

축계 동특성 해석프로그램 개발

Development of A Computer Program for Shaft System Dynamic Characteristic Analysis

최병근 †, 이정훈*, 김병옥**, 공영모**, 박준호**
Byeong-Geun Choi†, Jeong-Hoon Lee*, Byeong-Ok Kim* Yeong-Mo Gong*,
and Jun-Ho Park**

1. 서론

선박의 추진축계에서 발생한 진동문제는 선박의 수명과 근무하는 선원들의 피로도와 관련되어 중요한 문제이다. 근래의 해상수송환경 및 선박작업환경의 변화로 인하여 관련선박의 대형화가 이루어지고 있다. 이러한 선박의 경우 기존의 사용되는 엔진보다 고회력이 요구된다. 이로 인하여 프로펠러의 피치 및 익수, 추진기의 중량이 증가하게 되었다.

주요 진동문제로서 횡진동과 종진동 그리고 비틀림진동, 휘돌림진동이 있으며, 설계 시에 고려해야 될 중요한 항목이다.

이런 문제 외에도 축계 베어링에서도 발생하는 문제도 다수 있는 추세이다. 일반적으로 추진축의 선미베어링의 경우, 설계기준으로 평균압력을 가지고 있으나, 베어링의 경우 길이가 길기 때문에 국부적으로 높은 압력이 부하 될 수 있기에 고장의 원인을 분석해야 한다.

본 논문에서는 개발한 프로그램을 이용하여 선박 축계의 베어링 강성에 따른 동 특성의 변화를 예측하여 축계 설계에 대한 방향을 제시하고자 한다.

2. 연구모델적용

2.1 프로그램의 구성

† 교신저자; 최병근, 국립경상대학교 에너지기계공학과
E-mail : bgchoi@gnu.ac.kr
Tel : 055-772-9110, Fax :055-772-9119
* 국립경상대학교 대학원 에너지기계공학과
** DSME 진동소음 R&D

개발한 프로그램은 2D 유한요소모델을 사용하여 선박 축계의 동특성을 해석하는 프로그램이며, 3D 유한요소 프로그램보다, 적은 요소수와 해석시간 측면에서 장점을 가지고 있다. 프로그램의 구성은 Fig.1과 같이 구성되어 있으며, 동특성 분석을 하기 위한 항목으로 정적해석과, 캠벨선도, 위험속도 선도 및 불평형 응답 등의 수치해석이 가능하다.

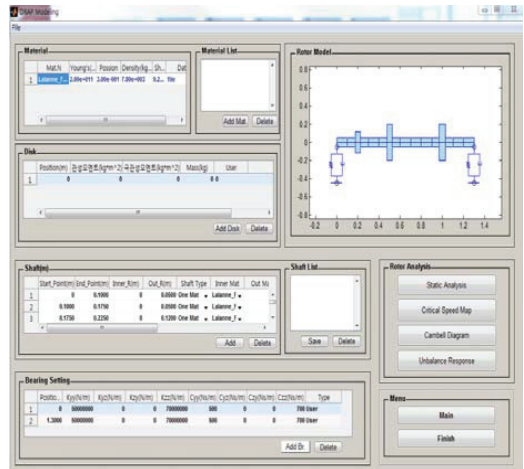


Fig. 1 Program Main Menu

2.2 검증 모델

개발한 프로그램의 신뢰성을 확보하기 위하여, 회전체 동특성 분석의 증명된 모델인 'Lalanne & Ferraris'를 사용하였다.⁽²⁾해석 모델은 Fig.1에 나타난 것처럼 하나의 축계로 구성되어 있으며, 3개의 디스크 형상의 구조이다.⁽³⁾

베어링의 경우 축의 양끝에 위치하였으며, 적용된 강성 값이 각 방향에 따라 다른 것으로 보아 이방성 베어링을 적용한 것을 확인할 수 있다.

Table 1 Model Data

Disk Element	D1	D2	D3
Thickness	0.05m	0.05m	0.06m
Inner Diameter	0.05m	0.05m	0.05m
Outer Diameter	0.12m	0.20m	0.20m
Shaft Element	Length	L1=0.2m, L2=0.3m, L3=0.5m, L4=0.3m	
	Diameter	Ri=0.05m(Uniform Shaft)	
Bearing Element Dynamic Modulus	$K_{xx}=50\text{MN/m}$, $K_{yy}=70\text{MN/m}$, $K_{xy}=K_{yx}=0$, $C_{xx}=0.5\text{kN}\cdot\text{s/m}$, $C_{yy}=0.7\text{kN}\cdot\text{s/m}$, $C_{xy}=C_{yx}=0$		
Material	$E=200\text{GPa}$, $\text{Density}=7,800\text{kg/m}^3$, $\text{Poisson}=0.3$		

Table 2 Eigen values & compare the results

Number	3D	2D
1st	9.456 Hz	10.585 Hz
2nd	13.4947 Hz	14.677 Hz
3rd	16.7542 Hz	17.164 Hz
4th	19.7033 Hz	21.801 Hz

4. 결 론

본 연구에서는 개발한 프로그램과 기존의 검증된 'Lalanne & Ferraris' 모델을 비교해 본 결과 근사한 답을 이끌어내는 것을 확인하였다. 실제 사용되는 선박 축계모델을 사용하여 상용프로그램과 개발 프로그램의 고유치 해석을 수행한 결과 5%이내로서, 신뢰성을 확인하였다.

후 기

본 논문은 DSME 연구용역 및 해양플랜트용 water injection 시스템 개발의 지원으로 진행되었습니다. 관계자 여러분께 감사합니다.

참 고 문 헌

- (1) Kim, Y.H., Cho, O.S., 2001, The Sensitivity Analysis of Coupled Axial and Torsional Undamped Free Vibration of Ship Propulsion Shafting, Journal of the Society of Naval Architects of Korea, Vol. 38. No. 4. pp. 48-55.
- (2) Gu, D.S., Bae, Y.C., W, RLee, Kim, J.G., 2010, "Development of Rotor dynamics Program Based on the 2D Finite Element Method for Flywheel Energy Storage System", Trans. of the KSME (A), Vol. 34, No. 11, pp. 1757~1763.
- (3) Yang, B.S., M. Lalanne, G, Ferraris, 1996, "Prediction of vibration of rotating machinery", BKNU Mechanics lab
- (4) Yang, B.S., 2002, The Vibration of Rotating Machine, Inter Vision Inc., pp. 510~519.

2.3 Critical Speed Map

Fig.2는 위험 속도 선도는 강성 변화에 따른 고유치 변화에 대한 정보를 제공하는 그림으로서, 참고 논문의 'Lalanne & Ferraris' 모델 결과값과 개발한 프로그램의 결과값을 비교하여 나타내었다.⁽²⁾

결과를 비교 해본 결과 참고문헌⁽⁴⁾에 나와있는 것과 근사한 결과를 얻을 수 있었다.

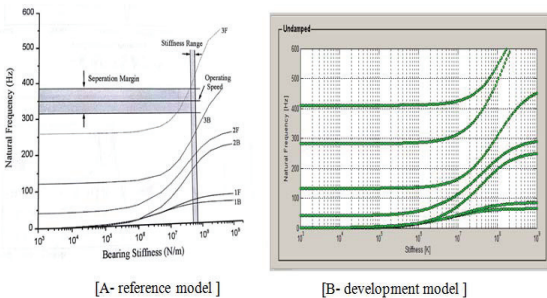


Fig. 2 Critical Speed Map

3. 2D와 3D의 해석결과 비교

개발프로그램(2D)와 상용프로그램(3D)과 고유치 해석을 비교하여 개발프로그램의 신뢰성을 확보하고자 결과비교를 수행 하였으며, Table 1에 표시하였다. 두 해석간의 오차가 5% 이내로 개발프로그램의 신뢰성을 확인하였으며, 해석결과비교는 방향성을 고려하여 유사한 모드로 비교하였다.