

# 원전전열관 비파괴탐사용 자성상 측정

정원익<sup>1\*</sup>, 손대락<sup>1</sup>, 유권상<sup>2</sup>, 박덕근<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>한남대학교 물리학과  
<sup>2</sup>한국표준과학연구원  
<sup>3</sup>한국원자력연구소

## 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 원전가동의 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. 센서제작

투자율 변화 측정용 비파괴 탐촉자의 yoke는 'U' 모양의 코어를 적층하여 사용하였고, 1차 코일은 yoke에 직경 0.15 mm 의 코일을 110회, 2차 코일은 yoke에 직경 0.10 mm 의 코일을 100회씩 권선하였다. 이 중 하나의 코일은 자화코일이고, 나머지 하나는 탐지코일로 사용하였으며, 그 크기는 8.5 mm × 12 mm × 4 mm 이었다.그 모양은 Fig. 1과 같은 모양이다. 자기장의 세기  $H$ 의 측정은 셉트 저항 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 mm 의 범위로 변화시켜 측정하였다. Fig. 2는 RS232C interface를 통하여 pc에 전달하고 전해오는 digital 데이터를 컴퓨터 화면에 display하기 위한 소프트웨어는 LabView를 사용한 전체적인 구성도를 나타내고 있다.

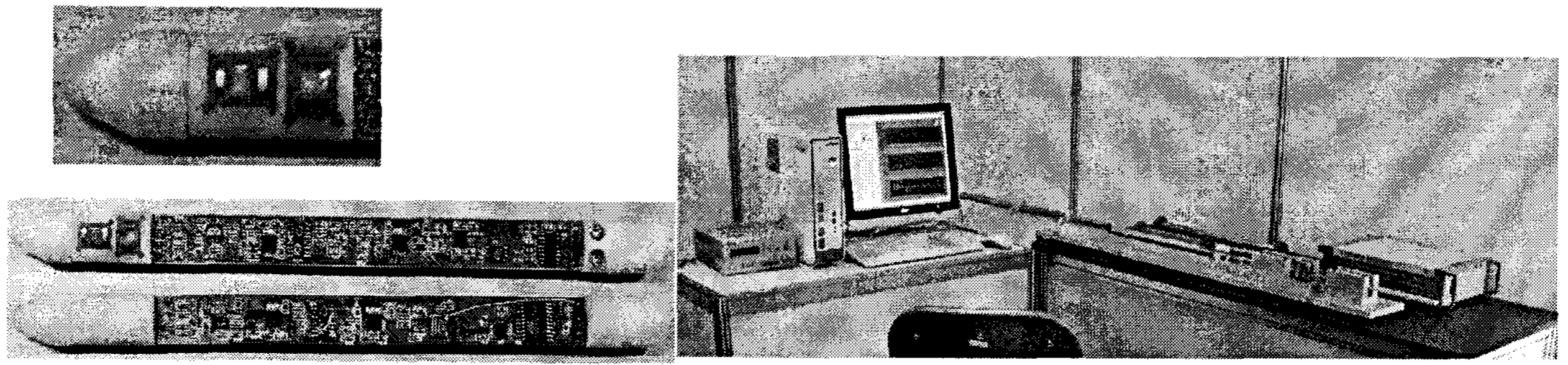


Fig. 1. (a)제작된 센서와 탐촉자의 사진.

(b)구성한 측정시스템의 사진.

### 3. 실험결과

종방향 결함은 종방향 센서에서 결함이 측정이 되었고, 횡방향 결함은 횡방향 센서에 의해 결함이 측정되었다. 현재 제작된 센서 탐촉자는 종방향과 횡방향을 모두 가지고 있기 때문에 어느 방향의 결함도 측정할 수 있음을 보여준다.

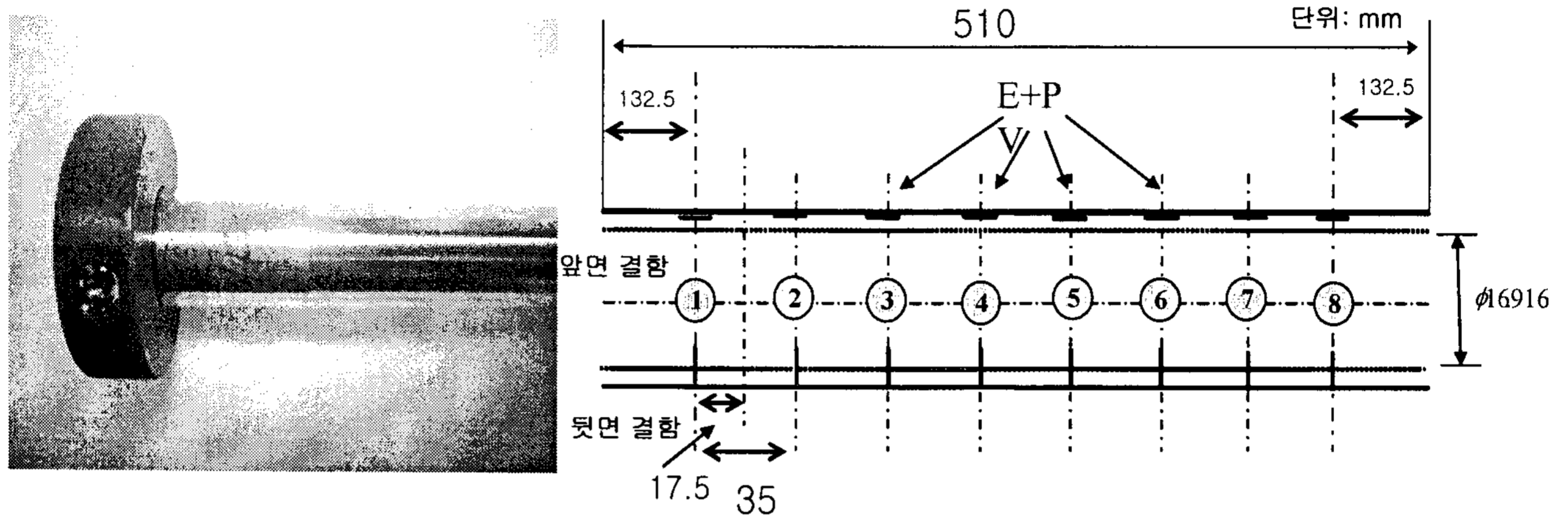


Fig. 2. 표준시편과 결함.

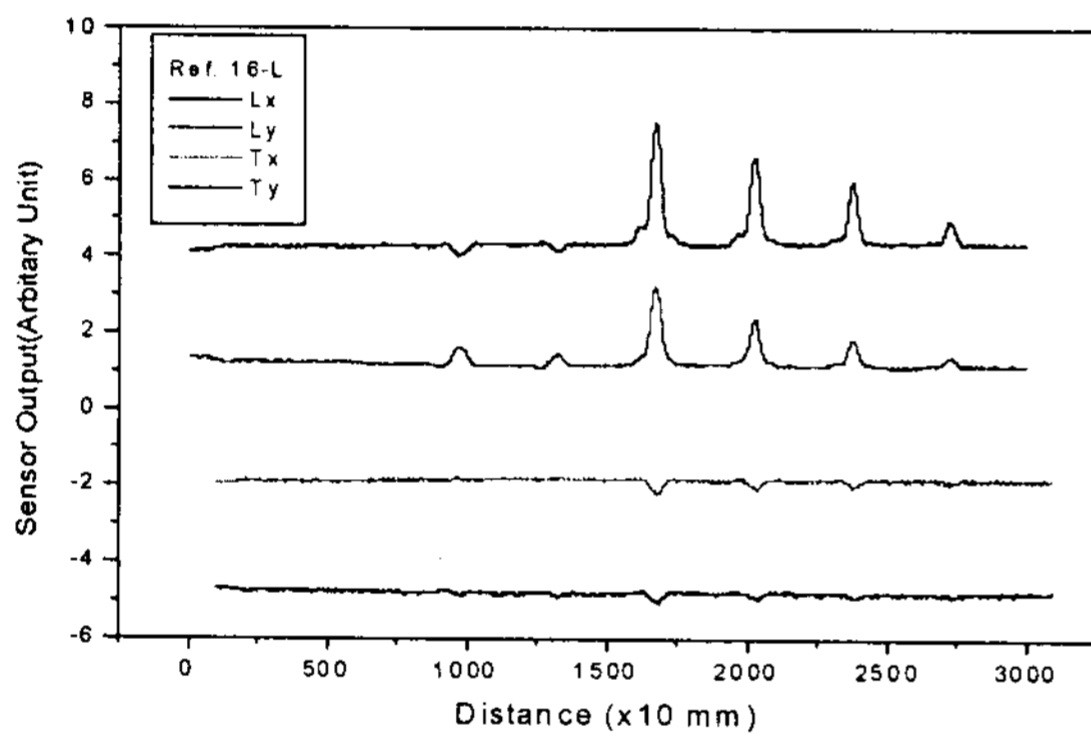
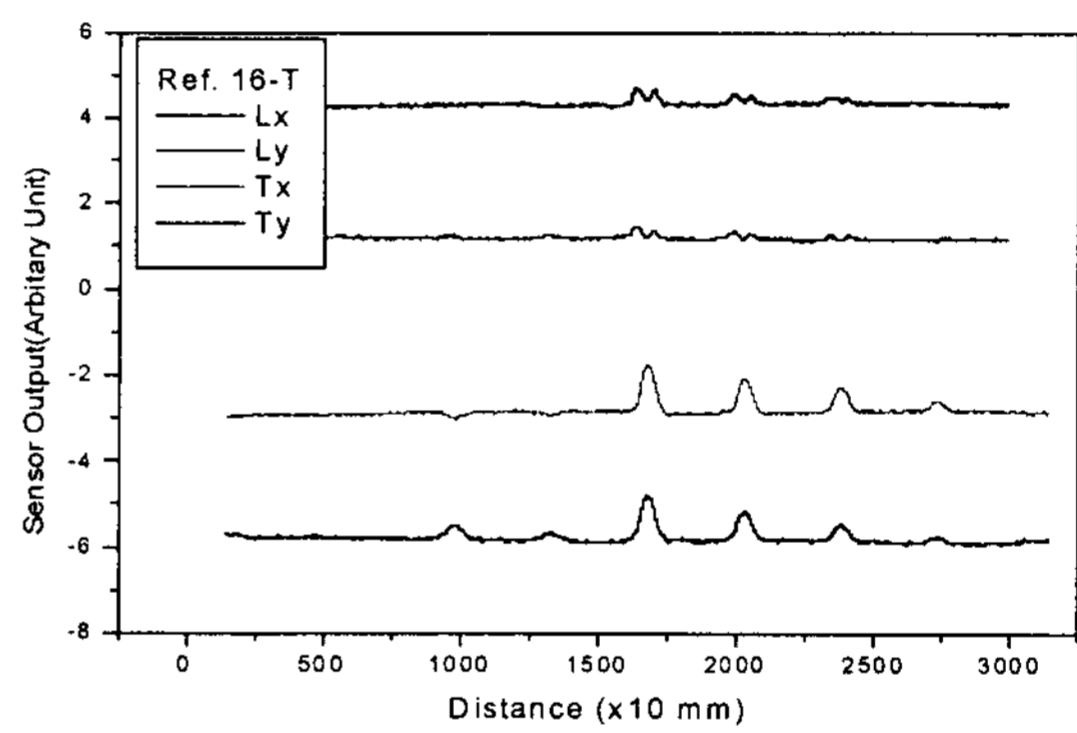


Fig. 3. (a) 앞면 결함 측정결과.



(b) 뒷면 결함 측정결과.

Fig. 2는 센서의 특성을 측정하기 위하여 제작한 기준시편으로 윗면은 종결함 아랫면은 횡결함을 넣어서 만든 것이다. 이를 이용하여 개발된 센서로 결함을 탐상한 결과가 Fig. 3이다. Fig. 3-(a)에서 보면 종방향 결함의 경우 종방향의 센서로는 결함이 잘 관측되나 횡방향의 선세출력은 그 신호가 낮음을 알 수 있다. 반면에 횡방향 결함에 대해서는 종방향 센서의 출력이 큼을 알 수 있다. 따라서 개발된 센서로 결함 및 강자성상을 측정할 수 있고 아울러 종결함과 횡결함은 구분할 수 있음을 알 수 있었다.

### 4. 결론

실험결과를 종합하여 보면 축결함 뿐 아니라 원주방향의 결함도 측정이 가능하며 기존의 자성상의 결함이외에 기존의 결함도 측정 가능함을 알 수 있다.

### 5. 참고문헌

- [1] J.W.Woo, "Study on the NDT of the metallic roll surface using ac magnetic leakage flux method."
- [2] 정선영외 3명 "투자율 변화 측정용 비파괴 탐촉자 제작" 자기학회 발표자료