

대형 전동기 냉각/통풍 시스템의 저소음화 연구

A Study on Low Noise Cooling/Ventilation System for Large Electric Motor

조혜영† · 장지성* · 김동해*

Hye-Young Jo, Ji-Sung Jang and Dong-Hae Kim

Key Words : Large Electric Motor(대형 전동기), Cooling/Ventilation System(냉각/통풍 시스템), Cooling fan(냉각 팬), Fan cover(팬 커버), CFD(전산유동해석)

ABSTRACT

대형 전동기의 주요 소음원은 전자기 소음과 냉각/통풍 시스템 소음이며, 이 중 냉각/통풍 시스템이 전체 소음에 큰 영향을 미친다. 본 논문에서는 대형 전동기의 저소음 냉각/통풍 시스템 개발을 위해 저소음 냉각 팬을 개발하고 팬 커버 내부의 유로를 개선하였다. 유동해석은 상용 CFD 소프트웨어를 이용하였으며 팬 커버 내의 scroll 형상 및 air guide, baffle의 유무에 따라 팬 커버의 압력손실을 계산하였다. 해석을 통해 팬 커버 내부의 난류 유동과 압력손실이 가장 작은 팬 커버 형상을 도출하였으며 개선된 냉각/통풍 시스템이 기존 냉각/통풍 시스템보다 6.5dB 감소된 것을 확인하였다.

1. 서 론

대형 전동기의 주요 소음원은 전자기 소음과 냉각/통풍 시스템 소음이며 이 중 냉각/통풍 시스템이 전체 소음에 큰 영향을 미친다. 냉각/통풍 시스템에서 공기가 흐르는 유로가 좋지 않으면 난류유동이 발생하고 이는 내부 압력손실을 증가시킨다. 압력손실이 증가할 경우 송풍 압력이 큰 팬이 요구되므로 인해 냉각/통풍 시스템의 소음이 증가하게 된다.

본 논문에서는 대형 전동기의 저소음 냉각/통풍 시스템 개발을 위해 저소음 냉각 팬을 설계하고, 팬 커버 설계 개선을 통하여 압력손실을 저감시키는 연구를 수행하였다.

2. 본 론

2.1 냉각/통풍 시스템 설계 개선

(1) 저소음 냉각 팬 개발

기존에 사용된 냉각 팬은 블레이드가 직선형태로 설계되어 있다. 이는 블레이드 주변에서 유동 박리현상을 유발하며 팬 소음이 커지는 원인이 된다. 냉각 팬의 소음을 저감하기 위하여 송풍 압력 및 유량을 고려한 곡선 형태의 블레이드로 변경하여 유동흐름을 개선하였다.

(2) 팬 커버 내부 유로 개선

냉각 팬을 감싸고 있는 팬 커버의 유동을 개선하기 위하여 Figure 1과 같이 설계 인자를 scroll, air-guide, baffle로 정하였다.

팬 커버 내부 압력손실 저감을 목표로 총 4종의 팬 커버를 설계하였다. 팬 커버 설계 시, 기존 팬 커버 하부에 설치되지 않았던 scroll 형상을 추가하여 난류유동 소음을 저감하고자 하였다. 또한, 팬 커버 하부에서 팬 커버 상부로 나아가는 유동흐름을 개선함과 동시에 소음저감을 위해 설치한 baffle은 scroll 형상이 추가됨에 따라 바뀐 유동흐름에 어떠한 영향을 미치는지 유동해석을 통해 확인하였다. baffle 사이에 있는 air-guide는 scroll 형상으로 증가된 유량의 흐름을 방해하여 압력손실을 증가시키므로 팬 커버 설계 시 air-guide를 제거하였다. 추가로 팬 커버 내부에 유량이 흐르는 공간의 폭을 변경하여 유동흐름의 변화를 살펴보았다.

† 교신저자; 정희원, 현대중공업 동역학 연구실

E-mail : johy@hhi.co.kr

Tel : 052-203-0847 , Fax : 052-202-5495

* 현대중공업 동역학연구실

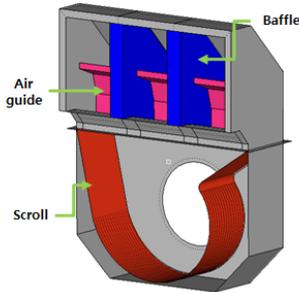


Figure 1 Design factors of the fan cover

(3) 냉각/통풍 시스템 유동해석 수행

기존 냉각/통풍 시스템과 개선 냉각/통풍 시스템 4종을 Figure 2에 나타내었으며, 상용 CFD 소프트웨어를 이용하여 유동해석을 수행하였다. 비정상 해석을 통해 팬 커버 내부의 압력손실을 계산하여 비교하였으며 결과는 Table 1과 같다. 유동해석 결과를 비교해보면 baffle이 없고 팬 커버 폭이 클 때, 압력 손실이 더 작다. 팬 커버 폭의 감소는 유동속도를 빠르게 하기 때문에 압력손실이 더 크다. 개선 냉각/통풍 시스템 유동해석을 통하여 팬 커버 내부의 난류 유동과 압력손실이 가장 작은 팬 커버 형상을 도출하였으며 개선된 팬 커버 2의 압력 손실이 기존 팬 커버와 비교하여 25% 저감된 것을 확인할 수 있었다.

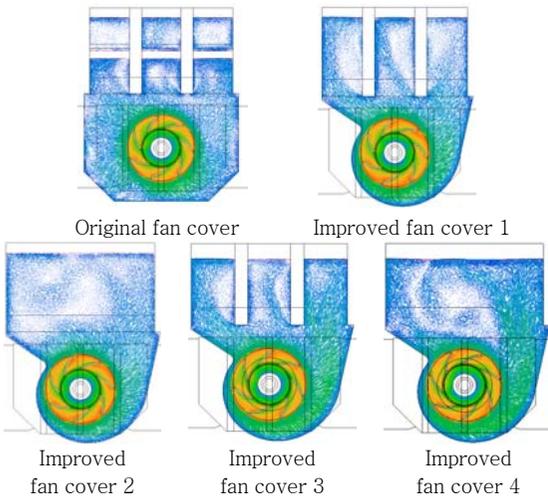


Figure 2 CFD simulations for the Original cooling/ventilation system and four improved cooling/ventilation systems

Table 1 Results of CFD analysis

	Pressure loss	Reduction ratio
Original fan cover	2210 Pa	-
Improved fan cover 1 (Baffle O)	1803 Pa	18%
Improved fan cover 2 (Baffle X)	1651 Pa	25%
Improved fan cover 3 (Width : -10cm , Baffle O)	2126 Pa	4%
Improved fan cover 4 (Width : -10cm, Baffle X)	1909 Pa	13%

2.2 개선된 팬 커버 소음시험

저소음 냉각 팬과 개선 팬 커버 2를 적용하여 대형 전동기 소음측정 시험을 수행하였으며, 기존 냉각/통풍 시스템의 소음측정 결과와 비교하여 Figure 3에 나타내었다. 냉각 팬 1차 BPF 성분은 540Hz이며 저소음 냉각 팬 설계로 1차 BPF성분이 크게 감소되었다. 또한, 냉각 팬 및 팬 커버의 난류 유동 개선을 통해 광대역 소음이 크게 저감된 것을 확인하였다. 기존 냉각/통풍 시스템과 비교하여 개선 냉각/통풍 시스템의 소음이 6.5dB 감소하였다.

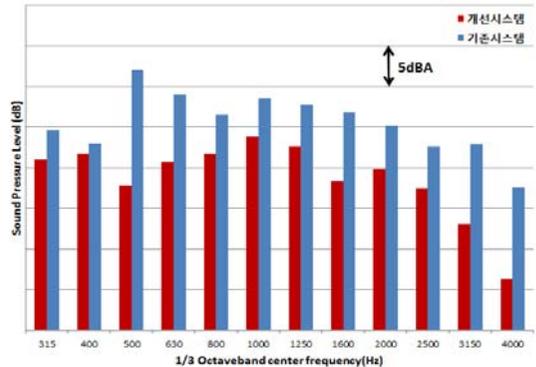


Figure 3 Comparison of SPL between original cooling/ventilation system and improved cooling/ventilation system 2

3. 결 론

본 연구에서는 대형 전동기의 냉각/통풍 시스템 소음을 저감하기 위하여 저소음 냉각 팬을 개발하였으며 팬 커버를 개선하였다. 개선 냉각/통풍 시스템과 기존 냉각/통풍 시스템의 유동해석을 통하여 최종적으로 압력손실이 25% 저감된 팬 커버 형상을 도출하였다. 개선 냉각/통풍 시스템적으로 6.5dB 소음이 감소됨을 확인하였다.