

ITER 블랭킷 일차벽 제작법 개발을 위한 시험용 mock-up의 고열부하 시험

이동원¹, 배영덕¹, 홍봉근¹, 이종혁¹, 박정용¹, 정용환¹, 최병권¹, S. Suzuki², M. Akiba²

¹한국원자력연구소, ²일본원자력연구소(JAEA)

한국에서는 국제핵융합실험로 (ITER) 건설에 있어, 일차벽을 포함한 블랭킷의 10%를 조달할 예정이며, 이에 따라 핵융합로의 핵심기술 중 하나인 블랭킷 일차벽의 제작법을 개발하고 있다. 개발과정에서 제작된 여러 mock-up들은 파괴 및 비파괴 검사를 통해 성능을 입증하고 있으며, 최종적으로 ITER 운전 조건과 같이 고열유속을 받는 조건에서 성능을 검증하기 위해 전자빔 시설을 이용한 고열부하 시험을 수행하고 있다. 이 논문에서는 일차벽을 이루는 Be, Cu, SS 및 SS tube로 이루어진 여러 mock-up의 제작 과정을 소개하고, 일본 원자력연구소의 JEBIS 시설에서 3회에 걸쳐 수행된 Cu/SS mock-up에 대한 고열부하 시험 결과 및 러시아 Efremov 연구소의 TSEFEY-M 시설에서 수행될 Be/Cu mock-up에 대한 고열부하 시험 계획을 다루었다.

일본에서 수행된 Cu/SS mock-up의 고열부하 시험에서는 3.2 MW/m²와 5 MW/m²의 열유속을 이용하여 3회에 걸쳐 시험을 수행하였다. 이때 냉각수의 유량은 mock-up의 온도 변화에 따라 결정되었고, 시험 시 측정된 온도 분포는, ANSYS를 이용한 예비 분석 결과와 비교하였다. 또한, ANSYS를 통해 도출된 응력결과로부터 예상된 수명과 시험 결과를 비교하여, 고열유속 환경에서의 성능을 평가하였다.

러시아에서 수행될 Be/Cu mock-up의 고열부하 시험에서는 3.2 MW/m²와의 고열부하를 이용하여 시험을 수행할 예정이며, Cu/SS mock-up의 경우와 마찬가지로, ANSYS를 통한 예비 해석을 수행하여, 온도 및 응력 분포, 예상 수명 등을 도출하였으며, 시험에서 측정된 온도를 결과와 비교할 예정이다.