

내산화성 Inconel 합금의 공기중 산화거동

주준식, 조수행, 김호동, 정기정

한국원자력연구소, 대전광역시 유성구 덕진동 150

한국원자력연구소에서는 사용후핵연료를 안전하고 경제적으로 저장, 관리하기 위하여 “사용후 핵연료 차세대관리 공정개발”이라는 연구과제를 수행해 오고 있다. 이 공정은 기존의 세라믹형 사용후핵연료를 금속전환하여 부피를 줄이고, 고방열성 핵종들의 선택적 분리를 통하여 냉각부하를 줄일 수 있다.

사용후핵연료 차세대관리 종합공정(ACP)의 Li-Reduction 공정은 고온용융염을 취급하는 전해환원공정으로 양극에서 산소가 발생하는 산화성분위기이기 때문에 이에 적합한 반응기 재료의 개발은 매우 중요하다. 특히 650 °C 이상의 고온에서 부식성이 강한 용융염 상에서 반응이 이루어지고 사용후핵연료의 취급을 위해 핫셀내에서 원격으로 이루어지기 때문에 이 공정의 안정적인 조업을 위해서는 이러한 고온에서의 부식환경에 견딜 수 있는 내부식 재료의 선정을 위한 재료개발이 필요하다.

고온 용융염 취급장치 재료의 내식성에 관한 연구를 위해 국내산 스텐레스강, 고온 내열합금 및 Inconel 800H 금속에 대한 고온 용융염 분위기에서의 부식거동 시험을 수행한 바 있으나, 기존의 모든 내열합금들은 Cr의 농도가 높아 혼합 용융염에서 부식 속도가 직선속도법칙을 따르기 때문에 고온용융염 취급장치의 구조재료로서는 부적합하다.

본 연구에서는 기 개발된 Inconel 713 LC 합금강에 대한 내산화성을 알아보기 위해 순수 산소 분위기에서 산화시험을 수행하였으며, 기존 재료와의 비교 검토를 위해 내열합금으로서 내산화성이 뛰어난 물질들로 알려져 있는 스텐레스강 304L, Inconel 600, Incoloy 800H 와 같은 재료들을 같은 조건에서 시험한 결과를 비교 분석하여 내산화성 재료개발에 필요한 자료를 얻고자 한다.

산화시험 장치는 TA Instrument 사(미국)의 TA-2050 TGA 를 사용하여 수행하였다. TGA의 시험 분위기는 정밀 Gas Flow Meter 로 구성된 별도의 Gas Flow System 을 사용하였으며, 사용한 기체는 순도 99.999 % 인 순수 산소기체를 분당 100 ml 로 공급하여 다른 불순물에 의한 실험변수를 최대한 줄였다. 시험온도 조건은 650 °C, 750 °C, 850 °C 에서 수행하였다.

시험 제작은 시료를 다이아몬드 정밀 절단기로 절단하여 약 80 ~ 100 mg 무게를 가지도록 하였다. 실험시간은 각 시편당 48시간 동안 수행하였으며, 산화율은 시편의 초기 무게에 대한 무게증가율로 정의하였다. 시험 후 시편에 대한 미세성분 및 조직을 SEM, EDS, XRD 등을 통해 관찰하였다.

Fig. 1에 Inconel 713 LC 합금에 대한 650 °C ~ 850 °C 에서의 실험 결과 모두 초기 산화거동시에만 약간의 무게증가 경향을 나타내었으나 시료의 모양은 전혀 변함이 없고 시료 표면만 검게 산화가 일어난 것을 확인하였으며, 특히 650 °C 에서의 산화거동시험에서는 8시간 산화시험 후부터 Saturation 되어 무게증가가 거의 일어나지 않았다. 이는 고온용융염 분위기에서의 내부식 특성이 뛰어난 것으로 앞서 실험한 다른 내산화성 시료인 기존 내열 합금들보다 내산화성에 있어서는 매우 우수한 것으로 판단된다.

앞으로 기 개발 합금들의 실용화를 위해서는 내용용염 부식특성 뿐만 아니라 내산화성에 있어서도 기존 재료와 비교할 만한 특성을 갖도록 더 많은 실험이 필요한 것으로 판단된다.

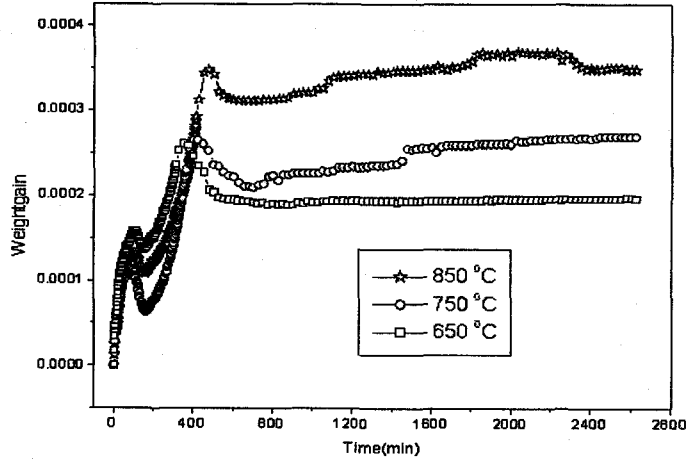


Fig. 1 Oxidation Behavior of Inconel 713 LC.