

열처리 조건에 따른 Fe-1%Cu 합금의 자기적 특성 변화에 관한 연구

강선주^{1,2*}, 이철규^{1,2}, M.B.Kishore¹, 박덕근¹

¹한국원자력연구원 원자력재료안전연구부 대전시 유성구 대덕대로 989번길 111

²한남대학교 광.센서공학과 대전광역시 대덕구 한남로 70

1. 서론

Reactor pressure vessel (RPV)의 조사손상을 평가하는 것은 원자력 발전소의 수명연장과 구조 건전성 입증 을 위해 매우 중요한 요소이다. 하지만 이는 환경적인 요소와 금속재료의 변수로 인해 검사 과정이 복잡하다. RPV의 조사손상을 비파괴적으로 검사하기 위하여 사용되고 있는 자기적 방법으로는 hysteresis loop와 Barkhausen noise (BN)를 측정하는 방법이 있지만, 이를 통해서도 침전물이 정확히 설명되지 않는다. 또한, 방사능 처리가 된 RPV 강의 높은 방사능으로 인해 실제 RPV 강을 사용하여 실험적으로 접근하는 것이 매우 어렵다[1,2].

따라서, 본 연구에서는 Fe-Cu 합금을 제조하여 적절한 시간동안의 열처리를 통하여 침전물을 조절함으로써 조사취화와 재료열화 현상을 모사하고[3], Fe-Cu 합금의 hysteresis loop와 BN을 측정하여 시험편의 열처리 조건에 따른 자기적 특성의 변화를 분석하였다.

2. 실험 방법

시험편의 제작은 Fe와 1%의 Cu의 합금으로 하였으며, 진공상태에서 500 °C의 온도로 각각 5, 15, 30, 100, 300 시간 동안 열처리한 후 공냉하였다. Hysteresis loop를 측정하기 위한 장치는 폐회로를 구성하기 위한 yoke 와 시험편을 자화시키기 위한 driving coil, 자화 상태를 측정하기 위한 sensing coil로 구성되어 있으며, 측정은 LabVIEW S/W를 통해 컴퓨터로 처리하였다. BN의 측정은 band pass filter를 사용하여 수행하였고, 데이터 처리는 hysteresis loop의 측정과 같이 LabVIEW S/W를 통해 컴퓨터로 처리하였다.

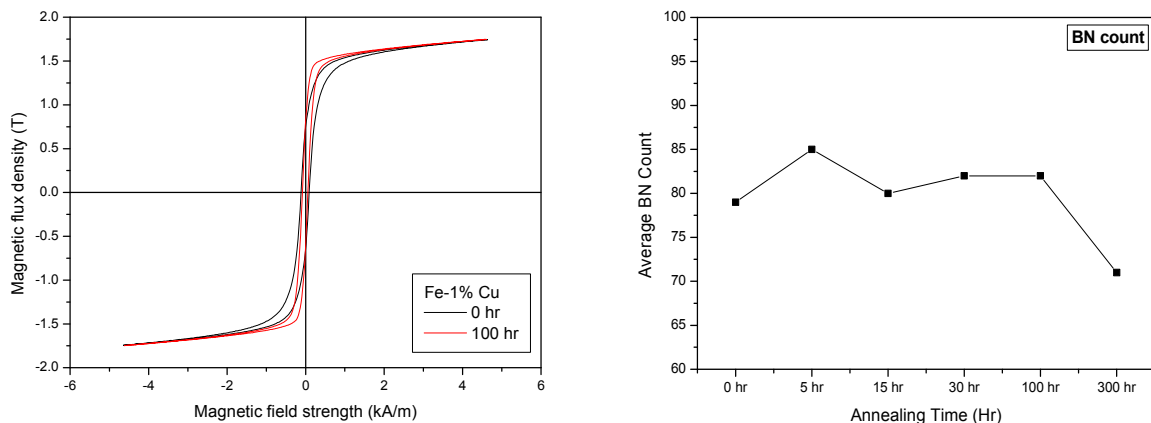


Fig. 1. Comparison of B-H loop configuration of as receive and annealed for 100 hr sample. **Fig. 2.** Average BN count of samples annealed at 500 °C for 0, 5, 15, 30, 100 and 300 hours respectively.

3. 측정 결과

Fig.1은 Fe-1%Cu 합금을 열처리하기 전과 500 °C에서 100 시간 열처리한 후의 hysteresis loop를 비교한 것이다. Fig.1에서 볼 수 있듯이, 시험편을 열처리 한 후 hysteresis loop의 보자력이 열처리하기 전 시험편의 hysteresis loop의 보자력 보다 감소한 것을 알 수 있다. Fig.2는 시험편을 500 °C에서 시간을 변화시키면서 열처리한 후, 0, 5, 15, 30, 100, 300 시간 일 때 각각의 BN-average를 나타낸 것이다. 열처리 시간이 증가함에 따라 BN-average가 약간 감소하는 경향을 볼 수 있었다.

4. 결론

본 연구에서는 Fe-1%Cu 합금을 진공상태에서 500 °C의 온도로 각각 5, 15, 30, 100, 300 시간 동안 열처리한 후 공냉하여 시험편을 제작하였다. 제작된 시험편을 통해 reactor pressure vessel (RPV)의 조사손상을 모사하였으며, 시험편의 hysteresis loop와 BN을 측정하기 위한 측정 장치를 구성하여 LabVIEW S/W를 통해 컴퓨터에서 데이터를 처리하였다. 측정 결과, 열처리 온도와 시간이 변화함에 따라 시험편의 자기적 특성이 변화하는 것을 볼 수 있었다. 추후 실험을 보강하여 더 나은 결과를 얻으려고 한다.

5. 참고문헌

- [1] D. G. Park, K. S. Ryu, S. Kobaysdhi, S. Takahashi, and Y. M. Cheong, Journal of applied physics **107** (2010).
- [2] Deschamps, M. Miltzer and W.J. Poole, ISIJ International., **41**, 196-205, (2001).
- [3] Duck-Gun Park , IEEE transactions on magnetics, **50**, 1-3, (2014).