

저널 베어링 회전체 모사장치 설계 및 동특성 시험

Design and Test of Journal Bearing Rotor Simulation System

김연환† · 배용채* · 조철환* · 김동환*

Yeon-Whan Kim, Yong-Chae Bae, Cheol-Hwan Jo and Dong - Hwan Kim

1. 서 론

증기 터빈은 복잡한 구조와 특수한 운영 환경 때문에 결함률이 높고 영향이 크나 고장 대처에는 문제가 많다. 증기터빈의 대표적 진동은 언밸런스, 오정렬, 러빙 등의 결함이 80% 이상으로 빈도가 높은 증기터빈에서의 고장이다. 국내발전소 증기터빈 시스템에는 회전체 진동을 상시 감시하는 시스템이 설치되어 있어 전문가의 진단을 통하여 이상 진동을 규명하고 해결하고 있으나 현장 근무자가 사고 전 나타나는 각종 이상 징후를 인지하고 사전에 대처할 수는 없는 것이 현실이다. 대형 회전 기계에 적용하는 진동 신호기반 감시시스템은 설비의 고장 진단 시스템 개발에 있어 핵심적 기반 장치이나 자동으로 진단할 능력이 없으므로 갑작스러운 고장에 대한 운전원들의 대응은 제한적이다. 발전설비에 어떠한 결함이 존재할 때 사고 전 진동을 분석함으로써 이상 징후를 기계가 스스로 분석하고 판단하여 원인을 추정할 수 있는 이상 징후 진단 시스템이 필요하다. 고장 진단 시스템의 적용을 통하여 복잡한 증기 터빈 고장의 감시가 점점 자동적으로 운영되고 적기에 진단하게 함으로써 전력 산업의 안전 및 안정적인 작동을 보장할 수 있어야 한다. 그럼에도 현재의 감시시스템은 고장 및 과도현상에 관한 이력 DB를 축적하는 목적으로 운영되지 않고 있어 이상 징후 데이터의 확보와 패턴화가 불가능한 것이 현실이다. 따라서, 증기 터빈의 회전체 진동을 유발하는 저널 베어링 회전체의 축소 시스템을 제작하여 이상 진동을 시험에 의하여 인위적으로 추출할 필요가 있다.

본 연구에서는 발전소 대표적인 저널베어링 회전체를 축소 제작하고 실험에 적합한 구조로 설계를 보완한다.

2. 축소 저널베어링 회전체의 선정

2.1 축소 저널베어링의 구현

화력발전소의 증기터빈에서 사용하고 있는 틸팅 패드형과 타원형 저널베어링을 30mm 축 직경을 기준으로 설계하고 Fig 1과 같이 축소 제작하였다.

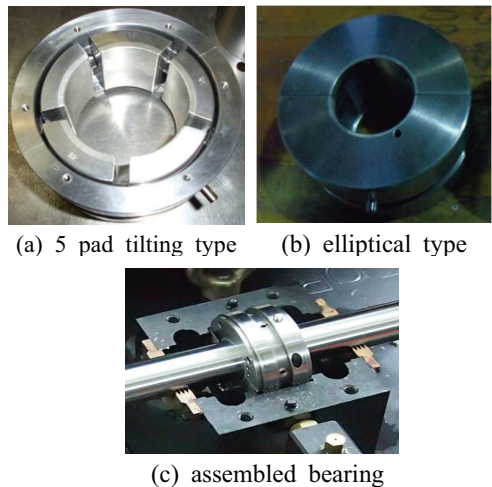


Fig.1 Scaled down journal bearing's views for rotor system of steam turbine

Fig 1(a)의 4~6패드형 저널베어링은 고압터빈 및 중압터빈측에 적용하는 베어링을 축소 제작한 모습이고 Fig 1(b)는 저압터빈 회전축의 하중을 지지하는 타원형 베어링의 축소제작 모습으로써 Fig 1(c)와 같이 저널베어링을 축과 함께 오일 공급 시스템에 연계하여 조립된다.

2.2 임계속도 맵의 해석

고압터빈, 중압터빈 및 저압터빈의 회전체를 고려

† 교신저자; 한국전력공사 전력연구원
E-mail : ywkim@kepri.re.kr
Tel : 042-865-7556, Fax : 042-865-5627
* 한국전력공사 전력연구원

하여 3단의 축소 저널 베어링 회전체 실험장치를 개발함에 있어 3600rpm이 임계속도 이후에 위치할 수 있도록 회전축의 길이와 베드 길이를 조정할 필요가 있다. 700mm, 1120mm 및 1600mm의 단축을 선정하고 동특성을 유한요소기법으로 해석적으로 검토하였다. 회전축은 디스크 4개 (D140x2, D120x2 / T17)를 축의 중간에 설치한 조건으로 설계하고 저널 베어링의 강성은 $10^4 \sim 10^9$ N/m으로 변화시킬 때의 1~3차 임계속도를 Fig.2와 같이 검토하였다. 베어링 강성은 10^7 N/m으로 검토한 임계속도는 1600~4000 rpm로 분석된다. 따라서 Fig 2(a)의 1120mm축으로 선정하며 질량을 추가하면 3600rpm이 임계속도이후에 위치할 수 있는 결과를 유추할 수 있다.

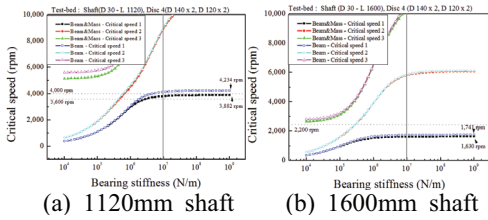


Fig 2. Views of critical speed maps for 1-stage systems by shaft lengths

2.3 회전축의 선정과 단축 실험

Fig 3(a)은 Fig 2(a)의 1120mm축에 디스크 질량을 직경 200mm이고 두께 17mm 또는 27mm의 디스크 4개를 추가할 경우에 대한 임계속도 맵을 구한 결과로써 17mm에서의 임계속도가 2340rpm이 적합하여 Fig 3(b)와 같이 실험용 로터시스템을 구축후 0~3600rpmdp 대한 보데응답(Fig 4 참조) 실험을 수행한 결과 예측된 2340rpm과 유사한 응답을 확보할 수 있다. 따라서 3단의 축소 저널베어링 회전체의 각축은 1120mm이상으로 설계한다.

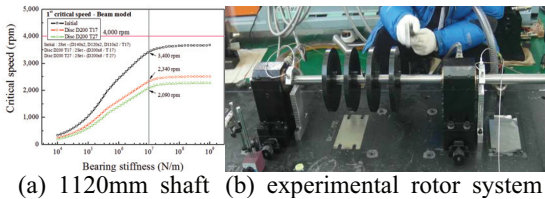


Fig. 3 Selected Scaled down rotor system

2.4 축소 회전체 실험장치의 구성

3단의 축소 저널 베어링 회전체 실험장치(Fig 5 참조)는 정격 회전수 3600rpm(최고 4000rpm)이고 5페드 틸팅베어링, 4페드 틸팅베어링 그리고 타원형

베어링 6개가 각 ϕ 30mm 기본길이 1120mm에 4개의 디스크 (직경 200mm 두께 17mm)의 회전체를 지지하며 2개의 추력베어링을 3.3kW의 서보전동기와 함께 구성한다. 이때 베어링오일을 공급하는 1kW 시스템을 추가한다.

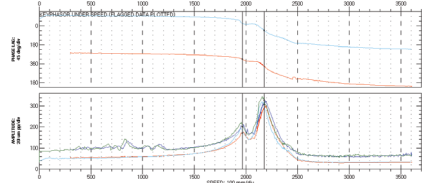


Fig 4. Bode plots of selected rotor system (shaft 1120mm, disc D200x4 / T17)

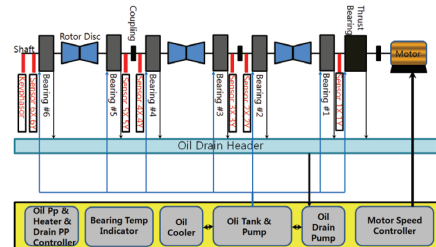


Fig. 5 Diagram of scaled down rotor system

3. 결 론

개발하는 실험장치는 3단의 축소 저널 베어링 회전체 실험장치로써 증기터빈의 밸런스, 오정렬, 러빙 등 주요 결함 진동의 패턴을 재현하는 수단으로 사용할 예정이다.

후 기

이 논문은 지식경제부 전력산업원천기술개발사업의 연구비 지원(과제번호 2010101010027B)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

[1] Bently, D.E. and Muszynska, 1989, "A. Fluid-generated Instabilities of Rotors", Orbit, Volume 10, No. 1
 [2] RAHUL KAR, 2005, "DIAGNOSTICS OF SUB-SYNCHRONOUS VIBRATIONS IN ROTATING MACHINERY", Texas A&M University