

연자성 분말을 이용한 3D코어 적용 모터 특성 평가

이규석, 차현록, 윤철호, 이성호
한국생산기술연구원

The Characteristic Analysis of 3D Motor Core using SMC

Kyu-Seok Lee, Hyun-Rok Cha, Chel-Ho Yun, Sung-Ho Lee
Korea Institute of industrial technology

Abstract - SMC(Soft Magnetic Composite) 재질은 일반 실리콘 강판에 비해 코어의 3차원 형상을 자유롭게 제작 할 수 있으며, 고속 회전시에 발생하는 철손을 감소 시킬 수 있어 모터 코어용으로 많은 제작이 이루어지고 있다. 따라서 본 논문에서는 고속 회전용 청소기용 BLDC 모터의 코어를 SMC 재질로 제작 Back-EMF를 측정 하였다. 코어의 형상은 크게 3차원 형상을 고려한 3가지로 타입으로 구분하여 제작하였고, 각 형상별로 모터를 제작하여 특성을 측정하였다. 본 논문에서는 SMC 분말을 이용한 코어 성형시 3차원 형상에 따른 모터의 Back-EMF의 특성을 보여준다.

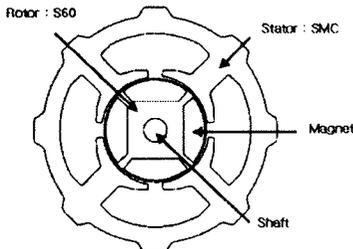
1. 서 론

SMC(Soft Magnetic Composite) 재질은 Fe 분말에 절연이 되어 있어서 와전류 손실을 최소화 할 수 있으며, 분말을 압분 하여 형상을 만들기 때문에 복잡한 형상을 성형하는데 용이하며, core 제조시 필요한 분량의 분말을 사용하면 되기 때문에 재료의 손실이 거의 없고, 수명이 완료되면 재생, 다시 사용할 수 있다는 장점을 가지고 있다 [1]. 또한 복잡한 형상을 가지는 전동기에 적합할 뿐만 아니라 고속 회전시에 발생하는 철손을 감소 시킬수 있는 장점을 지니고 있다 [2]. 이런 장점 때문에 SMC 재질은 진공 청소기등 고속 RPM으로 회전하는 모터에 적용이 되고 있다. 본 논문에서는 청소기용 3000RPM급 BLDC 모터용 SMC 코어를 제작하여 각 코어의 형상에 따른 모터를 제작하고 Back-EMF를 측정하여 비교 분석 하였다.

2. 본 론

2.1 BLDC 모터제원

SMC 코어를 이용한 BLDC 모터의 2D 형상 및 제원은 그림 1 및 표 1과 같다. 이 모터의 구조는 4개의 stator poles와 rotor에 4개의 magnet으로 구성되어 있다. 또한 코어를 SMC 재질로 이용하여 성형 하고, 회전자의 재질은 일반 철심 재질인 S60을 사용하였다.



<그림 1> BLDC 모터의 형상

<표 1> BLDC 모터의 제원

구분	항 목	치 수
사양	정격 출력 [kW]	1.5
	정격 전압 [V]	220
	정격속도 [rpm]	30000
고정자	외경 [mm]	70
	내경 [mm]	36
	슬롯수	4
회전자	재질	SMC500 Ke 0.5%
	공극 [mm]	0.5
	외경 [mm]	35
	재질	S60
	극수	4
	적층 길이[mm]	30

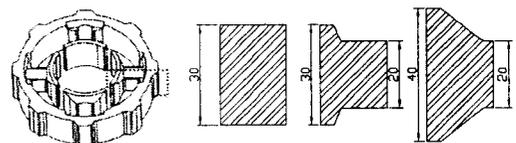
비교할 코어의 기본 형상을 그림 1 및 표 1과 같이 동일하게 하고 stator의 형상 및 적층 높이를 변화 시켜 코어를 성형한 후 SMC 성형 모터의 특성을 비교 하였다.

2.2 Core 성형

SMC 코어 성형 압분 조건은 800Mpa의 가압 조건에서 성형하였으며, 각 코어의 형상 및 적층 높이에 따라 분말의 질량을 변화시켜 성형을 하였다. 또한 성형시 성형 압력의 제한과 금형의 크기 제약으로 인하여 분할 코어 성형법을 이용하여 각 코어를 성형하였다. 또한 성형된 코어는 500도에서 열처리를 한 후 코어를 조립하였다.

2.2.1 Core 형상

코어의 형상은 크게 3가지로 구분하였다. 그림 2는 3가지 코어의 단면도를 나타낸 것이다. 3가지 형상의 적층의 높이는 서로 상이하며, 1개의 모터용 코어를 제작하기 위해 4개의 코어를 성형한 후 성형된 압분체를 열처리 후 결합시켜 코어를 제작하였다.



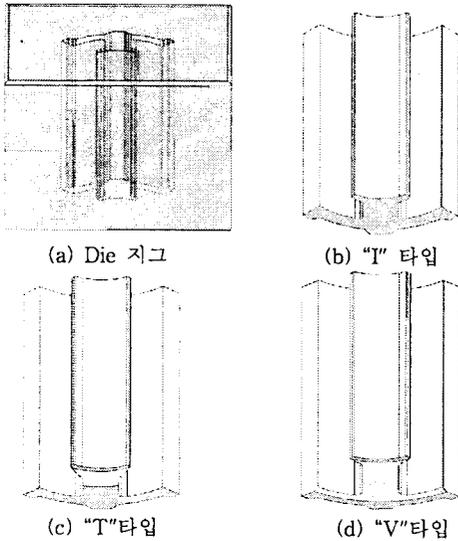
(a) 코어 절취면 (b) "I"타입 (c) "T"타입 (d) "V"타입

<그림 2> 3D 코어 단면부 및 코어 형상

3가지 형태의 코어를 성형 후 그림2의 절취면의 단면 형상을 보면 그림2의 b, c, d와 같이 구분된다. 형상을 크게 3가지로 분리하는 이유는 SMC 재질을 이용하여 3D 코어 제작시 다양한 형상이 가능하므로, 그 형상 중 가장 적절한 코어를 찾아보기 위한 것이다.

2.2.2 Core 금형

3가지 형태의 SMC 코어를 만들기 위해서는 금형의 설계가 필수적인데 금형 설계는 다음과 같다. 그림 3은 분할코어 형상의 금형을 나타낸 것이며 각 형상별 코어를 제작을 위한 Upper, Bottom 펀치를 나타낸 것이다. 코어의 단면형상 및 적층 높이만 다르고 나머지 외경 및 기타 제원은 모두 동일하기 때문에 Die zig하나에 각 형상별 코어 제작을 위한 Upper, Bottom 펀치를 제작 성형 하였다. (그림 b,c,d)



<그림 3> 코어 제작을 위한 금형

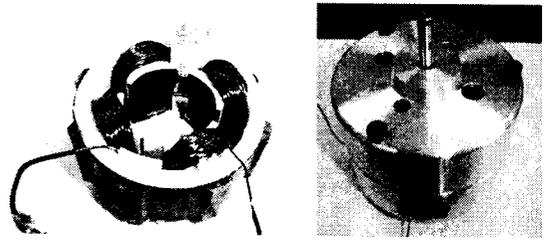


<그림 4> 성형된 코어 형상

그림 4는 각 펀치별로 성형된 분할 코어를 조립해 놓은 형상을 보여 준다. 각 코어는 500도의 온도에서 열처리를 한 후 조립을 하였다.

2.3 모터 제작

각 형상별 금형에 의해 제작되어진 코어는 BLDC모터의 특성 측정을 위하여 인슐레이터를 제작하여 코어 조립 후 권선 winding 작업을 하였다. 제작 되어진 코어는 housing에 넣어 모터 특성을 측정 하였다. 동일하게 제작되어진 housing과 로터를 사용하여 각 코어별 모터를 제작하였다. 그림 5는 인슐레이터 및 권선 작업을 마친 코어 및 housing에 조립 되어진 모터의 모습이다.

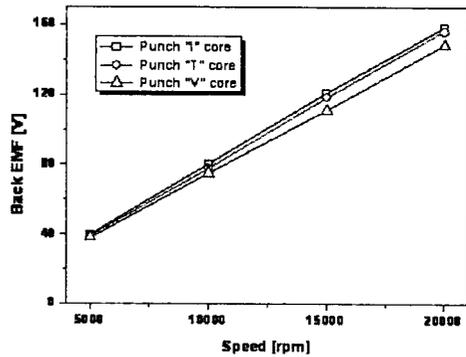


(a) 권선 작업을 마친 코어 (b) 모터 조립 형상

<그림 5> Housing 및 시차품 모터

2.4 각 형상별 Back-EMF 측정

제작되어진 각 형상별 SMC BLDC 모터의 성능을 테스트 하기 위하여 Back-EMF를 측정하였다. Back-EMF의 측정 데이터로 BLDC 모터의 코어별 성능을 가늠할 수 있기 때문에 형상별로 제작되어진 모터의 Back-EMF를 측정 하였다. 측정 되어진 Back-EMF는 그림 6과 같다. Back -EMF는 5000rpm부터 20000rpm까지 측정 하였다. 측정 결과 "I"타입펀치에 의해 제작 되어진 SMC 코어의 Back-EMF가 가장 높게 나타났으며, "T", "V"타입 순으로 측정 결과가 낮아 졌다.



<그림 6> Back EMF 측정 결과

3. 결 론

본 논문에서는 최근에 주목받고 있는 전동기 조립 방법 중에 하나인 분할 코어 형식을 취하는 연자성 분할 코어의 3차원적 형상에 따른 BLDC 모터의 Back-EMF의 특성을 비교 분석 하였다. 코어의 형상이 일반 실리 콘 강판과 동일한 경우 Back-EMF가 가장 높게 나타났으며, 코어의 형상이 복잡해지고 커질수록 낮게 나타남을 알 수 있다. 하지만 코어 제작에 사용되는 분말의 양을 생각해 보았을 때 Punch "I"타입의 코어와 "T"타입의 코어의 Back-EMF의 결과가 유사하게 나타남을 알 수 있다. 따라서 재료비의 절감과 모터의 특성을 고려한 성형시 "T"형상의 코어제작이 가장 유리함을 알 수 있다.

[참 고 문 헌]

- [1] Soft Magnetic Composites from Hognas Metal Powders, "SOMALOY™ 500", Hognas Product Manual, 1997
- [2] Goga Cvetkovski Lidija Petkovska and Milan Cundev, "Improved Design of a Novel PM Di나 Motor by Using Soft Magnetic Composite Material", IEEE, Trans. Magnetic, vol.38, No. 38, Sept 2002