

# 비선형성을 고려한 수중 구조물의 충격해석에 관한 연구 Study on the Impact Analysis of the submerged structure with non-linearit

\*나재봉<sup>1</sup>, #김재실<sup>1</sup>, 이원창<sup>2</sup>, 최현오<sup>3</sup>

\*J. B. Na<sup>1</sup>, #C. S. Kim<sup>1</sup>(kimcs@changwon.ac.kr), W. C. Lee<sup>2</sup>, H. O. Choi<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>창원대학교 기계공학과, <sup>2</sup>창원대학교 메카트로닉스 공학부, <sup>3</sup>한국기계연구원

Key words : LS-Dyna,, Impact, Mode shape, Flexible, Non-Linear

## 1. 서론

최근 선박에 장착되는 구조물의 안정성 관련하여 국내 및 국제 규격의 강화 추세와 내충격성이 높은 선박 건조가 요구되고 있다. 국외에서는 국방과 관련하여 수중폭발 공격에 대비한 함정용 장비에 대한 내충격성 향상에 대한 연구를 진행하였으며, 국내에서는 1980년대 처음 충격해석을 통하여 함정 및 선박의 수중 구조물 장비의 충격 성능 평가를 하였다.

Fig.1은 실선에 대한 충격 실험을 하는 장면으로써 실험 여건 상 할 수 없는 실험이고 또한 대형 구조물의 경우 충격시험기를 이용한 실험적인 방법에도 장비의 부족으로 인해 상당한 어려움이 있기 때문에 수치해석적 기법을 이용한 수중폭발에 의한 충격하중을 산정하고 선체 거동 Whipping응답해석 및 3차원 충격응답해석을 통하여 내충격 안정성을 평가 하였다.



Fig.1 수중폭발에 의한 실선 충격실험 예

최근에 급속한 컴퓨터의 발전으로 대용량 수치해석적인 방법을 이용한 사례들이 늘어나고 있다. 이 연구에서는 LS\_Dyna 및 MSC/ADAMS 등의 고도의 시뮬레이션 도구들이 개발이 됨에 따라 다양한 분야의 내충격 실험과 동등한 유용성을 갖는 내충격 응답해석 해석을 통한 대상 구조물의 다양한 동적거동 특성을 결과를 요약하였다. 또한 충격해석 시 재료의 비선형성을 포함한 해석을 수행함에 따라 보다 정확한 결과를 도출 하였다.

## 2. 구조물의 비선형성 재료 물성치

본 연구에서는 선박에 장착되는 수중 구조물중에 CARG DOOR에 대해서 충격 해석을 위해서 재료의 물성치를 조사하였다. Table.1에 재료에 대한 물성치를 나타내었다. Fig.2은 실제 재료의 stress-strain Curve를 나타내고 있다. 이를 통하여 재료의 비선형성을 고려한 충격 해석을 실시 하였다.

Table. 1 Material Properties

	SS400	비고
Density (kg/m3)	7850	
Young's Modulus (GPa)	200	
Poisson's Ratio	0.285	
Yield Stress (MPa)	230	
Ultimated Stress(Mpa)	310	

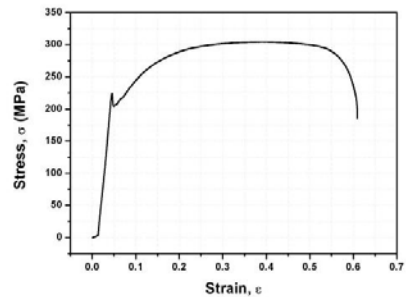


Fig.2 Stress-Strain Curve for ss400

## 3. LS-Dyna를 이용한 이용한 내충격 평가 방법

LS\_Dyna는 Explicit Method를 이용하여 재료의 거동을 해석한다. Explicit 해석은 매우 작은 Step size를 가지기 때문에 아주 짧은 시간내의 과도해석을 수행할 때 유용한 방법이다. 본 연구는 ANSYS 10.0 LS-DYNA을 이용하여 해석을 수행하였다. 해석의 수행방법은 400 lbs(181 Kg)의 무게로 5 feet(1.524 m)의 높이에서 낙하하여 DOOR 중심부를 타격하여 이 때 발생하는 응력분포를 계산하는 방식을 이용하였다. Fig. 3는 DOOR의 2차원 도면을 나타내고 있고, 본 해석은 CARG DOOR에 대한 상태 중 동적 해석상 가장 취약하다고 판단되는 SIDE면에 대한 충격 해석을 수행하였다.

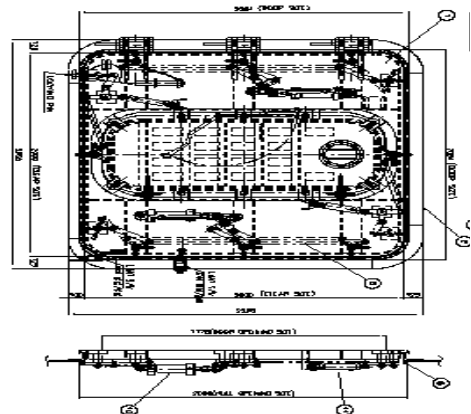


Fig. 3 Drawing of the CARG DOOR

FE\_Model을 구성하기 위하여 Table.2 와 같이 Element Type을 선정하였고, Hammer의 역할을 하는 Solid는 coarse한 mesh를 하였고 대상 구조물은 세밀한 mesh를 통하여 정확한 결과를 도출하고자 하였다. Fig. 4는 구조물의 FE\_Model을 나타내고 있다.

Table.2 Element inform.

Element Type	Node Num.	Element Num.
SHELL 163	12997	13088
SOLID 164	125	64

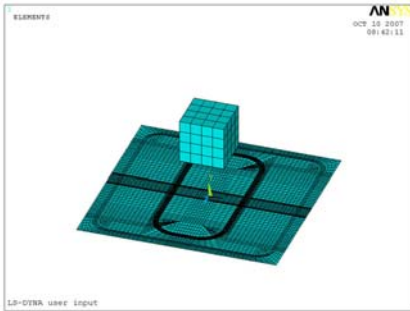


Fig. 4 FE Model of the CARG DOOR

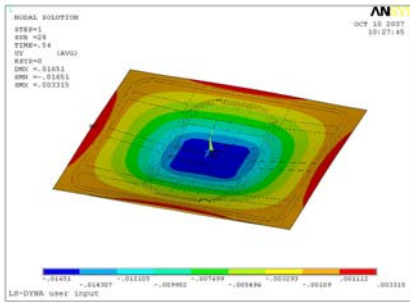


Fig. 5 Result of Displacement

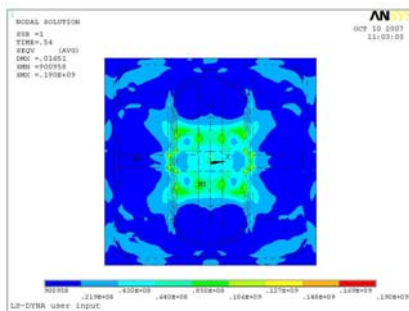


Fig. 6 Result of Stress

Fig.5,6에서 해석의 결과를 가시화 하여 보여주고 있으며, 충격 해석에 가장 취약하다고 판단되는 부분의 모델링하여 시뮬레이션 한 결과 Von-mises 응력으로 평가를 하였고, Stress Max는 CARG DOOR의 Center의 중앙에서 발생하였으며 190MPa 이었고, 또한 Displacement Max는 3.8 mm 로 발생하였다.

SS400의 Yield Stress 인 230 MPa 보다 낮으므로 CARG DOOR의 잠재적인 위험인 Side방향으로의 충격하중에 작용하는 응력을 검토한 결과 모든 부위에서 허용응력 조건을 만족하고 있으므로, 충격하중에 의한 구조적 손상가능성은 없으며, CARG DOOR는 충격조건에서 안정하다고 판단된다.

4. 구조물의 거동에 관한 평가

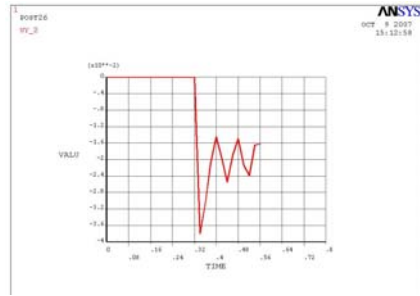


Fig.7 Graph of y-displacement

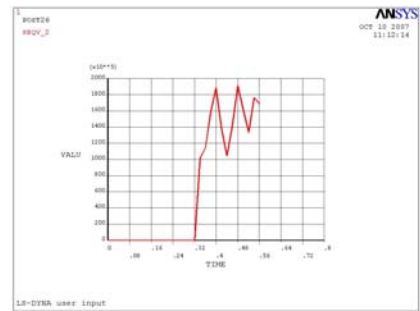


Fig.8 Graph of stress

Fig. 7,8에서는 충격하중을 받을 때 구조물의 변위와 응력의 변화량을 볼 수가 있다. 변위는 충격순간 처짐 이후 일정한 처짐을 반복하고 있음을 관찰할 수 있고, 응력의 경우는 반복적인 하중을 받음을 알 수가 있다.

. 결론

선박에 장착되는 수중구조물인 CARG DOOR는 수중폭발이나 충격에 대한 안정성을 평가하고자 하였다. 본 연구에서는 내충격 성능 평가방법으로 유한요소법인 LS\_Dyna를 이용하는 평가 방법을 제시하였다.

Table. 3 Comparison of Results

Program	Max Stress	Max Dis.
ANSYS(LS-Dyna)	190 (MPa)	3.8 (mm)

후기

본 연구는 산업자원부 지방기술혁신 사업 [RTI04-01-03] 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

- 1) 정정훈, “함정용 탑재 장비의 내충격 성능 평가,” 한국소음진동공학회지, Vol.8/No.1, pp21~28,1998
- 2) 김극수, 최수현, 손성완, “NASTRAN을 이용한 수중폭발에 의한 함정의 내충격 해석,” Daewoo heavy Industries Ltd.
- 3) 나재봉, 김재실, 이원창, 최현오, “수중구조물의 해석을 통한 충격안정성에 대한연구,” 한국정밀공학회 춘계논문집, 2007