

쌍끌이 中層網의 展開性能에 대한 模型實驗

金正文·金鎮乾

釜慶大學校

(2000년 3월 17일 접수)

Model Test on the Opening Efficiency of the Midwater Pair Trawl Net

Jeong-Mun KIM and Jin-Kun KIM

Pukyong National University

(Received March 17, 2000)

Abstract

A series of analysis and experiment on the fishing gear and method of the existing midwater pair trawl net with 12,800mm of maximum mesh size is carried out to determine the most effective shape factor.

As the first step of this study, the fishing gear and method for the existing net are analyzed to solve problems, such as being low of the net height by increasing the towing speed, twist of net pendant and twine, suspension of float between knots of mesh. etc.

Standing on these results, the existing net are modified by very effective shape based on the theory and technology designing the fishing gear.

Also, the model experiment is carried out to determine the most effective shape factor of the modified net in the circulation water channel.

The obtained results can be summarized as follows :

1. On the length of net pendants(No.2 and No.3) connected with side line, opening efficiency of net with length 8.0cm of net pendant is the greatest and in the order of 11.5cm, 15.0cm.
2. On the number of the net pendant, opening efficiency of net with 4 lines of net pendant is the greatest and in the order of 3 lines, 2 lines. Center part of side panel is pushed out backward, and the pushed length is increasing by increasing flow speed.
3. On the sinking force, opening efficiency of the net is increasing by increasing sinking force. And opening efficiency shows almost the same when sinking force is greater about 1.5 times than that of the existing net in case of the net with 3 lines of net pendant, and about 1.6 ~ 1.7 times than that of the existing net in case of the net with 2 lines.

緒 論

쌍끌이機船底引網漁法은 海底가 평탄하고 底質

이 펄, 모래 등 거칠지 않은 곳에서 가자미, 넙치, 가오리, 서대 등 납작고기를 주대상으로 하였기 때문에 曳網入口가 크게 높지 않아도 되었다. 그

러나, 이러한 底棲魚의 漁業資源이 감소되면서 조기, 갈치, 병어, 쥐치, 오징어 등의 뜯고기도 주대상으로 하게 됨에 따라 曳網入口를 점점 높게 하지 않을 수 없었다. 즉, 네쪽짜리 그물에서 여섯쪽짜리로 그물 입구를 더 높게 하였으며, 북양 트롤에서 명태를 잡기 위해 개발된 8~12쪽짜리의 점보형 曳網漁具도 쓰게 되었다(李, 1985). 이러한 漁業技術은 크게 발전하였지만, 漁業資源의 감소로 인한 漁獲量의 증가는 기대하기 어려운 실정이었다.

따라서 부진한 漁獲性能을 보다 향상시키기 위해 1992년 業界에서 海底부터 中層까지 조업할 수 있는 덴마크의 쌍끌이 中層網을 도입하고, 1993년 전반에 우리 나라 쌍끌이 機船底引網 漁船에 적용하기 위하여 大漁漁具商社에서 이 漁具의 생산 및 보급을 시도하게 되었으며, 1993년 하반기부터 우리 나라에서도 쌍끌이 中層網으로 操業하기 시작하였고, 최근에는 쌍끌이 底引網 漁船의 대부분이 이 中層網을 사용하고 있는 실정이다.

그러나, 쌍끌이 中層網은 덴마크에서 도입당시의 最大網目 3,200mm의 것을 기본형으로 하여 현재는 最大網目 12,800mm의 것으로 漁具 規模가 커지면서도 漁具形狀 및 展開性能에 대한 충분한 연구가 이루어지지 않았다. 그리고, 조업시 對象魚族이나 조업해역의 특성에 적합하게 漁具를 운용하거나 漁船을 조종하여야 함에도 불구하고 아직까지 이것에 대한 충분한 검토가 없었다. 또, 그물목줄이 4가닥이어서 줄의 꼬임에 의하여 전개가 제대로 이루어지지 않거나 투망시 뜬이 그물코 사이에 끼이거나 하여 安全事故나 破網의 원인이 된다는 점 등의 문제점이 지적되고 있다.

쌍끌이 中層網에 대한 연구는 유럽에서는 北海 漁場에서 행해지는 200~1,000PS급의 쌍끌이 中層트롤 漁具漁法에 관한 Thomson(1978)의 연구가 있으며, 우리 나라에서는 最大網目 3,200mm인 쌍끌이 中層網에 대한 漁具의 展開性能과 展開性能의 向上에 대한 것으로 權(1995), 李 등(1995), 張 등(1996)이 있으나, 그보다 大型網目的 中層網에 대한 漁具의 性能과 漁具의 제작 및 운용에서 문제점으로 지적된 것에 대한 연구는 없는 실정이다.

이와 같은 문제점을 해결하기 위해서는 現用 漁具設計圖에 대한 철저한 분석과 操業現場에서의 漁具運用法 및 操業方法에 대하여 검토하고, 이를 근거로 模型實驗을 실시하여 그 해결방안을 도출하는 방법으로 접근하고자 하였다.

本 研究는 쌍끌이 中層網 중에서 현재 가장 많이 사용하고 있는 最大網目 12,800mm인 것에 대하여 漁具漁法을 분석하고, 問題點을 改善한 模型網을 제작하여 回流水槽에서 그물목줄의 길이와 가닥수 및 沈降力의 變化에 따른 漁具의 展開性能을 실험 분석하였다.

材料 및 方法

1. 現用 漁具의 分析

1993년 국내에 최초로 실용화된 쌍끌이 中層網은 最大網目的 크기가 3,200mm, 그물의 뻗친 길이가 약 130m, 그물목줄의 길이가 약 120m의 것으로서 기존의 쌍끌이 機船底引網에 비하여 그 규모면에서 획기적으로 大型化 된 것이다. 또한, 漁法에서도 底層操業에서 中層操業으로의 轉換이란 점에서 관련업계의 종사자 대부분이 이 漁具漁法의 국내 적용을 부정적으로 보는 견해를 가지고 있었다.

쌍끌이 中層網은 처음에는 그물입구쪽에서의 最大網目的 크기가 既存 底引網의 150mm에서 3,200mm으로 大型化된 多層網(3,200mm형 Multi Layer Net)을 기본 틀로 한 4쪽짜리 그물이었으나, 그 이후 그물 입구쪽에서의 最大網目を 점점 키워서 6,400mm형, 9,600mm형, 12,800mm형이 개발되었으며, 더 큰 網目型的 中層網漁具도 개발하려는 경향이 있다.

既存 쌍끌이 底引網(4쪽짜리 및 6쪽짜리 그물)을 사용할 때는 투 망망하기 위하여 끌줄만 윈치드럼에 감고 후릿줄, 그물목줄, 그물 등을 갑판에 가지런히 쌓아 두어야하는 불편함이 있었으나, 中層網을 사용하는 漁船에서는 네트드럼을 사용하여 끌줄과 후릿줄, 그물목줄, 그물 등을 모두 윈치드럼에 감아들이기 때문에 이러한 불편함이 대부분 해소되었다. 다만, 大型網目を 사용하는 관계로 뜬이 그물코에 끼여서 투망이 지연되거나, 파망시

선상수리가 어렵다는 문제점이 있다.

Fig. 1과 Fig. 2는 最大網目 12,800mm인 現用 쌍끌이 中層網의 設計圖를 나타낸 것이다. 이것에서 보면, 漁具의 形狀 및 網目의 配置는 대체로 잘 이루어졌으나 網地 段階의 間격이 고르지 못하며, 그 段階를 너무 여러 개로 세밀하게 나누어져 있다는 것을 알 수 있다. 즉, 大型 曳網漁具의 경우 그물 입구에서는 魚群을 놀라게 하여 끝자루 쪽으로 유도하는 驅集效果에 그 목적이 있으므로 그물 입구의 大型網目を 너무 세밀하게 구분할 필요는 없을 것 같다.

또한, 등판과 밑판 및 양 옆판 그물의 세로형상을 보면 중간부가 오목한 형태를 이루고 있는데, 底層網의 경우에는 양쪽 날개에 의한 그물 입구의 수평 전개가 넓게 되면 옆판의 일부가 海底에 닿

아 수직으로 충분히 전개되지 못하고 옆으로 처지는 현상을 방지하기 위함이나, 中層網은 날개가 없고 밑판이 海底에 닿지도 않기 때문에 옆판이 처지지 않으며, 抵抗이 걸리면 張力의 傳達方向을 일정하게 유지하려는 특성에 의하여 그물의 앞쪽에서 뒤쪽으로 거의 직선적으로 뻗치게 되므로 각 판의 세로쪽 변의 중간부가 오목한 형태로 할 필요는 없을 것이다.

또한, 뜰줄과 발줄의 길이가 그물이 수중에서 전개된 상태에서의 길이에 비하여 너무 길게 되어 있는 것을 알 수 있다. 즉, 曳網漁具는 수중에서 전개되면 가로성형률은 0.47~0.39 정도이고, 세로성형률은 0.88~0.92 정도이므로 이것을 現用 漁具와 같은 형상으로 뜰줄과 발줄을 설계한다면 그 길이는 중앙부에 약 20~24m, 양옆에 약 34.3~

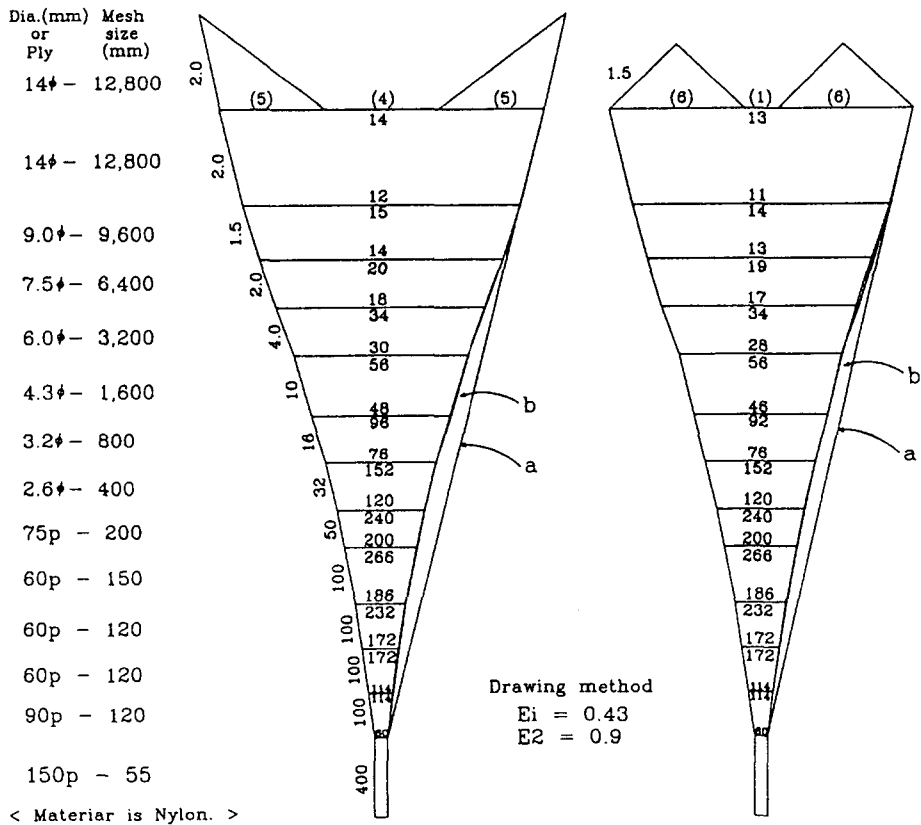


Fig. 1. Developed drawing of the existing midwater pair trawl net.

a indicates stream-line form.

b indicates straight-line form

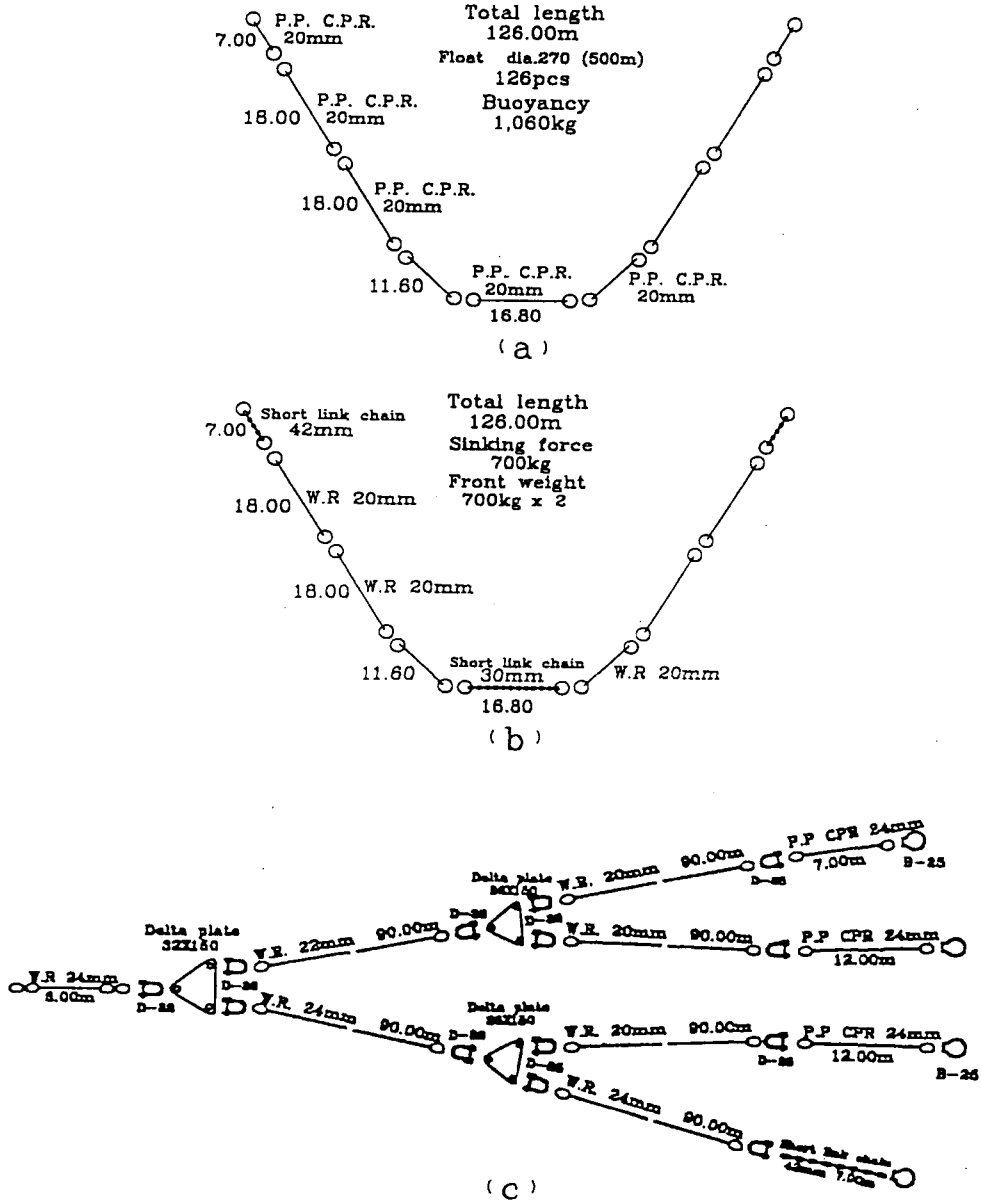


Fig. 2. Schematic drawing of H.R, G.R and pendant arrangement of the existing midwater pair trawl net.
 a : head rope arrangement(H.R) b : ground rope arrangement(G.R) c : pendant arrangement

37.6m가 되어 88.6~99.2m 정도가 된다. 그런데, 現用 漁具의 것은 중앙부에 16.8m, 양옆에 47.6m로 총 112m가 되어 계산상의 길이보다 약 13~26% 정도 길게 하고 있다. 만약 뜰줄이나 밧줄을 너무 길게 하면, 網幅을 보다 크게 할 수 있다고 생

각할 수도 있으나 이 경우 그물의 展開形狀이 나 빠지고, 또한 그물의 流体抵抗에 의하여 그물의 중앙부가 뒤쪽으로 쳐지게 되어 그물에 주름이 발생하는 원인이 될 것이다.

Fig. 3의 設計圖는 現用 中層網의 網地 段階를

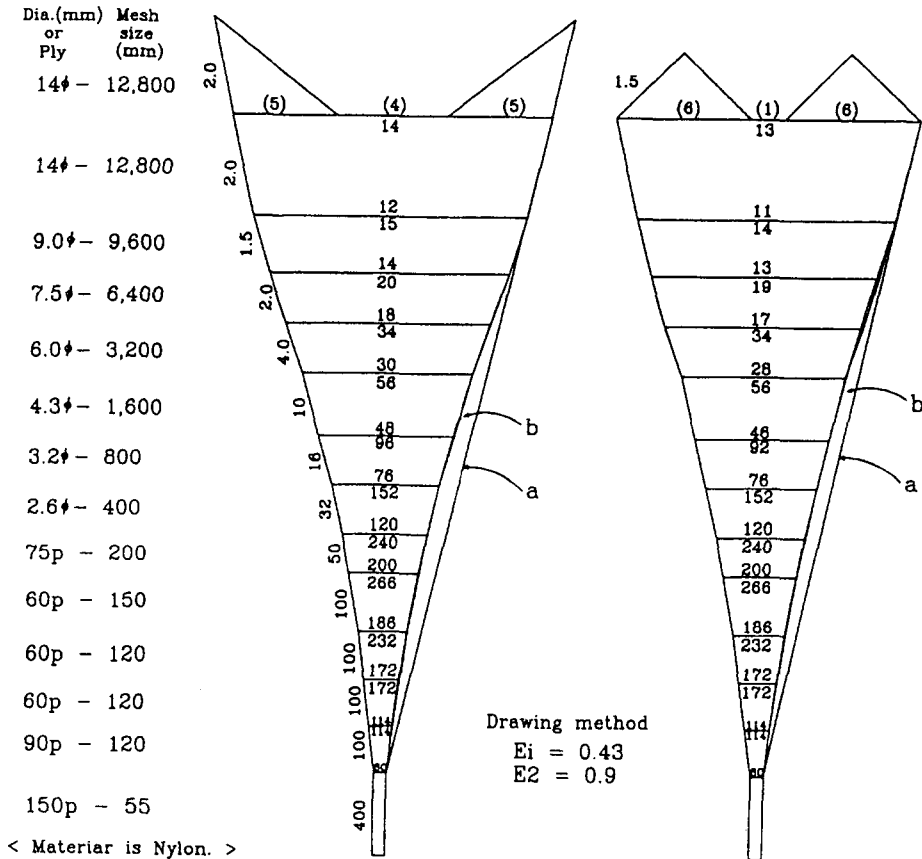


Fig. 3. Developed drawing of the modified midwater pair trawl net.
 a : indicates stream-line form. b : indicates straight-line form.

줄이고, 그 段階를 고르게 하고, 폭의 형상이 직선 형에 가깝도록 설계한 改良型 쌍끌이 中層網을 나타낸 것이다. 그리고, Fig. 4는 Fig. 3의 中層網에 적합하도록 설계한 뜰줄, 발줄, 그물목줄의 구성도를 나타낸 것이다.

2. 模型漁具의 製作

本 研究에서 模型으로 제작한 쌍끌이 中層網의 基本形은 현재 우리 나라 쌍끌이 機船底引網 漁船 (G/T 130, 850PS)에서 사용되고 있는 最大網目 12,800mm인 그물(Fig. 1)을 개량한 것(Fig. 3)으로서, 模型의 設計圖는 Fig. 5와 같다.

Fig. 3의 實物網은 그물의 뻗친 길이가 약 231m, 후릿줄과 그물목줄의 길이가 약 180m, 끌줄의 길

이가 약 100m이고, 조업시에 漁船의 間隔은 0.12 마일(222m)이기 때문에, 模型漁具는 실험이 가능한 최대크기인 1/100의 축소비로 제작하였다.

Table 1은 實物漁具와 模型漁具의 각부 치수를 나타낸 것이다.

模型漁具의 設計는 다투치의 相似法則에 의해서 행하였는데, 이때 網目の 크기, 網糸의 굵기, 實驗流速, 浮力 및 沈降力, 流体抵抗 등에 관한 기본식은 다음과 같다.

漁具의 比較法則에 따르면 두 개의 그물 사이에는

$$A = \frac{L_2}{L_1} = \frac{d_2}{d_1} \quad (1)$$

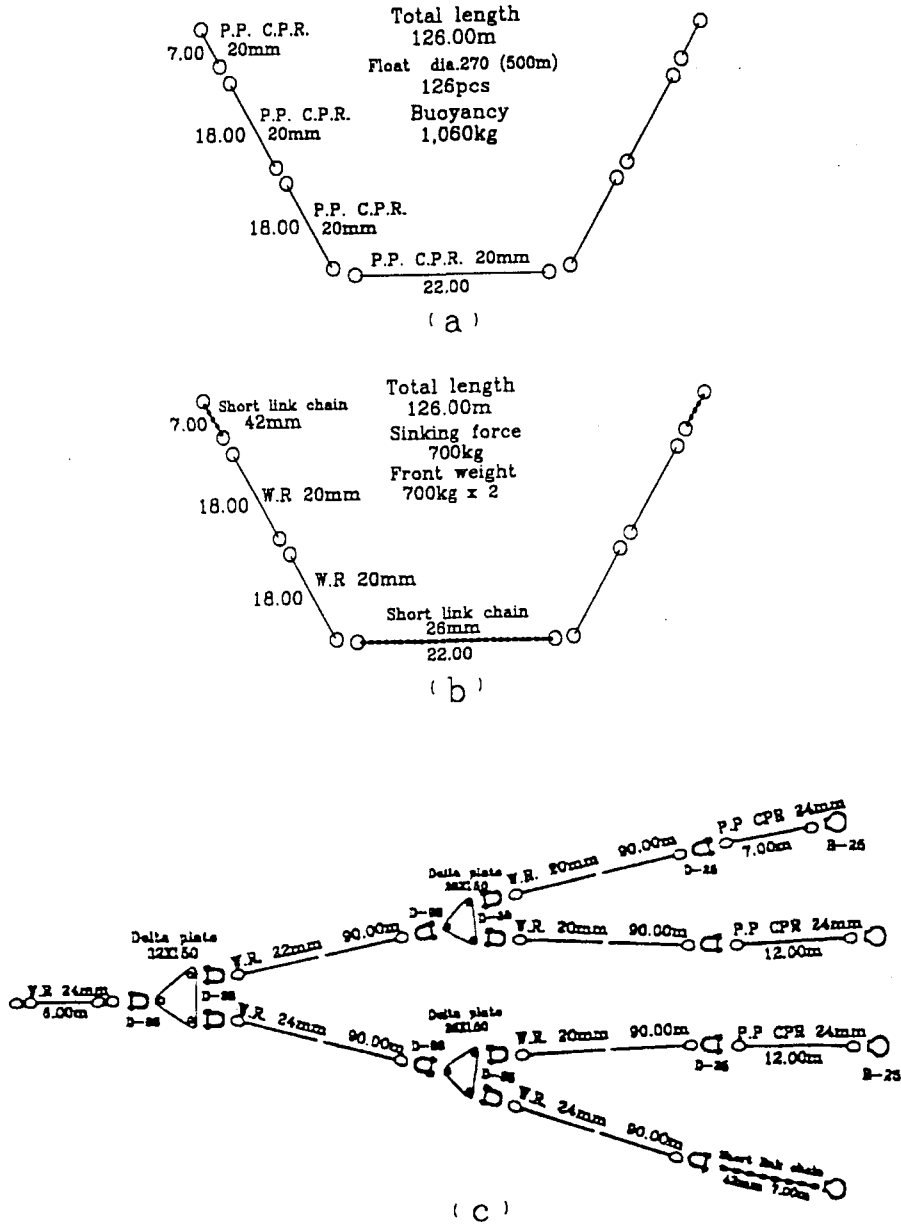


Fig. 4. Schematic drawing H.R., G.R and pendant arrangement of the modified midwater pair trawl net.
 a : head rope arrangement(H.R) b : ground rope arrangement(G.R) c : pendant arrangement

$$\frac{d_1}{l_1} = \frac{d_2}{l_2} \quad (2)$$

가 성립되어야 한다. 따라서, 模型漁具를 제작할 때 그물 배치는 實物網과 같게 하여야 하나, 그물

전체의 균형을 고려하여 相似法則의 범위 내에서 網地配置를 조정할 수 있는데, 이때 가능한 한 가는 網糸로 제작한 小型網目の 網地를 사용해야 하고, 網目段階別 크기의 比를 맞추면서 模型에 주

Table 1. Specification of lines and accessories in the prototype and the model of the midwater pair trawl net used for the experiment

Item	Prototype net		Model net	
	material	specification	material	specification
Head rope	P.P. C.P.R	($\Phi \times m \times ps$) 20 × 18.0 × 4	stainless line	0.2 × 0.18 × 4
	"	20 × 11.6 × 2		0.2 × 0.116 × 2
	"	20 × 16.8 × 1		0.2 × 0.168 × 1
Ground rope	W.R	20 × 18.0 × 4	stainless line	0.2 × 0.18 × 4
	"	20 × 11.6 × 2		0.2 × 0.116 × 2
	Short link chain	30 × 16.8 × 1		0.2 × 0.168 × 1
Pendant neck line	W.R	24 × 6.0 × 1 × 2	stainless line	0.2 × 0.06 × 1 × 2
forked line	"	22 × 90.0 × 1 × 2	"	0.2 × 0.90 × 1 × 2
biforked line	"	24 × 90.0 × 1 × 2	"	0.2 × 0.90 × 1 × 2
	"	20 × 90.0 × 2 × 2	"	0.2 × 0.90 × 2 × 2
	"	20 × 90.0 × 1 × 2	"	0.2 × 0.90 × 1 × 2
	"	24 × 90.0 × 1 × 2	"	0.2 × 0.90 × 1 × 2
Float	plastic	270 Φ × 126pcs	plastic-form	12 Φ × 16pcs 15 Φ × 4pcs
Total buoyancy		1,060kg		10.3g
Ground sinking force		700kg		6.8g
Front weight		700kg		6.8g

름살이 생기지 않도록 주의해야 한다. 본 실험에서 사용한 網系는 현재 시판되고 있는 網系중에서 가장 가는 2合系와 3合系를 사용하였다.

실험시에 유속범위를 설정하기 위한 流速의 比는

$$V^2 = \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2 = \frac{d_2(\rho_2 - 1)}{d_1(\rho_1 - 1)} \quad (3)$$

이기 때문에 模型과 實物의 材質을 같게 하는 것이 바람직하다. 그런데, 實物網의 大型網目部에서는 나일론 밧줄로, 小型網目部에서는 PE 網系로 제작하였으나, PE섬유(比重 0.94~0.96)는 경도가 커서 뻗뻗할 뿐만 아니라, 가는 실의 제작은 monofilament만 하고, multifilament는 제작이 어렵고 있기 때문에 본 연구에서는 유연하고 가는 multifilament로 제작되는 PA섬유인 나일론(비중 1.14) 網系를 사용하였으며, 이때 比重 差異는 무시하였다.

따라서, 윗 식은

$$V^2 = \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2 = \frac{d_2}{d_1} \quad (3)$$

$$V^2 = \frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{d_2}{d_1}} \quad (4)$$

이 되며, 浮力, 沈降力, 流体抵抗의 比는

$$F = A^2 V^2 \quad (5)$$

이 된다.

쌍끌이 中層網의 模型漁具를 설계함에 있어 윗 식을 이용하여 구한 기준치의 값들은 $A = \frac{L_2}{L_1} = \frac{1}{100}$,

$$\frac{d}{l} = 0.0169, \frac{d_2}{d_1} = 0.0973, V = 0.312 \text{ 및 } F = 9.7 \times 10^{-6}$$

이 되며, 模型漁具의 設計圖는 Fig. 5와 같고, 뜰줄, 밧줄 및 그물목줄의 구성은 Fig. 6과 같다.

3. 實驗水槽 및 裝置

實驗水曹는 Fig. 7과 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 回流水曹로서, 수로의 상류측과 하류측에 저수탱크를 가지며, 2축의 축류펌프를 이용하여 하류쪽의 탱크에서 상류쪽의 탱크로 물을 이송시키고, 안내판, 정

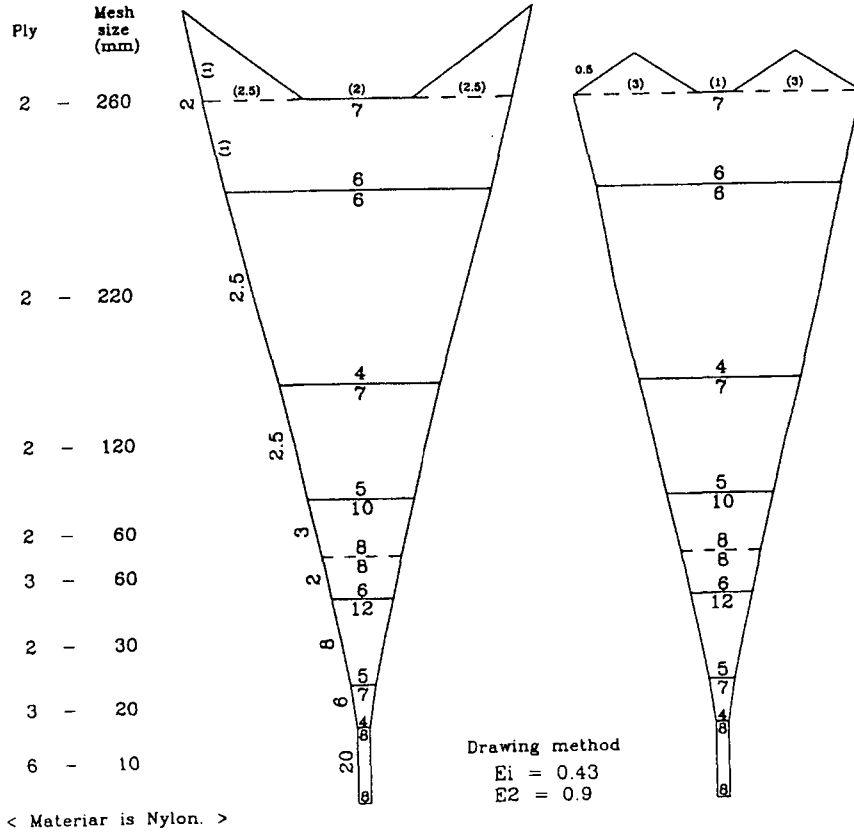


Fig. 5. Developed drawing of the model midwater pair trawl net used for the experiment.

류망, 정류격자, 조파제거장치, 표층류가속장치, 컨베이어벨트 등의 정류장치에 의해서 관측용 수로 내에流速이 일정하게 흐르도록 한 것이다.

流速의變化는 펌프를 구동시키는 모터(AC 7.5kW)의 회전수를 인버터로 제어하여 변화시키며,流速의範圍는 0~1.5m/sec이고, 관측부에서의斷面流速의偏差는平均流速에 대하여 5% 이내이다.

模型實驗에서의計測은 流体抵抗은 Fig. 8과 같이 로드셀(Teac. Tu-CR10k)로써, 網高 및 網幅은 관측창과 트레버스에 설치된 디지털저로써, 流速은 流速計(Kenek, VO-101A)로써 하였다.

4. 實驗方法

本實驗은 쌍끌이中層網의 그물목줄의 길이, 가닥수, 침강력에 따른 漁具의 展開性能을 규명하기

위한 模型實驗으로써 그물목줄 4가닥 중에서 옆줄에 연결되는 2번과 3번 목줄의 길이는 現用 漁具에서와 같이 옆판 앞쪽에 그물이 반 크가 적기 때문에 이것의 성형된 길이인 11.5cm를 덧붙이는 것을 基本形으로 하고, 유속 3kts에서의 그물입구의 기하학적 전개형상에 적합하도록 基本形에 비하여 약 30%가 더 짧은 8.0cm로 하여 流体抵抗이 2번과 3번 목줄에 걸려서 網高가 커지도록 한 것과 길이를 약 30%가 더 길게 15.0cm로 하여 網幅이 커지도록 한 것의 3종에 대하여 展開性能을 實驗하였다.

그물목줄의 가닥수에 따른 模型實驗에서는 그 가닥수를 현용과 같은 4가닥을 基本形으로 하여 3가닥, 2가닥으로 작게 한 3종에 대하여 실시하였다.

그리고, 그물목줄의 가닥수를 줄이면 網高가 낮

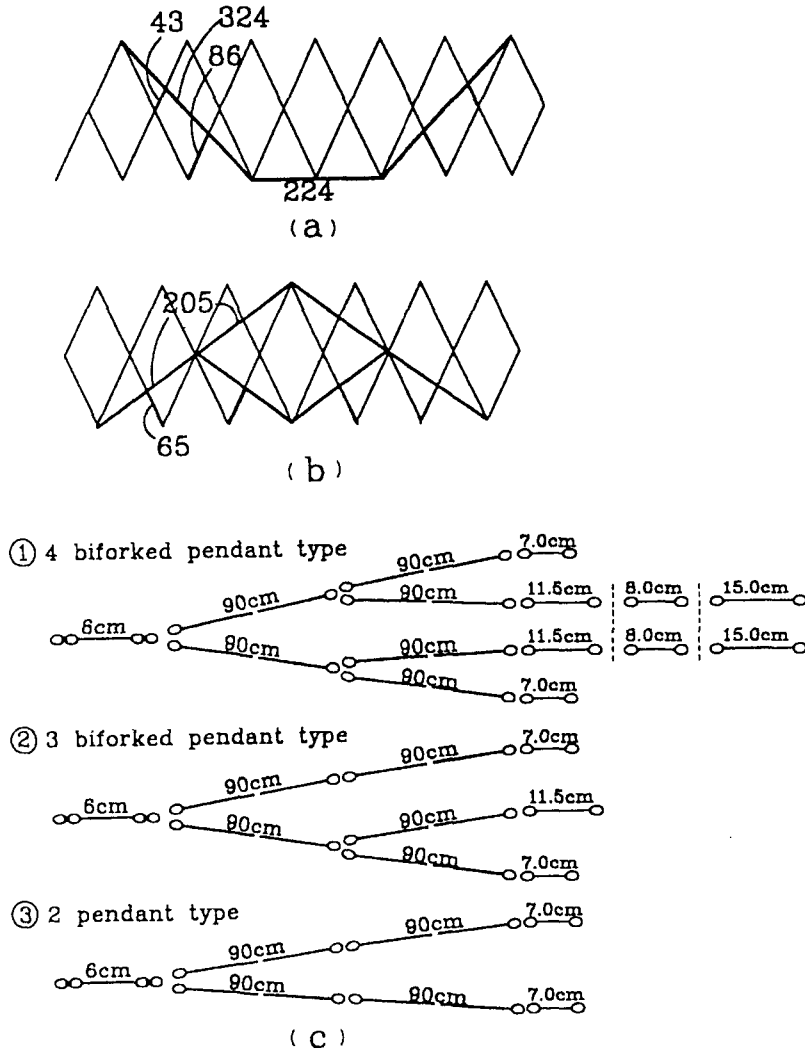


Fig. 6. Schematic drawing of H.R, G.R, S.R and pendant arrangement of the model midwater pair trawl net.

a : head rope(H.R) and ground rope(G.R) arrangement b : side rope(S.R) arrangement
c : pendant arrangement

아질 것이 예상되므로 網高를 높게 하기 위하여 沈降力을 現用보다 크게 함으로써 網高를 現用에서와 같은 높이를 유지시킬 필요가 있다고 생각되었다. 그래서, 그물목줄을 3가닥, 2가닥으로 줄이면서 沈降力은 現用の 것을 基本形으로 하여 基本形의 1.5배, 2.0배로 각각 크게 하여 沈降力에 따른 展開性能을 조사하였다.

流速은 相似法則에 의거하여 實際 流速 2, 3, 4,

5kts에 해당되는 0.34, 0.50, 0.67, 0.84m/sec로 변화시키면서 그물의 流体抵抗, 網高, 網幅, 漁具形狀을 조사하였으며, 쌍끌이 中層網은 中층에서 期望되는 어구이기 때문에 수로 수심의 中間에 그물이 위치하도록 トレ버스 끝단의 깊이를 조정하여 실험하였다.

실험시 그물목줄 앞쪽 끝을 고정하는 トレ버스의 간격은 實物漁具와 模型漁具의 相似比에 의해

서 160cm로 하였으며, 流体抵抗은 그물목줄의 앞 끝에 연결한 줄이 트레버스의 하단에 부착된 소형 베어링 상을 통과하고 트레버스 내부의 빈 공간을 통과하여 트레버스 상부에 고정된 로드셀(Load cell)에 연결되도록 하여 전기적으로 측정하였다. 로드셀로 측정된 抵抗의 전기적인 값은 增幅器(一章電氣, LMC-3504)에서 증폭되어 AD변환기를 거쳐 컴퓨터에 입력하였다.

網高의 측정은 網口의 網高가 최대가 되는 곳에서의 뜰줄과 발줄의 수직거리를 수조의 관측창에

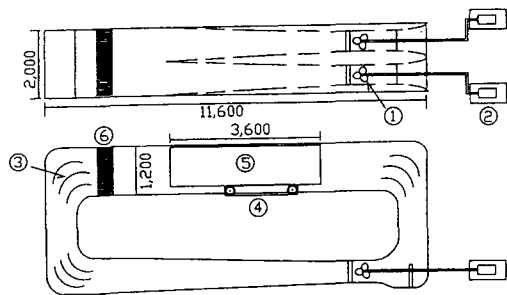


Fig. 7. Schematic drawing of the circulation water channel.

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

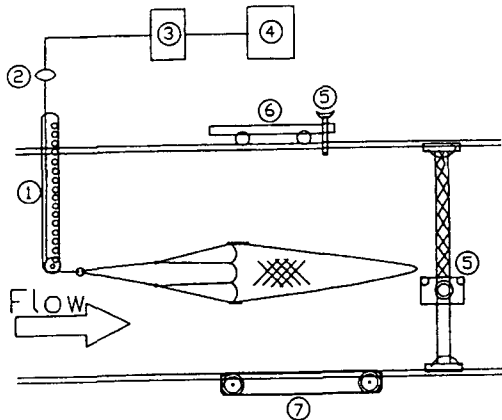


Fig. 8. Schematic drawing of the experimental equipment.

- ① sword
- ② load-cell
- ③ dynamic strain amplifier
- ④ personal computer
- ⑤ digitizer
- ⑥ traverse
- ⑦ moving bed

설치된 디지털라이저(disitizer)로써 측정하고, 網幅은 수조의 위쪽에 설치된 디지털라이저로써 관측부의 수직 또는 좌우 양단의 위치를 확인하여 그 사이의 직선거리로써 측정하였다.

流速의 측정은 流速計로써 하였는데, 실험시에 流速計는 그물에 의하여 流速이 영향을 받지 않는 몸통그물 중간부의 그물 바깥쪽에 위치시켰다.

網口面積은 網高와 網幅을 곱하여 구하였고, 그물의 전개모양은 디지털라이저로써 측정하기도 하고 사진촬영으로 확인하였다. 그리고 曳網漁具에서 漁獲量에 비례하는 것으로 알려진 濾過量은 網口面積과 流速을 곱하여 구하였다.

資料의 比較·分析은 實驗流速 및 實驗値를 相似法則에 의해서 實際流速 및 實物値로 환산하여 행하였다.

結果 및 考察

1. 그물목줄의 길이에 따른 展開性能

그물목줄의 길이변화에 따른 쌍끌이中層網의 展開性能을 규명하기 위하여 뜰줄과 발줄에 연결된 1번과 4번 목줄에 비하여 옆판에 연결된 2번과 3번 목줄의 길이를 8.0cm, 11.5cm, 15.0cm로 각각 길게 하여 流速에 따른 流体抵抗, 網高, 網幅 등

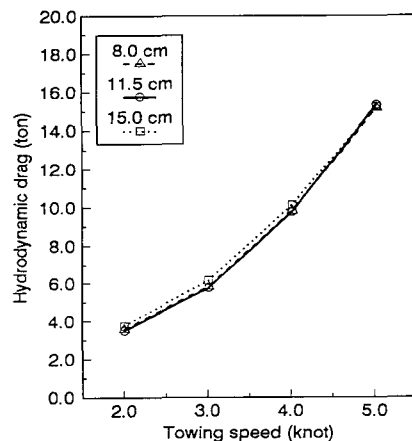


Fig. 9. Hydrodynamic drag of the midwater pair trawl net according to length of the No. 2 and No. 3 of the net pendant.

을 측정하였다. 實驗流速을 0.34m/sec, 0.50m/sec, 0.67m/sec, 0.84m/sec로 변화시키면서 실시한 模型實驗에서 얻어진 實驗値를 實際流速 및 實際網高 및 網幅, 實際抵抗으로 환산한 流体抵抗은 Fig. 9에, 網高, 網幅, 網口面積 및 濾過量은 Fig. 10에 각각 나타내었다.

이것에서 流体抵抗은 指數函數的으로 증가하는 모양을 보여 流速이 낮을 때는 抵抗의 증가폭이 작지만 流速이 클 때는 抵抗의 증가폭이 커지고, 모든 유속에서 8.0cm의 것이 11.5cm, 15.0cm의 것에 비하여 거의 같거나 다소 작게 나타났지만 그 차이는 매우 작았으며, 操業船의 曳網速度 3

~4kts에서의 저항값을 보면 3kts에서 5.8~6.1ton 정도이었으나, 4kts에서는 9.8~10.1ton으로 3kts에 비하여 거의 1.7배정도 커졌고, 특히 5kts에서는 15.1~15.3ton으로 2.5배나 크게 나타났다.

網高는 指數函數曲線의 모양으로 감소하는 경향을 보이고 있으며, 목줄의 길이에 따른 網高의 차이는 流速이 빨라질수록 커지며, 모든 流速에서 網高는 8.0cm의 것이 가장 컸고, 11.5cm, 15.0cm의 순으로 작게 나타났는데, 3kts에서 8.0cm의 망고가 62.6m로 다른 것에 비하여 5~8m 정도 더 컸고, 4kts에서 43.7m로 4~8m 더 컸고, 5kts에서

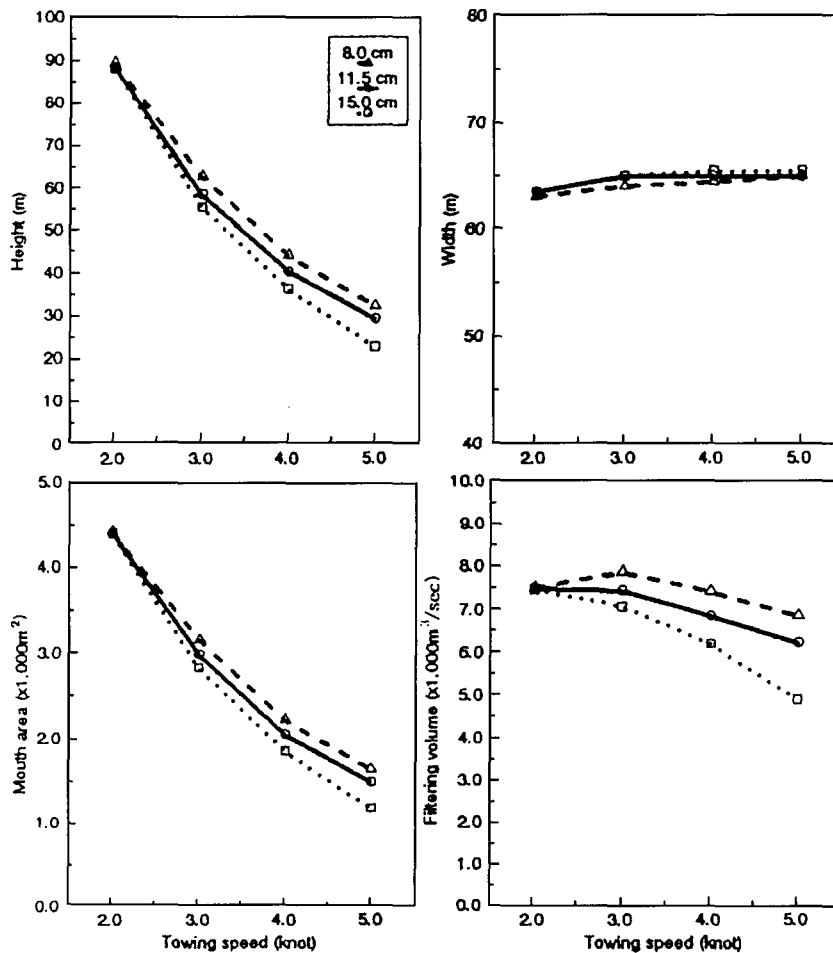


Fig. 10. Opening height, width, mouth area and filtering volume of the midwater pair trawl net according to length of the No. 2 and No. 3 of the net pendant.

는 3~10m 더 컸다.

網幅은 流速이 빨라짐에 따라 63m에서 65m로 다소 커지는 경향을 보이고 있으나 그 차이는 2m 이내로 매우 작았으며 목줄길이에 따른 망폭의 차이는 거의 없는 것으로 나타났는데, 그 이유는 유체흐름에 의해서 그물이 뒤쪽으로 쳐지기 때문으로 생각된다.

網高와 網幅의 곱으로 나타낸 網口面積은 流速이 빨라질수록 指數函數曲線形으로 작아지는데, 작아지는 정도와 목줄길이에 따른 面積差는 대체로 網高에서와 같은 경향을 보였다.

網口面積과 流速의 곱으로 나타낸 濾過量은 8.0cm의 것은 유속 3~4kts에서 11.5cm의 것보다 약 7%가 증가하고, 15.0cm의 것은 약 7~12%가 감소하는 경향을 나타냈다. 특히 曳網漁具에서 濾過量은 漁具의 漁獲量에 비례한다고 볼 수 있는데, 11.5cm의 것은 流速이 4~5kts로 빨라질 때 濾過量이 급격하게 감소하므로 漁獲性能도 저하될 것으로 판단된다.

이상에서 그물목줄의 길이는 옆줄에 연결된 2번과 3번 목줄의 길이를 현행의 11.5cm의 것보다 8.0cm의 것으로 짧게 하는 것이 漁具의 展開性能을 향상시킨다는 것을 확인할 수 있다.

2. 그물목줄의 가닥수에 따른 展開性能

그물목줄의 가닥수에 따른 쌍끌이中層網의 展開性能을 규명하기 위하여 쌍끌이中層 模型網의 그물목줄의 가닥수를 4가닥(현용), 3가닥, 2가닥으로 각각 다르게 하여 流速을 변화시키면서 流体抵抗, 網高, 網幅 등을 조사한 模型實驗에서 얻어진 實驗値를 實際流速 및 實際網高 및 網幅, 實際抵抗으로 환산하여 流体抵抗은 Fig. 11에, 網高, 網幅, 網口面積 및 濾過量은 Fig. 12에 각각 나타내었다.

이것에서 流体抵抗은 指數函數的으로 증가하였으며, 3가닥형이 現用的 4가닥형에 비하여 低速에서는 다소 컸으나 5kts에서는 거의 같게 나타났고, 2가닥형은 4kts 이상에서 가장 작게 나타났는데, 그 차이는 0.7ton 정도로 작았다.

網高는 指數函數曲線의 모양으로 감소하는 경향을 보이며, 모든 流速에서 網高는 4가닥형의 것

이 가장 컸고, 3가닥형, 2가닥형의 순으로 작게 나타났는데, 3kts에서 4가닥형의 網高가 58.3m로 다른 것에 비하여 4~7m 정도 더 컸고, 4kts에서 40.0m로 5~8m 더 컸고, 5kts에서는 5~6m 더 컸다.

網幅은 流速이 빨라짐에 따라 63.5m에서 66m로 다소 커지는 경향을 보이고 있으나 그 차이는 2.5m 이내로 매우 작았으며 목줄길이에 따른 網幅의 차이는 1m 이내로 거의 없는 것으로 나타났다.

網口面積은 流速이 빨라질수록 指數函數曲線의 모양으로 작아지는 것으로 나타났다.

濾過量은 모든 流速에서 4가닥형이 가장 컸고 3가닥형, 2가닥형의 순으로 작게 나타났다. 4가닥형은 유속 3kts까지는 거의 같은 값을 유지하다가 流速이 빨라짐에 따라 서서히 감소하였으며, 3가닥형과 2가닥형은 3kts까지는 서서히 감소하다가 그 이상에서는 감소폭이 크게 증가하였다.

이상에서 그물목줄의 가닥수는 4가닥형이 가장 우수하며, 3가닥형, 2가닥형의 순으로 성능이 나빠진다. 그러나, 목줄의 가닥수가 많아지면 조업할 때에 줄의 꼬임이 발생한다거나 줄 사이에 뜸이나 망사가 끼이거나 하는 사고가 발생하여 操業船에서는 가능하면 목줄의 가닥수를 줄이기를 바라고 있고, 이 경우 줄의 가닥수를 줄이는 대신에 浮力과 沈降力을 크게 하여 그물의 展開性能을 향

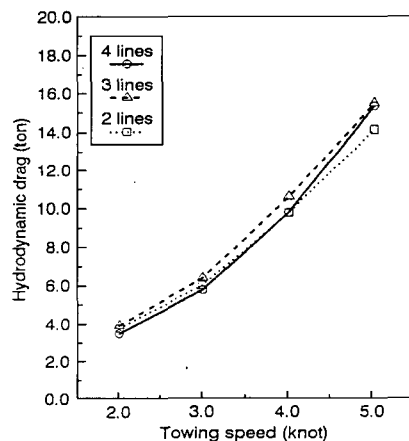


Fig. 11. Hydrodynamic drag of the midwater pair trawl net according to number of the net pendant.

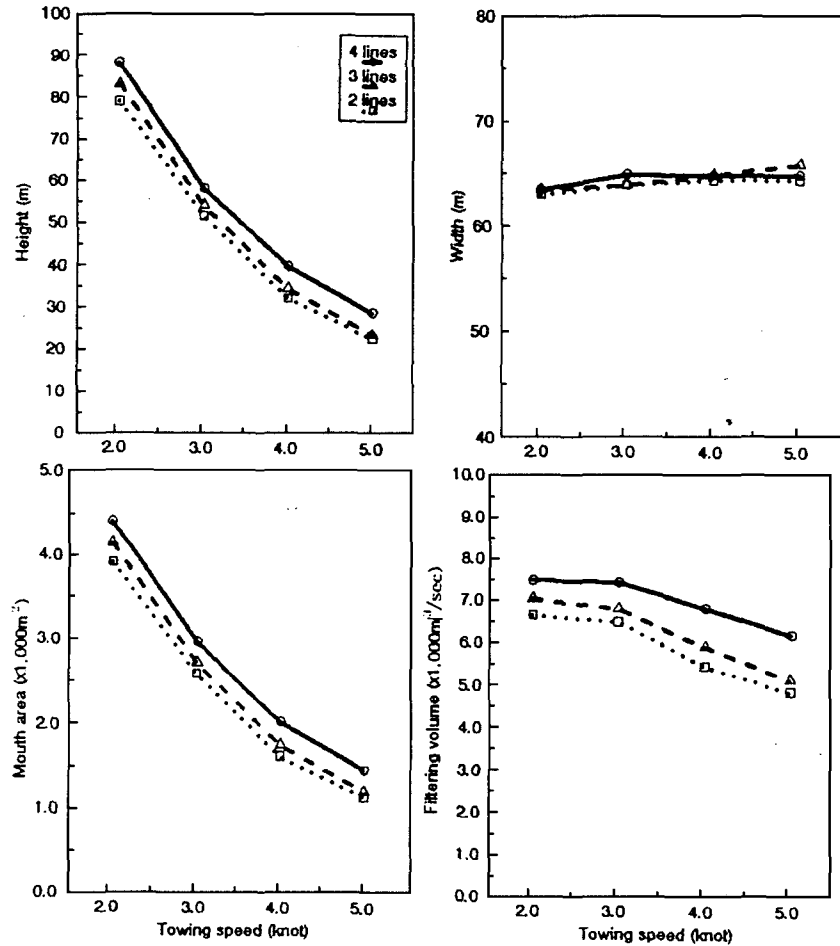


Fig. 12. Orening height, width, mouth area and filtering volume of the midwater pair trawl net according to number of the net pendant.

상시킬 필요가 있다.

3. 沈降力에 따른 展開性能

沈降力에 따른 쌍끌이 中層網의 展開性能을 규명하기 위하여 現用 模型網의 沈降力을 基本形으로 하고, 沈降力을 1.5배, 2.0배로 크게 한 模型網에 대하여 流速을 변화시키면서 流体抵抗, 網高, 網幅 등을 조사한 模型實驗에서 얻어진 實驗值를 實際流速 및 實際網高 및 網幅, 實際抵抗으로 환산하여 3가닥형의 流体抵抗은 Fig. 13에, 網高, 網幅, 網口面積 및 濾過量은 Fig. 14에, 2가닥형의 流 抵抗은 Fig. 15에, 網高, 網幅, 網口面積 및 濾

過量은 Fig. 16에 각각 나타내었다.

이것에서 流体抵抗은 3가닥형 및 2가닥형 모두 指數函數의으로 증가하였으며, 沈降力을 크게 할수록 流体抵抗도 커지는 경향을 뚜렷하게 보이고 있는데, 3가닥형의 경우에는 流速이 빨라질수록 沈降力에 따른 抵抗의 차이가 감소하는 데 비하여 2가닥형의 경우는 그 차이가 커지는 것을 알 수 있었으며, 그 차이는 2.0ton 정도로 크게 나타났다.

網高는 3가닥형 및 2가닥형 모두 沈降力의 변화에 따라 뚜렷한 차이를 보이는 指數函數曲線의 모양으로 감소하며, 現用인 基本形에 비하여 沈降力을 1.5배, 2.0배로 한 경우 網高의 차이는 모든 유

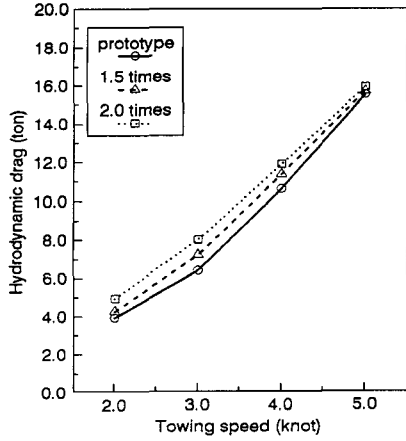


Fig. 13. Hydrodynamic drag of the midwater pair trawl net with 3 lines of net pendant according to sinking force.

속에서 11~12m, 17~19m로 거의 같게 나타나고 있으며, 沈降力을 1.5배로 한 경우의 網高는 4가닥형의 網高와 거의 같을 것을 알 수 있다.

網幅은 流速이 빨라짐에 따라 63m에서 64.5m로 다소 커지는 경향을 보이고 있으나 그 차이는 1.5m 이내로 매우 작았으며 沈降力의 차이에 따른 網幅의 차이는 1m 이내로 거의 없는 것으로 나타났다.

網口面積은 網高에서와 같이 流速이 빨라질수록 指數函數曲線의 모양으로 작아지는 것으로 나타났다.

濾過量은 沈降力을 크게 할수록 뚜렷한 차이를 보이면서 크게 나타났는데 沈降力을 2배로 한 것은 유속 3kts까지는 증가하다가 그 이상에서 서서

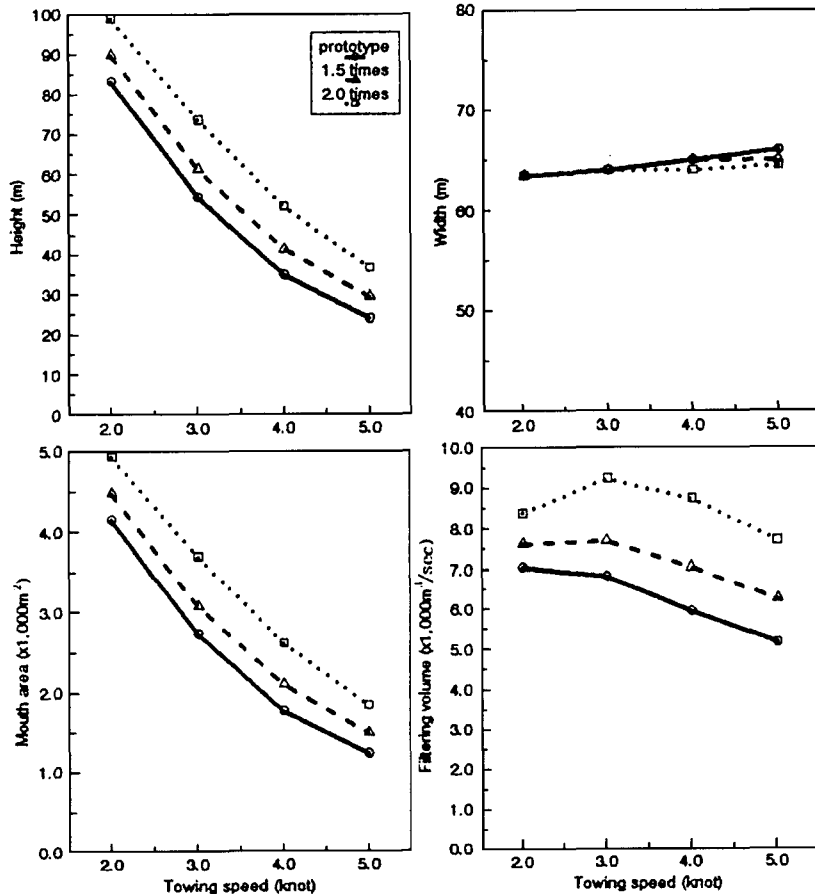
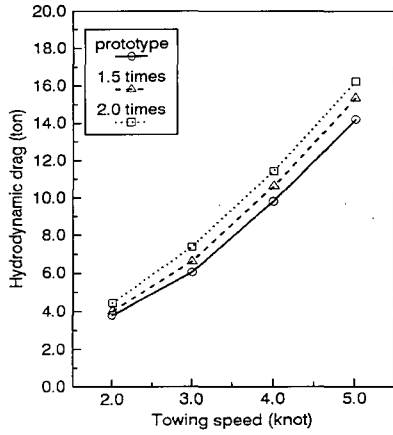


Fig. 14. Net height, width, mouth area and filtering volume of the midwater pair trawl net with 3 lines of net pendant according to sinking force.



히 감소하였으며, 1.5배로 한 것은 3kts까지는 거의 같거나 다소 증가하다가 그 이상에서 서서히 감소하였고, 現用은 2kts까지는 서서히 감소하다가 그 이상에서 감소폭이 커지는 경향을 보인다.

이상에서 沈降力을 크게 할수록 漁具의 展開性能은 우수해지며, 목줄을 3가닥형으로 하는 경우는 沈降力을 既存의 약 1.5배정도로 크게 하고, 2가닥으로 할 경우는 1.6~1.7배 정도로 해 주어야 既存 漁具와 같은 展開性能을 나타낼 수 있을 것이다.

要 約

Fig. 15. Hydrodynamic drag of the midwater pair trawl net with 2 lines of net pendant according to sinking force.

쌍끌이 中層網은 1993년에 우리 나라에 처음으로 도입된 이후 그 보급이 급속하게 확산되어 현

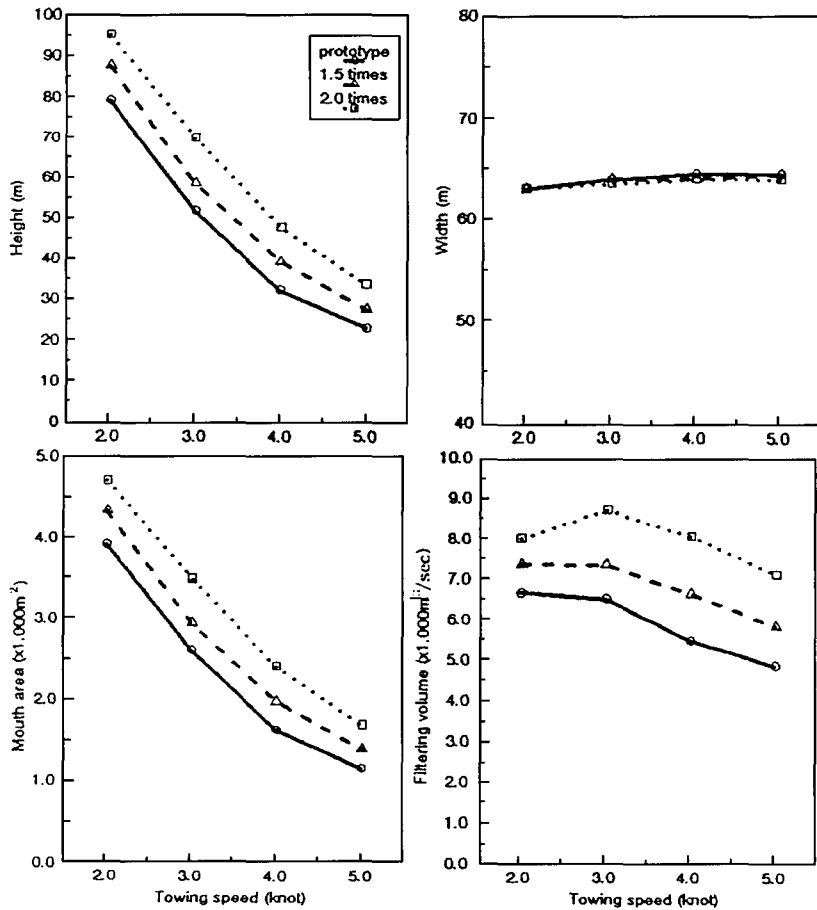


Fig. 16. Net height, width, mouth area and filtering volume of the midwater pair trawl net with 2 lines of net pendant according to sinking force.

재는 대부분의 高馬力 쌍끌이機船底引網漁船이 中層網을 사용하고 있다. 그런데, 이 漁具를 운용함에 있어서 網目の 크기가 12,800mm의 것으로 커지면서 漁具形狀 및 展開性能에 대한 충분한 연구가 이루어지지 않아서 對象魚種 및 海洋環境에 따른 漁具漁法과 運用技術의 정립이 미흡하고, 그물목줄의 가닥수가 많으며 뜬이 그물코에 끼여서 파망이나 안전사고의 원인이 된다는 점이 문제점으로 지적되고 있다.

이와 같은 문제점을 해결하기 위하여 현재 가장 많이 사용되고 있는 最大網目 12,800mm인 中層網의 구조적인 결함을 보완하여 설계한 改良型의 模型網을 제작하여 回流水槽에서 그물목줄의 길이와 가닥수 및 沈降力의 變化에 따른 漁具의 展開性能을 實驗한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 그물목줄의 길이는 옆줄에 연결된 2번과 3번 목줄의 길이를 현행의 것에 비하여 약 30%를 더 짧게 한 漁具의 展開性能이 약 7% 향상되었다.
2. 그물목줄의 가닥수는 4가닥형이 가장 우수하며, 3가닥형, 2가닥형의 순으로 展開性能이 저하되었다. 특히, 2가닥형의 경우에는 流速이 빨라짐에 따라 옆판의 중앙부가 뒤쪽으로 뚜렷하게 처지는 것이 관찰되었다.
3. 沈降力을 크게 할수록 漁具의 展開性能은 우수해지며, 그물목줄을 3가닥형, 2가닥형으로 하는 경우는 沈降力을 4가닥형일 때의 각각 약 1.5배, 1.6~1.7배 정도로 크게 해 주어야 既存漁具와 같은 展開性能을 나타낼 수 있었다.

參考文獻

高冠瑞 金大安(1985) : 漁具學, 校文出版社, 204~213,

225~239.

權炳國(1993) : 展開板의 流體力學의 特性에 관한 研究, 釜山水產大學校 大學院博士學位論文.

權炳國(1995) : 쌍끌이 중층망의 전개성능 향상을 위한 모형실험, 韓國漁業技術學誌 31(4), 340~349.

김천덕 등(1969) : 2척식 중층트롤 모형실험, 漁業技術, 5, 14~20.

辛種根 李珠熙 吳熙國(1988) : 외끌이 汽船底引網 그물의 展開性能에 관한 模型實驗, 韓國漁業技術學會誌, 24, 22~29.

芮英姬(1993) : 로프트롤그물의 基本性能에 관한 模型實驗, 韓國漁業技術學會誌, 29(3), 200~213.

李秉錡 朴丞源 金鎮乾(1983) : 沿海海漁業概論, 太和出版社, 240~293.

李秉錡(1985) : 現代트로울漁法, 太和出版社, 78~109, 184~202.

李秉錡·金基允·李昊在·張忠植(1995) : 쌍끌이 중층 트롤漁法의 研究 - II, -模型漁具의 網口形狀에 관하여-, 韓國漁業技術學會誌, 31(1), 29~44.

李秉錡·金基允·李昊在·張忠植(1995) : 쌍끌이 중층 트롤漁法의 研究 - II, -模型漁具의 길이에 관하여-, 韓國漁業技術學會誌, 31(1), 45~53.

張志元(1968) : 中層트롤의 研究, 釜山水大報告, 8(1), 1~9.

張忠植·李秉錡(1996) : 쌍끌이 중층 트롤漁法의 研究 - III - 끝줄의 曳網張力에 관하여, 韓國漁業技術學會誌, 32(1), 1~6.

張忠植·李秉錡(1996) : 쌍끌이 중층 트롤漁法의 研究 - IV - 實物漁具의 網口形狀 및 예망깊이에 관하여-, 韓國漁業技術學會誌, 32(1), 7~15.

大尺要一 外 5人(1987) : 模型網 實驗による各種曳網의 標準網에關する研究, 水工研報告, 8, 215~233.

David Thomson(1978) : Pair Trawling and Pair Seining - The Technology of Twoboat Fishing, Fishing News Books Ltd, 77~103.

FAO (1972) : FISHING GEAR DESIGNS, Fishing News Ltd, 51, 69, 76, 101~106.