

ARC7 조건용 해양구조물 빙모형시험 / 성능 검증기술 개발

송형도, 김영식 (선박해양플랜트연구소)

1. 서론

극지 및 극한 기후 환경 해양구조물 시장규모는 2012년에 약 15조원으로 추정되었고 2030년에는 약 100조원 이상의 시장(전 세계 해양구조물 시장의 약 20% 규모)이 형성될 것으로 전망된다. 또한, 그림 1과 같이 기후변화의 영향으로 북극 빙해 면적이 현저히 감소하는 경향을 보이고 있으며, 이에 따라 세계적으로 극지 개발에 대한 활발한 움직임이 나타나고 있다. 국내 조선해양산업이 북극과 같은 극지환경 시장에 진출할 때 세계 메이저 기업과의 경쟁은 불가피하며, 이들과의 경쟁을 위해 정부는 산·학·연 주도의 극지 환경 해양 엔지니어링 원천 기술 개발 사업을 추진하고 있다. 이러한 환경에서 선박해양플랜트연구소(이하 KRISO)는 '위치유지와 계류 시스템을 적용하여 ARC7 조건에서 연중운용이 가능한 북극해 기반 부유식 해양구조물 형상 개발' (이하 ARC7) 과제를 수행 중이며, 전체 연구 수행 5개년 중 현재 4년차 연구를 수행하고 있다. 본고에서는 현재 수행중인 ARC7 과제의 목적과 KRISO가 담당하고 있는 극지 해양구조물 성능평가 기술개발 내용을 소개하고자 한다.

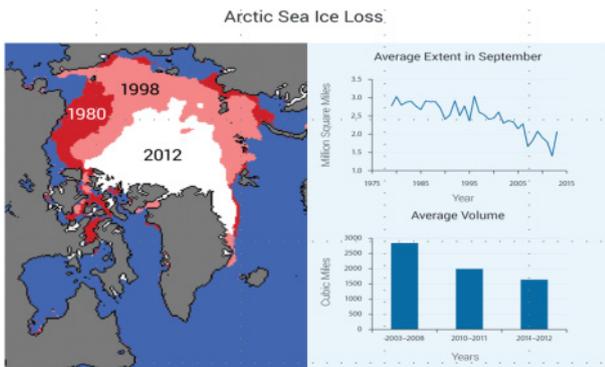


그림 1 북극 빙해 분포의 연도별 변화

2. 본론

ARC7 과제 목표는 극지 환경 중 ARC7 조건에서 동적위치유지(dynamic positioning, 이하 DP) 및 계류 시스템을 동시에 적용하여 연중 운용이 가능한 부유식 해양구조물의 형상을

개발하는 것이다. 이를 위해 KRISO, 삼성중공업, 한국선급, 부산대학교, 한국해양대학교, 동의대학교, 인하공업전문대학의 7개 기관이 연구개발에 참여하고 있으며, KRISO의 연구개발 내용은 다음과 같다.

KRISO의 목표는 빙해수조를 활용한 극지 해양구조물의 성능평가 모형시험 기반구축 및 성능평가 기술개발이다. 극지 해양구조물의 성능평가는 설계 형상의 성능검증뿐 아니라 성능개선을 위한 피드백도 가능하도록 기술개발이 수행되어야 한다. 이를 위해 극지용 DP 시스템, 계류 시스템 성능평가 및 유빙 입사각에 따른 빙하중(ice load) 평가 모형시험 기법을 개발하고 있다.

극지 해양구조물의 DP 성능평가 모형시험을 수행하기 위해 그림 2와 같은 모형시험용 DP 시스템 및 DP 모형시험 기법을 개발하였다. 극지 해양구조물 모형시험용 DP 시스템은 극지 환경외력 작용에 의한 해양구조물 운동이 발생할 때 해양구조물의 6자유도 운동을 실시간으로 계측하는 운동계측 시스템, 계측된 운동 데이터를 기반으로 해양구조물의 위치유지를 위해 필요한 제어력과 추력 분배 알고리즘을 통해 각 추진기가 작동해야 하는 목표 입력 값을 계산하는 DP 제어 시스템, 해양구조물의 추진력을 발생시키는 추진시스템 등으로 구성된다. 이러한 구성 시스템들의 순환적 작동에 의해 극지 해양구조물의 DP 모형시험이 가능하게 된다. 모형시험용 대용량 아지머스(azimuth) 및 터널(tunnel) 추진시스템, 최소 빙하중 작용 조건을 자동으로 생성하는 icevaning제어 알고리즘 등이 본 연구를 통해 개발되었다.

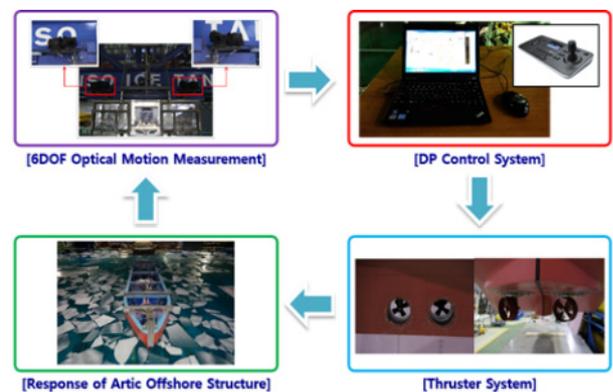


그림 2 극지 동적위치유지(DP) 성능평가 모형시험 기법

극지 해양구조물의 계류 성능평가를 위해 새로운 계류 모형시험 기법이 개발되었다. 일반적으로 수행되는 계류 모형시험은 수조 바닥에 계류선을 설치하고 환경외력이 작용하는 동안 부유식 해양구조물의 운동 및 각종 응답을 관찰하는 방법이다. 그러나 빙해수조의 경우 모형시험용 해빙 생성을 위해 수조 바닥에 수중 전자 및 각종 구조물이 설치되어 있어 그 특성상 기존 계류 모형시험 기법 적용이 어렵다. 이러한 상황을 극복하기 위해 수중이 아닌 수상에서 계류 강성을 모사하여 해양구조물에 작용시키는 건식계류시스템(dry mooring system)이 개발되었다. 건식계류시스템은 그림 3에 보이는 바와 같이 계류지지프레임, 계류강성발생장치로 구성된다. 극지 계류 모형시험을 수행하기 위해 극지 해양구조물의 실시간 운동계측을 위한 운동계측 시스템이 개발되었으며, 터렛(turret) 계류 장치, 계류장력 및 선체가 받는 힘과 모멘트 계측 장치, 비선형 계류강성 모사 장치 등이 개발 중에 있다.

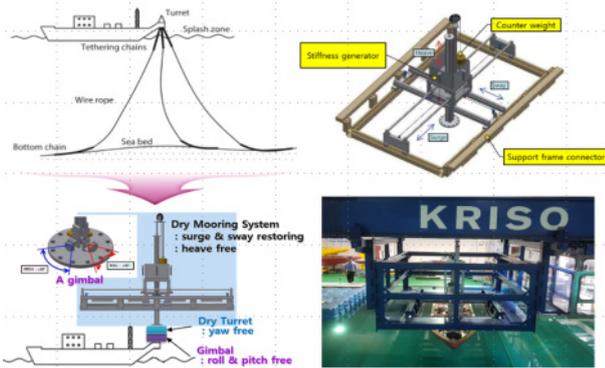


그림 3 극지 계류 성능평가 모형시험 기법

유빙 입사각에 따른 빙하중 평가를 위해 빙해수조 예인전차에 설치할 수 있는 턴테이블(turn table)을 그림 4와 같이 개발하였고, 모형시험을 통해 유빙 입사각에 따라 변화하는 빙하중 특성을 평가할 수 있게 되었다. 유빙 입사각 및 유빙 속도에 따라 작용 빙하중의 극명한 차이가 발생하므로 이를 정밀하게 측정할 수 있는 다축 로드셀(load cell)을 개발하였다. 또한 유빙 크기, 두께, 분포, 집적도 등과 같은 다양한 빙 파라미터 변화에 대한 빙하중 특성을 파악하는 모형시험 절차를 세계 최초로 정립하고 있다.

3. 결론

전 지구적 기후 변화 및 북극 해양 자원의 잠재력을 고려할 때 극지 해양 엔지니어링 기술 개발은 新 조선해양 강국으로

발돋움하는데 필수적으로 필요한 기술이다. 따라서 정부의 지원으로 수행되는 본 ARC7 과제는 큰 의미를 갖고 있으며, 연구자들은 본 과제를 통해 극지 해양 엔지니어링 기술 기반을 구축하고 이를 토대로 더욱 진보된 극지 해양 기술 개발을 위해 노력할 것이다.

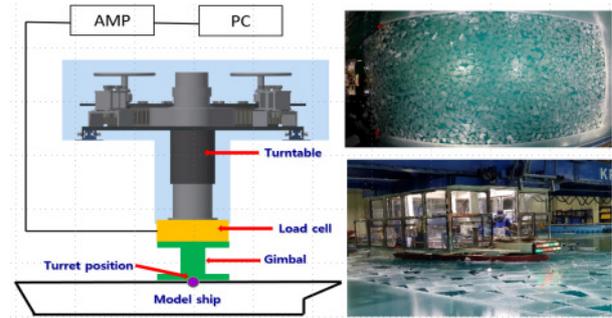


그림 4 유빙 입사각에 따른 빙저항 모형시험 기법

참고 문헌

Kim, Y.S. [A Study on the Nonlinear Thrust Allocation Algorithm for the DP system, Proceedings of the Annual Autumn Conference, KSOE] (2017)
 Song, H.D. [An experimental investigation on the mooring performance of a turret moored Arctic offshore vessel, Proceedings of the 34th ISOSPO] (2019)
 Song, H.D. [Study on the Arctic DP model testing method with KRISO ice tank, Proceedings of the Annual Winter Conference, Arctic Technology Research Group] (2017)
 김철희 [Managed Pack Ice 조건에서 유빙입사각에 대한 Ice Load 계측 시스템 개발, 해양공학회 추계학술대회] (2018)



송형도

- 1988년생
- 2015년 서울대학교 조선해양공학과 석박통합과정 수료
- 현 재 : 선박해양플랜트연구소 기술원
- 관심분야 : 추진시스템, 해양구조물 운동해석
- 연락처 : 042-866-3965
- E-mail : hdsong@kriso.re.kr



김영식

- 1977년생
- 2018년 한국과학기술원(KAIST) 기계공학과
- 현 재 : 선박해양플랜트연구소 선임연구원
- 관심분야 : 해양시스템 제어 및 성능평가
- 연락처 : 051-604-7824
- E-mail : yskim@kriso.re.kr