

BV043을 이용한 대용량 추진모터의 구조안전성 해석

Structural Safety Analysis of Propulsion Motors by BV043

배성욱* · 홍진숙† · 정의봉** · 김진***

Sung-Wook Bae, Chin-suk Hong, Weui-Bong Jeong and Jin Kim

1. 서 론

합정에 탑재된 추진모터의 경우 합정의 생존과 밀접한 관계를 가지므로 수중폭발 등에 의한 충격이나 선체진동이 발생하여도 성능저하나 파손이 발생하지 않도록 할 필요가 있다. 내충격 성능을 평가하기 위한 여러 가지 방법 중 수중폭발 실험은 비용이나 규모면에서 수행하기 힘든 점뿐 아니라 합정의 설계단계에서는 수행할 수 없는 단점이 있다. 따라서 설계단계에서 추진모터의 진동특성 및 강도특성을 예측할 수 있는 M&S기반의 해석기술이 필요하다. 이와 같은 M&S기반의 해석 절차로는 독일 해군에서 제시한 BV043과 미국 NRL에서 제시한 DDAM등이 있다.

본 연구에서는 독일 해군의 BV043을 이용한 충격해석을 통해 대용량 추진모터의 응력을 분포를 확인하여 보고 구조안전성을 평가함으로써 설비의 내충격성능을 파악해 보자 한다.

2. BV043 및 해석절차

BV043은 독일 해군의 합정의 내충격성능과 관련한 규격으로 내충격성능을 검증하는 방법들 중 실험을 우선시 하고 있으나 설비의 크기, 비용, 무게과다 등의 제약이 있을 경우 해석을 통한 검증을 대체할 수 있도록 하고 있다.

충격파에 노출된 장비의 내충격해석을 위해서 BV043에서는 Fig.2.에서와 같이 충격응답스펙트럼을 이용한다. 이 충격스펙트럼은 장비의 받침대에서 허용하는 최대 충격치로 간주되며 이에 등가인 Fig.3.4의 사인웨이브 또는 삼각형 패턴 등의 시간영역 가속도값으로 충격량을 정의한다. Fig.3.4의 세부값들은 각각 식(1),(2)을 이용하며 a_0, v_0, d_0 등은 Fig.2의 충격응답스펙트럼의 값을 사용한다. 이 가속도값을 설비바닥의 경계부에 부가하여 실제시험과 동일하게 시뮬레이션하는 방법으로 내충격성을 해석하도록 하고 있다.

† 교신저자; 울산과학기술대학교 디지털기계학부
E-mail : cshong@uc.ac.kr
Tel : (052) 279-3134, Fax : (052) 279-3137

* 부산대학교 대학원 기계공학부
** 부산대학교 기계공학부
*** 효성중공업 연구소

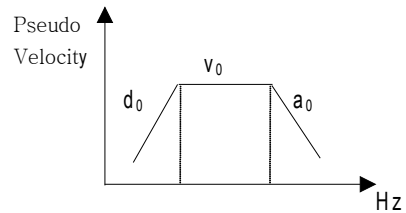


Fig.2. Shock Response Spectrum

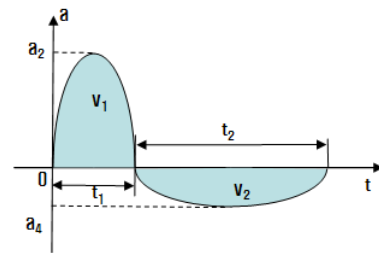


Fig.3 Double sine wave Acceleration Pattern

$$\begin{aligned}
 a_2 &= 0.5a_0 \\
 t_1 &= \frac{\pi v_1}{2a_2} \\
 v_1 &= \frac{2}{3}v_0 = v_2 \\
 a_4 &= -\frac{\pi v_1}{2t_2} \\
 t_2 &= \frac{2d_0}{v_1} - t_1 \\
 a(t) &= A \sin\left(\frac{t-t_0}{t_p}\pi\right)
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

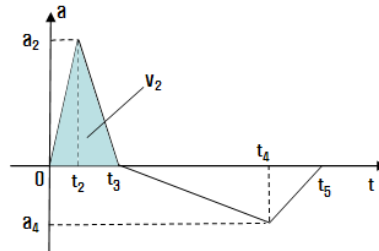


Fig.4 Triangular wave Acceleration Pattern

$$\begin{aligned}
 a_2 &= 0.6a_0 \\
 v_2 &= \frac{3}{4}v_0 \\
 t_3 &= 2v_2/a_2 \\
 (t_5 - t_3) &= \frac{6d_0 \times 1.05 - 1.6a_2t_3^2}{1.6a_2t_3} \\
 a_4 &= -a_2t_3/(t_5 - t_3) \\
 t_4 &= t_3 + 0.6(t_5 - t_3)
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

3. 내충격 해석

3.1 유한요소 해석을 위한 전처리

추진전동기 구조는 Fig. 4에서 보인 바와 같이 유한요소 (TETRA10)로 모델링하였다. 구성품의 물성치는 Table 1에서 보인 바와 같다. 충격이 입력되는 Interface들을 RBE2를 이용하여 충격점에 연결하고 충격점에 해당 충격량을 입력하는 방법을 사용하였다. 각 방향별 충격값은 Fig. 5의 (a) 및 (b)와 같이 입력하였다. 가속도 값으로 표시된 충격량을 모델링하기 위해 Large mass method를 사용하였다.

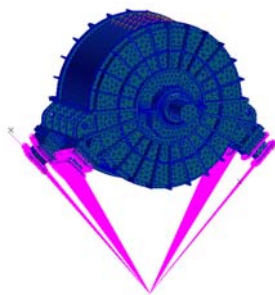
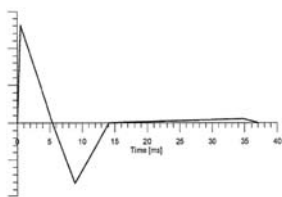
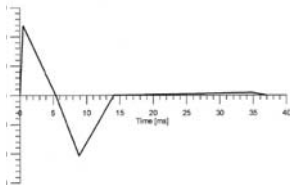


Fig.4 FEM Model



(a) Longitudinal Shock Input

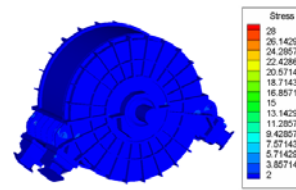


(b) Tangential & Radial Shock Input
Fig.5 Shock Input

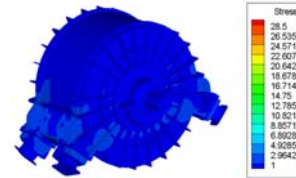
Table.1 Material Properties

	SS400	비고
Density (Kg/m ³)	7865	
Young's Modulus (GPa)	205	
Poisson's Ratio	0.29	
Yield Stress (MPa)	230	
Ultimated Stress (MPa)	415	

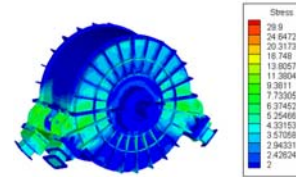
3.2 해석 결과



(a) Longitudinal Shock Input



(b) Tangential Shock Input



(c) Radial Shock Input

Fig.6 Distribution of Von-Mises Stress

Fig.5의 (a), (b) 및 (c)는 각각 길이방향, 수평방향 및 반경방향 충격입력에 따라 발생한 Von-mises 응력값을 가시화 한 것으로 0초에서 1초까지 발생한 응력값 중 요소별 최대 발생응력을 확인하였다. 최대응력은 반경방향에서 발생하였으며 29.9 MPa이 발생하였음을 확인 할 수 있다.

4. 결 론

BV043을 이용한 대용량 추진모터의 내충격해석 결과 추진모터의 최대응력이 재료의 항복응력을 초과하지 않으므로 추진모터에 치명적인 파손이나 파단이 발생되지 않으며 추진모터는 내충격설계 기준을 만족한다고 판단된다.

후 기

본 연구는 효성중공업 위탁과제사업으로 수행된 연구결과이며, 이에 관계자 여러분께 감사드립니다.