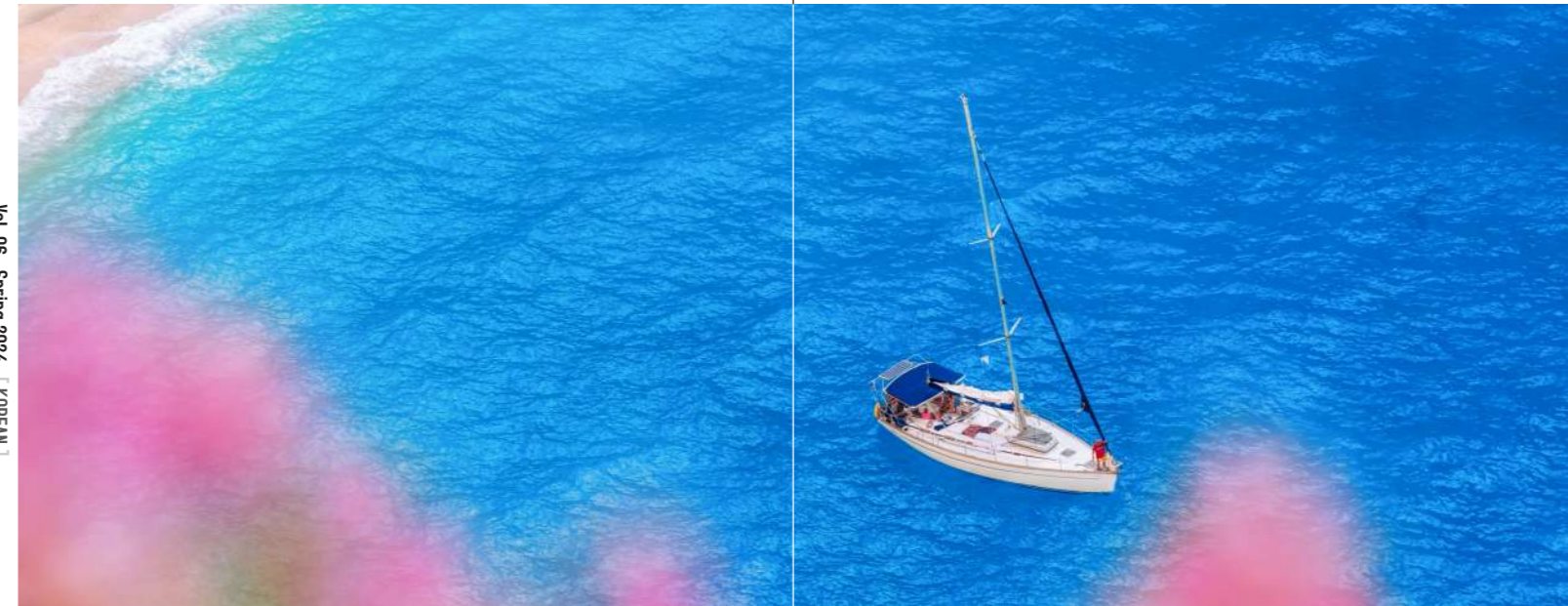


# KR Decarbonization Magazine



Vol. 06  
Spring 2024



Providing the Best Services, Creating a Better World



An aerial photograph of a tropical coastline. The top left shows a sandy beach meeting the turquoise water. A small white sailboat with a blue canopy is in the middle of the water. The bottom right shows a rocky cliffside. The foreground is blurred with pink flowers.

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 선박 대체연료로서의 바이오 연료 특성과 고려사항

20 친환경 메탄올 연료 추진 컨테이너선 개조 시장 및 주요 기술

Interview\_ 28 | (주)파나시아 천상규 연구소장 | OCCS 기술 개발 현황과 경제성

Regulatory Updates\_ 36 | EU 규제 동향 | 배출권거래제(ETS) 요구사항과 배출권 확보

Inside KR\_ 46 HMM 개발 '온실가스 감축량 계산 방법론'에 3자 검증

48 IMO 2050 탈탄소 전략에 따른 「차세대 선박 연료 전망 시리즈」 발간

50 KR-울산항만공사-롯데정밀화학-HD현대중공업-HMM, 암모니아 벙커링 산업 활성화를 위한 업무협약 체결

52 동화엔텍·동화뉴텍 개발, '선박용 암모니아 연료 공급 및 재액화 시스템'에 개념승인 수여

54 '선박 에너지 효율 관리계획서(SEEMP Part-III)' 검증을 위한 회사심사 서비스 구축

57 「전기차의 안전한 해상 운송을 위한 기술 안내서」 발간



IMO와 EU의 GHG 규제가 날로 강화되면서, 해운업계가 마주하는 가장 큰 도전은 현존선의 90%에 달하는 화석 연료 사용 선박을 어떻게 규제에 적합하게 할 것인가입니다. 현존선은 신조선과 비교하여 GHG 규제 만족에 있어서 많은 제약이 있을 수 밖에 없습니다. 이번 호에서는 현존선의 GHG 규제 만족을 위한 방안들에 대해 집중적으로 다루었습니다.

첫번째 방법은 기존 화석 연료에 바이오 연료를 혼합하는 것입니다. 이미 IMO는 MEPC 80차에서 LCA 기반 바이오 연료 사용에 대한 가이드라인을 승인하였고 전세계적으로 바이오 연료의 선박적용에 대한 테스트가 이루어지고 있습니다. 바이오 연료에 대한 선사의 가장 큰 관심은 경제적 관점에서 생산량이 충분하고 합리적인 가격으로 공급받을 수 있을지에 대한 여부와 기술적으로 바이오 연료를 사용했을 때 엔진 또는 연료 공급 시스템에 어떤 문제가 발생하며 어떻게 이 문제를 해결할 수 있는지에 대한 것입니다. 이번 호에서는 바이오 연료에 대한 IMO와 EU의 규정, 생산량과 가격, 기술적인 문제를 해결하기 위한 육·해상 실증 등에 대해 종합적으로 다루고 있습니다.

두번째 방법은 기존 화석 연료 추진을 LNG나 메탄올로 개조하는 것입니다. 통상 개조를 할 경우 선사는 개조에 필요한 비용, 연료 탱크 및 공급 시스템을 설치함에 따른 화물 적재량 감소, 개조 기간 동안의 영업 손실 등을 감수해야 하지만, 동시에 선박의 잔존 수명이 충분히 남아 있을 경우 탄소세를 대폭 줄일 수 있을 뿐만 아니라 화주의 ESG 경영에 부합할 수 있다는 이점이 있습니다. 이번 호에서는 특히 컨테이너선의 메탄올 추진선 개조에 대한 선사 동향과 기술적 고려사항 및 비용 등에 대해 다루고 있습니다.

또한 이번 호에서는 특별히 독자가 관심을 가지는 주제에 대해 산업계의 전문가를 모시고 인터뷰한 내용을 실었습니다. OCCS는 배기가스에서 직접적으로 이산화탄소를 포집하는 기술로서 많은 선사, 조선소, 기자재 업체에서 큰 관심을 가지고 있으며, 국내에서도 이 분야에 대한 활발한 기술 개발과 실선 실증이 이루어지고 있습니다. 이에 업체 전문가를 모시고 OCCS 기술에 대한 현황과 미래에 대한 전망을 짚어보았습니다.

2024년부터 EU ETS가 발효되면서, 온실가스는 이제 단순히 규제 만족의 대상을 넘어서 직접적인 비용을 지불해야 하는 경제적 문제가 되었습니다. 따라서 ETS 발효는 선주에게 있어서는 새로운 도전이자 향후 IMO에서 발효할 중기 조치에 대하여 선협적으로 경험할 수 있는 계기가 되고 있습니다. 지금까지 겪어보지 못했던 새로운 규제에 대하여 선사들이 많은 어려움을 겪고 있는 것을 고려하여 이번 호에서는 ETS 대응을 위한 알기 쉽고 세심한 지침서를 제공하고 있습니다.

Inside KR에서는 HMM에 발급한 온실가스 감축량 3자 검증서를 첫번째로 소개하고 있습니다. 현재 글로벌 화주들은 Scope3 배출량을 줄이기 위하여, 선박 운송 시에 친환경 연료를 사용하여 GHG 배출량을 줄일 경우 인센티브를 제공하고 있습니다. 그리고 이러한 화주들의 요구는 폭발적으로 늘어날 것으로 예상되어, KR은 이번 검증서 발급을 시작으로 3자 검증 서비스를 확대할 계획입니다. 또한 KR은 2022년 암모니아 추진선을 시작으로 금년에 선박 연료로서의 메탄올, 바이오 연료와 함께 액화 이산화탄소 운반선에 대한 지침서를 발간하여 이에 대한 소식도 실었습니다. 향후 전기 추진에 대한 지침서도 발간할 예정으로 고객들에게 매우 유용한 정보가 될 것으로 기대됩니다. 그 밖에도 암모니아 연료 공급 시스템 AIP 수여, SEEMP Part III 이행을 위한 회사 심사 서비스, 전기차의 안전한 해상 운송을 위한 기술안내서 발간 소식 등 다양한 활동을 소개하고 있습니다.

IMO MEPC에서는 향후 해사업계의 미래를 좌우할 중기 조치 개발에 박차를 가하고 있습니다. 저희 디카보나이제이션 매거진에서는 중기 조치의 개발 현황 및 그 영향에 대해서 지속적으로 모니터링하고, 탈탄소 달성을 위한 산업계의 현황과 전망에 대한 인사이트를 통하여 향후 해사업계가 나아갈 방향에 대하여 함께 고민하도록 하겠습니다.

KR Decarbonization Magazine

# Insights\_



## 선박 대체연료로서의 바이오 연료 특성과 고려사항

KR 대체연료기술연구팀장 문건필



### 선박 대체연료에서의 바이오 연료 역할

해운 분야에서는 온실가스 감소와 탄소 중립 목표 달성을 위해 온실가스 저감 효과가 높은 다양한 대체 연료의 적용이 예상된다. 현재 이루어지고 있는 GHG 규제는 선박 추진 시스템에서 배출되는 주요 온실가스인 이산화탄소(TtW, Tank to Wake)에 대한 규제이다. 하지만 향후에는 지구온난화지수(GWP, Global Warming Potential)가 높은 메탄(CH<sub>4</sub>) 및 아산화질소(N<sub>2</sub>O)를 포함한 온실가스에 대한 규제가 시행될 예정이며, 원료에서부터 이송, 연료 제조, 배출에 이르는 전 과정(WtW, Well to Wake)에 대한 GHG 규제가 예상된다. 이러한 변화의 대표적인 예로 국제해사기구(IMO)의 LCA 가이드라인과 EU의 FuelEU Maritime이 있다. 이러한 GHG 규제 상황에서는 화석 원료 기반의 대체연료 추진선에서도 전 과정 평가에서 온실가스 저감 효과가 인정되는 연료의 사용이 예상된다.

#### ✓ LNG

기존의 LNG와 Bio-LNG 또는 e-LNG의 혼합 또는 대체를 통해 강화된 GHG 규제 대응이 예상된다. 또한, 메탄 슬립 감소를 위한 기술의 확대 적용이 예상된다.

#### ✓ LPG

현재는 주로 LPG 운반선에서 LPG 추진 시스템이 적용되고 있으며, 기존 LPG와 Bio-LPG의 혼합 또는 대체가 예상된다.

#### ✓ Methanol

TtW 규제 측면에서는 다른 저탄소 연료에 비해 저감률이 낮지만, WtW GHG 저감 측면에서는 바이오 매스 또는 그린수소 기반의 메탄올의 혼합 또는 대체가 저감률이 높으므로 해당 연료 추진선의 발주가 확대될 것으로 예상된다.

#### ✓ Ammonia

암모니아 엔진 개발이 진행 중이며, 현재 사용되는 암모니아는 주로 천연가스 개질을 통해 제조되고 있음. 따라서, WtW GHG 규제 측면에서 Blue Ammonia 또는 e-Ammonia와의 혼합 또는 대체 적용이 예상된다.

이러한 대체연료들은 각각 장단점을 가지고 있으며, 상호 보완적인 방식으로 미래 선대를 재구성할 것으로 예상되며, 바이오 연료 또한 탄소중립 과정 중, 초기 이행 측면에서 중요한 역할을 할 것으로 기대된다.

바이오 연료는 바이오 매스에서 제조되며, 기존 내연기관과 인프라의 변경 없이 기존 연료와 혼합하거나 대체하여 사용할 수 있는 선박 대체연료 중 하나이다. 즉, 바이오 연료는 'Drop-in' 연료로서 엔진 연료 시스템에 수정 없이 바로 사용할 수 있어, 다수의 선사들이 바이오 연료 혼합 또는 대체 적용을 통한 해상 실증을 진행하고 있다. 바이오 연료의 적용을 위해서는 품질 기준, 안전성, 경제성 및 환경적 영향 등을 고려해야 한다.

### 바이오 연료의 종류 및 구분

바이오 연료는 식물성 기름, 동물성 지방, 폐식용유, 목재 폐기물 등 다양한 원료 및 제조 공정을 통해 생산된 친환경 연료이다. 본고에서는 디젤 엔진 또는 이중연료 엔진의 디젤 운전 모드에서 즉시 적용 가능한 바이오 연료에 한정하여 설명하겠으며, 각 연료의 제조 공정과 특성은 다음과 같다.

### 1. FAME(Fatty Acid Methyl Esters)

일반적으로 바이오 디젤로 알려져 있으며, 식물성 기름, 동물성 지방, 폐식용유 등을 원료로 사용한다. 이는 메탄올과의 에스테르 교환 반응을 통해 제조되며, 연료 내 약 10%의 산소 성분을 포함하고 있다. FAME는 친수성이 강해 장기 보관 시 주의가 필요하며, 산화 안정성, 저온 유동성 및 재질 호환성 등에 대한 고려가 필요하다.

### 2. HVO(Hydrotreated Vegetable Oils)

FAME와 같은 원료 또는 목질계 바이오 매스 등을 사용하여 제조된다. 이 연료는 화학 연료 정제 공정과 유사한 방식으로 파라핀계 탄화수소를 형성하는 수소 처리 과정과 분해 과정을 통해 만들어진다. 제조 공정에서 산소 함유 불순물이 제거되기 때문에 MGO 연료와 유사한 물성을 가지며, 장기 보관이 용이하다. 그러나 점도가 낮아 사용 시 윤활성을 확인해야 한다.

### 3. 급속 열분해 바이오 오일(FP Bio-oil)과 열수 액화 바이오 오일(HTL Bio-oil)

대기압에서 산소가 거의 없고 불활성 가스인 질소가 풍부한 고온(400~600°C) 환경에서 바이오 매스를 열분해하여 만든 연료를 급속 열분해 바이오 원유라고 하며, 이를 업그레이드한 연료를 급속 열분해 바이오 오일(Fast Pyrolysis Bio-oil)이라 한다. 반면, 열수 액화바이오 오일(Hydrothermal Liquefaction Bio-oil)은 적절한 크기로 분쇄된 바이오 매스를 물과 함께 혼합해 고압 및 고온 조건에서 열수 액화 과정을 거쳐 액체 상태의 열수 액화 바이오 원유를 업그레이드한 연료이다.

이 두 바이오 오일은 기술적 성숙도가 낮으며, 엔진에 적용하기 위해서는 연료 공급 시스템을 변경해야 한다. 따라서 엔진에 즉시 적용 가능한 'Drop-in' 연료인 FAME와 HVO에 대해 주로 설명하고자 한다.

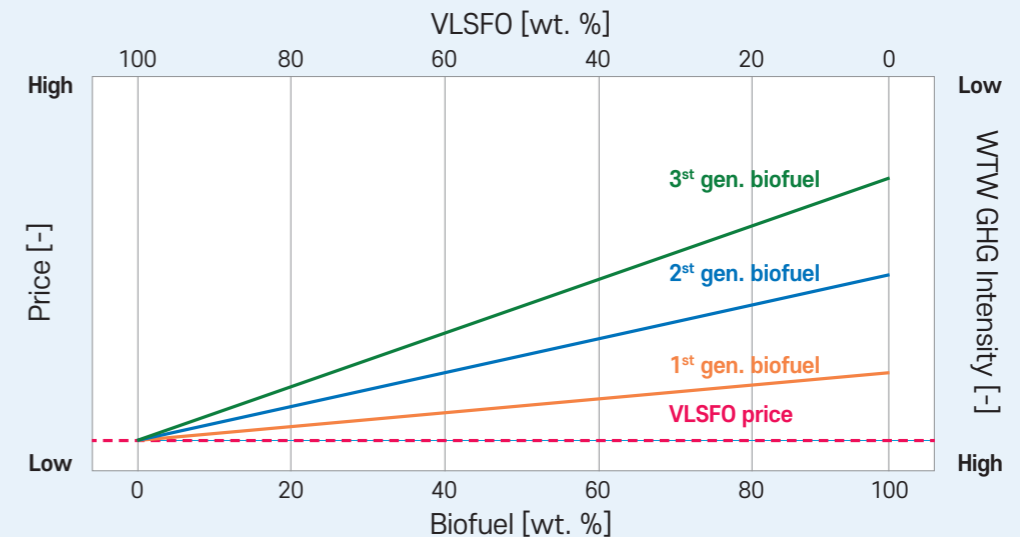
또한 바이오 연료는 제조 원료에 따라 세대별로 구분할 수 있으며, 이는 지속가능성과 환경 영향 등과 밀접하게 연결되어 있다. 그 결과, 미세 조류 등을 이용하여 제조한 3세대 연료는 WtW 기준으로 탄소 집약도가 낮아 온실가스 저감 효과가 가장 크지만, 연료 구매 비용이 높다. 반면, 1세대 연료는 구매 비용이 낮지만 탄소 집약도가 상대적으로 높아 온실가스 저감 효과가 낮다. 따라서 GHG 규제 대응의 용이성과 경제성 사이의 상반된 관계를 이해하고, 바이오 연료 적용에 대해 전략적으로 접근하는 것이 필요하다.

바이오 연료별 기술 성숙도 비교

바이오 연료 구분	생산과정 및 기술 성숙도				원료
	생산단계 1	TRL	생산단계 2	TRL	
지방산 메틸 에스테르 (FAME)	에스테르 교환 (Transesterification)	9	-	-	폐유지, 기름 및 지방성분 (F.O.G., Fat, Oil & Grease)
수소화 식물성 오일 (HVO)	수소화 처리 (Hydroprocessing)	9	-	-	
급속 열분해 바이오 오일 (FP Bio-oil)	열분해 (Pyrolysis)	8-9	Upgrade	6	목질계 바이오 매스, 산림·농업 부산물
열수 액화 바이오 오일 (HTL Bio-oil)	열수 액화 (Hydrothermal Liquefaction)	6	Upgrade		목질계 바이오 매스, 산림·농업 부산물, 습식 폐기물

출처 : Maersk Mc-Kinney Moller Center

바이오 연료의 세대 구분에 따른 가격 및 WtW 온실가스 집약도 비교



## 바이오 연료의 사용 고려사항

현재 선박에서 사용되는 바이오 연료에 대한 국제 표준은 주로 7v/v% FAME와 증유류 혼합 연료에 대한 기준으로 제한되어 있으며, 이와 관련해 국제내연기관협회(CIMAC, Conseil International des Machines a Combustion)의 가이드라인이 제공되고 있다. ISO 8217의 개정으로 바이오 연료와 기존 연료의 혼합에 대한 추가 요구사항이 포함될 것으로 예상되며, 탄소 중립 목표를 가속화하기 위해서는 바이오 연료 사용을 지원하는 추가적인 국제 표준 개발이 필요한 실정이다. 싱가포르를 이미 50v/v% 또는 m/m%까지 해양 바이오 연료를 혼합할 수 있는 국가 표준을 선도적으로 도입한 바 있다. HVO 연료는 현재 해양 연료 표준에는 포함되어 있지 않으나, 육상에서 사용되는 파라핀 디젤 연료에 대한 표준이 있다.

또한 엔진 운용 시 발생할 수 있는 문제점에 대비하는 것이 필요하다. 선박에서의 바이오 연료 사용에 대한 해상 실증이 이뤄지고 있지만, 주로 단기적으로 이루어지는데다 소량의 바이오 연료 또는 혼합유 사용에 한정되어 있어 획일화된 대응 방안을 마련하기 어렵다. 따라서 장기 사용에 따라 어떠한 문제점들이 발생할지 모르기 때문에 하기의 발생 가능한 문제점에 대해 인지하고 이를 해결할 수 있는 대책을 알아둘 필요가 있다.

## 1. 미생물 성장 억제

먼저 미생물 성장을 억제해야 한다. FAME 연료는 친수성이 강하여 장기간 보관 시 미생물에 의한 연료 오염이 발생할 수 있다. 이러한 미생물은 연료 시스템에서 슬러지 형성, 필터나 배관의 막힘 등을 초래할 수 있으며, 이를 방지하기 위해 소량의 FAME 연료나 혼합유는 빠르게 사용하는 것이 권장된다. 장기 보관 시에는 연료 및 탱크의 온도 관리와 수분 제거가 필요하며, 살충제나 다른 첨가제의 사용은 환경 및 인체에 해로울 수 있어 주의가 필요하다. 반면 HVO는 기존의 연료유와 거의 동일한 방식으로 저장 및 처리될 수 있다.

## 2. 산화 안정성 확보

다음으로 바이오 연료에 대한 산화 안정성을 확보할 필요가 있다. 연료의 산화 안정성은 저장 및 사용 중 연료의 산화 저항성을 나타내며, FAME 연료의 불포화 화합물은 산화 가능성을 높일 수 있다. 이러한 산화 과정의 결과물로 형성된 화합물은 필터, 세퍼레이터 및 연료 분사 장치의 막힘과 연료 시스템의 부식을 초래할 수 있다. 산화 안정성을 높이기 위한 방법으로 산화 방지제를 첨가하는 것을 고려해볼 수 있으나, 선박에 공급된 바이오 연료에 이를 추가한 사례는 없다. 또한 특정 금속 이온들이 산화를 촉진할 수 있으므로, 부품 등의 재질 선택에 주의가 필요하다.





### 3. 적정 온도 제어

또한 FAME는 저온조건에서 유동성이 떨어지고, 왁스 출현 온도(WAT, Wax Appearance Temperature)와 왁스 소멸 온도(WDT, Wax Disappearance Temperature)는 제조 원료나 혼합물에 따라 달라질 수 있으므로, 적절한 온도 제어가 필요하다. 이에 연료 온도를 유동점(Pour Point)보다 최소 10°C 높게 유지할 것을 권장하고 있는 반면, 온도가 너무 높으면 검 형태의 고분자가 형성될 수 있으므로 유동점보다 40°C를 초과하지 않도록 권장하고 있다.

### 4. 부품·재료 호환성

마지막으로 구리, 동, 납, 주석, 아연과 같은 특정 금속은 FAME 연료의 산화 과정을 가속화시켜 침전물 형성을 증가시킬 수 있다. 또한, FAME 연료에 노출될 경우 실과 가스켓이 부풀어 오르거나 노후화되어 장비의 누유나 오작동을 유발할 수 있으므로, 바이오 연료와 접촉하는 기자재의 공급사를 통해 부품 또는 재료 호환성을 확인하는 것이 중요하다.

### 바이오 연료 생산량, 가격 및 벙커링

국제에너지기구(IEA, International Energy Agency)는 2050년경에 2022년 대비 약 1.5배의 바이오에너지가 필요할 것으로 전망하고 있다. 특히 향후에는 폐자원, 목질계 등의 원료로 제조된 바이오에너지의 공급이 증가할 것으로 예상하고 있다. 해운 분야에서는 현재 1% 미만인 바이오 에너지, 수소 및 수소 기반 연료의 사용이 2030년까지 거의 15%, 2050년까지 80%까지 증가할 것으로 예상하고 있다. 다음 표와 같이, 바이오 연료의 사용은 해운 분야 뿐만 아니라 항공 분야에서도 지속적으로 증가할 것으로 예상되며, 이를 통해 탄소중립 과정에서의 바이오 연료의 중요성을 확인할 수 있다.

운송 수단별 바이오 연료 사용 예측 비율

IEA Milestones for Biofuels	2022	2030	2034	2050
Biofuels Share in Road Sector	5%	11%	12%	3%
Biofuels Share in Shipping	0%	8%	13%	19%
Biofuels Share in Aviation	0%	10%	22%	33%

출처 : IEA

반면, 다양한 운송 분야와 거의 모든 산업 분야에서의 바이오 에너지 사용은 지속 가능한 바이오 매스 및 바이오 연료에 대한 경쟁을 촉발할 수 있고, 이는 해운 분야에서 바이오 연료의 가용성 제한과 가격 상승으로 이어질 수 있다. 다수의 기관에서 향후 바이오 연료 가격에 큰 변동이 있을 것이라 예상하지 않지만, 운송 수단과 전 산업계에서의 바이오 연료 사용이 확대됨에 따라 원료의 제한성으로 인한 가격 상승이 예상된다.

전 세계적으로 생산되는 바이오 연료는 벙커링할 수 있는 인프라가 현재로서는 제한적이지만, 온실가스 규제



강화로 인한 지속가능한 연료로서의 수요 증가에 따라 병커링 가능한 항구가 꾸준히 증가하고 있다. 그러나 선박 대 선박(StS, Ship to Ship) 바이오 연료 병커링과 관련하여 국제해사기구의 IBC 코드에 명시된 병커링 선박의 건조 기준이 초기 장애물이 될 수 있으므로, 이에 대한 해결책 마련을 위한 논의가 국제해사기구의 제81차 회의부터 시작될 것으로 예상된다.

### 규정 고려사항

선박에서 배출되는 주요 대기오염원으로 질소산화물(NOx), 황산화물, 입자상 물질 등이 있으며, 이들은 선박의 연소 과정에서 생성되어 환경과 인체에 영향을 미치기에, 국제해사기구 해양오염방지협약(MARPOL) 부속서 6장에서 이들 오염물질의 배출을 규제하고 있다. 온실가스 저감을 위해 바이오 연료를 사용시에도 대기오염물질이 배출되므로, 해당 연료의 물성과 연소 특성에 따라 규제 준수 여부를 확인해야 한다.

연료 내 산소 성분을 포함한 FAME의 사용은 질소산화물이 증가하는 것으로 알려져 있으므로 질소산화물 배출 제한 규정 준수 여부를 확인해야 한다. 온실가스 배출 이행 시기를 앞당기기 위해 MARPOL 부속서 6장의 규칙에 대한 통일해석을 승인하여, 30% 이하로 혼합된 바이오 연료를 사용하는 선박은 별도의 NOx 검증 절차 없이 연료를 사용할 수 있다. 30%를 초과하는 경우에는 NOx Technical Code 2008에 따른 검증이 필요하나, 엔진 제조사로부터 질소산화물 배출 관련 부품, 설정 및 운용 값의 변경 없이 사용 가능함을 확인받으면 별도 검증이 필요 없다.

바이오 연료는 연료 내 황 함유량이 거의 없기 때문에 바이오 연료 혼합 비율을 높이면 황산화물 배출이 감소되며, 이는 황산이나 황산염 등의 입자의 형성 감소로 이어져 입자상 물질 또한 감소된다. FAME의 경우 산소 성분을 포함하고 있기 때문에 연소를 개선하여 미연소에 기인하여 발생할 수 있는 입자상 물질을 저감할 수 있다.



IMO DCS 및 CII 온실가스 규정과 관련하여, MEPC의 제80차 회의에서 승인된 잠정 지침에 따르면, 지속가능성 기준을 충족하고 화석 연료 대비 탄소 집약도를 65% 이상(33gCO<sub>2eq</sub>/MJ 미만) 감축하는 바이오 연료만이 전 주기적 탄소 집약도를 기반으로 한 CO<sub>2</sub> 변환 계수를 계산할 수 있다. 바이오 연료 혼합유의 CO<sub>2</sub> 변환 계수는 가중 평균을 통해 계산할 수 있다. 이 기준을 만족하지 못하는 연료는 화석 연료의 CO<sub>2</sub> 변환 계수를 적용받으며, 이 잠정 지침은 LCA 가이드라인이 확정되면 폐지될 예정이라는 점 또한 유념해야 한다.

다음 표는 가상의 선박을 기준으로 기존 HFO 연료 대비 바이오 연료 적용에 따른 CII 개선효과를 나타낸 것이다. 바이오 연료 및 바이오 혼합유 적용 시, 기존 연료유 사용량의 50%를 대체하는 것으로 설정하고, 동일 항로 및 거리를 이동한다고 가정하였다. 또한 바이오 연료의 WtW GHG Intensity는 26.48 gCO<sub>2eq</sub>/MJ로 가정하였다.

적용 결과, 2023년부터 아무런 조치를 취하지 않고 기존 연료로만 운항할 경우(Case A), 2023년부터 2026년까지 D등급을 유지하였다. 그러나 바이오 연료를 30% 혼합한 연료로 운항할 경우(Case B), 2026년까지 C등급을 받을 수 있음이 확인되었으며, 더 나아가 50%의 바이오 연료를 혼합할 경우(Case C)에는 2023년에는 B등급, 2024년 이후부터는 C등급을 받을 수 있을 것으로 예측되었다. 만약 바이오 연료로 완전히 대체할 경우(Case D), 2023년부터 2026년까지는 A등급을 받을 것으로 예상되었다. 물론, 이 예측 결과는 가상의 선박에 대한 예측이며, 바이오 연료의 특성(WtW Intensity 및 저위 발열량)을 가정한 것이므로 실제 개선 효과는 선박마다 다를 수 있다. 하지만 바이오 연료 또는 바이오 혼합유의 사용은 단기적으로 GHG 규제에 대응하기 위한 효과적인 솔루션일 수 있음을 확인할 수 있다.

바이오 연료 적용에 따른 CII 등급 비교

Vessel Information (10,000 TEU Container)	Fuels*	2023	2024	2025	2026
Deadweight: 120,000 M/T	Case A	D	D	D	D
Gross Tonnage: 114,200 M/T	Case B	C	C	C	D
Distance Travelled: 70,000 Nautical Mile	Case C	B	C	C	C
Fuel Consumption (HFO): 18,240 M/T	Case D	A	A	A	A

\* Case A: HFO 100% (Base), Case B: B30 (HFO 70% m/m, Biofuel 30% m/m)  
Case C: B50 (HFO 50% m/m, Biofuel 50% m/m), Case D: Biofuel 100%

EU는 온실가스 규정과 관련하여, 'Fit for 55' 패키지를 통해 1990년 대비 2030년까지 온실가스를 55% 감축하는 목표를 설정했다. 이에 따라 해운 분야에는 EU ETS(Emission Trading System)가 2024년부터 시행되어, EU 항만에 입출항하는 선박은 배출량 산정을 통해 배출권을 구매해야 한다. 또한, FuelEU Maritime 규제가 2025년부터 시행될 예정으로, 이는 선박의 친환경 연료 사용을 의무화하고 준수하지 않을 경우 벌금을 부과한다. 바이오 연료는 EU 신재생 에너지 지침에서 인정받은 지속가능한 연료로, 배출 계수를 0으로 설정할 수 있어 사용이 확대될 것으로 예상된다.

장기적으로는 IMO와 EU 규제에서 벌금, 배출권 거래제 또는 탄소세 도입 가능성이 있어, 선사들은 이에 대응하기 위한 경제적 대응 전략 또한 준비해야 할 것이다.

요약 및 제언

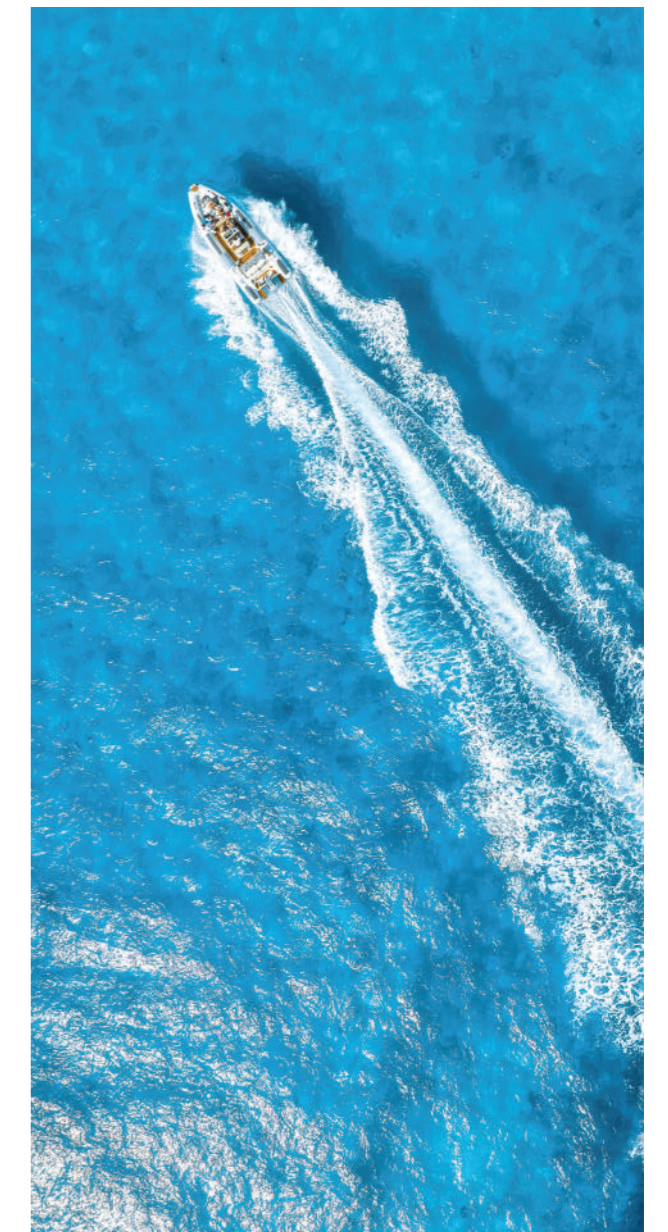
바이오 연료는 바이오 매스를 기반으로 하며, 화석 연료와 유사한 특성을 가지고 있어, 일부 바이오 연료들은 기존 내연 기관에 즉시 사용 가능하며, 온실가스 규제 대응에 유리한 점으로 인해 해운 선사와 화주들에게 주목받고 있다. 바이오 연료는 다른 무탄소 연료들에 비해 기술적 성숙도가 높고, 해결해야 할 문제가 상대적으로 적다. 또한 규제 이행 측면에서, 바이오 연료 사용은 CII 등급 개선에 기여할 수 있음을 확인하였고, 전 주기적 탄소 집약도가 낮은 연료일수록 규제 개선 효과가 클 것으로 기대된다.

하지만 바이오 연료의 지속가능성과 온실가스 저감 효과에도 불구하고, 현재 선박용 바이오 연료에 대한 연료 품질 표준이 부재하는 등 여러 기술적 도전 과제가 존재한다. 또한, 원료의 한계와 다른 산업 부문과의 경쟁으로 인해 바이오 연료의 가용성과 가격이 불안정해질 수 있으며, 이는 해운업계에 영향을 미칠 것이다. 따라서, 해운업계는 바이오 연료의 기술적, 경제적 측면을 고려하여 중장기적 전략을 수립해야 할 필요가 있다.

KR은 온실가스 규제 대응을 위해 바이오 연료 역할의 중요성을 인식하고, 이에 관련한 기술 문서, 규정 소식지 등을 발간하며 연구 활동을 지속해왔다. 최근에는 '선박 연료로서의 바이오 연료의 현황과 전망'이라는 기술문서를 발간하여, 유관 업계의 바이오 연료 사용에 이해를 돕고자 노력하고 있다. 또한 산업계와의 상생 측면에서, 국내 선사, 엔진 제조사, 연료 공급사와 함께 MOU를 체결하고, 13,000TEU 컨테이너선을 사용하여 바이오 혼합유에 대한 해상 실증을 성공적으로 완료(2021.3.)하였으며, 현재 HMM과 바이오 연료 활성화 및 안전 가이드라인 개발을 위한 공동연구를 추진 중이다. 또한 우리 선급이 운영하는 '그린쉽기자재시험인증센터(TCC, Test and Certification Center)' 내 저속 엔진(7.4MW) 테스트

벤치에서 바이오 혼합유를 적용한 엔진 성능 분석과 대기오염원 측정 분석 등의 서비스를 제공하고 있다.

궁극적으로 우리선급은 탄소중립 과정 중, 온실가스 저감의 조기 이행 부분에서 중요한 역할을 수행할 바이오 연료의 사용 활성화와 안전성 확보를 이룰 그 날까지 지속적으로 관련 업계와 함께 노력할 것이다.



## 친환경 메탄올 연료 추진 컨테이너선 개조 시장 및 주요 기술

KR 화물선팀 박승민 책임



### 탄소 중립 노력과 메탄올 연료

온실 가스 배출량 증가에 따른 지구 온난화가 기후 변화와 같은 심각한 문제를 야기하는 가운데, 국제해사기구(IMO)에서는 MEPC 제80차 회의를 통해 '2050 탄소중립목표'를 채택하였다. 많은 국가들과 기업들이 탄소 중립을 실현하기 위한 노력을 강화하고 있으며, 현 시점에서는 LNG와 함께 메탄올이 친환경 선박 연료로서 주로 선택되고 있다. 특히 올해 2월 5일자 클락슨 자료에 따르면 작년에 계약된 총 207척의 전세계 신조 컨테이너선 중 친환경 연료 선박의 비중은 129척으로 약 62%를 차지하였으며, 이 중 메탄올 연료 추진선은 86척(전체의 41.5%)으로 LNG 연료 추진선 43척(전체의 21%)의 두 배가 계약되었다.

이와 같이 메탄올이 주목받고 있는 이유는 기존 연료 대비 황산화물(SOx), 질소산화물(NOx) 등 오염물질 배출을 대폭 줄일 수 있으며 바이오 메탄올이나 e-메탄올과 같이 실질적인 온실가스 배출량이 제로(탄소중립)에 가까운 그린 메탄올을 공급하는 것이 가능하기 때문이다.

### 메탄올 컨테이너선으로의 개조

선사 입장에서는 현존 컨테이너선을 친환경 연료(Dual Fuel) 추진선으로 변경 시 개조의 용이성, 개조 범위 및 비용, 화물 손실, 벙커링 등 다양한 관점을 고려하여 준비해야 한다. 무엇보다 메탄올은 다른 친환경 연료들과 달리 상온에서 액체 상태이기 때문에 손쉽게 선박에 저장 가능한 특성을 가지고 있어, 극저온강의 독립형 탱크 또는 멤브레인 형식의 연료 탱크가 요구되는 LNG와 달리 일반 선급강을 사용하여 선체 구조의 일부로서 메탄올 연료 탱크를 배치하는 것이 가능하다. 이러한 이유로 운항선을 친환경 연료선으로 개조 시 선체 구조 및 배치의 관점에서 다른 극저온 연료보다 메탄올 연료를 적용하는 것이 상대적으로 개조에 용이하다.

메탄올 이중 연료 선박으로 개조하기 위해서는 크게 주기관, 보조기관, 발전기, 연료 공급 시스템, 메탄올 연료 탱크가 새로 필요하다. 선박의 크기, 적용되는 엔진, 메탄올 탱크의 용량에 따라 대형 컨테이너선 신조 대비 20% 수준의 비용이 요구되며, 운항선을 개조에 투입하기 위해서 최적화된 개조 계획 및 공정 작업이 함께 수반되어야 한다. 개조 시 기존 컨테이너 화물창의 일부(1~2베이)를 개조하여 연료 탱크로 활용해야 하므로 10K TEU급 이상 대형 컨테이너선의 경우 개조 시 최대 4%까지 기존 컨테이너 화물의 손실이 발생할 수 있다. 메탄올 연료의 안정적인 수급 가능성 또한 고려되어야 하는데, 현재 메탄올은 전 세계 약 90여 개의 생산지에서 연간 1억 2천만 톤가량 생산되고 있다. KR에서 발간한 「선박 연료로서 메탄올의 현황과 전망」에 따르면 미래의 메탄올 생산 시장은 더욱 커질 것으로 전망되어, 현재 생산량 증가율을 기준으로 2025년 1억 2천만 톤에서 2050년에는 5억 톤까지 생산량이 증가할 수 있을 것으로 보고 있다.





**16,000TEU급 대형 컨테이너선, 메탄올 연료 추진선으로의 개조 공동연구**

국내에서는 HD현대 계열사 중 해양산업 분야 종합 솔루션 기업인 ‘HD현대마린솔루션’이 친환경 탈탄소 메탄올 이중 연료(Dual Fuel) 추진선 개조 분야 사업을 시작하였다. HD현대마린솔루션은 국내 최대 컨테이너 선사인 HMM에서 운항 중인 16,000TEU급 초대형 컨테이너선을 대상으로 KR, HD한국조선해양, HD현대이엔티와 함께 메탄올 연료 추진선 개조 공동개발 프로젝트(JDP, Joint Development Project)를 수행하였으며, 작년 말 KR로부터 기본인증(AIP, Approval In Principle)을 획득하였다.

**대형 컨테이너선 개조 시장**

현재 Maersk, CMA CGM 등 대형 컨테이너 선사들은 신조뿐 아니라 보유하고 있는 선대 일부의 개조를 통해 메탄올 연료 추진 컨테이너선의 비중을 높이고 있는 실정이다.

Maersk 선사는 작년 11월 중국의 저우산신야조선소와 운항 컨테이너선에 대해 처음으로 메탄올 이중 연료 추진선으로 전환하는 프로젝트를 계약하였다. 개조에 들어가는 메탄올 이중 연료 엔진은 독일의 Man-Energy Solution사의 것으로, 개조 대상 선박은 11척으로 알려져 있으며 개조되는 첫 번째 선박은 올해 6월부터 약 3개월의 개조 공사가 진행될 예정으로 알려져 있다. CMA CGM 사는 중국 CSSC그룹의 청도북해조선과 9,200TEU 급 운항 컨테이너 8척에 대해 메탄올 연료 추진선으로 개조하는 프로젝트 계약을 체결하였다. 향후 HMM을 비롯하여 HAPAG-LLOYD, SEASpan 등 주요 컨테이너 선사들도 메탄올 연료 추진선 개조를 추진할 예정이며, 현재까지 약 70척의 대형 운항 컨테이너선을 메탄올 이중 연료 추진선으로 개조할 것으로 알려져 있다.



### 국내 메탄올 연료 추진선 개조 기술

기존의 엔진룸 전단격벽 전방에 위치한 기존 컨테이너 화물창은 유럽-아시아 편도 항로를 운항 가능하게 하는 메탄올 연료를 적재할 수 있도록 변경되었다. 메탄올 연료 탱크의 재질은 일반적으로 선체에 적용되는 탄소강을 사용하되 메탄올의 부식성을 고려한 아연 특수코팅(Zinc-Silicate Coating)을 적용하였다. 개조에 대한 작업성을 고려하여 현존선의 개조 시간과 비용을 최소화하고 개조 작업을 용이하게 하기 위해 메탄올 연료 탱크를 하나의 거대한 블록으로 설계하였다. 또한 기존 선체 구조와의 연결부와 용접 등을 효율적으로 하기 위해 주요 위치에 탱크의 지지 구조들을 배치하였다.

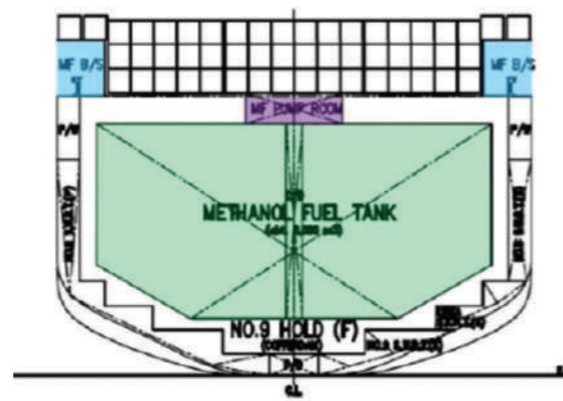
연료 탱크는 KR 선급 및 강선규칙에서 요구되는 환경하중 및 내부하중에 적합하도록 설계되었다. 다양한 연료유 탱크/컨테이너 적재 시나리오에 대해 직접강도평가(Direct Strength Assessment)를 수행하여 항복강도, 좌굴강도 등을 평가하였다. 특히 선체와 탱크를 연결하는 주요 지지구조 주변에서 발생하는 구조적인 응력 집중부에 대해 상세분할요소 해석 취약부를 선별하여 적절히 보강하였다.

메탄올 연료 추진선 개조 설계



| Elevation View |

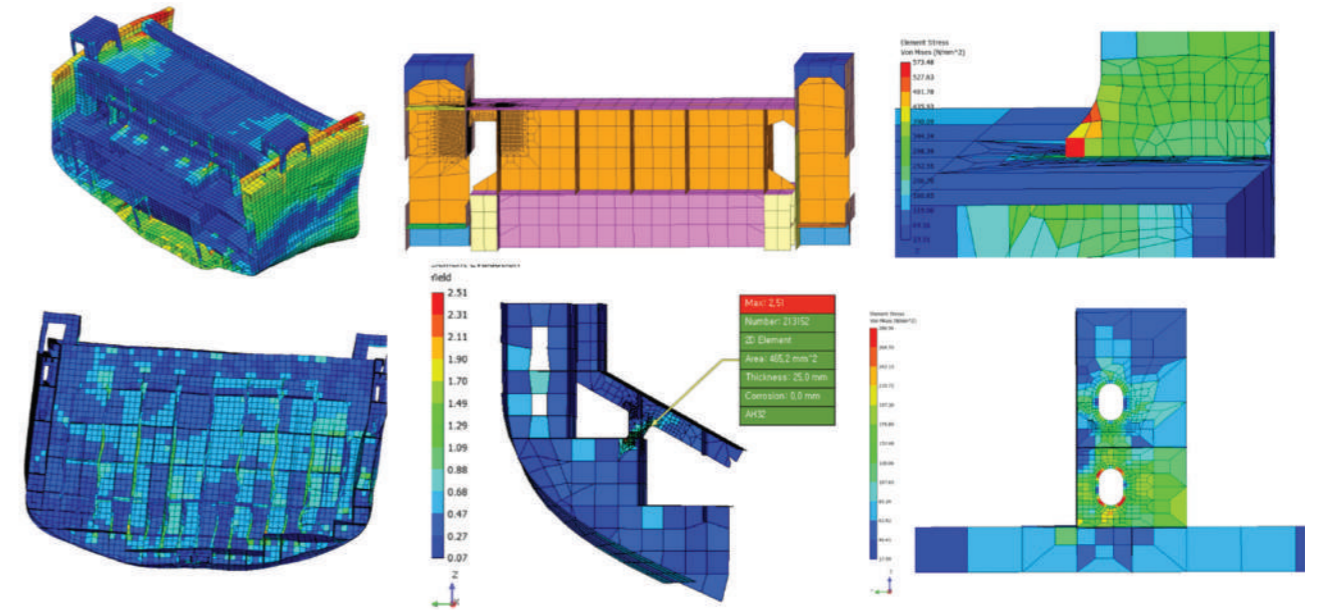
- M/F Preparation Room (Incl. LFSS, MeOH Serv. Tk)
- M/F Storage Tank (abt. 8,000 m<sup>3</sup>)



| Section View |

- M/F Pump Room
- M/F Bunkering Station (P&S)

### 메탄올 연료 추진선 개조 구조 해석



### KR의 역할

KR은 HD 현대마린솔루션과의 이번 공동개발 프로젝트를 통하여 HD 현대마린솔루션이 메탄올 추진선 개조 기술력을 확보할 수 있도록 적극 지원하였다. 그와 함께 지금까지 주요 조선소, 선사 및 메이커들과 메탄올 이중 연료 추진 대형 컨테이너선에 대한 신조 및 공동연구를 수행함으로써 메탄올 추진선의 엔진, 구조, 의장품 배치, 협약 요건 및 위험도(HAZID & HAZOP) 평가에 대한 적극적인 기술 지원을 하며 협력 관계를 꾸준히 이어오고 있다. 앞으로도 KR은 이러한 긴밀한 상호협력을 통해 우리의 고객들이 탈탄소화 시대에 발빠르게 대응하고 새로운 영역을 개척해 나갈 수 있도록 신뢰받는 파트너 역할을 확대해 나갈 계획이다.



KR Decarbonization Magazine

# Interview\_



## OCCS 기술 개발 현황과 경제성

㈜파나시아 천상규 연구소장 인터뷰



지구 온난화에 따른 탈탄소화 규제가 강화되어감에 따라 탄소 포집 기술은 전지구적 온실가스 감축 수단의 가장 중요한 기술의 하나로 자리매김하고 있다. 해운산업 또한 이러한 탄소포집기술을 선박에 응용하기 위하여 선상 탄소 포집 장치(OCCS, Onboard Carbon Capture System)를 개발하고 실제 선박에 적용하는 많은 연구들이 진행되고 있다. OCCS는 선박이 배출하는 배기가스로부터 이산화탄소를 직접적으로 포집하여 온실가스배출을 줄일 수 있다는 점에서 매력적인 기술이다.

국내에서도 여러 업체들이 OCCS를 개발하고 있으며, 이러한 개발사 중 파나시아는 KR, HMM, 삼성중공업과 MOU를 체결하고 국내 최초로 실선 적용을 계획하고 있다. 이번 호에서는 파나시아의 천상규 소장을 모시고 OCCS의 개발과정, 핵심기술, 실증 계획 및 상용화에 대한 전망 등 다양한 각도에서 인터뷰한 결과를 실었다.



**Q. 파나시아가 OCCS 개발에 뛰어든게 된 이유를 먼저 설명 부탁드립니다.**

**A** 현재 조선업계의 가장 큰 화두는 탈탄소이고, OCCS는 향후 탈탄소를 달성하기 위한 기술로서 해사업계의 많은 관심을 받고 있습니다. 파나시아의 경우 스크러버, SCR 등 후처리장비 개발에 대한 경험과 기술력을 보유하고 있어 이를 바탕으로 경쟁력 있는 OCCS를 개발할 수 있을 것으로 판단하여 개발을 시작하였습니다.

**Q. OCCS 개발에 대한 진행 경과는 어떠한가요?**

**A** IMO에서 OCCS에 대한 논의가 시작되면서, 2020년부터 삼성중공업과 OCCS의 공동개발에 착수 하였는데요. 현재, HFO 엔진과 OCCS를 설치하여 바지선 위에서의 검증을 완료한 상태입니다. 개발된 OCCS는 올해 6월 HMM, KR과 함께 2.1K 컨테이너에 탑재하여 실선 검증을 진행할 예정입니다.

**Q. OCCS의 핵심 기술은 무엇인가요?**

**A** OCCS의 핵심 기술은 흡수제입니다. 저희는 이미 성능이 검증된 아민 계열의 흡수제에 추가의 화학물질을 혼합하여 최적의 흡수제를 개발하였고 계속해서 개선 중입니다. 선박에서 발생하는 전체 배기가스로부터 일정량을 흡입하여 흡입된 배기가스의 최대 90%의 이산화탄소를 포집할 수 있으며 현 시점에서 선박에 적용가능한 최대 설비 규모는 시간당 3톤의 이산화탄소를 포집할 수 있습니다. 이번에 실선에 적용할 프로젝트는 시간당 1톤의 이산화탄소를 포집하여 저장할 수 있는 규모이며 전체 이산화탄소 배출량의 약 14%를 절감할 수 있습니다. 특히 저희 선박용 OCCS는 공간상의 부피와 높이를 최소화하기 위하여 다단으로 구성된 흡수탑과 세척탑을 일체형으로 제작하고 있습니다.



**Q. OCCS를 포집하는데 사용되는 추가 에너지는 어느 정도인가요?**

**A** OCCS 가동에서 가장 중요한 점은 이산화탄소 포집을 위한 에너지, 즉 재생열을 최소화하는 것입니다. 통상 40% 정도의 추가 에너지가 사용됩니다. 즉 이산화탄소 포집 성능이 1ton/hour이라면 투입된 에너지를 제외한 순 소요량은 0.6ton/hour이 됩니다.

**Q. 상당히 많은 에너지가 소요되는군요. 이산화탄소 포집에 사용되는 에너지를 줄일 방법이 있을까요?**

**A** 선박 내에서 발생하는 냉열 또는 폐열을 활용한 열 교환을 통하여 효율을 더 증가시킬 수 있습니다. 그래서 특히 LNG 추진선의 경우 LNG의 냉열을 사용할 수 있기 때문에 시스템에 투입되는 열량을 더 효과적으로 줄일 수가 있으며, 선박 배기가스의 폐열을 이용하여 재생열을 절감할 수 있습니다. 또한 LNG의 경우 타 연료 대비 발생하는 CO<sub>2</sub>가 적어 OCCS의 시스템 규모를 줄일 수 있기 때문에 메리트가 있습니다.

**Q. 선사들이 가장 관심을 가지는 부분이 경제성입니다. OCCS의 경제성을 어떻게 보시나요?**

**A** 워낙 불확실성이 있고 선종마다 달라서 가장 전망 하기 어려운 부분이라고 할 수 있습니다. OCCS 규모에 따라 달라지겠지만 보통 시간당 1톤의 CO<sub>2</sub>를 포집 및 저장하는 설비의 Capex는 100~150억 달러 정도의 규모로 예상합니다. 거기에 선종별 Cargo Loss를 고려한 후 탄소세와 비교하여 경제성을 분석해야 합니다. 또한 LNG에 OCCS를 설치했을 때와 암모니아와 같은 무탄소 연료를 사용했을 때의 전체 수명기간 동안 비용에 대한 상대적인 분석을 통해 어떤 방법이 더 경제적인지에 대한 비교도 필요합니다. 현재까지는 이런 불확실성으로 인해 확신할 수 없지만 탄소세가 CO<sub>2</sub> 톤당 200달러 이상은 되어야 경쟁력이 있을 것으로 판단합니다. 물론 정확한 경제성 분석이 필요하고 대량 생산 시의 생산 비용 감소 등 다방면으로 좀더 검토가 필요합니다. 추가로 말씀드릴 부분은 포집된 이산화탄소를 CO<sub>2</sub> 용접 등 산업계에 활용할 계획입니다. 이 부분에서의 탄소 저감 효과가 국제사회에서 인정될지는 미지수이지만 이런 부분이 인정된다면 경제성은 높아질 것으로 봅니다.

**Q. 저희 선급에서도 대체연료 경제성 분석을 수행하고 있는데 연료 가격과 탄소 비용의 불확실성이 가장 중요한 요소였습니다. 향후 공동으로 경제성 분석을 하는 것도 좋을 것 같습니다. 이번 실증에서도 이러한 경제성 분석이 이루어질 예정인가요?**

**A** 네, 좋은 제안 감사합니다. 이번 실증에서는 성능, 안전성 등을 위주로 수행할 예정입니다. 물론 간략한 경제성 분석도 수행할 예정입니다. 다만 선사인 HMM의 최우선 관심사는 CI 등급을 높이기 위한 것으로, 많은 양의 CO<sub>2</sub>를 저장할수록 Cargo Loss가 커지기 때문에 20 피트 컨테이너 2개 정도 탑재하고자 합니다. 해당 선박은 한-아시아 정도의 단거리 노선을 주요 항로로 운항할 예정입니다.

**Q. 향후 OCCS의 미래에 대해 어떻게 예측하시나요?**

**A** 기술적 측면에서는 OCCS의 개발은 큰 문제가 없다고 생각합니다. 따라서 경제성 측면에서 IMO의 결정, 대체연료의 가격 등이 OCCS의 미래를 좌우한다고 생각합니다. 대체연료로의 전환이 아주 어려운 선박이고 여전히 잔여 수명이 남은 선박의 경우에 OCCS는 좋은 대안이 될 수 있다고 봅니다.

바쁜 와중에 시간을 내어 좋은 인사이트를 공유한 천상규 연구소장에게 감사의 인사를 전하며, 오늘 6월 진행될 OCCS의 성공적인 실선 검증을 통해 친환경 탄소저감 운용기술을 선도적으로 확보할 수 있길 기대해봅니다.



## 선상 탄소 포집 관련 IMO 최신 논의 동향

2024년 3월 8일부터 21일까지 개최된 IMO MEPC 81차 회의에서는 선상 탄소 포집을 IMO 규정체계로 어떻게 반영할 것인지에 대한 다양한 제안과 방안들이 논의되었다.

### 1. 선상 탄소 포집 설비에 관한 연구 착수 제안

배기가스세정장치(EGCS)와 관련한 규정의 지침서 개발과 연구를 통해 축적되었던 다양한 경험을 고려하여, 잔류물과 배출물질, 운송, 저장 및 수용시설로의 배출을 포함한 관련 규정 개발을 위한 연구 착수 제안이 있었다.

### 2. 현 IMO 규정체계 내, 선상 탄소 포집 반영 작업 논의

IMO 규정체계에 선상 탄소 포집을 반영하기 위한 첫 단계로, 현행 IMO 규정체계에 관한 체계적인 검토 수행 등을 위해 아래의 측면들을 고려한 작업 계획이 논의되었다.

- ▶ MARPOL Annex VI 관련 규정들
- ▶ 선상 탄소 포집 설비의 시험, 검사 및 검증을 위한 지침서
- ▶ 선상 CO<sub>2</sub> 관리계획서의 개발 및 승인을 위한 지침서
- ▶ CO<sub>2</sub> 기록부 양식
- ▶ CO<sub>2</sub>가 대기중으로 방출되지 않음을 보장하기 위한 측면에서, CO<sub>2</sub> 터미널에 대한 승인 또는 인증/인가 체계 및 기타 국제 환경법 및 기준들과 부합하는 CO<sub>2</sub>의 안전한 저장 및 활용

### 3. EEDI 및 CII 산정 관련 기술지침서 개정

선상 탄소 포집 시스템의 온실가스 저감효과를 반영하기 위한 EEDI 및 CII 계산 공식 개정을 위한 관련 기술지침서들의 개정이 있었다.

### 4. 육상 양륙된 CO<sub>2</sub> 정보를 위한 MEPC 회람문서 초안 제안

육상 양륙된 CO<sub>2</sub>의 정량을 증빙하는 'CO<sub>2</sub> 양륙 영수증'에 포함되어야 하는 정보에 관한 샘플 양식을 제공하는 MEPC 회람문서 초안이 제안되었다.

### 선상 탄소 포집 사용을 위한 규제 체계 개발에 관한 통신작업반 개설 합의!

MEPC 81차 회의에서는 상기 사항들에 대한 고려 과정에서 선상 탄소 포집이 국제 해운에서 온실가스를 줄이는데 중요한 역할을 할 것으로 인식하였다.

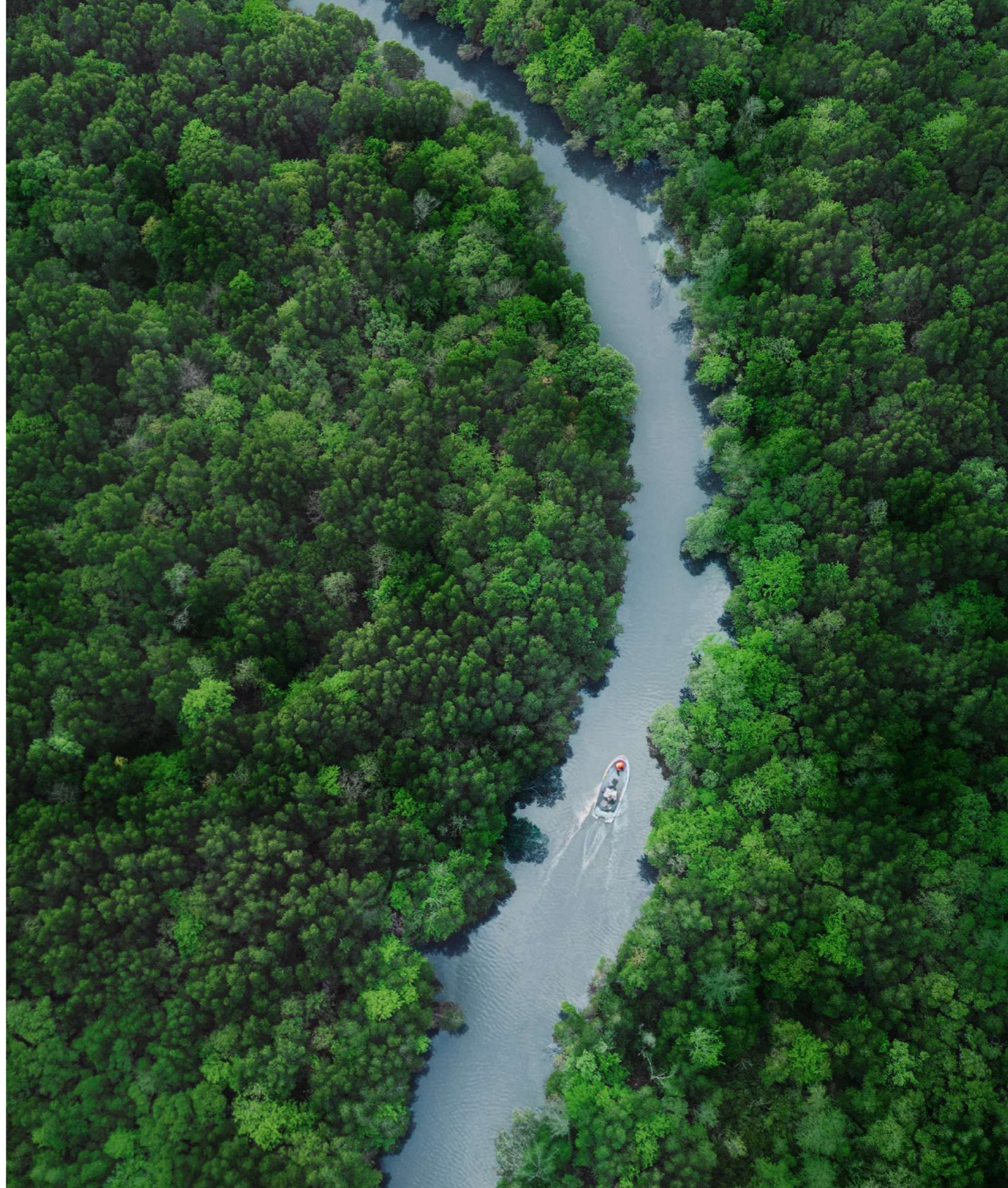
그러나 기술적 미성숙 및 다양한 안전에 관한 문제로 인하여 선상 탄소 포집 대신에 저탄소 또는 무탄소 연료 사용에 대한 인센티브를 주는 방식이 선호된다는 의견들이 교환되었으며, 결론적으로 LCA 규정 체계 추가 개발의 일부로서 보다 더 전체적인 관점의 논의가 필요하다는 의견들로 인해 IMO 규정체계의 통합에 대해서 합의가 도출되지는 않았다.

하지만 선상 탄소 포집 기술이 온실가스 감축에 중요한 역할을 할 수 있다는 인식과 함께 지속적인 논의가 필요하다는 의견을 고려하여, '선상 탄소 포집 사용을 위한 규제 체계 개발에 관한 통신작업반 개설'에 합의하였다.



KR Decarbonization Magazine

# Regulatory Updates\_



## | EU 규제 동향 |

### 배출권거래제(ETS) 요구사항과 배출권 확보

IMO 글로벌 이니셔티브와 별도로, 유럽연합 (EU)에서는 유럽 그린딜(European Green Deal) 제안 이후, 2021년 7월에 Fit for 55 Package를 발표하였다.



Fit for 55 Package는 유럽 기후법의 중기 감축 목표 (1990년 대비 2030년까지 최소 55% 감축) 달성을 위해 다양한 산업 분야에 적용되는 여러 입법 제안사항의 구성을 의미하며, 국제 해운과 직접적으로 관련된 사항은 2024년부터 시행되는 유럽연합 배출권거래제(ETS, Emissions Trading System)의 해상 운송 배출량 확대 적용 및 2025년부터 시행되는 해상 교통의 재생 가능 및 저탄소 연료의 사용 촉진 규제(FuelEU Maritime)이다.

배출권거래제(ETS)는 온실가스 배출에 대한 권리를 배출권으로 사고팔 수 있는 제도이다. EU ETS는 2005년부터 EU의 육상산업 분야에 도입되었으며, 2012년부터 EU에서 운항하는 항공 분야에 확대 적용되어 왔다. 해운 분야에 대해서는 금번 Fit for 55 패키지의 EU ETS 개정 제안 중 하나인 2024년 배출량부터 확대 적용되었다. 해운분야의EUETS는선박이등록된기국에 관계없이 유럽경제지역(EEA)<sup>1)</sup>을 운항하는 총톤수 5,000 이상의 모든 선박에 적용되며, 온실가스 배출량의 모니터링, 보고 및 검증에 관한 규정(EU MRV)에 따라 보고된 배출량에 상응하는 배출권을 EU Administering Authority(관리당국)에 제출(Surrender)하여야 한다. EU MRV 및 EU ETS 요구사항(배출량 모니터링 및 보고, 배출권 제출 등)의 이행 주체는 Shipping Company(해운회사)이다.

1) 유럽경제지역(European Economic Area), EU 27개 회원국 및 유럽자유무역협정(EFTA, European Free Trade Association)의 아이슬란드, 리히텐슈타인 및 노르웨이를 포함



### 1. EEA 항해에 따른 온실가스 배출량 포함 범위

EU MRV 및 EU ETS 규정에서 항해(Voyage)는 기항지 (Port of Call)에서 출발 또는 정지하는 선박의 이동을 의미하며, 기항지는 화물의 선·하역 또는 승객의 승·하선을 위해 정박하는 항구를 의미하며, 재급유, 보급품 수령 등을 위한 정박 및 EU ETS Directive의 제39조 (2)에 따른 인근 컨테이너 환적항(Neighbouring Container Transshipment Port)에<sup>2)</sup> 대한 컨테이너선의 정박은 제외된다.

EU MRV는 유럽경제지역(EEA)과 관련된 모든 항해에 대해 온실가스 배출량을 계산하여 보고하는 반면, EU ETS는 다음과 같이 EEA 관련 항해의 종류에 따라 온실가스 배출량 계산 비율을 다르게 적용한다.

- ▶ EEA 관할 기항지에서 출발하여 제3국의 관할 기항지로 도착하는 항해에서 발생한 배출량의 50%
- ▶ 제3국의 관할 기항지에서 출발하여 EEA 관할 기항지로 도착하는 항해에서 발생한 배출량의 50%
- ▶ EEA 관할 기항지에서 출발하여 EEA 관할 기항지에 도착하는 항해에서 발생한 배출량의 100%
- ▶ EEA 관할 기항지 내에서 발생한 배출량의 100%

2) 이집트의 EAST PORT SAID 및 모로코의 TANGER MED(Implementing Regulation (EU) 2023/2297, 26 October 2023 기준)

### 2. 포함되는 온실가스 종류

EU MRV는 2024년 배출량부터 이산화탄소(CO<sub>2</sub>), 메탄(CH<sub>4</sub>) 및 아산화질소(N<sub>2</sub>O) 배출량에 대한 보고를 요구한다.

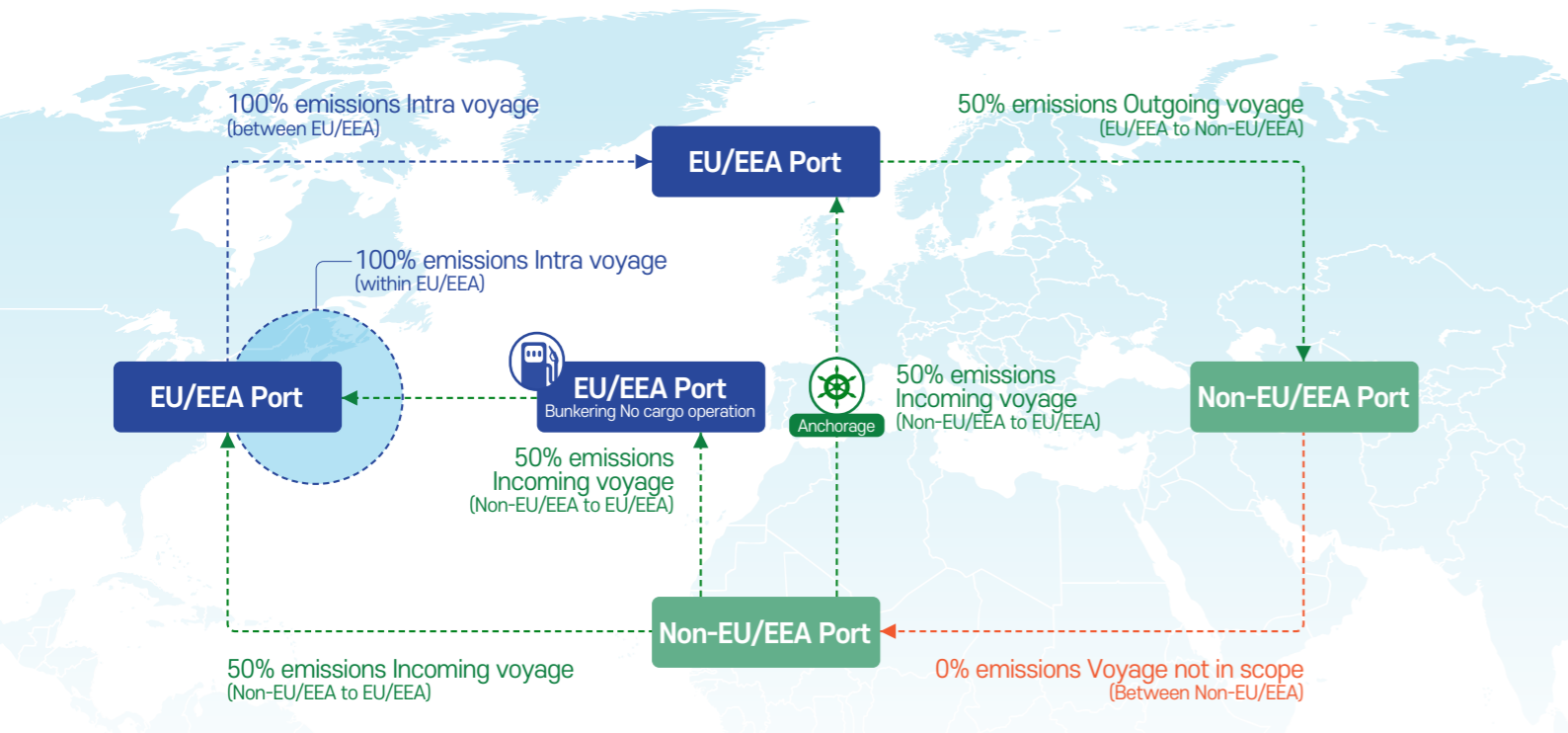
EU ETS의 요구사항은 2024년 배출량부터는 이산화탄소(CO<sub>2</sub>) 배출량만 포함하며, 2026년 배출량부터는 이산화탄소(CO<sub>2</sub>), 메탄(CH<sub>4</sub>) 및 아산화질소(N<sub>2</sub>O) 배출량을 포함한다.

	2024	2025	2026
이산화탄소(CO <sub>2</sub> )	MRV+ETS		
메탄(CH <sub>4</sub> )	MRV		MRV+ETS
아산화질소(N <sub>2</sub> O)	MRV		MRV+ETS

### 3. 단계별 배출권 제출 비율

EU ETS는 온실가스 배출량의 모니터링, 보고 및 검증에 관한 규정(EU MRV)에 따라, 보고 기간(y)에 대해 다음 연도(y+1)의 3월까지 보고된 배출량에 상응하는 배출권을 보고 기간(y)에 대한 단계적 제출 비율에 따라 다음 연도(y+1)의 9월까지 EU 회원국에 제출(Surrender)하여야 한다.

- ▶ 2024년 CO<sub>2</sub> 배출량의 40% (2025년 9월까지 제출)
- ▶ 2025년 CO<sub>2</sub> 배출량의 70% (2026년 9월까지 제출)
- ▶ 2026년부터 CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> 및 N<sub>2</sub>O 배출량의 100% (2027년부터 매년 9월까지 제출)



#### 4. Shipping Company(해운회사)

Shipping Company는 EU MRV(배출량 모니터링, 보고 및 검증 등) 및 EU ETS(배출권 제출 등)의 이행에 대한 책임 주체이다.

Shipping Company는 선주 또는 선주로부터 선박 운영에 대한 책임을 위임받은 관리자 또는 용선주를 의미하며, 이러한 책임은 Regulation (EC) No 336/2006의 Annex I에 규정된 국제안전경영규약(ISM Code)에 관한 모든 의무와 책임을 인수하기로 동의한 것으로 간주한다.

선주는 선박의 등록증(Certificate of Registry)에 식별되고 IMO의 고유 회사 및 등록 소유자 식별 번호(IMO Unique Company and Registered Owner Identification Number)를 가지는 등록된 소유자를 의미한다.

유럽집행위원회는 2024년 2월 1일까지 Shipping Company에 대한 EU Administering Authority(관리당국) 배정 결과를 발표하고 2년마다 배정 목록을 최신화하여 발표한다.

Shipping Company는 Implementing Regulation (EU) 2023/2599에 따라 책임을 맡은 선박(들)에 대한 정보를 EU Administering Authority에 제출하여야 한다.

Shipping Company가 ISM Company로 정해진 경우, ISM Company는 선주로부터 EU MRV 및 ETS 의무에 대한 책임을 위임받았음을 입증하는 문서를 EU Administering Authority 및 검증기관(Verifier)에 제출하여야 한다. 만일 입증 문서가 없다면, 선주가 MRV 및 ETS 의무 준수 주체로 간주된다.

Shipping Company는 EU Administering Authority 배정 결과 발표 이후 영업일 기준 40일<sup>3)</sup> 이내에 Union Registry에서 Maritime Operator Holding Account(MOHA)를 개설하여야 한다. Shipping Company는 자신의 MOHA에서 배출권(Allowance)을 제출(Surrender)하여야 한다. 각 EU Administering Authority의 MOHA 개설 신청을 위한 연락처는 European Commission 웹사이트의 EU ETS - Union Registry - Link 페이지<sup>4)</sup>에서 확인 가능하다.

3) 처음 EEA 관할 기항지에 운항한 경우에는, 영업일 기준 65일 이내

4) European Commission, 24.2.2.검색 ([https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/union-registry\\_en#links](https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/union-registry_en#links))



#### 5. ETS 비용의 선박 운영자에 대한 전가

만일 Shipping Company가 아닌 다른 주체(Another Entity)에게 연료의 구매 또는 선박의 운영(Operation of Ship)에 대한 책임이 있는 경우, Shipping Company는 배출권 제출로 발생한 비용을 해당 주체로부터 상환받을 수 있다.

선박의 운영(Operation of Ship)이란 화물 또는 선박의 항로 및 속도를 결정하는 것을 의미한다.

EU 회원국은 Shipping Company가 상환을 받을 수 있도록 국가적 조치를 취해야 하며, 해당 권리를 집행하기 위한 사법적 접근 권한을 제공하여야 한다.

발틱국제해사협의회(BIMCO, Baltic and International Maritime Council)는 ETS와 관련된 비용 및 책임을 명확하게 하기 위한 표준 조건이 포함된 조항<sup>5)</sup>을 제안하였다.

- ▶ Emission Scheme Freight Clause for Voyage Charter Parties 2023
- ▶ Emission Scheme Surcharge Clause for Voyage Charter Parties 2023
- ▶ Emission Scheme Transfer of Allowances Clause for Voyage Charter Parties 2023
- ▶ SHIPMAN Emission Trading Scheme Allowances Clause 2023

5) BIMCO, 24.2.2.검색 (<https://www.bimco.org/insights-and-information/contracts/20231208-ets-clauses>)



### 6. 배출권 확보 방법

EUA(European Union Allowance)는 EU ETS에서 거래되는 배출권에 대한 공식 명칭으로, 하나의 EUA는 보유자에게 1톤의 온실가스(tCO<sub>2eq</sub>)를 배출할 수 있는 권리를 허용한다.

Shipping Company가 EUA를 구매 및 거래하기 위해서는 Union Registry에 계좌(MOHA)를 개설하여야 하며, EUA를 확보할 수 있는 방법은 다음과 같다.

▶경매 | Auction

EU ETS 경매 플랫폼인 유럽에너지거래소 (EEX, European Energy Exchange)를 통한 1차 시장에서 경매에 참여하여 구매

▶거래 | Trading

배출권 거래소 또는 장외 시장을 통한 2차 시장에서 EUA 현물(Spot) 또는 선물(Future)을 거래

### 7. 온실가스 배출량 계산

선박의 온실가스 배출량은 Delegated Regulation(EU) 2023/2776에 따라서 다음의 계산식으로 계산하여야 한다.

$$GHG_{MRV} = CO_{2MRV} + CH_{4MRV} \times GWP_{CH4} + N_2O_{MRV} \times GWP_{N2O}$$

$$CO_{2MRV} = \sum_i (M_i - M_{i,NC}) \times EF_{CO2,i}$$

$$CH_{4MRV} = \left[ \sum_i (M_i - M_{i,NC}) \times EF_{CH4,i} \right] + CH_{4S}$$

$$N_2O_{MRV} = \sum_i (M_i - M_{i,NC}) \times EF_{N2O,i}$$

여기서  $GHG_{MRV}$ 는 온실가스 배출량(tCO<sub>2eq</sub>),  $CO_{2MRV}$ ,  $CH_{4MRV}$  및  $N_2O_{MRV}$ 는 각 온실가스의 총 배출량(tGHG),  $GWP_{CH4}$  및  $GWP_{N2O}$ 는 Delegated Regulation (EU) 2020/1044에서 제시하는 100년 기준의 지구온난화지수로, CO<sub>2</sub>는 1을 기준으로 CH<sub>4</sub>에 대해 28 및 N<sub>2</sub>O에 대해 265이다.  $i$ 는 보고 기간 동안 선박에서 사용된 연료의 종류,  $j$ 는 주기관, 보조 기관, 가스터빈, 보일러 및 불활성 가스 장치를 포함한 선박의 배출원 종류,  $M$ 는 연료 종류  $i$ 의 총 사용량이다.  $EF_{CO2,i}$ ,  $EF_{CH4,i}$  및  $EF_{N2O,i}$ 는 연료 종류  $i$ 에 대한 각 온실가스에 대한 Tank-to-Wake 배출계수이다.

선박의 배출원에서 연소되지 않지만 대기 중으로 배출되는 연료의 총량인  $M_{i,NC}$  및 연소되지 않지만 대기 중으로 배출된 CH<sub>4</sub>를 의미하는  $CH_{4S}$ 는 다음 계산식으로 계산된다.

$$M_{i,NC} = \sum_i \sum_j M_{i,j} \times C_j / 100$$



KR Decarbonization Magazine

# Inside KR\_





## HMM 개발 ‘온실가스 감축량 계산 방법론’에 3자 검증

KR은 국내 최대 선사인 HMM이 유럽연합의 재생에너지 지침 (RED II, Renewable Energy Directive II)에 근거하여 개발한 ‘온실가스 감축량 계산 방법론’에 대해 3자 검증을 수행하고 검증서를 수여했다.

지난해 국제해사기구(IMO)는 온실가스 배출량을 기존 50%에서 100%로 상향한 2050년 국제해운 탄소 배출 감축 목표를 채택하였으며, 선박 연료유에 대한 전주기 탄소 배출 평가(LCA, Life Cycle Assessment) 방법론에 대한 논의를 이어가는 등 탄소중립에 대한 해사업계의 움직임이 더욱 빨라지고 있다.

선사들은 이러한 규제에 대응하기 위하여 적합한 대체 연료의 선택과 선박 연료로 사용하기 위한 방안 마련에 고심 중이다.

현재 메탄올, 암모니아, 바이오 연료 등 다양한 대체 연료가 거론되는 가운데, 폐식용유에서 추출한 바이오 디젤과 일반 선박유를 섞은 바이오 연료는 기존 선박 엔진을 개조하지 않고도 IMO의 온실가스 저감 목표를 달성할 수 있어 시장의 많은 주목을 받고 있다.

HMM도 선박 대체 연료로서의 바이오 연료 도입을 위해 GS 칼텍스, KR 등과 지속적으로 협력을 이어오고 있으며, 지난해에는 6,400TEU급 컨테이너선 HMM 타코마호에서 바이오 연료를 사용하여 시험운항에 성공하는 등 자사 선박의 바이오 연료 사용 확대를 위해 많은 노력을 기울이고 있다.

KR이 검증한 온실가스 감축량에 대한 방법론은 HMM이 바이오 연료 사용 시 연료가 생산되는 과정부터 공급되는 과정까지의 배출량과 연료를 사용하는 과정에서의 배출량을 모두 포함하는 연료의 전과정 배출량(WtW, Well-to-Wake)을 기준으로 온실가스 감축량을 산정한 프로세스이다. HMM은 검증받은 방법론을 향후 화주 및 관련 기업들에게 제공할 ‘그린 세일링 서비스’에 활용한다는 계획이다.

\* HMM이 저탄소 연료 구매 및 사용을 통해 선박 운항 시 직접적으로 감소시킨 탄소 감축량을 거래하는 것으로, 화주 및 관련 기업의 Scope3 탄소 배출량을 감축시켜주는 서비스

KR 송강현 친환경선박해양연구소 소장은 “차세대 대체 연료 선점 경쟁이 격화되는 가운데 새로운 기술을 도입해야 하는 선사들은 개별적으로 대응하기 어려운 환경에 놓여있다”며, “이에 KR은 대체 연료 기술의 선제적인 확보와 국제환경규제 모니터링 등을 통해 선사들이 온실가스 규제 대응을 해가는데 지속적으로 기여하겠다”고 전했다.



## IMO 2050 탈탄소 전략에 따른 「차세대 선박 연료 전망 시리즈」 발간

지난해 IMO의 2050 GHG Net-zero 달성 목표가 채택되고 EU가 Fit for 55 패키지 법안을 통해 FuelEU Maritime 규정을 신설함으로써 친환경 연료 사용을 강제화하는 등 글로벌 및 지역적으로 온실가스 규제가 한층 강화되고 있다. 이에 각 해운국과 주요 선사들은 온실가스 규제 대응을 위해 다양한 선박 대체 연료를 사용할 것으로 전망된다.

KR은 이러한 수요에 대응하고 해사업계의 탈탄소 목표 달성을 돕기 위해 선박의 차세대 연료에 대한 기술문서 3건을 시리즈로 발간하였다.

### △ 선박연료로서 메탄올의 현황과 전망

### △ CCUS용 중·대형 액화 이산화탄소 운반선 기술현황 및 전망

### △ 선박연료로서 바이오연료의 현황과 전망

각 기술문서에는 탈탄소에 대한 KR의 다양한 연구개발 활동을 비롯하여 탈탄소 및 온실가스 배출 저감에 대한 국내외 동향 등 관련 정보와 관련 업계와의 협업 내용이 상세하게 담겨있다.



먼저 「선박 연료로서 메탄올의 현황과 전망」에는 △국제 해운 환경규제 동향 △메탄올의 특성 △선박 관련 메탄올 규정 및 표준 △메탄올 연료 추진 선박 기술 및 안전요인 △선박 연료로서 메탄올의 전망 등을 방대하게 다루고 있다. 메탄올은 연료의 저장 및 취급이 상대적으로 용이하며, 화석 연료가 아닌 바이오매스 또는 그린 수소 기반 메탄올의 활용 가능성이 해사 시장의 많은 주목을 받고 있다.

「CCUS용 중·대형 액화 이산화탄소 운반선 기술 현황 및 전망」에서는 △CCUS 밸류 체인 △LCO<sub>2</sub> 운반선 기술 △LCO<sub>2</sub> 운반선 설계 규정 △LCO<sub>2</sub> 운반선 전망 등이 기술되어 있다. 전 세계적으로 CCUS 프로젝트가 계획되고 실행되면서 약 60억 US 달러가 CO<sub>2</sub> 수송 및 저장 인프라에 투자될 것으로 전망된다.

「선박 연료로서 바이오 연료의 현황과 전망」에서는 △바이오 연료 종류 △바이오 연료 사용 시 고려사항 △바이오 연료 생산량, 가격 및 병커링 인프라 △IMO DCS, CII, EU 등 규정 고려사항과 같은 내용이 담겨있다. 바이오 연료는 기존의 선박 및 엔진 개조 없이 사용할 수 있어 전통 연료를 사용하는 운항선의 온실가스 규제 대응에 가장 경제적이고 단기적인 대응이 가능한 방안으로 관심이 높아지고 있다.

KR은 이번 시리즈를 시작으로 탈탄소 및 온실가스 배출 저감에 대한 기술정보를 주기적으로 고객들에게 신속하게 제공할 계획이다.

# NET ZERO 2050

## KR-울산항만공사-롯데정밀화학-HD현대중공업-HMM, 암모니아 벙커링 산업 활성화를 위한 업무협약 체결



KR은 2024년 1월, 울산항만공사(UPA) 본사에서 롯데정밀화학, HD현대중공업, HMM과 '암모니아 벙커링 산업 활성화를 위한 업무협약(MOU)'을 체결했다.

이날 협약식에는 정순요 UPA 운영부사장을 비롯하여 김대현 KR 본부장, 윤희용 롯데정밀화학 상무, 조민수 HD현대중공업 부사장, 김규봉 HMM 총괄 등 관계자 20여 명이 참석하였다.

암모니아 벙커링은 차세대 무탄소 에너지원으로 각광 받는 암모니아를 선박의 연료로 급유하는 것으로, 2023년 7월 국제해사기구(IMO) 온실가스 규제 강화에 따라 탄소를 배출하지 않는 암모니아가 선박 대체 연료로 주목받고 있다. 이에 따라 암모니아 추진선박 발주량 역시 늘어나고 있어 벙커링을 위한 사전준비는 필수적이다.

이번 MOU 참여 기업들은 협약을 계기로 위험물로 취급받는 암모니아를 선박 연료로 사용하기 위한 제도와 규제를 개선할 계획이다. 또한 안정적인 암모니아 공급을 위한 인프라 구축, 암모니아 벙커링 관련 신사업 성장을 위한 연구 및 실증을 수행하는 등 다양한 분야에서 협력해나갈 예정이다.

이번 MOU를 통해 세계 해운업계 주요 과제 중 하나인 친환경 선박 연료 벙커링 분야에서 KR의 역할이 더욱 강화될 것으로 기대된다.



## 동화엔텍·동화뉴텍 개발, ‘선박용 암모니아 연료 공급 및 재액화 시스템’에 개념승인 수여

KR은 2023년 12월 6일 중국 상하이에서 개최된 마린텍 차이나에서 (주)동화엔텍과 (주)동화뉴텍에 선박용 암모니아 연료 공급 시스템 및 재액화 시스템에 대한 개념승인(AIP)을 수여했다.

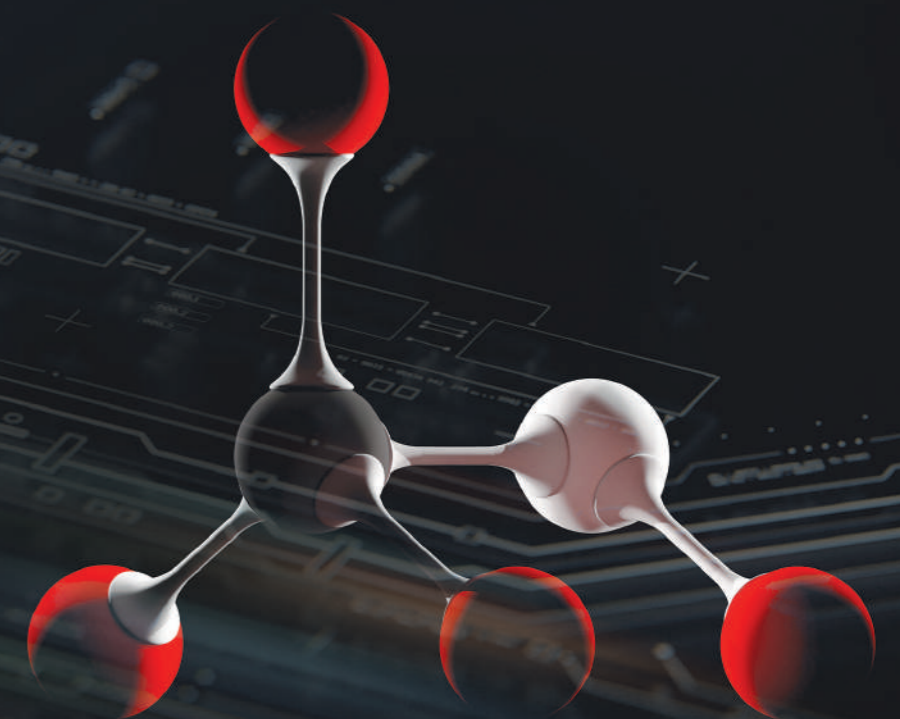


이번 암모니아 연료 공급 및 재액화 시스템은 APAVE Korea(ABS 컨설팅)와 함께 운전과 제어에 대한 안전성 검토(HAZOP, Hazard and Operability Analysis)를 통해 공정상의 위해 요인과 운전상의 문제점을 사전에 도출하고 개선한 결과물이다.

암모니아는 공기보다 가벼워 가스 누출 시 효과적으로 제어할 수 있고 다른 연료에 비해 낮은 폭발 가능성을 가지고 있으나, 독성과 부식성의 문제가 동반돼 이를 해결하기 위한 설계가 필수적이다.

이에 (주)동화엔텍은 암모니아의 특성을 고려한 연료 공급, 재액화, 중화 시스템에 대한 전반적인 공정 설계를 완료했다. 특히 암모니아 재액화를 위한 핵심 장비인 압축기는 (주)동화엔텍 그룹계열사인 (주)동화뉴텍의 왕복동 압축기가 적용되었다.

KR은 글로벌 탄소중립 목표 달성을 위해 친환경 기술 개발 기업들과 협력하고 성공적인 기술 개발을 위한 지속적인 지원을 아끼지 않을 예정이다.



## ‘선박 에너지 효율 관리계획서(SEEMP Part-III)’ 검증을 위한 회사심사 서비스 구축

KR은 2023년 12월 ‘선박 에너지 효율 관리계획서(SEEMP, Ship Energy Efficiency Management Plan) Part-III’ 이행 검증을 위한 회사심사 서비스를 구축하고, 실제 시행에 앞서 SK 해운을 방문하여 예비 심사를 수행했다.

SEEMP Part-III는 2023년부터 시행된 탄소집약도(CII) 규제 이행에 필요한 요구사항으로, 선박의 에너지 효율 향상을 위한 계획의 수립·이행·감시·평가 등에 관한 절차 및 방법을 기술한 문서다. SEEMP Part-III에는 △과거 3년간 CII 정보 △CII 계산방법 △향후 3년간 CII 허용값 달성을 위한 이행계획 △자가평가 및 개선방안 등이 포함된다.

CII는 선박의 실제 연간 연료 소모량 및 운항 거리 등을 기반으로 탄소집약도를 계산(Attained CII)하고, 해당 기간 선박에 요구되는 CII 허용값(Required)과 비교하여 A(높은 등급)부터 E(낮은 등급)까지 등급을 부여하는 규제다.

개별 선박의 연료 소모량에 따른 2023년도 운항등급은 2024년 3월까지 도출되며, 만일 선박의 CII 등급이 3년 연속 D 또는 단일 연도 E에 해당하는 경우, CII 허용값 달성을 위한 시정조치 계획을 수립하여 SEEMP Part-III에 포함해야 한다.

따라서 총톤수 5천 톤 이상인 국제 항해하는 선박을 운영하는 선사들은 올해 CII가 본격 시행되기 앞서 2023년도를 포함한 3년간의 탄소집약도 이행계획의 SEEMP Part-III를 개발하여 지난해 주관청 또는 검증기관에서 확인증(CoC, Confirmation of Compliance)을 발급 받았으며, 이에 대하여 3년마다 회사심사를 받아야 한다.





KR은 이처럼 규제 이행 검증 등 전반의 모니터링을 위해 실시되는 회사심사를 선사들이 정해진 기한 내 차질없이 받을 수 있도록 'SEEMP Part-III 이행 검증을 위한 회사심사 서비스'를 구축했다.

김경복 KR 협약본부장은 “이번 SEEMP Part-III 회사심사의 예비 심사 수행 과정에서의 경험과 피드백을 바탕으로 올해부터 본격적으로 선사에 서비스를 제공하기 위해 준비하고 있다”며, “이에 더해 CII 규제 대응 전반의 지원을 위해 KR GEARS를 통해 통합지침서를 준비하는 등 내년에도 폭넓은 서비스 제공을 위해 노력해 나가겠다”고 밝혔다.

SEEMP Part-III 회사심사 신청 방법은 KR의 온실가스 관리 시스템 'KR-GEARS' 웹사이트에서 제공할 예정이다.

\* <http://gears.krs.co.kr/Main.aspx>



## 「전기차의 안전한 해상 운송을 위한 기술 안내서」 발간

KR이 전기차의 안전한 해상 운송을 위한 기술 안내서를 발간했다.

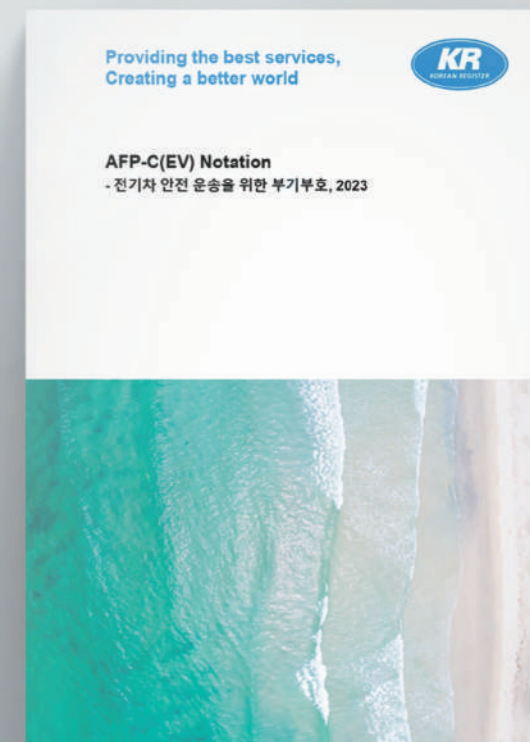
전 세계적으로 전기차 수요 증가와 함께 이에 대한 해상 운송이 많이 늘어남에 따라 해사업계는 해상 운송 시 발생할 수 있는 화재 위험성에 대한 높은 관심을 보이고 있다.

실제로 최근 발생한 차량 운반선의 화재 사고로 인하여 국제해사기구(IMO) 및 관련 단체 등에서 전기차의 해상 운송을 위한 안전 규정 개발의 필요성이 강조되기 시작했으며, 상세 규정 개발은 현재 논의 단계로 현실적인 지침 마련이 진행 중인 상황이다.

KR은 전기차의 해상 운송 수요에 부응하고 전기차 화재에 대한 효율적 대응을 돕는 안전 기준을 마련하기 위해 국내 선사와 조선소와 협업해온 동시에, KR의 선급 부기부호 'AFP-C(EV)'를 개발했다.

이번에 발간된 기술 안내서는 해당 선급 부호에 대한 이해를 돕기 위해 발간된 것으로, 화재의 탐지, 소화설비 등 'AFP-C(EV)' 부기부호를 PCTC/PCC 선박에 적용하기 위해 고려해야 할 사항들이 일목요연하게 정리되어 있다.

해당 기술안내서는 KR 홈페이지에서 다운로드 가능하다.





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. 06 Spring 2024**

**Korean Register**

46762 부산광역시 강서구 명지오션시티 9로 36 (명지동)

Tel 070 8799 8871

E-mail [krkst@krs.co.kr](mailto:krkst@krs.co.kr)

[www.krs.co.kr](http://www.krs.co.kr)

Copyright © 2024 ALL RIGHTS RESERVED BY KOREAN REGISTER