

## 선박용 수소연료전지 기술개발 동향과 방향

|저자| 서용석 조선해양 PD / KEIT  
 조재현 전임연구원 / KEIT  
 이제명 교수 / 부산대 조선해양공학과  
 김병수 연구교수 / 부산대 수소선박기술센터

### SUMMARY

#### 선박용 수소연료전지 기술 동향 및 산업 전망

- ③ 2018년 4월에 국제해사기구(IMO)에서 2050년까지 선박 배출 온실가스를 2008년 대비 50% 감축하겠다는 목표를 선언함
- ③ 이에 따라 온실가스를 발생하지 않는 수소에너지를 선박에 적용하는 기술에 대한 필요성 대두되었고 수소연료전지 추진 선박이 부상되고 있음
- ③ 선박에 적용되는 연료전지는 PEMFC, SOFC, MCFC 방식이 있으며 LNG 사용이 가능한 SOFC 방식과 소형화가 가능하고 저온에서 작동하여 열관리가 용이한 PEMFC 방식으로 수렴 경향

#### 시사점 및 정책 제언

- ③ Zero-Emission 수소연료전지 추진 선박은 친환경 선박으로 LNG에 이어 향후 고부가가치 선박으로 성장이 기대되고 있음. 이들 기술력 및 Track Record 확보는 조선해양 산업의 경쟁력을 압도할 기회가 될 수 있음
- ③ 2000년대부터 환경을 중시하는 해외 기술 선진국들은 수소연료전지 추진 선박에 대한 핵심 기술을 확보하였고, 실증 선박 건조를 통해 성능을 검증하였음
- ③ 수소연료전지 추진 선박에 탑재되는 핵심기자재 개발 및 생태계 조성을 위해 R&D 투자를 확대하고, 관공선 및 노후선박을 수소선박으로 교체함으로써 기자재업체의 Track Record 확보하는 전략 수립이 필요함

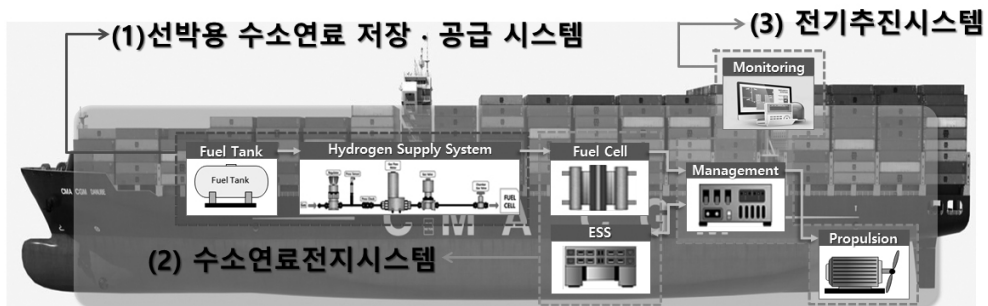
## 1. 선박용 연료전지의 특성 및 기술범위

### // 수소연료 추진 선박의 정의

- ➔ 현존하는 대부분의 선박은 중유를 엔진에서 폭발시켜 얻어지는 동력으로 운항됨. 중유를 연료로 사용함으로써 황산화물, 질소산화물, 이산화탄소 등 오염물질 배출이 심각한 상황임
- ➔ 수소연료 추진 선박이란 엔진 대신 장착된 연료전지에 수소와 공기를 공급하여 전기를 생산하고 이러한 전기를 사용하여 모터를 회전시키고 프로펠러를 돌려 추진되는 선박을 말함
- ➔ 수소연료 추진 선박은 온실가스를 발생하지 않는 깨끗한 에너지인 수소를 연료로 동력을 발생시켜 운항되는 순수 친환경적인 미래형 선박임
- ➔ 수소연료 추진 선박은 연료인 수소를 저장하고 수소연료전지 시스템에 수소를 공급하는 (1)선박용 수소연료저장·공급 시스템, 수소를 연료로 전력을 생산, 저장하는 (2)수소연료전지 시스템(+ESS 시스템: Energy Storage System), 생산된 전력을 선박 추진동력으로 전환하는 (3)전기 추진 시스템으로 구분됨
- ➔ 선박은 출항과 운항환경에 따라 급격하게 높은 출력이 요구되며 연료전지의 전력 생산은 그에 따라가지 못하므로 ESS 시스템을 같이 운용하는 것이 효과적임

### 수소연료 추진 선박

- 선박 추진 구동 연료로 친환경 수소 사용, 기존 중유 사용 선박 대비 오염 물질 배출량 획기적 저감



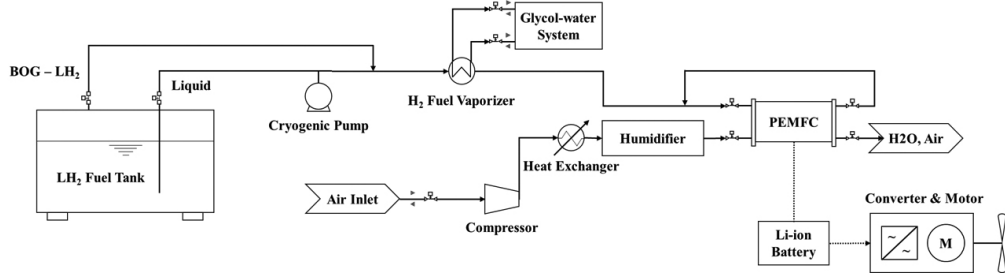
[그림 1] 수소연료 추진 선박 개념도

## // 수소연료전지추진 선박의 기술범위

- ④ **[연료 저장·공급 시스템]** 수소연료 저장시스템은 수소를 극저온 액체 혹은 기체 상태로 연료탱크에 저장하고 주 기관인 수소연료전지 시스템에서 요구하는 온도, 압력 등 조건에 맞추어 수소를 공급하기 위한 시스템을 말함
- ④ 연료 공급 시스템은 상압 극저온 액체상태의 수소를 기화시키거나 고압 상태의 수소를 연료전지 시스템으로 공급 하는 일련의 시스템을 지칭함. 연료전지 수소 공급 조건(통상 10 bar 이하, 상온)에 부합하도록 수소를 공급하기 위한 여러 기자재(펌프, 기화기, 열교환기 등) 로 시스템이 구성됨
- ④ **[연료전지-전기 추진 시스템]** 연료전지 시스템은 연료전지 스택, 수소공급장치, 공기공급장치, 열관리장치로 구성. 특히, 연료전지 시스템의 핵심기술인 연료전지 스택은 막전극접합체(Membrane Electrode Assembly, MEA), 가스확산층, 분리판, 가스켓 등으로 구성되며 전해질 종류에 따라 연료전지 특성이 달라짐
- ④ ESS(Energy Storage System)는 선박 에너지 저장 시스템으로서 선체 부하 급변에 따른 발전량에 대응하고 안정적인 선체 전력 공급을 위해 연료전지 시스템과 함께 사용됨. 에너지 밀도가 높은 리튬이온전지가 주로 사용되며, 연료전지 시스템과 연계하여 발생된 전기를 저장하는 역할을 수행함
- ④ 전기 추진 시스템은 수소연료전지 시스템으로부터 생산된 전력을 선체 추진 동력으로 전환하기 위한 일련의 시스템을 지칭하며, 배전·전력변환 시스템, 추진 전동기를 포함한 동력 전달 시스템 등으로 구성되며 이들 시스템의 응답성 확보, 안정적 운영을 위한 제어 시스템(전력 관리 시스템) 또한 전기 추진 시스템 구성 요소로서 고려함

[표 1] 연료전지 종류별 특성

종류	전해질	촉매	출력(용도)	작동 온도
고분자 전해질 연료전지 (Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell, PEMFC)	고분자막 (이온교환막)	백금	MW (자동차, 선박)	80-100°C
고체 산화물 연료전지 (Solid Oxide Fuel Cell, SOFC)	세라믹	니켈	MW (발전용, 선박)	600-1000°C
용융탄산염 연료전지 (Molten Carbonate Fuel Cell, MCFC)	탄산염	니켈	MW (발전용, 선박)	650°C
인산형 연료전지 (Phosphoric acid fuel cell, AFC)	인산	백금	MW이하 (소규모 발전용)	180-210°C
알칼리인 연료전지 (Alkaline Fuel Cell, AFC)	수산화칼륨	백금	~200kW	60-220°C

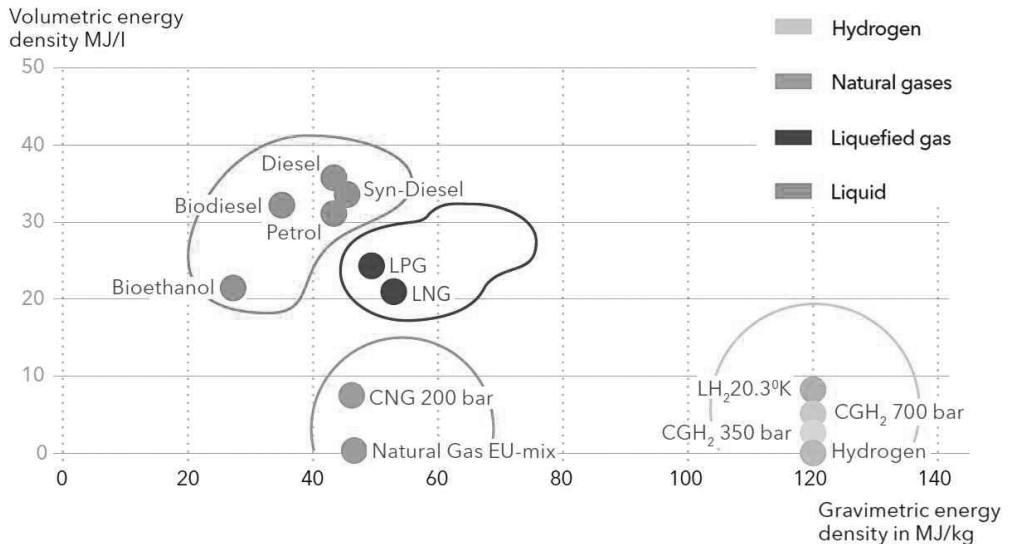


[그림 2] 수소연료전지 추진 선박 추진 시스템 구성도

## 선박용 수소연료전지 추진 시스템 필요 특성

### 선박의 안정적 연료 공급을 위한 액화수소 저장 방식 채용

- 중대형 상선의 경우 역할을 수행하기 위해서는 장기간-장거리 항해가 필요하며 이에 따라 상당히 많은 연료가 요구 되기 때문에 수소를 영하 253도 이하로 액화시켜 동일 부피 및 동일 무게 대비 가장 많은 수소를 저장할 수 있는 방법을 채택하는 것이 효율적임
- 고압수소 저장 방식의 경우 액화수소를 기화시키는 설비가 추가적으로 필요 없어 상대적으로 덜 복잡하며 30MPa ~70MPa의 수소를 상압 수준으로 낮추도록 밸브를 활용하여 압력 조절을 할 수 있기 때문에 선박의 건조 비용을 절감시킬 수 있으나, 많은 양의 수소를 저장할 수 없어 단거리 운항 소규모 선박에 적합



[그림 3] 단위무게 및 단위체적 당 에너지원별 에너지 효율 (DNV-GL, 2018)

### ④ 선박용 연료전지 및 추진 시스템의 요구 성능

- 선박용 연료전지는 선박의 6자유도 운동·진동, 염분에 노출된 해상 환경 및 악천후 등 선박의 여러 가지 운항 상황에서도 문제없이 작동해야 하며, 선박의 급격한 부하 변동에도 출력을 안정적으로 유지될 수 있어야 함
- 선박에서 연료전지는 주기관인 엔진 및 보조 발전기 대체 용도로 사용이 가능하며 선박에 적용하려면 MW급~수십 MW까지 다양한 구성이 가능하도록 대용량 제품 개발이 이루어져야 함
- 선박의 수명이 30년으로 연료전지가 선박 엔진과 발전기와 비교해서 경쟁력을 확보하려면 (1)내구성 10년 이상 확보, (2)고장 최소화로 애프터 서비스가 발생하지 않는 제품 개발, (3)연료전지 소형화로 공간 배치 용이성 확보, (4)부품 단순화로 유지보수성 개선 (5)제조원가의 획기적 감축 등의 기술 혁신이 요구됨

[표 2] 대형 및 중 소형 선박의 발전소요 용량 현황

선박	발전기	발전 용량	발전 총용량	비고
대형 LNG선(150,000)	주발전기 비상발전기	11MW 3대 5.5MW 1대 0.85MW 1대	39.35MW	전기 추진
중형 탱커(108,000DWT)	보조발전기	0.87MW 3대 0.25MW 1대	2.86MW	펌프 등
에코누리(소형선)(260GT)	주발전기 보조발전기	1.58MW 1대 0.32MW 1대	1.9MW	전기 추진

## // 국내외 선박용 연료전지 추진 방식 시사점

- ④ 선박에 적용되는 연료전지는 2010년 이전에는 PEMFC, SOFC, MCFC 등을 적용하는 실험적 연구가 다수 있었으며, 아직 공개되지 않은 연구가 다수 존재하지만 현재 주전원으로는 SOFC와 PEMFC 방식으로 수렴되고 있는 경향을 보임
  - 최근 중대형 상선의 보조 전원의 전력을 공급하기 위해 LNG를 연료로 사용이 가능한 SOFC를 소규모 컨테이너 박스로 만드는 연구도 진행되고 있음
  - PEMFC는 SOFC와 다르게 소형화가 가능하며 저온의 온도환경에서 운영하기 때문에 비교적 열관리가 상당히 수월해 최근 수소연료전지를 활용한 추진 선박의 경우 PEMFC를 활용하는 실증연구가 다수 진행되고 있음

- 현대자동차그룹이 PEMFC 방식으로 발전설비 및 선박 등에 적용할 500KW급 PEMFC를 개발하고 있으며 성능 안정화, 내구성 및 양산으로 인한 가격 하락이 실현되면 선박의 주기관 및 대형 상선의 보조 발전기로서 적용될 가능성이 높음

[표 3] 수소연료전지선박 건조 현황

선명	선종	국가	연료전지 용량	연료전지 종류	추진연료 종류	인도일 (연구기간)
SSFC Program	함선	미국	25MW	MCFC	Diesel	2003-2009
Wallenius/'Orcelle'	카페리	스웨덴	10MW	-	Methanol	2004
Felictas	요트	독일	200kW	PEMFC/SOFC	CGH2, LNG	2005-2008
MC WAP Project	페리	이탈리아	150kW	MCFC	Diesel	2005-2011
Methapu	RORO	핀란드	250kW	SOFC	Methanol	2006-2009
ZemShip	페리	독일	100kW	PEMFC	CGH2	2006-2010
FellowSHIP	PSV	노르웨이	320kW	MCFC	LNG	2007-2010
Nemo H2	보트	네덜란드	60-70kW	PEMFC	CGH2	2009
HornblowerHybrid	페리	미국	32kW	PEMFC	CGH2	2012
Scandlines	카페리	독일	8.3MW	-	LH2	2012
Gold GreenHygen	보트	한국	50kW	PEMFC	CGH2	2015
M/S Mariella	페리	독일	60kW	PEMFC	Methanol	2016
M/S Forester	화물선	독일	100kW	SOFC	Diesel	2016
Water-Go-Round	페리	미국	360kW	PEMFC	CGH2	2019
Viking Cruise	크루즈	노르웨이	-	-	LH2	-
SF-Breeze	고속페리	미국	4.92MW	PEMFC	LH2	-
FLAGSHIP	페리	노르웨이	400kW	PEMFC	LH2	2021
ZEFF	페리	노르웨이	-	-	H2 + Battery	-
SeaShuttle	컨테이너 운반선	노르웨이	-	-	H2	-
Elektra	바지선	독일	300kW	PEMFC	H2	2021

## 2. 국내외 산업 및 기술 동향

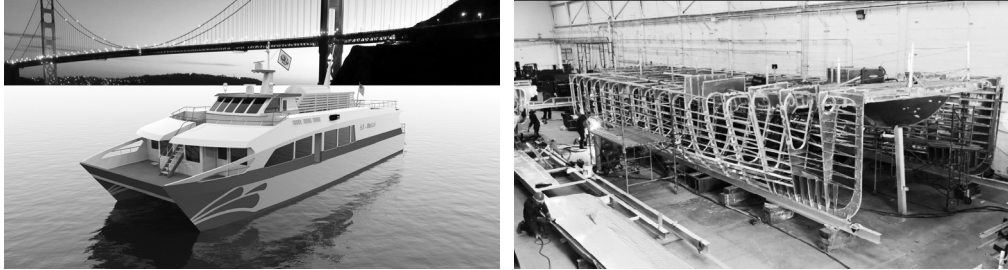
### // 국내외 수소연료선박 건조 동향

- ▶ 노르웨이는 가스연료 사용 엔진이 설치된 선박에 관한 국제기준을 IMO에 가장 먼저 제안하는 등 친환경 기술 표준화 선점을 위한 노력을 가장 활발하게 진행, 정부는 피오르드 지역을 2026년까지 제로 탄소배출 지역으로 만들겠다고 발표하였으며(2018.5월), 장거리 운항을 위한 방안으로 수소연료전지선박에 대한 지원책 마련
  - [Viking Cruise 프로젝트] 세계 최초의 수소연료전지 추진 대형 크루즈선 신조 프로젝트로 250m 길이, 900명의 승객과 500명의 승무원, 액화수소 저장 방식 채택
  - [FLAGSHIPS 프로젝트] '22년까지 EU 지원을 받아 수행중인 FLAGSHIPS 프로젝트는 탄소제로 선박운송의 현실화를 목표로 진행 중임. 2021년부터 Hjelmeland Skipavik-Nesvik 항로 운항 목표로 299명의 승선과 80대의 자동차 선적이 가능한 배터리 및 액화수소 연료전지추진(400kW급 PEMFC) 하이브리드 페리를 건조 중



[그림 4] Viking cruise社 액화수소 추진 크루즈선(좌), FLAGSHIPS 프로젝트(우)

- ▶ 독일은 정부에서 100% 투자하는 유한책임회사 'NOW GmbH'가 주도. 유럽연합 국가들 중 노르웨이와 함께 수소 연료전지를 선박에 적용시킨 프로젝트 실적 보유
  - [Zemships 프로젝트] 독일 함부르크 Alster 지역을 운항하는 수소연료전지(PEMFC) 추진 여객선 Alsterwasser 프로젝트. 선체 길이는 약 25m로 100여명의 승객 탑승 가능하며, 50kg의 압축수소 저장 시 14km/h 로 약 3일간 운항 가능
- ▶ 미국은 파리기후협정 탈퇴를 선언했음에도 실질적으로는 수소연료 활용 선박개발 프로젝트를 국가적으로 수행 중
  - [New York Hornblower Hybrid 프로젝트] 풍력, 태양력, 수소연료전지(32kW PEMFC) 발전설비가 복합적으로 탑재된 세계 최초의 하이브리드 여객선 프로젝트로 여객선 길이는 약 51m로 600명 승객 수용
  - [SF-Breeze 프로젝트] 국가연구기관인 Sandia Energy가 수행한 고속 수소연료전지추진(4.92MW PEMFC) 여객선 개발 및 타당성 연구 프로젝트 수행
  - [Water-Go-Round 프로젝트] 미국 친환경 선박 연구기관인 GGZEM이 캘리포니아 대기보전위원회와 공동으로 수행 중인 수소연료 추진(360kW PEMFC) 페리 개발 프로젝트. 2019년 중순 샌프란시스코 만에 첫 항해를 목표로 현재 건조단계에 있으며, 승객 100여명을 태우고 최대 22노트 속도 운항이 목표



[그림 5] SF breeze project(좌), 건조중인 Water-go-round(우)

- ④ 일본은 2020년 도쿄올림픽에서 수소사회를 이룩하기 위한 이행의지를 성공적으로 표명하기 위해 상당히 오랜 기간 연구 및 상업화를 진행해왔으며, 디젤추진 파일럿 수소운반선을 건조하고 있는 단계임

  - [Energy Observer 프로젝트] 태양광, 풍력발전 이용하여 해수전해 수소생산, PEM 방식 연료전지를 통해 전기를 생산하고 배터리를 충전하는 방식으로 동력원을 획득하는 세계최초의 에너지 자급자족 수소연료전지 선박
  
- ④ 한국은 연료전지 자동차에 대해서는 많은 연구가 이루어져 상업화에 이르렀으나 선박 분야에 있어 괄목할 만한 연구결과가 없는 상황

  - 중소조선연구원에서 참여하여 2015년에 50kW급 소형선박을 개발한 사례가 있지만 선진국에서 동시대에 개발하고 있는 선박보다 규모가 매우 작은 편임(과제명: 50kW급 연료전지 기반 선체 및 제조기술 개발)
  - 최근 현대자동차그룹이 강원도청과 친환경 수소어선 개발 업무협약을 체결해 5톤급 수소연료어선을 개발하는 내용을 담고 있지만, 이는 대형 고효율 연료전지 시스템을 요구하는 중대형 선박의 시스템과는 기술적 차이가 존재함

## // 수소연료 추진 선박 국내외 기술개발 동향

- ④ [연료 저장·공급 시스템] 선박에서 액화 수소를 화물로서 저장하는 개념은 종래에 제안된 바 있었으나, 연료로서 사용하기 위한 시스템은 최근 개발되기 시작

  - 일본 가와사키 중공업에서 1,250 입방미터 규모 액화수소 화물창을 일본선급(ClassNK)로부터 기본승인받은 바 있으며, 현재 해당 화물창 시스템이 적용된 파일럿 액화수소 운송선을 2020년 호주-일본간 운항 목표로 건조하고 있음
  - 유럽의 다국적기업인 MAN Cryo사는 액화가스 저장 및 공급 시스템에 대한 강점을 두고 액화천연가스 추진 시스템에 대한 상당한 기술을 보유하고 있으며, 2018년말 세계 최초로 액화수소 연료 공급 시스템(70 입방미터 용량의 다중단열시스템 적용)의 노르웨이-독일 선급(DNV-GL) 기본승인(Approval in Principle)을 획득함

- ④ **[연료전지 시스템]** 선진국을 포함한 우리나라는 연료전지의 가격 절감을 최우선 목표로 연구에 진행하고 있으며 연료전지 시스템의 가격에서 가장 비싼 백금 등의 촉매를 다른 소재로 대체하거나 기존보다 효율을 더 높이는 방식으로 연구가 진행되고 있음

  - 미국에서는 촉매관련 연구로 코어셸 분야에 대해 많은 연구가 진행되고 있으며, 합금 촉매와 관련하여 Argonne National Laboratory 연구팀에서 기존의 백금 촉매보다 약 25배 높은 활성을 보이는 격자상 구조의 Pt<sub>3</sub>Ni(백금 니켈합금)촉매 검토
  - 한국과학기술연구원 수소·연료전지연구단은 충남대학교와의 공동 연구를 통해 알칼라인 연료전지에 사용되는 고가의 촉매인 백금을 대체해 코발트 재질의 코어에 그래핀 구조의 탄소 껍질을 갖는 코어-셸(Core-Shell) 구조의 촉매를 개발해 경제성을 비롯한 성능 및 내구성이 우수한 촉매를 개발
  - 기초과학연구원은 나노입자 연구단 연구팀이 수소자동차 연료전지 촉매 가격을 10분의 1로 줄이며 안정성을 높일 수 있는 새로운 촉매를 개발할. 크기가 서로 다른 기공이 있는 '계층적 다공 나노구조' 도입해 메조 기공이 화학반응이 일어나는 촉매 표면적을 넓혀서 전기화학적 활성을 높이는 역할을 하는 것을 확인
  
- ⑤ **육상 수송용 및 발전용으로 연구 개발중이던 연료전지 시스템을 선박 및 해양산업으로 적용을 확대하기 위한 노력이 유럽 선진국을 위주로 진행되고 있음**

  - Ballard社は 해양 연구 센터(Marine Center of Excellence)를 덴마크에 설립해 제로에미션(Zero-emission) 파워 트레인에 요구하는 조건을 충족하는 연간 15MW 이상 규모의 연료전지를 생산하도록 할 예정이며, 이를 위해 현재 ABB社와 선박용 연료전지 시스템 개발 프로젝트 추진과 함께 영국의 글래스고에서 진행되는 Hyseas III 프로젝트에도 참여중임
  - 수소연료전지 전문 컨소시엄 Hyon AS는 2018년 세계 최초로 선박용 수소연료전지(100kW급, PEMFC)의 DNV-GL선급 기본승인 획득. 선박에 적용되는 수소연료전지의 기술적 검증완료와 더불어 Hyon AS 수소연료전지의 적용가능성 확보
  - 삼성중공업은 미국의 블룸에너지社와 함께 DNV-GL로부터 연료전지 적용 Aframax급 원유운반선에 대한 기본 승인을 받아 세계최초로 연료전지 추진 원유운반선을 개발. 수소가 아닌 LNG를 이용해 고체산화물연료전지로 보조전원을 대체하며 이는 LNG가 아닌 수소도 활용이 가능
  - 한국선급에서는 '선박 전원용 고체산화물형 연료전지(Solid Oxide Fuel Cell : SOFC) 시스템 설계·성능 평가 기술 기반 구축' 정부 과제를 수행한 바 있으나 실제 제품으로까지 이어지진 못했지만 현재 진행중인 '미세먼지 무배출 선박용 PEMFC(고분자 전해질 연료전지) 하이브리드 시스템 개발 및 실증' 과제에서는 제품 개발 및 실증 데이터 확보가 가능할 것으로 보임

- ④ [전기 추진 시스템] 오염물질 및 온실가스 무배출 선박에 대한 관심이 증가하면서 배터리 하이브리드 전기 추진 선박에 대한 연구가 진행되고 있지만, 예전부터 디젤 발전을 이용해 발생한 전력을 이용하여 보조전원을 공급할 뿐만 아니라 주추진력으로 사용하는 사례가 다수 존재함
  - ABB사는 방향전환이 자유로운 Azipod 형태의 전기 추진 시스템을 개발해 상용화에 성공해 쇄빙선 및 해양플랜트뿐만 아니라 크루즈선등 여러 종류의 선박에 적용
  - Siemens AS사는 대형요트급 선박의 전기 추진 시스템을 개발하여 다수의 선박에 적용
  - 대형컨테이너선의 경우 측면으로 접안하기 어려운점이 존재하기 때문에 선수에 Side Thruster를 적용한 사례가 다수 존재
  - 현재 노르웨이에서는 PILOT-E 프로젝트를 통해 수소연료 추진 선박 뿐만 아니라 순수 배터리 전기 추진 선박과 수소 연료 및 배터리전기 추진 하이브리드선박을 다수 개발하고 있음

### 3. 정책적/R&D 추진 시사점

#### // 선진국 중심 선박용 MW급 수소연료전지 추진 시스템 개발

- ④ [액화수소 저장·공급 시스템] 해상환경에서 액화수소를 저장하기 위해 단일 성능을 확보함과 동시에 저장 시스템의 충분한 강도를 확보하기는 매우 어렵기 때문에 액화수소 저장 및 공급 시스템의 설계 기술 확보와 동시에 액화수소 환경에 적합한 금속 및 복합 소재를 개발하는 것이 필요

  - 상당히 오래전부터 소재 개발 및 단일 성능 확보 연구를 수행해온 일본 가와사키 중공업에서 건조중인 액화수소 운반선의 화물창은 IMO Type C 형태이기 때문에 선박의 액화수소 저장탱크로도 전용이 가능
  - 국내의 선박내 액체수소를 저장하는 기술에 대한 연구는 2016년 산업통상자원부에서 진행하는 '액체수소 운송선용 CCS 설계 및 검증기술 개발'이 유일하며, 해당 연구를 통해 액체수소 CCS 기본설계 및 최적 타입을 선정하고 선정된 CCS 타입에 대한 상세설계 및 안전성평가를 수행하여 향후 개발이 예상되는 액화수소 운반선에 적용하는 것이 목적
- ④ [수소연료전지 추진 시스템] 선박은 500kW급 이상의 용량을 가진 연료전지 시스템이 필요하며 선박의 운동·진동, 해상 환경 및 악천후 등의 운항 상황에서도 급격한 출력 변동에도 안정적으로 가동되는 제품과 선박의 수명과 연동한 내구성, 품질 및 성능 확보가 되는 제품개발 필요

  - Ballard Power Systems社は 해상 상황에서 적용이 가능한 연료전지를 개발하였으며 수소선박 실증프로젝트(Hyseas III Project, FLAGSHIP Project)에 공급
  - Hyon AS社は DNV-GL로부터 기본승인을 받은 선박용 연료전지 모듈을 노르웨이 Pilot-E 프로그램의 고속 페리 프로젝트(Project ZEFF/SeaShuttle)에 공급
- ④ 선진국과의 기술격차를 단축시키기 위해서는 국내 기자재업체의 해당 분야에 대한 진출 및 적극적인 투자가 있어야 하며 이를 유도하기 위해 정부 및 지자체 차원에서 수소선박에 대한 연구환경 조성 및 지원이 필요

  - 이는 2023년까지 '친환경 수소연료 추진 선박 R&D 플랫폼 구축' 사업을 통해 수소연료 추진 선박의 핵심 기자재의 성능평가 기술 확보 및 기반 구축이 가능할 것

#### // 국내 수소연료전지 추진 선박 실증프로젝트 부재

- ④ 대형 LNG 선박용 국산화 개발 화물창 및 기자재 부진 재발 방지 필요

  - LNG선 국산화율 60% 내외, 고부가가치 핵심기자재는 유럽과 일본에 수입 의존
  - 국산기자재 업체는 후발주자이기 때문에 트랙레코드가 미흡해 발주처들이 국내 기자재 업체의 제품을 적용하지 않는 악순환 되풀이

④ 수소연료선박의 충분한 건조와 운항실적 확보로 국산 기자재의 확실한 검증 필요

- 수소연료선박은 차세대 미래형 선박으로 이제 창출되기 시작하는 분야이며 우리나라가 선진국보다 약 10년 정도 늦었지만 상당 수준에 도달한 LNG 운반선 및 수소연료전지 추진 기술적용으로 조기 추격이 가능
- 연료전지 시스템관련 국산 기자재의 R&D 투자를 집중할 필요가 있으며 개발된 기자재의 내구성과 안전성에 대한 실증 및 사용 실적을 충분히 쌓도록 정부가 기회를 많이 제공해주어야 함
- 이를 위해 정부가 노후화된 관공선, 예인선 및 여객선에 대해 수소연료전지 추진 시스템을 적용하도록 정책적으로 지원하는 노력이 절실함

## 4. 결론 및 정책제언

### // 수소연료선박의 출현은 조선해양산업에서 신흥국을 압도할 수 있는 기회

- ④ 수소연료선박은 세계 조선해양산업의 새로운 기술 혁신의 패러다임을 불러일으킬 친환경선박으로 이전과 다른 방법으로 Zero-Emission을 이루기 위해 상당한 기술력이 필요하며 이는 새로운 고부가가치 창출 시장으로 성장 가능
- ④ 우리나라는 상당 수준의 유관기술(극저온/연료전지)을 보유한 기업을 통해 비록 후발주자임에도 불구하고 수소 선박 시장을 선도할 가능성을 지님

### // 정부 R&D 확대를 통한 수소연료전지 추진 선박 핵심기자재 생태계 조성

- ④ 국내 수소연료선박 기자재업체 동반 육성을 위한 수소선박 핵심기자재 개발사업 지원 확대 필요
  - 대형상선 주전원 및 보조전원 적합 연료전지 시스템(PEMFC/SOFC) 선정 및 개발
  - 수소연료전지 추진 선박 핵심기자재 설계기술 및 액화수소환경 적용 소재 개발
- ④ 정부 주도 수소연료전지 추진 선박 국내 수요 적극 창출
  - 노후 관공선에 대한 수소연료전지 추진 시스템 전환 장기계획 수립 (10~15년)
  - 국내 노후화된 예인선 및 여객선등 대상 수소연료전지 추진 선박으로 전환시 정부 건조지원금 확대
  - 국내 수소선박 기자재 업체의 트랙레코드 확보를 통한 기술/시장 주도권 획득

### [참고문헌]

1. 『Fuel Cell Fundamentals』, Ryan O'Hayre(2017), Third edition, Wiley
2. 『연료전지 기술의 연구개발과 산업 동향』, 녹색기술센터, 2018.08.16.
3. 『Study on the Use of Fuel Cells in Shipping』, DNV-GL, 2017.01
4. 『Maritime Forecast to 2050』, DNV-GL, 2018.01
5. 『글로벌 친환경 선박기자재 시장 동향 및 해외 시장 진출 전략』, 대한무역투자진흥공사, 『KDB산업은행 보고서』, 2019.04

### [국내외 주요 기술개발 현황]

연구기관명	프로젝트명	개요	연구기간
한국선급	선박 전원용 고체산화물형 연료전지 (Solid Oxide Fuel Cell : SOFC) 시스템 설계·성능 평가 기술 기반 구축	선박용 500kW급 SOFC 모델 및 시스템 평가 시뮬레이터 개발	2010.9 - 2011.11
한국선급	미세먼지 무배출 선박용 PEMFC (고분자 전해질 연료전지) 하이브리드 시스템 개발 및 실증	메탄올 개질기반 하이브리드 발전시스템 개발 및 선박 실증 시험 수행	2017.12 - 2021.11
부산대학교	친환경 수소연료 추진 선박 R&D 플랫폼 구축	수소연료 추진 선박의 핵심 기자재의 성능평가 기술 확보 및 기반 구축	2019.6 - 2024.2