

전해환원공정에서 Fe-Base 합금의 부식거동

조수행, 강대승, 홍순석, 정명수, 조해동, 허진목, 이한수

한국원자력연구원, 대전시 유성구 대덕대로 1045

nshchol@kaeri.re.kr

1. 서론

산화물 사용후핵연료의 전해환원공정은 고온 용융염 LiCl-Li₂O계에서 우라늄산화물을 전해환원하는 공정으로 음극에서 우라늄메탈로 환원되며, 양극에서 산소가 발생된다. 이러한 전해환원공정의 반응기 등의 장치재료는 650°C 이상의 고온 및 산소가 발생하고 부식성이 강한 용융염상에 노출된다. 본 연구에서는 전해환원공정 장치재료의 부식에 영향을 미치는 주요인자인 Li₂O 농도 및 산소 분위기를 고찰하여 전해환원공정의 운전조건 및 용융염부식억제형 재료개발에 필요한 기초자료를 도출하고자 한다.

2. 본론

본 연구에서 사용한 Fe-Base 합금인 Type 304 S.S.(8.65Ni-18.08Cr-71.14Fe-1.06Mn-0.54Si), Type 316 S.S.(10.67Ni-16.76Cr-68.47Fe-2.12Mo-0.58Si) 및 Incoloy 800H (34.0Ni-21.0Cr-43.70Fe-0.6Ti-0.40Si)을 크기, 70mm(L)×15mm(W)×2mm(T)로 가공하여 사용하였다. 부식실험은 환경온도; 650°C, 부식시간; 24, 72시간, Li₂O 농도; 1, 3wt%, 혼합가스 농도; Ar-10%O₂ 분위기하에서, 혼합용융염 LiCl-Li₂O를 MgO 도가니에 넣고 아르곤 분위기에서 가열하였으며, 용융염의 온도가 650°C에 도달하면 시편을 용융염에 침지시킨 후 용융염 중에 알루미늄 튜브(6φ)를 통해 혼합가스를 공급하였다. 주어진 부식반응시간에 도달하면 시편을 용융염으로부터 분리시킨 후 아르곤 분위기에서 로빙하였다. 실험 종료 후 부식된 시편을 증류수에서 세척하여 용융염을 제거하였으며, 부식생성물의 분석, 미세조직 관찰을 위해 XRD, SEM과 EDS를 사용하여 분석하였다. Fig. 1은 LiCl-(1, 3)wt.% Li₂O, 650°C, (24, 72)시간동안 부식실험 한 Type 304 S.S. 시편의 단면조직을 나타낸 것이며, Fig. 1에서 보는 바와 같이 1%-Li₂O 농도에서는 부식층이 연속적이고 조밀한 부

식층에서 반응시간이 증가하면서 전면부식형태를 보였으며, 3%-Li₂O 농도에서는 간헐적인 부식층에서 입계부식형태를 나타내었다[1]. Fig. 2에 LiCl-(1, 3)wt.% Li₂O, 650°C, (24, 72)시간동안 부식실험 한 Type 316 S.S. 시편의 단면조직을 나타내었으며, Fig. 2에서 보는 바와 같이 1%-Li₂O 농도에서는 부식층이 연속적이고 조밀한 부식층에서 반응시간이 증가를 해도 부식층의 변화는 없으나 일부 균열을 보였으며, 3%-Li₂O 농도에서는 연속적이고 조밀하나 반응시간이 증가하면 부식층 직하에 균열현상을 나타내었다. Fig. 3은 LiCl-(1, 3)wt.% Li₂O, 650°C, (24, 72)시간동안 부식실험 한 Incoloy 800H 시편의 단면조직을 나타낸 것이며, Fig. 3에서 보는 바와 같이 1%-Li₂O 농도에서는 반응시간이 증가하면 간헐적인 부식층에서 조밀한 전면부식 형태를 보였으며, 3%-Li₂O 농도에서 간헐적인 부식층의 형태는 유지되나 부식층 직하에 Cr, Fe의 고갈현상과 Ni-rich를 나타내었다[2].

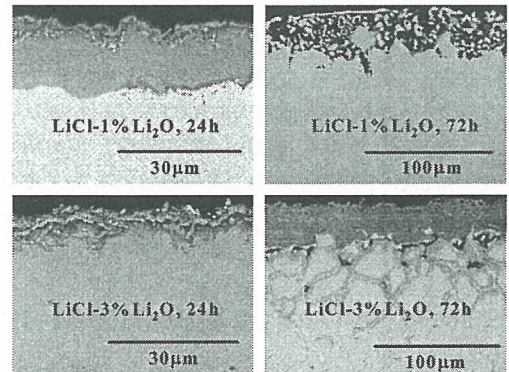
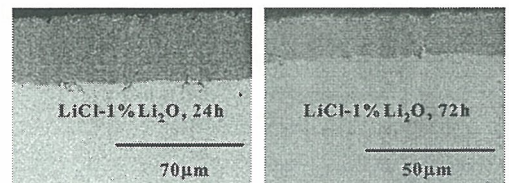


Fig. 1. Cross-sectional SEM image of Type 304 S.S specimen corroded at 650°C.



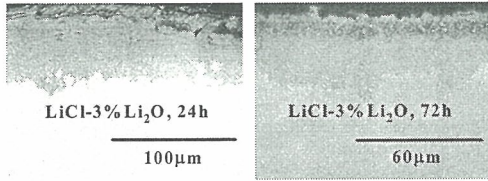


Fig. 2. Cross-sectional SEM image of Type 316 S.S specimen corroded at 650°C.

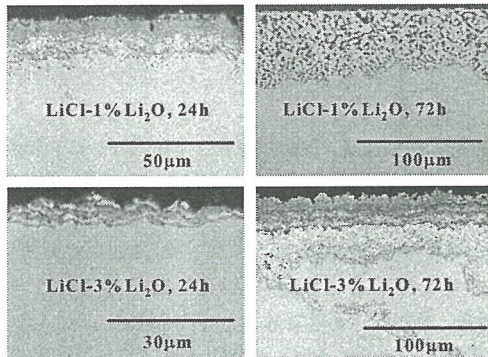


Fig. 3. Cross-sectional SEM image of Incoloy 800H specimen corroded at 650°C.

3. 결론

연구의 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

Type 304 S.S.는 Li_2O 농도의 증가로 인해 전면부식에서 입계부식 형태를 나타내었으며, Type 316S.S.는 부식층에 간헐적인 균열을 보이나 연속적이고 조밀한 부식층을 보였으며, Li_2O 농도의 증가에 따라 부식층 직하에 균열현상을 나타내었다. Incoloy 800H의 부식층은 1%- Li_2O 농도에서는 반응시간이 증가하면 간헐적인 부식층에서 조밀한 전면부식 형태를 보였으며, 3%- Li_2O 농도에서 간헐적인 부식층의 형태는 유지되나 부식층 직하에 Cr, Fe의 고갈현상과 Ni-rich를 나타내었다.

4. 감사의 글

본 연구는 교육과학기술부 원자력연구개발사업의 일환으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

5. 참고문헌

[1] S. Ling, T. A. Rahmel and R. Petkovic-

Luton, Oxid. Met., 40, 180(1993).

[2] A. Joshi and D. F. Stein, Corrosion, 28, 321(1972).