

선박용 와이퍼 모터에 대한 연구

Study on wiper motor for ship

*윤동원¹, #손영수¹, 박철환¹, 함상용¹, 김병인¹

*D. W. Yun¹, #Y.S. Son¹, C.H.Park¹, S.Y.Ham¹, B.I.Kim¹

¹ 한국기계연구원 로봇지능기계연구실

Key words : Wiper motor, induction motor, pole changing motor

1. 서론

본 연구는 선박에 사용되는 와이퍼 모터의 개발에 관한 것이다. 선박용 와이퍼 모터는 선박 항해실의 전면 윈도우에 사용되는 모터로써, 비와 눈으로부터 시야를 확보하기 위한 수단으로써 사용된다. 선박의 안전 운행을 위해서는 필수적인 부품으로써, 장기간의 항해와 해수로부터의 염분, 폭풍우, 강한 바다 바람과 같은 악조건속에서도 신뢰성이 확보되어야 하는 중요한 부품이다. 현재까지 국내의 선박에 사용되는 선박용 와이퍼 모터는 대부분 영국 등 선진국으로부터 수입해서 사용되고 있는 실정이다.

와이퍼 모터의 경우 반복적인 운동을 지속하고, 앞서 언급한 바와 같이 신뢰성이 확보되어야 하므로, 구조가 간단하고, 부품수가 적은 유도모터가 주로 사용되고 있다. 본 연구에서는 선박용 와이퍼 모터로써 가장 널리 사용되고 있는 3상 유도 모터를 채택한 선박용 와이퍼 모터의 개발을 연구목표로 하고 있다.

본 연구에서는 2Nm급, AC 220V 3상 50/60hz, 극수변환방식에 대한 모터특성해석을 수행하고, 해석결과를 바탕으로 프로토타입 모터 설계와 웜기어/기어박스 설계, 시제작 및 wiper 구동성능시험을 통하여 wiper 모터 국산화 개발에 필요한 제반 연구를 수행하는 데 본 연구의 목적이 있다.

2. 이론적 배경

본 연구의 대상인 선박용 와이퍼 모터는 유도전동기 방식으로 구동되게 된다. 유도전동기는 그 입력전류의 특성에 따라 단상 유도기와 3상 유도기로 나뉘어지며, 본 연구의 대상인 선박용 와이퍼 모터는 3상유도전동기이다.

3상유도 전동기는 바깥쪽의 고정자(固定子)와 안쪽의 회전자(轉子)가 모두 얇은 강판(鋼板)으로 쌓아올려서 만들어져 있으며 거기에 각각 슬롯을 내고 있다. 주로 얇은 규소강판을 성층하고 산화물이나 광칠로 코팅을 하게 된다. 이러한 얇은 강판의 구조는 로터 또는 스테이터에서 발생하는 와류손(eddy current loss)을 줄여 전동기의 효율을 증가시키는 역할을 한다. 그리고 고정자를 성층할 때, 각 층마다의 위치를 약간씩 회전하면서 성층하여, skew라는 것을 만들게 되는데, 이런 구조가 되면, 크롤링(crawling: 동기 속도 아래의 속도에서 회전하는 현상)을 방지할 수 있고, 진동을 억제하는 효과가 있다. 고정자 슬롯에는 코일을 넣는다. 3상의 각 상(相)이 1개의 코일인 예는 없으며 적어도 몇 개의 코일을 사용하기 때문에 고정자의 슬롯 수는 24, 36, 48, 64 ... 등이며 많은 것은 수백에 달한다. 각 상의 코일은 공간에서 120°씩 이동시켜서 배치한다. 회전자에는 피복(被覆)되지 않은 동봉(銅棒)이나 알루미늄의 주물을 슬롯 속에 넣는 농형(籠型)이라 불리는 것과 3상 권선으로 하는 권선형이 있다. 특히, 농형 회전자의 경우 알루미늄으로 주조를 하거나 용접을 하는 방식 등이 있다.^{[1][2]}

유도전동기가 다른 전동기에 비하여 여러 가지 점에서 장점이 있으나, 속도변화가 불편한 것이 이러한 전동기의 최대 단점이다. 이러한 유도전동기의 속도제어를 하는 방법으로는 저항속도제어(rheostatic speed control), 극수 변환(pole changing) 그리고 주파수 변환(change of frequency) 방법 등이 있으나, 본 연구의 대상인 선박용 와이퍼 모터에는 극수 변환 모터방식을 채용하였다.

3. 와이퍼 모터의 해석

본 절에서는 연구의 목적인 2Nm급, AC 220V 3상 50/60hz, 극수변환방식 유도전동기를 설계하기 위하여 해석을 수행해 보기로 한다. 해석을 위해서 유한요소법을 사용하기로 하였으며, 이를 위하여 상용코드인 Maxwell/Rmxprt를 사용하였다.

해석대상 모터는 3상유도 전동기로서, 극수변환형 유도전동기이다. 즉, 전동기의 속도를 조절하기 위해서 고정자에 와인딩되어 있는 코일에 인가되는 전류의 방향을 스위칭 하여 2극, 4극을 조절하여 전동기의 회전속도를 조절한다. 해석의 대상인 3상유도 전동기의 사양은 다음과 같다.

- 극수: 2, 4극
- 정격토크: 2Nm
- 주파수: 60Hz (50Hz)
- 정격전압: 250V (210V)
- 3상 전동기
- 스테이터 : 24 슬롯, 회전자: 30 슬롯

해석을 위해서 우선 Rmxprt를 이용한 lumped method를 이용하여 모터의 성능해석을 수행해 보았다.

Fig.1에 본 연구의 해석 대상인 유도 모터의 단면이 나타나

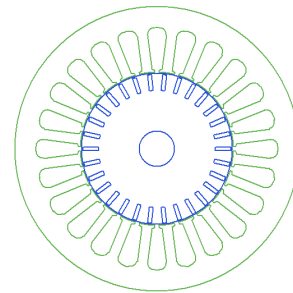


Fig. 1 Section view of induction motor

있다. 유도모터의 냉각팬에 의한 풍손은 2극의 경우 35W, 4극의 경우 17W라 가정하였다.

Fig. 2에 해석을 위해 만들어진 FE model을 보여주고 있다.

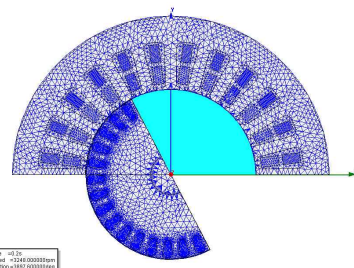


Fig. 2 FE mesh

유도모터의 극의 특성을 고려하여 해석시간을 줄이고자 1/2 model을 만들었다. Fig. 2에 유한요소 해석결과로써, 자속선 분포와 자속밀도 분포의 결과를 보여주고 있다.

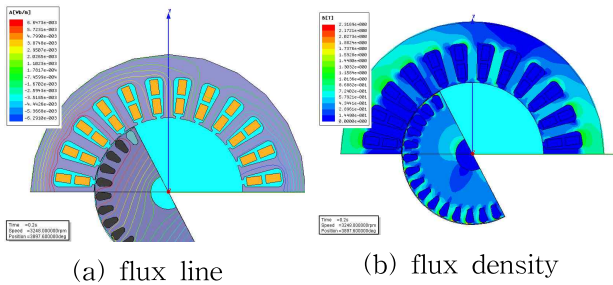


Fig. 3 FE results

4. 와이퍼 모터의 실험

본 절에서는 앞서 수행한 선박용 와이퍼 모터 해석을 바탕으로 실제 시제품 설계에 대해 기술한다. Fig. 4에 실제 제작된 시제품의 사진이 나와 있다. Fig.5에는 실험을 위한 장치들의 모습이



Fig. 4 real view of motor



Fig. 5 Experiment set

나타나있다.

Fig 6에 전동기에 대한 해석결과가 나와 있다. Fig 6(a), (b)에는 2극인 경우의 전동기의 토크와 효율의 해석결과와 실험결과가 보이고 있다. 해석결과에서 알 수 있듯이, 해석치와 실험치가 거의 유사함을 알 수 있었다. 그리고 회전속도가 380~420rpm 일 때, 토크는 약 2.5~0.2Nm가량 발생함을 알 수 있었다. 그리고 전동기의 효율은 약 50% 정도이며, 회전속도가 400rpm을 넘어서면서 전동기의 효율이 급감함을 알 수 있었다. Fig. 6(c), (d)에는 모터의 극수가 4극으로 변환되었을 때의 해석결과와 실험결과가 나와 있다. Fig. 6(c), (d)에서 알 수 있듯이, 전동기의 회전속도 194 RPM에서 208RPM 까지 토크가 대략 4~1Nm 까지 변화한다는 것을 알 수 있었으며, 효율 약 40~50%정도임을 알 수 있었다.

위의 결과는 실험이 이루어진 정격 영역 부근의 토크와

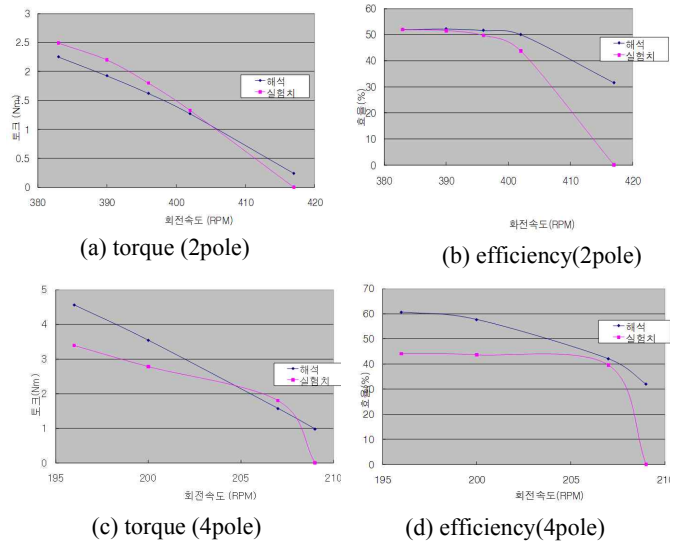


Fig. 6 Comparison between analysis and experiment

효율을 보여주고 있다.

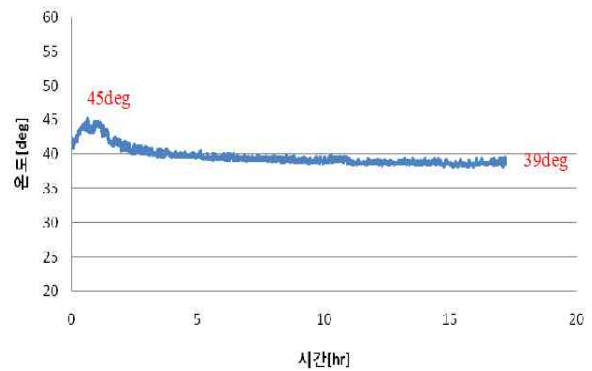


Fig. 7 Running temperature

제작된 모터의 신뢰성을 알아보고자, 동작시간에 대한 온도변화 결과를 Fig.7에 나타내었다. 시험결과 초기 온도에 비해 특이한 온도상승이나 이상 징후 없이 39도 정도를 유지하면서 안정적인 동작 상태를 지속하였다.

5. 결론

본 연구에서는 선박용 와이퍼 모터로 사용되는 극수변환 유도전동기에 대한 해석과 실험을 수행하였다. 연구결과 초기 계획대로 개발된 전동기는 정격토크 2Nm로써, 극수 변환에 따라 속도변화가 잘 됨을 확인할 수 있었다. 그리고, 실험과 해석치를 비교하여 두 결과가 잘 일치함을 알 수 있었으며, 장시간 동작에 따른 온도 변화실험을 수행하여 전동기의 열적 안정성을 확인하였다.

참고문헌

1. 정승기, 이항범, “전기기기”, 사이텍미디어
2. 박민호, “유도기기”, 동명사,
3. 김광배, “대형유도전동기의 속도제어기술”, 대한전기학회, 전기의세계 電氣學會誌 第40卷 第1號, 1991. 1, pp. 51 ~ 56 (6pages)