

KSTAR 초전도자석 극저온 냉각 시험

박수환^{1*}, 한원순², 문정모², 김종수², 요네카와², 조광운², 우인식², 이상일², 김양수²,
오영국², 박주식²

¹핵융합연구센터/과학기술연합대학원대학교(NFRC/UST), ²핵융합연구센터(NFRC)

* E-mail : parksh@nfrc.re.kr

2007년 8월 완공을 목표로 하고 있는 차세대 초전도 핵융합 연구장치(KSTAR : Korea Superconducting Tokamak Advanced Research)는 비단 우리나라 핵융합기술의 척도일 뿐만 아니라 전세계적으로 핵융합 분야의 기술 수준을 끌어올리는 견인차 역할을 하고 있다. 이러한 KSTAR의 기술적 우위를 바탕으로 핵융합 선진국들이 주도하던 국제핵융합실험로(ITER : International Thermonuclear Experimental Reactor) 사업에 참여하게 되었고, ITER가 건설, 운영되기 전까지 test pilot 역할을 훌륭히 수행 할 것으로 예상하고 있다. KSTAR나 ITER는 tokamak 방식으로 고온의 플라즈마를 제어하는데, 이를 위해서는 고자장을 안정적으로 발생시킬 수 있는 자석시스템이 필수적이다. KSTAR의 경우 16개의 toroidal field (TF) coil 과 14개의 poloidal field(PF) coil 모두를 상전도자석인 아닌 초전도자석을 채택하고 있다. 이점이 기존의 핵융합 장치와의 가장 큰 차이점이자 기술적 성과라 할 수 있는데, 초전도자석의 경우 극저온(4.5 K)과 고진공(10^{-7} Torr 영역)으로 대표 되는 극한의 조건에서 운전되기 때문에 높은 기술적 완성도와 그에 걸맞는 운영 능력이 요구된다. 이미 16개의 TF coil이 STS316L 재질의 구조물에 encasing 되어 KSTAR 주장치에 조립 완료된 상태이고 나머지 자석들 역시 제작과 조립완료에 박차를 가하고 있다.

그동안 TF, PF, CS coil 제작을 통해 얻은 축적된 자료와 proto type 초전도자석인 TF00 coil 및 BKG(background) coil에서 달성한 극저온 냉각과 대전류 인가 경험은 안정적으로 고진공, 극저온을 달성하고 우리가 원하는 성능을 낼 수 있는 운전조건을 찾는 데 있어서 중요한 요소이다.

이를 위해 실제 KSTAR 주장치 조립에 투입되는 TF00 자석구조물을 이용하여 극저온 냉각 성능과 이와 관련된 thermo-hydraulic 현상을 관찰하고, 궁극적으로 KSTAR 초전도자석의 운전변수 및 안정성을 예측하여 주장치 완공 후 성공적인 장치 운영이라는 소기의 목적을 달성하는데 반영하고자 하였다.