

## 원자로 배관용 Type 347 스테인리스강의 화학조성과 파괴저항성의 상관관계

윤지현<sup>†</sup>, 이봉상, 윤의박<sup>\*</sup>

한국원자력연구원; \*한양대학교  
(jhyoon4@kaeri.re.kr<sup>†</sup>)

탄소성파괴역학에 근거한 설계가 적용되고 있는 한국 표준형 원자로의 배관의 소재로는 우수한 파괴저항성과 강도특성을 나타내는 재료의 사용이 필수적이다. 일반적으로 오스테나이트 계열 스테인리스강은 기계적 특성 및 파괴특성이 우수한 재료로 알려져 있으나 가압기 밀림 배관의 소재로 사용되고 있는 type 347 오스테나이트 스테인리스강은 성분에서 다른 재료특성의 편차가 커서 일부 모재 및 용접재는 원자로 설계요건을 만족하지 못하는 사례가 발생하여 왔다. 따라서 본 연구에서는 type 347 스테인리스강 모재와 용접금속의 화학조성과 미세조직, 고온 J-R 파괴저항성의 상관관계를 파악하여 원자로 배관용으로 적합한 재료특성을 나타내는 최적의 화학조성을 제시하는데 그 목적을 두었다. 탄소, 질소, 니오비움 등의 합금성분을 달리한 10종의 type 347 모재와 6종의 용접부에 대하여 미세조직 관찰과 정량적 석출물 분석을 실시하고 원자로 가동온도에서 J-R 파괴저항성 및 인장특성 평가를 수행하였다. 시험 및 분석결과, 조대한 Nb(C, N) 석출물이 type 347의 파괴저항성을 약화시키는 주된 미세조직적 인자임이 확인되었다. Type 347의 파괴저항성은 석출물 함량에 로그함수로 반비례하는 상관관계식과 일치하였다. 모재와 용접부의 석출물은 대부분 Nb(C, N)이었으나, 질소/탄소비가 클 경우, 모재에 Z상이 석출하는 것이 관찰되었다. 석출물 함량은 탄소와 질소뿐만 아니라 니오비움의 함량에도 복합적으로 영향을 받았다. 용접금속의 탄소, 질소, 니오비움 함량을 고정시키고, 델타페라이트 함량을 2배 이상 증가시켰을 때, 파괴저항성은 50% 이하로 감소하였다. Type 347 모재와 용접부의 탄소와 니오비움 함량을 낮게 조정하여 조대한 Nb(C, N) 석출물 생성을 억제함으로써 파괴저항성을 제고하는 한편, 탄소함량저감에 따른 모재의 인장강도 감소는 질소첨가를 통해 보충함으로써 원자로 배관용 type 347의 최적재료특성을 얻을 수 있다는 결론을 얻었다.

**Keywords:** 스테인리스강, 배관, 원자로, type 347, J-R

## PEMFC용 고내식 비정질합금 및표면개질 기술 개발

김유찬<sup>†</sup>, 김민욱<sup>\*</sup>, 한승희, 에릭플러리

한국과학기술연구원; \*연세대학교  
(chany@kist.re.kr<sup>†</sup>)

고분자 전해질 연료전지(Polymer electrolyte membrane fuel cell)의 상용화를 위해서는 전체 스택 가격의 50% 정도를 차지하는 흑연 분리판을 대체할 수 있는 새로운 금속계 분리판의 개발이 필요하다. 현재 스테인리스강을 위주로 한 금속 분리판과 탄소 분말과 고분자로 제조한 복합분리판에 대한 연구가 진행되고 있으나 아직까지 흑연 분리판을 대체할 만큼의 우수한 결과가 없다. 일반적으로 비정질 재료는 고유한 원자 구조로 인해 매우 우수한 물리적, 화학적, 기계적 특성을 나타낸다. 본 연구는 우수한 내식성과 강도를 가지는 비정질합금을 설계하였으며, 비전도성 피막의 형성에 의해 향상된 내식특성으로 인해 저하된 전기전도도를 높이기 위해 이온주입을 행하였으며, 이를 통해 PEMFC용 분리판 응용 가능성을 높이고자 하였다. 설계된 비정질합금의 표면특성을 평가하였으며, 부식실험은 고분자전해질연료전지 환경인 1M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 2ppm F- 80°C 환경에서 수행하였으며, 표면접촉저항은 Davies' 방법을 이용하여 측정하였다. 설계된 비정질 합금은 스테인리스강과 비교하여 전기전도성을 저하시키지 않으면서 부식특성을 크게 향상 시켰으며, 이를 통해 금속계 분리판의 활용 가능성을 확인하였다.

**Keywords:** metallic glass, corrosion, PEMFC, surface modification