

Fe-XAl-0.3Y 합금의 고온 황화환경에서의 산화물 생성 Oxides Formation of Fe-XAl-0.3Y Alloys at High Temperature Sulfidation Environment

이병우, 한태교
부경대학교 신소재공학부
(leebw@pknu.ac.kr)

1. 서론

화력발전의 보일러, 석유화학 및 석탄가스화장치, 쓰레기소각로에서의 부품은 가혹한 부식환경에서 노출되어 사용되고 있다. 이들 부품의 재료는 내열합금으로 다량의 Cr과 Al 등의 원소를 함유하는 스테레스 및 초합금계가 주로 이용된다. 합금들은 고온에서 Al_2O_3 나 Cr_2O_3 와 같은 보호피막을 형성하여 재료의 수명을 연장시키지만 황화환경 이나 염소가 함유된 환경에서 기공이 많은 부식물이 생성되면 보호막으로서의 기능이 약화되어 장치가 파손되는 등의 치명적인 손상을 준다. 최근 산화환경에서 부식에 대한 저항성을 높이고 경량, 고온강도가 좋은 소재인 알루미늄아이드 합금에 대한 연구가 활발하게 이루어지고 있지만 황화환경에 대한 연구는 많지 않다.

본 연구에서는 철-알루미늄아이드합금의 고온 황화환경에서의 부식거동을 살펴보고자 내열합금으로 많이 이용되고 있는 Al함량을 5wt%이하로 하고 접착성을 향상시키기 위해이트륨(Y)을 0.3wt% 첨가한 Fe-5Al-0.3Y 합금을 제조하고, 또 Al 함량을 10, 14, 25wt%로 증가시켜 Fe-XAl-0.3Y 합금을 제조하여 1123K 온도의 H_2/H_2S 와 H_2 의 혼합가스의 황화환경에서 1~24시간 동안 등은 황화시켜 각 합금에서 생성된 부식물의 거동을 비교 검토하였다.

2. 실험방법

시편은 고순도 재료들을 필요한 무게만큼 칭량한 다음 진공 아크용해로를 이용하여 합금을 제조하였고, 이들 합금을 불활성가스 분위기의 로에서 1273K에서 균질화 열처리 시킨 후 실험에 사용하였다. 고온 황화실험은 H_2/H_2S 가스와 H_2 가스를 혼합시켜 유허분압 $P_{S_2}=10^{-3}Pa$ 의 황화환경으로 만들었다. 부식장치는 SiC발열체의 수직관상로에 50mmφ의 석영관으로 만든 반응실에 시편을 위치시켜 반응실 온도를 1123K로 하고 혼합가스의 유량을 400cc/min이 되게 하여 로 내부로 흘러 보내어 1~24시간 동안 등은 황화실험을 하였고, 황화분위기에서 생성된 부식물의 형상 및 성분 등은 SEM/EDX, XRD, EPMA 등으로 분석 하였다.

3. 실험결과

각 합금들을 1123K, 유허분압 $P_{S_2}=10^{-3}Pa$ 의 황화환경에서 노출시킨 후 노출시간에 따른 무게를 측정된 결과 포물선적인 성장을 나타내었다. 5Al 함유 합금의 경우에는 9시간까지는 급속한 무게가 증가한 후 그 이후의 노출시간에서는 느리게 증가하는 경향을 보였다. 이는 황화물이 생성, 성장되어 열응력으로 인한 박리가 일어나고 다시 합금원소의 외부이동을 다소 억제하는 Al_2S_3 황화물이 생성되어 표면에 피복된 것으로 생각된다. 10, 14, 25Al합금은 5시간까지 무게는 약간의 증가 후 일정한 무게거동을 나타내었다. 표면과 단면의 부식생성물을 분석한 결과 5Al의 경우에는 1시간 노출시간부터 기공을 다량 함유한 입상의 FeS 황화물이 생성되어 있었고, 시간이 지남에 따라 박리된 형상으로 나타났다. 10, 14, 25Al 합금의 경우에는 미세한 결정의 Al_2S_3 황화물과 얇은 Al_2O_3 산화물이 합금표면에 생성되었다. 또, 노출시간이 경과되면 점차적으로 성장되어 표면에 황화물과 산화물들이 혼재되어 있는 것으로 나타났다. 특히, 황화환경에서 철 알루미늄아이드 합금들의 표면에 Al_2O_3 산화물이 생성된 것은 황화수소/수소 가스에 미량의 산화가스(H_2O , O_2)가 잔존했을 때 산화물 생성경로를 열역학상태도로써 예측 가능하였다.