

SEMINAR BRIEF

Maritime Cluster Networking in Korea



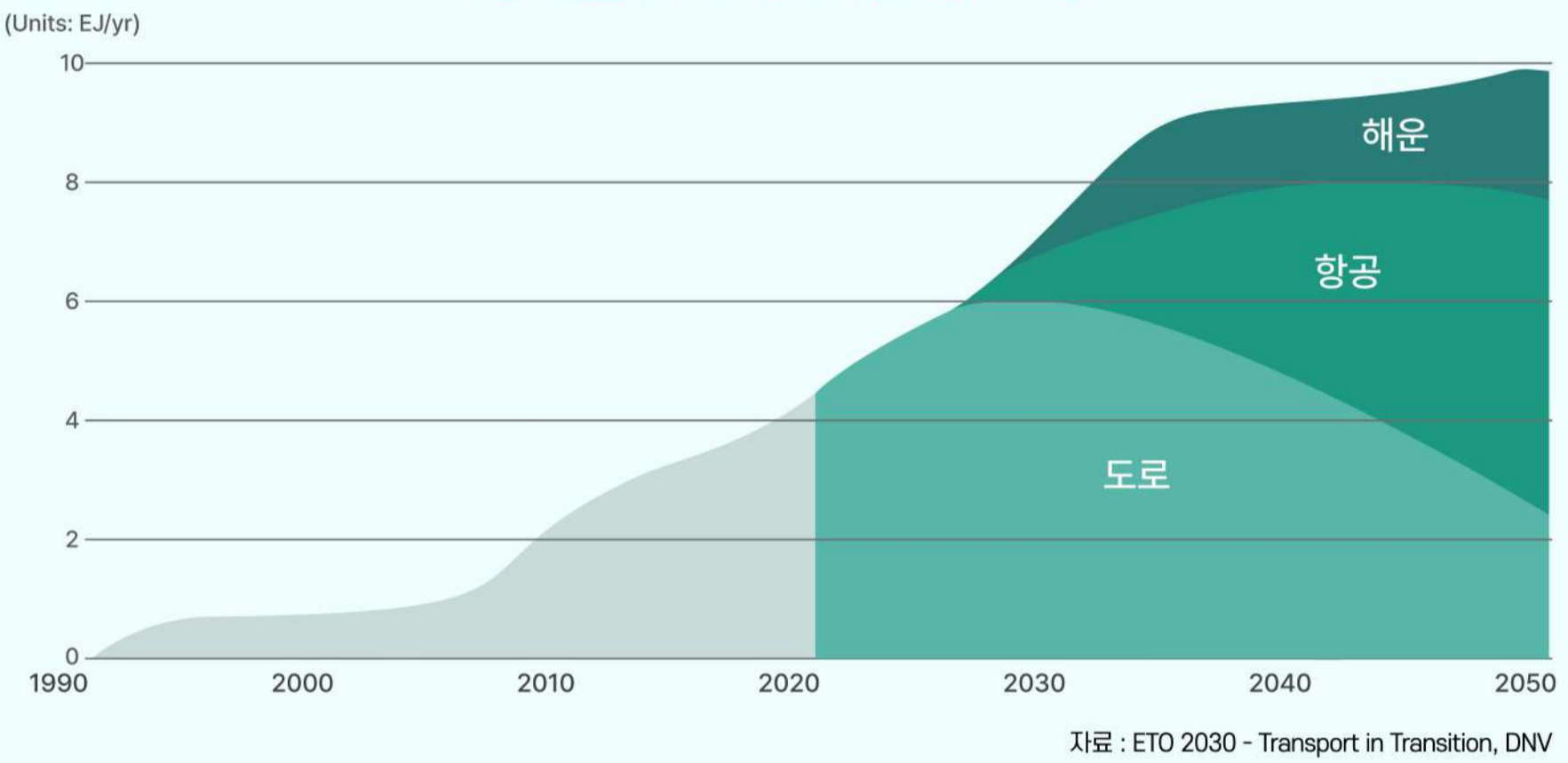
전세계 에너지 수요

전세계 에너지 수요는 2050년까지 지속 증가가 예상되고 있으며, 수요를 맞추기 위한 에너지 공급 측면에서는 온실가스 배출 감축을 위해 화석연료 사용량이 줄어드는 대신 태양광, 풍력, Biofuel의 공급량이 증가할 것으로 예상되고 있다. 바이오에너지는 친환경 에너지 전환의 주요 축으로서, 전체 에너지 공급에서 차지하는 비중이 현재 6%에서 2030년 13%, 2050년 18%로 증가할 것으로 예상된다.

수송 부문별 바이오연료 시장 전망

Transportation의 주요 세 영역인 육상, 항공, 해운 분야에서도 Biofuel은 중요한 역할을 할 것으로 예상된다. 육상의 경우 2030년대까지 Biofuel의 역할이 확대되다가 본격적인 전동화에 따라 2050년까지 비중이 줄어들 것으로 예상된다. 항공의 경우 액체연료 이외의 마땅한 대안이 없어 Biofuel의 역할은 시간이 갈수록 점점 더 중요해질 것으로 예상된다. 2050년에는 재생가능한 전기로 생산된 e-Fuel 사용이 37%까지 증가하고, Biofuel도 33%까지 지속적으로 증가할 것으로 전망된다.

수송 부문별 바이오연료 사용 전망(~2050)



해운의 경우 2030년까지는 Biofuel이 다른 대체연료 대비 빠르게 확대되어 8% 수준까지 증가할 것으로 예상된다. 2050년에는 궁극적으로 바이오연료, 수소, 암모니아, 메탄올 등 여러 가지 무탄소 연료들의 Mix로 나아갈 가능성이 높으며, Biofuel의 비중은 19% 수준으로 전망한다. 다른 대체연료들의 기술개발 속도 및 공급망 확충 등에 소요되는 시간을 고려시 Biofuel의 역할이 향후 10~20년간 특히 중요할 것으로 예상된다.

바이오연료와 다른 선박 대체연료 비교

	LNG	LPG	메탄올	바이오연료	암모니아	수소
엔진 기술	상용화	2-stroke 엔진 사용화 4-stroke 엔진 개발중	2-stroke 엔진 사용화 4-stroke 엔진 개발중	기존 엔진 사용	최소 2025년 후 개발	최소 2028년 후 개발
공급망 구축	일부 항만 사용중	일부 항만 사용중	연료 생산지 위주 사용중	기존 인프라 사용 가능	앞서 초기 실증 운항 필요	앞서 초기 실증 운항 필요
에너지 효율	MGO대비 1.8배 필요	MGO대비 1.5배 필요	MGO대비 2.5배 필요	기존 FO와 유사	낮은 농도에서도 높은 독성 및 부식성	높은 가연성 및 폭발성
안전	무독성, 낮은 인화점	무독성, 낮은 가연성으로 누출 위험	낮은 인화점	기존 FO와 유사	개발중	개발중
기존 연료 대비 친환경성	CO ₂ 배출 소폭 감소	CO ₂ 배출 소폭 감소	CO ₂ 배출 감소	Blended Biofuel의 원료에 따라 다름	NOx, N2O 배출 최소화 필요	생산 방법 및 원료에 따라 다름
비고	Mehtane Sip 방지 필요	Bio-, e- 전환 옵션 없음	신재생, 바이오 기반 원료 필요		저온 보관 및 안전 문제 해결 필요	제조시 신재생 전기 사용 필요, 극저온 저장 비용 감안해야

자료 : Alternative Fuels Outlooks for Shipping, Bureau Veritas, '22.9

GS칼텍스의 B30 바이오선박유

해운 분야의 탄소 감축에 기여하기 위해 산업부 주도하에 GS칼텍스는 폐식용유 바이오디젤을 활용하여 B30(Bio HSFO) 바이오선박유를 자체제조 후 국내 주요 선사들에 지난 9월부터 공급 시작했으며, 친환경 국제 인증 등을 갖추고 바이오선박유 실증사업에 참여 중이다. MEPC80 이후 Scrubber를 장착한 선박들의 탄소 배출 감축을 위해 국내외 선사들과 협력을 확대해가고 있으며, 당사의 기존 벙커링 역량에 기반하여 안정적이고 지속적인 바이오선박유 공급을 위해 노력할 예정이다.



SEMINAR BRIEF

Maritime Cluster Networking in Korea

| 제 2주제 |

바이오연료 선박 사용 관련 국제 규정 및 기술 이슈

한국선급 문건필 팀장



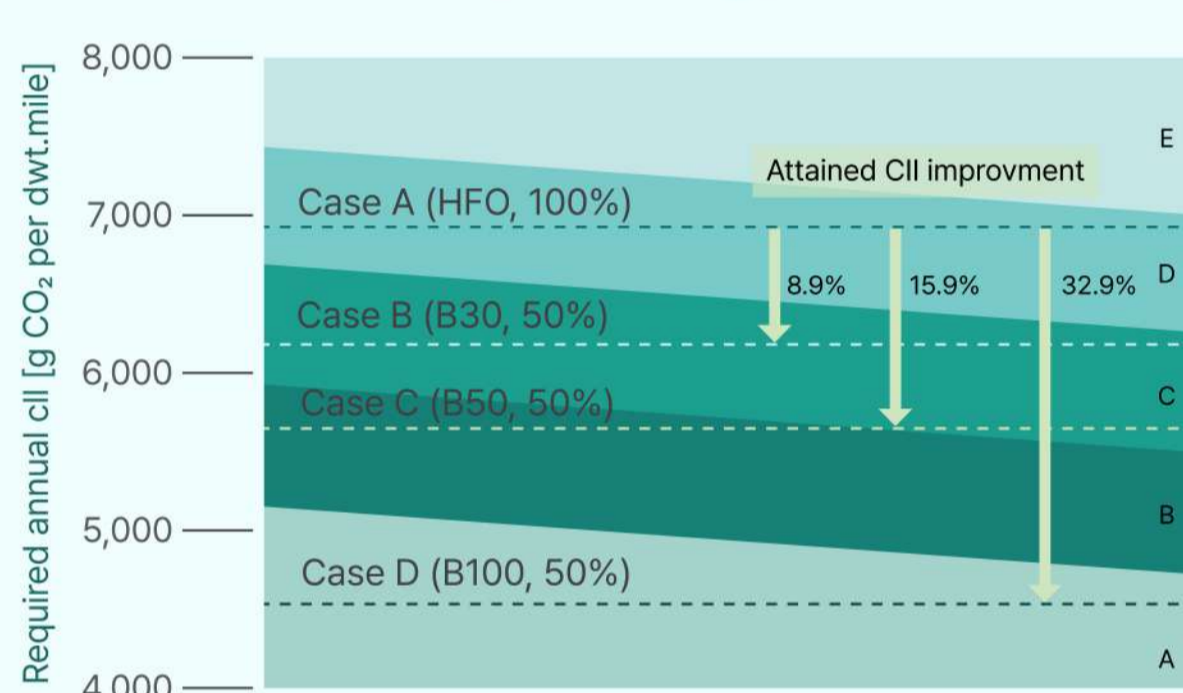
◆ 바이오연료의 이점

바이오연료는 바이오매스를 원료로 다양한 방법을 통해 생산된 연료로, 일부 연료에 대해서는 기존 내연기관에 즉시, 주요 부품을 변경하지 않고 사용 가능한 연료이다. 또한 탄소 중립 연료로서 온실가스 규제 대응에 이점이 있어 해운 선사들뿐만 아니라 화주들 또한 바이오연료를 활용하여 온실가스 배출량을 줄이기 위한 다양한 계획을 세우고 있다. 이러한 계획의 일환으로 다수의 연구 및 실증 사례를 통해 바이오연료에 대한 온실가스 저감효과가 확인되고 있다.

◆ 바이오연료 사용에 따른 CII 등급 개선효과

한국선급은 가상의 선박 사양 및 운항 정보를 설정하여, 바이오연료 사용에 따른 CII 등급 개선효과에 대한 사례에 대해 조사하였다. 그 결과, CII 등급이 D 등급인 선박이 바이오연료의 혼합률 증가에 따라 CII 등급이 개선됨을 확인하였으며, 바이오연료만을 사용했을 경우 A등급으로 개선될 수 있음을 확인하였다. 또한, 전 주기적 관점에서의 탄소 집약도가 낮은 연료일수록 규제 개선 효과가 더욱 클 수 있다는 것을 예상할 수 있었다. 물론 선박에서 배출되는 온실가스 규제 관점(TtW; Tank to Wake) 하에서 바이오연료는 무탄소 연료인 암모니아 및 수소 연료보다는 온실가스 저감효과가 상대적으로 낮다. 하지만, 향후 단계적으로 강화될 전 주기적 관점(WtW; Well to Wake)의 온실가스 규제하에서 현존선에 즉시 적용이 용이한 바이오연료 또는 바이오혼합유는 중-단기적으로 온실가스 규제에 대응이 가능한 대체연료임을 확인할 수 있었다.

바이오연료 사용에 따른 CII 등급 개선효과



Fuel type	CO ₂ [tons]	Attained CII [g CO ₂ /dwt.mile]
Case A (HFO, 100%)	56799.4	6.762
Case B (B30, 50%)	51745.1	6.160
Case C (B50, 50%)	47778.4	5.688
Case D (B100, 50%)	38107.9	4.537

◆ 바이오연료 사용 시의 고려사항

다만, 해상용으로 제조된 바이오연료에 대한 연료 품질 표준이 부재하여 전통적인 연료의 품질 기준이나 다른 운송수단 연료의 표준에 의존해야 하는 한계가 있다. 또한 산화 안정성, 미생물 발생 및 성장, 부품 재질 호환성 등에 대한 문제점 발생 가능성이 있어 이에 대한 대비가 필요한 상황이다. 또한 향후 바이오연료 가격이 거의 일정하게 유지될 것으로 예상하고 있으나, 바이오연료는 원료량 한계에 따른 생산량이 부족할 수 있고, 타 산업 분야 및 타 운송수단과의 연료 확보 경쟁으로 인해 가격 상승 가능성도 있을 수 있다는 우려점이 있다.

끝으로, 강화되고 있는 온실가스 규제 대응 조치로 바이오연료를 선택하였을 경우, 바이오연료 사용에 대한 편이성을 제공하고자 단계별 고려사항은 다음과 같다.

바이오연료 사용 시의 단계별 고려사항

- STEP 1** Checking the current status of your vessel under GHG regulations
 - ✓ Confirm the moment of regulatory non-compliance
 - ✓ Verify the annual GHG reduction rate to be achieved
- STEP 2** Review of GHG reduction measure implementation strategies
 - ✓ Verify the GHG reduction characteristics for various measures or combinations of measures of the ship, concurrently analyze economic feasibility
- STEP 3** (If) Applying biofuels as a regulatory response measure
 - ✓ Selection of biofuel supplier: Review WtW GHG intensity, LCV, fuel quality, Verify technical and operational issues with the engine maker/equipment manufacturers of the respective ship, etc.
- STEP 4** Bunkering and operation of biofuels
 - ✓ Upon first use, consume the fuel as quickly as possible
 - ✓ Identifying and resolving issues
→ Considering increasing quantity and/or usage duration
- STEP 5** Verifying GHG reduction characteristics for the last year
 - ✓ Comparative analysis between predicted and actual GHG (Greenhouse Gas) emissions
 - ✓ Move to Step 1

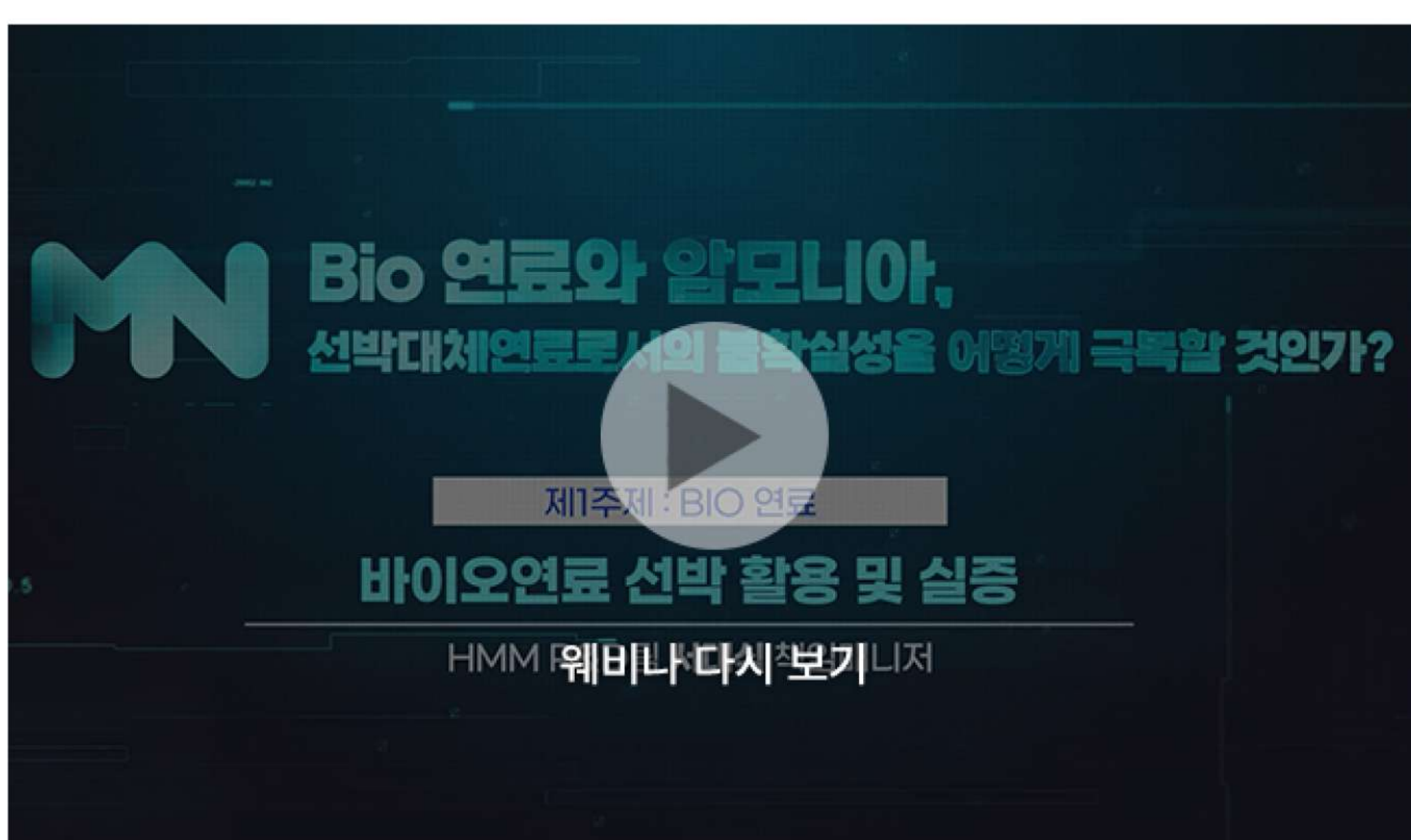
SEMINAR BRIEF

Maritime Cluster Networking in Korea

| 제 3주제 |

바이오연료 선박 활용 및 실증

HMM R&D팀 서대식 책임매니저



◆ 해운선사의 탈탄소 압력

2023년 7월 MEPC 80차 회의에서 국제 해운의 온실가스 감축 의지를 보여주는 중요한 의사결정이 이루어졌다. 2008년 대비 2050년까지 기존 50% 감축 목표에서 Net Zero로 목표를 상향한 것이다. 더불어, 국제 해운 선사들은 다양한 온실가스 감축 규제 Green Corridor와 같은 각종 Initiative 참여, 그리고 탄소정보 공개와 같은 시장에서의 압박 등 이해관계자들 사이의 탈탄소 압력에 직면하고 있다.

향후 온실가스 감축 규제의 방향성은 에너지 효율 개선을 위한 규제에서 친환경 대체연료로의 전환을 위한 규제로 변화할 것이다. 또한 연료 전주기 평가를 통한 Well to Wake 관점의 배출계수를 적용할 것이며 CO₂를 포함해 CH₄, H₂O 온실가스 범위를 확대할 것이다. 이것은 바이오연료 LNG, Methanol, Ammonia 등 친환경 대체연료의 사용을 촉진시킬 것이며 이것들 중 'Drop in fuel'인 바이오연료는 가장 빨리 국제 해운에 도입되고 있고 더욱 확대될 것으로 예상된다.

◆ 바이오연료의 온실가스 감축 효과

바이오연료는 Well to Wake 관점에서 온실가스 감축 효과가 있는 연료이기에 그동안 CII 규제 대응에 활용되지 못하였으나, 이번 MEPC 80차에서 바이오연료 임시지침이 의결됨에 따라 2023년도 10월부터 CII 등급 개선을 위한 수단으로 활용 가능하게 되었다. 예를 들어, 약 23.3%의 온실가스 감축 효과가 있는 B30 바이오연료를 사용할 경우 CII 등급 하락을 약 8년 정도 지연시킬 수 있다. 단 CII 개선 비용은 한국 및 싱가포르 기준 CO₂ 톤당 약 USD 325가 소요된다. 추후 도입될 규제 대응을 위해 Well to Wake 배출량을 적용하여 온실가스 감축 비용을 산출해 본 결과, 바이오연료를 사용할 경우 GHG 1톤당 약 USD 178 정도 소요되는 것으로 확인된다. Bio-Methanol과 e-Ammonia의 경우 바이오연료의 약 2배, e-Methanol의 경우 바이오연료 대비 약 4배의 비용이 필요한 것으로 확인되었다.

단, 연료 단가의 예측이 불확실한 점을 감안하여 경향성만 참고하기를 바란다. 바이오연료는 EU 온실가스 규제에서도 감축 혜택이 가능하다. Sustainability Criteria를 충족하는 바이오연료를 사용할 경우 EU ETS에서는 배출량을 '0'으로 계산이 가능하다. 최근 EU 및 미국 등 주요 선진국을 중심으로 제3자 배출을 의미하는 Scope 3에 대한 탄소정보 공개의무를 강화하고 있다. 회사 규모에 따라 시행 시기는 약간 상이하지만 대체적으로 2024년 또는 2025년부터 의무화가 예상된다. 해운선사의 Scope 1이 화주에게는 Scope 3인 점을 고려하여 Book & Claim 방식으로 해운 그린서비스를 화주에 제공하기 위한 서비스를 최근 런칭했거나 런칭을 준비하고 있다. 여기에 활용되는 첫번째 연료는 바이오 연료로 예상된다.

온실가스 감축 비용

(well to Wake 배출량 적용)

구분	HFO	Bio-diesel	Bio-methanol	e-Methanol	e-Ammonia
단가 (USD/GJ)	13.0	27.0	44.0	75.0	45.7
CF (WtW)	93.6	14.9	2.0	0	0
발열량 (MJ/Kg)	40.2	37.2	19.9	19.9	18.6
GHG 감축 비용 (USD/tCO _{2eq})	-	177.9	338.4	662.4	349.4

연료 단가 자료 : (KR) A Case Study on Economic Feasibility Study of Ships Using Alternative Fuel, 최고 단가 적용

◆ 바이오연료 실증과 운용지침

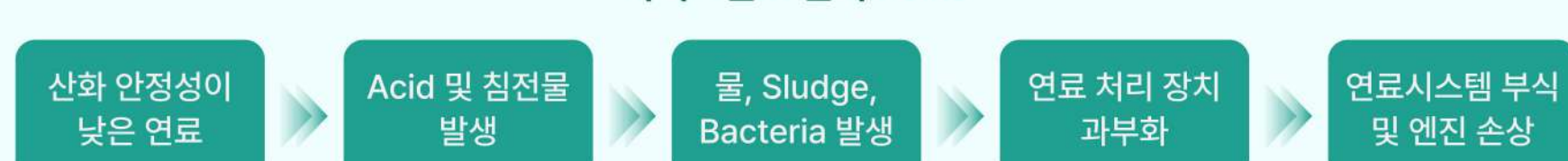
HMM은 최근 최초로 국내 벙커링을 통한 바이오연료 실증을 성공적으로 완료하였다. 지난 9월 15일 부산신항에 접안한 Hyundai Tacoma 선박에 폐식용유 기반의 바이오디젤 30%가 혼합된 HFO 연료를 500톤 공급하였으며 연료샘플 분석을 통해 On Spec.을 확인 후 10월 10일부터 16일까지 약 6~7일 동안 인도-브라질 항해 구간에 실증을 시행하였다. Main Engine과 Generator Engine에 바이오연료를 사용하였으며 특이사항 없이 성공적인 성과를 거두었다.

국내 첫 Bunkering 및 실증 사례

대상선박	Hyundai Tacoma(6,350 TEU 컨테이너선)
항로	FIL(Far East India Latin America)
Bunkering	500톤(HFO 70% + 바이오디젤(UCOME) 30%) / 9월15일 부산신항
연료 공급처	GS 칼텍스
연료 샘플 분석 결과	On Spec.(분석기관 : VPS, 약 3주 소요)
사용 기기	주추진 기관(Main Engine) & 보조 기관(Generator Engine)
사용 기간	10월10일 ~ 16일(약 6~7일), 인도-브라질 항해 구간
사용후 점검	HFO Purifier 개방 점검 및 M/E Piston Ring & Cylinder Liner 점검 결과 상태 양호
선박 의견	기존 연료와 차이 없으나 짧은 사용 기간을 고려해 더 많은 Track Record를 통한 분석 필요

바이오연료는 Drop in fuel로서, 설비 개조 없이 즉시 사용 가능한 연료라고 알려져 있다. 성상을 살펴보면 MGO 대비 세탄가는 높으나 발열량은 약간 낮은 편이다. 또한 산소 함량이 높고 연료 특성상 불포화지방산을 포함하고 있어 산화안정성이 낮은 편이다. 최근 발표된 Maersk Mc Kinney Moller Center 보고서 중 BP Shipping 자료를 보면 바이오연료가 혼합된 연료를 장기간 보관할 경우 Total Sediment 수치 및 Total Acid Number가 악화되는 경향을 확인할 수 있다. 이점을 고려하여 철저한 관리가 필요하며 장기간 보관을 피할 수 있는 운영적 조치가 필요하다.

바이오연료 관리 Point



추가로 바이오연료의 샘플 분석 항목에 대한 명확한 가이드라인이 없는 상황이다. 현재 ISO 8217 개정작업이 진행 중에 있으며 여기에 바이오연료가 포함될 예정이다. 개정본은 2024년 상반기 발표가 예상된다. HMM은 Engine Maker인 MAN ES와 각종 문헌을 참조하여 자체 기준을 수립하였으며 참고용으로 자료를 제공하였다. 마지막으로 바이오연료 특성을 고려한 연료시스템의 재질에 대한 추천 사항을 참고용으로 제공하였으며 최근 Nanyang Technological University에서 연구한 내용으로 B30 연료를 장시간 사용할 경우 PVC(Transparent) 재질이 경화되는 현상을 관찰사항으로 제시하였다. 바이오연료의 혼합율이 증가할수록 연료시스템의 재질 적합성에 대한 고려가 더욱 필요할 것으로 보인다. 바이오연료 사용에 있어 지금까지는 큰 문제점이 발생하지 않고 있다. 낮은 비율의 바이오연료 사용이 이루어지고 있고 사용량 또한 많지 않기 때문에 보다 신뢰 있는 판단을 위해서는 향후 많은 양의 Track Record가 필요할 것으로 생각된다.

바이오연료는 온실가스 감축 효과가 확실한 Drop in fuel이다. 다만 산화 안정성이 낮은 연료이기에 사용상 주의가 필요하며 꼼꼼한 준비와 철저한 모니터링을 통해 바이오연료가 안전하게 사용되면서 해운 선사의 온실가스 감축에도 도움이 되는 연료로 활용되길 바란다.

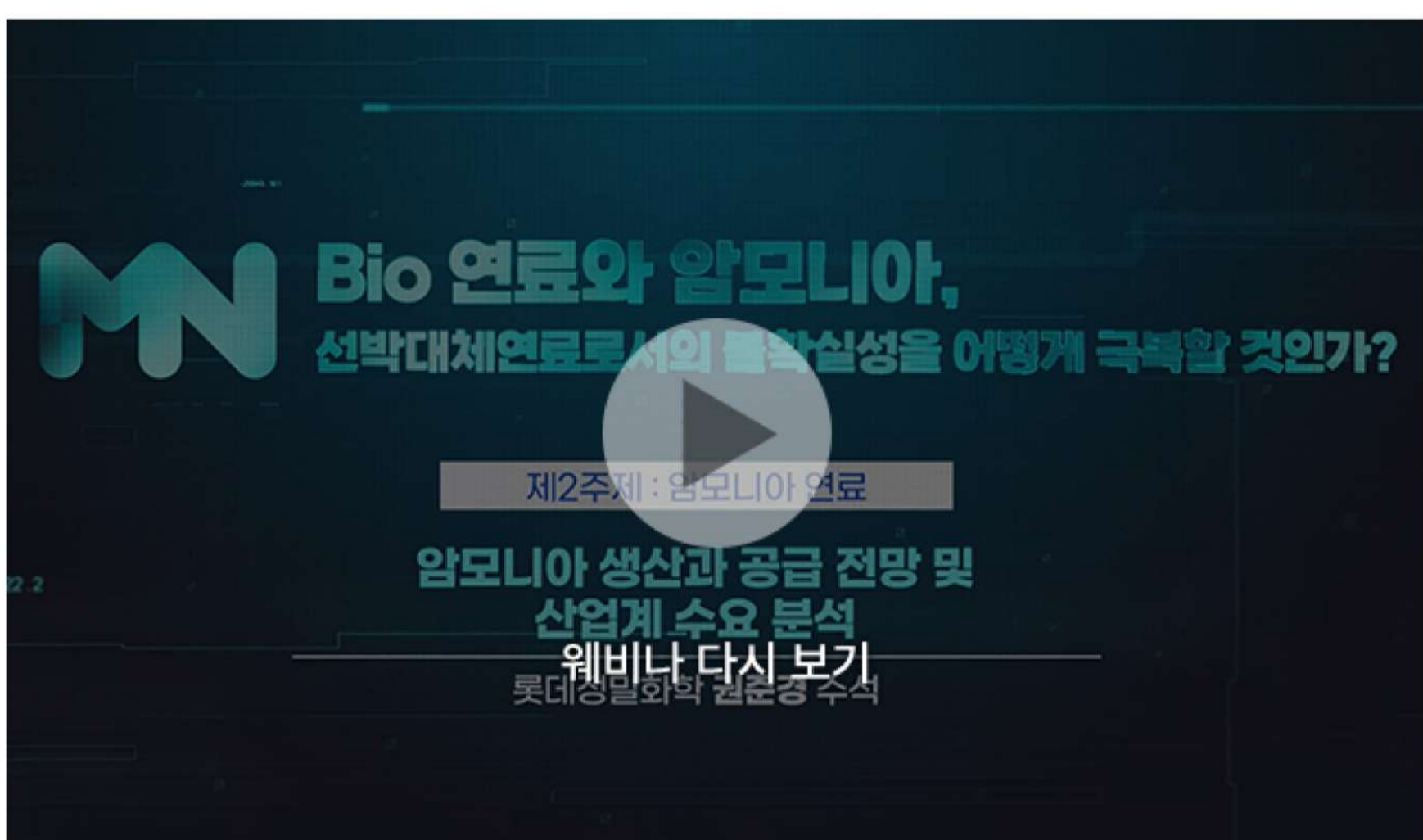
SEMINAR BRIEF

Maritime Cluster Networking in Korea

| 제 4주제 |

암모니아 생산과 공급 전망 및 산업계 수요 분석

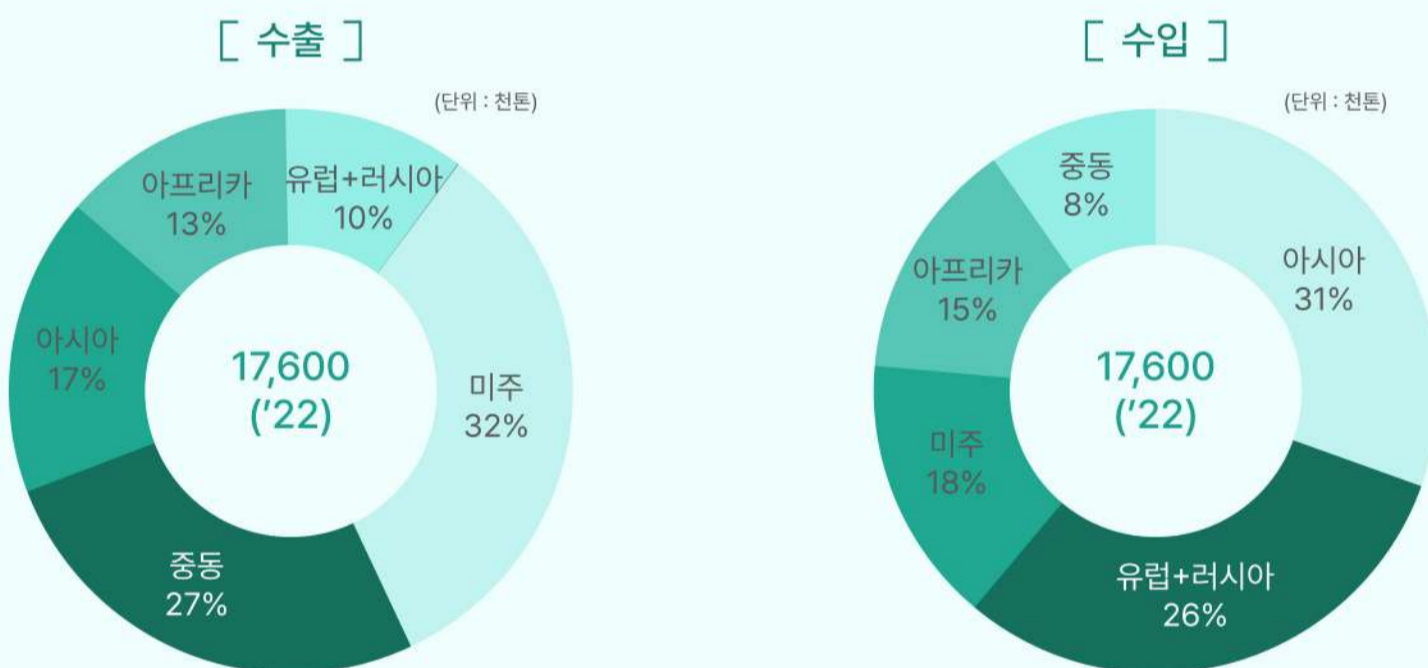
롯데정밀화학 권준경 수석



◆◆ 글로벌 암모니아 시장 현황

암모니아는 향후 미래 무탄소에너지 전환의 핵심물질로서 전세계 에너지 강국이 적극적인 생산 확대를 준비하고 있다. 글로벌 Capa는 약 2억톤 내외이며, 현재 약 18백만톤이 Trading 진행 중에 있다. 글로벌 암모니아 Trading Flow는 중동 수에즈 운하를 기준으로 West Suez 와 East Suez 시장으로 이원화되어 형성되어 있으며, 한국은 단위국가 전세계 4위권을 차지하고 있다. 글로벌 에너지 전환 트렌드의 영향으로 2025~2035년 사이 암모니아의 수요는 53% 정도로 급성장할 것으로 전망되는데, 청정수소 캐리어, 암모니아 혼소, 선박연료 등과 같은 에너지 수요가 2035년까지 약 1억톤 이상 성장할 것으로 예상된다.

글로벌 수급 및 Trading 현황



◆◆ 청정 암모니아 수요 전망

특히 동아시아의 경우 연료용 암모니아 신규 수요가 2030년 11백만톤, 2035년 31백만톤까지 증가할 것으로 보이며 국내의 경우 2030년 5백만톤, 2035년 10백만톤 이상 수요가 증가할 것으로 전망된다. 우리나라는 발전소 무탄소 연료로의 암모니아 신규수요가 대폭 증가하여 글로벌 암모니아 시장에서 핵심수요처로 변모할 것으로 예상되고 있다. 더불어 선박연료로의 가능성이 높아져 국내 병커링 수요 상승 또한 기대되고 있다. 부산항은 글로벌 Top 10 병커링 항구로 한국은 암모니아 병커링 아시아 허브로서 성장 가능성이 있다. 또한 발전소 인근을 중심으로 대규모 암모니아 터미널을 구축 진행 중이며, 울산 등의 에너지 항만인프라 선도지역에서도 터미널 확장을 추진 중이다.

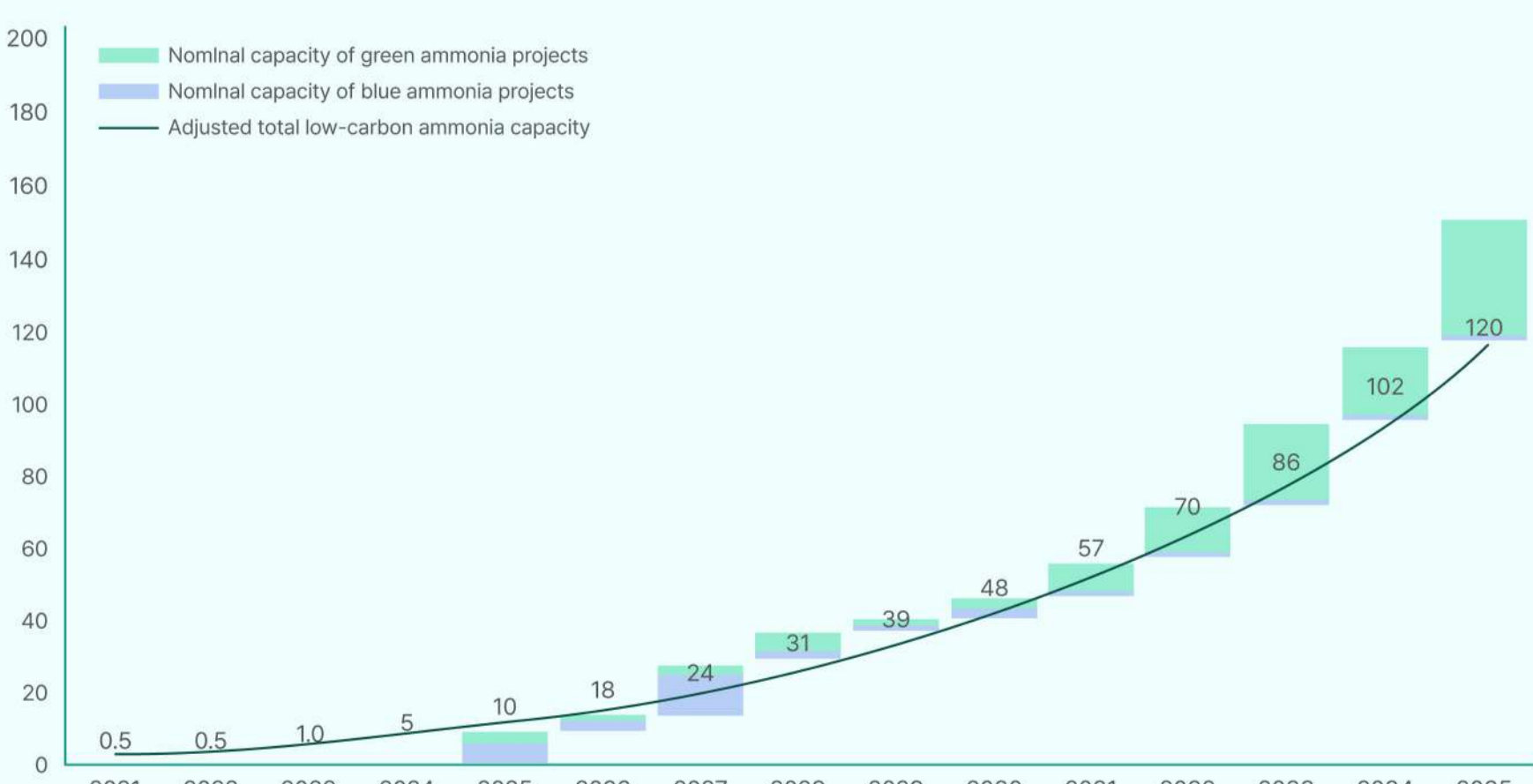
◆◆ 글로벌 청정 암모니아 공급 전망

2025년부터 2027년까지는 블루 암모니아를 중심으로 신규 생산이 이루어질 것으로 전망되며, 2030년 이후에는 점차 그린 암모니아 생산으로 전환될 것이다. 2035년까지 블루 암모니아와 그린 암모니아를 합해 총 1.2억톤의 암모니아 생산 Capa 확대가 예상되고 있다.

유럽의 경우, CBAM(탄소국경세) 실시 및 수소경제 시스템 구축 등을 통해 암모니아 수입을 확대해나갈 전망이다. 아시아 지역에서는 한국, 일본, 대만 등이 청정 암모니아 최대 수요 지역으로 예상되고 있다. 인도와 호주, 동남아 등에서도 블루 및 그린 암모니아 프로젝트를 활발히 검토 진행 중이다. 미주 지역은 미국 IRA 지원 등 정부의 저탄소 수소 생산 지원 정책을 기반으로 하여 대규모 프로젝트가 진행 중이며, 미서부는 동아시아로, 미동부는 유럽 양 지역으로 수출 확대를 계획하고 있다.

청정 암모니아 프로젝트 추진 전망

Low-Carbon Ammonia Supply Forecasts



자료 : S&P Global Commodity Insights, 2023.08.

롯데정밀화학은 이러한 수요 및 공급 전망을 바탕으로 조달, 이송, 저장, 활용 등 전주기 사업을 개발 진행하고 있다.

발행처 (사)해양산업통합클러스터 사무국 발행인 이형철

Tel. 070-8799-7931 Web. www.macnetkorea.com Mail. macnetkorea@krs.co.kr

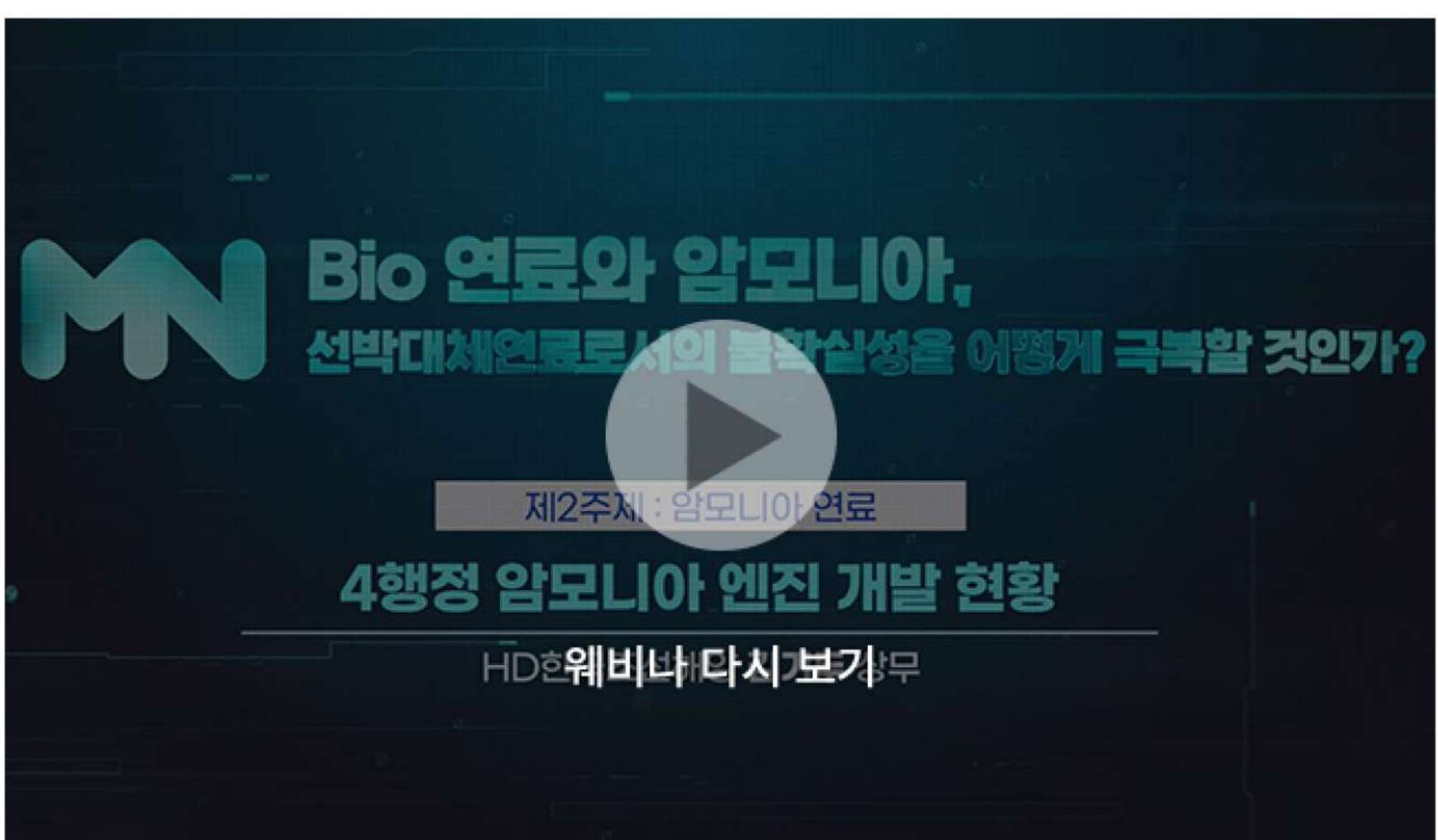
SEMINAR BRIEF

Maritime Cluster Networking in Korea



제 5주제 | 4행정 암모니아 엔진 개발 현황

HD한국조선해양 김기두 상무



◆ 탄소중립연료 필요성 및 현황

IMO의 해운분야 탄소중립 달성 목표가 2050년경으로 빨라지면서 궁극적인 해결책인 탄소중립연료의 선박 적용을 위한 기술 개발이 가속화되고 있다. 대표적인 탄소중립 연소들을 비교해보았을 때 단계적으로 Advanced biofuel이 CO₂ 저감에 주요한 역할을 할 것이다. 중장기적으로는 그린 수소 기반의 연료, 특히 그린 암모니아가 해운 부문 탈탄소화의 중추적인 역할을 할 것으로 예상된다. 한편 수소는 극저온 및 과다 체적의 탱크, 수소 액화에 소요되는 에너지가 과대한 점과 같은 문제를 해결할 필요성이 있다. 이에 수소운반선 및 연안선 위주로 수소 연료 사용이 확대될 것으로 예상된다.

탄소중립연료의 특징

연료	장점	단점	생산 단가 [USD/MWh] (2050년 예상)
Advanced biofuels	<ul style="list-style-type: none"> 엔진 개조 없이 기존 연료 혼합 사용 가능한 단계적 옵션 인프라 갖춰져 있음 	<ul style="list-style-type: none"> 바이오매스공급의 지속가능성이 중요한 요소(생산량 한계) 도로 운송/항공 분야와의 경쟁 	72-238
바이오메탄	<ul style="list-style-type: none"> LNG 대체 가능 LNG 인프라 사용 가능 	<ul style="list-style-type: none"> 생산 단가가 원료 공급 및 가격에 영향을 크게 받음 확장성 및 수송성 한계로 해상연료로 부적합 예상 	25-176
수소	<ul style="list-style-type: none"> 수전해 및 재생에너지 가격 하락에 따라 가격이 낮아질 수 있음 	<ul style="list-style-type: none"> 단거리 항해용으로 적합 초저온/고압 저장 가격 높음 	66-154 (32-100)
메탄올	<ul style="list-style-type: none"> 엔진 개조 필요 없음 	<ul style="list-style-type: none"> CO₂ 공급 양과 가격 	50-300 (107-145)
암모니아	<ul style="list-style-type: none"> 무탄소 연료(CO₂ 캡처 필요 없음) 중장기적 관점에서 선박 대체 연료 가장 적합 암모니아 엔진 개발이 Key milestone 	<ul style="list-style-type: none"> 독성, 부식성 있음 (다만 이미 처리 기술 성숙도 높음) 	(67-114)

◆ 암모니아 배출규제 및 유해배출가스 저감기술

탄소중립연료 중 암모니아는 선박의 탑재, 연료의 가격 등에 장점이 있어 향후 선박 적용이 확대될 것으로 예측된다. 그러나 독성물질인 암모니아의 선박 적용에 대한 안전성 확보와 암모니아 연소가 가능한 엔진 개발 및 엔진에서 배출되는 질소산화물, 아산화질소 및 암모니아 슬립이 최소화되어야 한다. 특히 아산화질소는 온실가스 지수가 이산화탄소 대비 273배이어서 극소량 배출되도록 해야 하며, 암모니아 슬립 또한 인체에 유해하여 배출이 최소화되어야 한다.

선급별 암모니아 배출 규제 및 가이드라인

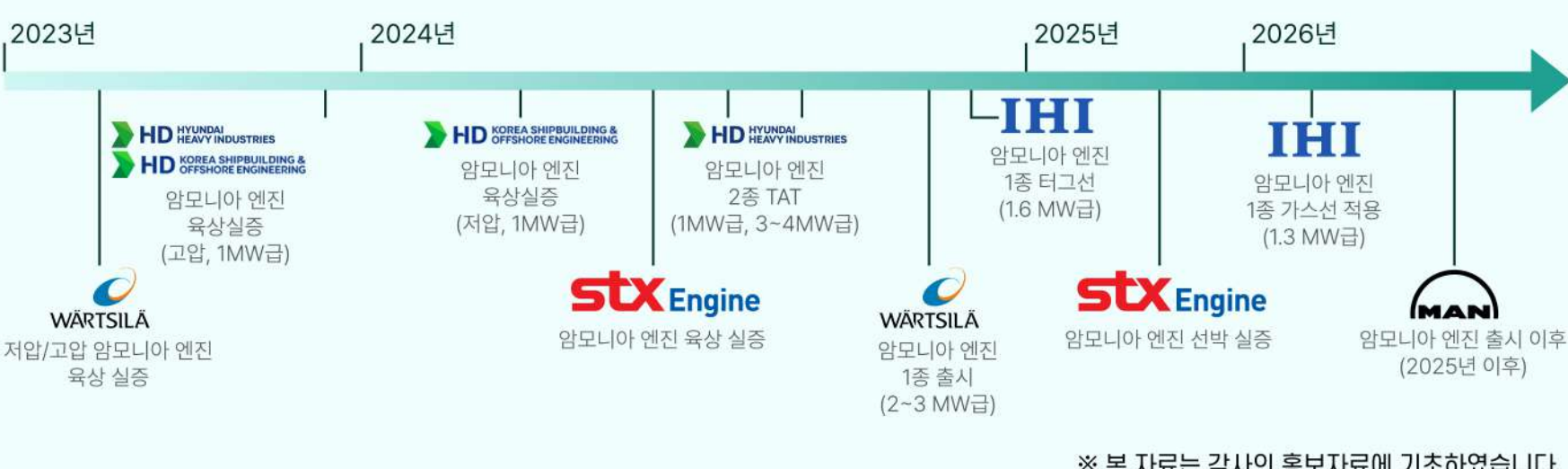
선급	배출/배기 한계	알람 조건	안전 시스템 작동 조건
ABS	10 ppm	25 ppm	150ppm
BV	30 ppm	30 ppm	30 ppm
ClassNK	25 ppm	25 ppm	300 ppm
DNV	30 ppm	150 ppm	350 ppm
KR	-	25 ppm	300 ppm
NR	-	25 ppm	220 ppm

엔진에서 배출되는 유해 배기가스를 저감하기 위해 엔진 후단에서 배출가스를 촉매로 처리하는 후처리 기술이 개발되고 있으나 엔진 내 연소 후 배출을 최소화하는 것이 중요하다. 아산화질소 및 암모니아 슬립을 저감하기 위해서는 고압연소실 분사 방식의 연소 시스템이 유리하며 질소산화물을 저감하기 위해서는 저압분사 방식이 유리하다. 암모니아 엔진 기술은 아직 초기 단계이며 저압분사 방식이 대부분이었다. 저압분사 방식의 4행정 암모니아 엔진 시험 결과를 살펴보면 암모니아 슬립이 과대하여 후처리가 필요한 실정이다. 다만 수소혼소와 연소 최적화를 통해 줄일 수 있음을 확인하였다. 반면 4행정 엔진 주요 개발사들은 고압 연소실 분사 방식을 채택하여 시험단계에 있다. 일부 엔진은 여전히 암모니아 슬립이 과대하게 나오고 있으며 최적화가 필요한 상황이다.

◆ 암모니아 엔진 개발 현황

국내에서는 HD현대그룹이 2024년 선급형식승인을 목표로 2개의 암모니아 엔진모델 개발을 진행하고 있으며, STX 엔진은 2025년 선박 실증을 목표로 암모니아 엔진을 개발하고 있다. 국외의 Wartsila는 2024년 암모니아 엔진 개발을 목표로, MAN ES는 2025년 이후 개발 목표로 하고 있다. 이에 따라 2024~2025년경에는 시장에 4행정 암모니아 엔진이 출시되며 이를 기점으로 암모니아 추진 선박이 시장에 확대되어 IMO의 GHG 저감 목표를 달성하기 위한 중요한 이정표가 될 것으로 보인다. 더불어 각 엔진 개발사는 시장에서 허용하는 수준의 배기가스 배출물 달성과 안전성이 확보되도록 노력하여 메탄올에 이은 탄소중립연료 암모니아 엔진을 고객에게 제공할 것이다.

4행정 암모니아 선박엔진 개발 계획



SEMINAR BRIEF
Maritime Cluster Networking in Korea



| 제 6주제 |
2행정 암모니아 엔진 개발 현황

MAN Energy Solutions 차상배 부문장



◆◆ 메탄을 추진 선박의 확대

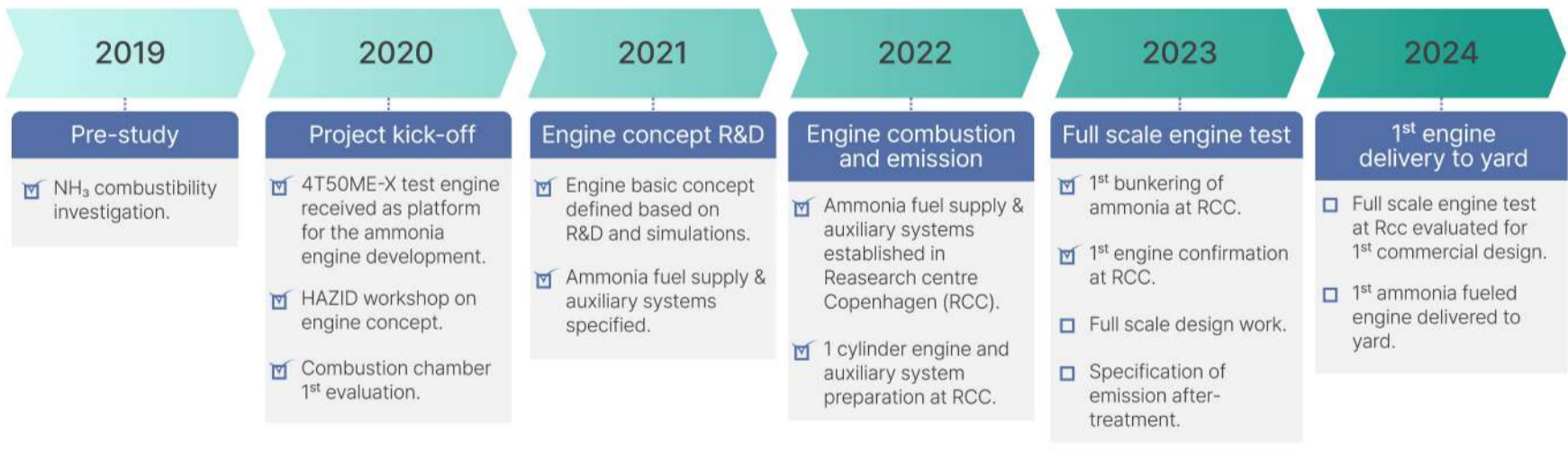
2021년 머스크사가 현대미포조선과 현대중공업에 각각 발주한 2,100TEU와 16,000TEU 메탄을 추진 컨테이너 운반선들로 인해 미래 대체 선박연료로서의 그린 메탄올에 대한 관심이 증폭 되었다. 국내 HMM을 비롯하여 CMA CGM, OOCL, COSCO, Evergreen 등 세계 주요 컨테이너 선사들이 메탄올 추진 컨테이너선 발주를 하는데 촉매제 역할을 할 수 있을 것이다. 현재 메탄올 추진 선박은 컨테이너 운반선 뿐만 아니라 탱커선, 벌커선, 자동차 운반선 등의 다양한 선종으로 적용이 확대되고 있는데, 이러한 추세를 반영하여 MAN사는 여러 Bore 사이즈의 메탄올 엔진 개발을 진행하고 있다.

◆◆ MAN의 암모니아 엔진 개발 경과

메탄올과 더불어 미래 대체선박연료로서 암모니아에 대한 관심도 높다. 암모니아에 대한 시장의 기대에 부응하고자 MAN사는 2019년 암모니아 엔진 개발 착수하여, 덴마크 코펜하겐에 있는 R&D 엔진의 한 실린더를 암모니아를 연소할 수 있도록 리빌딩하였다. 그리고 암모니아 병커링 설비, 암모니아 공급장치, 암모니아 엔진 보기 시스템 등을 설치한 후 올해 6월 커미셔닝을 마무리한 후 7월 초 암모니아 연소에 성공했다. 이는 연소가 힘들다고 알려진 암모니아를 MAN사의 저속 엔진이 연소할 수 있음을 확인한 기념비적인 일이다. 현재 암모니아 테스트를 계속 진행하면서 연소와 Emission 관련 데이터를 축적하여 내년에 진행할 Full Scale Test를 준비하고 있다.

내년 Full Scale Test의 결과를 바탕으로 첫 상업용 엔진을 제작, 테스트한 후 2024년 말 조선소에 첫 암모니아 엔진 인도를 목표로 하고 있다. 이후 조선소 공정을 거쳐 선주사에게 암모니아 추진선이 인도되면 MAN사는 2026년 해상에서 안전에 대한 완벽한 검증을 마친 후 본격적인 암모니아 엔진 판매를 시작할 계획이다.

2행정 암모니아 엔진 개발 일정



◆◆ 암모니아 엔진 개발 현황

MAN사는 그린 암모니아가 가지는 선박 연료로서의 장점으로 인해 대략 2035년을 분기점으로 메탄올 엔진보다 더 많은 암모니아 엔진들이 발주될 것으로 예상하고 있다. 하지만 암모니아는 독성으로 인한 안전에 대한 우려도 많기 때문에 MAN사 또한 이러한 부분을 고려하여 개발 착수에서부터 첫 선박 인도까지 6년 이상의 개발과 이후 파일럿 프로젝트들을 통한 해상에서의 검증을 통해 그린 암모니아가 미래 대체 선박 연료가 될 수 있도록 개발에 박차를 다할 것이다.

대형 상선 연료의 예상 수요

