

## ITER 블랭킷 일차벽 제작법 개발을 위한 시험용 80x80x3 Be/Cu mock-up의 고열부하 시험

이동원<sup>1</sup>, 배영덕, 김석권, 홍봉근, 정현규, 박정용, 정용환, 최병권

<sup>1</sup>한국원자력연구원 (KAERI)

한국은 국제핵융합실험로 (ITER) 사업에 참여하고 있으며, 건설 단계에서는 일차벽을 포함한 블랭킷의 약 10%를 조달할 예정이다. 이를 위해서는 핵융합로의 핵심기술 중 하나인 블랭킷 일차벽의 제작법을 개발하는 것이 필수적이다. 제작법 개발을 위해 제작된 여러 mock-up들은 파괴 및 비파괴 검사를 통해 그 접합 성능을 입증하고 있으며, 최종적으로 ITER 운전 조건과 같이 고열부하 환경에서의 성능을 검증하기 위해 전자빔 시설을 이용한 고열부하 시험을 수행하고 있다. ITER 블랭킷 일차벽은 Be, Cu합금, Stainless Steel (SS)가 접합된 형태로 이루어져 있으며, 3가지 금속을 접합하기 위해 HIP (Hot Isostatic Pressing) 방법을 사용하고 있다. 접합법 개발을 위해서, Cu/SS 접합 및 Be/Cu 접합을 순차적으로 진행하여, 각각의 최적 접합조건을 도출하였으며, 현재는 Be/Cu/SS를 2단계에 걸쳐 접합한 mock-up들을 제작하고 있다. Cu/SS mock-up에 대한 고열부하 시험은 32-33회 학술회의에 걸쳐 소개하였으며, 러시아 Efremov 연구소에서 수행된 50x50 Be/Cu/SS mock-up의 고열부하 시험은 34회 학술대회에서 소개하였다.

본 연구는 ITER 국제기구에서 접합법 검증을 위해 제출될 80x80x3 Be/Cu/SS mock-up에 대비해, 동일 크기의 mock-up을 제작하여, 러시아의 TSEFEY-M 시설에서 수행된 고열부하 시험에 대한 것이다. Be/Cu mock-up은 80x80x10mm(t)의 Be tile 3개를 50x240x22의 Cu block에 접합한 형태의 mock-up이며, Cu block에는 냉각을 위한 10mmID/12mmOD의 SS tube가 삽입되어 접합되어 있다. 이는 ITER blanket FW의 형상과 유사하도록 설계한 결과이며, 총 6개의 mock-up이 3가지 interlayer에 따라 제작되었다. 고열부하 시험 조건에서, 냉각수의 온도 및 속도는 25 C, 4.7 m/sec로 유지되었고, 열부하는 1.5 및 2.0 MW/m<sup>2</sup>로 유지하였다. 시험 조건에 대한 예비해석을 통해, 가열시의 온도 및 stress, strain 분포를 얻었고, 이를 통해, cycle to failure 값을 도출하였다. 각 mock-up들이 접합성을 유지하기 위해서는 1000 cycle 이상을 견디면 되는데, 고열부하 시험 결과, 6개중 2개의 mock-up이 접합을 유지하였고, 나머지는 Be tile이 한 개 혹은 두 개가 완전히탈되어 시험이 종료되었다. 현재는 본 연구를 통해 입증된 최적의 접합조건을 토대로 접합 검증용 mock-up의 제작을 수행하고 있다.