枚の網地から成っている囊網の模型網を作製し、水槽実験を実施した。実験内容は、網中の流速測定、網成り、および流線の観察等であるが、その結果興味深い2、3の知見を得たのでここに報告する。なお、実験は昭和39年2月下旬、北海道大学水産学部の大型対称式回流水槽（直線水路長11m、巾2m、深さ1m）において、室温5〜-5°C、水温3〜0°Cの状態で行った。

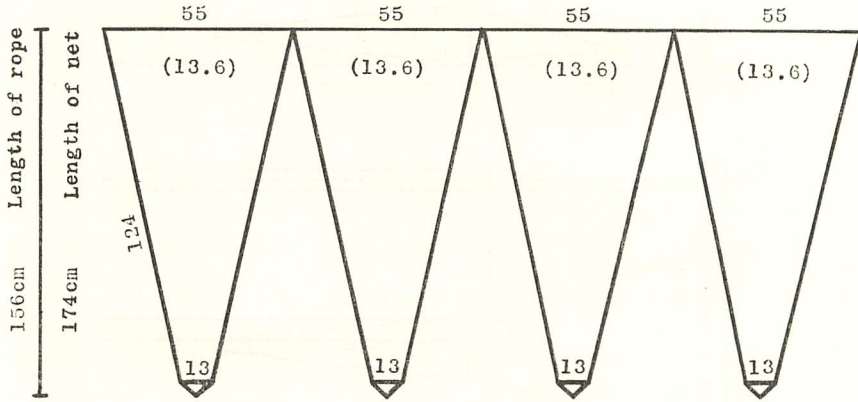


Fig. 1. Construction of the drag net.
 Figures in brackets show the size of mesh in mm and those without brackets show the number of meshes.

実験装置と方法

1. 模型網

模型網の実験は出来るだけ大型の模型網を用いるのが望ましいので、Fig. 1 に示すような囊網について縮尺を大きくとり実験した。また、模型網の作製については、寸法は総べて田内の比較法則に従って定めた。すなわち、(1) 模型網の寸法 (λ') は実物網の寸法 (λ'') の1/10とした。(2) 網糸は実物網ではマニラトワイン ($\rho''=1.42$) であるが、これを模型網に使用する場合は絹糸 ($\rho'=1.25$) としたので、網糸の直径 (D' , D'') の比、並びに、網目の大きさ (L' , L'') の比は次のように選定される。

$$\frac{D'}{D''} = \frac{L'}{L''} = 0.161$$

(3) 流速 (V' , V'') の比は次式で定まり、これを流速の換算率とする。

$$\frac{V'}{V''} = \sqrt{\frac{D'}{D''} \frac{(\rho'-1)}{(\rho''-1)}} = 0.306$$

(4) 網類では、囊網に取り付ける筋網が問題となるが、その材質は実物網ではマニラロープ ($\rho''_1=1.42$)、模型網では綿糸 ($\rho'_1=1.39$) としたので、その直径 (D'_1 , D''_1) の比は

$$\frac{D'_1}{D''_1} = \sqrt{\frac{\lambda'(\rho''_1-1)}{\lambda''(\rho'_1-1)} \left(\frac{V'}{V''}\right)^2} = 0.102$$

となる。

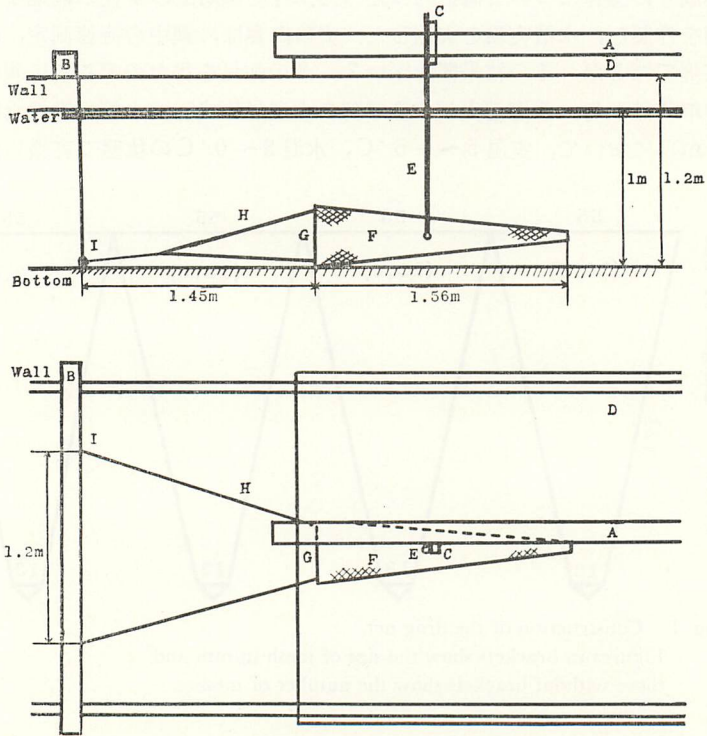


Fig. 2. Side view and top view of the experimental equipment.

- A : Setting-timber of the current speed meter.
- B : Setting-timber of the towing line.
- C : Fixed timber of the current speed meter.
- D : Truck.
- E : Current speed meter.
- F : Net.
- G : Hoop of the net mouth.
- H : Towing line.
- I : Pulley.

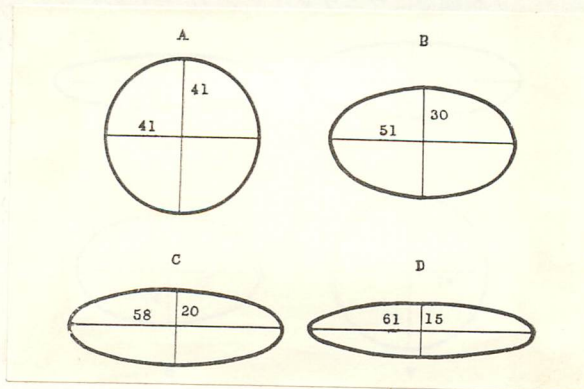


Fig. 3. Configuration of the hoops of the net mouth.

- A : For the A type net.
 - B : For the B type net.
 - C : For the C type net.
 - D : For the D type net.
- Unit : cm.

2. 模型網曳網装置および網口展開枠

実験装置の概要を Fig. 2 に示したが、模型網は網口を展開する円形、或は楕円形の枠に縫合され、この枠は等間隔に取り付けられた4本の曳糸で曳かれた。枠の材質は3.2mm径の鋼線で、周長を129cmとし、Fig. 3 に示すような4種の型に定めた、この場合、枠の高さは網口の高さを表わすことになり、実物網に換算すれば、それぞれ、4.1m、3m、2m、1.5mとなる。このように、網口を展開する枠を4種の型に定めた理由としては、曳網中の底曳網では、曳網速力の増加に伴って網口の形状が、長軸を高さとする楕円状のものから、短軸を高さとする楕円状のものに変化してゆくと考えられるからである。これに関する研究発表は高山等 (1959)⁴⁾ が行っており、曳網中の網口の形状について考察を加えている。また、葉室 (1960)²⁾ が大型底曳網について実測した結果によると、曳網開始より曳網終了までの網口の高さは、4~1.5mの範囲内で変化するようであるので、曳網中における網口の形状および網口の高さは、この4種の枠型網のいずれかに近い形状をとるものと考えられる。

ここで各枠型に縫合した場合の網を、それぞれ、A型網、B型網、C型網、D型網と呼ぶことにする。また、流速測定範囲は実物換算流速の $\frac{1}{2}$ ~ $3\frac{1}{2}$ 節で、各網でその範囲を適当に区切り実験した。

3. 流速測定装置および測定方法

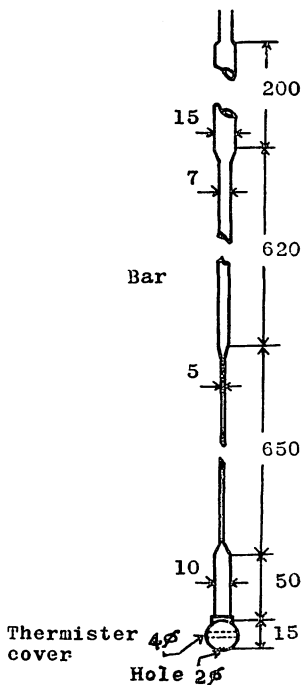


Fig. 4. Thermister part of the current speed meter.
Unit : mm.

流速測定にはサーミスター式微流速計* を使用した。この流速計の構成は、受感部、同支持筒、流速指示器、および電源よりなり、受感部に取り付けたサーミスターに流れを当ててその速さを測定する直熱式のもので、Fig. 4 はその受感部の構造図である。同図で示すように、受感部は長さ約1.5mの細い金属製の支持筒の先端にあって、球状のカバーで保護されており、主サーミスターはこのカバーの内部のほぼ中心に位置している。測定方法は、水槽壁上のレール上を水平に移動する台車に支持筒を固定して測定したが、支持筒が鉛直に固定されているか否かについて特に注意を払った。

模型網の流速測定点は Fig. 5 に示すように、網中ではその中心線上の3点を取り、その他は網の周囲の点を適宜定めて測定点とした。なお、本論で言う網中の流速とは、同図の P_1 、 P_2 、 P_3 点のような網の中心線上の点の流速をさし、網側の流速とは、 P'_1 、 P'_2 、 P'_3 点のような網面より約1.5cm離れた点の流速をさし、網後方の流速とは、 P_c 点のような網の後端より約1.5cm離れた点の流速をさすものとする。

* 東邦電探株式会社製 CM-2型

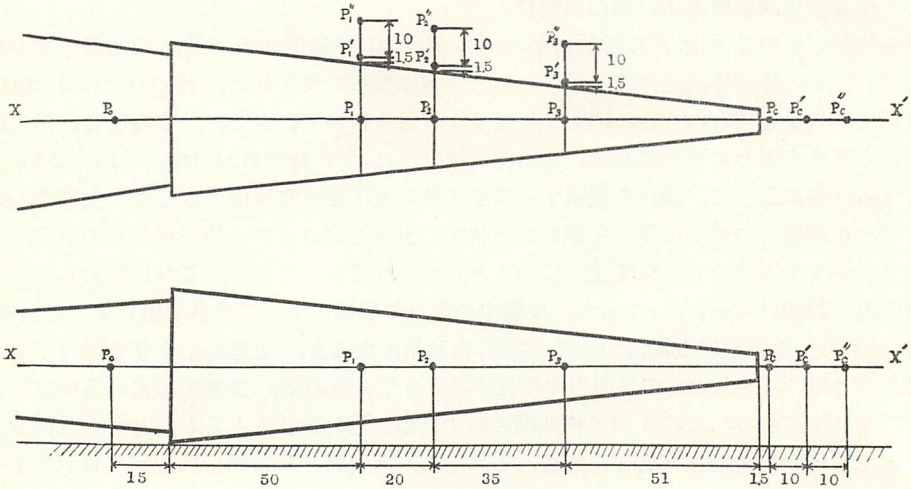


Fig. 5. Top view and side view show the measuring points of the current velocity. Unit : cm.

4. 流線の観察

流線の観察方法は網の前方に固定した先細の管口をもつガラス管より青インク液を流し、網中での流れの状態、および網面に当たって網外に流出する状態を観察し、上面および側面より写真撮影した。

実験結果

Fig. 6 (A~O) は各枠型における模型網の流速測定結果と網成りを示したもので、流速測定は囊網の右側半分について実施した。ここで流速の速さは矢印の長さ* で、その測定点は矢印の基点** で表わした。

各測定点の流速を網口の流速に比較してみると、まず、網中の流速はほとんど等しいか、または大であり、網側の流速はほとんど小、網の後方の流速はほとんど小の結果となっている。ただし、網の後方の流速はそのふれが大きい場合が多く、流れが均一の状態でないことを示している。

次に、各枠型網における主要流速測定点の測定結果を Table 1 に示したが、同表から更に、網口の流速と網中、網側、および網後方の流速との対比をとってみると Fig. 7 (A~C) に示すようになる。同表 (A) によると、網中の流速は網口の流速に比して125~81%の範囲内の比率であるが、ほとんど100%以上の比率である。同表 (B) によると、網側の流速は網口の流速に比して113~25%の範囲内の比率であるが、ほとんど100%以下の比率である。同表 (C) によると、網後方の流速は網口の流速に比して117~32%の範囲内の比率であるが、ほとんど100%以下の比率であることを示している。しかし、上述の結果の外、B型網の実物換算流速2節の場合のように、網側の流速が網口の流速に比して総べて100%以上となり、

* 流速のふれのあるものについては、その最大値と最小値の平均値をもって、流速の速さとした。

** 矢印の重なる部分については、基点を若干下方にずらして記入した。

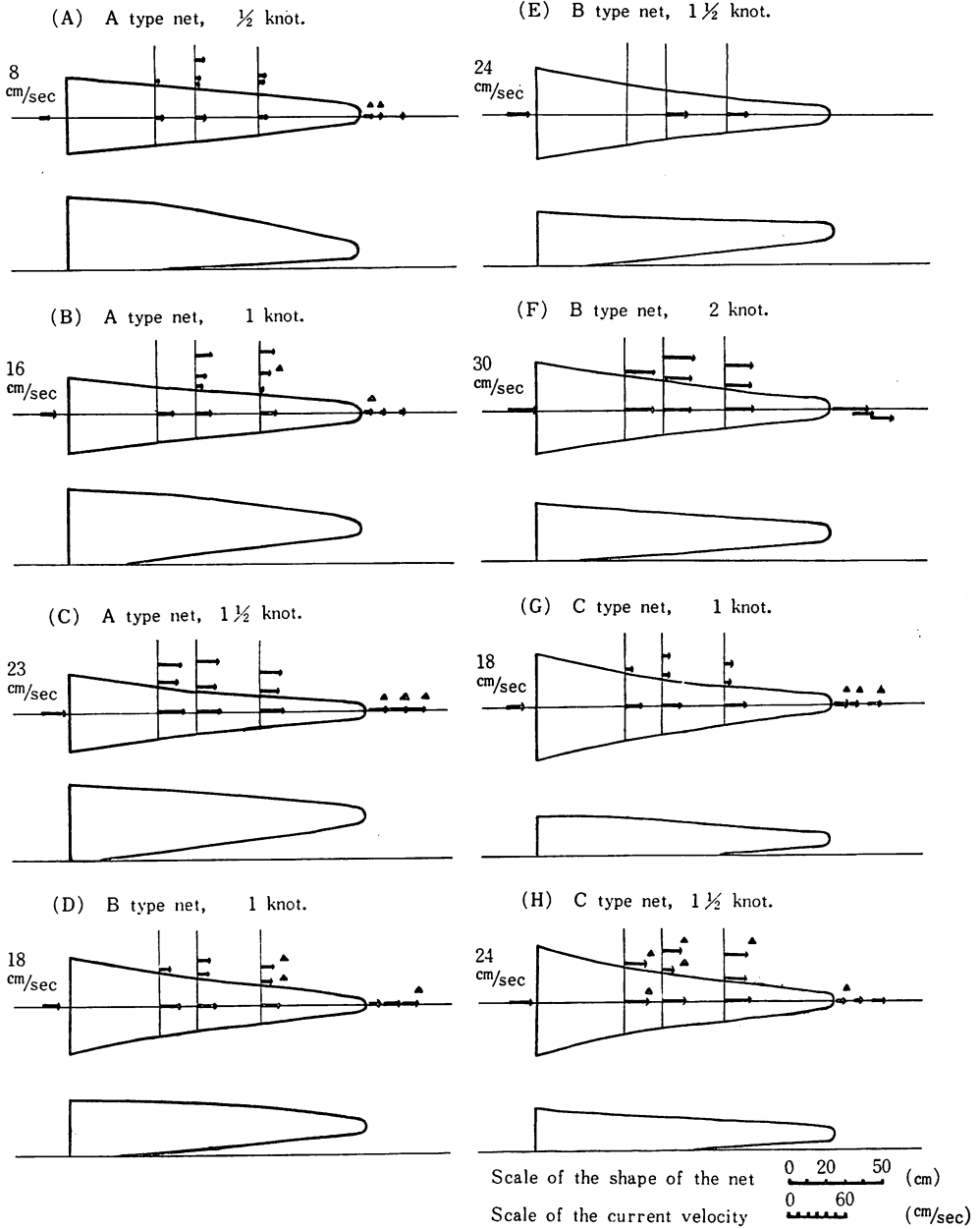


Fig. 6 (A~H).

Top view shows the state of the current velocity by the measurement and the shape of the net.

Side view shows the shape of the net.

Knot show the current velocity measured in full scale.

▲ mark shows the measurement deflectoin of 2 cm/sec upwards.

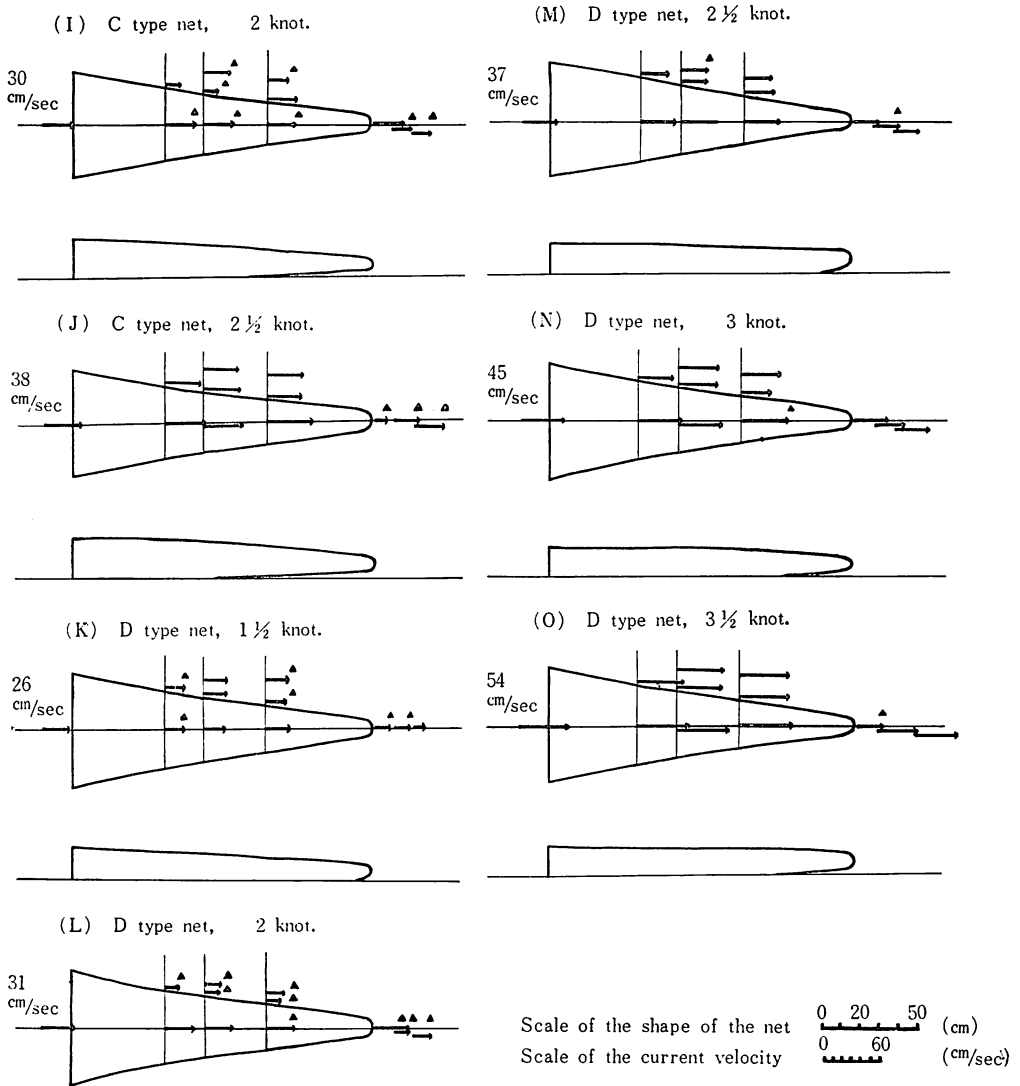


Fig. 6 (I~O).

Top view shows the state of the current velocity by the measurement and the shape of the net.

Side view shows the shape of the net.

Knot shows the current velocity measured in full scale.

▲ mark shows the measurement deflection of 2 cm/sec upwards.

また全部の網の実物換算速流2節の場合のように、網後方の流速が総べて110%以上という特殊な場合もあった。

流速の測定と同時に実施した流線の観察実験の結果、Plate 1 に示すように、網中を流れるインク液の流れが網面に当たった場合、網目を通過しないで1部は網中を流れてゆく状態を観察出来た。すなわち、この流れが網の内面全周にわたって存在するとすれば、流速は加速される結果となり、網中の流速が増速される1つの解釈を得ることになる。また、網側の

Table 1. Comparison of the current velocity at the main points.

Part, Point	Net type	A			B			C				D				
		Current(knot)*			Current(knot)*			Current(knot)*				Current(knot)*				
		1/2	1	1 1/2	1	1 1/2	2	1	1 1/2	2	2 1/2	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2
Current(cm/sec)**		8	15~17	23~24	17~18	23~24	29~30	17~18	23~24	29~30	37~38	25~26	30~31	36~37	44~45	53~55
Net mouth	P ₀	8	16	24	18	24	30	18	24	30	38	26	31	37	45	54
Inside of the net	P ₁	9	17	26	21	—	32	19	25~27	32~34	42	20~22	31	37~38	45	56
	P ₂	10	16	26	21	24	30	21	24~25	32~34	42	22~23	30~31	38~39	46	56
	P ₃	8	17	25	22	24	30	21	27	30~32	46	27	29~31	38	46~48	55
Outside of the net	P ₁ '	3	—	21	11	—	31	7	21~24	15~16	37~38	20~23	12~15	28~29	38~39	48
	P ₂ '	4	7	19	12	—	30	7	12~14	16~18	37~38	26	15~17	28~29	40	48
	P ₃ '	2	5	20	9~12	—	31	5~6	24	34	37~38	20~23	15~17	31	30~31	51
	P ₁ ''	—	—	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	P ₂ ''	—	—	25	13	—	32	7	19~22	25~34	38	—	—	—	40	50
	P ₃ ''	8	11~15	23	11~14	—	32	8~9	25~27	21~23	38	22~24	—	—	40~41	50
Rear of the net	P _c	3~11	2~13	18~22	10~11	—	35	8~16	7~11	34	10~14	10~22	32~37	26	30~31	25~27
	P _c '	1~3	2	18~22	14	—	22	6~8	7~8	16~23	23~28	9~22	15~19	22~26	30	40~41
	P _c ''	3	4	15~23	10~14	—	22	6~8	10~11	18~23	30~32	9~10	15~22	26~27	35	42

* Current (knot) shows the current velocity at the full scale net.

** Current (cm/sec) shows the current velocity at the model scale net.

流れは、網内から網外に流出した後、流速の遅い流れに変わることがわかり、同一断面における流速の分布は、網面付近において不連続になることが考察される。すなわち、網側の流れは、網面において渦状の形をなしているため、流速は渦の速さに近似したものと考えられるべきであろう。また、網側を含む網外の流速の分布状態をみると、網面からの距離が大となるに従って流速は増加し、或る距離に達すると網口の流速に等しくなることが認められた。

網成りは Fig. 6 に示すように、ほとんどの網が、円錐形か、又は円錐形に近い形状をなしているが、A型網の実物換算流速 1/2、1 節の場合では網尻部が下方に垂れており、また、D型網の場合では網側線が網口付近において内方に彎曲し、そのために、曲線となっている状態を認めた。

考 察 と 検 討

網の外側のある距離の所に、網の中心線に平行であり、また網口の流速に等しい流速をもつ面を想定すれば、この面内における網外の流速を測定することによって網外の平均流速は求められる筈である。ここで、構成された或る網成りのもとにおいて、流れに垂直な任意の断面を通過する網中の流量と網外の平均流量との和がほぼ一定であるものとすれば、網外の流速を測定することによって、既知の網成りと網口の流速より網中の流速は求められること

になる。

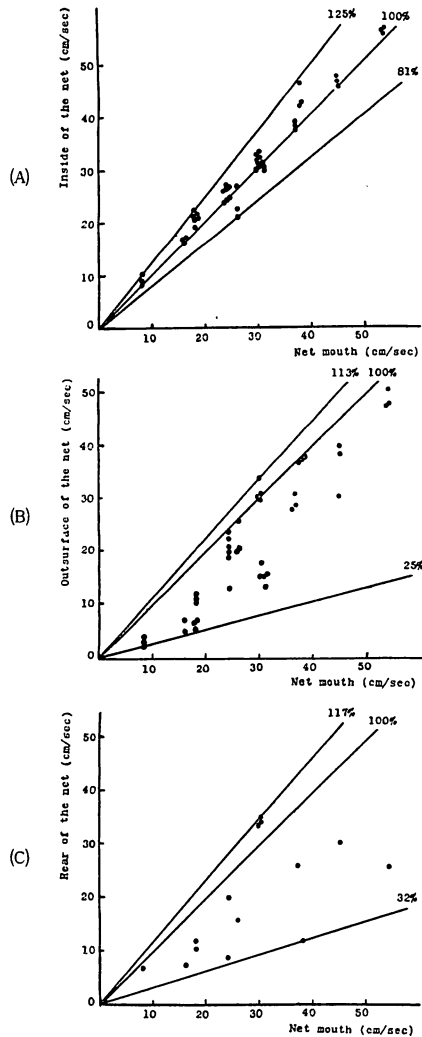


Fig. 7. Comparison of the ratio about the current velocity.

Fig. 8 に示すような円錐形の囊網を定常流の中におき、網成りと各流速との関係について検討してみよう。網の中心線 XX' より或る距離隔てた流線面 YY' 面において均一な流れがあり、その面以遠の領域の流速は一樣に網口の流速に等しいものとする。ここにおいて、囊網の右側半分について上述の検討を加えることにし、網の中心線上 P_0, P_1, P_2, P_3 の位置に任意の3断面を考える。それぞれにおける網内断面積を A_0, A_1, A_2, A_3 、その断面を通過する水の流速を V_0, V_1, V_2, V_3 、網面と YY' 面によって囲まれた網外断面積を A'_0, A'_1, A'_2, A'_3 、その網外各断面の平均流速を $\bar{V}'_1, \bar{V}'_2, \bar{V}'_3$ とする。

今、網の後端を一応考慮外におき、網面がその表皮抵抗を無視出来るような非常に薄い膜

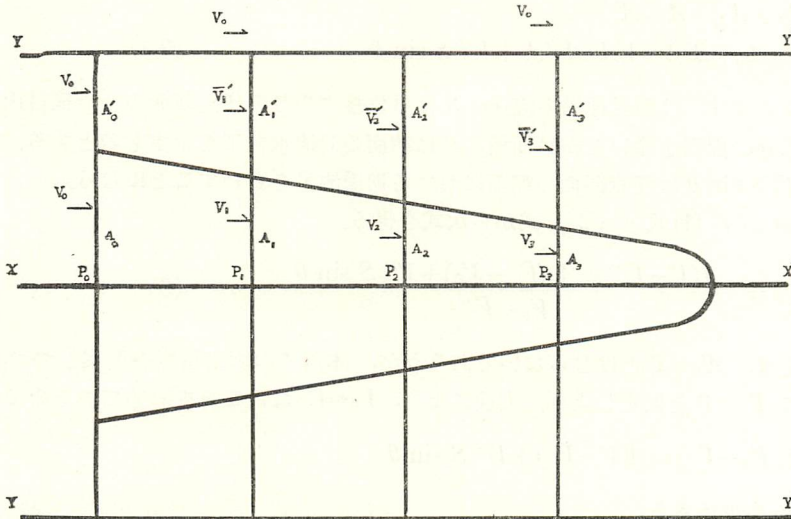


Fig. 8. The schematic representation of the net which is setting in a laminar flow.
 P_0, P_1, P_2, P_3 : Measuring point of the current velocity.
 V_0, V_1, V_2, V_3 : Current velocity.
 $\bar{V}'_1, \bar{V}'_2, \bar{V}'_3$: Average current velocity.
 A_0, A_1, A_2, A_3 : Cross area of the net.

とおわれているものとすれば、 YY' 面で囲まれる各断面での内外面積の合計はほぼ一定で、

$$A_0 + A'_0 = A_1 + A'_1 = A_2 + A'_2 = A_3 + A'_3$$

となり、各々の合計面積を通る流れが定常で且つ、連続的な状態を保つ場合、単位時間当りの各断面における流量は等しくならねばならないので

$$V_0(A_0 + A'_0) = V_1A_1 + \bar{V}'_1A'_1 = V_2A_2 + \bar{V}'_2A'_2 = V_3A_3 + \bar{V}'_3A'_3$$

となる。このことはどの断面においても成立するから、面積および流量の連続式は添字 $1, 2, 3$ を省略して下式で与えられる。

$$A_0 + A'_0 = A + A' \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$V_0(A_0 + A'_0) = VA + \bar{V}'A' \quad \dots\dots\dots (2)$$

しかし、実際の網においては、網目を通して網外に流出する流量があるので、網中の流速はその流量だけ上記想定速度より減速され、逆に、網の外側の流速は増速される結果となる。しかし、網の外側の流れには渦が生じたりするので、ここでは網中の流れだけをとり、任意断面における網中の流量が、上記想定速度より減速された流量と網目を通過する流量とに分けて考えられるものとする。そのうちの網目を通過する流量は、その流速によって網面を展開させる役目をなすので、網面の対水角度によっては無視出来なくなり、従って、流量の連続式(2)に補正項を加えなければならない。すなわち、実際の網に関する連続式は任意断面において

$$A_0 + A'_0 = A + A'$$

$$V_0(A_0 + A'_0) = VA + \bar{V}'A' + V''S \sin \theta \dots\dots\dots (2')$$

となる。ここに V'' は網目通過の流速、 S は単位長さ当りの任意断面の全周網目面積より、その網糸部分の面積を除いた網目面積、 θ は網面の対流水角度を示すものとする。従って、上式中の $V''S \sin \theta$ は任意断面の網面における通過流量を表わすことになる。

ここにおいて、(1)式と(2')式から次式を得る。

$$A'_0 = \frac{A(V - \bar{V}') + A_0(\bar{V}' - V_0) + V''S \sin \theta}{V_0 - \bar{V}'} \dots\dots\dots (3)$$

厳密に言えば、 $A'_0 = 0$ とはならないであろうが、本論での測定精度を勘案しつつ、簡単にするために $A'_0 = 0$ と仮定しよう。実験により、 $V_0 \approx \bar{V}'$ なることを確めてあるので、(3)式は

$$A_0(V_0 - \bar{V}') = A(V - \bar{V}') + V''S \sin \theta$$

これから V を求めると

$$V = \frac{A_0V_0 - (A_0 - A)\bar{V}' - V''S \sin \theta}{A} \dots\dots\dots (4)$$

表わし得る。

ここで、網目通過の流速は同断面の網中の流速に比例するとおけば $V'' = CV$ (C : 比例常数) となり、(4)式はさらに

$$V = \frac{A_0V_0 - (A_0 - A)\bar{V}'}{A + CS \sin \theta} \dots\dots\dots (5)$$

となる。(5)式において、一定流速 V_0 のもとで実験観測すれば、 A_0, A, S, θ は求められ、 C は網糸の直径、網目の大きさによって定まってくる係数と見なされるので、 \bar{V}' を測定することによって、 V は求められることになる。ここで V_0 は網口直前の流速であるが、本論においては曳網速度と同一に取り扱われる。なお、プランクトンネットやもじ網のような抵抗の多い網地を曳く場合、網口直前の流速は曳網速度より小さくなることもあり得るが、粗い網目の場合には上記の想定は妥当であり、本論におけるような測定誤差の範囲内では、当然、網口の流速は曳網速度に等しくなると見なしてもよいであろう。

今回実施した実験のうちから、網成りが最も円錐形に近いA型網の実物換算流速1½節の場合をとりあげ、(5)式にその測定値を代入した結果、Table 2 に示すような網中の流速の計算式を得た。同表の A_0, A, S, θ は網成り結果より求め、 C はTable 3 に示すような測定

Table 2. Expansion of the calculated expression at the A type net, 1½ knot (full scale).

Section	V_0 (cm/sec)	A_0 (cm ²)	A (cm ²)	C	S (cm ²)	θ (°)	$V = \frac{A_0V_0 - (A_0 - A)\bar{V}'}{A + CS \sin \theta}$
P_1	24	1294	707	1.02	100	5	$V = 43.8 - 0.8\bar{V}'$
P_2	24	1294	539	1.02	87	8	$V = 56.0 - 1.4\bar{V}'$
P_3	24	1294	301	1.02	65	8	$V = 100.2 - 3.2\bar{V}'$

Table 3. The coefficient of two current velocity at the sections.

Section	V (cm/sec)	V'' (cm/sec)	C (V''/V)
P_1	26	26~27	1.02
P_3	25	25~26	1.02

Table 4. Comparison between calculated velocity and experimental velocity.

Section	V_0 (cm/sec)	Calculated velocity (cm/sec)		Experimental velocity (cm/sec)	
		\bar{V}'	V	\bar{V}'	V
P_1	24	22	26.2	22	26
		23	25.4		
		24	24.6		
P_2	24	21	26.6	22	26
		22	25.2		
		23	23.8		
P_3	24	22	29.8	23	25
		23	26.6		
		24	23.4		

V : Current velocity at a given point inside the net.

V_0 : Current velocity at the net mouth.

\bar{V}' : Average current velocity outside the net.

V'' : Current velocity at a mesh.

A : Cross area of the net at a given point inside the net.

A_0 : Area of the net mouth.

C : Coefficient of the current velocity at the mesh.

S : Total area of meshes per unit length.

θ : Angle of inclination of the net against the current direction.

結果よりその平均の比率を求めたものである。Table 4はTable 2の結果に幾つかの網外流速を投入した時の計算値と、この実験で得られた測定値との比較表であるが、同表によれば、網中流速に対応する網外平均流速が丁度実測値と一致するあたりに見出され、従って、(5)式で求められた計算値は実測値とほぼ一致していることを示している。しかし、このような理論式がどの網型、網目にまで適用されるかについては未だ不明であり、しかも、囊尻に近い断面では実測が甚だ困難であり、とくに、 θ が45~90°となる囊網部分では、不安定な現象が認められて解明の至難さを思わせるものがある。しかし、網中の流速が予想外に大きい現象もあることをここに公表して先輩諸賢の御批判を仰ぎたく、取敢えず一報とする。最後に流速測定値の誤差について検討した点を付記する。

今回の実験において使用した流速計はサーミスター式流速計であることは前にも述べたが、この流速計によって得た測定値には、流速指示部の目盛の表示方式によって生ずる読み取り誤差と、受感部の構造によって生ずる誤差が考えられる。前者は指示部の目盛が対数目盛であるため、流速20cm/sec付近までは正確に読み取れるが、それ以上になると目盛間隔が急に狭くなるので、指針の僅かなふれでも、読み取りの誤差は無視出来ない量となる。そこで、測定時間を充分に長くにとって測定し、この誤差を出来るだけ少なくするように努めた。後者

は第1に受感部の球状のカバーに設けられた通水口の形状による誤差をあげられるが、これについては、通水口の形状によって定まる流れの方向の範囲とその流量が問題となる。第2に受感部の支持筒の構造による誤差があげられるが、これは流水中に固定された支持筒の後方に渦が発生し、そのために生ずる振動が誤差の形になって表われるものと考察される。

しかし、上記誤差はいずれも、実験と同時に作製された較正表によって実測値より除去し、これらの誤差の生じないように配慮した。それでも、本流速計の方向性などには、なお、疑問とする点が残るので、今後上述の現象を再確認し、また、上記仮設に基づく理論式などに修正点を生ずるか否かを決定したりする目的で、別型（傍熱型）の流速計を目下試作中である。すなわち、その流速計の完成を待って、さらに、網目や網糸の異なるものなどについて実験し、網中の流速と網成りに関する本論の研究を進展させ、実用網への展開を期したい。

要 約

底曳網の囊網について1/10の模型網を作製し、大型回流水槽において模型実験を行なった。この網は、網目の大きさの等しい網地で構成され、その囊口を4種の異った枠に順次縫合して実験した。実験はサーミスター式微流速計をもって網中および網の周囲の流速を測定し、同時に、網成り、および流線の観察を実施した。

実験結果として得られた知見をまとめると次のようである。

(1) 網中の流速は網口の流速に比して、ほとんど等しいか、または大である。網側の流速は網口の流速に比して、ほとんど小であり、網後方の流速は網口の流速に比して、ほとんど小であるが、一般にそのふれが大である。

(2) 流線の観察の結果、網中の流れは網面に突き当たった場合、大部分は網目を通過して網外に出た後、渦状の形に変化して減速するが、1部分は網目をぬけないで網中を網面に沿って流れることを認めた。

(3) 網中の流速を理論的に解析して、任意断面における網中の流速 V を求める式

$$V = \frac{A_0 V_0 - (A_0 - A) \bar{V}'}{A + C S \sin \theta}$$

を導き、計算値と実験値がほぼ一致することを確めた。ここで、 V_0 は網口の流速、 \bar{V}' は網外平均流速、 A は任意の点における網中の断面積、 A_0 は網口の面積、 C は網目通過に関する流速の係数、 S は単位長さ当りの総通水網目面積、 θ は網面の対流水角度を示す。

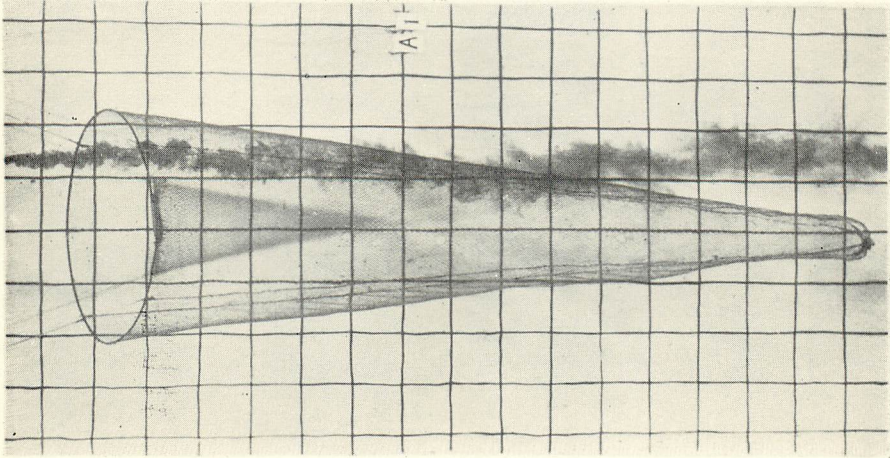
終りに、本研究の御指導、御校閲を賜った北海道大学水産学部黒木敏郎教授をはじめ、実験に際して御教示と御助言を賜った同学部金森政治教授・井上直一教授に深甚の謝意を表すると共に、実験に御協力を戴いた同学部漁業学科各位に厚く御礼申し上げる。また、本研究の実施にあたって御配慮、御支援を賜った本学部盛田友次教授に深謝する。

参 考 文 献

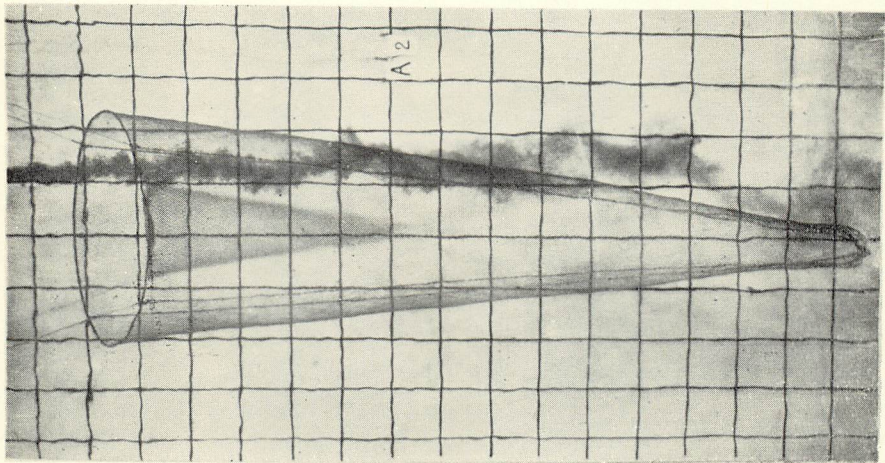
- 1) TAUTI, M (1934): A Relation between Experiments on Model and on Full scale of Fishing Net. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 3 (4), 171~177.
- 2) 葉室親正 (1960): “漁具測定論”, 98—119, 33—227, (横書店, 東京).

-
- 3) 肥後伸夫 (1963) : 以西機船底曳網漁業における漁具と漁獲性能に関する研究—(予報). 鹿児島大学水産学部紀要, **12** (1), 20~28.
 - 4) 高山重嶺・小山武夫・武富一 (1959) : トロール網に関する研究—III. 東海区水産研究所業績A第99号, 7~18.

Plate 1.
Observations of the stream-line.



A



B

- A: A type net, 1 knot (full scall).
B: A type net, $1\frac{1}{2}$ knot (full scall).