

항공기 동력원으로 연료전지시스템 적용시 고려사항 고찰

구영모* · 김명환** · 유승을***†

Study of Fuel Cell System for Aerial Vehicles

Youngmo Goo* · Myong-Hwan Kim** · Seung-Eul Yoo***†

초 록

연료전지시스템을 항공기 동력원으로 사용하기 위해서는 요구되는 출력에 필요한 스택성능과 한정된 부피 내 연료전지시스템을 탑재하기 위한 운전장치 구성, 그리고 무게를 최소화하기 위한 부품 및 재료 선정이 필요하다. 스택의 기본성능은 MEA(Membrane electrode assembly)와 기체확산층 구조, 분리판 디자인 및 운전조건 등에 의해 결정된다. 스택의 기본성능은 연료전지시스템을 구성하는 운전장치 구성 및 성능에 의해 달라지기 때문에 어떠한 운전장치를 어떠한 구성으로 설계하는가에 따라서 성능이 변한다고 볼 수 있다. 본 연구에서는 연료전지시스템을 항공기 동력원으로 사용하기 위해서 고려되어야할 스택과 운전장치의 구성이 성능에 미치는 영향과 운전환경(스택 경사, 고도)이 연료전지 스택성능에 미치는 영향에 대해 고찰하였다.

Key Words: Fuel Cell(연료전지), PEMFC(고분자 전해질형 연료전지), Operating Condition(운전조건), Slope(경사), Altitude(고도)

1. 서 론

연료전지가 개발된 이후 우주선, 핸드폰, 노트북, UPS, 스쿠터, 자동차, 잠수함, 무인항공기 등에 적용하기 위해 많은 연구가 진행되었다. 현재 연료전지는 크게 발전용, 가정용, 자동차용으로 개발되고 있으며 자동차용이 가장 늦게 상용화 될 것으로 전망되며 그 시기는 2015년 전후가 될 것으로 여겨진다.

연료전지는 운전장치 구성에 따라 전력생산시

moving part가 거의 없기 때문에 무소음의 장점이 있으며 사용되는 연료의 형태에 따라 많은 에너지를 탑재할 수 있어 군사용 전원 및 항공기 보조전원 또는 주전원에 적용하기 위한 연구를 계속 진행 중에 있다. 본 연구에서는 항공기에 연료전지시스템을 탑재할 경우 고려되어야할 것에 대해 고찰하였으며 연료전지 중 고분자 전해질형 연료전지를 중심으로 나열하였다.

2. 연료전지시스템 적용시 고려사항

2.1 연료전지 전기생성 원리에 따른 고려사항

연료전지(PEMFC)는 수소와 산소가 전기화학 반응을 통하여 전기를 생산하며 이와 더불어 열과 물이 발생된다. 전기생성 원리에 따른 고려사

* 자동차부품연구원 환경소재부품연구센터

E-mail: ymgoo@katech.re.kr

** 자동차부품연구원 환경소재부품연구센터

E-mail: kimmh@katech.re.kr

*** 자동차부품연구원 친환경소재부품연구본부

† 교신저자, E-mail: seyoo@katech.re.kr

항 중 첫 번째는 연료전지의 원료인 수소와 산소를 어떻게 공급할 것인가 하는 것이며 두 번째는 생성된 물을 어떻게 제거할 것인가이다. 세 번째는 발생하는 열을 어떻게 활용할 것인가이다. 연료전지에서 발생하는 열은 전기의 생성되는 에너지원에 해당하므로 이를 활용할 경우 에너지효율은 증가한다. 자동차에 사용되는 연료전지가 가정용, 발전용 연료전지에 비하여 효율이 낮은 이유는 이 열을 제거하기 때문이다. 즉, 항공기에 탑재할 경우 열을 회수할 것인지 아님 제거할 것인지에 대한 고려가 필요하다.

2.2 연료전지 스택구성부품에 따른 고려사항

연료전지에서 전기를 발생시키는 장치를 스택(Stack)이라고 하며 Fig. 1과 같이 전해질 막, 촉매층(MEA는 전해질 막과 촉매층을 접합한 부품), 기체확산층, 분리판 등으로 이루어져 있다. 전해질 막은 수소이온(H⁺)을 이동시킬 수 있는 고분자 막으로 항상 가습이 되어 있어야 한다. 촉매층과 기체확산층은 다공성 구조로 되어 있으며 분리판은 연료를 공급시키고 물을 배출시키기 위해 유로가 형성되어 있다. 스택의 구성부품의 소재, 구조 및 형상 등에 의해 성능변화가 매우 크게 나타나며 운전조건에 따른 영향에 매우 민감하게 반응한다.

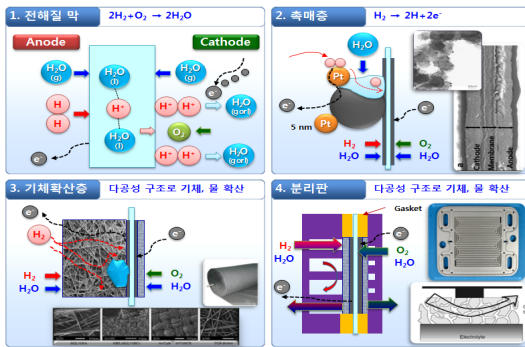


Fig. 1 Component of Stack

2.3 연료전지 운전조건에 따른 고려사항

연료전지 운전조건은 온도, 압력, 유량, 가습을 말한다. 보통 온도와 압력이 높고 유량이 많으며

가습량이 높을수록 성능이 높으나 운전조건 한계점이 있다. 운전조건 중 온도가 올라가면 기체 내 수증기압이 높아져 많은 물을 함유할 수 있기 때문에 물 배출이 원활해지며 동일 유량에서 내부압력을 상승시킬 경우 유속이 감소하여 반대로 물배출이 어려워질 수 있다.

2.3 연료전지시스템 구성에 따른 고려사항

연료전지시스템은 연료전지 스택과 운전장치(수소공급시스템, 공기공급시스템, 열 및 물 관리 시스템)로 구성되어 있다. 항공기에 탑재하기 위하여 운전장치의 구성부품을 하나씩 제거시킬 때마다 스택성능은 대부분 낮아진다. 예를 들어 수소공급시스템에서 수소재순환블로워는 연료효율을 높이고 수소 내 유속흐름을 원활히 형성시키기 위해서 사용하지만 제거할 경우 스택 입출구 압력차가 낮아져 유속이 거의 없어지며 이로 인해 물배출이 어려워진다. 이것을 해결하기 위해 차단밸브를 주기적으로 On/Off하여 유동장을 형성시켜 주기도 하지만 스택에서 생성되는 전력량에 따라 물배출량이 달라져 밸브의 On/Off 주기가 변화한다. 이러한 기술을 이용하기 위해서는 많은 실험 data의 확보가 요구된다.

2.4 항공기 운행환경에 따른 고려사항

수송용 중 자동차의 경우 등판이나 진동 등의 주행조건에서 연료전지 성능변화가 발생되며 주원인은 물배출에 의한 것이다. 항공기의 경우 비행속도에 따라 스택의 온도가 달라질 수 있으며 상승, 하강에 의해 스택의 각도가 달라져 물배출에 영향을 받을 수 있다. 특히 회전을 할 경우 스택 내 물의 흐름이 원활하지 않아 물배출이 어려워질 가능성이 높다. 이를 해결하기 위해 대부분 저가습 조건으로 운전을 하고 있지만 정상 가습조건에 비하여 많게는 50%이상 성능차가 발생되기도 한다. 실험실에서 항공기 주행조건을 고려하여 스택구성부품과 운전조건을 확보하더라도 실제 비행에서는 출력이 제대로 나오지 않는 경우가 발생할 수 있다. 그 이유는 연료인 공기가 고도가 높아질수록 희박해지기 때문이다. 이러한 이유로 액화산소를 이용하기도 한다.