

SMC를 이용한 모터 코어의 성형 방법에 따른 밀도 특성 분석

이성호, 이규석
한국생산기술연구원 부품소재팀

The Analysis Density Analysis of SMC Motor core by compaction method

Sung Ho Lee, Kyu Seok Lee
Korea institute of industrial technology Parts&materials Team

Abstract - 본 논문은 연자성체를 이용한 모터코어 성형 시 성형 방법에 따른 밀도 특성에 대한 연구이다. 밀도는 성형된 연자성체에서 자기적 특성에 가장 큰 영향을 미치는 인자로써 모터 설계 시 큰 영향을 준다. 본 연구에서는 단동식, 복동식 압분 방법에 대한 밀도 분포의 고찰을 실시 하였고, 복동식의 평균 밀도가 단동식보다 향상 됨을 알 수 있었다. 또한 성형 방법에 따른 밀도의 분포도를 작성하여 모터 코어 각 부분에서 밀도의 분포 추이를 파악 할 수 있었으며, 향후 이를 이용한 모터 설계의 표준을 제공 할 수 있을 것으로 사료된다.

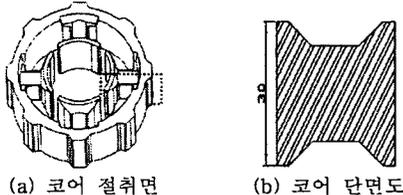
1. 서 론

연자성체(Soft magnetic composites)는 순철 분말에 전기적 절연 코팅을 실시한 소재로 모터 코어용으로 많은 연구가 진행 중이다. SMC는 기존의 Laminated된 강판에 비해 3차원 구조 형상이 용이할 뿐만 아니라 전기적 특성 또한 고주파 영역에서 좋은 특성을 나타냄을 알 수 있다 [1]. 이런 특성을 가지는 SMC는 운활제의 함량, 가압력, 열처리 조건 및 성형방법 (Conventional Compaction, HVC, Warm Compaction), 다단 성형, 순철 분말의 종류에 따라 다양한 결과를 나타냄을 알 수 있다. 본 논문에서는 이 중 금형의 설계 방법에 따른 압분 공정에 따른 시편의 밀도 분포를 분석 하였다. 금형 성형 방법은 크기 두 가지로 구분하여, 연구를 실시하였다. 특히 연자성 압분체의 밀도 특성은 자기적 특성과 가장 연관성이 깊은 인자로써 본 논문에서는 압분공정과 밀도 특성의 상관 관계를 분석 코자 하였다.

2. 본 론

2.1 코어 형상

코어의 형상은 그림 1과 같다. 코어 형상은 최근에 주목 받고 있는 전동기 조립 방법 중에 하나인 분할 코어 형식을 취하는 연자성 분말 코어의 3차원적 형상을 나타낸 것이다. 그림 1의 (b)는 (a)의 절취면의 단면도를 나타낸 것이다.



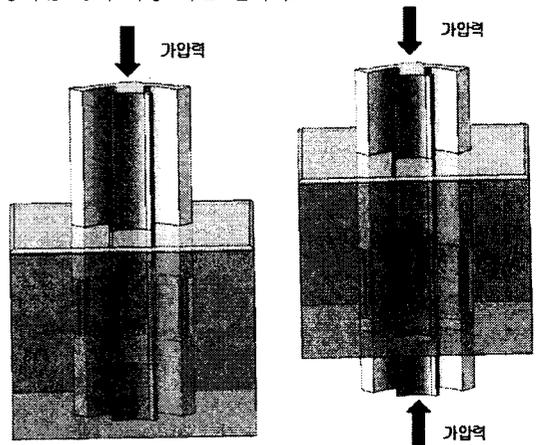
<그림 1> 3D 코어 형상 및 단면부

2.2 Core 성형

SMC 코어 성형 압분 조건은 800Mpa의 가압 조건에서 성형하였으며, 순철 분말(SOMALOY™ 500 [2])에 윤활제인 Kenolube가 0.5% 함유된 premix된 시료를 성형을 하였으며 성형된 시료는 500도의 조건에서 1시간 동안 열처리를 시행하였다.

2.2.1 성형 방법

SMC의 성형 방법은 크게 2가지로 구분을 하였다. 그림 2는 성형 방법에 따른 금형의 형상을 보여준다. 그림 2의 (a)는 단동식 성형법이며 (b)는 복동식 방법을 나타낸다. 단동식 방법은 Upper Punch만 구동되는 방식이며, 복동식은 Upper & Bottom Punch가 동시에 구동되는 방식을 말한다. 기존의 압분 방식은 (a)의 단동식 방식을 많이 사용하는 편이다.

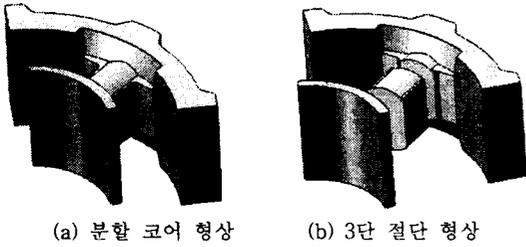


(a) 단동식(Single action) (b) 복동식 (Double action)

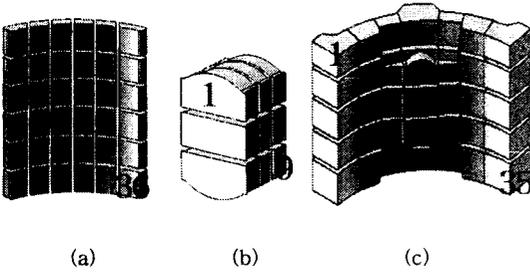
<그림 2> 금형 성형 방법

2.3 실험 및 측정 방법

성형된 코어의 형상의 밀도 분포도 및 전체적인 특성을 파악하기 위하여 그림 3의 (b)와 같이 우선 크게 3가지 형태로 절단을 하였다. 밀도 분포도 작성을 위하여 그림 4와 같이 각 부위별로 잘게 절단을 하였다. 절단은 가공면의 정밀도를 위하여 wire cutting을 실시하였으며 밀도는 아르키메데스 원리를 사용하여 측정 하였다.



<그림 3> 분할 코어 형상 및 절단



<그림 4> 각 부위별 Wire cutting 작업

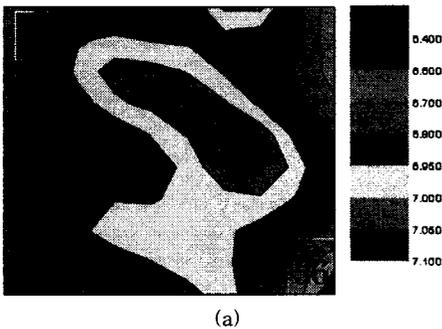
성형된 코어의 부위는 (a)는 크게 36개로, (b)부위는 9개, (c)부위는 35개로 구분을 하였으며 단동식 및 복동식으로 제작되어진 코어를 그림 4와 같이 Wire cutting 작업을 하였다.

2.4 실험 결과 및 분석

밀도 특성 비교를 위해서 단동식과 복동식에서 성형한 성형체의 밀도 분포를 실시 하였다. 각 성형 방법에 의한 밀도는 다음과 같다.

2.4.1 단동식

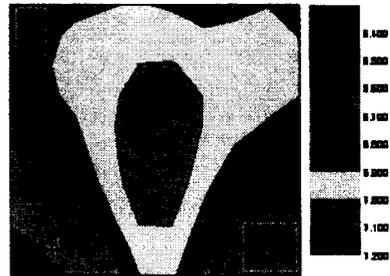
단동식 코어의 밀도 분포도를 보면 그림5와 같다. 그림 4의 (a), (b), (c)에 대한 밀도 분포도는 그림 5의 (a), (b), (c)와 일치한다. 또한 각 부위별 번호는 밀도 분포도의 번호와 일치 한다. 단동식 밀도 분포의 특성을 보면 Upper punch 만 구동을 하기 때문에 대부분 시편의 위쪽 부위에서 밀도가 높게 나타남을 알 수 있다. 또한 아래쪽의 밀도 분포는 상대적으로 제일 낮게 나타남을 알 수 있다.



(a)



(b)

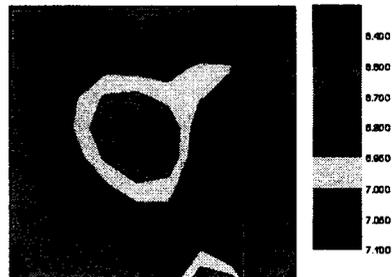


(c)

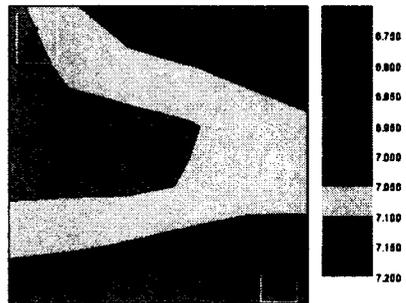
<그림 5> 단동식 방식의 부위별 밀도 분포도

2.4.2 복동식

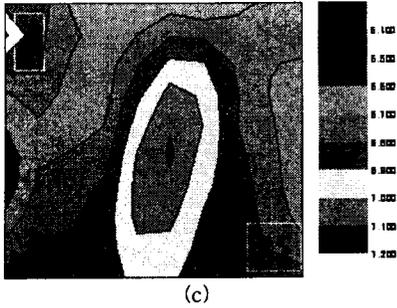
복동식 코어의 밀도 분포도를 보면 그림6과 같다. 복동식은 Upper & Bottom 펀치가 같이 움직이기 때문에 밀도 분포도가 가운데 집중되어 있는 것을 볼 수 있다.



(a)



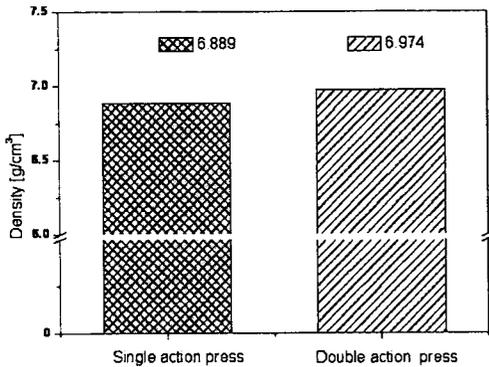
(b)



<그림 6> 복동식 방식의 부위별 밀도 분포도

2.4.3 전체 밀도 비교

두가지 방식으로 성형된 코어의 전체 밀도를 비교해보면 복동식의 밀도가 단동식으로 성형시보다 높게 나타남을 알 수 있다.



<그림 7> 코어 전체 밀도 비교

3. 결 론

연자성 분말은 밀도 향상을 위해 다양한 방법으로 성형이 이루어진다. 본 논문에서는 그 중 코어의 성형 방식을 단동식 방식(Single action)과 복동식 방식(Double action)으로 구분하여 각 성형 방식에 따른 코어의 부위별 밀도 분석하였다. 단동식의 경우 가압이 가해지는 Upper punch 부위의 밀도가 높게 나타났으며 Bottom Punch부위는 밀도가 상대적으로 낮았다. 하지만 복동식의 성형 방법은 3가지로 나뉘어진 모든 형상에서 중간 부위의 밀도가 전체적으로 높게 나타났으며, 성형된 코어의 상,하 밀도 분포가 일정하게 나타남을 알 수 있었다. 또한 코어 성형물의 전체적인 밀도를 분석 하였을 때 복동식이 단동식에 비해 높게 나타남을 알 수 있었다. 연자성체 분말의 경우 밀도가 높은 부위에서 자속이 크게 나타나는데 이를 고려했을 때 단동식의 성형 방법보다 복동식 성형 방법이 코어의 밀도 특성 및 자기적 특성 향상을 위해 알맞은 성형 방법이라 볼 수 있다.

[참 고 문 헌]

- [1] M. Persson, P. Jansson, A.G. Jack, B.C. Mecrow, "Soft magnetic composite materials-use for electrical machines," 17th International Conference on Electrical Machines and Drives, Conference Publication no.412, pp. 242-246, 1995
- [2] "Soft magnetic composites from Hoganas metal powders SOMALLOY™ 500," Catalogue SMC 01, Hoganas AB, Sweden.