

상용 유도전동기의 소음평가

Noise Evaluation of Commercial Induction Motor

홍도관† · 김동준* · 우병철* · 구대현* · 안찬우**

Do-Kwan Hong, Dong-Jun Kim, Byung-Chul Woo,

Dae-Hyun Koo, and Chan-Woo Ahn

1. 서 론

최근에는 산업용 회전기계가 소형화에서 대형화로 바뀌면서 구동용 전기기기인 모터로 인해 가청주파수 대역인 20~20,000 Hz 사이에서 발생하는 음압의 변화에 대한 연구와 소음저감을 위한 기술개발이 계속 되어왔다. 또한 380V 3상 유도전동기의 극수 (2, 4, 6, 8)에 따라서 기본 주파수 (1X)가 15, 30, 45, 60 Hz인 저주파 소음이 산업현장에 상당히 차지하고 있다. 저주파 소음은 사람의 귀에 잘 안들리는 20~250 Hz 사이의 소음으로 귀가 잘 인식하지 못하는 저주파 소음에 장시간 노출 시 심리적 압박감과 불만족감을 느끼게 된다. 따라서 본 논문에서는 상용유도전동기에 대한 소음평가를 위하여 팬의 유무와 저주파 영역 및 가청주파수 영역에 따른 소음평가를 수행하였다. 제조사가 각각 다른 1마력 (0.75kW) 3상 유도전동기의 극수에 따라 2, 4, 6, 8 극을 검토하였다.

2. 유도전동기 소음측정 및 분석

본 논문에서 사용된 모델은 1마력 3상 유도전동기이며 총 4가지 극수와 팬의 유무에 따라 총 시험횟수를 8회로 하여 완전무향실에서 소음을 측정하였다. Fig. 1은 완전무향실에서 소음 측정 사진을 나타내며 팬이 있는 Front 방향으로 마이크로 폰 3개를 두고 A, G, Linear 주파수 보정함수로 측정하였다. 그리고, recorder로 3방향 raw 데이터를 저장하

† 교신저자; 한국전기연구원 전동력연구센터
E-mail : dkhong@keri.re.kr
Tel : (055) 280-1395, Fax : (055) 280-1490

* 한국전기연구원 전동력연구센터
** 동아대학교 기계공학과

였다. Fig. 2는 B&K Pulse V 15.0 FFT와 Benstone사의 Elite를 이용하여 저장된 소음의 raw 데이터를 불러 1/3-Octave분석을 수행하였다.

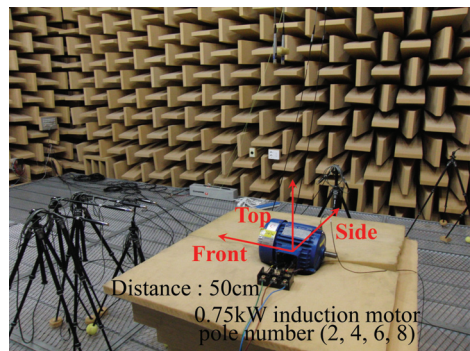


Fig. 1 Position of the microphones



Fig. 2 Measurement and analysis equipments

2.1 극수 및 팬의 유무에 따른 소음분석

1kW 미만의 모터의 소음측정거리 50cm에서 세 방향 및 극수와 팬의 유무에 따라 linear weighting으로 측정된 소음결과를 Fig. 3에 나타내었다. Fig. 4는 가청주파수 대역인 20~20,000 Hz에서 사람의 청감특성인 A 주파수 보정함수로 나타내었다.

$$N(rpm) = \frac{120 \times f(Hz)}{p} \quad (1)$$

여기서 N 은 회전속도, f 는 주파수, p 는 극수이다.

2극의 경우 회전속도가 3,600 rpm으로 가장 빠르고 팬의 유무에 따라 약 13 dB 및 16 dB(A) 차이가 난다. 팬이 없을 때 평균적으로 A 주파수 보정 함수가 5 dB이 낮으며 이것은 저주파 소음이 더 큰 영향으로 분석된다. 6극의 경우 팬이 없을 때 평균적으로 A 주파수 보정 함수가 1.5 dB이 낮으며 상대적으로 저주파 소음을 덜 포함하고 있다. 베어링 지지부의 케이싱에 수직진동속도를 측정 한 결과, 기계적인 진동은 2극일 경우가 가장 크게 나타났으며 상대적인 진동크기로 나타내었다. 진동속도는 유연 지지일 경우 ISO 10816/3의 허용 진동속도 이내로 평가되었다.

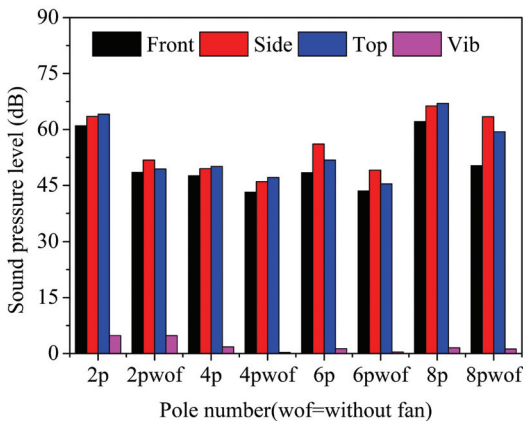


Fig. 3 SPL(Linear weighting, 1~20 kHz)

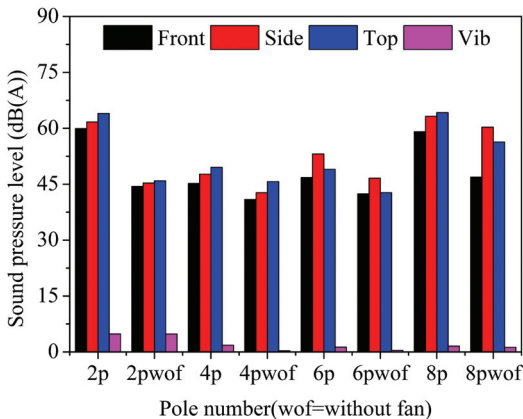


Fig. 4 SPL(A weighting, 20~20 kHz)

유도전동기에 사용된 팬의 날개 개수는 모두 8개로 날개 통과 주파수(blade passing frequency)인 8X가 소음의 주된 피크 주파수 성분으로 검토되지는 않았다. 팬의 유무에 따른 소음의 편차는 로터에 불평형 질량 효과로 1X성분의 소음 감소로 인한 것으로 판단된다.

2.2 저주파 소음분석

Fig. 5는 저주파 영역에서 주파수 보정함수에 따라서 소음의 크기를 나타내었다. 저주파 분석을 위한 G 주파수 보정함수를 적용한 결과 2극일 경우가 6극의 팬이 없는 경우에 비해서 약 8.8 dB(G)정도 차이가 발생하였으며 2극에 팬이 있는 경우가 저주파 소음의 가장 크게 평가되었다. 저주파 영역에서 둔감한 사람의 청감특성을 고려한 A 주파수 보정함수인 경우 극수와 팬의 유무에 따라서 소음이 모두 동일하였다.

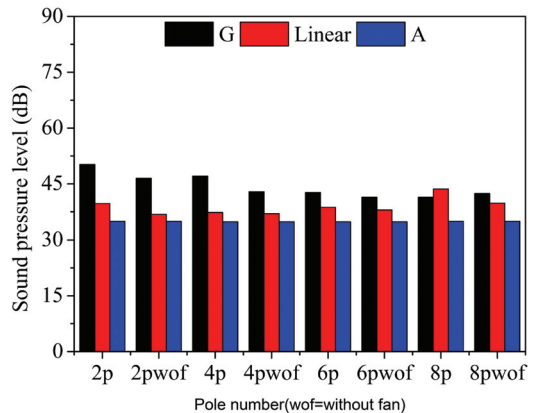


Fig. 5 SPL(G, Linear and A, 1~250 Hz))

3. 결론

본 연구에서는 상용 유도전동기의 소음평가를 수행하였다. 1마력 모터의 극수와 팬의 유무에 따라 검토를 하였다. 실내소음의 경우 소음이 가장 큰 2극일 경우는 NC(Noise Criteria)-60, AI(Articulation Index) 61.6%, PSIL(Preferred Speech Interference Level) 50.6 dB(A)로 평가되었다. 소음이 가장 작은 4극에 팬이 없는 경우는 NC-40, AI 98%, PSIL 30 dB(A)로 평가되었다. 저주파 소음 주파수 보정 G를 고려할 경우 2극이 저주파 소음이 크게 발생하였으며 극수의 증가에 따라 그 크기가 감소하였다. 저주파 소음의 크기는 일본의 저주파 가이드라인으로 비교해보면 가이드라인 안에 드는 것으로 평가되었으며 모터의 소음으로 인한 불만족감은 없는 것으로 판단된다. 모터의 출력이 클수록 저주파 소음의 영향이 커지는데, 향후 모터의 출력에 따라 모터의 소음평가를 수행하고자 한다.