

## 높은 전계강도에서 자기적 특성이 측정 가능한 장비 개발

차현록, 김경수, 이성호  
한국 생산기술 연구원

## New magnetic properties tester in high magnetic field strength conditions

H.R Cha, K.S Kim, S.H. Lee  
Korea Institute of Industrial Technology

**Abstract** - In this paper, we designed the new magnetic properties tester to measure the core loss in high magnetic field strength conditions. The results of measuring showed us the accuracy of new magnetic properties tester which we designed and it could measure in high magnetic field conditions about 15000 A/m. The results would provide useful information for applications and successfully applied in the design of electromagnetic fields.

## 1. 서 론

최근 산업의 발달에 따라 다양한 분야에서 고속, 고출력의 전동기의 수요가 증가하고 있다. 이러한 분야에서 요구되는 전동기의 특성을 만족시키기 위한 설계 및 연구가 활발히 진행되고 있다. 하지만 기존의 측정 장비로는 고속 전동기에 사용되는 규소강판의 자기적 특성을 측정할 수 있는 방법이 어려워서, 정확한 모터 설계 및 적용에 어려움이 있었다.

본 논문에서는 기존의 높은 전계강도 조건에서 규소강판의 자기적 특성을 측정할 수 있는 장비를 설계함으로서, 자기적 특성과 철손을 측정함으로서, 고속 전동기 설계에 기초자료를 얻을 수 있었다.

## 2. 본 론

## 2.1 자성 측정 장비 설계 및 측정 절차

우리는 다음과 같은 설계 방법에 따라 새로운 자성 측정 장비를 설계하였다. 측정 방법은 IEC 6204-4와 IEC 6040-4 기준을 따랐다[1],[2]. 자성 측정 과정은 그림 1과 같은 방법을 따랐으며, 그에 따른 절차는 다음과 같다.

먼저 측정하고자 하는 영역의 주파수나 전계 강도 값을 결정한 다음 신호 발생기의 값을 맞춘 후 측정조건을 설정한다. 그 다음 측정하고자 하는 시편에 여자 전류의 흐름에 따른 자기적 특성이 변화를 측정한 후, 측정 장비 내의 필터를 거친 후 사용자의 PC에 전달된다.

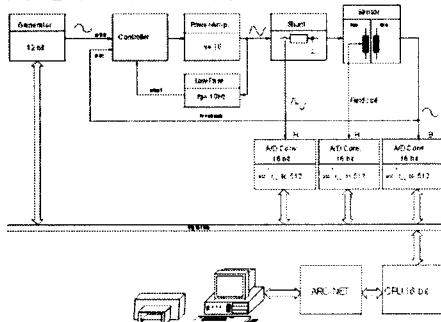


그림.1. 새로운 자성 측정 장비의 측정 과정

이렇게 수집된 자기적 측정 결과에 따라 컴퓨터에 전달된 함수는 일정한 샘플링 타임에 의해 측정 결과 값이 저장되며 다음과 같은 수식에 의해 그림 2와 같은 히스테리시스 루프 곡선을 나타낸다.

$$P_s = \frac{1}{\delta} \sum_{i=1}^n (dB \cdot H_i) \quad (1)$$

여기서 샘플링 타임의 변화 값은 다음과 같다.

$$\Delta t = \frac{1}{f \cdot n} = \frac{1}{f_s} \quad (2)$$

또한, 자속밀도(B)의 합은 다음과 같이 표현 가능하다.

$$B(t) = -\frac{1}{N_2 \cdot A} \int_0^t e_2(t) dt \quad (3)$$

그리고 전계 강도(H)의 합은 다음과 같다.

$$H(t) = -\frac{1}{N_2 \cdot A \mu_0} \int_0^t e_2(t) dt \quad (4)$$

이러한 측정 결과, 측정 시편의 철손( $P_c$ )은 다음과 같은 수식에 의해 결정된다.

$$P_c = \frac{1}{T} \int_{t=0}^T I_1(t) e_2(t) dt = \frac{1}{R} \frac{1}{T} \int_{t=0}^T e_1(t) e_2(t) dt \quad (5)$$

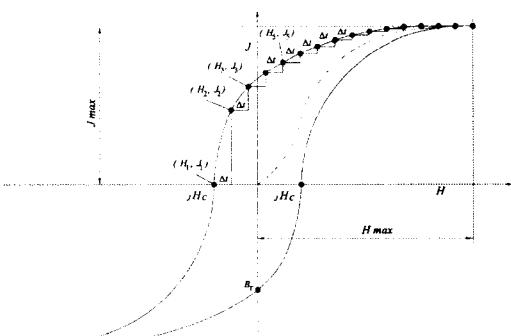


그림.2. 측정 결과에 의해 나타난 히스테리시스 루프

## 2. 2 자성 측정 장비를 이용한 측정 결과

우리는 설계된 자성 측정 장비의 정확성을 알기 위해, 다음과 같은 측정결과를 비교 해보았다. 현재 자성 측정 방법 중 하나인 Epstein frame 방법을 통해 얻어진 자기적 특성과 우리가 설계한 자성 측정 장비에 의해 얻어진 자기적 특성을 비교해보았다. 측정은 7000 A/m의 전계 강도를 인가하는 조건에서 측정하였으며, 측정 주파수는 60Hz로 동일하게 하였고, 측정 절차는 IEC 기준을 따름으로서 정확한 결과 값을 얻고자 하였다. 그림 3은 이와 같은 두 가지 측정 방법에 의한 결과를 비교한 히스테리시스 루프이다. 두 가지 측정 결과를 비교한 결과 매우 유사하게 나타남을 알 수 있었으며, 이는 곧 설계된 자성 측정 장비의 정확도는 신뢰할 수준인 것을 알 수 있었다.

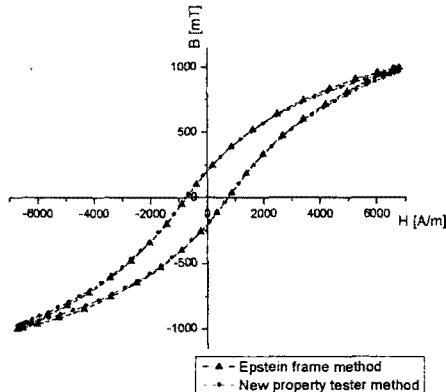


그림 3. 설계된 자성 측정 장비의 정확도를 비교하기 위한 히스테리시스 곡선 (60Hz, 7000 A/m)

또한 우리는 설계된 자성 측정 장비가 기존의 측정 장비 보다 더 높은 전계 강도 조건에서 자기적 특성을 측정이 가능한지 측정 결과를 비교해 보았다. 조건은 15000 A/m의 전계강도를 인가하는 조건에서 측정하였으며, 측정 주파수는 기존의 측정 장비와 동일하게 하였고, 측정 시 IEC 기준을 따름으로서 정확한 결과 값을 얻고자 하였다. 그림 4는 이와 같은 측정 결과를 비교한 히스테리시스 루프이다. 측정 결과 기존의 자성 측정 장비는 약 10000 A/m 영역까지 측정할 수 없었지만, 새롭게 설계된 측정 장비는 15000 A/m 이상의 영역에서도 자성 측정 결과를 얻을 수 있었다.

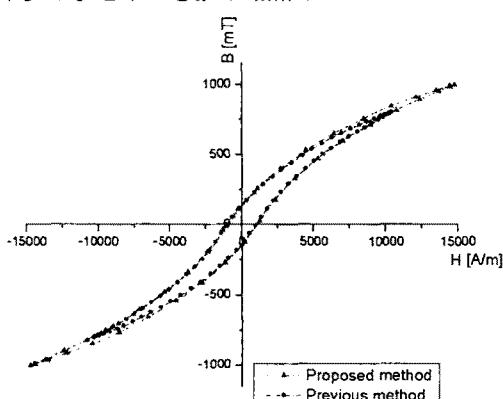


그림 4. 설계된 자성 측정 장비를 이용한 높은 전계 강도 조건에서 히스테리시스곡선 비교 (15000 A/m, 60Hz)

그림 5는 설계된 자성 측정 장비를 통한 전계 강도의 변화에 따른 철손 값의 변화를 나타낸 그래프이다. 이러한 측정 결과 값은 기준보다 높은 전계강도의 조건에서 철손의 값을 얻을 수 있었다.

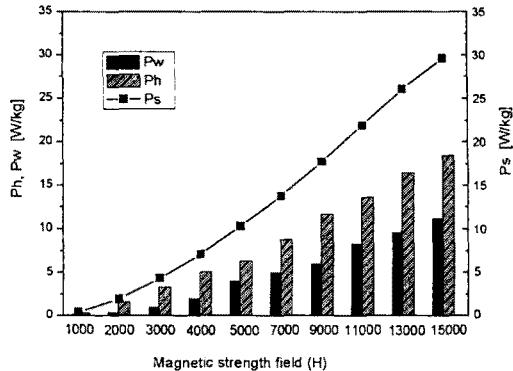


그림 5. 설계된 자성 측정 장비를 이용한 전계 강도의 변화에 따른 철손 결과 값.

## 3. 결 론

본 논문에서는 새롭게 설계된 자성 측정 장비를 통해 고속 전동기의 설계에 사용되는 규소강판의 높은 전계강도에서 자기적 특성 및 철손 측정값을 측정하였다. 설계된 자성 측정 장비는 정확도도 우수할 뿐만 아니라, 기존의 장비로는 측정할 수 없는 높은 전계 강도 영역에서의 측정 결과 값을 얻을 수 있었다.

이와 같이 새롭게 설계된 자성 측정 장비를 통해 얻어진 결과 값은 고속 전동기의 설계 및 전동기 재료의 활용적인 측면에서 기초적인 자료가 될 수 있을 것이다.

## 【참 고 문 헌】

- [1] IEC standard 60404-4. "Method of measurement of d.c. magnetic properties of magnetically soft materials in IEC 2003. Second edition.
- [2] IEC standard 60404-4. "Method of measurement of magnetic properties of magnetically soft materials and powder materials at frequencies in the range 20Hz to 200kHz by the use of ring specimens" in IEC 2003. Second edition.
- [3] E.C.Snelling, Soft ferrites: Properties and applications, Butterword and Co.(Published Ltd, 1988
- [4] I.P.Gibert, V. Moothy, S.J. Bull, J.T.Evans, A.G. Jack "Development of soft magnetic composites for low-loss applications" Journal of Magnetism and Magnetic Materials 242-245(2002), p.232-234
- [5] Y.G.Guo, J.G.Zhu, Z.W.Lim, J.J. Zhong "3D vector magnetic properties of soft magnetic composite material" Journal of Magnetism and Magnetic Materials 302( 2006), p 511-516