

韓國 近海에 있어서의 中層 트로울의 研究-I

展開板의 動作狀態와 展開性能

李秉錡 · 崔宗和 · 朴相吉 · 張鎬榮

釜山水產大學

(접수 1986년 11월 15일)

Study on the Midwater Trawl Available in the Korean Waters-I

Attitude and Opening Efficiency of the Otter Board

Byoung-Gee LEE · Jong-Hwa CHOE · Sang-Gil PARK and Ho-Young CHANG

National Fisheries University of Pusan

(Received November 15, 1986)

To investigate the midwater trawl gear available for the Korean near sea trawlers, the authors carried out a field experiment on the attitude and the opening efficiency of the otter board with the Pusan 404 (160GT, 750ps), a training ship of National Fisheries University of Pusan.

The experimental trawl gear was designed to be operable by the ship and the otter board was made of single iron plate with 12% camber ratio.

The special-prepared potentiometric angle detector was used for determining the attitude, and the 50 KHz fish finder for the opening between the otter boards.

The results obtained can be summarized as follows:

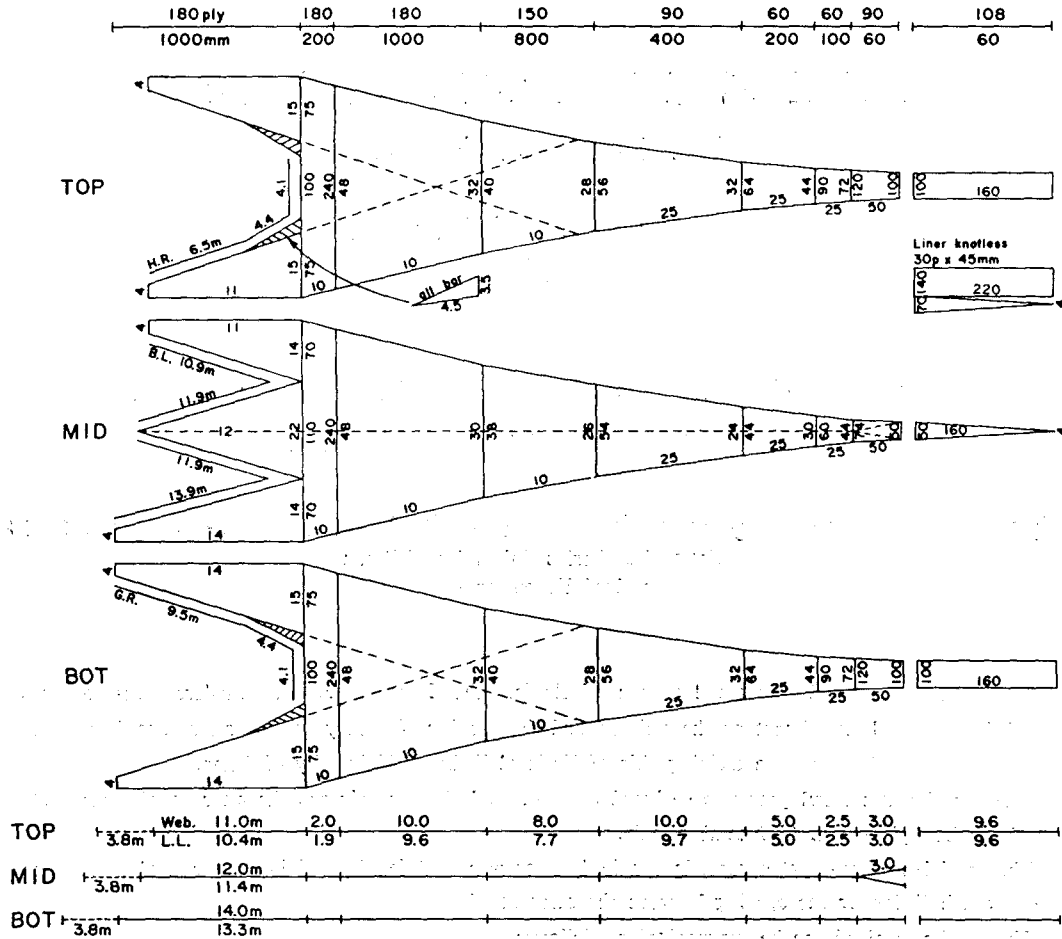
1. The angle of attack varied by moving the towing point on the towing plate of the otter board. It showed 33 to 36 degrees when the point was set at the outmost position, 25 to 31 degrees at the middle position and 19 to 30 degrees at the inmost position, with a decreasing tendency according to the increase of towing speed in each cases.
2. The heel of the otter board always occurred inwards, increasing slightly according to the increase of towing speed.
3. The tilt of the otter board always occurred outwards, increasing slightly according to the move of the towing point inwards, and decreasing slightly according to the increase of towing speed.
4. The opening between otter boards showed the largest value when the towing point was set at the outmost position.

緒 言

트로울 漁法에 있어서 展開板의 動作狀態를 파악하는 문제는 그 漁法을 効果的으로 수행하기 위한 가장 基本的인 問題의 하나이나 지금까지 研究된 것은 주로 模型實驗 등에 의한 것이고, 實物의 漁具에

관한 것은 Crewe(1964)에 의한 것이 있지만, 이것은 平板型展開板의 경우이고 彎曲型展開板에 관한 것은 찾아보기가 힘들다.

著者들은 展開板의 動作狀態, 즉 進行角度 · 內外傾斜 · 前後傾斜를 rotary potentiometer로서 電位差로 바꾸는 裝置를 제작하여 實物의 中層用 彎曲型



Specification of ropes

Head rope } Cod end M.R.: Ny.R. 28#
 Wing L.L. } S.W.R. 16#
 Breast line: P.K.R. 20#
 Body L.L.: Ny.R. 24#
 Body reinforce rope: Ny.R. 18#

Connection between otter board and net

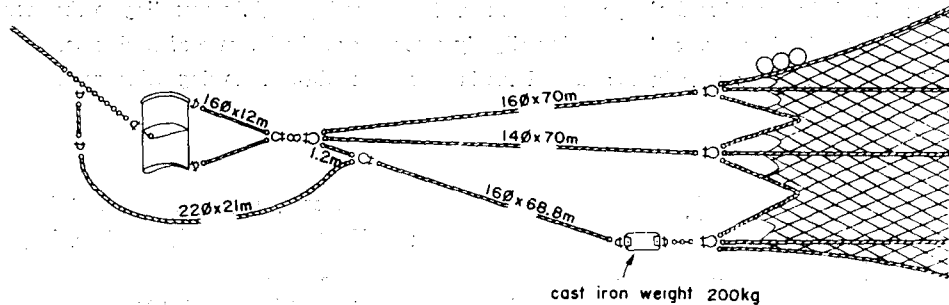


Fig. 1. Developed drawing of the net and the connecting system between otter board and net of the midwater trawl used for the experiment.

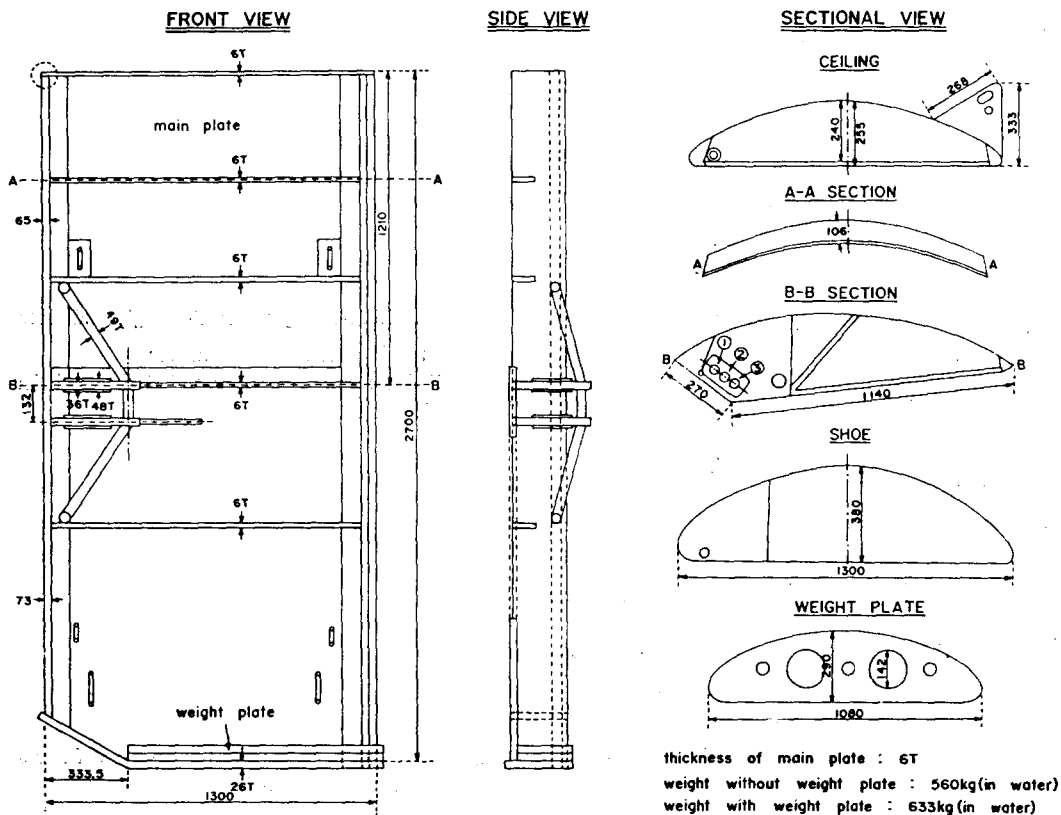


Fig. 2. Construction of the otter board used for the experiment.

Circled numerals denote the towing points where the towing chain connected alternatively, viz., ① outmost ② middle ③ inmost

展開板에 장치하고 檢出된 電位差를 電線을 통하여 船上의 指示器나 oscilloscope recorder에 記錄시켜 展開板의 動作狀態를 직접적으로 測定하였다.

方 法

1. 使用한 漁具

實驗에 使用한 漁具는 韓國 近海에서 사용중인 트로울船과 船型 및 機關의 定格出力이 비슷한 釜山水產大學 實習船 부산 404호로써 조업하기에 알맞게 설계·제작하였으며, 그물의 展開圖 및 各部 連結圖는 Fig. 1, 展開板의 構造圖는 Fig. 2와 같다.

여기서 使用한 展開板은 두께 6T 鐵板으로써 만든 單板型의 彎曲型이며, 彎曲度는 均일하게 12%, 가로 1300 mm, 높이 2700 mm, 曳行點의 밑판(shoe)으로부터의 높이는 전체 높이의 55%, 水中重量은 560 kg 되도록 하였다.

그런데, 이 展開板의 밑판은 처음에는 26T 鐵板 한장으로 했으나, 水面에 投入할 때 밑판이 물을 받아 展開板이 옆으로 지나치게 드러눕는 현상이 일어나고 水中에서의 安定度도 좋지 않았으므로, 그 후 밑판에 142φ 되는 圓형의 구멍을 2개 뚫어 물이 잘 여과되도록 하는 한편, 20T 鐵板을 밑판의 모양과 비슷하게 잘라 2장을 포개어 水中重量 73 kg을 가해 전체 水中重量이 633 kg 되도록 하였다.

2. 使用한 船舶

實驗에 使用한 船舶은 釜山水產大學 實習船 부산 404호이며, 그 要目은 Table 1과 같다.

3. 測定方法

a. 展開板의 動作狀態

展開板의 動作狀態는 進行角度, 內外傾斜, 前後傾斜로서 나타낼 수 있는데, 이것을 測定하기 위한 裝置의 基本構造는 直六面體의 水密箱子의 밑면 및 양

Table 1. Dimension of the research vessel employed for the experiment

Item	Description
Hull	
L_{ca}	34.00 m
L_{pp}	30.03 m
Gross tonnage	160.38 ton
Type	stern trawler
Engine	
Type	Niigata Diesel
No. of cylinders	6
Standard output	750 ps
Standard revolution	860 rpm
Propeller	
Type	fixed pitch propeller
No. of blades	4
Diameter	1770 mm
Standard revolution	350 rpm
Reduction ratio	2.5:1

벽면에 rotary potentiometer 를 고정시키고, 展開板의 3방향의 姿勢의 변화에 따라 그것이 基準點과 이루는 角度가 電位差로 變換되도록 한 것이다.

水密箱子는 두께 10T 鐵板으로써 内部容積 150×150×230 mm³ 되게 만든 것으로 内部裝備를 포함한 空氣中重量은 약 20 kg이다.

展開板의 進行角度는 箱子의 밑면에 놓인 potentiometer 에서 밑면에 수직되게 세운 軸이 傾斜을 높고 밖으로 나오게 하고, 그 軸의 끝에 달린 1.5T 알루미늄판으로 된 날개(면적 100×220 mm²)가 물의 흐름을 받을 때 展開板의 傾斜과 이루는 角을 나타내도록 하였다.

內外傾斜와 前後傾斜는 potentiometer 를 水密箱子의 양 벽면에 장치하고, 그 軸에다 길이 77 mm, 무게 82 g 되는 逆T字型 錘를 매달아, 錘가 展開板의 傾斜에 따라 左右 또는 前後로 傾斜되게 함으로써 鉛直方向과 이루는 角을 나타내도록 하였다.

potentiometer 에서 檢出된 信號는 水密된 6P 케이블을 통하여 船上的 指示器에서 直讀할 수 있도록, 또는 oscilloscope recorder(Kyowa, RMA-550A)에 記錄되도록 하였다.

다만 指示器의 바늘이 너무 과민하지 않도록 하기 위하여 時正數(time constant) 0.47 sec 되는 低周波 필터(low pass filter)를 썼다.

水密箱子는 완전히 水密시킨 후, 展開板의 天井板에서 後面쪽으로 용접해 붙인 10T 鐵板에 bolt-nut 로써 고정시켜, 展開板을 錨로우스에 매달 때의 軸

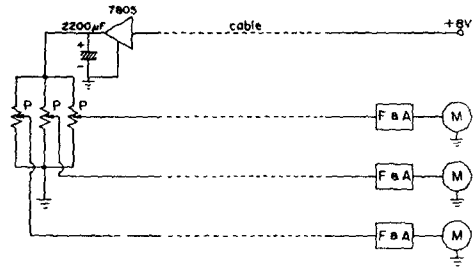


Fig. 3. Circuit diagram of the angle indicator
P: 1 kΩ rotary potentiometer
F & A: low pass filter and D.C. amplifier
M: indicator

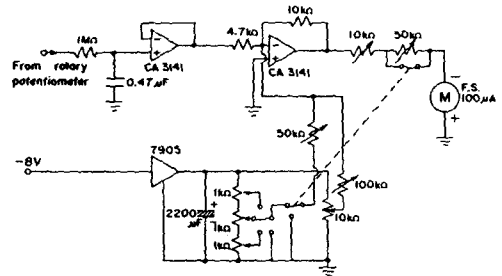


Fig. 4. Circuit diagram of the low pass filter and the D.C. amplifier.

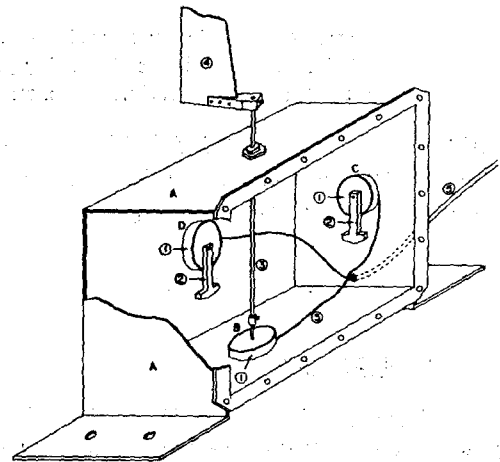


Fig. 5. Schematic diagram of the angle sensors included in the watertight chamber.

- A: watertight chamber
- B: sensor for angle of attack
- C: sensor for heel
- D: sensor for tilt
- ①: rotary potentiometer
- ②: weight pendulum
- ③: rotary axis
- ④: blade
- ⑤: cable

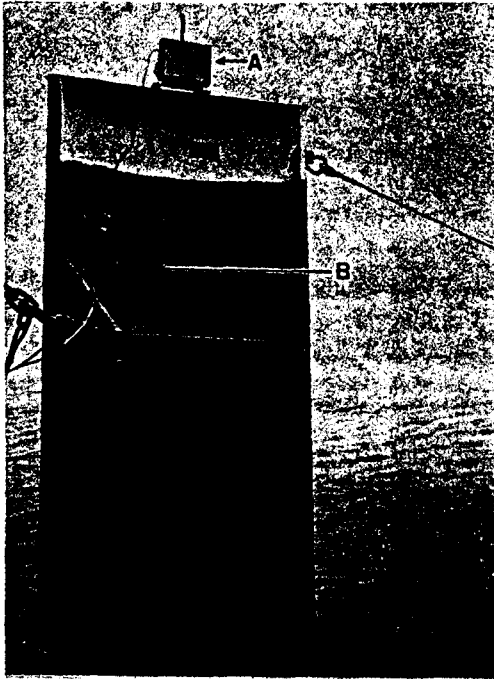


Fig. 6. Picture of the otter board arranged with detectors, and ready to set.

- A: potentiometric angle detector
- B: transducer of fish finder to detect the opening

격이 직접적으로는 水密箱子에 미치지 않도록 하였다.

Fig. 3은 potentiometer를 이용한 角度檢出回路, Fig. 4는 低周波 필터와 直流增幅器의 回路, Fig. 5는 水密箱子 内外部의 構造, Fig. 6은 水密箱子를 展開板에 장치한 상태를 나타낸다.

b. 展開性能

展開板의 展開性能을 實測하기 위해서는 超音波探知機(Japan Marine Co., JMC-1205)를 썼는데, 裝置方法은 右舷쪽 展開板의 中央部에 送受波器의 밑면이 曳網中 左舷쪽 展開板을 향하도록 조정하여 고정하고, 거기로부터 水密 케이블을 船상으로 인도하여 記錄器에 兩展開板사이의 距離가 기록되도록 하였다.

c. 曳網速力

曳網速力은 發電式流速計(Toho, KM-2)를 써서 測定했는데, 感知部가 船體伴流의 영향을 될수록 적게 받도록 하기 위하여 感知部를 舷 밖으로 2m, 水

面下 4m 정도에 드리워서 水의 對水速度를 測定하여 그 값을 曳網速力으로 간주하였다.

d. 海上條件

試驗은 海上이 잔잔한 날을 택하여 바람과 潮流를 가능한 한 船尾에서 받으면서 綱줄을 150m 내어주고, 機關의 回轉數를 500 rpm에서 640 rpm 까지 20 rpm씩 변화시키면서 실시하였다.

結果 및 考察

1. 主機關의 回轉數와 曳網速力과의 關係

Fig. 7은 主機關의 回轉數와 曳網速力과의 關係를 8회 반복 측정하여 평균한 것인데, 이것에서 兩者 사이에는 比例關係가 성립함을 알 수 있으며, 이것은 一般船舶이 單獨航走할 때에 성립하는 關係와 같다. 이 直線의 方程式은 回轉數를 r , 速力을 v 라 하면,

$$v = 0.0047r - 1.21$$

인데, 이것에서 回轉數가 10 증가함에 따라 速力은 대략 0.05 m/sec씩 증가함을 알 수 있다.

또, 이 船舶의 機關에 무리가 가지 않는 回轉數의 범위는 500~640 rpm 이므로, 漁具의 性能에 관한 試驗도 특별한 경우를 제외하고는 이 범위에서 시행하였는데, 이 때의 曳網速力은 1.1~1.8 m/sec 이다.

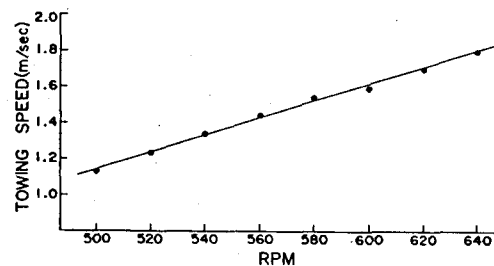


Fig. 7. Relation between RPM of main engine and the mean value of towing speed.

2. 記錄의 樣相

Fig. 8은 고배출을 曳行點 중 맨 바깥에 걸었을 때 oscilloscope recorder에 기록된 展開板의 動作狀態의 記錄의 例示이다. 단, 展開板의 動作狀態에 있어서 進行角度는 前方에서 展開板을 보았을 때 展開板과 曳網方向이 이루는 角을 말하며, 内外傾斜와 前後傾斜는 展開板이 垂直으로 있을 때를 0°로 하여 각각 內쪽 또는 外쪽으로 기울어졌을 때를 -, 바깥쪽 또

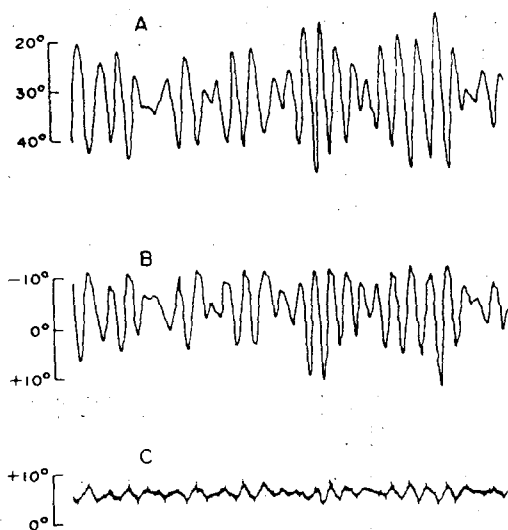


Fig. 8. An example pattern of the attitude of the experimented otter board, recorded on the oscilloscope recorder.

A: angle of attack, B: heel, C: tilt

는 뒷쪽으로 기울어졌을 때를 +로 나타내었다.

이것에서 進行角度的 平均値는 33° 정도이나, 그것의 變化範圍는 16~46°여서 그 變化幅이 30°나 됨을 알 수 있다. 이와 같이 變化幅이 큰 것은 進行角度 자체의 變化가 큰 것과 물의 흐름에 나란히 진행되도록 장치한 날개 자체가 물의 흐름의 變化에 따라 민감하게 움직인 것이 복합된 것이라 볼 수 있다.

이와 같은 現象은 曳行點을 안쪽으로 바꿀수록 작아졌는데, 그 상태는 recorder의 고장으로 記錄에 나타내지는 못했으나 指示器에서 判讀한 바로서는 曳行點이 中央일 때는 變化幅이 20° 정도, 曳行點이 맨 안쪽인 때는 10° 정도여서 展開板의 進行角度를 安定시킨다는 의미에서는 曳行點을 보다 안쪽으로 잡는 것이 유리함을 알 수 있다.

内外傾斜의 平均値는 -2° 정도이나 그것의 變化範圍는 -10°~+10°로서, 展開板이 直立의 狀態에서 대략 25sec를 週期로 하여 内外로 10° 정도씩 週期的으로 흔들리면서 曳引되는 것을 나타내는데, 이것은 空氣中重量이 약 20kg 되는 感知部를 展開板의 天井板 뒷면에 장치한데서 오는 영향이 다소 있을 것이나, 그 영향은 그다지 크지는 않을 것이라 생각한다면 展開板 자체의 動作狀態를 그대로 나타내다고 볼 수 있는데, 이 樣相은 曳行點의 變更에 따라 서로 큰 차이가 없었다.

이와 같은 週期的인 内外傾斜의 變化는 漁具의 展

開狀態에는 크지는 영향을 미치지 않을 것으로 보여지나, 魚群의 對網行動에는 어떤 영향을 미칠 수 있으리라 생각된다.

그러나, 本實驗에 사용한 漁具의 경우는 展開板이 뜰줄보다는 2~3 m 위쪽에 있기 때문에 展開板에서 발생하는 低周波의 音波가 魚群에 어떤 영향을 미친다 하더라도 魚群을 아래쪽으로 도피하도록 하리라 기대되므로, 漁獲性能을 높이는 效果를 가져올 지언정 적어도 그것을 低下시키지는 않을 것으로 기대된다.

3. 進行角度

Fig. 9의 맨 위의 것은 曳行點을 맨 바깥, 中央, 맨 안쪽으로 바꾸었을 때 曳網速力에 따른 進行角度的 變化를 5회 반복 측정하여 平均한 것을 나타낸다. 이것에서 進行角度는 曳行點의 位置에 따라서는 물론 曳網速力에 따라서도 상당히 크게 變함을 알 수 있다. 우선 曳行點이 맨 바깥쪽인 때 進行角度는 33~36°의 범위에서 변하고, 曳網速力이 1.4~1.5 m/sec 인 때 가장 크며, 그 보다 速力이 느려지거나 빨라져도 작아지고 있으나, 曳行點이 中央인 때는 速力이 느릴 때 31° 내외이다가 速力이 빨라짐에 따라 완만하게 변하여 1.8 m/sec에서는 25° 정도로 작아지고 있다. 또 曳行點이 맨 안쪽인 때는 速力이 느릴

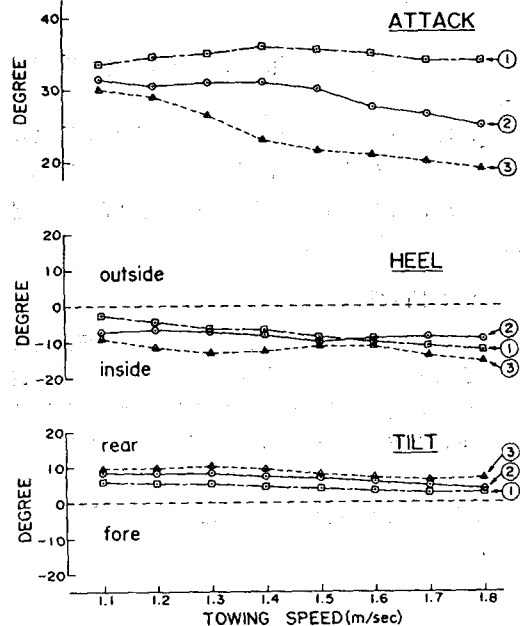


Fig. 9. Determined angle of attack, heel and tilt. Circled numerals denote the towing points shown in Fig. 2.

때 30° 전후이나 速力이 빨라짐에 따라 상당히 급격히 변하여 1.5 m/sec 에서 22° 정도에 이르고, 그 후는 완만히 감소하여 1.8 m/sec 에서는 19°로 작아진다.

4. 内外傾斜

Fig. 9의 中央의 것은 内外傾斜를 5회 반복 측정하여 평균한 것을 나타낸다. 이것에서 内外傾斜는 항상 안쪽으로 일어나며, 曳行點이 맨 바깥쪽인 때 -3 ~ -12°, 中央인 때 -6 ~ -10°, 맨 안쪽인 때 -9 ~ -15°로서 曳行點이 안쪽으로 옮겨질수록 커지는 경향이 있음을 알 수 있다.

Crewe(1964)는 底層 트로울에 平板型展開板을 장치하여 끌줄 길이비 3.5인 상태에서 曳網한 경우, 曳網速力이 3 kts(1.5 m/sec) 이하로 느릴 때는 -20°까지 안쪽으로 傾斜하나 速力이 빨라지면 점차 直立하여 3.5 kts(1.8 m/sec)에서 거의 直立하고, 速力이 그 보다 빨라지면 바깥쪽으로 傾斜하는 傾向을 보였으며, 彎曲型展開板의 경우도 끌줄 길이비가 크고 速力이 느릴수록 안쪽으로 傾斜하나, 끌줄 길이비가 작고 速力이 빠를수록 바깥쪽으로 傾斜하는 現象이 있다고 報告한 바 있다. 이 경우는 展開板이 항상 接地해 있기 때문에 接地抵抗과의 관계, 끌줄 길이비에 따라 曳行點에 있어서 끌줄이 海底와 이루는 角度 등에 따라 달라진다고 볼 수 있다. 本實驗의 경우는 漁具가 中層 트로울이고 끌줄이 150m로 일정하기 때문에 底層 트로울의 경우와 직접적으로는 비교가 안되나 曳網速力을 빠르게 하면 오히려 안쪽으로의 傾斜가 커져 위의 경우와 反對現象을 나타내고 있는데, 그것은 速力이 빨라지면 그 만큼 그물의 抵抗이 커지고 그것이 그물의 뜬줄에 보다 많이 걸려서 展開板의 꼬릿줄 중 위쪽 것에 더 많이 걸리기 때문에, 展開板의 아래쪽이 바깥쪽으로 벌어지기 때문인 것 같다.

5. 前後傾斜

Fig. 9의 맨 아래의 것은 前後傾斜를 5회 반복 측정하여 평균한 것을 나타낸다. 이것에서 前後傾斜는 항상 뒤쪽으로 일어나며, 그 角의 크기는 曳行點이 바깥쪽에 있을 때는 3~6° 정도이고, 曳行點이 안쪽으로 옮겨질수록 커지는 경향이 있음을 보이나, 曳行點이 맨 안쪽인 경우라도 速力이 느릴 때는 최대 10°이고 速力이 빨라지면 작아져서 가장 작을 때 7° 정도이다.

Crewe(1964)에 의하면 底層 트로울용의 平板型展開板의 경우도 前後傾斜는 그다지 크지 않고 대체로 뒤쪽으로 일어나고 曳網速力이 느릴수록 直立하며, 速力이 빠를수록 뒤쪽으로 눕는 경향이 있다고 하는데, 이것은 展開板의 밑판이 海底에 접하고 있기 때문에 曳網速力이 느릴 때는 流體抵抗이 水平으로 작용하나 曳網速力이 빨라지면 流體抵抗이 커지고 그것이 위쪽 꼬릿줄에 작용하기 때문인 것 같다.

本實驗의 中層 트로울의 경우는 다소나마 前後傾斜가 작아져서 底層 트로울의 경우와 대조적인데, 이것은 速力이 빨라지면 그물의 뜬줄과 展開板의 길이와 差가 작아지기 때문이 아닌가 추정된다.

6. 展開板의 展開間隔

Fig. 10은 曳行點을 여러 가지로 바꿀 때 曳網速力에 따른 展開板의 展開間隔을 5회 반복 측정하여 평균한 것을 나타낸다.

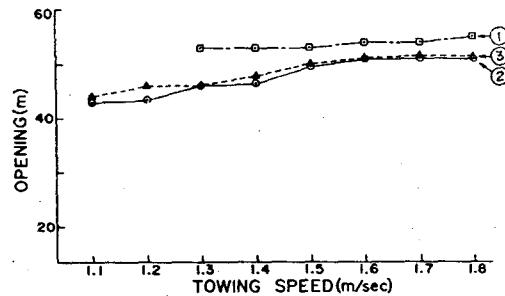


Fig. 10. Determined opening between otter boards. Circled numerals denote the towing points shown in Fig. 2.

이것에서 展開間隔은 曳行點의 位置에 따라서도, 速力에 따라서도 달라짐을 알 수 있는데, 曳行點의 位置에 따른 變化를 보면 曳行點이 맨 바깥쪽에 있을 때 가장 크고, 曳行點이 中央인 때와 맨 안쪽에 있을 때는 거의 같은 값을 나타내고 있다.

또, 曳網速力에 따른 차이를 보면 曳行點이 맨 바깥일 때는 間隔이 53~55m이고, 速力이 빨라짐에 따라 커지는 경향이 있기는 하나 그 차이가 미미한 데 비하여, 曳行點이 中央인 경우는 速力이 1.1 m/sec 인 때 43m이고, 그 후 점차 커져 1.6 m/sec 인 때 51m에 이르러 速力이 그 이상 커져도 거의 一定하다. 曳行點이 맨 안쪽인 경우는 1.1 m/sec 인 때 44m이고 그 후 점차 커져 1.6 m/sec 에서 51m에 이르러, 速力이 1.8 m/sec 가 되면 오히려 다소 작아지는 경향을 보이고 있다.

그런데, 曳行點이 맨 바깥쪽인 때의 進行角度는 33~37°로서 Crewe(1964)가 彎曲度 12%로 균일한 單板型의 彎曲型展開板에서 제시한 最大有效進行角度와 거의 일치하며, 또 그 때 展開間隔도 가장 크므로 試驗에 쓰인 것과 같은 型의 展開板은 曳行點을 맨 바깥쪽에 잡아 曳引하는 것이 가장 효과적임을 알 수 있다.

要 約

韓國 近海에서 조업하는 트로울船에 알맞은 中層 트로울 漁具를 개발하기 위하여 船型과 機關의 定格出力이 그들 트로울船과 비슷한 釜山水產大學 實習船 부산 404호(160GT, 750 ps)로써 조업하기에 알맞게 설계된 그물에 彎曲度가 균일하게 12% 되도록 만든 單板型의 彎曲型展開板을 장치하여 曳網하면서, potentiometer를 이용한 角度檢出裝置로써 展開板의 動作狀態를 측정하고, 超音波探知機로써 展開板의 展開間隔을 측정한 結果를 要約하면 대략 다음과 같다.

1. 曳行點의 位置에 따른 進行角度는 曳行點이 맨 바깥쪽인 때 33~36°, 中央인 때 25~33°, 맨 안쪽인 때 19~30°로서 曳行點이 안쪽으로 갈수록 작아지고, 또 曳網速力이 빨라질수록 작아지는 경향이 있다.

2. 内外傾斜는 항상 안쪽으로 일어나며, 曳行點이 맨 바깥쪽인 때 -3~-12°, 中央인 때 -6~-10°, 맨 안쪽인 때 -9~-15°로서 曳網速力이 빨라질수록 다소 커지는 경향이 있다.

3. 前後傾斜는 항상 뒤쪽으로 일어나며, 曳行點이 안쪽으로 옮겨질수록 다소 커지고, 曳網速力이 빨라질수록 다소 작아지는 경향이 있으나, 그 變化範圍는 3~8°여서 前後方向으로 잘 安定됨을 보여준다.

4. 展開間隔은 曳行點이 맨 바깥쪽에 있어서 進行角

度가 33~37°인 때 가장 크고, 速力이 빨라지면 다소 커지나, 速力 1.3~1.8 m/sec의 範圍에서는 그 變化幅이 2m 정도에 불과하다.

謝 辭

本 研究는 大型機船底引網 水產業協同組合의 研究費 支援에 의하여 이루어진 것이며, 研究費를 지원하여 주시기 위하여 많은 努力을 해 주신 組合長 崔賢柱씨와 近海 트로울協會長 孫英吉씨, 試驗의 수행에 적극 협조하여 주신 釜山水產大學 實習課長 高冠瑞 博士, 부산 404호 乘務員 一同 등의 여러분께 깊은 感謝를 드립니다.

文 獻

- Parrish, B. B. (1959): Midwater trawls and their operation. Modern Fishing Gear of the World I, pp. 333-343.
- Schärfe, J. (1959): Experiments to decrease the towing resistance of a trawl gear. Modern Fishing Gear of the World I, pp. 245-247.
- _____ (1969): The German one-boat midwater trawl. Protokolle zur Fischereitechnik, H. 54, Bd. 12. pp. 1-75.
- Crewe, P. R. (1964): Some of the general engineering principles of trawl gear design. Modern Fishing Gear of the World II, pp. 165-180.
- 張志元(1968): 中層 트롤의 研究. 釜山水大研報, 8 (1), 1-9.
- 李秉鎭(1985): 現代트로울漁法(三訂版). 太和出版社, pp. 154-159.