

로프 트롤 그물의 基本性能에 관한 模型實驗

芮英姬* · 李乘鎭
부산수산대학교 대학원* · 부산수산대학교
(1993년 8월 4일 접수)

A Model Experiment on the Basic Efficiency of Midwater Rope Trawl Net

Young-Hee YAE and Byong-Gee LEE

*Graduate school, National Fisheries University of Pusan
National Fisheries University of Pusan
(Received August 4, 1993)

A model experiment on a midwater rope trawl net which is used in the North Pacific to catch alaska pollack is carried out in the circulating tank to examine the basic efficiency of the net. The prototype is the net used by M/S Hanil(1,179GT, 2,700PS), a Korean trawler. The model net was made according to the Tauti's Similarity Law of Fishing Gear in 1/100 scale by considering the condition of the tank.

To measure the basic efficiency of the standard model net, the vertical opening and width between some points marked on the net were measured, and the hydrodynamic resistance were determined.

Then the constructive conditions of the net were varied as follows and the factors were measured again to compare the efficiency of those nets with that of the standard net(A-1 type)

- front weight multiplied 1.5 times.....A-2 type
- buoyancy and depressing force multiplied 1.7 times.....A-3 type
- front weight multiplied 1.5 times on A-3 type.....A-4 type
- depressors rigged at ground rope.....B type
- cod-end stuffed with cashmylon wad.....C type

The results obtained can be summarized as follows :

1. The vertical opening at the center of head rope was steeply decreased with the flow velocity increasing and the vertical opening $H(m)$ can be expressed in

$$H=1.2v^{-1.2}(v : \text{flow velocity in } m/sec)$$

The width of the net varied a little when the flow velocity was over $0.4m/sec$, and the width of net mouth showed about 37% of the distance between the fore tips of net pendant.

The shape of net mouth was almost a circle at $0.2m/sec$ and then steeply flattened elliptically with the flow velocity increasing and the area of mouth $S(m^2)$ can be expressed in

$$S=(1.65-2.3v) \times 10^{-2}$$

The hydrodynamic resistance of the net increased almost linearly with the flow velocity increasing and the resistance $R(kg)$ can be expressed in

$$R=3.2 \frac{d}{l} abv$$

where $\frac{d}{l}$ denotes the mean of d (diameter of netting twine) and l (length of a leg in a mesh) from wing tip to the end of bag-net except cod-end on the side pannel, and a denotes the stretched circumference of the net at the fore end of a meshed part and b the stretched length of the whole net from wing tip to the end of cod-end.

2. In the condition-varied nets, the vertical opening of head rope showed some increase in every type.net except the C type, and the increase showed the greatest in the B type by 30~54%, whereas it showed decrease in the C type by 5~10%.

Variation of the area of net mouth showed almost the same tendency as the vertical opening and the increase showed the greatest in the B type by 20%, whereas it showed decrease in the C type by 12%.

Hydrodynamic resistance showed some increase in every type compared with the standard net, and the rate of increase indicated 5~10% in the A-2, A-3 and A-4 type, 22% in the B type and 3% in the C type.

緒 論

中層 트롤 漁具에 관한 근래의 研究로서는 노르웨이에서는 L. Karlsen(1977)이 Rope 中層 트롤網의 현장 실험에 관하여, 프랑스에서는 L. Libert와 M. Portier(1973)이 中層 트롤 模型網의 水槽實驗에 관하여, 독일에서는 E. Dahm 등(1977)이 조사선에 의한 Rope 트롤網의 현장 실험에 관하여, G. Freytag와 H. Mohr(1977)가 赤魚의 어획 및 자원에 관하여, 미국에서는 T.

Johnson(1981)이 미국 서해안에서의 中層 트롤의 설계에 관하여, L.L. Johnson과 W.L. High(1970)이 미국 東岸 근해에서의 中層 트롤의 장치와 어업기술에 관하여, 호주에서는 T.B. Gorman(1974)이 中層 트롤의 어업기술에 관하여, T.B.Gorman과 K.J. Graham(1974)이 조사선에 의한 조사에 관하여, 日本에서는 Akio Fujiishi(1989)가 Rope 트롤의 浮力과 沈降力の 적정비에 관하여 研究報告한 바가 있다. 이와 같이 1970년대부터 세계 각국에서는 中層 트롤에

관한 연구가 활발하게 이루어지고 있으며, 특히 로프 트롤 漁具에 관한 研究는 1970년대 후반부터 노르웨이, 독일, 일본 등 여러 나라에서 집중적으로 이루어졌으나, 우리 나라에서는 로프 트롤 漁具에 관한 研究報告는 거의 없는 형편이다.

韓國에서는 1982년 北洋트롤船에서 독일식 中層 트롤 漁具를 쓰기 시작한 이후로 여러 가지 型의 中層 트롤이 쓰이고 있으나, 그것의 性能에 관하여 연구된 것은 거의 없다.

따라서 本 研究에서는 우리 나라 北洋 트롤船들이 사용하고 있는 로프 트롤網의 網形狀, 流體抵抗과 같은 基本性能을 규명하기 위하여 北洋 트롤船에서 사용되고 있는 로프 트롤網의 한 종류인 Super mesh trawl net를 1/100로 축소한 模型網을 제작하여 基本要素들을 測定·調査하고, 또한 構成條件을 여러 가지로 변화시켜 實驗하므로써 보다 효과적인 構成方法을 규명하고자 하였다.

資料 및 方法

A. 模型漁具의 構造

1. 基本型의 製作

本 研究에 쓰인 漁具의 實物模型은 北太平洋에서 조업하는 한일호(1,179GT, 2,700PS)에서 사용하는 漁具이며, 그 設計圖는 Fig. 1과 같고, 實驗에 쓰인 基本型 漁具의 製作方法은 다음과 같다.

(1) 縮小比

實物漁具는 크게 로프 부분과 網地 부분으로 가를 수 있는데, 網地부분의 앞 끝의 뻗친 둘레는 380m, 길이는 약 150m이다. 그런데 그물 앞쪽에는 그물목줄이 130m 쯤 있으므로 이들을 합한 길이는 280m 쯤 된다. 그런데 網地 부분의 앞끝 둘레를 圓이라 보았을 때의 직경은 대략 120m이므로 回流水槽의 크기를 고려하여 模型漁具의 縮小比는 1/100로 하였다.

(2) 網絲의 굵기 및 網目の 크기

漁具의 比較法則에 따르면 두개의 그물 사이에

$$\frac{d_1}{l_1} = \frac{d_2}{l_2}$$

가 성립되어야 하는데 실물의 로프 부분의 1개의 밧의 길이는 8m이고 실의 직경은 12mm이므로 $\frac{d_1}{l_1} = \frac{12}{8000} = \frac{15}{10000}$ 이다. 그런데, 시판되는 나일론 그물실은 가장 가는 것이 210D×2本이고, 이것의 직경은 대략 0.2mm이므로 이것을 쓰면 $l_2 = \frac{2000}{15} = 133mm$ 가 된다. 그러나 전체적으로 뜬줄의 길이 비는 축소비와 맞추도록 하기 위해서 l_2 를 140mm로 조정하였다.

또, 網地 부분의 앞부분도 이와 같은 원리로 210D×2本으로써 편망했다. 다만 이 부분은 길이 방향의 코수가 1코인 경우가 많고 그 비율대로는 축소되지 않으므로 그물코 크기가 實物에서는 11단계인 것을 模型에서는 6단계로 조정하여 편망했다.

또, 자루의 끝부분은 實物의 $l_1=60mm$, $d_1=3.8mm$ 이므로 $d_2=0.2mm$ 로 하면 $l_2=4mm$ 가 되어야 하는데, 실제로 이런 코를 뜨기는 불가능하므로 그물실을 210D×3本(직경 약 0.3mm) 되는 것을 써도 $l_2=6mm$ 이나 실제로 편망이 가능한 최소 크기인 10mm로 하였다.

(3) 流速의 比

$$V^2 = \left(\frac{v_2}{v_1}\right) = \frac{d_2(\rho_2-1)}{d_1(\rho_1-1)}$$

이므로 實物과 模型의 재료가 다른 경우에는 재료의 밀도를 고려해야 하는데, 實物에서는 재료를 Nylon(比重 1.14)과 PE(比重 0.94~0.96)를 썼는데 비하여 模型에서는 나일론만을 썼으므로 比重이 다소는 차이가 있으나 그 차가 크지 않다고 보고

$$V^2 = \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2 = \frac{d_2}{d_1}$$

라고 보았으며, $\frac{d_2}{d_1}$ 의 값은 Table 2와 같이 0.047이므로 流速의 比는

$$V = \left(\frac{v_2}{v_1}\right) = \sqrt{0.047} \approx 0.21$$

Table 1. Comparison of twine diameter and mesh size in the full scale and the model net

Part of net	Full scale		Model		d l	Regulated mesh size in Model(mm)
	$d_1(mm)$	$2l_1(mm)$	$d_2(mm)$	$2l_2(mm)$		
Rope part	12	8000	0.2	133	0.003	140
Mesh part No. 1	8.0	6000	0.2	150	0.003	140
2	7.0	4800	0.2	137	0.003	140
3	6.6	4000	0.2	121	0.003	140
4	6.0	3200	0.2	106	0.005	114
5	4.0	1600	0.2	80	0.010	114
6	3.8	800	0.2	42	0.017	60
7	3.3	400	0.3	36	0.033	60
8	3.3	200	0.3	18	0.040	27
9	3.0	150	0.3	15	0.050	27
10	3.0	120	0.3	12	0.060	14
11	3.8	120	0.3	10	0.060	10
Mean of d/l					0.019	
Cod end	3.8	120	0.3	10	0.060	10

d : twine diameter, $2l$: stretched length of a mesh

이라고 보았다.

(4) 浮力 및 沈降力の 比

$$\Lambda^2 V^2 = \left(\frac{1}{100}\right)^2 \times 0.047 = 4.7 \times 10^{-6}$$

되게 하였다. 즉,

浮力은 實物網 546 kg, 模型網 2.5g

沈降力은 實物網 198 kg, 模型網 0.9g

front weight는 實物網 700 kg, 模型網 3.2g

되게 하였다.

(5) 줄의 直徑의 比

줄의 直徑을 D , 길이를 L 이라 할 때

$$\frac{D_2}{D_1} = \Lambda, \frac{D_2}{D_1} = \frac{(\rho_2 - 1)}{(\rho_1 - 1)} = V$$

라는 두가지 조건이 만족되어야 하는데, 줄의 水中重量을 고려하지 않아도 되는 경우에는 아래쪽 항의 조건은 무시해도 되므로 여기서는

$$\frac{D_2}{D_1} = \frac{1}{100}$$

되게 하였다. 그런데 實物漁具에서는 뜰줄, 발

Table 2. Calculation of d_2/d_1

part of net	d_1	d_2	d_2/d_1	total
Rope part No.1~5	12.0	0.2	0.017	0.085*
Mesh part No. 1	8.0	0.2	0.025	0.681
2	7.0	0.2	0.029	
3	6.6	0.2	0.030	
4	6.0	0.2	0.033	
5	4.0	0.2	0.050	
6	3.8	0.2	0.053	
7	3.3	0.3	0.091	
8	3.3	0.3	0.091	
9	3.0	0.3	0.100	
10	3.0	0.3	0.100	
11	3.8	0.3	0.079	
Total				0.766
Mean **				0.047

* total d_2/d_1 in rope part : $0.017 \times 5 = 0.085$

** mean of d_2/d_1 : $0.766 / (5 + 11) = 0.047$

줄, 힘줄, 그물목줄 등은 모두 와이어 로프이며, 직경은 뜰줄, 발줄, 그물목줄은 22mm, 힘줄은 20mm이나 模型에서는 모두 나일론 210D×2本(直徑 약 0.2mm)를 썼다.

로프 트롤 그물의 基本性能에 관한 模型實驗

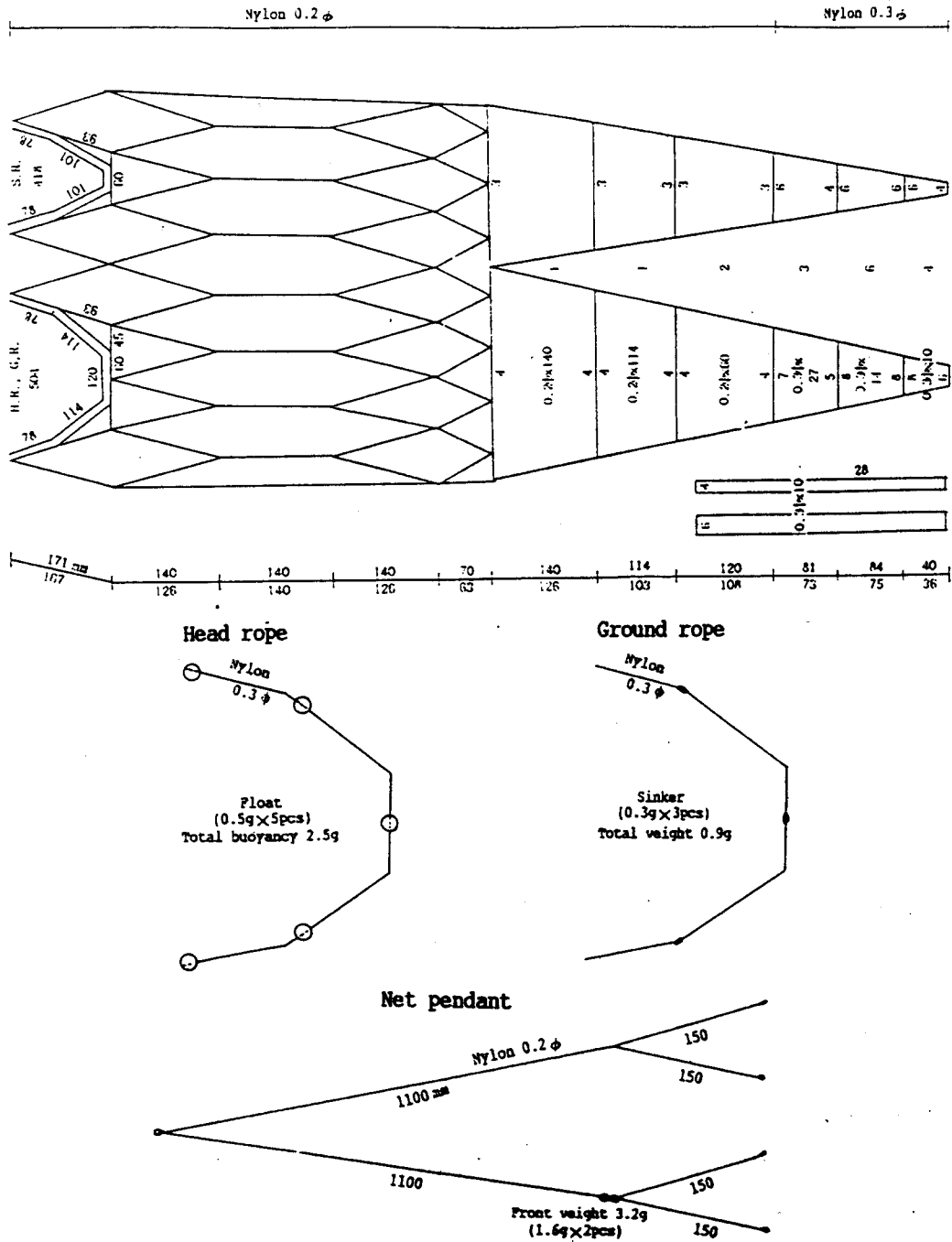


Fig. 2. Developed drawing of the model net.

(6) 流體抵抗의 比

$$F = \Lambda^2 V^2 = \left(\frac{1}{100}\right)^2 \times 0.047 = 4.7 \times 10^{-6}$$

이라 보았다.

2. 構成條件의 變化

構成條件에 따른 網型의 變化를 比較하기 위하여 構成條件을 몇가지로 變化시켰는데(Table 3), 여기서 A-1型은 그대로이고, A-2型은 뜬줄이나 발줄의 浮力이나 沈降力은 그대로 둔 채, 錘의 무게만 1.5배 한 것이고, A-3型은 錘의 무게는 그대로 둔 채 浮力과 沈降力을 대략 1.7배 한 것이며, A-4型은 A-3型에다 錘의 무게를 1.5배 한 것을 추가한 것이다.

또 B型은 발줄의 앞 끝에 depressor를 단 것이고, C型은 끝자루에 어획물이 들었을 때를 가상하

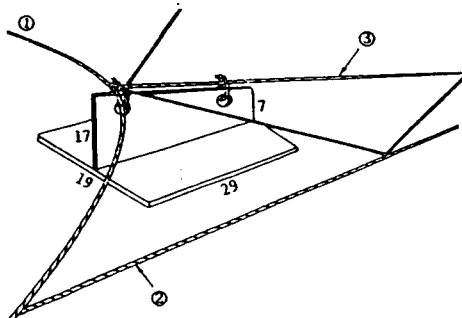


Fig. 3. Structure of depressor and its suspension under the ground rope(unit : mm)

- ① ground rope
- ② belly man-rope
- ③ depressor suspending line(0.2φ)

여 캐시미론(cashmylon) 솜을 채운 것이다.

B. 實驗水槽

水槽는 Fig. 4와 같이 크기가 11,600L×4,400H×2,000W(mm)이고, 觀測窓의 크기는 3,600L×1,200H(mm)인 垂直循環型 回流水槽로서, 水路의 상류측과 하류측에 저수탱크가 있으며, 2축의 축류펌프를 이용하여 하류쪽의 탱크에서 상류쪽의 탱크로 물을 이송시키고, 안내판, 정류망, 정류격자, 조파제거장치, 표층류 가속장

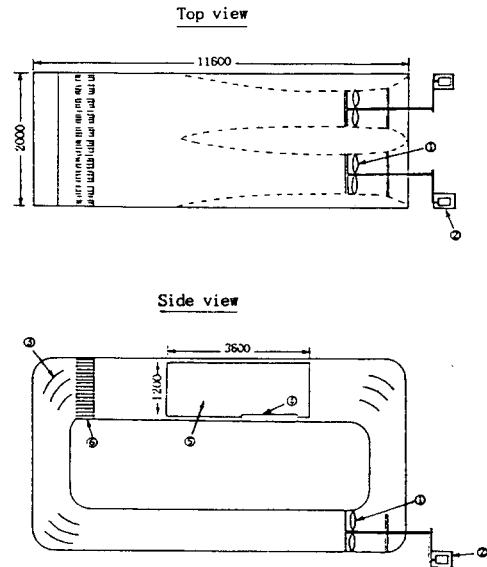


Fig. 4. Schematic drawing of the circulation water channel(unit : mm)

- ① impeller ② motor ③ guide vane
- ④ moving bed ⑤ observation window
- ⑥ honey comb rectifier

Table 3. Variation of the net condition in the experiment

Type	Buoyancy(g)	Depressing force(g)	Front weight(g)	remark
A-1	2.5	0.9	6.4	standard
A-2	2.5	0.9	9.6	} buoyancy, depressing force and front weight varied
A-3	4.5	1.5	6.4	
A-4	4.5	1.5	9.6	
B	2.5	0.9	9.6	
C	2.5	0.9	6.4	cod-end is stuffed with cashmylon wad

치, 컨베이어 벨트 등의 정류장치에 의해서 觀測用水路內에 流速이 일정한 흐름이 얻어지도록 한 것이다.

流速의 변화는 펌프를 구동시키는 모터(AC 7.5kw)의 회전수를 AC Inverter로 제어하여 변화시키고 實驗流速의 범위는 0~1.5m/sec이고, 觀測部에 있어서의 斷面流速의 偏差는 平均流速에 대하여 5% 이내이다.

本 實驗에서의 計測은 流體抵抗은 load cell (Teac. Tu-CR10k)로써, 網高는 digitizer로써, 流速은 流速計(Kenek. VO-101A)로써 하였다.

C. 實驗方法

本 實驗에서는 여러 가지 型에 대하여 流速 0.2~0.6m/sec(實物 流速으로 환산하면 약 26kts)에서 그물의 流體抵抗, 網高, 網幅을 조사하였다.

實驗은 Fig. 1의 實物漁具를 比較法則에 따라 縮小·製作한 것을 基本型(Fig. 2)으로 하고, 먼저 이 基本型에 대하여 流速別 網高, 網幅, 抵抗 등을 조사하였다.

實驗時 그물목줄을 고정하는 트래버스의 간격은 그물목줄의 길이와 같게 1,250mm로 하고, 抵抗은 그물목줄의 앞끝에 연결한 줄이 트래버스에서 수직으로 내려온 파이프 끝에 달린 소형블록을 통과하고 파이프를 지나 트래버스 상부에 고정된 load cell에 연결되도록 하여 측정하였다.

Load cell에서 측정된 抵抗은 증폭기(一章電氣, LMC-3504) AD 변환기를 거쳐 컴퓨터에 입력되었다.

網高의 측정은 그물의 날개 앞쪽 끝단(a), 뜰줄과 발줄의 중앙부(b), 망지부분의 길이 방향의 중앙부(c), 끝자루와 자루의 연결부(d)의 4 관측점에서 水槽의 관측창에 설치된 digitizer로써 측정하고, 網幅은 水槽 위쪽에 설치된 digitizer로써 각 관측부(a', b', c', d')의 좌우 양단의 위치를 확인하고 그 사이의 직선거리를 재서 측정하였다.

構成條件을 변화시킨 型에 관한 測定도 기본적으로는 위와 같다.

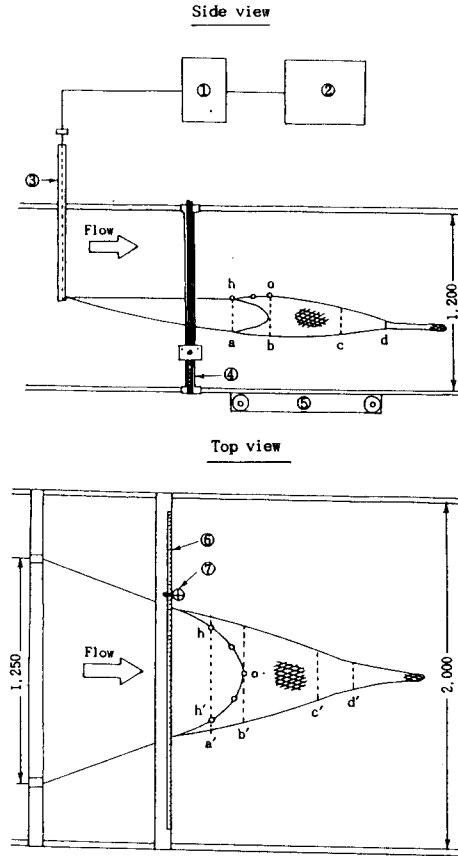


Fig. 5. Side view and top view of the experimental equipment(unit : mm).

- ① ruler ② digitizer ③ sword
- ④ dynamic strain amplifier
- ⑤ personal computer ⑥ digitizer
- ⑦ moving bed
- a : vertical opening at the wing tips
- b : vertical opening at the center of head rope
- c : vertical opening at the fore part of meshed part
- d : vertical opening at the cod-end
- a' : width at the line passes the wing tips
- b' : width at the line passes the center of head rope
- c' : width of cross section at the fore part of meshed part
- d' : width of cross section at the cod-end
- hoh' : head rope

結果 및 考察

A. 基本型 그물의 形狀과 流體抵抗

1. 部位別 網高 및 網幅

基本型 그물의 網形을 보기 위하여 流速을 0.2~0.6m/sec(實物流速 26kts)의 범위에서 0.1m/sec마다 변화시키면서 各部의 網高와 網幅을 측정된 결과는 Fig. 6 및 Fig. 7과 같으며, 流速 0.4m/sec에 있어서의 上面으로부터서의 寫眞은 Fig. 8과 같다. 이것을 보면 網高는 뜰줄 중앙부인 b점에서 가장 크고, a, c, d 순으로 작다. 그리고, 網高는 流速이 커질수록 급격하게 감소하며 流速 0.5m/sec 이상에서는 그물 전체가 납작해지는데, 그 감소폭은 b점에서 가장 크고, a, c점의

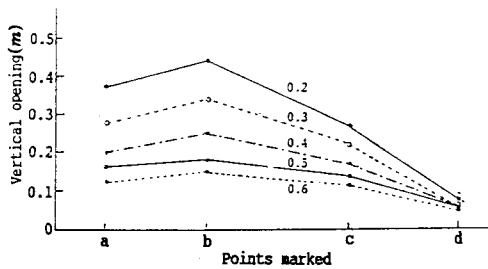


Fig. 6. Vertical opening of the points marked on the standard net(A-1) with the velocity increasing. Distance between points marked correspond to the in Fig. 5.

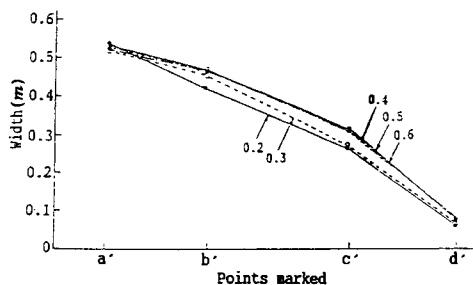


Fig. 7. Width of the points marked on the standard net(A-1) with the velocity increasing. Distance between points marked correspond to that in Fig. 5.

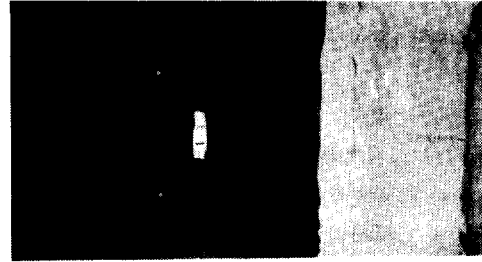


Fig. 8. Photograph of model net on the top of circulating tank at the 0.4m/sec.

순으로 작고, d점에서는 거의 변화가 없었다.

각 부분의 網幅은 流速 0.4m/sec 이하에서는 流速이 커짐에 따라 다소 커지나 0.4m/sec 이상에서는 流速이 커지더라도 큰 변화가 없었다.

관측점 b'에 있어서 網幅에 대한 網高의 비를 보면 流速 0.2m/sec에서는 110% 정도이나 流速이 커짐에 따라 작아져서 流速 0.3m/sec에서는 75%, 0.4m/sec에서는 약 54%, 0.5m/sec에서는 38%, 0.6m/sec에서는 32% 정도이다. 그리고, 網高의 감소에 따라 생긴 여분의 網地는 流速 0.2~0.4m/sec에서는 일부가 網幅의 증가에 도움이 되었으나 대부분은 網地의 증가에는 도움을 주지 않고 그물의 뒤쪽으로 처져서 움살이 생기며, 流速 0.4m/sec 이상에서는 그 현상이 더욱 심해진다. 그런데 이 움살 주위의 여분의 網地는 수중에서 홀렁거려서 물의 여과를 방해하여 그물의 流體抵抗을 증가시키기도 한다. 따라서 曳網速度가 커짐에 따라 생기는 움살을 어떻게 하면 줄일 수 있느냐가 이 그물에 있어서도 역시 문제가 된다.

2. 流速에 따른 網高 및 網幅

뜰줄과 발줄의 中央部(관측점 b, b')에 있어서의 網高와 網幅을 流速에 따라 나타내면 Fig. 9와 같다.

이 중 流速과 網高와의 관계를 全對數方眼紙上에 표시하면 流速 0.3m/sec 이상에서는 거의 일직선상에 나열되며 실용적인 流速의 범위인 0.4~0.6m/sec의 범위에서는 網高 $H(cm)$ 는

$$H = 120v^{-1.2}$$

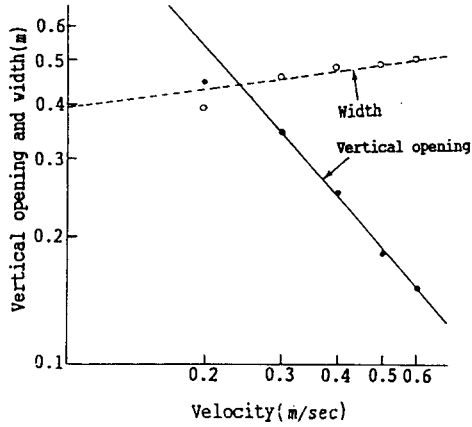


Fig. 9. vertical opening and width of the standard net(A-1) with the velocity increasing.

으로 나타나, 대략 v 의 1.2승에 반비례함을 나타낸다.

網幅은 流速이 $0.2m/sec$ 인 때는 $450mm$ 정도 이다가 流速이 빨라지면 다소 커지나 $0.4m/sec$ 이상에서는 $460mm$ 정도로 거의 일정한데 이것은 그물목줄 앞끝 간격 $1.250mm$ 의 약 37%에 상당한다. 流速의 변화에도 불구하고 網幅이 변하지 않는 것은 그물목줄의 앞끝이 고정되어 있기 때문에 일어나는 현상이나, 實物漁具에서는 流速에 따라 展開板의 展開間隔이 달라질 것이므로 網幅도 다소는 달라질 수 있을 것이라 생각된다.

3. 網口의 形狀과 面積

뚝줄과 발줄의 중앙부(관측점 b, b')에 있어서의 網高와 網幅을 각각 타원형의 縱軸, 橫軸이라고 보고 網口의 形狀을 작도한 결과는 Fig. 10과 같다. 이것에서 보면 網口의 形狀은 流速 $0.2m/sec$ 에서는 거의 원에 가까우나 流速이 커짐에 따라 縱軸이 작고 橫軸이 긴 납작한 타원형이 된다.

流速에 따른 網口面積의 변화는 Fig. 11에서와 같이 流速이 빨라짐에 따라 직선적으로 작아져, 網口面積 S 는 대체로 $S(m^2) = (1.65 - 2.3v) \times 10^{-2}$ 라고 나타낼 수 있다.

한편 漁獲性能은 網口面積만으로 비교하기는

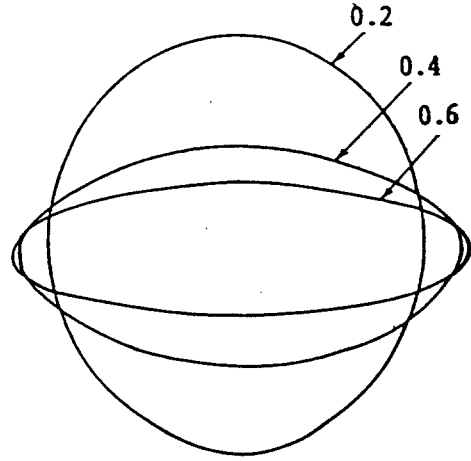


Fig. 10. Mouth shape in the standard net with the velocity increasing. (numerals denote the velocity in m/sec)

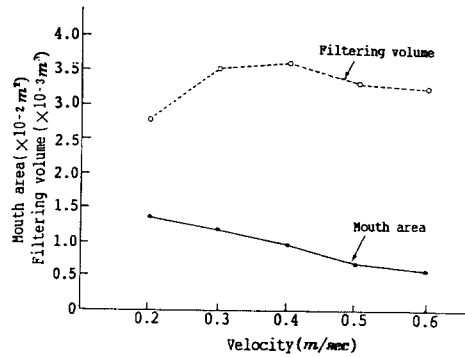


Fig. 11. Mouth area and filtering volume in the standard net(A-1) with the velocity increasing.

곤란하며, 網口面積曳網速度 즉 濾過水量(m^3)에도 크게 지배된다고 볼 수 있으므로 그것을 비교하면 $0.2m/sec$ 에서 $2.8 \times 10^{-3}m^2$, $0.3m/sec$ 에서 $3.6 \times 10^{-3}m^2$, $0.4m/sec$ 에서 $3.6 \times 10^{-3}m^2$, $0.5m/sec$ 에서 $3.3 \times 10^{-3}m^2$, $0.6m/sec$ 에서 $3.2 \times 10^{-3}m^2$ 이어서 $0.4m/sec$ 인 때 가장 크기는 하나 그 차가 작으므로 실용적인 曳網速度의 범위 즉 $0.4 \sim 0.6m/sec$ 에서는 큰 차이가 없다고 볼 수

있다.

4. 流體抵抗

基本型 그물의 流體抵抗 $R(kg)$ 과 流速 $v(m/sec)$ 의 관계를 全對數方眼紙上에 나타내면 Fig. 12와 같이 관계점들이 거의 일직선상에 나열되며, v 와 R 의 관계는

$$R=0.018v$$

라고 표현된다. 그런데 Koyama가 제시한 그물 저항의 기본식

$$R=k\frac{d}{l}abv^n$$

과 위 식과를 견주어 보면 $n=1$ 이고 $k\frac{d}{l}ab=0.018$ 이다. 그런데,

實驗에 쓰인 그물은 $d/l=0.018$, $a=1.96m$, $b=1.53m$ 이므로 $k\frac{d}{l}ab=0.057$, 따라서 $k=0.018/0.057=3.2$ 라 볼 수 있다.

즉, 이 그물의 流體抵抗은 대체로

$$R=3.2\frac{d}{l}abv$$

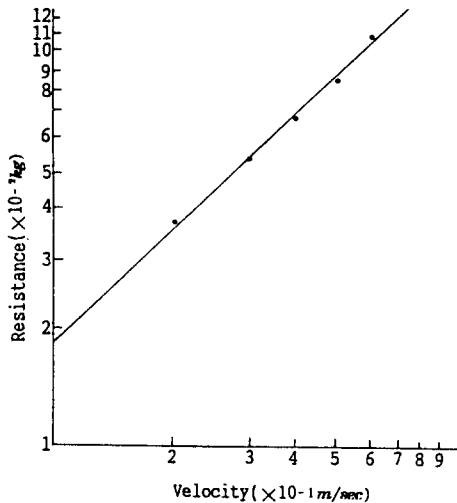


Fig. 12. Resistance in the standard net(A-1) with the velocity increasing.

라고 표현될 수 있다.

B. 構成條件에 따른 그물의 形狀과 流體抵抗

1. 網高 및 網幅

그물의 構成條件을 Table 3과 같이 변화시켰을 때의 그물의 形狀을 보기 위하여 流速 $0.4m/sec$ (實物換算速度 대략 $4kts$)일 때 관측점 a, b, c, d에 있어서의 網高 및 網幅을 측정 한 결과는 Fig. 13 및 Fig. 14와 같다. 이것에서 보면 어떤 型에서든지 網高는 항상 뜰줄과 발줄의 中央部인 b점에서 가장 크고, a점, c점, d점 순으로 작으며, 流速의 변화에 따른 網高의 差도 같은 경향을 보였으며, 그 경향은 基本型에서와 거의 같다. 網幅도 a'점에서 가장 크고, b'점, c'점, d'점의 순으로 작아 基本型에서와 거의 같다.

構成條件의 변화에 따른 관측점 b에 있어서의 網高를 流速에 따라 나타내면 Fig. 15 및 Fig. 16과 같은데, 이것을 基本型(A-1型)의 그것과 비교하면, 基本型(A-1型)보다 沈降力을 50% 크게 한 A-2型에서는 4~9%, 浮力을 80%, 沈降力을 67% 크게 한 A-3型에서는 4~14%, A-3型에다 錘(front weight)의 무게를 50% 크게 한 A-4型에서는 14~33% 크게 나타났고, 발줄 양끝에 depressor를 추가한 B型에서는 流速, $0.4m/sec$ 에서 30%, $0.6m/sec$ 에서 54% 커져, depressor를 쓰는 것이 매우 효과적임을 나타냈다.

또 끝자루에 어획물이 가득찬 경우를 상정하여 끝자루에 캐시미론 솜을 채운 C型에서는 網高가 A-1型보다 5~10% 작게 나타나 역시 어획물이 가득차면 끝자루 부분의 抵抗이 커지기 때문에 網高가 다소 낮아진다는 것을 나타내었다.

또 流速에 따른 網幅을 보면 어느 경우나 모두 A-1型 보다는 작으며, 그 減少比는 流速 $0.3m/sec$ 에서는 대체로 6~13%, $0.4m/sec$ 에서는 2~7%여서 流速이 빨라질수록 減少比는 작아진다.

실용적인 曳網速度의 범위에 있어서의 網幅에 대한 網高의 比는 流速 $0.4m/sec$ 에서 A-1, A-

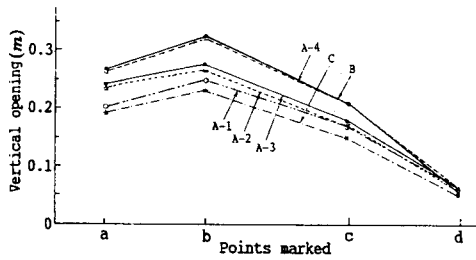


Fig. 13. Vertical opening of the points marked in the condition-varied nets with the velocity increasing.

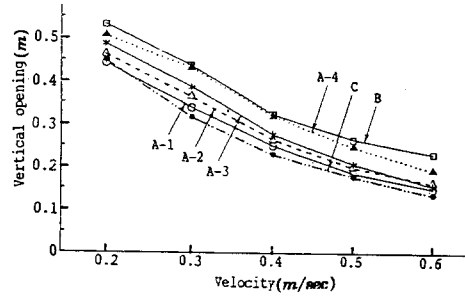


Fig. 15. Vertical opening in the condition-varied nets with the velocity increasing.

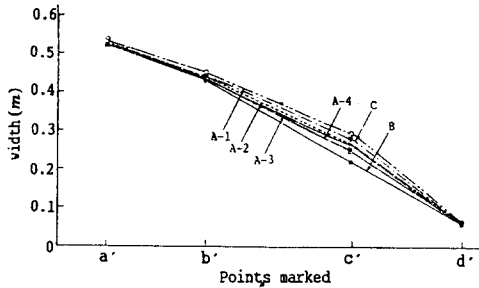


Fig. 14. Width of the points marked in the condition-varied nets with the velocity increasing.

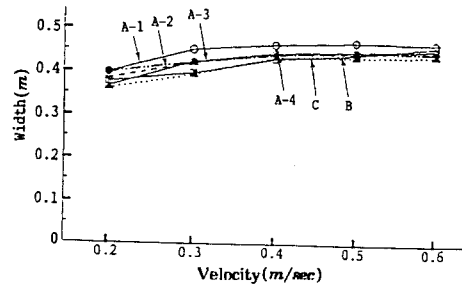


Fig. 16. Width in the condition-varied nets with the velocity increasing.

2, A-3型和 C型은 50~60%로서 비슷하며 A-4型和 B型은 75% 정도로서 크다. 流速 0.6m/sec에 있어서도 그 경향은 비슷하나 비율은 작아져서 A-1, A-2, A-3型 및 C型은 30% 내외, A-4型은 40% 내외, B型은 50% 내외여서 대체적으로 B型이 가장 크다고 볼 수 있다.

2. 網口의 面積

構成條件의 변화에 따른 網口의 面積을 비교한 것은 Fig. 17과 같다. 이것에서 網口의 面積을 A-1型和 비교하면, 流速 0.4m/sec에서는 A-2型은 약 2%, A-3型은 약 7%, A-4型和 B型은 약 20% 크나, C型은 약 12% 작다.

또 流速 0.5m/sec에서는 A-2型은 약 2, A-3型은 약 6%, A-4型은 약 24%, B型은 약 33% 크나 C型은 약 9% 작다. 또 流速 0.6m/sec에서는 A-

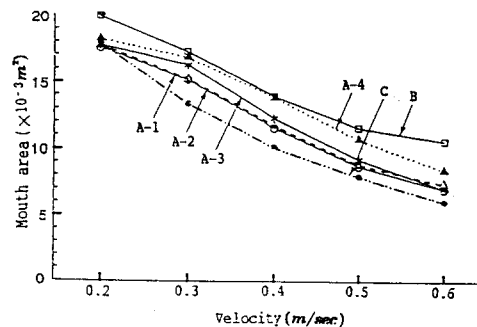


Fig. 17. Mouth area in the condition varied nets with the velocity increasing.

2型和 A-3型은 거의 비슷하고, A-4型은 약 21%, B型은 약 52% 크나, C網은 약 13% 작다.

따라서 어느 경우나 B型이 가장 크고 C型이 가장 작다.

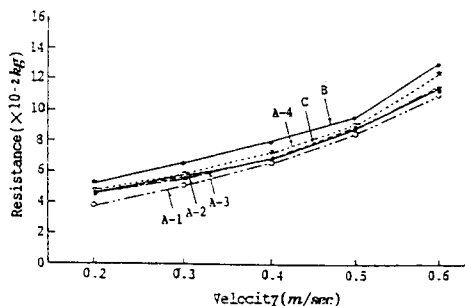


Fig. 18. Resistance in the condition varied nets with the velocity increasing.

3. 流體抵抗

構成條件의 변화에 따른 각 그물의 流體抵抗은 Fig. 18과 같다.

이것에서 보면 流體抵抗은 모든 그물에서 流速이 빨라짐에 따라 커지고, 그 증가율은 基本型인 A-1型和 비슷하다.

실제 曳網速度 4kts에 해당하는 實驗流速 0.4m/sec에 있어서의 여러 가지 型의 抵抗의 A-1의 抵抗에 대한 比는 A-2型은 약 5%, A-3型은 약 6%, A-4型은 약 10%, B型(depressor를 장치한 것)은 약 22%로 가장 크고, C型(끝자루에 숨을 채운 것)은 약 3% 정도 컸다.

즉 構成條件을 변화시켰을 때의 抵抗은 浮力과 沈降力을 크게 하거나 depressor를 장치하여 網口面積을 크게 해주면 그에 상응하여 커지나 끝자루에 숨을 채운 경우에는 그다지 큰 변화가 없는 것으로 보아 끝자루에 어획물이 가득 들더라도 抵抗이 크게 변하지 않을 것으로 추정된다.

要 約

北洋 中層 트롤船이 사용하는 Rope trawl net의 한 종류인 Super mesh trawl net를 1/100로 축소한 模型網을 基本型(A-1型)으로 하고, 그것의 構成條件의 일부를 변화시켜 錘(front weight)의 무게를 1.5배 한 것(A-2型), 浮力과 沈降力을 1.7배 한 것(A-3型), A-3型에다 錘의 무게를 1.5배 추가한 것(A-4型), 밑판의 앞

쪽 양끝에 depressor를 장치한 것(B型), 끝자루에 어획물이 가득찬 경우를 모조하여 캐시몬 숨을 채운 것(C型)의 網高, 網幅, 그물의 抵抗 등을 回流水槽에서 측정하여 性能을 검토하였다.

1. 基本型에 있어서 流速(v)의 증가에 따른 뜰 중앙부의 網高 H(cm)는 대체로 $H(cm) = 120v^{-1.2}$ 으로 나타낼 수 있고, 網幅의 변화는 매우 작으며, 流速 0.4m/sec 이상에서는 그물목 앞 끝 展開間隔의 37% 정도로서 거의 일정하였다.

網口의 形狀은 0.2m/sec에서는 거의 圓에 가까우나 流速이 커짐에 따라 납작한 타원형이 되고, 網口의 面積 S는 유속이 빨라짐에 따라 직선적으로 작아져, 대체로 $S(m^2) = (1.65 - 2.3v) \times 10^{-2}$ 라고 나타낼 수 있다.

流體抵抗은 流速의 증가에 따라 거의 직선적으로 증가하며, $R(kg) = 3.2 \frac{d}{l} abv$ 라고 나타낼 수 있다.

2. 構成條件을 변화시킨 각 型의 網高는 基本型에 비하여 A-2型이 4~9%, A-3型이 4~14%, A-4型이 14~33%, B型은 30~54% 크게 나타났으며, C型은 5~10% 작게 나타났다.

網口面積은 流速 0.4m/sec일 基本型 비하여 A-2型이 약 2%, A-3型이 약 7%, A-4型和 B型이 약 20% 크나, C型은 약 12% 작게 나타났다.

流體抵抗은 0.4m/sec에 있어서의 基本型에 비하여 A-2型, A-3型, A-4型이 대체로 5~10%, B型이 22%, C型이 약 3% 정도 컸다.

參考文獻

- 1) 日本海洋資源開發 - (1984) : 世界の中層トロール漁法, 創造社.
- 2) 今井 建顔(1974) : 中層曳網の研究 - I. 網中の流速分布と網成りについて, 鹿兒島大學水産學府紀要 23, 45 - 55.
- 3) 今井 建顔, 平川 宋一, 田畑 靜夫(1976) : 中層曳網の研究 - II. 縮結と網成り及び曳網抵抗について, 鹿兒島大學水産學部紀要 25, 117 - 124.

로프 트롤 그물의 基本性能에 관한 模型實驗

- 4) 大尺要一・小山武夫・野村正恒・森 敬四郎・田原陽三・千賀和雄(1987) : 模型網實驗による各種曳網の標準網に関する研究, 水工研報告, 8, 215-233.
- 5) 勝石照生(1990) : 高速曳網用超大目中層トロール網の模型實驗, 日水誌, 56(5), 743-747.
- 6) Kusman Mangunsukarto and Shigeru Fuwa(1978) : Studies on trawl net model experiment of three type of trawl net. Mem. Fac. Fish., Kagoshima Univ. Vol. 27, 155-165.
- 7) Koyama, T.(1971) : A calculation method for matching trawl gear to towing power of trawlers, Modern Fishing Gear of the World 3, 352-358.
- 8) 本多勝司(1991) : 漁具模型實驗法, 恒星社厚生閣, 2331.
- 9) 李秉錡(1977) : 現代트로울漁法, 太和出版社.
- 10) 高冠瑞(1975) : 漁具漁法學, 新韓出版社.
- 11) 辛種根・李珠熙・吳熙國(1988) : 외끌이 機船底引網 그물의 展開性能에 관한 模型實驗, 漁業技術 24, 22-29.