고온용융염에서 스테인레스강의 부식거동연구

A Study on the Corrosion Behavior of Stainless Steel in Hot Molten Salt

조 수 행 · 박 상 철* · 정 명 수 · 박 순 달 · 노 성 기

한국원자력연구소, *충남대학교 금속공학과

1. 서 론

무기염의 용융체인 용융염은 음이온과 양이온으로 구성된 이온성 액체로서 이온들 간의 상호작용은 쿨롱힘에 의해 일어나기 때문에 고온에서 안정한 액체이며, 증기압이 낮고, 점성이 작은 것 등의 특성으로 인해 반응매체로서 여러분야에 이용되고 있다. 고온용융염계에서 염화반응을 이용한 우라늄 회수, uranyl chloride로부터 UO_2 결정제조 등의 공정들이 이루어진다. 따라서, 내구성이 높은 고온용재료의 개발 및 실용화를 위해서는 재료 제조기술외에도 고온용융염 내식성 및 크립균열 성장속도 등의 내구성을 적절하고 정확하게 평가할 수 있는 방법의 확보가 필수적이다. 그간 이러한 문제의 해결을 위해서는 많은 연구가 수행되었고 아울러 많은 새로운 방법이 제안되어 왔으나, 아직 전세계적으로 이러한 내구특성을 실험실적인 방법으로 측정·평가하여, 실제 사용조건에서의 재료의 내구수명을 평가 또는 예측할 수 있는 재현성이 높고 정확한 평가방법은 개발되지 못한 상태이다. 본 연구에서는 고온용융염이 강도 및 인성 등의 기계적성질이 우수하고 높은 내식성을 갖고 있어 여러 가지 부식물질을 저장하고 취급하는 여러용도로 사용되는 오스테나이트 스테인레스강의 부식거동에 미치는 영향을 조사하여, 내식성을 향상시키는데 필요한 기초자료를 도출하고자 한다.

2. 실험방법

고온용융염부식시험은 실험실시험규모로 재료의 용융염 내식성을 평가하는 가장 간단한 도가니시험에 의해 일정한 조성의 용융염에 시편을 침적시켜 실험을 행하였다. 용융염은 LiCl과 LiCl/Li_2O이며, 시편은 SUS 316L과 304L이다. 고온용융염부식시험은 650 ℃, 750 ℃ 및 850 ℃분위기의 로내에 25 시간동안 부식시험을 실시하였다. 실험후 scale과 시편의 표면과 단면을 광학현미경, 전자현미경 및 EPMA를 사용하여 관찰·분석하였다.

3. 결과 및 고찰

고온용융염분위기에서 온도 증가에 따라 750 ℃까지는 316L, 304L스테인레스강의 부식속도가 느리게 나타났으며, 750 ℃ 이상에서는 부식속도가 빠르게 나타났다. 또한 온도의 증가에 따라 용융염, LiCl중에서는 균일한 부식층이 형성되지만, 혼합용융염, LiCl/Li_2O중에서는 균일한 부식층 형성외에 입계에 따라 부식이 가속화되는 것과 석출된 입계탄화물의 입자가 크게 성장되는 것을 알 수 있었다. 아울러 부식시험 후 시편을 세척한 뒤 침전된 scale의 분석결과 용융염 및 혼합용융염에서 모두 $LiCrO_2$임을 알 수 있었다.

감사의 글 : 본 연구는 과학기술부 원자력연구개발사업의 일환으로 수행되었음.