

투자율 변화 측정용 비파괴 탐촉자 제작

한남대학교 물리학과 정선영*, 손대락
 한국표준과학연구원 유권상
 한국원자력연구소 박덕근

Construction NDT Probe for Permeability Change of Material

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

1. 서론

원자력 발전소의 증기발생기 전열관의 소재로 사용되는 Inconel600 합금은 발전소의 가동에 따라 응력(Stress) 부식(Corrosion) 균열(Cracking)등의 현상이 일어나게 되고, 이에 따른 안전진단은 원전 가동의 안전성에 있어서 매우 중요한 위치에 있다. Inconel600은 응력과 열에 의해 강자성상이 생성되는 것으로 알려져 있으며 이는 원자력 발전소의 안전성에 문제를 일으킬 수 있게 된다. 또한 기존의 원자력 발전소 증기발생기의 비파괴 방법으로 사용되는 와전류 탐상법은 강자성상이 발생할 경우 비파괴 탐상의 해석에 어려움을 주기 때문에 이는 증기발생기 건전성 확보에 어려움을 준다. 따라서 본 연구에서는 강자성상의 측정을 위한 투자율 변화 측정용 탐촉자를 개발하여 그 성능을 확인해 보았다.

2. 측정원리

투자율은 인가해주는 자기장의 세기 H 에 의해 유도되는 자속밀도 B 의 관계는 식(1)과 같으며, 투자율 μ 는 인가 자기장의 세기 H 와 B 를 측정하여 얻을 수 있다.

$$B = \mu H \quad (1)$$

따라서, 본 연구에서는 대상시편의 투자율 측정을 위하여 시편을 자화시키기 위한 'U' 모양의 yoke에 1차코일과 2차코일을 권선하였다. 자화력은 1차 코일에 흐르는 전류로부터 구하고, 자속밀도는 2차 코일에 유도되는 기전력을 적분하여 구하고, 이로부터 투자율 μ 를 구하였다. Fig.1은 투자율 측정용 비파괴 탐촉자 원리에 대한 그림이다.

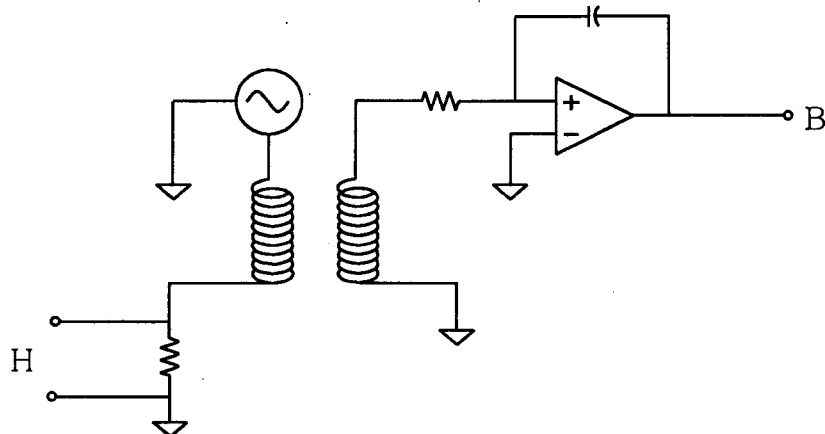


Fig. 1. The principle of NDT probe for permeability change measurements

3. 측정 장치 구성

투자율 변화 측정용 비파괴 탐촉자의 yoke는 'U' 모양의 코어를 적층하여 사용하였고, 각 1차 및 2차 코일은 yoke에 직경 0.15 mm의 코일을 100회씩 권선하였다. 이 중 하나의 코일은 자화코일이고, 나머지 하나는 탐지코일로 사용하였으며, 그 크기는 5 mm × 12 mm × 3.5 mm 이었다. 자기장의 세기 H 의 측정은 선트저항 양단의 전압을 증폭하였으며, 자속밀도 B 의 신호는 탐지코일로부터 유도된 기전력을 적분하였다. 그러나 투자율 측정센서의 air flux 효과는 투자율 변화 측정에 어려움이 있어 air flux를 보정을 한 후, B-H loop의 기울기로써 측정하였다.

투자율의 변화는 적분기를 통한 B 신호를 PSD를 통한 후, LPF를 사용하여 DC 전압으로 측정하였다. 측정시편은 투자율이 다른 재료들로 준비하여, 투자율에 따른 신호 변화를 보았으며, lift off를 0.1mm ~ 5 mm의 범위로 변화시켜 측정하였다.

4. 결과 및 토의

투자율 변화 측정용 비파괴 탐촉자의 스캔 속도는 1 m/s로써, 빠른 시간에 강자성상을 자화시키고 그에 따른 유도기전력의 측정이 이루어져야 한다. 따라서 측정 주파수를 10 kHz로 하였다. 측정시편의 제작은 비자성체인 SUS 304 시편 위에 iron-base amorphous 리본과 cobalt-base amorphous 리본을 1 mm × 0.5 mm × 0.025 mm 크기로 부착하여 제작하였다. 이렇게 제작된 시편을 사용하여 측정한 시험결과는 Fig.2와 같다.

또한, 투자율 변화 측정용 비파괴 탐촉자의 lift off를 0.1mm~5 mm의 범위에서 변화하면서 측정 한 결과 Fig. 3과 같이 lift off가 증가함에 따라 신호가 감소하는 경향을 보였다.

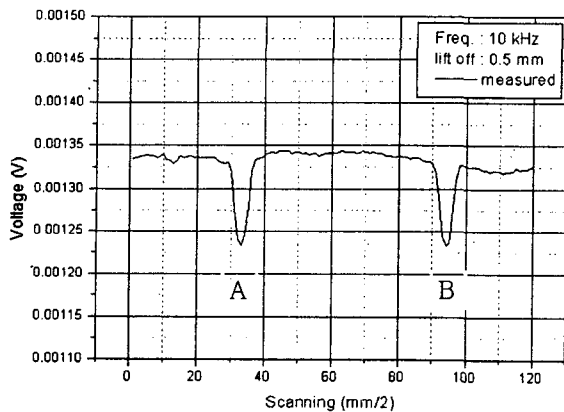


Fig.2. Voltage output changing on the samples:
A is 2605-S3 and B is 2714

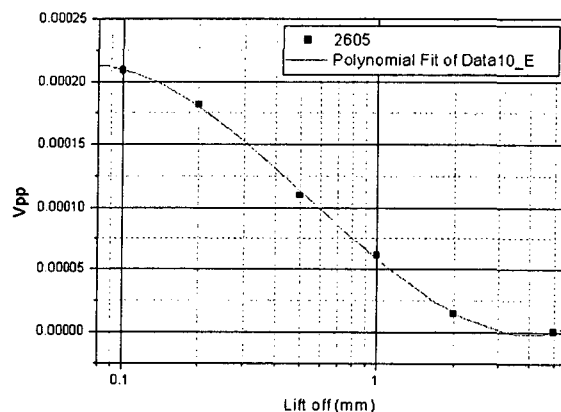


Fig.3. Output voltage depending on the lift off

5. 결론

본 연구에서는 비자성체인 Inconel600 합금의 열과 응력에 의하여 발생 될 수 있는 강자성상을 찾기 위한 목적으로 투자율 변화 측정용 비파괴 탐촉자를 개발하였다. 개발된 탐촉자로 lift off는 실제 원자력 발전소의 비파괴 검사시에 사용되는 lift off인 0.5 mm에서 측정하였으며, 기준시편의 크기가 1 mm × 0.5 mm × 0.025 mm 대하여 좋은 감도로 측정할 수 있음을 보였다.

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