

단상유도전동기에서 고정자의 형상에 따른 철손의 분포해석 및 효율향상설계기법에 관한 연구

한국해양대학교 전기전자공학과 김동석*
한국해양대학교 전기전자공학과 박관수

Analysis of the Iron Loss according to the Stator Shape and Optimum Design in the Single Phase Induction motor

Dept. Electrical Engineering, Korea Maritime University D. S. KIM *
Dept. Electrical Engineering, Korea Maritime University G. S. PARK

1. 서 론

단상유도기의 손실에는 여러 가지의 손실이 발생하지만 그 중에서 철손과 동손이 가장 큰 손실이다. 특히 철손은 외전류손실과 히스테리시스손실에 의해 발생한다. 따라서 이러한 손실을 저감해야만 효율을 개선할 수 있다. 외전류손의 경우는 철심을 적층함으로써 손실을 저감할 수 있으나 히스테리시스손은 주파수에 비례하여 발생하고, 자기장에 제곱에 비례하여 발생하기 때문에 이들 값을 줄이는 방법밖에 없다. 그러나 주파수의 경우 모든 모델에 동일하기 때문에 자속 밀도를 줄여야만 효율을 개선할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 기존의 모델을 겸용코어와 2극 전용코어 중 한 모델을 선정하여 효율을 높이고자 하였다. 이를 위해 각각의 모델을 자기유한요소법을 이용하여 코어내부의 자기장 분포를 해석하고, 이를 손실곡선에 적용하여 코어 내부의 손실을 계산하였다. 또한, 이들 자기장과 손실 분포를 바탕으로 좀더 효율을 높일 수 있는 형상 설계를 하였다.

2. 철손저감방법

Fig. 1은 자기유한요소법을 이용하여 해석한 2/4극 겸용코어와 2극전용코어의 자기장 분포를 색깔로 표현한 것이다. 이 그림에서의 색은 자기장의 크기를 나타내며 파란색에서 빨간색으로 갈수록 자기장 값이 커진다. 따라서 Fig. 1에서의 두 모델을 비교해보면 2극전용코어가 2/4극 전용코어보다 철심내부의 자기장 값이 작음을 볼 수 있다. 이렇게 구한 자기장을 Fig.2의 Loss Curve곡을 이용하여 손실을 계산하면 표.1과 같다. 이 결과로부터 두모델중 한 모델을 선정하고, 이 모델을 바탕으로 고정자 철심의 형상을 변경하였다. 먼저 고정자 Teeth간격을 기존 2.3[mm]에서 2[mm]로 바꾼 후 손실을 비교하였다. 다음으로 Teeth 폭을 기존 3.15[mm]에서 3.25[mm]와 3.35[mm]로 각각 바꾼 후 손실을 비교하였다. 마지막으로 회전자의 형상을 바꾼 후 손실을 비교하였다.

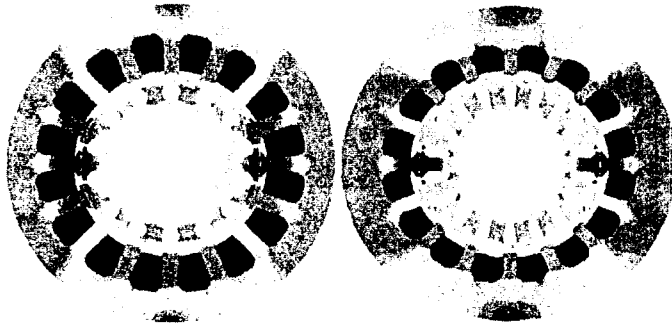


Fig.1 겸용코어(왼쪽) 전용코어(오른쪽)의 자기장 분포

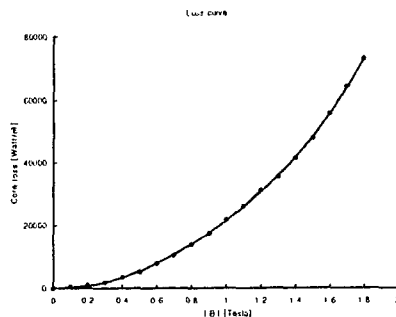


Fig. 2 Loss Curve

3. 실험결과 및 고찰

Fig.1을 보면 겸용코어가 전용코어보다 빨간색을 띠고 있는 부분이 더 넓다. 그리고 짙은 붉은 색을 띠고 있는 부분이 고정자 슬롯의 뒷부분과 Teeth 부분이다. 그리고 이들 자기장 값을 Loss Curve곡선을 이용하여 손실로 계산하면 표.1과 같이 나온다. 이 표.1의 손실계산 결과를 보면 겸용코어보다 전용코어의 고정자 철심에서의 손실이 작음을 알 수 있다. 따라서, 겸용코어보다는 전용코어가 더 효율이 좋다. 다음으로 좀더 효율이 좋은 코어를 설계하기 위해 기존 전용코어의 철심형상에서 Teeth 간격을 2.3[mm]에서 2[mm]로 변경하였다. 표.2는 이때의 결과이다. 이 결과를 보면 고정자의 Teeth 간격을 2[mm]로 변경하였을 경우가 손실이 작다. 다음으로는 Teeth 간격 2[mm]이고, Teeth 폭이 3.15[mm]인 경우에서 3.25[mm], 3.35[mm]로 각각 변경하여 손실을 계산하였다. 표.3은 이때의 결과이다. 그 결과를 보면 Teeth폭이 늘어남에 따라 손실도 증가함을 보이고 있다. 마지막은 표.1의 회전자 손실에서 보는 것과 같이 고정자 손실은 감소하였는데 회전자 손실은 오히려 증가했다. 이에 회전자의 슬롯길이를 조금 줄여 보았다. 표.4은 이때의 손실결과이다. 그 결과를 보면 회전자의 손실이 크게 감소한 것을 볼 수 있다.

표.1 손실계산결과

	겸용코어	2극 전용코어	비교
고정자	2172.47	1805.54	16.89[%]
회전자	1933.3	2279	

표.2 Teeth 간격을 변경한 경우

	Teeth간격 2.3[mm]	Teeth간격 2[mm]	비교
고정자	1906.91	1826.79	4.2[%]
회전자	1314.91	1288.15	2.04[%]

표.3 Teeth폭을 변경한 경우

	Teeth 폭 3.15[mm]	Teeth 폭 3.25[mm]	Teeth 폭 3.35[mm]	비교
고정자	1828.71	2007.68	2029.34	
회전자	1222.18	1248.69	1276.2	

표.4 회전자의 형상을 변경한 경우

	기존의 회전자	회전자의 형상 변경	비교
고정자	1826.79	1828.71	
회전자	1288.15	1222.1847	

4. 실험 결과 및 고찰

겸용코어보다는 2극 전용코어가 철심내부의 손실이 적어 효율이 더 좋다. 그리고 다시 이 2극 전용코어의 Teeth 간격을 2.3[mm]에서 2[mm]로 변경했을 때 손실이 조금 더 감소하였다. 그러나 Teeth 폭을 조금씩 늘렸을 경우에는 오히려 손실이 증가하였다. 마지막으로 회전자의 슬롯길이를 조금 줄일 경우 고정자의 손실은 거의 비슷하고, 회전자의 손실이 약5[%]감소하였다. 결론적으로 Teeth 간격이 2[mm]이고, Teeth 폭은 3.15[mm]이며, 회전자의 슬롯길이를 조금 줄인 2극 전용코어가 가장 효율이 좋다.