

고온 환경에서 열화된 9Cr-1MoVNb 강의 내구성 저하 평가

정광후* · 한민수** · 김성종***

*, ** 목포해양대학교

Evaluation of Durability Degradation for Aged 9Cr-1MoVNb under High temperature

Kwang-Hu Jung* · Min-Su Han** · Seong-Jong Kim***

*, ** Mokpo Maritime University

핵심용어 : 9Cr-1MoVNb, 열화, 내구성, 고온부식

Key Words : 9Cr-1MoVNb, Degradation, Durability, High-temperature corrosion

1. 개요 및 연구목적

페라이트계 9Cr-1MoVNb(modified grade T91) 강은 주로 550-620 °C 온도 범위에서 운전되는 증기 보일러의 튜브 및 구조물용 내열강이다. 또한, 높은 크립 저항성 및 낮은 열팽창계수로 인해 여러 산업 분야에서도 널리 적용된다. 그러나 내열강의 경우 적용 환경 특성 상 고온에서의 장시간 노출이 불가피하며, 이에 따른 재료의 열화현상이 나타난다. 열화현상은 재료가 고온 환경에 장시간 노출됨에 따라 석출물의 생성 및 성장 등에 따른 미세조직의 변화로 인해 기계적 물성치가 저하되는 현상이다. 열화현상에 따른 기계적 물성치 저하는 설비의 수명 및 정비주기 단축에 의한 경제적 손실 및 인명피해까지도 초래할 수 있다. 따라서 고온 환경에 적용되는 재료에 대한 열화특성 연구는 필수적이다.

본 연구에서는 9Cr-1MoVNb 강을 가속열화 후 인장시험을 통해 열화에 따른 내구성 저하 특성을 평가하였다.

2. 연구방법

실제현장에서 장시간 사용된 열화재를 구하는 것은 현실적으로 어려움이 있다. 따라서 본 실험에서는 실제 사용 온도보다 높은 650 °C에서 최대 1,000시간까지 가속 열화를 실시하였다. 열화에 따른 재료의 내구성 평가방법으로 인장시험을 실시하였다. 인장시험은 평행부 55 mm, 표점거리 25 mm로 가공된 시험편을 2 mm/min 변위 제어를 통해 실시하였다. 연신율의 경우 12.5 mm의 신율계를 별도로 설치하여 표점거리에서의 변위만으로 산출하였다. 인장시험 종료 후

주사전자현미경(Scanning Electron Microscope)을 통해 파단면을 관찰하였으며, 열화에 따른 파괴양상 변화를 분석하였다. 미세조직의 관찰은 열화된 시험편을 1µm alumina 연마제를 사용하여 경면 연마 후, Vilella reagent(100 ml C₂H₅OH, 5 ml HCl, 1 g picric acid)로 수 초간 부식시켜 광학현미경 통해 관찰하였다.

3. 결과 및 고찰

650 °C에서 열화된 9Cr-1MoVNb강의 미세조직 관찰결과, M₂₃C₆ 및 MX 석출물의 생성 및 성장이 관찰되었다. 인장시험 결과 열화시간 증가에 따라 인장강도와 항복강도는 감소되었으며, 연신율은 증가하는 열화현상에 의한 기계적 물성치 저하 특성을 나타내었다.

후 기

본 연구는 2016년도 산업자원통상부의 재원으로 한국에너지기술평가원 (KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다.(20161110100090)

* First Author : jungkwanghu@mmu.ac.kr, 061-240-7200

† Corresponding Author : ksj@mmu.ac.kr, 061-240-7200