

파랑 및 흐름 중 부침식 가두리 시설의 운동 특성 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 3점)과 설치 수심(표층 및 일정 수심 침하)을 달리 하여 상하 동요(Heave), 전후 동요(Surge) 및 종 동요(Pitch)와 같은 그것의 운동 특성을 해석하였다.

재료 및 방법

본 연구에서 대상으로 한 부침식 가두리 시설은 Fig. 1에서와 같이 본체, 계류삭 및 계류 기초로 구성되며, 본체는 프레임과 우리 그물로 구성된다. 또한 본체는 그 형상이 8각형이고 전체 용적이 약 1800m³이며, Monitor float(지름 약 3.67m), Upper rim(지름 약 12m) 및 Lower rim(지름 약 7m)으로 구성된다. 그리고 본체에 설치되는 우리 그물에 사용된 그물감의 규격은 나일론 막대듭 그물감 Td 210×60(그물실의 지름 2.8mm)이고, 그물코의 크기는 60.6mm이다. 그리고 계류삭

은 1점 및 3점 계류로 구성되며, 계류삭의 길이는 1점 계류의 경우 대상 해역의 수심과 같고, 3점 계류의 경우 그것의 4배로 하였다.

본 연구에서는 고풍체인 트러스와 부이 등 구조 요소에 작용하는 유체력과 그물감에 작용하는 항력을 유한 요소법을 사용하여 변형 Morison식으로 계산하였다. 또한 파랑과 조류가 작용하는 상태에서 수치 계산을 수행하여 부침식 가두리 시설의 상하 동요, 전후 동요 및 종 동요와 같은 동적 특성을 계산하고, 조류의 영향에 따른 그들의 전달함수(RAO)를 구하였다. 한편, 해석 시 고려한 대상 해역의 수심은 50m이었고, 부침식 가두리 시설의 부설 수층은 각각 표층과 표층으로부터 15m 침하된 35m로 하였다. 또한 해석에 사용된 하중 조건은 Table 1과 같이 6가지로서 파고 및 주기가 각각 4, 6 및 8m와 10, 12 및 14초였으며, 유속은 0.5와 1.0m/s였다.

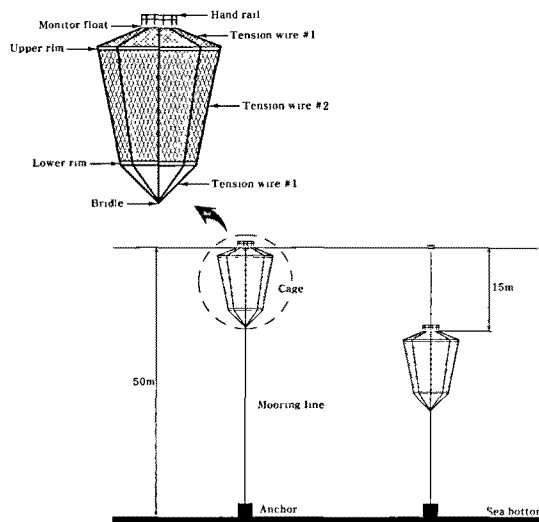


Fig. 1. Construction details of submersible fish cage.

Table 1. Wave and current parameters for each load case

Load case	Waves		Current (m/s)
	Height(m)	Period(sec)	
1	4	10	0.5
2	4	10	1.0
3	6	12	0.5
4	6	12	1.0
5	8	14	0.5
6	8	14	1.0

결과 및 요약

1점 계류 시 파랑 및 흐름이 작용하는 경우 부침식 가두리 시설의 운동 특성은 Fig.

2의 (a)에서와 같이 조류에 의해 가두리 시설이 뒤로 밀리는 현상이 발생하였으며, 이와 같은 현상은 조류의 속도가 0.5m/s에서 1.0m/s로 증가되면 더욱 크게 나타났다. 즉, 1점 계류된 가두리 시설에 파랑과 조류가 동시에 작용하면 먼저 조류에 의해 가두리 시설이 뒤로 완전히 밀린 상태에서 파랑에 의해 동적 운동을 반복하고 있었다. 이 경우 Table 2 및 3에서와 같이 가두리 시설의 전후 동요와 종 동요가 상하 동요보다 다소 크게 나타났으며, 설계 시 가장 중요한 요소인 상하 동요의 경우 35m 수층에 침하된 가두리가 표층 가두리에 비해 0.13~0.44배 작게 나타났다. 한편 3점 계류된 가두리 시설의 운동 특성은 Fig. 2의 (b)에서와 같이 1점 계류 상태의 운동과는 달리 조류가 작용하는 경우에도 계류삭의 영향으로 가두리 시설이 뒤로 전혀 밀리지 않은 채 반복 운동을 지속적으로 하고 있었다. 이 경우 Table 4에서와 같이 가두리 시설의 상하 동요 및 종 동요가 전후 동요에 비해 다소 우세하였으며, 상하 동요의 경우 35m 수층에 침하된 가두리 시설이 표층에 시설된 그것에 비해 0.38~0.8배 작게 나타났다. 또한 1점 계류와 3점 계류 시 파랑 및 조류에 의한 가두리 시설의 상하 동요는 3점 계류의 그것이 다소 크게 나타났는데, 그 이유는 1점 계류의 경우 앞에서 설명한 바와 같이 조류에 의해 가두리 시설이 뒤로 크게 밀렸기 때문이다. 이상의 결과들을 종합적으로 고려해 보면 부침식 가두리 시설의 계류 방식으로서는 1점 계류보다 3점 계류가 보다 더 적합한 것으로 사료된다. 또한 조류의 유무에 따른 가두리 시설의 운동 특성을 비교해 본 결과, 조류는 가두리 시설의 운동에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

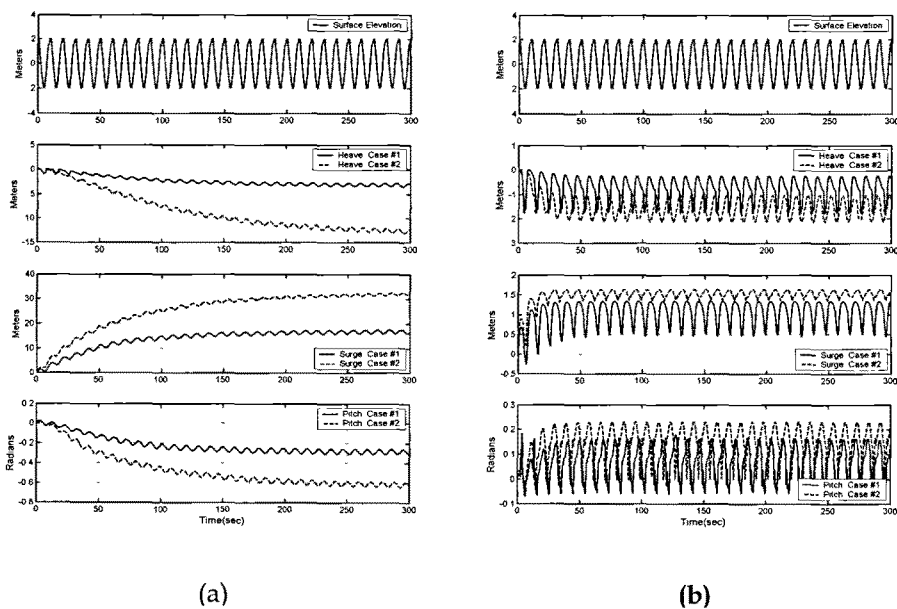


Fig. 2. Time series of motion response for submersible fish cage in the surface configuration for load case #1 and #2.
 (a) Single point mooring (b) Three point mooring

Table 2. Dynamic motions of submersible fish cage in the single point mooring

Load case	Surface configuration			Submerged configuration		
	Mean	Mean	Mean	Mean	Mean	Mean
	heave(m)	surge(m)	pitch(rad)	heave(m)	surge(m)	pitch(rad)
1	-3.13	16.71	-0.29	-1.71	10.57	-0.26
2	-12.47	31.78	-0.61	-8.67	22.59	-0.61
3	-4.29	19.30	-0.33	-2.28	12.10	-0.29
4	-13.63	33.05	-0.64	-9.39	23.42	-0.64
5	-5.33	21.19	-0.36	-3.04	13.75	-0.33
6	-15.05	34.38	-0.68	-10.21	24.24	-0.66

Table 3. RAOs for the submersible fish cage in the single point mooring with the influence of currents

Load case	Surface configuration			Submerged configuration		
	Heave	Surge	Pitch	Heave	Surge	Pitch
	(m/m)	(m/m)	(rad/rad)	(m/m)	(m/m)	(rad/rad)
1	0.16	0.37	0.34	0.09	0.25	0.34
2	0.22	0.25	0.34	0.15	0.18	0.34
3	0.20	0.35	0.39	0.13	0.29	0.39
4	0.26	0.27	0.46	0.22	0.22	0.46
5	0.25	0.35	0.44	0.18	0.31	0.44
6	0.31	0.27	0.59	0.27	0.24	0.59

Table 4. RAOs for the submersible fish cage in the three point mooring with the influence of currents

Load case	Surface configuration			Submerged configuration		
	Heave	Surge	Pitch	Heave	Surge	Pitch
	(m/m)	(m/m)	(rad/rad)	(m/m)	(m/m)	(rad/rad)
1	0.26	0.19	0.46	0.05	0.15	0.23
2	0.25	0.06	0.38	0.12	0.04	0.34
3	0.32	0.18	0.51	0.18	0.13	0.39
4	0.30	0.06	0.39	0.18	0.05	0.43
5	0.35	0.19	0.76	0.13	0.14	0.49
6	0.35	0.06	0.47	0.22	0.05	0.51