

FRP 구조물의 공기중 및 수중 진동실험 고찰

Consideration of modal test of composite structure in the air and water

강명환* · 서영수* · 신구균* · 전재진†

Myungwhan Kang, Youngsoo Seo, Ku-kyun Shin and Jaejin Jeon

1. 서 론

수중에서 적, 또는 물체나 상대 음향신호를 탐지하기 위해 사용되는 소나는 음향 에너지를 수중에 방사하거나 목표물로부터 전달되어오는 음향 신호를 수신, 분석하기 위하여 수많은 하이드로폰 어레이로 구성된 음향 센서부를 함정의 외부에 설치한다. 이 음향 센서부를 외부 유체 유동에 의한 유체소음을 감소 및 차단하고 외부 해양 환경과 함 운항에 의한 다양한 하중으로부터 음향 센서부를 보호하기 위하여 소나돔을 설치하게 된다. 소나돔은 이러한 구조적 성능과 음향적 성능을 만족하기 위해 Fiber Reinforce Polymer(FRP) 재질의 복합재료를 많이 사용하고 있다.

본 논문에서는 소나돔에 사용되는 FRP 복합재료의 동적 특성을 알아보기 위해, 공기중과 수중 진동 모드 실험을 실시하였다. 또한 ABAQUS과 NASTRAN을 이용한 상용 유한요소해석 프로그램으로 접수모드 해석과 실제 실험과 비교와 고찰하였다.

2. 모드 실험

2.1 공기중 및 수중 진동 실험

공기중 진동모드 실험은 FRP 구조물이 선체에 고정 되었을 때와 같은 조건으로 만들기 위해 FRP 구조물 상부면을 강판 프레임으로 조립하였다. FRP



Fig. 1 Modal test of FRP structure in water

구조물 전체를 시험대상체 설치구조물의 영향을 최소화하기 위하여 FRP 구조물을 대형 크레인으로 일정 거리만큼 늘어뜨린 로프를 사용하여 지면과 이격시켜 실험을 하였다.

수중 진동모드 실험 또한 Fig. 1과 같이 공기중 진동모드 실험과 동일한 실험조건으로 수중에서 실험을 실시하였다.

구조물의 네 개의 지점에 가속도계 센서를 고정하고 401 개의 가진점을 순차적으로 변경하면서 실험하는 Roving Hammer 방법으로 주파수응답특성(Frequency Response Function)을 측정하였다. 사용된 장비는 LMS SCADAS mobile05이고 소프트웨어는 LMS Test Lab.을 사용하였다. 공기중 및 수중 진동모드 실험은 동일한 센서 위치에서 동일한 방법으로 실시하였다.

Table 1 Spec. of FRP Structure

기계적물성치	내 용
Tensile Modulus	62 GPa
Density	1500 kg/m ³
Poisson's Ratio	0.05
Thickness	17mm

† 교신저자; 정회원, 국방과학연구소

E-mail : jjj@add.re.kr

Tel : 055-540-6300, Fax : 055-540-3737

* 국방과학연구소

2.2 진동모드 실험과 해석 비교 및 고찰

진동 모드실험의 비교와 검토를 위해 ABAQUS과 NASTRAN을 이용한 상용 유한요소해석 프로그램으로 진동모드 해석을 하였다. FRP 구조물의 기계적 물성치는 Table 1과 같다. 공기중 및 수중 진동모드 해석을 위해 ABAQUS Ver. 6-8을 이용하여 구조물 주위의 물을 음향 격자로 생성하여 구조-음향 모드 해석을 하였고, NASTRAN의 mfluid 명령어를 이용하여 접수 진동모드 해석을 하였다.

Table 2와 Table 3은 공기중 및 수중 진동모드 해석결과와 실험 결과를 비교한 표이다. 여기서 상용코드를 이용한 해석결과는 시험환경조건으로 발생된 강제 진동모드를 제외한 결과이다. 수중 1차 진동모드 형상은 Fig. 2와 같이 구조물 하부의 상하진동 모드이고, 수중 2차 진동모드는 Fig. 3과 같은 구조물 좌우의 스윙 모드이다. 동일 조건인 경우에 표면 경계 조건의 변화에 의해 수중에서 발생하는 첫 번째 모드의 주파수가 낮아지는 것을 알 수 있다.

Table 2 Comparison of modal frequency in the air

NASTRAN(Hz)	ABAQUS(Hz)	실험값(Hz)
98.4	97.9	92.4
130.3	129.3	125.6
151.1	149.3	153.8
163.2	161.4	164.0
169.0	168.2	-
173.0	170.4	-
188.4	187.4	184.3

Table 3 Comparison of modal frequency in the water

NASTRAN(Hz)	ABAQUS(Hz)	실험값(Hz)
38.8	27.9	33.2
43.4	29.6	38
47.5	33.9	41.8
54.6	36.9	48.0
65.2	41.1	61.0
66.6	44.5	69.2

3. 결 론

소나돔에 사용되는 FRP 복합재료의 재질의 동적 특성을 알아보기 위해, 공기중과 수중에서 진동모드 실험을 수행하였고 상용코드를 이용한 해석과 비교와 고찰하였다.

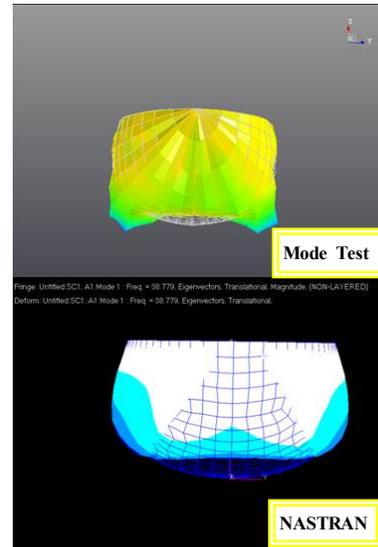


Fig. 2 1st mode shape in water

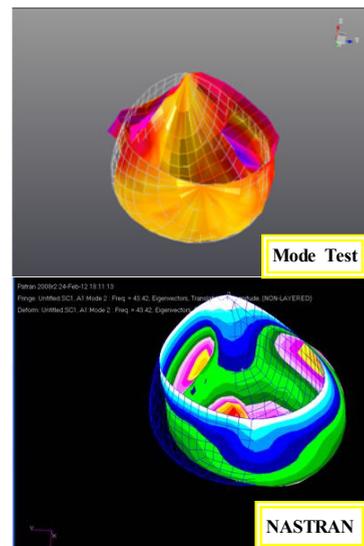


Fig. 3 2nd mode shape in water