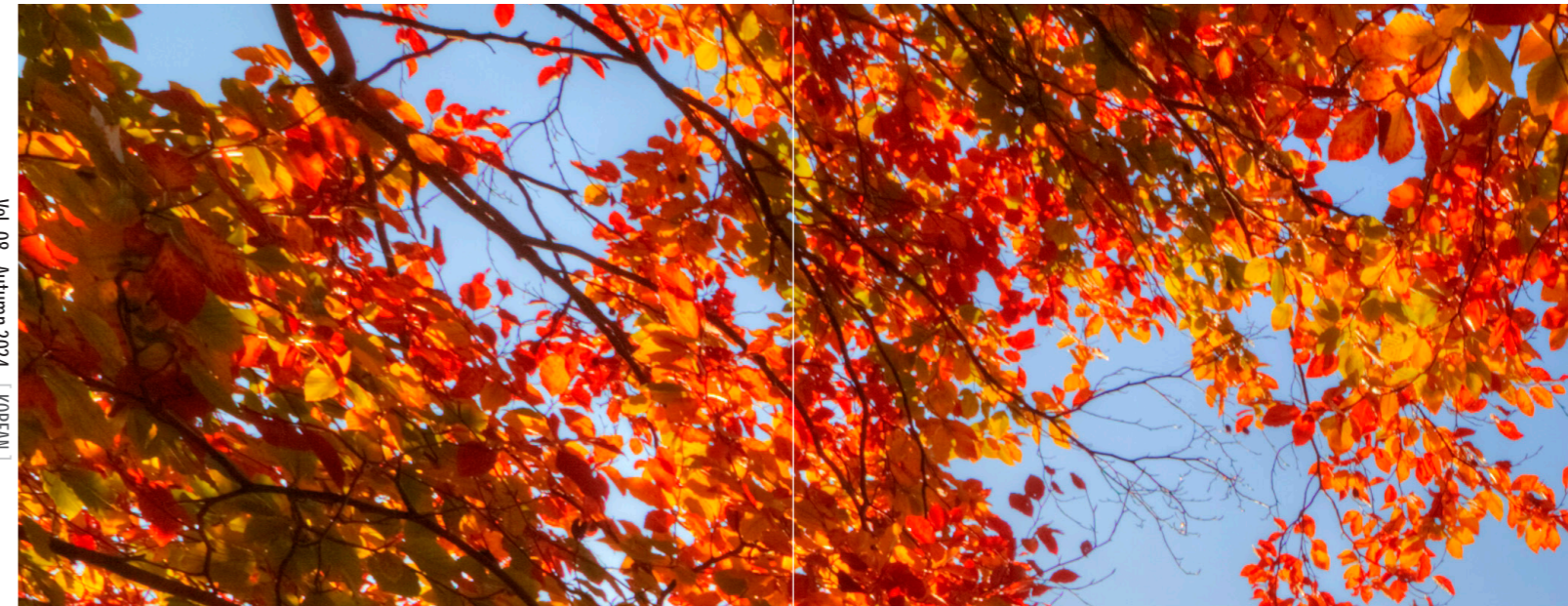




Decarbonization Magazine



Providing the Best Services, Creating a Better World



Vol. 08
Autumn 2024





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 2024 IMO DCS/CII 검증 결과 및 등급 현황

18 청정에너지 시대를 향한 항해 : 액체수소 운송선의 핵심기술

Interview_

30 |암모니아엔진 전문가인터뷰|HD현대중공업엔진기계사업부설계부부장, 이상기 전무

Regulatory Updates_

38 IACS의 적극적인 안전한 탈탄소 이니셔티브

Inside KR_

42 KR, 선박 탄소집약도 지수(CII) 오류 개정으로 선박 CII 등급 향상

45 KR, 국내 최초 '탄소 포집 시스템 설치 선박' 위험성 평가

47 KR, FuelEU Maritime 규제 대응을 위한 지침서 발간

48 KR, 혁신적인 저탄소 범선 화물선 'SV Juren Ae' 성공적으로 인도

50 KR - HD한국조선해양 - HD현대중공업, '선박용 수소 엔진 핵심기술' 공동 개발한다

52 KR, 삼성중공업 개발 '암모니아 추진 9,300TEU급 컨테이너 선박'에 개념승인 수여

54 KR-HD현대중공업,
'위험성 평가를 통한 진보된 암모니아 연료 공급 시스템 개발' 업무협약 체결

56 KR, HD현대미포 개발 '23K 암모니아 벙커링선' 및 '18K LNG 벙커링선'에 개념승인 수여



향후 해운산업에 지대한 영향을 미칠 IMO 중기조치에 대한 논의가 활발히 진행되고 있으며, 이는 내년 봄에 열리는 MEPC 제83차에서 승인될 예정입니다. 하지만 여전히 GFS(Goal Based Fuel Standard)의 요구치, 유연성 제도 도입 여부, 탄소기금의 규모 및 탄소세 등 중요한 이슈에 대하여 많은 편차가 존재합니다. 다만 'IMO 중기조치'라는 규제의 불확실성은 내년 봄에 상당 부분 해소될 것으로 보이기 때문에, 이제 중기조치 발효 이후의 해운산업에 닥칠 변화와 이에 대응하기 위한 대체연료의 선택, 화주와의 비용 분담, 녹색해운항로 구축 등 실제적이고 구체적인 전략을 수립할 시기입니다.

KR Decarbonization 매거진 2024년 가을호에는 작년부터 적용되기 시작한 CII 등급에 대한 통계 및 분석 자료를 수록하였습니다. 어느 정도 예상했던 바와 같이 A와 B등급 선박은 2022년에 비해 증가하고 C와 D등급 선박은 감소하였는데, 가장 큰 원인은 CII와 EEXI 발효에 따른 선속 감속과 더불어 아직 일부이지만 바이오 연료 사용에 따른 것으로 보입니다.

한편, 국내 NDC 목표를 달성하기 위하여 대량의 수소를 해외로부터 도입할 필요성이 커지고 있습니다. 이에 향후 초대형 암모니아 운반선 및 액화수소 운반선 발주가 점차 늘어날 것으로 보입니다. 대한민국은 금년부터 세계 최초로 CHPS(Clean Hydrogen Portfolio Standard) 제도를 발효하여, 발전 회사는 의무적으로 전력의 일부를 청정에너지로 생산해야만 합니다. 이러한 제도는 향후 일본과 유럽에서도 도입될 예정으로, 이에 따라 석탄 발전에 암모니아 혼소를 적용하고 LNG 발전에 수소 혼소를 적용하는 것뿐만 아니라 연료전지나 수소 엔진에 의한 수소 발전의 길도 열렸습니다. 우선 가장 경제적인 방법으로 알려진 암모니아 혼소 발전을 시작으로 향후 수소 발전으로 이어질 것입니다. 이번 호에는 여름호에 이어 액화수소 운반선의 기술적 개발 동향을 실었습니다.

현재 글로벌 엔진 제조사에서 암모니아 엔진 개발에 박차를 가하고 있으며 국내의 경우 KSOE와 HD현대중공업에서 4행정 고압 암모니아 엔진을 개발하고 있습니다. 이번 호에서는 HD 현대중공업의 암모니아 엔진 개발을 담당하는 이상기 전무님을 모시고 인터뷰를 진행하였습니다. 암모니아 연료의 GHG 감축 관점에서의 전망, 개발 진행 상황 및 계획, 배기가스 후처리 설비와 더불어 특히 선박 운용시의 안전에 관련된 고견과 인사이트를 수록하였으니 동향 파악에 많은 도움이 될 것입니다.

Regulatory Updates에서는 IACS의 Safe Decarbonization Panel에서 진행되고 있는 대체연료 및 탄소 저감 기술에 대한 규정 개발 사항을 소개합니다. IACS는 IMO의 가장 중요한 기술 기관의 하나로서, IMO의 각종 협약 개발에 적극적으로 참여하고 있고 이를 위하여 산업계와 긴밀한 협력관계를 유지하고 있습니다.

Inside KR에서는 CII 계산식 오류를 정정한 KR의 활동, 세계 최초로 2,200 TEU 선박을 대상으로 한 선상 탄소 포집 장치 설치, 내년에 발효될 FuelEU Maritime 지침서 발간, 혁신적인 GHG 감축 기술을 탑재한 저탄소 범선 화물선 인도 소식을 전하고 있습니다. 또한 금번 휴스턴에서 개최된 Gastec2024에서 암모니아 추진 컨테이너선, 암모니아 연료 공급 시스템 등에 대한 다수의 AIP 수여식 소식도 함께 전합니다.

IMO 중기조치 논의가 숨가쁘게 진행되는 상황 속에서 KR은 해사업계의 발 빠른 대응을 위해 최선을 다하겠습니다. 다음 호에는 MEPC 제82차에서 논의된 내용을 집중적으로 분석할 예정이니 많은 관심 바랍니다.

KR Decarbonization Magazine

Insights_



2024년 IMO DCS/CII 검증 결과 및 등급 현황

KR 친환경기술팀, 김진희 파트장



국제해사기구(IMO)가 발표한 '선박으로부터의 해양 오염 방지를 위한 국제협약' 부속서 6의 제28 규칙(Operational Carbon Intensity)에 따라, 국제항해에 종사하는 5,000GT 이상의 선박을 대상으로 탄소집약도지수(CII, Carbon Intensity Indicator) 규제가 적용 중이며, 이에 대한 첫 검증이 2024년 진행되었다. 동 부속서 6의 27규칙(Collection and Reporting of Ship Fuel Oil Consumption Data)에 따라, CII는 선박의 온실가스 배출량을 나타내는 지수로서, 규제 대상 선박의 보고 내용과 검증된 운항 정보를 기반으로 도출된다.

2022년 11월에 발효된 CII 규제에 따라, 대상 선박은 2023년 1월 1일부터 12월 31일까지 운항 정보를 수집 및 보고하였고, 보고된 데이터를 기반으로 CII 값과 선박별 등급이 도출되었다. 선박의 등급은 IMO의 CII 등급 산정 기준에 따라, A등급부터 E등급까지 부여받게 된다.

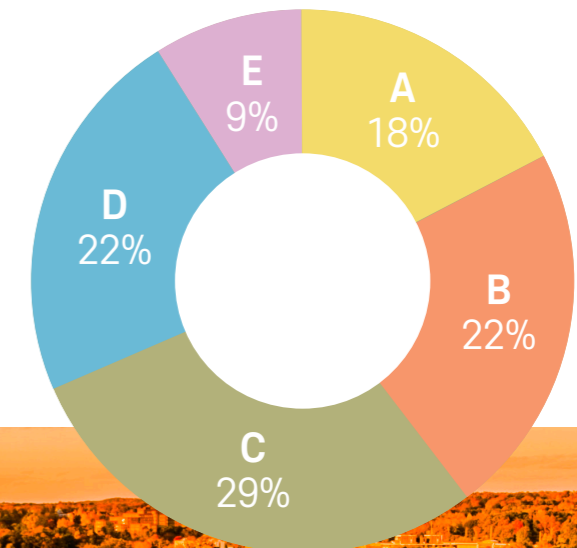
KR은 선박 온실가스 규제 관련 보고 및 검증 시스템인 KR GEARS를 통해, 검증 및 증서 발급 업무를 수행했고, 검증된 선박의 CII 등급 현황을 소개하고자 한다.

2024년 CII 검증 결과

KR은 상기 27규칙에 의거, 2024년 7월까지 총 1,652척 선박에 대한 검증을 수행했다. 이중 CII 규제에 따라 검증받은 선박은 총 1,374척이다. 먼저 전체 검증 선박의 CII 등급 분포와 비율은 아래와 같다.

등급	A	B	C	D	E
척수	241	303	397	308	125

전체 검증 선박의 등급 현황



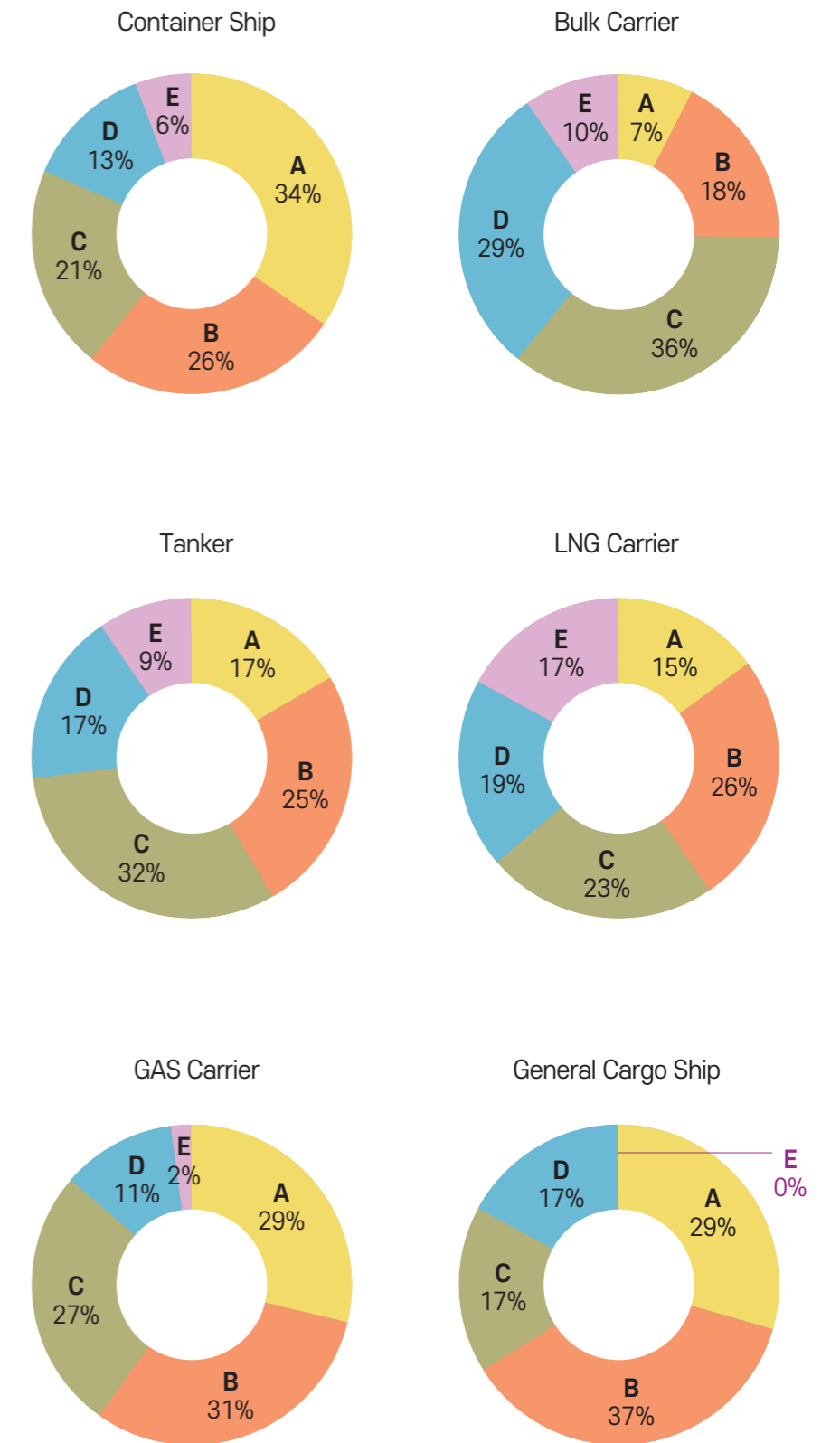
추가적으로 선종별 분포 확인 작업을 진행했다. CII 규제가 적용되는 선종은 총 12종*으로, 검증 신청된 선종별 척수를 감안하여 RO-RO Cargo Ship (Vehicle Carrier), RO-RO Cargo Ship, RO-RO Passenger Ship은 RO-RO Ship으로 간주하고, Combination Carrier 및 Refrigerated Cargo Carrier는 그 외 선종으로 구분했다. 검증 완료된 선박의 선종별 CII 검증 척수는 아래와 같다.

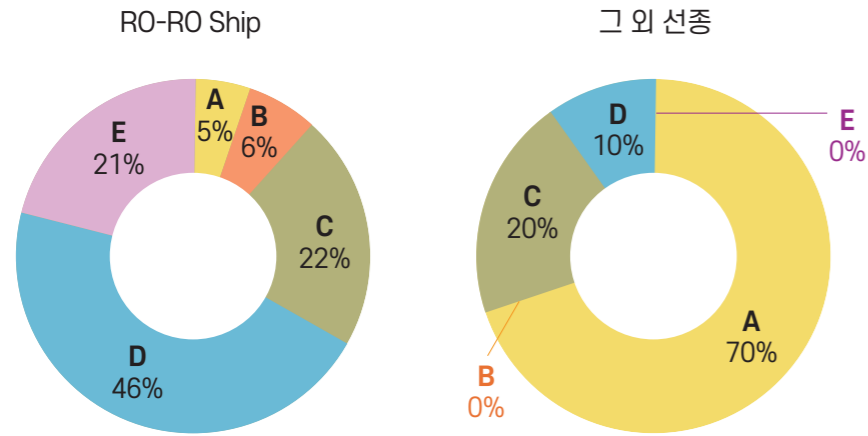
* 규제 대상 선종 : Bulk Carrier, Gas Carrier, Tanker, Container Ship, General Cargo Ship, Refrigerated Cargo Ship, Combination Carrier, LNG Carrier, RO-RO Cargo ship (Vehicle Carrier), RO-RO Cargo Ship, RO-RO Passenger Ship, Cruise Passenger Ship having Non-conventional Propulsion

선종	척수	비율
Container Ship	267	19%
Bulk Carrier	462	34%
Tanker	360	26%
LNG Carrier	47	3%
GAS Carrier	52	4%
General Cargo Ship	71	5%
RO-RO Ship	105	8%
그 외 (Combination Carrier, Refrigerated Cargo Carrier)	10	1%
총 합	1,374	100%



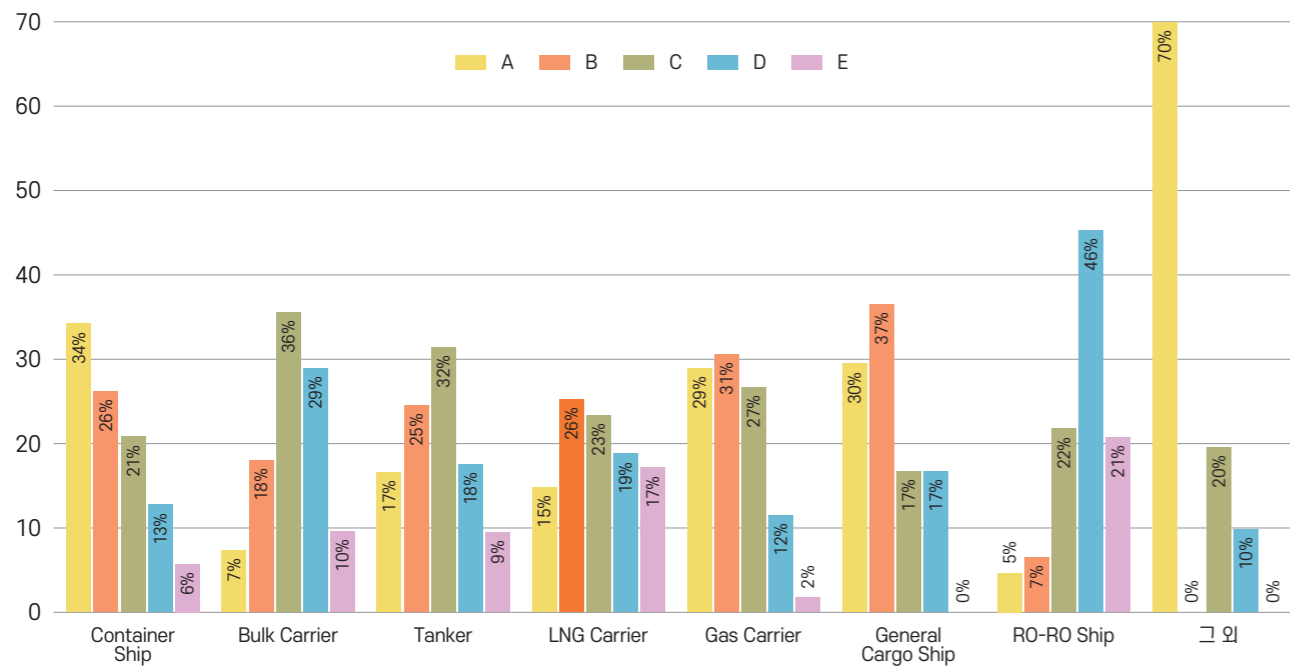
그리고 각 선종별 CII 등급 현황이다.





선종별 CI 등급의 분포 현황을 비교한 그래프는 아래와 같다.

선종별 CI 등급 분포



KR을 통해 검증이 완료된 선박의 CI 등급은 비교적 높은 등급(A~B)과 낮은 등급(C~E)이 4대 6의 비율을 보였다. 선종별 등급 현황을 살펴보면, 높은 등급의 비율이 50%를 넘는 선종은 Container Ship과 GAS Carrier, General Cargo Ship이었다. 그리고 Bulk Carrer, RO-RO Ship의 경우, 타 선종에 비해 낮은 등급 선박의 분포값이 월등히 높게(Bulk Carrier: 75%, RO-RO Ship: 89%) 산출되었다.

2023년 IMO DCS 검증 결과와 비교

2024년 검증 완료된 CI 값 및 등급 현황 검토를 위해, 2023년에 검증된 IMO DCS 데이터와 비교 분석하였다. 2023년 데이터의 경우, 2024년에 검증된 선박과 동일한 선박(1,394척 중 1,094척)을 선출하여 각각의 데이터를 대조했으며, 2024년과 동일한 감축률을 적용하여 등급별 분포를 비교했다.

먼저 전체 선박의 등급 분포이다. 2024년 검증된 선박 중 E등급 선박의 척수는 2023년에 비해 감소한 수치를 보인다.

연도	등급	A	B	C	D	E
2023		12.1%	20.3%	28.3%	23.1%	16.2%
2024		17.5%	22.1%	28.9%	22.4%	9.1%

선종별 높은 CI 등급과 낮은 CI 등급 분포를 비교한 수치는 다음과 같다.

선종	2023		2024	
	A~B	C~E	A~B	C~E
Container Ship	44%	56%	61%	39%
Bulk Carrier	26%	74%	25%	75%
Tanker	39%	61%	41%	59%
LNG Carrier	41%	59%	40%	60%
Gas Carrier	53%	47%	60%	40%
General Cargo Ship	57%	43%	66%	34%
RO-RO Ship	9%	91%	11%	89%
그 외	80%	20%	70%	30%

Container Ship, General Cargo Ship, Gas Carrier는, 2023년 대비 2024년에 높은 CI 등급의 비율이 증가하였으나, Bulk Carrier, Tanker, LNG Carrier, RO-RO ship은, 2023년과 유사한 비율을 유지하는 데 그쳤다.

추가로 2023~2024년 데이터에 대해 선종별 역년간 선속* 을 비교해보았을 때, LNG Carrier와 General Cargo Ship을 제외한 나머지 선종에서 2023년 대비 2024년은 낮은 수치를 보였다.

*역년간 운항거리/역년간 운항시간, 단위 NM/hour

선종	2023	2024	증감
전체	11.84	11.93	↑ 0.09
Container Ship	13.31	12.70	↓ 0.61
Bulk Carrier	11.02	11.02	-
Tanker	11.05	11.03	↓ 0.02
LNG Carrier	14.11	15.18	↑ 1.07
Gas Carrier	13.61	13.55	↓ 0.02
General Cargo Ship	10.25	10.44	↑ 0.19
RO-RO Ship	15.73	14.77	↓ 0.96
그 외	13.29	12.93	↓ 0.36

CII 검증 결과 및 현황에 대한 총평

금년은 선박 CII 규제 이행 첫해로서 현실적인 문제 등에 의해 저탄소 연료(예: 바이오 연료) 사용, 선박 에너지 저감, 온실가스 저감 기술 등의 적용 사례가 적을 것으로 예상된 해였다.

2023년 보고된 데이터 대비, 높은 등급(A 또는 B)의 비율이 낮은 등급(C, D, E)에 비해 약 7%가 증가했고, 특히 전년도에 비해 E등급 선박의 비율이 감소했음을 확인할 수 있었다. 단일 연도 데이터에 대한 CII 검증 시, E등급을 부여받은 선박은 CII 개선을 위한 추가적인 대책을 고려하고, 이를 선박 에너지효율 관리계획서(SEEMP, Ship Energy Efficiency Management Plan) Part III에 반영하여 선급의 검증을 받아야 한다. 하여, 이와 같은 행정적 불편을 방지하고 규제 이행을 위해 노력한 결과, 2023년 대비 적은 척수의 선박이 E등급을 부여받은 것으로 사료된다.

선종별 CII 등급의 특성을 살펴보면, Container Ship과 General Cargo Ship을 제외한 다른 선종에서는 CII 규제 이행 첫 해임에도 불구하고, 2023년도와 CII 등급의 분포가 유사하게 나왔다. 이는 선종별 운항 특성을 고려해 판단할 필요가 있다.

Container Ship의 경우, 44%였던 2023년 대비 높은 CII 등급(A 또는 B)의 비율이 61%로 늘어났다. 이에 대한 원인을 선박의 최적 운항으로 가정하고, 보고된 데이터를 기반으로 선박의 선속을 검토해 본 결과, 2023년 대비 약 4.6% 감속됨을 확인했다. 일반적으로 정기선인 Container Ship과 달리, Bulk Carrier의 경우 체선 시간이 긴 탓에 타 선종에 비해 운항거리가 짧은 편이며, 이는 CII 값 계산 과정에서 불리하게 적용된다.



그리고 선박 운항에 있어 화주의 요청이나 선적 일정에 영향을 받아, 경제 운항이 현실적으로 어려운 RO-RO(특히, RO-RO Cargo Ship(Vehicle Carrier)) Ship의 경우, 2024년 선속은 2023년 대비 감소했지만, 여전히 선속이 높다는 운항적 특성 때문에, 낮은(C, D, E) 등급 선박의 비율이 높게 나타난 것으로 사료된다.

RO-RO Ship과 유사한 운항 특징을 갖는 LNG Carrier나 GAS Carrier의 경우도 마찬가지로 낮은 CII 등급을 받는 경우가 있으나, LNG를 주로 소모하면서 기존 화석연료(HFO, LFO, MG/MDO) 보다 낮은 배출 계수를 갖기 때문에 RO-RO Ship보다는 나은 상황이다.



2024년 검증 결과, 일부 선박에서 저탄소 연료(바이오 연료)를 사용한 사례(10척)를 제외하고, CII 등급의 개선을 위한 최적 방안 적용 사례는 많지 않았다. 한편 CII 규제가 매해 강화됨에 따라, 올해 C등급이 부여된 선박도 금년의 운항 데이터 기록이 향후에도 동일 값으로 지속된다면 몇 년 뒤에는 D등급으로 하향 조정될 수 있음을 대상 선박 관련자들도 잘 알고 있다. 그렇기 때문에 대상 선박은 CII 규제 이행을 위한 조치 계획 수립 및 이행에 대한 부담을 점점 강하게 느끼고 있을 것으로 생각한다. 해운산업계와 유관 분야는 매해 CII 등급 현황에 대한 분석을 통해 해운산업계의 규제 이행 상황을 주시할 필요가 있다고 판단된다.

청정에너지 시대를 향한 항해: 액체수소 운송선의 핵심기술

KR 대체연료기술연구팀, 노길태 수석



서론

그린수소는 화석연료에 대한 지속 가능한 대안을 제시하고 다양한 산업의 탈탄소화에 중추적인 역할을 수행할 것으로 기대되고 있다. 하지만 그린수소는 생산 비용의 지역적 차이로 인해 대륙 간 해상운송이 불가피하며, 이에 따라 액체수소 운송선의 수요가 지속적으로 증가할 것으로 예상된다. 2023년에 발간된 IEA 보고서에 따르면, 2050년 액체수소 운송선은 누적 척수가 약 200척에 이를 것으로 예상되고 있다.

전 세계적으로 그린수소의 수요가 증가하고 있는 가운데, 일본의 '수소 프론티어(Suiso Frontier)'는 액체수소 운송선의 대표적인 실증 사례로 주목받고 있다. 이 선박은 호주에서 액체수소를 실어 일본으로 운송하는 것을 목적으로 하고 있으며, 2021년 12월 첫 운항을 시작하였다. 수소 프론티어를 필두로 현재 세계 여러 국가에서는 액체수소 운송선에 대한 연구개발 및 실증을 진행하고 있다.

본 글에서는 우선, 액체수소 운송선과 기존 LNG 운송선의 차이점을 살펴보고, 액체수소 운송선의 핵심 기술별 기술 현황 및 고려 사항에 대해 소개하고자 한다.

국내/외 액체수소 운송선의 개발현황

Delivered/ Planned Year	Company (Country)	Ship length (m)	LH2 volume (m³)	Power Source	CCS Type	Etc.
2021 (Delivered)	KHI (Japan)	116	2×1,250	DG*	Type C (Spherical)	Japan ↔ Australia
2025-2027	KSOE (S. Korea)	-	20,000	FC*	Membrane	AiP (2020)
2027	C-Job & H2Europe (Netherlands)	141.8	3×12,500	FC*	Type C (Spherical)	Scotland ↔ Germany
Concept Ship	Moss Maritime (Norway)	137	2×4,500	-	Type C (Spherical)	Bunker vessel
Concept Ship	Jamila (UK & Kuwait)	370	4×70,600	GT-CC	Type C (Cylinder)	-
Concept Ship	SHI (S. Korea)	-	160,000	-	Membrane	AiP (2021)
Concept Ship	SHI (S. Korea)	-	20,000	FC*	Type C	AiP (2022)
Concept Ship	KHI (Japan)	346	4×40,000	DF-ST	Type C (Spherical)	AiP (2022)
Concept Ship	GTT & Total Energies, etc. (France)	-	150,000	-	Membrane	AiP (2022,2023)
Concept Ship	CB&I, Shell (US, UK)	-	-	-	Type C (Spherical)	AiP (2023)
Concept Ship	Shell & Houlder (UK)	-	20,000	-	-	-

* 전기추진선박

※ Note. DG: Diesel Generator, FC: Fuel Cell, GT-CC: Gas-Turbine Combined-Cycle, DF-ST: Dual-Fuel Steam Turbine.

출처 : Int. J. Hydrogen Energy 논문, 2024



세계 최초의 액체수소 운송선인 일본의 Suiso Frontier



출처: HESC, 2020

C-Job Naval Architects & LH₂ Europe 사의 액체수소 운송선의 콘셉트



출처: C-Job, 2022

한국조선해양이 개발 중인 액화수소 운송선의 콘셉트



출처: KSOE, 2021

GTT사와 Total Energies사를 중심으로 개발 중인 150k급 액체수소 운송선의 콘셉트



출처: GTT, 2024

LNG 운송선과의 차이점

액체수소 운송선과 LNG 운송선은 유사한 기술적 접근 방식을 가지지만, 운반하는 화물의 특성상 서로 다른 설계 및 운영 기술이 요구된다. 이 차이는 주로 수소(H₂)와 메탄(CH₄)의 물리적·화학적 특성 때문에 발생하며, 주요한 차이점은 아래와 같다.

<p>온도 및 압력 관리</p>	<p>액체수소는 액체 상태를 유지하기 위해 LNG(-162°C)보다 더 낮은 온도(-253°C)를 유지해야 하며, 이 때문에 LNG 운송선보다 고도의 단열 기술과 저온 기술이 필요하다.</p>
<p>화물 탱크 설계</p>	<p>액체수소 저장을 위해 현재 적용 가능한 상용 기술로는, 진공 단열된 탱크 또는 압축형 C-TYPE 탱크가 있다. 하지만, LNG와 같이 대용량 수소를 저장하기 위해서는 멤브레인 탱크가 보다 적합하며, 이와 관련된 화물창 기술 연구가 국내 및 해외에서 진행되고 있다.</p>
<p>안전 및 환경 규정</p>	<p>LNG 운송선의 천연가스는 수소보다는 무거워서 누출 시 공기 중에 오래 머물 수 있기 때문에 폭발의 위험이 존재하며, 이에 대한 안전조치가 중요하다. 반면, 수소는 매우 가볍고 높은 확산성을 가지고 있어 누출 시 대기 중으로 빠르게 확산이 가능하나, 농축 시에는 여전히 폭발 및 화재의 위험성을 가지고 있어, 이에 따른 특별한 안전조치와 기준을 충족해야 한다.</p>





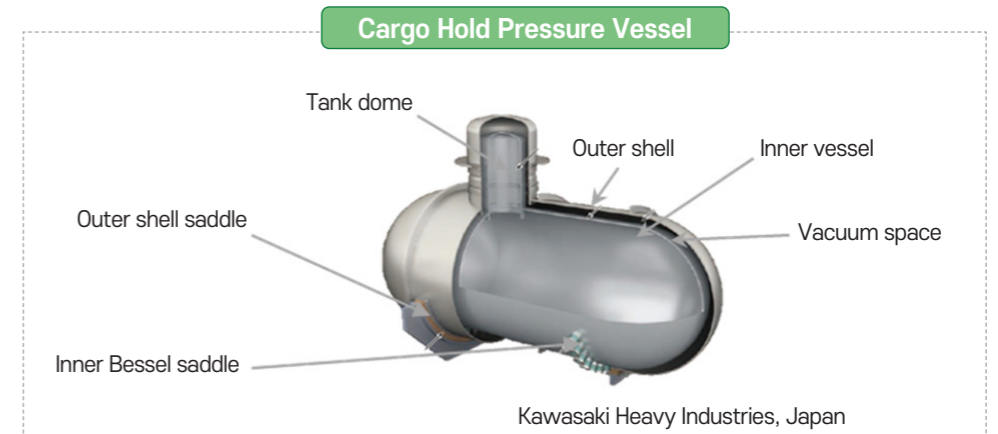
액체수소 운송선의 주요 기술

화물창 설계

액체수소 운송선의 화물창에는 주로 압축형 C-TYPE 탱크와 멤브레인형 탱크가 사용된다. 이 두 타입의 탱크는 각기 다른 운영 환경과 요구사항에 맞게 설계되며, 주요한 기술적 차이점은 아래와 같다.

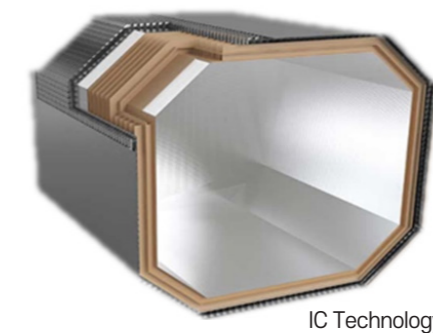
독립형 C-TYPE 탱크	C-TYPE 탱크는 압력을 잘 견딜 수 있는 원통형 또는 구형의 탱크로, 고압 상태의 액체나 가스를 저장할 수 있도록 설계되어 있다. C-TYPE 탱크의 벽은 진공과 단열재로 이중구조를 이루고 있어 열적 손실을 최소화 하며, 자체적인 진공 공간을 통해 열 교환을 차단한다. 액체수소의 증발 손실률을 낮추는 데에는 효과적이거나, 대용량의 화물을 운송하기에는 공간적인 제약이 있어 적합하지 않다.
멤브레인형 (Membrane) 탱크	탱크의 내부를 유연한 멤브레인으로 둘러싸 액체의 직접적인 접촉을 방지하고, 액체의 열적 확장에 따라 탱크가 유연하게 대응할 수 있도록 설계된 시스템이다. 일반적으로 적층 구조로 되어 있으며, 각 층은 액체수소의 저장 조건에 최적화된 열적, 기계적 특성을 갖추고 있다. 이러한 멤브레인형 탱크는 운송선의 화물창에 맞게 형태가 조정될 수 있으며, 확장과 수축을 자유롭게 할 수 있어 대용량 액체수소 운송에 적합하다.

액체수소 운송선의 대표적인 화물창의 종류



- ▶ **CCS Overview**
 - Type C tank complying with pressure vessel standards
 - Tank size with 1,250m³
- ▶ **Insulation System**
 - Double-shell vacuum insulation structure
 - Application high reflectivity metalized Radiation Shield
- ▶ **Material and Structure**
 - Austenite stainless steel fo cryogenic environment
 - Saddle of GFRP with excellent thermal properties

Cargo Hold Membrane



- ▶ **CCS Overview**
 - Membrane type CCS with stainless secondary barrier
 - Target to ZBO (Zero Boil Off)
- ▶ **Insulation System**
 - Double-shell vacuum insulation structure
 - Helium circulation cooling system
- ▶ **Material and Structure**
 - Flexible micro leak detection system (FMLDS) in vacuum membrane

출처: PNU Hydrogen Ship Technology Center

병커링 시스템

병커링 시스템은 수소를 선박에 안전하고 효율적으로 공급하는 기술로, 자동화 및 원격 조작 기능이 통합된 최첨단 기술이 적용되고 있다. 액체수소 병커링 기술 개발은 아직 한창 진행 중인 단계이며, 관련된 요소 기술은 아래와 같다.

비상차단시스템 (ESD System)	병커링 과정 중 어떠한 이상 상황이 발생할 경우를 대비해, 안전밸브와 자동 차단 시스템을 설치하여 신속하게 공급을 중단할 수 있도록 한다.
호스 및 커플링 시스템	액체수소를 운송선으로 이송할 때 사용되는 호스와 커플링은 극저온에 견딜 수 있는 재료로 제작되어야 하며 우수한 밀봉 성능을 유지해야 한다. 또한, 쉽고 빠르게 연결 및 분리가 가능해야 한다.
제어 및 감시 시스템	액체수소의 안전한 충전을 위해 충전 과정에서의 온도와 압력을 실시간으로 모니터링해야 한다. 이는 수소를 안전하게 밀봉된 상태로 유지시키고, 누출이나 과압으로 인한 사고를 예방하기 위함이다. 또한, 자동화된 원격 제어시스템을 통해 병커링 과정을 관리해야 하며, 모든 과정은 중앙의 감시 및 제어 아래 이루어져야 한다.
Boil-off Handling (BOH) 시스템	병커링 과정 중에는 상당한 양의 BOG가 발생할 수 있기 때문에 안전사고의 영향을 최소화하기 위한 조치가 마련되어야 한다.

Boil-off Gas 처리 시스템

BOG 처리는 액체수소 운송선에서 중요한 기술적 도전과제 중 하나다. BOG는 액체수소가 저장 탱크에서 점차 기화되면서 발생하는 수소 기체를 의미하며, 이를 효율적으로 관리하고 활용하는 것이 중요하다. 이러한 BOG 처리 기술은 안전성을 높이고 운송 중에 에너지 손실을 최소화하기 위해 필수적이며, 아래와 같은 기술이 적용될 수 있다.

재액화 시스템 (Re-liquefaction Systems)	재액화 시스템은 발생한 BOG를 다시 액체 상태로 전환하는 기술로서, 이 시스템은 열교환기와 압축기를 사용하여 수소가스를 냉각시키고, 액체수소의 온도 및 압력 범위 내에서 다시 액화시킨다. 이 기술은 에너지 효율성을 높이고 수소의 손실을 최소화하는 데 매우 효과적이나, 고가이고 시스템이 복잡해지는 문제점을 가지고 있다.
추진·발전용 연료로의 사용	발생하는 BOG는 선박의 추진시스템이나 발전시스템의 연료로 활용할 수 있으며, 이 방법은 BOG를 다시 액화할 필요 없이 직접 활용하기 때문에, 에너지 회수 측면에서 효율적이다. 즉, BOG는 선박에 설치된 수소연료 기반의 발전원을 통해 재사용되어 전기를 생산하거나 추진력을 제공할 수 있다. 이는 LNG 운송선의 DFDE(Dual Fuel Diesel Electric) 방식과 동일한 개념이나, LNG 운송선에서는 LNG 이중연료 발전기·엔진을 사용했다면, 액체수소 운송선의 경우 수소를 공급원으로 하기 때문에 연료전지나 수소엔진, 수소터빈이 발전원으로 적용될 수 있다.
탱크의 압력 조절	탱크의 압력을 조절하여 BOG의 발생량을 관리할 수 있다. 즉, 압력을 저감시키거나 적절한 수준으로 유지함으로써, 수소의 기화를 최소화하는 데 도움을 줄 수 있다.
GCU (Gas Combustion Unit)	안전상 필요 시 GCU를 통해 BOG를 연소할 수도 있다. GCU의 용량은 요구되는 증기량을 충분히 소비할 수 있음을 입증하여야 한다. 이러한 관점에서, 저속 조타 기간 및 선박의 추진이나 기타 작업 등에서 BOG 소모가 없는 기간이 고려되어야 한다.

IMO 규정

2016년 11월, MSC 97차 회의에서 MSC.420(97) 문서 'Interim Recommendations for Carriage of Liquefied Hydrogen in Bulk(액체수소 산적 운반에 대한 잠정 권고안)'가 채택되었다. 본 문서는 세계 최초 1.25K급 액체수소 운송선인 'Suisei Frontier'에만 적용되는 임시 기준안의 성격을 띠고 있다. 일본은 대용량의 액체수소를 운송하기 위해 2021년 7월 MSC 104차 회의에서 해당 권고안의 개정을 제안했다. 그리고 2023년 CCC 9차 회의에서는 잠정 권고안의 개정(안) 도출에 합의하였으며, 동 문서는 2024년 5월에 개최된 MSC 108차 회의에 제출되었다.


결론 및 시사점

국내에서도 액체수소 운송선을 통한 그린 및 블루 수소 도입을 정책적으로 고려하고 있다. 한국가스공사 (KOGAS)는 이러한 수요에 대응하기 위해 2029년 까지 10만 톤 규모의 해외 액체수소 도입 및 인프라 구축 계획을 발표하였다. 또한, 지난해 11월 정부는 'K-조선 차세대 선도 전략'을 통해, 탄소저감 미래선박 기술 중 하나로 액체수소 운송선의 원천기술 확보를 위한 포트폴리오를 제시하였다.

하지만 액체수소 운송선은 아직 해결해야 할 기술적 과제가 많으며, 이를 극복하기 위해 정부의 장기적인 지원과 국제 기술협력이 필수적이다. 또한 국제 규정의 정립을 통해 안전성을 검증하고 신뢰성을 높일 수 있어야 한다.

KR은 액체수소 운송선과 관련된 연구개발을 오래 전부터 수행하면서 관련된 기술 역량을 높여가고 있으며, 앞으로도 액체수소 운송선의 핵심 기술별 기술적 난제를 해결하고 수소 산업으로의 생태계 전환에 기여할 수 있도록 최선을 다할 계획이다.

액체수소 운송선과 관련된 주요 기술

<p>Reliquefaction System</p>  <ul style="list-style-type: none"> · Minimize H₂ Loss: tank pressure accumulation system · Control heat ingress into cargo tank 	<p>System</p>  <ul style="list-style-type: none"> · Hydrogen can cause explosions if it is not handled properly · Gas snuffing system, Emergency release system (ERS)
<p>Loading·Operation</p>  <ul style="list-style-type: none"> · Loading arm is designed specifically for safe handling and operation with extremely-low-temperature LH₂ 	<p>Cargo heater·Compressor</p>  <ul style="list-style-type: none"> · Tank warming (gas freeing operation) · The gas is heated about 80°C and pumped to the tank
<p>Transfer System</p>  <ul style="list-style-type: none"> · Vacuum insulated flexible pipe&joint that permits 360-degree rotation while maintaining thermal insulation 	<p>Gas Combustion Unit</p>  <ul style="list-style-type: none"> · Redundancy (Vapor / BOG handling) · Safe disposal of contaminated H₂

※ 출처

1. International Energy Agency (IEA). 'Energy technology perspectives' (2023. 1.)
2. Kim, K., et al. 'Economic study of hybrid power system using boil-off hydrogen for liquid hydrogen carriers' International Journal of Hydrogen Energy 61 (2024. 4.)
3. 보도자료, 'K-조선 차세대 선도 전략' 세계 1위 선도한다' (2023. 11.)
4. 해양수산부 & KMC, '탈탄소화 국제해사 동향' (2023. 11.)

KR Decarbonization Magazine

Interview_



암모니아 엔진 전문가 인터뷰

HD 현대중공업 엔진기계사업부 설계부문장, 이상기 전무



Q. 해운의 탄소 중립 과정은 연료의 불확실성에 기인하여 다양한 연료가 함께 사용되는 방향으로 진척될 전망인데요. 이들 대체 연료 중 암모니아 연료의 중요성을 어떻게 평가하고 계신지요?

A 바이오 연료, LNG, 메탄올, 암모니아 및 수소와 같은 다양한 연료가 GHG 저감 연료로 거론되고 있습니다. 해운의 탄소 중립을 위한 연료의 전환 과정에서 선주나 선종에 따라 점유율은 상이할 수 있으나 LNG 연료만큼은 지속적인 사용이 전망되고, 바이오 연료는 Transition 연료의 역할을 수행할 것으로 보입니다. 다만, 바이오 연료는 생산량의 한계로 인해 해운에서 사용할 수 있는 양이 제한될 것으로 예상되며, 이에 따라 그린수소 기반의 다양한 e-연료 형태(e-LNG/Methanol/Diesel)가 사용될 수 있습니다.

암모니아는 생산 비용이 다른 연료에 비해 저렴하고, 생산량에 제한도 없을 것으로 보입니다. 병커링 및 공급망이 다른 연료에 비해 잘 갖춰져 있기 때문에 선박 추진을 위한 운영 안전성이 확보된다면 암모니아가 수소를 포함한 다른 연료에 비해 사용 우위에 위치할 수 있습니다. 수소를 이상적인 연료라고 생각할 수 있지만 액화를 위한 극저온 환경의 필요성과 낮은 에너지 밀도에 의한 운송성이 개선되지 않으면, 현재 기준으로는 암모니아가 우위를 차지할 것으로 예상됩니다.

Q. 대외적으로 HD현대의 '힘센 암모니아 이중연료 엔진'에 대해 관심이 높는데, 현재 개발 진행사항에 대해 알려주시기 바랍니다.

A 세계 최초 고압 암모니아 연소방식의 4행정 H22CDF-LA 엔진에 대한 선급 형식승인 시험이 올해 10월에 계획되어 있으며, 해당 힘센 암모니아 엔진은 높은 출력과 90% 이상의 온실가스 저감을 목표로 개발 중에 있습니다. 또한 2행정 주 추진 암모니아 엔진도 고압 방식을 적용하고 있어 힘센 암모니아 엔진이 같이 설치되면 선박 연료 공급 설비가 단순해지는 장점도 있습니다. 내년에는 힘센 H32CDF-LA 선급 형식승인 시험을 통해 암모니아 이중 연료 엔진에 대한 포트폴리오를 확대할 계획입니다.

Q. 해운업계에서는 2행정, 4행정 암모니아 엔진에서 파일럿 오일의 유량에 대한 궁금증이 많습니다. 파일럿 연료가 전통적인 디젤유가 사용될 것이기 때문에 완전한 무탄소 연료 엔진이 아닐 수도 있다는 의견도 있습니다. 이에 대해 HD현대는 어떤 대응책을 강구하고 있으신가요?

A 일정량의 파일럿 연료 사용은 불가피하겠지만, 힘센 암모니아 엔진의 파일럿 연료량을 최소화하여 GHG 저감율을 높이기 위해 노력하고 있습니다. 파일럿 연료를 디젤로 사용하면 궁극적인 탄소중립 연료 엔진이 되지 않기 때문에 IMO의 탄소중립 연료 기준에 부합하는 바이오 연료를 파일럿 연료로 사용할 수 있도록 준비하고 있습니다. 일례로, 메탄올 힘센 DF엔진도 바이오 연료로 착화가 가능하고, 선박 검증도 완료되었습니다.

Q. 단기간 내에 메탄올 4-Stroke 엔진을 세계 최초로 개발하셨고, 이제는 고압연료 공급방식의 실제 암모니아 엔진 형식승인 시험을 앞두고 있습니다. 엔진 개발 기간이 단축될 수 있었던 원동력은 무엇인지 궁금합니다.

A 30여 년 이상 힘센엔진의 설계 역량을 쌓아왔으며, 엔진기계 사업부 내 엔진연구소 운영을 통해 우수한 R&D 기술 인력을 키워 왔습니다. 특히, 4-Stroke 시장에서 1위를 차지하고 있는 힘센엔진의 플랫폼을 바탕으로 친환경 연료의 공급 장치, 분사 장치에 신기술을 적용하여 최적화하는 노력을 해왔습니다.

더불어 모기업인 한국조선해양의 미래기술연구원과의 긴밀한 협업을 바탕으로 KR을 비롯한 유수의 국내외 대학, 연구기관들과 네트워킹 구축 및 협력관계를 확대해 온 것이 엔진의 완성도와 안전성을 높이면서도 개발 기간을 단축할 수 있었던 원동력이라고 생각합니다.

Q. 암모니아 엔진 구동 시 배출될 수 있는 암모니아 슬립이나 아산화질소에 대한 우려의 목소리도 있습니다. 이러한 배기 배출물에 대한 저감 및 처리 방법이 정립되어 있다면 소개 부탁드립니다.

A 저희가 암모니아 엔진 개발 과정에서 가장 유의하는 점 또한 배기 배출물입니다. 과거에 개발한 다른 연료 엔진(LNG, 디젤유 등) 들은 효율 극대화가 관건이었지만, 현재는 암모니아 엔진의 아산화질소 배출을 최소화하고 암모니아 슬립도 최소화 또는 질소산화물과 후처리에서 반응하여 제거될 수 있도록 하는 것에 중점을 두고 개발 중에 있으며, 2행정 엔진 개발사도 동일한 전략으로 알려져 있습니다.

힘센 암모니아 엔진 역시 배기 배출물을 저감하기 위한 성능 개선을 지속적으로 진행하고 있습니다. 아직 실제적인 시험 결과를 공개할 수 없지만, 초기 전략 적용이 가능할 것으로 기대하고 있습니다.

Q. 힘센 암모니아 엔진 개발의 안전성 확보 차원에 있어 어떤 부분을 가장 유의하고 있으신가요?

A 안전성과 관련하여 가장 어려운 부분이 암모니아 엔진을 구동해 본 경험이 적다는 것입니다. 다만, 저인화점 연료 엔진들과 동일하게 이중관으로 연료 공급 배관과 퍼징 설비가 구성되어 있고, 암모니아 슬립도 엔진 자체적으로 최소화한 후 후처리 시스템 후단에서 암모니아 농도가 최소화 될 수 있도록 하고 있습니다.

또한, 힘센 암모니아 엔진은 엔진의 운용 및 유지보수가 용이하도록 고객 친화적인 설계를 적용하고자 노력하고 있습니다.

Q. 암모니아 엔진이 개발되더라도 실제로 개선해야 할 사항이 생긴다면, 이는 어떻게 진행할 계획이신가요?

A 현재 메탄올 엔진이 탑재된 다수의 메탄올 추진선이 운항 중에 있습니다. 선박 엔진 제조사나 조선소가 이들 선박 엔진의 성능 및 안정성 등을 피드백 받아 문제점들을 해결해 나가면서 해당 제품이 시장에 정착되고 있습니다.

힘센 메탄올 엔진은 선급 형식승인 이후에도 지속적으로 성능 및 내구 개선 시험을 진행하고 있고, 개선이 필요한 사항에 대해서는 선주에게 곧바로 피드백이 전해질 것입니다. 암모니아 추진선 및 엔진도 동일한 과정을 거칠 것으로 예상됩니다.

Q. 전 세계적으로 암모니아 연료가 탈탄소화를 이루는데 중요한 역할을 할 것이라 예상됩니다. 암모니아 연료전지와 암모니아 엔진과의 경쟁 구도를 어떻게 바라보고 계십니까?

A 일반적으로 연료전지가 내연기관보다 효율이 높은 것은 사실입니다. 중·대형선박에 고체 산화물 연료전지(SOFC, Solid Oxide Fuel Cell)가 적용될 수는 있겠지만, 내연기관보다 가속 성능은 부족할 것입니다. 따라서, 전기 추진선에서 4행정 내연기관이 운전 조건의 변화에 따른 부하를 능동적으로 담당하고, SOFC는 기저부하를 담당하는 하이브리드 추진 방식을 고려해볼 수 있습니다.

다만, 중·대형선박에서 전기 추진 시스템의 확대 적용을 위해서는 SOFC의 가격과 설치 공간을 최소화하는 문제를 먼저, 어떻게 극복할 수 있는지가 중요하다고 생각합니다. SOFC의 효율이 높다 하더라도 전기 변환 손실 등을 반영하면 2행정 내연기관에 비해 낮기 때문에 이를 상쇄시킬 수 있는 기술이 개발되어야 합니다. 단기간에 출력 보완용(PTI) 형태로 연료전지를 추가 적용할 수 있겠지만, SOFC의 문제를 해결해야 합니다. 또한, 암모니아 SOFC를 사용하면 개질에 따른 효율 손실도 감안해야 합니다.

Q. 암모니아 엔진 개발 이후 남은 숙제는 수소 엔진이라 할 수 있습니다. HD현대그룹의 수소 엔진 개발 계획에 대해서도 알려주실 수 있으신지요?

A 수소 엔진은 수소 운반선에 추진용으로 사용될 수 있을 것 같습니다. 올해 수소-디젤 혼소 엔진 시험을 계획 중에 있으며, 전소 엔진에 대해서도 빠른 시일내에 시험할 계획입니다. 이를 위해서 최근 KR 등과 함께 수소 인젝터 개발에 관한 정부 R&D 과제에 착수했습니다. 수소 엔진이 개발되면 모든 대체 연료에 대한 엔진 라인업 구축을 완료할 것으로 예상됩니다.

Q. 마지막으로 선사들이나 기술자들에게 암모니아 사용에 대한 안전성 확보 측면에서 제안 또는 조언 부탁드립니다.

A 고압방식의 LNG 이중 연료 엔진이 적용될 초창기에는 300bar의 LNG를 취급하는 위험성에 대해 많은 우려가 있었습니다. 하지만 지금 LNG는 지속적으로 활용하게 될 대체연료로 인정받으며 안전하게 사용되고 있습니다.

메탄올 연료도 인체에 유해한 물질이지만, 대체 연료의 하나로 안전하게 운용되고 있고, 메탄올 엔진과 암모니아 엔진은 시스템적인 측면에서 크게 차이가 없습니다. 다른 연료에 비해 암모니아 연료가 인체 유해성이 큰 게 사실이나, 암모니아 연료 추진 및 운반에 대한 안전 기술이 개발 중에 있습니다. LNG, LPG, 메탄올 사용의 경험을 바탕으로 암모니아의 안전 문제도 충분히 극복할 수 있을 것으로 예상됩니다.

지구 온난화 해결을 위해서는 값싸고 사용이 편한 HFO나 LNG를 대체하는 친환경 연료가 모든 선박에 적용되어야 합니다. 이에 따른 비용 상승이나 연료의 위험성은 함께 해결해야 할 과제이며, 대 중·대비 국내 조선산업이 차별화할 수 있는 절호의 기회라고 생각합니다.



KR Decarbonization Magazine

Regulatory Updates



| IACS 최신 동향 | IACS의 적극적인 안전한 탈탄소 이니셔티브

IACS는 Safe Decarbonisation Panel(SDP)을 통해 해사 산업에서 대체 연료와 기술의 안전한 채택을 보장하기 위한 여러 이니셔티브를 주도하고 있다. 본고에서는 SDP가 현재 추진중인 업무와 향후 계획을 간략하게 살펴보려 한다.

1. 암모니아 연료

지난 2024년 1월, IACS는 공통 규칙(UR, Unified Requirement) H1*을 발간했다. 이 UR은 암모니아 연료 선박에서 암모니아 배출을 통제하고, 유인 구역의 암모니아 농도에 대한 안전 기준을 설정한다. 또한 SDP 산하의 프로젝트팀(PT)은 IMO의 지침에 맞추어 암모니아 처리 시스템에 대한 UR 초안을 작업 중이다.

* UR H1 on Control of Ammonia Releases on Ammonia Fuelled Vessels

2. 수소 연료

수소는 대체 연료 연구개발의 또 다른 중점 분야다. 수소 연료 PT는 재료, 테스트, C-TYPE 탱크 및 교체 가능한 탱크에 대한 UR을 개발하고 있다. 이는 해양 연료로서 수소가 가지는 독보적인 영역에 도전하고, 나아가 안전하고 효과적인 사용을 보장하기 위한 노력이다.



3. 전기에너지 저장 장치(EES)의 안전

IACS는 리튬 배터리와 관련된 안전 문제를 해결하기 위해 노력하고 있다. 리튬 배터리 승인을 위한 UR 초안을 개발하여 추가 검토가 진행 중이다. 또한 SDP는 플랜트 구성과 폭발성 및 유독성 위험을 완화하고자 UR 개발 작업에 집중하고 있다.

4. 탄소 포집

IACS는 선박 탄소 포집과 관련된 6가지 가용한 기술을 식별하고, 첫 번째 위험 분석을 완료했다. 탄소 포집에 대한 UR 초안 개발이 순조롭게 진행 중에 있으며, 이는 해사 산업의 탄소발자국을 줄이는 데 매우 중요한 역할을 할 것이라 기대된다.

5. 가스 확산 분석

IACS는 CFD와 같은 모델을 사용하여 가스 방출을 시뮬레이션하기 위한 지침을 개발하고 있다. 이는 가스 확산 분석 보고서를 검토하는 방법론을 표준화하고, 유독성 가스 농도의 효과적인 관리를 보장하기 위한 것이다.

6. 선박용 원자력

IACS는 선박용 원자력에 초점을 맞춘 프로젝트팀을 발족했다. 이 PT는 IMO, IAEA 및 WNTI와 협력하여 원자력 선박에 대한 규제 환경 및 기술적 측면을 조사하고, 허가제도(Licensing Schemes)를 식별하여 원자력 선박에 대한 요구사항을 제안할 예정이다.

7. 협업 노력

IACS는 싱가포르 해사항만청(MPA)과 협력하여 정보 공유, 기술 표준 개발 및 가스 확산에 대한 공동 연구를 수행하고 있다. 이번 협업은 더 안전하고 지속 가능한 해사 산업을 촉진하는 것을 목표로 한다.

8. 맺음말

IACS는 해사 안전과 지속 가능성을 향상시키는 데 있어 선도적인 역할을 하고 있다. 엄격한 안전 기준과 전략적 협력을 통해 IACS는 대체 연료와 기술의 안전한 채택을 위한 탄탄한 기반을 마련하고 있다. IACS SDP의 이니셔티브는 더욱 친환경적이고 안전한 미래를 형성하는 데 지대한 공헌을 할 것이라 전망된다.

KR Decarbonization Magazine

Inside KR_



KR, 선박 탄소집약도 지수(CII) 오류 개정으로 선박 CII 등급 향상

KR은 ‘선박 운항 탄소집약도 지수(CII, Carbon Intensity Indicator)’ 등급 산정을 위한 계산식 오류 사항을 식별하고, 해양수산부를 통해 2024년 3월 22일 국제해사기구(IMO, International Maritime Organization)에서 개최된 제81차 해양환경보호위원회(MEPC, Marine Environment Protection Committee)에 계산식 개정을 제안하여 최종 개정 및 승인을 받았다.

지난 2023년부터 시행되고 있는 선박 운항 탄소집약도는 총톤수 5천 톤 이상인 국제 항해 선박을 대상으로 선박의 CII를 실제 연간 소모량 및 운항 거리 등을 기반해 계산(Attained CII)하고, 해당 기간 선박에 요구되는 CII 허용값(Required CII)과 비교하여 A(높은 등급)부터 E(낮은 등급)까지 등급을 부여하는 국제환경규제이다.

*
$$\text{탄소집약도} = \frac{\text{총 CO}_2\text{배출량}}{\text{선박의 용량} \times \text{운항 거리}}$$

* 279,000DWT 이상의 벌크선은 279,000DWT, 57,700GT 이상의 차량 운반선은 57,700GT을 사용한다.

이번 KR이 식별한 계산 오류 사항은 CII 계산 시 선박의 실제 용량(DWT 또는 GT)이 적용되어야 함에도, 279,000DWT 이상의 대형 산적화물운반선(Bulk Carrier) 및 57,700GT 이상의 차량 운반선(PCTC)은 실제 선박의 용량이 아닌 고정값을 적용하도록 잘못 인용해왔던 점이다. 이로 인해 해당 선박들의 CII 등급이 실제와 다르게 낮은 등급을 부여받게 되면서 온실가스 저감 분야에 있어 우리나라 국적선의 경쟁력 확보에 부정적인 영향을 줄 수 있음을 발견하였다.

이에 KR은 2023년도 IMO 연료 소모량(DCS, Data Collection System for Fuel Oil Consumption) 데이터를 통해 대상 선박들의 CII 계산 검증을 수행하였고, 계산식 오류 개선의 영향을 받는 279,000DWT 이상의 벌크선과 57,700GT 이상의 차량 운반선 101척 중 75%에 해당하는 76척의 선박 CII 등급이 최소 한 등급 이상 향상되는 결과를 얻었다.

(단위: 척)

	KR CII 검증 대상 선박	CII 등급 변화		
		1등급 향상	2등급 향상	3등급 향상
벌크선 (279,000 DWT 이상)	41	23	17	-
PCTC선 (57,700 GT 이상)	60	24	11	1

이로써 팬오션, 폴라리스쉬핑, H-LINE, 시도상선, 현대글로벌비스, 유코카캐리어 등 국내 굴지의 해운선사 소유 선박들이 CII 등급 향상 혜택을 받게 됐다.



선박의 CII 등급이 3년 연속 D 또는 단일연도 E를 받은 경우, 에너지 효율 개선을 위한 시정조치계획(CAP, Corrective Action Plan) 수립을 통해 IMO 규정을 만족할 수는 있지만, 상업적인 해운시장 특성 상 CII 등급이 낮은 선박들은 중고선 거래량 감소, 규제 만족을 위한 친환경 설비의 설치 또는 감속 운전으로 인한 수익성 감소, 특정 항만에서의 항세 감면 인센티브 적용 제외, 용선 시장에서의 외면 및 중고선 잔존 가치 하락 등 경제적인 악영향을 받을 수 있다.

해양수산부 및 KR 관계자는 “이번 CII 계산식 오류 정정으로 인해 해운시장에서 불리한 피해를 받을 수 있는 일부 국적 선박들이 정확한 CII 등급을 시의적절하게 적용받게 되었다”며, “향후 IMO에서 추가로 논의 중인 CII 규제 개정사항에 대해서도 민관이 협력하여 우리나라 국적선 경쟁력 강화에 노력하겠다”고 전했다.

한편, IMO는 온실가스 저감을 위한 단기조치의 개정을 위한 검토를 진행 중이며, CII 등급 제도를 포함한 관련 규제의 개정 작업을 오는 2026년 1월 1일까지 완료한다는 계획이다.



KR, 국내 최초 '탄소 포집 시스템 설치 선박' 위험성 평가

KR은 2024년 7월 1일, 순수 국내 기술로 개발한 선박용 탄소 포집 시스템(OCCS, Onboard Carbon Capture System)이 완공되어 실증을 진행했다.

이번 실증 프로젝트는 지난해 4월부터 KR을 비롯하여 HMM, 삼성중공업, 파나시아 4개사가 협업하여 진행된 것으로, 2,200TEU급 컨테이너인 'HMM 몽글라'호에 해당 시스템을 설치하는 성과를 거둔 바 있다. KR은 이 프로젝트에서 탄소 포집 시스템의 위험성 평가와 관련 규정 적용을 수행하였다.

이번 선박용 탄소 포집 시스템은 선박이 운항하면서 발생하는 배기 가스에서 이산화탄소를 포집하여 액화 및 저장하는 기술을 적용하였고 본격적인 실증을 앞두고 있다.



이 기술은 국제해사기구(IMO)와 같은 국제기구에서 탄소 감축 기술로 인정받을 가능성이 있어 온실가스 감축에 대한 능동적인 대안으로 주목받고 있다. 이렇게 전 세계적으로 탄소 포집 기술에 대한 관심이 높은 상황에서, 순수 국내 기술로 개발된 탄소 포집 시스템은 향후 국제 해운업계를 리드하는 핵심 기술력으로 성장할 수 있을 것이라 예상된다.

KR 관계자는 “탄소 포집 기술이 온실가스 감축의 효과적인 대응 방법으로 자리매김할 것이라는 국제사회와 해운업계의 관심과 기대가 매우 크다”며, “KR은 이번 성공적인 프로젝트의 경험과 내용을 바탕으로 해운업계가 탈탄소화를 시기적절하게 진행할 수 있도록 최선을 다할 것이다”고 전했다.



KR, FuelEU Maritime 규제 대응을 위한 지침서 발간



유럽 집행위원회(EC)는 온실가스 저감을 위한 노력의 일환으로, 2021년 7월 ‘EU Fit for 55’ 패키지 법안을 발표했다. ‘Fit for 55’ 패키지는 2030년까지 온실가스 배출량을 1990년 수준 대비 55% 감축하기 위한 입법안 패키지이며, 이 중 국제해운과 직접적으로 연관된 사항 중 하나로 ‘FuelEU Maritime’이 제안되었다.

FuelEU Maritime은 유럽 연합(EU, European Union)·유럽 경제 지역(EEA, European Economic Area) 항만에 기항하는 선박에 기국과 관계없이 재생 가능 또는 저탄소 연료 사용을 촉진시키기 위해 시작된 입법안이다. EU·EEA 항만에 기항하는 선박연료의 온실가스 집약도 제한치를 2050년까지 점차적으로 강화함으로써 친환경 연료 수요를 자극하고, 항만 내에서의 육상 전원 공급(OPS, On-Shore Power Supply) 및 무배출 기술(ZET, Zero-Emission Technology) 사용 증진을 목표로 하고 있다.

이에 KR은 해운 회사들이 FuelEU Maritime 규제에 잘 대응할 수 있도록 새로운 지침서를 발간했다. 이 지침서는 2024년 8월 1일부터 KR-GEARs를 통해 Monitoring Plan 개발 및 검증 기관 제출 방법 등의 정보를 제공하고 있다. 본 자료는 KR 공식페이지(www.krs.co.kr)에서 확인할 수 있다.



▶ 지침서 바로보기 QR코드

KR, 혁신적인 저탄소 범선 화물선 'SV Juren Ae' 성공적으로 인도

KR은 저탄소 범선 화물선 'SV Juren Ae(주렌 애)'를 마셜아일랜드 해운공사(MISC, Marshall Islands Shipping Corporation)에 성공적으로 인도했다. 이 선박은 독일 국제협력공사(GIZ, Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit) 산하 국제 기후 이니셔티브(IKI, International Climate Initiative)*의 자금 지원을 받아 개발되었으며, 2017년부터 독일 연방 환경부의 '마셜 제도 저탄소 해상 운송 전환 프로젝트'의 일환으로 탄생했다. 이번 프로젝트에는 KR을 비롯해 독일 에멘-레이 응용과학대학, 마셜아일랜드 해운공사, 아시아 조선(Asia Shipbuilding Co. Ltd.), 부산의 해군 설계 회사(Kostec Co. Ltd.) 등이 협력했다.

* 국제 기후 이니셔티브(IKI): 독일 정부의 국제 기후 보호 프로그램으로, 기후 변화 대응 및 환경 보호를 위한 프로젝트에 자금을 지원함.

SV 주렌 애는 여러 혁신적인 기술을 자랑한다. 독일 해운 설계사 HSVA가 인도네시아 전통 돛을 기반으로 설계한 'Indosail-Sailing Rig' 시스템이 적용되어, 유사 크기 선박에 비해 이산화탄소 배출량이 약 80% 감소하는 효과를 보인다. 또한, 이 시스템은 태양광 패널 및 하이브리드 구동 시스템과 결합해 환경 친화적인 운항을 가능하게 한다.

이 선박은 하이브리드 전력 시스템을 통해 저속 기동 시에는 프로펠러와 엔진을 활용하며, 프로펠러는 터빈 역할을 해 전기를 생성한다. 돛을 사용할 때는 약 12kn(시속 약 22.2km)의 속도로, 보조 디젤 엔진을 사용할 때는 약 7kn(시속 약 13km)의 속도로 운항할 수 있다. 또한, 잉여 풍력으로 충전되는 배터리 시스템을 갖추고 있기 때문에 저속 운항 시 전기 구동이 가능하다는 점도 중요한 특징이다.

이번 SV 주렌 애 프로젝트의 성공은 지속가능한 해상 운송 기술의 실현 가능성을 입증한 중요한 이정표라고 평가된다. KR은 국제 온실가스 규제가 강화되는 상황 속에서, 고객들이 이러한 규제에 유연하게 대응할 수 있도록 앞으로도 혁신적인 기술 프로젝트를 지속적으로 지원할 계획이다.

SV 주렌 애는 향후 마셜 제도와 태평양 지역에서 마셜아일랜드 해운공사에 의해 운영될 예정이다. 높은 연료비로 어려움을 겪고 있는 태평양 섬 지역에 SV 주렌 애가 저탄소 해상 운송의 새로운 가능성을 제시할 것으로 기대된다.



KR - HD한국조선해양 - HD현대중공업, '선박용 수소 엔진 핵심기술' 공동 개발한다!

KR은 HD한국조선해양, HD현대중공업과 함께 '선박용 메가와트 (MW)급 수소 엔진 핵심기술' 공동 개발을 발표했다.

'선박용 MW급 수소 엔진'은 국제해사기구(IMO) 등의 온실가스 규제 대응을 위한 차세대 해양모빌리티 핵심 기자재 중 하나로, 본 프로젝트는 산업통상자원부가 지원하고 한국산업기술평가관리원이 주관하는 '2024년 소재부품기술개발사업-이종기술융합형'의 'MW급 내연기관을 위한 수소 분사 및 공급장치 핵심 소재 부품 기술개발 및 성능평가' 과제로 진행된다.

수소를 연료로 사용하는 수소 엔진은 온실가스를 전혀 배출하지 않으며, 수소 연료전지와 대비하여 비용, 수명, 안전성, 대형화 측면에서 효율적이라는 강점을 가지고 있다. 특히 대형 선박용 엔진은 에너지 변환 효율이 50%에 육박하여 성능 면에서도 경쟁력이 충분해 중대형 선박 및 수소 운송선에도 적용 가능한 친환경 동력원으로 평가받고 있다.



이번 공동개발 프로젝트의 핵심 기술인 대용량 직분사 수소 분사장치는 선박용 내연기관의 핵심 기자재로, 현재까지 상용화된 사례는 전무 하지만, 국내 최초로 1.5MW급 LNG 수소 혼소엔진 개발에 성공한 HD한국조선해양과 HD현대중공업이 함께하여 성공적인 성과를 이룰 것이라 기대를 모으고 있다.

KR은 HD현대그룹 2개사를 비롯한 16개 기관과 함께 MW급 수소 내연기관을 위한 수소 분사장치 및 수소 공급장치 개발부터 HiMSEN엔진과 연계한 통합 육상 실증까지 공동연구에 참여할 계획이다. KR은 본 과제의 4개 세부 컨소시엄의 총괄연구 기관이자 1개 세부과제의 주관기관으로서 2027년까지 정부지원연구개발비 약 139억 원을 지원받는다.

* HiMSEN엔진 : HD현대중공업이 10년간의 연구개발 끝에 자체 개발한 엔진으로, 선박용 추진, 발전 및 육상 발전소 플랜트에 사용된다.

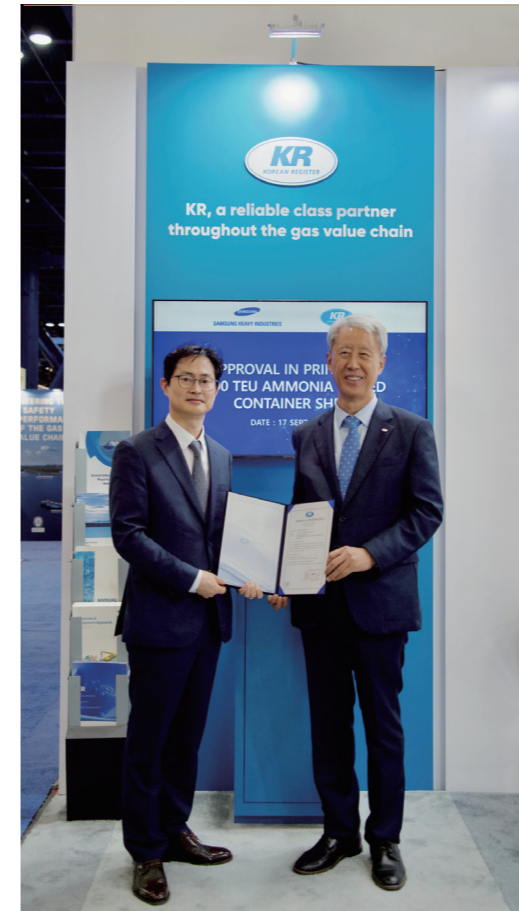
KR 김대현 연구본부장은 “본 공동연구를 통해 수소를 100% 연료로 사용하는 수소 전소 직분사 엔진의 기반 기술을 확보하고, 우리나라 조선소가 친환경 엔진 시장을 선점할 수 있을 것으로 기대한다”며, “KR은 계속해서 환경규제 대응을 위한 기술개발을 통해 고객 및 관련 산업계를 다각도로 지원해 나가겠다”고 말했다.

KR, 삼성중공업 개발 ‘암모니아 추진 9,300TEU급 컨테이너 선박’에 개념승인 수여

KR은 2024년 9월 17일에 미국 휴스턴에서 열린 가스텍 2024에서 삼성중공업이 개발한 ‘암모니아 추진 9,300TEU급 컨테이너 선박’에 개념승인(AIP)을 수여했다.

현재 전 세계적으로 탈탄소화 추세에 따라 산업 전 사이클에 걸쳐 탄소를 줄이기 위한 대응 기술개발이 활발하게 진행되고 있는 가운데, 암모니아 연료 관련 기술이 시장의 높은 주목을 받고 있다.

특히, 최근 발주되는 다수의 선박인 LNG 연료 추진 컨테이너선의 경우, LNG 연료뿐 아니라 암모니아 연료도 사용할 수 있도록 암모니아 추진 사양을 기본 준비 옵션으로 채택하여 설계되고 있다.



암모니아 연료는 다른 친환경 연료 대비 경제성과 효율성이 높다는 이점이 있지만, 높은 독성과 부식성 등의 취약점 또한 가지고 있어 이를 고려한 연료 추진 시스템 설계 및 선박의 운항적 특성을 고려한 추가적인 안전성 검증이 요구된다.

이에 삼성중공업은 기존 컨테이너선에 적용된 적 없는 새로운 구조 배치를 개발하고 연료 시스템의 설계와 선박 기본 설계를 수행하였으며, 암모니아 연료 시스템 적용에 따른 연료 탱크, 연료 공급, 환기 및 가스 감시 시스템 등을 개발했다.

KR은 삼성중공업의 새로운 선박 구조 배치와 암모니아 연료 추진 시스템에 대해 선급 규칙 및 국내의 규정을 적용하고 암모니아 연료 탱크의 구조 건전성을 포함한 전체 시스템의 안전성을 검증하여 AIP를 수여했다.



KR 김연태 기술본부장은 “이번 삼성중공업과의 공동개발을 통해 암모니아 연료를 적용한 대형 컨테이너선 기술 상용화의 중요한 발판을 마련했다”고 전하며, “앞으로도 KR은 이를 기반으로 암모니아 연료 추진 관련 기술을 포함하여 탈탄소 대응을 위한 기술 지원을 계속해 나가겠다”고 밝혔다.

삼성중공업 장해기 부사장은 “이번에 개발한 암모니아 추진 9,300TEU급 컨테이너선은 삼성중공업의 트렌드를 선도하는 친환경 기술을 적용했다”며, “앞으로도 탄소 중립을 위한 기술 개발에 더욱 박차를 가해 차세대 선박 시장에서 독보적인 경쟁력을 확보해 나가겠다”고 말했다.

KR-HD현대중공업, ‘위험성 평가를 통한 진보된 암모니아 연료 공급 시스템 개발’ 업무협약 체결

KR은 2024년 9월 17일에 미국 휴스턴에서 열린 가스텍 2024에서 HD현대중공업과 ‘위험성 평가를 통한 진보된 암모니아 연료 공급 시스템 개발’에 관한 업무협약을 체결했다.

국제해사기구(IMO)가 2050년까지 온실가스 순 배출량을 넷제로(Net-Zero)로 달성하는 것을 목표로 함에 따라, 관련 규제 대응을 위해 전 세계적으로 대체연료 기술 개발이 활발히 진행되고 있다.

이번 업무협약은 HD현대중공업과 KR의 협력을 통해 보다 진보된 암모니아 연료 공급 시스템을 개발하기 위한 것으로, HD현대중공업은 암모니아 운반선에 암모니아 연료를 적용하기 위한 주요 시스템 배치를 설계하고, KR은 암모니아 연료 공급 시스템에 대한 위험성 평가를 수행하여 개념 승인(AIP)을 수여할 계획이다.



HD현대중공업의 정재준 전무는 “암모니아는 온실가스 배출을 억제할 수 있는 무탄소 연료로서 경제성과 공급 안정성 측면에서 주목받고 있다”며, “이번 위험성 평가를 통해 보다 높은 수준의 암모니아 연료 공급 시스템을 개발하여 글로벌 목표인 탄소 중립 실현에 선도적으로 대응해 나가겠다”고 말했다.

KR 김연태 기술본부장은 “이번 공동 개발 프로젝트는 암모니아 연료를 적용한 선박의 기술 상용화를 위한 중요한 발판이 될 것이다”며, “KR은 앞으로도 암모니아 연료 추진 기술 뿐 아니라 탈탄소 대응 기술 지원에 지속적으로 힘쓰겠다”고 강조했다.

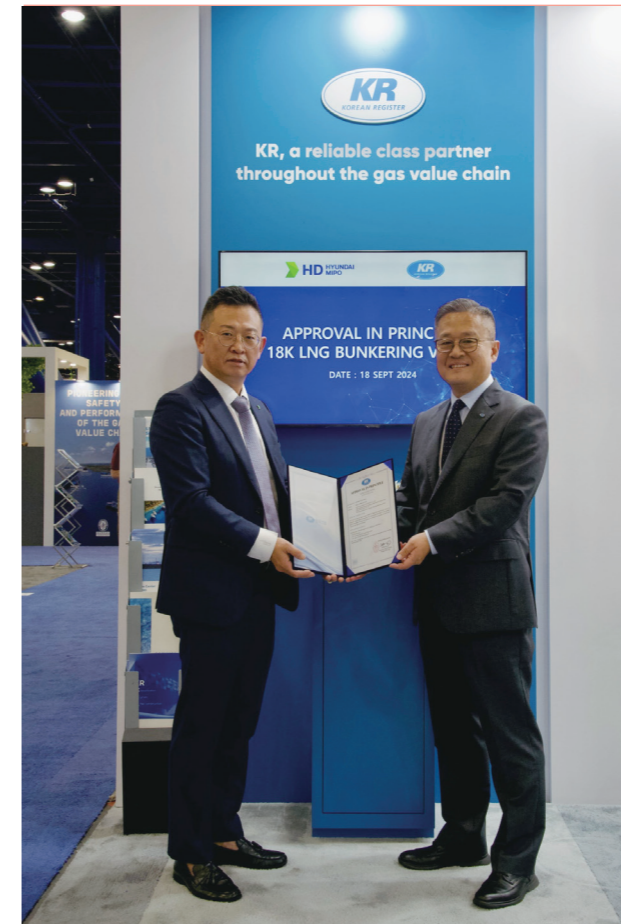
KR, HD현대미포 개발 '23K 암모니아 벙커링선' 및 '18K LNG 벙커링선'에 개념승인 수여

KR은 미국 휴스턴에서 열린 가스텍 2024에서 HD현대미포가 개발한 '23K 암모니아 벙커링선'과 '18K LNG 벙커링선'에 개념승인(AIP)을 2024년 9월 18일에 수여했다.

해사업계에서 주목하는 무탄소 대체연료 중 암모니아는 연소 시 이산화탄소를 전혀 배출하지 않으며, 기술적 난이도도 높지 않아 상용화 가능성이 큰 차세대 연료로 평가받고 있다. 이에 주요 해외 기업들은 암모니아 엔진 및 암모니아 연료전지 시스템 개발 등 탈탄소 선박의 상용화를 위해 적극적으로 노력하고 있다.

또한 LNG는 이미 많은 기업들로부터 채택 받고 있는 친환경 연료로서, LNG 추진 선박에 대한 수요는 꾸준히 증가하는 추세이며 이와 함께 LNG 벙커링 선박에 대한 관심도 높아지고 있다.

HD현대미포는 이러한 친환경 선박에 대한 수요에 대응하고, 벙커링 선박에 대한 시장 경쟁력을 확보하기 위해 암모니아 LNG 벙커링선을 개발했다.



이날 AIP를 받은 첫 번째 선박인 '23K 암모니아 벙커링선'은 HD현대미포가 암모니아 특성을 고려해 암모니아 벙커링선의 기본 설계, 화물 시스템 설계를 수행했으며, KR은 선급 규칙과 국내외 규정을 검토해 설계의 안전성과 적합성을 검증했다.

같은 날 AIP를 수여 받은 '18K LNG 벙커링선'은 HD현대미포가 가스 운반선 기술력을 바탕으로 기본 설계, 화물 시스템 설계를 수행하였으며, 해당 선박에 대해서도 KR은 선급 규칙과 국내외 규정을 검토해 설계의 안전성과 적합성을 확인했다.



HD현대미포의 이동진 기본설계 부문장은 “암모니아와 LNG는 친환경 대체연료로서 주목받고 있으며 각 대체연료를 추진으로 하는 선박의 증가에 따라 암모니아 LNG 벙커링 선박에 대한 시장 수요가 증가할 것으로 예상된다”며, “이번 개념승인을 통해 HD현대미포는 암모니아 벙커링 상용화를 위한 발판을 마련하면서 벙커링 선박에 대한 다양한 포트폴리오 확보 등 향후 벙커링 선박 건조의 선두주자로 자리매김하고자 한다”고 전했다.

KR 김연태 기술본부장은 “환경규제 대응을 위한 친환경 선박 대체연료 개발에 해사업계의 관심이 높은 상황에서 이번 23K 암모니아 벙커링선과 18K LNG 벙커링선 공동개발은 큰 의미를 갖고 있다”며, “KR은 앞으로도 암모니아 벙커링 선박 관련 기술뿐 아니라 친환경 선박 개발을 위한 기술 지원을 지속해 나갈 것”이라고 말했다.



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. 08 Autumn 2024

Korean Register

46762 부산광역시 강서구 명지오션시티 9로 36 (명지동)

Tel 070 8799 8871

E-mail krgst@krs.co.kr

www.krs.co.kr

Copyright © 2024 ALL RIGHTS RESERVED BY KOREAN REGISTER