

Inconel 600의 강자성상 비파괴 검사에 관한 연구

한남대학교 물리학과	정선영*, 손대락
한국표준과학연구원	유권상
한국원자력연구소	박덕근

Observation of Ferromagnetic Phase in Inconel 600 Material by NDT Method

Hannam Univ. Physics	S.Y. Jung*, D.R. Son
KRISS	K.S.Yoo
KAERI	D.K.Park

1. 서론

원자력 발전소의 증기발생기의 소재로 사용되는 Inconel 600 합금은 발전소의 가동에 따라 응력 부식 균열(Stress corrosion cracking)등의 현상이 일어나게 된다. 이는 증기발생기 전열관 손상의 주 원인이 되며, 이에 따른 비파괴 검사는 와전류 탐상법으로 이루어진다. 그러나 Inconel 600 합금은 열에 의한 강자성상이 생성되며, 이는 손상 평가에 어려움을 주고 있다. 따라서 본 연구에서는 손상 평가에 어려움을 주고 있는 강자성상의 생성을 임의로 열처리한 Inconel 600 시편으로부터 비파괴 검사로 측정해 보고자 한다.

2. 측정 원리

본 연구에서 사용한 차등형 와전류 프로브는 3개의 코일을 사용하였다. 이 중 가운데 위치한 코일은 자화코일(exciting coil)로써 자기장을 발생시키며, 양 바깥쪽의 코일은 감지코일(sensing coil)로써 시험코일이 위치한 두 부분의 자속변화 차이를 비교 검출한다. 이 때 만일 두 곳 중 하나의 감지코일 부분에 강자성상이 존재한다면 그 변화를 감지하여 출력신호를 발생하게 된다. Fig.1 은 차등형 와전류 프로브의 측정원리에 대한 그림이다.

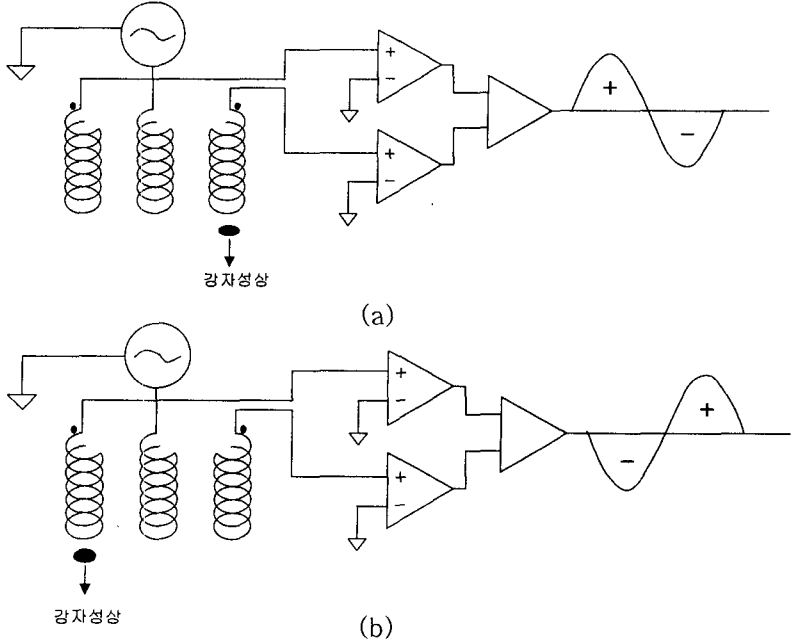


Fig.1 Principle of measurement using a differential type probe (a) when ferromagnetic phase is located in right sensing coil, and (b) in left sensing coil

3. 측정장치구성

측정 시편은 1050℃로 가열한 후 급랭하여 초기화 한 봉상의 Inconel 600 합금을 360℃, 480℃, 600℃, 및 700℃ 에서 최고 50시간까지 열처리 하였다. 이 시편의 자기모멘트 측정은 크기가 2mm×2mm×1mm인 작은 조각을 사용하여 VSM(Vibrating Sampling magnetometer) 측정을 하였으며, 각 시편에 대한 강자성상 조사는 두께 2mm로 봉상의 축방향으로 wire cutting 하여 차등형 프로브로 측정하였다.

차등형 와전류 프로브는 "E"자형 코아에 각 폴마다 직경 0.15 mm의 코일을 100회 권선하여 그 크기는 8.5 mm × 12 mm × 6 mm 인 소형으로 제작하였다. 이 프로브는 가운데 위치한 코일을 자화코일로 하고, 양 바깥쪽의 코일을 감지코일로 하였으며, 만일 하나의 감지코일 부분에 강자성상이 위치하게 되면 나머지 감지 코일 부분과는 다른 크기의 기전력이 유도된다. 이 신호는 차등증폭기를 통하여 기전력 차이를 증폭한 정보를 얻는다.

4. 결과 및 토의

Inconel 600 합금의 자기적 특성은 VSM(Vibrating Sampling magnetometer)으로 자기모멘트를 측정하였으며, 그 결과는 Fig.2 와 같다. 이는 강자성상이 균일하게 생성되지 않아 VSM 시편이 전체 시편의 특성을 대표할 수 없음을 의미하며 이는 Inconel 600 내에서 강자성상을 조사하여야함을 말한다. 따라서 본 연구에서는 이를 조사하기 위하여 차등형 프로브를 제작하였으며, 프로브의 감지코일에서 측정되는 기전력 차이를 '0'이 되도록 조절하였다. 그런 후, 직경 10 μm, 길이 5 mm 인 amorphous wire를 시편 위에 고정시켜 신호 변화를 보았는데, 그 결과는 Fig. 3 과 같다.

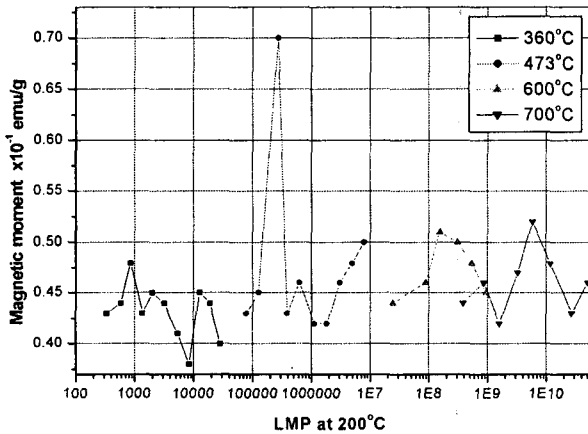


Fig. 2 Plotting of LMP at 200°C about the VSM measurement

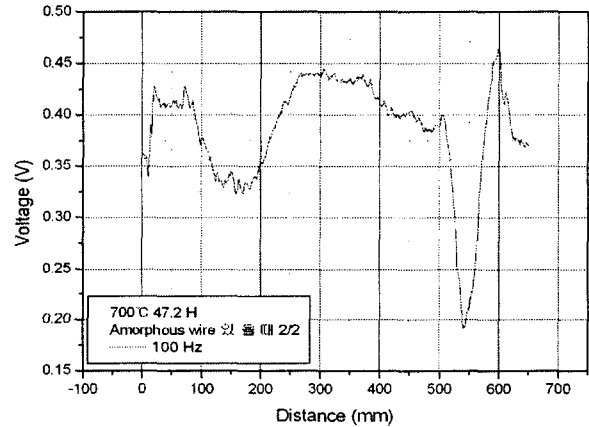


Fig. 3 Output Voltage of amorphous wire detect

5. 결론

본 연구에서 제작된 차등형 프로브로 부피가 $0.39 \times 10^{-3} \text{ mm}^3$ 크기의 강자성상을 측정할 수 있는 장치를 구성하였으며 이를 사용하여 Inconel 600 합금의 열화에 따른 강자성상의 생성에 관한 연구를 할 계획이다.

6. 참고문헌

- [1] J.W.Woo, "Study on the NDT of the metallic roll surface using ac magnetic leakage flux method"
- [2] J.H.Moon, "Magnetic particle & Eddy Current Testing", 원창출판사, 1998