

부침식 가두리 시설의 계류삭 장력 해석

김태호

여수대학교

서론

최근 양식 시설의 연안역 집중에 따른 해역의 생태-어장 환경적 문제를 근본적으로 해결할 수 있는 대안의 필요성이 증대되고 있다. 그러나 기존 양식 시설은 대부분 부유식 시설로서 태풍, 파랑에 매우 취약한 구조이며, 내만에 집중 설치됨으로써 적조 등의 재해로 인한 피해가 매년 급증하고 있는 실정이다.

따라서 연안역의 생태 환경 및 어장 환경 기능을 복원함으로써 건강한 바다에서 양질의 연안 수산 자원을 공급할 수 있는 새로운 수산 양식의 패러다임 구축을 위해서는 수질이 양호한 외해에서 고품질 어류의 안정적 생산이 가능하며, 태풍, 적조 등 긴급 재해 시 시설물의 일시 침하 및 부양으로 시설물 및 양식 생물을 동시에 보호할 수 있는 부침식 가두리 시설의 개발이 요구된다.

특히 이 가두리 시설의 개발을 위해서는 파랑 및 흐름 중 부설 수층의 변화에 따른 그것의 동역학적 특성을 정확하게 산정하는 것이 필요하다.

따라서 본 연구에서는 부침식 가두리 시설의 동역학적 특성 해석을 위한 기초 단계로서 유한 요소법을 이용하여 파랑 및 조류가 작용하는 우리나라 외해의 환경 조건에서 계류 방법(1점 및 4점)과 설치 수심(표층 및 일정 수심 침하)을 달리하여 그것의 계류삭에 작용하는 장력을 해석하였다.

재료 및 방법

본 연구에서 대상으로 한 부침식 가두리 시설은 본체, 계류삭 및 계류 기초로 구성되며, 본체는 프레임과 우리 그물로 구성된다. 또한 본체는 그 형상이 8각형이고 전체 용적이 약 1800m³이며, Monitoring float(지름 약 3.67m), Upper frame(지름 약 12m) 및 Lower frame(지름 약 7m)으로 구성된다. 그리고 본체에 설치되는 우리 그물에 사용된 그물감의 규격은 나일론 막매듭 그물감 Td 210×60(지름 2.8mm)이고, 그물코의 크기는 60.6mm이다. 그리고 계류삭은 1점 및 4점 계류(기본 1점 + 3점 계류)로 구성되며, 계류삭의 길이는 1점 계류의 경우 대상 해역의 수심과 같고, 4점 계류의 경우 그것의 4배로 하였다.

해석 시 가두리 시설에서 사용되는 대부분의 재료가 고형체인 프레임과 유연 구조물인 그물감으로 구성되므로 본 연구에서는 고형체인 트러스와 부이 등 구조 요소에 작용하는 유체력과 그물감에 작용하는 항력을 유한 요소법을 사용하여 변형 Morison식으로 계산

하였다. 또한 해석에서는 먼저 파랑과 조류가 없는 상태인 정적 상태에서 수치 계산을 수행하여 계류삭 장력을 구하고 동적 상태의 파랑 및 조류 하중 하의 그것을 계산하였으며, 계류삭 평균 장력의 전달함수(RAO)를 구하였다. 그리고 해석 시 고려한 대상 해역의 수심은 50m이었고, 부침식 가두리의 부설 수층은 각각 표층과 표층으로부터 15m 침하된 35m로 하였다. 한편 해석에 사용된 하중 조건은 6가지로서 파고 및 주기가 각각 4, 6 및 8m와 10, 12 및 14초였으며, 유속은 0.5와 1.0m/s였다.

결과 및 요약

먼저 파랑과 조류가 없는 정적 상태에서 부침식 가두리 시설에 작용하는 계류삭 장력은 표층에 가두리가 부설된 경우 25.1kN이었고, 수층 35m 깊이까지 침하된 경우 23.6kN이었다. 또한 1점 계류시 파고 8m, 주기 14초, 유속 1.0m/s의 하중 조건에서 계류삭에 작용하는 최대 장력은 표층의 경우 165.4kN이었고, 침하시에는 표층의 그것보다 0.85배 작은 92.5kN으로 나타났다. 즉 부침식 가두리 시설의 계류삭에 작용하는 최대 장력은 부유식 가두리 시설에 작용하는 그것보다 0.44배~0.85배만큼 작게 나타난다는 것을 확인할 수 있었다. 그리고 4점 계류의 경우에도 가두리 시설이 침하되면 1번 계류삭에 작용하는 계류삭의 최대 장력은 표층 상태의 그것에 비해 0.53배~0.88배, 2번 계류삭의 경우에는 0.34~0.65배 만큼 작게 나타났다.

Table 1. Mooring tension on submersible fish cage in the single point mooring

Load case	Surface configuration		Submerged configuration	
	Maximum tension (kN)	Mean tension (kN)	Maximum tension (kN)	Mean tension (kN)
1	129.4	39.2(15.9kN/m)*	56.4	33.9(7.2kN/m)*
2	91.2	52.5(15.3kN/m)	72.1	51.0(9.7kN/m)
3	151.3	40.7(16.6kN/m)	69.7	34.8(8.7kN/m)
4	126.5	61.3(17.3kN/m)	100.4	56.8(12.4kN/m)
5	185.2	46.9(16.2kN/m)	85.5	38.9(9.6kN/m)
6	165.4	72.5(16.3kN/m)	140.0	67.5(15.0kN/m)
Static	-	25.1	-	23.6

* means RAO(Response Amplitude Operators) of mean mooring load.

Table 2. Mooring tension on submersible fish cage in the three points mooring

Load case	Surface configuration		Submerged configuration	
	Maximum tension ¹ (kN)	Maximum tension ² (kN)	Maximum tension ¹ (kN)	Maximum tension ² (kN)
1	99.7	50.9	53.2	17.7
2	70.5	89.8	60.9	54.4
3	113.8	72.1	73.5	32.7
4	92.6	122.3	81.3	77.8
5	141.4	94.7	83.4	52.5
6	115.2	168.2	96.1	108.9