

극지 운항선박의 Ice Engineer 직무교육 과정 개발에 대한 연구

이우근* · 노범석**

*, ** 한국해양수산연수원 교수

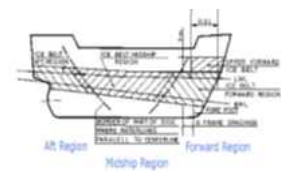
요 약 : 극지해역 운항선박은 주 추진시스템 및 선박 장비들이 일반 상선과 다른 경우가 많다. 따라서 극지운항 선박의 기관사들은 각종 장비 및 시스템에 친숙해져야 할 필요가 있다. 이 연구에서는 교육 및 훈련을 통해 극지 운항 선박에 승선하는 기관사관의 자질 향상을 통해 극지 운항 선박의 안전운항을 도모하는데 있다. 또한, 그러한 자질 향상을 위해 필요한 Ice Engineer 교육 프로그램 방안을 모색하였다.

핵심용어 : 극지운항 선박, Ice Engineer(극지 기관사), 쇄빙선, 내빙선, Azimuth thruster, 전기추진, Sea chest, Ice navigation

서론

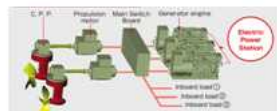
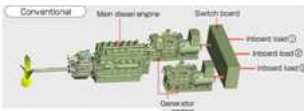
1. 극지운항 선박의 종류
2. 극지운항 선박에 따른 기관의 종류 및 특성
3. 극지운항 선박 기관 준비사항
4. 극지운항 선박 기관 사고사례
5. 극지운항 선박 기관사 교육 프로그램 필요성
6. Ice-Engineer(극지 기관사) 직무 교육 과정
7. 결론 및 제언

1. 극지운항 선박의 종류



- 쇄빙선 : 해빙(海氷)을 깨는 배이며, 선체의 무게로 해빙을 눌러서 깨기 때문에 배의 선수가 동그스름하고 수면과 만나는 각이 20° 정도로 보통 배에 견주어 작다
- 내빙선 : 얼음이 떠 있는 바다를 항해할 수 있는 배이며, 선체의 외관을 다른 선박들보다 단단하게 하여 어느 정도 얼음의 충격을 견딜 수 있도록 함

2. 극지 운항 선박에 따른 기관의 종류 및 특성



- 쇄빙선 : azimuth thruster/ 전기 추진
- 내빙선 : 전통적인 방식 / 전기 추진

3. 극지 선박 기관 준비 사항

(1) 선급의 극지 운항 선박의 기관 설비점검 리스트(KR 기준)

가. 일반사항			나. 주요 점검사항		
번호	내용	상태	번호	내용	상태
1	해마다 하역에 접근할 때는 최소한 7일간 항해가 연장되는 것에 대비하여 충분한 연료의 충전을 실시하도록 한다.		1	선박의 주급 시스템은 수온 낮아져서도 운영을 고의한 상태로 계속 시 한다.	
2	트레이스 시험 시안을 사용할 수 있는가 ?		2	스페이스 시험을 한다.	
3	연소실 공기 가열 시스템을 재확인하는 데로 다열 엔진 개성 시험 시험과 가열 시스템에 가할 수 있는가 ?		3	오일 탱크 시험을 한다.	
4	구축 스페이스 시험을 한다.		4	구축 통풍은 정기나 보조기를 사용한다.	
5	밸브스프 해수 계승판 탱크 (일정된 경우) 로 교환한다.		5	구축 통풍에서 수분을 제거하고 콘트롤 룸의 습도를 저하시키 위해 건조 이어서소프탈 당물을 사용해야 한다.	
6	오일 탱크 시험을 한다 (중기 탱크는 파이프가 파지는 것을 방지할 수 있도록 검사 한다)		다. 송/취급 시스템		
7	모든 송기 트레일링 라인이 탈선회피도록 한다.		1	물위 계측 '보통'은 '정온' 파이프의 파열/과열로 물이므로 '일체' 정 스 탱크를 확인한다.	
8	디젤유 잠전물과 서비스 탱크를 30 °C 까지 가열한다.		2	항수 탱크 배탈을 유지한다.	
9	폭스 누적을 방지할 수 있도록 디젤유 탱크를 매일 청소한다.		3	항수 탱크 크레인을 유지한다.	
10	온풍유 및 증기 정화 장치는 계속적으로 가동한다.		4	항풍 가열기를 제거하기 위해 소량의 항수가 계속 순환하도록 한다.	
11	연마관 (스핀) '폭발' 탱크수 탱크는 '해' '저' 압도록 유지한다 (최대 1회 이상)				
12	물위 저나가는 각 여부를 점검할 수 있도록 선의 골덴드를 정기적으로 확인한다.		5	물위 계측 '보통'은 '정온' 파이프의 파열/과열로 물이므로 '일체' 정 스 탱크를 확인한다. 시간이 지체되면, 해수면 저하를 물 배출이 잘 되지 않는 것은 해수 배출수를 통해 물이니 증기를 배출시킨다. 필요한 경우, 소량의 (환기)으로 안전한 통풍 방지제 또는 소금을 사용하지 않는 해수 트레일링 파이프에 추가한다. 추후에 열 계 제거할 수 있도록, 고부 조수를 설정한다.	

* 연회원, lwk@seaman.or.kr
** 연회원, 1017bada@hanmail.net

3. 극지 선박 기관 준비 사항

라. 주기관 연수 시스템

번호	내용	상태
1	인버전에서 해수 온도를 유지한다 (45 °F 또는 7 °C)	
2	필요한 대로 해수 펌프 장치 그리드/모든 밸브 적절히 작동한다	
3	해수 펌프의 작동 및 배를 점검할 준비하고, 해수 장치가 얼음이 형성되는 인도가 보이면, 운전을 중단한다. 이는 얼음/흐름 때문에 발생할 수 있다. 공기 주입 조는 항상 준비해 둔다. 필요한 경우 해수 장치가 전히 배를 펌핑을 중지해 보라.	

마. 배분 시스템

번호	내용	상태
1	제거된 공기 흐름이 적정 및 '죽은' 영역의 위험이 적을 때까지 적절 달는 것을 방지할 수 있도록 통풍을 감소시키고 그리드/모든 배 분배를 설정한다	
2	다양 부동 구역에서 얼음을 얼고 통풍을 줄이는 것이 엔진실 공간 내에 형성되는 높은 온도가 발생하도록 하게 않는다(엔진실 내에서 공기 재순환은, 이 것이 발생해 얼음 수축에 의해 가스를 발생시킬 수 있기 때문에, 항상 주의한다)	
3	필요한 대로 배를 분배를 닫는다.	
4	엔진이 표기되는 대로 엔진실 통풍량을 증가시키거나 그리드/모든 배 분배를 닫는다.	
5	엔진 통풍을 유지할 수 있도록 배를 개방한 후에 얼음/얼음으로 가릴 수 있는 인도가 최소로 유지되어야 한다	
6	필요한 대로 엔진실 배 분배를 사용한다.	

바. 예비 블로워

번호	내용	상태
1	중기 수위가 떨어지는 경우를 대비해서 테스트 시 가능하다.	

사. 조난 잠수 출항 구획

번호	내용	상태
1	스태비스 제어를 한다.	
2	스태비스 제어가 없는 경우, 시달 명령을 계속 가동하고 저온 구역에만 공기를 사용한다.	
3	요일 체크 제어를 한다.	
4	구획 통풍은 언제나 보조력을 사용한다.	

오. Bow-Thruster Room

번호	내용	상태
1	스태비스 제어를 한다.	
2	요일 체크 제어를 한다.	
3	구획 통풍은 언제나 보조력을 사용한다.	

3. 극지 선박 기관 준비 사항

(2) 극지 국가의 극지 운항 선박 기관 준비 점검 리스트(캐나다 기준)



MARINE SAFETY GUIDE CHECKLIST FOR OPERATION IN ICE INFESTED WATERS

ITEM	CHECK	REMARKS
1. Are there adequate ISM procedures for winter navigation (navigation, cargo and engine room operations)? Are they up-to-date and ship specific?		
2. Keep maximum ballast with the least trim.		
3. Observe cold weather precaution procedures concerning ballast (slack tanks, precaution to prevent vents and sounding pipes from freezing, etc.)		
4. Both anchors must be free of ice and be ready for immediate use.		
5. Pilot transferring equipment and boarding procedures to be maintained and safe for winter conditions.		
6. Avoid freezing spray. It's better to lose a few hours than a complete week in port 'off hire' with an expensive de-icing shore crew. Ice accretion damages and unavailability of mooring equipment, life saving and firefighting equipment can lead to a detention. Ship stability could be impaired.		
7. Lifting and firefighting equipment should be maintained ice free and available at all times.		
8. Deck and muster stations must be kept free of snow and ice. Use salt/sand to prevent slippery deck.		
9. Keep both radar antennas working, if possible?		
10. Fog horn should be operational (blow every hour during freezing spray conditions).		
11. Keep deck hydraulic equipment on.		
12. Close as much as possible space vents to keep unnecessary cold air from coming in.		
13. The entire crew must be provided with proper winter clothing. This is not only for those working outside but also for all to face any emergency situations.		
14. Wheelhouse heating to be sufficient to prevent window frosting.		
15. HVAC humidity to be less than 40% to prevent frost on wheelhouse windows.		
16. Make sure lifeboat engine(s) and emergency generator are filled up with appropriate antifreeze.		

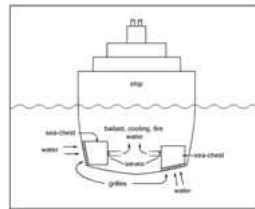
3. 극지 운항 선박 기관 준비 사항

17. Make sure life boat engine(s) and emergency space are properly heated (appropriate temporary heating could be an option). Consider changing fuel oil for Arctic diesel oil. Start emergency engines on a regular basis if no heat is available.		
18. Fire line to be drained and blown with air (make sure lowest part of piping is provided with drain cock and main line going through deck is drained as well).		
19. Start to operate sea water recirculation system before entering into ice. Supercooled water with no ice cover could do sea water suction almost immediately (experience shows that this could occur as deep as 11.5 m draught).		
20. Complete written procedures for operation of sea water cooling recirculation system to be made available for ER crew.		
21. Clipping up of sea water intakes often happens during sudden changes of main engine(s) load (maneuvering and port transfers). BE READY!		
22. Maintain sufficient engine room personnel on watch while navigating in ice infested waters. Make sure they know what to do. C/E's night orders to reflect actual navigation conditions. Watch changeover - beware of ice conditions.		
23. Clean both high and low sea water intakes before entering winter zone.		
24. Use only low sea suction at a time, specifically the low sea suction. NEVER USE THE SEA SUCTION WITH THE STRAINER BASKET OUT.		
25. Open steam to standby sea suction to maintain it free of friction. (NOTE: steam will not be able to keep sea water suction ice free during normal operational flow).		
26. Have all the tools and lifting gear ready to clean sea water strainer at a moment's notice (remember a basket strainer full of ice is very heavy) - and could take 30 to 45 minutes to clean it out. Side level will rise after each cleaning.		
27. Make sure sea chest vent is not choked (frozen) and its valve is left open. NEVER USE COMPRESSED AIR TO CLEAR SEA CHEST IN OPERATION, this will create an airlock in the SW cooling system.		
28. Main sea water cooling overboard discharge valve to be kept open only 5% to 10% even with automatic temperature control. Keep sea water pressure lower than fresh water and lower than lubricating oil system pressures.		
29. Keep sea water inlet at about 32 °C.		
30. Keep an eye on seawater pressure in drop in pressure = loss of suction & discharge pressure hurting a airlock!		
31. Keep other sea water cooling overboard valves shut as much as possible (auxiliary engines & condenser, etc)		
32. Keep steering gear system on and close space vents as much as possible.		

DISCLAIMER: This checklist should only be used as a guide. It does not relieve Master and ship officers' responsibilities. Transport Canada shall not be responsible for the manner this information is used, nor for appropriate operation of ship equipment according to this checklist. It does not replace the ship specific winter navigation checklists and procedures required on board of a ship plying in ice infested waters. SOLAS (consolidation 2009) Ch-1 part B-11 (a) and OMI Code (Part A.7).

4. 극지 운항 선박의 기관 사고 사례

(1) Sea Chest 얼음 유입으로 인한 사고 사례 1



- 사고 선박 : John I, bulk carrier
- 사고 일시 : 2014.03.03
- 사고 개요
- 1. 라스팔마스 데 그란카나리아 (스페인) 출항 → 몬트리올, 케벡 (캐나다) 방향
- 2. 캐나다 얼음 구역 항해 중 sea chest 내 얼음 유입으로 인한 냉각수 공급 부족
- 3. Sea chest 얼음 제거 작업 중 valve 고장으로 인한 해수 기관실 유입
- 4. 기관실 침수, 조종 불가

4. 극지 운항 선박의 기관 사고 사례

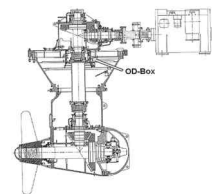
(2) Sea Chest 얼음 유입으로 인한 사고 사례 1



- 사고 선박 : Great Century, Bulk carrier
- 사고 일시 : 2003.02.20
- 사고 개요
- 1. Bunbury (호주) 출항 → 케벡 (캐나다) 방향
- 2. 캐나다 얼음 구역 항해 중 sea chest 내 얼음 유입으로 인한 냉각수 공급 부족
- 3. 발전기 엔진 냉각수용 해수 공급 부족으로 인한 자켓트 냉각수 온도 상승으로 인한 발전기 Trip 발생
- 4. Black-out 발생

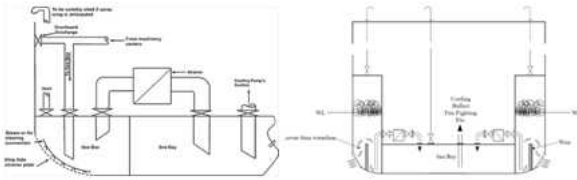
4. 극지 운항 선박의 기관 사고 사례

(3) 주 추진 시스템의 고장으로 인한 사고 사례



- 사고 선박 : ARAON호 (Ice breaker)
- 사고 일시 : 2013.11.23
- 사고 개요
- 1. 크리스마스 처치 (뉴질랜드) 항 출항 → 장보고 기지 (남극)
- 2. No.2 추진기 Oil Distributor Box 축 유압유 누설
- 3. 유압유 누설로 인한 No.2 추진기 사용불가로 선행불가/정선
- 4. 4일간의 수리작업 후 선행 재개.

5. 극지 운항 선박 기관사 교육 프로그램 필요성



IMO suggested arrangement (Circ. No.504)

ABS suggested arrangement

- ◆ 극지 운항 선박의 기관 고장으로 인한 선박 사고 다수 발생
- ◆ IMO 및 각 선급에서는 극지운항 선박에 대한 문제점 개선 및 해결방안을 모색중임. 현재 KR(한국선급)에서도 연구 중임.

5. 극지 운항 선박 기관사 교육 프로그램 필요성

- ◆ 북극해 빙해역 선박 운항지침서 (Guidelines for Ships Operating in Arctic Ice-Covered Water) PART C 기준으로 기관사관 교육이 필요함.
 - > IMO의 회람문서(MSC/Circ.1056,MEPC/Circ.399)
 - > IMO의 회람문서(MSC/Circ.1185)
 - > IMO의 결의서(2009,12,02 / A-1024)

◆ PART C

- 14.1.3 선박의 모든 사람과 선원은 훈련이나 13.4항(훈련 및 비상지침)에서 언급한 각종 조치에 관한 출판물이나 과정 자료를 통한 개인적인 학습으로 한방 기후에서의 생존 요령에 익숙하여야 한다.
- 14.1.4 가능한 많은 선박의 갑판 및 기관사관이 결빙 해역에서의 선박 운항에 관한 훈련을 받아야 한다.

➡ 현재 기관 사관에 대한 교육은 전혀 이루어 지지 않고 있는 실정임.

5. 극지 운항 선박 기관사 교육 프로그램 필요성

- ◆ Ice Navigation 교육 과정을 개설 운영중인 주요 국가

국가	교육기관	교육과정명	인원	비고
덴마크	Marital Navigationsskole	Ice Navigation	합계사	4월과제 연간 3회
핀란드	Aboa Mare	Basic Ice Navigation in the Arctic Sea	북극해 운항 선박의 선장 1명사 및 기관 승무원	3월과제 연간 2회
	ICESTRAIN Partners	ICESTRAIN Course for Deck officers	합계사	3월과제
러시아	Admiral Makarov State Maritime	Ice Navigation	합계사 및 기관사	4개 과정 운영 -전종 빙해역 항해 훈련 -상층 빙해역 항해 훈련 -하층 빙해역 항해 훈련 -빙해역 항해에서 자동인리
대한민국	한국해양수산연수원	Ice Navigation 기조/실습	합계사	간 3월과제

※미국 및 캐나다 등은 FMSS 운영기관에서 시뮬레이터를 이용한 교육을 실시하고 있음.

6. Ice-Engineer(극지 기관사) 직무 교육 과정

(1) Ice-Engineer 직무 기초 과정

- ◆ 교육 대상자 :
 - 극지운항 선박에 승선하고자 하는 기관사관
 - 또는 승선중인 기관사관
- ◆ 교육 기간 : 3일 (20시간)

Day	Time	Module & Description
Day 1	1 hr	극지 운항 관련 국제 법규
	1 hr	극지 운항 선박의 특성
	2 hrs	선급 및 극지 국가에서 요구하는 기관 규정
Day 2	2 hrs	극지 운항 선박에 필요한 기관 준비 사항
	2 hrs	극지 운항 선박의 주 추진 시스템의 특성
	2 hrs	극지 운항 선박의 보조 기계 장비 종류 및 특성
Day 3	2 hrs	극지 운항 선박의 기관 사고 사례 분석 및 대책
	1 hr	극지 생존 방법 이론
	2 hrs	극지 생존 방법 실습
	2 hrs	극지 응급 처치 실습
		평가와 종합 Feedback 및 수료

6. Ice-Engineer(극지 기관사) 직무 교육 과정

(1) Ice-Engineer 직무 심화 과정

- ◆ 교육 대상자 :
 - Ice-Engineer 직무 기초 과정을 수료한 기관사 중 극지운항 선박에서 1기사 이상의 업무 수행 예정자
- ◆ 교육 기간 : 1일 (7시간)

Day	Time	Module & Description
Day 1	1 hr	극지 운항 선박의 주기관 개요
	2 hrs	극지 운항 선박의 주기관 제어 시스템
	1 hr	극지 운항 선박의 주기관 사고 사례 분석
	2 hrs	극지 운항 선박의 주기관 사고 예방 대책
	1 hrs	평가와 종합 Feedback 및 수료

7. 결론 및 제언

- STCW 협약 B-V/g조 에서 “극지해역에서 운항하는 선박의 선장과 해기사의 훈련에 대한 지침”을 제공할,
- ➡ 기관당직을 책임지는 해기사에 대한 훈련은 적어도 다음 제3항, 제6항, 제10항 및 제11항에서 규정하는 과목에 관한 기초적인 지식을 갖추어야 함.
- ➡ 선장과 기관장은 극지해역에서 운항하는 선박에 대한 충분하고 적절한 경험을 갖추어야 함.
- 선박을 운항하는 승무원 특히 항해사와 기관사도 빙해 해역에 대한 해기능력 및 훈련요건을 갖추도록 요구되고 있는 추세임.
- 따라서 항해사 뿐만 아니라 기관사에게도 Ice Navigation 관련 교육이 체계적으로 진행 될 수 있도록 교육 프로그램이 필요하며 극지해역 항해사에 대한 표준기술 기준 및 기관사 표준기술 기준이 수립되어야 할 것임.
- 차후 북극항로 상용화시 극지해역 운항 인력의 자질 향상을 통한 선박 안전 운항을 높일 수 있음.