[I-3]

KSTAR NBI 진공용기와 Grid의 열 및 구조 해석

윤병주, 한장민, 김계령, 송우섭, 오병훈
한국원자력연구소

KSTAR NBI 장치의 진공용기와 Grid에 대하여 열 및 구조해석을 ANSYS 코드를 이용하여 수행하였다. 진공용기의 경우 진공용기 지지구조물을 최적화할 수 있는 구조형상에 관하여 연구하였고, Grid의 경우 Grid 형상 및 재료 특성에 중점을 두어 연구하였다. 또한 Electron Dump의 냉각수로의 위치 및 형상, 크기를 최적화 시켰다. 이번 각 구조물의 최적화 연구에서 특히 중점을 둔 사항은 재료와 관련된 경제성이다. 진공용기에서 가장 문제가 되는 것은 용기의 크기에 따른 변형도이다. 진공용기의 Cryo-sorption 패널 배기속도는 30000 l/sec 이상이고, 진공용기의 운전시 진공도는 5×10^{-7} Torr 이하이다. 구조해석의 결과로부터 폭3m×높이4m×길이5m, 두께 2cm인 진공용기는 대기압 하에서 7cm의 변형도를 갖는다. 변형을 최소화하기 위해 T형 보강구조물을 부착시켰을 때 변형도가 1cm 이하로 감소함을 볼 수 있었다. [그림 1] 장시간 운전시 Grid에 미치는 열부하에 의한 영향을 연구하였다. 열해석 결과와 경제성, 가공성을 동시에 고려할 때 Grid의 재질로 무산소동이 적합함을 알 수 있었다. 한편 NBI 장치에서 열부하가 최대인 곳은 이온원의 Electron Dump 부분으로 중심부분에서 20MW/m^{2}이다. 열부하를 효과적으로 소산시키기 위해 Electron dump의 중심부분 모양을 깔대기 모양으로 만들어 Dump 뒷부분의 자석에 미치는 영향을 최소화 시켰다. 이때 냉각수로의 냉각수 흐름속도 4.5m/sec이고, 자석의 최대 온도는 150°C로써 자석의 기본성질을 일어버리지 않는 허용범위 내에 들어옴을 알 수 있었다. 자석의 온도는 초기 10초 동안 급격히 상승하였고, 100초 이후에 포화상태에 도달하였다. [그림 2]

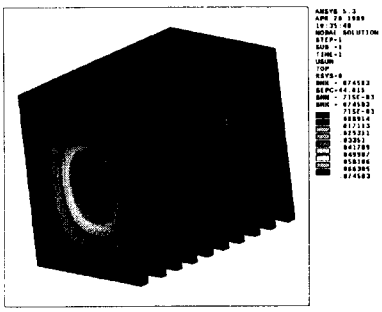

그림 1. NBI 진공용기 구조해석

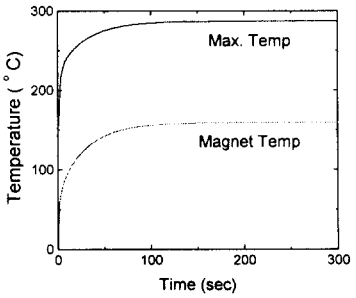

그림 2. Electron Dump의 시간에 대한 온도분포곡선.