

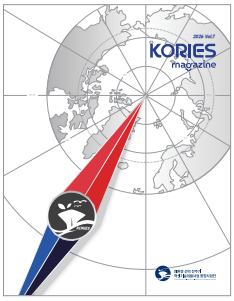
2026 Vol.7

KORIES magazine

친환경 선박 전주기
혁신기술개발사업 통합사업단

Korea Organization for Innovative Eco-friendly Ship Technology Development

KORIES magazine Vol.7



CONTENTS

KORIES THEME

04
북극 해운의 새로운 기준 :
환경 규범이 선박 시장에 미치는 변화

FOCUS ON

09
극지운항 규정 체계의 이해와 대응 :
Polar Code, Ice Class, Winterization 기반 기술 요구

15
차가운 북극해,
뜨거운 그린기술을 향한 기자재 기술 동향

21
중국 Polar Silk Road 전략과 북극항로 운항 선박 기술 동향





休 바깥바람

28
차가운 대지 위, 다정한 배려
북유럽 디자인 인문학 여행

KORIES 칼럼

32
북극항로 시대의 개막과 동남권 해양수도권 조성

36
북극항로를 여는 첫걸음 :
빙해수조의 역할, 그리고 미래

43
북극항로 시대, 극지 기자재 성능검증의 핵심 :
한국형 시험 인프라 구축의 필요성

休 Culture

50
하얀 사막의 주인
이누이트에게서 배우는 공존의 지혜

KORIES STORY

54
KORIES 활동소식





발행인 홍춘범 | **발행일** 2026년 5월 29일 | **발행처** 친환경 선박 전주기 혁신기술개발사업 통합사업단 | **디자인** (주)브레인스톰 051.851.1531

북극 해운의 새로운 기준 : 환경 규범이 선박 시장에 미치는 변화

한국해양수산개발원 극지전략연구실, **김엄지** 실장

1. 서론

북극 지역은 기후변화로 인한 해빙 가속화로 접근성이 점차 확대되면서, 해상운송, 자원 개발, 에너지 공급망 측면에서 전략적 중요성이 빠르게 증대되었다. 그러나 북극은 단순한 신시장 개척의 대상이 아니라, 극한의 기상 조건과 취약한 생태계, 그리고 다층적인 국제 거버넌스가 중첩된 고위험 해역이라는 점에서 기존 해상운송 체계와는 다른 접근이 요구되는 공간이다. 이에 따라 북극권 국가들은 경제적 활용 확대와 환경 보호, 그리고 항행 안전 확보를 동시에 달성하기 위한 정책을 추진하고 있다.

이러한 변화는 기존 선박 기술만으로는 대응하기 어려운 새로운 운항 요구를 발생시켰으며, 그 결과 친환경성과 안전성을 동시에 확보할 수 있는 차세대 선박 도입의 필요성이 점차 현실적인 과제로 부상했다.



2.
북극권 정책 및 거버넌스 동향

북극권 정책과 거버넌스에서 친환경 정책은 기후변화 대응과 해양환경 보호를 중심으로 점차 강화되고 있으며, 이는 북극이 전 지구 평균보다 빠르게 온난화되고 있는 지역이라는 과학적 사실에 기반한다. 특히 최근 북극이사회 의장국 프로그램과 국제 규범을 종합하면, 북극에서의 모든 활동은 환경 영향을 최소화하는 방향으로 관리되어야 한다는 원칙이 일관되게 나타난다.

노르웨이 의장국 프로그램(2023~2025)은 북극해 활동의 친환경 전환 방향을 보다 명확히 제시했다. 해당 프로그램에서는 "greener Arctic shipping"이라는 표현을 통해, 북극 해운이 단순한 운송 효율성 개선을 넘어 환경 영향을 최소화하는 방향으로 전환되어야 함을 강조했다.

이는 기존의 해운 정책이 주로 안전성과 경제성에 초점을 맞추었던 것과 달리, 온실가스 및 블랙카본 배출 저감, 해양 생태계 보호, 해양오염 방지 등을 통합적으로 고려하는 새로운 정책 기조를 반영한 것이다. 특히 북극 해역은 기후변화에 가장 민감하게 반응하는 지역이라는 점에서, 해운 활동 자체가 환경 리스크로 작용할 수 있다는 인식이 정책 전반에 반영되었다.

덴마크 의장국 프로그램(2025~2027) 역시 기후변화 대응과 지속가능한 발전을 핵심으로 하며, 해양환경 보호와 생물다양성 보전을 중요한 정책 축으로 포함하고 있다. 특히 과학 데이터와 모니터링을 기반으로 정책을 수행하려는 접근이 강조되며, 이는 북극 환경 변화에 대한 이해를 높이고, 보다 정밀한 환경 관리 정책을 가능하게 한다. 또한 저탄소 사회로의 전환과 지속가능한 에너지 체계 구축이 중요한 방향으로 제시되고 있으며, 이는 북극에서 이루어지는 해양 활동에도 장기적으로 배출 저감 요구가 적용될 것임을 시사한다.

국제 규범 측면에서는 IMO의 Polar Code가 친환경 정책의 핵심 역할을 한다. Polar Code는 극지 해역에서 선박이 발생시킬 수 있는 환경 영향을 최소화하기 위해 오염물질 배출을 엄격히 제한하고 있으며, 기름, 유해물질, 오수 및 폐기물의 배출에 대해 기존보다 강화된 기준을 적용한다. 이는 북극 해양환경이 매우 취약하고, 오염 발생 시 회복이 어렵다는 점을 반영한 예방적 조치이다.

여기에 더해, 북극 해역에서의 중유(HFO) 사용 및 운반 제한은 친환경 정책의 대표적인 사례로 볼 수 있다. IMO는 2024년부터 북극 해역에서 중유 사용을 원칙적으로 금지하는 규제를 도입하였으며, 이는 중유 유출 시 장기간 환경에 잔존할 수 있고, 연소 과정에서 발생하는 블랙카본이 해빙을 가속화할 수 있다는 점을 고려한 조치이다. 다만 일부 예외와 유예가 존재하지만, 전체적인 정책 방향은 저오염 연료로의 전환을 유도하는 데 있다.



한편, 중앙북극해 공해어업 협정(CAOFA)은 북극 친환경 정책의 또 다른 특징을 보여준다. 이 협정은 충분한 과학적 이해가 확보되기 전까지 상업적 어업을 제한하는 구조를 가지고 있으며, 최소 16년 동안 중앙북극해에서의 상업적 어업을 금지하고 공동 연구와 모니터링을 수행하도록 규정하고 있다. 이는 환경 영향에 대한 불확실성이 존재하는 상황에서는 경제적 이용을 제한하는 예방적 관리 원칙이 북극 정책에 적용되고 있음을 의미한다.

종합하면, 북극권의 친환경 정책은 단순한 오염 저감 수준을 넘어, 기후변화 대응, 생태계 보호, 과학 기반 관리, 그리고 예방적 규제라는 특징을 동시에 가지고 있다. 이러한 정책

방향은 북극에서의 모든 해양 활동이 환경 영향을 최소화하는 방식으로 이루어져야 한다는 점을 명확히 하고 있으며, 이는 해운 분야에서도 동일하게 적용되는 기준으로 작용하고 있다.

3. 북극해에서의 친환경 선박 필요성

북극권 정책과 거버넌스의 변화는 해운 활동의 방향을 조정하는 수준을 넘어, 선박의 설계와 운항 방식 자체에 구조적인 변화를 요구하고 있다. 북극은 기후변화의 영향이 전 지구 평균보다 빠르게 나타나는 지역으로 인식되면서, 국제사회는 이 해역을 단순한 개발 대상이 아닌 엄격한 관리와 보호가 필요한 공간으로 재정의해왔다. 이러한 인식은 해운 분야에도 직접적으로 반영되며, 환경 영향을 최소화하는 방식의 운항이 정책적 전제로 자리잡았다.

정책적 관점에서 북극은 더 이상 "신규 항로"라는 경제적 가치만으로 접근할 수 있는 대상이 아니다. 북극이사회 의장국 프로그램과 관련 국제 규범은 공통적으로 기후변화 대응, 해양 생태계 보호, 과학 기반 관리 원칙을 강조하고 있으며, 해운 활동 역시 이러한 틀 내에서 관리되어야 한다는 점을 분명히 하고 있다. 특히 블랙카본 저감, 해양오염 방지, 생물다양성 보호는 선박 운항 과정에서 발생하는 환경 부담을 직접적으로 겨냥한 정책 과제로 작용한다. 이에 따라 북극 해역에서 운항하는 선박은 단순한 운송 수단이 아니라, 환경 리스크를 관리해야 하는 대상 자산으로 인식되고 있다.

이러한 규제 환경은 연료 선택과 선박 설계에도 직접적인 영향을 미친다. 중유 사용 제한은 LNG, 메탄올, 암모니아, 수소 등 저탄소 또는 무탄소 연료로의 전환을 촉진하고 있으며, 이는 추진 시스템과 연료 저장 방식, 운항 전략 전반의 변화를 요구한다. 또한 탄소세, 배출권 거래제, 연료 기준 강화와 같은 글로벌 규제가 향후 북극 해역에도 적용될 가능성이 높다는 점에서, 기존 중유 기반 선박의 운항 비용과 제약은 점차 확대될 것으로 예상된다. 결과적으로 친환경 선박으로의 전환은 선택이 아닌 대응 전략으로 자리잡고 있다.

기술적 측면에서도 북극 운항은 기존 상선으로는 대응하기 어려운 조건을 가진다. 유빙과 빙산이 존재하는 환경에서는 내빙 및 쇄빙 기능이 필수적이며, 선체 강도와 추진 성능이 강화되어야 한다. 또한 극저온 조건에서는 연료 특성 변화, 기계 장비의 신뢰성 저하, 전자 시스템의 성능 저하와 같은 문제가 발생할 수 있어 이를 반영한 설계가 요구된다.

아울러 북극 해역은 기상 변화가 급격하고 항로의 불확실성이 높기 때문에, 경험 기반 운항만으로는 안전성과 효율성을 확보하기 어렵다. 위성 정보, 해빙 데이터, 기상 데이터를 통합한 실시간 항로 최적화 시스템이 필수적으로 요구되며, 이는 연료 소비 절감과 사고 예방, 환경 영향 저감 측면에서 핵심적인 역할을 한다.

사고 대응 인프라가 제한적이라는 점 역시 중요한 변수이다. 항만, 구조 체계, 방제 장비가 충분하지 않은 환경에서는 사고 발생 이후의 대응보다 사전 예방이 훨씬 중요하다. 이에 따라 선박은 이중 선체 구조, 연료 탱크 보호 설계, 자동화 안전 시스템 등 고신뢰성 설계를 갖출 필요가 있다.

이와 같은 정책, 규제, 기술적 요구를 종합하면, 북극 해역에서 운항되는 선박은 기존 상선과는 본질적으로 다른 특성을 요구받는다. 저배출 연료, 환경 영향 최소화 설계, 데이터 기반 운항, 고도화된 안전성 확보가 동시에 충족되어야 하며, 이는 친환경 선박이 북극 운항의 전제 조건으로 자리잡고 있음을 의미한다.

결국 북극 해운의 발전은 단순한 항로 개척이나 물류 효율성의 문제가 아니라, 환경 규범과 기술 진화, 규제 체계가 결합된 복합 구조 속에서 이해되어야 한다. 이러한 맥락에서 친환경 선박은 비용 부담 요소가 아니라, 북극 시장 진입을 위한 핵심 인프라로 기능할 가능성이 높다.

4. 북극해에서의 친환경 선박 동향

이와 같은 규범은 이미 북극해 현장에서 현실화되고 있다. 특히 북극 크루즈 및 탐험선 시장에서는 친환경 전환이 빠르게 진행되었다. HX(Hurtigruten Expeditions)는 배터리 기반 하이브리드 추진 시스템을 적용한 탐험선을 북극권 해역에 투입하였으며, 해당 선박들은 스발바르와 그린란드 등 다양한 극지 항로에서 상업 운항을 수행하였다. 이러한 선박은 연료 소비와 배출을 동시에 저감하면서, 민감한 극지 해역에서의 운항 적합성을 확보했다.[1)]

대표적으로 MS Fridtjof Nansen[2)] 은 디젤-전기 추진과 대형 배터리 시스템을 결합한 세계 최초의 하이브리드 극지 탐험선으로, 항만 접근이나 빙해 저속 운항 시 배출을 최소화하는 방식으로 운영되었다. 이를 통해 극지 환경에서 저배출 운항이 실제 상업 서비스에 적용될 수 있음을 입증하였다.

또한 스발바르 해역에서는 소형 친환경 선박의 적용 사례도 확인된다. MS Bard[3)] 는 완전 전기 추진 기반 크루즈선으로, 빌레피오르드(Billefjord)와 빙하 전면 해역을 중심으로 관광 운항에 투입되고 있다. 특히 빙하 인접 해역에서는 전기 모터만을 사용하여 운항함으로써 소음과 진동을 최소화하고, 해양 생태계 교란을 줄이는 방식이 실제로 구현되고 있다.

1 https://www.travelhx.com/en-us/stories/how-science-and-innovation-shaped-a-ship/
2 https://www.ship-technology.com/projects/ms-fridtjof-nansen-expedition-cruise-ship-norway/
3 https://brimexplorer.com/ms-bard



출처 : https://www.slashgear.com/1851680/icebreaker-ship-explained-how-different-from-other-vessels/?utm_source=chatgpt.com



출처 : https://www.travelhx.com/en-us/stories/the-spirit-of-svalbard/

그 밖에도 프랑스 PONANT의 Le Commandant Charcot 역시 주목할 만한 사례이다. 이 선박은 LNG 연료와 배터리 기반 전기 추진을 결합한 하이브리드 구조를 적용하였으며, 2021년 북극점 항해 과정에서 일부 구간을 배터리 전력만으로 운항하는 데 성공했다. 이는 북극해에서 저배출·저소음 운항이 실제로 구현될 수 있음을 보여준다.
이러한 사례들은 친환경 선박이 단순한 개념이나 시험 단계에 머무르는 것이 아니라, 이미 북극해에서 상업적으로 적용되고 있음을 시사한다. 다만 현재까지는 크루즈선과 LNG 운반선을 중심으로 도입이 이루어지고 있으며, 이는 환경 규제 압력과 기술 적용 가능성이 상대적으로 높은 분야에서 먼저 전환이 진행되었기 때문이다. 향후 북극해 운항 증가와 규제 강화가 동시에 진행됨에 따라, 이러한 흐름은 일반 상선으로 확산될 가능성이 높다. 실제로 컨테이너선의 북극항로 시험 운항 사례가 축적되고 있으며, 중장기적으로는 저탄소 연료를 적용한 상선 도입이 불가피한 흐름으로 이어질 것으로 전망된다.

5. 결론

북극 지역은 기후변화로 인한 해빙 확대와 함께 새로운 해상 활동의 가능성이 열리고 있으나, 동시에 환경적 취약성과 규제 복잡성이 결합된 특수 해역으로서 기존 해운 체계와는 다른 접근을 요구받고 있다. 본문에서 살펴본 바와 같이, 북극권 정책과 거버넌스는 기후변화 대응과 해양환경 보호를 중심으로 지속적으로 강화되어 왔으며, 이는 북극에서 이루어지는 경제 활동 전반이 환경 영향을 최소화하는 방식으로 관리되어야 한다는 원칙에 기반한다.
특히 북극이사회 의장국 프로그램과 국제 규범은 북극을 단순한 개발 대상이 아닌 지속가능한 관리 대상으로 규정하고 있으며, 과학 기반 정책과 예방적 접근을 통해 활동의 범위와 방식에 일정한 제약을 부여하고 있다. Polar Code와 중유 사용에 대한 단계적 규제는 이러한 정책 방향이 구체적인 실행 기준으로 전환된 대표적인 사례로, 선박 설계와 운항 방식에 직접적인 영향을 미치고 있다. 또한 CAOFA는 북극에서의 경제 활동이 과학적 근거와 환경 보호 원칙에 기반해야 함을 제도적으로 명확히 하고 있다.
이와 같은 정책 및 규제 환경은 북극 해운의 진입 조건 자체를 변화시키고 있으며, 기존 선박으로는 이를 충분히 충족하기 어려운 구조를 형성하고 있다. 항로 단축에 따른 경제성만으로는 북극 해운의 지속가능성을 확보하기 어렵고, 환경 규제 대응, 안전성 확보, 기술적 적합성을 동시에 고려한 새로운 선박 개념이 요구된다.

결국 북극 해역에서의 해운 활동은 단순한 물류 경쟁을 넘어, 환경, 규제, 기술이 결합된 고도화된 시장으로 이해될 필요가 있다. 이에 대응하는 친환경 선박은 선택적 요소를 넘어 핵심 운송 인프라로 자리잡고 있으며, 향후 북극항로 활용 가능성 역시 이러한 조건을 얼마나 효과적으로 충족할 수 있는지에 의해 결정될 것이다. 따라서 북극 해운 전략은 단기적인 운송 효율성 확보에 그치지 않고, 중장기적으로 강화될 환경 규제와 기술 요구를 선제적으로 반영하는 방향으로 수립될 필요가 있으며, 친환경 선박은 그 핵심 수단으로 기능하게 될 것이다.



극지운항 규정 체계의 이해와 대응 : Polar Code, Ice Class, Winterization 기반 기술 요구

한국선급, **정인철** 수석연구원

북극항로는 아시아-유럽 간 항해거리 단축 가능성으로 인해 지속적인 관심을 받아 왔으나, 실제 상업운항 측면에서는 해빙 조건의 계절적 변동성, 쇄빙지원 의존도, 구조·구난 한계, 저온 환경에서의 장비 성능 저하, 보험 및 지정학적 리스크 등 복합적 제약을 안고 있다. 이러한 환경에서 선박의 안전성과 운항 가능성을 좌우하는 핵심 요소는 대빙등급(Ice class)이다.

본 원고는 북극항로 운항선박에 적용되는 대표적 대빙규칙인 핀란드-스웨덴 대빙등급 규칙(FSICR, Finnish-Swedish Ice Class Rules), IACS Polar Class(PC), 러시아 해사선급(RMRS, Russian Maritime Register) 대빙규칙의 구조적 특징과 운항철학을 비교하고, 최근 실무에서 중요성이 커진 IMO Polar Code, winterization, 직접강도해석(FEA), 빙유발 피로, 추진계 보호, 디지털 운항지원 등의 이슈를 함께 분석하였다. 특히 빙 하중 산정 방식, 구조 설계 철학의 변화, 저온 환경 대응 기술 요구사항을 중심으로 최신 기술 동향을 고찰하였다. 이를 통해 향후 북극항로 운항선박 설계 및 인증 과정에서 고려되어야 할 기술적 시사점을 제시하였다.

FSICR은 일년생빙과 보조 쇄빙 환경에서 유효한 경험기반 규칙이며, IACS Polar Class는 국제 극지운항 구조설계의 중심축으로 기능하고, RMRS 규칙은 러시아 북극해 실운항과 강하게 연계되는 특성을 가진다. 오늘날 북극항로 적합성은 단순한 구조 보강 수준이 아니라 구조강도, 추진계 내빙성, 저온 기능 보장, 운항 매뉴얼, 실시간 빙정보 활용, 보험 및 환경 리스크 관리를 포함하는 종합 시스템 적합성으로 이해되어야 한다.

1. 서론

기후변화와 글로벌 공급망 재편, 장기적 물류 경로 다변화 수요에 따라 북극 항로에 대한 관심은 꾸준히 제기되어 왔다. 북극항로는 수에즈 운하 경로 대비 항해거리 단축 가능성을 제공한다는 점에서 전략적 의미가 있으나, 이는 어디까지나 잠재적 이점일 뿐 실제 상용화는 다양한 기술적·운항적 제약 조건 수반과 함께 극지 해역은 다음과 같은 특성을 가진다.

❶	❷	❸	❹
빙 하중에 의한 구조 손상 위험	극저온 환경 (-40℃ 이하)	제한된 구조 및 구조지원 인프라	운항 및 통신 제한성

이러한 특성으로 인해 선박 설계는 일반 해역과 근본적으로 다른 접근이 요구된다. 기존 대빙등급 규칙은 구조 안전성 확보를 중심으로 발전해 왔으나, 최근에는 운항, 시스템, 인적요소까지 포함하는 통합 규제 체계로 확장되고 있다.

북극해역을 운항하는 선박은 단순히 낮은 기온에 노출되는 수준을 넘어, 다양한 빙 조건과 국부 충격하중, 반복 접촉하중, 결빙에 따른 장비 기능 저하, 그리고 원격 해역 운항이라는 제약을 동시에 감당해야 한다. 이에 따라 북극항로 선박 설계에서 가장 중요한 기준 중 하나가 대빙등급이다.

대빙등급은 선박이 어떤 빙 환경에서 어느 수준의 안전성과 기능을 유지할 수 있는지를 구조적·기계적·운항적으로 정의하는 체계이다. 대표적으로 FSICR, IACS Polar Class, RMRS Arc class가 실무에서 널리 언급되며, 최근에는 Polar Code와 연계하여 해석하는 것이 일반화되고 있다.
본 원고에서는 북극항로 운항선박의 대빙등급 규칙 체계를 비교·정리하고, 최근 설계 및 운항 실무에서 중요성이 커진 변화 요소를 함께 분석함으로써 국내 조선·해운업계의 실무 적용 방향을 제시하고자 한다.

2. 북극항로 운항환경과 대빙등급의 의미

북극항로는 통상 북동항로(NSR), 북서항로(NWP), 그리고 장기적으로 검토되는 중앙 북극해 항로 가능성까지 포함하는 개념이다. 그러나 현재 상업적 검토의 중심은 러시아 북극해 연안을 따르는 북동항로에 집중되어 있다.

이 해역에서 선박이 마주하는 주요 빙 조건은 다음과 같다.

신생빙 및 박빙	일년생빙	압축빙 및 빙맥	다년생빙 혼입

부빙과 파랑이 결합된 혼합 환경	채널 항해 중 channel edge 접촉	선저 및 bilge 부위 충격

이러한 조건은 일반 상선 설계에서 고려되는 파랑하중과는 전혀 다른 성격을 갖는다. 빙하중은 접촉 면적이 작고 하중 집중이 크며, 속도, 형상, 빙 상태에 따라 비선형적으로 변화한다. 이에 따라 대빙등급은 선체 외판 보강만이 아니라 추진기, 러더, 축계, sea chest, 갑판기계, 외부 노출 전기·계측 시스템까지 포괄하는 설계 개념으로 발전해 왔다.

표1. 북극항로 선박 설계 시 주요 환경요소

구분	주요 내용	설계 영향
해빙 조건	일년생빙, 다년생빙, 압축빙, 빙맥, 부빙	외판 두께, 보강재 치수, 선수/선미 보강
저온 환경	극저온, 재료 취성 증가, 장비 성능 저하	재료 선정, 저온 사양 장비, winterization
반복 하중	반복적 빙 접촉, 국부 충격	피로평가, hotspot 보강, 용접 상세 개선
추진계 영향	프로펠러, 러더, 축계 빙 충격	추진계 내빙성, shaft line 검토, 보호 설계
운항 환경	쇄빙지원 여부, 속력 제한, 계절 운항	대빙등급 선정, 운항 매뉴얼, 경제성 검토
원격성	구조·구난 한계, 정비 인프라 부족	신뢰성 설계, redundancy, 비상대응성 강화

추가하여 현재 국제적으로 적용되는 주요 대빙등급 체계는 FSICR, IACS Polar Class (PC1 ~ PC7), Russian Maritime Register Ice Rules (Arc class)이 대표적이며 각 규칙은 적용 해역 및 설계 요구사항에서 다소 차이를 보인다. 대빙규칙의 기본 차이는 외판 두께, 늑골 및 종보강 형상, 선저 보강 범위, 추진력 요구, 중량 증가 수준을 좌우하게 된다.

표2. 대빙규칙 비교를 위한 기본 평가

평가 항목	FSICR	IACS Polar Class	RMRS
적용 해역	발트해 계절 결빙 해역	국제 극지운항	러시아 북극해 실운항
운항 시나리오	쇄빙선 지원, 수로 항해	자력 운항 포함 극지 항해	지역·계절 조건 연계 운항
하중 접근	경험기반 공칭 하중	포괄적 빙충격/소성응답	지역 운항조건 반영
구조 철학	초기항복, 탄성응답 중심	소성응답, 상호작용 반영	소성능력 및 운항현실 반영
적용 범위	일년생빙 중심	일년생빙~다년생빙 혼입	러시아 북극항로 중심

3. IACS Polar Class : 국제 극지운항 설계의 중심

IACS Polar Class는 국제적으로 극지 운항 선박 설계의 핵심 규칙으로 사용된다. 등급은 통상 PC1~PC7로 구분되며, 번호가 낮을수록 더 가혹한 빙 조건에 대응하는 상위 등급을 의미한다. IMO Polar Code는 SOLAS 및 MARPOL에 기반한 강제 규정으로, 극지 해역 운항 선박에 대해 다음을 요구한다.

❶	❷	❸	❹
구조 및 설계 요구사항	장비 및 시스템 요구사항	운항 및 안전관리	환경 보호

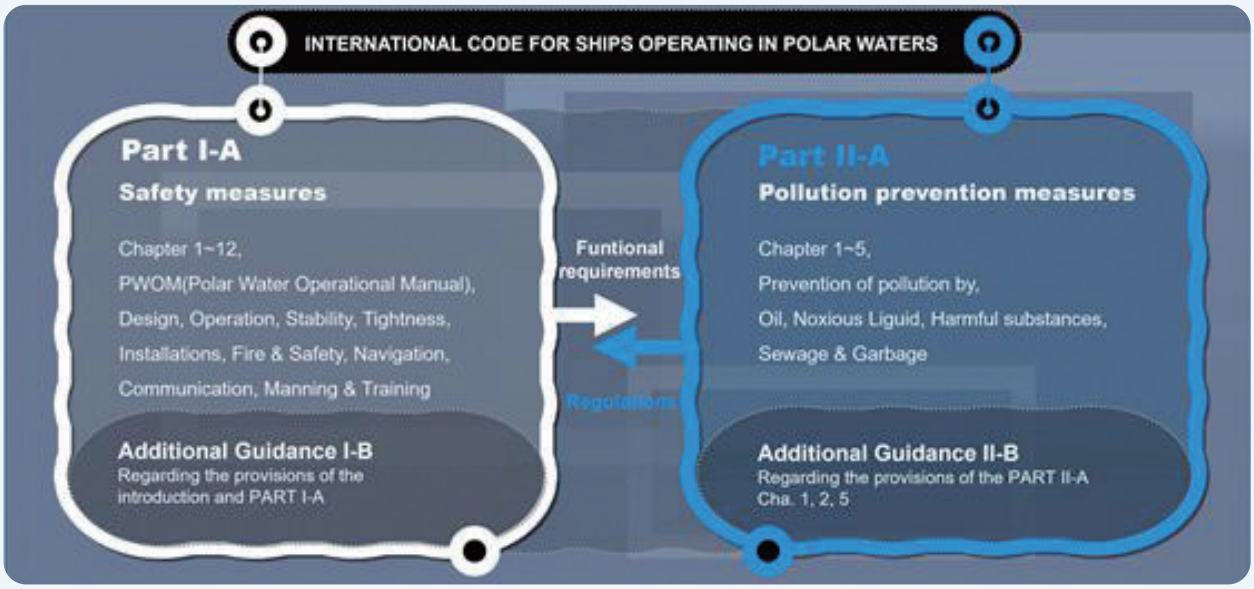


그림 1. The Polar Code Compositions

Polar Class는 단순한 구조 보강 수준이 아니라, 어떤 해역에서 어느 계절에 어느 정도의 운항 자유도를 확보할 것인가를 반영하는 설계 선택이다. 따라서 PC 등급은 해역, 계절, 속력, 상업성, 쇄빙지원 여부와 함께 결정되어야 한다. 일년생빙 및 다년생빙 혼입 가능성 고려, 구획별(선수, 중앙, 선미, 선저) 광범위한 보강, 충돌, 래밍 등 복합 시나리오 반영 등을 통한 직접강도 해석(FEA) 확대와 빙유발 피로 평가 강화, 추진기 및 조타 장치 보호 및 저온 재료 및 장비 성능보장이 요구된다.

표3. Ice classes of IACS PC Rules

Polar Class	Ice Description (based on WMO Sea Ice Nomenclature)
PC 1	Year-round operation in all Polar waters
PC 2	Year-round operation in moderate multi-year ice conditions
PC 3	Year-round operation in second-year ice which may include multi-year ice inclusions
PC 4	Year-round operation in thick first-year ice which may include old ice inclusions
PC 5	Year-round operation in medium first-year ice which may include old ice inclusions
PC 6	Summer/autumn operation in medium first-year ice which may include old ice inclusions
PC 7	Summer/autumn operation in thin first-year ice which may include old ice inclusions

주요 선급별 기술 요구항목과 특징을 살펴보면 DNV에서는 방한(Winterization)에 대한 보완 요구사항을 강조하며, 저온 노출에 따른 장비 보호 등급을 세분화하여 부여한다. ABS, LR, BV에서는 선급별로 핀란드-스웨덴 규칙과 IACS 규칙을 상호 보완하며, 최근에는 비선형 FEM 해석을 통한 격자 구조 분석 절차를 강화하고 있으며 한국선급(KR)은 IACS PC 및 FSICR을 기반으로 하되, 국내 건조 선박의 특성을 반영한 쇄빙 및 방한 지침을 별도로 운영하고 있다.

4. IMO Polar Code와 대빙등급의 관계

극지해역을 운항하는 선박에 대한 국제코드(Polar Code)는 Res. MSC.385(94)에 의해 채택되었으며, SOLAS XIV에 강제화되

어 2017년 1월 1일 발효되었다. Polar Code는 북극 및 남극 해역 운항 선박에 대해 구조, 장비, 운항, 인명안전, 환경보호를 포괄하는 국제 안전 프레임워크이다. 중요한 점은 Polar Code가 자체적으로 상세 scantling 규칙을 주는 것은 아니라는 점이다. 구조 및 기계설계 기준을 제시하는 대빙등급 규칙과 달리 Polar Code는 운항 및 안전관리 체계를 다루고 있어 PC 등급 취득만으로는 충분하지 않으며, 운항 및 안전관리의 상위 프레임인 만큼 Polar Code 요구에 따른 운항 준비가 함께 이루어져야 한다.

Polar Code의 핵심 요구사항으로 Polar Ship category를 A(두꺼운 빙 포함 해역), B(중간 수준 빙), C(개빙수역)으로 구분하고 Essential systems redundancy, Fail-safe 설계, Low temperature operability에 대한 시스템 신뢰성을 요구하고 빙 조건별 운항 절차, 비상대응계획, 장비 제한 사항을 다루는 PWOM(Polar Water Operational Manual)를 준비하여야 한다.

극지 운항 매뉴얼(PWOM)은 선주, 운항자, 선장 및 선원이 의사 결정 시 활용할 수 있도록 선박의 운항 능력 및 제한 조건에 관한 충분한 정보를 제공하는 것이어야 하며,이 코드 I-A편 제2장 요건을 만족하여야 한다.
운항상의 제한은 극지 해역의 온도, 위도 등의 요소에 따라 달라질 수 있으며, Polar Code Part I-A/Reg.1.5에 따르면 이러한 요소를 고려하여 선박 및 장비에 대한 운항 평가(Operational assessment)를 하도록 요구하고 있다.

Polar Code는 운항평가 결과와 극지해역 운항 매뉴얼에 대한 별도의 승인 절차를 명시적으로 요구하고 있지는 않다. 다만, 극지 선박증서 발급 및 관련 검사 과정에서는 해당 문서가 Polar Code 요구사항을 적절히 반영하여 준비되어 비치되어 있는지가 확인된다.

표4. 대비등급 규칙과 Polar Code의 역할 비교

구분	대빙등급 규칙	Polar Code
주 목적	구조 및 기계 설계 적합성 확보	극지운항 종합 안전체계 확보
핵심 내용	외판, 보강재, 선저, 추진계, 조타계	운항매뉴얼, 생존설비, 훈련, 환경보호
적용 방식	선급 규칙 기반 구조설계	IMO 강제 적용 코드
실무 산출물	scantling, 구조 승인, notation	Polar Ship Certificate, PWOM 등
핵심 질문	얼마나 구조적 안정된 설계를 할 것인가	어떻게 안전하게 운항할 것인가

5. Winterization (방한처리) 요구사항

Winterization은 극지 환경에서 장비 및 구조가 정상 기능을 유지하도록 하는 기술로 실제 운항에서는 구조 파손보다 결빙, 동결, 저온 기능상실이 더 빈번하게 문제를 일으키기 때문에 최근 극지운항 적합성 평가에서 Winterization은 선택적 부가사항이 아니라 핵심 설계 항목으로 인식된다.
방한처리의 목적은 갑판기계 및 계선장비 결빙, 해수 및 배수 계통 동결, 소화설비 신뢰성, 노출 전장품 기능 저하, 해치커버 Sealing 성능 저하, 비상 대피 및 구조 활동 접근성 저하, 구명설비 저온 성능 유지의 목적으로 배관 및 유체 시스템의 동결방지와 단열, 저온 재료 선정, 기계 및 전계장 시스템에 대한 성능 보장이다. 즉 극지 운항 중 선내 모든 장비나 통행이 요구되는 Space에 대한 Ice accretion 방지, Anti-icing/De-icing system, Escape route 확보가 주 목적이다.

한국선급 빙해운항선박 지침에서는 평균 및 최저 외부 설계온도에 적합한 최적의 방한처리 등급 선택을 위한 정보를 제공하고 있으며, Winterization E1, Winterization E2 및 Winterization E3 각 등급의 운항 조건을 정의하고 있다.

표5. Winterization 등급 요건에 따른 운항 조건 (한국선급, 빙해운항선박 지침)

Winterization 등급	외부 환경 상태	외부 설계 대기온도 (℃)	예정되는 운항 조건
Winterization E3	온화한 상태	-30℃ 이상	**저온 구역에서의 단기 운항** - 예를 들어, 저온 구역에서의 적재 또는 하역 후 항해하여 따뜻한 구역에서 적재 또는 하역
Winterization E2	보통 상태	-31℃ ~ -45℃	**저온 구역에서의 절기 운항** - 예를 들어, 동절기 동안 저온 구역을 지속적으로 운항하는 선박
Winterization E1	극한 상태	-46℃ 이하	**극저온 구역에서의 장기 운항** - 예를 들어, 극지방에서 연중 운항하는 선박

의장품 및 구성품의 방한처리 방법은 단열과 열선(Trace) 설비가 일반적이나 결빙 방지용 강재 덮개 및 폐위, 가열설비 등이 있으며 계획된 운항, 선종 및 배치에 관해 합의된 사양을 기준으로 하는 방한처리 매뉴얼이 준비가 요구된다.

6. 추가 시스템 요구사항 및 설계 전략

극지 운항의 안전성은 빙해역에서의 기동 특성을 고려한 추진계 리스크 관리에 달려 있다. 프로펠러, 축계, 러더 및 Azimuth Thruster는 극지 항해 시 빙충격 하중에 노출되는 가장 취약한 핵심 구성요소이다. 특히 후진이나 회두, 저속 기동과 같은 가혹한 운항 조건에서는 추진 시스템 주변으로 빙하중이 집중되어 심각한 손상을 야기할 수 있다. 따라서 Propeller Ice Impact에 대한 정밀한 거동 분석은 물론, Ice Torque Load를 고려한 축계 보강(Shaft Reinforcement) 등 추진계 전반의 Ice Interaction에 대응하는 고도화된 설계 신뢰성 확보가 필수적이다.

대형 LNG선 및 광폭 구조를 가진 특수선은 구조적 복잡성으로 인해 전통적인 규칙식(Rule-based) 설계만으로는 국부 응답 특성을 완벽히 모방하는 데 한계가 있다. 특히 대형화된 선체에서 발생하는 복합적인 응용 거동을 정밀하게 파악하기 위해서는 직접 강도 해석(Direct Strength Analysis)의 수행이 필수적이며, 주요 응력 집중부에 대한 Hotspot 기반 피로 평가(Fatigue Assessment)를 통해 구조적 신뢰성을 확보해야 한다. 따라서 설계 단계에서의 직접 해석 및 피로 평가 범위 확대는 선택이 아닌 기술적 필연성으로 요구되고 있다.
운항 실무의 핵심 변화로 디지털 운항 지원 구축이며 위성 기반 빙정보, ice routing, 원격 상태감시, 예측 시스템의 활용이 증가하면서, 설계등급과 실제 운항전략의 연계가 더욱 중요해지고 있다. 빙 정보 확보와 Ice Routing, 원격 모니터링, AI 기반 위험예측으로 운항 효율성과 안전성 향상에 관련 기술 접목이 반드시 수반되어야 한다.

국내 업계가 북극항로 관련 사업을 검토할 때는 단순히 어느 등급을 취득할 것인가보다 어떤 운항 시나리오에 맞춰 시스템을 설계할 것인가에 초점을 맞춰야 한다. 목표 해역과 계절을 명확히 정의하고 구조 보강과 추진계 보호를 동시에 검토함과 동시에 winterization을 초기 기본설계에 포함되어야 한다. 그리고 Polar Code 대응 문서와 운항절차의 병행준비, 실제 운항데이터와 빙 정보 활용 체계, 보험, 제재, 유지보수 리스크의 설계조건 반영이 요구된다.
북극항로의 상업적 불확실성에도 불구하고, 기술적 진보는 이미 직접해석 및 피로 평가를 통한 구조 안전성 확보, 데이터 기반의 지능형 운항 지원, 그리고 극저온 환경에 특화된 고기능성 기자재를 중심으로 빠르게 재편되고 있다. 따라서 국내 조선·해운 및 기자재 업계는 대빙등급(Ice Class)과 Winterization 기술을 단순한 '선택적 부가 사양'이 아닌, 극지 항로의 주도권을 결정짓는 핵심 설계 변수(Core Design Parameter)로 재정의하고 전폭적인 기술 역량 집중이 필요한 시점이다.

차가운 북극해, 뜨거운 그린기술을 향한 기자재 기술 동향

미국선급협회 조선해양기자재실, **박정규** 총괄실장



Ⅰ 서론 : 북극항로 시대, 기자재 경쟁력이 판을 가른다

기후변화로 인한 북극 해빙(海氷)의 가속화는 인류에게는 경종을 울리는 신호이지만, 해운 및 조선 산업에는 전례 없는 구조적 전환점을 제시하고 있습니다. 최신 관측 자료에 따르면 북극 해빙 면적은 매 10년마다 약 4.7%씩 감소하는 추세에 있습니다. 이러한 기후 변화의 가속화로 인해, 2040년경에는 연간 약 4개월(120일) 수준의 가항 기간(Navigable Period)을 확보한 여름철 항로가 전면 개방될 것으로 예측됩니다.

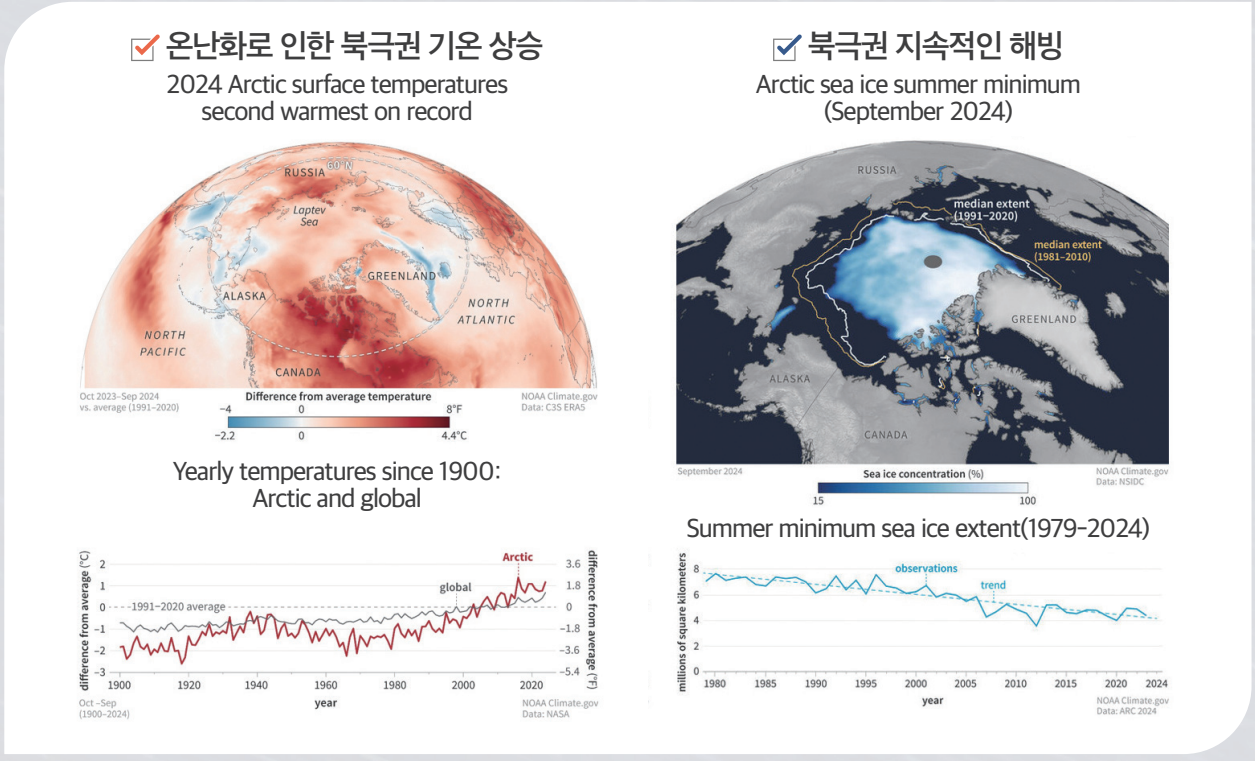
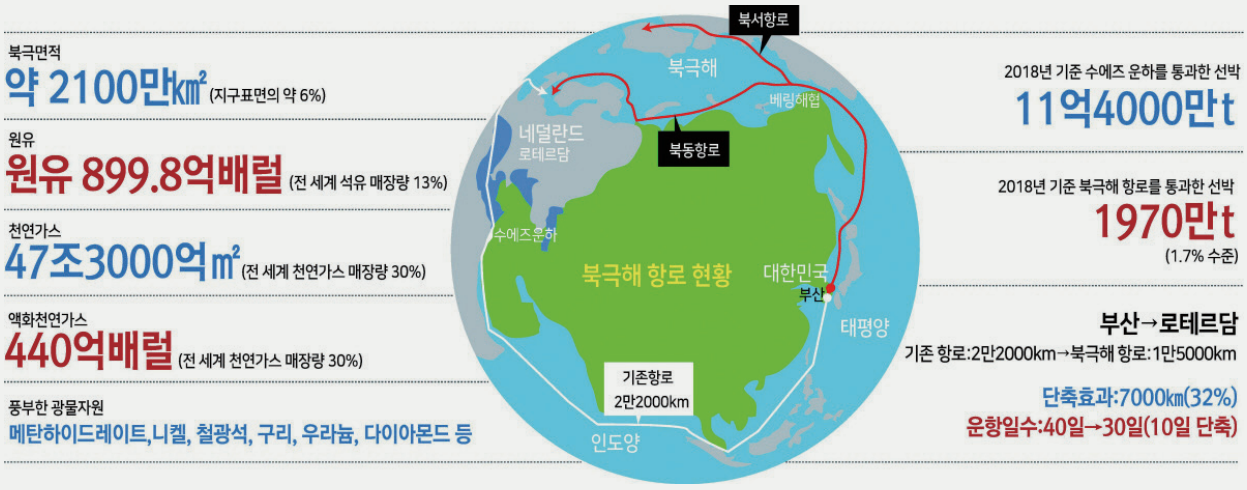


그림1. 온난화로 인한 북극권 기온 상승 및 해빙

북동항로(NSR)는 수에즈 운하를 경유하는 기존 항로 대비 운항 거리를 약 32~40% 단축하고, 항해 일수를 최대 10일 이상 단축할 수 있는 강력한 경제적 이점을 지닙니다. 이는 연료비 절감과 선박 회전율 증가뿐 아니라, 탄소 집약도 지표(CII) 등 국제 환경 규제 대응 측면에서도 핵심적인 전략적 이점이 됩니다.



(출처 : 게임체인저로부상하는 북극권, 헤럴드경제)

그림2. 북극항로의 경제적 효과

북극항로 운항 선박은 영하 50℃급 극저온과 착빙, 강풍 등 복합적 극한 조건을 극복해야 하므로, 기존 상선 설계와는 차별화된 접근이 필수적입니다. 또한 국제 해사 규제에 따른 탈탄소화 기조 속에서 북극해 전용 환경 규제(블랙카본 등)가 강화되고 있습니다. 따라서 향후 기자재 개발은 극지 대응력(Arctic-Ready)과 친환경 성능(Net-Zero)을 단일 시스템 내에서 구현하는 통합형 기술 확보에 집중되어야 합니다.

II 규제 프레임워크 : ABS LTE 가이드와 Polar Code 2026

북극 기자재 시장 진입의 성패는 개정된 국제 표준에 대한 명확한 이해와 이를 선제적 대응하는 역량에 달려 있습니다.

❶ ABS 저온 환경 운영 지침 (LTE Guide) : ABS의 LTE가이드는 주변 온도가 -10℃ 이하인 환경에서 운항하는 선박의 설계 및 장비 요구사항을 강화했습니다. 핵심은 PST(Polar Service Temperature) 개념으로, 선박이 운항할 구역의 최저 평균 일일 온도보다 최소 10℃ 낮은 온도에서도 모든 노출 기자재가 정상 작동함을 증명해야 합니다.

❷ IMO Polar Code 2026 확장 : 2026년부터 발효되는 폴라 코드 개정안은 기존 대형 상선 위주에서 어선(24m 이상), 요트, 소형 화물선으로 적용 범위를 대폭 확대합니다. 이는 기자재 수요처가 중소형 특수선 시장으로 급격히 확산됨을 시사하며, 야간 식별을 위한 이중 탐조등(Searchlights), 고위도 통신 시스템 등 특화 장비의 수요를 촉발하고 있습니다.





그림3. ABS LTE 가이드와 Polar Code

❸ 통합 방한 원칙 : 최신 규제는 개별 기자재의 단편적 방한을 넘어, 선박 전체 관점의 통합 방한 시스템(Integrated Winterization System) 구축을 요구하며, 자동제어 및 원격 모니터링과의 연계가 중요합니다.

Ⅲ 해외 Arctic-Ready & Green Equipment 기자재 기술 동향

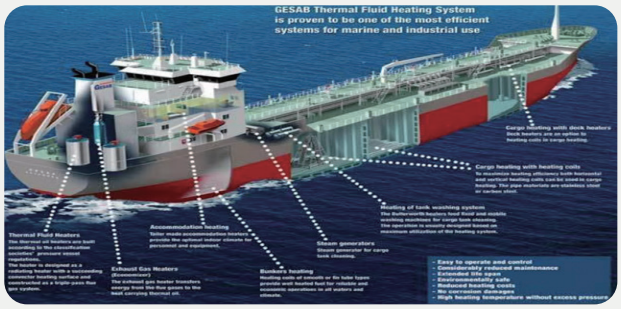
현재 글로벌 시장은 노르웨이, 핀란드, 캐나다 등 북유럽 및 북미 선진국들이 시장 점유율의 70% 이상을 독점하고 있습니다. 이들의 핵심 무기는 단품 공급이 아닌 '패키지형 통합 시스템(Integrated Package System)'입니다.

❶ 노르웨이와 핀란드의 기술 리더십

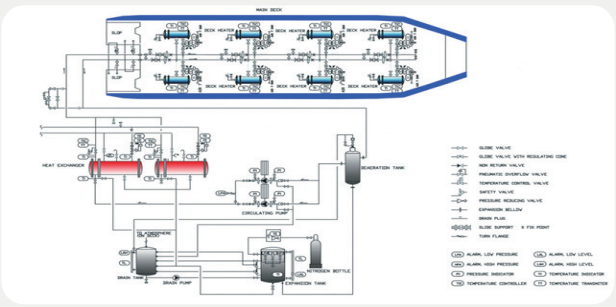
- Kongsberg Maritime (노르웨이) : 단순 레이더를 넘어 빙편 추적 및 해빙 드리프트 분석 알고리즘이 통합된 Ice Radar 패키지를 공급하여 강력한 진입 장벽을 구축하고 있습니다.
- Aker Arctic & Wärtsilä (핀란드) : 세계 최고 수준의 빙수조 인프라를 기반으로 쇄빙 성능 검증과 친환경 이중연료 추진 패키지를 통합 제공합니다.
- nVent RAYCHEM (미국/노르웨이) : 단순 히팅 케이블 판매를 넘어 자동 온도 제어 및 원격 모니터링이 결합된 통합 솔루션을 통해 유지보수 시장까지 독점하는 Lock-in 전략을 구사합니다.

❷ 에너지 효율과 환경 보호의 결합

- ABB (스위스) : 전기추진 포드 시스템인 Azipod®를 통해 고빙급 선박 시장의 64~80%를 점유하고 있습니다. 특히 엔진 폐열을 활용해 갑판과 HVAC 시스템을 가열하는 에너지 루프 통합 기술은 'Green'과 'Arctic' 요건을 동시에 충족하는 글로벌 표준이 되었습니다.
- Thordon Bearings (캐나다) : 오염 리스크가 없는 해수 윤활 베어링을 추진계 전체 패키지와 묶어 공급함으로써 극지 환경의 친환경 규제 대응에 특화된 가치를 창출하고 있습니다.



(GESAB Thermal Fluid Heating System)



(Deck Heaters(갑판 히팅) 시스템)




PALFINGER MARINE Lifeboat/Davit (극지운용 구명정·데이빗, 오스트리아)




ABB Azipod® (전기추진/포드 추진, 스위스)

그림4. 극지 운항 선박기자재 예시

Ⅳ 글로벌 기업의 패키지화 전략 분석 : 통합 시스템이 진입 장벽이다

글로벌 선도 기업들은 개별 단품이 아닌 고도의 기술적 결합을 통해 후발 주자가 쉽게 넘어서기 힘든 견고한 기술 진입 장벽을 구축하며 시장 지배력을 공고히 하고 있습니다.

❶ 지능형 열관리 및 전력 품질 관리 : 단순한 열선 공급이 아니라, 저전력 고효율 에너지관리 시스템과 실시간 모니터링을 연계하여 선박의 전체 에너지 효율을 최적화합니다.

❷ AI 기반 빙해 항법 및 센싱 : 실시간 '빙하중 모니터링(ILMS)'과 AI 기반 빙 탐지 카메라를 통합하여 항해 의사결정을 지원하는 단계로 진화했습니다. ABS는 Varandey 탱커 등에서 수집한 5년간의 데이터를 기반으로 안전 속도 권고 알고리즘을 고도화하고 있습니다.

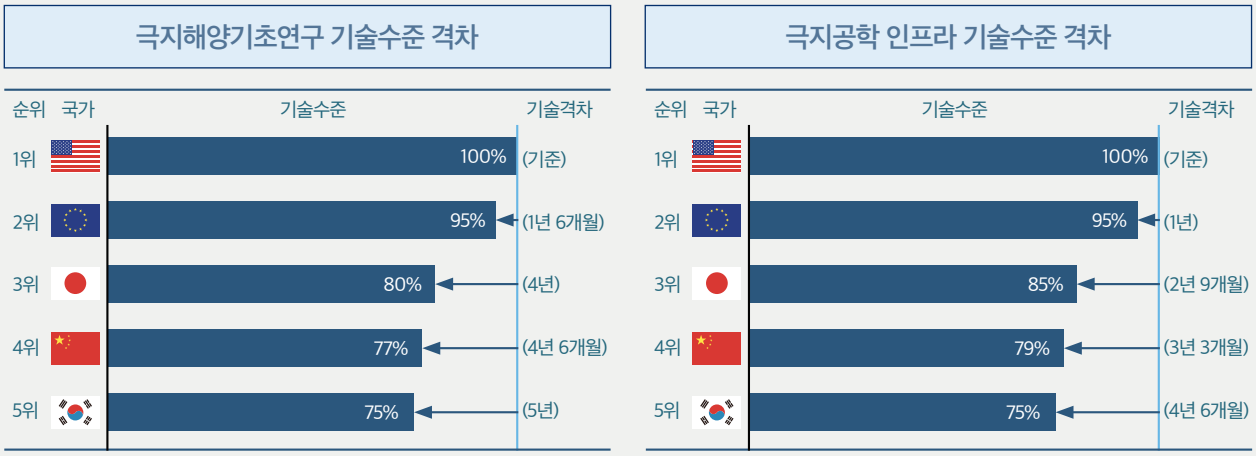
❸ 암모니아(NH_3) 연료와의 시너지 : 암모니아는 끓는점(-33℃)이 북극 평균 기온과 유사하여 자연 냉각 효과를 누릴 수 있는 최적의 극지용 친환경 연료로 평가받고 있습니다. 글로벌 기업들은 암모니아 연료 공급 시스템(FGSS)을 극지 환경에 최적화하여 패키지화하는 전략을 추진 중입니다.

Ⅴ 국내 기자재 기술 현황과 기술 격차 진단

한국은 쇄빙 LNG 운반선 건조 분야에서 세계 최고의 역량을 증명해 왔으나, 핵심 기자재의 국산화율과 시스템 통합(System Integration) 능력은 여전히 전략적 보완이 시급한 과제로 남아 있습니다.

특히 국내 기술은 여전히 단품 위주의 국부 방한 기술에 머물러 있는 반면, 해외 선도 기업들은 전력 제어와 AI 센싱이 결합된

'지능형 통합 방한 플랫폼'으로 이미 진화하며 기술 격차를 벌리고 있습니다. 이러한 격차의 배경에는 제한적인 빙해·저온 실증 인프라와 글로벌 데이터 공유 체계의 부재가 자리 잡고 있습니다.



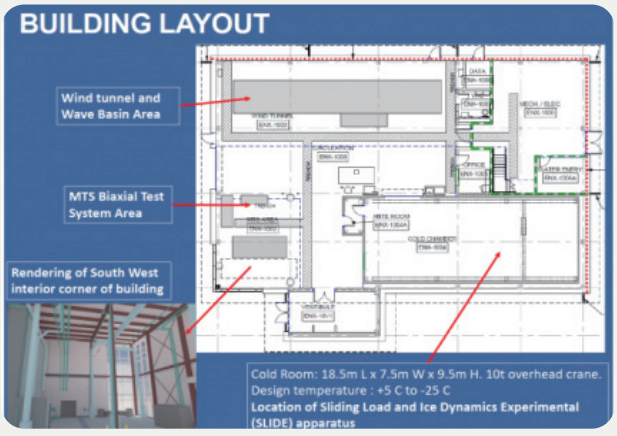
(출처 : 제1차 극지활동 진흥 기본계획 17p- 2022 해양수산과학기술 기술수준 조사)

그림5. 극지 연구·인프라 기술격차 진단

국내 실증 인프라의 한계는 기자재 산업의 글로벌 경쟁력을 제약하는 병목 현상이 되고 있습니다. 국내 KOMERI 챔버(-52℃)는 단품 단위의 저온 시험은 가능하나, 캐나다 ABS-MUN(HETC)의 HERF 설비와 같이 풍동, 파랑, 빙하중 모사가 결합된 대형 복합 환경 시험은 제한적입니다.

이러한 인프라 격차는 국내 기업들이 해외 실증 기관에 의존하게 함으로써 제품 개발 기간 연장과 비용 부담 가중이라는 이중고를 야기하고 있습니다.





- 챔버 크기 : 18.5m × 7.5m × 9.5m
- 온도 범위 : -60 ℃ ~ +60 ℃
- 습도 범위 : 10% ~ 100%
- 염수 분사 : 3면에서 조절 가능
- 냉각 용량 : 210 kW @ -10 ℃ / 60 kW @ -35 ℃
- 최대 허용 하중 : 1000 Ton
- 제어방식 : 온도, 습도, 염수 조건을 독립 또는 복합제어 가능

그림6. ABS ARCTIC 혹한 환경 연구시설(HERE)의 R&D 시험 배치도

디지털 트윈과 실시간 예측 모델은 미래 북극 기자재 시장의 핵심 경쟁력이지만, 국내 업계는 실선 적용 레퍼런스 부족이라는 벽에 가로막혀 있습니다. 특히 구조건전성 모니터링(V-CMS) 기술의 신뢰성 확보를 위한 데이터 축적이 지연되면서, 글로벌 선주들에게 하드웨어 그 이상의 가치를 제안하지 못하는 실정입니다.

Ⅵ 북극 기자재 시장 진입을 위한 글로벌 협력 전략

한국 조선기자재 산업이 후발주자를 벗어나 주역으로 도약하기 위해 4대 전략을 제언합니다.

❶ 글로벌 표준 대응을 위한 선급 협력 및 기술 자문 확대 : 북극 시장 진출의 성패는 설계 초기 단계부터 IMO Polar Code 및 ABS LTE Guide 등 고도화된 국제 인증 요건을 얼마나 선제적으로 반영하느냐에 달려 있습니다. ABS는 단순한 인증 기관을 넘어, 국내 기자재 업체들이 설계 최적화 단계부터 국제 규격에 부합하는 형식 승인을 신속히 취득할 수 있도록 전담 기술 창구 역할을 강화하고 있습니다. 이를 통해 국산 기자재의 글로벌 기술 신뢰성을 보증하고, 해외 시장 진출의 가속도를 높이는 전략적 파트너십을 구축해 나갈 것입니다.

❷ 국산 기자재 패키지화를 위한 'K-Arctic 컨소시엄' 구축 : 히팅, 밸브, 전력 제어, 센서 분야의 강소기업들이 협력하여 '친환경 폐열 활용 통합 방한 시스템'과 같은 국산 통합 솔루션을 공동 개발해야 합니다. 개별 단품 위주의 대응으로는 글로벌 OEM사의 패키지 공세를 극복하기 어렵습니다. 따라서 조선소와 기자재사가 연계된 통합 실증 프로젝트를 통해 조기에 레퍼런스(Track Record)를 확보하는 것이 무엇보다 시급합니다.

❸ Full-cycle 실증 플랫폼 및 데이터 생태계 구축 : 극저온, 착빙, 결빙 환경을 정밀하게 재현하고 대형 기자재의 동적 성능을 검증할 수 있는 '조선기자재 전용 복합 환경 시뮬레이션 챔버' 구축이 시급합니다. 이와 더불어 아라온호 등 쇄빙선에서 수집된 실측 빙하중 및 환경 데이터를 민간 기업과 공유하는 체계를 마련해야 합니다. 이러한 공공 데이터와 AI 기술의 결합은 국내 기자재의 예지보전(Predictive Maintenance) 및 구조건전성 관리 기술을 글로벌 수준으로 끌어올리는 핵심 동력이 될 것입니다.

❹ Green & Arctic 기술 융합 모델 고도화 : 한국이 세계 1위를 점유하고 있는 LNG 연료공급시스템(FGSS) 기술을 차세대 암모니아 및 수소 연료 시스템으로 확장해야 합니다. 특히 극지 환경의 극한 기온(PST -40℃ 이하)에서도 시스템의 안정적 가동을 보장할 수 있는 특수 소재 채택 및 단열 설계 고도화가 필수적입니다. 이러한 친환경 연료 기술과 극지 대응 기술의 결합은 미래 북극 선박 시장에서 한국만이 선점할 수 있는 가장 강력한 기술적 초격차(Super Gap) 포인트가 될 것입니다.

Ⅶ 결론 : Arctic-Ready, 미래 경쟁력을 위한 전략적 필연성

북극항로 시대는 더 이상 먼 미래의 이야기가 아닌, 눈앞에 당착한 산업적 명운이 걸린 중대한 변곡점입니다. 미국·핀란드·캐나다가 결성한 ICE PACT와 같은 전략적 동맹이 가시화되는 상황에서, 한국은 선체 건조 역량을 넘어 '북극 시스템 가치사슬'의 핵심 공급자로 확고히 자리매김해야 합니다.

국내 기자재 기업들은 이미 세계적 수준의 잠재력을 보유하고 있습니다. 따라서 파편화된 기술 개발에서 벗어나야 합니다. 이제는 국제 선급과의 전략적 파트너십을 기반으로, 기자재의 통합 패키지화와 친환경 기술 융합을 통해 글로벌 시장에서 독보적인 가치를 증명해야 할 때입니다. ABS는 한국 조선기자재 산업이 북극해의 혹독한 환경을 극복하고 글로벌 시장의 선도적 주역으로 거듭날 수 있도록 기술적 가교 역할을 다할 것입니다.





중국 Polar Silk Road 전략과 북극항로 정책 동향

중국 대련해사대학교 법과대학, **최정환** 부교수

1. 서언

북극 해역에서는 해빙 감소에 따라 해상 운송 활동이 점차 활성화되고 있다. 북극항로는 기존 수에즈 운하 중심 항로 대비 운송 거리 단축 가능성과 함께 에너지 수송 및 물류 효율성 측면에서 전략적 가치를 지니고 있다. 이러한 변화 속에서 중국은 북극 비연안국임에도 불구하고 Polar Silk Road 전략을 통해 북극항로를 국가 차원의 핵심 해상 물류 축으로 편입시키고 있다.

특히 중국은 에너지 수송, 해상 운송, 항만 개발, 해운기업 참여를 연계한 방식으로 북극항로 활용 기반을 단계적으로 구축하고 있다. 또한 중국의 항만 전략은 단일 거점 중심이 아닌 기능 분담형 네트워크 구조를 기반으로 하며, 북방 거점 항만과 글로벌 허브 항만, 산업 연계 항만, 내륙 배후 도시를 연계하여 북극항로를 내륙 물류 체계까지 확장하고 있다. 동시에 해운기업의 시험 운항 및 정기 노선 구축을 통해 실제 운송 네트워크 형성도 병행되고 있다.

본 글은 이러한 배경을 바탕으로, 중국의 Polar Silk Road 전략과 북극항로 운항 선박 및 해운기업의 운영 현황을 분석하고, 항만 구조, 해운 참여 양상, 그리고 운항 및 기술 동향을 검토하는 것을 목적으로 한다.

2. 북극항로와 중국의 전략적 접근

2.1 북극항로의 현황

최근 북극 해역에서의 해상 운송 활동은 기후 변화에 따른 해빙 감소와 함께 뚜렷한 증가 추세를 보이

고 있다. Arctic Council 산하 Protection of the Arctic Marine Environment (PAME)에서 발표한 자료에 따르면, 2025년 기준 Polar Code 적용 해역에 진입한 선박 수는 총 1,812척으로, 2013년 대비 약 40% 증가하였다. 동일 기간 동안 총 항해 거리는 약 6.1백만 해리에서 11.9백만 해리로 약 95% 증가하여, 단순한 선박 수 증가를 넘어 북극 해역 내 운항 활동의 공간적 확장과 운항 빈도의 증가가 동시에 이루어지고 있음을 보여준다. 특히 해빙 면적이 최소화되는 9월에 전체 연간 운항의 약 58%가 집중되는 것으로 나타나, 계절적 요인이 북극 해운 활동의 핵심 결정 요인으로 작용함을 시사한다. 선박 유형별로는 어선이 전체의 약 40%를 차지하며 가장 높은 비중을 보이고, 일반 화물선이 그 뒤를 잇는다. 반면 증가율 측면에서는 원유 운반선과 벌크선의 증가가 두드러지며, 특히 원유 운반선은 약 396% 증가하여 가장 높은 성장률을 기록하였다.

또한 크루즈선의 증가 역시 확인되어 북극 관광 산업의 확대 가능성을 반영한다. 이러한 북극 해운 증가의 주요 원인으로는 해빙 감소에 따른 항로 접근성 향상과 자원 개발 프로젝트 확대가 지목된다. 대표적으로 Mary River Mine 개발과 Yamal LNG 프로젝트는 벌크선 및 LNG 운반선 운항 증가를 유발하며 북극 해운 활동 확대에 직접적인 영향을 미쳤다.[1)]

기국별 선박 분포를 보면, 러시아가 885척으로 가장 높은 비중을 차지하며, 이는 북극 연안국으로서의 지리적 이점과 적극적인 자원 개발 및 항로 활용 전략에 기인한 것으로 해석된다. 이어 노르웨이(180척), 덴마크(122척), 미국(88척), 캐나다(55척)가 주요 기국으로 나타났다. 또한 마셜제도, 네덜란드, 파나마, 바하마, 라이베리아 등 이른바 편의치적국 역시 상당한 비중을 차지하여, 북극 해운에서도 글로벌 해운 시장 구조가 반영되고 있음을 확인할 수 있다. 상위 20개 기국에는 중국, 영국, 몰타, 키프로스, 프랑스, 독일, 싱가포르 등 다양한 국가가 포함되어 있어, 북극 해운 활동이 특정 지역에 국한되지 않고 전 세계적 참여 속에서 이루어지고 있음을 보여준다.

특히 중국은 북극 비연안국임에도 불구하고 33척의 선박이 운항되어 상위 20개 기국 중 11위를 차지하며, 전체 대비 약 2.0%의 비중을 나타낸다. 대륙별 기국 분포를 분석하면 유럽이 가장 높은 비중을 차지하며, 라틴아메리카 및 카리브 지역, 오세아니아, 아시아, 아프리카 순으로 나타난다. 특히 아시아의 경우 전체 선박이 중국 기국으로 구성되어 있어, 북극 해운에서 아시아의 참여가 사실상 중국 단일 국가에 의해 대표되고 있음을 의미한다. 이는 비연안국 가운데 중국의 전략적 개입이 두드러짐을 보여주는 결과이다.[2)]

2.2 중국의 Polar Silk Road : 연혁적 전개 및 전략적 의미

Polar Silk Road는 중국이 일대일로(Belt and Road Initiative, BRI)의 해상 확장 전략의 일환으로 제시한 북극 항로 기반 해상 물류 네트워크를 의미한다. 이는 북극항로(Northern Sea Route, NSR)를 중심으로 에너지 수송, 해상 물류, 인프라 개발, 국제 협력 체계를 통합하는 전략적 개념으로 정의된다.

특히 중국은 북극 비연안국임에도 불구하고, 기후변화로 인한 해빙 감소를 기회 요인으로 인식하고 북극항로를 글로벌 공급망 재편의 새로운 축으로 활용하고자 한다.[3)]

중국과 러시아 간 협력은 2013년을 기점으로 본격화되었다. 해당 시기 COSCO 소속 선박이 중국 대련에서 네덜란드 로테르담까지 북극항로를 통해 운항을 수행하며, 북극항로의 상업적 활용 가능성을 실증하였다. 동시에 양국은 북극 관련 이슈에 대한 공식 대화를 개시하며 협력의 제도적 기반을 형성하였다. 이후 북극항로(NSR), 과학 연구, 에너지 자원, 환경 분야 등이 양국 공동 성명에 포함되면서 협력 범위는 점진적으로 확대되었다. 2013년부터 2018년까지는 에너지 개발 중심의 협력 기반 구축 단계로 구분된다. 2013년 중국석유천연가스공사(CNPC)는 Yamal LNG 프로젝트 지분 20%를 확보하였고, 2016년 Silk Road Fund가 9.9% 지분을 추가로 취득하였다. 이후 2018년 해당 프로젝트에서 생산된 LNG가 북극항로를 통해 중국으로 최초 공급되면서, 에너지 생산과 해상 운송이 결합된 협력 구조가 형성되었다. 2014년 이후 서방의 대러 제재는 양국 협력의 구조적 심화

1 Arctic Council, Protection of the Arctic Marine Environment (PAME), "Flag States of Ships in the Arctic," Available at: https://oaarchive.arctic-council.org/items/e229d1aa-a620-4484-b989-9eefdccb4f25/full

2 Ibid

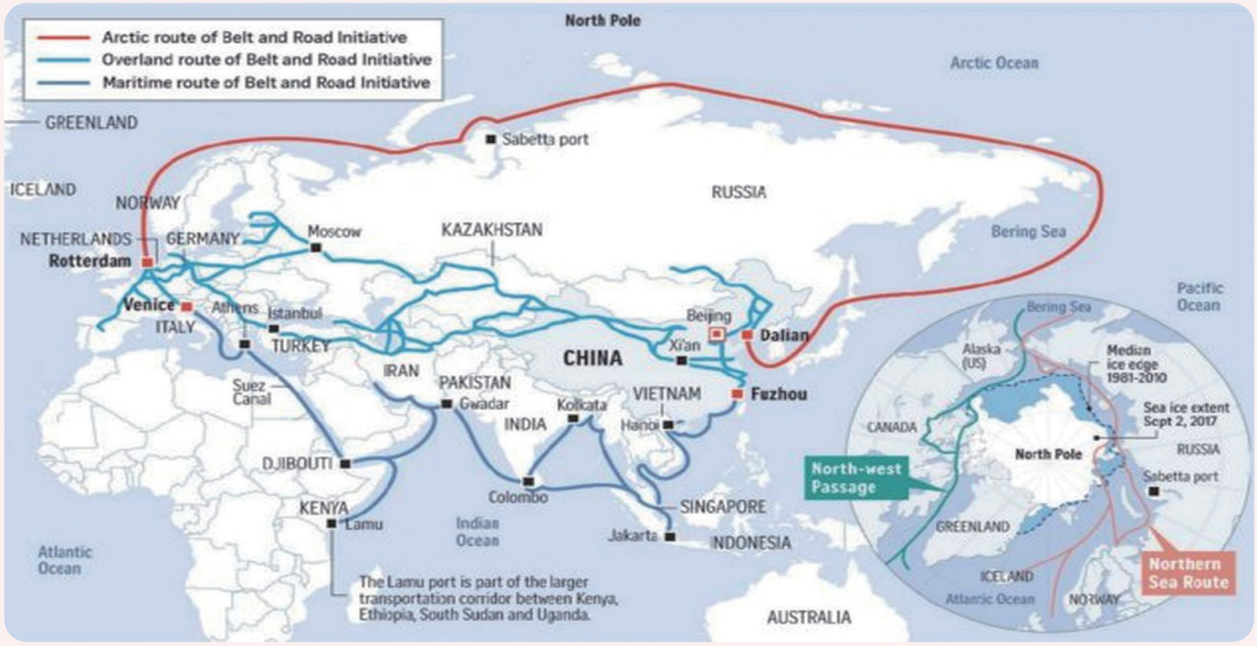


그림1. Status of China's Polar Silk and Maritime BRI

를 촉진하는 핵심 요인으로 작용하였다. 제재 이전까지 북극 에너지 개발은 서방의 자본과 기술에 크게 의존하였으나, 제재 이후 러시아는 중국을 주요 협력 파트너로 전환하였다. 이에 따라 기존에 제한적이었던 분야에서도 협력이 확대되었으며, 자본·기술·물류가 결합된 전략적 상호 의존 관계가 형성되었다. 2019년 이후에는 협력의 확장 및 고도화 단계로 진입하였다. Arctic LNG-2 프로젝트에서 중국 기업(CNPC, CNOOC)은 각각 10%씩 총 20%의 지분을 확보하였으며, 2024년 일부 LNG 생산 라인이 시범 가동에 들어가면서 협력 성과가 가시화되었다.

이와 함께 러시아는 북극항로를 국가 핵심 전략으로 설정하고, 2035년까지 약 50척 규모의 ice-class 선박 및 쇄빙선 건조 계획을 추진하고 있다. 인프라 및 물류 측면에서도 협력은 지속적으로 확대되고 있다. 중국 기업들은 캄차카 지역 LNG 환적 허브 구축에 참여하고 있으며, 이는 북극항로 기반 에너지 수송의 효율성을 제고하는 핵심 거점으로 기능한다. 동시에 중국 해운기업들은 ice-class 선박 확보 및 북극 항해 인력 양성에 대한 투자를 확대하며 항로 활용 역량을 강화하고 있다. 2023년 Vladimir Putin과 Xi Jinping 정상회담에서 북극 및 NSR 공동 개발 의지가 재확인되었으며, 같은 해 'Russia-China NSR sub-commission' 설립이 합의되고 2024년 공식 출범하였다. 또한 Rosatom을 중심으로 북극 항로 운영 및 관리 협력이 확대되며, 항로 거버넌스 참여 측면에서도 협력 범위가 확장되고 있다. 중국과 러시아의 북극 협력은 초기의 자원 개발 참여에서 출발하여, 에너지 생산-수송-인프라 구축-제도 협력으로 단계적으로 확대되었다. 이러한 연혁적 전개는 북극항로를 단순한 항로가 아닌 통합적 해상 물류 네트워크로 전환시키는 과정으로 해석된다.

3 蓝庆新，张心平：《"一带一路"北极航道开发：动力、趋势及中国应对》，《北京交通大学学报(社会科学版)》2024年第23卷第3期，第35-49页; 罗猛，华悦含：《论中国参与俄罗斯东北航道治理的路径》，《黑龙江省政法管理干部学院学报》2025年第1期，第90-95; 胡若兰：《北极航道开通对中国天然气进口安全的影响研究》，上海海洋大学硕士学位论文, 2024年; 左志，刘清奇：《北极航道重塑东北亚物流枢纽版图》，《观察》，2024年; 孙凯，刘腾：《北极航运治理与中国的参与路径研究》，《学报(社会科学版)》2015年第1期; Nivedita Kapoor, "The Arctic in Russia-China Relations: Opportunities and Challenges," Fletcher School Russia and Eurasia Program, Tufts University, April 18, 2024, https://sites.tufts.edu/fletcherrussia/the-arctic-in-russia-china-relations-opportunities-and-challenges/ 이하의 연구에서도 Polar Silk Road에 대한 정책 및 중국의 북극정책 현황을 비교적 자세히 언급하고 있다.



그림2. China Polar Silk Road Route, Source: Xinhua News

3. 중국 북극항로 전략항만의 구조와 현황

중국의 국내연구 및 현황을 살펴보면 중국의 북극항로 대응 항만 전략은 단일 허브 중심 모델이 아니라 다핵 분산형 네트워크 구조를 기반으로 한다. 이는 항만 간 경쟁을 최소화하고 각 항만이 특정 기능을 담당하도록 설계된 구조로, 북극항로를 하나의 독립된 항로가 아닌 국가 전체 물류 네트워크 내의 핵심 축으로 통합하려는 전략적 의도를 반영한다. 이러한 구조 속에서 중국의 전략항만은 북방 전략 거점형 항만, 글로벌 운영형 허브 항만, 산업 연계형 물류 허브 항만, 그리고 내륙 배후 및 서비스 중심 도시로 구분될 수 있다. 북방 전략 거점 항만으로는 대련이 대표적이며, 글로벌 운영형 항만으로는 닝보-저우산항이 핵심 역할을 수행하고 있다. 또한 칭다오와 톈진은 제조업과 연계된 수출 중심 물류 허브로 기능하며, 베이징과 선양은 정책 조정 및 배후 물류 기능을 담당하는 내륙 중심지로 작용하고 있다. 이러한 다층적 구조는 북극항로를 해상 운송에 국한하지 않고 내륙 경제권과 연계된 복합 물류 시스템으로 확장하려는 전략적 특징을 보여준다.

3.1 대련

대련항은 중국 북극항로 전략에서 가장 중요한 지정학적·정책적 핵심 항만으로 평가된다. 대련은 동북지역의 대외 개방 창구로서 러시아 극동 지역 및 유럽과의 연결성이 뛰어나며, 북극항로 진입의 전초기지 역할을 수행할 수 있는 지리적 이점을 보유하고 있다. 특히 동북항로와의 지리적 연계성이 높아 북극항로와의 자연적 연결성이 확보되어 있으며, 이는 대련을 북극항로 전략의 핵심 거점으로 자리매김하게 하는 중요한 요소이다. 또한 대련은 항만, 철도, 도로, 항공이 유기적으로 결합된 복합 물류 체계를 이미 구축하고 있으며, 약 3,200개 이상의 항운 및 물류 기업이 집적되어 있어 북극항로 물류 처리의 산업적 기반을 갖추고 있다. 더불어 대련시는 항운기업 유치, 원양 항로 확대, 동북 육해대통로 구축 등의 정책을 통해 북극항로 참여를 제도적으로 뒷받침하고 있으며, 이는 단순한 항만 개발을 넘어 도시 단위 전략과 국가 전략이 결합된 형태로 이해할 수 있다. 따라서 대련항은 북극항로 진입 관문이자 동북 경제 재생 플랫폼이며 동시에 대러 협력 거점이라는 복합적 역할을 수행하는 전략항만으로 평가된다. 중국 전략항만은 대러 협력 기반의 지정학적 역량을 중요한 요소로 포함하고 있다. 북극항로, 특히 동북항로는 러시아의 관할권과 밀접하게 연관되어 있기 때문에, 항만 전략은 필연적으로 외교 및 국제 협력 전략과 결합될 수밖에 없다. 중국은 러시아와의 협력을 통해 항로 이용 권한을 확보하는 동시에, 에너지 개발, 항만 투자, 운송 협력 등 다각적인 협력 구조를 구축하고 있다. 이는 항만 경쟁력이 단순한 물리적 인프라 수준을 넘어, 국가 간 협력 관계에 의해 좌우된다는 점을 보여준다.

3.2 닝보-저우산

닝보-저우산항은 중국 북극항로 전략 중 가장 실질적인 운영 성과를 보여주는 항만이다. 해당 항만은 세계 최대 수준의 물동량 처리 능력을 기반으로 북극항로를 기존 글로벌 해상 네트워크에 통합하는 전략을 추진하고 있으며, 특히 중유럽 북극 컨테이너 급행항로 개설 사례는 북극항로가 단순한 이론적 가능성을 넘어 실제 운영 가능한 물류 경로로 전환되고 있음을 보여주는 대표적인 사례이다. 이 항로는 기존 남방 항로 대비 운송 기간을 단축하고 탄소배출을 감소시키는 효과를 가진다.

3.3 톈진 및 칭다오

칭다오와 톈진은 제조업과 연계된 수출 중심 항만으로서 북극항로와 결합될 경우 중국 북방 산업벨트의 물류 효율성을 크게 향상시킬 수 있는 잠재력을 보유하고 있다. 또한 베이징과 선양은 물류 서비스와 정책 조정, 배후 산업 기능을 담당하는 중심 도시로서 항만과 내륙을 연결하는 핵심 역할을 수행하고 있다. 입지 분석 연구에서는 베이징과 칭다오가 북극항로 경제권의 물류 중심지로 가장 적합한 것으로 평가되며, 이는 북극항로 전략이 단순한 해상 운송을 넘어 내륙 경제권까지 확장되는 구조임을 보여준다.

3.4 시사점

중국의 항만개발은 이론적 검토 단계에서 실증 중심의 운영 단계로 전환되고 있다. 과거에는 북극항로의 경제성, 항행 가능성, 환경 조건 등에 대한 연구가 주를 이루었으나, 최근에는 실제 항로 개설과 운항 사례가 등장하면서 정책이 현실화되고 있다. 특히 중유럽 북극 컨테이너 항로 개설 사례는 이러한 변화의 대표적인 사례로, 북극항로가 단순한 잠재적 대안이 아닌 실질적인 물류 경로로 자리 잡아가고 있음을 보여준다. 또한 중국은 북방 항만과 남방 글로벌 항만을 동시에 활용하는 이원적 전략을 추진하고 있다. 대련과 같은 북방 항만은 북극항로 진입 거점으로서의 역할을 수행하는 반면, 닝보-저우산과 같은 남방 항만은 글로벌 해상 네트워크와의 연결을 담당하고 있다. 이러한 구조는 북극항로를 특정 지역의 프로젝트가 아니라, 국가 전체 물류망의 일부로 통합하려는 전략적 접근으로 해석된다.

4. 중국 북극항로 참여 해운기업 및 운영 현황

중국의 북극항로 전략은 항만 중심 정책과 함께 해운기업의 실제 운항 참여를 통해 구체화되고 있다. 최근 중국 해운기업들은 북극항로를 활용한 상업 운항을 점진적으로 확대하고 있으며, 기존 글로벌 대형 해운사들이 경제성 및 환경 규제 등의 이유로 신중한 태도를 유지하는 것과 달리 비교적 적극적인 접근을 보이고 있다.

대표적으로 NewNew Shipping은 북극항로 컨테이너 운송에서 가장 활발한 활동을 보이는 기업 중 하나이다. 해당 기업은 상하이-러시아 아르한겔스크를 연결하는 정기 컨테이너 서비스를 운영하고 있으며, 이는 북극항로 기반 정기성 컨테이너 노선의 초기 사례로 평가된다. 2023년 북극항로 왕복 운항을 수행한 이후, 2024년에는 약 13회 이상의 운항을 완료하며 운항 횟수를 확대하고 있다. 이러한 운영 성과는 북극항로가 시험 운항 단계를 넘어 일정 수준의 상업 운항 단계로 진입하고 있음을 보여준다.

해당 기업은 중러 항로를 중심으로 서비스 역량을 지속적으로 강화하고 있다. 특히 러시아 극동의 바니노 항(Vanino Port)에 대한 장비 투자와 전용 컨테이너 처리 시설 구축을 통해 해상-철도 연계 운송 체계를 확보하였다. 이를 기반으로 소비재 중심 화물에 대해 신속한 철도 환적 서비스를 제공하고 있으며, 항만 체류 시간 또한 업계 평균 대비 높은 효율성을 보이고 있다. 이러한 운영 체계는 중러 간 물류 흐름을 안정적으로 지원하는 동시에, 향후 인도, 북아프리카, 동남아시아 등으로의 물류 연결 확대 기반으로 작용하고 있다. 또한 일본, 싱가포르, 말레이시아, 파키스탄, 중앙아시아, 호주, 뉴질랜드, 지중해 지역 등으로 항로 확장을 추진하고 있다.

이와 함께 Sea Legend Shipping과 같은 중형 해운기업도 북극항로 활용에 참여하고 있다. 해당 기업은 닝보-저우산항을 출발하여 유럽으로 연결되는 북극항로 직항 서비스를 운영하였으며, 기존 약 40일 이상 소요되던 운송 기간을 약 18일 수준으로 단축하였다. 이는 북극항로가 전자제품, 배터리 등 시간 민감형 고부가가치 화물 운송에 활용될 수 있음을 보여주는 사례이다.



그림3. NewNew Shipping의 Arctic Route 현황, Source: NewNew Shipping 홈페이지, https://www.newnewship.com/index.php?p=lines

또한 Haijie Shipping을 포함한 일부 중소형 해운기업 및 물류기업들도 북극항로 프로젝트에 공동으로 참여하고 있으며, 계절성 운항 또는 시험 운항 형태로 항로를 활용하고 있다. 이는 북극항로 초기 시장이 대형 선사 중심이 아닌 중형 및 신흥 해운기업에 의해 형성되고 있음을 의미한다. 중국 해운기업의 북극항로 활용은 컨테이너 운송뿐만 아니라 에너지 수송 분야로도 확대되고 있다. 러시아 북극 LNG 프로젝트와 연계된 운송 수요 증가에 따라 북극항로를 통한 LNG 운송이 증가하고 있으며, 이는 북극항로가 물류 경로를 넘어 에너지 공급망의 일부로 기능하고 있음을 보여준다.

중국 해운기업의 북극항로 참여는 Polar Silk Road 전략에 기반하여 추진되고 있으며, 초기 시장 형성 단계에서 뚜렷한 특징을 보인다. 우선 정기 노선 개척은 NewNew Shipping과 같은 신흥 해운기업을 중심으로 이루어지고 있으며, 기존 대형 선사보다는 의사결정이 유연한 기업들이 선도적으로 시장에 진입하고 있다. 또한 Sea Legend Shipping과 같은 중형 해운기업은 전자제품, 배터리 등 시간 민감형 화물을 대상으로 한 운송 시장에 집중하며 북극항로의 상업적 활용 가능성을 검증하고 있다. 운영 방식 측면에서는 정기 운항이 안정적으로 정착된 단계라기보다, 계절 운항과 시험 운항이 병행되는 과도기적 형태를 보이고 있다. 이는 북극항로의 기후 조건, 운항 안정성, 경제성 등에 대한 불확실성이 여전히 존재하기 때문이다.

북극항로는 아직 완전한 상업화 단계에 도달하지 않았으나, 점진적으로 시장이 형성되는 단계에 있는 것으로 평가된다. 특히 중국 해운기업은 초기 시장에서 운항을 확대하며 실질적인 수요와 운영 경험을 축적하고 있으며, 이는 향후 항로 상업화 가능성을 높이는 요인으로 작용한다. 또한 글로벌 대형 해운사들이 환경 규제와 비용 문제로 신중한 태도를 유지하는 상황에서, 중국 기업들이 상대적으로 높은 불확실성을 감수하며 선제적으로 시장을 개척하고 있다는 점에서 전략적 의미를 가진다.

5. 결언

중국은 북극 비연안국임에도 불구하고, 아시아 국가 중 유일하게 북극항로 운항 경험과 운영 노하우를 축적한 국가로 평가된다. 이는 단순한 정책적 접근을 넘어 실제 항로 운항, 항만 구축, 에너지 수송, 해운기업 참여를 통해 단계적으로 형성된 결과이다. 특히 Polar Silk Road 전략을 기반으로 항만, 해운, 에너지, 외교를 연계한 접근은 북극항로를 국가 전략 수준에서 체계적으로 활용하고 있음을 보여준다.

동북아 해역은 한국, 중국, 일본이 인접한 세계 해양경제의 핵심 공간으로, 글로벌 해운·조선·항만 네트워크가 집중된 전략적 지역이다. 한국과 중국은 선주국가이자 선원국가, 조선 강국이라는 공통된 구조 속에서 경쟁과 협력이 동시에 작용하는 관계에 있으며, 해양주권, 해사안전, 환경 보호 등 다양한 분야에서 상호 영향을 주고받고 있다. 이러한 상황에서 중국의 해운산업 확장과 북극항로 선점 움직임은 중요한 전략적 선택을 요구하고 있다. 향후 북극항로 시대를 대비하여 단순 경쟁에 머무를 것인지, 또는 국익을 기반으로 협력과 견제를 병행하는 전략을 선택할 것인지에 대한 판단이 필요하다. 해사교육, 전문 인력 양성, 제도 및 규범 정비, 기술 협력과 같은 분야에서의 실질적 협력은 종속이 아닌 주도권 확보의 수단으로 작용할 수 있다. 이는 단순한 협력 차원을 넘어 아시아 해운 질서 형성 과정에서 영향력을 확대하기 위한 전략적 접근으로 이해될 필요가 있다.

최근 우리나라는 「북극항로 시대를 주도하는 K-해양강국 건설」을 국정과제로 설정하고, 북극항로 대응을 위한 정책을 추진하고 있다. 해양수산부의 부산 이전과 해사법원 설립 추진은 부산을 동북아 해양 중심 도시로 육성하기 위한 핵심 기반으로 평가된다. 부산은 세계적 수준의 항만 인프라와 해사교육, 해양산업 기반을 동시에 갖춘 도시로서, 싱가포르 및 상하이와 경쟁 가능한 조건을 보유하고 있다.

북극항로는 글로벌 해운 구조 변화를 유도하는 전략적 요소이며, 이에 대한 대응은 국가 간 경쟁과 협력이 동시에 요구되는 영역이다. 중국과 한국은 해역을 공유하는 국가로서 해운·항만·조선 분야에서 긴밀한 연계 구조를 형성하고 있기 때문에, 실질적인 협력 기반 구축이 필수적이다. 향후 협력과 경쟁을 균형 있게 병행하는 전략을 통해 한국이 동북아 해양 네트워크 내에서 주도적 역할을 확보할 필요가 있으며, 이는 북극항로 시대에 대응하는 핵심 정책 방향으로 작용할 것이다.



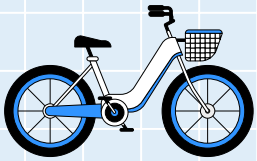
차가운 대지 위, 다정한 배려

북유럽 디자인 인문학 여행

북유럽을 이야기할 때는 보통 '디자인'이라는 단어가 따라옵니다. 많은 이들에게 북유럽 디자인은 값비싼 가구점의 쇼윈도나 미술관의 작품으로 기억되곤 하죠. 하지만 덴마크와 핀란드, 스웨덴의 도시 계획을 살펴보면, 그곳의 디자인은 과시를 위한 수단이 아니라 인간의 삶을 가장 낮은 곳에서부터 지탱하는 다정한 배려이자 정치적 선택임을 알 수 있습니다.



자전거가 그리는 평등, 덴마크 코펜하겐



코펜하겐화(Copenhagenize)

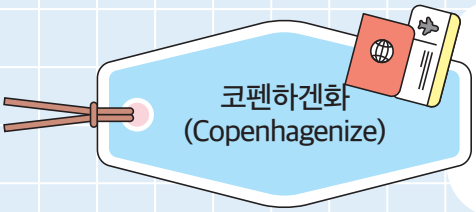


사진 출처 : Design Indaba

코펜하겐의 아침 거리에서는 수많은 자전거의 행렬을 볼 수 있습니다. 이 풍경은 친환경 캠페인의 일환으로 인한 것이 아니라 '코펜하겐화(Copenhagenize)'라고 불리는 치밀한 도시 디자인의 산물입니다. 자전거 도로는 자동차 도로만큼이나 넓고, 교차로마다 자전거 전용 신호등이 설치되어 있어요.

이 풍경 속에서 정장을 입은 직장인과 아이를 태운 부모는 같은 속도로 나아갑니다. 여기서 디자인은 이동의 권리를 재정의한다고 할 수 있습니다. 누구나 안전하고 빠르게 목적지에 도달할 수 있게 만드는 설계, 즉 효율과 평등이 도로 위에서 구현된 현장은 이동의 자유가 주는 경쾌함이 무엇인지 보여주는 것이죠.

> "코펜하겐을 여행한다면 이 아침 풍경을 눈에 담아 두었다가, 일상 속 출퇴근길 러시아워에 한 번씩 떠올려 보며 답답함을 달래 보는 건 어떨까요?"



도시 설계 시 자동차보다는 자전거와 보행자를 우선순위에 두고 도시 인프라를 재구축하는 과정을 의미하는 용어로, 덴마크의 수도 코펜하겐이 자전거를 도시의 핵심 교통수단으로 정착시킨 성공 사례에서 따온 말입니다.

헬싱키 중앙도서관 오디(Oodi)



사진 출처 : ALA Architects





모두를 위한 민주주의의 거실, 헬싱키의 오디 (Oodi)

핀란드 헬싱키 중앙역 근처에 자리 잡은, 헬싱키 중앙도서관 '오디(Oodi)'는 공공 공간에 대한 전 세계적 정의를 다시 썼다고 해도 과언이 아닙니다. ALA 아키텍츠(ALA Architects)가 설계한 이 건물은 거대한 나무배를 닮은 외관부터 시선을 압도하지만, 진짜 놀라운 것은 내부에서 느껴지는 철학입니다.

이곳은 책만 빌리는 공간이 아니에요. 3D 프린터로 시제품을 만들고, 악기를 연주하며, 심지어는 이웃과 함께 요리할 수 있는 모두를 위한 거실과도 같은 곳입니다. 디자인이 훌륭한 공간이 특정 계층의 전용물이 아닌 사회적 약자를 포함한 모든 시민에게 열려 있을 때 어떤 변화가 일어나는지 오디는 증명하는 듯합니다.

> "세련된 핀란드식 가구들은 전시용이라기보다는 그곳에 머무는 시민 한 사람 한 사람을 존귀한 존재로 대접하는 디자인의 실천이 아닐까요?"

일상에 깃든
거장들의 손길



북유럽의 디자인을 이야기할 때 알바 알토(Alvar Aalto)나 아르네 야콥센(Arne Jacobsen) 같은 거장들을 빼놓을 수 없어요. 하지만 그들의 위대함은 미술관보다는 평범한 카페의 의자, 도심의 가로등, 혹은 여행 중 머무는 숙소의 손잡이에서 쉽게 찾을 수 있습니다.

사진 출처 : 한국디자인진흥원



알바 알토가 디자인한 가구들

사진 출처 : 중앙일보



아르네 야콥센이 건물부터 문고리까지
총괄 디자인한 덴마크 코펜하겐
SAS 로열 호텔 606호



> “좋은 디자인은 소수를 위한 특권이 아니라 다수를 위한 복지여야 한다”라는 그들의 믿음은, 화려한 장식 대신 견고한 실용성을 선택하게 했습니다. 내 몸의 곡선을 따뜻하게 감싸는 나무 의자 하나에도 인간을 향한 깊은 이해와 철학이 깃들어 있는 것이죠.



사진 출처 : Visitstockholm.com

감라 스탄(Gamla Stan)

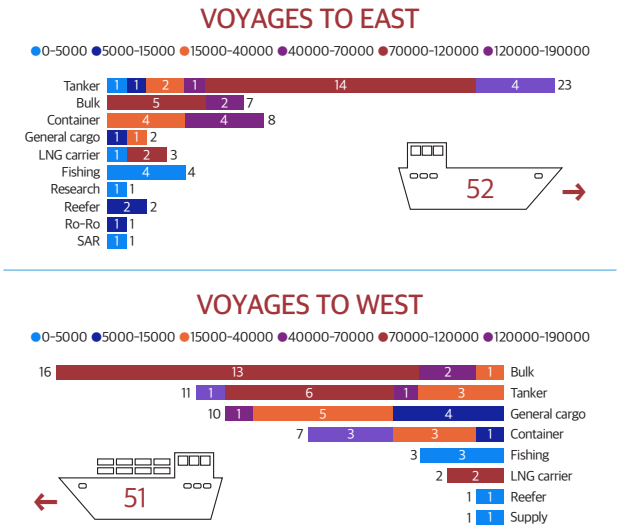
스웨덴 스톡홀름의 감라 스탄(Gamla Stan) 골목을 걷다 보면 낡은 돌길과 현대적인 쇼윈도가 공존하는 풍경을 마주하게 됩니다. 과거의 유산을 존중하면서도 현재의 편리함을 놓치지 않는 그들의 감각은 결국 사람을 향해 있어요.

북유럽의 도시들은 디자인이 심미적 유희로 존재하면서도 타인의 불편함을 살피는 마음, 일상의 사소한 순간을 아름답게 가꾸려는 공동체의 의지라는 것을 가르쳐 줍니다.

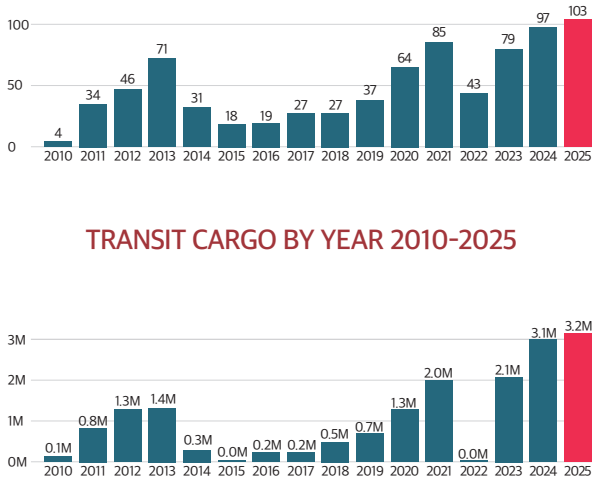
북극항로 시대의 개막과 동남권 해양수도권 조성

해양수산부 북극항로추진본부, **김선하** 서기관

2024년 북극의 해빙(海氷) 면적은 관측 이래 두 번째로 낮은 수치를 기록했다. 기후변화가 만들어낸 이 현실은 한편으로는 인류에게 새로운 해양 교통로가 열릴 수 있다는 가능성을 열어주고 있다. 북극항로는 이제 더 이상 먼 미래의 이야기가 아니다. 이미 북극항로를 통해 수많은 화물이 오가고 있으며, 이는 북극의 해빙(海氷) 속도보다 더 빠르게 가속화될 것이다.



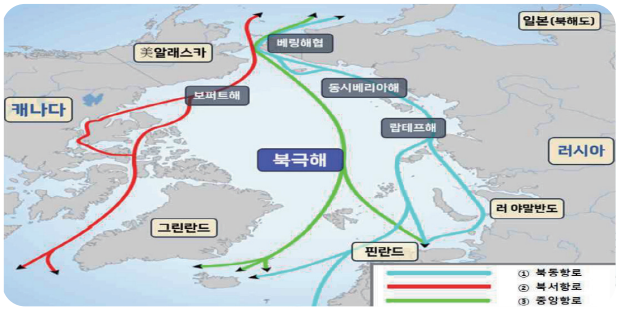
북동항로 운항방향 및 선종별 운항 횟수
(출처 : 노르웨이 CHNL)



2010년~2025년 북동항로 항행 수 및 화물운송량
(출처 : 노르웨이 CHNL)



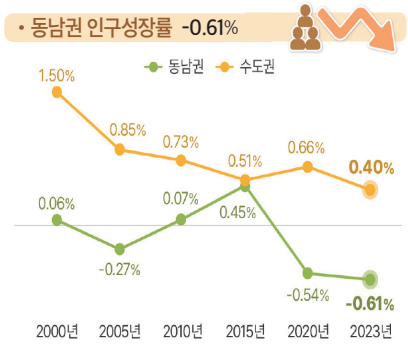
수에즈운하를 경유하는 아시아~유럽 항로에 비해 북극항로는 항해거리가 약 30~40% 짧다. 부산에서 로테르담까지의 거리는 수에즈운하를 경유했을 때 약 2만㎞이지만, 북동항로를 통할 경우 약 1.3만㎞로 줄어든다. 이는 단순한 거리 단축이 아니다. 항해거리 감소에 따라 연료비 절감, 온실가스 배출 저감, 운송시간 단축이라는 이점이 실현된다. 탈탄소 전환의 압력을 받고 있는 국제 해운업계에 북극항로는 하나의 대안이 될 수 있는 부분이다.



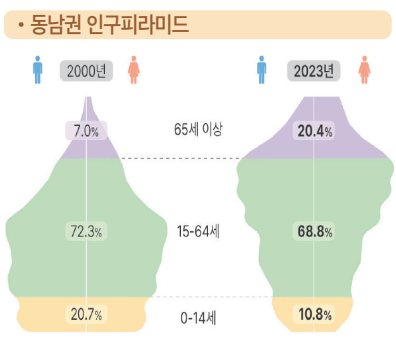


우리나라는 북극항로 시대라는 변화에서 유리한 위치에 서 있다. 우선, 구주항로, 미주항로, 북극항로 등 여러 항로의 교차점이라는 지정학적 요충지에 위치해 있다. 또한, 세계 2위의 환적항이자, 세계 7위의 컨테이너 물동량을 처리하고 있고, 세계 4위의 해상연결성을 갖고 있는 세계적 수준의 부산항을 보유하고 있으며, 액체·자동차 등 다양한 화물을 처리할 수 있는 울산항, 광양항 등이 있다. 또한, 향후 관문공항의 역할을 할 가덕도 신공항 등 물류 인프라를 확충 중이다. 그리고 동남권에는 조선·기자재, 철강, 에너지, 방산, 자동차, 배터리, 기계, 항공우주 등 세계적 경쟁력을 갖춘 제조업 생태계도 있다.

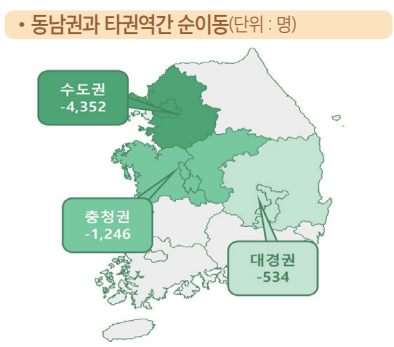
하지만, 과거 대한민국의 성장엔진 역할을 수행하던 동남권의 기간산업(基幹産業)은 현재 글로벌 수요 둔화, 중국과의 경쟁으로 인해 어려움을 겪고 있으며, 지역은 침체되고 있다. 부·울·경의 전국 지역내총생산(GRDP) 비중도 1990년대 정점을 찍은 후 지속 하락하고 있으며, 수도권과의 격차는 갈수록 벌어지고 있다. 또한, 동남권의 인구도 2016년을 기점으로 감소세로 전환하였다. 특히, 청년의 순유출이 커 지역이 빠르게 고령화되고 있으며, 소멸 위기가 더욱 심화되고 있는 실정이다.



<동남권 인구 감소('00~'23)>



<동남권 인구 고령화('00vs'23)>



<동남권 인구 유출('25.3분기)>

이 위기를 돌파할 수 있는 돌파구 중의 하나가 북극항로가 될 수 있다. 기후변화로 인해 당초 과학계 예측보다 북극해의 해빙(解氷) 속도가 갈수록 빨라지고 있으며, 북극항로를 운항할 수 있는 기간도 점점 늘어나고 있다. 또한, 급변하고 있는 국제 상황, 사고 등으로 인해 전통적 교역로의 통항 안정성이 감소하고 있는 현 시점에서 공급망 다변화 등을 위한 대안항로로서 북극항로의 가치는 점점 높아지고 있다. 앞으로 북극항로와 함께 북극의 에너지·광물 등 자원에 대한 개발이 확대됨에 따라 북극항로는 더욱 중요한 항로로서 기능할 것이다.

북극항로가 본격적으로 상용화되면 새로운 유형의 선박 건조에 대한 수요가 창출될 것이다. 쇄빙 LNG 운반선, 극지를 운항할

수 있는 내빙 컨테이너선, 쇄빙 지원선(Icebreaker) 등이 대표적이다. 국제에너지기구(IEA)와 노르웨이선급(DNV-GL) 등에 따르면 2030년까지 극지 선박 신조 수요는 최대 400척 내외가 될 수 있다. 이러한 선박들은 일반 선박에 비해 건조 단가가 높은 고부가가치 선박이며, 높은 수준의 건조 기술이 필요해 세계 최고 수준의 조선 기술과 산업 역량을 보유하고 있는 우리나라에게 최적화된 시장이라고 볼 수 있다.

동남권에 소재한 대형 조선소들은 이미 쇄빙 LNG 운반선 건조 경험을 보유하고 있다. 향후 북극항로 활성화에 따라 내·쇄빙선박 건조 수요가 늘어날 경우, 동남권 소재 대형 조선소들은 보유한 경험·기술 등을 강점으로 수주 경쟁에서 강력한 우위를 점할 수 있다. 정부도 이를 지원하기 위해 국비 200억원을 투입하여 북극항로에서 독자적으로 연중 운항이 가능한 친환경 쇄빙컨테이너선 핵심 설계기술 개발 및 표준화를 지원할 예정이다. 또한, 국적선사가 친환경 내·쇄빙선을 신조할 경우 척당 최대 110억원까지 보조금 지급, 내·쇄빙선 신조 또는 매입 시 한국해양진흥공사 등 정책금융기관에서 투자요율 인하, 담보인정비율 상향 등을 통해 국적선사가 친환경 내·쇄빙선박을 확보할 수 있도록 다양한 지원을 검토 중이다.

극지 운항선박 건조에 대한 수요 증가는 조선기자재 분야까지 연결된다. 극저온 파이프시스템, 히팅케이블, 결빙방지 코팅, 저온윤활유, 극지용 밸브·펌프·센서류 등 관련 시장이 빠르게 커질 것이며, 이는 부·울·경에 위치한 다양한 기자재 업체들의 미래 먹거리가 될 수 있다.

미국 지질조사국(USGS)에 따르면, 북극권에는 전 세계 미개발 석유·가스 자원의 약 22%가 매장되어 있는 것으로 추정된다. 북극항로의 활성화는 이러한 자원 개발 프로젝트들의 경제성을 크게 높인다. 북극권의 에너지 개발 프로젝트들이 확대될 경우 동남권을 중심으로 한 에너지 플랜트 산업계는 극지용 부유식 원유 생산·저장·하역설비(FPSO), 빙해 해저 파이프라인, 극지 LNG 처리 설비 등 분야에서 새로운 수주 기회를 맞이할 수 있다. 특히, 러시아 야말 반도, 캐나다 북서부, 바렌츠해 등에서 진행 중인 에너지 개발 프로젝트들은 향후 10~20년에 걸쳐 수십억 달러 규모의 해양플랜트 기자재 수요를 창출할 수 있다.

북극항로가 상용화되면 아시아와 유럽을 잇는 물류 흐름이 근본적으로 재편될 수 있다. 현재는 수에즈·희망봉항로의 요충지에 있는 싱가포르, 홍콩에 아시아 환적 물류의 상당 부분이 편중되어 있다. 하지만, 북극항로가 활성화될 경우 환적 허브가 이동할 가능성이 있고, 부산항은 지리적으로 북극항로의 아시아 측 최적 관문이다. 부산항을 중심으로 주변의 울산항, 광양항, 포항항 등과 연계를 통해 북극항로 물류벨트를 구축할 경우 부산항의 환적 기능이 획기적으로 강화될 수 있다.

이와 관련해 정부는 부산항 3.0이라는 청사진을 그리고 있다. 우선, 부산항 진해신항을 2040년까지 세계 최고의 컨테이너 항만으로 조성하기 위해 컨테이너 부두 15선석 개발, 초대형 컨테이너선 접안이 가능한 대규모·대수심 확보, 기존부두 대비 야드 면적을 대폭 확대할 계획이다. 또한 부산항 신항에는 대형선 등을 수리할 수 있는 수리조선단지를 2032년까지 조성한다. 이를 통해 중소조선소 및 기자재 중심의 고부가가치 친환경 개조시장 점유 확대를 추진하고, 중소 조선해양플랜트 기자재산업 생태계의 활성화를 도모한다. 대형조선소-조선MRO-중소조선해양플랜트기자재업체 간 협력모델 발굴을 통해 동반 성장할 수 있는 건강한 산업생태계 조성을 추진한다.

그리고 부산항·울산항 등에 LNG, 메탄올, 암모니아 등 친환경벙커링 서비스를 단계적으로 강화할 예정이다. 한국해양진흥공사는 친환경벙커링 산업 육성을 위해 1조원 규모의 인프라 펀드를 조성하였으며, 이를 바탕으로 울산은 메탄올·암모니아 벙커링 허브로, 부산은 LNG 및 차세대연료 벙커링 기지화를 통해 2050년까지 모든 친환경 연료의 벙커링이 가능하도록 하고, 광양·여수는 LNG 허브 터미널 구축 및 수소·암모니아 수입기지로 연계하는 등 항만 및 연료별 특화 발전을 추진한다.

울산항의 경우 에너지 허브 조성을 위해 인프라 구축하고, 저장시설을 확대한다. 또한, 장기적으로는 에너지 거래 플랫폼 구축 및 국제금융·중개 등 기능 강화를 통해 하드웨어 뿐만 아니라 소프트웨어적인 역량도 강화할 예정이다. 광양·포항항의 경우 철강, 이차전지 기업들이 소재하고 있는 배후 산업단지와 연계하여 광양항은 석유화학 생산품부두, 포항항은 LNG 전용부두 등을 특화 개발할 예정이다.

또한, 2035년 개항이 예정되어 있는 가덕도 신공항에 맞춰 진해신항-부산신항선-가덕도 신공항을 잇는 트라이포트를 구축하여 인프라를 연계 개발한다. 특히, 해상&항공(Sea&Air) 복합운송화물 유치를 통해 동남권을 복합운송의 허브로 도약시킬 계획이다.

이와 같은 물류 인프라는 동남권을 향후 북극의 LNG, 광물 등 자원 및 배터리 등 극지 특화 화물의 국내 유입 및 재수출 거점으로 만드는데 큰 기여를 할 것이며, 부·울·경의 물류·서비스 산업에 새로운 고부가가치 일자리를 대규모로 창출할 수 있는 기반이 될 것이다.

북극항로가 본격 상용화되면 항만 서비스, 해상 보험, 선박 금융, 해운 중개, 해사 법률, 선원 교육, 기상·항로 정보 서비스 등 서비스업 분야의 시장도 동시에 성장한다. 부산은 이미 동북아에서 가장 큰 해운·항만 서비스 클러스터를 보유하고 있어 북극 물류 허브로의 전환에 가장 유리한 기반을 갖추고 있다.

북극항로 관련 산업 활성화를 바탕으로 동남권에 고숙련 조선 엔지니어 중심의 극지 선박 건조 및 설계 인력, 극지 기자재 조제 및 시험·인증 전문인력, 북극항로 운항 및 화물 관리 전문 선원과 물류 인력, 해양 IT·빅데이터·AI분야 디지털 인재, 해운 금융·보험·법률 등 전문직 등을 육성하고, 관련 일자리 창출을 추진한다.

현재 동남권에서 청년들이 떠나가고, 지역이 소멸되고 있는 핵심원인 중 하나는 좋은 일자리의 부재다. 청년들이 수도권으로 떠나는 이유는 단순히 임금의 문제가 아니라, 성장 가능성과 커리어 비전 등을 종합 고려했을 때 수도권이 더 우위에 있기 때문이다. 북극항로 활성화와 연관산업 성장은 이 문제에 대한 직접적인 해법을 제시할 수 있다. 극지 엔지니어링, 해양 ICT, 극지용 기자재 설계 등은 전 세계적으로도 아직 희소한 고부가가치 역량이며, 해운 금융·보험, 해사 법률 등 서비스업 분야의 전문직은 향후 국제무대에서도 활약할 수 있는 청년들이 선호하는 질 좋은 일자리 중 하나이다.

동남권에 소재한 유수의 대학과 극지 해양공학, 극지 기자재 엔지니어링, 북극 물류관리 등 특화 교육과정을 개설하고, 재학 중 기업 현장 실습, 국외 인턴십 등을 연계하여 현장 중심형 인재를 양성한다면 '공부하면 지역에서도 세계와 경쟁할 수 있다'는 메시지를 청년들에게 전달해, 그들을 붙잡는 힘이 될 것이다.

북극항로는 우리나라에게는 단순한 새 항로가 아니다. 그것은 조선·해운·물류·에너지 등 산업의 새로운 성장 동력이고, 탈탄소 전환의 기회이며, 무엇보다 동남권이 다시 한 번 대한민국 산업의 심장이 될 수 있는 기회이다. 기회는 준비된 자에게만 온다. 지금 이 순간, 북유럽의 선도 기업들은 이미 표준을 선점하고 있고, 중국은 국가 주도로 엄청난 자원을 투자하고 있다. 우리에게 주어진 시간이 많지 않다. 우리가 갖고 있는 세계 최고 수준의 기술과 산업 인프라, 그리고 인재를 바탕으로 다가올 북극항로 시대란 기회를 놓치지 않는 것이 필요하다.

북극항로를 여는 첫걸음 : 빙해수조의 역할, 그리고 미래

선박해양플랜트연구소, **정성엽** 책임연구원

●북극권 주요 이슈와 주요국 현황

올해 초 유럽연합(EU)의 코페르니쿠스 기후변화 서비스(Copernicus Climate Change Service)의 연구 결과에 따르면, 온난화로 지구 평균 기온 상승폭을 1.5℃ 이내로 제한하는 파리협정(Paris Agreement)이 '29년 5월에 임계점에 도달할 것으로 예측되었다. 그리고 금년 북극의 평균 기온은 1.37℃ 정도로 지난 '16년 1.59℃ 다음으로 높은 수치를 기록하였는데, 이러한 장기적인 온난화 추세는 북극해 수역에서의 빙권(氷圈) 감소로 이어짐에 따라, 많은 전문가는 '30년경 유럽과 아시아를 잇는 최단 항로인 북극항로(Northern Sea Route 또는 Arctic Sea Route)를 이용한 선박의 해상운송이 본격화할 것으로 전망한다. 또한, 해운업계는 지속되고 있는 중동 지역의 홍해 위기에 따른 글로벌 공급망의 불확실성 증가로 대체항로 개발의 필요성이 대두되고 있고 미국, 러시아, 유럽, 중국 등 주요국의 북극 진출 확대 움직임은 북극항로의 활성화를 견인하는 중요한 촉진재가 될 것으로 분석된다.

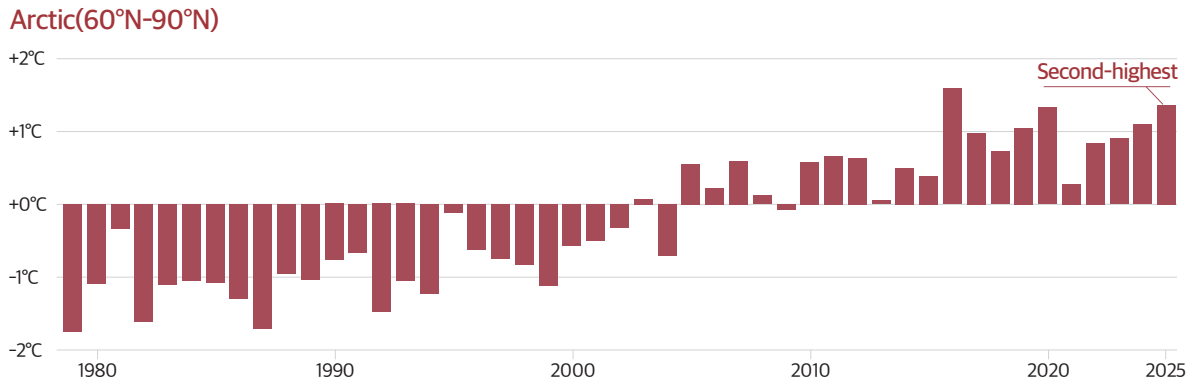


그림1. 북극에서의 연간 기온 변화 추이, 사진출처: https://climate.copernicus.eu/global-climate-highlights-2025

주요국의 북극 개발 현황을 살펴보면, 미국은 트럼프 2기 행정부 출범에 따라 북극에서의 군사적 우위를 유지하고, 항로 개척과 자원안보, 극지 연구활동 강화 등을 위한 목적으로 대규모 쇄빙선 개발에 전략적·집중적 투자를 가속화하고 있다. 특히, 美 해안경비대(USCG)는 '25년 7월 통과된 'One Big Beautiful Bill Act(OBBBA)' 법안에 따라, 북극에서의 작전 능력을 강화하고, 국가 안보와 경제 안정, 러시아와 중국의 북극 영향력 확대를 견제하기 위해 대형급 쇄빙선 건조 프로그램인 극지 안보 경비함(Polar Security Cutters, PSC) 사업과 중형급 쇄빙선 건조 프로그램인 북극 안보 경비함(Arctic Security Cutters, ASC) 사업을 본격 추진할 예정이다. 앞서 미국은 캐나다, 핀란드와 북극 쇄빙선 개발 프로젝트인 ICE(Icebreaker

Collaboration Effort) 협정을 지난 '24년 7월 체결한 바 있는데, 트럼프 대통령은 북극에서의 국가 안보 요구에 신속히 대응하기 위하여 최대 4척의 ASC를 해외에서 건조하는 것을 승인하는 대통령 각서에 서명했는데, 이 지침에서는 후속 ASC는 자국에서 건조할 수 있도록 해당 전문 기술과 인력을 국내로 이전하는데 협력하는 사항이 포함되어 있다.

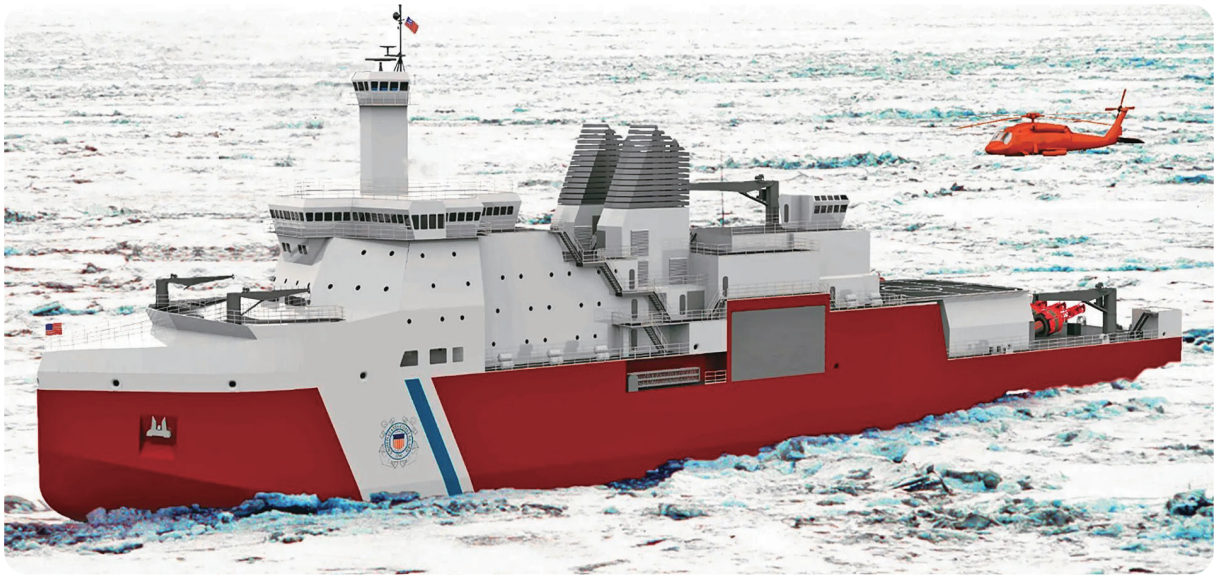


그림2. 美 해안경비대에서 구축 예정인 극지 안보 경비함(PSC) 조감도, 사진출처: Bollinger Shipyards

러시아는 북극의 지정학적 중요성이 커짐에 따라 북극항로를 국가의 핵심 전략과제로 지정하였는데, 우크라이나 사태 이후 서방의 대러 제재를 받는 과정에서도 중국과 북극항로 개척 및 천연가스 개발 등을 위한 경제협력을 추진하고 있으며, '2035 북극항로 인프라 개발계획'을 근간으로 북극의 주요 항만과 터미널 인프라 개발 및 교통망 현대화에 적극적인 투자를 진행하고 있다. 또한, 북극에서의 군사 역량에 확대에 집중하고, 중국과의 전략적 동맹 관계를 더욱 공고히 하며, 미국에 대한 견제를 한층 강화해 나가고 있다.

한편, 유럽에서는 핀란드가 전 세계 쇄빙선의 80%를 설계한 바 있고 그 중 60% 정도가 자국의 조선소에서 건조함으로써 극지운항선박 시장 점유율 1위 국가로서 글로벌 시장을 독식하고 있다. 또한 ICE 협정을 토대로 미국의 북극안보경비함(ASC) 구축 사업 관련하여 2척을 라우마 마린 컨스트럭션(Rauma Marine Constructions, RMC)에서 건조하는 계약을 체결되었으며, 첫 번째 함정은 '28년에 인도될 예정이다.

아시아를 살펴보면, 북극항로 선점 경쟁 속에 한중일 3국에서 중국이 가장 선두적으로 북극항로를 통한 해상운송 사업을 추진하고 있다. 특히, '18년 발간한 북극정책(Arctic Policy) 백서를 통해 중국은 북극의 자원 개발과 항로 개척을 위한 권리를 주장하고 북극 문제의 이해 당사국으로 참여하기 위하여 '일대일로(一帶一路: 육상·해상 실크로드)' 전략을 수립하고 동 이니셔티브를 바탕으로 북극항로 시범운항을 점차 확대해 나가고 있다. 그 예로 2025년 10월, 씨레전드(Sealegend)社의 파나막스급 컨테이너선 Istanbul Bridge호(4,843TEU)가 세계 최초로 중국-유럽간 북극항로에서 컨테이너선의 상업 운항에 성공하며, 정기 운송서비스를 개시하는 등 북극항로 선점 경쟁에서의 입지를 강화해 나가고 있다.



그림3. 중국 Sealegend社 Istanbul Bridge호의 북극항로 시범운항 모습, 사진출처: gCaptain

우리나라는 글로벌 해운선사와의 경쟁에서 북극항로 주도권을 확보하기 위해 정부 주도로 '13년 10월 첫 시범운항(현대글로비스, 나프타 운송)을 수행한 바 있고, 이후에도 CJ KOREX(자사 중량물 운송, '15년), SLK국보(LNG·석유화학플랜트 설비 운송, '16년), 팬오션(자사 중량물 운송 2차례, '16년)에서 시범운항에 참여하여 총 5차례의 운항이 수행되었다. 이처럼 정부의 시범운항 사업은 국적 선사들이 북극항로 이용에 따른 경제성 검토를 통하여 가시적 성과와 기술적 한계점을 분석하는 데 많은 도움이 되었다. 최근 이재명 정부의 핵심 국정과제 중 하나로 북극항로 개척이 반영됨에 따라, 정부 차원에서 북극항로 시대를 선도하기 위해 새로운 북극항로 시범운항 사업을 추진하기 위한 준비에 박차를 가하고 있으며, 국적 민간 선사가 참여해 극지운항 경험과 관련 정보를 축적해 나갈 계획이다.

●빙해수조의 기능과 주요 연구동향

빙해수조(Ice model basin or Ice tank)는 모형빙(Model Ice)을 생성하여 극지운항선박과 극한지 해양구조물 등에 대한 모형시험(Model Test)을 수행할 수 있는 연구시설로서 상사법칙(Law of Similarity)에 따라 시험 환경을 실제 극지환경과 유사하도록 재현하며, 실제 해빙(海氷)과 유사한 모형빙을 만들기 위해 수조수에 다양한 화학적 성분을 혼합해 사용하고 있다. 또한 모형빙의 성장 방법에 따라 기둥형 구조(Columnar)와 입자형(Fine-grained) 구조로 구분할 수 있다. 전 세계적으로는 러시아, 핀란드, 독일, 캐나다, 한국, 중국, 일본에서 빙해수조를 확보하고 있으며, 여기서의 모형시험은 빙-선체 또는 빙-구조물 상호작용과 같은 물리적 현상을 보다 쉽게 이해하고 모형-실선 상관관계를 정립하기 위한 중요한 기반 자료를 제공하는 역할을 담당한다. 또한, 모형시험에서는 주로 Froude 상사법칙에 기반하여 수행된다. 점성력을 상사법칙에 맞추기 위해서는 Reynolds 수를 동일하게 해야 할 필요가 있지만, 실제 값으로의 확장 시 점성유동에서 발생하는 힘의 성분들이 왜곡될 수 있기 때문에 Froude 수와 Reynolds 수를 모두 충족시키는 것은 불가능하다. 다만, 쇄빙과정 시 선박의 속도가 매우 느리기 때문에 점성력은 충분히 작아지므로 모형시험에서 Reynolds 수는 무시할 수 있는 특징을 가지고 있다.

표1. 전 세계 빙해수조 현황과 모형빙 특징

빙해수조 이름	보유국	모형빙 구조	모형빙 성분
Krylov State Research Center (KSRC)	러시아	기둥형(Columnar) 또는 입자형 (Fine-grained)	염화나트륨 (Sodium chloride)
Arctic and Antarctic Research Institute (AARI)	러시아	기둥형 (Columnar)	염화나트륨 (Sodium chloride)
Aalto University	핀란드	입자형(Fine-grained)	에탄올(Ethanol)
Railotech (formerly Aker Arctic)	핀란드	입자형 (Fine-grained)	염화나트륨 (Sodium chloride)
The Hamburg Ship Model Basin (HSVA)	독일	기둥형(Columnar)	염화나트륨(Sodium chloride)
National Research Council Canada, Ocean, Costal and River Engineering (NRC-OCRE, formerly the Institute for Ocean Technology and Canadian Hydraulic Laboratory)	캐나다	기둥형 (Columnar)	CD-EG/AD 에틸렌글리콜 (Ethylene glycol) 지방성 화합물 (Aliphatic detergent)
Korea Research Institute of Ships and Ocean Engineering (KRISO)	대한민국	입자형 (Fine-grained)	염화나트륨 (Sodium chloride)
Tianjin University	중국	기둥형(Columnar)	요소(Urea)
Japan Marine United (former Universal Shipbuilding Corporation (former NKK)	일본	입자형 (Fine-grained)	요소 (Urea)

우리나라에서는 기후변화에 따른 극지 빙권(氷圈) 감소로 북극항로의 경제적 가치가 높아지면서, 정부와 민간 부문의 새로운 연구수요에 대응하고, 핵심 전략기술의 선제적 확보를 위하여 2009년 7월 선박해양플랜트연구소(Korea Research Institute of Ships and Ocean Engineering, KRISO)에 국내 유일의 빙해수조가 건설되었다.

현재 빙해수조에서는 극지해역의 다양한 환경(평탄빙, 유빙 등)을 재현하여 조선소 또는 설계사의 개발 선형에 대한 쇄빙성능과 추진성능, 선회성능 등을 종합적으로 평가하는 연구를 수행하고 있다. 그리고 국내 최초의 쇄빙연구선 아라온호에 쇄빙과정에 따른 선체 변형률과 운동특성을 계측하기 위한 스트레인 게이지와 각가속도 센서를 설치하여 선박에 작용하는 빙하중(Ice Load)을 추정하고 있다. 또한, 주변 빙상환경을 파악하기 위해 선교(Bridge)를 비롯하여 선수와 선측, 선미부에 네트워크 카메라를 설치하여 빙해역 운항 과정에서 빙판의 두께와 집적도(Concentration)를 분석하며, 선박의 운항정보(위·경도 좌표, 선수 방향각, 흘수, 선속, 추진기 회전수, 엔진출력 등)를 활용한 실선 빙성능을 평가하는 연구도 함께 수행하고 있다. 최근에는 북극항로에서 독자적으로 연중 운항(year-round)이 가능한 친환경 쇄빙컨테이너선 핵심 설계기술 개발 및 표준화, 규제대응 기반을 마련하기 위해 해양수산부로부터 국비 200억 원을 지원받아 조선3사, 설계사, 대학, 출연연, 관공서 등과 컨소시엄을 구성하여 '26년부터 '30년까지 5년간 북극新항로 개척을 위한 친환경 쇄빙컨테이너선 개발 국가연구개발사업에 착수할 예정으로 본 사업을 통해 북극항로 사업의 유력 선종인 쇄빙컨테이너선 핵심 설계기술을 확보하여 조선사 또는 설계사의 선형 개발기간을 단축시키고 적시에 민간 이양을 통해 극지운항선박의 수주 경쟁력을 확보하는데 기여할 계획이다.

빙해수조 (Ice Tank)

시설 주요 제원

- ✓ 42m(길이) x 32m(폭) x 2.5m(폭)
- ✓ 결빙면적 : 32m(L) x 32m(B)
- ✓ 입자형 염수빙 (Saline model ice)
- ✓ 최저 냉각온도 : -25˚C
- ✓ 모형빙 성장률 : 6.0mm/hr at -15˚C
- ✓ 열 차단막
- ✓ 주 예인전자, 보조 예인전차
- ✓ 마이크로 버블장치 (option)

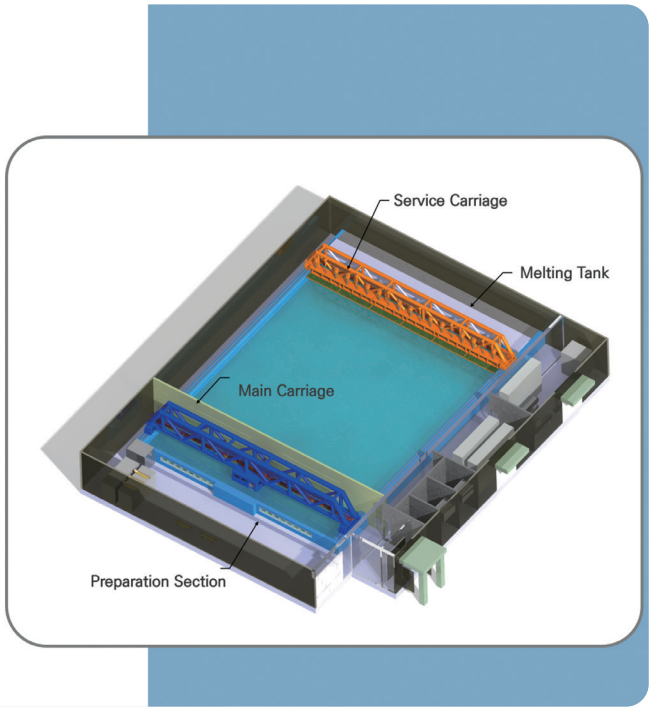


그림4. 선박해양플랜트연구소(KRISO) 빙해수조 조감도, 저자작성

선박의 빙성능 평가 기술 연구

▪ 빙해수조에서의 모형시험, 수치 시뮬레이션 기법, 빙해역 실선시험 등을 통해 선박의 빙성능을 평가

이러한 방법은 선박의 설계 과정에서 중요한 정보를 제공하며, 다양한 빙상환경에서 선박의 성능을 예측함으로써 선박의 건조 전 빙성능을 평가하는데 활용



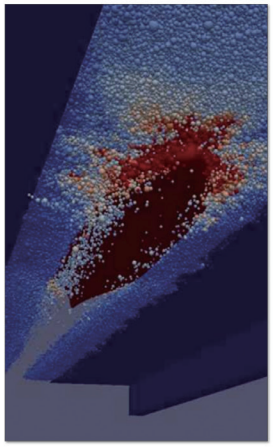




그림5. KRISO 빙해수조의 주요 연구 분야, 저자작성

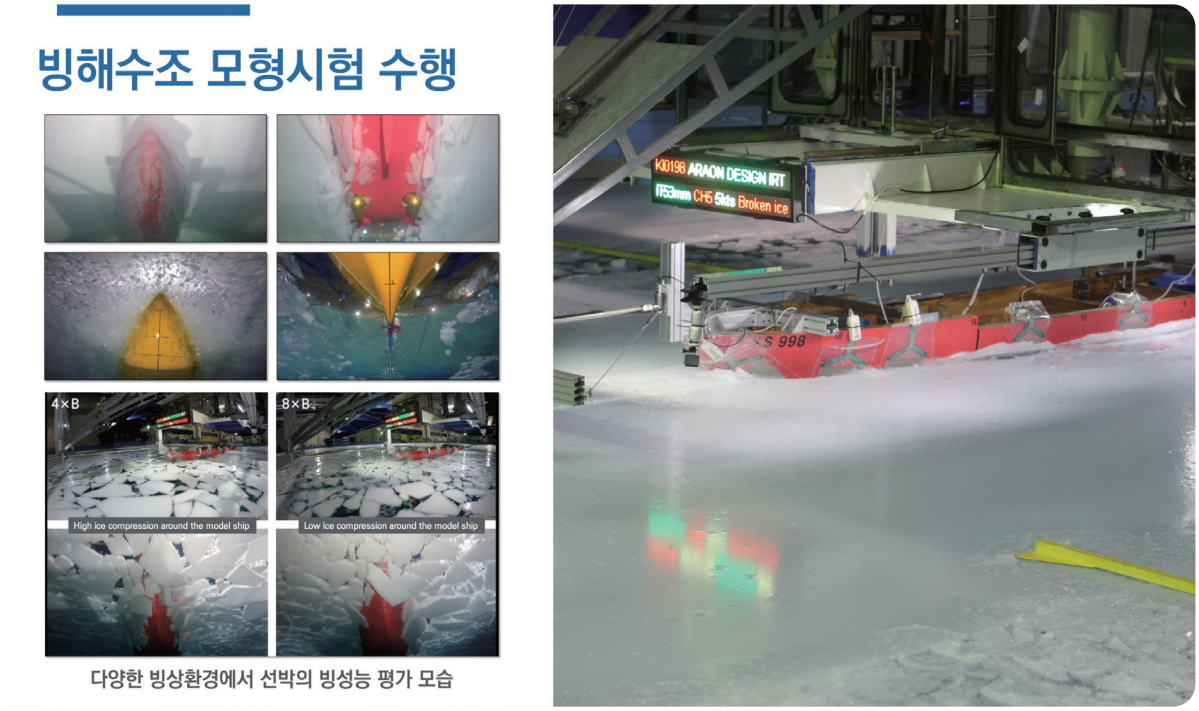


그림6. 다양한 빙상환경에서 선박의 빙성능 평가시험 모습, 저자작성

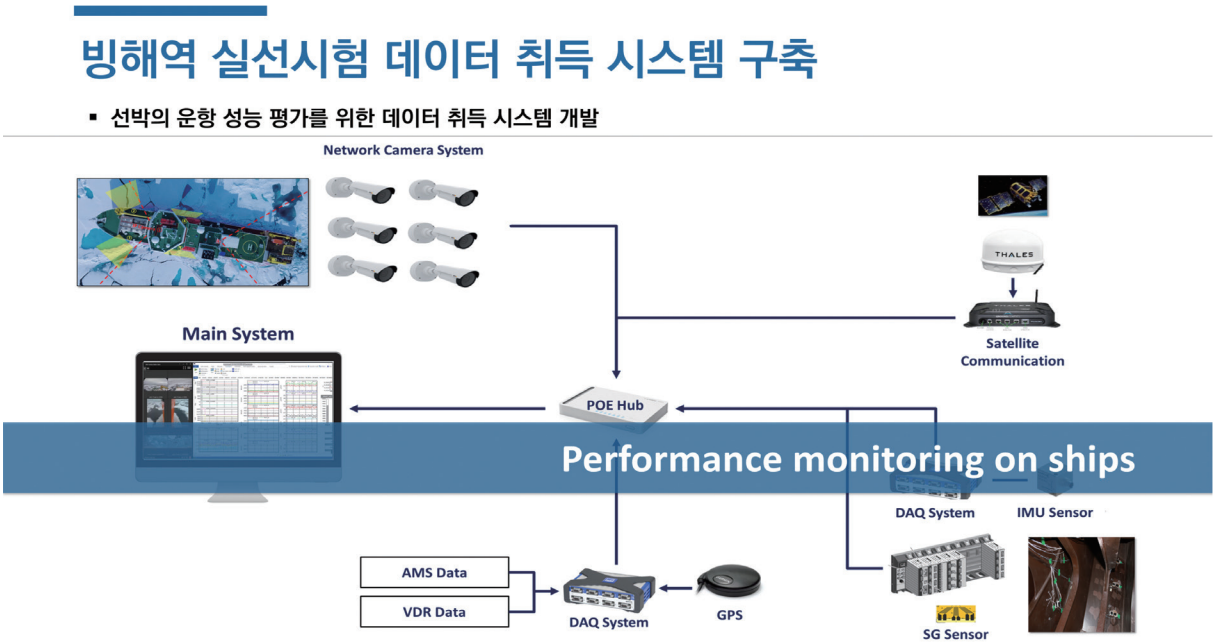


그림7. 쇄빙연구선 아라온호에 설치된 실선 빙성능 계측시스템 개요도, 저자작성

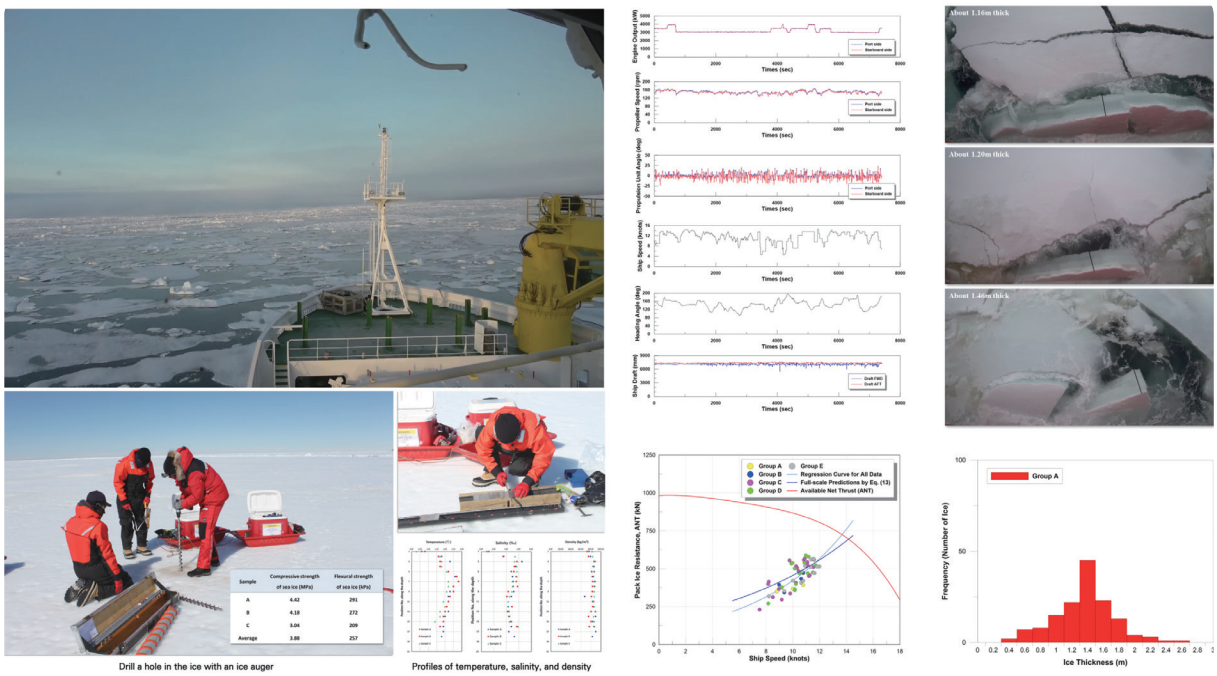


그림8. 쇄빙연구선 아라온호에 설치된 실선 빙성능 계측시스템 개요도, 저자작성

●미래 전략

기후변화에 따른 '30년경 여름철 북극 해빙(海氷)의 소멸 전망과 중동지역의 지정학적 위기(geopolitical risk)로 홍해 일대에서 상선을 대상으로 한 무차별적 공격에 세계 주요 선사들(MSC, CMA CGM, Hapag-Lloyd 등)의 수에즈 운하 회피가 현실화하고 있다. 이로 인해 북극은 주요 지정학적, 경제적, 전략적 요충지로 부상하고 있으며, 글로벌 공급망 관점에서 새로운 대체항로로써 북극항로의 중요성이 다시 급부상하며 북극은 새로운 기회와 위험이 동시에 교차하는 복합적 공간으로 전환되고 있다.

특히, 미래 북극 연관 산업의 경쟁력 강화를 위하여 핵심기술 확보와 전략적 대응방안 마련이 매우 중요한 시점으로 북극항로는 해운·조선부문의 새로운 시장으로서 그 가치가 매우 뛰어나기 때문에 정부의 정책수요와 산업계 기술수요(선사, 조선소 등)에 능동 대응하기 위한 핵심기술 식별과 연구개발을 위한 기술로드맵 수립이 필요하다. 따라서, 극지공학 연구를 위한 국내 유일 시설인 빙해수조는 핵심 전략기술의 초격차 확보와 자립도 달성을 위하여 국가 연구개발(R&D) 방향을 제시하고, 고유의 독자 기술과 노하우를 축적하여 기술 브랜드화를 통해 빙해수조의 기능과 역할을 확대함으로써 조선산업에서 요구하는 기술적 현안문제를 해결하는데 핵심역량을 집중할 계획이다.

또한 연구개발 결과를 활용하여, 국제해사기구(IMO)에서 극지운항선박 안전규정(Polar Code)의 기술·환경 규제에 선제적으로 대응하고, 국제표준화기구(ISO)에서 기술표준 선점을 통해 아국 산업이 유리한 고지를 마련하는데 기여할 계획이다.

북극항로 시대, 극지 기자재 성능검증의 핵심 : 한국형 시험 인프라 구축의 필요성

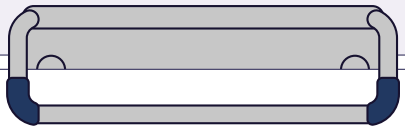
한국조선해양기자재연구원, **류보림** 책임연구원

01. 북극항로 시대의 개막과 기회

북극항로는 크게 세 가지 항로로 구분된다. 러시아 연안을 따라 아시아와 유럽을 잇는 북동항로(NSR), 캐나다 북부를 통과하는 북서항로(NWP), 그리고 북극해 중심부를 관통하는 중앙북극항로(TSR)가 그것이다. 산업혁명 이후 이어진 지구 온난화로 북극 해빙이 지속적으로 줄어들면서, 과거에는 얼음에 막혀 있던 북극항로가 계절적으로 개방되는 빈도와 기간이 점차 늘어나고 있다. 일부 연구에 따르면 2050년경에는 북동항로의 운항 가능 기간이 현재보다 2~4개월 연장될 것으로 전망되며, 이에 따라 화물선·크루즈선·자원개발선 등 다양한 선종의 북극 운항 수요도 꾸준히 확대될 것으로 예상된다.

이러한 전망은 이미 수치로 확인되고 있다. 2024년 북동항로를 통한 화물 운송량은 3,790만 톤으로 역대 최고치를 경신하였으며, 2025년에는 103회의 통과 항해를 통해 총 320만 톤의 화물이 아시아~유럽 구간을 오갔다. 중국의 경우 2025년 컨테이너선 운항 횟수가 14회로 전년(11회) 대비 증가하였고, Sea Legend사의 '이스탄불 브리지(Istanbul Bridge)'호는 중국 닝보에서 영국 펠릭스스토우까지 북극항로를 경유하여 불과 20일 만에 완주하는 성과를 거뒀다.





우리 정부 역시 이러한 흐름에 발 빠르게 대응하고 있다. 2025년 12월, 해양수산부 산하에 북극항로 개척과 동남권 해양수도 조성을 총괄하는 범부처 조직인 북극항로추진본부가 출범하였으며, 2026년 9월에는 3,000TEU급 컨테이너선을 부산에서 로테르담까지 운항하는 북극항로 시범사업을 추진 중이다. 아울러, 친환경 쇄빙 컨테이너선 개발과 차세대 쇄빙연구선 건조 등 R&D 사업의 예산을 확보하여 북극항로 시대로의 전환을 국가 전략 과제로서 본격 추진하고 있다.

그러나 이러한 대전환을 뒷받침할 핵심 인프라 가운데 하나인 '극지 기자재 성능검증 체계'는 아직 충분히 준비되어 있지 않다. 극저온·결빙·강설 등 혹독한 극지 환경에서 운용되는 기자재의 안전성을 철저히 검증하지 못할 경우, 선박의 감항성이 위협받고 국제 규제의 장벽에 직면하는 결과로 이어질 수 있다. 이에 본고는 이 문제를 체계적으로 진단하고, 한국형 극지 기자재 시험·인증 인프라 구축의 방향을 정책적 관점에서 제언하고자 한다.

02. 한국의 극지 역량과 한계 : 산업·연구는 강점, 시험 인프라는 공백

한국은 이미 잘 알려져 있다시피 세계 쇄빙 LNG 운반선과 극지 운항 특수선 건조 분야에서 세계 최고 수준의 기술력을 보유하고 있다. 특히, 한화오션(舊 대우조선해양)은 세계 최다인 21척의 ARC7 쇄빙 LNG 운반선을 성공적으로 건조하며 시장을 선도하고 있으며, 삼성중공업과 HD한국조선해양(HD현대중공업) 등 국내 조선사 또한 고부가가치 극지 운항 선박 건조 역량을 보유하고 있다.

연구 인프라 축면에서도 우리나라는 꾸준히 역량을 키워 왔다. 1987년 남극 세종기지 개설 이후 장보고기지, 북극 다산기지, 쇄빙연구선 아라온 건조 등 극지 인프라를 단계적으로 확충하며 '극지 연구·해양 강국'의 위상을 다져 왔다. 최근에는 「극지활동 진흥법(2023~2027)」을 바탕으로 북극항로 활용과 극지 과학·산업의 연계를 국가 전략 차원에서 추진하고 있다.

그럼에도 불구하고, 이러한 연구·산업 역량에 비해 극지 기자재와 시스템의 성능을 실제 환경에 가깝게 모사하고 검증 및 인증까지 연결할 수 있는 종합 시험 인프라는 아직 미흡한 실정이다. 현재 국내에는 선체 구조·빙 저항을 시험할 수 있는 빙해 수조, 환경 챔버, 일부 극저온·진동·충격 시험 설비 등이 각각 존재하지만, 극지 환경을 사실적으로 구현가능한 복합 시험 인프라는 갖춰지지 않고 있다. 또한, 극지 환경과 연계하여 통합시험·평가 기반은 주요 선진국 대비 제한적으로 운영되고 있다. 이로 인해 국내 기업은 극한 환경 구현이 필요한 시험의 경우 해외기관을 활용해야 하는 경우가 많고, 이는 결과적으로 시간적 경제적 부담과 기술 유출 가능성으로 이어진다.

이와 달리 캐나다, 미국, 덴마크 등 해양기술 선진국들은 이미 -60℃ 이하의 극저온 환경 뿐만 아니라 다양한 복합환경(저온·결빙·염수·풍속)을 구현할 수 있는 대형 기후 챔버 인프라를 구축하고 IMO Polar Code, IEC 60945, MIL-STD-810 등 국제 규격에 따른 기자재 신뢰성 시험과 인증 체계를 구축하고 있다.

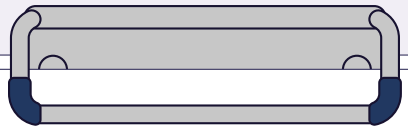


표1. 주요국 환경시험 설비 비교

국가	기관 / 설비명	설비 크기(내부)	시험 가능 규격(예)	구현 환경 / 범위
벨기에	Sirris / OWI-Lab - Large Climate Test Chamber	16.5×7×8m,적재 150ton+(Antwerp) 20x7x9m(mobile)	IEC 60945, MIL-STD-810, DEF STAN 00-35, NATO STANAG 등	-60℃ ~ +60℃, 습도 5~95%RH, 결빙/착빙 태양복사(10~950W/m^2)
캐나다	PMG Technologies - Large Environmental Chamber	대형: 6.4×16.5×4.2m 소형: 3.4×7.2×3.0m	MIL-STD-810, SAE J381, J1503 TOP-2-2-820, ASTM E1925, Transport Canada 공인	-61℃ ~ +85℃, 대유량 송풍/배기, 대형 차량·모듈 수용
	HETC (ABS Harsh Environment Technology Centre)	18.5×7.5×9.5m	ABS Guide for Polar Operations IACS Polar Class Transport Canada 규정 등	Cold Room: +5℃ ~ -25℃ Wind Tunnel: -20℃ ~ +20℃ (풍속 0 ~ 30m/s) 강우, 강설, 착빙/결빙 충격
덴마크	FORCE Technology	소·중형: 1~50m^3 대형: 14×8×8m (900m^3) 바닥 하중 1,000톤 이상	IEC 60068, ISO 9227(염수분무), MIL-STD-810, DEF STAN 00-35, RTCA DO-160, ISO/IEC 17025 등	소·중형: -90℃ ~ +220℃ 대형: -35℃ ~ +60℃ 고습도,염수분무(4%) 결빙, IP방진
글로벌 (독일, 싱가포르 등)	TÜV SÜD - Climatic Labs	6×5×4m, 5.1x8.1x 2.4m	IEC 60945, MIL-STD-810, DEF STAN 00-35, RTCA DO-160, IEC 60068 등	-65℃ ~ +200℃, 습도 5% ~ 포화, 급속 변온 (최대 10℃/min). (TÜV SÜD)
글로벌 (미·EU 등)	SGS - SGS's expansive climate center	12.2× 18.3×6.1m	IEC 60945, MIL-STD-810, IEC 60068, ISO 16750 등	-65℃ ~ +165℃, 고도(감압) 시뮬, 대형 엔진 가동, 대형 챔버·콜드룸 다수 보유

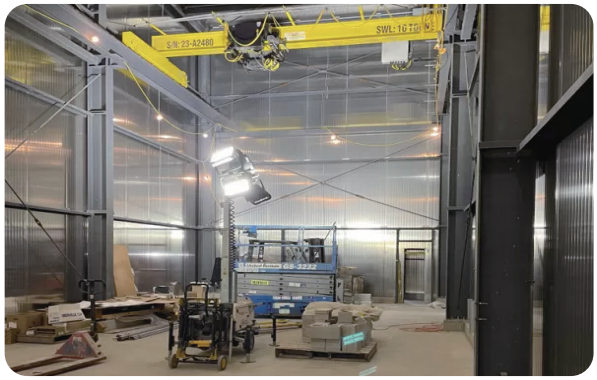
※ IEC 60945는 해상 항해/통신 장비의 환경시험(온도·습도·염무·진동·EMC·IP 등)의 대표 규격임.
※ 기자재 유형에 따라 MIL-STD-810(방법 502/521 등, 저온·빙우), SOLAS/LSA Code(구명설비 저온성능) 등이 병행됨.



벨기에, OWI, 대형 기후 시험챔버



캐나다, PMG, 대형 환경 챔버



캐나다, HETC, 콜드 룸



덴마크, FORCE Technology, 대형 환경 챔버

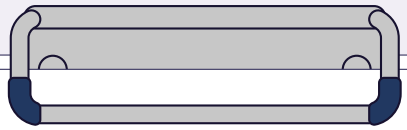


글로벌, TÜV SÜD, 기후 챔버



글로벌, SGS, 대형콜드챔버

그림1. 주요 선진국의 육상 방한처리 성능시험 설비



03. K-조선 초격차를 위한 Next Step : 기자재 '성능검증'에 있다.

❶ 북극항로 기술 주도권 확보

북극항로에서의 경쟁은 단순 운임이 아니라, 쇄빙선 및 내빙선 설계·친환경 추진·자율운항 등 복합적인 시스템을 아우르는 통합 솔루션 경쟁의 장이다. 국내 조선·해양·ICT 산업은 설계-건조-운항-데이터-서비스를 모두 포괄할 역량을 갖추고 있으나, 이를 뒷받침할 극지 운항 선박기자재에 대한 성능검증 인프라가 없으면 시장 진입 단계에서부터 해외기관에 의존할 수밖에 없는 구조적 한계가 있다.

현 시점은 북극항로 상용화를 위한 대전환기이고, 아시아에 극지 환경을 구현하는 전문 시험센터가 부재한 상황이다. 이 시기에 선제적으로 투자하여 퍼스트 무버(First Mover)로 자리매김한다면, 국제적 표준 주도권과 시장 선점 효과를 확보할 수 있는 절호의 기회가 된다.

❷ 극지 안전·환경 리스크 저감

극지 운항 선박에 탑재된 기자재나 시스템이 실제 극지 환경에서 오작동할 경우, 해난사고로 인한 인적·물적 피해는 물론 유류 및 화학물질 유출, 해양 생태계 교란 등 심각한 2차 피해로 이어질 가능성이 높다. 즉, 극지운항 선박기자재 성능평가 인프라는 극저온, 결빙·착빙, 강우·강설, 통신 지연·두절 등 극지 고유의 복합 조건을 정밀하게 모사함으로써, 설계 단계부터 운항 후 유지보수 단계까지 안전성과 신뢰성을 체계적으로 검증하는 역할을 수행해야 한다.

이는 국제 사회에서 요구하는 IMO·ISO·선급 기준에 능동적으로 대응하면서, 우리나라가 극지 환경 보호와 안전운항 분야에서 선도적 역할을 하는 기반이 된다.

❸ 산업·경제 파급효과

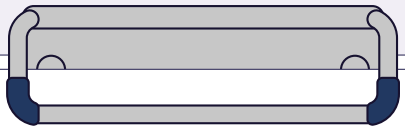
성능평가 시험 인프라 구축은 조선·기자재·해양플랜트·위성·통신·AI·배터리·방산 등 다양한 산업과 연계되어, 부산·울산·경남 지역의 조선·해양 클러스터를 중심으로 고부가가치 산업 생태계를 형성하는 촉매가 될 수 있다.

이러한 성능평가 인프라는 단순한 설비를 넘어 기자재 개발-시험-인증-사업화로 이어지는 전주기 지원 허브로서 기능하게 된다. 이는 지역의 중소·중견 기자재 기업에게 개발 초기 단계부터 체계적인 기술지원이 가능하다. 산·학·연 연계를 통해 극지 해양 분야의 전문 인력을 양성하고 지역 청년 고용과 신산업 인적 인프라 확대로 이어진다. 부산·울산·경남 지역이 극지 기자재 기술의 국내 거점으로 자리매김할 경우, 장기적으로 지역 산업 생태계의 질적 고도화가 가능해진다.

04. 세계 최고 수준의 복합 환경 시험 평가 체계 구축

앞서 살펴본 바와 같이, 우리나라는 세계 최고의 조선사와 우수한 극지연구 인프라를 보유하고 있다. 여기에 선박기자재 개발 및 국산화를 위한 극지운항 선박기자재 성능평가 체계를 구축된다면, 조선·해양플랜트 산업의 초격차 기술 확보를 위한 교두보가 될 것이다.

이러한 성능평가 체계는 세계 최고 수준의 극저온(-70℃급) 환경 구현은 물론, 강설·강우, 결빙·착빙 등 다양한 복합 환경을



구현할 수 있는 설비를 기반으로 구축되어야 한다. 또한, 소형부터 대형 시스템화된 기자재까지 다양한 크기의 기자재를 수용할 수 있는 규모의 시험설비를 갖추고, 극한 환경에서의 영향 분석 및 신뢰성 확보를 위해 시험규격의 기준을 만족하는 장비로 구성해야 한다.
아울러, 구축된 성능평가 센터에서는 아래와 같은 규격 및 규정 요건에 적합해야 한다.

- MIL-STD-810G 502.5(저온), 521.3(결빙/동결 강우), 524(동결/해동)
- IEC 60068-2-1 : Environmental testing(Cold)
- IEC 60945, KS X IEC 60945의 환경시험(저온)
- 각국 선급 규격(NK, LR, ABS, BV, KR, DNV, GL 등)의 환경시험(저온)
- IACS UR E10의 환경시험(저온)
- KS C 0220 : 환경시험 방법(전기, 전자) 저온(내한성) 시험 방법
- IEC Class : DNV-OS-A201 Winterization for Cold Climate Operations, GUIDELINES FOR THE APPLICATION OF THE FINNISH-SWEDISH ICE CLASS RULES (General Suitability for Winter Conditions)

표2. 극지운항 선박기자재 성능평가 플랫폼 주요 내용

구 분	사업내용(안)
극지운항 선박기자재 성능평가 센터	• 극지운항 선박용 기자재 성능평가 기반 구축 - 위해도평가 기반 극지운항 선박용 기자재 성능평가 센터를 구축하고, 기자재 성능시험 절차 개발 및 시험체계 구축 • 극지운항 해상환경 구현을 위한 복합 환경 챔버 설비 구축 - 극저온(-70℃급)·강설·착빙 등 다양한 극지운항 해상환경 구현을 위한 복합환경 챔버 설비 구축
극지운항 선박기자재 기술개발 센터	• 극지환경 모사를 위한 시뮬레이터 센터 - 극지(북극·남극) 해역의 기후, 해빙, 조빙 등 실해역 데이터 활용의 체계적인 지능형 극지운항 전문인력 양성 기반 구축 - 확장현실(XR)기반 극지운항 선박기자재의 모델링 • 극지전문인력양성 센터 - 장비 및 훈련을 통한 전문인력 양성 프로그램 개발 및 운영 - 협업 네트워크 구축 및 기업지원



그림2. 극지운항 선박기자재 성능평가 플랫폼 조감도(예상)

05. 맺음말

북극항로 시대는 이미 열리기 시작했다. 문제는 '언열릴 것인가'가 아니라 '누가 준비되어 있는가'이다. 우리나라는 이미 세계 최고 수준의 조선 건조 역량과 축적된 극지 연구 인프라라는 강점을 보유하고 있으나, 그 잠재력을 현실의 경쟁력으로 전환하기 위해서는 '검증된 기자재'를 뒷받침하는 한국형 극지 시험평가 인프라의 구축이 반드시 선행되어야 한다.

극지운항 선박용 기자재 복합 환경 성능평가 플랫폼의 구축은 우리 조선산업은 선박 건조 강국을 넘어 극지 기자재, 표준, 데이터, 인증을 주도하는 해양산업 강국으로 도약을 위한 출발점이 될 것이다.



하얀 사막의 주인

이누이트에게서 배우는 공존의 지혜







인류의 역사는 '미지'라는 빈칸을 채워온 거대한 탐험의 기록이라 할 수 있습니다. 그중에서도 북극은 가장 가혹하면서도 매혹적인 종착지로 여겨졌어요. 20세기 초, 로버트 피어리와 로알 아문센 같은 탐험가들이 북극점을 향해 나아갈 때, 세상은 이를 '최후의 정복'이라 불렀습니다.

그런데 그 기록 이면에는 또 다른 시간이 흐르고 있었습니다. 영하 수십 도의 혹한 속에서 생존을 이어가던 사람들, 바로 이누이트(Inuit)에게 북극은 수천 년에 걸쳐 축적된 삶의 터전이었어요. 서구 탐험가들 역시 이들의 기술과 지식을 적극적으로 배우고 활용하며 극지에 적응해 나갔습니다.

생존을 위한 데이터베이스, 언어

이누이트의 지혜는 무엇보다 그들의 언어에서 드러납니다. 이누이트에게는 눈(Snow)을 지칭하는 단어가 수십 가지가 넘는다고 하는데, 이누이트 언어는 교착적 구조를 지녀 눈의 상태와 맥락에 따라 다양한 표현이 가능합니다. 이는 언어학적인 흥미를 넘어선 생존의 문제예요.

그들에게 눈은 결빙 상태와 질감, 바람의 흔적과 이동 가능성을 담은 정보입니다. 예를 들어, 갓 내려 쌓인 부드러운 눈과 집을 짓기에 적합한 단단한 눈, 그리고 사냥감을 추적하기 좋은 눈은 이누이트에게 전혀 다른 존재입니다. 이 세밀한 어휘들은 혹독한 환경 속에서 이동의 안전을 결정하고 사냥의 성패를 가르는 매뉴얼이 되죠.

또한 그들에게는 '시라(Sila)'라는 독특한 단어가 있는데, 날씨이면서 동시에 자연의 질서, 그리고 인간과 세계의 관계를 아우르는 개념으로 이해됩니다. 이는 단순한 기상 인식을 넘어 환경과의 관계 속에서 자신의 위치를 읽는 방식에 가까워요.



※ 시라(Sila) : 이누이트어로 날씨, 우주 또 세계를 관통하는 지성을 동시에 뜻하는 단어로, 단순히 기상 현상을 넘어 자연의 변화를 우주의 섭리로 받아들이고 그 안에서 인간의 자리를 찾으려는 철학이 담겨 있습니다.

시간을 이긴 오리지널 테크놀로지

현대의 탐험가들은 고어텍스와 같은 기능성 소재를 활용합니다. 이러한 장비는 극한 환경에서도 높은 성능을 발휘하지만, 체온과 수분 관리가 적절히 이루어지지 않을 시에는 위험을 초래할 수 있어요. 반면, 이누이트의 전통 의상 '아티기(Atigi)'는 하이브리드 기술의 정점을 보여줍니다. 순록이나 바다표범의 가죽으로 만든 이 옷은 털의 방향과 가죽의 배치를 조절해 땀은 밖으로 내보내고 체온은 안에 가둘 수 있습니다. 수천 년의 임상시험을 거친 이 '오리지널 테크놀로지'는 오늘날에도 극지 환경 연구에서 참고되는 사례입니다.

그들의 주거 형태인 '이글루(Igloo)' 역시 자연의 물리적 특성을 활용한 건축 구조라 할 수 있어요. 입구를 낮게 두어 찬 공기가 빠져나가도록 하고 눈과 얼음 사이의 공기층을 단열재로 활용함으로써, 내부 온도는 외부보다 수십 도 높게 유지될 수 있고 극한 환경에서도 인간이 머무를 수 있는 공간을 만들어 냅니다. 이는 자연을 거스르지 않고 자연의 물리적 특성을 그대로 이용하는 지혜의 산물입니다.



길 없는 곳에서 건네는 신호, 이눅슈크

북극의 평원 위에서 마주하게 되는 돌탑, 이눅슈크(Inuksuk)는 방향을 가리키거나 이동 경로를 표시하는 구조물입니다. 때로는 사냥을 돕는 표식으로, 때로는 특정 지점을 기억하기 위한 표시로 기능해요.

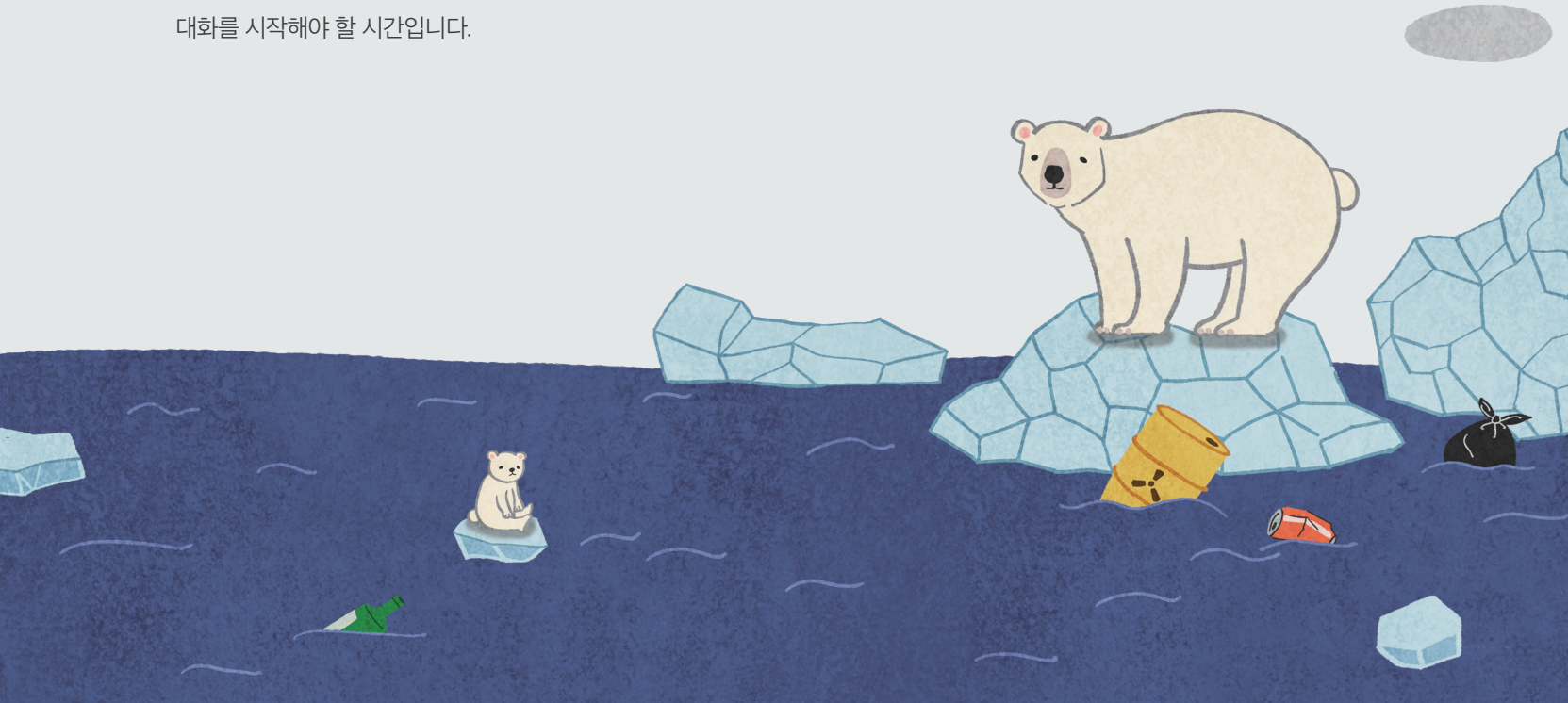
이 구조물은 단순한 이정표 이상의 의미를 지닙니다. 나무도, 지형도 뚜렷하지 않은 공간에서 누군가 남긴 흔적은 곧 타인의 존재를 증명하는 신호가 되는 셈이죠. '당신은 혼자가 아니다', '이곳에 식량이 갈무리되어 있다', '누군가 당신보다 먼저 이 길을 지나갔다'라는 따뜻한 연대의 메시지를 전해요.

공존의 미학, 북극

오늘날 북극은 또 다른 전환의 지점에 서 있습니다. 기후 변화로 인해 오랜 시간 유지되던 빙하와 생태계가 빠르게 변화하는 중이며, 북극항로 개척이라는 시대적 상황 속에서 탐험의 의미 또한 달라지고 있습니다. 과거의 탐험이 '더 빨리, 더 높이'를 외치며 정복의 깃발을 꽂는 데 집중했다면, 이제는 이해와 적응이 더 중요한 과제라 할 수 있어요.

이누이트는 사냥한 동물의 영혼을 위로하고 필요한 만큼만 취하며, 다음 세대가 살아갈 땅을 훼손하지 않습니다. 자연의 일부로서 환경의 리듬을 존중하는 그들의 태도는 현대 사회가 받아들여 할 가치일 것입니다.

미지를 향한 탐험은 계속되겠지만 이제는 그것이 깃발을 꽂기 위한 탐험이 아니라, 세계를 이해하기 위한 과정이어야 할 것입니다. 고어텍스 의류 속에 이누이트의 지혜를 더하고, GPS에서 이눅슈크의 마음을 읽을 줄 아는 '공존의 탐험가'들이 많아질 때, 비로소 북극은 우리에게 숨겨진 진실을 하나씩 알려주지 않을까요? 하얀 사막의 주인들이 그러했듯, 우리 역시 대지와의 깊은 대화를 시작해야 할 시간입니다.





집에서 떠나는 북극 탐험!

북극을 더 가까이에서 만날 수 있는 콘텐츠를 소개합니다.



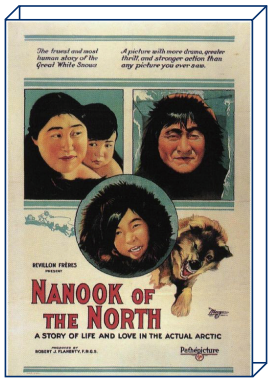
북극의 눈물

한국 방송 사상 최초로 북극의 생태와 이누이트의 삶을 고화질로 담아낸 MBC 다큐멘터리



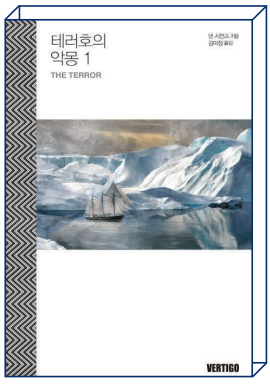
잃어버린 시간 속에서

그린란드 영유권을 둘러싼 두 탐험가의 사투와 극한 환경에서의 심리적 압박을 잘 표현한, 실화를 바탕으로 한 영화



북극의 나누크

일부 장면에서 조작 논란이 있지만, 일상으로서의 북극을 100년 전의 기록으로 확인할 수 있는 세계 최초의 장편 다큐멘터리



테러호의 악몽

작가 댄 시먼즈가, 19세기 북서항로 개척을 위해 나선 프랭클린 탐험대의 실종 사건에 판타지적 요소를 가미해 쓴 소설

KORIES 활동소식

01 친환경 선박 전주기 혁신기술개발사업 '26년 연간일정 수립'

2026. 01.

2026년도 친환경 선박 전주기 혁신기술개발사업의 원활한 운영 및 세부과제 간 연계 강화를 위해 연간 주요 추진 일정을 수립하였다. 연간 일정에는 세부주관기관 및 자문위원 소속기업 방문, KORIES 통합회의, KEIT 성과 간담회, 기술세미나, 전략세미나, 하반기 통합워크숍 등 주요 행사 계획이 포함되었다. 특히 개발·실증 분야 간 협력 체계 강화를 위한 정기 협의 일정과 기술교류 프로그램을 반영하여 과제 간 연계성 확보 및 성과 확산 기반을 마련하였다.

또한 조선·해운 분야 기술·시장·산업동향 공유를 위한 전략세미나와 유튜브 실시간 스트리밍 기반 기술세미나 운영 계획을 수립함으로써 산·학·연 전문가 간 교류 활성화 및 대외 홍보 기능을 강화하였다. 아울러 하반기 통합워크숍을 통해 세부과제별 개발 및 실증 성과를 공유하고, 향후 사업화 및 기술협력 확대를 위한 협업 기반을 구축하고자 하였다. 본 연간 일정은 사업 추진의 체계성 확보와 더불어 R&D 성과 확산 및 실증 연계 강화를 위한 운영계획의 기반이 되었다.

주요행사명	세부내용	일정	장소
세부주관기관/ 자문위원 소속기업방문	과제 진행현황 점검/ 로드맵 업데이트 등	03월~10월 중	각 소속기업 (대면 또는 비대면 진행)
KORIES 통합회의	개발 및 실증분야 연계&협업 방안 논의	01월~12월 중 격월 진행	KOMERI 또는 KRISO (대면 또는 비대면 진행)
KEIT 성과 간담회	전주기 사업 세부과제 성과관리를 위한 KEIT와의 간담회	04월 29일	부산 아스티호텔
기술세미나	조선·해운 분야 기술개발 관련 전문가 기술세미나	06~11월 중 상시 진행	비대면 유튜브 실시간 스트리밍
전략세미나	조선·해운 분야 기술/시장/ 산업동향 관련 전문가 기술세미나	07월 15일	부산 아스티호텔
하반기 통합워크숍	마린엔지니어링학회 연계의 개발 및 실증분야 성과 공유	10월 중	한국마린엔지니어링학회장

02

개발분야 세부과제 별 착수보고회 개최

2026.03.19, 2026.04.16.~04.17.

친환경 선박 전주기 혁신기술개발사업 통합사업단(KORIES)에서는 개발분야 세부과제의 원활한 수행과 기관 간 협력체계 강화를 위해 내역사업별 착수회의 및 진도점검 회의를 정기적으로 추진하고 있다.

2026년 상반기에는 개발분야 주요 세부과제에 대한 착수회의가 순차적으로 개최되었다. 각 착수회의에서는 연구개발 목표 및 추진전략, 핵심 기술개발 방향, 연차별 성과목표 등을 중심으로 발표와 논의가 진행되었으며, 세부주관기관 및 참여기관 간 협업 체계와 향후 연계 추진방안에 대해서도 의견을 공유하였다.

사업단은 향후에도 세부과제별 정기 회의 참석을 통해 기술교류 지속 추진과 더불어 애로사항을 청취함으로써 과제 수행 현황을 점검하고, 세부과제 간 연계성 강화 및 사업성과 창출을 위한 협력 기반을 확대해 나갈 계획이다.



2026.03.19.
(대면) 선박용 탄소배출 완전 저감 내연기관 핵심기술 개발



2026.04.16.~17.
(대면) 20MW급 10kV 중대형 선박용 고전압 대용량 직류시스템 개발

03 PEMS 및 암모니아 연료공급장치 시연회 개최

2026.02.24., 2026.03.20.

친환경 선박 전주기 혁신기술개발사업 통합사업단(KORIES)은 친환경 선박 핵심기술의 실증 성과 공유 및 상용화 가능성 검증을 위해 PEMS 및 암모니아 연료공급시스템 관련 세부과제 시연회를 개최하였다. 먼저 「하이브리드 추진선박 에너지 통합모듈 시스템 개발 및 검증」 과제에서는 AI 기반 선박용 PEMS와 연료전지 연계 제어 시스템에 대한 HILS 기반 시연이 진행되었으며, 운전 모드 전환 및 통합 제어 성능을 검증하였다. 또한 「선박용 암모니아 연료공급시스템 개발」 과제에서는 육상 성능검증 시스템을 활용하여 다양한 운전 조건에서 연료 공급 안정성, 압력·유량 제어 성능, 구조 건전성 및 안전성 등을 종합적으로 검증하였다.

특히 이번 시연회를 통해 AI 기반 PEMS 통합 제어기술의 운용 안정성과 에너지 효율 향상 가능성을 확인하였으며, 암모니아 연료공급기술의 실선 적용 가능성과 상용화 잠재력 또한 검증하는 계기가 되었다.



2026.02.24.
(휴맥스모빌리티) 하이브리드 추진선박 에너지 통합모듈 시스템 시연회



2026.03.20.
(SB선보) 선박용 암모니아 연료공급시스템 시연회

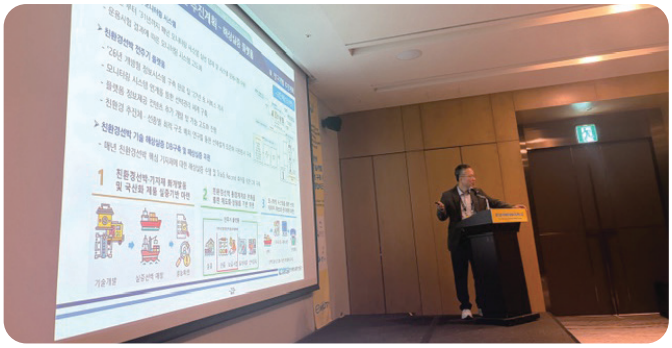
04

‘친환경선박 전주기 혁신기술개발사업’ 실증분야 전 내역사업 통합워크샵 추진

2026.03.26~03.27

친환경선박 전주기 혁신기술개발 통합사업단(KORIES)에서는 사업 내 과제들이 잘 수행될 수 있도록 매년 정기적으로 착수보고회와 진도 점검 회의를 진행하고 있다. 당해 연도에는 2단계 연구가 시작되는 시점에 맞추어, 1단계 성과목표의 미비사항을 점검하고 향후 보완 계획을 재정비하는 한편, 2단계 연구개발 추진 방향과 주요 현안사항을 종합적으로 검토하기 위해 실증분야 전 내역사업 통합워크숍을 추진하였다.
이번 워크숍에서는 각 내역사업별 개발 현황과 주요 이슈를 공유하고, 실증 단계에서 공통적으로 발생하는 애로사항과 기술 연계 방안 등에 대한 심도 있는 논의가 이루어졌다. 또한 과제 간 협업 체계를 강화하고 연구 수행 과정에서 필요한 행정 사항과 추진 방향을 공유함으로써, 사업 전반의 완성도를 높이고 실효성 있는 실증 성과를 도출하기 위한 기반을 마련하는 계기가 되었다.
사업단은 앞으로도 각 내역사업의 연구 수행 단계별 진행 상황을 지속적으로 모니터링하고, 기술적·행정적 지원과 함께 과제 간 협력 체계 구축 및 현안 해결을 위한 피드백을 제공함으로써 사업의 성공적인 추진을 적극 지원할 예정이다.






2026.03.26.~03.27.
친환경선박 전주기 혁신기술개발사업 실증분야 전 내역사업 통합워크샵

05

제13회 국제e-모빌리티엑스포 전시부스 참가

2026.3.24.~3.27.

친환경선박 전주기 혁신기술개발 통합사업단(KORIES)은 '제13회 국제e-모빌리티엑스포'에 참가하여 친환경선박 전주기 혁신기술 개발 사업의 주요 추진 현황과 연구성과를 소개하는 전시부스를 운영하였다.

이번 전시에서는 친환경 연료 기반 선박기술과 실증 인프라 구축 현황 등 사업을 통해 추진 중인 핵심 연구개발 내용을 중심으로 소개하였으며, 내역사업 간 연계성과 개발-실증의 기술 적용 방향을 중점적으로 홍보하였다.

또한 국내외 산·학·연 및 유관기관 관계자들과의 교류를 통해 친환경 해양모빌리티 기술 동향과 시장 전망을 공유하고, 향후 기술협력 확대 가능성에 대한 논의를 진행하였다. 이를 통해 사업의 대외적 관심도를 높이고, 친환경선박 분야 기술 확산과 대외 인지도 제고의 계기를 마련하였다.

본 전시는 사업 성과와 추진 방향을 대외적으로 공유하는 동시에, 친환경 해양산업 생태계 조성과 기관 간 협력 네트워크 확대를 위한 소통의 장으로서 의미 있는 역할을 수행하였다.





2026.3.24.~3.27.
제13회 국제e-모빌리티엑스포 전시부스 참가

06 연구성과 및 사업화 성과 관리 간담회 개최

2026.04.29.

친환경선박 전주기 혁신기술개발 통합사업단(KORIES)은 부산 아스티호텔에서 한국산업기술기획평가원(KEIT) 및 전주기사업 수행기관 관계자들과 함께 「친환경선박 전주기 핵심기술개발사업 연구성과 및 사업화 성과 관리 간담회」를 개최하였다. 본 간담회에서는 암모니아 연료추진선박, 하이브리드 전기추진선박, PEMS, 암모니아 연료공급시스템, 고전압 직류배전 시스템 등 세부과제별 주요 연구성과와 사업화 추진 현황을 공유하였다.

또한 AIP 인증, 실증 기반 구축, 시제품 제작, 선급 대응 및 실선 적용 추진 현황 등 사업화 연계 성과와 향후 추진계획에 대한 발표가 진행되었으며, 과제 수행 과정에서의 애로사항과 후속 지원 필요사항에 대한 논의도 함께 이루어졌다. 아울러 KEIT에서는 연구성과 및 사업화 성과 관리 강화를 위한 IRIS 성과 등록의 중요성과 과제 간 연계 협력 확대 필요성을 강조하였으며, 친환경 선박 분야 기술의 실질적인 산업 적용 및 사업화 확대를 위한 의견을 공유하였다.



2026.04.29.
연구성과 및 사업화 성과 관리 간담회

07 친환경 선박 전주기 혁신기술개발사업 추가 요구 신규과제 확인 및 2단계 사업 추진을 위한 기관 방문

2026.05.

친환경선박 전주기 혁신기술개발 통합사업단(KORIES)은 산업계 수요 기반 신규과제 발굴 및 2단계 사업 추진 방향 검토를 위해 2026년 4월부터 5월까지 HD한국조선해양, HD현대중공업, 한화오션, HMM 및 KLCSM, 삼성중공업 등 주요 조선·해운 기관을 방문하였다. 기관 방문을 통해 친환경 선박 분야 기술개발 현황과 산업계 요구사항을 확인하였으며, 무탄소연료·전기추진·탄소저감 기술 등 주요 기술 분야에 대한 의견을 청취하였다. 또한 현행 사업 수행 과정의 애로사항과 향후 추가적으로 필요한 기술개발 수요를 조사하고, 2단계 사업 추진을 위한 기술로드맵 보완 및 개발·실증 연계 방향에 대한 의견을 수렴하였다.

KORIES_친환경 선박 통합사업단
https://www.youtube.com/@KORIES/streams

친환경 선박 전주기
혁신기술개발사업 홍보동영상

http://www.kories.org

친환경 선박 전주기
혁신기술개발사업 통합사업단
Korea Organization for Innovative Eco-friendly Ship Technology Development