

대형 핵융합로부품 시험을 위한 고열부하 시험시설 KoHLT-2 구축

배영덕, 이동원, 신희윤, 김석권, 윤재성, 홍봉근

한국원자력연구원

고열부하 환경에 노출되는 핵융합로의 플라즈마 대향부품의 건전성을 평가할 수 있는 고열 유속 시험 시설인 KoHLT-2(Korea Heat Load Test facility-2)를 구축하였으며, 예비 시험을 통해 시험 시설의 신뢰성을 확인하였다. KoHLT-2는 기존의 시설에서 시험이 불가능한 대형의 부품을 시험할 수 있도록 $1.2 \times 1.2 \times 2.4 \text{ m}^3$ 크기의 대형 진공용기에 설치되었으며, 열부하원으로는 관형 또는 곡면형 그라파이트 히터이다. 그라파이트 히터는 시험 대상물의 크기, 요구되는 열부하에 따라 적절한 저항 값을 가지도록 설계, 제작하였다. KoHLT-2는 그라파이트 히터와 상자형 시험용기, 냉각계통, 대전류 전원, 진단계통, 진공 및 He 기체 주입계통으로 구성되어 있다. 그라파이트 히터는 두 개의 시험 대상부품 사이에 설치되며, 그라파이트 히터에 최대 80 kW의 전력을 인가하여 복사열에 의해 시험 부품에 열부하를 가하게 된다. 고열부하 환경에서 열피로 시험을 위해 전류를 시간에 따라 일정한 패턴으로 반복적으로 ON-OFF 하게 된다. 본 시험 시설에서 가능한 최대 열부하는 시험 대상물의 크기와 전원의 용량, 그라파이트의 허용 최대 온도에 따라 좌우되는데, ITER 일차벽 검증용 mockup ($244 \times 80 \text{ mm}^2$)의 경우 1.64 MW/m^2 , $500 \times 100 \text{ mm}^2$ 크기의 경우 0.64 MW/m^2 가 가능하다. 냉각계통은 다양한 시험이 가능하도록 고온, 고압의 냉각수 공급이 가능하도록 설계, 제작되었다. 가능한 최대 압력은 45 bar, 최고 온도는 $200 \text{ }^\circ\text{C}$ 이다. KoHLT-2를 구축한 후 ITER TBM(test blanket module) mockup에 대한 고열부하 시험을 성공적으로 수행하였으며, 추후 ITER 일차벽 등에 사용될 swirl tube의 냉각능력 시험을 수행할 예정이다.