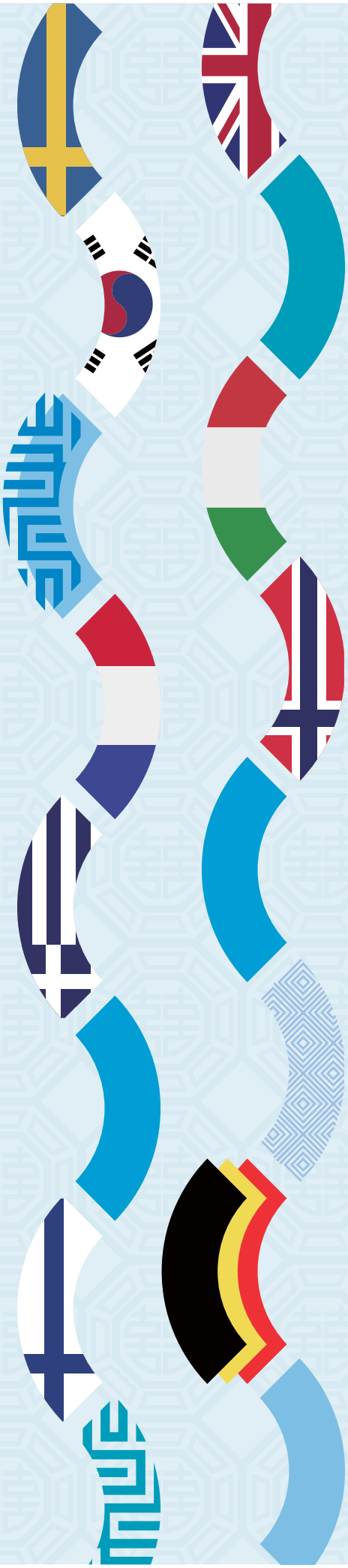
KRISO Europe Center Magazine

Sea Frontier

Innovating maritime mobility

VOL.1 창간호

October 2024



Ministry of Oceans and Fisheries

KRISO KOREA RESEARCH INSTITUTE OF SHIPS & OCEAN ENGINEERING

CONTENTS

Special Report
창간호 특집

인사말 02
– 홍기용 소장 (선박해양플랜트연구소)

「KRISO 유럽센터」 설치의 의의와 그 미래 비전 04
– 홍 섭 센터장 (KRISO 유럽센터)

탈탄소를 위한 대체 에너지, 에너지 효율 증감대과 탄소 포집의 역할과 전망 06
– 염구섭 상무 (HD 현대중공업 유럽R&D센터)

유럽의 암모니아 연료 선박 개발 기술 동향 및 한국의 기술 선도 전략 10
– 김형주 교수 (NTNU 기계산업공학과)

Maritime Monitor
기술 동향

유럽의 미래 해운 연료 전환 전망 16
무탄소 배출 기술에서의 주요한 기념비적 혁신 18
바이오메탄올, 지속가능한 선도적 해운발전을 위한 역할 20
스칸드라인스 선사의 무탄소 배출 페리선, FUTURA 진수 25

Nautical Notes
정책 동향

2050년 해운업계 탄소중립 목표를 위한 글로벌 연료표준 필요성 26
국제해운의 대전환에 따른 2050 전망 28
스톡홀름 항만, 자율운항 기술로 해양 혁신 선도 31

Newsletter
주요 알림

MTEC/ICMASS 2024 개최 (노르웨이, 트론헤임) 33
제3차 선체부착생물관리 기술개발 국제포럼 및 전시회 개최(대한민국, 부산) 34
G-NAOE 2024 개최 (영국, 사우샘프턴) 35
KORMAINE 2024 개최 (대한민국, 부산) 36
탄소중립전문가 그룹 세션 개최 (독일, 에센) 37

인사말

안녕하십니까?
선박해양플랜트연구소 소장 홍기용입니다.

우리 연구소는 “한-유럽 첨단해양모빌리티 연구거점 구축 및 공동연구” 사업의 일환으로 지난 8월 30일 노르웨이 오슬로에 「KRISO 유럽센터」를 개설한 바 있으며, 이제 그동안 「KRISO 유럽센터」 주요 업무의 하나로 추진하여 온 “첨단 해양모빌리티 동향 정보지” 「Sea Frontier - Innovating maritime mobility」의 창간호를 발간하게 되었습니다. 본 소식지는 월간지와 연보 형태로 관련 전문가들에게 첨단 해양 모밀리티 관련 유럽의 최신 정책 및 기술 동향을 담아서 배포될 예정입니다.

조선·해양산업은 전통적 노동집약산업의 범주에서 벗어나 4차 산업혁명의 핵심기술들이 매우 효율적으로 활용되는 대표적인 산업으로 변모하였습니다. 더불어 국제해사환경은 “지속가능한 미래” 구현에 기여하기 위하여 기존의 조선·해운산업을 친환경 선박과 디지털화를 양축으로 하는 첨단 해양모빌리티 체제로 재편해가고 있습니다.

이러한 급격한 패러다임의 전환에는 한국과 유럽의 조선·해운 관련 정책과 기술 분야의 이해당사자들 간의 긴밀한 협력이 요구되고 있습니다. 그리고 산·학·연 협력 기반 구축에는 상생을 위한 다양한 정보의 공유가 그 밑거름이 될 것입니다.

이에 해양모빌리티 분야에서 최신의 국제해사정책 및 산업계 동향과 연구혁신 성과, 전문 지식정보 및 뉴스 기사 등을 전해주는 “첨단 해양모빌리티 동향 정보지”가 관련 분야의 발전과 협력을 촉진하고 더 넓은 커뮤니티와 정보지식을 공유하는 데 결코 적지 않은 도움이 되길 희망합니다.

끝으로 본 정보지에 수록되는 내용들이 한국과 유럽의 학계, 산업계, 연구기관 및 정부기관에도 참고가 될 수 있도록 노력할 것입니다. 관계되시는 많은 분께도 본 정보지의 발전을 위하여 적극적인 참여와 많은 관심을 부탁드리겠습니다.

감사합니다.

선박해양플랜트연구소 소장 **홍 기 용**

창간호 기고문

「KRISO 유럽센터」 설치의 의의와 그 미래 비전

KRISO 유럽센터 **홍섭 초대센터장**

우리나라 유일의 선박해양공학 분야 종합 전문연구기관인 선박해양플랜트연구소(KRISO)는 1973년 설립 이래 50여 년간 우리나라 조선산업의 발전을 견인해 왔으며, 21세기에 들어서 4차 산업혁명의 거대한 흐름에 발맞추어 지속 가능한 미래 실현에 이바지하기 위하여 선박해양 분야에서 최선의 노력을 기울이고 있습니다.

지난 8월 30일 연구소는 노르웨이 오슬로에 「KRISO 유럽센터」의 문을 열었습니다. 이는 우리 정부 해양수산부의 '한-유럽 첨단 해양모빌리티 연구거점 구축 및 공동연구' 과제의 일환으로 추진된 성과로서, 일차적으로 향후 약 5년간의 운영을 목표로 하고 있습니다.

첨단 해양모빌리티는 전통적인 선박설계-건조-운항의 영역에 정보통신, 인공지능, 빅데이터, 로봇 등 4차 산업혁명 핵심기술들과 친환경 에너지/연료 추진기술 등을 융합하여 새로운 국제 해사환경의 실현을 목표로 한다고 정의할 수 있습니다. 이는 나아가서 "뜨거워지는 지구"를 되살리는 지속가능한 미래 구현과 직결되어 있으며, 궁극적인 기술적 달성 목표는 "탄소중립(Net-Zero) 실천"과 "디지털 전환"으로 함축됩니다.

유럽은 영국선급(LR)과 노르웨이-독일선급(DNV)을 비롯한 유럽국가 선급들과 국제선급연합회(IACS), 국제해사기구(IMO) 등을 기반으로 이러한 해양모빌리티에 관한 정책과 기술의 향배가 결정되고 있는 심장부라 할 수 있습니다. 국제 해사환경의 지속가능성(sustainability)을 결정지을 친환경 선박 및 디지털화(digitalization)에 관한 각종 규제와 표준화가 다양한 이해 당사자들 간의 협상과 협력을 바탕으로 이루어지고 있으며, 여기에 우리나라 조선•해운 산업의 경쟁력과 미래가 걸렸다 할 수 있습니다.

유럽은 역사적으로 다양성이 그 근간을 이루고 있습니다. 때문에 특히 이해충돌의 문제 해결에 협력의 중요성이 강조되고 있으며 효율적으로 이행되고 있습니다. 하루가 멀다 하고 다양한 현안과 주제들에 관해 협력을 모색하는 각종 회의들이 공지되고 그 결과들이 회람되고 또 다음 회의들로 이어지고 있습니다. 그동안 우리나라는 이러한 협력의 장으로부터 상당 부분 소외되어 있었습니다. 역사적으로 지리적으로 멀었던 유럽이었던 만큼 그 거리감의 해소와 극복에 적지 않은 시간이 소요되었다고 봅니다.

2024년에서야 「KRISO 유럽센터」를 개설한 것을 만시지탄 할 수 있겠으나, 늦었다고 할 때가 오히려 가장 빠른 법, 늦은 만큼 "KRISO 인 유럽 시대"의 활기찬 시작을 알릴 때입니다. 가장 먼저 이곳 유럽 현지의 관련 기관들과 가까운 이웃이 되고 서로 불러주고 찾는 협력의 동반자가 되어야 하겠습니다. 그만큼 더 KRISO는 국내의 산·학·연 유관기관들과 유럽기관들 간에 협력의 창구와 가교의 역할 수행에 배전의 노력을 기울여야 하겠습니다.

첨단 해양모빌리티 분야의 유럽 현지 연구거점으로서 「KRISO 유럽센터」는 다음의 기능들을 부여받아서 그 첫 걸음을 내딛게 되었습니다.

- 유럽 산·학·연 협력 네트워크 구축
- 최신 정책·기술 동향 교류 및 정보지 발간
- 한-유럽 국제 컨퍼런스 개최
- 국제 공동연구 지원 및 새로운 연구혁신 주제 발굴
- 인력양성 프로그램 지원
- 국제 규제 및 표준화에 대한 공동 대응

이러한 기능의 정상화는 첨단 해양모빌리티의 기술로드맵과 더불어 진행될 것이기에 상당한 시간이 걸릴 일입니다. 한시적 과제 지원을 넘어서는 투자가 필수적일 것입니다. 우리는 기능의 정상화와 안정화를 넘어서 「KRISO 유럽센터」의 미래 역할과 비전에 대하여 다음과 같은 꿈을 가져봅니다.

- 국제 해사환경에서의 탄소중립 실천과 디지털 전환을 위하여 우리나라와 유럽을 이어주는 「포털의 역할」
- 유럽의 산·학·연 협력 네트워크의 「허브의 역할」
- 협력 파트너들이 모여서 상생 전략의 영감을 나누는 「플랫폼의 역할」

이러한 비전은 우리가 유럽의 유관기관들에게 좋은 이웃이 되었을 때 가능한 일일 것입니다. 우리에겐 우리의 꿈을 지지하고 지원 해주는 좋은 이웃들이 필요합니다.

최근 유럽과 우리나라는 경제·과학기술·사회·문화·외교 전 분야의 교류 증대로 역사적으로 지정학적으로 가장 가까워져 있습니다. 때마침 2025년부터 우리나라는 「호라이즌 유럽 프로그램」의 준회원국의 자격을 가지게 됩니다. 한-유럽 협력을 향한 민관의 노력과 투자로 바야흐로 "KRISO 인 유럽 시대"가 시작됩니다.

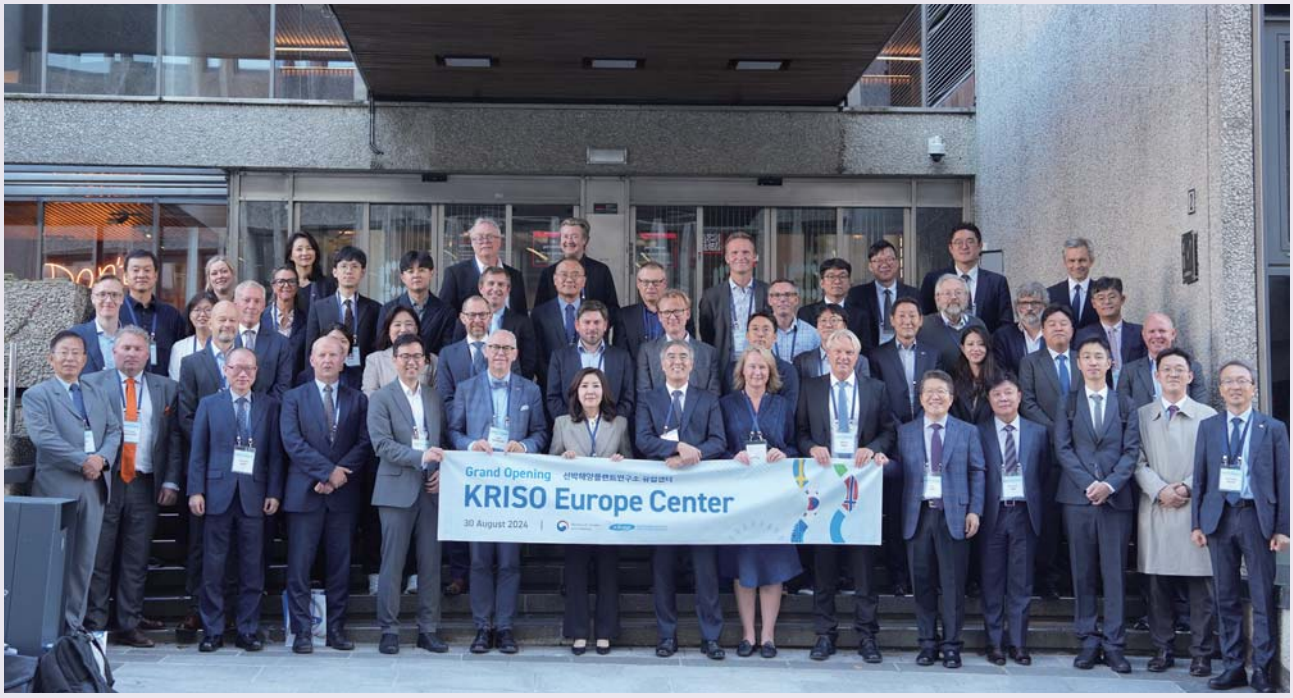
KRISO 유럽센터 정보지 「Sea Frontier – Innovating maritime mobility」의 창간은 이러한 시작의 신호로써 우리나라와 유럽 간에 첨단 해양모빌리티 분야 최신 정책·기술 동향 정보의 통로 역할 수행을 뜻합니다.

바다는 인류에게 늘 열려있었고 도전을 받아주었습니다. 훌륭한 선박은 먼 바다로 나가기 위해 의지할 거처였고 유능한 항해술은 새로운 모험담을 낳는 산파였습니다. 전설과 신화의 시대를 지나서 바닷길은 역사적으로 늘 당대의 첨단 기술력과 정책 지원 그리고 모험심으로 개척됐습니다. 바이킹이 그랬고, 장보고가 그랬으며, 콜럼버스가 그랬습니다. 여기에서 정주영이란 이름도 떠올려집니다.

첨단 해양모빌리티의 바닷길 역시 같은 역사를 밟을 것입니다.

2024년 10월

KRISO 유럽센터 **홍 섭**



「KRISO 유럽센터 개소식」 참석자 단체사진(2024년 8월 30일, 노르웨이 오슬로)

창간호 기고문

탈탄소를 위한 대체 에너지, 에너지 효율 증감대과 탄소 포집의 역할과 전망

HD현대중공업 유럽연구센터 **염구섭 상무**

IMO의 2050년 온실가스 감축 목표와 유럽의 정책적 노력

국제해사기구(IMO)는 해운업에서 발생하는 온실가스 배출을 줄이기 위해 2018년 "초기 전략"을 채택하여 2050년까지 2008년 대비 온실가스 배출량을 최소 50% 감축하는 목표를 설정하였습니다. 이 전략은 해운업계의 탈탄소화를 촉진하고, 장기적으로는 온실가스 배출을 완전히 제거하는 것을 궁극적인 목표로 삼고 있습니다.

2023년 7월, IMO는 이러한 초기 전략을 강화한 "2023년 개정 전략"을 채택하였습니다. 새로운 전략에서는 2050년까지 온실가스 배출을 "순 제로"로 달성하는 것을 목표로 하며, 이를 위해 중간 목표로 2030년까지 온실가스 배출을 2008년 대비 최소 20%, 최대 30% 감축하고, 2040년까지는 최소 70%, 최대 80% 감축하는 것을 제시하였습니다. 이러한 목표는 해운업계 전반에 걸쳐 혁신적인 기술 개발과 적극적인 감축 노력이 필요함을 의미합니다.

유럽 해운업계는 국제해사기구(IMO)의 온실가스 감축 목표에 부응하여 적극적인 정책과 전략을 수립하고 있습니다. 유럽연합(EU)은 2019년 발표한 "유럽 그린 딜(European Green Deal)"을 통해 2050년까지 탄소 중립을 달성하겠다는 야심 찬 목표를 설정하였습니다. 이를 실현하기 위해 "Fit for 55"라는 포괄적인 정책 패키지를 도입하여 2030년까지 온실가스 배출을 1990년 대비 55% 감축하는 것을 목표로 하고 있습니다.

"Fit for 55" 패키지는 해운업을 포함한 다양한 산업 분야에서의 탄소 배출 감축을 위한 법률 및 규제 조치를 담고 있습니다. 해운 분야에서는 해운업을 EU 배출권 거래제(ETS)에 포함시켜 탄소 배출 저감에 대한 경제적 인센티브를 제공하고, 대체 연료 인프라 구축을 촉진하며, 친환경 선박 기술 개발을 지원하고 있습니다. 또한, FuelEU Maritime 규제를 통해 해상 연료의 탄소 함유량을 규제하는 새로운 기준을 도입하여 저탄소 및 무탄소 연료, 특히 재생에너지에서 파생된 연료의 사용을 장려하고 있습니다.

이러한 정책적 노력은 유럽 해운업계가 대체 연료 사용 확대, 에너지 효율 증대 기술 도입, 그리고 탄소 포집 및 저장(CCS) 기술의 연구 개발을 통해 IMO의 온실가스 감축 목표 달성에 기여하도록 유도하고 있습니다. EU의 종합적인 접근 방식은 해운업계가 지속 가능한 미래로 전환하는 데 중요한 역할을 하고 있습니다.

유럽내 친환경 선박 기술 발전 경과

2015년 이후 유럽의 친환경 선박기술 개발 동향을 보면 먼저 액화천연가스(LNG)가 유럽 해운업계에서 가장 현실적인 대체 연료로 주목받았습니다. LNG는 기존의 중유 대비 황산화물(SOx)과 질소산화물(NOx) 배출을 크게 줄일 수 있어 환경 규제에 효과적으로 대응할 수 있었습니다. 이에 따라 LNG 추진 선박의 수가 증가하고, 유럽 주요 항만에는 LNG 벙커링 시설이 구축되는 등 인프라 투자가 활발히 이루어졌습니다. 그러나 LNG는 메탄(CH_4)을 주성분으로 하며, 메탄은 이산화탄소(CO_2)보다 강력한 온실가스입니다. 특히 LNG 추진 엔진에서 발생하는 메탄 슬립(methane slip)은 전체 온실가스 감축 노력에 부정적인 영향을 미쳤습니다. 또한 여전히 탄소를 다량 배출한다는 한계가 있습니다. 이러한 한계로 인해 LNG는 장기적인 탈

탄소화 솔루션으로서의 매력이 감소하였습니다.
LNG의 한계를 보완하기 위해 배터리 기반 전기 추진 기술이 부상하였습니다. 배터리는 운항 중 배출가스가 전혀 없으며, 재생에너지를 통해 생산된 전기를 사용할 경우 진정한 의미의 무탄소 운항이 가능합니다. 유럽에서는 단거리 연안 운송이나 여객선 분야에서 배터리 추진 선박이 도입되기 시작하였으며, 노르웨이의 전기 여객선이 대표적인 사례입니다. 그러나 현재 배터리의 에너지 밀도가 낮아 대형 선박이나 장거리 운항에는 적용이 어렵습니다. 또한 배터리의 생산 및 폐기 과정에서의 환경 영향과 고비용이 문제로 지적되면서 시장의 관심은 새로운 대체 연료로 옮겨가게 되었습니다.
다음으로 각광을 받았던 기술은 수소연료로, 연소 시 이산화탄소를 배출하지 않는 이상적인 청정 연료로 간주되어 왔습니다. 유럽은 수소 경제 활성화를 위한 전략을 수립하고, 그린 수소 생산을 위한 재생에너지 투자에 집중하고 있습니다. 선박 추진 분야에서도 수소 연료전지 기술에 대한 연구가 활발히 진행되고 있습니다. 그러나 수소는 저장 및 운송 시 극저온 또는 고압 조건이 필요하여 기술적 난이도가 높습니다. 또한 수소 인프라 구축과 관련된 안전성 문제, 그리고 그린 수소 생산의 높은 비용이 상용화의 걸림돌로 작용하고 있습니다. 이러한 이유로 수소에 대한 관심은 유지되지만, 실질적인 적용까지는 시간이 필요하다는 인식이 확산되었습니다.
최근 시장의 관심은 암모니아와 메탄올로 옮겨와 있습니다. 암모니아는 탄소를 포함하지 않아 연소 시 CO_2를 배출하지 않으며, 수소보다 저장과 운송이 용이하다는 장점이 있습니다. 메탄올은 액체 상태로 상온에서 취급이 가능하고, 기존 선박 엔진의 개조를 통해 비교적 쉽게 도입할 수 있습니다. 특히 그린 암모니아와 바이오 메탄올은 재생에너지로 생산될 수 있어 탄소 중립을 실현할 수 있습니다. 그러나 암모니아의 독성으로 인한 안전성 문제와 메탄올의 낮은 에너지 밀도 및 일부 탄소 배출은 해결해야 할 과제로 남아 있습니다. 그럼에도 불구하고 이들 연료는 기존 대체 연료의 한계를 보완할 수 있는 유망한 옵션으로 평가받으며, 기술 개발과 상용화 노력이 가속화되고 있습니다.

대체 연료의 현황 및 제한

기술적인 측면에서 대체 연료 관련 기술은 상당한 진전을 이루고 있으며, 예정된 일정에 맞춰 준비될 것으로 기대됩니다. 수소, 암모니아, 메탄올 등 다양한 대체 연료에 대한 엔진 기술과 저장 및 운송 시스템이 개발되고 있어 기술적 준비도는 큰 문제가 아닙니다. 그러나 더욱 큰 도전은 비용과 공급의 문제입니다.
대체 연료는 필연적으로 화석 연료 대비 높은 비용 구조를 가지고 있습니다. 이러한 높은 비용은 에너지 회사들이 대체 연료 생산에 필요한 대규모 투자를 결정하는 데 장애물이 되고 있습니다. 시장에서는 탄소 배출에 대한 경제적 인센티브나 탄소 페널티의 적용을 통해 이러한 불확실성을 줄여야 하지만, 시장의 발전과 정책적인 진행이 예상보다 더디게 이루어지고 있습니다. 노르웨이의 에너지 기업인 Equinor는 독일로 파이프라인을 통해 블루 수소를 수출하기 위한 NortH2 프로젝트[1]를 추진하였으나, 시장 수요의 불확실성과 정책 지원의 부족으로 인해 이 계획을 보류하였습니다.[2]
이러한 프로젝트들은 실현되기까지 상당한 시간이 소요되며, 투자 결정이 이루어지지 않을 가능성도 존재합니다. 대규모 대체 연료 생산 시설의 구축은 복잡한 인허가 절차, 기술적 도전, 그리고 막대한 자본 투자가 필요합니다. 이로 인해 원하는 만큼의 대체 연료 공급이 제때 이루어지지 않을 가능성이 높습니다. DNV는 Maritime Forecast Outlook to 2050에서 2030년까지 탄소 중립 연료의 공급량이 해운의 예상 요구량에 턱없이 모자랄 것이라고 예측하고 있습니다. (아래 그림1. 참조) 에너지 기업들의 투자 불확실성은 해운업계의 탈탄소화 노력에 큰 위협이며, 이는 다시 에너지 기업들의 투자 결정에 부정적인 영향을 미치는 악순환을 초래합니다.

1) https://www.equinor.com/news/archive/20201207-hydrogen-project-north2
2) https://montelnews.com/news/7a4867d0-cf9a-4853-8100-9ac8099ff331/equinor-scraps-plan-for-blue-hydrogen-exports-to-europe

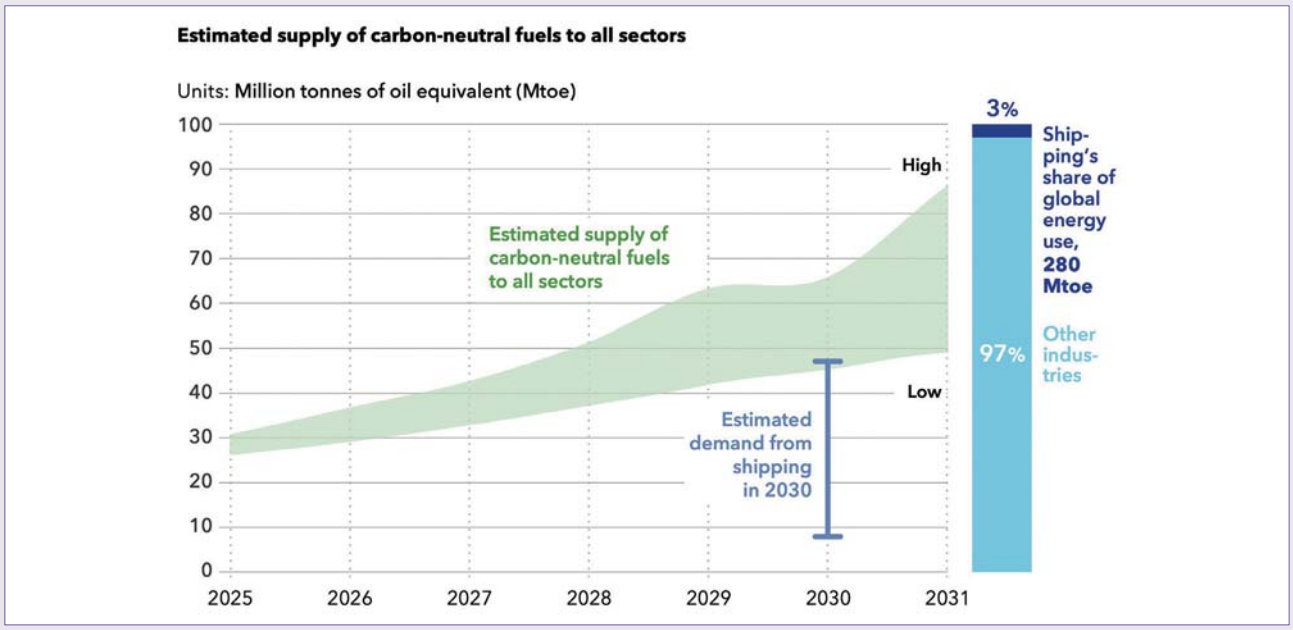


그림1. 전세계 탄소 중립 연료 공급량과 선박연료의 수요량 예측(출처: DNV Maritime Forecast 2050, 2024)

따라서 정책적인 지원과 명확한 시장 인센티브를 통해 이러한 불확실성을 해소하는 것이 시급합니다. 정부와 규제기관은 에너지 회사들이 대체 연료 생산에 적극적으로 투자할 수 있도록 재정적 지원과 정책적 방향성을 제공해야 합니다. 이를 통해 대체 연료의 공급 문제를 해결하고, 해운업계의 온실가스 감축 목표 달성에 기여할 수 있을 것입니다.

에너지 효율 증대 기술의 중요성

대체 연료의 공급이 지연되는 상황에서 에너지 효율 증대 기술은 해운업계의 탈탄소화를 실현하는 데 핵심적인 역할을 할 것으로 기대됩니다. 대체 연료만으로는 국제해사기구(IMO)의 온실가스 감축 목표를 달성하기 어려운 현실에서, 선박의 에너지 효율을 향상시키는 것은 즉각적이고 실현 가능한 해결책으로 부상하고 있습니다. 에너지 효율 증대는 연료 소비를 줄여 직접적인 탄소 배출 감소 효과를 가져오며, 이는 대체 연료의 보급 이전에도 적용할 수 있는 전략입니다.

또한, 대체 연료의 가격에 대한 불확실성과 초기 높은 비용은 해운업계의 경제적 부담을 가중시킵니다. 에너지 효율을 향상시킴으로써 선사들은 연료 비용을 절감하고 운영 효율성을 높일 수 있습니다. 이는 대체 연료의 높은 가격으로 인한 경제적 압박을 완화시켜 주며, 선박 운영의 수익성을 유지하는 데 도움이 됩니다. 에너지 효율 기술의 도입은 선사들의 재정적 안정성을 높여, 향후 대체 연료로의 전환에 필요한 투자를 지원하는 기반이 될 수 있습니다.

재생에너지 공급이 부족할 가능성이 높은 현재의 에너지 시장에서 전체적인 시스템 효율을 높이는 것은 필수적입니다. 대체 연료의 생산은 재생에너지에 크게 의존하며, 재생에너지의 한정된 공급량은 대체 연료의 생산과 보급을 제한할 수 있습니다. 이러한 상황에서 에너지 효율 증대는 제한된 재생에너지 자원을 최대한 활용하여 온실가스 감축 효과를 극대화할 수 있는 방법입니다. 이는 에너지 수요를 감소시켜 재생에너지의 부담을 줄이고, 전체 에너지 시스템의 지속 가능성을 향상시키는 데 기여할 수 있습니다.

따라서 에너지 효율 증대 기술은 대체 연료 공급의 지연과 가격 불확실성, 그리고 재생에너지 공급 부족이라는 복합적인 문제를 해결하는 데 중요한 역할을 합니다. 해운업계는 선박 디자인 개선, 추진 시스템 최적화, 디지털 기술 활용 등을 통해 에너지 효율을 향상시켜야 하며, 이를 통해 탈탄소화 목표 달성에 한 걸음 더 가까워질 수 있습니다.

탄소 포집 및 저장(CCS)의 역할

에너지 효율 증대 기술과 더불어 탄소 포집 및 저장(CCS) 기술은 해운업의 탈탄소화를 위한 핵심 솔루션으로 부각되고 있습니다. CCS는 단기적으로는 대체 연료의 부족 문제를 완화하고, 장기적으로는 해운업계의 탄소 중립 목표 달성에 기여할 수 있는 잠재력을 지니고 있습니다.

우선, CCS는 쉽게 확보할 수 있는 화석 연료를 계속 사용하면서도 온실가스 배출을 크게 줄일 수 있어 현재 대체 연료의 공급 부족과 높은 비용 문제를 완화하는 데 효과적입니다. 이는 선주들이 탄소 중립 연료의 가용성과 경제성에 대한 불확실성 속에서도 연료 선택의 유연성을 유지할 수 있게 해줍니다. 또한, CCS는 기존의 화석 연료 공급망과 인프라를 활용하므로, 완전히 새로운 연료 생산 및 유통 시스템을 도입하는 것보다 전환이 용이하다는 장점이 있습니다.

경제적인 측면에서 DNV가 Maritime Forecast to 2050에서 제시한 시뮬레이션은 CCS 기술이 연료 페널티가 낮고 CO_2 저장 비용이 합리적인 경우, 다른 탈탄소화 전략과 비교하여 경쟁력이 있음을 보여줍니다. 그러나 CCS의 경제성은 CO_2의 포집, 운송 및 저장을 위한 견고하고 광범위한 인프라의 개발에 크게 의존합니다. 이러한 인프라 구축 비용과 기술적 도전이 CCS의 전체적인 비용 효율성에 큰 영향을 미치기 때문에, 정부와 업계의 협력이 필수적입니다.

CCS 기술의 구현을 위한 경로로는 단기적으로 기술 개발과 대규모 실증을 통한 연료 페널티 감소와 포집 프로세스 최적화가 중요합니다. 동시에 선박 내 탄소 포집을 위한 명확한 규제 프레임워크와 안전 기준을 수립하고, 필요한 CO_2 저장 인프라를 구축해야 합니다. 장기적으로는 기술의 성숙과 인프라의 확장을 통해 CCS가 해운업계의 탄소 중립 연료 의존도를 줄이는 데 더욱 중요한 역할을 할 것으로 예상됩니다.

결론적으로, CCS는 해운업계의 탈탄소화를 위한 중요한 도구로서 전략적 중요성을 가지게 될 가능성이 있습니다. CCS의 성공적인 구현은 기술 발전, 비용 효율적인 CO_2 저장 인프라의 구축, 그리고 해운 부문 전반에 걸친 협력적 접근에 달려 있습니다. 이를 통해 대체 연료의 공급 지연과 높은 비용 문제를 해결하고, 해운업의 지속 가능한 미래를 실현하는 데 기여할 수 있을 것입니다.

결론

해운업계는 국제해사기구(IMO)의 온실가스 감축 목표를 달성하기 위해 대체 연료에 대한 연구와 투자를 지속해 왔습니다. LNG, 배터리, 수소, 암모니아, 메탄올 등 다양한 대체 연료가 개발되었지만, 공급 인프라의 부족과 높은 비용, 그리고 정책적인 지원의 지연으로 인해 대규모로 도입되기까지는 시간이 필요합니다. 에너지 기업들의 투자 지연과 대체 연료 생산 시설의 건설이 늦어지면서, 대체 연료만으로는 IMO의 온실가스 감축 목표를 달성하기에는 한계가 있다는 것이 명확해지고 있습니다.

이러한 상황에서 에너지 효율 증대 기술과 탄소 포집 및 저장(CCS) 기술은 해운업계의 탈탄소화를 위한 필수적인 대안으로 부상하고 있습니다. 에너지 효율 증대는 연료 소비를 줄여 직접적인 온실가스 배출 감소 효과를 제공하며, 대체 연료의 높은 비용과 공급 불확실성으로 인한 경제적 부담을 완화시켜 줍니다. 또한, CCS 기술은 기존 화석 연료를 계속 사용하면서도 온실가스 배출을 크게 줄일 수 있는 현실적인 솔루션으로, DNV의 전망에 따르면 단기적 및 장기적으로 중요한 역할을 할 것으로 예상됩니다.

해운업계의 탈탄소화는 단일한 해결책으로는 달성하기 어렵습니다. 대체 연료, 에너지 효율 기술, CCS 등 다양한 전략을 통합적으로 적용하여 각 기술의 한계를 보완해야 합니다. 이러한 다각적인 접근은 온실가스 감축 목표를 보다 효과적으로 달성하는 데 필수적입니다. 대체 연료 공급의 불확실성과 CCS 기술의 상용화를 위해서는 산업계와 정부 간의 긴밀한 협력이 필요합니다. 정책적인 지원과 명확한 시장 인센티브를 제공하여 에너지 기업들의 투자 불확실성을 해소하고, 기술 개발과 인프라 구축을 촉진해야 합니다. 또한, 국제적인 규제 프레임워크와 안전 기준의 수립을 통해 기술 도입의 장애물을 제거해야 합니다. 해운업계는 지속 가능한 미래를 위해 혁신과 변화를 수용해야 합니다. 기술 개발과 운영 효율성 개선을 통해 환경 규제에 대응하고, 사회적 책임을 다하는 것이 중요합니다. 이를 위해 업계 전반에 걸친 협력과 지속적인 투자가 필요하며, 이를 통해 해운업계는 글로벌 탈탄소화 노력에 적극적으로 기여할 수 있을 것입니다.

창간호 기고문

유럽의 암모니아 연료 선박 개발 기술 동향 및 한국의 기술 선도 전략

NTNU 김형주 교수

서론

전 세계 이산화탄소 배출량의 약 3%를 차지하는 해운산업의 탈탄소화를 위한 다양한 솔루션 개발이 이루어지고 있는 가운데, 특히 암모니아 (NH_3)는 사용시 탄소배출이 없으며 수소 운반체로서의 잠재력 덕분에 유망한 대체 연료로 떠오르고 있습니다. 현재 유럽 각국에서는 지속가능한 해운산업을 위해 암모니아의 선박연료 사용 가능성을 탐구하기 위한 다수의 프로젝트와 연구가 진행중입니다. 본 동향조사는 유럽의 암모니아 연료 선박 관련 최근 기술 발전, 진행 중인 연구 프로젝트 및 규제 체계를 종합적으로 검토하고, 이를 바탕으로 한국이 암모니아 연료 선박관련 기술을 발전시키고 선도할 수 있는 기술 선도 전략을 제시하고자 합니다.

암모니아 연료 선박의 유럽 동향

암모니아 추진 시스템

유럽은 Wärtsilä 및 MAN Energy Solutions와 같은 주요 업체를 중심으로 선박용 암모니아 추진 시스템의 기술개발을 선도하고 있습니다. 이들 회사는 암모니아 연료 호환이 가능한 이중 연료 엔진을 개발 중이며, 전기추진을 위한 연료 전지 기술 또한 개발하고 있습니다.

_Wärtsilä의 암모니아 엔진

Wärtsilä는 기존대비 온실가스 배출을 70%이상 절감할 수 있는 Wärtsilä 25 엔진을 2023년 11월에 개발 완료하였습니다[1]. 이 새로운 엔진을 최초로 도입하는 Viridis Bulk Carriers는 2025년까지 암모니아 연료 벌크선 함대를 운영할 계획이며[2], 최근인 2024년 8월에는 Eidesvik Offshore와 협력하여 Viking Energy 선박을 세계 최초의 암모니아 연료 추진 해양 지원선으로 전환하고 2026년에 운영을 시작하기 위한 프로젝트를 진행 중입니다[3].

_MAN Energy Solutions의 암모니아 엔진

MAN Energy Solutions은 2023년 8월에 2행정 암모니아 엔진의 100% 출력 테스트를 완료하였으며[4], 2024년에는 질소 산화물 (NOx)의 배출을 최대 90%까지 절감할 수 있는 암모니아 엔진용 선택적 촉매 환원 (SCR) 시스템을 개발하여 테스트를 완료하는 등[5], 암모니아 엔진 및 엔진 시스템 개발에 많은 성과를 보이고 있습니다. 이렇게 개발된 MAN B&W 7S60ME 암모니아 엔진과 SCR 시스템은 일본의 Imabari 조선소에서 200,000 DWT 벌크선에 설치되는 것을 시작으로, 대형 탱커나 벌크선과 같은 선박의 무탄소 연료 전환을 지원하는 데 중요한 역할을 할 것으로 기대하고 있습니다[6].

1) https://www.wartsila.com/media/news/15-11-2023-wartsila-continues-to-set-the-pace-for-marine-decarbonisation-with-launch-of-world-first-4-stroke-engine-based-ammonia-solution-3357985
2) https://www.offshore-energy.biz/wartsila-rolls-out-industrys-first-4-stroke-ammonia-engine/
3) https://eidesvik.no/eidesvik-offshore-and-wartsila-to-cooperate-in-worlds-first-ammonia-conversion-project/
4) https://www.offshore-energy.biz/man-energy-solutions-unleashes-a-wave-of-innovation-with-37-ammonia-tech-patent-applications/
5) https://www.offshore-energy.biz/man-es-worlds-1st-scr-for-ammonia-engine-tested/
6) https://www.man-es.com/company/press-releases/press-details/2024/04/11/shipbuilding-projects-with-ammonia-engines-firm-up

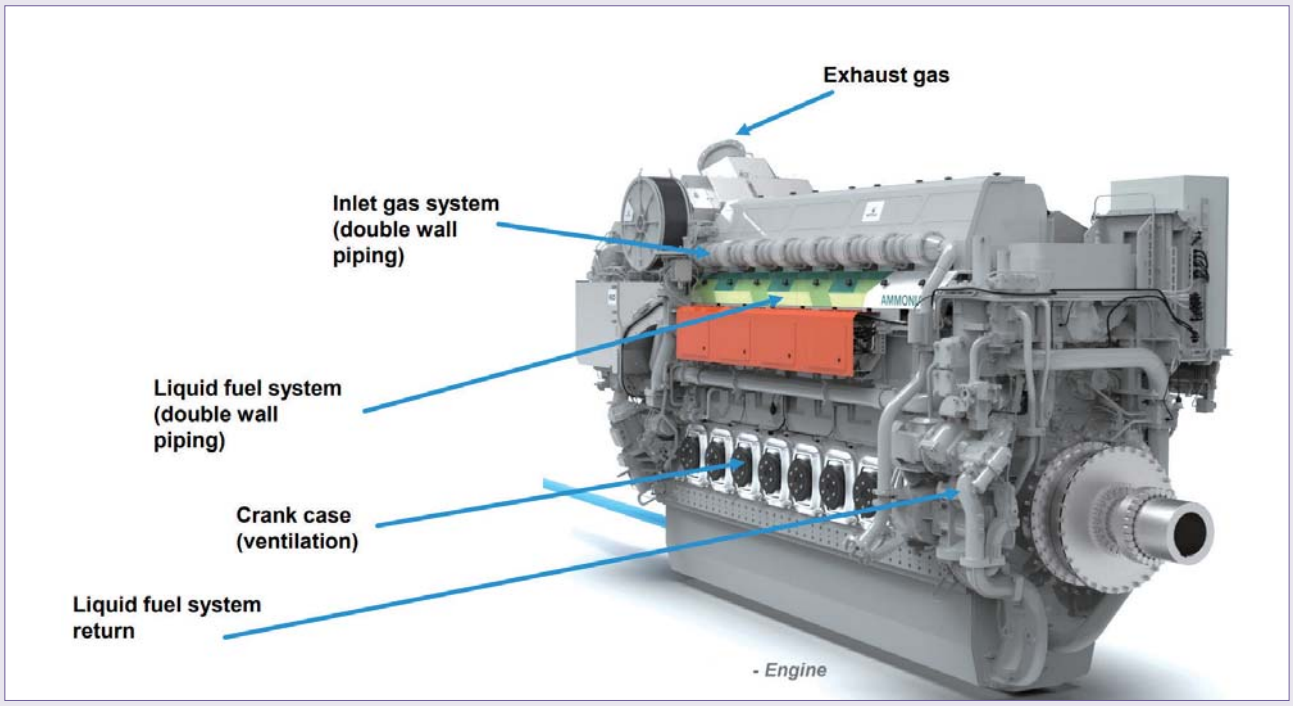


그림1. Wärtsilä의 암모니아 4행정 엔진(출처: Wärtsilä)

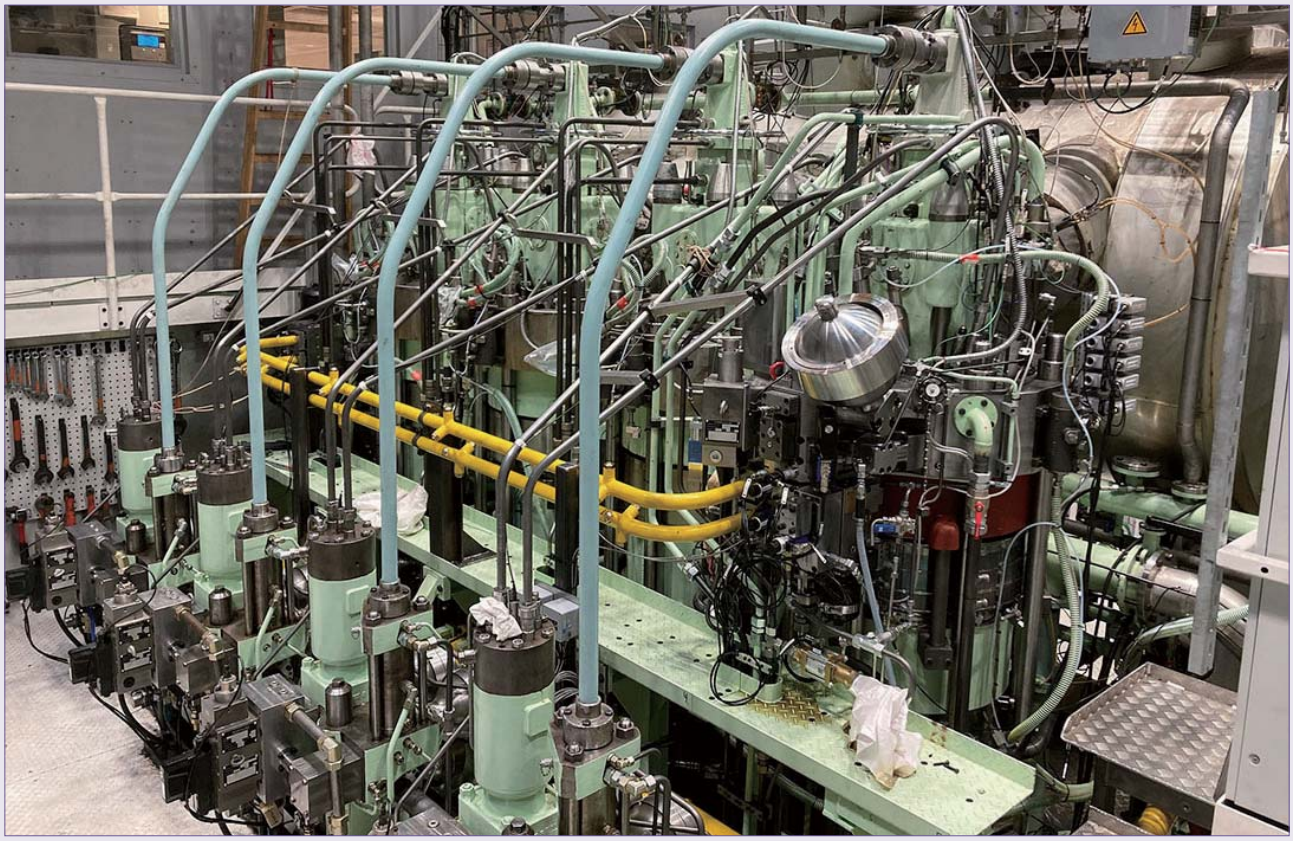


그림2. MAN Energy Solution의 암모니아 엔진(출처: MAN)

_암모니아 연료 전지 개발

현재 암모니아 연료의 주류는 연소 엔진이지만, 암모니아 연료 전지에 대한 연구도 진전되고 있습니다. 대표적으로, ShipFC 프로젝트는 암모니아 연료 전지를 선박의 동력원으로 사용하기 위한 연구를 진행하고 있으며, 주로 소형 선박에 중점을 두고 있습니다[7]. 연료 전지는 암모니아의 높은 에너지 밀도를 활용하여 무배출 전력을 제공할 가능성을 가지고 있으나, 아직 내연기관보다는 연구개발 활동이 더딘 상황입니다.

유럽의 암모니아 연료 선박 관련 주요 연구 프로젝트

_APOLLO 프로젝트

아폴로 프로젝트는 대형 선박에서 암모니아 엔진을 사용하여 장거리 저탄소 항해가 가능하다는 것을 입증하고, 암모니아 엔진을 기술적, 상업적으로 완전히 성숙시키는 것을 목표로 하고 있습니다. 구체적으로 이 프로젝트의 목표는 이중 연료 내연기관 기술 시연, 70% CO_2 감소 달성, NOx 배출량 2.4g/kWh 이하 달성, 안전한 암모니아 개조 솔루션 개발, 북해에서의 암모니아 인프라 확장 등으로 구성되고 있으며, 이는 우선 Viking Energy 선박에서 테스트되고 향후 다른 선박으로도 확장할 계획입니다[8].

_Ammonia 2-4 Project

Wärtsilä가 주도하는 Ammonia 2-4 프로젝트는 이중 연료 2행정 및 4행정 엔진을 개발하여 암모니아를 해양 연료로 사용할 수 있음을 입증하고 시연하는 것을 목표로 하고 있습니다.

· 4행정 엔진: 실험실에서 실제 운전 조건을 모방하여 시연
· 2행정 중압 암모니아 연료 주입 플랫폼: 기존 2행정 엔진 개조용

이 엔진들은 80% 이상의 온실가스 배출 감소 및 IMO Tier III 규정 준수를 목표로 하고 있으며, 향후 10년 내에 상업적 적용을 목표로 하여, 유럽 항구에 기항하는 대형 선박에서 약 2.3백만 톤의 이산화탄소와 15톤의 SOx 배출 감소를 기대하고 있습니다.

그림3. 아폴로 프로젝트에서 암모니아 이중연료 엔진으로 개조될 예정인 Viking Energy호(출처: APOLLO Project)

7) https://shipfc.eu/
8) https://apollo-project.eu/

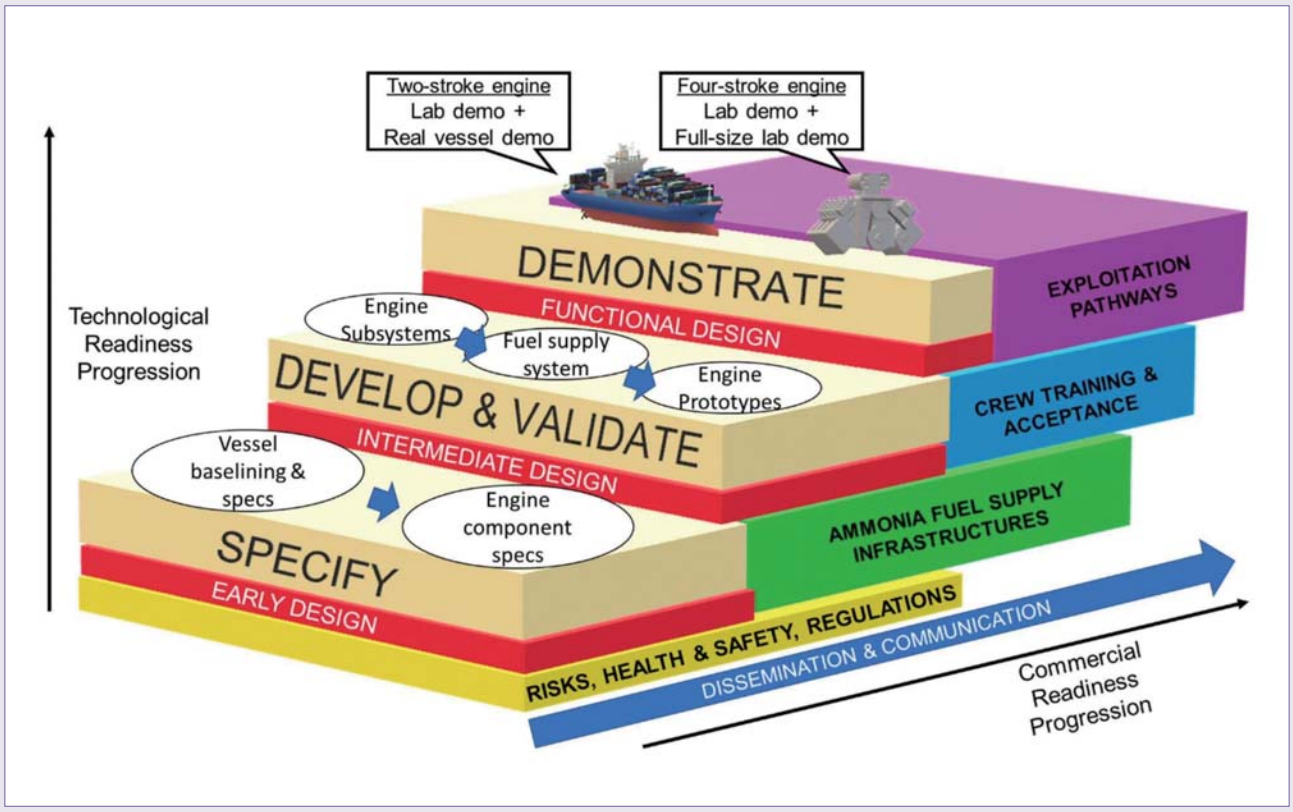


그림4. Ammonia 2-4 프로젝트의 프로젝트 개념도(출처: Ammonia 2-4 프로젝트)

_Maritime NH_3

SINTEF가 주도하는 Maritime NH_3 프로젝트는 안전하고 경제적으로 암모니아를 선박용 연료로 사용하는 것을 목표로 하고 있으며, 암모니아와 관련된 다양한 기술적, 안전, 규제 관련 과제를 해결하여 암모니아 연료 가치 사슬을 구축하는 데 중점을 두고 있습니다. 해당 프로젝트는 노르웨이의 2050년 기후 중립 목표를 지원하며, 암모니아 기반 엔진과 연료 전지 개발, 벙커링 인프라 구축을 포함합니다[9].

_SafeAM 프로젝트

마찬가지로 SINTEF가 주도하는 SafeAM 프로젝트는 암모니아를 선박 연료로 안전하게 사용하는 것을 목표로 하고 있습니다. 이 프로젝트는 암모니아의 독성과 부식성으로 인한 주요 안전 문제를 해결하는 데 중점을 두고 있으며, 선박에서의 암모니아 저장, 취급, 사용에 대한 포괄적인 안전 프로토콜을 개발하고, 위험 관리 전략 및 비상 대응 지침을 수립하여 해양 산업에서 암모니아를 안전하게 사용할 수 있도록 지원합니다[10].

규제 및 안전 고려사항

암모니아는 독성과 부식성으로 인해 해양 연료로 사용할 때 안전이 중요한 고려사항이며, 국제 및 유럽의 규제 기관들은 암모니아가 안전하게 선박에서 사용될 수 있도록 포괄적인 규제 체계를 개발하고 있습니다.

_유럽 해양 안전청 (EMSA)

유럽해사안전청(EMSA)은 무탄소 선박 운영을 실현하기 위한 대안 중 하나로, 암모니아를 선박 연료로 사용하는

9) https://www.sintef.no/en/projects/2021/maritimenh3-enabling-implementation-of-ammonia-as-a-maritime-fuel/
10) https://www.sintef.no/en/projects/2023/safeam__increased_safety_of_ammonia_handling_for_maritime_operations/

것에 대한 여러 보고서와 지침을 발표하였습니다. EMSA는 암모니아가 탄소를 배출하지 않는 장점을 지닌 반면, 독성과 부식성으로 인해 특수한 선박의 설계, 장비 및 개인 보호 장비와 같은 강력한 안전 조치가 필요하다고 강조하고 있습니다. 국제가스운반선(IGC) 코드와 같은 기존 국제 지침이 암모니아 취급의 기초를 제공하고 있으나, 암모니아의 고유한 위험을 다루기 위해 추가적인 해양 특화 규정이 필요하며, EMSA는 IMO 및 기타 이해 관계자들과 협력하여 명확한 국제 안전 규정과 정책을 개발할 것을 촉구하고 있습니다[11].

_국제해사기구(IMO)의 임시지침

국제해사기구(IMO)의 화물 및 컨테이너 운송 소위원회(Committee on Carriage of Cargoes and Containers, CCC)는 2024년 9월, 암모니아를 해양 연료로 사용하는 것에 대한 임시 지침을 최종 확정하였습니다. 이 지침은 IGF 코드에 기반하고 있으며, 선박에서 암모니아의 안전한 설계 및 사용을 위한 기본 표준을 제공합니다. 또한, 이 지침은 암모니아의 독성 및 부식성 등의 위험을 다루며, 안전한 취급, 저장 및 운영을 위한 규정을 포함하여, 승무원과 환경의 안전을 보장하는 체계 마련을 목표로 하고 있습니다. 이 임시 지침은 2024년 12월에 열리는 해사안전위원회(MSC)에서 승인될 예정이며, 추가적으로 암모니아 방출 완화 시스템과 110ppm 이하의 암모니아 배출 기준 등의 요소들이 향후 개정안에 포함될 예정입니다[12].

한국의 향후 기술 선도 전략

유럽이 암모니아 연료 선박 기술에서 상당한 진전을 이루고 있는 동안, 한국은 특정 연구 격차를 해결함으로써 이 새로운 산업 분야에서 전략적 위치를 확보할 필요가 있습니다. 한국은 강력한 조선 산업과 기술 역량을 활용하여 다음의 주요 분야에 집중함으로써 암모니아 연료 선박 분야에서 리더로 자리매김할 수 있을 것으로 사료됩니다.

암모니아 연료 전지 기술 발전

한국은 수소 응용 분야에서 연료 전지 기술의 선두주자로 알려져 있으나, 암모니아 연료 전지 분야는 아직 충분히 연구되지 않고 있습니다. 유럽의 암모니아 선박 관련 연구개발이 주로 내연기관 엔진에 의존하는 것과 달리, 한국은 고체 산화물 연료 전지(SOFC) 및 양성자 교환막 연료 전지(PEMFC) 개발에 중점을 두어 암모니아에 최적화된 솔루션을 개발하는데 집중할 수 있습니다.

암모니아는 연료 전지에서 사용될 경우 CO_2 배출 없이 높은 에너지 밀도를 제공할 가능성이 있지만, 효율적인 암모니아 분해, NOx 배출 관리, 다양한 조건에서 연료 전지의 안정적 작동 보장이 필요합니다. 한국의 현대중공업, 삼성중공업, 한화오션, 선박해양플랜트 연구소 등과 같은 글로벌 조선소들과 연구소는 암모니아 연료 전지 개발에 선점적으로 투자하여 선박에 특화된 통합 연료 전지 추진 시스템을 개발하고 시연하여 전통적인 연소 엔진에 대한 의존을 줄이고 시장을 선점하는데 기여할 수 있을 것으로 사료됩니다.

암모니아 안전

암모니아는 독성이 높고 부식성이 강한 물질이므로 선박의 연료로 사용할 때 치명적인 위험성이 존재합니다. IMO CCC의 임시 지침 및 유럽의 SafeAm 프로젝트 등에서 암모니아 안전 기준의 기초를 제공했지만, 전 세계적으로 채택할 수 있는 확장 가능한 안전 시스템 개발에 대한 추가 연구가 필요한 실정입니다. 세계적인 조선 강국인 한국은 이러한 암모니아 저장, 운송 및 선박 내 취급을 위한 첨단 안전 기술 및 프로토콜 개발에서 선도적인 역할을 수행할 수 있을 것으로 사료되며, 주로 암모니아의 누출 탐지 기술 및 부식 방지 재료의 개발 등과 관련한 연구가 필요할 것으로 예상됩니다.

암모니아 벙커링

한국의 잘 발달된 항만 인프라는 암모니아 벙커링 스테이

11) https://www.emsa.europa.eu/publications/reports/item/5264-safety-of-ammonia-for-use-in-ships-part-1-ammonia-properties,-regulations-and-accidents-review.html
12) https://www.dnv.com/news/imo-ccc-10-interim-guidelines-for-ammonia-and-hydrogen-as-fuel/

션 개발을 위한 이상적인 환경을 제공합니다. 암모니아 연료 선박이 널리 보급됨에 따라 안전하고 효율적인 연료 공급망에 대한 필요성이 증가할 것입니다. 한국은 부산 및 인천과 같은 주요 항구에서 암모니아 벙커링 스테이션 파일럿 프로젝트에 투자함으로써, 미래 암모니아 연료 선박을 지원하기 위한 시장을 선점할 수 있습니다. 노르웨이의 Maritime NH_3 프로젝트 및 Yara의 그린 암모니아 허브와 같은 암모니아 벙커링 프로젝트에서 얻은 교훈을 통해 한국은 초기 문제를 해결하고, 향후 추가적인 연구개발을 통해 비용 효율적이고 확장 가능한 암모니아 연료 공급망을 구축할 수 있을 것으로 사료됩니다.

국내 규제 및 국제 협력

유럽의 적극적인 암모니아 해양 연료 사용에 대한 안전 규제 개발은 한국의 규제 접근 방식에 대한 롤모델이 될 수 있습니다. 한국은 수소 기술에 대한 포괄적인 체계를 갖추고 있지만, 암모니아를 해양 연료로 사용하는 것에 대한 규제는 부족한 실정이기 때문에, IMO 및 EMSA와 같은 글로벌 규제 기관에 참여하여 전 세계적인 암모니아 안전 기준을 마련하는데 함께 노력할 필요가 있을 것으로 사료됩니다. 또한, 유럽 국가들과의 양자 파트너십을 구축함으로써 지식 이전을 가속화하고, 유럽 그린 딜과 유사하게 암모니아를 해양 연료로 사용하는 국가 로드맵을 작성하여 에너지 분야의 다양한 이해 관계자들과 함께 관련 국내 규정을 개선할 필요가 있습니다.

암모니아 기술을 위한 숙련된 인력 양성

암모니아 연료 선박의 위험성 및 복잡성을 처리할 수 있는 숙련된 인력의 부족은 유럽과 한국 모두에서 중요한 과제입니다. 이에 한국은 암모니아 연료 선박을 안전하게 설계 및 건조할 수 있는 엔지니어 및 규제 기관을 위한 전문 교육 프로그램을 개발하고 운영함으로써 향후 암모니아 선박 기술분야를 선점할 수 있습니다. 이러한 프로그램들은 기존의 수소 및 LNG 교육 모듈에서 교훈을 얻되, 암모니아 특유의 안전 프로토콜을 포함하여야 합니다. 또한 한국의 조선 및 해양관련 대학들은 유럽의 다양한 기관들과 협력하여 암모니아 엔진 기술, 안전 관리 및 항만 인프라를 다루는 포괄적인 커리큘럼의 개발이 필요합니다.

결론

유럽의 암모니아 연료 선박 개발은 내연기관 엔진과 연료 전지의 기술적 진전과 함께 안전 및 규제 측면에서도 빠르게 발전하고 있으며, 이러한 유럽의 진전은 한국이 탈탄소화된 조선산업의 미래를 대비하는 데 귀중한 교훈을 제공하고 있습니다. 한국은 특히 암모니아 연료 전지 기술에 집중하고, 암모니아 안전 및 취급 프로토콜을 향상시키며, 벙커링 인프라를 확장하고, 관련 규제를 개선하고, 숙련된 인력을 양성함으로써, 암모니아 연료 해양 산업의 리더가 될 수 있을 것으로 사료됩니다. 이를 위해 국제 규제 기관 및 유럽의 다양한 기관들과의 장기적인 협력과 추가 연구가 필요할 것으로 사료됩니다.

Maritime Monitor 1

유럽의 미래 해운 연료 전환 전망
('DNV Maritime Forecast 2050, 에너지 전환 전망 2024'를 중심으로)

출처: 크누트 외르베크-닐센 (DNV, 해양분야 CEO)

요 약

- IMO의 탈탄소화 목표, 화물 소유자의 압력, 자금 조달조건 및 사회적 추세에 따라 선박의 완전한 탈탄소화를 향한 역사적인 항해가 진행 중임.
- IMO의 목표는 명확함 – 2050년경에 본격적인 탈탄소화를 달성하고, 2030년까지 배출량을 20%, 2040년까지 70% 감소를 목표로 하고 있음.

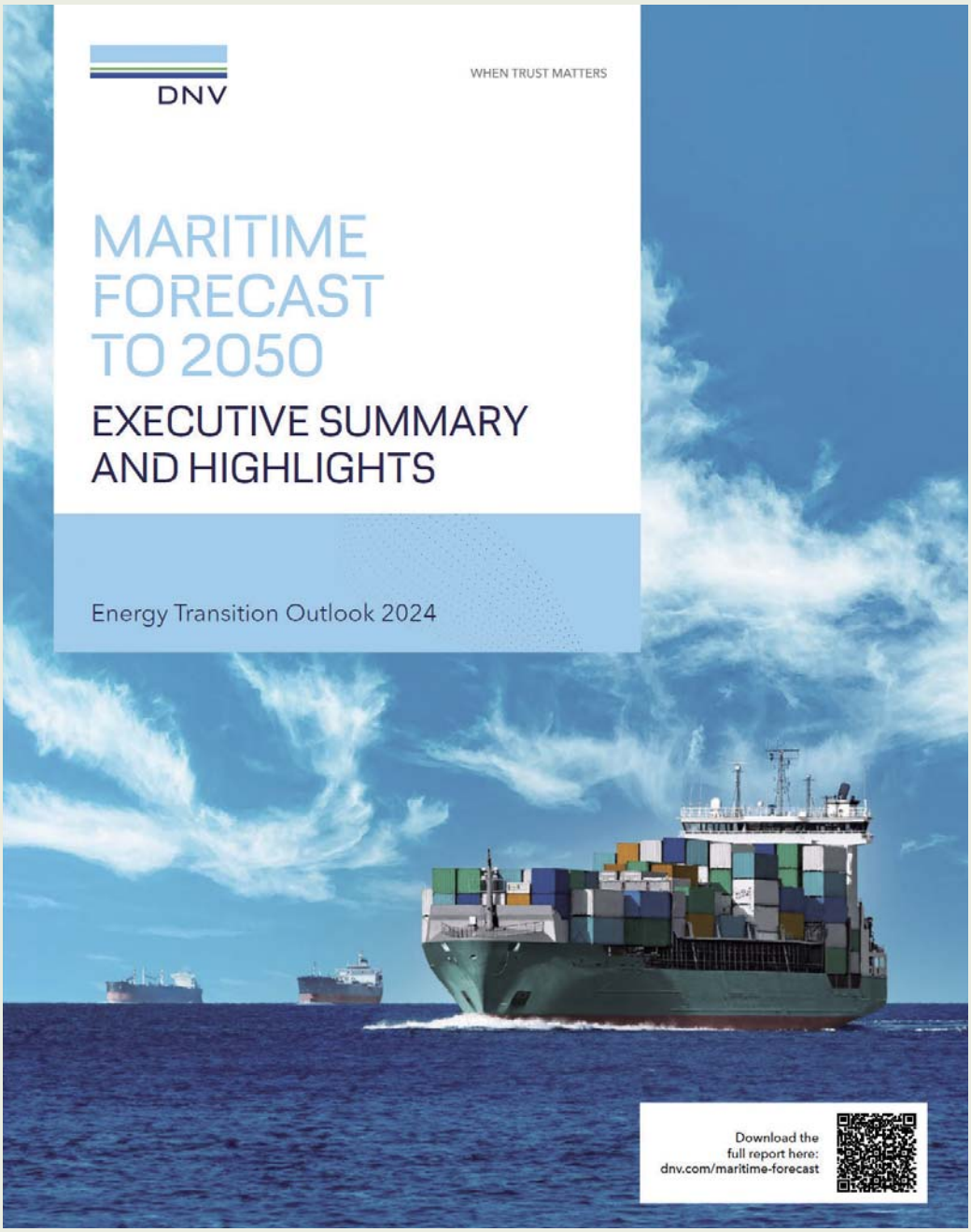
업계의 많은 사람들이 여전히 무슨 일이 일어날지 기다리고 있지만 지금은 업계 전반의 리더들이 나서야 할 때이며, 현명한 결정을 내려 해양의 녹색 전환을 가속화해야 함. 즉, 완전한 탈탄소화를 위해서는 탄소 중립 연료로의 대규모 전환이 필요함. 이러한 미래 연료전환은 LNG, LPG, 메탄올, 암모니아와 같은 다양한 연료 기술을 계속 수용하고 있음. 친환경 연료 생산도 진행 중이지만 대규모 공급은 여전히 어렵고 오늘날의 현실은 국제해운의 93%가 여전히 기존 화석 연료로 운행되고 있다는 것임.

2040년대까지 탄소 중립 연료의 비용과 공급이 더 실현 가능해질 때까지, 우리가 확실히 알고 있는 몇 안 되는 사실 중 하나는 에너지 절약 기술에 투자하고 연료 소비를 줄이는 것이 선주에게 상당한 절감 효과를 가져오고 미래의 모든 사업 전략의 핵심이 되어야 한다는 것임. 그러나, 불확실성이 많기 때문에 이 전환이 빠르지 않을 것이라는 것을 받아들이고 실용주의로 도전에 직면해야 함. 2050년까지의 해양 예측 시뮬레이션은 에너지 효율성 측정이 2030년대에 수익성 있게 운영하는 데 필수적임을 강화하며, 우리는 운영 및 기술적 에너지 효율성 측정을 통해 2030년까지 연료 소비를 4%~16%까지 줄일 수 있다고 추정함. 일부는 연료를 최소화할 수 있는 운영 효율성을 장려함으로써 아주 쉽게 달성할 수 있으나, 많은 기술 솔루션이 필요함. 선상 탄소 포집 및 저장, 연료 전지, 풍력보조 추진 시스템, 공기 윤활, 폐열 회수 시스템은 이미 상당한 배출량 감소 효과가 입증되었음.

또한, 디지털화로 인해 에너지 효율성이 크게 향상되고 있음. 2050년까지의 해양 전망은 이것이 어떻게 운영 효율성을 끌어올리는 데 도움이 될 수 있는지, 또한 원활하고 신뢰할 수 있는 배출량 보고를 가능하게 하고 용이하게 할 수 있는지 보여야 함.

효율성 향상의 추정 범위는 탄소 중립 연료에 대한 수요와 IMO의 2030년 목표와 비교했을 때 선상 탄소 포집을 위한 CO_2 저장에 대한 수요가 다양하다는 것을 의미함. 효율성 향상에 따라 2030년 탄소 중립 연료에 대한 선박 수요는 석유 환산 700만~4800만 톤으로 추산되고 CO_2 저장에 대한 수요는 400만~7600만 톤 정도임. 이러한 추정치에서 아래와 같은 두 가지 큰 결론이 도출됨.
첫째, 에너지 효율성 측정의 더 큰 예측 가능성과 경제성은 이를 선주에게 최우선 순위로 만들어야 함. 둘째, 국제해운에서의 연료 및 탄소 포집 개발자와 협력하여 탄소 중립 연료 공급을 확보하고 주요 항구와 협력하여 필요한 탄소 포집 및 저장 용량과 인프라를 개발해야 함.

모든 시나리오에서 선상 탄소 포집은 2030년 이후 중요한 기술로 부상하여 탄소 중립 연료에 대한 수요를 줄일 수 있으나, 어



떤 시나리오에서도 단일 연료나 기술이 지배적이지 않아 산업이 계속 직면하게 될 선택의 복잡성이 강조됨.

해운의 탈탄소화에는 비용이 수반되며, 2050년까지의 해양 전망은 IMO의 최종 목표를 달성하기 위해 그리고 웰투웨이크의 중간 감소 배출량, 톤-마일당 비용은 평소와 비교했을 때 상당히 증가할 수 있음. 증가된 운임은 가치 사슬을 통해 전가되어야 하며, 소비자가 대부분의 비용을 부담할 가능성이 높음.

결론적으로, 대체연료로의 변환에 대해서는 해운업계와 이해당사자들의 역풍이 강하고, 2050년에 완전히 탈탄소화된 글로벌 함대가 어떤 모습일지에 대한 불확실성이 여전히 존재함.

Maritime Monitor 2

무탄소 배출 기술에서의 주요한 기념비적 혁신

Maritime CleanTech celebrates a major breakthrough in zero-emission technology

출처: Maritime CleanTech, 2024.9.

Maritime CleanTech의 핵심 파트너인 "Amogy"는 세계 최초의 암모니아 동력 무탄소 해상 선박을 성공적으로 테스트를 완료함. NH_3 크라켄(NH_3 Kraken)이라고 불리는 이 선박은 1957년에 개조된 예인선으로 최근 허드슨 강에서 첫 항해를 마침.

이 성과는 "Amogy"사의 최첨단 암모니아-전기 전력 시스템을 강조함. 이는 지속 가능한 에너지 캐터펄트 센터(Sustainable Energy Catapult Centre), 이음새(Seam) 및 야라 클린 암모니아(Yara Clean Ammonia)와 같은 파트너를 포함한 Maritime CleanTech의 광범위한 네트워크 내에서 협업의 힘을 보여줌.

암모니아 솔루션을 위한 길

NH_3 크라켄(NH_3 Kraken)의 성공은 선박용 무탄소 연료로서 암모니아의 잠재력을 보여줌. 해운 산업이 2050년까지 순 배출량 제로라는 국제해사기구(IMO)의 목표를 달성해야 한다는 압박에 직면함에 따라 이 돌파구는 암모니아를 선박에 동력을 공급하는 대규모 상업적 사용에 더 가깝게 만들 수 있음.

"Amogy"사의 CEO인 우성훈(Seonghoon Woo)은 이러한 혁신의 중요성을 다음과 같이 강조함.

"전 세계 정부와 IMO와 같은 산업 조직은 전 세계 탄소 배출량을 줄이기 위해 공격적인 목표를 설정했습니다. 이러한 목표는 벅차게 보이지만 필요한 일이며, 세계 최초의 무탄소 암모니아 동력 선박을 성공적으로 시연함으로써 달성 가능하다는 것을 입증했습니다. 우리의 기술을 처음으로 물 위에서 시연함으로써 우리는 상용화 및 실제 응용 분야로 빠르게 이동하는 데 도움이 될 귀중한 지식을 얻었습니다. 해양 산업을 탈탄소화할 수 있는 기회는 바로 앞에 있으며, Amogy에게는 시작에 불과함."

협업은 성공의 원동력

이러한 이정표는 "Amogy"사의 혁신적인 기술을 엄격하게 테스트하는 "Sustainable Energy Catapult Centre"와의 협력을 통해 가능하였음. 캐터펄트 센터(Catapult center)는 차세대 청정 해양 기술을 검증하기 위한 세계 최고의 인프라를 제공함.

Maritime CleanTech의 CEO인 Ada Jakobsen은 이러한 협업의 성공을 다음과 같이 언급함.

"Amogy과의 성과는 혁신적인 기술이 파트너십의 힘을 만났을 때 무엇을 성취할 수 있는지에 대한 증거입니다. 우리는 함께 업계를 발전시키고 있으며, 무공해 해운이 먼 목표가 아니라 현재의 현실임을 증명하고 있습니다. 더 친환경적인 미래를 향해 앞장서고 있는 Amogy와 파트너들에게 축하를 전합니다."

해양 산업이 계속 혁신함에 따라 이와 같은 파트너십은 보다 지속가능하고 탄소 없는 미래를 위한 토대를 마련하고 있음. 이 이정표를 통해 무공해 선박의 목표가 한 번에 하나의 프로젝트로 현실이 되고 있음.

그림1. 허드슨 강에 있는 NH_3 크라켄.(사진: Amogy 제공)

기사링크 | https://maritimecleantech.no/2024/09/29/maritime-cleantech-celebrates-a-major-breakthrough-in-zero-emission-technology/

Maritime Monitor 3

바이오메탄올, 지속가능한 선도적 해운발전을 위한 역할

Biomethanol and its role in advancing sustainable shipping

출처: GoodFuels, 2024.8.30.

바이오메탄올과 지속가능한 해운을 발전시키는 역할

해양 부문에서 대체 연료를 찾고 있는 가운대 바이오메탄올은 유망한 중장기 대체 배송 연료로 간주됨. 바이오메탄올은 선주와 선박 운용자는 NOx, SOx, 미세먼지를 크게 줄이고, 수소 또는 암모니아와 같은 연료와 비교하여 선상에서의 보관 및 취급이 용이한 연료임.

바이오메탄올 프로젝트 책임자, 히데 쉬젠(Hidde Shijen)은 다음과 같이 언급함.
"바이오메탄올이 향후 글로벌 배송 분야에서 선도적인 역할을 할 것으로 굳게 믿습니다. 시장이 아직 성숙하지 않아 획일적인 품질 표준, 생산 시설 및 최종 사용자가 아직 개발되지 않았지만, 우리처럼 앞서 나가고자 하는 고객을 위해 준비했습니다. 즉, 바이오메탄올의 물류 및 사용에 대한 지식을 적극적으로 구축하고 있습니다. 이러한 지식을 바탕으로 우리는 해양 부문에 바이오메탄올을 공급하는 최초의 당사자 중 하나인 바이오메탄올 공급망을 구축했습니다. 우리는 바이오메탄올이 향후 글로벌 배송을 위해 선도적인 역할을 할 것이라고 굳게 믿습니다."

- 바이오메탄올은 분뇨, 농업 및 음식물 쓰레기와 같은 생물학적 기원의 폐기물 흐름과 같이 지속 가능한 공급 원료에서 생산되는 재생 가능한 형태의 메탄올임.

- 바이오메탄올의 차별화되는 점은 바이오젠 공급원에서 추출된다는 점이며, 이는 생물 또는 최근에 살아있는 유기체에서 추출된다는 것입니다. 반면, 예를 들어 녹색 메탄올은 포집된 이산화탄소와 재생 가능한 수소를 결합하여 생산할 수도 있음.

- 기본 알코올인 메탄올은 오랫동안 화학 분야에서 플라스틱, 페인트, 화장품 등 수천 가지 일상적인 제품의 원료로 사용되

(출처: GoodFuels)

어 왔음. 하지만 최근 해양 분야에서 대체 연료로 점점 더 많이 인식되고 있음.

- 메탄올은 실온에서 투명하고 무색의 액체로 취급하기에 비교적 안전함. 암모니아나 수소와 같은 다른 대체 연료에 비해 취급 편의성이 뛰어남. 재생 가능한 공급원을 포함한 광범위한 공급 원료에서 생산할 수 있는 능력과 결합하여 메탄올은 유연하고 지속 가능한 연료 옵션으로 자리매김하고 있음.

- 또한 메탄올의 생분해성은 기존 해양 연료보다 더 빠르게 분해되기 때문에 잠재적인 유출로 인한 환경적 영향을 줄임.

메탄올의 종류

친환경 메탄올과 회색 메탄올은 환경에 미치는 영향과 생산 공정의 지속 가능성에 따라 광범위한 메탄올 시장에서 두 가지 핵심 카테고리를 나타냄.

회색 메탄올

화석 메탄올이라고도 하는 회색 메탄올은 천연 가스 또는 석탄으로 생산되는 메탄올의 일종으로, 비교적 비용 효율적인 생산 공정과 인프라가 구축되어 있기 때문에 전통적으로 화학 산업에서 사용되어 왔음.

그러나 회색 메탄올에 의해 발생하는 온실가스 배출량의 영향은 친환경 대안에 비해 매우 큼. 회색 메탄올은 VLSFO(저유황 연료유)보다 깨어 있기 전 배출량이 더 높음(전체 수명 주기에서 12% 더 높은 것으로 추정). 생산 과정에는 천연가스를 개혁하여 촉매적으로 메탄올로 전환되는 합성 가스(수소와 일산화탄소의 혼합물)를 생성하는 과정이 포함됨.

그린 메탄올

친환경 메탄올은 바이오매스, 도시 폐기물, 포집된 이산화탄소와 같은 재생 가능한 공급원에서 추출됨. 온실가스 배출량과 화석 연료에 대한 의존도를 크게 줄일 수 있는 지속 가능하고 다재다능한 연료 대안을 제공함. 그린 메탄올은 이산화탄소 배출량을 최대 95%, 질소산화물 배출량을 최대 80%까지 줄일 수 있으며 황산화물과 입자상 물질 배출량을 제거할 수 있음.

재생 가능한 메탄올 시장은 다음과 같은 상당한 성장세를 보일 것으로 예상됨. 메탄올 연구소 전 세계 170개 프로젝트를 추적하여 2027년까지 총 2,087만 톤, 2029년까지 2,672만 톤(338억 2,000만 리터)의 생산 능력을 예상하고 있음. 전자 메탄올과 바이오메탄올 프로젝트의 용량은 2029년까지 각각 1,643만 톤과 1,029만 톤에 달할 것으로 예상되며, 이는 에너지 환경에서 재생 가능한 메탄올의 급속한 확장과 중요성 증가를 강조함.

재생 가능한 메탄올은 화석 연료의 지속 가능한 대안으로 작용하여 물류 산업에 큰 도움이 될 수 있음. 그린 메탄올의 핵심 응용 분야는 다음과 같음:

- 연료 운송: 육상 운송이 주요 오염원인 상황에서 재생 가능한 메탄올을 휘발유에 혼합하면 물류 분야의 이산화탄소 배출량을 크게 줄일 수 있으며, 이는 이미 영국에서 흔히 볼 수 있는 관행임.

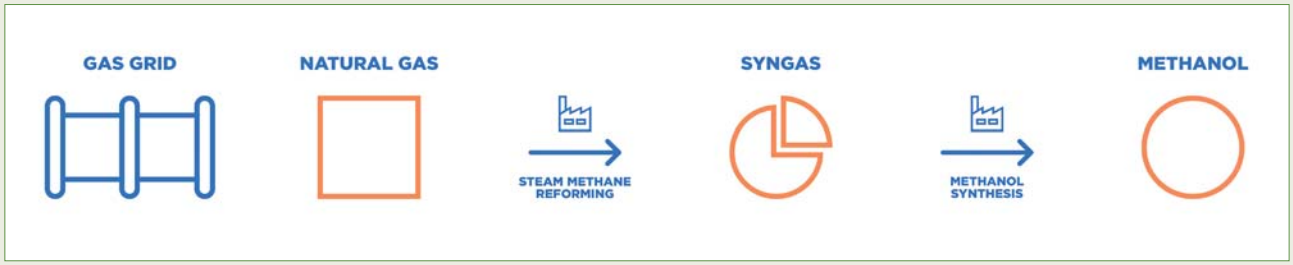


그림1. 회색 메탄올 생산 공정(출처: GoodFuels)

• 배송 연료: 친환경 메탄올은 해상 연료에 대한 높은 수요를 충족할 수 있으며, 항구의 기존 메탄올 인프라를 활용하여 원활한 전환을 도모할 수 있음.

• 발전: 청정 연료로서 재생 가능한 메탄올은 전기 발전에서 디젤과 휘발유를 대체하여 산업 배출량을 줄일 수 있음.

그린 메탄올에는 공급 원료와 생산 공정에 따라 여러 가지 하위 유형이 있음. 주요 하위 유형에는 (기술 및 상업적 준비 상태 순서대로)가 포함됨: 질량 균형 메탄올, 폐기물 기반 바이오 메탄올 및 e-methanol.

질량 균형 메탄올

이러한 유형의 메탄올은 단일 생산 시스템에서 재생 가능한 공급 원료와 화석 기반 공급 원료를 결합하는 질량 균형 접근법을 사용하여 생산됨. 유기 폐기물의 혐기성 소화로 생성된 바이오가스는 천연가스 그리드로 펌핑됨. 이 그리드에는 두 가지 유형의 가스(바이오 및 천연)가 혼합되어 있음. 메탄올 생산 공장 는 그리드에서 가스를 합성 가스(syngas)로 전환한 다음 촉매 공정을 사용하여 메탄올로 전환하는 표준 메탄올 생산 공정을 거침.

메탄올이 녹색임을 명시하기 위해 메탄올을 생산하는 데 필요

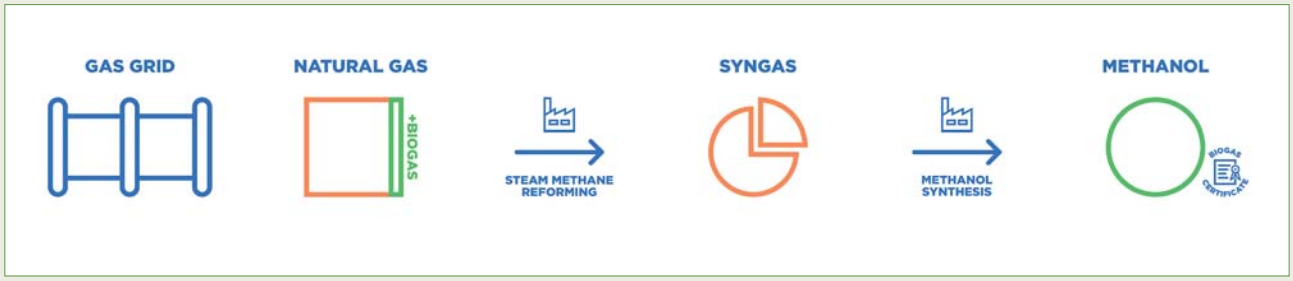


그림2. 질량 균형 메탄올 생산 공정(출처: GoodFuels)

그림3. 폐기물 기반 메탄올 회수 생산 공정(출처: GoodFuels)

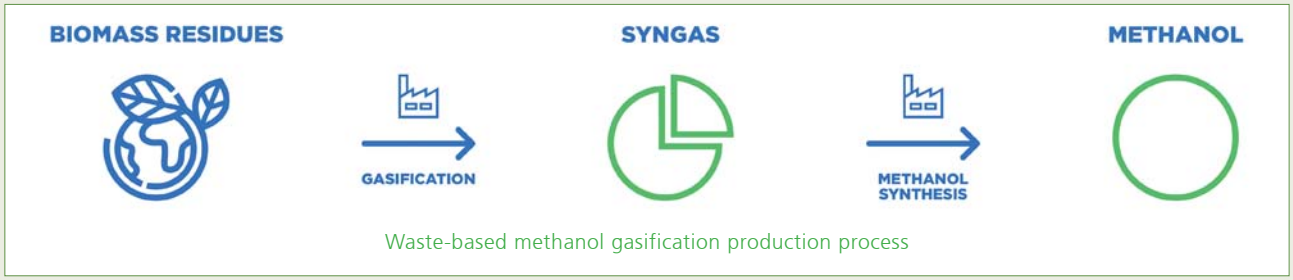


그림4. 폐기물 기반 메탄올 가스화 생산 공정(출처: GoodFuels)

한 가스의 양에 해당하는 "바이오가스 티켓"을 구입함. 그 결과 최종 메탄올 제품은 대량 균형 인증을 받았음. 이 인증 프로세스는 별도의 생산 인프라 없이 지속 가능한 생산 관행으로 점진적으로 전환할 수 있도록 지원함. 이 생산 방법을 사용하면 결과 제품이 진정한 생물학적 산물이 아니기 때문에 추적 가능성이 덜 정확할 수 있음.

폐기물 기반 바이오메탄올

폐기물 기반 바이오메탄올은 임업 및 농업 부산물, 도시 고형 폐기물(MSW), 하수 및 산업 폐기물을 포함한 다양한 형태의 폐기물에서 생산됨.

이 바이오메탄올의 기술적, 상업적 준비 상태는 중간에서 높은 수준임. 여러 실증 및 파일럿 플랜트가 가동 중이며 상업용 규모의 플랜트가 등장하고 있음.

폐기물 기반 바이오메탄올을 생산하는 한 가지 방법은 산업체의 폐기물 흐름을 세척하여 메탄올을 분리하여 추가 적용하는 회수임.

또 다른 방법은 산화제를 사용하여 고체 폐기물을 고온에서 합성가스로 전환하는 가스화임.
가스화에는 공기, 산소, 증기, 이산화탄소 등의 산화제를 사용하여 고온에서 고체 연료로 가스를 생산하는 것이 포함됨. 온도는 일반적으로 600°C에서 1000°C 사이임. 반응에 필요한 열은 공급 원료의 일부를 순수 산소로 연소시키거나 간접 외부 열원을 통해 공급됨. 가스화 장치에서 생성된 합성 가스는 하류 메탄올 합성 공정에 필요한 사양을 충족하도록 세척하고 컨디셔닝해야 함.

이 공정은 폐기물을 바이오메탄올로 전환함으로써 매립되거나 소각될 수 있는 폐기물의 양을 크게 줄임. 이는 매립지 사용 및 관련 메탄 배출량을 줄이는 데 도움이 됨.

"e-메탄올"

e-메탄올은 산업 공정 또는 공기 중에서 직접 이산화탄소(CO_2)를 포집하여 풍력이나 태양광과 같은 재생 가능한 전기원에서 생성된 수소와 결합하여 생산되는 보다 지속 가능한 형태의 메탄올임. 잠재적 온실가스 감축 프로필이 높은 e-메탄올은 탁월한 미래 친환경 연료 대안으로 주목받고 있음.

e-메탄올은 기술적 준비성이 높고 상업적 배포가 파일럿 프로젝트에서 대규모 프로젝트로 진행되고 있는 단계에 있음. 환경 규제와 기업의 지속 가능성 목표에 힘입어 시장 채택이 증가하고 있지만, 비용과 확장성은 여전히 중요한 과제로 남아 있음.

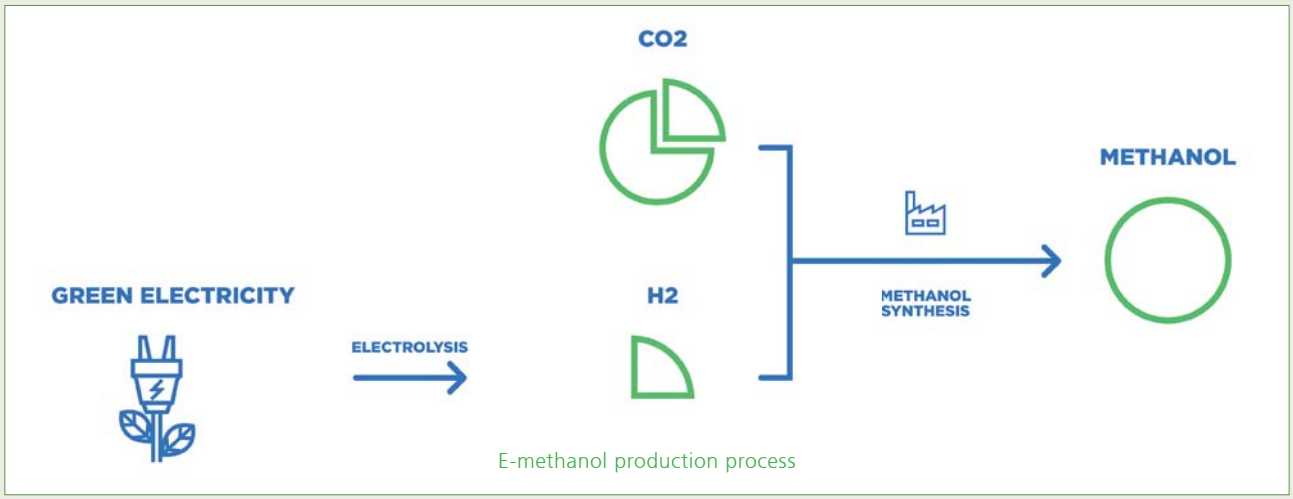


그림5. E-메탄올 생산 공정(출처: GoodFuels)

e-메탄올 생산 공정은 과잉 CO_2를 활용할 뿐만 아니라 재생에너지를 활용하여 수전해를 통해 수소를 생산함. 생성된 e-메탄올은 탄소 중립 연료 및 화학 원료 역할을 하며, 탄소 배출량과 화석 연료에 대한 의존도를 낮추는 유망한 솔루션을 제공함.

선구자 바이오메탄올: "굿퓨얼" 더 친환경적인 미래를 위한 노력

우리는 지속 가능한 배송의 미래를 형성할 바이오메탄올의 잠재력을 강력하게 믿음. 이것이 전체 공급망을 부지런히 구축하기 위한 투자가 이루어진 이유임. 따라서 이 혁신적인 제품은 빠르고 효과적으로 제공될 수 있음.

또한, 시장에 출시된 최초의 제품 중 하나로서, 굿퓨얼 바이오메탄올은 100% 바이오제닉. 즉, 공급되는 바이오메탄올은 유기 물질을 완전히 기반으로 하며 현재 시장에서 볼 수 있는 것만큼 지속 가능함.

"굿퓨얼" 바이오메탄올 는 무려 92.4%의 ISCC 인증 CO_2 감축을 달성했음. 하지만 선주로서 특정 요구 사항에 맞는 다양한 옵션이 있음. 지속 가능한 배송용 바이오 연료, 원하는 수준의 온실가스 감소에 맞게 블렌드를 사용자 지정할 수 있음.

이제 바이오메탄올을 ARA로 배송 가능

작년 암스테르담 항구에서 굿퓨얼스 바이오메탄올을 공급하기 위한 이니셔티브에 이어 이제 이 혁신적인 새로운 연료 유형을 ARA(Amsterdam-Rotterdam-Antwerp) 전역에 배송할 수 있게 되었음. 이 이니셔티브는 해상 운송 분야에서 지속 가능한 연료 옵션에 대한 접근성을 확대하는 데 중요한 진전을 이루었음.

암스테르담 항구(Port of Amsterdam)

업계 최초로 핀코에너지(FincoEnergies)는 작년에 암스테르담 항구로부터 바이오메탄올을 트럭으로 운송할 수 있는 면제를 받았음. 또한 바이오메탄올은 신뢰할 수 있는 파트너와 협력하여 바지선을 통해 배송할 수 있음.

저인화점 연료를 처리하기 위한 구체적인 요구 사항을 고려할 때, 선사는 필요한 허가를 지체없이 받을 수 있도록 미리 선호하는 벙커 위치를 선택하는 것이 좋음.

지금 바이오메탄올 시험 시작

이 유망한 연료로 탄소 발자국을 줄이고자 하는 메탄올 준비 바지선 소유자와 운영자는 바이오메탄올 시험을 요청할 수 있음.

기사링크 | https://www.goodfuels.com/news/biomethanol-and-its-role-in-advancing-sustainable-shipping?utm_source=LinkedIn&utm_medium=organic&utm_campaign=biomethanol

Maritime Monitor 4

스칸드라인스 선사의 무탄소 배출 페리선, FUTURA 진수

Scandlines' new zero direct emissions ferry FUTURA launched

출처: SHIPPAX, 2024.9.

스칸드라인스(Scandlines)의 신개념 직접 무탄소 배출 페리 "FUTURA" 운항개시

켐레 조선소(Cemre Shipyard)는 11월 25일에 스칸드라인스의 새로운 무탄소 배출 페리를 출시하였음. "FUTURA"로 명명된 페리는 2024년 페만 벨트(Fehmarn Belt)에 배치될 예정임.

10MWh의 대형 배터리 시스템은 Rødby에서 단 17분 만에 충전됨. 2019년, 스칸드라인은 뢰드비하븐에 50kV/25MW 전력 케이블을 투자하였음. 이 케이블은 이제 페리 2번과 3번 선석 사이의 새로운 변압기까지 약 1.2킬로미터 연장되었음.

현재 스칸드라인스는 푸트가르덴(Puttgarden) 항구를 위한 변압기와 충전소를 포함한 30kV/15MW 전력 케이블에 투자하고 있음. 2025년부터는 각 항구에서 충전 시간을 단 12분으로 단축하고 덴마크(Denmark) – 독일(Germany) 사이를 연결하는 '뢰드뷔(Rodby)–푸트가르덴(Puttgarden)' 사이의 18.5km를 45분 만에 직접 배기가스 배출 없이도 페리를 이용할 수 있게 되었음.

무탄소 배출 페리 "FUTURA"에 대한 정보

- 노선: 뢰드뷔(Rødby, 덴마크) ↔ 푸트가르덴(Puttgarden, 독일)
- 길이: 147.4m
- 너비: 25.4m
- 설계 초안: 5.30m
- 화물 적재 용량: 66개 화물 유닛(약 1,200레인미터)
- 최대 승객 수: 140명
- 서비스 속도: 16/10노트
- 통과 시간: 45분(2025년 기준)
- 배터리 시스템: 10MWh
- 포트 충전 시간: 12분(2025년 기준)
- 투자: 8천만 유로

그림1. FUTURA 진수 사진(© Cemre Shipyard 제공)

기사링크

https://www.shippax.com/en/news/scandlines-new-zero-direct-emissions-ferry-futura-launched.aspx

Nautical Notes 1

2050년 해운업계 탄소중립 목표를 위한 글로벌 연료표준 필요성

출처: SAFETY4SEA 2024.03.26.

그림1. Getting to Zero Coalition 포스터(출처: SAFETY4SEA)

2024년 3월, 해운업계의 탄소중립을 목표로 하는 국제 연합체인 Getting to Zero Coalition은 국제해사기구(IMO) 제81차 해양환경보호위원회(MEPC 81) 회의 이후, 온실가스(GHG) 감축을 위한 해운업계의 강력한 정책 도입이 필요하다고 강조함. 이 연합체는 2050년까지 해운업계가 탄소중립을 달성하기 위해 글로벌 연료표준(Global Fuel Standard)을 도입하는 것이 필수적이라고 주장하며 2030년까지 온실가스 배출 집약도를 줄이기 위한 중장기 정책 수립이 시급하다고 언급함.

현재 해운은 전 세계 탄소 배출의 상당 부분을 차지하고 있어 탄소중립 목표 달성을 위해 노력해야 할 필수적인 부문임. 또한 탄소중립 목표를 달성하기 위해서는 해운업계 전반에 걸친 기술적 혁신과 정책적 지원이 필수임. 특히, 무탄소 배출 연료의 사용을 촉진하고, 이에 따른 경제적 부담을 완화하기 위한 글로벌 표준이 요구됨.

Getting to Zero Coalition은 중장기 목표로 온실가스 배출에 대한 가격 책정과 수익 재활용 메커니즘을 포함한 정책을 제안함. 이러한 정책은 연료의 LCA(Life Cycle Assessment)를 고려하여, 해운업계가 탄소중립 목표를 달성할 수 있도록 돕는 중요한 역할을 할 것임. 특히, 화석연료와 무탄소연료의 사용을 촉진할 필요가 있다고 강조함.

보고서에 따르면, 해운업계는 2030년까지 탄소 배출 40% 감축과, 2050년까지 완전한 탄소중립을 목표를 설정하고 있음. 이러한 목표를 달성하기 위해서는 업계 전반에 걸쳐 새로운 기술과 정책이 도입되어야 하며, 특히 글로벌 연료표준의 채택이 중요함.

또한, 2021년 말까지 240개 이상의 기업과 조직이 온실가스 감축을 위한 목표와 행동 계획을 수립했다고 보고서에서 언급함. 이 기업과 조직은 온실가스 감축의 투명성, RD&D(Research Development & Demonstration), 무탄소배출 선박의 발주 및 운영, 무탄소연료 사용 등 총 643건의 다양한 활동을 보고함. 이러한 정책은 해운업계의 탈탄소화를 가속하기 위한 첫 단계로, 2050년까지 목표를 달성하기 위한 중요한 역할을 담당할 것임.

또한 해운업계가 전 세계적으로 온실가스 감축 목표를 달성하기 위해서는 정책적 지원과 무탄소연료의 상용화를 위해 연료 생산 및 벙커링 인프라에 대한 투자가 중요하다고 강조하며, 이러한 노력은 보다 많은 국가에서 시행되어야 한다고 언급함.

이와 함께, 지속가능한 연료의 대량 생산과 분배, 저장 및 벙커링을 위한 필수적인 인프라가 2030년까지 구축되어야 한다는 점도 강조됨. 아울러 해운업계의 탈탄소화를 위한 첫 단계로서 온실가스 배출 데이터의 투명성을 중요하게 생각하며, 이를 통해 기업들이 목표를 설정하고, 실질적인 행동계획을 실행할 수 있도록 해야한다고 언급함.

결론적으로, 해운업계는 글로벌 연료표준 도입을 통해 탈탄소화를 가속화할 수 있는 기회를 제공받을 수 있으며, 이는 궁극적으로 전 세계적인 탄소배출 감축목표 달성에 중요한 역할을 할 것으로 판단됨. 끝으로 해운업계가 목표를 달성하기 위해 지금 당장 행동에 나설 것을 강력히 권고함.

Nautical Notes 2

국제해운의 대전환에 따른 2050 전망

출처: Lloyd's Register, 2024.「Global Maritime Trends 2050」Research Programme.

동 보고서는 국제해운에 빠르게 도입되고 있는 디지털 및 탈탄소 기술에 따른 변화를 전망함. 주요내용으로 첫째, 친환경 대체연료 및 에너지효율 관련 신기술 수용 능력에 따라 국가별·지역별 불균형이 발생할 수 있으며, 이로 인해 전 세계적으로 기후위기 대응이 지연될 수 있다는 우려를 제기함. 둘째, 4가지 해운산업의 실현 가능한 미래 시나리오를 도출하였고, 이를 통해 글로벌 협력의 속도와 범위에 따라 탈탄소화, 글로벌 무역 구조, 해양 생태계 등에 많은 영향을 줄 수 있다고 예측함. 셋째, 지역별 인구 구조 변화 및 경제 성장 차이로 인해 2050년에는 아프리카 국가들이 주요 선원 공급국으로 성장하고, 여성 선원의 비율도 25%까지 증가할 것으로 전망함.

신기술 수용 역량에 따른 국가간·지역간 불균형 우려

최근 선진국들은 저개발 국가가 아닌 자국으로 생산기지를 이전하려는 경향이 강해지고 있음. 'Near-shoring' 및 'Off-shoring' 현상에서 이러한 경향을 확인할 수 있으며, 앞으로 세계적인 인구 역학의 변화를 바탕으로 글로벌 해상무역의 양상이 전 세계로 더 확장되기보다 일부 지역 및 대륙 중심으로 발전하고 소형선박을 통해 인접 국가 간 거래로 재편될 수 있다고 전망함. 이러한 변화는 대체연료 및 에너지효율 등 친환경 신기술의 국가 간 수용 역량 차이에 따른 결과로 이는 기후대응 목표 달성을 저해하는 요인이 될 수 있음.

기후목표 달성이 지연되면 2,100년까지 지구 온도가 2도 이상 상승하는 최악의 시나리오로 이어지며 북해와 대서양 연안에서는 해수면 상승이 나타나고, 특히 2050년까지 베트남, 인도네시아, 필리핀 등 아시아 저지대 국가의 인구 3억 명이 홍수 등 자연재해 위험에 처할 수 있음.

그림1. 저개발 국가에 미치는 자연재해 영향 증대(출처: Lloyd's Register)

국제해운의 현실 가능한 국제해운의 4가지 미래 시나리오

첫 번째 미래 시나리오는 전 세계적인 녹색 수소 상용화로서 이 경우, 수소에너지를 적극적으로 사용하는 선박을 기반으로 해운산업은 글로벌 환경보호에서 중요한 역할을 하게 됨. 특히 중국, 사우디아라비아, 남아프리카, 미국 등 주요 국가들은 녹색 에너지 생산의 선도국으로 발전할 것으로 판단됨. 또한, 암모니아를 이용한 수소 운반 기술이 발전함에 따라 이와 연계된 새로운 일자리가 생기고, 엔지니어들이 해운산업에서 더 많은 기회를 얻게 될 것임이다. 이를 실현하기 위해서는 글로벌 수소에너지 시설 기반 구축이 무엇보다 중요하며, 선박과 항만 간의 협력이 더욱 강화되어야 함.

두 번째 시나리오는 자동화 기술이 정착된 미래로서 원격 제어와 사물인터넷(IoT) 등 새로운 기술이 선박과 항만의 작업 효율성을 크게 높여 해상무역 활동을 더욱 활성화될 수 있음. 이는 산업 전반에 걸친 기술 투자와 국제표준의 조화가 필수적으로 요구되며, 이와 함께 새로운 기술을 다루기 위한 교육 프로그램 및 인적자원 확보가 관건임. 자율운항선박(MASS) 및 관련 기술이 이러한 관점에서 주목받을 수 있음.

세 번째 시나리오는 환경보호 및 해상무역에서 국가 간 협력이 약화되는 미래로서 이는 지정학적 갈등에 따른 보호무역주의의 강화와 자국의 경제적 우선순위에 따른 영향으로 해운부문의 탈탄소화가 지연되는 결과가 나타날 수 있음. 이러한 요인들이 축적되면 글로벌 거버넌스 및 국제표준의 영향력이 약화되고, 각국은 개별적이고 국지적인 관점에서 대응하게 되어 글로벌 해상무역의 발전이 제한될 가능성이 있음.

네 번째 시나리오는 전 세계 평균 해수면이 40cm 이상 상승하는 미래로서 예측하기 어려운 폭풍 등 자연재해가 해상 활동의 위험성을 증가시키고, 해상무역 환경이 불안정해짐. 이미 북극해 지역에서는 지구온난화로 인한 환경변화가 가속화되고 있어, 이는 해안 지역에 거주하는 사람들의 대규모 이주를 수반할 수 있음.

국제해운 탈탄소화는 단순히 국제해운에 종사하는 선박의 온실가스 감축만을 목표로 하지 않으며 현재의 기후위기는 국제무역의 재편, 더 나아가 인간의 생명에까지 영향을 줄 수 있음. 4개의 미래 시나리오는 모두 현실적으로 가능한 내용으로서 글로벌 협력 강화를 기반으로 신기술의 적극적인 개발 및 도입을 통해서 탈탄소화 및 디지털화를 추진해야 함.

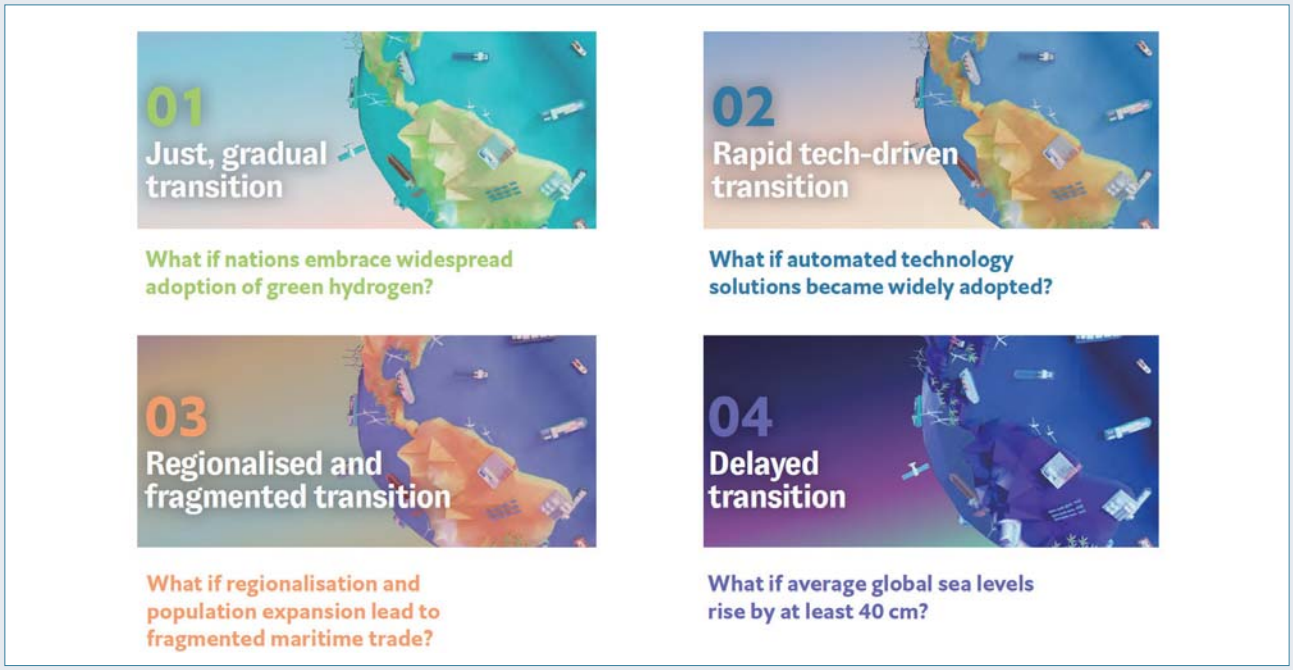


그림2. 국제해운 미래 변화에 관한 4가지 시나리오(출처: Lloyd's Register)

주요 선원 공급국으로서 아프리카, 그리고 여성 선원의 부상

국제해운의 탈탄소화에 따라 친환경 대체연료를 사용하는 선박의 증가로, 2020년부터 2050년까지 75만 명 이상의 선원의 추가 교육이 필요할 것으로 예상됨. 특히, 암모니아 운송 선박은 독성 위험에 따라 고도로 발전된 운용 기술과 안전 시스템이 요구되며, 이를 위해서는 기존 선원들에게 개편된 교육과 새로운 안전 훈련 프로그램이 필수적임. 이 과정에서 여성 인력의 활발한 참여와 함께 여성이 엔지니어 및 관리자로서 중요한 역할을 맡게 것으로 예상됨. 2050년경에는 여성 선원이 전체 선원의 25%를 차지할 것으로 전망됨.

전 세계적으로 친환경 수소에너지의 도입이 확대됨에 따라 이를 운송하는 암모니아 및 수소 선박의 안전이 강조되고, 관련 규제가 더욱 강화될 것으로 예상됨 이는 선원에게 직접적인 영향을 미침에 따라 숙련되고 전문적인 지식을 갖춘 인적자원의 필요성이 증대될 것으로 전망됨.

그림3. 친환경선박에 숙련된 선원의 수요 증대(출처: Lloyd's Register)

Nautical Notes 3

스톡홀름 항만, 자율운항 기술로 해양 혁신 선도

출처: SPLASH247, SAFETY4SEA

스웨덴 스톡홀름 항만은 자율운항선박의 안전성 연구를 위한 대규모 프로젝트를 시작함. 이 프로젝트는 스웨덴 교통청의 지원을 받아 자율운항선박의 안전성 및 효율성을 개선하고, 지속 가능한 해상 교통 솔루션을 개발하는 것을 목표로 함. 본 연구는 스웨덴 연구소인 (RISE)의 주도하에 진행되며, 노르웨이의 자율운항 기술 선두 업체인 토르가텐(Torghatten)과 제아부즈(Zeabuz), DNV선급 등이 협력함. 이 연구는 스톡홀름의 도심 해상 교통 환경에서 자율운항 선박의 안전성을 검증하고, 정책적·기술적 해결책을 마련하기 위한 중요한 기회로 평가됨.

이번 연구는 전기 자율운항 페리를 도입하는 실질적인 계획으로도 이어지고 있음. 첫 단계로, 승무원이 탑승한 상태에서 자율운항 시스템의 안전성을 확인하고, 이후에는 원격 관제 시스템을 통해 선박이 자율 운항될 수 있도록 전환할 예정임. 본 연구는 자율운항선박이 기존의 해양 규제 체계와 호환될 수 있을지에 대한 새로운 정책 구조를 마련하는데 중요한 역할을 함. 더불어, 스톡홀름의 자율운항 기술 도입은 도시 내 혼잡한 교통을 완화하고, 친환경적인 교통수단을 제시하는 데 크게 기여할 것으로 기대됨.

그림1. 스웨덴 스톡홀름 항만(출처: SPLASH247)

그림2. Yinson과 Zeabuz 협력(출처: SPLASH247)

한편, 말레이시아의 에너지 인프라 기업 Yinson은 노르웨이의 자율운항 스타트업 회사인 제아부즈(Zeabuz)에 전략적 투자를 단행하며, 지속 가능한 해양 기술로 사업 영역을 확장하고 있음. 제아부즈(Zeabuz)는 자율운항 페리를 위한 혁신적인 기술을 개발 중이며, 이 기술은 환경친화적이고 효율적인 해상 교통을 가능하게 할 것으로 전망됨. Yinson의 이번 투자 결정은 회사가 재생에너지와 해양 교통 분야에서 더 큰 역할을 하려는 기업의 장기적인 목표와 일치한다고 언급함. 제아부즈(Zeabuz)는 스톡홀름 항만과 협력하여 자율운항 선박의 상용화를 추진 중이며, 이를 통해 두 기업은 자율운항 기술과 지속 가능성 모두에서 중요한 발전을 이룰 것으로 예상함.

스톡홀름 항만과 Yinson의 자율운항 기술개발에 대한 노력은 글로벌 해양 산업에 긍정적인 영향을 미치고 있음. 스톡홀름 항만은 도심 해상 교통에서 자율운항선박의 안전성을 강화하는 한편, Yinson은 친환경 해상 교통을 가능하게 하는 기술개발에 주력하고 있음. 두 회사의 이러한 협력은 해상 교통의 안전성, 효율성 그리고 지속 가능성을 크게 향상할 것으로 예상됨. 특히, 자율운항선박은 기존 교통 기반 시설에 비해 탄소배출을 줄이고, 도시 내 교통 혼잡을 해결할 수 있는 중요한 대안으로 평가됨. 이와 같은 프로젝트들은 해양 교통의 미래를 재편하고, 기후 변화 대응에도 중요한 역할을 할 것으로 전망함.

Newsletter 1

MTEC/ICMASS 2024 개최

노르웨이, 트론헤임

스마트, 자율운항선박 및 항만 운영, 해상 안전, 해상 디지털, 초연결, 사이버 보안 및 친환경 선박기술 등을 다루는 제 6회 MTEC/ICMASS 2024가 노르웨이 트론헤임에서 개최될 예정임.

이번 컨퍼런스에서는 총 90개 이상의 발표가 있을 예정이며, 노르웨이의 기술 혁신의 허브인 트론헤임에서 자율운항선박 테스트 시범구역에서 선도적인 기술혁신 분야를 보일 예정임.

- **일시: 29~30 October 2024**
- **장소: Scandic Nidelven, Trondheim, Norway**
- **컨퍼런스 주제**
  - · Green shipping and ports
  - · Smart and autonomous ship and port operations
  - · Maritime safety
  - · Maritime digitalization, connectivity and cybersecurity
- **등록 및 자세한 정보는 아래의 링크 참조**
  https://www.ntnu.edu/mtec-icmass2024/home
- **문의 및 연락처:** Email: mtec-icmass-2024@konferanser.ntnu.no

Newsletter 2

제3차 선체부착생물관리 기술개발 국제포럼 및 전시회 개최

대한민국, 부산

국제해사기구(IMO)와 해양수산부·선박해양플랜트연구소(KRISO)가 공동개최하는 「제3차 IMO 선체부착생물관리 기술개발 국제포럼 및 전시회」가 부산에서 개최될 예정임. 국제해사기구(IMO)에서는 선체부착생물 관련 기술적 정보공유와 개도국 관리역량 강화를 위해 R&D 국제포럼 개최 중이며, 이번 3차 포럼 및 전시회에는 전시부스 10개를 포함하여 선박·해양환경 전문가 등 56개국에서 약 250명이 참석할 예정임.

- **일시: 11.4.(월)~11.8.(금)**
- **장소: 부산(웨스틴조선 호텔)**
- **주제: '선체부착생물 관리체계의 미래상'**

* **공식 행사명:** 3rd GloFouling R&D Forum and Exhibition on Biofouling Prevention and Management for Maritime Industries – Shaping the Future of Biofouling Management

- **참석자:** 해양수산부(개회사), 국제기구, IMO 회원국·개도국 공무원 및 업·단체, 선박·해양환경 전문가 등 56개국, 약 250명(국외 175, 국내 75)
- **포럼구성:** 발표세션(한국 세션 포함 12개) 및 토론, 수중청소장비 등 전시(국내·외 10개 업체) 및 현장 견학(선체부착생물 기술제거 참관, 조선소 등)
- **등록 및 자세한 정보는 아래의 링크 참조**
  https://www.glofouling.imo.org/events
- **문의 및 연락처**
  glofouling@tess-intl.com

Newsletter 3

G-NAOE 2024 개최

영국, 사우샘프턴

- **일시:** 2024년 11월 5일(화) ~ 9일(토)
- **장소:** Neonardo Royal Hotel Southampton Grand Harbour, Southampton, UK
- **주최(공동):** 대한조선학회, Lloyd's Register(LR)
- **주관:** G-NAOE 2024 Local Organizing Committee
- **주제:** Riding the Smart Wave for a Safer Ocean
- **등록 및 자세한 정보는 아래의 링크 참조**
  https://gnaoe.org
- **문의처:** G-NAOE 2024 사무국
  T. +82-42-489-7070 /
  E. gnaoe@themiceter.com

Newsletter 4

KORMAINE 2024 개최

대한민국, 부산

- **일시: 2024년 11월 12일(화) ~ 13일 (수)**
- **장소: 부산 윈덤그랜드 그랜드볼룸 (2층)**
- **The Future of Ocean Industry, Green Innovation & Digital Transformation**
- **한국어, 영어 (한-영 동시통역 제공)**
- **문의처:** 코마린 컨퍼런스 2024 사무국
  T. 02-2088-8620 E. info@kormarineconferences.org
- **등록 및 자세한 정보는 아래의 링크 참조**
  https://www.kormarine.com/ko-kr/about/kormarine-conference.html
  https://www.kormarineconferences.org/kr/

- **주최 :** 산업통상자원부, 부산광역시 • **후원 :** 한국관광공사, 부산관광공사, Trelleborg
- **주관사 및 후원사 :** 한국조선해양기자재공업협동조합, 리드케이훼어스, 한국산업단지공단, 한국선급, 한국해양대학교, 선박해양플랜트연구소, 한국해양교통안전공단, 한국해운협회, 한국해양수산개발원, 한국조선해양기자재연구원, 부산국제금융진흥원, 한국조선해양플랜트협회, 한국마린엔지니어링학회, 한국블록체인산업진흥협회, 한국해양정책연합, 한국선박내연기관협회, 국제신문

Newsletter 5

탄소중립 전문가그룹 특별세션 개최

독일, 에센

재독한국과학기술자협회(VeKNI)의 주관으로 열린 정기총회 및 추계학술대회의 탄소중립 전문가그룹 특별세션을 온, 오프라인 하이브리드로 개최함

- **일시: 2024.10.12. (토), 13:30–15:10** (독일 현지시간)
- **장소: Seminar 1 EG, Wimberstraße 1, 45239 Essen (BEW Bildungszentrum)**
- **프로그램**

시간	이름	소속	제목
13:30–13:50	김재민	지역경제 녹색얼라이언스	한국 탄소중립 녹색성장 정책 현황과 지자체 실행 계획
13:50–14:10	Hyungwoong Ahn	The University of Edinburgh	The Journey of PSA-SPUR: Developing an Innovative Adsorption Process for Carbon Capture from Concept to Market
14:10–14:30	Hyungju Kim	Norwegian University of Science and Technology	Balancing Innovation and Safety: Decarbonizing Marine Vessels for Sustainable Shipping
14:30–14:50	최정완, 황창원	ILJIN GmbH	유럽 자동차 Supply Chain의 친환경 정책 및 한국업체의 대응현황
14:50–15:10	Martin S. D. Yoo	GRUSE Offshore GmbH	LOHC (Liquid Organic Hydrogen Carrier): A Viable Solution for Efficient Hydrogen Storage and Transportation in the Steel Industry

해양수산부 KIRD 국가과학기술인력개발원 KRISO 선박해양플랜트연구소

2025년 첨단 해양모빌리티 전문인력 양성 프로그램 참가 연수생 모집

첨단 해양모빌리티란?

탈탄소·디지털 등 첨단 융복합 기술이 적용되어
해상에서 사람·재화를 이동(수송)시키는 수단(선박 등),
해상 교통환경 및 이와 관련된 서비스, 조선·해사 분야 포함

개요

첨단 해양모빌리티 분야 기술개발을 주도할 전문인력 양성을 위해
유럽 우수 선도연구그룹과 연계한 인력 교류·양성 프로그램 제공

선발 절차

서류접수 ➡ 서류심사 ➡ 면접심사 ➡ 연수개시

신청 자격

- 대한민국 국적 소지자
- 대학원생, 박사후연구원, 입직 7년 이내 산·학·연 신진연구자
- 국내 기관 소속 석·박사 재학생, 박사후연구원 및 재직자

모집 시기

- 25년 상반기(1~3월)
  * 프로그램 유형별 상황에 따라 변동될 수 있음

참고 사항

- 프로그램 유형별 지원사항 및 제출서류는 모집시기 내 별도 안내 예정

프로그램 유형

구분	단기 연수	중기 연수	장기 연수
개요	글로벌 선진 기술동향 파악 및 네트워크 형성 프로그램	- 유럽 현지 대학 단기 코스 이수 프로그램 - 선진기관(대학) 실험·실습 장비 활용 프로그램	국제 공동연구(프로젝트) 지원 프로그램
연수 기간	1~2주 내외	6개월 이내	1년 이내
지원 대상	대학원생, 박사후연구원, 산·학·연 신진연구자		국내외 박사과정생 (수료생 포함), 박사후연구원
모집 규모	00명	00명	0명
비고	- 그리스 Posidonia, 노르웨이 Nor-Shipping, 독일 SMM 등 글로벌 박람회/전시회, 학술대회 연계	- (코스이수형) 유럽 소재 대학 단기 코스 수강 - (실험실습형) 연구팀 단위 지원 (지도교수 포함)	- (지정형) 유럽 소재 기관 후보군 중 지원자가 택일 - (자율형) 지원자가 유럽 내 희망 기관 직접 제안

※ 추후 프로그램 구체화 예정이며, 상기 내용은 변경될 수 있습니다.

신청 문의

- KIRD 전문교육실 / 042-820-4038 / maritimemobility@kird.re.kr

편집위원회 명단

위원장 **홍 섭** 센터장 (KRISO 유럽센터)
위 원 **정병욱** 교수 (영국 스트라스클라이드대학 조선해양마린엔지니어링학부)
위 원 **김형주** 교수 (노르웨이 NTNU 기계산업공학과)
위 원 **김민규** 실장 (한국해사협력센터(KMC) 국제해사연구실)
위 원 **강성길** 센터장 (KRISO 국제해사기술센터)
간 사 **정태환** 책임연구원 (KRISO 국제해사기술센터)

KRISO Europe Center Magazine

Sea Frontier

Innovating maritime mobility

본 정보소식지는 해양수산부가 지원하는 R&D 사업인 "한-유럽 첨단 해양모빌리티 연구거점 구축 및 공동연구" 과제의 일환으로 발간하였습니다.

This report magazine is financially supported by the Korean Ministry of Ocean and Fisheries(MOF) based on the R&D project, "Establishment of Europe Research Hub and International Joint Research on Advanced Maritime Mobility between Korea and Europe"

Ministry of Oceans and Fisheries

KRISO KOREA RESEARCH INSTITUTE OF SHIPS & OCEAN ENGINEERING

TEL (042)866-3964 **e-mail** kec@kriso.re.kr **www.kriso.re.kr**