

ITER HCCR TBM 헬륨냉각계통 개발을 위한 헬륨공급장치 구축 및 실험계획

이어확¹, 김석권¹, 진형곤¹, 윤재성¹, 조승연²

¹한국원자력연구원, ²국가핵융합연구소

증식블랑켓모듈(TBM, Test Blanket Module)을 개발하여 왔다. 이 두 증식블랑켓모듈은 모두 헬륨냉각을 기반으로 개발 되어왔으며 이에 따라, 헬륨순환기, 헬륨히터 및 헬륨열교환기 등에 대한 기본적인 연구가 수행되었다. 이후 2012년 고체형 증식블랑켓모듈을 ITER TBM 개념으로 주도하기로 결정함에 따라, HCCR (Helium Cooled Ceramic Reflector) TBM의 보조계통인 하나인 헬륨냉각계통(HCS, Helium Cooling System)에 대한 개발이 본격적으로 이루어졌다. 한국원자력연구원에서는 HCCR TBM의 냉각성능을 만족하기 위하여 8 MPa, 1.5 kg/s 및 300/500°C (입구/출구 온도)의 운전조건을 갖는 헬륨냉각계통의 설계를 완료하였다. 설계된 헬륨냉각계통은 HCCR TBM에서 회수된 약 450°C의 헬륨을 열회수기(recuperator)기와 냉각기를 통해 상온으로 냉각시킨 후, 필터를 통해 헬륨을 여과시킨다. 여과된 헬륨은 헬륨순환기에 의해 가압되어 열회수기를 다시 지나 300°C 이상으로 가열된다. 가열된 헬륨은 열회수기를 지나지 않는 상온의 헬륨과 혼합되어 최종적으로 HCCR TBM의 입구온도 조건인 300°C로 맞추어 HCCR TBM에 공급된다. 이러한 열회수기 중심으로 ‘∞’ 모양의 자가 교차로 설계된 헬륨냉각계통은 고온영역과 저온영역으로 냉각회로를 구분하여 순환기, 필터 및 각종 계측기의 운전온도 환경을 상온으로 유지시킬 수 있어 운전 및 유지보수 관점에서 이점이 있다. HCCR TBM의 헬륨냉각계통 설계 및 핵심 기기를 실증하고, 운전 경험을 쌓기 위하여 헬륨공급장치(HeSS, Helium Supply System)를 헬륨유량기준 1/3 규모(0.5 kg/s)로 구축하였으며, ‘14년까지 HeSS를 실증규모로 업그레이드하기 위하여 80기압 환경에서 압축비 1.1, 유량 1.5 kg/s의 성능을 내는 헬륨순환기를 설치할 예정이다. 현재 구축된 1/3 규모 HeSS는 국내 구축된 전자빔 고열부하 시험 장비인 KoHLT-EB (Electron Beam)와 연계되어 HCCR TBM의 일차벽(플라즈마 대향부품)을 검증할 예정이며, 이를 통해 얻어진 열수력 DB는 현재 개발중인 핵융합로 안전해석코드인 GAMMA-FR 검증에 활용될 계획이다.

Keywords: ITER, HCCR, TBM, 증식블랑켓, 헬륨냉각계통