

전동기 프레임의 비틀림에 의한 소음/진동 특성분석에 관한 연구

A Study on the Noise/Vibration Characteristic Analysis of a Torsion for the Motor Frame

박철준* · 김광진* · 최원호**

Chuljun Park, Kwangjin Kim and Wonho Choi

1. 서 론

산업현장에는 설치의 간편함과 높은 운전 신뢰성 때문에 펌프, 압축기, 환 등의 각종 회전기계의 구동 장치로서 유도전동기가 널리 사용되고 있다.

전동기의 결합진단에는 진동분석, 고정자 전류분석, 축방향 자속분석, 부분방전, 윤활유마멸입자분석, 냉각가스분석 등이 사용되고 있다. 이 중에서 주로 시험적 방법을 통하여 진동신호 응답 데이터를 이용하여 베어링, 회전자 및 고정자부의 결합을 분석하는데 사용하여 왔으나, 전동기 프레임이 열박음에 의해 비틀림이 발생했을 때 전동기의 전자기 가진력의 변화에 대한 결합분석 연구는 미비한 상태이다.

전동기를 제작 및 가공하는 과정에서 프레임과 고정자부의 열박음을 하면서 발생하는 비틀림에 의해 부하측-고정자-반부하측으로 연결되는 동심도의 차이가 발생하게 된다. 또한, 브라켓부와 취부되는 면의 직각도에서 차이가 발생하게 된다. 이러한 가공상의 오차 발생은 최종 전동기 시스템의 전동기의 Air Gap의 불균일한 현상에 의해 운전 중에 소음 및 진동 문제를 야기하게 된다.

기존연구로는 시험적 방법을 통한 회전자의 전기-기계 결합에 의한 전자기 가진에 의한 진동특성 및 결합 진단과 해석적인 방법으로 전동기의 방사소음 해석을 수행하는 방법에 대한 연구가 진행되었다.

본 연구의 목표는 전동기의 전자기 가진력을 시험적 방법으로 도출하고, FEM방법을 통하여 비틀림 영향에 의한 소음/진동 특성을 분석하는 것이다. 이

를 위하여 전동기 프레임에 강제 비틀림 효과를 부여하여 주요 측정 포인트에서 FFT(Fast Fourier Transform) 데이터를 취득하였고, 응답데이터를 이용하여 전달함수법을 통해 전동기의 전자기 가진력을 추출하였다. 이러한 해석 프로세스를 통하여 프레임의 비틀림에 의한 가진력의 패턴분석을 실시하였다. 프레임의 강제 비틀림 효과에 의한 전동기의 결합주파수 분석 방법에 대해 제시하였다.

2. 전동기의 소음/진동 특성 시험

전동기 프레임의 비틀림에 의한 영향도 평가를 위하여 본 연구 대상체인 250kW 2Pole 전동기가 3600RPM으로 운전하는 동안 데이터를 채집하여 분석하였다. 전동기의 소음/진동신호를 채집하기 위한 시험 장치는 Fig.1과 같다. 가속도계를 ISO10816 규격과 동일한 부하 및 반부하측 베어링단에 3축으로 설치하였으며, 추가적인 분석을 위하여 프레임부분에 단측으로 바닥면에 2개, 상부에 2개를 설치하였다.

운전조건은 3600RPM으로 무부하 상태에서 실시하였으며, 장소는 주변 암소음에 대한 영향을 최소화 할 수 있는 무향실에서 실시하였다. 프레임의

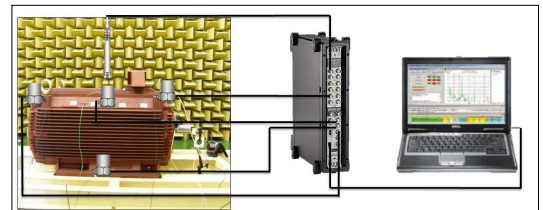


Fig.1 Experimental setup for signal analysis

† 교신저자: 정희원, (주)효성 중공업연구소
E-mail : parkchuljun@hyosung.com
Tel : 055-279-7507, Fax : 055-279-7499

* (주)효성 중공업연구소

** (주)효성 중공업연구소

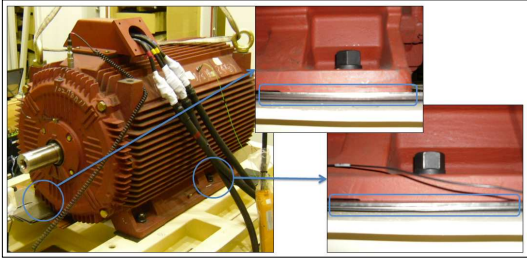


Fig.2 Experimental setup for Torsion Effect

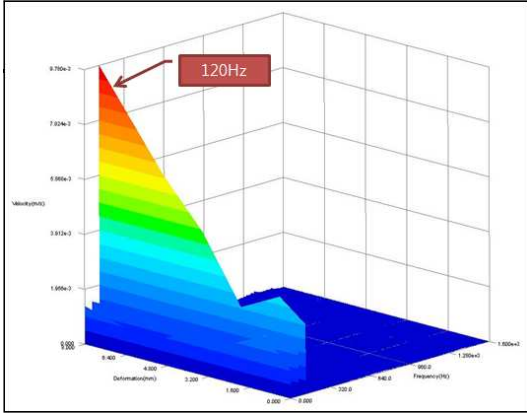


Fig.3 Result of the measurement(DE Horizontal)

강제 비틀림 효과를 부여하기 위하여 Fig.2와 같이 청색 원형 고정부에 1mm ~ 8mm까지 2.5mm 단위로 철판을 삽입하여 강지 변위를 부여하였다.

3600RPM과 무부하 구동조건에서 강제 변위를 6 단계로 부여해서 가속도계 및 마이크로폰을 통하여 얻은 Total 진동량 및 소음량의 경향을 분석하였으며, 각 부하별 Waterfall 분석을 통하여 강제 비틀림 효과에 대하여 발생하는 결합 주파수에 대해 분석을 하였다. 진동량의 증가의 원인이 무엇인지에 대한 분석을 위하여 기준이 되는 0mm에서의 진동량과 최대 진동량을 나타내는 8mm변형 모델에 대해 주파수 비교 분석을 실시하였다. Fig.3에서 오른쪽 가로축은 주파수(Hz), 왼쪽 가로축은 비틀림량(mm)이며, 세로축은 진동속도(mm/s)이다. Fig.3과 같이 부하측 수평방향을 포함한 모든 방향에서 120Hz성분의 진동속도성분이 증가하는 경향을 확인할 수 있었다.

$$\begin{bmatrix} f_1 \\ f_2 \\ \vdots \\ f_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\ddot{X}_{11}}{F_1} & \frac{\ddot{X}_{12}}{F_2} & \cdots & \frac{\ddot{X}_{1n}}{F_n} \\ & \ddots & \ddots & \\ & & \ddots & \\ \frac{\ddot{X}_{m1}}{F_1} & & & \frac{\ddot{X}_{mn}}{F_n} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \ddot{X}_1 \\ \vdots \\ \ddot{X}_m \end{Bmatrix} \quad (1)$$

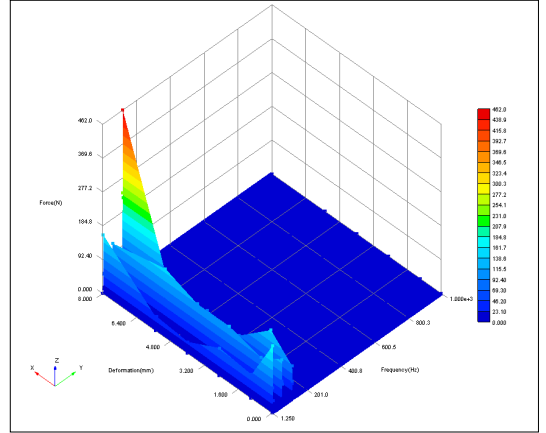


Fig.3 Result of the measurement(DE Horizontal)

3. 가진력 추출 및 방사소음해석

앞 절과 같은 현상에 대해서 식(1)과 같은 전달함수법을 이용한 가진력 추출(Force Inversion)방법을 이용하여 가진성분에 대한 분석을 실시하였다. 여기서, H는 전달함수이고, \ddot{X} 는 응답신호(가속도, 속도, 변위)이며, F는 가진력을 의미한다. Fig.4와 같이 가진력도 120Hz 성분에서 증가하는 것을 확인할 수 있었다.

4. 결 론

본 연구에서는 시험적 방법을 통하여 전동기 프레임의 강제 비틀림에 대한 주파수분석을 실시하였으며, 이러한 응답형태가 전동기의 전자기 가진력의 성분이 동일한 주파수 성분에서 증가하는 경향을 확인할 수 있었다. 이러한 연구를 통하여 시험적 방법을 통하여 전동기의 전자기력성분에 대해 추출할 수 있는 방법을 강구하였으며, 이를 통해서 프레임의 강제변형에 의한 결합주파수 성분을 분석하였다.