

저널 베어링 동특성 DB구축을 통한 전동기의 위험속도 해석 및 검증

Analysis and verification of critical speed for electric motor by construction of database for dynamic characteristic of journal bearing

박세환\* . 박영삼\* . 김봉주\*

S.H.Park, Y.S.Park and B.J.Kim

1. 서 론

전동기 설계 시 소음진동 저감을 위해서 축계의 위험속도(Critical Speed)를 반드시 고려해 주어야 하며 이러한 위험속도는 축을 지지하는 베어링의 동특성 계수에 의해 큰 영향을 받는다. 한편 중·대형 전동기의 경우 저널 베어링을 많이 사용하게 되는데 이 경우 유체의 특성으로 인해 동특성 계수를 구하는데 많은 어려움이 있다. 이로 인해 전동기 설계 시 저널 베어링을 사용한 중·대형 전동기의 위험속도를 해석적으로 계산하는 과정에서 전동기제작 업체에서는 많은 어려움을 겪고 있다. 따라서 그 해결 방안을 위해 본 연구에서는 저널 베어링의 동특성 데이터를 표준화 하여 저널 베어링에 대한 해석 없이 동특성 값을 예측할 수 있도록 하였다. 또한 전동기의 위험속도를 해석하는데 이를 활용하여 그 결과를 시험측정값과 비교하여 활용성을 검증하였다.

2. 본론

2.1 현상파악

중·대형전동기의 경우 상대적으로 큰 하중지지 능력을 갖고 소음진동을 낮출 수 있는 저널 베어링을 적용하는 경우가 많다. 한편 저널베어링으로 지지된 축계의 위험속도를 해석하기 위해서는 저널베어링의 동특성 계수를 파악해야 하는데 이를 위해서는 매번 베어링 전문 제작업체로부터 값을 요구해야 하는 어려움이 있다. 이는 결과적으로 업체의 대응 시간에

따라 해석시간이 지연되는 등 많은 불편함이 있다. 따라서 당사에서 주로 사용하는 저널 베어링의 동특성 계수에 대한 DB구축이 필요하다고 판단하였다.

2.2 저널베어링동특성 DB구축

(1) 저널 베어링 체인

저널 베어링의 동특성의 경우 베어링의 형식, 크기, 윤활유 종류 등의 많은 인자들에 의해 결정된다. 따라서 저널 베어링의 DB를 구축한다는 것은 상당한 시간이 필요하다. 당사의 경우 중대형 전동기에 사용되는 저널 베어링의 경우 대부분 Table 1에 표시한 저널 베어링을 사용하기 때문에 Table 1에서 제시한 3가지 형식에 대한 저널 베어링의 동특성 DB를 구축하여 활용하는 방안을 고안하였다.

Table 1 Specification of journal bearing

No.	①	②	③
Radius[mm]	80	90	100
Length[mm]	60	60	60
Clearance[mm]	0.059	0.0625	0.076
Oil	ISO VG32		

(2) 저널 베어링 동특성 DB구축

축계의 위험속도에 영향을 미치는 저널 베어링의 동특성의 경우 Fig. 1과 같이 강성과 감쇠항으로 표현할 수 있다. 이러한 동특성 계수를 구하는 방법으로는 수치 및 실험 데이터를 이용하여 정리해 놓은 저널베어링 데이터북(Journal Bearing Databook, T. Someya)을 참고하거나 유한차분법, 유한요소법을 활용하여 직접 계산할 수 있다. 하지만 활용 방법이 쉽지 않기 때문에 본 연구에서는 저널 베어링 해석 상용프로그램을 활용하여 저널 베어링 동특성 계수를 산출하였다.

† 교신저자; (주)효성 중공업PG 기전PU 특수기설계팀

E-mail : psh0017@hyosung.com

Tel : (055)279-7418, Fax : (055)268-9835

\* (주)효성 중공업PG 기전PU

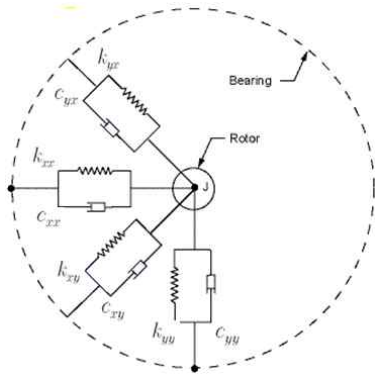


Fig. 1 Geometry of journal bearing

한편 저널 베어링의 제원이 같더라도 동특성 계수는 여러 인자에 의해 크게 달라질 수 있는데 그 중 가장 큰 영향을 미치는 것이 베어링에 지지되는 축의 하중과 회전 속도이다. 따라서 Fig. 2와 같이 상용해석프로그램을 활용하여 산출한 저널베어링의 동특성 값을 설계자가 위험속도 계산 시 손쉽게 결정할 수 있도록 부하 하중과 회전속도에 따른 강성과 감쇠계수 값으로 도시화하였다. Fig. 2는 Table 1에 제시된 베어링 형식 ①에 대한 하중, 회전속도에 따른 베어링의 강성, 감쇠 계수 값을 연성향을 제외한 대각항 성분만 나타낸 그래프이다.

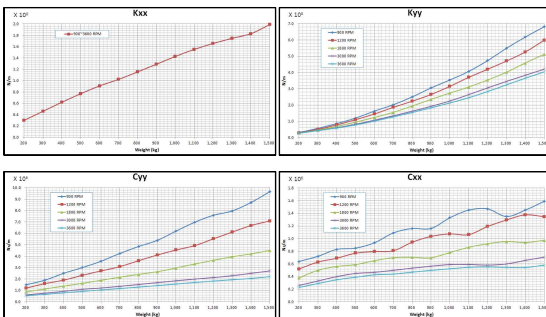


Fig. 2 Dynamic characteristic DB of journal bearing

### 2.3 위험속도 시험 검증

구축한 저널베어링 DB를 활용하여 상용 유한요소 해석프로그램(ANSYS)을 이용하여 전동기 축계 위험속도를 해석하여 Fig. 3과 같이 CAMPBELL선도로 나타내었다. 1차 위험속도는 약 39.1Hz(2,346 RPM)임을 확인할 수 있다.

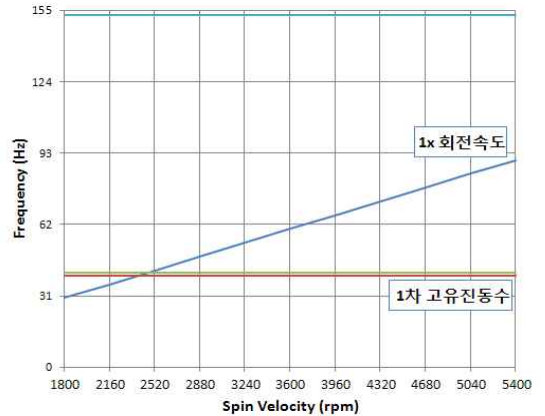


Fig. 3 CAMPBELL diagram

Fig. 4는 대상 전동기의 위험속도를 측정하기 위해 Run-down 시험을 하여 Bode선도로 나타낸 결과이다. 측정된 위험속도는 2,298RPM(38.3Hz)로 해석결과와 비교하여 약 2%의 오차를 보였다. 나머지 저널 베어링에 대해서도 해석과 시험결과 비교에서 약 2~4%의 오차를 보였다.

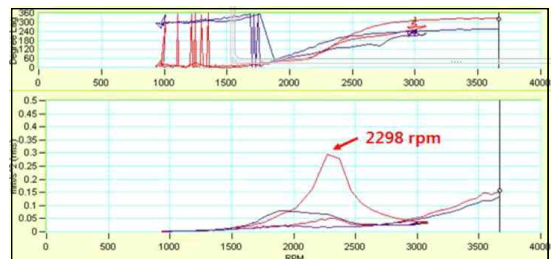


Fig. 4 Bode diagram

## 3. 결론

본 연구에서는 저널 베어링으로 지지된 중·대형 전동기의 위험속도를 산출하는 과정에서 저널 베어링의 동특성 계수를 용이하게 산출해 내기 위한 방법 및 DB를 구축하였다. 구축된 DB를 활용하여 전동기의 위험속도를 해석한 후 시험결과와 비교분석한 결과 오차율이 4% 이내로 그 활용성을 검증할 수 있었다. 또한 베어링 동특성 계수를 구하는데 소요되던 시간을 90%이상 단축시켜 위험속도를 효과적으로 산출할 수 있게 되었다.