

자화주파수에 따른 누설자속의 변화에 관한 연구

한남대학교 박재형*, 한정희, 손대락
고려공업검사 주광태

The study on the magnetic leakage flux depends on the magnetizing frequency

Hannam University J. H. Park*, J. H. Han, D. Son
Korea Industrial inspection K. T. Joo

1. 서론

본 연구는 현재 국내 산업체에서 널리 사용되는 자분을 사용한 비파괴방법의 정성적인 분석에 접근하는 방법으로 Hall 센서를 사용하여 기준시편의 누설자속을 측정하고 자화주파수에 의한 표피층과 결합깊이에 따른 누설자속의 감도 등을 조사하였다.

2. 실험방법

누설자속 방법에 의한 비파괴 탐상을 실험하기 위한 기준시편의 크기가 $3.5\text{ cm} \times 26.5\text{ cm} \times 1\text{ cm}$ 이고 인공적인 결합은 직경이 0.5ϕ 이고 표면으로 부터의 깊이가 각각 $1\text{ mm}, 1.5\text{ mm}, 2\text{ mm}, 2.5\text{ mm}, 3\text{ mm}, 4\text{ mm}$ 인 시편을 사용하였다. 시편을 자화시키기 위한 yoke장치는 무방향성 규소강판으로 된 폭이 415 mm 높이가 373.5 mm 인 삼상변압기용 EI core를 wire cutting하여 제작하였다. 자화 코일은 크기가 $3\text{ mm} \times 1\text{ mm}$ 인 각형 코일을 코일포머에 각각 616 회 권선하여 직렬로 연결하였다.

Fig. 1은 DC 자화과정에서의 누설자속을 측정하기 위한 장치의 계략도이다. Fig. 2는 AC 자화과정에서의 누설자속을 측정하기 위한 장치의 계략도이다.

누설자속 측정시 누설자속에 의한 자기장의 세기는 기준시편으로부터 Hall 센서 사이의 간격(lift off)에 따라 민감하게 변화하기 때문에 lift off를 일정하게 유지하는 상태에서 Hall 센서를 기준시편 위에서 scanning을 하였다.

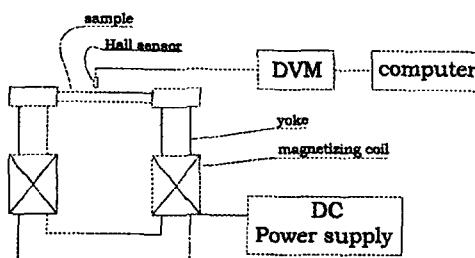


Fig. 1

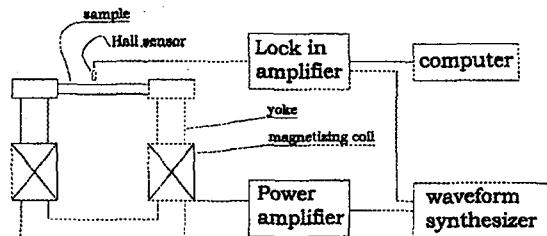


Fig. 2

3. 실험결과 및 고찰

Fig. 4는 DC 전류를 1 A 에서부터 5 A 까지 1 A 의 간격으로 lift off가 1 mm 로 측정한 결과이다. 표면으로 부터의 결합 깊이에 따라 1 번에서부터 5 번으로 하여 Fig. 4의 측정데이터에 대한 번호별 최대자기장 변화를 본 것이 Fig. 5이다. Fig. 5에서 보면 결함이 표면에 있을 경우가 깊이 있는 경우

에 비하여 전류의 증가에 따른 누설자기장의 증가가 크고 결합이 표면 아래에 깊이 있을 경우, 즉 4번, 5번 및 6번 결합의 경우 누설자기장의 크기는 깊이에 별 관계가 없으며 전류에 의한 증가의 비도 비슷함을 알 수 있다.

따라서 비파괴 측정시 DC 자기장을 이용할 경우 자화력을 증가시키면 누설 자기장의 크기가 증가하여 결합을 찾기가 용이함을 알 수 있고, 기준시편이 있을 경우 결합의 깊이를 추정 가능함을 보여주고 있다.

Fig. 6 은 자화전류를 2 App 로 고정하고 자화주파수를 2 Hz 에서부터 10 Hz 까지 1 Hz 씩 증가시키면서 측정한 결과로 자화주파수가 5 Hz 이상에서는 4번 이상의 결합은 잘 검출이 되지 않음을 보여주고 있다. Fig. 7 은 Fig. 6 의 측정결과를 종합하여 그린 것으로 자화주파수가 5 Hz 이하에서는 결합의 판독이 어려울 정도로 신호의 크기가 매우 적으며 자화주파수가 2 Hz 에서 4 Hz 까지 DC 전류의 경우와 유사한 결과를 보이고 있다.

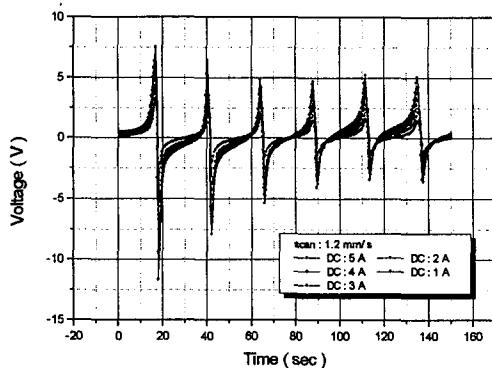


Fig. 4

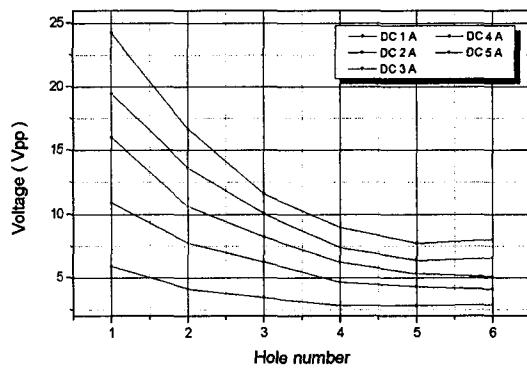


Fig. 5

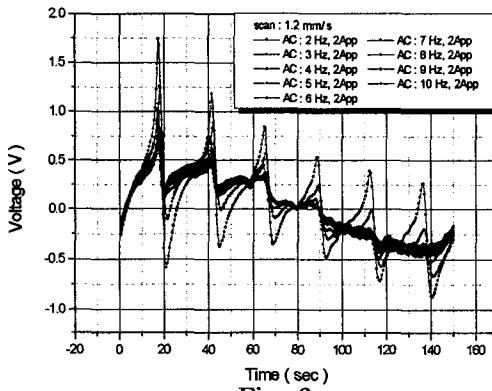


Fig. 6

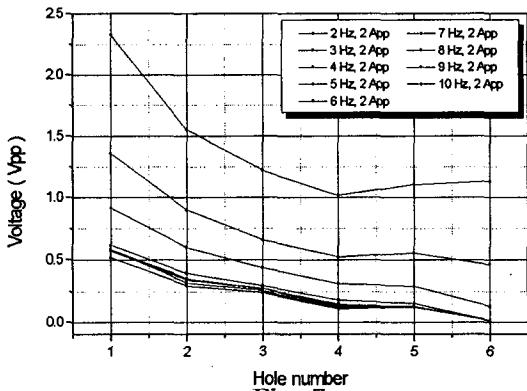


Fig. 7

5. 결론

Hall 센서를 사용하여 자화주파수를 DC 에서 10 Hz 범위에서 누설자속을 측정하여 결합의 유무를 판단하는 기초조사를 하였다. DC 인 경우 결합이 일정 깊이 이하는 누설자속 크기의 변화가 매우 적었으며 결합에 의한 누설자속에 의한 자기장의 세기는 AC 인 경우보다 커다. AC 자화에서는 표피효과에 의하여 자화주파수가 증가함에 따라 표면 근처의 결합이 잘 측정되고 따라서 자화주파수를 조절함으로써 결합의 위치를 확인하는 방법으로 사용가능함을 알수 있었다.