SPMSM의 토크 리플 저감을 위한 스텝 스큐 설계

원태준*, 박호용, 김대기, 홍정표
한양대학교 미래자동차공학과

1. 서론

영구자석 부착형 동기전동기(SPMSM)은 다른 타입 전동기보다 높은 출력을 발생시키지만, 토크 리플이 크다는 단점이 있다. 코깅토크는 영구자석 전동기의 슬롯 구조에 의한 자기저항 차이로 인해 발생하는 것으로 고정자에 불균형적인 힘이 작용하여 발생하는 토크다. 코깅 토크는 토크 리플의 원인이 된다. 따라서 토크 리플을 저감하기 위해서 코깅 토크을 저감해야하며, 본 연구에서 코깅 토크를 저감하기 위한 회전자 스텝 스큐 설계를 진행하였다.

2. 실험방법과 결과

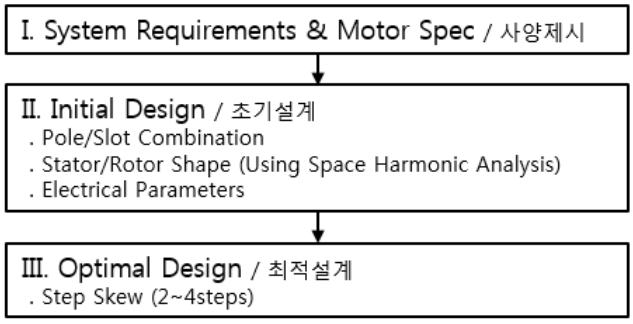
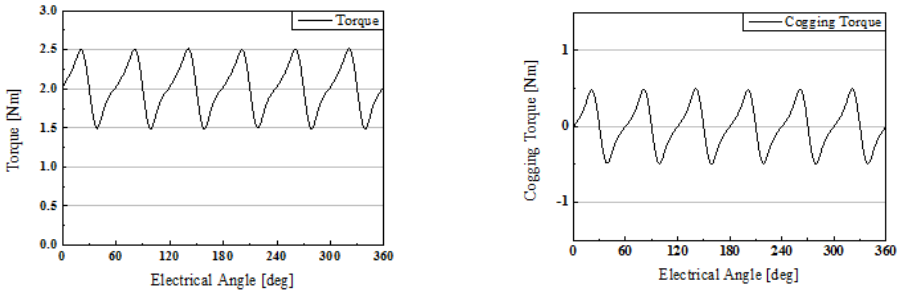


Fig. 1. 전동기 설계 프로세스

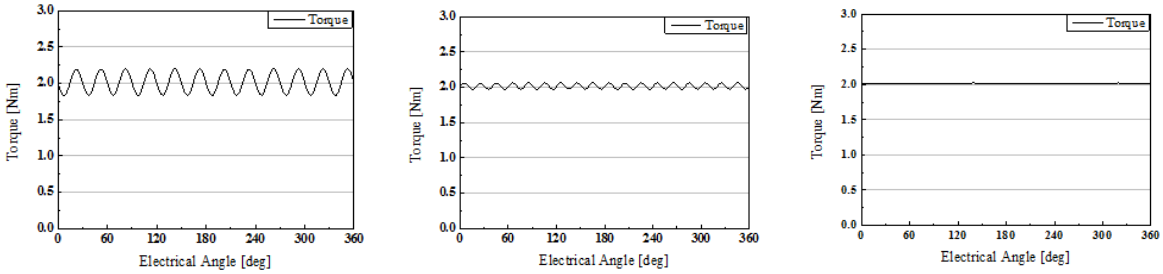
Fig. 1은 본 연구의 설계 프로세스이다, 본 연구에서 적용된 모델은 전동휠체어 구동 전동기이며, 스텝 스큐 설계에 앞서 대상 모델의 초기설계를 진행하였다.



i) Torque ii) Cogging Torque

Fig. 2 초기 설계 전동기 토크/코깅 토크

Fig. 2는 초기 설계된 전동기의 토크와 코깅토크이다. 대상 전동기의 회전자에 스텝 스큐를 적용하였다. 회전자 스텝 스큐는 전동기의 회전자를 단수에 따라 적층길이를 나누어 코깅토크의 주기를 단수로 나눈 각도만큼 비틀어 적층하는 방식이다. Fig. 3은 스텝 스큐를 적용한 모델의 코깅토크와 토크리플이다.



i) 2단 스큐 ii) 3단 스큐 iii) 4단 스큐

Fig. 3 스큐 적용 전동기 토크

Table. 1 설계 전동기 토크/토크 리플

Model	Torque [Nm]	Ripple [%]	Harmonics
No step skew	2.01	51	6^{th}, 12^{th}, 18^{th}
2 step skew	2.014	18.4	12^{th}
3 step skew	2.014	4.47	18^{th}
4 step skew	2.016	0.35	none

3. 고찰

초기 설계한 전동기의 특성을 살펴보면 토크 리플이 대부분 코깅 토크에 의해서 발생했음을 알 수 있다. 스텝 스큐를 통해 각 단에서 발생하는 코깅 토크가 공간적인 위상 차이를 가지고 있어 서로 상쇄되며 결과적으로 코깅 토크의 합이 작아졌다. 스텝 스큐의 단수가 많아질수록 코깅 토크의 저감율이 커짐을 확인하였다.

4. 결론

소형 전동기의 토크 리플은 대부분 코깅 토크 성분이다. 코깅토크를 저감하기 위해서 회전자에 스텝 스큐를 적용하면 대부분의 코깅 토크를 저감할 수 있다.

5. 사사

“본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터의 대학ICT연구센터육성 지원사업의 연구결과로 수행되었음” (IITP-2017-2012-0-00628)

6. 참고문헌

[1] S. O. Kwon, S. I. Kim, S. H. Lee and J. P. Hong. “Design of BLDC motor using Parametric design”, KIEE Summer Conference, pp1013-1014, 2007

[2] S. O. Kwon, D. J. Kim, J. J. Lee, J. W. Jung and J. P. Hong. “A Study on size of rotor considering Pole number to satisfy maximum torque in permanent magnet motor”, KIEE Summer Conference, pp742-743, 2010

[3] C S. Lee, K. T. Jung, H. J. Kim, Y.. K. Kim and J. P. Hong. “Design of Brushless Permanent Machine with Skewed Stator for Electrical Power Steering System”, Journal of the Korean Magnetics Society 25(6), pp189-197, 2015