

LiCl-Li₂O-O₂ 용융염계에서 초합금의 부식특성 연구
 (A Study on the Corrosion Characteristics of Superalloys in the Molten Salt of
 LiCl-Li₂O-O₂)

조수행†, 임중호, 윤기석, 조해동, 이원경, 박성원
 한국원자력연구소
 (nshcho1@kaeri.re.kr)

1. 서론

용융염 취급기술은 용융염 그 자체가 갖는 물리·화학적 특성, 즉 높은 전기전도성, 고밀집취급성, 유체특성 등으로 인하여 여러 산업기술에 응용되어 왔으며, 최근에 와서는 제트엔진, 연료전지, 촉매, 태양에너지 그리고 금속정제 등의 기술분야에서 관심의 대상이 되고 있다. 따라서 이러한 고온 용융염을 취급하는 기기 및 구조재료의 부식에 대한 연구도 지속적으로 진행되어 왔다. 예를들면 제트엔진과 가스터빈에서는 연료의 연소과정에서 형성된 용융황산염 Na₂SO₄에 의한 용융염 부식 연구 및 염화물계 용융염부식에 관한 연구 등이 보고되고 있으나, 고온 용융염 취급장치의 재료선정에 필요한 총체적인 정보를 확보하기에는 어려움이 있다. 현재 연구 중인 사용후핵연료 차세대 관리공정에서 주된 공정인 전해환원공정은 리튬용융염계에서 산화우라늄이 우라늄메탈로 환원되는 공정이며, 650°C 이상의 고온에서 부식성이 강한 용융염상에서 이루어지고 또한 산소가 발생하는 산화성분위기이기 때문에 이러한 공정운전조건에서 용융염취급 장치재료로서의 최적 재료 도출의 일환으로 기존의 초합금을 선정하여 용융염 LiCl-Li₂O계 산화성분위기에서 부식시험을 수행하였다.

2. 실험방법

부식시험은 혼합용융염 LiCl-3%Li₂O를 MgO 도가니에 넣고 아르곤분위기에서 가열한 후 300°C 근처에서 수분 pickup을 제거하기 위하여 약 3시간동안 아르곤 가스를 공급하면서 가열하였다. 선택한 부식환경온도까지 도달하면 시편을 용융염에 침적시킨 후 용융염 중에 혼합가스를 공급하면서 부식시험을 행하였으며, 본 연구에 사용한 부식시험재료는 316LN S.S. Incoloy 800H, Inconel 600 및 690이다. 부식환경온도는 650°C ~ 800°C를 선택하였으며, 부식시간은 24 ~ 168시간, Li₂O 농도 3wt%, 혼합가스 농도는 Ar-10%O₂에서 부식시험을 수행하였다. 부식시험 후 시편은 ASTM에 의해 만든 세척액으로 초음파 세척하여 부식물을 제거하였으며, 또한 시험 후 scale과 시편의 표면과 단면을 광학현미경, 전자현미경, X-선 회절분석기 및 EPMA를 사용하여 관찰/분석하였다.

3. 결과 및 고찰

부식속도는 Inconel 600 < Incoloy 800H < Inconel 690 < 316LN S.S. 순으로 나타났으며, Inconel 600이 가장 낮은 부식속도를 나타내 내부식성이 우수함을 알 수 있었다. 316 LN S.S. 및 Incoloy 800H의 부식생성물은 모두 Cr₂O₃, FeCr₂O₄, Fe₃O₄로 나타났으며, Inconel 600 및 690의 부식생성물은 Cr₂O₃, NiFe₂O₄로 판명되었다. 그러나 Inconel 690의 부식생성물은 반응초기에는 단상의 Cr₂O₃만 나타났다. 산화성분위기의 용융염에서 부식속도는 보호성피막의 형성과 함께 피막과 기지금속간의 접착력에 크게 의존하며, 단상의 Cr₂O₃은 효과적인 보호피막의 역할을 하지 못하고 산화막/금속계면에서 금속이온의 산화에 따른 응력증가로 균열을 야기하여 부식속도의 증가를 나타내었다.

감사의 글 : 본 연구는 과학기술부 원자력연구개발사업의 일환으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.