

영구자석의 히스테리시스 특성 해석을 위한 Preisach 모델

서울대학교 공과대학 전기공학과 박관수*, 한송엽
 단국대학교 공과대학 전기공학과 이기식
 강원대학교 공과대학 전기공학과 정현교

Preisach Model for Analyzing the Permanent Magnet System
with Hysteresis Characteristics

Seoul National University Gwan-soo Park* , Song-yop Hahn
 Dankook University Ki-sik Lee
 Kangwon National University Hyun-kyo Jung

1. 서론

영구자석 제조방법이 발달함에 따라 높은 보자력과 잔류자속밀도를 갖는 강력한 자석들이 개발되고, 이것들은 영구자석 기기에 광범위하게 응용되고 있다. 영구자석은 착자된 후 공기중에 있을 때 또는 다른 기기와 조합될 때 감자작용으로 인하여 자석의 자화량은 변한다[1].

본 논문에서는 Preisach 모델과 유한요소법이 결합된 알고리즘으로 영구자석의 자화량의 변동이 고려된 수치기법을 확립하고, 이것을 이용하여 보자력과 잔류자속밀도의 값이 서로 다른 두자석이 서로 접근할 때 자석간에 작용하는 힘을 계산하고 strain gauge type load cell을 이용하여 측정된 실측치와 비교함으로써 본 방법의 유용성을 입증하였다.

2. 해석방법

Preisach 모델은 실측 데이터에 기초한 것으로 복잡한 히스테리시스 특성을 해석하기에 적합한 것으로 간주되고 있다[2]. Preisach 모델로 자화량을 구하는 방법은 먼저 실측한 자화량 회귀곡선으로부터 단위 자기입자들의 분포를 구한다음 자기 이력에 따라 이 밀도분포를 적분하면 된다[3].

$$M(t) = \iint \gamma B(t) P(B_a, B_b) dB_a dB_b \quad (1)$$

3. 사례연구

같은 극성을 가진 두개의 자석이 서로 접근하면 척력이 생긴다. 이때 영구자석에 가해지는 자장은 자화량을 줄이는 감자작용을 하게되며 보자력이 서로다른 두 자석을 접근시키면 자석의 자화량의 변동으로 인하여 자석사이에 작용하는 힘도 달라진다. 그림 1은 네오듬계의 자석과 페라이트계의 고무자석을 나타낸 것이다. 네오듬계의 자석은 보자력 875[Ka/m], 잔류자속밀도 값이 1.1[T]이며 페라이트계의 고무자석은 보자력이 180[Ka/m], 잔류자속밀도의 값이 0.32[T]이다.

그림 1 에서와 같이 두 자석은 먼저 25 [mm] 거리에 두고 접근시킨후 분리시키고 다시 두번째로 접근시키면서 두자석사이에 작용하는 힘을 계산하고 측정한다. 각각의 거리에 대하여 자화량의 변화를 고려한 유한요소법과 Preisach 모델로 계산된 자장을 Maxwell stress tensor법[4]으로 계산된 힘

의 값과, strain gauge type load cell 을 이용하여 측정된 값을 나타낸 것이 그림 2이다. 그림2 에서 양수의 값은 인력, 음수의 값은 척력을 나타내며, 계산값은 실측치와 잘 일치함을 알 수 있다.

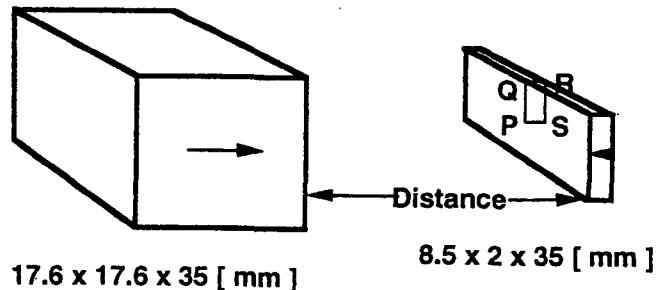
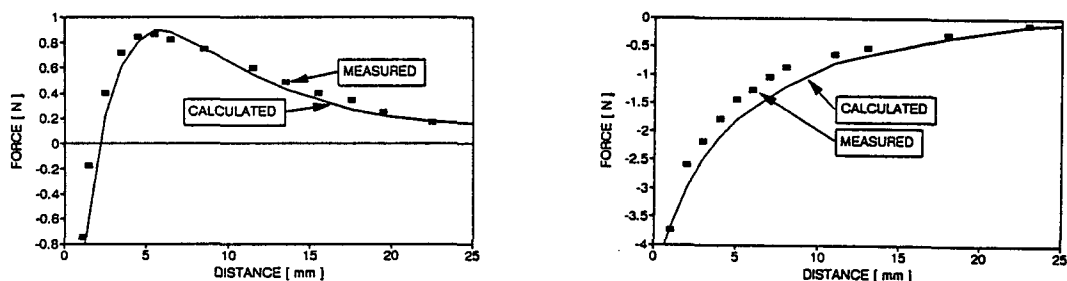


Fig.1 Analysis model with two magnets



(a) At the first approach

(b) At the second approach

Fig.5 Forces between two magnets

4. 결론

본 논문에서는 Preisach 모델과 결합된 유한요소법으로 영구자석기기를 해석하여 보자력이 서로 다른 두자석을 접근시켰을 때 두 자석사이에 작용하는 힘의 변화를 계산하였다. 자석이 가까워지면 보자력이 작은 자석의 자화량은 보자력이 큰 자석의 자장에 의하여 역으로 자화되고, 두 자석사이에 작용하는 척력은 인력으로 변하게 되는데, 본 논문의 방법은 자석의 히스테리시스 특성을 잘 고려할 수 있고 결과적으로 계산된 계산값은 실측치와 잘 일치하였다.

5.참고문헌

- ① S.Prusty and M.V.S.Rao, IEEE Trans., MAG-20, No.4, 606(1984)
- ② F.Ossart and G.Meunier, IEEE Trans, MAG-26, No.5, 2837(1990)
- ③ I.D.Mayergoyz and G.Friedman, IEEE Trans., MAG-24, No.1, 212(1988)
- ④ W.Miiller, IEEE Trans, MAG-26, No.2, 1058(1990)