

구조강성변화에 따른 초대형 부유식 구조물의 유탄성 거동 해석

Hydroelastic analysis of Very Large Floating Structure considering structure stiffness

김진균* 이승정** 이승오*** 지광습****
Kim Jin Gyun Lee Seung Jung Lee Seung Oh Zi, Goangseup

Abstract

We analyzed behaviors of Very Large Floating Structures using hydroelastic analysis. This study is about behaviors of VLFS considering dimensionless stiffness parameter, S_s , researched by Lee and Newman, 2000. The hydroelastic effect of VLFS is significantly influenced by dimensionless stiffness parameter, S_s .

1. 서 론

인구의 조밀화와 사용가능한 토지의 감소로 연안과 공해에 대한 활용성이 점차 증대되고 있다. 이에 따라 부유식 항만, 공항, 방파제, 주거시설 등에 활용될 수 있는 대단위 부유구조물인 초대형 부유식 해상구조물(Very Large Floating Structures, VLFS)에 대한 관심이 증가하고 있다. 초대형 부유식 해상구조물은 파랑대비 구조물의 길이가 매우 크기 때문에 파랑의 간섭이 구조물에 영향을 크게 미친다. 따라서 기존의 강체 해석법이 아닌 새로운 해석 기법이 요구되며 유탄성 해석 기법(Hydroelastic analysis)이 개발되었다. 본 논문에서는 유탄성 해석 기법을 활용해 VLFS를 해석하였으며 구조물의 구조적 특성을 결정하는 주요변수인 무차원 구조강성계수(dimensionless stiffness parameter, S_s)에 따른 구조물의 거동변화를 검토하였다. S_s 는 식 (1)과 같이 표현된다(Lee 와 Newman, 2000).

$$S_s = EI/\rho g L^5 \quad (1)$$

여기서 E 는 탄성계수, I 는 단면이차모멘트, ρ 는 단위중량, g 는 중력가속도, L 은 구조물의 길이를 말한다.

* 고려대학교 석사과정, 학생회원

** 고려대학교 석박사통합석사과정, 학생회원

*** 홍익대학교 조교수, 비회원

**** 고려대학교 부교수, 정회원

2. 본 문

2.1 해석대상구조물 개요

해석대상구조물은 길이-폭-깊이가 각각 100m-10m-2m인 구조물로 길이와 폭의 비가 10:1인 폰 튜브형 부유체이다. 무차원구조강성계수의 변화 외의 다른 환경인자들을 제거하기 위해 수심의 경우 무한수심으로 고려하였으며, 흘수 역시 0.5m로 고정하여 해석을 수행하였다. Fig 1, Table 1은 해석대상구조물의 개요와 재원을 표기하였다. 지광습 등(2008)은 본 해석대상구조물의 수렴성과 요소망의 적절성을 검토하였다.

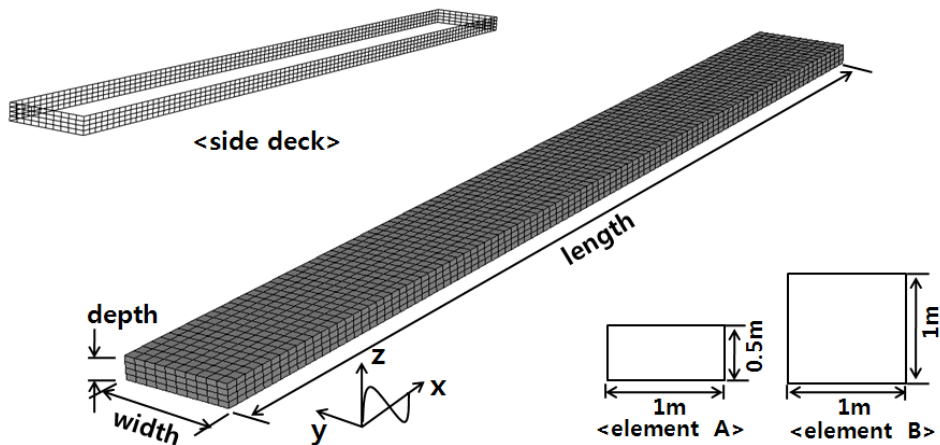


Fig 1. 해석대상구조물 개요

Table 1 해석대상구조물의 재원

구 분	값	구 분	값
절점수	2882개	판두께	0.05m
요소수	2880개	굽힘두께	0.25m
수심	5000m	흘수	0.5m

2.2 해석결과

VLFS의 구조강성계수에 따른 유탄성 해석 수행 결과는 Fig 2, Fig 3와 같다. 해석결과로 제시한 길이방향 최대응력은 단위 진폭에 대한 응답진폭함수(Response Amplitude Operators, RAOs)로 표현되며, 파랑의 입사각과 파랑주기, 구조강성계수에 크게 영향을 받는 것을 확인할 수 있다. 특히 무차원 구조강성계수 S_s 가 증가할수록 발생가능한 최대응력의 응답진폭값이 증가하는 것을 확인할 수 있다(Fig 2). 또한 6자유도 거동 중 Z축 방향 변위 및 회전을 의미하는 heave와 Yaw는 각각 S_s 가 증가할수록 감소한다(Fig 3). 이는 구조강성계수의 증가가 구조물의 강성을 증가시켜 변위거동에 영향을 미치기 때문인 것으로 판단된다. 일반적으로 S_s 가 $10^{-6} < S_s < 10^{-2}$ 의 범위에 있을 경우 구조물의 연성거동을 주요하게 고려한다(Lee 와 Newman, 2000).

세장비 : 길이:폭=10:1
수심 : 무한수심
흘수 : 0.5m

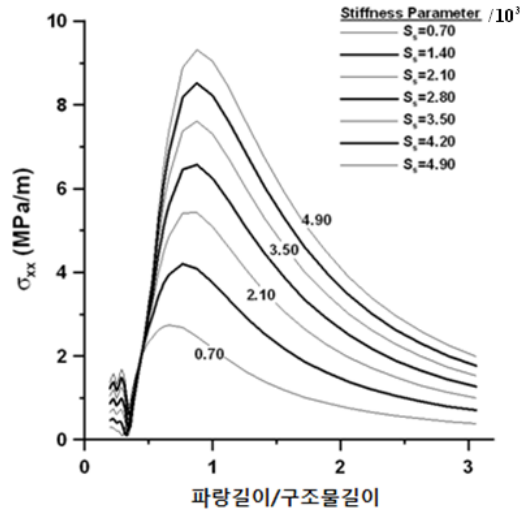
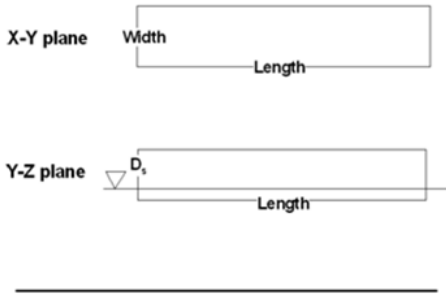


Fig 2. 무차원구조강성계수 변화에 따른 최대 길이방향 응력의 응답진폭함수 (입사각 0°)

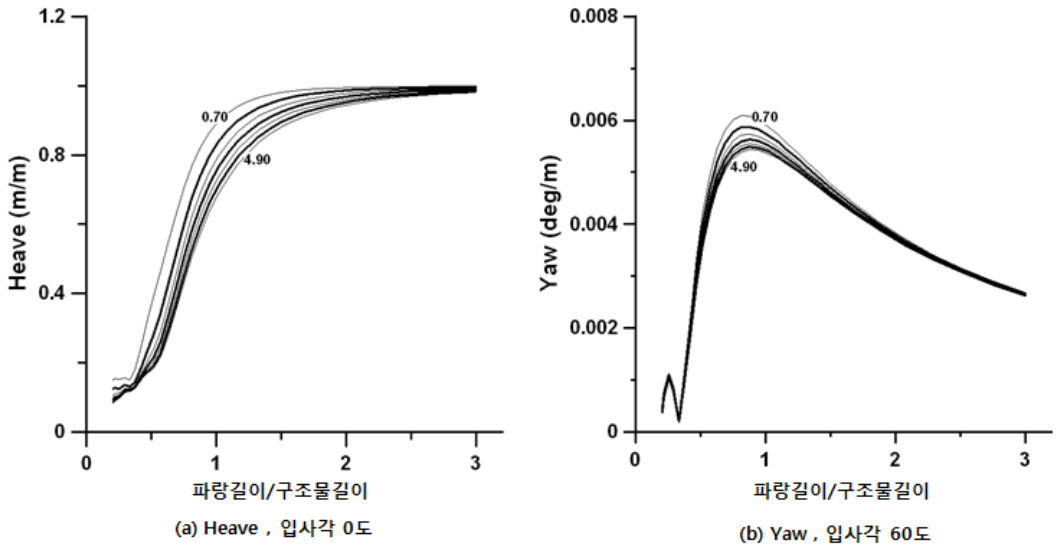


Fig 3. 무차원구조강성계수 변화에 따른 6자유도 변화

3. 결론

본 연구에서는 VLFS의 유탄성 해석 기법을 이용해 구조강성변화에 따른 VLFS의 거동을 해석하였다.

1. 초대형 부유식 해상구조물의 거동은 연성거동으로 이를 해석하기 위해서는 유탄성 해석 기법이 요구된다.
2. 무차원 구조강성계수 S_s 는 파랑주기, 파랑입사각 등과 더불어 VLFS의 거동에 주요한 영향인자로 작용한다.
3. S_s 가 커질수록 발생가능한 최대응력의 응답진폭값은 증가하고 반대로 6DOF는 감소하는 경향이 있다.

참고문헌

1. 지광습, 이승오, 김진균, 이필승, 이승정. (2008), 초대형 부유식 해상구조물의 유탄성 거동 분석, 2008년도 정기 학술대회 논문집, 대한토목학회, pp. 1123 ~ 1127
2. Lee, C. -H., Newman, J. N. (2000), An Assessment of Hydroelasticity for Very Large Hinged Vessels, Journal of Fluids and Structures (2000) 14, pp. 957 ~ 970
3. Riggs, H. R., Niimi, K. M., Huang, L. L. (2007), Two Benchmark Problems for Three-Dimensional, Linear Hydroelasticity, Journal of Offshore Mechanics and Arctic Engineering, Vol. 129 pp.149 ~ 157