

용융염 LiCl/LiCl-Li₂O에서 스테인레스강의 부식특성 연구
(A Study on the Corrosion Characteristics of Stainless Steels
in the Molten Salts of LiCl and LiCl-Li₂O)

한국원자력연구소 조수행, 정명수, 서항석, 주준식, 박성원

1. 서론

용융염 취급기술은 용융염 그 자체가 갖는 물리·화학적특성, 즉 높은 전기전도성, 고밀집 취급성, 유체특성 등으로 인하여 여러 산업기술에 응용되어 왔으며, 최근에 와서는 제트엔진이나 가스터빈, 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. 현재 연구 중인 사용후핵연료 차세대관리공정은 LiCl-Li₂O 용융염계 분위기에서 이루어진다. Li₂O는 강한 염기성산화물이므로 LiCl-Li₂O 용융염계에서 이들 합금은 Na₂SO₄에서와 같이 유사한 부식거동을 나타내었다. 즉 LiCl에 Li₂O를 첨가함으로써 부식이 크게 가속화되고 다공성 산화물 피막이 합금내부로 성장하였다. 본 연구에서는 LiCl-Li₂O 용융염계 취급장치 구조재료의 선정과 건전성의 검증의 일환으로 기존의 합금 중에서 높은 내식성을 갖고 있어, 국내·외에서 각종 용융염계 부식시험의 재료로 사용되는 오스테나이트 스테인레스강을 선택하여 용융염 LiCl 및 LiCl-Li₂O에서 부식거동을 고찰하였다.

2. 실험방법

부식시험은 실험실적 고온 부식시험 방법 중의 하나인 도가니시험 방법을 이용하였으며, 용융염 LiCl과 혼합용융염 LiCl-Li₂O를 도가니에 넣고 시편을 완전 침적시켜 부식시험을 행하였으며, 본 연구에 사용한 부식시험재료는 국내 포항제철(주)의 제품인 Type 304와 304L 그리고 Type 316LN은 진공유도로에서 용해 한 후 1,000~1,200℃ 온도범위에서 열간 압연 후 1,050℃에서 1시간동안 열처리하여 시편을 제작하였다. 부식환경온도는 650℃를 선택하였으며, 부식시간은 5~240시간, Li₂O 농도는 3~10% 무게중량으로 시험을 행하였다. 부식시험 후 시편은 ASTM에 의해 만든 세척액으로 초음파 세척하여 부식물을 제거하고 증류수와 아세톤으로 세척한 후 건조시켜 무게변화를 측정하였다. 시험 후 scale과 시편의 표면과 단면을 광학현미경, 전자현미경, X-선 회절분석기 및 EPMA를 사용하여 관찰·분석하였다.

3. 결과 및 고찰

부식환경온도 650℃ 용융염 LiCl에서 스테인레스강의 부식층은 (Fe,Ni)Cr₂O₄로 구성되었으며, 부식속도는 포물선법칙에 가까운 변화를 나타내었다. 또한 Type 304 스테인레스강의 부식속도가 제일 낮게 나타났다. 650℃ 용융염 LiCl-Li₂O에서 스테인레스강의 부식층은 LiMO₂(M;Fe,Cr)로 형성되었으며, 부식속도는 Li₂O 농도 8wt%까지는 포물선법칙에 가까운 변화를 나타내었으며, Type 316LN 스테인레스강의 부식속도가 제일 낮게 나타났다. 용융염 LiCl분위기에서는 Cr 함량이 많은 합금이 부식속도가 낮게 나타났으나, 용융염 LiCl-Li₂O분위기에서는 Ni 함량이 많고, Cr 함량이 적은 합금의 부식속도가 낮게 나타났다.

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