

축자계 진공차단부에서 발생하는 아크 플라즈마 3차원 수치해석(Three-Dimensional Numerical Analysis of Arc Plasmas with an Axial Magnetic Field Vacuum Interrupter)

서현석¹, 김윤제², 이종철³

¹성균관대학교대학원 기계공학과, ²성균관대학교 기계공학부, ³강릉원주대학교 기계자동차공학부

전력용 개폐장치인 진공차단기의 차단부가 송배전 시스템에 30 [kA] 정도의 커다란 사고전류가 흐르는 것을 방지하기 위하여 동작될 때 차단부 내부 전극 사이에 25,000 [K] 이상의 아크 플라즈마가 발생하게 된다. 두 전극 사이에 발생된 아크 플라즈마는 약 10 ms~20 ms 동안 지속되다가 교류전원의 전류영점 부근에서 회복된 절연성능으로 인하여 자연스럽게 소멸되지만, 대전류 구간동안 아크 플라즈마의 집중 현상 등에 의하여 전극의 심각한 손상 등이 발생되면 절연성능이 요구된 만큼 회복되지 못하여 사고전류를 차단하지 못하며 시스템에 연결된 기기들에게 심각한 손상을 입히고 정전사고를 일으킨다. 본 연구에서는 전자계-열유동 연성해석기법을 이용한 축자계 진공차단부에서 발생하는 아크 플라즈마의 3차원 수치해석을 통하여 전극의 심각한 손상을 입히는 아크플라즈마의 집중 현상에 관한 축자계의 영향을 고찰하고자 한다. 수치해석을 위한 아크 영역은 양극과 음극의 직경과 같은 직경의 원기둥으로 가정하였고, 전자계 해석으로부터 얻어진 로렌츠 힘과 줄열을 열유동 해석을 위한 Navier-Stokes 방정식의 파라미터로 입력하여 해석을 수행함으로써 전자계와 유체역학적인 영역을 동시에 연계한 순차적 일방향 연성해석 기법을 적용하였다. 컵형 축자계 진공차단부 내 아크영역에서의 로렌츠 힘의 특성과 온도분포에 대하여 수치해석을 수행하였고, 크기가 다른 두 로렌츠 힘에 의하여 양극표면으로 집중되는 온도분포의 크기를 비교함으로써 진공아크 플라즈마의 집중현상에 영향을 미치는 주요 요소를 규명할 수 있었다.

Keywords: Vacuum arcs, Vacuum interrupters, Electromagnetic analysis, Arc discharges, Computer aided analysis