

팽창식 가두리를 이용한 참다랑어 이송장치의 모형실험

°이건호·정성재·차봉진
국립수산과학원 시스템공학과

서론

여러종류의 다랑어류 중에서도 참다랑어는 맛과 식감이 뛰어나 그 어떤 다랑어보다도 인기가 높은 어종이지만 어획량이 그다지 많지 않고 가격도 비싸 일반인은 쉽게 접하기 어려운 어종이다. 세계 참치어획량 약 240만톤 중 참다랑어는 고작 6만여 톤으로 약 2.4%를 차지하고 있으며 황다랑어에 비해 kg당 가격은 3배나 높은 고급 어종이다. 이렇게 가치가 높은 참다랑어를 보다 많이 공급하고자 호주, 일본, 지중해 연안국 등에서는 참다랑어 양식을 시도하고 있다. 참다랑어 양식이 원활히 이루어지기 위해서는 인공종묘든 자연종묘든 종묘를 안정적으로 확보해야하는데 현재는 자연종묘를 주로 이용하고 있는 실정이다. 자연에서 참다랑어 종묘를 얻는 방법은 몇가지가 있으나 채낚기와 선망에 의한 채포가 대표적이다. 채낚기에 의한 채포는 많은양을 한꺼번에 얻기는 어렵지만 소형 어선에 탑재한 소규모 수조를 통해 손쉽게 양식장까지 옮길 수 있다는 장점이 있다. 반면 선망에 의한 채포는 한번에 대량으로 참다랑어를 확보할 수 있어 채낚기에 비해 효율적인 방법이지만 선망그물에 들어있는 많은양의 참다랑어를 양식장까지 옮길 수 있는 적당한 방법이 없다는 문제가 있다. 이것은 우리나라와 외국의 경우가 다른데 지중해 연안국이나 호주 등과 같은 나라에서는 참다랑어를 채포하여 양식장으로 이송하는 것을 전문으로 하는 선망선과 이송시설 있어 문제가 없지만 우리나라의 경우 연안에서 어획할 수 있는 참다랑어의 양이 외국에 비해 그다지 많지 않기 때문에 참다랑어만을 주 어획대상으로 하는 선망선이 없다. 평소 고등어나 전갱이 등을 대상으로 조업을 하다 참다랑어가 발견될 경우 어획은 하지만 이송시설이 준비될 때까지 활어상태로 잡아두고 장시간 대기하는 것은 어렵다. 기다리는 시간에 투망 한번 더하는 것이 현실적으로 보다 이익이 되기 때문이다. 외국에서는 참다랑어 이송을 위해 주로 PE프레임으로 구성된 가두리형태의 시설을 이용하는데 이와같은 형태는 규모가 너무 커서 조업선과 함께 기동이 불가하고 선망 본선의 투망직후에 연락을 받고 장시간 채포현장까지 이동해서 와야 한다는 단점이 있으므로 우리나라 선망어업 현실과는 맞지 않다. 본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 평상 시 작은 크기로 선상에 휴대하고 있다가 필요시 공기를 주입하여 원래크

기로 팽창시켜 현장에서 바로 사용할 수 있는 구조를 가지는 팽창식 참다랑어 이송장치를 고안하였고 실험제작 및 시험에 앞서 모형시험을 수행하였다.

재료 및 방법

본 연구에서 제안한 참다랑어 이송장치는 기존의 원통형 가두리와 형태가 유사하나 가두리 상부를 구성하는 PE프레임을 공기를 주입하면 팽창하는 공기 팽창식 튜브로 구성한 것을 특징으로 한다. 한편 상부프레임을 공기 팽창식 튜브로 구성하면 휴대성이 높아지는 것은 확실하나 기존의 방법으로 예망할 경우 예인줄을 체결한 부분의 프레임이 과도하게 휘어져 예망 시 이송장치의 원래형태를 유지하는 할 수 없다는 문제가 발생한다. 프레임이 변형될 경우 이송장치 내부의 체적이 감소하게 되고 이송 중인 참다랑어에게 스트레스와 폐사의 원인으로 작용할 가능성이 높으므로 프레임을 최대한 원래 형상으로 유지하는 것이 중요하다. 이를 해결하기 위해 본 연구에서는 예인줄을 복수개로 구성함으로써 가능한 한 프레임에 작용하는 힘을 여러 군데로 골고루 분산시켜 이송장치 예망 시 특정 부분에만 힘이 집중되는 것을 방지하였다. 또한 원형 프레임의 둘레를 균등하게 분할하여 각 지점마다 로프를 체결한 후 각 로프를 원형 프레임의 중심으로 모아서 연결함으로써 프레임의 원형이 유지되도록 하였다. 프레임 변형방지를 위한 장치구성과 더불어 그물날림에 의한 체적감소를 방지하기 위해서 예인줄을 그물 아래쪽에 추가적으로 연결하였고 체결부에 중량추도 함께 부착하였다.

모형실험에 사용된 팽창식 이송장치 실험물의 규격은 직경이 15m, 높이 10m이고 그물규격은 망목크기 90mm, 굵기 3.5mm이다. 상부를 구성하는 팽창식 프레임의 직경은380mm이다. 모형은 1/10 축소비로 구성하였고 다우찌 상사법칙을 적용하여 제작하였다. 유속비는 모형과 실험 그물실의 재질 및 굵기 비율을 이용하여 계산한 결과 0.5757였다. 모형시험의 내용은 수조내의 유속변화에 따른 이송장치의 형상변화와 저항의 변화를 측정하고 그 결과를 분석하는 것으로 하였다. 형상분석은 이송장치 위에서 유속별 프레임 형상 변화를 촬영한 이미지와 측면에서 그물의 날림정도를 디지털이저로 측정한 결과를 비교분석하였으며, 예망시 발생하는 저항은 50kgf 로드셀을 이용하여 측정한 예인줄의 장력 변화를 통해 분석하였다.

실험은 국립수산과학원 회류수조에서 수행하였으며 실험 유속은 일반적으로 지중해 지역 참다랑어 이송장치의 예망속력이 1knot 정도 인 점을 감안하여 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5knots로 정하였다.

결과 및 고찰

실험결과 팽창식 튜브로 구성된 상부프레임은 2.5knots의 빠른 유속에서도 초기의 원형

을 거의 유지하였으며 가장 낮은 유속인 0.5knots일 때의 상태와 비교했을 때도 프레임의 변형정도가 크게 차이가 나지 않았다. Fig.1은 실험중인 이송장치를 상부에서 촬영한 것으로 유속변화에 따른 상부 프레임의 변형정도를 비교가 용이 하도록 중첩하여 나타내었다. Fig.2는 이송장치의 측면 형상의 변화를 유속별로 알아보기 위해 디지털로 이송장치의 각 부분을 계측한 결과를 나타낸 것이다. 결과에 따르면 유속이 증가할수록 그물의 변형과 날림현상이 증가하는 것과 알 수 있다. 목표로 하는 1knot의 예인속도에서 그물날림의 정도가 그다지 크지 않았으나 2knots 이상의 유속에서는 변형정도가 크게 증가하였다. 실제 해상에서 예인방향과 반대방향으로 작용하는 1knot의 조류를 가정할 경우 대수속도가 2knots인 효과가 발생하므로 실험결과를 미루어 볼 때 그물날림 및 변형을 방지하기 위한 보완이 이루어져야 할 것으로 생각된다.

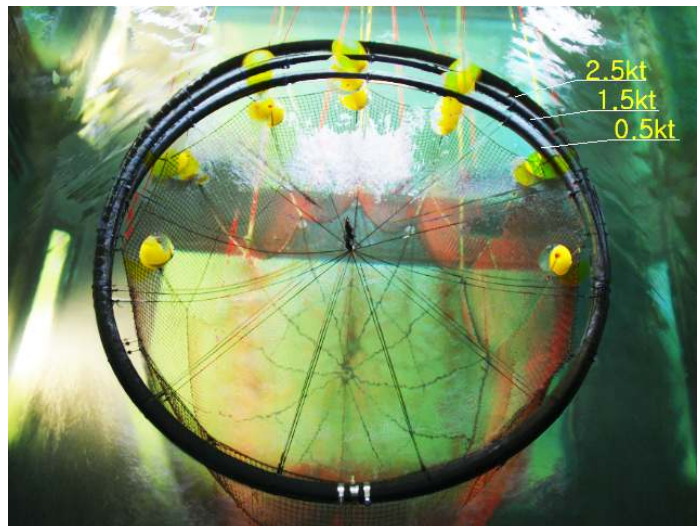


Fig. 1. Deformation of upper frame of transporting device according to the current change(overlapped view)

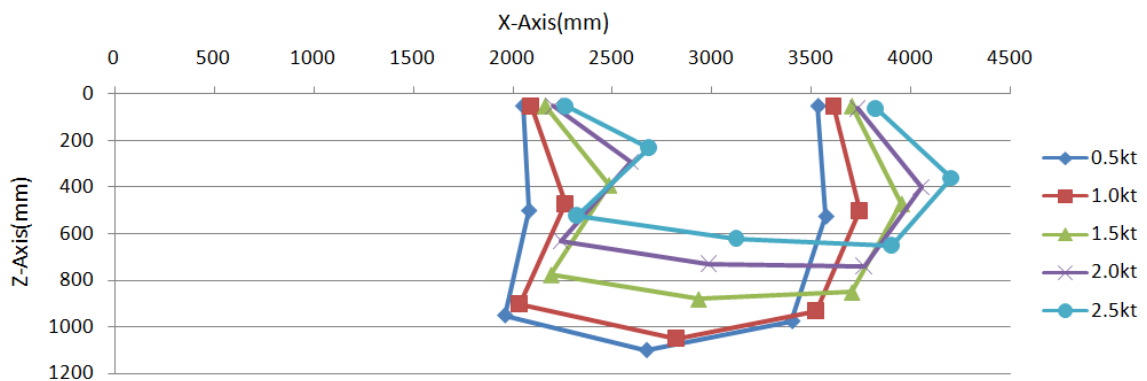


Fig. 2. Deformation of transporting device according to the current change(side view)

Fig.3은 예인줄에서 발생하는 장력을 계측한 결과이다. 유속 2.0knots에서 모형 이송장치의 예인줄 장력은 6.5kgf 이었으며 이를 실물에 대해 환산하면 약 2톤 정도의 장력이 발생함을 알 수 있다.

이와같은 실험결과들을 통해 PE프레임에 비해 형상유지 능력이 떨어지는 공기팽창식 프레임도 예인줄의 배치와 구성방법에 따라 예망 시 형상 유지가 가능함을 알 수 있었다. 그러나 빠른 유속에서 그물이 크게 변형되는 현상에 대해서는 하부에 프레임을 추가하는 방법이나 추의 중량을 증가시키는 방법 등을 통하여 향후 보완이 이루어져야 할 것으로 생각된다.

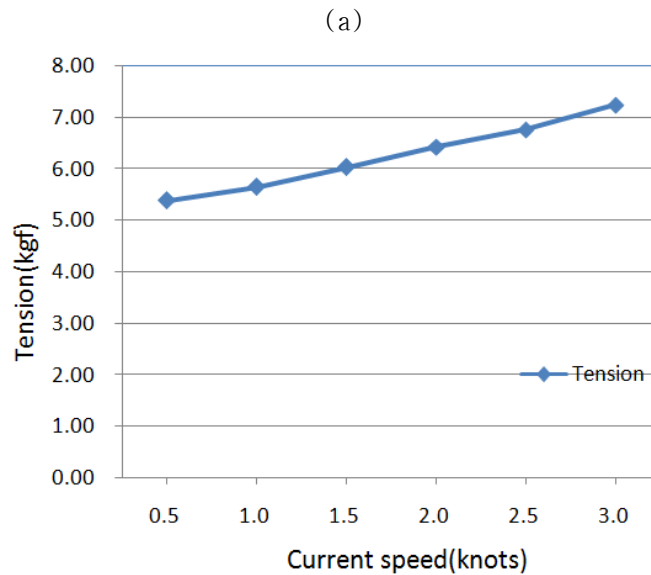


Fig. 3. Tension of towing rope according to the current change