

인공신경망을 이용한 연료전지 SOH 추정

양 현 준¹⁾·성 동 환¹⁾·이 광 언¹⁾·반 영 준¹⁾·신 희 준¹⁾·조 구 영²⁾·차 석 원^{*1)}

서울대학교 기계공학부¹⁾·단국대학교 기계공학과²⁾

Fuel Cell State of Health Prediction Using Artificial Neural Network

Hyunjun Yang¹⁾ · Donghwan Sung¹⁾ · Gwangeon Lee¹⁾ · Youngjune Ban¹⁾ · HeeJun Shin¹⁾

Gu Young Cho²⁾ · Suk Won Cha^{*1)}

Seoul National University¹⁾, Dankook University²⁾

Key words : Fuel Cell(연료전지), Degradation(열화), State of Health, Polarization Curve(분극 곡선), Artificial Neural Network(인공신경망)

* 교신저자 차석원, E-mail: swcha@snu.ac.kr

친환경에 대한 관심이 높아짐에 따라 탄소 중립 실현을 위해 기존 내연기관을 대체할 수 있는 차량 동력원에 대한 관심 또한 증가했다. 여러 대안 중 수소 모빌리티는 수소와 산소의 반응으로 전기를 생산하기 때문에 배출가스가 전혀 없고 연료전지 스택과 배터리의 하이브리드 방식을 사용해 높은 효율과 빠른 응답성을 갖고 있다는 장점이 있다. 또한 배터리를 사용하는 전기차량의 경우 잔존용량(SOC)에 따라 출력 저하나 열화 현상의 가속이 일어날 수 있는 반면 연료전지 차량의 경우 연료의 잔존량과 연료전지 스택의 운용은 독립적이다. 그러나 연료전지 스택의 수명은 아직 미국 에너지부의 목표치인 8000 시간에 못 미치는 수준이며 이에 따른 생산 비용 증가로 전주기에서의 발전 단가가 비싸다는 문제점이 있다. 이를 극복하기 위해 연료전지의 열화 과정을 이해하고 수명을 예측하는 과정은 매우 중요하다.

연료전지의 수명은 일반적으로 BOL(Beginning of Life)에서 측정되는 연료전지의 전압 대비 10% 감소한 시점을 EOL(End of Life)로 정의하며 특수한 경우 최고 출력 등 사용 조건을 만족시키지 못하는 시점으로 정의하기도 한다. 특정 조건에서 측정되는 전압이 시간에 따라 감소하는 노화 현상을 열화라고 하며 열화 메커니즘은 아직 완벽하게 해석된 현상이 아니기에 여러 지표를 사용해 추정한다. 상업용 연료전지 스택의 분석을 위해 사용할 수 있는 대표적인 방법으로는 분극 곡선 측정법이 있으나 연료전지의 느린 응답성과 측정 자체에서 일어나는 열화 현상으로 인해 실사용 시 한계가 있다.

본 연구에서는 추가적인 분극 곡선 측정 없이 부하 운전 사이클만을 이용해 연료전지 스택의 SOH(State of Health)를 추정한다. 연료전지의 느린 응답성 때문에 동적인 상황에서 측정되는 전류-전압 곡선은 전류의 증감에 따라 전압이 위나 아래로 이동하게 되어 분극 곡선과는 차이를 보이게 된다. 이를 극복하기 위해 부하 운전 사이클에서 얻은 전류-전압 산점도와 여러 지점에서의 분극 곡선과의 차이를 분석했으며 인공신경망을 이용해 SOH를 추정한다. 연료전지의 추가적인 측정이 없기 때문에 실사용 시 수월하며 더 빠른 주기로 SOH 추정이 가능하다.

후기

이 논문은 2023년도 정부(산업통상자원부)의 재원으로 한국에너지기술평가원의 지원을 받아 수행된 연구임(20213030030150, 페라이트계 스테인리스 금속지지체를 기반으로 한 금속지지형 SOFC 셀/스택 기술 개발)