정치망 어구어법의 개발에 관한 연구- I
- 현용어구의 흐름에 대한 형상 변화 -

윤일부 · 이주희 · 권병국 · 조영복 · 유제범† · 김성훈 · 김부영

부경대학교

A Study on Improvement for Fishing Gear and Method of the Pound Net- I
- Net Shapes of the Commercial Net in the Flow -

Il-Bu YUN, Ju-Hee LEE, Byeong-Guk KWON, Young-Bok CHO,
Jae-Bum YOO†, Seong-Hun KIM and Boo-Young KIM
Pukyong National University

Abstract

A study was carried out in order to estimate the deformation of the pound net according to the current by the model test in the circulating water channel. The tension of the frame rope and the variation of net shape were measured to investigate the deforming of the model pound net in the flow.

The results are obtained as follows;

1. The experimental equation between tensions (R) of the frame rope and velocity(v) was found to be $R=19.58v^{1.98}$ ($r^2=0.98$) in case of the upperward flow with fish court net and $R=26.90v^{1.72}$ ($r^2=0.95$) at the upperward flow with bag net according to the velocity from 0.0m/s to 0.6m/s, respectively.

2. As the variation of flow speed inside of the model net was gradually decreased according as which is passed through netting panels, in case of the upperward flow with fish court net, the flow speed was about 70% of the initial flow speed at 0.1m/s, 60% at 0.2m/s, 50% at 0.3m/s and 40% at 0.4~0.6m/s at the measurement point(h) inside of the first bag net, respectively. In case of the upperward flow with bag net, as the flow speed was steeply decreased according as which is passed through the second bag net, it was 30~60% of the initial flow speed and was 20~30% inside of the first bag net and was about 10~20% inside of the inclined passage net.

3. In case of the upperward flow with fish court net, the variation of deformed angle of fish

† Corresponding author : yoojb@mail1.pknu.ac.kr

court net was from 0° to 70° and that of the inclined passage net was from 0° to 63° and that of the second bag net was from 0° to 47°.

4. In case of the upperward flow with fish court net, the variation of deformed angle of the second bag net was changed from 0° to 70° and that of the inclined passage net was from 0° to 55° and that of the fish court net was from 0° to 50°.
The depth ratio of the first bag net was changed from 0% to 35% and that of the second bag net was from 0% to 20% and that of the inclined passage net was from 0% to 35%. In the flow speed 0.5m/s, the inclined passage net was raised up to the entry of the bag net and then prevented it more over 90%.

5. To be increased the opening volume of pound net, it needs to attach the added weight outside of the fish court net, inclined passage net and bag net. At the same time, it needs to adjust the tension of the net twine for the maintenance of the shape.

Key words : pound net(낙망), fish court net(운동장), bag net(원통), inclined passage net(비탈그물), deformed angle(기울기 변화)

서 론

우리 나라 전 연안에 산재해 있는 정치망어업은 면허건수로는 약 640건, 어획량으로는 약 5~6만톤에 달하는 중요한 어업이나, 국제적 신어업질서와 EEZ확대, TAC실시, WTO체제 등 국내·외 어업환경의 급격한 변화로 그 경영수지가 상당히 악화된 것은 사실이다. 그러나, 정치망 어업은 그 특성상 어군의 자연적인 통로를 길그물로 차단하여 어군을 헛통으로 유도한 후 비탈그물을 통해 원통으로 들어가게 하여 어획하는 소극적 어법으로 타어구어법에 비하여 전형적인 에너지 절약형이다. 또, 정치망 어업은 어획물의 대부분이 활어와 선어이고, 건종 등 가공처리하여 위판 할 수 있으므로 그 이용의 효율성 측면에서 매우 고부가가치의 운영체계를 갖는 어업으로서 21세기 경쟁력 있는 어업의 하나로 육성 발전할 수 있는 많은 가능성을 가지고 있다.

정치망의 주 어획대상 어종은 삼치, 갈치, 방어 오징어, 병어, 고등어, 멸치 등의 회유성 어종은 물론 일부 정착성 어종까지 다양하나, 어구 안으로 들어온 어군만을 어획하게 되므로 다른 적극적 어법에 비하여 자원 남획의 우려가 적다.

정치망와 관련된 연구로는 일본에서는 野澤(1971)가 정치망 어장에서의 어도에 관하여, 葉室(1976)가 어도 조사에 관하여, 岡野(1995)가 조류에 대한 낙망의 망형성과 멍줄의 장력 변화에 관하여 연구한 사례 등이 있으나, 국내에서는 이 등(1988)이 정치망 어장의 어도형성에 관하여, 정 등(1997)이 조류에 대한 모형 정치망의 거동에 관하여, 이 등(1998)이 개량식 정치망의 개발과 실용화에 관하여 연구한 바가 있으나, 흐름에 따른 수중형상의 변형 및 개선 등에 관해서는 역학적으로 정량화된 연구는 그다지 많지 않다.

정치망에서는 해면에 떠있는 뜸의 형상 및 침강정도로 사용어구의 수중형상을 추정하고 있으며, 조류의 유향과 유속뿐만 아니라 기상악화 등은 그물의 변형을 일으켜 어구의 유실과 파망을 초래함으로서 이에 따라 어획실적이 좌우되는 등 조업에 상당한 제약을 준다.

따라서, 본 연구에서는 회류수조에서의 모형실험을 통하여 조류의 방향과 유속에 따른 모형망의 형상 변화와 대뜸의 멍줄에 작용하는 장력을 측정하고 실제 어장에서의 조류에 따른 어구변형의 정도를 추정하였으며, 이를 근거로 현용 정치망의 구조적 문제점을 도출하고 해결방안을 제시하고자 한다.

재료 및 방법

1. 모형어구

본 연구에 사용된 실험어구는 현재 경남 거제 능포 연안의 수심 31.5m에 부설되어 있는 어구로서

운동장부터 원통까지 길이가 238m, 허릿줄 폭이 40.5m, 길그물의 전장이 590m인 이중 편낙망을 기준형으로 하여 Tauti의 상사법칙에 따라 1/100로 제작하였다. 실물어구 망지재료는 운동장과 비탈그물의 섶장이 PE(비중 0.99), 그 외에는 PA(비중 1.14)로 구성되어 있고, 모형어구의 망사는 실물망의 섶장 등에 사용된 PE계 망지가 경도가 큰 단일섬유로 제작되고 있기 때문에 제작상 가늘고 유연한 PA계통의 Nylon 210D의 2합사, 3합사, 6합사로 구성하였다. 그리고, 뜸 및 침자의 배치시에 망지의 경도와 비중의 차이를 조정하여 설계하였다.

상사법칙에 따라 실물망과 모형망의 관계는 다음과 같다.

$$\Lambda = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{1}{100}$$

$$\frac{d}{l} = 0.0357$$

$$V^2 = \frac{d_2}{d_1} = 0.2607$$

$$V = \frac{V_2}{V_1} = 0.511$$

$$F = \Lambda^2 V^2 = 0.2607 \times 10^{-4}$$

여기서 Λ는 축척비, λ_1과 λ_2는 각각 실물과 모형의 각부치수, l는 망목 한 발의 길이, d는 망사의 직경, V는 유속의 비, 그리고 F는 부력, 침강력, 유체저항의 비이다. 모형어구의 각부치수는 Fig. 1과 Table 1에 나타내었다.

Table 1. Specification of the model net for used in the experiment(unit : mm)

Part	ply	mesh size	opening length	total length	length of sand bag line
A	6	19	750	2,550	1,200
B	6	15	750		
C	3	9	450		
D	2	4	600		

2. 실험수조 및 장치

실험에 사용한 수조는 부경대학교의 수직순환형 회류수조로써 Fig. 2와 같이 규격은 전체가 10,200(L)×2,800(W)×3,200(H)mm이며 관측부는 6,000

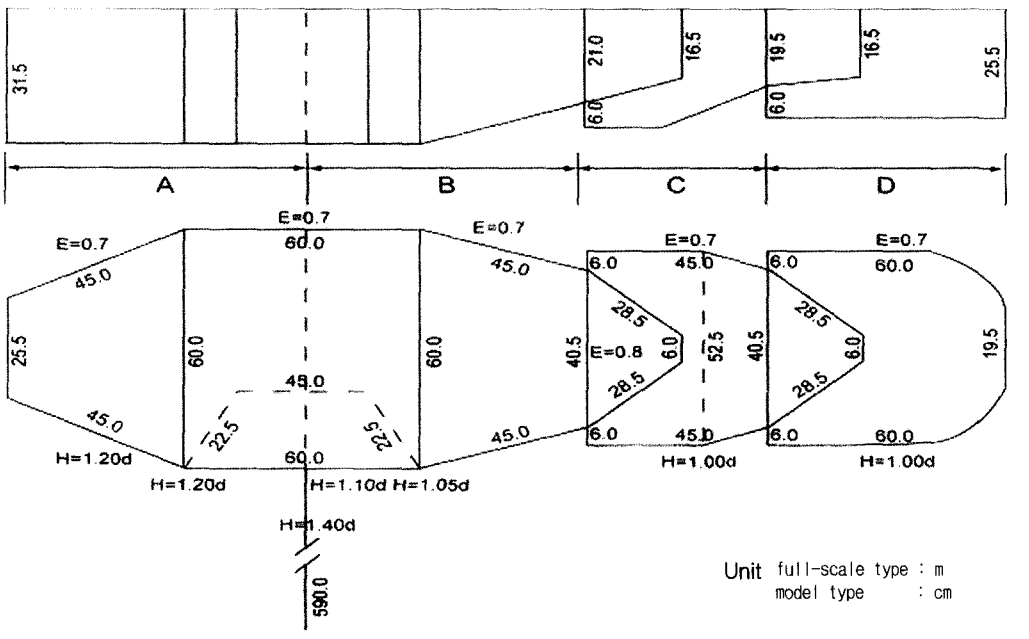


Fig. 1. Drawing of the developed pound net.

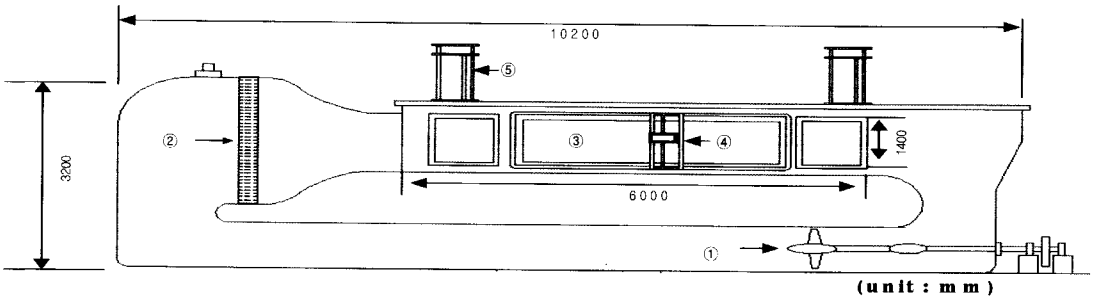


Fig. 2. Schematic drawing of the circulating water channel.
① impeller ② honey comb ③ observation windows ④ digitizer ⑤ traverse

(L)×2,200(W)×1,400(H)mm이다. 유속은 컴퓨터로 제어가 가능하며 유속범위는 0.02~1.2m/s이고 유속편차는 1.0m/s에서 ±4%이다. 실험시 유속은 프로펠러식 유속계(KENEK, VOT 2-200-20)를, 장력은 로드셀(東京測器研究所, TCLZ-10KA, 용량 : 10kgf, 정격출력 : -1498.3, +1497.5 μV/V)을 사용하였으며 망형상변화는 Digitizer와 Digital camera(Sony DSC-707)를 사용하여 측정하였다.

수조내의 모형어구 설치는 Fig. 3과 Fig. 4에 나타낸 바와 같이 실물어구의 부설 수심이 약 31.5m인 점을 고려하여 수조내에 5,000(L)×1,400(W)×1,200(H)mm의 설치대를 제작하여 수조바닥으로부터 885mm 위치에 설치하였다.

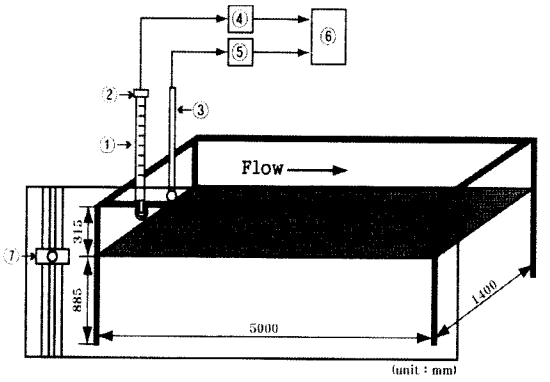
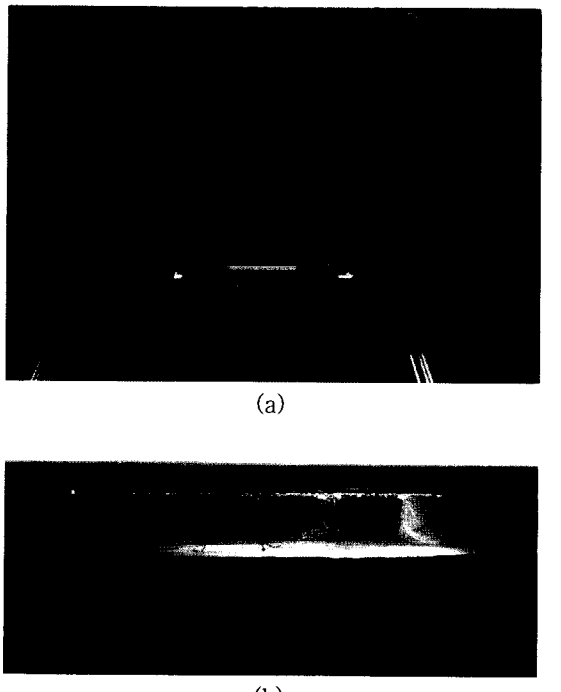


Fig. 3. Schematic drawing of the experimental equipments.
① sward ② load-cell
③ current meter ④ amplifier
⑤ current indicator
⑥ personal computer ⑦ digitizer



(a)

(b)

Fig. 4. Arrangement of the model net in the circulating water channel.
(a) plane view (b) side view

3. 실험 방법

모든 실험은 실제 어장에서 조류의 주기적 변동을 고려하여 유향 및 유속에 따른 대뜸의 멍줄에 걸리는 장력과 어구의 수중형상의 변화를 계측하였다. 유향은 조류가 운동장에서 원통방향으로 흐르는 운동장이 조상측인 경우와, 원통에서 운동장 방향으로

흐르는 원통이 조상측인 경우로 설정하였으며, 유속은 0.0~0.6m/s(실물환산 0.0~2.2k't)에서 0.1m/s 간격으로 증감하면서 실험하였다.

장력은 대뜸의 멍줄을 모형어구 설치대의 베어링과 스워드 하단에 부착된 소형 도르레를 통과시킨 후 스워드 상부에 고정된 로드셀에 연결하여 측정하였고, 그 값은 증폭기를 거쳐 A/D변환기(Interface Co., FBI series IBX-3119, 16ch-12bit)를 통해 컴퓨터에 입력된다.

정치망내의 유속변화는 Fig. 5에 나타낸 바와 같이 a~b지점까지 총 8개 지점에서 측정하였는데, 먼저 운동장이 조상측인 경우는 흐름이 모형망을 통과하기 전인 a지점에서 측정하고, 운동장내(b, c, d지점)의 3곳, 비탈그물과 제1원통입구 사이(e지점), 제1원통(f지점), 제2원통(g지점)과 제2원통을 지나 모형어구의 바깥쪽(h지점)에서 측정하였고, 측정수심은 유속이 증가함에 따른 망자락의 부상을 고려하여 모든 유속단계에서 100mm로 하였다. 그리고, 원통이 조상측인 경우는 그 반대 순서로 측정하였고 측정수심은 60mm로 하였다. 장력과 유속변화측정은 모두 각 유향·유속별로 정상속도에 도달한 직후부터, 샘플링 속도는 10Hz로 60초간을 측정하여 데이터를 얻어 그 평균치를 장력과 유속값으로 하였다.

수중형상은 각 유속별로 Digital camera로 촬영하여 분석하였고, 운동장과 원통 섶장의 기울기와 원통 까래그물의 깊이 및 비탈 그물의 위치, 운동장의 창문망의 날림정도는 Fig. 6과 같이 1~18개 관측점의 좌표를 Digitizer로 측정하여 분석하였다. 각 부분별 기울기 및 위치 변화는 유속이 0.0m/s인 정조시의 위치를 초기위치로 하고, 그물 상단부의 뜸과 하단부의 침자 부분을 기준점으로 유속의 증감에 따라 수평거리 x와 수직거리 y를 구하여 흐름에 따른 그물의 기울기 θ ($\theta=\tan^{-1}x/y$)를 구하였

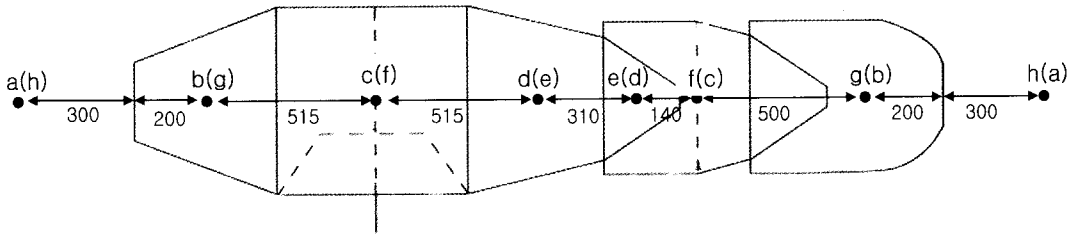
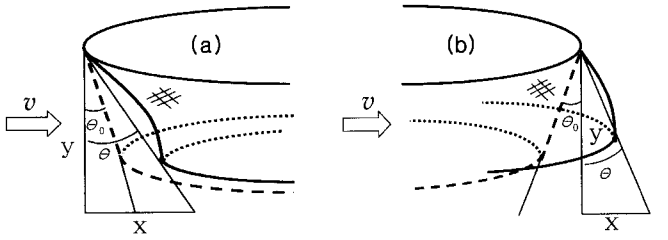


Fig. 5. Measurement points of flow speed in model net(unit: mm)
( ) : in case of the upperward flow with bag net.



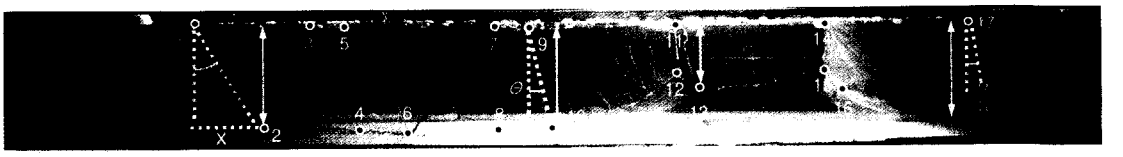


Fig. 6. Observation points by the digitizer in the model net.
(a) side of the upperward flow
(b) side of the downward flow

고, 정조시의 초기각을 θ_0로 하여 기울기의 변화량 ($\theta - \theta_0$)으로 비교 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 장력변화

장력은 Fig. 7에 나타낸 바와 같이 유속이 증감함에 따라 이차함수적으로 증감하고 있고, 유속이 증가할수록 장력의 증가폭이 더 컸다. 그리고, 모형어구가 수중에 설치되는 단계에 이미 약간의 고정장력이 걸려 있으므로 정조시일 때도 일정한 장력값이 계측되었다. 또, 유속이 감소하여 다시 정조상태가 되었을 때의 장력값과 초기 정조시의 장력값과는 다소 차이가 나타났으며, 이러한 결과는 모형어구가 Fig. 9(b)에 나타낸 바와 같이 다시 정조상태가 되어도 원상태로 회복되지 않고 조하측으로 어느 정도 이동된 상태로 안정되었기 때문에 멍줄에 장력이 더 크게 걸리는 것으로 판단된다.

운동장이 조상인 경우와 원통이 조상인 경우 모두 유속의 증가에 따른 장력값의 실험식은 다음과 같았다.

운동장 조상인 경우

$$R = 19.58v^{1.98} \quad (r^2=0.98)$$

원통 조상인 경우

$$R = 26.903v^{1.72} \quad (r^2=0.95)$$

여기서, R은 장력, v는 유속이다.

2. 모형어구 내의 흐름의 변화

정치망을 통과하는 흐름의 변화는 Fig. 8에 나타내었는데, 망지를 통과한 흐름은 통과하기 전의 흐름에 비하여 유속이 감소한 것으로 나타났다. 이것은 어떤 유속을 가진 흐름이 그물감을 통과 할 때마다 운동량의 손실이 발생하고, 각 그물감의 후방에는 반류 영역이 형성되었기 때문으로 판단되며, 이러한 경향은 김(2000)과 이 등(2004)의 우리형 그물에 대한 연구에서도 나타났다. 운동장이 조상측일 경우는 Fig. 8(a)와 같이 조상측의 운동장 설장을 통과한 흐름은 초기 유속보다 약 10~15%정도 감소하였고, 운동장 내(b~d지점)에서는 상대적으로 유속감소율이 작았으며, 다시 비탈그물과 제1원통입구사이(e지점)에서 다시 유속감소율이 증가하여 제1원통내에서는 초기유속보다 현저하게 감소하여 0.1m/s에서는 초기유속의 약 70%, 0.2m/s에서는 약 60%, 0.3m/s에서는 약 50%, 0.4~0.6m/s에서는 약 40%정도로 감소하였다.

원통이 조상측일 경우는 Fig. 8(b)와 같이 제2원통을 통과한 흐름은 초기 유속의 약 30~60%로 급격히 감소하였고, 제1원통에서는 약 20~30%, 비탈그물에서는 약 10~20%정도까지 감소한 후, 운

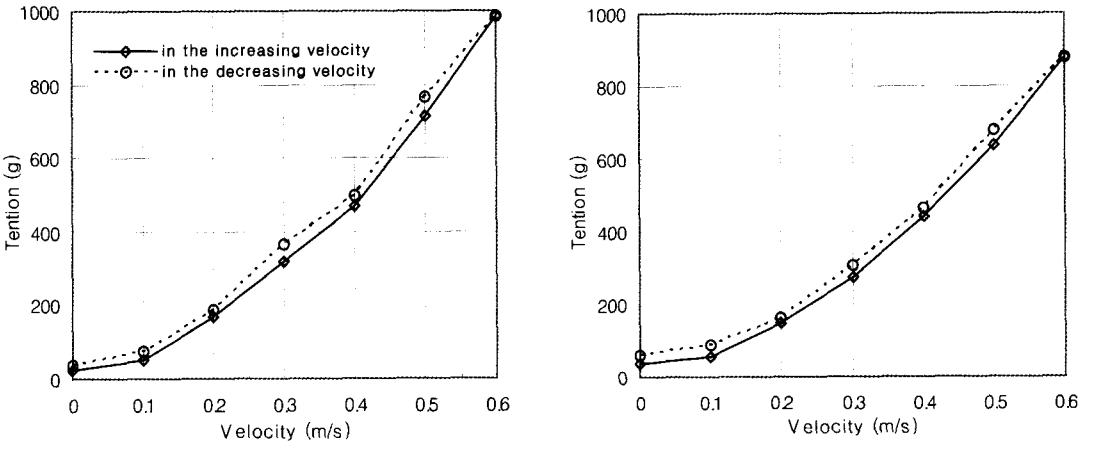


Fig. 7. Tension of the frame line according to the velocity.
(a) in the upperward flow with fish court bag
(b) in the upperward flow with bag net

동장내에서는 다시 유속이 증가하였다. 그런데, 원통이 조상일 경우에 유속이 계속 감소하다가 운동장 내부를 지나면서 다시 증가하는 것은 김 등(1998)이 언급했듯이 흐름 속에 놓인 망지의 방해로 인하여 흐름의 상태가 변화된 반류의 영향으로 반류 영역 내의 유속과 반류 영역 밖에서의 유속 차가 물체 바로 뒤에서 가장 크고 물체에서 멀어질수록 작아지기 때문에 감소한 유속이 상대적으로 길이가 긴 운동장을 지나면서 유속이 다시 가속된 것으로 판단된다.

3. 수중형상

가. 운동장이 조상측인 경우

운동장이 조상일 때 모형어구의 측면형상을 Fig. 9에 나타내었으며, 운동장 섶장, 비탈그물과 제2원통 섶장의 기울기 및 운동장, 제1원통과 제2원통 까래의 깊이 변화는 각각 Fig. 10과 Fig. 11에 각각 나타내었다.

운동장 섶장의 기울기 변화량($\theta-\theta_0$)은 Fig. 10(a)에 나타낸 바와 같이 유속 0.0~0.6m/s로 증가할 때 약 0~70° 까지 증가하였으며, 유속이 0.1m/s에서 0.2m/s로 증가하였을 때 기울기의 변화량이 가장 컸으며, 유속이 증가함에 따라 기울기의 증가폭이 점차 완만하였다. 유속이 감소할 때는 증가시와 비슷한 기울기로 점점 감소하다가 0.0m/s인 정조시가 되어도 운동장 섶장의 기울기는 원상태로 복원되지 않고 Fig. 9(a)에 나타낸 바와 같이 바닥에 아랫자락이 닿아 초기 기울기보다 큰 약 34°로 어구가 그대로 안정되고 있음을 알 수 있다. 비탈그물의 기울기 변화량($\theta-\theta_0$)은 Fig. 10(b)와 같이 유속이 증가함에 따라 비탈그물의 까래가 부상하면서 동시에 조하측으로 이동하여 약 0~63° 까지로 나타났고 유속이 감소할 때에도 증가시와 비슷한 경향으로 감소하고 있다. 조하측에 위치한 원통 섶장의 기울기 변화량($\theta-\theta_0$)은 Fig. 10(c)에 나타낸난 봐와 같이 약 0~47° 까지로 나타났고, 유속이 감소할 때는 약 47~3.7° 로 나타나 정조시에는 초기 정조시와 비교하면 약 3.7° 정도 차이가 있었다.

비탈그물, 제1원통, 제2원통 까래의 깊이 변화를 Fig. 11과 같이 정조상태의 깊이(D_0)와 각 유속별 깊이(D)의 비로 각각 나타내었다. 비탈그물의 깊이 변화는 Fig. 11(a)와 같이 유속이 0.0~0.6m/s로 증가함에 따라 아랫자락이 점차 부상하고 있는데, 0.0~0.1m/s까지는 변화가 거의 없이 바닥에 닿아 있다가 0.1m/s이상부터 급격히 부상하기 시작하여 0.6m/s에서는 정조시 깊이의 약 37%정도까지 감소하였다. 제1원통과 제2원통 까래의 깊이는 Fig. 11(b)와 Fig. 11(c)에 나타낸 바와 같이 유속이 증가함에 따라 감소하여 0.6m/s에서는 정조시 보다 약 45%정도까지 부상하였다. 유속이 감소할 때에 모든 까래그물의 깊이변화는 유속이 증가할 때와

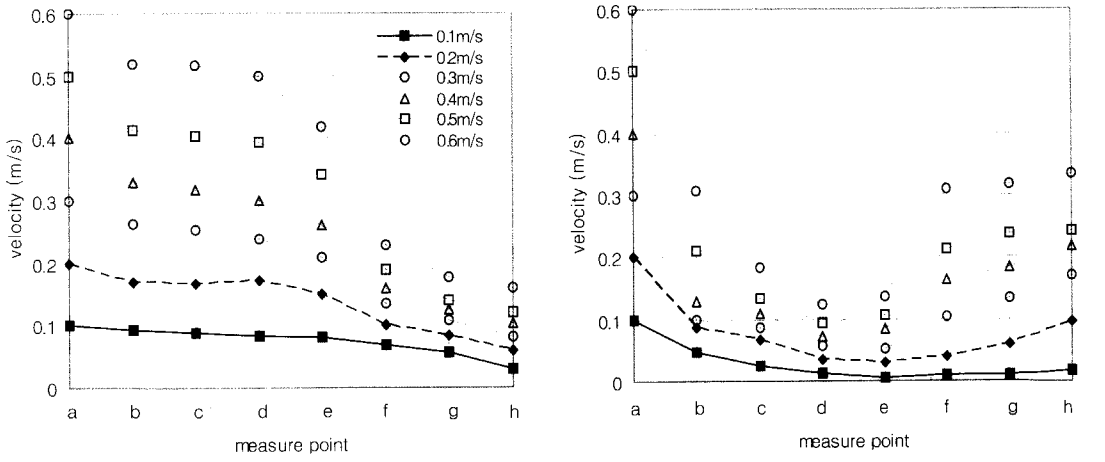
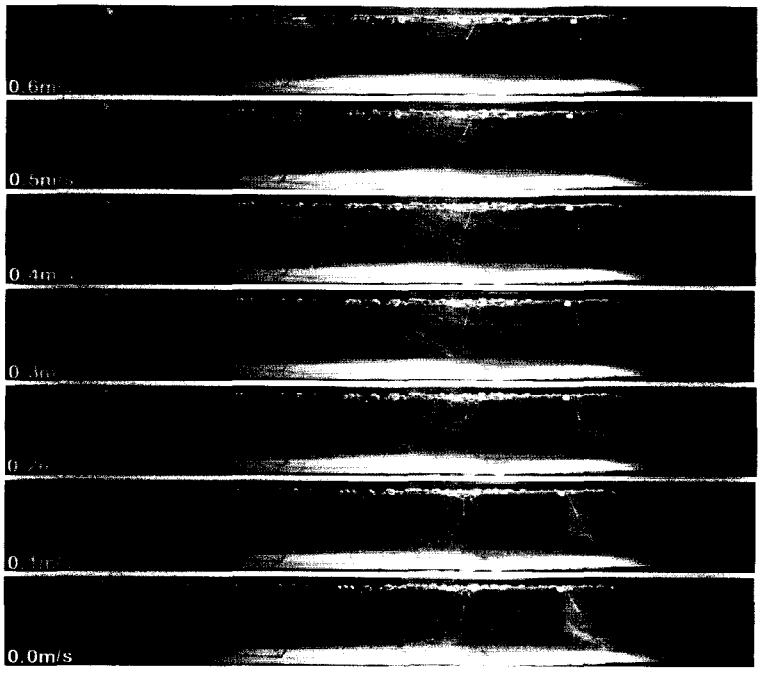


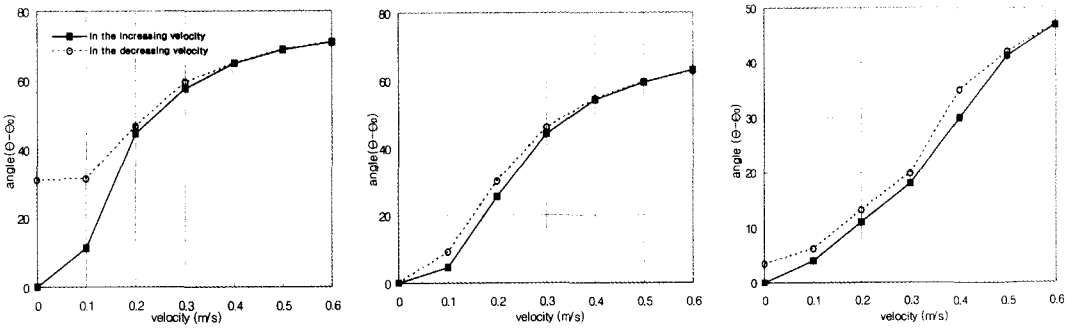
Fig. 8. Velocity change in the model net.
(a) in the upperward flow with fish court net
(b) in the upperward flow with bag net

(a)



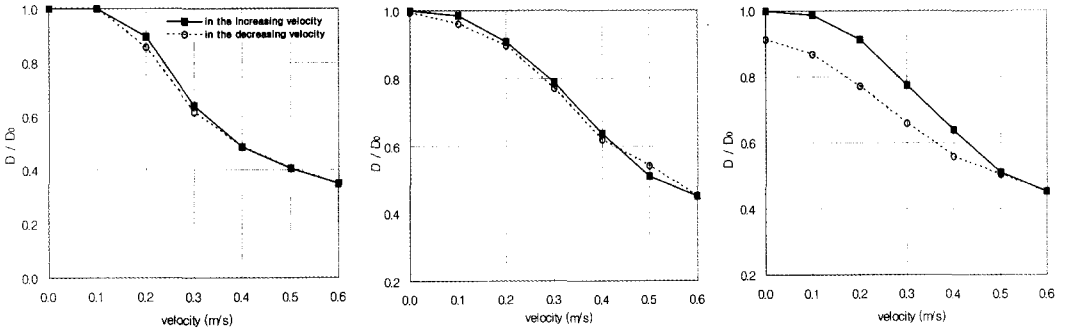
(b)

Fig. 9. Side-shape according to the velocity in the upperward flow with fish court net. (a) in the increasing velocity (b) in the decreasing velocity



(a) (b) (c)

Fig. 10. Change of deformed angle according to the velocity in the upperward flow with fish court net.
(a) fish court net($\theta_0 \fallingdotseq 0$) (b) inclined passage net($\theta_0 \fallingdotseq 6.9$)
(c) second bag net($\theta_0 \fallingdotseq -6$)



(a) (b) (c)

Fig. 11. Change of depth ratio according to the velocity in the upperward flow with fish court net(D_0: initial depth).
(a) inclined passage net (b) first bag net (c) second bag net

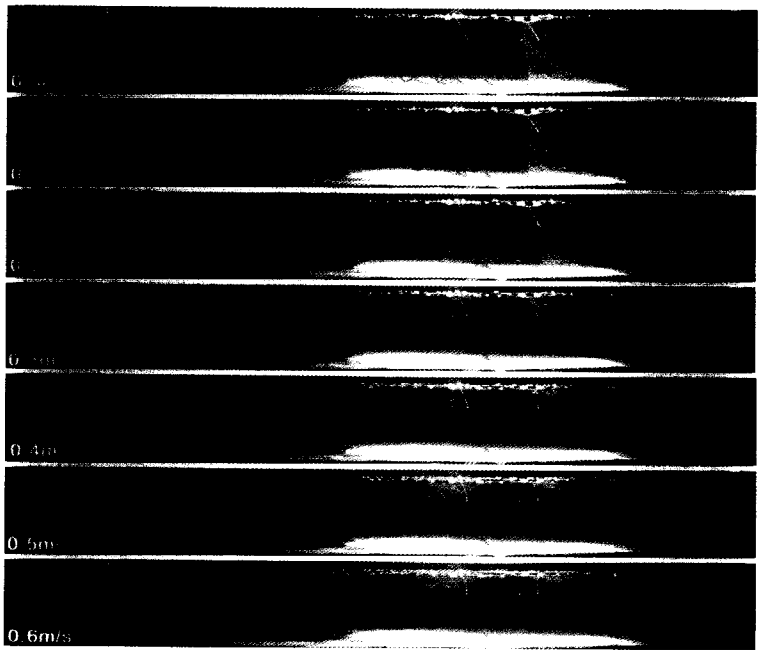
비슷한 경향을 보이고 있으나, 제2원통의 경우 다시 정조상태가 되어도 초기 정조상태에 비해 약 91% 정도까지만 회복되었다.

이와 같이 유속이 감소할 때의 까래그물의 깊이와 유속이 증가할 때의 깊이가 각 유속단계별로 약간의 차이를 보이는 것은 초기 정조시의 상태로 회복되는 시간이 늦어지기 때문이며, 실물망에서도 이와 같은 현상이 나타날 것으로 판단된다. 특히, 제2원통에서는 그 현상이 더욱 현저하게 나타날 것으로 판단된다.

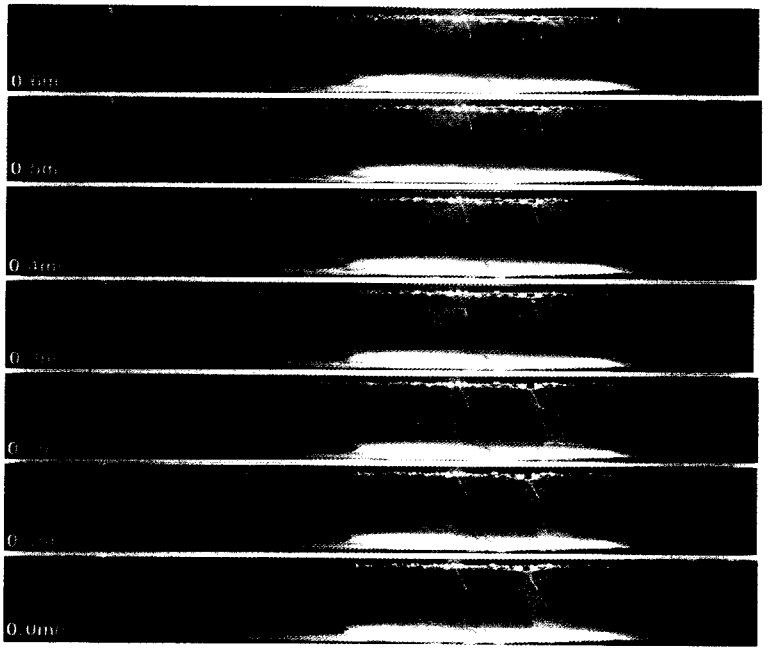
이상의 결과로 볼 때, 운동장이 조상인 경우 실험유속 0.2m/s에 해당되는 실제 유속 약 0.7k't이상에서는 실물어구의 운동장 아랫자락과 비탈그물의 까래그물이 급격히 부상하면서 조하측으로 날리고 운동장의 창문망 역시 Fig. 9에 나타낸 바와 같이 부상하면서 조하측으로 날리게 되어 어군의 입망을 방해할 것으로 판단되므로, 0.7k't이상에서는 어획성능이 급격히 감소하기 시작하여 실험유속 0.3m/s에 해당하는 실제유속 1.2k't에서는 어획이 거의 되지 않을 것으로 추정된다.

나. 원통이 조상축인 경우

원통이 조상일 때 모형어구의 측면형상을 Fig. 12에 나타내었으며, 제2원통 섶장, 비탈그물과 운동장 섶장의 기울기 및 제1원통, 제2원통 까래와 비탈그물의 깊이 변화는 Fig. 13 및 Fig. 14에 각



(a)



(b)

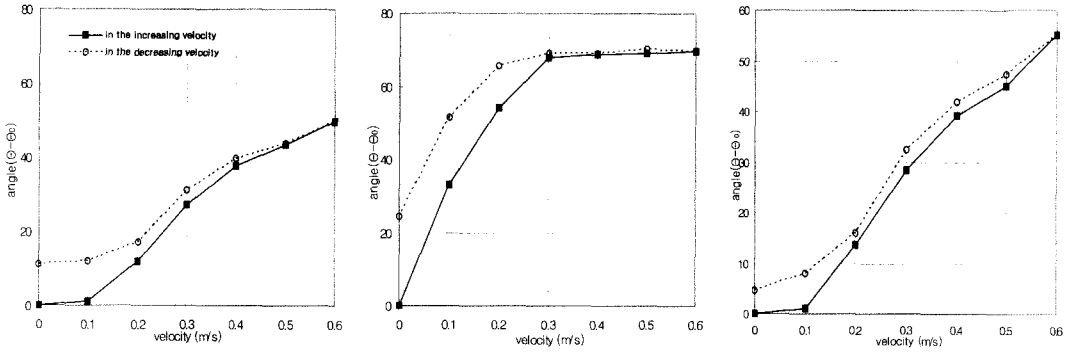
Fig. 12. Side-shape according to the velocity in the upperward flow with bag net.
(a) in the increasing velocity (b) in the decreasing velocity

각 나타내었다.

조하측의 운동장 설장의 기울기 변화는 유속이 증가함에 따라 Fig. 12(a)와 Fig. 13(a)에 나타낸 바와 같이 유속이 0.0~0.1m/s에서는 아랫자락이 바닥에 닿아있으면서 약간 조하측으로 밀리고 있으나, 0.2m/s이상부터 아랫자락이 부상하기 시작하면서 동시에 조하측으로 급격히 이동하여 0.6m/s에서는 기울기 변화량이 약 50°까지 증가하였다. 유속이 감소할 때는 기울기 변화량이 완만히 감소하여 0.1m/s에서 바닥에 끌리기 시작하여 정조시가 되어도 초기 정조시와 비교하여 약 11°정도에서 안정되었으며, 전반적으로 운동장이 조상인 경우와 비슷한 기울기 변화를 나타냈었다.

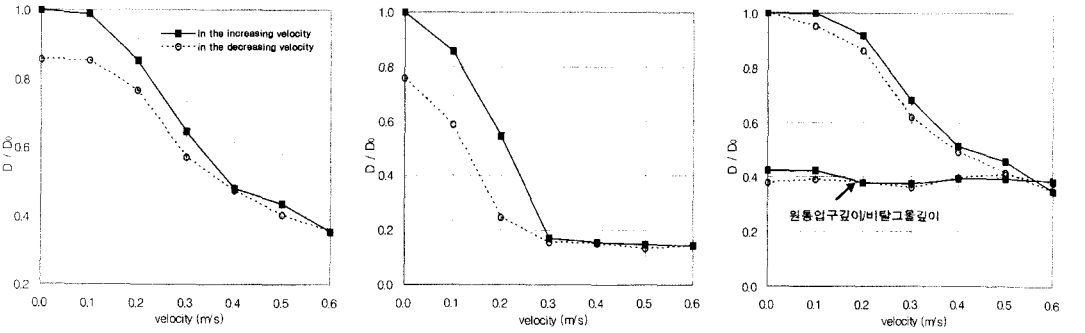
조상측의 제2원통의 기울기 변화는 Fig. 13(b)와 같이 유속이 0.0m/s에서 0.3m/s로 증가할 때 기울기 변화량은 급격히 증가하여 약 70°까지 증가하였고, 0.3m/s이상에서는 더 이상의 변화 없이 일정하게 유지되었다. 유속이 감소할 때에는 기울기의 변화량이 점차 감소하다가 0.2m/s를 기점으로 해서 급격히 원상태로 회복되었으나, 다시 정조상태가 되었어도 초기 정조상태로 회복되지 않고 초기 정조시보다 약 24°정도 더 큰 기울기로 안정되었다. 따라서, 초기 정조상태의 형상으로 회복되기까지는 많은 시간이 소요될 것으로 판단된다.

비탈그물의 기울기 변화는 Fig. 13(c)에 나타낸 바와 같이 0.0~0.1m/s까지는 기울기의 변화가 없



(a) (b) (c)

Fig. 13. Change of deformed angle and the change of depth ratio according to the velocity in the upperward flow with bag net.
(a) fish court net($\theta_0 \fallingdotseq 0$) (b) second bag net($\theta_0 \fallingdotseq 11.2$)
(c) inclined passage net($\theta_0 \fallingdotseq 0.2$)



(a) (b) (c)

Fig. 14. Change of depth ratio according to the velocity in the upperward flow with bag net(D_0 : initial depth)
(a) first bag net (b) second bag net (c) inclined passage net

었으며 그 이상부터 비탈그물의 까래가 조하측으로 급격히 밀려서 0.6m/s에서는 기울기의 변화량이 약 55°까지 증가되었다. 유속이 감소할 때는 증가시와 비슷한 경향으로 기울기의 변화량이 감소하다가 0.1m/s부터 비탈그물의 아랫자락이 바닥에 끌리기 시작하여 다시 정조상태가 되어도 초기 상태로 회복되지 않고 약 5° 정도의 기울기로 안정되었다.

조상측에 위치한 제1원통 까래그물의 깊이 변화는 Fig. 12와 Fig. 14(a)에 나타낸 바와 같이 유속이 0.0~0.6m/s로 증가함에 따라 초기 정조상태의 깊이에 비해 점차 감소하고 있는데, 0.0~0.1m/s까지는 변화가 거의 없었고, 0.1m/s이상부터 급격히 부상하기 시작하여 0.6m/s에서는 초기 정조상태 깊이의 약 35%정도까지 감소하여 까래의 부상 정도가 심각하였다. 유속이 감소할 때는 점차 형상이 회복되지만, 다시 정조상태가 되어도 초기 정조상태의 까래그물깊이의 약 86%정도로만 회복되었다.

제2원통 까래그물의 깊이는 Fig. 12와 Fig. 14(b)에 나타낸 바와 같이 유속이 0.0~0.3m/s에서 급격히 감소하여 정조시의 약 20%정도까지 부상하였다가 0.3m/s이상에서는 더 이상 부상하지는 않았지만, 까래의 부상 정도는 심각한 수준이었다. 유속이 감소할 때는 점차 까래그물이 침강하지만, 정조상태가 되어도 초기 정조상태의 까래그물깊이의 약 76%정도로만 회복되었다.

비탈그물의 까래의 깊이 변화는 Fig. 12와 Fig. 14(c)에서와 같이 유속이 0.0~0.1m/s까지는 변화가 거의 없이 아랫자락이 바닥에 닿아있다가 0.1m/s 이상부터 급격히 부상하기 시작하였고, 0.6m/s에서는 정조시 깊이와 비교해 약 35%정도까지 감소하여 까래의 부상 정도가 심각하였다. 또한, 비탈그물의 까래는 유속이 증가함에 따라 점차 원통입구를 막기 시작하여 0.5m/s이상에서는 원통입구를 90% 이상 막는 것으로 나타났다. 원통입구의 깊이는 유속이 0.0~0.6m/s로 증가할 때 초기 정조상태에 비해 약 35%정도까지 감소하였다.

이상의 결과로 볼 때, 원통이 조상인 경우 실험유속 0.2m/s에 해당되는 실제 유속 약 0.7k't이상에서는 실물어구의 원통이 조류에 날려 형상이 유지되지 않고 용적이 급격히 감소하여 어획성능이 현저히 떨어질 것으로 추정되며, 운동장 조상일 때와 마찬가지로 운동장 아랫자락과 비탈그물의 까래그물 및 운동장의 창문망이 급격히 부상하면서 조하측으로 날리게 되어 어군의 입망을 방해할 것으로 판단되고, 1.0k't이상에서는 어획이 거의 되지 않을 것으로 판단된다.

4. 고 찰

모형실험에서 대뜸의 멍줄에 작용하는 장력값은 각 유속별 모두 편차가 상당히 있었고, Fig. 7의 장력을 실제값으로 환산하면 유속이 약 0.0~2.4k't로 증가함에 따라 약 0~38톤의 장력이 양쪽 대뜸의 멍줄에 균일하게 작용한다. 따라서, 어구 설계시에는 각 유속별 장력의 최대값을 고려하여 멍줄, 사개줄 및 각부 망지의 재질을 선정하고, 형상의 변형이 최소화 되도록 침자와 망지를 적절하게 배치하는 것이 어구의 내구력을 향상시키고 파손으로 인한 조업손실을 줄일 수 있다.

일반적으로 정치망과 같은 우리형 그물은 그물 외부보다 그물 내부에서 유속이 더 작고 흐름의 방향의 후방에 있는 그물감이 전방에 있는 그물감보다 유수저항을 작게 받는다(김 2000). 따라서, 흐름에 따른 모형망의 수중형상 변화 중에서 가장 직접적으로 영향을 받는 부분은 조상측에 배치된 그물이며, 이 부분의 수중형상은 유속의 증감에 따라 민감하게 변화를 일으키게 된다. 또한, 조상측 각 그물의 까래의 형상변화도 매우 현저하며, 상대적으로 조하측 그물은 영향을 적게 받게 된다. 그러나, 조하측에 배치된 그물도 유속이 빨라짐에 따라 형상의 변화도 적지는 않았다. 특히, 원통의 까래 깊이의 급격한 감소는 그물 내부용적을 줄어들게 하여 입망한 어군이 위협을 느껴 도피할 가능성을 증대시키는 요인이다.

본 연구에서 나타난 각 부분별 그물의 움살과 날림현상을 최소화하기 위해서는 조류에 대해 형상유지를 위한 부가 중량추를 부착하고, 이에 따른 그물실에 작용하는 장력의 조정이 필요할 것으로 생각된다. 따라서, Fig. 15와 같이 운동장의 외측(A점)과 제2원통의 외측(D점)의 힘줄과 양쪽 대뜸을 연결줄을 부착하고 그 연결줄 상에 저조시 수심 위치를 기준으로 하여 부가 중량추를 부착하고, 운동장 창문이 조류에 날려 운동장 입구를 막는 현상을 방지하기 위해 운동장 입구의 창문(B, C점)에 부가 중량추를 부착하는 것도 조류에 대해 망지의 변형을 최소화 시키는 방법이 될 것으로 판단된다.

또한, 어구변형을 최소화하기 위해 고정침자의 중량을 추가하거나, 이동식 부가추를 부착하면 투영면적의 증가로 장력은 더 높게 나타날 것이므로 침자의 무게를 적절하게 결정하는 일은 매우 중요하다. 조류에 의한 그물의 변형을 방지하기 위한 가장

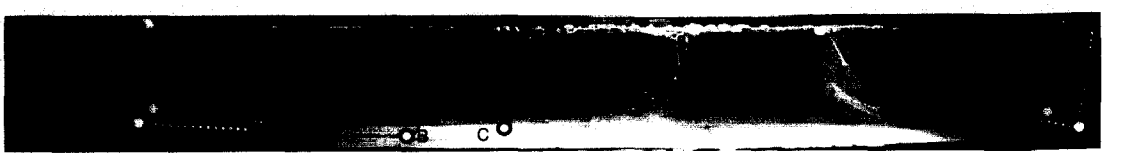


Fig. 15. Attachment of the added weight out in the model net.
A: outside of the fish court net
B, C: entry of the fish court net
D: outside of the second bag net

확실한 방법은 침자의 무게를 증대시키는 것이며, 추의 무게는 그물 면적 $1m^2$당 0.5kg 정도가 적절한 것으로 제안한 연구도 있다(김 등, 2001). 이러한 연구결과는 본 연구의 기초 자료로써 실제 어장에서 활용 가능하도록 기준을 제시하는 데 도움이 될것으로 판단된다.

요 약

본 연구는 실제 정치망 어장에서의 조류에 따른 어구 형상 변형을 추정하고, 그 변형을 최소화시키며 어구의 기본 기능을 유지시키는 데 필요한 수중 형상과 어구 내부용적을 적절하게 유지할 수 있는 설계의 기본 자료를 얻기 위한 목적으로 회류 수조에서 모형실험을 실시하였으며, 흐름에 따른 대뜸의 멍줄에 작용하는 장력, 정치망 내의 유속변화와 그물형상의 변화를 측정하였다.

그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 유속이 0.0m/s에서 0.6m/s로 증가 할 때에 유속 (v)에 따른 장력(R)의 실험식은 운동장 조상인 경우, $R=19.58v^{1.98}$ ($r^2=0.98$) 원통 조상인 경우, $R=26.90v^{1.72}$ ($r^2=0.95$) 이었다.
2. 유속변화는 흐름이 망내부를 통과함에 따라 감소하여 운동장이 조상인 경우, 제1원통내부에서는 0.1m/s일 때 약 70%, 0.2m/s일 때 약 60%, 0.3m/s일 때 약 50%, 0.4~0.6m/s에서는 약 40%정도로 초기유속에 비해 감소하였다. 원통이 조상측일 경우, 제2원통을 통과한 흐름은 초기 유속의 약 30~60%로 급격히 감소하였고, 제1원통에서는 약 20~30%, 비탈그물에서는 약 10~20%정도 감소하였고, 운동장내에서는 다시 유속이 증가하였다.
3. 운동장이 흐름의 조상측인 경우, 운동장그물의 기울기 변화량은 0~70°까지, 비탈그물은 0~63°까지 변화하였고, 조하측인 제2원통은 0~47°까지 변화하였다. 유속이 증가함에 따른 까래그물의 깊이 변화는 초기 깊이에 보다 제1원통과 제2원통이 약 0~45%정도, 비탈그물이 약 0~37%정도로 감소하였다.
4. 원통이 흐름의 조상측인 경우, 제2원통의 기울기 변화량은 약 0~70°까지, 비탈그물은 약 0~55°까지, 조하측인 운동장은 0~50°까지였다. 까래그물의 깊이 변화는 초기 깊이와 비교해서 제1원통은 약 0~35%, 제2원통은 약 0~20%, 비탈그물은 약 0~35%까지 감소하였으며, 유속이 0.5m/s이상에서 비탈그물이 원통 입구까지 부상하여, 원통 입구를 90% 이상 막았다.
5. 어구의 변형을 최소화하고 전개용적을 증가시키기 위해서는 입구 및 운동장 부분에서는 힘줄의 저조시 수심 위치에 중량추를 부착하고, 운동장 바깥쪽과 제1원통의 섶장과 까래그물, 제2원통의 바깥쪽, 비탈그물의 까래에 부가중량추를 부착하는 것이 필요할 것으로 판단된다.

참고문헌

山下彌三左衛門 (1966) : 定置漁場, 人工魚礁-その選び方と考え方, 27-30.

野澤立靑 (1971) : 定置網漁場における魚道について, 日水誌. 37(3), 237~241.

葉室 (1976) : さける接岸魚道調査, ていち, 49, 24~33.

石川縣水産試驗場 (1980) : 沖合漁場利用養殖技術開發試驗報告書, 石川縣水産試驗場.

이주희 · 염말구 · 김삼곤(1988) : 정치망어장의 어도형성에 관한 기초연구(2) - 해저지형과

해수운동, 어업기술 24(1), 12-16.
정기철 (1997) : 모형 정치망의 흐름에 대한 거동, 부경대학교 대학원 수산물리학과 수산학 석사 학위논문.
이주희 · 김진건 · 이대재 · 이춘우 · 신현옥 · 권병국 · 안영일 · 김형석(1998) : 개량식 정치망의 개발과 실용화 연구, 해양수산부 수산특정연구사업 보고서.
김재오 · 김태호 · 오희국 · 정의철(1998) : 유속에 대한 침하식 모형 가두리의 유수저항과 그물 형상 변화에 관한 연구, 수진연구보고, 21-147.
김태호(2000) : 어업용 프레임 구조물의 역학적 특성에 관한 연구, 부경대학교 대학원 해양공학과 공학박사 학위논문.
김태호 · 김재오 · 김대안(2001) : 우리형 그물의 유속에 따른 변형 및 적정 침자량, 韓國漁業技術學會誌, 37(1), 45-52.
이미경 · 이춘우(2004) : 조류의 영향을 받는 가두리의 거동해석, 韓國漁業技術學會誌, 40(3), 214-224.

2004년 10월 4일 접수
2004년 10월 19일 수리