

## 파랑 및 흐름중 모형 가두리 시설에 작용하는 유체력

김태호 · 김재오 · 류청로\*  
국립수산진흥원 · \*부경대학교

### 서론

프레임에 그물감을 부착하여 구성되어 있는 가두리 시설은 파랑과 조류 등에 의해 유체력을 많이 받기 때문에, 만 입구 또는 외만에 설치하는 경우에는 작용 유체력에 의하여 이것을 계류하고 있는 계류삭이 절단되거나 고정용 닻이 끌리게 되며 프레임끼리 서로 충돌함으로써 결국 구조물이 파손된다.

이와 같은 문제점을 해결하기 위해서는 파랑과 조류에 의해 발생하는 유체력에 충분히 견딜 수 있도록 시설물을 설계해야 한다. 그러나 종래의 가두리 시설은 이론적 근거보다는 주로 현장의 경험에 의해 설계되어 왔기 때문에 파랑 및 흐름중 가두리의 유체력 특성을 고려한 설계 방법을 확립하는 것이 필요함에도 불구하고 지금까지 대부분 규칙파만을 고려하였으므로 실제 해상에 설치된 가두리 시설의 유체력을 해석하기에는 한계가 있었다.

따라서 본 연구에서는 가두리 시설의 안정성 해석을 위한 기초 단계로 규칙파, 불규칙파 및 파랑과 흐름이 공존하는 상태에서 가두리 시설에 대한 수리 모형실험을 실시하여 가두리 시설에 작용하는 유체력을 해석하였다.

### 재료 및 방법

본 연구에서 대상으로 한 가두리 시설의 모형은 프레임과 그물 및 침자로 구성되어 있고, 프레임은 정사각형과 원형의 2가지이다. 먼저 정사각형의 경우에는 가로, 세로 및 깊이가 모두 10 m이며, 원형의 경우에는 지름이 11.4 m이고, 깊이가 10 m인 것을 기본형으로 하여 Froude의 모형 수칙에 따라 1/20로 제작하였다.

실험은 예인 수조에서 행하였으며, 모형은 조파기로부터 약 50 m 떨어진 예인 전차 아래에 설치되어 있는 2 분력 로드셀에 4개의 스프링으로써 구속하였다. 모형은 정사각형에서는 파랑과 조류에 대한 조우 방향이 각각 180°, 158° 및 135°가 되도록 모형의 설치 방향을 변경하여 고정하였으며, 원형의 경우에는 180°로 설치하였다.

실험은 모형에 규칙파와 불규칙파만 작용하는 경우와 파랑과 조류가 동시에 작용하는 상태로 나누어 행하였으며, 규칙파의 경우 주기가 1.4 s(파장 3 m) 및 1.96 s(파장 6 m)의 2종류였다. 또한 불규칙파의 경우에는 ITTC에서 제안하는 JONSWAP 스펙트럼을 사용하였으며, 유의 파고  $H_{1/3}$ 는 15 cm이고, 평균 주기  $T_{1/3}$ 은 1.4 s로 하였다.

그리고 조류의 속도는 0.28 m/s로 하였으며, 이것은 예인 전차로써 재현하였다. 실험에서 파고는 예인 전차에 설치된 서보식 파고계 (FEL, K375A)와 전위 증폭기(Procom, PCA-21)로 측정하였으며, 유체력은 모형의 전 후단에 설치된 2개의 2분력 로드셀 (JHM, 용량: 100 N)과 변형 증폭기 (Procom, PCA -WH 41)로 측정하고, 측정치는 매 실험마다 40초 동안 각각 800개씩의 측정치를 증폭기를 통하여 컴퓨터에 입력해서 그 시계열 자료를 이용하였다.

## 결과 및 요약

Fig. 1은 규칙파만 작용하는 경우와 조류와 파랑이 공존하는 경우의 입사 파향별 정사각형과 원형 가두리 시설에 작용하는 파력을 Froude 법칙에 따라 실물의 것으로 환산한 결과이다. 이것에서 규칙파중 가두리의 형태 및 입사 파향별 유체력의 크기는 거의 유사하게 나타났다. 그리고 불규칙파중 입사 파향별 모형에 작용하는 파력을 측정하여 FFT (Fast fourier transform)에 의해 스펙트럼 해석을 한 결과, 파의 스펙트럼은 유의파 주기  $T_{1/3}$ 이 1.4 s이지만 파의 에너지가 주파수  $f$ 는 0.3~5.0 Hz 즉, 주기가 0.2~3.3 s의 범위였다. 또한 파의 에너지가 가장 집중되어 있는 Peak frequency  $f_p$ 는 약 0.47 Hz로서 유의파 주기인 약 0.71 Hz보다도 작은 값을 나타내었다. 한편 파의 주파수  $f$ 가 0.5 Hz에서 스펙트럼 밀도가 거의 2배만큼 차이가 나타나고 있는데, 이것은 모형의 운동에 의해 생성된 방사파(Radiation wave)에 발생된 것이라 사료된다. 이와 함께 모형에 작용하는 파력 스펙트럼의 경우 에너지 밀도는 0.1~1.0 Hz의 범위에 퍼져 있으며, 파력의 에너지가 가장 집중되어 있는  $f_p$ 는 0.43~0.48 Hz의 주파수로 파에 대한 스펙트럼 해석 결과와 비교적 잘 일치하고 있다. 또한 파랑과 조류가 공존하는 상태에서 모형 가두리에 작용하는 파력 에너지의 Peak frequency는 파의 그것과 잘 일치하였으며, 정사각형 가두리에 비해 원형에서 유체력이 보다 작게 나타났다

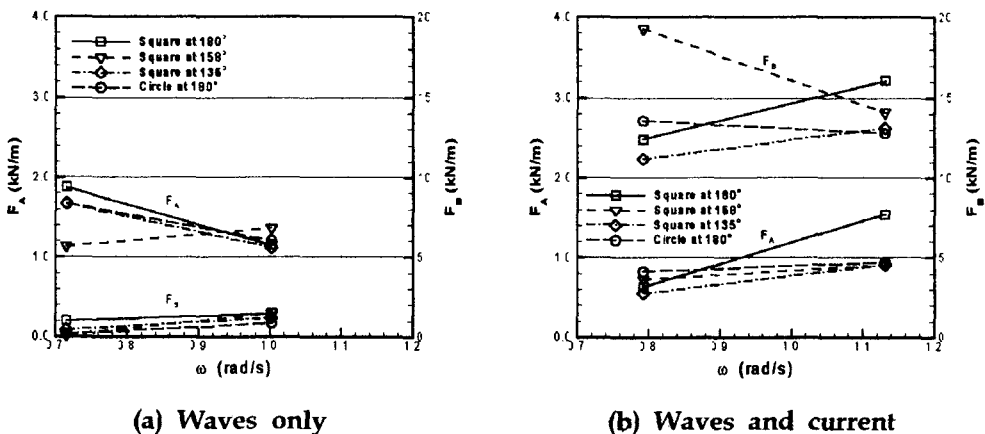


Fig. 1. Hydrodynamic forces acting on fish cage systems.