

SBW 액추에이터용 BLDC 모터 최적화 설계에 대한 연구

강 선 일¹⁾, 김 수 원²⁾, 이 영 찬³⁾

현대케피코 기술연구소^{1) 2) 3)}

A study on optimal design of BLDC motor for SBW actuator

Sunil Kang^{*1)} · Suwon Kim²⁾ · Youngchan Lee³⁾

Hyundai kefico corporation^{1) 2) 3)}

Key words : BLDC motor(브러시리스 모터), Permanent Magnet(영구 자석), Parking system (파킹 시스템), Winding diameter(권선 경), Power density(출력밀도)

교신저자, E-mail: sunil.kang@hyundai-kefico.com

자율 주행을 위한 자동차 산업의 지속적인 발전을 위해 자동차 부품에도 전동식 부품이 늘어나고 있는 추세이다. 또한 이러한 부품의 소형 및 경량화를 위하여 전동식 부품에 적용되는 Motor에 대한 최적화 설계가 요구되고 있다.

본 논문에서는 양산되고 있는 SBW 액추에이터의 요구사항을 분석한 결과로 Motor에 요구되는 성능을 결정하였고, Motor 성능에 직접적인 영향을 미치는 설계인자를 비교하여 동일한 패키지 안에서 요구성능을 만족하기 위한 최적화 설계를 수행하였다.

대부분의 전동식 액추에이터는 제어하기 용이하고 구조가 단순한 DC motor를 적용하고 있으나, 패키지 요구사항에 따라 3상 BLDC motor를 적용하는 액추에이터도 다수 있다. 현재까지 양산하고 있는 SBW 액추에이터는 BLDC motor를 적용하고 있는 사양이 대 다수이므로, 최적화 설계를 위한 기준 모델도 양산 사양과 동일한 기준을 적용하였다.

BLDC motor의 설계인자를 분석하면 Fig.1 과 같이 크게 모터타입 선정, 상수 및 극/슬롯 수 선정, 회전자 설계, Permanent Magnet 설계, 고정자 설계, 권선 설계로 나뉘어진다. 6개의 설계인자를 통해 모터 사이즈 및 성능의 최적화가 가능하나, 본 논문에서는 현재 양산하고 있는 SBW 액추에이터에 적용되는 BLDC motor 이외의 부품을 동일하게 활용하고자 한다. 동일 제어기 사용을 위하여 모터 타입 및 상수, 극/슬롯 수도 동일하게 유지하였다. Table.1은 비교 대상의 기준 모델인 현재 양산하고 있는 SBW 액추에이터의 BLDC 모터 사양이다.



기준 사양	
모터 타입	BLDC 모터 (SPM)
상수	3상
극/슬롯	14극 12슬롯
외경	Ø74
권선연결	△
요구 성능 (@ 정격 기준)	
회전속도	2700rpm 이상
전류	17A 이하

Fig.1 BLDC motor 설계 인자 분석

Table.1 기준 BLDC motor 사양

BLDC motor 설계인자에 대한 비교 검토 결과, Table.2와 같이 고정자 및 회전자 부피 축소와 권선 수 축소 시 전류 요구 성능 불만족하여 적용 불가하다.

Table 2. 설계 인자에 대한 검토 결과

설계인자	변경 항목	회전속도	전류	비교 결과
기준 사양	-	3200 rpm	15 A	-
고정자 및 회전자 부피	부피 11% 감소	3400 rpm	17.1 A	17A 초과로 불만족
	부피 22% 감소	3500 rpm	18.9 A	17A 초과로 불만족
권선 설계	권선경 Ø0.1 축소	2800 rpm	15.8 A	적용 가능
	권선수 3턴 감소	3800 rpm	18.8 A	17A 초과로 불만족
PM 설계	PM 등급 변경	3240 rpm	15.9 A	적용 가능
	PM 등급 변경 및 폭 0.2mm감소	3250 rpm	16.1 A	적용 가능
	PM 등급 변경 및 폭 0.4mm감소	3270 rpm	16.3 A	적용 가능
	PM 등급 변경 및 두께 0.2mm감소	3280 rpm	16.4 A	감자 우려로 불만족

적용 가능한 설계 인자를 반영하여 최적 설계 조건을 찾았으며, 아래 Table 3과 Fig.2 와 같이 요구 성능을 만족함을 확인하였다.

Table.3

변경 항목	회전속도	전류	비교 결과
기준 사양	3200 rpm	15 A	-
PM등급 변경 / PM 폭 0.4mm 감소/ 권선경 Ø0.1 축소	2880 rpm	16.6 A	요구성능 만족

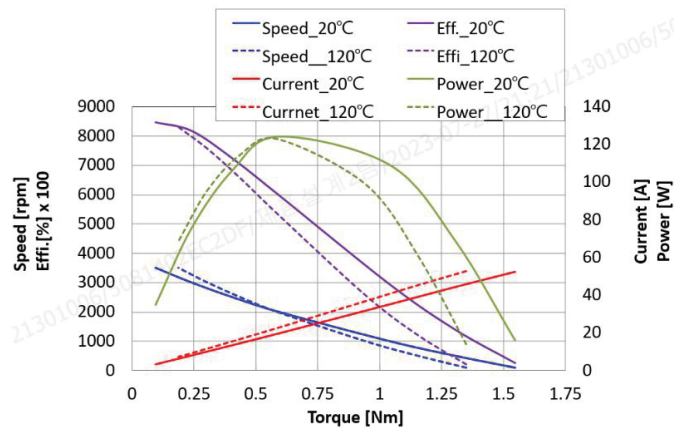


Fig.2 최적 설계에 대한 TNI 성능 해석 결과

결론적으로 소형 및 경량화를 목적으로 요구성능 만족하는 조건에서 설계 인자를 변경하였으며, PM 등급 및 폭 축소와 권선 경 축소를 통하여 최적 설계 조건을 확인하였다. 요구 성능을 만족하는 설계인자를 도출하였으며 추가적으로 재료비 절감을 기대할 수 있다.