

고분자 전해질 연료전지 셀스택의 최적 설계

한인수*, 정지훈, 임종구, 강무성, 양재춘, 임 찬
GS칼텍스(주) 신에너지연구센터
(ishan2@chollian.net*)

고분자전해질막(Polymer Electrolyte Membrane: PEM) 연료전지 셀스택(cell stack)은 설계에 따라 전체 연료전지 시스템의 성능을 크게 좌우한다. 본 연구에서는 셀스택의 최적 설계를 위해서 3차원 전산유체역학 및 구조해석 기술을 적용한 사례에 대하여 소개하고자 한다. 고분자전해질막 연료전지 셀스택은 고분자막, 분리판(separator), 집전판 및 압축판으로 구성되어 있으며, 최대의 전력밀도를 얻기 위해서는 분리판의 양극 및 음극에 세겨진 유로(flow-field) 형상의 최적화, 수소 및 산화제의 공급 통로 역할을 하는 매니폴드(manifold) 규격의 최적화, 균일한 스택 체결압을 얻기 위한 압축판 구조의 최적화가 필요하다. 분리판 유로의 최적설계를 위해서 단위 셀스택 내에서 일어나는 물리화학적 현상을 충실히 모사할 수 있는 3차원 유동 모델을 도입하였으며, 복잡한 형상을 갖는 스택 매니폴드 내의 유동을 모사하기 위하여 간결화된 3차원 유동 모델을 개발하였다. 또한, 압축판 체결구조의 최적화를 위해서 유한요소법에 근간한 구조해석 모델을 적용하였다. 연료전지 셀스택은 복잡한 유로 형상 및 다수의 구성품으로 인하여 충실한 유동 및 구조해석을 위해서는 수백만개에서 수천만개에 이르는 계산셀이 필요하며, 12개의 CPU로 구성된 cluster를 활용하여 5 ~ 12 시간의 짧은 기간에 수렴된 해를 구할 수 있었다. 최종적으로 전산모사를 통하여 설계한 각 부품들은 각각 5kW 및 30kW급 규모의 고분자전해질막 연료전지 셀스택의 제작에 적용하였으며, 완성된 셀스택의 평가 결과 매우 향상된 성능을 얻을 수 있었다.