

ITER에서 TBM이 토로이달 자장에 미치는 영향 평가

배영덕, 이동원, 김석권, 홍봉근

한국원자력연구원 핵융합공학기술개발부

국제핵융합실험로(ITER)의 토로이달 자장 코일은 18개로서 플라즈마 경계면에서 최대 리플이 1.4 %이다. 이러한 자장 리플로 인해 알파 입자의 손실이 0.5 MW/m^2 이상 될 것으로 예측하고 있다. 따라서 자장 리플을 0.5 % 이하로 감소시켜야 하며, 이를 위해 ITER 진공용기의 outboard 쪽 이중 진공벽 사이에 강자성체를 삽입하는 방안이 고려되고 있다. 이를 FMI(ferromagnetic insert)라 하며, 강자성체로는 AISI430을 사용할 예정이다. FMI에 대한 구체적인 설계는 ITER 팀에서 진행 중에 있다. 본 연구에서는 토로이달 자장 코일 만에 의한 자장 분포를 상용 코드를 이용한 2-D FEM 계산을 통해 얻었으며, FMI를 삽입했을 때의 계산 결과와 비교하였다. 그 결과 토로이달 자장 코일만 있는 경우, 수평포트 중심 평면 $R=8.28 \text{ m}$ 에서 리플이 1.1 %이었으며, 타 문헌의 계산 결과와 잘 일치하였다. $750 \text{ mmW} \times 400 \text{ mmT}$ 의 FMI를 진공용기의 이중벽 사이에 삽입하였을 때 리플이 0.4 % 이하로 감소함을 확인하였다. FMI의 형상 및 배치의 최적화는 추가 연구가 필요하다. 또한 본 연구원에서 개발 중인 HCML(He-Cooled Molten Li)형 TBM(Test Blanket Module)을 ITER에 설치하였을 때 토로이달 자장 분포에 어떠한 영향을 미치는지 확인하기 위해 TBM을 단순화하여 동일한 계산을 수행하였다. 그 결과 자장 리플이 최대 1.8 %로 증가하였다. 이 정도의 리플은 다른 ITER 참여국의 TBM형에 비해 작은 수준이지만 허용치를 넘는 것이다. 따라서 이러한 리플을 줄이기 위해 자장 수정용 코일을 설치하거나 FMI를 추가 설치하는 방법이 검토되고 있으며, 이에 대한 추가 연구가 필요하다.