

와이어 모니터와 간극 모니터의 냉각성능 비교

길계환

포항공과대학교/포항가속기연구소

포항방사광가속기의 HFMX 빔라인은 총열량부하와 열량강도가 횡전자석에 비해서 강력한 다극 위글러를 광원으로 이용한다. HFMX 빔라인에는 와이어 스캐너가 제작·설치되어 운용되어 왔으나, HFMX 빔라인의 백색광 영역에 설치된 와이어 스캐너는 다극 위글러 방사광의 열량부하를 견디지 못하고 방사광이 입사하는 텅스텐 와이어가 휘어지는 등의 문제가 발생하였다.

이에 대한 대안으로 열량부하를 견디면서도 동일 이상의 위치 분해능을 가질 수 있는 간극 스캐너를 설계하였다. 방사광 진행방향으로 긴, 간극 스캐너의 냉각블록에는 0.2 mm 폭의 수직 틈이 와이어 방전가공으로 가공되어, 냉각블록에 입사한 방사광 중 이 틈을 통과한 방사광만이 냉각블록 후면의 광전류 수집부에 도달하여 대응하는 광전류를 발생시킨다.

본 연구에서는 기존 설계의 와이어 모니터와 새로운 설계의 간극 모니터에 대하여 정상상태 열전달 해석을 수행하여 그 온도분포 및 최고 온도를 비교함으로써 새로운 설계의 적용 가능성을 검토하였다.

먼저, 와이어 스캐너와 간극 스캐너의 해석 대상 기하영역을 SolidWorks를 이용하여 입체모델링하고 이를 ANSYS code에 입력하여 입체모델의 조립체를 재구성한 후, 방사광이 입사하는 와이어 스캐너의 텅스텐 와이어와 간극 스캐너의 냉각블록에, 각각, 각 스캐너에 입사하는 방사광의 열량강도 분포를 표면 열류 유입의 경계조건으로 부가하고, 각 스캐너의 냉각수로에는 25 °C의 일정온도 경계조건을 부가함으로써 온도분포를 도출하는 열전달 해석을 수행하였다.

열전달 해석 결과, 도출된 조립체 상의 온도분포에 있어서, 간극 스캐너는 방사광 입사영역의 넓어진 열전도 면적으로 인하여, 다극 위글러로부터의 동일한 열량부하에 대하여 기존 와이어 스캐너에 비해 1/15 정도의 온도상승이 나타나 냉각성능이 크게 향상되었다.

따라서 총열량부하와 열량강도가 높은 빔라인에서 텅스텐 와이어가 파손되는 등의 문제를 야기하는 와이어 스캐너에 대하여, 동등 이상의 분해능을 가지면서도 냉각성능이 우수한 간극 스캐너가 적용될 수 있다.