

水産學碩士 學位論文

트롤그물의 카이트 성능에 관한  
모형실험

指導教授 李 春 雨

이 論文을 水産學碩士 學位論文으로 提出함



2003年 2月

釜慶大學校 産業大學院

漁業生産學科

朴 星 浩

이 論文을 朴星浩의 水産學碩士  
學位論文으로 認准함

2002年 12月 日

主 審 水産學博士 李 珠 熙



委 員 水産學博士 金 炯 碩



委 員 水産學博士 李 春 雨



# 目 次

緒論·····	1
材料 및 方法·····	3
1. 모형어구·····	3
2. 실험 수조 및 방법·····	9
結果 및 考察·····	12
1. 뜸 및 카이트의 형상별 성능의 분석·····	12
2. 저항 및 망고의 변화와 분석·····	16
3. 카이트의 합리적인 형상의 추정·····	19
要約·····	25
參考文獻·····	27

# **A model experiment of the kite performance for a trawl net**

Sung-Ho Park

*Department of Fishing Production, Graduate school of Industry  
Pukyong National University*

## **Abstract**

In trawl fishing, it isn't unusual that trawlers is using kites instead of using floats, but most of Korean trawlers have used floats because it is easy to adjust the buoyant force by changing the quantity of floats

According to the model test, each of 5 type's model nets has their own merits and faults. In case of using kite, if it necessary to be careful of some points as described below, it has better than using floats. The matters that demand special attention as below;

- 1) The material of canvas is needed a high durability and pliability.
- 2) In order to prevent the decreasing the projection area against the direction of towing, top and bottom frame is made of firm material like the wire rope and also reinforcement bar is installed on the back side of kite.
- 3) Considering general shape of kites, the length of bridle must be shorter than 95% of head line length correspond to the length of kite-bridle hung.
- 4) To adjust the attack of angle, it must be good that the 5% of bridle consists of chain.

With the result of model test, the comparison the vertical opening and resistance of float type with square-shaped kite are as below;

- 1) If the vertical opening on the flow speed,  $0.23m/s$  is 100%, the variation of vertical height at the flow speed range  $0.23 \sim 0.58m/s$  ; float type - 72%, kite type - 44%.
- 2) When flow speed is over  $0.47m/s$  ( *4knot* ), the vertical opening of float type become smaller than that of kite type.
- 3) Concerning the resistance of model nets, the resistance of kite type is higher than that of float type because the attack angle of kite is about  $50^\circ$ . But if the bridle length of kite is shorter than

that of model test, the angle of attack and resistance of net is to be small.

- 4) It is easy to handle the kite because it's capacity is smaller than that of floats.
- 5) It is convenient for crew to attach the kite on the head line as well as to separate.

# I. 緒 論

트롤 어구의 성능은 주로 예망속도와 전개면적에 따른 소해면적에 의해 결정되어 진다고 볼 수 있다.<sup>1,2,3)</sup> 트롤그물의 전개 면적은 전개판의 전개력이나 부력 및 침강력, 목줄의 길이등에 의하여 조정 할 수 가 있으나 일반적으로 중층트롤 작업 선박에서는 뜬의 수량을 변화시키는 방식으로 수직 전개면적을 조정하고 있다.

그러나 북태평양 어장에서 작업을 하고 있는 대형 트롤선에서 사용하고 있는 뜬의 크기와 개수를 고려할 때 취급이 불편하고 심해 작업 시 사용하는 뜬의 대부분은 수입을 하는 경우가 많으므로 비용 면에서도 부담이 크다는 문제가 있다.

국내에서도 여러 어법에 있어 어구의 전개성능을 향상시키거나 어구의 취급을 편리하게 하기 위해 인망그물의 자동전개깃판에 관한 연구<sup>4)</sup>, 외끌이 기선저인망의 전개성능에 관한 모형실험<sup>5)</sup> 등 여러 연구가 있어 왔으나 안강망 어구와 같이 수해·암해를 대신하여 범포로써 그물을 좌우로 전개 시키는 장치 이외에는 국내에서 생산된 중층트롤어구에 있어서 수직 전개력을 높이기 위해 뜬 이외에 다른 대체 자재가 실용화 되지는 않고 있다.

초기 독일식 중층 트롤에 대한 연구<sup>1)</sup>를 보면 뜬의 역할은 투·양망 시 그물이 벌어질 정도로 달아서 사용한다고 하며, 실제로 북태평양에

서 작업 중인 러시아 국적 선박에서 사용 중인 중층트롤어구에는 뜬 대신에 카이트를 사용하는 것이 보편적이다.

최근에는 Iceland의 Hampidjan사와 같이 그물 로프 자체에 납심을 넣어 침강력을 크게 하거나 그물을 구성하고 있는 로프의 구조를 특수하게 만들어 부력을 주는 자율 전개형 중층트롤어구를 시판하는 등 부피가 크고 취급이 불편한 뜬 대신에 부력재를 사용하지 않는 중층트롤어구에 대한 관심이 높아지고 있다. 또한 저면에 서식하는 어종을 대상으로 하는 중층트롤어구의 경우 미국식 및 유럽식 그물에 있어서는 망고를 높이는 것이 의미가 없으므로 트랜스미터(transmitter)를 안정적인 자세로 유지하기 위해 소량의 뜬을 부착하는 이외에는 카이트와 뜬을 전혀 사용하지 않는다.

따라서 본 연구에서는 뜬을 사용하는 것 보다 제작비용이 작고 부피가 작아 취급이 편리한 카이트의 사용을 보편화시키기 위한 목적으로 유럽 및 러시아, 미국, 일본 트롤어선에서 보편적으로 사용하고 있는 직사각형 형태의 카이트에 대해 뜬을 부착한 경우와 세 가지 형태의 카이트에 대한 모형실험을 통하여 적절한 사용 방법을 확인하고 실제 사용 시 발생할 수 있는 문제점을 분석하여 작업선의 특성과 그물의 크기에 따라 다른 카이트 목줄의 길이 조정과 카이트의 성능을 향상시킬 수 있는 몇 가지 방안에 대해서 검토하였다.



## II. 材料 및 方法

### 1. 모형어구

본 연구에 사용한 모형어구의 실물어구는 북태평양에서 조업하는 3,500~3,800PS급 트롤어선에서 사용하는 중·저층 겸용 로프트롤어구이며, 그 설계도는 Fig. 1과 같다.

실험에 사용한 모형어구의 저항은 실물어구와 차이가 있으나 뜸을 부착한 그물과 여러 가지 형태의 카이트를 부착한 모형어구의 저항을 비교하는 목적으로만 이용하였다.

그러나 실물어구에서 발생할 수 있는 문제점을 찾기 위하여 기본적으로 모형어구의 형상과 부속구는 Tauti의 비교법칙에 따라 제작하였다.

모형어구의 축소비는 수조의 크기를 고려하여 1/60로 하였고 로프부분은 실제 어구와 같은 구조로 제작하고 망지부분은  $d/l$  값을 고려하여 망폭 및 길이를 축소비대로 줄이는 방법으로 제작하였다.

어구의 비교법칙에 따라 실물어구와 모형어구 사이에 식(1)의 관계가 성립하여야 하므로 실물어구의 로프부분은 Nylon 210denier 2ply (직경 0.28mm)로 하고 망지부분은 3ply (직경 0.34mm) 및 4ply (직경 0.39mm)로 구성하였다. 실물어구에서 끝자루를 구성하고 있는 망지는 선박마다 각기 다른 망지 및 크기를 가지고 있으므로 모형어구에는 직경 1mm, 망목 20mm로 된 모형을 제작하여 부착하였다.

$$\frac{d_1}{l_1} = \frac{d_2}{l_2} \dots \dots \dots (1)$$

유속의 비는 식(2)와 같이 계산하나 실물어구에서 주로 사용하고 있는 재질은 폴리에틸렌(비중 0.95)과 폴리프로필렌(비중 0.91)이나 모형어구의 제작 상 시판중인 재료 중 가장 비중이 유사하고 가는 Nylon실(비중 1.14)을 사용하였다. 따라서 비중에 의한 장력의 차이가 나게 된다. 그러나 실물어구에서도 여러 가지 재질을 혼용하는 경우가 많으므로 본 실험에 적용한 유속의 비는 비중을 무시하고 Table 1과 같이  $d_2/d_1$ 의 평균값을 구하여 식(3)과 같이 유속의 비를 계산하였다.

$$V^2 = \left( \frac{V_2}{V_1} \right)^2 = \frac{d_2(\rho_2 - 1)}{d_1(\rho_1 - 1)} \dots \dots \dots (2)$$

$$V^2 = \left( \frac{V_2}{V_1} \right)^2 = \frac{d_2}{d_1} \dots \dots \dots (3)$$

$$V = \sqrt{0.051} \approx 0.226$$

Table 1. The ratio of twine thickness between actual gear( $d_1$ ) and model gear( $d_2$ )

Panel No.	$d_1$ (mm)	$d_2$ (mm)	$d_2 / d_1$
1	14.00	0.28	0.020
2	12.00	0.28	0.023
3	10.00	0.28	0.028
4	8.00	0.28	0.035
5	6.04	0.28	0.046
6	5.40	0.34	0.063
7	4.27	0.34	0.080
8	3.82	0.34	0.089
9	5.05	0.39	0.077
Mean			0.051

그리고 부력 및 침강력의 비는 식(4)와 같다. 따라서 부력은 실물어구 1,000kg, 모형어구 16.5g, 침강력은 실물어구 2,000kg, 모형어구 28.0g이다.

$$\lambda^2 \nu^2 = \frac{1}{60}^2 \times 0.226^2 = 1.4 \times 10^{-5} \dots \dots (4)$$

다만 실물어구와 다른 모델의 어구에는 중량체인을 밑쪽 날개그물의 앞 끝에 부착하여 사용하고 보통 아래 그물목줄의 길이가 6m정도 긴 것에 비해 본 실험에 모델인 실물어구의 경우에는 상·하 그물목줄의 길이가 같고 별도의 중량체인을 사용하지 않고 발줄 전체에 걸쳐 중량

체인을 배분하되 날개 끝 쪽은 무접계, 발줄의 센터부분은 가볍게 하여 그물의 착지성과 편의성을 좋게 하였다.

본 실험에 사용된 모형 카이트의 경우 재질은 무시하고 형상과 면적에 중점을 두어 제작하였으며 그 크기는 실물어구를 사용하는 국적선과 동급의 외국적 선박에서 중충트롤망에 사용하고 있는 카이트의 크기가 대체로 가로 10m, 세로 0.6m이므로 식(5), 식(6)에 따라 그 크기를 정하였다.

$$\frac{L_2}{L_1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \dots \dots \dots (5)$$

$$\frac{\lambda_2^2}{\lambda_1^2} = \frac{L_2^2}{L_1^2} \dots \dots \dots (6)$$

$$\frac{1}{3,600} = \frac{x}{6}$$

$$x = 1.67 \times 10^{-3} (m^2)$$

이에 따라서 제작된 모형어구는 Fig. 2와 같다. 여기서 유체저항의 비는 침강력과 부력의 경우와 같이 식(4)와 같이 정하였다.

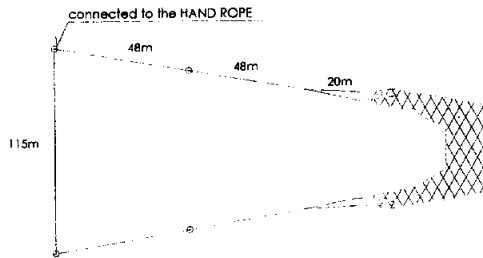
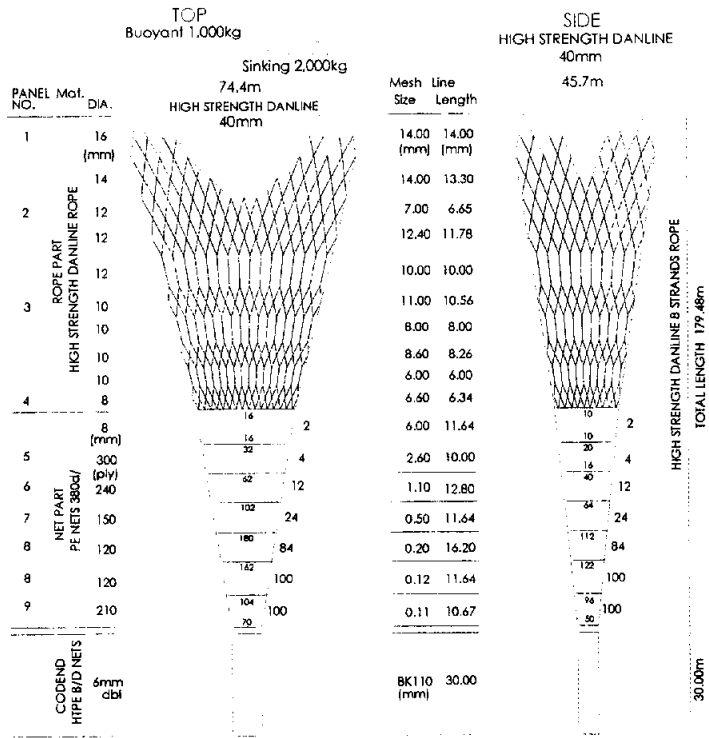


Fig. 1. Drawing of the proto type rope trawl net( 3,800PS ).

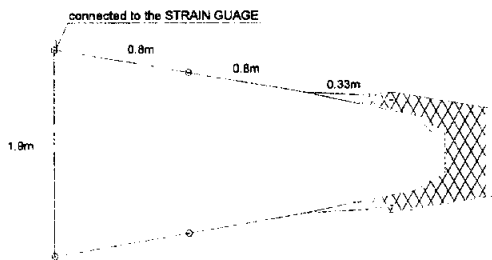
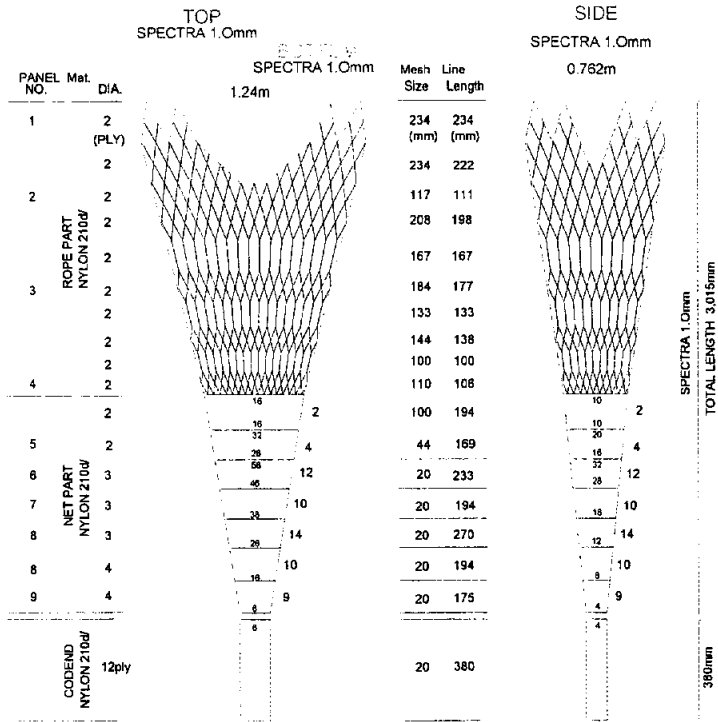


Fig. 2. Drawing of the model net( Scale 1/60 ).

## 2. 실험 수조 및 방법

### 1) 실험수조

본 실험에 사용한 수조는 Fig. 3과 같은 백경공업(주)의 수직 순환형 회류 수조로써 관측창의 크기는 길이 3.2m, 높이 1.4m이고 실험 가능한 수조 내부의 크기는 길이 5m, 폭 2m의 어구를 설치하는 것이 가능하다.

유속의 범위는 0~1.0m/s이고, 관측부의 단면유속편차는 수면, 수조 바닥, 벽면으로부터 100mm이내를 제외한 구간에서 유속 0.8m/s일 때  $\pm 6\%$  이내이다.

따라서 모형어구 그물 목줄의 앞 끝을 strain gauge가 설치되어 있는 traverse에 고정하고 양쪽 끝, 즉 net pendant 사이의 거리는 1.9m로 고정하여 실험하였다.

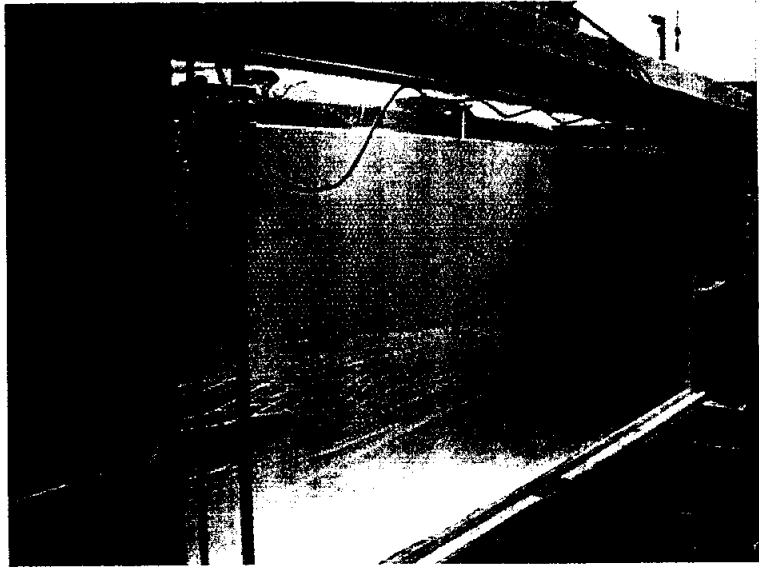


Fig. 3. The circulation water channel.



## 2) 실험 방법

모형어구에 대한 실험은 뜰과 카이트 중 어느 것도 부착하지 않은 기본형 A를 비롯하여 Fig. 4와 같은 다섯 가지 형태의 모형어구에 수조의 유속을 실제유속 2knot, 3knot, 4knot, 5knot에 해당하는 유속으로 달리하면서 측면 형상의 변화를 관측창 digitizer로 망고를 측정하고 저항의 변화는 strain gauge를 통해 측정하였다.

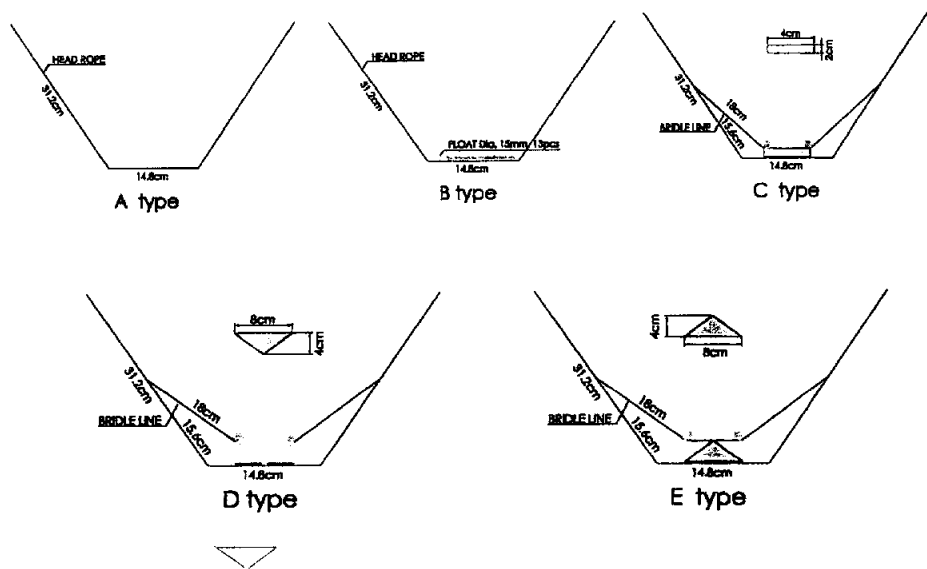


Fig. 4. The buoyant gears attached on the head line.

A type : Nothing on the head rope.

B type : Floats on the center of the head rope.

C type : Square shaped kite on the center of the head rope.

D type : Delta shaped kite I on the center of the head rope.

E type : Delta shaped kite II on the center of the head rope.

### Ⅲ. 結果 및 考察

#### 1. 뜬 및 카이트 형상별 성능의 분석

A형(Fig. 5)과 같이 부력을 주지 않은 상태의 모형어구의 형상은 윗 목줄과 뜬줄이 거의 직선을 이루었다.

현재 세계적인 중층트롤어구 사용상의 추세가 대형화, 드럼식 양망, 자율 전개형(self-spreading)이고 저면에 밀집된 어군을 대상으로 저층에 가깝게 예망할 시에는 아래 목줄의 길이와 침강력의 조정만으로도 적절한 망고를 얻을 수 있다.

그러나 실험에 의하면 유속이 없는 상태에서 모형어구는 윗판 그물까지 바닥에 붙어 버리는 결과를 나타내었으므로 실물어구의 경우 비중이 적은 가벼운 재질로 어구를 구성하는 것이 바람직하다고 본다.

실물어구에 사용하는 뜬은 수입 직경 450mm (中空形, 플라스틱) 뜬이며 보통 30~40개 정도를 사용하므로 실제 부력은 1,000kg 정도라고 볼 수 있다.

하지만 모형실험의 특성상 뜬의 저항에 의한 힘은 무시하지 않을 수 없다. 따라서 B형 모형어구에 사용한 뜬은 직경 15mm의 낚시용 뜬으로 부력은 개당 1.27g이고 13개를 모형어구의 뜬줄 중앙에 부착하여 실험하였다. 그 측면 형상과 Fig. 5와 같으며 장력과 망고의 변화는 Table 2와 같다.

뜸을 부착한 상태에서 뜸줄은 유속이 빨라질수록 진동이 심해지므로 국내 근해트롤선과 같이 작은 뜸을 뜸줄 전체에 걸쳐 균일하게 배치하는 것이 뜸의 저항에 의한 뜸줄의 진동을 막아 주는 한 방법이라고 생각된다.

일반적으로 트롤 어선에서 사용하고 있는 카이트의 형태는 가로 방향으로 긴 직사각형 형태로 되어 있으며 세로 길이는 0.5~0.6m이고 어선의 예망력과 원하는 부력에 따라 가로 길이를 6~12m로 달리하고 있다.

재질은 나일론 직물 캔버스, 고무벨트 등 여러 가지가 사용되고 있으며 어느 것이나 유속에 따라 투영면적의 변화가 없어야 하므로 굵은 캔버스나 두께 5mm 이상의 두꺼운 벨트 종류를 쓰고 아래쪽과 위쪽에 굴곡이 일어나지 않는 와이어로프를 대고 뒷면에도 대략 50cm 간격으로 와이어로프 지지대를 만들어 형상의 변형이 생기지 않도록 하고 있다.

초기 부력재를 사용하지 않는 경우 카이트가 아랫방향으로 향하게 되면 정상적인 망의 전개가 되지 않을 뿐만 아니라 다시 앞 끝을 일으켜 세우기가 어려우므로 직경 150~200mm 정도의 작은 뜸을 위쪽 wire frame 전체에 걸쳐 균일하게 부착하여 사용하고 있다.

그러나 C형 모형어구에는 실제어구의 초기 부력재의 부력만을 생각하여 15mm 낚시용 뜸 2개만을 위쪽 frame 양 끝단에 부착하여 실험하였다.

실험을 통해 유속이 빨라질수록 뜸줄의 진동이 커졌으나 구형 뜸을

부착한 상태보다는 덜하였다. 그 측면 형상과 Fig. 5와 같으며 장력과 망고의 변화는 Table 2에 나타내었다.

D형 모형어구의 망고 및 장력의 변화를 관측하기 위하여 뜰줄의 중앙에 삼각형 모양의 카이트를 부착하여 실험하였다. 실험의 결과 형상의 변화만 생기지 않는다면 뜰줄의 떨림이 적고 저항과 망고에 미치는 효과는 직사각형 형상의 카이트와 비슷한 것으로 관측되었다.

본 실험에서 아래 Table 2와 같이 C형 직사각형의 카이트보다 수조 유속  $0.35\text{m/s}$ ( 실제 선속  $3\text{knot}$  ) 이상에서 망고가 6%정도 낮은 것은 모형 카이트의 형상의 변화로 인한 투영 면적이 줄어서 생긴 결과로 볼 수 있다.

실험을 통해서 탈·부착하는 과정과 뜰줄의 안정성을 관측해 볼 때 실물어구에 적용하여 작업 시 탈·부착이 한번에 이루어 질 수 있을 것으로 생각되고 어구의 교체 또는 적재 시 시간을 절약함과 동시에 같은 카이트를 분리하여 다른 어구에도 그대로 부착할 수 있다.

그러나 실물어구에 적용 시 부속구 또는 갑판에 접촉 시 잦은 파손이 우려된다.

E형 모형어구와 같이 뜰줄의 중앙에 삼각형 형상 카이트의 밑변을 고정하고 행한 실험에서는 카이트의 넓은 뒷부분이 뒤로 밀리며 블록해져서 흐름에 대한 투영 면적이 줄어 다른 형태의 뜰과 카이트를 부착한 모형어구 보다는 망고가 작은 것으로 나타났으며 이는 카이트를 사용하는 데 있어 대수 투영면적의 변화가 생기지 않도록 프레임 및 뒷면 지지대를 부착하는 것이 얼마나 중요한가를 보여 준다고 할 수 있다.

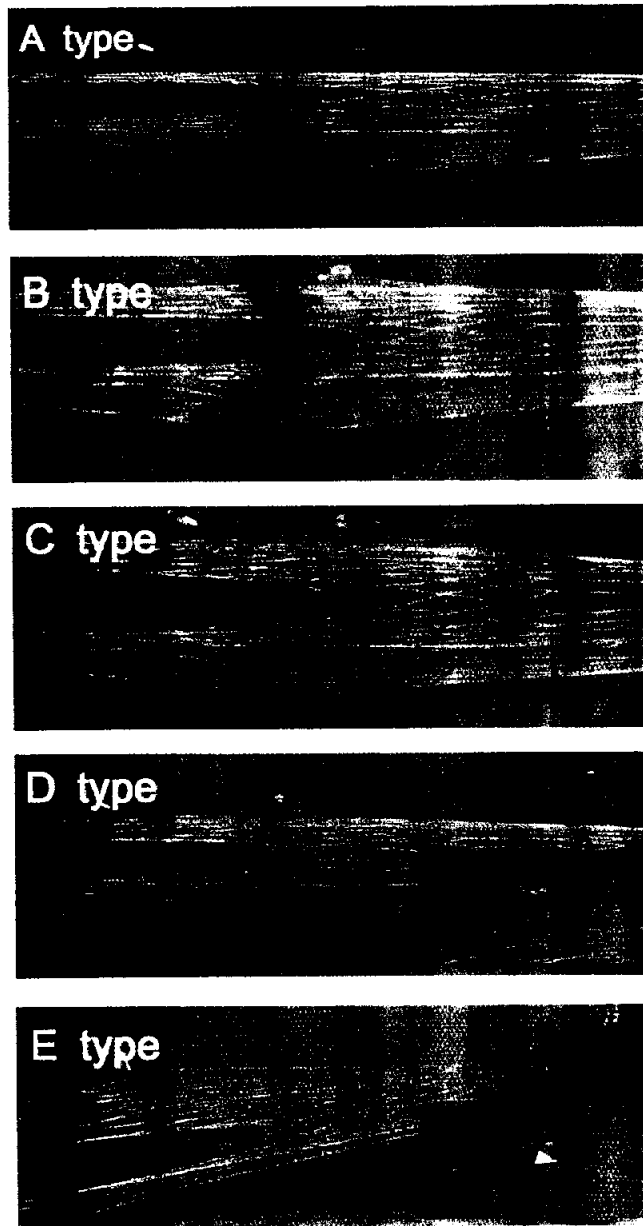


Fig. 5. Side-view photograph of model net (  $0.47m/s$  ).

## 2. 저항 및 망고의 변화와 분석

Fig. 6 및 Fig. 7에서 나타낸 바와 같이 수조유속  $0.47m/s$ 에서 저항은 D형 및 E형이 유사하고 B형 및 A형이 유사하며 D형, C형, A형 순으로 큰 것으로 나타났다. 망고는 C형, D형, B형, E형, A형 순으로 큰 것으로 나타났다.

위의 결과와 같이 구형(球形)땀을 부착한 어구보다 카이트를 부착한 상태의 어구가 예망속도가 증가하여도 망고의 변화가 적다는 것을 알 수 있고 땀을 단 어구의 경우 예망속도가 높아지면서 부력에 비해 저항이 커져 제 성능을 나타내지 못함을 알 수 있다.

D형과 E형이 같은 형태를 가지고 있음에도 불구하고 망고의 차이가 많이 나는 것은 E형의 카이트의 경우 유속이 증가하면서 투영면적이 줄어 정상적인 전개를 하지 못함에 있다고 볼 수 있다.

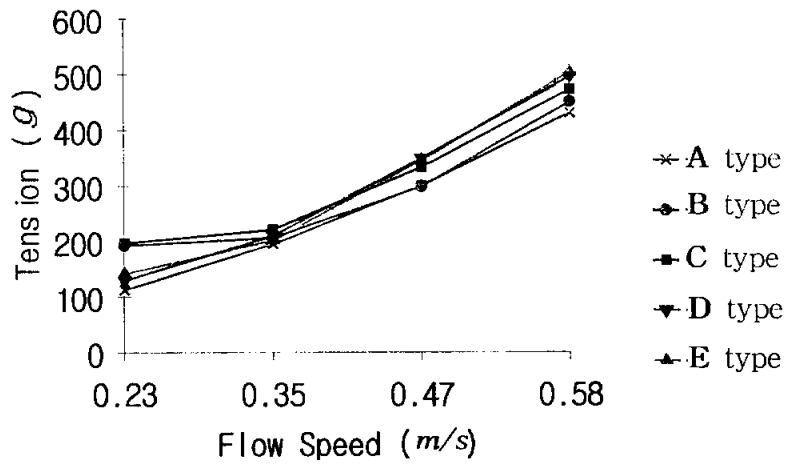


Fig. 6. The variation of tension according to flow speed.

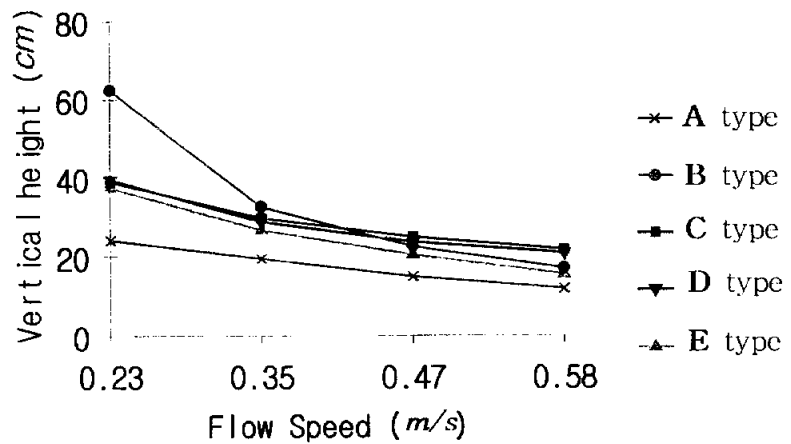


Fig. 7. The variation of vertical height according to flow speed.

Table 2. The variation of vertical opening and tension according to flow speed.

flow speed ( <i>m/s</i> )	vertical height( <i>cm</i> )					tension( <i>g</i> )				
	types of model nets					types of model nets				
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
0.23	24.2	62.5	38.9	39.5	37.4	114	194	198	130	142
0.35	19.5	32.7	29.8	28.8	26.7	196	208	222	210	202
0.47	15.0	22.6	25.0	23.6	20.4	302	300	334	350	346
0.58	11.9	17.1	21.8	20.9	15.4	432	452	474	496	504



### 3. 카이트의 합리적인 형상의 추정

투·양망이 잦고 어구의 교체가 자주 이루어지며 갑판상에서 다른 부속어구와 접촉으로 인한 파손과 양망 과정에서 드럼(net reel)에 심한 압력을 받으며 감기는 등의 트롤어구의 특성을 고려해 볼 때 카이트는 다음과 같은 특성을 갖추어야 된다고 보아진다.

- 1) 예망 시 투영면적에 따라 전개성능의 차이가 크므로 수중에서 유수저항에 의한 형상의 변형이 일어나지 않아야 한다.
- 2) 작업의 특성상 내구성과 내마모성이 좋은 재질로 구성되어야 한다.
- 3) 탈·부착이 용이하고 영각의 조절이 가능하도록 만들어야 한다.
- 4) 투망 시 카이트의 위쪽 프레임이 아래쪽으로 향하지 않도록 초기 부력재를 위쪽 프레임에 부착하여야 한다.

위에서 언급한 바와 같은 카이트의 특성을 고려하여 볼 때 재질은 강도가 높고 내마모성이 좋은 나일론 캔버스에 내구성을 높이기 위하여 두께를 두껍게 하거나 코팅을 하여 사용하는 것이 좋다고 보아지며 흔히 컨베어 벨트(Fig. 8)로 쓰이는 나일론코드사가 들어 가 있는 고무 벨트의 경우는 무거운 단점이 있다.

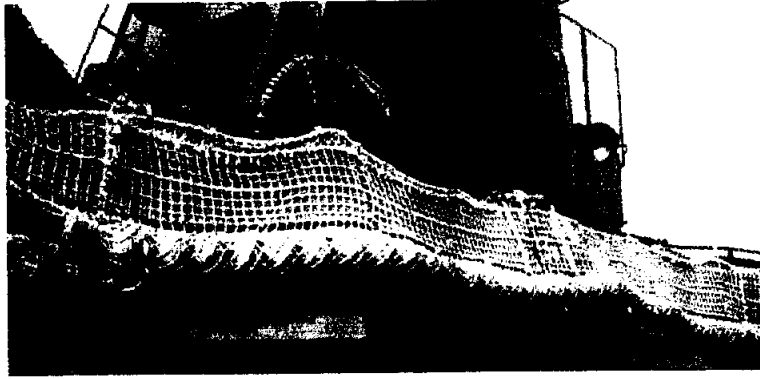


Fig. 8. The used kite made of conveyor belt in Russian trawler.

카이트는 양망 시 심한 압력을 받으며 포개어지거나 드럼에 감아 들이므로 아래·위 프레임에 부착하기 위하여 만들어 놓은 구멍이 파손되는 일이 많다. 따라서 이를 예방하기 위하여 그로멧(grommet)으로 구멍을 보강하는 것이 필요하다.

그리고 형태의 변형을 막기 위하여 아래·위 프레임은 물론 뒤쪽에 20~25cm 간격으로 와이어로프와 같은 견고하면서 휘어지는 것이 가능한 재질로 보강하고 갑판이나 다른 부속구와의 마찰에 의한 카이트의 마모 및 파손을 방지하기 위하여 그물로써 덧대어 주는 것이 좋다고 보아진다.

일반적으로 선박에서 자주 사용하는 어구의 경우 그곳에 부착하는 카이트의 크기 및 대수각도를 조절하기 위한 목줄(bridle)의 길이가 정해져 있으나 새로운 어구나 영각을 조절할 필요가 있을 경우에는 그 조절이 용이하도록 목줄의 5%를 체인으로 할당하여 그 고리수를 조절

함에 의하여 목줄의 길이를 조정할 수 있다.

본 실험에서는 목줄의 길이를 목줄이 연결되는 뜬줄 길이의 95%로 제작하여 실험한 바 C형 카이트를 단 모형어구의 뜬줄이 수조의 바닥면과 이루는 각도는 실제어구의 경우 예망속도  $4knot$ 에 해당하는 수조 유속  $0.47m/s$ 에서  $5^\circ$  정도 되는 것으로 나타났으며 이는 구형 뜬줄을 부착한 모형과 큰 차이가 없었다.

Fig. 9에서와 같이 카이트의 영각을  $35^\circ$ 로 사용하고자 한다면 다음과 같이 그 목줄의 길이를 정하여 사용할 수 있다.

카이트의 크기를 가로길이는 카이트가 부착되어질 뜬줄의 중앙 부분의 길이와 같다고 보고 세로길이를  $0.6m$ 로 정한다.

앞에서 카이트의 영각( $\alpha$ )을  $35^\circ$ , 뜬줄이 어구의 진행방향과 이루는 각도( $\beta$ )를  $5^\circ$ , 목줄을 달 부분의 뜬줄의 길이를  $12m(L)$ , 카이트의 앞 끝에서 뜬줄이  $0^\circ$ 를 이루는 선에 내린 수선의 길이를  $L_a$ , 카이트의 앞 끝에서 내린 수선의 끝에서 목줄이 뜬줄과 만나는 점과의 직선상의 거리를  $L_b$ 라 한다면 다음과 같이 카이트의 앞 끝이 지면과 이루는 각도( $\theta$ )를 계산하여 목줄의 길이를 계산할 수 있다.

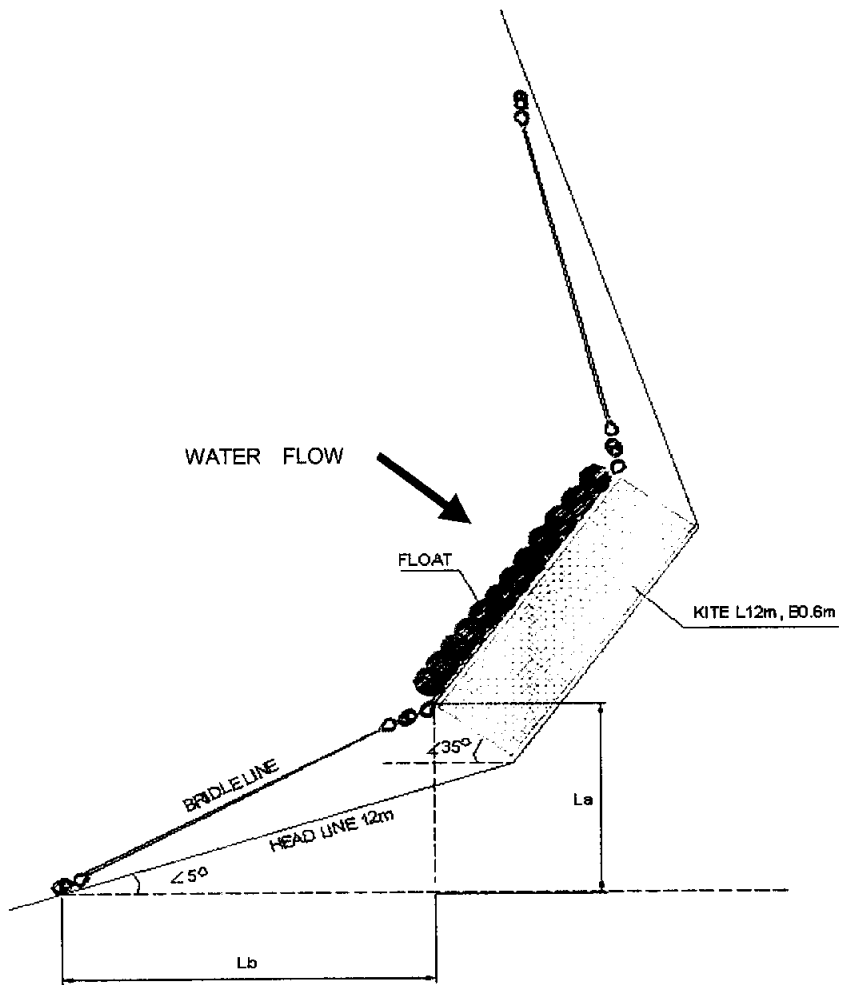


Fig. 9. Up-side view of square shaped kite,  $L : 12m$ ,  $B : 0.6m$ .

$$\begin{aligned}
L_a &= (0.6 \times \sin \alpha) + (12 \times \sin \beta) \\
&= (0.6 \times \sin 35^\circ) + (12 \times \sin 5^\circ) \\
&= (0.6 \times 0.574) + (12 \times 0.087) \\
&= 1.388m
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
L_b &= (12 \times \cos \beta) - (0.6 \times \cos \alpha) \\
&= (12 \times \cos 5^\circ) - (0.6 \times \cos 35^\circ) \\
&= (12 \times 0.996) - (0.6 \times 0.819) \\
&= 11.46m
\end{aligned}$$

$$\tan \theta = \frac{L_a}{L_b} = \frac{1.388}{11.46} = 0.121$$

$$\theta \approx 7^\circ$$

따라서 목줄을 붙이는 부분의 뜰줄의 길이가 12m라고 하면 목줄의 길이는  $L_a$ 를  $\sin 7^\circ$ 의 값으로 나누어 주면 11.3m가 되므로 뜰줄 길이의 94%가 된다.

그러나 실제 실험에 의하면 카이트의 형상의 변화와 뜰줄이 완전한 직선을 이루지 않으므로 조금 더 줄여서 쓰는 것이 바람직하다고 하겠다.

아무리 견고한 재질과 이상적인 목줄의 길이를 주어 사용한다 할지라도 카이트의 앞 끝을 들어주는 역할을 하는 초기부력재가 없다면 오

히려 역효과를 나타내어 정상적인 전개가 이루어지지 않는다.

따라서 Fig. 9와 같이 카이트의 앞 끝에 저항이 적은 작은 뜸을 부착하여야 한다. 일반적으로 초기 부력재는 직경 200mm 정도의 알루미늄 재질이나 플라스틱 재질의 뜸을 주로 사용하며 내구성 및 형상 복원력이 뛰어난 E.V.A.(Ethylene Vinyl Acetate)뜸를 사용하기도 한다.

작은 뜸을 사용하는 것은 큰 뜸을 사용하는 것에 비해 저항이 적어 뜸줄의 진동을 방지 할 수 있다. 만약 양망 시 카이트를 분리하지 않고 드럼에 그물을 감는다고 한다면 E.V.A.뜸를 사용하는 것이 파손될 우려가 없고 그물의 손상을 막아 줄 수 있을 것이라 생각된다.

## 要約

본 연구에서는 뜬과 여러 가지 형상의 카이트를 부착한 모형어구의 수조실험을 통하여 실제 어구에 부착 시 발생할 수 있는 운용상·구조상의 문제점을 관찰하여 분석하였고 유속에 따른 형태별 망고의 비교를 통해서 성능을 비교하였다.

본 실험에 대한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 적절한 크기의 카이트를 부착하여 사용하는 경우 뜬을 단 어구에 비해 유속에 따른 망고 변화의 폭이 작다.
2. 카이트를 탈·부착하는 것이 뜬을 사용하는 것에 비해 손쉽고 적재시 차지하는 공간이 적다.
3. 카이트를 사용하기 위해서는 다음과 같은 점을 고려하여야 한다.
  - 1) 유연하면서도 내구성 및 내마모성이 우수한 재질을 사용한다.
  - 2) 대수 투영 면적이 작아지지 않도록 위쪽과 아래쪽에 와이어로프와 같은 유연하면서 강한 재질로 프레임을 만들고 뒤쪽에도 같은 재질로 보강 지지대를 만들어 주어야 한다.
  - 3) 카이트 목줄의 길이는 그것을 부착하는 부분의 뜬줄 길이의 95% 이내로 사용하되 영각의 조정이 가능하도록 목줄 길이의 5% 정도를 체인으로 할당하여야 한다.

4) 반드시 초기 부력재를 사용하고 초기 부력재는 사용수심을 고려하여 작은 틈을 카이트의 앞 끝에 균등하게 배분하여 부착하는 것이 좋을 것으로 판단되었다.



## 參考文獻

- 1) 李秉錡 (1977) : 現代트로울漁法, 太和出版社,
- 2) 李秉錡, 朴丞源, 金鎮乾 (1989) : 沿近海漁業概論, 太和出版社, P11~18, PP69~96
- 3) 金仁振 (1998) : 중층 트롤 어구의 망구 형상 해석
- 4) 장지원, 장재환, 전병두, 이윤희 (1988) : 인망그물의 자동전개깃판에 관하여, 어업기술 24(1), 1988
- 5) 辛鐘根, 李珠熙, 吳熙國 (1988) : 외끌이 기선저인망의 전개성능에 관한 모형실험, 어업기술 24(1), 1988

## 感謝의 글

본 논문이 완성되기까지 부족한 점이 많은 제자를 끝까지 세심하게 지도하여 주신 이춘우 교수님과 많은 조언과 선행된 실험을 통하여 실험의 토대를 마련하여 주신 권병국 박사님께 진심으로 감사의 말씀을 올립니다.

대학원 생활 내내 끈기있게 열성적으로 지도하여 주신 신형일 교수님, 이주희 교수님, 김형석 교수님께도 감사드리며 이 논문에 대한 실험에 사심없이 협조하여 주신 백경공업(주)의 사장님, 김성현 이사님, 배제현 실장님과 원성재씨께도 이 지면을 통해서나마 감사드립니다.

대학원 공부 가능하도록 기회를 마련하여 주신 지티아이(주) 및 그린네텍(주)의 김석곤 사장님과 박문수 사장님 그리고 바쁜 가운데서도 본인의 일까지 맡아 가며 도와주신 임근수 과장과 다른 동료 직원분들께도 감사를 드립니다.

끝으로 학비까지 지원해 주시면서 독려하여 주신 윤일부 선생님과 빠듯한 살림에 물심양면으로 도와 준 아내에게 고개 숙여 감사드립니다.