

# 선박용 연료전지의 진동성능평가 방안 고찰

## Review on the Vibration Performance Evaluation Procedure for the Fuel Cell System Operated on Shipboard

김영중† · 박인욱\*

Young Joong Kim and In Wook Park

### 1. 서 론

전기화학 반응을 이용하여 연료가 가진 화학에너지를 연소과정 없이 직접 전기에너지로 변환하는 연료전지(Fuel Cell)는 높은 발전 효율을 가지고 있으며, 환경적인 면에서 NOx, SOx 등을 거의 발생시키지 않아 매우 친환경적인 발전 기술이다.

선박은 대부분 환경에 크게 영향을 미치는 디젤유 등의 고비중 연료를 사용하는 내연기관으로 운항함으로써 다양한 오염물질을 배출하고 있다. 최근의 동향 조사를 보면 국제해사기구(IMO, International Maritime Organization)는 대기오염물질의 배출규제치를 정하는 국제오염방지협약(MARPOL Annex VI)을 통하여 2016년까지 오염원 배출량을 80% 감축하도록 규제하고 있으며[1,2], 선박의 CO<sub>2</sub> 배출에 대한 규제도 조만간 구체화 될 예정으로 보인다. 이와 같은 국제 동향에 부응하기 위한 적극적인 조치 중 연료전지를 선박에 적용하여 활용하는 것은 해상오염물질 배출이 거의 없어 선박용 동력원으로 유일한 대체 에너지원이라는 평가를 받고 있다.

이에 따라 외국에서는 선박용으로 연료전지를 활용하기 위한 연구와 실증 시험이 활발하게 진행되고 있다. 특히 노르웨이의 경우 2003년부터 Fellow SHIP 프로젝트를 통하여 LNG 연료를 사용하는 320kW급 용융탄산염형 연료전지(MCFC, Molten Carbonate Fuel Cell)를 보조전원장치로 탑재하여 해상실증을 완료한 것으로 보고되고 있다[1].

현재 국내에서는 300kW급 MCFC가 육상용으로

상용화 되어 운용되고 있으며, 이를 선박용으로 개발하는 과제가 추진되고 있다. 그러나 현재까지 개발된 연료전지의 구조를 보면 선박의 진동성능 기준에 적합하기 위하여 향후 구조적인 관점에서 설계에 보다 집중하는 연구와 실증 시험 등 다각적인 노력이 요구되는 실정이다.

### 2. MCFC의 구조

MCFC는 Fig. 1과 같이 크게 스택모듈(Stack Module), EBOP, MBOP로 구성되어 있다. 이중 EBOP와 MBOP는 각각 전기적 제어와 기계적 제어를 위한 설비로서 상온에서 운용한다. 그러나 스택모듈 내의 온도는 수백도에 이를 정도의 고온이며, 열변형을 고려하여 설계된다.

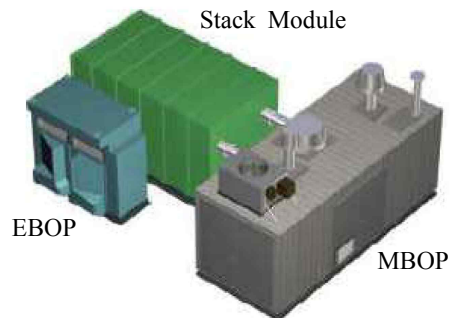


Fig. 1 Basic configuration of the MCFC

스택모듈은 예로써 Fig. 2와 같은 구조를 갖는다. 가장 중요한 구조는 연료의 화학 반응을 이용하여 적력을 생산하는 장치인 Cell/Stack이 중앙에 길게 자리하며, 이를 Manifold가 감싸고 있고, 옆에 촉매연소장치(Catalytic Oxidizer) 등이 배치되어 있다. 이들을 보호하고 열차단 기능을 갖는 외함(Vessel)

† 교신저자; 정회원, 한국기계연구원  
E-mail : youngkim@kimm.re.kr  
Tel : 042)868-7424, Fax : 042)868-7418

\* 포스코에너지

과 바닥에 고정을 위한 지지구조(Base)는 그림에는 표시하지 않았다. 스택은 압착기구(Compression H/W)에 의해 End Plate 사이에서 일정한 압력으로 Cell을 밀착하는 구조로 되어 있다. 운전 중에는 스택의 온도가 크게 상승하며 열변형을 야기하므로 스택은 외함과는 별도의 고정장치가 없이 설계되어 있다. 이는 육상 운전에는 적합하나, 진동이 크게 발생하는 선박의 경우에는 진동 응답에 큰 영향을 미치게 된다.

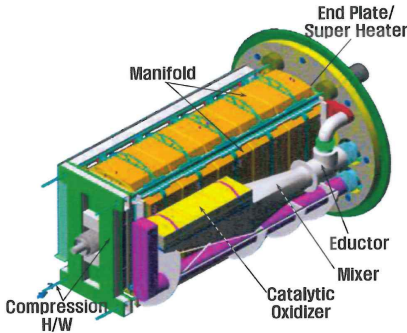


Fig. 2 Basic configuration of the stack module

### 3. 선박진동 성능평가 규격

선박에 사용되는 설비의 진동성능평가 기준은 국제 기준으로 제정되어 적용되고 있다. 진동성능기준은 Fig. ISO 10055[3]를 대표적으로 적용하고 있는데 IEC 60092-504[4]와 IACS Req.1991[5]에서는 거의 동일한 진동성능 뿐만 아니라 경사성능도 규정하고 있다.

그런데 일반 대형 선박에 적용되는 이와 같은 진동성능은 미국 국방표준인 MIL-STD-167-1A[6]와

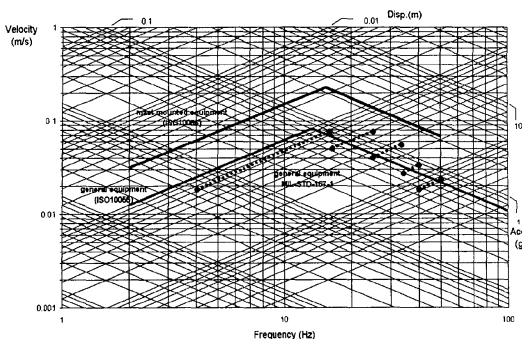


Fig. 3 Vibration performance requirement of ISO10055 and MIL-STD-167-1A[7]

유사한 수준으로 평가된다[7]. Fig. 3에 두 가지의 진동성능 기준을 비교했는데 ISO 10055가 함정에 비해 기진력의 진동수도 낮고, 진동 환경이 양호한 일반 선박에 적용하는 기준임에 비해 국방표준과 유사하다는 점은 연료전지를 선박에 적용하고, 진동성능을 평가하기 위해서는 매우 가혹한 수준의 평가가 이루어져야 한다고 할 수 있다.

### 4. 문제점 및 고찰

요구되는 진동성능 기준에 현재 설계된 스택모듈에 대해서는 매우 가혹한 조건이 될 수 있고, 스택모듈은 열변형과 내부의 열차단을 고려한 외함 구조 때문에 새로운 고정 장치의 적용이 어려울 수 있다. 이에 따라 스택 구조에 대한 엄밀한 진동해석과 진동대를 활용한 실험실 시험을 통해 설계를 검토할 필요가 있다.

### 참고문헌

- (1) Kim, M.H., 2007, Analysis on the Technology R&D of the Fuel Cell Systems for Power Generation in Ships, J. of the Korean Society of Marine Engineering, Vol. 31, No. 8, pp. 924~931.
- (2) Park, H.W., 2010, A Study on the Forecast of Marine Fuel Cell Market, J. of the Korean Society of Marine Engineering, Vol. 34, No. 8, pp. 1212~1221.
- (3) KS B ISO 10055:2001/ISO 10055:1999, Mechanical Vibration - Vibration Testing Requirements for Shipboard Equipment and Machinery Components.
- (4) KS C IEC 60092-504:2007 /IEC 60092-504 :2001, Electrical Installations in Ships - Part 504 : Special Features-Control and Instrumentation.
- (5) IACS Req. 1991/Rev.5, 2006, Concerning Electrical Installations.
- (6) MIL-STD-167-1A(SHIPS), 2005, Military Standard - Mechanical Vibrations of Shipboard Equipment.
- (7) Kim, B.H., 2003, Vibration Testing Requirements for Shipboard Equipments, Proc. of KSNVE Spring Conference, pp. 459~462.