

자기 바크하우젠노이즈 특성을 이용한 2.25Cr-1Mo 강 경년열화도의  
비파괴적 평가  
(Nondestructive evaluation of thermal degradation of 2.25Cr-1Mo  
steel by magnetic Barkhausen noise method)

고려대학교 신소재공학과 변재원, 김정석, 표승우, 권숙인  
서울산업대학교 신소재공학과 박은수

1. 서론

2.25Cr-1Mo 강은 발전 설비, 석유 화학 설비 등과 같은 고온용 구조 재료로 광범위하게 사용되어 왔다. 저합금강을 고온에서 장시간 사용할 경우 템퍼취성, 탄화물유기취화, 기지의 연화 등으로 인해 파괴인성 등의 기계적 성질이 저하되는 경년열화 현상이 발생하는 것으로 알려져 있다. 본 연구에서는 2.25Cr-1Mo 강의 경년열화도를 비파괴평가법의 하나인 바크하우젠노이즈법을 적용하여 비파괴적으로 평가하고자 하였다. 인공열화된 2.25Cr-1Mo강에 대해 바크하우젠노이즈(RMS voltage, BN events)를 측정하였으며 또한 파괴적 방법으로서의 미세조직(탄화물 분석) 및 기계적성질(인장강도 및 경도 그리고 DBTT) 분석 결과와 비교 고찰하였다.

2. 실험방법

가속화된 인공열화 시편을 제작하기 위해 630℃에서 290~4800 시간 범위에서 가속 열화 열처리를 수행하였다. 탄화물은 FESEM(field emission scanning electron microscope)을 이용하여 관찰하였으며 영상분석기(image analyser)를 사용하여 단위면적당 개수를 정량화 하였다. 연성-취성 천이온도의 측정하기 위해 각 열화 단계별로 -140 ~ 20 ℃ 범위에서 V-노치 샤르피 충격 시험을 하였다. 바크하우젠노이즈는 StressScan 장비를 사용하여 측정하였다. 각 열화 시간별로 외부 인가자기장(Magnetization)에 따른 바크하우젠노이즈 시그널을 오실로스코프로 받은 후 RMS(root mean square)값을 구하였다. 또한, 노이즈 신호에 대해 일정한 threshold 값을 설정하고 그 값을 넘는 바크하우젠노이즈 수(number of BN events)를 구하였다.

3. 실험결과

열화 시간이 증가함에 따라 바크하우젠노이즈(RMS) 값은 증가를 한 후 포화되는 경향을 보였다. 또한 자화강도에 관계 없이 모두 열화 초기에 급격한 증가를 나타내었고 약 1000시간 열화 후에는 포화되는 경향을 나타내고 있다. 이는 열화 초반부에 침상 탄화물의 소멸로 인해 자구의 이동을 방해하는 효과가 줄어들어 나타나는 현상으로 생각된다. 바크하우젠 노이즈의 RMS voltage 및 BN event수와 기계적 성질과의 상관관계를 선형회기 분석한 결과, 경도와 인장강도 그리고 DBTT 모두 바크하우젠노이즈와 선형적 상관관계를 나타내었다. 따라서 BN event 수와 RMS voltage는 2.25Cr-1Mo 강의 열화도 평가에 적절한 비파괴평가 파라미터인 것으로 판단된다.

4. 결론

1. 바크하우젠 노이즈의 RMS voltage, peak amplitude, number of BN events는 열화 시간이 증가함에 따라 급격히 증가 후 포화되는 경향을 보였다.
2. 열화에 따른 기계적 성질의 변화(경도 및 인장강도와 DBTT)는 바크하우젠 노이즈 event 수와 RMS voltage와 선형적 상관관계가 있었다. 2.25Cr-1Mo 강의 기계적 성질 열화도를 바크하우젠노이즈 event수와 RMS voltage를 측정함으로써 비파괴적으로 평가할 수 있었다.