

## 고온 리튬용융염계에서 오스테나이트계 합금의 부식거동 (Corrosion Behavior of Austenitic Alloys in Hot Lithium Molten Salt)

한국원자력연구소 조수행, 주준식, 서항석, 오승철, 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, 축매, 태양에너지 그리고 금속정제 등의 기술분야에서 관심의 대상이 되고 있다. 따라서 이러한 고온 용융염을 취급하는 기기 및 구조재료의 부식에 대한 연구도 지속적으로 진행되어 왔다. 그 중 제트엔진 등의 가스터빈에서 발생하는 용융황산염  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 에 의한 Ni기 초합금의 가속산화에 대한 연구가 많이 진행되었다. 이러한 가속산화는 용융염이 고온부품의 합금표면에 필름상으로 부착되었을 때 발생하는 현상으로 산화속도가 대기중에서보다 훨씬 빠르고 다공성 산화피막이 합금내부로 성장하는 특징을 가지고 있다. 사용후핵연료 차세대관리공정은  $\text{LiCl-Li}_2\text{O}$  용융염계 분위기에서 이루어진다.  $\text{Li}_2\text{O}$ 는  $\text{Na}_2\text{O}$ 와 유사한 강한 염기성산화물이므로 염기성용해기구에 의한 가속산화를 야기할 수 있다.  $\text{LiCl-Li}_2\text{O}$  용융염계 취급장치 구조재료 개발의 일환으로 오스테나이트계 합금을 설계·제조하여 용융염  $\text{LiCl}$  및 혼합용융염  $\text{LiCl-Li}_2\text{O}$ 에서 부식거동을 고찰하였다.

### 2. 실험방법

부식시험은 실험실적 고온 부식시험 방법 중의 하나인 도가니시험 방법을 이용하였으며, 용융염  $\text{LiCl}$ 과 혼합용융염  $\text{LiCl-Li}_2\text{O}$ 를 도가니에 넣고 시편을 완전 침적시켜 부식시험을 행하였으며, 자체 설계한 Fe-Ni-Cr-Si와 Fe-Ni-Si 합금은 진공유도로서 용해 한 후  $1,000\sim 1,200^\circ\text{C}$  온도범위에서 열간 압연 후  $1,050^\circ\text{C}$ 에서 1시간동안 열처리하여 시편을 제작하였다. 부식환경온도는  $650, 750$  및  $850^\circ\text{C}$ 를 선택하였으며, 부식시간은  $25\sim 75$ 시간에서 시험을 수행하였다. 부식시편은  $10\%$   $\text{H}_2\text{SO}_4$  용액으로 초음파 세척하여 부식물을 제거하고 증류수와 아세톤으로 세척한 후 건조시켜 무게변화를 측정하였다. 시험 후 scale과 시편의 표면과 단면을 광학현미경, 전자현미경, X-선 회절분석기, XPS 및 EPMA를 사용하여 관찰·분석하였다.

### 3. 결과 및 고찰

Fe-Ni-Cr-Si계 합금은  $25\%$ Ni과  $7\%$ Cr에서 Si 농도가  $2\text{wt}\%$ 까지는 혼합용융염  $\text{LiCl-Li}_2\text{O}$ 에서 내식성이 향상되는 것으로 나타났다. Fe-Ni-Si계 합금은  $25\%$ Ni에서 Si 농도가  $3\text{wt}\%$ 까지는 내용융염부식성이 양호한 것으로 나타났다. Fe-Ni-Cr-Si 합금은 용융염  $\text{LiCl}$ 에서는 내부부식 발생하고 부식속도는 포물선 법칙에 가까운 변화를 나타내었다. 혼합용융염  $\text{LiCl-Li}_2\text{O}$ 에서는 전면부식이 발생, 부식속도는 직선 법칙에 따른 것으로 나타났다. Fe-Ni-Si 합금은  $750^\circ\text{C}$ 이하에서는 용융염에서 내부부식 발생하고  $850^\circ\text{C}$ 에서는 혼합용융염  $\text{LiCl-Li}_2\text{O}$ 에서 전면부식이 발생하였다.

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