

교류자기이력곡선에서의 minor loop 특성에 관한 연구

한남대학교 물리학과 조주현\*, 조 욱, 손대락

Study on the minor loop properties of ac hysteresis loop

HannamUniversity J. H. Cho\*, Y. Cho, D. Son

1. 서 론

철손을 측정하기 위해 일반적으로 표준화되어 있는 방법은 정현파 자기유도에 의한 것이나[1], 실제 교류전력장치에서 코아의 자기유도 파형은 정현파가 아니라 대부분 고조파 성분을 포함하고 있다. 이에 관한 연구는 전력장치의 설계에 있어서 매우 중요하며, 고조파 자기유도 성분이 있을 경우의 교류자기이력 특성에 관한 연구가 진행되고 있다[2,3]. 본 연구에서는 고조파 자기유도에 의해 발생하는 minor loop에 관한 연구를 하기 위하여 ac minor loop을 1개만 발생시키고 minor loop이 생성되는 자기유도의 위치에 따른 특성을 측정하고 분석하였다.

2. 실험방법

전기강판의 고조파 자기유도에서의 교류자기특성을 측정하기 위해 무방향성 규소강 강판을 사용, 시편의 크기 8 cm × 8 cm를 측정할 수 있는 yoke를 제작하였다. 한편, 자화력  $H$ 를 발생시키기 위한 solenoid는 직경 0.7 mm  $\Phi$ 의 에나멜 동선을 203회,  $B$ 코일은 직경 0.2 mm  $\Phi$ 의 에나멜 동선을 84회 권선하였고, 여기에 공기자속을 보상하기 위한 상호유도기를 연결하였다. 임의의 파형합성은 Hp 1445 사용으로 프로그램에 의하여 파형을 합성시킬 수 있게 하였고, 발생한 파형의 모양대로 이차코일에 유도되는 기전력의 파형이 되게 하기 위해 negative-feedback 회로를 연결하였다[2]. Digital sampling 방법에 의한 교류자기이력 특성 측정 시스템은 VXI-system으로 구성하여  $B, H$  신호를 2개의 ADC를 이용해 동시에 digitize하고 기록한 후 측정 데이터를 컴퓨터로 가져와 계산하였다[3]. Fig. 1. 은 본 연구에서 사용한 측정장치의 구성도이다.

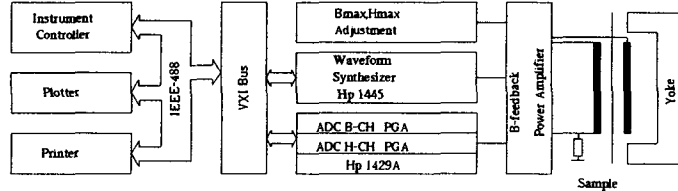


Fig. 1. Schematic diagram of the constructed core loss measuring system including higher harmonic magnetic induction.

3. 실험 결과 및 고찰

고조파 자기유도 성분의 한 주기를 기본 주파수의 교류자기이력 곡선의 자기유도  $B$  위치에 따라 발생시켜 ac minor loop에 의해 증가되는 철손을 분석하였다. 기본주파수의 최대 자기유도가 1.0 T 및 1.5 T 에서 ac minor loop의 위치와  $\Delta B$ 의 크기에 따라 측정된 결과가 Fig 2. 이며, 각각 시편의 두께가 0.35 mm 와 0.5 mm 두 가지의 경우에 대하여 측정하였다. 두 경우 모두 최대자기유도가 1.0 T 에서는 ac minor loop에 의한 철손의 증가가 ac minor loop의 위치와 ac minor loop의 크기  $\Delta B$ 에 따른 변화가 매우 적으나, 최대자기유도가 1.5 T 에서는 고조파 자기유도 성분이 크기  $\Delta B$ 가 적을 경우 ac minor loop의 위치에 따른 철손의 변화가 적으나,  $\Delta B$ 가 커짐에 따라

ac minor loop의 위치에 따른 철손의 변화가 큼을 알 수 있다. 이는 자기이력곡선에서 자기유도가 0인 근처는 자벽 이동에 의한 기여가 큰 부분이고 포화자화 영역과 감자곡선 영역은 자구의 회전이 많이 기여하는 영역이다. 따라서 최대자기유도가 1.5 T에서  $\Delta B$ 가 큰 경우 ac minor loop의 위치가 포화자화 영역 및 감자곡선 영역에서 철손이 증가하는 이유는 이 영역에서 비가역적 자구회전에 의한 철손이 기여한 것으로 생각된다.

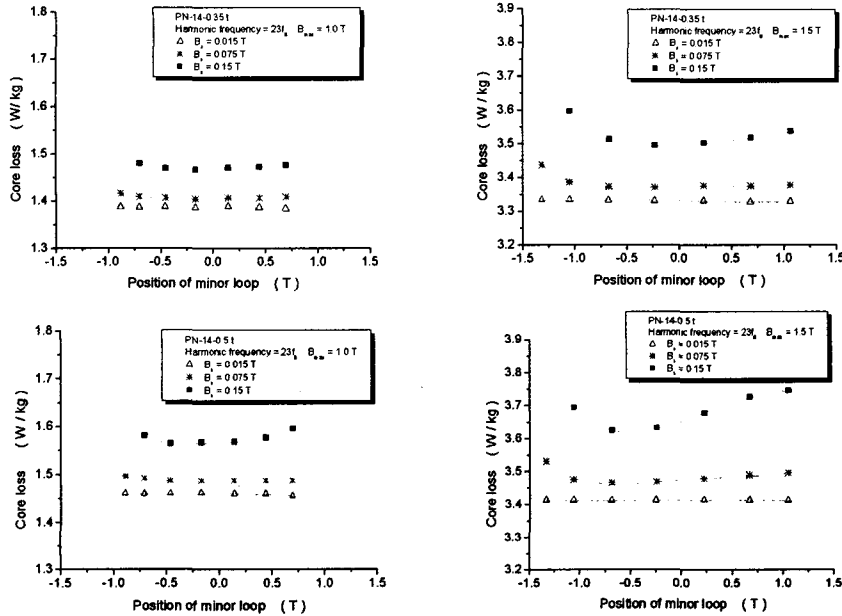


Fig. 2. Core loss depending on the position of ac minor loop for the thickness of 0.35 t , 0.5 t ; at maximum magnetic induction of 1.0 T and 1.5 T

#### 4. 결론

교류전력장치의 자기유도파형은 일반적으로 고조파성분을 포함하고 있으며, 이에 관한 교류자기특성 연구는 교호를 전력장치의 설계에 있어서 매우 중요하다. 본 연구에서는 기본 주파수의 최대자기유도를 일정하게 하고 고조파 자기유도 성분의 주파수 및 위치에 따라 ac minor loop를 발생시키고 이에 따른 철손의 변화를 측정하였다. Ac minor loop에 의한 철손의 증가는 ac minor loop의 위치에 따라 많은 차이를 보였으며 비가역 자구회전 영역에서 철손의 증가가 큼을 알 수 있었다.

#### 5. 참고문헌

- [1] IEC.404-3 Method of Measurement of Specific Total Losses of Manetic Sheet and Strips by means of a Single Sheet Tester.
- [2] T. Sasaki et al., Magnetic Losses of Electrical Iron Sheets under Ac Magnetization superimposed with Higher Harmonics, IEEE Trans. on Magn. in japan, Vol. 764(1992)
- [3] D. Son et al., " Core loss Measurement Including Higher Harmonics of Magnetic Induction in Electrical Steel ", JMMM Vol. 160, pp.65(1996)