

빙해용 선박 및 해양구조물의 개발 현황

김현수(인하공업전문대학 선박해양시스템공학과)

요 약

국내 조선소와 학교, 연구소에서 1990년대 중반 이전의 빙해선박에 대한 연구는 거의 이루어지지 않았다고 해도 과언이 아니다. 하지만 2000년대 초반부터 러시아가 St. Petersburg항을 통해 본격적으로 원유를 수출하기 시작하면서 내빙선 시장이 호황을 맞이하게 되었고 빙해선박 특히 내빙선박에 대한 관심이 집중되었다. 당시에 한국의 조선소들은 FMA rule 상의 엔진 출력이 과도한 것을 인지하고, 적절한 엔진 사양을 파악하기 위한 공격적인 연구개발로 ICE Class 1A, 1B, 1C의 선박을 상당히 많이 수주하여 선주에게 인도하였다. 또한 Ice belt의 구조적인 보강을 하기위한 설계와 연구가 활발히 진행되었다.

내빙선에 이어 쇄빙선의 연구에 관심을 집중시킨 선박은 최근 실해역에서 활동 중인 연구 조사선 "아라온" 호이다. 아라온호는 설계와 건조가 국내 조선소에서 이루어졌으며, 학계와 조선소 및 연구소에 쇄빙선에 대한 관심을 불러 일으켰다. 이와 비슷한 시기에 삼성 중공업에서 세계 최대 쇄빙선인 70K shuttle tanker를 수주 및 인도하면서 대형 쇄빙선 시장이 개척되어 국내외 조선소의 큰 관심을 불러일으키고 있다.

쇄빙 기술이 응용된 선박으로 Drill ship과 LNG FPSO등이 수주되어 현재 설계를 진행 중이다. 가장 최근에 현대중공업에서 수주한 원통형 FPSO의 경우 북해 지역에 투입을 목적으로 언론에 발표된 것과는 달리 발주처와 유럽의 관련 연구기관에서는 러시아 유전지역 투입을 염두에 두고 쇄빙관련 연구를 진행한 것으로 파악되고 있다. 본 기고에서는 이러한 빙해선박의 개발 및 건조 사례 현황을 기술하고, 향후 수주가능성이 있는 쇄빙선 분야와 조선소의 대응 전략 등에 대해서 정리해 보고자 한다.

개 요

지구온난화가 진행되면서 환경재앙의 우려가 많은 사람들의 의식 속에 자리 잡고 있지만 얼어있던 땅과 바다가 녹으면서 이를 활용할 계획을 세우는 사람들과 빙해 공학이 만나서 조선과 해양 구조물을 다루는 기술자와 관련 산업에 새로운 기회를 제공하고 있다.

빙해 혹은 얼음의 환경이 삶의 한 부분인 북극해 연안의 국가들은 생존의 의미로 빙해공학 분야와 생물분야 등에 많은 노력을 경주해 왔다. 구조선과 보급선, 호위선, 연구선이 대부분이었던 쇄빙선 분

야에 대형 쇄빙선이 실제 운항하는 시대로 접어들면서 기술적인 확신은 북극해 자원에 초점이 맞추어져서 세계적인 원유회사와 중공업 업체 그리고 선진 엔지니어링 회사가 지속적으로 새로운 시도를 하고 있다.

북극해 항로의 개발을 위한 기술적인 검토로 INSROP이 이미 완료되었고, 이를 바탕으로 북극해 항로를 개척하기 위한 다양한 노력이 지속적으로 진행되고 있다. 일부 해역의 얇은 수심, 영하 40도 이하의 극한 조건, 두꺼운 얼음 두께 등의 조건에도 불구하고 이들의 노력은 계속되고 있다. 2009년



9월 여름이기는 하지만 세계 최초로 아시아에서 북극해를 거쳐 유럽으로 항해한 총톤수 9,600톤급의 선박이 출현했다. 독일의 해운회사인 Beluga 소속의 두 선박은 울산에서 암스텔담까지의 항해에 성공했다. 이러한 해운시장의 북극해 항로 개척에 대한 환경적 변화와 쇄빙선 분야의 기술적 발전은 이 지역의 관심을 두고 있는 산유국, 조선소, Engineering 업체 및 주요 oil Major의 지속적인 연구개발 노력으로 가능한 것이었다. 본 기고에서는 우리나라 빙해선박의 건조 사례와 빙해용 해양 구조물의 수주 사례를 개략적으로 정리해보고 향후 시장에 대한 대응전략을 언급해 보고자 한다.

내빙 선박

내빙선의 개발 초기인 2000년 초반에는 선폭이 40m를 넘는 Aframax 선박을 FMA(Finnish Swedish Maritime Association) Rule로 최소 요구 마력을 계산하면 Ice class 등급(1A, 1B, 1C)에 따라 다르지만 일반 해역만을 항해하는 선박의 경우에 비해 상당히 큰 엔진을 장착하도록 요구 되었다. 하지만 빙수조 모형시험 결과를 활용한 공격적인 대응으로 새로운 모형시험이 없이도 DLWL (Design load waterline) 주위의 선형 변환을 통해 Rule과 선주가 만족할 만한 선박을 설계 및 건조하여 상당히 많은 선박이 인도 되었다.



Fig. 1 The vessel operating in Baltic Sea

당시의 내빙 선박은 기존에 사용하던 엔진 크기를 증가시켜 출력을 키우지 않고도 선주와 Rule에서 만족하는 선박을 개발하였다. 이것은 선수 선형

의 수선면선을 수정하여 ice flow를 개선하여 빙제거 저항 성능을 향상시키는 목적과 일반해역에서의 속도 성능을 오히려 개선시키는 방향으로 진행되었다. 또한 Rule에 따라 ice belt를 구조적으로 보강하고, 추진기의 날개 두께를 보강하는 설계를 하였다. 하지만 추진기를 CPP나 POD등으로 바꾸지 않고도 저속에서 높은 출력으로 엔진과 프로펠러의 성능이 조합되어 만들어 내는 출력이 빙저항보다 커서 원하는 성능인 ice channel에서의 5 knots 성능을 만족할 수 있었는데 이와 관련되어 Kim 등(2004a)이 논문을 발표한 바 있다.

현재 국내 조선소의 기술수준은 Arfamax와 Suezmax 급의 선박까지도 FMA 1A를 만족하는 선형이 국내 각 조선소에서 개발 되어있다. 또한 1AS 급의 선박도 큰 어려움 없이 설계할 수 있는 능력을 보유하고 있다.

하지만 최근 몇 년간 Baltic sea 에서 이상 기후로 인해 발생한 빙해역의 변화로 해난사고가 증가하여 FMA에서 rule을 강화하는 움직임에 주목할 필요가 있다. 새로운 rule은 얼음의 두께가 Baltic sea 의 가장 두꺼운 얼음을 기준으로 만들어져서 이에 대비한 엔진 출력과 선체 보강 등을 준비해야한다.

쇄빙 선박

2000년 초반 쇄빙선에 대한 연구가 국내에서 진행되면서 연구 결과가 Kim 등(2004b, 2006)에 의해 소개된 바 있다. Kim 등(2004b, 2006)은 선수 선형의 형태에 따른 모형시험 결과와 일반해역과 빙해역을 같이 운항하는 선박에 대한 설계 주안점



Fig. 2 70k shuttle tanker (Icotech 2008)

을 제공하였다. 국내에서 최초로 개발된 대형 쇄빙선은 70K shuttle tanker로 Park (2008) 등에 의해 개발 결과가 잘 소개 되어있다.

이 선박은 러시아의 Varendy에서 Murmansk를 운항하는 러시아 Rule LU7 정도의 선박으로 1.5m ice thickness에 20cm의 snow가 덮인 빙해역을 3 knots의 속력으로 운항 할 수 있는 성능을 가지고 있다. 이 선박은 70K의 선박이지만 선수의 bulbous bow를 가지지 못하기 때문에 주요 제원은 Aframax 급에 해당하는 선박이다. 일반해역에서의 성능은 구상선수가 없으므로 인해 구상선수가 있는 선박에 비해 속도 성능이 떨어진다.

70K 쇄빙상선의 인도와 병행하여 국내에서 건조된 쇄빙형 연구 조사선인 아라온호는 최근 성공적으로 시운전을 마치고 세종기지를 운항하고 있으며 8월에 북극 처녀 항해임무를 완수하고 북귀하였다. 아라온 역시 1.5m의 빙 두께에서 3 knots로 운항이 가능하도록 설계되었다. 아라온은 남극과 북극을 모두 운항할 목적으로 건조되어 적도까지도 운항해야 한다. 언론 등을 통해 잘 알려진 바와 같이 보급, 연구, 구조의 임무를 모두 수행할 수 있다.



Fig. 3 Arctic Sea operation of Araon

빙해용 해양구조물

일반 선박과 구별하기 위해 Topside 설비가 있는 선박을 해양 구조물로 분류 할 경우 Drill ship 과

FPSO 선박은 해양 구조물의 성격을 가지고 있다. 그런 의미에서 세계 최초의 빙해용 해양구조물은 내빙 설계 개념이 도입되어 2008년 삼성중공업과 계약된 Stena Drillship 이다. (이데일리경제 2008. 05. 01 인용).



Fig. 4 Ice strengthening Drill ship

이 선박은 내빙형 선박으로 기존에 Canada 북동부 지역에 설치된 고정식 platform인 white rose 등과는 설계 개념에서 차이를 보이는데 기존의 고정식 해양구조물은 유빙이 올 경우 빙저항을 이겨내는 것이 설계의 방향이지만 Drill ship의 경우 pack ice나 약한 유빙이 올 때는 견디지만 과도한 유빙이 올 때는 drilling 장비의 연결을 분리하고 일시적으로 해역을 벗어나는 개념을 가지고 있다.

현재 설계와 건조가 진행 중인 이 선박은 시장에 많은 주목을 받고 있으며, 향후 북극해 지역에 투입을 목적으로 쇄빙에 목적을 둔다면 Drill ship의

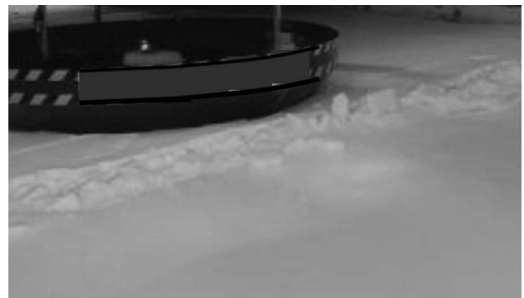


Fig. 5 Ice model test of Goliat FPSO



형태도 쇄빙의 형태를 갖아야 할 것으로 판단된다. 이에 대한 대안으로는 Fig. 5와 같이 최근 Goliat filed에 투입되는 원통형 FPSO에 적용된 쇄빙 개념이 유용하리라고 판단된다.

향후 빙해용 Project 및 대응 방안

세계경제의 위기에 이어 그리스에서 시작되고 있는 유럽의 경제 위기 등으로 인해 세계 경제에서 조선업계는 일반선의 경우 수주량을 회복해 가고 있으나 해양구조물과 특수선의 회복세는 둔화되어 아직 회복의 신호가 보이고 있지는 않다. 이러한 추세의 여파로 발주가 임박한 것으로 여겨졌던 Baffin island의 ice breaking bulk carrier가 현재 시장에서 소강 상태에 빠져 있다. 또한 LNG 선박 시장은 2008년 전후로 거의 발주 소식을 접하기 어렵게 되었다. 하지만 향후 LNG 시장은 러시아와 노르웨이 그리고 세계 굴지의 석유회사들이 많은 노력을 들이고 있는 Stockman field 등 북극해를 향한 LNG선박, FPSO 선박, LNG-FPSO 선박 등이 될 가능성이 크다.

최근 현대중공업에서 수주한 세계 최대 원통형 FPSO는 Norway Goilat Field에 투입될 예정을 가지고 있다. 이 해양 구조물은 North Sea에 투입 될 것으로 발표되었으나 ice field에서 성능을 위한 Engineering 과정을 마친 것으로 확인되고 있다. Fig. 5는 이 해양구조물의 ice ridge 모형시험을 하는 사진을 보여주고 있다.

이 해양구조물은 1.9m 평탄빙의 500kPa 강도를 가지고 있는 빙상조건에서 모형시험이 진행된 것으로 알려졌다. 또한 ice Ridge에서 모형 시험을 수행하였는데 개략적인 ridge의 길이는 10m keel depth는 20m, sail 높이 5m 정도이다. 이 해양구조물은 원통형의 구조물이나 상부에는 경사를 주어 Deck area를 넓혔다. 쇄빙 개념의 접목은 Ballasting을 통해서 하였다. 일반해역 상황에서는 원통형 구조를 그대로 사용하지만 빙해역 환경이 될 때는 일반 쇄빙선의 선수각 형태로 설계된 경사를 이용하여 쇄

빙을 하는 개념이다.

최근 멕시코만에서 발생한 폭발 사고로 해양구조물 한 기가 파괴되어 엄청난 재난을 겪고있는 중이다. 이 해난사고는 아직도 수습단계에 있는 대형 사고로 앞으로 설계될 해양 구조물은 어떤 형태로든 이 사고의 영향으로 설계 보강을 요구하는 사회적 혹은 정부 및 관련 기관의 요구에 직면하게 될 것이다. 하지만 빙해역을 향한 엔지니어링 기술은 북극해를 향해 지속적인 도전을 할 것이다.

세계의 대형 중공업 업체를 모두 보유한 한국으로서 빙해성능을 포함한 해양구조물의 설계와 건조는 고가의 상품으로 사업관점에서 좋은 기회이다.

이러한 빙해 기술의 발전에 바탕이 될 실험 설비로 대표적인 것이 빙해 수조를 꼽을 수 있다. 오랜 노력과 준비로 때마침 준공된 MOERI의 빙해수조를 이용하여 각 조선소들이 설계의 자유를 마음껏 발휘하여 그들만의 idea로 다양한 feasibility study를 할 수 있을 것으로 보인다. 또한 우리의 빙해 선박 설계 기술과 idea가 무방비 상태로 유럽의 수조를 통해 그대로 외국에 유출되던 관행이 멈추고, 이제는 국내 조선소끼리의 선의의 경쟁으로 전환할 것으로 판단된다.

하지만 빙해 기술과 관련해서는 현장(Ice field)의 경험과 환경을 이해하는 것이 무엇보다도 중요한 만큼 북극해 연안국 주도로 선주 및 선급과 같이 수행하는 concept design project에 어떠한 형태로든 참여하는 것이 이러한 미래의 기술의 방향을 따라갈 수 있을 뿐 아니라 좀 더 선도적인 빙해용 해양구조물과 선박의 설계를 가능하게 하는 가장 좋은 선택으로 확신한다. 하지만 이러한 노력이 어려울 경우 MOERI의 빙해 수조를 이용한 독자적인 연구 개발과 학회나 포럼, 전시회를 통한 소개 및 선주를 향한 직접적인 접촉도 선주들에게 좋은 이미지를 제공하여 기술의 단계를 끌어 올리는 계기가 될 것으로 판단된다.

결론

본 논문은 지금까지 수주되거나 개발된 선박에 대해 개략적인 추세를 파악해 보고 향후 진행될 쇄빙선 및 해양구조물 분야에 대해 언급함으로써 빙해 공학과 접목된 조선 산업이 북극해 관련 여러 학문의 한 분야로서 차별한 준비를 통해 세계 일등을 지속하는데 일조를 하기를 바람에서 정리되었고 내용을 요약하면 다음과 같다.

- (1) 국내의 내빙선 기술은 이미 상당히 높은 수준으로 선주의 요구를 만족시켜 상당히 많은 수의 내빙선이 건조 되었지만, 최근에 Baltic Sea의 잦은 사고로 인한 FMA Rule 강화의 움직임에 준비가 필요하다.
- (2) 대형 쇄빙선의 인도와 아라온호의 건조로 국내의 쇄빙선 건조 및 설계 기술은 검증 단계를 지났으며 경제위기 이후에 LNG 선박 등에 적용될 빙해기술을 준비가 요구된다.
- (3) 해양구조물에 쇄빙 기술이 접목하려는 노력이 많이 진전이 된 상황으로 이에 대비한 준비가 필요하며, 국내 빙해수조를 활용하여 주요 선박의 요구에 효과적으로 대응할 필요가 있다.

참고 문헌

- Kim, H.S., Ha, M.K., Baek, M.C., Kim, S.Y., Park, J.W., Chun, H.H., 2004a, "Development of 115K Tanker Design adopted Ice class 1A," Journal of the society of Naval Architects of Korea, Vol. 41 No. 6, pp. 120-125, 2004. 12.
- Kim, H.S., Ha, M.K., F.M. Williams, D. Molyneux, Chun, H.H., 2004b, "Speed-power performance of 95,000 DWT Arctic tanker design," JOMAE (Journal of Offshore Mechanics and Arctic Engineering Transactions of ASME) Vol. 127, pp. 135-140.
- Kim, H.S., Ha, M.K., Ahn, D., Chun, H.H., 2006, "Comparison study on the resistance Characteristics of an Arctic Tanker and a General Tanker," Journal of the society of Naval Architects of Korea, Vol. 43 No. 1, pp. 43-49.
- Park HG, Lee YC, Ahn SM, Hwangbo S M, Jung HC, Lee JH (2008). "A study on Bow Hull form Design and Propulsion Type for Ice breaking Vessel with the balance of Open and Ice performance," ICETECH 2008, No. ICETECH08-108-RF. ⚓

김 현 수 | 인하공업전문대학 선박해양시스템공학과



- 1964년생
- 2005년 부산대학교 공학박사
- 관심분야 : 쇄빙선박 빙성능해석
- E-mail : hyunsookim@inhac.ac.kr