

KR
Decarbonization
Magazine



Providing the Best Services, Creating a Better World



Vol. 05
Winter 2023



A vertical photograph of a winter landscape. The foreground is filled with snow-covered evergreen trees, their branches heavily laden with white snow. In the middle ground, there are more snow-covered trees and some dry, yellowish grasses. The background shows a range of mountains under a pale, overcast sky. The overall color palette is dominated by whites, greys, and muted blues.

PROVIDING THE BEST SERVICES, CREATING A BETTER WORLD

KR is a world-leading, technical advisor to the maritime industry, safeguarding life, property and the environment through the pursuit of excellence in its rules and standards.



CONTENTS

04 Editor's Note

-
- Insights_** 08 암모니아 연료 선박의 전망 및 상용화를 위한 과제
12 선박 연료로서의 메탄을 특성과 고려사항
18 다중 대체연료 시대에서의 엔진 변화와 전망
24 Green Shipping Corridors의 국제동향과 전망

Regulatory Updates_ 32 IACS 동향 - Safe Decarbonisation

-
- Inside KR_** 36 EU ETS 시행에 따른 'KR GEARS' 업데이트
39 KR, 한화오션 개발 '선박용 이산화탄소 포집장치'에 개념승인
40 KR-HD현대글로벌서비스 '조선·해양 탄소 저감 솔루션 실증 및 기술 협력' 업무협약
42 '선박용 액체수소 저장시스템 적합 소재 연구' 보고서 발간
43 선박 바이오 연료 사용 관련 지침서 발행
44 KR, '친환경 기술 컨퍼런스 2023' 개최
45 2023년 MacNet 전략세미나 II
'Bio 연료와 암모니아, 선박 대체연료로서의 불확실성을 어떻게 극복할 것인가?' 개최



IMO의 2050 탈탄소 목표 선언 이후 선사의 최대 관심사는 향후 어떤 대체연료를 사용할 것인가입니다. 현재 가장 주목받는 대체연료로서는 LNG와 더불어 메탄올, 암모니아, 바이오연료 등이 있습니다. 이러한 대체연료가 선박의 연료로 사용되기 위해서는 연료의 안정적인 생산 및 병커링 인프라, 엔진 개발 및 내구성 테스트, 국제 협약 및 선급 규정 개발, 선원 교육 등 다양한 기술적인 준비가 필요합니다. 또한 탄소세 및 연료 가격 등 선박 전 주기에 걸친 경제성 분석도 필요합니다. 여전히 기술적 경제적 불확실성이 매우 큰 상황이지만, 이런 분석을 지속적으로 수행함으로써 선사는 최적의 대체연료를 선택할 수 있는 데이터를 축적할 수 있습니다.

이번 겨울호에서는 대체연료가 지니는 다양한 기술적 경제적 분석을 주요 이슈로 다루고 있습니다. 첫 번째로 암모니아는 LNG와 더불어 대량생산이 가능한 장점으로 인해 향후 미래 연료로서 각광받을 것으로 예상됩니다. 하지만 독성에 대한 문제를 어떻게 극복할 것인가는 여전히 숙제로 남아 있습니다. 이번 호에서는 경제성과 안전성 측면에서 선박 연료로서의 암모니아의 전망과, 사회적인 수용, 선박 안전 규정과 항만 규제, 연료 공급 및 병커링 인프라, 선원의 교육 및 자격 등 다양한 관점에서 폭 넓고 심도 깊은 분석을 실었습니다.

최근 컨테이너선의 연료로 각광받고 있는 메탄올은 상대적으로 안전하고 기술적으로 성숙하다는 최대 장점이 있는 반면, 연료를 안정적으로 생산하고 공급할 수 있을 것인가에 대한 부분에 대해서 상반된 의견이 있습니다. 이번호에서는 Well-to-Wake 관점에서의 메탄올 생산에 대한 부분을 중점적으로 다루고 있으며, 아울러 엔진 개발 현황, 경제성 등 선박 연료유로서 메탄올이 갖는 여러 가지 특성에 대한 정보를 제공하고 있습니다.

탈탄소 시대 시작과 더불어 다양한 대체연료를 사용하기 위한 새로운 엔진이 개발되고 있습니다. 이번호에서는 환경 규제에 따른 대체연료 엔진 개발 방향, 바이오 디젤 사용 확대에 따른 엔진에 미치는 영향, 병커링 인프라 구축 등을 소개하고 있습니다. 또한 새로운 엔진 사용시 예상되는 문제점과 이에 따른 선사의 대처 방안을 소개하고 있습니다.

대체연료 사용에 있어 항만에서의 연료 공급 및 인프라 확보는 매우 중요합니다. 2021년 COP 26에서 클라이드 뱅크 선언(Clydebank Declaration) 이후 전 세계적으로 171개국가가 44개의 녹색 해운 항로를 구축하고 있습니다. 이번 호에서는 세계적으로 추진되고 있는 녹색 항로 구축 프로젝트의 진행 상황 및 절차 특히 항만 친환경 연료 사전 준비 태세와 이에 따른 항만 역량지표에 대하여 상세히 소개하고 있습니다.

IACS는 지난해 SDP(Safe Decarbonization Panel)를 신설하고 새로운 대체연료와 연료 절감 기술에 대하여 공통 규칙을 개발하고 있습니다. 또한 IMO 2050 목표 달성을 위한 체계적인 협약 개발 방안과 구체적인 로드맵을 제시하고 있습니다. Regulatory Updates에서는 IACS에서 진행되는 탈탄소와 관련된 규정개발에 대한 내용을 소개하고 있습니다.

Inside KR에서는 2024년 시행될 ETS 대응, SEEMP Part III 회사 심사, 바이오 연료 사용 등 새로운 규제 시행에 맞추어 기능이 추가된 KR GEARs의 업데이트 내용과 산업계와 공동으로 수행하고 있는 선상 탄소 포집장치 AIP, 친환경 IT 솔루션 개발 MOU 등 주요 프로젝트를 소개합니다. 또한 바이오연료와 암모니아를 주제로한 MacNet 세미나와 KR에서 수행된 다양한 연구활동과 친환경 기술을 소개하는 KR 2023 친환경 컨퍼런스가 성황리에 개최되었다는 소식을 전하고 있습니다.

IMO 중기조치가 2025년 개발이 완료되면 환경 규제라는 가장 큰 불확실성이 사라질 것입니다. 또한 기술적 측면에서도 현재 활발히 진행되고 있는 암모니아 엔진, 연료 전지, 선상 탄소 포집장치 등의 개발과 테스트가 완료되면서 상당부분 불확실성이 해소될 것으로 보여집니다. 따라서 선사는 IMO의 중기조치 및 산업계의 기술개발 동향을 면밀히 주시할 필요가 있습니다. KR은 디카보나이제이션 매거진을 통하여 꾸준히 관련 정보를 업데이트하고 전문가의 인사이트와 함께 신속하게 전달함으로써 해상업체가 나아가야 할 방향을 모색하는데 조금이나마 일조하도록 하겠습니다.

KR 친환경선박해양연구소장 **송강현**

KR Decarbonization Magazine

Insights



암모니아 연료 추진 선박의 전망 및 상용화를 위한 과제

KR 기관규칙개발팀 최우석 수석



암모니아 연료 선박의 실현성에 대한 의구심보다는 상용화를 가로막는 장벽을 해결하는 방안 논의

암모니아연료 추진선의 전망

2018년 경, 무탄소 연료로서 암모니아를 처음 접했을 때 까지만 해도 그 실현성에 대한 의문이 있었다. ‘내연기관의 연료로 사용하기에는 연소 특성상 불리하지 않을까’라는 기술적인 의구심부터 암모니아의 높은 독성에 대한 선원 및 항만의 안전성 확보에 대한 우려까지, 이러한 문제들을 어떻게 극복할 수 있을지 의구심이 들었다. 하지만 그후 IMO의 탄소 저감 목표를 달성하기 위한 제한된 선택지는 암모니아 연료 추진 선박의 상용화 추진을 촉진시켰다.

복수의 엔진 제조사가 암모니아 연료 추진 엔진의 개발 마무리 단계에 이르러 2025년 상용화를 앞두고 있고, IMO에서는 선박 안전 기준 개발이 빠르게 진행되어 2025년 Interim Guideline의 발행을 계획하는 등 많은 변화가 있었다.

이제 선주사는 추진 연료로서 암모니아를 사용하는 것을 고려해야 하지만, 암모니아 연료의 경제성, 안전성, 연료 공급의 가용성, 관련 규제 등의 불확실성은 선주사의 결정에 어려움을 가중시키고 있다. 하지만 최근의 국제 사회의 동향 및 예측을 보면 암모니아 연료의 불확실성을 해소하는 방향으로 흘러가고 있다.

경제성

대체연료 추진선의 신조 가격은 연료 저장 탱크 및 연료 공급 설비 등의 비용으로 인해 LNG 추진선이 가장 높으며, 그 다음으로 암모니아 추진선, 메탄올 추진선 순서이다. 선박을 운항하는데 필요한 운영 비용으로는 연료 비용 뿐만 아니라 탄소세 등과 같은 환경 규제로 인한 규제 비용을 추가로 고려해야 하며, 향후 규제가 강화됨에 따라 이러한 비용은 더욱 증가할 것이다. 현재 대부분의 선박에서 사용되고 있는 화석 기반 연료는 낮은 연료 가격으로 인해 이점이 있지만, 향후에는 증가하는 규제 비용으로 인해 바이오 연료 또는 e-연료 등의 그린 연료가 경쟁력이 있을 것이다. 연료의 미래 예측 가격은 자료마다 상이하지만, 각 예측 가격의 평균 값을 고려하였을 때 그린 연료 중에서도 그린 암모니아가 가장 우세할 것으로 예상된다.

KR의 중대형선 대체연료 경제성 분석 결과에 의하면 몇몇 불확실한 요인이 존재하지만, 신조 가격과 운영 비용 등을 모두 고려하였을 때 LNG 추진선의 경제성이 가장 우수하며, 그 다음으로 암모니아 추진선의 경제성이 우수할 것이라는 결과가 나왔다. 암모니아 추진선의 경우 아직 상용화되지 않았기 때문에, 향후 암모니아 추진선의 발주와 병커링 인프라가 증가한다면 더 우수한 경쟁력을 가질 수 있을 것으로 예상된다.

안전성

KR은 암모니아 추진선의 안전성 확보를 위해 암모니아의 여러 특성 중에서도 특히 독성에 대한 위험도 분석과 함께 업계와의 공동연구를 실시하였으며, 또한 육상 암모니아 공장의 사례 및 작업장에 적용되는 안전한 암모니아 농도 기준을 연구하였다. 이러한 연구를 바탕으로 암모니아 연료 선박의 안전 원칙 및 안전 요건을 제안하는 의제문서를 IMO에 제출하였고 IMO에서는 동 문서를 암모니아 연료 선박 안전 기준을 개발하는데 활용하고 있다.

암모니아는 적은 농도에도 인체 건강에 치명적인 위험을 끼칠 수 있으므로, 먼저 인체에 무해한 수준의 암모니아 농도를 결정하고, 선원이 그러한 농도에 노출되지 않도록 하는 안전 조치가 필요하다. 병커링 매니폴드에서 연료 탱크, 그리고 엔진으로 연결되는 암모니아 연료 시스템에서 암모니아가 누출될 수 있는 요소를 식별하고 누출되는 암모니아의 농도를 제한치 이내로 제어하도록 하는 기술은 이미 실행 가능성이 확인되었다.

또한 가스 누설의 위험성이 큰 기관실은 연료 공급관을 이중관(Double Walled Pipe)으로 구성하고 이중관 내 누설 가스 탐지 및 연료 공급 중단 장치 등을 통해 기관실 내 가스 누출을 원천적으로 방지할 수 있다. 이는 LNG 추진선에서 오랜 기간 동안 적용된 안전 개념으로 가스 누출 방지에 대한 안전성이 검증되었다고 볼 수 있다.

거주 구역은 독성 지역과 격리해서 배치하고, 가스 위험 구역의 통풍 출구, 연료관 벤트 출구 등의 가스 누출원에는 암모니아 농도를 배출 허용 가능한 농도로 낮추는 처리 시설을 설치하여 안전을 확보할 수 있다.

화재와 같은 비상상황 시 연료 탱크의 압력 도출 밸브 개방으로 인해 누출되는 대량의 암모니아를 처리하는 것이 현실적이지 않기 때문에 이를 대비해 선원에 대한 안전 조치가 마련된 선내 피난처를 제공해야 할 것이다.

아울러 선원의 안전을 확보하기 위해서는 선박 안전 시스템의 구축과 더불어 암모니아 설비의 관리, 운영 절차 등의 인적 요소가 중요하다. 따라서 선원의 교육 문제 및 인식이 중요한 이슈가 되고 있으며, IMO의 STCW Code A-V/3(IGF 선박에 종사하는 선원의 교육 요건)를 기반으로 암모니아 연료에 대한 추가적인 요구 사항이 개발될 것으로 예상된다.

암모니아 연료 추진선의 상용화를 위한 과제

암모니아를 선박의 연료로 사용하기 위해 산업계 및 규제 기관이 많은 노력을 기울이고 있지만, 암모니아 연료 선박의 상용화를 위해서는 해결해야 할 많은 과제들이 있다. 이에 암모니아 연료 추진 선박의 운항에 있어 현안 및 나아가야 할 방향에 대해서 다음과 같이 제안하고자 한다.

· 암모니아 연료에 대한 사회적 수용

암모니아의 독성으로 인한 지역 사회의 민감성, 선원의 안전, 항만의 안전 등과 같은 불안감을 해소하기 위해 사회적 합의 및 다양한 이해관계자들의 노력이 필요하다. 암모니아 연료가 사회적으로 수용되기 위해서는 온실가스 저감을 위한 암모니아 연료의 정당성을 공유하고 암모니아 터미널 시설 등 기존 육상 시설에서 검증된 안전 기록들을 활용하여 안전성을 설명하려는 노력이 필요하다. 또한 국제 사회에서는 암모니아 연료 선박을 선도적으로 시행한 국가의 사례를 공유하여 암모니아 연료에 대한 사회적 불안감을 해소하여야 한다.

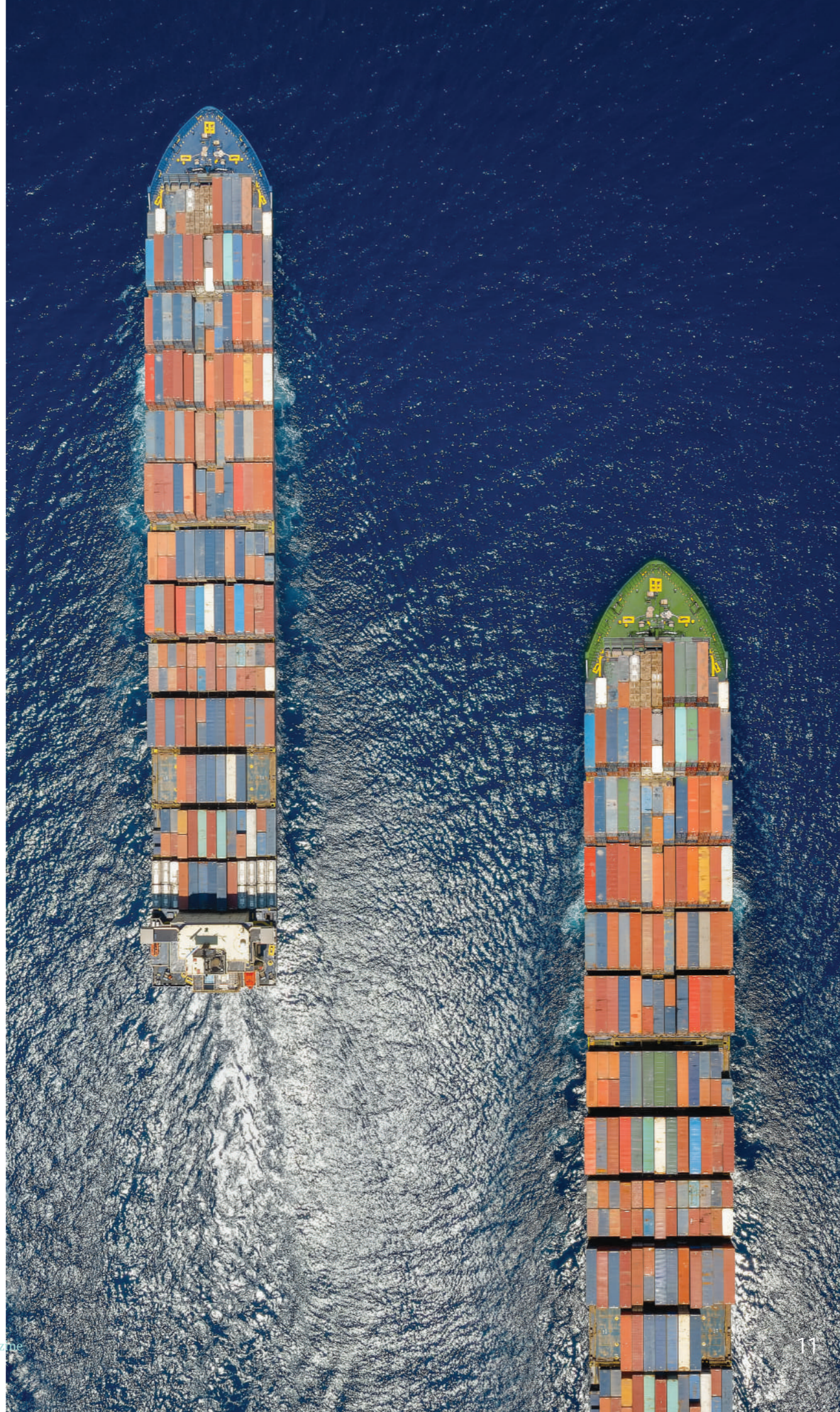
· 선박 안전 규정과 항만 규제의 불확실성

올해 9월에 있었던 CCC 9차 회의에서는 3개의 Interim Guidelines 초안이 제안되었으며 이를 기반으로 암모니아의 독성에 대한 집중적인 논의가 있었다. 그 결과 안전 기준 개발의 기본이 되는 안전 원칙(암모니아 누출 시나리오, 선원 안전을 위한 독성 농도 기준 등)에 대한 공감대를 이루었고, 그러한 안전 원칙을 기반으로 회기중 작업반에서는 성숙도가 높은 초안을 개발하여 CCC 10차 회의에서는 최종 기준안이 개발될 것으로 예상된다.

선박의 상용화를 위해서는 선박의 안전 기준과 더불어 선박의 입항 및 병커링이 가능하도록 적기에 항만 규제가 마련되어야 하며, 이를 위해서는 해운과 항만을 담당하는 규제 기관이 다르기 때문에 각 규제 기관의 소통 및 협업이 필요하다. 또한 항만 규제는 선박 안전 기준과는 달리 각 국가별로 이루어지므로 국가 간의 사례를 공유하고 IAPH(International Association of Ports and Harbors) 및 SGMF(The Society for Gas as a Marine Fuel)와 같은 국제 단체에서도 안전 지침을 개발하여 안전한 입항 및 병커링을 위한 Best Practice를 수립하여야 한다.

· 연료의 가용성 및 인프라 확장성

그런 암모니아의 수요 및 생산 기술은 아직 성숙되지 않았기 때문에 현재 생산 비용이 높지만, 공급량의 확대에 따른 생산 효율 및 기술의 발전에 따라 점차 낮아질 것으로 예상된다. 그린 암모니아는 선박 연료 뿐 아니라 발전용, 수소 운송용으로 그 수요가 확대될 것이 확실하며, 이에 따라 생산량이 늘어나고 공급 인프라도 확대될 것이다. 아울러 정부가 선사와 더불어 병커링 사업자에 대한 금융 지원 정책을 마련한다면 선박의 운항 및 병커링 인프라의 구축을 앞당길 수 있을 것이다.



· 선원의 교육 및 자격

기존 암모니아 산업 현장에서의 사고 사례를 보면 안전 기준이나 기술적인 문제보다는 정비 불량, 운전 미숙, 안전 절차 미준수 등의 인적 요소가 원인의 대부분을 차지한다. 이를 고려했을 때 교육 및 자격은 선원의 안전을 확보하는데 있어서 아주 중요한 요소이다. 선원의 교육 및 자격에 대한 요건은 STCW Code에서 다루고 있는데, IMO는 MSC 95차에서 IGF Code의 채택과 더불어 STCW Code를 개정하여 IGF 선박에 종사하는 선원의 교육 및 자격 요건을 A-V/3로 추가하였다. STCW Code A-V/3는 LNG에 한정하지 않고 모든 가능한 저인화점 및 가스 연료를 고려하고 있기 때문에 독성에 대한 내용도 다루고 있다. 따라서 IMO는 STCW Code A-V/3를 기반으로 암모니아 연료 선박에 대한 선원 교육 및 자격 요건 개발을 우선순위로 작업함으로써 암모니아 연료 선박 Interim Guidelines의 발효에 맞추어 교육 요건이 마련되도록 하여야 할 것이다.

· 다양한 이해관계자

암모니아 연료 추진 선박의 상용화에는 규제 기관(해운과 항만), 선주사, 조선소, 엔진 제조사, 연료 공급자 등 다양한 이해관계자들이 연관되어 있으며, 각 이해관계자들의 소통 및 협업이 중요하다. 또한 이러한 이해관계자들의 적극적인 실행 의지 및 투자를 이끌어내기 위해서는 자본, 규제, 지속가능성 등의 불확실성에 대한 해결책이 제시되어야 한다. 녹색 항로(Green Shipping Corridors)와 같은 제도적 정책은 이해관계자들에게 암모니아 연료 선박 생태계의 구축을 촉진시키는 동기 부여가 될 수 있다. 녹색 항로를 지정하여 정부는 선사 및 연료 공급 인프라 구축에 인센티브 및 금융 지원을 하고, 항만 및 병커링 규제를 정비할 수 있을 것이다.

암모니아 연료 추진 선박 시대에 대비한 준비

지금 국제 사회는 암모니아 연료 추진 선박의 실현성에 대한 의구심을 가지기보다는 암모니아 연료 추진 선박의 상용화를 가로막는 장벽을 식별하고 그러한 장벽을 해결하는 방안에 대하여 논의하고 있다. IMO는 암모니아의 독성으로부터 선원을 보호하기 위하여 발생할 수 있는 모든 위험 시나리오를 고려하여 안전 요건을 개발하고 있으며 산업계는 암모니아 연료에 대한 실효성 있는 안전 설비 개발에 박차를 가하고 있다. 일부 선도적인 국가에서는 암모니아 연료 추진선의 2025년 운항을 목표로 Pilot Project를 진행하고 있으며, 병커링 허브인 싱가포르 및 다수의 국가에서는 암모니아 병커링 인프라 구축을 준비하는 등 암모니아 연료 추진 선박의 시대가 성큼 다가왔다. 이제 우리도 암모니아 연료 추진 선박을 준비를 해야 할 때가 온 것이다.

선박 연료로서의 메탄올 특성과 고려사항

서울대학교 조선해양공학과
임영섭 교수



가속화되고 있는 기후 변화로 인하여 선박 업계에도 큰 변화의 바람이 불어오고 있다. 온실가스 저감을 위하여 다양한 친환경 대체연료들이 대두되고 있는 가운데, 메탄올에 대한 관심이 크게 높아지고 있다. 현재 선박 연료로서 메탄올이 주목을 받고 있는 가장 큰 이유는 다음과 같은 복합적 특징들 때문이다.

- 1 바이오 메탄올이나 e-메탄올과 같이 온실가스 배출량이 적은 그린 메탄올을 생산하는 것이 가능하다.
- 2 메탄올은 상온 상압에서 기체가 아닌 액체 연료로서, 기존 액체 저장 시설 및 기반 인프라를 큰 개조 없이 활용할 수 있다.
- 3 메탄올을 연료로 이용할 수 있는 엔진의 상용화 수준이 높아져 현재 바로 상업적 활용이 가능하다.

단, 메탄올은 고인화성이자 유독성 물질로, 취급에 주의가 필요하며 이로 인해 요구되는 안전 설비의 특징도 편차가 있다. 본고에서는 메탄올의 특성을 소개하고, 다른 연료의 특성과 비교하여 주요한 차이점을 전달하고자 한다.

안전에 대한 주의가 필요하지만
현재 바로 사용이 가능한
선박 대체연료, 메탄올

블루 메탄올, 그린 메탄올

메탄올은 다른 대체연료와 마찬가지로 어떻게 생산되었는지에 따라서 온실가스 배출 집약도에 큰 편차를 보인다. 메탄올은 연소 단계에서 발생하는 TtW(Tank-to-Wake) 온실가스(GHG, Greenhouse gas) 배출 집약도가 중유와 같은 화석 연료보다 낮은 값을 가진다. 그러나 화석 연료로부터 생산되는 경우 생산 단계를 포함한 WtW(Well-to-Wake) GHG 배출 집약도는 아래의 표와 같이 중유보다도 높은 값(100.4gCO_{2eq}/MJ)을 가지게 된다. 즉, 화석 연료로부터 생산되는 메탄올은 친환경 대체연료라 할 수 없다.

IMO MEPC 80차 회의에서는 기준 한계점(Threshold)을 도입하여, IMO의 화석 연료 기준 WtW GHG 배출 집약도인 94gCO_{2eq}/MJ의 65% 이상 저감 가능한 바이오 연료만 인정하는 방식을 명시하였다. 즉 32.9gCO_{2eq}/MJ 이하의 WtW GHG 배출 집약도를 가지는 경우만 바이오 연료로 인정받을 수 있게 되었다. e-연료에 대한 논의는 아직 IMO MEPC에서 완료되지 않았으나, FuelEU maritime / RED II의 RFNBO(Renewable Fuel of Non-Biological Origin) 합성 연료 요건을 살펴보면 화석 연료 기준 온실가스 배출 집약도가 70% 이상 저감된 연료만을 인정하고 있다. 만약 IMO에서도 e-연료에 대한 인정 조건을 화석 연료 기준 WtW GHG 배출 집약도가 70% 이상 저감된 연료로 국한하게 된다면, 28.2gCO_{2eq}/MJ 이하의 WtW GHG 배출 집약도를 가지는 경우만 e-연료로 인정받을 수 있게 된다. 즉, 미래에는 이러한 조건을 만족하는 경우에만 그린 메탄올의 자격이 부여될 것으로 예상해볼 수 있다.

수소와 마찬가지로 메탄올은 생산 과정에 따라 색상 분류를 적용할 수 있다. 화석 연료보다 온실가스 배출량이 적은 메탄올은 블루 수소와 그린 수소를 기반으로 하는 블루 메탄올과 그린 메탄올이다. 그린 메탄올은 크게 두 종류로 구별할 수 있다. 첫 번째는 이산화탄소를 흡수하여 저장한 바이오 매스로부터 생산되는 바이오 메탄올이다. 두 번째는 재생 에너지를 이용하여 생산된 전기로 물을 전기 분해해서 얻은 그린 수소를 재생 이산화탄소와 합성함으로써 생산되는 e-메탄올이다. 이때 그린 수소를 이용하더라도 화석 연료로부터 기인된 비재생 이산화탄소(Non-renewable CO₂)와 합성하여 생산되는 메탄올은 그린 메탄올이 되기 어려움에 유의하여야 한다. 비재생 CO₂는 LCA 관점에서 온실가스 저감 효과가 없으므로 이렇게 생산된 메탄올의 WtW GHG 배출량이 그린 메탄올에 요구되는, 낮은 배출 집약도를 가지기 어렵기 때문이다.

그린 수소와 비재생 CO₂, 혹은 블루 수소와 재생 CO₂로부터 합성되는 메탄올은 블루 메탄올로 볼 수 있다. 블루 메탄올은 그린 메탄올에 요구되는 낮은 배출 집약도를 달성하지는 못하더라도 화석 연료 대비 낮은 GHG 배출 집약도를 가지게 된다. 그린 메탄올의 공급 규모는 아직 전세계 에너지 수요를 충족할 수 있는 수준이 아니므로, 향후 기존 연료와 블루·그린 메탄올의 사용 비중을 조절하여 점진적인 온실가스 배출 목표를 달성하게 될 것으로 예상된다.

선박 연료들에 대한 WtW GHG 배출 집약도 분석 결과 (RED II / FuelEU Maritime 기준)

LHV: Lower Heating Value; ICE: Internal Combustion Engine; DFMS: Dual Fuel Medium Speed; DFSS: Dual Fuel Slow Speed; OPS: On-shore Power Supply; ILUC: Indirect Land Use Change

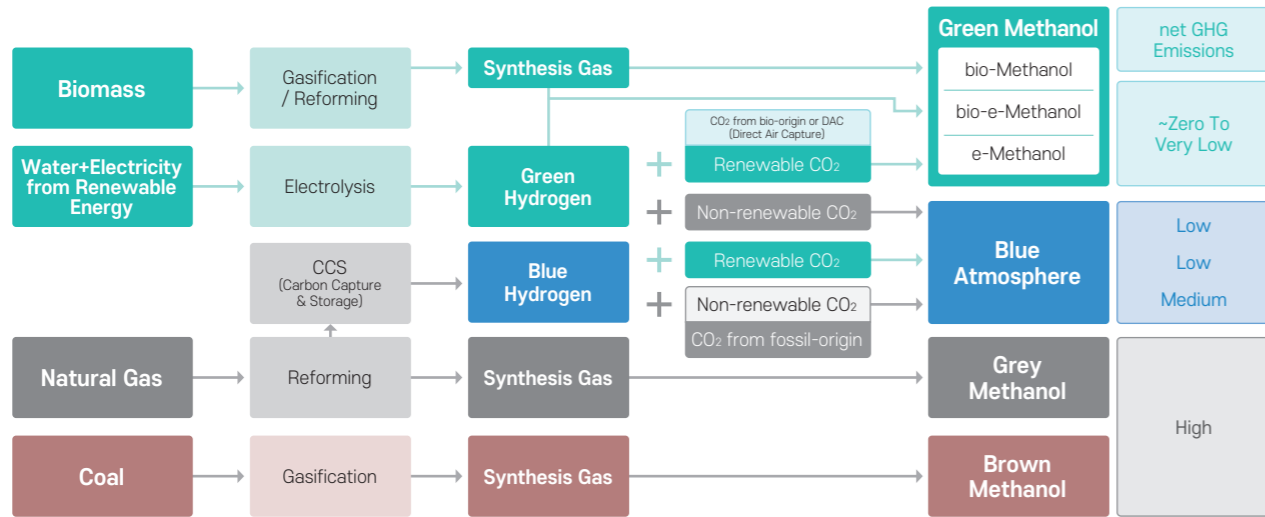
Fuel Class	Pathway Name	LHV (MJ/g)	WtT Intensity (gCO _{2eq} /MJ)	Fuel Consumer Unit Class	TtW Intensity (gCO _{2eq} /MJ)	WtW Intensity (gCO _{2eq} /MJ) ¹⁾	Source		
Fossil	HFO (ISO 8217 Grades RME to RMK)	0.0405	13.5	All ICES	78.2	91.7	FuelEU Maritime (EU, 2023)		
	LFO (ISO 8217 Grades RMA to RMD)	0.041	13.2		78.2	91.4			
	MDO/MGO (ISO 8217 DMX to DMB)	0.0427	14.4		76.4	90.8			
	LNG (Liquified Natural Gas)	LNG Otto(DFMS)	0.0491	18.5	70.7	89.2			
					LNG Otto(DFSS)	64.4		82.9	
					LNG Diesel(DFSS)	57.6		76.1	
	LPG (Liquified Petroleum Gas)	0.046	7.8	ICE (Butane)	65.9	73.7			
				ICE (Propane)	65.2	73.0			
				ICE/Fuel Cells	0.0 ²⁾	132.0			
	Biodiesel	Crop Biodiesel	0.0372	-61.7 to -0.9	All ICES	76.6		44.7 ~ 50.1	FuelEU Maritime (EU, 2023)
51.6 ~ 75.7									
Oil Crop Biodiesel		0.044	-54.2 to -47.7	All ICES	64.4	14.9			
Waste Cooking Oil Biodiesel						20.8			
Animal Fats from Rendering Biodiesel		0.02	-55.3	All ICES	68.8	11.7 ~ 18.2			
Fischer-tropsch Diesel						10.4			
Biomethanol		Waste Wood Methanol in Free-standing Plant	0.02	-52.6	All ICES	68.8	13.5		
							Farmed Wood Methanol in Free-standing Plant	16.2	
							Methanol from Black-liquor Gasification	16.2	
RFNBO Renewable Fuels of Non-Biological Origin (e-fuels)		e-diesel	0.0427	-48.2 이하	ICE	76.4	RED II (EU, 2018) / FuelEU Maritime (EU, 2023)		
	e-methanol	0.0199	-40.9 이하	ICE	69.1				
	e-LNG	0.0491	-42.5 ~ -29.4 이하	LNG Otto/Diesel	57.6 ~ 70.7				
	e-H ₂	0.12	28.2 이하	ICE/Fuel Cells	0.0 ²⁾				
	e-NH ₃	0.0186	28.2 이하	ICE/Fuel Cells	0.0 ²⁾				

1) 현재 화석 연료 WtW 온실가스 기준 배출 집약도가 IMO 기준(94gCO_{2eq}/MJ)과 FuelEU Maritime 기준(91.2gCO_{2eq}/MJ)이 동일하지 않음

2) 연소 과정에서 배출되는 CO₂ 이외 온실가스(CH₄, N₂O) 영향력 현재 미포함, 추후 수정될 수 있음

3) RED II 기반 e-연료 인정 기준은 화석 연료 WtW 기준 배출 집약도 대비 70% 감축, 바이오 연료 인정 기준은 65% 감축

메탄올 생산 경로에 따른 색상 분류



메탄올 엔진 및 벙커링

현재 다수의 엔진 개발 업체들이 메탄올을 연료로 하는 이중 연료 추진 엔진을 이미 개발했거나, 개발하고 있는 과정에 있다. 클락슨(Clarksons)에 따르면 2022년 43척의 메탄올 연료 추진 선박이 발주되었으며, 메탄올 준비 선박도 22척 발주되었다.

메탄올은 상압에서의 끓는점이 64.7℃로 휘발성은 높으나 상온에서 안정적인 액체이므로 저온용 강재를 사용할 필요가 없다. 그러나 일부 재료에 부식을 유발하기 때문에 탱크 및 배관, 실(Seal) 및 기타 구성 요소에 대한 재료 선택에 유의해야 한다. 화학 물질 운반선(Cheical Tanker)의 화물창에 적용되는 특수 도장을 메탄올 연료 탱크에 동일하게 적용하여, 일반적으로 선체 구조에 적용되는 선급 강재(AH grade, A grade 등)로 메탄올 연료 탱크의 제작이 가능하다. 규산 아연으로 탱크를 코팅하는 경우 일반적으로 날카로운 모서리가 없는 평평한 표면이 필요하므로 외부 구조와 탱크 내부는 평평한 표면으로 제작해야

한다. 특수 도장을 위해서는 탱크 내측으로 부재가 배치되지 않도록 주의해야 하며, 화물창 탱크의 접근을 위한 의장 설비를 최소화해야 한다.

메탄올의 에너지 밀도는 LNG보다 낮으나, 저온 단열재 등 부가적인 공간에 대한 필요성이 적고 선박 하단의 공간을 이용할 수 있기 때문에, 코퍼덱 등을 고려하더라도 상대적인 화물창 크기는 LNG와 유사하게 기존 연료의 2배 수준으로 평가받고 있다. 이는 액화 암모니아 화물창 크기의 약 절반, 액화 수소 화물창 크기의 30% 수준으로 추정된다. 메탄올 추진으로 전환하는 경우 공간 전환으로 인해 약 1.5%에서 4% 정도의 화물 용량 감소가 예상되고 있으며, 이러한 손실을 줄이기 위해서는 메탄올 전환을 위한 구조적 요소 및 시스템을 미리 갖추어 두는 준비가 필요하다.

업체별 메탄올 엔진 개발 현황

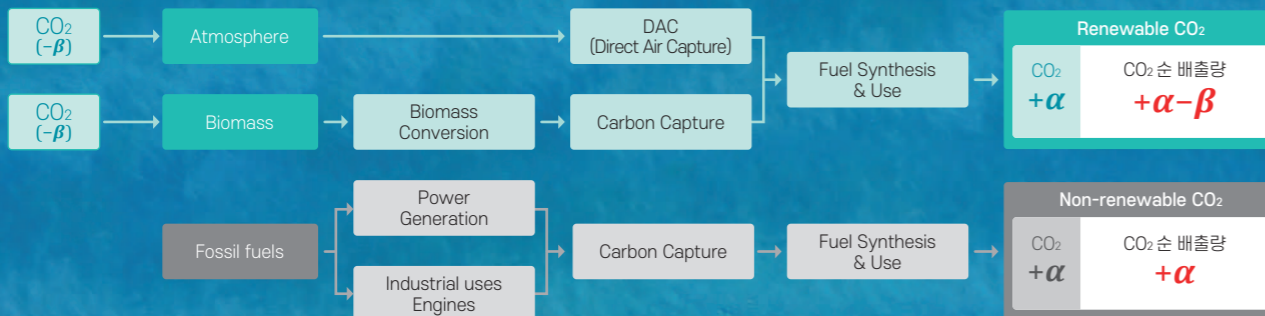
Anglo Belgian Corporation (ABC)	955kW ~ 3,536kW 출력의 6기통 및 8기통 인라인 엔진, 12기통 및 16기통 V 엔진으로 구성된 DZD 메탄올 엔진 제품군 개발
Caterpillar	Cat® 3500E 시리즈 엔진을 메탄올 연료 추진 엔진으로 전환 가능
CSSC Power Research Institute, Anqing CSSC Diesel Engine, and Hudong Heavy Machinery	M320DM 메탄올 연료 엔진을 개발했으며, 최대 20,000GT의 다양한 선박에 적용 가능
Hyundai Heavy Industries Engine & Machinery Division (HHI-EMD)	5,400마력급 메탄올 이중 연료 발전 엔진 개발 및 50대의 엔진 수주 (2022년 10월 기준)
MAN Energy Solutions	2행정 메탄올 이중 연료 엔진인 ME-LGIM 개발 완료 (145,000시간 이상의 작동 시간 축적) 및 4행정 메탄올 엔진 개발 중
mtu Marine solutions (by Rolls-Royce)	2026년 mtu Series 4000 기반의 메탄올 엔진을 출시하고, 2028년 메탄올 연료 전지 출시 예정
Nordhavn Power Solutions A/S	ScandiNAOS사와 협력하여 13L/6기통 및 16L/8기통 메탄올 엔진 제공
Wärtsilä	2015년 이후 축적된 메탄올 엔진 운영 경험을 바탕으로 ZA40S, W32 Methanol 엔진 개발 완료 및 W20, W46 메탄올 엔진 개발 예정
WinGD and HSD Engine	공동 개발 프로젝트를 통해 2024년 메탄올 엔진 개발 완료 예정

선박 연료 저장 특성

연료	발열량(LHV)(MJ/kg)	에너지 밀도(GJ/m³)	저장 압력(bar)	저장 온도(°C)	상대적 화물창 크기(단열재 고려)*
MDO/MGO	42.7	36.6	1	20	1
LNG	55.6	25.0	1	-162	2.3
메탄올	19.9	15.8	1	20	2.3
액화 암모니아	18.6	12.7	1	-34	4.1
			10	20	
액화 수소	120.0	8.5	1	-253	7.6

* 상대적 탱크 크기는 항속 거리 1,000해리의 헥사덱스급 화물선을 기준으로 추산

재생 CO₂와 비재생 CO₂의 개념



메탄올의 위험 요인 및 안전

메탄올은 부식을 유발하며 화재 폭발이 가능한 고인화성 물질이며, 특히 유독성 물질로 취급에 주의가 필요하다. 메탄올은 섭취, 흡입, 피부 접촉의 모든 경로로 인체에 흡수될 수 있으며, 인체에 흡수된 메탄올은 산화되어 포름알데하이드(Formaldehyde)로 전환된 뒤 알코올탈수소효소(Alcohol Dehydrogenase)에 의하여 포름산(개미산, Formic Acid)이 되며, 최종적으로는 산화되어 물과 이산화탄소로 분해된다. 그러나 메탄올의 분해 속도는 매우 느려서, 독성 물질인 포름알데하이드의 체내 축적이 발생하게 되며 인체 피해로 귀결된다. 포름알데하이드는 뇌척수액, 혈액, 소변 등 인체의 다양한 조직으로 분산되며, 특히 안구 및 유리체 체액에 흡수되어 피해를 유발하는데 시신경과 망막에 위축을 유발하며 실명으로 연결될 수 있다. 메탄올의 불완전 연소 또한 포름알데하이드를 형성할 수 있으므로 주의가 필요하다. USA NIOSH(National Institute for Occupational Safety & Health) 기준에 따르면 메탄올의 1일 작업 시간 동안의 시간 가중 평균 노출 기준(TWA, Time Weighted Average)은 200ppm, 단시간 노출 기준(STEL, Short Term Exposure Limit)은 250ppm이다.

위험 사고 예방을 위하여 메탄올 취급 시설은 열원 및 점화원으로부터 격리되어야 하며, 저장용기는 밀폐되어야 한다. 저장 용기는 접지되어야 하며, 방폭형 설비 및 환기·배기 설비, 스파크 및 정전기 방지 수단이 요구된다. 메탄올 증기를 흡입해서는 안 되며, 취급 시 먹거나 마시거나 흡연해서는 안 된다. 실외 혹은 환기 시설이 갖추어진 곳에서 사용되어야 하며 직접 접촉해야 하는 경우 개인 보호구를 착용해야 한다. 삼켰다면 입을 씻고 즉시 의료 기관의 진료를 받아야 하며, 피부

또는 머리카락에 묻은 경우 오염된 모든 의류를 즉시 벗고 피부를 물로 세척해야 한다. 오염된 의류는 재사용 전에 세척해야 한다. 흡입시 신선한 공기가 있는 곳으로 이동하여 안정을 취해야 한다. 메탄올 중독 치료 약물로는 포메피졸(Fomepizole, 혹은 4-methylpyrazole)이 존재하며 WHO 필수 의약품 목록에 등재되어 있다.

메탄올 추진 선박에 요구되는 안전 규정은 IMO의 메틸/에틸 알코올을 연료로 사용하는 선박의 안전에 대한 잠정 가이드라인(MSC.1/Circular.1621) 및 KR 저인화점 연료 선박 규칙 부록5 메틸/에틸 알코올 연료 선박 요건을 따른다. IGF 코드를 기반으로 하고 있으나 독성 등 LNG와는 매우 다른 특징들을 가지기 때문에 요구되는 안전 규정 또한 차이가 다수 존재한다. 메탄올은 상온에서 액체로 존재하므로, 저장 시 저온 유지를 위한 별도의 조치가 필요하지 않고 때문에 취성 파괴를 방지하고자 설계하는 2차 방벽(Secondary Barrier)이 요구되지 않는다. 결과적으로 메탄올 탱크는 LNG 연료 탱크나 암모니아 연료 탱크와는 다르게 선체 구조 일부가 탱크를 형성하는 일체형 연료 탱크로 배치가 가능하다. 반면 유독성 물질이기 때문에 최저 수위선 아래에 설치되는 메탄올 탱크 주변에는 보호용 코퍼댐(Cofferdam)이 필요하며 작동 중에 항상 불활성 상태를 유지해야 한다. 폐위 구역을 통과하는 연료관은 누출 방지를 위해 이중관 등으로 밀폐되어야 하며, 배출 및 누설된 연료는 드립 트레이를 통하여 전용 누설물 저장 탱크로 배수되어야 한다.

메탄올 경제성

현재 대체연료의 가격 변동성이 매우 크며 기간 및 지역에 따라 편차가 매우 커서 일반적으로 비교하기는 어렵다. 2021년도를 기준으로 할 때 그레이 LNG는 평균 \$17.6/GJ 수준, 그레이 메탄올은 \$20.0/GJ 수준의 가격대를 보이고 있으나 시기와 장소에 따라 LNG 가격이 메탄올의 2배 이상의 가격대를 형성하기도 하였다.

바이오 메탄올의 경우 바이오 매스나 MSW(Municipal Solid Waste, 도시 고형 폐기물) 등에서 얻어진 바이오 가스로부터 합성이 가능하며 그린 메탄올 중에서는 비교적 저렴한 \$30.0/GJ 수준으로 추정된다. 반면 e-메탄올의 경우 신재생 발전을 통한 그린 수소로부터 합성되어야 하므로, 현재 \$66.0/GJ 수준의 높은 가격대를 보이고 있으며, 만약 DAC를 통하여 이산화탄소를 포집하여 합성하는 경우 높은 이산화탄소 포집 비용으로 인하여 \$80/GJ 이상의 가격을 형성할 것으로 예상된다.

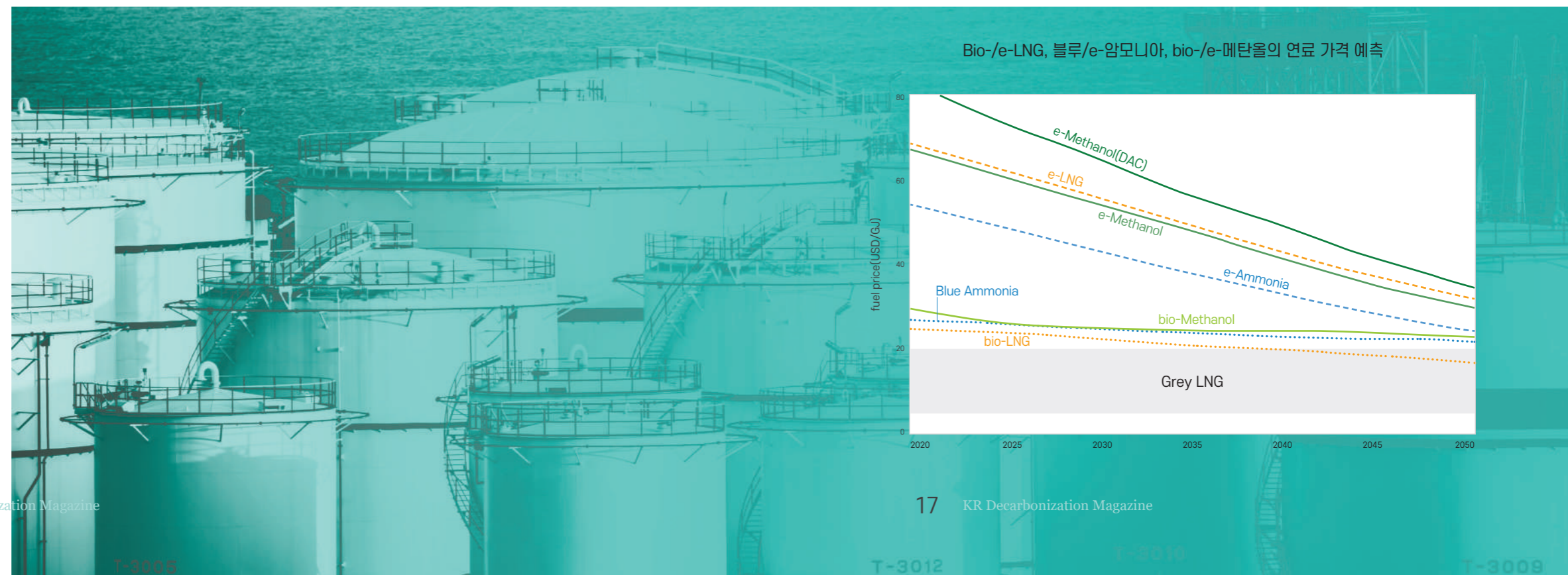
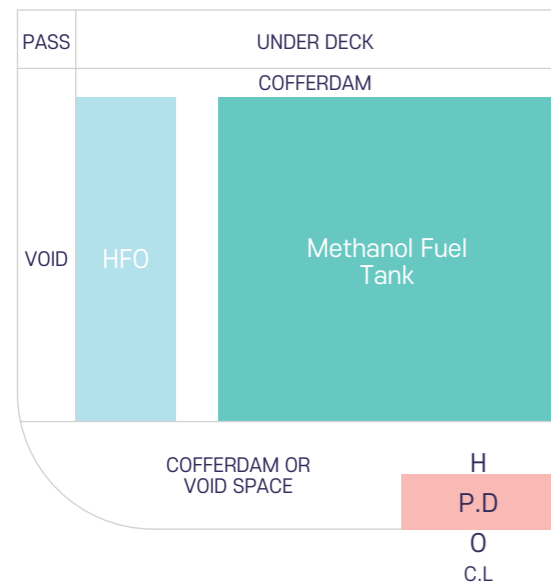
e-메탄올의 생산 단가에 가장 큰 영향을 미치는 것은 그린 수소 생산을 위한 신재생 발전 단가로, 향후 시간이 경과하고 기술이 성숙함에 따라 신재생 발전 단가와 수전해 비용이 감소하면서 e-메탄올의 생산 단가도 점진적으로 낮아질 것으로 예측되고 있다. 바이오 메탄올의 경우 기술 성숙기가 되더라도 원료가 되는 바이오 매스의 수요 증가로 인하여 원재료 가격이 상승할 것으로 예상되어, 평균 가격 감소폭은 크지 않을 것으로 보인다. 다음의 그림은 타 연료 대비 향후 바이오 및 e-메탄올의 가격 변화에 대한 예상치를 보여준다.

결론 | 선박을 위한 대체연료로서 메탄올

메탄올은 액체 연료로 기존 액체 저장 시설 및 기반 인프라를 큰 개조 없이 활용할 수 있고, 메탄올 엔진이 상용화되어 있으므로 현재 바로 사용이 가능하다는 장점을 지닌다. 동시에 블루 메탄올 및 그린 메탄올을 그레이 메탄올과 혼용하여 사용함으로써 온실가스 배출 규제 또한 만족할 수 있다. 상대적으로 낮은 가격으로 인하여 상당 기간 동안 바이오 메탄올의 수요가 높은 것으로 예상되며, 이후 기술 발전에 따라서 e-메탄올의 가격이 하락하면 다수의 대체연료와 경쟁이 가능해질 것으로 보인다.

메탄올은 섭취, 흡입, 피부 접촉의 모든 경로로 인체에 흡수될 수 있는 유독성 물질로, 실명 등 안전 사고 발생이 많은 위험한 물질이므로 취급에 주의가 필요하다. 코퍼댐 및 이중관 밀폐 등 차별적인 안전 규정이 요구되므로 이에 대해서 주의가 필요하다. 또한 아직 선원을 위한 메탄올 안전 교육이 충분하게 제공되고 있지 않으므로, 교육 훈련 프로그램이 확충될 필요성이 있다.

메탄올 연료 탱크 배치 사례



다중 대체연료 시대에서의 엔진 변화와 전망

KR 기술영업지원팀 김영호 수석

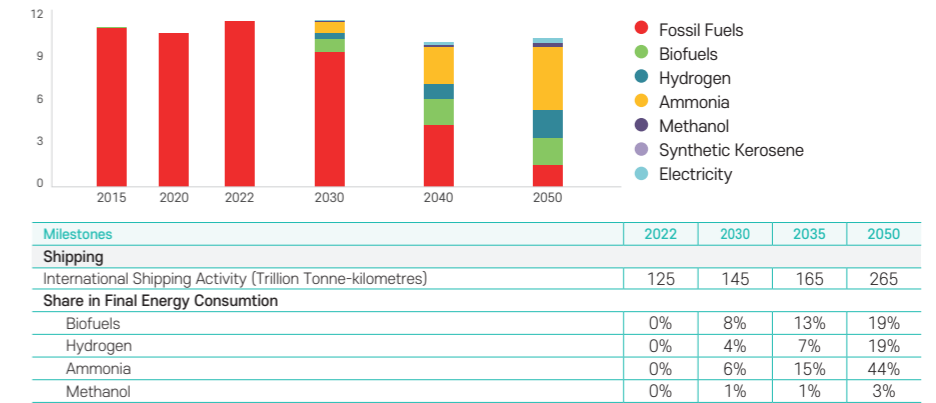


선박 추진 방식은 시대의 흐름에 따라 꾸준히 변화해왔다. 대항해 시대에는 주로 풍력에 의존한 돛을 선박 추진으로 사용하였고, 산업 혁명 이후 증기기관과 내연기관으로 발전하였다. 현대에 이르러 내연기관, 전기 및 하이브리드, 연료전지, 원자력 등 다양한 추진 시스템을 선박에 적용하고 있다. 또한 전 세계적인 기후 위기와 탈탄소화 드라이브에 발맞추어 다양한 저탄소 또는 무탄소 연료를 사용하려는 노력과 함께 과거의 돛을 개량한 풍력 보조 추진 시스템 사용도 증가하고 있다. 미래에는 다양한 추진 방식 중 어느 것을 주도적으로 사용할지 아직 불확실하지만, 선박용 연료 전망을 기반으로 엔진 개발 방향을 어느 정도 예측할 수 있다. LNG와 메탄올을 연료로 사용하는 선박의 수가 증가하고 있으며, 이 추세로 다른 연료의 사용이 없다면 이미 주문한 선박을 기준으로 2030년경에는 이들 연료의 필요량이 비슷해질 것으로 보인다. 그러나 IEA를 비롯한 여러 기관의 2030~2050년 에너지 예측에 따르면, 무탄소 연료인 암모니아의 비중이 메탄올을 초과할 것으로 보이므로, 암모니아를 연료로 사용하는 내연기관 및 연료전지의 개발이 활발하게 이루어지고 있다. 그러므로 이러한 세계적 추세와 비교하여 현재 우리 선박에서 사용하고 있는 엔진이 기술적으로 어느 위치에 있는지 파악하고 향후 탈탄소 방향성에 대해 고민할 필요가 있다.

엔진의 기술적 위치는?

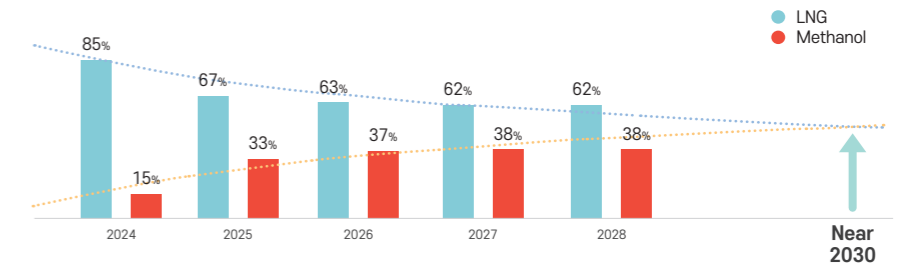
* LNG/Methanol 전용선을 제외한 선박의 주문량을 기준으로, 인도 시기별 필요한 LNG와 Methanol의 연료량을 비율로 나타낸 그래프임. 다른 변수에 대한 미고려 및 단순 연 추세 추정 시, 약 2030년경 두 연료의 필요량이 동일해질 것으로 예상.

해운업계 연료소비 전망



출처 : IEA Net Zero Roadmap 2023: A Global Pathway to Keep the 1.5 °C Goal in Reach, IEA, 2023, p.94

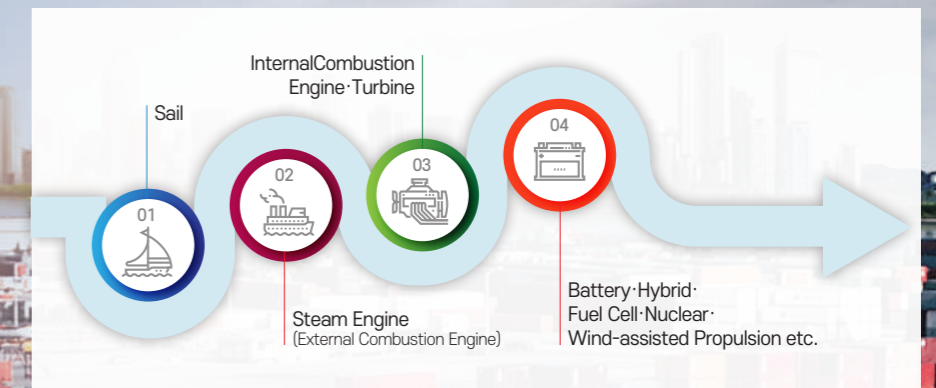
주문 선박의 인도 시기별 대체연료 필요량 비교(LNGC 제외)*



출처 : World Fleet Register, Clarkson Research

기후 위기를 또다른 도약의 기회로 만드는데 필요한 것은 이해 당사자들 간의 경쟁을 초월한 협력!

추진 형식 변경 과정



탈탄소화 시대의 시작

해운산업은 IMO와 EU 등 지구 온난화에 대응하기 위한 엄격한 탄소 규제를 직면하고 있다. 이로 인해 선주, 조선소 및 엔진 개발사를 막론하고 선박에서의 대체연료 사용을 다각도로 고려하고 있다. 주목할 점은 이러한 규제가 생애주기상(WtW, Well to Wake) 탄소 배출량이 높은 연료의 사용 저감을 목표로 하고 있다는 것이다. 이러한 규제는 점차적으로 선박에서 사용하는 연료 유형의 변화를 유도할 것이다. 그 결과, 선박 구조의 변화와 함께 추진 및 발전용 엔진도 변화가 필요하게 되었다. 현재 주로 사용하는 내연기관에서 연료전지 또는 원자력과 같이 근본적으로 다른 유형의 엔진으로 전환하는 필요성 논의도 진행 중이다. 그러나 조선 및 해운업계에서는 장기간 동안 입증된 효율성과 광범위한 운영 경험을 갖춘 내연기관의 역할이 상당 기간 지속될 것으로 보인다. 미래 연료와 추진 기관의 선택은 환경적 책임과 실용적 실행 가능성, 그리고 새로운 기술 채택 시의 경제적 요소에 대한 균형 있는 고려를 요구한다. 그러므로 탈탄소화로의 전환은 단순한 규제 준수 문제가 아니라 탄소 발자국 감소에 초점을 맞춘 엔진 라인업 변화를 요구하고 있으며, 해운산업의 환경에 대한 책무 완수를 선도함으로써 다른 산업의 선례를 설정할 수 있는 기회이기도 하다.

환경 규제와 대체연료 엔진 개발 방향

EU의 'Fit for 55' 입법 패키지의 FuelEU Maritime 규정은 선상에서의 연료 사용에 따른 온실가스 배출 규제, 시간이 지날수록 규제 비용의 상당 부분을 차지할 것으로 예상된다. 이 규정에 따르면, 사용하는 연료마다 규제 비용이 다르며 심지어 같은 종류의 연료라도 엔진에서의 연소 방식에 따라 규제 비용 부과 시기가 다르다. IMO 또한 이와 유사한 규제를 중기 조치로 준비하고 있다. 최근 발주하는 대체연료 추진 선박의 경우 LNG 또는 메탄올을 연료로 선택하고 있는 가운데, 암모니아 연료 추진 선박도 건조 계약을 하였으므로 그 비중이 점차 증가할 것으로 기대되고 있다. 이러한 탈탄소화 추세에 맞추어 엔진 개발사는 대체연료 엔진 개발을 진행하고 있다.

선박에서 사용하는 엔진 종류의 변화는 주목할 만하데, 과거 외연기관에서 내연기관으로 전환은 석탄에서 가스·유류로의 연료 변화에 의한 것이었다. 그 후, 내연기관의 성능 및 효율 개선에 중점을 두고 엔진 개선이 이루어졌다. 탈탄소화 드라이브에 따라 내연기관은 LNG, 메탄올에 이어 암모니아를 연료로 사용하는 엔진을 개발하고 있으며, 2024~2025년경에는 암모니아를 연료로 하는 엔진이 시장에 나올 것으로 기대한다. 그러나 암모니아의 독성에 대한 우려가 큰 가운데, 엔진 사용에 있어서 안전성 확보는 그 어느 것보다 중요한 이슈 중 하나이다. 엔진 개발사는 이러한 우려에 특별한 주의를 기울이며, 위험도 평가를 기반으로 엔진을 개발하고 있다. 엔진 개발 단계는 해운업계의 주요 연료 전환의 시발점이며, 지속가능성과 환경 책임성을 향해 한 발자국 더 나아갈 수 있는 계기이다. 그에 따라 대체연료 엔진, 연료별 특성에 따른 인프라, 승무원의 훈련 및 안전 교육에 대한 개발 필요성도 증가하고 있다.



바이오 디젤 사용 확대

유류 또는 가스를 선박용 연료로 사용한 이후 연료 가격, 공급량, 환경 규제 등의 요인으로 인해 경유, 중유, 저유황유, LNG 등 다양한 종류의 연료 사용이 증가하고 있다. 이러한 연료들은 고효율의 내연기관과 특별한 고려 사항이 없을 경우 직접 추진 방식을 선호하므로, 많은 선박이 내연기관을 이용한 직접 추진을 사용하고 있다.

바이오 디젤이 엔진에 미치는 장기적 영향에 대한 연구가 계속되고 있으며, 단기적 사용에서의 이슈는 발견되지 않았다. 그러나 바이오 디젤의 특성을 고려하면 연료의 장기 보관보다 빠른 사용과 엔진의 유지보수 기간 단축 등 장기 사용시 발생 가능한 이슈들에 대한 사전 대응 방안이 필요하다.

2024년부터는 EU를 시작으로 규제 비용에 대응하기 위해 대체연료와 엔진이 필요할 것이다. 하지만 현재 운항하는 선박 중 5%만이 대체연료 사용이 가능한 선박이고, 95%는 대체연료 사용이 불가능한 전통적인 화석 연료 기반의 선박들이다. 운항 중인 선박의 95%를 갑자기 대체연료 선박으로 개조하는 것은 불가능하다. 이러한 맥락에서 바이오 디젤은 신속히 적용할 수 있는 최적의 대안으로 부상하고 있다. 바이오 디젤은 Drop-in 연료로, 기존 인프라와 엔진에 최소한의 변경 또는 변경 없이 사용이 가능하다. 엔진 개발사는 몇몇 조건과 함께 다양한 종류의 바이오 연료유에 대해 별다른 수정 없이도 엔진이 작동할 수 있다고 안내하고 있다.

바이오 디젤의 사용은 해운 부문의 탄소 발자국을 줄이기 위한 적극적인 조치이며, 기후 변화에 대응하기 위한 전 세계적인 노력과 방향이 같다. 대량 생산 가능성에 대한 의문이 제기되고 있기는 하지만, 바이오 디젤은 그 사용 비중이 높아진다면 해운업계의 지속가능성을 높이는 데 중요한 역할을 하게 될 것이다.



대체연료와 엔진 및 병커링

엔진은 이미 LNG, LPG, 에탄, 메탄올과 같은 다양한 대체연료를 사용하고 있다. 엔진 제조사들은 이 중에서도 LNG, 메탄올, 암모니아를 연료로 사용하는 엔진의 개선 및 개발에 더욱 집중하고 있는 것으로 보인다. 그동안 LPG 및 에탄 등은 가격 등의 이점이 없어 선박 연료로서 시장에서 선택 받지 못했고, 전용선이 아닌 일반 선박용 병커링 인프라에 대한 투자도 이루어지지 않았다. 하지만 탈탄소화 드라이브와 맞물려 LNG와 메탄올은 주요 항만에서 병커링을 하고 있거나 관련 인프라를 구축하고 있다.

2023년 그린 메탄올을 연료로 사용하는 선박이 운항을 시작했으며, 단기간에 100여 척 이상의 메탄올 연료 추진 선박이 시장에 공급될 예정이다. 이러한 메탄올 추진 선박의 증가는 주요 항만들이 2~3년 내에 최소한의 메탄올 병커링 인프라를 갖추어야 할 필요성이 있음을 의미한다. 현재의 LNG 병커링 인프라 구축에는 약 10년이 걸렸지만, 연료 소모량이 많은 대형 메탄올 추진 컨테이너선의 발주가 많기 때문에 주요 항만들은 LNG보다 더 빠르게 메탄올 인프라를 구축해야 하게 되었다. 암모니아 연료 추진 선박의 발주 추세는 2024~2025년 엔진 개발이 완료될 무렵 그 분위기를 볼 필요가 있으며, 메탄올 추진 선박에 비해 얼마나 수요가 빨리 늘어날지에 따라 병커링 인프라 구축 속도가 결정될 것으로 예상된다.

이는 모든 선박이 단일 유형의 연료를 사용하여 운항하던 시대에서 항로에 따라 다양한 연료를 선택해야 하는 시대로 바뀌어 감에 따라 연료의 가용성, 환경에 미치는 영향, 경제적 타당성을 고려한 항만과 해운 회사 모두에 적합한 전략 개발이 필요하다는 것을 시사한다.

대체연료엔진 운용

새로운 연료로 작동하는 엔진을 개발할 때 제조업체는 다양한 요소를 고려하지만 장기적인 운용에서 발생할 수 있는 이슈를 예측하는 것은 여전히 어려운 일이다. 연료마다 증발점, 착화점, 점도, 발열량 등과 같은 고유한 특성이 있다. 이러한 차이는 엔진에서 다양한 기계적 및 열적 스트레스의 변화를 야기하며 장기적인 운용시 발생할 수 있는 이슈의 예측을 복잡하게 만든다. 예를 들어, LNG 연료로 작동하는 엔진은 상용화 후 여러 가지 이슈에 직면했으며, LPG, 메탄올을 사용하는 엔진도 발생하는 이슈를 디자인 개선 등으로 해결하고 있는 중이다. 개발 중인 암모니아 연료 엔진의 경우 장기적인 사용에서 발생할 수 있는 잠재적 이슈가 대부분 알려지지 않은 상태이다. 그러나 그간의 경험을 통해 일부 사항은 예측이 가능하다. 특히 연료 분사 시스템과 관련한 이슈는 새로운 엔진에서 자주 발생하는 것이며 기타 잠재적인 이슈로는 연료 라인의 막힘과 전자 제어 기능 확장에 따른 이슈, 새로운 기능 적용과 관련한 이슈, 승무원 교육과 관련한 이슈 등이 있다.

이러한 범주에 따라 선사는 엔진 개발사 및 엔진 제조사와의 협력이 필요하며 무엇보다도 이슈 발생시 대응할 수 있는 스페어 확보와 같은 전략이 필요하다. 특히, 엔진 개발사는 다중 대체연료 시대에 대응하기 위해 빠르게 준비를 진행하고 있으므로 생각치 못한 이슈가 발생할 수도 있다. 새로운 엔진 도입시 발생하는 이슈는 인적, 물적 손해와 관련이 있으므로 현업에서의 피드백이 엔진 개선에 필수적인 바, 경쟁을 초월하여 선사, 선급, 엔진 개발사, 엔진 제조사 모두의 협력 및 소통이 필요하다.

우리 선급의 협력과 전망

탈탄소 목표를 달성하기 위해서는 명확한 해사산업 탈탄소화 신호와 투자가 필요하며, 시장은 이러한 발전에 반응할 준비가 되어 있다. 명확한 신호와 투자를 바탕으로 한다면, 대체연료 엔진은 IMO의 탈탄소 목표 달성에 크게 기여할 것으로 예상된다. Green Shipping Corridor 이니셔티브와 같은 정책은 정부가 산업계에 보내는 주요한 신호라고 할 수 있다. 해당 항로와 연관된 정부가 각 항로별로 주요하게 사용할 연료와 시기를 공표할 것이므로 해당 연료에 대한 보조금 지원 정책 등을 산업계가 활용한다면 특정 항로에서 운항하는 선박의 연료 및 엔진을 더욱 명확하게 선택할 수 있을 것으로 예상된다. 주요하게 사용할 대체연료가 시기별로 다를 것으로 예상되므로 각 이해 당사자는 대체연료별로 엔진의 개발, 병커링 인프라 현황, 운용시의 이슈를 모니터링하고 탈탄소화 전략을 신속하게 구축하는 것이 중요하다.

새로운 연료로 작동하는 엔진이 시장에 공급된 이후에는 장기적으로 안정적인 운용을 위한 개선 기간이 필요하고 여러 이슈를 해결하기 위한 각 이해 당사자간의 협력이 필요하다. 우리 선급은 다양한 대체연료 엔진 시대를 맞이하여 관련 업계와 다양한 방면으로 협력하고 있다. 한국선급이 강조하는 이러한 협력은 기술 발전을 선도할 뿐만 아니라 환경 규제를 준수하고 해양산업의 기후 위기 대응을 더 큰 성장의 기회로 전환하는 데 기여할 것이다.



Green Shipping Corridors의 국제동향과 전망

KR 시스템안전연구팀 김종민 책임



Net Zero와 해운 선사

국제 해운업은 전 세계 화물 운송량의 90%를 담당하며 전세계 온실가스 배출량의 3%(매년 약 100억 톤)를 배출하고 있다. 이는 독일의 국가 탄소 배출량과 거의 같으며, 국가로 본다면 해운업은 전 세계 6위의 온실가스 배출원이다. 국제해사기구(IMO)의 제80차 해양환경보호위원회(MEPC 80)는 해운 분야 'Net-zero' 선언을 통해 해운 분야에서의 책임을 강화하고 있다. 해운업계와 정부 등의 이해 당사자들은 온실가스 저감 목표 달성을 위한 구체적인 방안 마련에 많은 노력을 기울여야 한다.

대한민국 정부는 제27차 UN기후변화협약 당사국 총회(COP 27; 2022.11.6~20 in Sharm El Sheikh, Egypt)에서 한-미 녹색 해운 항로(Green Shipping Corridors) 구축을 위한 타당성 조사 공동 수행을 협의하고, 한-미 정부 공동으로 부산항과 타코마항을 비롯한 양국 주요 항만 사이에 녹색 해운 항로 실현 가능성과 방안을 연구 중이다. 연구 수행은 덴마크 Mærsk Mc-Kinney Møller Center*, 대한민국 해양수산부 중심의 컨소시엄 그리고 The Northwest Seaport Alliance(美)가 참여하고 있다.

* MMMC는 해운 부문의 탄소 배출 제로(Net-zero) 구현과 관련된 실질적인 온실가스 저감 조치 마련을 위해 Mærsk 선사가 후원하는 비영리, 독립 연구 개발 센터이다.

한-미 녹색 해운 항로 구축 대상 항만인 부산항과 타코마항



출처: KR

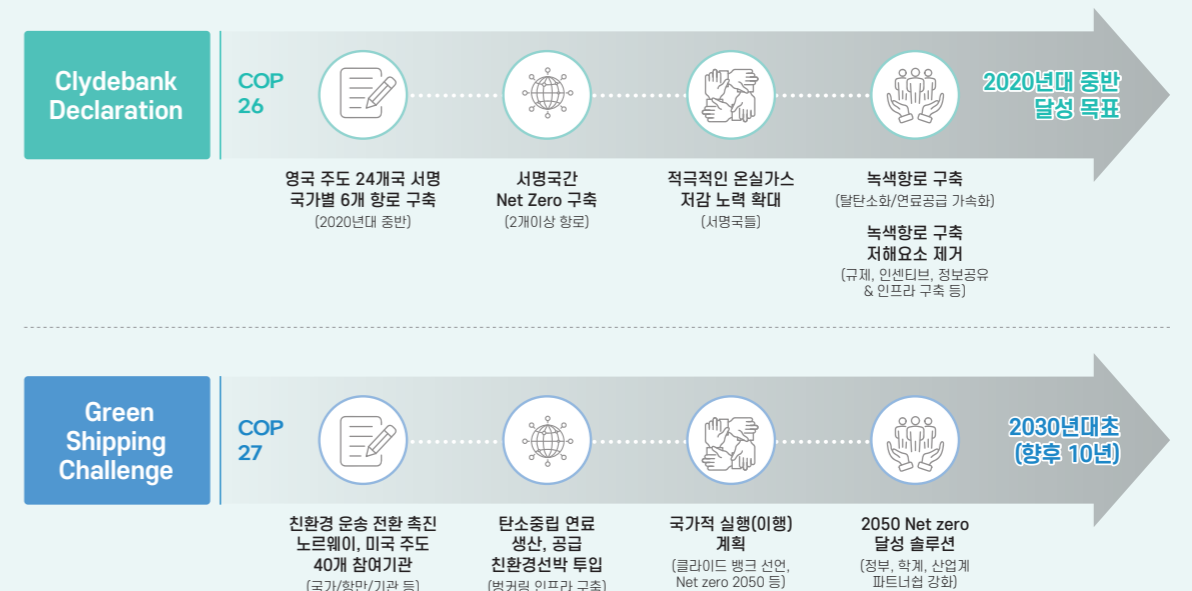
Green Shipping Corridors

녹색 해운 항로 구축은 정부, 항만, 기업 등 이해 당사자들의 친환경 선박 연료 '가치사슬(Value Chain)' 구현으로 정의될 수 있다. 시작은 탄소중립 이행을 위해 세계 각국이 힘을 모아야 한다는 '이상(Noble Ideals)'에서 비롯되었으나, 그 내면을 살펴보면 조선·해운·에너지 산업 주도권을 잡기 위한 치열한 국가간 경쟁이라 할 수 있다.

녹색 해운 항로는 친환경 대체연료 선박 투입에 대한 경제적 득실 검토와 이를 극복할 정부 인센티브와 지원 방안에 대한 구체적인 로드맵을 제시



국제 녹색해운 항로 경쟁(공통목표: 지구 온도 상승 1.5°C 이내)



출처: KR

· 클라이드뱅크 선언

영국은 자국에서 개최된 COP 26(2021.10.31~11.13, in Glasgow, UK)에서 '클라이드뱅크 선언(Clydebank Declaration)'을 통해 '탈탄소(Net-zero) 해운 항로' 구축을 표명하였다. 클라이드뱅크 선언에 참여한 24개국은 서명 국가간 온실가스 저감을 목적으로 Net-zero 항로 구축 실현, 탈탄소화의 가속화 그리고 식별되는 저해 요소 제거를 위한 노력을 협의하였다. 달성 시기는 2020년대 중반을 목표로 하고 있다. 특히 서명 국가는 달성 시기까지 6개 녹색 해운 항로를 국가별로 구축해야 되며, 서명 국가간 2개 이상의 항로 구축이 권고되고 있다.

· 그린쉬핑 챌린지

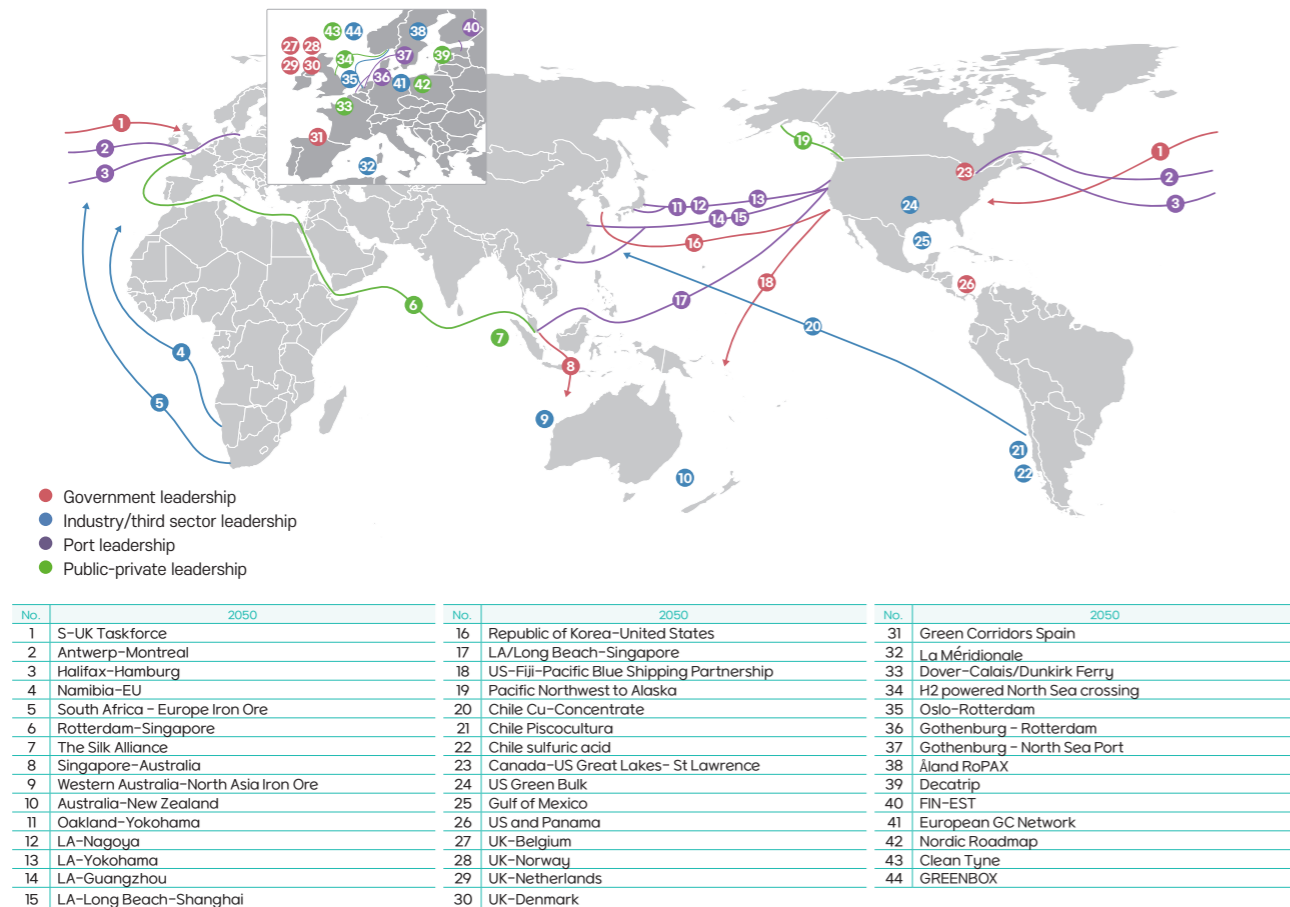
COP 27의 미국 '그린 쉬핑 챌린지 프로젝트(Green Shipping Challenge Project)'는 당초 '클라이드뱅크 선언'의 목표였던 2020년대 중반 달성을 2030년대 초까지로 완화하고, '클라이드뱅크 선언'에서 국가로 한정되었던 참가 자격을 확대 하여 40개 국가, 항만 그리고 유관 기관 등 40개 기관들에게 참여 기회를 주어 Net-zero 달성을 위한 다양한 노력과 뜻을 모으고 있다.

· 녹색해운 항로 구축 현황

Global Maritime Forum 보고서*에 의하면 현재 녹색 해운 항로 구축을 위해 171개 이해 당사자들이 참가하는 44개 프로젝트가 진행 중이며, 참여하고 있는 이해 당사자들은 선사·운행사, 기술 단체, 항만당국, 연료 공급자, 규제 기관, 선급 그리고 금융 기관 등으로 구성되어 있다. 대한민국은 미국과 녹색 해운 항로 구축을 추진하고 있다.

* Annual Progress Report on Green Shipping Corridors, 2023

녹색 해운 항로 구축 계획(Green Shipping Corridors Map)



출처 : Annual Progress Report on Green Shipping Corridors 2023, Global Maritime Forum, 10 page.

항만 친환경 연료 사전 준비 태세(PRL-AFS)

'세계 항만 기후 행동 프로그램(World Ports Climate Action Program, WCHP)'은 '항만 친환경 연료 사전 준비 태세(Port Readiness Level Indicator for Alternative Fuels for Ships, PRL-AFS)'를 정의하고 항만 친환경 연료 공급·이용에 대한 등급을 분류하였다. 분류는 크게 '연구(Research)', '개발(Development)' 그리고 '배치(Deployment)' 3단계로 구분된다. 기항 또는 병커링 서비스를 제공하는 항구는 친환경 대체연료를 사용하여 선박을 완전히 수용할 준비가 되어 있는 최종 상태까지의 진행 상황을 9단계 세부 지표로 나타낼 수 있다.

· 선사 활용 지표

해운업계는 탄소 배출량 저감을 목적으로 대체연료 관련 기술들을 모색하고 있다. 이에 따라 해운과 항만 이해 당사자들은 친환경 대체연료 가용성, 병커링 인프라 그리고 대체연료 추진 선박 취급과 관련된 항만 역량과 개발 계획에 대한 투명성 있는 지표가 필요하며, '항만 친환경 연료 사전 준비 태세'는 이러한 역할을 충족시킬 수 있다.

· 항만 역량 지표

'항만 친환경 연료 사전 준비 태세'는 각 단계에서 대체연료에 대한 준비를 계획하고 증거하는데 필요한 사항들에 대한 명확한 지침(또한 항만 대체연료 인프라 현황을 보여주는 표준 지표)을 제공하며, 선주에게 대체연료 사용에 관한 투자 결정(친환경 대체연료 추진 선박 투입 등)과 항만 이용 관련 논의에 반영될 수 있는 정보를 제공한다.

항만 친환경 연료 사전 준비 태세 분류

Category	Criteria	Status
Deployment	선박 호출 또는 병커링 서비스 즉시 이용 가능	연료 XXX가 일반 연료로 일상적으로 병커링 중
	선박 호출 또는 병커링 시스템 완성 및 인증 완료	항구가 연료 XXX를 병커링할 준비가 되었으나 일상적인 활동은 아님
	운영 환경에서 프로젝트 단위로 구축된 선박 호출 또는 병커링 시스템	프로젝트 계약에 따라 연료 XXX를 병커링할 수 있음
Development	통제된 환경에서 선박 호출 또는 병커링 프레임워크 시연	연료 XXX 병커링이 물리적으로 시연됨
	선박 호출 또는 병커링 프레임워크 설계	병커링 프레임워크 구축
	선박 호출 또는 병커링 접근 방식 결정	병커링 로드맵 수립
Research	충분한 정보 획득	병커링과 관련된 모든 데이터가 수집됨
	항만 이해관계자 관심사 결정	항만 당국, 주요 선사 그리고 지역 당국이 병커링 옵션에 관심 있음
	연료 관련성 평가	항만에서 연료 XXX의 병커링을 흥미로운 옵션으로 확인함

출처 : The World Ports Climate Action Programme (WCHP)

· 인프라 투자 계획 현황

‘항만 친환경 연료 사전 준비 태세’는 연료 공급 업체가 시장 수요를 파악하고, 수요가 충족될 만큼 공급을 일치시키는 인프라 투자 정보를 제공한다.

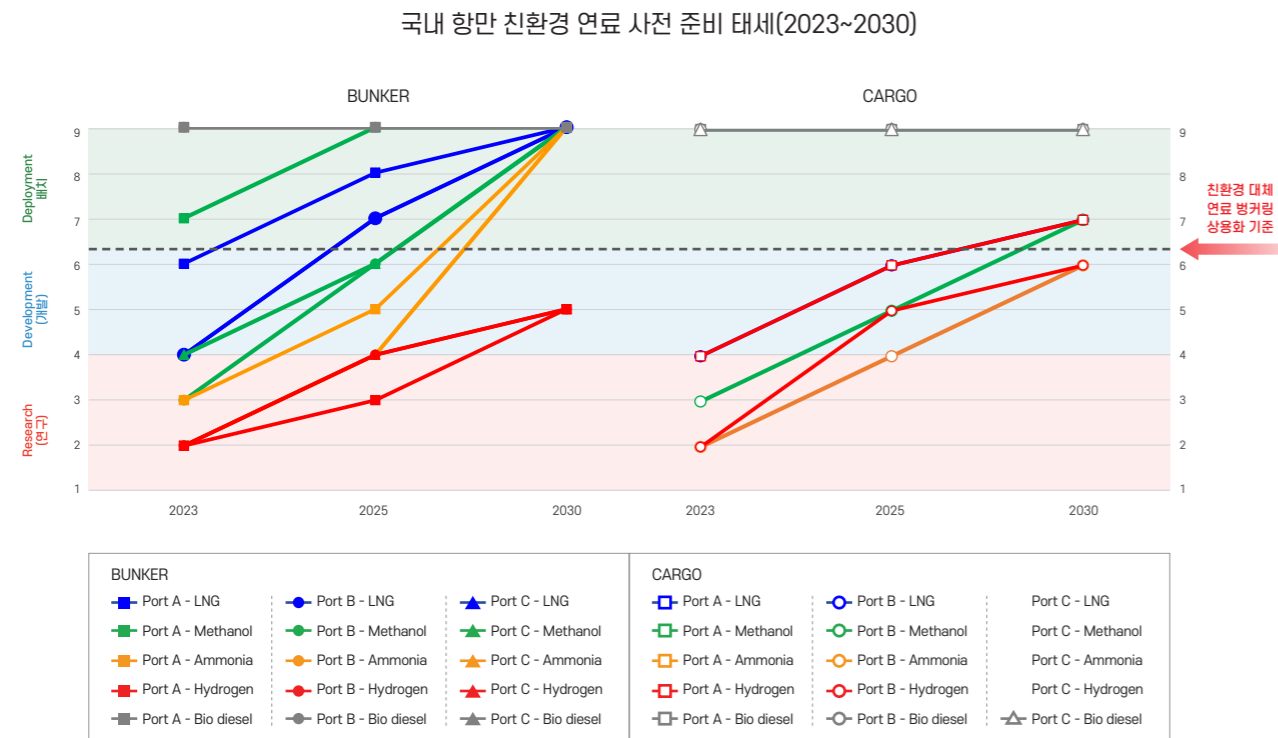
규제 기관은 ‘항만 친환경 연료 사전 준비 태세’를 활용하여 규제 권역 내 대체연료 활용에 대한 의지와 역량을 투입하고, 산업계 배출 감소 목표에 대한 예상 대체연료 가용성의 영향을 평가할 수 있다.

정부는 ‘항만 친환경 연료 사전 준비 태세’를 활용하여 개별 연료에 대한 지역, 국가, 국제적 수요에 대한 투명한 지표를 제공하고 정책 결정과 투자 결정을 내릴 수 있다.

· 국내 항만의 ‘친환경 연료 사전준비 태세’ 현황

다음 그림은 3개 항만(Port A, B, C)의 ‘항만 친환경 연료 사전 준비 태세’에 근거하여 항만의 대체연료 가용도를 보여주고 있다. 현재, 바이오 디젤(바이오 선박유)은 가장 활성화가 이루어져 있어 필요시 병커링이 가능함을 보여 준다. 그리고 메탄올은 Port A에서 프로젝트 계약을 통해 병커링이 가능함을 보여 준다.

2030년 이후에는 수소를 제외한 모든 연료 병커링을 원활하게 항만에서 수행할 수 있음을 알 수 있다.



출처 : KR

녹색 해운 항로 구축 절차

녹색 해운 항로는 ‘시작’, ‘계획’, ‘운영’ 그리고 ‘강화’ 4개 단계로 구성되어 있으며, ‘시작’과 ‘계획’ 단계는 투자 유도를 위한 초기 지원 정책을 필요로 하고 있다. 그리고 ‘운영’과 ‘강화’ 단계는 구축된 녹색 해운 항로 성과 확대를 위한 정책 지원을 필요로 한다.

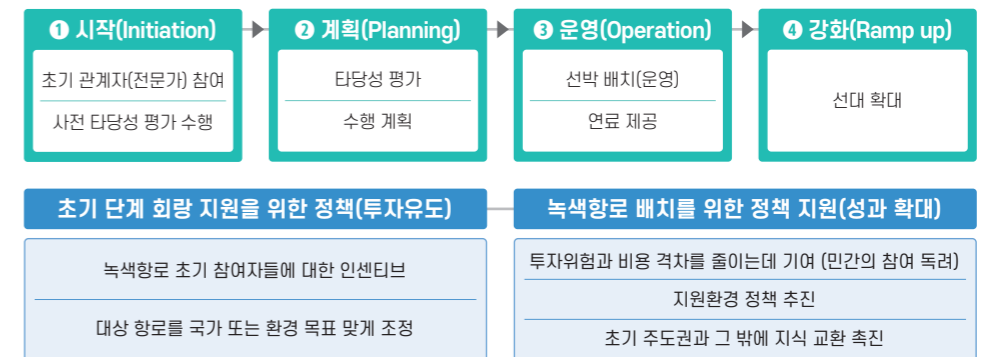
시작 단계에서는 전문가가 참여한 적정 항로와 연료 선정을 위한 ‘사전 타당성 평가’를 통해 수행한다.

계획 단계에서는 수행 예정인 타당성(경제성) 평가와 그 수행 계획을 구체화하여 초기 참여자들에게 대한 인센티브 규모와 대상 항로를 선사, NGO 또는 국가 환경 목표에 적합하게 조정한다.

운영 단계에서는 ‘규모의 경제(Economies of Scale)’ 확보가 반드시 필요하며, 이는 선사들의 투자 비용을 줄이고 대체연료 공급 안정화를 위한 필수 요건이다. 이를 위해 민간 참여 확대를 위한 정보 교환과 경제적 이득을 보증하는 정책 개발을 추진해야 된다.

마지막으로, 강화 단계에서는 녹색 해운 항로에 대한 성과 확대를 위해 지속적인 선대 확대를 유도해야 한다.

녹색 항로 구축 절차



출처(저자 재가공) : Global maritime forum Insight brief 'National and regional policy for green shipping corridors', September 2023

KR의 역할

녹색 해운 항로 구축은 해운 분야 온실가스 저감을 위한 기술적, 경제적 그리고 정책적 갭(Gap)을 줄일 수 있는 가장 효율적인 프로젝트이므로, 국제해사기구(IMO)와 유럽연합(EU) 등의 많은 관심을 받고 있다.

우리 선급은 한-미 녹색 해운 항로 구축을 위한 사전 타당성 평가에서 대상 항만 ‘항만 친환경 연료 사전 준비 태세(PRL-AFS)’ 작성과 병커링 현황에 대한 작업을 완료하였다. 향후 더욱 구체화되고 발전된 녹색 해운 항로 구축을 위한 프로젝트 지원을 아끼지 않을 것이다.

KR Decarbonization Magazine

Regulatory Updates_



| IACS 동향 | Safe Decarbonisation

1. Safe Decarbonisation Panel(SDP) 설립 및 프로젝트팀 운영

지난 2022년 6월, IACS는 IMO 온실가스배출(GHG) 감축 전략에 발맞추어 선박 대체연료의 안전한 사용을 위한 기술 검토 및 개발을 전담하는 Safe Decarbonisation Panel(SDP)을 설립하여 해사 분야 탈탄소화 달성을 위한 노력에 적극 동참하고 있다. 최근에는 SDP 산하에 설립하여 운영 중인 4개 프로젝트팀(Project Team)에 추가하여 'CFD를 활용한 가스 확산해석'에 대한 규정 개발을 담당하는 프로젝트팀을 신설했으며, KR은 3개 프로젝트팀에 참가하여 해당 분야의 전문성과 기술력을 인정받고 있다.

SDP 산하 프로젝트팀

- ① 암모니아(KR)
- ② 수소
- ③ 탄소포집(KR)
- ④ 배터리
- ⑤ CFD 가스 확산해석(KR)

2. 대체연료·기술 도입 규정 개발 로드맵 제시

IACS는 또한 대체연료의 안전한 사용을 위한 IMO 수준의 다양한 기술 활동에 적극 참여하고 있다. IACS는 제107차 해사안전위원회(MSC)에 제출한 'IMO의 선박 기인 온실가스 배출 저감 전략의 안전한 달성을 위한 규정 체계 개발 제안(MSC 107/17/21)' 문서에서 다양한 대체연료 및 기술 도입에 따른 체계적 규정 개발 제안과 함께 구체적인 로드맵을 제시하여 여러 IMO 회원국의 지지를 끌어냈다. 그 결과 해사안전위원회(MSC)는 IACS 제안에 따른 구체적 규정 개발을 산하 전문위원회에 지시하였다.

3. 제9차 화물·컨테이너 운송 전문위원회(CCC) 참여

또한 IACS는 제9차 화물·컨테이너 운송 전문위원회(CCC) 회의에 ① 암모니아와 수소 연료의 안전한 사용을 위한 규제 관점의 IGF Code 격차분석(Gap Analysis) 결과, ② 임시 연료 전지 지침 적용에서 얻은 교훈 공유를 포함한 다양한 문서를 제출하였고, 회기간 실무작업반(Correspondence Group)에도 참가하는 등 IMO의 가장 중요한 기술 조인자로서 해야 할 역할과 책임을 다하고 있다.

IACS는 IMO 문서 제출 외에도 탈탄소를 위한 산업계의 기대와 니즈를 이해하고 이에 부응하기 위해 Joint Industry Working Group을 비롯한 다양한 이해 관계자들과의 소통 및 협업 통해 기술 활동을 이어 나갈 예정이다.



KR Decarbonization Magazine

Inside KR_



EU ETS 시행에 따른 'KR GEARS' 업데이트

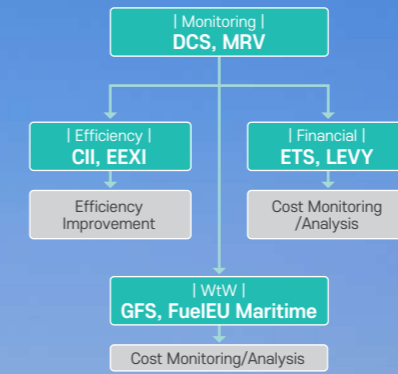
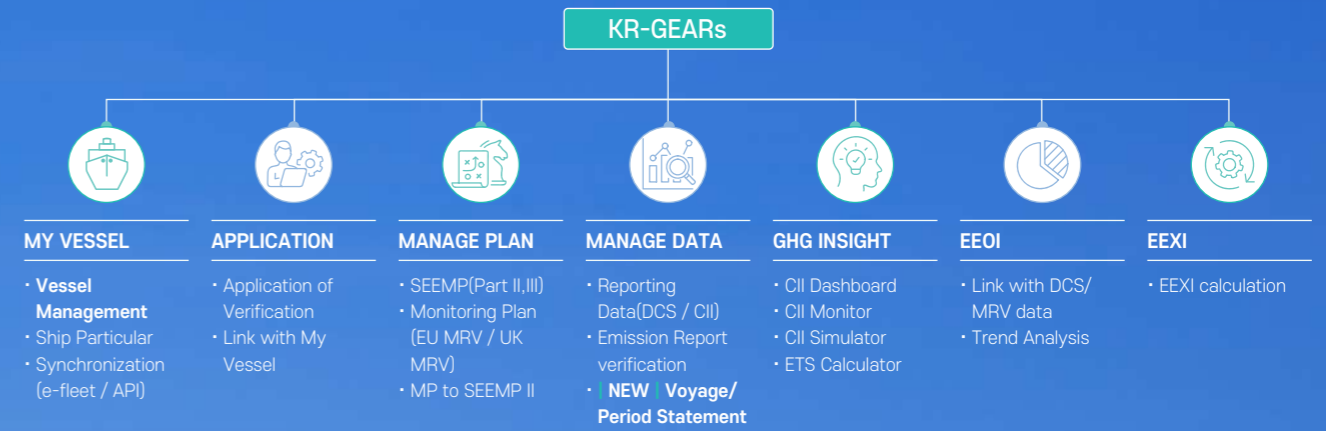
KR GEARS를 통하여 선박 운영자들이 복잡한 환경 규제에 효과적으로 대응할 수 있도록 새로운 서비스를 내년부터 제공할 예정이다.

EU MRV 개정안 반영

EU ETS가 시행됨에 따라, EU MRV 요구사항도 한층 까다로워졌다. 이제 이산화탄소(CO₂) 뿐만 아니라 메탄(CH₄)과 아산화질소(N₂O)도 GHG 보고 대상에 포함되며, 지구온난화지수(GWP)까지 고려한 CO₂ Equivalent로 합산하여 보고해야 한다. 또한 배출원 및 배출원 등급(Class)의 상세 정보를 통해 이로부터 기인한 추가 연료 소모량을 포함해야 하며, 선박 단위의 집계를 아우르는 회사(MRV Company) 단위의 보고까지 추가되었다. 모든 정보는 MRV 이행 이전에 모니터링 계획서(MP)에 기술되어야 한다. KR은 선사들이 강화된 EU 규제에 쉽고 편리하게 대응할 수 있도록 GEARS를 통해 최신화된 모니터링 계획서(MP)와 배출량 보고서(ER) 양식을 제공하는 등 EU ETS 대응을 위한 기술 서비스를 지원할 예정이다.

상시 항차/기간 단위 검증서비스(VOYAGE/PERIOD) 제공

EU MRV와는 달리 ETS 규정에서는 정산 주체가 계약 관계에 따라 달라지거나 비용을 다른 이행관계자에게 부과할 수 있는 조항이 포함됨에 따라, 특정 EU 항차 또는 기간에 대한 검증 확인서(Statement) 발행 요구가 생겨나고 있다. 이러한 자발적 이행에 대한 기술적 서비스를 제공하고자, KR은 정기 검증 서비스와는 별개로 일부 항차 또는 기간에 대한 확인서를 수시로 발급하는 검증 서비스를 개시할 예정이며, 검증된 항차 및 기간에 대해서는 EU MRV 또는 IMO DCS와 자동 연계할 수 있다.



DCS Data Collection System
 MRV Monitoring, Reporting and Verification
 CII Carbon Intensity Indicator
 EEXI Energy Efficiency Existing ship Index
 ETS Emission Trading System
 GFS GHG Fuel Standard

SEEMP PART III 회사 심사 (Company Audit) 이행

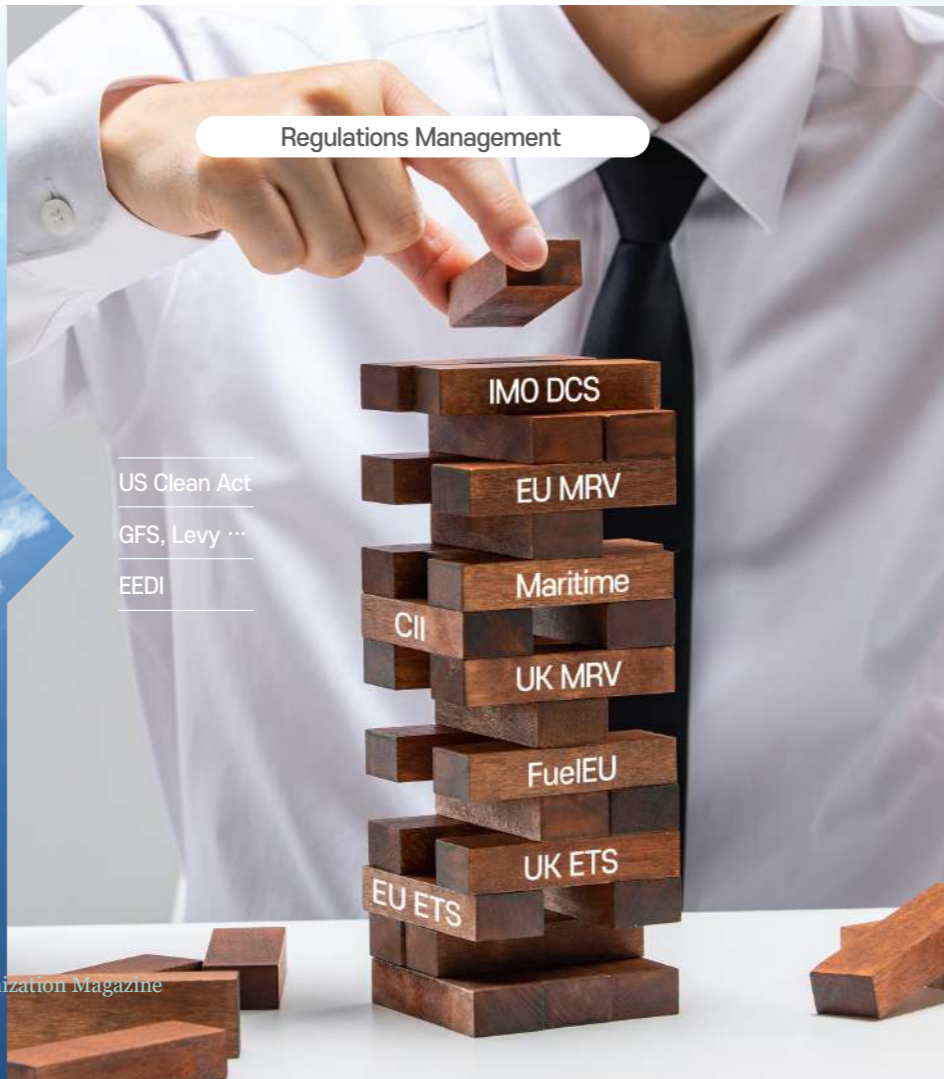
2023년부터 시행된 CII 규제는 DCS를 기반으로 한 CII 달성값 및 등급 보고 이외에도 추가적인 이행 요건으로서 회사 심사가 포함되어 있다. 회사 심사의 목적은 수립된 SEEMP가 선박 및 회사에서 효과적으로 이행되고 있는지를 확인함으로써 CII 규제 이행을 회사 시스템에서 측면에서 체계적으로 관리, 이행하도록 독려하고, 나아가 국제 선박의 CII를 향상시키고자 하는 것이다. 업데이트된 GEARS에서는 회사 심사를 위한 신청, 심사 보고서 관리, 심사 일정 관리 등을 지원한다.

바이오 연료 등 대체연료 보고 확장

EU는 재생 가능한 저탄소 연료 사용 촉진을 위한 FuelEU Maritime 제도를 도입했고, IMO는 MEPC 80차를 통해 해양 연료의 전과정 온실가스 집약도에 대한 지침(LCA 지침)을 채택하는 것과 더불어 바이오 연료 사용을 위한 임시지침을 승인하였다. 이는 선박 연료의 전주기적 개편을 바탕으로 결정된 사안들이며, 그에 따라 선박 연료유의 보고 관점에서도 다양한 배출계수가 적용·보고될 가능성이 확대되고 있다. KR은 GEARS의 운항 정보 보고용 템플릿을 업데이트하고, 이를 활용하여 제약없이 다양한 종류의 선박 연료유를 보고할 수 있도록 개선된 서비스를 제공할 예정이다.

다양한 이해관계자
니즈 반영

그동안 GHG 규제는 선사(Shipping Company)가 주축이 되어 이행되어져 왔다. 그러나 CII 제도로 선박 등급이 매겨지고 EU ETS와 같이 경제적인 조치가 들어오면서, 선주, 화주와 같은 다양한 이해관계자의 참여와 관심이 급증하게 되었다. 때문에 GEARs 에서 보고·관리되고 있는 선박 정보를 공유하고자 하는 고객들을 중심으로 선박의 운항 정보 열람을 위한 별도 계정 발급 요청이 증가하고 있다. 따라서 이용자가 요청하는 경우 GEARs의 이용자 계정 정보를 열람할 수 있는 상위 이용자 Managing Entity 계정을 별도로 발급하여, 다양한 이해관계자가 폭넓게 이용할 수 있도록 서비스를 제공할 예정이다.



KR, 한화오션 개발
‘선박용 이산화탄소 포집장치’에 개념승인



선상에서 발생하는 이산화탄소를 흡수,
광물화하는 기술 적용

KR은 10월 24일부터 27일까지 부산 벡스코에서 개최된 코마린 2023에서 한화오션이 개발한 선박용 이산화탄소 포집장치(OCCS, Onboard CO₂ Capture System)에 마셜아일랜드 기국과 공동으로 개념승인(AIP, Approval In Principle)을 수여했다.

현재 IMO 및 EU는 이산화탄소 등 온실가스 배출량 규제를 계속해서 강화하고 있으며, 특히 올해부터는 CII 규제가 시행됨에 따라 해운선사들은 선박에서 발생하는 이산화탄소 배출량을 모니터링하고 기준을 충족하기 위해 노력해야 한다.

이를 위한 다양한 친환경 기술 중에서도 이산화탄소 포집·저장과 관련한 기술은 글로벌 환경 규제에 효율적으로 대응할 수 있는 하나의 대안으로 주목받고 있다.

한화오션이 개발한 선박용 이산화탄소 포집·저장 기술은 선상에서 발생하는 이산화탄소를 흡수제를 이용하여 흡수시켜 광물 형태로 바꾸는 방식이다. 해당 기술이 구현된 OCCS는 다른 이산화탄소 포집 기술에 비해 에너지 소모가

매우 적고, 장치 가동으로 인해 추가 발생하는 이산화탄소 발생량도 상대적으로 매우 적은 것이 특징이다. 또한 설비의 크기도 상대적으로 작아 효율적인 설계가 가능하다는 장점이 있다.

KR은 마셜아일랜드 기국과 함께 OCCS에 대하여 선급 규칙 및 국내의 규정 검토를 통해 안정성·적합성을 검증하고 AIP를 수여하게 됐다.

KR 연구진 도면승인실장은 “탄소 포집·저장과 관련된 기술이 전 세계 이산화탄소 총 감축량의 상당 부분을 담당할 것으로 예상되는 만큼 이에 대한 기술 수요가 커지고 있다”며, “이번 AIP 수여를 통해 이러한 기술 수요에 선제적으로 대응하고 OCCS 기술을 상용화시키는데 큰 역할을 하게 되어 뜻깊다”고 전했다.

한화오션 강상돈 상무는 “이번에 개발한 OCCS는 향후 174K LNGC 선박에 적용할 예정”이라며, “계속해서 강화되는 환경 규제와 선주들의 요구사항에 부응하는 친환경 기술 개발로 경쟁력을 강화해 나가겠다”고 말했다.

KR-HD현대글로벌서비스 '조선·해양 탄소 저감 솔루션 실증 및 기술 협력' 업무협약



디지털과 탄소중립 기술의 융합 조선해양 빅데이터 및 인공지능 기술 개발에 적극 협력

KR은 부산 벡스코에서 개최된 코마린 2023에서 HD현대글로벌서비스와 함께 '조선·해양 탄소 저감 솔루션 실증 및 기술 협력'을 위한 업무협약을 체결하였다.

현재 전 세계적으로 탈탄소 규제가 점차 강화되고 있는 가운데 선사들은 탄소 배출 감축을 효율적으로 이행하기 위해 디지털 기술을 적극 활용하고 있는 추세다.

양 기관은 이러한 변화에 적극 대응하고, 디지털과 탄소중립 기술이 융합된 '조선해양 빅데이터 및 인공지능(AI) 기술 개발'에 적극 협력하기 위해 이번 업무협약을 체결하게 됐다.

이번 업무협약을 통해 HD현대글로벌서비스는 △AI 기술을 활용한 탄소 배출 모니터링 △예측·관리 솔루션 개발 및 API 제공 △탄소 저감 솔루션 적용 전후 데이터 관련 시나리오 개발 등을 수행할 예정이다.

KR은 HD현대글로벌서비스가 보유한 최첨단 솔루션인 '오션와이즈(OceanWise)'의 정도성 기술 검토와 탄소 저감 솔루션 효과성에 대한 객관적 기준을 개발할 계획이다.

KR 이형철 회장은 "국제 탈탄소 규제가 점차 강화되는 가운데 선사들이 경쟁력 확보를 위해 효율성 높은 탄소 배출 저감 방안을 찾는 것은 필수적 과제이며, 디지털 기술과의 융합은 그 해법이 될 것"이라며, "HD현대글로벌서비스와의 이번 협력을 통해 친환경·디지털 분야에서 더 많은 진보를 이뤄낼 수 있도록 KR의 기술 지원을 아끼지 않겠다"고 전했다.

HD현대글로벌서비스 이기동 대표이사는 "전문성을 보유한 KR과의 협력으로 우리가 개발한 솔루션의 가치를 공식적으로 확인할 수 있게 됐다"며, "탄소발자국 모니터링은 탄소 배출에 대한 다양한 업계 요구에 부응하는 것으로, 새로운 사업 기회를 모색하는데 큰 도움을 줄 수 있을 것"이라고 말했다.

‘선박용 액체수소 저장시스템 적합 소재 연구’ 보고서 발간

산학연 공동 극저온 평가 인프라 구축 수소 배관 등 적용 소재 평가 방법 및 기준 제시

KR은 선박 액체수소 시스템의 소재에 대한 기술 정보 등을 담은 ‘선박용 액체수소 저장시스템 적합 소재 연구’ 보고서를 발간했다.

IMO MEPC 제80차 회의에서 선박 온실가스 감축 목표가 Net-zero로 개정된 것을 비롯, EU 등 전세계적으로 해운 탈탄소화를 위한 움직임이 빨라지고 있다. 이에 각 주요 선진국들은 탈탄소화 목표 이행을 위해 무탄소 연료 및 실선 적용을 위한 기술 개발을 한창 진행 중이다.

유망한 대체연료 중 하나로 꼽히는 수소는 무탄소 대체연료로, 메탄올과 같은 대체연료를 생산하기 위한 원료로도 사용될 수 있어 국제 수소 운송 및 거래가 활발해짐에 따라 수소 운송선 및 수소 연료 추진선에 대한 수요도 함께 증가할 것으로 전망된다.

수소를 안전하고 효율적으로 저장·운송하기 위해서는 액체수소 형태로 취급되어야 하며, 극저온의 환경이 충족되어야 한다. 그러나 현재까지 선박용 액체수소 저장시스템에 적용되는 소재에 대한 연구 인프라와 관련 업계의 이해는 부족한 실정이다.

이에 KR은 향후 무탄소 연료 시대에 선제적으로 대응하기 위하여 2020년부터 해양수산부 소관의 수소선박안전기준개발사업을 수행하고 있으며, 한국기계연구원 신뢰성평가연구실 김용진 박사 연구팀과 부산대학교 김정현 교수 연구팀과 공동으로 ‘극저온 평가 인프라’를 구축하여 연구를 수행하였다.

극저온 평가 인프라는 수소와 같이 극저온 설비가 필요한 대체연료의 소재를 시험 평가하고 분석하기 위한 것으로, 국내에서 유일하게 구동 가능하다. 이번 연구에서는 액체수소 저장 온도인 -253℃ 환경에서 정적·동적 인장 테스트를 수행하는 등 수소 환경 모사 시험에 활용됐다.

본 연구보고서에는 이러한 시험 수행 결과를 반영하여 정립한 수소 배관 및 탱크 등 적용 소재에 대한 평가 방법과 적용 소재의 기준 등의 내용이 담겨있다.

KR 김대현 연구본부장은 “본 연구 결과는 친환경 선박과 대체연료를 연구 개발하는 산학연에 유용한 정보서가 될 것”이라며, “KR은 계속해서 환경 규제 대응을 위한 기술 개발과 최신 기술 정보 공유를 통해 고객 및 해사업계를 다각도로 지원해 나가겠다”고 말했다.

해당 연구보고서는 국문과 영문으로 발간되었으며, KR 홈페이지(www.krs.co.kr)에서 누구나 열람 가능하다.



선박 바이오 연료 사용 관련 지침서 발행

KR이 선박 바이오 연료 사용 관련 지침서를 발행했다. 최근 IMO MEPC 제80차 회의에서 승인된 바이오 연료의 사용 임시 지침 MEPC.1/Circ.905로 인해 선박의 바이오 연료 사용에 대한 관심이 증가함에 따라, 해당 연료 사용에 대한 정보 공유 및 지침 등을 선주, 제조사, 검사원 및 기타 관련 단체와 공유하기 위하여 본 기술 정보를 발행하게 되었다.

본 임시 지침은 IMO LCA Guidelines가 나오기 전까지 유효하며, 선사는 바이오 연료 사용 및 보고 시에 본 지침을 따라야 한다. 지침에서는 바이오 연료 사용 기준과 IMO DCS 및 CII와 관련한 내용을 다루고 있다.

바이오 연료 사용 지침과 관련한 추가적인 사항을 비롯해 IMO GHG 규제 관련 소식은 KR 홈페이지(www.krs.co.kr)에서 빠르게 확인 가능하다.

KR, '친환경 기술 컨퍼런스 2023' 개최



KR의 전문가가 전하는 IMO 규제 동향부터 선박 미래 연료 전망

KR은 11월 30일 오후 1시 30분부터 서울 테플라자호텔에서 'KR 친환경 기술 컨퍼런스 2023'을 개최하였다.

현재 전 세계 해사업계는 IMO 및 EU 등의 온실가스 규제 도입 및 강화로 선박 대체연료, 소형 모듈 원자로(SMR), 전기 추진 등 새로운 기술 개발을 빠르게 진행하고 있으며, 이를 선박에 적용하는 것에 뜨거운 관심을 보이고 있다.

이번 컨퍼런스는 이러한 해사산업계 고객들의 기술 수요를 반영하여 온실가스 규제 대응을 돕고 친환경 기술 경쟁력 강화를 위해 KR이 그간 축적해온 기술연구 성과를 소개하고 최신 정보들을 공유하기 위해 마련됐다.

'친환경 선박'과 '미래 연료 기술'을 주제로 개최되는 본 컨퍼런스는 총 2개 세션으로 나뉘어 진행되었다.

제1세션에서는 'IMO GHG 규제 대응 및 친환경 선박'과 관련한 내용이 다뤄졌으며, △IMO 중기조치 논의 현황과 해운산업 영향 분석(KR 이정엽 책임연구원) △IT 솔루션을 이용한 GHG 규제 대응(KR 이현주 책임연구원) △대체연료 적용에 따른 탄소중립 달성 전략(KR 문건필 팀장) 3개의 주제 발표가 진행되었다.

제2세션에서는 '미래 연료 기술'이라는 주제로, △GHG 규제 대응을 위한 친환경 전기 추진 솔루션(KR 박기도 책임연구원) △친환경 연료 선박 설계 시 고려사항(KR 이동범 책임검사원) △원자로(SMR)의 선박 추진 및 친환경 연료 생산 적용(KR 이상익 수석연구원)에 대한 발표가 이어졌다.

KR 김대현 연구본부장은 "우리 해사산업의 미래 경쟁력 확보를 위해서는 친환경 선박 기술 확산과 탄소중립 실현을 위한 환경 조성이 그 어느 때보다 중요한 시점이다"며, "이번 컨퍼런스가 KR의 친환경 기술 성과를 업계와 공유하고 미래 성장 가능성을 모색하는 기회가 되었길 바란다"고 전했다.

2023년 MacNet 전략세미나 II 'Bio 연료와 암모니아, 선박 대체연료로서의 불확실성을 어떻게 극복할 것인가?' 개최

Bio 연료와 암모니아의 생산·공급, 엔진 개발 현황 및 선박 실증 등 논의

(사)해양산업통합클러스터(MacNet)가 지난 11월8일 오후 2시부터 부산 강서구에 위치한 KR 본사 3층(오션홀)에서 'Bio 연료와 암모니아, 선박 대체연료로서의 불확실성을 어떻게 극복할 것인가?'를 주제로 2023년 전략세미나 II를 개최하였다.

MacNet이 주최하고, 부산광역시와 KR이 지원한 이번 세미나에서는 2050년 국제해운의 탈탄소 목표인 Net-zero 달성을 위한 선박 대체연료 중 바이오 연료와 암모니아 연료의 생산과 공급, 엔진 개발 현황 및 선박 실증 그리고 목표 달성을 위한 최적의 해법을 모색하기 위해 정부와 관련 업·단체 전문가들이 모여 깊이 있는 토론을 펼쳤다.

총 3개 세션으로 진행되었으며, 제1세션은 △바이오 연료 현황과 전망(GS칼텍스 차형민 팀장) △바이오 연료 선박 사용 관련 국제 규정 및 기술 이슈(KR 문건필 팀장) △바이오 연료 선박 활용 및 실증(HMM R&D팀 서대식 책임매니저) 3개 주제 발표로 구성되어 진행되었다.

이어 제2세션은 △암모니아 생산과 공급 전망 및 산업계 수요 분석(롯데정밀화학 권준경 수석) △4행정 암모니아 엔진 개발 현황(HD 한국조선해양 김기두 상무) △2행정 암모니아 엔진 개발 현황(MAN Energy Solutions 차상배 부문장) 주제 발표가 이루어졌다.

마지막 3세션은 1·2세션에서 발표한 주제에 대하여 종합토론이 이어졌다. KR 송강현 친환경 선박해양연구소장이 좌장을 맡고, 해양수산부해사 산업기술과장과 각 주제발표자가 토론에 참여하였다.

올해 7월, IMO는 MEPC 제80차 회의에서 2050년까지 국제해운의 탈탄소 목표를 Net-zero로 설정하였다. 해운업계는 이러한 목표 달성을 위해 다양한 대체연료 선택에 고심하고

있으며, 기술적 장단점, 생산과 공급 및 가격 예측의 어려움, 병커링 인프라 등 여러 불확실한 요소로 많은 어려움을 겪고 있다.

이러한 가운데 바이오 연료는 기존의 화석 연료와 혼합하여 현존선의 탄소집약도를 효과적으로 낮출 수 있다고 평가되고 있으며, 암모니아의 경우 장기적으로 탈탄소 목표를 달성할 수 있는 보편적인 선박 연료로 꼽히고 있다.

MacNet 관계자는 "이번 세미나에서 바이오 연료 및 암모니아와 관련한 해사 시장의 관심도가 높은 주제들이 다루어졌다"며, "세미나에서 제시된 Net-zero 목표 달성을 위한 실질적이고 의미 있는 방안들이 많은 도움이 되었기를 희망한다"고 전했다.





In keeping with our passion for the protection of the natural environment, KR offers survey and certification services for renewable energies, including wind and ocean power. KR is continuously working on new and innovative green ship technologies to reduce emissions and fuel usage, using these advances to enable our customers to meet their environmental goals.

KR Decarbonization Magazine

Vol. 05 Winter 2023

Korean Register

46762 부산광역시 강서구 명지오션시티 9로 36 (명지동)
(46762) 36, Myeongji ocean city 9-ro, Gangseo gu, Busan Republic of Korea

Tel +82 70 8799 8871

E-mail krgst@krs.co.kr

www.krs.co.kr

Copyright © 2023 ALL RIGHTS RESERVED BY KOREAN REGISTER