

## 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 규제에 의한 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.

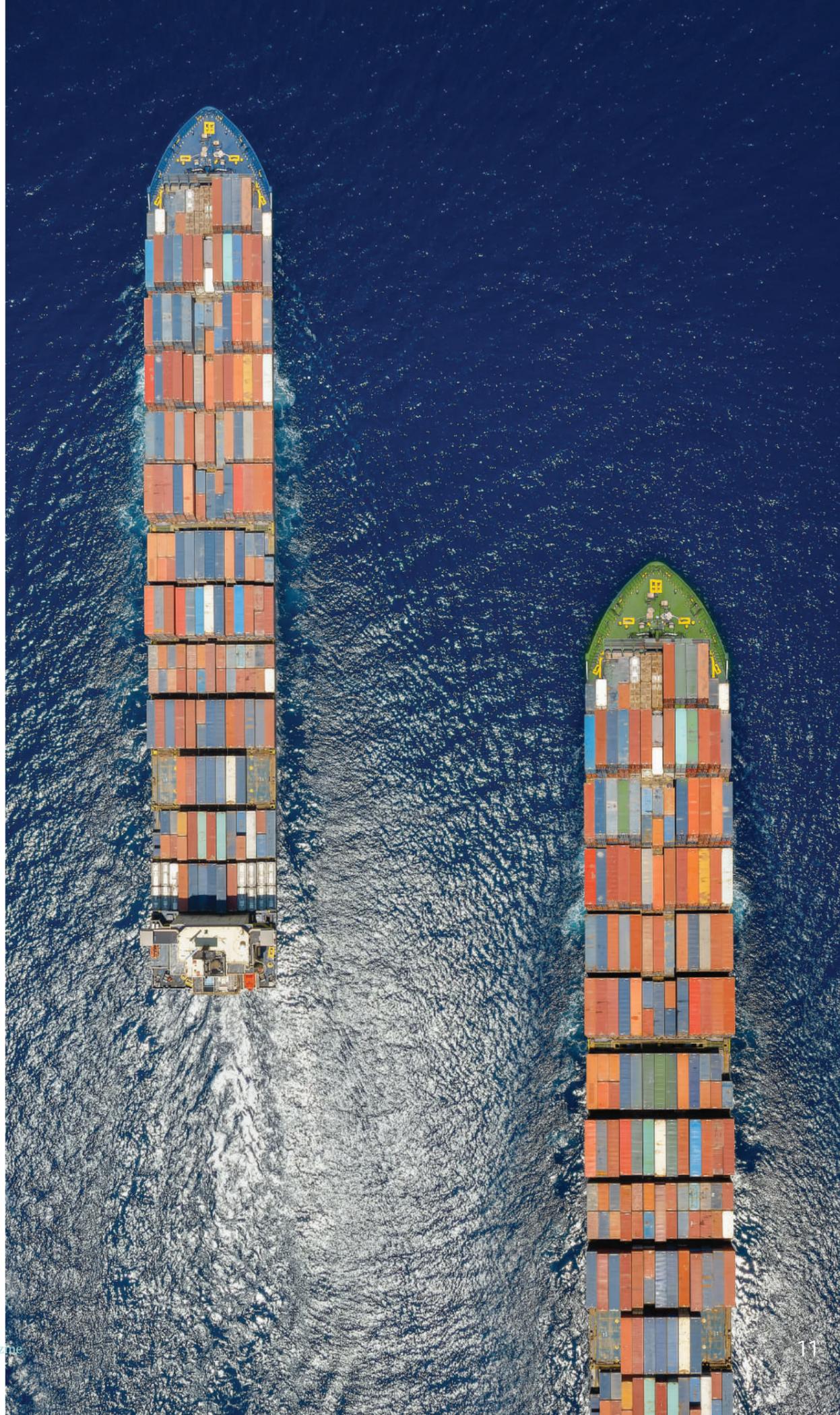
### · 선박 안전 규정과 항만 규제의 불확실성

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.