

IMO 의 온실가스 감축목표를 달성하기 위한 중장기 조치로 친환경 선박 연료 개발은 반드시 필요하다고 보고 있습니다. 현재 산업계에서는 암모니아, 바이오가스, 수소 등 다양한 친환경 대체연료의 선박 적용을 위해 노력 중입니다.

대체연료별 특징은 다음과 같습니다.

## **LNG(Liquefied Natural Gas)**

LNG 는 유전이나 가스전, 또는 석탄채굴 시 함께 나오는 연소성가스를 의미합니다. 자구상 의미로는 자연적으로 생선된 가스를 액화한 것을 의미하지만, 일반적으로는 탄화수소를 주성분으로 하는 연소성 가스를 의미합니다. LNG 는 메탄( $\text{CH}_4$ )이 72%~95%로 주성분이며, 에탄( $\text{C}_2\text{H}_6$ )이 3~13%, 프로판( $\text{C}_3\text{H}_8$ )이 1~4%, 질소가 1~18% 혼합되어 있다. LNG 는 다른 화석연료보다 비교적 깨끗하지만 여전히 사용중에 이산화탄소가 발생하고, 이산화탄소보다 수십배 지구온난화에 악영향을 미치는 메탄이 추출이나 운송 또는 연료로 사용중에 대기중으로 퍼지기는 Methane Slip 으로 지구온난화에 전혀 영향을 미치지 않는 연료라 할 수는 없습니다. 다만, 과도기적으로 기존 화석연료를 대체하는 대표적인 연료라고 보고있으며, 질소산화물, 황산화물 및 미세먼지 저감뿐만 아니라 기존 화석연료 대비 약 5-30%의 이산화 탄소 경감 잠재력은 가지고 있습니다.

## **바이오연료**

바이오 가스, 바이오 디젤 및 바이오 중유 등 다양한 바이오 연료가 있습니다. 원료의 수급(각종 유기성 폐기물, 바이오에너지 작물)의 공급량이 충분하지 않아 해사산업계에는 충분한 양을 공급하기 어려울 것으로 예측되며, 특정 바이오 연료의 경우 6 개월 이상 저장 시 산화 및 효율이 저하되는 문제점이 있고, 연료 공급 인프라가 부족하다는 단점이 있습니다. 기존 화석연료와 혼합하여 사용하는 방식으로 일부 사용될 것으로 예상됩니다.

## **메탄올( $\text{CH}_3\text{OH}$ )**

우리가 흔히 접하는 공업용 알코올 중 하나로 메틸 알코올이라고도 합니다. 바이오 원료를 통한 생산 및 수소와 이산화탄소의 합성을 통해 생산 가능합니다. 중유(HFO)에 비해 SOx는 99%, NOx는 60%, 미세먼지는 95% 배출 감소 가능성을 갖고 있습니다. 메탄올 생산을 위한 이산화탄소 포집 비용으로 인해 생산비용은 높으나, 상온·상압에서 저장 가능하며, 기존 중유를 사용하는 엔진과 기술적인 유사점이 많아 이미 선박용 엔진 개발이 완료돼 있다는 장점이 있습니다.

## 수소

재생에너지를 이용한 물분해로 생산이 용이하나, 저장 및 운송이 까다롭고 이를 선박에서 사용하기 위한 엔진 및 연료전지 기술이 아직 미성숙 단계입니다. 에너지밀도가 낮아 연안 항해 선박 등에서 제한적으로 사용되다가 장기적으로 내연기관이나 수소연료전지 형태로 범용화될 것으로 예상됩니다.

## 암모니아(NH<sub>3</sub>)

주목받고 있는 무탄소 선박연료 중 하나로, 비교적 용이한 조건에서 저장이 가능하나 비교적 낮은 에너지 밀도로 인하여 기존 화석연료 대비 큰 용량의 저장탱크가 필요하다는 단점이 있습니다. 가연성 가스이지만 발화온도가 높고 최소 점화에너지가 높아 다른 가스연료 대비 화재 위험성은 낮은 편입니다. 유독성으로 인해 취급에 유의하여야 하나, 선내 암모니아를 안전하게 다루기 위한 관련 기술(-33.4℃ 저장 가능)과 규정들은 충분히 갖추어져 있습니다. 수소의 운송 수단으로 사용될 수 있으며, 수소 수출입을 위한 암모니아 수송 선박 시장이 확대될 것으로 예상되고, 이는 암모니아를 연료로 추진하는 선박이 확대될 것임을 의미한다고도 할 수 있습니다. 암모니아는 세계에서 가장 널리 사용되는 화학물질 중 하나로 생산량이 연간 2억톤에 이를 정도로 풍부하며, 오랜 기간 동안 축적된 보관 및 운송 인프라의 장점으로 인하여 미래 연료로 될 가능성이 높다고 할 수 있습니다.

다만, 현재 IMO의 온실가스 배출 기준은 TTW(Tank-to-Wake)로 연료를 연소할 때 발생하는 온실가스 배출량만을 규제하고 있으나, 연료를 생산하는 과정에서 많은 양의 온실가스가 발생하기 때문에 최종적으로는 전주기 관점인 WTW(Well-to-Wake) 적용을 검토 중에 있습니다. 그러므로, 연소 시 온실가스를 배출하지

않는 연료를 사용해야 할 뿐만 아니라, 생산 과정에서도 친환경적인 연료를 사용하는 것이 중요하며 연료의 생애 주기 동안 온실가스의 총 배출량에 대한 고려가 필요합니다. 온실가스는 이산화탄소(CO<sub>2</sub>), 메탄(CH<sub>4</sub>), 그리고 아산화질소(N<sub>2</sub>O) 등이 있으며, 이산화탄소 대비 메탄은 25 배, 아산화질소는 298 배 강한 지구 온난화 효과를 가지고 있습니다. 암모니아는 연료로 인한 이산화탄소와 메탄의 배출은 없지만, 아산화질소의 배출로 인하여 지구 온난화에 큰 영향을 미치므로 암모니아 엔진이 해상 운송의 탈탄소화라는 장기적 목표에 부합하기 위해서는 아산화질소 배출 방지에 대한 고려가 필요합니다.

## 1. 암모니아의 종류

- Grey 암모니아 : 천연가스로부터 생산된 수소를 이용하여 암모니아를 생산한 경우
- *Brown 암모니아* : 석탄으로부터 생산된 수소를 이용한 경우
- *Blue 암모니아* : 그레이 암모니아와 브라운 암모니아를 생산하는 과정에서 배출되는 이산화탄소를 포집 및 저장하는 공정이 있는 경우
- *Green 암모니아* : 재생에너지(풍력, 태양광 등)를 이용하여 생산한 전기에너지로 물 분해를 통해 생산된 그린 수소를 사용하여 암모니아를 생산한 경우

## 2. 암모니아 추진 선박 개발 동향

세계 각국에서는 수소, 암모니아, 메탄올 등의 대체연료 선박 투입 필요성으로 인하여, 주요 조선소와 선사들은 이에 발맞추어 새로운 대체연료 적용에 대한 개발에 나서고 있습니다. 여러 대체연료 중 암모니아에 대한 전망이 우세하며, 암모니아 연료 추진시스템은 암모니아를 연료로 내연기관에서 연소하여 추진하는 방식과 연료전지를 사용하여 추진하는 전기추진 방식으로 분류할 수 있습니다. 현재 암모니아 연료를 활용한 선박 추진시스템 연구는 초기 단계로, 유독성 및 그에 따른 환기 방안과 누출 탐지방안 등에 대한 추가 연구가 필요한 상황입니다. 친환경 암모니아 생산을 위해 기존 플랜트의 retrofit 과 신규 그린 암모니아 생산설비 구축을 적극 추진 중이며, 유럽, 미국 등 주요국은 대규모 그린 암모니아 생산 실증 프로젝트의 타당성 조사와 신규 저압 촉매 및 공정 에너지 효율 향상을 위한 차세대 그린 암모니아 기술개발 지원을 추진 중에 있습니다.