

小型スターントローラの漁具設計， 作製および実測について

川 又 忠 義

緒 言

昭和46年1月沿岸指導船「ときわ」（50,92トン，ジーゼル480馬力）が竣工したがこれに使用する底びき漁具を設計し，作製したものを操業して，実測した結果，ほぼ満足のゆく漁具を作製することが出来たので，ここに，設計方法，実測方法および結果を発表する。本論に入るまえに，設計にあたりご指導いただいた東海区水産研究所，小山技官平田紡績KK緒方氏ならびに実測に際し，協力いただいた「ときわ」の乗組員の方々に深謝致します。

材料および方法

1. 「ときわ」の概要

表1，図1の通りである。

全 長	2 2.7 8 m
幅	5.2 0 m
深	2.2 0 m
総 ト ン 数	5 0.9 2 トン
主材関型式	単動4 サイクルトランク ピストン型ジーゼル6MG18
定 格 出 力	4 8 0 馬力
推進器型式	3 翼 1 体 可 変 ピ ッ チ
直径×ピッチ	1,600 m×0.960 m (基準ピッチ)
トロールウインチ	1.5 トン×1 0 0 m/min
左右トップローラーの間隔	3.8 m
トロール型式	船 尾 方 式
乗 組 員	6 名



図1 トロールウインチ

表 1 と き わ の 概 要

2. 漁 具 設 計

漁具設計にあたっては東海区水産研究所 小山武夫技官著「トロール船の漁具規模の計算方式」をもとに，次のイロハニの順序で計算した。

イ 「ときわ」の曳網力の計算

曳網時の連続軸馬力を最大連続軸馬力の60%とし，プロペラ効率を0.20とした。従って

$$E. H. P = 480 \text{ ps} \times 0.60 \times 0.20 = 576 \text{ ps}$$

1 ps = 7.5 kgm/sec であるから，

$$E \cdot H \cdot P = 57.6 \text{ ps} \times 75 \text{ kg m} / \text{sec} = 4,320 \text{ kgm} / \text{sec}$$

曳網速度を3ノット (1.5 m/sec) とすると漁具の全抵抗 R は、

$$R = \frac{4,320}{1.5} = 2,910 \text{ kg}$$

であり、この範囲内でワープ、オッター、網の漁具を作ればよい。

□ 網について

漁獲対象物により、網口高さで獲るか(ヤリイカ、サバ等)、袖巾で獲るか(ヒラメ、カレイ等)で網の設計は異なるが網口高さが出る様に袖網と天井網の間に三角網を入れて、図2の様な網を設計した。網の曳網低抗 R' は、 $R' = 8 a b \frac{d}{1} V^2$ の式により求められる。

○ ここで、a は網の最大巾(図2の点線の部分)、b は網の縮結の入らない状態における最大長さ(図2の実線の部分)、 $\frac{d}{1}$ は図2の脇網の各セクションにおける網糸の直径 d と網目の脚の長さ 1 の比の平均値、V は曳網速度である(魚捕は除く)。ただし、抵抗 R' のなかには浮子、沈子など網地以外のすべての附属品の低抗も含まれる。従って、

$$a = 0.057(136 + 100 \times 2 + 49 \times 2 + 66) = 28.5 \text{ (m)}$$

$$b = 0.057(140 + 35 + 60 + 60 + 55) + 0.045 \times 90 = 24.0 \text{ (m)}$$

$$\frac{d}{1} = \frac{1.65}{\frac{57}{2}} = 0.058$$

曳網度は3ノット (1.5 m/sec) であるから

$$R' = 8 a b \frac{d}{1} V^2 = 8 \times 28.5 \times 24.0 \times 0.058 \times 1.5^2 = 476 \text{ (kg)}$$

ハ 沈子構成は図3の通りである。

ハ オッターボードについて

オッターの必要展開力を L とすると

$$L = \frac{1}{6} \times \text{網の曳網抵抗}$$

であり、一方オッターボードの面積を S、海水の密度 P、曳網速度を V、展開力係数を C_L とすると

$$L = \frac{1}{2} C_L P V^2 S$$

であるので、 C_L を 0.8 ぐらいとすると、従って、

$$476 \times \frac{1}{6} = \frac{1}{2} \times 0.8 \times 105 \times 1.5^2 \times S$$

$$\therefore S = 1.26 \text{ m}^2$$

スパークループ型の場合、縦と横の比は 1.5 : 1 であるので、図4、図5の通り、縦 1.4 m、横 0.9 m となる。オッターの抵抗 R'' は

$$R'' = \frac{1}{2} C_D P V^2 S$$

で求められる。G はオッターの最大有効迎角 14 ~ 15 度のときの抵抗係数で 0.3 としてよいから、

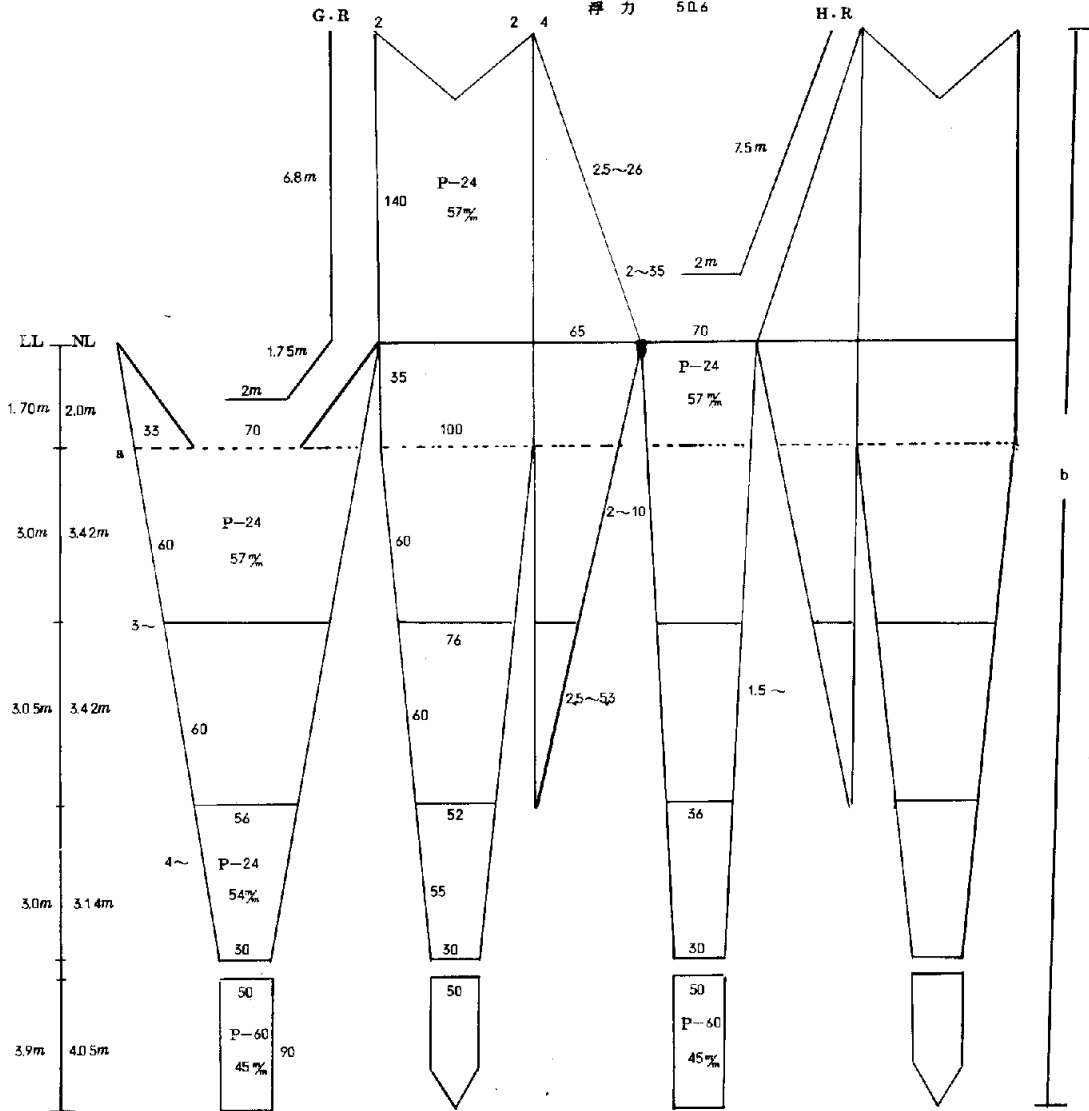
$$R'' = \frac{1}{2} \times 0.3 \times 105 \times 1.5^2 \times 1.26 = 44.7 \text{ (kg)}$$

袖網 380 P/24 57%
 ベレー " " "
 魚捕部 380 P/60 45%

浮子 ライタック 160%
 浮力 23ヶ×2.2Kg=50.6Kg
 沈子

ゴムコロ、ワイヤー、ワイヤーグリップ、チェーン
 沈降力 6898Kg

$$\frac{\text{沈降力}}{\text{浮力}} = \frac{6898}{50.6} = 1.36$$



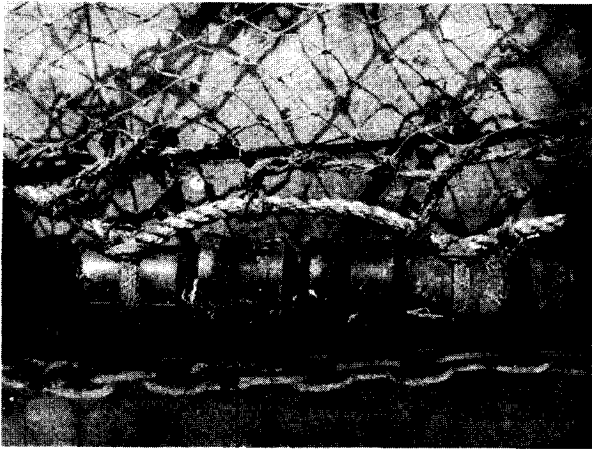


図3 沈子構成 (チェーン, M型ゴムコロ)



図5 L型ギャロース, トップローラー
およびスパークループ型オッターボード

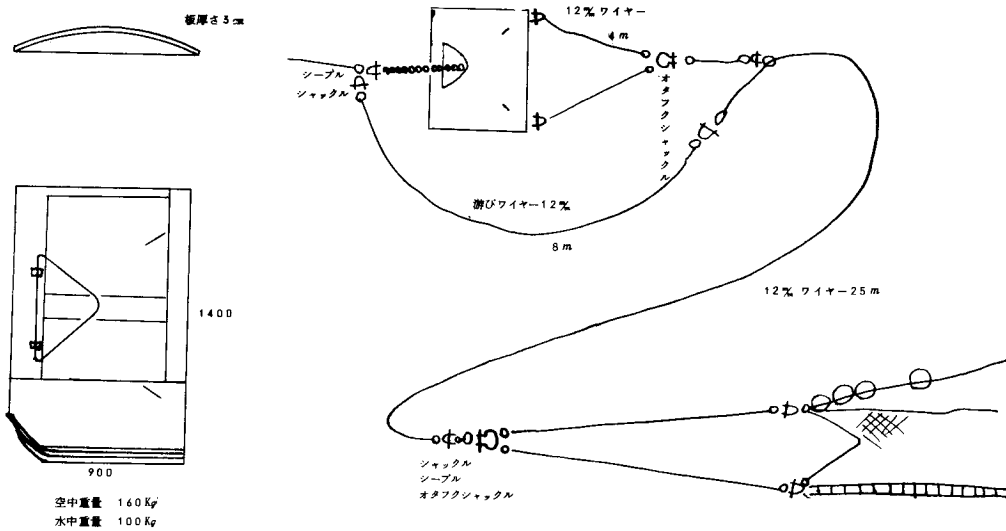


図4 スパークループ型
オッターボードおよびワイヤー類

ニ ワープの低抗

ワープの低抗を R''' とすると、

$$R''' = \frac{1}{2} C_D P D L V^2$$

ここで、水深 35 m の所を曳く時ワープを 145 m 伸ばしたとすると、ワープの傾角 α は $\alpha = \sin^{-1} \frac{35}{145} = 13^\circ$ であるから、図 6 のグラフから低抗係数 C_D は 0.05 が求められ、 P は海水の密度、 L はワープの長さ、 D はワープの直径で 12 mm であるから、

$$R''' = \frac{1}{2} \times 0.05 \times 105 \times 0.012 \times 145 \times 1.5^2 = 103 \text{ (kg)}$$

従って、曳網するときの全抵抗 R は、

$$\begin{aligned} R &= R' + R'' \times 2 + R''' \times 2 \\ &= 47.6 + 44.7 \times 2 + 103 \times 2 \\ &= 586 \text{ (kg)} \end{aligned}$$

となる。

「ときわ」が 3 ノット (1.5 m/sec) で曳網出来る能力は 2910 kg であるから、実際にはより大きい漁具を曳くことが出来るわけである。その時にはロ、ハ、ニの順序で漁具の全抵抗 R の範囲でより大型に設計し、計算すればよい。

3. 実例について

昭和 46 年 3 月 16 日、茨城県鹿島沖で操業し、計測器類 (図 7) は網口高さを漁研型自記式網口高さ計で、オッター、袖網の深さを漁研型自記式深さ計で、ワープの張力を漁研型自記式張力計で、ワープの水平角および傾角を傾角度盤で、曳網速度は流木法で測定した。計測器の配置は図 8 の通りである。

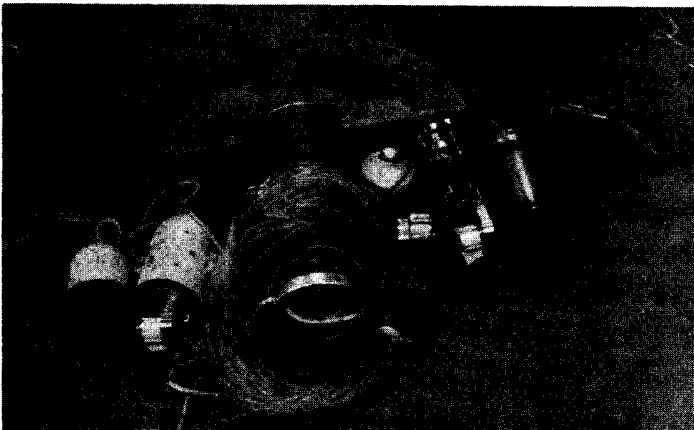


図 7 計 測 器
左から網口高さ計、傾角度盤、網深さ計、張力計

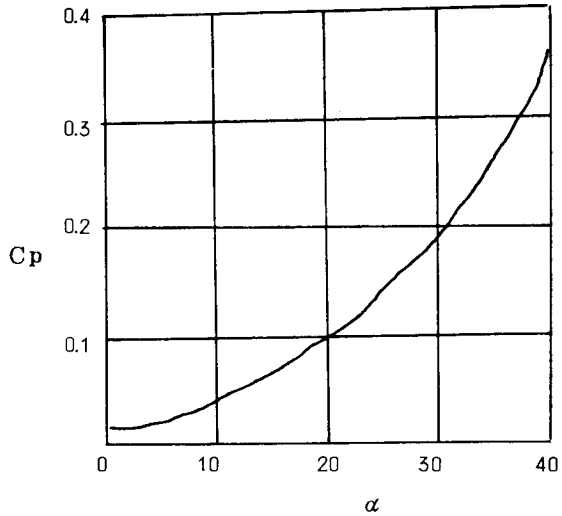


図 6 ワイヤーについての傾角 α と抵抗係数 C_p の関係

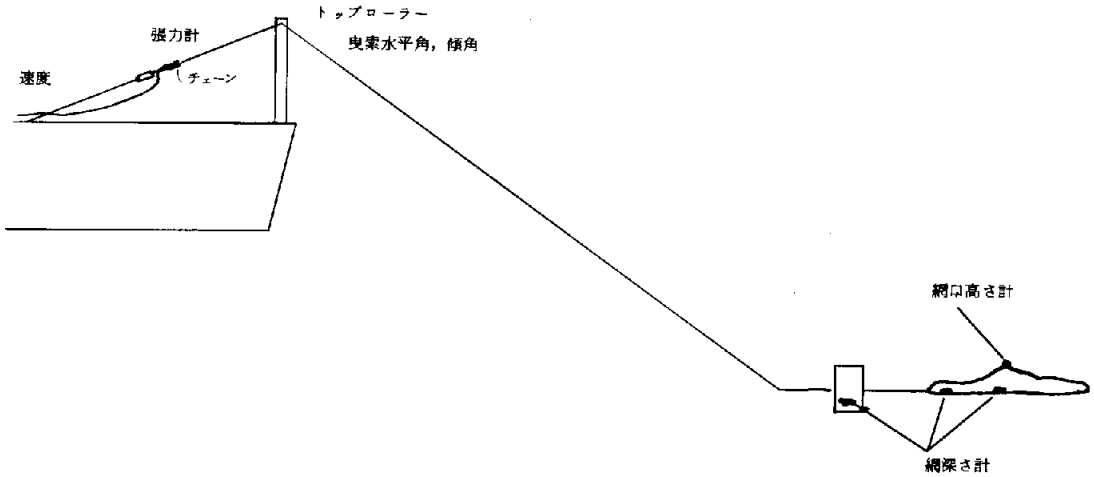


図8 計測器配置図

結果および考察

実測した結果は表2, 3, 4, 5, 6の測定値の通りである。

1. オッターおよび袖先の開き

オッターおよび袖先の開きをワープの水平角を測って、計算により出したが、これは水平角を測るとき誤差が出るので、正確でないが大よその開きはわかる。全図aの様に符号をつけると、オッターの開き L_1 は $l' \div \sin \theta$ であるから、

$$L_1 = l + Z \sin \alpha + Z \sin \theta$$

で求められ、袖先の開き L_2 は

$$L_2 : L_1 = y : x$$

$$\therefore L_2 = \frac{y}{x} L_1$$

で求められる。

オッターボードおよび袖網の開きは表7の通りであり、平均でオッターボードの開きが3.38m、袖網の開きが2.1mである。第4回目のオッターボードの開きが2.0m、網口高さが3.8mとあるのは、右舷のオッターボードが倒れて開かず、浮子と沈子により、上下に引っぱられたものと思われる。また、図10の通りワープが水中で直線をなすものと見なし、曳索接地長(トップローラーからワープが接地する点までのワープの長さ) l を $l = \frac{h}{\sin \alpha}$ で計算した結果は表8の通りである。理想的にはオッターボードの前方でワープが接地しているのはオッターボードの展開力を減ずる働きをするので必要でないが、波により船が上下動揺するゆとりを考慮して、接地長に少し伸ばせばよい。水深3.5mの所を曳く場合、水深の約4倍、水深7.5mの所で水深の3.7倍では伸ばしすぎである。

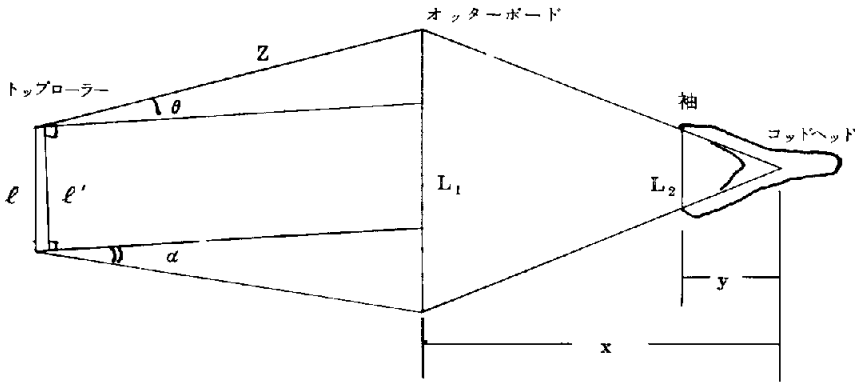


図 7 オッターボードの開き
および袖網の開き

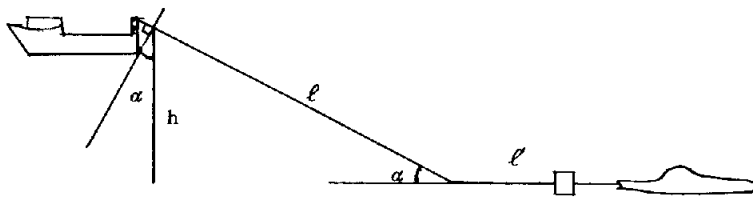


図 10 曳索接地長 ℓ の計算

2. 網口高さ、張力、網深さについて

縦軸に網口高さ計、張力計、網深さ計の記録を横軸に操作時間の経過をとり、取りまとめたのが図 11 である。オッターとグラント中央に取付けた網深さ計は、1.000m 用のものであるため、水深 3.5 m ~ 7.5 m ではほとんど変化がない。張力計の記録では第 1 回目と第 2 回目には張力計のスイッチを入れ忘れたので 1 本の線になっている。網口高さ計の記録で網投入後と揚索始め後にギザギザとなって 6 m 近くをさしているのはオッターが開らいてないので、浮子と沈子により上下に引張られるので、網口高さが高くなるのである。このことは特に第 3 回目にオッターが開かないので、オッターを 1 度水面にまで揚げた時顕著に表われている。このギザギザの部分は網口が上下に激しく動いているので、魚は入らないと思われる。従って、実際に魚が入る状態で曳網している時間は全体の曳網時間からこの部分の時間を除かなければならない。表 9 に示す通り、当然、水深が深くなればオッターと網が着底するまで 12 時間がかかるので、投網時、揚網時における魚の入網不能の状態は増えている。張力を測定した結果を読み取った値は表 10 の通りである。平均で 579 kg であるから、計算で出した抵抗は 586 kg であるから、満足出来る数値である。100 kg 以上の瞬間的な張力の増減を繰り返しながら曳網している。ちなみに、同じ張力計を使用してオッターボードの空中重量、水中重量を測定した結果は図 13 の通りであるが、張力の増減によるギザギザはなく、1 本の線になっている。

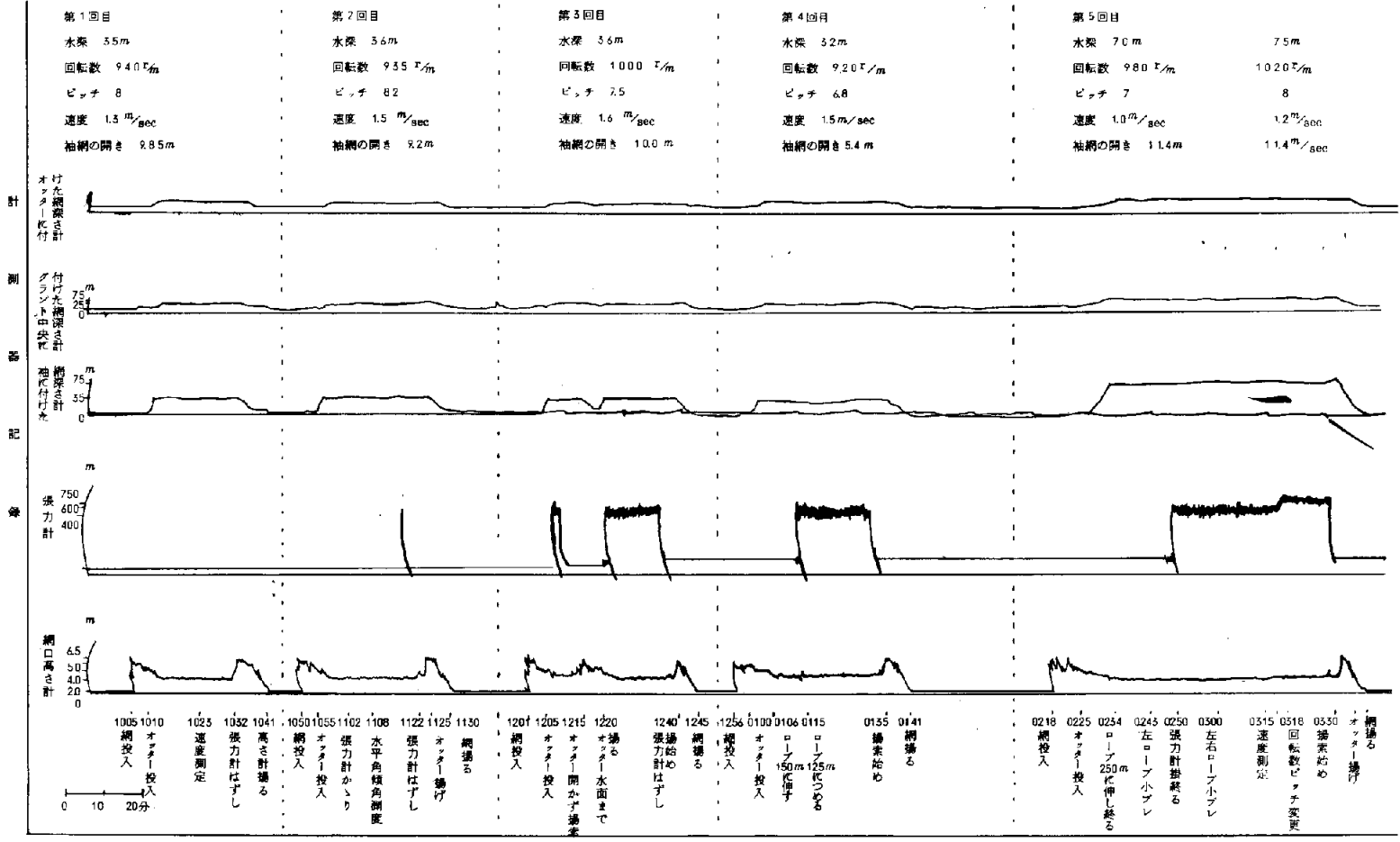


図11 網口高さ計，張力計，網深さ計記録

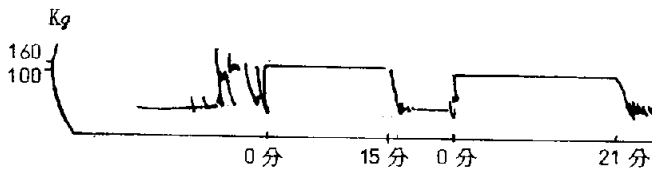


図13 オッターボードの空中重量および水中重量測定記録

要 約

1. 「トロール船の漁具規模の計算方式」は小型スタートローラーにも適用される。すなわち、

イ 曳網力Rは

$$R = \frac{P \times 0.60 \times \text{プロペラ効率} \times 75}{\text{曳網速度}} \quad (\text{Kg})$$

ロ 網の抵抗R'は

$$R' = 8 a b \frac{d}{l} V^2$$

ハ オッターの展開力Lは

$$L = \frac{1}{b} \times \text{網の抵抗}$$

面積Sは

$$L = \frac{1}{2} C_L P V^2 S$$

抵抗R''は

$$R'' = \frac{1}{2} C_D P V^2 S$$

ニ ワープの抵抗R'''は

$$R''' = \frac{1}{2} C_D P D L V^2$$

で求められる。

2. 1にもとづいて作製した漁具の曳網張力は一様でなく、瞬間的に100 Kg以上の増減を繰返しながら曳網している。
3. 網口高さを出すためには、袖と天井網の間に三角網を入れるとよい。
4. 曳網時間のうち、投網時、揚網時にはオッターが開いてないので、浮子と沈子により上下に引張られ、激しく網口が動いており、魚が入網しない状態と思われる。この魚の入網不能状態で曳網している時間が水深35m~75mの所で13分~19分ある。
5. 網口高さは3.2~3.8 m, オッターの開きは3.25~4.21 m, 袖先の開きは8.8~11.4 mで、張力は680~450 Kgであった。

参 考 文 献

1. 小山武夫 1968: トロール船の漁具規模の計算方式。東海区水産研究所業績C集" さかな" 461 別刷
2. 小山武夫 1962: トロール船の馬力数とオッターボードの寸法の関係について。東海区水産研究所業績A第169号

表 3

測定値 (2 回 目)

年月日 昭和46年3月6日

場所 鹿島沖

時間	操 作	水深 m	底質	風向 風力	流向	波浪	曳網 針路	回転数 r/m	ピッチ	船 速		曳索水平角		曳索伏角		曳索長 m	備 考
										sec	m/sec	右	左	右	左		
1050	網レッコ	36	砂	0	E		S										
1054	オッターボードレッコ	"	"	"	"		"										漁獲物
	25mまでフープ出し	"	"	"	"		"										ヤリイカ 2匹
1058	フープ出し終り	"	"	"	"		"	935	8.2							145	カナガシラ 3 "
1108	測 定							"	"			3	9	16	18		泥のかたまり 3個
1110	船速測定							"	"	13 13 13	1.5						
1122	張力計はずし																
1125	オッターボード揚る																
1130	網揚る																

表 5

測定値 (4 回 目)

年月日 昭和46年3月6日

場所 鹿島沖

時間	操 作	水深 m	底質	風向 風力	流向	波浪	曳網 針路	回転数 r/m	ピッチ	船 速		曳索水平角		曳索伏角		曳索長 m	備 考	
										sec	m/sec	右	左	右	左			
1256	網レッコ		砂				S											
1300	オッターボードレッコ		"				"											
1304	ワープ伸し中(100m)	28.5	"				"											
1306	" (150m)	32.0	"				"	920	6.8	13 13 13	1.5					150		
1315	ワープ125mでつめる	"	"				"									125		
1317	測 定	"	"				"	"				-1	9	17	16	"	右舷の水平角測定違い?	
1335	揚 索 始 め															"		
1336	オッターボード揚る															"		
1341	網 揚 る															"		

項目 回数	曳索水平角		曳索長 Z m	Z sin α	Z sin θ	ト ロ ー ラ ー 間 隔 m	オ ッ タ ー ポ ー ド 開 き m	y x	袖 網 の 開 き m	L ₂	袖 口 高 さ m	回 転 数 r/m	ピ ッチ	m/sec	水 深 m	備 考
	α	θ														
1	8	5	145	20.1	12.6	3.8	3.65	$\frac{18.25}{87.25}$	9.85		3.5	940	8	1.3	35	
2	3	9	145	7.6	22.7	"	3.41	=0.27	9.2		3.2	935	8.2	1.5	36	
3	8	6	150	20.9	16.4	"	3.73	"	10.0		3.5	1000	7.5	1.6	36	
4	-1	9	125	-2.9	19.1	"	2.00	"	5.4		3.8	920	6.8	1.5	32	
5	7	1	275	33.5	4.8	"	4.21	"	11.4		3.2	980	7	1.0	75	
6	7	-1	"	33.5	-4.8	"	3.25	"	8.8		3.2	1020	8	1.2	75	
平均						"	3.38		9.1		3.3	966	7.6	1.3		

表7 オッターボードおよび袖網の開き

項目 回数	水 深 h m	曳 索 長 l m	曳 索 長 水 深	曳 索 傾 角		曳 索 接 地 長 l m		曳 索 接 地 点 か ら オ ッ タ ー ポ ー ド ま で の 長 さ l m		オ ッ タ ー ポ ー ド の 開 き m	備 考
				右	左	右	左	右	左		
1	35	145	4.1	16	12	127	169	18	-24	36.5	
2	36	145	4.0	16	18	131	117	14	23	34.1	
3	36?	150	4.2	17	18	123	117	27	33	37.3	
4	32	125	3.9	17	16	109	117	15	8	20.0	
5	75	275	3.7	18	17	240	256	35	19	42.0	
平均								22	12	33.8	

表8 曳索の接地長

項目 回数	全体の曳 網時間 A	魚の入網不能時間			魚の入網 可能時間	水深	備考
		投網時	揚網時	計 B			
1	36分	6分	9分	15分	21分	35m	
2	40 "	6 "	7 "	13 "	27 "	36 "	
3	44 "	21 "	5 "	26 "	18 "	36 " ?	オッターボードが開かないので1度水面まで揚げた。
4	45 "	10 "	6 "	16 "	29 "	32 "	150mまで延した曳索を125mまで揚げた。
5	1時間12 "	10 "	9 "	19 "	53 "	75 "	

表9 魚の入網不可能時間

項目 回数	回転数 r/m	ピッチ	速度 m/sec	オッターボード の開き m	網口高さm	張力 Kg	上下の差 Kg
1	940	8	1.3	36.5	3.5	620	—
2	935	8.2	1.5	34.1	3.2	"	—
3	1,000	7.5	1.6	37.3	3.5	680—500	180
4	920	6.8	1.5	20.0	3.8	620—400	220
5	980	7	1.0	42.1	3.2	620—450	170
6	1,020	8	1.2	32.5	3.2	700—580	120
平均	966	7.6	1.3	32.1	3.4	579	

表10 張力測定結果