

RK4 회전체 시스템의 이상상태 모델링 및 검증

Abnormal Condition Modeling and Validation of RK4 Multi Axis Rotor System

권기범[‡] · 한정삼[†] · 전병철 · 정준하 · 윤병동^{*}

Jeong Sam Han, Ki Beom Kwon, ByungChul Jeon, Joonha Jung and Byeng D. Youn

Key Words : Rotordynamic Analysis(축계진동해석), Finite Element Method(유한요소법).

ABSTRACT

In this paper, the finite element modeling of the RK4 rotor kit system (RK4) and then transient analysis, and was compared with the actual experimental results. RK4 manufactured by General Electric for the purpose of education and research. It is modeled by using the ANSYS finite element analysis program commercially available. Considering the rotor abnormal conditions(disc unbalance and shaft rubbing) and the vibration response of the analytical model were compared with experimental results.

회전체 시스템의 이상징후 감시기법 개발을 목표로, 회전체에서 자주 발생하는 몇 가지 파손메커니즘을 실험모델과 해석모델에서 각기 구현하고 상호 비교 분석하여 진단알고리즘 개발 시 해석모델을 활용하고자 본 연구를 수행하였다.

2. 회전체 유한요소모델링

Fig.1은 GE(General Electric)사의 교육 및 연구용 장비인 RK4 rotor kit 회전체 시스템으로 본 연구에서는 상용 유한요소해석 프로그램인 ANSYS를 사용하여 회전체 해석모델을 생성하였으며, 사용된 요소 종류로는 BEAM188, MASS21, COMBIN14, COMBI214, CONTA178 등이 있다.(Fig. 2)

3. 이상상태 모델링

3.1 디스크 불평형

Fig. 3은 축에 장착된 디스크(Ø150 × Thk 25.4 [mm])로 불평형 질량의 삽입이 용이하게 제작되었다. 디스크의 불평형력은 삽입된 불평형량 질량과 축 중심으로부터의 편심량 및 회전속도에 따라서 식 (1)과 같이 결정된다.

$$F_{unb} = mass_{unb} \times eccentricity \times \omega^2 \quad (1)$$

3.2 축 마찰

축의 마찰 조건은 CONTA178(3D)요소를 사용하여 축과 접촉이 발생하는 지점에 대해서 Node to Node Contact으로 모델링을 하였으며, 디스크 불평형력으로 인하여 축에 변위가 발생하여 접촉요소와 만나게 될 경우, 접촉요소를 투과하지 않도록 벌칙강성(penalty stiffness)을 부여하여 축의 마찰 조건을 구현하였다.

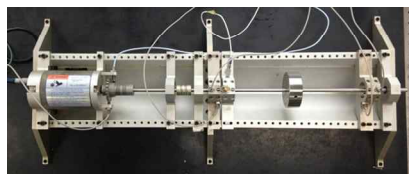


Fig.1 Configuration of RK4 rotor kit system

[†] 교신저자; 정희원, 안동대학교 기계설계공학과
E-mail : jshan@anu.ac.kr

Tel : 054-820-6218, Fax : 054-820-5167

[‡] 발표자; 안동대학교 기계설계공학과

^{*} 서울대학교 기계항공공학부

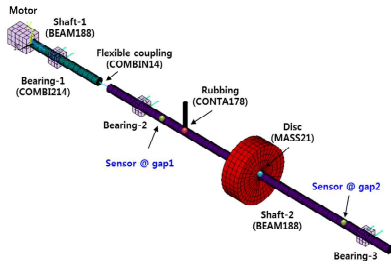


Fig. 2 FEM model of RK4 rotor kit system



Fig. 3 Shape of disc and unbalance mass

Table 1 Material properties

Part	Mass [g]	Density [kg/m ³]	Young's modulus[GPa]	Poisson's ratio
Shaft	Short	7820	199	0.3
	Long			
Disc	810.0	MASS21 (point mass elements)		
Coupling	29.7			

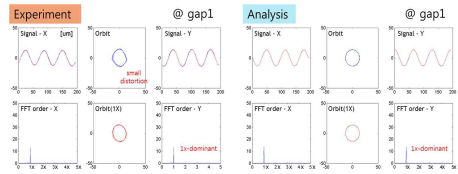
4. 과도 해석

Fig. 4는 축이 3,600rpm으로 회전시 정상 및 이상상태 조건을 적용한 실험과 해석모델 모두 동일지점인 Sensor @gap1에서 측정된 진동신호를 시간영역 및 주파수 영역에서 비교한 것으로 각 조건별로의 특징이 상당히 유사함을 확인 하였다.

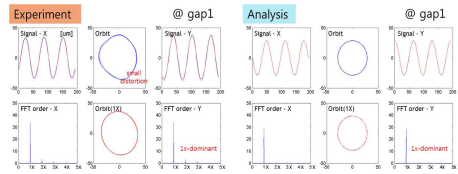
5. 결론

본 논문에서는 RK4 rotor kit에 대상으로 회전체에서 발생하는 이상상태를 실험과 해석모델에 각기 구현하였고, 축이 3,600rpm으로 정속 회전 시 발생하는 진동신호를 분석한 결과, 실험과 해석결과의 유사성이 확인되었다. 이 연구는 실제 실험이 불가능한 발전소 터빈과 같은 대형회전체 시스템의 이상상태 해석 시 적용할 수 있을 것으로 사료된다.

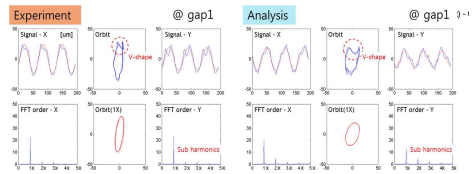
후 기



(a) Normal condition



(b) Abnormal condition - disc unbalance



(c) Abnormal condition - shaft rubbing

Fig. 4 Compare the vibrational response in the time and frequency domain

This research was supported by Energy Technology Development Program of Korea Institute of Energy Technology Evaluation and Planning (KETEP) grant funded by the Korea government's Ministry of Knowledge Economy (2012101010001C).

참 고 문 헌

- (1) Chen W. J. and Gunter E. J., 2001, Introduction to Dynamics of Rotor-Bearing Systems, Trafford Publishing, Ltd., Milton Keynes.
- (2) Lee J. M., Lee J. H., Ha J. M., Ahn B. H., Kim W. C., and Choi B. K., 2013, Analysis of Dynamic Characteristics of Water Injection Pump through the 2D Finite Element, Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering, Vol. 24, No. 6, pp. 462-469
- (3) ANSYS, 2007, ANSYS Theory Reference 11.0. SASIP, Inc