

KSTAR ICRF 방전세정 플라즈마의 특성분석

김선호¹, 왕선정¹, 곽종구¹, 홍석호²

¹한국원자력연구원, ²국가핵융합연구소

KSTAR(Korea Superconducting Tokamak Advanced Research) 토카막에 설치되어 있는 ICRF(Ion Cyclotron Range Frequency) 시스템을 이용한 방전세정을 2008년에 이어 2009 KSTAR 플라즈마 campaign 동안에도 시행하였다. ICRF 시스템을 이용한 방전세정인 ICWC(Ion Cyclotron Wall Cleaning)는 ITER와 DEMO 같은 초전도 자석을 이용하는 토카막에서 토카막 shot 중간에 자장을 낮추지 않고 바로 방전 세정을 할 수 있는 방법이다. 토카막에서 방전세정은 탄소나 산소 화합물과 같은 불순물을 제거하여 방사에 의한 플라즈마 냉각을 막고 토카막 초기 start-up시 진공 챔버 벽면으로부터 의도하지 않은 연료주입을 제거하는 역할을 한다. 본 연구에서는 ICWC 방전 세정 플라즈마의 밀도특성과 균일도를 간섭계와 H_{α} line 세기를 통해 관측하고 RGA를 통해서 C, H_2O , O_2 불순물의 제거량을 파악하는 한편 토카막의 신뢰성 있는 start-up을 위해 요구되는 벽면에서 토카막 방전가스의 제거량을 HD양을 통해서 조사하였다. 플라즈마 선적분 밀도는 약 $1\sim 3\times 10^{17}\#/m^2$ 로 측정되었는데 이는 보통 He을 이용한 방전세정 플라즈마의 밀도에 해당한다. 한편 H_{α} line의 세기를 통해 ICWC 방전 플라즈마의 균일도를 살펴본 결과 안테나 전류피의 중간이 아닌 끝부분에서 H_{α} 의 세기가 큰 것으로 나타났는데 이는 ICWC 플라즈마가 Inductive 방전보다는 capacitive 방전에 의해 생성되는 것으로 추정된다. ICWC 방전에서 C, H_2O , O_2 불순물의 제거율은 각각 약 4.2×10^{-5} mbar-l/sec, 1.4×10^{-3} mbar-l/sec 그리고 1.72×10^{-4} mbar-l/sec 로 각각 나타났는데 ICWC shot이 진행될수록 이 양은 점점 줄어들었다. 대표적인 He/ H_2 , He ICWC 방전 shot인 2118, 2123 shot에서 벽면에서 D_2 의 제거율은 각각 약 0.12 mbar-l/sec와 3.9×10^{-3} mbar-l/sec 로 나타났다. 이는 수소의 첨가로 인해 HD의 형태로 D_2 의 제거율이 증가되었기 때문이다. 한편 H_2 의 첨가는 챔버 벽면에 흡착되는 H_2 양을 또한 증가시키므로 차후에 H_2 만을 제거하는 He ICWC를 수행해야 할 것이다.