

# 자기유도형 박막센서에 의한 비파괴검사에서 결함의 폭에 따른 유도신호 해석

차유정,\* 김민아, 김태영, 이준식, 남백일, 김기현  
영남대학교 물리학과, 경북 경산시 대동 214-1

## 1. 서론

비파괴검사 방법 중 자기유도형 박막센서에 의한 금속 시편의 결함 검출 방법은 박막 제조공정에 의해 제작된 평판형 박막 유도코일에 의해 미세한 자기적 신호를 검출하는 것으로 신호감도가 우수하고 제작이 용이한 장점이 있다.[1] 또한 시편의 자기적 성질과 결함의 깊이에 따라 자기신호원을 고주파전류(와전류 탐상) 또는 직류자기장(누설자속 탐상)을 적용하여 범용성을 가지도록 제작이 가능하다. 본 연구에서는 영구자석에 의한 자기장을 자기신호원으로 사용하여 금속 시편의 결함폭에 따라 평판형 박막 유도코일에 유도되는 신호의 변화를 유한요소법을 적용한 전자기해석도구를 사용하여 해석하였다.

## 2. 모델 및 방법

그림 1의 (a)는 자장인가부와 유도코일로 이루어진 센서와 결함을 가진 시편의 2차원 모델을 보여준다. 센서는 자석과 코일을 포함하여 폭 180  $\mu\text{m}$ , 높이 380  $\mu\text{m}$ 이며 시편에 비하여 매우 작은 크기이다. 센서를 시편상에서 4 mm/s의 속력으로 이동시키며 결함에 의해 자석에서 인가된 자장에 변화가 생기면 코일에 유도전압이 신호로 유도된다. 유도되는 신호 크기는 패러데이법칙에 의해 자속변화율에 비례하므로 결함의 형상에 따라 변형된 자기장의 기울기에 의존하며 또한 센서가 결함을 통과하는 속력에 비례한다.

## 3. 결과 및 논의

표면 결함의 폭에 따른 영향을 분석하기 위하여 표면 결함의 폭을 변화시키며 전산모사를 수행하였다. 표면 결함의 폭을 0.1mm에서 20mm 까지 변화시켜 가면서 그림 1의 (b)에 나타낸 유도전압 신호를 얻었다. 자기장의 변화는 결함이 시작되는 부분과 끝나는 부분에서 시편 표면의 높이차 혹은 시편의 단면적의 변화가 가장 크므로 유도전압 신호가 가장 크게 발생한다. 결함의 크기가 1.5mm일 때까지의 신호의 모양은 5mm 이상의 결함에서와 다른 양상을 보여 준다. 이것은 결함의 폭이 결함의 시작 부분과 끝 부분에서 발생하는 신호가 가지는 선폭보다 좁아서 두 신호가 중첩되어 가운데에서 더욱 커진 것이다. 이와 반대로 5mm 이상의 결함 폭을 가지는 경우의 신호에서는 신호의 크기가 작아진 것으로 보이나 실제 5mm 이상의 신호들에서 보면 알 수 있듯이 신호의 크기 자체는 거의 변화가 없다.

결함 위치에서 유도전압 신호의 피크-피크 값을 보면, 결함의 폭이 커지면 점점 신호가 커지다가 1.5mm에서 최대값을 나타내고 이후 감소하며, 신호가 분리되는 5mm 이상의 결함 폭에서는 거의 값이 일정하게 되는 것을 볼 수 있다. 즉 1.5mm 결함 폭에서 양단 신호의 위상이 일치하게 중첩됨을 알 수 있다. 결함의 양단에서 발생하는 신호가 중첩됨에 따라서 신호의 패턴도 달라짐을 확인할 수 있고, 이는 유도전압 신호로부터 결함의 형상을 시각화할 때 중요한 자료가 된다.

결함의 폭이 유도되는 신호의 선폭보다 넓으면 결함의 폭을 즉시 알 수 있지만, 결함의 폭이 유도신호의 선폭보다 작으면 중첩된 신호로부터 결함폭을 추출하여야 한다.

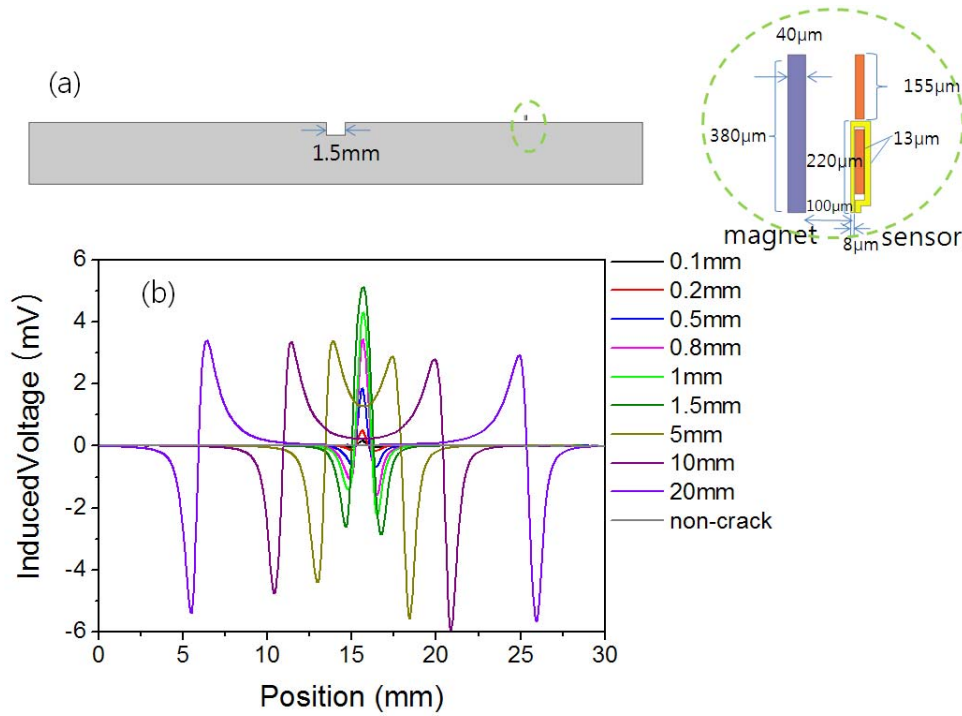


Fig 1. (a) 2-D model shows the sensor in a circle and the specimen with a crack. (b) Induced voltages with different crack widths.

#### 4. 결론

자기유도형 박막센서를 사용하여 금속 시편의 결함을 검출할 때 영구자석에 의한 자기장을 인가하고 센서가 결함을 통과할 때 이 자기장이 시편의 결함에 의해 변형되면 유도코일에 유도되는 유도전압을 신호로 받아 결함의 폭을 측정할 수 있음을 보였다. 한편 센서의 해상도를 높이기 위해 유도신호의 선폭을 줄이는 방법에 관한 연구가 지속되어야 한다.

#### 감사의 글

본 연구는 지식경제부 부품소재기술개발사업의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

#### 참고문헌

- [1] Yu-Jung Cha, Ki Hyeon Kim, Jong-Sik Shon, Young Ho Kim, Jongryoul Kim, *IEEE Trans. Mag.* 44, 4022 (2008).