

니켈기 초내열 합금 Hastelloy X의 He 분위기에서의 열화에 따른
기계적 특성 및 미세구조 비교·평가

The Evaluation of Microstructure and High Temperature Properties on
Degraded Hastelloy X in He Atmosphere

하민수, 김길수, 류우석*, 김영도†

한양대학교 신소재공학과, *한국원자력연구소

(ydkm1@hanyang.ac.kr[†])

1 서론

초내열합금은 Ni 기, Co 기 및 Fe-Ni 기의 3 종류로 크게 구분되며, 600°C 이상의 온도에서 작동되는 부품의 소재로 사용된다. 특히 Ni 기 초내열합금은 고온에서 우수한 강도, 내산화성 등으로 인해 가스터빈의 고온용 부품으로 가장 많이 사용된다. Ni 기 초내열합금은 완전한 면심입방격자(FCC)의 Austenite 조직으로 체심입방격자(BCC)재료에 비해 고온에서 인장강도, 크리프파단과 크리프 저항성이 우수하다. Ni 기 초내열합금은 용점의 80% 정도까지 사용이 가능하고 낮은 온도에서는 100,000 시간까지 수명을 갖는 경우도 있다. 원자력 수소생산용 고온가스로 등의 고온설비는 고온에서 장시간 사용함에 따라 손상을 받게 되어 재료의 기계적 성질이 점차적으로 저하하게 된다. 이처럼 고온에서 장시간 사용에 따른 재료의 손상을 열화(Degradation)라고 하며, 이와 같은 열화에 따른 재료의 특성변화는 재료내의 석출상과 같은 미세조직 변화와 밀접한 관계가 있다.

본 연구에서는 고온가스로용 열교환기에 사용되고 있는 Ni 기 초내열합금 Hastelloy X를 사용하여 실제 가동조건인 헬륨 분위기에서의 열화시간에 따른 기계적 특성변화 및 미세구조 변화를 비교·평가 하였다.

2 실험방법

시험편은 12*9*5mm³ 크기로 제작하였으며, 1175°C/1h/Water Quenching 의 조건으로 표준열처리하였다. 열처리한 시험편은 1200°C에서 0~480 시간, 헬륨 분위기에서 열화시험을 하였다. 열화한 시험편은 SEM 으로 미세조직을 관찰하였고, 그 생성물을 EDS 와 XRD 로 분석하였다. 그리고 산화물층과 산화물/합금계면의 원소의 농도분포를 EPMA 분석하였다. 산화막에 의한 경도변화를 알아보기 위해 산화막의 표면으로부터 내부로 들어가면서 미소경도를 측정하였으며, 열화에 따른 미세조직변화와 전기비저항의 상관관계를 규명하기 위해 전기비저항을 측정하였다.

3 결과 및 고찰

미세조직 관찰결과 M₆C 가 입계에서 석출되었으며, 열화에 따른 Cr₂O₃ 의 산화막의 두께가 두꺼워졌다. 그리고 열화에 따른 경도값 및 전기비저항의 변화가 나타났으며, 이러한 변화는 열화에 의한 미세조직 변화에 기인한 것으로 판단된다.